梁华 编著

智能建筑
弱电工程施工手册

中国建筑工业出版社

智能建筑弱电工程施工手册

责任编辑：王玉容　封面设计：李 林

ISBN 7-112-08361-3

9 787112 083619 >

(15025)定价：88.00 元

智能建筑弱电工程施工手册

梁　华　编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目（CIP）数据

智能建筑弱电工程施工手册/梁华编著. —北京：中国建筑工业出版社，2006

ISBN 7-112-08361-3

Ⅰ.智… Ⅱ.梁… Ⅲ.智能建筑-建筑安装工程-电气设备-工程施工-手册 Ⅳ.TU85-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2006）第 051291 号

智能建筑弱电工程施工手册

梁 华 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

新华书店经销

北京密云红光制版公司制版

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：39½ 字数：986 千字

2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月第一次印刷

印数：1—4000 册 定价：88.00 元

ISBN 7-112-08361-3

（15025）

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：http://www.cabp.com.cn

网上书店：http://www.china-building.com.cn

智能建筑是现代信息技术与现代建筑技术相结合的产物，发展迅速。本书从工程实际出发，结合国家有关标准规范，阐述建筑工程的安装、施工和调试的工艺和方法。全书共十一章，内容包括电话通信系统、计算机网络系统、综合布线系统、厅堂扩声与公共广播系统、音频和视频会议系统、共用天线与卫星电视接收系统、电视监视系统、防盗报警与出入口控制系统、火灾自动报警与联动控制系统、建筑设备自动化系统以及住宅小区智能化系统等。书中附有大量实用的图表和数据，为便于理解，还列举了许多典型工程实例，是智能建筑工程安装施工的一本常备的实用工具书。

本书取材新颖、图文并茂、内容丰富、力求实用。可供从事智能建筑弱电工程的安装、施工、调试和监理等的技术人员及工人使用，也可供相关院校和培训班的师生参考。

*　　*　　*

责任编辑：王玉容
责任设计：赵明霞
责任校对：张景秋　张　虹

前　言

智能建筑（Intelligent Buildings）是现代建筑技术与现代通信技术、计算机网络技术、信息处理技术和自动控制技术相结合的产物。它是以建筑为平台，兼备通信、办公、建筑设备自动化，集系统结构、服务、管理及它们之间的最优化组合，向人们提供一个高效、舒适、安全、便利的建筑环境。因此，智能化建筑成为当代建筑的主要特征。

智能建筑工程主要是指建筑弱电系统。所谓弱电系统是相对强电系统而言，它几乎包括了除像电力那样的强电之外的所有电子系统。本书以科学性、实用性、新颖性的原则为指导，从工程实际出发，结合有关的国家标准和行业规范，阐述智能建筑工程的安装、施工和调试的工艺和方法。全书共十一章，内容包括电话通信系统、计算机网络系统、综合布线系统、厅堂扩声与公共广播系统、音频和视频会议系统、共用天线及卫星电视接收系统、电视监控系统、防盗报警与出入口控制系统、火灾自动报警及联动控制系统、建筑设备自动化系统和住宅小区智能化系统等。书中附有大量实用的图表和数据，为便于理解，还列举了许多典型工程实例，为从事智能建筑智能化工程安装、施工、调试等的技术人员和工人提供一本实用的工具性手册。

因此，本书可供从事智能建筑和弱电工程的安装、施工、调试、监理等的技术人员及工人使用，也可供相关院校和技术培训班的师生参考。应该指出，在本书撰写过程中，得到了洪孝诒、梁晨、郑正华、童志仁、杨文忠、周丹、梁亮、叶寿平、曾品凝、郑德希、李仁忠 、谢德煦、曾建中、郑英华、王谌贤等同志的大力支持和帮助，谨此致以衷心的感谢。限于作者水平和时间，书中难免有不足或不当之处，欢迎读者给予批评指正。

目　　录

第一章　电话通信系统 …… 1
第一节　电话通信和程控交换机 …… 1
一、概述 …… 1
二、程控用户交换机的组成 …… 2
三、程控数字交换机的发展 …… 4
四、用户交换机与公用电话网连接方式 …… 5
五、程控用户交换机的选择 …… 7
第二节　电话通信线路的施工 …… 8
一、电话通信线路的组成 …… 8
二、电话线路的进户管线施工 …… 9
三、电话交接间与交接箱的安装 …… 11
四、壁龛的安装 …… 13
五、上升电缆管路的施工 …… 14
六、楼层管路（水平管路）的布线和安装 …… 18
第三节　电话线路的管线 …… 22
一、电话线路的敷设安装方式 …… 22
二、室外暗管敷设 …… 24
三、进户管道敷设 …… 25
四、室内管路敷设 …… 25
五、楼内上升通道的施工 …… 26
六、交接和分线设备成端及配线的安装 …… 27
七、电话缆线 …… 27
八、电话配线系统与综合布线系统的关系 …… 30
第四节　电话站机房的施工 …… 30
一、站址选择和土建要求 …… 30
二、电话站房的平面布置 …… 32
三、电话站的供电 …… 32
四、电话站房工程举例 …… 35
五、电话站房的接地 …… 37
第五节　电话通信系统的工程质量检查 …… 38
第二章　计算机网络系统 …… 40
第一节　概述 …… 40
一、计算机网络的分类 …… 40

二、计算机网络的基本组成 …… 41
第二节 局域网 …… 42
一、局域网（LAN）的组成与分类 …… 42
二、局域网拓扑结构 …… 45
三、网络用传输线 …… 46
四、以太网 …… 48
五、令牌环网 …… 52
六、FDDI 网 …… 53
七、ATM 网 …… 54
八、快速以太网（100BASE-T） …… 56
九、千兆位以太网 …… 58
十、虚拟局域网（VLAN） …… 61
第三节 网络互联设备的安装 …… 62
一、中继器（Repeater） …… 62
二、集线器（HUB） …… 62
三、交换机（Switch） …… 63
四、路由器（Router） …… 65
五、网桥（Bridge） …… 65
六、网关（Gateway） …… 65
第四节 网络设备的安装 …… 65
一、网卡的安装与设置 …… 65
二、ISDN 终端设备的安装及设置 …… 67
三、集线器的安装 …… 69
四、交换机的安装 …… 74
五、路由器的连接 …… 77
第五节 计算机机房的安装设计 …… 79
一、计算机机房的位置与布置 …… 79
二、计算机系统的环境要求 …… 82
三、计算机机房的接地 …… 83
四、计算机机房的供电 …… 84
五、机房的消防报警与灭火系统 …… 86
第六节 网络工程举例 …… 87
第三章 综合布线系统 …… 97
第一节 综合布线系统的组成 …… 97
一、系统组成 …… 97
二、综合布线系统的类型等级 …… 99
第二节 综合布线系统的传输线 …… 100
一、双绞线缆 …… 100
二、双绞线连接件 …… 103

三、光缆 …… 106
四、光缆连接件 …… 108
第三节　布线工艺 …… 111
一、缆线的敷设 …… 111
二、线槽和暗管敷设 …… 113
三、线槽的安装 …… 115
四、桥架的安装 …… 117
五、布线的工艺要求 …… 117
六、设备的安装 …… 122
七、光缆的敷设 …… 126
第四节　PDS 各子系统的布线 …… 130
一、工作区子系统 …… 130
二、水平子系统 …… 130
三、管理间子系统 …… 137
四、垂直干线子系统 …… 139
五、设备间子系统 …… 144
六、建筑群子系统 …… 148
第五节　综合布线系统的电气防护、接地及检验 …… 152
一、电气防护 …… 152
二、接地与防火要求 …… 153
三、综合布线系统的工程检验 …… 154
第六节　工程举例 …… 157
第四章　厅堂扩声与公共广播系统 …… 165
第一节　广播音响系统的类型与基本组成 …… 165
一、广播音响系统的类型与特点 …… 165
二、广播音响系统的组成 …… 166
三、常用音响设备 …… 168
第二节　厅堂扩声系统 …… 169
一、厅堂扩声系统的分类 …… 169
二、扬声器的布置方式 …… 170
三、厅堂扩声系统的特性要求 …… 171
四、卡拉 OK 歌舞厅音响系统的性能指标 …… 175
五、歌舞厅混响时间（T_{60}）的要求 …… 176
第三节　扩声系统的音箱布置 …… 177
一、立体声的音箱布置 …… 177
二、卡拉 OK 歌厅的音箱布置 …… 181
三、以交谊舞为主的舞厅音箱布置 …… 181
四、迪斯科舞厅的音箱布置 …… 182
五、KTV 包房的音箱布置 …… 182

六、小型会堂的音箱布置 …… 183
七、剧场的音箱布置 …… 185
第四节 扩声控制室（机房） …… 186
一、扩声控制室的设置 …… 186
二、机房设备布置 …… 186
三、机房设备线路敷设 …… 186
四、机房的电源要求 …… 187
五、机房的接地要求 …… 187
六、机柜 …… 188
第五节 扩声系统的安装 …… 189
一、常用配接插头、插座 …… 190
二、传输线 …… 191
三、导线的连接 …… 194
四、电源要求 …… 198
五、扩声系统的接地 …… 199
六、音箱的安装 …… 201
第六节 公共广播系统 …… 202
一、公共广播系统的种类 …… 202
二、公共广播系统的安装设计与施工 …… 206
三、工程举例 …… 213
第五章 音频与视频会议系统 …… 217
第一节 音频会议系统的种类与组成 …… 217
一、会议讨论系统 …… 217
二、同声传译系统 …… 218
三、会议表决系统 …… 219
第二节 会议讨论和表决系统 …… 220
一、会议讨论系统的功能 …… 221
二、会议表决系统的功能 …… 222
三、会议系统的辅助设备 …… 223
第三节 同声传译会议系统 …… 224
一、同声传译系统的种类 …… 224
二、同声传译系统示例 …… 228
第四节 音频会议系统工程举例 …… 229
一、BOSCH 数字网络会议（DCN）系统 …… 229
二、台电（TAIDEN）会议系统 …… 239
三、译员室的工艺要求 …… 245
第五节 投影电视 …… 245
一、投影电视的种类 …… 245
二、投影屏幕 …… 248

三、投影机的选用 …… 251
第六节　远程视频会议系统 …… 252
一、会议电视系统的组成 …… 252
二、系统分类 …… 254
三、会议电视系统的设备选择 …… 255
第七节　会议电视系统的安装 …… 259
一、会议电视的建筑要求 …… 259
二、会议电视系统对会议室的要求 …… 260
三、会议电视系统的机房布置 …… 261
四、会议电视系统的供电与接地 …… 262
五、会议室的声学要求与系统检查 …… 262
六、会议电视系统的设备安装 …… 264
七、电视会议室实例 …… 267
第六章　共用天线和卫星电视接收系统 …… 269
第一节　共用天线电视系统与电视频道 …… 269
一、CATV 系统的组成 …… 269
二、无线电视的频率分配 …… 270
第二节　电视接收天线 …… 272
一、电视接收天线及其装配 …… 272
二、接收天线的架设 …… 276
三、接收天线的调试 …… 278
第三节　卫星电视天线与接收设备 …… 279
一、卫星电视广播的频率分配 …… 279
二、卫星电视接收系统的组成 …… 280
三、卫星接收天线的种类与性能要求 …… 281
四、天线对卫星指向角的计算 …… 286
第四节　卫星天线的安装 …… 289
一、站址选择 …… 289
二、设备的选用 …… 289
三、卫星天线的安装 …… 292
四、天线及系统的防雷与接地 …… 296
五、卫星天线的调试 …… 300
第五节　前端 …… 302
一、前端系统的组成与类型 …… 302
二、前端系统举例 …… 304
三、前端设备的布线与安装 …… 307
四、前端设备的调试 …… 311
第六节　传输分配系统和传输线 …… 311
一、传输线缆 …… 311

二、传输分配系统的结构与设计要点 …… 314
三、传输分配系统的工程举例 …… 316
第七节 传输分配系统的施工 …… 322
一、建筑物之间的线路施工 …… 322
二、建筑物内的电缆敷设 …… 323
三、分配系统的施工 …… 325
四、CATV 系统的施工质量检查 …… 328
第七章 电视监控系统 …… 329
第一节 电视监控系统的组成 …… 329
一、电视监控系统的基本组成 …… 329
二、闭路监控电视系统的组成形式 …… 331
三、电视监控系统的基本要求 …… 332
第二节 摄像机及其布置 …… 333
一、摄像机分类 …… 333
二、摄像机的镜头 …… 334
三、云台和防护罩的选择 …… 341
四、摄像点的布置 …… 343
第三节 CCTV 系统类型 …… 346
第四节 电视监控设备的选择与安装 …… 351
一、前端设备的选型与安装设计 …… 351
二、摄像机的安装 …… 352
三、传输方式的考虑 …… 356
四、监控室的设备选择 …… 360
五、监控室的布局 …… 362
六、监控室的安装施工 …… 365
七、供电与接地 …… 366
八、系统施工质量的检查 …… 367
第五节 工程举例 …… 368
第八章 防盗报警与出入口控制系统 …… 374
第一节 安全防范系统概述 …… 374
一、安全防范系统的构成 …… 374
二、防盗报警系统的基本组成 …… 375
第二节 报警探测器 …… 376
一、人侵探测器的种类 …… 376
二、微波探测器（微波报警器） …… 377
三、超声波报警器 …… 378
四、红外线报警器 …… 378
五、微波—红外双技术报警器 …… 384
六、玻璃破碎人侵探测器 …… 386

七、开关报警器 …… 390
八、振动入侵探测器 …… 393
九、声控报警探测器 …… 396
十、场变化式报警器 …… 397
十一、周界报警器 …… 397
第三节　防盗报警系统的性能指标 …… 399
一、防盗（入侵）探测报警系统的性能要求 …… 399
二、防盗报警系统的几个主要性能指标 …… 401
三、防盗报警系统的基本要求 …… 404
四、安全防范系统的设备选择 …… 405
第四节　报警设备的选型与安装 …… 407
一、入侵探测器选型与安装的一般原则 …… 407
二、常见入侵探测器的选择与安装设计 …… 408
三、控制器的选择 …… 411
四、安全防范工程的线缆施工 …… 412
第五节　防盗报警工程举例 …… 413
第六节　出入口控制系统（门禁控制系统） …… 421
一、出入口控制系统的组成与要求 …… 421
二、个人识别技术 …… 422
三、门禁系统的安装 …… 424
第七节　电子巡更系统 …… 426
一、电子巡更系统的类型 …… 426
二、离线式电子巡更系统 …… 428
三、电子巡更系统的安装 …… 429
第八节　停车库管理系统 …… 429
一、停车库管理系统的功能 …… 429
二、车辆出入的检测与控制系统的安装 …… 430
三、车辆显示系统的安装 …… 434
四、工程举例 …… 435
五、车库管理设备的安装 …… 440
第九节　安全防范系统的检验要点 …… 441
一、入侵报警系统 …… 441
二、门禁与出入口管理系统 …… 442
三、巡更管理系统 …… 443
四、停车场管理系统 …… 443
第九章　火灾自动报警与联动控制系统 …… 444
第一节　火灾自动报警系统的构成与线制 …… 444
一、火灾自动报警系统的组成 …… 444
二、火灾自动报警系统的基本形式 …… 447

三、火灾自动报警系统的线制 …… 452
四、智能火灾报警系统 …… 455
第二节 消防设施的联动控制 …… 457
一、消防联动控制的要求与功能 …… 457
二、消防设备的供电控制 …… 458
三、灭火设备的控制 …… 459
四、防排烟设施的控制 …… 463
五、防火卷帘、门的控制 …… 464
六、非消防电源断电及电梯应急控制 …… 466
第三节 火灾自动报警系统的安装 …… 469
一、火灾探测器的选择与安装 …… 469
二、火灾探测器的安装 …… 472
三、手动报警装置的安装 …… 481
四、接口模块的安装 …… 482
五、火灾报警控制器的安装 …… 482
六、其他设备的安装 …… 483
七、火灾应急广播和警报装置 …… 483
八、消防专用电话的安装 …… 486
九、消防控制室和系统接地 …… 486
第四节 布线与配管 …… 489
一、布线的防火耐热措施 …… 489
二、系统的配线 …… 491
三、管线的安装 …… 492
四、控制设备的接线要求 …… 493
第五节 工程举例 …… 493
第十章 建筑设备自动化系统（BAS） …… 500
第一节 建筑设备自动化系统概述 …… 500
第二节 DDC 与集散型控制系统 …… 500
一、集散型控制系统的基本组成 …… 500
二、DDC …… 502
三、传感器 …… 505
四、执行器 …… 508
五、DDC 控制的原理和方法 …… 512
第三节 中央管理计算机及其监控中心 …… 519
一、中央管理计算机及其功能 …… 519
二、不间断电源设备（UPS） …… 523
三、监控中心 …… 529
四、BAS 的供电、接地与线路敷设 …… 530
五、工程举例 …… 532

第四节　BAS 工程的施工 …… 533
一、一般要求 …… 533
二、系统设备的安装 …… 535
三、输入设备的安装 …… 535
四、输出设备的安装 …… 542
第五节　BAS 工程的调试 …… 544
一、一般规定 …… 544
二、调试前的准备 …… 544
三、系统设备与受控设备的单体调试 …… 546
四、基本应用软件设定与确认 …… 552
五、系统调试 …… 552
第十一章　住宅小区智能化系统 …… 556
第一节　住宅小区智能化系统的组成与功能 …… 556
一、住宅小区智能化系统的组成 …… 556
二、住宅小区智能化系统的功能与等级 …… 558
第二节　住宅小区安全防范系统 …… 560
一、住宅小区安全防范系统的组成 …… 560
二、住宅小区安防系统的安装与施工 …… 562
第三节　访客对讲系统 …… 565
一、访客对讲系统类型 …… 565
二、访客对讲系统的组成 …… 567
三、访客对讲系统的基本要求 …… 567
四、楼宇对讲设备的安装要点 …… 568
五、工程举例 …… 568
第四节　住宅小区通信网络系统 …… 573
一、住宅小区通信网络系统方案 …… 573
二、住宅小区宽带网的安装设计 …… 581
第五节　住宅小区综合布线系统 …… 585
一、住宅小区综合布线系统的配置与拓扑结构 …… 585
二、住宅布线系统的布线施工 …… 589
第六节　远程自动抄表系统 …… 596
一、自动抄表系统的组成 …… 596
二、自动抄表系统的方式 …… 597
第七节　家庭智能化系统 …… 600
一、家庭智能化与家庭控制器 …… 600
二、家庭控制器的功能 …… 601
三、家庭智能控制器产品示例 …… 603
第八节　住宅小区各子系统的施工要点 …… 609
一、住宅布线系统的管线敷设 …… 609

二、访客对讲系统的施工 …… 612
三、防盗报警系统的施工 …… 613
四、电视监控系统的施工 …… 614
五、电子巡更系统的施工 …… 615
六、自动抄表系统的施工 …… 616
七、电话及有线电视系统的施工 …… 616
八、小区网络和物业管理系统的施工 …… 617
参考文献 …… 618

第一章　电话通信系统

第一节　电话通信和程控交换机

一、概　　述

国家标准《智能建筑设计标准》（GB/T 50314—2000）关于通信网络系统的定义为："智能建筑内的语音、数据、图像传输的基础，同时又与外部的通信网络相联"。因此可以看出，智能建筑中的通信技术涉及到如下三个方面：

（1）电话通信；

（2）数据、图像通信；

（3）与各种公用网和专用网互联。

电话通信是智能建筑中最基本的通信手段，应用最广泛，功能也日趋丰富。从过去到今后的较长时间内，模拟电话仍将是人们主要的通信工具。

构成电话通信系统有三个组成部分：一是电话交换设备，二是传输系统，三是用户终端设备。交换设备主要就是电话交换机，是接通电话用户之间通信线路的专用设备。电话交换机发展很快，它从人工电话交换机（磁石式交换机、共电式交换机）发展到自动电话交换机，又从机电式自动电话交换机（步进制交换机、纵横制交换机）发展到电子式自动电话交换机，以至最先进的数字程控电话交换机。程控电话交换是当今世界上电话交换技术发展的主要方向，近年来已在我国普遍采用，本节着重对此加以介绍。

电话传输系统也有很大发展。传输系统按传输媒介分为有线传输（明线、电缆、光纤等）和无线传输（短波、微波中继、卫星通信等）。本节着重讲述有线传输。有线传输按传输信息工作方式又分为模拟传输和数字传输两种。模拟传输是将信息转换成为与之相应大小的电流模拟量进行传输，例如普通电话就是采用模拟语言信息传输。数字传输则是将信息按数字编码（PCM）方式转换成数字信号进行传输，它具有抗干扰能力强、保密性强、电路便于集成化（设备体积小）、适于开展新业务等许多优点，现在的程控电话交换就是采用数字传输各种信息。

用户终端设备，以前主要指电话机，随着通信技术的迅速发展，现在又增加了许多新设备，如传真机、计算机终端等。

电话交换机是接通电话用户之间通信线路的设备，正是借助于交换机，一台用户电话机能拨打其他任意一台用户电话机，使人们的信息交流能在很短的时间内完成。

电话交换机的发展经历了四大阶段，即人工制交换机、步进制交换机、纵横制交换机和存储程序控制交换机（简称程控交换机）。

电话交换机按其使用场合可分为两大类：一类是用于公用电话网的交换机；另一类是用户专用电话网的交换机，简称用户交换机，有时又称作小交换机。

用户交换机是机关团体、宾馆酒店、企业或事业单位内部进行电话交换的一种专用交换机。一般容量不大，少数大型企业可达 1 万门；自成系统，单位内部用户与外部之间的话务交换可通过少量的出入中继线实现。

程控是指控制方式，它的英文名称是：Stored Program Control（存储程序控制），简写为 SPC。它是把电子计算机的存储程序控制技术引入到电话交换设备中来。这种控制方式是预先把电话交换的功能编制成相应的程序（或称软件），并把这些程序和相关的数据都存入到存储器内。当用户呼叫时，由处理机根据程序所发出的指令来控制交换机的操作，以完成接续功能。采用这种控制方式的交换机称为程控交换机。下面介绍程控交换机的基本原理。

二、程控用户交换机的组成

程控交换机是指用计算机来控制的交换系统，它由硬件和软件两大部分组成。这里所说的基本组成只是它的硬件结构。图 1-1 是程控交换系统的基本组成框图，它的硬件部分可以分为话路系统和控制系统两个子系统。整个系统的控制软件都存放在控制系统的存储器中。

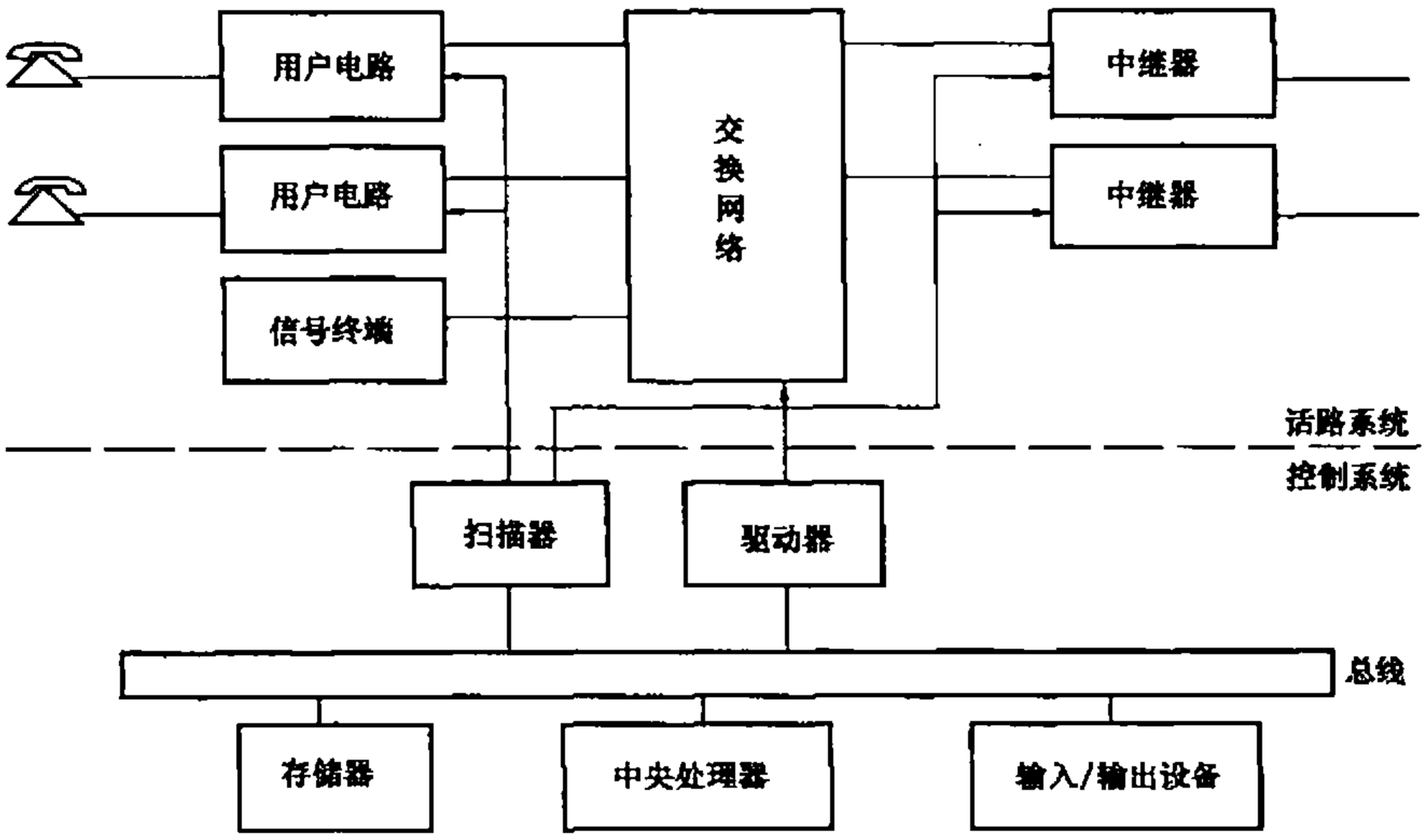


图 1-1　程控交换机的基本组成

（一）话路系统

它由交换网络、用户电路、中继器和信号终端等几部分组成。交换网络的作用是为语音信号提供接续通路并完成交换过程。用户电路是交换机与用户线之间的接口电路，它的作用有两个，一是把模拟语音信号转变为数字信号传送给交换网络，二是把用户线上的其他大电流或高电压信号（如铃流等）和交换网络隔离开来，以免损坏交换网络。中继器是交换网络和中继线之间的接口，中继器除具有与用户电路类似的功能外，还具有码型变换、时钟提取、同步设置等功能。信号终端负责发送和接收各种信号，如向用户发送拨号音、接收被叫号码等。

（二）控制系统

控制系统的功能包括两个方面：一方面是对呼叫进行处理；另一方面对整个交换机的运行进行管理、监测和维护。控制系统的硬件由扫描器、驱动器、中央处理器、存储器、输入输出系统等几部分构成。扫描器是用来收集用户线和中继线信息的（如忙闲状态），用户电路与中继器状态的变化通过扫描器送到中央处理器中。驱动器是在中央处理器的控制下，使交换网络中的通路建立或释放。中央处理器也叫 CPU，它可以是普通计算机中使用的 CPU 芯片，也可以是交换机专用的 CPU 芯片。存储器负责存储交换机的工作程序和实时数据。输入/输出设备包括键盘、打印机、显示器等；从键盘可以输入各种指令，进行运行维护和管理等；打印机可以根据指令或定时打印系统数据。

控制系统是整个交换机的核心，负责存储各种控制程序，发布各种控制命令，指挥呼叫处理的全部过程，同时完成各种管理功能。由于控制系统担负如此重要的任务，为保证其完全可靠地工作，提出了集中控制和分散控制两种工作方式。

所谓集中控制是指整个交换机的所有控制功能，包括呼叫处理、障碍处理、自动诊断和维护管理等各种功能，都集中由一部处理器来完成，这样的处理器称为中央处理器，即 CPU。基于安全可靠起见，一般需要两片以上 CPU 共同工作，采取主备用方式。

分散控制是指多台处理器按照一定的分工，相互协同工作，完成全部交换的控制功能，如有的处理器负责扫描，有的负责话路接续。多台处理器之间的分工方式有功能分担方式、负荷分担方式和容量分担方式三种。

图 1-2 是程控数字用户交换机的系统构成示例。

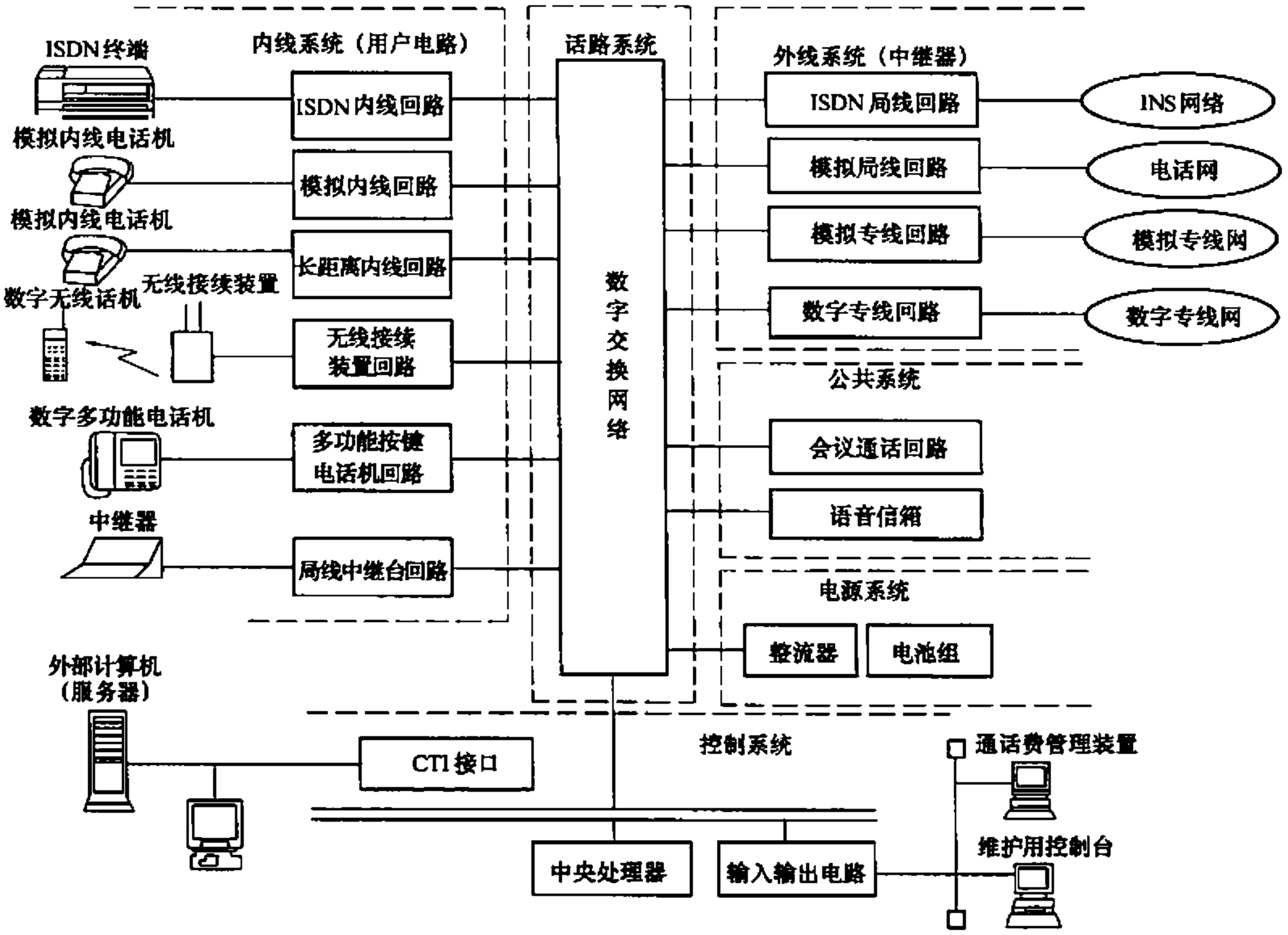


图 1-2　程控数字交换机的构成示例

应该指出，就程控数字交换机的系统组成来说，应该由两大部分组成，第一部分是机房内看得见的实物，即上述所说的话路设备、控制设备或计算机，一般称为硬件；第二部分是计算机的程序和数据，它能控制硬件完成交换功能，以及完成测试、操作、维护诊断等功能，是交换机的智能部分，一般称为软件。在程控交换机中，除了硬件以外还必须有一套软件，即一整套程序，交换机在软件的控制下才能正常工作。

三、程控数字交换机的发展

程控交换机实际上就是用计算机来控制电话交换机。用计算机来控制电话交换经历了集中控制、集散控制和全分散控制（分布式控制）的三个发展过程。最初出现的程控交换机是采用集中控制方式，即整部交换机由一台计算机控制，为了确保安全，实际上往往采用两台计算机同步工作。随着交换机容量的扩大和功能的增加，这种集中控制方式的计算机变得非常复杂和大型，其软件也越来越复杂，也影响了系统的可靠性。因此，它很快地被后来出现的分散控制方式所取代。

20 世纪 80 年代后期，出现了全分散控制的分布式控制方式，即取消主处理机。图1-3为全分散控制方式的原理示意图，由图可见，交换机的各个部分都有它自己的处理机，但各处理机相互独立，没有主处理机对各部分的处理机进行控制，因而可避免集中控制和分散控制中全局瘫痪的故障。全分散工作方式中各个部分的处理机一般都可由微型计算机实现。

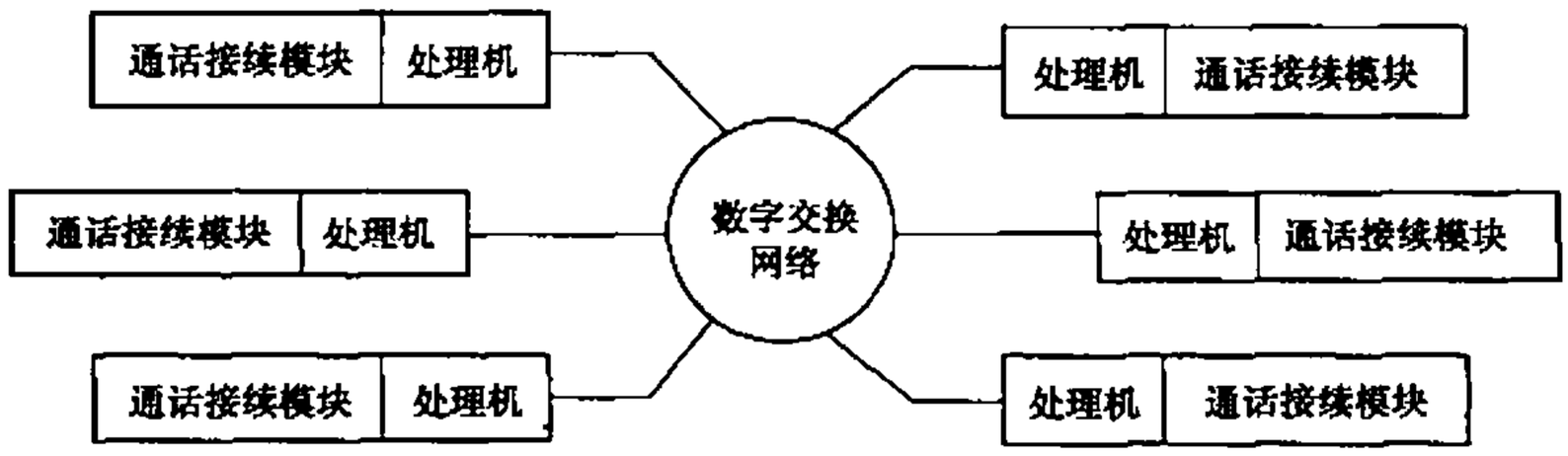


图 1-3　全分布控制方式

全分散工作方式的优点是可以避免全局停话性的故障，但也存在一些问题，如某处理机要和其他处理机通信，其通道须由该处理机发送信息至其他处理机来建立，而不是在分散控制方式中由呼叫处理机分配，因此，将有非常频繁的控制信息通过数字交换网络，而语言信息也是要通过数字交换网的，因此可能造成拥塞等一些故障。但由于计算机技术的进步，例如内存容量增大、处理速度加快等，这种频繁的控制信息传送对全分散控制工作方式已不再是一个问题。在有的全分散方式的交换机（例如意大利 Itatel 的 UT）中，另设一个分组交换通道来传送控制信息，这个分组交换通道是和传送讲话信息的数字交换网络分开并相互独立的，这样，从根本上解决了控制信息频繁传送的问题。

作为示例，S1240 是一种用于公用电话网的程控数字电话交换系统。它可用作市话局、汇接局、长话局、国际局及远端用户单元，并适用于综合业务数字网（ISDN）。容量可从 128 用户线至 10 万用户线，中继线 120 条至 6 万条，话务量最大可到 25000 爱尔兰，呼叫处理能力最大可达 75 万 BHCA。该系统具有多种用户类别和用户服务性能。局间信号可采用随路信号方式，也可采用公共信道信号方式。

四、用户交换机与公用电话网连接方式

用户交换机除了单位用户相互通话外，还要接入公用电信网，亦即通过出、入中继线实现与公用电话网上的用户进行话务交换，为此一般采用用户交换机进网中继方式。中继方式的考虑因素主要是：交换机容量的大小、话务密切程度和接口局的设备制式等。由于中继方式涉及有关端口局、站，故中继方式设计考虑必须与有关市话局单位讨论确定。

程控用户交换机作为公众电话网的终端设备与公众电话网相连，一般有以下三种连接方式（进网中继方式）：

（1）全自动直拨中继方式（DOD + DID）；

（2）半自动直拨中继方式（DOD + BID）；

（3）混合自动直拨中继方式（DOD + DID/BID）；

（4）人工中继方式。

（一）全自动直拨中继方式（DOD + DID）

这里 DOD（Direct Outward Dialling）为直接拨出，它分为两种形式。一种是 DOD_1，即用户交换机的用户呼出至公众电话网时，可以直接拨号而不需经过话务台转换，用户呼出时只听一次拨号音，然后拨“9”或“0”等，并连续拨出公众网被叫用户号码即可。另一种为 DOD_2，它与 DOD_1 区别是用户呼出时接到市话局的用户电路上，所以用户呼出至公众网时要听到二次拨号音，选听本机一次拨号音拨“9”或“0”，当选择到空闲中继线后听第二次拨号音（现在有的用户交换机在机内可消除从市话局送来的二次拨号音），然后连续拨出公众网被叫用户号码。

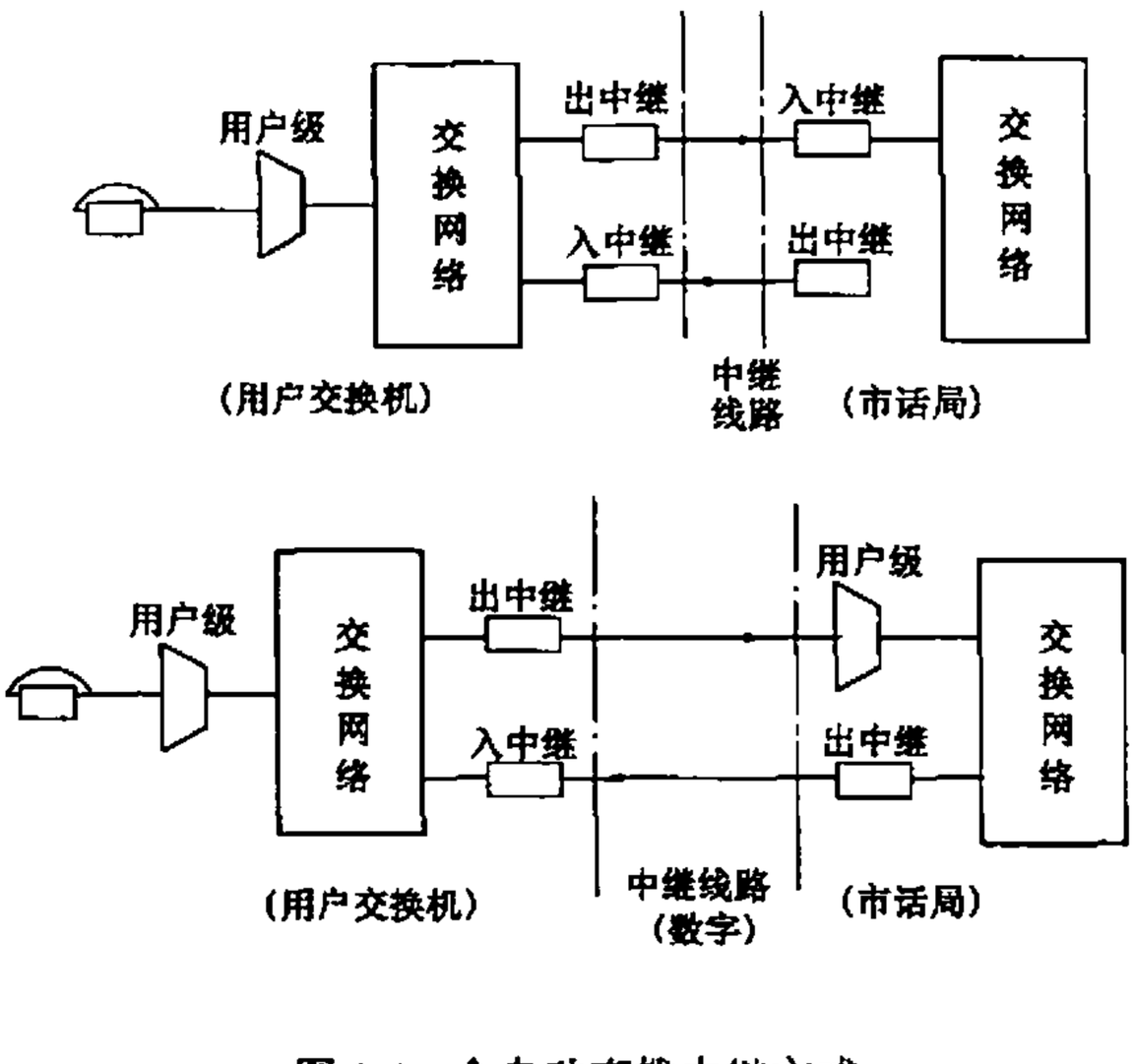


图 1-4　全自动直拨中继方式

DID（Direct Inward Dialling）为直接拨入，就是从公众网呼入时可以直接呼叫到分机用户，也不需要经过话务台转换。

全自动直拨的两种中继方式：DOD_1 + DID 方式和 DOD_2 + DID 方式如图 1-4 所示。全自动直拨中继方式适合于较大容量（700 ~ 800 门以上）的用户交换机，一般 1000 门程控用户交换机具备这种入网方式。

《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T 16—92）指出，1 ~ 3 级旅馆、饭店及办公现代化水平较高的高层建筑、大型商业金融中心、特大型企业等单位，当交换机容量较大又有数字传输要求时，宜采用全自动直拨中继方式，即 DOD_1 + DID 方式或 DOD_2 + DID 方式。

（二）半自动直拨中继方式（DOD + BID）

当程控用户交换机的容量较小（几十门到几百门）或呼入话务量不很大（<40Er.）时，宜采用半自动直拨中继方式，即 BID（Board Inward Dialling，话务台拨入）方式。

采用 DID 直接拨入方式，用户交换机的分机号码要占用公众电话网的用户号码，因此在电话用户所选用设备和公众电话网号码资源紧张时，较多采用话务台拨入的方式。这种中继方式的特点是，呼出时接入市话局的用户级，听二次拨号音。呼入时经市话局的用户级接入到程控用户交换机的话务台，并向话务台送振铃信号，然后再由话务台转换到分机。根据进入公众网话务量的大小，可将进入公众网的局间中继线分为单向中继线和双向中继线两类，如图 1-5 所示。一般在话务量较大时采用单向中继线，只有在话务量很小时才考虑采用双向中继线。

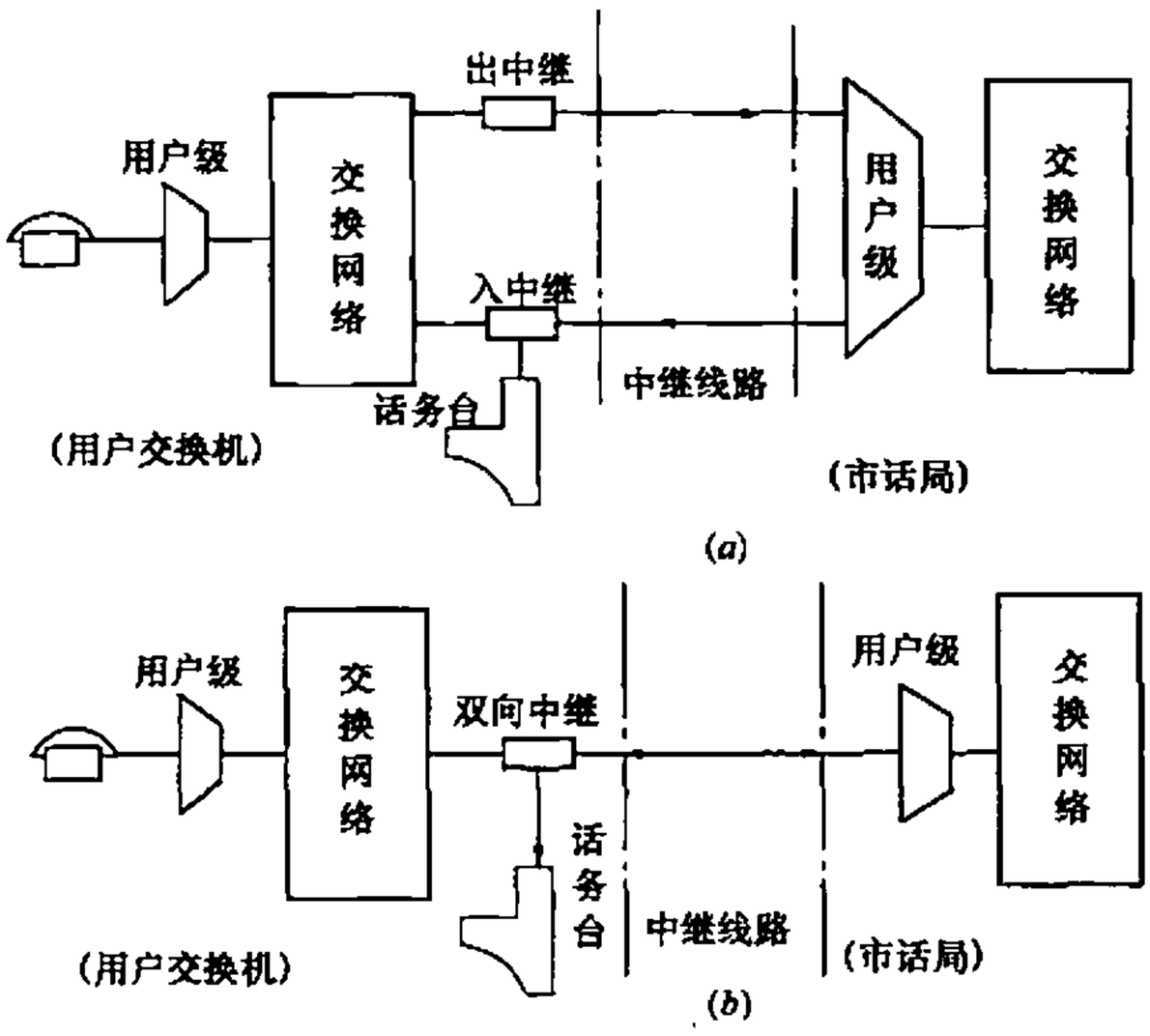


图 1-5　半自动直拨中继方式

（a）半自动单向中继（DOD_2 + BID）方式；

（b）半自动双向中继（DOD_2 + BID）方式

《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T 16—92）指出，3 级以下旅馆、饭店等高层民用建筑，当交换机容量较小或无特殊要求时，宜采用半自动单向中继（DOD_2 + BID）方式。对企事业单位办公楼等一般民用建筑，用户交换机容量较小时，可采用半自动单向中继（DOD_2 + BID）方式或半自动双向中继（DOD_2 + BID）方式。单向中继（DOD_2 + BID）方式是用户交换机的出入中继线分开接入市话局的用户级。

（三）混合自动直拨入网方式（DOD + DID/BID）

这里所指的混合是呼入时 DID 与 BID 的混合。有些容量较大的用户交换机，根据分机用户的性质，部分用户与公用网联系较多，而且有一定的数量，这部分用户可采用直接拨入方式，但这部分用户必须与公用网用户统一编号。另一部分分机用户与公用网联系较少，没有必要采用直接拨入方式，可以采用经话务台转接的方式。这样就可大量节省电话费用的支出。其中继方式如图 1-6 所示。

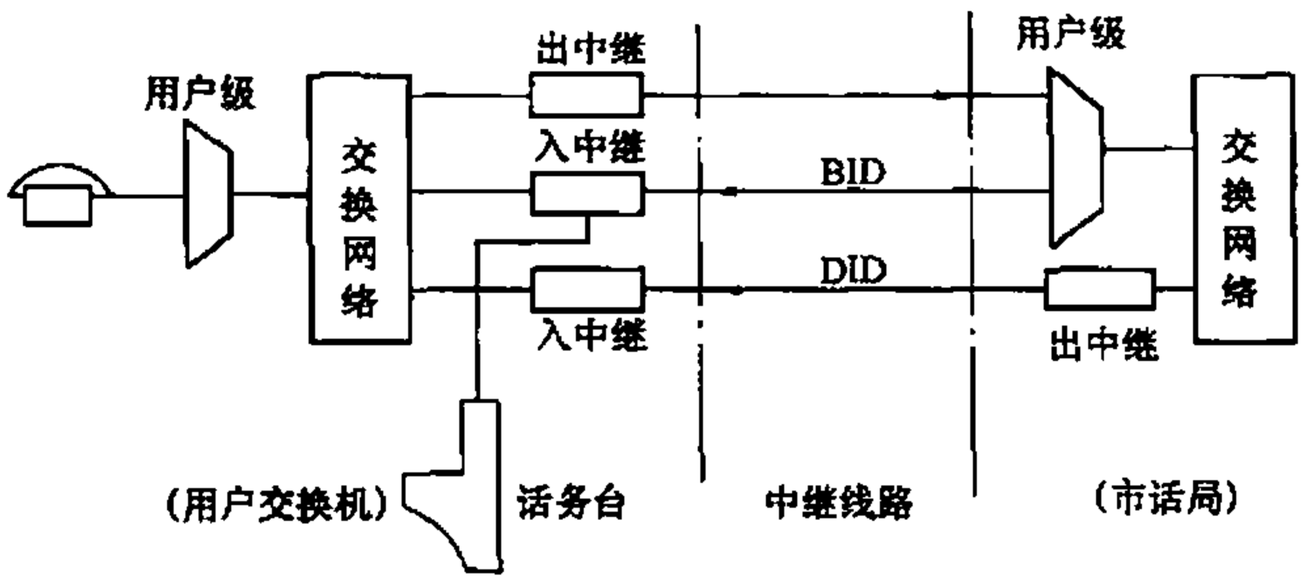


图 1-6　混合进网中继方式

混合自动直拨进网方式适于 1000 门以上大容量的用户交换机。3 级以上的旅馆、饭店及对于中继方式有特殊要求或容量较大的交换机，可采用

混合进网中继方式，以增加中继系统连接的灵活性和可靠性。

五、程控用户交换机的选择

程控电话交换机在通信网中，起着沟通网络、交换信息的中枢作用。因此设备的选择，对整个网络建设具有重要意义。对设备的选择要充分考虑用户在使用中的具体情况。目前，我国广泛采用程控用户交换机，按信息产业部规定，将程控用户交换机的容量分成三类：

（1）小容量：250门以下；

（2）中容量：250～1000门；

（3）大容量：1000门以上。

程控用户交换机一般在2000门以下为宜。

具体选择时，应考虑所需的电话容量。要确定电话容量，首先需要进行用户分布调查。目前我国对于住宅楼，每户最少应设一对电话线，建议按两对电话线考虑；对于办公楼和业务楼，可按每15～20m^2房间设两对电话线、每开间按2～4对线，或者按用户要求设置。

当容量小于500线的用户交换机接入公用网时，一般可不进行中继线的计算，直接依据信息产业部的《用户交换机管理办法》规定，按表1-1申请相应的中继线数（允许超过）。

至于中继线数量除了在前面述及，也可从产品说明上查出，或一般按照总机容量的8%～10%考虑确定。交换机的实装分机限额约为交换机容量的80%。

中继线数的确定方法　　表1-1

可以和市话局互相呼叫的分机数（线）	接口中继线配发数目（话路）	
	呼出至端局中继	端局来话呼入中继
50线以内	采用双向中继1－5条	
50	3	4
100	6	7
200	10	11
300	13	14
400	15	16
500	18	19

应该指出，在确定交换机的容量时，还应该考虑满足将来终期的容量需要，并备有维修余量。因此，交换机的初装容量和终装容量可以计算如下：

$$\text{初装容量} = 1.3 \times [\text{目前所需门数} + (3 \sim 5)\text{年内的近期增容数}] \quad (1\text{-}1)$$

$$\text{终装容量} = 1.2 \times [\text{目前所需门数} + (10 \sim 20)\text{年后的远期发展总增容数}] \quad (1\text{-}2)$$

程控用户交换机的选型应综合多种因素，并加以技术经济论证。对于总的选型原则，应满足以下几点：

（1）应符合信息产业部《程控用户交换机接入市话网技术要求的暂行规定》和国家标准《专用电话网进入公用电话网的进网条件》（GB 433—90）。

（2）应选用符合国家有关技术标准的定型产品，并执行有关通信设备国产化政策。

（3）同一城市或本地网内宜采用相同型号和国家推荐的某些型号的程控交换机，以简

化接口，便于维修和管理。

（4）程控交换机应满足近期容量和功能的需要，还应考虑远期发展和逐步发展综合业务数字网（ISDN）的需要。

（5）程控交换机宜选用程控数字交换机，以数字链路进行传输，减少接口设备。数字接口参数应符合国家标准《脉冲编码调制通信系统网络数字接口标准》（GB 7611—87）。

信息产业部规定，凡接入国家通信网使用的程控用户交换机，必须有信息产业部颁发的进网许可证。因此用户在选型购机时，一定要购买有信息产业部颁发进网许可证的程控交换机。

第二节　电话通信线路的施工

一、电话通信线路的组成

电话通信线路从进屋管线一直到用户出线盒，一般由以下几部分组成（图 1-7）：

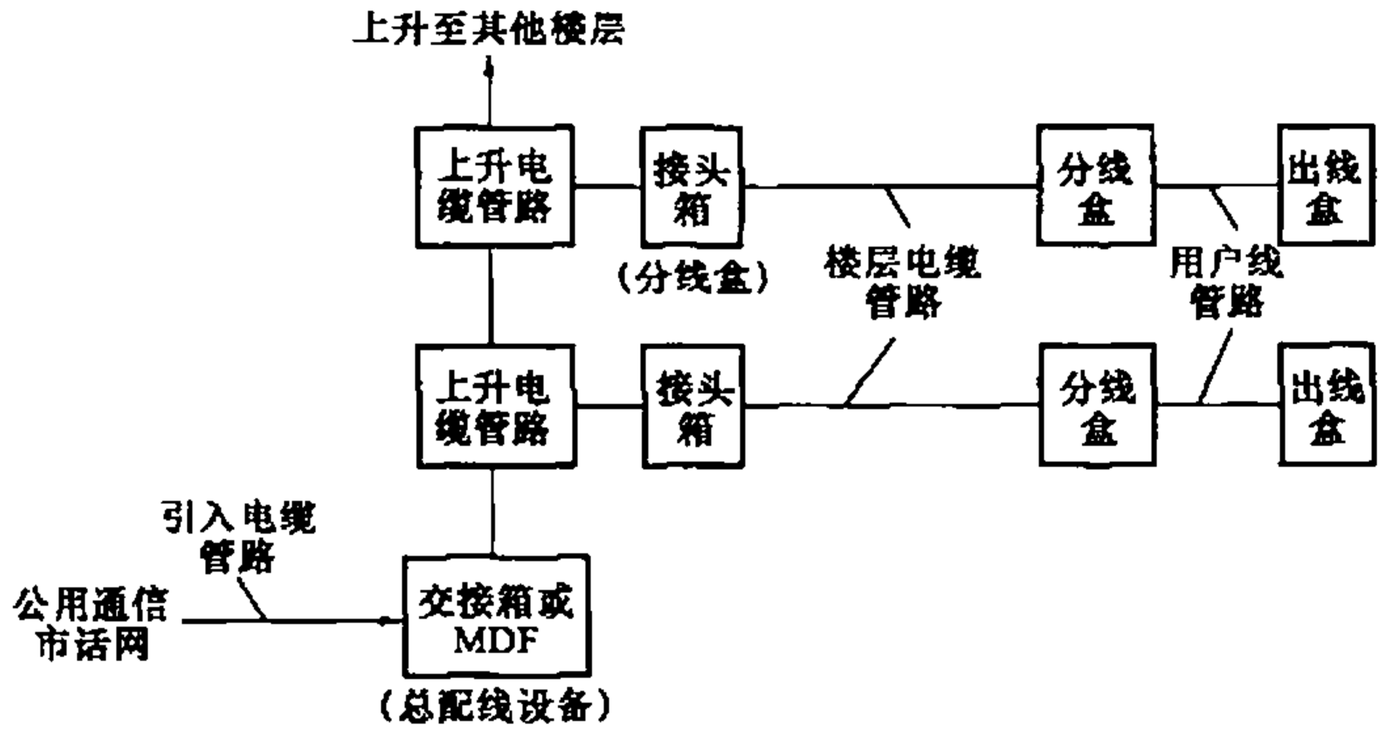


图 1-7　电话通信线路的组成

（1）引入（进户）电缆管路：又分地下进户和外墙进户两种方式。

（2）交接设备或总配线设备：它是引入电缆进屋后的终端设备，有设置与不设置用户交换机两种情况，如设置用户交换机，采用总配线箱或总配线架；如不设用户交换机，常用交接箱或交接间。交接设备宜装在房屋的一二层，如有地下室，且较干燥、通风，才可考虑设置在地下室。

（3）上升电缆管路：有上升管路、上升房和竖井三种建筑类型。

（4）楼层电缆管路。

（5）配线设备：如电缆接头箱、过路箱、分线盒、用户出线盒，是通信线路分支、中间检查、终端用设备。

建筑物内的电话线应一次分线到位，根据建筑物的功能要求确定其数量。城市住宅区内的配线电缆，应采用地下通信管道敷设方式。住宅建筑室内通信线路安装应采用暗配线敷设及由暗配线管网组成。多层建筑物宜采用暗管敷设方式，高层建筑物宜采用电缆竖井与暗管敷设相结合的方式。住宅建筑物内暗配线电话管网由交接间、电缆管线、嵌式分线

箱（盒）、用户线管路、过路箱（盒）和电话出线盒等组成。

民用建筑通信工程安装内容主要有：电话交接间、交换箱、壁龛（嵌式电缆交接箱、分线箱及过路箱）、分线盒和电话出线盒及配线。高层建筑物电缆竖井宜单独设置，也可与其他弱电缆线综合考虑设置，分线箱可以明装在竖井内，也可以暗装在井外墙上。

民用建筑通信工程建筑物内暗配线一般采用直接配线方式，规模较大时也可采用交接配线方式。全塑电缆芯线的接续应采用接线模块或接线子，不得使用扭绞接续。全塑电缆的外护套管宜采用热可缩套管。

二、电话线路的进户管线施工

进户管线有两种方式，即地下进户和外墙进户。

1. 地下进户方式

这种方式是为了市政管网美观要求而将管线转入地下。地下进户管线又分为两种敷设形式。第一种是建筑物设有地下层，地下进户管直接进入地下层，采用的是直进户管；第二种是建筑物无地下层，地下进户管只能直接引人设在底层的配线设备间或分线箱（小型多层建筑物没有配线或交接设备时），这时采用的进户管为弯管。地下进户方式如图 1-8 所示。

图 1-8　电话线路地下进户方式

（a）底层平面图；（b）立体图

（1）建筑物通信引入管，每处管孔数不应少于2孔，即在核算主用管孔数量后，应至少留有一孔备用管。同样，引上暗配管也应至少留有一孔备用管。

（2）地下进户管应埋出建筑物散水坡外1m以上，户外埋设深度在自然地坪下0.8m。当电话进线电缆对数较多时，建筑物户外应设人（手）孔。预埋管应由建筑物向人孔方向倾斜。

2. 外墙进户方式

这种方式是在建筑物第二层预埋进户管至配线设备间或配线箱（架）内。进户管应呈内高外低倾斜状，并做防水弯头，以防雨水进入管中。进户点应靠近配线设施，并尽量选在建筑物后面或侧面。这种方式适合于架空或挂墙的电缆进线，如图1-9所示。

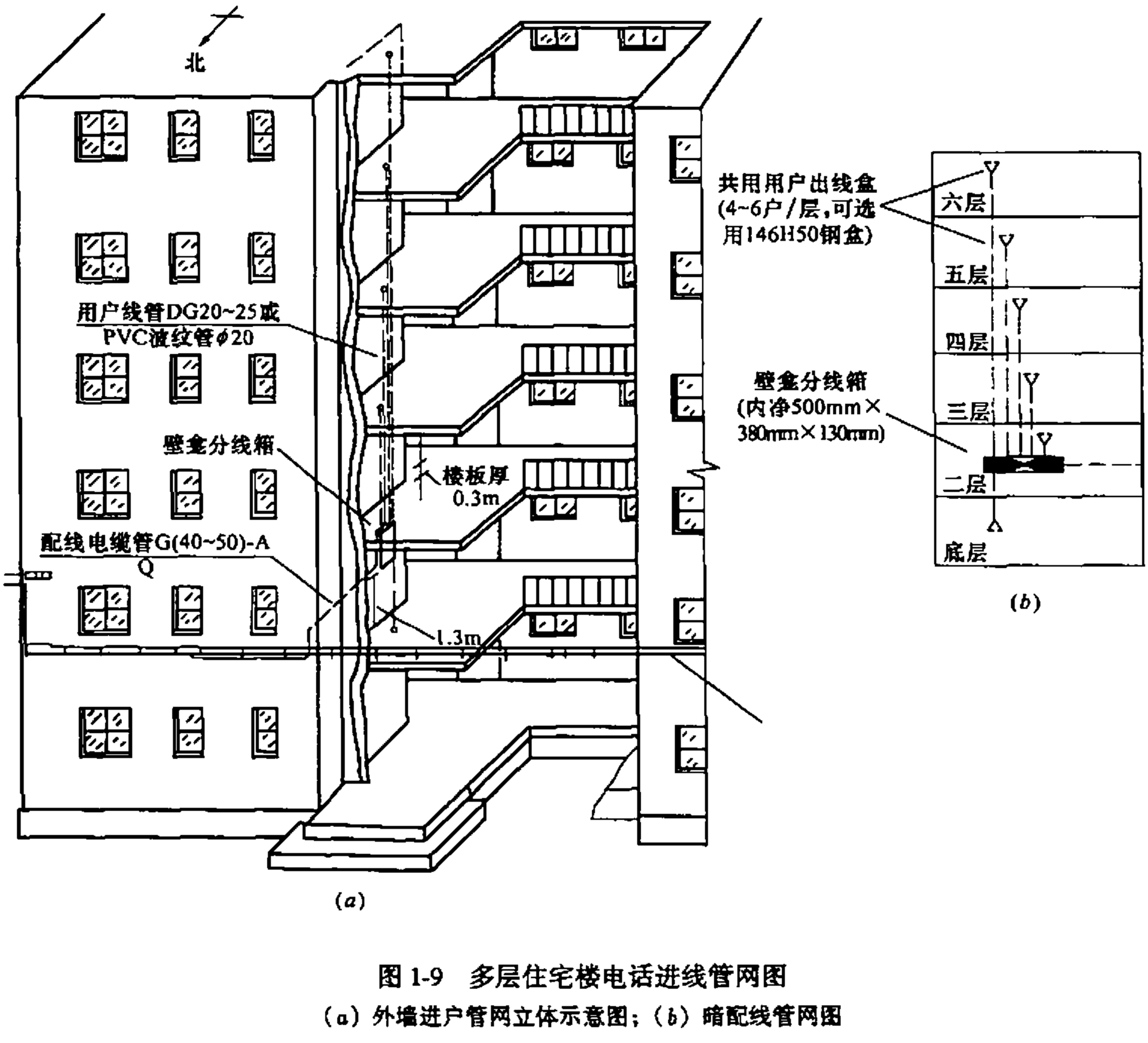


图1-9　多层住宅楼电话进线管网图

（a）外墙进户管网立体示意图；（b）暗配线管网图

在有用户电话交换机的建筑物内，一般设置配线架（箱）于电话站的配线室内；在不设用户交换机的较大型建筑物内，于首层或地下一层电话引入点设置电缆交接间，内置交接箱。配线架（箱）和交接箱是连接内外线的汇集点。

塔式的高层住宅建筑电话线路的引入位置，一般选在楼层电梯间或楼梯间附近，这样可以利用电梯间或楼梯间附近的空间或管线竖井敷设电话线路。

三、电话交接间与交接箱的安装

电话交接间即设置电缆交接设备的技术性房间。交接箱是用于连接主干电缆和配线电缆的设备。

电话交接间内可设置落地式交接箱，落地电话交接箱可以横向也可以竖向放置，如图1-10所示。交接间与交接箱的安装必须确保通信和设备的安全可靠。

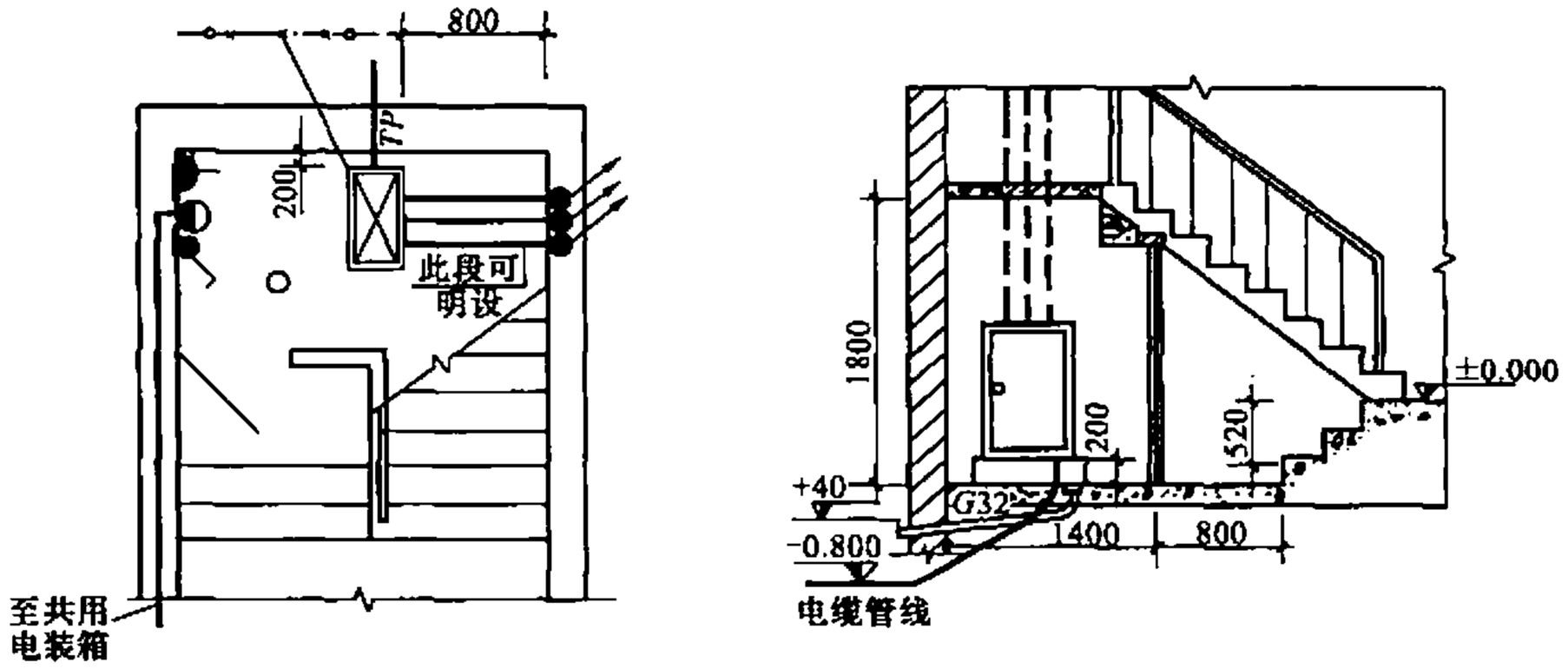


图 1-10　电话交接间平、立面布置图

楼梯间电话交接间也可安装壁龛交接箱，如图 1-11 所示。

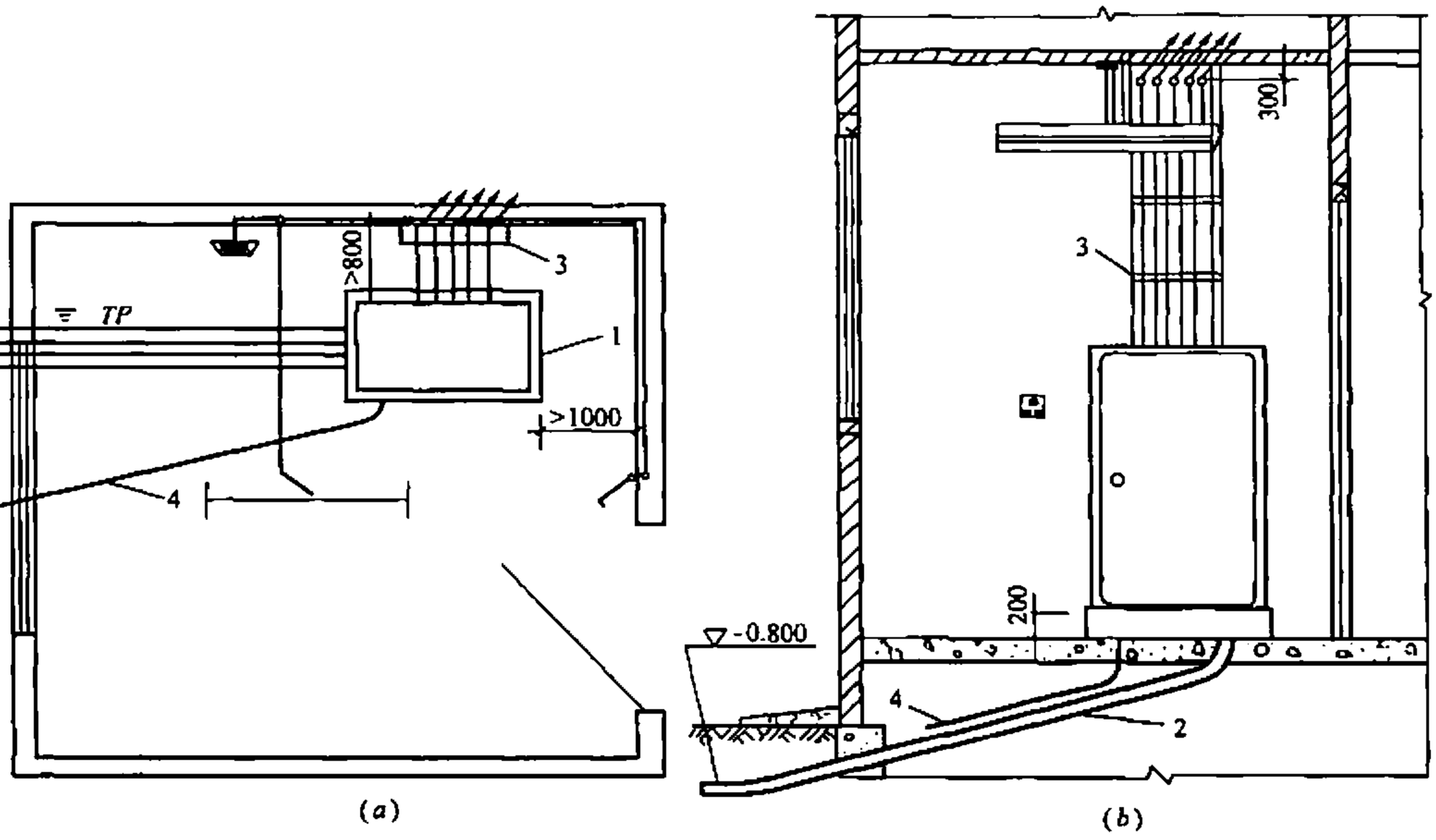


图 1-11　电话交接间布置示意图

（a）平面图；（b）立面图

1—电缆交接箱；2—电缆进线护管；3—电缆支架；4—接地线

1. 电话交接间安装（图 1-11）

（1）每栋住宅楼内必须设置一专用电话交接间。电话交接间宜设在住宅楼底层，靠近竖向电缆管路的上升点。且应设在线路网中心，靠近电话局或室外交接箱一侧。

（2）交接间使用面积高层不应小于 $6m^2$，多层不应小于 $3m^2$，室内净高不小于 2.4m，通风良好，有保安措施，设置宽度为 1m 的外开门。

（3）电话交接间内可设置落地式交接箱，落地式电话交接箱可以横向也可以竖向放置。

（4）楼梯间电话交接间也可安装壁龛交接箱（图 1-12）。

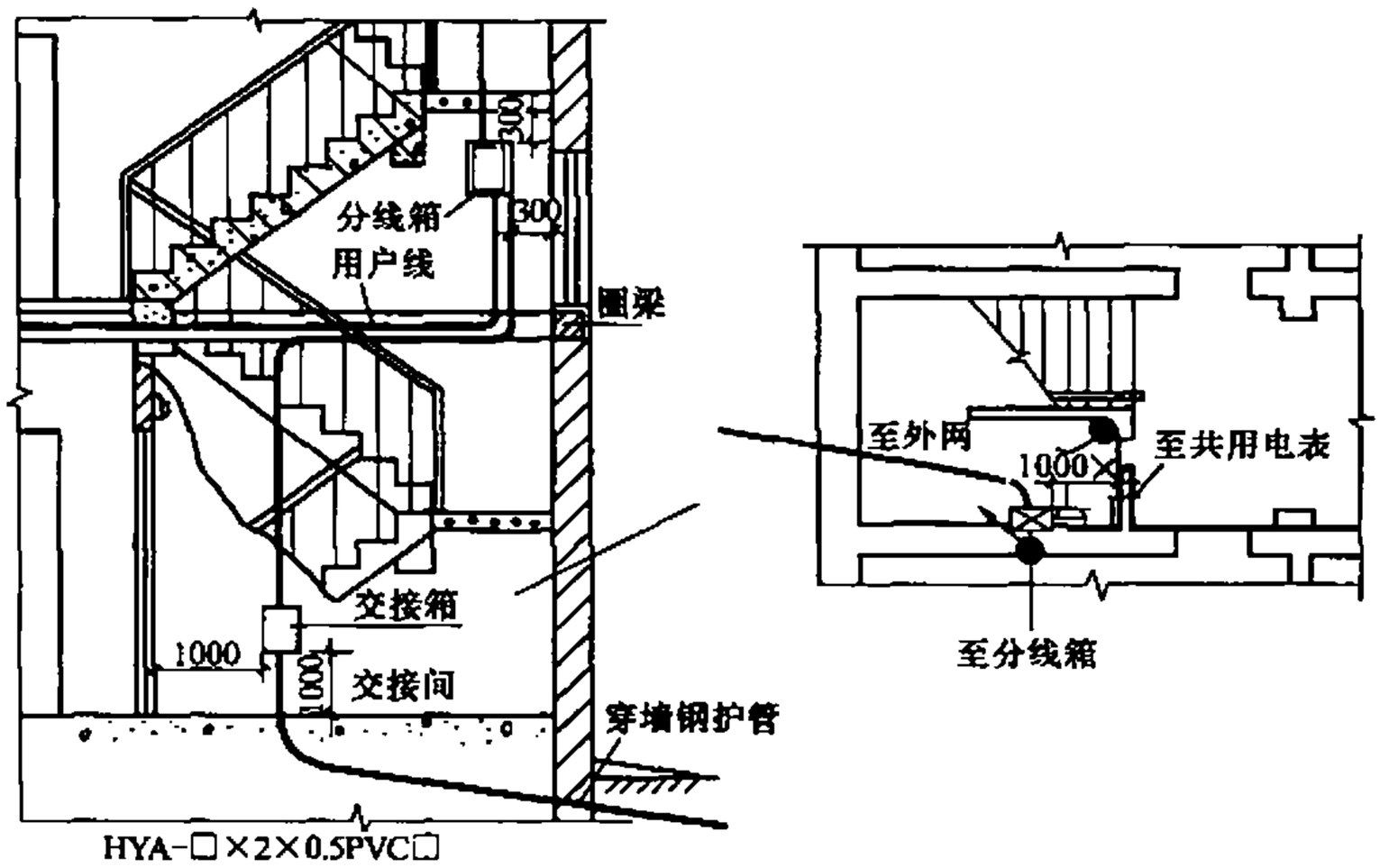


图 1-12　楼梯间电话交接间壁龛交接箱

（5）交接间内应设置照明灯及 220V 电源插座。

（6）交接间通信设备可用住宅楼综合接地线作保护接地（包括电缆屏蔽接地），其综合接地时电阻不宜大于 1Ω，独自接地时其接地电阻应不大于 5Ω。

2. 落地式交接箱安装

安装交接箱前，应先检查交接箱是否完好，然后放在底座上，箱体下边的地脚孔应对正地脚螺栓，并要拧紧螺母加以固定。落地式交接箱接地做法，如图 1-13 所示。

（1）交接箱基础底座的高度不应小于 200mm，在底座的四个角上应预埋 4 个 M10 × 100 长的镀锌地脚螺栓，用来固定交接箱，且在底座中央留置适当的长方洞作电缆及电缆保护管的出入口，如图 1-14 所示。

（2）将交接箱放在底座上，箱体

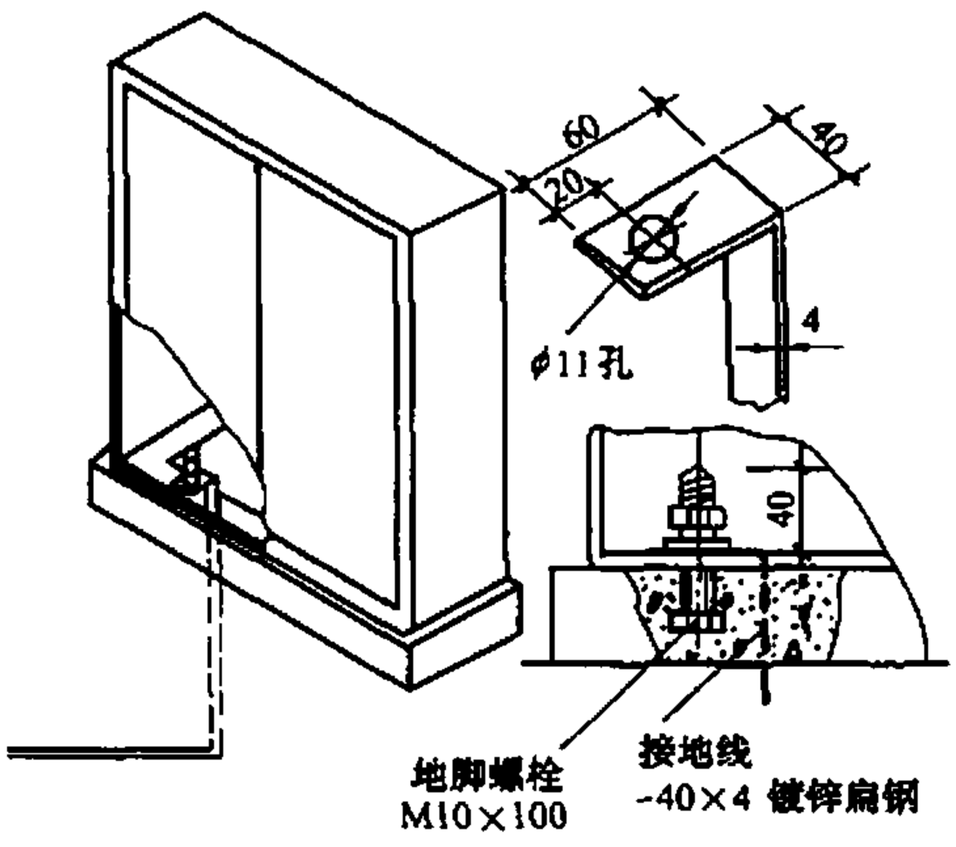


图 1-13　电缆交接箱接地安装

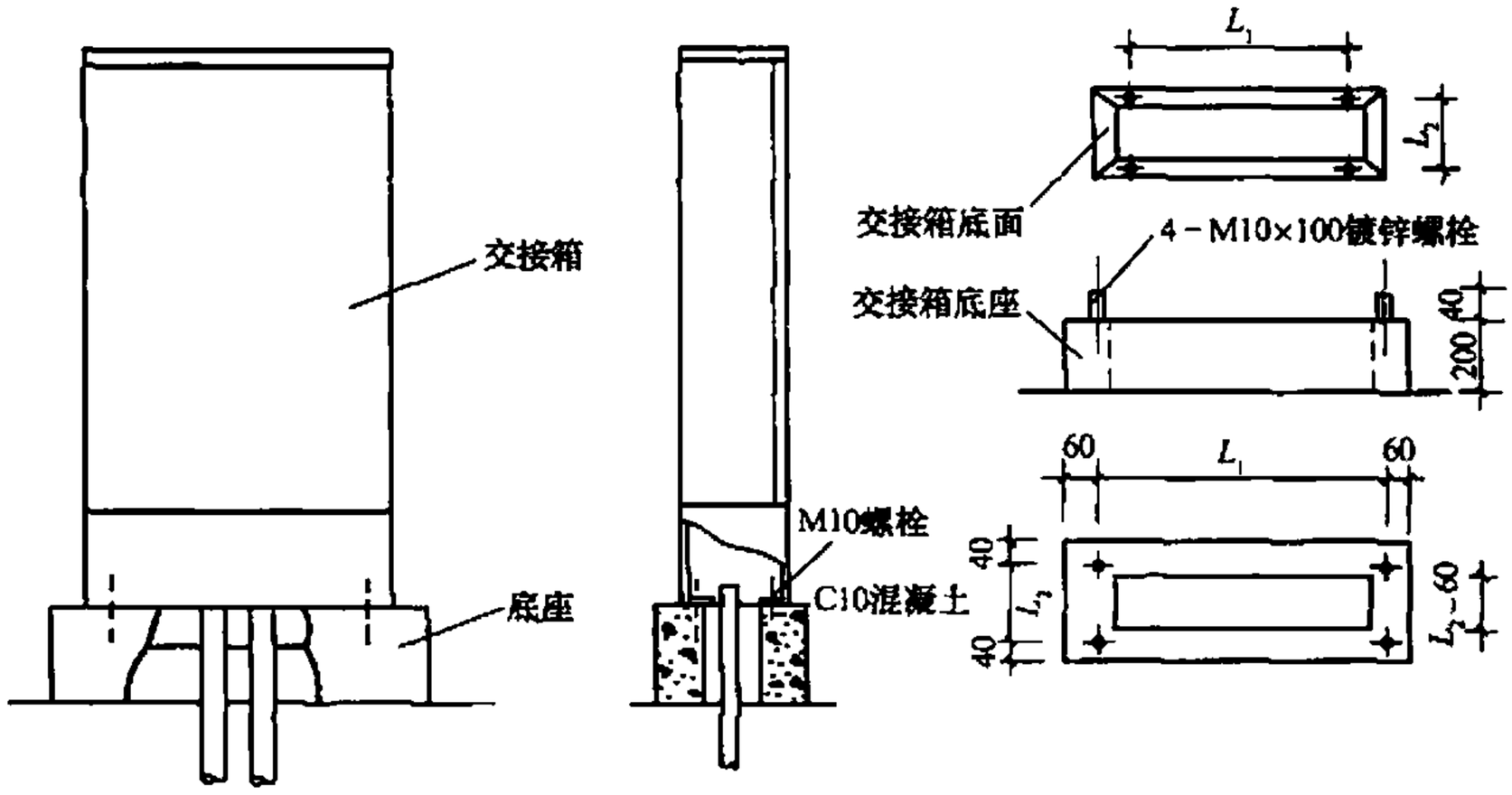


图 1-14　落地式电话交接箱安装

下边的地脚孔应对正地脚螺栓，且拧紧螺母加以固定。

（3）将箱体底边与基础底座四周用水泥砂浆抹平，以防止水流进底座。

四、壁龛的安装

暗装电缆交接箱，分线箱及过路箱统称为壁龛，以供电缆在上升管路及楼层管路内分歧、接续、安装分线端子板用。

（1）壁龛可设置在建筑物的底层或二层，其安装高度应为其底边距地面 1.3m。

（2）壁龛安装与电力、照明线路及设施最小距离应为 30mm 以上；与燃气、热力管道等最小净距不应小于 300mm。

（3）壁龛与管道随土建墙体施工预埋。接入壁龛内部的管子，管口光滑，在壁龛内露出长度为 10～15mm。钢管端部应有丝扣，且用锁紧螺母固定。

（4）壁龛主进线管和进线管，一般应敷设在箱内的两对角线的位置上，各分支回路的出线管应布置在壁龛底部和顶部的中间位置上。

（5）壁龛箱本体可为钢质、铝质或木质，并具有防潮、防尘、防腐能力。壁龛、分线小间外门形式，色彩应与安装地点建筑物环境基本协调。铝合金框室内电缆交接箱规格见表 1-2。壁龛分线箱规格见表 1-3。

铝合金框室内电缆交接箱规格表　　表 1-2

规　格（对）	高×宽×厚（mm）	重　量（kg）
100	470×350×220	12
200	600×350×220	14
300	800×350×220	18
400	1000×350×220	21

壁龛分线箱规格表（mm）　　表 1-3

规　格（对）	厚	高	宽
10	120	250	250
20	120	300	300
30	120	300	300
50	120	350	300
100	120	400	300
200	120	500	350

接入壁龛内部的管子，管口光滑，在壁龛内露出长度为 10～15mm。钢管端部应有丝扣，并用锁紧螺母固定。

一般情况下壁龛主进线管和出线管应敷设在箱内的两对角线的位置上，各分支回路的出线管应布置在壁龛底部和顶部的中间位置上。

壁龛内部电缆的布置形式和引入管子的位置有密切关系，但管子的位置因配线连接的不同要求而有不同的方式。有电缆分歧和无电缆分歧，管孔也因进出箱位置不同分为几种形式，如图 1-15 所示。

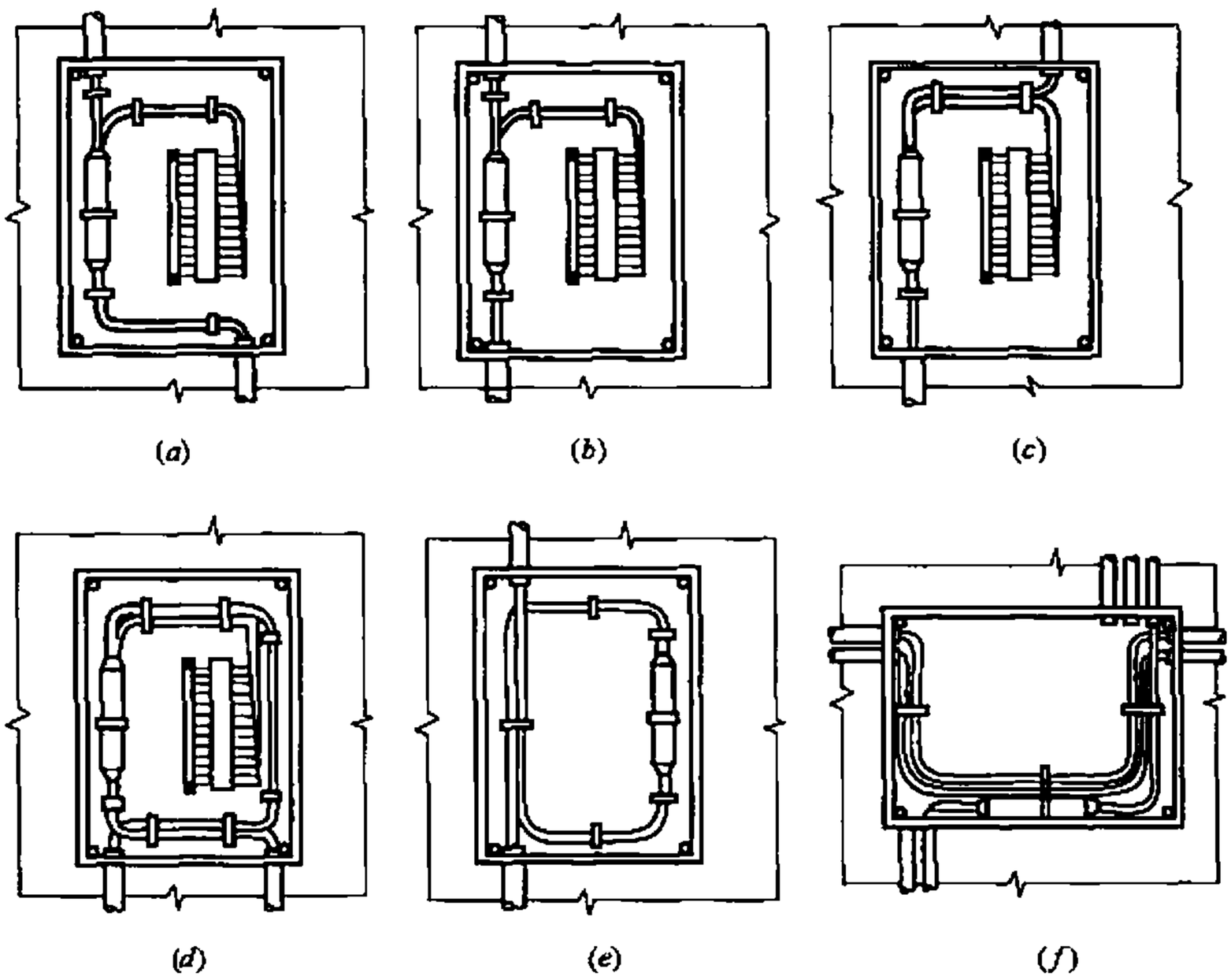


图 1-15　壁龛暗管敷设位置图

（a）管线左上右下分歧式；（b）管线同侧上下分歧式；（c）管线右上左下分歧式；（d）管线过路分歧式；（e）单条电缆过路式；（f）多条电缆横向过路式

五、上升电缆管路的施工

1. 配线方式（分为五种）

参见图 1-16 及表 1-4。

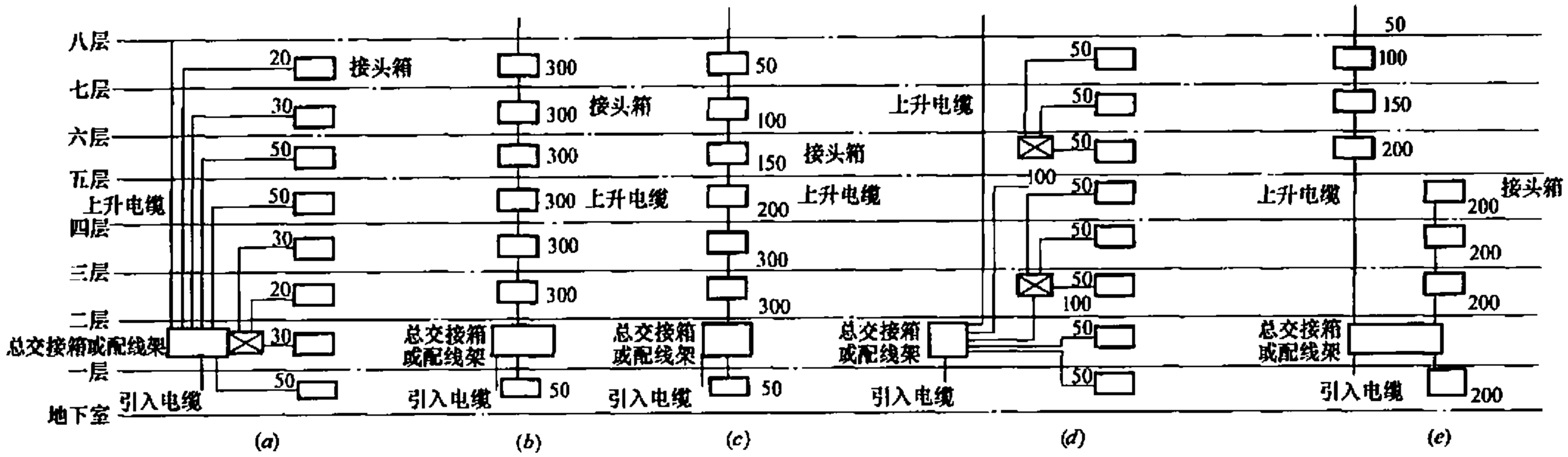


图 1-16　建筑物电话电缆的配线方式

(a)单独式;(b)复接式;(c)递减式;(d)交接式;(e)合用式

上升电缆的几种建设方式特点和适用场合　　表 1-4

种类	单独式	复接式	递减式	交接式	混合式
特点	(1) 各楼层电话电缆分别独立地直接供线 (2) 各楼层电缆线对之间毫无连接关系 (3) 各楼层电缆线对数根据需要分别确定	电缆线对在各楼层之间部分或全部复接，复接对数根据各楼层需要决定，每对线的复接次数一般不超过两次，每楼层电缆是由同一条上升电缆接出，不是单独供线	各楼层电缆线对互相不复接，各楼层电缆线对引出使用后，上升电缆逐段递减电缆容量	整个高层建筑分为几个交接配线区域，除离 MDF 或交接间较近的楼层单独供线外，其他各楼层均需经过交接箱连接楼层配线电缆	将上述四种方式混合组成
优点	(1) 各楼层电缆线路互不影响，如发生障碍只涉及一个楼层 (2) 发生障碍容易判断和检修 (3) 扩建或改建简单，与其他楼层无关	(1) 电缆线路网灵活性较高，各层线对因有复接关系，可以适当调度 (2) 电缆长度较少，且对数集中，工程造价较低	(1) 各楼层电缆由同一上升电缆引出，线对互不复接，发生障碍容易判断和检修 (2) 电缆长度较少，线对集中，工程造价较低	(1) 各楼层电缆线路互不影响，如发生障碍影响范围小，只涉及相邻楼层 (2) 提高电缆芯线使用率，灵活性高，调度线对方便 (3) 发生障碍容易判断和检修	适应各种楼层的需要
缺点	(1) 电缆长度增加，工程造价高 (2) 灵活性差，各楼层线路无法调度	(1) 各楼层电缆因有复接，发生障碍涉及范围广，影响面大 (2) 不易判断检修 (3) 扩建或改建时，会影响其他楼层	(1) 电缆线路网灵活性差，各层线对无法调度，利用率不高 (2) 扩建或改建较为复杂，要影响其他楼层	(1) 增加交接箱和电缆长度，工程造价较高 (2) 对施工和维护要求高	扩建和改建较为复杂
适用范围	各楼层需要电缆线对较多，且较为固定不变的房屋建筑，如高级宾馆的标准层或办公大楼的办公室	各楼层需要电缆线对数量不同、变化较频繁的场合，如商贸中心、交易市场及业务变化较多的办公大楼等	各楼层所需电缆线对数量不均匀，且无变化的场合，如规模较小的宾馆、办公楼及高级公寓等	各楼层需要电缆线对数量不同，且变化较多的场合，如规模较大、变化较多的办公楼、高级宾馆、科技贸易中心等	适用场合较多，可因地制宜，尤其适于体量较大的建筑

2. 上升管路的建筑方式与安装

参见表 1-5 及图 1-17、图 1-18。

3. 电缆竖井设置与电缆穿管敷设

(1) 电缆竖井设置（图 1-19）。

①高层建筑物电缆竖井宜单独设置，宜设置在建筑物的公共部位。

②电缆竖井的宽度不宜小于 600mm，深度宜为 300～400mm。电缆竖井的外壁在每层楼都应装设阻燃防火操作门，门的高度不低于 1.85m，宽度与电缆井相当，每层楼的楼面洞口应按消防规范设防火隔板。电缆竖井的内壁应设固定电缆的铁支架，且应有固定电缆的支架预埋件，铁支架上间隔宜为 0.5～1m。

暗敷管路系统上升部分的几种建筑方式　　表 1-5

上升部分的名称	是否装设配线设备	上升电缆条数	特　　点	适　用　场　合
上升房	设有配线设备，并有电缆接头，配线设备可以明装或暗装，上升房与各楼层管路连接	8 条电缆以上	能适应今后用户发展变化，灵活性大，便于施工和维护，要占用从顶层到底层的连续统一位置的房间，占用房间面积较多，受到房屋建筑的限制因素较多	大型或特大型的高层房屋建筑；电话用户数较多而集中；用户发展变化较大，通信业务种类较多的房屋建筑
竖井（上升通槽或通道）	竖井内一般不设配线设备，在竖井附近设置配线设备，以便连接楼层管路	5～8 条电缆	能适应今后用户发展变化，灵活性较大，便于施工和维护，占用房间面积少，受房屋建筑的限制因素较少	中型的高层房屋建筑，电话用户发展较固定，变化不大的情况
上升管路（上升管）	管路附近设置配线设备，以便连接楼层管路	4 条以下	基本能适应用户发展，不受房屋建筑面积限制，一般不占房间面积，施工和维护稍有不便	小型的高层房屋建筑（如塔楼），用户比较固定的高层住宅建筑

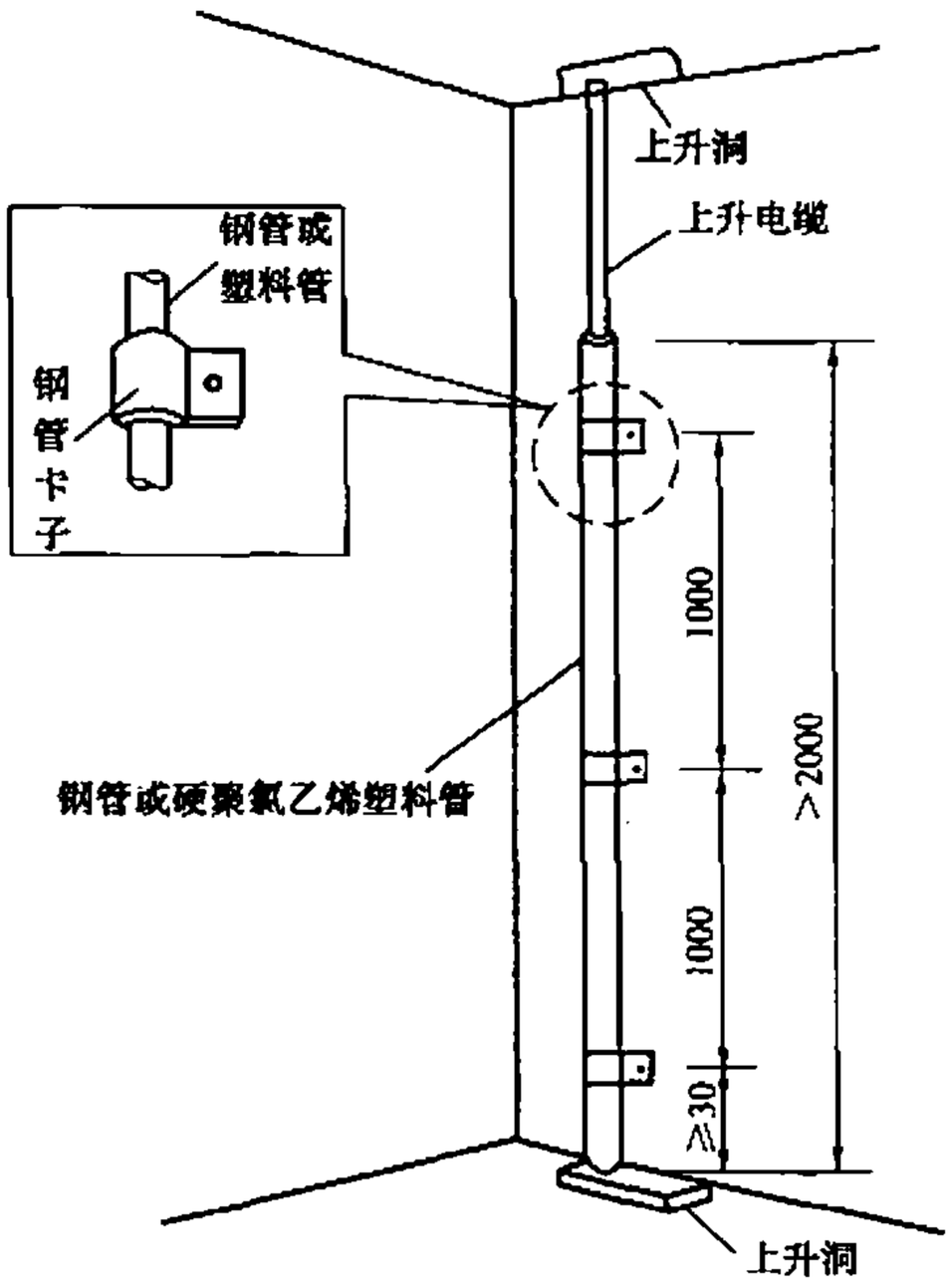


图 1-17　上升电缆直接敷设的方法

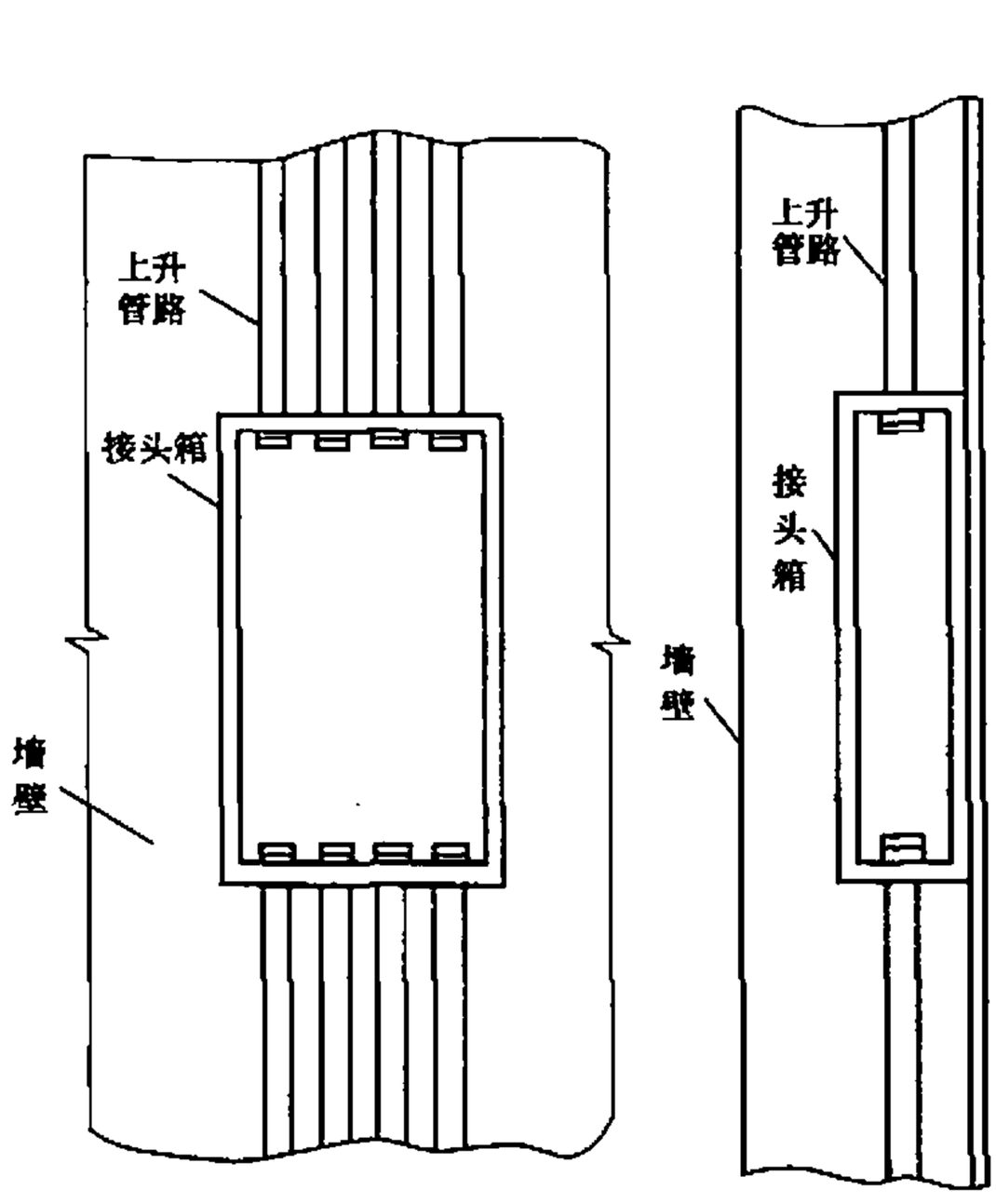


图 1-18　上升管路在墙内的敷设方式

③电缆竖井也可与其他弱电缆综合考虑设置。但检修距离不得小于 1m，若小于 1m 时必须设安全保护措施。

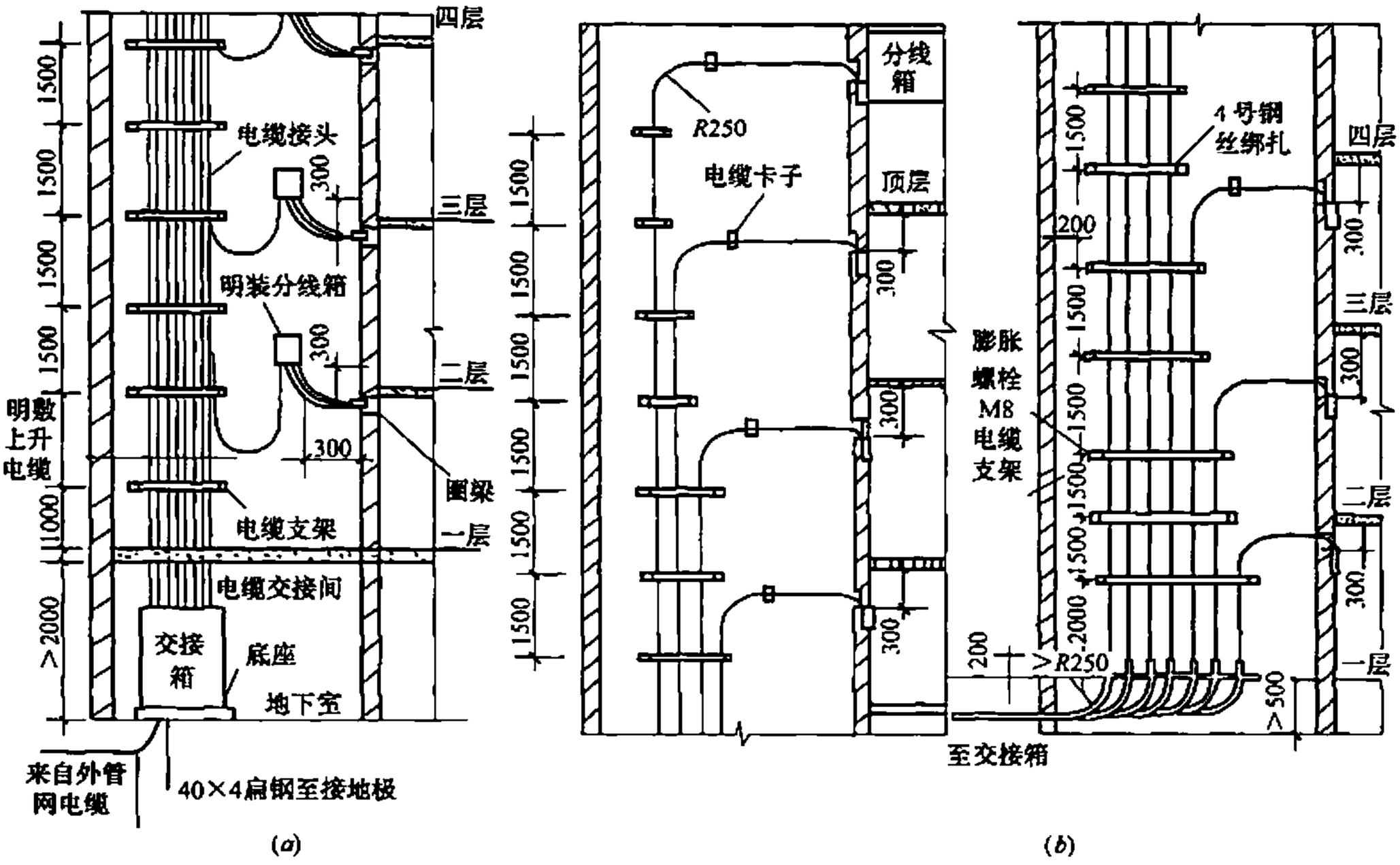


图 1-19　电缆竖井分线箱的明装与暗装

（a）住宅楼电缆竖井做法（一）；（b）住宅楼电缆竖井做法（二）

④安装在电缆竖井内的分线设备，宜采用室内电缆分线箱，电缆竖井分线箱可以明装在竖井内，也可以暗装于井外墙上。

⑤竖井内电缆要与支架间使用 4 号钢丝绑扎，也可用管卡固定，要牢固可靠，电缆间距应均匀整齐。

(2) 电缆穿管敷设

①穿放电缆时，应事先清刷暗管内污水杂物，穿放电缆应涂抹中性凡士林。

②暗管的出入口必须光滑，且在管口垫以铅皮或塑料皮保护电缆，防止磨损。

③一根电缆管应穿放一根电缆，电缆管内不得穿用户线，管内严禁穿放电力或广播线。

④暗敷电缆的接口，其电缆均应绕箱半周或一周，以便拆焊接口。

⑤凡电缆经过暗装线箱，无论有无接口，都应接在箱内四壁，不得占用中心；并在暗线箱的门面上标明电信徽记。

⑥在暗装线箱分线时，在干燥的楼层房间内可安装端子板，在地下室或潮湿的地方应装分线盒。接线端子板上线序排列应由左至右、由上至下。

⑦在一个工程中必须采用同一型号的市话电缆。

六、楼层管路（水平管路）的布线和安装

1. 楼层管路的分布方式

分布方式如表 1-6 和图 1-20 ~ 图 1-23 所示。

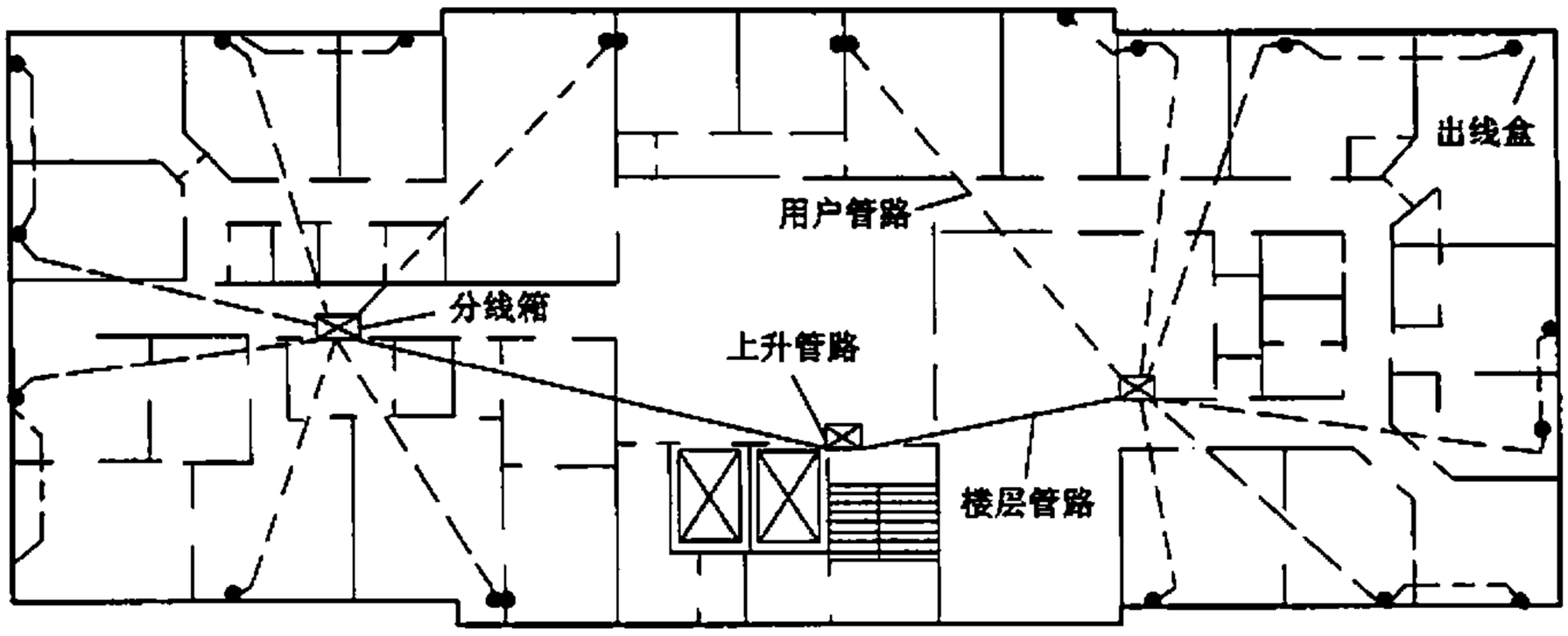


图 1-20　楼层管路为放射式分布

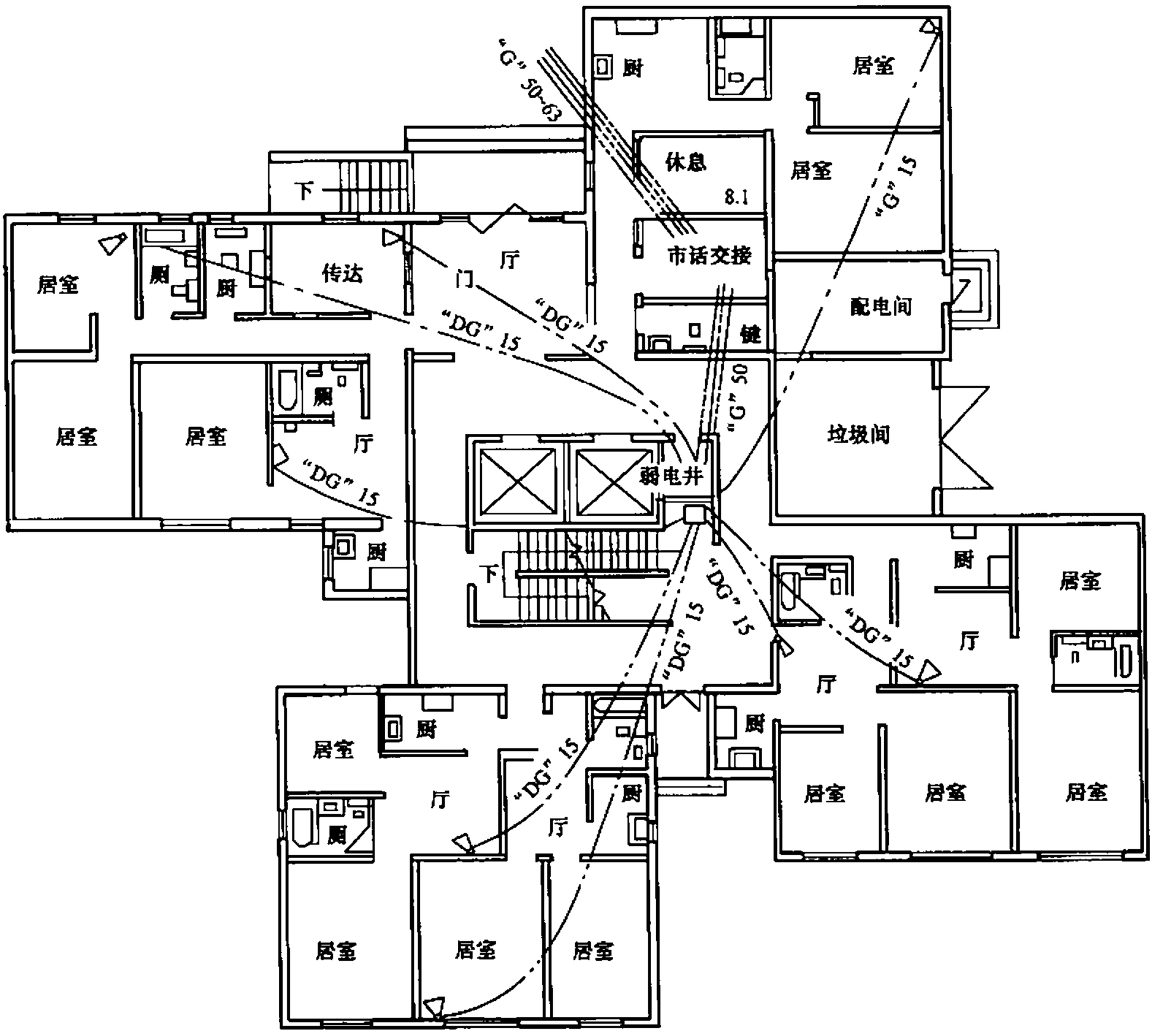


图 1-21　竖井式电话管网平面图

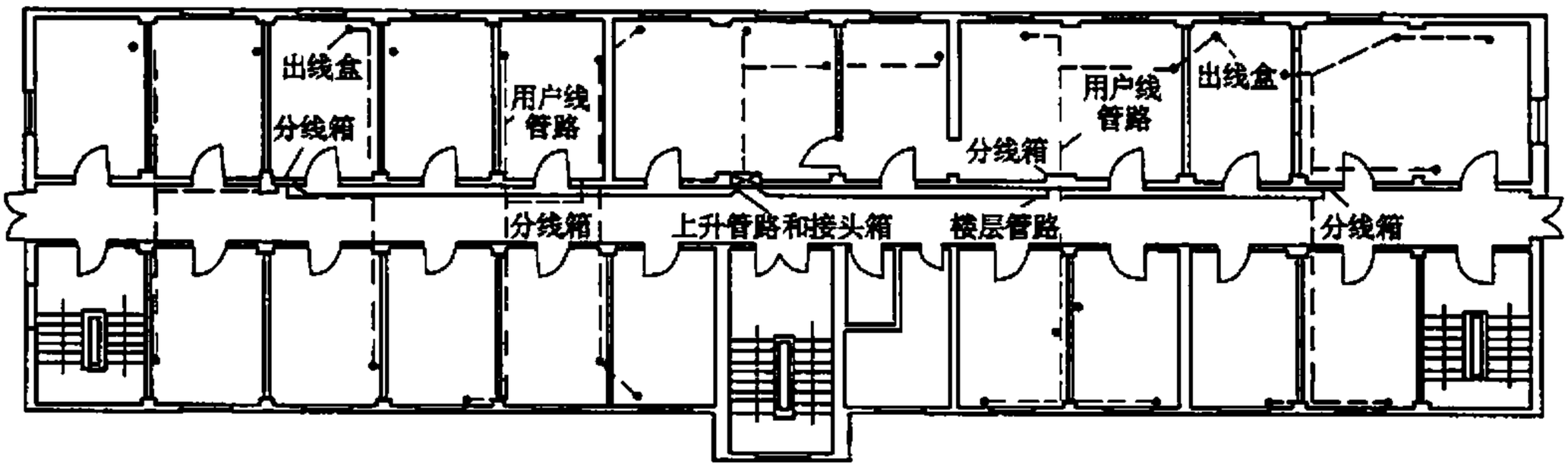


图 1-22　楼层管路为分支式分布

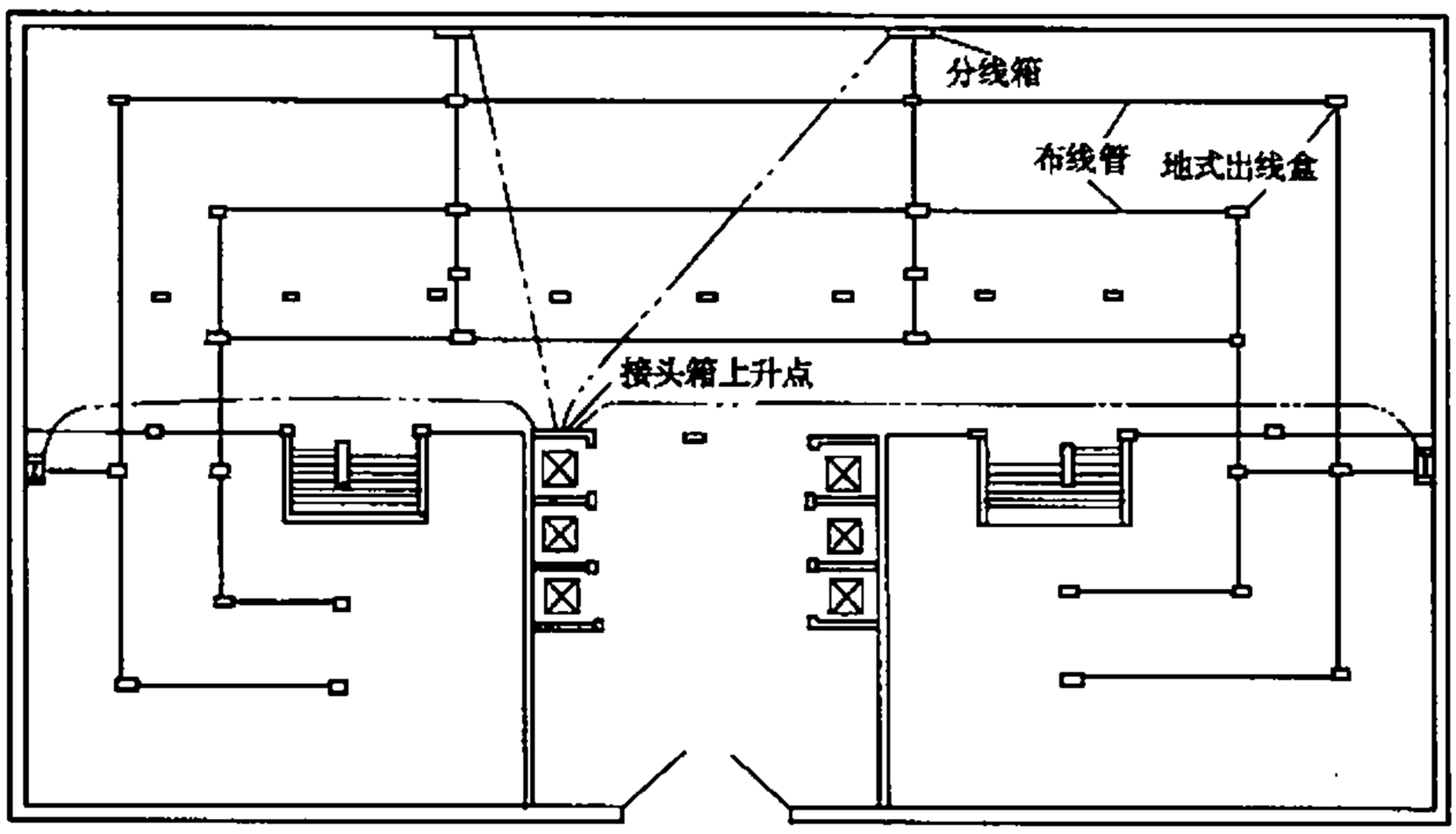


图 1-23　综合办公楼暗配管网平面图

楼层管路的分布方式　　表 1-6

分布方式名称	特　点	优 缺 点	适 用 场 合
放射式分布方式	从上升管路或上升房分歧出楼层管路，由楼层管路连通分线设备以分线设备为中心，用户线管路作放射式的分布	1. 楼层管路长度短，弯曲次数少 2. 节约管路材料和电缆长度及工程投资 3. 用户线管路为斜穿的不规则路由，易与房屋建筑结构发生矛盾 4. 施工中容易发生敷设管路困难	1. 大型公共房屋建筑 2. 高层办公楼 3. 技术业务楼
格子形分布方式	楼层管路有规则地互相垂直形成有规律的格子形	1. 楼层管路长度长，弯曲次数较多 2. 能适应房屋建筑结构布局 3. 易于施工和安装管路及配线设备 4. 管路长度增加，设备也多，工程投资增加	1. 大型高层办公楼 2. 用户密度集中，要求较高，布置较固定的金融、贸易、机构办公用房 3. 楼层面积很大的办公楼
分支式分布方式	楼层管路较规则，有条理分布，一般互相垂直，斜穿敷设较少	1. 能适应房屋建筑结构布置，配合方便 2. 管路布置有规则性、使用灵活性，较易管理 3. 管路长度较长，弯曲角度大，次数较多，对施工和维护不便 4. 管路长，弯曲多，使工程造价增加	1. 大型高级宾馆 2. 高层住宅 3. 高层办公大楼

2. 分线箱

分线箱是连接配线电缆和用户线的设备。在弱电竖井内装设的电话分线箱为明装挂墙方式，如图 1-24 所示。其他情况下电话分线箱大多为墙上暗装方式（壁龛分线箱），以适应用户暗管的引入及美观要求。住宅楼房电话分线盒安装高度应为上边距顶棚 0.3m，

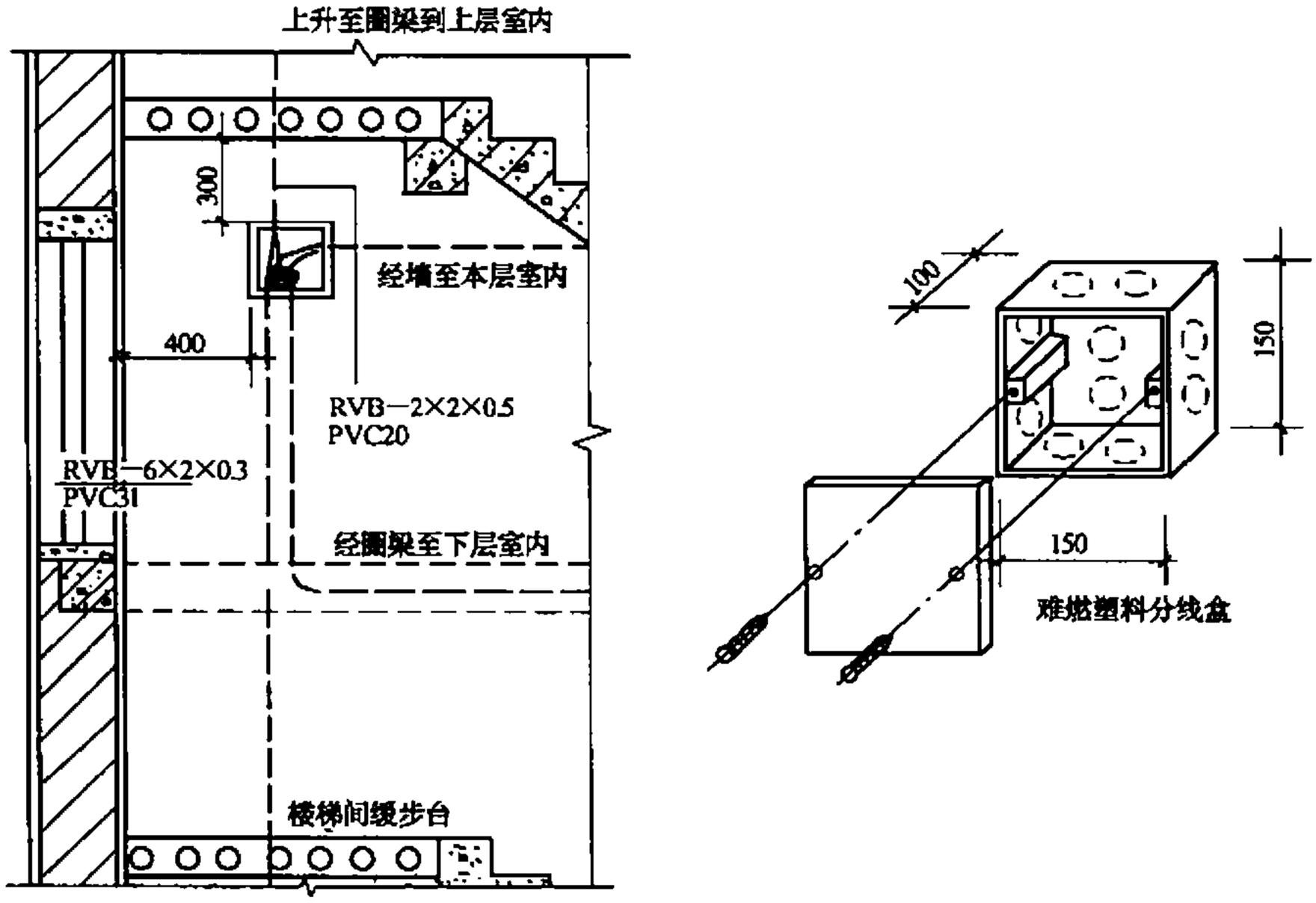


图 1-24　分线盒安装图

分线箱均应编号，箱号编排宜与所在的楼层数一致，若同一层有几个分线箱，可以第一位为楼层号，然后按照从左到右的原则进行顺序编号。分线箱中的电缆线序配置宜上层小，下层大。

3. 过路盒与用户出线盒

直线（水平或垂直）敷设电缆管和用户线管，长度超过 30m 应加装过路箱（盒），管路弯曲敷设两次也应加装过路箱（盒），以方便穿线施工。过路盒外形尺寸与分线盒相同，如图 1-24 所示。

过路箱（盒）应设置在建筑物内的公共部分，宜为底边距地 0.3～0.4m 或距顶 0.3m。住户内过路盒安装在门后时，如图 1-25 所示。若采用地板式电话出线盒，宜设在人行通道以外的隐蔽处，其盒口应与地面平齐。

电话出线盒的安装要求如下：

（1）电话机不能直接同线路接在一起，而是通过电话出线盒（即接线盒）与电话线路连接。

（2）室内线路明敷时，采用明装接线盒，即两根进线、两根出线。电话机两条引线无极性区别，可任意连接。

（3）墙壁式用户出线盒均暗装，底边距地宜为 300mm。根据用户需要也可装于距地面 1.3m 处。用户出线盒规格可采用 86H50，其尺寸为 75mm（高）×75mm（宽）×50mm（深），

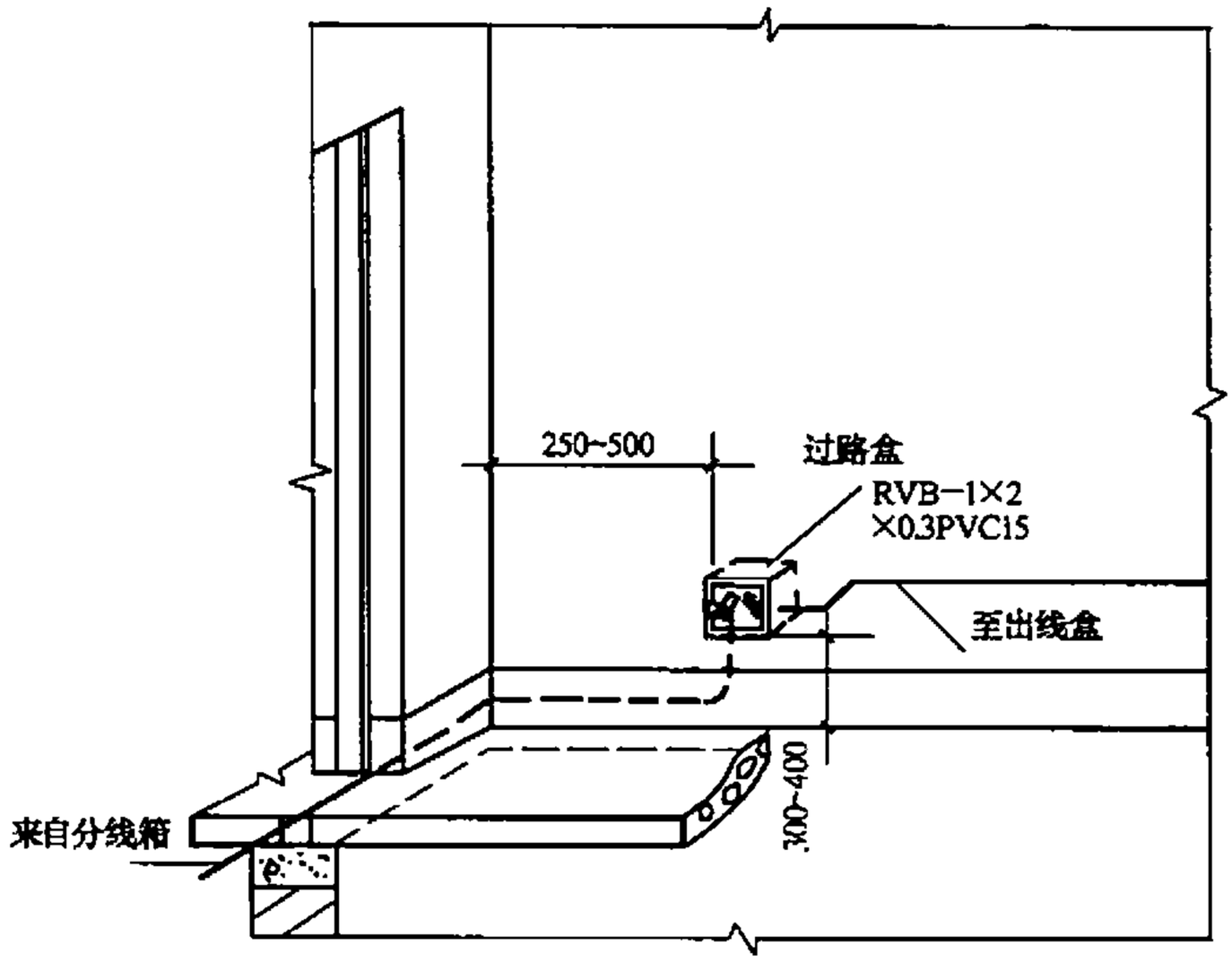


图 1-25　过路盒安装图

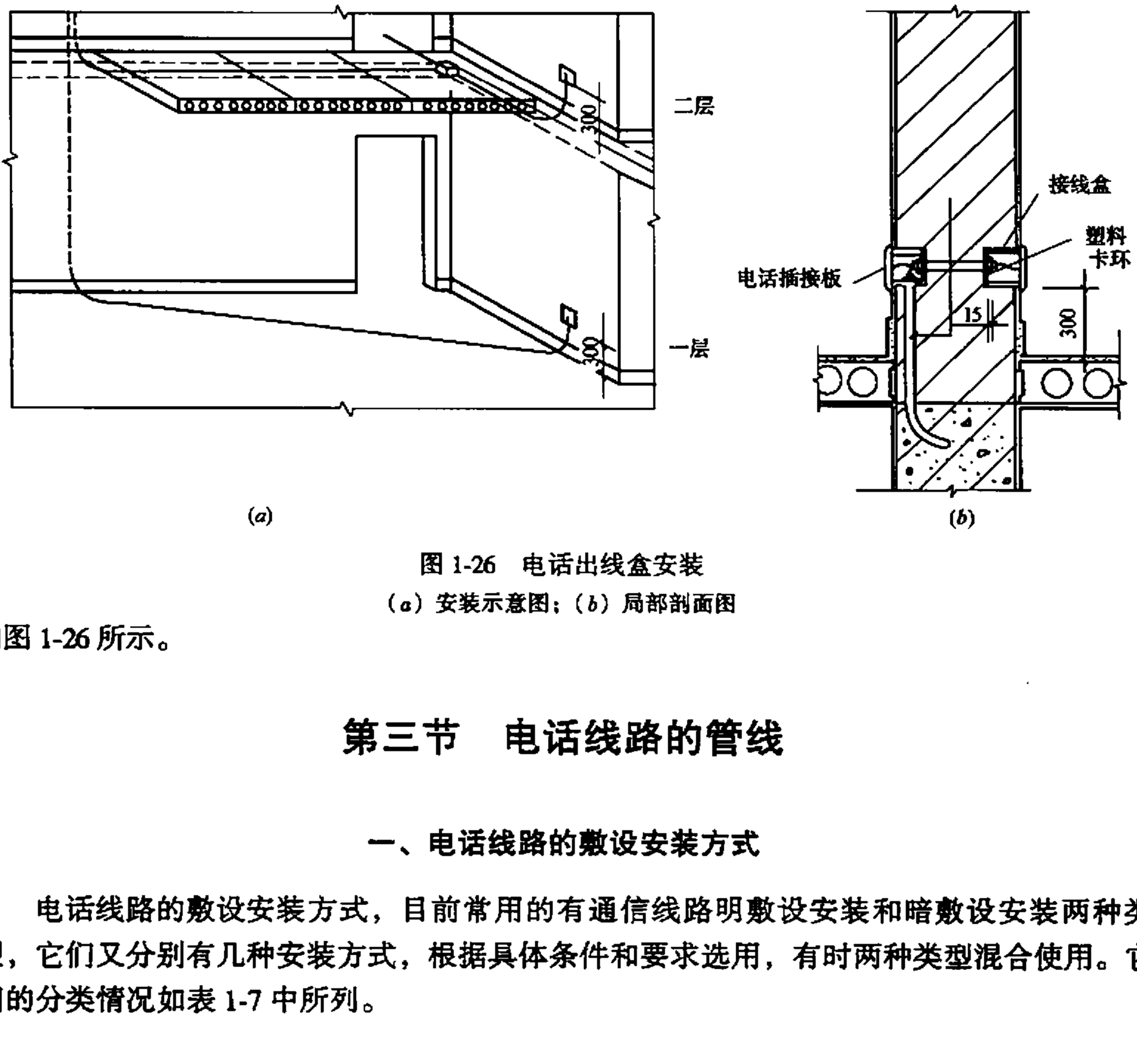


图 1-26　电话出线盒安装

（a）安装示意图；（b）局部剖面图

如图 1-26 所示。

第三节　电话线路的管线

一、电话线路的敷设安装方式

电话线路的敷设安装方式，目前常用的有通信线路明敷设安装和暗敷设安装两种类型，它们又分别有几种安装方式，根据具体条件和要求选用，有时两种类型混合使用。它们的分类情况如表 1-7 中所列。

室内通信线路的敷设安装方式　　表 1-7

类别	敷设安装方式的名称	敷设安装方法	特　点	适 用 场 合
明敷设安装(明配线)	通信线路直接明敷设安装	将电缆或导线直接在房屋内部墙壁上用卡子或线码等附件固定安装	1. 通信线路不隐蔽，不整齐美观；2. 易受外界机械损伤，不够安全；3. 施工和维护及检修较为方便；4. 工程造价较低	1. 工业企业的一般厂房或辅助生产厂房；2. 低层或多层居住建筑；3. 中小学等建筑；4. 不易受到外界机械损伤的场合
	通信线路穿管明敷设安装	将电缆或导线穿放在管材中，管材用卡子或其他附件固定在墙上或房屋屋架结构构件上，管材可用钢管、塑料等	1. 通信线路不易受到外界机械损伤比较安全可靠；2. 能适应今后变化，维护较简便；3. 线路不隐蔽，不够整齐美观；4. 施工需穿特定管材，操作较复杂，且易触及房屋建筑内部表面；5. 造价较高	1. 内部环境不好，会受外界机械损伤的厂房（如铸造冶炼等工业企业）中车间等；2. 室内其他管线较多、互相交叉、平行较多的场合；3. 有特殊要求（如防止干扰采用钢管屏蔽）的室内通信线路
	通信线路安放在桥架或槽道中，明敷设安装	将电缆或导线安放在电缆专用桥架或槽道中，明敷设安装	1. 通信线路不易受到外界机械损伤，比较安全可靠；2. 能适应今后变化，维护和施工均较方便；3. 线路不隐蔽，不整齐美观；4. 造价较高，器材消耗也多	1. 内部环境不好，受外界机械损伤的场合；2. 与其他弱电线路可以合用的场合或段落；3. 有特殊要求的场合
暗敷设安装(暗配线)	通信线路穿管暗敷设安装	将电缆或导线穿放在房屋建筑内预埋的暗管中	1. 通信隐蔽、美观、安全可靠；2. 施工和维护较为复杂；3. 要求暗管与房屋建筑同时建成，受到房屋施工的限制；4. 造价较高；5. 能适应今后的发展	1. 要求较高的民用或工业建筑；2. 各种高级公共建筑和高层居住建筑（如高级宾馆办公大楼等）；3. 特殊需要的房屋建筑（如智能大厦等）
	通信线路安放在桥架或槽道中暗敷设安装	将电缆或导线安放在电缆专用桥架或槽道中，暗敷设安装，通常预埋在各个楼层吊顶内或设在技术夹层等场合	1. 通信线路隐蔽、美观、安全可靠，不易受到外界机械损伤；2. 能适应今后变化，维护和施工均较方便；3. 造价较高，器材消耗也多；4. 一般宜与其他弱电线路共用，受到限制较多	1. 要求较高的民用或工业建筑；2. 各种公共建筑；3. 有特殊要求的场合（如公用夹层或设备层等）

电话通信线路的常用市话电缆有 HYA 型、HYAT 型和 HYAC 型等，常用的用户线有 HPV 型（HPVV 型）和 HBVVB 型平行线和 HBVVS 型对绞线等。

电话通信线路的暗配管常用的有钢管、塑料管。钢管又分薄壁管（壁厚在 2mm 以下，代号为 DG）和厚壁管（壁厚在 2mm 以上，代号为 G），其选用如表 1-8 所示。表 1-9 列出常用用户线的配线和配管穿放容量。

暗敷管材的选用　　表 1-8

序号	管材代号	管材名称	别　名	特　点	适 用 场 合
1	DG	薄壁钢管	普通碳素钢电线套管、电线管、电管、黑铁管、薄管	有一定机械强度，耐压力和耐蚀性较差，有屏蔽性能	一般建筑内暗敷管路中均可采用，尤其是在电磁干扰影响大的场合采用，不宜在有腐蚀或承受压力的场合使用
2	G	厚壁钢管	对边焊接钢管、水管、厚管	机械强度较高、耐压力高、耐蚀性好，有屏蔽性能	可在建筑底层和承受压力的地方使用，在有腐蚀的地方使用时应作防腐蚀处理，尤其适用于电磁干扰影响较大的场合

续表

序号	管材代号	管材名称	别　名	特　点	适 用 场 合
3	VG	硬聚氯乙烯塑料管	PVC管	易弯曲、加工方便、绝缘性好，耐蚀性强，抗压力差，屏蔽性能差	不宜在有压力和电磁干扰的较大的地方使用，在有腐蚀或需绝缘隔离的地方使用较好
4	GV	软聚氯乙烯塑料管		与硬聚氯乙烯塑料管相似，绝缘性能稍低	与硬聚氯乙烯塑料管相似，一般暗敷管路系统均可使用，但与电力线路过于接近时不宜采用

注：表中所列的聚氯乙烯塑料管不论软硬，都应该是具有低烟阻燃或低烟非燃性能，在建筑中不应采用有燃烧可能的管材。

暗敷用户线管的选用　　表 1-9

管　类	公称口径（mm）	内　径（mm）	用户线穿放容量（对）	
			HPVV 型铜芯平行线（2×1×0.5）	HBV 型铜芯对绞线（2×1×0.6）
薄壁钢管“DG”	15	12.67	1～3	1～3
	20	15.45	4～5	4
	25	21.80	6～8	5～6
无增塑刚性阻燃 PVC 管“VG”	15	12.0	1～3	1～3
	20	16.0	4～5	4
	25	20.0	6～8	5～6
硬质 PVC 波纹管	15	12.0	1～3	1～3
	20	16.0	4～5	4
	25	21.2	6～8	5～6

二、室 外 暗 管 敷 设

（1）室外电话电缆应采用地下通信管道线路方式敷设，对不具备条件的多层民用住宅建筑区内的室外电话电缆，也可采用挂墙电缆线路方式敷设。

（2）地下通信管道与其他地下管线及建筑物最小净距应符合表 1-10 的规定。

地下通信管道与其他地下管线及建筑物的最小净距　　表 1-10

其他地下管线及建筑物名称		平行净距（m）	交叉净距（m）
给水管	300mm 以下	0.50	0.15
	300～500mm	1.00	
	500mm 以上	1.50	
排　水　管		1.00①	0.15②
热　力　管		2.0	0.25
煤气管	压力≤300kPa	1.00	0.30③
	300kPa＜压力≤800kPa	2.00	

续表

其他地下管线及建筑物名称		平行净距（m）	交叉净距（m）
电力电缆	35kV 以下	0.50	0.50④
	35kV 及以上	2.00	
其他通信电缆		0.75	0.25
绿　　化	乔　木	2.0	
	灌　木	0.50	
地上杆柱		0.50～1.00	
马路边石		1.00	
电车路轨外侧		2.00	
房屋建筑红线（或基础）		1.50	

注：1. 主干排水管后敷设时，其施工沟边与地下通信管道的水平净距不宜小于 1.5m。

2. 当地下通信管道在排水管下部穿越时净距应不小于 0.4m；通信管道作包封时，应将包封长度自排水管两端各加长 2.0m。

3. 在交越处 2m 范围内，煤气管不应作接合装置和附属设备，如上述情况不能避免时，地下通信管道应作包封，包封长度自交越处两端各加长 2.0m。

4. 如电力电缆加保护管时，净距应不小于 0.5m。

（3）管道的埋深宜为 0.8～1.2m，在穿越人行道、车行道、电车轨道或铁路时，最小不得小于表 1-11 的规定。

管道的最小埋深　　表 1-11

管　　种	管顶至路面或铁道路基面的最小净距（m）			
	人行道	车行道	电车轨道	轨　道
混凝土管 硬塑料管	0.5	0.7	1.0	1.3
钢　　管	0.2	0.4	0.7	0.8

三、进 户 管 道 敷 设

（1）一般用户预测在 90 户以下时（采用 100 对电缆），宜按一处进线方式；用户预测在 90 户以上时，可采用多处进线方式。

（2）建筑物地下通信进户管和引上管可采用铸铁管、无缝钢管或硬质塑料管。

（3）民用建筑物的电话通信地下进线管焊接点，应距建筑外墙 2m，埋深 0.8m，以便与市话地下通信管道连接，且应向外倾斜不小于 0.4%的坡度。

（4）进线管孔应考虑设置备用管孔，也可将管径适当增大一级，以便今后抽换电缆或电话线。

四、室 内 管 路 敷 设

（1）建筑物内暗配管路应随土建施工预埋，应避免在高温、高压、潮湿及有强烈振动的位置敷设。暗配管与其他管线的最小净距应符合表 1-12 的规定。

暗配管与其他管线最小净距（单位：mm）　　表 1-12

其他管线名称	平行敷设时		交叉敷设时		保护措施和要求
	用户线的位置	最小水平净距	用户线的位置	最小垂直净距	
给水管	不作规定	150	在给水管上面	20	在交叉敷设时，给水管包两层胶皮或黑胶布，并包扎牢固，其长度不小于 100
电力线	不作规定	150	在电力线上面	50	在交叉敷设时，用户线外套瓷管、塑料管或用黑胶布包扎，其套管或包扎长度不小于 100
暖气管	不作规定	300	在暖气管上面	300	在交叉敷设时，用户线外套瓷管，长度不小于 100；如不包封，最小净距应为 500
煤气管	不作规定	300	不作规定	20	在交叉敷设时，用户线外套瓷管，阻燃塑料管长度不小于 100
压缩空气管	不作规定	150	不作规定	20	在交叉敷设时，压缩空气管包两层黑胶布，并包扎牢固，其长度不小于 100

注：本表也适用于室内通信线路暗敷管路系统与其他管线的最小净距。

（2）电缆管、用户线管应采用镀锌钢管或难燃硬质塑料管。在易受电磁干扰的场所，暗配管应采用镀锌钢管，且做好接地处理。

（3）由进户管至电话交接箱至分线箱的电缆暗管的直线电缆管直径，利用率应为管内径的 50%～60%，弯曲处电缆管管径利用率应为 30%～40%。

（4）由分线箱至用户电话出线盒，应敷设电话线暗管，电话线暗管管内径应为 15～20mm；穿放平行用户线的管子截面利用率为 25%～30%；穿放绞合用户线的管子截面利用率为 20%～25%。

（5）暗配长度超过 30m 时，电缆暗管中间应加装过路箱；用户电话线管中间应加装过路盒。

（6）暗配管必须弯曲敷设时，其路径长度应小于 15m，且该段内不得有 S 弯；如连接弯曲超过两次时，应加装过路箱（盒）。

（7）管子的弯曲处应安排在管子的端部，管子的弯曲角度不应小于 90°，电缆暗管弯曲半径不应小于该管外径的 10 倍，用户电话线管弯曲半径不应小于该管外径的 6 倍。

（8）在管子弯曲处不应有皱褶纹和坑瘪以免损伤电缆。

（9）暗配管线不宜穿越建筑物的伸缩缝或抗震缝，应改由其他位置（或由基础内通过）引上至楼层电缆供配线。当必须穿越沉降缝时，电缆管、用户线管必须做补偿装置。

（10）分线箱至用户的暗配管不宜穿越非本户的其他房间，若必须穿越时，暗管不得在其他房内开口。

（11）住宅楼应每户设置一根电话线引入暗管，户内各室之间宜设置电话线联络暗管，便于调节电话机安装位置。

（12）暗配管的出入口必须在墙内镶嵌暗线箱（盒），管的出入口必须光滑、整齐。

五、楼内上升通道的施工

从通信的角度看，强电是影响通信质量的最重要干扰源，因此，电信上升通道应避免与强电等其他竖井合用。电信竖井宜单独设置，其宽度不宜小于 1m，深度宜为 0.3～0.4m，操作面不小于 0.8m。电缆竖井的外壁在每层楼都应装设阻燃防火操作门，门的高

度不低于 1.85m，宽度与电缆竖井相当。

电信竖井的内壁应设电缆铁架，其上下间隔宜为 0.5～1m，每层楼的楼面洞口应按消防规范设防火隔板。同时电信竖井也可与其他弱电缆线综合考虑设置。

如设置专用竖井有困难，则在综合竖井内，与其他管线间应保持 0.8m 以上间距，并应采取相应的保护措施。强电与弱电线路应分别布置在竖井两侧，以防止强电对弱电的干扰。

六、交接和分线设备成端及配线的安装

(1) 交接设备列号、线序号的排列。

①单面交接箱，面对列架，自左（为第一列）往右顺序编号，每列的线序号自上往下顺序编号。

②双面交接箱，可分为 A 列端和 B 列端，A 列端的线序号编排完，B 列端再继续往下编号。

(2) 局线、配线安装位置，局线与配线之比例以 1:1.5～1:2 为宜，局线与配线的安装位置，原则上局线在中间列，配线在两边。

(3) 旋转卡夹式、模块式交接箱成端把线绑扎及连接，把线绑扎应按色谱单位，编好线序以 100 对线为一个单位（每组 10～25 对线序）依次连接，且每百对单位留有线弯和标志板。绑扎时要使电缆顺直、圆滑匀称，不得有重叠扭绞或弯折现象。

(4) 分线箱（盒）尾巴电缆制作。

①分线箱（盒）在装配之前，应预制分线设备的尾巴电缆。尾巴电缆的气闭应做在电缆绝缘层的根部，用自粘胶带与电缆缠扎。

②编扎尾巴电缆必须顺直，不得有重叠扭绞现象，用蜡浸麻线扎结紧密结实，分线及线扣要均匀整齐，线扣扎结串联成直线。

③分线箱（盒）的接线柱与尾巴电缆的连接，尾巴电缆的芯线应加焊并绕接线柱两圈，连接应牢固。

七、电　话　缆　线

市内电话配线的种类如表 1-13 所示，表中说明其用途和规格。

市内电话配线型号规格　　表 1-13

型　号	名　　称	芯线直径（mm）	芯线截面（根数×mm）	导线外径（mm）
HPV	铜芯聚氯乙烯电话配线（用于跳线）	0.5 0.6 0.7 0.8 0.9		1.3 1.5 1.7 1.9 2.1
HVR	铜芯聚氯乙烯及护套电话软线（用于电话机与接线盒之间连接）	6×2/1.0		二芯圆形 4.3 二芯扁形 3×4.3 三芯 4.5 四芯 5.1

续表

型　号	名　　称	芯线直径（mm）	芯线截面（根数×mm）	导线外径（mm）
RVB	铜芯聚氯乙烯绝缘平行软线（用于明敷或穿管）		2×0.2 2×0.28 2×0.35 2×0.4 2×0.5 2×0.6 2×0.7 2×0.75 2×1 2×1.5 2×2 2×2.5	
RVS	铜芯聚氯乙烯绝缘绞合软线（用于穿管）			

（1）电缆网中的电话电缆应采用综合护层塑料绝缘市话电缆，且优先采用 HYA 型铜芯实心、聚烯烃绝缘涂塑铝带粘接屏蔽聚乙烯护套市话通信电缆。

（2）楼内配线也可采用 HYV 型铜芯实心聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套、绕包铝箔带市话通信电缆，且配线电缆的线径为 0.4mm。

市内电话电缆规格见表 1-14。

市内电话电缆规格　　表 1-14

序　　号	型号及规格	电缆外径（mm）	重量（kg/km）
1	HYA10×2×0.5	10	119
2	HYA20×2×0.5	13	179
3	HYA30×2×0.5	14	238
4	HYA50×2×0.5	17	357
5	HYA100×2×0.5	22	640
6	HYA200×2×0.5	30	1176
7	HYA300×2×0.5	36	1667
8	HYA400×2×0.5	41	2217
9	HYA600×2×0.5	48	3229
10	HYA1200×2×0.5	66	6190
11	HYA10×2×0.4	11	91
12	HYA20×2×0.4	12	134
13	HYA30×2×0.4	12	179
14	HYA50×2×0.4	14	253
15	HYA100×2×0.4	18	417
16	HYA200×2×0.4	24	774
17	HYA300×2×0.4	28	1131
18	HYA400×2×0.4	33	1458
19	HYA600×2×0.4	41	2143
20	HYA1200×2×0.4	56	4077
21	HYA1800×2×0.4	66	5967
22	HYA2400×2×0.4	76	8000

在建筑配管中，管材可分为：钢管（厚壁管，2mm 以下厚壁管）、硬聚氯乙烯管、陶瓷管等。现广泛采用钢管及硬聚氯乙烯管。在建筑物中比较集中的缆线也大量采用金属线槽明敷的方式，容纳的根数见表 1-15～表 1-19。

穿管的选择　　表 1-15

电缆、电线敷设地段	最大管径限制（mm）	管径利用率（%）	管子截面利用率（%）
		电　缆	绞合导线
暗设于地层地坪	不作限制	50～60	30～35
暗设于楼层地坪	一般≤25 特殊≤32	50～60	30～35
暗设于墙内	一般≤50	50～60	30～35
暗设于吊顶内或明敷	不作限制	50～60	25～30（30～35）
穿放用户线	≤25		25～30（30～35）

注：1. 管子拐弯不宜超过两个弯头，其弯头角度不得小于 90°，有弯头的管段长如超过 20m 时，应加管线过路盒。

2. 直线管段长一般以 30m 为宜，超过 30m 时，应加管线过路盒。

3. 配线电缆和用户线不应同穿一条管子。

4. 表中括号内数值为管内穿放平行导线的数值。

HYV 型、HYA 型、HPVV 型电话电缆穿保护管最小管径一览表　　表 1-16

保护管种类	保护管弯曲数	电缆对数													
		5	10	15	20	25	30	40	50	80	100	150	200	300	400
		最小管径（mm）													
电线管（TC）聚氯乙烯（PC）	直　通	20	25				32	40		50		—	—	—	—
	一个弯曲时	25	32			40		50		—	—	—	—	—	—
	二个弯曲时	40			50			—	—	—	—	—	—	—	—
焊接钢管（SC）水煤气钢管（RC）	直　通	15	20			25		32		40		50	70	80	
	一个弯曲时	20	25	32				40		50		70	80	100	
	二个弯曲时	32			40			50		70		80	100		

注：穿管长度 30m 及以下。

电话电线穿管的最小管径　　表 1-17

导线型号	穿管对数	导线截面（mm^2）					导线型号	穿管对数	导线截面（mm^2）				
		0.75	1.0	1.5	2.5	4.0			0.75	1.0	1.5	2.5	4.0
		SC 或 RC 管径（mm）							TC 或 PC 管径（mm）				
RVS 250V	1	15				20	RVS 250V	1	16			20	25
	2				25			2		20		32	
	3			20				3	20		25		
	4				32			4				40	
	5					40		5	25		32		
	6	25		32	40	50		6			40	50	

HYV 型、HYA 型、HPVV 型电话电缆穿在线槽内允许根数一览表　　表 1-18

电缆对数	金属线槽容纳导线根数				塑料线槽容纳导线根数				
	45×30	55×40	45×45	120×65	40×30	60×30	80×50	100×50	120×50
5	5	9	7	30	5	7	16	20	25
10	3	6	5	21	3	5	11	14	16
15	3	5	5	20	3	4	10	13	16
20	2	4	4	15	2	3	8	10	12
25	2	4	4	14	2	3	8	10	12
30	2	3	3	11	1	2	6	7	8
40	1	2	2	8	1	2	3	7	8
50	—	2	2	7	1	1	3	4	5

线槽内电话电缆与电话支线换算　　表 1-19

电话支线型号	HYV-0.5 电话电缆对数						电话支线型号	对数	HYV-0.5 电话电缆对数			
	10	20	30	50	80	100			100	80	50	30
									相当于电缆根数			
RVS-2×0.2	8	12	16	25	37	44	HYV-0.5	10	5	4	3	2
								20	4	3	2	1
RVS-2×0.5	7	8	11	18	25	31		30	3	2	1	—
								50	2	1	—	—

八、电话配线系统与综合布线系统的关系

因为结构化综合布线（详见第三章）完全可以替代电话配线，所以电话配线在智能建筑中并不重要。但由于综合布线的造价比电话配线高出许多，在楼内电话配线设计时，如果能确定电话的位置和数量，不妨用电话配线，这样能节约投资。但如果电话数量不确定，那么，楼内可全部采用综合布线替代电话配线。此外，在某些场合，电话配线和综合布线可共用一个弱电间、竖井和配线架。如果某楼层的水平子系统有一个综合布线配线架，那么该楼层的电话壁龛完全可以取消。

第四节　电话站机房的施工

一、站址选择和土建要求

电话机房的站址选择，除应尊重用户的意见外，还需考虑如下原则：

（1）总机的位置一般宜选在二楼或一楼并邻近道路，以便引线（包括电缆和接地线），应避免将总机室设在地下室，以防设备受潮。

（2）总机最好放在分机用户负荷的中心位置，以节省用户线路的投资。

（3）总机的位置宜选择在建筑物的朝阳面，并使电话站的有关机房紧密相邻，以节省

布线电缆，并便于维护管理。一般往往考虑把总机设在机关或企业的首脑部门的附近。

（4）电话站房要求环境比较清静和清洁，最好远离人流嘈杂和多尘的场所，要注意不要设置在厕所、浴室、开水房、卫生间、洗衣房和食堂餐厅等易于积水的房间附近，也不要设于变配电室、空调压缩机房、通风机房、水泵房等有电磁或噪声影响的房间的楼上、楼下或隔壁。

电话站的交换机室是布置交换机柜和总配线架的，要求地面平整，凡直接通往室外的窗和门，都应严密防尘。对于容量大于 1000 门的程控交换机室内灰尘含量及粒径要求如表 1-20 所示。

容量小于 1000 门的程控交换机室内灰尘含量及粒径要求见表 1-21。可知表 1-21 比表 1-20 的要求低一个数量级。

大型程控交换机室内灰尘限度要求　　表 1-20

最大直径（μm）	0.5	1	3	5
最大浓度（粒子数/m^2）	14×10^6	7×10^5	24×10^4	13×10^4

小容量程控交换机室内灰尘限度要求　　表 1-21

最大直径（μm）	1	3	5	10
最大浓度（粒子数/m^2）	14×10^6	7×10^5	24×10^4	13×10^4

程控交换机室对室内空气洁净度的要求，除灰尘含量与粒径要求外，对空气中含有盐、酸、硫化物等也有一定的要求。机房内不得有复印机等机械设备，如一定要放则至少与机柜有 3m 以上的间隔。交换机室还要求恒温恒湿，平时可用中央空调，但应设置备用空调机组。环境要求最佳温度为 25℃左右（18～28℃），短期为 10～40℃，相对湿度为 30%～75%（最佳），10%～90%（短期）。建议室内装上空调机，但交换机和空调机最好不用同一相供电，以免空调机启动带来的电源波动干扰和影响交换机的运行。有条件的用户把话务台和空调机分别放在里外间。装空调机有三个优点：不开门窗而保持室内温度适宜；室外各种噪声不会进入室内提高话音质量；室内清洁卫生有保障，灰尘少，总的效果是提高话音质量保证运行可靠，延长交换机寿命。

表 1-22 为程控交换机房的土建工艺要求。

程控交换机房的土建工艺要求　　表 1-22

机房名称	交换机室	话务员室	蓄电池室（铅酸电池）
楼层净高	≥3m（高架≥3.5m）	≥3m	≥3m
楼板荷载（均匀）	低架≥450kg/m^2 高架≥600kg/m^2	≥300kg/m^2	≥600kg/m^2
地板	阻燃的、防静电的活动地板或塑料地面		耐酸瓷砖
墙面	塑纸贴面或水泥石灰砂浆粉刷，并涂油漆	水泥石灰砂将粉刷，表面涂油漆	水泥石灰砂浆粉刷，表面涂耐酸（或耐碱）油漆
顶棚	铝合金吊顶或水泥石灰砂浆粉刷，表面涂无光油漆	水泥石灰砂浆粉刷，表面涂白色无光油漆	同上

续表

机房名称	交换机室	话务员室	蓄电池室（铅酸电池）
门	铝合金或外开双扇门，门宽 1.2～1.5m	一般防尘	良好防尘，涂耐酸漆
窗	双层窗，严密防尘	一般防尘	双层窗、外层窗装磨砂玻璃
环境温度	18～28℃（长期） 10～35℃（短期）	10～30℃	10℃以上
相对湿度	30%～75%（长期） 10%～90%（短期）	40%～80%	
其　他	应设空调		应设通风排气装置

注：表中低架是指低于 2.4m 的机架，一般为 2.0～2.4m；高架是指 2.6m 或 2.9m 的机架。活动地板或塑料地面应能防静电，并阻燃。

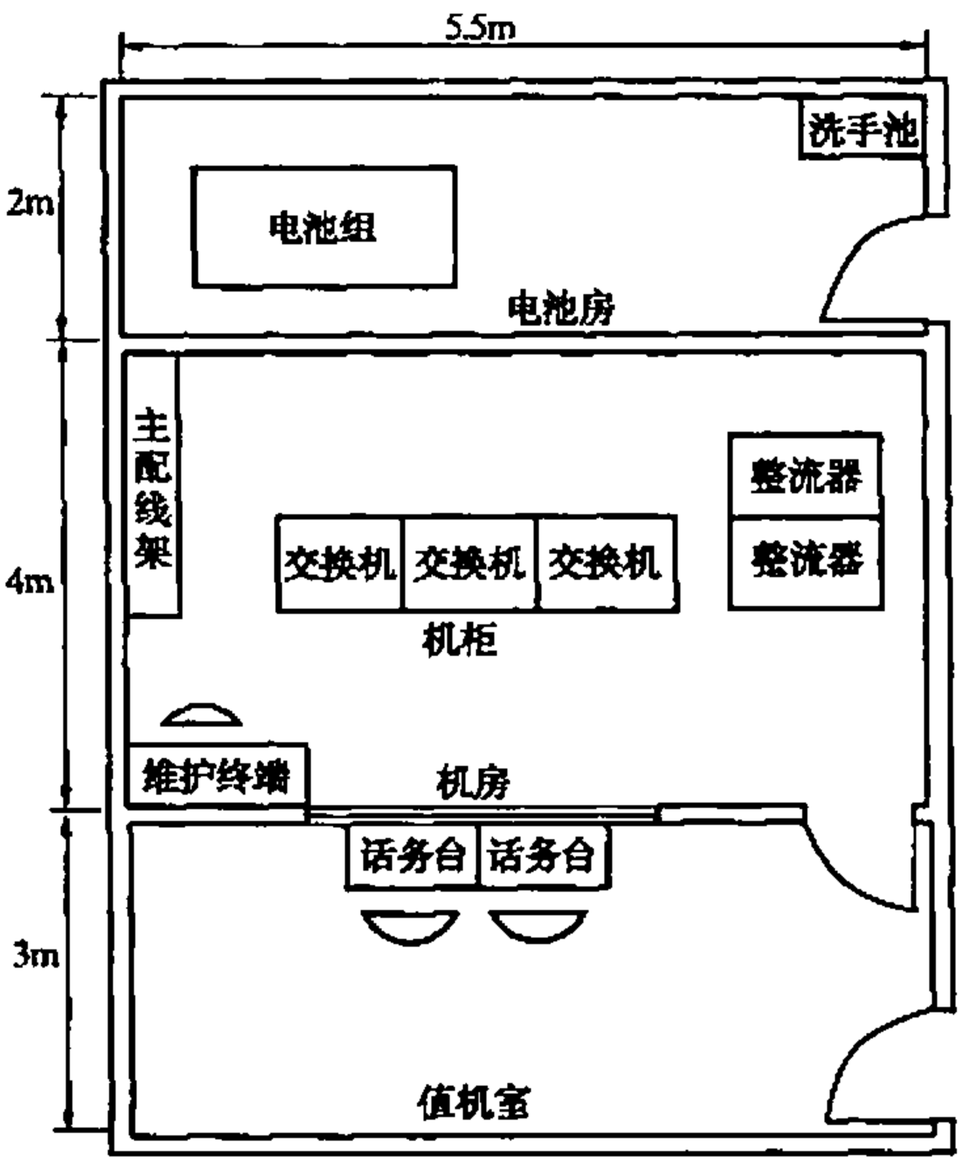


图 1-27　程控交换机电话站房平面布置之一

二、电话站房的平面布置

图 1-27 是一种容量 1000 门以上的大型程控用户交换机电话站房的平面布置图示例。图中房间净高 3m，活动地板或布放电缆的地槽的高度应大于 25cm。话务员室与交换机房的隔墙中间，在离地面 1m 高左右，设有至少 1m 高、2m 宽的透明玻璃隔墙，以便观察机房状态。蓄电池室房顶或侧墙安装 12 英寸排气扇。

图 1-28 和图 1-29 是又一种程控交换机电话站房的平面布置。

三、电话站的供电

用户交换和所需的工作电源主要是直流电源。目前程控电话交换机用 48V 直流电（以往纵横制交换机用 60V 直流电）。为了供给交换机所需的直流电源，必须配备可将交流电源转换为直流电源的换流设备，目前多采用可控硅整流器及开关型整流器。

由于对电话通信的不间断要求，电话站一般需配备蓄电池，目前一般采用全密封免维护铅酸蓄电池，与早先采用的固定式铅酸蓄电池相比，具有体积小、不需使用硫酸、没有腐蚀性酸雾及氢、氧气逸出，可将其与配电柜及交换机柜等设备安装在同一房间等优点。蓄电池的作用有两方面：一方面在换流设备直接供电时与换流设备并联工作，起平滑电压波动的作用；另一方面在换流设备停机（交流电源中断）时，保证一定时间的直流电源供给。

根据《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T 16—92）规定，电话站交流电源的负荷等级，

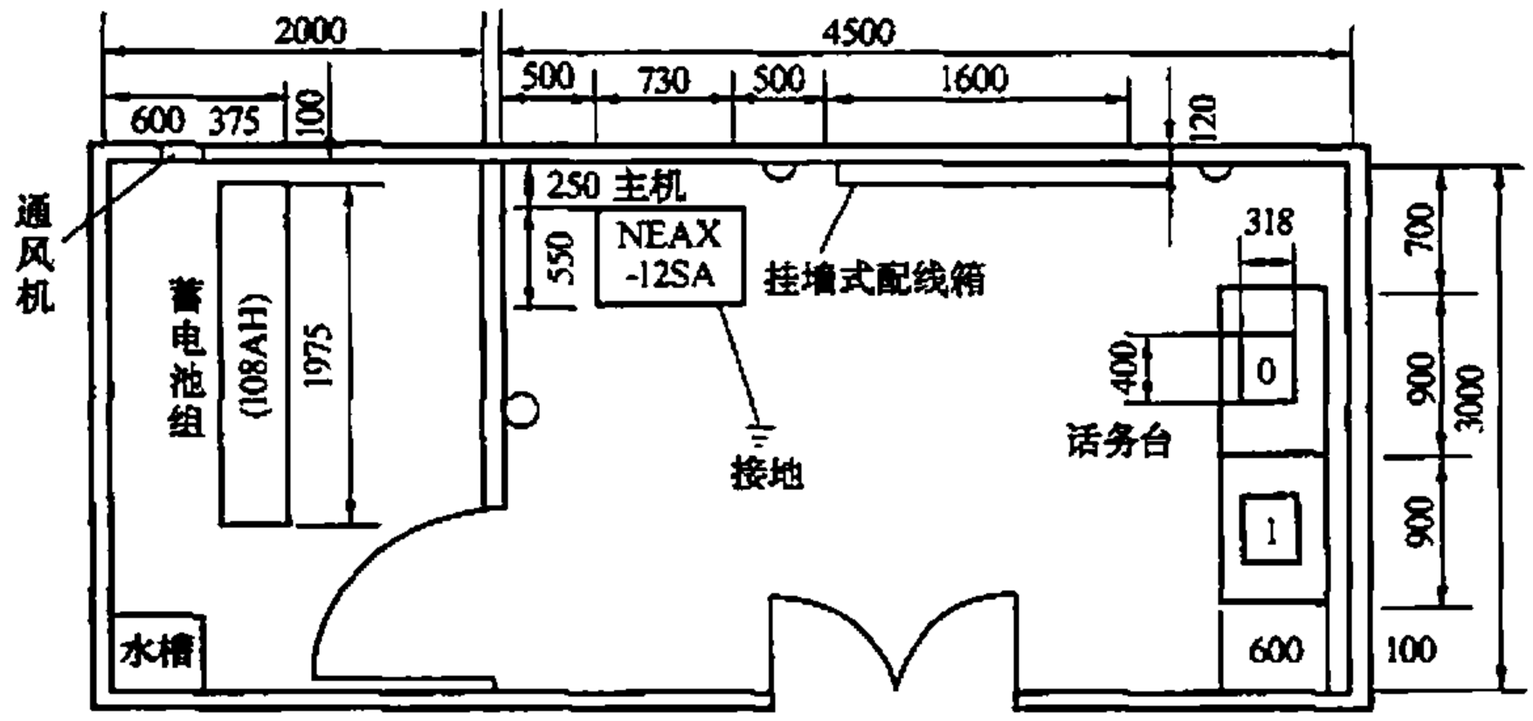


图 1-28　程控交换机电话站房平面布置之二

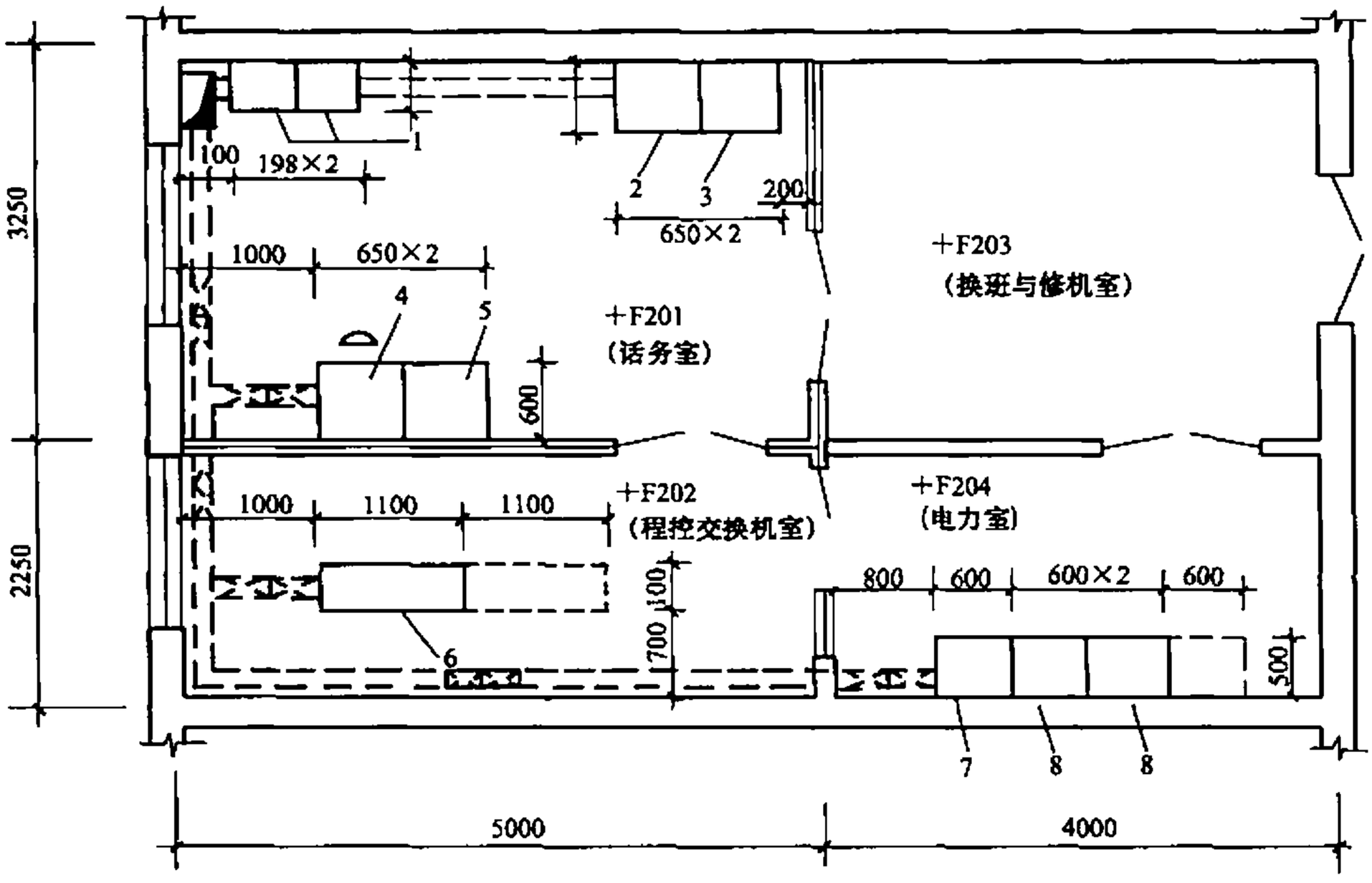


图 1-29　程控交换机电话站房平面布置之三

1—总配线架；2—用户传真机；3—用户电传机；4—话务台；
5—维护终端；6—程控交换机；7—电源架；8—电池架

宜与该建筑工程中的电气设备之最高负荷分类等级相同。电话站交流电源可由低压配电室或邻近的交流配电箱从不同点引来二路独立电源，并采用末端自动互设。当有困难时，亦可引入一路交流电源。

电话站的电源设备包括交流配电、整流、直流配电及蓄电池四部分。中小容量的电话站通常采用整流配电组合电源柜，它将交流配电、整流、直流配电合为一体。

电话站的直流供电方式通常有如下几种：

(1) 整流设备直接供电方式

这种供电方式的优点是不采用蓄电池，省去了蓄电池的投资及本身的能耗；缺点是易造成通信中断。为此规范规定采用交流直供方式供电的电话站，应设置备用蓄电池一组，且整流器应有稳压及滤波性能，并备用一台。

(2) 蓄电池充放电方式

这种方式的直流电功率全部由蓄电池供给，整流设备仅作充电机用，需配备两组蓄电池轮换工作。该方式用于容量较小的电话站。

(3) 蓄电池浮充方式

这种方式可接入一组或两组蓄电池与整流设备并联，平时由整流设备供给通信设备所需的直流电源，同时对蓄电池浮充电。当交流中断时转换由蓄电池供电。由于该方式蓄电池效率高、寿命长，所需蓄电池容量小，维护工作大为减轻，故被经常采用。规范规定程控用户交换机容量较大时，宜采用全浮充制直流供电方式供电。当交流供电负荷等级在二级以上时，可选用一组蓄电池；为三级供电负荷时，可选用两组蓄电池。

专网程控交换机供电方式大多采用浮充供电方式。供电系统由交流配电屏、整流器、直流配电屏、电池组成，机内电源系统包括 DC-DC 变换器和 DC-AC 逆变器。它们相互连接电路见图 1-30。

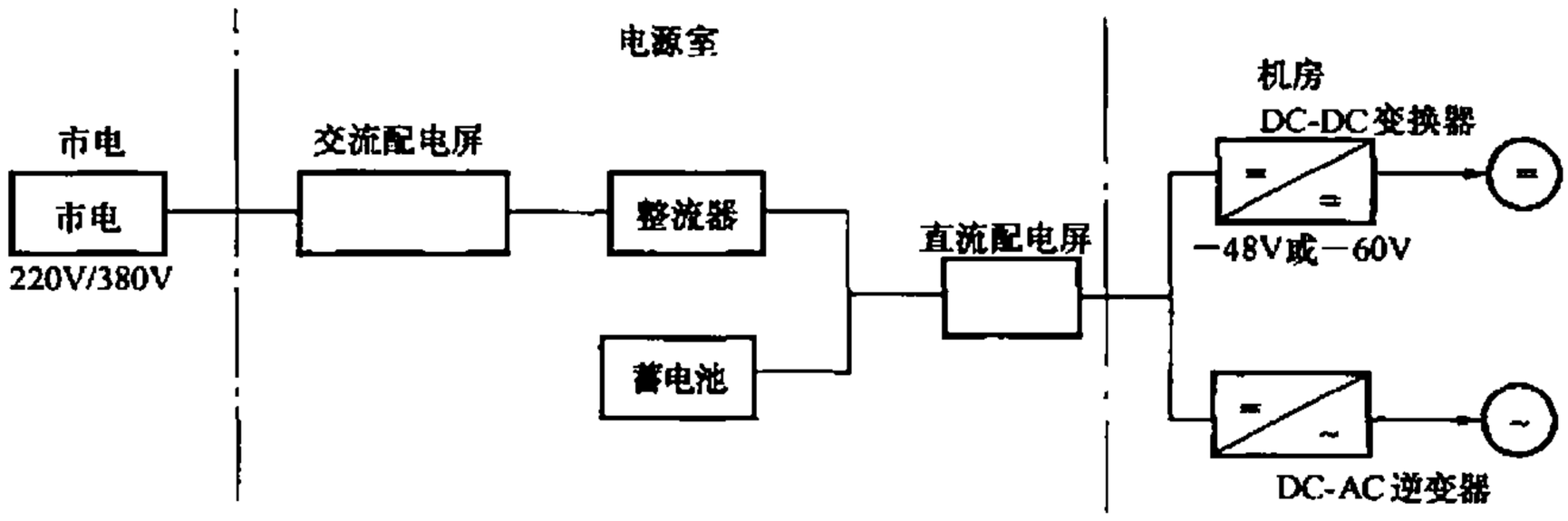


图 1-30　专网程控交换机供电系统框图

电话交换机的蓄电池容量 C 可按下式计算：

$$C = K \cdot I \tag{1-3}$$

式中 I 为近斯电话设备忙时平均耗电电流（A），K 为计算系数，其值见表 1-23 与表 1-24。C 的单位为 Ah（安培小时）。

蓄电池容量计算系数　　表 1-23

T（h）		3	4	5	6	7	8	9
K	15℃	4.35	5.50	6.52	7.33	8.29	9.35	10.09
	5℃	4.76	6.03	7.15	8.03	9.08	10.24	11.05
T（h）		10	11	12	13	14	15	20
K	15℃	10.87	11.88	12.97	14.05	15.14	16.30	21.74
	5℃	11.90	13.10	14.29	15.48	16.67	17.87	23.81

注：1. 电池室内有暖气设备时用 15℃的 K 值，无暖气设备时用 5℃的 K 值。

2. T 为蓄电池组供电小时数，按表 1-24 取定。

蓄电池组供电小时数T(h)值　　表 1-24

交流负荷等级 \ 直流供电方式	浮充制	直供方式
一级、二级负荷	4~6	10~15
三级负荷	10	20

当整流设备主要作浮充机使用时，其输出电流应能同时供给忙时全站最大耗电电流I_m和补偿蓄电池自放电容量损失的补充充电电流。蓄电池的自放电损失，在设计中可按每一昼夜2%计算，即单组电池浮充时补充电流为$\frac{C\times 2}{100\times 24}$，在两组蓄电池并联浮充时为$\frac{2C\times 2}{100\times 24}$，$C$为单组蓄电池容量（Ah）。因此，浮充机的输出电流$I_f = I_m + \frac{2C\times 2}{100\times 24}$（A）。$I_m$为忙时全站最大耗电电流（A）。

四、电话站房工程举例

下面以上海新光电讯厂引进生产的 Hicom 程控数字用户交换机说明其电话站房的要求。Hicom 程控交换机包括四个容量系列：Hicom340（320 端口）、Hicom370（960 端口）、Hicom390（5120 端口）、Hicom391（10000 端口）。

1. 机房建筑要求

（1）机房使用面积、净高及地面负荷见表 1-25。交换机房高度要求如图 1-31 所示。Hicom370 型和 Hicom390 型机房的面积要求如图 1-32 所示。Hicom 系统除有交换机的主机柜外，还有与之配套的电源柜、配线柜等辅助机柜，它们的尺寸均为 1885mm（高）×770mm（宽）×500mm（深）。图 1-32 只画交换机房，话务员室视用户情况而定。

机房使用面积、净高及地面负荷表　　表 1-25

机房		使用面积（m^2）	净高（m）	地面荷载（kg/m^2）	机柜数	备注
Hicom—340	交换机房	9.68	3	450	1（≤200 门）	话务台数由用户根据中继线数量确定
	话务员室	7.24	3	450		
Hicom—370	交换机房	13.50	3	450	2（600 门）	
	话务员室	10.82	3	450		
Hicom—390	交换机房	31.31	3	450	5（2000 门）	
	话务员室	10.82	3	450		

（2）电缆可以在机柜上面走，也可以在机柜下面（地板下）走，但以后者为佳。无论上走或下走都应有敷设电缆的走线槽。

（3）地面要铺设防护静电感应的半导电活动地板。

（4）如果程控机房与原有机电制机房距离比较近，相互间应有屏蔽网，以免受电磁及电火花的干扰。

（5）机房内要防止有腐蚀的气体进入，特别要防止电池室的酸气进入，以免腐蚀机器设备。

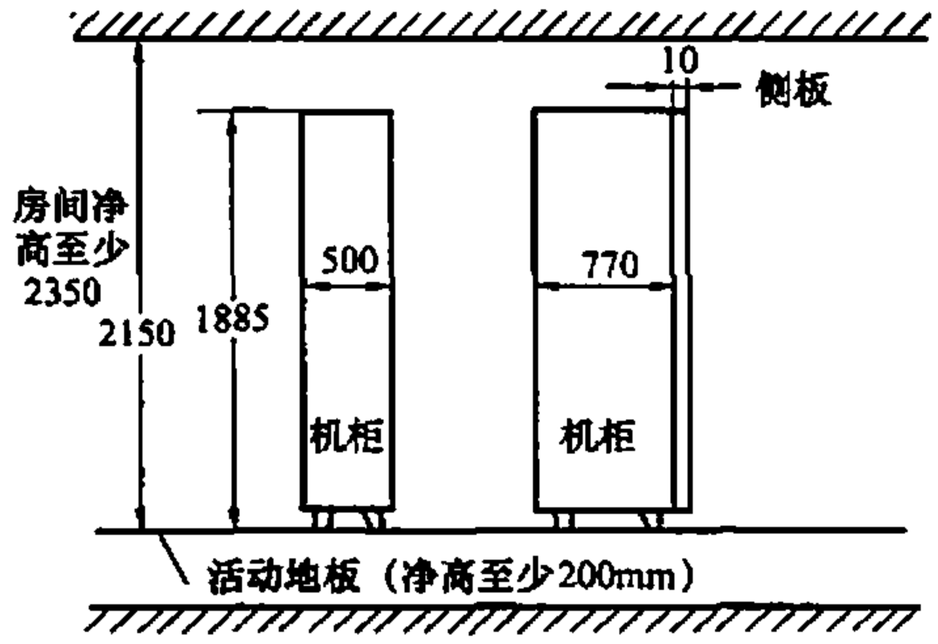


图 1-31　交换机房高度要求

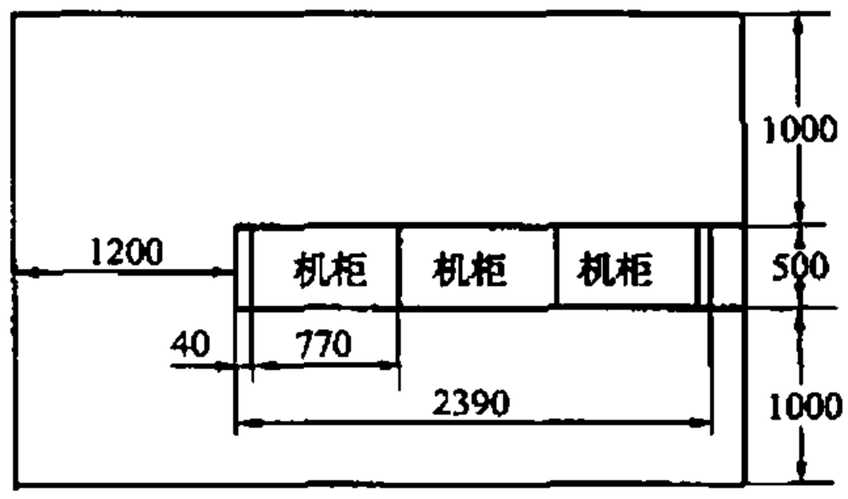


图 1-32　交换机房面积要求

(6) 机房内要满足国家二级防火标准。

(7) 机房内要设置双层铝合金窗，在机房入口处要设有过渡走廊。

(8) 话务员室宜与交换机房隔开，并在机器正面设立玻璃观察窗以了解机房内情况。

2. 环境要求

(1) 机房内的温度和湿度：

1) 机房内的机器设备工作的最佳条件：温度为 16～28℃；相对湿度为 20%～70%；绝对湿度为 6～18gH_2O/m^3。

2) 机房内机器设备工作的极限条件：温度为 10～40℃；相对湿度为 20%～80%；绝对湿度为 2～25gH_2O/m^3；

3) 机房内通常要设有空调机，空调机要选用中小容量的，送风量和制冷量之比为 1:2 或 1:3 左右。为了保证机房的空气洁净度，一般配备有粗效或中效过滤器。

(2) 机房内防尘要求为：每年积尘 < 10g/m^2。

(3) 机房内防振要求为：振动频率 5～60Hz，振幅 0.035mm。在地震活动区，要求机房有固定装置，Hicom 机柜上有螺孔，可用螺栓等固定牢。

(4) 机房内照明采光要求：

1) 要避免阳光直射，以防止长期照射引起印刷板等元器件老化变形；

2) 采光要求是垂直和水平面各为 150lx。

3. 有关设备的配置

(1) 配线架应有良好的接地，所有中继线都要加避雷器（保安器），用户线如是在机房所在的同一楼内，可不带保安器，如在其他楼内，一般也要带保安器（以防雷雨天损坏交换机电路板），但如相距很近，又是地下电缆连接，也可不带保安器。配线架分为系统端和外线端，系统端用电缆与交换机相连，外线端用电缆与用户相连。系统端的电缆对数大致与交换机容量相等，外线端的电缆对数要略多于容量数，一般可按 1.2 至 1.8 比 1 配置。

(2) 如表 1-25 所述，话务台数根据中继线数量确定，一般说来，程控话务台数与人中继线之比取 1:20。而通常用户线与中继线之比采用 10:1。举例说，例如有一用户要求用户线为 1600 条，中继线为 200 条（出、入各半），即入中继线为 100 条，如呼出全部采

用自动直拨（DOD），则话务台只承担呼入话务量的转接，在一般话务量情况下，一个话务台可承担 20 条入中继线的转接，则需配话务台数为 100 ÷ 20 = 5 个。

（3）蓄电池的容量（安培·小时）可由公式算得，或由程控交换机的容量与市电断电后需要维护的时间来确定。一般可配供维持 4h 用电，或者根据用户需要和当地情况（如停电概率和停电时间长短等）而定。以上例为 1800 线（用户线 + 中继线），按照 Hicom 程控交换机的耗电参数，平均每线为 2.1VA，故上例的蓄电池总耗电量为（1800 × 2.1）÷ 48（蓄电池电压）= 78.75A。如要维持 4h，则蓄电池的容量应选为 4 × 78.75 = 315 安培·小时（A·h）。再由蓄电池容量和电压（48V）来确定所需蓄电池的个数。

五、电话站房的接地

1. 大楼内程控用户交换机房接地设计要点

（1）接地装置采用共用接地极。共用接地网应满足接触电阻、接触电压和跨步电压的要求。机房的保护接地采用三相五线制或单相三线制接地方式。

（2）一般情况下，最好在机房内围绕机房敷设环形接地母线。环形接地母线作为第二级节点，按一点接地的原则，程控交换机的机架和机箱的分配点为第三级节点，第四级节点是底盘或面板的接地分配点，第三级节点的接地引线直接焊接到环形接地母线上。与上述第三级节点绝缘的机房内各种电缆的金属外壳和不带电的金属部件，各种金属管道、金属门框、金属支架、走线架、滤波器等，均应以最短的距离与环形接地母线相连，环形接地母线与接地网多点相连。

（3）有条件的电话站还须设立直流地线，一般用 120mm × 0.35mm 的紫铜带敷设而成。

（4）为了减少高频电阻，电话站内设备的接地引线要用铜导线。

2. 接地电阻

关于接地电阻值，当各种接地装置分开装设时，由于各种不同型号程控交换机要求不

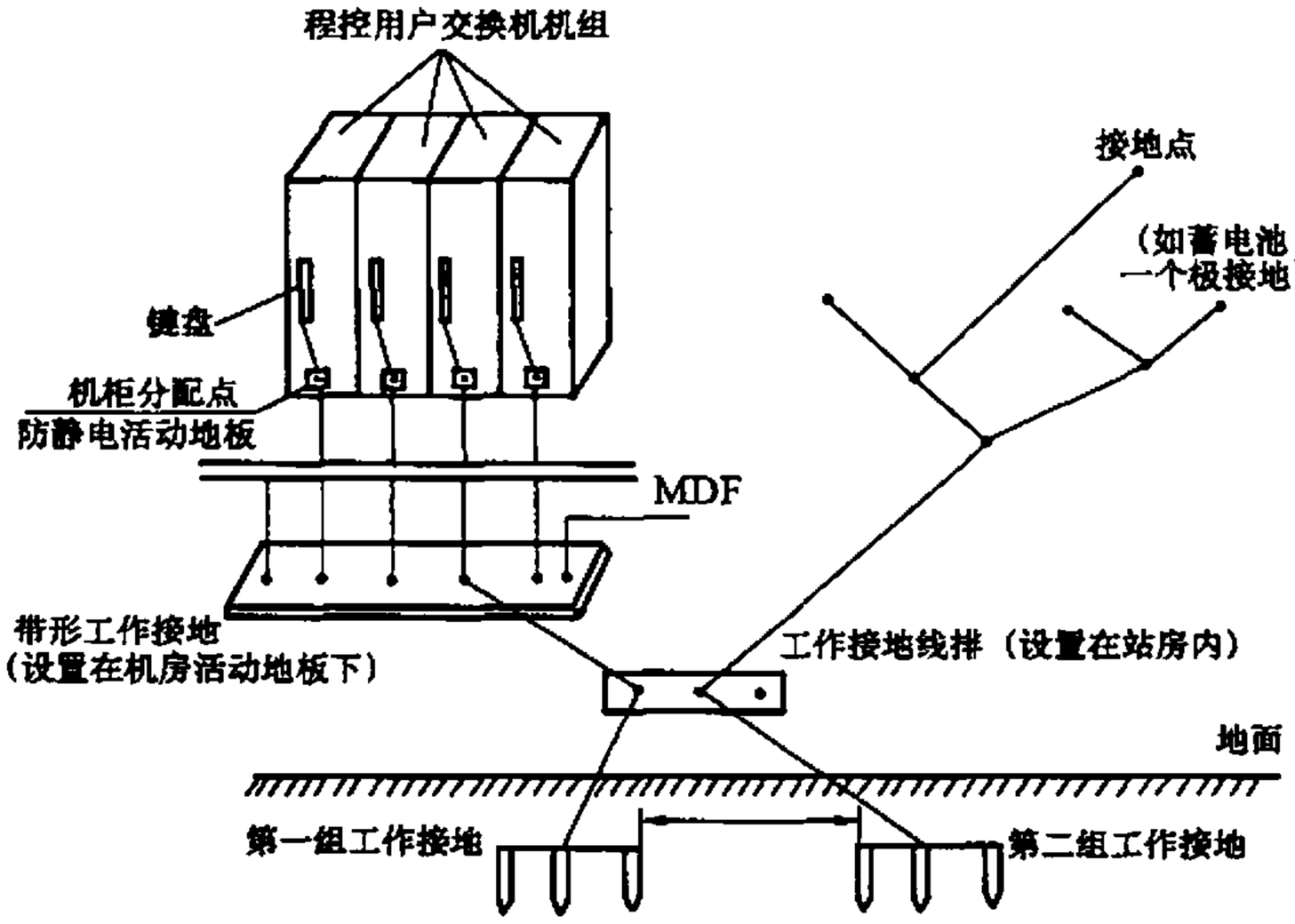


图 1-33　程控交换机星形接地方式（工作接地）示意图

一样，接地电阻按 2～10Ω 考虑。一般对 2000 门以下的程控交换机，接地电阻≤5Ω。当各种接地装置采用联合接地时，接地电阻等于 1Ω。图 1-33 为程控交换机星形接地方式的示意图。

第五节　电话通信系统的工程质量检查

关于电话通信系统工程的质量检查如表 1-26 所示。

民用建筑通信安装工程质量监督检查一览表　　**表 1-26**

序号	项目名称	质量标准与检查
1	交接箱与分线箱安装	1. 通信接线箱型号、规格应符合设计要求 2. 通信箱安装场所要适当，安装位置正确，固定牢靠，部件齐全，管进入箱体顺直，管口光滑，露出长度为 10～15mm。钢管端部应有丝扣，且用锁紧螺母固定。暗式箱盖（门）紧贴墙面，箱体油漆光亮 箱背后墙体表面无空鼓和裂缝现象，箱内外清洁，箱盖开闭灵活，箱体内接线整齐，线序编号齐全、正确 3. 导线与接线板、用户出线盒连接缆、线位置正确，线芯无接头，连接牢固紧密，螺钉压板连接时压紧无松动 导线在箱内留有适当余量，绝缘保护完好，接线端子板进线要焊接，配线整齐美观 4. 通信箱的接地线与电缆屏蔽层连接，应有专用接地螺栓，连接良好 5. 交接箱与分线箱安装允许偏差的检查方法和检查数量见表 1-27
2	用户出线盒安装	1. 出线盒、过线盒、分线盒型号、规格及适用场所应符合设计要求 2. 各种盒体与管连接正确，盒口与墙面配合适当，无破损及受压变形。盒内清洁无杂物 3. 出线盒面板应使用与其相配套产品，盒内导线留有适当余量，面板紧贴建筑物表面无缝隙。面板表面清洁无污染 4. 用户出线盒面板安装允许偏差的检查方法和检查数量见表 1-28
3	配线及管内穿线	1. 配管的品种、规格、质量、配管的连接方法和适用场所必须符合设计要求及施工规范规定。采用塑料管必须使用 PVC 管，规格、型号要满足设计要求 2. 电缆（线）的规格、质量、绝缘电阻必须符合设计要求 3. 管子敷设连接紧密，管口光滑，护口齐全；管子弯曲处无明显皱褶纹和坑瘪，暗配管保护层应大于 15mm；进户电缆管与其他地下管网的平行交叉距离符合规程规定，线路进入通信设备处，位置准确 4. 管路穿过沉降缝处应有补偿装置，且能活动自如；穿过建筑物基础处加套保护管。补偿装置平整，管口光滑，护口牢固，与管子连接可靠，加套保护管在隐蔽工程记录中标示正确 5. 管内穿线在盒（箱）内导线应留有适当余量，导线在管子内无接头。电缆芯线与分线端子连接中间不准有接头，导线连接处应不伤芯线。盒（箱）内清洁无杂物，配线整齐 6. 暗配管弯扁度和管子弯曲半径的要求和检查方法、检查数量见表 1-29
4	电缆工程	1. 电缆型号、规格必须符合设计要求，低于－5℃时不能布放电缆 2. 电缆敷设严禁有绞、拧、压扁、保护层断裂和表面严重划伤等缺陷，与各种管路距离符合设计要求 3. 电缆头制作，全塑电缆剥开护套切口处应保留 15mm 的电缆包带，芯线线序正确，线束应松拢，不得紧缠，并不散乱，标志准确清楚 4. 电缆竖井内电缆支架安装位置正确，连接可靠，固定牢靠，油漆完整。在转弯处托放电缆，应平滑过渡 5. 电缆保护管管口光滑，无毛刺，防腐良好，弯曲处无弯扁现象，弯曲半径不小于电缆的最小允许半径，出入地沟保护管封闭严密。弯曲处无明显的折皱和不平，出入地沟隧道和建筑物，保护管坡面和坡度正确，电缆在竖井内横平竖直，成捆敷设的要排列整齐 6. 电缆竖井内支架距离及电缆弯曲半径允许偏差和检查数量、检查方法见表 1-30

交接箱与分线箱、用户出线盒面板、暗配管等安装及电缆敷设的允许偏差和检查方法见表 1-27～表 1-30。

交接箱、分线箱安装允许偏差检查　　表 1-27

项　　目		允许偏差（mm）	检查数量和检查方法
箱垂直度	箱体高＜500mm	1.5	抽查 5 台，每台垂直度正、侧面各一点，其他测一点，吊线尺量检查
	箱体高≥500mm	3	
盘面倾斜		＜1%	

用户出线盒面板允许偏差检查　　表 1-28

项　　目	允许偏差（mm）		检查数量和检查方法
用户出线盒面板	同一场所高差	5	抽查总数的 10%，但不少于 10 个，拉、吊线尺量检查
	垂直度	0.5	

暗配管允许偏差检查　　表 1-29

项　　目	允许偏差或弯曲半径（mm）	检查数量和检查方法
管子弯曲处弯扁度	≤0.1D	按不同检查部位各抽查 10 处，每处测一点，尺量检查
用户线管子弯曲半径	≥6D	
电缆管子弯曲半径	≥10D	

注：D 为管子直径。

电缆敷设允许偏差检查　　表 1-30

项　　目	规定值	弯曲半径（mm）	检查数量和检查方法
电缆竖井敷设垂直支架距离（mm）	500～1000	30	抽查 5 处，尺量检查
电缆弯曲半径（mm）	≥10D		

注：D 为管子直径。

第二章　计算机网络系统

第一节　概　　述

一、计算机网络的分类

什么是计算机网络，虽然尚无严格的定义，而且它在不同的时间有不同的含义，现在一般认为：计算机网络是由两台以上独立的计算机，按照约定的协议，通过媒体连接而成的集合。

计算机网络的功能非常广泛，但概括起来有如下两个方面的基本功能：

1. 通信

即在计算机之间传递数据。这是计算机网络最基本的功能，它使地理上分散的计算机能连接起来互相交换数据，就像电话网使得相隔两地的人们互相通话一样。

2. 资源共享

资源共享包括硬件、软件和信息资源的共享。这是计算机网络最具吸引力的功能，它极大地扩充了单机的可用资源，并使获得资源的费用大为降低，时间大为缩短。

在上述基本功能上可产生出许多其他的功能，比如利用网络使计算机互为后备，以提高可靠性；利用网络上的计算机分担计算工作，以实现协同式计算；利用网络进行电子商务；利用网络进行信息的集中管理和分布处理等。

计算机网络有不同的分类方法（表 2-1）：

计算机网络的分类　　表 2-1

地理范围	拓扑结构	传输介质	协　　议	网络操作系统	其　　他
广域网 城域网 局域网	总线形网 环形网 星形网 网状网 混合形网	细同轴电缆网 粗同轴电缆网 双绞线网 光纤网 无线网 多介质网	Ethernet Token Ring FDDI X.25 TCP/IP SNA	Net Ware Windows NT UNIX LAN Manager VINES 3 + OPEN ATM	基带网 宽带网 有线网 无线网 共享式网络 交换式网络 证券业务网 银行业务网 新闻网 公共信息网

（1）按所用的通信手段分类　可分为有线网络、无线网络、光纤网络和人造卫星网络等。

（2）按应用角度分类　可分为专用网络、公用数据网络和综合业务数据网络（ISDN）等。

(3) 按网络覆盖范围的大小分类　分为局域网（LAN)、城域网（MAN)、广域网(WAN)。

局域网覆盖范围一般在 10km 以内，属于一个部门或单位，不租用电信部门的线路；城域网的覆盖范围一般为一个城市或地区，从几千米到上百千米；广域网的覆盖范围更大，一般从几十千米，可覆盖一个地区、一个国家、直至全球，广域网一般要租用电信部门的线路。本节着重讲述局域网。

随着计算机网络技术的发展，局域网的延伸距离越来越远，所采用的技术也越来越复杂，局域网、城域网、广域网有时已很难划分。目前，还有一种新的按网络覆盖范围分类方法，分为工作组网、园区网、企业网和全局广域网四类：

(1) 工作组网　工作组网是一个为同一目标工作的小组用户使用的网络，通常是某机构中一个部门的内部网络，其主要任务是在部门内共享资源，如应用程序、数据和打印机等，其地理覆盖范围一般在几百米之内。

(2) 园区网　园区网是连接一个或相距不远的几个建筑物间的多个工作组的计算机网络。最典型的园区网是连接大学各院、系、所的校园网。园区网可能是一个局域网，也可能是一个互联网，其地理覆盖范围一般在数千米以内。园区网提供的服务主要包括：连接各个工作组网络，访问服务器、高速打印机和绘图仪等昂贵设备，以及提供公用数据库的访问。

(3) 企业网　企业网用于连接一个公司或企事业单位的所有计算机。它可能覆盖几千米或几十千米，甚至几百千米的范围，一般会包括多个局域网。企业网用户可以共享公司其他部门、办公室以及公司总部的信息，并相互传递信息或电子邮件，也可以访问中心主机，还可以申请企业网的其他业务。

(4) 全局广域网　它可将一个集团公司、团体或一个行业的各个部门及子公司连接起来，可能覆盖一个城市、一个省、一个国家甚至全球。这种网络一般要求容纳多个网络、多种网络标准、多种设备、多种应用，并能与电信部门的公用网络互联，有时可能要求有国际的出入端口。

二、计算机网络的基本组成

计算机网络是一个复杂的系统。不同的网络组成不尽相同。但不论是简单的网络还是复杂的网络，基本上都是由计算机与外部设备、网络连接设备、传输介质以及网络协议和网络软件等组成。

1. 计算机与外部设备

计算机网络中的计算机包括主机、服务器、工作站和客户机等。计算机在网络中的作用主要是用来处理数据。计算机外部设备包括终端、打印机、大容量存储系统、电话等。

2. 网络连接设备

网络连接设备是用来进行计算机之间的互联并完成计算机之间的数据通信的。它负责控制数据的发送、接收或转发，包括信号转换、格式变换、路径选择、差错检测与恢复、通信管理与控制等。计算机网络中的网络连接设备有很多种，主要包括网络接口卡(NIC)、集线器（HUB)、路由器（Router)、集中器（Concentrator)、中继器（Repeater)、网桥（Bridge）等。此外为了实现通信，调制解调器、多路复用器等也经常在网络中使用。

3. 传输介质

计算机之间要实现通信必须先用传输介质将它们连接起来。传输介质构成网络中两台设备之间的物理通信线路，用于传输数据信号。网络中的传输介质一般分为有线和无线两种。有线传输介质是指利用电缆或光缆等来充当传输通路的传输介质，包括同轴电缆、双绞线、光缆等。无线传输介质是指利用电波或光波等充当传输通路的传输介质，包括微波、红外线、激光等。

4. 网络协议

在计算机网络技术中，一般把通信规程称做协议（Protocol）。所谓协议，就是在设计网络系统时预先作出的一系列约定（规则和标准）。数据通信必须完全遵照约定来进行。网络协议是通信双方共同遵守的一组通信规则，是计算机工作的基础。正如谈话的两个人要相互交流必须使用共同的语言一样，两个系统之间要相互通信、交换数据，也必须遵守共同的规则和约定。例如，应按什么格式组织和传输数据，如何区分不同性质的数据、传输过程中出现差错时应如何处理等。现代网络系统的协议大都采用层次型结构，这样就把一个复杂的网络协议和通信过程分解为几个简单的协议和过程，同时也极大地促进了网络协议的标准化。要了解网络的工作就必须了解网络协议。一般来说，网络协议一部分由软件实现，另一部分由硬件实现，一部分在主机中实现，另一部分在网络连接设备中实现。

5. 网络软件

同计算机一样，网络的工作也需要网络软件的控制。网络软件一方面控制网络的工作，控制、分配、管理网络资源，协调用户对网络资源的访问；另一方面则帮助用户更容易地使用网络。网络软件要完成网络协议规定的功能。在网络软件中，最重要的是网络操作系统，网络操作系统的性能往往决定了一个网络的性能和功能。

第二节　局　域　网

一、局域网（LAN）的组成与分类

局域网的组成包括硬件和软件两大部分，如表 2-2 所示。

局域网的组成　　表 2-2

分类	主要部件	具体组成	实例
硬件	计算机	服务器	文件服务器、打印服务器、数据库服务器、Web 服务器
		工作站	PC 机、工作站、终端等
	外部设备	高性能打印机、大容量磁盘等	
	通信设备	网络接口卡（NIC）	10Mb/s 网卡、100Mb/s 网卡等
		通信介质	电缆（同轴、双绞线）、光纤、无线等
		交换设备	交换机、集中器、集线器、复用器等
		互联设备	网桥、中继器、路由器等

续表

分类	主要部件	具体组成	实例
软件	网络系统软件	网络操作系统	Windows、NT、UNIX、Net Ware 等
		实用程序	
		其他	
	网络应用软件	数据库	数据库软件
		Web 服务器	Web 服务器软件
		Email 服务器	电子邮件服务器软件
		防火墙和网络管理	安全防范软件
		其他	各类开发工具软件

作为示例，图 2-1 是办公室的一个最简单局域网的构成。表 2-3 列出了构建一个简单网络所需的设备及用途的简单说明。

网络硬件清单　　表 2-3

种　类	设备名称	型号规格	用　途	数　量	备　注
计算机	各类 PC 兼容机	CPU586 以上、有足够的内存（64MB），能运行 Windows 9x 或 2000 操作系统	供普通用户使用	2 至 3 台或以上	如果有高的可靠性，应购买一台服务器级的高档计算机，价格为：5000～10000 元
网络设备	集线器（Hub）或交换机（Switch）	分别有 8，16，24 等端口的网络设备	连接各台计算机的网络设备，一个端口可连接一台计算机	1 台	集线器与交换机区别见注。 价格约：5000～10000 元
网　卡	网络适配器，又称网卡	分 10Mb/s、100Mb/s 和 10/100Mb/s 自适应三种类型	插在计算机内的 PCI 扩展槽中，负责将计算机的信息转换成到连线上的电信号	每台计算机中插一块，数量同计算机个数	建议选用 10/100Mb/s 自适应及 PCI 总线网卡。价格为：200 元
网络连线（简称网线）	非屏蔽双绞线	两端带 RJ45 插头、8 芯的五类（或更高）双绞线	连接计算机网卡与网络设备的连线	每台计算机一根，一端接计算机，一端接网络设备	目前多数场合用非屏蔽双绞线。接头可在购买网线处代做或自制。价格为：800 元/箱（约长 300m）
调制解调器（MODEM）	MODEM 和电话线	56KB 的 MODEM 外置或内置均可	将局域网通过电话线连接到 Internet 上	一台调制解调器、一条电话线	另外还可用 ISDN 来获得更快上网速度。价格为：500 元
其　他	可选或利用原有设备	打印机等		可选	
软　件	Windows 操作系统	Windows 9x 或 Windows2000 均可		安装在每台计算机上	本例为一个简单的网络环境，用 Windows 9x 即可

注：集线器与交换机都是连接计算机的一种网络设备。通常在连接 10 台以下时用集线器，不过交换机性能更好，二者价格差别也比较大。此外，要注意每根网线的长度不得超过 100m。

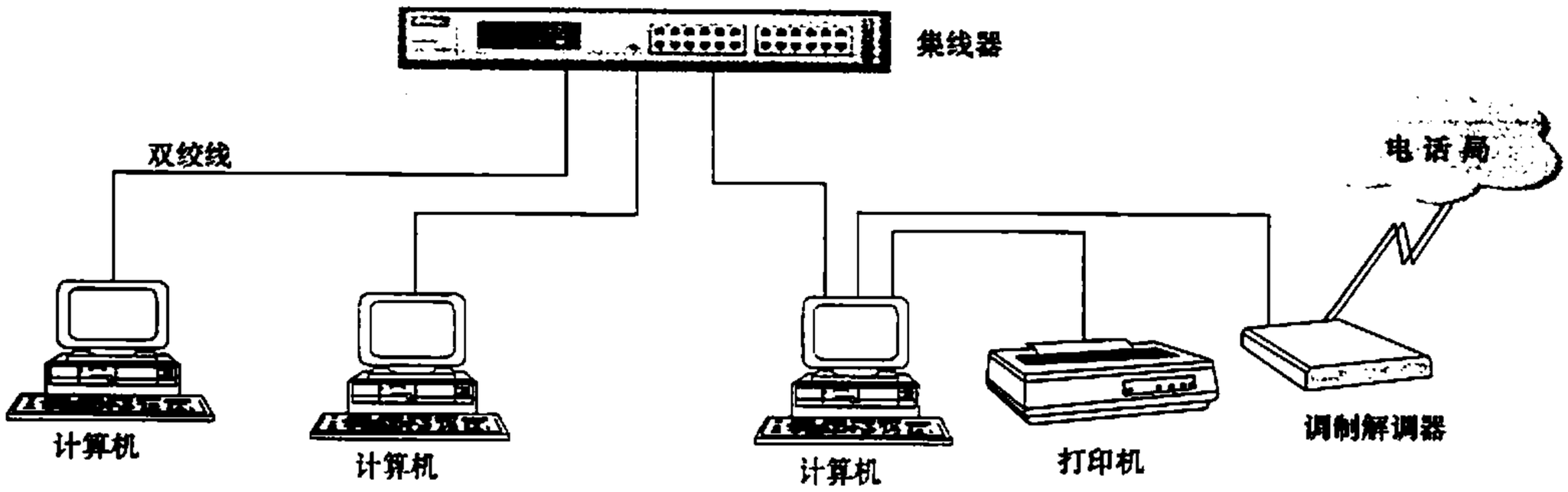


图 2-1　一个最简单网络的构成

由于图中的计算机相互间均为平等关系，不存在特殊地位的计算机，因此它是对等网。如果在网络中，为了集中统一地管理网络中所有的用户，专门设置一台（或几台）具有管理作用的特殊计算机，则称其为服务器，而其他的计算机听命于该服务器。网络中的用户资料或资源的访问控制等数据都保存在该服务器上，其他计算机需先登录到服务器上，只有经过服务器验证和允许后，才能获得网络中的功能（网络所提供的服务），即成为服务器的客户，这些计算机称其为客户机。这样结构的网络称为客户/服务器网络（Client/Server），简写为 C/S。

要构建网络系统，常见的操作系统有：Windows NT4 或 Windows2000。Windows 把该网络环境下管理的用户和资源等称为一个域。在域中，可以安装一（多）台服务器版（Server）；客户机安装 Windows NT 的工作站版（Workstation）或 Windows 2000 专业版（Professor）。另外，也有还可以用 Novell 网络系统构建，只是目前的用户数量在减少。

此外，还有一种基于服务器的网络结构。例如，在 Internet 中，用户用浏览器访问（或近或远的）Web 站点服务器，其关系也类似于客户/服务器结构，称为 B/S。只是服务器所管理的对象的要求要简单些，服务器（Server）只需向网页浏览者（Browse 用户）提供网页（一种文件格式的内容）即可，不需要对用户开放服务器的其他资源，如打印机、文件夹或为访问的用户而建立数据库等。在用户端对一般用户也不进行身份认证，只要安装浏览器访问。这种结构称为“Web 浏览”方式（B/S）。要构建这类网络结构，可以用 UNIX（Linux）或 Windows 服务器等作为网站服务器，普通用户只要安装如微软公司的 IE 或网景公司的 Netscape 浏览器再加上接入到 Internet 的通信线路即可，且使用起来更为简单。

那么，在网络设计时，如何选用对等网或是客户/服务器网络结构？一般地说，如果你的单位具有以下的特征，便可以选择对等网：

（1）单位人员编制少于 10 人（即需要接入网络的计算机少于 10 台）；

（2）单位人员都可以较为熟练地使用计算机；

（3）对网络的安全性要求不太严格，或者相信每一位员工都具有较强的安全意识；

（4）没有专职的网络管理人员；

（5）现在的资金投入不允许购买一台专用的服务器；

（6）相信每一位用户都能够单独备份一些重要的数据；

(7) 单位人员比较集中（如在同一间办公室或相邻的两面三间办公室）；
(8) 在短期内不计划对网络进行扩充。
在下列的环境中，应该为单位设计一个客户/服务器的网络：
(1) 单位人员编制多于 10 人（即需要同时接入网络的计算机多于 10 台）；
(2) 多数人不能够熟练地使用计算机；
(3) 单位的一些重要数据必须进行集中存储和管理；
(4) 本行业指定使用的一些软件必须以“客户机/服务器”模型运行；
(5) 购买和使用多个软件的费用；
(6) 单位至少有一名专职（或兼职）的网络管理人员。

二、局域网拓扑结构

拓扑结构是指网络站点间互联的方式，也指网络形状。局域网常见的拓扑结构有星形、环形、总线形和树形等，如图 2-2 所示。其中树形拓扑结构是总线形拓扑结构的一般化，或者说总线形是树形拓扑的特例。目前局域网中广泛应用的是星形拓扑结构。

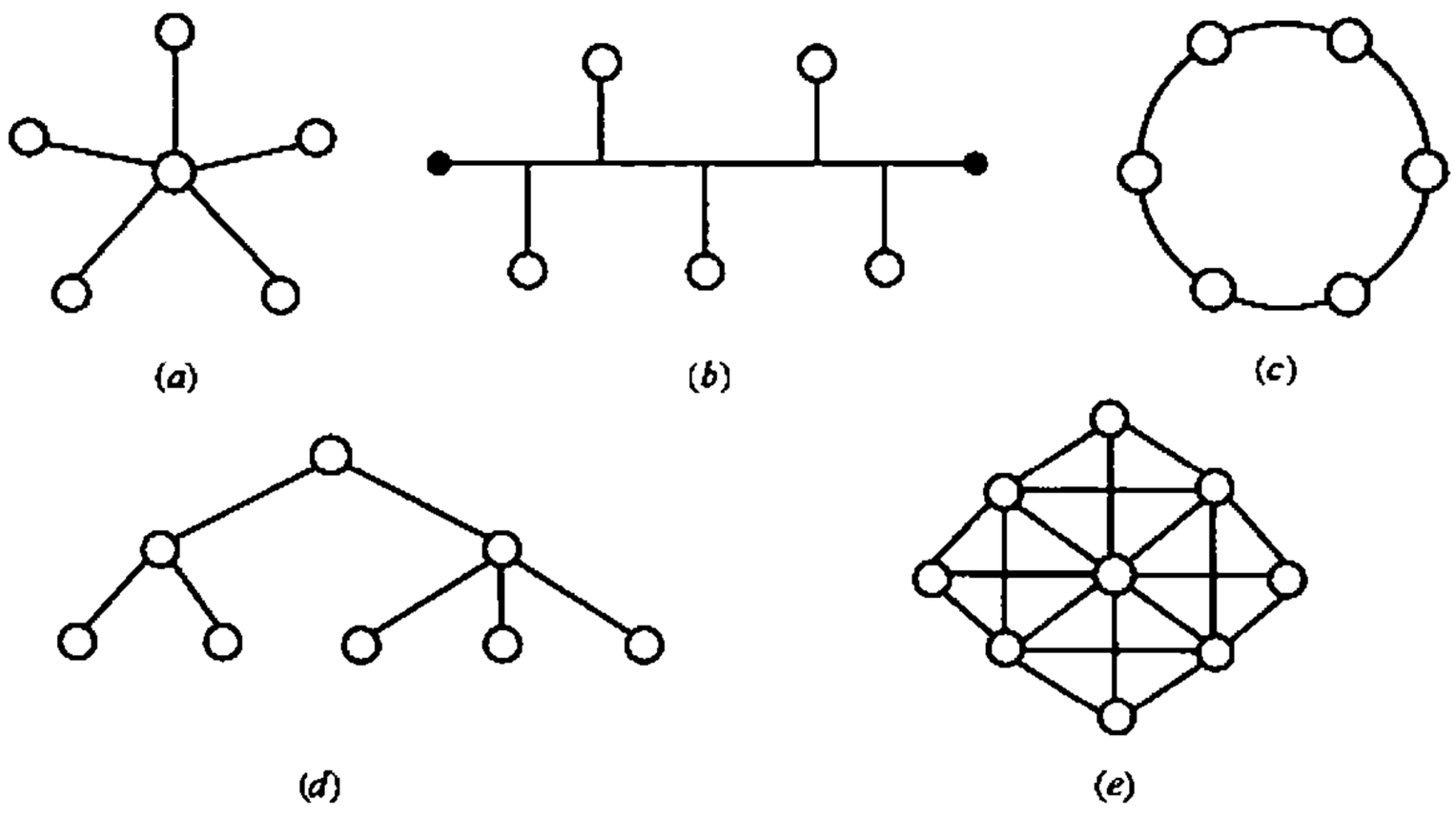


图 2-2　网络的拓扑结构
（a）星形；（b）总线形；（c）环形；（d）树形；（e）网形

对局域网的这四种常见拓扑结构进行对比，如表 2-4 所示。

局域网常见的拓扑结构　　表 2-4

	星　型　拓　扑	环　型　拓　扑	总线型/树型拓扑
结构组成	由中央节点和通过点-点链路连接到中央节点的各站点组成	各站点由一组转发器/中继器通过点-点链路组成一个封闭的环	采用单一信道（总线）作为传输介质，站点通过合适的硬件直接连接到总线上
通信方式	站点间通信通过中央节点进行数据转发	站点间通信通过点-点链路在环上传递	任何站点发送的数据都在信道上传播并被所有其他站点接收
通信控制	由中央节点执行集中式通信控制策略控制站点间通信，属于集中式控制策略	各站点都包含一定的控制发送和接收数据的控制逻辑，属于分布式控制方式	通常采用分布式控制策略来决定哪个站点使用共享的信道来发送数据

续表

	星　型　拓　扑	环　型　拓　扑	总线型/树型拓扑
优　　点	单个站点的故障只影响本站，不会影响全网；易于故障的诊断和隔离	所需电缆长度较短；链路是单方向的，可以使用光纤；不同的点-点链路可以使用不同的传输介质	所需电缆长度短，布线容易；总线属于无源传输媒体，工作可靠性高；站点的增减方便
缺　　点	对中央节点依赖性过高，容易产生瓶颈；每个节点都需要电缆和中央节点连接，电缆的代价和维护费用可观	单个站点故障会引起全网故障；故障检测和诊断困难；站点的增减会影响其他站点的工作	电缆最大长度受到限制；故障的诊断和隔离困难（树型拓扑故障诊断和隔离相对容易）

三、网 络 用 传 输 线

（1）双绞线

网络中的传输介质主要有双绞线、同轴电缆和光纤3种。中小型局域网几乎所有的网线都是双绞线。双绞线根据结构和功能的不同一般分为非屏蔽双绞线（UTP）和屏蔽双绞线（STP）两大类，STP一般只用于特殊场合（如受电磁干扰严重、易受化学物品的腐蚀等）的布线，而UTP是局域网布线的主流，如一个办公室内部、一幢大楼内部甚至相邻几幢大楼间的布线都可以通过UTP来连接。双绞线根据所能传输数据速度的不同又分为3类、4类、5类、超5类和6类几种，关于7类双绞线的标准也在讨论之中，相关产品将推向市场。

（2）同轴电缆

同轴电缆是早期局域网布线中的主要网线，近年来逐渐退出网络布线市场。根据传输频带的不同，同轴电缆可分为基带同轴电缆和宽带同轴电缆两种，其中局域网中多使用基带同轴电缆，在电缆中直接传输数字信号；而宽带同轴电缆中多传输的是模拟信号，主要用于有线电视等系统，也可用于局域网，但很少有这样的实际应用。

同轴电缆根据直径的不同又可分为粗缆和细缆两种。其中，粗缆以前主要应用于较大型局域网的布线，如连接两个在500m以下的局域网或计算机，粗缆可通过网卡或集线器上的AUI接口进行连接；细缆多使用在总线型的网络中，单根细缆的有效连接距离可达到185m，比双绞线要远。在所有的网线中，同轴电缆的传输速度最低，一般只用于10M网络的连接。

（3）光纤

光纤是由一组光导纤维组成的传输介质，它通过光信号间接地传输数字信号（中间要经过光信号与数字信号之间的转换过程）。光纤一般可分为单模光纤和多模光纤两种，两者相比，单模光纤的传输速度快、容量大，而多模光纤传输速度较慢，容量较小。一般在局域网布线中，当连接距离较长时（如达到几公里、几十公里）多使用单模光纤。

与双绞线和同轴电缆相比，光纤在布线中的成本较高，而且布线要求也高。光纤通信实际上是应用光学原理，由光发送机产生光束，将电信号转变为光信号，再把光信号导入光纤，在光纤的另一端由光接收机接收光纤上传输来的光信号，再将它还原为电信号，并经解码后传给计算机等设备进行处理。由此看来，光纤通信的过程要比双绞线、同轴电缆复杂，相应设备的成本也较高。另外，1根光纤只能进行单向信号的传输，所以在实际通

信中至少需要 2 根光纤，这也为光纤连接接口的设计带来了一定的困难。为此，虽然光纤具有比其他网线明显的优势，但它的组网成本相对较高，所以在小范围的计算机连网中使用率并不是很高。

关于双绞线、同轴电缆和光纤的性能比较，可参看表 2-5。

局域网常用传输介质的性能比较　　表 2-5

名称	分　类	常用标准	主要特点	主　要　用　途	连接距离	最大节点数
双绞线	非屏蔽双绞线（可分为 3 类、4 类、5 类、超 5 类和 6 类几种）	①5 类、超 5 类 4 对 ②5 类、超 5 类 4 对 AWG 软线	①易弯曲，易安装 ②具有阻燃性 ③布线灵活 ④将干扰减到最小	①3 类线用于语音传输及最高数据传输速率为 10Mbit/s 的数据传输 ②4 类线用于令牌网的语音传输和最高数据传输速率为 16Mbit/s 的数据传输。在以太网中没有使用 ③5 类用于语音传输和最高数据传输速率为 100Mbit/s 的数据传输 ④超 5 类用于语音传输和最高数据传输速率为 155Mbit/s 的数据传输 ⑤6 类用于语音传输和最高传输率为 200Mbit/s 的数据传输	每网段标准长度为 100m，接 4 个中继器后最大可达到 500m	
	屏蔽双绞线（可分为 3 类、5 类两种）	①5 类 4 对 24AWG100Ω ②5 类 4 对 26AWG 软线	①价格高 ②安装较为复杂 ③需专用连接器			
同轴电缆	粗缆	RG-8（50Ω）	①造价高 ②安装难度大 ③标准距离长 ④可靠性高	可用于大型局域网的主干连接，逐渐将被光纤代替	每网段 500m，最大网络范围 2500m；收发器之间最小 2.5m，收发器电缆最大为 50m	100 个
	细缆	RG-58（50Ω）	①造价低 ②安装方便 ③可靠性较差 ④网络抗干扰能力强	局域网总线部分的连接，逐渐被光纤或双绞线代替	每网段最大 185m，最大网络范围可达到 925m；两 T 型连接器间的最小距离为 0.5m	30 个
光纤	单模光纤	8.3μm/125μm	①传输频带宽，通信容量大，短距离时达几千兆的传输率 ②线路损耗低、传输距离远 ③抗干扰能力强，安全可靠 ④抗化学腐蚀能力强 ⑤制造资源丰富	①用于高速度、长距离连接 ②成本高 ③窄芯线，需要激光源 ④耗散极小，高效	可达到几千米至十千米	
	多模光纤	62.5μm/125μm；50μm/125μm；100μm/140μm		①用于低速度、短距离布线 ②成本低 ③宽芯线，聚光好 ④耗散大，低效	一般在 2000m 左右	

四、以　太　网

建立一个企业网络系统，首先要确定所选用的网络技术，这种网络技术应该是一个支持多厂商的、多协议的网络，能适应从小到大的各种规模，具有十分灵活的配置功能，并能满足为数众多的应用需求，即使其成为一个共享的、开放的、易于管理的网络。

在网络互联中包括局域网和广域网的互联。目前，最常见的网络技术包括：以太网（Ethernet）、令牌环网（Token-Ring）、快速以太网（Fast Ethernet）、FDDI 和 ATM。另外，千兆位以太网技术也已基本成熟。本节着重介绍以太网。

（一）基本以太网

以太网（Ethernet）是目前使用最为普及的局域网，基本以太网络有 10BASE-2、10BASE-T、10BASE-5 和 10BASE-F。以太网标准如下：

（1）通信标准：IEEE 802.3。

（2）传输速率：10Mbit/s。

（3）传送数据方法：CSMA/CD。

（4）网络拓扑：10BASE-2 和 10BASE-5 为总线形，10BASE-T 和 10BASE-F 为星形。

（5）传输媒介：RG-58 同轴电缆、UTP 双绞线、光纤。

10BASE-2 表示传输速率为 10Mbit/s，“BASE”表示“基带传输”，“2”表示每一区段最大传输距离为 200m；10BASE-5 的“5”表示每区段最大传输距离为 500m；10BASE-T 的“T”表示双绞线。10BASE-F 的“F”表示光缆。

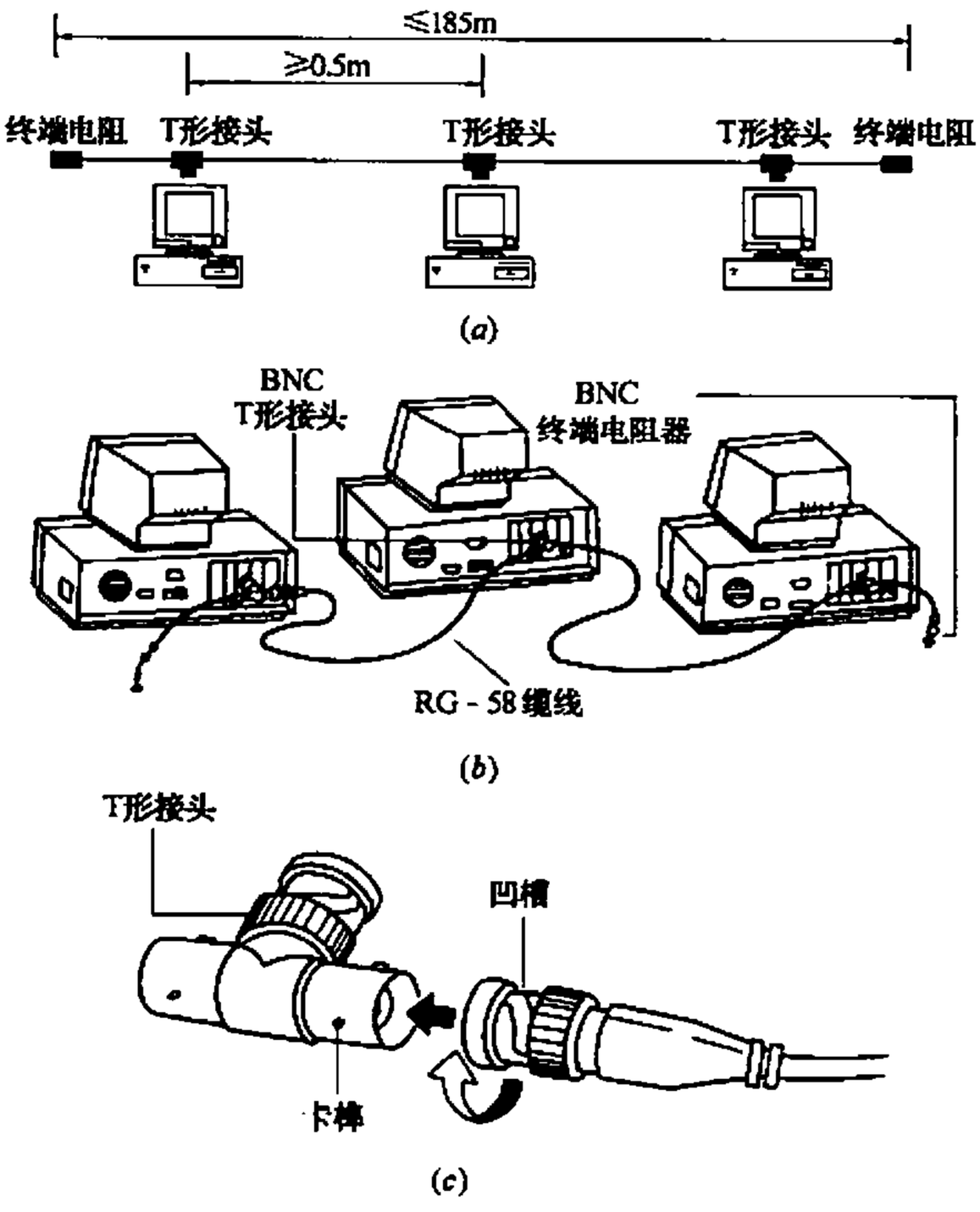


图 2-3　10BASE-2 以太网典型结构
（a）结构；（b）连接法（两端各接一个终端电阻）；（c）T 形接头与 BNC 接头

（二）细同轴电缆 10BASE-2 以太网

细同轴电缆以太网一般采用总线形物理拓扑结构和逻辑拓扑结构，主要用在小型工作组、独立部门和互联的部门等。这种网络价格便宜，安装方便，但距离有限。其典型结构如图 2-3 所示。

1. 硬件配置

（1）网络接口适配器——网络中每个节点都需要一块提供 BNC 接口的以太网卡、便携式适配器或 PCMCIA 卡。

（2）BNC-T 型连接器——细缆 Ethernet 上的每个节点通过 T 型连接器与网络进行连接，它水平方向的两个插头用于连接两段细

缆，与之垂直的插口与网络接口适配器上的 BNC 连接器相连。

（3）细缆（BG-58A/U）——直径为 5mm，特性阻抗为 50Ω 的细同轴电缆。

（4）BNC 连接器插头——安装在细缆的两端。

（5）BNC 桶型连接器——用于连接两段电缆。

（6）BNC 终端匹配器——BNC 50Ω 终端匹配器安装在干线段的两端，用于防止电子信号的反射。干线段电缆两端的终端匹配器必须有一个接地。

（7）中继器——对于使用细缆的以太网，每个干线段的长度不能超过 185m，可以用中继器连接两个干线段，以扩充主干电缆的长度。每个以太网中最多可以使用四个中继器，连接五个干线段电缆。

2. 技术参数

（1）最大的干线段长度：185m。

（2）最大网络干线电缆长度：925m。

（3）每条干线段支持的最大节点数：30。

（4）BNC-T 型连接器之间的最小距离：0.5m。

（三）粗同轴电缆 10BASE-5 以太网

粗同轴电缆以太网络采用总线形物理拓扑结构与逻辑拓扑结构（图 2-4 所示），一般用作网络的主干。粗同轴电缆的优点是传输距离远，但成本较高，需要配置额外的收发器，安装也比较麻烦。

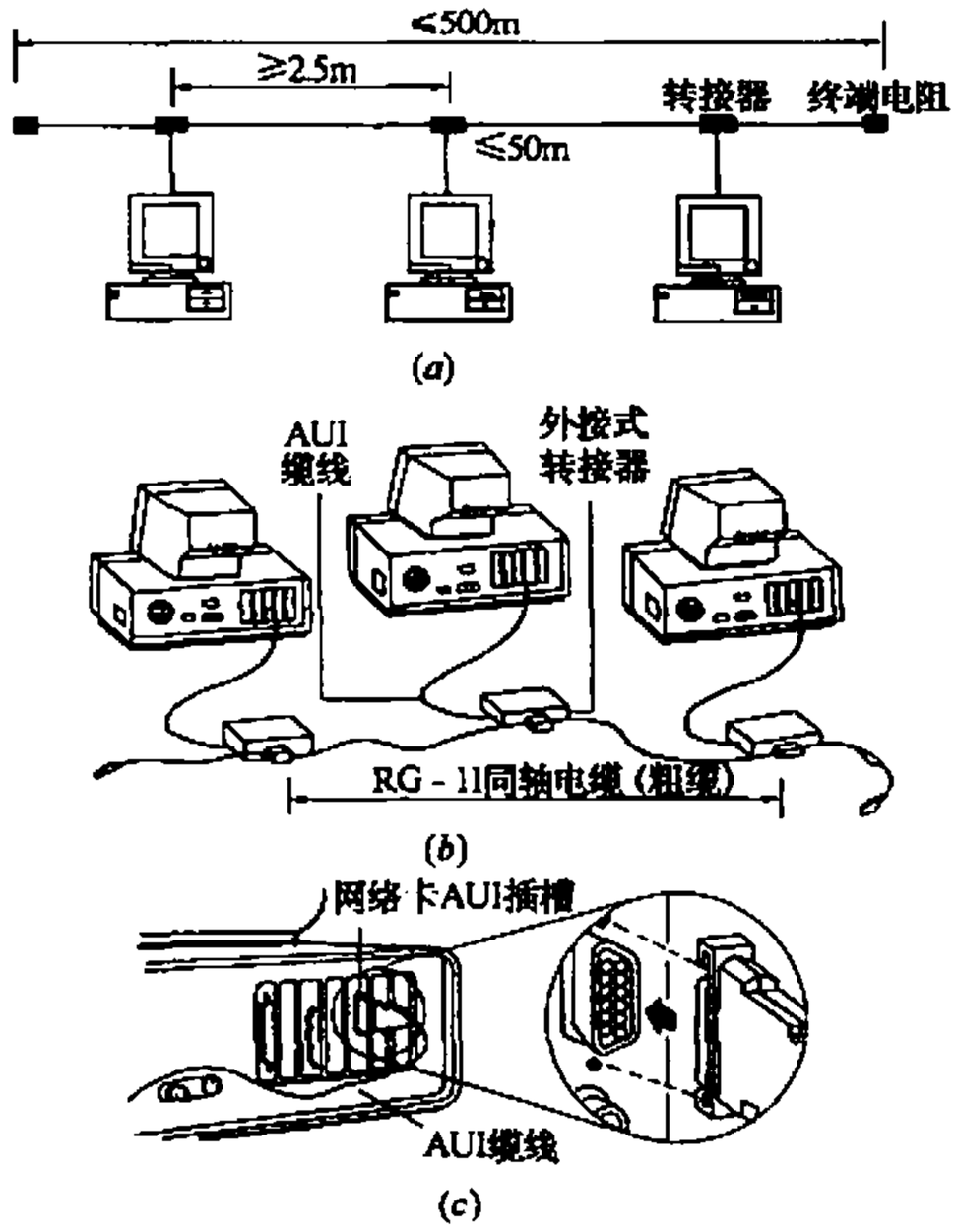


图 2-4　10BASE-5 以太网

（a）结构；（b）连接法；

（c）AUI 电缆线插入网卡 AUI 插槽

1. 硬件配置

建立一个粗缆以太网需要一系列硬件设备，包括：

（1）网络接口适配器：网络中每个节点需要一块提供 AUI 接口的以太网卡、便携式适配器或 PCMCIA 卡。

（2）收发器（Transceiver）：粗缆以太网上的每个节点通过安装在干线电缆上的外部收发器与网络连接。在连接粗缆以太网时，用户可以选择任何一种标准的以太网类型的外部收发器。

（3）收发器电缆：用于连接节点和外部收发器，通常称为 AUI 电缆。

（4）粗缆（RG-11 A/U）：直径为 10mm，特征阻抗为 50Ω 的粗同轴电缆，每隔 2.5m 有一个标记。

（5）N-系列连接器插头：安装在粗缆段的两端。

（6）N-系列桶型连接器：用于连接两段电缆。

（7）N-系列终端匹配器：N-系列 50Ω 的终端匹配器安装在干线电缆段的两端，用于防止电子信号的反射。干线电缆段两端的终端匹配器必须有一个接地。

（8）中继器：对于使用粗缆的以太网，每个干线段的长度不能超过 500m，可以用中继器连接两个干线段，以扩充主干电缆的长度。每个以太网中最多可以使用四个中继器，连接五段干线电缆。

2. 技术参数

（1）最大干线长度：500m。

（2）最大网络干线电缆长度：2500m。

（3）每条干线段支持的最大节点数：100。

（4）收发器之间的最小距离：2.5m。

（5）收发器电缆的最大长度：50m。

（四）双绞线 10BASE-T 以太网

10BASET 以太网系统由集线器、网卡以及双绞线组成，网卡与集线器、集线器之间通过 RJ-45 连接器连接双绞线，一个 RJ-45 连接器最多可连接四对双绞线，但 10BASE-T 中仅使用其中的 1、2 和 3、6 两对。10BASE-T 是目前极受欢迎的组网方式，而且已发展到 100BAST-T 规范，甚至到 1000Mbps 的传输率。

10BASE-T 的物理层标准如下：

（1）传输介质：无屏蔽双绞线（24-AWG UTP），采用 4 线两两相绞，特性阻抗 100Ω。

（2）信号方式：基带信号。

（3）拓扑结构：星形或树形。

（4）每段双绞线的最大长度：100m。

（5）最多允许 4 个 HUB 级联，HUB 与 HUB 之间的双绞线最大长度也为 100m。

（6）最大覆盖范围：500m。

（7）每个 HUB 最多可接站点数：96 个。

（8）全网最多工作站个数：250 个。

（9）数据传输率：10Mbps。

其组网用到的器件有：

（1）3 类无屏蔽双绞线（24-AWG），4 线两两相绞。现有的标准多股电话电缆符合上述指标。

（2）RJ45 接头（又称水晶头）。接在每段双绞线的两端，用来与 HUB 或网卡上的 RJ45 插座相连。如果用 4 线双绞线，就只用其中 1，2，3，6 四个引脚。如果用 8 线双绞线，则只要求双绞线两端的 RJ45 引脚一一对应就行。TIA-568A 标准规定 RJ45 上的双绞线颜色次序为：白绿、绿、白橙、白蓝、蓝、橙、白棕、棕。

（3）支持 10BASE-T 的以太网卡，即网卡上有 RJ45 插座。

（4）HUB（集线器）。

10BASE-T 物理上采用的是星形拓扑结构，却使用了以太网总线形 CSMA/CD 介质访问控制协议，这完全得助于 HUB。HUB 采用了网段微化的观点，将总线缩短到一个小盒子中，而将总线到工作站的距离延长，使用双绞线连接，于是构成 10BASE-T 的物理星（树）形结构。图 2-1 就是利用 HUB 组建 10BASE-T 的一种典型接法。

10BASE-T 双绞线以太网络的特点：

（1）联网的计算机须安装有带 RJ-45 双绞线接口的以太网卡。

(2) 所用的双绞线应为符合 EIA 标准的第 3 类或第 5 类 4 对 8 芯无屏蔽双绞线(UTP)，一般不宜采用已有的电话双绞线。一根双绞线的最大长度为 100m。

(3) 计算机和集线器 Hub 之间用两端带有 RJ-45 接头的双绞线相联。

值得注意的是，各厂家对 HUB 的可堆叠数目和可级联数目的限制不尽相同，使用时需参照安装说明书。有关接法还可参阅后面的图 2-25 和图 2-26。此外，还可以用网桥或以太网交换器把多个这样的网段桥接起来，进一步扩大连接距离。

(五) 10BASE-F

由于 10BASE-T 中双绞线的最大长度只有 100m，有时难以满足多层楼房和楼间的需要，因此以光纤为传输介质的 HUB 便应运而生，这便是满足 10BASE-F 规范的产品。由于光纤具有传输距离远，抗电磁干扰能力强的优点，特别适合于楼间或楼内电磁干扰强的场合。实践中综合布线系统的楼房间和楼层间通信线路常采用光缆。10BASE-F 的物理层标准如下：

(1) 传输介质：双向（一对两根）光纤。实践中使用 62.5μm/125μm 多模光纤较多。

(2) 拓扑结构：星形（树形）。

(3) 每段光缆的最大长度：1km 以上。

(4) 数据传输率：10Mbit/s。

其组网时需要的设备有：

(1) 光纤集线器（光纤 HUB)。光纤 HUB 除了提供若干个符合 10BASE-F 规范的光纤端口外，通常还有若干 10BASE-T 端口，一个 DIX 或 BNC 端口，以便与同轴电缆及双绞线混合连接。

(2) 光缆及光缆插头。光缆中至少安装一对光纤，发送与接收信号各占一根。光缆两端接有光缆插头。

(3) 支持光纤的以太网卡。这样的网卡可直接连光纤，支持 10Mbps 传输率。安装方法与其他以太网卡相同。

(4) 收发器及光电转接器。若用户原来在电脑上配的网卡不能连接光缆，则可以选用一个收发器，一端通过光缆连到光纤 HUB，一端通过 AUI 接口与网卡相连。此外光电转换器还可把同轴电缆网段连到光纤 HUB 上，或把两个相距 1～2km 的同轴电缆段或双绞线以太网连接起来。

几种 10Mbps 以太网的性能比较，如表 2-6 所示。

四种 10Mbps 以太网物理性能比较　　表 2-6

	10BASE5	10BASE2	10BASET	10BASEF
收发器	外置设备	内置芯片	内置芯片	内置芯片
传输媒体	φ10，50Ω 同轴电缆	φ5，50Ω 同轴电缆	3、4、5 类非屏蔽双绞线	62.5/125 多模光纤
最长媒体段	500m	185m	100m	2000m
拓扑结构	总线形	总线形	星　形	星　形
中继器/集线器	中继器	中继器	集线器	集线器
最大跨距/媒体段数	2.5km/5	925m/5	500m/5	4km/2
网卡上连接端	9 芯 D 形 AUI	BNC，T 形头	RJ-45	ST
特　　点	粗同轴电缆价格昂贵，而且需要专业化安装	价格低廉，便于安装，但可靠性低	价格低廉，安装方便，故障检测定位容易，可靠性高	可靠性高，价格昂贵，需要专业化安装

使用非屏蔽双绞线作为传输媒体、星形拓扑结构的 10BASET 以太网由于价格低廉、安装方便、可靠性高、故障检测定位容易等特点成为目前最为流行的以太网组网技术。

五、令 牌 环 网

令牌环（Token Ring）网标准如下：

（1）通信标准：IEEE 802.5；

（2）传输速率：4/16Mbit/s；

（3）传送数据方法：Token Passing；

（4）网络拓扑：实体以星形连接，但逻辑以环形传输；

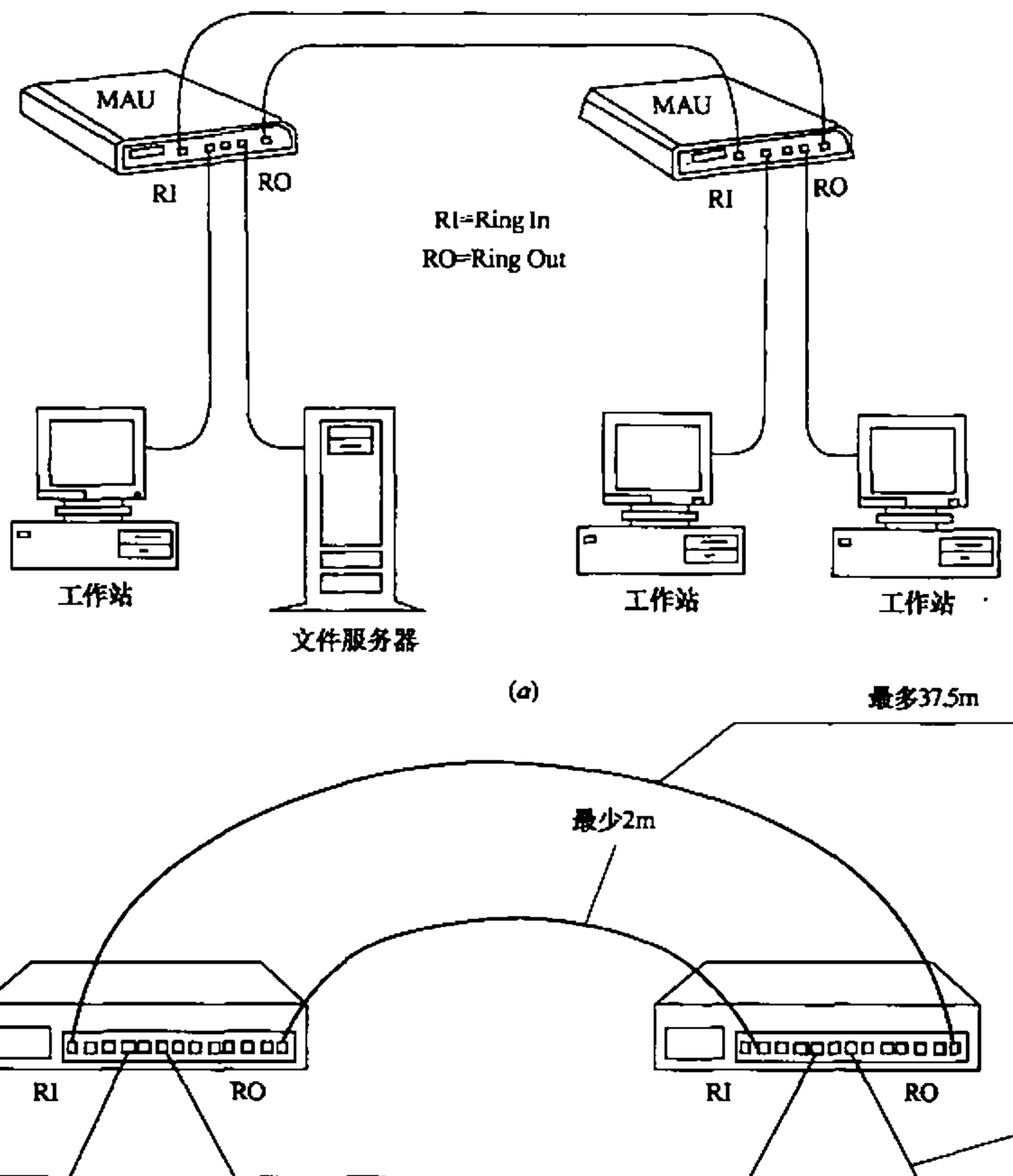


图 2-5　令牌环网

（a）Token Ring 网络的实际连线；（b）Token Ring 网络的架线规则

（5）传输媒介：IBM Tgpe6 电缆、STP/UTP 双绞线、光纤。

令牌环（Token Ring）网最初由 IBM 在 20 世纪 70 年代开发，其应用仅次于以太网，在局域网中名列第二位。IEEE 802.5 标准是在 IBM 令牌环网基础上形成的，并且一直受到令牌环网发展的影响。令牌环网的网络结构如图 2-5 所示。从图中可以看出，所有的 MAU（多站访问单元）构成一个闭合环，一个 MAU 可连接若干个工作站。

组成令牌环网所需的基本部件包括：网络接口适配器（即安装在网络工作站、服务器上的网卡）、多站访问单元 MAU、传输介质及连接附件。

六、FDDI　网

FDDI 网络标准如下：

（1）通信标准：ANSI×3T9.5。

（2）传输速率：100Mbit/s。

（3）传送数据方法：Token Passing。

（4）网络拓扑：实体拓扑为星形，逻辑拓扑为环形。

（5）传输媒介：光纤。

（6）传输距离：每个 FDDI 环可连接 500 节点（工作站），节点间距离可达 2km，总距离可达 100km。

FDDI 标准是由美国国家标准协会（ANSI）在 20 世纪 80 年代确定的，其标准号为 ANSI X3T9.5。随即将此规范递交给了 ISO，ISO 据此建立了与 ANSI X3T9.5 兼容的国际标准。FDDI 不仅可用于将高速的计算机连接起来，更常常被用于作为一个网的主干网，如图 2-6 所示。

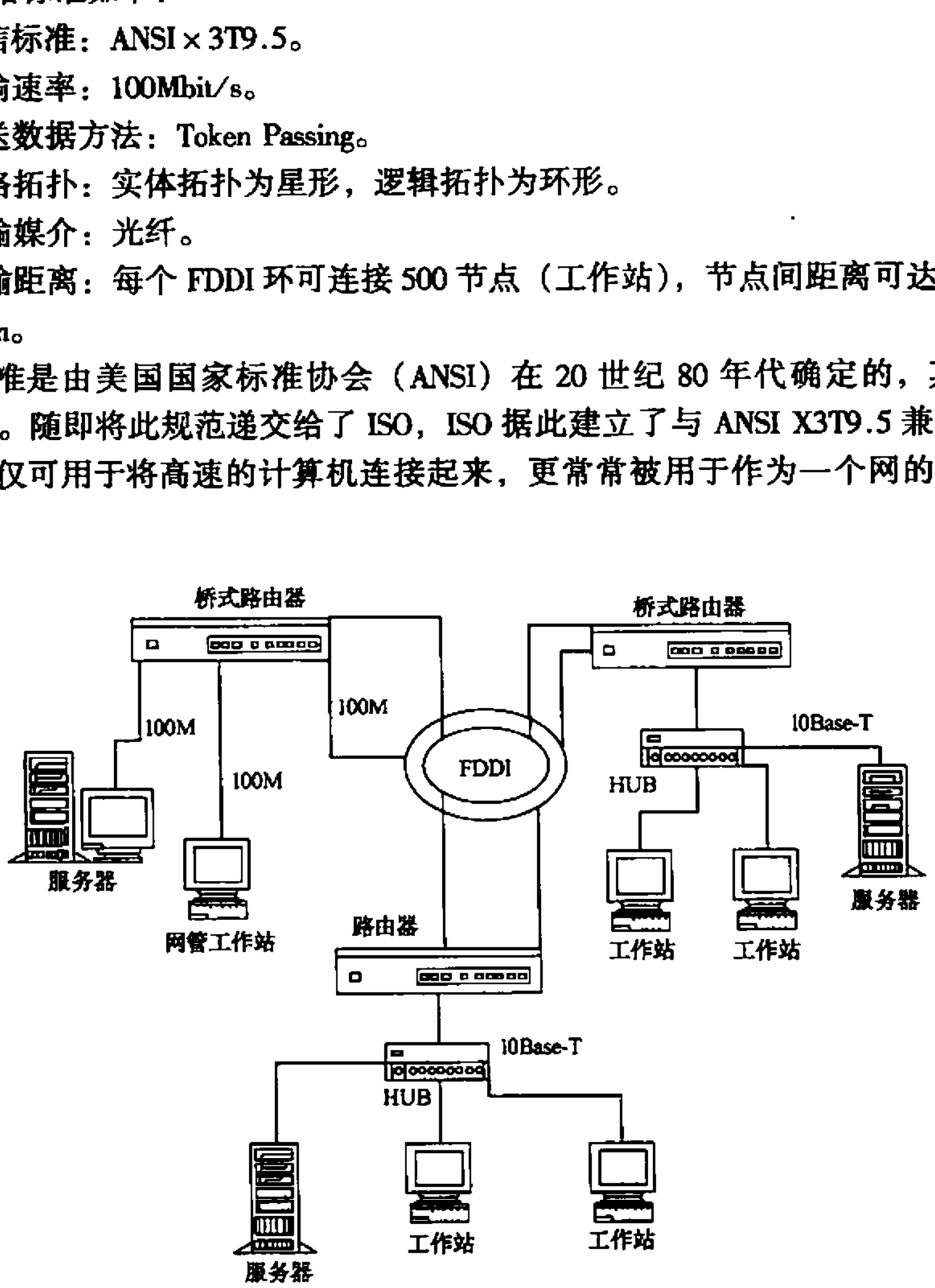


图 2-6　FDDI 作为主干的典型应用

FDDI 和令牌环网的媒体访问控制标准 IEEE 802.5 十分接近，只是由于采用光纤作传输媒体，数据速率很高，因而仅仅做了一些相应的修改而已。

由于 FDDI 采用了类似令牌环网的访问控制协议，使 FDDI 具有以下优点：

（1）令牌环网协议在重负载条件下，运行的效率仍很高。因此，FDDI 可得到与令牌环网同样高的效率。

（2）FDDI 使用与令牌环网相似的数据帧格式，有利于各种令牌环网之间的互联，且不管它们的传输速率如何。

（3）对于已经熟悉令牌环网的网络技术人员，不需要再花费更多的精力去重新学习新知识，这样有利于 FDDI 的推广和应用。

（4）采用双环拓扑结构，可增加冗余度，提高可靠性。

FDDI 系列包括以下几类：光纤分布数据接口 FDDI、铜线分布数据接口 CDDI、二型光纤分布数据接口 FDDI Ⅱ和增强局域网的 FDDI（称 FFOL）。

FDDI 适合用于主干网，大概占 FDDI 应用的 70% ~ 80%。FDDI 和 CDDI 支持异步数据传输服务，而 FDDI Ⅱ支持等时服务，可用于图像和声音的传输。而且最新的激光技术（780nm/850nm）的发展使 FDDI 器件的价格大大降低。

实践证明，FDDI 确实是一个很好的网络技术。但它也有其不足之处。例如：

（1）FDDI 到以太网或令牌环网的网桥和路由器的连接与管理还相当复杂，这是由于 FDDI 的数据包格式与用于以太网和令牌环网的数据帧格式相差很大，使得 FDDI 的网桥或路由器在运行中不得不执行复杂的数据转换。

（2）由于 FDDI 网络管理标准 SMT（站管理）的发展过程过于复杂，使得 FDDI 网站的管理也就相当复杂，使用 SMT 所花的代价远远超过它所能提供的价值。FDDI 的组网费用仍然相对较高，大规模应用还不可能。

七、ATM　　网

ATM 是 Asynchronous Transfer Mode 的缩写，中文的意思是异步传输模式。为适应传送宽带综合业务数字网（B-TSDN，Broadband-Integrated Services Digital Network）可变速率业务的发展，人们通过不断探索，发现以下三种技术可以很好地实现宽带传输业务，即：

（1）以光纤为传输介质的传输技术；

（2）以同步数字体系 SDH 为传输网络的通信技术；

（3）以异步转移模式 ATM 为交换技术的网络技术。

ATM 是一种新型的网络交换技术，是 20 世纪 80 年代中期开发的新技术，它吸收了传统网络技术的优点，克服了它们的不足，已经成为局域网、城域网和广域网的关键技术，是 B-ISDN 的重要基础。ATM 的基本特征在于以信元（Cell）为单位的信息传输、复用和交换，每个信元长度为固定的 53 个字节，采用基于信元的异步时间分割模式，即异步转移模式 ATM。ATM 的优点主要表现在：

（1）ATM 是一种战略性的先进技术方案，它以异步传输模式帮助解决了网络中的各种技术难题。它不仅满足了用户对带宽的要求，而且使局域网和广域网有机融合为一体。

（2）在 ATM 体系结构的网络中，仅需要配置工作站和交换机两种设备，不再需要配置路由器等网络连接设备，简化了网络安装和维护。同时，用户只要通过 ATM 交换机建立交换虚电路，就可相互通信，具有特别的灵活性。

（3）ATM 网络可以实现高速率宽带传输，能提供 51～622Mb/s 的传输频带，并可以扩充至几吉比特率的超高速率。同时，在 ATM 网络中，工作站采用端到端链路连接，不直接共享传输线路带宽，实行按需分配带宽，从而降低了用户对传输带宽不断增长的需求压力。

（4）ATM 采用固定长度（53 个字节，其中，5 个字节为信源头，48 个字节为数据）的信元传输，可以获得极大的传输带宽及可扩充性，提供突发性、宽频带传输支持，满足实时视频、音频等信息传输要求。

当然，ATM 也存在自身的不足，例如在成熟性和价格等方面还面临严峻的挑战。

当信息传输容量差别很大，并且要求所组建的网络有极强的适应能力，能以不同的速率传输数据、图像和音频信号时，采用 ATM 技术组网为好。ATM 可应用于工作组环境或广域网环境，并可有各种不同的完整的组网方案。ATM 最主要的特点就是网络的带宽可按需分配和扩充。

ATM 交换器和网站之间的链路可使用多种速率。100Mbps 光纤链路（100Mbps～155Mbps）用于把服务器连到网上。25Mbps 到 51Mbps 的非屏蔽双绞线链路可用作用户速率链路；622Mbps 以上的单模光纤可用于未来的交换器互联链路。对两种不同链路的速率进行匹配是 ATM 交换器的固有功能之一，它不需要额外的网桥进行速度转换。ATM 网如图 2-7 所示。

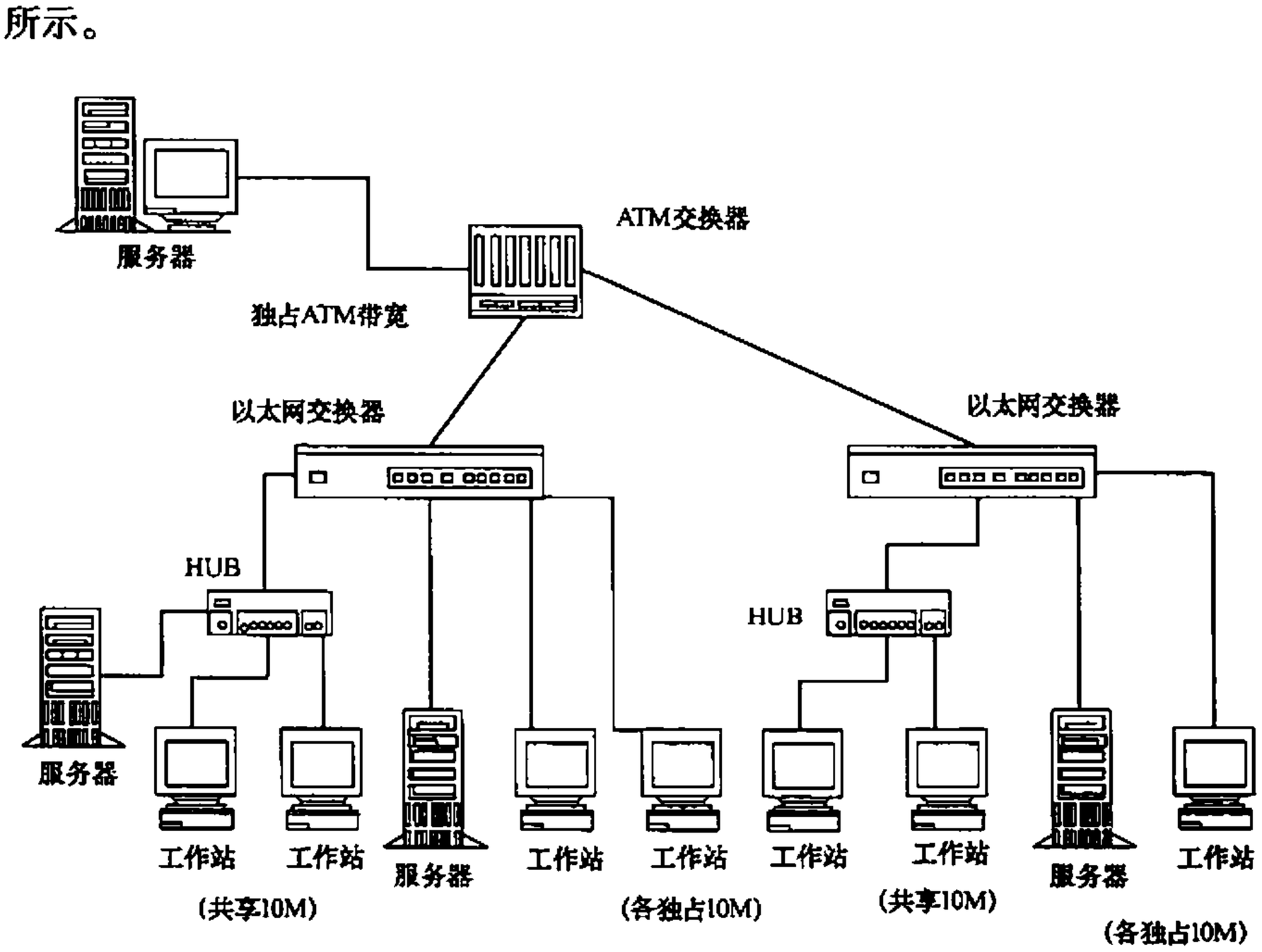


图 2-7　ATM 网示意图

表 2-7 列出四种常见网络类型的对比。

常见网络类型的比较　　表 2-7

网络类型	典型应用环境	对布线的要求	特　点	网络设备	价　格
以太网	小型工作组、中型部门、大型网的组成部分	10M 以太网：双绞线（三类或五类）、光纤、同轴电缆还有高速以太网	简单，是国内主要的网络类型，用于绝大多数办公室自动化环境	集线器、交换器、路由器	低
令牌环	IBM 主机系统	双绞线或光纤	成本较高，在国内应用范围不广，主要是 IBM 环境，国内某些行业（如金融）使用较多	集线路、网桥、路由器、交换器	中
FDDI	一幢大楼的主干、一个园区的主干	光纤或双绞线（五类）	高速，成本较高	集线器、路由器	高
ATM	大数据传输环境如多媒体，可以作为主干，也可以是工作组用	光纤或双绞线（五类）	新兴技术，适应范围很大	交换器	高

八、快速以太网（100BASE-T）

随着人们逐步转向客户机/服务器和分布式多媒体计算服务，10Mbit/s 的网络传输率已越来越不能满足要求，迫切需要提高网络的传输速度。因此，发展起基于 10BASE-T 和 10BASE-F 的快速以太网（100BASE-T），其数据传输率达到 100Mbit/s。它的帧结构和媒体访问控制方式仍按照 IEEE 802.3 的基本标准，媒体和媒体布局向下兼容 10BASE-T 和 10BASE-F。

快速以太网标准 100BASE-T，包括 100BASE-TX，100BASE-T4 和 100BASE-FX。此外还有一种 100BASE-VG，可以用 3 类 UTP，即能把以太网和令牌网很好结合在一起。

（一）100BASE-TX 和 100BASE-T4

100BASE-TX（又称 IEEE 802.3u）是一种直接将 10BASE-T 升级到 100Mbit/s 的以太网，仍然使用 CSMA/CD，其性能比 10BASE-T 提高了 10 倍，但价格却只有 10BASE-T 的 2 倍左右。使用 5 类无屏蔽双绞线和标准的 RJ45 接头。和 10BASE-T 一样只用两对线，维持 10BASE-T 的布线拓扑，HUB 与工作站之间的最大距离也是 100m。但 HUB 的级联最多只允许两个，HUB 与 HUB 的距离最长只允许 5m。

100BASE-T4 是继承 10BASET 的 3 类无屏蔽双绞线布线环境，也采用标准的 RJ45 接头，但要用 4 对线（其中三对用作数据传输，一对用作碰撞检测），从而在布线不变的情况下直接将网络设备升级成 100Mbit/s 快速以太网系统。

图 2-8 是 100BASE-TX 组网示意图。图中服务器和通信量大的工作站直接接在 100Mbit/s HUB 上，需要在这些计算机上安装 100Mbit/s 以太网卡。100BASE-T 网与 10BASE-T 类似，也是借 100BASE-T 集线器 HUB（通常是 Switch HUB）以星形拓扑将各节点连接。各网络设备与 HUB 间最大距离为 100m，HUB 与 HUB 间（即各堆栈 HUB 间）的最大距离为 5m。图 2-9 是 100BASE-T 与 10BASE-T 共存的网络结构。

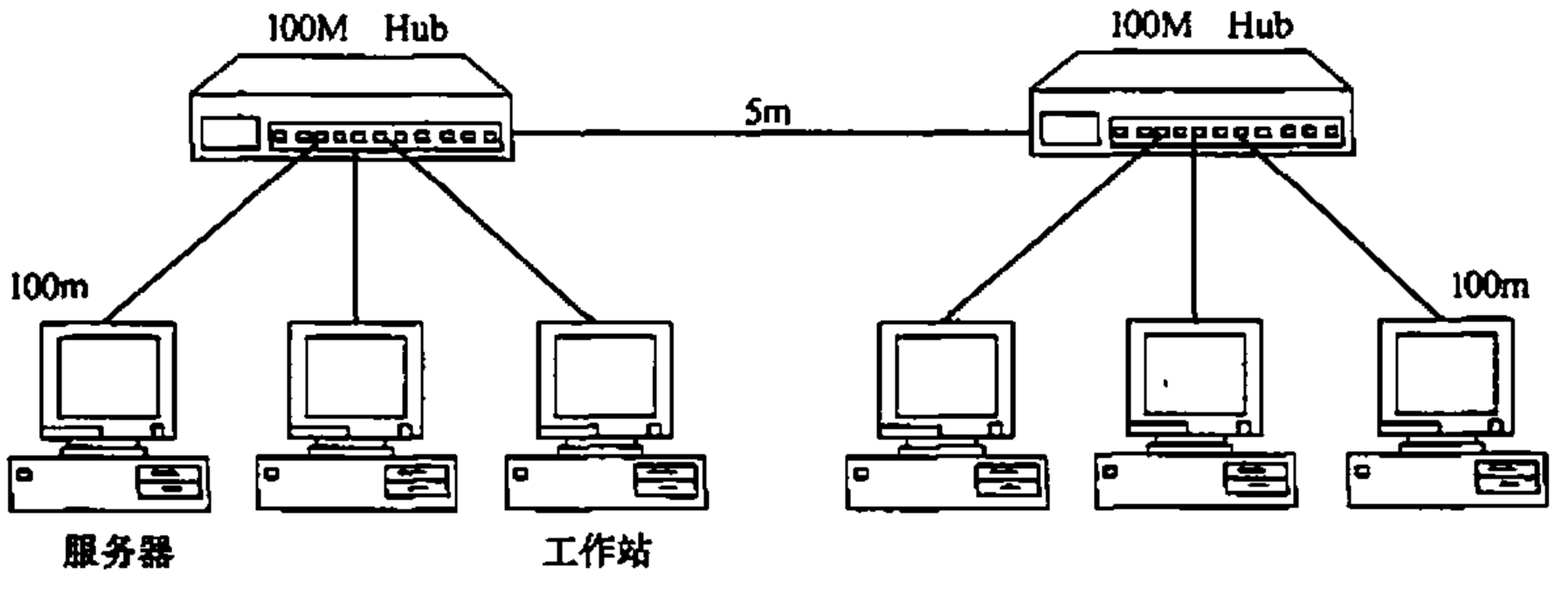


图 2-8　100BASE-T 的基本结构

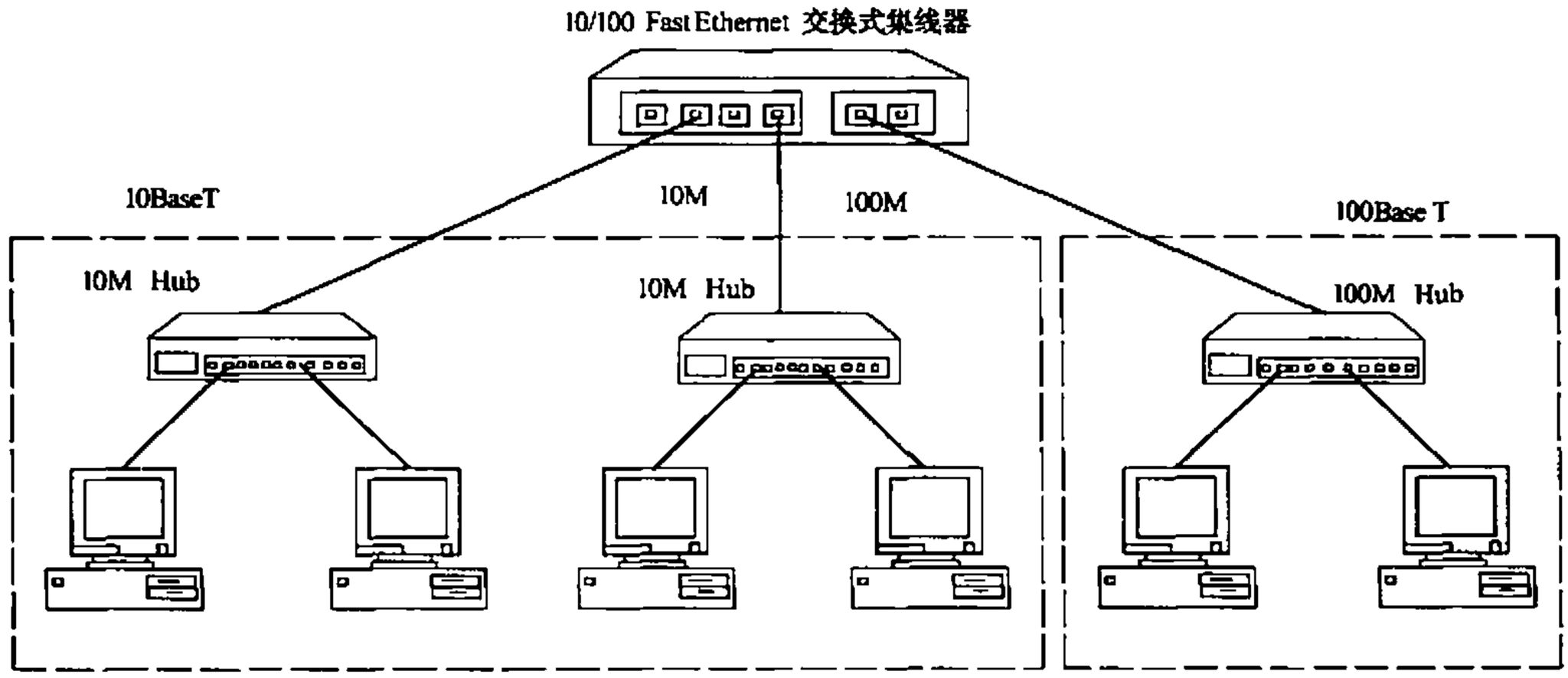


图 2-9　100BASE-T 与 10BASE-T 共存的结构

（二）100BASE-FX

100BASE-TX 虽然把 10BASE-T 的传输率提高了 10 倍，但连接距离没有增加。而以光纤为传输介质的高速以太网标准 100BASE-FX 既能提高传输率，又能增加连接距离，故用得越来越广泛。

100BASE-FX 使用一对 62.5/125μm 光纤，采用与 100BASE-TX 类似的信号设计方法。HUB 与站点间的最远距离可达 400m。在实际使用中，100BASE-FX 端口多做在交换器上。

（三）100BASE-VG

100BASE-VG 原名为 100VG-Any LAN，1995 年被正式确定为 IEEE 802.12 国际标准。采用按需优先轮询访问方法。100BASE-VG 能支持以太网或者令牌环网的帧结构，但不能在同一网络上同时支持两种帧结构，在同一网上只能选用其中一个帧结构。

100BASE-VG 支持使用 3 类、4 类和 5 类三种 UTP，但要用 4 对。集线器数目和站点距离的限制与 10BASE-T 一样，这一点比 100BASE-TX 优越。100BASE-VG 也支持使用光纤链路。但 100BASE-VG 集线器和网卡价格比 100BASE-T 的要贵。

为了便于大家更直观地对这四种高速网络技术有一个比较，表 2-8 列出了它们的主要特性。目前，以 100BASE-TX 应用最多。

四种高速以太网技术比较　　表 2-8

网络类型	100BASE-TX	100VG-AnyLan	FDDI	ATM
介质服务协议	CSMA/CD 方式	按需优先方式	令牌访问方式	异步传输方式
传输效率	不　高	较　高	高	高
带　宽	100Mbit/s	100Mbit/s	100Mbit/s	≥155Mbit/s
延迟性	较　大	较　小	较　小	小
支持标准	802.3u	802.12	ANSIx3T9.5	ATM 论坛
兼容性	完全兼容以太网	可以兼容以太网和令牌环网	可以兼容令牌环网	提供多种接口
互操作性	强	强	非常可靠	有　限
拓扑结构	星　形	星　形	双环形	星　形
安全可靠性	安　全	安　全	更安全	安　全
一般传输介质	5 类双绞线	3 类、5 类双绞线	多模式光纤	单模式光纤
中继器（物理设备）	允许 2 个	允许 5 个	在一个 FDDI 网段中只有 500 个站点	通过加入交换扩充 ATM
网络跨距	100m	100m	2km	40km
网络覆盖面	200m	500m	100km	适用于广域网
花　费	从以太网升级，花费很少	从以太网升级，花费很少	主要在于传输媒质的花费，较为昂贵	花费昂贵
应　用	学校实验室、公司、办公室内的网络互联，应用广	视频、广播、医疗及教学等的多媒体局域网	校园主干网、企业主干网	国家银行、大型企业主干网，B-ISDN

九、千 兆 位 以 太 网

（一）千兆位以太网简介

千兆位以太网是 10Mbit/s（10BASE-T）以太网和 100Mbit/s（100BASE-T）快速以太网标准的一个扩展，其向下兼容 10BASE-T 及 100BASE-T。它可以提供 1000Mbit/s 的原始数据带宽，同时和现有的以太网保持完全兼容。千兆位以太网提供全双工或半双工工作模式，在半双工的情况下，千兆位以太网还将保持 CSMA/CD 存取方式，并可建立在光纤信道物理信号传输技术的基础之上，适用于在光纤导线上达到 1000Mbit/s 的数据传输速率。

IEEE 802.3z 委员会于 1998 年建立千兆位以太网标准，千兆位以太网标准可支持多种介质，IEEE 802.3z 标准提供了四种物理层标准：

1.1000BASE-LX

1000BASE-LX 的传输媒体是单模光纤或多模光纤，采用长波激光作为信号源，激光波长为 1300nm。1000BASE-LX 使用 8B/10B 编码/译码技术。

当使用 62.5μm 和 50μm 多模光纤时，距离范围在 2～550m。

当使用 10μm 单模光纤时，距离范围在 2～5000m。

光纤与设备的连接使用 SC 型光纤连接器。

2.1000BASE-SX

1000BASE-SX 的传输媒体为多模光纤，不支持单模光纤，采用短波激光作为信号源，激光波长为 800nm。1000BASE-LX 使用 8B/10B 编码/译码技术。

当使用 62.5μm 多模光纤时，距离范围在 2～275m。

当使用 50μm 多模光纤时，距离范围在 2～550m。

光纤与设备的连接使用 SC 型光纤连接器。

3．1000BASE-CX

1000BASE-CX 的媒体是一种短距离屏蔽铜缆，采用高质量平衡双绞线对，不符合 STP 屏蔽双绞线的标准。连接这种电缆的端口配置 9 芯的 D 型连接器，利用其中的四芯组成两对双绞线。双绞线的特性阻抗是 150Ω。短距离屏蔽铜缆的最大距离是 25m。1000BASE-CX 使用 8B/10B 编码/译码技术。

1000BASE-CX 的短距离铜缆连接适用于一个机房内高速设备间的连接、高速主干网的连接或者机房配线架上以跳线方式的连接。

4．1000BASE-T

1000BASE-T 是一种价格低廉、不易被破坏并具有良好性能的技术。首先，它可以继续使用 5 类非屏蔽双绞线，线上的传输距离最远可达 100m；同时，它支持以太网 MAC 子层，而且可以后向兼容 10/100Mbps 以太网技术。另外，1000BASE-T 产品都将支持 100/1000Mbps 自动协商功能。因此，1000BASE-T 可以直接在快速以太网络中通过升级实现。

1000BASE-T 是专门为在 5 类双绞线上传送数据而设计的。1Gbps 的传送速率可以等效地看作在四对双绞线上实现，每对的传送速率为 250Mbpa（250Mbpa × 4 = 1Gbps）。

以太网所有技术都存在传输距离的限制。虽然千兆位以太网在传输速率上有显著提高，但其传输距离却没有得到改善。表 2-9 是一个基本的对比。表 2-10 和表 2-11 给出了千兆以太网中常用的传输介质及其传输距离。

千兆以太网与以太网、快速以太网的比较　　表 2-9

	以　太　网	快速以太网	千兆以太网
速　率	10Mbit/s	100Mbit/s	1000Mbit/s
5 类 UTP 线缆	100m（最小）	100m	100m
屏蔽铜线	500m	100m	25m
多模光纤	2000m	412m（半双工） 2000m（全双工）	220－550m
单模光纤	25km	20km	3km

千兆位以太网技术比较　　表 2-10

	1000BASEX			1000BASET
	1000BASECX	1000BASELX	1000BASESX	
信号源	电信号	长波激光	短波激光	电信号
传输媒体	TW 型屏蔽铜缆	多模/单模光纤	多模光纤	5 类非屏蔽双绞线
连接器	9 芯 D 型连接器	SC 型光纤连接器	SC 型光纤连接器	RJ-45

续表

	1000BASEX			1000BASET
	1000BASECX	1000BASELX	1000BASESX	
最大跨距	25m	多模光纤：550m 单模光纤：3km	62.5μm 多模：300m 50μm 多模：525m	100m
编码/译码	8B/10B 编码/译码方案			专门的编码/译码方案
技术标准	IEEE 802.3z			IEEE 802.3ab

千兆位以上网络使用的光纤材料及传输距离　　表 2-11

应　用	数据传输率	多　模　光　纤					单模光纤
		62.5/125μm		50/125μm		塑料光纤	
		850nm	1300nm	850nm	1300nm	650nm	1300nm
千兆网	1000Mbps	220m	550m	500m	550m	—	5000m
ATM	50Mbps	2000m	2000m	2000m	2000m	50m	—
	155Mbps	1000m	2000m	1000m	2000m	50m	—
	622Mbps	300m	500m	300m	500m	—	5000m
光通道 (Fibre Channel)	1.062Gbps	175m	—	500m	—	—	10000m
	2.215Gbps	—	—	300m	—	—	2000m
	4.25Gbps	—	—	100m	—	—	2000m

与 10BASE 和 100BASE 以太网类似，千兆以太网系统也包括共享型和交换型两类，共享型由共享型集线器组成，交换型则由交换机组成。

千兆位以太网交换机的每个端口均提供 1000Mbit/s 的传输速度，可以同时提供全双工和半双工方式。图 2-10 给出了一种千兆位以太网的典型应用。

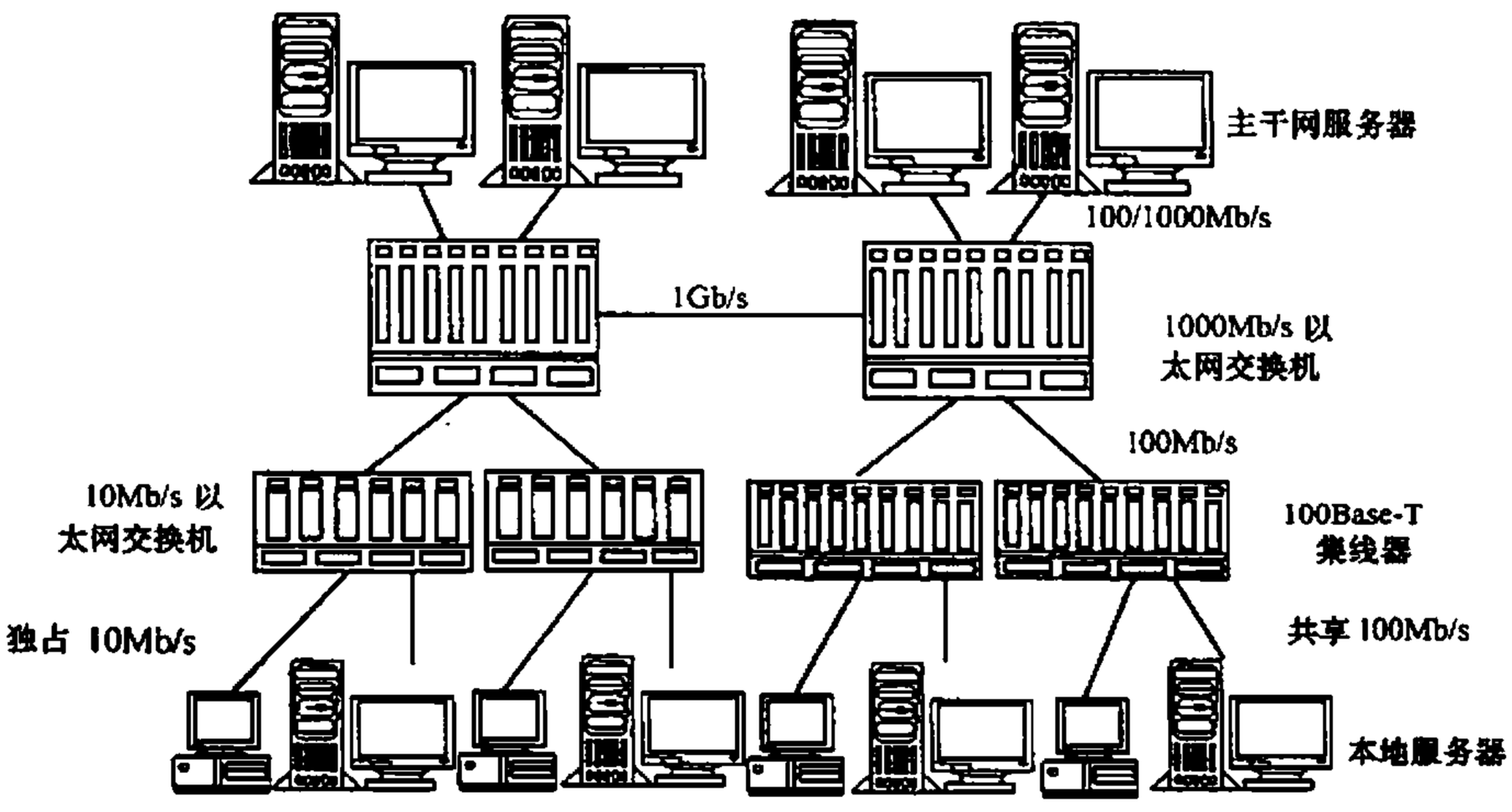


图 2-10　一种千兆位以太网典型应用

十、虚拟局域网（VLAN）

虚拟网技术（VLAN）是 OSI 第二层的技术。该技术的实质是将连接到交换机上的用户进行逻辑分组，每个逻辑分组相当于一个独立的网段。这里的网段仅仅是逻辑上的概念，而不是真正的物理网段。每个 VLAN 等效于一个广播域，广播信息仅发送到同一个虚拟网的所有端口，虚拟网之间可隔离广播信息。虚拟网也是一个独立的逻辑网络，每个虚拟网都有惟一的子网号。因此，虚拟网之间通信也必须通过路由器完成。

（一）VLAN 的功能

使用 VLAN 技术后，可以大大减少当网络中的站点发生移动、增加和修改时的管理开销，可以抑制广播数据的传播，可以提高网络的安全性。这些优点都源于交换机根据管理员对 VLAN 的划分，即从逻辑上区分各网络工作站，实现虚拟网间的隔离，这种隔离可以不受工作站位置变化的影响。图 2-11 显示了 3 个 VLAN 的示意。

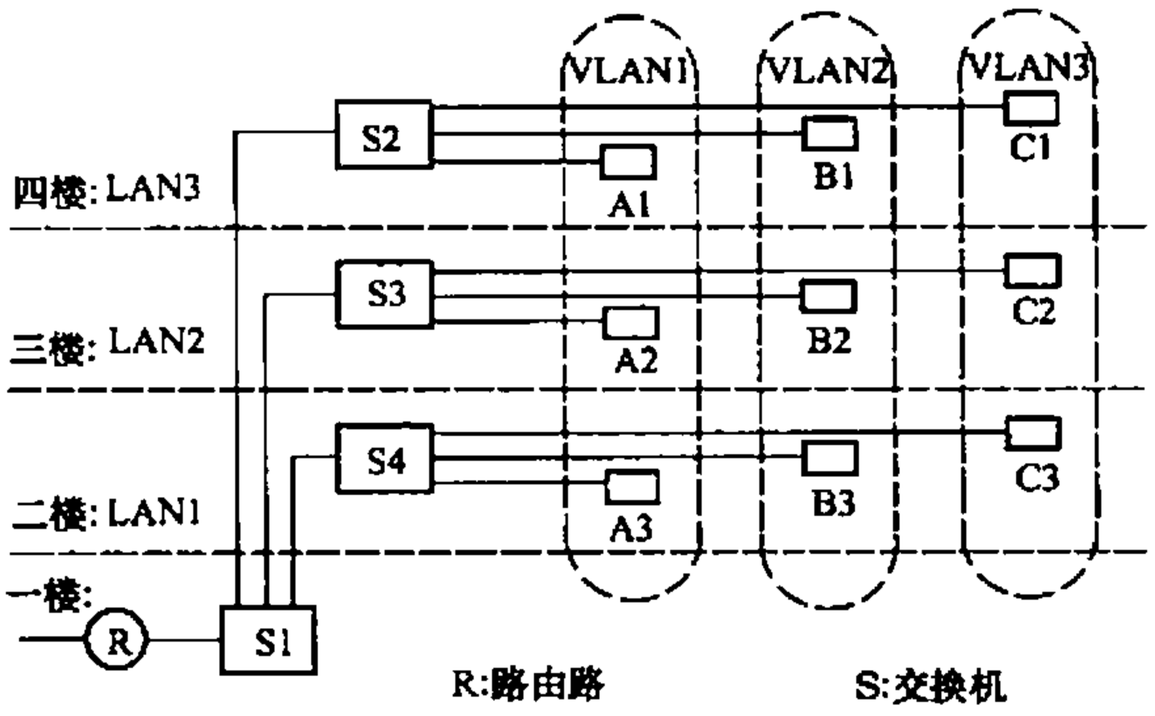


图 2-11　VLAN 的构成

图 2-11 中，使用位于 4 个楼层的 2 个交换机 S1、S2、S3、S4 和一个路由器 R 将位于 3 个 LAN 上的 9 个工作站组成 3 个 VLAN。每个 VLAN 可以看成是一组工作站的集合，例如 VLAN1 由 A1、A2、A3 组成，它们可以不受地理位置的限制，就像处于同一 LAN 上那样进行通信，当 A1 向 VLAN1 中的成员发送数据时，A2、A3 都能收到广播信息，尽管它们与 A1 没有连接在同一交换机上，而 B1、C1 则不会收到 A1 发出的广播信息，尽管 A1、B1、C1 连在同一个交换机 S2 上。交换机不向虚拟局域网以外的工作站传送 A1 的广播信息，从而限制了接收广播信息的工作站数，避免因“广播风暴”引起的网络性能下降。图 2-11 中的路由器是必要的，因为 VLAN 间的数据传输必须借助路由手段来实现。

总之，VLAN 的主要功能是：提高管理效率，控制广播数据，增强网络安全性以及实现虚拟工作组。目前，VLAN 以其高速、灵活、简便和易扩展等特点而成为未来网络发展的潮流。

（二）划分 VLAN 的方法

划分虚拟网的方法主要有三种：

1. 基于端口划分

基于端口划分虚拟网，就是按交换机端口定久虚拟网成员，每个端口只能属于一个虚拟网，这是一种最通用也是简单的方法。在配置完成后，再为交换机端口分配一个虚拟网，使交换机的端口成为某个虚拟网的成员。

2. 基于 MAC 地址划分

这种方法是按每个连接到交换机设备的物理地址（即 MAC 地址）定义虚拟网成员。当一个交换机端口上连接一台集线器，在集线器上又连接了多台设备，而这些设备需要划

入不同的虚拟网时，就可以使用这种方法定义虚拟网成员。因为它可以按用户划分，所以也把这种方法称为基于用户的虚拟网划分。在使用基于 MAC 地址划分时，一个交换机端口有可能属于多个虚拟网，这样端口就能接收多个虚拟网的广播信息。

3. 基于第三层协议类型或地址划分

这种方法允许按照网络层协议类型组成 VLAN，也可以按网络地址（如 TCP/IP 的 IP 地址）定义虚拟网成员。这种方法的优点是有利于组成基于应用的虚拟网。

第三节　网络互联设备的安装

局域网的互联设备常用的有中继器、集线器、交换机、网桥、路由器和网关。

一、中　继　器（Repeater）

中继器工作在物理层，又称重发器。它实质上是数字信号的再生放大器，用于将通信电缆上传输的数据信号经过放大和整形后，再发送到其他电缆段上。因此，使用中继器扩展的网络，不管增加多大的距离范围，该网络在逻辑上和物理上都是同一网络整体。考虑到网络传输延迟和负载情况，不能无限制使用中继器进行网络扩展。中继器按照接口个数可分为双口中继器和多口中继器。

二、集　线　器（HUB）

集线器又称集中器，工作在物理层。它实质上是多口的中继器，作为中心节点用于连接多条传输媒体构成局域网。当连接集线器的某条传输媒体发生故障时不会影响到其他节点间的正常通信。

集线器带宽的选择，主要决定于以下 3 个因素。

（1）上连设备带宽　如果上连设备允许的速率为 100Mbit/s，可购买 100Mbit/s 的集线器。

（2）由于连在集线器上的所有工作站均争用同一条上行总线，处于同一冲突域内，因此点数目太多，会形成广播风暴。10Mbit/s 冲突域内的站点不宜超过 25 个，100Mbit/s 冲突域内的站点不宜超过 35 个，如果有超出的趋势或已经超出，应使用交换机来代替集线器。

（3）一般来说，传输的内容不涉及语音、图像，传输量相对较小时，选 10Mbit/s 的集线就够了。如果传输量较大，且经常涉及多媒体应用（注意集线器不适于用来传输时间敏感信号）时，应当选择 100Mbit/s 带宽的集线器。

集线器的端口数从 4 口、8 口、16 口到 24 口，甚至 32 口也有。

如果觉得端口不够，有两种扩展方式可增加端口数。

（1）级联　现行 HUB 有两种级联方式：若 HUB 本身有级联口，则两 HUB 间用正常线序连接；若 HUB 上无级联口，可用 RJ-45 交叉线连接两 HUB 的任意两个端口，如图 2-12 所示。

采用级联的方式扩充 HUB 端口，是把网线一端接在一个 HUB 的普通端口，另一端接在另外一个 HUB 的级联端口。这样就可以扩展 HUB 所能提供的端口数量，这种方式有一

个上下级的关系，所以称为级联。从它的工作模式可以看出它的优点是除了扩充端口，还可以扩展网络的距离，因为每一级 HUB 都有放大和转发信号的功能，但 HUB 也有缺点，下一级 HUB 中的各计算机只能共享级联线的网络带宽。

（2）堆叠　通过特殊连线与 HUB 上的堆叠端口连接，如图 2-13 所示，就可以使多个 HUB 连在一起，扩充端口数量。通过堆叠线的协调工作，这些堆叠在一起的 HUB 工作起来就好像是一个有很多端口数量的大 HUB，这种连接方式避免了级联的共享级联线、信息多级检索等弊端，工作效率更高，对于交换机来说，更能体现速度优势。因此在交换机中，堆叠要比级联的传输效果好。但堆叠的层数也不能过多，一般以不超过四层为好。

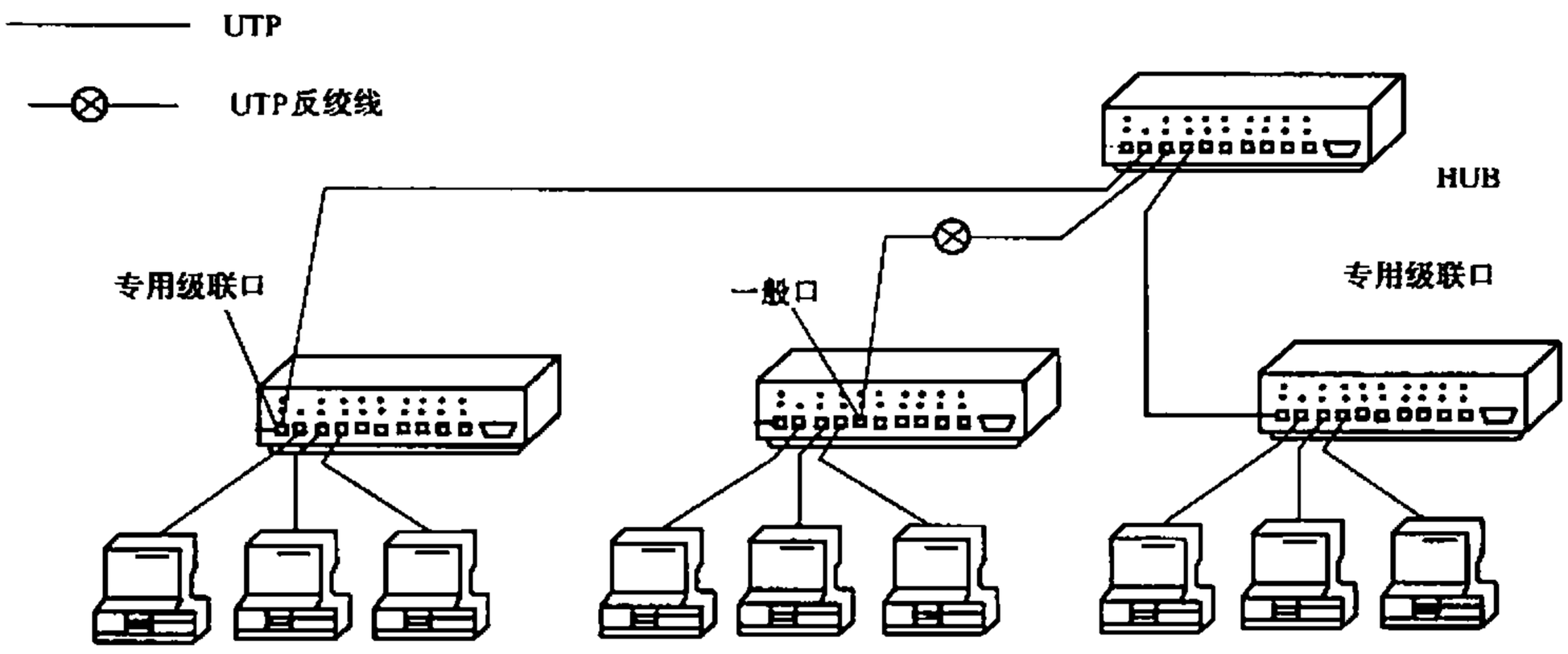


图 2-12　HUB 的级联

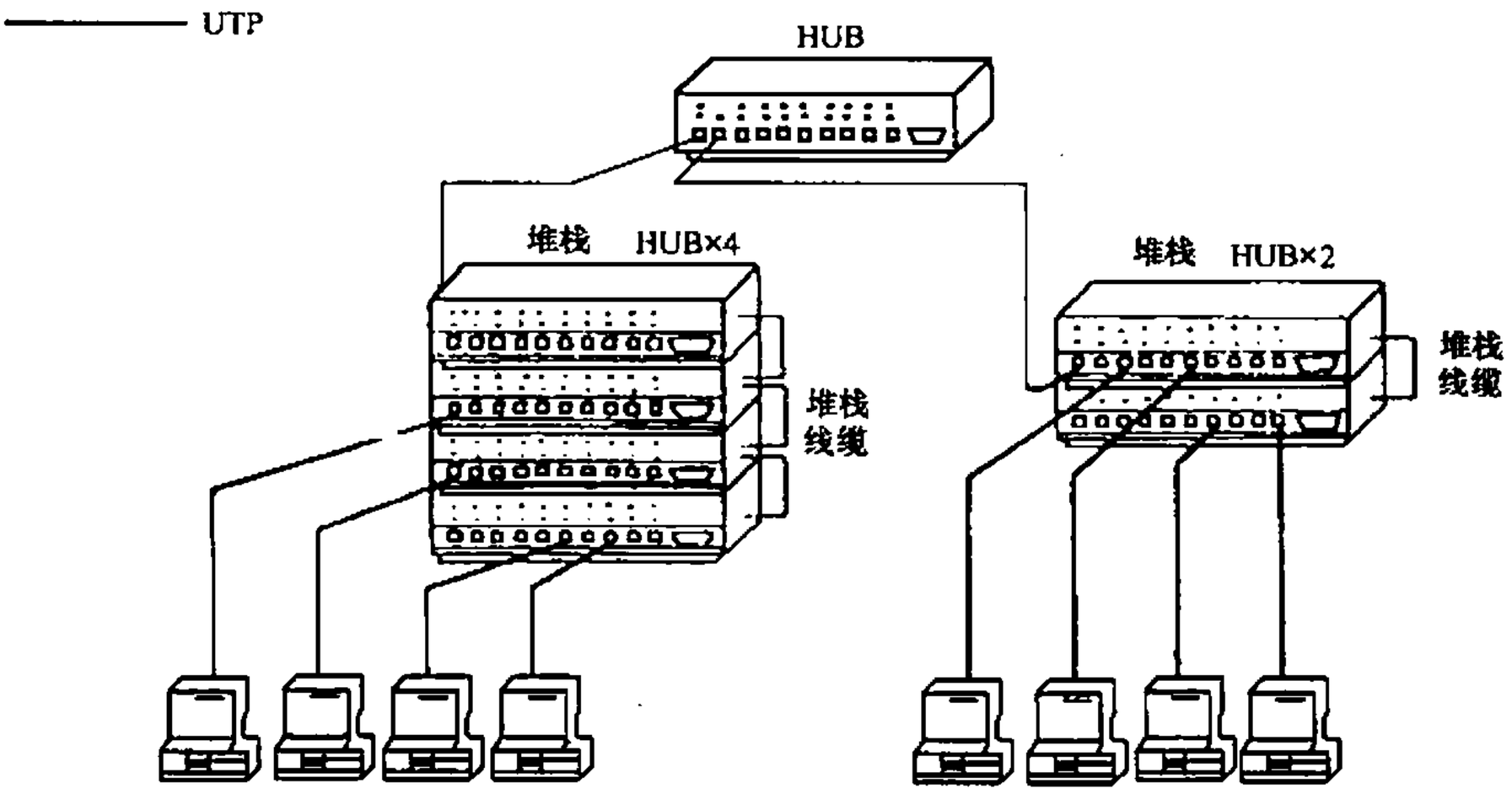


图 2-13　HUB 的堆栈接法

三、交　换　机（Switch）

通常所说的局域网交换机拥有许多端口，每个端口都有自己的专用带宽，可以连接不

同的网段的设备。交换机的各个端口之间的通信是同时的、并行的，因此大大提高了信息吞吐量。为了实现交换机之间的互联或与高档服务器的连接，局域网交换机一般拥有一个或几个高速端口，如 100M 以太网端口、FDDI 端口或 155M ATM 端口。

以太网交换机属于交换型集线器，但工作机理与共享型集线器完全不同。共享型集线器组成的系统，从物理上看似星形结构，但因共享型集线器的结构和功能仅是物理层中继器的功能，因此在逻辑上仍可认为是具有多个连接点的公共总线，而交换型集线器组成的系统，在物理上是星形连接，交换机内部多个数据通道同时并存，端口间既能隔离又能连接，因此在逻辑上可以认为是一个受控制的多端口开关矩阵。

按照产品架构来划分，以太网交换器分为单台不可叠堆式、可叠堆集成式和厢体模块式三类。单台不可叠堆式交换器属于早期的以太网交换器产品，只能单台使用，不能叠堆。

可叠堆集成式交换器既可以单台使用，也可以多台叠堆。交换器叠堆后，不仅端口数量成倍增长，而且整个叠堆设备的带宽也成倍增长。叠堆时为了互联各台交换器引出的背板总线必须在交换器外部附加一个集成装置。

厢体模块式交换器是叠堆集成式交换器的进一步发展。每个单独的交换器以模块形式插在厢体的母板上，母板结构用于互联各个交换器模块的背板总线，母板总线带宽是所有交换器模块带宽之和。厢体模块式交换器结构完整紧凑，扩展和管理方便，可靠性高，系统集成和配置灵活。

网络应用环境可以分成群组、部门和主干三个等级，相应地交换器也分为群组级、部门级和主干级三个等级层次，不同的应用环境必须选择不同层次的交换器产品。其对应关系如表 2-12 所示。

以太网交换器典型应用　　表 2-12

	群组级交换器	部门级交换器	主干级交换器
产品架构	单台不可叠堆式	可叠堆集成式	厢体模块式
端口数量	8,12,24	12 或 24,可成倍扩展	12/模块,可成倍扩展
端口速率	10Mbps,100Mbps	(10M/100M)bps,1Gbps	100Mbps,1Gbps
高速端口	1～2 个 100Mbps	1～2 个 1Gbps 或 ATM	1～2 个 1Gbps 或 ATM
背板带宽	100～200)Mbps	4Gbps	10Gbps 以上
典型应用	群组桌面联网	小型楼宇或园区系统主干	中大型楼宇或园区系统主干

群组应用环境一般是一个办公室或一个楼层若干业务相关的办公室。考虑组网代价及应用范围，通常采用单台不可叠堆式交换器，但一般要带有高速端口用于连接共享服务器或者上连主干交换器。站点可以直接连接交换器端口以独享端口带宽，也可以是多个站点通过一个共享型集线器共享端口带宽。

部门应用环境一般是一个小型楼宇或者小型园区的若干业务组。通常采用层次结构组网方式，除了使用群组级交换器连接一般站点外，还必须配置部门级交换器以组成系统主干。群组级交换器通过上连端口连接部门级交换器，服务器一般也直接连接部门级交换器以提高访问速度。部门级交换器通常采用可叠堆集成式交换器，可以方便地扩展端口数量

和系统带宽。部门级交换器也可以直接连接一般站点、共享型集线器或者端口交换器。

主干应用环境一般是一个中、大型楼宇或者园区。考虑到可扩展性，通常也采用层次结构组网方式，群组级交换器用于连接一般站点，部门级交换器用于构建系统支干，另外必须配置功能强、性能好的主干级交换器。主干级交换器通常采用厢体模块式交换器，每个交换器模块插入厢体后，既可以作为单独的交换器使用，也可以通过母板与其他模块进行交换。系统连接方式通常是一般站点连接群组级交换器，群组级交换器通过上连端口连接部门级交换器，部门级交换器通过上连端口连接主干级交换器。另外系统主服务器、高速站点等也可以直接连接主干级交换器端口。

顺便指出共享型以太网和交换型以太网的差异。共享型以太网是采用 CSMA/CD 技术进行媒体访问控制的一种局域网，网上各个站点都连接到同一个公共媒体上，形成一个碰撞域。所有站点以媒体争用的形式共同分割系统带宽，因此在一个带宽为 W，站点数为 N 的共享型以太网中，每个站点可获得的平均带宽为 W/N，即站点数越多，每个站点可获得的平均带宽就越少。

交换型以太网是以交换器为核心连接站点和网段的局域网，交换器各端口间可以同时形成多个数据通道进行数据交换，不受 CSMA/CD 媒体访问控制技术的限制。站点或网段独享所连端口的带宽，系统带宽是交换器所有端口的带宽之和，站点数越多，系统带宽越宽。

四、路　由　器（Router）

路由器是一种网络互联设备，工作于网络层，用于局域网之间、局域网与广域网之间以及广域网之间的连接，它可提供路由选择、流量控制、数据过滤和子网隔离等功能；可连接不同类型的局域网并完成它们之间的协议转换。

五、网　　桥（Bridge）

网桥的主要功能是学习、过滤和转发，工作在数据链路层，是将不同网连接起来的网络互联设备。与路由器的区别在于，网桥用于同一局域网不同网段的互联，路由器则用于不同局域网之间的互联。

六、网　　关（Gateway）

网关又称高层协议转发器，工作在传输层及其以上的层次。用于连接不同类型且差别较大的网络系统；也可用于同一物理网而在逻辑上不同的网络间的互联；还可用于网络和大型主机系统的互联或者不同网络应用系统间的互联。

第四节　网络设备的安装

一、网卡的安装与设置

与声卡和显卡的安装相比，网卡的安装相对复杂一些。除了硬件和驱动程序的安装以外，还必须安装网络协议并设置相关的参数。因此，要求操作人员除了具有一定的硬件安装技能外，对网络协议特别是 TCP/IP 协议还要有一定的了解。

在网卡硬件的安装时，由于台式计算机和便携式计算机所使用的网卡并不相同，所以，两者在硬件的安装上也有较大区别。相对而言，便携式计算机在安装和拆除网卡时要简单得多，只需简单地插上或拔除即可。下面着重谈谈台式机网卡的安装。

1. 台式计算机网卡的安装

网卡硬件的安装步骤如下：

（1）断开主机电源，拔下电源插头，打开机箱。如果是立式机箱，最好将其放倒，以方便网卡的安装。

（2）用水洗手或摸一下暖气片等装置，以释放手上的静电，防止静电破坏网卡。打开网卡的包装，从防静电袋中取出网卡。

（3）根据网卡的接口类型，选择一个空的插槽，拧下后部挡板上固定防尘片的螺丝，取下防尘片。

（4）将网卡对准插槽，适当用力平稳地将卡向下压入扩展槽中，如图 2-14 所示。

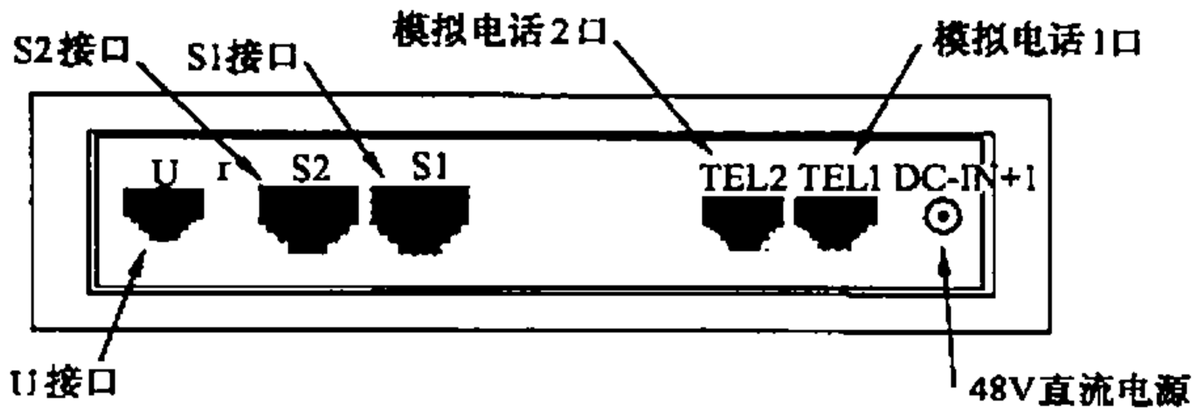


图 2-14　红帆 ISDN KMNT1 + 的后面板示意图

（5）将网卡的金属挡板用螺丝固定在条形窗口顶部的螺丝孔上，如图 2-15 所示。小螺丝既固定了卡，又能有效地防止短路和接触不良，还连通了网卡与电脑主板之间的公共地线，所以，固定螺丝必不可少。

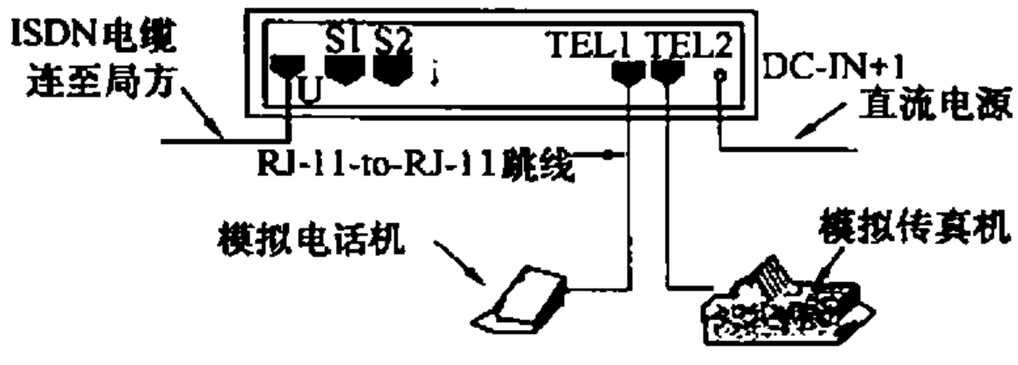


图 2-15　模拟通信设备的连接

（6）上好机箱盖，并用螺丝固定。

（7）如果需要将电脑联入网络，需要将事先做好、已经验证好的网线一端插入网卡的 RJ-45 接口中，网线的另一端插入集线器或交换机的 RJ-45 接口中，如图 2-16 所示。

此时，网卡的物理连接就完成了，但是仅仅完成物理连接是不行的，必须安装网卡的驱动程序，网卡才能工作。

2. 便携式计算机网卡的安装

便携式计算机网卡的安装相对而言就简单得多了，只要在笔记本电脑的一侧找到相应的插槽，然后，将网卡有两排长长的孔的一端向前，有图案的一侧向上，轻轻插入到 PCMCIA 插槽内即可。由于 PCMCIA 支持热插拔，所以，无论计算机处于何种状态（关机或运行）都可以执行该操作。需要注意的是，便携式电脑通常都有两个 PCMCIA 插槽，所以，请注意对准相应的插槽。

3. USB 网卡的安装

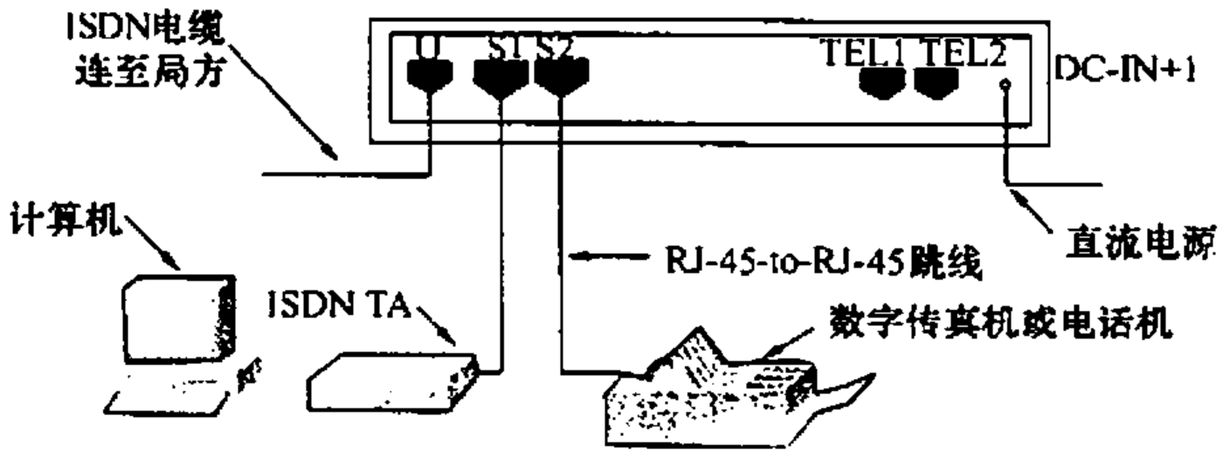


图 2-16　数字通信设备的连接

由于 USB 网卡无需安装至计算机机箱内，而是直接连接至计算机上的 USB 端口，与笔记本电脑所使用的 PCMCIA 卡有某些类似之处，所以，USB 网卡的安装也非常简单。

操作如下：将一根 USB“A to B”电缆的 A 端插入计算机背板中的 USB 连接器，B 端（D 型头）插入 USB 网卡的 B 连接器，即可完成 USB 网卡的物理连接。

二、ISDN 终端设备的安装及设置

与 Modem 的安装相比，ISDN 的硬件设备较多，接口类型也较多，因此，硬件的连接较为复杂。另外，由于 ISDN 会用到两个信道，因此，在驱动程序安装完毕之后，还必须对信道控制进行必要的设置。

ISDN 硬件设备的连接包括 ISDN NT1 与 ISDN TA 的连接，以及 ISDN TA 与计算机之间的连接。下面，以应用较多的北京红帆通讯设备有限公司的红帆系列产品为例，介绍一下硬件设备之间的连接。

（一）ISDN NT1 的接口

红帆 ISDN KMNT1 + 是一款高性能、便于使用的 ISDN 网络终端设备。该设备拥有一个 ISDN2B + D 接入 U 接口，两个标准的 ISDN 数字接口（S 口）和两个模拟电话机接口（R 口）。U 接口具有两种激活模式，即冷启动和热启动。S 接口具有两种工作模式，即固定定时和自适应定时。两个模拟接口不仅能相互转换，而且还能实现内部通话。支持本地供电和局方供电，并可自动切换。在本地断电情况下，保证一路模拟电话的通话功能。

红帆 ISDN KMNT1 + 的后面板有 6 个接口（如图 2-14 所示），从左至右依次为 U、S2、S1、TEL2、TEL1、DC-IN + 1。其中，U 接口（RJ-11 标准接口）用于连接 ISDN 电话线，实现与局方的连接；S1 和 S2（RJ-45 标准接口，有的产品标记为“S/T”）用于连接 ISDN 终端设备（如终端适配器 TA 和数字电话等）；TEL1（RJ-11 标准接口，有的产品标记为“PHONE”）为模拟口 1，用于连接普通电话、普通传真机或普通 Modem，无论是局端供电还是本地供电，该模拟口都能正常工作；TEL2（RJ-11 标准接口）为模拟接口 2，也用于连接电话、传真等模拟设备，所不同的是只有本地供电时该接口才能正常工作；DC-IN + 1 为本地 AC/DC 输入，直流电压为 48V。

（二）ISDN NT1 与终端设备之间的连接

U 形接口直接连接来自局方的 ISDN 电话线，接头标准为 RJ-11。RJ-11 接头比 RJ-45 接头较小一些，且只有 4 芯电缆。连接普通电话机使用的接头就是 RJ-11。连接 ISDN NT1

时，只需像连接普通电话那样将 RJ-11 接头插在 ISDN NT1 的 U 形接口上即可。

1. 与模拟设备的连接

R 接口（即模拟接口）用于连接普通模拟通信设备，如普通电话机、传真机、Modem 等。使用随机附带的 RJ-11-to-RJ-11 跳线，将普通通信设备与 ISDN NT1 + 上的 R 接口连接在一起即可。模拟设备的连接方式如图 2-15 所示。其连接步骤如下：

（1）先将普通电话连接至 KMNT1 + 的 TEL1 端口上。

（2）将从局方引入的 ISDN 线路连接到 KMNT1 + 的 U 接口上，并等待 POWER 灯亮。如果交换机采用间隙供电，需稍等片刻。

（3）POWER 灯亮后，可选用两种方式激活 U 接口。

主动激活方式。将模拟电话机摘机后，ACT 灯慢闪，挂后再次摘机如听到拨号音，则表明已经被激活。

被动激活方式。用其他外部设备呼叫本机，本机振铃后，ACT 灯变为慢闪或长亮（S 口接有设备的情况下），即已激活。被动激活速度较快。

（4）连接直流电源，使所有的端口都可以工作。

（5）连接其他终端设备。

2. 与数字设备连接

S 接口（即数字接口）用于连接数字终端设备，如数字电话机、数字传真机、ISDN TA 等。使用随机附带的 RJ-45-to-RJ-45 跳线（直通线），将数字终端设备与 ISDN NT1 上的 S 接口连接在一起即可。需要注意的是，只有本地供电时才能保持 S 接口的通信。数字设备的连接方式如图 2-16 所示。

3. ISDN TA 的安装与连接

无论是外置式还是内置式，ISDN 终端适配器（TA）都与相同类型的普通 Modem 完全相同，所不同的是线路的连接。普通 Modem 直接连接至电话线，或连接至 ISDN NT1 的模拟接口（R 接口），而 ISDN TA 必须连接至 ISDN NT1 的数字接口（S 接口）。连接普通 Nodem 时使用 RJ-11 接头，而连接 ISDN TA 时必须使用 RJ-45 接头。另外，连接 NT1 和 TA 的电缆必须是直通线，而不能是交叉线或翻转线。

图 2-17 所示为 USB 接口的外置式 ISDN TA 后面板示意图。使用 RJ-45-to-RJ-45 直通线连接 TA 的 S 接口与 NT1 的 S 接口，实现 TA 与 NT1 之间的连接。使用 USB 电缆连接 TA 的 USB 接口和计算机的 USB 接口，实现计算机与 TA 之间连接。

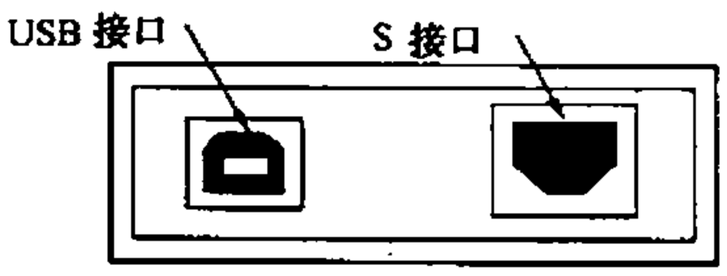


图 2-17　USB 接口的外置式 ISDN TA 后面板示意图

内置式 ISDN TA 的连接就简单得多，只需使用 RJ-45-to-RJ-45 直通线连接 TA 的 S 接口与 NT1 的 S 接口即可。

4. ISDN NT1 的指示灯

连接完毕，ISDN NT1 的 POWER（电源）灯应长亮，ACT（激活）灯在 S 口未接设备时慢闪，在 S 口（数字设备接口）接设备时长亮。TEST（测试）灯应灭，TEL1、TEL2（模拟设备接口）分别对应的接口所连接的模拟话机摘机灯亮，挂机灯灭，通过灯亮或灭表示 NT1 的工作状态。

三、集线器的安装

网络设备包括了集线器、交换机、路由器和服务器。从本质上说，它们都是一种计算机设备，区别只是所使用的范围有所不同，所以它们的安装都相似。

各类网络设备是根据 OSI 的七层协议的要求有相应的数据处理范围。其中，有些网络设备比较简单，省略了某些步骤。如集线路只要接好网线，打开电源就可以工作了。而有些网络设备则比较复杂，除了物理安装外，还包括软件功能的启动、运行参数的设置等。另外，在设置网络设备前，还应规划好网络的结构、子网的分配。在网络正常运行后，也要做好网络的管理工作，如建立良好的技术文档，随时监控网络的正常运行等。

在集线器的安装时，虽然机架式集线器可以直接摆放在桌面上，但是，如果网络规模比较大，集线器和其他网络设备的数量比较多，再放在桌面上就不合适了。可想而知，几台甚至十几台设备很难在桌子上堆放在一起，而且由于固定措施不便解决，也显得很不安全。另外，由于缺乏必要的防尘和散热措施，也将影响网络设备的正常运行和使用寿命，降低网络的稳定性。因此，通常情况下，都是将集线路安装在标准机柜中。

（一）机柜中的安装

标准机柜从宽度上大致可分 19 英寸、23 英寸和 24 英寸三类。当然，根据安装设备数量的不同，还可以选择不同高度的机柜。机柜的高度通常以 U 为单位，1U = 1.75 英寸。

1. 固定安装支架

在将集线器安装至机柜之前，应当先为集线器安装固定支架。不同的集线器，安装支架有较大的差异，不过，道理上基本上是一致的。下面，我们就以 Cisco 为例，介绍一个安装支架的固定。图 2-18 所示为 Cisco 公司随机提供的安装支架。

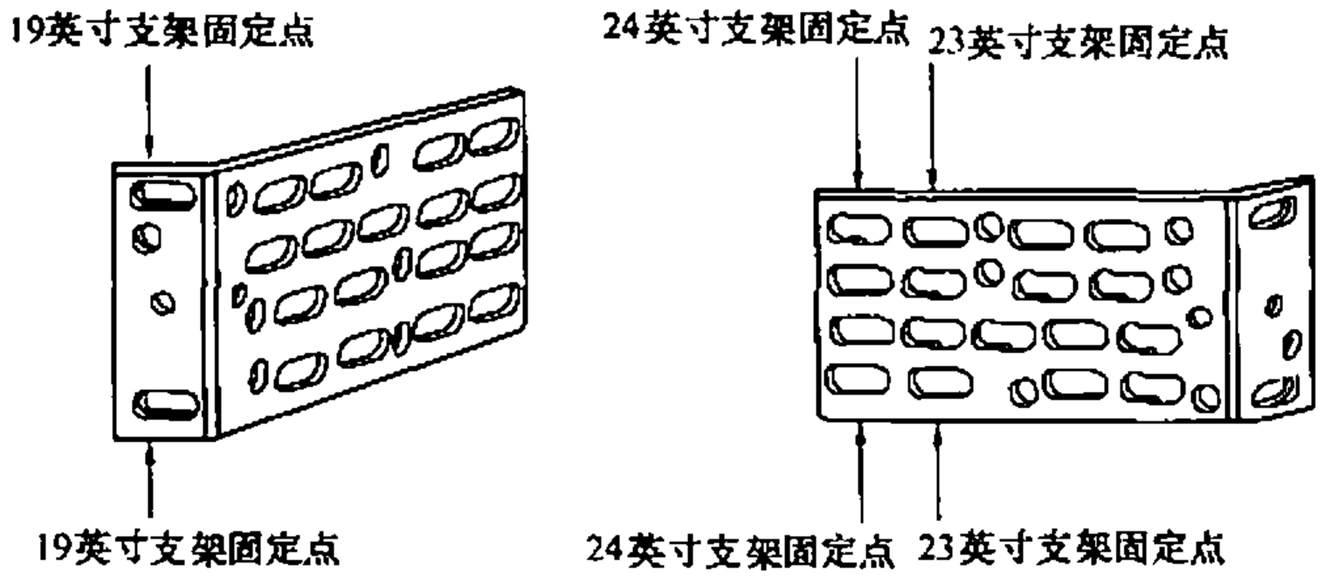


图 2-18

Cisco 公司网络设备的尺寸大多为 19 英寸，当将 19 英寸的网络设备安装至 19 英寸机柜时，安装支架的固定方式如图 2-19 所示。当将 19 英寸的网络设备安装至 23 或 24 英寸机柜时，安装支架的固定方式如图 2-20 所示。

当欲将网络设备安装至桌面或墙壁时，可采用如图 2-21 或图 2-22 所示的方式固定安装支架。其中，图 2-21 为水平固定方式，图 2-22 为垂直固定方式。

2. 固定设备

安装支架固定好之后，接下来要做的就是把网络设备固定在机柜中了，安装方式如图

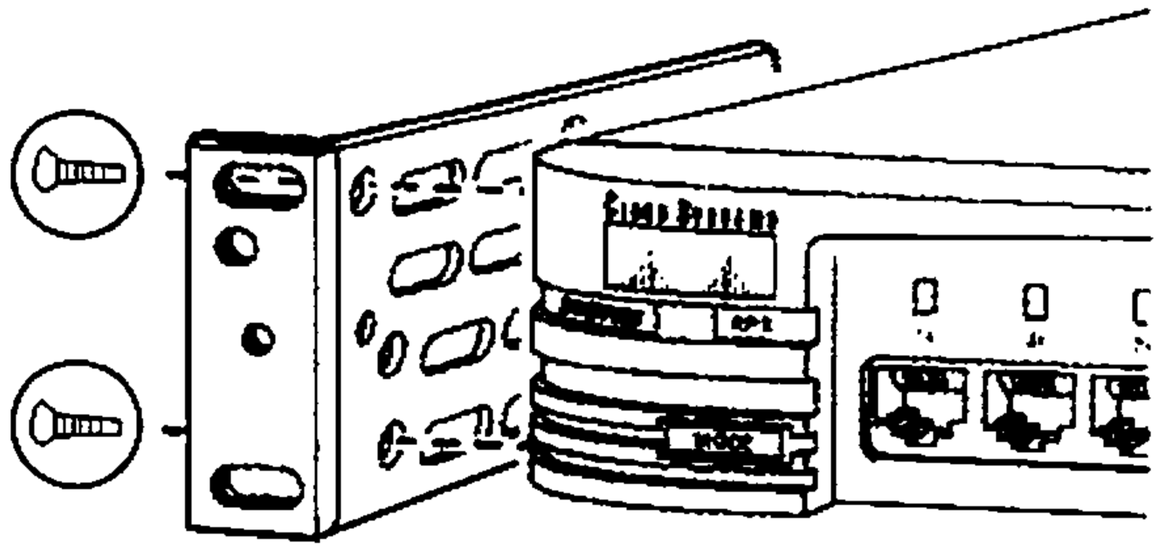


图 2-19　使用 19 英寸机柜时安装支架的固定方式

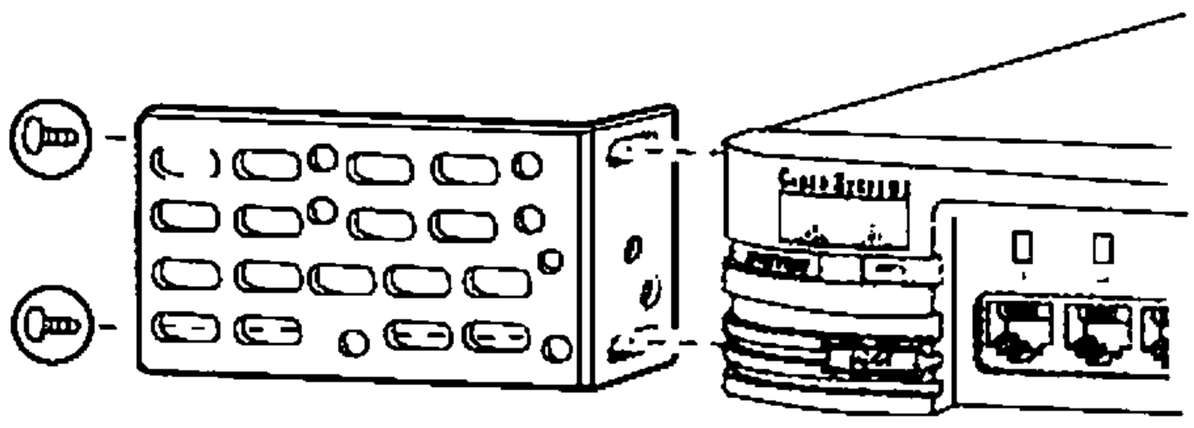


图 2-20　使用 23 或 24 英寸机柜时安装支架的固定方式

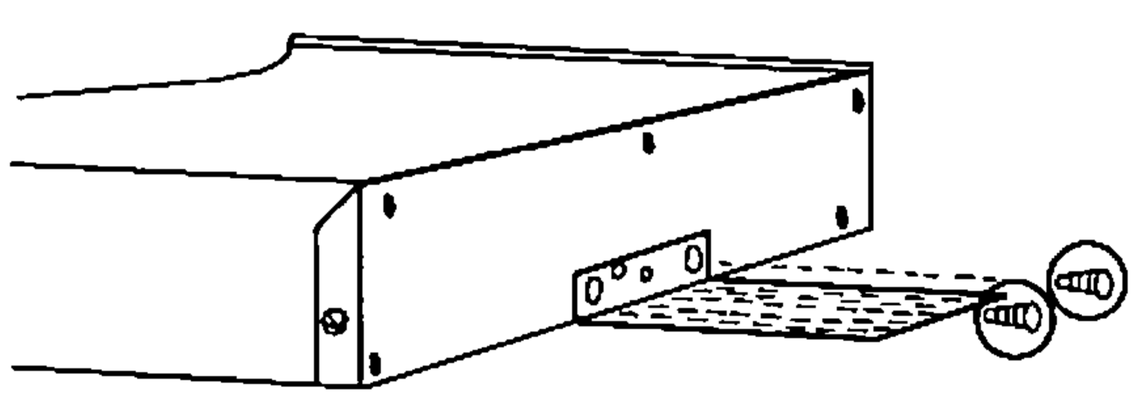


图 2-21　采用水平固定方式时安装支架的固定方式

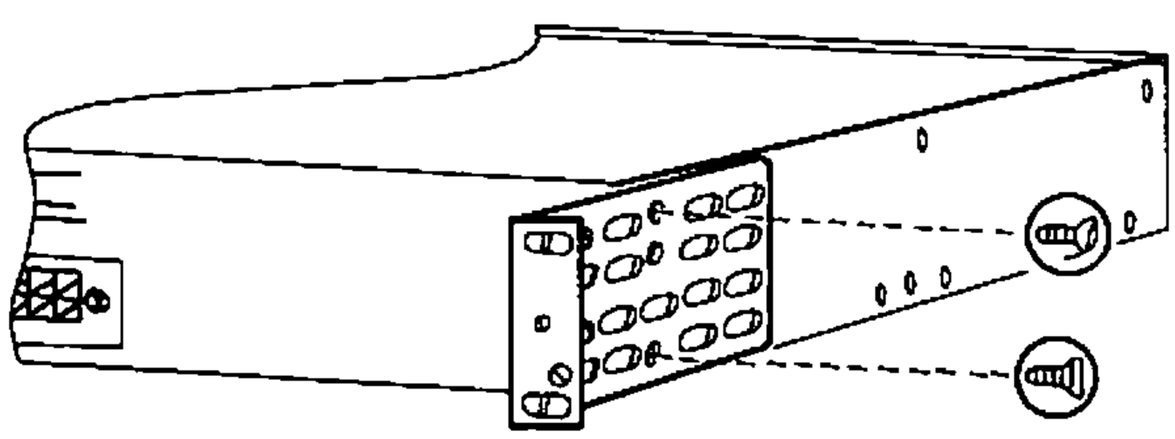


图 2-22　采用垂直固定方式时安装支架的固定方式

2-23 所示。

如果是把设备固定在桌面上或墙壁上，则可采用如图 2-24 和图 2-25 所示的方式。

3. 固定导线器

将设备安装至机柜后，还需要为网线安装导线器，从而使成束的网线变得整齐和美

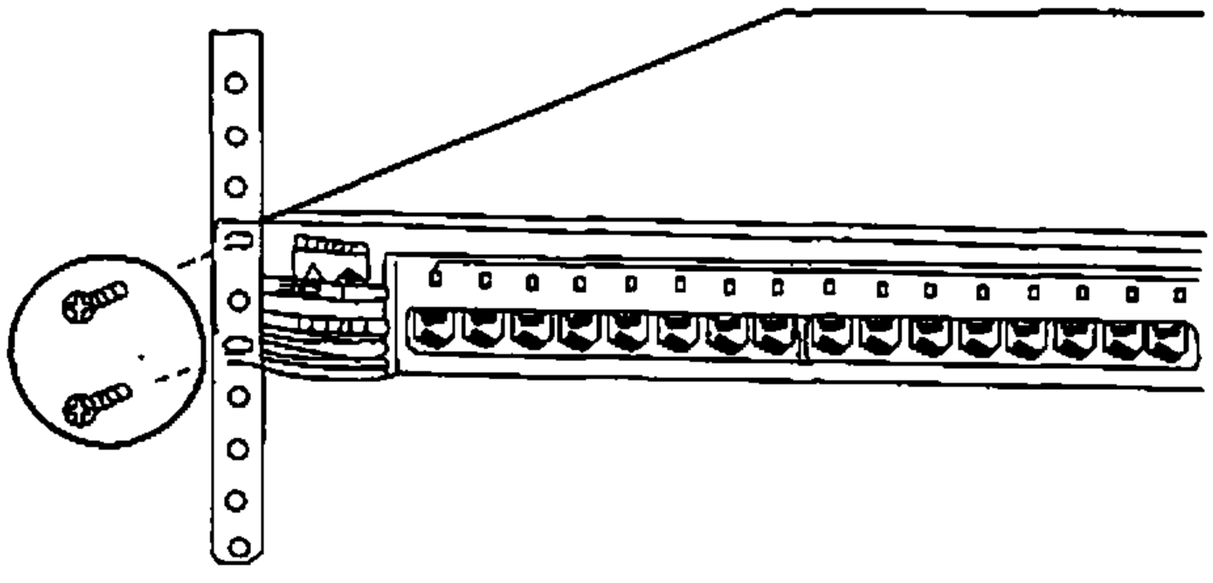


图 2-23　将网络设备安装至机距

观，且易于管理。导线器的安装方式如图 2-26 所示。

（二）集线器间的连接

即使是拥有 24 个或 32 个端口的集线器，也不一定就能满足所有网络的需求。当网络中计算机的数量大于单个集线器所能够提供的端口数量时，这些计算机之间该怎样进行连接呢？毫无疑问，惟一的出路就是增加可供使用的端口，而且端口之间还必须能够建立连接，实现通信。一般情况下，只需使用普通电缆或专用电缆将 2 个或 2 个以上集线路连接起来，就能成倍地增加端口的数量。根据所使用端口和连接电缆的不同，可以将集线器间的连接分为 2 种，一是堆叠，二是级联。

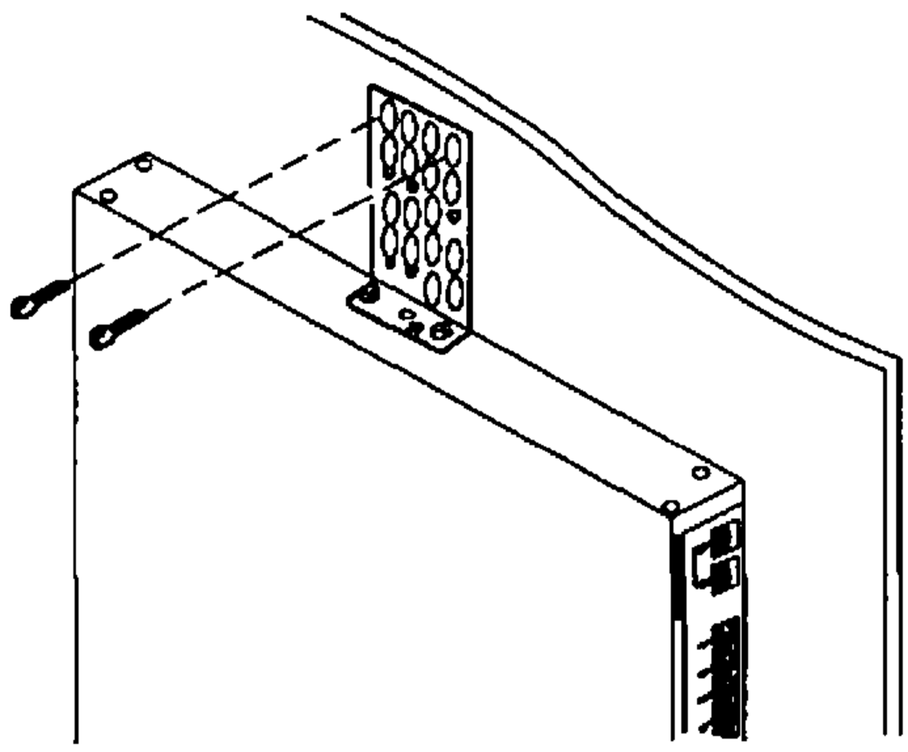


图 2-24　把设备平行固定在墙壁或桌面上

1. 堆叠

所谓堆叠，是指将若干集线器以特殊电缆通过特殊的端口连接起来，堆叠中的所有集线器可视为一个整体的集线器延扩方式。也就是说，堆叠栈中所有的集线器从拓

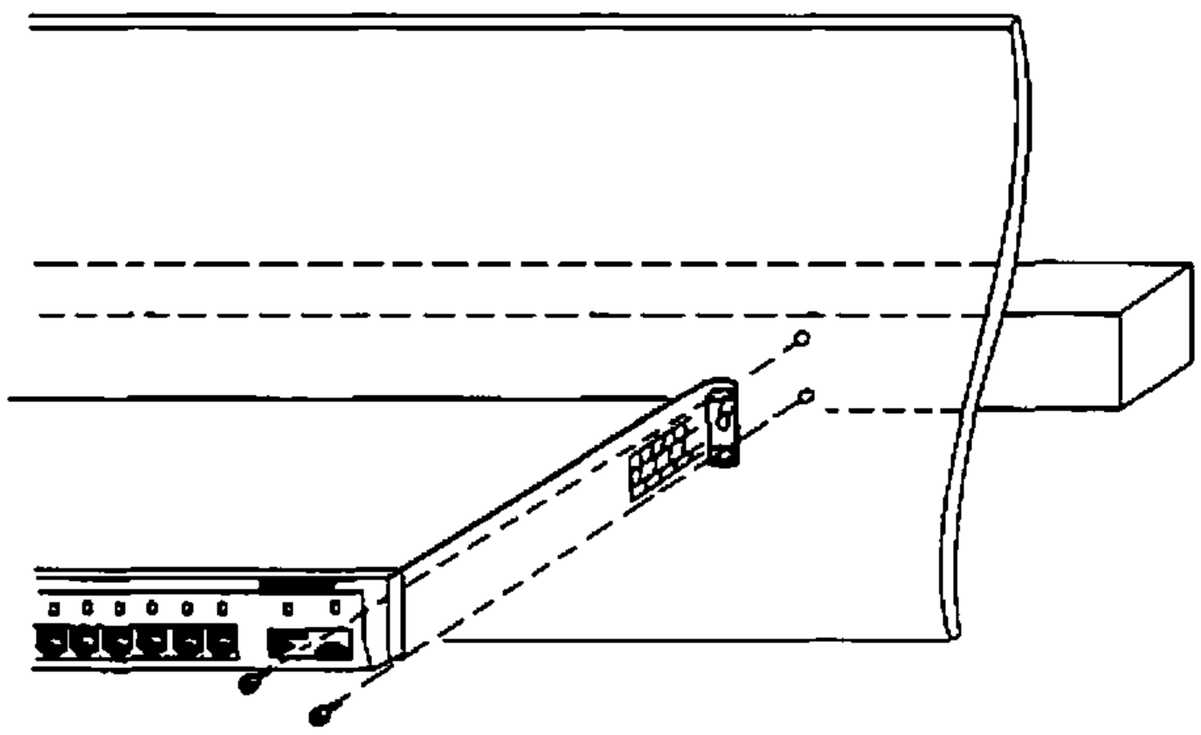


图 2-25　把设备垂直固定在墙壁或桌面上

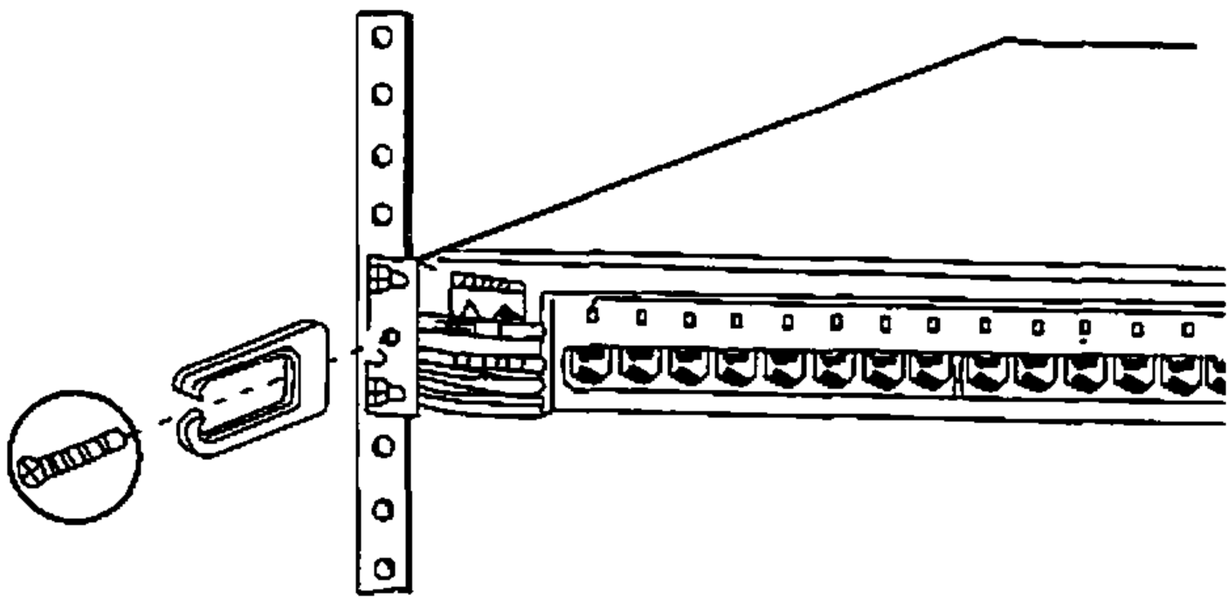


图 2-26　固定导线器

扑结构上可视为一个集线器，并且可以作为一个集线器进行管理。当然，堆叠对于那些小型网络中的不可网管的 10Mb/s 集线器而言，似乎显得并不重要，但对于 100Mb/s 的集线器而言，则似乎具有非同小可的重要意义。具体的原因在后面的快速以太网规则中会说明。

堆叠通常是使用特殊的堆叠电缆并通过特殊的端口进行连接，如图 2-27 所示，Cisco Fast Hub 300/400 就采用这种堆叠方式。这种方式通常不会占用集线器原有的端口，同时，由于采用了专门的模块和电缆，往往能够在集线器间建立一条高速链路。集线器是否支持堆叠，以及具体的堆叠方式（即堆叠端口的选择和电缆的制作方法），必须参看该产品的使用说明书。

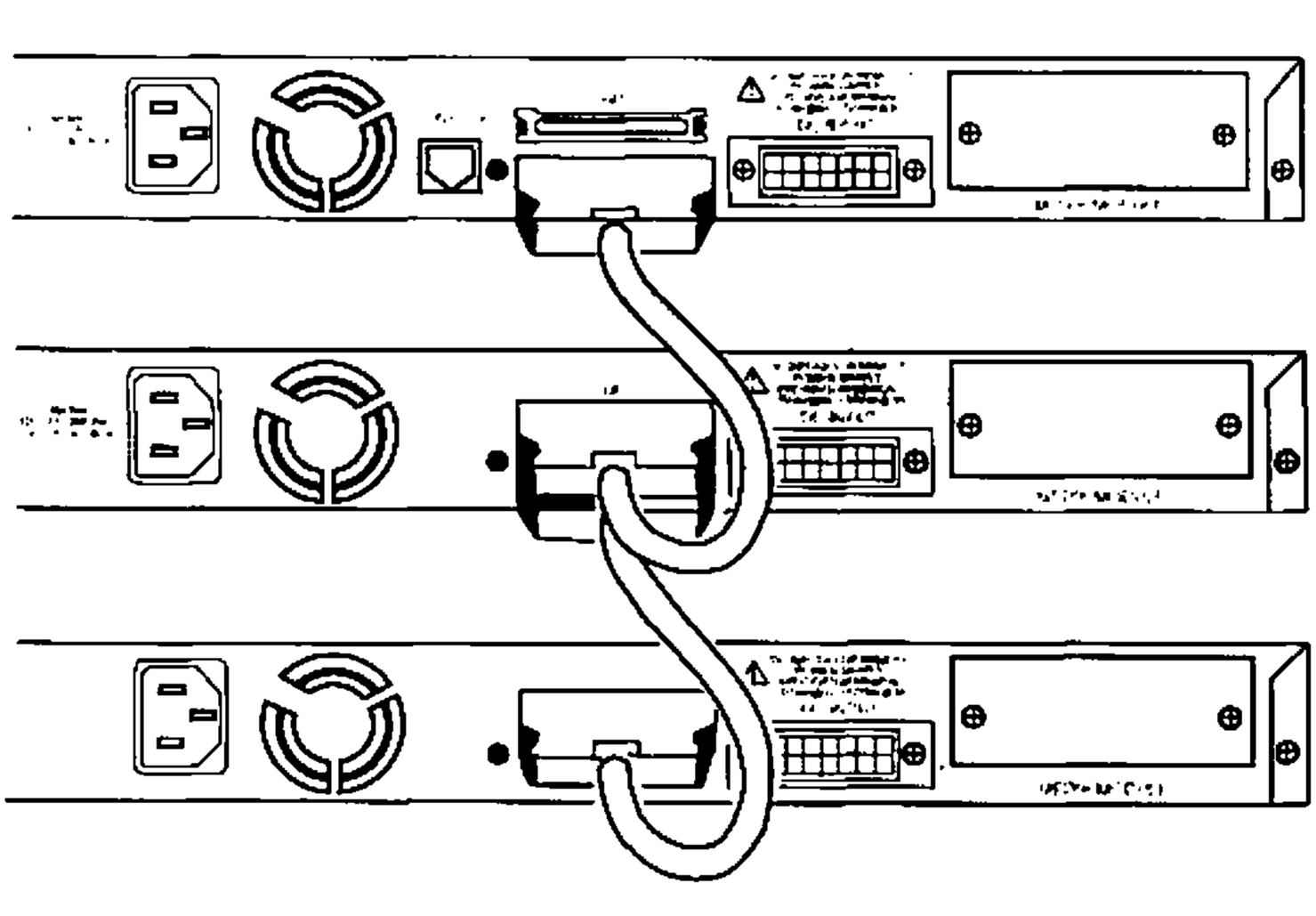


图 2-27　Cisco Fast Hub 300/400 利用堆叠电缆进行堆叠

2. 级联

所谓级联，是指使用集线器普通的或特殊的端口，以普通电缆将 2 个以上的集线器连接起来的集线器延扩方式，所有的集线器都能够进行级联，但级联所使用的端口和电缆会因厂商的不同而有所不同。

（1）使用 Uplink 端口级联

当使用集线器提供的专门用于上行连接的 Uplink 端口时，通常可利用直通跳线将该端口连接至其他集线器的除 Uplink 端口外的任意端口（图 2-28 所示）。需要注意的是，有些品牌的集线器（如 3COM）利用一个普通端口兼作 Uplink 端口，并利用一个开关（MDI/MDI-X 转换开关）在 2 种类型间进行切换。

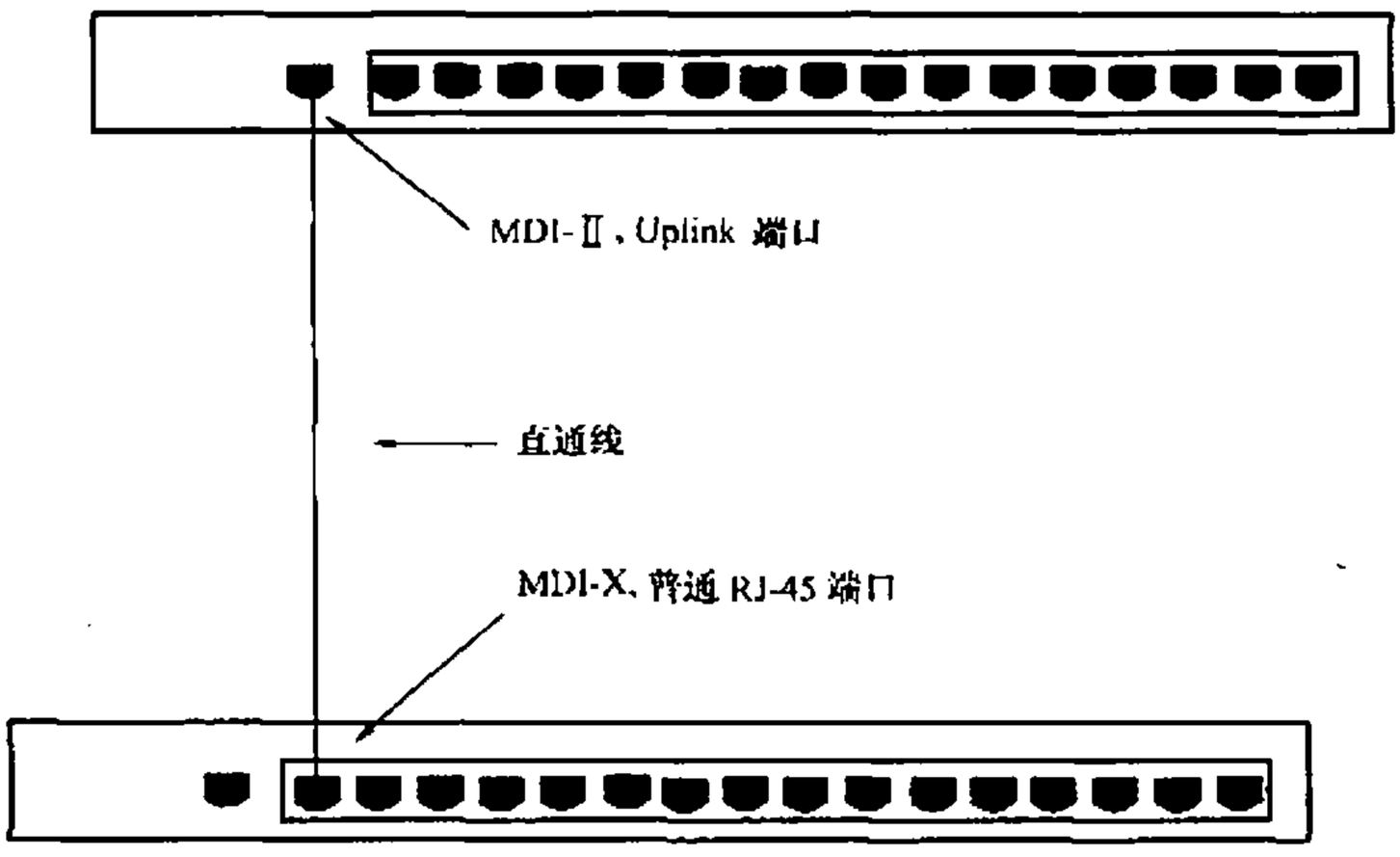


图 2-28　利用直通线通过 Uplink 端口级联两台集线器

（2）使用普通端口级联

集线器间除了可以使用专门的级联端口（Uplink 端口）进行连接外，还可以使用交叉线，将 2 台集线器的任何端口连接在一起，扩展网络端口数量（如图 2-29 所示）。

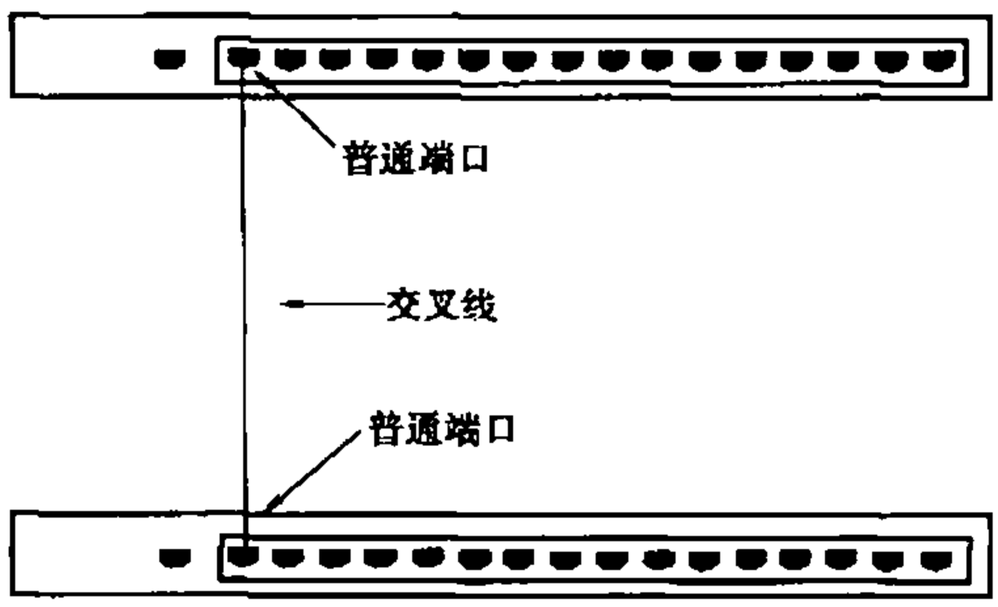


图 2-29　利用交叉线通过普通端口级联两台集线器

集线器间的级联除了能够增加集线器的端口数量外，还有一个重要作用就是延扩局域网络的范围，对于 10BASE-T 网络而言，非屏蔽双绞线所能允许的最大传输距离为 100m，也就是说，使用 1 台集线器时，网络所能容许的最远距离为 200m，即每台计算机均与集线器相距 100m。当计算机与集线器的距离超过 100m 时，需在线路的中间再加 1 个集线器，使得计算机到集线器以及集线器到集线器间的距离均小于 100m。如图 2-30 所示，使用 3 个集线器时，计算机 A 与计算机 B 间的距离可达 400m。由此可见，通过集线器之间

的级联，网络覆盖范围（即网络直径）可大大增加。

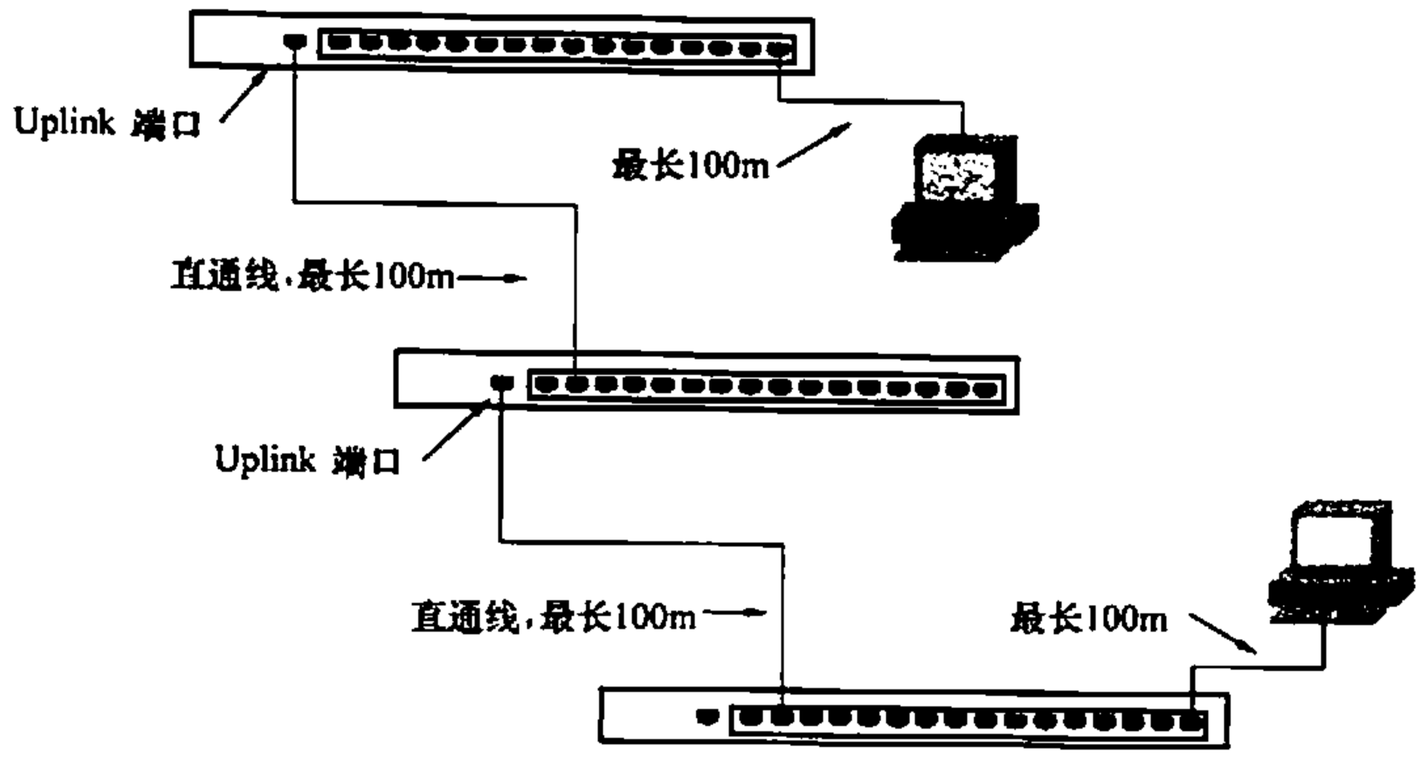


图 2-30　利用集线器扩展网络范围

四、交 换 机 的 安 装

交换机结构有简单的和复杂的，其安装也各有不同，由简到繁的排列如下。

（1）简单的桌面型：直接放在办公桌或其他固定的地方，插上接线、电源即可使用。

（2）机架型：要求安装在机柜内，最好由配线架引出接线与其相连，便于管理。

（3）堆叠式：先将交换机安装在机柜的架子上，然后用专门的堆叠线连接。有些设备还可以接成有冗余效果的环形，使得有一个断点时相互堆叠的设备仍能工作。

（4）基于底板式：这类设备一般属于比较昂贵的，有很强的扩展功能。交换机的底板也称背板，它类似计算机中的主板，要想增加功能只要不断地往底板的插槽上安装新的功能板（模块）。安装这类设备时应先插好功能模块。

下面介绍机架型和堆叠式等几种安装方式。

（一）固定于配线架

在刚打开交换机的包装时，交换机与托架是分开的。因此，若要将交换机安装到配线柜中，首先要做的就是为交换机安装托架（Bracket）。许多托架制作得都很简单（图 2-31 所示），在一个直角的铁片上，一边有呈三角形排列的 3 个圆形小孔用来固定于交换机上，一边有两个呈长圆形的孔用来固定于机架上。对于这类的托架，可按照图 2-31 所示，用螺丝将其固定在交换机的左右两侧。另外，也可采用图 2-18 的支架，进行如图 2-19 或图 2-20 所示的安装方式。

托架固定好后，再按照如图 2-32 所示用螺丝将交换机固定到配线柜的支架（Rack）上。

为了使成束的双绞线走得规矩、整齐些，还可以在支架的左侧（或右侧）固定电缆向导（Cable Guide），如图 2-33 所示。

至此，交换机固定完毕。接下来，就是为它接上电源并打开电源开关了。不过，由于许多交换机（如 Cisco Catalyst 1990）并没有电源开关，因此直接插上电源就可以了。

（二）固定于墙壁

如果不愿意购买配线柜，也可以将交换机平行或垂直固定在墙壁上或桌子的一侧。如

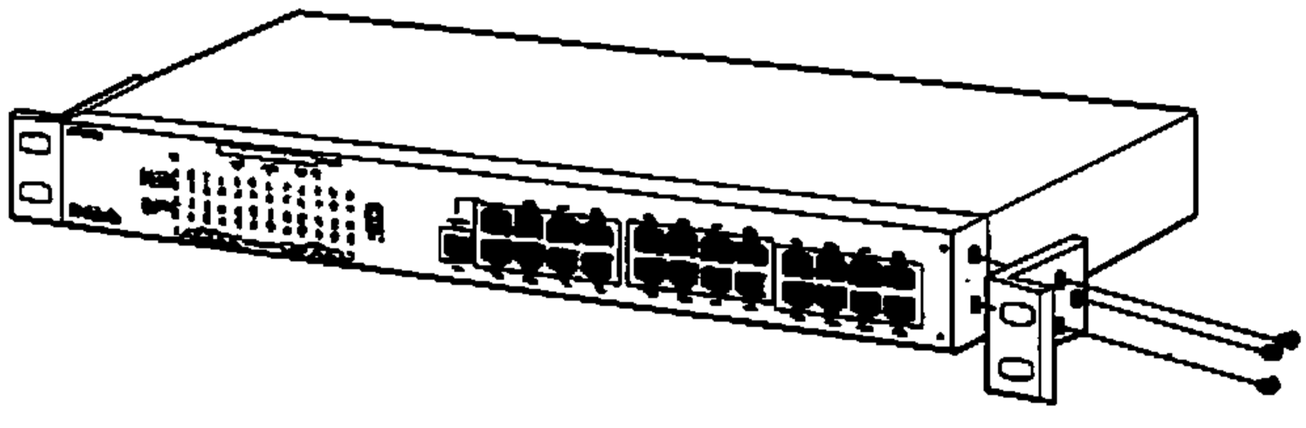


图 2-31

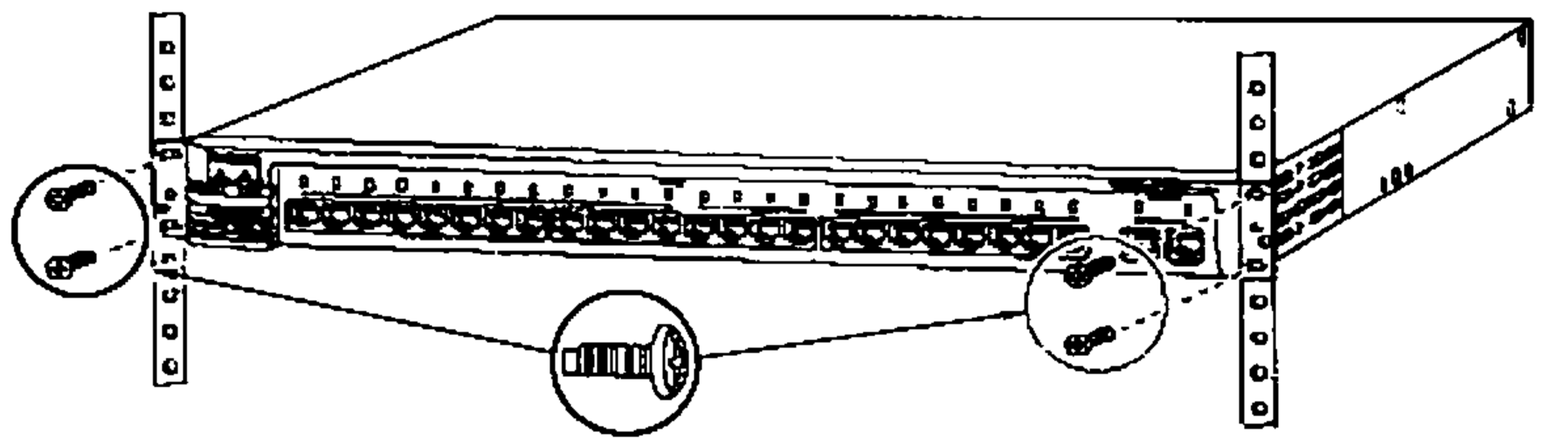


图 2-32

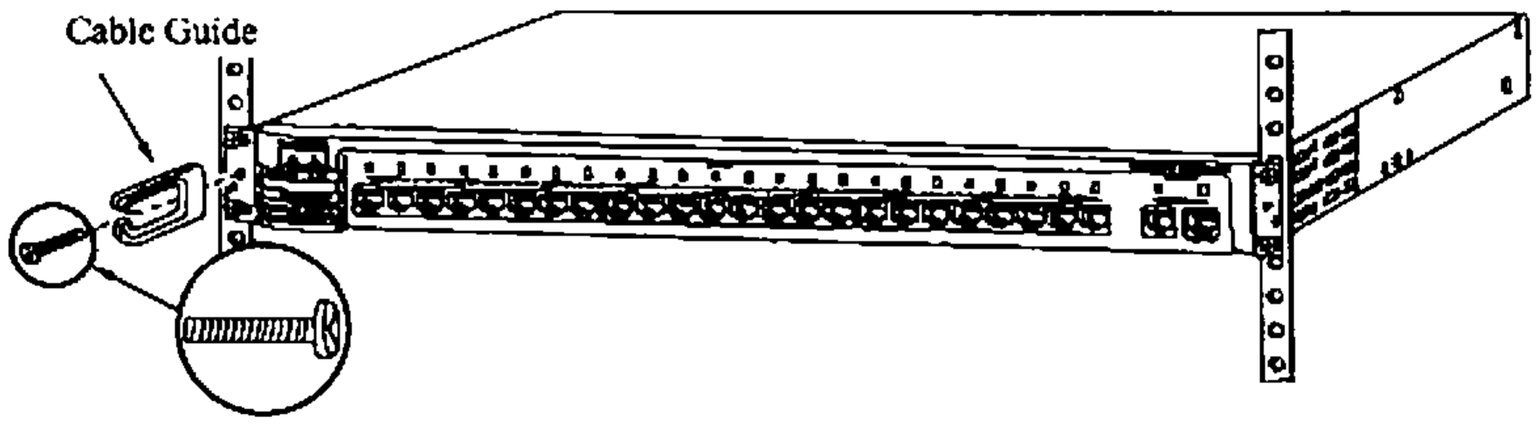


图 2-33

同图 2-24 和图 2-25 那样安装，但除非特殊情况，一般不宜使用这种固定方式。

（三）交换机的堆叠和级联

当单一交换机所能够提供的端口数量不足以满足网络计算机的需求时，必须要由两个以上的交换机提供相应数量的端口，这也就要涉及到交换机之间连接的问题。从根本上讲，交换机之间的连接与集线器的连接基本上相同，不外乎两种方式，一是堆叠，一是级联。

1. 交换机的堆叠

并不是所有的交换机都支持堆叠，要看所选择交换机的品牌、甚至是型号是否支持堆叠。堆叠不仅需要使用专门的堆叠电缆（如 Cisco Fast Ethernet Channel 电缆），而且需要专门的堆叠模块（如 3Com Super Stack Ⅱ阵列模块和阵列电缆）。另外，同一堆叠中的交换机必须是同一品牌，否则，根本没有办法堆叠。因此，如果准备使用堆叠的方式来扩充端口的话，就必须事先做好购置计划。图 2-34 是交换机的一种堆叠方式。

通常情况下，交换机提供专门的或与普通端口共享的堆叠端口，这类端口在交换机前面板上通常都有明显的标志，可以很清楚地看到。问题是使用什么样的电缆，使用直通线

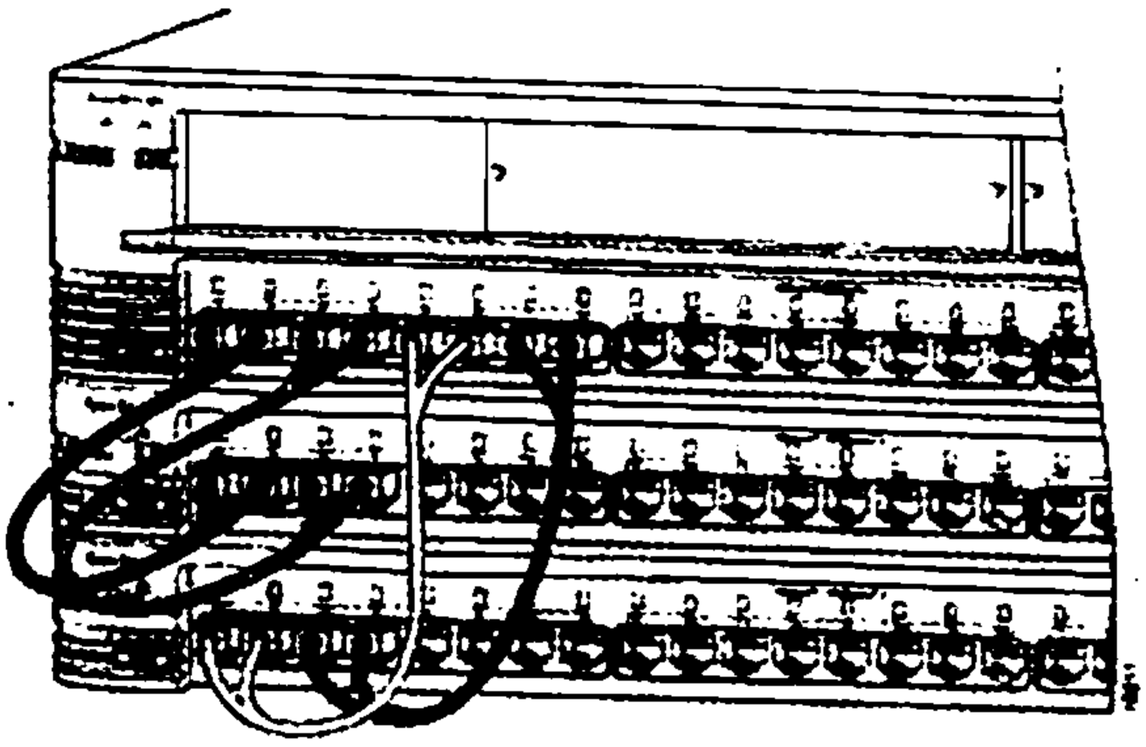


图 2-34　Cisco Catalyst 2900 XL 利用专用电缆堆叠为 48/56 端口

还是交叉线呢？如果交换机没有作特别说明，那么应当使用交叉线，如 Cisco Catalyst 1900。当然，如果使用 MDI-Ⅱ端口连接至另一普通端口，则应当使用直通线。

需要注意的是，无论在任何情况下，连接电缆都不能超过 5m。这也就是说，单纯的堆叠虽然能够迅速扩充端口数量，但却只能在很小的范围内扩展网络直径。

2. 交换机之间以及与集线器之间的级联

不仅相同品牌或不同品牌的交换机之间可以通过级联的方式扩展端口，而且交换机和集线器之间也可通过级联的方式进行连接。因此，级联通常是解决不同品牌交换机之间以及交换机与集线器之间连接问题的有效手段。

级联通常都用普通的双绞线电缆，但根据所连接端口的不同，有时需要使用直通线，而有时则需要交叉线。

级联既可使用普通的 MDI-X 端口（即通常用来连接计算机的端口），也可使用特殊的 MDI 端口。当相互级联的两个端口（即级联跳线所连接的两个设备的端口）分别为 MDI-X 端口和 MDI 端口时，应当使用直通线（如图 2-35 所示）。当相互级联的两个端口均为 MDI-X 端口或者均为 MDI 端口时，则应当使用交叉线（如图 2-36、2-37 所示）。

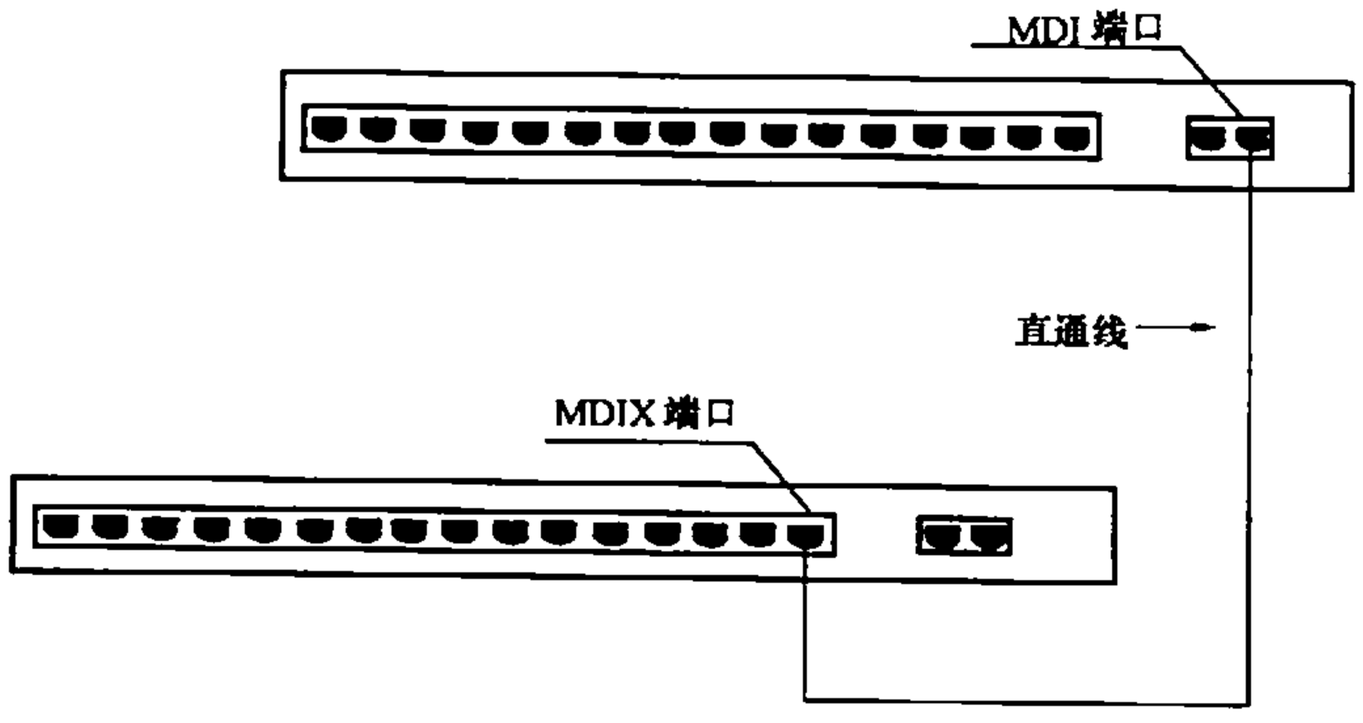


图 2-35　利用直通线连接 MDI 和 MDI-X 端口

无论是 10BASE-T 以太网还是 100BASE-TX 快速以太网，级联交换机所使用的电缆长度均可达到 100m，这个长度与交换机到计算机之间的长度完全相同。因此，级联除了能够扩充端口数量外，另外一个用途就是可以快速延伸网络直径。当有 4 台交换机级联时，网络跨度就可以达到 500m。这样的距离对于位于同一座建筑物内的小型网络而言已经足够了。

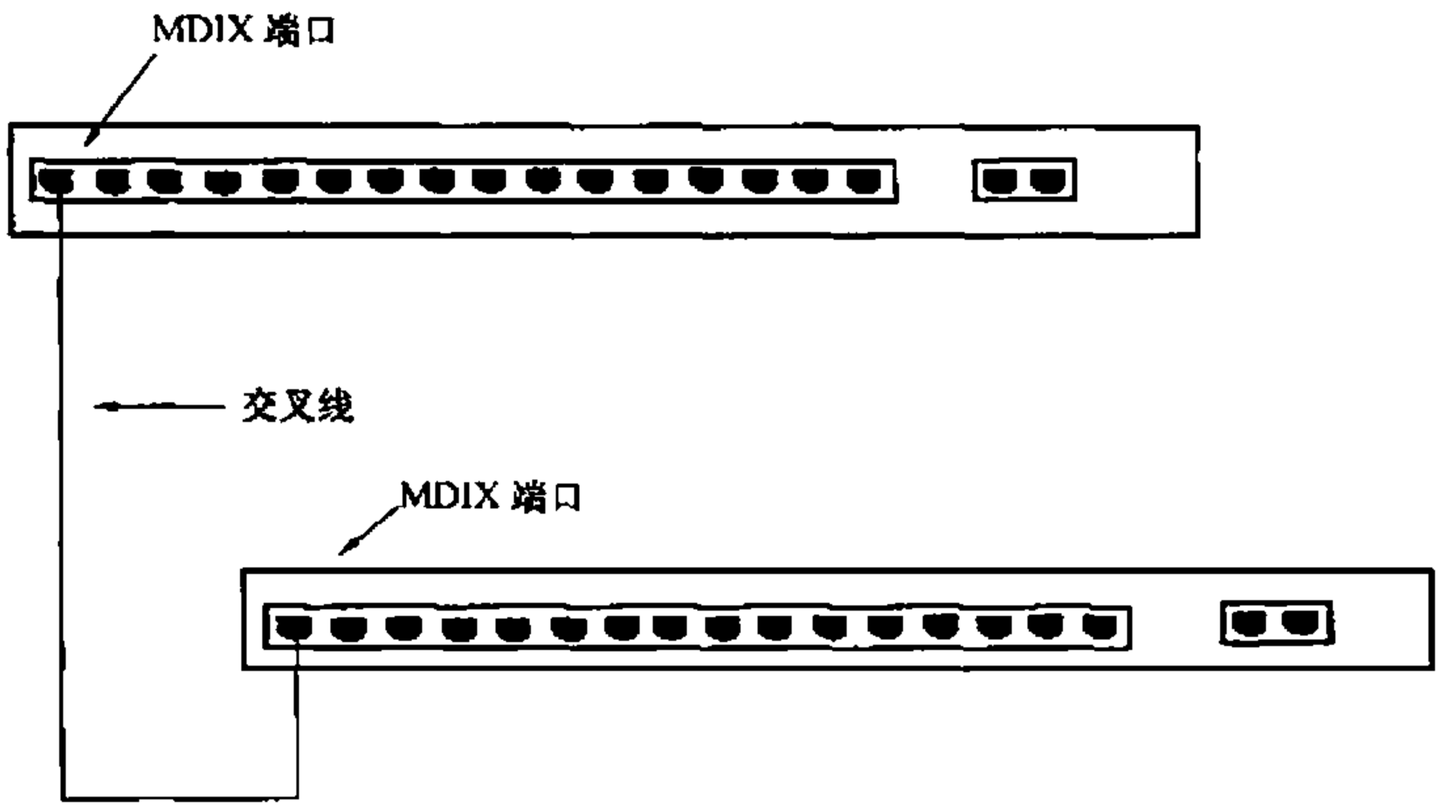


图 2-36　利用交叉线连接两个 MDI-X 端口

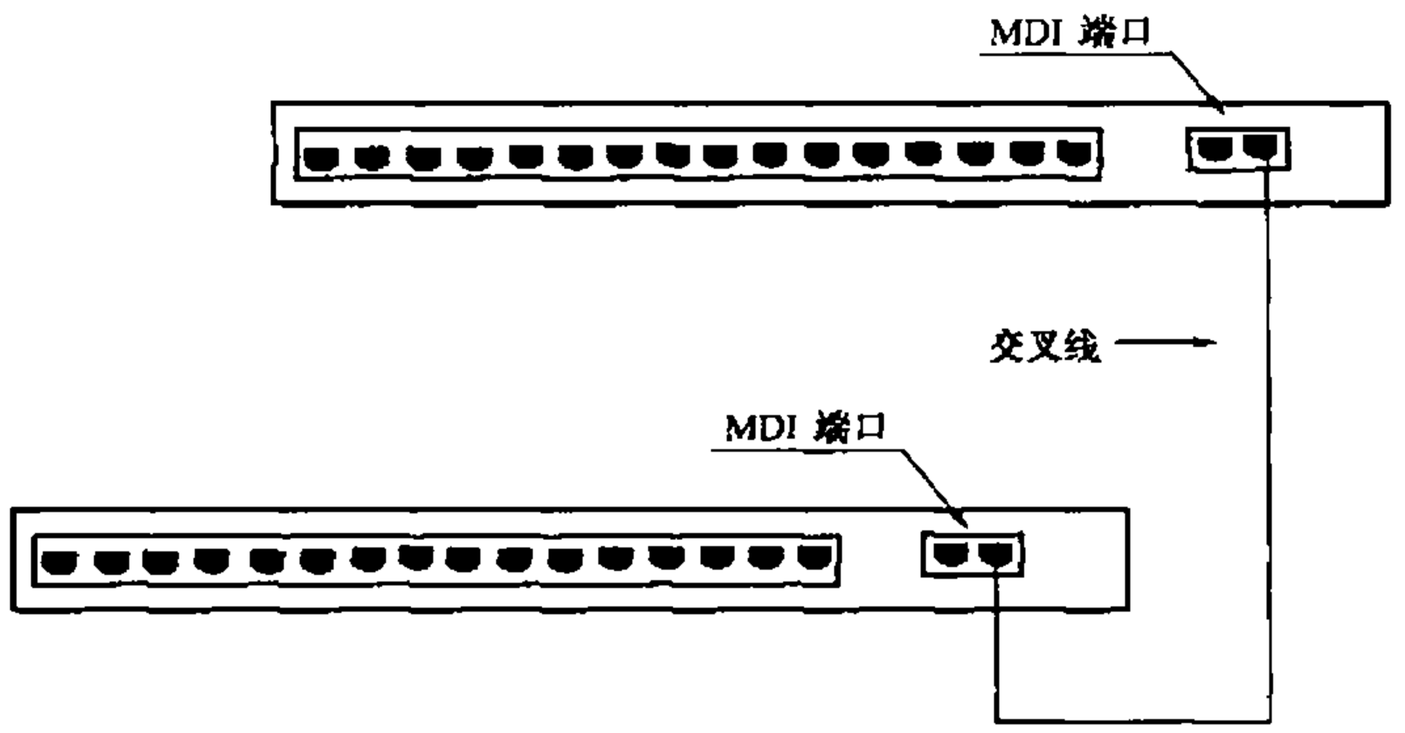


图 2-37　利用交叉线连接两个 MDI 端口

五、路 由 器 的 连 接

路由器的硬件连接包括与局域网设备之间的连接、与广域网设备之间的连接以及配置设备之间的连接。

（一）与局域网设备之间的连接

局域网设备主要是指集线器和交换机，交换机通常使用的端口只有 RJ-45 和 SC，集线器使用的端口则通常为 AUI、BNC 和 RJ-45。下面，简单介绍一下路由器和集线设备各种端口之间如何进行连接。

1．RJ-45-to-RJ-45

如果路由器和集线设备均提供 RJ-45 端口，那么，可以使用双绞线跳线将集线设备和路由器的两个端口连接在一起。需要注意的是，与集线设备之间的连接不同，路由器和集线设备之间的连接不使用交叉线，而是使用直通线，也就是说，跳线两端的线序完全相同。

另外，路由器和集线设备端口通信速率应当尽量匹配，否则，宁可使集线设备的端口速率高于路由器的速率，并且最好将路由器直接连接至交换机。

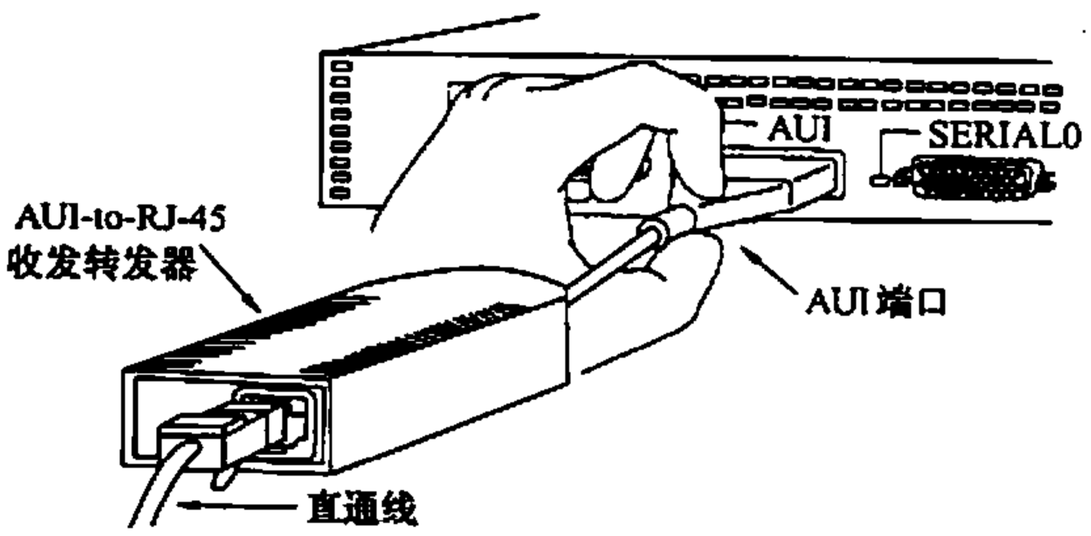


图 2-38　AUI 与 RJ-45 端口之间的连接

2. AUI-to-RJ-45

如果路由器仅拥有 AUI 端口，而集线设备提供的是 RJ-45 端口，那么，必须借助于 AUI-to-RJ-45 收发转发器才可实现两者之间的连接。当然，收发转发器与集线设备之间的双绞线跳线也必须使用直通线，如图 2-38 所示。

3. SC-to-RJ-45 或 SC-to-AUI

如果集线设备只拥有光纤端口，而路由设备提供的是 RJ-45 端口或 AUI 端口，那么，必须借助于 SC-to-RJ-45 或 SC-to-AUI 收发器才可实现两者之间的连接。收发转发器与集线设备之间的双绞线跳线必须使用直通线。

（二）与 Internet 接入设备的连接

1. 异步串行口

异步串行口主要用于与 Modem 的连接，从而实现远程计算机通过公用电话网拨入局域网络。除此之外，也可用于连接其他终端。当路由器通过线缆与 Modem 连接时，必须使用 RJ-45-to-DB-25 或 RJ-45-to-DB-9 适配器。路由器与 Modem 或终端之间的连接如图 2-39 所示。

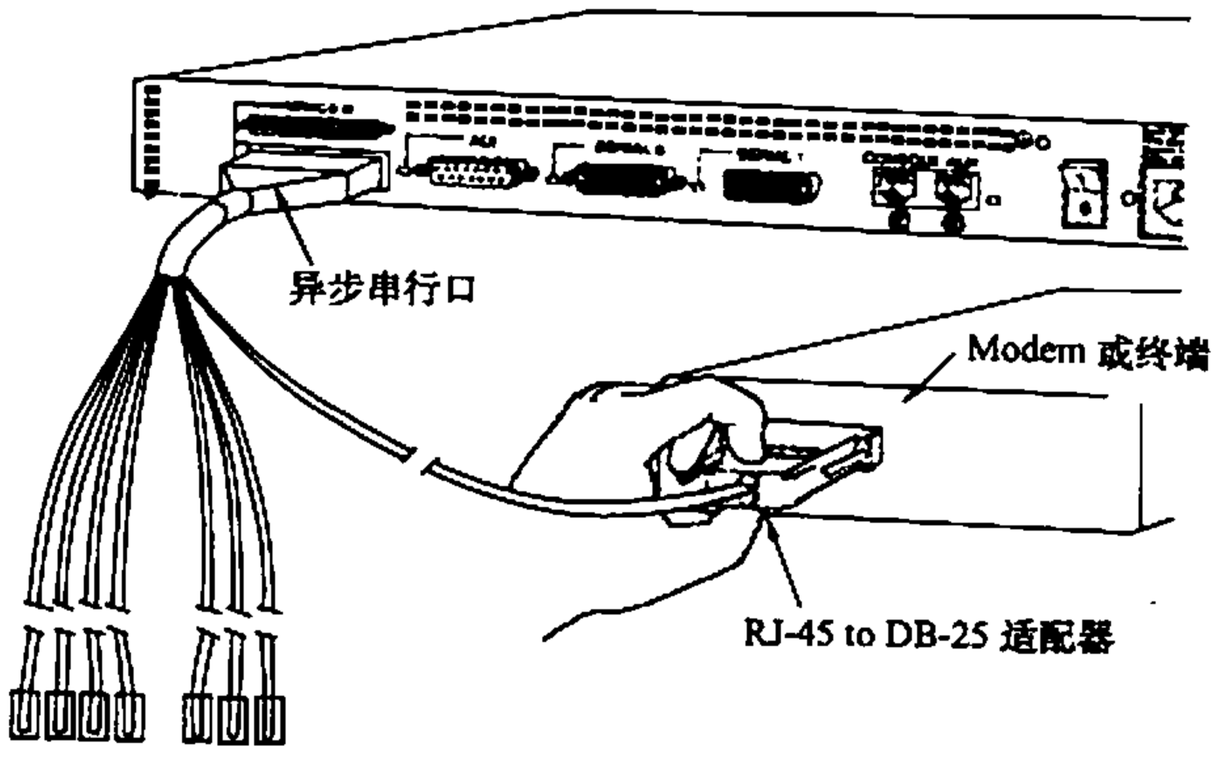


图 2-39　路由器与 Modem 或终端之间的连接

2. 同步串行口

根据连接 Internet 接入设备的不同，可分别采用不同的电缆将路由器的同步串行口与 Internet 设备连接在一起。Cisco 系统支持 6 种类型的接口，即 EIA/TIA-232 接口、EIA/TIA-449 接口、V.35 接口、X.21 串行电缆接口和 EIA-530 接口。

3. ISDN BRI 端口

Cisco路由器的 ISDN BRI 模块分为 2 类，一是 ISDN BRI S/T 模块；二是 ISDN BRI U 模块，前者需借助于连接至 ISDN NT1 才能实现与 Internet 的连接，而后者由于内置有 NT1 模块，因此，无需再外接 ISDN NT1，可以直接连接至墙板插座。

（三）配置端口

1．Console 端口

当使用计算机配置路由器时，必须使用翻转线将路由器的 Console 接口与计算机的串行口连接在一起，并根据串口的类型提供 RJ-45-to-DB-9 或 RJ-45-to-DB-25 适配器。

2.AUX 端口

当欲通过远程实现对路由器的配置时，可采用 AUX 端口。AUX 端口与 Modem 的连接方式如图 2-40 所示。

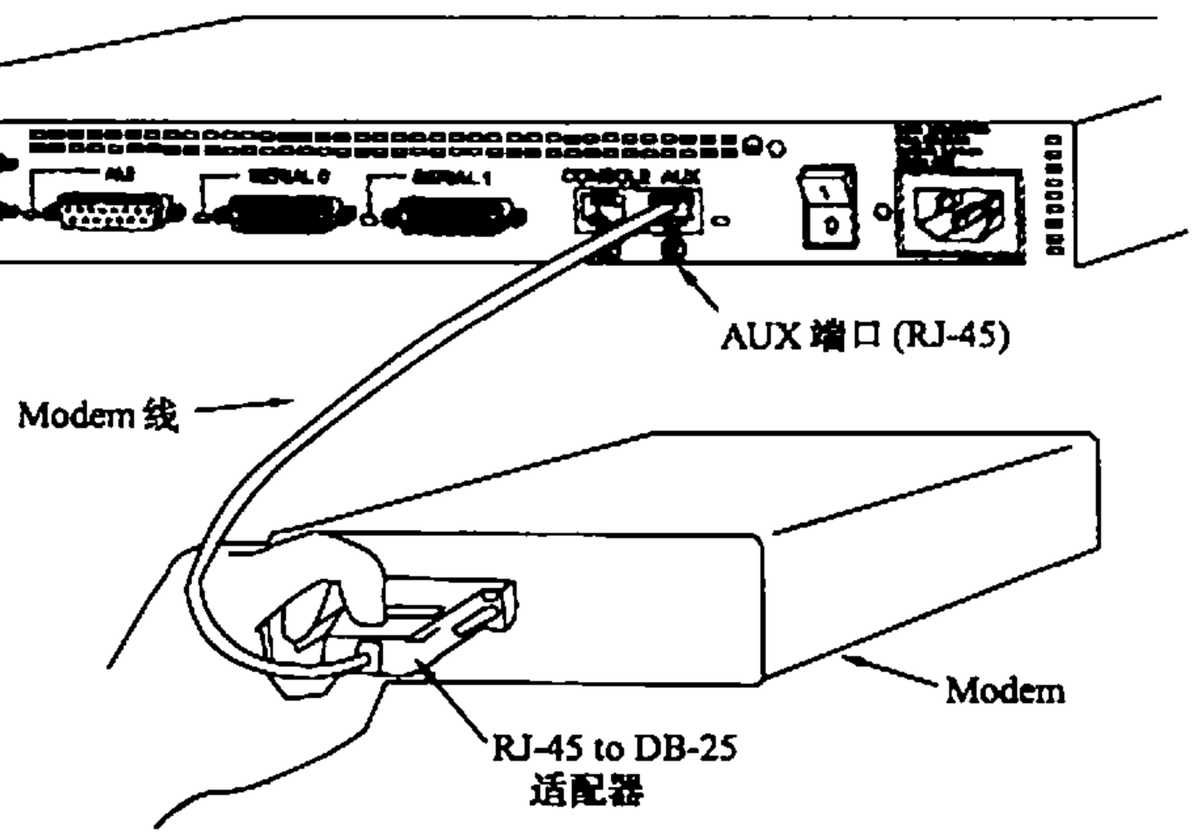


图 2-40　路由器 AUX 端口与 Modem 之间的连接

第五节　计算机机房的安装设计

一、计算机机房的位置与布置

（一）机房位置选择

按照 GB 50174—1993《电子计算机机房设计规范》，在多层建筑或高层建筑内，计算机机房宜设于第二三层。机房位置选择应符合下列要求：

（1）水源充足，电力比较稳定可靠，交通通信方便，自然环境清洁。

（2）远离产生粉尘、油烟、有害气体以及生产或储存具有腐蚀性、易燃、易爆物品的工厂、仓库、堆物等。

（3）远离强振源和强噪声源。

（4）避开强电磁场干扰。当无法避开时或为保障计算机系统信息安全，可采取有效的电磁屏散措施。

（二）计算机机房的组成

（1）计算机机房组成应按计算机运行特点及设备具体要求确定。一般计算机机房由下列房间组成：

1）计算机主机房：计算机主机房是放置计算机系统主要设备的房间，是计算机机房的核心。其他房间的配置（位置）都是以此房间而确定的，所谓对计算机机房的环境工艺要求，也主要是对计算机主机房而言的。

2）基本工作房间：基本工作房间有数据录入室、终端室、通信室、已记录的磁介质存放间、已记录的纸介质存放间、上机准备间、调度控制室等。

3）辅助房间：

第一类辅助房间有：维修室、仪器室、备件间、未记录的磁介质存放间、资料室、软件人员办公室、硬件人员办公室。

第二类辅助房间有：高低压配电室、变压器室、变频机室、稳压稳频室、蓄电池室、发电机室、空调系统用房、灭火器材间、值班室、控制室。

第三类辅助房间有：贮藏室、更衣换鞋室、缓冲间、一般休息室、盥洗间等。上述房间，有的可以一室多用。

在机房的房间组成内，未包括行政办公等用房。但在建造机房时，还应考虑到一般的办公用房。

（2）机房使用面积应根据计算机设备的外形尺寸布置确定。在计算机设备外形尺寸不完全掌握的情况下，计算机机房使用面积应符合下列规定：

1）主机房面积可按下列方法确定：

①当计算机系统设备已选型时，可按下式计算：

$$A = K\Sigma S$$

式中　A——计算机主机房使用面积（m^2）；

K——系数，取值为 5～7；

ΣS——计算机系统及辅助设备的投影面积（m^2）之和。

②当计算机系统的设备尚未选型时，可按下式计算：

$$A = KN$$

式中　K——单台设备占用面积，可取 4.5～5.5（m^2/台）；

N——计算机主机房所有设备的总台数。

2）基本工作间和第一类辅助房间面积的总和，宜等于或大于主机房面积的 1.5 倍。

3）上机准备室、外来用户工作室、硬件及软件人员办公室等可按每人 3.5～4m^2 计算。

4）改建的计算机机房面积可按实际情况酌情处理。一般来说，计算机主机室使用面积为 40～80m^2。

（三）设备布置要求

（1）计算机设备宜采用分区布置，一般可分为主机区、存储器区、数据输入区、数据输出区、通信区和监控调度区等。具体划分可根据系统配置及管理而定。

（2）产生尘埃及废物的设备（如各类以纸为记录介质的输出、输入设备）应远离对尘埃敏感的设备（如磁盘机、磁带机和磁鼓），并宜集中布置在靠近机房的回风口处。

（3）主机房内通道与设备间的距离应符合下列规定：

1）两相对的柜子正面之间的距离不小于 1.5m；

2）机柜侧面（或不用面）距墙不应小于 0.5m，当需要维修测试时，则距墙不应小于 1.2m。

3）走道净宽不应小于 1.2m。

(4）设备布置要有利于值班人员监视计算机的运转状态，特别是磁带机、行式打印机、卡片阅读机等机器设备，必须布置在容易从控制台处观察到的地方。

(四）设备布置方式

计算机设备的布置方式，多采用集中（图 2-41）和人机分离两种。

人机分离的平面布置方式如图 2-42 所示。该形式是今后机房内平面布置的主要形式。

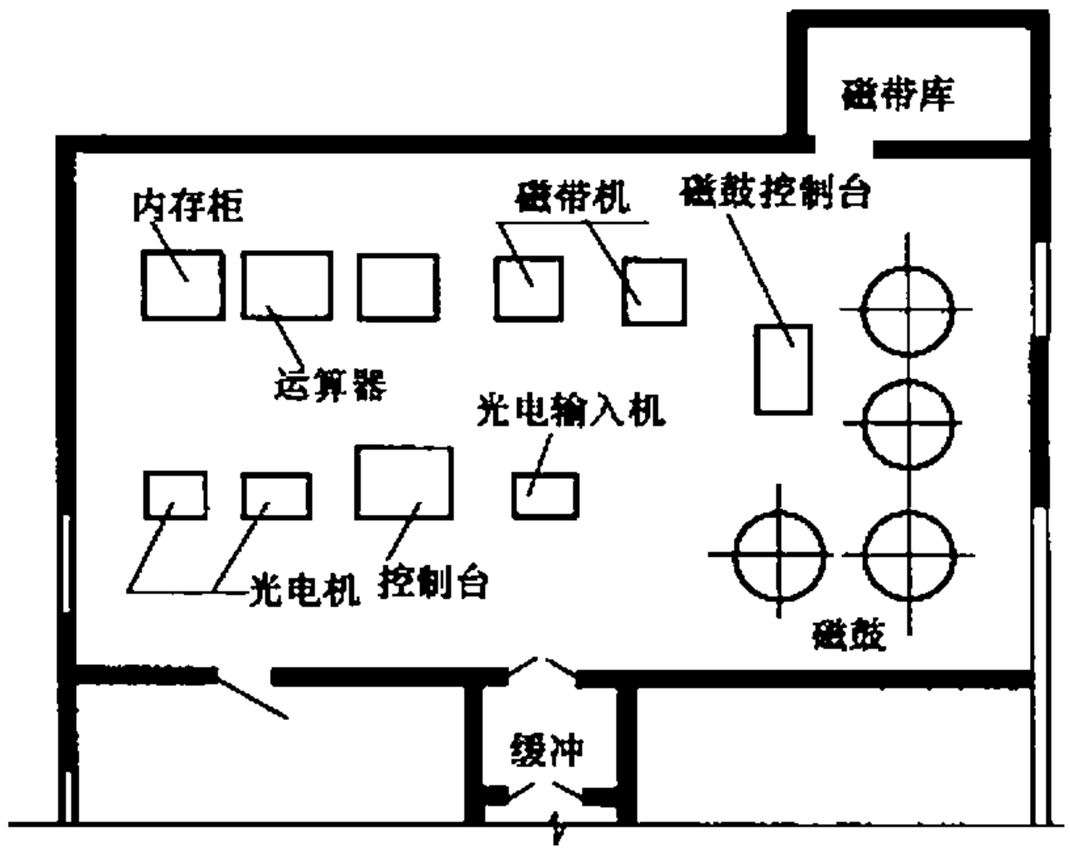


图 2-41　机房设备集中布置方式

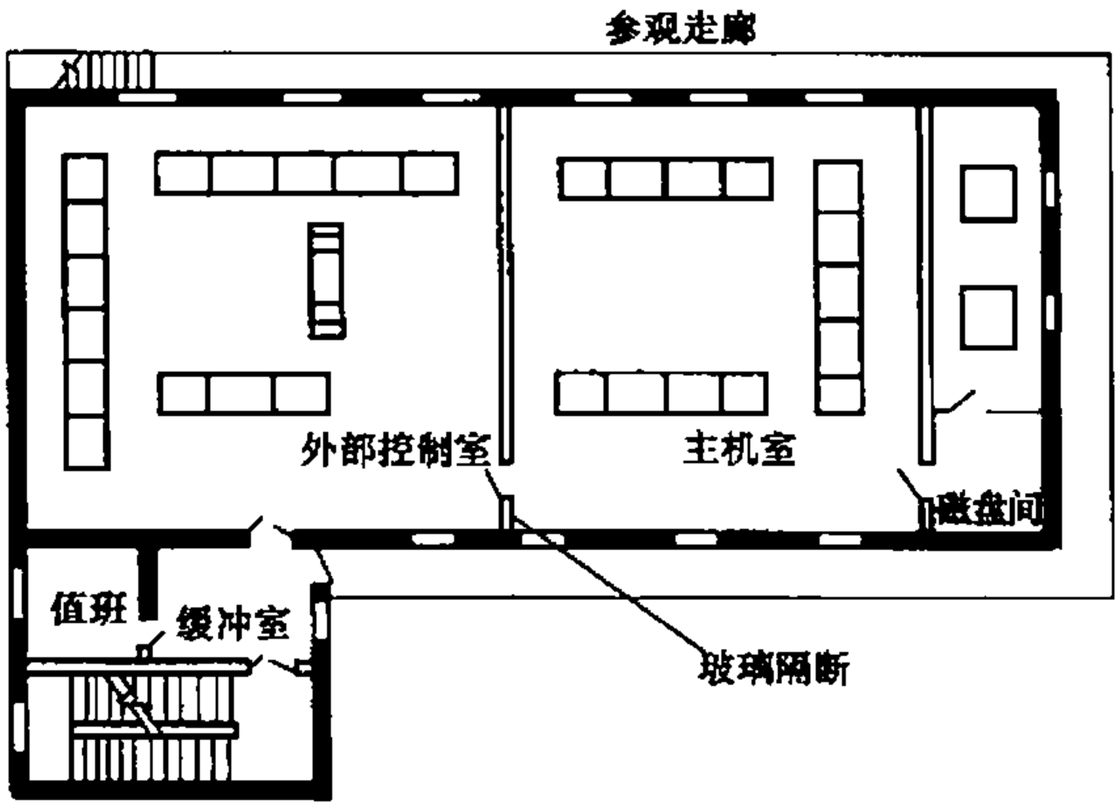


图 2-42　人机分离平面布置图

二、计算机系统的环境要求

（一）温度、湿度及空气含尘浓度

（1）计算机机房内的温、湿度应满足下列要求：

1）开机时，计算机机房内温、湿度应符合表 2-13 的规定。

2）停机时，计算机机房内的温、湿度应符合表 2-14 的规定。

开机时计算机机房的温、湿度　　表 2-13

级别 / 项目	A 级		B 级
	夏季	冬季	全年
温度（℃）	23±2	20±2	18~28
相对湿度（%）	45~65	40~70	
温度变化率（℃/h）	<5（并不得结露）	<10（并不得结露）	

停机时计算机机房的温、湿度　　表 2-14

级别 / 项目	A 级	B 级
温度（℃）	5~35	5~35
相对湿度（%）	40~70	20~80
温度变化率（℃/h）	<5（并不得结露）	<10（并不得结露）

（2）开机时主机房的温、湿度应执行 A 级，基本工作间可根据设备要求按 A、B 两级执行，其他辅助房间应按工艺要求确定。

（3）记录介质库的温、湿度应符合下列要求：

1）常用记录介质库的温、湿度应与主机房相同。

2）其他记录介质库的要求应按表 2-15 采用。

记录介质库的温、湿度　　表 2-15

品种 / 项目	卡片	纸带	磁带		磁盘	
			长期保存已记录的	未记录的	已记录的	未记录的
温度	5~40℃		18~28℃	0~48℃	0~40℃	
相对湿度	30%~70%	40%~70%	20%~80%		20%~80%	
磁场强度			<3200A/m	<4000A/m	<3200A/m	<4000A/m

（4）主机房内的空气含尘浓度，在静态条件下测试，每升空气中≥0.5μm 的尘粒数应少于 1800 粒。

（二）噪声、电磁干扰、振动及静电

（1）主机房内的噪声，在计算机系统停机的条件下，在主操作员位置测量应小于68dB(A)。

（2）无线电波的干扰影响到很多电子设备工作的稳定性，计算机工作属于弱小信号类，对干扰极为敏感。而这些干扰又会从空间、机器外壳、电缆或电线引入。因此要做必

要抗干扰的处理——接地或屏蔽，使工作环境的无线电波干扰场强，在频率为 0.15～1000MHz 时应低于 126dB。

（3）工作环境要防水磁场或电磁场干扰，其值不应大于 800A/m。电子设备及显示设备极易受到几十 kVA 变压器、稳压器的影响。通常的情况下终端与它们的距离保持 5m 以上。

（4）主机房地面及工作台面的静电泄漏电阻，应符合现行国家标准《计算机机房用活动地板技术条件》的规定。

（5）主机房内绝缘体的静电电位不应大于 1kV。

（6）在计算机系统停机的条件下，主机房地板表面垂直及水平方向的振动加速度值，不应大于 500mm/s^2。

三、计算机机房的接地

（1）计算机机房应采用下列四种接地方式：

1）交流工作接地，接地电阻不应大于 4Ω；

2）安全保护接地，接电电阻不应大于 4Ω；

3）直接工作接地，接地电阻应按计算机系统具体要求确定；

4）防雷接地，应按现行国家标准《建筑防雷设计规范》执行。

（2）直流地的接法一般有三种类型：串联接地、并联接地和网格地。前两种接地方式在国内已趋淘汰，目前最好的方法是采用信号基准电位网，即网格地。

直流网格地就是用一定截面积的铜带（建议用 1～1.5mm 厚、25～35mm 宽），在活动地板下面交叉排成 600mm × 600mm 的方格，其交叉点与活动地板支撑的位置交错排列。交点处用锡焊焊接或压接在一起。为了使直流网格地和大地绝缘，在铜带下应垫 2～3mm 厚的绝缘橡皮或聚氮乙烯板等绝缘物体。由于橡皮易受潮、受油而导致绝缘电阻降低，因此应采取相应的防潮措施或选用绝缘强度高、吸水性差的材料作为直流网格地的绝缘体。直流网格地如图 2-43 所示。机柜接地见图 2-44。

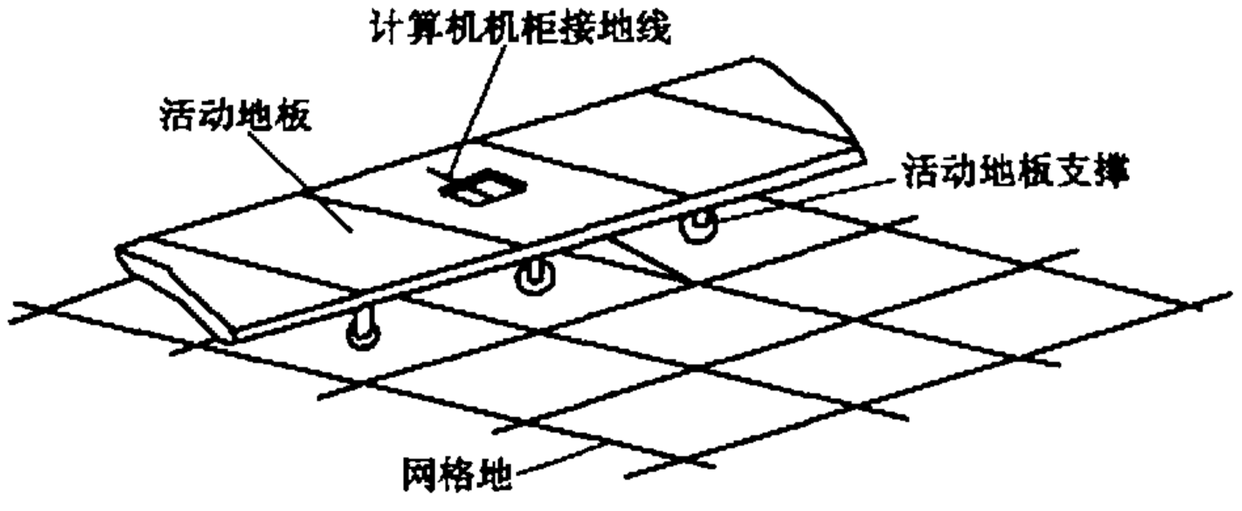


图 2-43　直流网格地

（3）计算机系统的接地应采取单点接地并宜采取等电位措施。当多个计算机系统共用一组接地装置时，宜将各计算机系统分别采用接地线与接地体连接。

（4）接地引下线一般应选用截面积不小于 35mm^2 的多芯铜电缆用以减少高频阻抗。

（5）机要部门计算机室内的非计算机系统的管、线、风道或暖气片等金属实体，应做

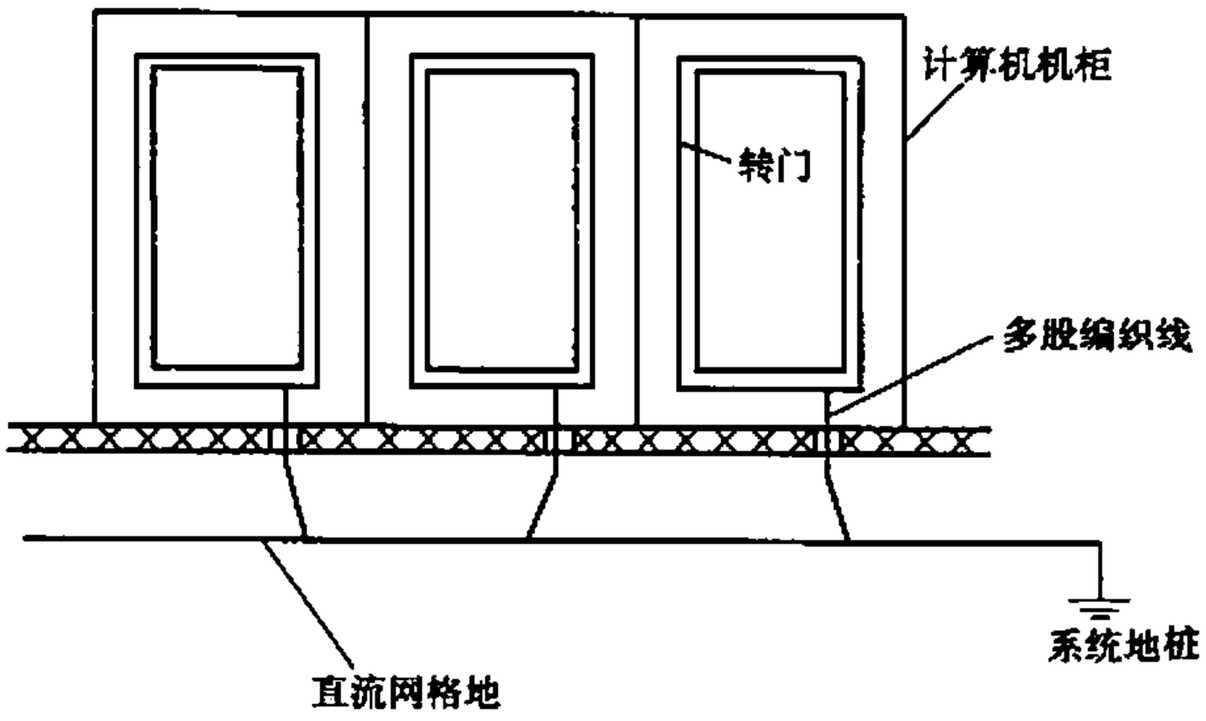


图 2-44　机柜接地示意图

接地处理。接地电阻应小于 4Ω。

（6）计算机终端及网络的节点机均不宜就做接地保护，应该由“系统”统一设计。否则因地线的电位差足可以损坏设备或器件。

（7）机房内设有防静电地板时，其地板及金属的门、窗均做接地处理，且保证等电位。

四、计算机机房的供电

（一）计算机机房供电质量要求

根据国家标准《计算站场地技术条件》（GB 2887—1989），对机房供配电的要求如下：

1. 计算机机房供电电源

计算机房供电电源应满足下列要求：

频率：50Hz

电压：380V/220V

相数：三相五线制或三相四线制/单相三线制

依据计算机的性能，允许供电电源变动的范围，见表 2-16 所示。

计算机机房供电允许变动的范围　　表 2-16

项目 \ 指标 \ 级别	A 级	B 级	C 级
电压变动（%）	-5 ~ +5	-10 ~ +7	-15 ~ +10
周波变化/Hz	-0.2 ~ +0.2	-0.5 ~ +0.5	-1 ~ +1

2. 计算机机房供电方式分类

依据计算机的用途，其供电方式可分为 3 类：

（1）一类供电　需建立不停电供电系统。

（2）二类供电　需建立带备用的供电系统。

（3）三类供电　按一般用户供电考虑。

（二）计算机机房供电监控功能要求

根据上述建立不停电供电系统或建立备用供电系统的要求，都存在供电电源控制问题对机房供电系统的要求：系统控制应有自动、手动两种操作功能，供电系统应具有遥测、遥信、遥控功能。

供电系统的遥测功能包括：应能遥测高、低压进线柜、油机发电机组的三相电压、三相电流、功率、频率；配电屏的输入电压、输入电流；UPS输出电压、电流；蓄电池组的电压、充放电电流等。在一些特别重要的机房供电系统中，配电屏主开头触头的温度也需遥测，作为智能化监控的参数之一。

机房供电系统的遥控功能包括：应能遥开油机组、遥关油机组；遥开UPS、遥关UPS。

供电系统的遥信功能：对市电中断、机组故障、UPS故障、电池充电状态、熔丝状态、配电屏主控开关温度（反应接点的接触电阻大小）等应有遥信信息送出。

（三）计算机机房对供配电主要设备的要求

1. 对配电屏的要求

计算机房对配电屏的要求如下：

（1）在市电和油机电源之间应配有自动手动倒换装置，有电气连锁和机械连锁装置，在两种电源倒换中，具有市电优先功能。

（2）当市电中断或者电压超出规定范围时，自动切断市电，10s后送市电信号；当市电恢复正常10s后能自动转入市电供电。

2. 对油机发电机组的要求

计算机机房对油机发电机组的要求如下：

（1）必须配备具有自启动、自保护、自动切换功能的油机发电机组。

（2）机组在停机状态接到启动指令，应能立即自动启动，如要延迟启动，时间应可调，但不得超过8h。

（3）由停机到运行的启动，以主机优先启动，备用机在主机不能启动时，才启动。

（4）当机组在输出短路或超负荷运行时，应断电停机自动保护。

（5）油机发电机组参照我国YD/T 502—1991执行。

3. 机房设备对UPS的要求

计算机机房对UPS的要求如下：

（1）当市电正常时，UPS应能自动开机。

（2）UPS应具有软启动性能。

（3）UPS应具备在市电不稳定或负载变化比较大的条件下正常运行的能力（停电输出纯净的电压）。

（4）UPS的“平均无故障时间”（MIBF）应大于或等于10000h。

（5）具有良好的自诊断、用户界面、通信功能。

（6）UPS机内静态旁路模块电路以及机外热备份机均应能可靠、自动切换。

（7）具备外电掉电告警功能；当市电中断或超出规定范围（10%～15%）能自动发出告警信号。

（8）外电停电后可继续工作一定时间（依系统需要而定）。

五、机房的消防报警与灭火系统

(1) 计算机机房应设火灾自动报警系统，主机房、基本工作间应设二氧化碳或卤代烷灭火系统，并应按有关规范的要求执行。报警系统与自动灭火系统应与空调、通风系统联锁。空调系统所采用的电加热器，应设置无风断电保护。

(2) 凡设置二氧化碳或卤化烷固定灭火系统及火灾探测器的计算机机房，其吊顶的上、下及活动地板下，均应设置探测器和喷嘴。

吊顶上和活动地板下设置火灾自动探测器，通常有两种方式。一种方式是均布方式，但其密度要提高，每个探测器的保护面积为 10 ~ 15m^2。另一种方式是在易燃物附近或有可能引起火灾的部位以及回风口等处设置探测器。图 2-45 为机房火灾探测器布置示例。

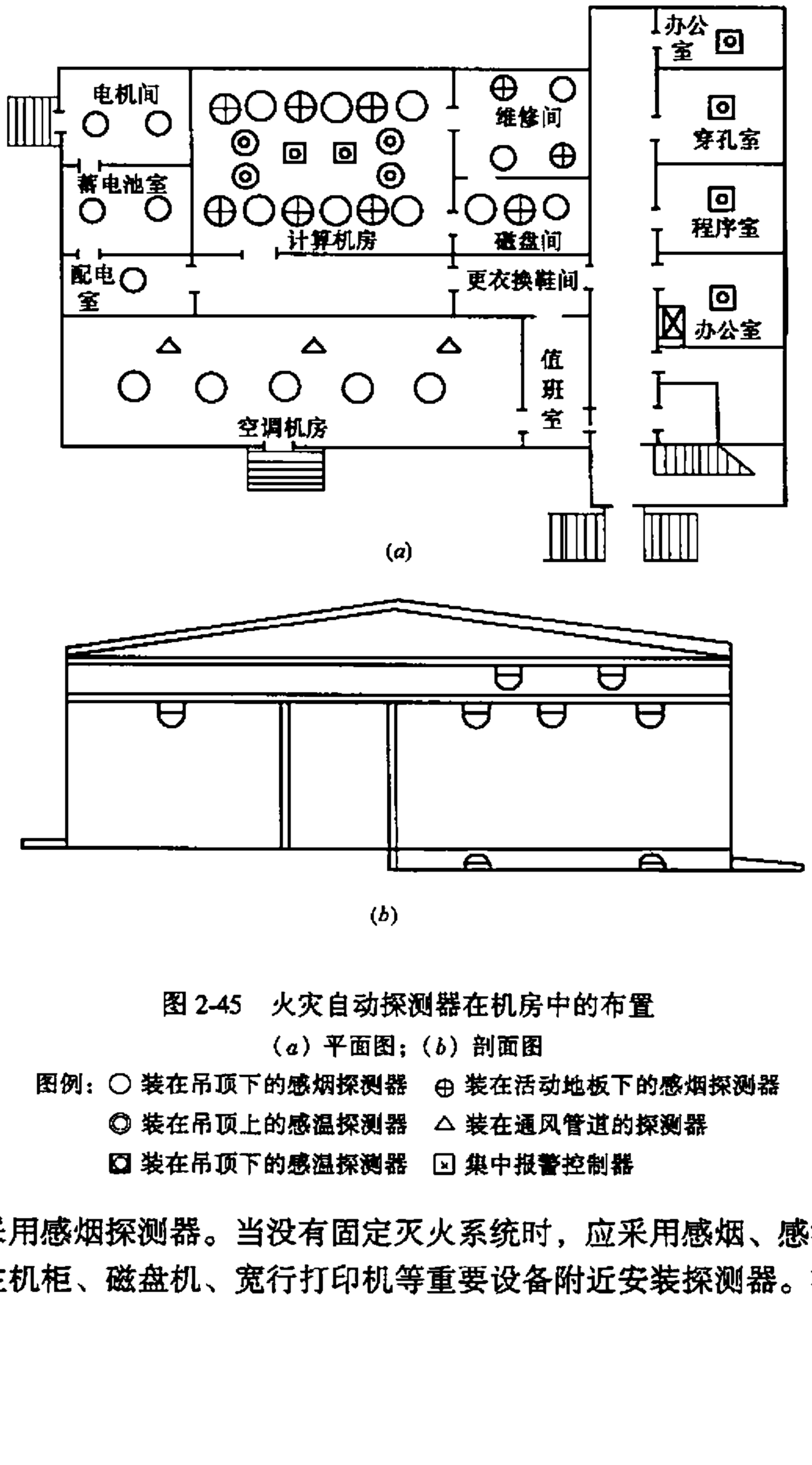


图 2-45　火灾自动探测器在机房中的布置

(a) 平面图；(b) 剖面图

图例：○ 装在吊顶下的感烟探测器　⊕ 装在活动地板下的感烟探测器

◎ 装在吊顶上的感温探测器　△ 装在通风管道的探测器

◘ 装在吊顶下的感温探测器　⊡ 集中报警控制器

主机房宜采用感烟探测器。当没有固定灭火系统时，应采用感烟、感温两种探测器的组合。可以在主机柜、磁盘机、宽行打印机等重要设备附近安装探测器。在有空调设备的

房间，应考虑在回风口附近安装探测器。

第六节　网 络 工 程 举 例

【例 1】 有一个 3 层建筑的办公大楼，拟配置的局域网（LAN）的终端和服务器，如图 2-46 所示，各部门所需终端和服务器的数量和速率汇总、整理如表 2-17 所示。图 2-46 中的接线表示设计后的网络系统连接图。

LAN 终端和服务器汇总表　　**表 2-17**

楼　层	部　门	终　端			服　务　器		
		台　数	10Mbit/s	100Mbit/s	台　数	10Mbit/s	100Mbit/s
3	设计部	12	12	0	0	0	0
2	营业部	12	12	0	0	0	0
	电算室	0	0	0	4	0	4
1	经理部	6	6	0	0	0	0
	总务部	12	12	0	0	0	0
合　计		42	42	0	4	0	4

下面着重说明一下该网络（LAN）的配线设计，具体步骤如下：

1. 信息插座的设置位置和数目的决定

首先，如图 2-47 所示，标出信息插座的场所和位置。本例是活动地板，在其上设置露出型信息插座。而且对各信息插座分配管理号码，如表 2-18 所示。管理号码的编制要易懂，便于管理。

2. 网络设备设置位置的决定

对前面系统设计确定的网络设备如何在建筑物内配置，这时要考虑设置环境、电源、空间大小等，并根据规范确定网络设备与信息插座间的距离以及网络设备之间的距离，从而决定网络设备的设置位置。

如前所述，本例中网络设备有三层交换机 1 台（机器高度设定为 5U，设在二楼电算室内），交换式集线器 3 台（设备高度为 1U，1U = 44.45mm），集线器 10 台（设备高度为 1U），它们分别设在 1 楼和 3 楼的配线间（EPS）以及 2 楼电算室内。

信息插座一览表　　**表 2-18**

楼　层	部　门	信息插座数量	管 理 号 码
3	设 计 部	12	3-01 ~ 3-12
2	营 业 部	12	2-01 ~ 2-12
	电 算 室	4	2-49 ~ 2-52
1	经 理 部	6	1-01 ~ 1-06
	业 务 部	12	1-49 ~ 1-60

3. 网络设备的安装方法的决定

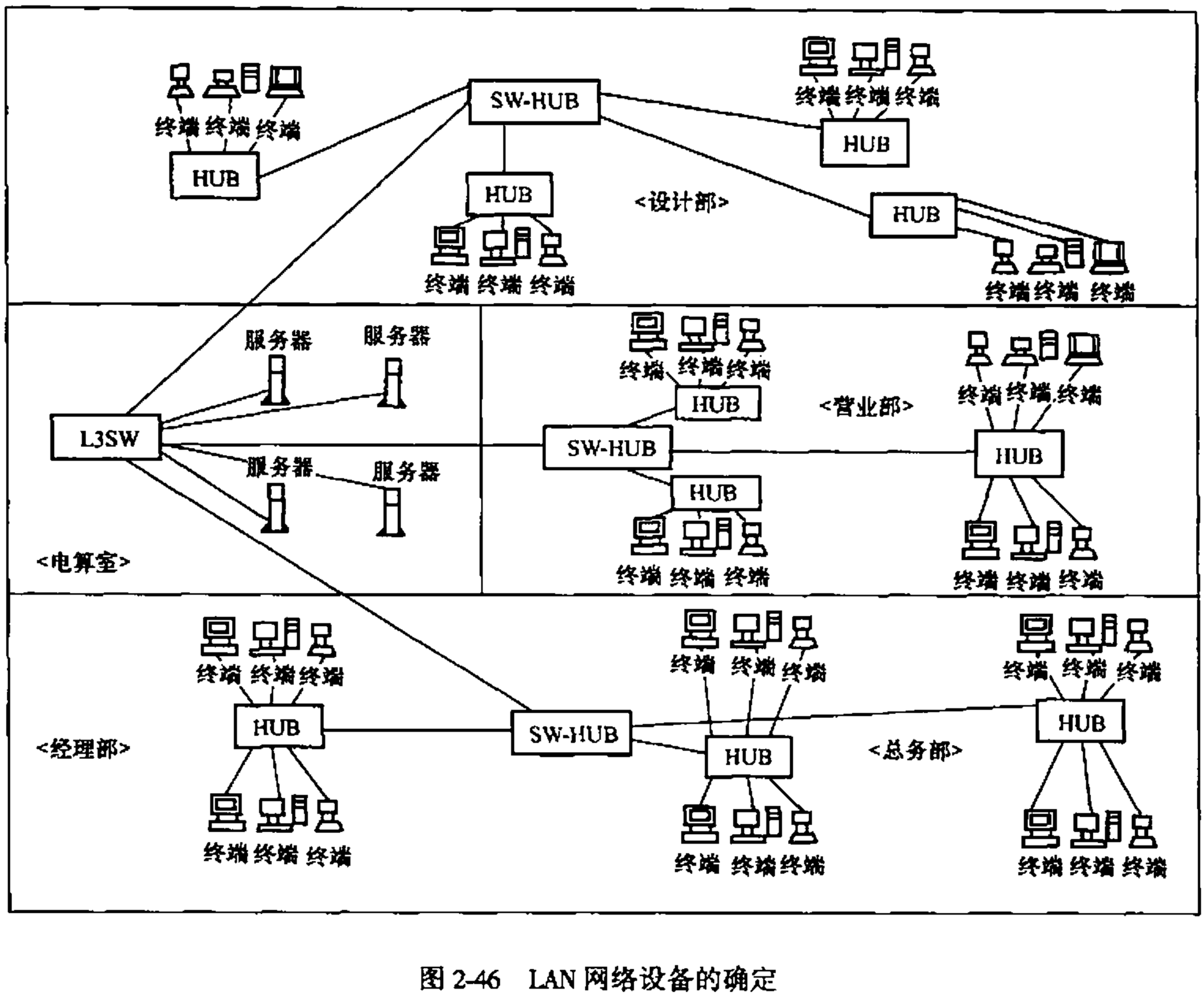


图 2-46　LAN 网络设备的确定

注：图中 HUB：集线器

SW-HUB：具有 VLAN 功能的交换式 HUB

L3SW：第三层交换机

网络设备安装可有两种方法：

（1）安装在 19 英寸的机架上；

（2）安装在墙壁上的箱盒上。

通常以（1）方法为主，它可以容纳从大型背板网络设备到集线器的各种设备。当没有空间安装 19 英寸机架时，往往采用第（2）种方法。但是，这时大型 LAN 设备等无法在箱盒内安装，最多只能安装 2U 左右的集线器。

本例 1～3 楼层的网络设备全都安装在 19 英寸的机架上，安装位置如图 2-47 所示。这时应该考虑 19 英寸机架高度、厚度以及网络设备、光缆、UTP 线缆的配线架和布线间距等，以确定 19 英寸机架的大小。

例如试求一楼 19 英寸机架的高度如下：

交换式集线器(IU) + 集线器($4 \times 1U = 4U$) + 光配线架(1U) + 铜线配线架(1U) = 7U。

考虑到将来扩容和布线（接线）预留空间，取 19 英寸机架高约 $7U \times 2 = 14U$，故机架高度取为 $H = 700mm$。考虑到网络设备的散热等因素，所以一般希望高度是实际安装的 2

倍以上（EIA 规格 14U = 700mm）。

4. 线缆布线的考虑

考虑线缆布线路径时应注意根据如下几点进行布线：

(1) 配线长度在规范值内；

(2) 走线原则上应取电源线干扰少的路径；

(3) 布线的弯曲半径应适当；

(4) 布线还应考虑线缆的拉伸张力。

设计时，在图 2-47 的平面图上画上网络配线，这时如前所述，主干线采用光缆接入配线间 EPS 的配线架上，支线用 UTP 双绞线则在各楼层的活动地板内布线，于是得到如图 2-47 所示的网络配线平面图。

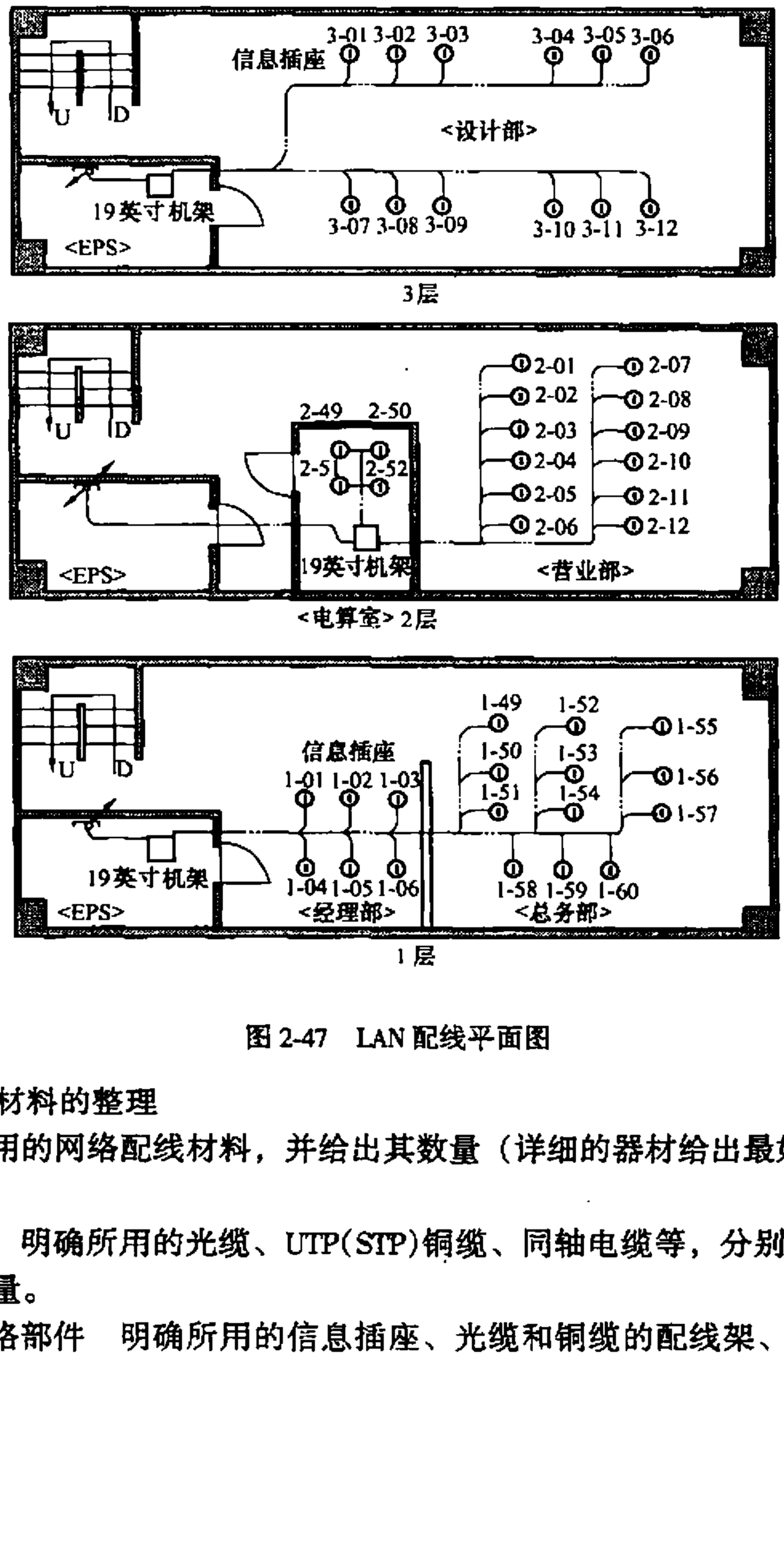


图 2-47　LAN 配线平面图

5. 网络配线材料的整理

在此确定所用的网络配线材料，并给出其数量（详细的器材给出最好在后述的系统图完成后进行）。

(1) 线缆类　明确所用的光缆、UTP(STP)铜缆、同轴电缆等，分别确定其详细规格，并给出它们的数量。

(2) 其他网络部件　明确所用的信息插座、光缆和铜缆的配线架、跳线以及 19 英寸

机架等，分别确定其型号，特别是对于 19 英寸（in）机架，还要确定相应的排气扇、电源插座、配管和板架等的选型。本例的配线材料整理如表 2-19 所示。

配线材料一缆表　　表 2-19

	品　名	规　格	数　量	备　注
线缆类	光　缆	GI 4C(50/125μm)	40m	
	光缆跳线	GI 2C(50/125μm)	5 根	两端 SC(2m)
	UTP 线缆	超 5 类	2000m	
	UTP 跳线	超 5 类	46 根	(2m)
其他网络部件	信息插座	超 5 类	46 个	单口,露出型
	光缆配线架	24 芯型(1U)	3 个	
	铜缆配线架	24P 型(1U)	3 个	
	19 英寸机架	*W*700 × *D*700 × *H*700	2 个	13U
	19 英寸机架	*W*700 × *D*700 × *H*1500	1 个	30U

6. 网络配线系统图的绘制

配线系统图的绘制大致考虑以下两种：

（1）网络设备接线系统图；

（2）网络布线系统图。

其中（1）的接线图虽与建筑物有关，但更应详细标明光缆或铜缆的端点接续，特别是准确给出所用器材的数量，使网络构建一目了然；（2）的布线图则是侧重于与建筑体有关的配线系统图。对于本例，根据图 2-47 的平面图及其有关条件，绘出如图 2-48 所示的接线系统图，由图可明确各线缆芯线与网络设备的接续状态。绘出的布线系统图如图 2-49 所示，各 19 英寸机架上的设备安装图如图 2-50 所示。

【例 2】　大楼以太网的布线安装设计

1. 办公室的局域网配线

在办公室或大楼同一层楼的计算机联网时，如楼层范围较小（小于 100m）、站点数少，可采用办公室的网络模式，如图 2-51 所示。集线器和一些网络设备放置在一间小的房间中构成一个配线房（服务器可放入其中，也可单独放置），以便网络集中布线。配线房的位置选择很重要，它应处于电缆和网络设备的中央位置，以确保配线房离最远的网络设备或节点的距离小于 100m。

但当节点数量较多、距离较远（楼层中有的计算机到集线器的距离超过 100m）时，就应该采用新的网络模型。一种方法就是采用双绞线在图 2-51 所示网络的基础上扩展，解决集线器的端口数受限的缺点。应用时，可用几个集线器级联。如果节点的数量太多，已使网络数据流量增多而造成网络阻塞时，可在整个楼层设置一个网络交换机，这样既可提升网络带宽又可将网络划分成几个网段。但这些方法要保证任何两个网络设备之间如交换机、集线器到集线器、计算机的距离小于 100m，如图 2-52 所示的网络模型：

有一个中心网络交换机，用来提升网络的带宽，交换机和一些相关的网络设备放置在配线房中。在计算机数量较多的办公室中，可安装一个或多个集线器（如办公室二的情况），

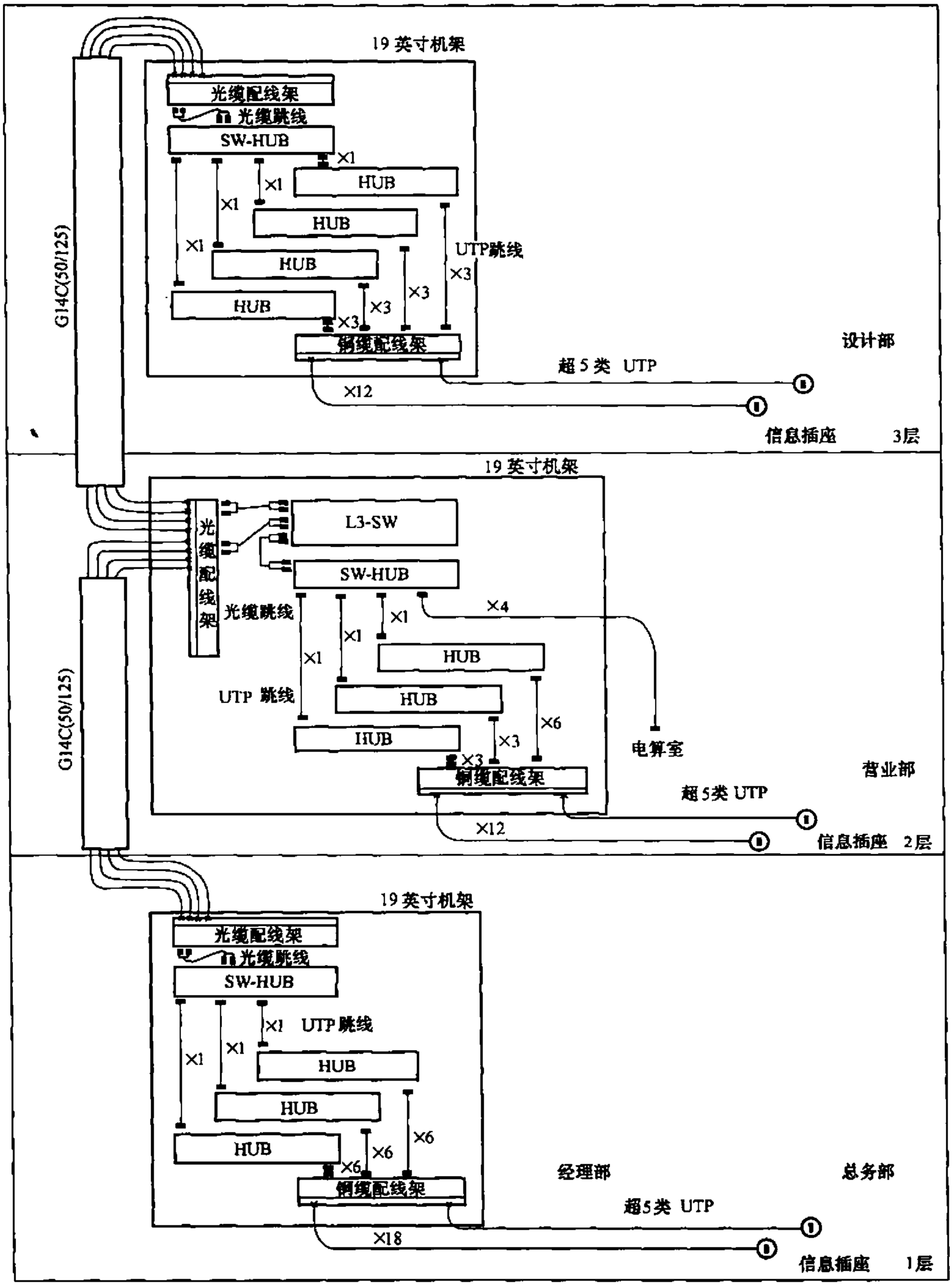


图 2-48　LAN 设备接线系统图

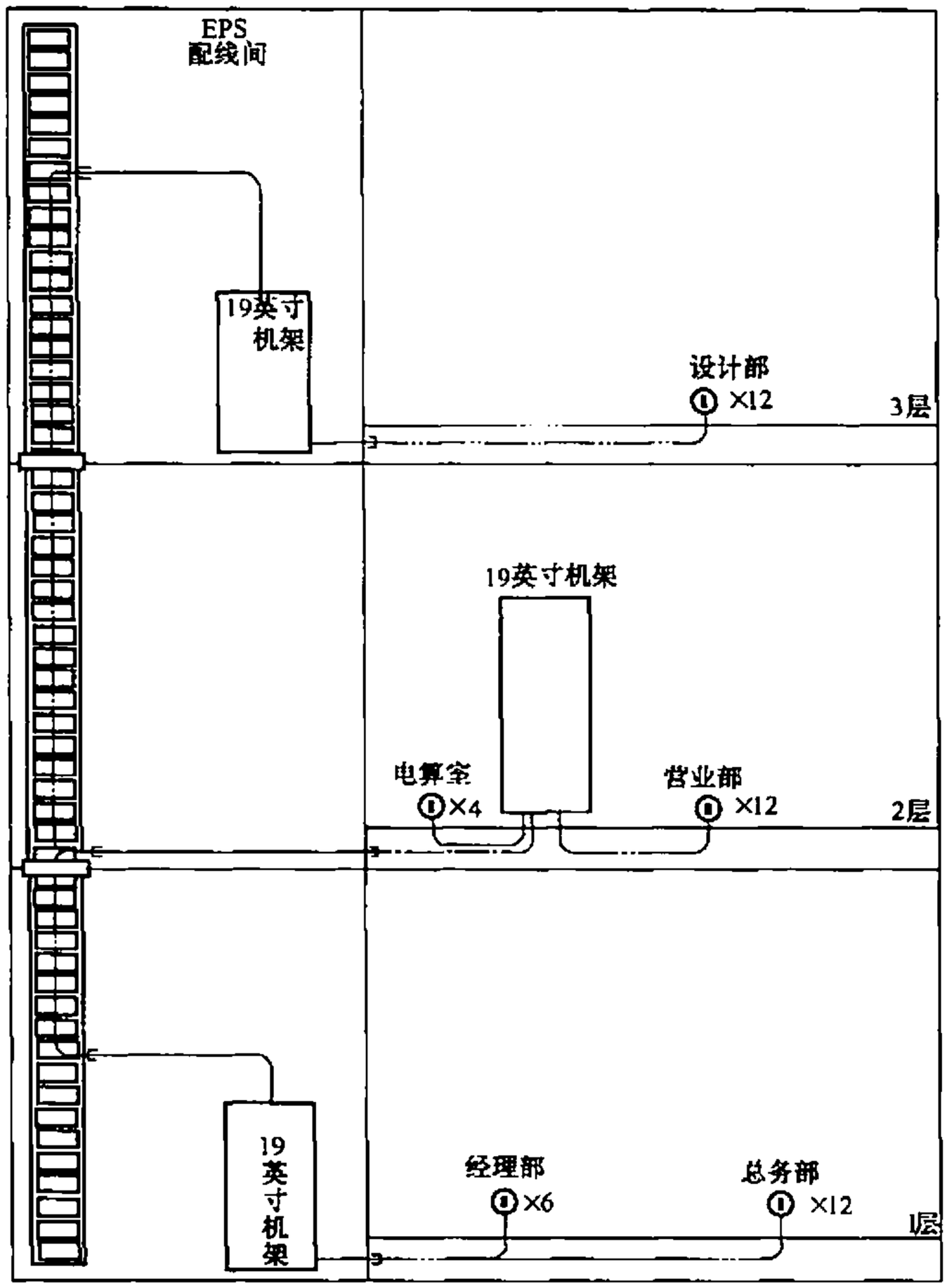


图 2-49　LAN 布线系统图

中心网络交换机与办公室的集线器的距离小于 100m 时可直接连接（如办公室四的情况）。办公室到配线房超过 100m 时，该办公室的集线器可与距离在 100m 以内的邻接办公室的集线器级联，而邻接办公室的集线器再连接到交换机上（如办公室一的集线器与办公室四的集线器级联，而办公室四的集线器连接到交换机上）。计算机数量较少的办公室，不用专门设置集线器，则连接到最近的其他办公室的集线器上或配线房的交换机上（如办公室三的计算机连接到配线房中）。

进行单楼房的局域网络连接设计时，应对楼层的房间布局作详细的全面的调查，画好比例图，显示每间办公室的位置以确定好配线房的可用位置，同时，搞清楚每间办公室的计算机数量是否需单独设置集线器，办公室到配线房的距离是否太远以确定中间是否级联集线器等，在安装电缆和网络施工时，电缆应安装在视线看不到的地方，如通过走线槽穿在墙体或天花板中，电缆应避开电子干扰源，如灯光装置和电源插座。网络设备的安装应使用网络机柜配线。

2. 多层楼局域网络模型

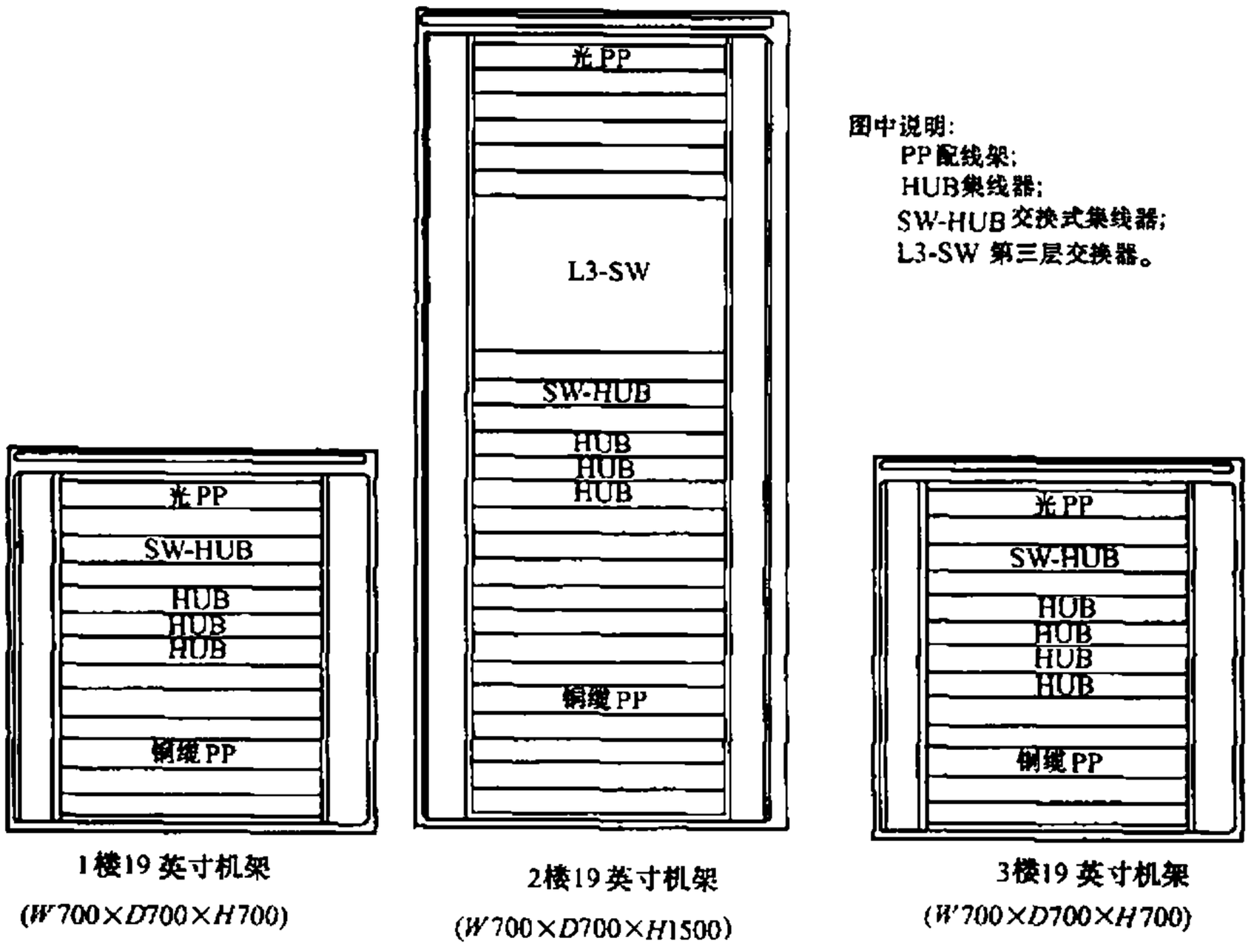


图 2-50　19 英寸机架的设备安装图

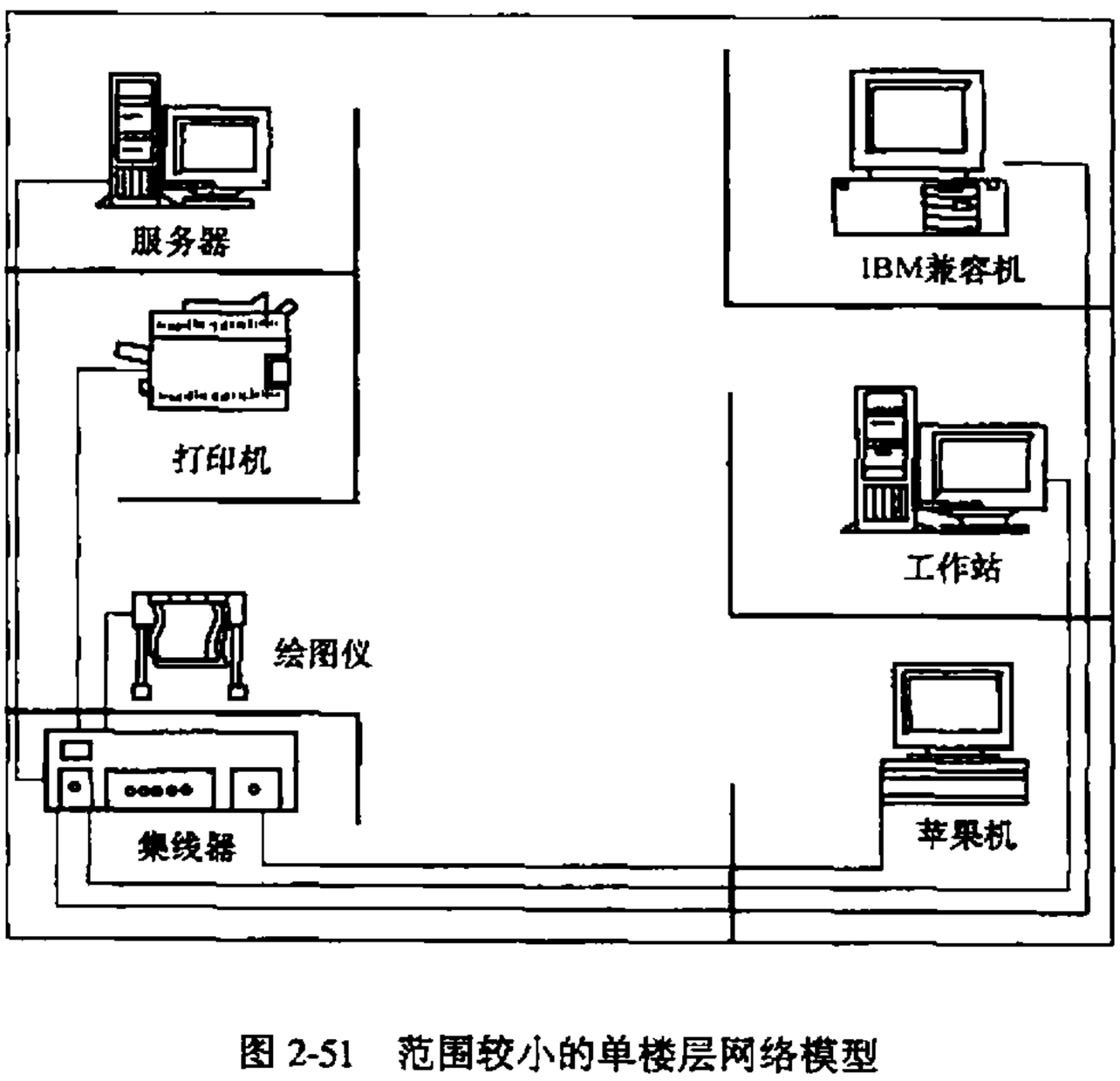


图 2-51　范围较小的单楼层网络模型

整个大楼联网时，若楼的结构不复杂或网络范围不大时，可在图 2-52 的网络模型上进行改造。但对于复杂结构的楼宇，一般采用网络模块化设计，即整个大楼有一个主干智

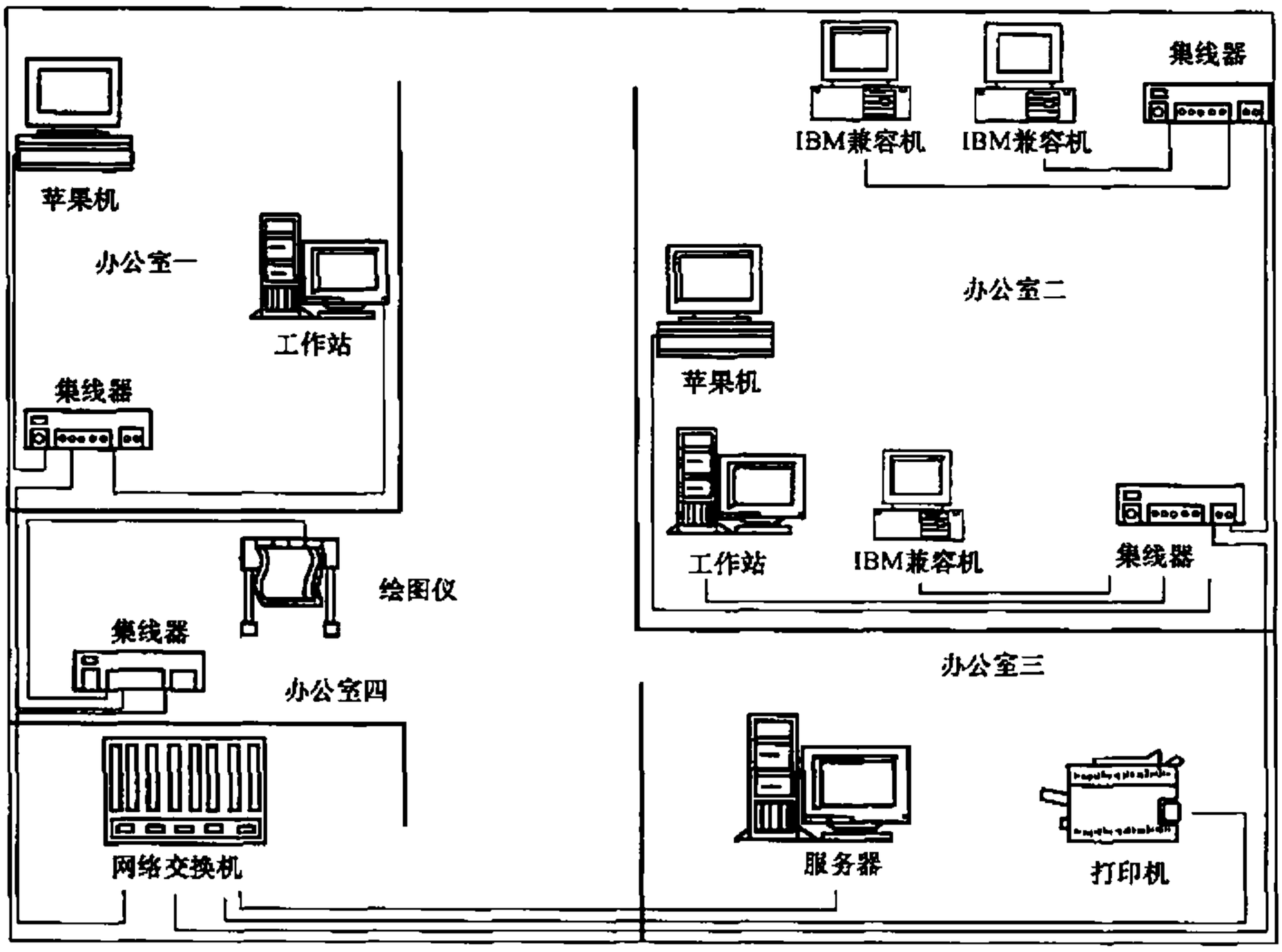


图 2-52　范围较大的单楼层网络模型

能交换机，每层楼的网络符合单楼层的网络模型。站点数量多的楼层有中心交换机或几个集线器级联，计算机连接到集线器上；站点数量少的楼层只有一个交换机或集线器，大楼的服务器或整个网络中被访问较多的网络设备直接接到主干交换机上，如图 2-53 所示。

整个大楼有 4 层，安装一个主干智能交换机，将各楼层分成几个独立的网段，以保证某一楼层节点的故障不影响其他楼层网络的运行。网络中关键的服务器和打印机等被所有节点共享，故直接连接到主干交换机上，并独占一个网段。四楼的节点数较多，因此有中心交换机；三楼则由两个集线器级联；二楼计算机的数量较少，只有一个集线器；一楼安放主干智能交换机，将大楼服务器、打印机、二楼和三楼的集线器、四楼的交换机连接起来。

图 2-53 显示的网络设计使用了交换式以太网（Switch Ethernet）和粗管道（Fat Pipe）技术，从底层的中央配线房向上链接到各层的中心交换机、集线器和服务器，将各层的主干节点连接起来。这种设计可减少各楼层之间主干网的网络数据流量。

在已有的多楼层局域网络模型基础上，可以方便的将两座大楼连接起来。大楼内部采用多楼层局域网络模型，大楼间用光纤将两座大楼中的主干智能交换机连接起来，具体在光纤或其他通信介质中使用何种介质连接主要取决于大楼间的网络通信流量和网络距离，一般多模光纤能连接小于 2000m 的两个大楼、提供 100Mbps 的带宽；单模光纤则达到 10km 长的距离、提供 100Mbps 带宽。当然价格也应在考虑的范围之内。

需要注意的是，对两座大楼间的通信介质要进行一些特殊处理，如防雷击、防潮、防

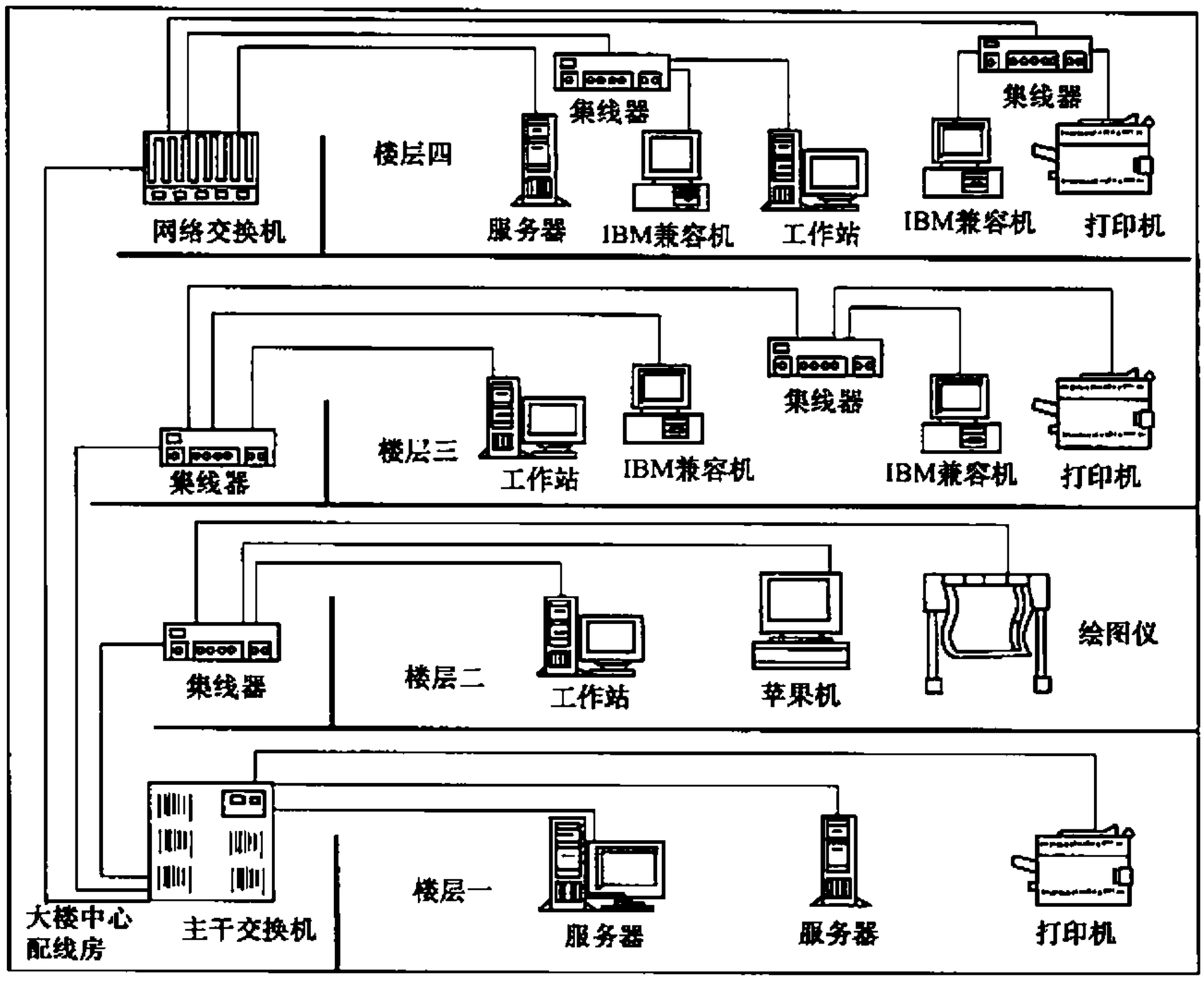


图 2-53　复杂的多层楼网络模型

静电和防虫咬等措施；此外，还应注意不要在大楼外面安装网络节点。

【例 3】　教学楼组网方案设计

有一幢四层教学楼，其中四楼为网络中心，分布有 6 台各种类型的服务器；三楼有 8 个教研室，每个教研室有 5 台 PC；二楼有 6 个专业机房，每个机房有 10 台 PC；一楼有 4 个公共机房，每个机房有 20 台 PC。楼内任何两个房间的距离都不超过 90m。

组网要求：教学楼内所有的计算机都能互联到一起，并且都能方便快捷地访问服务器资源。要求采用快速以太网技术，并请选择适当的网络设备、传输介质，画出网络结构图，注明网络设备和传输介质的名称、规格（速率、端口数）。

设计如下：对用户的组网要求进行分析可知，到四楼网络中心的通信链路是数据流量最大的主干，因为其他楼层的 PC 都要访问网络中心的服务器。根据快速以太网的组网原则，以四楼网络中心为中心，以四楼到其他楼层的通信链路为主干，其他通信链路为支干构建整个教学网络。网络结构图如图 2-54 所示。

设备规格：S1、S2、S3 为 8 口 100Mbit/s 快速以太网交换机，S4 为 12 口 100Mbit/s 快速以太网交换机；H11 ~ H14 为 24 口 100Mbit/s 共享型快速以太网集线器，H21 ~ H26 为 12 口 100Mbit/s 共享型快速以太网集线器，H31 ~ H38 为 8 口 100Mbit/s 共享型快速以太网集线器。

传输介质：鉴于楼内任何两个房间的距离不超过 90m，因此所有的连接都采用 5 类非屏蔽双绞线是经济实惠的选择。

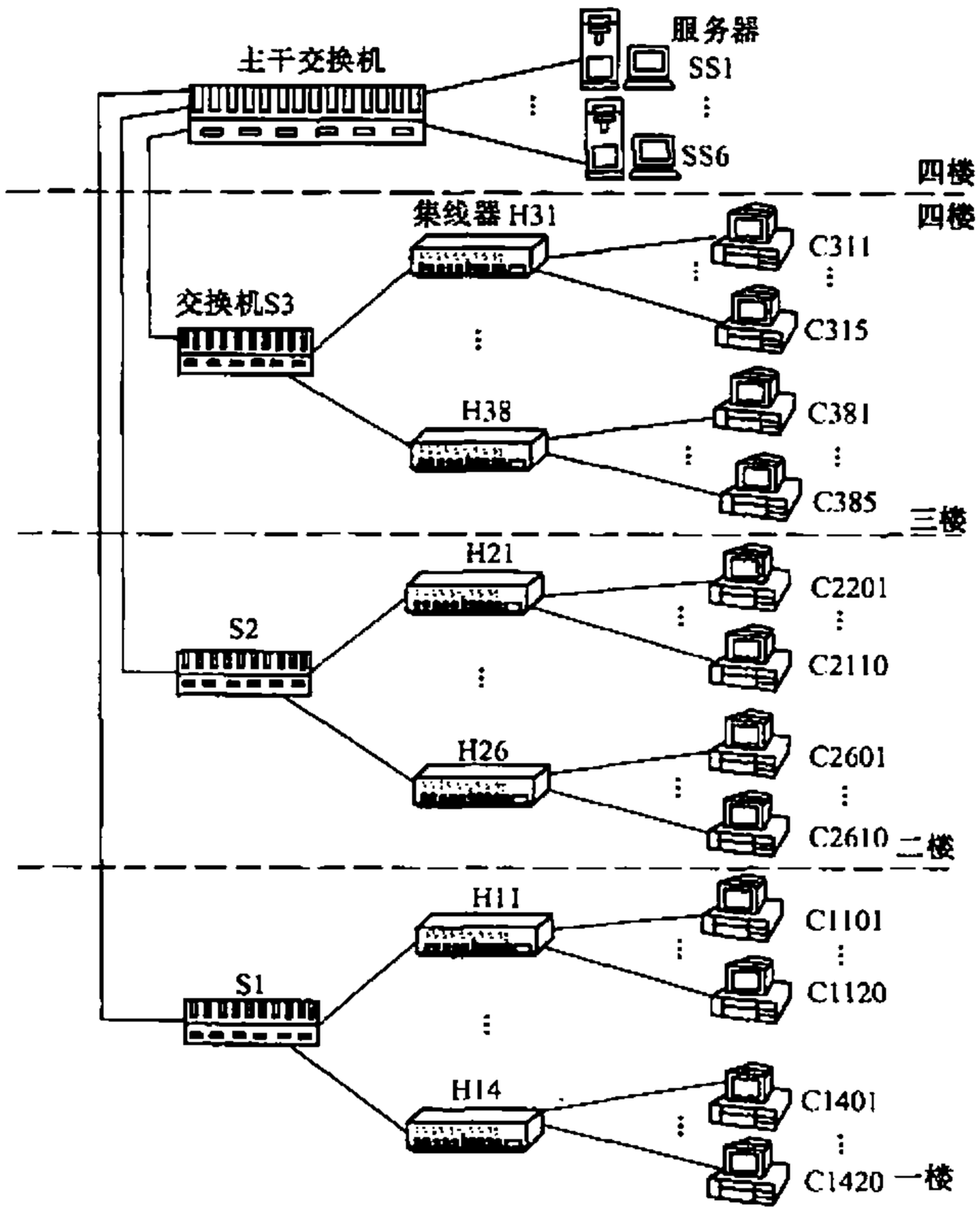


图 2-54　四层教学楼组网方案

连接方式：采用层次方式的树形拓扑结构。所有的服务器都连接到交换机 S4 的普通端口，所有的 PC 都连接到所在房间的集线器的普通端口；集线器的级联端口连接所在楼层的交换机普通端口；交换机 S1、S2、S3 的级联端口连接 S4 的普通端口。

网卡选择：所有的服务器均配置 100BASE-TX 网卡。PC 可有选择地配置 10BASE-TX 网卡或者 100BASE-TX 网卡，比如说教研室和专业机房的 PC 使用 100BASE-TX 网卡而公共机房使用 10BASE-T 网卡。注意如果选择 10BASE-T 网卡则相应的集线器应支持 10M/100Mbit/s 自适应或者直接使用 10BASE-T 集线路。

本方案特点是采用层次方式的树形拓扑结构，便于管理和扩充；服务器直接连接主干快速以太网交换机，保证了对服务器资源快捷方便的访问；网络设备留有一定的扩充能力；方案配置比较灵活，经济可行。

第三章　综 合 布 线 系 统

第一节　综合布线系统的组成

一、系 统 组 成

综合布线系统（PDS）由六个子系统组成，一般采用星形结构，如图 3-1 所示。

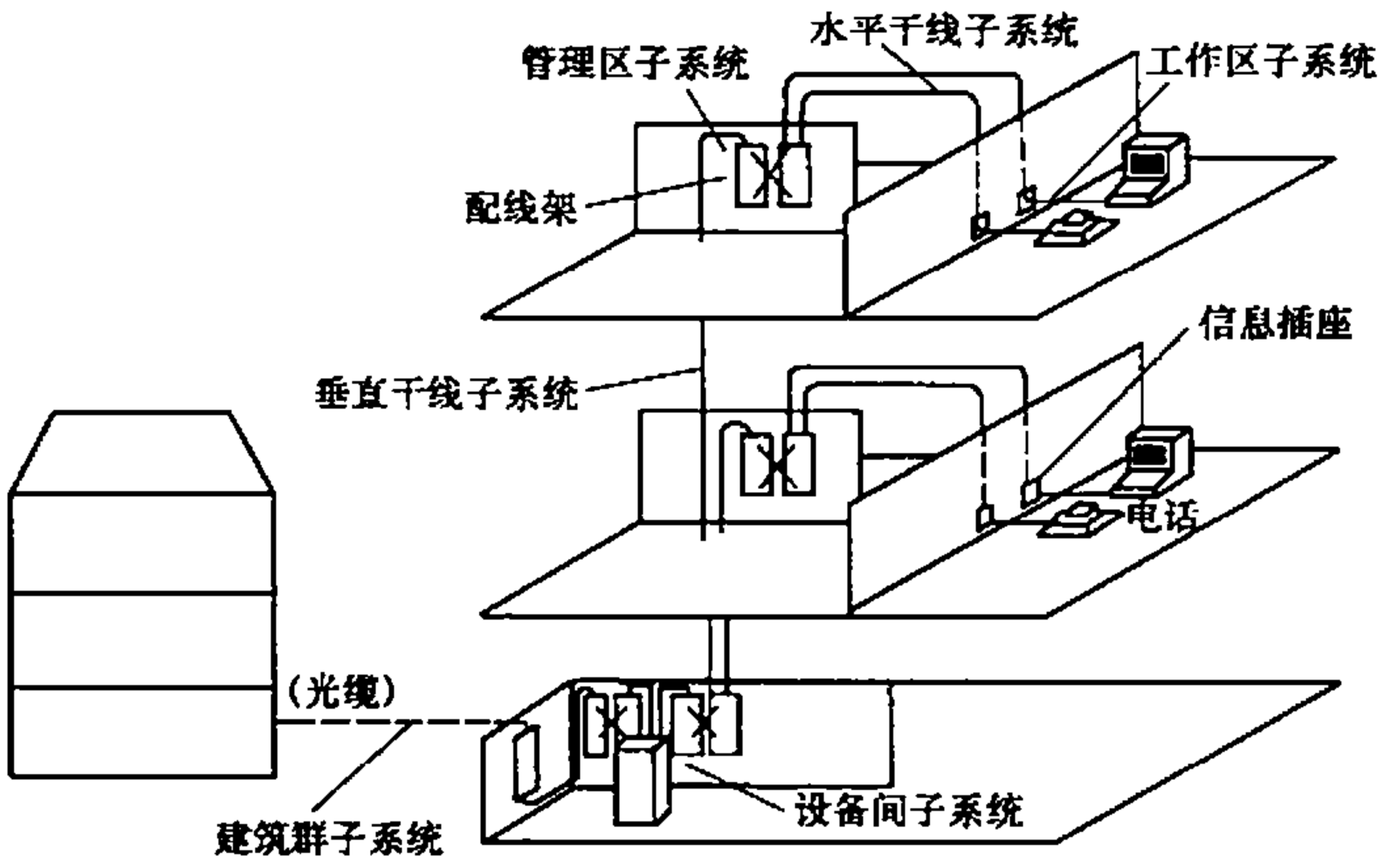


图 3-1　结构化布线系统总体图

（1）工作区子系统：由终端设备连接到信息插座的连线组成，包括信息插座、连接软线、适配器等。

（2）水平干线子系统：由信息插座到楼层配线架之间的布线等组成。

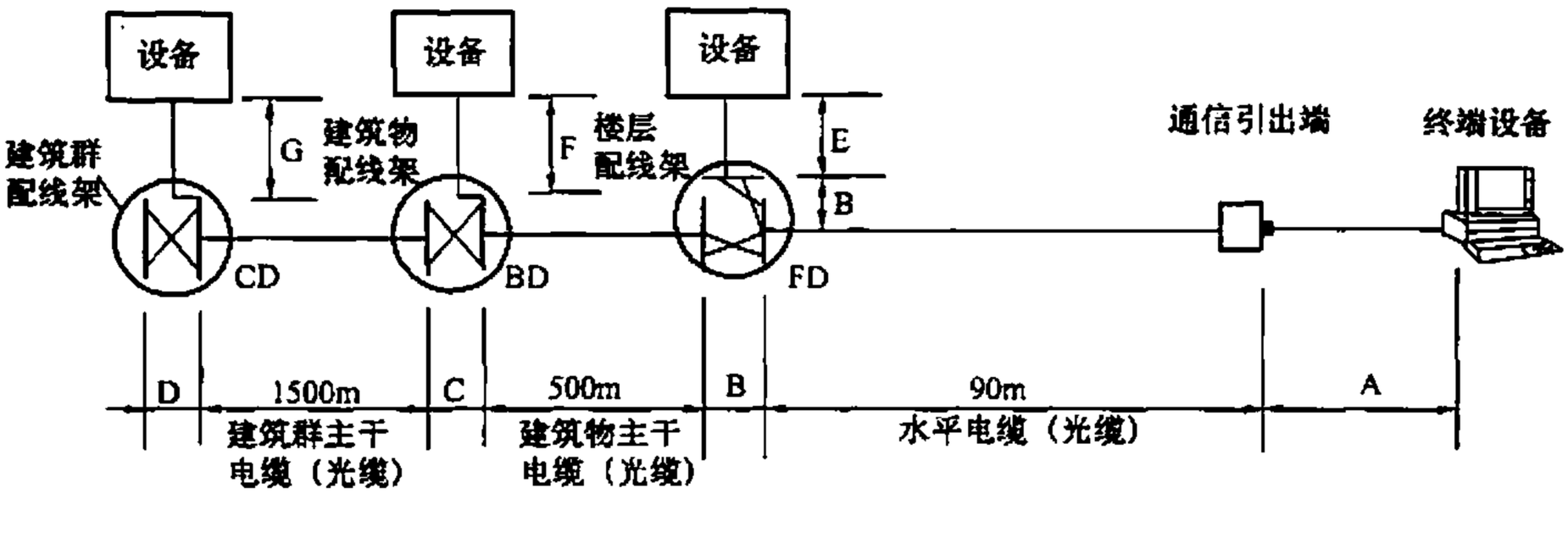
（3）管理区子系统：由交接间的配线架及跳线等组成，为简化起见，有时将它归入水平布线子系统。

（4）垂直干线子系统：由设备间子系统与管理区子系统的引入口之间的布线组成，它是建筑物主干布线系统。

（5）设备间子系统：由建筑物的进线设备、各种主机配线设备及配线保护设备组成，有时将它归入建筑物主干布线系统。

（6）建筑群子系统：由建筑群配线架到各建筑物配线架之间的主干布线系统。建筑群主干布线宜采用光缆。

从布线来说，综合布线又可简化为 3 个子系统：即建筑群主干布线子系统、建筑物主干布线子系统和水平布线子系统，见图 3-2。所使用传输线为双绞线或光缆，各部分线缆最大长度如图中所示。



A + B + E≤10m　水平子系统中工作区电缆、工作区光缆、设备电缆、设备光缆和接插软线或跳线的总长度；

C 和 D≤20m　在建筑物配线架或建筑群配线架中的接插软线或跳线长度；

F 和 G≤30m　在建筑物配线架或建筑群配线架中的设备电缆、设备光缆长度。

图 3-2　综合布线的系统结构及其电缆、光缆最大长度

对于综合布线系统与传统配线系统之对应关系可参见图 3-3 及表 3-1。图 3-3 内的色标是用于 PDS，它与国际标准一致。各色标的含义如下：

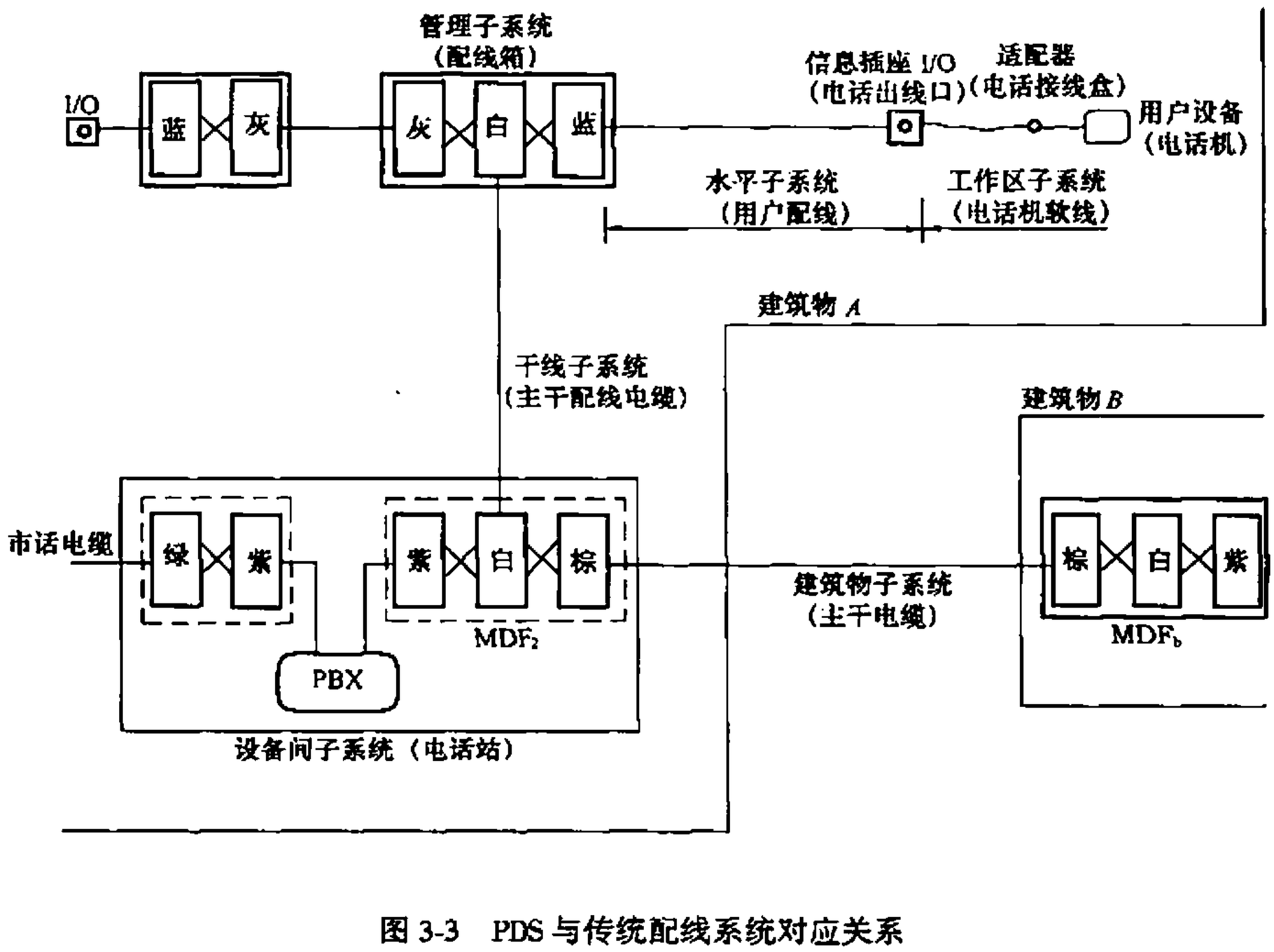


图 3-3　PDS 与传统配线系统对应关系

注：括号内为传统电话配线系统名称

蓝色——配线箱至 I/O，配线箱包括接线箱或卫星间的配线箱；

白色——配线干线（设备间至接线间）；

灰色——在同一平面内的配线箱至配线箱（卫星间至卫星间或干线配线间至卫星间）；

绿色——市话电缆、中继电缆；
紫色——自用户交换机或主机引出的电缆；
黄色——从控制台（或调制、解调器）引来的连接线；
橙色——多路复用输出至集线器缆线；
棕色——设备间至建筑物的缆线。

综合布线与传统电话系统的名称对应表　　表 3-1

“568 标准”	SCS（以 AT&T 产品为例）	传统配线（以电话配线为例）
工 作 区 水平布线 电 信 间	工作区子系统 水平子系统 管理子系统	电话软线及接线盒 用户配线 配线箱
基干布线区 设 备 室 引入口设施	垂直干线子系统 设备间子系统 建筑物子系统	配线电缆（或主干配线电缆） 总配线架或交接箱 主干电缆

二、综合布线系统的类型等级

国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》（GB/T 50311—2000）对综合布线系统按不同配置分成三个等级：最低配置、基本配置、综合配置。美国 EIA/TIA568A 标准和 AT&T 的 SYSTIMAX SCS 产品也对综合布线系统的设计分为三个等级：基本型、增强型和综合型，表 3-2 列出设备配置情况，表中也标出与国标 GB/T 50311—2000 对应的等级，还列出它们的特点和适用场合。

国家标准《智能建筑设计标准》（GB/T 50314—2000）也对智能建筑综合布线系统提出设计标准，分甲、乙、丙三级，其标准如下：

综合布线系统的类型级别　　表 3-2

序号	类型级别	设备配置	特　点	适用场合
1	基本型 （相当于最低配置）	(1) 每个工作区有一个信息插座 (2) 每个工作区为一个水平布线系统，其配线电缆是一条 4 对非屏蔽双绞线（UTP） (3) 接续设备全部采用夹接式交接硬件 (4) 每个工作区的干线电缆至少有 2 对双绞线	(1) 能支持话音、数据或高速数据系统使用 (2) 能支持 IBM 多种计算机系统的信号传输 (3) 价格较低，基本采用铜心导线电缆组网 (4) 目前使用广泛的布线方案，且可适应将来发展，逐步走向综合布线系统 (5) 便于技术人员管理 (6) 采用气体放电管式过压保护和能自复的过流保护	这种类型适用于目前大多数的场合，因为它经济有效，并能逐步过渡到综合型布线系统。目前一般用于配置标准较低的场合

续表

序号	类型级别	设备配置	特　点	适用场合
2	增强型（相当于基本配置）	（1）每个工作区有两个以上信息插座 （2）每个工作区的信息插座均有独立的水平布线系统，其配线电缆是一条4对非屏蔽双绞线（UTP） （3）接续设备全部采用夹接式交接硬件或插接式硬件 （4）每个工作区的干线电缆至少有3对双绞线	（1）每个工作区有两个信息插座不仅灵活非凡，且功能齐全 （2）任何一个信息插座都可提供话音和高速数据系统使用 （3）采用铜心电缆和光缆混合组网 （4）可统一色标，按需要利用端子板进行管理，简单方便 （5）能适应多种产品的要求，具有经济有效的特点 （6）采用气体放电管式过压保护和能自复的过流保护	这种类型能支持话音和数据系统使用，具有增强功能，且有适应今后发展余地，适用于配置标准较高（中等）的场合
3	综合型（相当于综合配置）	（1）在基本型和增强型综合布线系统的基础上增设光缆系统，一般在建筑群间干线和水平布线子系统上配置62.5μm光缆 （2）在每个基本型工作区的干线电缆至少配有2对双绞线 （3）在每个增强型工作区的干线电缆至少有3对双绞线	（1）每个工作区有两个信息插座不仅灵活非凡，且功能齐全 （2）任何一个信息插座都可提供话音和高速数据系统使用 （3）采用以光缆为主与铜心电缆混会组网 （4）利用端子板管理，因统一色标用户使用简单方便 （5）能适应产品变化，具有经济有效的特点	这种类型具有功能齐全，满足各方面通信要求，是适用于配置标准很高的场合（如规模较大的智能化大厦、办公大楼等）

说明：1. 表中非屏蔽双绞线是指具有特殊扭绞方式及材料结构，能够传输高速率数字信号的双绞线，不是一般市话通信电缆的双绞线。

2. 夹接式交接硬件是指采用夹接、绕接的固定连接方式的交接设备。

3. 插接式交接硬件是指采用插头和插座连接方式的交接设备。

第二节　综合布线系统的传输线

一、双　绞　线　缆

综合布线使用的传输线主要有两类：电缆和光缆。电缆有双绞线缆和同轴电缆，常用双绞线。双绞电缆按其包缠是否有金属层，可分为非屏蔽双绞（UTP）电缆和屏蔽双绞电缆。光缆是光导纤维线缆，按其光波传输模式可分为多模光缆和单模光缆两类。

非屏蔽双绞电缆（UTP）由多对双绞线外包缠一层绝缘塑料护套构成。4对非屏蔽双

绞线缆如图 3-4（a）所示。

屏蔽双绞电缆与非屏蔽双绞电缆一样，电缆芯是铜双绞线，护套层是绝缘塑橡皮，只不过在护套层内增加了金属层。按增加的金属屏蔽层数量和金属屏蔽层绕包方式，又可分为铝箔屏蔽双绞电缆（FIP），铝箔/金属网双层屏蔽双绞电缆（SFTP）和独立双层屏蔽双绞电缆（STP）三种。

FTP 是由多对双绞线外纵包铝箔构成，在屏蔽层外是电缆护套层。4 对双绞电缆结构如图 3-4（b）所示。

SFTP 是由多对双绞线外纵包铝箔后，再加铜编织网构成。4 对双绞电缆结构如图 3-4（c）所示。SFTP 提供了比 FTP 更好的电磁屏蔽特性。

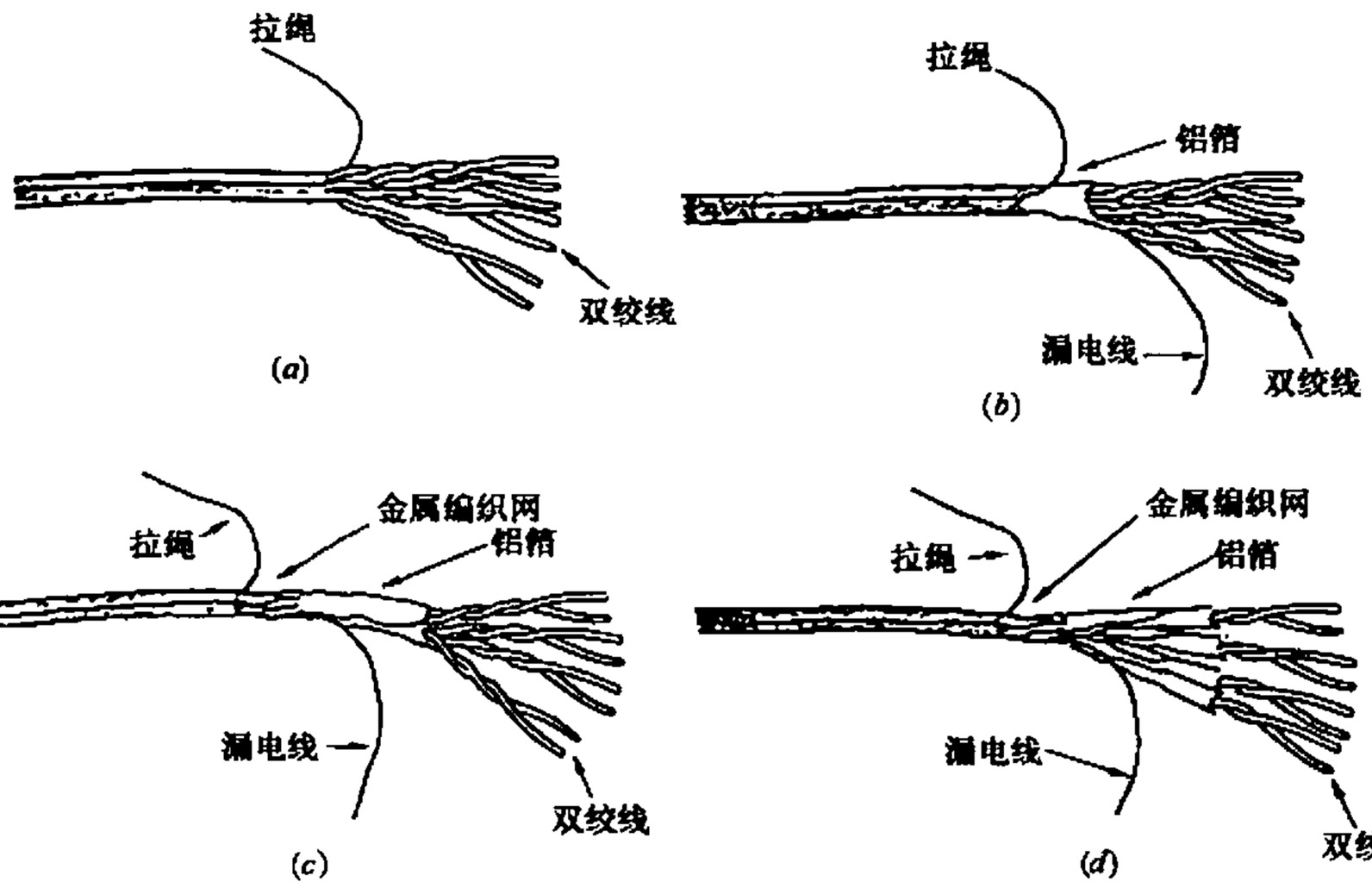


图 3-4　双绞电缆

（a）UTP；（b）FTP；（c）SFTP；（d）STP

STP 是由每对双绞线外纵包铝箔后，再将纵包铝箔的多对双绞线加铜编织网构成。4 对双绞电缆结构如图 3-4（d）所示。根据电磁理论可知，这种结构不仅可以减少电磁干扰，也使线对之间的综合串扰得到有效控制。

从图 3-4 中可以看出，非屏蔽双绞电缆和屏蔽双绞电缆都有一根用来撕开电缆保护套的拉绳。屏蔽双绞电缆在铝箔屏蔽层和内层聚酯包皮之间还有一根漏电线，把它连接到接地装置上，可泄放金属屏蔽层的电荷，解除线对间的干扰。

表 3-3 列举了几种当前常用的双绞线类型及其常规用途，表中的 UTP 电缆中，运行于低品级电缆之上的运用类型，在高品级电缆上也可以实现，如：数字电话可以使用 3 类、4 类、5 类、超 5 类或 6 类电缆。

1．3 类 UTP 电缆

3 类 UTP 电缆用来支持带宽要求高达 16MHz 的应用。应用领域包括数字和模拟语音、10Base-T 以太网、4Mbps 令牌环、100Base-T4 快速以太网、100VG-AnyLAN、ISDN 和 ADSL 等。对于大多数的数字语音应用来说，3 类电缆是传输介质方面的最低要求。

常用的双绞线类型及其应用　　表 3-3

双绞线类型	常 规 用 途	双绞线类型	常 规 用 途
UTP1 类	信号装置、门铃、报警系统	UTP 主干电缆	模拟和数字语音应用
UTP2 类	数字电话系统、Apple、LocalTalk	屏蔽双绞线(STP)	4Mbps、16Mbps 令牌环
UTP3 类	10Base-T、4Mbps 令牌环	屏蔽双绞线(ScTP)	100Base-TX、1000Base-T
UTP4 类	16Mbps 令牌环	RG-8 同轴电缆	粗缆以太网（10Base-5）、视频
UTP5 类	100Base-TX、100Base-T4	RG-58 同轴电缆	细缆以太网（10Base-2）
UTP 超 5 类	100Base-TX、1000Base-T	RG-59 同轴电缆	视频
UTP6 类	100Base-TX、1000Base-T	RG-62 同轴电缆	ARCnet、视频、IBM3270
UTP7 类	100Base-TX、1000Base-T		

在语音和数据应用方面安装使用 5 类或超 5 类电缆取代 3 类电缆是网络工业的发展趋势。

2. 4 类 UTP 电缆

4 类 UTP 电缆从来没有获得广泛的支持。4 类电缆本用于支持工作频率高达 20MHz 的应用，但其几乎和 5 类电缆持平的高价格，使得大多数人都选用 5 类电缆而不是 4 类电缆，因为 5 类电缆能够支持更高速的应用。

3. 5 类/超 5 类 UTP 电缆

5 类电缆是当前所有数据应用新装 UTP 电缆的主选。5 类电缆用于支持带宽要求高达 100MHz 的应用。除了支持 4 类电缆以下各类电缆的功能和 4 类电缆所支持的以太网、4Mbps 令牌环、16Mbps 令牌环以及数字语音等应用之外，5 类电缆还支持 100Base-TX、TP-PMD 铜缆（FDDI）、ATM（155Mbps）和 1000Base-T（千兆位以太网）等应用。

1999 年，TIA/EIA 对 TIA/EIA-568-A 标准进行的补充修订中，认可了附加的超 5 类电缆的性能要求。在新装支持数据和语音应用的 UTP 电缆时，推荐最低限度安装超 5 类电缆。

4. 6 类 UTP 电缆

6 类线可提供 250MHz 的带宽，高于超 5 类线 2.5 倍的带宽及在 100MHz 时高于超 5 类线 300%的 PSACR 值，能够全方位满足不断增长的未来数据和视频应用的要求。但是，6 类线在应用上会面临一些困难，虽然标准已经出现，但是最终用户在购买产品时还是非常谨慎，另外，在安装方面，虽然安装 6 类线与安装 5 类或超 5 类线没有很大区别，但可能需要更严格地按照安装手册进行操作，否则用户有可能陷入不必要的麻烦中。

5. 7 类线

7 类线标准是一套在 100 欧姆双绞线上实现 600MHz 带宽传输的标准，1997 年 9 月 ISO/IEC 确定 7 类线标准的研究。由于 RJ 型接口无法实现 600MHz 的传输带宽，所以 7 类线标准至今尚未确定。在 1999 年 7 月，ISO/IEC 接受了西蒙 TERA 为非 RJ 类接口标准，并于 2002 年 7 月确定西蒙 TERA 为 7 类线非 RJ 接口。

6. 铝箔屏蔽的双绞线 FTP

带宽较大、抗干扰性能强，具有低烟无卤的特点。相对的，屏蔽线比非屏蔽线价格及安装成本要高一些，线缆弯曲性能稍差。六类线及之前的屏蔽系统多采用这种形式。

二、双绞线连接件

（一）双绞线连接件

双绞电缆连接件主要有配线架和信息插座等。它是用于端接和管理线缆用的连接件。配线架的类型有 110 系列和模块化系列。110 系列又分夹接式（110A）和插接式（110P），如图 3-5 所示。连接件的产品型号很多，并且不断有新产品推出。

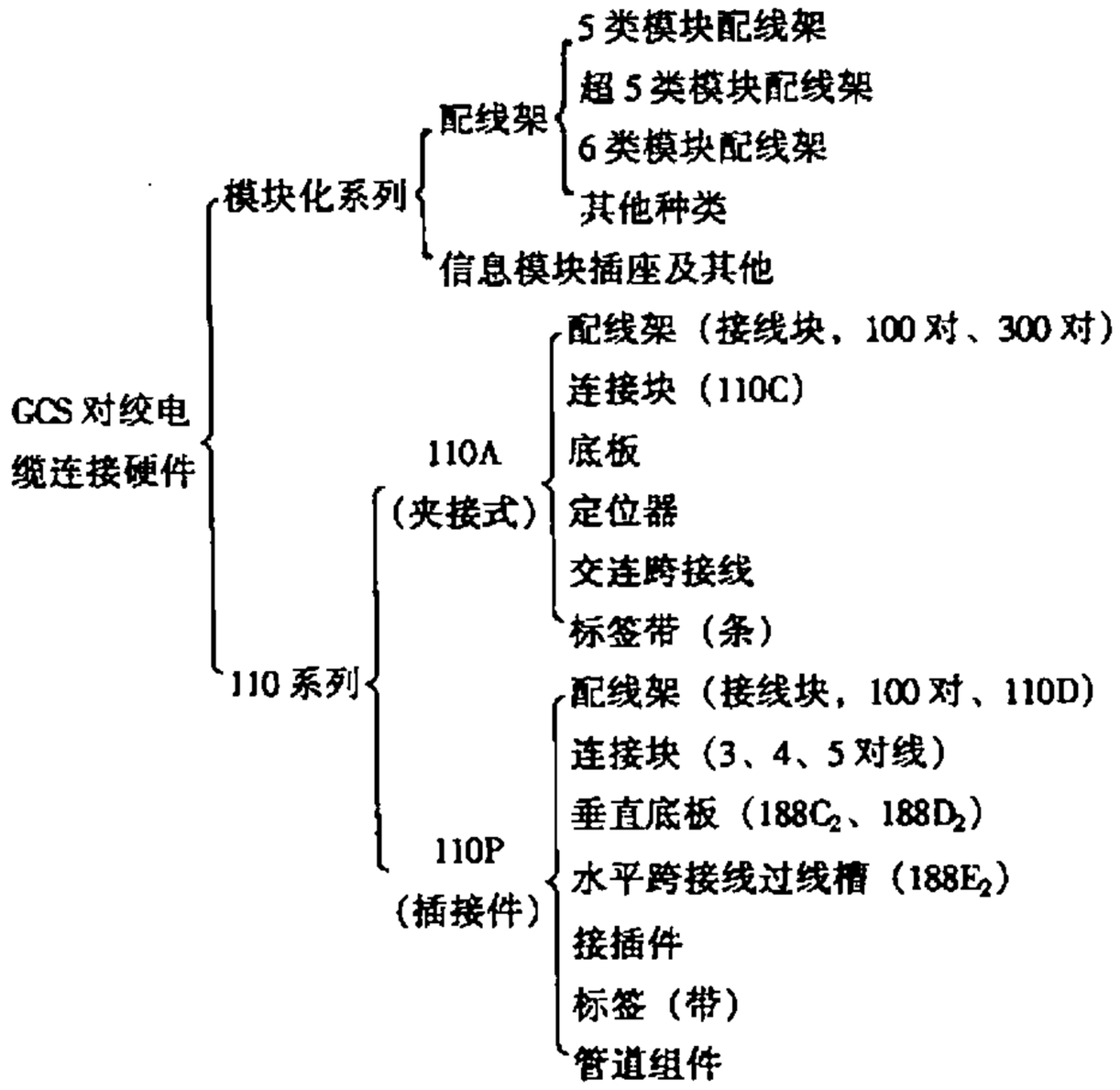


图 3-5　对绞电缆连接硬件的种类和组成

（二）信息插座及其安装

信息插座是电脑（工作站）与水平子系统的接口，如图 3-6 所示。其安装如下：

①将接好的模块按图 3-6 所示卡在面板上。

②标记块标示信息口的用途，安在面板上。

③端口号可用不干胶贴在外框面板反面，以便于管理。

④将面板盖好。

双绞线在信息插座（包括插头）上进行终端连接时，其色标和线对组成及排列顺序应按 EIA/TIA T568A 或 T568B 的规定办理，如图 3-7 所示。其接线关系如图 3-8 所示。

（三）连接 RJ-45 双绞线的制作

（1）根据设备之间的距离或设备与配线架之间的距离，用剪线钳剪一段双绞线电缆，最大长度为 3m。

（2）将 RJ45 连接器护套自一端套入双绞线电缆。

（3）将电缆护套自顶端剥去，裸露的导线长度不少于 20mm，电缆护套长度不少于 13mm，如图 3-9 所示，并将电缆固定。

（4）把裸露部分的四组导线分开，使其线对顺序依次为 1 和 2（白橙/橙）、3 和 6（白

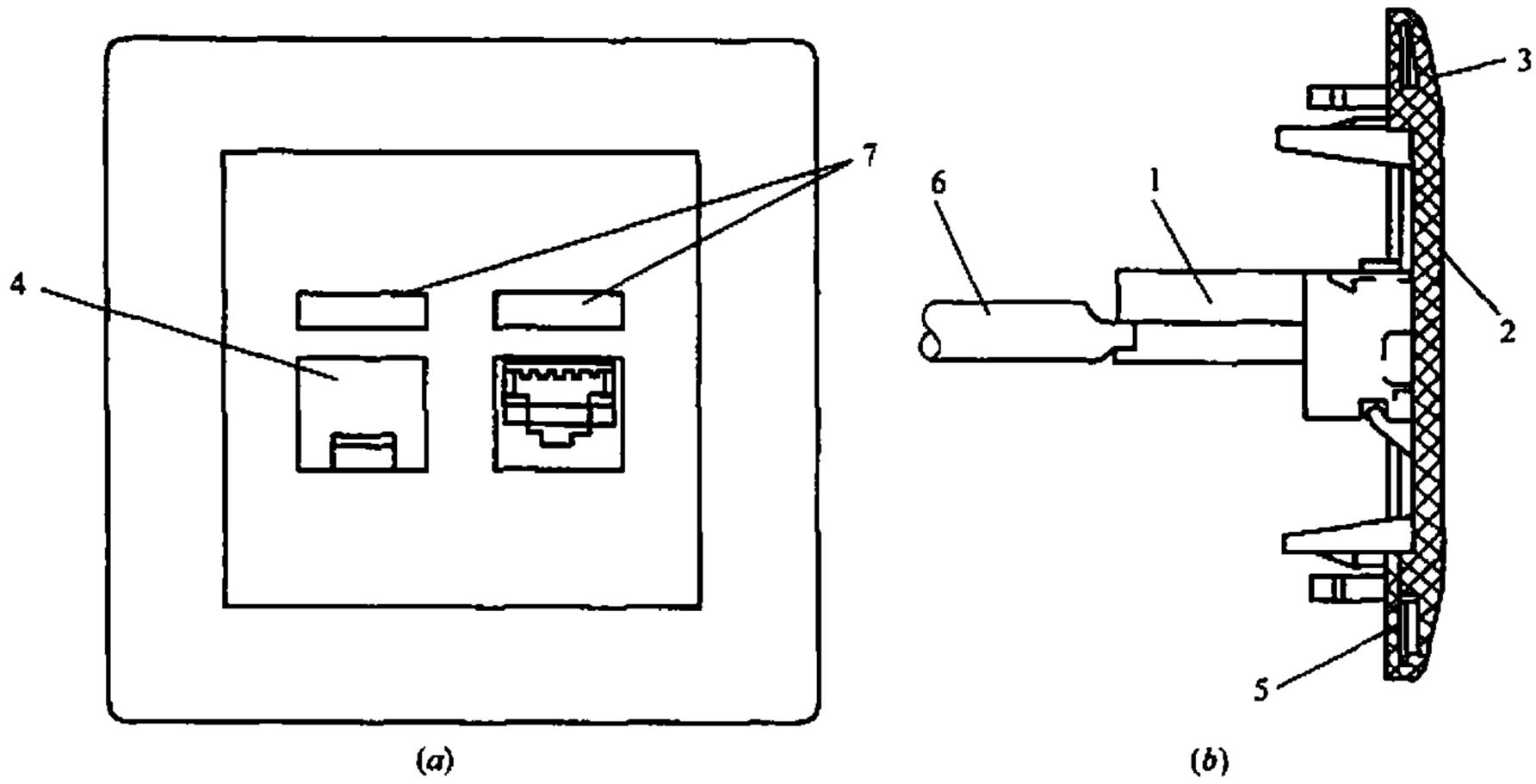


图 3-6　信息插座与面板安装示意图

（a）正视图；（b）侧视图

1—模块式插座；2、3—面板；4—防尘盖；5—衬板；6—UTP 电缆；7—标记块

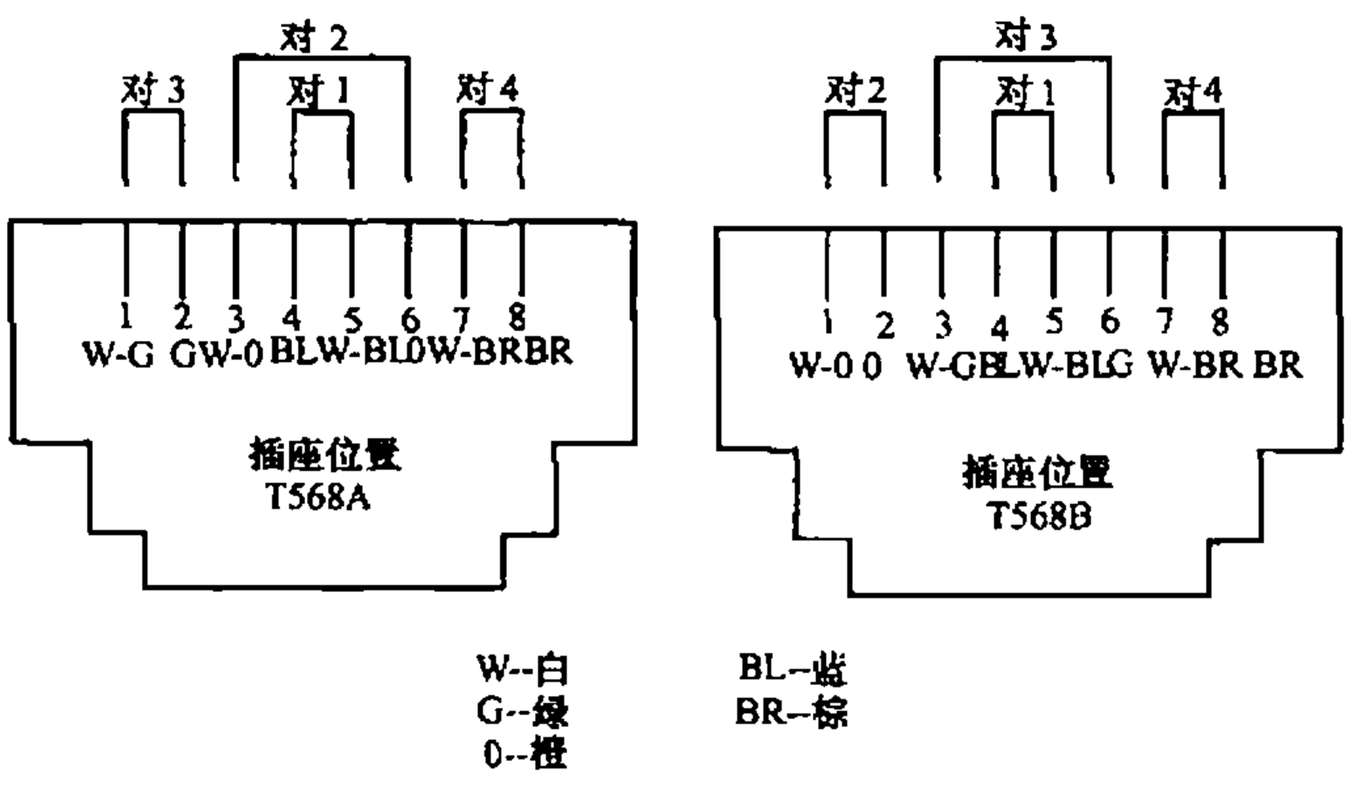


图 3-7　信息插座前视及颜色编码指定

绿/绿）、4 和 5（蓝/白蓝）、7 和 8（白棕/棕）。

（5）将每对线解开绞合，并使各条线成平行状。根据所选用的布线设计（如 TIA/EIA568B，直通连接）布置好导线的正确顺序，按正确的定位顺序排列（白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕），其中导线 6 跨过导线 4 和 5，如图 3-10 所示。在排好导线后应再次检查它们的顺序是否正确。要求护套内的导线打扭长度不发生变化，更不应松开。

（6）用剪线钳在电缆护套端头以外 14mm 处整齐地切断。确保导线端头截面的平整，不应有毛刺或不齐现象，以免影响性能；从导线端头开始，至少 10mm ± 1mm 的一段长度，导线之间不应有交叉现象，导线 6 跨越导线 4 和 5 的地方离护套的距离不应超过 4mm。

（7）将整理好的电缆导线插入 RJ45 连接器中，导线的端头一直伸到 RJ45 连接器的前

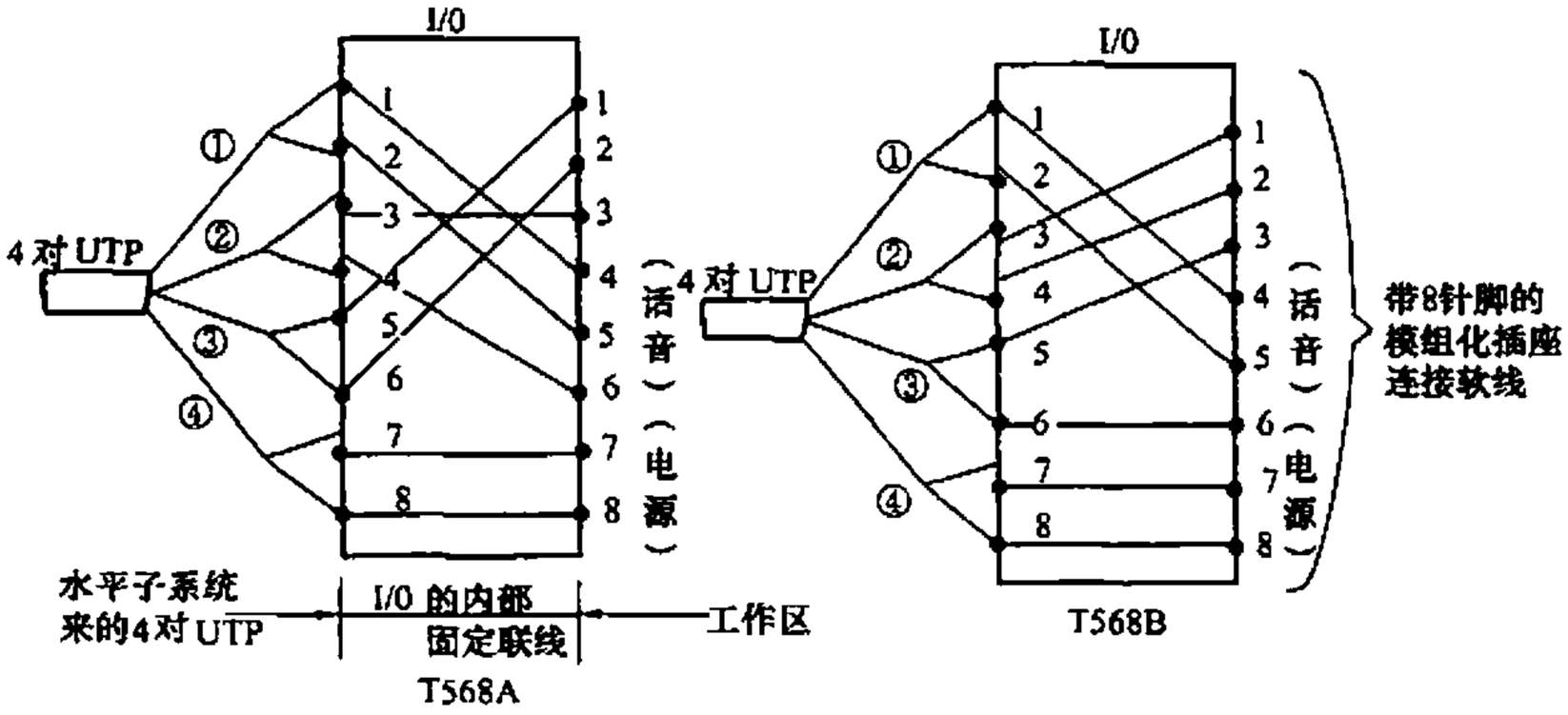


图 3-8　工作区 I/O 信息插座接线关系

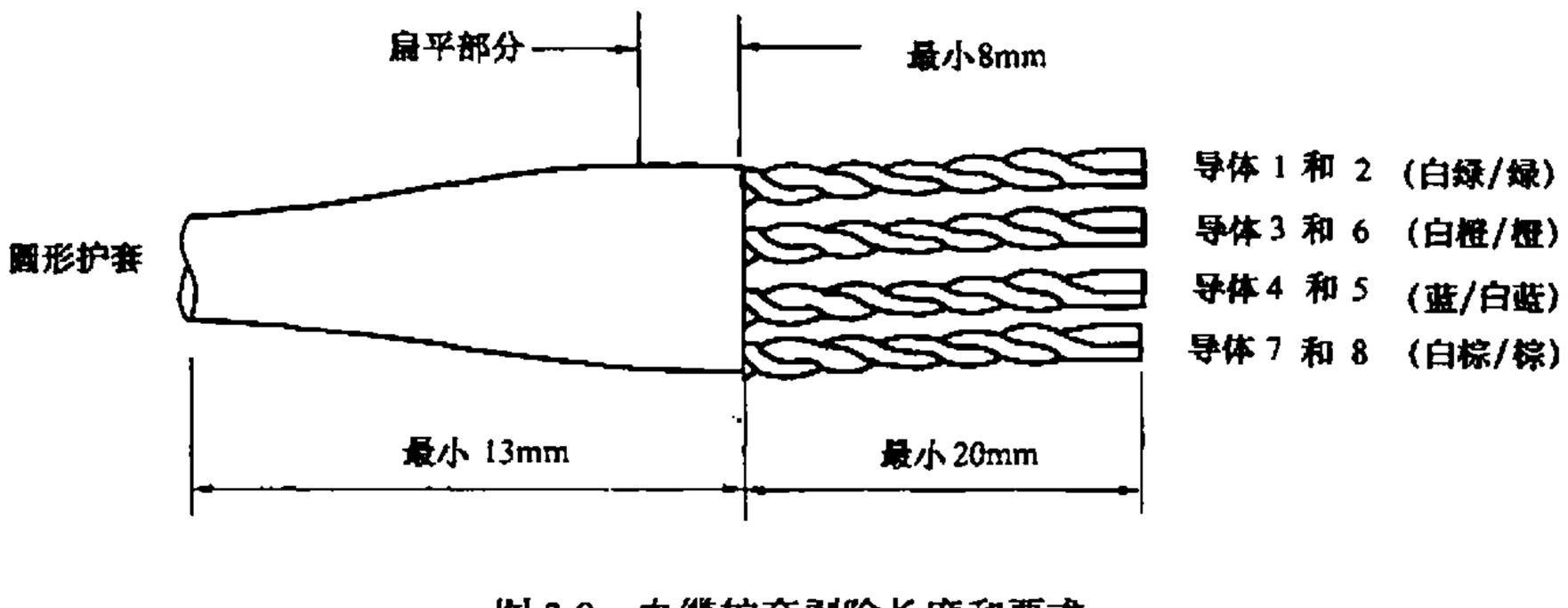


图 3-9　电缆护套剥除长度和要求

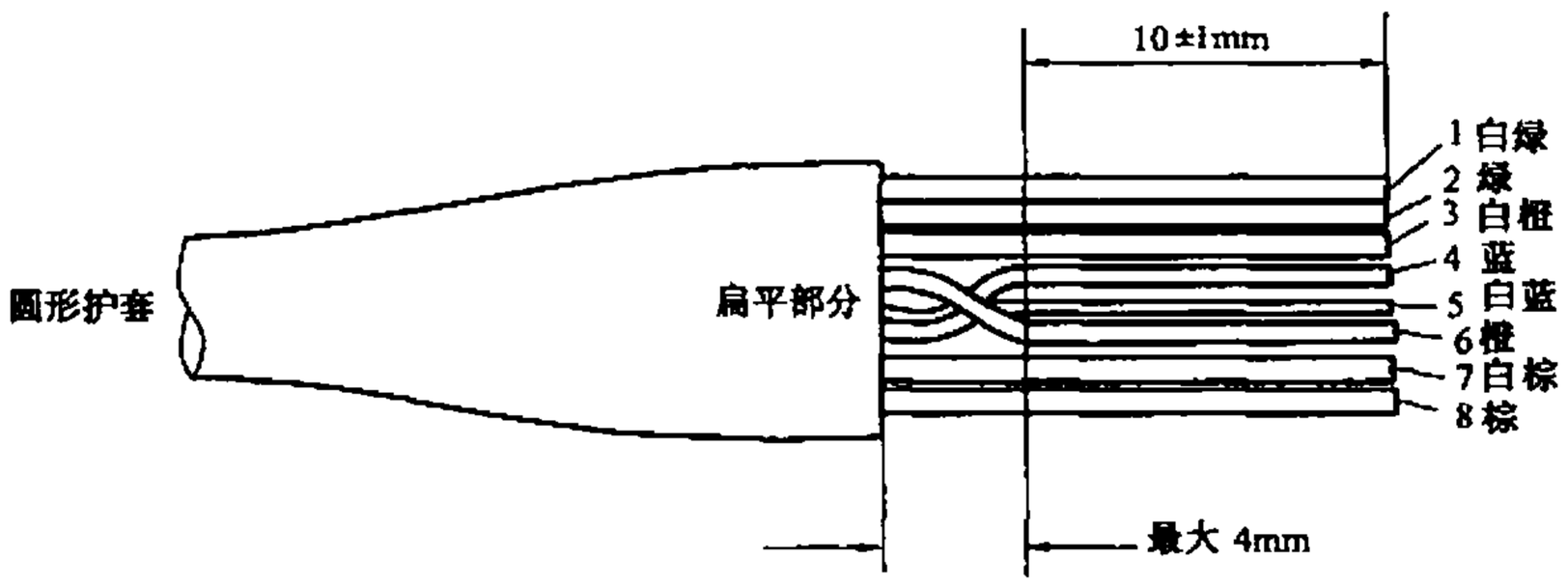


图 3-10　线对排列

端最底部为止。电缆护套的扁平部分应从插头后端插伸到超过预张力释放压块，电缆护套应伸出插头后端至少 6mm，如图 3-11 所示。注意：导线插入 RJ45 插头时，含有金属片的一面向上，其顺序为从左到右。

（8）检查电缆中每条导线的顺序是否正确，每条导线是否已到达 RJ45 连接器的最底部（此时可以从 RJ45 连接器的另一端看得到导线头）。

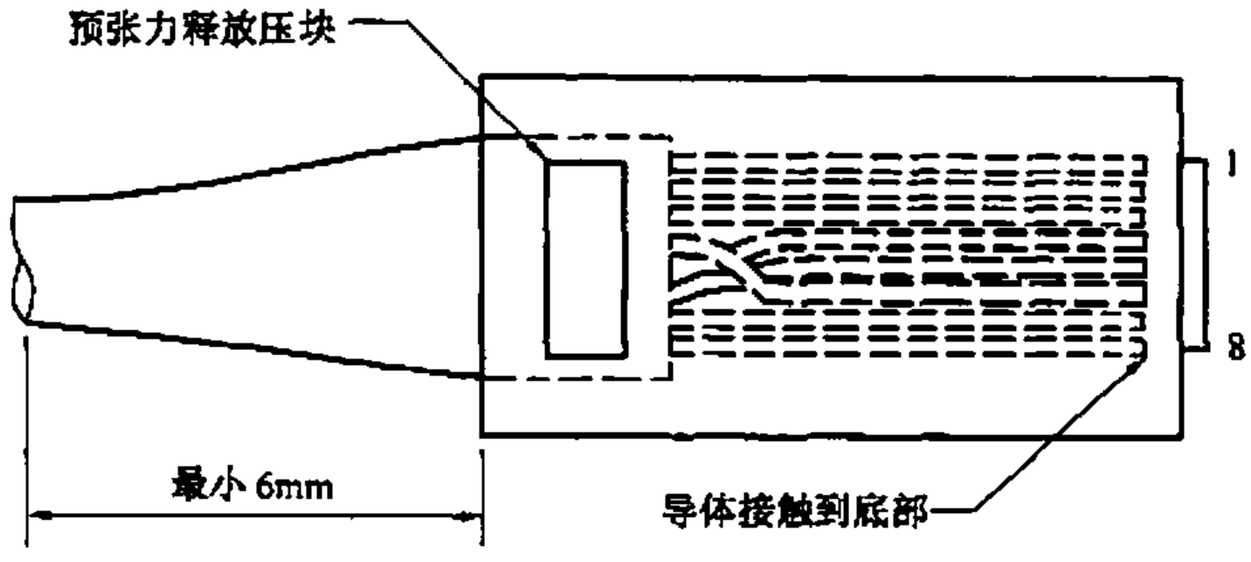


图 3-11　RJ45 连接器中导线的顺序与位置

（9）将 RJ45 连接器插入压线/剥线钳的 RJ45 插座，然后用力压紧，使 RJ45 连接器紧在双绞线电缆上，再次测量导线和护套的长度，以确保符合规定的几何尺寸要求。

（10）将 RJ45 护套套到 RJ45 连接器上，以确保其性能与美观。

（11）按照上述步骤，将双绞线电缆的另一端与 RJ45 连接器连接。注意，双绞线电缆两端的线序必须相同。

（12）利用 RJ45 线路检测器检查两端的 RJ45 连接器连接是否正确和导通：将一端的 RJ45 连接器插到检测器的大插座上，另一端插到小插座上，然后打开大插座上的电源开关，观察小插座上的 LED 指示灯（共有五组 1 和 2，3 和 6，4 和 5，7 和 8，SHIELD）。如果一组到四组的 LED 依次发出绿灯，表明电缆测试成功，如果哪组 LED 不亮，则说明相应的线对连接错误。

三、光　　缆

（一）多模光缆与单模光缆

根据光纤传输点模数的不同，光缆分为单模光缆和多模光缆两种。所谓“模”，是指以一定角速度进入光缆的一束光。多模光缆的中心玻璃芯较粗（芯径一般为 50μm 或 62.5μm），可传多种模式的光。但其模间色散较大，这就限制了传输数字信号的频率，而且随距离的增加会更加严重。例如，600Mb/km 的光缆在 2km 时则只有 300Mb 的带宽了。因此，多模光缆传输的距离就比较近了，一般只有几千米。多模光缆传输速度低、距离短、整体的传输性能差，但成本低，一般用于建筑物内或地理位置相邻的环境中。

单模光缆的中心玻璃芯较细（芯径一般为 9μm 或 10μm），只能传一种模式的光。因此，其模间色散很小，适用于远程通信，但其色度色散影响较大，这样单模光缆对光源的谱宽和稳定性的要求较高，即谱宽要窄，稳定性要好。单模光缆的传输频带宽，容量大，传输距离长，但需激光作为光源，另外纤芯较细不容易制作，因此成本较高，通常用于建筑物之间或地域分散的环境中，是未来光缆通信与光波技术发展的必然趋势。

多模光缆采用发光二极管 LED 作为光源，而单模光缆采用激光二极管 LD 作为光源。单模光缆的波长范围为 1310～1550nm，而多模光缆的波长范围为 850～1300nm。光缆损耗一般是随波长加长而减小，0.85μm 的损耗为 2.5dB/km，1.31μm 的损耗为 0.35dB/km，1.55μm 的损耗为 0.20dB/km。这是光缆的最低损耗，波长 1.65μm 以上的损耗趋向加大。

损耗越小，光缆支持的传输距离也就越长。

常见的单模光缆规格为 8/125μm、9/125μm 和 10/125μm，常见的多模光纤规格为 50/125μm（欧洲标准）和 62.5/125μm（美国标准）。相比较而言，62.5/125μm 光缆得到了大多数用户的青睐，并已在世界光缆市场上获得了稳固的地位。

光缆千兆位以太网包括 1000Base-SX、1000Base-LX、1000Base-LH 和 1000Base-ZX 等四个标准。其中，SX（short-wave）为短波，LX（long-wave）为长波，LH（long-haul）和 ZX（extended rang）为超长波。1000Base-SX 和 1000Base-LX 既可使用单模光缆，也可使用多模光缆；而 1000Base-LH 和 1000Base-ZX 则只能使用单模光缆。各类光缆千兆位以太网的传输距离如表 3-4 所示。

光缆千兆位以太网的传输距离　　表 3-4

标　准	波长/nm	光缆类型	芯径/μm	模式带宽（MHz·km）	线缆距离/m
1000Base-SX	850	MMF	62.5	160	220
			62.5	200	275
			50.0	400	500
			50.0	500	550
1000Base-LX 1000Base-LH	1300	MMF	62.5	500	550
			50.0	400	550
		SMF	50.0	500	550
			8to 10	—	10000
1000Base-ZX	1550	SMF	Not conditional	N/A	7000～100000

（二）布线工程中的光缆

1. 光缆软线

光缆软线又称互连光缆，它有单模和多模两种，适用于光缆到桌面、连接到传输设备和制作光缆跳线，可应用于管理子系统、设备间子系统和工作区子系统。

2. 室内光缆

室内光缆的抗拉强度较小，保护层较差，但也更轻便、更经济。室内光缆主要适用于水平布线子系统和垂直主干子系统。

根据光纤结构的不同，室内光缆可以分为普通光纤光缆和光纤带光缆。作为光缆接入网络中的主干环路，采用普通光缆敷设不仅会占用宝贵的管道资源，而且在原有线路上重新敷设光缆还会造成光缆采购与线路敷设费用上的浪费。考虑到重复敷设光缆的一次性成本与将来出租光缆带宽的能力，以及避免平行拉入多根光缆以优化已过度拥挤的管道系统，要合理地将含有数百芯光纤的光缆外径控制在一定范围内以利于光缆的管道敷设，最理想的方法是使用光纤带的设计。

同普通层绞式光缆相比，光纤带及其光缆具有更适于接入网络的优点：

①光纤组织有序并且易于辨别，便于维护。

②单位截面积光纤密度高，节约管道资源与敷设费用。

③光纤带的处理比单纤更容易、安全，6 芯及 12 芯结构易于线路分支、配线和组合。

④光纤带可以一次完成接续，节约接续时间与费用。

⑤光纤得到更好的机械保护。

⑥松套管 SZ 绞合形式适于接入网络中的中间接入的特点。因此，光纤带光缆更适用于大型网络的垂直主干子系统和建筑群子系统。当然，如果水平布线也大量采用光缆，那么，光纤带光缆也应当作为首选。

多芯光纤光缆端接至配线架或网络设备时，需借助于多芯光纤带分支器。多束光纤加有颜色编码（色标），识别光纤的基本颜色如表 3-5 所示。

光纤的基本颜色代码　　表 3-5

室外光纤			室内光纤			互连光纤	
束管式光纤			缓冲层的光纤			PVC 复式护套	
束号		颜色	光纤号		颜色	颜色	光纤
1	-	蓝	1	-	蓝		
2	-	橙	2	-	橙		
3	-	绿	3	-	绿		
4	-	棕	4	-	棕		
5	-	灰	5	-	灰	灰-	
6	-	白	6	-	白	62.5/125μm	
7	-	红	7	-	红	(1860/1861A)	
8	-	黑	8	-	黑		
			9	-	黄		
			10	-	紫		
			11	-	淡蓝		
			12	-	淡橙		

3. 室外光缆

室外光缆的抗拉强度较大，保护层较厚重，并且通常为铠装（即金属皮包裹）。室外光缆主要适用于建筑群子系统。

1）直埋式光缆。直埋式光缆用于直接埋设至开挖的电信沟内，埋设完毕即填土掩埋。采用直埋方式布线简单易行，且施工费用低廉。直埋式光缆通常拥有两层金属保护层，并且防水性能好。

2）架空式光缆。当地面不适宜开挖、无法开挖或开挖费用太高时，可以考虑采用架空的方式架高建筑群子系统光缆。虽然普通光缆也可用于架空作业，但往往需要预先敷设承重钢缆。自承式架空光缆将钢绞线与光缆合二为一，因此，在施工时更加简单和方便。

3）管道式光缆。管道式光缆往往应用于拥有电信管道的建筑群子系统布线工程，也可悬挂于管道沟内。管道式光缆的强度一般并不大，但防水性能好。

四、光缆连接件

（一）光缆连接器（活接头）

虽然光缆的端接和跳线的制作都非常困难，但光缆网络的连接却可以轻松完成。只要连接设备（集线器和网卡）具有光缆连接接口，就可使用一段已制作好的或购买的光缆软跳线进行连接，连接方法和双绞线与网卡及集线器的连接相同。然而，与双绞线有所不同的是光缆的连接器具有多种不同的类型，而不同类型的连接器之间又无法直接进行连接。

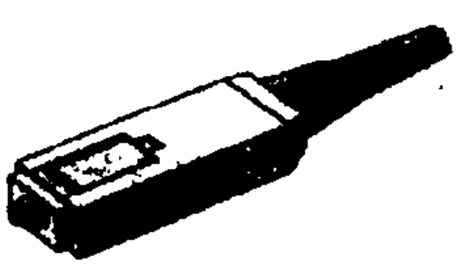
在安装任何光缆系统时，都必须考虑以低损耗的方法把光缆和光缆相互连接起来，以实现光缆链路的接续。光缆链路的接续，又可以分为永久性的和活动性的两种。永久性的接续，大多采用熔接法、粘接法或固定连接器来实现；活动性的接续，一般采用活动连接器来实现。

光缆活动连接器，俗称活接头，一般称为光缆连接器，是用于连接两根光缆或形成连续光通路的可以重复使用的无源器件，已经广泛用在光缆传输线路、光缆配线架和光缆测试仪器、仪表中，是目前使用数量最多的光缆器件。

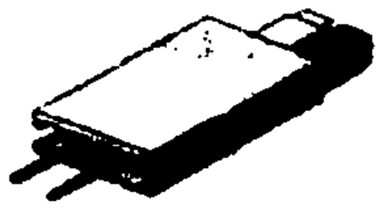
按照不同的分类方法，光缆连接器可以分为不同的种类，按传输媒介的不同可分为单模光缆连接器和多模光缆连接器；按结构的不同可分为 FC、SC、ST、D4、DIN、Biconic、MU、LC、MT 等各种形式，如图 3-12 所示；按连接器的插针端面不同可分为 FC、PC

(UPC) 和 APC；按光缆芯数分还有单芯、多芯之分。在实际应用过程中，一般按照光缆连接器结构的不同来加以区分。多模光缆连接器接头类型有 FC、SC、ST、FDDI、SMA、LC、MT-RJ、MU 及 VF45 等。单模光缆连接器接头类型有 FC、SC、ST、FDDI、SMA、LC、MT-RJ 等。光缆连接器根据端面接触方式分为 PC、UPC 和 APC 型。

在综合布线系统中，用于光导纤维的连接器有 ST Ⅱ 连接器、SC 连接器，还有 FDDI 介质界面连接器（MIC）和 ESCON 连接器。



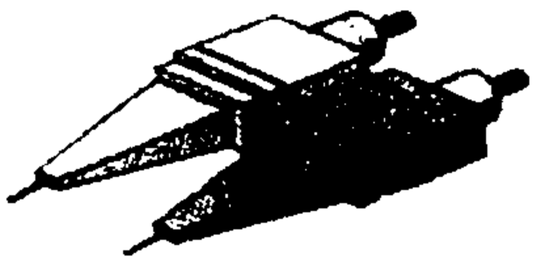
SC 光纤连接器



双 SC 光纤连接器



ST 连接器



双 ST 光纤连接器



FDDI 光纤连接器



FC 光纤连接器



SMA 光纤接头



ESCON 接头

图 3-12　光纤连接器外形

ST Ⅱ 连接插头用于光导纤维的端点，此时光缆中只有单根光导纤维（而非多股的带状结构），并且光缆以交叉连接或互连的方式至光电设备上，如图 3-13 所示。在所有的单工终端应用中，综合布线系统均使用 ST Ⅱ 连接器。当该连接器用于光缆的交叉连接方式时，连接器置于 ST 连接耦合器中，而耦合器则平装在光缆互连单元（LIU）或光缆交叉连接分布系统中。

（二）光缆连接件

光纤互连装置（LIU）是综合布线系统中常用的标准光纤交连硬件，用来实现交叉连接和光纤互连，还支持带状光缆和束管式光缆的跨接线。图 3-14 是光纤连接盒。

1. 光纤交叉连接

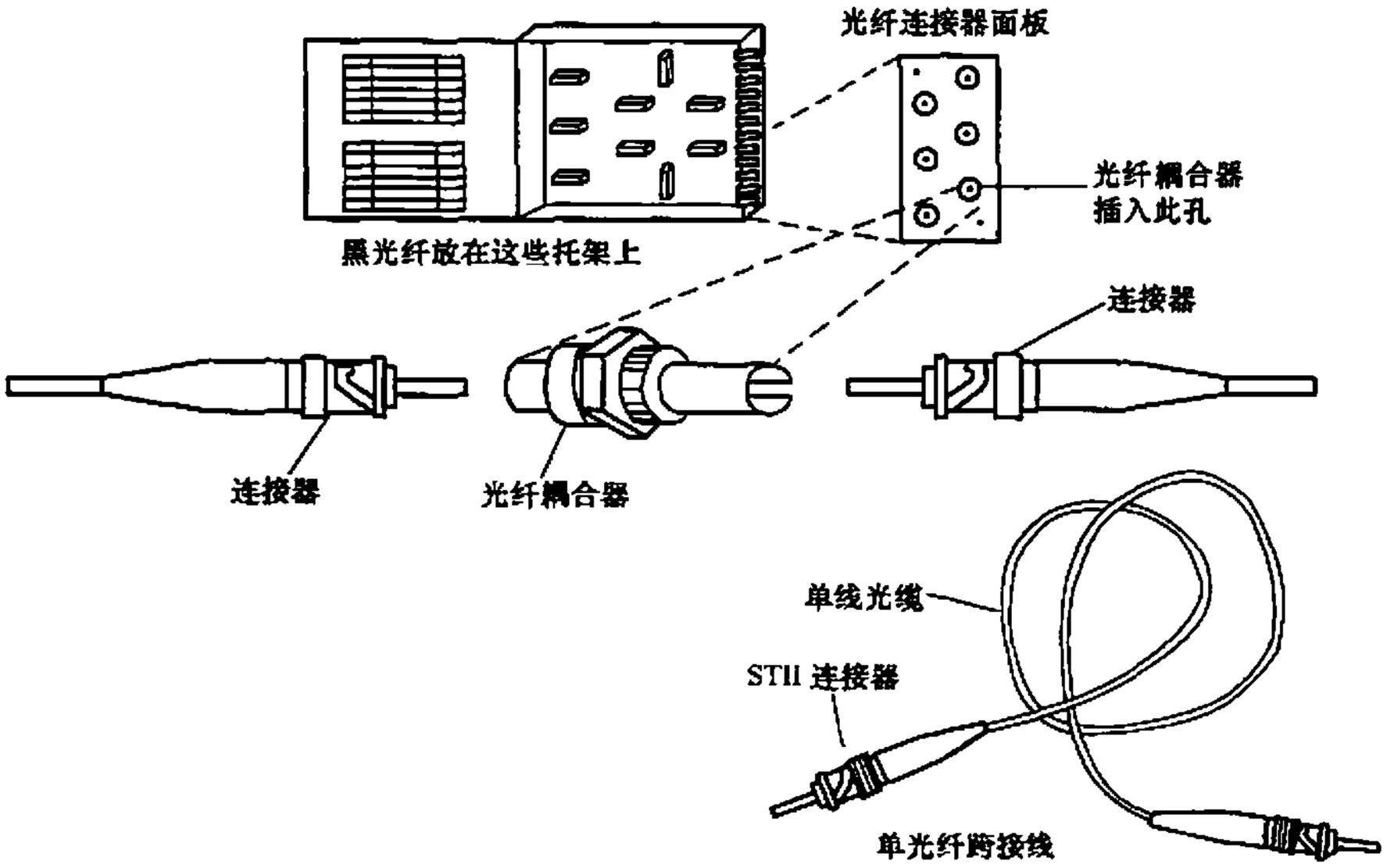


图 3-13　光纤连接

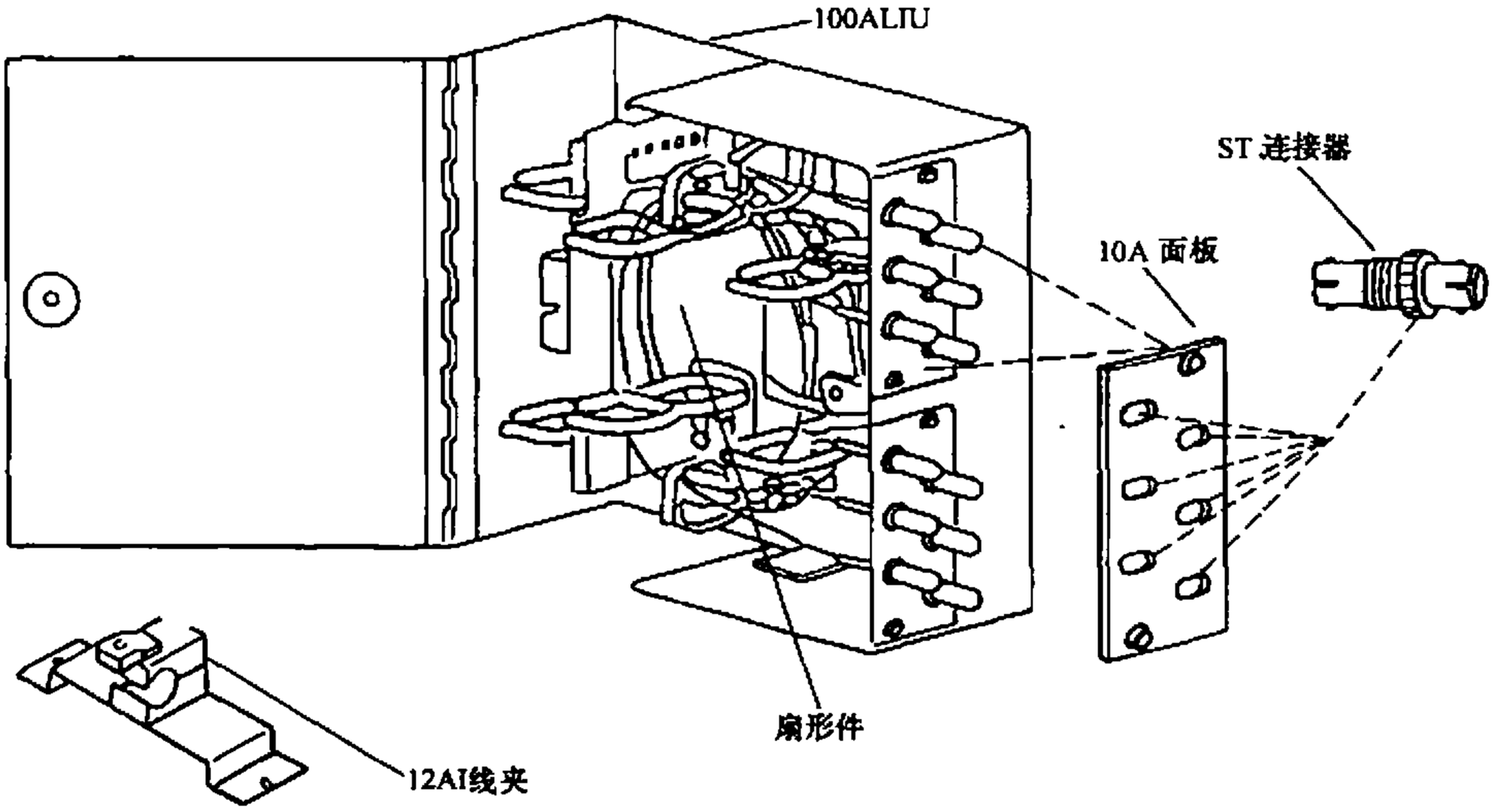


图 3-14　光纤连接盒

交叉连接方式是利用光纤跳线（两头有端接好的连接器）实现两根光纤的连接来重新安排链路，而不需改动在交叉连接模块上已端接好的永久性光缆（如干线光缆），如图 3-15所示。

2. 光纤互连

光纤互连是直接将来自不同地点的光纤互连起来而不必通过光纤跳线，如图 3-16 所

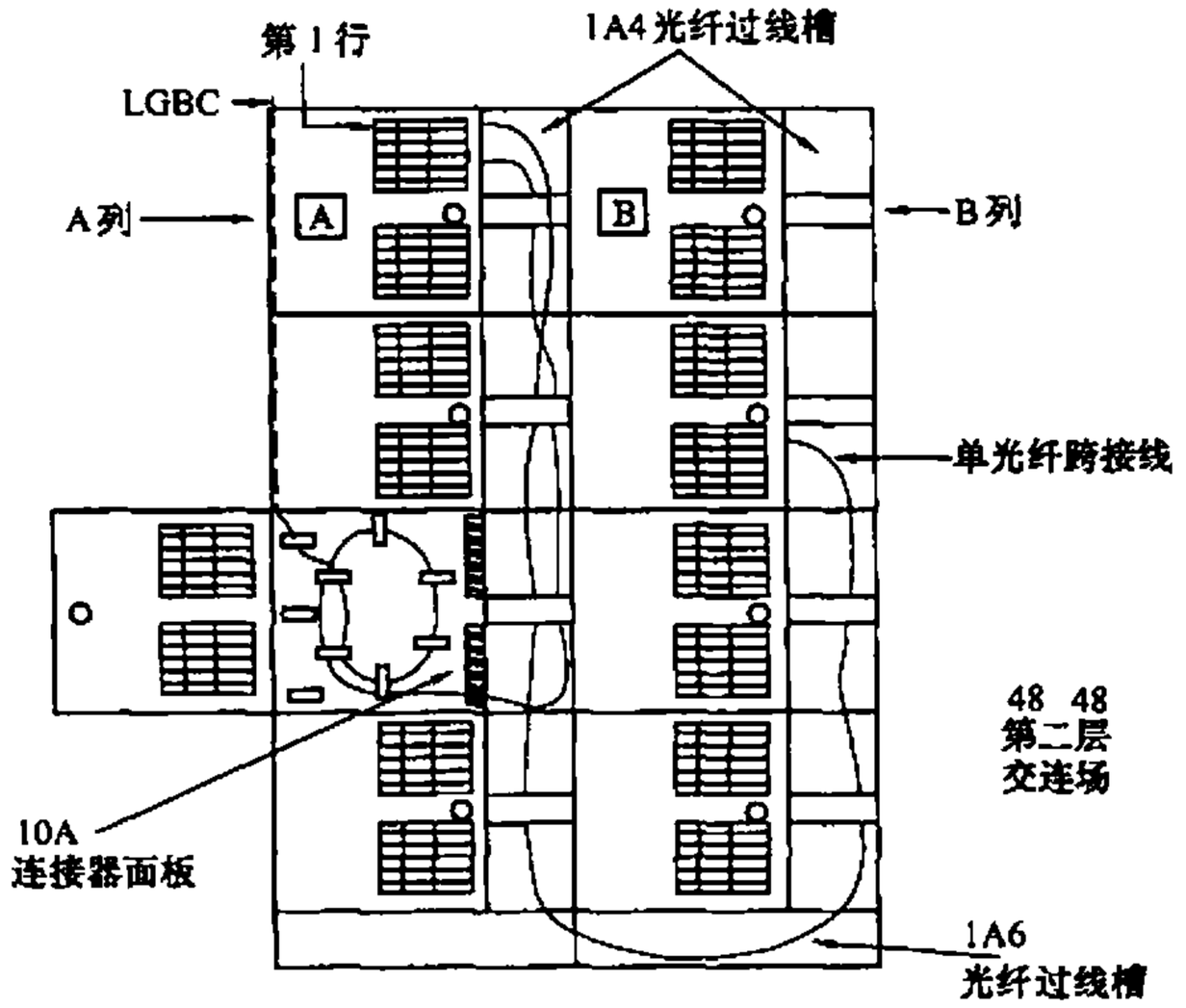


图 3-15　光纤交叉连接模块

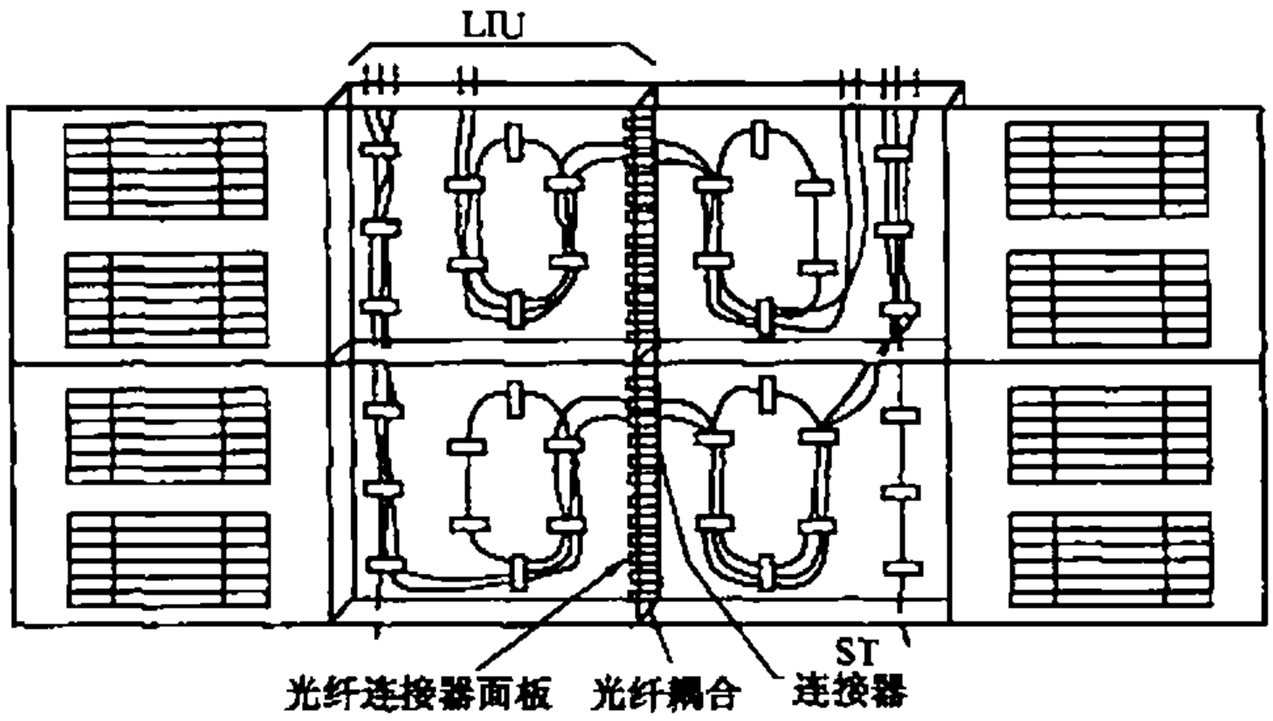


图 3-16　光纤互连模块

示，有时也用于链路的管理。

两种连接方式相比较，交连方式灵活，便于重新安排线路。互连的光能量损耗比交叉连接要小。这是由于在互连中光信号只通过一次连接，而在交叉连接中光信号要通过两次连接。

第三节　布　线　工　艺

一、缆 线 的 敷 设

(1) 缆线敷设一般应符合下列要求：

1）缆线布放前应核对规格、形式、路由及位置与设计规定相符。

2）缆线的布放应自然、平直，不得产生扭绞、打圈等现象，不应受到外力的挤压和损伤。

3）所有线缆在敷设过程中必须一根线缆放到位，中间不能有断点。

(2) 缆线两端应贴有标签，应标明编号，标签书写应清晰、端正和正确。标签应选用不易损坏的材料。

(3) 缆线终接后，应有余量。交接间、设备间对绞电缆预留长度宜为 0.5～1.0m，工作区为 10～30mm；光缆布放宜盘留，预留长度宜为 3～5m，有特殊要求的应按设计要求预留长度。

(4) 缆线的弯曲半径应符合下列规定：

1）非屏蔽 4 对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 4 倍；

2）屏蔽 4 对对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 6～10 倍；

3）主干对绞电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的 10 倍；

4）光缆的弯曲半径应至少为光缆外径的 15 倍。

5）缆线布放，在牵引过程中，吊挂缆线的支点相隔间距不应大于 1.5m。

6）布放缆线的牵引力，应小于缆线允许张力的 80%，对光缆瞬间最大牵引力不应超过光缆允许的张力。在以牵引方式敷设光缆时，主要牵引力应加在光缆的加强芯上。

拉线缆的速度，从理论上讲，线的直径越小，则拉的速度愈快。但是，有经验的安装者采取慢速而又平稳的拉线，而不是快速的拉线。原因是：快速拉线会造成线的缠绕或被绊住。

拉力过大，线缆变形，会引起线缆传输性能下降。线缆最大允许拉力为：

一根 4 对双绞电缆，拉力为 100N（10kg）；

二根 4 对双绞电缆，拉力为 150N（15kg）；

三根 4 对双绞电缆，拉力为 200N（20kg）；

n 根 4 对对绞电缆，拉力为 $n \times 5 + 50$（N）。

不管多少根线对电缆，最大拉力不能超过 40kg，速度不宜超过 15m/min。

为了端接线缆“对”，施工人员要剥去一段线缆的护套（外皮），不要单独地拉和弯曲线缆“对”，而应对剥去外皮的线缆“对”一起紧紧地拉伸和弯曲。去掉电缆的外皮长度够端接用即可。对于终接在连接件上的线对应尽量保持扭绞状态，非扭绞长度，3 类线必须小于 25mm；5 类线必须小于 13mm，最大暴露双绞长度为 4～5cm，最大线间距为 14cm，如图 3-17 所示。

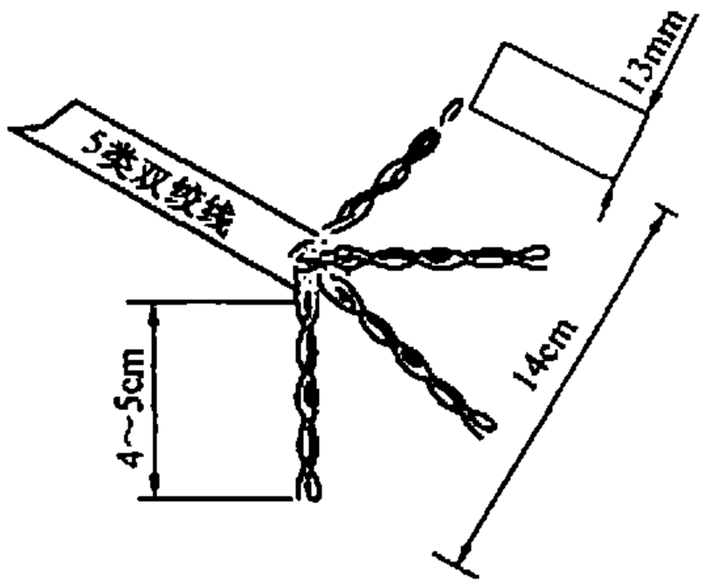


图 3-17　5 类双绞电缆开绞长度

7）布放光缆时，光缆盘转动应与光缆布放同步，光缆牵引的速度一般为 15m/min。光缆出盘处要保持松弛的弧度，并留有缓冲的余量，又不宜过多，避免光缆出现背扣。

(5) 电源线、综合布线系统缆线应分隔布放。缆线间的最小净距应符合设计要求，并应符合表 3-6 的规定。

(6) 建筑物内电、光缆暗管敷设与其他管线最小净距见表 3-7 的规定。

(7) 在暗管或线槽中缆线敷设完毕后，宜在通道两端出口处用填充材料进行封堵。

对绞电缆与电力线最小净距　　表 3-6

条件 \ 单位	最小净距（mm）		
范围	380V < 2kV·A	380V 2.5 ~ 5kV·A	380V > 5kV·A
对绞电缆与电力电缆平行敷设	130	300	600
有一方在接地的金属槽道或钢管中	70	150	300
双方均在接地的金属槽道或钢管中	注	80	150

注：双方都在接地的金属槽道或钢管中，且平行长度小于 10m 时，最小间距可为 10mm。表中对绞电缆如采用屏蔽电缆时，最小净距可适当减小，并符合设计要求。

电、光缆暗管敷设与其他管线最小净距　　表 3-7

管线种类	平行净距(mm)	垂直交叉净距(mm)	管线种类	平行净距(mm)	垂直交叉净距(mm)
避雷引下线	1000	300	给水管	150	20
保护地线	50	20	煤气管	300	20
热力管(不包封)	500	500	压缩空气管	150	20
热力管(包封)	300	300			

二、线槽和暗管敷设

(1) 敷设线槽的两端宜用标志表示出编号和长度等内容。

(2) 敷设暗管宜采用钢管或阻燃硬质 PVC 管。布放多层屏蔽电缆、扁平缆线和大对数主干电缆或主干光缆时，直线管道的管径利用率应为 50% ~ 60%，弯管道应为 40% ~ 50%。暗管布放 4 对对绞电缆或 4 芯以下光缆时，管道的截面利用率应为 25% ~ 30%，如表 3-8 所示。管材的种类和选用如表 3-9 所示。表 3-10 和表 3-11 分别表示双绞线和光缆穿管敷设时对常用 SC 镀锌钢管的管径选择。

管径选用参考　　表 3-8

序　号	缆线敷设部位	最大管径限制（mm）	管径利用率（%）		管截面利用率（%）
			直线管路	弯曲管路	对绞线
1	暗敷于底层地坪	一般≤100	50 ~ 60	40 ~ 50	25 ~ 30
2	暗敷于楼地面垫层	≤25			
3	暗敷于墙壁内	一般≤50			
4	暗敷于顶棚吊顶内	不作限制			

注：1. 电缆管径利用率 = 电缆外径/管子管孔内径；

2. 管截面利用率 = 管内导线总截面积（含绝缘层及护套）/管子管孔内径截面积。

暗敷管材的选用　　表 3-9

管材代号		管材名称	别　名	特　　点	适　用　场　合
新	旧				
TC	DG	电线管	薄壁钢管	有一定机械强度、耐压力和耐腐蚀性较差，有屏蔽性能	一般建筑内暗敷管路中均可采用，尤其是电磁干扰影响大的场所，但不宜用在有腐蚀或承受压力的场合
SC	G	焊接钢管	厚壁钢管	机械强度较高、耐压力高、耐腐蚀性较好，有屏蔽性能	可在建筑底层和承受压力的地方使用，在有腐蚀的地段使用时应作防腐处理，尤其适用于电磁干扰影响较大的场合
RC		水煤气钢管			
PC	VG	硬塑料管	PVC管	易弯曲、加工方便、绝缘性好、耐腐蚀性好、抗压力差、屏蔽性能差	适合于有腐蚀或需绝缘隔离的场合使用，不宜在有压力和电磁干扰较强的场所使用
FPC	ZVG	半硬塑料管			

金属管（水煤气管）能容纳的最大导线根数　　表 3-10

缆线类型		4对UTP				4对FTP	25类3类UTP	50对3类UTP	100对3类UTP	25对5类UTP
		3类	5类	e5类	6类	5类				
钢管规格	内径(mm)	缆线外径(mm)								
		4.7	5.6	6.2	6.35	6.1	9.7	13.4	18.2	12.45
SC15	15.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
SC20	21.3	5	4	2	2	3	1	0	0	0
SC25	27.0	8	6	4	4	5	2	1	0	1
SC32	35.8	14	10	8	8	9	3	1	1	1
SC40	41.0	18	15	12	12	13	4	2	1	2
SC50	53.0	26	22	19	19	20	6	3	2	3
SC65(SC70)	68.0	55	40	32	32	32	12	6	3	6
SC80	85.5	80	60	50	50	50	18	10	5	10
SC100	106.0	—	—	—	—	—	30	14	6	14
SC125	131.0	—	—	—	—	—	40	20	12	20

注：1. 表中钢管规格系指公称直径（近似内径的名义尺寸，它不等于公称外径减去两个公称壁厚所得的内径）；低压流体输送用焊接钢管依据《低压流体输送用镀锌焊接钢管标准》（GB 3091—87）。

2. 线管超过下列长度时，其中间应加装接线盒：

（1）线管全长超过 30m，且无曲折时；

（2）线管全长超过 20m，有 1 个曲折时；

（3）线管全长超过 15m，有 2 个曲折时；

（4）线管全长超过 8m，有 3 个曲折时。

3. 若采用硬质塑料管，同样的缆线根数宜增大一级管径。

建筑物光缆穿管规格选择表　　表 3-11

产品代号（含义）			光缆外径	SC15	SC20	SC25	SC32	SC40	SC50
建筑物光缆	光纤数目		(mm)	最大穿线根数					
LGBC-004A-LPX			4.9	1	4	6	10	16	25
LGBC-012A-LPX			8.1	0	0	1	3	6	10
LGBC-004A-LRX			4.4	1	5	8	12	20	30
LGBC-012A-LRX			7.0	0	1	2	5	8	12

（3）线槽有金属线槽和 PVC 阻燃塑料线槽。可吊装、地面安装和地面暗装等。预埋线槽宜采用金属线槽。线槽截面利用率不应超过 50%，常用的金属吊装线槽所能容纳的最大导线根数参见表 3-12。PVC 塑料线槽规格亦参照表 3-12 进行选择。

金属线槽能容纳的最大导线根数　　表 3-12

线槽规格 (mm)	4 对 UTP				4 对 FTP	25 对 3 类 UTP	50 对 3 类 UTP	100 对 3 类 UTP	25 对 5 类 UTP
	3 类	5 类	e5 类	6 类	5 类				
25 × 25	12	8	6	6	6	1	0	0	0
25 × 50	24	16	12	12	12	4	2	1	2
75 × 25	40	30	24	24	24	6	5	2	5
50 × 50	50	40	32	32	32	10	6	3	6
50 × 100	100	80	64	64	64	20	12	6	12
100 × 100	200	160	120	120	120	40	24	12	24
75 × 150	250	180	140	140	140	50	30	15	30
100 × 200	400	320	240	240	240	80	50	25	50
150 × 150	500	360	280	280	280	100	60	30	60

（4）配线子系统电缆宜穿管或沿金属电缆桥架敷设，当电缆在地板下布放时，应根据环境条件选用地板下线槽布线、网络地板布线、高架（活动）地板布线、地板下管道布线等安装方式。

（5）干线子系统垂直通道有电缆孔、管道、电缆竖井等三种方式可供选择，宜采用电缆竖井方式。水平通道可选择预埋暗管或电缆桥架方式。

三、线槽的安装

1. 线槽的安装

有槽盖的封闭式金属线槽具有耐火性，用于建筑物顶棚吊顶或沿墙敷设时，往往与金属桥架连在一起安装，所以又被称为有盖无孔型槽式桥架，习惯也被称为线槽。这种线槽安装方式与桥架安装类同。图 3-18 为轻型金属线槽组合安装示意图。图 3-19 为塑料线槽安装形式。

2. 暗装金属线槽安装

地面内暗装金属线槽布线是一种新的布线方式，尤其在智能建筑中使用更普遍。它是

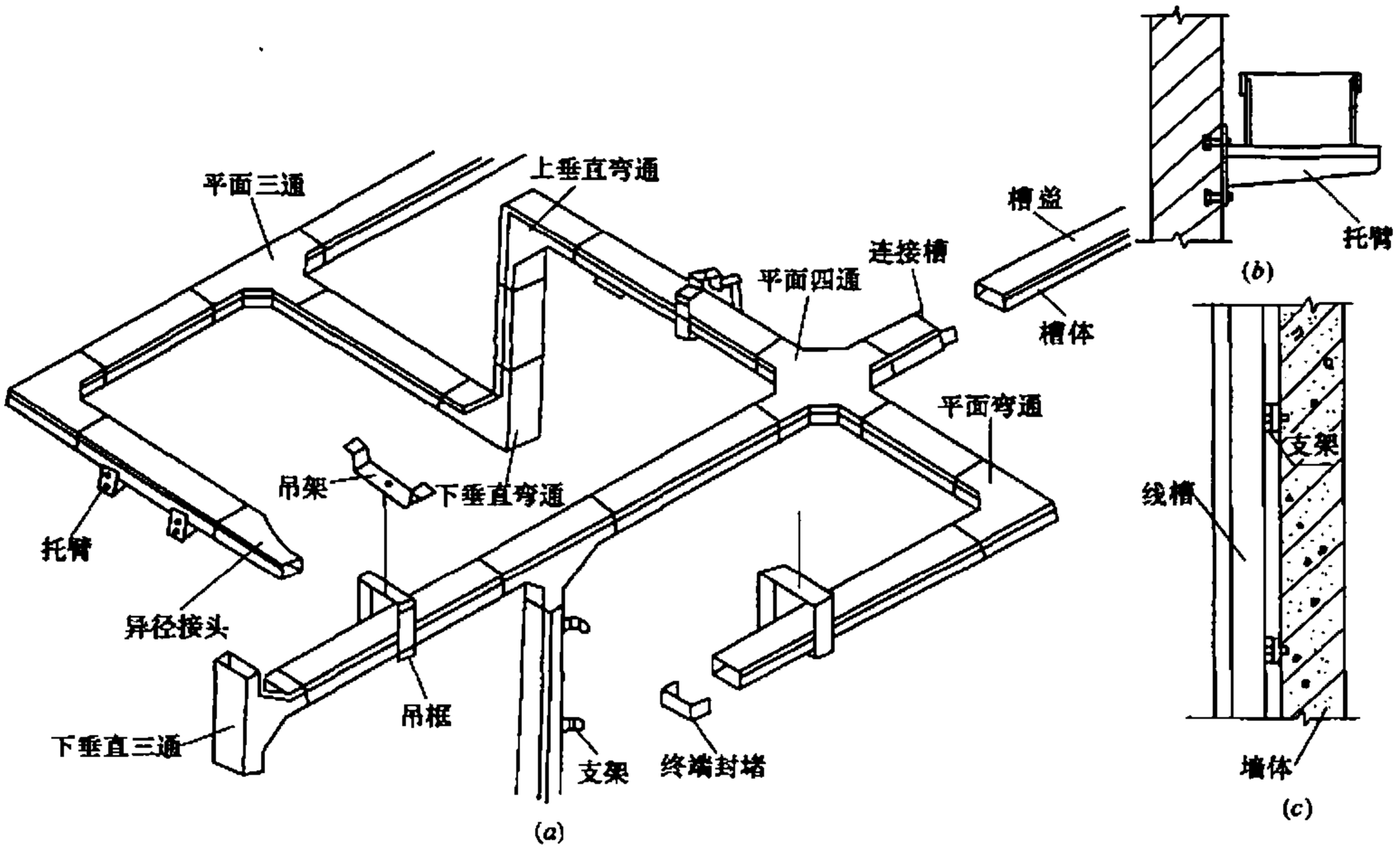


图 3-18　轻型金属线槽组合安装

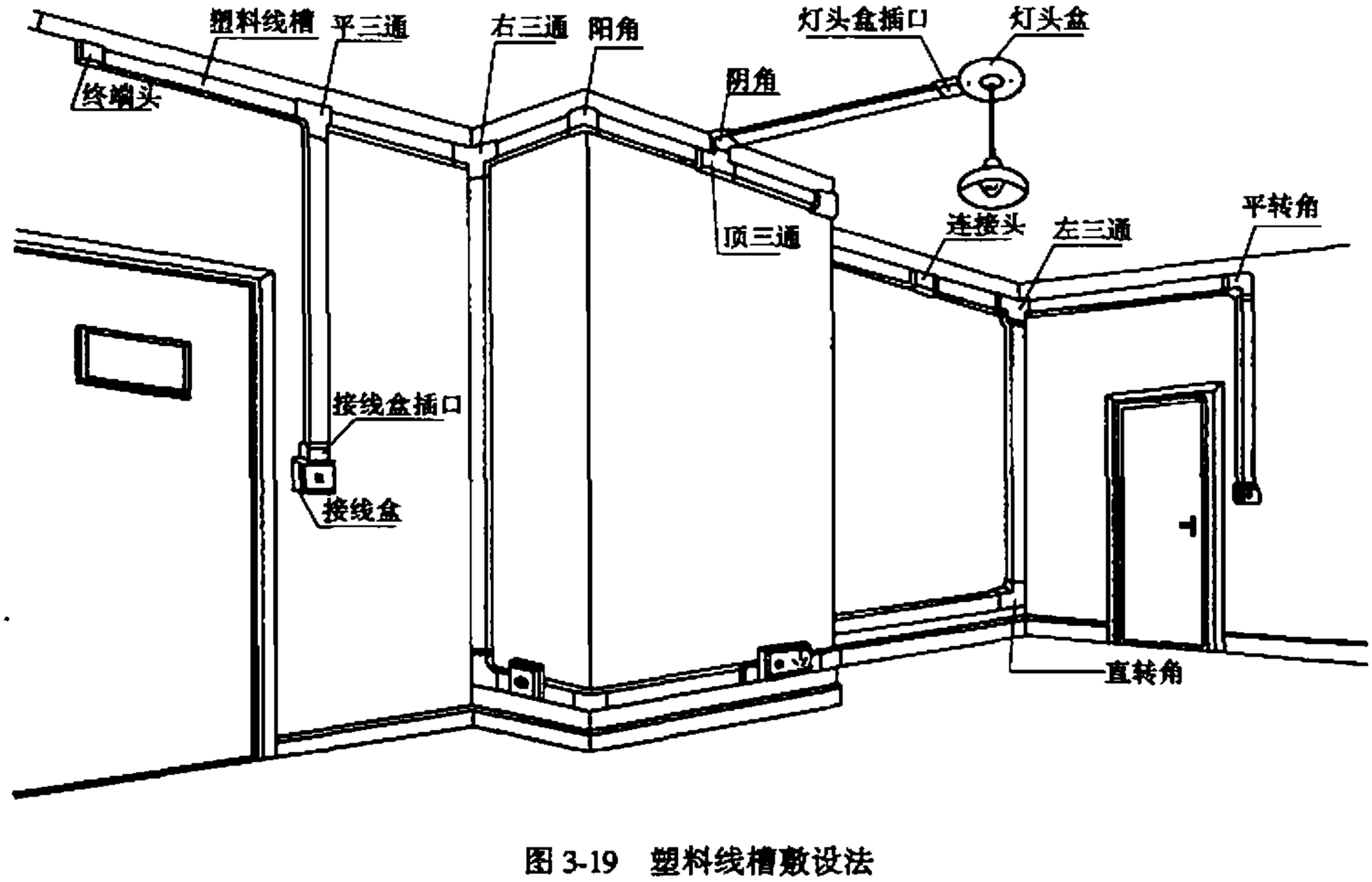


图 3-19　塑料线槽敷设法

将光缆或电缆穿在经过特制的壁厚为 2mm 的封闭式矩形金属线槽内，直接敷设在混凝土地面、现浇钢筋混凝土楼板或预制混凝土楼板的垫层内。地面内暗装金属线槽的组合安装

如图 3-20 所示。

暗装金属线槽为矩形断面，制造长度一般为 3m，每 0.6m 设一出线口。当遇有线路交叉和转弯时，要装分线盒。当线槽长度超过 6m 时，为便于槽内穿线，也宜加装分线盒。

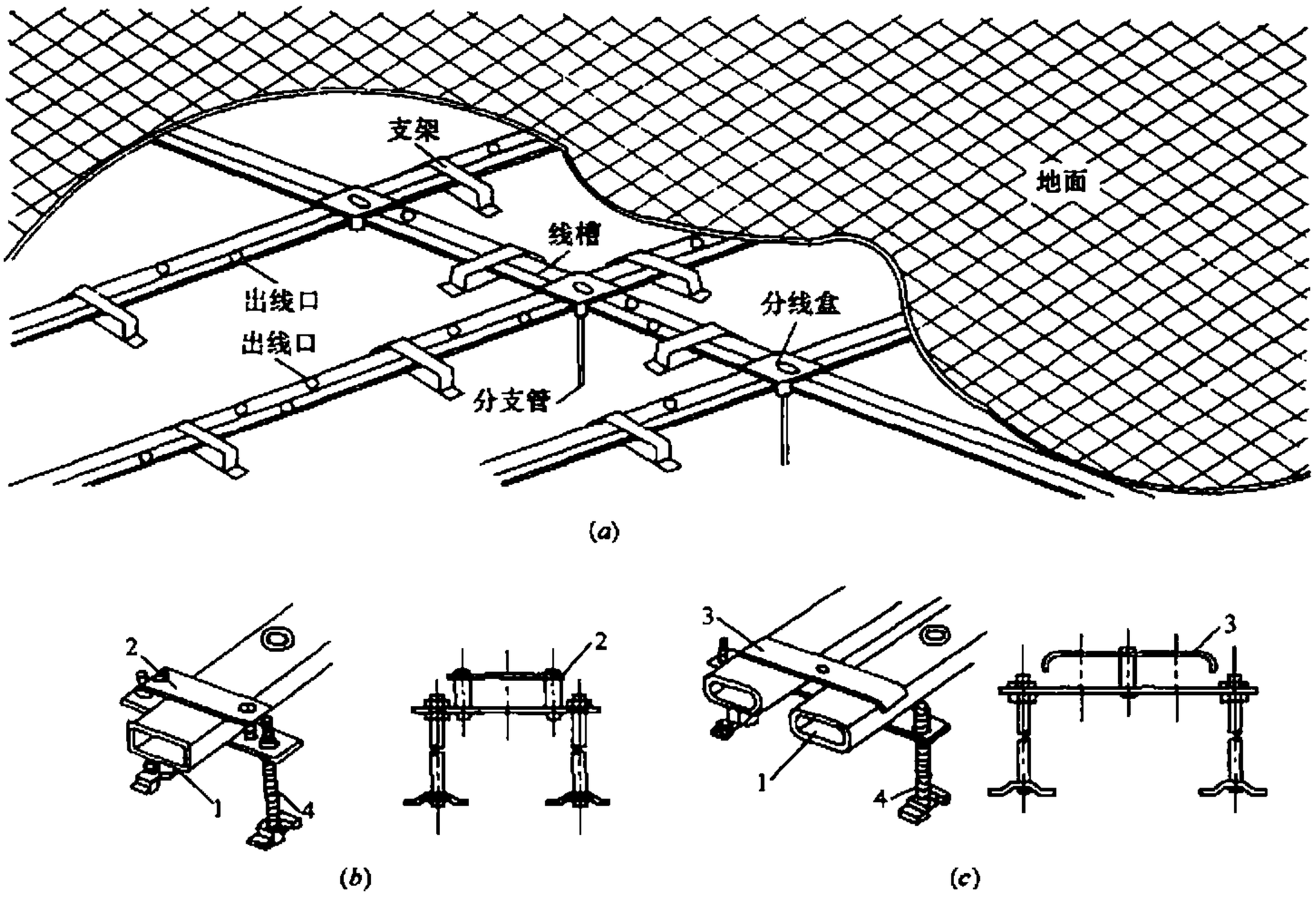


图 3-20　地面内暗装金属线槽的组合安装

（a）地面内暗装金属线槽组装示意图；（b）单线槽支架安装；（c）双线槽支架安装

1—线槽；2—支架单压板；3—支架双压板；4—卧脚螺栓

四、桥 架 的 安 装

桥架安装分水平安装和垂直安装。水平安装又分吊装和壁装两种形式。桥架吊装如图 3-21 所示。该图还表示出了桥架与墙壁穿孔采用金属软管或 PVC 管的连接。

桥架垂直安装主要在电缆竖井中沿墙采用壁装方式。用于固定线槽或电缆垂直敷设。用做垂直干线电缆的支撑。桥架垂直安装方法如图 3-22 所示。

图 3-23 为桥架（梯架）竖井内垂直安装的形式和方法。图 3-22（a）为三角支架安装，也可为门形钢支架安装，如图 3-23（b）所示。图 3-24 为桥架穿孔洞的防火处理做法。图 3-25 是桥架和机架的整体安装形式。

五、布线的工艺要求

1. 设置电缆桥架和线槽敷设缆线应符合下列规定

（1）电缆线槽、桥架宜高出地面 2.2m 以上。线槽和桥架顶部距楼板不宜小于 300mm；在过梁或其他障碍物处，不宜小于 50mm。

（2）槽内缆线布放应顺直，尽量不交叉，在缆线进出线槽部位、转弯处应绑扎固定，

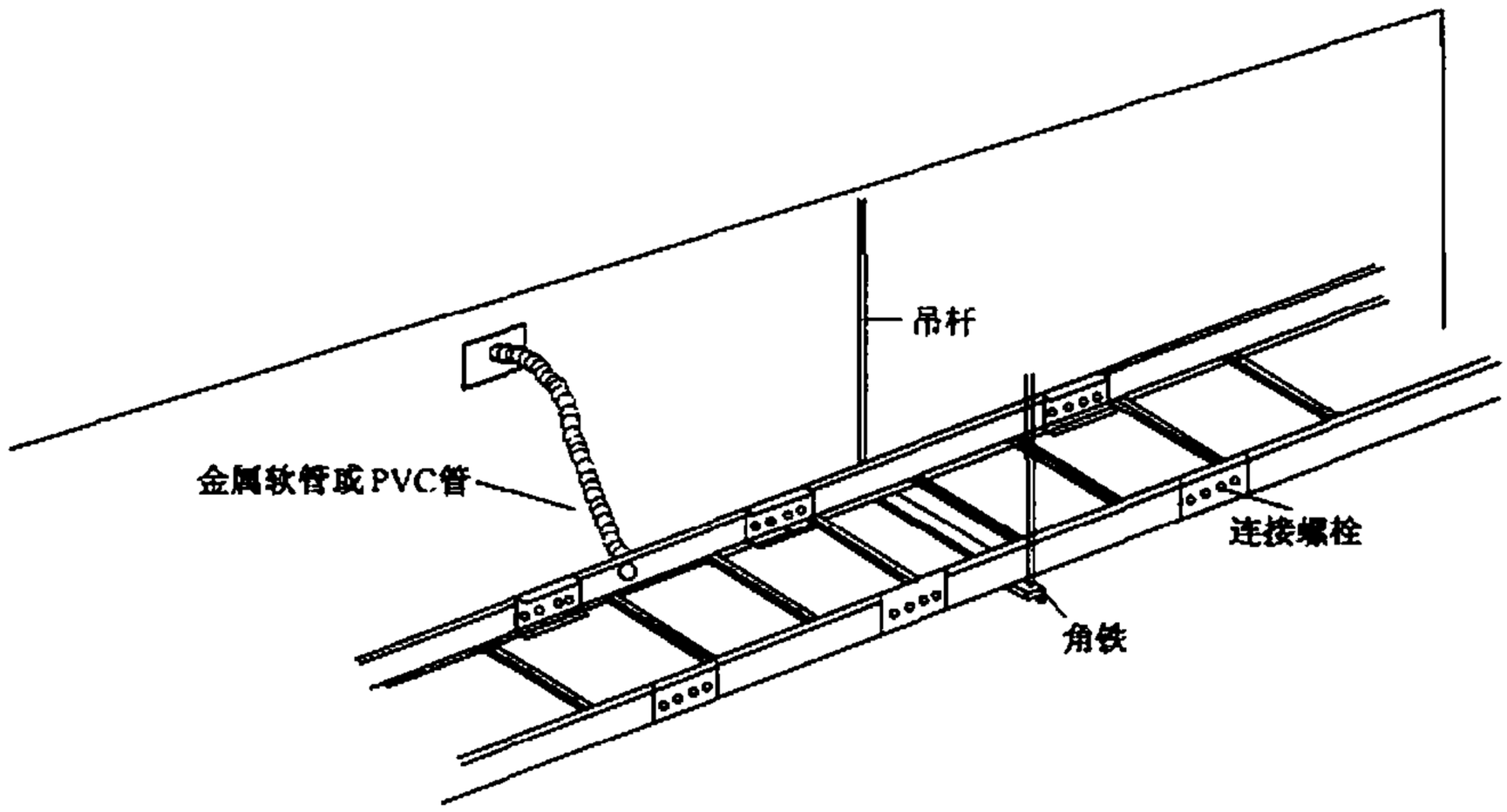


图 3-21　电缆桥架吊装示意图

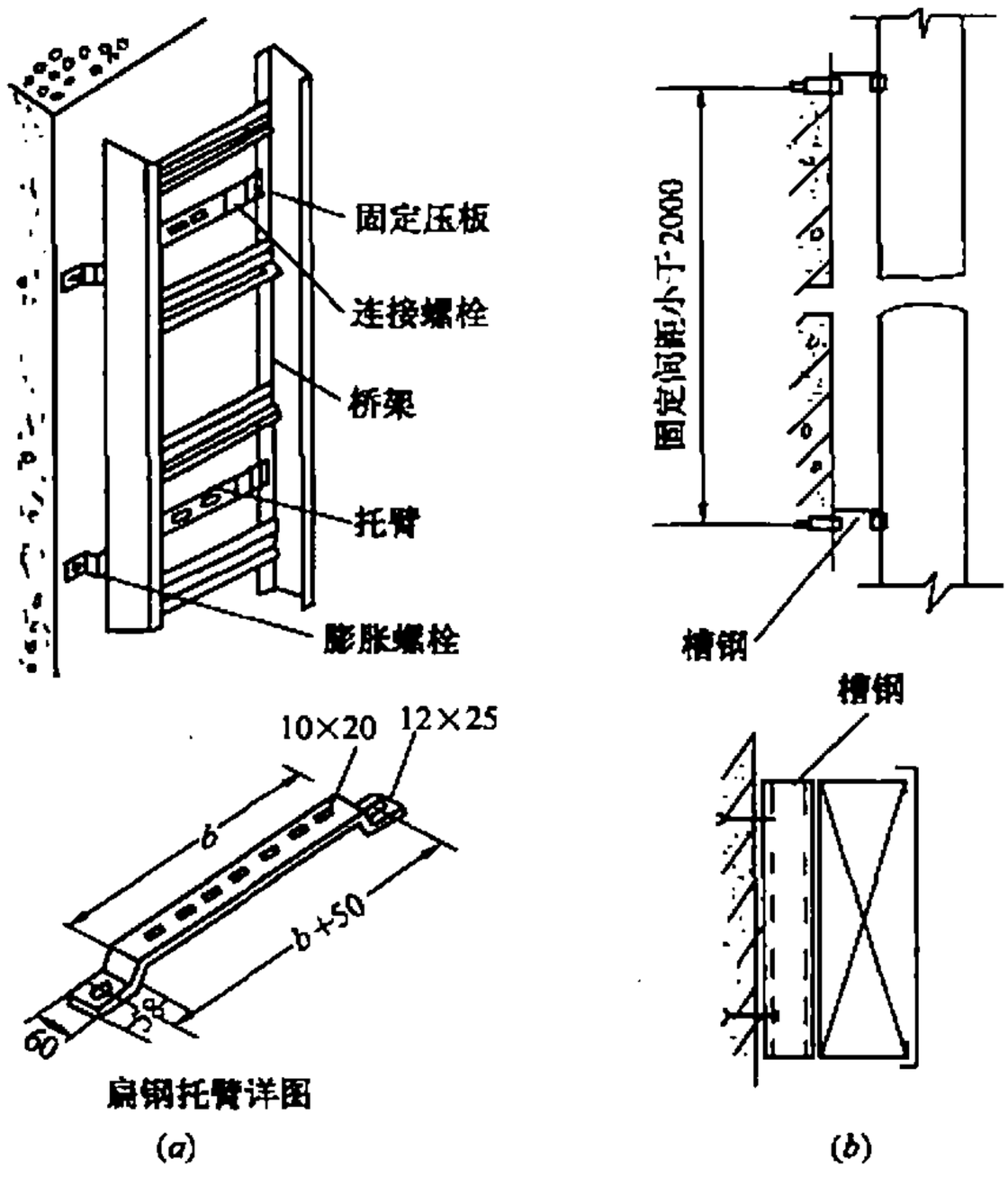


图 3-22　桥架垂直安装方法

其水平部分缆线可以不绑扎。垂直线槽布放缆线应每间隔 1.5m 固定在缆线支架上。

（3）电缆桥架内缆线垂直敷设时，在缆线的上端和每间隔 1.5m 处应固定在桥架的支架上；水平敷设时，在缆线的首、尾、转弯及每间隔 5～10m 处进行固定。

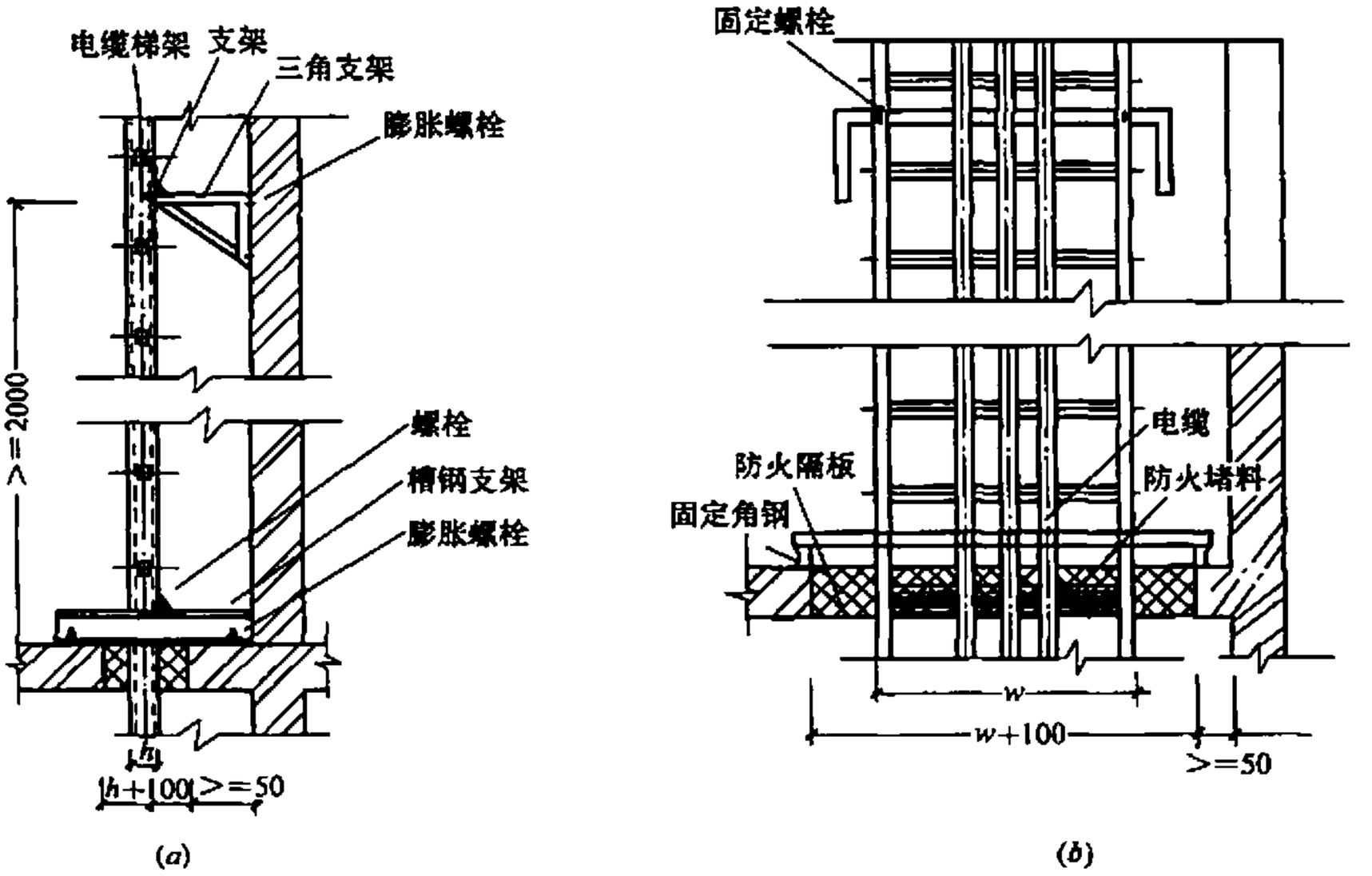
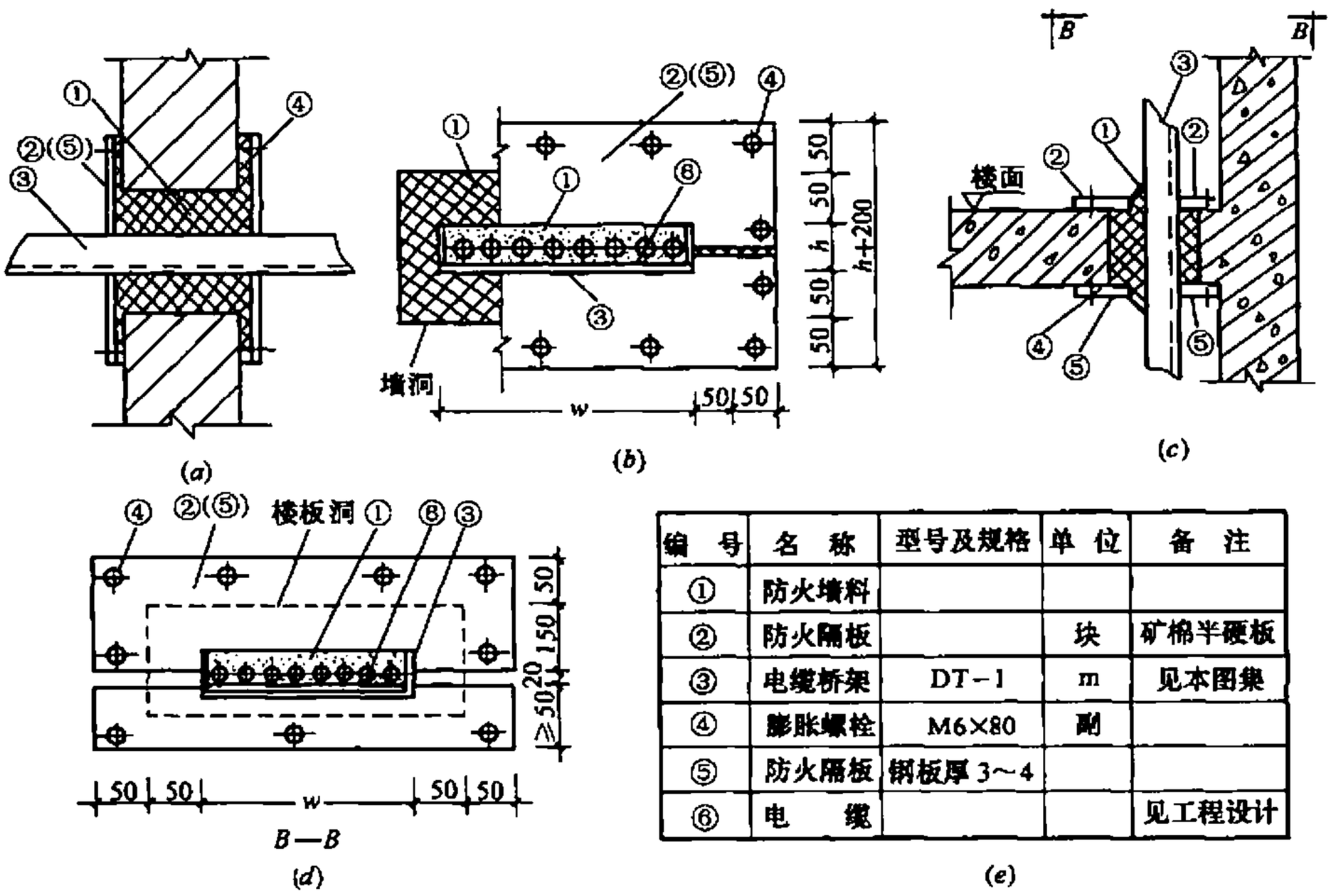


图 3-23　桥架（梯架）竖井内垂直安装



编　号	名　称	型号及规格	单　位	备　注
①	防火堵料			
②	防火隔板		块	矿棉半硬板
③	电缆桥架	DT－1	m	见本图集
④	膨胀螺栓	M6×80	副	
⑤	防火隔板	钢板厚 3～4		
⑥	电　缆			见工程设计

图 3-24　桥架穿墙和穿楼板安装

（a）、（b）电缆桥架穿墙洞做法；（c）、（d）电缆桥架穿楼板洞做法

（4）在水平、垂直桥架和垂直线槽中敷设缆线时，应对缆线进行绑扎。对绞电缆、光缆及其他信号电缆应根据缆线的类别、数量、缆径、缆线芯数分束绑扎。绑扎间距不宜大

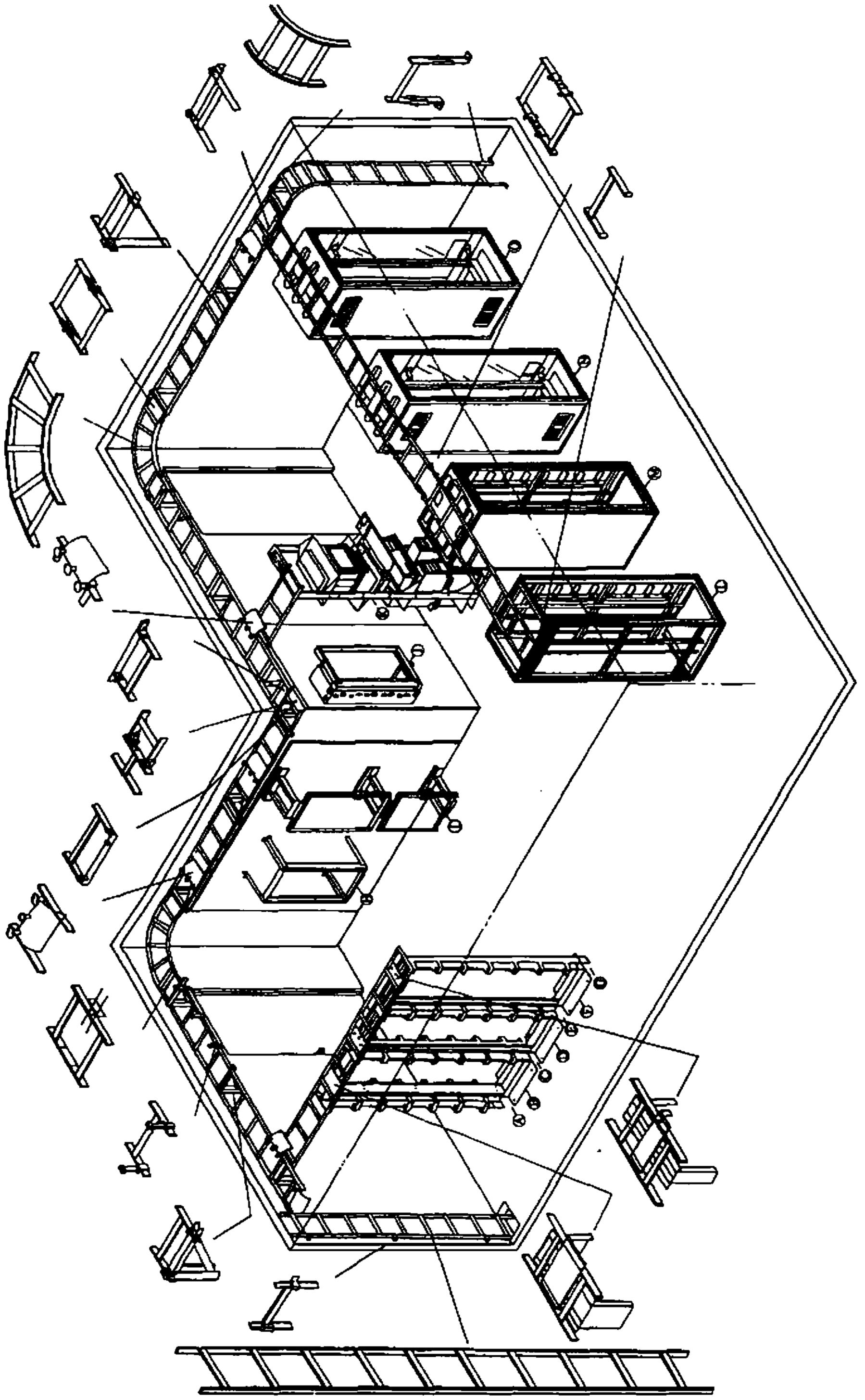


图 3-25　桥架与机架

于 1.5m，间距应均匀，松紧适度。电缆桥架或线槽与预埋钢管结合的安装方式如图 3-26 所示。

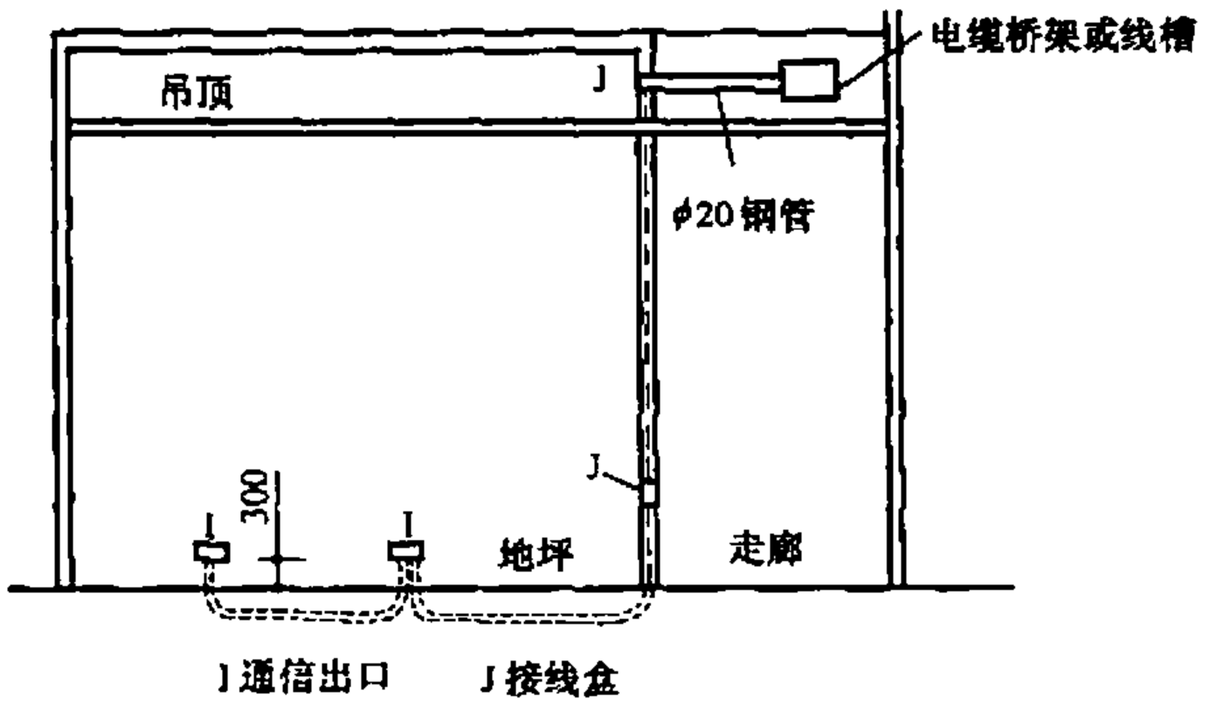


图 3-26　电缆桥架或线槽和预埋钢管结合进行的安装

(5) 楼内光缆宜在金属线槽中敷设，在桥架敷设时应在绑扎固定段加装垫套。

(6) 采用吊顶支撑柱作为线槽在顶棚内敷设缆线时，每根支撑柱所辖范围内的缆线可以不设置线槽进行布放，但应分束绑扎。缆线护套应阻燃，缆线选用应符合设计要求。

2. 水平子系统缆线敷设保护应符合下列要求

(1) 预埋金属线槽保护要求如下：

①在建筑物中预埋线槽，宜按单层设置，每一路由预埋线槽不应超过 3 根，线槽截面高度不宜超过 25mm，总宽度不宜超过 300mm。

②线槽直埋长度超过 30m 或在线槽路由交叉、转弯时，宜设置过线盒，以便于布放缆线和维修。

③过线盒盖应能开启，并与地面齐平，盒盖处应具有防水功能。

④过线盒和接线盒盒盖应能抗压。

⑤从金属线槽至信息插座接线盒间的缆线宜采用金属软管敷设。

(2) 预埋暗管保护要求如下：

①预埋在墙体中间暗管的最大管径不宜超过 50mm，楼板中暗管的最大管径不宜超过 25mm。

②直线布管每 30m 处应设置过线盒装置。

③暗管的转弯角度应大于 90°，在路径上每根暗管的转弯角不得多于 2 个，并不应有 S 弯出现，有弯头的管段长度超过 20m 时，应设置管线过线盒装置；在有 2 个弯时，不超过 15m 应设置过线盒。

④暗管转弯的曲率半径不应小于该管外径的 6 倍，如暗管外径大于 50mm 时，不应小于 10 倍。

⑤暗管管口应光滑，并加有护口保护，管口伸出部位宜为 25 ~ 50mm。

(3) 网络地板缆线敷设保护要求如下：

①线槽之间应沟通。

②线槽盖板应可开启，并采用金属材料。

③主线槽的宽度由网络地板盖板的宽度而定，一般宜在 200mm 左右，支线槽宽度不宜小于 70mm。

④地板块应抗压、抗冲击和阻燃。

(4) 设置缆线桥架和缆线线槽保护要求如下：

①桥架水平敷设时，支撑间距一般为 1.5～3m，垂直敷设时固定在建筑物构体上的间距宜小于 2m，距地 1.8m 以下部分应加金属盖板保护。

②金属线槽敷设时，在下列情况下设置支架或吊架。

——线槽接头处；

——每间距 3m 处；

——离开线槽两端出口 0.5m 处；

——转弯处。

③塑料线槽槽底固定点间距一般宜为 1m。

(5) 铺设活动地板敷设缆线时，活动地板内净空应为 150～300mm。

(6) 采用公用立柱作为顶棚支撑柱时，可在立柱中布放缆线，立柱支撑点宜避开沟槽和线槽位置，支撑应牢固。立柱中电力线和综合布线缆线合一布放时，中间应有金属板隔开，间距应符合设计要求。

(7) 金属线槽接地应符合设计要求。

(8) 金属线槽、缆线桥架穿过墙体或楼板时，应有防火措施。

3. 干线子系统缆线敷设保护方式应符合下列要求

(1) 缆线不得布放在电梯或供水、供汽、供暖管道竖井中，亦不应布放在强电竖井中。

(2) 干线通道间应沟通。

4. 建筑群子系统采用架空、管道、直埋、墙壁及暗管敷设电、光缆的施工技术要求应按照本地网通信线路工程验收的相关规定执行。

六、设 备 的 安 装

这里所谓设备是指配线架（柜）和相应配线设备，包括各种接线模块和接插件。配线柜的线缆布线连接如图 3-27 所示。

(1) 设备安装宜符合下列要求：

1) 机架或机柜前面的净空不应小于 800mm，后面的净空不应小于 600mm；

2) 壁挂式配线设备底部离地面的高度不宜小于 300mm；

3) 在设备间安装其他设备时，设备周围的净空要求，按该设备的相关规范执行。

(2) 设备间应提供不少于两个 220V、10A 带保护接地的单相电源插座。

(3) 机柜、机架安装完毕后，垂直偏差应不大于 3mm。机柜、机架安装位置应符合设计要求。

(4) 机柜、机架上的各种零件不得脱落或碰坏，漆面如有脱落应予以补漆，各种标志应完整、清晰。

(5) 机柜、机架的安装应牢固，如有抗震要求时，应按施工图的抗震设计进行加固。

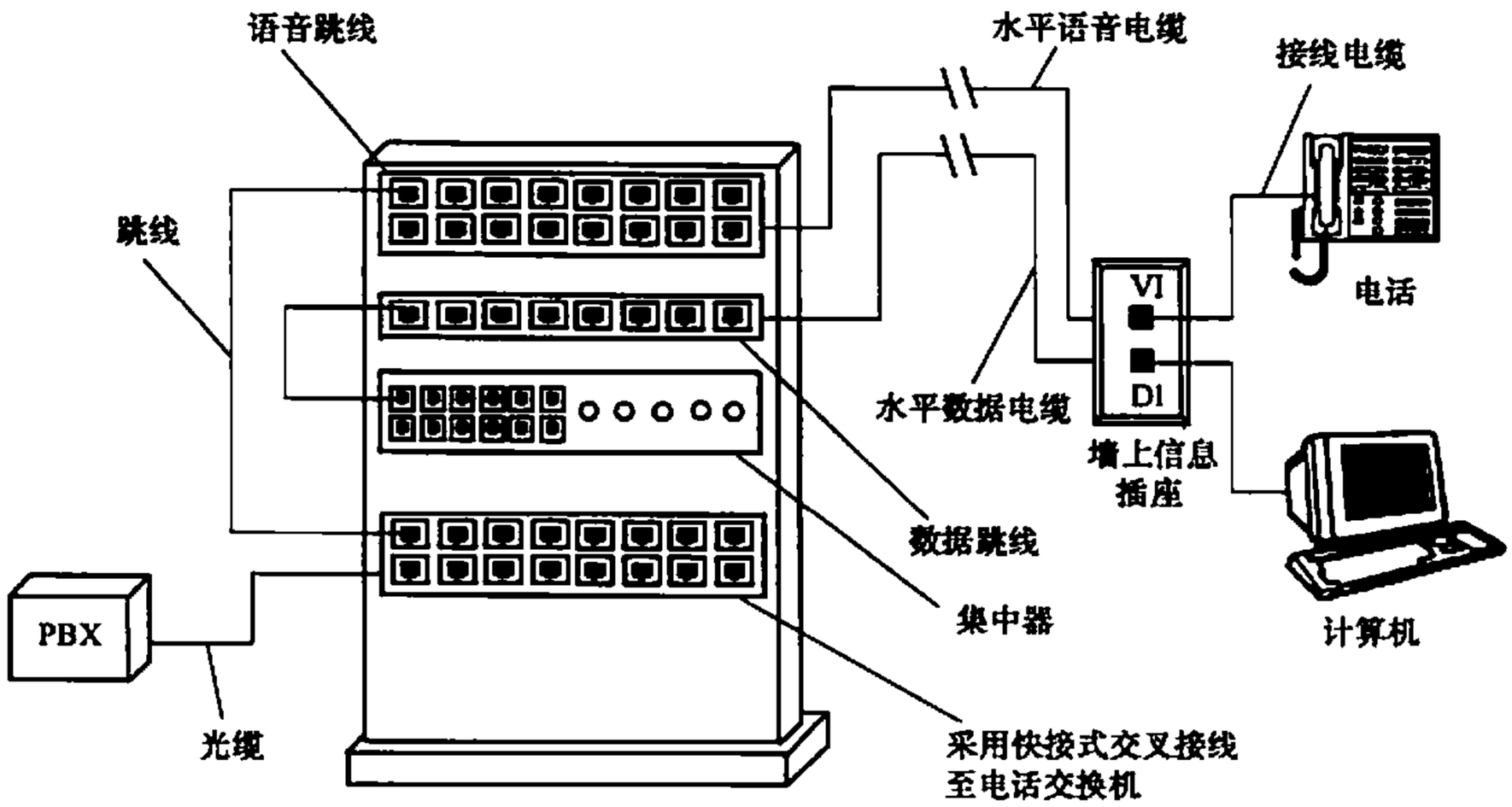


图 3-27　19 英寸机架连接布线电缆

（6）配线柜（架）的安装方式：

下面介绍通用的 19 英寸（48.26cm）标准机柜的安装，如图 3-28 所示，该机柜产品，是以 U（0.625 英寸 + 0.625 英寸 + 0.5 英寸通用孔距）为一个机架（柜）安装单位，可适用于所有 19 英寸设备的安装。在配线架（柜）内，可安装 19 英寸的各种接线盘（如 RJ45 插座接线盘、高频接线模块接线盘和光纤分线接线盘）和用户有源设备（如集线器等）。配线架（柜）结构为组合式，具有多功能机柜的特点，形式灵活，组装方便，能适应各种变化的需要。例如将配线柜两侧的侧板和前后门拆去即成配线架；拆去两侧板左右并架成排（分别在左或右侧单侧并架或两侧同时并架），以适应各种安装环境的变化或容量扩大成为大型配线架时的需要。

1）插座排与管理线盘的安装

安装插座排或电缆管理线盘前，首先应在配线柜相应的位置上安装四个浮动螺母（浮动螺母的安装方法参见图 3-28（*d*））。然后将所安装设备用附件 M4 螺钉固定在机架上，每安装在一个插座排（至多两个 16 或 24 位插座，或一个高频接线背装架）均应在相邻位置安装一个管理线盘，以使线缆整齐有序。应注意电缆的施工最小曲率半径应大于电缆外径的 8 倍，长期使用的最小曲率半径应大于电缆外径的 6 倍，如图 3-28（*a*）所示。

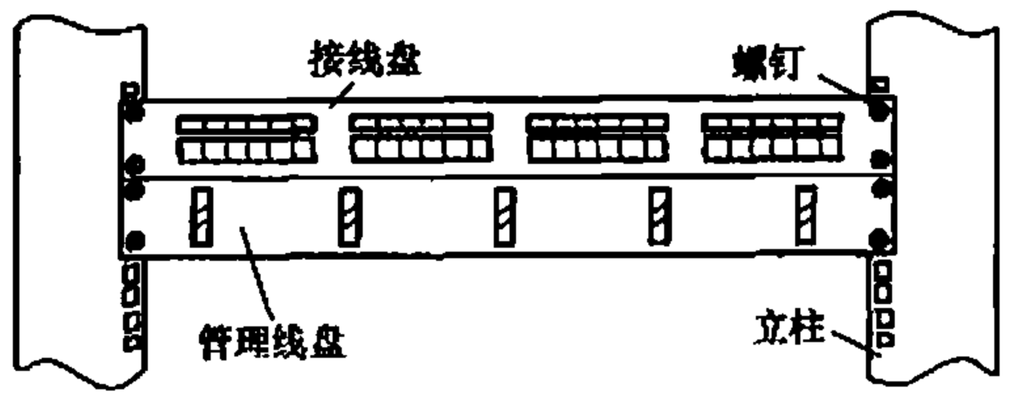
2）用户有源设备的安装

用户有源设备的安装通过使用 8.038.263 托架实现或直接安装在立柱上，如图 3-28（*b*）所示。

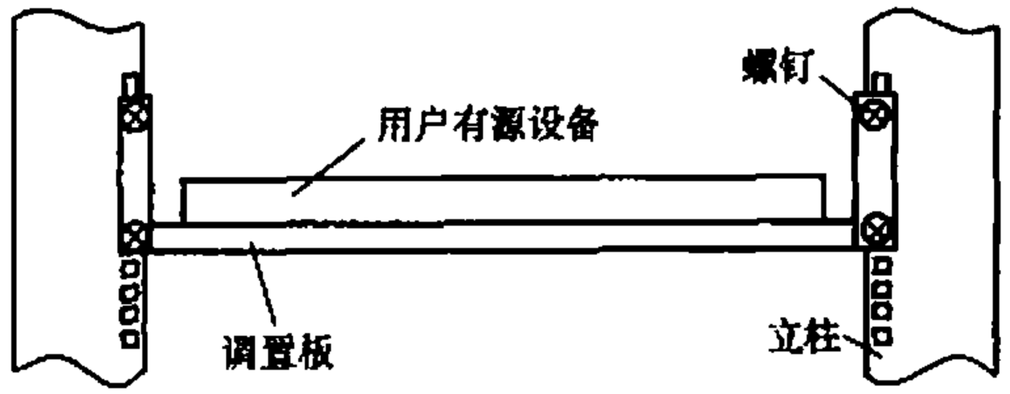
3）空面板安装和机架接地

配线柜中未装设备的空余部分，为了整齐美观，可安装空面板，如图 3-28（*c*）所示，以后扩容时，将空面板再换成需安装的设备。为保证运行安全，架柜应有可靠的接地，如从大楼联合接地体引入其接地电阻应小于或等于 1Ω。

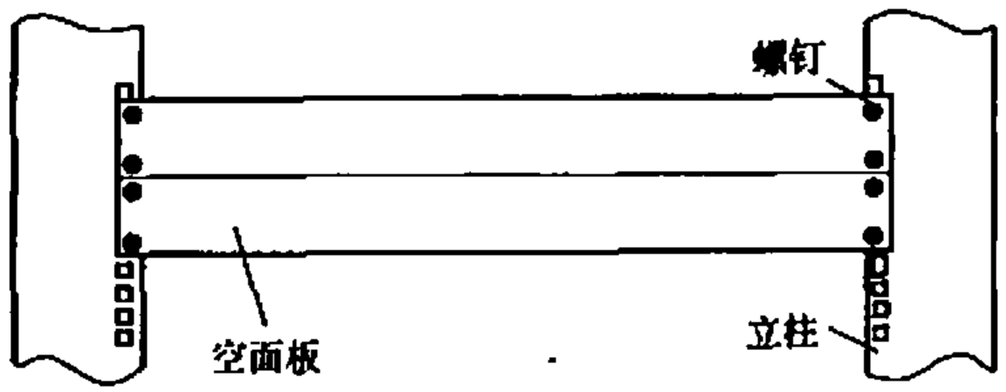
4）进线电缆管理安装如图 3-28（*e*）所示。



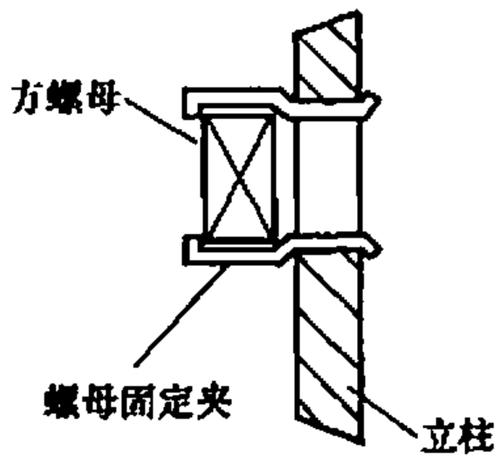
(a)



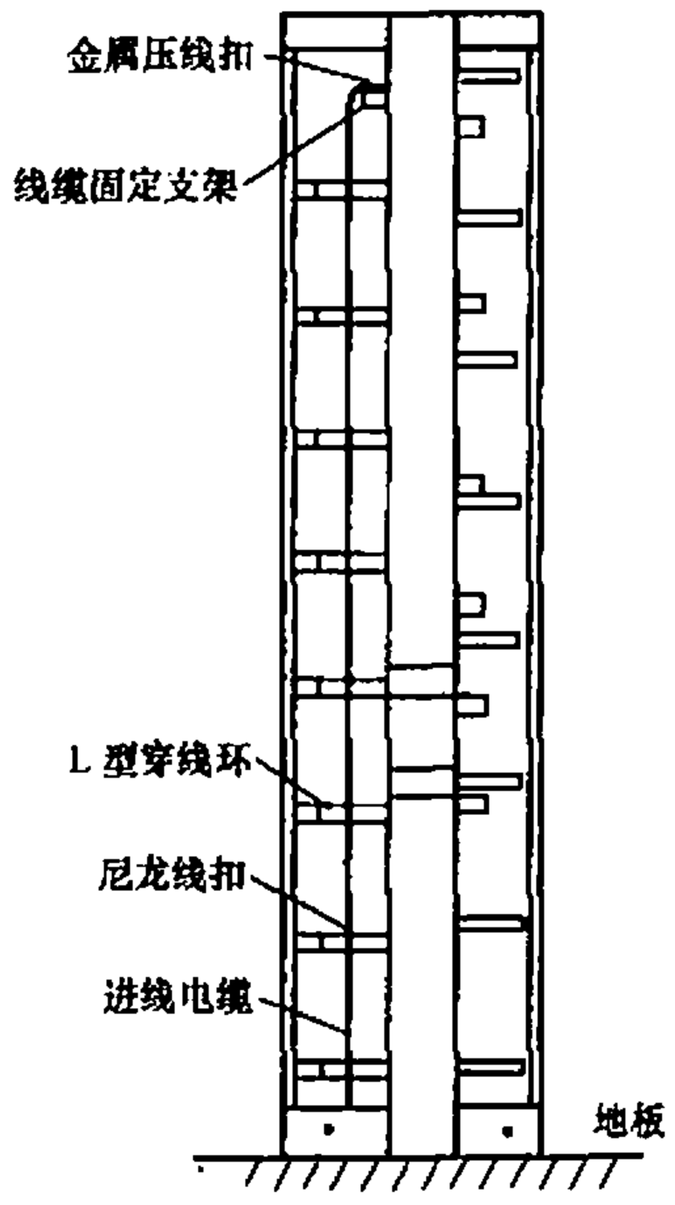
(b)



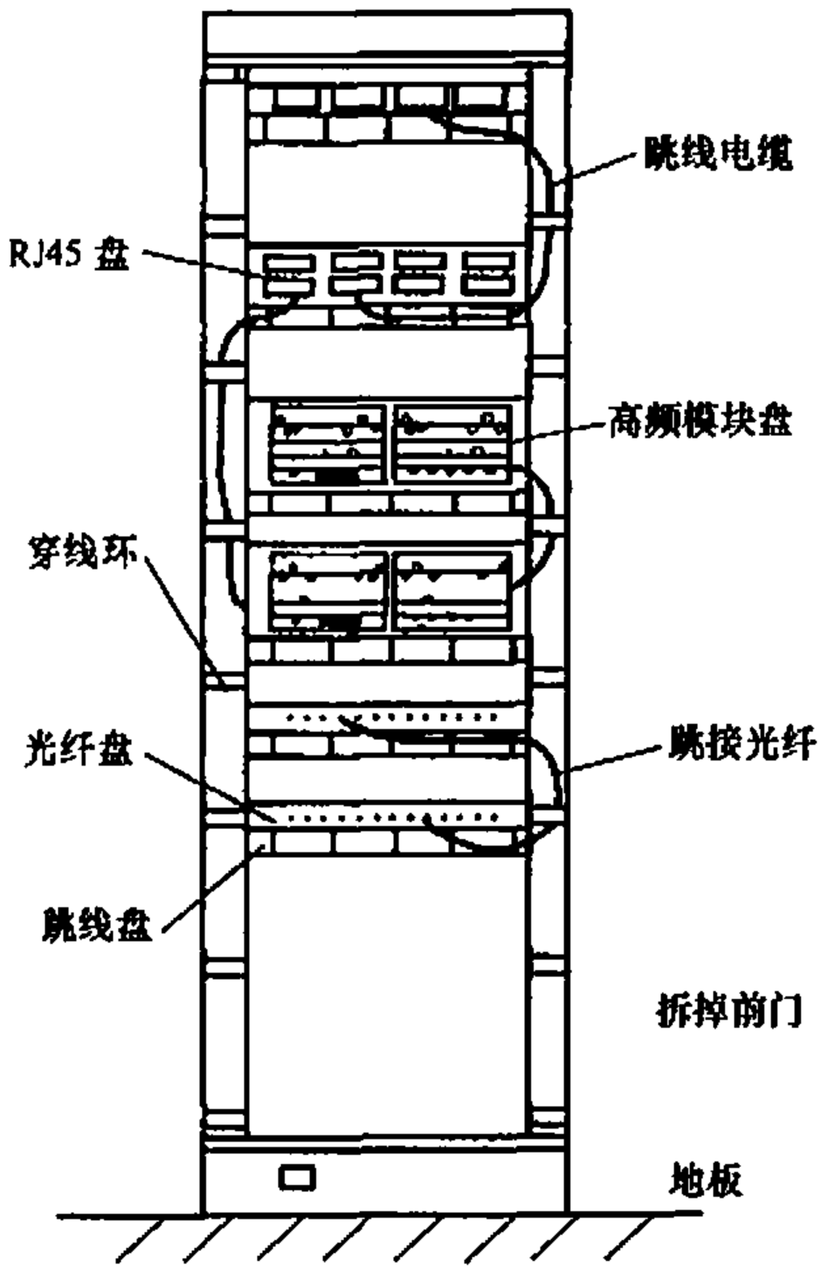
(c)



(d)



(e)



(f)

图 3-28 19 英寸配线柜（架）的安装

（a）插座盘与电缆管理线盘的安装；（b）用户有源设备的安装；（c）空面板安装；（d）浮动螺母的安装；（e）进线电缆管理安装；（f）跳线电缆管理安装

进线电缆可从架、柜顶部或底座引人，将电缆平直安排、合理布置，并用尼龙扣带捆扎在L形穿线环上，电缆应敷设到所连接的模块或插座接线排附近的缆线固定支架处，也用尼龙扣带将电缆固定在缆线固定支架上，如图3-28（*e*）所示。

5）跳线电缆管理安装如图3-28（*f*）所示。

跳线电缆的长度应根据两端需要连接的接线端子间的距离来决定，跳线电缆必须整齐合理布置，并安装在U形立柱上的走线环和管理线盘上的穿线环上，以使走线整齐有序，便于维护检修，如图3-28（*f*）所示。

(7) 配线架的安装要求：

1）所有楼层管理间设备，宜采用19″标准机架安装。

2）水平部分5类配线，宜采用快接标准模块式配线架。

3）快接式配线架，应采用背后接线的方式，跳线连接操作在配线架正面进行。

4）语音主干部分宜采用卡接式配线架。

5）配线架应有标识线号的明显位置，以便于管理和维修。

6）连接水平部分的配线架，应明显区分语音和数据两个部分，放置于机架的不同位置，并采用不同色标作为指示。

同一个配线架不得同时用作连接语音和数据的水平布线。

7）配线架应为网络中继设备留有足够的空间余量。

8）配线架上的语音和数据应布置在不同的区域。应能通过接插件方式接线，在水平部分达到语音和数据系统的互换。

9）配线架的摆放及线缆走线应合理；接插件、模块及跳线的标志应齐全；线缆终端必须有编号和标签颜色，以标明线号、线位、区号和房号。

10）机架外壳及屏蔽层应可靠接地。接地线线径及连接方式应按有关规范的规定执行。所有桥架和穿线金属应可靠联通，并应良好接地。

11）各类配线部件安装要求

①各部件应完整，安装就位，标志齐全。

②安装螺丝必须拧紧，面板应保持在一个平面上。

(8) 信息插座的安装要求：

1）安装在活动地板或地面上，应固定在接线盒内，插座面板采用直立和水平等种形式；接线盒盖可开启，并应具有防水、防尘、抗压功能。接线盒盖面板应与地面齐平；安装在墙体上，宜高出地面300mm；如地面采用活动地板时，应加上活动地板内的净高尺寸。

2）8位模块式通用插座、多用户信息插座或集合点配线模块，安装位置应符合设计要求。

3）8位模块式通用插座底座盒的固定方法按施工现场条件而定，宜采用预置扩张螺钉固定等方式。

4）固定螺丝需拧紧，不应产生松动现象。

5）各种插座面板应有标识，以颜色、图形、文字表示所接终端设备的类型。

(9) 工作区的电源要求：

1）每1个工作区至少应配置1个220V交流电源插座。

2）工作区的电源插座应选用带保护接地的单相电源插座，保护接地与零线应严格分开。

七、光缆的敷设

由于每条光缆的两端都要经过磨光、电烧烤等工艺过程才能确保正常使用，而且这些工艺设备的价格昂贵，所以，光缆布线和光缆跳线的制作目前只能由一些专业公司来完成，一般小公司和计算机用户是无法完成光缆网络施工的。虽然一般自己不可能连接光缆，但是，却可以自己动手敷设光缆。

（一）光缆敷设的一般要求

1. 光缆的最小曲率半径

光缆允许的最小曲率半径在施工时应当不小于光缆外径的 20 倍，施工完毕应当不小于光缆外径的 15 倍。

2. 光缆的张力和侧压力

光缆敷设时的张力和侧压力应符合表 3-13 的规定。要求布放光缆的牵引力应不超过光缆允许张力的 80%，瞬时最大牵引力不得大于光缆允许的张力。主要牵引力应加在光缆的加强构件上，光缆不能直接承受拉力。

光缆允许的张力和侧压力　　表 3-13

光缆敷设方式	允许张力/N		允许侧压力/N/10cm	
	长　期	短　期	长　期	短　期
管道光缆	600	每千米光缆重量，但不小于 1500	300	1000
直埋光缆	(a) 1000 (b) 2000	3000	1000	3000

注：1. 用钢绞线吊挂的架空光缆可参照管道光缆的要求，自承式架空钢缆除外。建筑物内的光缆可参照管道光缆。

2. 直埋光缆：(1) 用于一般地区；(2) 用于山区或土壤易变动地区。

3. 判断光缆的 AB 端

施工前必须先判断并确定光缆的 AB 端。A 端应朝向网络枢纽方向，B 端应朝向用户一侧。敷设光缆的端别应当一致，千万不能搞错。

（二）室内光缆的敷设

室内光缆主要应用于水平子系统和垂直子系统的敷设。水平子系统光缆与双绞线非常类似，只是由于光缆的抗拉性能更差，因此，在牵引时应当更为小心，曲率半径也要更大。垂直主干子系统光缆用于连接设备间各个楼层配线间，一般装在电缆竖井或上升房中。为了防止下垂或滑落，在每个楼层的槽道上、下端和中间，必须将光缆牢牢地固定住。通常情况下，可采用尼龙扎带或钢制卡子进行有效的固定。最后，还应用油麻封堵材料将建筑内各个楼层光缆穿过的所有槽洞、管孔的空隙部分堵塞密封，并加堵防火堵料等防火措施，以达到防潮和防火的效果。

敷设光缆时按照设计要求预留适当的长度，一般在设备端应当预留 5 ~ 10m，如有特殊要求再适当延长。

（三）室外光缆的敷设

室外光缆主要用于建筑群子系统的布线。在实施建筑群子系统布线时，应当首选管道光缆，只有在不得已的情况下，才选用直埋光缆或架空光缆。

1. 管道光缆的敷设

（1）清刷并试通。敷设光缆前，应逐段将管孔刷干净并试通。清刷时应使用专用的清刷工具，清刷后应用试通棒作试通检查。塑料子管的内径应为光缆外径的 1.5 倍。当在一个水泥管孔中布放两根以上的子管时，子管等效总外径应小于管子内径的 85%。

（2）布放塑料子管。当穿放两根以上塑料子管时，如管材为不同颜色时，端头可以不作标记。如管材颜色相同或无颜色，则应在其端头分别做好标记。

塑料子管的布放长度不宜超过 300m，并要求塑料子管不得在管道中间有接头。另外，在塑料子管布放作业时，环境温度应在 -5 ~ +35℃之间，以保证其质量不受影响。

完成布放的塑料子管应当及时与水泥管固定在一起，防止子管滑动。另外，还要将子管口临时堵塞，以防止异物进入管内。塑料子管应根据设计规定要求，在人孔或手孔中留有足够长度。

（3）光缆牵引。光缆一次牵引长度一般应小于 1000m。超过该距离时，应采取分段牵引或在中间位置增加辅助牵引方式，以减少光缆张力并提高施工效率。为了在牵引过程中保护光缆不受损伤，在光缆穿入管孔、管道拐弯处或与其他障碍物有交叉时，应采用导引装置或喇叭口保护管等保护措施。另外，还可根据需要在光缆外部涂抹中性润滑剂等材料，以减少光缆牵引时的摩擦阻力。

（4）预留余量。光缆敷设后，应逐个在人孔或手孔中将光缆放置在规定的托板上，并应留有适当余量，以防止光缆过于绷紧。在人孔或手孔中的光缆需要接续时，其预留长度应符合表 3-14 中规定的最小值。

光缆敷设的预留长度　　表 3-14

光缆敷设方式	自然弯曲增加长度/（m·km）	人（手）孔内弯曲增加长度/m	接续每侧预留长度/m	设备每侧预留长度/m	备　注
管道式	5	0.5 ~ 1.0	6 ~ 8	10 ~ 20	管道或直埋光缆需引上架空时，其引上地面部分每处增加 6 ~ 8m
直埋式	7				

（5）接头处理。光缆在管道中间的管孔内不得有接头。当光缆在人孔中没有接头时，要求光缆弯曲放置在光缆托板上固定绑扎，不得在人孔中间直接通过，否则既影响施工和维护，又容易导致光缆损坏。当光缆有接头时，应采用蛇形软管或软塑料管等管材进行保护，并放在托板上予以固定绑扎。

（6）封堵与标识。光缆穿放的管孔出口端应封堵严密，以防止水分或杂物进入管内。光缆及其接续均应有识别标志，并注明编号、光缆型号和规格等。在严寒地区还应采取防冻措施，以防光缆受冻损伤。如光缆可能被碰损伤，可在上面或周围设置绝缘板材隔断进行保护。

2. 直埋光缆的敷设

（1）埋设深度。由于直埋光缆直接埋设在地面下，所以，必须与地面有一定的距离，

借助于地面的张力，使光缆不被损坏，保证光缆不被冻坏。直埋光缆的埋设深度如表 3-15 所示。

直埋光缆的埋设深度　　表 3-15

光缆敷设的地段或土质	埋设深度/m	备　注
市区、村镇的一般场合	≥1.2	不包括车行道
街坊内、人行道下	≥1.0	包括绿化地带
穿越铁路、道路	≥1.2	距道碴底或距路面
普通土地质（硬土等）	≥1.2	
砂砾土质（半石质土等）	≥1.0	

（2）光缆沟的清理和回填。沟底平整，无碎石和硬土块等有碍于光缆敷设的杂物。如沟槽为石质或半石质，在沟底还应铺垫 10cm 厚的细土或砂土并扫平。光缆敷设后，应先回填 30cm 厚的细土或砂土作为保护层，严禁将碎石、砖块等混入保护土层。保护层应采用人工方式轻轻踏平。

（3）光缆敷设。同沟敷设光缆或电缆时，应同期分别牵引敷设。如果与直埋电缆同沟敷设，应先敷设电缆，后敷设光缆，并在沟底平行排列。如同沟敷设光缆，应同时分别布放，在沟底不得交叉或重叠放置。光缆应平放于沟底或自然弯曲以释放光缆应力，如有弯曲或拱起，应设法放平，但绝对不可以采用脚踩等强硬方式。当以人工抬放方式敷设时，应根据光缆的质量，按每 2～10m 一人的距离排开抬放。敷设时不能把光缆在地面上拖拽，也不能出现急弯、扭转、浪涌或牵拉过紧等现象，更不得超过光缆允许曲率半径的规定。直埋光缆与其他管线及建筑物间的最小净距如表 3-16 所示。

直埋光缆与其他管线及建筑物间的最小净距　　表 3-16

其他管线及建筑物名称及状况		最小净距/m		备　注
市话通信电缆道边线		平　行	交　叉	
非同沟敷设的直埋通信电缆		0.75	0.25	
直埋电力电缆	<35kV	0.50	0.50	
	>35kV	2.00	0.50	
给水管	管径<30cm	0.50	0.50	当光缆采用钢管保护时，交叉时最小净距可降为 0.15m
	管径 30～50cm	1.00	0.50	
	管径>50cm	1.50	0.50	
煤气管	压力<3kg/cm²	1.00	0.50	同给水管备注
	压力 3～8kg/cm²	2.00	0.50	
树　木	灌　木	0.75	—	
	乔　木	2.00	—	
高压石油、天然气管		10.00	0.50	同给水管备注
热力管或下水管		1.00	0.50	
排水沟		0.80	0.50	
建筑红线或基础		1.00	—	

(4) 标识。直埋光缆的接头处、转弯点、预留长度处或与其他管线的交汇处，应设置标志，以便以后的维护检修。标志既可以使用专制的标石，也可借用光缆附近的永久性建筑，测量该建筑某部位与光缆的距离，并进行记录以备查考。

3. 架空光缆的敷设

(1) 架设并检查钢绞线。对于非自承重的架空光缆而言，应当先行架设承重钢绞线，对钢缆进行全面的检查。钢绞线应无伤痕和锈蚀等缺陷，绞合紧密、均匀、无跳股。吊线的原始垂度和跨度应符合设计要求，固定吊线的铁杆安装位置正确、牢固，周围环境中无施工障碍。

(2) 光缆敷设。光缆敷设时应借助于滑轮牵引，下垂弯度不得超过光缆所允许的曲率半径。牵引拉力不得大于光缆所允许的最大应力，牵引速度缓和均匀，不能猛拉紧拽。光缆在架设过程中和架设完成后的伸长率小于 0.2%。当采用挂钩吊挂非自承重光缆时，挂钩的间距一般为 50cm，误差不大于 3cm。光缆的吊挂应平直，挂钩和卡扣方向一致。与电力线交汇时，钢绞线和光缆外要采用塑料管、胶管或其他绝缘物包裹捆扎，确保绝缘。架空光缆与其他建筑物、树木的最小间距如表 3-17 所示。

架空光缆与其他建筑物、树木的最小间距　　表 3-17

名　称	与架空光缆线路平行时		与架空光缆线路交越时	
	垂直净距/m	备　注	垂直净距/m	备　注
市区街道	4.5	最低线缆到地面	5.5	最低线缆到地面
胡　同	4.0	同上	5.0	同上
铁　路	3.0	同上	7.0	最低线缆到轨面
公　路	3.0	同上	5.5	最低线缆到地面
土　路	3.0	同上	4.5	同上
房屋建筑			0.6（距脊） 1.0（距顶）	最低线缆距屋脊 最低线缆距平顶
河　流			1.0	最低线缆距最高水位时最高桅杆顶
市区树木			1.0	最低线缆到树枝顶
郊区树木			1.0	同上
架空通信线路			0.6	一方最低线缆与另一方最高缆线的间距

(3) 预留光缆。中负荷区、重负荷区和超重负荷区布放的架空光缆，应在每根电杆上预留一定长度的光缆，轻负区则可每 3～5 杆再作预留。光缆与电杆、建筑或树木的接触部位穿放长度约 90cm 的聚乙烯管加以保护。另外，由于光缆本身具有一定的自然弯曲，在计算施工使用的光缆长度时，应当每公里增加 5m 左右。

经过十字形吊线连接或丁字形吊线连接处时，光缆的弯曲应平滑圆顺，并符合最小曲率半径的要求。弯曲部分应穿放长度约 30cm 左右聚乙烯管加以保护。

架空光缆的接头点应放在电杆上或邻近电杆 1m 左右处，以利于施工和维护。接头处预留一定长度的光缆，该长度包括光缆接续长度和施工中需消耗的长度。通常情况下，每侧应预留 6～10m。当在光缆终端设备处终结时，在设备端一侧应预留 10～20m。

接头处两端的光缆应当各作长度为 150～200cm、垂度为 20～25cm 的伸缩弯，并分别

在相邻的电杆上盘放预留 150～200cm 的光缆。

第四节　PDS 各子系统的布线

一、工 作 区 子 系 统

工作区子系统又称为服务区（Corerage area）子系统，它是由跳线与信息插座所连接的设备（中断或工作站）组成，其中信息插座包括墙上型、地面型、桌上型等，常用的终端设备包括计算机、电话机、传真机、报警探头、摄像机、监视器、各种传感器件、音响设备等。

在进行终端设备和 I/O 连接时可能需要某种传输电子装置，但这种装置并不是工作区子系统的一部分，如调制解调器可以作为终端与其他设备之间的兼容性设备，为传输距离的延长提供所需的转换信号，但却不是工作区子系统的一部分。

在工作区子系统的设计方面，必须要注意以下几点：

（1）从 RJ-45 插座到设备间的连线用双绞线，且不要超过 5m；

（2）RJ-45 插座必须安装在墙壁上或不易被触碰到的地方，插座距地面 30cm 以上；

（3）RJ-45 信息插座与电源插座等应尽量保持 20cm 以上的距离；

（4）对于墙上型信息插座和电源插座，其底边沿线距地板水平面一般应为 30cm。

二、水 平 子 系 统

水平子系统是同一楼层的布线系统，与工作区的信息插座及管理间子系统相连接。它一般采用 4 对双绞线，必要时可采用光缆。水平子系统的安装布线要求是：

（1）确定介质布线方法和线缆的走向；

（2）双绞线长度一般不超过 90m；

（3）尽量避免水平线路长距离与供电线路平行走线，应保持一定距离（非屏蔽线缆一般为 30cm，屏蔽线缆一般为 7cm）；

（4）用线必须走线槽或在吊顶内布线，尽量不走地面线槽；

（5）如在特定环境中布线要对传输介质进行保护，使用线槽或金属管道等；

（6）确定距服务器接线间距离最近的 I/O 位置；

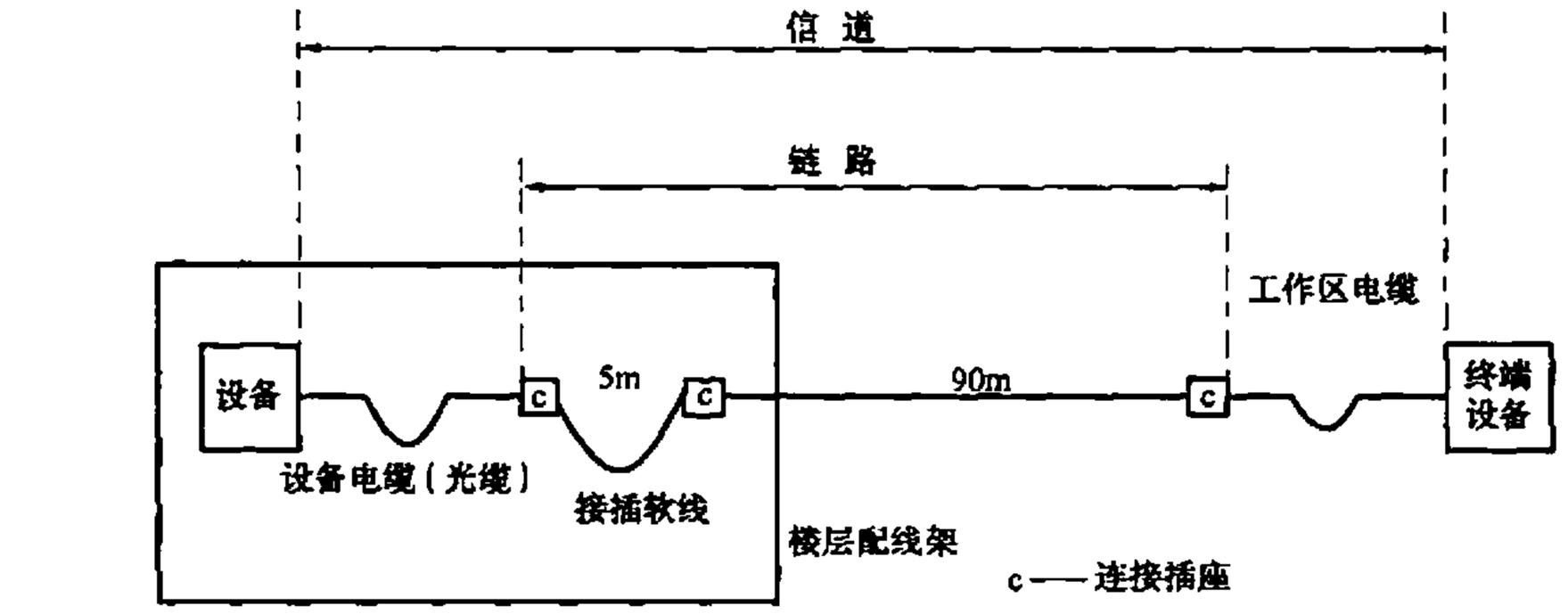
（7）确定距服务器接线间距离最远的 I/O 位置。

（一）水平布线的长度要求

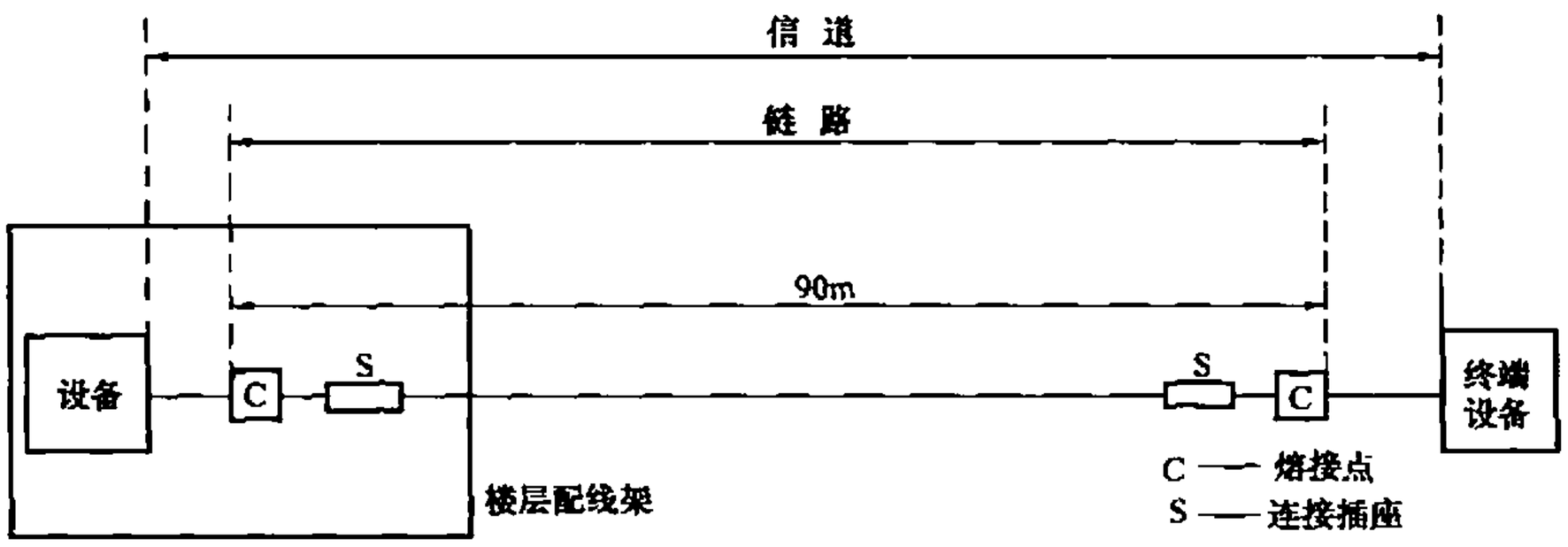
水平电缆或水平光缆最大长度为 90m，如图 3-29 所示，另有 10m 分配给电缆、光缆和楼层配线架上的接插软线或跳线。其中，接插软线或跳线的长度不应超过 5m，且在整个建筑物内应一致。

对称电缆（双绞线）水平布线链路包括 90m 水平电缆、5m 软电缆（电气长度相当于 7.5m）和 3 个与电缆类别相同或类别更高的接头。可以在楼层配线架与通信引出端之间设置转接点（图中未画出），最多转接一次，但整个水平电缆最长 90m 的传输特性应保持不变。

采用交叉连接管理和互连的水平布线参见图 3-30、图 3-31。



(*a*)



(*b*)

图 3-29　对称电缆与光缆的水平布线

（*a*）对称电缆水平布线；（*b*）光缆水平布线

注：在能保证链路性能时，水平光缆距离允许适当加长。

（二）布线方式

水平布线可采用各种方式，根据建筑的结构与其他工种的配合及用户的不同需要灵活掌握。一般采用走廊布金属线槽，各工作区用金属管沿墙暗敷引下的方式。对于大开间办公区可采用顶棚内敷设方式或在混凝土层下敷设金属线槽，采用地面出线的方式。

1. 顶棚内的敷设方法

参见表 3-18 及图 3-32～图 3-34。

顶棚内的敷设方法　　表 3-18

序号	敷设方法名称	敷设方法的特点	优　点	缺　点
1	分区法	将顶棚内空间分成若干个区域来安装电缆，电缆由接线间用管道穿放或实心电缆敷设到每个分区中心。由分区中心经过墙壁或公用设施（如立柱）引向地板，也可以在分区中心与适配器相接。适配器将大容量电缆（如 25 对线）分成若干根小型线缆（如 4 对线），接到终端设备位置附近的插座上	①灵活性较大，能适应今后变化 ②经济，节省工程造价和施工劳力 ③配线容量较大，且可作为干线使用	①如采用线缆穿放在管道中，将会限制其灵活性，主要根据管道分布来定 ②对综合布线系统有时不太适用

续表

序号	敷设方法名称	敷设方法的特点	优　　点	缺　　点
2	内部布线法	将实心电缆由接线间敷设到终端设备附近的插座	①灵活性最大，不受其他因素限制 ②经济，不需其他设施 ③因线缆独立敷设，不在同一电缆内传输不同信号，所以互相干扰不可能发生	①要对不同信息插座分别独立供线，按需要确定线缆条数，线缆条数较多 ②初次工程投资费用比分区法多
3	电缆槽道布线法（又称托架法）	电缆槽道是一种敞开或封闭的金属托架，它悬架在顶棚内，常用于大型房屋建筑或布线系统较为复杂，有一定支持的场合。它由横梁式电缆槽道和分支电缆槽道组成，并通过柔性管道从分支电缆槽道中引出线缆，经公用设施或墙壁引向插座	①对线缆有良好机械保护和支持 ②适用于大型或特殊需要的房屋建筑	①对线缆敷设路由有一定限制，灵活性不高 ②安装施工费用较高，且技术上较为复杂 ③有可能增加顶棚的荷重

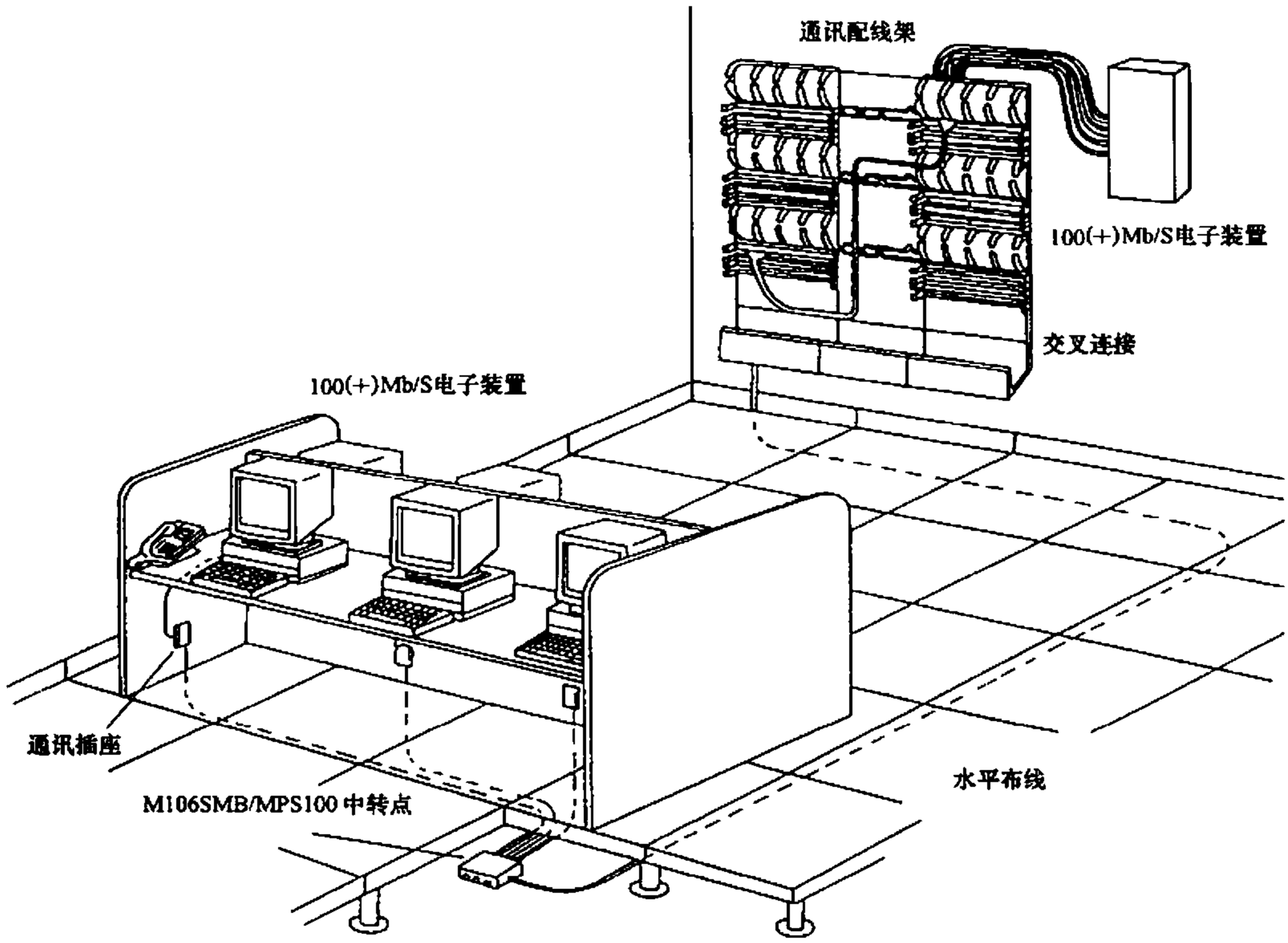


图 3-30　采用交叉连接管理的水平布线

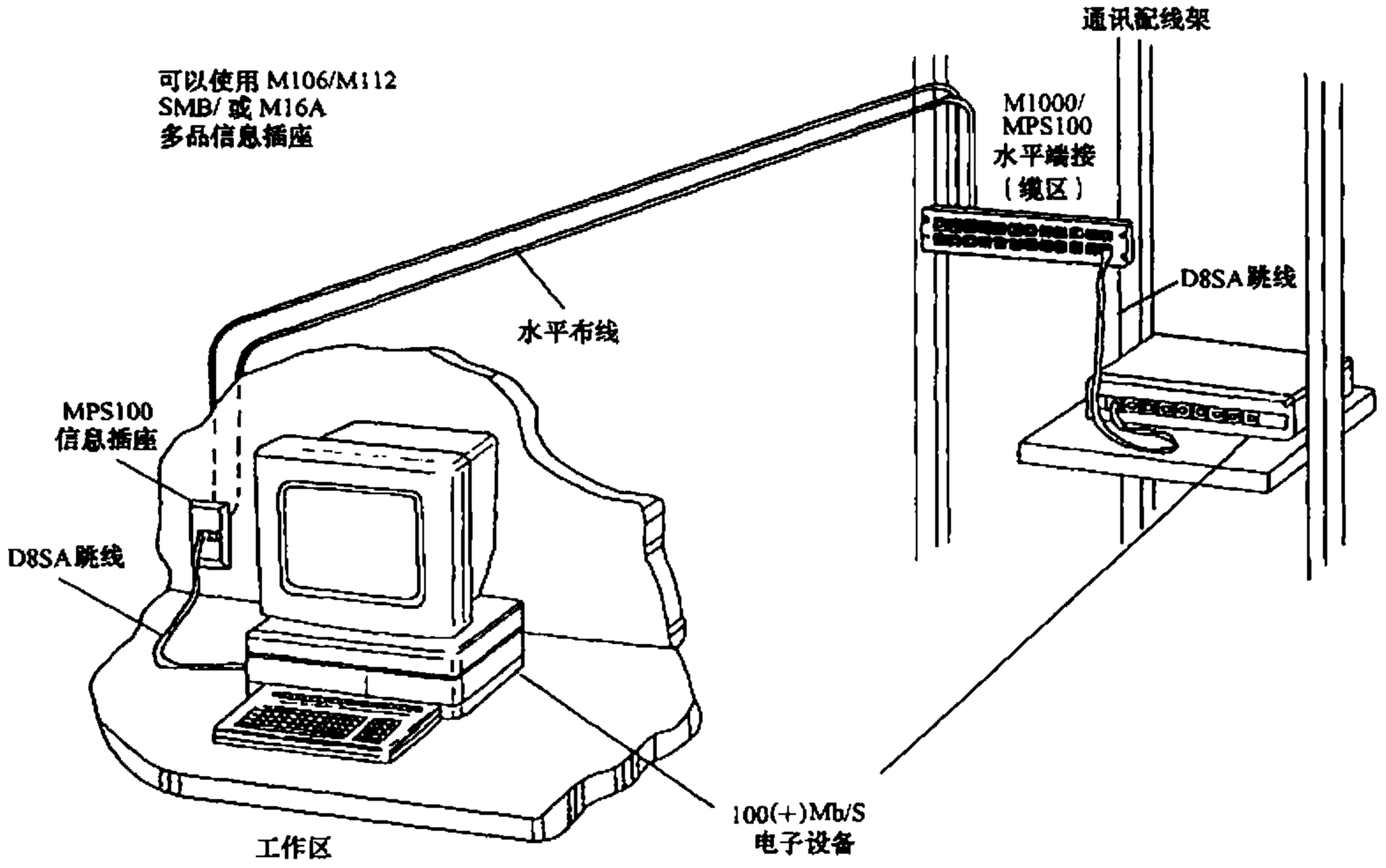


图 3-31　采用互连（HUB 直接连接）的水平布线

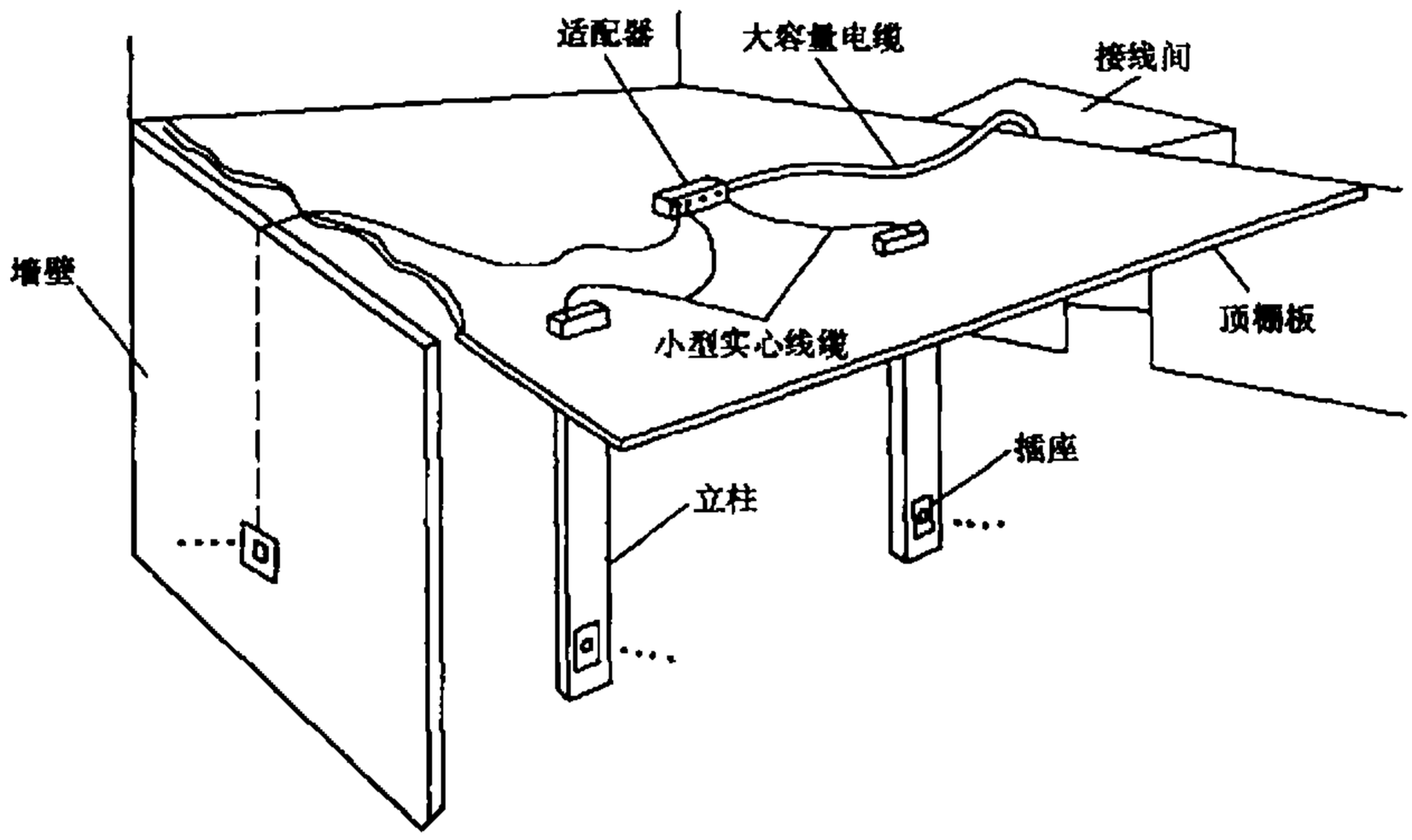


图 3-32　分区法

2. 地板下敷设方法

参见表 3-19 及图 3-35 ~ 图 3-38。

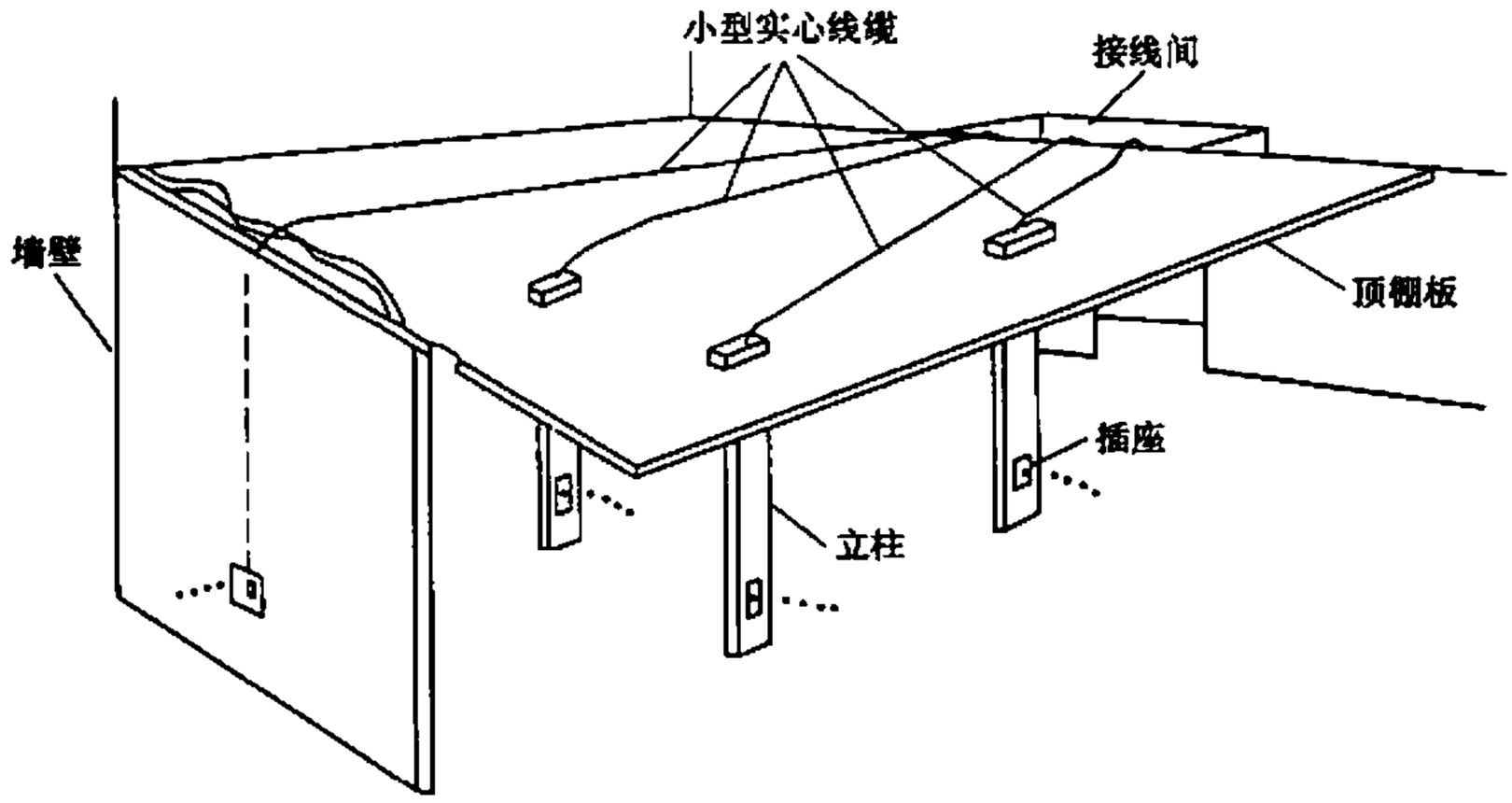


图 3-33　内部布线法

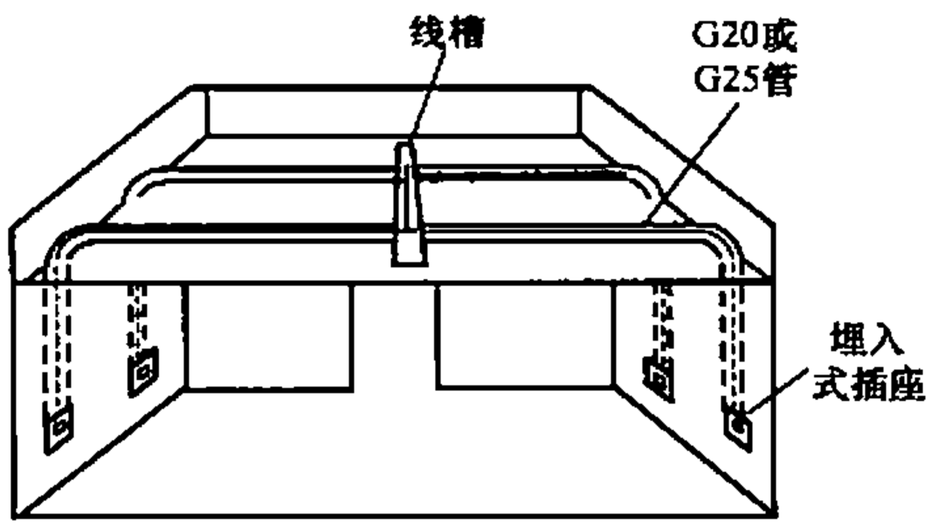


图 3-34　水平线敷设（先走线槽后分支管布线）

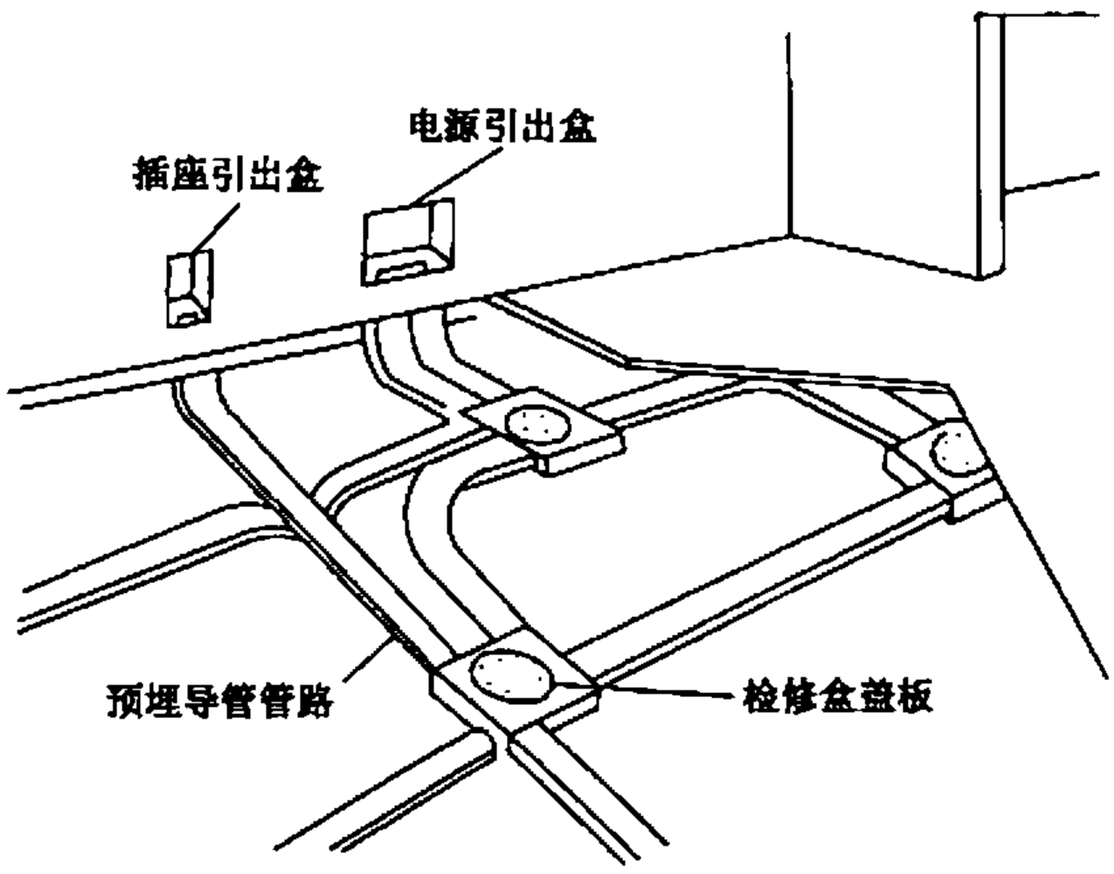


图 3-35　地板下预埋管路布线法

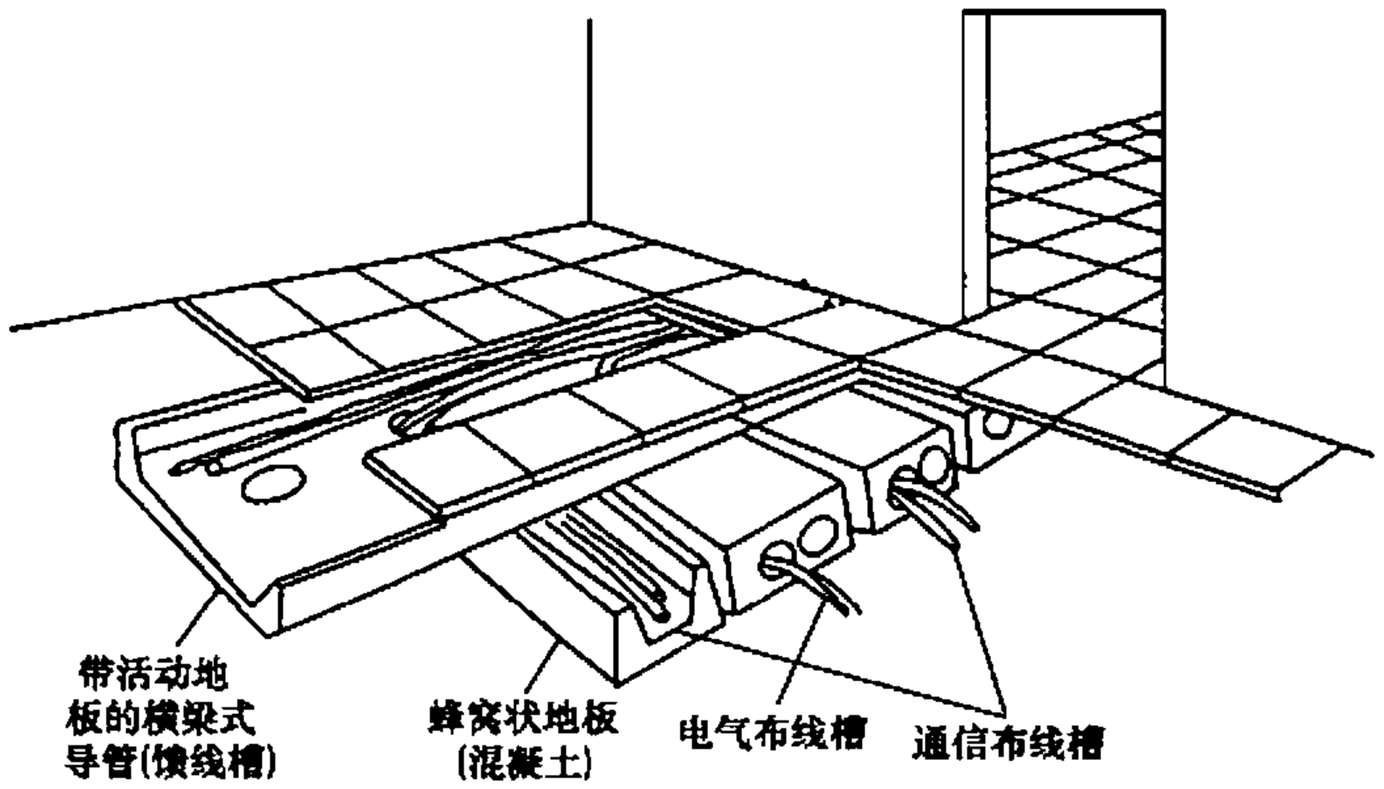


图 3-36　蜂窝状地板布线法

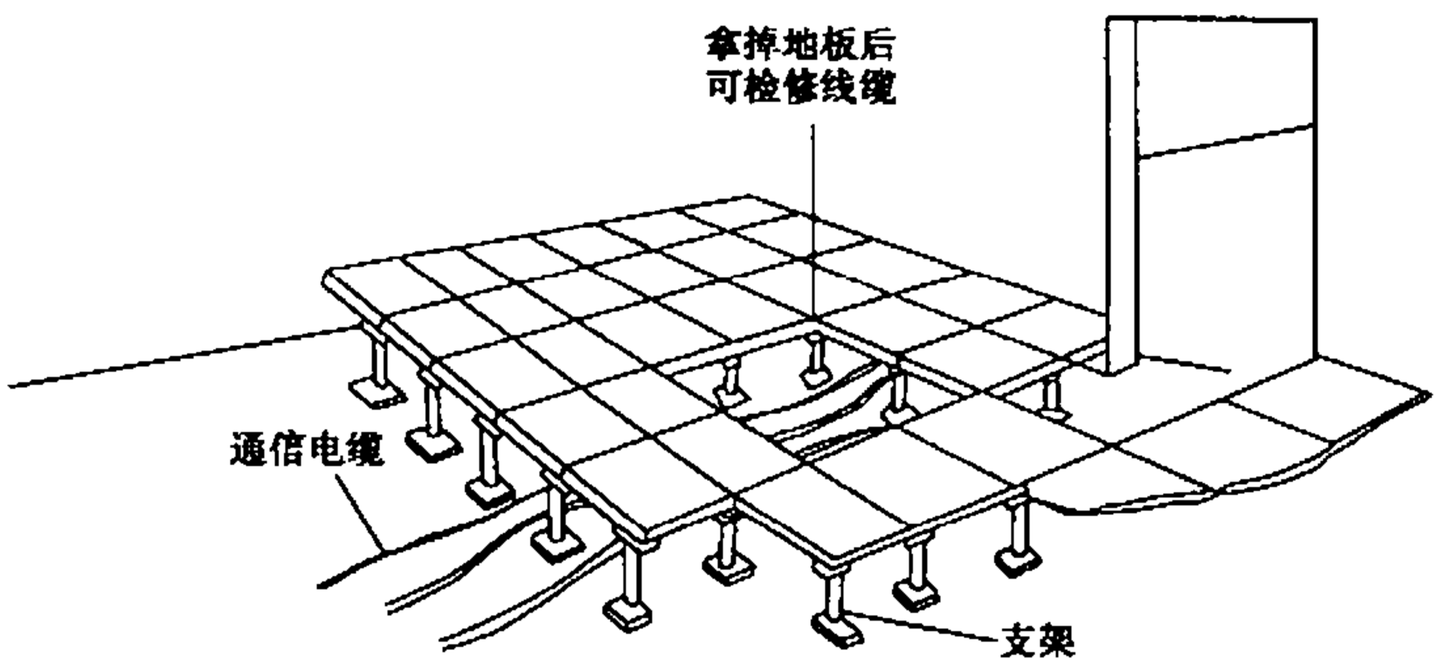


图 3-37　高架地板布线法的示意

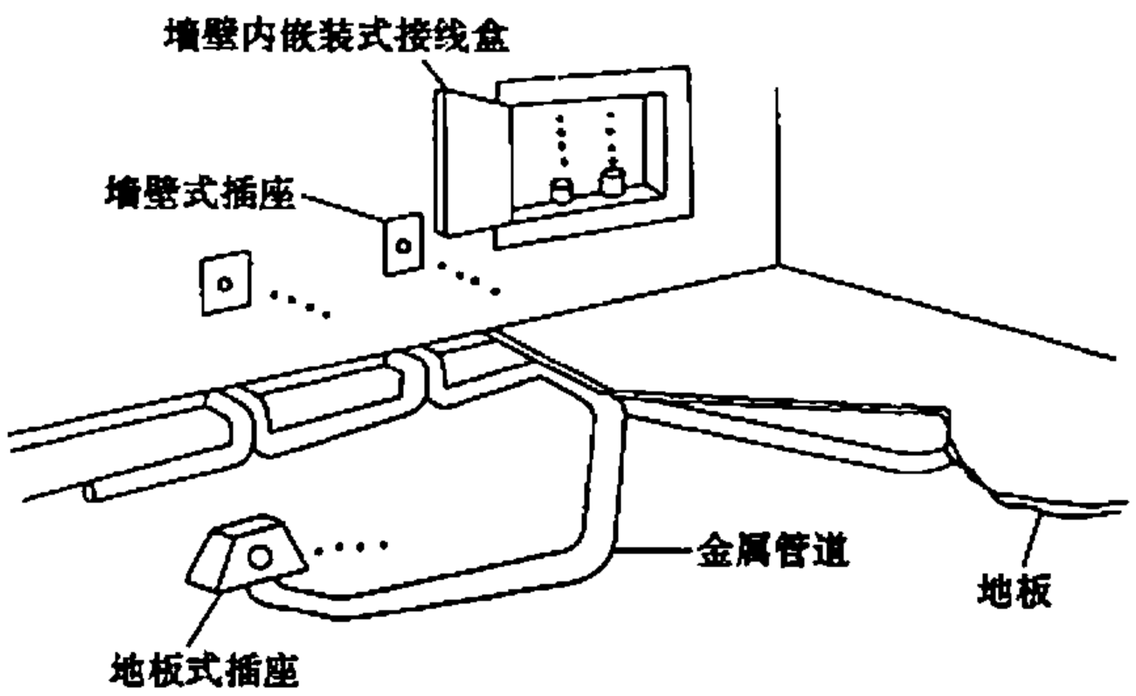


图 3-38　地板下管道布线法

新建房屋中的地板下敷设方法　　表 3-19

序号	敷设方法名称	敷设方法的特点	优　点	缺　点
1	地板下预埋管路布线法	地板下预埋管路布线系统是由金属布线导管和金属馈线走线槽组成。根据通信和电源布线要求，地板厚度和占用的地板空间等条件，采用一层或两层结构。图 9-29 中是一层系统，在单层平面上由布线导管和馈线导管组成；两层系统由双层结构组成，馈线导管在布线导管下面一层	(1) 机械保护性能好 (2) 减少电气干扰 (3) 提高安全性、减少障碍机会 (4) 美观，隐蔽性好 (5) 灵活性好，便于配线	(1) 费用较高 (2) 地板结构复杂 (3) 与房屋建筑设计和施工必须配合 (4) 增加地板厚度和重量 (5) 不适用铺设地毯的场合
2	蜂窝状地板布线法	蜂窝状地板是由一系列供电缆穿放用的通道组成，它一般可用作电力电缆和通信电缆交替使用场合，具有极为灵活的布局，这种地板结构可由钢铁或混凝土制成，横梁式导管均用作馈线槽，将布线槽中的电缆引接到接线间，在通道上均盖活动地板	优点与地板下预埋管路布线法相似，但其容量较大，适用于电缆条数多的场合	与地板下预埋管路布线法相同
3	高架地板布线法	高架地板为活动地板，是由许多方块板组成。这些板搁置在固定在房间地板上的铝制或钢制锁定支架上。活动地板是在钢底板上胶粘多层刨花木板，然后再敷贴耐磨层贴砖或聚乙烯贴砖。任何一块方块地板都能活动，以便能维护检修或敷设拆除电缆	(1) 布线方法极为灵活，适应性强 (2) 容易安装施工 (3) 电缆容量大 (4) 美观、隐蔽性好	(1) 初期工程安装费用高 (2) 电缆走向控制不便 (3) 房间净高降低 (4) 地板下空间为压力通风系统时，需采用实心电缆 (5) 在活动地板上走动会发生共鸣效应
4	地板下管道布线法	在地板下由许多金属管组成，以接线间为始点向地板上未来的终端设备的位置（包括墙壁或立柱等处）辐射敷设，如安装足够数量的插座可以适应相对稳定的终端设备的场合（如百货公司、商场、银行、办公楼等）	(1) 初期工程安装费用低 (2) 提高安全性，减少障碍机会 (3) 美观、隐蔽性好	(1) 灵活性差 (2) 穿放更换电缆不便

3. 在已建房屋中的敷设方法

参见表 3-20 及图 3-39 ~ 图 3-41。

已建房屋中的敷设方式　　表 3-20

序号	敷设方法名称	敷设方法的特点	优　　点	缺　　点
1	地板上导管布线法	这种布线方法是将金属导管或胶皮将线缆固定在地板上，电缆穿放在导管内，以保护沿地板表面敷设的线缆，然后将盖板紧固定在导管基座上	(1) 安装迅速方便 (2) 适用于通信量不大的区域（如办公室等） (3) 工程费用较低	(1) 使用场合受到限制（如主要过道或活动量大的场合） (2) 安全和隐蔽性均差
2	护壁板（踢脚板）电缆管道布线法	这种布线方法是沿墙壁在护壁板内敷设金属管道，这种布线方法便于与电缆连接，通常用在墙壁上装有大量的信息插座的小型楼房建筑；电缆管道上盖有活动盖板，插座可装在沿管道附近的位置	(1) 容易施工和检修 (2) 灵活性较大 (3) 适用于用户较密集的小型楼层中	(1) 容量较小，不能用于用户较多的大面积场合 (2) 安全和隐蔽性较差
3	专制模压管道布线法（类似画镜线的槽道）	专制模压电缆管道是一种金属模压件，它可以固定在接近顶棚与墙壁接合处的房间或过道的墙上，管道连到接线间，在穿越墙壁时是用小套管连通，以便电缆经套管穿到另一房间，模压件可将连接到插座的电缆掩盖并保护	(1) 安装费用较低 (2) 能起美观装饰作用，起到保护隐蔽	(1) 灵活性差 (2) 要求较高的场合不适用

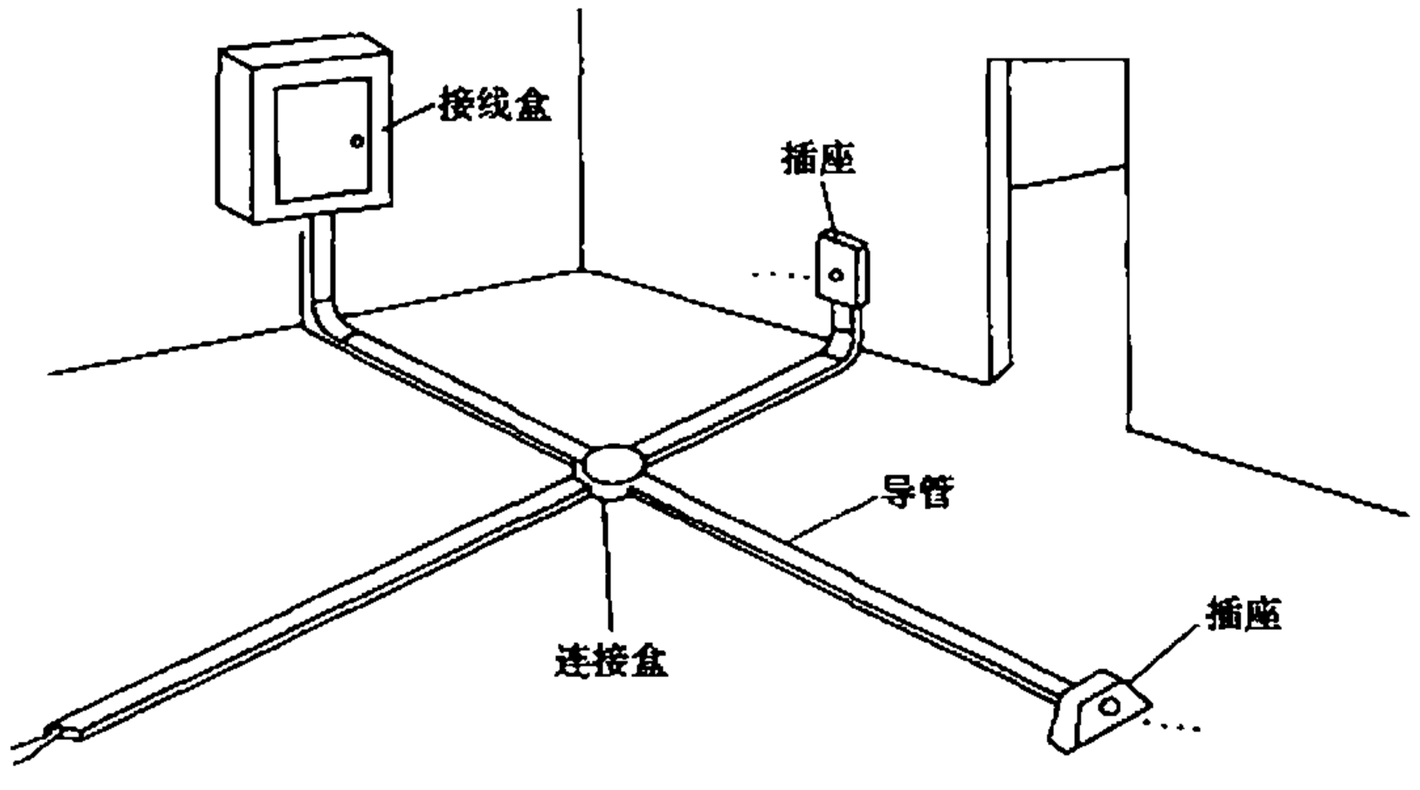


图 3-39　地板上导管布线法

三、管 理 间 子 系 统

管理间子系统（Administration Subsystem）主要是放置配线架的各配线间，由交连、互联和 I/O 组成。管理间子系统为连接其他子系统提供工具，它是连接垂直干线子系统和水平干线子系统的设备，其主要设备是配线架、HUB、机柜和电源。当需要多个配线间时，可以指定一个为主配线间，所有其他配线间为层配线架或中间配线间，从属于主配线间。

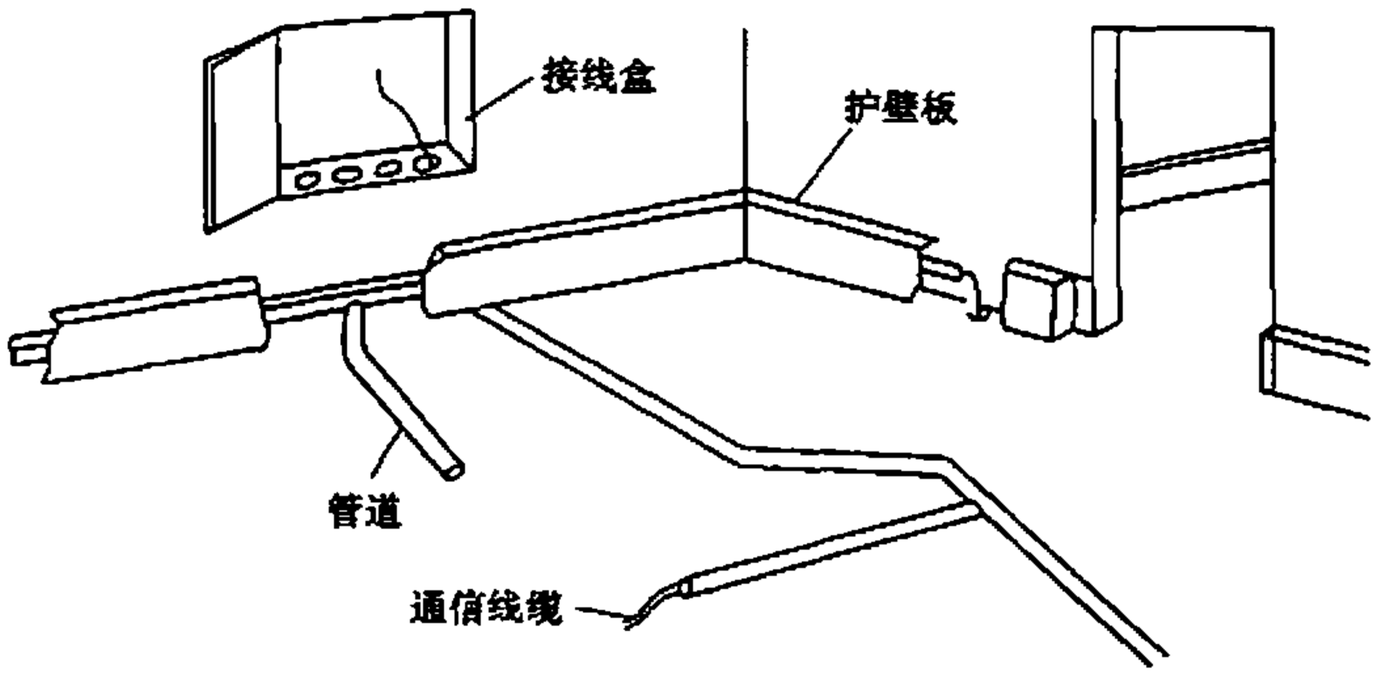


图 3-40　护壁板电缆管道布线法

（一）管理方式

常采用以下两种方式：

（1）单点管理：在整个系统中，只有一“点”可进行交连操作（即跳接管理），一般均在设备间内；若需第二连接点，则只能采用直接连接，不具备跳接管理功能。适用于小规模工程，如图 3-42 所示。

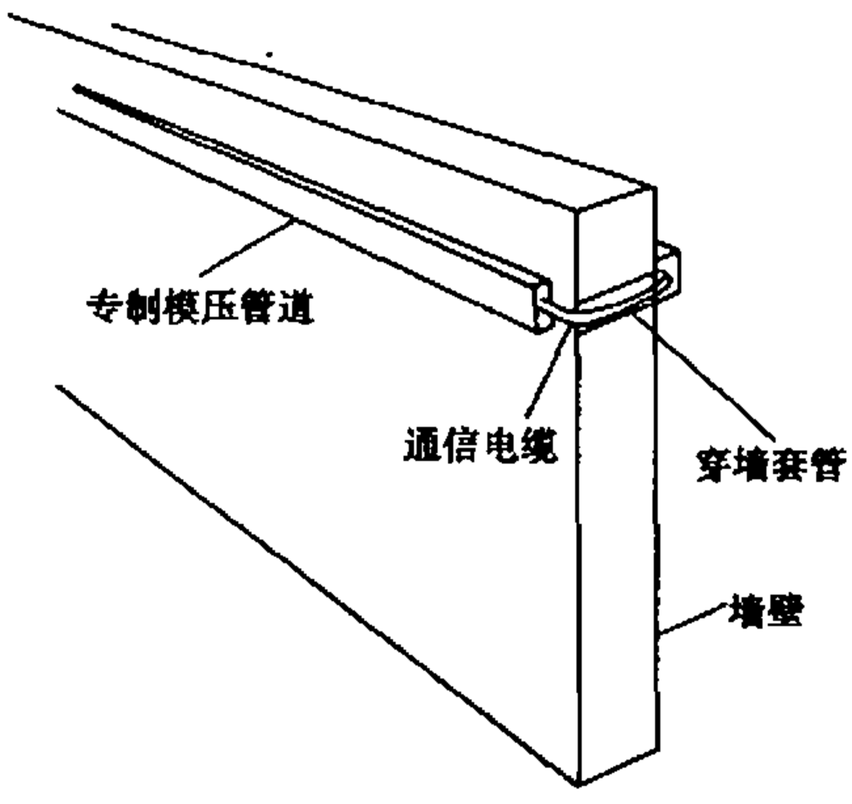


图 3-41　专制模压管道布线法

（2）双点管理：整个系统中每条干线只能设两个管理“点”，第一点在设备间，第二点在楼层配线间或二级交接间，只有这两点可进行跳接管理，其余连接点只能采用直接连接，不得再增设管理点。适用于中、大规模工程，如图 3-43 所示。

（二）管理硬件

配线架（或柜）：包括机架（或机柜）、跳线、连接硬件或模块等，分为三类、五类、五 e 类等。

（1）卡接式：适用于线路较稳定，修改、移动和重组可能性较小的场所，如 110A 型，见图 3-44（*a*）

（2）插接式：适用于修改、移动和重组可能性较大的场所，如 110P 型、RJ45 模块式跳线架等，见图 3-44（*b*）。

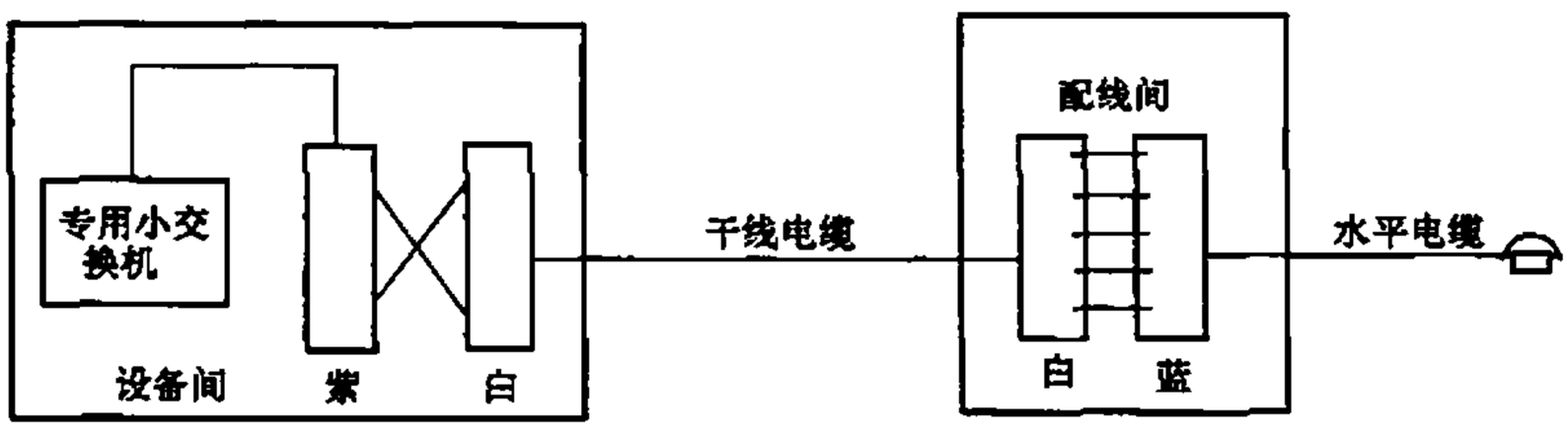


图 3-42　单点管理，双交连，第二个交连在配线间用硬接线实现

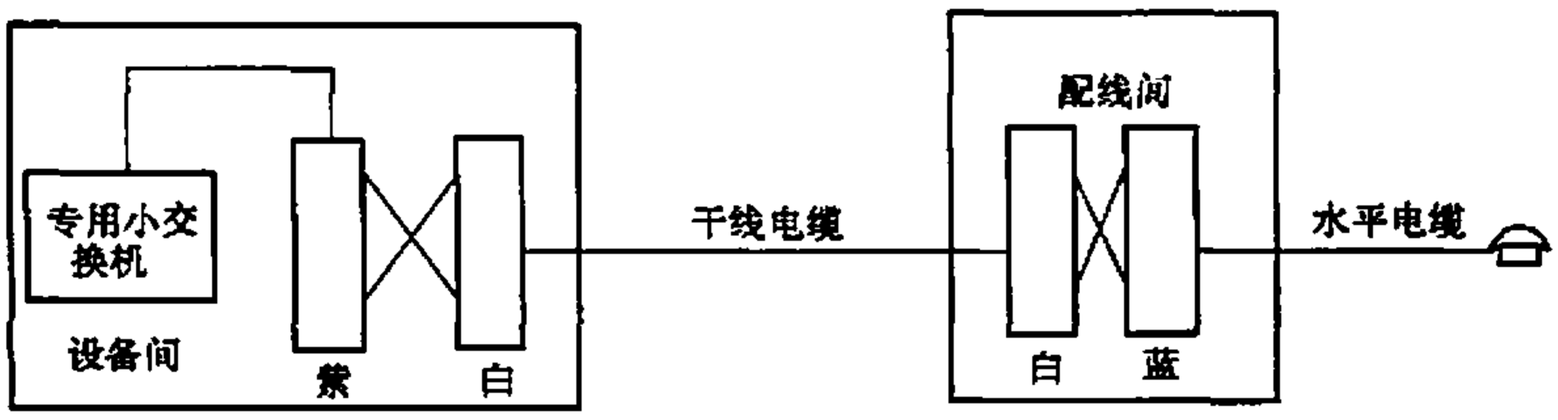
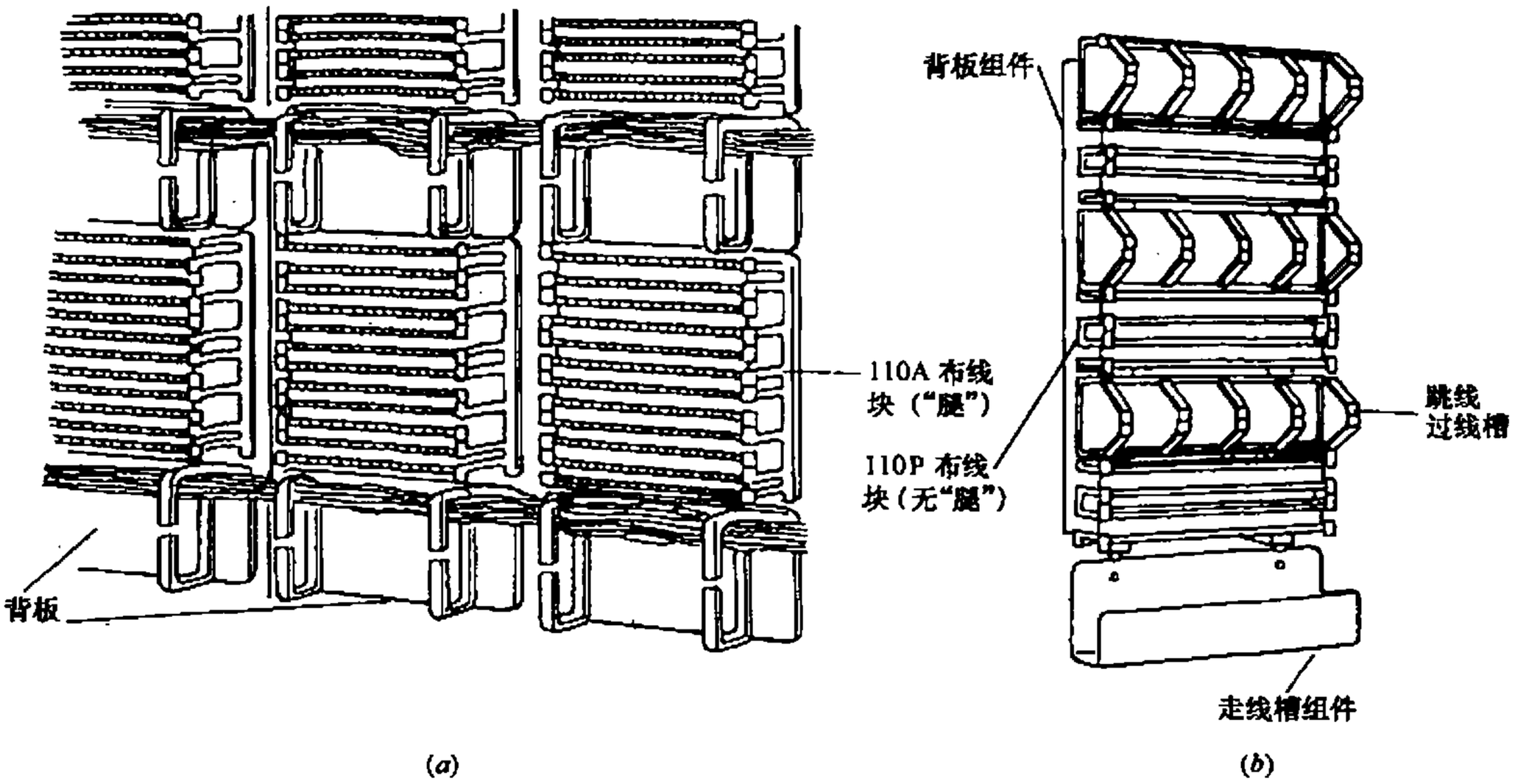


图 3-43　双点管理，双交连，第二个交连用作配线间的管理点



(a)　(b)

图 3-44　110 系列跳线架

（a）110A 装置；（b）110P 装置

(3) 光纤跳线架（包括光缆连接模块）：适用于光缆系统的互连。

(4) 跳线：在配线架上连接各种链路的软电缆或软光缆。图 3-45 表示标准机柜连接分布。

(三) 管理间子系统的布线设计要点

(1) 配线架的配线对数由管理的信息点数决定；

(2) 配线间的进出线路以及跳线应采用色表或者标签等进行明确标识；

(3) 交换区应有良好的标记系统，如建筑物名称、位置、功能、起始点等；

(4) 配线架一般由光配线盒和铜配线架组成；

(5) 供电、接地、通风良好，机械承重合适，保持合理的温度、湿度和亮度；

(6) 有 HUB、交换器的地方要配有专用稳压电源；

(7) 采取防尘、防静电、防火和防雷击措施。

四、垂直干线子系统

在智能化建筑中的建筑物主干垂直布线都是从房屋底层直到顶层垂直（或称上升）电

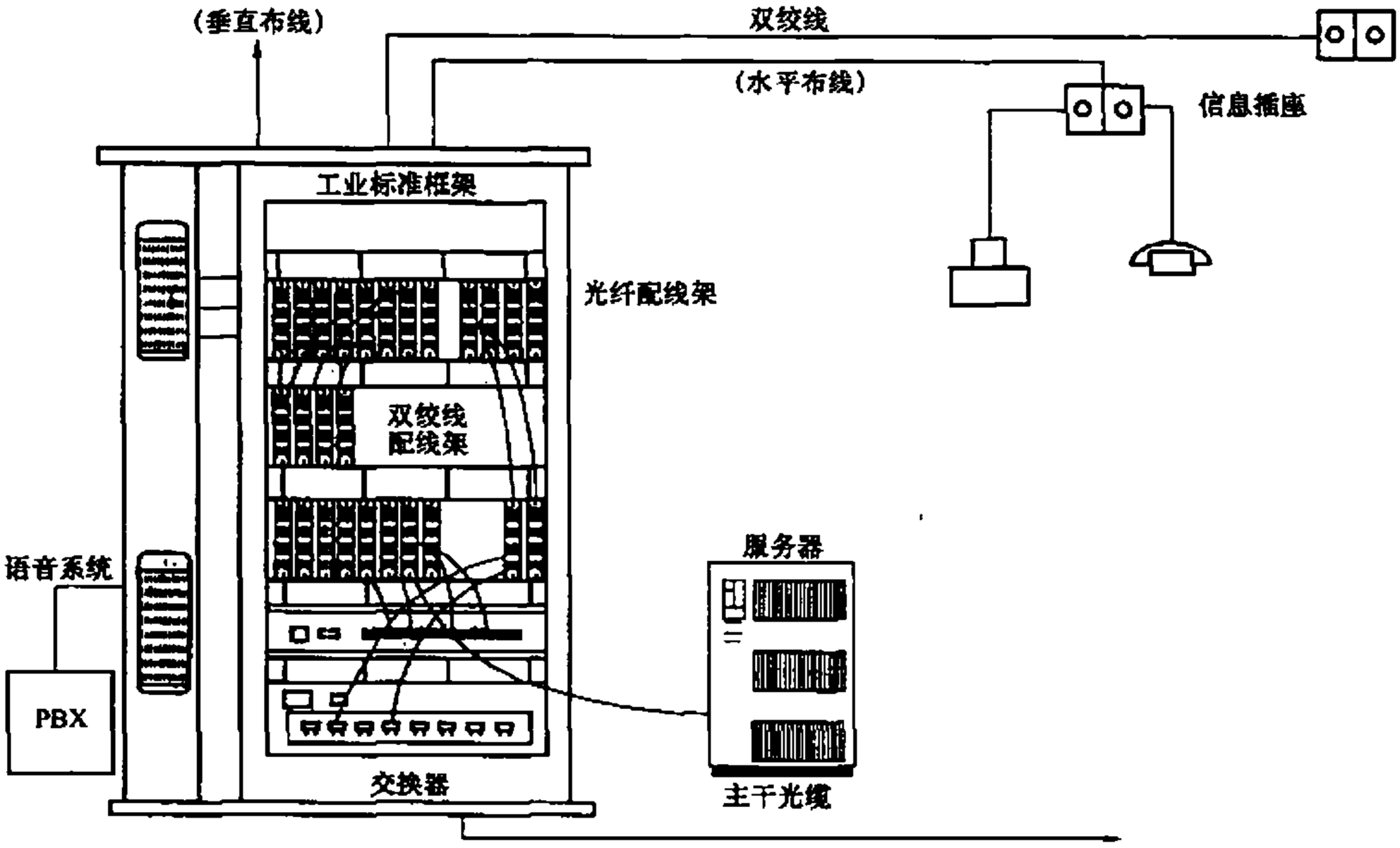
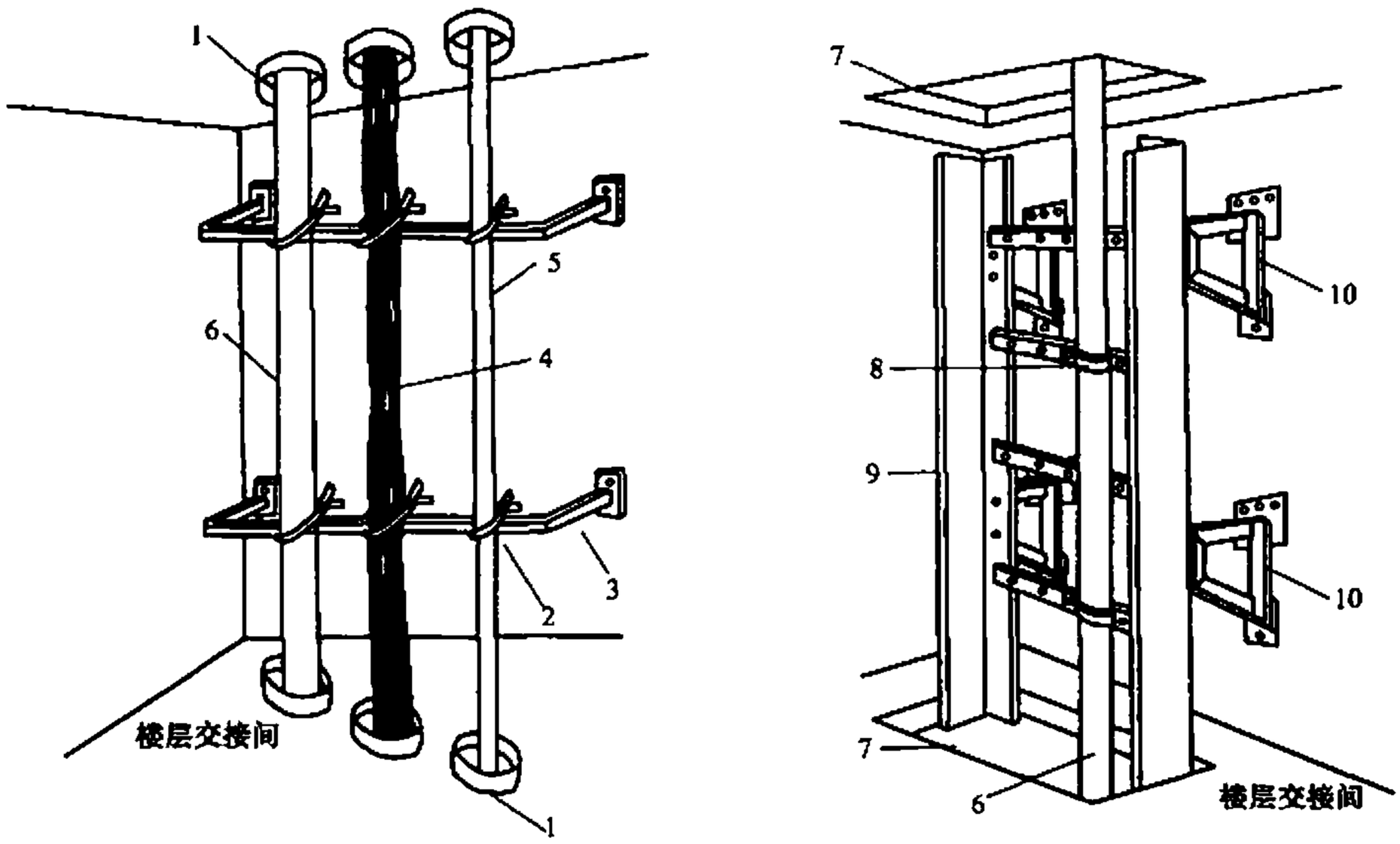


图 3-45　标准机柜连接分布



(a)　　(b)

图 3-46　垂直干线的安装

（a）电缆孔垂直布线；（b）电缆竖井垂直布线

1—电缆孔；2—扎带；3—电缆支架；4—对绞电缆；5—光缆；6—大对数电缆；

7—电缆竖井；8—电缆卡箍；9—电缆桥架；10—梯形支架

气竖井内敷设的通信线路，如图 3-46 所示。

建筑物垂直干线布线可采用电缆孔和电缆竖井两种方法。电缆孔在楼层交接间浇注混凝土时预留，并嵌入直径为 100mm，楼板两侧分别高出 25 ~ 100mm 的钢管；电缆竖井是预留的长方孔。各楼层交接间的电缆孔或电缆竖井应上下对齐。缆线应分类捆箍在梯架、线槽或其他支架上。电缆孔布线法也适合于旧建筑物的改造。

电缆桥架内线缆垂直敷设时，在缆线的上端和每间隔 1.5m 处缆线应固定在桥架的支架上；水平敷设时，在缆线的首、尾、转弯及每间隔 3 ~ 5m 处进行固定。电缆桥架与地面保持垂直，不应有倾斜现象，其垂直度的偏差应不超过 3mm。

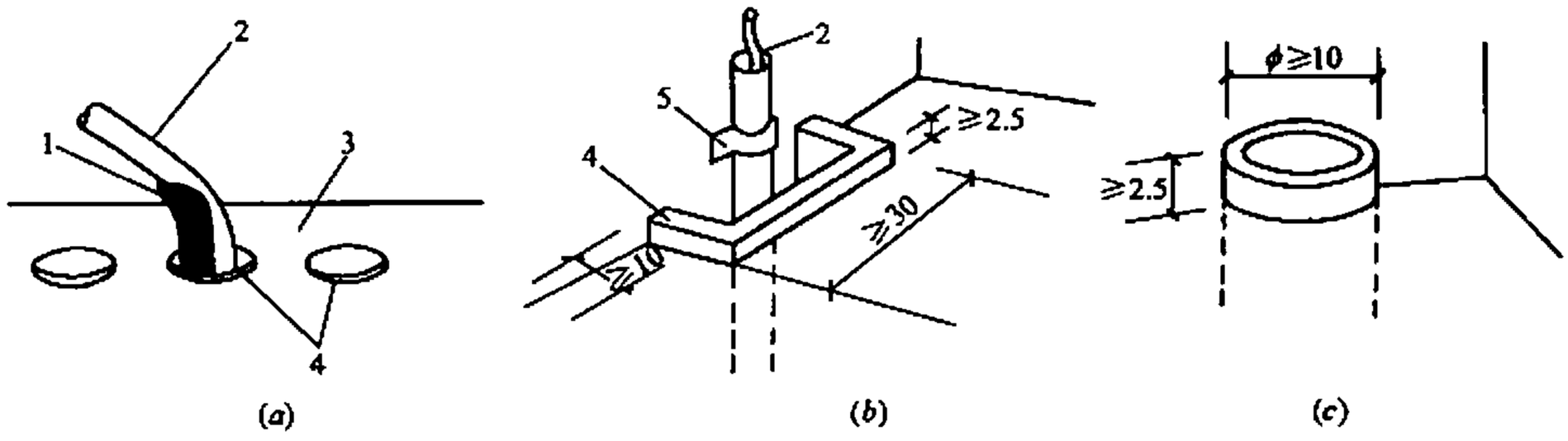


图 3-47　缆线在洞孔中的安装

（a）电缆保护装置；（b）电缆通槽；（c）电缆洞孔

1—塑料保护装置；2—电缆；3—楼板；4—洞孔；5—电缆卡箍

竖井中缆线穿过每层楼板孔洞宜为矩形或圆形。矩形孔洞尺寸不宜小于 300mm × 100mm，圆形孔洞处应至少安装三根圆形钢管，管径不宜小于 100mm。水平安装的桥架和线槽穿越墙壁的洞孔，要求其互相位置适应，规格尺寸合适，如图 3-47 所示。

1. 干线电缆的连接

（1）点对点端接方法　干线电缆采用点对点端接方法是最简单、最直接的结合方法。干线子系统每根电缆直接延伸到指定的楼层和交接间。点对点端接方法如图 3-48 所示。

（2）分支递减端接方法　干线电缆采用分支递减端接方法是用 1 根大容量干线电缆（足以支持若干个交接间或若干楼层的通信容量），经过电缆接头保护箱分出若干根小容量电缆，这些小容量电缆分别延伸到每个交接间或每个楼层，并端接于目的地的连接硬件。分支递减端接方法如图 3-49 所示。

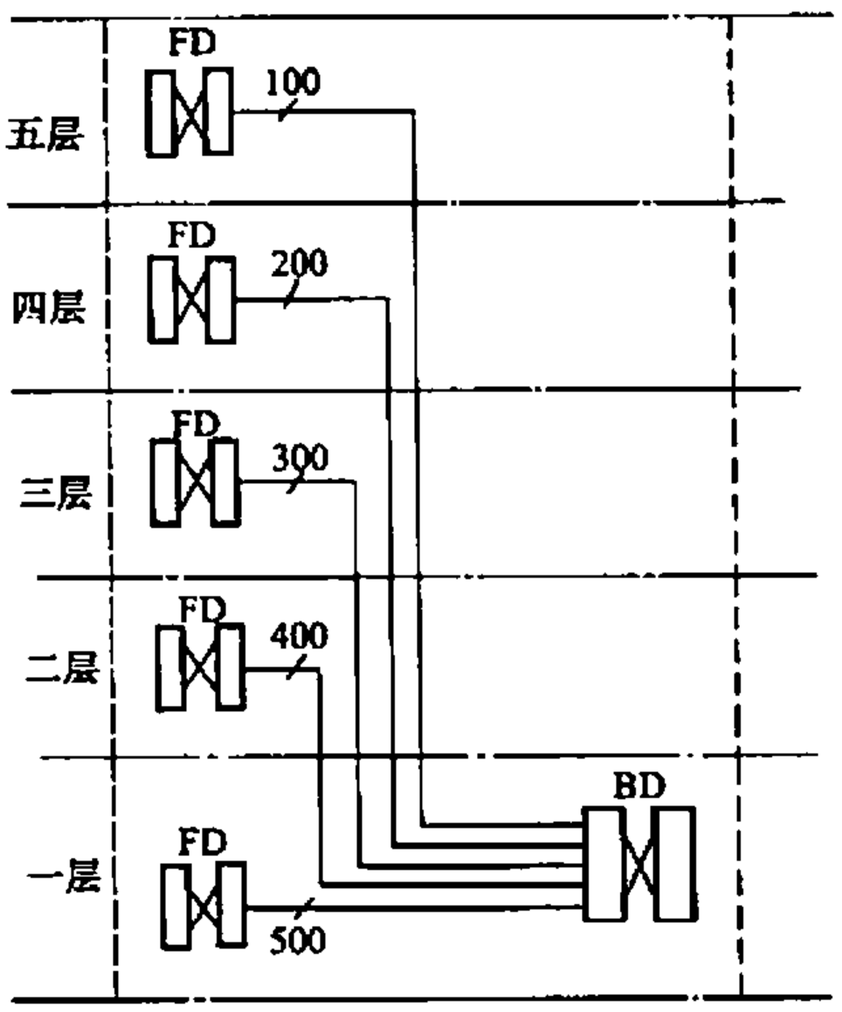


图 3-48　点对点端接方法示意图

（图中的数字为电缆的对数）

BD—大楼配线设备（主配线架）；

FD—楼层配线设备（楼层配线架）

（3）直接连接方法　干线电缆采用直接连接方法是特殊情况使用的技术。一种情况是一个楼层的所有水平端接都集中在干线交接间；另一种情况是二级交接间太小，在干线交接间完成端接。直接连接方法如图 3-50 所示。

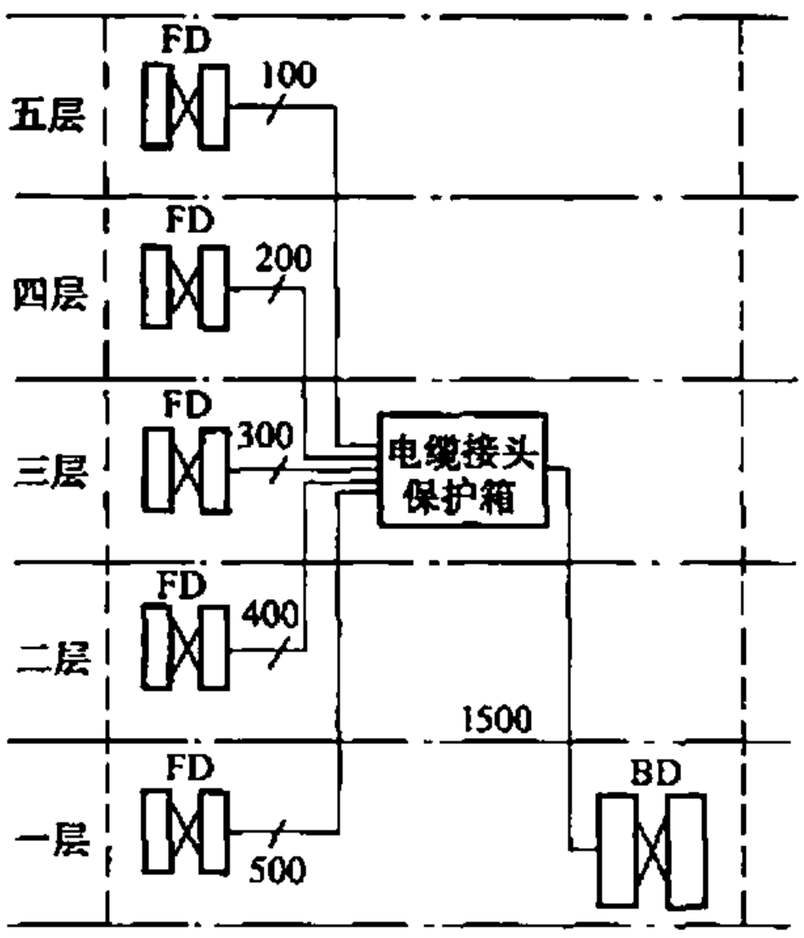


图 3-49　分支递减端接方法示意图
（图中的数字为电缆的对数）

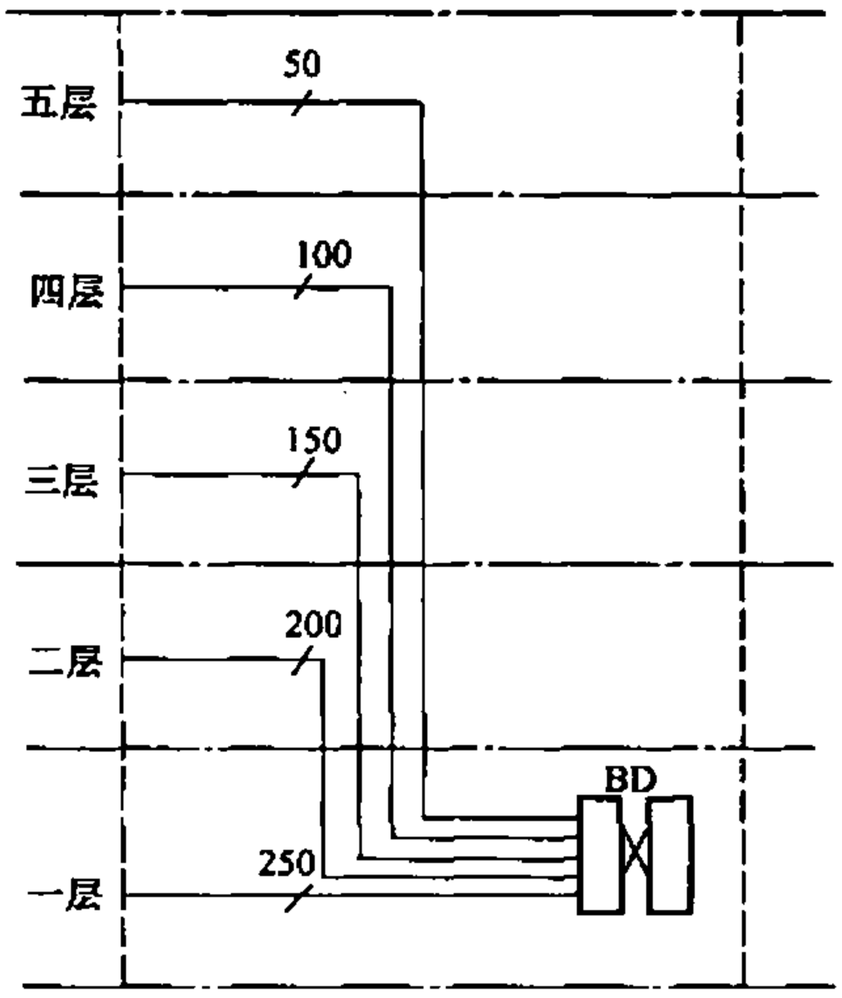


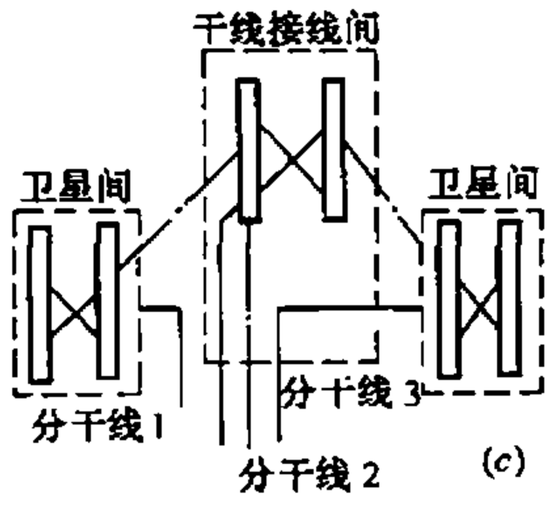
图 3-50　直接连接方法示意图
（图中的数字为 4 对对绞电缆的根数）

干线子系统竖向配线区的划分，如表 3-21 所示。

竖向配线区的划分　　表 3-21

I/O 数量（个）	竖向配线区（个）	分干线数量（个）	干线接线间		卫星接线间		点对点的配线图示	备　注
			间数	面积（m^2）	间数	面积（m^2）		
1～200	1	1	1	1.2×1.5	0	0	干线接线间 干线 1 (a)	1. 一个干线接线间只能负担 600 个 I/O，大于 600 个时应另增设干线接线间 2. 任何一个干线接线间只能负担 2 个卫星接线间，每个卫星接线间只能负担 200 个 I/O 3. 卫星接线间设置条件 （1）当 I/O 距干线间大于 75m （2）所在楼层 I/O 数量大于 200 个 （3）当 I/O 数量不确定时，可参考 1800m^2 设一个卫星间 4. 每个接线间要预留交流电源，2 块 20A 插座板，其中一块负担 12 个终端供电，另一块作其他设备用电 5. 图中点划线部分参见干线子系统配线方式
201～400		2		1.2×2.0	1	1.2×1.5	干线接线间 卫星间 分干线 2 分干线 1 (b)	

续表

I/O 数量（个）	竖向配线区（个）	分干线数量（个）	干线接线间		卫星接线间		点对点的配线图示	备　注
			间数	面积（m^2）	间数	面积（m^2）		
401～600	1	3	1	1.2×2.8	2	1.2×1.5		同上

2. 布线方式

选择干线电缆路由的原则，应是最短、最安全、最经济。垂直干线通道有可用电缆管道法或电缆井法，如图 3-51 所示，每一层都应有加固。

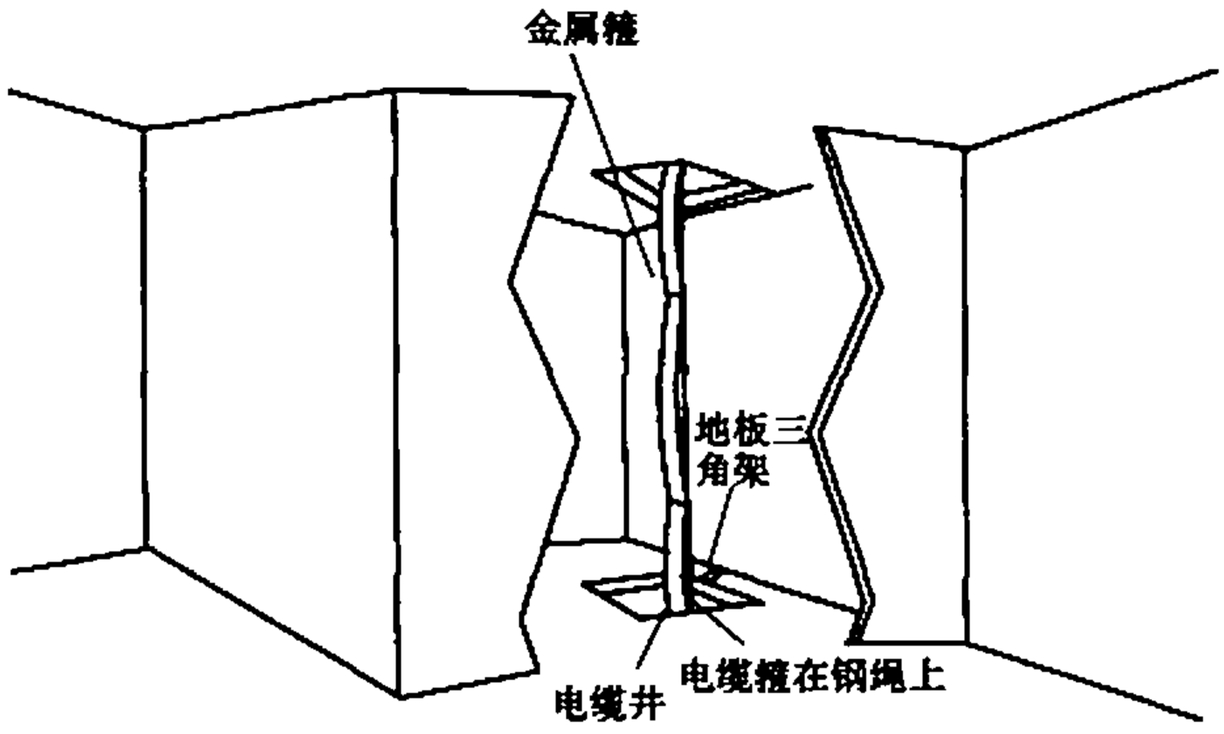


图 3-51　垂直干线的安装（电缆井法）

水平干线有管道法和托架法两种敷设方法可供选择：管道法，如图 3-52 所示；托架法，如图 3-53 所示。主干电缆洞孔或通槽的安装如图 3-47 所示。

由于建筑物结构特点和用户要求不同，主干线可能有多个路由或采用多种敷设方式。各种敷设方式比较如表 3-22 所示。

干线布线方法比较　　表 3-22

方　法	优　点	缺　点
电缆管道法	防水，防火，简便易行，经济，易于安装电缆	穿线空间小，不如电缆井法灵活
电缆井法	防火，提供机械保护，美观	灵活性差，成本高，需要周密筹划
管道法	灵活，占用空间小	难于防火，安装费用高，可能损坏楼板的结构完整性
托架法	电缆容易安置，不必把电缆穿过管道	电缆外露，成本高，可能影响美观，难于防火

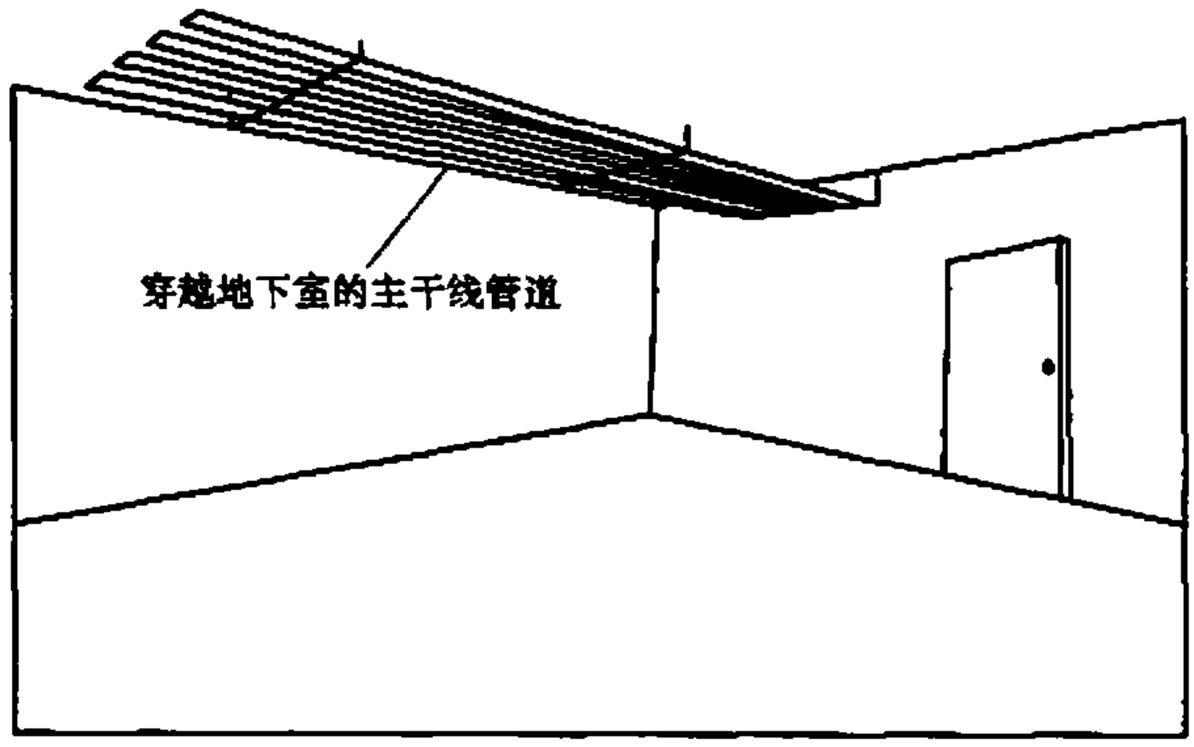


图 3-52　管道法

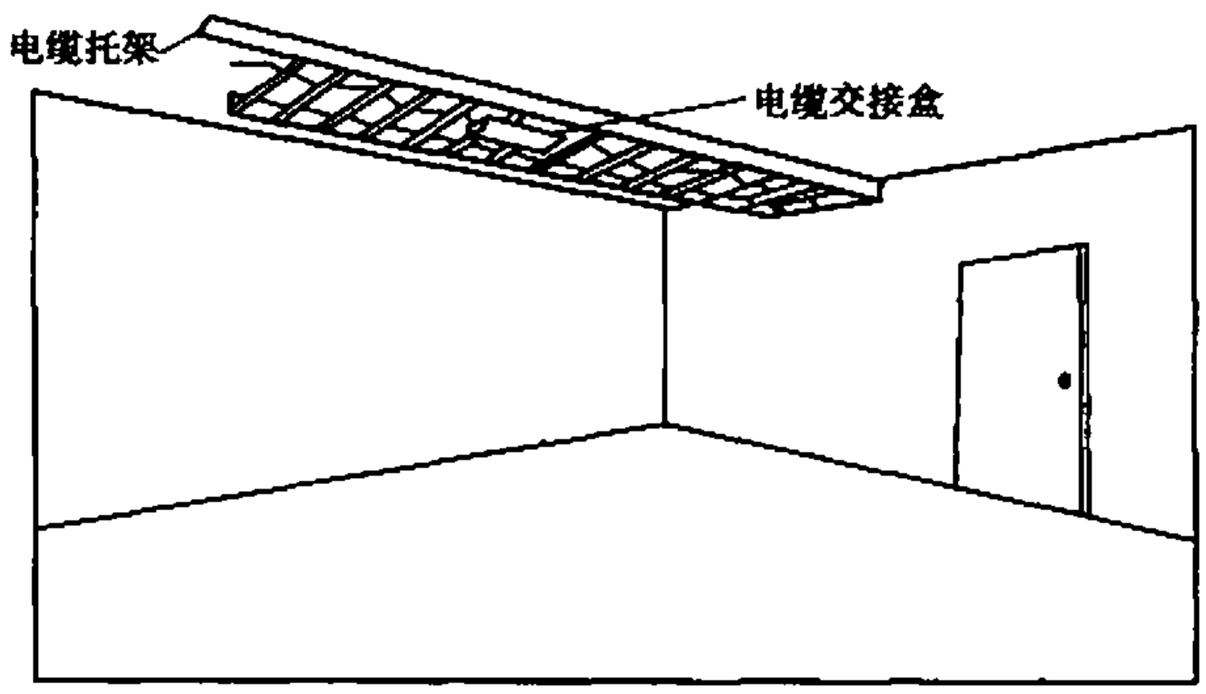


图 3-53　托架法

五、设 备 间 子 系 统

（一）设备间的功能

设备间是一个装有进出线设备和主配线架，并进行布线系统管理和维护的场所，设备间子系统应由综合布线系统的建筑物进线设备，如语音、数据、图像等各种设备，及其保安配线设备和主配线架等组成。

设备间的主要设备，如电话主机（数字程控交换机）、数据处理机（计算机主机），可放在一起，也可分别设置。在较大型的综合布线子系统中，一般将计算机主机、数字程控交换机、楼宇自动化控制设备分别设置机房；把与综合布线系统密切相关的硬件设备放在设备间，如计算机网络系统中的路由器、主交换机等。

计算机主机、数字程控交换机用的机房可按《计算站场地技术条件》GB 2887—89 设计。数宇自动化控制设备机房也可参照执行。

确定设备间的位置应按以下原则进行：应尽量建在建筑物平面及其综合布线系统干线

综合体的中间位置；应尽量靠近服务电梯，以便装运笨重设备；应尽量避免设在建筑物的高层或地下室，以及用水设备的下层；应尽量远离强振动源和强噪声源及强电磁场的干扰源；应尽量远离有害气体源及存放腐蚀、易燃、易爆物。

设备间的位置及大小应根据设备的数量、网络的规格、多媒体信号传输共享的原则等综合考虑确定，应尽可能靠近建筑物电缆引入区和网络接口，电缆引入区和网络接口的相互间隔宜小于 15m。设备间内设备的工艺设计一般由专业部门或专业公司设计。其面积宜按以下原则确定：当系统少于 1000 个信息点时为 $12m^2$，当系统较大时，每 1500 点为 $15m^2$。设备间内的所有进出线终端设备应按规范使用色标表示：

绿色表示网络接口的进线侧，即电话局线路；

紫色表示网络接口的设备侧，即中继/辅助场总机中继线；

黄色表示交换机的用户引出线；

白色表示干线电缆和建筑群电缆；

蓝色表示设备间至工作站或用户终端的线路；

橙色表示来自多路复用器的线路。

（二）设备间的建筑要求

（1）设备间应处于建筑物的中心位置，便于干线线缆的上下布置。当电话局引入大楼中继线缆采用光缆后，设备间通常宜设置在建筑物大楼总高的（离地）1/4～1/3 楼层处。当系统采用建筑楼群布线时，设备间应处于建筑楼群的中心处，并位于主建筑楼的底层或二层楼层中。

（2）设备间室温应保持在 18～27℃之间，相对湿度应保持在 60%～80%。

（3）设备间应安装符合国家法规要求的消防系统，应采用防火防盗门以及采用至少能耐火 1 小时的防火墙。

（4）设备间应对房内所有通信设备按照《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T 16—92），持有足够的安装操作空间。

（5）设备间的内部装修、空调设备系统和电气照明等安装应满足工艺要求，并在装机前施工完毕。

（6）设备间应洁净、干燥、通风良好。防止有害气体（如 SO_2、H_2S、NH_3、NO_2）等侵入，并应有良好的防尘措施，允许尘埃含量限值见表 3-23 所示

设备间允许尘埃含量限值　　表 3-23

灰尘颗粒的最大直径（μm）	0.5	1	3	5
灰尘颗粒的最大浓度（粒子数/m^3）	1.4×10^7	7×10^5	2.4×10^5	1.3×10^5

（7）设备间应采用防静电的活动地板，并架空 0.2～0.5m 高度，便于通信设备大量线缆的安放走线。活动地板平均荷载不应小于 $500kg/m^2$。

（8）设备间室内净高不应小于 2.5m，大门的净高度不应小于 2.1m（当用活动地板时，大门的高度不应小于 2.4m），大门净宽不应小于 0.9m。凡要安装综合布线硬件的部位，墙壁和顶棚处应涂阻燃油漆。

（9）设备间的水平面照度应大于 300lx，照明分路控制要灵活，操作要方便。

（10）设备间的位置应避免电磁源的干扰，并安装小于或等于 1Ω 阻值的接地装置。

（11）设备间内安放计算机通信设备时，使用电源应按照计算机设备电源要求进行工程设计。

（三）设备间的布线

设备间的进线和机房的布线如图 3-54 和图 3-55 所示。其布线方式有多种，如表3-24所示

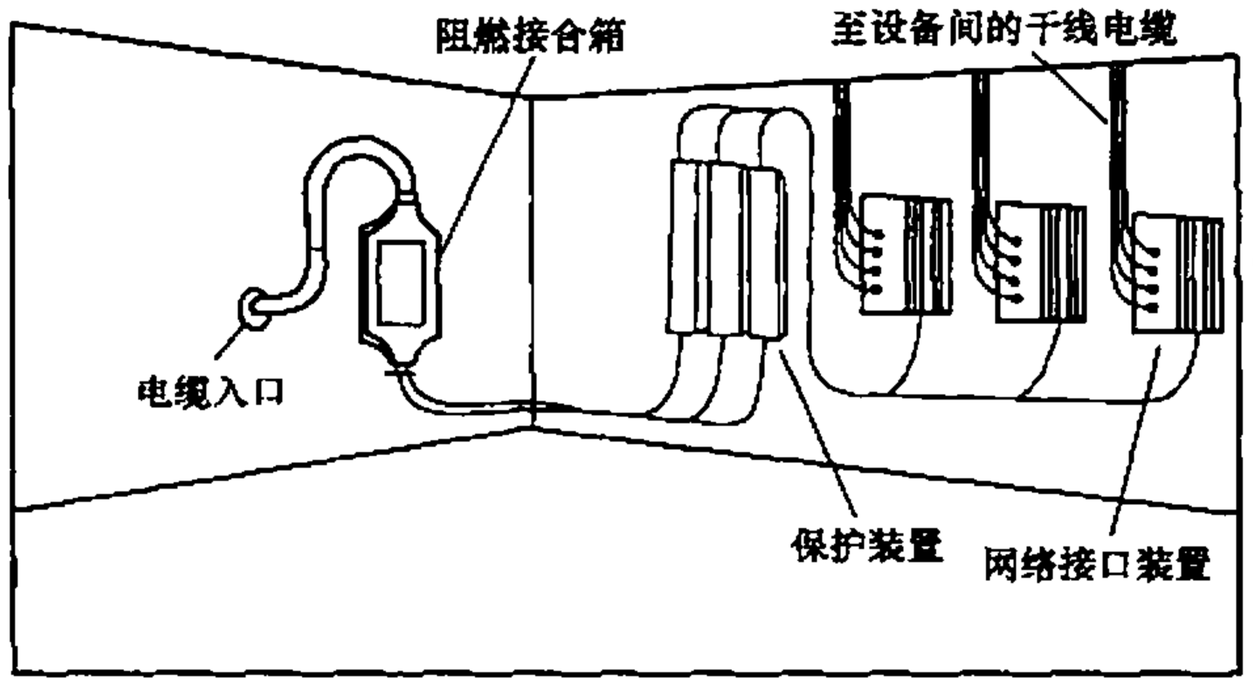


图 3-54　建筑物线缆人口区

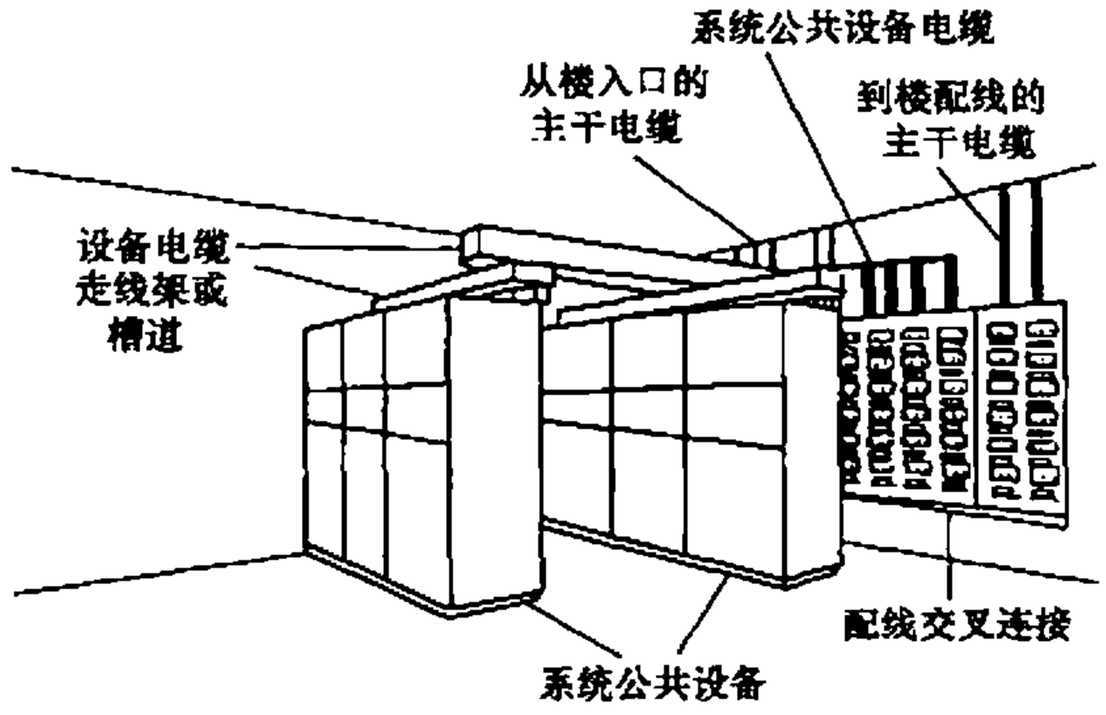


图 3-55　机房子系统示意图

在设备间内如设有多条平行的桥架和线槽时，相邻的桥架和线槽之间应有一定间距，平行的线槽或桥架其安装的水平度偏差应不超过 2mm。所有桥架和线槽的表面涂料层应完整无损，如需补涂油漆时，其颜色应与原漆色基本一致。

机柜、机架、设备和缆线屏蔽层以及钢管和线槽应就近接地，保持良好的连接。当利用桥架和线槽构成接地回路时，桥架和线槽应有可靠的接地装置。

在机房内的布线可以采用地板或墙面内沟槽内敷设、预埋管路敷设、机架走线架敷设和活动地板下的敷设方式，活动地板下的敷设方式在房屋建筑建成后装设。正常活动地板高度为 300～500mm，简易活动地板高度为 60～200mm。

设备间内线缆的敷设方式和适用场合　　表 3-24

序号	敷设方式名称	特　　点	优　　缺　　点	适用场合或段落	备　　注
1	活动地板下的敷设方式	线缆在活动地板下面的空间敷设 目前有两种： 1. 正常活动地板高度为 300～500mm 2. 简易活动地板高度为 60～200mm 一般在房屋建筑建成后装设	优点 1. 线缆敷设或拆除极为简单方便，能适应线路增减变化，有较高的灵活性，便于维护管理 2. 地板下面空间大，电缆容量和条数不受限制，路由自由短捷，节省电缆费用 3. 在房屋建筑中采用，可不改变房屋建筑结构 缺点： 1. 会减少房屋的净高，有时可能引起其他方面的不便 2. 造价较高（简易活动地板虽比正常活动地板价低些，其造价也高于其他敷设方式），在经济上受到限制 3. 对地板表面材料有一定要求（如耐冲击性、耐火性、抗静电和人员走动时感觉良好等）	正常活动地板和简易活动地板。在已建成或新建房屋建筑中均可使用 简易活动地板下面空间较少，在层高不高的楼层尤为适用，可节省净高空间 这两种方式是较为常用的方式，较有普遍的广泛性，一般用于程控数字电话交换机房、计算机房、综合布线系统的设备间，且能全房间铺设	正常活动地板因下面空间较大，除敷设各种线缆外，还可兼作空调送风通道。但简易活动地板下面因空间面积小，只作线缆敷设使用，不能作空调送风通道
2	地板或墙壁内沟槽敷设方式	线缆在房屋建筑中预先制造的墙壁或地板内沟槽敷设，墙壁和地板内沟槽的断面尺寸大小根据线缆终期容量来设计，沟槽上面设置盖板	优点 1. 沟槽内部尺寸较大（受墙壁或地板的厚度限制），能容纳线缆的条数较多 2. 便于施工和维护，也有利于扩建 3. 造价较活动地板低 缺点： 1. 沟槽的设计和施工，必须与房屋建筑的设计和施工同时进行 2. 沟槽对房屋建筑结构有较高的技术要求，比较复杂 3. 沟槽上有盖板，在地板沟槽时，不易平整，会影响人员活动 4. 沟槽是预先制成，线缆路由不能变动，受到限制，且沟槽盖板会影响整体美观，不太隐蔽	地板或墙壁内的沟槽敷设方式只适用于新建房屋建筑，不能在已建成房屋建筑中采用，因不易制作成暗设沟槽 沟槽敷设方式只能在局部段落中使用，不能在面积较大的房间内全部采用	沟槽方式因是在房屋建筑中预先制成，因此在使用时会受到限制，线缆路由不能自由选择或变动
3	预埋管路敷设方式	在房屋建筑的墙壁或楼板内预埋管路，管路的管径和根数根据线缆需要来设计	优点 1. 穿放线缆比较容易，维护检修和扩建均有利 2. 造价低廉 3. 不会影响房屋建筑结构 缺点： 1. 管路容纳线缆的条数少，设备密度较高的场所不宜采用 2. 线缆改建或增设较困难 3. 线缆路由受到限制，不能变动	预埋管路只适用于新建房屋建筑，不能在已建成的房屋建筑中采用 管路敷设段落必须根据线缆要求来设计	预埋管路必须在房屋建筑中敷设，所以在使用中会受到限制，必须精心设计和考虑

续表

序号	敷设方式名称	特　　点	优　　缺　　点	适用场合或段落	备　　注
4	机架走线架敷设方式	在设备上或沿墙安装走线架或槽道的敷设方式 走线架和槽道的尺寸根据线缆需要来设计	优点 1. 不受房屋建筑的设计和施工限制，可以在建成后安装 2. 便于施工维护及扩建 缺点： 1. 线缆敷设不隐蔽、不美观 2. 在设备上或沿墙安装走线架或槽道较复杂，增加施工操作程序 3. 在机架上安装走线架或槽道会增加楼层层高，因此在层高低的房屋中不宜使用	在已建（除楼层层高低的建筑外）或新建的房屋建筑中均可使用这种敷设方式，适应性强，使用场合较多	在机架上安装走线架或槽道时，应结合设备的结构形式来考虑

六、建筑群子系统

（一）概述

建筑群子系统是指两幢及两幢以上建筑物之间的通信电（光）缆和相连接的所有设备组成的通信线路。如果是多幢建筑组成的群体，各幢建筑之间的通信线路一般采用多模或单模光缆，(其敷设长度应不大于 1500m)，或采用多线对的双绞线电缆。电（光）缆敷设方式采取架空电缆、直埋电缆或地下管道（沟渠）电缆等。连接多处大楼中的网络，干线一般包含一个备用二级环，副环在主环出现故障时代替主环工作。为了防止电缆的浪涌电压，常采用电保护设备。

（二）建筑群子系统缆线的建筑方式

建筑群子系统的缆线设计基本与本地网通信线路设计相似，可按照有关标准执行。目前，通信线路的建筑方式有架空和地下两种类型。架空类型又分为架空电缆和墙壁电缆两种。根据架空电缆与吊线的固定方式又可分为自承式和非自承式两种。地下类型分为管道电缆、直埋电缆、电缆沟道和隧道敷设电缆几种，如图 3-56 所示。上述各种线路建筑方式的特点和适用场合如表 3-25 所示。

为了保证缆线敷设后安全运行，管材和其附件必须使用耐腐和防腐材料。地下电缆管道穿过房屋建筑的基础或墙壁时，如采用钢管，应将钢管延伸到土壤未扰动的地段。引入管道应尽量采用直线路由，在缆线牵引点之间不得有两处以上的 90°拐弯。管道进入房屋建筑地下室处，应采取防水措施，以免水分或潮气进入屋内。管道应有向屋外倾斜的坡度，坡度应不小于 0.3%～0.5%。在屋内从引入缆线的进口处敷设到设备间配线接续设备之间的缆线长度，应尽量缩短，一般应不超过 15m，设置明显标志。引入缆线与其他管线之间的平行或交叉的最小净距必须符合标准要求。

（三）光缆的引入

建筑物光缆从室外引入设备间如图 3-57 所示。

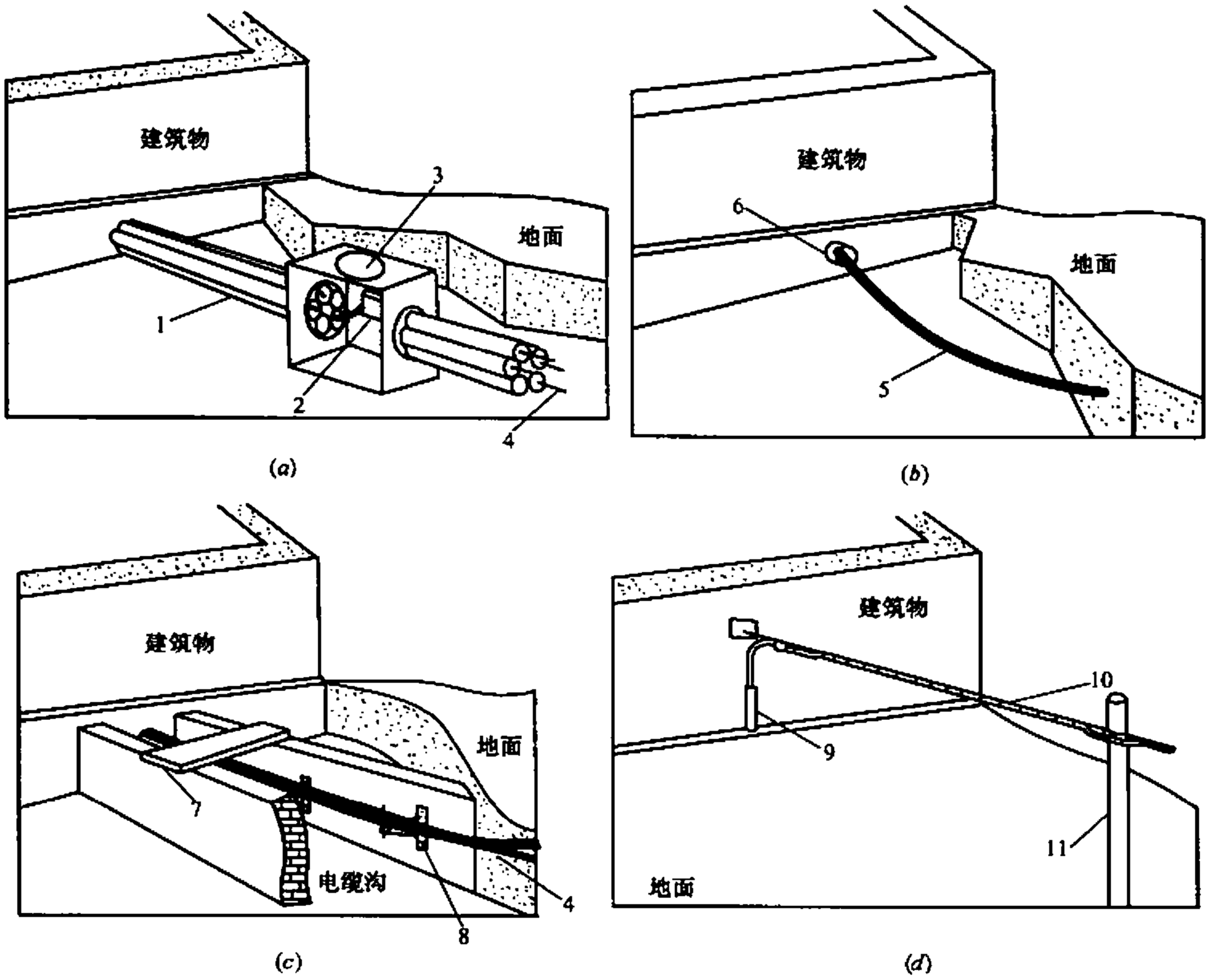


图 3-56　建筑群子系统布线

（a）直埋管道布线；（b）直埋电缆布线；（c）电缆沟通道布线；（d）架空布线

1—多孔硬 PVC 管；2—绞接盒；3—人孔；4—电缆；5—直埋电缆；6—电缆孔；

7—盖板；8—电缆托架；9—U 形电缆护套；10—架空电缆；11—电杆

各种通信线路建筑方式的优缺点和适用场合　　表 3-25

类型	名称	优　点	缺　点	适用场合	不定期宜使用的场合	备　注
地下类型	管道电缆	1. 电缆有最佳的保护措施，比较安全，可延长电缆使用年限 2. 产生障碍机会少，不易影响通信，有利于使用和维护 3. 维护工作量小，费用少 4. 线路隐蔽、环境美观、整齐有序、较好布置 5. 敷设电缆方便，易于扩建或更换	1. 因建筑管道和人孔等施工难度大，土方量多，技术要求复杂且较高 2. 初次工程投资较高 3. 要有较好的建筑条件（如有定型的道路和管线） 4. 与各种地下管线设施产生的矛盾较多，协调工作较复杂	1. 较为定型的智能化小区和道路基本不变的地段 2. 要求环境美观的校园式小区或对外开放的示范街区 3. 广场或绿化地带的特殊地段 4. 交通道路或其他建筑方式不适用时	1. 小区或道路尚不定型，今后有可能变化的地段 2. 地下有化学腐蚀或电气腐蚀的地段 3. 地下管线和障碍物较复杂且断面位置受限制的地段 4. 地质情况不稳定，土质松软、塌陷地段，地面高程相差较大和地下水位较高的地段	管道电缆不宜采用钢带铠装结构，一般采用塑料护套电缆

续表

类型	名称	优　点	缺　点	适用场合	不定期宜使用的场合	备　注
地下类型	直埋电缆	1. 较架空电缆安全，产生障碍机会少，有利于使用和维护 2. 维护工作费用较少 3. 线路隐蔽、环境美观 4. 初次工程投资较管道电缆低，不需建人孔和管道，施工技术也较简单 5. 不受建筑条件限制，与其他地下管线发生矛盾时，易于躲让和处理	1. 维护更换和扩建都不方便，发生障碍后必须挖掘，修复时间长，影响通信 2. 电缆及其他地下管线过于邻近时，双方在维修时会增加机械损伤机会 3. 挖掘正式道路或设施须作赔补	1. 用户数量比较固定，电缆容量和条数不多的地段，今后不会扩建的场所 2. 要求电缆隐蔽，但电缆条数不多，采用管道不经济或不能建设的场合 3. 敷设电缆条数虽少，但是特殊重要的地段 4. 不宜采用架空电缆的校园式小区，要求敷设直埋电缆	1. 今后需要翻建的道路或广场 2. 规划用地或今后发展用地 3. 地下有化学腐蚀或电气腐蚀以及土质不好的地段 4. 地下管线和建筑物比较复杂，常有挖掘可能的地段 5. 已建成高级路面的地段	直埋电缆应按不同环境条件采用不同程式铠装电缆，一般不用塑料护套电缆
	电缆沟道和隧道敷设电缆	1. 线路隐蔽、安全稳定，不受外界影响 2. 施工简单，工作条件较直埋好 3. 查修障碍和今后扩建均较方便 4. 可与其他弱电线路合建综合性公用设施，可节省初次工程投资	1. 如为专用电缆沟道等设施，初次工程投资较高 2. 与其他弱电线路共建时，在施工和维护中要求配合和相互制约，有时会发生矛盾 3. 如公用设施中设有有害于通信的管线，需要增设保护措施，增加了维护费用和工作量	1. 在较为定型的小区，道路基本不变的地段 2. 在特殊场合或重要场所，要求各种管线综合建设公共设施的地段 3. 已有电缆沟道且可使用的地段	1. 附近有影响人身和电缆安全的地段 2. 地面要求特别美观的广场等地段	电缆沟道有明暗两种，其优缺点也有所不同，应视路由条件来定
架空类型	架空电缆（立杆架设）	1. 施工建筑技术较简单 2. 建设速度较快 3. 能适应今后变动，易于拆除、迁移、更换或调整，便于扩建增容 4. 初次工程投资较低	1. 产生障碍的机会较多，对通信安全有所影响 2. 易受外界腐蚀和机械损伤，影响电缆使用寿命 3. 维护工作量和费用较多 4. 对周围环境美观有影响	1. 不定型的街坊或刚刚建设的小区以及道路有可能变化的地段 2. 有其他架空杆路可利用采取合杆时 3. 因客观条件限制无法采用地下方式，需采用架空方式的地段	1. 附近有空气腐蚀或高压电力线 2. 环境要求美观的街坊或校园式小区 3. 特殊重要的地段如广场等	架空电缆宜采用塑料电缆，不宜采用钢带铠装电缆

续表

类型	名称	优　点	缺　点	适用场合	不定期宜使用的场合	备　注
架空类型	墙壁电缆	1. 初次工程投资费用较低 2. 施工和维护较方便 3. 较架空电缆美观	1. 产生障碍的机会较多，对通信安全有所影响，安全性不如地下方式 2. 对房屋建筑的立面美观有些影响 3. 今后扩建、拆换时不太方便	1. 建筑较坚固整齐的小区，且墙面较为平坦齐直的地段 2. 相邻的办公楼等建筑，内外沿墙可以敷设的地段 3. 其他建筑方式不宜采用的地段 4. 已建成的房屋建筑采用地下引入有困难的地段	1. 要求房屋建筑立面极为美观的场合 2. 排列不整齐，不坚固或临时性的房屋建筑 3. 今后可能拆除或变化的房屋建筑 4. 房屋建筑布置分散，相距较远，电缆跨距太大的段落	与架空电缆相同

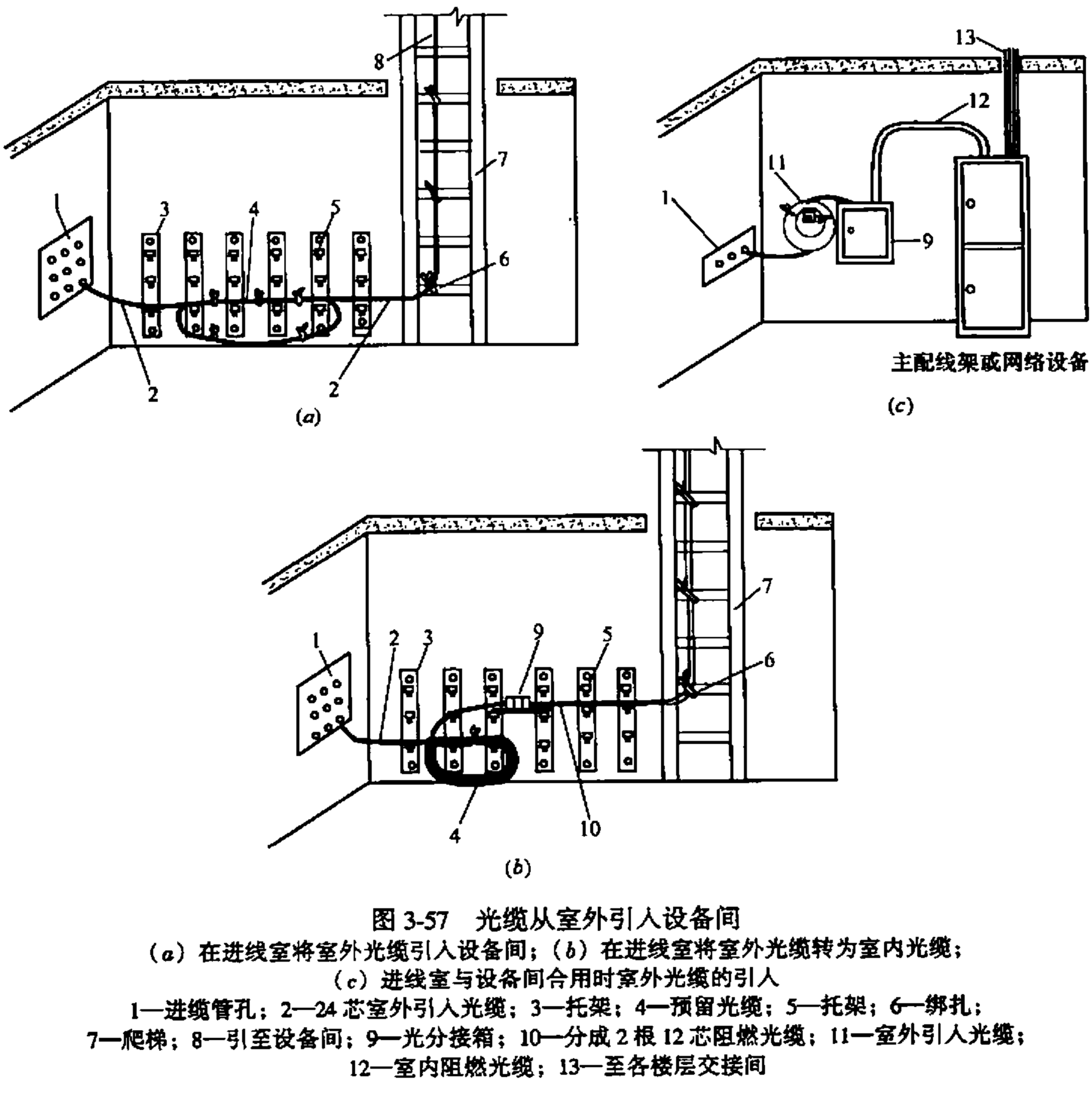


图 3-57　光缆从室外引入设备间

（a）在进线室将室外光缆引入设备间；（b）在进线室将室外光缆转为室内光缆；

（c）进线室与设备间合用时室外光缆的引入

1—进缆管孔；2—24 芯室外引入光缆；3—托架；4—预留光缆；5—托架；6—绑扎；7—爬梯；8—引至设备间；9—光分接箱；10—分成 2 根 12 芯阻燃光缆；11—室外引入光缆；12—室内阻燃光缆；13—至各楼层交接间

在许多情况下，光缆引入口与设备间的距离较远，需设进线室，如图 3-57（*a*）所示。光缆由进线室敷设至机房的光配线架（ODF），往往从地下或半地下进线室由楼层间爬梯引至所在楼层，光缆在爬梯上可见部位应在每支横铁上用粗细适当的麻线绑扎。对无铠装光缆，每隔几档应衬垫一块胶皮后扎紧，对拐弯受力部位，还应套一胶管保护。在进线间可将室外光缆转换为室内光缆，也可引至光配线架进行转换，如图 3-57（*b*）所示。

当室外光缆引入口位于设备间，不必设进线间时，如图 3-57（*c*）所示。室外光缆可直接端接于光配线架（箱）上或经由一个光缆进线设备箱（分接箱）转换为室内光缆后，再敷设至主配线架或网络交换机，并由竖井布放至各楼层交接间。其布放路由和方式可根据情况选择。

光缆布放应有冗余，一般室外光缆引入时预留长度为 5～10m，室内光缆在设备端预留长度为 3～5m，在光配线架（箱）中通常都有盘纤装置。

第五节　综合布线系统的电气防护、接地及检验

一、电　气　防　护

（1）综合布线区域内存在的电磁干扰场强大于 3V/m 时，应采取防护措施。

（2）综合布线电缆与附近可能发生高电平电磁干扰的电动机、电力变压器等电气设备之间应保持必要的间距。

综合布线电缆与电力电缆的间距应符合表 3-26 的规定。

PDS 布线与其他干扰源的间距表　　表 3-26

其他干扰源	与综合布线接近状况	最小间距（cm）
380V 以下的电力电缆 < 2kVA	与缆线平行敷设	13
	有一方在接地的线槽中	7
	双方都在接地的线槽中	1（注 1）
380V 以下电力电缆 2 – 5kVA	与缆线平行敷设	30
	有一方在接地的线槽中	15
	双方都在接地的线槽中	8
380V 以下电力电缆 > 5kVA	与缆线平行敷设	60
	有一方在接地的线槽中	30
	双方都在接地的线槽中	15
荧光灯、氖灯、电子启动器或交感性设备	与缆线接近	15～30
无线电发射设备（如天线、传输线、发射机……等）　雷达设备 其他工业设备（开关电源、电磁感应炉、绝缘测试仪……等）	与缆线接近 （当通过空间电磁场耦合强度较大时，应按有关规定办理）	≥150
配电箱	与配线设备接近	≥100
电梯变电室	尽量远离	≥200

注：1. 当 380V 电力电缆 < 2kV·A，双方都在接地的线槽中，且平行长度。≤10m 时，最小间距可以是 10mm。

2. 电话用户存在振铃电流时，不能与计算机网络在同一根对绞电缆中一起运用。

3. 双方都在接地的线槽中，系指两个不同的线槽，也可在同一线槽中用金属板隔开。

墙上敷设的综合布线电缆、光缆及管线与其他管线的间距应符合表 3-27 的规定。

墙上敷设的综合布线电缆、光缆及管线与其他管线的间距　　表 3-27

其他管线	最小平行净距（mm）	最小交叉净距（mm）
	电缆、光缆或管线	电缆、光缆或管线
避雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管（不包封）	500	500
热力管（包封）	300	300
煤气管	300	20

注：如墙壁电缆敷设高度超过 6000mm 时，与避雷引下线的交叉净距应按下式计算：

$$S \geqslant 0.05L$$

式中　S—交叉净距（mm）；

L—交叉处避雷引下线距地面的高度（mm）。

（3）综合布线系统应根据环境条件选用相应的缆线和配线设备，或采取防护措施，并应符合下列规定：

1）当综合布线区域内存在的干扰低于上述规定时，宜采用非屏蔽缆线和非屏蔽配线设备进行布线。

2）当综合布线区域内存在的干扰高于上述规定时，或用户对电磁兼容性有较高要求时，宜采用屏蔽缆线和屏蔽配线设备进行布线，也可采用光缆系统。

3）当综合布线路由上存在干扰源，且不能满足最小净距要求时，宜采用金属管线进行屏蔽。

二、接地与防火要求

（1）综合布线系统采用屏蔽措施时，必须有良好的接地系统，并应符合下列规定：

1）保护接地的接地电阻值，单独设置接地体时，不应大于 4Ω；采用联合接地体时，不应大于 1Ω。

2）采用屏蔽布线系统时，所有屏蔽层应保持连续性。

3）采用屏蔽布线系统时，屏蔽层的配线设备（FD 或 BD）端必须良好接地，用户（终端设备）端视具体情况宜接地，两端的接地应连接至同一接地体。若接地系统中存在两个不同的接地体时，其接地电位差不应大于 1Vr.m.s。

（2）采用屏蔽布线系统时，每一楼层的配线柜都应采用适当截面的铜导线单独布线至接地体，也可采用竖井内集中用铜排或粗铜线引到接地体，导线或铜导体的截面应符合标准。接地导线应接成树状结构的接地网，避免构成直流环路。

（3）综合布线的电缆采用金属槽道或钢管敷设时，槽道或钢管应保持连续的电气连接，并在两端应有良好的接地。

（4）干线电缆的位置应尽可能位于建筑物的中心位置。

（5）当电缆从建筑物外面进入建筑物时，电缆的金属护套或光缆的金属件均应有良好的接地。

（6）当电缆从建筑物外面进入建筑物时，应采用过压、过流保护措施，并符合相关规定。

（7）综合布线系统有源设备的正极或外壳，与配线设备的机架应绝缘，并用单独导线引至接地汇流排，与配线设备、电缆屏蔽层等接地，宜采用联合接地方式。

（8）根据建筑物的防火等级和对材料的耐火要求，综合布线应采取相应的措施。在易燃的区域和大楼竖井内布放电缆或光缆，应采用阻燃的电缆和光缆；在大型公共场所宜采用阻燃、低烟、低毒的电缆或光缆；相邻的设备间或交接间应采用阻燃型配线设备。

综合布线系统对电源、接地的要求如表 3-28 所示。

综合布线系统对电源、接地的要求　　表 3-28

项目 \ 等级	甲级标准	乙级标准	丙级标准
供电电源	（1）应设两路独立电源 （2）设自备发电机组	（1）同左 （2）宜设自备发电机组	可以单回路供电，但须留备用电源进线路径
供电质量	电压波动≤±10%	同左	满足产品要求
接　地	（1）单独接地时 $R \leqslant 4\Omega$ （2）联合接地网时 $R \leqslant 1\Omega$ （3）各层管理间设接地端子排	同左	同左
电源插座	（1）容量：一般办公室 ≥60VA/m² （2）数量：一般办公室 ≥20 个/100m² （3）插座必须带接地极	（1）容量：一般办公室 ≥40VA/m² （2）数量：一般办公室 ≥15 个/100m² （3）同左	（1）容量：一般办公室 ≥30VA/m² （2）数量：一般办公室 ≥10 个/100m² （3）同左
设备间、层管理间	设置可靠的交流 220V50Hz 电源可设置一个插座箱	同左	同左

三、综合布线系统的工程检验

综合布线系统工程检验的项目与内容如表 3-29 所示。

检验项目及内容　　表 3-29

阶　段	验收项目	验收内容	验收方式
一、施工前检查	1. 环境要求	（1）土建施工情况：地面、墙面、门、电源插座及接地装置； （2）土建工艺：机房面积、预留孔洞； （3）施工电源； （4）地板铺设	施工前检查
	2. 器材检验	（1）外观检查； （2）型式、规格、数量； （3）电缆电气性能测试； （4）光纤特性测试	施工前检查
	3. 安全、防火要求	（1）消防器材； （2）危险物的堆放； （3）预留孔洞防火措施	施工前检查

续表

阶　段	验 收 项 目	验 收 内 容	验收方式
二、设备安装	1. 交接间、设备间、设备机柜、机架	(1) 规格、外观； (2) 安装垂直、水平度； (3) 油漆不得脱落，标志完整齐全； (4) 各种螺丝必须紧固； (5) 抗震加固措施； (6) 接地措施	随工检验
	2. 配线部件及 8 位模块式通用插座	(1) 规格、位置、质量； (2) 各种螺丝必须拧紧； (3) 标志齐全； (4) 安装符合工艺要求； (5) 屏蔽层可靠连接	随工检验
三、电、光缆布放（楼内）	1. 电缆桥架及线槽布放	(1) 安装位置正确； (2) 安装符合工艺要求； (3) 符合布放缆线工艺要求； (4) 接地	随工检验
	2. 缆线暗敷（包括暗管、线槽、地板等方式）	(1) 缆线规格、路由、位置； (2) 符合布放缆线工艺要求； (3) 接地	隐蔽工程签证
四、电、光缆布放（楼间）	1. 架空缆线	(1) 吊线规格、架设位置、装设规格； (2) 吊线垂度； (3) 缆线规格； (4) 卡、挂间隔； (5) 缆线的引入符合工艺要求	随工检验
	2. 管道缆线	(1) 使用管孔孔位； (2) 缆线规格； (3) 缆线走向； (4) 缆线的防护设施的设置质量	隐蔽工程签证
	3. 埋式缆线	(1) 缆线规格； (2) 敷设位置、深度； (3) 缆线的防护设施的设置质量； (4) 回土夯实质量	隐蔽工程签证
	4. 隧道缆线	(1) 缆线规格； (2) 安装位置、路由； (3) 土建设计符合工艺要求	隐蔽工程签证
	5. 其他	(1) 通信线路与其他设施的间距； (2) 进线室安装、施工质量	随工检验或隐蔽工程签证

续表

阶　段	验 收 项 目	验 收 内 容	验收方式
五、缆线终接	1.8位模块式通用插座	符合工艺要求	随工检验
	2. 配线部件	符合工艺要求	
	3. 光纤插座	符合工艺要求	
	4. 各类跳线	符合工艺要求	
六、系统测试	1. 工程电气性能测试	(1) 连接图； (2) 长度； (3) 衰减； (4) 近端串音（两端都应测试）； (5) 设计中特殊规定的测试内容	竣工检验
	2. 光纤特殊测试	(1) 衰减； (2) 长度	竣工检验
七、工程总验收	1. 竣工技术文件	清点、交接技术文件	竣工检验
	2. 工程验收评价	考核工程质量，确认验收结果	

注：系统测试内容的验收亦可在随工中进行检验。

在前面的内容中我们已经详细阐述了综合布线系统安装设计的全部过程，我们把安装设计内容要点总结成如表 3-30 的形式，以方便参考。

综合布线系统工程安装设计一览表　　表 3-30

建筑物内部配线	总配线架（进线与出线分开，语音与数据分开） 楼层配线架（进线与出线分开，语音与数据分开）
线路	水平配线：2×4 对线电缆，无屏蔽、屏蔽及无毒 垂直配线：25、100 对线电缆、无屏蔽、屏蔽、无毒或光纤电缆 电话主干线 电脑主干线 建筑物之间线路——光缆
电缆弯曲半径	铜缆：铜缆直径的 8 倍 光缆：光缆直径的 15 倍
主干线大小计算	电话：所有配线对线数的 50%（建议） 电脑：最大配线架上的所有配线对线数的 25%（建议）
接地线	接地网络阻抗尽可能低 高压电源场地：电阻≤1Ω 高压电源场地：电阻＜5Ω
采用屏蔽系统的主要性能	所有金属接地编织网形式的等电位 强电和弱电电缆分开 减少金属回环面积 使用屏蔽和编织网电缆 电源供应进口的保护（电源过滤） 在进入建筑物的所有不同导体上安装过压防护器
电缆通道	弱电电缆通道：语音——数据——图像 强电电缆通道

续表

弱电电缆通道在走廊里的通过	如果是与强电并行的，至少相距 30cm 与荧光灯管相距至少 30cm 直角相交 将电缆通道用金属编织网连接到接地网络上去
配线架工作室	远离电动机至少 2m 面积 4～6m^2 电源供应至少 1kVA 通风系统 “独立”电话 与垂直系统相接 照明至少 200lx 50～60 个接入点 与工作站相距最远 60～80m（特殊情况除外）
办公室里电缆的设计	如果强电和弱电之间是并行的： 少于 2.5m 并行时，至少相距 2cm 大于 2.5 少于 10m 并行时，至少相距 4cm
办公室设计	如果强电和弱电之间是并行的： 用金属骨架做一个 2m×2m 的编织网
信息点数量	2 个八针插座 2 个 220V/16A 电源供应插座 2 个备用插座（如果投资允许）
信息点密度	每 9～10m^2 一个信息 主墙每 1.35m 一个信息点

第六节　工　程　举　例

智能大楼的综合布线系统典型构成图如图 3-58 所示。如前所述，目前综合布线系统主要用来传输语音和数据，实际上综合布线系统是电话通信线路和计算机网络线路的组合。从图 3-58 中也很明显看出它是两套线路的组合（综合）。电话通信系统是以程控电话交换为中心，经主配线架—主配线架—3 类大对数电缆—楼层配线架（在交接间内）—信息插座—电话机。计算机局域网系统是以计算机机房内的主交换机为中心，经光纤主配线架—多模光缆—光纤配线架—集线器—楼层配线架—信息插座—PC 终端。如果是千兆位以太网，水平子系统可配置超 5 类双绞线。

对于智能大楼，现在广泛采用局域网系统，因此可在交接间配线架内，考虑安装相应的网络设备 HUB（集线器）。在交接间插入 HUB 设备以后，可以采用两种方式连接：交叉连接方式和互连方式。其中互连方式可以利用 HUB 的设备电缆取代配线架上模块间的跳线，利用HUB的输出端口替代配线架上干线侧的模块，这既可节省投资，又可提高链路

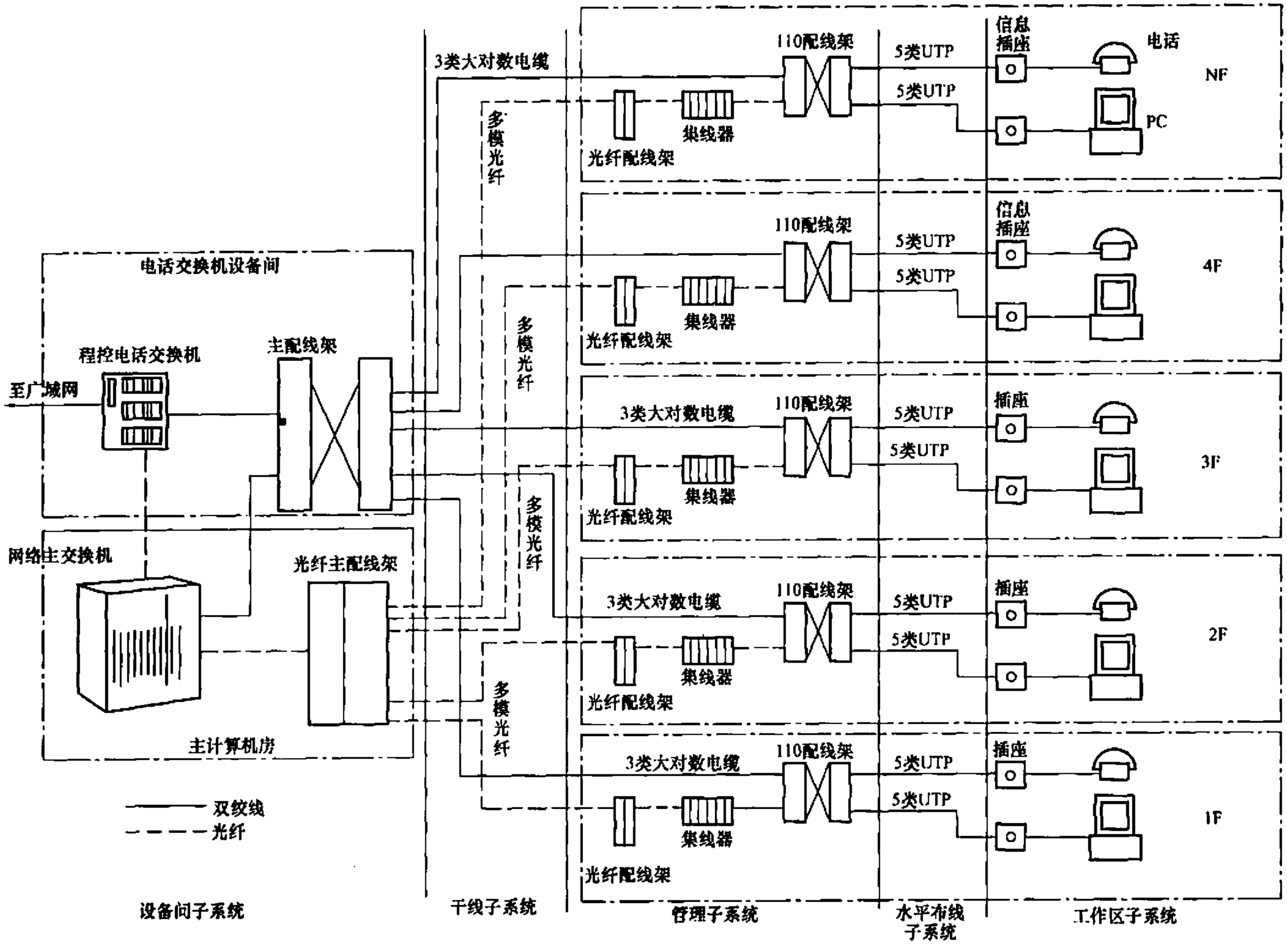


图 3-58 典型综合布线系统构成图

性能。综合配置也是以基本配置的信息插座量作为基础配置。在此我们也按照基本配置方法，为每个工作区配置 1 个双信息插座，其中一个用于电话，一个用于计算机终端，即用于电话和计算机终端的信息插座各 1000 个。假定分布于 20 个楼层，每层楼用于计算机终端的信息插座是 50 个。如果用于千兆以太网 1000BASE-T，按每 24 个信息插座配置 4 对双绞线考虑，则为每个层楼布放 3 条 4 对芯 5 类线缆就完全可以，富富有余，并且性能有保证。如果按 4 个 HUB 组合成为一个 HUB 群考虑，则只需要为每个层楼布放 1 条 4 对芯 5 类线缆。

由此可见，楼层水平子系统的开放式办公室或区域布线不要使用大对数 5 类或超 5 类线缆，对于垂直干线子系统也不要使用大对数 5 类或超 5 类线缆，这是因为：

（1）和上面提到的情况相同，网络设备通常是分级连接，在交接间要插入 HUB 设备，主干线用量并不大，所以不必安装大对数线缆；

（2）5 类的大对数电缆在应用中常常是多对芯线在同时传输信号，容易引入线对之间的近端串扰（NEXT）以及它们之间的 NEXT 的迭加问题，这对高速数据传输十分不利；

（3）大对数线缆在配线架上的安装较为复杂，对安装工艺要求比较高。

由上可知，计算机网络的铜缆干线最好不用大对数电缆（图 3-58 采用光纤线缆），话音系统的主干则不同，在交接间不要插入什么共享的复用或交换设备，为每个用于话音的信息插座至少要配置 1 对双绞线，主干线用量比较大，所以需要安装大对数线缆。

但是，话音系统的主干，无须采用价格昂贵的 5 类、“超 5 类”、6 类大对数线缆（例如：5 类 25 对线缆与 3 类 100 对线缆的价格相当），应该采用 3 类大对数电缆，甚至也可以采用市话大对数电缆。

【例 1】　某大厦综合布线系统的安装设计

（一）工程概况

某大厦的建筑群由三部分组成：办公楼、培训中心、学员宿舍楼；其中办公楼 15 层，培训中心 2 层，宿舍 7 层，办公楼、学校建筑整体地下 1 层。办公楼的设备间在办公楼主楼 7 层，学校及宿舍的设备间设在学校 2 层。整个工程建筑面积为 20173m^2。

（二）产品选择

1. 传输信号种类

要求在综合布线上的传输：数据、语音、视频图像。

2. 产品选择及设计功能

采用国际标准的 LUCENT 的 SYSTIMAX 结构化布线系统，其产品全面、技术成熟、性能优越。

（1）信息插座采用五类信息模块，达到 100Mbps 的数据传输速率。

（2）水平线缆全部采用五类非屏蔽双绞线，可传输 100Mbps 的数据信号，并支持 ATM。

（3）干线数据传输选用四芯多模光纤，使主干速度可以达到 1000Mbps；语音传输采用三类大对数电缆，充分满足语音传输要求，并支持 ISDN；采用四芯单模光纤作为视频会议系统数据干线。

（4）对于语音类信息点，配线架采用 300 对 110 型配线架（110PB2-300FT）；对于数据信息点，采用 PACHMAX 模块化配线架（PM2150B-48）。

（三）设计说明

设计的 PDS 系统图如图 3-59 所示。

1. 工作区

整个建筑的语音点 413 个，数据点 539 个，视频会议点 2 个。在本项目中，所有模块全部采用超五类模块（MPS100BH-262）。数字信息插座采用倾斜 45°角的面板；语音信息插座采用单孔插座和双孔插座，内线电话模块与外线电话模块进行颜色上的区分，具体色号可由客户在定货前指定，两者之间除了在颜色上的不同外，其性能完全一样，均为超五类模块。

2. 水平子系统

水平布线是用于将干线线缆延伸到用户工作区。设计采用 1061004C + 超五类非屏蔽双绞线（UTP）。这样可以达到 100Mbps 的数据传输速率，并支持 155/622MbpsATM。全部采用超五类双绞线的另一个原因是数据点和语音点可以通过跳线相互转换。

3. 干线子系统

选用三类 100 对大对数电缆（1010100AGY）及四芯多模光纤（LGBC-004D-LRX）分别作为语音系统和数据系统的干线。多模光纤使用 2 芯，2 芯备用。

4. 管理区

对于话音类信息点：配线架采用 300 对 110 型配线架（110PB2-300FT）。110PB2-300FT 配线架是一种防火型塑模装置。该配线架装有带标记的横条，每条均可以固定 25 对电缆，此种横条用五种醒目的颜色标出。这处配线架可容纳 22-AWG 至 26-AWG 电缆。

对于数据信息点，采用 PACHMAX 模块化配线架（PM2150B-48）。PACHMAX 模块化配线架是一个模块式连接硬件系统，它与 SYSTIMAX SCS 五类、24AWG 高品质 UTP 线缆、SYSTIMAX SCC 五类 D8AU 跳线相匹配。该配线架采用推入式布线模块，每个可以提供 6 个模块化插座。PACHMAX 配线模块可以从支架的前端或后端进行端接。

对于光纤主干连接，采用 600B2 光纤配线架，它可以用于光纤端接或熔接，并使光纤有组织的对接。

5. 设备间

主配线架采用多组 900 对配线架，端接垂直大对数电缆，管理语音通信。光纤配线架端接各层汇集的光纤，并通过光纤跳线与主干交换机相连。

6. 建筑群子系统

采用一根四芯多模光纤连接办公楼和学校机房。

此外，图 3-60 和图 3-61 是某大楼的综合布线系统的三层和九层的平面图。

图 3-62 给出某商业中心综合楼的综合布线系统图，供安装时参考。

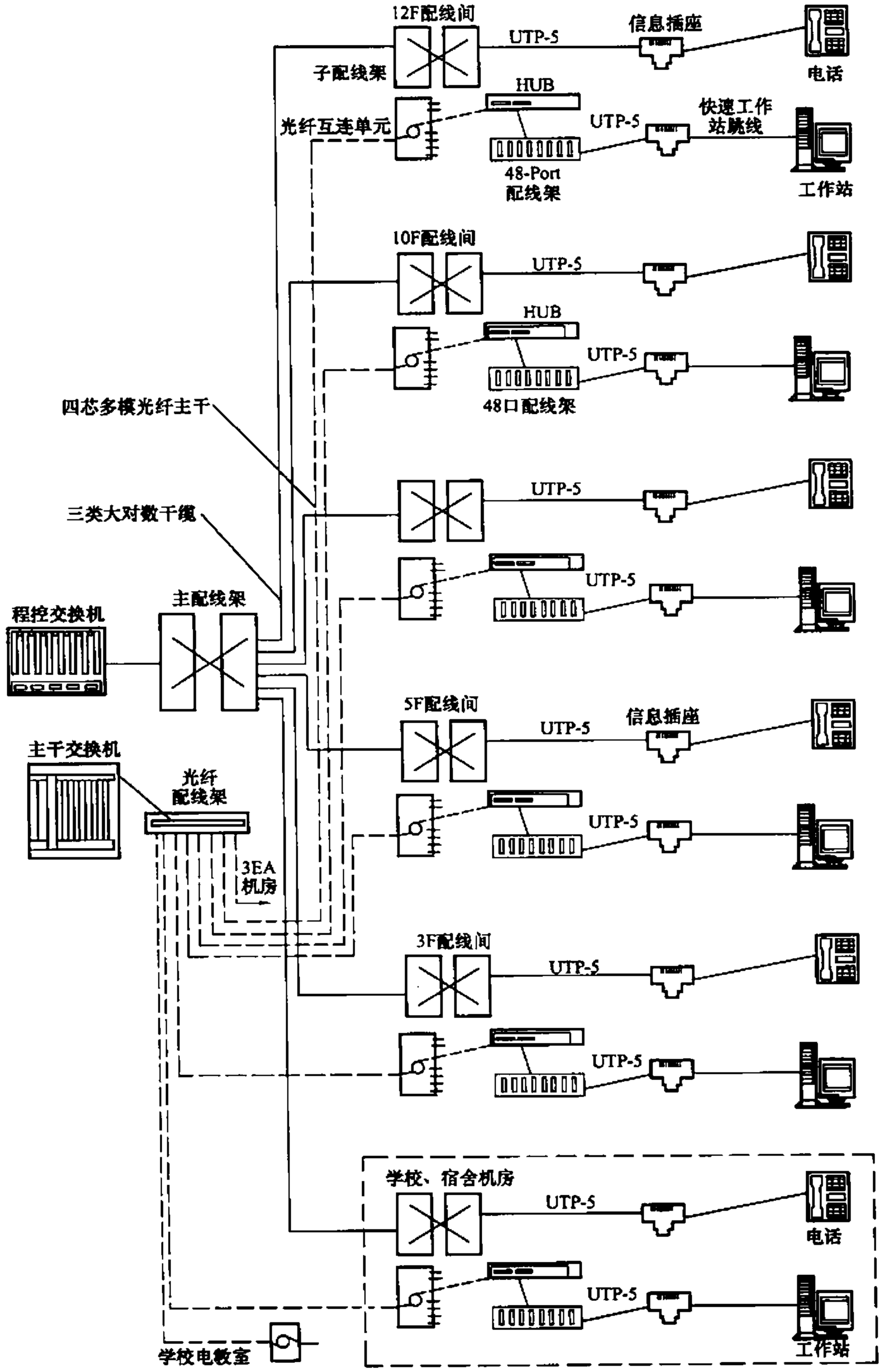
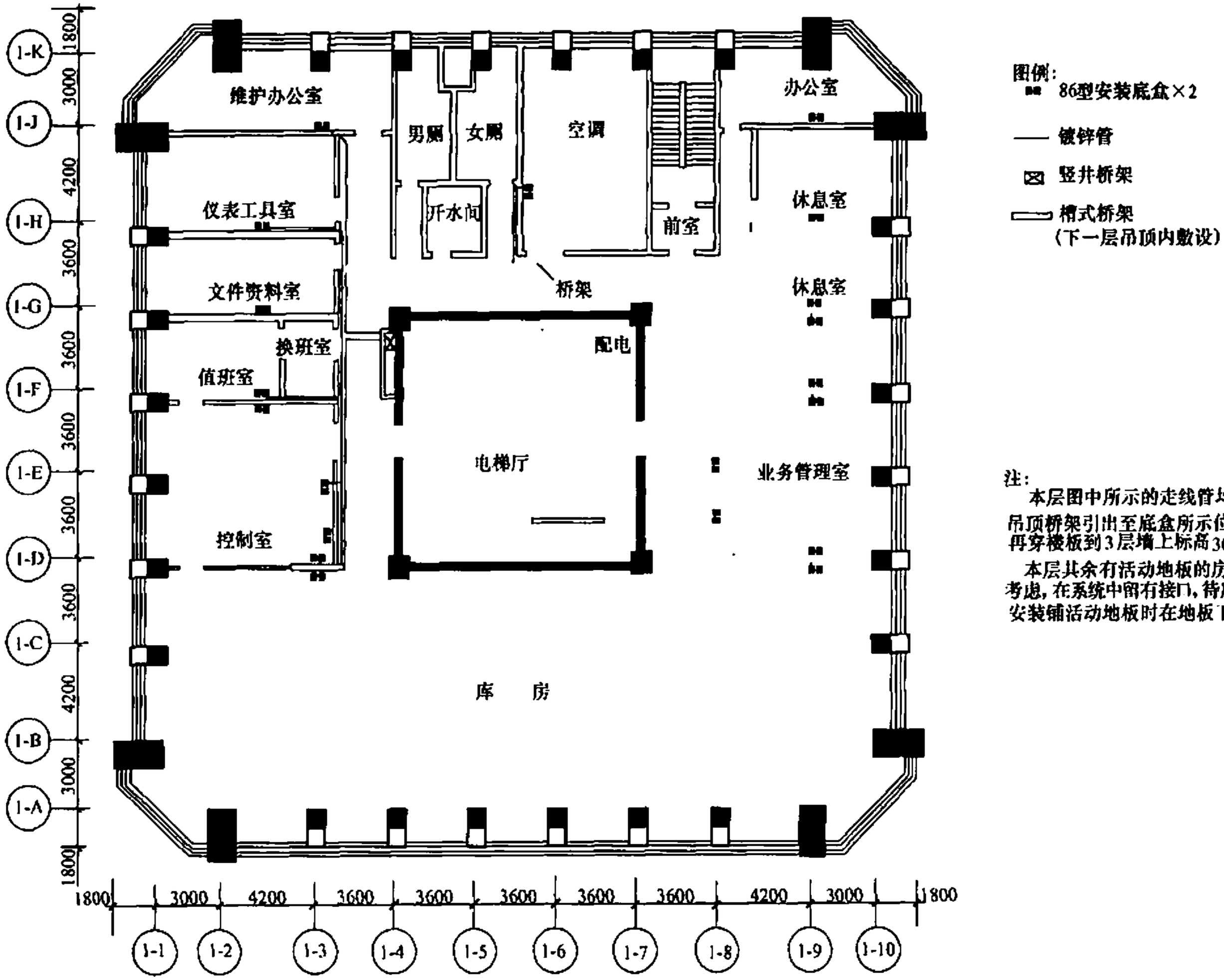


图 3-59　某大厦综合布线系统图



图例：
- 86型安装底盒×2
- 镀锌管
- 竖井桥架
- 槽式桥架（下一层吊顶内敷设）

注：
本层图中所示的走线管均从2层吊顶桥架引出至底盒所示位置后，再穿楼板到3层墙上标高30cm处。

本层其余有活动地板的房间暂不考虑，在系统中留有接口，待房间设备安装铺活动地板时在地板下走线。

图 3-60 某大厦综合布线系统三层平面布置图

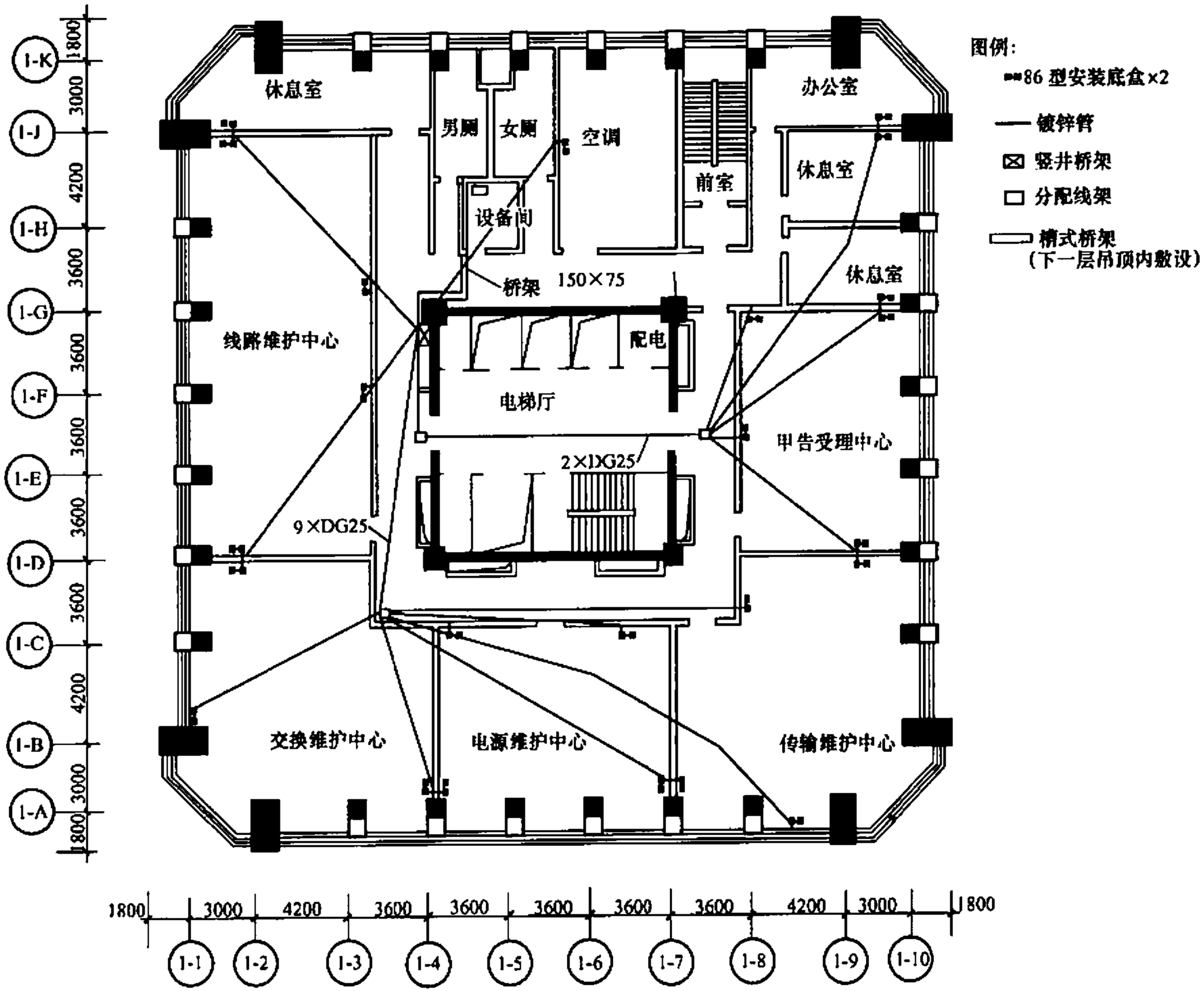


图 3-61　某大厦综合布线系统九层平面布置图

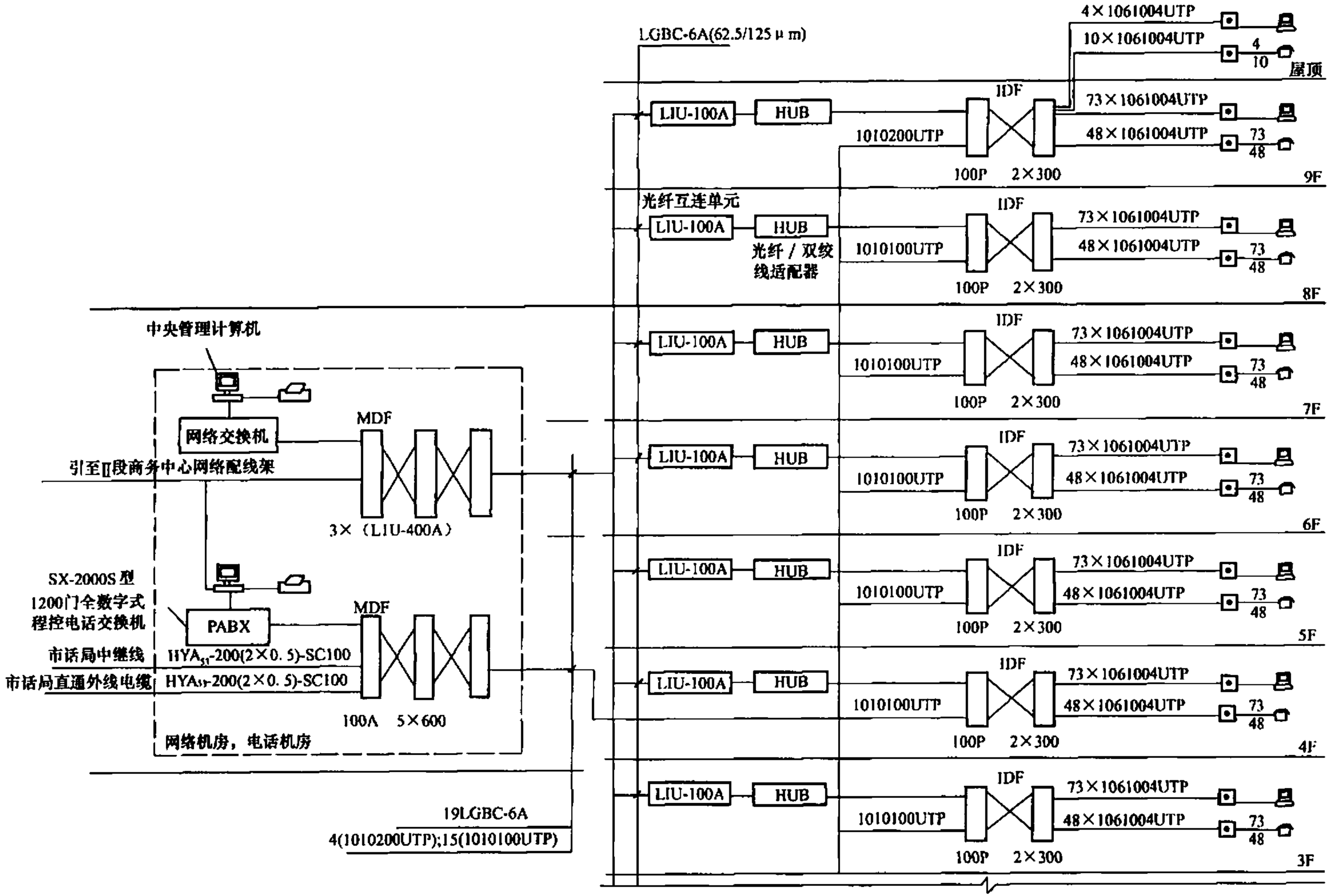


图 3-62 某商业中心综合楼综合布线系统图

第四章　厅堂扩声与公共广播系统

第一节　广播音响系统的类型与基本组成

一、广播音响系统的类型与特点

广播音响系统，或称电声系统，其涉及面很宽，应用广泛，从工厂、学校、宾馆、医院、车站、码头、广场到会场、影剧院、体育院、歌舞厅等，无不与之有着密切关系。

在民用建筑工程设计中，广播音响系统大致可分为如下几类：

（一）面向公众区（如广场、车站、码头、商场、餐厅、走廊、教室等）和停车场等的公共广播（PA）系统

这种系统主要用于语言广播，因此清晰度是首要问题。而且，这种系统往往平时进行背景音乐广播，在出现灾害或紧急情况时，又可切换成紧急广播。

（二）面向宾馆客房的广播音响系统

这种系统包括客房音响广播和紧急广播，通常由设在客房中的床头柜放送。客房广播含有收音机的调幅（AM）、调频（FM）广播波段和宾馆自播的背景音乐等多个可供自由选择的波段，每个广播均由床头柜扬声器播放。在紧急广播时，客房广播即自动中断，只有紧急广播的内容强切传到床头柜扬声器，这时无论选择器在任何位置或关断位置，所有客人均能听到紧急广播。

（三）以礼堂、剧场、体育场馆为代表的厅堂扩声系统

这是专业性较强的厅堂扩声系统，它不仅要考虑电声技术问题，还要涉及建筑声学问题，两者须统筹兼顾，不可偏废。这类厅堂往往有综合性多用途的要求，不仅可供会场语言扩声使用，还常作文艺演出等。对于大型现场演出的音响系统，电功率少则几万瓦，多的达数十万瓦，故要用大功率的扬声器系统和功率放大器，在系统的配置和器材选用方面有一定的要求，还应注意电力线路的负荷问题。

（四）面向歌舞厅、宴会厅、卡拉 OK 厅等的音响系统

这类场所与前一类相似，亦属厅堂扩声系统，且多为综合性的多用途群众娱乐场所。因其人流多，杂声或噪声较大，故要求音响设备有足够的功率，较高档次的还要求有很好的重放效果，故也应配置专业音响器材，在设计时注意供电线路应与各种灯具的调光器分开。并且因为使用歌手和乐队，故要配置适当的返听设备，以便让歌手和乐手能听到自己的音响，找准感觉。对于歌舞厅和卡拉 OK 厅，还要配置相应的视频图像系统。

（五）面向会议室、报告厅等的广播音响系统

这类系统一般也设置由公共广播提供的背景音乐和紧急广播两用的系统，但因有其特殊性，故也常在会议室和报告厅（或会场）单独设置会议广播系统。对要求较高或国际会议厅，还需另行设计诸如同声传译系统、会议讨论表决系统以及大屏幕投影电视等的专用

视听系统。

从上面可以看出，对于各种大楼、宾馆及其他民用建筑物的广播音响系统，基本上可以归纳为三种类型（表 4-1）：一是公共广播（PA）系统，如上述（一）、（二）类都是这种有线广播系统。它包括背景音乐和紧急广播功能。通常它们结合在一起，平时播放背景音乐或其他节目，出现火灾等紧急事故时，强切转换为报警广播。这种系统中广播用的传声器（话筒）与向公众广播的扬声器一般不处在同一房间内，故无声反馈的问题，并以定压式传输方式为其典型系统。二是厅堂扩声系统，如上述（三）、（四）类。这种系统使用专业音响设备，并要求有大功率的扬声器系统和功放。由于演讲或演出用的传声器与扩声用的扬声器同处于一个厅堂内，故存在声反馈乃至啸叫的问题，且因其距离较短，所以系统一般采用低阻直接传输方式。第三种类型是专用的会议系统，它虽也属于扩声系统，但有其特殊要求，如同声传译系统等。本章着重阐述前二类系统，而第三类的会议系统则放在第五章说明。

表 4-1 列出广播音响系统的类型与特点。

广播音响系统的类型与特点　　表 4-1

系统类型	使　用　场　所	系　　统　　特　　点
厅堂扩声系统	（1）礼堂、影剧院、体育场馆、多功能厅等 （2）歌舞厅、宴会厅、卡拉 OK 厅等	（1）服务区域在一个场馆内，传输距离一般较短，故功放与扬声器配接多采用低阻直接输出方式 （2）传声器与扬声器在同一厅堂内，应注意声反馈和啸叫问题 （3）对音质要求高，分音乐扩声和语言扩声等 （4）系统多采用以调音台为控制中心的音响系统
公共广播系统（PA）	（1）商场、餐厅、走廊、教室等 （2）广场、车站、码头、停车库等 （3）宾馆客房（床头柜）	（1）服务区域大、传输距离远，故功放多采用定压式输出方式 （2）传声器与扬声器不在同一房间内，故无声反馈问题 （3）公共广播常与背景音乐广播合用，并常兼有火灾应急广播功能 （4）系统一般采用以前置放大器为中心的广播音响系统
音频会议系统	会议室、报告厅等	（1）为一特殊音响系统，分会议讨论系统、会议表决系统、同声传译系统等几种 （2）常与厅堂扩声系统联用

二、广播音响系统的组成

不管哪一种广播音响系统，都可以画成如图 4-1 和图 4-2 所示的基本组成方框图。它基本可分四个部分：节目源设备、信号的放大和处理设备、传输线路和扬声器系统。

节目源设备：节目源通常有无线电广播（调频、调幅）、普通唱片、激光唱片（CD）和盒式磁带等；相应的节目源设备有 FM/AM 调谐器、电唱机、激光唱机和录音卡座等；此外，还有传声器（话筒）、电视伴音（包括影碟机）、录像机和卫星电视的伴音）、电子乐器等。

放大和信号处理设备：包括调音台、前置放大器、功率放大器和各种控制器及音响加工设备等。这一部分设备的首要任务是信号的放大——电压放大和功率放大，其次是信号的选择，即通过选择开关选择所需要的节目源信号。调音台和前置放大器作用或地位相似（当然调音台的功能和性能指标更高），它们的基本功能是完成信号的选择和前置放大，此外还担负对重放声音的音色、音量和音响效果进行各种调整和控制的任务。有时为了更好

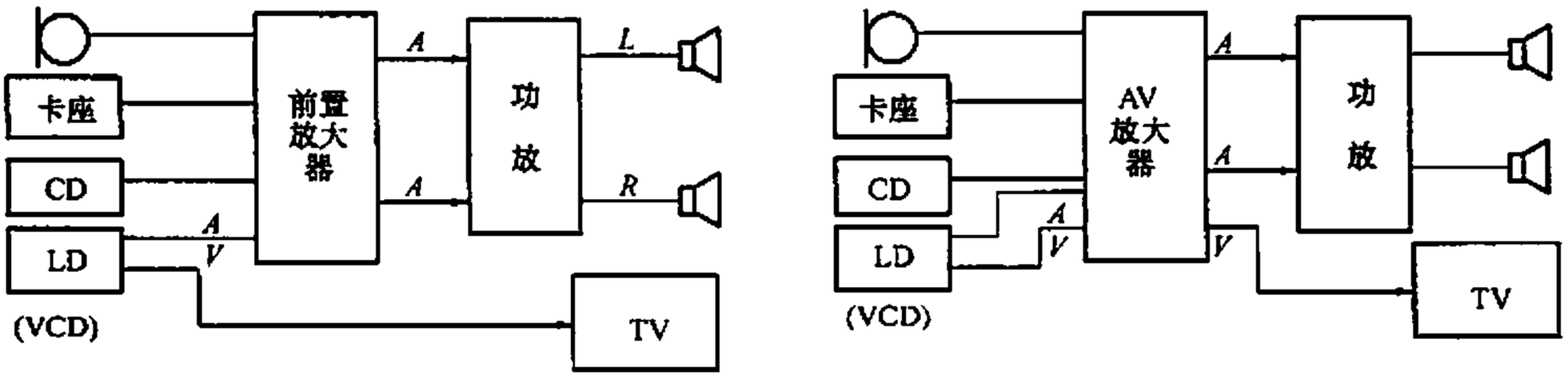


图 4-1　以前置放大器（或 AV 放大器）为中心的广播音响系统

（a）以前置放大器为中心；（b）以 AV 放大器为中心

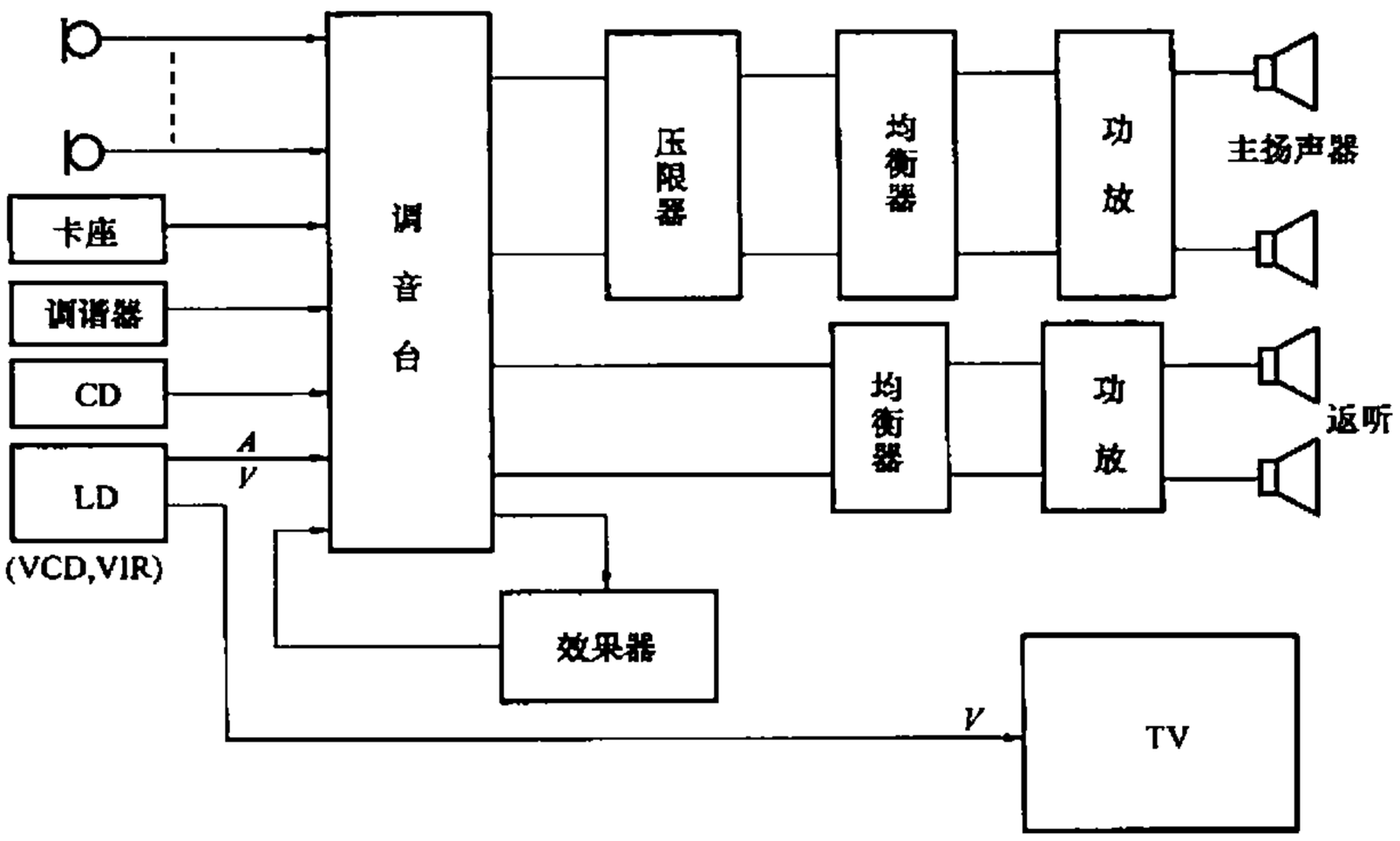


图 4-2　以调音台为中心的专业音响系统

地进行频率均衡和音色美化，还另外单独接入图示均衡器。总之，这部分是整个广播音响系统的“控制中心”。功率放大器则将前置放大器或调音台送来的信号进行功率放大，通过传输线去推动扬声器放声。

传输线路虽然简单，但随着系统和传输方式的不同而有不同的要求。对礼堂、剧场、歌舞厅、卡拉 OK 厅等，由于功率放大器与扬声器的距离不远，故一般采用低阻大电流的直接馈送方式，传输线即所谓喇叭线要求截面积粗的多股线，由于这类系统对重放音质要求很高，故常用专用的喇叭线，乃至所谓“发烧线”。而对公共广播系统，由于服务区域广、距离长，为了减少传输线路引起的损耗，往往采用高压传输方式，由于传输电流小，故对传输线要求不高，也不必很粗。在客房广播系统中，有一种与宾馆 CATV（共用天线电视系统）共用的所谓载波传输系统，这时的传输线就使用 CATV 的视频电缆，而不能用一般的音频传输线了。

具体地说，从音响设备构成方式来看，基本上为如下两种类型的广播音响系统：

（一）以前置放大器（或 AV 放大器）为中心的广播音响系统

图 4-1（a）是以前置放大器为中心的基本系统图，大多数公共广播（PA）系统属于这种系统，家庭放音系统和一些小型歌舞厅和俱乐部也使用这种系统。图 4-1（b）是以

AV 放大器为中心的基本系统图，KTV 包房、家庭影院系统等即使用这种系统。应该指出，图 4-1（*a*）与（*b*）在接线上的区别在于前者音频信号线（*A*）与视频信号线（*V*）（若使用电视）是分开走线的；后者音频信号线（*A*）与视频信号线（*V*）则均汇接入 AV 放大器，同时都从 AV 放大器输出。

（二）以调音台为中心的专业音响系统

图 4-2 是其典型的系统图，图中左侧为节目源和话筒输入，调音台是调音和控制中心，其输出经均衡器（用于校正房间声学缺陷而进行频率补偿）、反馈抑制器（用于防止因声反馈而引起的啸叫）、压限器（这里主要用于防止输出过载以保护功放和音箱）和功放的功率放大，以推动音箱放声。调音台另一路输出给返听音箱，供主席台发言人或演员监听。如果系统同时具有影像设备（如歌舞厅、AV 会议室等），则如图中下部所示，将视频信号 *V* 引至电视机或投影电视。调音台所接的效果器用于传声器发言者作声音润色使用。

三、常 用 音 响 设 备

1. 传声器

传声器俗称话筒、麦克风，它的作用是将声音信号转变为电信号。目前常用的传声器是动圈式和电容式。动圈式传声器结构牢固耐用、工作稳定，性能高、中、低各档都有，应用广泛；电容式传声器频响好、音色柔和，但价贵，而且须为它提供直流极化电源（可由调音台幻像供电），故多用于音质要求高的场合。

传声器的性能指标主要有：频率响应（高保真的最低要求为 50～12500Hz）、灵敏度、指向性、输出阻抗、等效噪声级（≤26dB）和动态范围等。会议、演出等场合都用低阻的心形或超心形指向性的传声器。

传声器国外的著名厂家和品牌有：德国的 NEUMANN（纽曼）、SENNHEISER（森海塞尔），美国的 SHURE（思雅、舒尔）、EV（电声），奥地利的 AKG 和日本的 SONY、铁三角等。其中 SHURE 话筒因其质量较好，价格适中，用得最多。

此外，还有无线传声器，它按载波频率分为 VHF 型和 UHF 型。由于 VHF 型容易受干扰，所以要求高时都采用 UHF 型无线传声器。

2. 调音台

调音台是一种多路输入、多路输出的调音控制设备，它将多路信号进行放大、混合、分配、音质修饰和音响效果加工。它的输入路数有 4～56 路等，常用 8 路、12 路、16 路、24 路。24 路以上属于大型调音台，并具有编组和矩阵输出等功能。

调音台分为录音用调音台、扩声用调音台、迪斯科专用调音台（DJ 混音台）等。录音调音台属最高档，而会议、演出等一般是使用扩声调音台。生产调音台的厂家和品牌很多，常用扩声调音台的品牌有：SOUNDCRAFT（声艺）、MACKIE（美奇）、SOUNDTRACK（声迹）、DDA、ALLEN&HEATH（艾伦赫赛）、YAMAHA（雅马哈）、SONY（索尼）等。选用调音台除了要求质量可靠之外，主要应注意调音台的输入路数和输出路数是否满足使用需要。

3. 功率放大器

功放的作用是功率放大，输出足够的功率以推动音箱放声。因此，选用功放主要是看输出功率，此外还要看其有哪些保护措施。功放输出功率应等于或大于音箱总功率。如果条件许可，在扬声器系统选定后，应选用输出功率比扬声器系统大 30% 的功率放大器，

这样可使功放不工作在极限状况，并且对音乐节目中的瞬态峰值信号有较大的宽容度，避免产生削顶失真。

生产专业功放的厂家和品牌很多，比较著名的厂家有：美国的 CROWN（皇冠）、CREST（高峰）、QSC、BGW、EV 等。国内功放也有不错的产品，可以配合使用，而且价格比进口同类功放低得多。专业功放多为双功放（组装在一起）。顺便指出，家用功放（包括 Hi-Fi 功放）是不能用于专业音响系统的。

4. 扬声器系统（音箱）

扬声器系统又称音箱、扬声器箱。它的作用是将音频电能转换成相应的声能。由于从音箱发出的声音是直接放送到人耳，所以其性能指标将影响到整个放声系统的质量好坏。

音箱可分家用音箱和专业音箱两大类，一般说来，两者不能混用。家用音箱主要用于家庭音响系统放音，一般用于面积小、听众少、环境安静的场合；在设计上追求音质的纤细、层次分明、解析力强；外形较为精致、美观；放音声压不太高，承受的功率较小，音箱的功率一般不大于 100W，灵敏度≤92dB/W·m，专业音箱主要用于厅堂扩声等的专业音响系统放音，一般用于面积大、听众多、环境嘈杂的公众场所，具有较大功率、较高灵敏度（一般≥98dB/W·m）、结构牢固结实、便于吊挂使用，以达到强劲乃至震撼的音响效果；与家用音箱相比，它的音质偏硬，外形也不甚精致。但在专业音箱中的监听音箱，其性能与家用音箱较为接近，外形也比较精致、小巧，所以这类监听音箱常常被家用音响系统采用。

专业音箱按频带分为：全频带音箱、低音音箱和超低音音箱等；按用途分为：主扩声音箱、监听音箱（供调音师用）、返听音箱（舞台监听音箱，供演员等用）等。主扩声音箱面向观众席扩声，因此其性能对整个系统的放音质量影响重大，故对其选择十分严格、慎重。它可选用全频带音箱，也可选用全频带音箱加超低音音箱进行组合扩声。

专业音箱的性能指标主要有：频率响应、灵敏度、最大声压级、指向性和输出功率等。目前专业音箱主要用进口品牌，主要生产音箱的厂家有：美国的 Meyer Sound（美亚）、EAW、JBL、EV、BOSE、COMMUNITY（C 牌），法国的 NEXO（力素）、LACOUSTICS 等。

第二节　厅 堂 扩 声 系 统

一、厅堂扩声系统的分类

厅堂亦称大厅，包括音乐厅、影剧院、会场、礼堂、体育馆、多功能厅等。依使用对象的不同大体可将厅堂分为：

(1) 语言厅堂——主要供演讲、会议使用；

(2) 音乐厅堂——主要供演奏交响乐、轻音乐等使用；

(3) 多功能厅堂——供歌舞、戏曲、音乐演出，并兼作会议和放映电影等使用。

扩声系统的分类：

1. 按工作环境分类

可分为室外扩声系统和室内扩声系统两大类。室外扩声系统的特点是反射声少，有回声干扰，扩声区域大，条件复杂，干扰声强，音质受气候条件影响比较严重等。室内扩声系统的特点是对音质要求高，有混响干扰，扩声质量受房间的建筑声学条件影响较大。

2. 按工作原理分类

可分为单通道扩声系统、双通道立体声系统、多通道扩声系统等。

3. 按声源性质和使用要求分类

可将扩声系统分为：

(1) 语言扩声系统；

(2) 音乐扩声系统；

(3) 语言和音乐兼用的扩声系统。

二、扬声器的布置方式

1. 扬声器布置的要求

(1) 使全部观众席上的声压分布均匀；

(2) 多数观众席上的声源方向感良好，即观众听到的扬声器的声音与看到的讲演者、演员在方向上一致；

(3) 控制声反馈和避免产生回声干扰。

2. 扬声器的布置方式

可分集中式与分散式以及将这两个方式混合并用的三种方式，见图 4-3、图 4-4 和表 4-2。

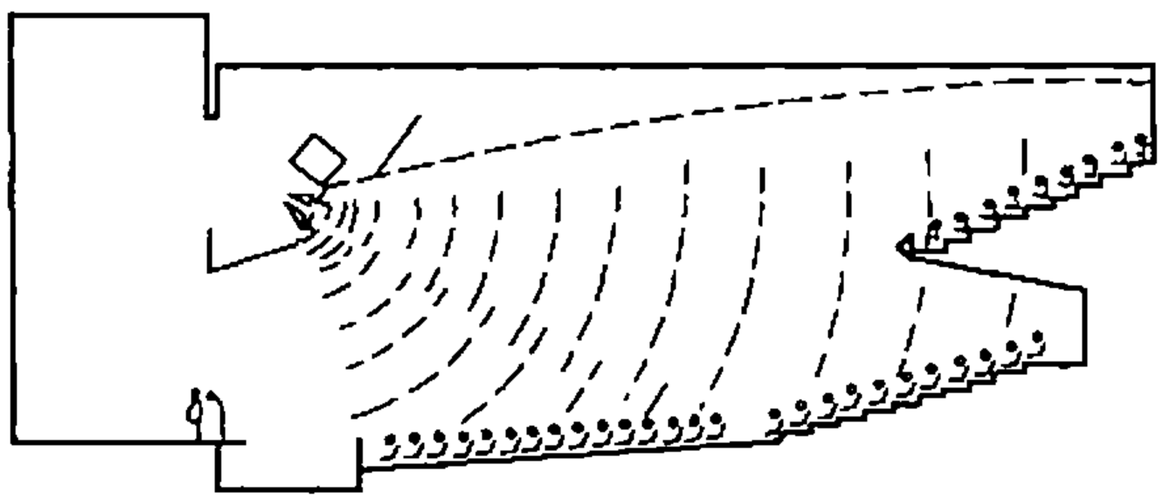


图 4-3　扬声器的集中式布置示意

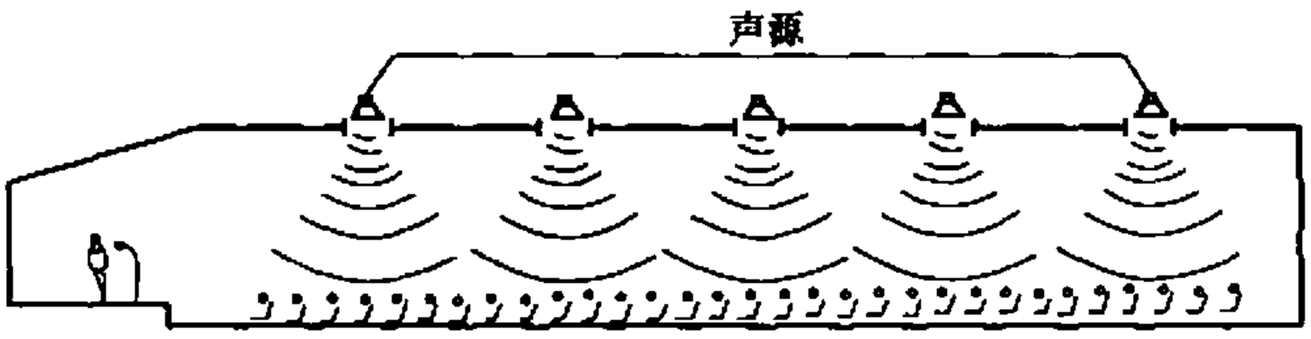


图 4-4　扬声器的分散式布置示意

扬声器各种布置方式的特点和设计考虑　　表 4-2

布置方式	扬声器的指向性	优　缺　点	适宜使用场合	设计注意点
集中布置	较　宽	(1) 声音清晰度好 (2) 声音方向感也好，且自然 (3) 有引起啸叫的可能性	(1) 设置舞台并要求视听效果一致者 (2) 受建筑体形限制不宜分散布置者	应使听众区的直达声较均匀，并尽量减少声反馈
分散布置	较尖锐	(1) 易使声压分布均匀 (2) 容易防止啸叫 (3) 声音清晰度容易变坏 (4) 声音从旁边或后面传来，有不自然感觉	(1) 大厅净高较低、纵向距离长或大厅可能被分隔几部使用 (2) 厅内混响时间长，不宜集中布置者	应控制靠近讲台第一排扬声器的功率，尽量减少声反馈；应防止听众区产生双重声现象，必要时采取延时措施

续表

布置方式	扬声器的指向性	优　缺　点	适宜使用场合	设计注意点
混合布置	主扬声器应较宽；辅助扬声器应较尖锐	(1) 大部分座位的声音清晰度好 (2) 声压分布较均匀，没有低声压级的地方 (3) 有的座位会同时听到主、辅扬声器两方向来的声音	(1) 挑台过深或设楼座的剧院等 (2) 对大型或纵向距离较长的大厅堂 (3) 各方向均有观众的视听大厅	应解决控制声程差和限制声级的问题；必要时应加延时措施，避免双重声现象

在观众厅中，采用集中与分散混合并用方式有以下几种情况：

(1) 集中式布置时，扬声器在台口上部，由于台口较高，靠近舞台的观众感到声音是来自头顶，方向感不佳。在这种情况下，常在舞台两侧低处或舞台的前缘布置扬声器，叫做“拉声像扬声器”。

(2) 厅的规模较大，前面的扬声器不能使厅的后部有足够的音量。特别是由于有较深的挑台遮挡，下部得不到台口上部扬声器的直达声。在这种情况下，常在挑台下顶棚上分散布置辅助扬声器，为了维持正常的方向感，辅助扬声器前加延时器。

(3) 在集中式布置之外，在观众厅顶棚、侧墙以至地面上分散布置扬声器。这些扬声器用于提供电影、戏剧演出时的效果声或接混响器，增加厅内的混响感。

表 4-2 列出各种布置方式的特点和设计注意点。

3. 若干类型厅堂的扬声器布置考虑

对于体育场的扬声器布置应考虑以下二点：

(1) 当周围环境对体育场的噪声限制指标要求较高而难以达到的，观众席的扬声器宜分散布置，对运动场地的扬声器宜集中布置。

(2) 周围环境对体育场的噪声限制要求不高时，扬声器组合宜集中设置。集中布置时，应合理控制声线投射范围，并尽量减少声外溢，降低对周围环境的噪声干扰。

在厅堂类建筑物集中布置扬声器时，宜符合下列规定：

(1) 扬声器（或扬声器系统）至最远听众的距离不应大于临界距离的 3 倍。

(2) 扬声器（或扬声器系统）至任一只传声器之间的距离宜尽量大于临界距离。

(3) 扬声器的轴线不应对准主席台（或其他设有传声器之处）；对主席台上空附近的扬声器（或扬声器系统）应单独控制，以减少声反馈。

(4) 扬声器（或扬声器系统）布置的位置应和声源的视觉位置尽量一致。

对广场类室外扩声，扬声器（或扬声器系统）的设置宜符合下列规定：

(1) 满足供声范围内的声压级及声场均匀度的要求。

(2) 扬声器（或扬声器系统）的声辐射范围应避开障碍物。

(3) 控制反射声或因不同扬声器（或扬声器系统）的声程差引起的双重声，应在直达声后 50ms 内到达听众区。

三、厅堂扩声系统的特性要求

对于厅堂扩声系统的技术指标规范，原广电部和建设部分别颁布了《厅堂扩声系统声学特性指标》（GYJ25—86）、《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T 16—92）的技术标准。该标

准给出了音乐扩声系统、语言和音乐兼用的扩声系统以及语言扩声系统的声学特性分类等级指标。

2006年，又在原广电部标准《厅堂扩声系统声学特性指标》（GYJ 25—86）的基础上，经修改、扩充编制了国家标准《厅堂扩声系统设计规范》（GB 50371—2006），并于2006年5月1日实施。该标准将厅堂扩声系统分为三类：文艺演出类、多用途类和会议类，其声学特性指标和传输频率特性曲线分别如表4-3和图4-5所示。

文艺演出类扩声系统声学特性指标　　**表4-3（*a*）**

等级	最大声压级（dB）	传输频率特性	传声增益（dB）	稳态声场不均匀度（dB）	早后期声能比（可选项）（dB）	系统总噪声级
一级	额定通带*内：大于或等于106dB	以80～8000Hz的平均声压级为0dB，在此频带内允许范围：－4dB～+4dB；40－80Hz和8000～16000Hz的允许范围见图4-5（*a*）	100～8000Hz的平均值大于或等于－8dB	100Hz时小于或等于10dB；1000Hz时小于或等于6dB；8000Hz时小于或等于+8dB	500－2000Hz内1/1倍频带分析的平均值大于或等于+3dB	NR-20
二级	额定通带内：大于或等于103dB	以100～6300Hz的平均声压级为0dB；在此频带内允许范围：－4dB～+4dB；50－100Hz和6300～12500Hz的允许范围见图4-5（*b*）	125～6300Hz的平均值大于或等于－8dB	1000Hz、4000Hz小于或等于+8dB	500～2000Hz内1/1倍频带分析的平均值大于或等于+3dB	NR-20

多用途类扩声系统声学特性指标　　**表4-3（*b*）**

等级	最大声压级（dB）	传输频率特性	传声增益（dB）	稳态声场不均匀度（dB）	早后期声能比（可选项）（dB）	系统总噪声级
一级	额定通带内：大于或等于103dB	以100～6300Hz的平均声压级为0dB，在此频带内允许范围：－4dB～+4dB；50～100Hz和6300～12500Hz的允许范围见图4-5（*c*）	125～6300Hz的平均值大于或等于－8dB	1000Hz时小于或等于6dB；4000Hz时小于或等于+8dB	500～2000Hz内1/1倍频带分析的平均值大于或等于+3dB	NR-20
二级	额定通带内：大于或等于98dB	以125～4000Hz的平均声压级为0dB；在此频带内允许范围：－6dB～+4dB；63～125Hz和4000～8000Hz的允许范围见图4-5（*d*）	125～4000Hz的平均值大于或等于－10dB	1000Hz、4000Hz时小于或等于+8dB	500～2000Hz内1/1倍频带分析的平均值大于或等于+3dB	NR-25

会议类扩声系统声学特性指标　　表 4-3（c）

等级	最大声压级（dB）	传输频率特性	传声增益（dB）	稳态声场不均匀度（dB）	早后期声能比（可选项）（dB）	系统总噪声级
一级	额定通带内：大于或等于 98dB	以 125 ~ 4000Hz 的平均声压级为 0dB，在此频带内允许范围：－6dB ~ +4dB；63 ~ 125Hz 和 4000 ~ 8000Hz 的允许范围见图 4-5（e）	125 ~ 4000Hz 的平均值大于或等于 －10dB	1000Hz、4000Hz 时小于或等于 +8dB	500 ~ 2000Hz 内 1/1 倍频带分析的平均值大于或等于 +3dB	NR-20
二级	额定通带内：大于或等于 95dB	以 125 ~ 4000Hz 的平均声压级为 0dB；在此频带内允许范围：－6dB ~ +4dB；63 ~ 125Hz 和 4000 ~ 8000Hz 的允许范围见图 4-5（f）	125 ~ 4000Hz 的平均值大于或等于 －12dB	1000Hz、4000Hz 小于或等于 +10dB	500 ~ 2000Hz 内 1/1 倍频带分析的平均值大于或等于 +3dB	NR-25

注：*额定通带是指优于表 4-5（a）、（b）、（c）中传输频率特性所规定的通带。

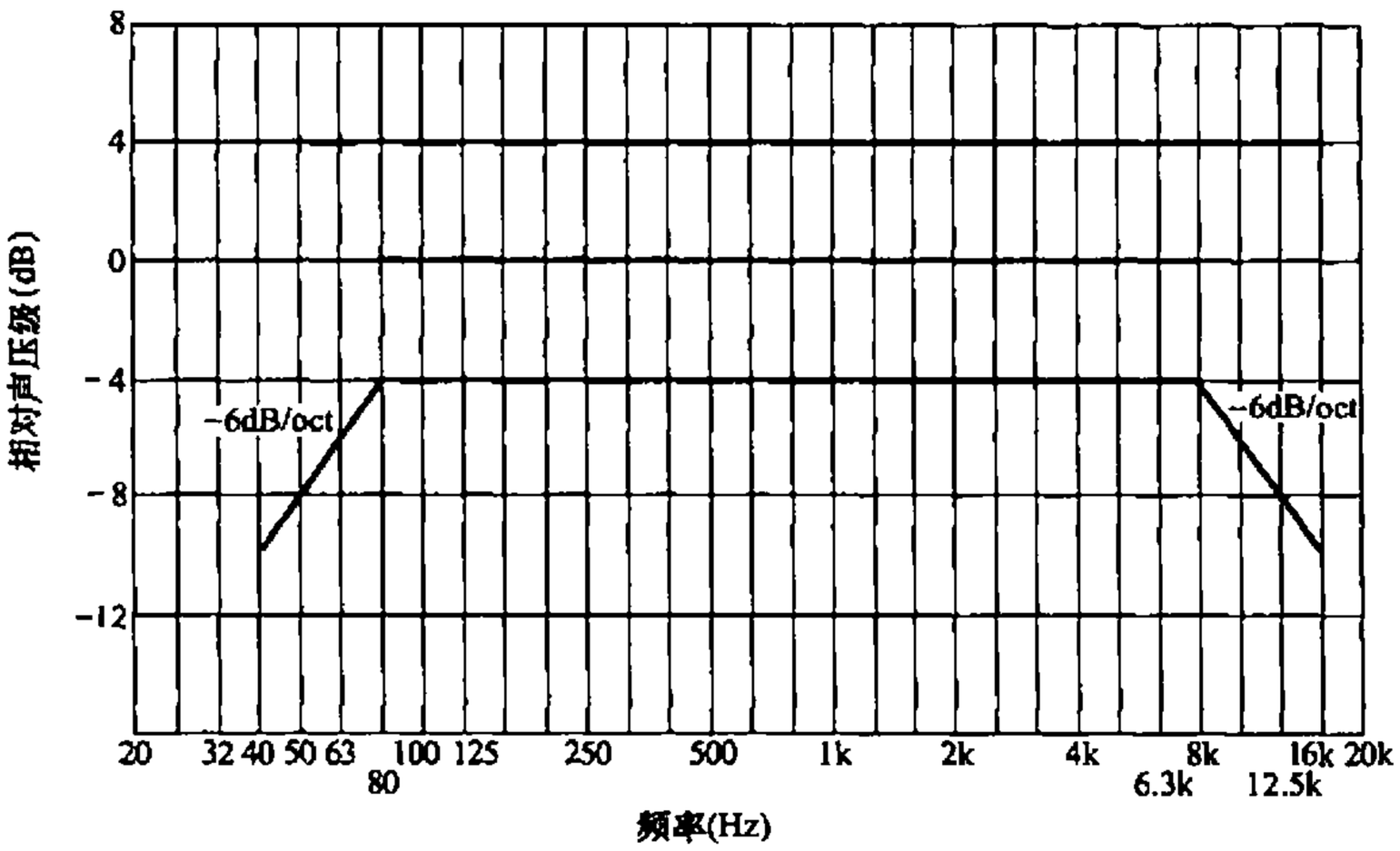


图 4-5（a）文艺演出类一级传输频率特性范围

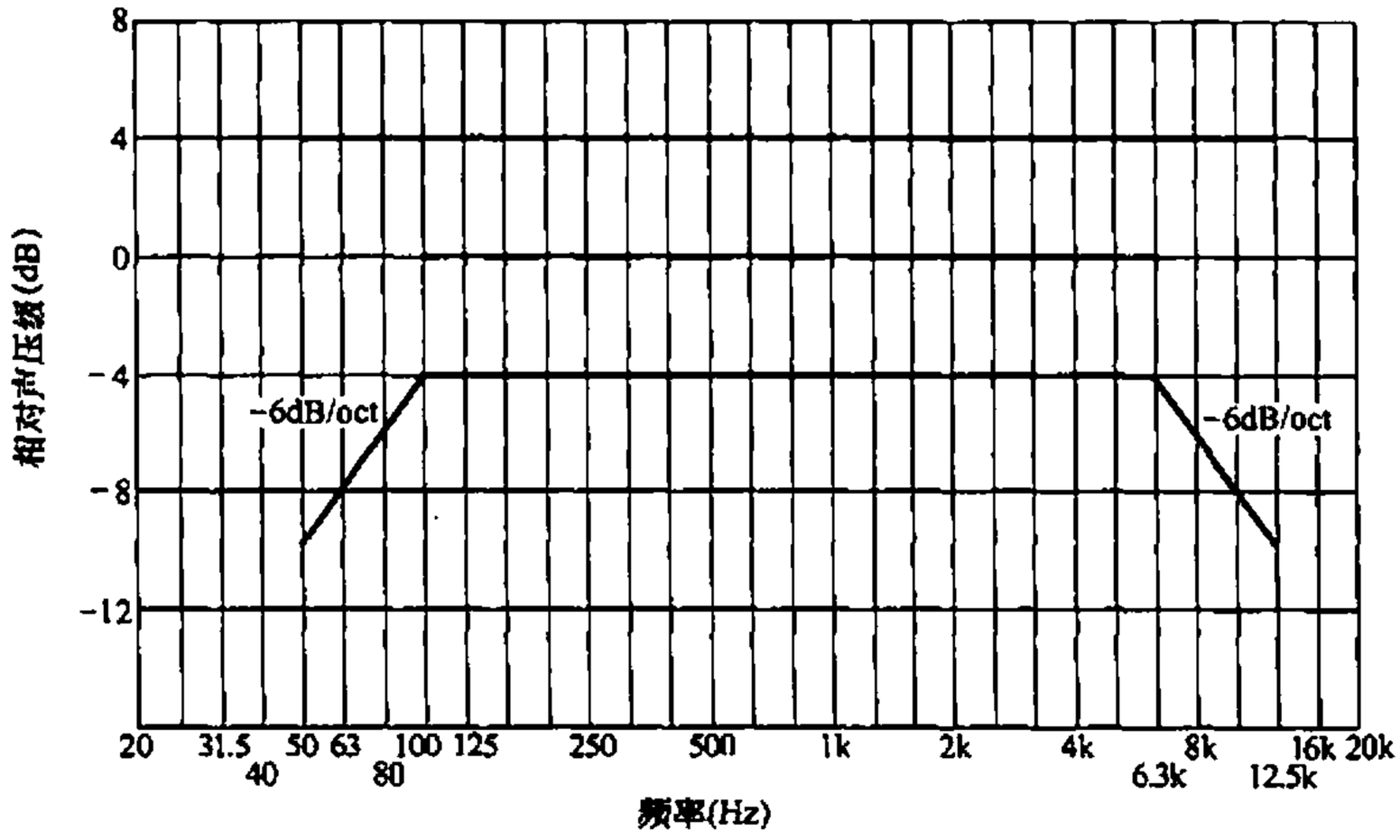


图 4-5（b）文艺演出类二级传输频率特性范围

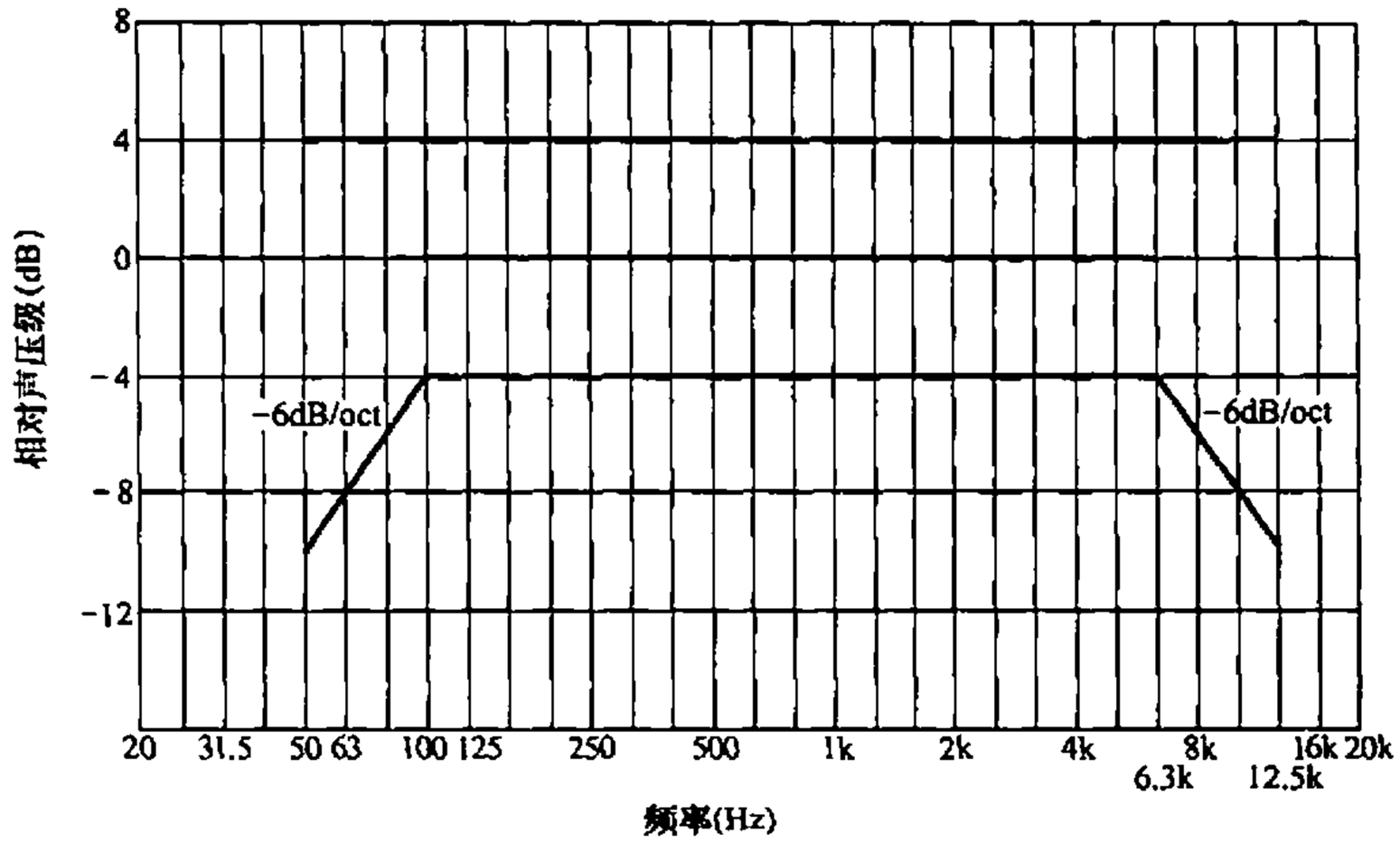


图 4-5（c）多用途类一级传输频率特性范围

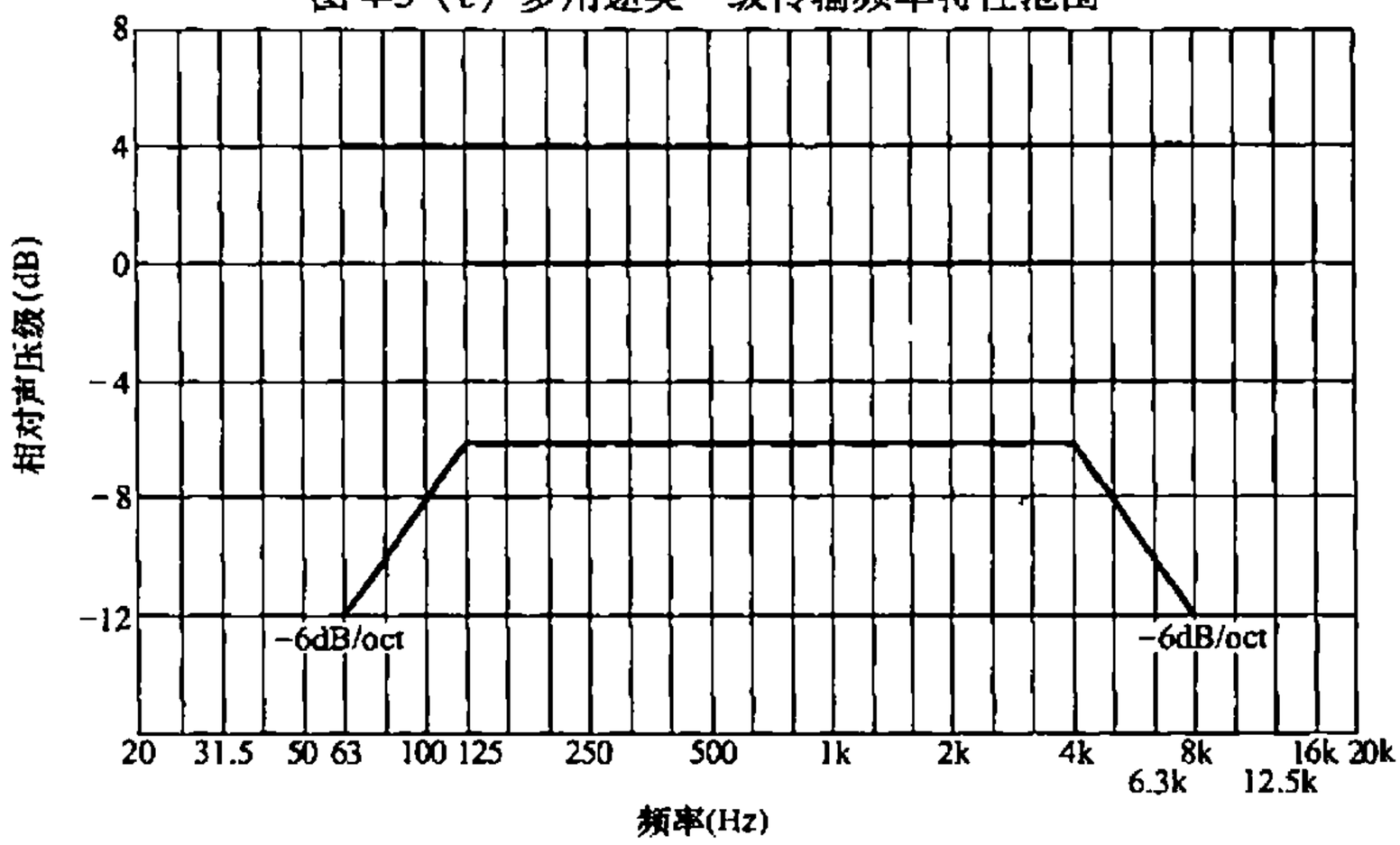


图 4-5（d）多用途类二级传输频率特性范围

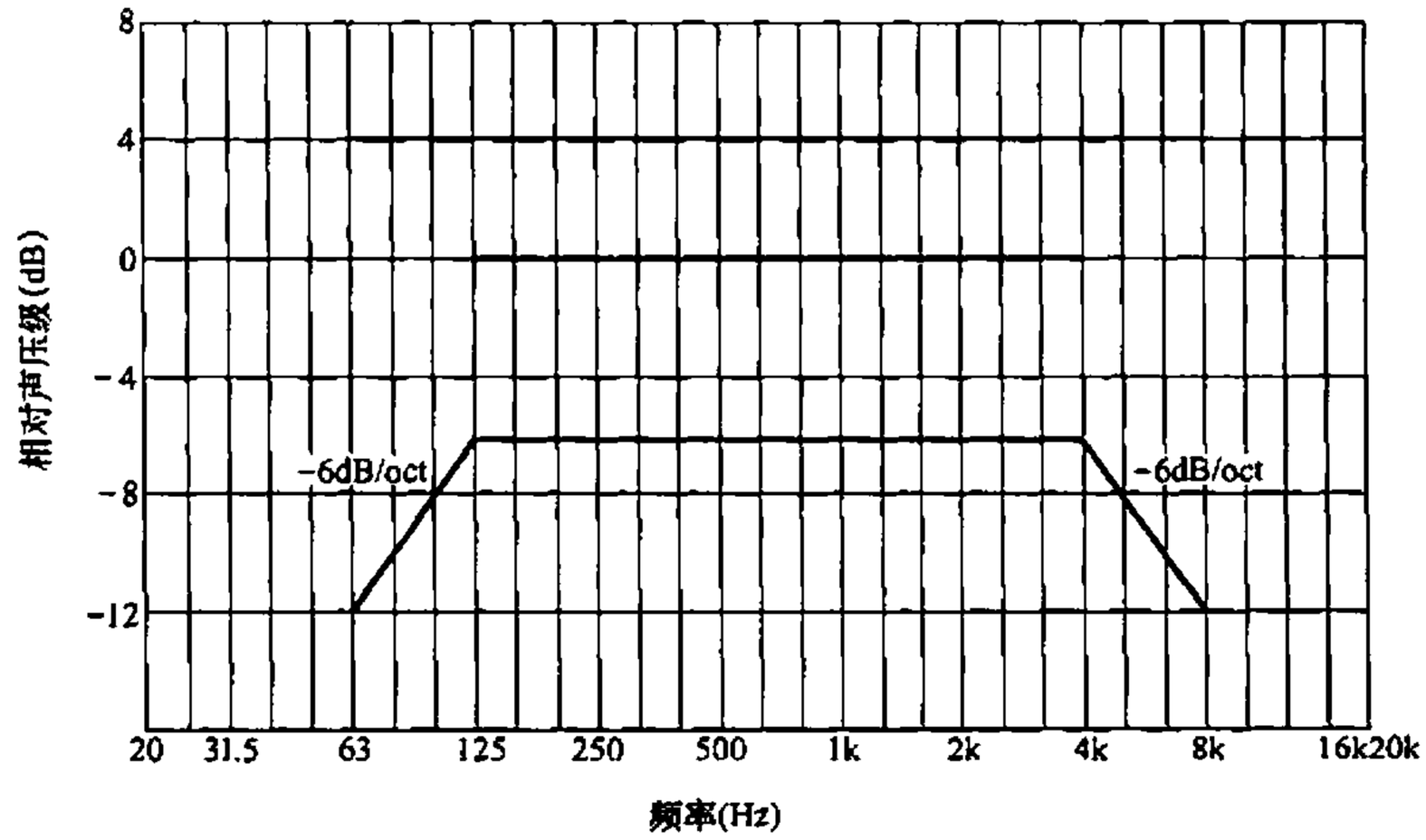


图 4-5（e）会议类一级传输频率特性范围

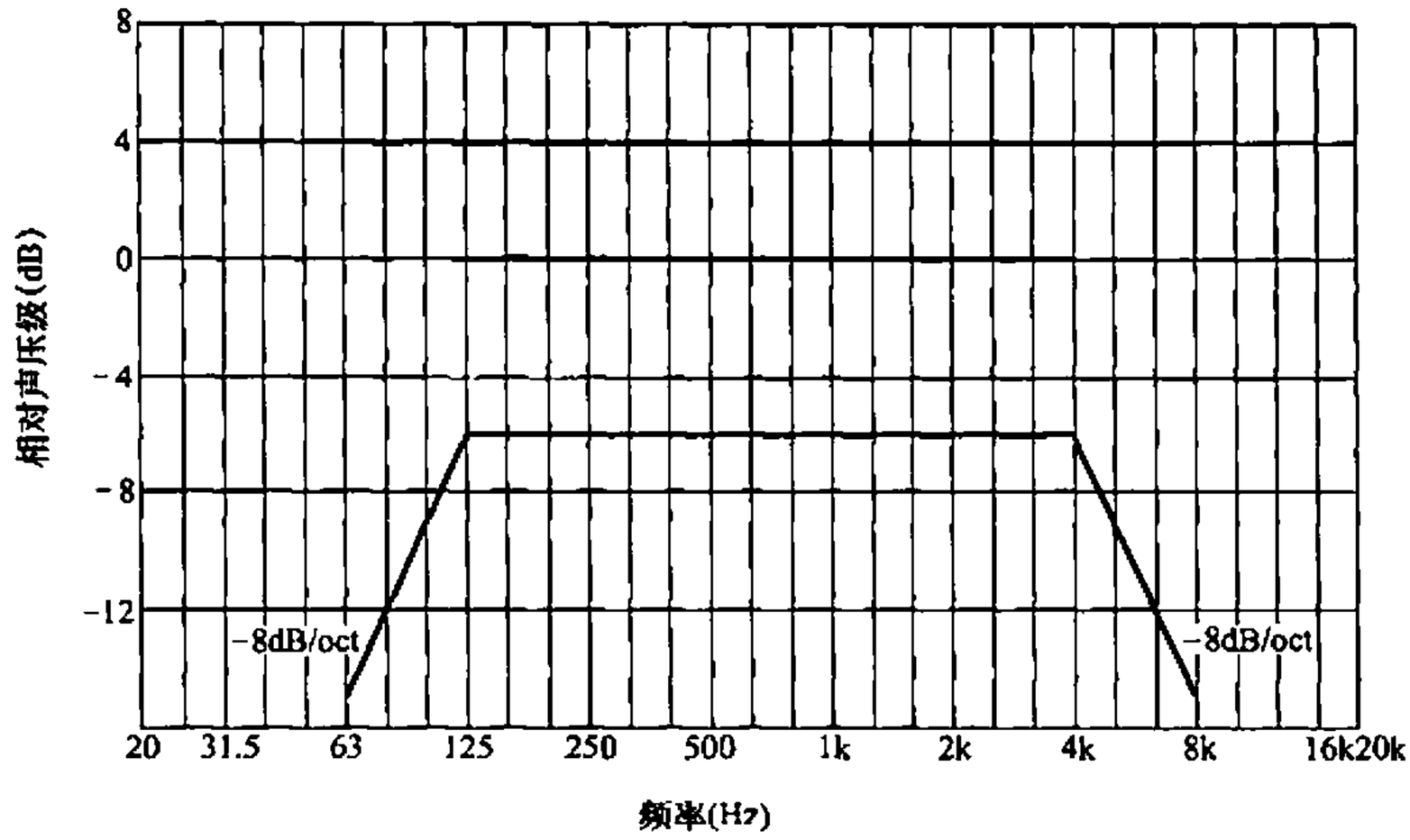


图 4-5（*f*）会议类二级传输频率特性范围

四、卡拉 OK 歌舞厅音响系统的性能指标

文化部在《卡拉 OK、歌舞厅扩声系统声学特性指标及测量方法》（WH0201—93）标准中规定：歌舞厅、卡拉 OK 厅扩声系统声学特性指标分两级，歌舞厅分三级，迪斯科舞厅分两级，具体要求如下：

（1）歌厅、卡拉 OK 厅扩声系统性能指标（表 4-4）；

（2）歌舞厅扩声系统特性指标（表 4-5）；

（3）迪斯科舞厅扩声系统声学特性指标分为一、二级，具体指标见表 4-6。

歌厅、卡拉 OK 厅扩声系统声学特性指标　　表 4-4

等　级	声学特性					
	最大声压级	传输频率特性	传声增益	声场不均匀度	总噪声级/dB（A）	失真度
一　级	100～6300Hz ≥103dB	40～12500Hz 以 80～8000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−8dB，且在 80～8000Hz 内允许 ≤±4dB	125～4000Hz 的平均值 ≥−6dB	100Hz≤10dB 1000Hz, 6300Hz ≤8dB	35	5%
二　级（一级卡拉 OK 厅）	125～4000Hz ≥98dB	63～8000Hz 以 125～4000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−10dB，且在 125～4000Hz 内允许 ≤±4dB	125～4000Hz 的平均值 ≥−8dB	1000Hz, 4000Hz ≤8dB	40	10%
二级卡拉 OK 厅（卡拉 OK 包间）	250～4000Hz ≥93dB	100～6300Hz 以 250～4000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−10dB，且在 250～4000Hz 内允许 +4～−6dB	250～4000Hz 的平均值 ≥−10dB.	1000Hz, 4000Hz ≤12dB 卡拉 OK 包间不考核	40	13%

歌舞厅扩声系统声学特性指标　　表 4-5

等　级	声学特性					
	最大声压级	传输频率特性	传声增益	声场不均匀度	总噪声级/dB（A）	失真度
一　级	100～6300Hz ≥103dB	40～12500Hz 以 80～8000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−8dB，且在 80～8000Hz 内允许 ≤±4dB	125～4000Hz 的平均值 ≥−8dB	100Hz≤10dB 1000Hz, 6300Hz ≤8dB	40	7%
二　级	125～4000Hz ≥98dB	63～8000Hz 以 125～4000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−10dB，且在 125～4000Hz 内允许 ≤±4dB	125～4000Hz 的平均值 ≥−10dB	1000Hz, 4000Hz ≤8dB	40	10%
三　级	250～4000Hz ≥93dB	100～6300Hz 以 250～4000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−10dB，且在 250～4000Hz 内允许 +4～−6dB	250～4000Hz 的平均值 ≥−10dB	1000Hz, 4000Hz ≤12dB	45	13%

注：1. 一级歌舞厅声场不均匀度舞池与座席分别考核。

2. 二、三级歌舞厅除噪声外所有指标仅在舞池测试。

迪斯科舞厅扩声系统声学特性指标　　表 4-6

等　级	声学特性					
	最大声压级	传输频率特性	传声增益	声场不均匀度	总噪声级/dB（A）	失真度
一　级	100～6300Hz ≥110dB	40～12500Hz 以 80～8000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−8dB，且在 80～8000Hz 内允许 ≤±4dB	—	100Hz≤10dB 1000Hz, 6300Hz ≤8dB	40	7%
二　级	125～4000Hz ≥103dB	63～8000Hz 以 125～4000Hz 的平均声压级为 0dB，允许 +4～−10dB，且在 125～4000Hz 内允许 ≤±4dB	—	1000Hz, 4000Hz ≤8dB	45	10%

注：1. 歌舞厅扩声系统的声压级，正常使用应在 96dB 以下为宜，短时间最大声压级应控制在 110dB 以内。

2. 迪斯科舞厅的扩声系统声学特性指标，只在舞池考核。

五、歌舞厅混响时间（T_{60}）的要求

（1）歌舞厅合适混响时间（500Hz）T（s）与厅容积 V（m^3）的关系见图 4-6。

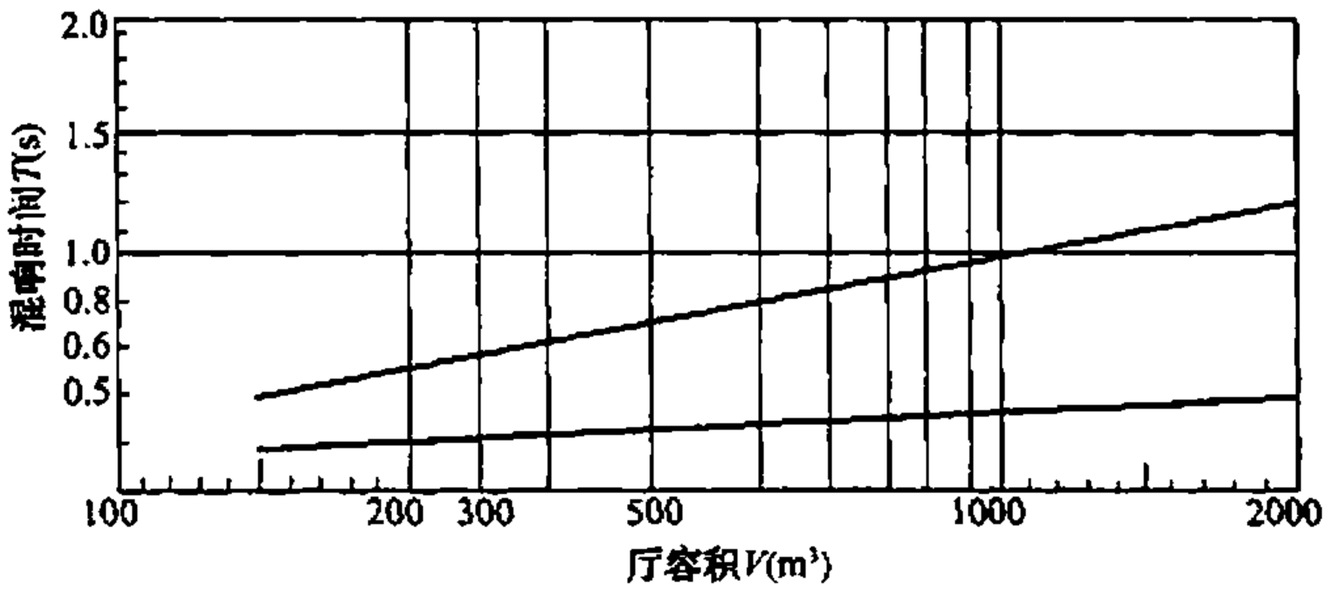


图 4-6　歌舞厅混响时间的范围

（2）歌舞厅各频率混响时间与500Hz混响时间的比值如表4-7所示。

歌舞厅各频率混响时间与500Hz混响时间的比值　　表4-7

频率/Hz	比　值	频率/Hz	比　值
125	1.0~1.4	2000	0.8~1.0
250	1.0~1.2	4000	0.7~1.0

（3）房间较小的卡拉OK厅和KTV包房，可参照听音室或音乐欣赏室的要求和指标进行设计。听音室按其用途有两种：一种是供评判监听用，另一种是供音乐欣赏用。对于评判监听使用，要求房间对评判监听活动的干扰小，混响时间要短些；对于音乐欣赏使用，一般要求多一点音乐气氛，混响时间稍长些，并注意照明和室内装饰等。近来随着大屏幕电视的发展，还兴起影像和音响兼顾的AV视听室（包括环绕声系统听音室）。国际电工委员会（IEC）参照欧洲的家庭听音室，对听音室的大小和混响时间等提出了IEC29—B标准，如表4-8所示，可供参考。一般房间为矩形，也可设计成稍呈梯形的四边形，房间不宜采用正方形，或过于窄长形态。混响时间一般取为0.3~0.6s。

IEC29—B的听音室规格　　表4-8

高度/m	2.75±0.25	内部装饰	音箱前的地面：无地毯。音箱背后与顶棚：呈反射性。音箱的对面：呈吸声性	
长度/m	6.6±0.6			
宽度/m	4.4±0.4	混响时间	频率/Hz	混响时间/s
房间容积/m^3	80±20		100	0.4~1.0
			400	0.4~0.6
尺寸比	1（高）:2.4（长）:1.6（宽）		1000	0.4~0.6
			8000	0.2~0.6

第三节　扩声系统的音箱布置

一、立体声的音箱布置

（一）一般考虑

现代音响系统有单声道、双声道立体声和环绕声等，现代节目源普遍采用立体声。因此在卡拉OK、歌舞厅中的音箱布局往往以双声道立体声为基础发展而来，这样就可以放送立体声，即使放送单声道，其效果也很好。应该指出，音箱的布局应与厅室结构和室内条件统一考虑，由于房间情况各不相同，音箱布置方式也不尽相同，主要以实际放音效果为准，不必强求一律。这里着重说明音箱布局的一般原则。

首先，要求音箱左右两侧在声学上对称。这里是指两侧声学性能的对称，而不是视觉上的对称。例如，一面是砖墙，另一面是关闭的玻璃窗，尽管看上去两侧不对称，但就声反射等的声学性能而言两者还是相近的；但若一面为砖墙，另一面为透声材料（如薄木板或打开的窗），那就不对称了。此时应在木板一面尽可能减少声音走失，或在砖墙一面铺设吸声材料，使两面尽量平衡。

图4-7（*a*）、（*b*）是在左右两面声学对称的房间内一对音箱的布置方式。一对音箱是

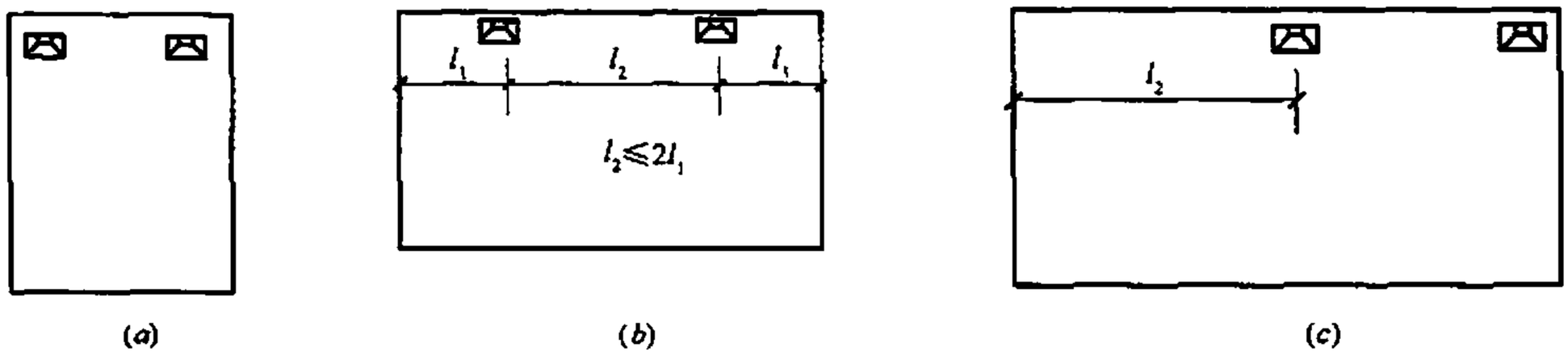


图 4-7　矩形房间的音箱布置

放在房间长边还是短边，并无定论，主要视房间布置方便而定，通常图 4-7（*b*）容易布置些。两个音箱的距离，对一般房间，以 1.5～2m 为宜。在听音人数多时，可增大到 2.5～3.2m。为了减少侧墙反射对节目音质的影响，音箱不能太靠近两边侧墙，一般要求距离侧墙在 0.5m 以上。如果离侧墙足够远，例如图 4-7（*b*）中的 $l_1 \geqslant \frac{l_2}{2}$（如 l_1 为几米），则侧墙的影响可以忽略不计，即可以不管两侧声学性能是否对称。因此，在长方形房间内，一对音箱若按图 4-7（*c*）所示放置也是可以的，这时左侧壁是什么声学性能均可，而右侧壁应铺有良好的吸声材料或幕布。

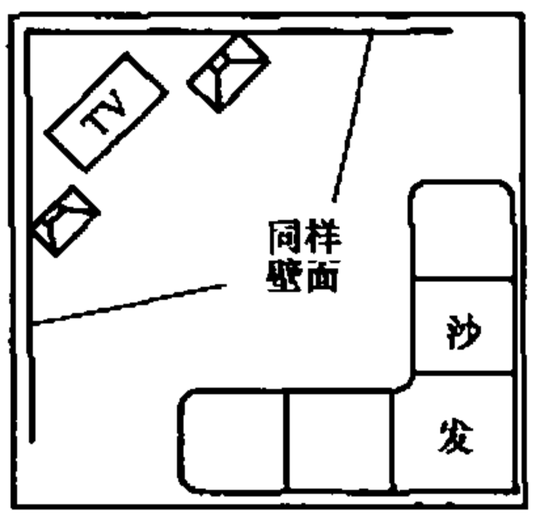


图 4-8　正方形房间音箱角对称布置

正方形或接近正方形的房间在声学上是不理想形状的房间，容易引起声染色效应，这时比较好的音箱布置是以角为中心的对称布置，如图 4-8 所示，并且最好在墙壁上铺以吸声材料。

关于音箱布置和最佳听音位置，一般说来，最佳听音位置是在与一对音箱分别处于等边三角形的一个顶点上，即与两音箱的张角成 60°。著名声学家 H.F.Olson 推荐如图 4-9 所示的音箱布置和最佳听音范围。图中 *A* 点与两音箱的张角为 60°。一般听音点与音箱的张角在 50°以上为好。但听音者若离音箱太近，则声像群难以正确地展开，不过也不能离得太远，否则两组音箱等于合并成一组，变成了单声道听音。

为了利用早期反射声，通常听音房间在声源（音箱）一端的墙面，即听者面对的前墙面不设置强吸声材料而形成反射壁，以保持足够的反射声能，而后墙则做成高度吸声。这种布置有利于立体声声像展宽和响度感，但对声像定位和避免声染色有不利的影响。故也有人提出采用前墙和前侧墙都吸声而后墙铺以幕布的方式。利用幕布进行吸声处理是卡拉 OK、歌舞厅常用的简便方法。幕布应尽可能厚实些，其面积可以调节。一般幕布皱折越多，吸声效果越强。幕布不要贴墙挂，应与墙壁间距 10～20cm。

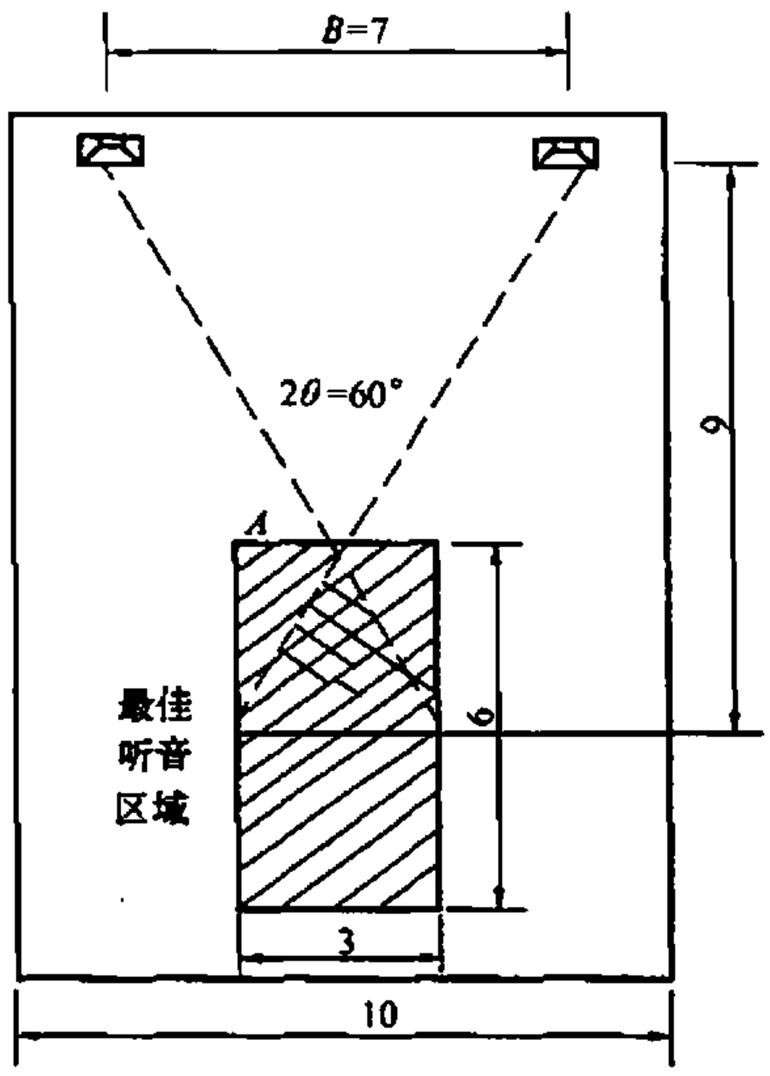


图 4-9　音箱布置和最佳听音范围

（二）音箱摆法及其对音质的影响

音箱的指向性是描述扬声器把声波散布到空间各个方向去的能力，通常用声压级随声波辐射方向变化的指向性图表示。音箱的指向性与频率密切相关。频率越高，声压分布越窄，指向性越强；频率越低，声压分布越宽，指向性越弱。一般在 250 ~ 300Hz 以下无明显的指向性，在 1.5kHz 以上指向性比较明显起来。频率越高，声波束越窄，在扬声器旁边听到的就越少。因此，如图 4-10（a）所示可以把音箱的指向性分低频、中频、高频三种情况：低频的指向性几乎是以音箱为中心的一个圆，表示各方向的声音一样响；中频的指向性比较明显，呈宽波束。当人们围绕音箱走动，正面轴向的声音最大，到达背面时声音的响度就逐渐降低；高频的声波辐射仅是正面轴向一宽束。音箱的水平指向性和垂直指向性大致都是这样。

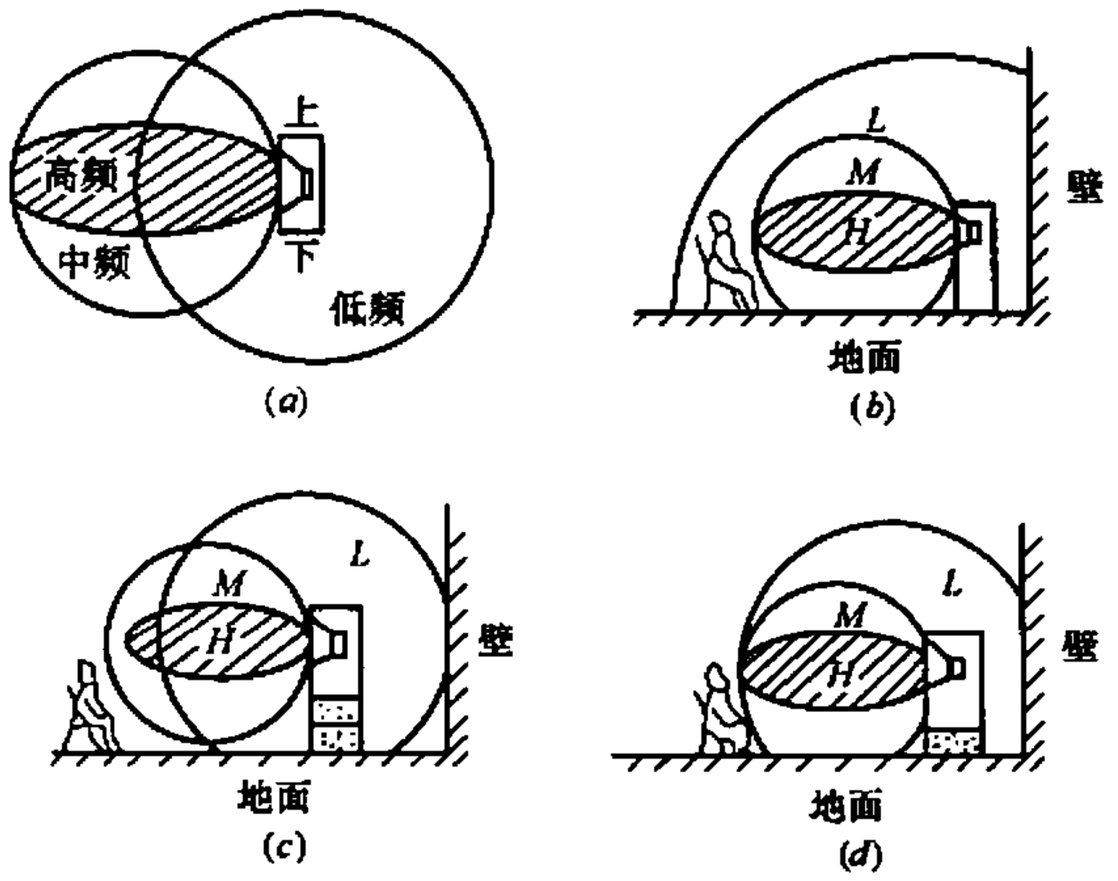


图 4-10　音箱位置对音质的影响

（a）音箱指向性；（b）直接放在地上（低频过分）；（c）离地和壁较远（低频不足）；（d）较好的位置（高、中、低频相称）

音箱的放置可以放在地上、书架上、桌上或挂在墙上，下面以常见的放在地上的情况进行说明，地板和墙壁通常为混凝土结构。如图 4-10（b）所示，如果将音箱直接放在地上，则由于低频声能量受地面、墙壁的大量反射而使低频声过强，从而不自然地加重了低音而引起轰鸣声。图 4-10（c）是离地面和墙壁都比较远的放法，这时由于低频声的能量反射弱，而感到低音不足。因此上述两种放法不妥，且还会使高频声不能有效地到达人耳。图 4-10（d）是比较适中的高度和位置，此时高频、中频、低频的能量相接近，而且考虑到背后墙壁和侧墙的反射，使中频和低频的能量比较适当。通常，这适当的高度大致是音箱的高频单元与聆听者的耳朵齐平，或者说音箱的台脚高度大致是低频单元的口径的 1 ~ 2 倍。音箱与背后墙壁的间距对一般家庭来说约为 10 ~ 20cm。

以上说明了音箱与地面、墙面的距离大小主要影响低音。音箱与墙、地面越靠近、低音增强越大。图 4-11 表示音箱的各种摆法对低音的影响。在图 4-11 中：

（1）为音箱孤立悬空在房间中央，离地板、墙壁、顶棚都有较大的距离。

（2）为音箱挂在墙上或埋在墙中，且离侧墙有一定距离，此时低音比（1）增强一倍。

（3）之（a）与（2）的情况相似，低音增强一倍，而（b）是音箱放在贴近后墙的地面上，低音将比（1）增强到 4 倍，即 12dB。

（4）是音箱放在贴墙的书架或立柜中的情况，它与（3）情况类似。

（5）是音箱放在地面的墙角处，低音将比（1）增强到 8 倍，即 18dB。低音之所以会增强的原因是因为原来（1）向 4π 空间发射的声能，在（2）~（5）中分别被集中在 2π、π、$\frac{\pi}{2}$的窄小空间内，因此低音的声能被增强了。低音增强起始频率与低音单元的口径大小有关，一般从 100Hz 或几百 Hz 开始。

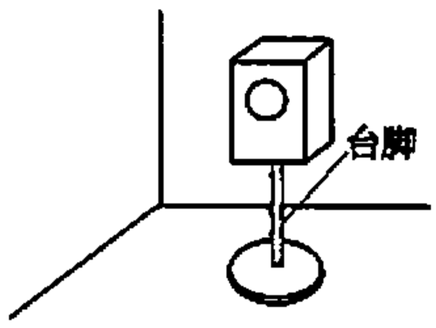
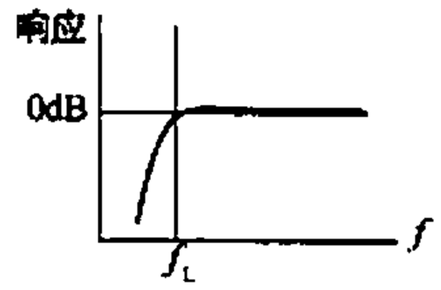
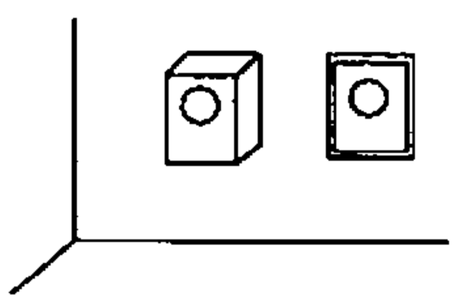
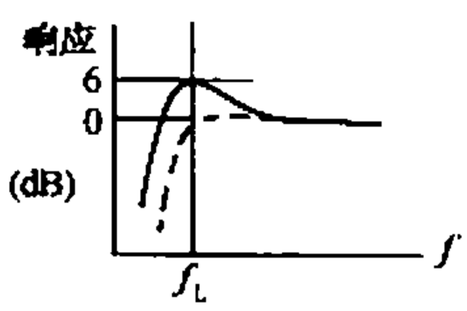
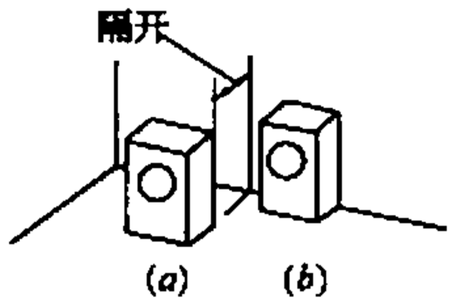
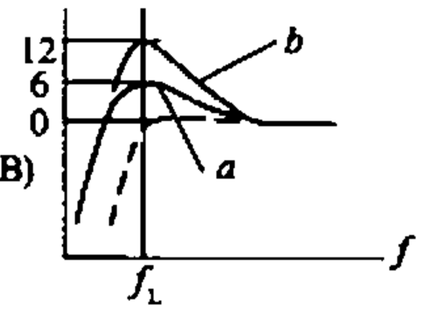
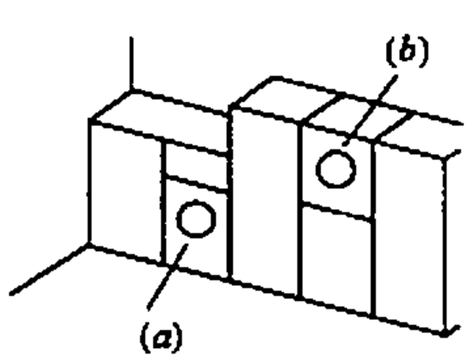
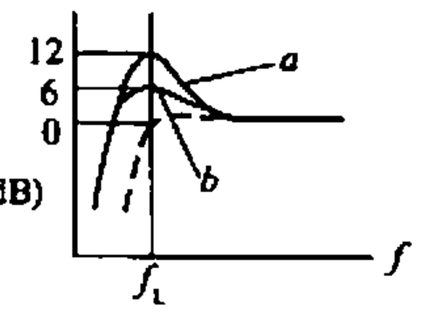
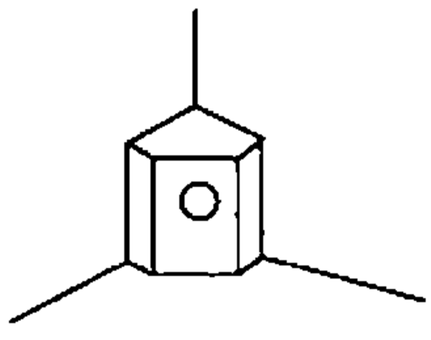
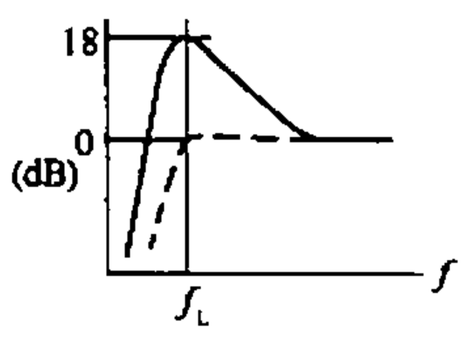
摆位 名称	摆　位	低频特性变化
(1) 位于中央		
(2) 挂在或 嵌入墙面		
(3) 放在边上		
(4) 放入柜箱		
(5) 置于墙角		

图 4-11　音箱摆位对低音的影响

因此，要想在听音房间中获得最佳的低音效果，必须进行多次尝试，变更音箱的摆法，这对容易引起低音“轰鸣”的房间尤为重要，有时音箱适当升高或稍离侧墙、后墙就会获得明显的改善。例如，若听音感觉明亮度差，声音含糊不清，这主要是由于低音过多，缺乏中高频等造成的，如果不是扬声器本身特性造成，则房间的驻波效应引起的轰鸣声是一个重要原因，特别是听音者背后墙壁的强反射所致。为此，可以把音箱面稍为向上，而且在背后墙壁放置吸声较好的书架和厚帘布。此外，还要注意靠近音箱的顶棚上的荧光灯或室内物体是否有共振产生，并防止音箱本身振动传至地板。

为了使音箱有适当的高度，通常在音箱下面设置台脚。台脚的材料有水泥、木材和铁

材等，不论何种材料，应以重而结实的为宜。不要使用中空的箱体作台脚，否则容易引起箱共鸣而造成中低音的轰鸣声。也可以用混凝土块作台脚，简单实用。台脚下的地板必须坚实，否则地板（例如木板）就成了振动板，会把音箱传来的低频振动增强，使音质变得混浊或含糊不清。如果地板是不坚实的木板，则应在台脚下放一块坚实的水泥板，并在音箱四角与台脚之间加橡胶垫等减振措施。

下面叙述各种歌舞厅的典型音箱布置方法。

二、卡拉 OK 歌厅的音箱布置

图 4-12 是卡拉 OK 歌厅的音箱和电视设备的一般布置示例。歌厅的面积约在 20～40m²。对于卡拉 OK 歌厅，由于面积较小和需要的音量比舞厅或歌舞厅小，故一般不必选用高声级、高灵敏度的大口径娱乐级音箱，而适宜采用声音较柔和而逼真的专业级监听音箱，例如 JBL4425 或 JBL4435 等，功放的功率可用 2×100W～2×200W。

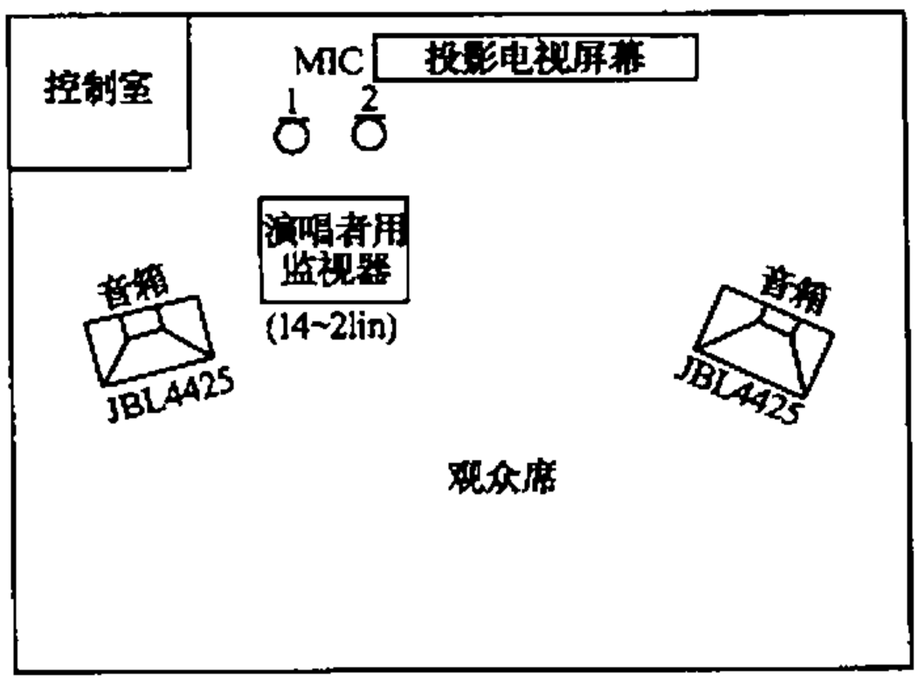


图 4-12　卡拉 OK 歌厅音箱和电视布置示例

对于卡拉 OK 歌厅，往往还须装设大屏幕电视机（监视器）或投影电视。如果歌厅面积较大，还须装设多台电视机或监视器。为此，音箱的摆放位置除了要注意防止声反馈引起的啸叫外，还要注意不要影响顾客观看电视图像。通常是将电视机和投影屏幕适当挂高一些，而将音箱放低一些。图中将音箱放在卡拉 OK 演唱者（话筒）的前面，就是为了防止声反馈而引起的啸叫。

三、以交谊舞为主的舞厅音箱布置

当舞厅设有舞台时，则音箱可放在舞台前方的两侧，如图 4-13 所示。图中厅堂面积约为 20m×10m＝200m²，可使用两组音箱，每组音箱为一个 200W 全频带组合音箱与一个 200W 低音音箱（放在下面）。音箱可平放，或面稍朝向舞池。当歌舞厅面积更大时，两侧音箱可以加倍并排放置。

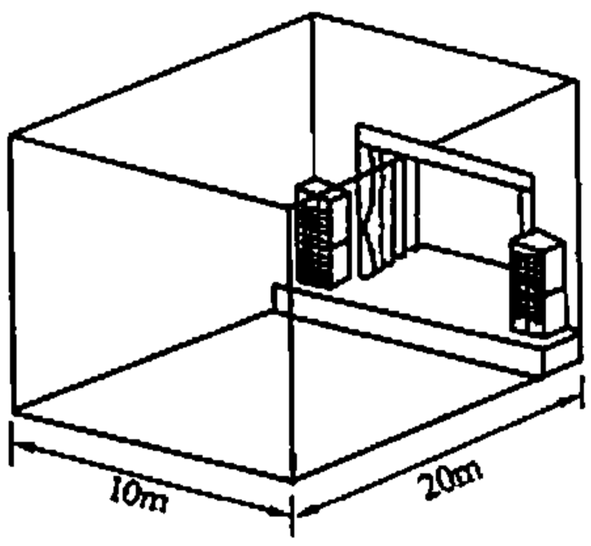


图 4-13　舞厅的音箱布置之一

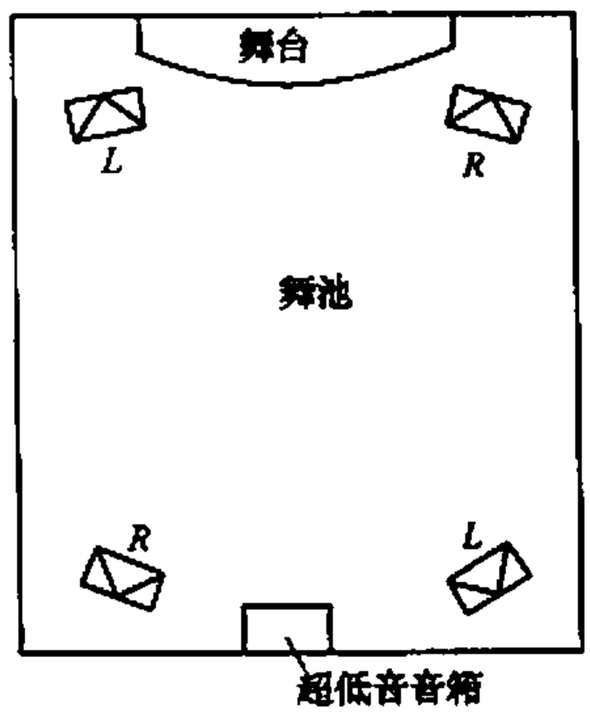


图 4-14　舞厅的音箱布置之二

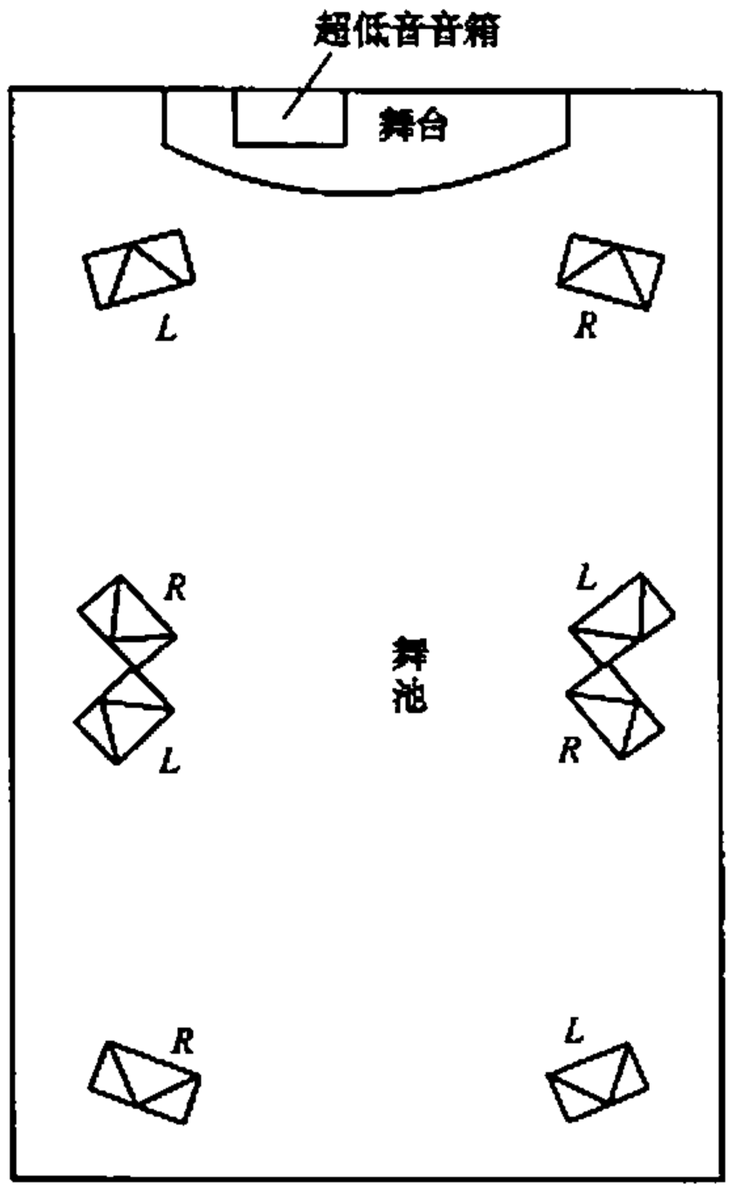


图 4-15　舞厅的音箱布置之三
（适于较长的舞厅）

也可以用四个音箱摆放在舞池的四角，如图 4-14所示，这时左（*L*）、右（*R*）声道以相对方式连接。如果舞厅很长，呈长方形，则可用八组音箱，左、右声道的接法如图 4-15 所示。图中的超低音音箱的摆位，原则上可放在任何位置，因为超低音无方向性，故放在地上、墙边均可，可通过实地试放若干位置而定。

四、迪斯科舞厅的音箱布置

对于迪斯科舞厅，常用 4 个或 8 个音箱吊装在舞池顶棚的四角，方向集中指向舞池中央，如图 4-16 所示，这样可使跳舞者感受到强劲的音响效果。有些舞厅还增加四个低音或超低音音箱，靠近地面放在舞池四角或两对侧，专门播放低音或超低音，效果更佳。当然，所配置的功率放大设备（尤其是提供给低音的功率）也要增加。上述的布置还有一个优点，就是利用扬声器的指向特性，加上四面墙壁的吸声材料和沙发等的吸声作用，使舞池四周的坐位附近不致出现过强的乐音，客人可以方便地稍事休息和交谈。为了适应演出的要求，必须在舞台前面两侧另外摆放两组高音、中音和低音音箱。这两组音箱用于播送歌手演唱和乐队伴奏的音乐信号。如果这个歌舞厅兼作卡拉 OK 演唱，那么这两组音箱也就兼作播放卡拉 OK 演唱和伴奏之用。

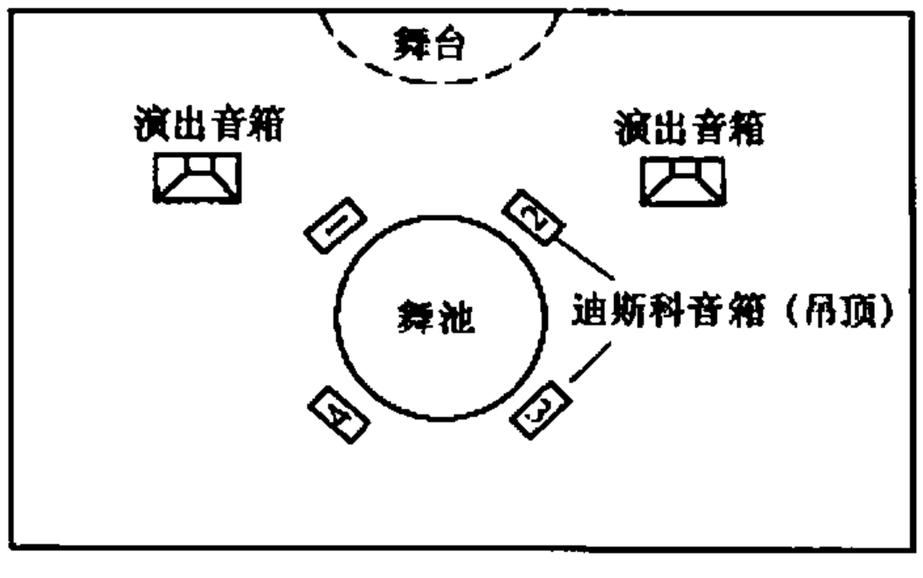


图 4-16　迪斯科舞厅的音箱布置

五、KTV 包房的音箱布置

对于 KTV 包房的音箱布置，与家庭听音的音箱布置相近似，可参照图 4-7 ~ 图 4-9 所述方法。当考虑电视和环绕声的效果时，可采用类似家庭影院的布置方式。图 4-17 表示用于家庭影院的 AV 放大器系统连接示意图，其中杜比 AC-3 的 5.1 声道分别为 L（左）、C（中）、R（右）、LS（左环绕）、RS（右环绕）及 SW（超低音）声道。此外，视频通道输出送往大屏幕彩电，当然也可接往投影电视。

图 4-18 表示 KTV 包房家庭影院式的音箱与电视机四种摆放方式，图中音箱为五个，按环绕立体声方式摆放，即前方为左、中、右三个音箱，后方为两个音箱。由于通常 KTV 包房的面积较小，一般也不要求按环绕立体声重放，因此图中只要左、右两路音箱即可，可省去前中和后方三个音箱。而前方左、右两音箱摆法可参照图 4-7 ~ 图 4-9 放置，例如对于正方形的 KTV 包房，其音箱和电视机（TV）可参照图 4-8 所示布置。

图 4-19 是不规则摆放房间内的另一种家庭影院或 KTV 包房音箱和彩电的布置示例。

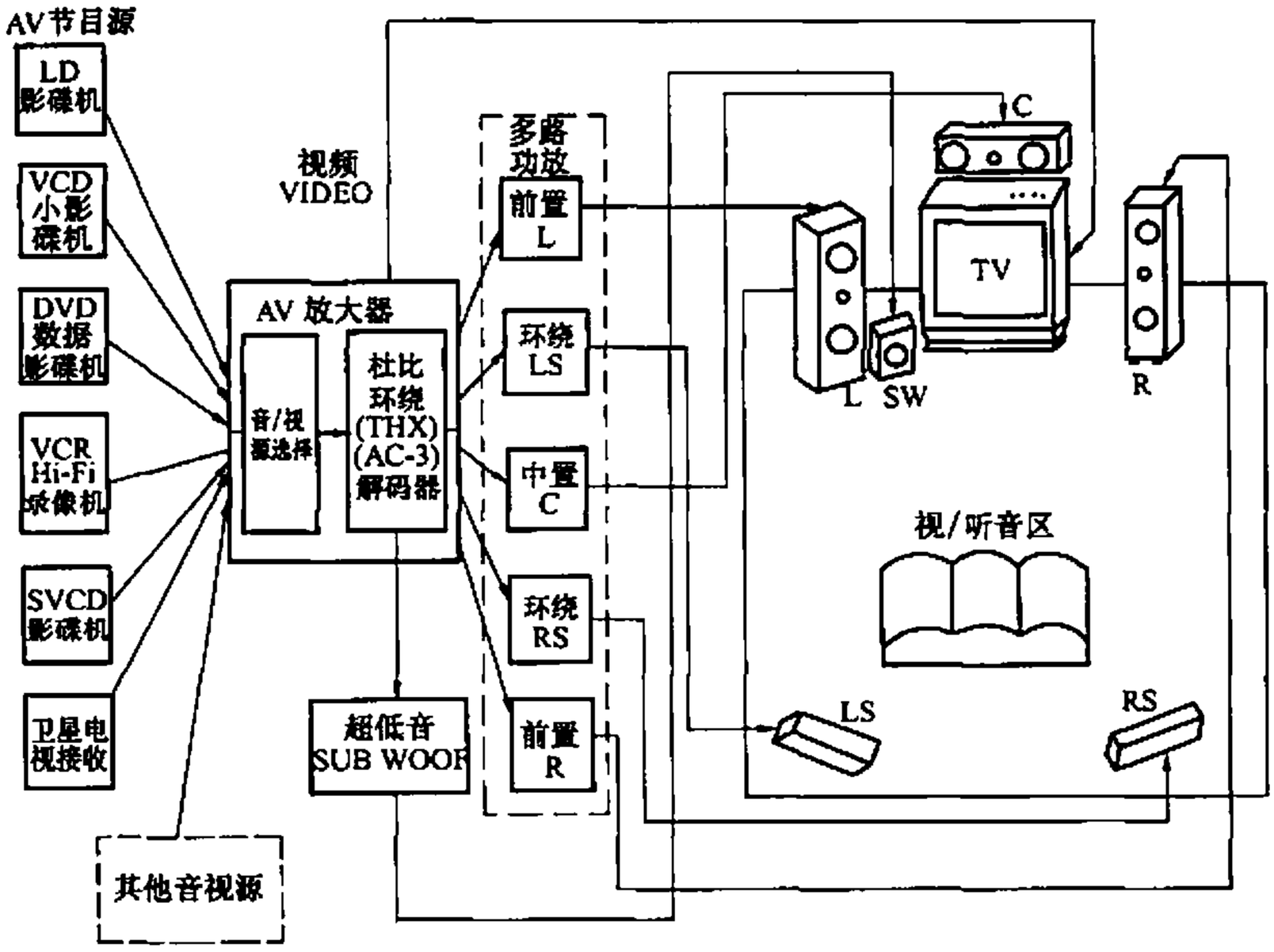


图 4-17　家庭影院组成示意图

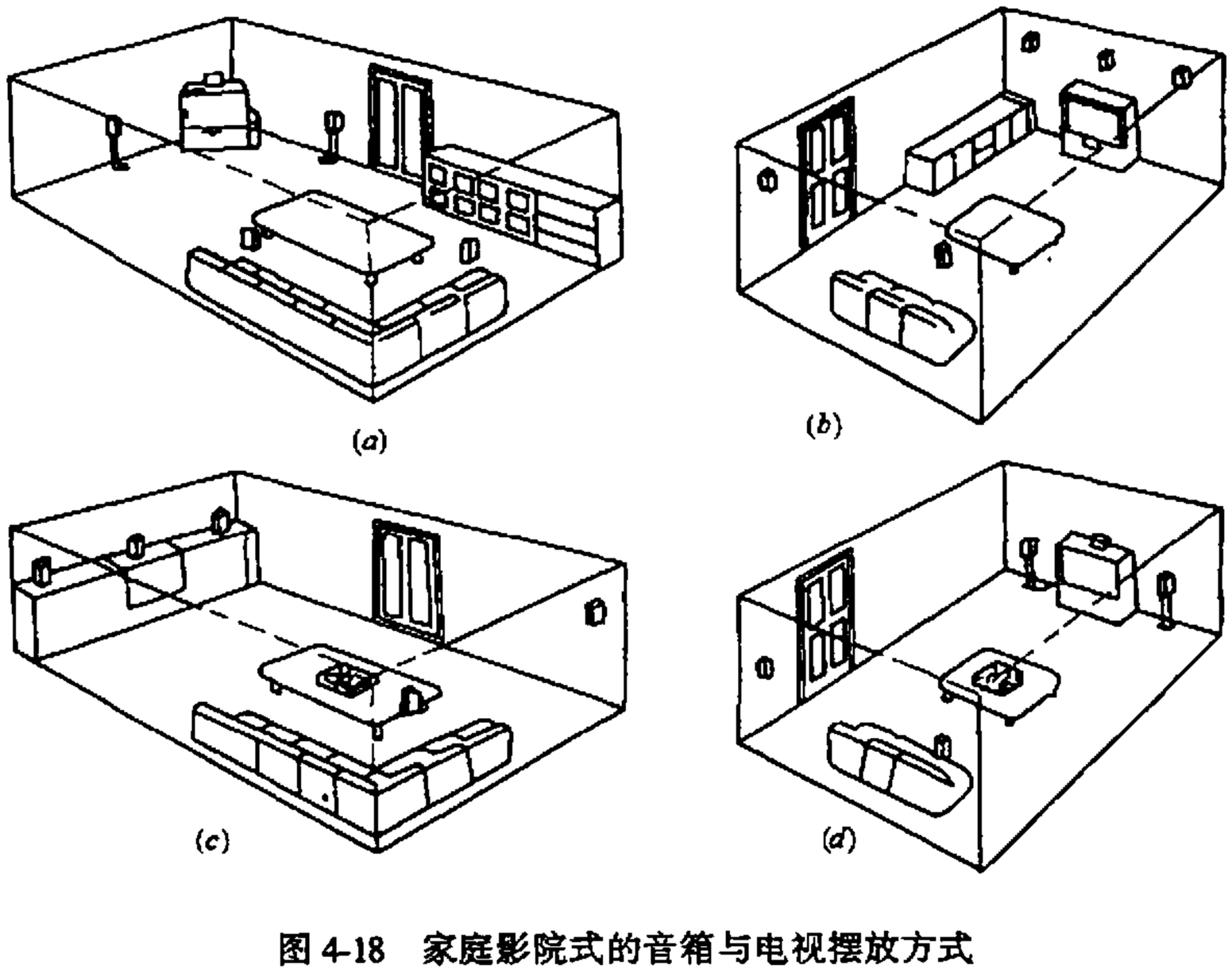


图 4-18　家庭影院式的音箱与电视摆放方式

六、小型会堂的音箱布置

通常，扬声器系统说明书上所标的指向性，是指从扬声器发出的声压级下降 – 6dB（声强一半）以内的范围，用水平指向角和垂直指向角表示。如果扬声器的布置如图 4-20

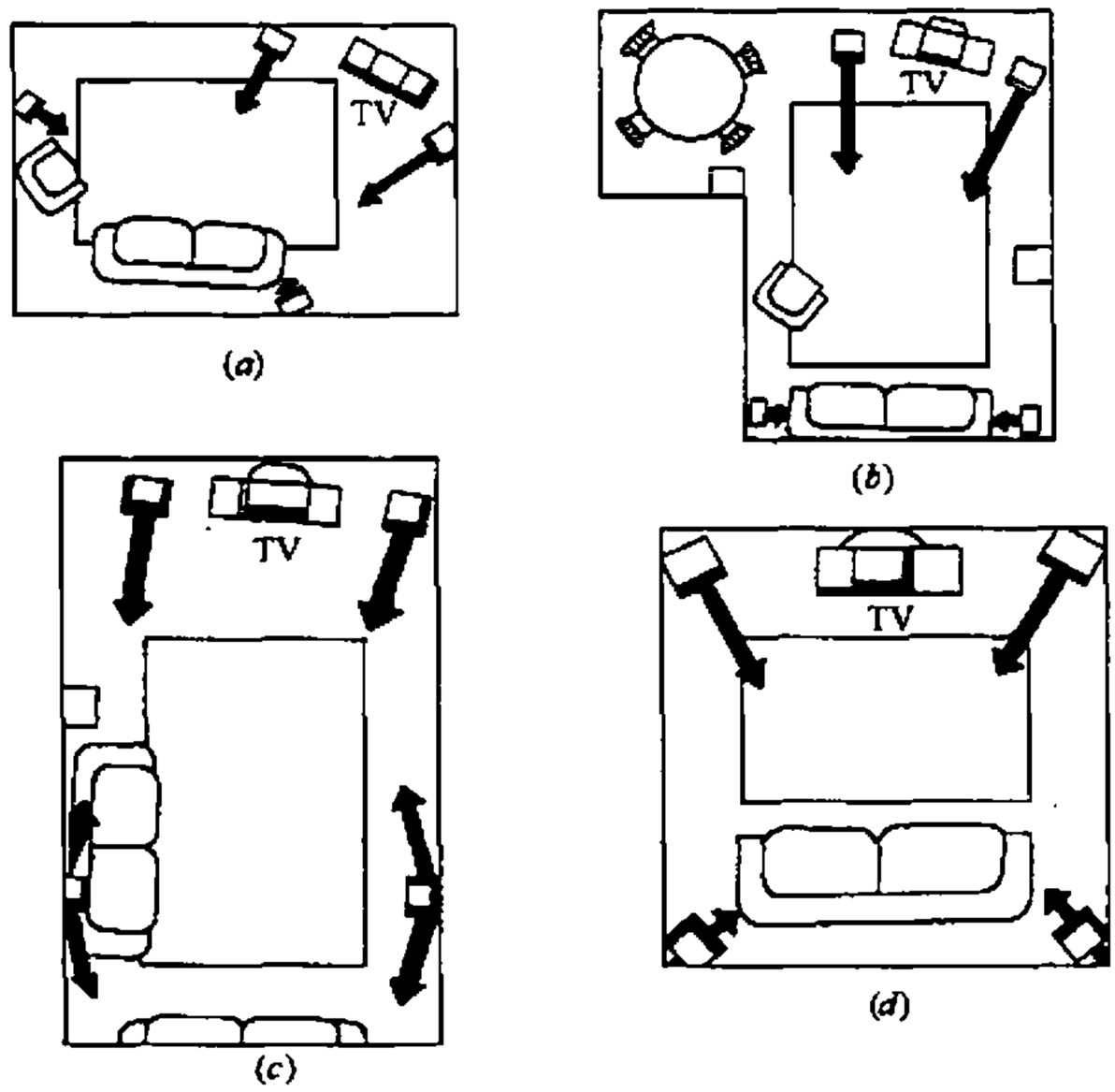


图 4-19　家庭影院式环绕立体声的扬声器摆法

所示的位置布置，则因墙壁和顶棚的反射声增多，使听众区的直达声与反射声的声能比减小，而且扬声器位于传声器的背后，使传声器附近的声压级提高，甚至使传声器附近的声压级比听众区还高，因此声反馈很强，容易引起啸叫，扩声效果不好。

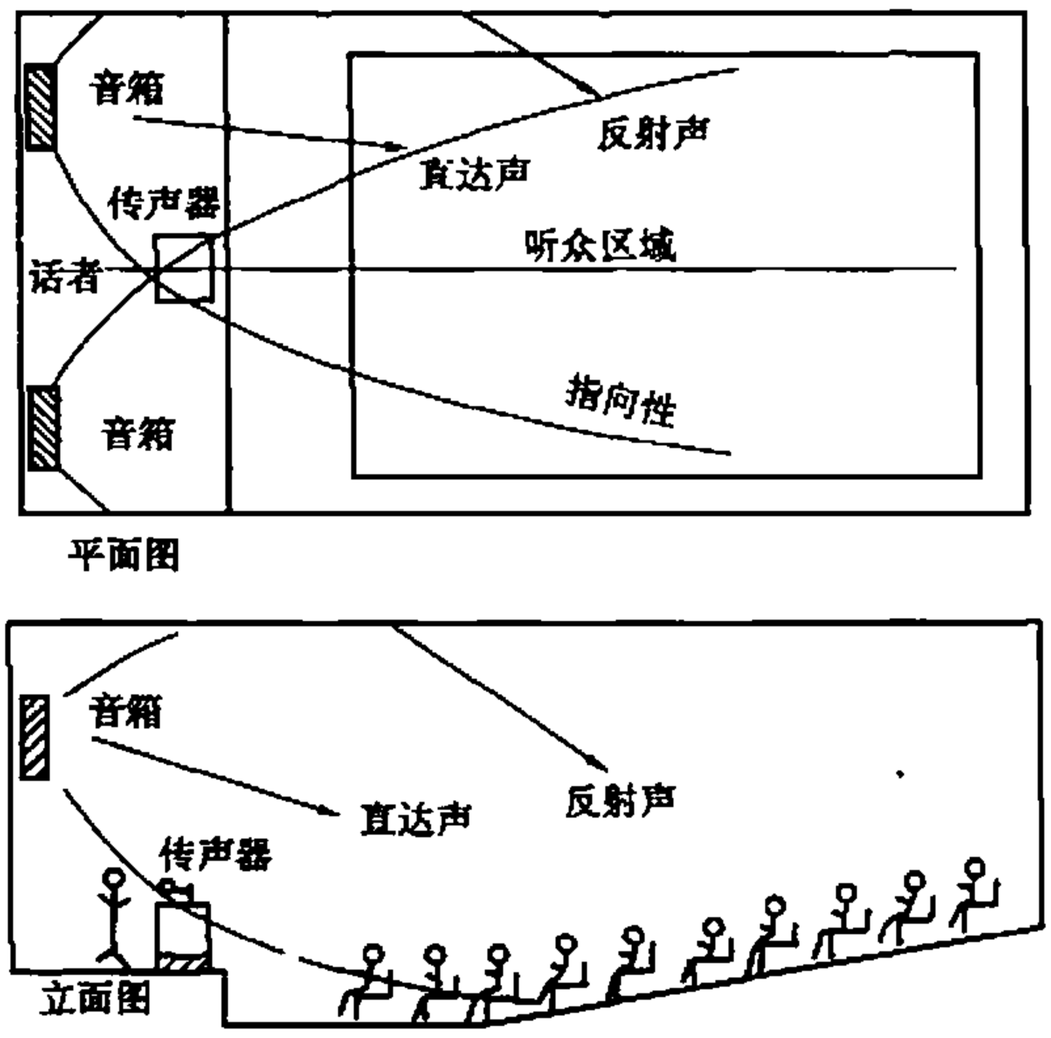


图 4-20　扬声器的不合理布置

如果将扬声器与传声器的位置关系改为如图 4-21 所示的形式，则可改善扩声效果。它将扬声器向前靠近听众区，增强了直达声，而且扬声器的指向性方向朝向听众而背向传

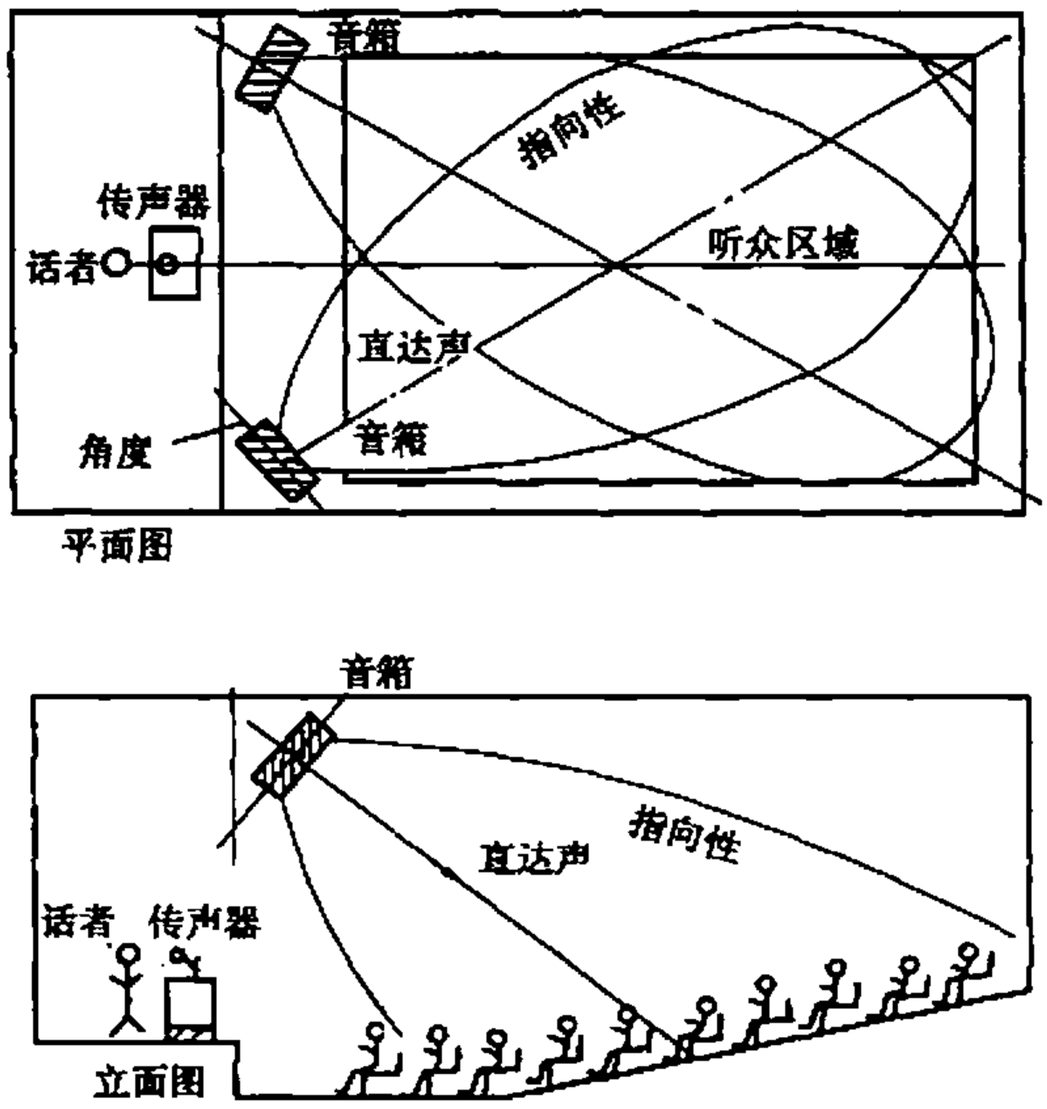


图 4-21　较合理的扬声器布置

声器，这样有利于减少声反馈。同时，选用心形指向性传声器，这样都有利于增强扩声系统的稳定性。对于讲演者与传声器的距离也不要太远或太近，一般以 10～20cm 为宜。不过，这种布置方式会使讲演者听不到扩声出来的声音而心里不安定，为此可另设一个返听扬声器加以弥补。

七、剧场的音箱布置

在剧场、会堂等厅堂的扩声系统中，目前典型的扬声器布置方法是把主扬声器集中布置在舞台口上方，即舞台拱顶中部位置。主扬声器一般由低音音箱和中高频指向性号筒组成，如图 4-22 所示。如此布置的主要原因，一是人耳对垂直方向上的声音方位感分辨能力远没有水平方向上的声音方位感灵敏；二是易于使观众席内声场声级均匀。

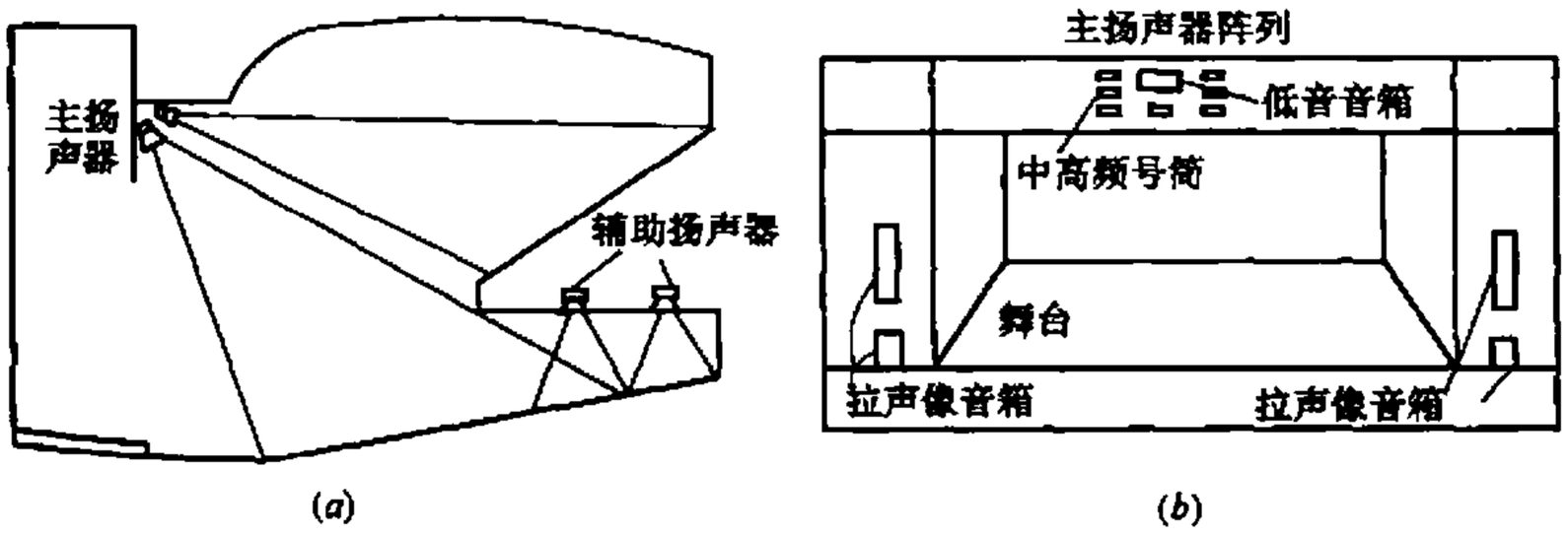


图 4-22　剧场扬声器的典型布置

（a）舞台拱顶主扬声器位置；（b）典型的舞台和扬声器配置方法

如果剧场和厅堂内有两层挑台或者长度较长，为了使挑台楼底下（或观众厅后区）有足够的响度和一定的清晰度，还应在挑台楼底下悬挂辅助扬声器，如图 4-22（a）所示。

但是，这样布置存在着两个问题：一是主扬声器系统对前区观众席的俯角过大（一般超过 45°），使得前区观众感到声音是从舞台拱顶的主扬声器传来的，和舞台上的演员形象分离，即产生“声像不一致”；二是挑台底下的观众既听到主扬声器传来的声音，又听到辅助扬声器传来的声音，如这两个声音的延时较大，将会严重影响“清晰度”。而且，观众先听到辅助扬声器传来的声音，根据“先入为主效应”，观众将会感觉到声音是从辅助扬声器传来的，从而产生严重的“声像不一致”。

目前，解决这两个问题的主要方法是：在舞台两侧放置拉声像音箱，同时应用哈斯效应原理，给主扬声器和辅助扬声器加一定的延时。

第四节　扩声控制室（机房）

一、扩声控制室的设置

扩声控制室的设置应根据工程实际情况具体确定。一般说来，剧院礼堂类建筑宜设在观众厅的后部。过去往往将声控室设在舞台上台侧的耳光室位置，但总觉得不理想。这是因为它不能全面观察到舞台，对调音控制不利；对观众区的观察受限制，控制室的灯光及人员活动都会对观众有影响；不能听到场内的扩声实际效果，而且还往往与灯光位置矛盾，控制室面积受限制等。控制室面积一般应大于 $15m^2$，且室内作吸声处理。当控制室设在观众厅后面时，观察用的玻璃窗宜为 1.5～2m（宽）×1m（高），且窗底边应比最后一排地面高 1.7m 以上，以免被观众遮挡视线。

二、机房设备布置

扩声机房内布置的设备主要有调音台、周边设备，例如均衡器、延时器、混响器、压缩限幅器，以及末级功率放大器和监听音箱等，所有设备均可置于同一房间内。

机房内须设置输入转换插口装置，以连接厅堂内所有传声器馈线，设置输出控制盘，以分路控制所有供声扬声器。扬声器连接馈线也由控制盘输出端引出。输入转换插口装置与输出控制盘均须暗设，嵌装在机房相应位置平面内，距地为 0.5～1m。

设备在机房内的布置可根据信号传输规律，由低至高依次排列。调音台应尽量靠近输入转换插口装置，功率放大器机柜应尽量靠近输出控制盘。功率放大器机柜可稍远离调音台，机房内所配备的稳定电源更要远离弱信号处理设备。

落地安装的设备或设备机柜，机面与墙的距离不应小于 1.5m，机背与墙、机侧与墙的净距不应小于 1m。并列布置时，若设备两侧需检修，其间距不应小于 0.8m。

调音系统中调音台的位置应靠近观察窗台，便于调音师观察与监听。

由于机房的面积，机房的体形不完全一致，因此机房内设备的布置只要符合上述布置要求，可因地制宜，灵活变动。图 4-23 与图 4-24 为四种机房设备布置实例。

三、机房设备线路敷设

机房内各设备间的线路连接，可采用地下电缆槽形式。地下电缆槽可在机房地板下部设置，其上部采用可拆下的活动地板，如图 4-23 和 4-24 所示。

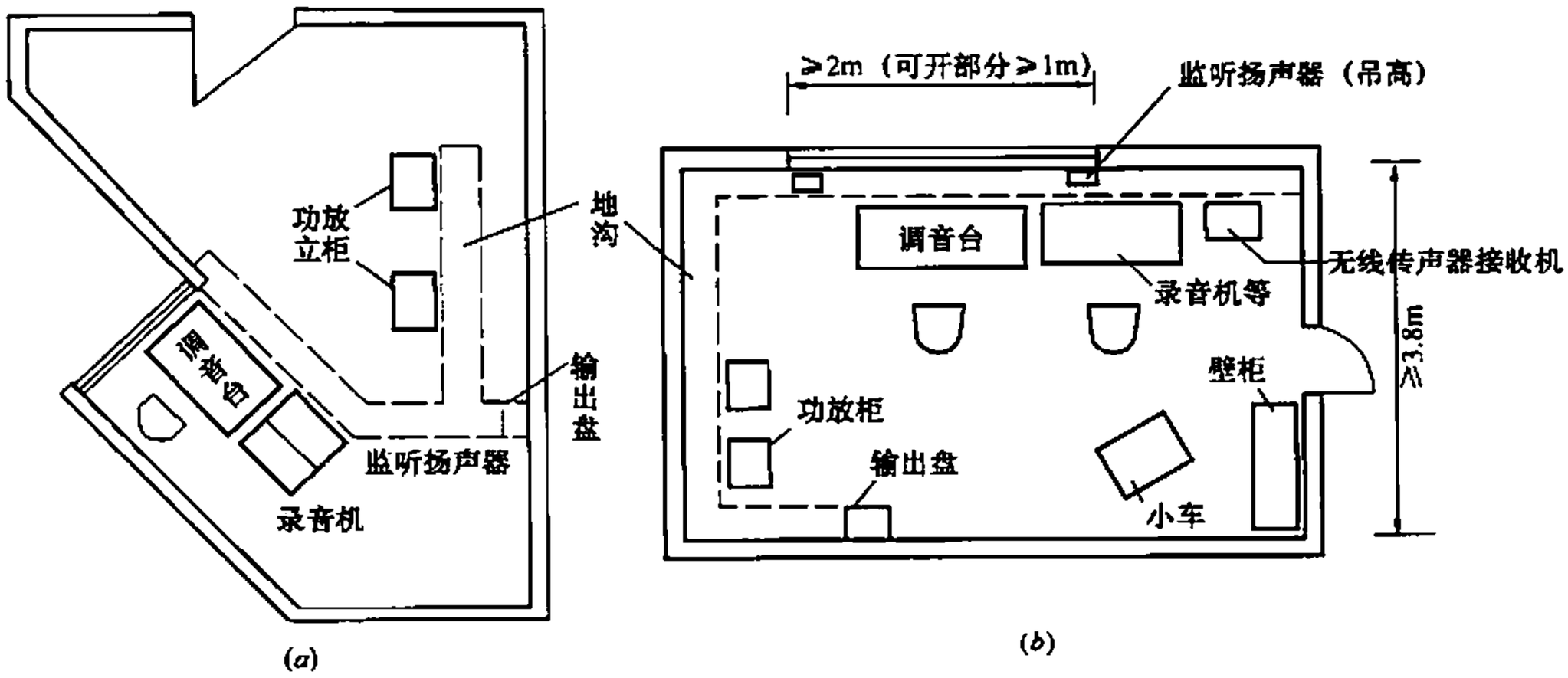


图 4-23　扩声控制室

（a）设在耳光室；（b）设在厅后部

交流电源线在地槽中须远离低电平信号线敷设，否则需单独敷设在专用铁管内，以隔离其对低电平信号线的干扰。

传声器输人线，低电平信号传输线与功率放大器的输出线应分开敷设，不得将这些线同位置敷设，或同线捆扎与穿管，消除高电平信号对低电平信号的干扰。

所有低电平信号传输线都应采用金属屏蔽线，其传输馈接方式可视信号强弱，采用平衡式或非平衡式。

四、机房的电源要求

(1) 大型扩声系统，宜从交流低压配电盘上引两路专用电源作主用、备用供电回路。主用、备用供电回路在机房内可采用手动切换。

(2) 为了防止舞台灯光或观众厅照明用可控硅调压器对声频设备的干扰，有条件时交流供电回路须和可控硅调压器的配电回路分开，各从不同变压器低压配电盘上引电：否则须配置隔离变压器隔离可控硅调压器的干扰。

(3) 须根据机房内所有设备消耗功率值，选用相应功率的交流稳压器。

五、机房的接地要求

(1) 所有声频设备均要与信号地线作可靠的星地连接，保证整个系统处于良好的工作状态。

(2) 传声器信号输人线及其他低电平信号传输线的屏蔽层均应和调音台、信号处理设备或功率放大器的输人端通地点进行一点接地。

(3) 控制室应设置保护接地和工作接地。单独专用接地时，接地电阻≤4Ω，共同接地网接地时，接地电阻≤1Ω。

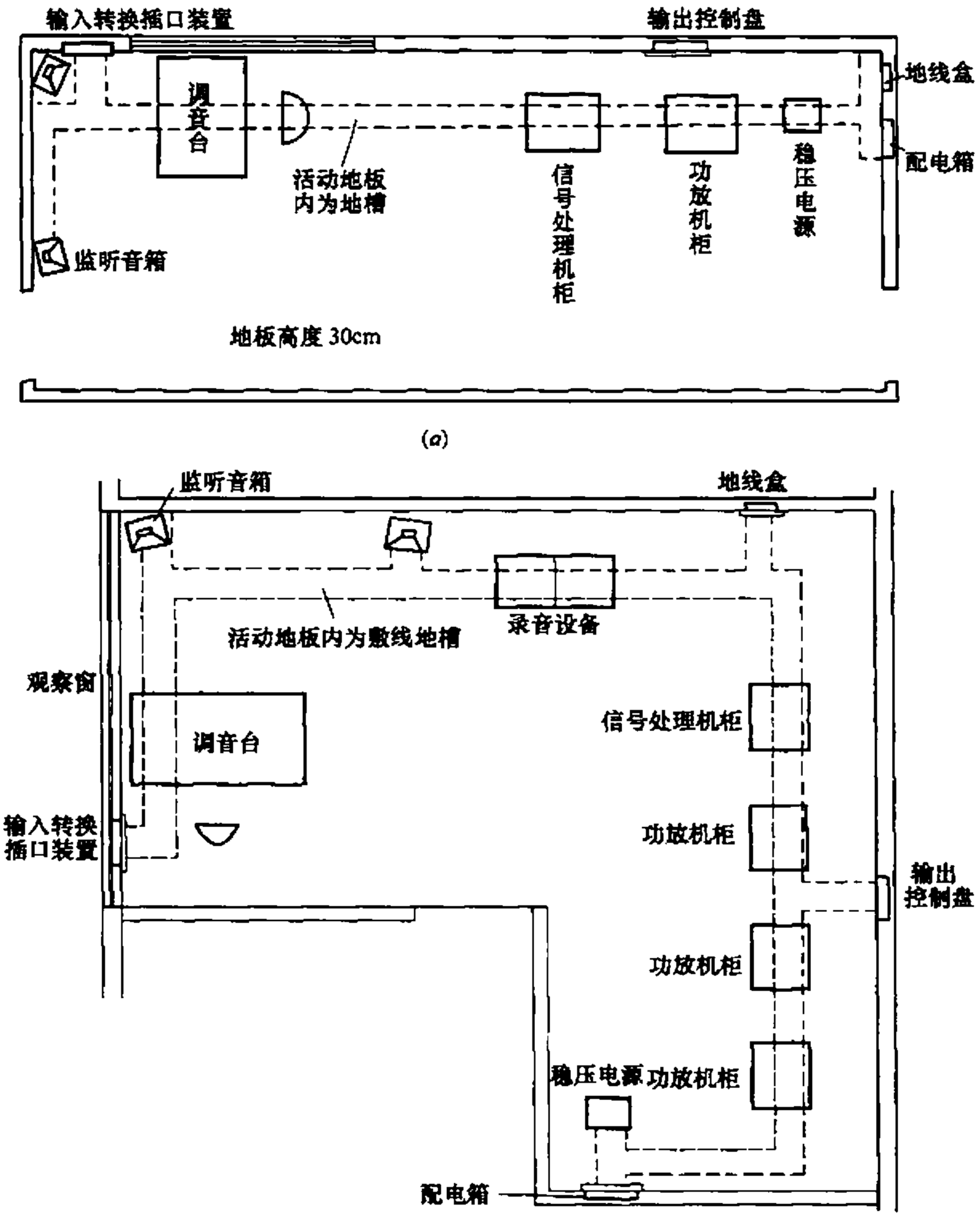


图 4-24　另两种控制室布置示例

（a）中型扩声机房设备布置示例；（b）大型扩声机房设备布置示例

六、机　　柜

1. 标准机架

国际上最通用的专业音响器材的尺寸为 19 英寸宽，高度不统一。用占几个“U”（基本单位为 1 个“U”）来表示，深度不等。由此 19 英寸的机架称为安装电声设备的标准机架，机架两边按统一的规格（以 1 个 U 为基准）攻成若干丝孔，可直接用螺钉将设备固定在机架上，可以随意调整上下位置。机架设有专门的接地螺栓，应用 $4mm^2$ 截面的铜线将该点与音控室的接地处连接，并与调音台的音频信号参考电位（地）相连。供音频信号参考电位（地）的接地端子位置不能与电源 220V 的接地端共用，应分为一定距离的两点。

2. 设备排列

设备在机柜中排列，有条件情况下，应使低电平的信号处理设备与高电平输出的功率放大器分机柜放置，两类设备完全分开，可消除对低电平信号的干扰。如果放置在同一个机柜内，原则上应做到低电平信号处理设备在机柜上部、高电平信号输出设备在机柜下部。

图 4-25 示出了扩声音响声频设备在机柜上放置方式实例。由图可以看出，设备在机柜上的排列是按照设备工作电平的高低，即设备的用电梯度，由低至高，从上往下排列。

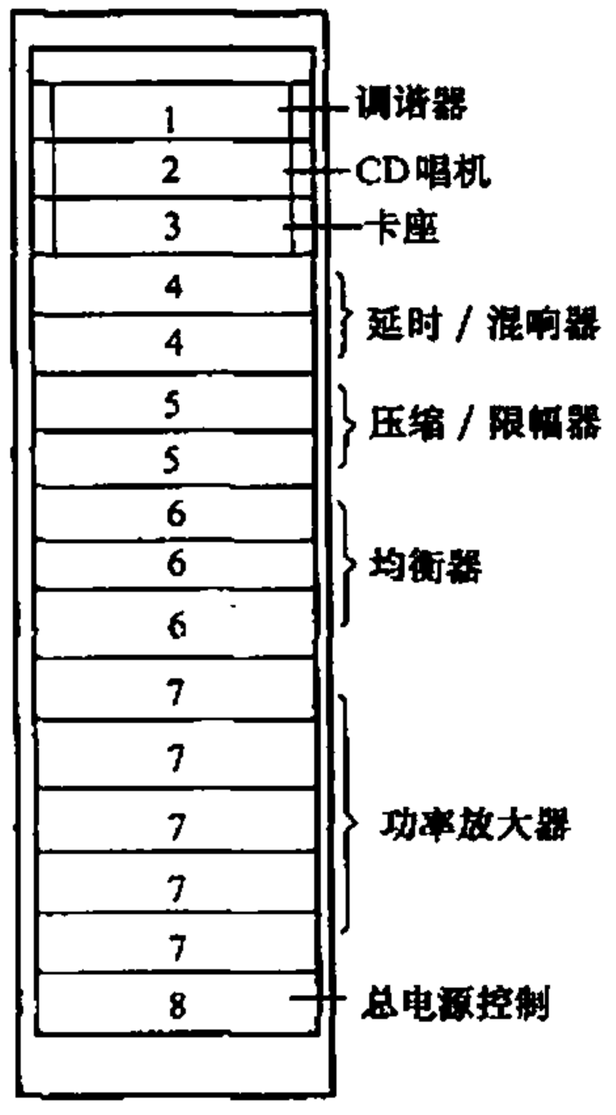


图 4-25　扩声用声频设备排列

3. 结线捆扎

机柜上各种接线必须分类捆扎，通过导线槽通向所要连接的设备端子。同类线可捆扎在一道，不同类线要分开排列。输入信号线（例如光电池信号输入线）与输出信号线或电源线，一定要分开捆扎，而且不能平行走向，最好垂直成某一角度（通常在 45° ~ 90°），功率输出线要单独引出。

所有接线要捆扎整齐，在机柜内位置明确，并做出相应标志，便于维修时查找。

4. 通风

机柜底部应安装排风设备，使机柜内部处于良好通风状态，保证声频设备与环境温度保持有一个稳定的热平衡状态，避免设备温度持续上升，造成设备损坏。

第五节　扩声系统的安装

在对扩声系统进行施工前，首先应有一套较为严格的设计图纸，并预先考虑好施工的步骤，在施工刚开始时，就要严格按照施工计划进行。在施工的过程中，还需要一些有经验的技术人员对工程的进度及质量，进行检查、监督、把关，这样才能保证音响工程的质量。

一般来说，在扩声系统的施工过程中需要注意以下一些内容。

（1）首先在进行建筑设计时，应同步考虑音响及灯光系统的管线及挂接件的预埋，并在相关的图纸中标出各个预埋件所处的位置和尺寸；注意音响系统、视频系统以及电气系统的走线方向及路线应尽量不重叠，不并行，相互之间尽可能远离，以免产生干扰。

另外，还需要同时考虑各种预留孔道的问题，如：通风孔道、电气保护接地、烟火检测探头、灭火设施、紧急照明及疏散通道等等。

（2）在建筑物进行立模浇筑混凝土前，应按照设计图纸所规定的位置放入预埋件、穿线管及木砖。

（3）建筑物整体框架基本完成后，即可根据图纸的要求及事先预埋的各种挂接件进行各种顶棚及支架的焊接、施工。由于扩声系统的有些器材重量较重，如音箱、灯具及大屏幕彩色电视机等，因此在焊接时，一定要保证牢固可靠，须有专业人员进行检查。当顶棚

及支架安装结束后，便可对一些金属构件进行防腐蚀、油漆等工作。

(4) 当厅堂建筑基本完成，进行内部装饰工程时，可进行一些设备安装的先期工作。如根据图纸将预埋的穿线管内的各种强、弱电的导线穿到位；在木工安装护墙板时，将各类开关、插座的孔洞留出；将厅堂内的供电系统的低压配电箱（柜）安装到位，进行空调器、通风机等设备的安装等等。

(5) 然后可进行灯光系统的安装。在进行灯光系统安装时要注意，由于目前大部分的灯具均为进口产品，因此应先认真阅读产品的说明书，了解其安装要求及使用条件。

由于大部分的灯具较重，且价格较高，因此在对灯具进行吊装时，需要注意绑扎牢固，应有 2~3 人相互配合，同时进行安装。

(6) 当各类施工工序基本完成，并已将各路电源送到位时，就可以进行音响器材的安装和连接，如各类接插件的焊接、器材柜的到位、视频系统的连接等等。

(7) 最后即可对已完成的厅堂的音频、视频、灯光及电气系统进行调试和整体验收，并与预期设计的目标进行对照，若发现存在问题或隐患，应及时向施工单位提出，并及时整改。最终画出音频、视频、灯光及电气系统的竣工图，以便使用单位存档，以及今后检查及维修时使用。

(8) 由于音响的施工往往是环环相扣的，如果其中一个环节的质量不能够得到保证，就会影响下一道工序的施工质量。因此，在施工的过程中，最好每一个施工环节均有专人进行验收，并有具体检测数据的项目，应通过一些仪器进行检测，将检测的结果与设计的目标值相比较，如果发现质量问题及时返工。

另外，在施工过程中，技术检查人员应长期留守施工现场，对每一个工序或操作的施工工艺进行监查，如各类导线的连接是否规范，导线的截面是否符合要求，接地装置的设置是否合理等。这样才能保证音响工程的整体质量，并可使各类器材能够长期工作于一个正常的状态。

一个音响系统能否发挥各种设备的性能，其配接是很重要的。如果配接不好，就会明显地影响系统的放声和图像质量，严重时会损坏部件或使整个系统无法工作。为了实现正确的配接，必须注意：一是要保证各设备之间在阻抗、电平、功率、频带等方面达到匹配；二是要注意信号的传输方式，是采用平衡方式还是不平衡方式；三是要正确选用传输线和接插件。

一、常用配接插头、插座

常用的配接插头、插座有如下几种，如图 4-26 所示。

1. 两芯或三芯插头插座

有直径 ϕ2.5mm、ϕ3.5mm 和 ϕ6.3mm 三种，一般用于话筒输入、外接扬声器输出或耳机输出等。两芯的用于单声道或不平衡接法，三芯的如图 4-26（*b*）所示有三个连接点 T（Top 顶）R（Ring 环）、S（Sleeve 套），又称 TRS 插头，接法如图括号所示，用于立体声或平衡接法。

2.TX 型同心插头插座

又称莲花插头，或称电唱盘插头，因最早用于电唱头输出线而得名，目前应用很广。除了电唱盘外，还可供调谐器、录音机和其他音响设备以及扬声器等作输入、输出使用。

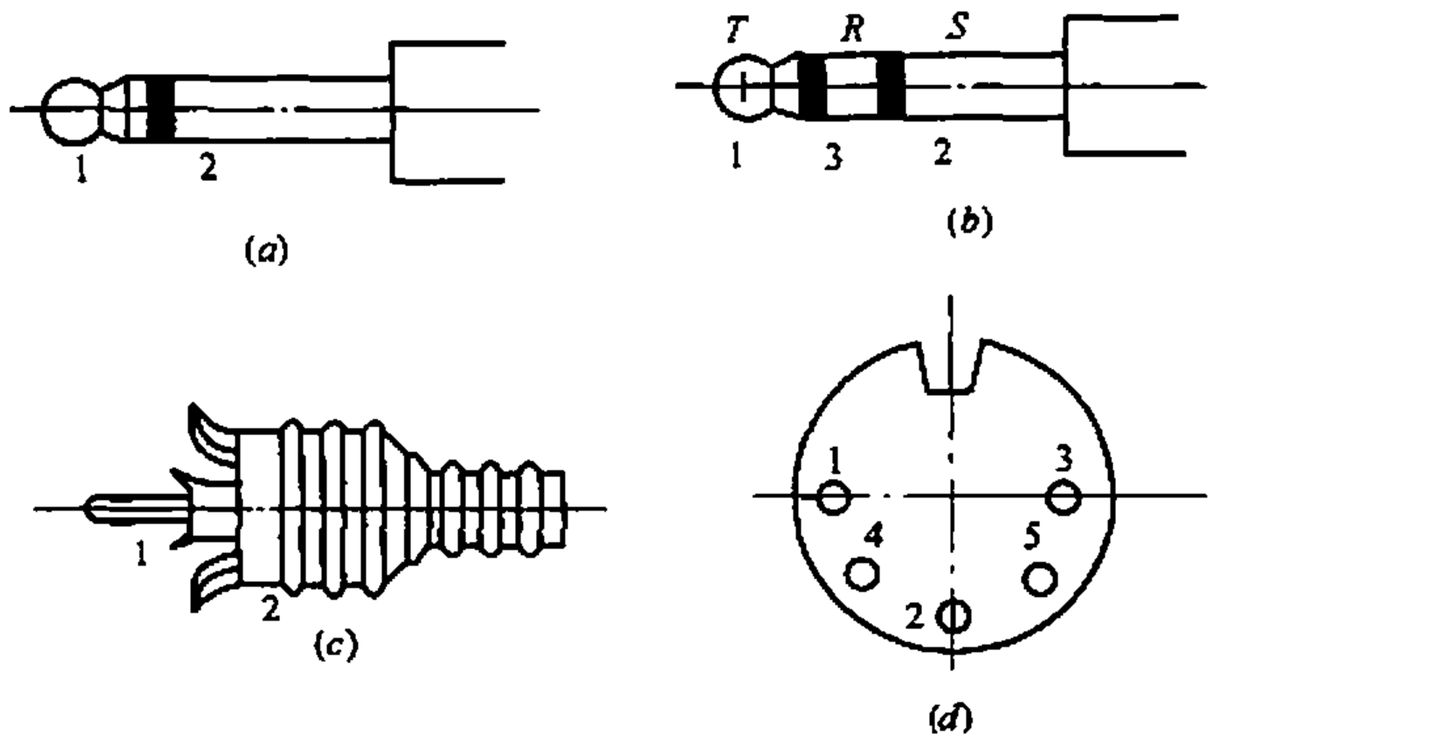


图 4-26　常用插头、插座的配接

（a）二芯插头（1—信号、2—屏蔽）；（b）三芯插头（1—左信号或信号＋；2—屏蔽；3—右信号或信号－）；（c）TX 型同心插头（1—信号、2—屏蔽）；（d）YC 型圆形五芯插座）

单通道（有两种联结方法）：1—录音输入；2—屏蔽；3—放音输入；4—连 1；5—连 2 立体声；

1—左录音输入；2—屏蔽；3—左放音输出；4—右录音输入；5—右放音输出

总之，主要用于音频电平在 1V 左右的各种音响设备输入、输出的连接。

3.YC 型五芯插头插座

又称德国 DIN 标准插头插座，一般用于盒式录音机与放大器之间的配接，作录音机的线路输入输出使用。

4. 卡侬（Canon）插头插座

如图 4-27 所示。多用在调音台及其周边设备、功放的输入输出连接。通常卡侬插头插座用于平衡接法，其各管脚的接法是：1 端为屏蔽接地；2 端为信号（＋）端；3 端为信号（－）端。而且公插和母插的管脚序号方向正好相反。如果将卡侬插头接成不平衡接法，则可将 3 端与 1 端用导线接通。

二、传　输　线

扩声工程通常使用三类连接线；用于弱信号（低电平）传输线，典型的就是调音台与传声器之间的连接线；俗称话筒线。普通信号即标准电平传输线，这类线用的地方很多，

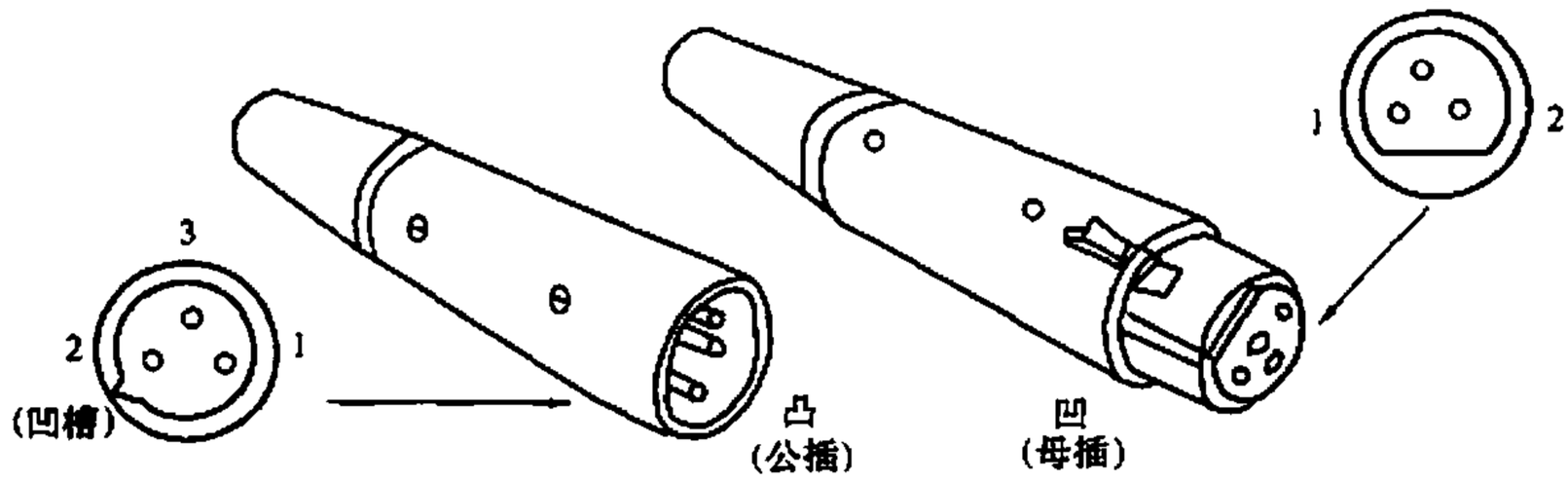


图 4-27　卡侬插头插座

1—接地；2—信号（＋）；3—信号（－）

如调音台的线路输入线以及各电声设备之间的连接线。另一类为强信号大电流传输线，它主要用于功率放大器和扬声器（音箱）之间的连接。

（1）低电平传输线：它的特点是传输的电平低，仅有几十毫伏很容易受外界干扰。因此选用的传输线线径不是重点，关键在于屏蔽性能；具体讲，应为铜丝纺织的密度大的屏蔽网。同样屏蔽线，但价格悬殊，决不要因小失大。

（2）标准电平传输线：一般电声设备最大输出电平通常在 4dBu，有的可到 + 20dBu；相比低电平传输线，信号本身电平高，抗干扰能力得以加强；对线的屏蔽能力要求有所降低。人们习惯电平高一定要用粗线径。这点是对的，但是应考虑与接插头的连接。

（3）高电平传输线：主要是指音箱线（喇叭线），它的特点是通过的电流大，主要着眼点是不要增加音频功率的损耗，至于外界干扰此时已显得微不足道。

总之，配接用连线，除了功放与音箱之间的喇叭线可用一般没有屏蔽层的塑料线外，其他各种信号连线都应采用单芯、双芯或多芯屏蔽线，以避免串入交流声或其他高频干扰。信号传输用的屏蔽线以 75Ω 同轴电缆用得最为普遍。五芯 DIN 插头用的屏蔽线是一种专用的五芯屏蔽线，如果没有的话可用两根有屏蔽的双芯线代替。

（一）传声器线（低电平线）

（1）传声器与调音台的互联不要求阻抗匹配而是要求电平配接，传声器对负载阻抗的要求，是从失真和频响要求提出的。由于传声器是电压源，为了保证传声器在接近开路状态下工作，希望传声器有一个最佳负载阻抗，国际上通常选用传声器的额定阻抗的 5 倍以上。

对于专业用传声器，其额定阻抗通常为 150 ~ 200Ω，调音台的额定输入阻抗应确定为大于或等于 1kΩ。采用这种配接方式，系统的瞬态响应好，非线性畸变小，频率响应范围宽。调音台的输入阻抗也不能太高，否则会降低抗干扰能力。

（2）前级信号十分微弱，例如传声器的输出信号仅有几个毫伏，而电影光电池输出信号也仅有 1mV 不到，显然，如此微弱信号的传输，导线受外界静电噪声和电磁感应噪声的干扰均不可避免。因此，声频信号馈线必须采用屏蔽线，将交变磁场下所感应的交流噪声经金属屏蔽层和地短路，并有效地屏蔽静电噪声对前级输出信号的干扰。

（3）屏蔽线的金属屏蔽层只能一点接地，正确接法是在高电平端点接地。例如，对于传声器的输出线，可在调音台或调音台所在控制机房一端接地，而不要在舞台传声器（盒）一端接地。对于电影立体声系统还音的光电池输出线，应在电影立体声处理器一端接地，同时应断开屏蔽层与放映机中任何部位的联系。这样做，既可以保证噪声电流对地的短路，又可避免由于两点接地出现闭合信号的环地（亦称“地环路”）现象，引入干扰破坏系统的正常工作。

（4）平衡与不平衡也是音响系统设备互联时需要注意的一个问题。平衡接法是指一对信号传输线的两根芯线对地阻抗相等；而不平衡接法是指两根信号传输线中，其中一根接地。当有共模干扰存在时，由于平衡接法的两个端子上所受到的干扰信号数值相差不多，而极性相反，干扰信号在平衡传输的负载上可以互相抵消，所以平衡电路具有较好的抗干扰能力。在专业音响系统（特别是使用调音台的系统）中，一般除扬声器馈线外，大多采用平衡输入、输出。特别是对长距离（ > 10m）的传声器线，都应采用平衡式接法，以减少干扰，提高音质。

（5）实践证明，使用四芯屏蔽电线，比常用的两芯屏蔽电线抗噪声能力更强。其连接

方式如图 4-28 所示，对角并联连接（1 和 3 并联，2 和 4 并联），由此形成往返线路。在这种连接方式导线中，由于平行反向，磁感应所产生的噪声电流将按相反方向流动，并在前置放大器的输入端相互抵消，从而提高馈线传输信号的信噪比。

（6）对于较长距离的信号线馈接，作为固定设备安装，金属屏蔽输出线外还应穿管敷设。穿管既可保护信号线不受损伤，还可以防止电磁杂波对信号线的干扰，因此穿线管必须是金属管。在敷设穿线管时，必须注意远离电源等强电线管，特别要避免与强电线管平行走向，如平行敷设时，两管间距应在 1m 以上；互相垂直交叉时，两管间隔应在 0.5m 以上。此外还须注意金属屏蔽线外层的穿线管不可与“星地”相连，避免出现地环路现象。

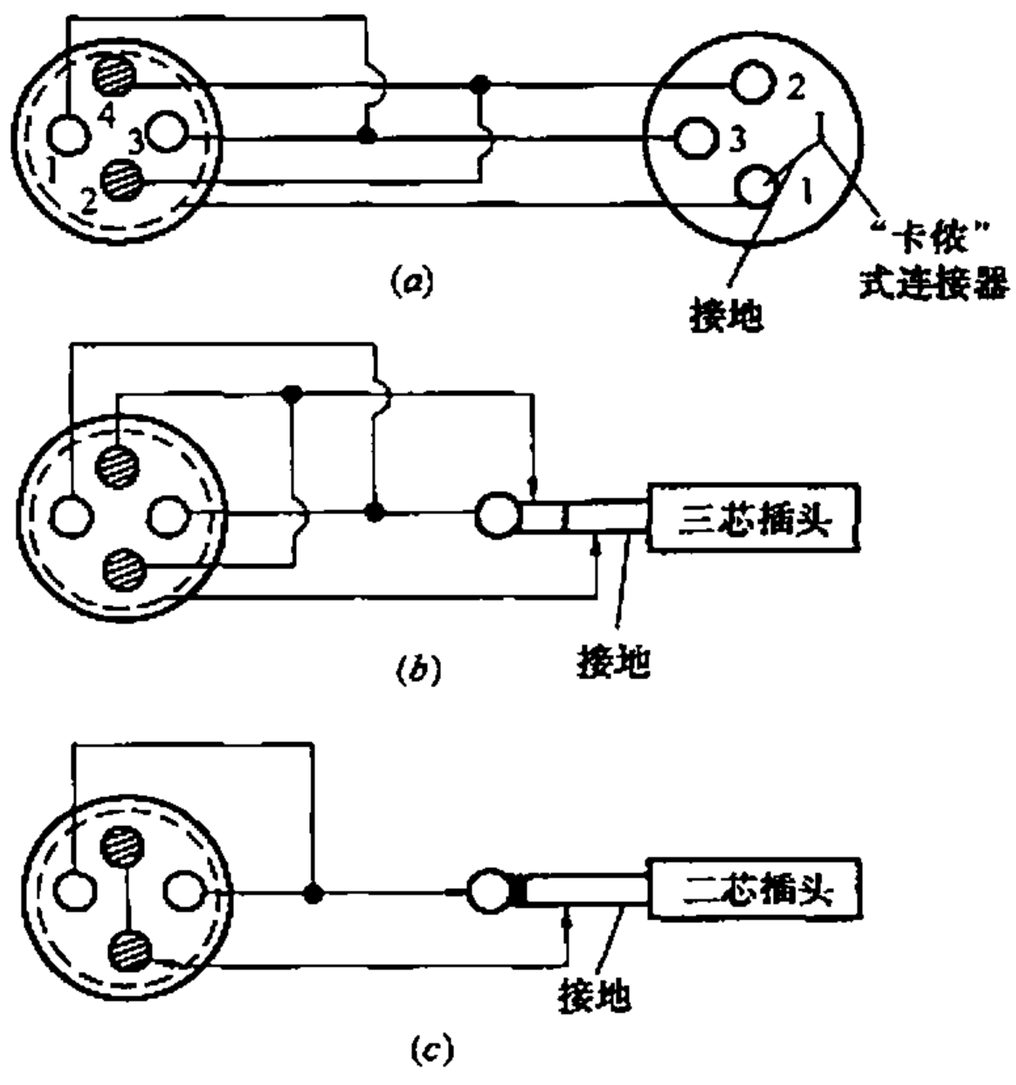


图 4-28　四芯馈线与接插件接法

（二）扬声器线（高电平线）

喇叭线（扬声器连接线）属于大信号的功率线，在要求不高的场合虽然一般可用多股（最好是 20 股以上）塑料线；但在高保真放声场合，喇叭线对音质的影响不可忽视，因此有专用的喇叭线提供，以便获得最佳的音响效果。由于现代功放的输出内阻一般都很小，只有 0.05～0.2Ω，因而扬声器接线电阻对阻尼系数有很明显的影响，所以一般要求喇叭线粗而短，以减少接线电阻，因此也可采用 BVR 型等导线。

为了不降低互联时的系统阻尼系数，互联馈线电阻应低于负载阻抗的 1/20。根据以上选取原则，馈线线型可为 BVR 型聚氯乙烯绝缘电线，馈线标称面积需由馈线的传输距离确定，传输距离愈长，所需馈线标称面积愈大。表 4-9 给出了 BVR 型导线的结构数据与长度直流电阻，可供设计时参考。

BVR 型导线结构数据与长度直流电阻　　表 4-9

标称截面（mm^2）	直流电阻（Ω/km，20℃）	线芯结构		长度直流电阻（Ω）					
		根/直径	外径（mm）	10m	20m	30m	40m	50m	100m
1	17.5	7/0.43	1.29	0.176	0.325	0.528	0.704	0.88	1.76
1.5	12	7/0.52	1.56	0.12	0.24	0.36	0.48	0.60	1.2
2.5	7.17	19/0.41	2.05	0.0717	0.1434	0.2151	0.2868	0.3585	0.717
4	4.41	19/0.52	2.60	0.0441	0.0882	0.1323	0.1764	0.2205	0.441
6	2.92	19/0.64	3.20	0.0292	0.0584	0.0876	0.1168	0.146	0.292
10	1.73	49/0.52	6.60	0.0173	0.0346	0.0519	0.0692	0.0865	0.172

例如，扬声器与功率放大器的距离为 50m，扬声器的额定输入阻抗为 8Ω，采用 6mm^2BVR 型导线作互联馈线，两根导线长度为 100m，查表 4-9 可知，馈线的直流电阻为

0.292Ω，低于扬声器负载阻抗为 1/20，因此，馈线接入系统后可以满足要求。

作为固定设备安装，扬声器馈线也需穿管铺设。扬声器馈线管可以采用薄壁电线钢管（DG 管），也可以采用硬质聚乙烯管（VG 管），穿线管应根据实际工程场所沿墙或沿顶暗铺。表 4-10 示出了 BVR 型导线允许穿管根数及相应最小管径，可供设计时选择参考。互联馈线穿管时应采用两种或多种颜色导线，以方便扬声器相位区别。在多股导线穿入同一管中时也须在导线两端作出相应标记，避免混淆。

BVR 导线允许穿管根数及相应最小管径　　**表 4-10**

穿管根数	2		3		4		5		6	
线管代号	DG	VG	DG	VG	DG	VG	DG	VG	DG	VG
标称截面（mm^2）	最小管径（mm）									
1	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1.5	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20
2.5	15	15	15	15	20	15	20	20	25	20
4	15	15	15	15	20	20	25	20	25	25
6	15	15	20	20	25	20	25	25	25	25

三、导 线 的 连 接

为了避免在连接部分产生电阻，进行焊接或使用套管加以压紧。当用焊接来连接线时，将彼此的芯线互绞，进行绞接。在绞接后，再加以焊接，并卷绕品质优良的绝缘胶带。用套管压紧因能很快地完成工程，因而也成为施工的主流。套管的尺寸分别因连接电线的尺寸而不同，故要根据目的来选择。图 4-29 表示导线的常见接法示例。

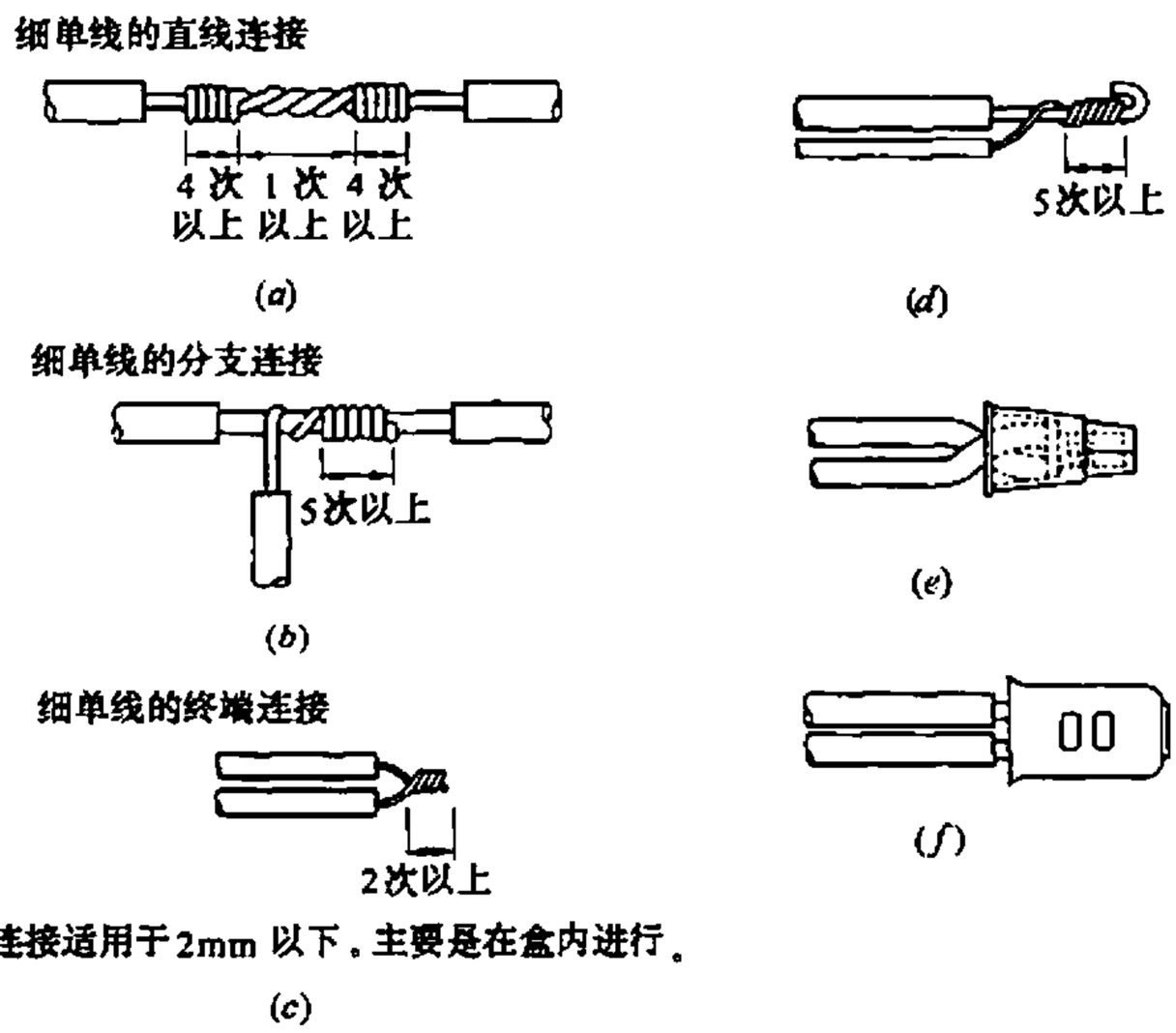


图 4-29　导线的常用接法

（a）直线连接；（b）分支连接；（c）终端连接；（d）细单线的终端连接异径；（e）利用绞进形电线连接器的连接；（f）利用环形套管的连接

下面说明一下导线的连接方法：

1. 屏蔽线的连接

音频系统的导线的连接常见的是屏蔽线的连接。由于屏蔽线与普通的导线有所不同，在其内部信号线的外层还有一层金属屏蔽层，如果在接线时处理不当，会引入其他干扰源的干扰。因此，屏蔽线的接线有一定的工艺要求，具体的操作步骤如图 4-30 所示。

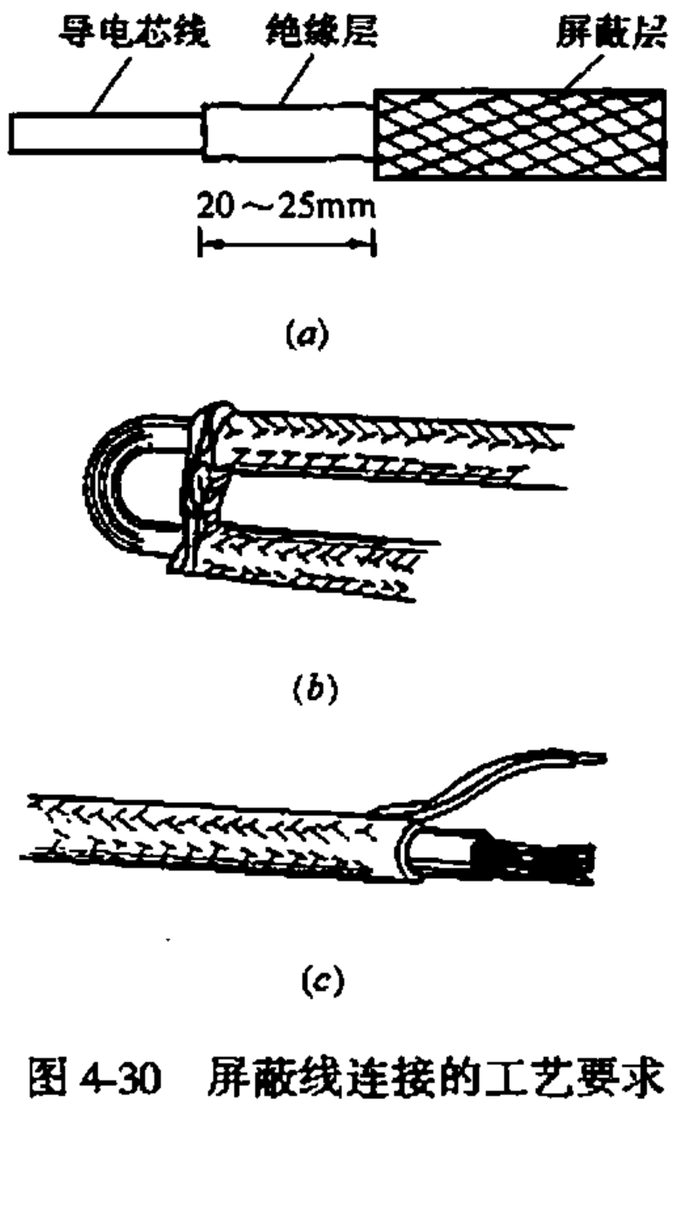


图 4-30　屏蔽线连接的工艺要求

图 4-30（*a*）根据接线的需要，去除屏蔽线的最外层绝缘层，去除屏蔽线内层屏蔽层部分，一般为外露屏蔽线内芯线绝缘的 20～25mm。

图 4-30（*b*）用电工刀或剪刀在屏蔽层的适当的位置拨开一个小孔，抽出内层的绝缘芯线，经过绕制整理后在其线端浸上焊锡。在浸焊锡时，应用尖嘴钳夹住屏蔽线的端部，防止焊锡向屏蔽线的上部渗透，否则会在屏蔽层的中部产生硬结，较容易使屏蔽线折断。

图 4-30（*c*）用一根金属导线焊在已浸锡的屏蔽层的位置，再套上绝缘套管或热缩性套管，即可以与接地端相接。

2. 塑料绝缘导线线头削除

（1）用电工刀以 45°角斜度切入塑料层，然后顺线芯水平向前推削，如图 4-31（*a*）、（*b*）所示。

（2）削去上面部分塑料皮后，将剩余部分塑料皮层翻下，用电工刀向前推削切除，如图 4-31（*c*）、（*d*）所示。

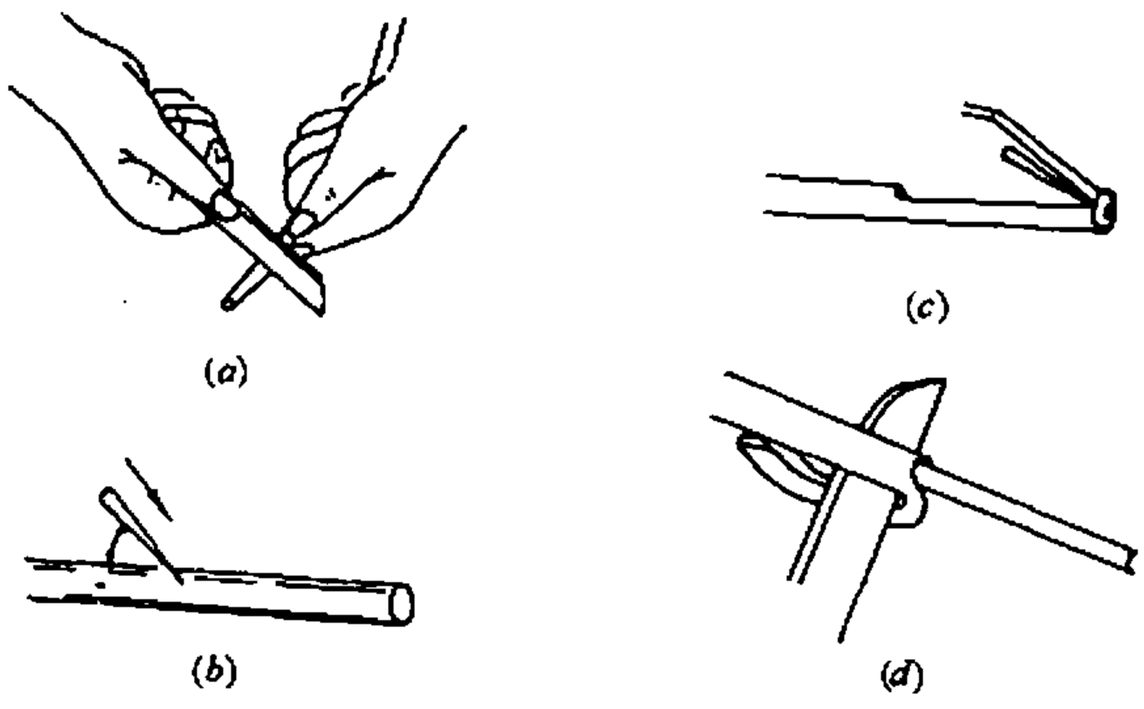


图 4-31　塑料线头的剖削

3. 护套线线头的削除

（1）量出需要削除绝缘层的线头长度，用电工刀在此处环切一刀痕，但要注意不得切伤芯线绝缘层，如图 4-32（*a*）所示。

（2）对准两条芯线中间缝隙，用电工刀将护套层纵向切开，如图 4-32（*b*）所示。

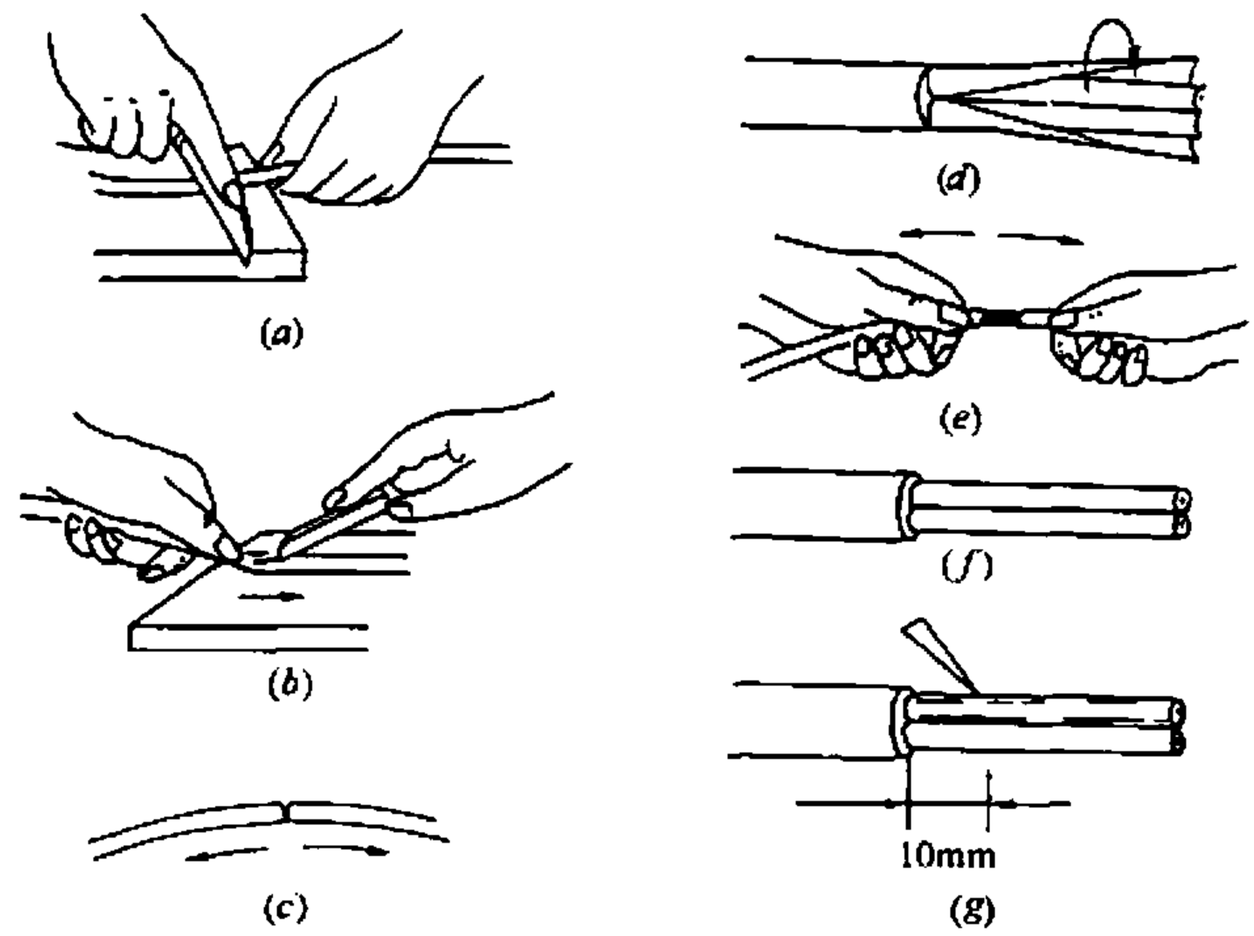


图 4-32　护套线头的削除

（3）剥削护套层，露出芯线，如图 4-32（*c*）、（*d*）、（*e*）、（*f*）所示。

（4）在距护套层约 10mm 处，按塑料绝缘线的削除方法切除绝缘层，如图 4-32（*g*）所示。

4. 单股芯线直线连接如图 4-33 所示。

（1）将两根导线头绝缘层去除后，作 X 状相交见图 4-33（*a*）。

（2）两芯线互相绞合 2～3 匝后扳直，见图 4-33（*b*）。

（3）将两线头分别在另一芯线上紧密缠绕 6 圈，剪去多余线头，用钢丝钳钳平切口，见图 4-33（*c*）。对于单股芯线 T 形连接，则如图 4-33（*d*）所示。

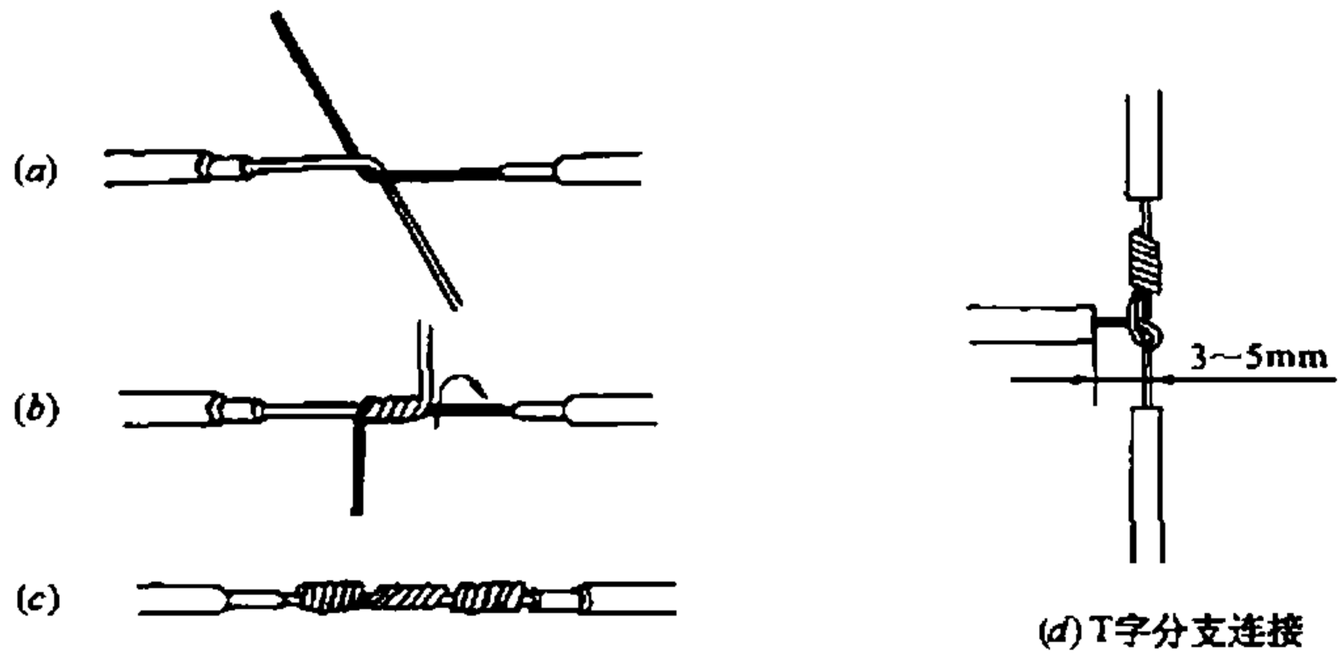


图 4-33　单股导线的连接方法

5. 7 股芯线直线连接

（1）将线头绝缘层削除，将裸露的芯线距绝缘 1/3 处绞紧，其余长度线头散开形成伞骨状，如图 4-34（*a*）所示（图中 *l* 为裸线长度）。

（2）将两线头对叉后顺芯线向两边捏平，如图 4-34（*b*）、（*c*）所示。

（3）在一端分出相邻两根芯线，将其扳成与芯线垂直，并沿顺时针方向绕两圈后，弯成直角，贴紧芯线，如图 4-34（*d*）、（*e*）所示。

（4）再拿出两根芯线如前法缠绕，如图 4-34（*f*）所示。

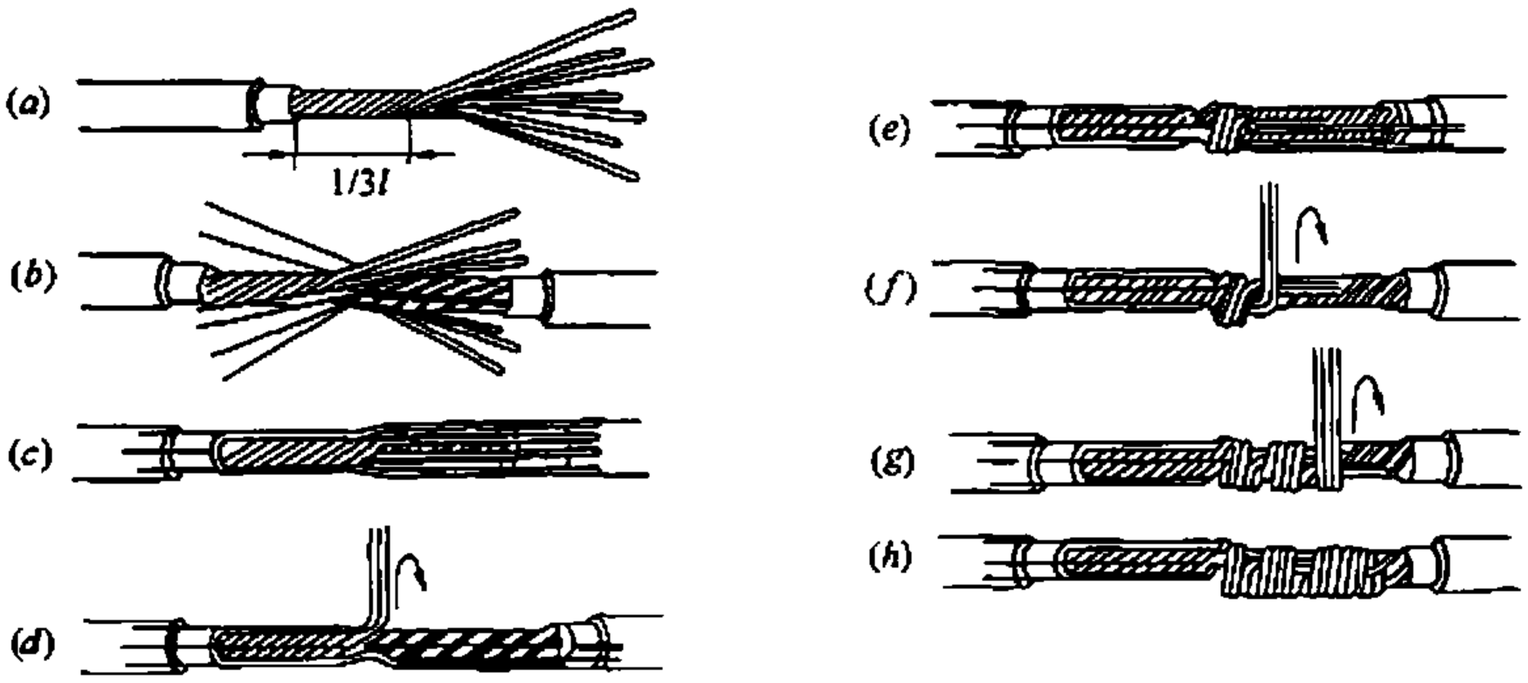


图 4-34　七股芯线直线连接

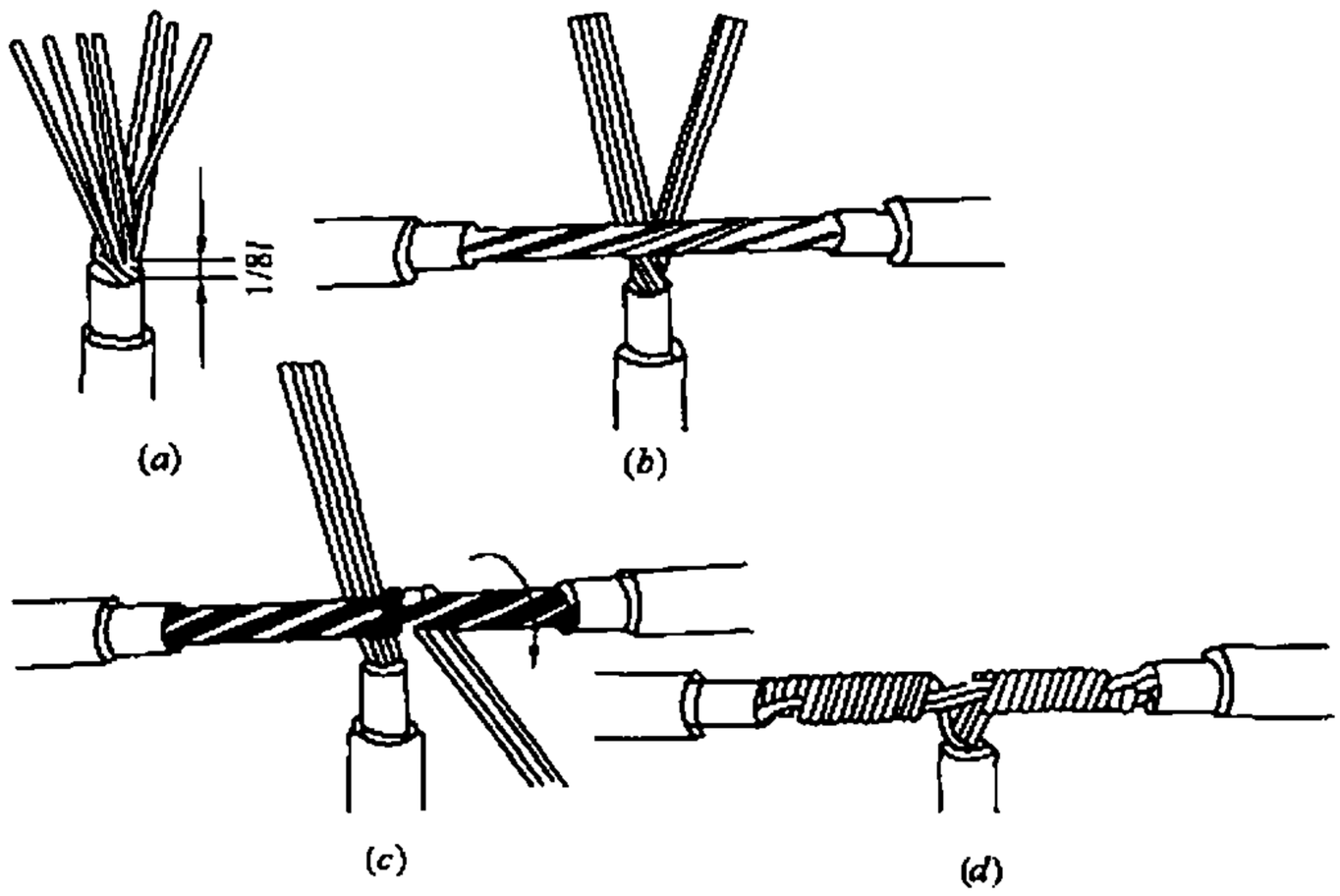


图 4-35　7 股芯线 T 形连接

(5) 最后三根线头密绕至线头根部，剪去余端，钳平线口，如图 4-34（g）、（h）所示。

(6) 另一端重复上述过程绕成。

6. 7 股芯线 T 形连接

如图 4-35 所示。线头去绝缘后（图中 l 为裸线长度），将根部绞紧，其余分散成两组。一组 4 根芯线插入干线中间，另一股 3 根在干线一边按顺时针方向紧绕 3～4 圈，剪去余端，钳平切口。插入干线的一组用同样方法缠绕 4～5 圈，剪去余端，钳平切口。

7. 导线连接后的绝缘处理

如图 4-36 所示。用绝缘带从线头的绝缘层上开始，采用 1/2 叠包方法包至另一端线头线缘层处，再包 3～4 圈。

缠绕时，先包黄蜡绸带（或涤纶薄膜带），然后再包黑布胶带。

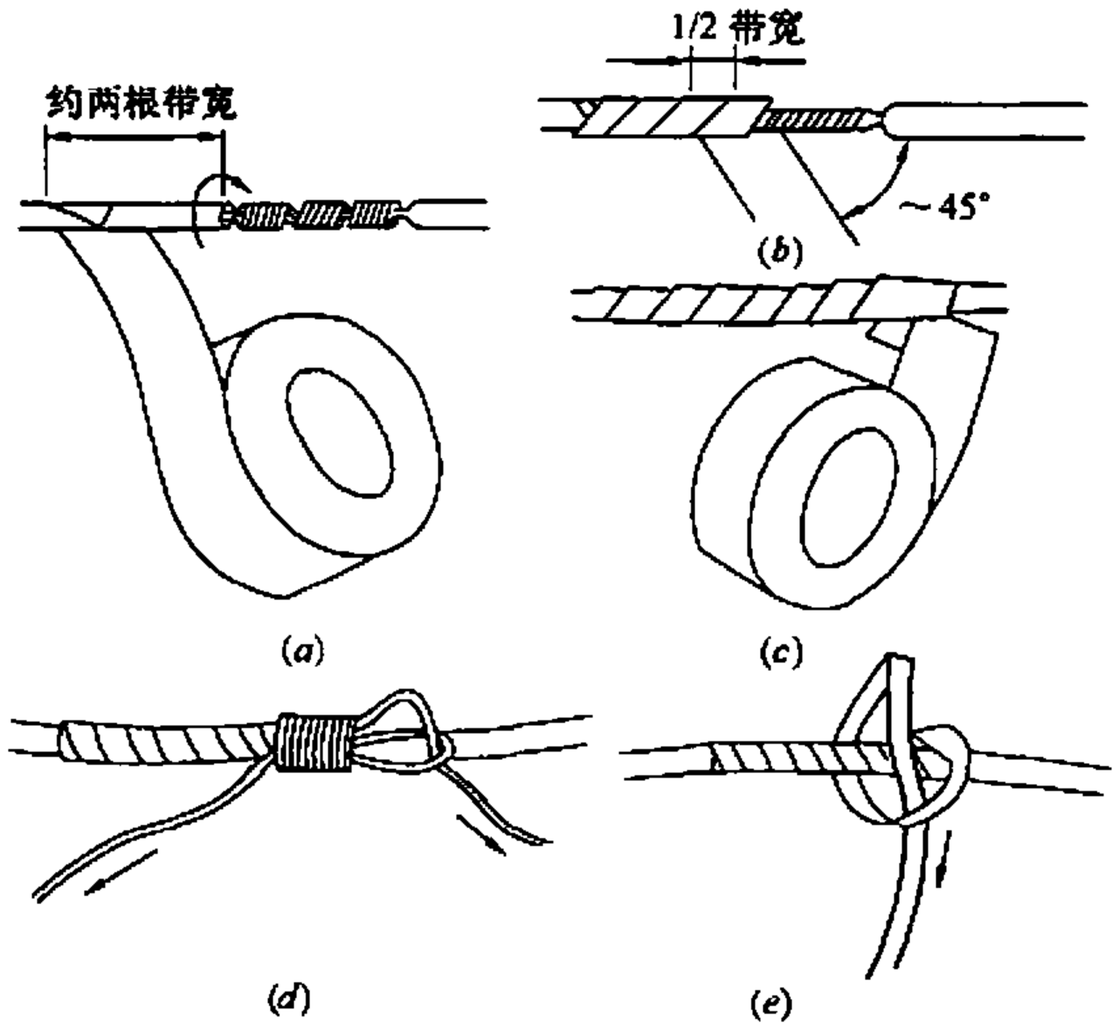


图 4-36　导线连接后的绝缘处理

四、电　源　要　求

厅堂除电声系统以外，还有众多灯光照明设备。灯光照明用电量大，并且经常变化，例如以可控硅为核心的调压灯光控制台照明系统。此时对电源有一些特殊要求，并对供电线路的铺设及线径也有一定的规定。

（一）电源要求

电声系统要与灯光照明系统供电电源分开。其可采用带屏蔽层的隔离变压器从主路电源引出，单独供给电声系统以使干扰减至最小。干扰包括因灯光照明大电流的变化致使220V 电压变化，以及可控硅产生的脉冲干扰。

（二）供电线路的铺设

1.“地”的概念

220V 供电的两条电源线正确地称呼应是“火线”和“零线”。其中火线为三相供电线路的“某相”，而“零线”并不是地线，而是三相供电线路的中相。电声系统所有设备所用的电源插座应该统一使用标准的三芯插座。中心插孔应是地，也就是真正的地。它是接在接地端子上，该端子埋在地下。设备机壳应通过插头的中心插孔接至地，以保护人身安全。

除 220V 电源“地”的概念以外，还有电声系统中各设备音频信号的公共地，或者说：系统的音频信号的零电位参考点，例如卡侬、大三芯、大二芯接地端，不要把 220V 电源和音频信号的地混淆。若把这两个地处理为一点，则会使扩声系统带来 50 周交流声干扰。

各电声设备的音频信号“地”应连接在一起，并且与机壳一定要分开，也就是与220V 电源系统的地分开。

2. 电源线径

依据电声系统的总用功率来定线径，其中功率放大器占据总量的近 70% ~ 80%。为

了保证供电 220V 的波动小以及线路损耗小，一是考虑附加变压器的功率容量（主要体现在初次线所用线径），其次是电源连接线的线径。

电源功率容量是用伏安表示，即 220V 与总电流（A）的乘积。标定电源变压器同样采用伏安。至于线径它是用导体线截面积（以平方毫米为单位即 mm^2）来说明。截面积与允许的电流之间的关系见表 4-11。

500V 铜芯绝缘导线长期连续负荷允许载流量（最高温度允许 +65℃）　　表 4-11

导线截面（mm^2）	线芯结构			导线明铺允许负荷电流（A）		橡皮绝缘导线同穿一管内允许负荷电流（A）						塑料绝缘导线同穿一管内允许负荷电流（A）					
	股数	单芯直径（mm）	成品外径（mm）	橡皮	塑料	金属管			塑料管			金属管			塑料管		
						2根	3根	4根	2根	3根	4根	2根	3根	4根	2根	3根	4根
1.0	1	1.13	4.4	21	19	15	14	12	13	12	11	14	13	11	12	11	10
1.5	1	1.27	4.6	27	24	20	18	17	17	16	14	19	17	16	16	15	13
2.5	1	1.76	5.0	35	32	28	25	23	25	22	20	26	24	22	24	21	19
4	1	2.24	5.5	45	42	37	33	30	33	30	25	35	31	28	31	28	25
6	1	2.73	6.2	58	55	49	43	39	43	38	34	34	47	41	41	36	32
10	7	1.33	7.8	85	75	68	60	53	59	52	46	65	57	50	56	49	44
16	7	1.63	8.8	110	105	86	77	69	76	68	60	82	73	65	75	65	57
25	10	1.28	10.6	145	138	113	100	90	100	90	80	107	95	85	95	85	75
35	19	1.51	11.8	180	170	140	122	110	125	110	98	133	115	105	120	105	63
50	19	1.81	13.8	230	15	175	154	137	160	140	123	165	146	130	150	132	117

3. 供电线路铺设

严禁 220V 供电线路与音频信号并行铺设，防止弱电平音频信号线处于 220V 电源线产生的磁场之内，带来 50Hz 交流干扰。电源线应用金属管处理或带外屏蔽的专用电源线。

五、扩声系统的接地

扩声系统的传输信号一般电平值均较低，因而十分容易受其他设备的电场或电磁的干扰。这些干扰经过放大后就会变成一些噪声，影响了重放的效果，因此必须通过一些接地网络将信号的传输线屏蔽起来，抑制各种干扰源的干扰。

扩声系统的接地网络主要由屏蔽接地系统组成。屏蔽接地系统就是指设备的金属外壳和信号馈线的屏蔽层接地的系统，一般是将音响系统的金属外壳或信号馈线的屏蔽层按器材功能划分成几个部分，然后通过独立的金属层线接至一个公共接地端上。

一般音频系统都是由多台分立设备串接起来的链式系统，如果屏蔽系统也是依其音频系统设备中信号的走向串接成链状，并一点接地，则这样的连接方式称为链式接地方式。它连接方便但有缺点，可能会产生地阻干扰。由于屏蔽系统是由内阻较高的铁质材料制作的，当在它上面出现较强的交变静电感应时，就会因整个屏蔽系统的电荷平衡速度较慢又产生电势，此电势影响到音频设备的前级，则可能产生一定的噪声电平。所以，如果使用的设备比较多，不宜采用链式接地方式，链路越长，干扰越明显。

另一种屏蔽接地方式是将音频系统的屏蔽以每一台设备为单位，每一个单位都通过单独的导线接到一个公共地端，这种连接方式称为星式接地方式。因为每一台设备直接接地，因此，这种接法可以避免地阻干扰现象。

接地屏蔽连接时应注意，接地屏蔽线绝对不能形成闭合回路。产生闭合回路的原因是由于多条信号线的屏蔽层两端接地或是在屏蔽层与电源地端之间形成的。这种连接当受到其他电器设备辐射交变电磁场作用时，在这些闭合回路中必然会产生工频感应电流，这种感应电流出现在信号的屏蔽层上时必然会产生严重的噪声干扰。因此，连接时应注意：

(1) 两设备之间只允许有一根信号屏蔽线的两端分别与两设备的外壳相连；

(2) 设备外壳不与电源地线相连。

这样连接就可以避免地环路的形成。

图 4-37 给出了链式接地的示意图。每一台设备与调音台连接，只允许有一根导线的屏蔽层的两端与设备外壳相连，其他所有与调音台连接的导线的屏蔽层均以与调音台连接的一端与调音台外壳相连，另一端悬空。其他设备之间的连接同样只允许有一根导线的屏蔽层的两端与设备外壳相连，其他导线的屏蔽层一端接外壳一端悬空。整个系统选择调音台输入端附近的一点接大地。链式连接连接的设备不宜太多，否则将会发生明显的地阻干扰。

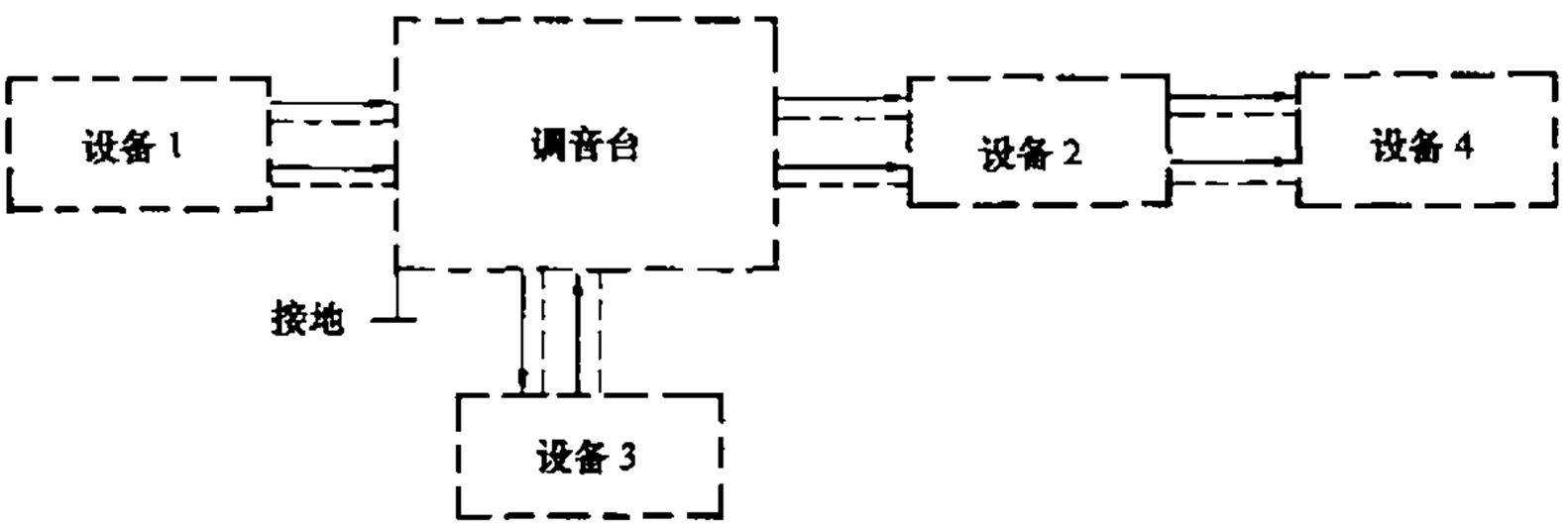


图 4-37　链式接地示意图

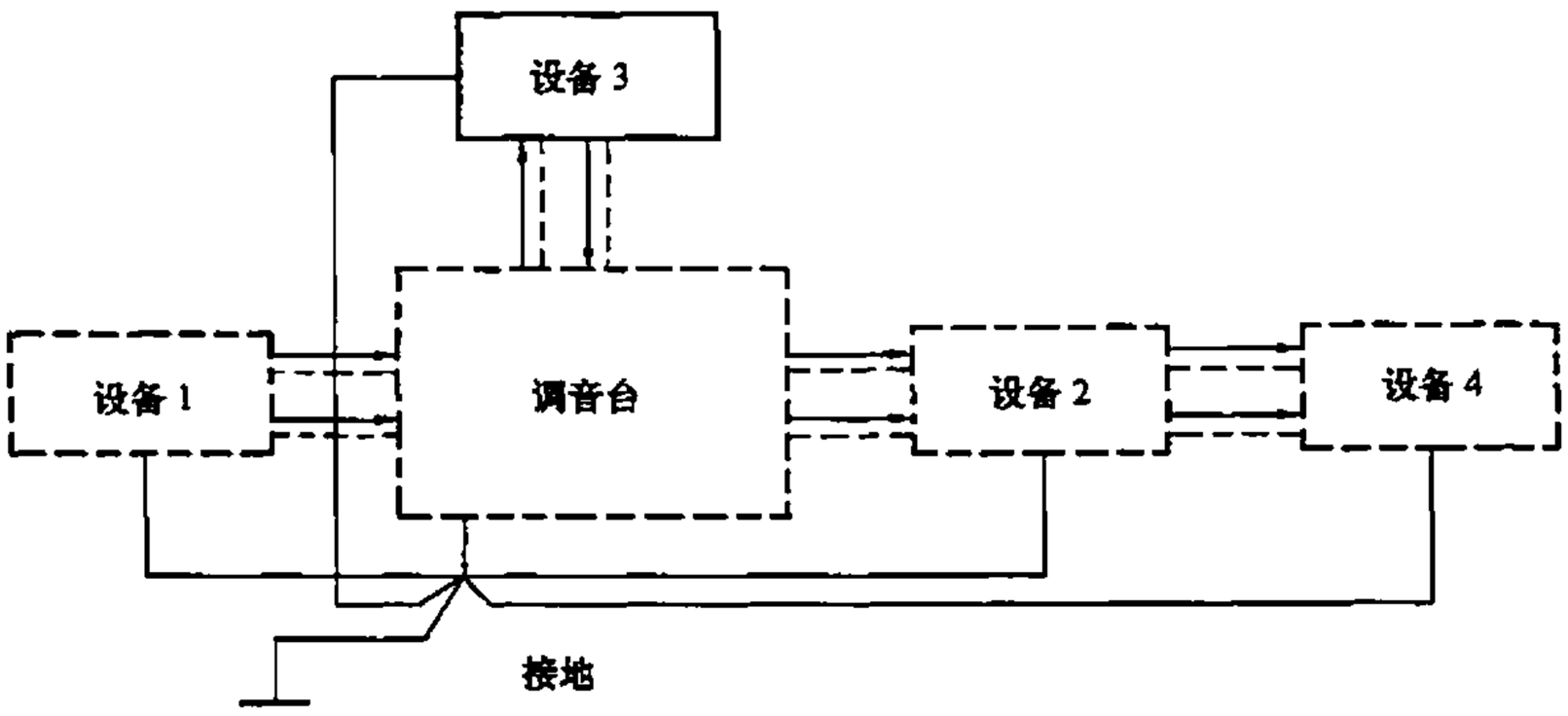


图 4-38　星式接地示意图

图 4-38 给出了星式接地的示意图。其连接的原则是每根导线的屏蔽层只有一端与设备的外壳相连，另一端悬空，常取信号传输线的末端与外壳相连。每一台设备在信号输入端附近选择一接地点通过导线集中于一点，这一点常选择调音台的输入端附近，该点直接与大地相连。接地线最好选用铜芯线，每台设备都应有自己的接地线，而不能用一根地线将所有设备串起来接地。此外，星式连接方式还应注意，要求每台设备之间应绝缘，其外壳一般由铁质材料制成，所以在安装时设备之间的外壳不能相碰。

与大地相连的地线应与地有良好的接触，其直流电阻一般应不超过 0.2Ω，地线可以采用铜片，将其埋入地下 2m 以下深度，并辅以木炭和盐增加与地的接触。

总之，要防止外界的干扰，必须重视系统的接地屏蔽。其原则是一点接地，不能让屏蔽接地形成闭合回路。此外，各设备之间的信号传输回路不能让它进入馈线的屏蔽层，即不要将信号线的一端与屏蔽层连接作为信号线的一部分。例如，不平衡方式的连接应采用二芯屏蔽线，不要用屏蔽层传输信号。

六、音箱的安装

舞台处设置扬声器，无论组合扬声器（音箱）或是低音（音箱）都应安置在舞台面上或安置在坚固的支架上；悬挂扬声器的悬挂支架和支点应牢固，防止强功率下产生振动，以带来音质变坏。吊架不牢产生的 40～80Hz 低频共振，会在房间均衡器的调试时，频谱产生高峰假象，此峰随声音而变化，但不成线性关系，所以很难均衡。

当把喇叭系统安装在舞台前拱形台口时，必须注意的要点是，在喇叭和拱形台口间，不得有间隙，贴上毛毡垫圈（图 4-39）。另外，必须注意喇叭的振动不得传给拱形台口。

当喇叭系统容易横向振动时，为了安全，防止振动，可在横向拉辅助缆绳。舞台侧面喇叭，当设置在地板上或放在地面上时，为防止喇叭振动影响，放置防振橡胶，用吸声材料围住，如图 4-40 所示。

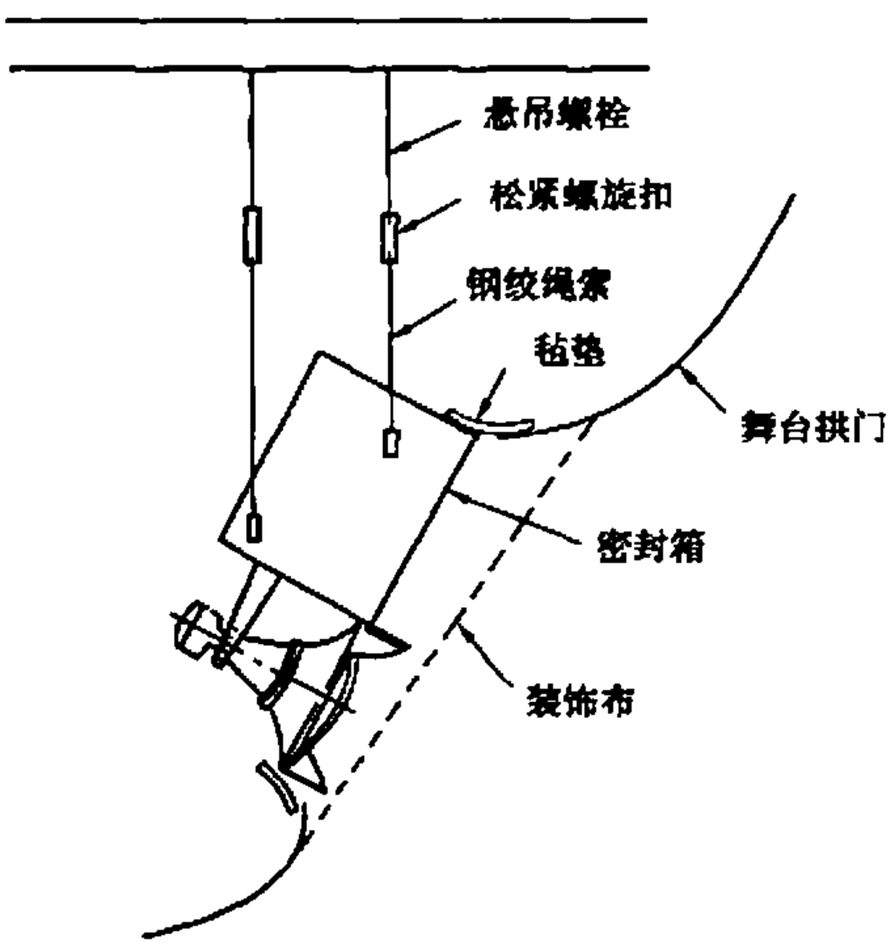


图 4-39　舞台用喇叭的安装例

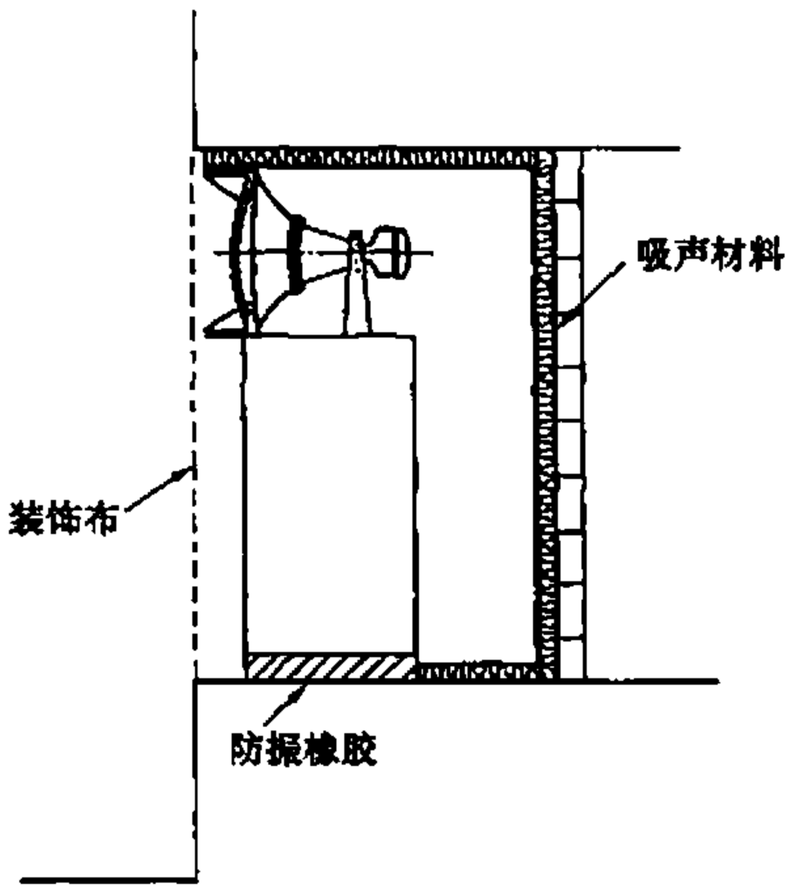


图 4-40　舞台侧面喇叭的安装例

第六节　公 共 广 播 系 统

一、公共广播系统的种类

公共建筑公众区的有线广播和旅馆的客房广播等公共广播系统，与剧场、会堂、歌舞厅的厅堂扩声系统不同，后者因服务区域较小，传输距离较短，通常采用直接输出（低阻输出）和传输的方式，而公共广播系统则有如下特点：

(1) 服务区域广，传输距离长，故为了减少功率传输损耗，采取与厅堂扩声系统不同的传输方式。

(2) 播音室与服务区一般是分开的，即传声器与扬声器不在同一房间内，故没有声反馈的问题。

公共广播又称有线广播，亦称 PA（Public Address）广播，按照使用性质和功能分，可分为三种：

1. 业务性广播系统

这是以业务及行政管理为主的语言广播，用于办公楼、商业楼、学校、车站、客运码头及航空港等建筑物。业务性广播宜由主管部门管理。

2. 服务性广播系统

这是以欣赏性音乐或背景音乐为主的广播，对于一至三级的旅馆、大型公共活动场所，应设服务性广播。旅馆的服务性广播节目不宜超过五套。

背景音乐简称 BGM，是 Back Ground Music 的缩写，它的主要作用是掩盖噪声并创造一种轻松和谐的气氛。听的人若不专心听，就不能辨别其声源位置，音量较小，是一种能创造轻松愉快环境气氛的音乐。背景音乐通常是把记录在磁带、唱片上的 BGM 节目，经过 BGM 重放设备（磁盘录音机、激光唱机等）使其输出分配到各个走廊、门厅和房间内的扬声器，变成重放音乐。

3. 火灾事故广播系统

它是用来满足火灾时引导人员疏散的要求。背景音乐广播等可与火灾事故广播合并使用。当合并时，应按火灾事故广播的要求确定系统。

另一方面，公共广播系统按传输方式又可分为音频传输方式和载波传输方式两种。而音频传输方式常见的有两种：定压式和终端带功放的有源方式。

1. 定压式

它就是采用有线广播中广泛应用的定压式配接方式，在宾馆、酒店的公共广播中也被大量运用。它的原理与强电的高压传输原理相类似，即在远距离传输时，为了减少大电流传输引起的传输损耗增加，采用变压器升压，以高压小电流传输，然后在接收端再用变压器降压相匹配，从而减少功率传输损耗。同样，在定压式宾馆广播系统中，用高电压（例如 70V、100V 或 120V）传输，馈送给散布在各处的终端，每个终端由线间变压器（进行降压和阻抗匹配）和扬声器组成。其系统构成如图 4-41 所示，定压式亦称高阻输出方式。

采用定压式设计时应该注意：

(1) 为施工方便，各处的终端一般采取并联接法，而接于同一个功率放大器上的各终

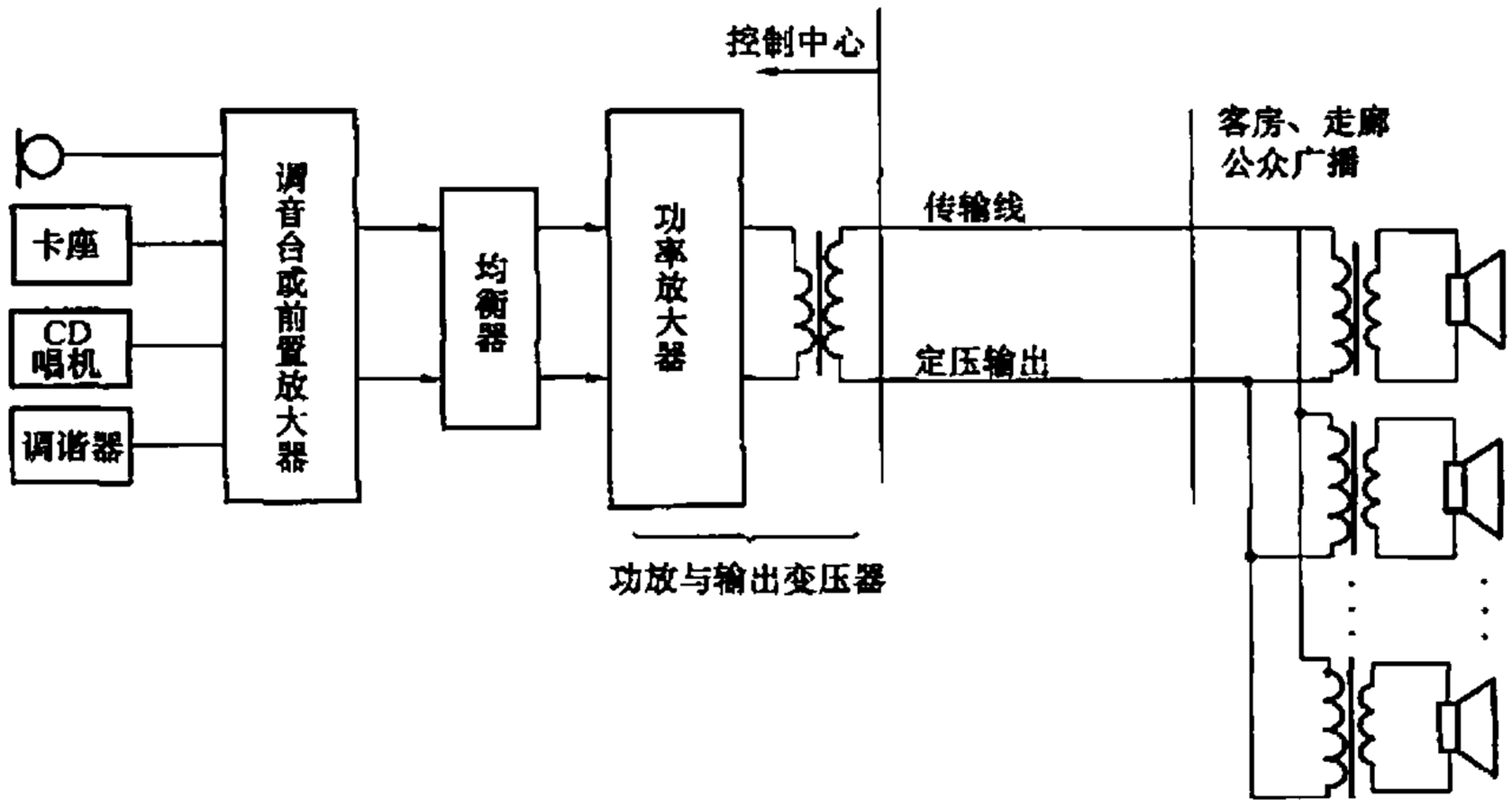


图 4-41　定压式音频传输广播系统

端（线间变压器和扬声器）的总阻抗应大于或等于功率放大器的额定负载阻抗值，即

$$Z_0 \leqslant \frac{Z_L}{n} \tag{4-1}$$

式中　Z_0——功放额定负载阻抗；

Z_L——各终端扬声器的阻抗；

n——终端个数。

若功率放大器的额定输出功率为 W_0，定压输出的额定电压为 V_0，则 Z_0 可由下式求得：

$$Z_0 = \frac{V_0^2}{W_0} \tag{4-2}$$

(2) 每个终端（扬声器）的额定输出功率应大于所需声压级的电功率的 3 倍以上。设扬声器的额定功率为 W_L，达到所需声压级的电功率为 W_S，则有

$$W_L \geqslant 3W_S \tag{4-3}$$

事实上，由于满足定压条件，故有

$$V_0 = \sqrt{W_L Z_L} \tag{4-4}$$

因此只要将相应定压端子的扬声器终端并接到功率放大器的输出端，而保证 $nW_L \leqslant W_0$ 即可。

例如，在走廊通道中使用的顶棚扬声器（如 TYZ2-1 型），其灵敏度 L_0 为 92dB/m·W，额定功率为 2W，按定压 100V 配接线间变压器，额定阻抗为 5kΩ。若走廊环境噪声为 55dB (A)，取信噪比为 25dB，则要求平均声压级 L_P 为 80dB。由 (4-5) 式可求得达到所需声压级的电功率 W_S：

$$10\lg W_S = L_P - L_0 + 20\lg r \tag{4-5}$$

式中　r——扬声器至听音人的距离 (m)。

设 r 为 3m，则可求得 $W_S \approx 0.6W$，使用 2W 的扬声器可满足 $W_L \geqslant 3W_S$。如走廊内需上述的扬声器的总数为 50，则应选取 $50 \times 2W = 100W$ 以上的功率放大器。例如，使用日本 TOA 公司的 VP-1120 型功率放大器，额定功率为 120W，又具有 100V 定压输出端，故可满足本例要求。

定压式的音频传输方式，适于远距离有线广播。由于技术成熟，布线简单，设备器材配套容易，造价费用较低，广播音质也较好，因此在宾馆公众区的公共广播系统中获得广泛的应用。

2. 终端带功放的方式

这种方式有时称为有源终端方式，或称低阻输出式音频传输方式。这种方式的基本思路是将控制中心的大功率功率放大器分解成小功率放大器，分散到各个终端去，这样既可解除控制中心的能量负担，又避免了大功率音频电能的远距离传送。其系统组成如图 4-42 所示。这种方式的主要特点是：

（1）每一个终端扬声器均由紧靠自己的小功率放大器（又称终端放大器）驱动。终端仅向传输线路索取 0dB 信号，终端放大器的功率不受限制，视扬声器而定。

（2）控制中心只负责小信号处理，包括信号控制、音色修饰和适当放大。输出放大器采用低阻、无变压器输出（如 OTL 或 OCL），功率不必很大，几瓦以上即可。

（3）传输线路是低阻抗小电流线路，理论上输出信号为毫瓦级信号就够了，传输电流比定压式小；适当提高传输电平有利于提高信噪比。

由上述特点可以看出这种系统有如下优点：

第一，由于解除了控制中心的能量负担，故大大地提高了运行的可靠性和配置的灵活性。

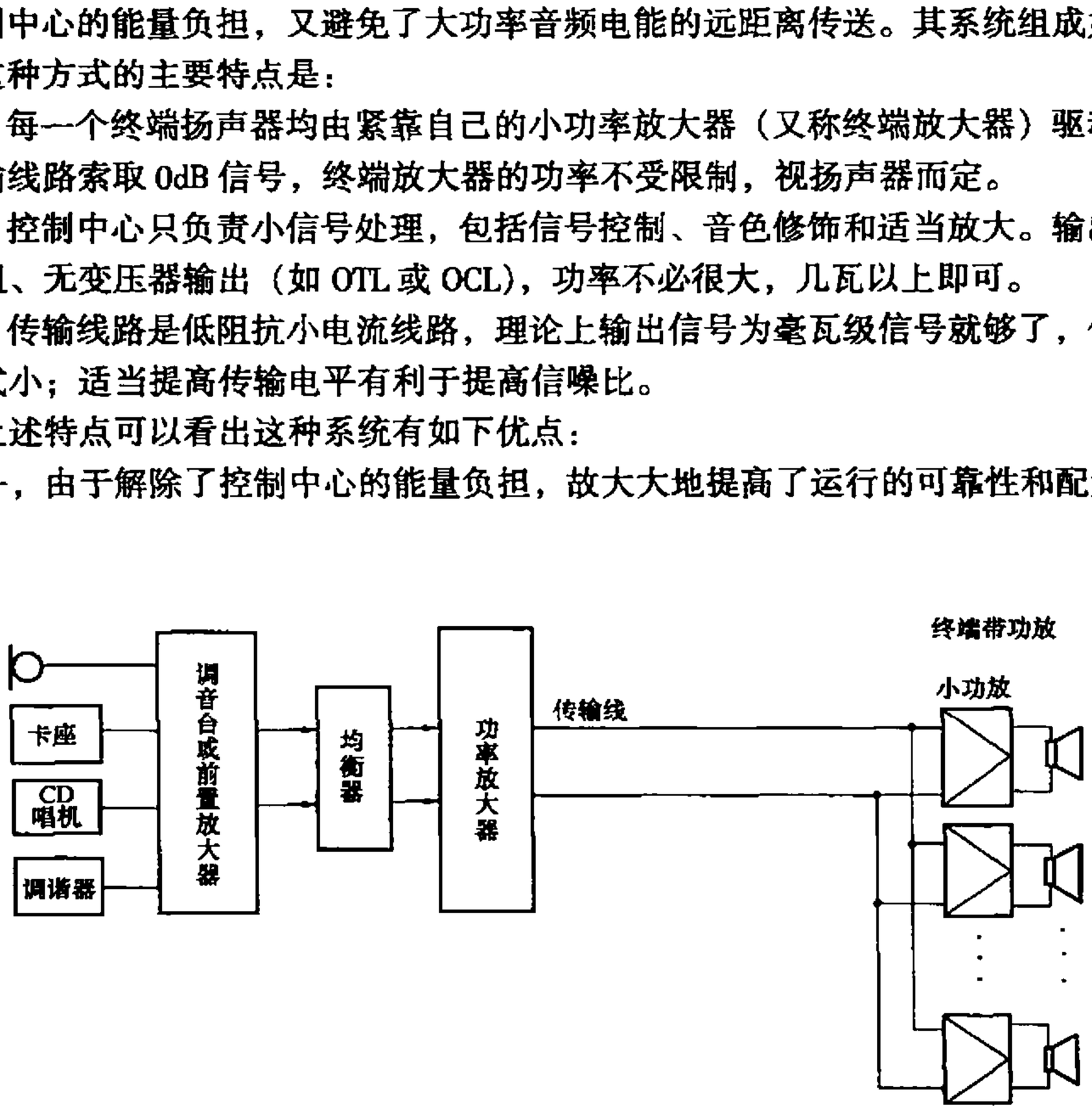


图 4-42　终端带功放音频传输方式

第二，由于传输线仅传输小信号，而且是低阻抗输出，所以传输距离可以很远；不存在终端匹配问题，终端的规模和数量均可任意设计；对传输线的要求很低，用普通双绞线即可，不需大截面导线，因线路呈低阻抗，故一般也不需屏蔽；而且由于传输信号电平低，故也不会对邻近系统造成干扰。

第三，由于取消了定压式输出的大功率音频变压器，可改善音质，节约投资，当然终端部分的投资要增大。

在实际工程中，终端放大器的供电电源原则上就近由电力网引入。当需要对终端进行分别控制时，电源线可从控制中心引出，电源线同信号传输线可用同一线管敷设，不会引入工频干扰，但要做好安全绝缘。

这种方式既可用于宾馆客房等广播系统，也可用于大范围的体育场馆、会场的扩声系统。实际上，由带功放的有源音箱构成的扩声系统即是此方式。

3. 载波传输方式

载波传输方式是将音频信号经过调制器转换成被调制的高频载波，经同轴电缆传送至各个用户终端，并在终端经解调还原成声音信号。由于宾馆都设有 CATV（共用天线电视）系统，所以这种方式一般都利用 CATV 传输线路进行传送。为了便于和 VHF 频段混合，又考虑调频广播同时进入系统，故目前一般采用调频制，采用我国规定的调频广播波段（87～108MHz）。在此频段内开通数路自办节目，一般可设置 1～2 套广播节目和 3～4 套自办音乐节目（背景音乐等）。这些节目源信号被调制成 VHF 频段的载波信号，再与电视频道信号混合后接到 CATV 电缆线路中去，在接收终端（例如客房床头柜）设有一台调频接收机，即可解调和重放出声音信号。这种方式的系统组成如图 4-43 所示。

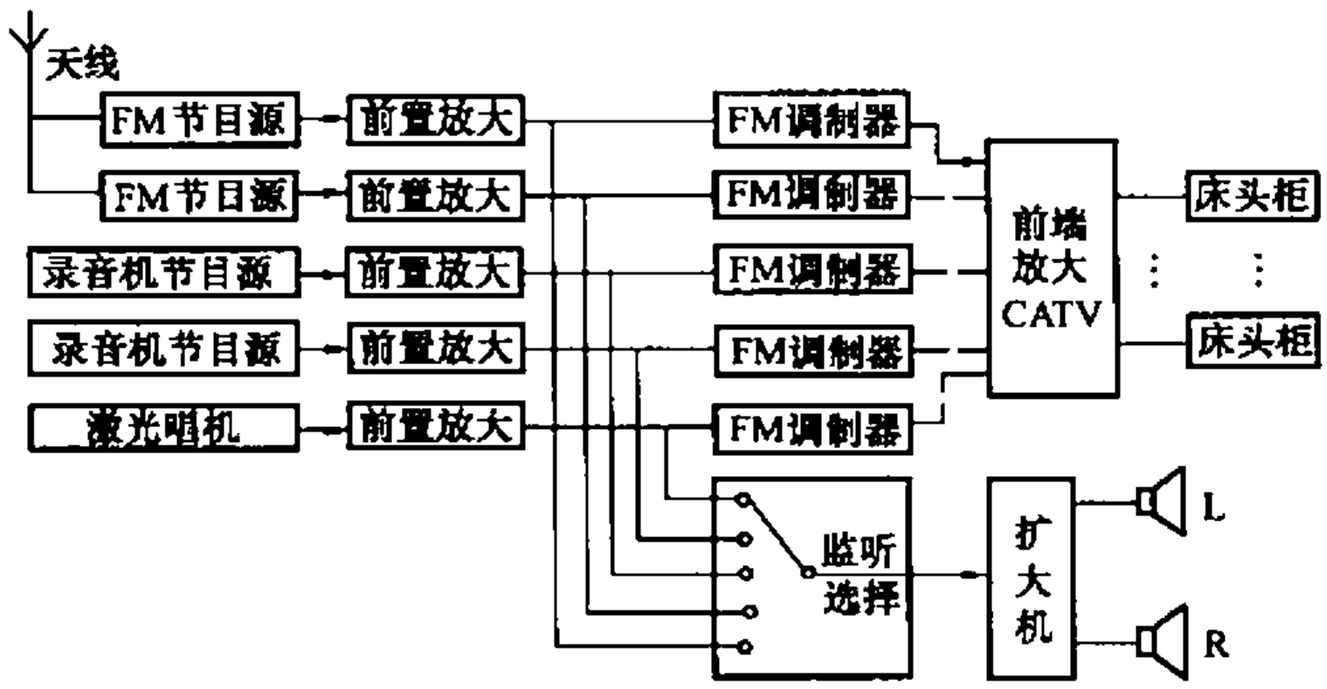


图 4-43　载波传输广播系统

由于这种方式的广播线路与 CATV 电视系统共用，因此其系统设计和管线布置与 CATV 相类似（见第六章）。此外，在设计时还应注意：

（1）音乐节目信号与电视信号混合必须保证一定的隔离度，用户终端输出处须用分频网络和高频衰减器，以保证获得最佳电平和避免相互干扰。

（2）各节目信号频道之间应有一定的间隔，一般频道之间相距为 2MHz 左右，以保证接收输入的各频道有足够的阻带防卫度。

（3）这种方式的前端设备的输出电平应与每个电视频道及闭路电视的电平相等或相近，亦即使各信号电平在混合集中点的电平尽可能接近。

（4）系统输出口应使用具有 TV、FM 的双输出孔的用户终端插座，将终端的调频接收机天线插头插入 FM 插孔，用以收听调频广播音响节目；电视机的天线插头插入 TV 插孔，

以收看电视节目。

由上可见，载波传输方式适合于设有 CATV 系统的场所，如宾馆客房等。这种系统的特点是通过与 CATV 电视系统的共用，从而使广播线路的费用节省，施工简单，维修方便。但因客房每个床头柜都具有一台调频接收设备，故最初工程造价要高些，维修技术的要求也高。

表 4-12 列出三种公共广播系统方式的比较。

公共广播系统分类　　表 4-12

类　型	原　理	特　点
定压式 （图 4-41）	功放用升压（定压）小电流传输，每个终端由线间变压器降压并与扬声器匹配	(1) 技术成熟、布线简单、应用广泛 (2) 传输损耗小，音质较好 (3) 设备器材配套容易，造价较低
有源终端式 （终端带功放式） （图 4-42）	将控制中心的功放分解或多个小功放，分散到各个终端去，以低阻小电流传输	(1) 控制中心功耗小，传输电流也较小 (2) 终端放大器的功率不受限制 (3) 终端较复杂
载波传输式 （图 4-43）	音频信号经调制器变成被调制的高频载波，通过 CATV 同轴电缆传送至用户终端，并调解成声音信号	(1) 可与 CATV 系统共用 (2) 终端需有解调器（调频接收设备） (3) 最初工程造价较高，维修要求高

二、公共广播系统的安装设计与施工

（一）系统方式的选择

在前面已经述及用于宾馆广播音响系统的三种系统方式，即定压式音频传输方式，终端带功放的音频传输方式和载波传输方式。从目前的使用情况来看，在宾馆走廊、门厅、电梯间、商场等公众区广播中还是以定压式为多。在宾馆客房广播中，这三种方式都有应用，有关它们的优缺点已在前面叙述。

应该指出，在公共广播系统中，按其前端组成方式来分，可分如图 4-44 所示的三种方式。图 4-44（a）为传统的以前置放大器为中心的方式。为了在两个区域播放不同广播内容，可采用“输入选择 + 双前置放大器”方式，如图 4-44（b）所示。近年来出现音频矩阵方式，见图 4-44（c），它适用于分区多，规模大的场合。

（二）声场特性

宾馆广播系统大部分均在室内，声音的传播将遵循室内声学的规律，显然好的建声设计是好的电声设计的前提。而且，声性能的基本要求可参考厅堂扩声所要求的声学指标拟订。需要指出，由于广播系统一般传声器和扬声器不同处于一个房间内，故传声增益方面的问题就不存在了。宾馆内有关场所的容积相对于大厅和会场要小得多，并且不必像厅堂扩声系统那样需要高保真度，照搬有关指标是不合适的。目前，国内外尚无有关技术标准，为了有一个大致指标，建议从下列两方面考虑：

1. 声学特性

可参考第二节所述的语音扩声二级的要求，最低限度要达到：

(1) 最大粉红噪声声压级（空场稳态准峰值总声压级）≥85dB（250 ~ 4000Hz 内平均

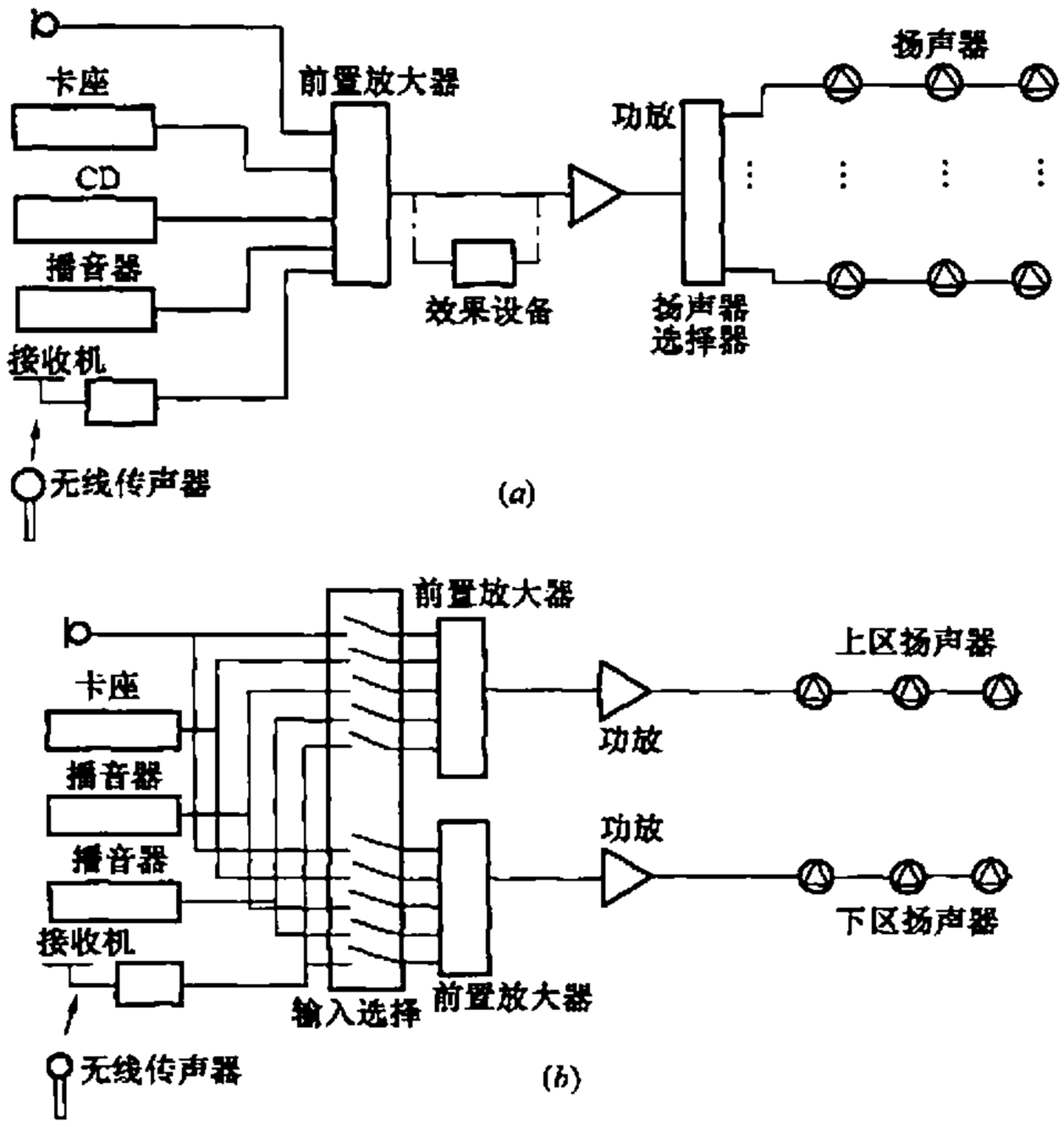


图 4-44　几种公共广播系统方式

（a）前置放大器方式；（b）输入选择 + 双前置放大器方式；（c）音频矩阵方式

声压级）。

（2）传输频率特性：250 ~ 4000Hz 内以其平均声压级为 0dB，允差为 + 4 ~ - 10dB。

（3）声场不均匀度≤10db、1000Hz 和 4000Hz 处。

（4）纯音失真率以设计使用功率在自由声场中测量扬声器系统，在≤4000Hz 的传输频率特性范围内≤15%。

2. 音质评价

如同音响设备的技术特性指标不能完全说明音质的优劣一样，宾馆广播系统最终是重放节目给人们听的，所以宾馆广播系统实际性能到底如何，还必须对该系统进行听音的主

观评价，即所谓音质评价。音质评价的项目很多，但最低要求应掌握语音清晰度的程度。

宾馆广播系统音质好坏还与宾馆内环境噪声有关，该噪声级越低越好，一般希望能控制在 50～55dB（A）以下。对于背景音乐的声级和传呼找人声级的控制如下：

背景音乐的声级＝噪声声级＋（3～5）dB

传呼找人或广播通知的声级＝噪声声级＋（6～10）dB

（6～10）dB 这一差值代表传呼找人的工作状态时信噪比的大小，清晰度随信噪比的提高而增加，但此值的最大值为 25dB，超过 25dB 后，清晰度将不会显著提高，而扰人的响度令人讨厌。

（三）分区广播

将宾馆内公众区的扬声器以及客房按一定原则分组分区，然后在系统设计中加以适当处理，使之适应不同区域对音频节目信号的不同要求。比如在对公众区进行背景音乐广播时，可以对停车场广播叫车通知，或对某一工作区域进行广播找人等。

为了适应各个分区对广播信号的声级有近似相等声级大小的要求，在广播系统设计上可采用如下方法：

（1）每一分区配置一台独立的功率放大器，该放大器上有音量大小的控制功能。

（2）在满足扬声器与功率放大器匹配的情况下，某几个分区也可以共用一台功率放大器，并在功率放大器和各分区扬声器之间安装扬声器分区选择器，以便选择和控制这些分区扬声器的接通或断开。

（3）由于功率放大器输出功率目前最大为 240W 或 300W，例如日本 TOA 公司最大一种功率放大器为 240W，当一个分区扬声器的功率超过 240W 时，可采用两台或更多的功率放大器。这些功率放大器的输入端可以并联在一起，接至同一节目信号，但应注意这些功率放大器的输出端不能直接并联在一起，而是按扬声器与功率放大器匹配的原则将该分区扬声器分成几组，分别接至各功率放大器的输出端上。

（4）在某些分区的部分扬声器加装扬声器音量控制器，用来控制某些扬声器的音量大小或关断。有些扬声器产品带有衰减器，也可用来调整声级的大小。

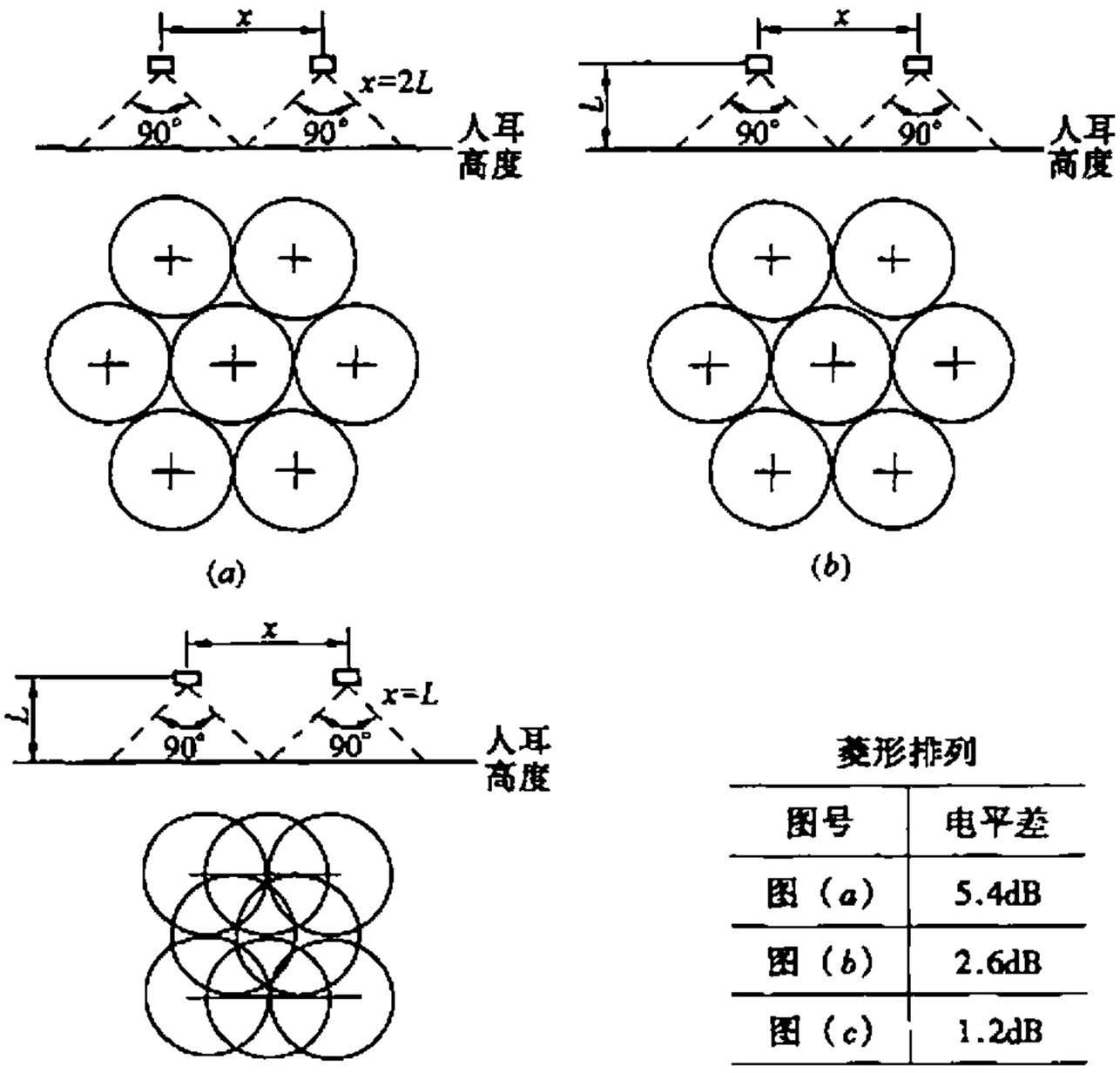
（四）扬声器和功率放大器的确定

（1）对以背景音乐广播为主的公共广播，常用顶棚吸顶扬声器布置方式。图 4-45 和图 4-46 列出菱形排列和方形排列两种方式及其电平差。显然，扬声器的间距越小，听音的电平差（起伏）越小，但扬声器数量越多。

（2）如前所述，用作背景音乐广播的顶棚扬声器，在确定扬声器数量时必须考虑到扬声器放声能覆盖所有广播服务区。以宾馆走廊为例，一个安装在吊顶上的顶棚扬声器（例如 2W，覆盖角 90°）大约能覆盖 6～8m 长的走廊。对于门厅或较大房间也可以此估算和设计，扬声器安排的方式可以是正方形或六角形等，视建筑情况而定。

（3）在确定功率放大器的数量时，如果经费允许，建议每个分区根据该区扬声器的总功率选用一种型号适宜的功率放大器。这样，功率放大器的数量就等于各分区数量的总和。

（4）扬声器与功率放大器的配接已在上一节叙述。对于定压式功率放大器，要求接到某一功率放大器输出端上的所有扬声器并联总阻抗应大于或等于该功率放大器的额定负载阻抗值，否则将会造成功率放大器的损坏。



菱形排列

图号	电平差
图（a）	5.4dB
图（b）	2.6dB
图（c）	1.2dB

图 4-45　吸顶扬声器菱形排列

（a）边-边；（b）最小重叠；（c）中心-中心

（5）功率放大器的容量一般按下式计算：

$$P = K_1 K_2 \Sigma P_0 \tag{4-6}$$

式中　P——功放设备输出总电功率（W）。

P_0——$K_i \cdot P_i$，每分路同时广播时最大电功率。

P_i——第 i 支路的用户设备额定容量。

K_i——第 i 分路的同时需要系数：

服务性广播时，客房节目每套 K_i 取 0.2～0.4；

背景音乐系统 K_i 取 0.5～0.6；

业务性广播时，K_i 取 0.7～0.8；

火灾事故广播时，K_i 取 1.0。

K_1——线路衰耗补偿系数：

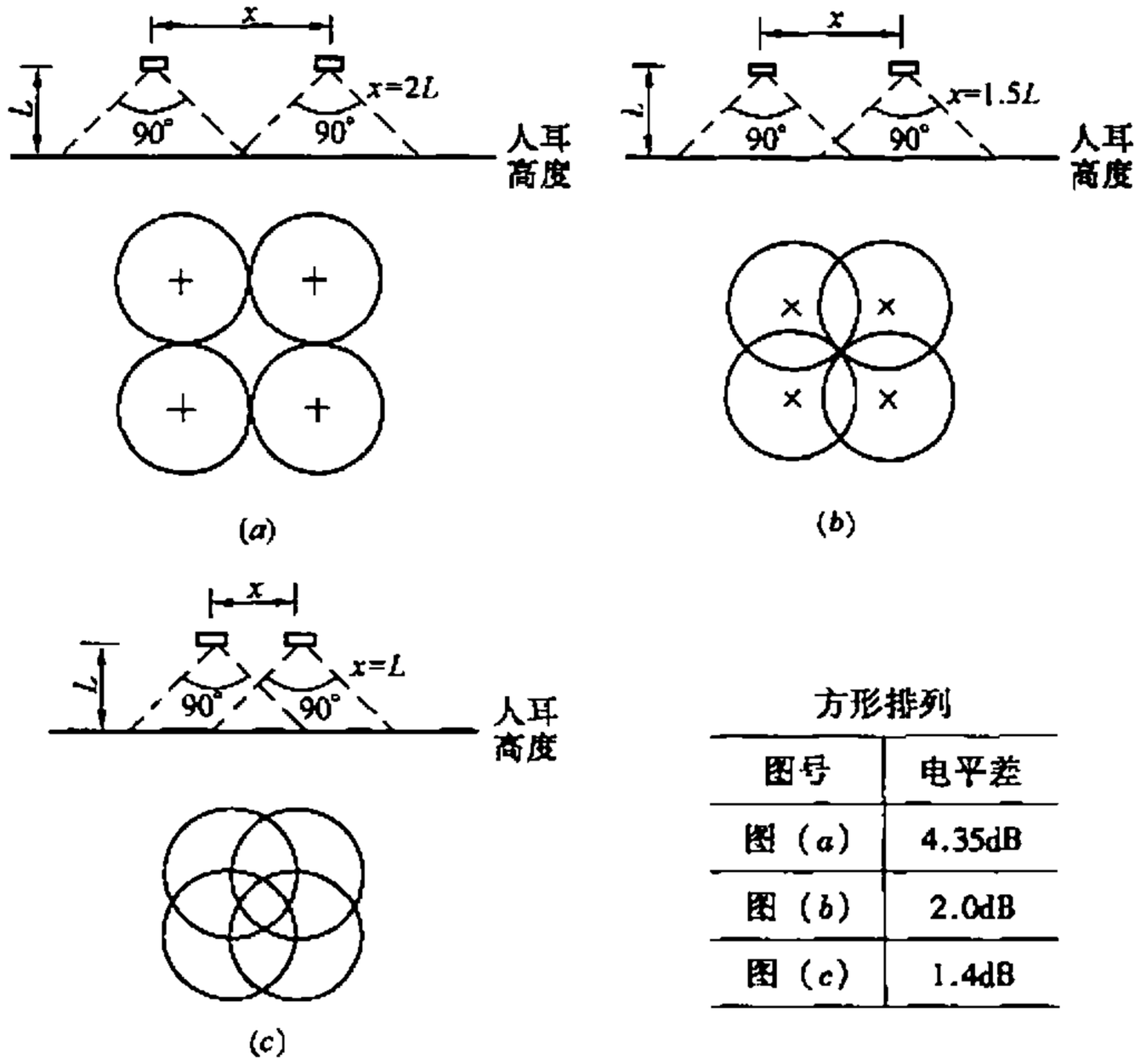
线路衰耗 1dB 时取 1.26；

线路衰耗 2dB 时取 1.58。

K_2——老化系数，一般取 1.2～1.4。

（6）有线广播系统中，从功放设备的输出端至线路上最远的用户扬声器箱间的线路衰耗宜满足以下要求：

1）业务性广播不应大于 2dB（1000Hz 时）；



方形排列

图号	电平差
图（a）	4.35dB
图（b）	2.0dB
图（c）	1.4dB

图 4-46　吸顶扬声器方形排列

（a）边-边；（b）最小重叠；（c）中心-中心

2）服务性广播不应大于 1dB（1000Hz 时）。

（7）根据国际标准，功放的定压输出分为 70V、100V 和 120V 三档。由于公共建筑一般规模不大，并考虑到安全，故一般输出电压宜采用 70V 或 100V。

（8）若采用定阻输出的馈电线路，宜符合下列规定：

1）用户负载应与功率放大设备额定功率匹配；

2）功率放大设备的输出阻抗应与负载阻抗匹配；

3）对空闲分路或剩余功率应配接阻抗相等的假负载，假负载的功率不应小于所替代负载功率的 1.5 倍；

4）低阻抗输出的广播系统馈电线路的阻抗，应限制在功放设备额定输出阻抗的允许偏差范围内。

（9）有线广播功放设备应设置备用功率单元，其备用数量应根据广播的重要程度确定。备用功率单元应设自动或手动投入环节，用于重要广播的环节，备用功率单元应处于热备用状态或能立即投入。

（10）民用建筑选用的扬声器除满足灵敏度、频响、指向性等特性及播放效果的要求外，尚宜符合下列规定：

1）办公室、生活间、客房等，可采用 1～2W 的扬声器箱；

2）走廊、门厅及公共活动场所的背景音乐、业务广播等扬声器箱宜采用 3～5W；

3）在建筑装饰和室内净高允许的情况下，对大空间的场所宜采用声柱（或组合音

箱）；

4）在噪声高、潮湿的场所设置扬声器时，应采用号筒扬声器，其声压级应比环境噪声大 10～15dB；

5）室外扬声器应采用防潮保护型。

（11）在一至三级旅馆内背景音乐扬声器的设置应符合下列规定：

1）扬声器的中心间距应根据空间净高、声场及均匀度要求、扬声器的指向性等因素确定。要求较高的场所，声场不均匀度不宜大于 6dB。

2）根据公共活动场所的噪声情况，扬声器的输出宜就地设置音量调节装置；当某场所有可能兼作多种用途时，该场所的背景音乐扬声器的分路宜安装控制开关。

3）与火灾事故广播合用的背景音乐扬声器，在现场不宜装设音量调节或控制开关。

（12）建筑物内的扬声器箱明装时，安装高度（扬声器箱底边距地面）不宜低于 2.2m。

（五）有线广播控制室

（1）广播控制室设置原则：

1）办公楼类建筑，广播控制室宜靠近主管业务部门，当消防值班室与其合用时，应符合消防有关规定；

2）旅馆类建筑，服务性广播宜与电视播放合并设置控制室；

3）航空港、铁路旅客站、港口码头类建筑，广播控制室宜靠近调度室；

4）设置塔钟自动报时扩音系统的建筑，控制室宜设在楼房顶层。

（2）广播控制室的技术用房应根据工程的实际需要确定，一般宜符合下列规定：

1）一般广播系统只设控制室，当录、播音质量要求高或有噪声干扰时，应增设录播室；

2）大型广播系统宜设置机房、录播室、办公室和仓库等附属用房。录播室与机房之间应设观察窗和联络信号。

（3）功放设备立柜的布置应符合下列规定：

1）柜前净距不应小于 1.5m；

2）柜侧与墙、柜背与墙的净距不应小于 0.8m；

3）柜侧需要维护时，柜间距离不应小于 1m；

4）采用电子管的功放设备单列布置时，柜间距离不应小于 0.5m；

5）在地震区，应对设备采取抗震加固措施。

（4）需要接收无线电台信号的广播控制室，当接收点处的电台信号场强小于 1mV/m，或受钢筋混凝土结构屏蔽影响者，应设置室外接收天线装置。

（5）有线广播的交流电源宜符合下列规定：

1）有一路交流电源供电的工程，宜由照明配电箱专路供电。当功放设备容量在 250W 及以上时，应在广播控制室设电源配电箱。

2）有二路交流电源供电的工程，宜采用二回路电源在广播控制室互投供电。

（6）交流电源电压偏移值一般不应大于 ±10%。当电压偏移不能满足设备的限制要求时，应在该设备的附近装设自动稳压装置。

（7）广播用交流电源容量一般为终期广播设备的交流电源耗电容量的 1.5～2 倍。

(8) 各种节目信号线应采用屏蔽线并穿钢管。管外皮应接保护地线。

(9) 广播控制室应设置保护接地和工作接地，一般按下列原则处理：

1) 单独设置专用接地装置，接地电阻不应大于 4Ω；

2) 接至共同接地网，接地电阻不应大于 1Ω；

3) 工作接地应构成系统一点接地。

工作接地是将传声器线路的屏蔽层、调音台、功放机柜等输入插孔通地点均接在一点处，形成一点接地，以防止低频干扰。保护接地可与交流电源有关设备外露可导电部分采取共同接地，以保障人身安全。

(六) 线路敷设

(1) 建筑物内的有线广播配线应符合下列规定：

1) 旅馆客房的服务性广播线路，因节目套数较多，故宜采用线对为绞合型的电缆。其他广播线路宜采用铜芯塑料绞合线。广播线路需穿管或线槽敷设。

2) 不同分路的导线宜采用不同颜色的绝缘线区别。

(2) 室外广播线路的敷设路由及方式应根据总图规划及专业要求确定。当采用埋地敷设时，应符合下列规定：

1) 埋设路由不应通过预留用地或规划未定的场所；

2) 埋设路由应避开易使电缆损伤的场所，减少与其他管路的交叉跨越；

3) 直埋电缆应敷设在绿化地带下，当穿越道路时，对穿越段应穿钢管保护。

(3) 当需要在室外架设广播馈电线路时，应符合下列规定：

1) 广播馈电线宜采用控制电缆。

2) 与路灯照明线路同杆架设时，广播线应在路灯照明线的下面，两种导线间的最小垂直距离不应小于 1m。

3) 广播馈电线最低线位距地的距离：人行道上，一般不宜小于 4.5m；跨越车辆行道时，不应小于 5.5m；广播用户入户线高度不应小于 3m。

4) 室外广播馈电线至建筑物间的架空距离超过 10m 时，应加装吊线，并在引入建筑物处将吊线接地，其接地电阻不应大于 10Ω。

(七) 紧急广播功能

目前，公共广播系统往往与火灾事故广播合用，平时为各广播区域提供背景音乐广播或寻呼广播服务，火灾发生时则提供消防报警紧急广播。这种背景音乐广播和紧急广播功能的结合，有利于设备的充分利用和节约投资。我国有关部门制定的《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116—98) 指出："火灾时应能在消防控制室将火灾疏散层的扬声器和公共广播音响扩音机强制转入火灾事故广播状态"；对宾馆客房内"床头控制柜内设有服务性音乐广播的扬声器时，应有火灾应急广播功能"。可见紧急广播功能是必不可少的。

对于具有紧急广播功能的公共广播系统，需要注意：

(1) 消防报警信号应在系统中具有最高优先权，可对背景音乐和呼叫找人等状态具备切断功能。

(2) 应便于消防报警值班人员进行操作。

(3) 传输电缆和扬声器应具有防火特性。例如，日本 TOA 公司的几种防火扬声器列出了可在 380℃空气气流中支持 15min 的指标。

（4）最好设置独立的电源设备，在交流电断电的情况下要保证报警广播的实施。日本TOA公司采用24V的镍镉蓄电池（可充电）能在断电时工作。一般按坚持10min工作进行设备配套。

三、工　程　举　例

【例1】　某宾馆为10层，每层有30套客房，每套客房有音响控制板一套，每层走廊安装顶棚扬声器20只，每层为一个广播分区。

要求广播系统功能为：每层客房和走廊可从AM/FM调谐器、磁带放音机和激光唱机中任选一套作为背景音乐广播，在发生火灾事故等紧急情况下，在消防控制中心室可遥控强制广播系统进入消防报警广播。因此，该宾馆广播系统可以广播如下节目信号：可接收广播AM/FM无线电广播信号；可连续播放盒式磁带节目信号；可提供激光唱片的节目信号；用传声器播送语言信号，利用播叫传声器可在广播控制室进行寻呼广播，利用遥控传声器可在消防控制室对特定楼层进行消防报警广播。

根据上述要求，所设计的宾馆广播音响系统的方框图如图4-47所示。该系统采用日本TOA公司的产品（我国天津神瞳视听技术公司有生产与之相当的产品），关于系统设计要求考虑如下：

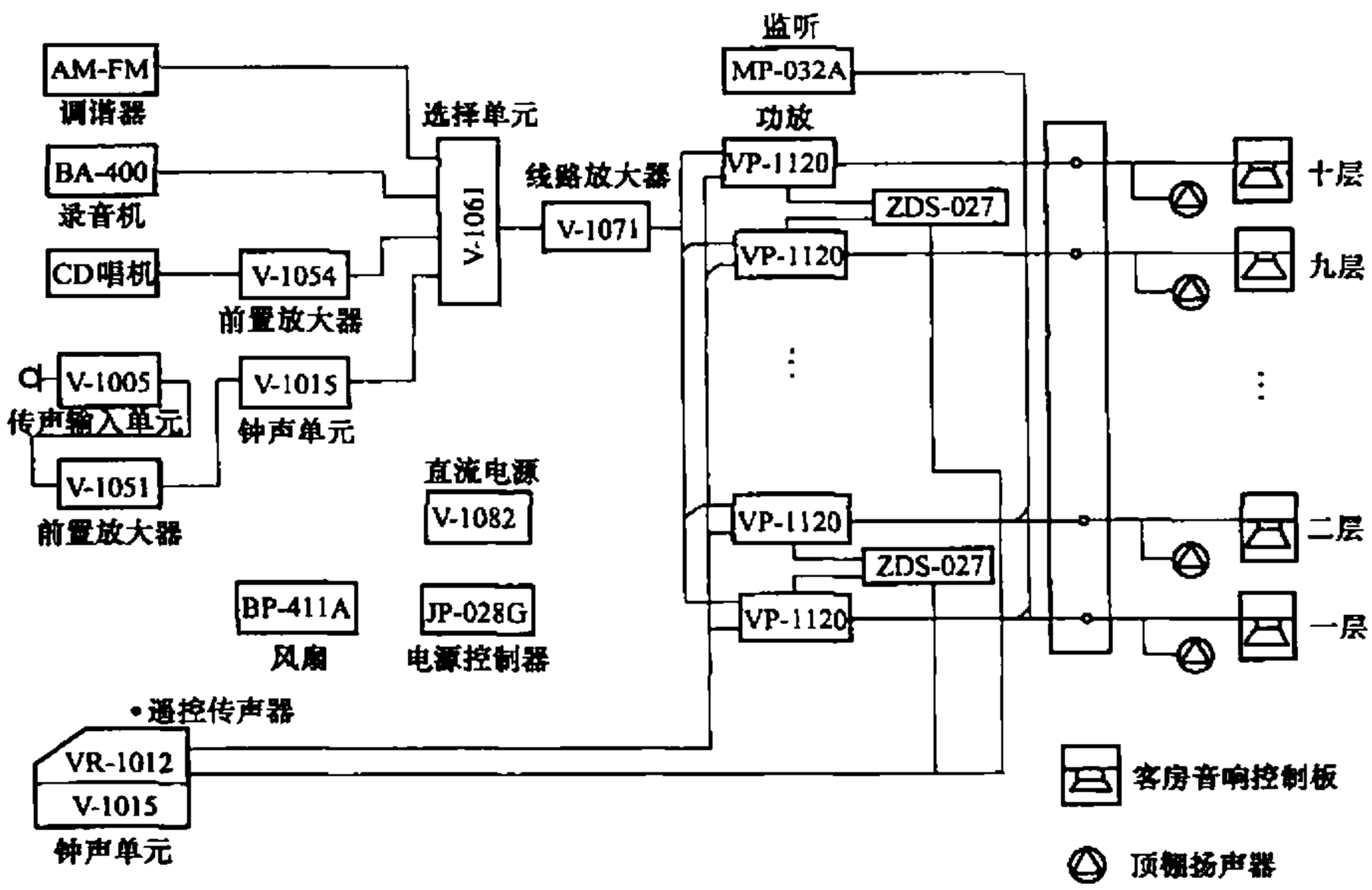


图4-47　某宾馆广播音响系统方框图

1. 扬声器负载功率及功率放大器

由于该系统广播分区是按层划分的，每层客房床头柜控制板为30套，采用1Wϕ165mm的纸盆扬声器，所需电功率为$1\times30W=30W$。客房走廊设置20只国产TYZ3-1型3W顶棚扬声器，所需电功率为$3\times20W=60W$。这样每层共需电功率为90W，故可选用

VP-1120A 型 120W 功率放大器供给。

2. 节目源信号

根据系统功能需要，采用 AM/FM 数字调谐式的调谐器来播放广播信号；采用 BA-400 型四盒带式磁带放音机可保证 4h 连续播放盒式磁带节目信号；采用激光唱机播放高保真的音乐信号。各套节目之间的切换由 V-1061 型节目选择器实现。

播叫传声器选用国产 CD1-3 型传声器设置在广播控制室，可进行通知或找人；遥控传声器选用 TOA 公司配套的 VR-1012 型遥控传声器，设置在消防控制室供作火灾报警分层紧急广播之用。

3. 其他设备的配套

为了使系统中各单元之间达到阻抗和电平匹配状态以及满足其他功能的需要，在传声器输出插入 V-1015 型钟声单元，其作用是在讲话广播的开始送出一个钟声信号，提醒听众注意，并具有传声器信号与钟声信号自动切换和状态指示。此外，还接入 V-1051 型传声器前置放大器单元，它可将传声器输出的电信号予以放大，并且输出电平可调，具有优先权选择等七种可选功能。在激光唱机输出还接入 V-1054 型辅助前置放大器单元，以对 CD 唱机（或其他设备）的输出信号进行接入与放大，并且输出电平可调，具有哑音功能。为了实现电平和阻抗匹配，还在主线路上接入 V-1071 型线路放大器单元，它可将节目信号由 –20dB 放大至 0dB，并具有高、低音调节，以及输出电平调整和指示。

为实现主机整体功能，需配齐 CR-411N 型机架（宽 566mm × 高 2000mm × 厚 435mm）、JP-028G 型电源控制器（通过它实现对整个机架的集中供电）、V-1082 型直流电源单元（为主机各前级提供直流电源），以及 BU-411AN 型风扇单元（为机架通风散热），设“自动”档工作时机架内温度达到 40℃风扇自动启动工作。此外还应配置 ZDS-027 型紧急电源，每台紧急电源可为两台 VP-1120 型功率放大器供电。除此之外，还应配齐必要的安装件、散热通风板、空面板等。

4. 系统消防报警广播功能的实现

在消防控制室设置的 VR-1012 型遥控传声器，可对该系统进行消防报警紧急广播。根据消防规范中有关规定，当火灾发生时，通过遥控传声器的分区可以对失火层及其上、下相邻两层进行消防报警广播。对该广播分区各种扬声器，无论原来把音量控制开关放在“开”，还是放在“关”的位置，此时一律自动强制接通报警广播信号，使报警信号发挥最大效能。

通常，消防报警广播系统应有两套电源：交流 220V 和直流 24V 蓄电池组。当交流电一旦发现断电情况下，则由 VR-1012 遥控传声器通过紧急电源控制开关，将 ZDS-027 型紧急电源内的镍镉电池组直流 24V 电压直接加至功率放大器 24V 直流电压输入端，从而实现了消防报警广播功能。

5. 传输线考虑

影响线路传输损耗的因素有线路终端扬声器负载阻抗、线路的长度及安装线铜芯截面积。为减小馈至扬声器负载的音频功率信号的传输损耗，须对线路的型号和截面积进行合理选择。例如，一个中等规模的宾馆，可选择 RV1.5 型安装线。通常线路上损耗的音频功率要控制在 5% 以内。

【例 2】　某会堂为 16 层，地下 2 层，要求系统兼有背景音乐和紧急广播功能。由于

广播分区多，规模较大，因此采用日本 TOA 的 SX-1000 型矩阵主机。它不仅具有如图 4-44（c）所示的矩阵输入选择功能，其输出也为矩阵方式。所以广播分区和节目广播多样化都非常方便。系统的组成如图 4-48 所示。

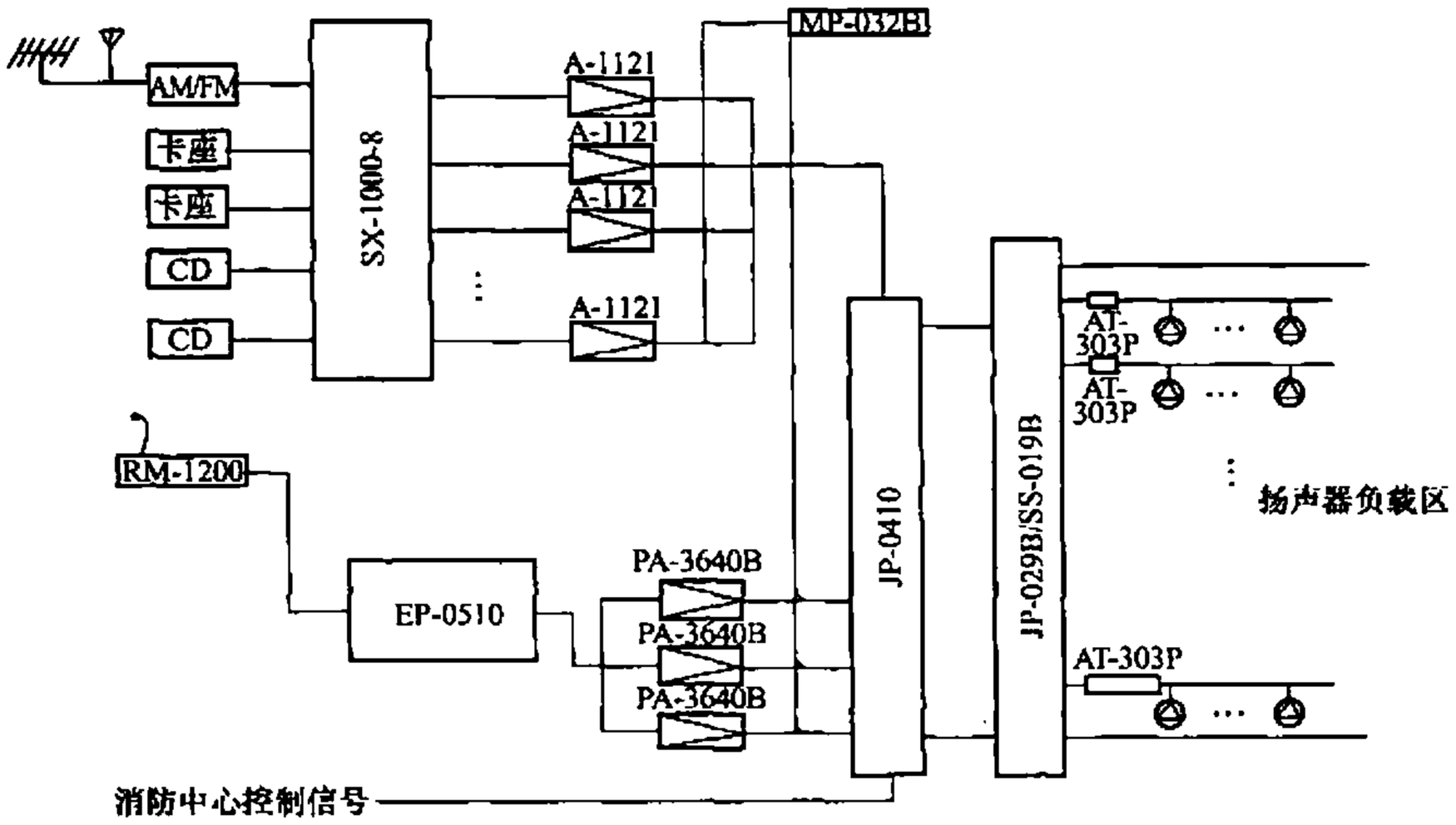


图 4-48　使用矩阵方式的 PA 系统示例

TOA 的 SX-1000 矩阵式系统具有如下特点：

（1）矩阵构成的信号开关切换是由电脑控制，因此广播的起动条件、广播系统（输入声源的加强处理）、优先权、周边机器的控制等多项功能，可在不需变更机器连接或接线的情况下，通过软件设定即可对广播功能进行设定及变更。软件设定是通过矩阵本体（主面板）的图形液晶画面及设定键即可完成。此外，亦可经由与矩阵本体相连接的个人电脑来设定。

（2）可对矩阵本体及远距离遥控麦克风的工作过程进行记录，并可对机器的故障进行自动诊断，其内容可在矩阵本体或主个人电脑进行监控。机器发生故障时可通知主机。

（3）根据远距离遥控麦克风及广播声源、功率放大器等输入输出机器的数目与种类，选用不同规模的矩阵模块（界面模板）。声音信号的最小组成矩阵单位为 4 输入/输出，并可依 4 输入/输出为单位进行增设，可配接系统规模最大达到 64 输入/64 输出。

（4）在声音输入界面模板的声音输入端子旁边，设置有专用的控制输入矩阵（控制声音输入）。控制输入/控制输出是以 16 输入/16 输出为单位，最大可以增设至 128 输入/128 输出。可用来对功率放大器的电源进行开关控制，亦可对扬声器、选择器进行控制。

（5）紧急广播部分采用 TOA 专为智能化系统设计智能型紧急广播控制机 EP-0510，它是火灾或其他灾难的报警、疏散指挥的必要设备，其功能有：

1）具备音响报警功能。音响警报由火警自动报警设备传出信号进行起动，并具有两段的警报动作（语言合成器的自动广播）以及警报解除的广播。

2）具有周全的动作检测机能。功率放大器故障检测回路，扬声器不发出任何声音，即可进行紧急用广播的动作检测。

3）与个人电脑连接可实现多样机能。可通过电脑进行数据交换（用记忆卡或 RS-232C 直接连接），电脑作成的程序数据的传送及机器数据的读取十分方便，可在短时间内进行设定及维修检查。

4）火灾紧急广播操作优先于其他任何声源，当紧急广播时，对规定的楼层或区域进行强切广播。即按消防规定对火灾层及其相邻上、下层进行紧急广播；而对于非紧急区域或楼层不影响正常广播，以免引起恐慌和混乱。

该系统的背景音乐放送，即日常服务性广播的声源设置三套：①AM/FM 广播；②CD（2 台，甲方要求）；③卡座（2 台）。以上三套节目经音频矩阵进行信号矩阵分配，对办公楼内需送三套声源的区域，分送三套声源进功率放大器送至床头面板。自主选择其中一套进行放音。公共区域进行背景音乐的放送由播音员控制。从三套声源中选择一套经功率放大器放大后送至各区域的扬声器进行背景音乐放送。区域放送的总音量可调。并设有扬声器区域选择开关，通过开关控制分区的背景音乐的放送与关闭。各分区设有音量调节器，可对该区域音量根据该区域的实际情况决定对区域的背景音响的音量大小及是否重新选择放送背景音乐。

广播区域的划分应以消防规范为准，每层为一个区域，合计 18 个区域。设计为 20 个区域，留有两个备用区域。紧急广播与背景音乐共用一套扬声器，扬声器按要求，吸顶选用 TOA 的 PC-646R，挂壁选用 BS-301W，设计最大输出功率为 3W。总功率按扬声器的总量配置。背景音响与紧急广播各设一套功率放大器，功率放大器选用 VP-1060B 及 PA-3640B。分区的音量控制器选用 AT-303P。系统为定压传输方式，采用 100V。

系统具备综合检测功能，扬声器不发出任何声音即可进行紧急广播设备各种功能的动作检测。系统设有自检功能，每天 24h 不间断对系统主机设备及各扬声器回路的状态进行检测，当发现有任何非正常状态，即通过指示灯显示。各扬声器输入回路配备保护电路，当扬声器回路发生短路现象时，将会自动切断与主机设备的联系，保证了功放及控制设备的安全，当故障处理结束后，通过复位即可恢复正常使用。

系统的设备清单如表 4-13 所示。

系 统 设 备 清 单　　表 4-13

序号	品牌型号和设备名称	产地	单位	数量
1	SX-1000-8　八进八出矩阵	日本	台	1
2	VP-1060B　功率放大器	日本	台	3
3	PA-3640B　功率放大器	日本	台	6
4	EP-0510　紧急广播控制器	日本	台	1
5	EP-029-10　10 区域紧急广播扩充器	日本	台	1
6	JP-0410　紧急广播接线箱	日本	台	1
7	JP-039-10　10 区域紧急广播扩充接线箱	日本	台	1
8	JP-029B　背景音乐模式接线箱	日本	台	2
9	SS-019B　背景音乐模式扬声器选择器	日本	台	2
10	PC-646R　吸顶扬声器	日本	只	240
11	AT-303P　音量控制器	日本	只	12
12	BS-330W　挂壁式箱型扬声器	日本	只	25
13	RM-1200　智能型遥控话筒	日本	台	1
14	先锋　CD 唱机	日本	台	2
15	先锋 606　卡座	日本	台	2
16	AM/FM　天线	国产	台	1
17	先锋　AM/FM　调谐器	日本	台	1
18	MP-032B　10 路监听器	日本	台	1

第五章　音频与视频会议系统

会议系统大致可分为音频会议系统和视频会议系统两类，前者是以语音为主的会议系统，有时也辅以视频设备；后者是以图像通信为主的会议系统，也常辅以声音作为伴音。下面首先阐述音频会议系统。

第一节　音频会议系统的种类与组成

音频会议系统（Audio Conference Systems）是比较特殊的一种音响系统。它与前面的厅堂扩声、背景音乐广播（公共广播）、歌舞厅音响等系统不同，虽然像大礼堂听报告的会议，与厅堂扩声类似，但像讨论式的会议、带表决的讨论会议和有翻译的国际会议，则有其特殊性。为此，专列一章说明。

作为会议室的排列，通常有两种形式：

（1）圆桌会议形式　代表们围着一张桌子或一组桌子就坐，全体代表都能参加会议。

（2）讲台讲演形式　演讲者在房间前面的一个讲台或桌子前讲话，那里通常还有一张为主席而设的桌子或操纵台，代表或听众面向讲台就坐。发言者与在坐的主席、委员及代表能连续地参加讨论，听众能在一定限度内提问和讨论。

会议系统主要有如下三种：

一、会 议 讨 论 系 统

会议讨论系统是一个可供主席和代表分散自动或集中手动控制传声器的单通路声系统，如图 5-1 所示。在这个系统中，所有参加讨论的人，都能在其坐位上方便地使用传声器。通常是分散扩声的，由一些发出低声级的扬声器组成，置于距代表不大于 1m 处，也可以使用集中的扩声，同时应为旁听者提供扩声。

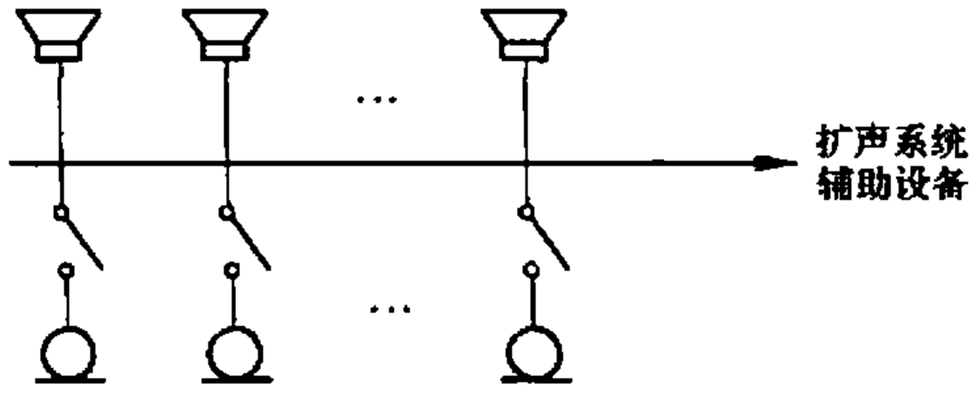


图 5-1　会议讨论系统

在这系统中，通常还设有主席“优先权”控制功能，主席通过运用“优先权”（用开关控制），可将与会者的传声器全部关闭，以便于会议主席控制发言次序，掌握会场气氛，并有利于减少噪声及声反馈啸叫的干扰。与会者经过主席“允许”（也是用开关控制），即可在自己的坐位上发言。在这系统中，还应具有供录音和接入扩声系统输出的功能。

会议讨论系统按其自动化程度不同可有以下三种控制方式：

1. 手动控制

主席单元和代表单元通过母线连接起来，当某一代表需要发言时，可把自己面前的转换开关扳到“发言”位置，他的话筒即进入工作状态，而其扬声器则同时被切断，以减少声反馈干扰。发言者的话音经过放大器送入母线，使其他代表单元的扬声器都能放出声音。代表发言结束后，将转换开关扳到“收听”位置，使话筒关闭，同时其扬声器进入工作状态。

2. 半自动控制

这种方式也称为声音控制方式。它具有收发自动衰耗、背景噪声抑制和自动电平控制等功能。当与会者对着某一个代表单元的话筒讲话时，该单元的接收通路（包括接收放大器和扬声器）自动关断；讲话停止后，该单元的发言通路（包括话筒和话筒放大器）会自动关断。这种半自动工作方式同样具有主席优先的控制功能。由于这种控制方式和结构不太复杂，操作又比较方便，故适于中、小型会议室使用。

3. 全自动控制

此即计算机控制方式。国外生产的大型会议系统多属此种方式，其自动化程度最高，而且往往兼有同声传译和表决功能。发言者可采取即席提出“请求”，经主席允许后发言；也可采取先申请“排队”，然后由计算机控制，按“先入先出”的原则逐个等候发言。此时整个会议程序均交由计算机控制。

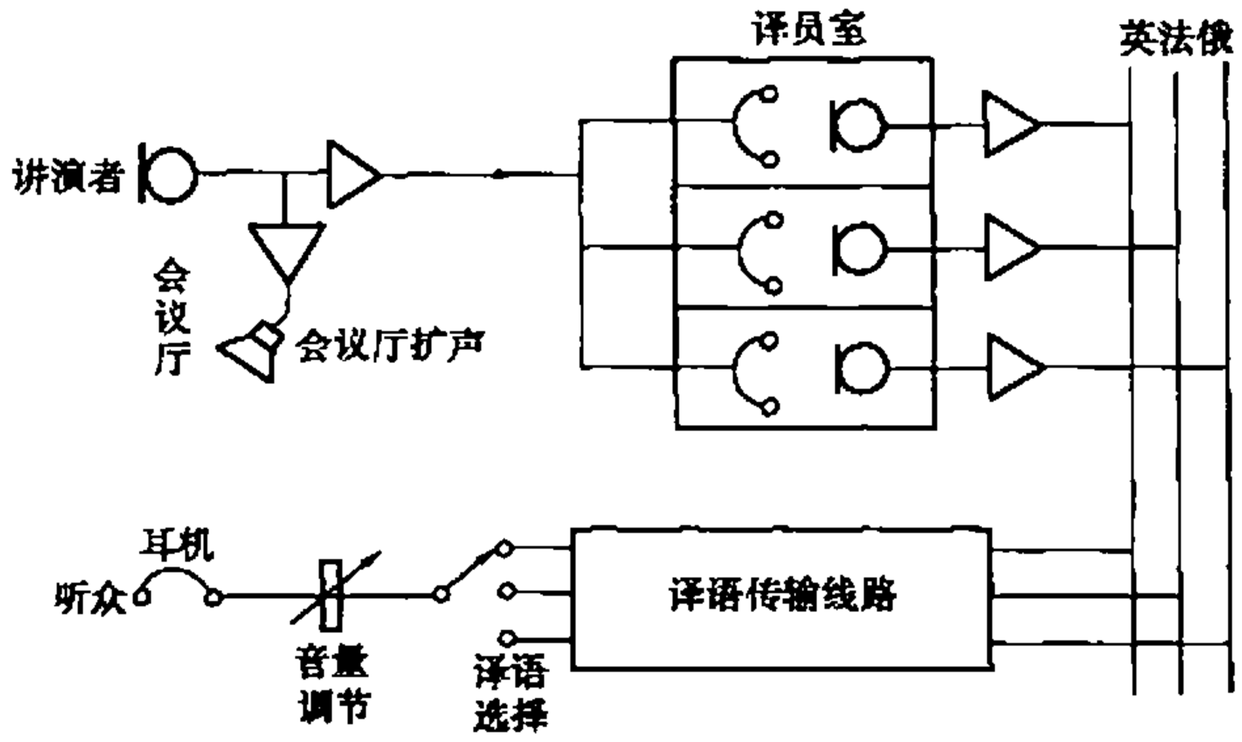


图 5-2　同声传译系统

二、同 声 传 译 系 统

同声传译系统是在使用不同国家语言的会议等场合，将发言者的语言（原语）同时由译员翻译，并传送给听众的设备系统。同声传译系统的构成如图 5-2 所示。通常，它包括四个组成部分：

（1）由话筒拾取发言者原语的拾音部分；

（2）用扬声器将发言者声音如实地在厅内放送的部分；

（3）译员用耳机收听由控制台送来的发言者的原语，同时进行翻译并用话筒将译语送至控制台的部分；

（4）译语由发射机向厅内发送及听众用耳机接收的部分。此外，还有控制上述各部分的系统以及联系各部分的辅助系统等。

1. 按译语的传输方式来分

同声传译系统可分为有线式和无线式两类，而无线式又可分为感应天线式和红外线式两种，其中以红外线式较为先进。各种类型的特点如表 5-1 所示。

译语收发方式及其特点　　**表 5-1**

方　式	特　　点
有线式	(1) 由通道放大器将译语信号放大，然后每路通道分别通过管线送至听众各接收点（耳机） (2) 根据通道数需配有多芯电缆线 (3) 音质好 (4) 可避免信息外部泄漏，保密度高
无线式	(1) 分为使用电磁波的感应天线方式和使用红外线的红外无线方式两种 (2) 通过设置环形天线或红外辐射器发送，施工方便 (3) 红外无线式的音质较好，感应天线式的音质稍差 (4) 感应天线式有信息泄漏到外部的可能，但红外无线式保密度高

2. 按翻译过程来分

同声传译系统又分直接翻译和二次翻译两种形式。图 5-2 实际上就是直接翻译系统，在使用多种语言的会议系统中，直接翻译要求译音员懂多种语言。例如，在会议使用汉语、英语、法语、俄语四种语言时，要求译员能听懂四国语言，这对译员要求太严格了。

二次翻译的同声传译系统如图 5-3 所示。会议发言人的讲话先经第一译音员翻译成各个译音员（二次译音员）都熟悉的一种语言，然后由二次译音员再转译成一种语言。由此可见，二次翻译系统对译音员要求低一些，仅需要懂两种语言即可，而且二次翻译系统所需的译员室的数量比会议使用语言少一个。但是，它与直接翻译相比，译出时间稍迟，并且翻译质量会有所降低。

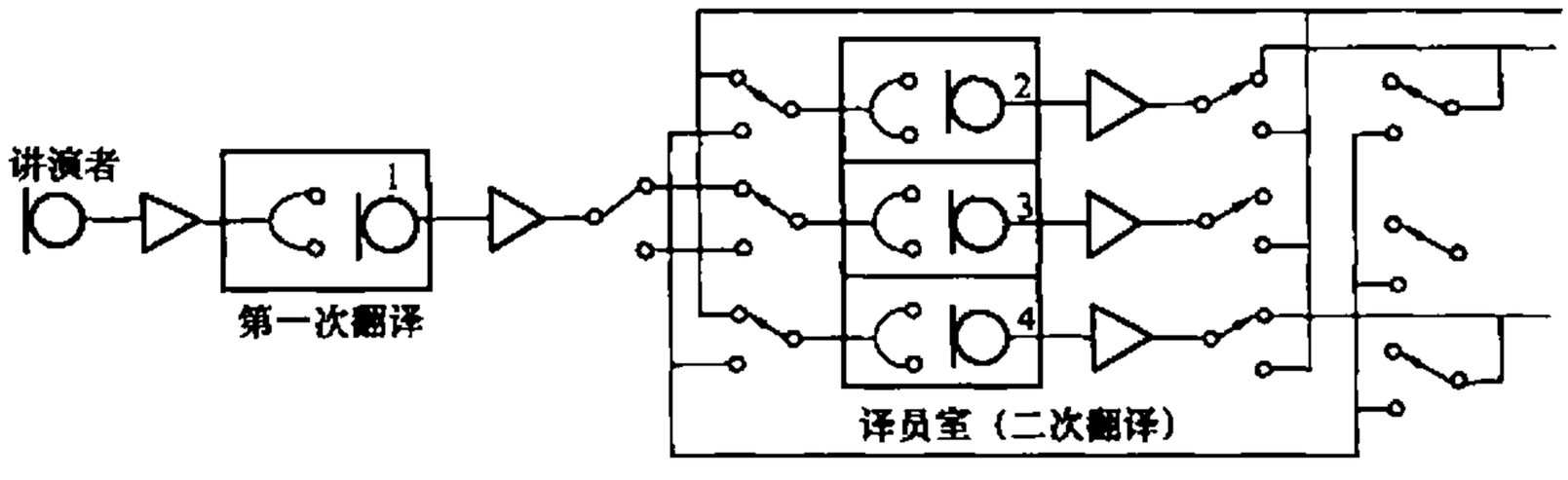


图 5-3　二次翻译的同声传译系统

在使用很多种语言（例如 8 种以上）的多通路同声传译系统时，采用混合方式较为合理，即一部分语言直接翻译，另一部分语言作二次翻译。

三、会 议 表 决 系 统

会议表决系统是一个与分类表决终端网络连接的中心控制数据处理系统，每个表决终端至少设有三种可能选择的按钮：同意、反对、弃权，如图 5-4 所示。

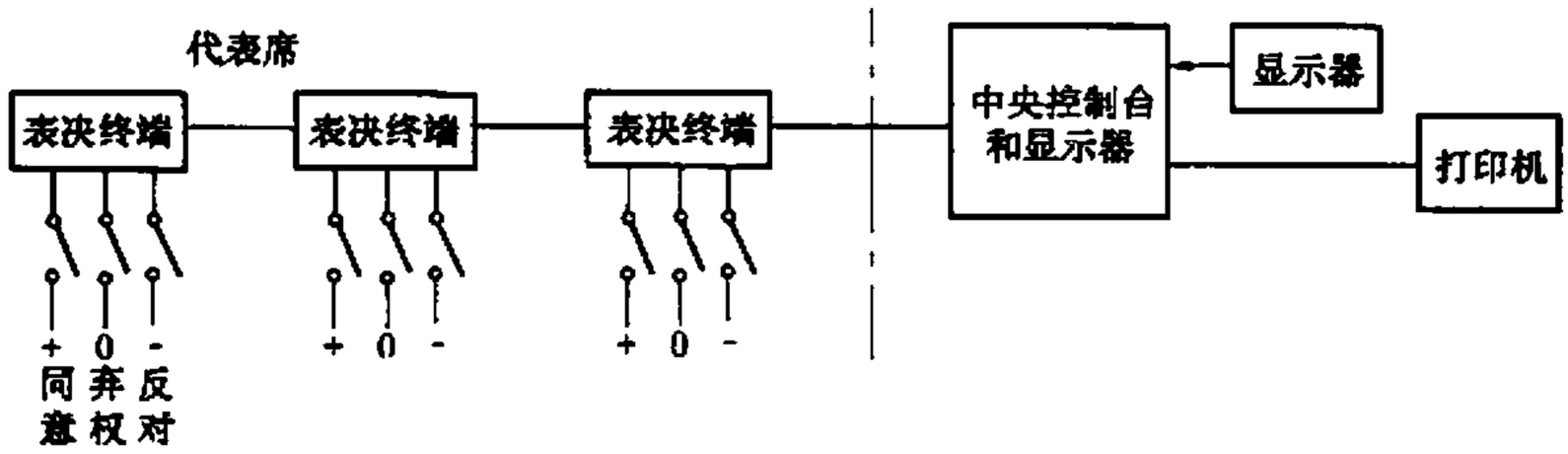


图 5-4　会议表决系统

中心控制台可供主席或工作人员来选择和开动表决程序。在表决结束时，最后的累计结果将清楚地显示给主席、工作人员和代表。标准的表决程序是：

(1) 秘密表决　不能逐个识别表决的结果。

(2) 公开表决　能鉴别出每个表决者及其表决结果。

结果的显示是可以选择的。可作如下选择：

(1) 直接显示　在表决进行中，显示各个中间结果，在预先选定的表决时间终止时，显示最后的结果。

(2) 延时显示　不显示中间结果，只在预先确定的表决时间终止时，显示表决的最后结果。

可以预先选定表决的持续时间，可以把时间限定在 30s、60s、90s 等；或者不予限定(即由主席决定表决的终止)。

此外，推荐的附属设备有：

大型显示器（所有代表都能看见)：显示总数的和/或各自的结果。

视频显示器：显示累计的和/或各自的结果。

打印机：打印出总数的和/或各自的表决结果，以及全部表决数据的文件。

最后，会议系统按安装方式来分有三种不同形式：

(1) 固定式　在固定式中，设备和电缆的敷设是固定的，系统的单机是组合成整体的。

(2) 半固定式　设备是可移动的或固定的，电缆是固定安装的，系统中的某些设备可固定安装在设施中，或放在桌子上。

(3) 移动式　系统所有的设备，包括电缆的敷设都是可插接的和可移动的。

第二节　会议讨论和表决系统

上一节已经指出，主要的音频会议系统有：会议讨论系统、同声传译系统和会议表决系统。在确定系统方式时，应作如下考虑：

(1) 建筑物的特点和使用目的，例如是国际会议厅、宾馆、会议室，还是大学教室、会堂等。并根据甲方的要求，确定使用哪些系统。

(2) 场所或会场的大小，是大会场、中会场，还是小会场。

(3) 会议的形式，是讲演形式，还是圆桌会议形式。

(4) 会议设备采取什么安装方式，是固定式，还是半固定式（线缆固定，设备可移动），或全移动式的。

一、会议讨论系统的功能

会议讨论系统实际上就是话筒发言控制系统，通常它具有如下功能：

(1) 系统进人发言状态，参会者可通过自己面前的代表机上的按键申请发言或关闭发言。

(2) 主席台上的显示器上显示申请发言人姓名，经由执行主席同意后，由主席机或系统操作员打开话筒，并可在大屏幕上实时显示其发言人的姓名及相关信息。

(3) 发言时间可根据情况先行设定，当话筒打开时，大屏幕和主席台显示屏上同时显示规定的发言时间，并进行倒计时。当时间递减至 0s 时，控制系统可自动将话筒关闭。如中途申请增减发言时间，经主席同意后可增减发言时间。

(4) 会议执行主席（即主席机）具有最高优先权，其话筒可随时进入发言状态，并能切断其他代表的发言。执行主席退出发言后，自动扣除中断发言的时间，并不改变原先发言顺序。

(5) 除执行主席话筒外，系统可根据情况再打开 1～4 个话筒。

关于发言控制方式有如下几种：

(1) 中心控制发言方式：由操作人员根据会前预定的议程安排，先行设定发言人顺序，发言时间。

(2) 指定控制发言方式：系统根据申请发言人名单，由执行主席指定申请人发言。

(3) 自由发言方式：系统根据情况可打开 1～4 个话筒，一种方式为按申请顺序排序发言，另一种方式为主抢答式发言。

系统根据会场大小和参加人数规模进行设计。图 5-5 是一种会议讨论系统。如果会议人数有数十人之多，必要时还需要装有会议扩声系统，以便使全体与会者都能听清楚每位发表的发言。图中每位会议代表都有一个带有传声器和扬声器的代表使用装置（代表机），可以进行双向通信。会议代表可以利用传声器在坐位上发言，便于讨论。

图 5-5 是 SONY 公司开发的 SX-M100 型便携式讨论会议系统。主机 SX-M100 是系统的

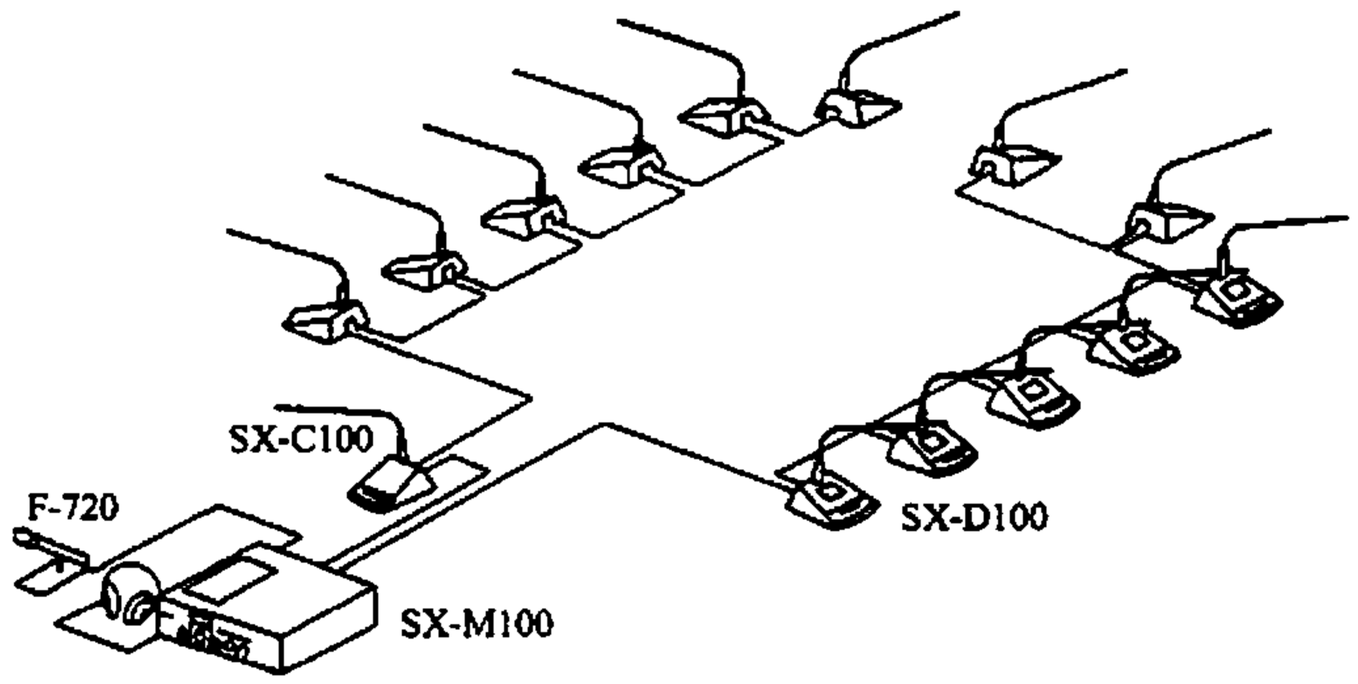


图 5-5　SX-M100 会议讨论系统

控制中心，包括主音量控制、话筒控制和外部输出入信号电平控制及监听电平控制。该系统可容纳 60 位会议代表。

SX-M100 讨论型会议系统主要由 SX-M100 控制单元、SX-D100A 代表单元、SX-C100A 主席单元组成。SX-D100A 代表单元由一支性能优异的强指向性电容话筒头、鹅颈式连接杆和话筒底座组成，话筒底座内置一只扬声器和发言按钮、耳机插孔、线路输出插孔和表决器接口。SX-C100A 主席单元比 SX-D100A 代表单元多一只“优先发言开关”，可以控制正在发言的代表单元暂时静音，中断其发言。与会人员通过话筒底座上内置的扬声器收听其他人的发言。这种分散式的扩声方式与台口、墙壁悬挂音箱的集中式扩声方式相比，大大地改善了声场均匀度，提高了语言清晰度，一般的场合甚至不再需要另外添置其他扩声设备。此外，在与会者按下话筒座上的发言按键发言时，本机的扬声器自动关闭，而且相邻的左右两位与会者的扬声器的电平也同时自动衰减，有效地防止了声反馈导致的令人讨厌的啸叫声的发生。

整套系统安装非常简便，每个发言单元都自带了 2m 长的专用电缆，只需将它们一只一只地（手拉手式）串联起来，最终再连接在 SX-M100 控制单元上就行了，非专业人员都可以轻松地在很短时间内完成系统的连接。SX-M100 控制单元内置均衡器及啸叫抑制器，可以控制发言单元扬声器音量、话筒音量、外部输入信号电平及监听电平。除了线路输入插口可以播放背景音乐，并提供线路输出接口，以作会议扩声或记录之用外，使用 SX-A120 扩展板，可以通过个人电脑（安装会议控制软件）来管理会议进程及记录。根据安装方式的不同，系统还提供了更加美观的嵌入式固定安装系统，以及与该系统配套的表决器可供选择。

二、会议表决系统的功能

电子投票表决系统就是与会代表只需在坐位上便可进行投票表决，由电脑进行统计并将结果显示出来，因此节省了人力、物力，提高了效率。会议表决系统通常具有如下功能：

（1）核准表决人数方式：每次表决前，可先核准参加表决的人数，大屏幕和主席台显示器显示核准人数情况。必要时，还需进行代表的身分鉴别，配以电子签到系统。

（2）表决过程：先显示表决内容，由执行主席宣布“请表决”后，参会人员即可按表决键。代表表决意见可以修改，以最后一次为准。表决过程中允许发言。表决中间过程动态显示在主席和执行主席的显示器上，表决结束由主席决定是否将表决结果显示在大屏幕上。显示内容有：赞成、反对、弃权、未按键、参加表决人数。议题及表决结果由主机自动存盘供打印报表及会议的存档。

图 5-6 是台电 HCS-3100 投票表决会议的系统图例，该会议最多可同时容纳 4096 人进行投票表决。代表可以在坐位上签到和投票表决。只需应用一台电脑配备操作员便可以进行投票表决。主席采用的是 HCS-3100CF 主席表决单元（只能配置一台），其余与会代表采用的是 HCS-3100DF 代表表决单元，机上设有赞成、反对、弃权等按键，供投票时使用。系统表决单元配合 8 芯分路电缆（CBL8PT-00/03）进行连接，每一条分路电缆分别有一个公头（输入）及两个母头（输出），其中任意的一个母头用来连接一台表决单元，剩余的一个用来连接下一条分路电缆，依此类推。系统可以连接投影设备，让与会代表了解整个

会议议题及过程。同时，可连接录像机将整个会议过程录影以做会议记录。由于各台表决单元自带一条 2m 长的连线，所以在大于 2m 的跨度位可利用专用的 8 芯延长电缆（CBL8PS-05/10/20）来进行延长连接。系统主机与电脑之间采用一条 RS232 连线来连接。每台系统主机分四路输出，每路可连接 64 台表决单元。系统最多可扩展连接 4096 台表决单元。外接的视频输出可通过电脑内置的视频显示卡提供信号。表决单元具有三键表决单元 HCS-3100T 及五键表决单元 HCS-3100F 供选择，连接方式相同。

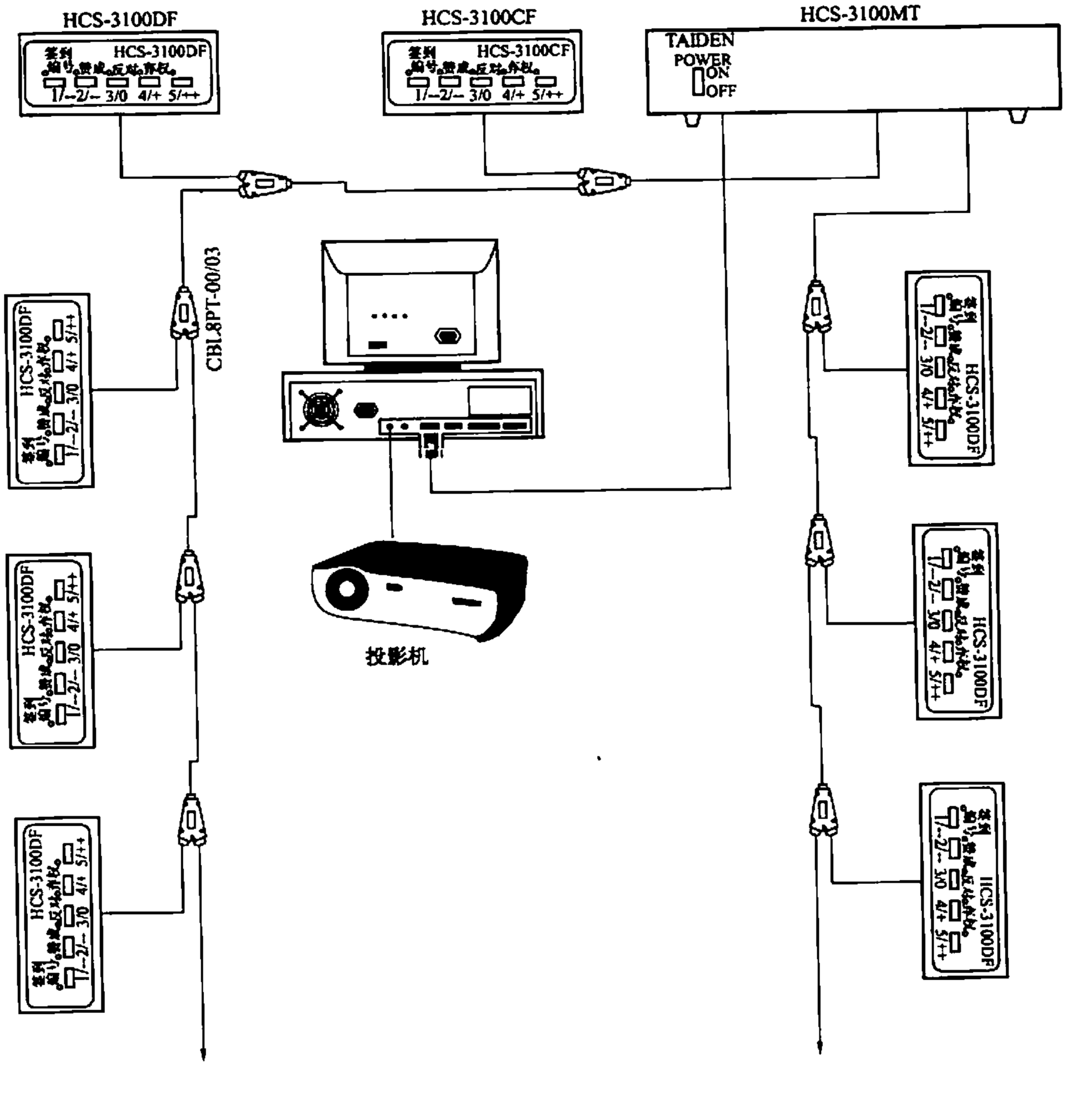


图 5-6　HCS-3100 会议表决系统

三、会议系统的辅助设备

1. 签到系统

为了统计会议代表的出席情况，特别是为识别代表身份，保障会议的安全性等，往往采用电子签到管理系统。签到管理模块的签到方式有两种：一种是通过按下列席单元上的

“签到”键进行签到，系统会自动将签到的结果统计记录。在投票表决模块中，有签到的列席单元的表决才是有效的；另一种签到方式是利用 IC 卡进行签到。同时本系统支持 IC 卡身份和权限鉴别功能。对于要求使用 IC 卡的会议，配置具有 IC 卡签到功能的单元，只有插入有效 IC 卡才可以正常工作。

IC 卡签到管理系统通常由发卡主机、发卡器、读卡器（可独立设置或装在代表机上）、IC 卡以及有关的签到管理软件等组成。为了确保会议安全和 IC 卡不受到非法制作，本系统设置了 IC 卡密码功能，只有通过合法的密码才能进行 IC 卡写卡和读卡，密码不正确的，IC 卡在进行了 3 次读写操作后会自动报废。

IC 卡记录的内容包含会议编号、代表编号、代表身份和代表权限等信息。每张 IC 卡每次只能参加 1 个会议，会议编号就是此 IC 卡可以参加的会议的编号。代表编号是持卡人的编号，可以通过此编号确认持卡人姓名、坐位及代表团等信息。与会者可以是主席、副主席或普通代表 3 种身分之一。代表权限是指持卡人是否可以发言和表决等权限。用户可以通过 IC 卡写卡模块，在会前为参加会议的代表设置 IC 卡。

2. 摄像机自动跟踪系统和视频显示系统

视频显示系统包括监视器、大屏幕投影电视等，主要用来显示发言人图像及相关资料、会场实况、表决状态、投票情况显示等。

摄像主要用于摄取主席台、发言人及会场实况的图像，为全面控制会场服务，一般选用带云台的摄像机，采用变焦镜头。摄像机的安装位置及数量要满足摄取发言人图像、主席台全景图像、会场图像的需要。

为了及时显示会议发言人图像，可采用摄像机自动跟踪系统。它是通过摄像机“预置位”的设置方法，即为每台会议单元设置一个坐标值（即预置位）。当发言人打开话筒时，摄像机会自动转到该代表位置，使拍摄永远跟踪会议中正在发言的代表。有关摄像自动跟踪可参见图 5-24。

第三节　同声传译会议系统

一、同声传译系统的种类

如前所述，同声传译系统按译语传输方式分为有线式和无线式，无线式又分感应天线式和红外线式两种。

（一）有线式同声传译系统

有线式即是一种译语使用一条线路传输给听众（或代表），因此它实际上是一种译音语言分配系统。显然，对于两种以上的语言，它是一个多通路系统。

有线式同声传译系统如图 5-7 所示，对于每一种语言都有相应的译员室、放大器及其分配网络。在听众处，设有选择开关或多个耳机插孔，以便选择所需的语言，并设有音量调节器，以调节聆听音量。图 5-8 为同声传译系统基本组成方框图。

图 5-9 是一种国际会议上采用四种语言的有线式同声传译系统示例。有线式同声传译的特点是操作使用方便，音质优良，保密性好，但线路复杂，听众不能离开自己的坐位。

图中会议桌旁的每位代表都设有一套传声器和耳机（或扬声器），如将两者做成一体，

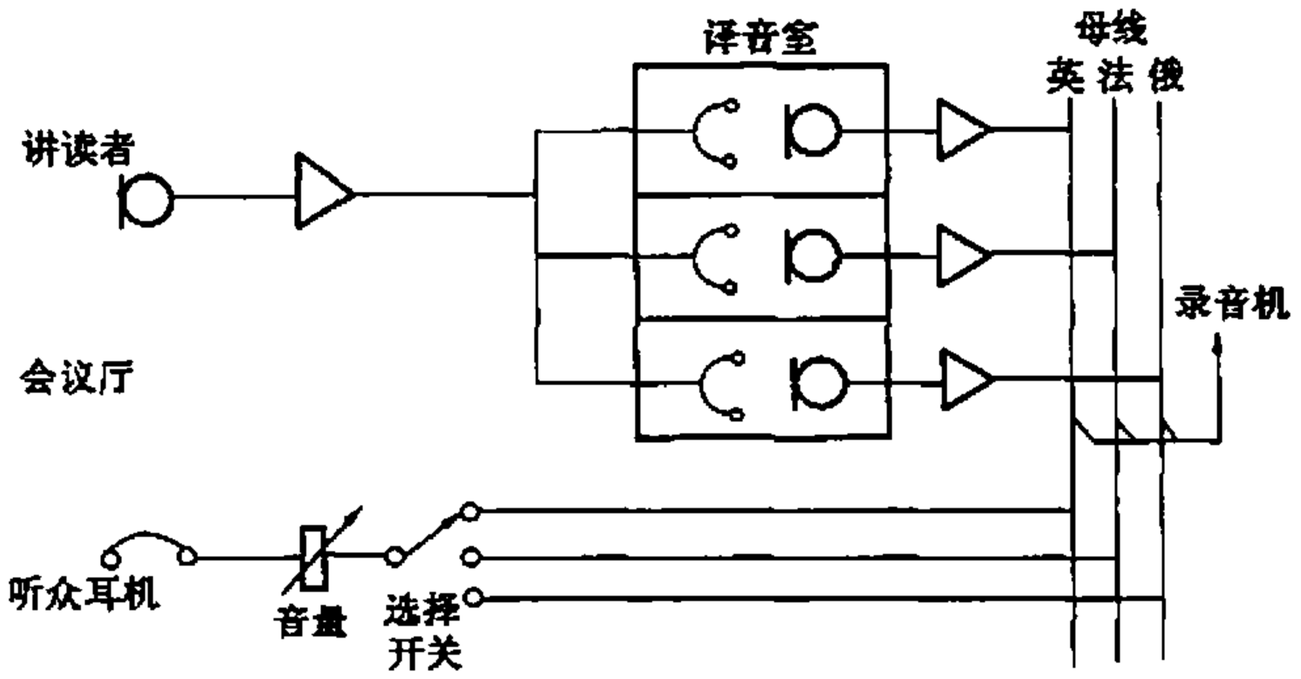


图 5-7　有线式同声传译系统

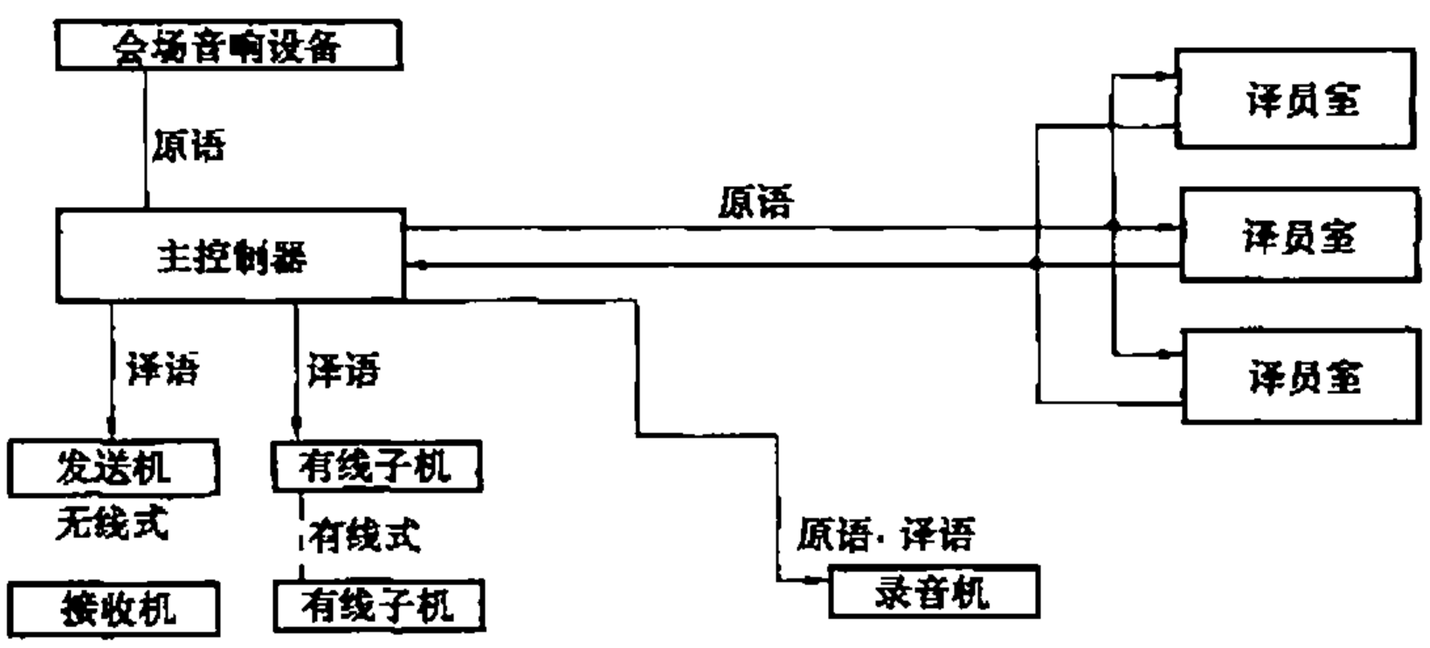


图 5-8　同声传译系统基本组成框图

就成为代表机，对于主席机和译员机也与之类似。旁听席只有耳机（或扬声器），没有发言权。

（二）感应天线式同声传译系统

这是一种无线式系统，如图 5-10 所示。它是利用电磁感应原理，先在地板上或围着四周墙壁，装设一个环形天线，通常使用长波（约 140kHz）作载波，听众使用位于环形天线圈定的工作区域内的接收机，接收发射机发送的载有译语的电磁波信号。例如，日本 SONY 公司的 SX-1310A/B 发射机，可以利用译员传声器的信号调制成三个单独频道的载波，因此可传译三种语言。

感应天线式同声传译系统的优点是不需要连接电缆，安装较简便，可以实现天线圈定区域内稳定、可靠的信号传输（接收），而在圈定区域外，信号则随距离的加大而迅速衰减，但仍有泄漏到外部的可能，故有保密性差的缺点。

关于环形天线的装设，可采用如下方法：

（1）铺在会场四周地毯下（无抗静电措施的地毯）；

（2）在混凝土地上挖细沟槽布在其中；

（3）在混凝土地上埋设塑料管布在其中；

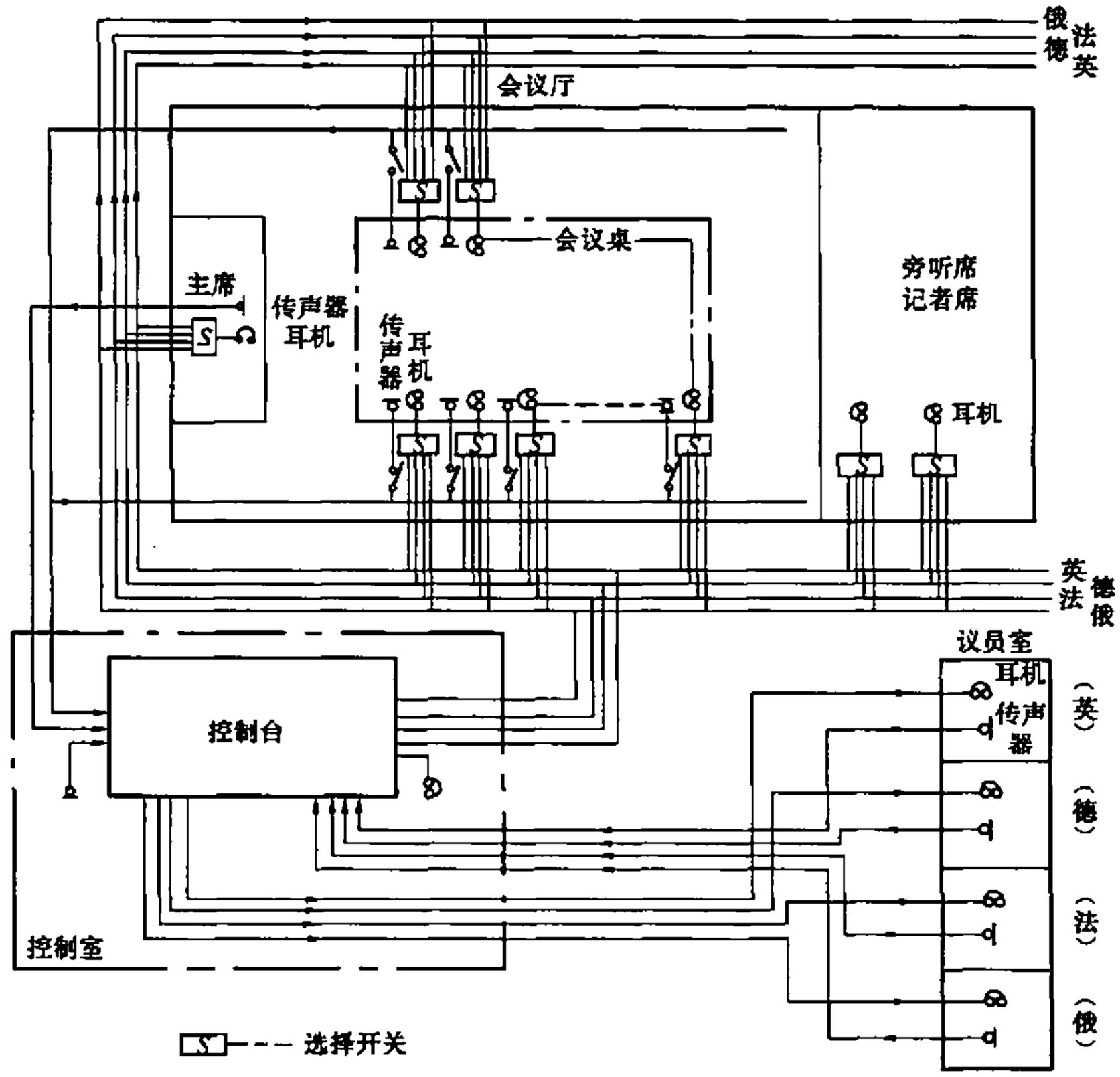


图 5-9　有线式同声传译系统（四种语言）

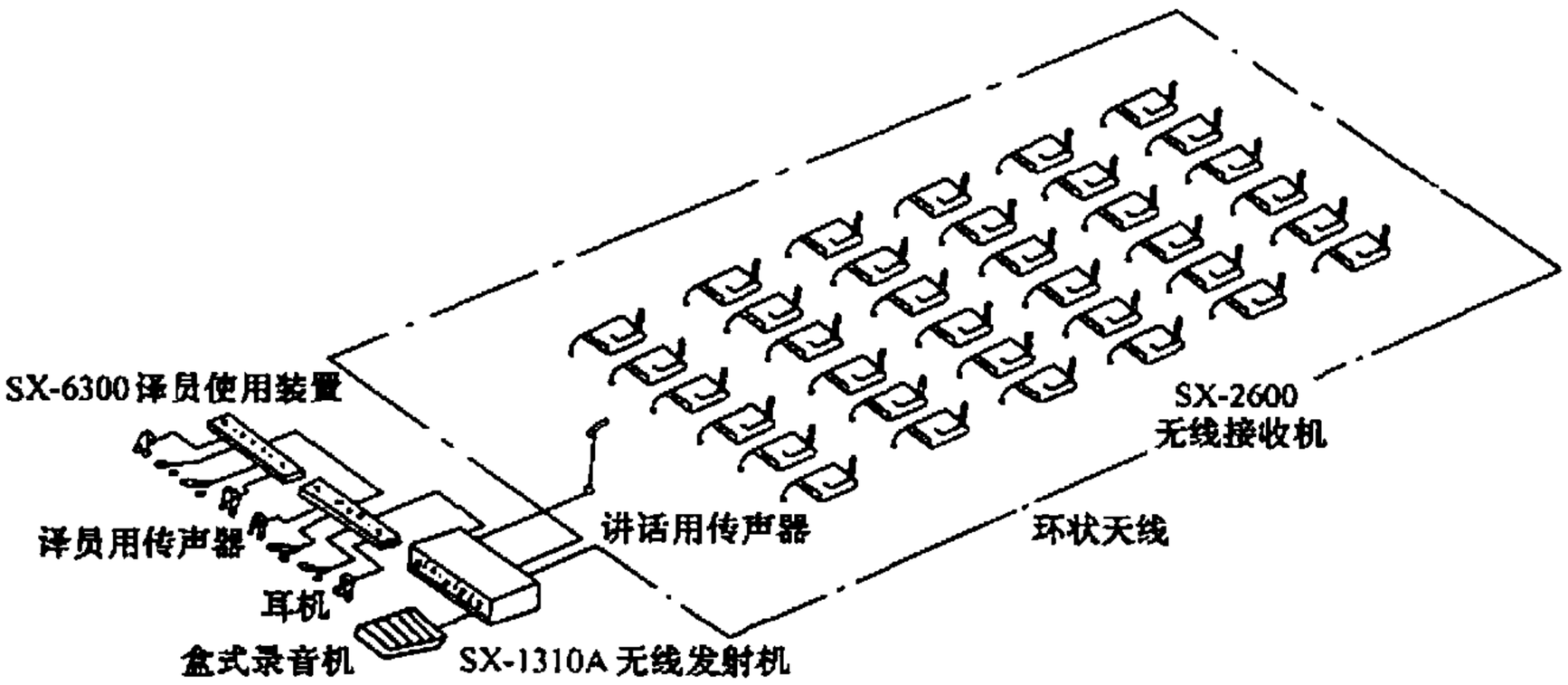


图 5-10　感应天线式同声传译系统

(4) 与装修配合，沿吊顶四周敷设；

（5）在四周装修的墙中敷设。

装设时应参阅有关产品的说明或厂家技术说明。

（三）红外线式同声传译系统

用红外光作为声音的传输媒介是新近兴起的一门新技术，联邦德国等在20世纪70年代已成功地制造出红外同声传译设备。红外线传送方式是利用红外辐射器代替环形天线，用红外光作为载波进行传送。它具有安装使用简便、多路传输、失真小、频响宽、保密性高和抗干扰强等优点。

作为红外传输方式的基本内容，包括红外光的产生、调制、辐射以及红外光的接收与解调等。红外线式同声传译系统的基本组成如图5-11所示，主要由调制器、辐射器、接收机、电源等组成。

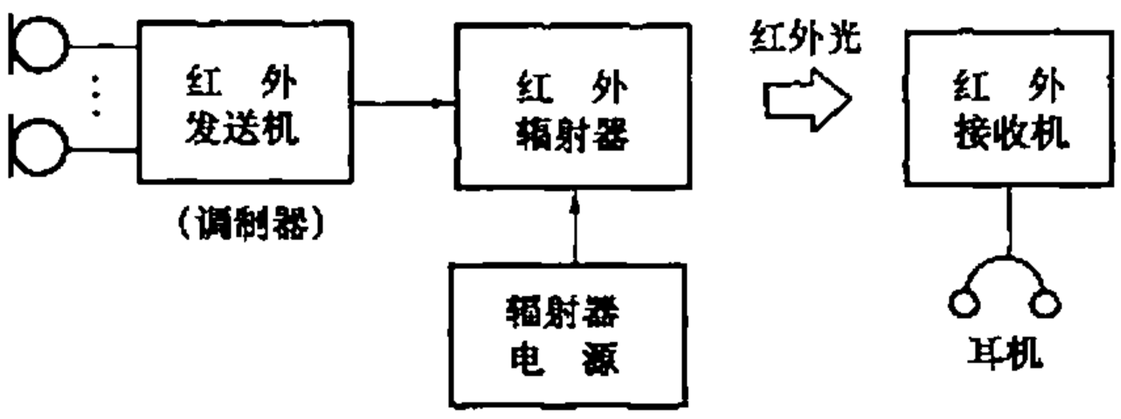


图5-11　红外同声传译系统的基本组成

红外光的产生一般都采用砷化镓发光二极管，主要是因为它的效率高，频谱接近红外光谱，其波长约为880～1000mm。由于人眼能感受到的可见光波长范围约为400～700mm，所以这类光人们看不到，且对人体健康无害。红外辐射光的强弱是由砷化镓二极管内流过的正向电流大小决定的，利用这一点就很容易达到对红外光的幅度调制。在红外同声传译设备中，为了抑制噪声，音频不直接调制光束，而是先让不同的音频调制不同的副载频，再让这些已调频波对光束进行幅度调制。

红外光的接收通常采用PIN硅二极管进行光电转换，二极管工作在反向状态，当受到红外光照射时，会在垫垒层内产生载流子对，使得二极管有所导通，导通的程度取决于光照的强弱。利用这个原理，它能从已调红外光中检出不同副载频的混合信号。为了增大红外接收面积，二极管的外形做成半球形，使各个方向来的光线向球心折射，并且在球面与管芯之间夹有黑色滤光片，以滤掉可见光。

图5-11的工作过程如下：会议代表的发言通过话筒传输到各个翻译室，由各翻译人员译成各种语言，用电缆送到调制器（又称发射机），调制器内设有多个通道，每个通道设有一个副载频，完成对一路语言（即一种语言）的调频，调制器内的合成器将这些多路已调频波合成，并放大到一定幅度，由电缆输送给辐射器，在辐射器里完成功率放大和对红外光进行光幅度调制，再由红外发光二极管阵列向室内辐射已被调制的红外光。电源用于辐射器的供电。

红外接收机位于听众席上，其作用是从接收到的已调红外光中解调出音频信号，它的组成除了前端的光电转换部分以外，实际上是一台长波调频超外差式接收机。红外接收机设有波道选择，以选择各路语言，由光电转换器检出调频信号，再经混频、中放、鉴频，

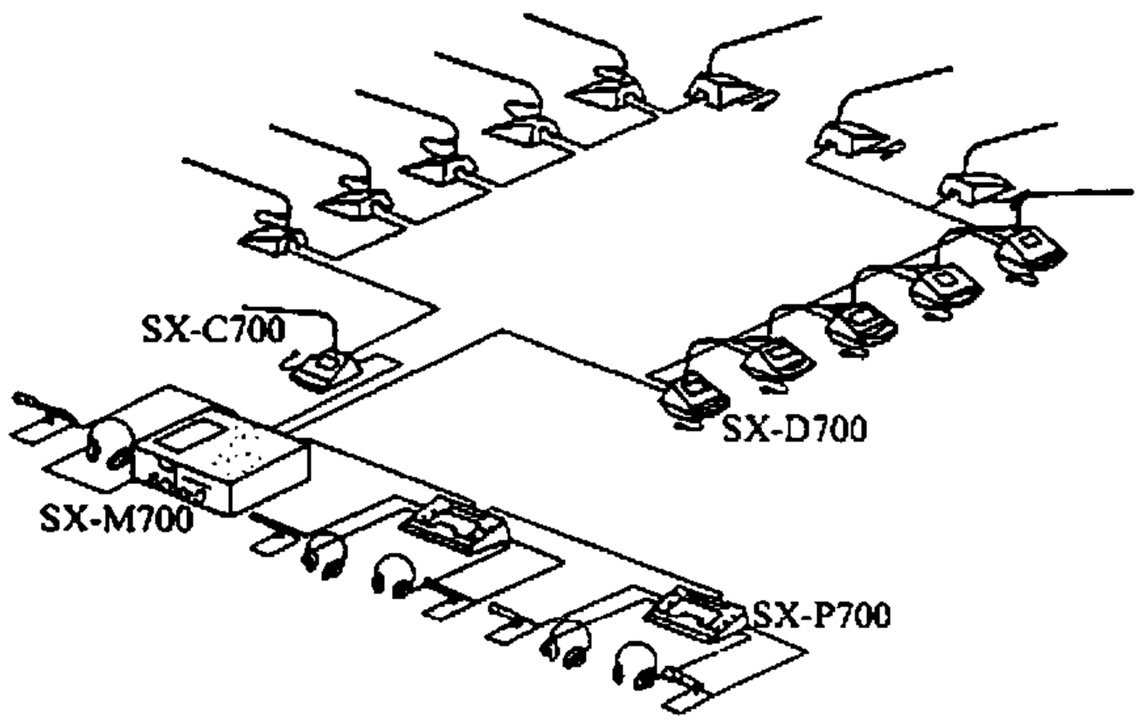


图 5-12　SX-M700 便携型有线式同声传译会议系统

还原成音频信号，由耳机传给听众。

二、同声传译系统示例

图 5-12 是 SONY 公司的 SX-M700 型可移动的有线式（又称手拉手式）同声传译会议系统。主机 SX-M700 控制单元能够进行六种语言的同声传译，可容纳 60 个话筒（主席机加代表机），通过加接扩展板（SX-E120 和 SXA-120），最多可连接 120 个话筒。还可通过电话耦合器（SX-T100，见第二节）可使场外人员通过电话参加会议。使用扩展板（SXA-120）并通过 RS-232C 接口可实现外接电脑控制。此外还具有啸叫抑制功能和发言限制功能，按下发言限制键后，只允许 5 位代表可同时发言。

主席机（SX-C700）和代表机（SX-D700）内置强指向性电容话筒和扬声器，具有六种语言翻译通道，并设有双路耳机输出，允许两名人员共用一机。主席机具有优先发言开关，允许会议主席通过消隐代表机的话筒声音来控制会议。

译员单元（译员机）SX-P700 可同时翻译最多六种不同语言，并提供两路话筒输入，使两名翻译人员可交替工作而不至于疲劳。设有监听输出供后备翻译人员使用。此外，还设有慢速（SLOW）键用来提示主席以控制发言速度；咳音消除（COUGH CUT）开关可在咳嗽时消隐话筒声音。

图 5-13 是红外式同声传译系统，实际上是在图 5-12 的基础上，增设了红外线语言分配系统而构成的组合式同声传译系统。图中 SX-1070A 为红外发送器，最多可传送 7 种语

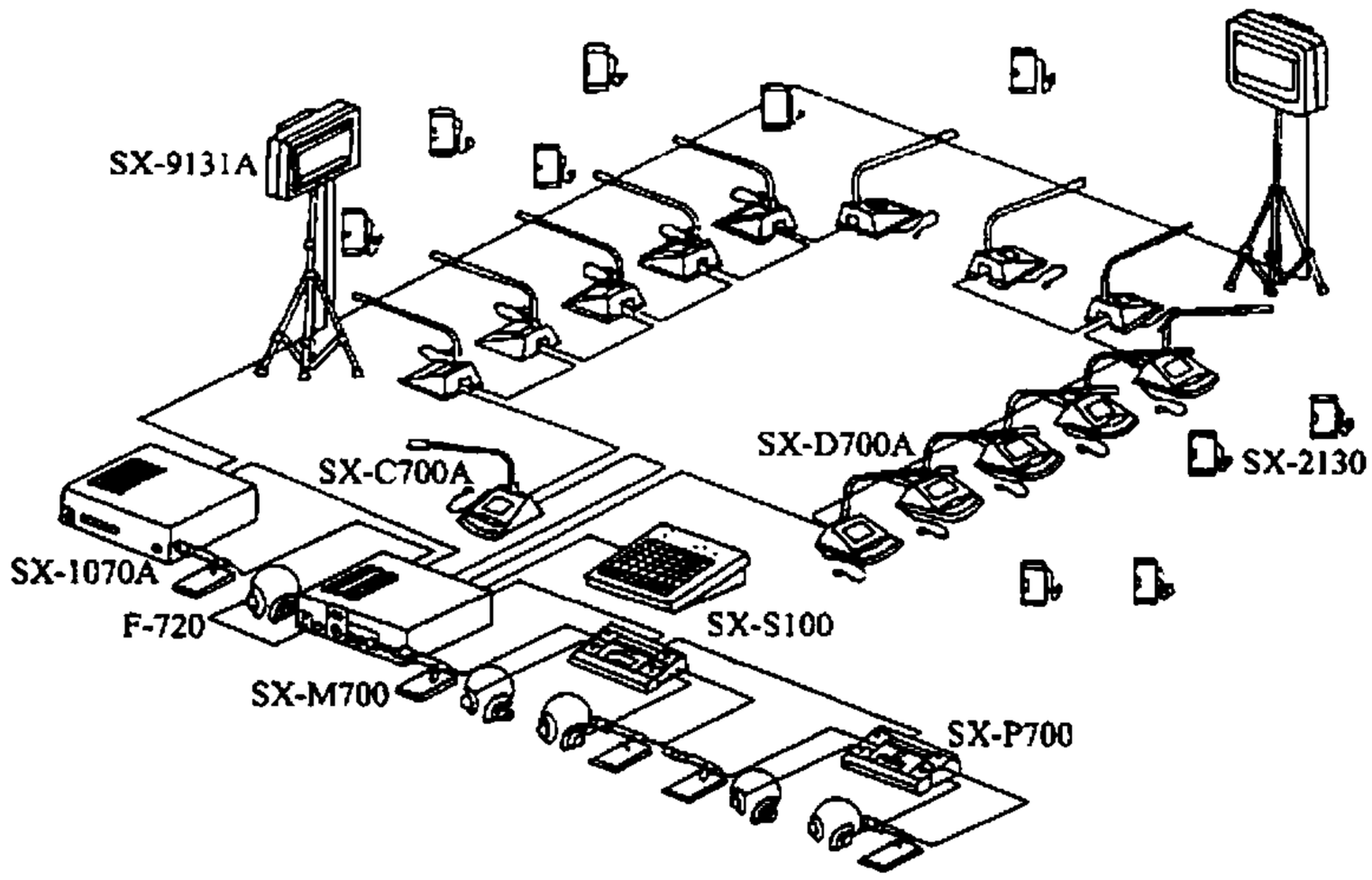


图 5-13　带红外传送的组合式同声传译会议系统

种信号（SX-1130A 可传送 13 种语言），采用 PPM（脉冲位置调制）传输方式。

SX-9131A 为红外辐射器，内置 207 只发光二极管，自高处向全场辐射，有效传输距离可达 30m，辐射时功耗为 28W。位于会场外围的红外接收机 SX-2130，也采用时分 PPM 传输方式，能接收红外发送器发送的 13 个频道信号的任何一个，使用锂电池可连续工作 22h。SX-P700 为译员机。

顺便指出，SX-M700 系统如配以相应部件，即可具备投票表决功能。

第四节　音频会议系统工程举例

一、BOSCH 数字网络会议（DCN）系统

（一）系统组成

BOSCH（博世）的数字会议网络（DCN）系统（顺便指出，本系统原为 Philips 公司产品，现已被博世 BOSCH 公司收购）是在我国广泛应用的一种会议系统，是全数字化的会议系统，其中央控制器（主机）LBB 3500 系列集会议讨论、表决和同声传译于一体，配以相应的主席机、代表机和译员机等，即可满足各种功能的会议要求。图 5-14 是其典型系统组成。BOSCH 的 DCN 数字会议系统的主要设备如表 5-2 所示。下面先介绍 DCN 的几种中央控制器。

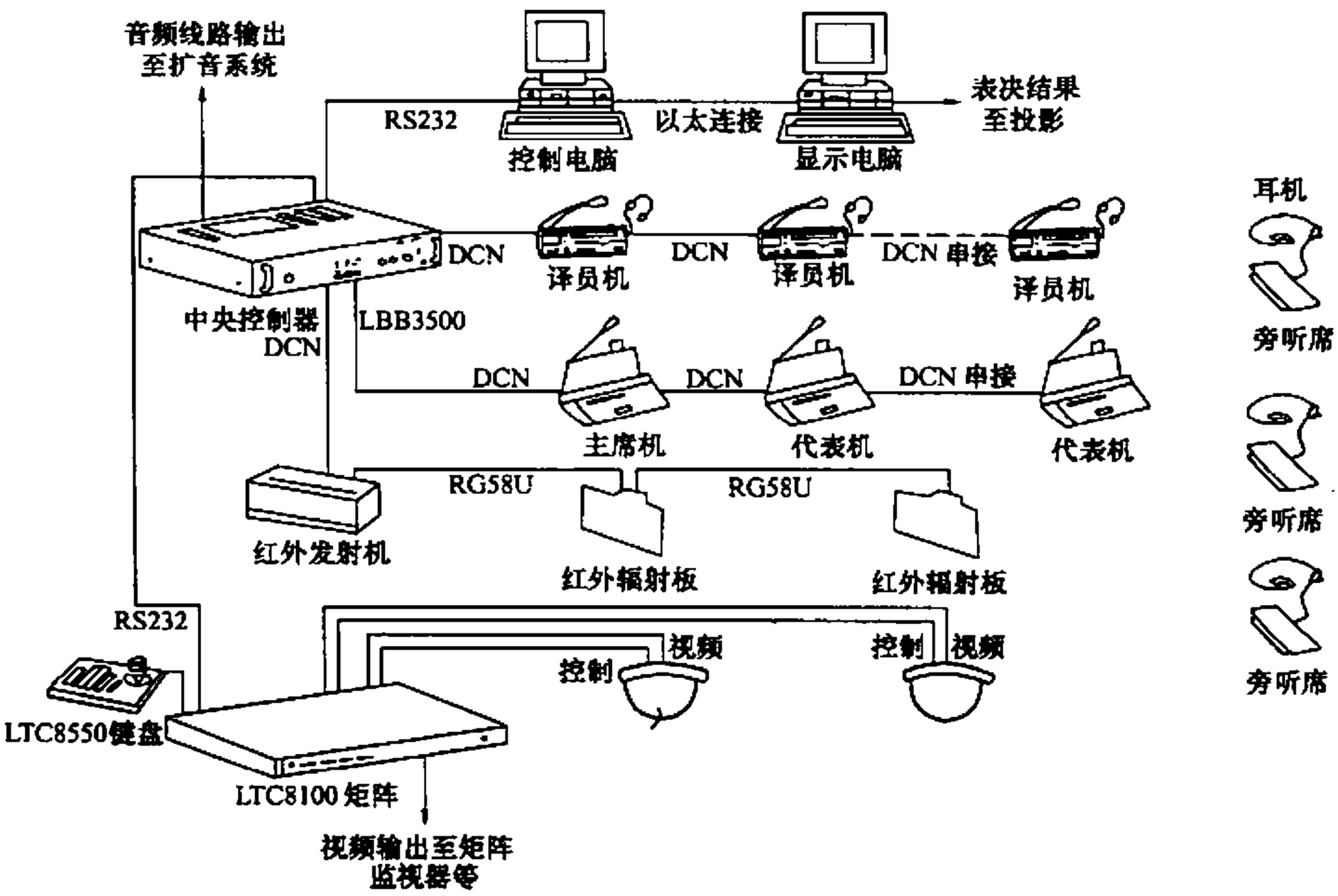


图 5-14　博世 DCN 会议系统图

BOSCH DCN 数字会议系统主要设备　　表 5-2

型　号	品　名	说　明
LBB 3500/05	标准型中央控制器	无机务员的会议控制，可向≤90 台发言单元提供电源
LBB 3500/15	增强型中央控制器	由机务员控制会议，可配 PC 机控制，可向≤180 台发言单元供电
LBB 3500/35	多中央控制器	用于 240 台以上发言单元
LBB 3506/00	增容电源	与中央控制器配合，可增加 180 台发言单元供电
LBB 3544/00	标准表决代表机	表决机，配话筒可增加发言，讨论功能
LBB 3545/00	表决 + 传译代表机	带通道选择器，可供同声传译用
LBB 3546/00	表决 + 传译代表机	加带 LCD 显示和身份卡读出器
LBB 3547/00	表决 + 传译主席机	加带 LCD 显示和身份卡读出器
LBB 3530/00	标准讨论代表机	讨论式会议用
LBB 3530/50	标准讨论代表机	同上，话筒为加长杆
LBB 3531/00	讨论 + 传译代表机	加带通道选择器，可供讨论 + 同声传译用
LBB 3531/50	讨论 + 传译代表机	同上，话筒为加长杆
LBB 3533/00	标准讨论主席机	讨论式会议用
LBB 3533/00	标准讨论主席机	同上，话筒为加长杆
LBB 3534/00	讨论 + 传译主席机	加带通道选择器
LBB 3534/50	讨论 + 传译主席机	同上，话筒为加长杆
LBB 3520/10	译员机	带 LCD 显示，可适配 15 个语种
LBB 9095/30	译员耳机	与译员机配接
LBB 3440/00	轻型耳机	
LBB 3442/00	挂耳单耳机	
LBB 3410/05	红外辐射器	宽束，2W
LBB 3410/15	红外辐射器	窄束，2W
LBB 3411/00	红外接收器	12.5W
LBB 3412/00	红外接收器	25W

（二）设计示例

某会议厅要求具有发言讨论、表决和同声传译的会议功能，其中要求有表决、发言权的代表机为 45 个，同声传译要求六种语言，即包括母语为 1 + 6 同声传译，并要求对代表具有身份卡认证功能。旁听席约 100 个。此外，还要求对与会代表发言进行摄像自动跟踪。

设计如下：系统的组成仍如图 6-14 所示，只是要确定所用设备的型号和数量。现设计如表 5-3 所示。由于要求代表机和主席机具备发言讨论、表决和同声传译等功能，故选用具有这些功能的代表机为 LBB3546/00（配 LBB 3549/00 标准话筒）和主席机为 LBB 3547/00（配以 LBB 3540/50 长颈话筒），所用的主席机和代表机型号是高档的多功能机，除具备一般的主席机和代表机的发言讨论、表决和同声传译功能（其中带通道选择器用于

同声传译，机内平板扬声器的声音清晰，当话筒发言时自动静音，避免啸叫等）外，还增设身份认证卡读卡器和带背景照明的图形 LCD 显示屏。读卡器可用以识别代表身份和情况，并可在 LCD 显示屏上显示出个人情况、表决结果等信息。

系统示例的设备清单　　表 5-3

设 备 型 号	数　量	说　　明
会议控制主机		
(1) LBB 3500/15	1	增强型中央控制器（180 PCF）
会议发言/表决单元		
(2) LBB 3547/00 LBB 3549/50	1 1	主席机带 LCD 屏幕 长话筒
(3) LBB 3546/00 LBB 3549/00	45 45	代表机带 LCD 屏幕 标准话筒
(4) LBB 3516/00		100km DCN 安装电缆
同声翻译单元		
(5) LBB 3520/10 LBB 3015/04	6 6	译员台　带背照光 动圈式耳机
(6) LBB 3420/00 LBB 3421/00 LBB 3423/00 LBB 3424/00	1 2 1 1	红外线发射机箱 频道模块（4 通道/模块） 接门器模块（DCN 用） 基本模块
(7) LBB 3433/00 LBB 3440/00	50 50	七路红外线接收机 轻型耳机
(8) LBB 3412/00	2	红外辐射板，25W
(9) RG58U		50Ω 同轴电缆（200m，辐射板用）
(10) LBB 3404/0	1	接收机储存箱（可装 100 个接收器）
摄像联动系统		
(11) LTC 8100/50	1	ALLEGIANT 8100 系统，8 路视频输入/2 路视频输出
(12) LTC 8555/00	1	视频控制矩阵键盘
(13) G3ACS5C	2	G3 室内天花式彩色摄像机模块，数码遥控，室内吊顶用，透明球罩，24 V_{ac}，50Hz
身份卡认证		
(14) LBB 3557/00	1	晶片型身份编码器
(15) LBB 3559/05	100	晶片型身份认证卡（100 张）

注：表中尚未包括相应软件和附件。

由于所用的主席机、代表机、译员机的耗电系数（PCF）为 2.5，其总数为 52 个，故总 PCF = 52 × 2.5 = 130（未包括电缆分路器等）。有关 DCN 设备的电源耗电系数（PCF）见表 5-4。

DCN 设备的耗电系数（PCF）　　表 5-4

DCN 设备型号	设备名称	PCF	DCN 设备型号	设备名称	PCF
LBB 3510/00	个人电脑网络卡	1	LBB 3533/××	主席讨论机	1
LBB 3512/00	数据分配卡	1	LBB 3534/××	主席讨论带通道选择器	1
LBB 3513/00	模拟音频输入/输出模块	1	LBB 3535/00	双音频接口器	1.5
LBB 3514/00	干线电缆分路器	1	LBB 3540/15	多用连接器带芯片卡读出器	2
LBB 3515/00	分配器	1	LBB 3544/00	代表机	2.5
LBB 3520/10	译员机	2.5	LBB 3545/00	代表机带通道选择器	2.5
LBB 3524/00	电子通道选择面盘	0.5	LBB 3546/00	代表机带 LCD 图形显示及芯片卡读出器	2.5
LBB 3524/10	电子通道选择面盘带背照光	0.5			
LBB 3526/10	电子通道选择面盘带背照光	0.5	LBB 3547/00	主席机带 LCD 图形显示及芯片卡读出器	2.5
LBB 3530/××	代表讨论机	1			
LBB 3531/××	代表讨论带通道选择器	1			

至于主席机、代表机和译员机的安装，很简单，如图 5-14 所示的那样呈串接形式即可。

（三）红外辐射器特性及其布置

在同声传译会议系统的工程设计中，一个重要问题是红外辐射器的布置。辐射器是辐

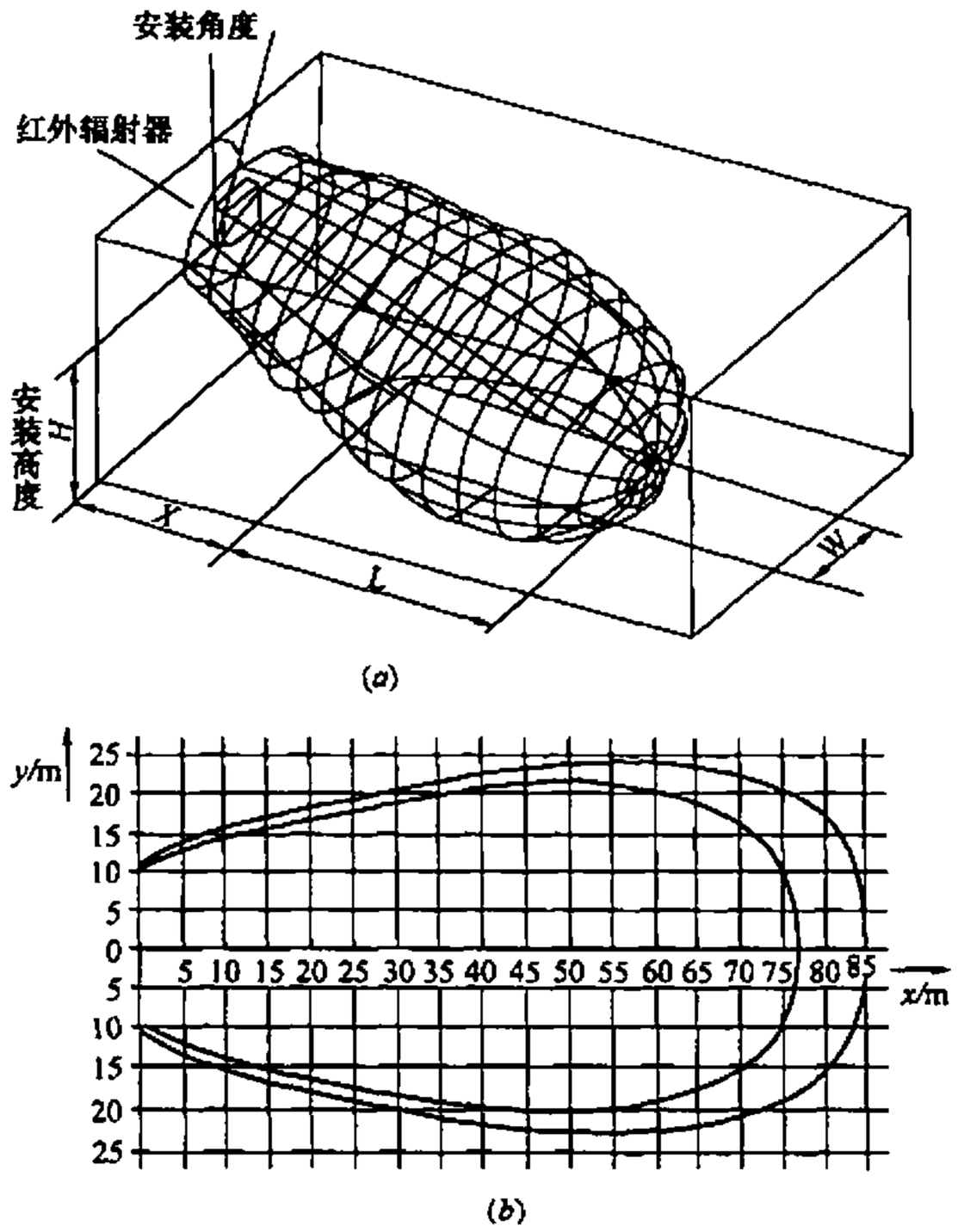


图 5-15　红外辐射器的辐射特性

（a）立体图；（b）平面图

射红外光的装置，做成扁平矩形结构，其辐射面是由数百只红外发光二极管排列成矩阵形式，从而产生如图 5-15 所示的具有椭圆体形的辐射特性。

红外辐射器可以安装在墙上或顶棚板上。图 5-15（a）表示装在墙上的辐射特性，图中黑色矩形区域（$L \times W$）为会议室内的红外辐射的覆盖面积。显然，辐射器的覆盖面积（$L \times W$）大小及其水平间距（X）与辐射器的安装高度、安装角度有关。一般来说，在一定安装高度（例如 7.5m）下，安装角度越大（即越向下倾斜），则覆盖区域面积越小，而且水平间距 X 也随之减小，如表 5-5 ~ 表 5-8 所示。

LBB 3411/00（12.5W）的覆盖面积（$A = L \times W$）　　**表 5-5**

频道数		2	4	8	12	16
安装高度/m	安装角度/（°）	A（$L \times W$），X /m^2，m	A（$L \times W$），X /m^2，m	A（$L \times W$），X /m^2，m	A（$L \times W$），X /m^2，m	A（$L \times W$），X/m^2，m
2.5	0	966（42×23），4.7	630（35×18），3.5	420（30×14），0.6	351（27×13），0.8	325（25×13），1.7
7.5	15	836（38×22），8.5	510（30×17），7.6	322（23×14），7.5	240（20×12），7.9	198（18×11），8.2
	30	680（34×20），2.1	459（27×17），2.5	345（23×15），3.2	285（19×15），4.4	228（19×12），3.8
	45	456（24×19），-0.6	320（20×16），0.0	266（19×14），0.0	216（18×12），0.0	204（17×12），0.6
	60	323（19×17），-4.1	238（17×14），-3.1	210（15×14），-2.4	168（14×12）-1.5	168（14×12），-1.2
	90	289（17×17），-8.5	196（14×14），-70	144（12×12），-6.0	144（12×12），-6.0	121（11×11），-5.5
15	30	660（30×22），11.0	396（22×18），11.6	210（15×14），12.7	121（11×11），13.1	64（8×8），13.7
	45	550（25×22），5.6	414（23×18），5.9	255（17×15），6.8	182（14×13），7.4	144（12×12），7.6
	60	414（23×18），-1.2	315（21×15），0	216（18×12），0.6	198（18×11），0.6	150（15×10），1.2
	90	324（18×18），-9.0	225（15×15），-7.5	196（14×14），-7.0	169（13×13），-6.5	144（12×12）-6.0
30	45	494(26×19)14.1	42（6×7），18.2	—	—	—
	60	475（25×19），4.7	210（15×14），7.1	—	—	—
	90	41（21×21），-10.5	256（16×16），-8.0	81（9×9），-4.5	—	—

LBB 3412/00（25W）的覆盖区域（$A = L \times W$）　　**表 5-6**

频道数		2	4	8	12	16
安装高度/m	安装角度/（°）	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X/m²，m
2.5	0	1728（64×27），6.5	1078（49×22），5.3	738（41×18），4.4	646（38×17），2.4	576（36×16），2.4
7.5	15	1593（59×27），6.2	980（49×20），5.3	624（39×16），4.7	490（35×14），5.3	434（31×14），6.5
	30	1056（44×24），2.1	798（38×21），2.1	595（35×17），1.8	434（31×14），1.8	406（29×14），1.8
	45	580（29×20），-2.9	504（28×18），-1.8	336（22×14），-1.5	308（24×14），-0.6	294（21×14），0
	60	420（21×20），-4.1	306（18×17），-3.6	238（17×14），-3.2	208（16×13）-2.8	192（16×12），-2.5
	90	400（20×20），-10.0	289（17×17），-8.5	196（14×14），-7.0	169（13×13），-6.5	144（12×12），-6.0
15	30	1200（48×25），9.0	782（34×23），11.5	550（25×22），13.1	460（23×20），12.5	360（20×18），13.1
	45	918（34×27），4.8	588（28×21），6.0	462（22×21），7.1	399（21×19），7.1	357（21×17），6.5
	60	600（30×20），-4.1	460（28×20），-0.7	357（21×17），0.7	300（20×15），1.0	285（19×15），1.0
	90	400（20×20），-10.0	324（18×18），-9.0	256（16×16），-8.0	256（16×16），-8.0	255（15×15）-7.5
30	45	1050（35×30）13.1	644（28×23），13.1	342（18×19），14.8	195（13×15），15.9	70（7×10），16.6
	60	896（32×28），3.5	572（26×22），4.0	418（22×19），5.9	306（18×17），6.5	240（16×15），7.2
	90	729（27×27），-13.5	576（24×24），-12.0	400（20×20），-10.0	324（18×18），-9.0	256（16×16），-8.0

LBB 3411/00（12.5W）的覆盖区域（$A = L \times W$）　　**表 5-7**

频道数		2	4	8	12	16
安装高度/m	安装角度/（°）	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X /m²，m	A（$L \times W$），X/m²，m
2.5	0	286（22×13），2.3	176（16×11），3.5	46（12×8），4.3	70（10×7），5.1	63（9×7），5.6
7.5	15	176（16×11），9.5	54（9×6），11.0	—	—	—

续表

频道数		2	4	8	12	16
安装高度/m	安装角度/（°）	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X/m^2，m
	30	254（18×14），4.3	130（13×10），5.5	63（9×7），6.9	42（7×6），8.0	—
	45	204（17×12），1.7	117（13×9），1.7	84（12×7），2.6	60（10×6），2.9	45（9×5），3.5
	60	156（13×12），-1.4	108（12×9），-0.9	90（10×9），0.0	72（9×8）0.4	64（8×8），0.9
	90	121（11×11），5.5	100（10×10），-5.0	81（9×9），-4.5	64（8×8），-4.0	49（7×7），-3.5
15	30	42（7×6），14.0	—	—	—	—
	45	132（12×11），7.5	—	—	—	—
—	60	96（12×8），2.9	54（9×6），3.5	—	—	—
	90	144（12×12），-6.0	64（8×8），-4.0	25（5×5），-2.5	—	—

LBB 3412/00（25W）的覆盖区域（$A=L\times W$）　　表 5-8

频道数		2	4	8	12	16
安装高度/m	安装角度/（°）	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X /m^2，m	A（$L\times W$），X/m^2，m
2.5	0	496（31×16），5.0	325（25×13），4.0	231（21×11），3.0	200（20×10），3.0	171（19×9），2.9
7.5	15	416（26×16），10.3	216（18×12），9.5	135（15×9），8.5	108（12×9），9.5	90（10×9），9.5
	30	364（26×14），3.5	216（18×12），4.0	176（16×11），4.5	150（15×10），5.1	126（14×9），5.4
	45	266（19×14），0.9	176（16×11），1.9	140（14×10），2.0	117（13×9），2.3	108（12×9），2.5
	60	180（15×12），-2.5	132（12×11），0.0	100（10×10），0.3	90（10×9）0.4	80（10×8），0.3
	90	144（12×12），-6.0	100（10×10），-5.0	81（9×9），-4.5	81（9×9），-4.5	64（8×8），-4.0
15	30	285（19×15），12.4	120（12×10），12.8	42（7×6），13.5	—	—
	45	340（20×17），6.3	208（16×13），6.9	120（12×10），6.9	80（10×8），6.9	56（8×7），6.9

续表

频道数		2	4	8	12	16
安装高度/m	安装角度/（°）	A（$L\times W$），X /m²，m	A（$L\times W$），X /m²，m	A（$L\times W$），X /m²，m	A（$L\times W$），X /m²，m	A（$L\times W$），X/m²，m
	60	272（17×16），1.5	156（13×12），2	120（12×10），2.3	110（11×10），2.3	90（10×9），2.6
	90	196（14×14），-7.0	169（13×13），-6.5	12（11×11），-5.5	100（10×10），-5.0	100（10×10），-5.0
30	45	42（6×7），16.6	—	—	—	—
	60	195（15×13），6.3	—	—	—	—
	90	225（15×15），-7.5	—	—	—	—

表 5-5～表 5-8 是 LBB 3412/00 和 LBB 3411/00 红外辐射器在信噪比为 40dB 时的红外辐射覆盖区域大小。室内灯光要影响信噪比，表 5-5 和表 5-6 表示室内灯光为荧光灯（800lx）时的覆盖区域面积，表 5-7 和表 5-8 表示室内灯光为卤素灯和白炽灯（800lx）时覆盖区域面积大小。可以看出，后者灯光对覆盖面积的不利影响比前者灯光大。

表 5-5～表 5-8 的四个表中，X 值如图 5-15 所示为水平间距，如果出现负值，说明覆盖区域的起始线在辐射器垂直面的后面（即墙后）。辐射器也可安装在顶棚板上，安装角度为 90°，就相当于辐射器正面朝向地面而垂直辐射。红外辐射器辐射的红外光束就像可见光束一样，要求在辐射过程中不被物体遮挡。如果辐射器的安装高度不高，而且安装角度又小，则辐射的红外光束容易被人遮挡，这会影响接收器的正常接收。

总之，通过表 5-5～表 5-8 的分析和比较，可以看出以下带有普遍意义的重要结论：

（1）在一定安装高度下，安装角度 θ 越大，覆盖区域 A 越大；

（2）在一定安装角度下，安装高度 H 越高，则覆盖区域 A 越小；

（3）在一定条件下，辐射器的输出功率越大，覆盖区域 A 也越大；

（4）辐射器的使用通道数越多，则覆盖区域 A 越小，如图 5-16 所示。

（5）应该指出，辐射器辐射区域的大小还与信噪比 S/N 有关，以上辐射区域的大小一般指信噪比为 40dB（A），若信噪比减小，则辐射区域将增大。

（四）红外辐射器的布置注意事项

在设计同声传译系统时，除了根据实际需要选择设备的品牌、型号和数量外，其中很重要的是根据现场条件进行红外辐射器的选择与布置。这里，应该注意的有：

（1）首先，应保证会议厅全部处于红外信号的覆盖区域内，并有足够强度的红外信号。图 5-17～图 5-19 是红外辐射器布置的三个示例。图 5-18 中若用两只辐射器即可覆盖全场，则这两只辐射器以对角相对布置比安装同一边两角为好。

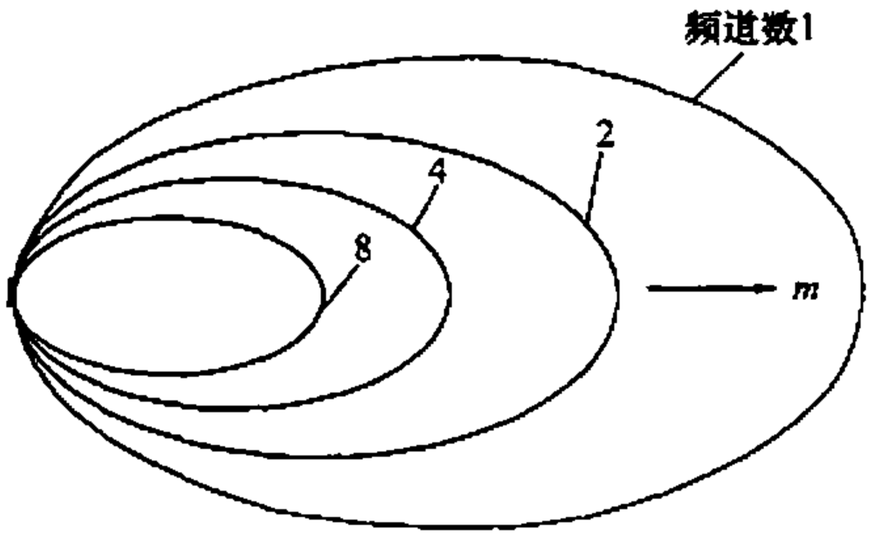


图 5-16　不同通道数的辐射覆盖范围

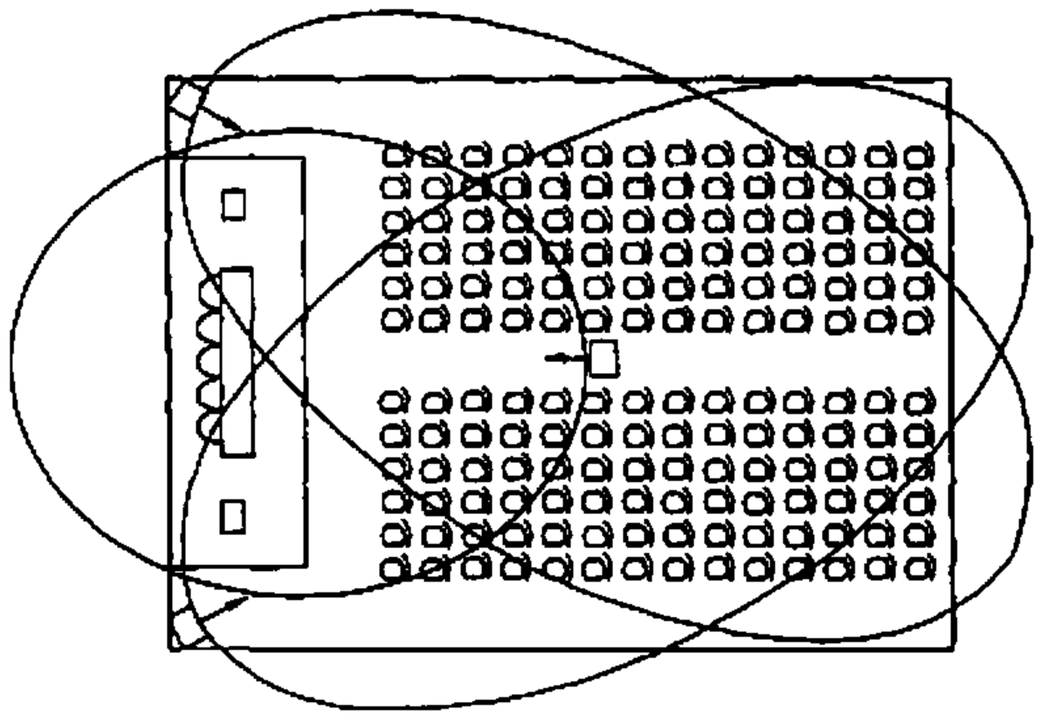


图 5-17　红外辐射器布置示例之一

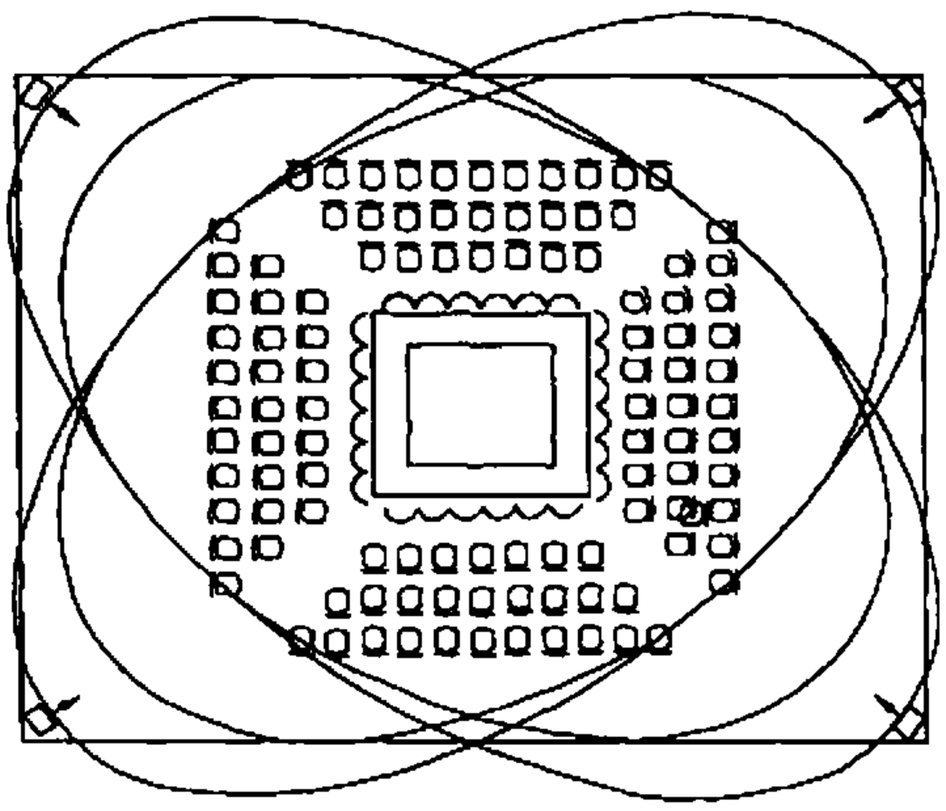


图 5-18　红外辐射器布置示例之二

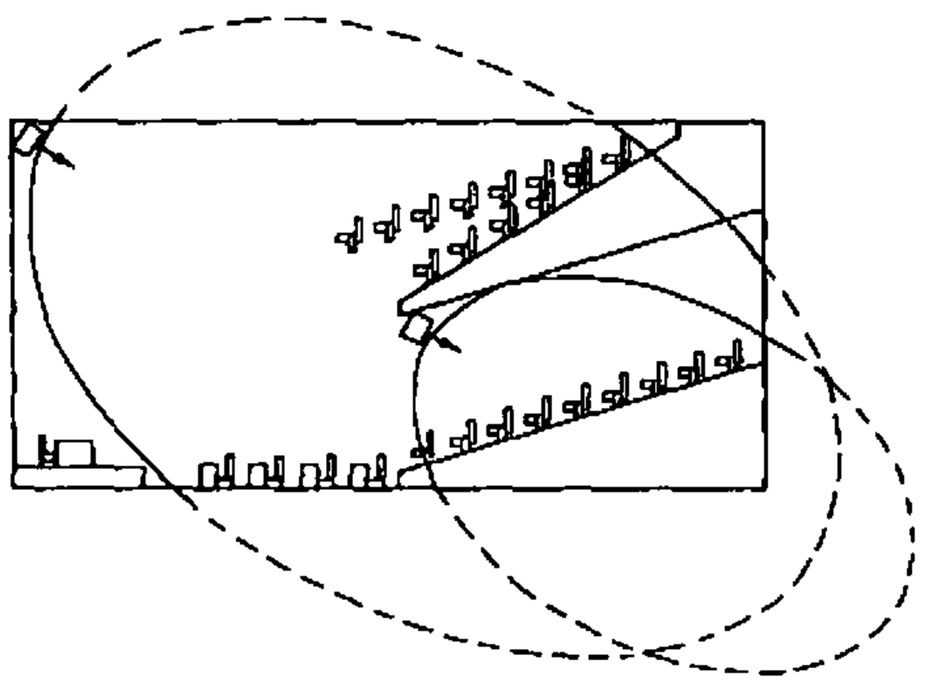


图 5-19　红外辐射器布置示例之三

(2) 红外光的辐射类似可见光，大的和不透明的障碍物会产生阴影，使得信号的接收有所减弱，而且移动的人和物体也会产生类似问题。为此，辐射器要安装在足够高的高度，使得移动的人也无法遮挡红外光。此外，红外光也会被淡色光滑表面所反射，被暗色粗糙表面所吸收。因此，在布置辐射器时，首先要保证对准听众区的直射红外光畅通无阻，其次要尽量多地利用漫反射光（主要是早期反射光），以使室内有充足的红外光强。

(3) 会议厅要尽可能避免太阳光照射，否则日光将导致红外信号接收的信噪比下降，为此可用不透光的浅窗帘遮挡。同样，白炽灯和暖气加热器也会辐射高强度的红外光，因此在这些环境中就必须安装多一些红外辐射器。同理，若会议在室外明亮的日光下举行，则也要增加辐射器数量。

(4) 安装红外辐射器的数量，除了上述与会议厅面积大小、形式以及环境照明有关系，还与同声传译的语种数有关。当语种数增多时，由于每个语种占用功率减少，故也应增加辐射器数量。通常应适当增加 1～2 只。

(5) 辐射器安装时不宜面对大玻璃门或窗。因为透明的玻璃表面不能反射红外光，而且还

有可能因红外光泄漏室外而产生泄密。当然，此时也可用厚窗帘等不透光物体进行遮挡。

（6）若室内使用如电子镇流器等的节能型荧光灯，其会产生振荡频率约为 28kHz 的谐波干扰，这要影响低频道（即 0～3 频道）的信号接收。同样，在这种背景干扰电平较高的会议厅中，也有必要增设辐射器。

（7）红外接收机也有一定指向性，即接收灵敏度随方向而改变。通常，接收机竖放时其最大灵敏方向在正面斜上方 45°方向上。在此轴上下左右 45°范围内，灵敏度变化不大，其余方向的接收效果则明显降低。

（8）在接线上，尤其要注意译员控制盒与调制器（发送机）的配接，通常宜采用平衡输入形式。辐射器往往采用有线遥控，遥控电源由发送机供给。此外，应考虑输出线的配接问题，防止接地不当造成自激。在飞利浦公司的同声传译设备中，上述接线一般都使用专用的配线电缆。

（五）辐射器布置的工程实例

图 5-20 是上海某艺术中心具有 300 坐位的豪华型电影与会议两用厅，面积约为 370m^2，要求有四种语言的同声传译系统。该厅使用两个辐射器，安装在前方左右两侧高约 8m 的顶棚板上，朝向观众席。另外，还设有备用出线盒。顺便指出，图 5-18 的译员室设在后面，这主要是建筑上的考虑，但从同声传译角度来看并不理想。因为译员距离主席台较远，看不清发言者的口形变化，亦即翻译时不能跟着发言者节奏变化。所以，译员室最好设在主席台附近的两侧。此外，若考虑主席台上坐着多位代表，则如图 5-17 所示，宜在厅中央吊顶再配一个辐射器。

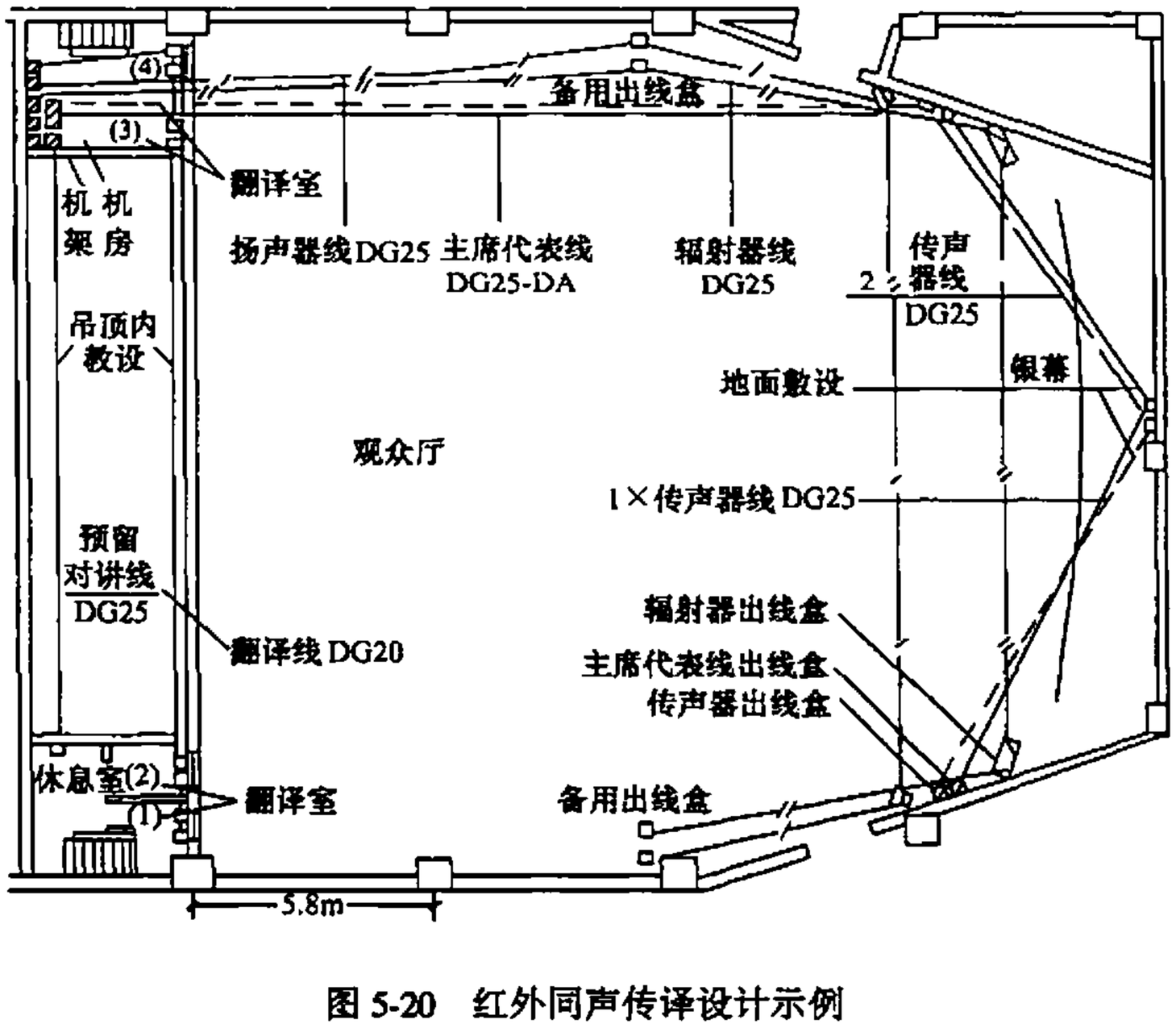


图 5-20　红外同声传译设计示例

图 5-21 为其同声传译系统图，使用 PHILIPS 公司的中央控制器为 LBB 3500/00，发射机为 LBB 3420/00，有 0～15 的 16 个频道，各频道载波频率为 55～695kHz，4 种语言只要

用其中 4 个频道传送即可。红外辐射器为 LBB 3412/00 型，信号输入为 0.8 ~ 8V（1kΩ），红外辐射输出功率 2.5W。接收机为 LBB 3432/00 型，频道与发送机相对应，接收所需要的红外光为 4mW/m^2。整个系统（从发射机到听者接收机的耳机）的性能如下：频响为 100Hz ~ 12.5kHz（－3dB），谐波失真 4%，串音衰减大于 50dB，信号噪声比大于 40dB（A）。由此可见，其音质很好，可与固定有线式同声传译系统相媲美。

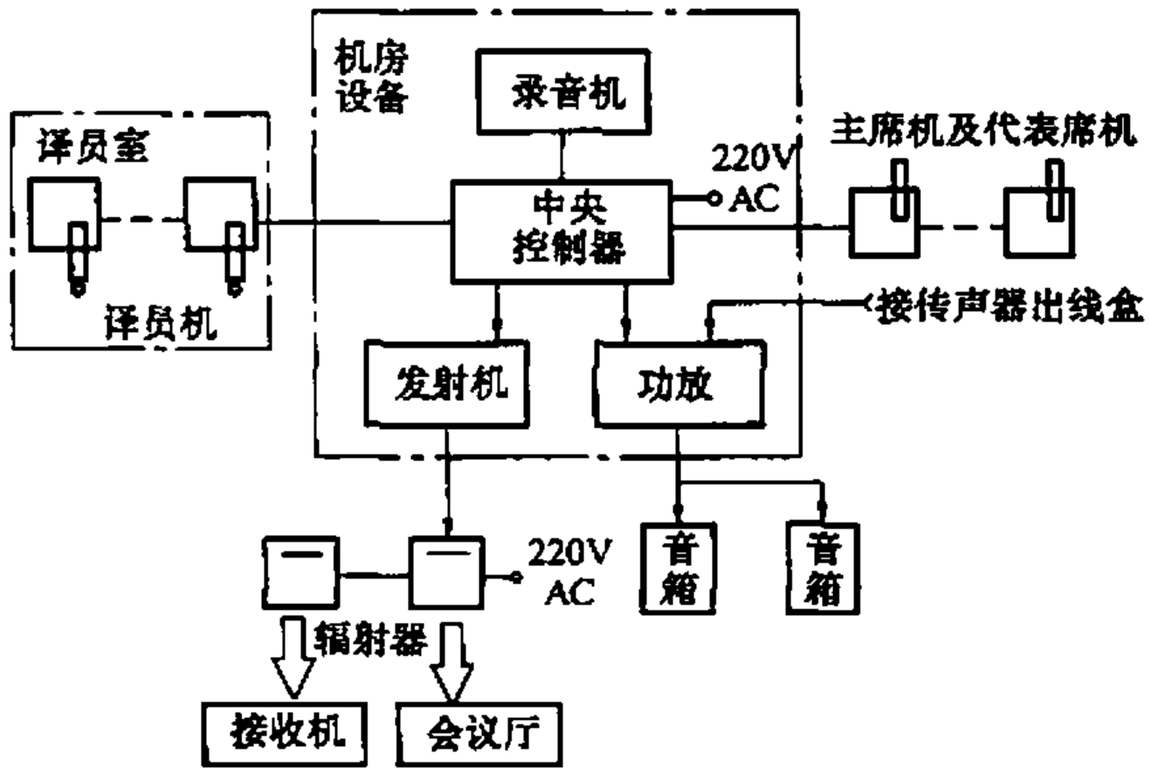


图 5-21　同声传译系统

二、台电（TAIDEN）会议系统

下面再介绍一个由我国台湾开发的台电会议系统。

台电会议系统分为会议讨论系统、有线同声传译系统、红外线同声传译系统和会议表决系统。下面我们主要介绍 HCS-3100 系列会议讨论系统、同声传译系统及系列会议表决系统。

（一）HCS-3100 系列会议讨论系统

图 5-22 是一个通用的会议讨论系统工程配置，表 5-9 是其设备清单，一台系统主机最多可容纳 64 人同时开会。系统可连接电脑配合软件对单元进行控制。代表都配置便携式单元 HCS-3251D（或 HCS-3275D）标准讨论代表单元，而主席用的是 HCS-3251C（或 HCS-3275C）标准讨论主席单元，可利用优先权按键来控制会场的秩序。代表机和主席机采用便携式串接（手拉手式）方式，装卸十分方便。发言人的声音可由内置的扬声器传送。系统可以连接电脑配置软件，可由操作员通过鼠标点击话筒图标来将话筒开启或关闭，同时可以为代表设置发言时间限制。配置摄像机自动跟踪系统可实现摄像机的自动跟踪。如果会场为较大的场地，系统主机还设有为扩声设备提供的音频输出接口，同时也可连接录音设备将整个会议过程记录下来。可以通过软件对话筒的开启或关闭进行控制，同时可进行代表发言申请，由主席（无连接电脑时）或软件操作员进行控制。为满足与会代表人数的增加，只需配置扩展单元系统，最多可连接 256 台单元。

图 6-22 设备表　　表 5-9

型　　号	设备名称	数　量
HCS-3100MD	系统主机	1
HCS-3251C/3275C	主席单元	1
HCS-3251D/3275D	代表单元	63
* CBL13PS-03/05/10/20	延长电缆	4

续表

型　　号	设备名称	数　量
*	会场扩声系统	1
*	手持麦克风	1
*	会议控制电脑	1
* HCS-3313/31	话筒管理软件模块	1

注：表中 * 号表示根据会场需要而定。

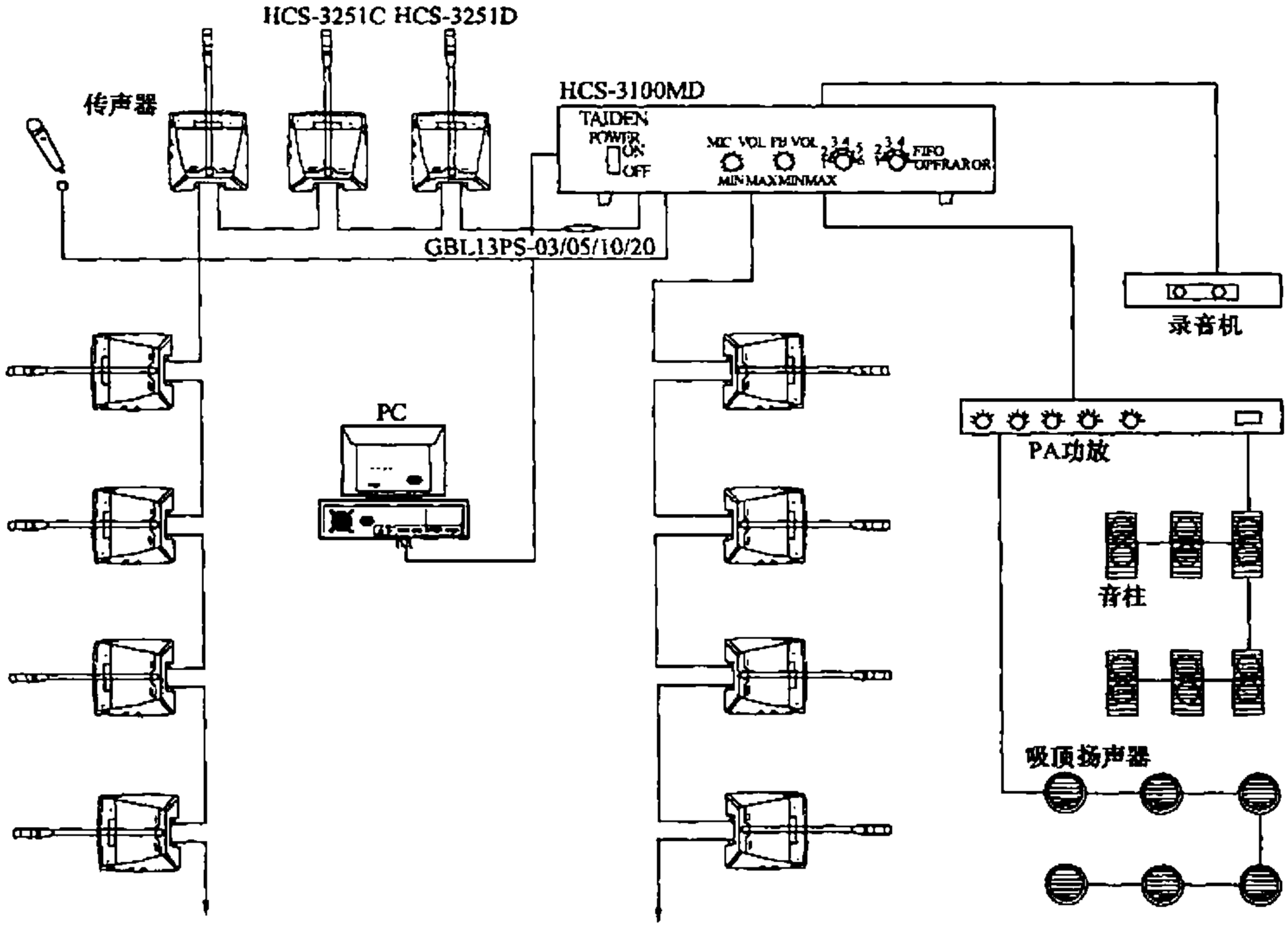


图 5-22　会议讨论系统接线图

（二）同声传译会议（加入更多的旁听）

图 5-23 是一个可进行多种语言的会议设备的工程图例，采用的设备为便携式 HCS-3250 系列，表 5-10 是其设备表。一台系统主机可容纳 64 台的发言设备及更多的旁听席位同时进行会议。主席用的是 HCS-3250C 主席单元，大会主席可利用优先权按键来控制会场的秩序，同时代表单元的发言申请可由主席进行控制批准或否决。其余的发言设备都配置同样的 HCS-3250D 代表单元，代表可配置监听耳机，直接调节本单元的通道选择开关收听翻译语种。翻译单元 HCS-850PB 可供两位翻译人员轮流使用。

系统可以连接红外线语言分配系统，让更多的旁听代表参与会议。旁听的代表可配置红外线接收单元 HCS-816R，可选择接收多达 12 种语言。只要连接上合适数量的红外线发射单元，加入的旁听席数量不受限制。系统可配置摄像机自动跟踪系统（图中），连接电

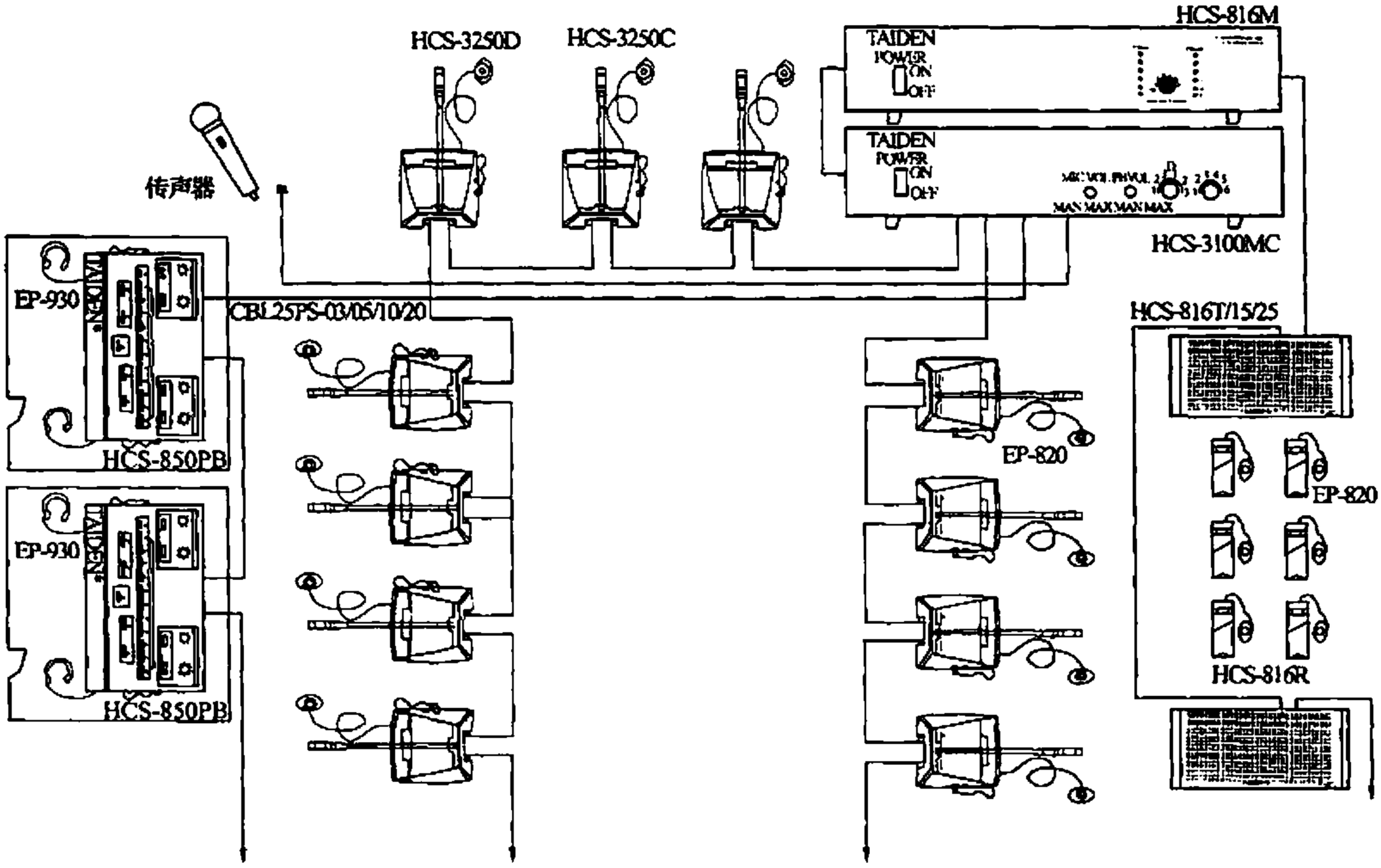


图 5-23　同声传译会议系统图例

脑配合软件可具话筒控制功能。

图 5-23 设备表　　表 5-10

型　　号	设　备　名　称	数　量
HCS-3100MC	系统主机	1
HCS-3250/3260/3285C	主席单元	1
HCS-3250/3260/3285D	代表单元	63
HCS-850PB	翻译单元	5
EP-930	耳罩式耳机（翻译人员用）	10
EP-820	耳挂式耳机（代表用）	64
* CBL13PS-03/05/10/20	延长电缆	4
* CBL13PT-00/03	分路电缆（配合嵌入式单元）	64
*	手持麦克风	1
HCS-816M	红外线发射主机	1
* HCS-816T/15/25	红外线发射辐射单元	2
* HCS-816R	红外线接收单元	100
* EP-820	接收单元监听耳机	100
HCS-3213/31	话筒管理软件模块	1
*	会场扩声系统	1
HCS-834B	接收单元运输机箱	1

注：* 号表示根据会场需要而定。

图 5-24 是集会议讨论与表决于一体的系统示例，与上图的嵌入式单元不同，本例采

用具有表决功能的便携式（台面式）发言单元，即台电 MCS-3050/51A 主席机和代表机。该机面板上有五个按钮，可进行表决方式：赞成/反对/弃权；选举方式：1/2/3/4/5；响应方式：－　－/－/0/＋/＋　＋三种投票模式的选择。本系统最多可扩展至 256 人开会。代表可以在坐位上发言和投票表决。配置相应的软件和电脑，由操作员控制便可以进行具有话筒管理、投票表决功能的小型到大型会议。连接视频显示设备，可以将整个会议过程向与会代表直播出来。连接上摄像机自动跟踪系统可以在代表发言时，摄像机自动跟踪发言者，每台摄像机可设置 64 个预置位，视频切换台可连接 16 组视频信号输入，所有的控制及设置都通过软件模块进行操作。

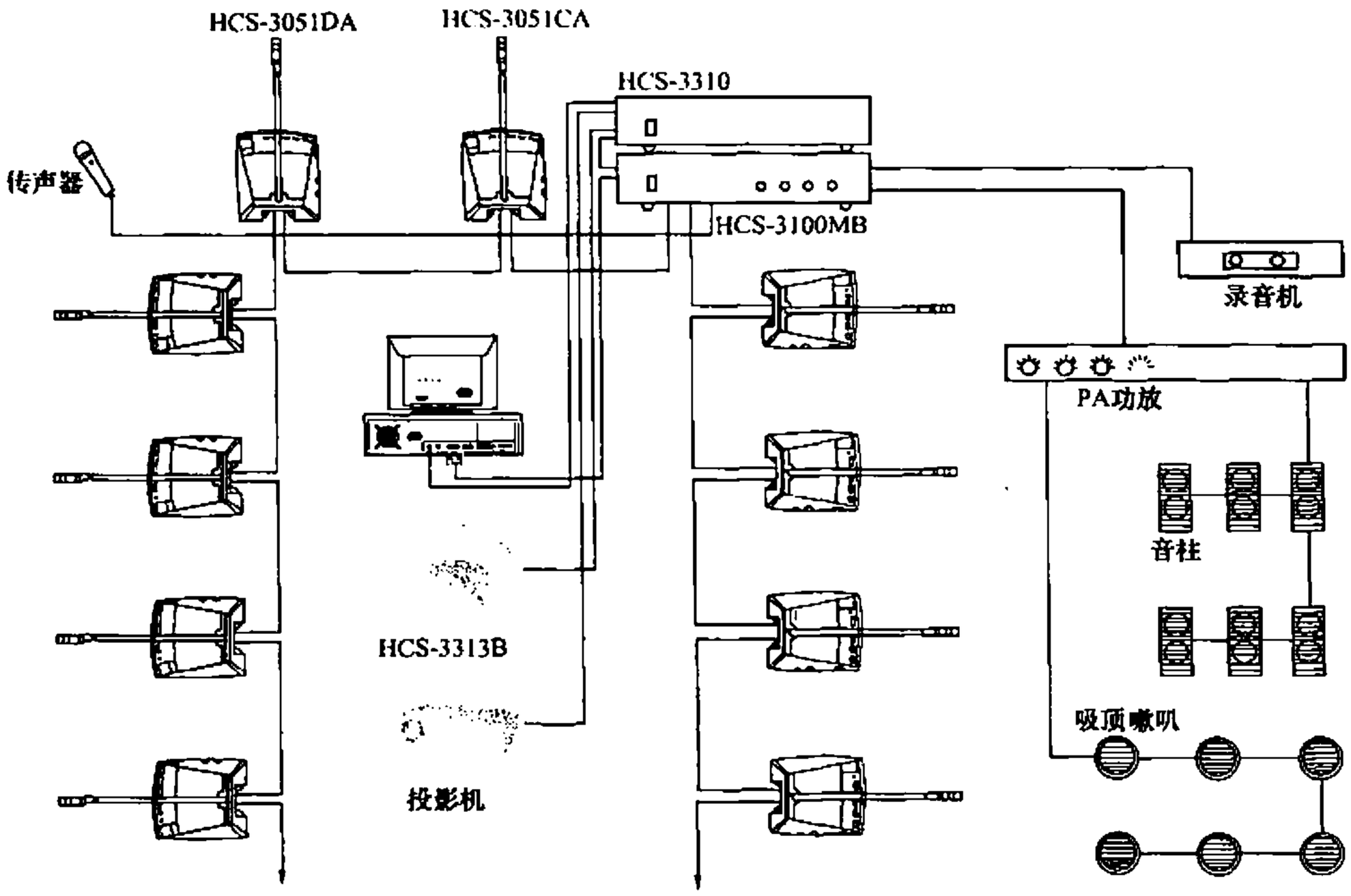


图 5-24　集会议讨论与表决于一体的系统

系统设备的配置如表 5-11 所示。

图 5-24 设备表　　表 5-11

型　　号	设　备　名　称	数　量
HCS-3100MB	系统主机	1
HCS-3051CA	主席单元	1
HCS-3051DA	代表单元	62
HCS-3051VA	副主席单元	1
HCS-3211/31	话筒管理＋表决管理软件模块	1
	操作电脑	1

续表

型　　号	设　备　名　称	数　量
*	投影设备及大屏幕显示器	2
*	会场扩声系统	1
* CBL8PS-05/10/20	延长电缆	4
HCS-3310	视频切换台	1
* HCS-3312/3313B	球型云台摄像机	2
HCS-3215/31	视频控制软件模块	1
* HVS-100H	视频显示卡	1
*	手持麦克风	1

注：* 表示根据会场实际需要而定。

（三）集讨论、表决、同声传译于一体的会议系统

图 5-25 和表 5-12 配置足以满足一个大型的国际性会议的要求，配置软件模块可实现投票表决、话筒管理及多语种的同声传译功能。会议最多可容纳 4096 人同时开会，与会代表可以进行投票表决及发言，配合红外线接收单元选择语种。会场也可容纳更多的旁听参与会议，在红外线覆盖的范围内，接收单元的数量不受限制。

假设会议代表有 3500 人，其中需要发言的人数为 100 人；其余代表都要求具有投票表决功能，具有摄像机自动跟踪功能，参与会议的代表来自 10 个不同语种的国家，设备配置见表 5-12。此外，可根据需要配置 HCS-3100MKW、HCS-3100K 读发卡的 IC 卡签到管理系统。

图 5-25 设备配置表　　表 5-12

型　　号	设备名称	数量	型　　号	设备名称	数量
HCS-3100MA	系统主机	1	* HCS-850PB	翻译单元	10
HCS-3100ME	扩展单元	1	* EP-930	耳罩式耳机	20
HCS-3050C	主席单元（英文版面）	1	* HCS-3310	视频切换台	1
HCS-3050D	代表单元（英文版面）	98	* HCS-3312/3313B	球型云台摄像机	5
HCS-3050V	副主席单元（英文版面）	1	* HCS-3215/31	视频控制软件模块	1
HCS-3100MT	表决系统主机	14	* CBL8PS-05/10/20	延长电缆	64
HCS-3100DF	代表表决单元	3400	* HVS-100H	视频显示卡	1
CBL8PT-00/03	分路电缆	3400	*	手持麦克风	1
HCS-3211/31	话筒 + 表决管理软件模块	1	*	投影设备或大屏幕显示器	2
HCS-826M	12 通道红外线发射主机	1		控制电脑	1
* HCS-816T/15/25	红外线发射单元	10		会场扩声系统	1 套
HCS-826R	12 通道红外线接收单元	3500	HCS-834B	接收单元运输机箱	35
EP-820	监听耳机	3500	* HCS-3100K	IC 卡签到管理系统	1 套

注：表中 * 号表示根据会场需要而定。

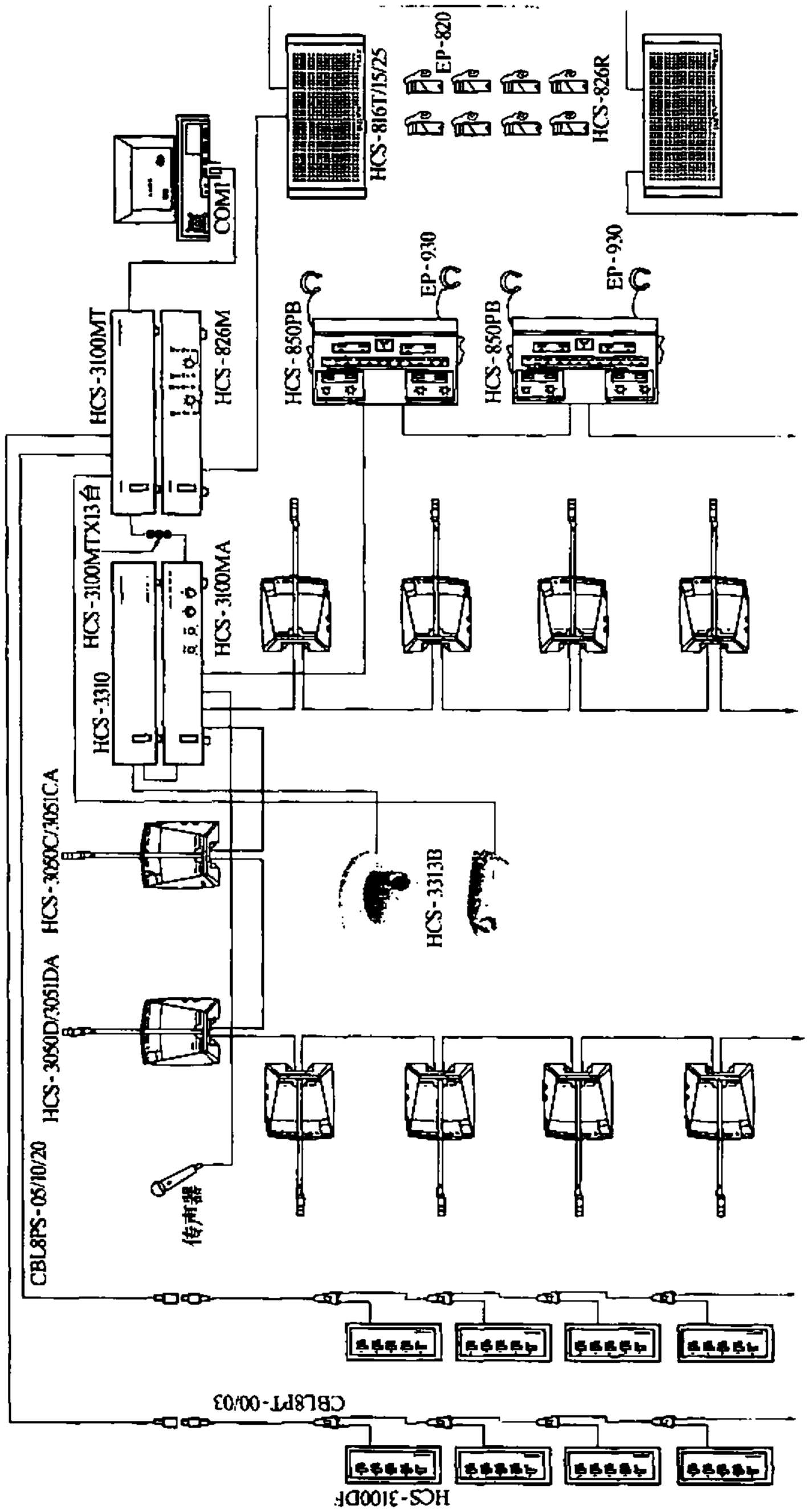


图 5-25　集讨论、表决、同声传译于一体的系统

三、译员室的工艺要求

(1) 译员室位置应靠近会议厅（或观众厅），译音员可以从译员室观察窗清楚地了望主席台（或观众席）的主要部分。通常，译员室常设在会场的背后或左右两侧，但最好设在主席台附近的两侧，同样，译音员能看清发言者的口型节奏变化以及发音者使用的黑板和投影幕。为能看到会场主要部分，译员室可设置在较高位置上。

(2) 译员室的大小能并排坐 2～3 人（国际标准为 2 人），国际 ISO2603 标准推荐译员室的尺寸如图 5-26 所示。为减少房间声共振，房间三边的尺寸宜互不相同。

(3) 译员室应作隔声处理。观察窗应采用中间有空气层的双层玻璃隔声窗，并设置带有声锁的隔声门。室内本底噪声不应高于 NR20。

(4) 译员室应设空调设施，并作好消声处理。有条件时，室内和走廊宜铺地毯。

(5) 译员室与机房间设有联络信号，室外设译音工作指示信号。

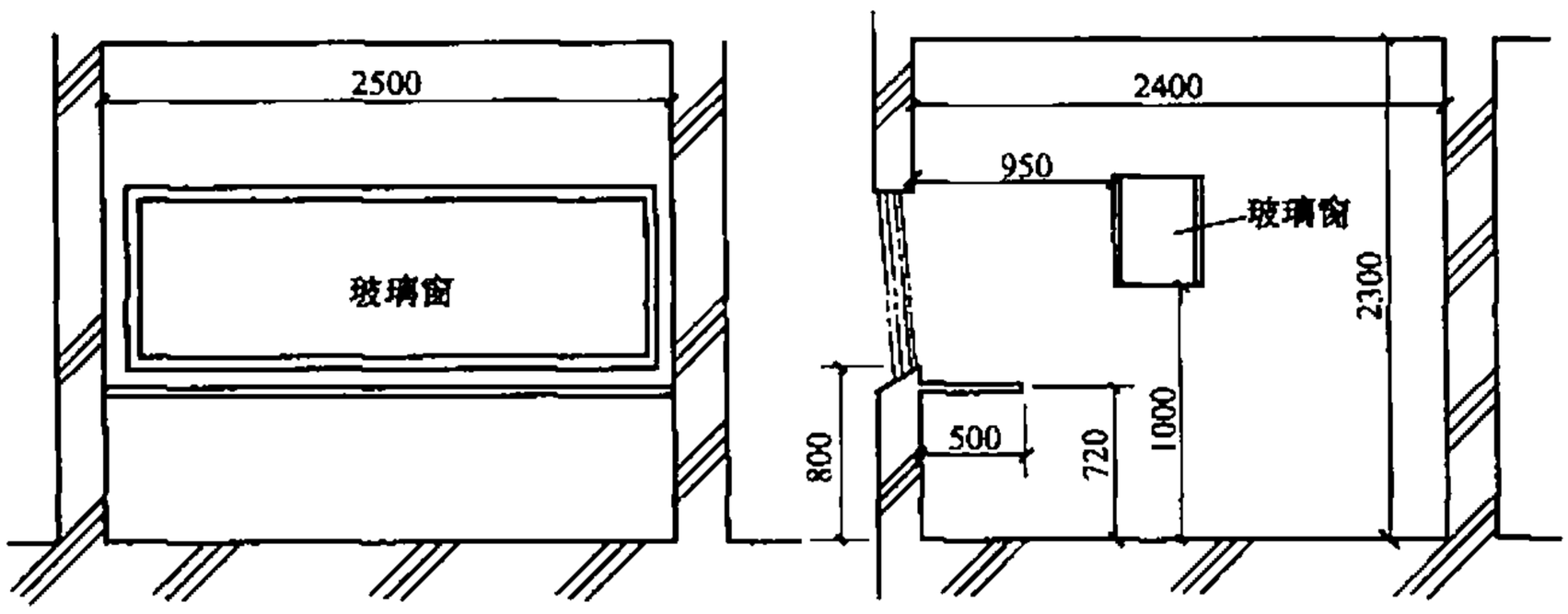


图 5-26　译员室规格（ISO2603）

第五节　投　影　电　视

在 AV 会议系统或专业演出场合，除了音响设备之外，往往还使用视频设备，如摄像机、视频矩阵、视频分配器、监视器、投影电视机等。其中摄像机、视频矩阵和监视器等放到第七章叙述，本节专述在会议系统中广泛使用的投影电视。

一、投影电视的种类

投影电视，是将电视图像通过光学投影系统投影到屏幕上显示。投影电视是一种大屏幕显示技术，它能给人以气势磅礴、更富有临场感的感受，因此在卡拉 OK 厅、歌舞厅和音像娱乐厅中受人青睐。

(一) 投影电视根据成像原理分

可分为投影管（CRT）式、光阀式和激光扫描式三种结构。

1. 投影管式（CRT）

投影管式彩色投影机如图 5-27 所示，它是在三个投影管（CRT）的荧光屏上分别产生红（R）、绿（G）、蓝（B）三基色电视图像，然后通过光学系统放大投影到屏幕上而合成

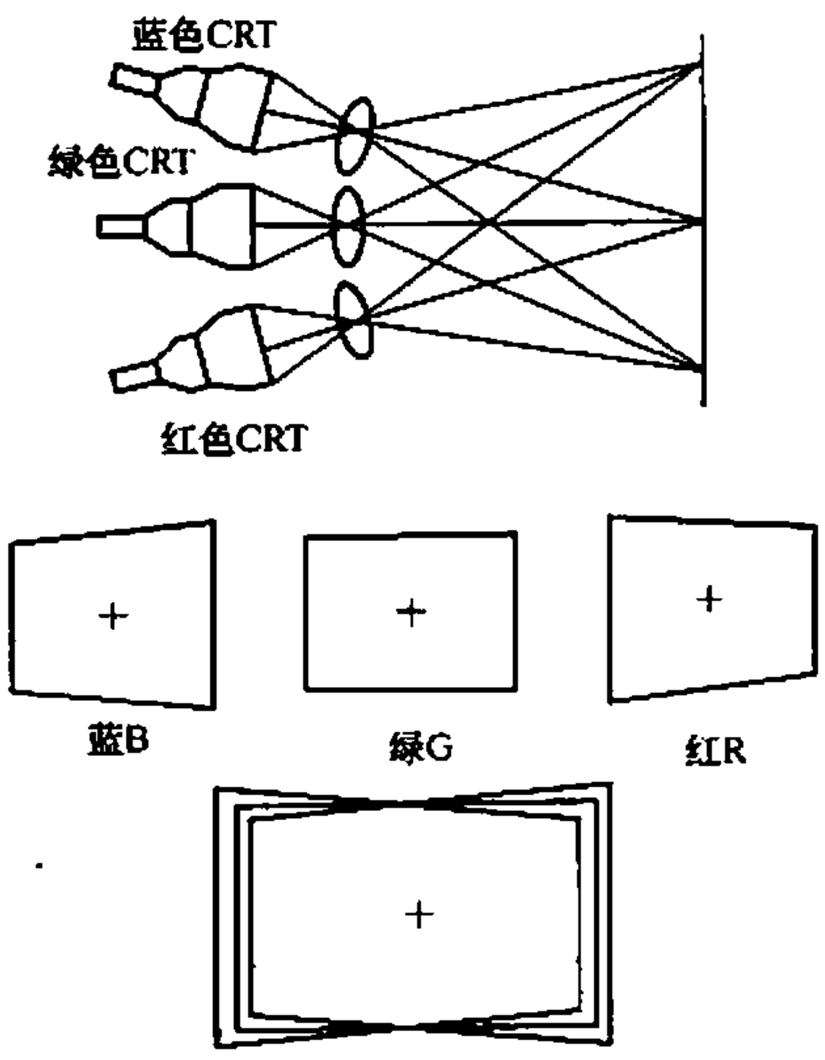


图 5-27　投影管式彩色投影机

大屏幕彩色电视图像。由于投影管电视图像的成像过程与普通直视式电视机显像管（CRT）相类似，因此它具有与直视式 CRT 彩电相媲美的图像质量。

目前，一般的 CRT 投影机的分辨都可以达到 500 电视线以上，好一些的投影机分辨可达到 700～1400 电视线。中档以上的 CRT 投影机常具有 R、G、B 接口，可与电子计算机相连，进行像素为 480 × 640（VGA）、600 × 800（SVGA）甚至 768 × 1024（XGA）的计算机信号显示。这些投影管都是高亮度的，采用液体散热，可较长时间使用。这种 CRT 式投影机在过去曾获得了广泛应用，但是它的体积和重量较大，制造成本较高，而且首次安装调整比较麻烦（这可从图 5-27 下部看出，要使 R、G、B 三个光栅重合或失真最小是比较难的），因此它的应用越来越少。

2. 光阀式

它是利用电影（或幻灯机）的方法来获得高亮度。我们知道，电影放映机是利用外部的强光源照到电影胶片上，由于电影胶片上图像各部分银粒的浓度不同，所以各个部分透过光线的强弱不同，这样透过的光线通过投影镜头就在银幕上形成放大的图像。可以看出，电影胶片起到控制光的“阀门”作用，因此我们也可以把电影胶片叫做“光阀”。

光阀式投影电视是利用这种所谓光阀装置进行电——光转换，实现投影显示的。其工作原理是，由被视频信号调制的电子束或激光束去控制某些可控媒质的光学参数（折射率、透射率等），再利用功率很强的独立光源把这种由光学参数的变化构成的“潜像”，通过光学投影系统投射到屏幕上得到放大的图像。

尽管光阀的种类很多，但能够用于视频显示的主要有油膜光阀和液晶光阀两种。油膜光阀是利用受控电子束在油（如硅油）膜上扫描时产生的“沟槽”（即条纹）对独立光源形成衍射光栅，通过具有条状光阑的光学系统将光栅投射到屏幕上形成图像。液晶光阀则是利用液晶的特殊物理物质（双折射性、二向色性、旋光性等），通过受控电子束或激光束将图像信号写入光阀（液晶片），形成潜像，再通过对独立光源的光通量控制进行投影显示。也就是说，上述两种光阀式投影机是用油膜或液晶片替代电影胶片，来显示大屏幕电视图像。图 5-28 表示液晶式投影电视机的组成。

由于光阀式投影机可采用高亮度的独立光源，不像投影管式那样受荧光粉发光率的限制，因此可以获得高亮度的图像。例如，美国 GE（奇异）牌的油膜光阀式投影机的亮度甚至比电影还强。

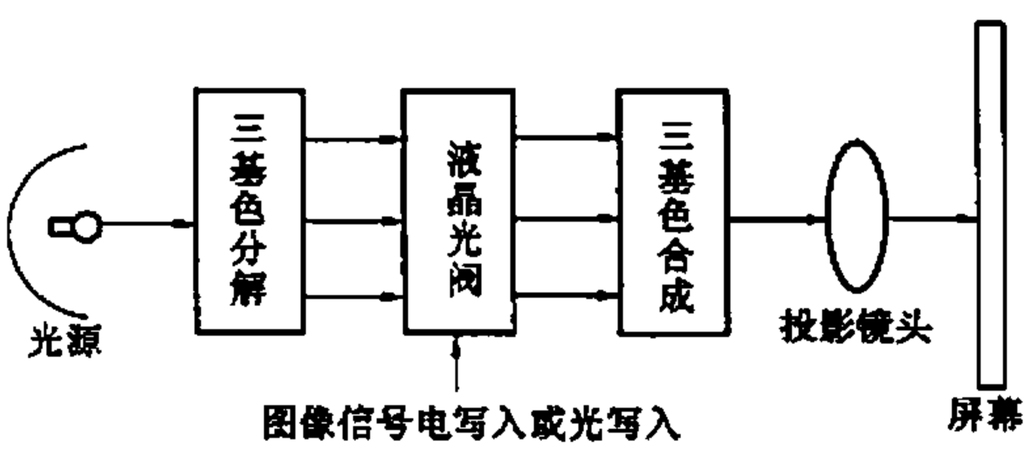


图 5-28　液晶光阀式投影机原理图

近年来，发展最快的光阀式投影机是液晶光阀式投影机。

液晶光阀式投影机的光学系统因为只用一个投影透镜，因此可用变焦距透镜，所以画面大小调节和投影调整都很方便，没有 CRT 式投影机那样的麻烦。液晶光阀式投影机种类很多，按照所用液晶片数量分为单片式和三片式两类。通常三片式的亮度比单片式要高，但价格也较贵。近来，各种液晶投影机获得了广泛应用。

按照液晶片对光源的透射或反射方式来分，液晶光阀式投影机又可分为透射型和反射型两种。

透射型液晶光阀投影机就是通常所谓的液晶显示（LCD）投影机，它是用电写入方法在三块液晶片或一块液晶片上，分别产生红、绿、蓝电视图像，以此作为光的阀门，在相应的三基色强光源照射（透射）下，液晶片对光强度进行调制，并通过光学放大投影到屏幕产生大屏幕彩色图像。它与 CRT 式投影机相比，具有体积小、结构简单、重量轻和调整方便等优点。图 5-29 是透射型顺序反射镜方式的液晶显示（LCD）投影机原理图。

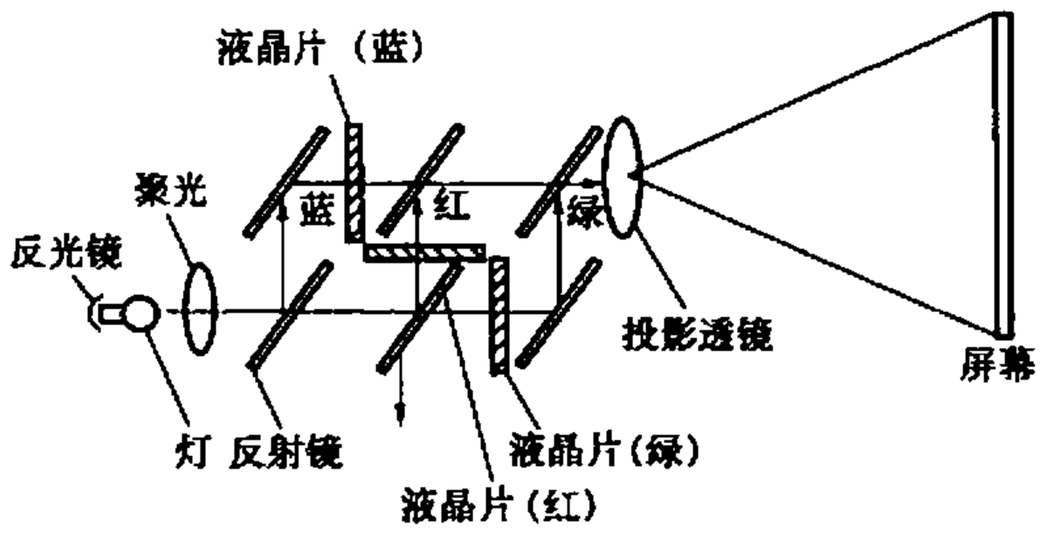


图 5-29　透射型顺序反射镜式 LCD 投影机

反射型液晶光阀投影机，例如图像光放大（ILA-Image Light Amplifier）型光寻址液晶光阀投影机（简称 ILA 型液晶投影机），这是美国休斯公司和日本 JVC 合作开发的产品，如图 5-30 所示。它是利用光写入方法，亦即液晶片的图像光源写入，采用光驱动的光—光变换型的液晶光阀，来产生投影图像显示的。而且，与传统的采用透射光的 LCD 液晶显示投影机不同，ILA 液晶投影机采用反射光形式，因此具有高亮度、高清晰度和大屏幕等的优点。

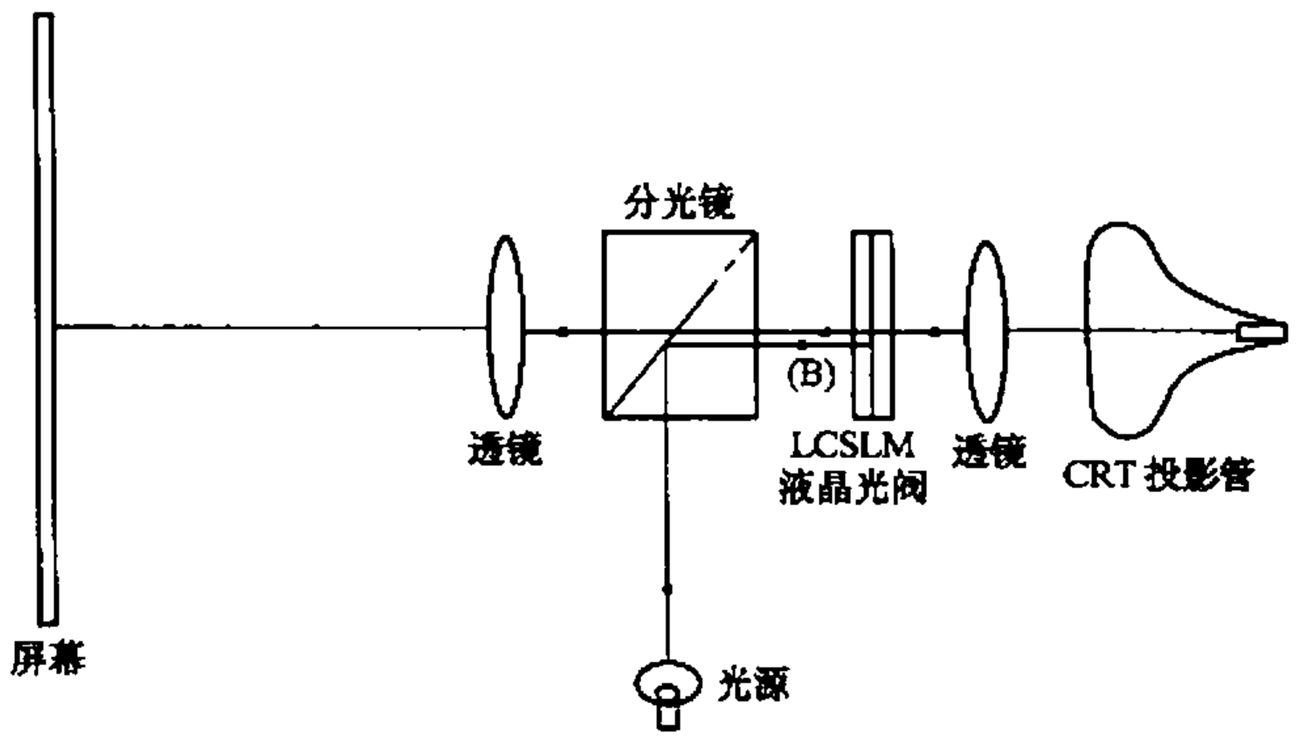


图 5-30　CRT 光写入型 ILA 液晶光阀投影机原理

3. 数字式（DLP）投影机

DLP（Digit Light Procession，数字光学处理）投影机，是美国德州仪器公司发明的一种全新的投影显示方式，它以数字式微型反射镜器件 DMD（Digital Micromirror Device，简称

微镜）作为光阀成像器件，采用数字光学处理技术（DLP）调制视频信号，驱动 DMD 光路系统，并通过投影透镜获得大屏幕图像显示。

DLP 投影机的技术核心是数字微镜器件 DMD，这是一种基于机电半导体技术的微型铝质反射镜矩阵芯片。矩阵中每一个 DMD 微镜相当于一个像素，面积仅 16μm × 16μm 见方，共计数十万个以上，并可通过静电控制使微镜作 ± 10°角度转动。当对芯片某微镜输入数字“1”时，微镜被转动 + 10°，此时微镜将入射光反射到成像透镜并投射到屏幕上，呈“开”的状态；当输入数字“0”时，微镜被转动 - 10°，从而把入射光反射到透镜以外的地方，呈“关”的状态。这种数字式的投影机还可以通过控制微镜开关的时间比来改变像素的灰度等级。图 5 - 31 表示 DLP 投影机的工作原理。

DLP 投影机的主要优点是：①由于采用全数字技术，图像质量有明显提高，图像灰度等级可达 256 ~ 1024 级，色还原性能好，图像质量稳定；②由于采用 DMD 微镜器件，光效率远高于透射式 LCD 液晶投影机，同时对比度和亮度均匀性都比较好；③DMD 能产生无缝的高品质图像，由于微镜排列紧凑（DMD 之间间隙仅 1mm），因此形成的图像既无 CRT 显像管的水平扫描线，也无 LCD 液晶投影机的画面颗粒感。所以，DLP 投影机的出现，已成为 LCD 投影机的强劲竞争对手。目前，DLP 投影机的应用也越来越多。

（二）投影机按投影方式分

按投影方式分，可分为前投式和背投式两种。前投式是指投影机与屏幕分离，投影机从屏幕前方进行投影的方式。前投式的优点是屏幕尺寸大，通常在 100in 以上，是常用的方式。

背投式又分为分离式和一体式，分离式是投影机与屏幕分离，但要求背后空间较大。一体背投式是将投影机与屏幕装在一个较大的机箱内，投影管的图像经反射后投向屏幕，如图 5-31 所示。这种一体化背投式投影机的缺点是屏幕大小有限，而且屏幕中心容易出现比较显眼的明亮区域（称为“热点”），影响视觉效果。

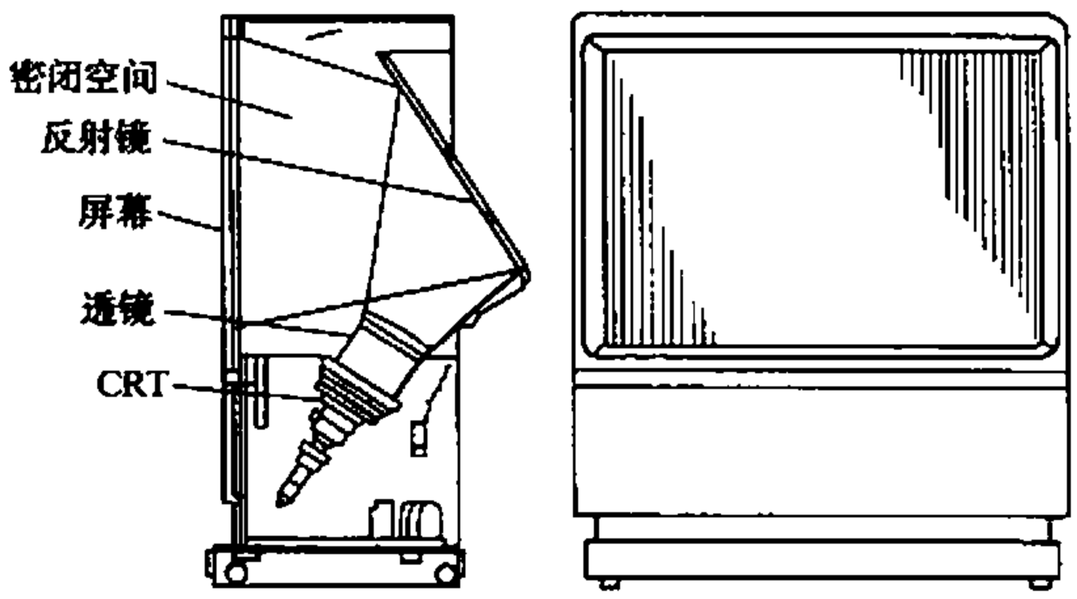


图 5-31　一体背投式投影电视

由上述可见，前投式和背投式的投影管投影电视各有优缺点。前投式的优点在于光路可以加长，因此屏幕尺寸能做得较大，能容许上百名观众同时观看。缺点是由于屏幕尺寸的增大，使图像质量有不同程度的下降。它要求有较好的观看环境，外界杂散光会影响对比度，因此一般适合于娱乐场所和专业场合使用。背投式投影电视的主要优点是受环境的影响小，能在明亮的环境光下观看。分离背投式的缺点主要是对背后空间要求较大，虽然可采用反射镜方法（图 5-34），但也要求间距 2m 以上，且透射投影幕较贵。一体背投式虽使用方便，但屏幕尺寸做不大，一般小于 100in，适于较小房间使用。

二、投　影　屏　幕

屏幕也是投影电视的重要组成部分，它的质量优劣对投影图像质量有很大影响。屏幕

是一种复杂的光学部件，它将投影先聚合起来，通过反射或透射的方式传送。屏幕的性能与屏幕增益、材料、尺寸和悬挂方式有关。

不同的投影屏幕有不同的光增益，这种光增益又称屏幕增益，它是指屏幕的材质与同样体积的全漫射纯白样板的亮度比。屏幕增益的大小主要取决于屏幕的材质和形式。目前，前投式屏幕主要有弧形金属幕、平面珠光幕、奶白玻璃幕。其中金属幕的光增益最高，但因屏幕呈弧形，故可视角小；平面珠光幕的光增益较低，但可视角大；奶白玻璃幕的光增益居中，可视角也较大。背投式屏幕有硬质透射幕和软质透射幕两种，硬质透射幕的光增益较高，观看效果也好。此外，在前投式中，还常见电动投影幕。图 5-32 表示电动幕的几种安装方式。安装时应注意安装在观众最佳视角位置，而且当幕布完全展开时，其底部应高于观众的头部。

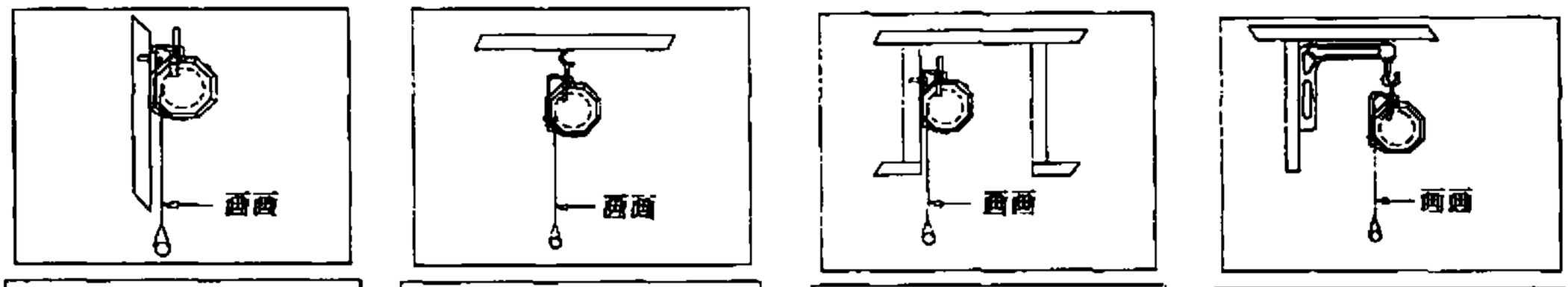


图 5-32　电动幕的几种安装方式

（a）挂墙式；（b）顶棚安装；（c）隐藏安装；（d）吊架安装

屏幕尺寸对投影画质和效果也有较大影响，其尺寸应与房间大小相适应。屏幕悬挂方式分为吊挂式、窗口式、弹力滚动式（自下向上升起）、电动遥控式等。表 5-13 给出日本夏普公司各精确度屏幕的性能。

SHARP 公司各种投影幕性能　　表 5-13

银幕样式		尺寸 /in（cm）	型号	体积（$W \times H \times D$）	银幕净尺寸（$W \times H$）	增益	重量 /kg（lbs）
弹力滚动型投影幕	整洁式	100（254）	XU-HG100C	2276mm × 1817mm × 84mm (89.7in × 71.6in × 3.4in)	2032mm × 1524mm (80.0in × 60.0in)	2.0	9.5（21.2）
		80（203）	XU-HG80C	1873mm × 1512mm × 80mm (73.8in × 59.6in × 31.5in)	1626mm × 1220mm (64.1in × 48.1in)	2.0	6.5 (14.5)
	防尘式	100（254）	XU-HG100	2276mm × 1791mm × 78mm (89.7in × 70.6in × 3.1in)	2032mm × 1524mm (80.0in × 60.0in)	2.8	13.5 (30.0)
		60（152）	XU-HG60	1466mm × 1182mm × 78mm (57.8in × 46.6in × 3.1in)	1220mm × 915mm (48.1in × 36.1in)	2.8	6.0 (13.4)
遥控型显示幕		100（254）	XU-EM100	2394mm × 1873mm × 105mm (94.3in × 73.8in × 4.2in)	2032mm × 1524mm (80.0in × 60.0in)	2.8	18.6 (41.4)

续表

银幕样式	尺寸 /in（cm）	型号	体积（$W \times H \times D$）	银幕净尺寸（$W \times H$）	增益	重量 /kg（lbs）
遥控型显示幕	80（203）	XU-EM80	1988mm × 1861mm × 105mm (78.3in × 73.3in × 4.2in ×)	1626mm × 1220mm (64.1in × 48.1in)	2.8	14.9 (33.2)
窗口式投影幕	90（228）	XU-MG90R	1870mm × 1926mm × 48mm (73.7in × 75.9in × 1.9in)	1830mm × 1850mm (72.1in × 72.9in)	1.5	3.0 (6.7)
墙挂式投影幕	80（203）	XU-SG80	1760mm × 1320mm × 28mm (69.3in × 52.0in × 1.2in)	1626mm × 1220mm (64.1in × 48.1in)	0.88	2.8 (6.3)
	60（152）	XU-SG60	1350mm × 1015mm × 28mm (53.2in × 40.0in × 1.2in)	1220mm × 915mm (48.1in × 36.1in)	0.88	2.0 (4.5)
高光型标准幕	100（254）	TKFP100⁺	2226mm × 2342 – 3342mm × 700mm (87.7in × 92.3in – 131.6in × 27.6in)	1930mm × 1448mm (76.0in × 57.1in)	13.5	49.0 (108.9)
	100（254）	TKFC100⁺	1995mm × 1810 – 2310mm × 550mm (78.6in × 71.3in × – 91.0in × 21.7in)	1940mm × 1450mm (76.4in × 57.1in)	13.5	23.0 (51.2)
	80（203）	TKFC80⁺	1636mm × 1678 – 2178mm × 550mm (64.5in × 66.1in – 85.8in × 21.7in)	1580mm × 1180mm (62.3in × 46.5in)	13.5	21.0 (46.7)
	75（190）	XU-FP75	1574mm × 1668 – 2168mm × 658mm (62.0in × 65.7in – 85.4in × 26.7in)	1527mm × 1145mm (60.2in × 45.1in)	13.0	23.0 (51.2)
	60（152）	XU-FP60	1270mm × 1560 – 2060mm × 550mm (50.0in × 61.5in – 81.2in × 21.7in)	1220mm × 915mm (48.1in × 36.1in)	12.8	15.9 (35.2)
防反射高亮度金属投影幕	60（152）	XU-PP60S	1270mm × 1527 – 2027mm × 550mm (50.0in × 62.0 – 79.9in × 21.7in)	1220mm × 885mm (48.1in × 34.9in)	8.9	15.7 (34.9)
	40（102）	XU-PP40K	853mm × 627mm × 16mm (33.6in × 24.7in × 0.7in)	823mm × 597mm (32.5in × 23.6in)	6.0	3.0 (6.7)
新型投影幕	90	XU-MG90R	187mm × 192mm × 4.8mm	183mm × 185mm	1.5	3
	100	XU-EM100B	243mm × 187mm × 11mm	203mm × 152mm	2.8	18.3
	150	LSV150	340mm × 296mm × 14mm	304mm × 229mm	2.1	33
	120	LSH120	302mm × 217mm × 12mm	226mm × 150mm	2.8	26
	50	XU-SP50	110mm × 85mm × 5mm	101mm × 76mm	4	4.8

三、投影机的选用

前面阐述了各种类型的投影机，尽管 ILA 液晶光阀投影机和 DLP 数字式投影机具有高亮度、高清晰度等优点，但目前价格昂贵，故在 AV 会议系统等场合还是主要采用 LCD 液晶显示投影机。三管式 CRT 投影机在一次调试好后可以在相当长一段时间内不必维护，如需与计算机相连，应选用有 RGB 输入的投影机。由于 CRT 投影机有较高的电压，故应注意使用环境的干燥、卫生。因此，近来 LCD 和 DLP 投影机有取代 CRT 机的趋势。

LCD 投影机具有安装使用方便等优点，每隔一段时间要清理散热风道，使用 1000h 左右后要更换光源，否则亮度严重下降，更换时要购置原型号的光源。在操作时不能用手接触灯泡玻璃，否则玻壳上指印会影响光效果并降低其寿命。

在外界光线影响较大或要求在白天使用时，需选用高亮度投影机（如 DLP 投影机）。如果对屏幕尺寸要求不太大，则可使用一体化背投式投影机。这种柜式投影机在运输以后由于光学系统受到振动影响，会聚可能出现偏差，故应调试校正，调好后可长时间不必维护。由于背投式投影机的投影管位于机身最下部，且有较高阳极电压，故要注意使用环境干燥，否则会打火烧毁机器。

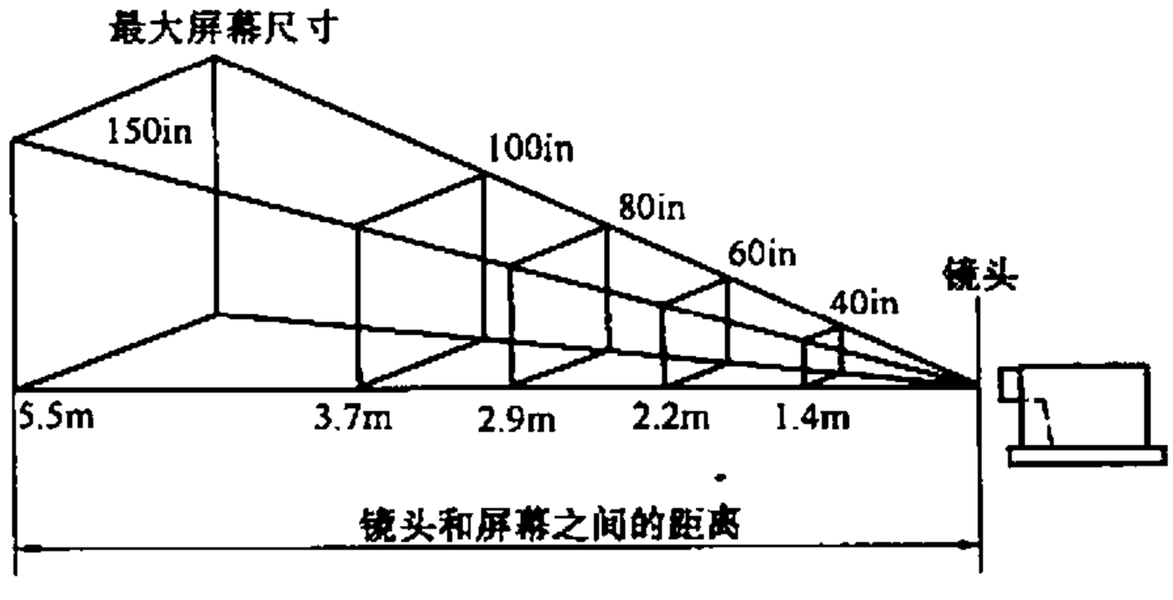


图 5-33　投影尺寸与投射距离示意图

投影机距离也是选用投影机所需考虑的因素之一。所有 CRT 投影机的投射距离均为固定的，一般是画面宽度的 1.5 倍。例如屏幕宽度为 144in，则其投射距离 216in。图 5-33 表示 LCD 投影机的投影尺寸与投射距离的关系示意图。

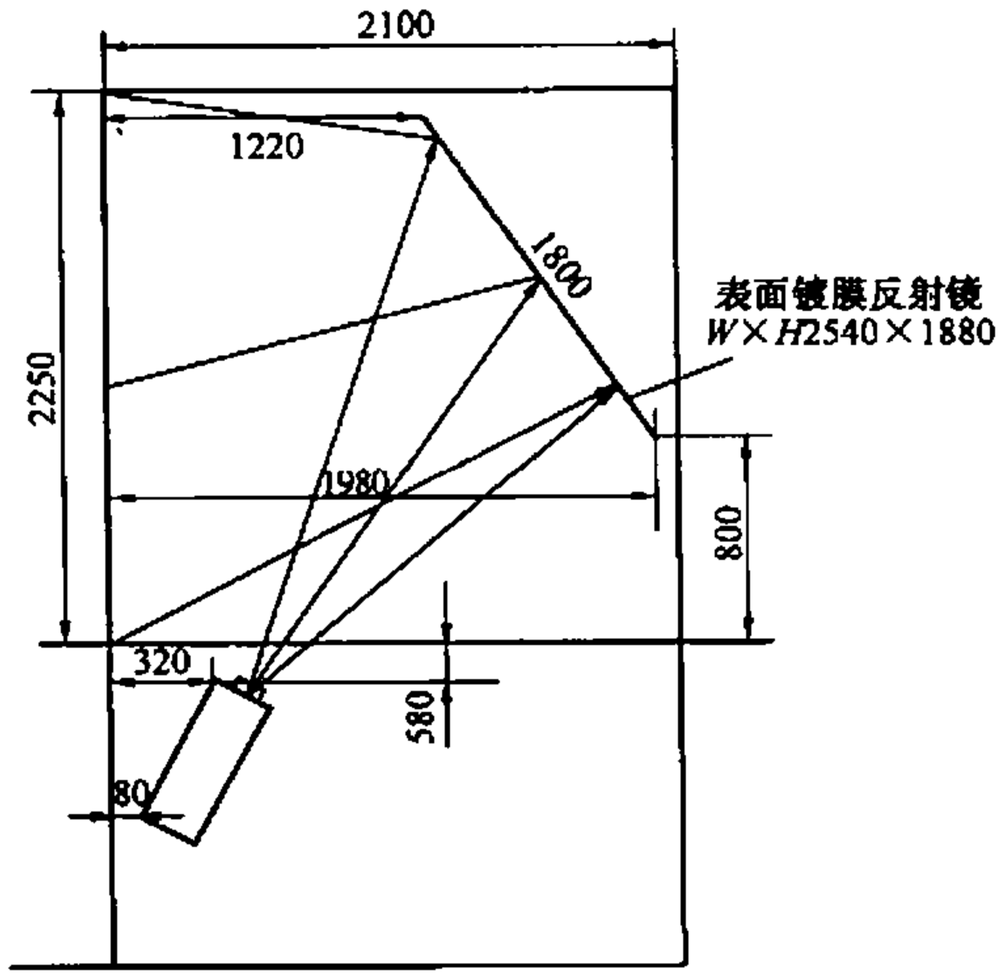


图 5-34　BG6500 投影机分离背投式安装图
（150in 屏幕、使用透镜焦距 1.27 的镜头）

无论是 CRT 投影机还是 LCD 液晶投影机，都应该定期清理机器内部或滤尘网。

为使银幕获得清晰图像，投影电视安装位置应根据银幕尺寸、环境条件和实际使用情况确定。表 5-14 列出一般投影电视可供收看的有效视区，供参考。

作为投影电视机产品示例，例如有比利时巴可（BARCO）公司的 6500 系列高亮度、高清晰度投影电视产品。6500 系列有两个产品：BG6500 和 BR6500，可以正投安装，也可背投安装。图 5-34 表示 150in 屏幕的背投安装的方式与尺寸。

投影电视收看的有效视区　　表 5-14

投影电视画面尺寸		投影电视有效观看视区		画面尺寸（长×宽，mm）
cm	in	画面与第一排座位的最小距离/m	画面与最后一排座位的最大距离/m	
129	50	2	15	1016×762
152	60			1219×914
183	72	3	20	1468×1101
254	100	4	25	2050×1500
310	120	5	30	2400×1800
510	200			4000×3000

第六节　远程视频会议系统

视频会议又称会议电视、视讯会议，是利用电视和通信网络召开异地会议的一种远距离通信方式。随着我国改革开放的不断深入和经济的迅猛发展，信息、时间、效益等现代化的观念已深入人心，作为现代化的通信手段之一的视频会议业务越来越受到人们的重视。如果采用视频会议的形式召开会议，既达到了开会的目的，又不需将大量时间花在旅途上，当然也节约了大量的出差费用。不仅如此，视频会议实时性、交互性好的特点，使它在远程教育、远程医疗等方面也大有用武之地。

一、会议电视系统的组成

多点会议电视通信系统如图 5-35 所示。主要由终端设备、传输信道以及多点控制单元（MCU：Multipoint Control Unit）等组成。其中，终端设备和 MCU 是视频会议系统所特有的，而传输信道则是指目前现存的、适宜传输视频会议信号的各类通信信道。

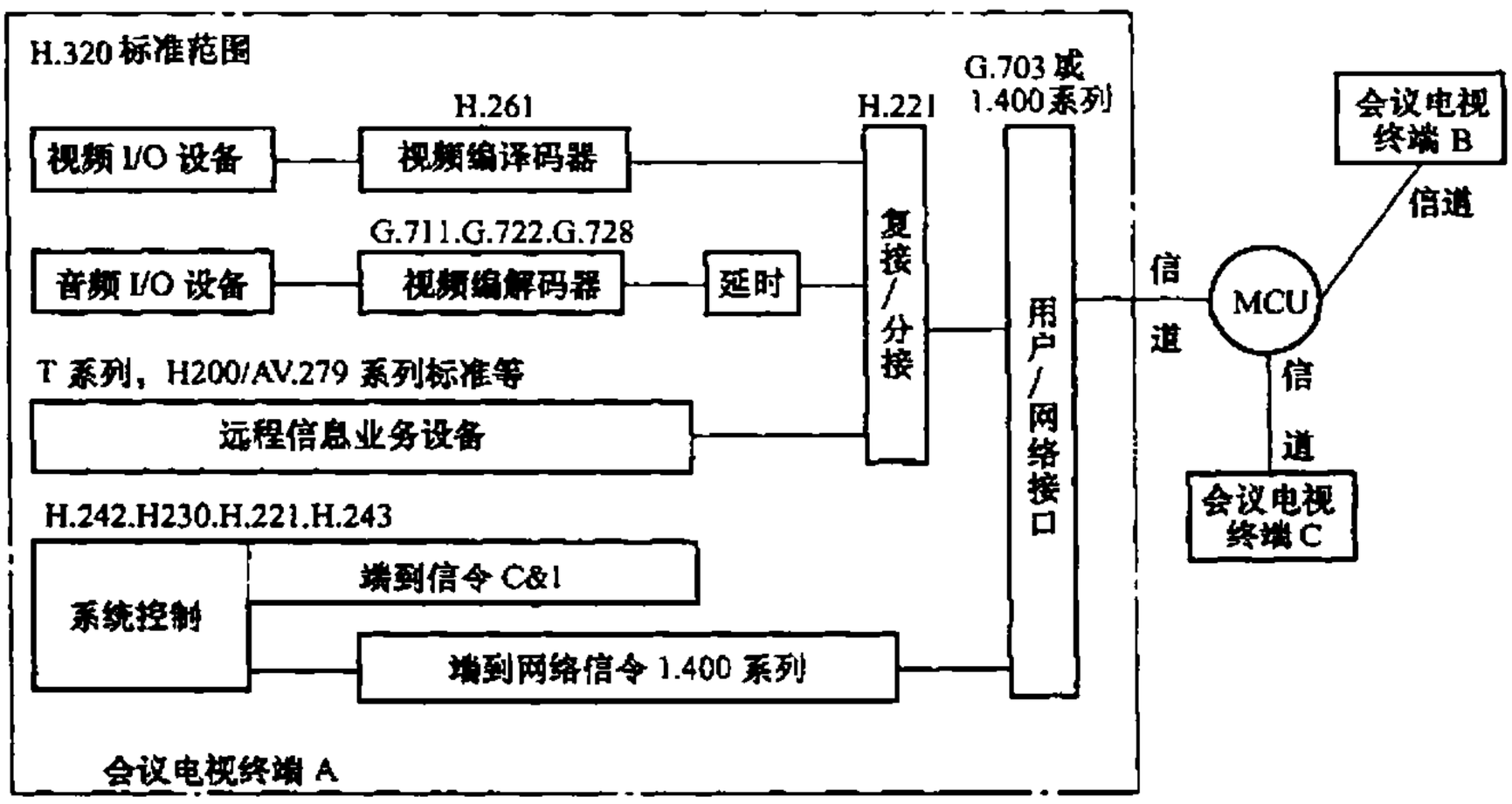


图 5-35　多点会议电视通信系统

（一）终端设备

会议电视系统所用的终端设备如图5-36所示。它是将视频、音频、数据、信令等各种数字信号分别进行处理后组合成一路复合的数字码流，再将它转变为适合在传输网络中传输的帧格式送到信道中进行传输。它主要包括以下几部分：

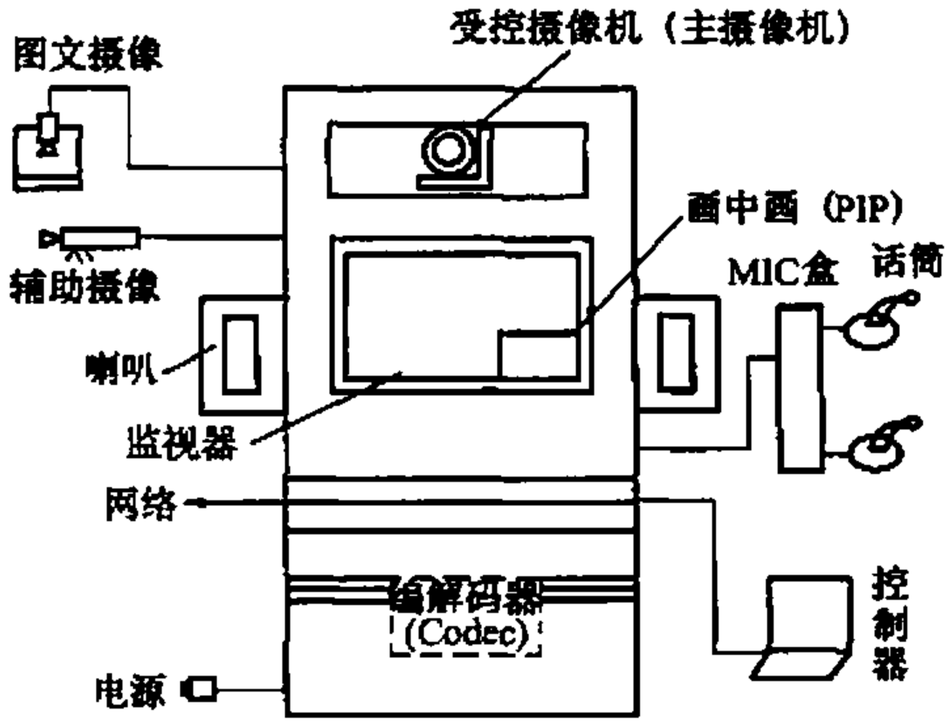


图5-36　会议电视终端显示设备

1. 视频输入/输出设备

视频输入设备包括摄像机、录像机（VCR）、图文摄像机、VCD等。它们将模拟视频信号通过视频输入口送入编码器进行处理。通常视频输入口不得少于四个。其中：主摄像机主要用来摄取发言人的特写镜头。它由参加会议的工作人员通过控制器进行控制或由远端会场的人员控制。辅助摄像机主要用来摄取会场的全景图像或不同角度的部分场景镜头，主要由人工进行控制。图文摄像机用来摄取文件、讲稿、小实物等；VCD/VCR可以播放事先准备好的相关录像片。这些视频信号都经过终端设备的视频输入口送入编码器进行处理。

视频输出设备包括监视器、投影机、电视机等。它们的功能是显示接收到的图像，在较大的会场应采用投影机或电视墙进行显示。为了同时显示远端和本端会场，一般采用画中画（PIP，picture in picture）的方式，即大画面显示远端图像，小画面监视本端会场情况。

2. 视频编解码器

视频编解码器是视频会议终端的核心设备，它能对各种制式的模拟视频音频信号进行数字化和压缩编码处理，以便能在窄带数字信道中传送。在多点会议电视通信环境下，它应支持MCU进行多点切换控制。

3. 音频输入/输出设备

音频输入/输出设备包括话筒、扬声器、调音设备和回声抑制器。话筒和扬声器用于与会者的发言和收听远端会场的发言。调音设备用于调节本会场的话筒、扬声器的音色和音量。回声抑制器应用回波抑制原理将对端的干扰信号抑制掉，保证发送的只有本端会场的发言。

4. 音频编解码器

音频编解码器能对50～3400Hz（或50～7000Hz）的模拟话音信号数字化，以PCM或ADPCM、LD-CELP方式进行编码。编码后的数字音频信号的速率为16kbit/s、48kbit/s、56kbit/s、64kbit/s四种。另外，音频编码器还要增加适当的时延，解决由视频编码引起的唇音同步问题（口形动作与声音相比有一个延时）。

5. 信息处理设备

信息处理设备包括电子白板、书写电话等。与会人员可以通过这些设备来讨论问题和实现数据共享等功能。

6. 多路复用/分接设备

该设备将视频、音频、数据、信令等各种数字信号组合为 64 ~ 1920kbit/s 的数字码流，成为与用户网络接口相兼容的信号格式。该信号应符合 ITU-TH．221 建议的帧结构。

（二）传输网络

视频会议的传输介质可以采用光纤、电缆、微波及卫星等各种信道。在传输方式上，它可以在现有的多种网络上展开，例如 AT、DDN、ISDN、SDH 数字通信网或帧中继网络等。在新的视频会议标准（H.323）中，视频会议信号还可以在 LAN、WAN、Internet 的各种计算机网上传输。

（三）多点控制设备

MCU 是位于网络节点上的一种交换设备，MCU 起到了“交换机”的作用，MCU 对所有的输入码流进行解复用处理。对所解出的各路视频信号不再解码，而采用直接转接的方式，将视频码流按照控制信号的要求送到它该去的地方；对解出的各路音频信号，则先进行解码，形成 PCM 信号，再将这些多路 PCM 音频信号进行线性叠加、编码，形成一个现场感很强的混合语音信号，送到所有的终端。对于数据信号，MCU 采用广播方式或多层协议（MLP）方式将源数据送往其他会场，它对所有的会议电视终端必须是点对点连接。三个或多个会议电视终端通过一个或多个 MCU 形成会议呼叫。MCU 的多少和连接方式又决定了会议电视网的大小。

二、系　统　分　类

视频会议有多种分类方法。按传输网络不同可分为基于专网或 DDN 网、基于 PSTN 网和基于 LAN/WAN 网的视频会议；按终端类型不同则可分为会议室型和桌面型视频会议。不同种类的视频会议系统有不同的特点，因此适合于不同的场合。

（一）会议室型视频会议

会议室型的视频会议系统是用于规模较大的会议，它所提供的图像质量、音响效果都比较好，是目前较为普遍的一种视频会议的应用方式。它在一个固定的专用会议室安装摄像机、投影仪、编解码设备，会议室的灯光、音响系统也是经过专门设计的，以满足相应的条件。与会者在这种会议室中开会，可以获得很好的视频音频效果。这种视频会议系统对传输信道速率要求比较高，最好能达到 2Mbit/s（E1 速率），最少也要有 384kbit/s，以达到理想的效果。

远程教育中双向、实时授课系统主要采用这种类型的视频会议系统，它使老师学生之间可以通过语音、图像和文字进行实时的交流，如同在一个教室一样，取得良好的教学效果。

（二）桌面型视频会议系统

桌面型视频会议与会议室型相比要简单许多，它将视频会议与个人计算机融为一体。其一般由一台个人计算机配备相应的软硬件构成（摄像头、麦克风、用于编解码的硬件或软件），在多个地点进行多方会议时还应设置一台多点控制设备进行对图像语声的切换、控制。这样的系统适于几个人之间的讨论、商谈，对图像质量要求不高。它通常接在 ISDN 上以 128kbit/s（2B + D）或更低的速率工作，提供 CIF 或 QCIF 格式的图像。与会者在办公室桌前或在家中就可以通过自己的终端设备或计算机参与电视会议。他们可以发表意见，观察对方的形象和有关信息，同时双方还可以共享应用程序，利用电子白板（软件）进行书面交流。桌面型视频会议系统造价低廉，便用方便，通信费用低，是未来视频

会议发展的主要方向之一。

（三）会议电视的其他分类

两地间的会议电视被称为点对点会议电视，多地点间的会议电视则为多点会议电视。

1. 点对点会议电视网结构

（1）固定式点对点会议电视网　图 5-37 是固定式点对点电视会议系统的组成图。

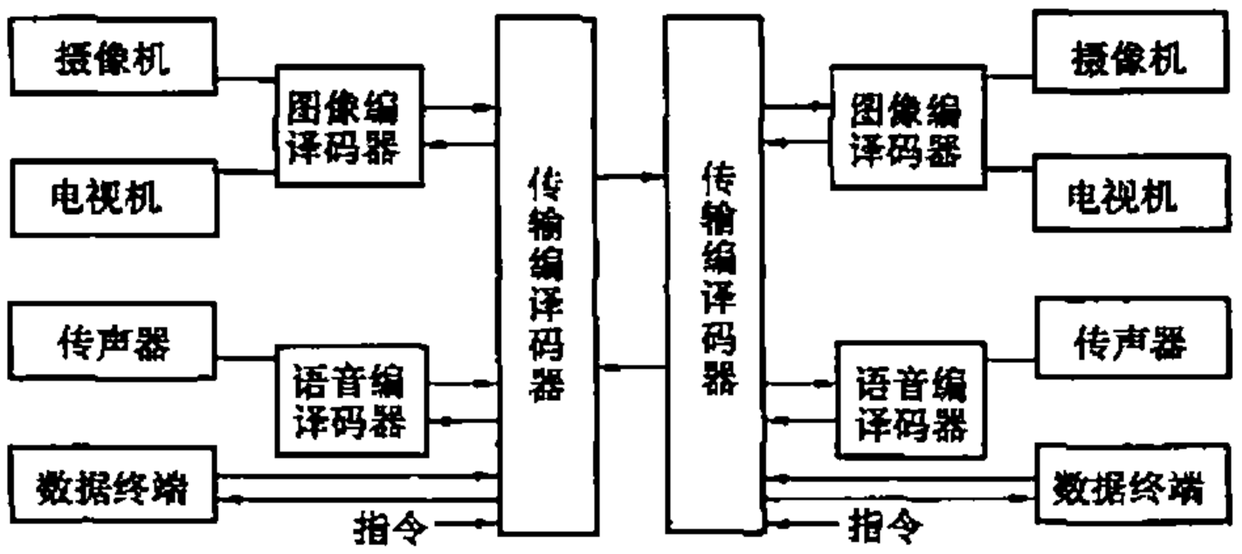


图 5-37　固定式点对点电视会议系统的组成图

在点对点会议电视通信中，两个会议电视终端间只有一条会议电视线路，并以全双工方式工作。

（2）移动式点对点会议电视网　在图 5-37 中，任一端可移动，另一端固定，则成为移动式点对点会议电视系统。移动式会议电视网在紧急救援等应用中很有价值。

2. 多点会议电视网的结构

（1）一点对多点会议电视网结构：指一个终端与几个终端的通信。

（2）多点电视会议网络：即在两个以上会议电视终端之间进行会议电视通信，分为星形结构、线状结构和星形树状结构。图 5-35 为多点会议电视通信系统（H.320 终端）的示意图。

在图 6-40 中，对 MCU 的设置和对会议的管理可通过 PC 机来进行，MCU 上有和 PC 机通信的 RS-232C 串行接口。PC 机可以安放在机房 MCU 的旁边，此时，直接通过 RS-232C 口连接到 MCU 上进行设置和管理。但更多的情况是将管理 PC 机安放在会议电视机房，此时 PC 机和 MCU 之间可以增加一对调制解调器和一条电话线路来解决长距离的串行通信，使管理人员很方便地在会议室就可以对 MCU 进行设置和管理，还包括对故障的诊断。

在我国，会议电视系统的应用有两种形式：

一是由中国电信经营的以预约租用方式使用的公用会议电视系统，系统覆盖所有省会及主要地级城市。需要召开电视会议的单位事先进行预约，电视会议在中国电信的会场进行。对于偶尔召开电视会议的单位可考虑这一方案。

二是组建专用系统。目前已建成专用系统的单位主要有海关、公安、铁路、银行、电力、卫星、石油和教育等部门，还有一些单位正在或者准备建设专用会议电视系统。

三、会议电视系统的设备选择

（一）会议电视设备的选型要求

会议电视主要由摄像机、话筒、编辑导演设备、调音台、会议电视终端设备、多点控制设备、图像显示设备、会场扩声设备等组成。在全国会议电视网还应设置 CMMS 和监控管理工作站。

（1）会议电视设备选型应符合下列规定：

1）符合《64～1920kbit/s 会议电视网络技术体制》（TZ 020—1995）的规定；

2）符合《视听电信业务中 64～1920kbit/s 信道的帧结构》（YD/T 847—1996）（等效 ITUT H.221：1993）的规定；

3）符合《视听系统中帧同步的控制与指示信号》（YD/T 846—1996）（等效 ITU—T H.230：1993）的规定；

4）符合《使用 2Mbit/s 以内的数字信道在视听终端间建立通信系统》（YD/T 848—1996）（等效 ITU—T H.242：1993）的规定；

5）符合《会议电视系统工程设计规范》（YD 5032—1997）的规定。

（2）会议电视设备选型应符合下列要求：

1）满足会议电视的功能要求和主要设备的技术要求；

2）符合技术先进、安全可靠、经济实用的原则；

3）有利于今后系统扩容及设备扩展的能力；

4）视频设备必须满足 PAL-D 制式。

（二）视频输入输出设备

1. 视频输入设备

会议电视终端设备的视频信号，大部分来自摄像机。目前普遍使用的是 CCD 彩色摄像机，因它输出的是模拟彩色全电视信号，因此又叫做模拟摄像机。当然，这种模拟摄像机也是相当于最近出现于市场的一些数字摄像机而言的。尽管现在数字摄像机已开始进入市场，但它们的输出大部分是经过压缩的数字信号，且压缩的方式和会议电视不同，因而暂时还不能直接作为会议电视的数字视频输入。

摄像机的质量也有高低之分，大体上分为专业级、业务级和家用级三等。对于大型的会议室型会议电视系统，可采用质量较好的专业级摄像机或业务级摄像机。要求摄像机的输出视频信号失真小，彩色逼真，同时信噪比要高，噪声要小，尤其是在光线暗的情况下更是如此。如果摄像机输出的噪声较大，由于噪声并不如图像信号那样具有相关性。编码器对噪声来说是失效的，反而会无端地增加编码器的负担。对摄像机还要求它具有较高的光灵敏度，一般要求最低的照明度小于 20lx，这样方可保证在普通的光照下摄像机也能正常工作。这一点对于桌面会议电视终端尤为重要，因为在这类办公室环境里一般都不再配备附加光照。

对于桌面型会议电视系统，价格低廉也很重要，一般选用家用级摄像机，例如家用的摄录一体化的便携式摄像机，甚至选用置于计算机显示器顶上的袖珍摄像头也可。

至于与摄像机配套使用的镜头、云台、云台控制器，会议室型系统的摄像机一般都要求配齐这三项设备。镜头要求是可调光圈的，以便控制曝光量。还要求是可调整视距的，一般为 6～10 倍或更高的视距拉伸。有些镜头可以自动聚焦，有一些是可以调整聚焦的，选用自动聚集的镜头使用起来比较方便。摄像机云台是用来控制摄像机拍摄角度的，通过电控的机械传动装置，使摄像机在水平方位上的一定角度范围内可左右旋转，在垂直方位

上的一定角度范围内可上下仰俯。云台控制器是负责摄像镜头和云台动作的控制设备。它接收用户的控制信号，并将这些控制信号转化为机械动作，使摄像机云台和镜头的工作状态符合用户的要求。云台控制信号可以是本地用户发送的，也可以是远端的用户发送的。本地用户可通过连在云台控制器上的由多线电缆连接的小控制键盘来实行云台控制。这种方式最为简单，但由于拖线较多，使用不太方便。目前使用较多的是无线红外遥控的方式。通过手持控制器发出的红外光束，对摄像机云台进行各种控制。远端用户对摄像机的控制是通过一系列的摄像机控制指令来进行各种控制的。这些控制指令复用在远端会议电视信号码流中传到本地解码器，本地解码器取出该控制码后，再去控制摄像机云台，作相应的动作。桌面系统一般不需要云台及云台控制器，有的仅使用固定焦距的镜头，以求简单、廉价。

在会议室系统中，一般设置多台摄像机。一台主摄像机安装在主显示器的顶部，用来拍摄会场的重要人物及内容。一台辅助摄像机安装在会议室的某一地方，用来拍摄会场的全景或其他需要传送的场面。因此，摄像场面分为全景及讲演人（特写）两种模式。这两种模式的选择可由本会场控制，也可由其他会场来控制。有条件的还可固定设置一台高精度的文件摄像机，并配置适当的光线，将文件、图表等放在摄像机下面，这样就能清晰地把所摄图像传送出去。如果在主会场以外还有分会场或其他现场，只要在分会场安装一台或多台摄像机，必要时就也可以把分会场的场景图像发送出去。

因为会议电视编解码器在某一时刻只传输一路图像，对来自多个摄像机的视频信号则要进行选择输入。有些会议电视编解码器具有两路视频信号输入，还有的具有四路视频信号输入，通过控制面板，用户可以自由选择某路视频信号的输入。除了摄像机输入以外，录像机、磁带机、光盘机等都可提供视频信号输入，但这些设备输出的必须是标准的复合视频信号或 S-Video 信号。

对于众多的视频信号，单靠编解码器的切换往往是不能胜任的，此时，可增加一台多路视频选择器来解决这一问题。视频选择器实际上是一种多路模拟视频切换开关，可以对多个输入模拟视频进行适配，然后再进行切换，由用户控制信号来选择，将所需要的视频信号送入视频编解码器。

文件摄像机的输出的静止图像，为了获得较高的清晰度，可经 JPEG 标准压缩以后，在编解码器的数据通道中传输，此时要求对方也具有 JPEG 解码功能。当然，也可将此静止图像信号通过活动图像的视频口接入，作为场景图像经 H.261 编码后传输。用后一种方法来传输静止图像主要的好处是方便，但受活动图像编码标准 H.261 的 CIF 格式的限制，所传静止图像的质量显然较差，同时也切断了正常会议场景的传送，应尽量避免使用这种方式。

会议电视的编解码器可以接收 PAL 制或 NTSC 制模拟彩色视频信号，具体使用时可以针对不同的输入制式，通过控制面板进行相应的设置。视频信号可以是复合视频信号，要求幅度为 $1V_{P\text{-}P}$，阻抗为 75Ω；也可以是 S-Video 信号，其中 Y 信号幅度为 $1V_{P\text{-}P}$，色度 C 信号幅度为 $0.3V_{P\text{-}P}$，阻抗皆为 75Ω。从理论上说，主摄像机最理想的位置是将摄像机放在监视器屏幕中心，这样可以形成一种双方与会者自然对视的效果，而不会出现仰视、俯视或斜视的情况，当然这是办不到的。因此我们只能将主摄像机放在主监视器顶上，镜头正对着与会者。

2. 视频输出设备

经过解码重建的数字图像信号，经 D/A 变换、电视编码后，形成模拟视频信号。根据不同的设置，可以输出 PAL 制的视频，也可以输出 NTSC 制的视频。视频信号的形式可以是复合视频信号，也可以是 S-Video 信号；如果需要，还可以 RCB 方式输出视频信号。这样的视频信号可以直接送到彩色监视器或电视机的视频口上显示彩色活动的会场图像。图像输出显示方式可分两种：单画面显示方式，一台监视器只显示会议的一个场面，即显示一个画面；多画面显示方式，该方式需要多台监视器。在多画面方式中，显示对方会议场景的监视器叫做主监视器。除了主监视器外，还有辅助监视器，如用来显示正在发送的本地会场图像的本地监视器，用来显示对方文件摄像机送来的静止图像的监视器等。

在会议室型的会议电视系统中，一般采用大屏幕（29～34in）专用彩色监视器，或者彩色电视机兼作监视器用。对于大型收看会场，建议采用 100in 屏幕的投影电视，这样可容纳很多的观众。大型会场主要是收看，会议的过程观众并不参与。在连接多个监视器的情况下，编解码器视频输出的功率就不够用，应增加一台视频分配器，将待输出的视频信号进行放大，分配，可解决多个监视器的共同使用的问题。

显示器的选择应考虑它的屏幕尺寸，尺寸大的显示器观看效果好。同时还应考虑它的视频带宽，频带越宽，显示的图像清晰度越高。对于经济条件好的使用者来说，可选择专用的彩色监视器，它的各种技术指标的性能都比电视机屏幕兼作监视器的要高。现在有一种新型的倍频扫描监视器，可将输入的隔行视频信号进行处理后成为倍行视频信号。经处理的视频信号在这种新型监视器上所显示的画面的闪烁感就大为减少，图像特别稳定。良好的收看效果，还取决于选择适当的视角，人眼和监视器的屏幕中心在一条水平轴线上，距离监视器约为 5～6 倍的屏幕高度比较好。此外较强烈的环境光照对监视器的收视也有影响，一般光照射到监视器屏幕上的光强度不要超过 100lx。

对于桌面会议电视系统，图像的显示比较简单：打开计算机显示器上的窗口，就能收看到对方会场活动图像，窗口尺寸和位置随意调整。还可以设置自监窗口，审观自己送出去的图像；设置静止图像显示窗口，专门用于观察对方送来的静止图像、文件等。所有这些窗口随时都可予以关闭。在这种情况下，解码器输出的 Y/R-Y/B-Y 数字视频信号，经过格式变换成为相应的 R、G、B 信号送到计算机的显示卡，通过计算机显示屏将图像显示出来。计算机显示窗口图像的控制能力，是由计算机所决定的。根据需要可在计算机中增加一块电视卡，将 Y/U/V 或 R/G/B 数字视频编码成和电视标准一致的 NTSC，或 PAL 制复合视频或 S-Video 输出，供另一台彩色监视器使用。

在会议电视的现场图像输出的同时，还可叠加上其他控制或指示信号的文字说明，如会场名称、会议状态、控制动作名称等。这些文字信息的输出，特别是中文信息的输出，有助于与会者对会议内容和会议的过程了解，会场所发出的控制信号与会者也能够一目了然。以上这些文字，是通过计算机处理将它们叠加在视频图像上的。

（三）音频输入输出设备

在会议电视系统中，音频传输仍然占据最重要的地位。因此，即使没有图像或在图像信息发生故障时，只要能保持语音信息的畅通，通信就可以继续进行下去。会议电视中对语音的输入输出没有什么特殊的要求，只要符合一般数字通信中有关数字音频的规定就行了。

1. 音频输入设备

音频输入设备是话筒（亦称传声器），它将声音信号转换为电信号。由于会议电视传送的多为窄带语音信号，因此宜采用会议用话筒。会议话筒多为电容式话筒或驻极体话筒，呈心形指向性。由于在会议室系统中需要安排多个会议话筒供不同发言者使用，因此，此时还需外加多路音频输入的混合器（或调音台）。混合后的模拟音频输出经编码器压缩编码再传输出去。

2. 音频输出设备

经解码器输出的数字音频，由 A/D 变换、放大后，成为模拟音频信号，直接推动扬声器发出声音。但终端设备所输出的音频功率有限，如在会议室中，为了让更多人收听，必须进行音量放大，这可由外置音频功率放大器来完成。对于桌面会议系统，扬声器所需的音频功率较小，由终端设备直接驱动即可。

3. 回声抑制

在本地会场中，编码端要将麦克风的语音信号发送出去，但麦克风和扬声器里的解码输出语音同处于一个会议室空间，扬声器中发出的声音不可避免地会窜到麦克风中。麦克风将这种混合声音传送出，使对方好像听到了自己的“回声”，影响开会效果。因此在音频编解码器前面最好设置一个回声抑制器，将窜进麦克风的扬声器的干扰声消除。回声抑制器，本质上是一个减法器。因为扬声器中的声音是已知的，只要使它反相，取恰当的幅度和时延，就可抵消窜进麦克风的扬声器的干扰声，达到回声抑制的目的。在不同的会议电视终端设备中，有的将回声抑制器放置在编解码器内部，形成一体化的设备，有的将回声抑制器单独做成一个外部设备使用。

第七节　会议电视系统的安装

一、会议电视的建筑要求

会议电视的建筑要求如表 5-15 所示。

建 筑 要 求 表　　表 5-15

序号	房间名称	室内最低净高（m）	楼、地面等效均布活荷载（N/m^2）	地面类型	室内墙面处　理	室内顶棚处理	窗地面积比	门	外　窗
1	会议室	3.5（注）	3000	水泥地，加防静电地毯	结合吸音材料选用和布置	同左		双扇外开门，宽度不小于 1.5m，满足隔音要求	满足隔音要求
2	控制室	3.0	6000	防静电地板	水泥石灰砂浆粉，表面涂白色或浅色油漆	同左	1/6	单扇外开门，宽度不小于 1m	良好防尘
3	传输室	3.0	6000	同上	同上	同上	1/6	同上	良好防尘

注：会议室最低净高一般为 3.5m，当会议室较大时，应按最佳的容积比来确定。

二、会议电视系统对会议室的要求

1. 会议室的布局与照度

(1) 会议电视系统会议室的大小与参加人数有关，在扣除第一排到监视器的距离外，按每人 2~2.5m² 的占用空间来考虑，顶棚板高度应大于 3m。

(2) 会议室的桌椅布置应保证每位与会者有适当的空间，一般应不小于 150cm × 70cm，主席台还要适当加宽到 150cm × 90cm。

(3) 从观看效果来看，监视器的布局常放置在相对于与会者中心的位置，距地高度大约 1m 左右。人与监视器的距离大约为 4~6 倍屏幕高度，大约 2~3m。各与会者到监视器的水平视角不大于 60°。最好将电视机置于会议室最前面正对人的地方。

(4) 摄像机的布置应使被摄入人物都收入视角范围内，并宜从几个方位摄取画面，方便获得会场全景或局部特写镜头。

(5) 麦克风和扬声器的布置应尽量使麦克风置于各扬声器的辐射角之外，扬声器宜分散布置。扩声系统的功率放大器应采用数个小容量功率放大器集中设置在同一机房的方式，用合理的布线和切换系统，保证会议室在损坏一台功放时，不造成会场声音中断。声音信号输入功率放大器之前，应采用均衡器和反馈抑制器进行处理，以提高声音信号的质量。

(6) 影响画面质量的一个重要因素，是会场四周的景物和颜色，以及桌椅的色调。一般忌用“白色”“黑色”之类的色调，这两种颜色对人物摄像将产生反光及“夺光”的不良效应。所以墙壁四周、桌椅均采用米黄色、浅绿、浅咖啡色等；南方宜用冷色；北方宜用暖色，建议用米黄色。摄像背景（被摄人物背后的墙）不适挂有山水等景物画，否则将增加摄像对象的信息量，不利于图像质量的提高。可以考虑在室内摆放花卉盆景等清雅物品，增加会议室整体高雅、活泼、融洽气氛，对促进会议效果很有帮助。

(7) 为了保证声绝缘与吸声效果，室内应铺有地毯；顶棚板最好采用泡沫或纤维材料；四周墙壁内应装有隔音毯；墙面应装有吸音毯；窗帘外层:纱帘；中间层:银灰色隔光窗帘；内层:浅米黄色装饰窗帘；门采用木门并软包。

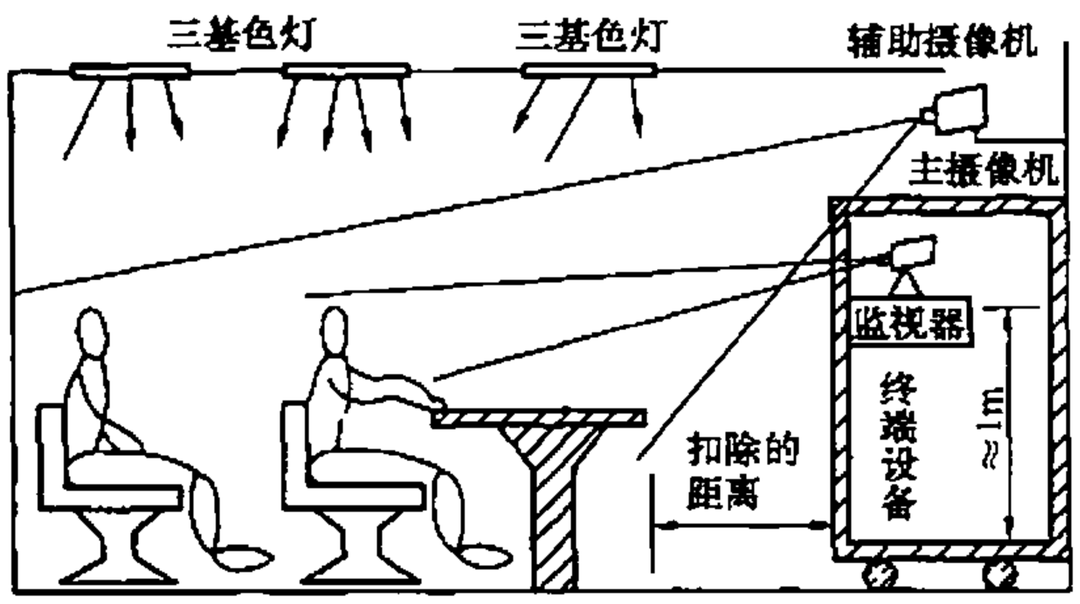


图 5-38　会议室剖面图

(8) 灯光照度是会议室的基本必要条件。摄像机均有自动彩色均衡电路，能够提供真正自然的色彩。从窗户射入的光比日光灯或三基色灯偏高，如室内有这两种光源（自然及人工光源），就会产生有蓝色投射和红色阴影区域的视频图像；另一方面是召开会议的时间是随机的，上午、下午的自然光源照度与色温均不一样。因此会议室应避免采用自然光源，而采用人工光源，所有窗户都应用深色窗帘遮挡。在使用人工光源时，应选择冷光源，以色温为 3200K 的“三基色灯”（RGB）效果最佳。避免使用热光源，如高照度的碘钨灯等。图 5-38 为会议室的剖面图。

（9）会议室的照度，主席区平均照度不应低于 800lx，一般区的平均照度不应低于 500lx，水平工作面计算距地高度为 0.8m。为防止脸部光线不均匀（眼部鼻子和全面下阴影）三基色灯应旋转适当的位置，这在会议电视安装时调试确定。对于监视器及投影电视机，它们周围的照度不能高于 80lx，应在 50～80lx 之间，否则将影响观看效果。为了确保文件、图表的字迹清晰，对文件图表区域的照度应不大于 700lx。

2. 会议室的布线

会议电视应采用暗敷方式布放缆线，会议室距机房应预先埋设地槽或管子，布设时，在不影响美观的情况下尽可能走最短路线。为保证电视会议室供电系统的安全可靠，减省通过电源的接触而带来的串扰，会议室音视频及计算机控制系统的设备供电应与照明、空调及其他相关设施的供电电缆应分别进行铺设，并分别配置专用的配电箱，用以对相应的设备分别进行开关控制，即照明、空调等配电箱及音视频配电箱。会议室供电系统所需线缆均应走金属电线管，如改造工程不具备铺设金属管时应走金属线槽或金属环绕管（蛇皮管）。

三、会议电视系统的机房布置

对于采用大型会议室型的高清晰会议电视系统，一般都配有专用的会议电视设备机房（也称会议控制室），用于放置会议设备、视音频设备、传输接口设备、控制设备等。为便于实时观察会议室情况，会议机房最好建在会议室隔壁，并在与会议室之间的墙壁上设置观察窗。

（1）机房的大小随设备多少和会场的重要性而定。

1）主会场单位，一般在 20m^2 左右，顶棚板高度 3m 以上即可。

2）非主会场单位，会议机房应有 30～40m^2 大小；一般主会场机房都设有监视各分会场图像的多画面电视墙，所以顶棚板高度要在 4m 以上。

（2）作为主会场机房，一般要放置 4 类设备：

1）一块是会议设备、传输接口设备及不需控制的视音频设备，放在 19 英寸标准机柜或机架上；

2）第二块是用于显示各分会场图像和主会场各视频源的电视墙，一般靠一面墙放置；

3）第三块是用于放置会议控制设备和视音频设备控制器的操作台，放在电视墙的前方便于观察电视墙画面；

4）第四块则是 UPS 电源部分。

（3）非主会场单位由于设备较少，则只有第三部分和第四部分，而第一部分的会议设备等就放在操作台下方，用于监视远端图像和本地视频源的监视器则可放在操作台上前方的位置。

（4）机房设备的布置应保证适当的维护距离，机面与墙的净距离不应小于 150cm，机背和机侧（需维护时）与墙的净距离不应小于 80cm。

（5）机房应铺设防火防静电地板，下设走线槽，走传输线、视音频线、控制线及电源线等，电源线要和其他信号线分开走，避免电源信号干扰。

（6）集中放置设备的机柜内要做好通风、散热措施，机房温度要求 18～25℃，相对湿度 60%～80%。

（7）保持机房内的空气新鲜，每人每小时的换气量不小于 18m^3，室内空调气体的流

速不宜大于 1.5m/s。设备和操作台区域光线要良好，宜采用日光灯。安全消防方面要配备通信设备专用的灭火器。

（8）控制室的机架设备区平均照度不低于 100lx，垂直工作面计算距地高度为 1.2m。

四、会议电视系统的供电与接地

（1）系统采用的交流电源应按一级负荷供电，其电压允许变化范围为 220V + 20% 至 220V - 15%，电压波动超过范围的，应采用交流稳压或调压设备。电源系统要按三相五线制设计，即系统的交流电源的零线与交流电源的保护地线不共用且应严格分开。

（2）为保证会议室供电系统的安全可靠，以减少经电源途径带来的电气串扰，应采用三套供电系统。一套供电系统作为会议室照明供；第二套供电系统作为整个机房设备的供电，并采用不间断电源系统（UPS）；第三套供电系统用于空调等设备的供电。

（3）摄像机、监视器、编辑导演设备等视频设备应采用同相电源，确保这些设备间传送的视频信号，不因电源相位的差异而影响质量。功放、混音器、调音台及其他音频转接设备应与会议终端设备采用同相电源，并且采用同一套地线接地屏蔽，确保音频信号在转接的过程中不会因屏蔽接地不良或电源相位的差异产生杂音，交流电源的杂音干扰电压不应大于 100mV。

（4）会议室周围墙上隔 3 ~ 5m 装一个 220V 的三芯电源插座。每个插座容量不低于 2kW，地线接触可靠。供电系统总容量应大于实际容量的 1 ~ 1.5 倍。

（5）供电系统线缆截面积应符合用电容量要求。选用主线为 $4mm^2$；辅线为 $1.5mm^2$；供电电缆主会场用线 $16mm^2$、分会场用线为 $10mm^2$ 的多股聚氯乙稀绝缘阻燃软导线。

（6）接地是电源系统中比较重要的问题。控制室或机房、会议室所需的地线，宜在控制室或机房设置的接地汇流排上引接。如果是单独设置接地体，接地电阻不应大于 4Ω；设置单独接地体有困难时，也可与其他接地系统合用接地体。接地电阻不应大于 0.5Ω。必须强调的是，采用联合接地的方式，保护地线必须采用三相五线制中的第五根线，与交流电源的零线必须严格分开，否则零线不平衡电源将会对图像产生严重的干扰。

（7）电视会议室、控制室、传输室等房间的周围墙上或地面上应每隔 3 ~ 5m 安装一个 220V 三芯电源插座。

五、会议室的声学要求与系统检查

为保证隔声和吸声效果，室内铺有地毯，窗户宜采用双层玻璃，进出门应考虑隔声装置。会议室的混响时间要求如图 5-39 所示，即会议室容积 < $200m^3$ 时，混响时间取 0.3 ~ 0.5s；200 ~ $500m^3$ 时取 0.5 ~ 0.6s；500 ~ $200m^3$ 时取 0.6 ~ 0.8s。

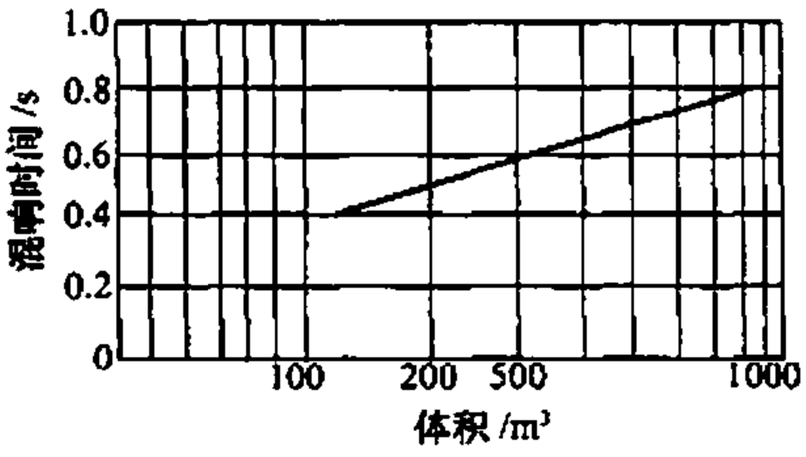


图 5-39　会议室混响时间曲线

会议室的环境噪声级要求不应大于 40dB（A），护围结构的隔声量不应低于 50dB，以形成良好的开会环境。若室内噪声大，如空调机的噪声过大，就会大大影响音频系统的性能，其他会场就很难听清该会场的发言，甚至在多点会议采用“语音控制模式”时，

MCU 将会发生持续切换到该会场的现象。

下面将会议电视系统的会场条件汇总于表 5-16，以便检查和做好设备安装前的准备。

会议电视系统会场环境条件检查表　　**表 5-16**

项　　目	技　术　要　求		完成情况及备注
会议室基本条件	温度条件	18～25℃	
	湿度条件	60%～80%	
	环境噪声	小于 40db	
	清洁度	优良	
会议室照明情况	灯光效果良好	使用三基色灯，每排灯开关单独控制	
	第一排前上方安装射灯，增加主席区照度		
	平均照度	大于 500lx	
	主席区照度	大于 800lx	
	电视屏幕周围	小于 80lx	
会议室装修情况	窗帘要求	能有效隔绝自然光	
	门窗要求	能有效隔音	
	墙壁装修	有吸音材料	
	顶棚板装修	增加吸音面积	
	地板装修	有防静电、防火地毯	
	桌椅色调	浅色为主，忌用白色	
	摄像背景	浅色为主，柔和不花哨，背景不复杂	
机房基本条件	与会议室走线距离	小于 40m	
	温度条件	18～25℃	
	湿度条件	60%～80%	
	空余面积	大于 10m²	
	清洁度	优良	
机房装修情况	走线槽位已经预留		
	室内走线槽位已经预留		
	地板装修	有防静电、防火地板	
会议室及机房电源供电情况	照明、系统设备、空调分别是三套供电系统		
	电源电压及波动范围	220V（±10%）	
	会议室第一排或前两排灯采用 UPS 供电		
	UPS 电源	2000W 以上	
会议室及机房设备接地情况	设备放置处墙上或地插配备足够的三相插座，每隔 1～2m 一个，分布合理		
	保护地与交流零线严格分开		
	□单独接地	保护地电阻小于 4Ω	
	□联合接地	保护地电阻小于 0.5Ω	
	UPS 输出接保护地线		
	三相电源插座接地良好		

续表

项　目	技 术 要 求		完成情况及备注
传输情况	传输机房与会议室走线距离小于 150m		
	传输机房与会议室走线距离介于 150m 与 5000m 之间		
	传输机房是否有 -48V 电源		
	走线槽位已经预留		
	传输类型传输 2M		
	电缆传输线规格型号	75Ω 单股同轴电缆（或 120Ω 的对称电缆），主备用各一对	
	传输线进入会议室或控制间		
	电缆传输线实际长度不超过 150m		
其他建议	墙面为米黄色，墙群线咖啡色，地毯驼色		
	桌子米黄色，椅子咖啡色，墙面不挂画幅		
备　注			

六、会议电视系统的设备安装

设备安装包括会议设备（多点控制机和终端机）的安装以及与外部配套设备和传输设备的连接三部分，步骤如下：

（一）会议设备安装

1. 多点控制机（MCU）和终端机的上架固定

一般高清晰会议电视系统的 MCU 和终端机都是标准 19 英寸宽，MCU 服务器可视用户情况放在传输机房或者视频会议机房。前者便于和传输设备连接，后者和终端放在一起，便于日常使用和维护。如果 MCU 放在视频会议机房，由于 MCU 服务器一般要用直流 48V 供电，而视频会议机房一般只有交流 220V 电源，则还要增加一台 220V 转 48V 的电源模块，该电源模块也是标准 19 英寸宽，可放在 MCU 上方。

终端放在视频会议机房，放在标准 19 英寸机柜上或操作台前上方的 19 英寸槽中，一般和矩阵、DVD、录像机、功放等放在一起。

2.MCU 网管控制台和终端控制台的安装

MCU 网管控制台采用个人计算机（PC）服务器，随 MCU 服务器放在传输机房的操作室或视频会议机房，位置就放在操作台中，和 MCU 服务器之间通过以太网口连接，可通过集线器（Hub）连接，也可用交叉网线直接点对点连接。网管控制台服务器上须安装用于会议管理和诊断的网管控制台软件，有 T.120 数据会议应用的还要安装数据会议服务器软件。

终端控制台一般采用个人计算机（PC），放在视频会议机房的操作台中，与高清终端之间也是用以太网线连接，可用集线器或用交叉网线直接连接。终端控制台 PC 上要安装高清晰会议系统终端软件，有 T.120 数据会议的还要安装 T.120 数据会议网关。

（二）会议设备与配套设备的连接

1.MCU 和终端机与电源连接及接保护地

为保证会议系统的供电安全可靠，减少电源途径带来的串扰整个会议设备和机房设备的供电，应该和会议室照明供电、空调等动力设备的供电隔离，并配备不间断电源系统（UPS）供电。一套满配置的高清 MCU 和终端（含控制台）功率在 1500V·A 之内，其他配套设备的功耗可查其使用手册，考虑后期扩容会增加设备，UPS 余量按 50%～100%考虑。为避免电源波动对信号干扰，电源走线要和信号线隔离，机柜（或机架）内的电源线和信号线也应分边走。

设备接电源时应注意所有设备火线（L）、零线（N）接入时要一致，零线千万不要和工作地线（G）混接。

接地保护是会议电视设备安装中比较重要的问题，会议电视设备一般在后背板左下部提供了接地螺钉，用带接线端子的铜导线接到机房的通信设备保护地排上。

2.MCU 和多画面解码阵列的连接

由于会议终端在同一时间只能收看一个远端会场的图像，而 MCU 是所有下挂终端的视频码流的汇接点。所以，为了实时观察各分会场的图像，可以在 MCU 处配置多画面系统（即解码阵列），解出各分会场的图像输出到电视墙或经画面分割器到大屏幕显示。由于高清晰会议电视系统是采用 MPEG-2 编码，所以 MCU 处的码流是同步数据流（TS），与解码阵列的接口则是异步串行接口（ASI）。ASI 接口所用电缆也是 75Ω 同轴电缆，不过由于传送的码流高达 270M，所以长度不能超过 20m。一般一个 ASI 接口可以传递 4 个端口的码流，所以满配置 24 端口的 MCU 也只用 6 个多画面 ASI 输出接口。为了能将多画面（用画面分割器混合的）传送到各分会场，MCU 还设立了一个多画面回传的 ASI 输入接口。

3. 终端机视频输入输出接口的连接

终端机的输入视频接口一般有 4 个，分别为复合视频（CVBS）1-4。如果会场没配视频切换矩阵，则 4 个视频源分别接主、辅摄像机及 DVD、录像机等视频输入设备。有视频切换矩阵，则只将 CVBSI 接到矩阵 1 路输出，视频输入设备经过矩阵切换送给终端。

摄像机的转动、镜头聚焦等操作可由终端控制台软件控制或外置云台控制器控制，一般一体化单 CCD 摄像机都由终端软件控制，外置云台的 3CCD 等高级摄像机用外置控制器控制。终端控制摄像机的串口可用控制台 PC 机的串口或终端上的串口。

终端的视频输出分两种，一是本地图像监控输出，接会场本地图像显示电视和机房本地监控电视；二是远端图像输出，接会场远端图像显示电视和机房远端监控电视。同样若是有视频切换矩阵，则全接到矩阵以进行切换。

视频线缆采用 75Ω 同轴电缆，带屏蔽层电缆最大有效长度为 100m，超过范围的要加分配器等中继设备延长，终端、矩阵和监视器的视频接头端子一般为 BNC，电视机、投影等显示输出设备的接口为莲花头。

4. 终端音频输入输出接口的连接

终端的音频输入接口类型分两种，一是 MIC（麦克风）输入，接有源 MIC；二是 LINE IN（线路输入），接调音台、DVD、录像机等设备。选择 MIC 还是 LINE 输入都要在终端控制台上进行设置。

终端音频输出为 LINE 信号输出，有调音台等音频系统的，接调音台输入，送到会场

扩音系统。没有调音台的直接接扩音设备或会场电视音频输入口。终端音频输入输出和音频外设一样都是非平衡接口，音频线缆采用 2 芯带屏蔽电缆，最大有效长度 100m。接头端子终端和调音台都是 ϕ6.3mm 标准单声道插头，DVD、录像机、电视、扩音等设备是莲花头。

（三）会议电视设备布置的要求

（1）话筒和扬声器的布置应尽量使话筒置于各扬声器的辐射角之外。

（2）摄像机的布置应使被摄人物都收入视角范围之内，并宜从几个方位摄取画面，方便地获得会场全景或局部特写镜头。

（3）监视器或大屏幕背投影机的布置，应尽量使与会者处在较好的视距和视角范围之内。

（4）机房设备布置应保证适当的维护间距，机面与墙的净距不应小于 1500mm；机背和机侧（需维护时）与墙的净距不应小于 800mm。当设备按列布置时，列间净距不应小于 1000mm；若列间有座席时，列间净距不应小于 1500mm。

（5）会议室桌椅布置应保证每个与会者有适当的空间，一般不应小于 1500mm × 700mm。主席台还宜适当加宽至 1500mm × 900mm。

（6）会议电视的相关房间应采用暗敷的方式布放缆线，在建造或改建房屋时，应事先埋设管子、安置桥架、预留地槽和孔洞、安装防静电地板等，以便穿线。

（7）安装设备应符合下列要求：

1）机架应平直，其垂直偏差度不应大于 2mm。

2）机架应排列整齐，有利于通风散热，相邻机架的架面和主走道机架侧面均应成直线，误差不应大于 2mm。

3）缆线布放应整齐合理，在电缆走道或槽道中布放电缆，以及机架内布放电缆均应绑扎，松紧适度。

4）电缆走道或槽道的布置均应水平或直角相交，其偏差不应大于 2mm。

5）任何缆线与设备采用插接件连接时，必须使插接件免受外力的影响，保持良好的接触。

6）设备或机架的抗震加固应符合设计要求。

7）布放缆线不应扭曲或护套破损，并不应使缆线降低绝缘或其他特性。

（四）会议设备与传输设备的连接

1.MCU 与传输 2Mbit/s 接口（E1）的连接

MCU 是终端的线路汇接点，是传输接口集中点，尤其是高清晰会议系统，每个会场要 4 对 E1 线路，如 FOCUS8000MCU 满配置 24 个端口共 96 对 E1 接口，所以线缆比较多。为了走线方便整洁，MCU 到传输 E1 接口的线缆都采用 8 股 75Ω 同轴电缆，每根电缆接 1 个会场。采用细缆最大有效长度为 100m，粗缆最大有效长度可到 120m。MCU 的 E1 接头端子采用的是 BNC 接头，传输 DDF 配线架采用的是 L9 头。

2.MCU 与本会场终端的 E1 接口连接

同上为了走线方便整洁，也采用 8 股 75Ω 同轴电缆，如果 MCU 和终端不在同一机房，最大走线长度不能超过 150m，电缆两端接头均为 BNC 头。

3. 分会场终端与传输 E1 接口的连接

同样建议采用 8 股 75Ω 同轴电缆，最大走线长度不能超过 120m，终端是 BNC 接头，传输 DDF 配线架是 L9 头。

七、电视会议室实例

下面简单介绍比较典型的美国国家半导体公司会议电视会议室的情况，如图 5-40 所示。

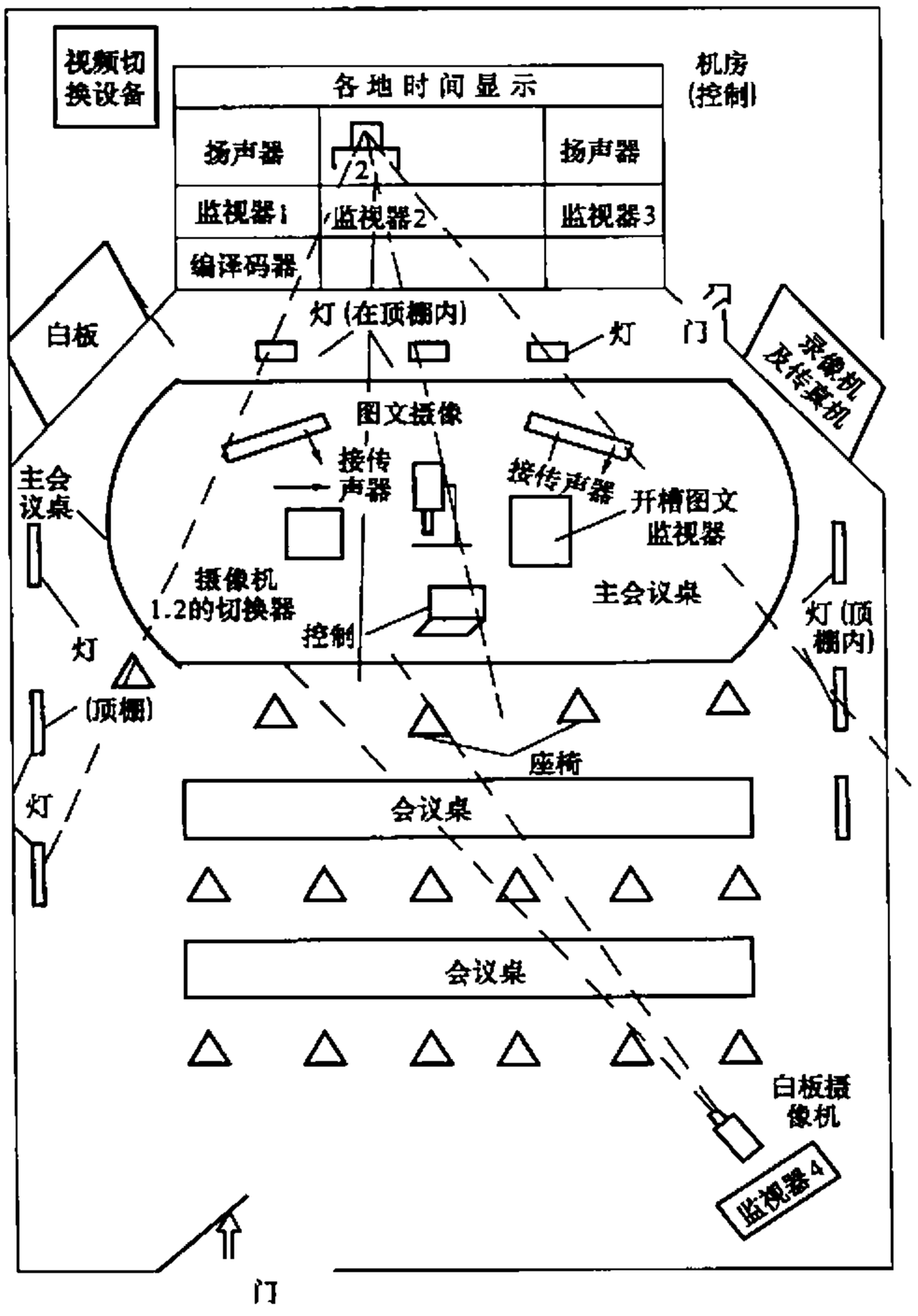


图 5-40　美国国家半导体公司的电视会议室

该会议室面积约 60m²，高约 4m。整个布局很合理，它可供业务会议及学术研讨用。尤其是图文摄像，在会议桌上的开槽空间放置了图文监视器，可调整图文摄像机的焦距。另外两个长形小槽有话筒及 PC 的引线。为便于白板使用人员观看接收的图像，在会议室的最后方右角处放置了大型监视器。摄像机 1 与 2 分别用于全景摄像和特写人物摄像，在主会议桌上配有相应的切换器。顶棚上装有类似三基色的照明灯，其色温为 3200K。机房与会议室隔开，主要放置视频切换、控制设备。

图 5-41 是视频会议系统用于远程电视教学的实例，图示其多功能视频教室的平面布置图，该系统具有面授课直录、视频宽带和窄带直播、视频点播资源制作以及双向视频教学等功能。

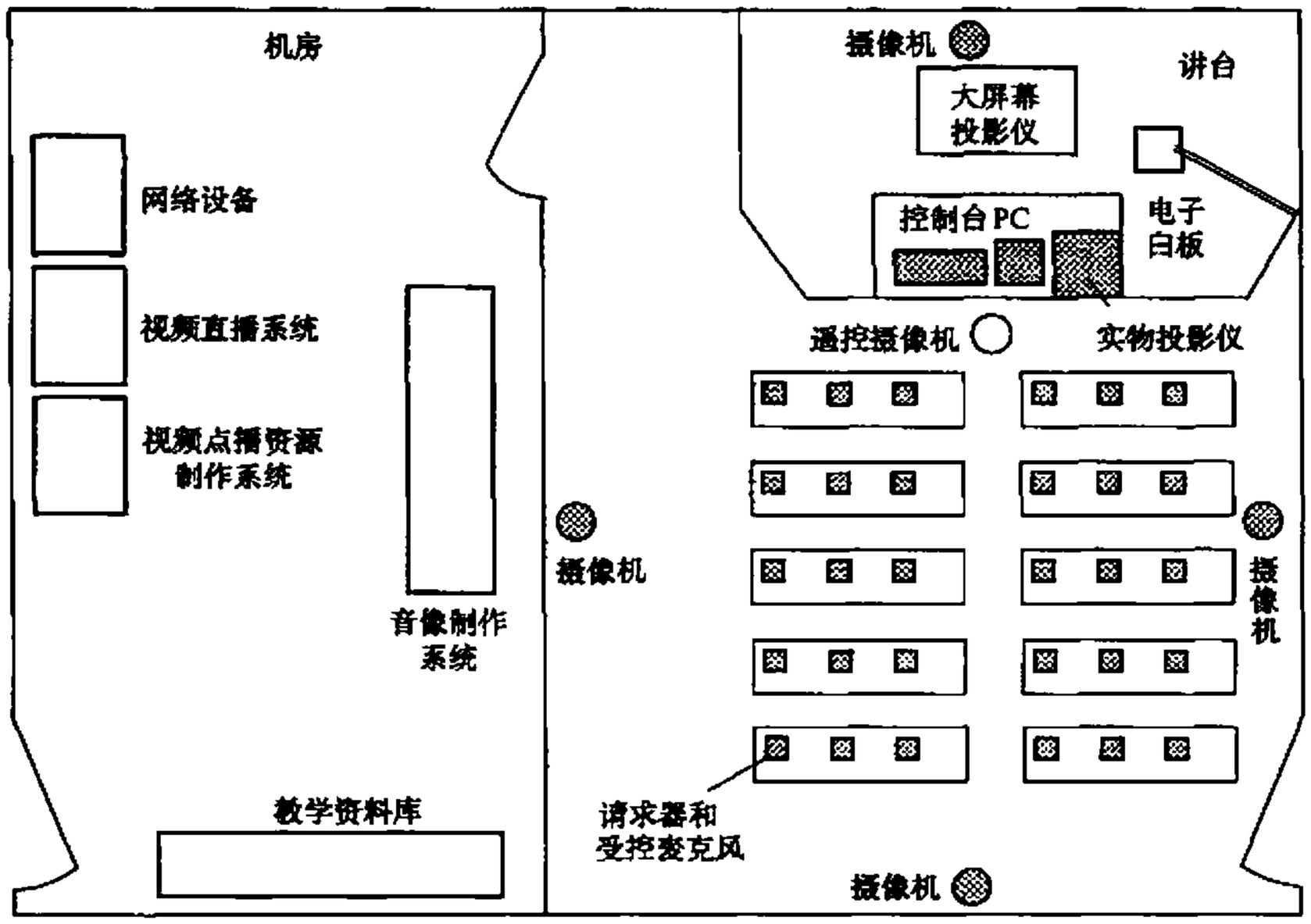


图 5-41　多功能视频教室

第六章　共用天线和卫星电视接收系统

第一节　共用天线电视系统与电视频道

一、CATV 系统的组成

CATV 系统一般由前端、干线传输和用户分配三个部分组成，如图 8-1 所示。前端部分主要包括电视接收天线、频道放大器、频率变换器、自播节目设备、卫星电视接收设备、导频信号发生器、调制器、混合器以及连接线缆等部件。前端信号的来源一般有三种：①接收无线电视台的信号；②卫星地面接收的信号；③各种自办节目信号。CATV 系统的前端主要作用是：

(1) 将天线接收的各频道电视信号分别调整到一定电平，然后经混合器混合后送入干线；

(2) 必要时将电视信号变换成另一频道的信号，然后按这一频道信号进行处理；

(3) 将卫星电视接收设备输出的信号通过调制器变换成某一频道的电视信号送入混合器；

(4) 自办节目信号通过调制器变换成某一频道的电视信号而送入混合器；

(5) 若干线传输距离长（如大型系统），由于电缆对不同频道信号衰减不同等原因，故加入导频信号发生器，用以进行自动增益控制（AGC）和自动斜率控制。

在图 6-1 中，对于接收无线电视频道的强信号，一般是在前端使用 V/V 频率变换器，将此频道的节目转换到另一频道上去，这样空中的强信号即使直接串入用户电视机也不会造成重影干扰，因为频道已经转换。如果要转换 UHF 频段的电视信号，一般采用 U/V 频率变换器将它转换到 VHF 频段的某个空闲频道上。但对于全频段的 CATV 系统，则不需要 U/V 变换器，可直接用 UHF 频道传送。

从卫星下行的电视信号（例如 C 波段频率范围是 3.7～4.2GHz），通过抛物面卫星天线送入馈源和高频头（LNB），将频率变成第一中频 IF，即 950～1450MHz 的电视信号，通过同轴电缆送入前端设备。

进入前端的卫星信号常常需要经过两个前端设备：其一为卫星电视接收机。它的作用是将第一中频电视信号解调成音频和视频电视信号。其二为邻频调制器。它的作用是将音、视频电视信号调制到所需要的电视频道（VHF 或 UHF 频段），然后送入混合器。

自办节目的信号来自室内演播室、室外采访摄像机或室内录像机。他们输出的都为音、视频信号，进入前端以后都需用邻频调制器调制成指定的 VHF/UHF 邻频频道再送入混合器。

在大型系统中还会遇到使用导频信号发生器的情况，它是提供整个系统自动电平控制和自动斜率控制的基准信号装置，可以在环境温度和电源电压不稳定时，保证输出载波电

平的稳定。这种装置在一般中型或小型系统中不常采用。

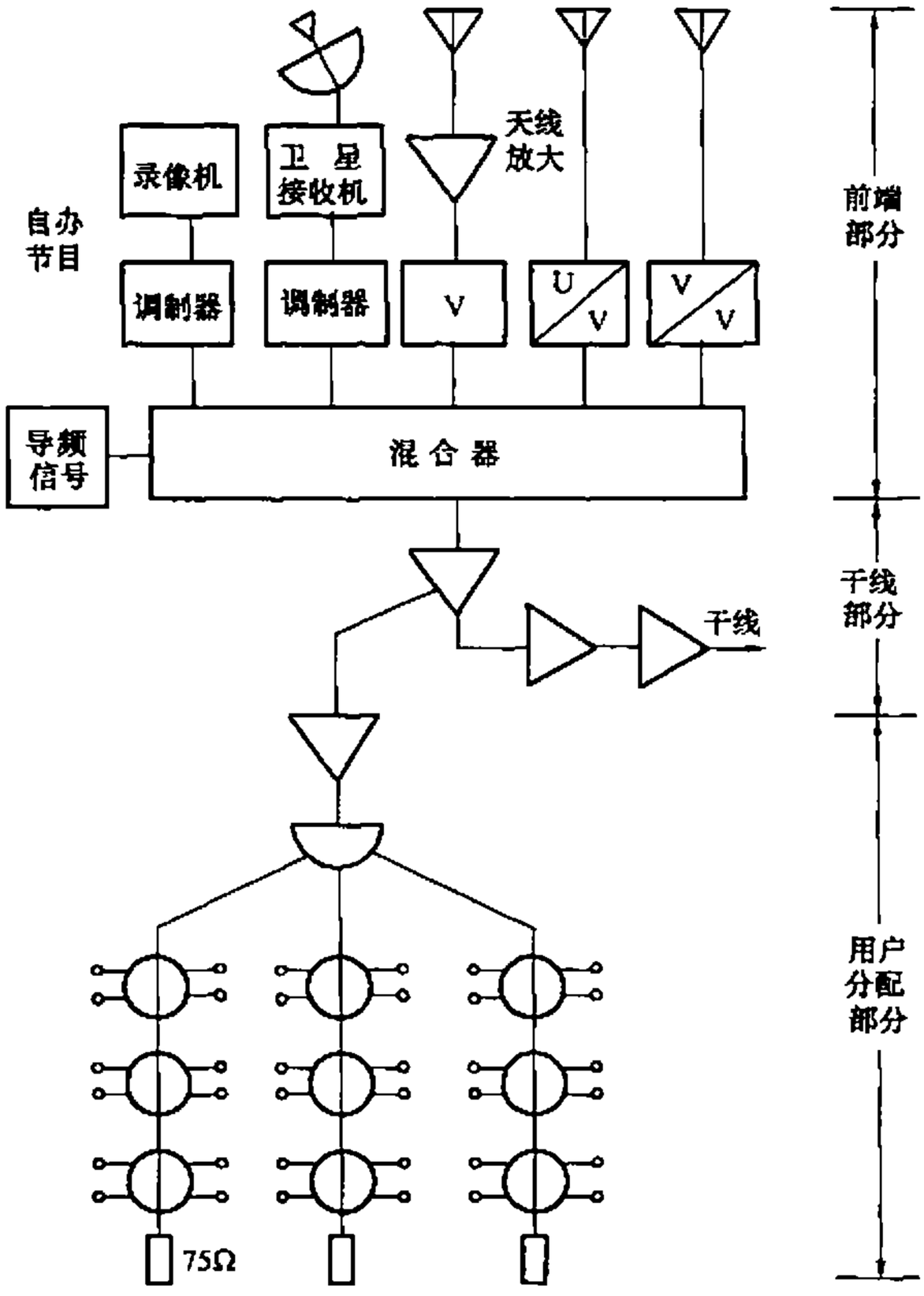


图 6-1　CATV 系统的组成

干线传输系统是把前端接收处理、混合后的电视信号，传输给用户分配系统的一系列传输设备。一般在较大型的 CATV 系统中才有干线部分。例如一个小区许多建筑物共用一个前端，自前端至各建筑物的传输部分称为干线。干线距离较长，为了保证末端信号有足够高的电平，需加入干线放大器，以补偿电缆的衰减。电缆对信号的衰减基本上与信号频率的平方根成正比，故有时需加入均衡器以补偿干线部分的频谱特性，保证干线末端的各频道信号电平基本相同。对于单幢大楼或小型 CATV 系统，可以不包括干线部分，而直接由前端和用户分配网络组成。

用户分配部分是 CATV 系统的最后部分，主要包括放大器（宽带放大器等）、分配器、分支器、系统输出端以及电缆线路等。它的最终目的是向所有用户提供电平大致相等的优质电视信号。

二、无线电视的频率分配

我国关于电视频道的划分如表 6-1 所示，由表可见：

我国电视频道划分表　　表 6-1

波　段	电视频道	频率范围 (MHz)	中心频率 (MHz)	图像载波 (MHz)	伴音载波 (MHz)
Ⅰ 波 段	DS—1	48.5 ~ 56.5	52.5	49.75	56.25
	DS—2	56.5 ~ 64.5	60.5	57.75	64.25
	DS—3	64.5 ~ 72.5	68.5	65.75	72.25
	DS—4	76 ~ 84	80	77.25	83.75
	DS—5	84 ~ 92	88	85.25	91.75
Ⅱ波段 (增补频道 A_1)	Z—1	111 ~ 119	115	112.25	118.75
	Z—2	119 ~ 127	123	120.25	126.75
	Z—3	127 ~ 135	131	128.25	134.75
	Z—4	135 ~ 143	139	136.25	142.75
	Z—5	143 ~ 151	147	144.25	150.75
	Z—6	151 ~ 159	155	152.25	158.75
	Z—7	159 ~ 167	163	160.25	166.75
Ⅲ 波 段	DS—6	167 ~ 175	171	168.25	174.75
	DS—7	175 ~ 183	179	176.25	182.75
	DS—8	183 ~ 191	187	184.25	190.75
	DS—9	191 ~ 199	195	192.25	198.75
	DS—10	199 ~ 207	203	200.25	206.75
	DS—11	207 ~ 215	211	208.25	214.75
	DS—12	215 ~ 223	219	216.25	222.75
A_2 波段 (增补频道)	Z—8	223 ~ 231	227	224.25	230.75
	Z—9	231 ~ 239	235	232.25	238.75
	Z—10	239 ~ 247	243	240.25	246.75
	Z—12	247 ~ 255	251	248.25	254.75
	Z—13	255 ~ 263	259	256.25	262.75
	Z—14	263 ~ 271	267	264.25	270.75
	Z—15	271 ~ 279	275	272.25	278.75
	Z—16	279 ~ 287	283	280.25	286.75
	Z—16	287 ~ 295	291	288.25	294.75
B 波段 (增补频道)	Z—17	295 ~ 303	299	296.25	302.75
	Z—18	303 ~ 311	307	304.25	310.75
	Z—19	311 ~ 319	315	312.25	318.75
	Z—20	319 ~ 327	323	320.25	326.75
	Z—21	327 ~ 335	331	328.25	334.75
	Z—22	335 ~ 343	339	336.25	342.75
	Z—23	343 ~ 351	347	344.25	350.75
	Z—24	351 ~ 359	355	352.25	358.75
	Z—25	359 ~ 367	363	360.25	366.75
	Z—26	367 ~ 375	371	368.25	374.75
	Z—27	375 ~ 383	379	376.25	382.75
	Z—28	383 ~ 391	387	384.25	390.75
	Z—29	391 ~ 399	395	392.25	398.75
	Z—30	399 ~ 407	403	400.25	406.75
	Z—31	407 ~ 415	411	408.25	414.75
	Z—32	415 ~ 423	419	416.25	422.75
	Z—33	423 ~ 431	427	424.25	430.75
	Z—34	431 ~ 439	435	432.25	438.75
	Z—35	439 ~ 447	443	440.25	446.75
	Z—36	447 ~ 455	451	448.25	454.75
	Z—37	455 ~ 463	459	456.25	462.75

续表

波　段	电视频道	频率范围（MHz）	中心频率（MHz）	图像载波（MHz）	伴音载波（MHz）
Ⅳ 波 段	DS—13	470～478	474	471.25	477.75
	DS—14	478～486	482	479.25	485.75
	DS—15	486～494	490	487.25	493.75
	DS—16	494～502	498	495.25	501.75
	DS—17	502～510	506	503.25	509.75
	DS—18	510～518	514	511.25	517.75
	DS—19	518～526	522	519.25	525.75
	DS—20	526～534	530	527.25	533.75
	DS—21	534～542	538	535.25	541.75
	DS—22	542～550	546	543.25	549.75
	DS—23	550～558	554	561.25	557.75
	DS—24	558～566	562	559.25	565.75
Ⅴ 波 段	DS—25	604～612	608	605.25	611.75
	DS—26	612～620	616	613.25	619.75
	DS—27	620～628	624	621.25	627.75
	DS—28	628～636	632	629.25	635.75
	DS—29	636～644	640	637.25	643.75
	DS—30	644～652	648	645.25	651.75
	DS—31	652～660	656	653.25	659.75
	DS—32	660～668	664	661.25	667.75
	DS—33	668～676	672	669.25	675.75
	DS—34	676～684	680	677.25	683.75
	DS—35	684～692	688	685.25	691.75
	DS—36	692～700	696	693.25	699.75
	DS—37	700～708	704	701.25	707.75
	DS—38	708～716	712	709.25	715.75

（1）目前我国电视广播采用Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ四个波段，Ⅰ、Ⅲ波段为 VHF 频段（1～12 频道），Ⅳ、Ⅴ波段为 UHF 频段（13～68 频道）。

（2）Ⅰ与Ⅲ波段之间和Ⅲ与Ⅳ波段之间为增补频道 *A*、*B* 波段，这是因为 CATV 节目不断增加和服务范围不断扩大而开辟的新频道。

（3）每个频道之间的间隔为 8MHz。

（4）在Ⅰ波段与 *A* 波段（增补频道）之间空出的 88～171MHz 频道划归调频（FM）广播、通信等使用，有时称Ⅱ波段。其中 87～108MHz 为 FM 广播频段。

第二节　电视接收天线

一、电视接收天线及其装配

电视接收天线是从空间接收电磁波能量的装置。它是无线电波进入 CATV 系统的大门，它将电视信号馈给前端，然后进行处理和传输，因此 CATV 信号传输质量的好坏与接收天线的设计安装有很大的关系。

接收天线的种类很多，并有不同的分类方法。

按其结构形式可分为：八木天线、环形天线、对数周期天线（单元的长度、排列间隔按对数变化的天线）和抛物面天线等。CATV 广泛采用八木天线及其复合天线，对于卫星电视接收天线则多使用抛物面天线。有关卫星电视天线将在后面专门阐述。

接收天线按其接收频段可分为三类，即甚高频（VHF）、特高频（UHF）和超高频（SHF）。

对于 VHF 天线，按接收带宽可分为单频道、分频段、全频段三种。单频道接收天线又称专用频道天线，适合于中、近程距离接收，其增益高、方向性强、驻波比好，并且可以针对每一个频道选择场强电平高、传播电波方向好的地方来设置，故被普遍采用。分频段 VHF 天线一般分为低频段（即 1～5 频道）和高频段（即 6～12 频道）两种，它兼顾接收几个频道的信号，频带较宽，电气性能参数一般不如单频道天线好，实际上是一种宽频带天线。VHF 全频段接收天线能接收 1～12 频道的电视信号，也是一种宽频带天线。图 6-2（a）为 VHF 单频道天线，图 6-2（b）为分频段接收天线，其中在八木天线中插入 X 形振子（角形振子），使之具有较宽的频带。

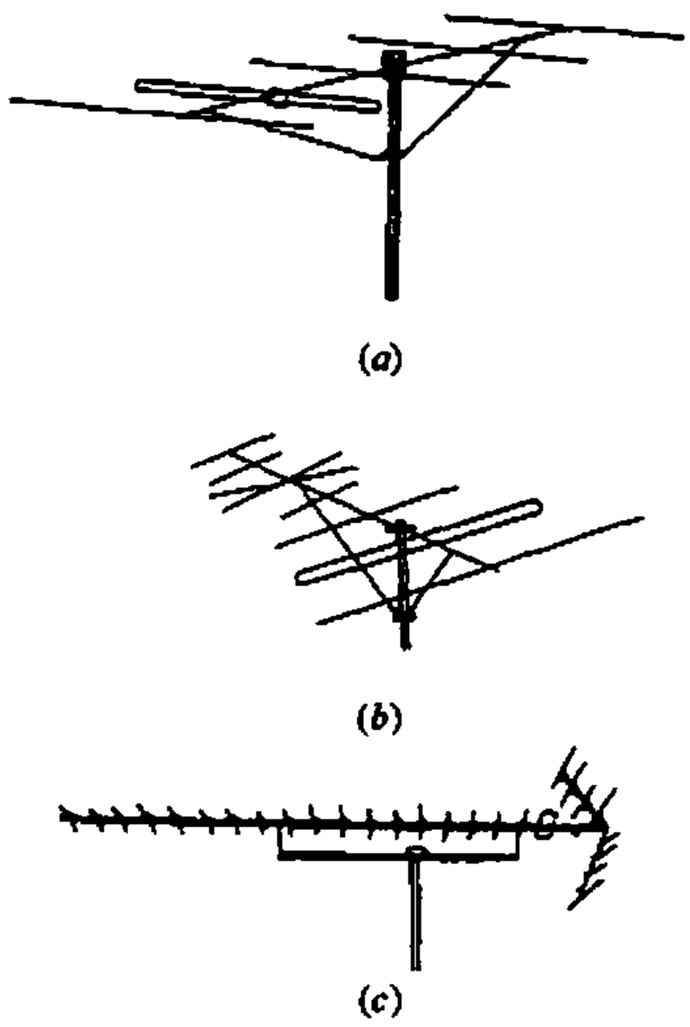


图 6-2　三种接收天线

（a）VHF 频道天线；（b）宽频带天线；（c）UHF 频道天线

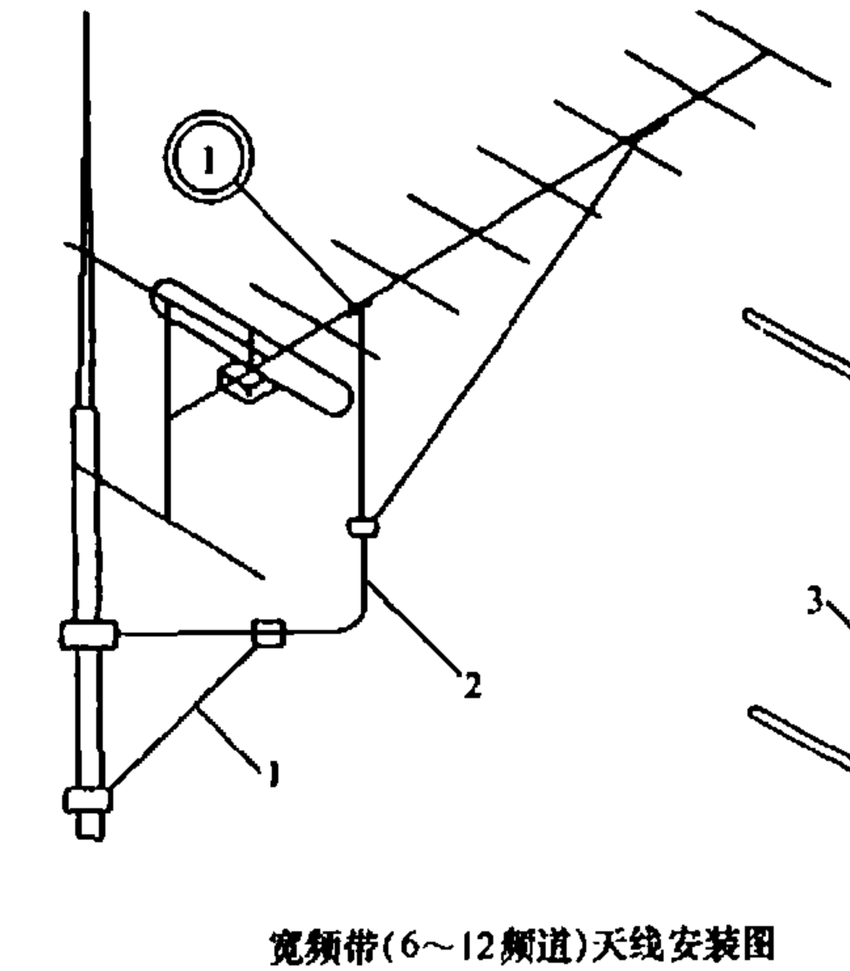
对于 UHF 天线，由于频率很高，一般都做成宽频带天线，如分成（13～24 频道）和（25～68 频道）两个频段的天线。UHF 接收天线目前多采用 20 单元或 50 单元的八木天线，如图 6-2（c）所示。其他结构形式如对数周期天线、环形天线等用得较少。

表 6-2 列出 CATV 的八木天线特性要求。

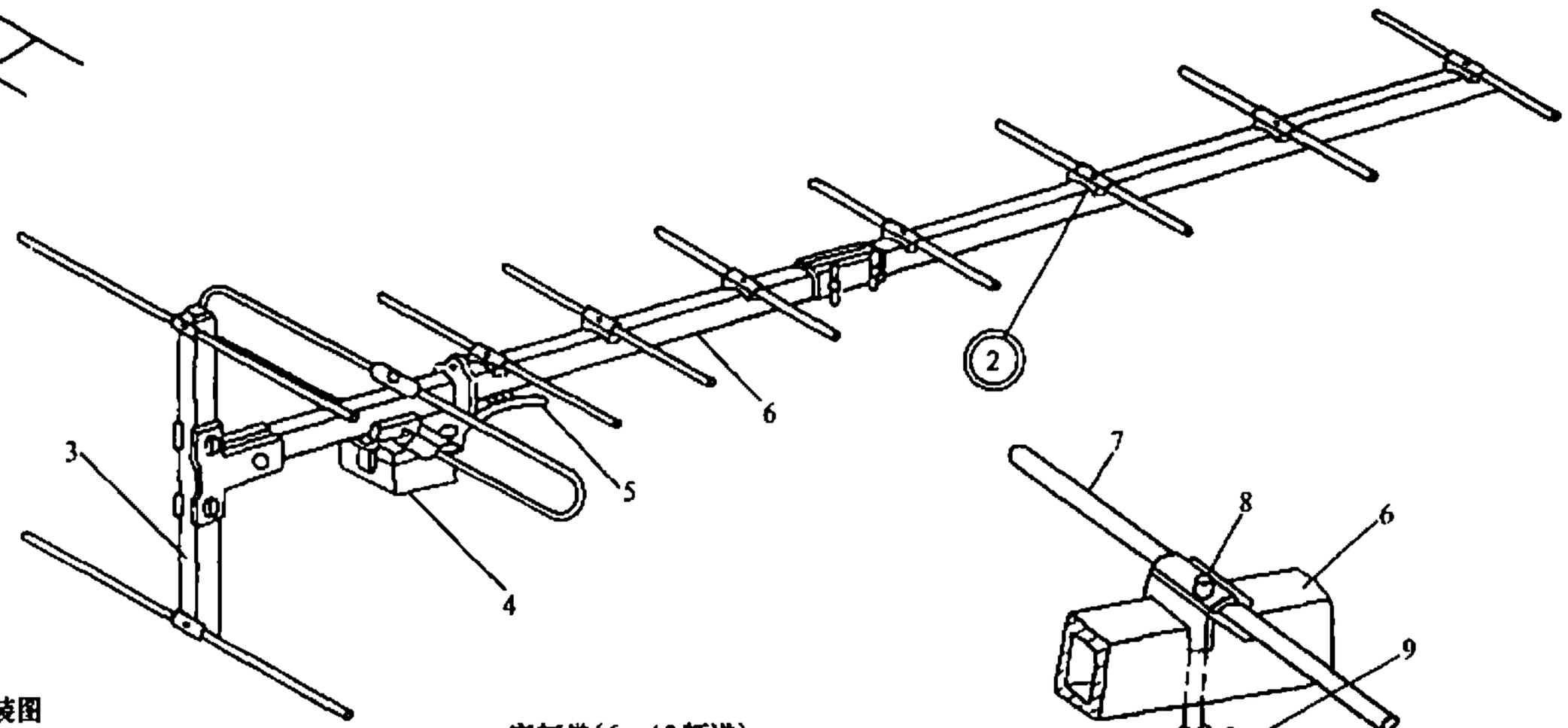
CATV 共用天线的特性要求　　表 6-2

种　类		频　道	增　益（dB）	驻波比	半功率角（度）	前后比（dB）
频　带	振子数					
VHF 宽频段	3	1～5 6～12	2.5～5	2.0 以下	70 以下	9 以上
	5	1～5 6～12	3～7	2.0 以下	65 以下	10 以上
	8	6～12	4～8	2.0 以下	55 以下	12 以上
VHF 单频道专　用	3	低频道	5 以上	2.0 以下	70 以下	9.5 以上
	5	低频道	6 以上	2.0 以下	65 以下	10.5 以上
	8	高频道	9.5 以上	2.0 以下	55 以下	12 以上
UHF 低频道	20 以上	13～24	12 以上	2.0 以下	45 以下	15
UHF 高频道	20 以上	25～68	12 以上	2.0 以下	45 以下	15

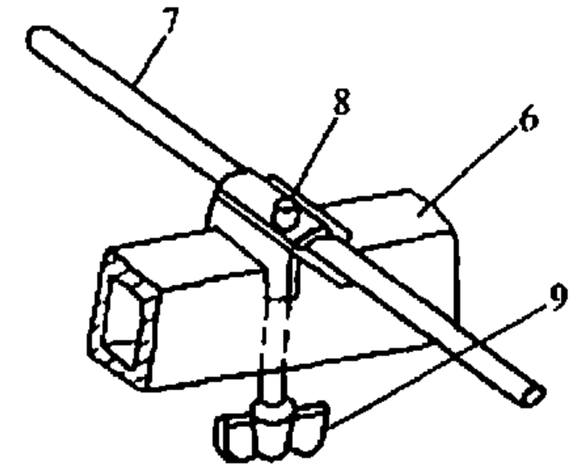
图 6-3 和图 6-4 表示 CATV 电视天线的装配示意图。



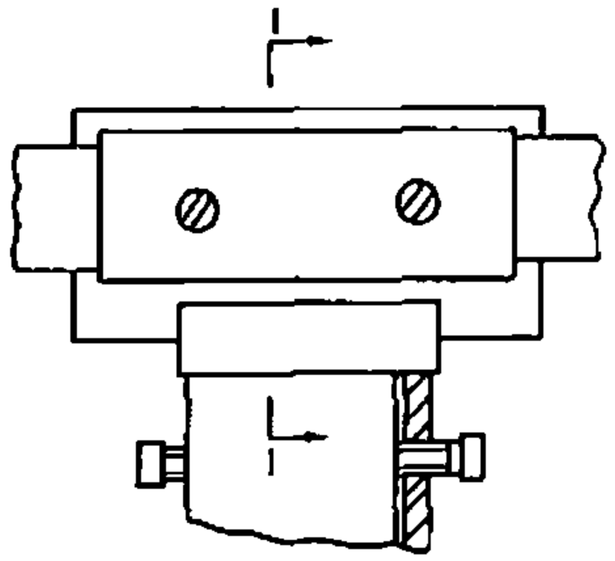
宽频带(6～12频道)天线安装图

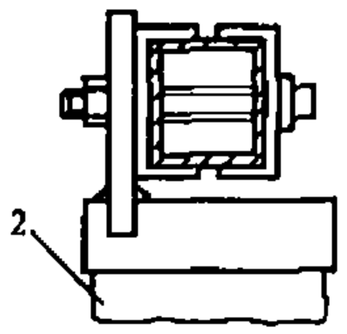


宽频带(6～12频道)
天线外形图



② 振子的固定



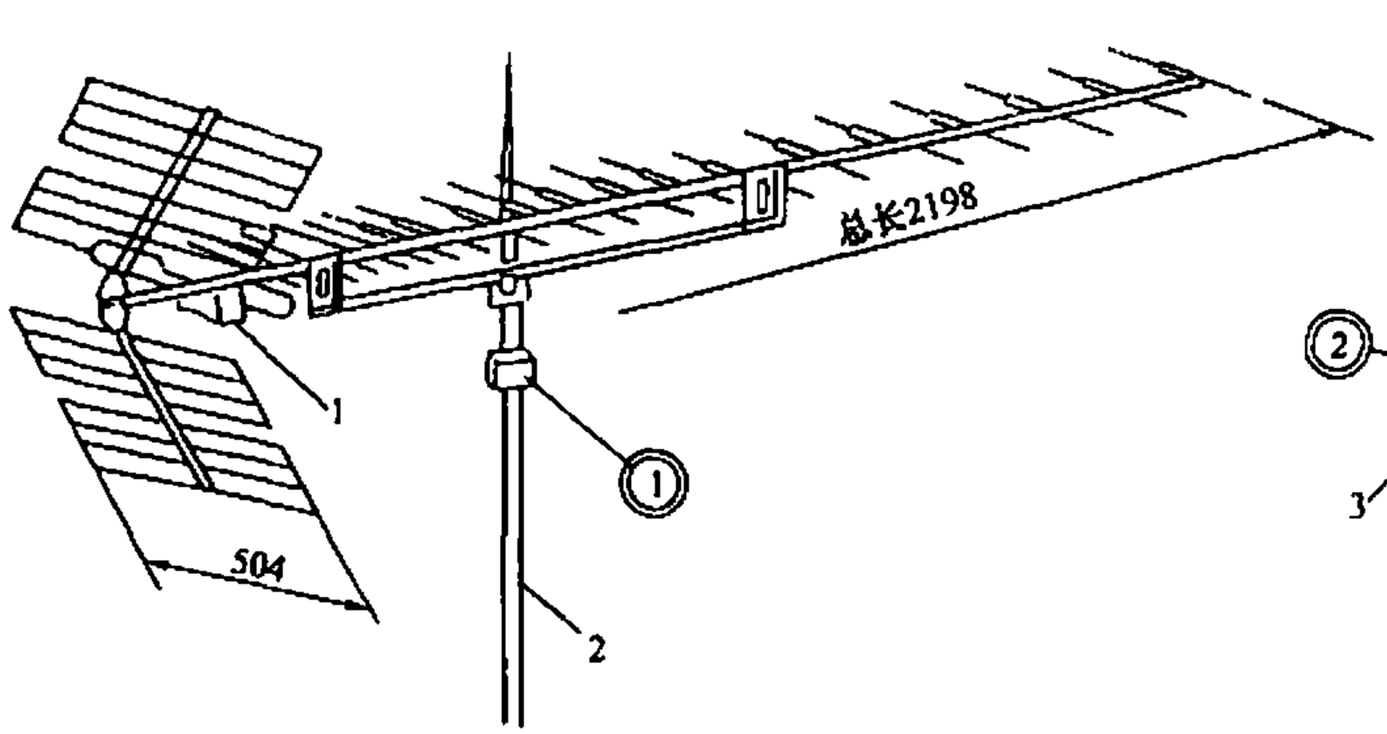


1—1 剖面

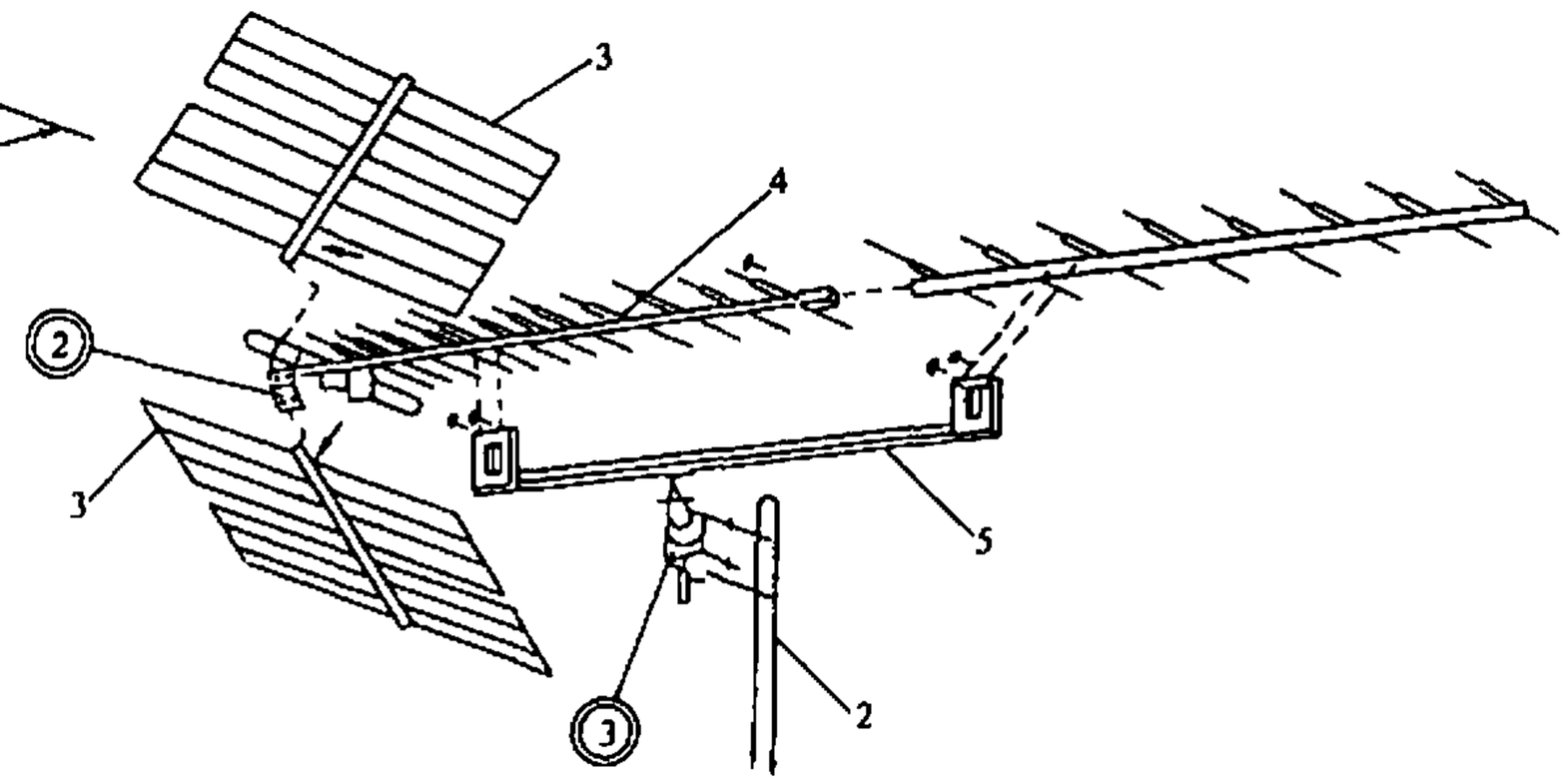
① 天线的固定

图 6-3　宽频带(6～12 频道)天线装配示意图

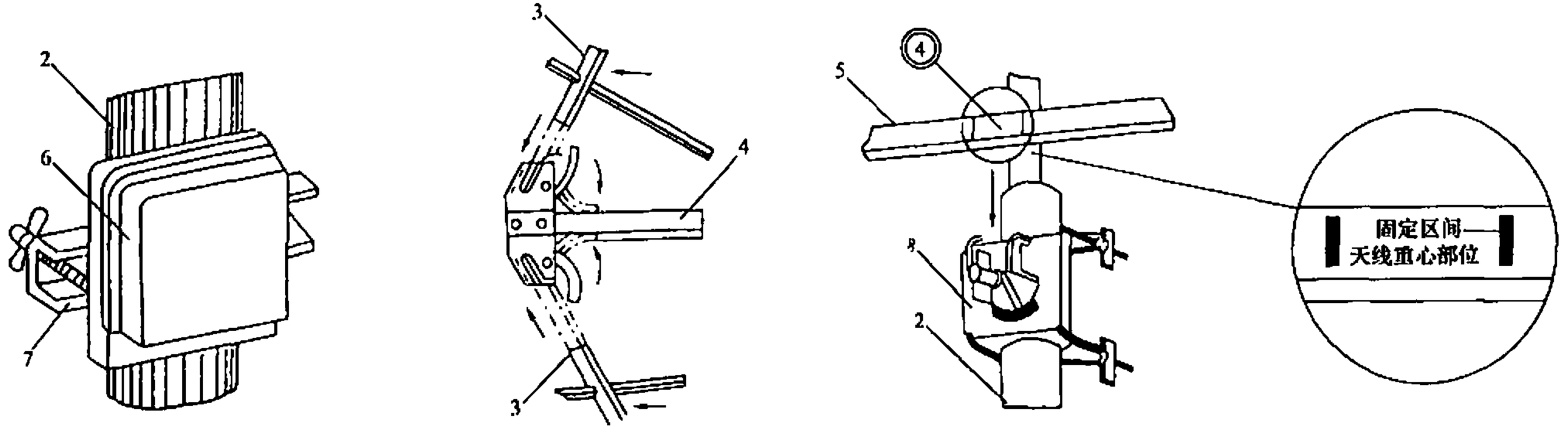
1—撑杆;2—副杆;3—竖杆;4—阻抗匹配器;5—电缆;6—横杆;7—振子;8—护套;9—螺钉



UHF频段天线外形示意图(13～56频道)



UHF频段天线组装示意图



① 天线放大器的安装　② 反射器的安装　③ 天线副杆的固定　④ 天线安装重心

图 6-4　UHF 频段天线装配示意图

1—阻抗匹配器;2—立杆;3—反射器;4—横杆;5—副杆;6—天线放大器;7—卡板;8—固定夹

二、接收天线的架设

（一）天线架设位置的选择

正确选择接收天线的架设位置，是使系统取得一定的信号电平及良好信噪比的关键。在实际工作过程中，首先应对当地接收情况有所了解，可用带图像的场强计如 APM-741FM（用 LFC 型或同类型场强计亦可）进行信号场强测量及图像信号分析，以信号电平及接收图像信号质量最佳处为接收天线安装位置，并将天线方向固定在最高场强方向上，完成初安装、调试工作。有时由于接收环境比较恶劣，要接收的某频道信号存在重影、干扰及场强较低的情况，此时应在一定范围内实际选点，以求最佳接收效果，选择该频道天线的最佳安装位置。在具体选择天线安装位置时，主要应注意如下几点：

（1）天线与发射台之间不要有高山、高楼等障碍物，以免造成绕射损失。

（2）天线可架设在山顶或高大建筑物上，以提高天线的实际高度，也有利于避开干扰源。

（3）要保证接收地点有足够的场强和良好的信噪比，要细致了解周围环境，避开干扰源。接收地点的场强应该大于 46dBμV，信噪比要大于 40dB。

（4）尽量缩小馈线长度，避免拐弯，以减少信号损失。

（5）天线位置（一般也就是机房位置）应尽量选在本 CATV 系统的中心位置，以方便信号的传输。

独立杆塔接收天线的最佳绝对高度 h_j 为

$$h_j = \frac{\lambda \cdot d}{4h_1} \quad (\mathrm{m})$$

式中　λ——天线接收频道中心频率的波长（m）；

d——天线杆塔至电视发射塔间的距离（m）；

h_1——电视发射塔的绝对高度（m）。

（二）天线基座和竖杆的安装

天线的固定底座有两种形式，一种由 12mm 和 6mm 厚钢板做肋板，同天线竖杆装配焊接而成，另一种是钢板和槽钢焊接成底座，天线竖杆与底座用螺栓紧固，如图 6-5 所示。

天线竖杆底座是用地脚螺栓固定在底座下的混凝土基座上。在土建工程浇注混凝土屋面时，应在事先选好的天线位置浇注混凝土基座，在浇注基座的同时应在天线基座边沿适当位置上预埋几根电缆导入管（装几副天线就预埋几根），导入管上端应处理成防水弯或者使用防水弯头，并将暗设接地圆钢敷设好一同埋入基座内，如图 6-6 所示。

在浇灌水泥底座的同时，应在距底座中心 2m 的半径上每隔 120°处预埋 3 个拉耳环（地锚），以便紧固钢线拉绳用。为避免钢丝拉绳对天线接收性能的影响，每隔小于 1/4 最高接收频道的波长处串入一个绝缘子（即拉绳瓷绝缘子）以绝缘。拉绳与拉耳环（地锚）之间用花篮螺丝连接，并用它来调节拉绳的松紧。拉绳与竖杆的角度一般在 30°～45°。此外，在水泥底座沿适当距离预埋若干防水型弯管，以便穿进接收天线的引入电缆，如图 6-7 所示。

当接收信号源多，且不在同一方向上时，则需采用多副接收天线。根据接收点环境条件等，接收天线可同杆安装或多杆安装。为了合理架设天线，应注意以下事项：

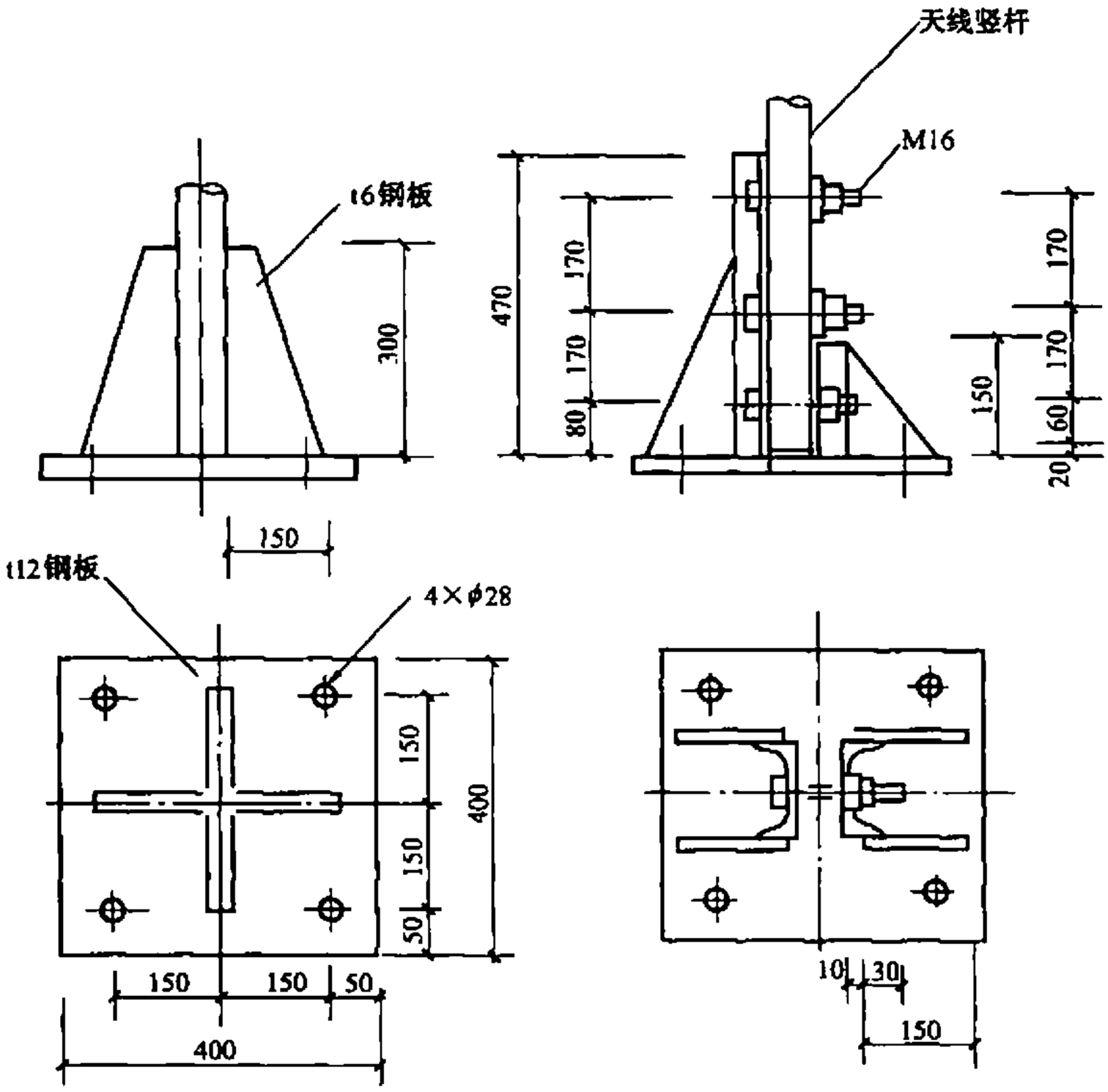


图 6-5　天线竖杆底座

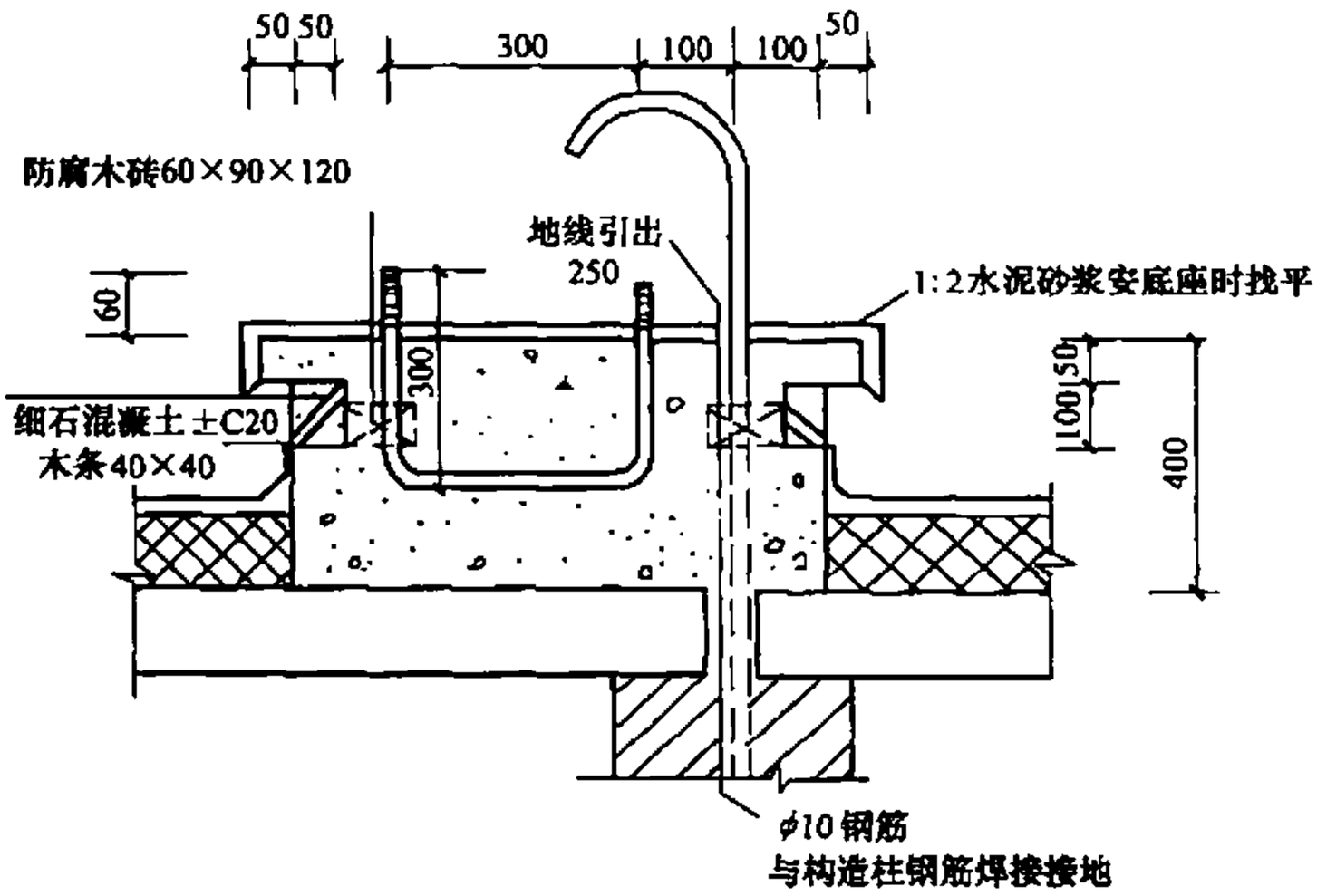


图 6-6　底座式天线基座安装图

（1）竖杆选择与架设注意事项：

①一般情况下，竖杆可选钢管。其机械强度应符合天线承重及负荷要求，以免遇强风时发生事故。

②避雷针（有关天线避雷要求参见后述第四节之四）与金属竖杆之间用电焊焊牢，焊点应光滑、无孔、无毛刺，并做防锈处理。避雷针可选用 ϕ20mm 的镀锌圆钢，长度不少于 2.5m，竖杆的焊接长度为圆钢直径的 10 倍以上。

③竖杆全长不超过 15m 时，埋设深度取全长的 1/6；当其超过 15m 时，埋设深度取 2.5m。若遇土质松软时，可用混凝土墩加固。

④竖杆底部用 ϕ10mm 钢筋或 25mm×4mm 扁钢与防雷地线焊牢。

⑤在最低层天线位置下面约 30cm 处，焊装 3 个拉线耳环。拉线应采用直径大于 6mm 的多股钢绞线，并以绝缘子分段，最下面可用花篮螺栓与地锚连接并紧固。三根拉线互成 120°，与立杆之间的夹角在 30°～45°之间。天线较高需二层拉线时，上层拉线不应穿越天线的主接收面，不能位于接收信号的传播路径上，二层天线一般共有同一地锚。

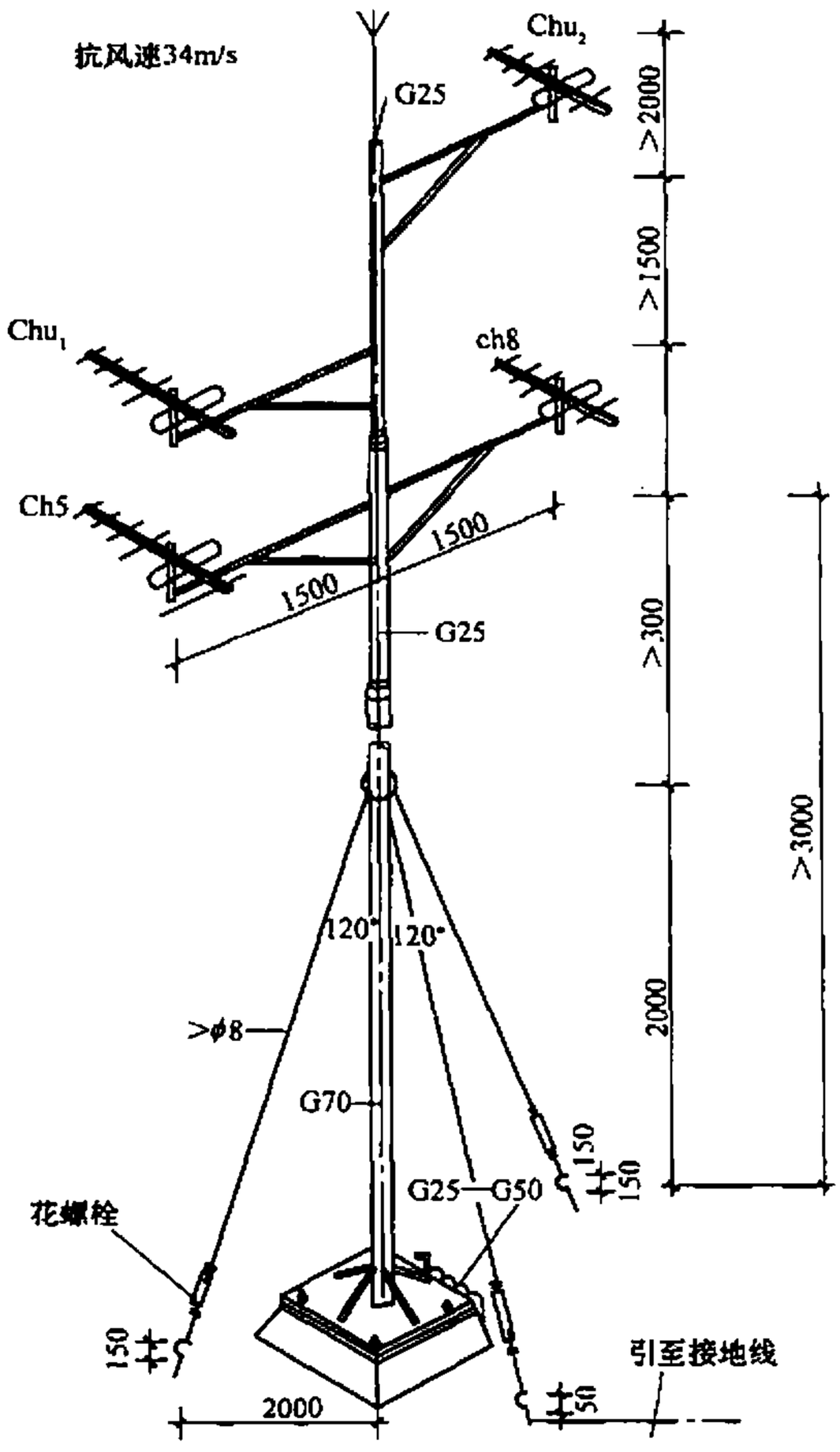


图 6-7　同杆多副天线架设示意图

（2）天线与屋顶（或地面）表面平行安装，最低层天线与基础平面的最小垂直距离不小于天线的最长工作波长，一般为 3.5～4.5m，否则会因地面对电磁波的反射，使接收信号产生严重的重影等。

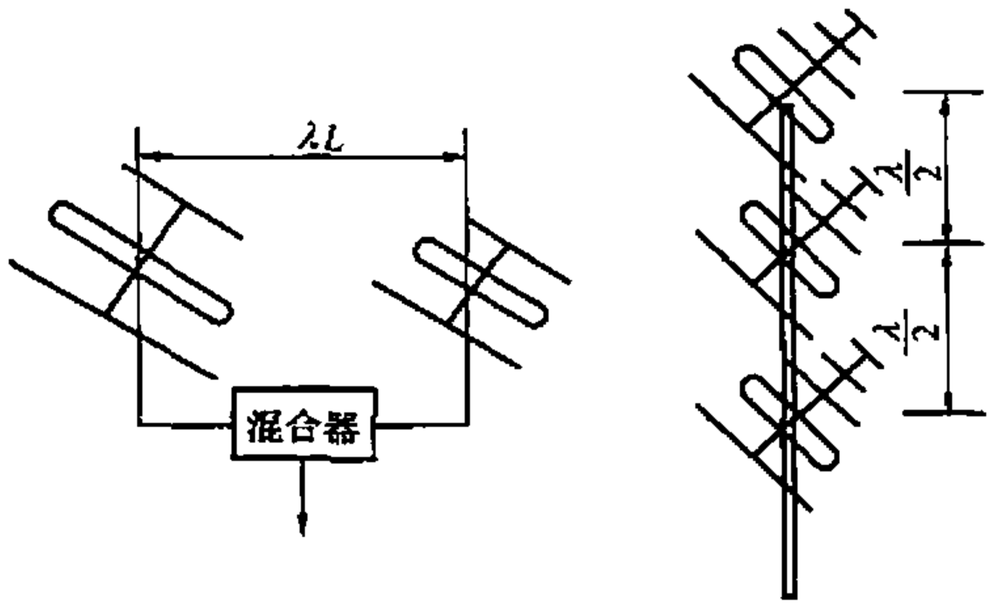
（3）多杆架设时，同一方向的两杆天线支架横向间距应在 5m 以上，或前后间距应在 10m 以上。

（4）接收不同信号的两副天线叠层架设，两天线间的垂直距离应大于或等于半个工作波长；在同一横杆上架设，两天线的横向间距也应大于或等于半个工作波长，如图 6-8 所示。

（5）多副天线同杆架设，一般将高频道天线架设在上层，低频道天线架设在下层。同杆多副天线架设的示例可参阅前述的图 6-7。

三、接收天线的调试

接收天线的调试比较简单，用场强仪测其信号电平或直接用电视机观察均可。首先将场强仪或电视机准确调谐在接收频道上，慢慢调节天线指向，使其处于接收信号最强、干扰信号最弱的位置，然后将天线固定牢靠。



(a)　　(b)

图 6-8　两种常用组合天线

顺便指出，若接收天线能在竖杆上进行上、下调整，当其指向调好以后，也可上、下移动一下，看接收到的信号场强是否变化。同样选择信号强、干扰小的位置固定下来，若信号场强无明显变化，则天线应尽量安装得高一些。

第三节　卫星电视天线与接收设备

一、卫星电视广播的频率分配

卫星电视广播系统由上行发射站、星体和接收站三大部分组成。上行发射站是将电视中心的节目送往广播电视卫星，同时接收卫星转发的广播电视信号，以监视节目质星。星体是卫星电视广播的核心，它对地面是相对静止的，卫星上的星载设备包括天线、太阳能电源、控制系统和转发器。转发器的作用是把上行信号经过频率变换及放大后，由定向天线向地面发射，以供地面的接收站接收卫星信号。

我国目前卫星电视接收多在 C 波段，其频率覆盖为 3.7～4.2GHz，C 波段通信卫星传输电视频率分配如表 6-3 所示。

C 波段电视频道划分　　表 6-3

频道	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
频率(MHz)	3727.48	3746.66	3765.84	3785.04	3804.20	3823.38	3842.56	3861.74	3880.92	3900.10	3919.28	3938.46
频道	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
频率(MHz)	3957.64	3976.82	3996.00	4015.18	4034.36	4053.54	4072.72	4091.90	4111.08	4130.26	4149.44	4168.62

根据 WARC1979 年规定，12GHz 即 Ku 波段广播卫星主发射站的上行频率，欧洲为 10.7～11.7GHz，其他地区为 14.5～14.8GHz，另外还规定 7.3～18.1GHz 为全世界通用。

我国已将 12GHz 频段作为今后的卫星广播使用频率，表 6-4 为 Ku 波段电视频道分配表。

Ku 波段电视频道的划分　　**表 6-4**

频道	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
频率（MHz）	11727.48	11746.46	11765.84	11789.02	11804.20	11823.38	11842.56	11861.74	11880.92	11900.10	11919.28	11938.46
频道	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
频率（MHz）	11957.64	11976.82	11996.00	12015.18	12035.36	12053.54	12072.72	12091.90	12110.08	12130.26	12149.44	12186.62

卫星电视广播的一个频道带宽应有 27MHz，而实际只有 19.18MHz，因此相邻频道频带重叠，有效辐射区将会产生相邻频道干扰。为了防止这种干扰，采用了改变电波极化的方法，邻国之间采用不同的频道和不同的极化方式进行卫星电视广播。

二、卫星电视接收系统的组成

卫星电视接收系统通常由接收天线、高频头和卫星接收机三大部分组成，如图 6-9 所示。接收天线与天线馈源相连的高频头，通常放置在室外，所以又合称为室外单元设备。卫星接收机一般是放置在室内，与电视机相接，所以又称为室内单元设备。室外单元设备与室内单元设备之间通过一根同轴电缆相连，将接收的信号由室外单元送给室内单元设备即接收机。

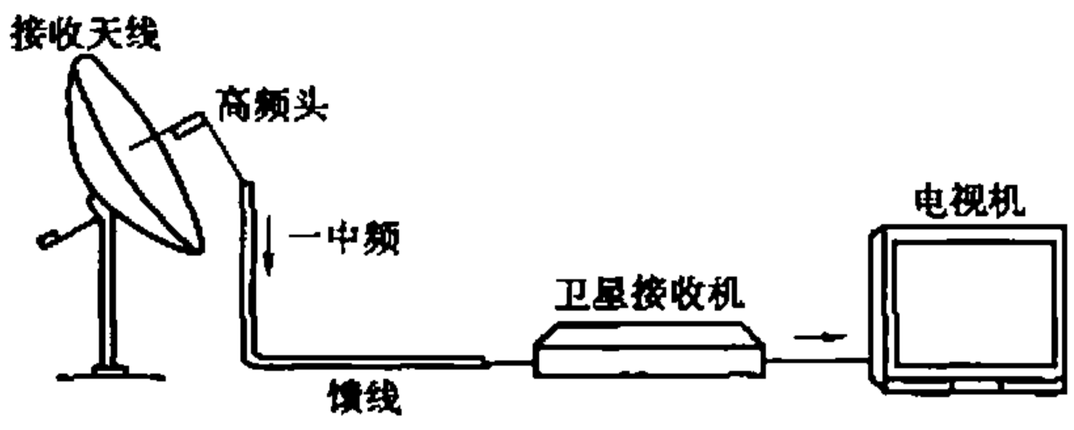


图 6-9　卫星电视直接接收系统的组成

卫星电视接收，首先是由接收天线收集广播卫星转发的电磁波信号，并由馈源送给高频头；高频头将天线接收的射频信号 f_{RF}（C 频段的频率范围是 3700～4200MHz，Ku 频段的频率范围是 11.7～12.5GHz）经低噪声放大后，变频到固定为 950～1450MHz 或 950～1750MHz 频率的第一中信号 f_{1FI}；一中频信号由同轴电缆送给室内单元的接收机，接收机从宽带的一中频信号（B = 500MHz 或 B = 800MHz）中选出所需接收的某一固定的电视调频载波（带宽的通常为 27MHz），再变频至解调前的固定第二中频频率（通常为 400MHz）上，由门限扩展解调器解调出复合基带信号，最后经视频处理和伴音解调电路输出图像和伴音信号。有的电视机没有视频输入接口，所以接收机又将解调出来的图像和伴音信号进行残留边带调幅，以形成 VHF 或 UHF 频段的地面广播形式的信号，与电视机的天线输入方便接口。

卫星电视的接收，按接收设备的组成形式分为家庭用的个体接收和 CATV 用的集体接收两种方式。家用个体接收方式一般为一碟（天线）一机，比较简单。用户电视机与接收电视信号的制式相同，或者使用了多制式电视机，则不必加制式转换器；若用户电视机制式与接收电视节目制式不同，可在接收机解调出信号之后加上电视制式转换器进行收看。

CATV 用的集体接收方式如图 6-10 所示，它是将接收机解调出来的图像和伴音信号，通过调制器进行 VHF 或 UHF 频段的再调制，然后经制式转换器再由混合器将多路节目送入 CATV 系统中去。这样在该系统内的用户不需增加任何设备就可以通过闭路系统的集体接收设备来收看卫星电视了。收看节目的数量，取决于集体接收设备送入闭路系统的节目数量。由于集体接收方式的信号要经过再调制，以及中间传输环节才能送到用户电视机上，因此要求接收质量高，设备特别是接收天线要选用性能较好（口径大）的。此外，送入闭路电视系统的节目数越多，需要的接收机、制转器（如果需要制式转换）、调制器相应增加，即要求每一套节目，都需要用接收机、制转器和调制器设备。如要接收几颗广播卫星的多套电视节目，也就需要几副天线和多套接收设备。

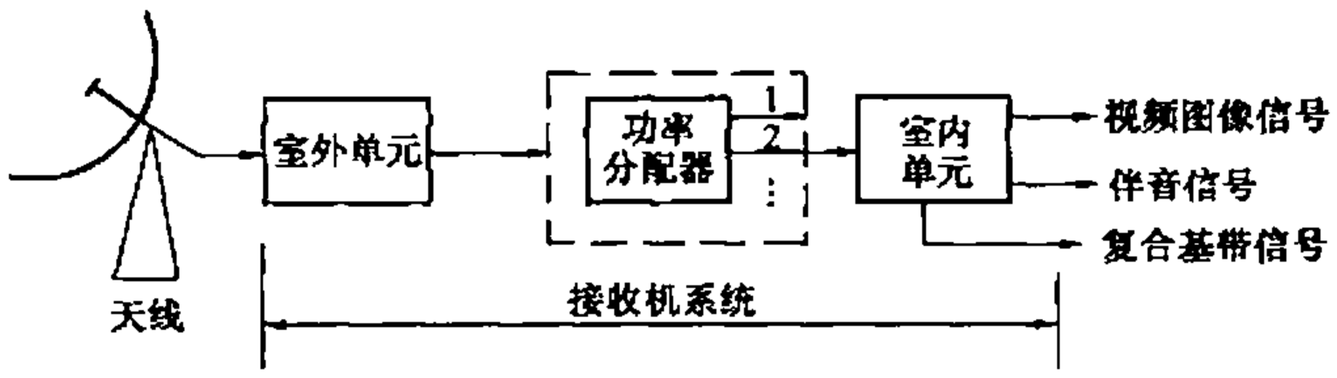


图 6-10　卫星电视接收站设备组成

应该指出，集体接收和个体接收在设备配置上是有区别的，其主要区别有：

1. 对卫星电视接收的载噪比 C/N 值要求不同

门限值代表卫星接收机的灵敏度，载噪比的门限电平越低，灵敏度越高。卫星接收机系统 C/N 值主要由天线口径和高频头噪声温度决定。

个体接收方式因传输电缆短，损耗小，只用一台卫星接收机，所以 C/N 值刚达到门限值即可用，最新卫星接收机采用锁相环门限扩展解调技术，门限电平已降为 60dB，故采用 1.5m 小天线，噪声温度为 25～28℃的高频头，接收效果就很好了。

集体接收方式因其用户有数十至上百户，且必须把信号传输到远处，故要求将信号放大、分配和混合等处理，使信号的信噪比减低，因此要求信号源的载噪比 C/N 值高，为此天线口径要采用 3m 以上，并选用 25℃的高频头。

2. 设备使用条件不同

集体接收方式在接收同一颗卫星上的信号时，一套节目（即一个频道）配一台卫星接收机，调整好后不要轻易改变频道，以便用户的电视机固定预置频道，而且在接收不同卫星时要另外安装天线，几副天线能方便调准不同卫星，一般不再调整。

个体接收方式则希望用一副天线能方便调准不同卫星，所以对天线要求能电动驱动、电子跟踪，对馈源也要求极化可调，且室内要有电子控制调整极化器，使一副天线能达到最大使用效益。

三、卫星接收天线的种类与性能要求

天线分系统是接收站的前端设备。它的作用是将反射面内收集到的经卫星转发的电磁波聚集到馈源口，形成适合于波导传输的电磁波，然后送给高频头进行处理。

天线是组成接收系统的最大部件，用于微波频率的天线几乎都采用面天线，并要求具

有强方向性、高增益和阻抗匹配。从天线的用途来分，它可分为通信天线和接收天线两大类。通信天线是由一副天线同时可用来发射大功率射频信号和接收卫星转发的下行微弱信号，通信天线必须用隔离度相当高的双工器来满足同时收发信号的要求。

接收天线，顾名思义，它只是作为接收信号的单一功用。由于它比通信天线少了一个双工器，因而造价和性能要求都低于前者。接收天线，按其馈电方式不同分为三类：前馈式抛物面天线、后馈式卡塞格伦天线和偏馈式抛物面天线。接收天线，按其反射面的构成材料来分，又可分为铝合金的、铸铝的、玻璃钢的、铁皮和铝合金网状四种。目前，铝合金板材加工成反射面的天线，其性能最好，使用寿命也长；铸铝反射天面的天线，尽管成本有所降低，但反射面的光洁度不高，天线效率低，性能要低于铝合金反射面的天线；玻璃钢反射面的天线，成本也低，但反射面的镀层容易脱落，使用寿命不长；铁皮反射面天线，其成本最低，但容易生锈腐蚀，使用寿命最短；铝合金网状天线，其效率均不如前面的板状天线，但由于重量轻、价格低、风阻小及架设容易，较适合于多风、多雨雪等场所采用。

板状天线的反射面，是由合金铝板、玻璃钢喷涂特种涂料等以相同瓜瓣状的数块（如8块、12块、18块等）拼装起来，或是整块压铸而成的。网状天线的反射面，多采用铝丝编织材料，用密集的辐射梁及加强盘组成。网状天线虽不及板状天线的增益高（因漏场大）、经久耐用、精密度高，但是它具有重量轻、价格低、风阻小及架设容易等优点，因而较多地作为楼顶架设的闭路电视系统，以及在多风、多雨雪等场所采用。各种接收天线的性能比较如表6-5和表6-6所示。

各种接收天线的性能比较　　**表6-5**

天线类型		优点	缺点
后馈板状		效率高，性能好	成本高，加工安装复杂
前馈板状	铝合金	性能较好，效率高，强度大	成本较高，重量较大
	铸铝	成本低，加工简单	面的光洁度不高，易碎
	玻璃钢	成本低，加工简单，耐酸、碱、盐雾	镀层易脱落，寿命不长
	铁皮	成本最低	易锈，寿命不长
前馈网状		抗风、雨、雪性能好，重量轻	效率低，增益不高

3种材料的抛物面天线比较　　**表6-6**

结构	制作工艺	优点	缺点
铝合金板状结构	采用硬铝板或易成型的LF21-22防锈铝板在模具中用气压、旋压成型（整体）或拉伸成型（多瓣），然后铆接在支撑径向梁架上，形成抛物面主反射面	强度大、精度高、结实耐用、效率高、组装方便	重量较大，对基座要求高，价格较贵
网状结构	由铝网或不锈钢网在抛物线辐射筋上敷设而成，多用于前馈天线，精度由辐射筋保证。因辐射筋是有间距，加上网面凹凸不平，网面上有能量泄漏损失	重量轻、风阻小、运输安装方便、对基座要求低、价格便宜	效率等指标比实体天线差，耐用性差
玻璃钢结构	在玻璃表面覆盖金属网或喷涂一层0.5mm厚铝合金，构成整个抛物面结构形式，也可以做成多瓣式	造价低、适应温度范围大、耐酸碱、耐盐雾、耐潮湿，适用于沿海、岛屿地区	易变形老化

（一）反射面

1. 前馈抛物面天线

前馈抛物面天线只有一个反射面，后馈卡氏天线有一个主反射面和一个副反射面。抛物天线的反射面是一个旋转抛物面。卡氏天线的主反射面，也是旋转抛物面，但副反射面则是旋转的双曲线。

如图 6-11 所示，为前馈式接收天线结构示意图。主反射面为旋转对称的抛物面，馈源位于抛物面的焦点上，标准抛物面天线用前馈方式作点源馈电。由于馈源尺寸小，且抛物面天线顶点面授频带窄，驻波比大，一般为 1.1～1.2，不加屏蔽罩时前后比，约为 50dB。用于卫星接收的抛物面天线的焦距 f 与天线口径 D 之比（f/D）一般为 0.38～0.42。

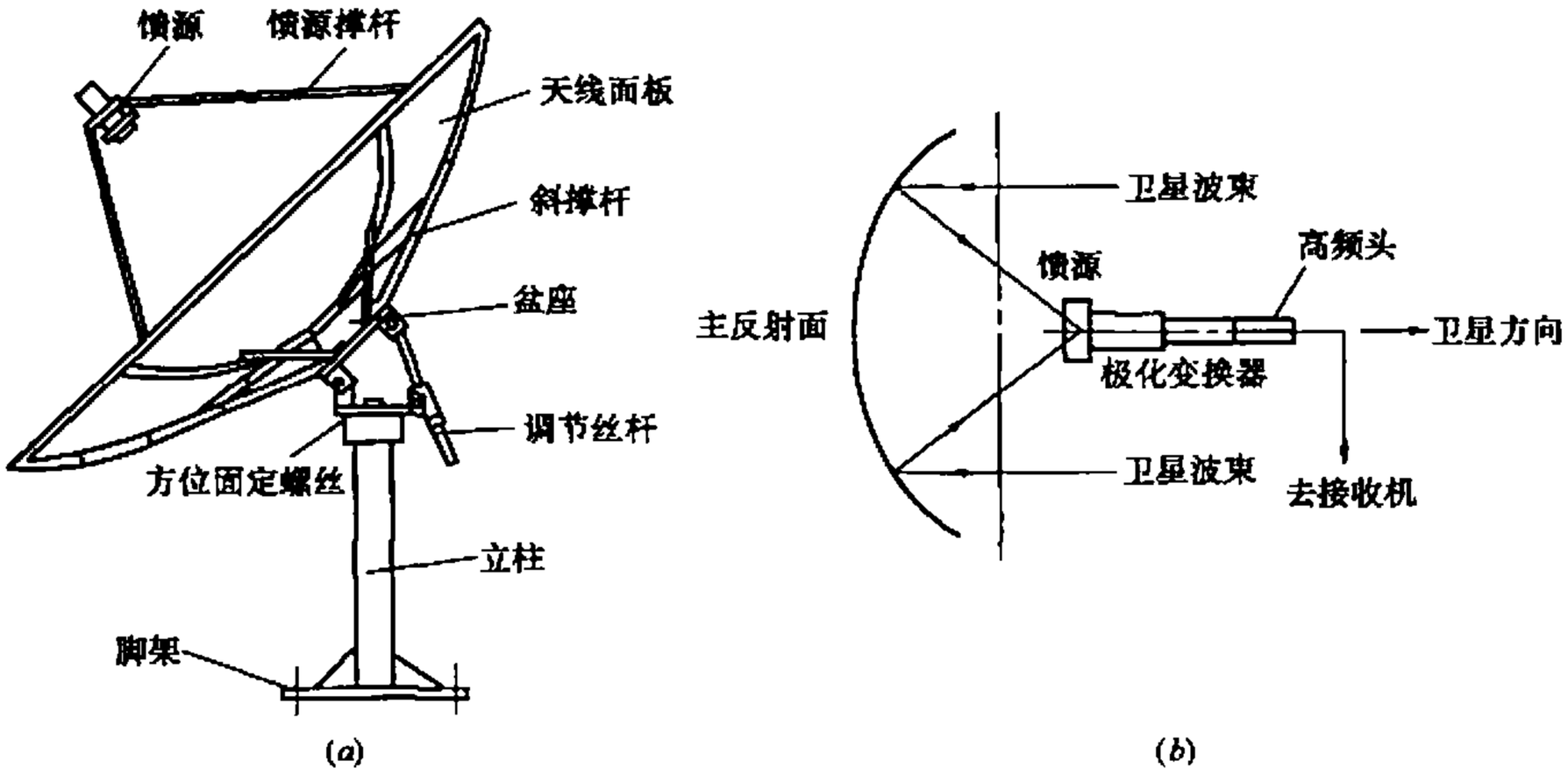


图 6-11　前馈式天线结构示意图

（a）结构图；（b）剖面图

2. 后馈式抛物面天线

后馈式抛物面天线为双反射面，又称卡塞格伦天线。它由一个抛物面形的主反射面、双曲面形的副反射面和馈源喇叭组成，如图 6-12 所示。这种天线采用后馈方式，馈源喇

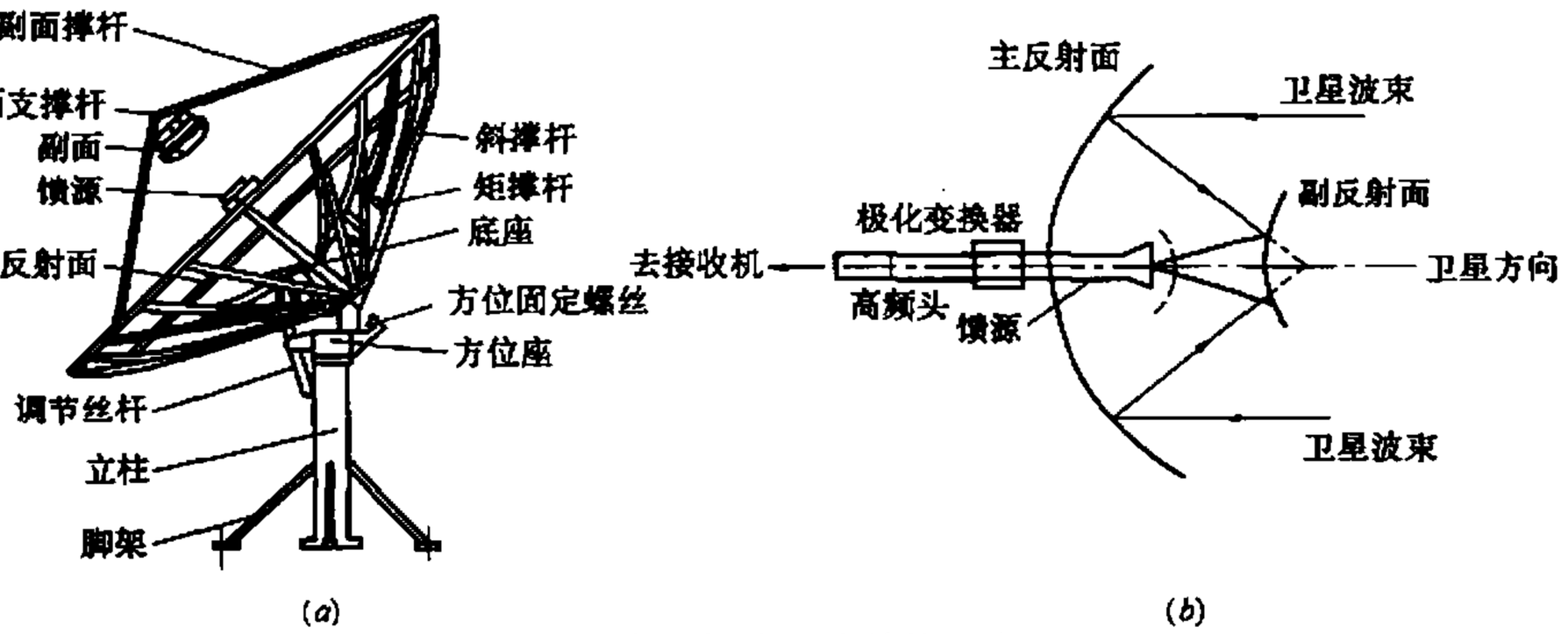


图 6-12　卡氏接收天线结构示意图

（a）结构图（后馈线）；（b）剖面图

叭尺寸大，天线的极化去耦性能好，频带宽，驻波比小，一般在 1.0～1.05，且前后比高，一般为 60～65dB。一般的卡氏天线效率在 0.65 左右，稍高于标准的抛物面天线。为了进一步提高天线效率，要对主副反射面加以修正，修正后的卡氏天线效率一般为 0.7 左右。对焦距 f 与主反射面口径 D 之比（f/D）的值一般选得较小，约为 0.3，因此后馈喇叭长度可相应做得较短。

后馈抛物面天线与前馈抛物面天线相比，具有以下的优点：

(1) 有两个反射面，几何参数多，便于按不同需要灵活地进行设计；

(2) 可采用短焦距抛物面作主反射面，以减少天线的纵向尺寸；

(3) 馈源安装在主反射面顶点的背后，一方面缩短了馈源与低噪声放大器之间的距离，减少了传输噪声，另一方面可以防止照射，特别适合热带的卫星电视的接收；

(4) 天线效率较高，在要求相同增益的条件下，其口径比普通抛物面天线小，对较大型的天线来说，可降低造价。但后馈式抛物面天线结构复杂，加工、安装和调试要求高，如主副反射面交角、同心度、焦距和相位中心至副反射面的距离等。因此在实际的工程中对天线的几何尺寸要做必要的修正。表 6-7 列出前馈式和后馈式天线的对比。

前馈天线与后馈天线参数对比　　表 6-7

	效　率（%）	电压驻波比	第一旁瓣	馈线损耗	造　价
6m 板状卡式	76	≤1.18	－14dB	小	高
6m 板状前馈	65.2	≤1.09	－20.4dB	大	低

3. 偏馈式抛物面天线

偏馈式抛物面天线适于小口径场合。口径小于 2m 的卫星电视接收天线，特别是 Ku 波段大功率卫星电视接收天线，多用这种天线。这类天线也有单偏置和双偏置之分。以单偏置为例，其结构如图 6-13 所示。

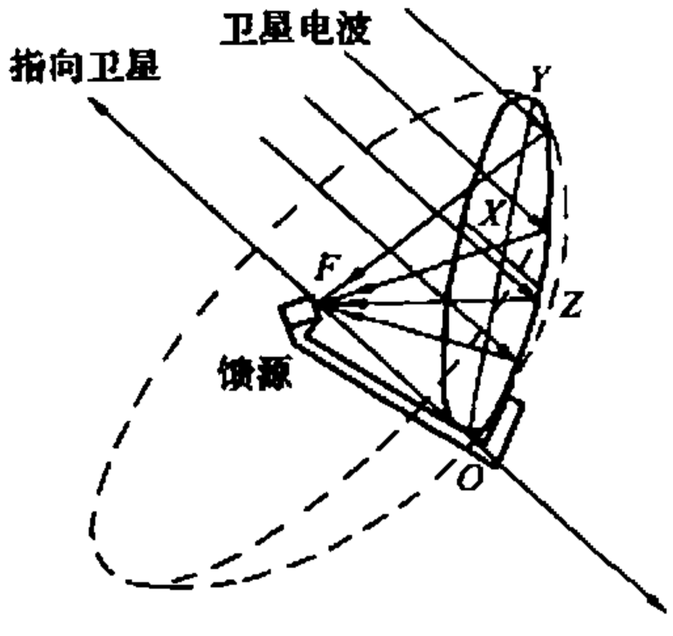


图 6-13　偏馈天线

由图可见，这种天线是由抛物面的一部分截面构成的，单偏置天线的馈源相心与抛物面焦点重合，但与反射面位置错开（即所谓偏馈或偏置）一个距离 d_c。这样，馈源不会遮挡反射面接收电波，因而天线效率可得到提高。椭圆形实线表示偏馈天线。从图中可看出，偏馈天线是从抛物面天线正上方，以 YO 线为中心而切下的一部分，这就是偏馈天线基本的形成原理。偏馈天线由长轴 YO 和短轴 XZ 组成，它的有效面积是以短轴 XZ 为直径形成的圆，长轴约是短轴的 1.1 倍。偏馈天线的标称以短轴为准。

偏馈式抛物面天线与前、后馈抛物面天线相比有以下优点：

(1) 它能有效地降低口面遮挡的影响，使旁瓣电平比前、后馈两者的都低得多，使天线噪声电平明显降低。

(2) 从馈源发出的电波仅一小部分返回馈源，因而反射波不会影响偏置天线，尤其是其阻抗、几乎不受反射波影响。因此可获得较佳的驻波系数。

（3）当采用较大的 f/D 设计时，不会影响天线结构的刚性。架设时，反射器与地面近乎垂直，积雪的影响较小。

（4）效率较前、后馈抛物面天线高。普通前馈式的效率只有 50%，后馈式的为（50～60)%，而偏馈式天线可达 70%。偏馈式天线的缺点是存在交叉极化，即与天线极化垂直的有害极化电平较高，另外，结构不对称会使加工成本提高。

（二）馈源喇叭

馈源的作用是将被天线拓射面收集聚焦的电磁波转换为适合于波导传输的某种单一模式的电磁波。由于馈源形如喇叭，又称为馈源喇叭。馈源喇叭本身具有辐射相位中心，当其相位中心与天线反射面焦点重合，方能使接收信号的功率全部转换到天线负载上去。

常见馈源喇叭的类型有：圆锥型馈源喇叭、角锥型馈源喇叭、波纹馈源喇叭、介质加载的圆锥馈源喇叭、环形槽馈源喇叭。

（三）极化变换器

卫星电视信号的极化方式有 4 种：右旋圆极化、左旋圆极化、垂直线极化和水平线极化。因前两种极化方式不常用，现只介绍垂直线极化（V）和水平线极化（H）的接收方式。

垂直线极化和水平线极化的接收，是改变馈源的矩形（长方形）波导口方向来确定接收的是垂直极化或水平极化。当矩形波导口的长边平行于地面时接收的是垂直极化，垂直于地面时接收的是水平极化，极化方向（极化角）又因地而异，因为地球是个球体，而卫星信号的下行波束却是直线传播，这就造成不同方位角所收的同一极化信号有所不同，所以地理位置不同，所接收的信号极化方向也有所偏差。馈源的长形波导口（极化方向）将不完全垂直或水平于地面。调整极化方向时应注意这一点。各种极化天线安装的极化器取向如图 6-14 所示。

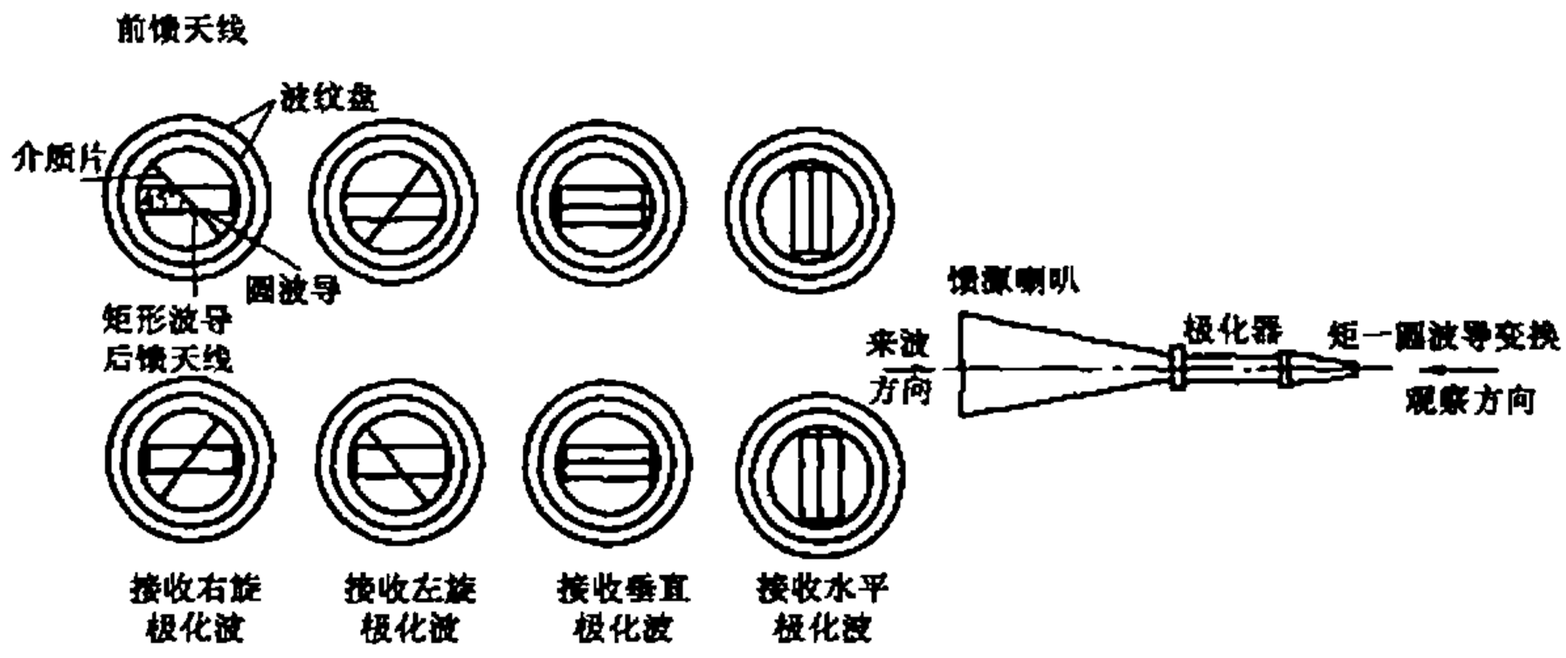


图 6-14　各种极化天线安装时的极化器取向

（四）卫星接收天线的主要性能要求

天线是卫星电视接收系统的输入端口，它的作用是收集来自卫星转发的微弱信号并有效地馈给接收设备，因而其性能直接影响到接收电视信号的质量。

1. 天线的增益要高

天线的增益与天线的口面直径、工作波长和天线的效率有关。增大天线的口面直径可

以有效地提高增益。表 6-8 列举了几种 C 波段抛物面板状天线的增益与口径的关系。但是，由于天线口径的增加会使天线的成本加大，并因风荷的增加而使架设困难，因此，这些问题需要综合考虑。另外，提高天线的效率要求天线面及馈源的加工精度高。

不同口径天线的技术参数　　表 6-8

天线口径（m）	频率范围（GHz）	增益（dB）	驻波比	第一旁瓣（dB）	焦距（mm）	俯仰调整	方位调整	使用环境（℃）	抗风	重量（kg）
1.8	3.7～4.2	35.5	1.2	－12	720	0°～90°	360°	－30～50	8 级工作正常，10 级保精度，12 级不破坏	80
2.4	3.7～4.2	37.8	1.2	－12	960	0°～90°	360°	－30～50		95
3	3.7～4.2	40	1.2	≤－12	1125	0°～90°	360°	－30～50		180
3.2	3.7～4.2	40.5	1.2	≤－12	1125	0°～90°	360°	－30～50		195
3.5	3.7～4.2	41.5	1.16	－12	前 1130 后 1185	0°～90°	360°	－30～50		250
4.5	3.7～4.2	43.5	1.16	－13	前 1800 后 1630	0°～90°	360°	－30～50		480
6	3.7～4.2	47	1.16	－13	前 2100 后 1906	0°～90°	360°	－30～50		1500
7.6	3.7～4.2	57	≤1.25	－14	后 2000	0°～90°	电动 ±80°	－30～50		2200

2. 频带特性要宽

C、Ku 波段卫星广播电视有 24 个转发器具有 500MHz 带宽，为能收看到所有的节目，则要求天馈线系统也必须具有良好的 500MHz 的宽频带特性。

3. 机械强度要高

为保持规定的天线方向性，要求天线的机械结构必须具有足够的强度和精度。能抗风暴，抗腐蚀，耐热耐冷耐潮湿，在满足以上条件的情况下，应选用具有较高的性能价格比、结构简单、轻便、安装调试方便的天线。

4. 旋转性能要好

为使一个天线能根据需要接收来自多颗卫星的电视信号，在底座固定的情况下，天线的方位角和仰角应能在很宽的范围内旋转变化。在我国，要求天线仰角应能在 5°～70°范围内变化，天线方位角以正北为基准应尽量覆盖 90°～270°范围。

5. 极化可调

广播电视卫星下行转发器的发射信号可采用圆、水平、垂直极化方式，不同卫星采用不同的极化方式，有时同一卫星不同频道分别采用水平或垂直极化方式。因此，天线馈源系统的极化方式应方便易调，以提高天线的适应性能。

四、天线对卫星指向角的计算

设：r_p 为地球接收站的位置经度；

r_s 为卫星的轨道位置经度；

我国31个省会城市、直辖市接收11颗重要电视卫星的天线仰角和方位角 单位(度) 表6-9

卫星名称			亚洲3S号		亚洲2号		亚太1号		亚太1A号		亚太2R号		泛美-2号		泛美-4号		泛美-8号		中星1号		中新1号		鑫诺-1号	
轨道位置(度)(东经)			105.5		100.5		138		134		76.5		169		68.5		166		87.5		88		110.5	
主要城市	东经(度)	北纬(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角
北京	116.45	39.92	42.45	196.77	40.96	204.00	38.74	148.39	40.38	153.76	28.37	232.54	19.62	116.17	22.91	239.93	21.77	118.68	35.05	220.76	35.32	220.17	43.41	189.22
天津	117.2	39.13	43.09	198.16	41.49	205.42	39.82	148.95	41.45	154.43	28.38	233.73	20.53	116.40	22.79	240.99	22.72	118.91	35.28	222.10	35.56	221.52	44.17	190.54
石家庄	114.48	38.03	44.94	194.38	43.56	202.00	39.55	144.76	41.43	150.08	30.93	231.72	18.99	113.70	25.34	239.23	21.25	116.09	37.72	219.56	37.99	218.95	45.74	186.44
太原	112.53	37.87	45.50	191.35	44.34	199.14	38.68	142.19	40.70	147.35	32.34	229.83	17.57	112.13	26.83	237.58	19.86	114.45	38.91	217.25	39.18	216.62	46.07	183.30
呼和浩特	111.63	40.82	42.39	189.33	41.44	196.74	35.64	142.85	37.53	147.80	30.78	227.10	15.72	112.71	25.70	235.09	17.89	115.10	36.72	214.42	36.96	213.79	42.80	181.72
沈阳	123.38	41.8	38.39	205.82	36.39	212.33	39.47	158.62	40.52	164.28	22.62	238.02	23.46	123.11	17.09	244.88	25.43	125.91	29.61	227.34	29.91	226.81	39.96	198.93
长春	125.35	43.88	35.63	207.51	33.62	213.74	37.84	162.05	38.67	167.62	20.16	238.79	23.47	126.00	14.81	245.64	25.30	128.91	26.95	228.26	27.24	227.75	37.26	200.93
哈尔滨	126.63	45.75	33.36	208.34	31.38	214.40	36.16	164.31	36.85	169.76	18.33	239.10	23.04	128.14	13.16	245.99	24.76	131.12	24.89	228.63	25.17	228.12	34.98	201.98
上海	121.48	31.22	49.69	208.92	47.08	216.49	49.43	150.22	51.16	156.80	29.68	242.58	27.58	115.39	23.00	248.65	30.06	117.79	38.36	232.43	38.73	231.91	51.72	200.52
南京	118.78	31.04	51.05	204.59	48.72	212.64	48.23	145.93	50.22	152.18	31.98	240.44	25.40	113.23	25.35	246.81	27.91	115.50	40.48	229.67	40.84	229.11	52.73	195.76
杭州	120.19	30.26	51.24	207.48	48.69	215.37	49.71	147.48	51.63	153.99	31.23	242.18	26.93	113.79	24.47	248.29	29.46	116.09	39.98	231.85	40.36	231.32	53.17	198.71
合肥	117.27	31.86	50.77	201.54	48.69	209.72	46.64	144.35	48.70	150.34	32.73	238.52	23.79	112.60	26.25	245.17	26.29	114.85	40.94	227.29	41.29	226.71	52.19	192.67
福州	119.30	26.08	55.86	209.19	53.02	217.75	53.09	142.40	55.39	149.17	34.03	244.60	27.84	110.44	26.84	250.27	30.55	112.50	43.46	234.66	43.87	234.13	57.98	199.39
南昌	115.89	28.68	54.63	200.90	52.48	209.83	48.64	139.75	51.04	145.72	35.64	239.69	23.83	109.80	28.83	246.18	26.46	111.85	44.31	228.39	44.67	227.79	56.01	191.12
济南	117.00	36.65	45.78	198.82	44.05	206.39	42.06	147.25	43.85	152.87	30.08	235.04	21.52	115.00	24.19	242.16	23.81	117.42	37.39	223.46	37.70	222.88	46.94	190.80
郑州	113.63	34.76	48.69	194.06	47.25	202.25	42.00	141.53	44.14	146.92	33.70	233.01	19.65	111.49	27.74	240.42	22.06	113.72	40.98	220.70	41.27	220.08	49.48	185.47
武汉	114.31	30.52	53.15	196.97	51.36	205.82	46.06	139.17	48.45	144.82	35.86	236.79	21.80	109.78	29.33	243.72	24.37	111.86	44.01	224.85	44.35	224.23	54.19	187.47

续表

卫星名称			亚洲 3S 号		亚洲 2 号		亚太 1 号		亚太 1A 号		亚太 2R 号		泛美-2 号		泛美-4 号		泛美-8 号		中星 1 号		中新 1 号		鑫诺-1 号	
轨道位置(度)(东经)			105.5		100.5		138		134		76.5		169		68.5		166		87.5		88		110.5	
主要城市	东经(度)	北纬(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角(度)	方位角(度)	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角	仰角	方位角
长沙	113.00	28.21	56.05	195.56	54.29	205.12	47.10	135.39	49.75	140.92	38.29	237.42	21.44	107.68	31.54	244.31	24.10	109.60	46.75	225.25	47.10	224.60	56.96	185.27
广州	113.23	23.16	61.52	199.04	59.32	209.87	51.16	130.44	54.21	136.04	40.91	242.20	23.16	104.98	33.55	248.34	25.99	106.63	50.39	230.78	50.79	230.14	62.71	186.91
海口	110.35	20.02	65.88	193.92	63.97	206.89	50.86	123.16	54	128.01	45.17	242.96	21.16	101.78	37.54	249.08	24.09	103.16	55.01	230.90	55.42	230.21	66.53	179.56
南宁	108.33	22.84	63.07	187.25	61.83	119.50	47.32	124.26	50.67	128.92	45.45	237.98	18.60	102.30	38.23	245.04	21.44	103.80	54.43	224.42	54.79	223.66	63.15	174.42
成都	104.04	30.07	54.91	177.08	54.74	187.03	39.14	126.64	42.14	130.99	43.86	226.14	13.02	103.17	37.92	234.95	15.64	104.94	50.55	210.65	50.79	209.84	54.24	167.26
贵阳	106.71	26.57	58.93	182.70	58.20	193.67	43.56	126.35	46.69	130.92	44.42	232.46	16.23	103.22	37.79	240.39	18.96	104.87	52.33	217.91	52.64	217.13	58.67	171.57
昆明	102.73	25.04	60.56	173.47	60.61	185.25	41.18	120.89	44.57	124.87	48.63	229.33	12.91	100.53	42.07	238.11	15.68	102.03	56.12	212.75	56.39	211.84	59.45	162.13
拉萨	91.11	29.71	51.93	152.63	53.86	161.54	28.80	114.88	32.17	118.08	51.83	207.74	1.81	96.07	47.43	220.04	4.42	97.62	55.14	187.25	55.19	186.25	49.37	144.61
西安	108.95	34.27	50.00	186.11	49.19	194.77	39.57	135.39	42.03	140.30	37.31	228.47	16.02	107.97	31.57	236.55	18.47	110.05	44.04	214.90	44.30	214.21	50.14	177.24
兰州	103.73	36.03	48.15	176.99	48.05	185.48	34.81	130.80	37.41	135.22	39.26	221.18	11.25	105.15	34.16	230.20	13.66	107.18	44.78	206.33	44.96	205.58	47.57	168.58
西宁	101.74	36.56	47.40	173.70	47.57	182.08	33.09	129.07	35.74	133.34	39.95	218.35	9.52	104.01	35.11	227.73	11.91	106.02	44.99	203.07	45.17	202.31	46.59	165.49
银川	106.27	38.47	45.44	181.23	45.04	189.22	34.61	135.17	36.93	139.80	35.77	222.59	12.54	107.78	30.78	231.23	14.85	109.95	41.33	208.64	41.53	207.95	45.22	173.21
乌鲁木齐	87.68	43.77	36.45	155.07	37.91	161.79	19.26	119.85	21.85	123.44	38.30	195.94	-2.42	96.02	35.98	206.69	-0.27	98.13	39.54	180.26	39.54	179.53	34.58	148.68
重庆	106.50	29.58	55.56	182.04	54.89	192.10	41.36	128.64	44.04	133.27	42.45	229.68	15.72	104.30	36.28	237.90	17.90	106.12	50.58	209.90	50.40	213.96	55.07	171.86

经度差 $r = r_p - r_s$；

φ 为地球接收站的纬度。

则地球接收站天线对卫星的仰角为：

$$\theta = \text{arctg}\left[\frac{\cos r \cdot \cos\varphi - 0.1511}{\sqrt{1-(\cos r \cdot \cos\varphi)^2}}\right]$$

方位角 Φ 与 r 和 φ 的关系为：

$$\Phi = \text{arctg}\left(\frac{\text{tg}r}{\sin\varphi}\right)$$

按上式计算的方位角，以正南为基准，南偏西为正，偏东为负。若以正北为参考，则应加 180°。

表 6-9 给出了我国部分主要城市卫星地面接收站接收某些中外卫星时的天线仰角和方位角，供天线安装调试时使用。

第四节　卫星天线的安装

一、站　址　选　择

卫星地面站站址选择关系到接收卫星电视信号的质量、基建投资以及维护管理是否方便等。站址的选择要考虑诸多因素，如地理位置、视野范围、电磁干扰、地质和气象条件等，有时还要进行实地勘察和收测，最后选定最佳站址。其主要考虑有：

（1）计算接收天线的仰角和方位角

根据站址的地理经度、纬度及欲收卫星轨道的经度，可采用图表法或计算公式计算出站址处接收天线的方位角和仰角，观察接收前方（正南方向东西范围）视野是否开阔，应无任何阻挡。

（2）要避开微波线路、高压输电线路、飞机场、雷达站等干扰源

一般用微波干扰场强测试仪来测站址处有否微波杂波干扰。当接收机灵敏度为 −60dBm 时，如干扰电平小于 −35dBm，则不会对图像信号造成干扰。

（3）卫星电视接收站以尽可能与 CATV 前端合建在一起为宜。这样既节约基建费用，亦便于操作和管理。室内单元可置于机房内，接收天线的架设地点距室内单元一般以小于 30m、衰减不超过 12dB 为宜。但当采用 6m 天线、$G \geqslant 60$dB 的高增益高频头时，可用小于 50m 长度的电缆；如采用 3m 天线、$G = 54$dB 左右高频头，则电缆长度应小于 20m。如因场地、干扰等某种原因，需要把天线架设在离室内单元较远之处时，它们之间的连接应改用低耗同轴电缆，或增设一个能补偿电缆损耗（放大信号）的高频宽带线性放大器。

（4）其他因素考虑：如交通方便、地质结构坚实及气象条件等。

二、设 备 的 选 用

1. 天线的选择

（1）根据卫星等效全向辐射功率（EIRP）和对接收图像质量需求（等级）提出对接收

系统 G/T 值要求，再根据室外单元的噪声温度，计算出接收天线的增益与口径。

(2) 前馈型和后馈型天线

由于低噪声高频头的体积小，可以直接连在馈源后面，克服了前馈馈线比后馈馈线损耗大的缺点，使前馈的天馈系统噪声温度大大降低。前馈天线的增益仅比后馈低 0.3dB 左右，而造价比后馈便宜。但前馈天线，由于高频头接在位于抛物面焦点的馈源喇叭后面(需要高频头能耐太阳光聚焦的高温)，离地面较高，安装、维修困难。对于收发合用的卫星通信站，后馈天线是有利的，它易于与发射机输出波导联结，馈损小，不会对天线形成阻挡。

(3) 板状天线和网状天线

根据当地的最大风力来考虑，天线承受大风时不允许有变形、摆动、碰撞或损伤等现象；对风力较大地区，宜选择结构强度大的网状天线，因好的网状天线的增益只比板状天线低 0.5 ~ 1dB，但价格却便宜一半。在大、中城市，工业区，多冰雪地区，空气污染严重，用板状天线寿命长。一定要注意天线及支架的防腐性能要好。

(4) 天线调整方向范围

天线调整方向的范围要宽，通过调整机械，在底座不动的前提下，应可接收到目前需要接收的和今后计划要接收的全部卫星发送的信号。锁定装置要精密牢固。

(5) 馈源的极化方式

馈源应能方便地工作在垂直极化或水平极化两种状态，需要时能很快转换。

另外，还应注意馈源和室外单元的密封性能，防止雷击，防止雨水、尘土进入波导部件，以防锈蚀和损坏器件。

(6) 天线的跟踪、驱动方式

大口径天线多用双轴跟踪，小口径天线既有单轴跟踪，又有用双轴跟踪方式。天线驱动有手动、电动和自动三种方式，前两种均为人工定位，功能简单，造价低。第三种方式在双轴跟踪天线中通常采用单板微型计算机控制，且有自动选择（精度可超过 0.3°)、跟踪某一颗或预置几颗卫星（精度可超过 0.1°）等完善的功能，从而使天线能够迅速地找到任何一颗需要的卫星，并以信号跟踪方式保证天线处于最佳接收状态。但这种天线造价高，维护复杂，在县级以上的卫星电视接收站才采用。单轴自动跟踪天线通常采用电桥平衡方式自动记忆卫星位置，也可以预置同步卫星轨道上的多颗卫星，并迅速找到任何一颗卫星，但不能以信号跟踪卫星。此种方式造价低，多用于 6m 以下的卫星电视接收站。

(7) Ku 频段接收天线

Ku 频段接收小天线一般采用前馈抛物面，有正馈与偏馈两种。正馈 Ku 天线是圆抛物面中心聚焦馈电式，偏馈 Ku 天线则是椭圆形或菱形偏焦馈电式。其中正馈 Ku 天线的焦距相对短一些，多为前些年所生产，现阶段的 Ku 接收小天线几乎都是偏馈式的，在相同尺寸情况下，偏馈天线比正馈天线的增益要略高（由于馈源不阻挡反射面，所以天线效率高)。从天线所用材料来说，可分为复合材料（如玻璃钢天线）和金属材料（如铝合金板、钢板）两种天线，一般在相同价格情况下选用玻璃钢天线为好，因为玻璃钢天线的电气性能较稳定。经过设计考虑，要接收好鑫诺 1 号 2A ~ 5A 转发器 Ku 频段卫星电视，接收天线尺寸在卫星转发器波束覆盖区中心和雨衰小的地区的个体接收可选用 0.6 ~ 0.75m 直径的天线，而在波束覆盖区的边缘或雨衰较大的地区选用 0.75 ~ 1m 直径的天线（或做收转

用）为好。对于偏馈天线一般使用一体化馈源高频头（双线极化），这样安装调试与使用都较为方便。在购买天线时不能光看天线产品样本上的技术指标，也不能只看价格便宜，而一定要做充分的调研，多了解已经用过此种天线产品的用户，选用性能/价格好的天线，“村村通”的 Ku 频段接收天线基本性能也必须符合行业规定的 Ku 频段天线电性能的要求。天线（馈源）极化角的控制一定要采用可以在卫星接收机（IRD）上进行线极化电控的（与接收机 IRD 要配套的），即可用切换 13V/18V 来选择所需的垂直与水平极化（V/H）。

2. 高频头的选购

高频头一定要选用噪声温度低（C 频段 20～30°K，Ku 频段 0.7～0.9dB）、本振相位噪声小、本振频率稳定度高、动态增益大（约 65dB）的高频头，尤其在接收卫星数字信号时，高频头的本振相位噪声和本振频率稳定度大小对接收信号质量是至关重要的。用于数字压缩卫星接收系统的高频头要求本振相位噪声小于 -65dBc/Hz（在 1kHz 处），本振频率稳定度小于 ±500kHz。

高频头的工作频段选择，目前我国使用的通信卫星（鑫诺 1 号星、亚洲 2 号星、亚太 1A 星等）转发器的下行工作频率都为 12.25～12.75GHz，而国际电联分配给我国直播卫星（4 个轨位为 62°、92.2°、122°和 134°E）的下行工作频率为 11.7～12.2GHz，因此所购买的高频头频宽范围一定要与所需接收卫星下行工作频率范围相适应，因为我国规定 C 频段高频头本振高（5150MHz），Ku 频段高频头本振低，选购的高频头一定要使本振频率与所收卫星的全部下行频率之差值正好全部落在卫星接收机的工作频段范围之内，这样才能使接收到的卫星电视节目套数最多。

此外，使用一体化馈源高频头最好选用双线极化馈源高频头，这样卫星下行的两种极化波可以在 IRD 上通过极化电控切换来选择所需的垂直或水平极化波。

3. 室内单元（卫星接收机）的选择

（1）室内单元和室外单元应注意配套购买，避免发生接口电平、阻抗、连接电缆、室外单元供电、第一中频覆盖范围和本振频率高低的要求不符等问题，并需注意主要指标，例如噪声温度 T_E，高、中频和视频带宽，DG、DP 失真等。

（2）购买进口卫星电视接收机时，必须注意频段、制式、接口电平、中频频率、电缆阻抗和电源供电等是否符合要求，如有不符，有的就不能使用，有的须对有关部分进行改机及检验，使其符合要求后才能使用。

（3）卫星电视接收宜采用两次变频方式，以便其用一副天线和一套室外单元，同时接收卫星下发同频段内多套电视节目。

（4）必须选购具有门限扩展解调器的接收机，以降低门限电平，在 C/N 值不高的情况下，使其具有一定的门限储备余量，以获得稳定和较高的图像质量。

（5）关于选购卫星数字电视接收机 IRD，其各项技术要求必须符合国家广电行业标准 GY/T 148—2000“卫星数字电视接收机技术要求”。其主要功能与技术要求如下：

①IRD 的主要功能有调谐器，QPSK 解调，去扰码，纠错，解复用，解压解码，再进行 PAL 编码，形成全电视信号输出。其中调谐器可以工作在 C 频段和 Ku 频段，因此要求 IRD 应具有频谱倒置功能，便于接收不同频段的卫星电视节目。另外还要求 IRD 既能接收 SCPC（单路单载波）也能接收 MCPC（多路单载波）的卫星电视信号。

②IRD 应具有中文电子节目指南和接收信号强度指示，最好还具有接收图文电视（VBI）功能等。

③要具有接收天线馈源极化切换功能（切换电压范围 12～24V 可调，I_{min} = 350mA），IRD 应具有断电记忆功能等。

④IRD 的 RF 输入频率适应范围最好为 950～2150MHz（可降低至 950～1750MHz）；输入电平适应范围为 -65～ -30dBm；符号率为 2～30Ms/s 或 2～45Ms/s。

⑤在卫星数字电视传输时，规定维特比译码输出的误码率为 2.0×10^{-4}时的 Eb/No 值即为门限值，选购的 IRD 要求此门限值越小越好，技术指标要求 Eb/No 门限值≤5.5dB（FEC = 3/4 时）。

⑥在采用不同的卫星数字电视传输标准时，需要使用不同标准类型的 IRD 来接收卫星电视信号。例如要接收亚卫 2 号 Ku 频段转发器上的中央电视台电影、体育、文艺、戏曲音乐等节目（CCTV3、5、6、8），则必须购买专用 IRD（符合 Digicipher Ⅱ标准）卫星接收机，且经过中央电视台卫星电视传播中心的授权后才能接收到上述电视节目。如果要接收亚卫 2 号卫星转发器上的我国各省（自治区）直辖市卫星数字电视节目，则必须采用符合国家广电行业标准 GY/T 148—2000 的 IRD（即符合国际 MPEG2—DVBS 标准）。如果想接收我国“村村通”的卫星电视节目，则必须购买一台带有智能卡（Smart Card）插槽的专用卫星数字接收机 IRD，并插入附加的智能卡（已被提供条件接收授权，写入密钥）进行解密后才能进行正常接收。

如果涉外宾馆、饭店和外国使馆等需要接收境外的经过加密的卫星数字电视节目，则一般来说接收信号的用户除了需要使用符合相应标准的卫星接收机 IRD 外，还得购买一个专用智能卡（叫做 Smart Card，其中含有解密所必须的密钥），把此卡插入卫星接收机后才能正常收看卫星电视。

⑦如果 IRD 的用户还有接收卫星数据的需求，则还要考虑到所选购的 IRD 必须有数据接口，且注意其数据输出的最大速率是否符合应用要求，同时其传输码流应符合 DVB 标准要求。

三、卫星天线的安装

抛物面天线的安装，一般按照厂家提供的结构安装图安装，抛物面天线的反射板有整体结构和分瓣结构两种，大口径天线多为分瓣结构。天线座架主要有立柱座架和三角脚座架两种（立柱座架较为常见），下面介绍安装步骤。

（1）安装天线座架

把脚座架安装在准备好的基座上，校正水平后，固紧座脚螺丝。然后装上俯仰角和方位角调节部件。安装天线座架要注意方向。

（2）拼装天线反射板

天线反射板的拼装要求按生产厂家说明进行安装，反射板和反射板相拼接时，螺丝暂不紧固，待拼装完后，在调整板面平整时再固紧，在安装过程中不要碰伤反射板，同时还注意安装馈源支杆的三瓣反射板的位置。

（3）安装馈源支架和馈源固定盘

（4）固定天线面

将拼装好的天线反射面装到天线座架上，并用螺钉固紧，使天线面大致对准所接收的卫星方向。

(5) 馈源、高频头的安装

把高频头的矩形波导口对准馈源的矩形波导口，两波导口之间应对齐，并在凹槽内垫上防水橡皮圈，用螺钉紧固。将连接好的馈源、高频头装入固定盘内，对准抛物面天线中心焦点位置。理论和实践证明，由于矩形波导中的主模 TE_{10}电场矢量平行于窄边，当馈源矩形波导口的窄边平行地面时，为水平极化，矩形波导口窄边垂直地面时，为垂直极化。对于圆极化波（如历旋圆极化波），应使矩形导波口的两窄边垂直线与移相器内的螺钉或介质片所在平面相交成 45°角。

(6) 高频头的安装　高频头的安装较为简单，将高频头的输入波导口与馈源或极化器输出波导口对齐，中间加密封橡胶垫圈，并用螺钉固紧。高频头的输出端与中频电缆线的播送端相接拧紧，并敷上防水粘胶或橡皮防水套，加钢制防水保护管套效果更理想。

(7) 接收机的安装　接收机放置于室内。应选择通风良好，能防尘、防震，不受风吹、雨淋、日晒，并靠近监视器或电视机的位置。将中频输入线、电源输出线、音视频输出线和射频输出线按说明书的要求进行连接。

下面以国产 3m 天线为例介绍安装过程。

在选定的接收地点按图 6-15 所示预制天线基座。基座下面的底层应是大于 $1kg/cm^2$ 压强的坚实土质（顶层）组成。基座中采用 ϕ12mm 的螺纹钢筋，钢筋间相互扎紧固定。浇注混凝土前，将地脚螺栓按图 6-15 所示尺寸正确安放。混凝土按 300 级考虑。$1m^3$ 材料比为 425 号水泥 430kg；中砂 623kg；碎石 1245kg；水 $0.18m^3$。水的比例要严格控制，否则影响混凝土质量。在浇注过程中必须振动捣实，保养期 15 天，以达到 $210kg/cm^2$ 的压强。

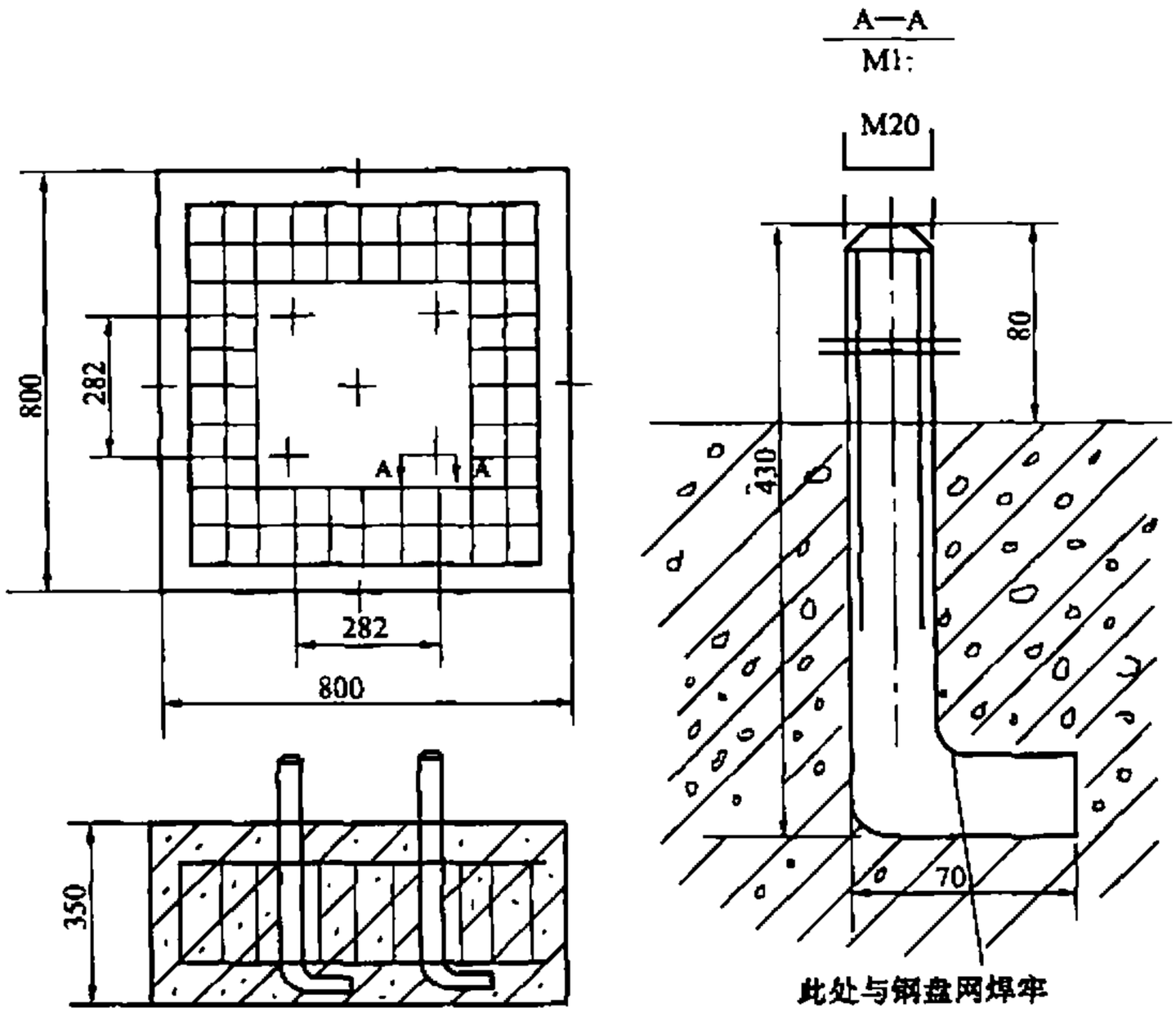


图 6-15　卫星天线基座结构图

天线安装时先清除基座上的水泥灰渣，并将地脚螺栓涂上黄油，参照图 6-16 和表 6-10，然后按如下步骤进行安装：

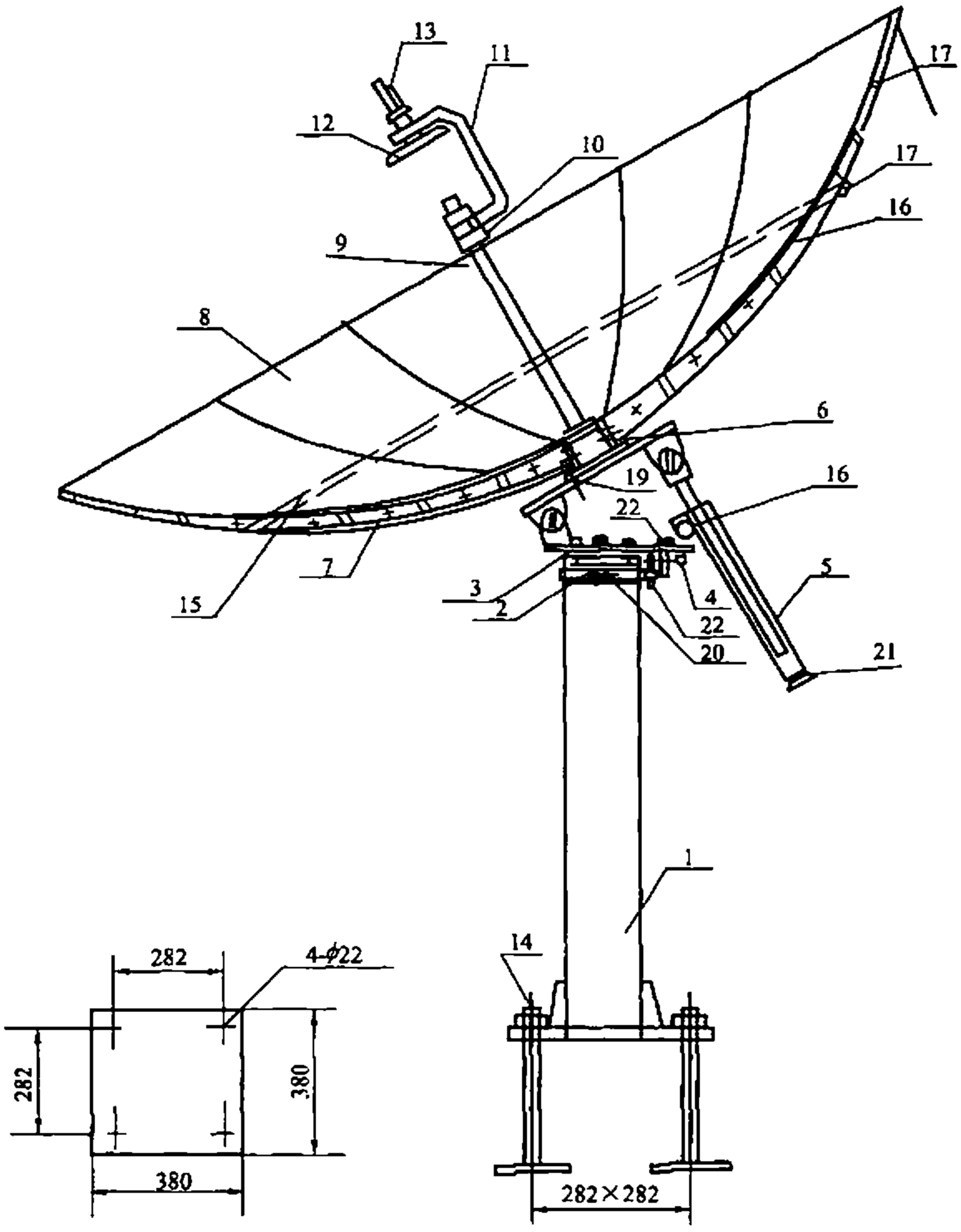


图 6-16　3m 卫星天线结构图

3m 天线安装零部件明细表　　表 6-10

序　号	零部件名称	规　　格	3m（件）	备　　注
1	立　柱		1	
2	固定夹		1	厂方装配
3	固定螺栓	M20×60 M12×60	1 3	厂方装配 厂方装配
4	方位微调装置		1	厂方装配
5	俯仰调节装置		1	厂方装配
6	中心筒		1	厂方装配，按用户需要

续表

序　号	零部件名称	规　　格	3m（件）	备　　注
7	辐射梁		12	无编号、任意安装
8	反射面（主面）		12	无编号、任意安装
9	馈源杆		1	厂方装配
10	调节螺帽	M24	2	
11	馈源座		1	
12	馈　源		1	
13	高频头		1	
14	地角螺栓 螺母	M20×410 M20	4 4	厂方供 厂方供
15	撑杆		12	
16	夹紧螺栓		1	厂方装配
17	螺栓	M8×20	63	标准件袋装
18	螺栓	M8×20	60	标准件袋装
	平垫	Φ8	153	标准件袋装
	螺母	M8	28	标准件袋装
19	螺栓	M12×30	6	厂方装配
20	固定夹螺栓	M12×35	1	厂方装配
21	调节手轮		1	厂方装配
22	方位调节座螺帽	M12	2	厂方装配
	3米焦距　C波段	1065～1068mm		

（1）安装立柱。用4个M20螺母（14）将立柱（1）固定在地脚螺栓上，注意保持中心和地面垂直。

（2）安装辐射梁。将12片辐射梁（7）用M8×20螺钉与中心筒（6）顺序连成整体，辐射梁无编号可任意互换。

（3）反射面安装。将反射面（8）用M8×20螺钉依次（无编号）与辐射梁连接好，保证反射面边接平滑、圆整。

（4）馈源组安装。先将馈源（12）与高频头（13）连成整体，高频头不得错位，再将馈源组用哈夫夹固定在弓形架（10）上，然后再把弓形架安装到馈源杆（9）上。

（5）总装。将馈源支架用M8×20螺钉安装到反射面中间的中心筒上，按极化方式的要求调整好馈源的角度；将同轴电缆一端接在高频头上，另一端从馈源杆上端孔穿入，而从天线背后引出至前端；调整方位、俯仰两个角度的松紧，并固定在所需的工作位置上。

图6-17是一种3.5m网状卫星接收天线的装配图。

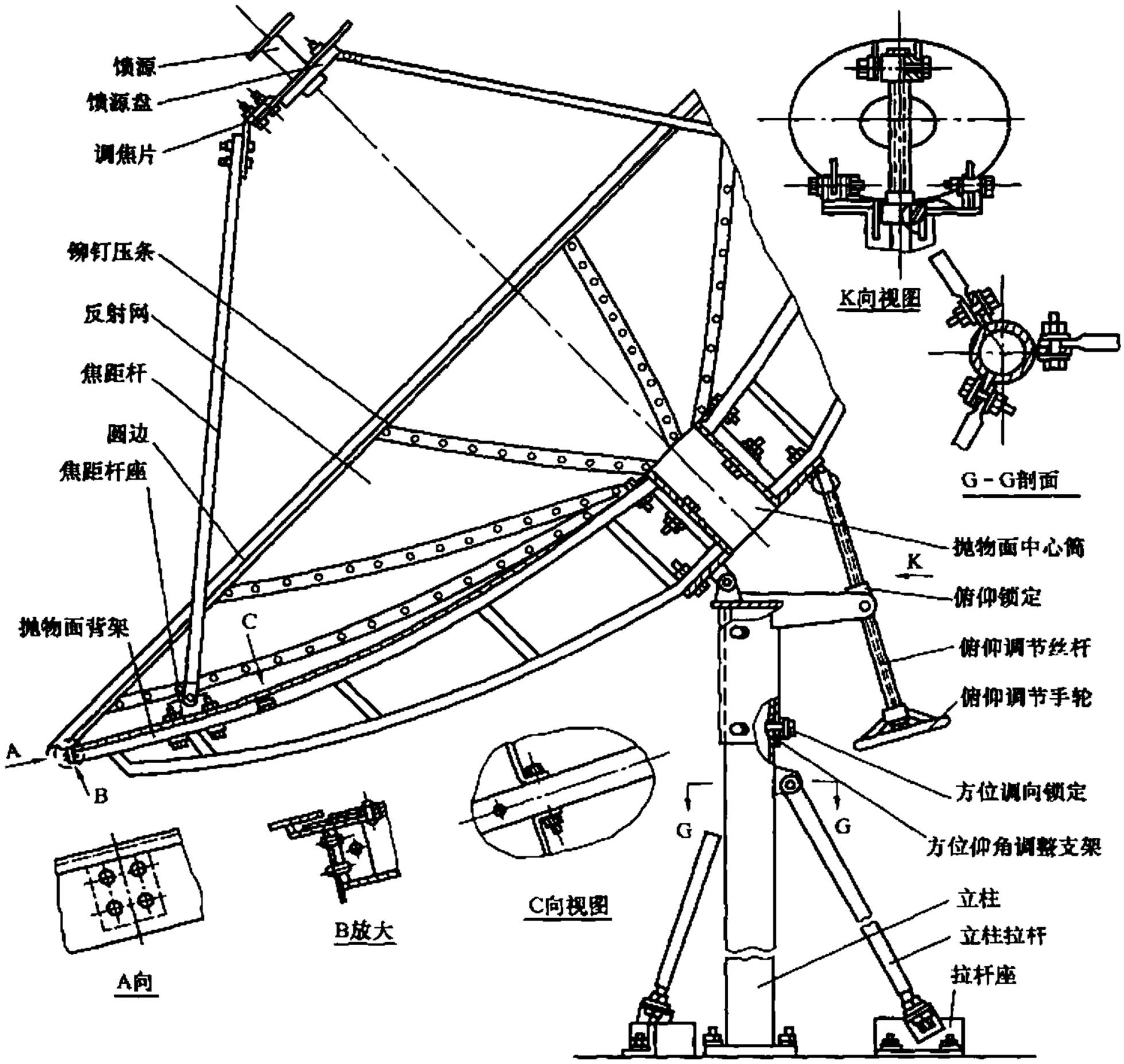


图 6-17　3.5m 网状卫星电视接收天线装配图

四、天线及系统的防雷与接地

（一）避雷针的安装

（1）避雷针的高度应满足天线在避雷针的 45°保护角之内，如图 6-18 所示。避雷针可装在天线竖杆上，也可安装独立的避雷针，独立避雷针与天线之间的最小水平间距应大于 3m。

（2）避雷针一般采用圆钢或紫铜制成，避雷针长度应按设计要求确定，并不应小于 2.5m，直径不应小于 20mm。接闪器与竖杆的连接宜采用焊接。焊接的搭接长度宜为圆钢直径的 10 倍。当采用法兰连接时，应另加横截面不小于 48mm^2 的镀锌圆钢电焊跨接。

（3）独立避雷针和接收天线的竖杆均应有可靠的接地。当建筑物已有防雷接地系统时，避雷针和天线竖杆的接地应与建筑物的防雷接地系统的地连接。当建筑物无专门的防雷接地可利用时，应设置专门的接地装置，从接闪器至接地端的引下线最好采用两根，从不同方位以最短的距离沿建筑物引下；其接地电阻不应大于 4Ω。

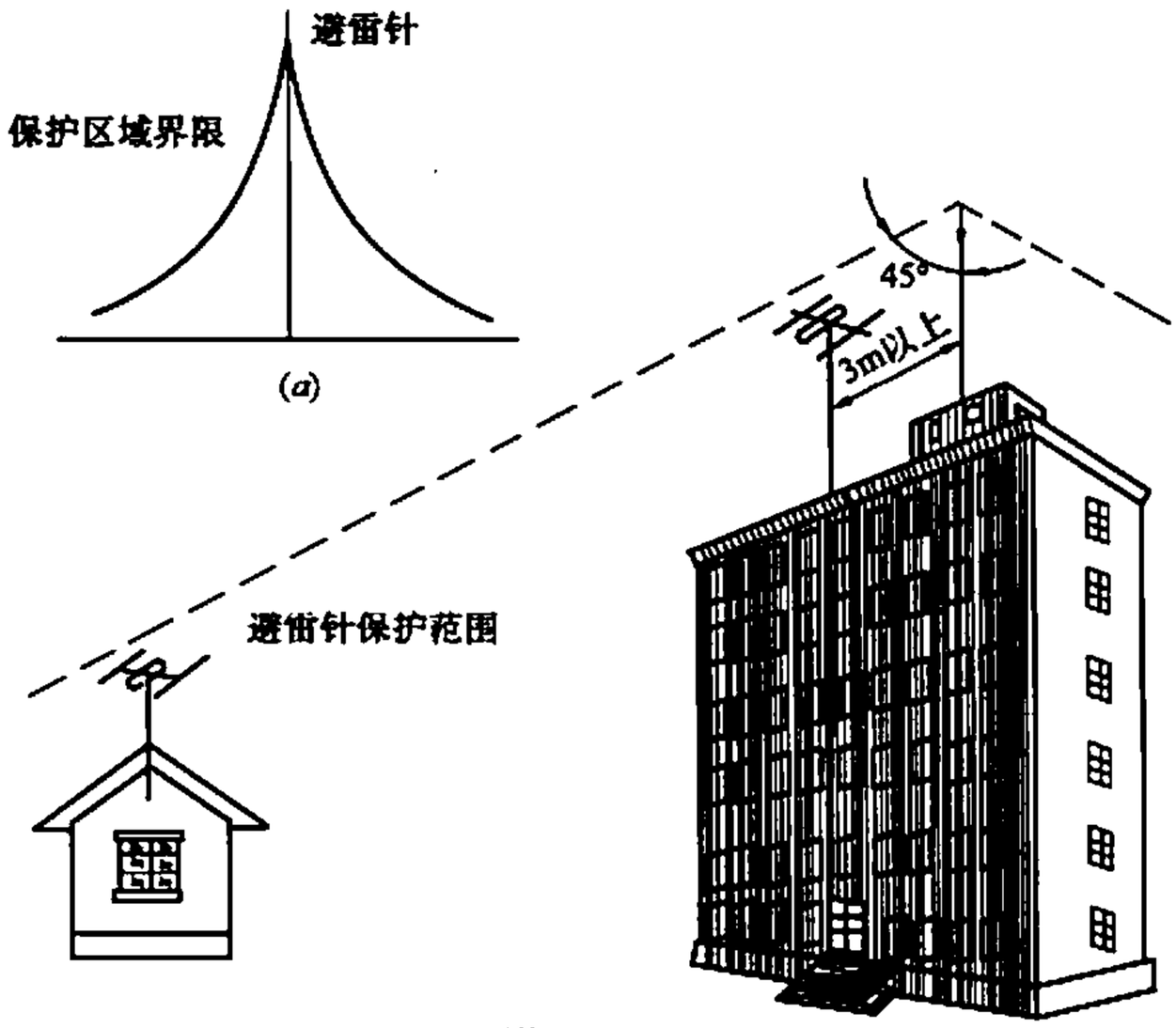


图 6-18　单根避雷针的保护区域

（4）避雷针引下线一般采用圆钢或扁钢，圆钢直径为 10mm，扁钢为 25×4（mm^2），暗敷时，截面应加大一倍，可参见图 6-19 和图 6-20 所示。

（5）避雷带支撑件间的距离在水平直线部分一般为 1～1.5m，垂直部分为 1.5～2m，转弯部分为 0.5m。

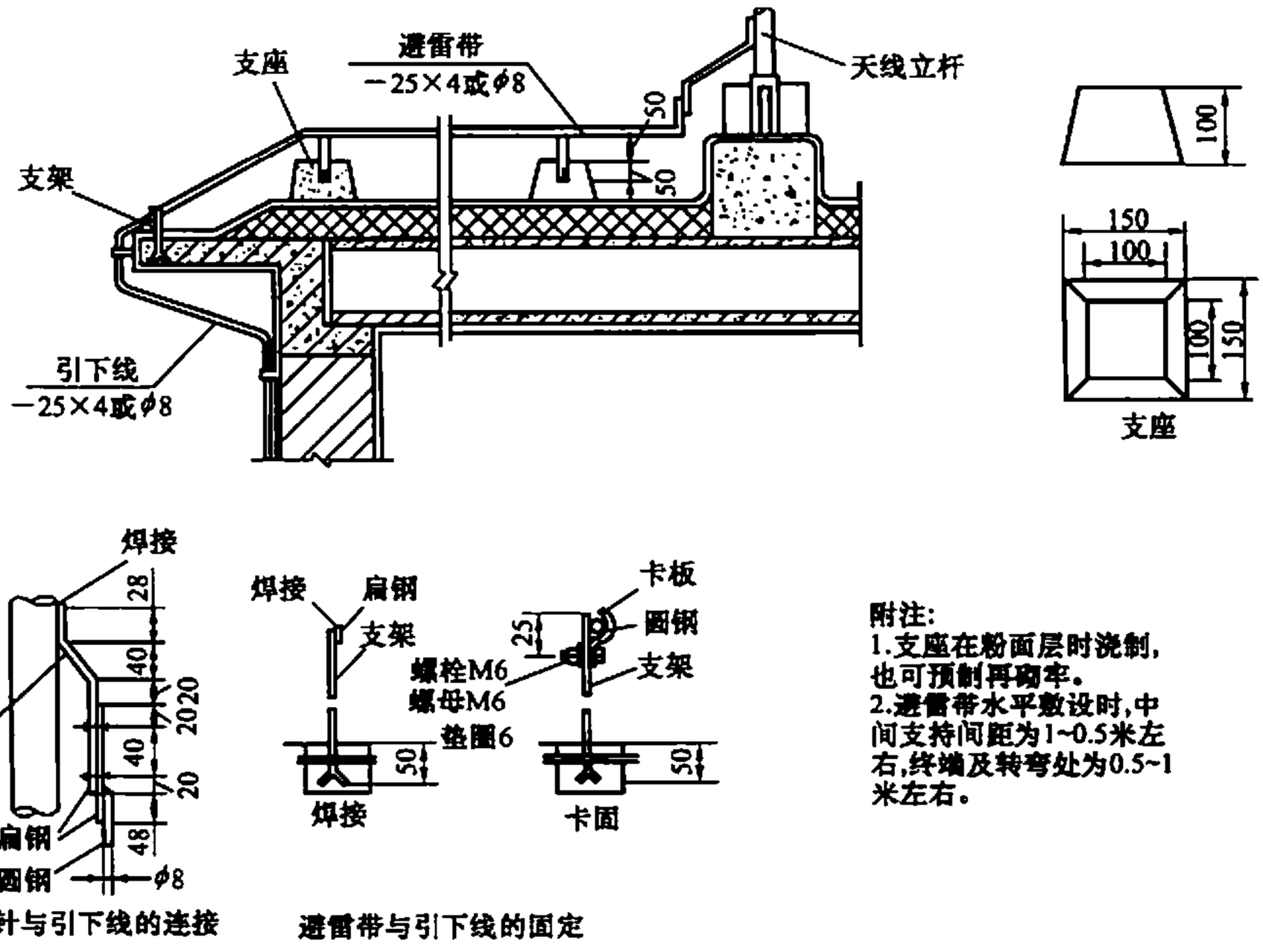


图 6-19　平面屋顶防雷装置做法图

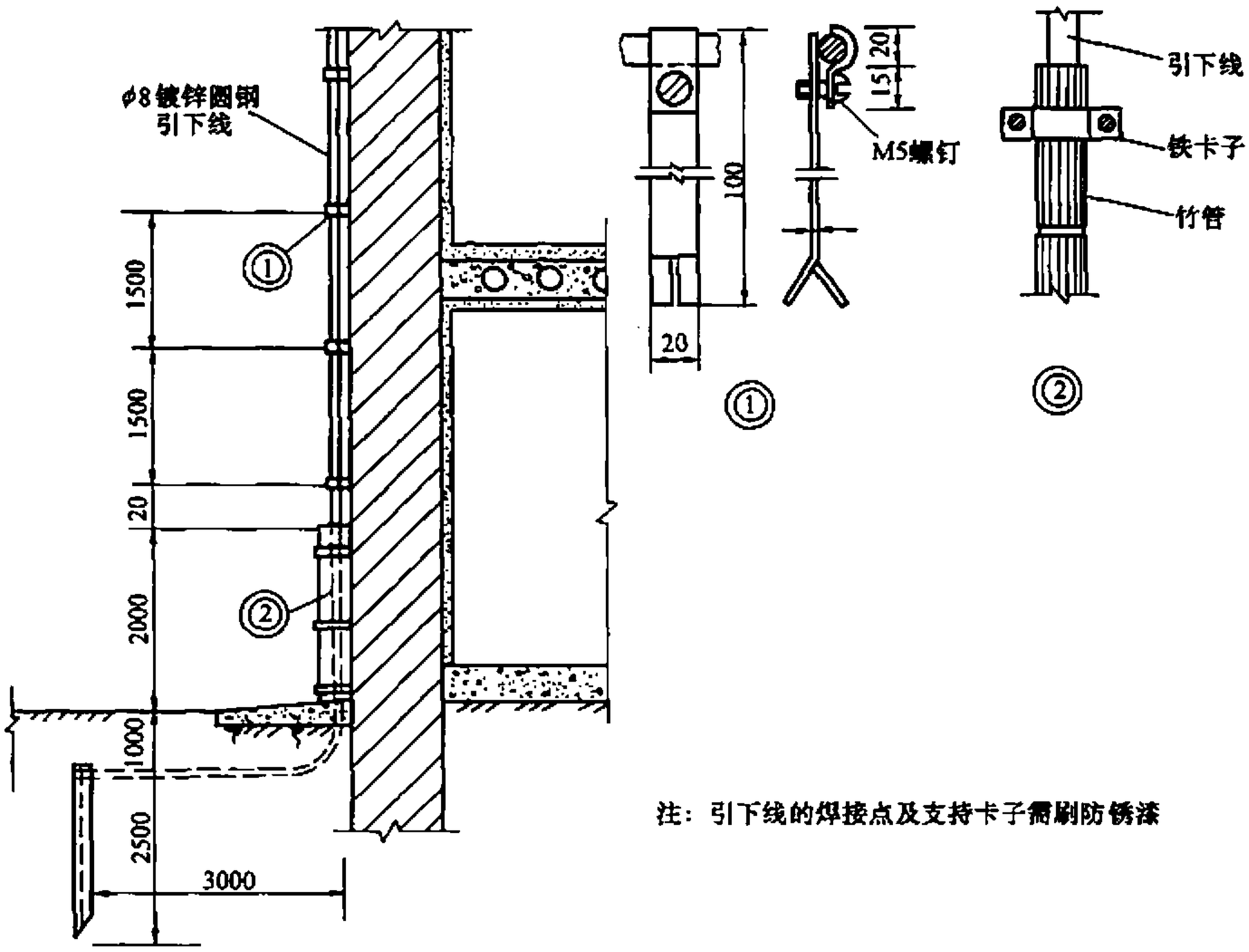


图 6-20　防雷装置引下线做法图

(6) 避雷针和引下线如用铁质材料，应经镀锌处理，在腐蚀强的场所还应加大其截面或采取其他防腐措施。

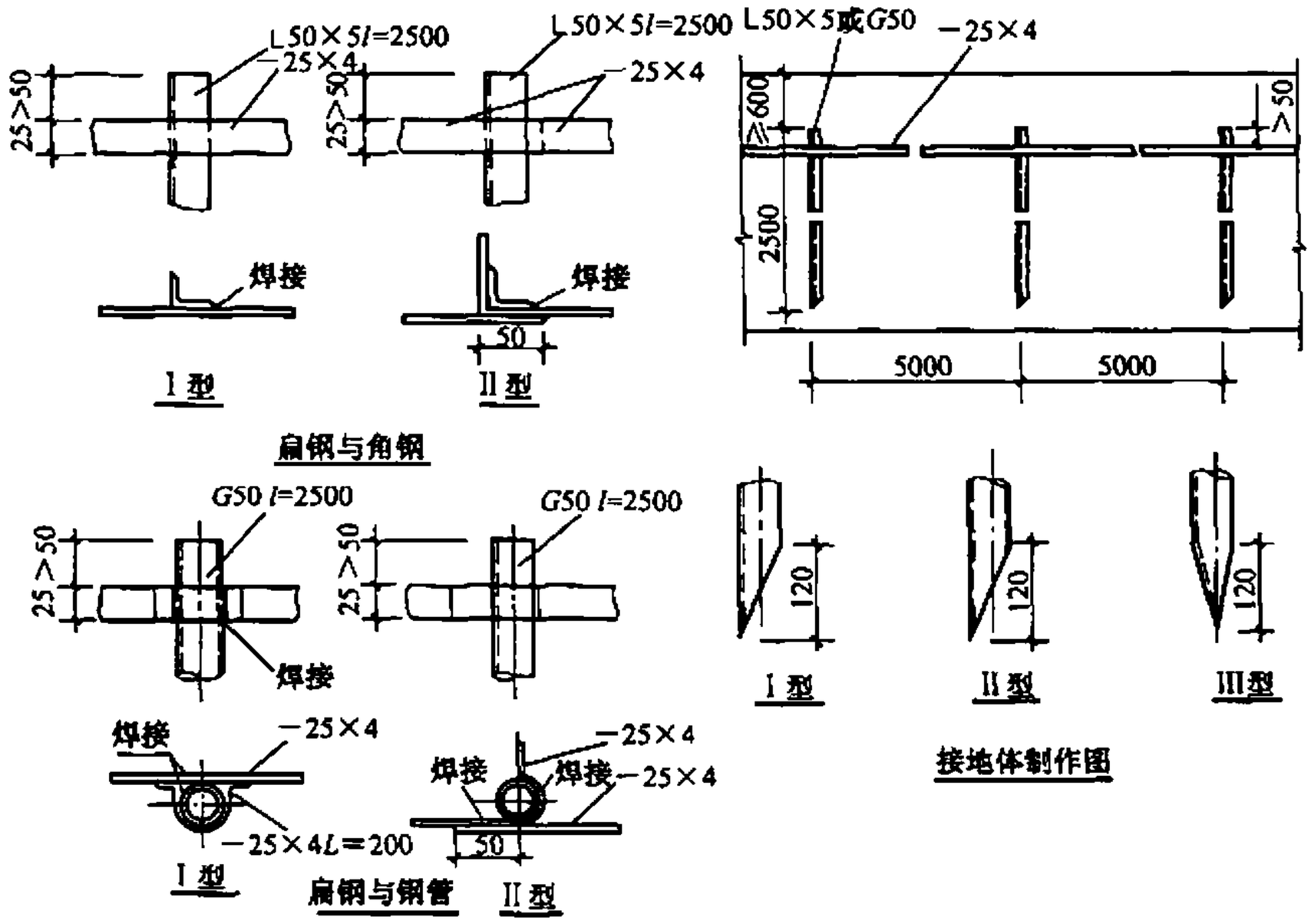


图 6-21　垂直接地体和水平接地体的连接

（7）垂直埋设的接地体一般采用角钢、圆钢、钢管等，水平埋设的接地体，一般采用扁钢、圆钢等，参见图 6-21。人工接地体的尺寸应不小于下列数值：

圆钢直径为 20mm，扁钢 100×4（mm^2），角钢厚度 50×4（mm^2），钢管的直径 50mm，壁厚 3.5mm。

（二）接地极的埋设

接地极采用 ϕ50mm 镀锌钢管，长度为 2.0～2.5m。钢管一端削成 30°斜面，在深 0.8m 的地线坑内，用大锤将接地极垂直砸入地下，在坑底露出部一端与接地极焊接，两侧焊缝长度不小于 12cm，另一端引出地面 80cm。在接地极周围先填埋约 10kg 中性降阻剂（如食盐、铁屑、长效化学降阻剂等），用地阻摇表检测接地电阻是否达到规定的阻值，如未达到要求，需埋设第二个、第三个、…接地极，直至接地电阻值达到规定的要求。各接地极之间距离为 5m，用 25×4 扁钢或 ϕ10 圆钢焊接，两侧焊接缝长度不小于 12cm。接地极接地电阻值达到要求后，再填埋 20cm 厚的细土，然后回填、夯实，地面按原貌恢复。

（1）水平接地体埋设深度不应小于 0.5m。接地应远离由于高温的影响（如烟道、锅炉房）使土壤电阻率升高的地方。

（2）为降低跨步电压，防直击雷的接地装置距建筑物和构筑物出入口及人行道不应小于 3m。当条件不满足，应采取相应措施（详见 GBJ 57—83 第 3.4.5 条）。

（3）接地体（线）的连接应用搭接焊，焊接必须牢固无虚焊，其焊接长度参见图6-22。

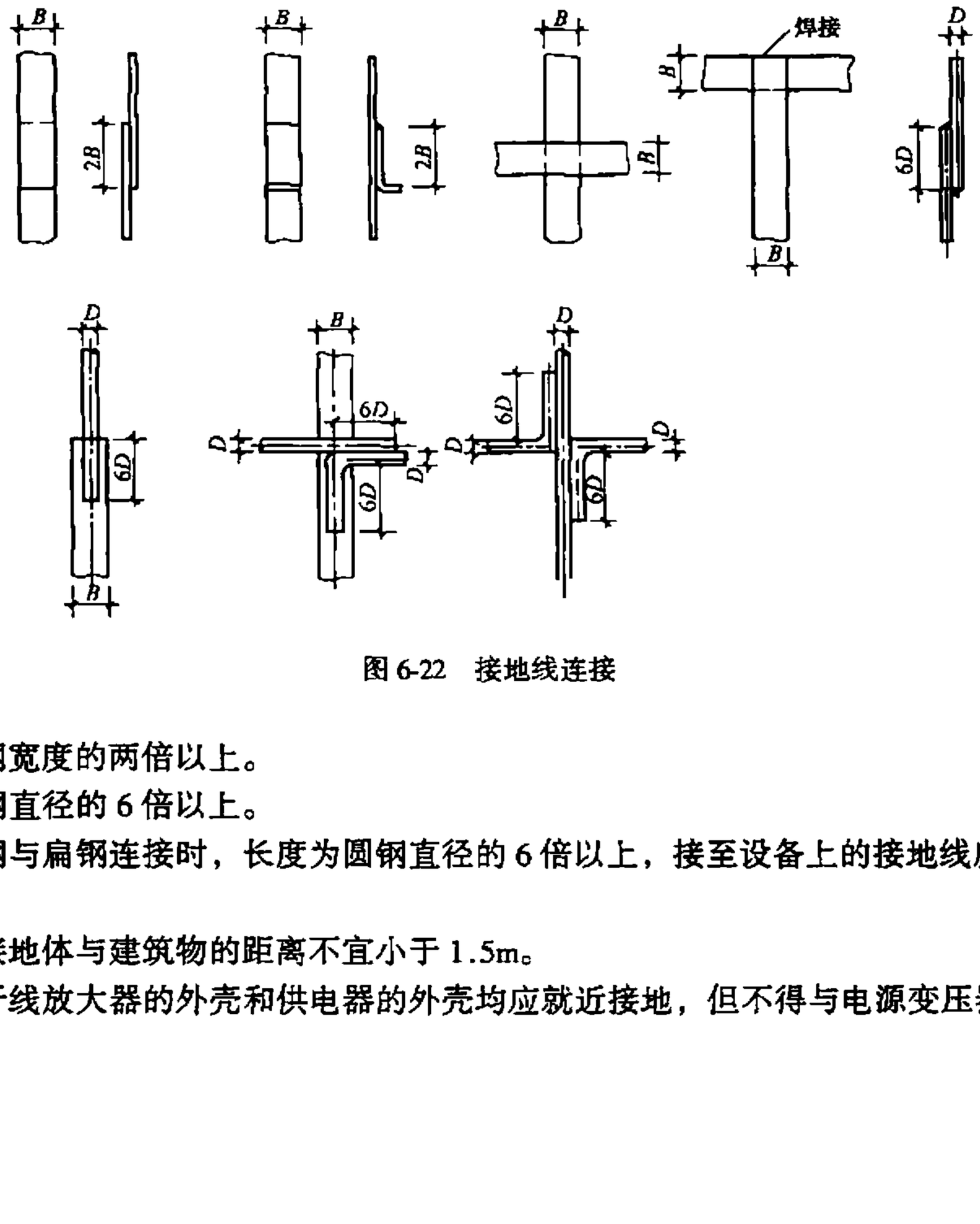


图 6-22　接地线连接

①扁钢宽度的两倍以上。

②圆钢直径的 6 倍以上。

③圆钢与扁钢连接时，长度为圆钢直径的 6 倍以上，接至设备上的接地线应用螺栓连接。

（4）接地体与建筑物的距离不宜小于 1.5m。

（5）干线放大器的外壳和供电器的外壳均应就近接地，但不得与电源变压器和有线广

播接地线相连。

（6）架空光缆在终端杆、角杆及每隔 10～15 根电杆上加装避雷针，吊线应接地处理。接地装置用 35mm×35mm×2000mm 角钢或直径 10mm 以上圆钢，埋深 2m。

（7）引入机房和室外的供电器、放大器的电源均须采用防雷专用设备或采用相应的保护措施。

五、卫星天线的调试

卫星接收天线的调试，主要是指天线的方位角、仰角以及馈源焦距和极化变换器的调整。在实际中，一般可将天线的调试分为粗调和细调两部分来进行。

通常可使用常规法进行天线的调整，所谓“常规法”是通过计算接收天线的方位角、仰角，使接收天线对准所要接收的卫星。

（一）粗调

粗调以接收到卫星信号为目标，一旦接收到卫星信号，粗调工作就算完成了。粗调工作的步骤如下：

1. 极化方式的调整

只有卫星接收天线的极化方式与卫星转发器上的极化方式一致时，接收的信号才能达到最佳状态。我国自己发射或租用卫星上的转发器均采用线极化方式，调整卫星接收天线的极化，主要看馈源输出的矩形波导口窄边和地平面的位置。若窄边和地面平行则为水平极化，若窄边和地面垂直则为垂直极化。收哪颗星就按星上的极化方式对接收天线的极化进行调整。在实际调整的过程中，要特别注意位于接收地点西南方向的卫星与位于接收地点东南方向的卫星的极化角调整方向是完全不同的。以前馈天线为例，从馈源向反射面看，在接收正南方向的卫星时，馈源法兰盘的窄边代表了天线的极化方向；在接收西南方向的卫星时（接收地点的经度大于卫星的经度），需要将馈源逆时针转动一个极化角；而接收东南方向的卫星时（接收地点的经度小于卫星的经度），需要将馈源顺时针转动一个极化角，具体见图 6-23。

2. 方位角的粗调

调整天线的方位角时，要明确本地的正南方向。寻找正南方向的方法有几种：例如，可以使用罗盘或指南针，但是要注意磁偏角的问题，因为地球的磁南极和磁北极与地理的

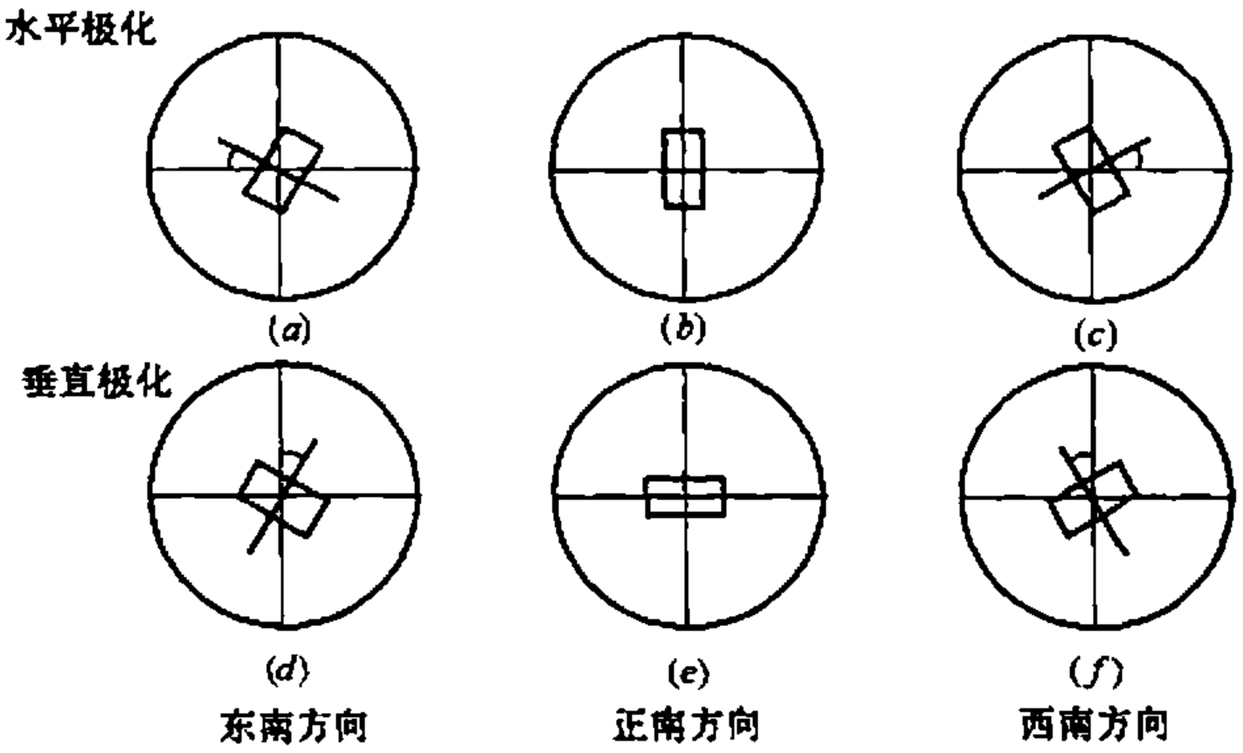


图 6-23　极化角的调整

南极和北极并不重合，指南针指的是磁南，不是真南，两者之差为磁偏角。不同地理位置的磁偏角不同，可查表获得。注意磁偏角是以真南的东或西分为正或负，磁南在真南的东侧，磁偏角为正，否则为负。

3. 仰角的粗调。

可以用一个半径较大的量角器和有重锤的细长绳制作仰角测量仪。用一根长绳将天线口径分成两个半圆，把测量仪的始边靠在天线口径的绳上，调整天线的仰角，使重垂线所指示的角度等于天线的仰角。

通过以上调整，可使天线大致指向卫星。接着将高频头输出电缆接上卫星接收机，用视频、音频线将卫星接收机的视、音频输出与监视器相接，开启两机的电源，根据所要接收的卫星上的频道参数，调节卫星电视接收机所接收的频道频率，同时观察监视器屏幕的反应；如无信号，慢慢地左右转动天线方位角，然后反复上下调节，直至出现卫星电视节目为止。待确认为所要接收的卫星电视节目后，可进行下一步的方位角、仰角和焦距的细调。

（二）细调

先细调方位角，使天线的反射面沿水平单一方向转动，观察监视器上的图像，使天线收到信号从有到无，从强到信号刚好消失为止，在天线上做一标记后再与地面垂直做一记号。再反转天线，使天线所接收的原信号从无到有，从弱到强，再由强到弱，直至信号刚好消失为止，再在天线原标记处与地面垂直做一标记。这样反复数次无误后，在地面两标记的中心位置就是方位角的最佳位置。把方位角的螺钉紧固，方位角调试结束。

仰角细调采用细调方位角的方法，在仰角调节杆上做两点标记，取其中心点为最佳仰角点。

（三）馈源极化角的调整

当卫星电波采用线极化方式时，调整馈源极化角是保证天线接收卫星信号，使之处于最佳接收状态的重要一环。由于受地理位置和地球曲率的影响，各地接收同一颗卫星的线极化电波的极化角不同，同一地点接收不同的卫星，其极化角也不同。极化角可由下式计算，也可通过查极化角曲线图获得。

$$P = \mathrm{tg}^{-1}\frac{\sin(\varphi_S - \varphi_A)}{\mathrm{tg}\theta}$$

式中　φ_S——卫星定点轨位；

φ_A——接收地点经度；

θ——接收地点纬度。

在实际调整中，一般以转动馈源、高频头，使 IRD 菜单上信号强度显示最大，作为调好的标准。

（四）焦距的调整

在仰角、方位角、极化角调整好后，必要时可调整一下馈源安装的上下位置，保证馈源安装垂直度良好，并恰好安装在抛物面焦点，使接收到的信号强度最大。

馈源焦距调节比较简单，只要缓慢上下移动馈源，使电视画面噪波点最少或消失为止，然后用螺钉固紧。

如用频谱仪、场强仪或数字接收机面板上的信号强度指示，可很快将天线调到最佳位置。

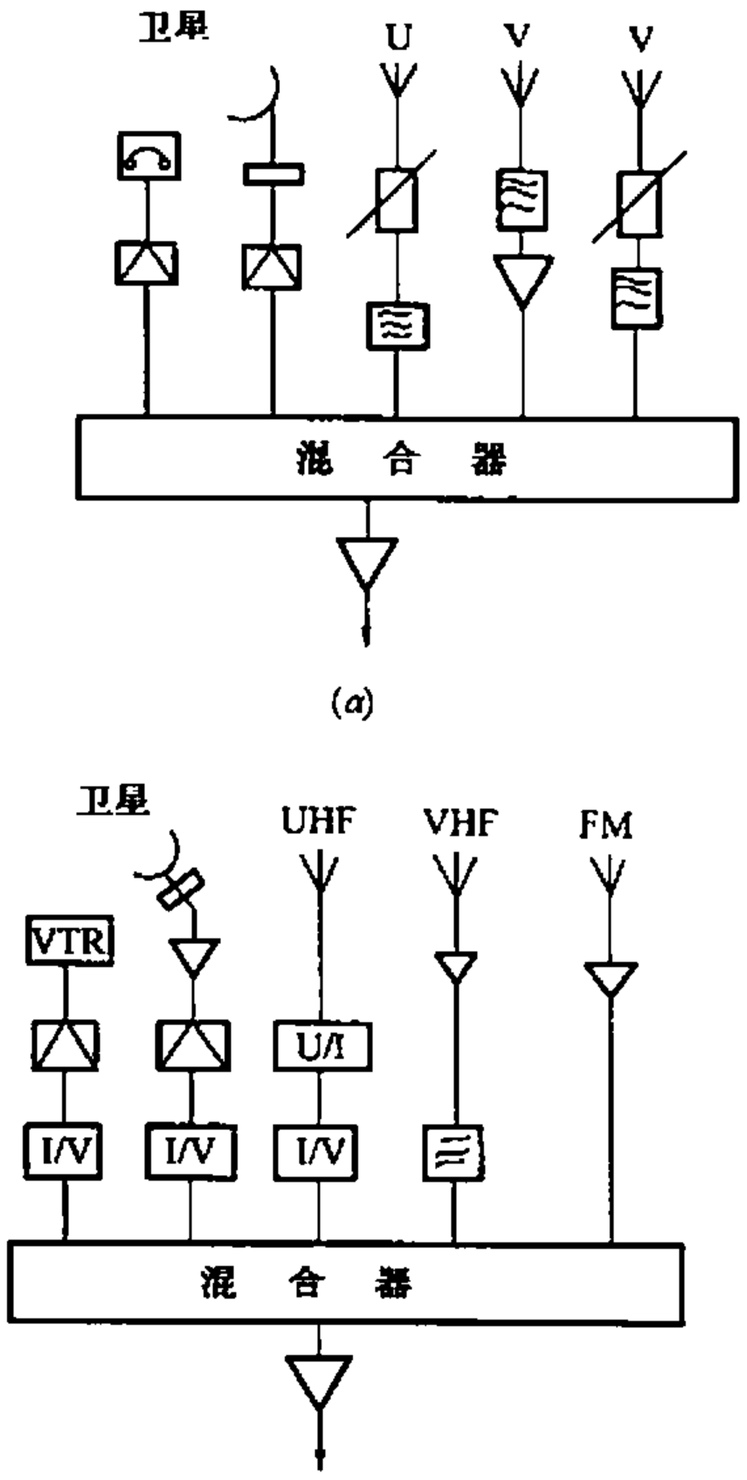
第五节　前　　端

一、前端系统的组成与类型

前端是 CATV 系统的核心，它的主要作用是将天线接收的信号和各种自办节目信号（如摄像、录像、VCD、DVD 等）进行处理（包括频率变换、解调、调制、放大和混合等），并混合成一路宽带复合信号输往后续的传输系统。因此，前端系统主要由电视调制器、频道处理器、解调器、频道放大器、导频信号发生器以及多路混合器等设备组成，前端系统设备质量与调试效果的好坏，将直接影响整个 CATV 系统图像和伴音的传输质量和收视效果。

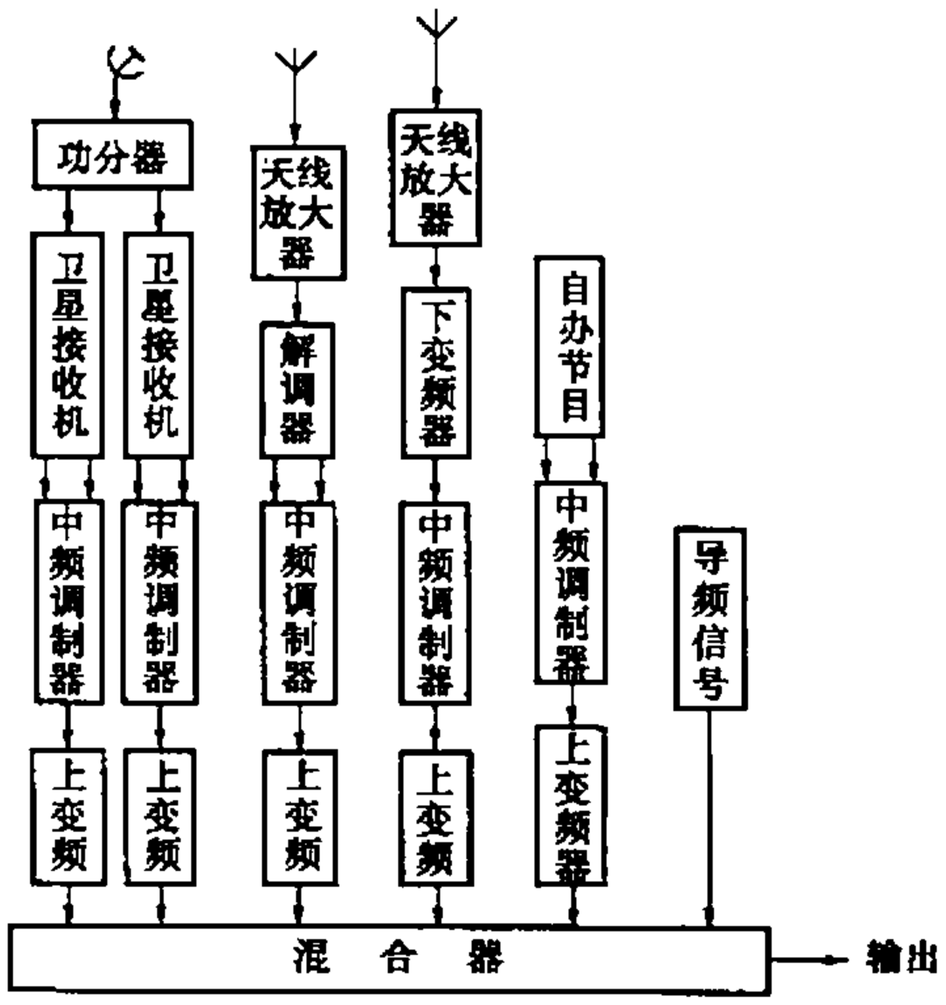
CATV 前端设备选型从信号传输方式来说，目前基本上可划分为两大类，即全频道传输系统（包括隔频传输系统）的前端和邻频道传输系统的前端。目前，新建的系统一般以采用邻频前端为宜。

全频道传输系统的前端设备如图 6-24（a）所示，对于开路的 VHF 和 UHF 信号，可以直接经过天线放大器（或频道放大器）、混合放大输出，也可经过“一次变换”式的变频器变换后进入混合器输出，自办节目等信号经调制器处理变成 VHF 或 UHF 信号进入混



(a)

(b)



(c)

图 6-24　前端系统类型

（a）全频道传输方式；（b）隔频传输方式；（c）邻频传输方式

合器输出，用户可用普通的电视机直接收看电视节目。这样方式对前端设备技术要求不高，造价低，故过去曾被广泛使用。但因这种“直传式”的频道未经处理，为避免各种干扰容易产生频道间的“不相容”性，使得在800MHz全频道系统内的48个频道，实际能使用的频道仅13个。而且由于UHF频率高，系统传输损耗增大，故不适于长距离传输。所以全频道传输系统前端仅适合于传输距离较近、频道数不多的小规模系统使用。

隔频道传输系统的前端如图6-24（*b*）所示，从技术上讲，它与全频道传输方式没有本质差别，所不同的只是为了增加传输距离，将传输频率上限降到300MHz（或450MHz）以内；并且为了增加系统频道数，使用了非标准频道——增补频道。此外，干线传输系统可实现自动电平控制，分配系统若采用群变（群频变换器），即把增补频道变换到UHF频道上，用户可直接用电视机接收，好像是全频道传输系统一样；若分配系统不采用群变措施，用户必须用机上变换器才能收看到所有的频道节目。隔频传输系统的前端设备要求和系统性能比全频道方式高，传输频道容量对300MHz和450MHz隔频传输系统分别约为14个和24个。所以隔频传输系统的前端仅能适合于系统频道容量不大的中、小规模系统。图6-24（*b*）中可以“一次变换”式也可“二次变换”式。“二次变换”式的变频器一般做成两个独立单元，首先将收到电波信号变换为中频（U/I），称为下变频，然后再将中频变换到所需的频道上（I/DS或I/Z），第二次变换称为上变频。由于在一次变换后的信号为固定中频，易于放大、处理等，因此二次变换式的质量指标高。

邻频道传输系统是与现行开路的无线广播电视传输体制完全不同的一种方式。开路电视信号是间置（隔频）设频道的方式，对信号的带外要求不严格，接收机也易于适应。在CATV中要实现邻频传输，首要的是接收设备必须适应，其次要严格控制系统信号的指标。

对电视接收机的要求主要是调谐器的选择性和本振频率的稳定性要好。如果使用标准频道进行邻频传输，可以用选择性和频率稳定性好的普通彩色电视接收机直接接收；若邻频传输中采用了增补频道，则与前述的隔频传输一样，在接收端必须用机上变换器才能收看到全部电视信号。当然，若电视机调谐器的接收频段范围扩展到增补频道，也能直接接收。

邻频传输系统与全频道传输或隔频传输系统相比，最主要差别在前端。所谓“邻频”是指连续每隔8MHz安置一个频道。邻频传输前端设备比上述两种前端设备要求高，它要保证各频道的独立性，相互不干扰且稳定性好。图6-24（*c*）是邻频传输前端方框图。由图中可见，所有的频道都不能“直传”，必须经过“中频处理”，即一般都采用“二次变换”的方式。对于开路的VHF和UHF电视信号，首先经过下变频器变换到中频信号，经过中频处理器（中频调制器）处理过的中频信号，再通过上变频器变换到300MHz、450MHz或550MHz的传输频道上。自办节目、卫星和微波等视频信号则通过中频调制器、中频处理器和上变频器变成邻频系统内所传的频道上。

邻频传输系统的容量大为增加，300MHz邻频传输系统可传输28个频道（包括导频在内），450MHz系统可传输47个频道，550MHz系统可传输59个频道。而且，由于邻频传输系统的上界频率较低，容易实现远距离传输，所以目前中型以上的CATV系统一般都采用邻频传输方式。

对邻频前端的主要技术要求是：

（1）邻频抑制：为防止上、下邻频载波干扰及视频中频干扰，要求带外抑制达到45dB以上。

（2）寄生输出抑制：为防止频道寄生产物的干扰，寄生输出抑制应达到60dB以上。

（3）载频稳定性：邻频系统各频道的载频总偏差应不大于20kHz，本频道图像伴音载波间距的误差不大于10kHz，以防止因频率漂移产生图像和伴音失真。

（4）相邻频道间电平差：不大于1dB，以防止高电平频道对低电平频道的干扰。

（5）各频道电平差：要求相距9个频道间的载波电平差不大于2dB。

（6）*A/V*功率比：为防止本频道的伴音信号对相邻频道的图像信号产生干扰，要求*A/V*比应达到－17dB，而且在－10～－20dB间可调。

（7）通带特性：要求－0.75～＋6MHz内的幅度变化不大于±1dB，以免造成图像清晰度的下降、镶边和轮廓不清等现象。

此外，近年来还出现了所谓智能型前端。智能型前端的电气指标与邻频传输前端的基本相同，但增加了网络监控功能和自动备份功能。亦即：

（1）前端智能控制：通过PC或网络服务器、通信接口管理器与各种前端智能设备连接，收集它们的数据，并对其进行分析，以完成对前端设备的控制。前端智能控制设备通常包括：前端监控器、频率可调的电视节目调制器、智能卫星接收机等。

（2）前端智能监视：以前端监控器为中心，根据预先编好的频道安排，对前端的各种状态进行实时监视。

（3）前端智能备份：系统由接口控制软件和音视频矩阵组成，自动备份控制，按不同的备份层次和要求配备不同的设备。

（4）电缆传输网络智能控制：使用电缆传输线路监控器，可对电缆传输网络实时监控。监控信号可通过电缆上行传输系统，将电缆传输网络数据回传到前端。

（5）光缆传输网络智能控制：光缆传输网络的智能控制与电缆传输网络的智能控制基本相似，其功能是在前端对整个光缆传输网络进行实时控制和监控，掌握光缆线路及各光接点等的运行状态。要对光缆传输网络进行智能控制，光发射机和光接收机等设备就必须具备控制接口。一般光发射机和光接收机上使用RS-485和RS-232接口与前端进行数据交换。要进行前端与网络各远地前端或网络的各光接点之间的控制信号的传输，光传输网络必须是双向传输系统。

智能型前端是未来型前端，随着技术的不断发展，它终将取代普通型前端。现在智能型前端的类型较多，不同厂家的产品，功能不尽相同，选用时应根据具体情况进行选择。

二、前端系统举例

【例1】　PBI-2000通用型邻频前端系统

下面介绍美国PBI集团公司生产的前端设备。美国PBI国际企业集团是著名的CATV产品生产企业。该企业先后推出PBI-1000、PBI-2000、PBI-2500、PBI-3000和PBI-4000等前端设备，可满足不同档次的需要。各系列PBI产品的特点如下：

1.PBI-2000系列

（1）产品技术性能较好、性能价格比高、经济实用；

（2）采用锁相环（PLL）技术，性能稳定可靠；

（3）使用先进杂波抑制技术，能大幅度降低杂波影响；

（4）输出动态范围大，即使在输入信号较弱或较大起伏时，均能保证输出信号有满意的信噪比；

（5）采用标准 19 英寸机柜，安装容易、维护方便。

2.PBI-2500 系列

（1）中频调制，适用于 750MHz 的邻频传输系统，可传输更多频道电视节目，是 PBI-2000 的升级产品；

（2）采用 PLL 锁相技术，使图像和伴音载波频率具有高度稳定性；

（3）采用高性能声表面波（SAW）滤波器，带外抑制能力强；

（4）视频具有 AGC 功能，确保输出电平的稳定；

（5）采用标准 19 英寸机柜，安装、维护方便，美观大方。

3.PBI-3000 系列

（1）是广播级 750MHz 中频处理的邻频前端系统，适用于十万户左右大中型新建系统或老系统的改造；

（2）采用双重频率合成方式 PLL 锁定技术，性能稳定可靠；

（3）采用中频调制处理方案，提高调制性能；

（4）内含高性能声表面波（SAW）滤波器，带外抑制强；

（5）采用优质单频道放大器，射频输出电平高达 120dBμV；

（6）具有优异的高频及视频线性度；

（7）采用标准 19 英寸机柜，安装、维护方便，美观大方。

4.PBI-4000M 捷变式邻频调制器

PBI-4000M 是可编程高性能电视调制器，适用于 870MHz 邻频有线电视系统。

下面先介绍适于中小型 CATV 系统的 PBI-2000 系列的应用。图 6-25 是其典型应用示例，它是用于接收北京地区 16 路邻频传输的 PBI-2000 通用型邻频前端系统。它可接收亚太 1A 和亚卫 2 号两颗卫星，计 8 个电视节目；还接收两路来自北京有线电视台发出的 MMDS 微波电视信号以及一路北京电视 2 台开路发射（通过八木天线接收）的电视信号，此外还有一路自办节目，共计 14 路电视节目信号。

Turbo-2200 是 C 波段工程专用双极性双输出馈源一体化高频头。由于双极化输出是由密封在高频头体内的两块电路独立完成，因此信号基本没有损耗，从而保证同时接收完美的双极化卫星电视信号。Turbo-4400 是 C/Ku 双波段双极性四输出的高频头。汇集 C、Ku 波段及水平、垂直极化的接收功能于一体，具有四个独立输出端口，并配有精巧的一体化馈源；C、Ku 高频头采用分体式设计，可独立调整极化方向，以保证最佳接收效果；具有超低的噪声温度和相位噪声，完全满足数字压缩节目的接收。其主要技术性能如下：输入频率为 3.4～4.2GHz（C 波段）、12.2～12.7GHz（Ku 波段）；对应本振频率为 5.15GHz、11.25GHz；增益为 65dB；镜频抑制度为 45dB（最小值）；输出端电压驻波比为 2.5∶1（最大值）；交叉极化隔离度为 30dB；电源为 DC12～24V。

【例 2】　某宾馆大楼要求接收无线电视信号 8、14、20、26、33 频道的五套节目；并接收亚洲一号（ASIASAT-1）的卫视体育台、中文台、音乐台、综合台（英语）、新闻台、云贵台的六套节目；接收亚太一号（APSTAR-1）的 CNN（英国有线广播网）和华娱台的

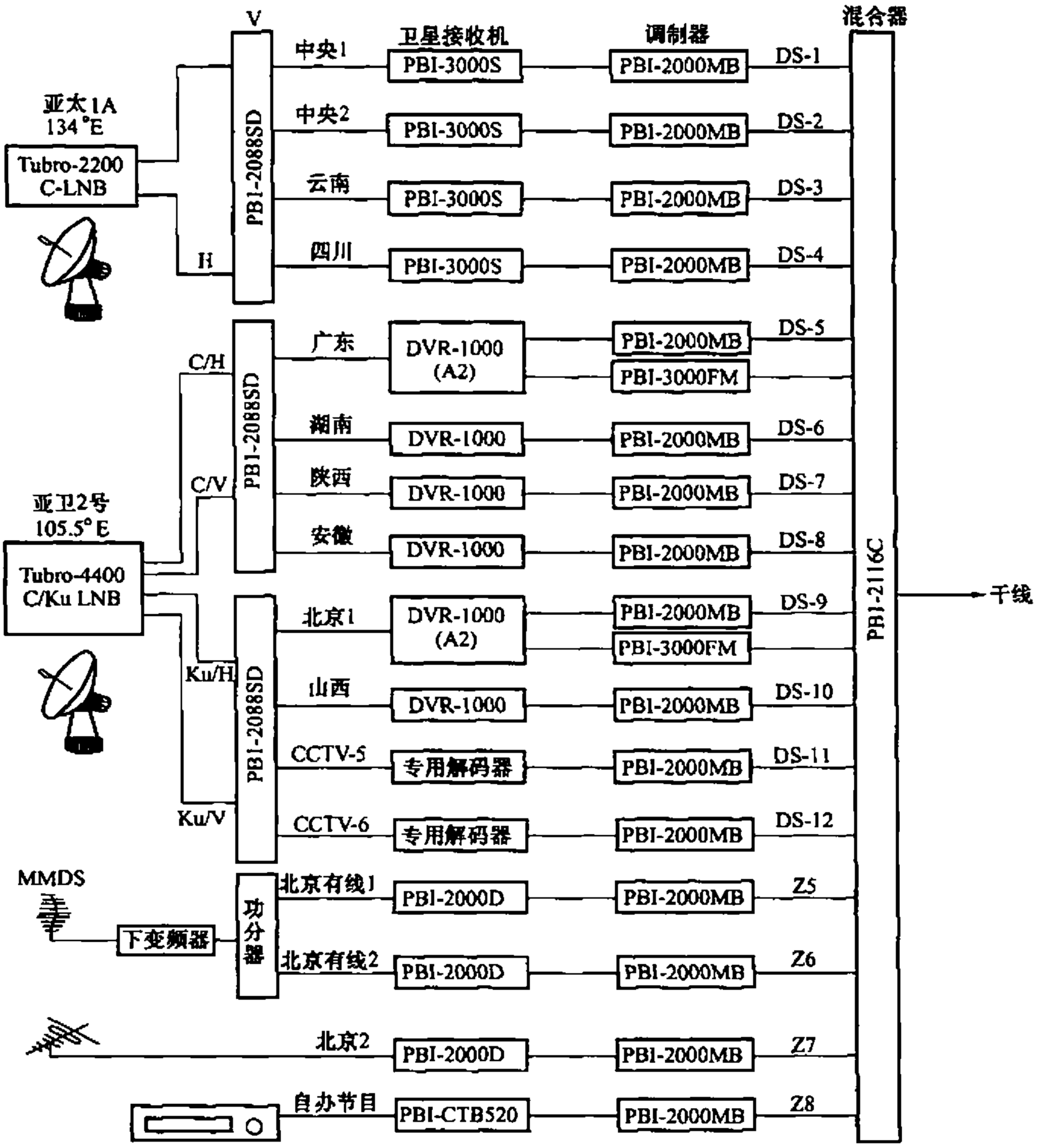


图 6-25　中小型 CATV 系统的 PBI-2000 系列典型实例

二套节目；此外自办录像节目一套，共计 14 套节目。

由于节目较多，质量要求高，并考虑到将来的发展，本系统采用 550MHz 邻频传输方式，传输频道可达 30 个以上，为今后增加频道留有余地。

卫星电视接收设备的典型配置方框图如图 6-26 所示，图中每路均配上制式转换器，用以将非 PAL-D 制信号转换成 PAL-D 制信号。即使某路卫星节目为 PAL-D 制，也设置制

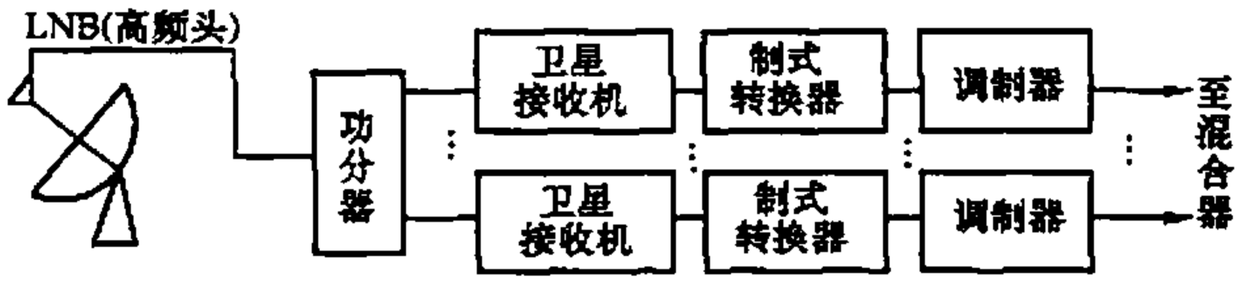


图 6-26　卫星接收典型配置

转器，这是为了今后可能改换节目，免去再申请配置的麻烦。最后，所设计的系统前端方框图见图 6-27。

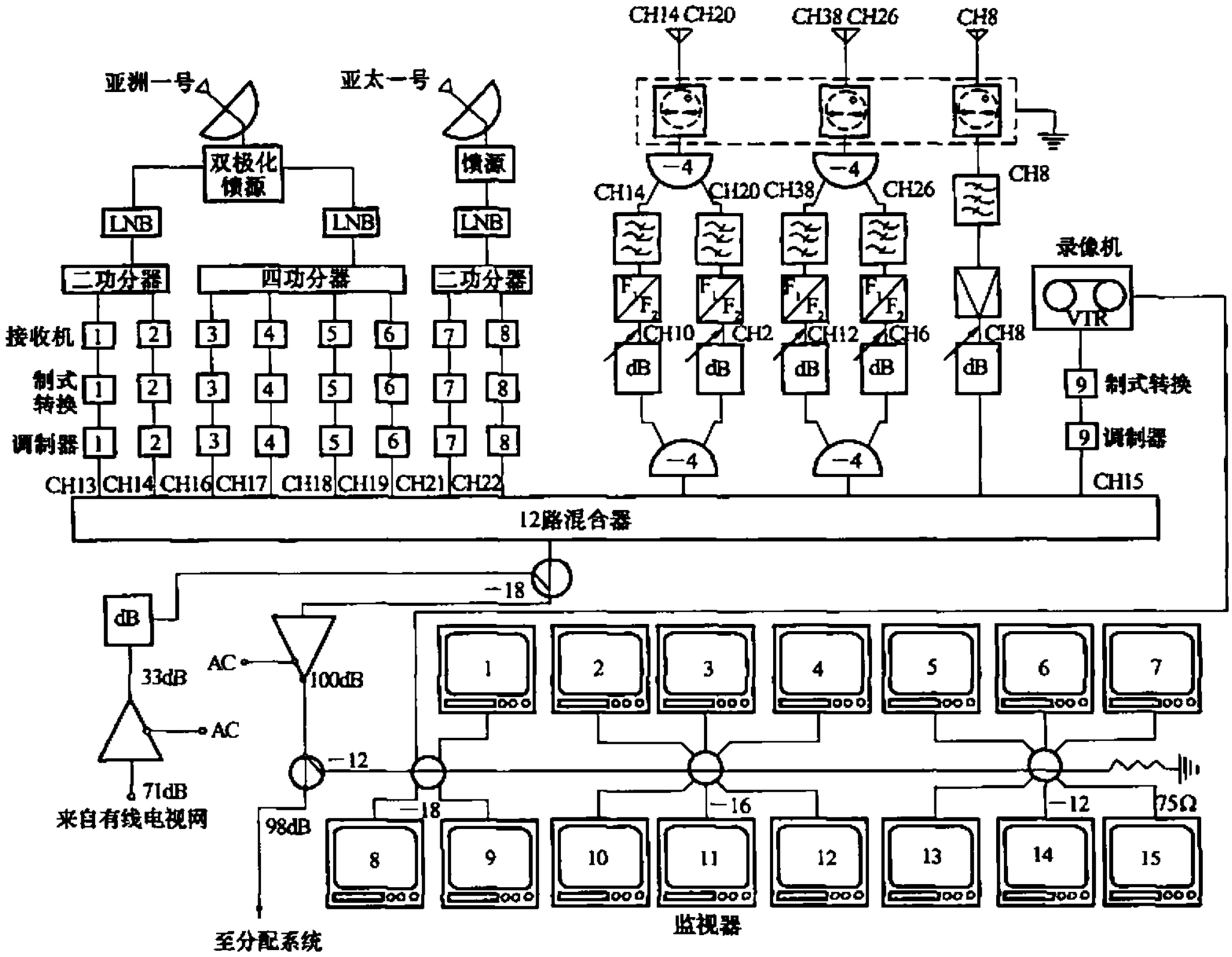


图 6-27 ［例 2］的前端系统方框图

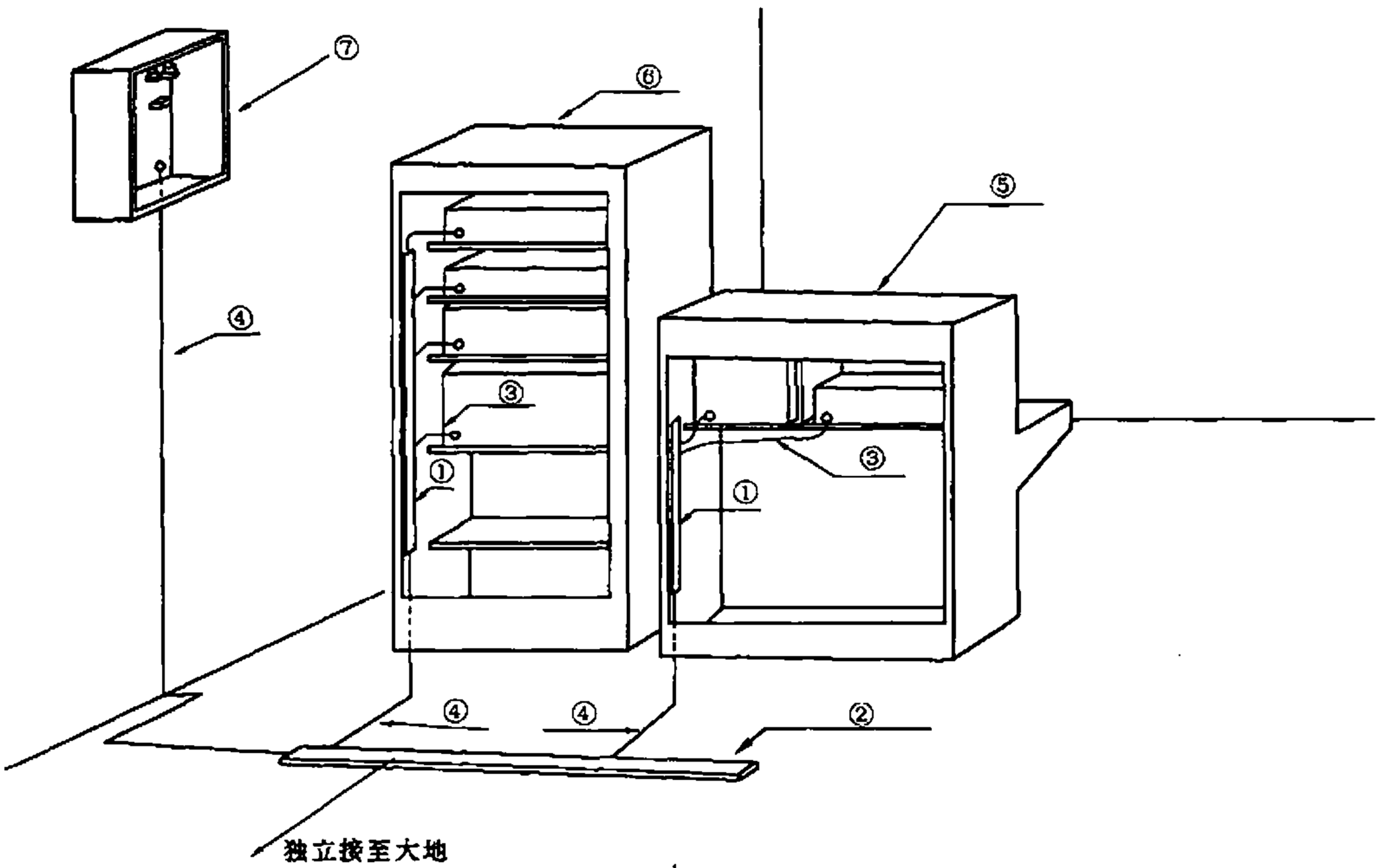
三、前端设备的布线与安装

1. 前端设备的布置

前端设备的布置应根据实际情况合理布局，要求既整洁、美观、实用，又便于管理和维护。前端设备根据使用情况可分开放置，经常使用（操作）的设备如录像机、字幕添加器等应放置在专门的操作台上，与之相对应的设备就近放在操作台内或背面。而其他设备如卫星电视接收机、调制器、放大器等应放在立柜内，较小的部件如功分器、电源插座等可放置在立柜后面或侧面并用螺钉固定好。卫星电视接收机与调制器可以统一放置也可以分开放置在立柜内。前端设备的装置立柜如图 6-28 所示，其规格按设备规模而定，如设备过多，可以用多个立柜。注意柜内堆放设备的上、下层之间应有一定距离，以利设备的放置和散热。

2. 前端设备的布线

前端设备布置完毕，就可以连接相关线路。把卫星接收天线高频头的输出电缆接入功



①	紫铜排　25mm × 2mm	⑤	控制桌
②	紫铜排　25mm × 3mm	⑥	立柜
③	接地铜线　φ3	⑦	避雷器箱
④	接地铜线　φ6		

图 6-28　机房接地图

分器（或接收机），用适当长度的电缆线连接功分器与接收机；把接收机和录像机等设备的视频、音频输出接入相应的调制器输入端，然后用电缆把调制器的射频输出和电视接收天线输出接入混合器相对应的输入频道上；最后用电缆连接混合器的输出端与主放大器的输入端。

由于前端设备在低电压、大电流和高频率的状况下工作，因此布线工作十分重要，如布线不当，会产生不必要的干扰和信号衰减，影响信号的传输质量，同时又不便于对线路的识别。在布线时，要注意以下几个方面：

(1) 电源、射频、视频、音频线绝不能相互缠绕在一起，应分开敷设；

(2) 射频电缆线的长度越短越好，走线不宜迂回，射频输入、输出电缆尽量减少交叉；

(3) 视频、音频线不宜过长，不能与电源线平行敷设；

(4) 各设备之间接地线要良好接地，射频电缆的屏蔽层要与设备的机壳接触良好；

(5) 电缆与电源线穿入室内处要留防水弯头，以防雨水流入室内；

(6) 电源线与传输电缆要有避雷装置。

3. 前端机房和自办节目站

(1) 确定前端机房和自办节目站的面积宜符合以下要求：

有自办节目功能的前端，应设置单独的前端机房。其使用面积为 12～30m²；播出节目在 10 套以下时，前端机房的使用面积宜为 20m²；播出节目每增加 5 套，机房面积宜增加 10m²。另外，如有用于自制节目的演播室，其使用面积约为 30～100m²。

(2) 演播室的工艺设计宜符合下列要求：

①演播室天幕高度：3.0～4.5m；

②室内噪声：NR25；

③混响时间：0.35～0.8s；

④室内温度：夏季不高于 28℃，冬季不低于 18℃；

⑤演播室演区照度不低于 500lx，色温 3200K。

(3) 前端机房系统设计时要根据系统规模的大小，使用电视频道的多少等情况，确定使用标准箱或标准立柜的数量。

(4) 标准前端箱或立柜应采用屏蔽性能良好的金属材料。箱或柜的结构要坚固，防尘、散热效果良好。

(5) 部件和设备在前端箱或立柜中应满足流程布局合理、高低电平分开、操作方便、便于维修、安装牢固、标识明确等要求，并应保留不少于两个电视频道部件的空余位置。

(6) 街道以上前端机房系统应设置图像质量监视装置，采用三台以上监视器时，各监视器间应采用屏蔽措施，防止互相串扰。

(7) 街道以上系统在前端机房内应设置电源、电压、分路电流监视装置，还应能分别监视机房内各集中供电路的电压和电流的工作情况。

(8) 街道以上前端机房系统在前端应设置前端输出电平监视装置。

(9) 街道以上前端机房应有温湿度监视装置。

(10) 街道以上系统的前端应有电源稳压设备。

(11) 前端机房的安全防火应按二级以上的标准设计。

4. 前端机房设备与控制台的安装要求

(1) 前端设备的安装不宜靠近具有强电磁场干扰和具有高电位危险的设备，如电梯机房控制屏（盘）旁、交流配电盘和低压配电屏旁等处。

(2) 前端箱应避免安装在高温、潮湿或易受损伤的场所（如厨房、浴室、锅炉房等）。

(3) 按机房平面布置图进行设备机架与控制台定位。机架背面、侧面与墙净距不小于 0.8m。控制台正面与墙的净距离不应小于 1.2m，侧面与墙或其他设备的净距在主要通道上不应小于 1.5m，在次要通道不应小于 0.8m。

(4) 机架与控制台到位后，均应进行垂直度调整，并从一端按顺序进行，几个机架并排在一起时，两机架间的缝隙不得大于 3mm。机架面板应在同一直线上，并与基准平行，前后偏差不大于 3mm。相互有一定间隔而排成一列的设备，其面板前后偏差不应大于 5mm。

(5) 机架与控制台安装竖直平稳，前端机房所有设备应摆放在购置或自制的标准机架上。

(6) 机架内机盘、部件和控制台的设备安装应牢固，固定用的螺丝、垫片、弹簧垫片均应按要求安装，不得遗漏。

5. 机房内电缆的布放要求

(1) 当采用地槽时，电缆由机架底部引入，顺着地槽方向理直，按电缆的排列顺序放入槽内，顺直无扭绞，不得绑扎。电缆进出槽口时，拐弯处应成捆绑扎，并应符合最小弯曲半径要求。

(2) 当采用架槽时，电缆在槽架内布放可不绑扎，并宜留有出线口，电缆应由机架上方的出线口引入，引入机架的电缆应成捆绑扎，绑扎应整齐美观。

(3) 当采用电缆走道时，电缆也应由机架上方引入，走道上布放的电缆应在每个梯铁上进行绑扎，上下走道间的电缆或电缆离开走道进入机架内时，应在距离弯点 1cm 处开始，每隔 20cm 空绑一次。

(4) 当采用防静电地板时，电缆应顺直无扭绞，不得使电缆盘结，在引入机架处应成捆绑扎。

(5) 各种电缆用管道要分开敷设，绑扎时要分类，视、音频电缆严禁与电源线及射频线等同管埋设或一起绑扎。

(6) 电缆的敷设在两端应留有裕量，并标示明显的永久性标记。

(7) 各种电缆插头的装设应遵照生产厂家的要求实施，并应做到接触良好、牢固、美观。

6. 机房内接地母线的路由、规格应符合设计规定，并满足下列要求

(1) 接地母线表面应完整，并应无明显锤痕以及残余焊剂渣；铜带母线应光滑无毛刺，绝缘线的绝缘层不得有老化龟裂现象。

(2) 接地母线应铺放在地槽和电缆走道中央或固定在架槽的外侧，母线应平整，不歪斜，不弯曲。母线与机架或机顶的连接应牢固端正。

(3) 铜带母线在电缆走道上应采用螺丝固定，铜绞线的母线在电缆走道上应绑扎在梯铁上。

(4) 机房地线接地母线电阻≤1Ω，机房地线装置单独设置，其接地阻≤4Ω。

(5) 电缆从房屋引入引出，在入口处要加装防水罩；电缆向上引时，应在入口处做成滴水弯，其弯度不得小于电缆的最小弯曲半径。电缆沿墙上下时，应设支撑物，将电缆固定（绑扎）在支撑物上，支撑物的间距可根据电缆的数量确定，但不得大于 1m。

(6) 在有光端机（发送机、接收机）的机房中，光缆经由走线架、拐弯点（前、后）应予绑扎，上下走道或爬墙的绑扎部件应垫胶管，端机上的光缆留 10～20m 裕量，余缆应盘成圈放在机房外终端点。

(7) 前端机房的总接地装置不应与工频交流地互通，也不应与房屋建筑避雷装置互通，应单独设置接地装置，接地电阻不大于 4Ω。

(8) 由于条件限制，前端机房的总接地线只能利用房屋建筑避雷接地或工频交流供电系统的接地时，只能在地面或地下总接地排处连接在一起，此时，总接地排的接地电阻不应大于 1Ω。

(9) 避雷器箱汇接到机房总接地装置时，连接线应用铜质线，直径不小于 6mm；在室内的其余设备接地连接线也应用大于 3mm 的铜质线，且保证无损伤。

(10) 总接地排在室内应用不小于 25mm × 3mm 或 50m × 1mm 的铜排，在室外时，可用扁铁、圆钢等材料，室内外接地线连接时一定要可靠。机架接地要求有 25mm × 2mm 的紫

铜汇流排，各设备单元接地可用直径 3mm 软铜线（也可用铜编织线）接到汇流排上。机架与总接地排用直径大于等于 6mm 以上的铜质线连接（参见图 6-28）。

（11）前端机房的电源插座都应固定，且应安装在不易危及人身安全不易损坏的地方，电源线的绝缘层不得有老化龟裂的现象。

（12）配电进线各相线及零线均接电源避雷器，接地接至设备地。

（13）机房内应配有消防器材和满足相应的保安要求。

四、前端设备的调试

前端设备调试，一般先对信号源进行测试，用场强仪测天线的输出电平，未加天线放大器的天线输出电平在 VHF 频段应大于 55dBμV，在 UHF 频段应大于 75dBμV。加天线放大器的天线输出电平在 VHF 频段应在 75～95dB 之间，在 UHF 频段应在 80～100dBμV 之间，如过高应适当衰减。用带 AV 端子的彩色电视机收看天线输入的电视图像 V，和用 AV 端子收看录像机和卫星电视接收机等视频设备的图像，如图像质量好，把录像机和卫星电视接收机等视频设备的视频、音频信号送入调制器，并把各调制器的射频输出与电视接收天线输出接入混合器相对应的频道端子上，在混合器的输出端接入场强仪，分别把调制器的射频增益调为一致，其射频电平一般调在 80～95dB 之间。在调试时，高频段的增益比低频段的增益稍为调高些。然后把混合器输出信号送入彩电，用彩电收看各频道信号图像，分别依次调整各调制器的视频、音频增益，使各频道图像色彩鲜艳、自然，伴音清晰、均匀。最后把混合器输出接入主放大器进行功率放大，调整放大器输出电平在 110～115dB 之间。在前端设备调试过程中，可能出现下列情况应予纠正。

（1）图像雪花干扰明显。应查相应频道信号是否接通，相应的设备是否工作，天线方向是否正确。用场强仪或电视机检查，可很快查明故障所在位置。

（2）有交扰现象。用场强仪测输入到放大器的各频道信号电平，可适当降低强信号频道的输入电平，提高弱信号的输入电平。或全部降低各频道信号输入电平。如还出现交扰现象，可用电视机直接收看放大器输入端信号，如交扰消除，说明放大器存在非线性失真，需更换或检修放大器。

（3）出现重影。应检查各频道输入、输出端的接头是否匹配，周围有无反射存在。

（4）输出端各频道信号电平差较大。需调整放大器不同频道的增益，一般调整混合器输入端各频道的电平值和放大器不同频道的增益，降低高电平，提高低电平。

第六节　传输分配系统和传输线

一、传　输　线　缆

作为 CATV 的传输媒介主要包括：电缆、光缆和微波以及它们的混合型。电缆是 CATV 最早采用的传输媒介，目前大多数中、小型 CATV（如大楼）系统还是完全电缆传输。电缆网一般是树形结构，而大中型 CATV 系统通常采用光缆和电缆混合传输（HFC）。其中光缆网一般是星形结构，用于干线传输；电缆网是树形结构，用于分配网络。有的大中型系统采用微波和电缆混合传输。微波用于干线传输；电缆用于分配网络。由于目前我

国大楼内的 CATV 系统基本上都采用同轴电缆传输，因此本节着重介绍射频同轴电缆。

同辆电缆性能的好坏，不仅直接影响到信号的传输质量，还影响到系统规模的大小、寿命的长短和合理的造价等。

同轴电缆由同轴结构的内外导体构成，内导体（芯线）用金属制成并外包绝缘物，绝缘物外面是用金属丝编织网或用金属箔制成的外导体（皮），最外面用塑料护套或其他特种护套保护。

CATV 用的同轴电缆，各国都规定为 75Ω，所以使用时必须与电路阻抗相匹配，否则会引起电波的反射。

同轴电缆的衰减特性是一个重要性能参数。它与电缆的结构、尺寸、材料和使用频率等均有关系。

（1）电缆的内外导体的半径越大，其衰减（损耗）则越小。所以，大系统长距离传输多采用内导体粗的电缆。

（2）同一型号的电缆中绝缘物外径越粗，其损耗越小。即使绝缘外径相同，但型号不同，则因绝缘物的材料和形状以及结构不同，其损耗也不同。

（3）同一同轴电缆的损耗与工作频率的平方根成正比，即

$$\frac{A_2}{A_1} = \sqrt{\frac{f_2}{f_1}}$$

式中　A_1——为频率 f_1 下的衰减（dB）；

A_2——为频率 f_2 下的衰减（dB）。

例如，某一同轴电缆在频率为 200MHz 时损耗为 10dB，则在 800MHz 频率时的损耗增加到 20dB。这是结算值，实际上考虑到高频介质损耗等，要比此值大一些。

（4）由于同轴电缆的内外导体是金属，中间是塑料或空气介质，所以电缆的衰减与温度有关。随着温度增高，其衰减值也增大。经验估计，电缆的衰减是随温度增加而增加的比例约为 0.15%（dB/℃）。

在选用同轴电缆时，要选用频率特性好、电缆衰减小、传输稳定、防水性能好的电缆。目前，国内生产的 CATV 用同轴电缆的类型可分为实芯和藕芯电缆两种。芯线一般用铜线，外导体有两种：一种是铝管，另一种为铜网加铝箔。绝缘外套又分单护套和双护套两种。

在 CATV 工程中，以往常用 SYKV 型同轴电缆，近来由于宽带发展要求，常用 SYWV 型同轴电缆。干线一般采用 SYWV-75-12 型（或光缆），支干线和分支干线多用 SYWV-75-12 或 SYWV-75-9 型，用户配线多用 SYWV-75-5 型。

表 6-11 和表 6-12 列出了国内外部分同轴电缆主要技术指标，供读者参考。75-5、75-7 主要用于分配网；75-9、75-12 主要用于支线及分配线；干线传输应使用 75-12 以上的电缆（或光缆）。

屏蔽特性也是一个重要性能。屏蔽特性以屏蔽衰减（dB）表示，dB 数越大表明电缆的屏蔽性能越好。电缆的屏蔽特性好，不但可防止周围环境中的电磁干扰影响本系统，也可防止电缆的传输信号泄漏而干扰其他设备。一般来说，金属管状的外导体具有最好的屏蔽特性，采用双层铝塑带和金属网也能获得较好的屏蔽效果。现在为了发展有线电视宽带综合业务网，生产了具有四层屏蔽的接入网同轴电缆，其屏蔽特性很好。

国内外部分同轴电缆主要技术指标　　表 6-11

电缆型号		内导体直径 mm	绝缘直径 mm	外导体结构	护套材料	护套最大外径 mm	特性阻抗 Ω	最大衰减系数 20℃ dB/100m				最小回波损耗 dB	
								50 MHz	200 MHz	550 MHz	800 MHz	VHF	UHF
75-5	SYWV-75-5	1.00	4.8	铝塑带＋编织	PVC	7.5	75±3	4.8	9.7	16.8	20.3	20	18
	RG6 系列	1.02	4.57	铝塑带＋编织	PVC	6.91	75±3	4.7	9.0	15.4	18.8	20	20
	5C-HFL	1.20	5.0	铝塑带＋编织	PVC	8.0	75±3	—	9.0	—	—	20.8	20.8
	FK-5-P	1.00	4.8	铝塑带＋编织	PVC	7.2	75±3	4.6	8.9	15.8	19.0	20	20
75-7	SYWV-75-7	1.66	7.25	铝塑带＋编织	PVC	10.3	75±2.5	3.2	6.4	10.7	13.3	20	18
	RG11 系列	1.63	7.11	铝塑带＋编织	PVC	13.16	75±3	3.0	5.6	10.0	12.3	20	20
	7C-HFL	1.80	7.0	铝塑带＋编织	PVC	10.5	75±3	—	6.2	—	—	20.8	20.8
	FK-7-P	1.60	7.0	铝塑带＋编织	PVC	10.3	75±2.5	3.0	5.8	10.3	12.8	20	20
75-9	SYWV(Y)-75-9	2.15	9.0	铝塑带＋编织或铝管	PVC	12.2	75±2.5	2.4	5.0	8.5	10.4	20	18
	ACW9PTC、412	2.26	9.3	铝管	中密度聚乙烯	12.5	75±2	2.13	4.36	7.44	9.14	24	22
	FK-9-P	2.05	8.8	铝塑带＋编织	PVC	12.0	75±2	2.3	4.5	8.0	9.9	20	20
	FK-9-L	2.05	8.8	铝管	高密度聚乙烯	12.0	75±2	2.3	4.5	8.0	9.9	24	22
	BK-9-L	2.18	8.8	铝管	高密度聚乙烯	12.0	75±2	2.1	4.2	7.4	9.2	26	24
75-12	SYWV（Y）-75-12	2.77	11.5	铝管	PVC或低密度聚乙烯	16.7	75±2	1.9	3.9	6.7	8.2	20	18
	ACE7PTC、500	2.78	11.5	铝管	中密度聚乙烯	14.7	75±2	1.69	3.48	5.99	7.35	24	22
	BK-12-L	2.85	11.7	铝管	高密度聚乙烯	14.7	75±2	1.65	3.41	5.94	7.20	26	24
75-13	QR540	3.15 铜包铝	13.03	铝管	高密度聚乙烯	15.49	75±2	1.44	3.04	5.18	6.30	26	26
	MC²500	3.10 铜包铝	11.9	铝管	高密度聚乙烯	14.90	75±2	1.48	3.04	5.09	6.28	26	26
	TX10565J	3.28 铜包铝	13.2	铝管	高密度聚乙烯	15.90	75±2	1.48	3.0	5.12	6.30	26	26
75-14	BK-14-L	3.28 铜	13.3	铝管	高密度聚乙烯	16.5	75±1.5	1.42	2.85	5.10	6.25	26	26

电视用同轴电缆　　表 6-12

电缆型号	RG59/U（美国）	SYWV75-5（中国）	RG62/U（美国）
内导体	φ0.81mm 铜包钢线	φ1.0mm 铜线	φ1.02mm 铜线
绝　缘	物理发泡聚乙烯		
绝缘外径（mm）	3.66	4.80	4.57
外导体	铝塑薄膜纵包＋铝合金线编织	铝塑薄膜纵包＋镀锡铜线编织	铝塑薄膜纵包＋铝镁合金线编织

续表

电缆型号	RG59/U（美国）	SYWV75-5（中国）	RG62/U（美国）
聚氯乙烯护套外径（mm）	6.02	7.20	6.90
特性阻抗（Ω）	75		
衰减（dB/100m）	10MHz：3.3 50MHz：5.9 200MHz：11.5 400MHz：16.1 900MHz：24.3 1000MHz：25.9	10MHz：4.4 200MHz：6.7 300MHz：10.7 450MHz：13.6 800MHz：18.9 1000MHz：21.10	5MHz：2.13 300MHz：11.08 450MHz：13.8 900MHz：20.13 1200MHz：23.61 1800MHz：53.79
主要用途	CCTV、MATV	CATV	卫星电视

二、传输分配系统的结构与设计要点

传输分配系统的作用是把前端输出的电视信号送至各个用户。本节主要对单幢建筑物，如宾馆、办公楼、住宅楼等，因其范围较小，用户比较集中，传输干线较短，因此信号质量比较容易保证，所以我们把传输分配系统主要放在用户分配系统上。

（一）用户分配系统的方式

用户分配系统是将干线传输来的信号分配给各个用户，它主要由放大器、分配器、分支器、串接单元、用户终端盒等组成。由于系统有大、中、小之分，器材有厂家之别，所以分配方式差异很大。其基本信号分配方式如下：

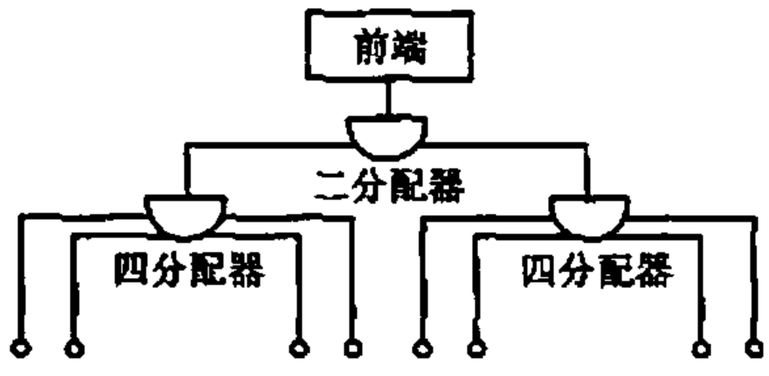
（1）分配—分配方式

系统全采用分配器的分配方式，如图 6-29（a）所示。这种方式适合于以前端为中心，向四周扩散的结构形式。如果各路电缆长度相等，则各路输出电平也都相等。这种系统的分配损失较小，整个分配系统的损失为二分配器与四分配器的分配损失之和再加上电缆的损失。其缺点是如果某一路空载，对其他几路影响较大，因此当某一路输出端暂时不用时，一定要接上一个 75Ω 匹配负载。这种方式多用于干线分配。

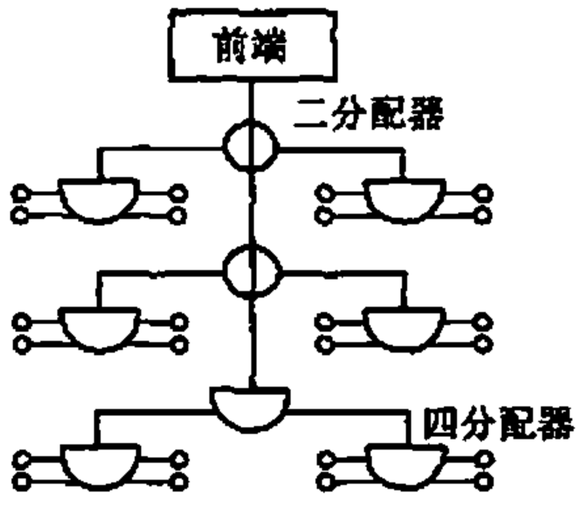
（2）分支—分支方式

如图 6-29（b）所示系统全部使用分支器的分配方式，这种方式适用于结构分散、干线较长的情况。为了使各分支器的输出电平尽可能接收，需要选用不同损耗的分支器，靠近前端的分支器插入损耗应小些，分支损耗大一些；靠近终端的分支器插损应大些，分支损耗小一些；在中间部分的分支器损耗介于两者中间。为了使系统匹配，这种方式需要干线终端接入 75Ω 的匹配电阻，因此它的损耗比分配—分配方式大，但一路空载时，对整个系统匹配的影响比前一种小，特别是对插入损耗小、分支损耗大的分支器更是如此。因此，这种方式多用于输出端常常空载（不接电视机）的系统中。

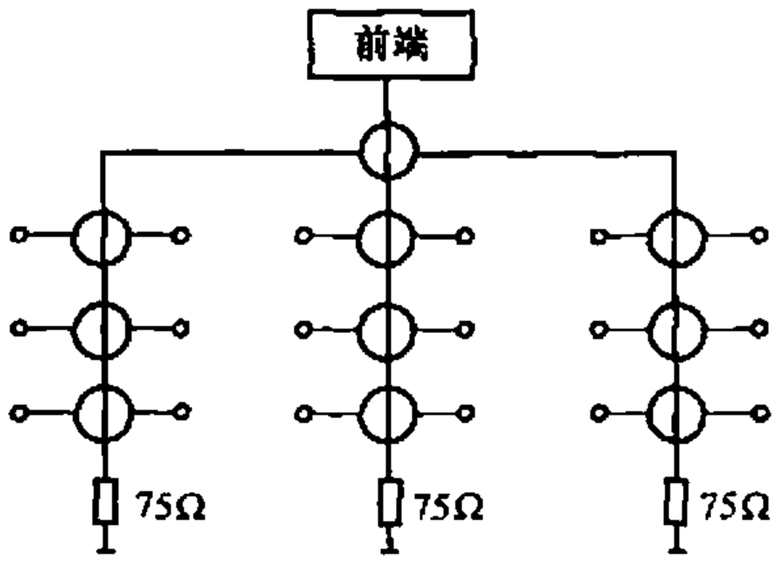
在多层住宅中还使用串联单元分配方式，串接单元实际是无需用户线的分支器，它是将分支器和用户盒做成一体的部件，它能串接一分支器和串接二分支器。使用时直接装在墙壁上，电缆线由上到下将这些串接单元串接起来，不需横向走线，因此结构简单，费用低，安装容易，特别适合于大横板结构预埋安装。其缺点是灵活性差，修理麻烦，一处发



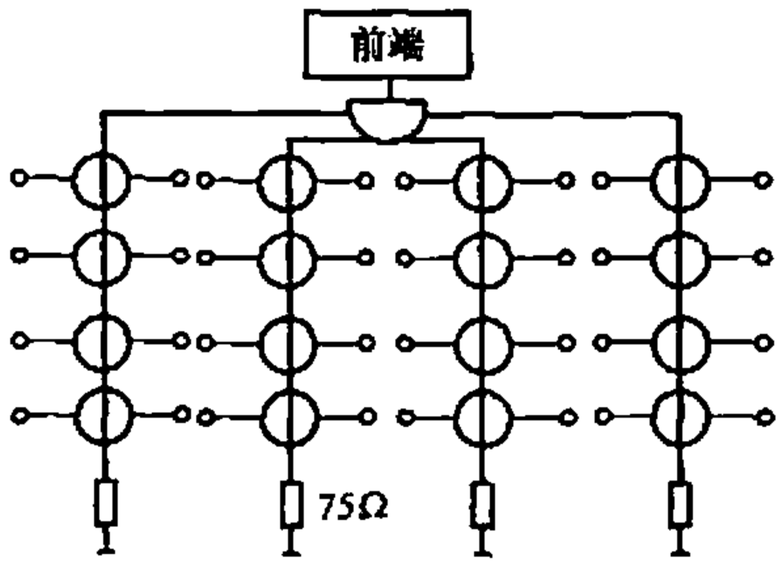
(a)



(c)



(b)



(d)

图 6-29

（a）分配—分配方式；（b）分支—分配方式；（c）分支—分支方式；（d）分配—分支方式

生故障会影响到整串分配线的正常工作，而且需要有较高的电平，串接单元数量有一定限制。

(3) 分配—分支方式

分配—分支方式如图 6-29（c）所示，先将前端输出的信号送入分配器均分为多路后，再分给各分支实施分配。同样，为使各用户端电平接近，应选用不同损耗的分支器。由于各干线终端搓有 75Ω 匹配电阻，因而对每一条干线基本上可以保持匹配，不会出现完全空载的状态。这种方式适用于高层建筑，用户数量多而且用户点的分布不规则以及允许横向布线的场合。此外，使用维修比较方便。

(4) 分支—分配方式

这种分配方式是在分支器的分支输出端再接分配器，如图 6-29（d）所示。因此它具有（1）方式的特点，终端不宜空载，适合于分段平面辐射形分配系统。

（二）用户分配系统的设计要点

(1) 用户电平的确定。用户电平是设计用户分配系统的重要依据。用户电平太高，电视接收机的高频放大部分全工作在非线性区内，产生互扰调制和交扰调制。用户电平太低，又会使接收机的内部噪声起作用，形成雪花干扰。按国家标准 GB 50200—94 规定，CATV 系统提供给用户的电平范围为 60 ~ 80dBμV（即 70 ± 5dBμV），并要求相邻频道电平差≤3dB，电视图像等级达 4 级以上。

(2) 分配器的作用是将射频电视信号功率均等地分配给各路。且分配损耗小，有利于高电平输出，但是应当注意，分配器的输出端不能开路（不接负载），否则会造成输入端

的严重失配，同时还会影响到其他输出端。因此，分配器输出端不适合直接用于用户终端。在系统中当分配器有输出端空余时，必须接 75Ω 负载电阻。

（3）分支器是将射频电信号功率不等地分配给各路，有主路和支路之分，支路就有各种不同的衰减量，从而构成一个系列。因此对大楼（例如高层建筑）从上至下进行分配时，一般上层的分支衰减量应取大一些，下层的分支衰减量应小一些，这样才能保证上、下层用户端的电平基本相同。同时，分支器的主输出口空余时，也必须接 75Ω 的负载。

（4）串接单元是将分支器与用户终端合成为统一体，它虽有设计比较灵活方便的特点，但如发生故障将影响到从该插孔至终端之间的其他输出插孔，因此一些地区（如上海等地）的有线电视就规定原则上不允许用串接单元方式。

（5）分配器、分支器尽可能安装在建筑物内，但不论安装在室内外，均应装入防护盒内且符合电波泄漏标准。安装在户外时，距地面一般在 2.5m 左右。

用户终端盒的安装高度可取其下沿距地面 30 ~ 150cm。

（6）墙壁电缆、贴墙敷设电缆与有关障碍物交越距离应符合表 6-13 的要求。

电缆与有关障碍物交越距离的要求　　**表 6-13**

交越情况	平行间距（cm）	交叉间距（cm）	交越情况	平行间距（cm）	交叉间距（cm）
与避雷引下线	100	50	与煤气管	30	30
与带有绝缘层的低压电力线	50	30	与热车管（包封）	30	30
与给水管	15	5	与热力管（不包封）	50	50

三、传输分配系统的工程举例

【例 1】　有一幢 18 层高层住宅大楼，楼层间距为 2.8m，每层为 8 个用户（有的为 7 户），要求接收 5、8、14、20 四个频道电视节目，试设计该系统，并画出其施工设计图。

设计成的系统图如图 6-30 所示。图 6-31 为标准层的平面图。其 1-1 剖面图如图 6-32（*a*）所示，图中市有线电视网的电缆由一层挂墙引入，直往上至顶层机房，接入前端的输出处，用作接收市有线电视节目时使用。市有线电视网电缆也可埋地（埋深 0.6 ~ 0.8m）引入，如图 6-32（*a*）下部的虚线所示。共用天线机房设在顶层，其平面图如图 6-32（*b*）所示，分前端箱则设在第 9 层。图 6-32（*c*）是 18 层屋顶的平面图，图中标出天线基础的位置。该系统的分干线电缆采用 SYKV-75-9 型。从分支器到用户线采用 SYKV-75-5 型，穿管 DG20。

【例 2】　有一座六层的多层住宅楼，分四单元（四个门），每单元为四个用户，楼层间距为 2.8m，要求接收 5、8、14、20 四个频道电视节目，试设计该系统，并画出施工设计图。

设计成的系统图如图 6-33 所示。图 6-34*a* 为底层平面图，共 1-1 剖面图如图 6-34*b* 所示，图中市有线电视网电缆由地下埋管引入，也可从一楼架空引入，如图中虚线所示。分支器嵌墙安装，下口沿离地 2.2m。天线和前端可设在该楼顶层。干线采用 SYKV-75-9，穿管 DG32；用户配线采用 SYKV-75-5-1 型，穿管 DG20。

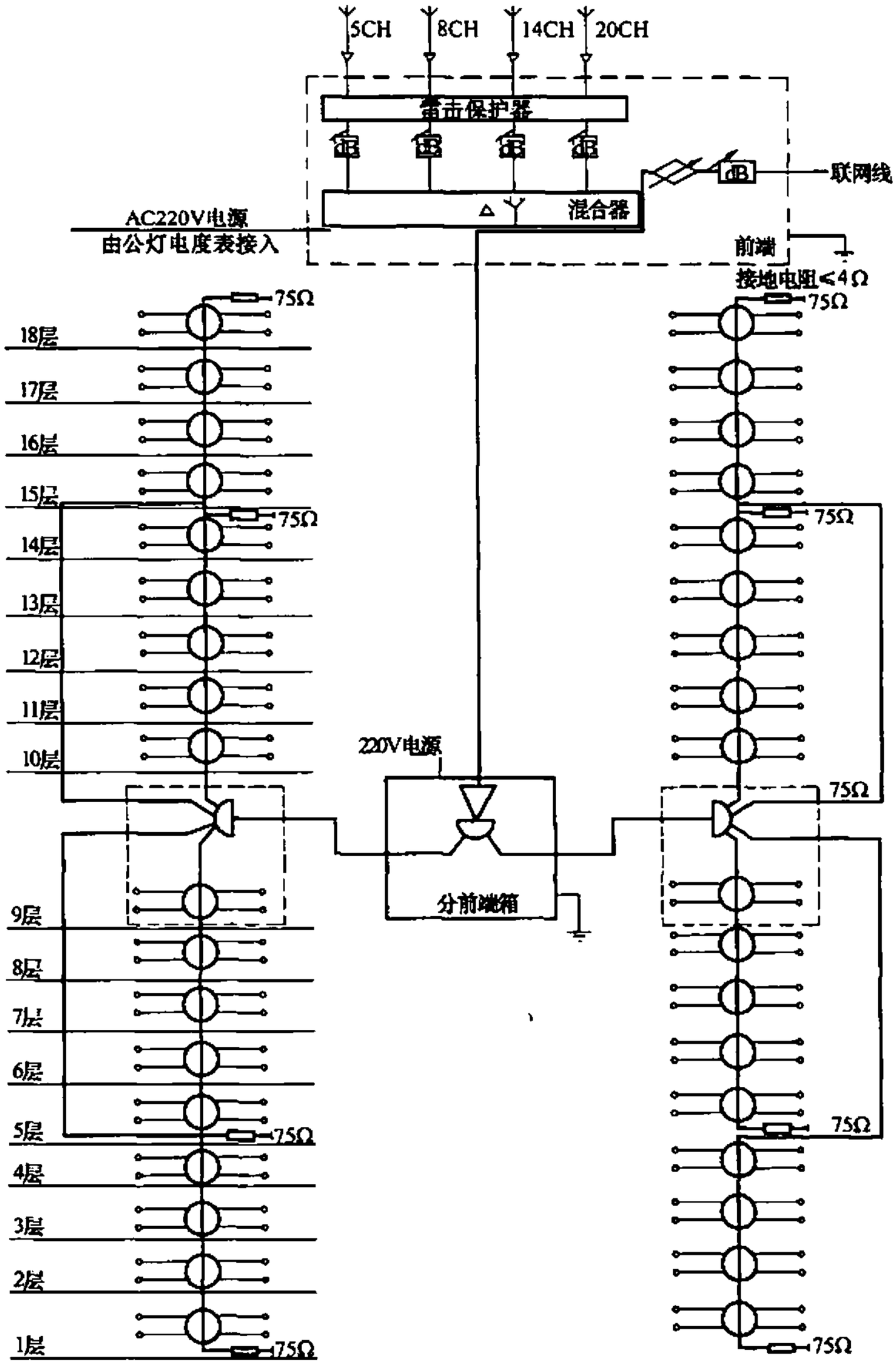


图 6-30　18 层住宅楼系统设计图

【例 3】　某高层宾馆的 CATV 系统。

图 6-35 为某高层宾馆的 CATV 的传输分配系统图。它采取分支一分配一分支方式，这种方式设计计算简便，调试容易，通过各分支干线上的放大器的调整，可以方便地使各用户终端满足各项指标要求。各楼层的分支器分配在图中只画出两层（即图中右侧的第 15、26 两层），其他各层与之类似，为节省篇幅而省略未画。前端设备可参阅图 6-27。

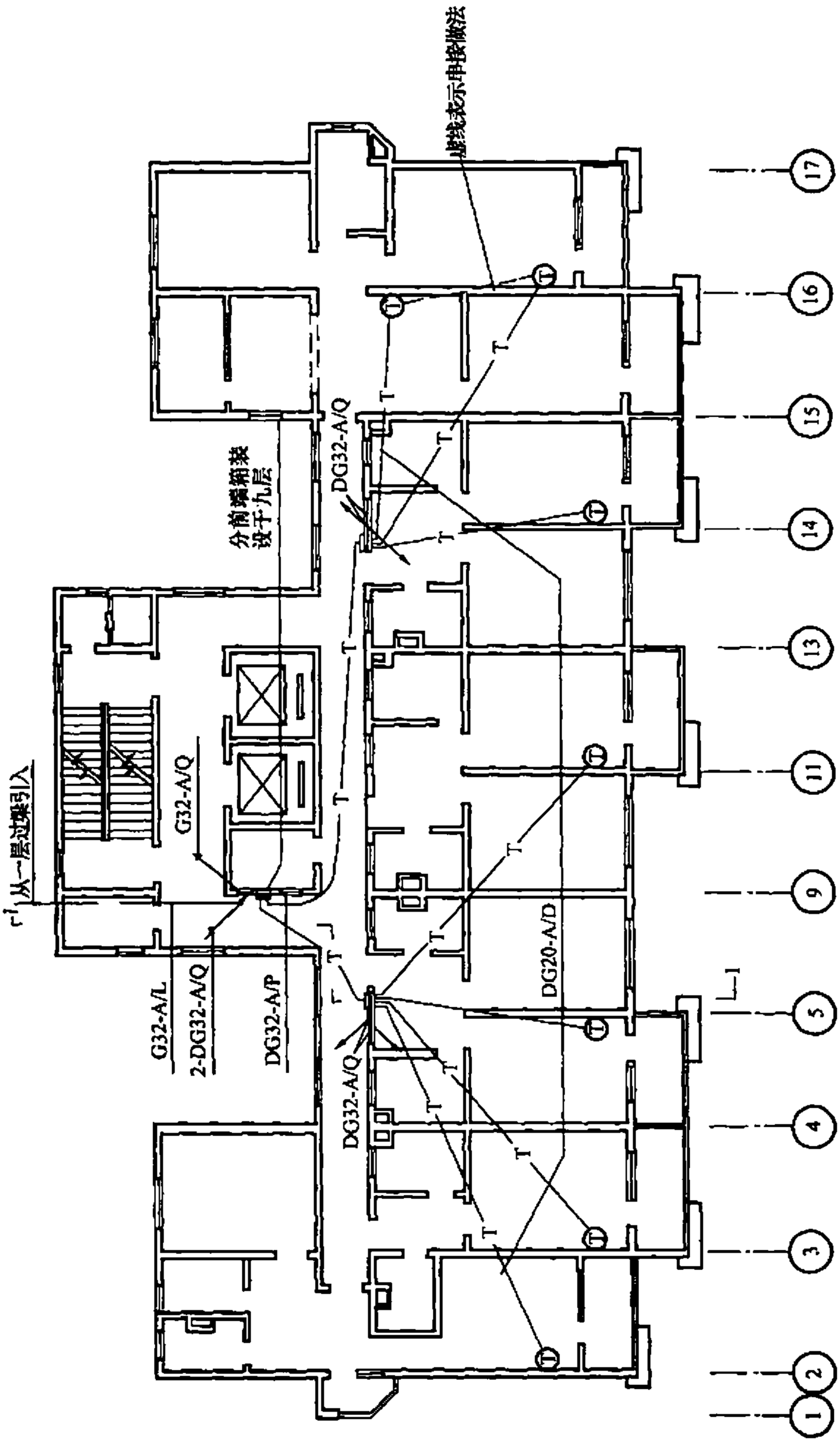
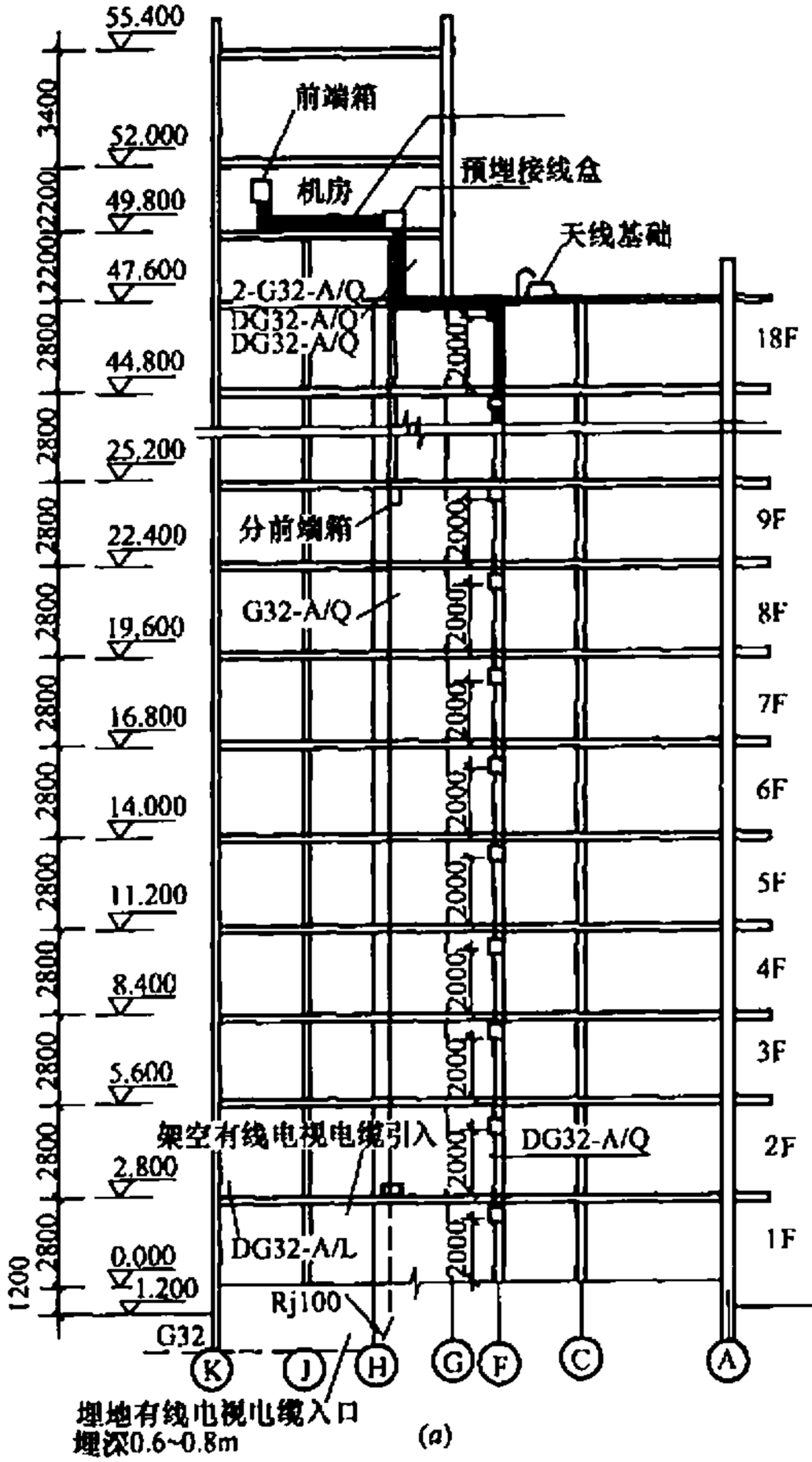
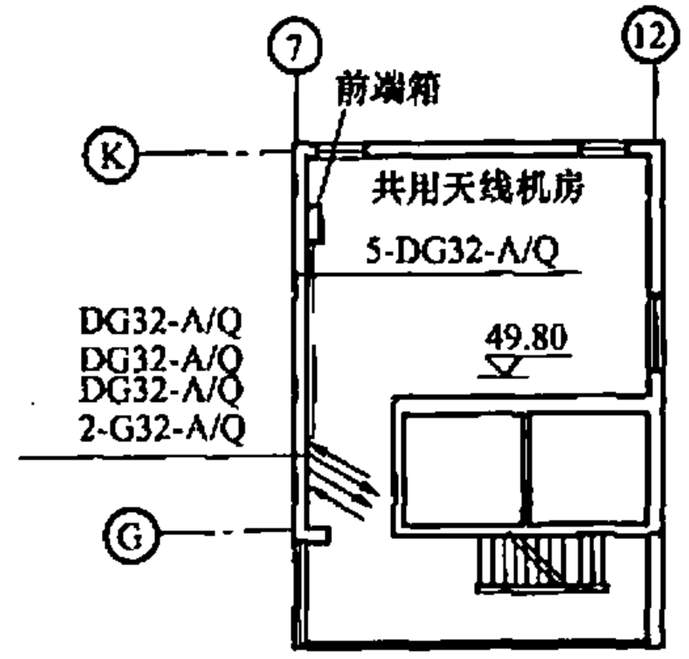

虚线表示串接做法
分前端箱放
设于九层
DG32-A/Q
G32-A/Q
2-DG32-A/Q
DG32-A/P
G32-A/L
DG20-A/D
从一层过渡引入
T
17
16
15
14
13
11
9
5
4
3
2
1

图 6-31　标准层平面图





(b)

(c)

图 6-32　平、剖面图

(a) 1-1 剖面图；(b) 机房平面图；(c) 18 层屋顶平面层

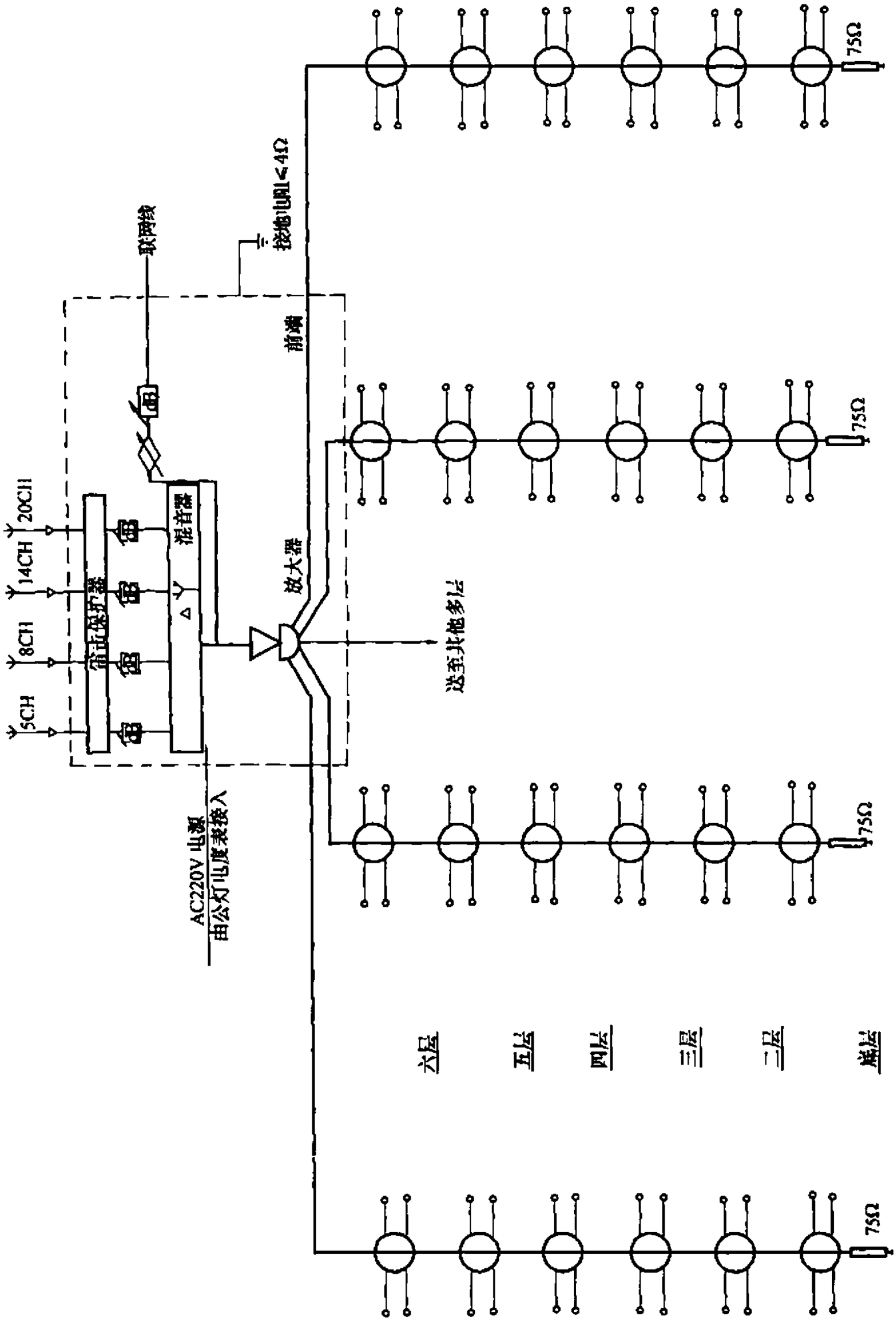
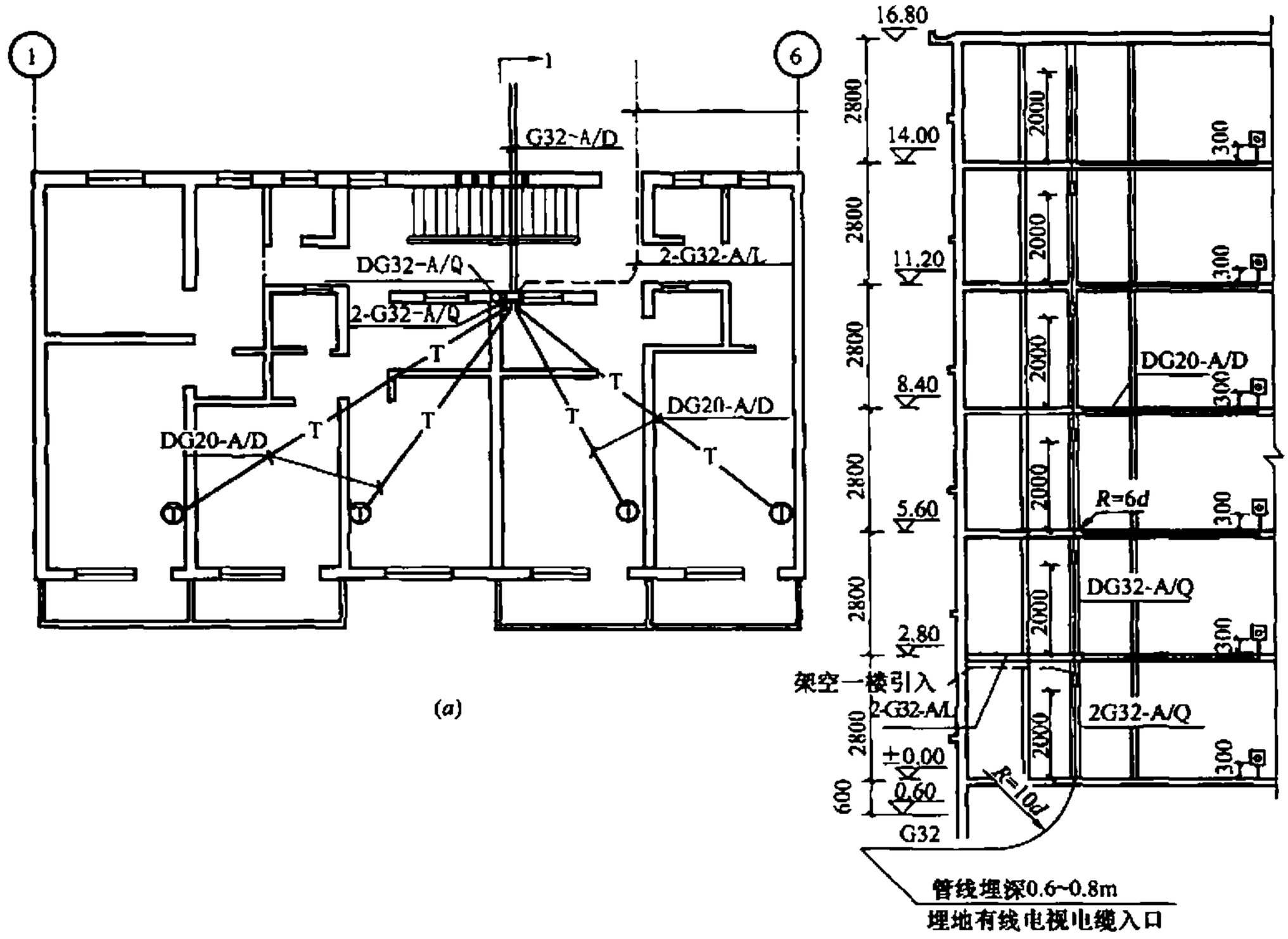


图 6-33　6 层住宅楼系统设计图



(a)　　(b)

图 6-34　平、剖面图

(a) 底层平面图；(b) 1-1 剖面图

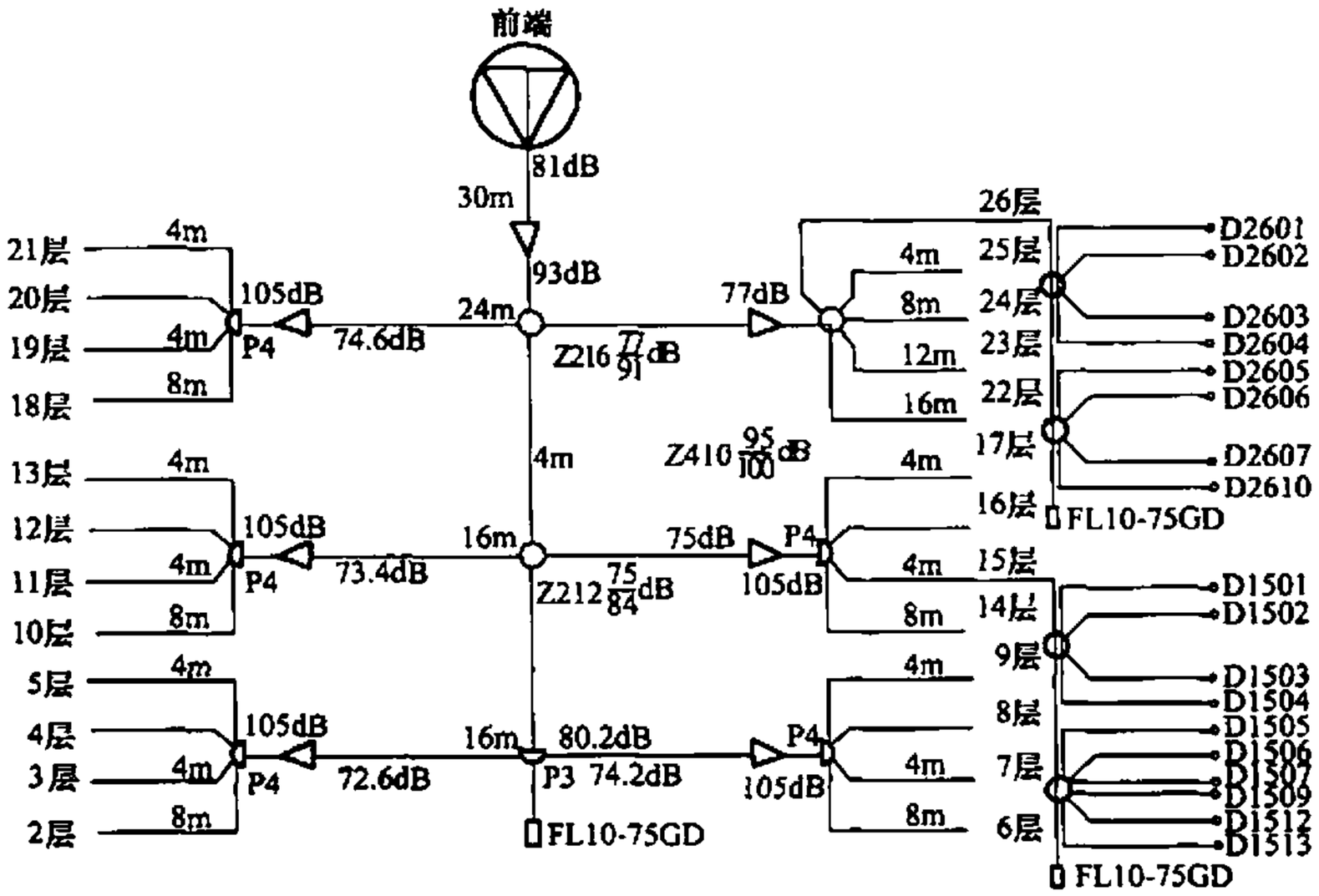


图 6-35　某高层宾馆 CATV 传输分配系统图

第七节　传输分配系统的施工

一、建筑物之间的线路施工

1. 建筑物间线路架空敷设要求

（1）从支撑杆上引入电缆跨过街道或庭院时，电缆架设最小高度应大于 5m。电缆在固定到建筑物上时，应安装吊钩和电缆夹板，电缆在进入到建筑物之前先做一个 10cm 的滴水弯。

（2）在居民小区内建筑物间跨线时，有车道的地方不低于 4.5m，无车道的地方不低于 4m。

（3）建筑物间电缆的架设，应根据电缆及钢绞线的自重而采用不同的结构安装方式，如图 6-36 所示。其中图（a）、（b）为两种不同结构的安装方式，进出建筑物的电缆应穿

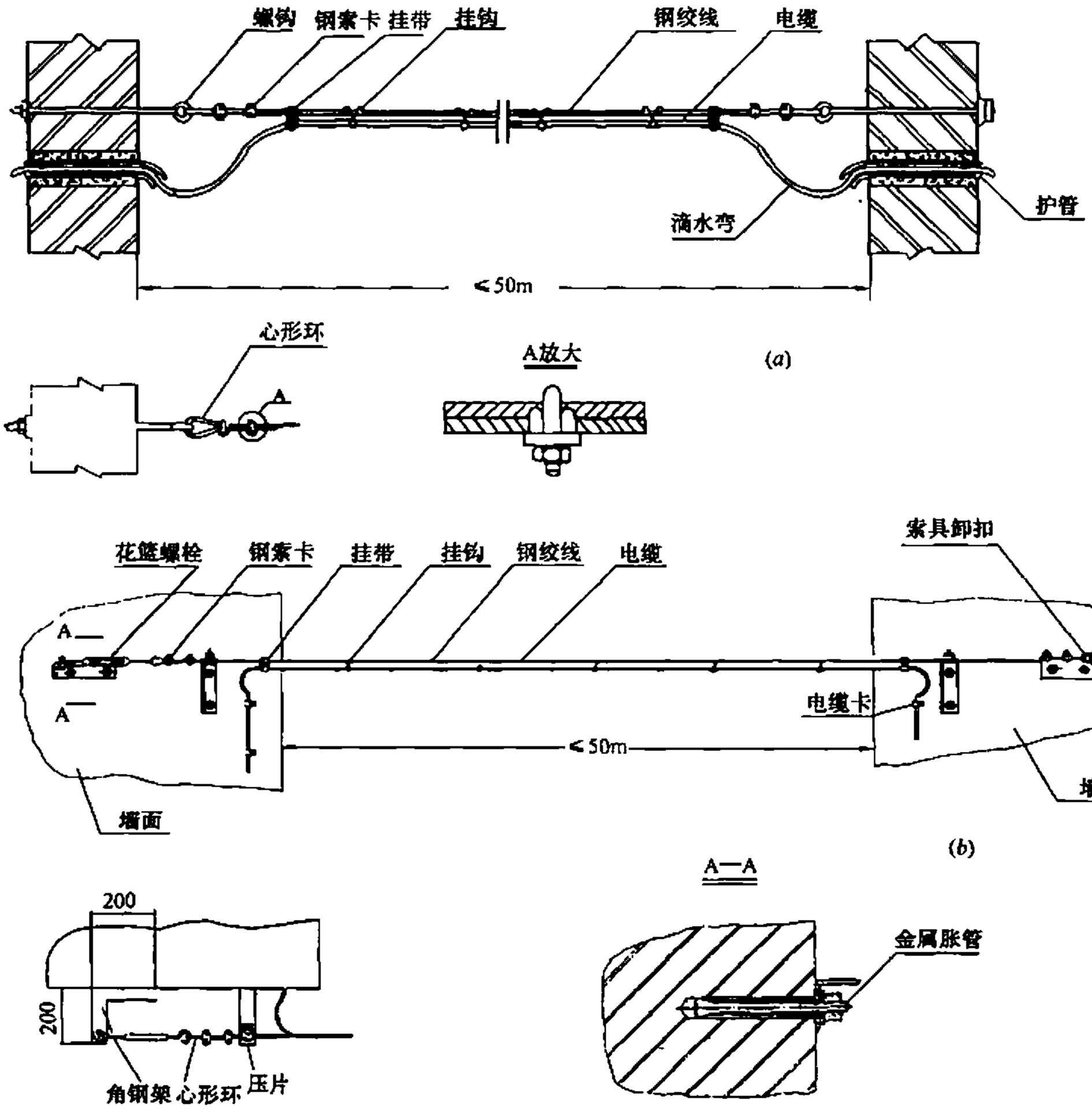


图 6-36　支线电缆跨接方式

带滴水弯的钢管敷设，钢管在建筑物上安装完毕后，应对墙体按原貌修复。

(4) 在架设电缆时，一般要求建筑物间电缆跨距不得大于 50m，在其跨距大于 50m 时，应在中间另加立杆支撑。在跨距大于 20m 的建筑物间的吊线，采用规格为 1×7-4.2mm 的钢绞线，在跨距小于 20mm 的建筑物间的吊线可用 1×7-2.4mm；同一条吊线最多吊挂两根电缆，用电缆挂钩将支线电缆挂在吊线上面，挂钩间距为 0.5m，如图 6-37 所示。

2. 建筑物间线路暗埋敷设要求

建筑物间跨线需暗埋时，应加钢管保护，埋深不得小于 0.8m，钢管出地面后应高出地面 2.5m 以上，用卡环固定在墙上，电缆出口加防雨保护罩。

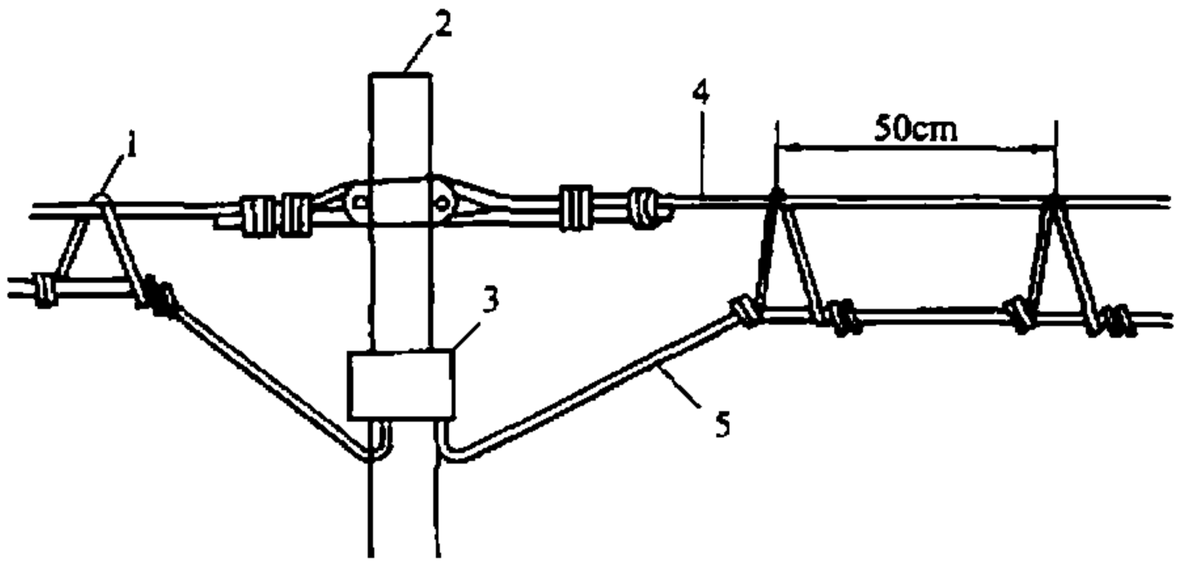


图 6-37　架空明线的安装示意图

1—电缆挂环；2—电杆；3—干线部件防水箱；4—钢丝；5—电缆

3. 建筑物上沿墙敷设电缆要求

(1) 在建筑物上安装的墙担(拉台) 应在一层至二层楼之间，墙担间距不超过 15m，墙担用 ϕ10 膨胀螺栓固定在建筑物外墙上，电缆经过建筑物转角处要安装转角担，电缆终端处安装终端担。

(2) 沿建筑物外墙敷设的吊线可用 1×7-2.4mm 的钢绞线，钢绞线应架在一、二层间空余处，以不影响开窗为宜。

(3) 电缆沿墙敷设应横平竖直，弯曲自然，符合弯曲半径要求。挂钩或线卡间距为 0.5m。

二、建筑物内的电缆敷设

建筑物内的电缆敷设按新旧建筑物分成明装和暗装两种方式。

1. 建筑物内电缆的明装要求

(1) 电缆由建筑物门栋窗户侧墙打孔进入楼道，孔内要求穿带防水弯的钢管保护，以免雨水进入，电缆要留滴水弯，在钢绞线处用绑线扎牢。

(2) 电缆进入建筑物内后，需沿楼梯墙上方用钢钉卡或木螺丝加铁卡，将电缆固定并引至分支盒，电缆转弯处要注意电缆的弯曲半径要求。电缆卡之间的间距为 0.5m，如图 6-38 所示。

(3) 楼层之间的电缆必须加装不少于 2m 长的保护管加以保护。一种是用分支器箱配 ϕ45mm 或 ϕ30mm 的镀锌钢管保护，分支器放在分支盒内，钢管用铁卡环固定在墙上；另一种是用铁盒或塑料防水盒配 ϕ20～ϕ25mm 的 PVC 管保护，分支器放在防水盒内，PVC 管用铁卡加膨胀管木螺丝固定在墙上。

(4) 电缆的敷设过程中，不得对电缆进行挤压、扭绞及施加过大拉力，外皮不得有破损。

2. 建筑物内电缆的暗装要求

对于新建房屋应采用分支—分配式设计并暗管预埋。电缆的暗装是指电缆在管道、线槽、竖井内敷设。有线电视系统管线是由建筑设计人员进行设计的，不同建筑物内的管道

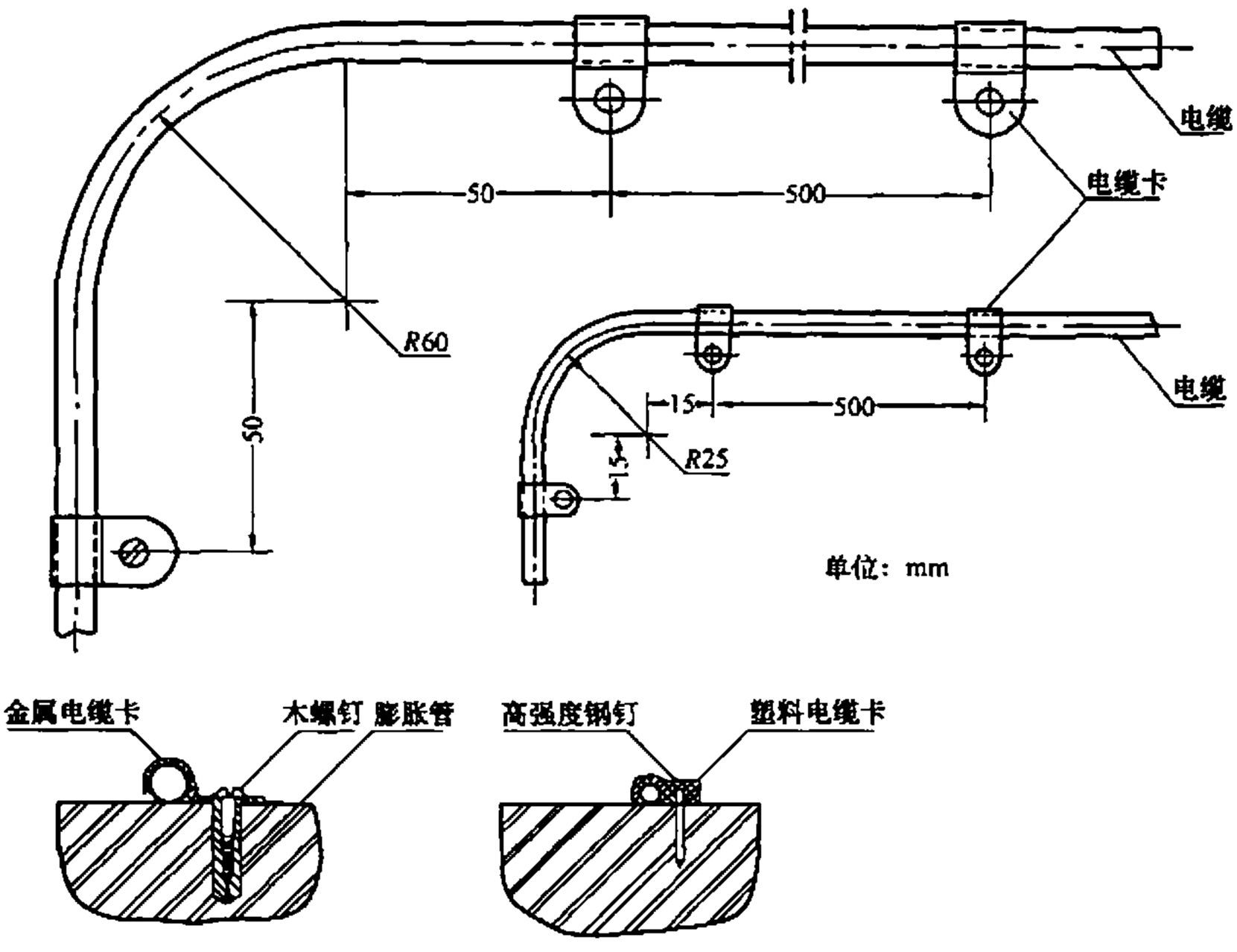


图 6-38　电缆的固定方法

设计会有所不同。有的宾馆、饭店和写字楼的各种专用线路，包括有线系统是利用竖井和顶棚中的线槽或管道敷设的。砖结构建筑物的管道是在建筑施工时预埋在墙中，而板状结构建筑物的管道可事先预埋浇注在板墙内。敷设电缆时必须按照建筑设计图纸施工。电缆的暗装如图 6-39 所示。

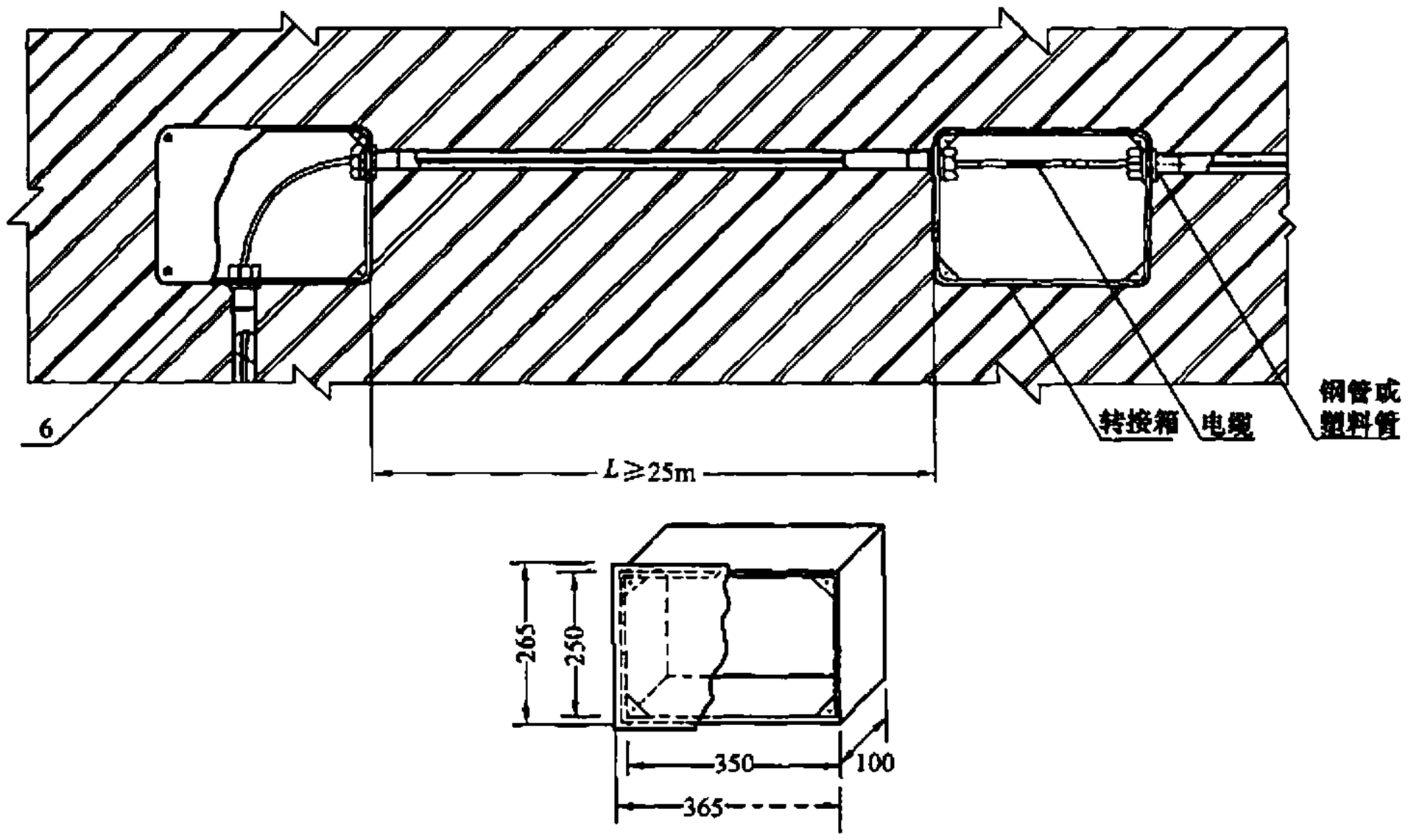


图 6-39　电缆的暗装

在管道中敷设电缆时应注意下列问题：

（1）电缆管道在大于 25m 及转弯时，应在管道中间及拐角处配装预埋盒，以利电缆顺利穿过。

（2）预埋的管道内要穿有细铁丝（称为带丝），以便拉入电缆；管道口要用软物或专用塑料帽堵上，以防泥浆、碎石等杂物进入管道中。

（3）电缆在线槽或竖井内敷设时，要求电缆与其他线路分开走线，以避免出现对电视信号的干扰。

（4）敷设电缆的两端应留有一定的余量，并要在端口上做上标记，以免将输入、输出线搞混。

三、分配系统的施工

分配系统在有线电视系统中分布最广，也最贴近用户，主要设备和装置有：分配放大器、分配器、分支器、终端盒及电缆等。

（一）电缆接头要求

电缆经连接器接入分配放大器，所用的连接器型号由分配放大器输入口决定。一般要求对 SYWV-75-9、SYWV-75-12 型电缆应使用针形连接器，而不提倡使用冷压或环加 F 形连接器；对 SYWV-75-7 型电缆应使用带针防水 F 形连接器，如图 6-40 所示；对 SYWV-75-5 型电缆可使用冷压或环加 F 形连接器，如图 6-41 所示。

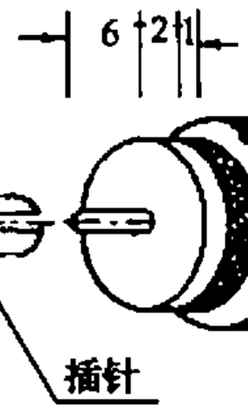


图 6-40　带插针的 F 形连接器

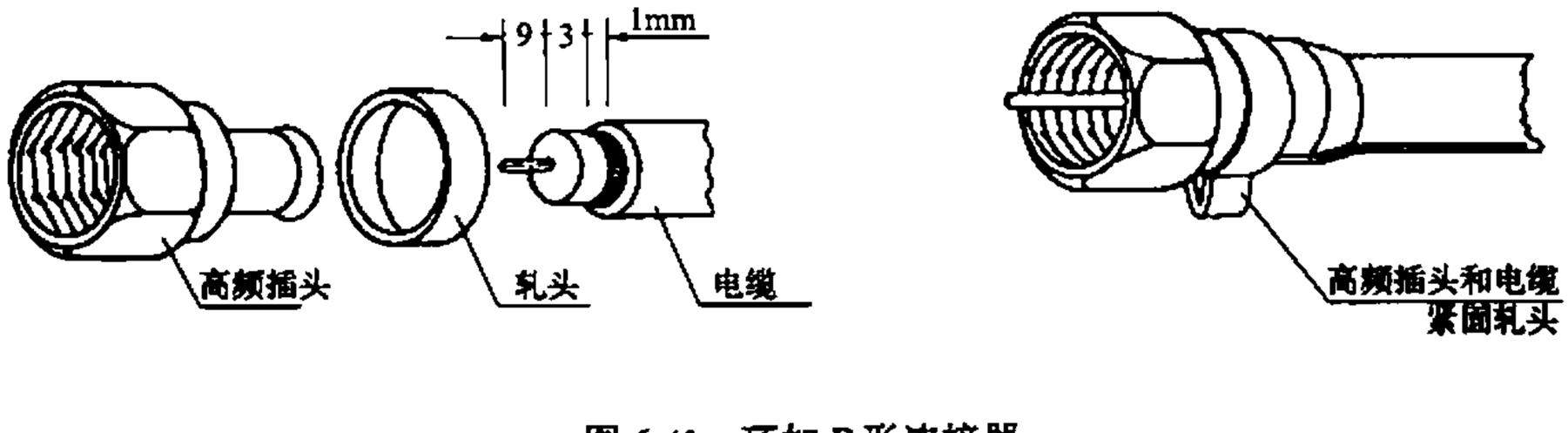


图 6-41　环加 F 形连接器

（二）分配放大器的安装要求

根据建筑物的设计方案的不同，分配放大器可能安装在室外，也可能安装在室内。

（1）在建筑物外安装分配放大器，应使用防水型分配放大器，其安装方法与干线放大

器相同。

（2）新建房屋可将分配放大器安装在预埋的分前端箱内。

（3）在建筑物内明装情况下，应在不影响人行的位置安装铁箱，箱体底部距楼道地面不低于1.8m，将分配放大器安装在铁箱内。

（三）分支器、分配器的安装要求

分配系统所用分支器、分配器的输入、输出端口通常是F形插座（分英制、公制两种），可配接F形冷压接头，各空接端口应接75Ω终端负载。

1. 分支、分配器的明装要求

（1）安装方法是按照部件的安装孔位，用 ϕ6mm 合金钻头打孔后，塞进塑料膨胀管，再用木螺丝对准安装孔加以紧固。塑料型分支器、分配器或安装孔在盒盖内的金属型分配分支器，则要揭开盒盖对准安装盒钻眼；压铸型分配、分支器，则对准安装孔钻眼。

（2）对于非防水型分配器和分支器，明装的位置一般是在分配器箱内或走廊、阳台下面，必须注意防止雨淋受潮，连接电缆水平部分留出长250～300mm左右的余量。然后导线向下弯曲，以防雨水顺电缆流入部件内部。

2. 分支、分配器的暗装要求

暗装有木箱与铁箱两种，并装有单扇或双扇箱门，颜色尽量与墙面相同。在木箱上装分配器或分支器时，可按安装孔位置，直接用木螺丝固定。采用铁箱结构，可利用二层板将分配器或分支器固定在二层板上，再将二层板固定在铁箱上。

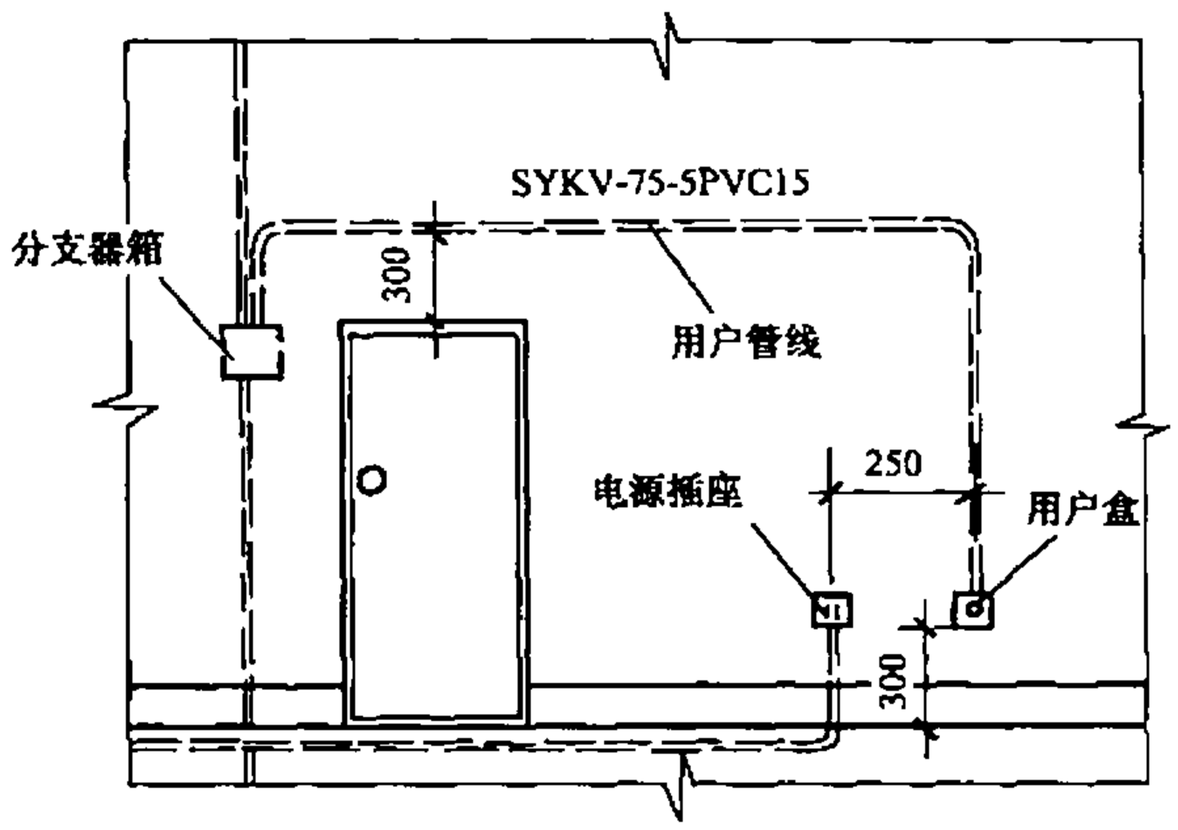


图6-42　用户盒安装位置

（四）用户盒安装

用户盒也分明装与暗装，明装用户盒（插座）只有塑料盒一种，暗装盒又有塑料盒、铁盒两种，应根据施工图要求进行安装。一般盒底边距地0.3～1.8m，用户盒与电源插座盒应尽量靠近，间距一般为0.25m，如图6-42所示。

1. 明装

明装用户盒直接用塑料胀管和木螺丝固定在墙上，因盒突出墙体，应特别注意在墙上明装，施工时要注意保护，以免碰坏。

2. 暗装

暗装用户盒应在土建主体施工时将盒与电缆保护管预先埋入墙体内，盒口应和墙体抹灰面平齐，待装饰工程结束后，进行穿放电缆，接线安装盒体面板。面板应紧贴建筑物表面。

用户终端盒是系统与用户电视机连接的端口。用户盒的面板有单孔（TV）和双孔（TV、FM），盒底的尺寸是统一的，如图6-43所示。一般统一的安装在室内安放电视机位置附近的墙壁上，（但每幢楼或每个单元的布线及用户终端盒的安装应统一在一边）。用户

终端盒的安装要求牢固、端正、美观，接线牢靠。

用户电缆应从门框上端附近钻孔进入住户，用塑料钉卡住钉牢，卡距应小于 0.4m，布线要横平竖直，弯曲自然，符合弯曲半径要求。用户盒的安装如图 6-43（明装）和图 6-44（暗装）所示。用户盒无论明装还是暗装，盒内均应留有约 100～150mm 的电缆余量，以便安装和维修时使用。

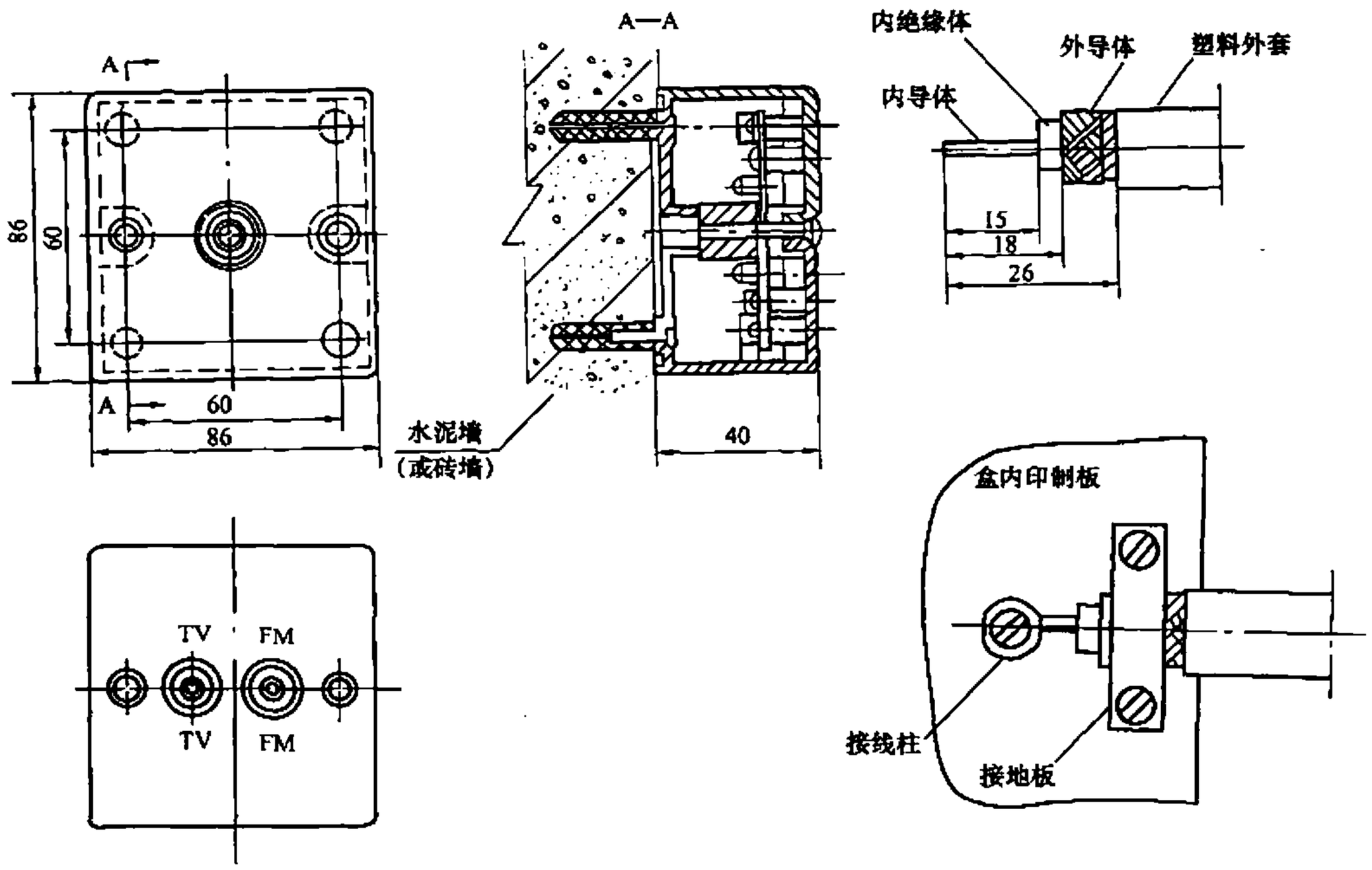


图 6-43　用户盒（串接—分支）明装示意图

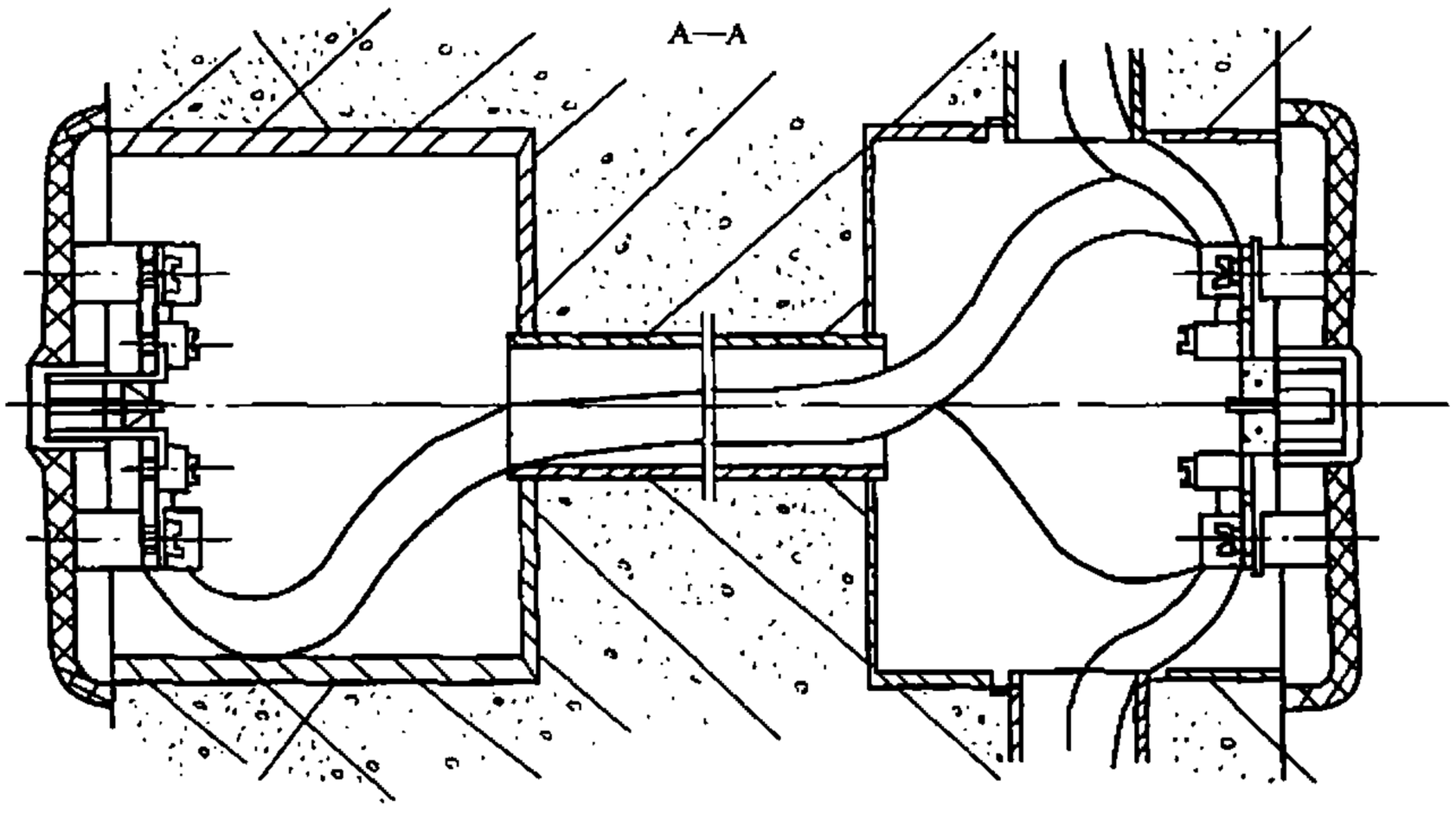


图 6-44　相邻两个用户盒的安装法（暗装）

四、CATV 系统的施工质量检查

按表 6-14 的要求进行施工质量的检查和验收。

安全措施和施工质量检查要点　　表 6-14

检查项目		检查要点
天线部分	天线	(1) 振子排列、安装方向正确；(2) 各固定部位定位牢固；(3) 间距合乎要求；(4) 选材恰当，强度、抗腐蚀能使用较长周期；(5) 振子中心接地
	天线放大器	(1) 安装牢固、位置恰当；(2) 屏蔽合乎要求；(3) 防水措施合理有效
	馈　线	(1) 选用型号、颜色合乎要求；(2) 走线合理，应有防护措施；(3) 连接正确、牢固，接地、防潮、防腐蚀满足要求
	竖杆（架）及拉线	(1) 材料、工艺满足各荷载要求；(2) 拉线方向正确，拉力均匀；(3) 拉线安装满足避雷要求和满足电波传播要求
	避雷针及接地	(1) 避雷针用材符合要求，长度合适，满足 45°保护角要求；(2) 接地线施工、用材合乎要求；(3) 各部位电气连接良好，符合焊接要求；(4) 接地电阻满足小于 4Ω；(5) 接地应有两个泄流点
前　端		(1) 机房选点和使用面积合理且符合要求；(2) 机房各机柜、控制台、前端设置合理；(3) 避雷器和接地设施合理，接地电阻满足小于 4Ω；(4) 连接正确、排列整齐，标识明确；(5) 进出电缆走向合理，高低电平走向分开，定位牢固；(6) 防火等安全措施得当；(7) 视音频电缆与电源电缆走线分开；(8) 供电系统符合规范要求
传输设备		(1) 按设计施工、安装；(2) 应特别注意电缆连接器的安装、连接符合工艺要求；(3) 放大器安装工艺合理，满足就近接地；(4) 各接点正确，接插部件牢固，各器件防水、防腐蚀措施得当；(5) 架空电缆、墙壁电缆进入建筑物时，钢缆、电缆外导体应作接地处理；空旷地区上述电缆进入建筑物时，应装避雷器；(6) 分配器、分支器应装入箱内，空余端要终接，接地符合规范；(7) 钢缆垂度满足要求，支承点的水平高度基本一致，支承点定位牢固；(8) 电缆走向、布线和敷设合理、美观；(9) 挂钩间距符合要求；(10) 电缆弯曲、盘接符合要求，不允许扭转；(11) 电缆离地高度及其他管线间距符合要求；(12) 架设、敷设的安装构件选用合适；(13) 户外电缆均应用黑色电缆；(14) 系统监察点设置满足要求；(15) 埋地及穿管电缆均应符合规范要求；(16) 与 200V 以上电源线交叉应设有防护措施
用户设备		(1) 布线整齐、美观，入户线定位牢固；(2) 分配放大器工艺合理，供电、接地满足要求；(3) 用户终端盒安全要求应符合国家规定，安装位置应合理，接线正确，整齐牢固
供电设备		(1) 供电器避雷、接地措施得当；(2) 供电器电压、电流有监视手段；(3) 供电设备安全、可靠，符合设计、施工要求；(4) 前端机房播出设备的供电和维修设备及辅助设备的供电回路分开；(5) 前端机房应有交流稳压设备

第七章　电 视 监 控 系 统

第一节　电视监控系统的组成

一、电视监控系统的基本组成

闭路监控电视系统根据其使用环境、使用部门和系统的功能而具有不同的组成方式，无论系统规模的大小和功能的多少，一般监控电视系统由摄像、传输、控制、显示和记录显示等四个部分组成，如图 7-1 所示。

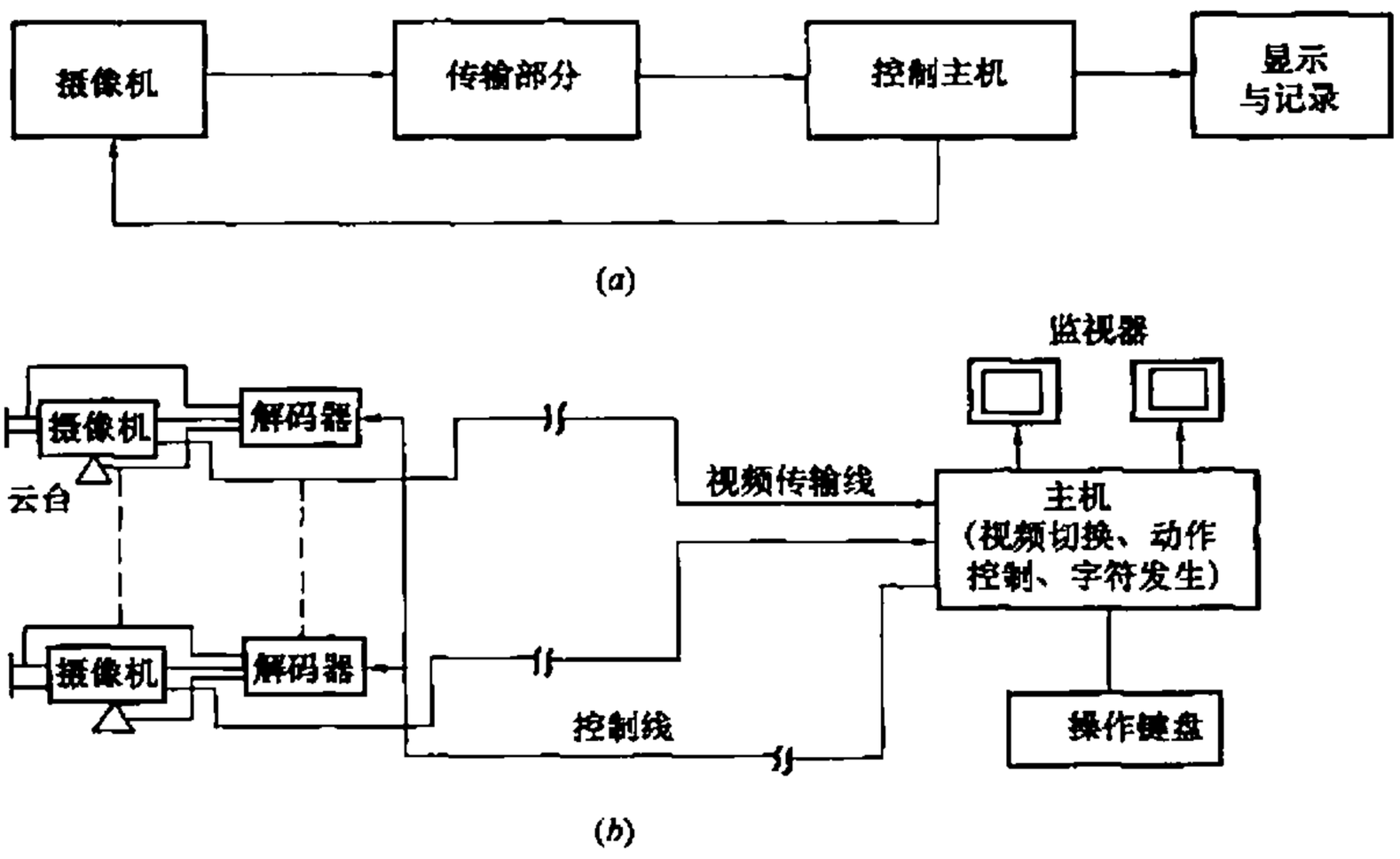


图 7-1　电视监控系统的基本组成

（a）组成框图；（b）简例

（一）摄像机部分

摄像部分是电视监控系统的前端，是整个系统的“眼睛”，其作用是将所监视目标的光信号变为电信号。它布置在电视监视场所的某一位置上，使其视场角能覆盖整个被监视的各个部位。有时，电视监视场所面积较大，为了节省摄像机所用的数量，简化传输系统及控制与显示系统，在摄像机上加装电动的（可遥控的）可变焦距（变倍）镜头，使摄像机所能观察的距离更远、更清楚，有时还把摄像机安装在电动云台上，通过控制台的控制，可以使云台带动摄像机进行水平和垂直方向的转动，从而使摄像机能覆盖的角度、面积更大。总之，摄像机就像整个系统的眼睛一样，把它监视的内容变为图像信号，传送到控制中心的监视器上。由于摄像部分是系统的最前端，并且被监视场所的情况是由它变成图像信号传送到控制中心的监视器上，所以从整个系统来讲，摄像部分是系统的原始信号

源。因此，摄像部分的好坏以及它产生的图像信号的质量将影响着整个系统的质量。从系统噪声计算理论的角度来讲，影响系统噪声的最大因素是系统中第一级的输出（在这里即为摄像机的图像信号输出）信号信噪比的情况。所以，认真选择和处理摄像部分是至关重要的。

（二）传输部分

传输部分就是系统的图像信号通路。一般来说，传输部分单指的是传输图像信号。但是，由于某些系统中除图像外，还要传输声音信号，同时，由于需要在控制中心通过控制台对摄像机、镜头、云台、防护罩等进行控制，因而在传输系统中还包含有控制信号的传输，所以我们这里所讲的传输部分，通常是指所有要传输的信号形成的传输系统的总和。这样，在以后有关传输部分的讨论中，在重点介绍图像信号传输的基础上，还将对声音信号及控制信号的传输问题加以讨论和研究。

如前所述，传输部分主要传输的内容是图像信号，因此重点研究图像信号的传输方式及传输中的有关问题是非常重要的。对图像信号的传输，重点要求是在图像信号经过传输系统后，不产生明显的噪声、失真（色度信号与亮度信号均不产生明显的失真），保证原始图像信号（从摄像机输出的图像信号）的清晰度和灰度等级没有明显下降等等。这就要求传输系统在衰减方面、引入噪声方面、幅频特性和相频特性方面都有良好的性能。

在传输方式上，目前电视监控系统多半采用视频基带传输方式。如果摄像机距离控制中心较远，也有采用射频传输方式或光纤传输方式的。对以上这些不同的传输方式，所使用的传输部件及传输线路都有较大的不同。这些在后面的章节中将要专门讨论和研究。总之，虽然从表面上看，传输部分好像只是一些线路，但实际上这部分的好坏也是影响整个系统质量的重要环节之一。

（三）控制部分

控制部分是整个系统的“心脏”和“大脑”，是实现整个系统功能的指挥中心。控制部分主要由总控制台（有些系统还设有副控制台）组成。总控制台中主要的功能有：视频信号放大与分配、图像信号的校正与补偿、图像信号的切换、图像信号（或包括声音信号）的记录、摄像机及其辅助部件（如镜头、云台、防护罩等）的控制（遥控）等等。在上述的各部分中，对图像质量影响最大的是放大与分配、校正与补偿、图像信号的切换三部分。在某些摄像机距离控制中心很近、或对整个系统指标要求不高的情况下，在总控制台中往往不设校正与补偿部分。但对某些距离较远，或由于传输方式的要求等原因，校正与补偿是非常必要的。因为图像信号经过传输之后，往往其幅频特性（由于不同频率成分到达总控制台时，衰减是不同的，因而造成图像信号不同频率成分的幅度不同，此称为幅频特性）、相频特性（不同频率的图像信号通过传输部分后产生的相移不同，此称为相频特性）无法绝对保证指标的要求，所以在控制台上要对传输过来的图像信号进行幅频和相频的校正和补偿。经过校正和补偿的图像信号，再经过分配或放大，进入视频切换部分，然后送到监视器上。总控制台的另一个重要方面是能对摄像机、镜头、云台、防护罩等进行遥控，以完成对被监视的场所全面、详细的监视或跟踪监视。总控制台上设有的录像机，可以随时把发生情况的被监视场所的图像记录下来，以便事后备查或作为重要依据。目前，有些控制台上设有一台或两台“长延时录像机”，这种录像机可用一盘录像带记录长达 12、24 小时甚至更长时间的图像信号，这样就可以对被监视场所的图像以一定时间

间隔记录一次的方式进行长时间记录，从而不必使用大量的录像带。还有的总控制台上设有“多画面分割器”，如4画面、9画面、16画面等等。也就是说，通过这个设备，可以在一台监视器上同时显示出4个、9个、16个摄像机送来的各个被监视场所的图像画面，并用一台常规录像机或长延时录像机进行记录。上述这些功能的设置，要根据系统的要求而定，对于一些重要场所，为保证图像的连续和清晰，不采取以上方法或选用以上设备。

目前生产的总控制台，在控制功能上、控制摄像机的台数上往往都做成积木式的。可以根据要求进行组合。另外，在总控制台上还设有时间及地址的字符发生器，通过这个装置可以把年、月、日、时、分、秒都显示出来，并把被监视场所的地址、名称显示出来。在录像机上可以记录，这样对以后的备查提供了方便。

总控制台对摄像机及其辅助设备（如镜头、云台、防护罩等）的控制一般采用总线方式，把控制信号送给各摄像机附近的“终端解码箱”，在终端解码箱上将总控制台送来的编码控制信号解出，成为控制动作的命令信号，再去控制摄像机及其辅助设备的各种动作（如镜头的变倍、云台的转动等）。在某些摄像机距离控制中心很近的情况下，为节省开支，也可采用由控制台直接送出控制动作的命令信号—即“开、关”信号。总之，根据系统构成的情况及要求，可以综合考虑，以完成对总控制台的设计要求或订购要求。

（四）显示部分

显示部分一般由几台或多台监视器组成，它的功能是将传送过来的图像——显示出来。在电视监控系统中，除了是特别重要的部位，一般都不是一台监视器对应一台摄像机进行显示，而是几台摄像机的图像信号用一台监视器轮流切换显示。这样做一是可以节省设备，减少空间的占用；二是因为被监视场所的情况不可能同时都发生意外情况，所以平时只要隔一定的时间（比如）几秒显示一下即可。当某个被监视的场所发生情况时，可以通过切换器将这一路信号切换到某一台监视器上一直显示，并通过控制台对其遥控跟踪记录。所以，在一般的系统中通常都采用四比一、甚至八比一的摄像机对监视器的比例数设置监视器的数量。目前，常用的摄像机对监视器的比例数为4:1，即4台摄像机对应1台监视器进行轮流显示，当摄像机的台数很多时，再采用8:1。另外，由于“画面分割器”的应用，在有些摄像机台数很多的系统中，用画面分割器把几台摄像机送来的图像信号同时显示在一台监视器上，也就是在一台较大屏幕的监视器上，把屏幕分成几个面积相等的小画面，每个画面显示一个摄像机送来的画面。这样可以大大节省监视器，并且操作人员观看起来也比较方便。但是，这种方案不宜在一台监视器上同时显示太多的分割画面，否则会使某些细节难以看清楚，影响监控的效果，一般以4分割或9分割较为合适。

为了节省开支，对于非特殊要求的电视监控系统，监视器可采用有视频输入端子的普通电视机，而不必采用造价较高的专用监视器。监视器（或电视机）的屏幕尺寸宜采用14～18英寸之间的，如果采用了“画图分割器”，可选用较大屏幕的监视器。

二、闭路监控电视系统的组成形式

闭路监控电视系统的组成形式一般有如下几种方式：

1. 单头单尾方式

这是最简单的组成方式，如图7-2（a）所示。头指摄像机，尾指监视器。这种由一台摄像机和一台监视器组成的方式用在一处连续监视一个固定目标的场合。

图 7-2（*b*）增加了一些功能，比如摄像镜头焦距的长短、光圈的大小、远近聚焦都可以遥控调整，还可以遥控电动云台的左右上下运动和接通摄像机的电源。摄像机加上专用外罩就可以在特殊的环境条件下工作。这些功能的调节都是靠控制器完成的。

2. 单头多尾方式

如图 7-2（*c*）所示，它是由一台摄像机向许多监视点输送图像信号，由各个点上的监视器同时观看图像。这种方式用在多处监视同一个固定目标的场合。

3. 多头单尾方式

图 7-2（*d*）是多头单尾系统，用在一处集中监视多个目标的场合。它除了控制功能外，它还具有切换信号的功能。如果系统中设有动作控制的要求，那么它就是一个视频信号选切器。

4. 多头多尾方式

图 7-2（*e*）是多头多尾任意切换方式的系统，用于多处监视多个目标的场合。此时宜结合对摄像机功能遥控的要求，设置多个视频分配切换装置或矩阵网络。每个监视器都可以选切各自需要的图像。

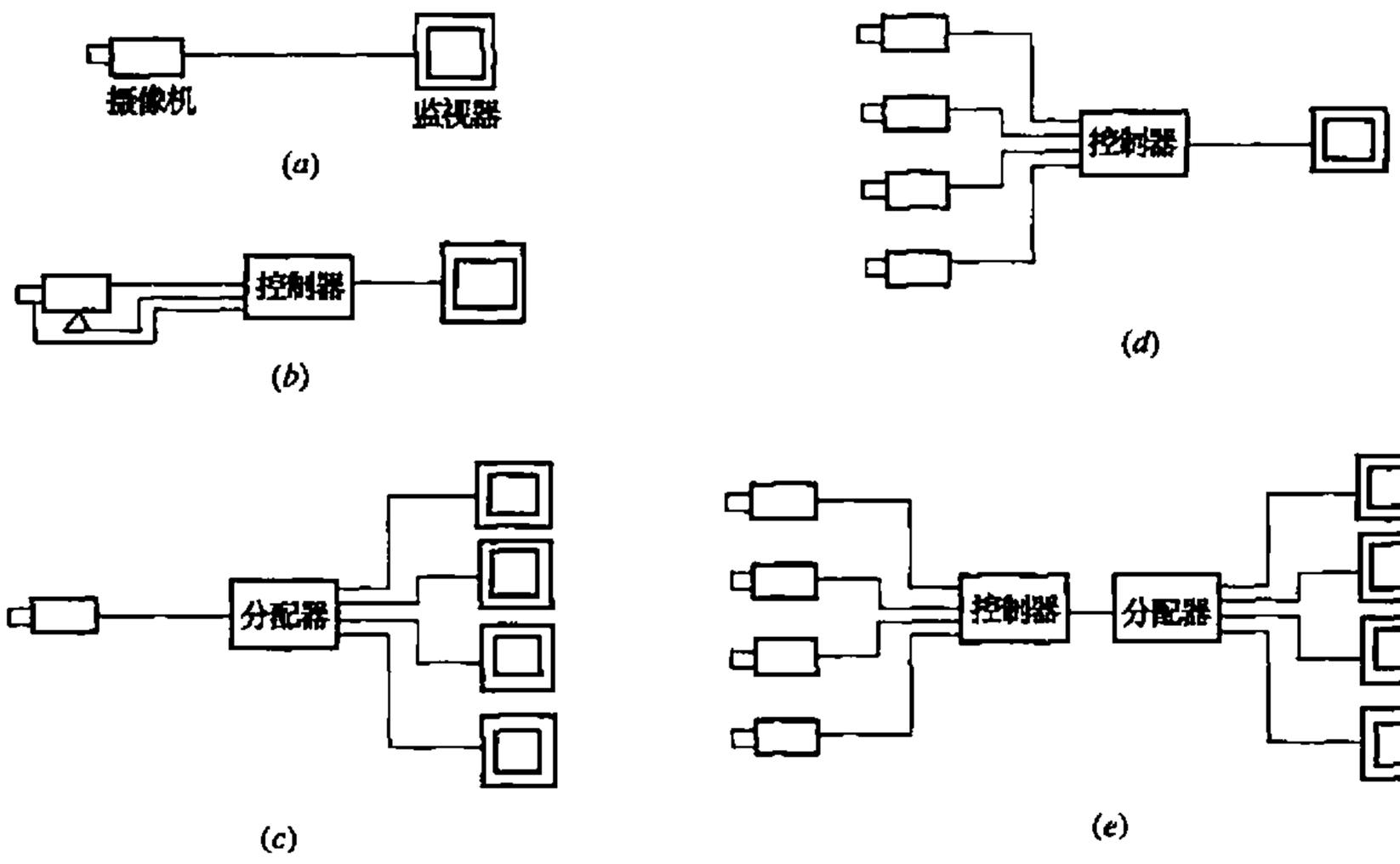


图 7-2　闭路监控电视系统的组成形式

三、电视监控系统的基本要求

电视监控系统是对预定的防护范围、监控目标，通过 CCTV 再现图像画面，并进行动态监视和记录，既便于对突发事件的监控，也用作录像取证。其基本要求：

（1）按照防护目标及监视的具体要求，对建筑物的重要场所、通道、电梯轿厢、电梯厅、车库以及人流量集中的厅，安装 CCTV；其次对商场来讲，也可兼作内部管理、商品导购等。

（2）系统的图像显示应能自动和手动切换，画面上应有摄像机编号（楼层部位）和日期、时间等显示。

（3）对某些预选的重要目标的电视监控，应能与防盗防入侵报警、灯光联动，并能根据需要将现场图像切换至监视器显示及自动录像。

（4）系统应对重要或要害部门及其设施的防护部位进行长时间录像。

第二节　摄像机及其布置

一、摄像机分类

摄像机处于 CCTV 系统的最前端，它将被摄物体的光图像转变为电信号——视频信号，为系统提供信号源，因此它是 CCTV 系统中最重要的设备之一。

摄像机按摄像器件类型分为电真空摄像管的摄像机和 CCD（固体摄像器件）摄像机，目前一般都采用 CCD 摄像机。

1. 按颜色划分

有黑白摄像机和彩色摄像机，其特性比较如表 7-1 所示。

黑白与彩色摄像机对比　　表 7-1

项　目	黑白摄像机	彩色摄像机	项　目	黑白摄像机	彩色摄像机
灵敏度	高	低	图像观察感觉	只有黑白	有色彩、真实
分辨率	高	低	价　格	低	高
尺寸及重量	小	大			

因此，从图像监视角度来说，CCTV 系统一般宜采用黑白摄像机，只有当对监视区有识别颜色要求时才采用彩色摄像机。

2. 按图像信号处理方式划分

（1）数字视频（DV）格式的全数字式摄像机。

（2）带数字信号处理（DSP）功能的摄像机。

（3）模拟式摄像机。

3. 按摄像机结构区分

（1）普通单机型，镜头需另配。

（2）机板型（board type）：摄像机部件和镜头全部在一块印刷电路板上。

（3）针孔型（pinhole type）：带针孔镜头的微型化摄像机。

（4）球型（dome type）：是将摄像机、镜头、防护罩或者还包括云台和解码器组合在一起的球形或半球形摄像前端系统，使用方便。

4. 按摄像机分辨率划分

（1）影像象素在 25 万象素（pixel）左右、彩色分辨率为 330 线、黑白分辨率 400 线左右的低档型。

（2）影像象素在 25～38 万之间、彩色分辨率为 420 线、黑白分辨率 500 线上下的中档型。

（3）影像象素在 38 万点以上、彩色分辨率大于或等于 480 线、黑白分辨率 600 线以上

的高分辨率型。

5. 按摄像机灵敏度划分

(1) 普通型：正常工作所需照度为 1～3lx；

(2) 月光型：正常工作所需照度为 0.1lx 左右；

(3) 星光型：正常工作所需照度为 0.01lx 以下；

(4) 红外照明型：原则上可以为零照度，采用红外光源成像。

6. 按摄像元件的 CCD 靶面大小划分

有 1 英寸、$\frac{2}{3}$英寸、$\frac{1}{2}$英寸、$\frac{1}{3}$英寸、$\frac{1}{4}$英寸等几种。目前是$\frac{1}{2}$英寸摄像机所占比例急剧下降，$\frac{1}{3}$英寸摄像机占据主导地位，$\frac{1}{4}$英寸摄像机将会迅速上升。

二、摄 像 机 的 镜 头

(一) 摄像机镜头的分类

1. 按摄像机镜头规格分

有 1 英寸……$\frac{1}{4}$英寸等规格，镜头规格应与 CCD 靶面尺寸相对应，即摄像机靶面大小为$\frac{1}{3}$英寸时，镜头同样应选$\frac{1}{3}$英寸的。

2. 按镜头安装分

C 安装座和 CS 安装（特种 C 安装）座。两者之螺纹相同，但两者到感光表面的距离不同。前者从镜头安装基准面到焦点的距离为 17.526mm，后者为 12.5mm。

3. 按镜头光圈分

手动光圈和自动光圈。自动光圈镜头有二类：

①视频输入型——将视频信号及电源从摄像机输送到镜头来控制光圈；

②DC 输入型——利用摄像机上的直流电压直接控制光圈。

4. 按镜头的现场大小分

(1) 标准镜头：视角 30°左右，在$\frac{1}{2}$英寸 CCD 摄像机中，标准镜头焦距定为 12mm；在$\frac{1}{3}$英寸 CCD 摄像机中标准镜头焦距定为 8mm。

(2) 广角镜头：视角在 90°以上，可提供较宽广的视景。1/2 和 1/3 英寸 CCD 摄像机的广角镜头标准焦距分别为 6mm 和 4mm。

(3) 远摄镜头：视角在 20°以内，此镜头可在远距离情况下将拍摄的物体影像放大，但使观察范围变小。1/2 英寸和 1/3 英寸 CCD 摄像机远摄镜头焦距分别为大于 12mm 和大于 8mm。

(4) 变焦镜头：(zoom lens) 也称为伸缩镜头，有手动变焦镜头 (manual zoom lens) 和电动变焦镜头 (motorized zoom lens) 两类。其输入电压多为直流 8～16V，最大电流为 30mA。

(5) 手动可变焦点镜头：(vari-focus lens) 它介于标准镜头与广角镜头之间，焦距连续可变，既可将远距离物体放大，同时又可提供一个宽广视景，使监视宽度增加。这种变焦镜头可通过设置自动聚焦于最小焦距和最大焦距两个位置，但是从最小焦距到最大焦距之

间的聚焦，则必须通过手动聚焦实现。

(6) 针孔镜头：镜头端头直径几毫米，可隐蔽安装。

5. 按镜头焦距分

(1) 短焦距镜头：因入射角较宽，故可提供较宽广的视景。

(2) 中焦距镜头：标准镜头，焦距长度视 CCD 尺寸而定。

(3) 长焦距镜头：因入射角较窄，故仅能提供狭窄视景，适用于长距离监视。

(4) 变焦距镜头：通常为电动式，可作广角、标准或远望镜头用。表 7-2 和表 7-3 列出定焦和变焦镜头的参数。

常用定焦距镜头参数表　　表 7-2

焦距（mm）	最大相对孔径	像场角度		分辨能力（线数/mm）		透射系数	边缘与中心照度比（%）
		水平	垂直	中心	边缘		
15	1:1.3	48°	36°	—	—	—	—
25	1:0.95	32°	24°	—	—	—	—
50	1:2	27°	20°	38	20	—	48
75	1:2	16°	12°	35	17	0.75	40
100	1:2.5	14°	10°	38	18	0.78	70
135	1:2.8	10°	7.7°	30	18	0.85	55
150	1:2.7	8°	6°	40	20	—	—
200	1:4	6°	4.5°	38	30	0.82	80
300	1:4.5	4.5°	3.5°	35	26	0.87	87
500	1:5	2.7°	2°	32	15	0.84	90
750	1:5.6	2°	1.4°	32	16	0.58	95
1000	1:6.3	1.4°	1°	30	20	0.58	95

常用变焦距镜头参数表　　表 7-3

焦距（mm）	相对孔径	视场角			最近距离（m）
		对角线	水平	垂直	
12～120	1:2	5°14′ 49°16′	4°12′ 40°16′	3°10′ 30°1′	1.3
12.5～50	1:1.8	12°33′ 47°28′	10°03′ 38°48′	7°33′ 92°35′	1.2
12.5～80	1:1.8	8°58′ 47°28′	6°18′ 38°18′	4°44′ 29°34′	1.5
14～70	1:1.8	8°58′ 42°26′	7°12′ 34°54′	5°24′ 26°32′	1.2
15～150	1:2.5	6°04′ 55°50′	4°58′ 45°54′	30°38′ 35°08′	1.7
16～64	1:2	9°48′ 37°55′	7°52′ 30°45′	5°54′ 23°18′	1.2
18～108	1:2.5	8°24′ 47°36′	6°44′ 38°48′	5°02′ 29°34′	1.5
20～80	1:2.5	11°20′ 43°18′	9°04′ 35°14′	6°48′ 26°44′	1.2
20～100	1:1.8	9°04′ 35°14′	7°16′ 28°30′	5°26′ 21°34′	1.3
25～100	1:1.8	9°04′ 35°14′	7°16′ 28°30′	5°26′ 21°34′	2

（二）镜头特性参数

镜头的特性参数很多，主要有焦距、光圈、视场角、镜头安装接口、景深等。

所有的镜头都是按照焦距和光圈来确定的，这两项参数不仅决定了镜头的聚光能力和放大倍数，而且决定了它的外形尺寸。

焦距一般用毫米表示，它是从镜头中心到主焦点的距离。光圈即是光圈指数 F，它被定义为镜头的焦距（f）和镜头有效直径（D）的比值，即

$$F = \frac{f}{D} \tag{7-1}$$

也即光圈 F 是相对孔径 D/f 的倒数，在使用时可以通过调整光阑口径的大小来改变相对孔径。光圈 F 值的分档是以$\sqrt{2}$的倍数排列的，即$\sqrt{2^0}$、$\sqrt{2}$、$\sqrt{2^2}$、$\sqrt{2^3}$、$\sqrt{2^4}$、$\sqrt{2^5}$、$\sqrt{2^6}$、$\sqrt{2^7}$、$\sqrt{2^8}$、$\sqrt{2^9}$、……，F 值为 1、1.4、2、2.8、4、5.6、8、11、16、22、……。

光圈值决定了镜头的聚光质量，镜头的光通量与光圈的平方值成反比（$1/F^2$）。具有自动可变光圈的镜头可依据景物的亮度来自动调节光圈。光圈 F 值越大，相对孔径越小。不过，在选择镜头时要结合工程的实际需要，一般不应选用相对孔径过大的镜头，因为相对孔径越大，由边缘光量造成的像差就大，如要去校正像差，就得加大镜头的重量和体积，成本也相应增加。

视场是指被摄物体的大小。视场的大小应根据镜头至被摄物体的距离、镜头焦距及所要求的成像大小来确定，如图 7-3 所示。其关系可按下式计算：

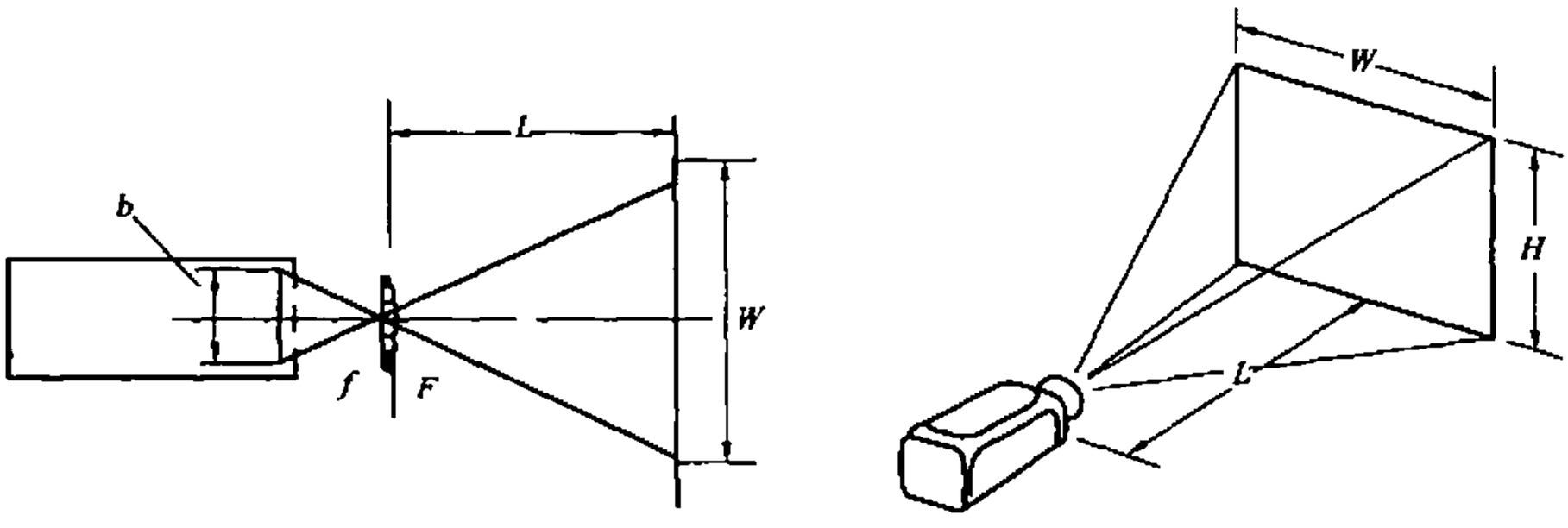


图 7-3　镜头特性参数之间的关系

$$H = \frac{aL}{f} \tag{7-2}$$

$$W = \frac{bL}{f} \tag{7-3}$$

式中　H——视场高度（m）；

W——视场宽度（m），通常 $W = \frac{4}{3}H$；

L——镜头至被摄物体的距离（视距 m）；

f——焦距（mm）；

a——像场高度（mm）；

b——像场宽度（mm）。

例如，已知被摄物体距镜头中心的距离为3m，物体的高度为1.8m，所用摄像机CCD靶面为$\frac{1}{2}$英寸，由表9-2查得其靶面垂直尺寸 a 为4.6mm，则由上式可求得镜头的焦距为：

$$f = \frac{aL}{H} = \frac{4.6 \times 3000}{1800} \approx 8\text{mm}$$

由以上公式可见，焦距 f 越长，视场角越小，监视的目标也小。利用（7-2）和（7-3）式可计算出不同尺寸的摄像管，在不同镜头焦距 f 下的视场高度和宽度值；或者相反，当镜头和物体之间的距离（L）和物体水平宽度（W）或高度（H）已知时，可利用（7-2）和（7-3）式计算出焦距 f，也可以用图7-4算出。

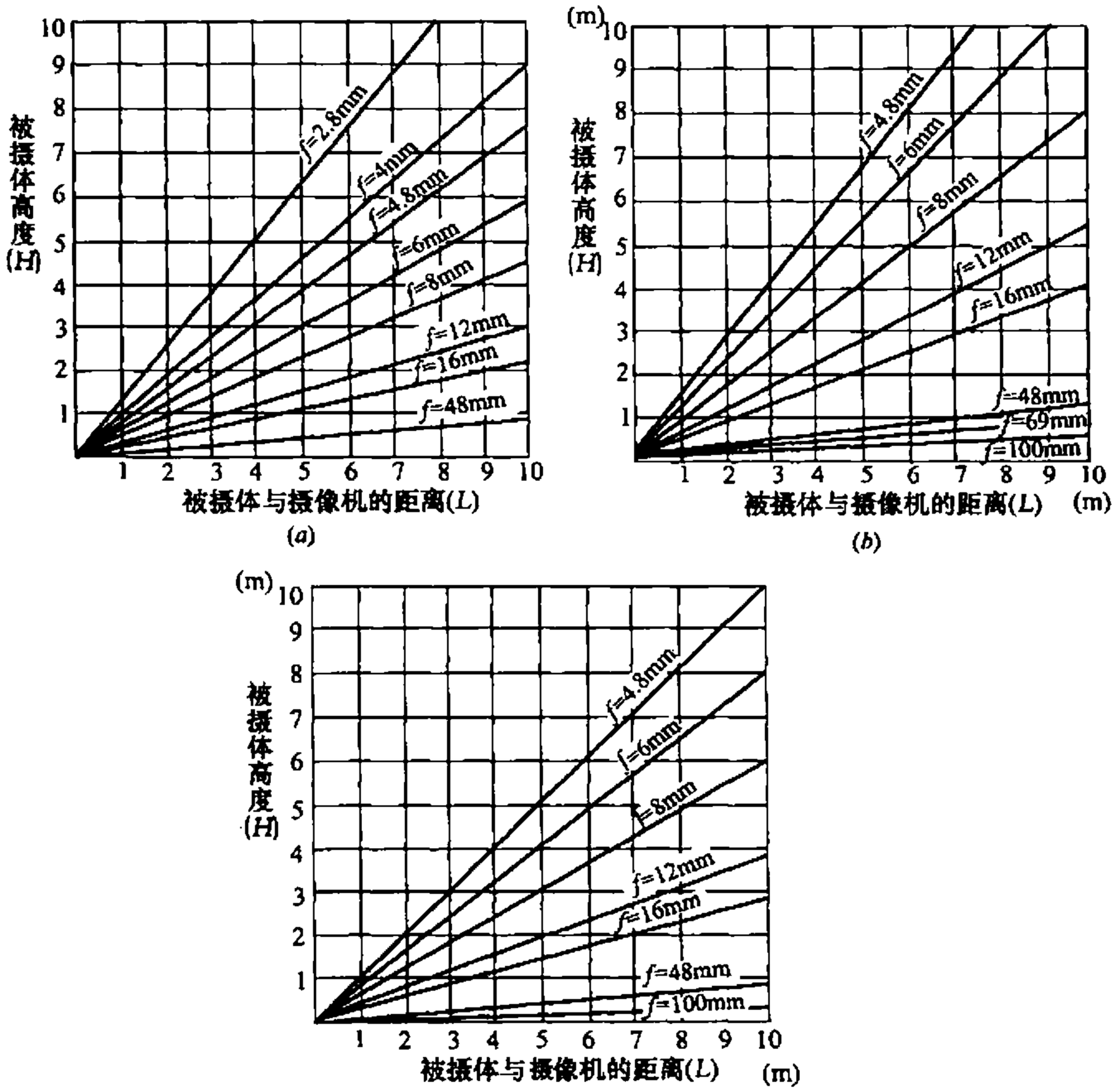


图7-4　镜头参数计算图

（a）$\frac{1}{3}$英寸摄像机；（b）$\frac{2}{3}$英寸摄像机；（c）$\frac{1}{2}$英寸摄像机

镜头有一个确定的视野，镜头对这个视野的高度和宽度的张角称为视场角。视场角与镜头的焦距 f 及摄像机靶面尺寸（水平尺寸 a 及垂直尺寸 b）的大小有关，镜头的水平视场角 $a_{水}$ 及垂直视场角 $a_{垂}$ 可分别由下式来计算：

$$a_{水} = 2\text{arctg}(a/2f) \tag{7-4}$$

$$a_{垂} = 2\text{arctg}(b/2f) \tag{7-5}$$

由以上两式可知，镜头的焦距 f 越短，其视场角越大，或者，摄像机靶面尺寸 a 或 b 越大，其视场角也越大。如果所选择的镜头的视场角太小，可能会因出现监视死角而漏监；而若所选择的镜头的视场角太大，又可能造成被监视的主体画面尺寸太小，难以辨认，且画面边缘出现畸变。因此，只有根据具体的应用环境选择视场角合适的镜头，才能保证既不出现监视死角，又能使被监视的主体画面尽可能大而清晰。

表 7-4 列出了几种常用镜头的水平/垂直视场角，表中的参数是以日本 JVC 系列镜头为参考给出的。表 7-5 是$\frac{1}{3}$英寸镜头时的焦距与摄像范围（$W \times H$）一览表。

常用镜头的视像角（水平角/垂直角）　　表 7-4

镜头尺寸（mm） \ 焦距（mm）	2.8	4	4.8	6	8	12	16	48	69	100
$\frac{1}{3}$	81°/66°	62°/48°	53°/41°	44°/33°	33°/25°	23°/17°	1.7°/13°	6°/5°		
$\frac{1}{2}$			67°/53°	56°/44°	44°/33°	38°/23°	23°/17°	7.6°/5.7°	5.3°/4°	3.7°/2.7°
$\frac{2}{3}$			85°/69°	72°/57°	58°/45°	40°/30°	31°/23°	10°/7.9°	7.3°/5.5°	5°/3.8°

$\frac{1}{3}$英寸镜头的焦距与摄像范围（$W \times H$）　　表 7-5

焦点距离 \ 被摄体的距离	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m
2.8m	1.71×1.29	3.43×2.57	5.14×3.86	6.86×5.14	8.57×6.43	10.29×7.71	12.00×9.00	13.71×10.29	15.43×11.57	17.14×12.86
4mm	1.20×0.90	2.40×1.80	3.60×2.70	4.80×3.60	6.00×4.50	7.20×5.40	8.40×6.30	9.60×7.20	10.80×8.10	12.00×9.00
4.8mm	1.00×0.75	2.00×1.50	3.00×2.25	4.00×3.00	5.00×3.75	6.00×4.50	7.00×5.25	8.00×6.00	9.00×6.75	10.00×7.50
6mm	0.80×0.60	1.60×1.20	2.40×1.80	3.20×2.40	4.00×3.00	4.80×3.60	5.60×4.20	6.40×4.80	7.20×5.40	8.00×6.00
8mm	0.60×0.45	1.20×0.90	1.80×1.35	2.40×1.80	3.00×2.25	3.60×2.70	4.20×3.15	4.80×3.60	5.40×4.05	6.00×4.50
12mm	0.40×0.30	0.80×0.60	1.20×0.90	1.60×1.20	2.00×1.50	2.40×1.80	2.80×2.10	3.20×2.40	3.60×2.70	4.00×3.00
16mm	0.30×0.23	0.60×0.45	0.90×0.68	1.20×0.90	1.50×1.13	1.80×1.35	2.10×1.58	2.40×1.80	2.70×2.03	3.00×2.25
48mm	0.10×0.08	0.20×0.15	0.30×0.23	0.40×0.30	0.50×0.38	0.60×0.45	0.70×0.53	0.80×0.60	0.90×0.68	1.00×0.75

图 7-5 为不同焦距镜头所对应的视场角示意图（设所用镜头配接$\frac{2}{3}$英寸靶面 CCD 摄像机）。

电视摄像机镜头的安装接口要严格按国际标准或国家标准设计和制造。镜头与摄像机大部分采用“C”、“CS”安装座连接。这是 1-32UN 的英制螺纹连接，“C”形接口的装座距离（安装靠面至像面的空气光程）为 17.52mm，“CS”型接口的装座距离为 12.52mm。“D”座连接方式规定连接螺纹为 5/8-32UN 的英制螺纹，装座距离为 12.3mm。“C”、“CS”、“D”的螺纹连接标准对螺纹的旋合长度、制造精度、靠面尺寸以及装座距离公差

都有详细规定。对于 CCTV 常用的“C”形接口，它是直径为 1 英寸（25.4mm）带有每英寸为 32 牙的英制螺纹。C 座镜头通过接圈可以安装在 CS 座的摄像机上，反之则不行。

为 1 英寸摄像机设计的镜头可被用于$\frac{1}{2}$英寸和$\frac{2}{3}$英寸的摄像机，只是缩小了视场角。但反之则不然，因为$\frac{1}{2}$英寸和$\frac{2}{3}$英寸摄像机的镜头无法产生需采用 1 英寸镜筒才能获得大的图像。

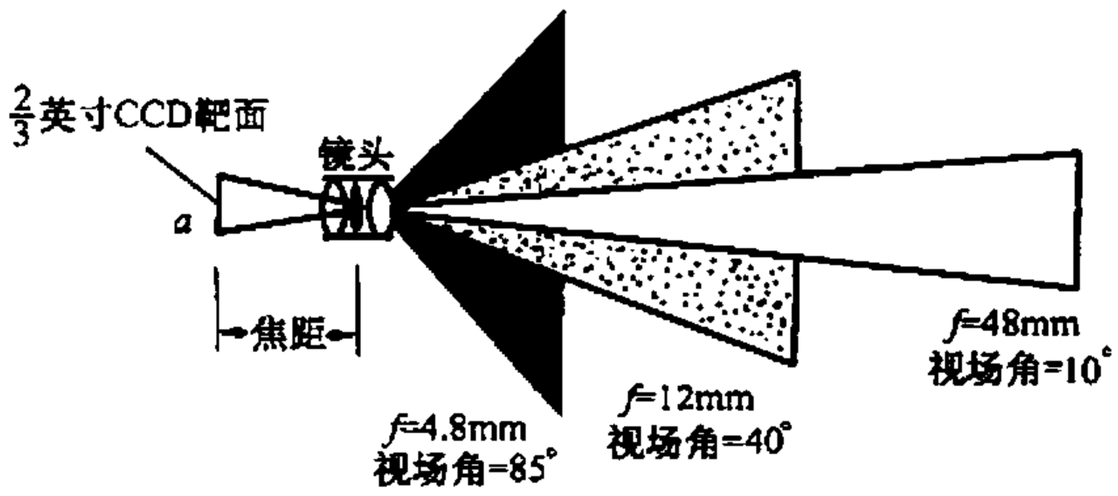


图 7-5　不同焦距镜头所对应的视场角

景深是指焦距范围内的景物的最近和最远点之间的距离。改变景深有三种方法：

①使用长焦距镜头。

②增大摄像机和被摄物体的实际距离。

③缩小镜头的焦距。第③种是最常用的改变景深的方法。

（三）镜头的选择

合适镜头的选择由下列因素决定：

①再现景物的图像尺寸；

②处于焦距内的摄像机与被摄体之间的距离；

③景物的亮度。

因素①和②决定了所用镜头的规格，而③对于摄像机的选择有一定影响。在一定的意义上，②和③具有相互依赖的关系，景深在很大程度上决定于镜头最大的光圈值，它也决定于光通量的获得。

在选择摄像机镜头时应考虑图像尺寸、视场、光圈、变焦方式和遥控内容等方面的要求。下面着重谈两个问题。

1. 成像尺寸（$a \times b$）的选择

摄像机最终拍摄的图像尺寸不完全取决于镜头的成像尺寸，同时还取决于摄像管扫描光栅尺寸，所以镜头的成像尺寸必须与摄像机靶面最佳尺寸一致。摄像管靶面越大，即摄像机所能摄取的光图像越大，则被摄体最终摄取光图像的像素增加，其各项指标和清晰度、图像特性等指标也将大大提高，但摄像机的体积也将相应增大。1 英寸和 1$\frac{3}{4}$英寸的摄像机多数用于专用的演播室摄像机，CCTV 所采用的摄像机一般都有 1 英寸以下（如$\frac{2}{3}$英寸、$\frac{1}{2}$英寸）的摄像机。

在实际使用中，大镜头可以替换小镜头，例如 1 英寸镜头的有效光束的直径为 16mm，而$\frac{2}{3}$英寸镜头的有效光束直径为 11mm，我们可以用 1 英寸的镜头安装在$\frac{2}{3}$英寸摄像管的摄像机上，虽然有些大材小用，但不影响摄像质量；如果把$\frac{2}{3}$英寸的镜头安装在 1 英寸摄像管的摄像机中，则被摄体的一部分光束由于成像尺寸不足而被遮挡，影响成像的全貌，

所以实际上不能用，因此在选择镜头时要注意。

2. 镜头焦距的选择

成像尺寸确定之后，对于固定焦距的镜头则相对具有一个固定的视野。视野的大小常用视场角表征，在视场角内的物体可以全部落在成像尺寸以内，而在视场角之外的物体则因超越成像尺寸之外不能摄入镜头。

对于相同的成像尺寸，不同焦距长度的镜头的视场角也不同，焦距越短，视场角越大，所以短焦距镜头又称广角镜头。根据视场角的大小可以划分为以下五种焦距的镜头：长角镜头视场小于45°；标准镜头视场角为45°～50°；广角镜头视场角在50°以上；超广角镜头视场角可接近180°；大于180°的镜头称为鱼眼镜头。在CCTV系统中常用的是广角镜头、标准镜头、长角镜头。表7-6列出了长角镜头与广角镜头各项性能之对比，供选择镜头焦距时参考。标准镜头的各项性能是广角镜头与长角镜头的折衷效果。

长焦距镜头和广角镜头的性能比较　　表7-6

类别 / 性能	广角镜头	长焦镜头
景深	深	浅
取景显像	小	大
聚焦要求	低	高
远近感	有夸张效果，甚至变形	画面压缩，深度感小，变形小
使用效果	适应全景	应用于特写
画调	硬调	软调
适合场合	(1) 实况全景场面 (2) 拍摄小场所 (3) 显示被摄体为主，又要交待其背景	(1) 被摄体离镜头较远 (2) 被摄体清楚，而其他距离的物体模糊 (3) 适用于不变形的展现近景的摄制

作为例子，对于银行柜员所使用的监控摄像机，其覆盖的景物范围有着严格的要求，因此景物视场的高度（或垂直尺寸）H和宽度（或水平尺寸）W是能确定的。例如摄取一张办公桌及部分周边范围，假定$H=1500$mm，$W=2000$mm，并设定摄像机的安装位置至景物的距离$L=4000$mm。现选用1/3英寸CCD摄像机，则由表9-2查得：$a=3.6$mm，$b=4.8$mm，将它代入（7-2）式和（7-3）式可得：

$$f=\frac{aL}{H}=\frac{3.6\times4000}{1500}=9.6\text{mm}$$

$$f=\frac{bL}{W}=\frac{4.8\times4000}{2000}=9.6\text{mm}$$

因此，选用焦距为9.6mm的镜头，便可在摄像机上摄取最佳的、范围一定的景物图像。

以上是指定焦距镜头的选择方法，可知长焦距镜头可以得到较大的目标图像，适合于展现近景和特写画面，而短焦距镜头适合于展现全景和远景画面。在CCTV系统中，有时需要先找寻被摄目标，此时需要短焦距镜头，而当找寻到被摄目标后又需看清目标的一部分细节。例如防盗监视系统，首先要监视防盗现场，此时要把视野放大而用短焦距镜头；

一旦发现窃贼则需要把行窃人的某一部分如脸部进行放大，此时则要用长焦距镜头。变焦距镜头的特点是在成像清楚的情况下通过镜头焦距的变化，来改变图像的大小和视场角的大小。因此上述防盗监视系统适合选择变焦距镜头，不过变焦距镜头的价格远高于定焦距镜头。对广播电视系统，因被摄体一般都是移动的，故一般不采用定焦距镜头。对 CCTV 系统，由于被摄体的移动速度和最大移动距离远小于广播电视拍摄电视节目时被摄体的移动速度和最大移动距离，又由于变焦距镜头价格高，所以在选择镜头时首先要考虑被摄体的位置是否变化。如果被摄体相对于摄像机一直处于相对静止的位置，或是沿该被摄体成像的水平方向具有轻微的水平移动（如监视仪表指数等），应该以选择定焦距镜头为主。而在景深和视角范围较大，且被摄体属于移动性的情况下，则应选择变焦距镜头。

但是应该注意的是，有时一个被监视目标既要求有一定空间范围又要求对局部目标能清晰监测，会理所当然地想到采用变焦距镜头和遥控旋转云台，但事实上，从实用和使用观点来看并非最佳方案。即便是对于不要求同时性监测的系统来说，值班监测人员的精力也应当集中在被监视目标上而尽量少用在操作调整方面，否则有时会因之而遗漏掉重要的监测环节。所以有时采用定焦距镜头、固定式或半固定式云台并增加摄像机数量的办法来达到上述的时空设计往往效果更好，而在经济方同并不会增加太多费用，这在现场使用的操作简便灵活方面，在提高整个系统的有效性和可靠性方面都带来了很大的便利和好处。

三、云台和防护罩的选择

（一）云台

摄像机云台是一种安装在摄像机支撑物上的工作台，用于摄像机与支撑物之间的连接，云台具有水平和垂直回转的功能。

云台与摄像机配合使用能达到扩大监视范围的作用，提高了摄像机的使用价值。

云台的种类很多，可按不同方式分类如下：

1. 按安装部位分

室内云台和室外云台（全天候云台）。室外云台对防雨和抗风力的要求高，而其仰角一般较小，以保护摄像机镜头。

2. 按运动方式分

有固定支架云台和电动云台。电动云台按运动方向又分水平旋转云台（转台）和全方位云台两类。表 7-7 列出几种常用电动云台的特性。

几种常用电动云台的特性　　表 7-7

性能 / 种类 / 项目		室内限位旋转式	室外限位旋转式	室外连续旋转式	室外自动反转式
水平旋转速度		6°/s	3.2°/s	—	6°/s
垂直旋转速度		3°/s	3°/s	3°/s	—
水平旋转角		0°～350°	0°～350°	0°～350°	0°～350°
垂直旋转角	仰	45°	15°	30°	30°
	俯	45°	60°	60°	60°
抗风力		—	60m/s	60m/s	60m/s

3. 按承受负载能力分

轻载云台——最大负重 20 磅（9.08kg）；

中载云台——最大负重 50 磅（22.7kg）；

重载云台——最大负重 100 磅（45kg）；

防爆云台——用于危险环境，可负重 100 磅。

4. 按旋转速度分

恒速云台——只有一档速度，一般水平转速最小值为 6～12°/s，垂直俯仰速度为 3～3.5°/s。

可变速云台——水平转速为 0～ >400°/s，垂直倾斜速度多为 0～120°/s，最高可达 400°/s。

（二）防护罩

摄像机作为电子设备，其使用范围受元器件的使用环境条件的限制。为了使摄像机能在各种条件下应用，就要使用防护罩。防护罩的种类很多，这里按其使用的环境不同，有如图 7-6 所示的分类。

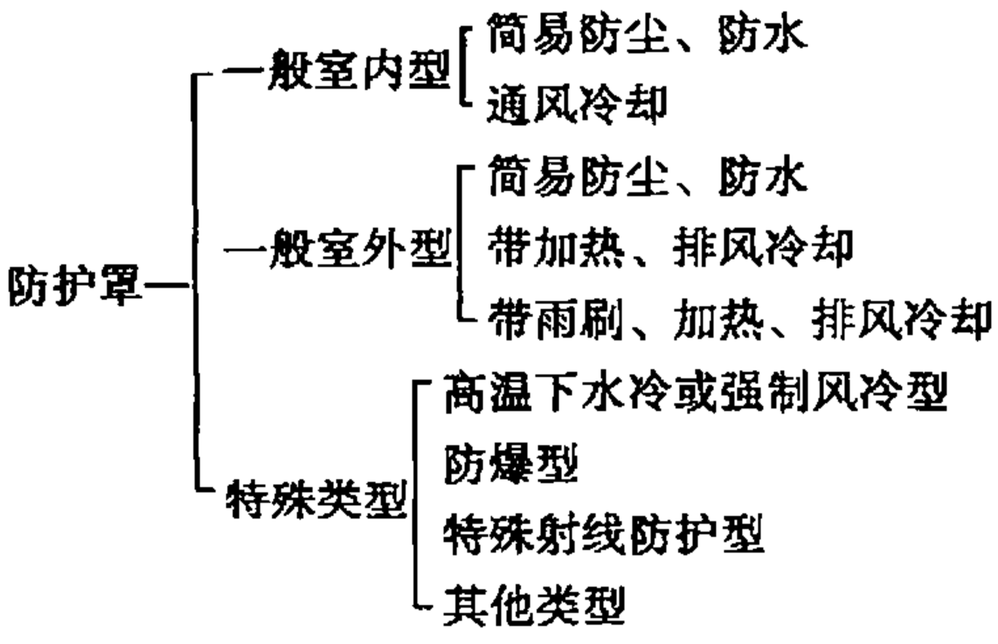


图 7-6　防护罩的种类

摄像机防护罩按其功能和使用环境可分为室内型防护罩、室外型防护罩、特殊型防护罩。

室内型防护罩的要求比较简单，其主要功能是保护摄像机在室内更好地使用，能防灰尘，有时也起隐蔽作用，使监视更具隐蔽性，使被监视场合和对象不易察觉，可采用针孔镜头，并带有装饰性的隐蔽防护外罩，但是隐蔽方式多样。例如带有半球型玻璃防护罩的 CCD 摄像机，外形类似一般家用照明灯具，安装在室内顶棚板或墙上，可对室内进行窥摄，具有隐蔽性强、监视范围大等特点。对室内防护罩还要求外形美观、简单，安装也要求简单实用等。不过，有些使用环境条件良好，也可省去室内防护罩，直接将摄像机安装在支架上进行现场监视。

室外防护罩要比室内防护罩复杂得多，其主要功能有防晒、防雨、防尘、防冻、防结露。气温 35℃以上时，要有冷却装置，在低于 0℃时要有加热装置。一般室外防护罩配有温度继电器，在温度高时自动打开风扇冷却，低时自动加热。下雨时可以人为控制雨刷器刷雨。有些室外防护罩的玻璃可以加热，如果防护罩有结霜，可以加热除霜。我国幅员辽阔，气候复杂，南方高温、潮湿，北方干燥、寒冷，在选择防护罩时应注意使用的地理环境。譬如在南方，最冷在 0℃左右，不需要带加热功能的防护罩，而在北方，则需要有此功能。室外防护罩的优劣对摄像机在室外应用非常重要，在设计时不可忽视。

摄像机防护罩的附属设备包括刮水器、清洁器、防霜器、加热器和风扇等，在选择防护罩时应根据摄像机安装环境条件适当配备上述部分附属设备。

刮水器用于防止雨雪附着在摄像机镜头上，一般都安装于机头朝上的摄像机罩上。防霜器实际上是把防护罩前的窗玻璃改为导电玻璃，并用约 10W 功率的电源加热，即可避免霜雾。加热器用于温度在 -10℃以下的环境使机罩内的温度保持在 0℃以上。风扇则用

于温度比较高的环境，采用风冷方式以保证摄像机正常的工作温度。

四、摄像点的布置

摄像点的合理布置是影响设计方案是否合理的一个方面。对要求监视区域范围内的景物，要尽可能都进入摄像画面，减小摄像区的死角。要做到这点，当然摄像机的数量越多越好，这显然是不合理的。为了在不增加较多的摄像机的情况下能达到上述要求，就需要对拟定数量的摄像机进行合理的布局设计。

摄像点的合理布局，应根据监视区域或景物的不同，首先明确主摄体和副摄体是什么，将宏观监视与局部重点监视相结合。图 7-7 是几种监视系统摄像机的布置实例。当

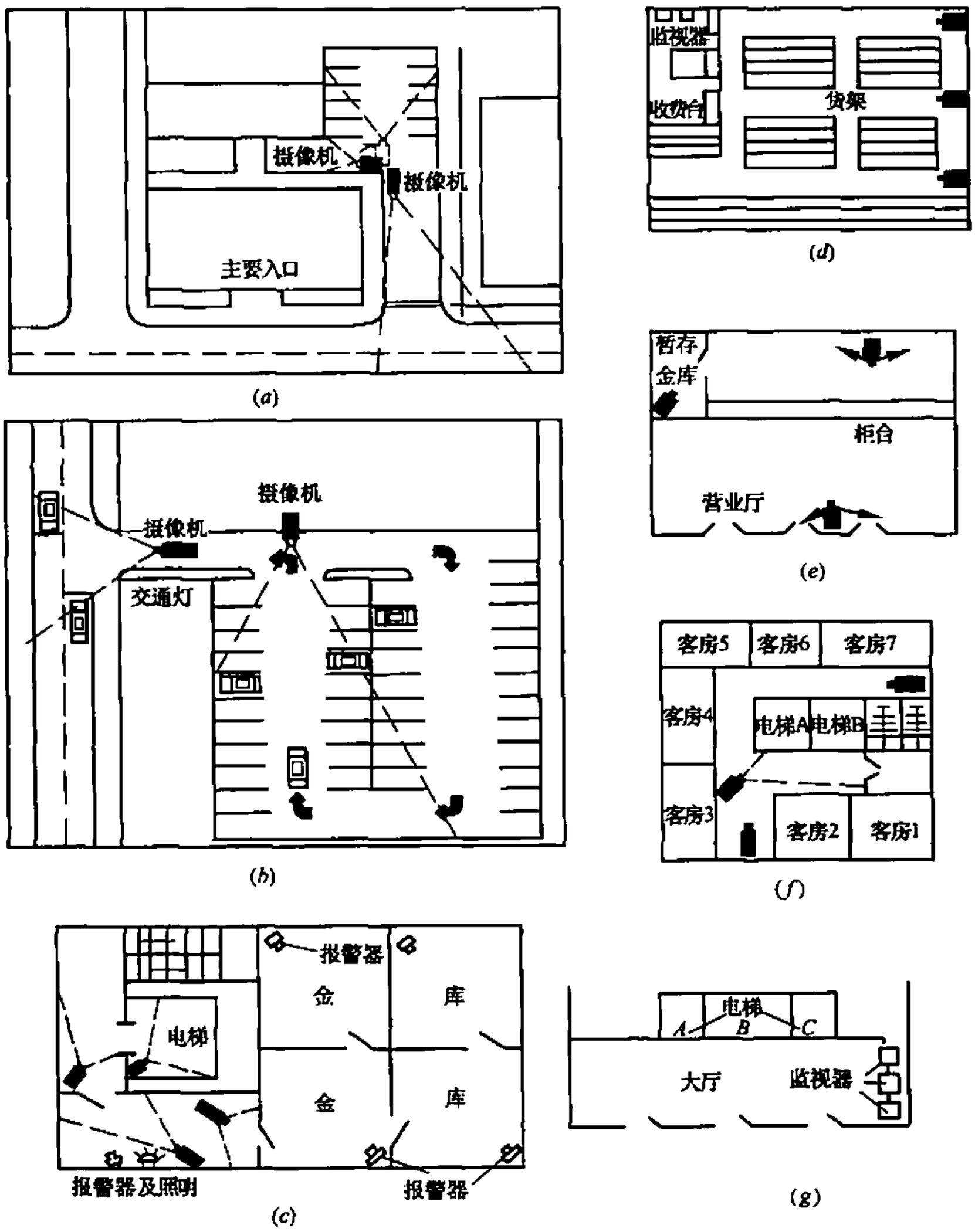


图 7-7　监视系统摄像机布置实例

（*a*）需要变焦场合；（*b*）停车场监视；（*c*）银行金库监控；（*d*）超级市场监视；（*e*）银行营业厅监视；（*f*）宾馆保安监视；（*g*）公共电梯监视

然，这些例子并不是说是最佳布置，因为各使用场合即使类型相同其使用要求也可能不同。另外，还需考虑系统的规模和造价等因素。

当一个摄像机需要监视多个不同方向时，如前所述应配置遥控电动云台和变焦镜头。但如果多设一、二个固定式摄像机能监视整个场所时，建议不设带云台的摄像机，而设几个固定式摄像机，因为云台造价很高，而且还需为此增设一些附属设备。如图 7-8*a* 所示，当带云台的摄像机监视门厅 *A* 方向时，*B* 方向就成了一个死角，而云台的水平回转速度一般在 50Hz 时约为 3°/s～6°/s，从 *A* 方向转到 *B* 方向约为 20～40s，这样当摄像机来回转动时就有部分时间不能监视目标。如果按图 7-8*b* 设置两个固定式摄像机，就能 24h 不间断地监视整个场所，而且系统造价也较低。

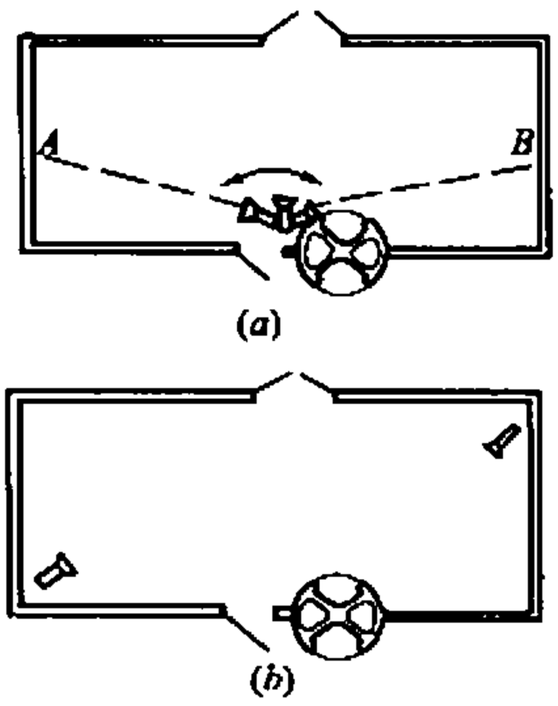


图 7-8　门厅摄像机的设置

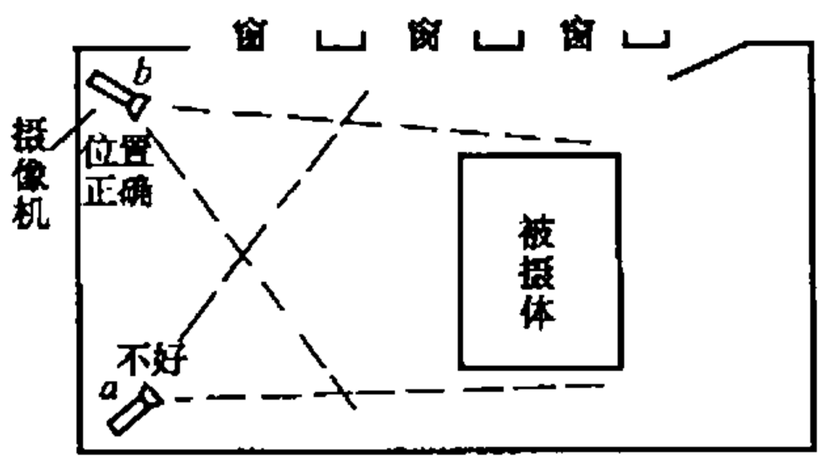


图 7-9　摄像机应顺光源方向设置

摄像机镜头应顺光源方向对准监视目标，避免逆光安装。如图 7-9 所示，被摄物旁是窗（或照明灯），摄像机若安装在图中 *a* 位置，由于摄像机内的亮度自动控制（自动靶压调整，自动光圈调整）的作用，使得被摄体部分很暗，清晰度也降低，影响观看效果。这时应改变取景位置（如图 7-9 中 *b*），或用遮挡物将强光线遮住。如果必须在逆光地方安装，则可采用可调焦距、光圈、光聚焦的三可变自动光圈镜头，并尽量调整画面对比度使之呈现出清晰的图像。尤其可采用带有三可变自动光圈镜头的 CCD 型摄像机。

对于摄像机的安装高度，室内以 2.5～5m 为宜；室外以 3.5～10m 为宜，不得低于 3.5m。电梯轿厢内的摄像机安装在其顶部，与电梯操作器成对角处，且摄像机的光轴与电梯两壁及天花板均成 45°。

摄像机宜设置在监视目标附近不易受外界损伤的地方，应尽量注意远离大功率电源和工作频率在视频范围内的高频设备，以防干扰。从摄像机引出的电缆应留有余量（约 1m），以不影响摄像机的转动。不要利用电缆插头和电源插头去承受电缆的自重量。

由于电视再现图像其对比度所能显示的范围仅为（30～40）:1，当摄像机的视野内明暗反差较大时，就会出现应看到的暗部看不见。此时，对摄像机的设置位置、摄像方向和照明条件应进行充分的考虑和调整。

对于宾馆、会所的 CCTV 系统，摄像点的布置、亦即对各监视目标配置摄像机时应符合下列要求：

（1）必须安装摄像机进行监视的部位有：主要出入口；总服务台；电梯（轿厢或电梯厅）；车库、停车场；避难层等。

(2) 一般情况下均应安装摄像机的部位有：底层休息大厅；外币兑换处；贵重商品柜台；主要通道、自动扶梯等。

(3) 可结合宾馆质量管理的需要有选择地安装摄像机，或须埋管线在需要时再安装摄像机的部位有：客房通道；酒吧、咖啡茶座、餐厅；多功能厅等。

最后说明一下监视场地的照明。黑白电视系统监视目标最低照度应不小于 10lx；彩色电视系统监视目标最低照度应不小于 50lx。零照度环境下宜采用近红外光源或其他光源。监视目标处于雾气环境时，黑白电视系统宜采用高压水银灯或钠灯；彩色电视系统宜采用碘钨灯。具有电动云台的电视系统，照明灯具宜设置在摄像机防护罩或设置在与云台同方向转动的其他装置上。

表 7-8 为涉外建设项目摄像机安装部位表，供设计时参考。

摄像机安装部位表　　表 7-8

建设项目 / 监范围	宾馆饭店	办公楼	商住楼	公　寓	别　墅	活动中心
主要出入口	★	★	★	★	★	★
主要通道	★	★	★	★	★	★
大　堂	★	★	★	★		★
总服务台	★	★	★	★		★
电梯轿厢	★	★	★	★		★
首层、裙房电梯厅	★	★	★	★		★
转换层电梯厅	★	★	★	★		★
地下车库电梯厅	★	★	★	★		★
房层电梯厅或通道	★					
室外广场	★	★	★	★	★	★
车库、停车场	★	★	★	★	★	★
首层自动扶梯	★	★	★			★
避难层	★	★	★	★		★
停机坪	★	★	★	★		
总台收银处	★					★
贵重物品存放处	★					★
底层休息大厅	★	★	☆	☆		★
财务室	★	△	△	△		★
卸货处	☆	△	△			☆
酒吧、咖啡茶座	△	△	△	△		△
多功能厅	△	△	△	△		△
商　场	△	△	△	△		△

注：1. 主要通道指建筑物对外通道、连廊、首层及转换层疏散楼梯处等。

2. 表中：★必须安装摄像机的部位；

☆一般情况下均应安装摄像机的部位；

△结合管理需要有选择地安装摄像机，或预埋管线在需要时再安装摄像机的部位。

第三节　CCTV 系统类型

第一种是最简单的系统，如图 7-10 所示。它是在只有数台摄像机，同时也不需要遥控的情况下，以手动操作视频切换器或自动顺序切换器来选择所需要的图像画面。

第二种是在第一种形式的基础上加上简易摄像机遥控器，如图 7-11 所示，其遥控为直接控制方式。它的控制线数将随其控制功能的增加而增加，在摄像机离控制室距离较远时不宜使用。

第三种监视系统如图 7-12 所示，它具备了一般监视系统的基本功能，遥控部分采用间接控制方式，降低了对控制线的要求，增加了传输距离。但对大型控制系统不太适用，因为遥控越多，控制线要求也越多，距离较远时，控制也较困难。

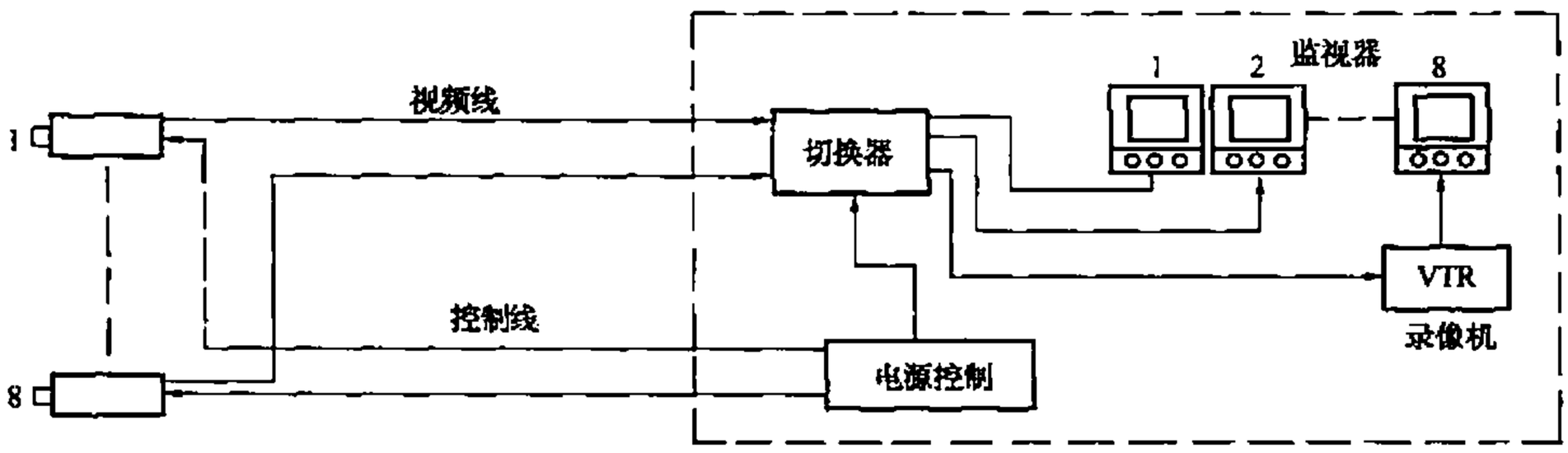


图 7-10　简单监控系统

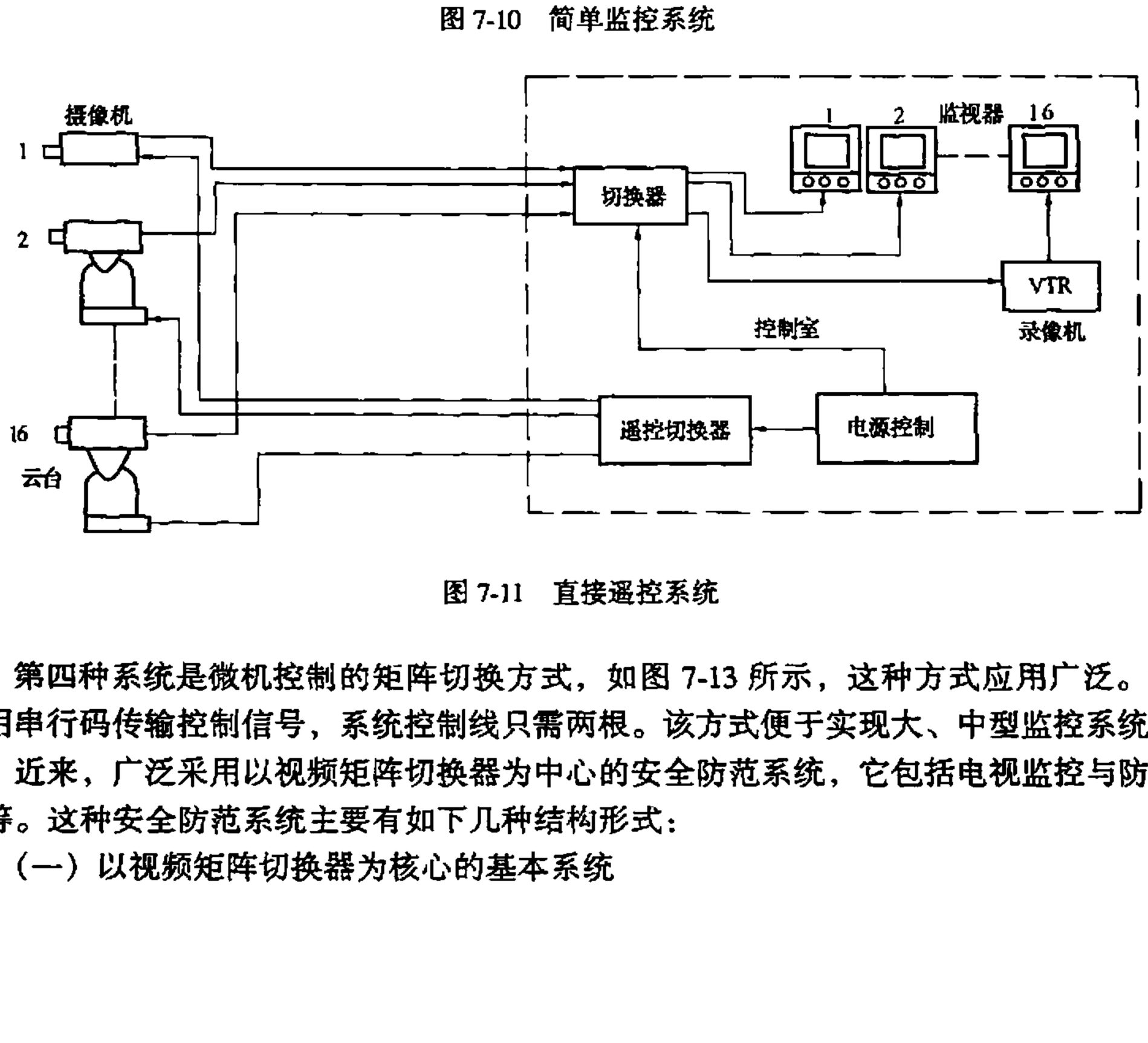


图 7-11　直接遥控系统

第四种系统是微机控制的矩阵切换方式，如图 7-13 所示，这种方式应用广泛。它可采用串行码传输控制信号，系统控制线只需两根。该方式便于实现大、中型监控系统。

近来，广泛采用以视频矩阵切换器为中心的安全防范系统，它包括电视监控与防盗报警等。这种安全防范系统主要有如下几种结构形式：

（一）以视频矩阵切换器为核心的基本系统

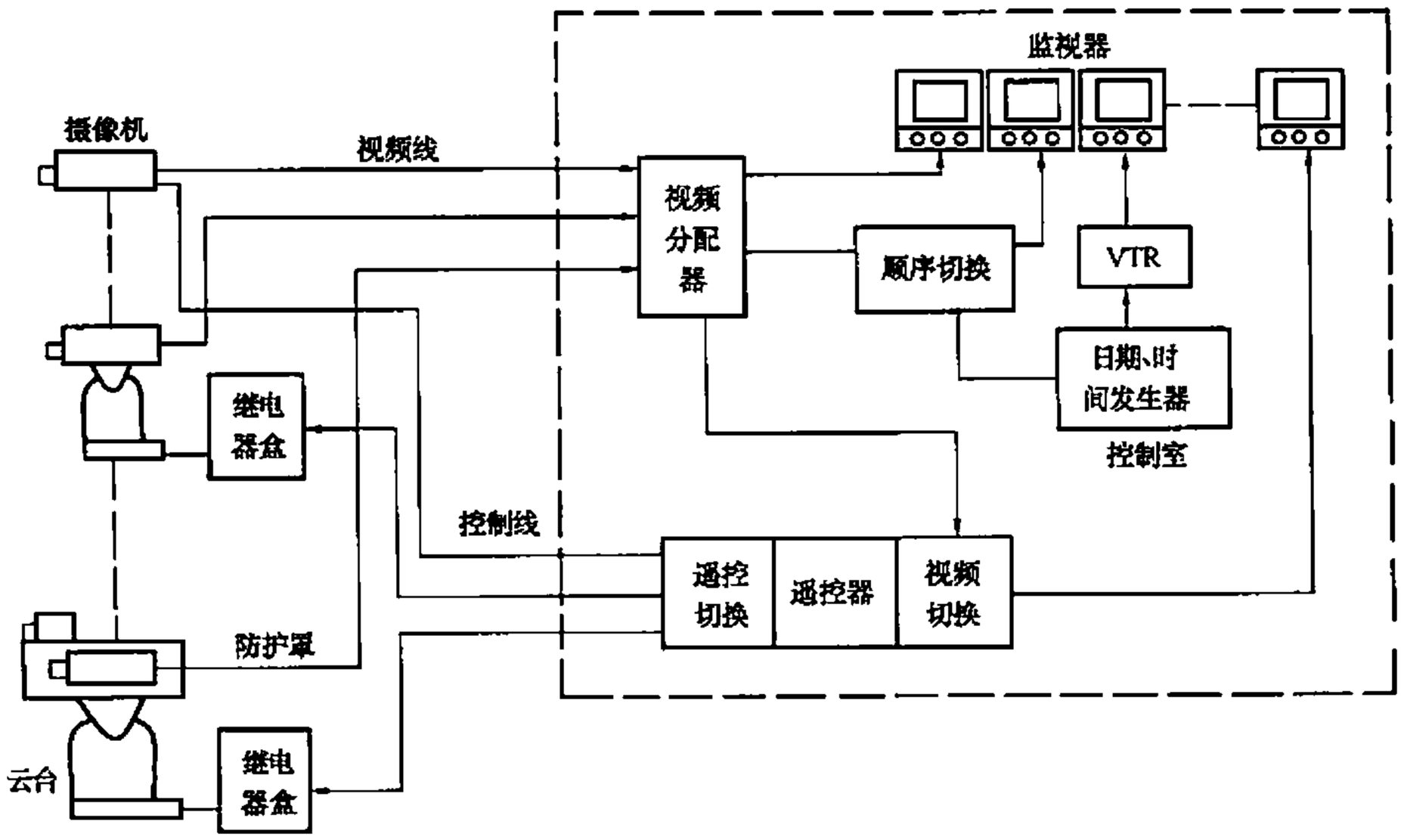


图 7-12　间接遥控系统

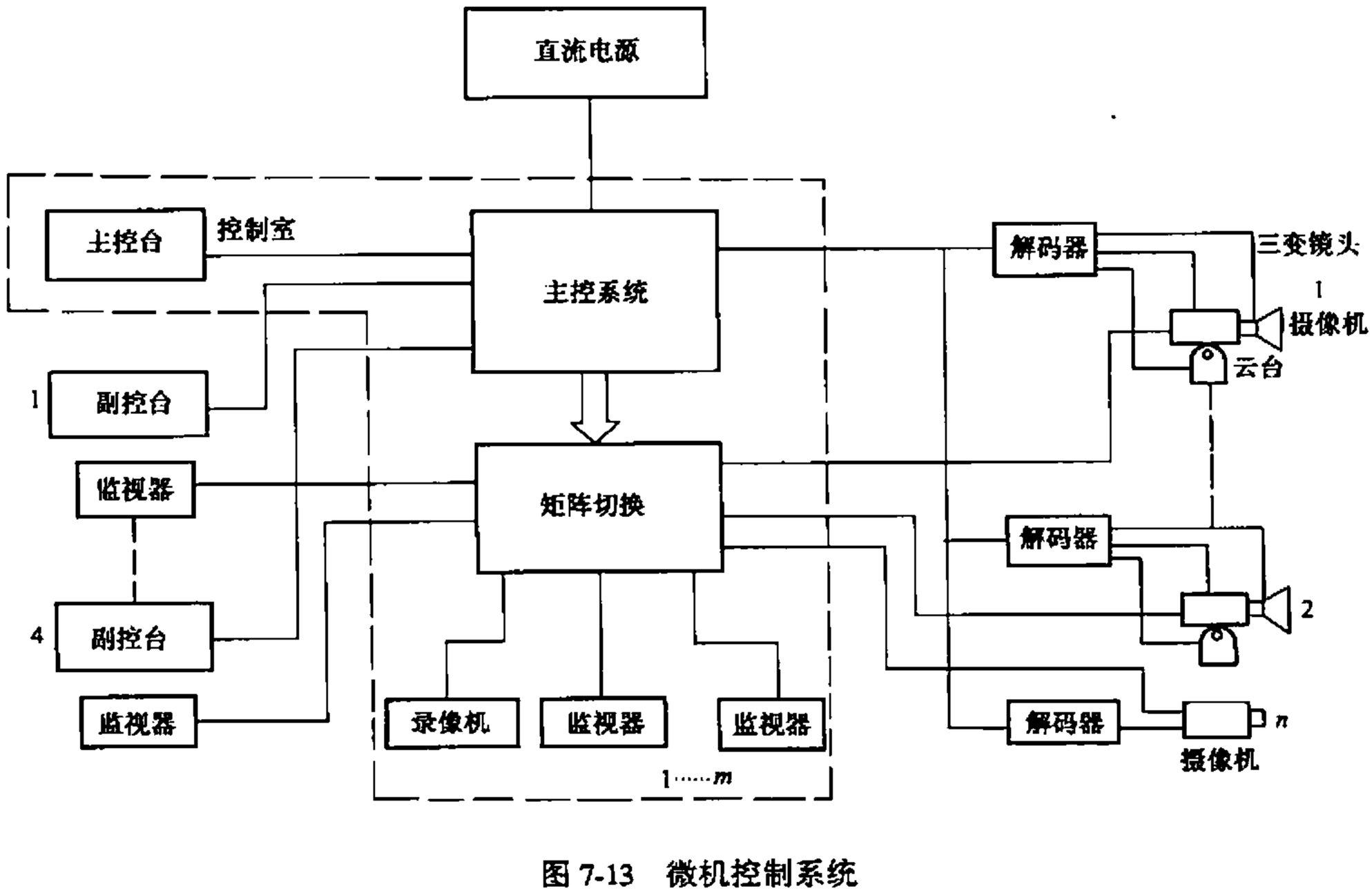


图 7-13　微机控制系统

如图 7-14 所示，视频矩阵切换控制器也响应由各类报警探测器发送来的报警信号，并连动实现对应报警部位摄像机图像的切换显示。

（二）视频矩阵切换器加微机组成上下位式系统

如图 7-15 所示，除具有以视频矩阵切换器为核心的基本系统全部功能外，新增配的

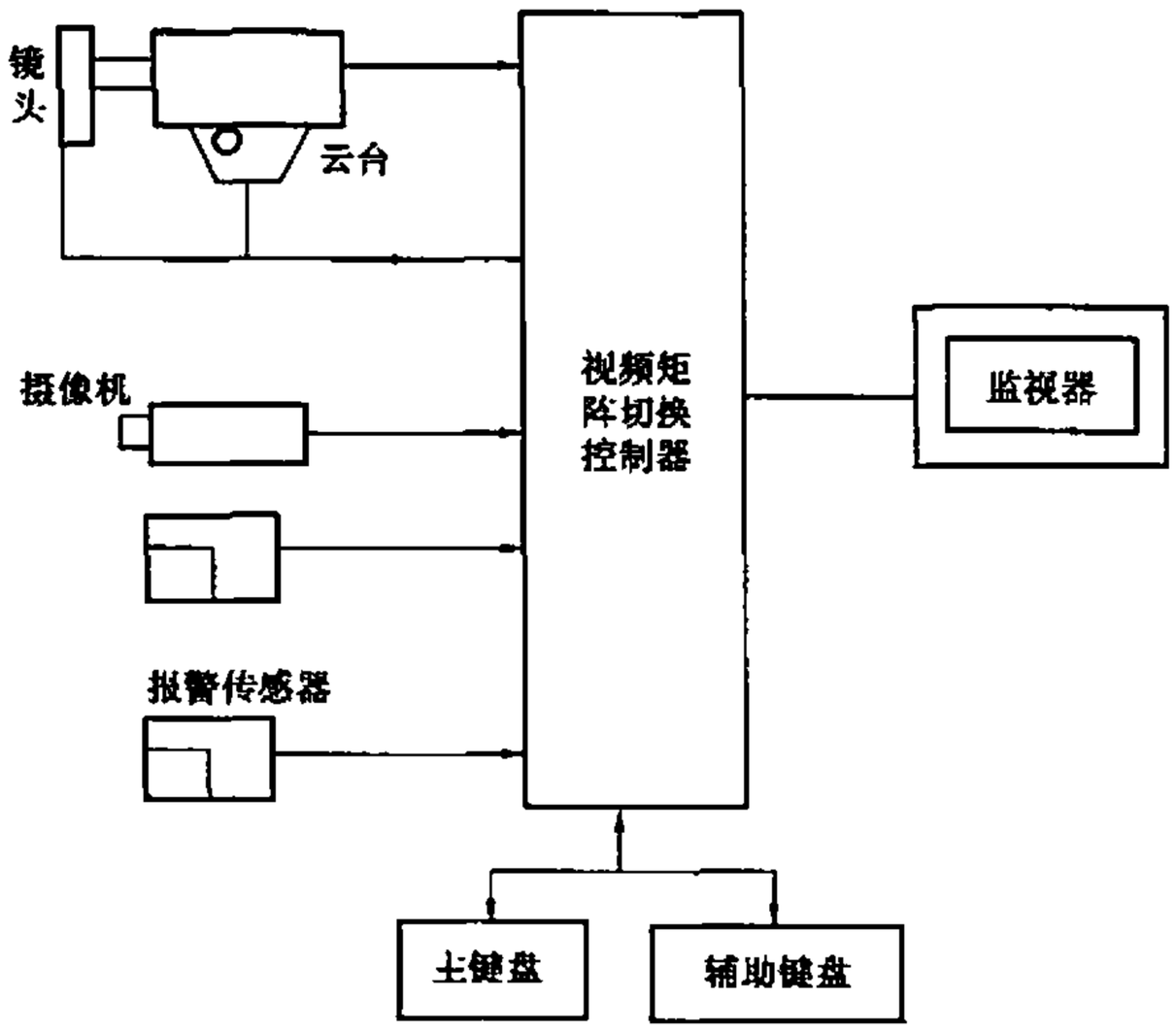


图 7-14　以矩阵切换器为核心的基本系统框图

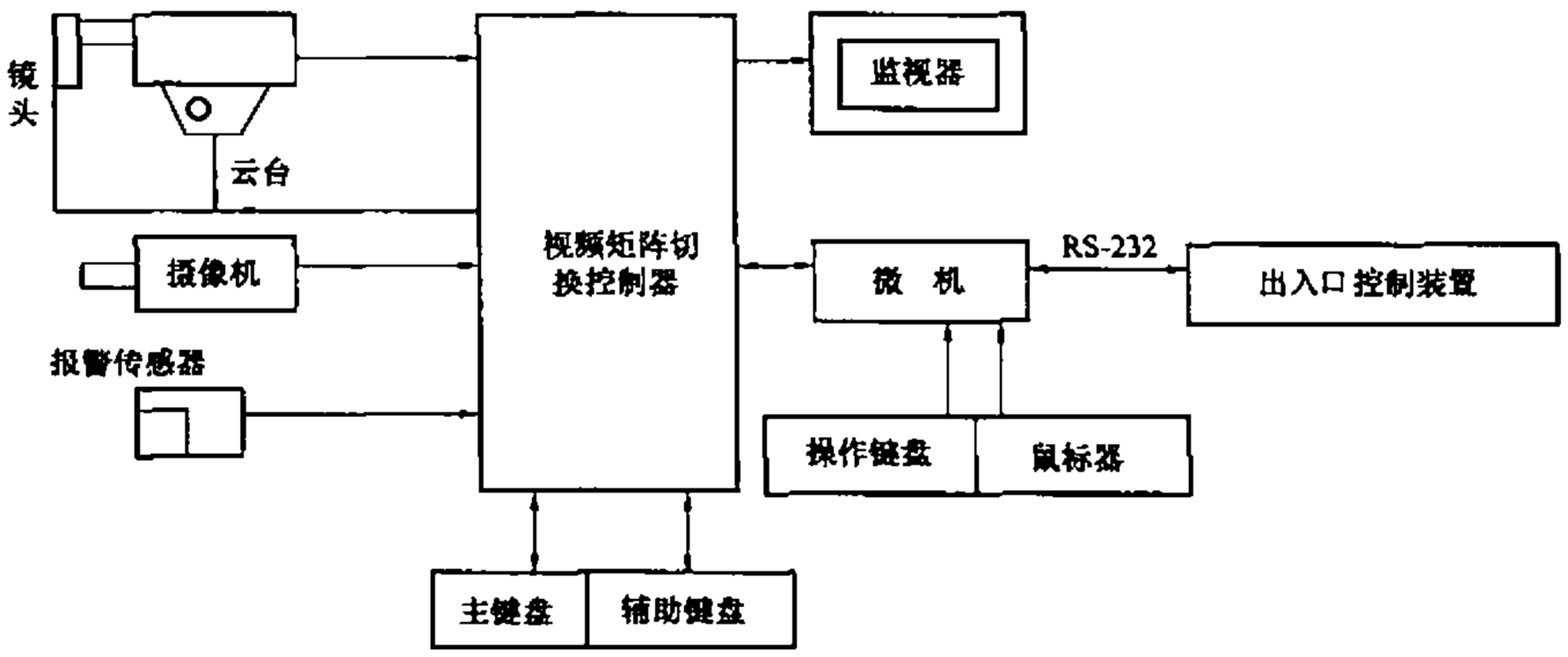


图 7-15　微机加矩阵切换器方框图

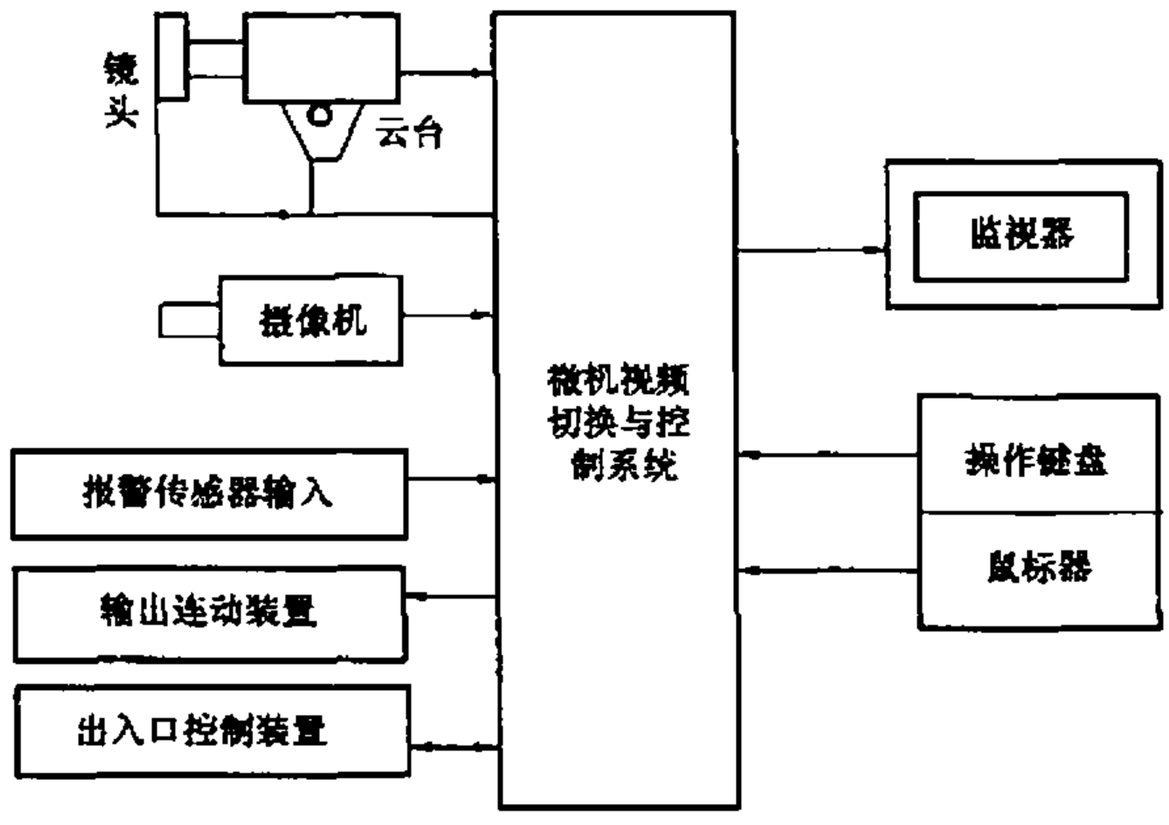


图 7-16　微机一体化系统框图

微机起着上位机的作用，可替代键盘实现显示切换、控制前端等动作。若在微机中配备图像采集卡，则可具有报警时间现场图像采集存储及检索查询等功能，同时微机还可以管理出入口控制装置。

（三）视频矩阵切换与微机控制管理相融合的一体化系统（图 7-16）

作为示例，图 7-17 是美国 AD 公司的矩阵切换控制系统典型配置图。

（四）其他系统

在某些有特殊要求的系统中，电视监控系统有多种多样的组成

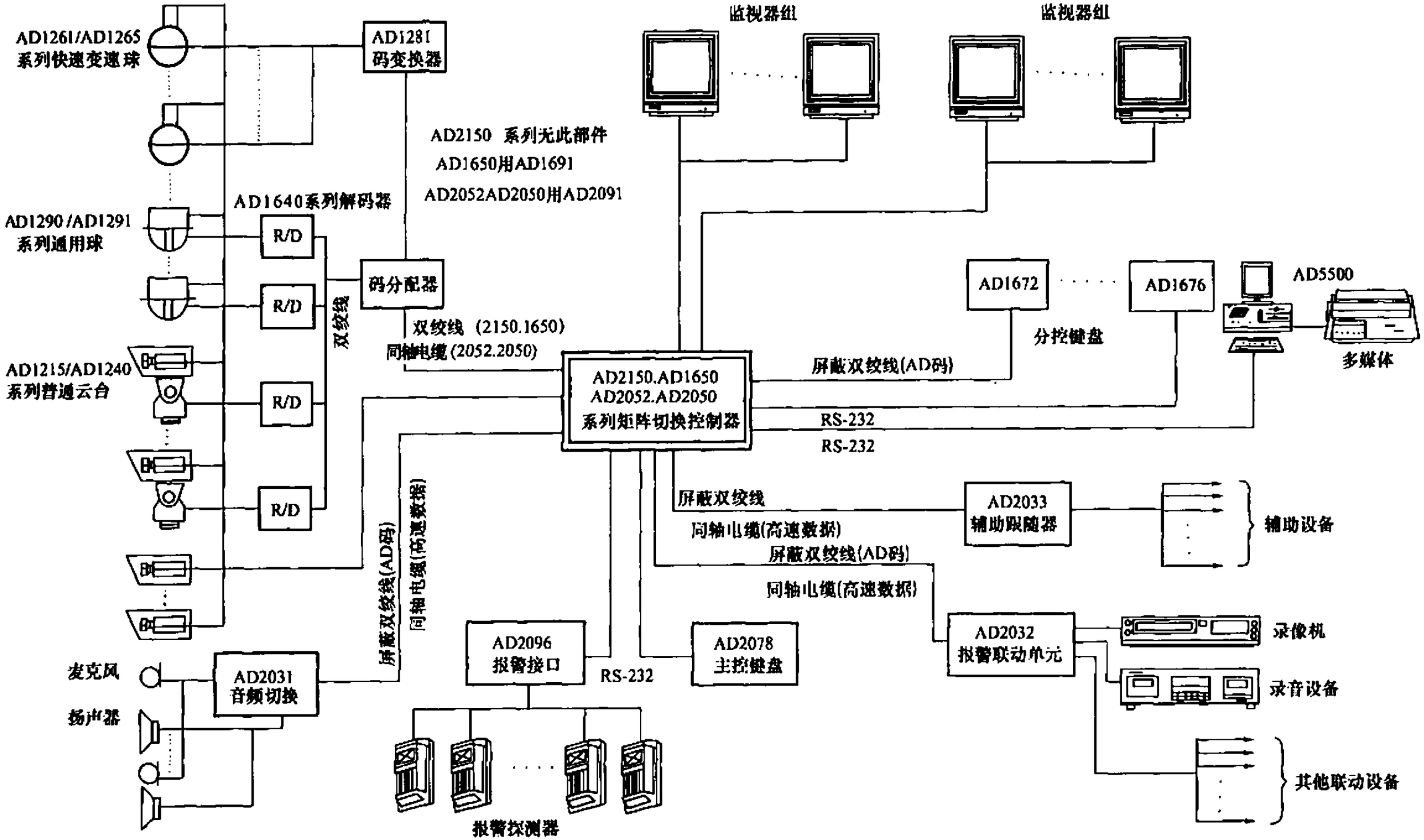


图 7-17　AD 矩阵切换控制系统典型配置图

注：AD1672 不适用于 AD2050，AD2052 系统

AD2032 不适用于 AD2150 系统

形式。这些有特殊要求的系统一般可分为如下几种情况和形式：

1. 带有声音拾取的电视监控系统

在这样的系统中，可以把被监视场所的图像内容及声音内容一起传送至控制中心，在监视图像的同时，还监听声音。在这种情况下，一般采用声音及图像分别传送，或将声音信号调频至 6.5MHz 上，与图像信号一起传送，到控制中心后再将声音信号解调出来。

2. 与防盗报警系统组合的集成控制系统

目前，大、中型安全防范系统大都采用电视监控系统与防盗报警系统组合在一体的集成控制系统，如图 7-18 所示。目前市场上品种繁多，且多为国内厂家生产。

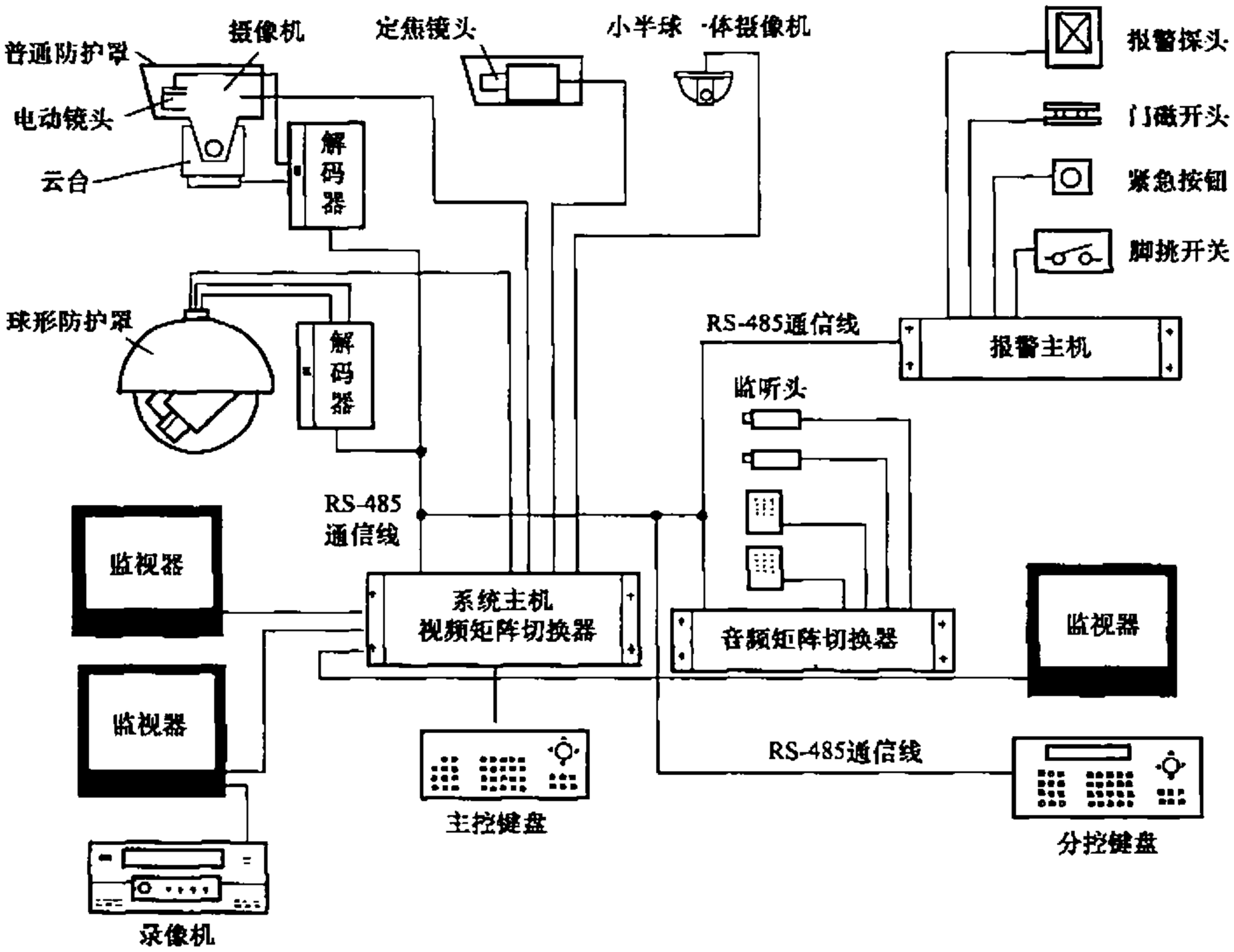


图 7-18　完整闭路电视监控系统结构

集成控制系统一般包括系统主控器（主控键盘）、分控器（分控键盘）、视频矩阵切换器、音频矩阵切换器、报警控制主机以及通过外总线（以 RS-485、RS-422 或曼彻斯特通信协议）控制的远端解码器等。这些部件可以组合在一个控制台上。这种系统的主机多为总线式结构、模块化设计，就像计算机的插卡一样，可以根据实际应用场合的需要而任意拼接组合。例如，在一块最大容量为 64 路输入、16 路输出的系统主板上，可以仅插入一块 16 路输入、4 路输出的控制与视频切换卡，组合成为一个 16 路输入、4 路输出的集成控制系统，用于不超过 16 个点的小型系统；也可以将四块卡全部插入到控制主板的扩充槽内，组合成为一个 64 路输入、16 路输出的集成控制系统，用于不超过 64 个点的中型系统。也有些系统将视频输入模块和视频输出模块分别做成两块卡，因而可以根据使用需要任意设定输入及输出端口的数量。还有些系统具有极强的扩充能力，通过拔码开关的设

置，可以将多台控制主机并联使用，由单一键盘控制，可应用于大型监控系统中。例如，将上述的16台主机并联使用，就可组成一个1024路输入，256路输出的超大型集成控制系统。

第四节　电视监控设备的选择与安装

一、前端设备的选型与安装设计

（一）摄像机

（1）应优先选用CCD摄像机。

（2）所选摄像机的技术性能宜满足下列要求：

①能满足系统最终指标要求。

②电源变化适应范围大于±10%（必要时可加稳压装置）。

③温度、湿度适应范围满足现场气候条件的变化（必要时可采用能制造人工小气候的防护罩）。

（3）监视目标照度不高，而要求清晰度较高时，宜选用黑白摄像机；监视目标照度不高，且需彩色摄像时，需附加照明装置。

（4）监视目标亮度变化范围大或必须逆光摄像时，应选用具有自动电子快门和数字背景光处理的摄像机。

（5）夜间需隐蔽监视时，宜选用带红外光源的摄像机（或安装红外灯作光源）。

（6）摄像机应由稳定牢固的支架（或电动云台）固定在建筑物上。

（7）摄像镜头应尽量避免逆光设置，必须逆光设置的场合，除对摄像机的技术性能加以需要外，还应设法尽量减小监视区域的对比度。

（8）室内、外安装的摄像机均应加装防护罩。

（二）镜头

（1）镜头尺寸应与摄像机靶面尺寸相一致。

（2）镜头焦距应根据视场大小和监视目标到镜头的距离而定，其焦距可按下式进行估算：

$$f = \frac{A \times L}{h}$$

式中　f——镜头的焦距（mm）；

h——被摄物体的高度（mm）；

L——被摄物体到镜头的距离（mm）；

A——靶面成像的高度（mm）。

①监视对象为固定目标时，可选用定焦镜头。

②监视目标视距较大时，可选用望远镜头。

③监视目标视距较小而视角较大时，可选用广角镜头。

④需要改变监视目标的观察视角和视角范围较大的情况，应选用变焦镜头。

⑤监视目标照度变化范围高低相差达到100倍以上，或昼夜使用的摄像机，应选用光

圈可调（自动或电动）镜头。

⑥需要遥控监视的情况，应选用可电动聚焦、变焦距、变光圈的遥控镜头。

⑦摄像机需要隐蔽安装时，可隐藏在顶棚板内或墙壁内，镜头可采用小孔镜头或棱镜镜头。隐蔽程度要求不很高时，可采用一体化摄像机。

（三）云台

（1）所选用云台的技术条件应符合 GB/T 15412—94《应用电视摄像机云台通用技术条件》中的规定。

（2）监视对象为固定目标时，摄像机宜配置手动云台（即支架）。

（3）需要监视变化场景的情况，摄像机应配置电动遥控云台，并注意以下方面：

①电动云台的环境适应性有室内、室外之分，应按实际使用环境条件选用；

②所选云台的负荷能力应至少大于实际负荷重量的 1.2 倍；

③云台转动停止时应具有良好的自锁性能，水平和垂直转向回差应≤1 度；

④室内型云台在承受最大负载时，噪声应≤50dB；

⑤云台电缆接口，最好位于云台固定不动的位置，且在固定部位与转动部位之间（即与摄像机之间）的控制输入线和视频输出线应采用软螺旋线。

（4）室内云台安装高度以 2.5～5m 为宜，室外云台安装高度以 3.5～10m 为宜。

（四）防护罩

（1）防护罩尺寸规格宜与摄像机相配套。

（2）室内防护罩主要用于防尘、防潮湿等，有的还起隐蔽作用，外形宜美观大方，且易于安装。

（3）室外防护罩一般应具有全天候防护功能（可防高温、低温、风沙、雪、凝霜等），宜采用双重壳体密封结构，内设自动调节温度、自动除霜装置，所需功能可依实际使用环境的气候条件加以取舍。

（4）根据特殊需要，应选用防爆、防冲击、防腐蚀、防辐射等特殊功能的防护罩。

二、摄像机的安装

（1）摄像机安装前应按下列要求进行检查：

①将摄像机逐个通电进行检测和粗调，在摄像机处于正常工作状态后，方可安装；

②检查云台的水平、垂直转动角度，并根据设计要求定准云台转动起点方向；

③检查摄像机防护罩的雨刷动作；

④检查摄像机在防护罩内的紧固情况；

⑤检查摄像机座与支架或云台的安装尺寸。

（2）在搬动、架设摄像机过程中，不得打开镜头盖。

（3）在高压带电设备附近架设摄像机时，应根据带电设备的要求，确定安全距离。

（4）摄像装置的安装应牢靠、稳固。摄像机的安装示例如图 7-19～图 7-27 所示。

（5）从摄像机引出的电缆宜留有 1m 的余量，不得影响摄像机的转动。摄像机的电缆和电源线均应固定，并不得用插头承受电缆的自重。

（6）先对摄像机进行初步安装，经通电试看，细调，检查各项功能，观察监视区域的覆盖范围和图象质量，符合要求后方可固定。

（7）电梯厢内的摄像机应安装在电梯厢顶部、电梯操作器的对角处，并应能监视电梯厢内全景。

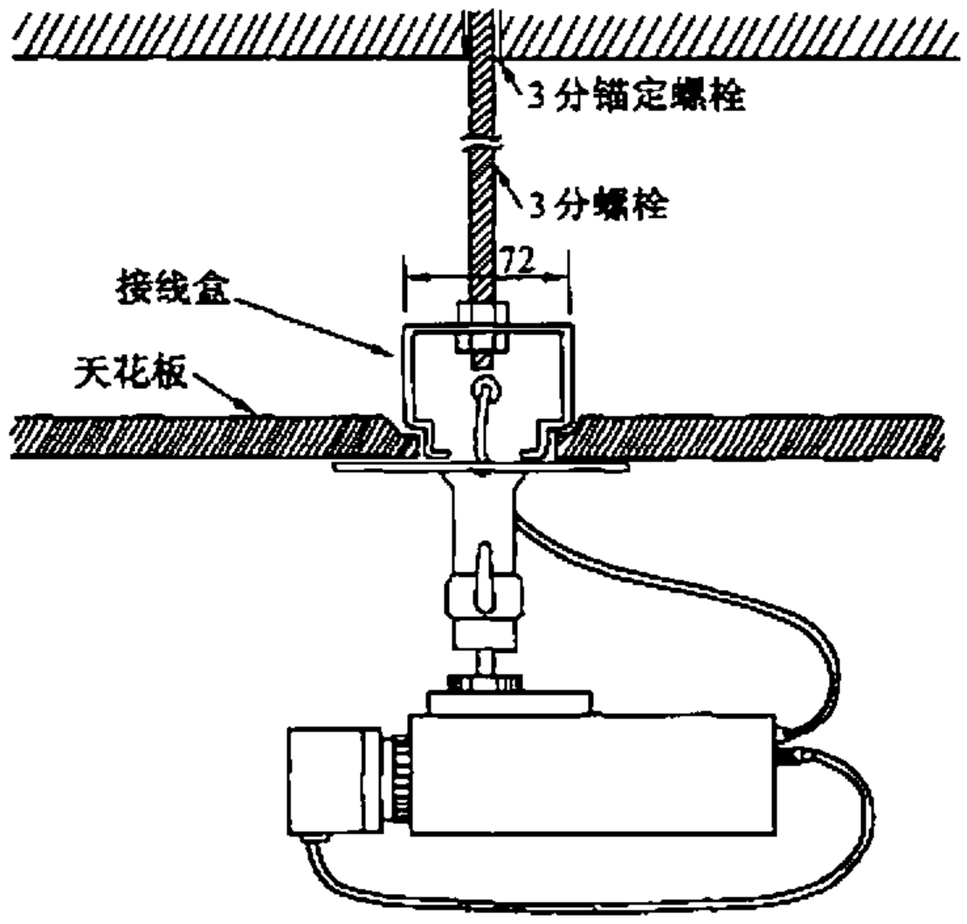
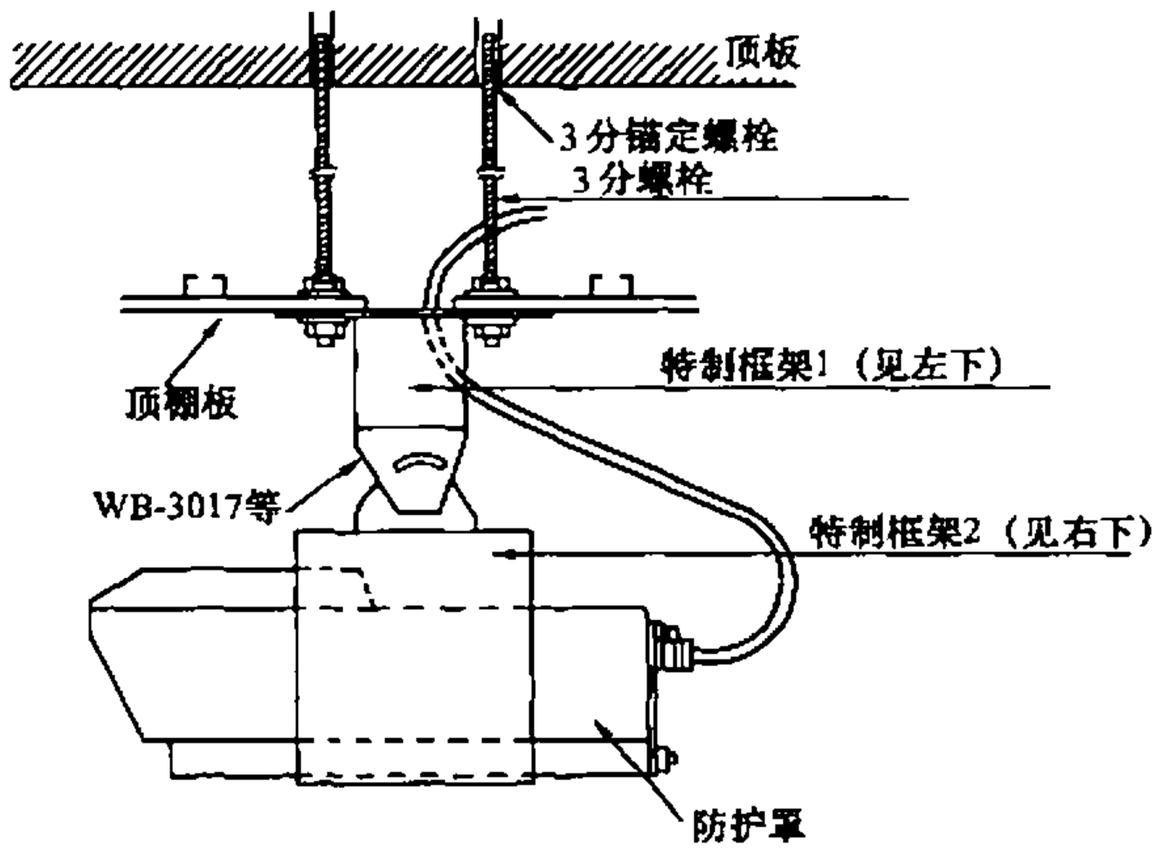


图 7-19　吊顶安装之一



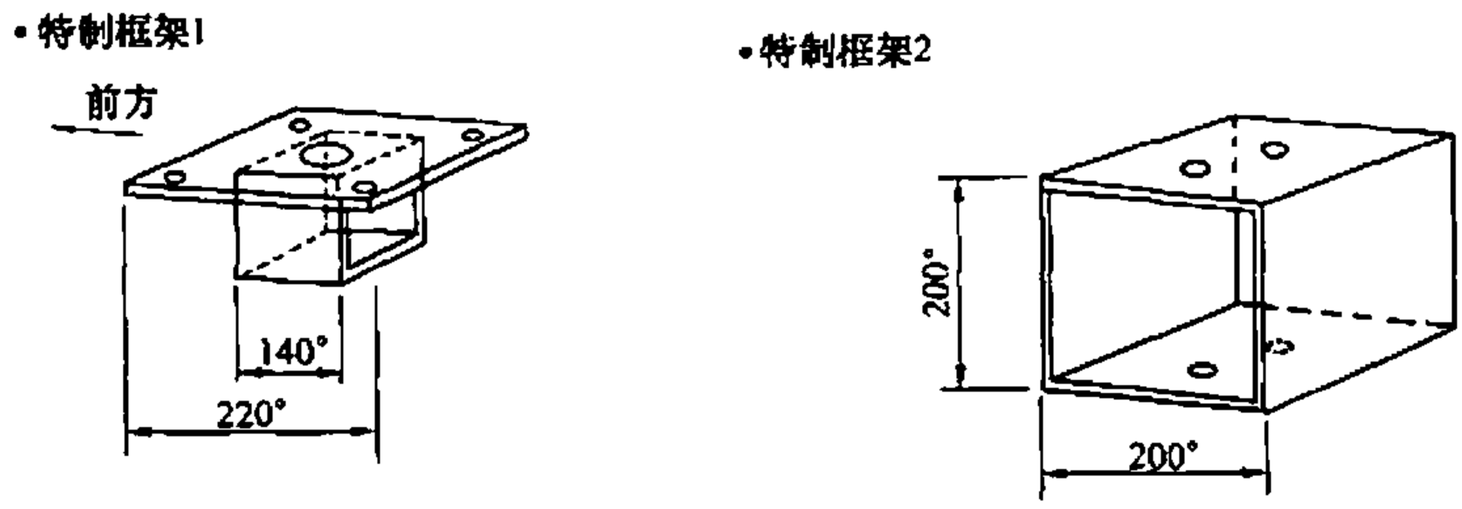


图 7-20　吊顶安装之二

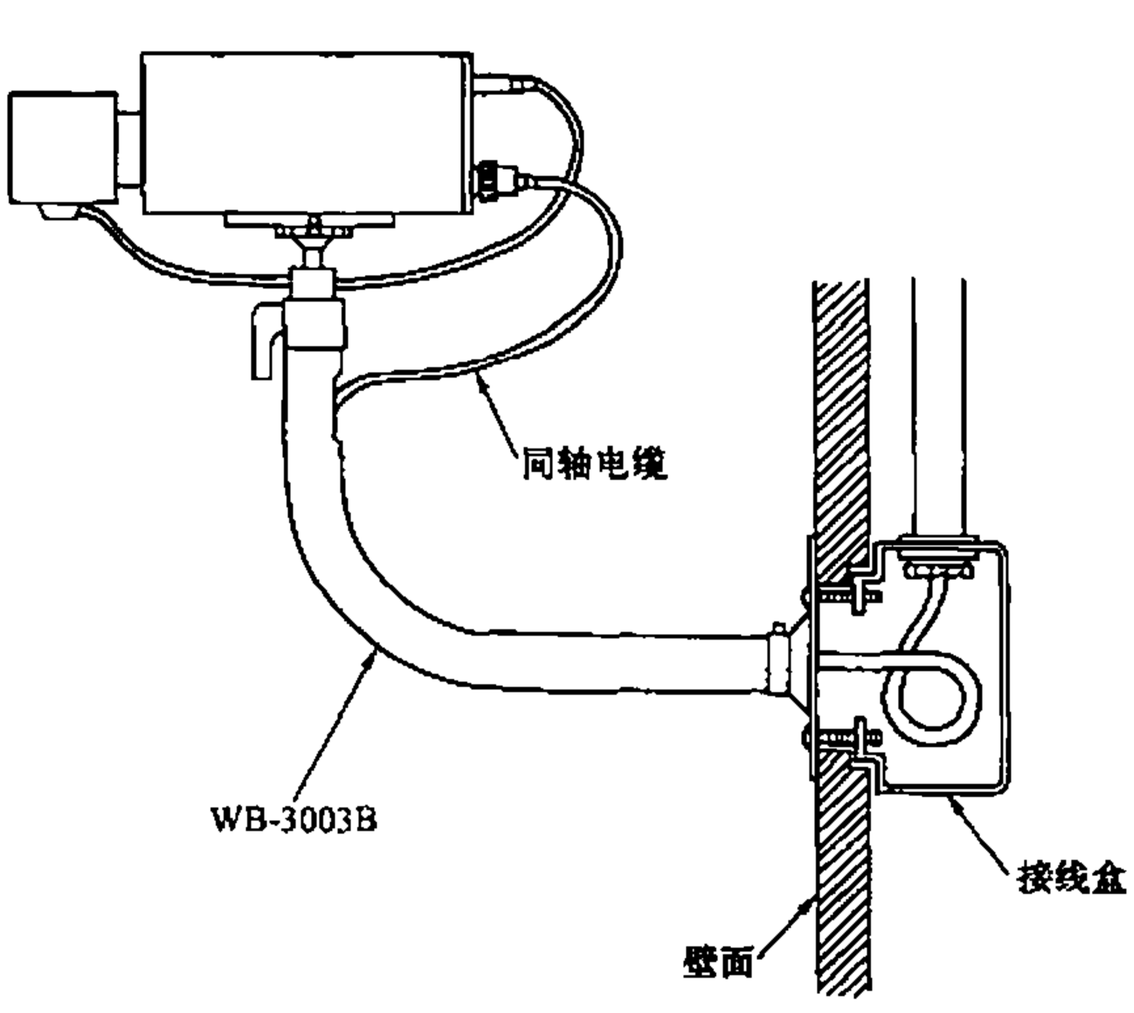


图 7-21　墙壁安装

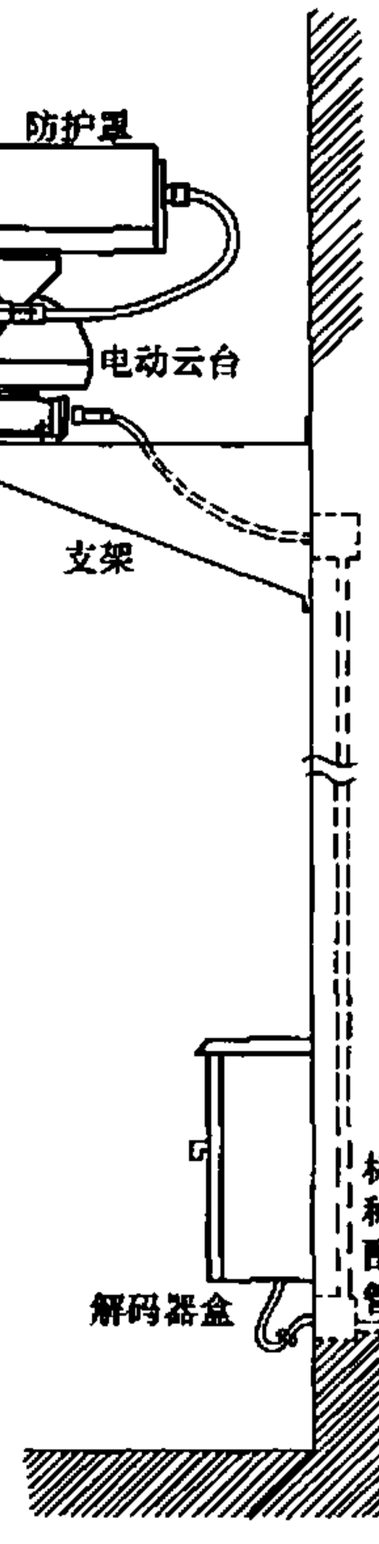
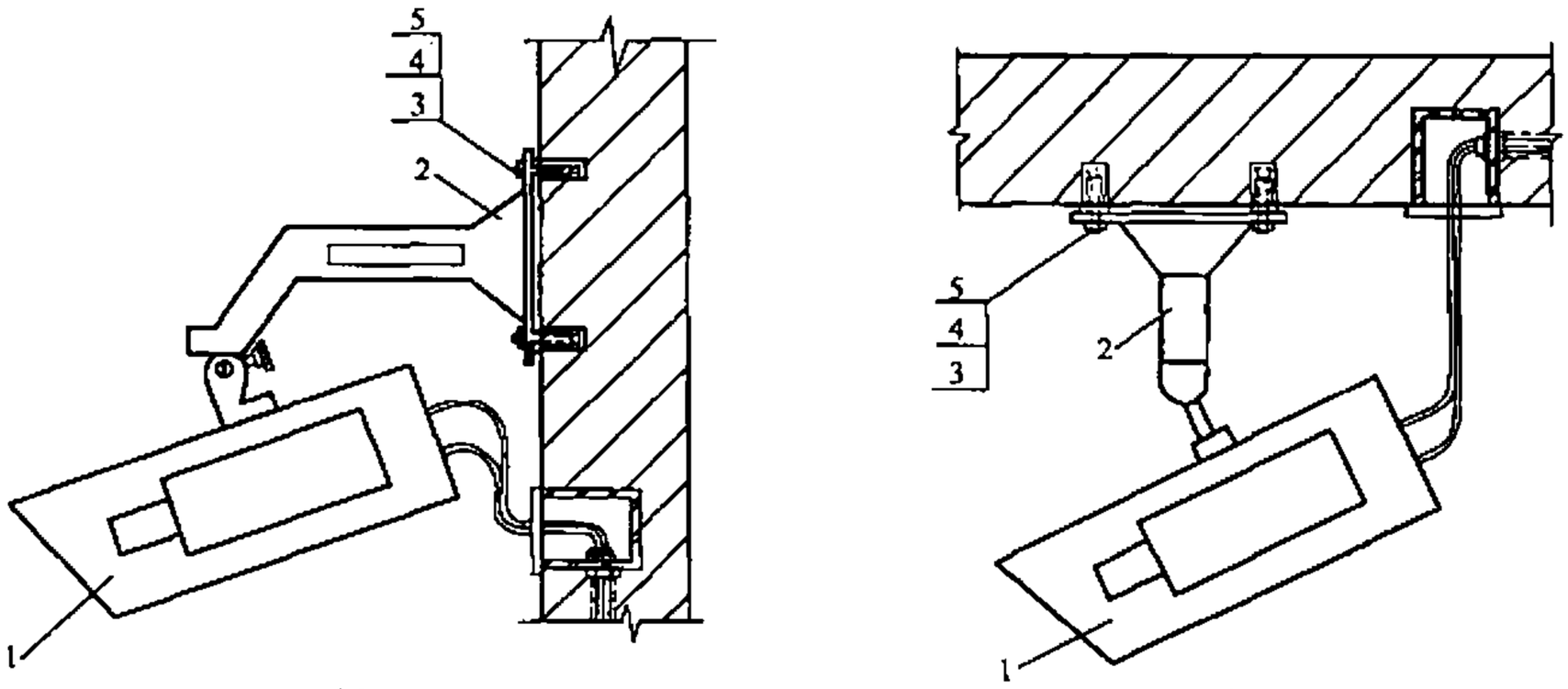


图 7-22　室外水泥墙安装例



编号	名　称	型号规格	单位	数量	备　注	编号	名　称	型号规格	单位	数量	备　注
1	摄像机		台	1		3	膨胀螺栓	M8×70	个	4	
2	支架	与摄像机配套	个	1		4	螺母	M8	个	4	GB52—76
						5	垫圈	8	个	4	GB97—76

图 7-23　壁装与吊装

(*a*) 壁装；(*b*) 吊装

注：1. 壁装支架距屋顶 1.5m 左右。

2. 吊装适用于层高 2.5m 以下场所。

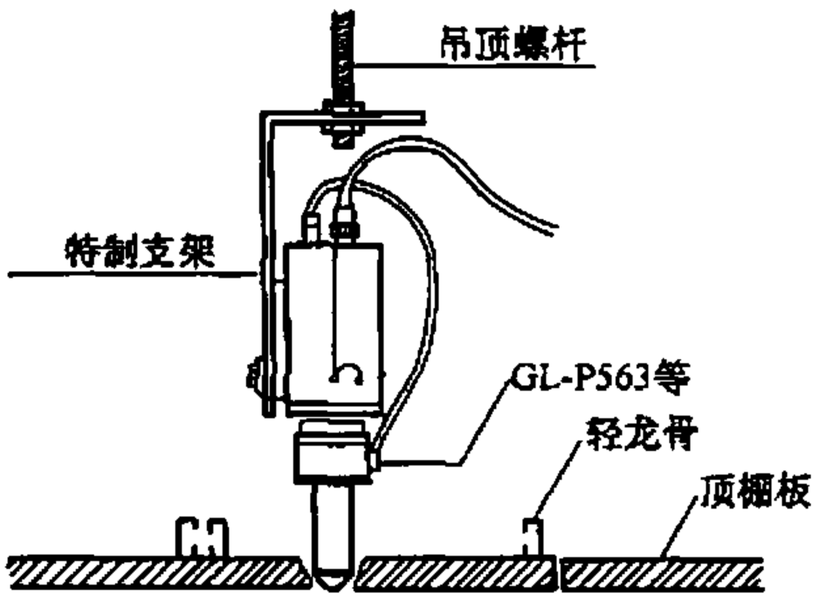


图 7-24　针孔镜头吊顶安装之一

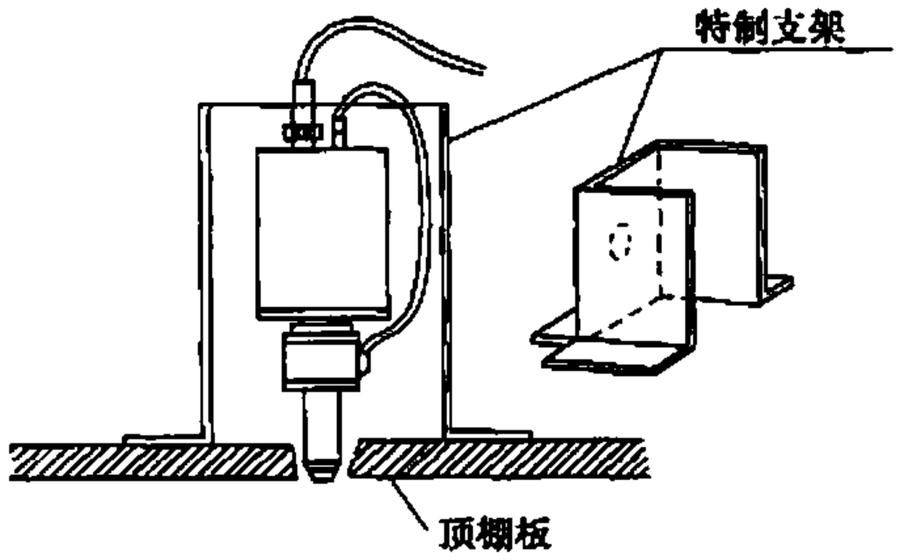


图 7-25　针孔镜头吊顶安装之二

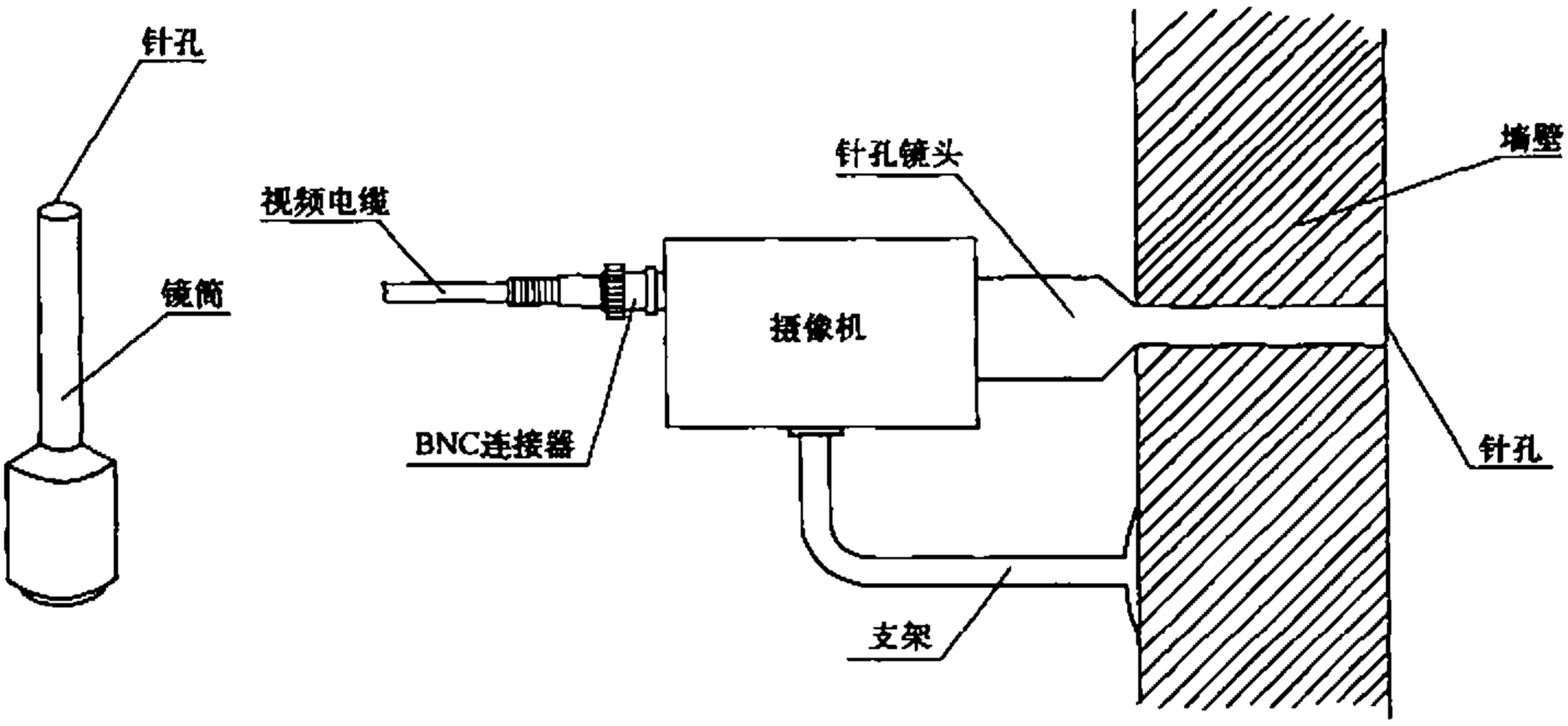


图 7-26　针孔镜头的外型及其安装示意图

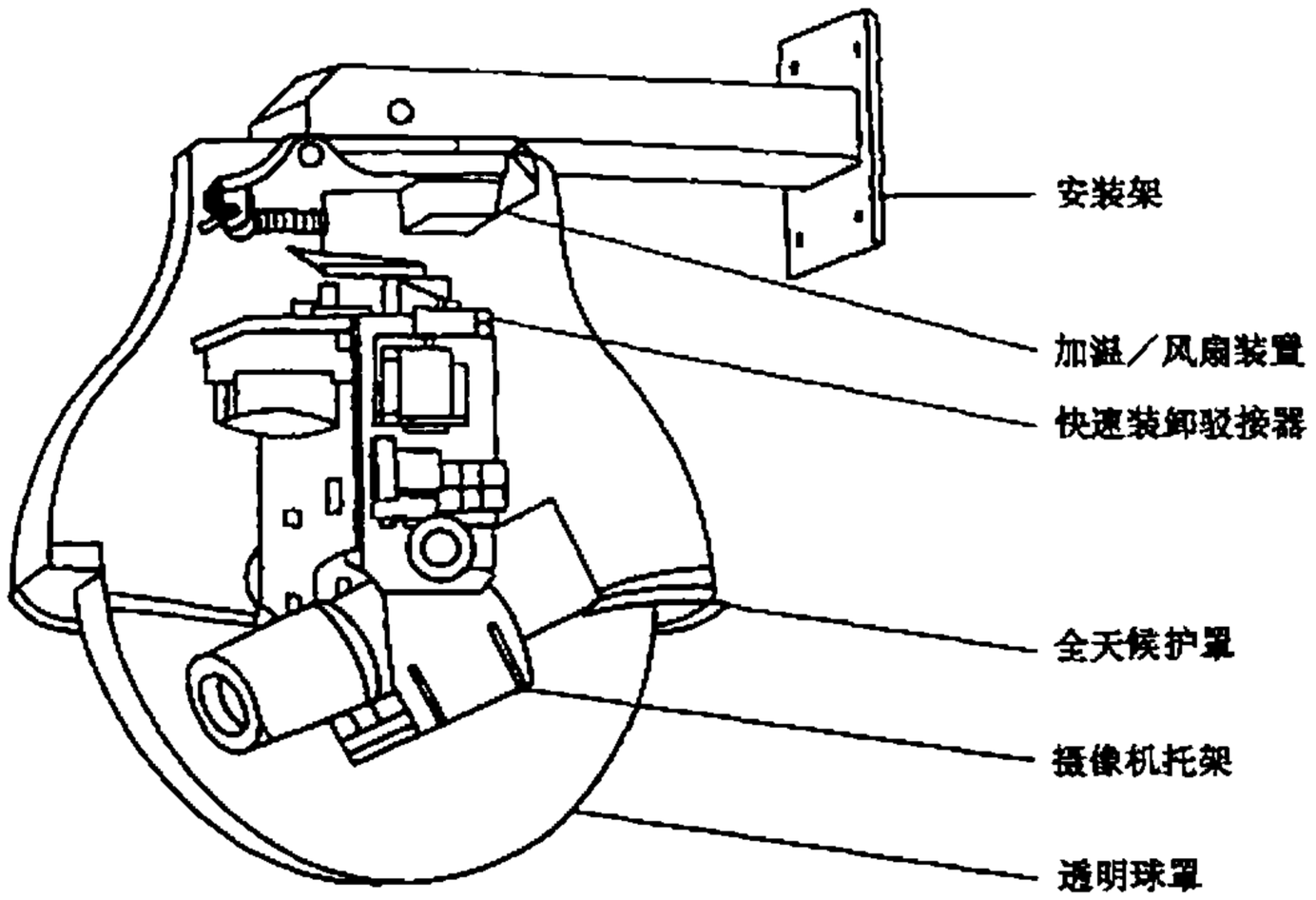


图 7-27　球形云台的结构及安装

(8) 解码器的安装：

解码器通常安装在现场摄像机附近，安装在吊顶内，要预留检修口，室外安装时要选用具有良好的密封防水性能的室外解码器。

解码器通过总线实现云台旋转，镜头变焦、聚焦、光圈调整，灯光、摄像机开关，防护罩清洗器、雨刷，辅助功能输入、位置预置等功能。

解码器一般多为 220V 50Hz 输入，6～12V DC 输出供聚焦、变焦和改变光圈速度，另有电源输出供给云台，都为 24V AC/50Hz 标准云台。

解码器安装时需完成以下 6 项工作：

①解码器地址设定。解码器地址通常由 8 位二进制开关确定，开关置 OFF 时为 0（零），ON 时为 1。

②镜头电压选择（6V、10V）。

③摄像机 DC 电压选择。

④雨刷工作电压选择。

⑤云台工作电压选择。

⑥辅助功能输入。

图 7-28 是某解码器的接线示例。

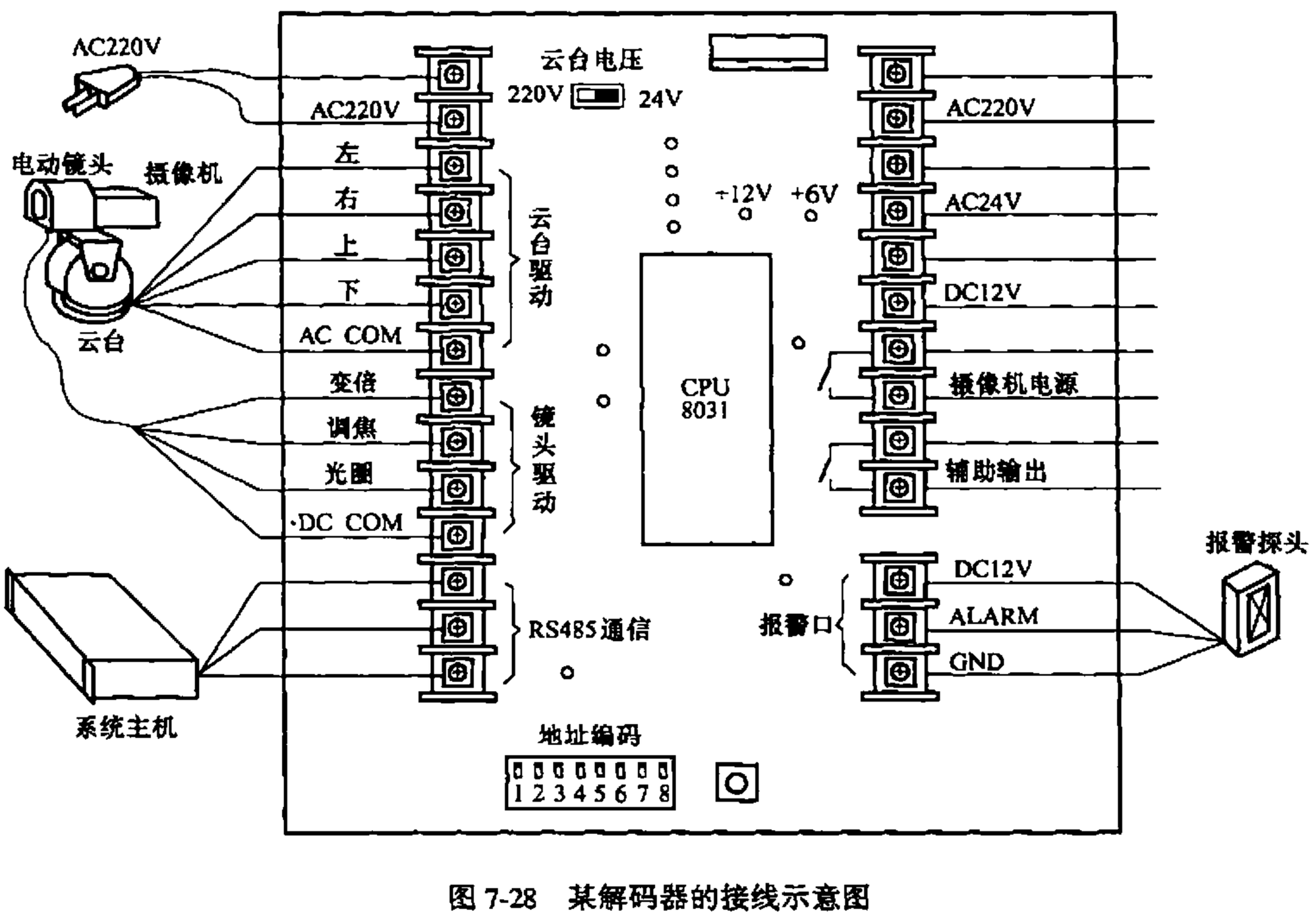


图 7-28　某解码器的接线示意图

三、传输方式的考虑

1. 传输方式的选择

(1) 选择传输方式的主要依据是：

①传输距离；

②地理条件；

③摄像机的数量及分布情况。

(2) 传输距离较近，可采用同轴电缆传输视频基带信号的视频传输方式。

当传输的黑白电视基带信号，在 5MHz 点的不平坦度大于 3dB 时，宜加电缆均衡器，当大于 6dB 时，应加电缆均衡放大器。当传输的彩色电视基带信号，在 5.5MHz 点的不平坦度大于 3dB 时，宜加电缆均衡器；当大于 6dB 时，应加电缆均衡放大器。

(3) 传输距离较远，监视点分布范围广，或需进电缆电视网时，宜采用同轴电缆传输射频调制信号的射频传输方式。

(4) 长距离传输或需避免强电磁场干扰的传输，宜采用传输光调制信号的光缆传输方式。当有防雷要求时，应采用无金属光缆。

(5) 系统的控制信号可采用多芯线直接传输或将遥控信号进行数字编码用电（光）缆进行传输。

2. 线缆选型

(1) 同轴电缆：

①应根据图像信号采用基带传输还是射频传输，确定选用视频电缆还是射频电缆。

②所选用电缆的防护层应适合电缆敷设方式及使用环境（如环境气候、存在有害物质、干扰源等）。

③室外线路，宜选用外导体内径为 9mm 的同轴电缆，采用聚乙烯外套。

④室内距离不超过 500m 时，宜选用外导体内径为 7mm 的同轴电缆，且采用防火的聚氯乙烯外套。

⑤终端机房设备间的连接线，距离较短时，宜选用的外导体内径为 3mm 或 5mm，且具有密编铜网外导体的同轴电缆。

(2) 其他线缆选择：

①通信总线　　$RVVP2\times1.5mm^2$；

②摄像机电源　　$RVS2\times0.5mm^2$；

③云台电源　　$RVS5\times0.5mm^2$；

④镜头　　$RVS\ (4\sim6)\ \times0.5mm^2$；

⑤灯光控制　　$RVS2\times1.0mm^2$；

⑥探头电源　　$RVS2\times1.0mm^2$；

⑦报警信号输入　　$RVS2\times0.5mm^2$；

⑧解码器电源　　$RVS2\times0.5mm^2$。

(3) 光缆：

①光缆的传输模式，可依传输距离而定。长距离时宜采用单模光缆，距离较短时宜采用多模光缆。

②光缆芯线数目，应根据监视点的个数、监视点的分布情况来确定，并注意留有一定的余量。

③光缆的结构及允许的最小弯曲半径、最大抗拉力等机械参数，应满足施工条件的要求。光缆的最小弯曲半径应不小于其外径的 20 倍。

④光缆外护层的选择应符合下列规定：

a. 当光缆采用管道、架空敷设时，宜采用铝——聚乙烯粘结护层；

b. 当光缆采用直埋时，宜采用充油膏铝塑粘结加铠装聚乙烯外护套；

c. 当光缆在室内敷设时，宜采用聚氯乙烯外护套，或其他的塑料阻燃护套。当采用聚乙烯护套时，应采取有效的防火措施；

d. 当光缆在水下敷设时，应采用铝塑粘结（或铝套、铅套、钢套）钢丝铠装聚乙烯外护套；

e. 无金属的光缆线路，应采用聚乙烯外护套或纤维增强塑料护层。

(4) 室内布线设计：

①室内线路敷设应符合 JBJ16—83《建筑电气设计技术规程》的有关规定。

②在新建或有内装修要求的已建建筑物内，宜采用暗管敷设方式，对无内装修要求的已建建筑物可采用线卡明敷方式。

③室内明敷电缆线路宜采用配管、配槽敷设方式。明敷线路布设应尽量与室内装饰协调一致。

④电缆线路不得与电力线同线槽、同出线盒、同连接箱安装。

⑤明敷电缆与明敷电力线的间距不应小于 0.3m。

⑥布线使用的非金属管材、线槽及附件应采用不燃或阻燃性材料制成。

⑦电缆竖井宜与强电电缆的竖井分别设置，如受条件限制必须合用时，报警系统线路和强电线路应分别布置在竖井两侧。

(5) 室外布线设计：

①电缆在室外敷设，应符合 GBJ42—81《工业企业通信设计规范》中的要求及国家现行的有关规定和规范。

②室外线路敷设方式宜按以下原则确定：

a. 有可利用的管道时可考虑采用管道敷设方式；

b. 监视点的位置和数量比较稳定时，可采用直埋电缆敷设方式；

c. 有建筑物可利用时可考虑采用墙壁固定敷设方式；

d. 有可供利用的架空线杆时可采用架空敷设方式。

③电缆、光缆线路路径设计，应使线路短直、安全、美观，信号传输稳定、可靠，线路便于检修、检测，并应使线路避开易受损地段，减少与其他管线等障碍物的交叉跨越。

④电缆线路宜穿金属管或塑料管加以防护。

⑤电缆架空敷设时，同共杆架设的电力线（1kV 以下）的间距不应小于 1.5m，同广播线的间距不应小于 1m，同通信线的间距不应小于 0.6m。

⑥在电磁干扰较强的地段（如电台天线附近），电缆应穿金属管并尽可能埋入地下，或采用光缆传输方式。

⑦交流供电电缆应与视频电缆、控制信号线单独分管敷设。

⑧地埋式引出地面的出线口，应尽量选在隐蔽地点，并应在出口处设置从地面计算高度不低于 3m 的出线防护钢管，且周围 5m 内不应有易攀登的物体。

⑨电缆线路由建筑物引出时，应尽量避开避雷针引下线，不能避开处两者平行距离不应小于 1.5m，交叉间距不应小于 1m，并应尽量防止长距离平行走线，在不能满足上述要

求处，可在间距过近处对电缆加缠铜皮屏蔽，屏蔽层要有良好的就近接地装置。

⑩在中心控制室电缆汇集处，应对每根入室电缆在接线架上加装避雷装置。

(6) 无线传输系统设计：

①传输频率必须经过国家无线电管理委员会批准；

②发射功率应适当，以免干扰广播和民用电视；

③无线图像传输宜采用调频制；

④无线图像传输方式主要有高频开路传输方式和微波传输方式：

a. 监控距离在 10km 范围内时，可采用高频开路传输方式。

b. 监控距离较远且监视点在某一区域较集中时，应采用微波传输方式，其传输距离最远可达几十公里。需要传输距离更远或中间有阻挡物的情况时，可考虑加微波中继。

(7) 电缆的敷设要求

①电缆的弯曲半径应大于电缆直径的 15 倍。

②电源线宜与信号线、控制线分开敷设。

③室外设备连接电缆时，宜从设备的下部进线。

④电缆长度应逐盘核对，并根据设计图上各段线路的长度来选配电缆。宜避免电缆的接续，当电缆接续时，应采用专用接插件。

(8) 架设架空电缆时，宜将电缆吊线固定在电杆上，再用电缆挂钩把电缆卡挂在吊线上；挂钩的间距宜为 0.5～0.6m。根据气候条件，每一杆档应留出余兜。

(9) 墙壁电缆的敷设，沿室外墙面宜采用吊挂方式；室内墙面宜采用卡子方式。

墙壁电缆当沿墙角转弯时，应在墙角处设转角墙担。电缆卡子的间距在水平路径上宜为 0.6m；在垂直路径上宜为 1m。

(10) 直埋电缆的埋深不得小于 0.8m，并应埋在冻土层以下；紧靠电缆处应用沙或细土覆盖，其厚度应大于 0.1m，且上压一层砖石保护。通过交通要道时，应穿钢管保护，电缆应采用具有铠装的直埋电缆，不得用非直埋式电缆作直接埋地敷设。转弯地段的电缆，地面上应有电缆标志。

(11) 敷设管道电缆，应符合下列要求：

①敷设管道线之前应先清刷管孔；

②管孔内预设一根镀锌铁线；

③穿放电缆时宜涂抹黄油或滑石粉；

④管口与电缆间应衬垫铅皮，铅皮应包在管口上；

⑤进入管孔的电缆应保持平直，并应采取防潮、防腐蚀、防鼠等处理措施。

(12) 管道电缆或直埋电缆在引出地面时，均应采用钢管保护。钢管伸出地面不宜小于 2.5m；埋入地下宜为 0.3～0.5m。

(13) 光缆的敷设应符合下列规定：

①敷设光缆前，应对光纤进行检查，光纤应无断点，其衰耗值应符合设计要求。

②核对光缆的长度，并应根据施工图的敷设长度来选配光缆。配盘时应使接头避开河沟、交通要道和其他障碍物；架空光缆的接头应设在杆旁 1m 以内。

③敷设光缆时，其弯曲半径不应小于光缆外径的 20 倍。光缆的牵引端头应做好技术处理；可采用牵引力有自动控制性能的牵引机进行牵引。牵引力应加于加强芯上，其牵引

力不应超过 150kg；牵引速度宜为 10m/min；一次牵引的直线长度不宜超过 1km。

④光缆接头的预留长度不应小于 8m。

⑤光缆敷设完毕，应检查光纤有无损伤，并对光缆敷设损耗进行抽测。确认没有损伤时，再进行接续。

（14）架空光缆应在杆下设置伸缩余兜，其数量应根据所在负荷区级别确定，对重负荷区宜每杆设一个；中负荷区 2～3 根杆宜设一个；轻负荷区可不设，但中间不得绷紧，光缆余兜的宽度宜为 1.52～2m；深度宜为 0.2～0.25m（图 7-29）。

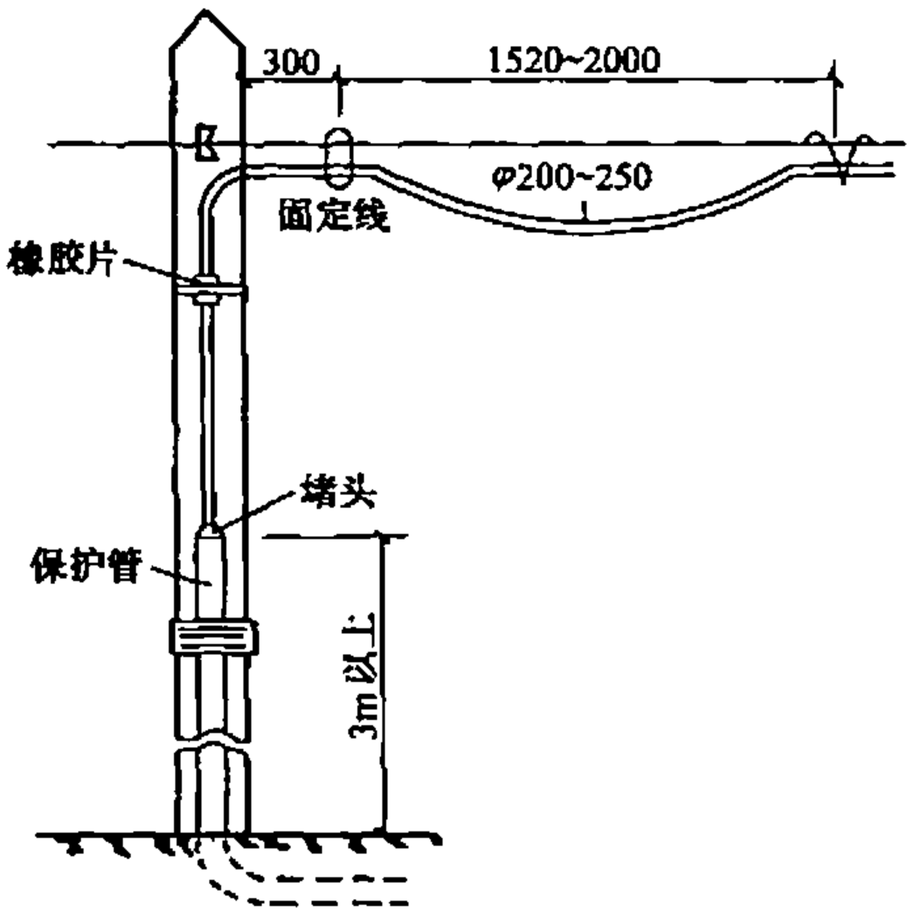


图 7-29　光缆的余兜及引上线钢管保护

光缆架设完毕，应将余缆端头用塑料胶带包扎，盘成圈置于光缆预留盒中；预留盒应固定在杆上。地下光缆引上电杆，必须采用钢管保护如图 7-29 所示。

（15）在桥上敷设光缆时，宜采用牵引机终点牵引和中间人工辅助牵引。光缆在电缆槽内敷设不应过紧；当遇桥身伸缩接口处时应作 3～5 个“S”弯，并每处宜预留 0.5m。当穿越铁路桥面时，应外加金属管保护。光缆经垂直走道时，应固定在支持物上。

（16）管道光缆敷设时，无接头的光缆在直道上敷设应由人工逐个人孔同步牵引。预先做好接头的光缆，其接头部分不得在管道内穿行；光缆端头应用塑料胶带包好，并盘成圈放置在托架高处。

（17）光缆的接续应由受过专门训练的人员操作，接续时应采用光功率计或其他仪器进行监视，使接续损耗达到最小，接续后应做好接续保护，并安装好光缆接头护套。

（18）光缆敷设后，宜测量通道的总损耗，并用光时域反射计观察光纤通道全程波导衰减特性曲线。

（19）在光缆的接续点和终端应作永久性标志。

四、监控室的设备选择

（一）控制中心设备的选择

1. 监视器

（1）数量

监视器的配置数量，由摄像机配置的数量决定，一般采用 4:1 方式（即若有 16 个摄像点，则应选配 4 台监视器），录像专用监视器可另行设置。

（2）清晰度

①应根据所用摄像机的分解力指标，选用高一档清晰度的监视器，一般应高 100TVL；

②满足系统最终指标要求。

（3）颜色

彩色摄像机应配用彩色监视器，黑白摄橡机应配用黑白监视器。

(4) 尺寸

监视器的屏幕尺寸，应根据监视者与监视器屏幕之间的距离为屏幕对角线的4~6倍的关系来选定。一般采用23~51cm屏幕的监视器。

2. 控制台

一般由视频切换控制器、遥控器、时间日期地址信号发生器、附加传输部件等部分组成。

(1) 视频切换控制器

①视频切换控制器的切换比，应根据系统所需视频输入输出最低接口路数，并考虑留有适当余量来选定。其中：

a. 视频输入接口的最低路数由摄像机配置的数量决定；

b. 视频输出接口的最低路数由监视器、录像机等显示与记录设备的配置数量及视频信号外送路数决定。

②视频切换控制器应能手动或自动编程，对摄像机、电动云台的各种动作（如转向、变焦、聚焦、光圈等动作）进行遥控。

③应能手动或自动编程，对所有的视频信号在指定的监视器上进行固定或时序显示。

④应具有存储功能，当市电中断或关机时，对所有编程设置、摄像机号、时间、地址等均可记忆。

⑤应具有与报警控制器联动的接口，报警发生时能切换出相应部位摄像机的图像，予以显示与记录。

⑥视频信号远距离传输时，宜采用远地视频切换方式。

(2) 遥控器

遥控器的控制功能，应根据摄像机所用镜头的类型及云台的选用与否来确定。

控制方式常用有直接控制和总线控制两种，选择原则：

①监控点距离较近、较少且为固定监视时，一般可采用直接控制方式。

②监控点距离较远且相对较多，又多采用变焦镜头和云台的情况，一般宜选用总线控制方式。

(3) 时间日期地址信号发生器

应能产生并能在视频图像上叠加摄像机号、地址、时间等字符，并可修改。

(4) 附加传输部件

①视频同轴电缆传输方式，当传输距离较远时，宜加装电缆均衡器；

②采用射频同轴电缆传输方式时，应配置射频调制解调器；

③采用光纤传输方式时，应配置光调制解调器；

④采用电话线传输方式时，应配置线路接收装置。

【说明】

①监控系统的运行控制和功能操作宜在控制台面板上进行，操作部分应简单方便、灵活可靠；

②在控制台上应能控制摄像机、监视器及其他设备供电电源的通断；

③控制台的配置应留有扩充余地。

（二）其他常用配套设备

1. 录像机

（1）录像机的规格及档次应与摄像机相一致。

（2）防范要求高的特殊监视点：可采用普通录像机直接录像方式（即录像机与摄像机进行一对一录像）。

（3）普通监视点：当图像实时性要求不很高时，可采用长时间录像机一对一录像（延时时间越长，实时性越差）。

（4）普通监视点：当图像实时性要求不很高，且监控点较多时，可采用一路对多路切换录像控制方式。切换控制方式有时序切换、帧切换和智能切换等（参与录像的路数越多，实时性越差）。

（5）普通监视点：当图像质量要求不很高，且监视点数目较多时，可采用多画面分割录像方式对多路视频信号同时记录（一般画面分割越多，图像质量越差）。

（6）录像控制应与报警系统联动。

2. 多画面分割器

采用画面分割器可在一台监视器或录像机上同时显示或录制、重放一路或多路图像。当资金或控制室空间受限，且防范要求不很高而监视点较多时可选用。

五、监控室的布局

（1）根据系统大小，宜设置监控点或监控室。监控室的设计应符合下列规定：

①监控室宜设置在环境噪声较小的场所；

②监控室的使用面积应根据设备容量确定，宜为 12～50m^2；

③监控室的地面应光滑、平整、不起尘。门的宽度不应小于 0.9m，高度不应小于 2.1m；

④监控室内的温度宜为 16～30℃，相对湿度宜为 30%～75%；

⑤监控室内的电缆、控制线的敷设宜设置地槽；当属改建工程或监控室不宜设置地槽时，也可敷设在电缆架槽、电缆走道、墙上槽板内，或采用活动地板；

⑥根据机柜、控制台等设备的相应位置，应设置电缆槽和进线孔，槽的高度和宽度应满足敷设电缆的容量和电缆弯曲半径的要求；

⑦监控室内设备的排列，应便于维护与操作，并应满足安全、消防的规定要求。

图 7-30 为监控室的设备布置示例。

（2）监控室根据需要宜具备下列基本功能：

①能提供系统设备所需的电源；

②监视和记录；

③输出各种遥控信号；

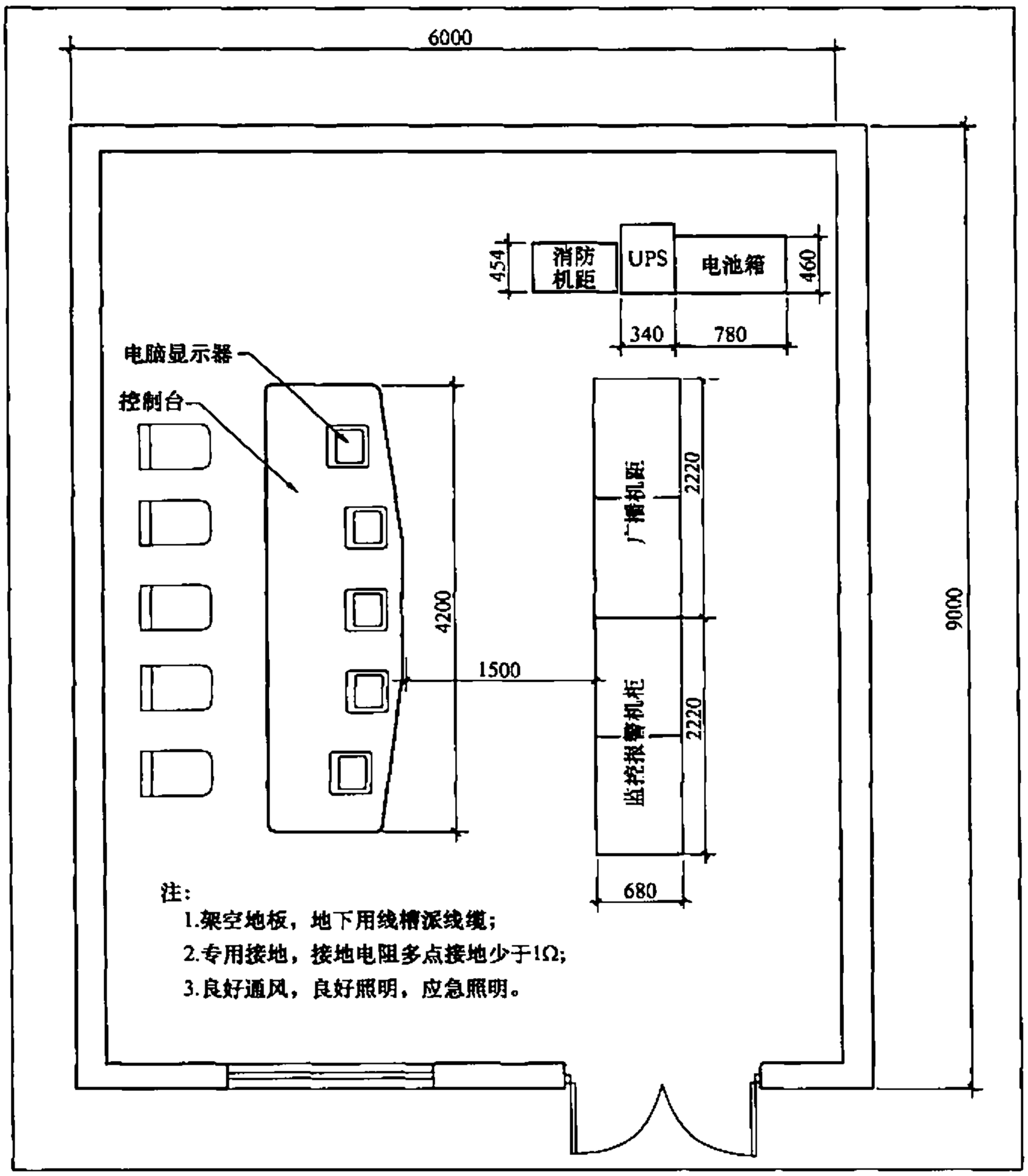
④接收各种报警信号；

⑤同时输入输出多路视频信号，并对视频信号进行切换；

⑥时间、编码等字符显示；

⑦内外通信联络。

（3）控制室一般分为二个区，即终端显示区及操作区。操作区与显示区的距离以监视



注：
1.架空地板，地下用线槽派线缆；
2.专用接地，接地电阻多点接地少于1Ω；
3.良好通风，良好照明，应急照明。

图 7-30　机房布置图

者与屏幕之间的距离为屏幕对角线的 4～6 倍设置为宜。

(4) 控制台的设置：

①控制台的设置应便于操作和维修，正面与墙的净距离不应小于 1.2m，两侧面与墙或其他设备的净距离在主通道不应小于 1.5m，在次要通道不应小于 0.8m。

②控制台的操作面板（基本的组成：操作键盘和九寸监视器），应置于操作员既方便操作又便于观察的位置。图 7-31 和图 7-32 为监控室的控制台布置和形式示例。

(5) 监视器的设置：

①较小的控制室，宜用吊架把监视器吊于顶棚上；大、中型控制室的监视器宜用监视器架摆放，一般呈内扇形或一字形，监视器架的背面和侧面距墙的距离不应小于 0.8m。

②固定于机柜内的监视器应留有通风散热孔。

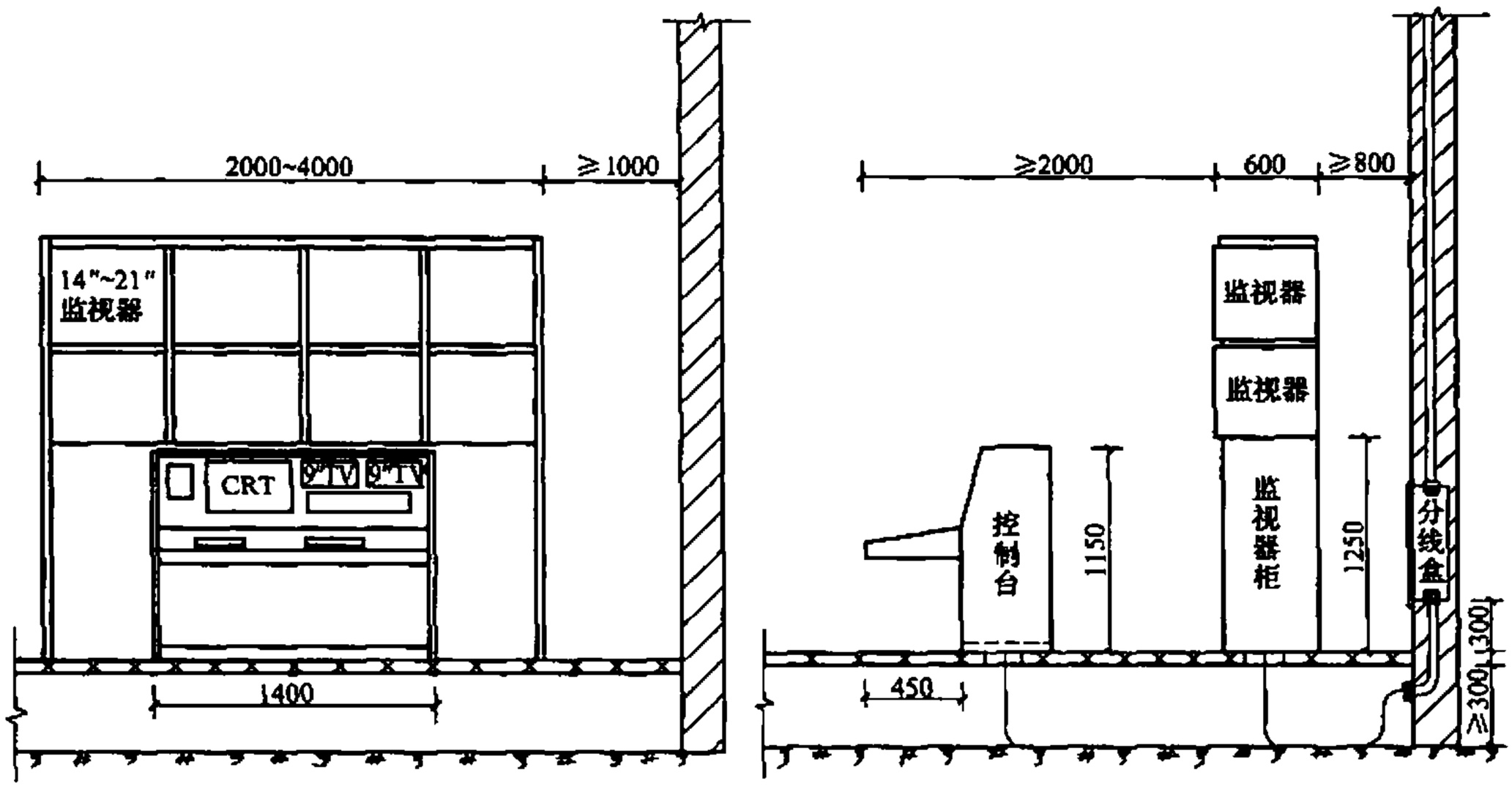


图 7-31　监控室的设备布置

注：1. 控制室供电容量约 3～5kVA。

2. 控制室内应设接地端子。

3. 图中尺寸仅供参考，单位 mm。

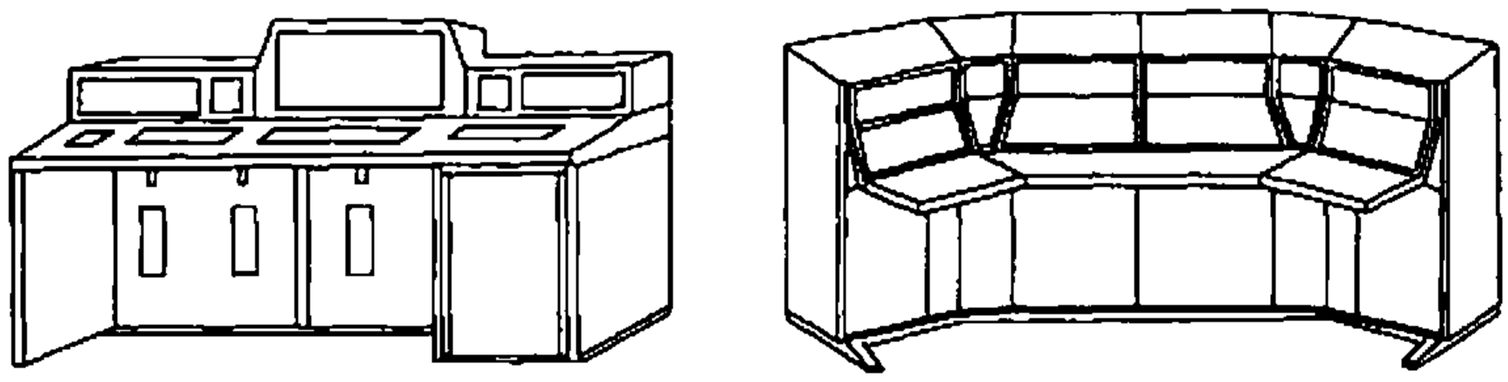


图 7-32　控制台形式

③监视器的安装位置应使屏幕不受外界强光直射，当有不可避免的强光入射时，应加光罩遮挡。

④与室内照明设计合理配合，以减少在屏幕上因灯光反射引起对操作人员的眩目。

⑤监视器的外部调节旋钮应暴露在方便操作的位置，并加防护盖。

图 7-33 为监视器机架布置示例，表 7-9 则表示监视器屏幕尺寸与可供观看的最佳距离。

监视器屏幕尺寸与可供观看的最佳距离　　表 7-9

监视器规格（对角线）		屏幕标称尺寸		可供观看的最佳距离	
（cm）	（英寸）	宽（cm）	高（cm）	最小观看距离（m）	最大观看距离（m）
23	9	18.4	13.8	0.92	1.6
31	12	24.8	18.6	1.22	2.2
35	14	28.0	21.0	1.42	2.5
43	17	34.4	25.8	1.72	3.0

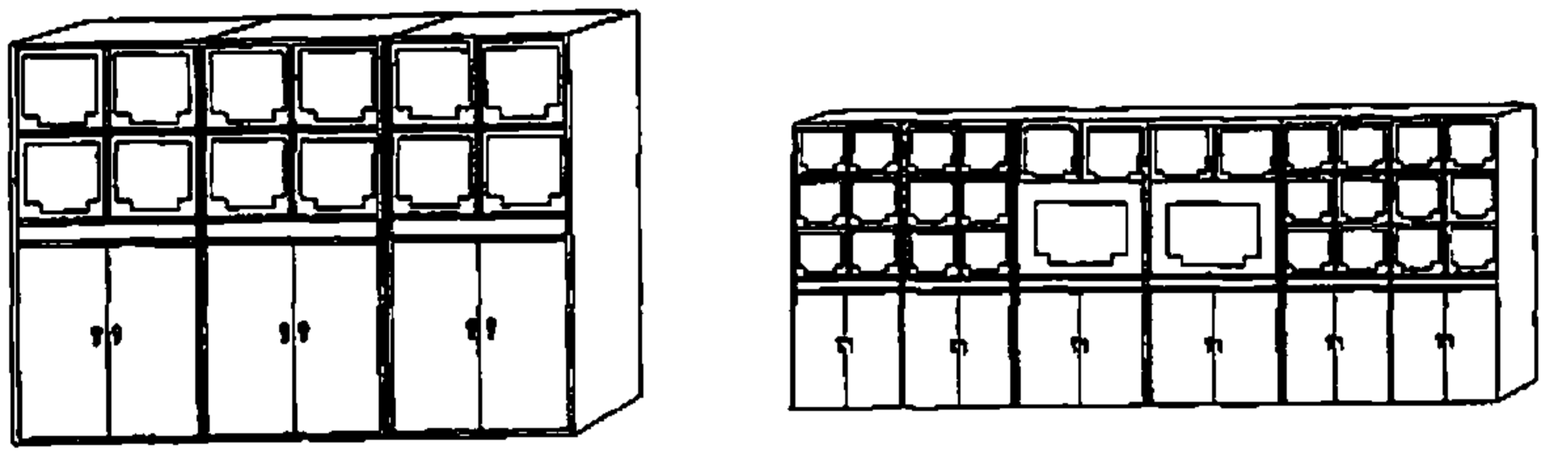


图 7-33　监视器布置

(6) 控制室内照明：

①控制室内的平均照度应≥200Lx。

②照度均匀度（即最低照度与平均照度之比）应≥0.7。

(7) 控制室内布线设计：

①控制室内的电缆、控制线的敷设宜采用地槽。槽高、槽宽应满足敷设电缆的需要和电缆弯曲半径的要求。

②对活动地板的要求：

a. 防静电；

b. 架空高度≥0.25m；

c. 根据机柜、控制台等设备的相应位置，留进线槽和进线孔。

③对不宜设置地槽的控制室，可采用电缆槽或电缆架架空敷设。

(8) 系统照明：

①监视目标所需最低照度：

a. 黑白电视系统，监视目标最低照度应≥10lx；

b. 彩色电视系统，监视目标最低照度应≥50lx。

②监视目标处于雾气环境时，黑白电视系统宜采用高压水银灯作配光，彩色电视系统宜采用碘钨灯作配光。

③具有电动云台的监视系统，照明灯宜设置在摄像机防护罩上或设置在与云台同方向转动的其他装置上。

六、监控室的安装施工

(1) 机架安装应符合下列规定：

①机架安装位置应符合设计要求，当有困难时可根据电缆地槽和接线盒位置作适当调整。

②机架的底座应与地面固定。

③机架安装应竖直平稳；垂直偏差不得超过 1‰。

④几个机架并排在一起，面板应在同一平面上并与基准线平行，前后偏差不得大于 3mm；两个机架中间缝隙不得大于 3mm。对于相互有一定间隔而排成一列的设备，其面板前后偏差不得大于 5mm。

⑤机架内的设备、部件的安装，应在机架定位完毕并加固后进行，安装在机架内的设备应牢固、端正。

⑥机架上的固定螺丝、垫片和弹簧垫圈均应按要求紧固不得遗漏。

(2) 控制台安装应符合下列规定：

①控制台位置应符合设计要求；

②控制台应安放竖直，台面水平；

③附件完整、无损伤、螺丝紧固，台面整洁无划痕；

④台内接插件和设备接触应可靠，安装应牢固，内部接线应符合设计要求，无扭曲脱落现象。

(3) 监控室内，电缆的敷设应符合下列要求：

①采用地槽或墙槽时，电缆应从机架、控制台底部引入，将电缆顺着所盘方向理直，按电缆的排列次序放入槽内；拐弯处应符合电缆曲率半径要求。

电缆离开机架和控制台时，应在距起弯点 10mm 处成捆空绑，根据电缆的数量应隔 100～200mm 空绑一次。

②采用架槽时，架槽宜每隔一定距离留出线口。电缆由出线口从机架上方引入，在引入机架时应成捆绑扎。

③采用电缆走道时，电缆应从机架上方引入，并应在每个梯铁上进行绑扎。

④采用活动地板时，电缆在地板下可灵活布放，并应顺直无扭绞；在引入机架和控制台处还应成捆绑扎。

(4) 在敷设的电缆两端应留适度余量，并标示明显的永久性标记。

(5) 各种电缆和控制线插头的装设应符合产品生产厂的要求。

(6) 引入、引出房屋的电（光）缆，在出入口处应加装防水罩。向上引入、引出的电（光）缆，在出入口处还应做滴水弯，其弯度不得小于电（光）缆的最小弯曲半径。电（光）缆沿墙上下引入、引出时应设支持物。电（光）缆应固定（绑扎）在支持物上，支持物的间隔距离不宜大于 1m。

(7) 监控室内光缆的敷设，在电缆走道上时，光端机上的光缆宜预留 10m；余缆盘成圈后应妥善放置，光缆至光端机的光纤连接器的耦合工艺，应严格按有关要求进行。

(8) 监视器的安装应符合下列要求：

①监视器可装设在固定的机架和柜上，也可装设在控制台操作柜上，当装在柜内时，应采取通风散热措施；

②监视器的安装位置应使屏幕不受外来光直射，当有不可避免的光时，应加遮光罩遮挡；

③监视器的外部可调节部分，应暴露在便于操作的位置，并可加保护盖。

七、供 电 与 接 地

(1) 系统的供电电源应采用 220V、50Hz 的单相交流电源，并应配置专门的配电箱。当电压波动超出 +5% ～ -10%范围时，应设稳压电源装置。稳压装置的标称功率不得小于系统使用功率的 1.5 倍。

(2) 摄像机宜由监控室引专线经隔离变压器统一供电，当供电线与控制线合用多芯线时，多芯线与电缆可一起敷设。远端摄像机可就近供电，但设备应设置电源开关、熔断器和稳压等保护装置。

（3）系统的接地，宜采用一点接地方式。接地母线应采用铜质线。接地线不得形成封闭回路，不得与强电的电网零线短接或混接。

（4）系统采用专用接地装置时，其接地电阻不得大于4Ω；采用综合接地网时，其接地电阻不得大于1Ω。

（5）应采用专用接地干线，由控制室引入接地体，专用接地干线所用铜芯绝缘导线或电缆，其芯线截面不应小于16mm^2。

（6）接地线不能与强电交流的地线以及电网零线短接或混接，接地线不能形成封闭回路。

（7）由控制室引到系统其他各设备的接地线，应选用铜芯绝缘软线，其截面积不应小于4mm^2。

（8）光缆传输系统中，各监控点的光端机外壳应接地，且宜与分监控点统一联接接地。光缆加强芯、架空光缆接续护套应接地。

（9）架空电缆吊线的两端和架空电缆线路中的金属管道应接地。

（10）进入监控室的架空电缆入室端和摄像机装于旷野、塔顶或高于附近建筑物的电缆端，应设置避雷保护装置。

（11）防雷接地装置宜与电气设备接地装置和埋地金属管道相连，当不相连时，两者间的距离不宜小于20m。

（12）不得直接在两建筑屋顶之间敷设电缆，应将电缆沿墙敷设置于防雷保护区以内，并不得妨碍车辆的运行。

（13）系统的防雷接地与安全防护设计应符合现行国家标准《工业企业通信接地设计规范》（GBJ 79—85）、《建筑物防雷设计规范》（GB 50057—94）和《声音和电视信号的电缆分配系统》（GB/T 6510—1996）的规定。

八、系统施工质量的检查

系统的工程施工质量应按施工要求进行验收。检查的项目和内容应符合表7-10的规定。

施工质量检查项目和内容　　表7-10

项　目	内　容	抽查百分数（%）
摄像机	（1）设置位置、视野范围 （2）安装质量 （3）镜头、防护罩、支承装置、云台安装质量与紧固情况 （4）通电试验	50～65（10台以下摄像机至少验收5～6台） 100
监视器	（1）安装位置 （2）设置条件 （3）通电试验	100
控制设备	（1）安装质量 （2）遥控内容与切换路数 （3）通电试验	100

续表

项　　目	内　　容	抽查百分数（%）
其他设备	(1) 安装位置与安装质量 (2) 通电试验	100
控制台与机架	(1) 安装垂直、水平度 (2) 设备安装位置 (3) 布线质量 (4) 穿孔、连接处接触情况 (5) 开关、按钮灵活情况 (6) 通电试验	100
电（光）缆敷设	(1) 敷设与布线 (2) 电缆排列位置、布放和绑扎质量 (3) 地沟、走道支铁吊架的安装质量 (4) 埋设深度及架设质量 (5) 焊接及插接头安装质量 (6) 接线盒接线质量	60
接　地	(1) 接地材料 (2) 接地线焊接质量 (3) 接地电阻	100

第五节　工　程　举　例

【例 1】　某大楼的电视监控系统

该大楼共 22 层，设置摄像机 76 台，采用矩阵主机进行控制，控制室设在首层，该电视监控系统图及摄像机的楼层配置如图 7-34 所示。下面着重介绍一下该大楼大堂和电梯间的摄像机布置。

图 7-35 是该大楼大堂门口和电梯间的摄像机布置示例。用来摄像监视大堂门口的摄像机 *C*，由于直对屋外，需采用具有逆光补偿的摄像机。对于电梯轿厢内摄像机的布置，以往通常设在电梯操作器对角轿厢顶部处，左右上下互成 45°对角，如图中 *A* 处。但这种布置摄取乘客大部分时间为背部，不如布置在 *B* 处，能大部分时间摄取乘客正面。摄像机可选用带 3mm 自动光圈广角镜头、隐蔽式黑白或彩色摄像机。

【例 2】　某智能小区的电视监控系统

该小区在主要出入口、管理大楼等处共设置摄像机 80 台，其中小区内集中绿地及景观的中心区域还设置 2 台云台摄像机。装设在车库内的摄像机将与设置在各自拍摄范围内的双鉴移动探测器联动，当这些探测器探测到车库内的移动物体并发生报警时，系统将联动相应的摄像机并在监视器上显示相应的报警画面，安保人员还可以控制其中的 1 台云台摄像机进行监控。布置在周界上的摄像机将与周界红外探测器联动。

考虑到系统既要有一定的先进性，还要提高系统的性价比，因此采用国产极锐数字硬盘录像系统。80 台摄像机所摄取的监控画面通过 5 台硬盘录像机的分割、处理及控制，在 5 台 19 英寸专业监视器上全面显示，系统另设 1 台 19 英寸专业显示器作为显示报警联动画面使用，所有监控画面及报警联动画面 24h 记录在硬盘上。

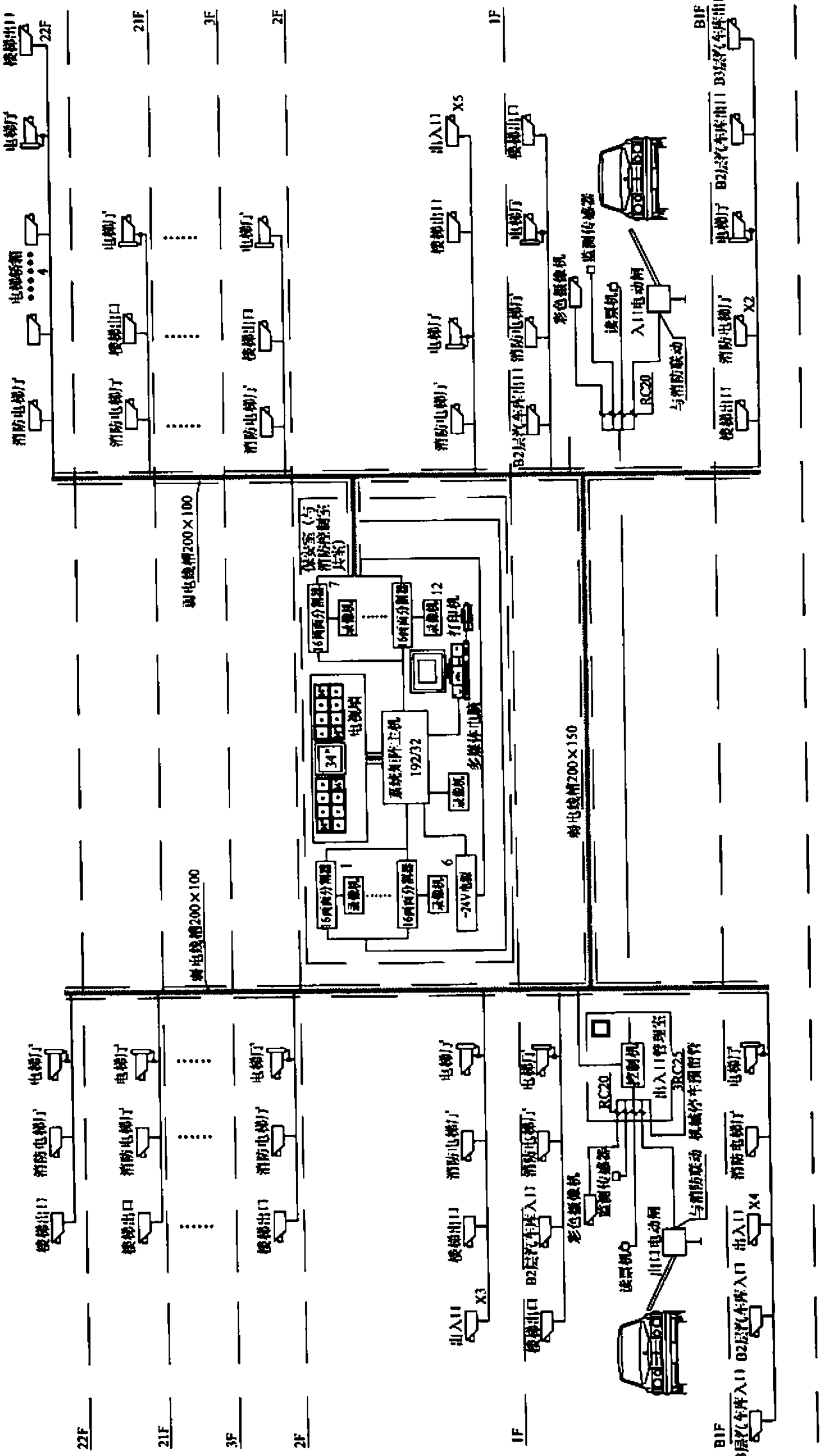


图 7-34　某大楼电视监控系统

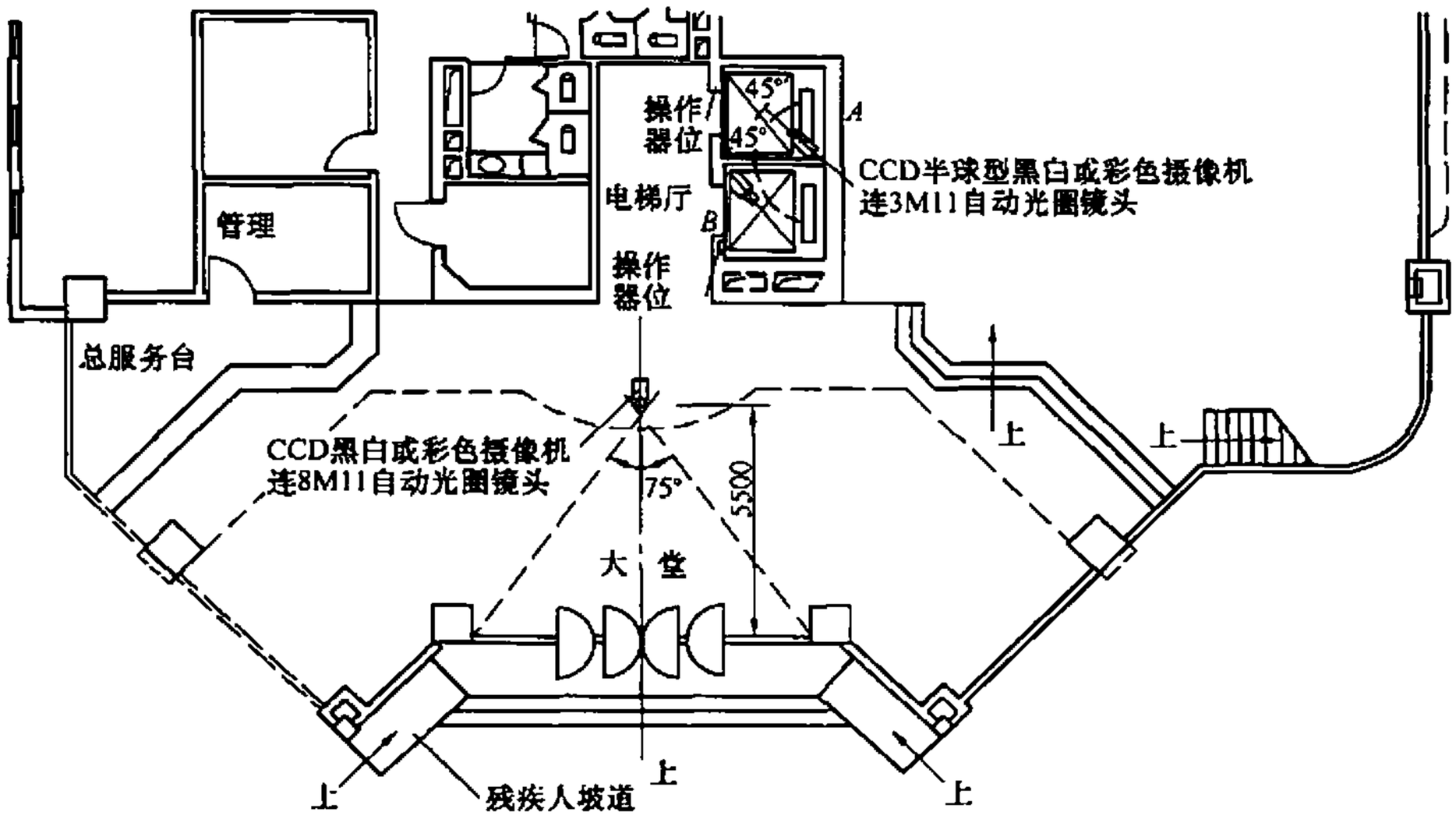


图 7-35　某大楼大堂门口、电梯摄像机布置

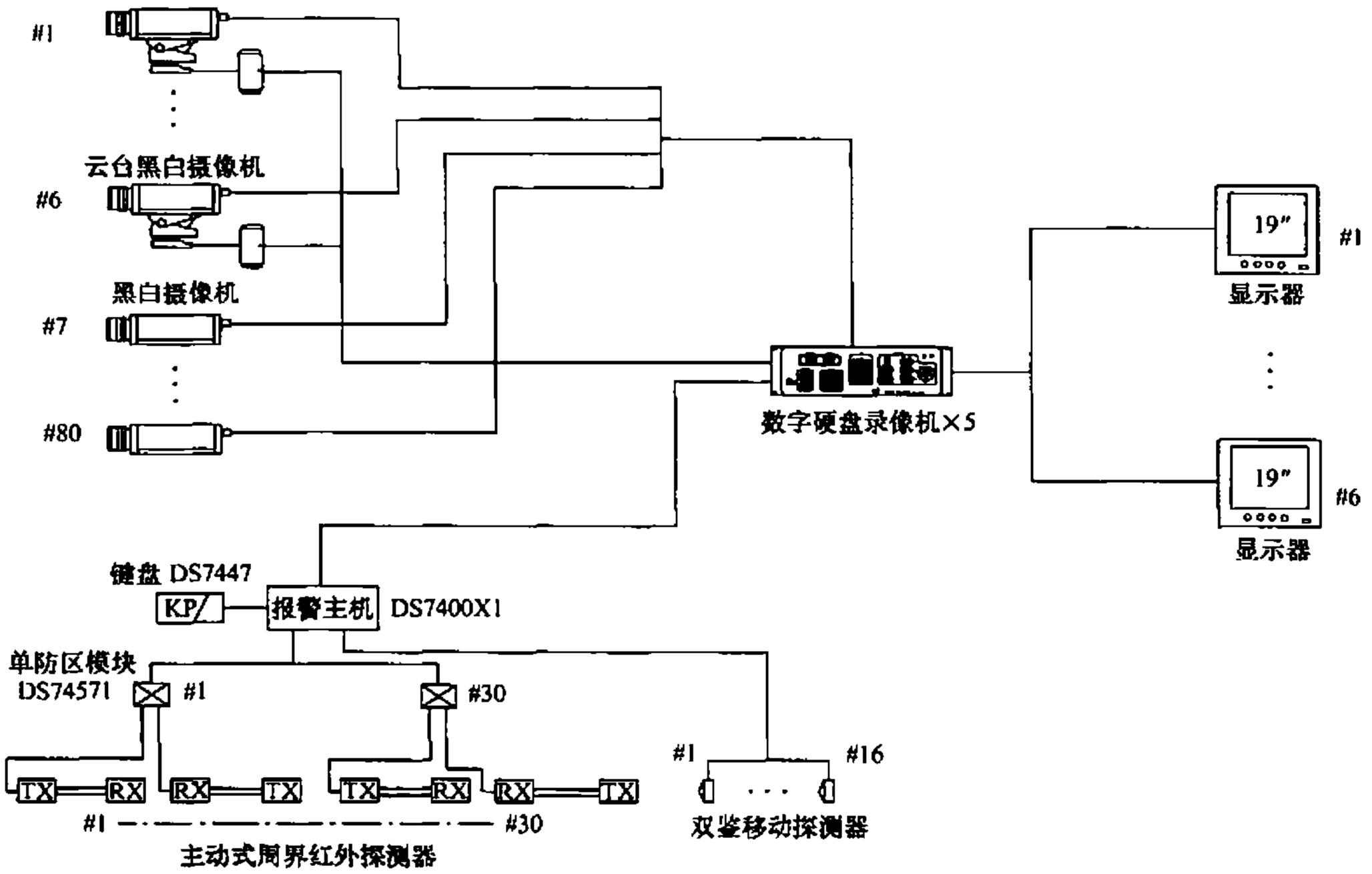


图 7-36　闭路电视监控系统结构图

该系统配置如表 7-11 所示，整个系统的连接图如图 7-36 所示。

闭路电视监控系统配置一览表　　表 7-11

序　号	名　称	型　号	品　牌	产　地	数　量
1	黑白摄像机	ST-BC3064	日立	日本	80
2	自动光圈镜头（8.0mm）	SSC0812	精工	日本	74
3	电动三可变镜头	SSL06036M	精工	日本	6
4	内置全方位室外云台带球型防护罩	VD-9109D	亚安	中国	6
5	19″显示器		大水牛	中国	6
6	硬盘录像机	DRM16	极锐	中国	5
7	硬盘	80G/7200	迈拓	美国	10
8	双鉴移动探测器	DT-906	CK	美国	16
9	摄像机防护罩			中国	74
10	支架			中国	74
11	云台支架			中国	6

【例 3】　某大厦的监控电视防盗系统

本大厦是一座按五星级标准建设的集宾馆和办公楼于一体的综合大楼，要求整个系统的视频输入（监视点）为 96 个，视频输出为 16 个。为此采用美国 AD 公司的 AD2052R96-16 型主机，该主机为一个机箱构成，输入和输出采用模块式，每块视频输入模块为 16 路视频输入，每块视频输出模块为 4 路视频输出，最大扩充容量可达 512 路输入、32 路输出，因此适于大型系统使用。而且其集成度高，机箱数量少，且价格也比 AD1650 便宜，功能反而略有增加。由于该大厦装饰豪华，故在比较注目的位置安装美观的一体化快变速球型摄像机，固定的摄像机也采用半球型护罩或斜坡式护罩。系统图如图 7-37 所示。

由于 AD2052 主机没有 AD 控制码接口，控制信号必须通过高速数据线连接 AD2091 控制码发生分配器。它可把主机 CPU 的控制信号变换成 AD 接受器采用的控制码（曼彻斯特码），最多可提供 64 个独立的缓冲控制码输出，分 4 组，每组 16 个，每组可控制 64 个摄像机现场。多台设备级联，最多可控制 1024 个摄像机现场，每个输出可用电缆传送 1500m。

由于系统需要防盗报警联动，故配置 AD2096 报警输入接口设备和 AD2032 报警输出响应器。AD2096 有 64 个触点回路，能把报警输入转换成报警信号编码，供 AD 矩阵切换控制主机使用。主机经编程后，能自动将报警摄像机切换到指定的监视上，起动预置功能及辅助功能，对报警触点作出响应。该机通过 RS232 通信接口与主机连接。AD2032 能提供 32 个可编址 A 型继电器（双极、单掷、常开触点），分成两组，每组 16 个，为矩阵系统提供外部设备继电器触点控制回路。每组继电器可编程，对两组分开的监视器作出响应。继电器可起动录像机、报警器或其他报警装置。AD2032 与 AD2052 主机通过高速数据线连接，与 AD1650 主机则通过 AD 控制码连接使用。

本系统还配置 2 台黑白双工 16 画面处理器 AD1480/16。该机可在一台录像机上记录多达 16 路视频信号，可用两台录像机同时录像或回放，图像显示方式有：全屏幕、4 画面、9 画面或 16 画面等。

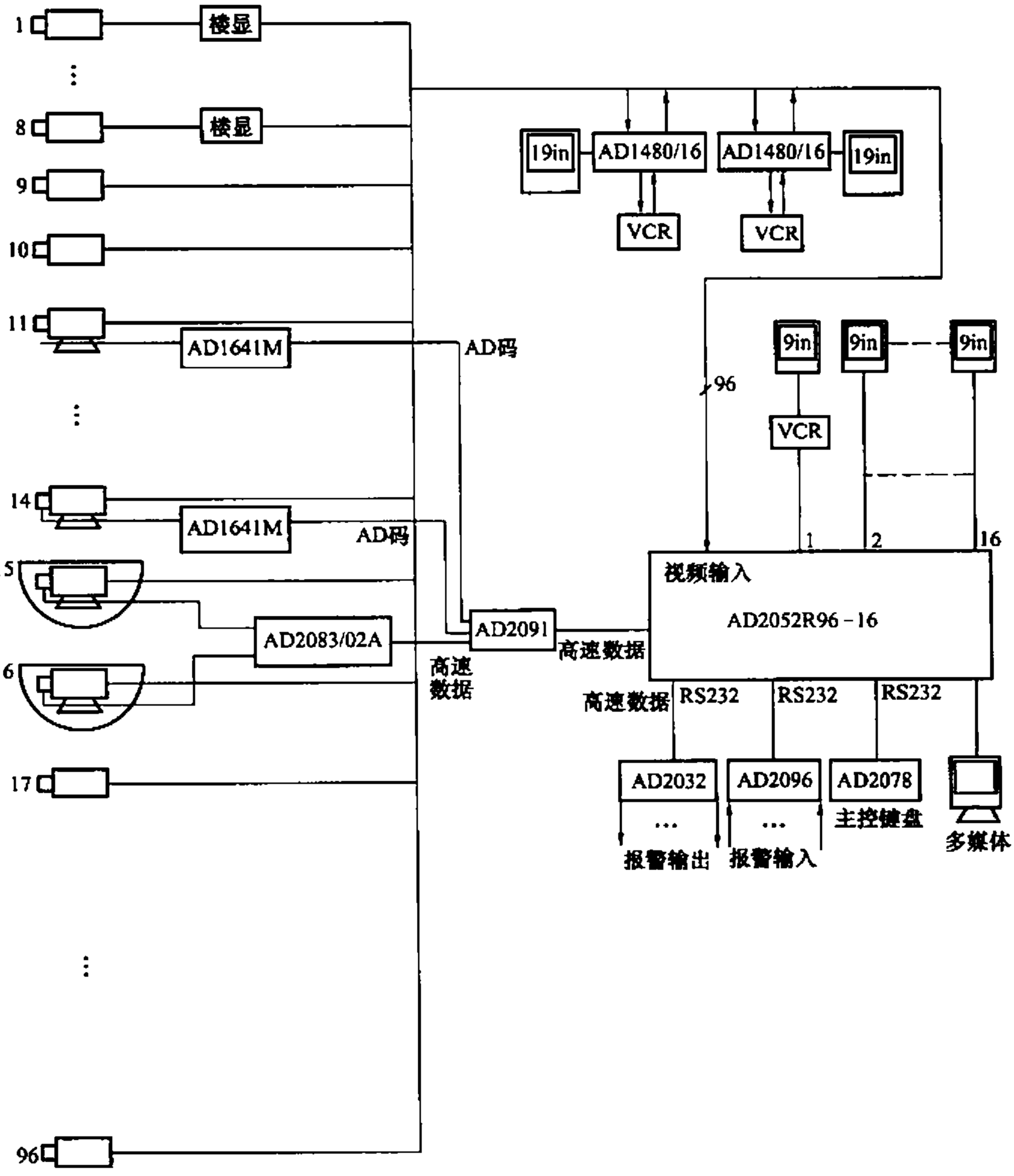


图 7-37　某综合大楼的电视监控防盗系统

整个系统的设备器材如表 7-12 所示。

某综合大楼监控系统的设备器材　　表 7-12

序　号	设备器材名称	型号规格	数　量
1	1/3in 高分辨力黑白摄像机	TK-S350EG	94
2	一体化高变速球型黑白摄像机	AD9112/B10	2
3	球型摄像机吸顶安装附件	AD9202	2
4	球型码发生分配器	AD2083/02	1
5	室外全方位云台	AD1240/24	3
6	室内全方位云台	AD1215/24	1

续表

序　号	设备器材名称	型号规格	数　量
7	室内解码器	AD164M-1X	1
8	室外解码器	AD1641M-2EX	3
9	室外全天候防护罩	AD1335/14SH24	3
10	室内防护罩	AD1335/14	1
11	室内摄像机防护罩	AD1317/8	6
12	室内吸顶斜坡防护罩	AD1303	84
13	室内云台支架	AD1381	4
14	室内防护罩支架	AD1371C	6
15	矩阵切换控制主机	AD2052R96-16	1
16	主控键盘	AD2078	1
17	多媒体软件及视霸卡	AD5500	1
18	控制码发生分配器	AD2091X	1
19	报警输入接口设备	AD2096X	1
20	报警输出响应器	AD2032X	1
21	黑白 16 画面处理器	AD1480/16	2
22	2.8mm 自动光圈镜头	SSG0284NB	8
23	4.0mm 手动光圈镜头	SSE0412	24
24	8.0mm 手动光圈镜头	SSE0812	48
25	4.0mm 自动光圈镜头	SSG0412NB	10
26	6 倍二可变焦镜头	SSL06036GNB	1
27	12 倍三可变镜头	SSL06072	3
28	24h 专业录像机	WV-AG6124	3
29	9in 黑白专业监视器	WV-BM900	16
30	20in 黑白专业监视器	WV-BM1900	2
31	楼层显示器		8
32	5in 半球型护罩	XTK-5	30
33	电源供电器		1

第八章　防盗报警与出入口控制系统

第一节　安全防范系统概述

一、安全防范系统的构成

初始的保安是由人来完成的，现代化大楼内的保安也可以通过增加保安人员来加强保安效果。但增加人员一方面要大量增加费用；另一方面，人终究不能像机器一样始终如一地坚持原则。所以现代化大厦的保安系统，应当尽量降低对人员的需求，而以技术及其机器（技防）代之。这些技术及其设备包括防盗报警、出入口控制、电视监控、访客对讲、电子巡更、汽车库管理等，它们统称为公共安全防范技术，或简称为保安技术。广义地说，它还包括防火报警。

常见的安全防范系统有：

（一）出入口控制系统

出入口控制就是对建筑内外正常的出入通道进行管理。该系统可以控制人员的出入，还能控制人员在楼内及其相关区域的行动。过去，此项任务是由保安人员、门锁和围墙来完成的。但是，人有疏忽的时候，钥匙会丢失、被盗和复制。智能大厦采用的是电子出入口控制系统，可以解决上述问题。在大楼的入口处、金库门、档案室门、电梯等处可以安装出入口控制装置，比如磁卡识别器或者密码键盘等。用户要想进入，必须拿出自己的磁卡或输入正确的密码，或两者兼备。只有持有有效卡或密码的人才允许通过。采用这样的系统有许多特点：

（1）每个用户持有一个独立的卡或密码，这些卡和密码的特点是它们可以随时从系统中取消。卡片一旦丢失即可使其失效，而不必像使用机械锁那样重新给锁配钥匙，或者更换所有人的钥匙。同样，离开一个单位的人持有的磁卡或密码也可以轻而易举地被取消。

（2）可以用程序预先设置任何一个人进入的优先权，一部分人可以进入某个部门的一些门，而另一些人只可以进入另一组门。这样使你能够控制谁可以去什么地方，还可以设置一个人在一周里有几天、一天里有多少次可以使用磁卡或密码。这样就能在部门内控制一个人进入的次数和活动。

（3）系统所有的活动都可以用打印机或计算机记录下来，为管理人员提供系统所有运转的详细记载，以备事后分析。

（4）使用这样的系统，很少的人在控制中心就可以控制整个大楼内外所有的出入口，节省了人员，提高了效率，也提高了保安效果。

采用出入口控制为防止罪犯从正常的通道侵入提供了保证。

（二）防盗报警系统（入侵报警系统）

防盗报警系统亦称入侵报警系统，它是用探测装置对建筑内外重要地点和区域进行布

防。它可以探测非法侵入，并且在探测到有非法侵入时，及时向有关人员示警。另外，人为的报警装置，如电梯内的报警按钮，人员受到威胁时使用的紧急按钮、脚踏开关等也属于此系统。在上述三个防护层次中，都有防盗报警系统的任务。譬如安装在墙上的振动探测器、玻璃破碎报警器及门磁开关等可有效探测罪犯从外部的侵入，安装在楼内的运动探测器和红外探测器可感知人员在楼内的活动，接近探测器可以用来保护财物、文物等珍贵物品。探测器是此系统的重要组成部分，目前市场上种类繁多，我们将在后面详述。另外，此系统还有一个任务，就是一旦有报警，要记录入侵的时间、地点，同时要向监视系统发出信号，让其录下现场情况。

（三）闭路电视监视系统

闭路电视监视系统在重要的场所安装摄像机，它为保安人员提供了利用眼睛直接监视建筑内外情况的手段，使保安人员在控制中心便可以监视整个大楼内外的情况。从而大大加强了保安的效果。监视系统除起到正常的监视作用外，在接到报警系统和出入口控制系统的示警信号后，还可以进行实时录像，录下报警时的现场情况，以供事后重放分析。目前，先进的视频报警系统还可以直接完成探测任务。有关电视监控系统已在第七章阐述。

目前，一般建筑物的安全防范系统主要是指出入口控制、防盗报警和电视监控这三部分系统。除此之外，安全防范系统还包括：

（四）访客对讲系统

在高层公寓楼（高层商住楼）或居住小区，应设能为来访客人与居室中的人们提供双向通话或可视通话和住户遥控入口大门的电磁开关，及向安保管理中心进行紧急报警的功能，乃至向公安机关“110”报警。

（五）电子巡更系统

电子巡更系统是采用设定程序程径上的巡更开关或读卡器，确保保安人员能够按照预定的顺序在安全防范区域内的巡视站进行巡逻，同时保障保安人员的安全以及大楼的安全。

（六）停车库管理系统

在各类现代建筑中，对停车场的综合管理也显得愈来愈重要。停车场综合管理系统的主要功能和作用为：汽车出入口通道管理；停车计费；车库内外行车信号指示；库内车位空额显示诱导等。亦即，它是对进出车辆进行自动登录、监控管理和控制的电子系统及网络。

近来，安全防范系统正在向综合化、智能化方向发展。以往，出入口控制系统、防盗报警系统、电视监控系统、停车库管理系统等，是各自独立的系统。目前，先进的安全防范系统（保安系统）一般由计算机协调起来共同工作，构成集成化安全防范系统，可以对大面积范围、多部位地区进行实时、多功能的监控，并能对得到的信息进行及时的分析与处理，实现高度的安全防范的目的。

二、防盗报警系统的基本组成

防盗报警系统是在探测到防范现场有入侵者时能发出报警信号的专用电子系统，一般由探测器（报警器）、传输系统和报警控制器组成，如图 8-1 所示。探测器检测到意外情

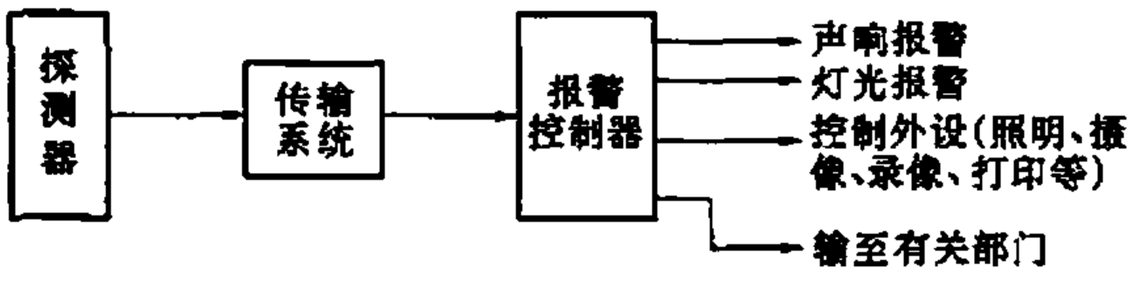


图 8-1　防盗报警系统的基本组成

况就产生报警信号，通过传输系统（有线或无线）传送给报警控制器。报警控制器经识别、判断后发出声响报警和灯光报警，还可控制多种外围设备，如打开照明灯、开启摄像机、录像机、摄像并记录现场图像，同时还可将报警信息输出至上一级指挥中心或有关部门。

第二节　报警探测器

防盗报警探测器又称入侵探测器，是专门用来探测入侵者的移动或其他动作的由电子及机械部件所组成的装置。它通常是由各种类型的传感器和信号处理电路组成的，又称为入侵报警探头。

入侵探测器置于防范的现场，用来探测所需报警的目标。它可以将感知到的各种形式的物理量（如光强、声响、压力、频率、温度、振动等）的变化转化成符合报警控制器处理要求的电信号（如电压、电流）的变化，进而通过报警控制器启动告警装置。

入侵探测器是入侵探测报警系统最前端的输入部分，也是整个报警系统中的关键部分，它在很大程度上决定着报警系统的性能、用途和报警系统的可靠性，是降低误报和漏报的决定因素，因为报警控制器是根据探测器的输出信号（一般是开关信号）来发出报警的。各种类型的入侵探测器利用不同的原理来探测目标，如人体移动、玻璃破碎、物体振动、门窗开关、声音等等，探测器电路将获取到的这些信息进行适当的处理和逻辑判断，再向报警控制器输出启动报警的信号。

一、入侵探测器的种类

入侵探测器的种类繁多，分类方式也有多种。

（一）按用途或使用的场所不同来分

可分为户内型入侵探测器、户外型入侵探测器、周界入侵探测器、重点物体防盗探测器等等。

（二）按探测器的探测原理不同或应用的传感器不同来分

可分为雷达式微波探测器、微波墙式探测器、主动式红外探测器、被动式红外探测器、开关式探测器、超声波探测器、声控探测器、振动探测器、玻璃破碎探测器、电场感应式探测器、电容变化探测器、视频探测器、微波—被动红外双技术探测器、超声波—被动红外双技术探测器等等。

（三）按探测器的警戒范围来分

可分为点型探测器、线型探测器、面型探测器及空间型探测器。

点型探测器的警戒范围是一个点，线型探测器的警戒范围是一条线，面型探测器的警戒范围是一个面，空间型探测器的警戒范围是一个空间。请参看表 8-1。

按探测器的警戒范围分类　　表 8-1

警戒范围	探　测　器　种　类
点　　型	开关式探测器（压力垫、门磁开关、微动开关式等）
线　　型	主动式红外探测器、激光式探测器、光纤式周界探测器
面　　型	振动探测器、声控—振动型双技术玻璃破碎探测器、电视报警器
空间型	雷达式微波探测器、微波墙式探测器、被动红外探测器、超声波探测器、声控探测器、视频探测器、微波—被动红外双技术探测器、超声波—被动红外双技术探测器、声控型单技术玻璃破碎探测器、次声波—玻璃破碎高频声响双技术玻璃破碎探测器、泄漏电缆探测器、振动电缆探测器、电场感应式探测器、电容变化式探测器

（四）按探测器的工作方式来分

可分为主动式探测器与被动式探测器。

主动式探测器在担任警戒期间要向所防范的现场不断发出某种形式的能量，如红外线、超声波、微波等能量。

而被动式探测器在担任警戒期间本身则不需要向所防范的现场发出任何形式的能量，而是直接探测来自被探测目标自身发出的某种形式的能量，如红外线、振动等能量。

二、微波探测器（微波报警器）

微波探测器是利用微波能量的辐射和探测的探测器，按工作原理可分为微波移动探测器和微波阻挡探测器两种。

（一）微波移动探测器（雷达式微波探测器）

它是利用频率为 300～300000MHz（通常为 10000MHz）的电磁波对运动目标产生的多普勒效应构成的微波探测器。它又称为多普勒式微波探测器，或称雷达式微波探测器。

所谓多普勒效应是指微波探头与探测目标之间有相对运动时，接收的回波信号频率会发生变化。探头所接收的回波（反射波）与发射波之间的频率差就称为多普勒频率 f_d，它等于 $f_d = \frac{2v_r}{c} \cdot f_0$（式中 v_r 为目标与探头相对运动的径向速度，c 为光速，f_0 为探头的发射微波频率）。

亦即，微波探头产生固定频率 f_0 的连续发射信号，当遇到运动目标时，由于多普勒效应，反射波频率变为 $f_0 \pm f_d$，通过接收天线送入混频器产生差频信号 f_d，经放大处理后再传输至控制器。此差频信号也称为报警信号，它触发控制电路报警或显示。这种报警器对静止目标不产生多普勒效应（$f_d = 0$），没有报警信号输出。它一般用于监控室内目标。

（二）微波阻挡报警器

这种报警器由微波发射机、微波接收机和信号处理器组成，使用时将发射天线和接收天线相对放置在监控场地的两端，发射天线发射微波束直接送达接收天线。当没有运动物体遮断微波波束时，微波能量被接收天线接收，发出正常工作信号；当有运动目标阻挡微波束时，接收天线接收到的微波能量减弱或消失，此时产生报警信号。

下面主要对微波移动探测器（又称雷达式微波探测器）说明其安装使用注意要点。

（1）微波移动探测器对警戒区域内活动目标的探测是有一定范围的。其警戒范围为一个立体防范空间，其控制范围比较大，可以覆盖 60°～95°的水平辐射角，控制面积可达几十～几百平方米。

（2）微波对非金属物质的穿透性既有好的一面，也有坏的一面。好的一面是可以用一个微波探测器监控几个房间，同时还可外加修饰物进行伪装，便于隐蔽安装。坏的一面是，如果安装调整不当，墙外行走的人或马路上行驶的车辆以及窗外树木晃动等都可能造成误报警。解决的办法是，微波探测器应严禁对着被保护房间的外墙、外窗安装。同时，在安装时应调整好微波探测器的控制范围和其指向性。通常是将报警探测器悬挂在高处（距地面 1.5～2m 左右），探头稍向下俯视，使其方向性指向地面，并把探测器的探测覆盖区限定在所要保护的区域之内。这样可使因其穿透性能造成的不良影响减至最小。

（3）微波探测器的探头不应对准可能会活动的物体，如门帘、窗帘、电风扇、排气扇或门、窗等可能会振动的部位。否则，这些物体都可能会成为移动目标而引起误报。

（4）在监控区域内不应有过大、过厚的物体，特别是金属物体，否则在这些物体的后面会产生探测的盲区。

（5）微波探测器不应对着大型金属物体或具有金属镀层的物体（如金属档案柜等），否则这些物体可能会将微波辐射能反射到外墙或外窗的人行道或马路上。当有行人和车辆经过时，经它们反射回的微波信号又可能通过这些金属物体再次反射给探头，从而引起误报。

（6）微波探测器不应对准日光灯、水银灯等气体放电灯光源。日光灯直接产生的 100Hz 的调制信号会引起误报，尤其是发生故障的闪烁日光灯更易引起干扰。这是因为，在闪烁灯内的电离气体更易成为微波的运动反射体而造成误报警。

（7）雷达式微波探测器属于室内应用型探测器。由其工作原理可知，在室外环境中应用时，无法保证其探测的可靠性。

（8）当在同一室内需要安装两台以上的微波探测器时，它们之间的微波发射频率应当有所差异（一般相差 25MHz 左右），而且不要相对放置，以防止交叉干扰，产生误报警。

三、超声波报警器

超声波报警器的工作方式与上述微波报警器类似，只是使用的不是微波而是超声波。因此，多普勒式超声波报警器也是利用多普勒效应，超声发射器发射 25～40kHz 的超声波充满室内空间，超声接收机接收从墙壁、顶棚、地板及室内其他物体反射回来的超声能量，并不断与发射波的频率加以比较。当室内没有移动物体时，反射波与发射波的频率相同，不报警；当人侵者在探测区内移动时，超声反射波会产生大约 ± 100Hz 多普勒频移，接收机检测出发射波与反射波之间的频率差异后，即发出报警信号。

超声波报警器在密封性较好的房间（不能有过多的门窗）效果大，成本较低，而且没有探测死角，即不受物体遮蔽等影响而产生死角，但容易受风和空气流动的影响，因此安装超声收发器时不要靠近排风扇和暖气设备，也不要对着玻璃和门窗。

四、红外线报警器

红外线报警器是利用红外线的辐射和接收技术构成的报警装置。根据其工作原理又可

分为主动式和被动式两种类型。

（一）主动式红外报警器的组成

主动式红外报警器是由收、发装置两部分组成，如图 8-2 所示。发射装置向装在几米甚至几百米远的接收装置辐射一束红外线，当被遮断时，接收装置即发出报警信号，因此它也是阻挡式报警器，或称对射式报警器。



图 8-2　主动式红外报警器的组成

通常发射装置由多谐振荡器、波形变换电路、红外发光管及光学透镜等组成。振荡器产生脉冲信号，经波形变换及放大后控制红外发光管产生红外脉冲光线，通过聚焦透镜将红外光变为较细的红外光束，射向接收端。接收装置由光觉透镜、红外光电管、放大整形电路、功率驱动器及执行机构等组成。光电管将接收到的红外光信号转变为电信号，经整形放大后推动执行机构启动报警设备。

主动式红外报警器有较远的传输距离，因红外线属于非可见光源，入侵者难以发现与躲避，主御界线非常明确；尤其在室内应用时，简单可靠，应用广泛，但因暴露于外面，易被损坏或被入侵者故意移位或逃避等；在室外应用时则受雾、雨雪等天气因素影响比较大。因此，室外探测距离的设计，应是室内探测距离的$\frac{1}{2}$～$\frac{1}{3}$。

（二）主动式红外探测器的特点与安装要点

主动式红外探测器是线警戒型探测器，由于红外光为非可见光，所以主动式红外报警器具有较好的隐蔽性。主动式红外探测器的监控距离较远，可长达百米以上。而且灵敏度较高，通常将触发报警器的最短遮光时间，设计成 0.02s 左右。这相当于人以跑百米的速度穿过红外光束的时间。同时此种探测器还具有体积小、重量轻、耗电省、操作安装简便、价格低廉等优点。因此，获得广泛应用。

主动式红外探测器用于室内警戒时，工作可靠性较高。但用于室外警戒时，受环境气候影响较大。如遇雾天、下雪、下雨、刮风沙等恶劣天气时，能见度下降，作用距离因此而缩短。同时，因室外环境复杂，有时遇到野生动物闯过，或落叶飘下也可能会造成误报警。为了确保工作的可靠性，室外应用型主动式红外探测器在结构和电路等方面的设计上要比室内应用型复杂。如加设自动增益控制（AGC）电路，当天气恶劣时，探测器会自动增强灵敏度。并采用双射束，以减低误报。还要附加防雨、防霜、防雾等功能。一般来说，在室外应用时，最好还是再配合一些其他形式的警戒手段，以确保安全防范的可靠性。

由于光学系统的透镜表面是裸露在空气之中，极易被尘埃等杂物所污染，因此，要经常清扫，保持镜面的清洁。否则，实际监控距离将会缩短，从而影响其工作的可靠性。

由此可见，主动式红外探测器适用于如下场合：

(1) 室内房间周边、重点区域周边警戒；

(2) 室外周界警戒。

其主要特点：

(1) 警戒线具有直线性；

(2) 警戒线为非可见光，隐蔽性好；

(3) 警戒线或警戒网组合灵活方便；

(4) 室外应用时，可靠性受环境气候（雾、细雨、雪、霜、风沙等）、环境飘浮物（落叶、塑料袋等）、动物（飞鸟、猫等）影响较大。

当选用室外用探测器时宜具有以下防误报、漏报技术措施：外壳具有防雨、防雾、防霜、遮阳功能；采用双射束或四射束鉴定技术；内设自动增益控制电路，浓雾或天气恶劣时，应能自动增加灵敏度；具有安装校对显示装置。

主动式红外探测器的安装设计要点如下：

(1) 红外光路中不能有可能阻挡物（如室内窗帘飘动、室外树木晃动等）；

(2) 探测器安装方位应严禁阳光直射接收机透镜内；

(3) 周界需由两组以上收发射机构成时，宜选用不同的脉冲调制红外发射频率，以防止交叉干扰；

(4) 正确选用探测器的环境适应性能，室内用探测器严禁用于室外；

(5) 室外用探测器的最远警戒距离，应按其最大射束距离的1/6计算；

(6) 室外应用要注意隐蔽安装；

(7) 主动红外探测器不宜应用于气候恶劣，特别是经常有浓雾、毛毛细雨的地域，以及环境脏乱或动物经常出没的场所。

图8-3表示主动式红外探测器的几种布置方式：

1) 单光路由一只发射器和一只接收器组成，如图8-3（a）所示，但要注意入侵者跳跃或下爬入而产生漏报。

2) 双光路由两对发射器和接收器组成，如图8-3（b）所示。图中两对收、发装置分别相对，是为了消除交叉误射。不过，有的厂家产品通过选择振荡频率的方法来消除交叉误射，这时，两只发射器可放在同一侧，两只接收器放在另一侧。

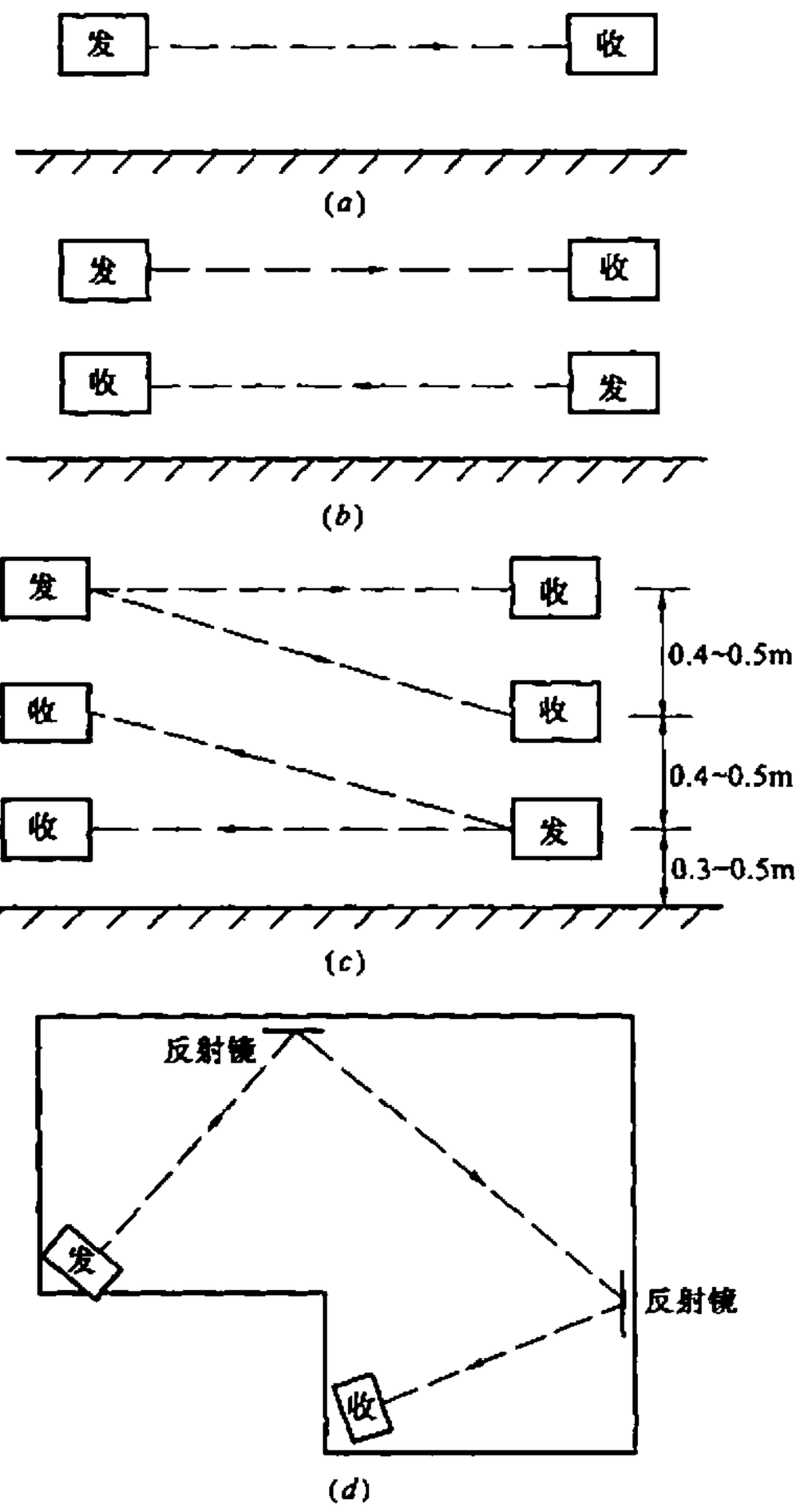


图8-3　主动式红外报警器的几种布置

3）多光路构成警戒面，如图 8-3（c）所示。

4）反射单光路构成警戒区，如图 8-3（d）所示。

图 8-4 是利用四组主动式红外发射器和接收器构成一个矩形的周界警戒线示例。

（三）被动式红外报警器原理

被动式红外报警器不向空间辐射能量，而是依靠接收人体发出的红外辐射来进行报的。我们知道，任何有温度的物体都在不断地向外界辐射红外线，人体的表面温度为 36℃，其大部分辐射能量集中在 8～12μm 的波长范围内。

被动式红外报警器在结构上可分为红外探测器（红外探头）和报警控制部分。红外探测器目前用得最多的是热释电探测器，作为人体红外辐射转变为电量的传感器。如果把人的红外辐射直接照射在探测器上，当然也会引起温度变化而输出信号，但这样做，探测距离是不会远的。为了加长探测距离，必须附加光学系统来收集红外辐射，通常采用塑料镀金属的光学反射系统，或塑料做的菲涅耳透镜作为红外辐射的聚焦系统。由于塑料透镜是压铸出来的，故使成本显著降低，从而在价格上可与其他类型报警器相竞争。

为了消除日光灯中的红外干扰，在探测器前装有波长为 8～14μm 的滤光片。为了更好地发挥光学视场的探测效果，目前光学系统的视场探测模式常设计成多种方式，例如有多线明暗间距探测模式，又可划分上、中、下三个层次，即所谓广角型；也有呈狭长形（长廊型）的，如图 8-5 所示。

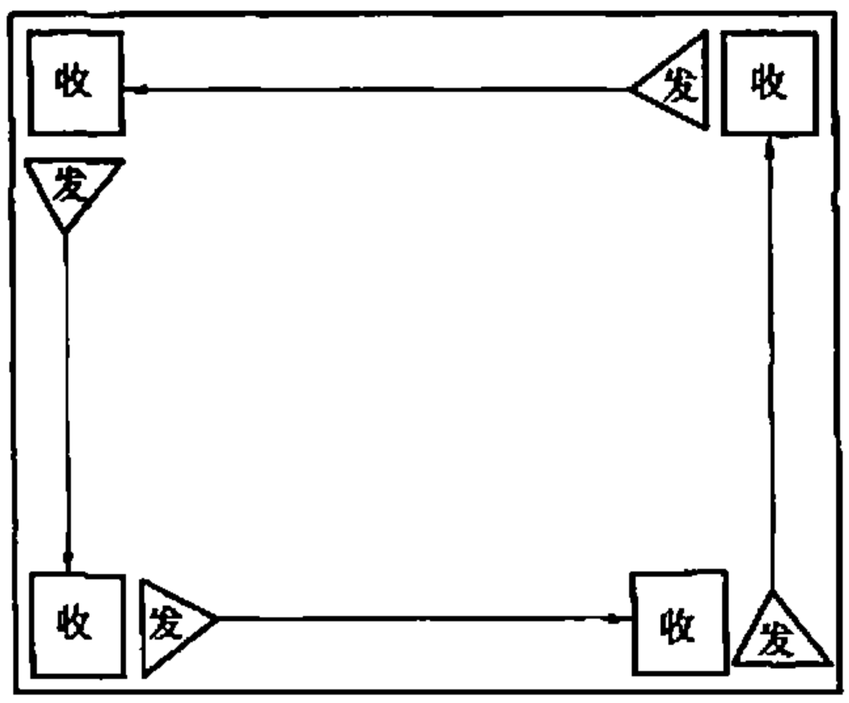


图 8-4　利用红外收、发器构成的周界警戒线

在探测区域内，人体透过衣饰的红外辐射能量被探测器的透镜接受，并聚焦于热释电传感器上。图中所形成的视场既不连续，也不交叠，且都相隔一个盲区。当人体（入侵者）在这一监视范围中运动时，顺次地进入某一视场又走出这一视场，热释电传感器对运动的人体一会儿看到，一会儿又看不到，再过一会儿又看到，然后又看不到，于是人体的红外线辐射不断地改变热释电体的温度，使它输出一个又一个相应的信号，此就是作为报警信号。传感器输出信号的频率大约为 0.1～10Hz，这一频率范围由探测器中的菲涅尔透镜、人体运动速度和热释电传感器本身的特性决定。

（四）被动式红外探测器的特点及安装使用要点

1. 主要特点

（1）被动式红外探测器属于空间控制型探测器。由于其本身不向外界辐射任何能量，因此就隐蔽性而言更优于主动式红外探测器。另外，其功耗可以做得极低，普通的电池就可以维持长时间的工作。

（2）由于红外线的穿透性能较差，在监控区域内不应有障碍物，否则会造成探测“盲区”。

（3）为了防止误报警，不应将被动式红外探测器探头对准任何温度会快速改变的物体，特别是发热体，如电加热器、火炉、暖气、空调器的出风口、白炽灯等强光源以及受

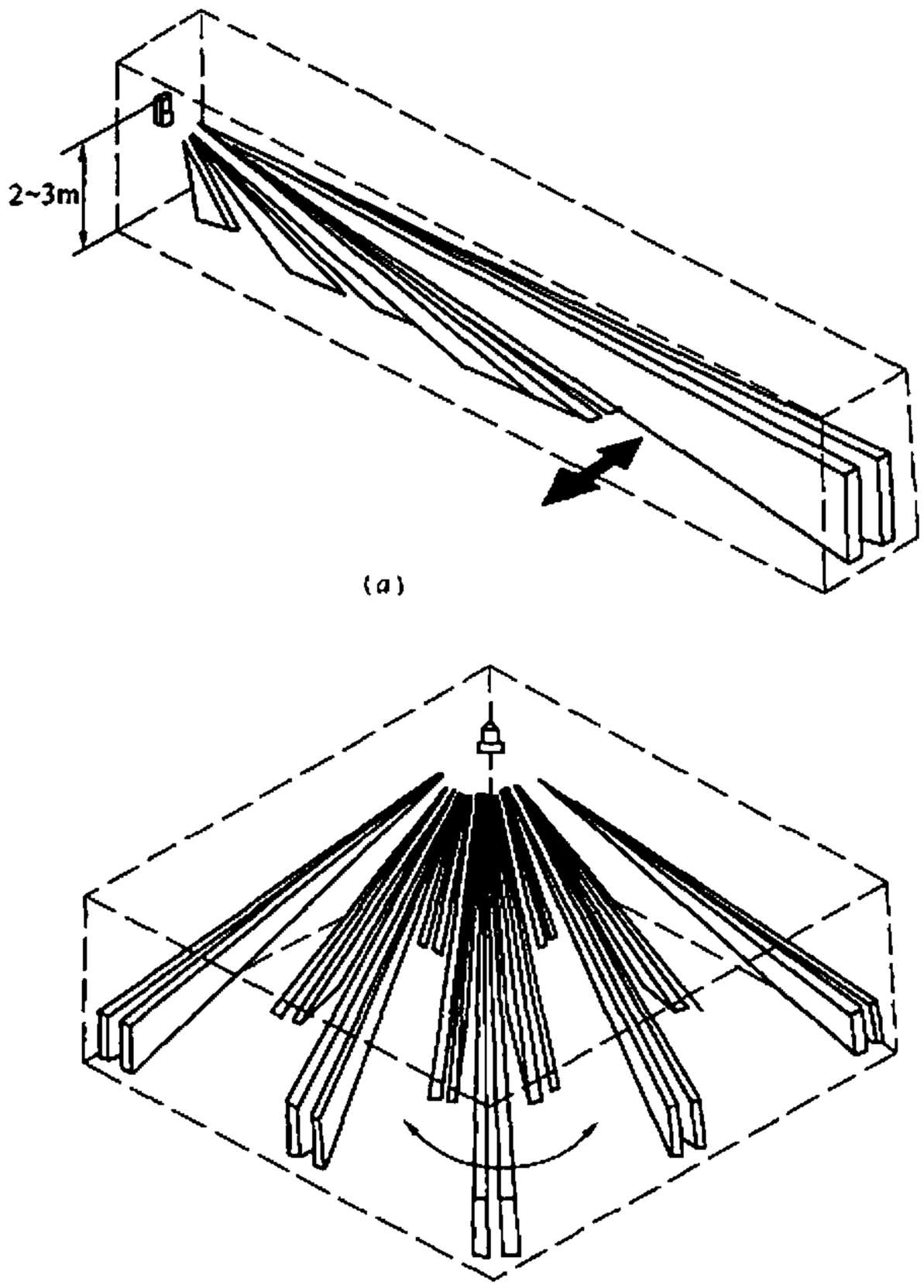


图 8-5　红外探测器的探测模式
（a）IR71M（4×2）；（b）IR73M（11×2）

到阳光直射的窗口等。这样可以防止由于热气流的流动而引起的误报警。

2. 被动式红外探测器安装要点

被动式红外探测器根据视场探测模式，可直接安装在墙上、顶棚上或墙角，其布置和安装的原则如下：

（1）探测器对横向切割（即垂直于）探测区方向的人体运动最敏感，故布置时应尽量利用这个特性达到最佳效果。如图 8-6 中 *A* 点布置的效果好；*B* 点正对大门，其效果差。

（2）布置时要注意探测器的探测范围和水平视角。如图 8-7 所示，可以安装在顶棚上（也是横向切割方式），也可以安装在墙面或墙角，但要注意探测器的窗口（菲涅耳透镜）与警戒的相对角度，防止“死角”。

图 8-8 是全方位(360°视场)被动红外探测器安装在室内顶棚上的部位及其配管装法。

（3）探测器不要对准加热器、空调出风口管道。警戒区内最好不要有空调或热源，如果无法避免热源，则应与热源保持至少 1.5m 以上的间隔距离。

（4）探测器不要对准强光源和受阳光直射的门窗。

（5）警戒区的内注意不要有高大的遮挡物

遮挡和电风扇叶片的干扰，也不要安装在强电处。

（6）选择安装墙面或墙角时，安装高度在 2～4m，通常为 2～2.5m。

图 8-9 给出一种安装示例。如图所示，在房间的两个墙角分别安装探测器 A 和 B，探测器 C 则安装在走廊里用来监视两个无窗的储藏室和主通道（入口）。图中箭头所指方向为人

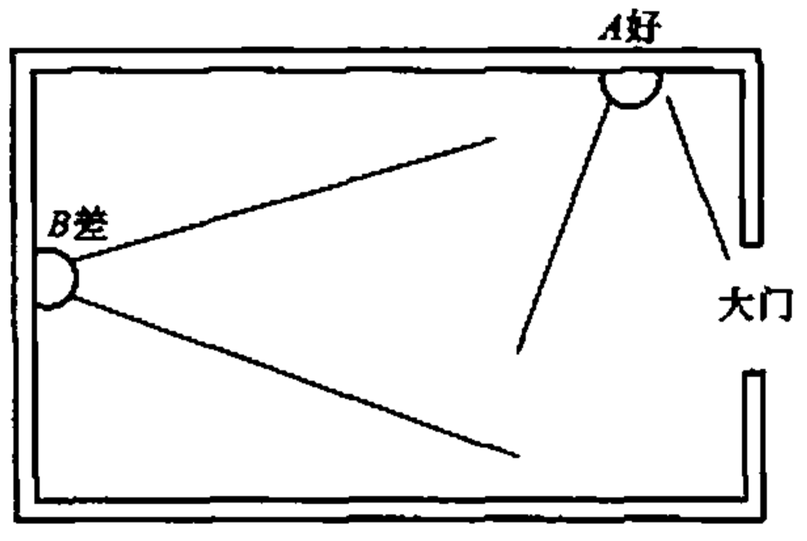
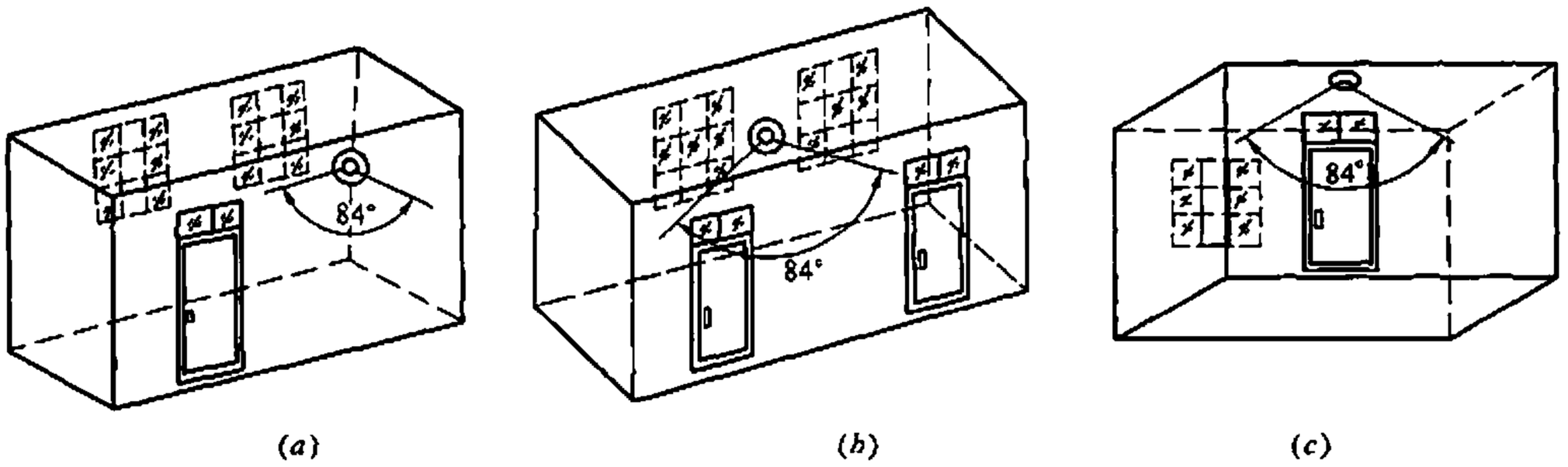


图 8-6　被动式红外探测器的布置之一



(a)　(b)　(c)

图 8-7　被动式红外探测器的布置之二

(a) 安装在墙角可监视窗户；(b) 安装在墙面监视门窗；(c) 安装在房顶监视门

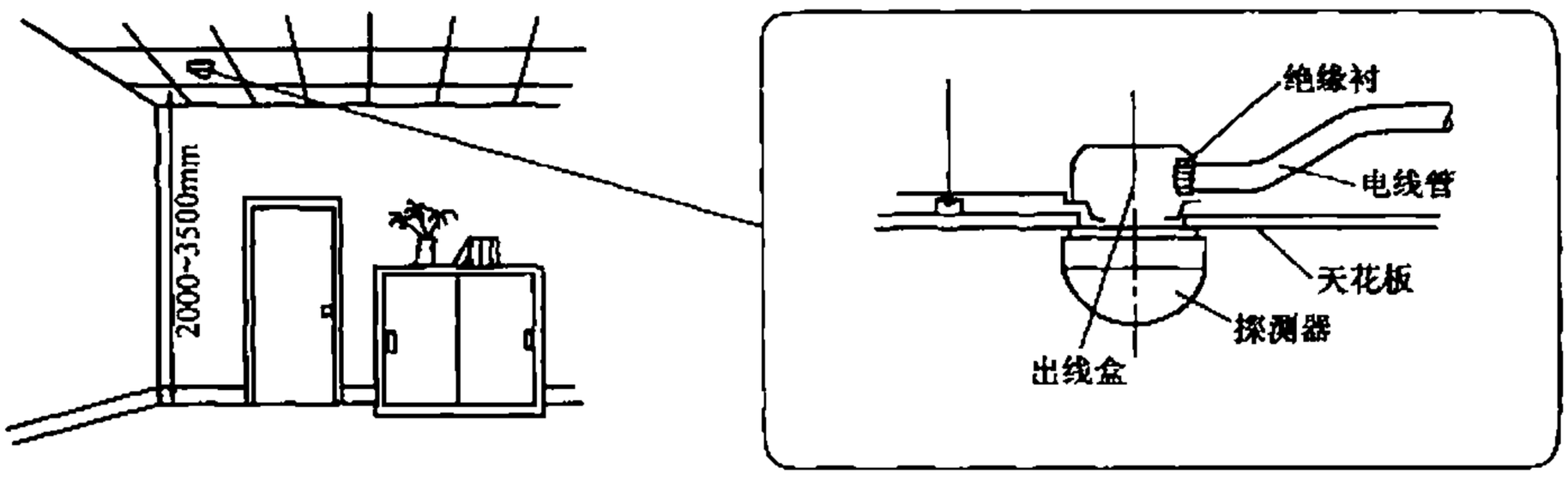


图 8-8　被动式红外探测器的安装

侵者可能闯入的走向。

被动红外报警器在三大移动报警探测器中（超声、微波、红外）是发展较晚的一种，之所以具有较强的生命力，有着后来居上的发展趋势，主要是因为它具有若干独到的优点。

(1) 由于它是被动式的，不主动发射红外线，因此，它的功耗非常小，有的只有数十毫安，有的则只有几毫安，所以在一些要求低功耗的场合尤为适用。

(2) 由于是被动式，也就没有发射机与接收机之间严格校直的麻烦。

(3) 与微波报警器相比，红外波长不能穿越砖头水泥等一般建筑物，在室内使用时不必担心由于室外的运动目标会

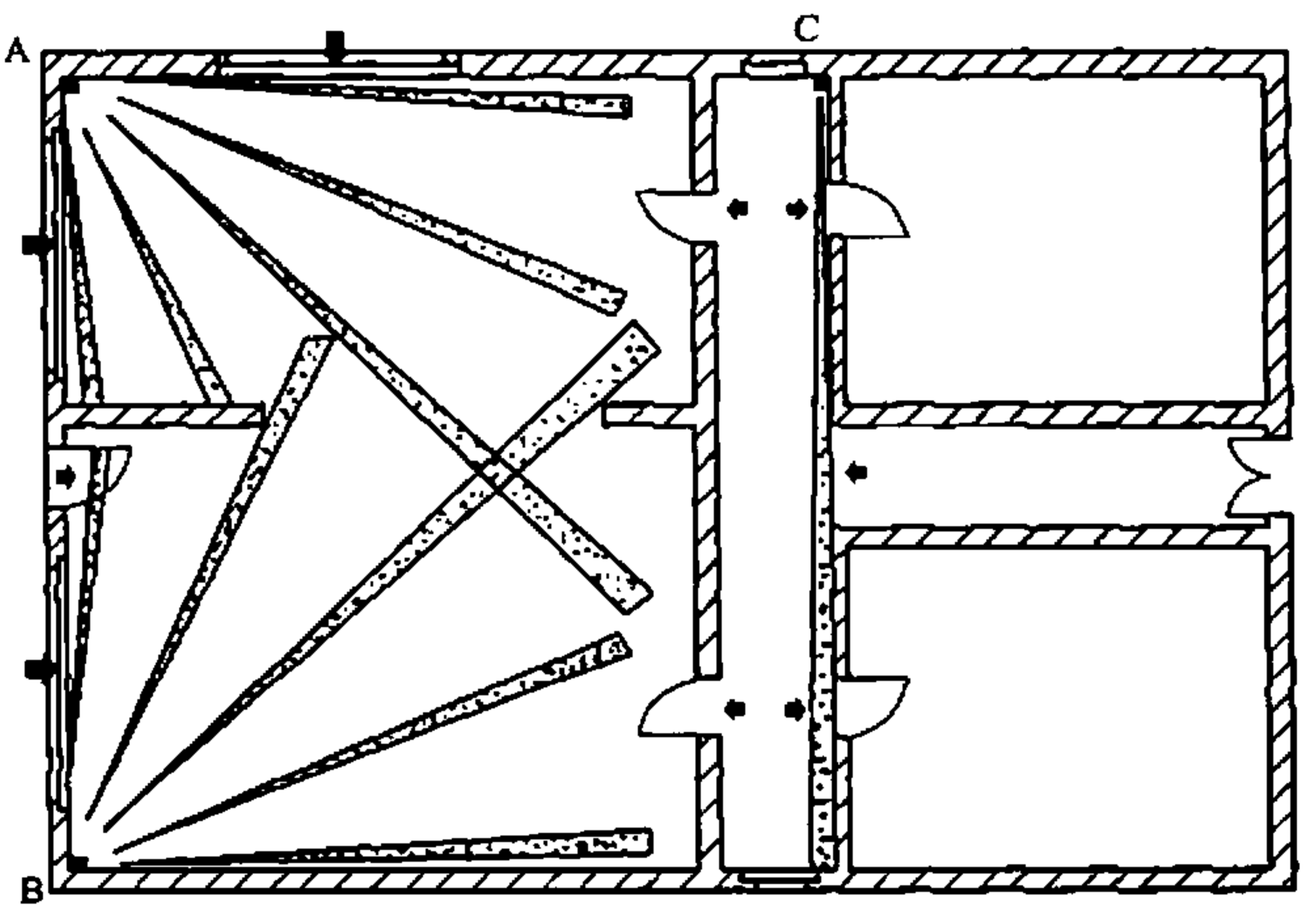


图 8-9　被动式红外探测器安装实例

(图中箭头表示可能入侵方向)

造成误报。

（4）在较大面积的室内安装多个被动红外报警器时，因为它是被动的，所以不会产生系统互扰的问题。

（5）它的工作不受噪声与声音的影响，声音不会使它产生误报。

五、微波—红外双技术报警器

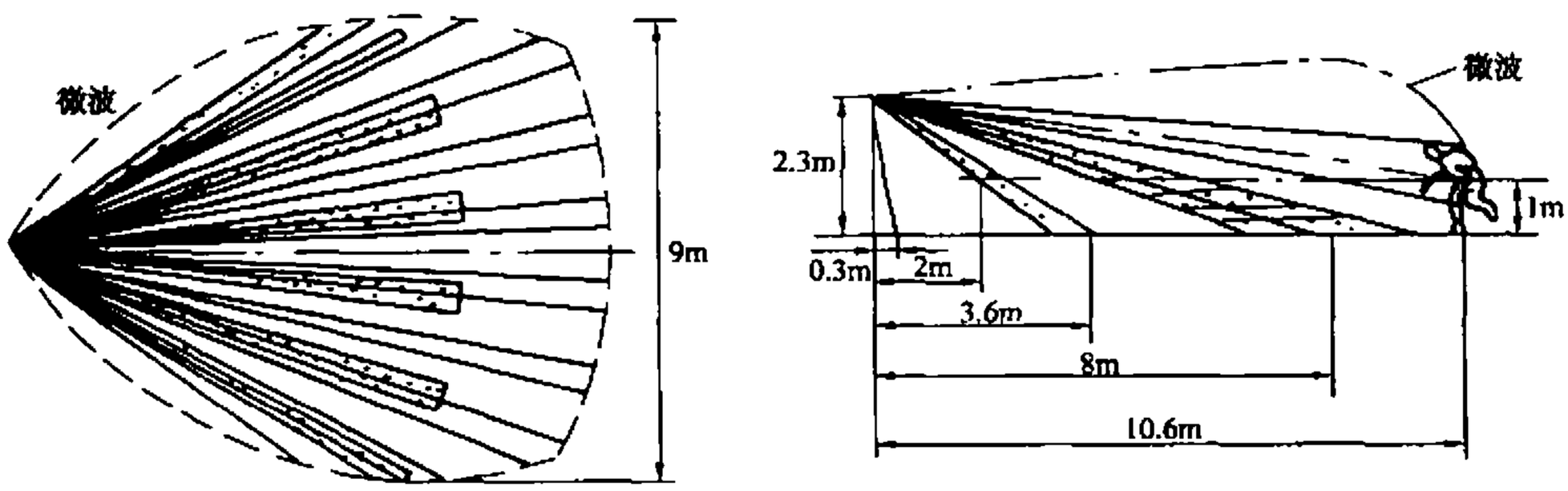
各种报警器都有其优点，但也各有其不足之处，表 8-2 列出超声波、红外、微波三种单技术报警器因环境干扰及其他因素引起误报警的情况。为了减少报警器的误报问题，人们提出互补双技术方法，即把两种不同探测原理的探测器结合起来，组成所谓双技术的组合报警器，又称双鉴报警器。

环境干扰及其他因素引起假报警的情况　　表 8-2

环境干扰及其他因素	超声波报警器	被动式红外报警器	微波报警器	微波/被动红外双技术报警器
振　　动	平衡调整后无问题否则有问题	极少有问题	可能成为主要问题	没有问题
湿度变化	若　　干	无	无	无
温度变化	少　　许	有 问 题	无	无（被动红外已温度补偿）
大件金属物体的反射	极　　少	无	可能成为主要问题	无
门窗的抖动	需仔细放置、安装	极　　少	可能成为主要问题	无
帘幕或地毯	若　　干	无	无	无
小 动 物	接近时有问题	接近时有问题	接近时有问题	一般无问题
薄墙或玻璃外的移动物体	无	无	需仔细放置	无
通风、空气流动	需仔细放置	温度差较大的热对流有问题	无	无
窗外射入的阳光及移动光源	无	需仔细放置	无	无
超声波噪声	铃嘘声、听不见的噪声可能有问题	无	无	无
火　　炉	有 问 题	需仔细放置、设法避开	无	无
开动的机械风扇、叶片等	需仔细放置	极少（不能正对）	安装时要避开	无
无线电波干扰、交流瞬态过程	严重时有问题	严重时有问题	严重时有问题	可能有问题
雷达干扰	极少有问题	极少有问题	探测器接近雷达时有问题	无

目前常用的双技术报警器是微波—被动红外报警器。它是把微波和被动红外两种探测技术结合在一起，同时对人体的移动和体温进行探测并相互鉴证之后才发出报警。由于两种探测器的误报基本上互相抑制了，而两者同时发生误报的概率又极小，所以误报率大大下降。例如，微波—被动红外双技术报警器的误报率可以达到单技术报警器误报率的$\frac{1}{421}$；并且通过采用温度补偿措施，弥补了单技术被动红外探测器灵敏度随温度变化的缺点，使双技术探测器的灵敏度不受环境温度的影响，故使它得到广泛的应用。双技术报警器的缺点是价格比单技术报警器昂贵，安装时需将两种探测器的灵敏度都调至最佳状态较为困难。

图 8-10 是美国 C&K 公司生产的 DT-400 系列双技术移动探测器的探测图形，图 8-10（*a*）为顶视图，图 8-10（*b*）为侧视图。该双技术探测器是使用微波 + 被动红外线双重鉴证。微波的中心频率为 10.525GHz，微波探测距离可调。这种组合探测器的灵敏度为 2～4 步，探测范围有 6m × 6m（DT420T 型）；11m × 9m（DT435T 型）；15m × 12m（DT450T 型）；12m × 12m（DT440S 型）；18m × 18m（DT460S 型）等规格产品。工作温度为 – 18～65.6℃。



(*a*)　　(*b*)

图 8-10　DT-400 系列双技术移动探测器的探测图形
（*a*）顶视器；（*b*）侧视图

图8-11 是 C&K 公司新开发的 DT-5360 型吸顶式双技术探测器。这是可安装在顶棚上的视角为 360°的微波—被动红外探测器，具有直径 15m 的探测范围，分别有 72 视区，分成三个 360°视场，安装高度为 2.4～5m。尤其是它可嵌入式安装，使探测器外壳大部分埋在顶棚内，因此隐蔽性好，并可减少撬坏的可能。其他特性与上述 DT-400 系列相类似。

微波—被动红外双技术探测器的特点和安装要求如下：

微波—被动红外双技术人侵探测器适用于室内防护目标的空间区域警戒。与被动红外单技术探测器相比，微波—被动红外双技术探测器具有如下特点：

（1）误报警少，可靠性高；

（2）安装使用方便（对环境条件要求宽）；

（3）价格较高，功耗也较大。

选用时，宜含有如下防误报、漏报技术措施：

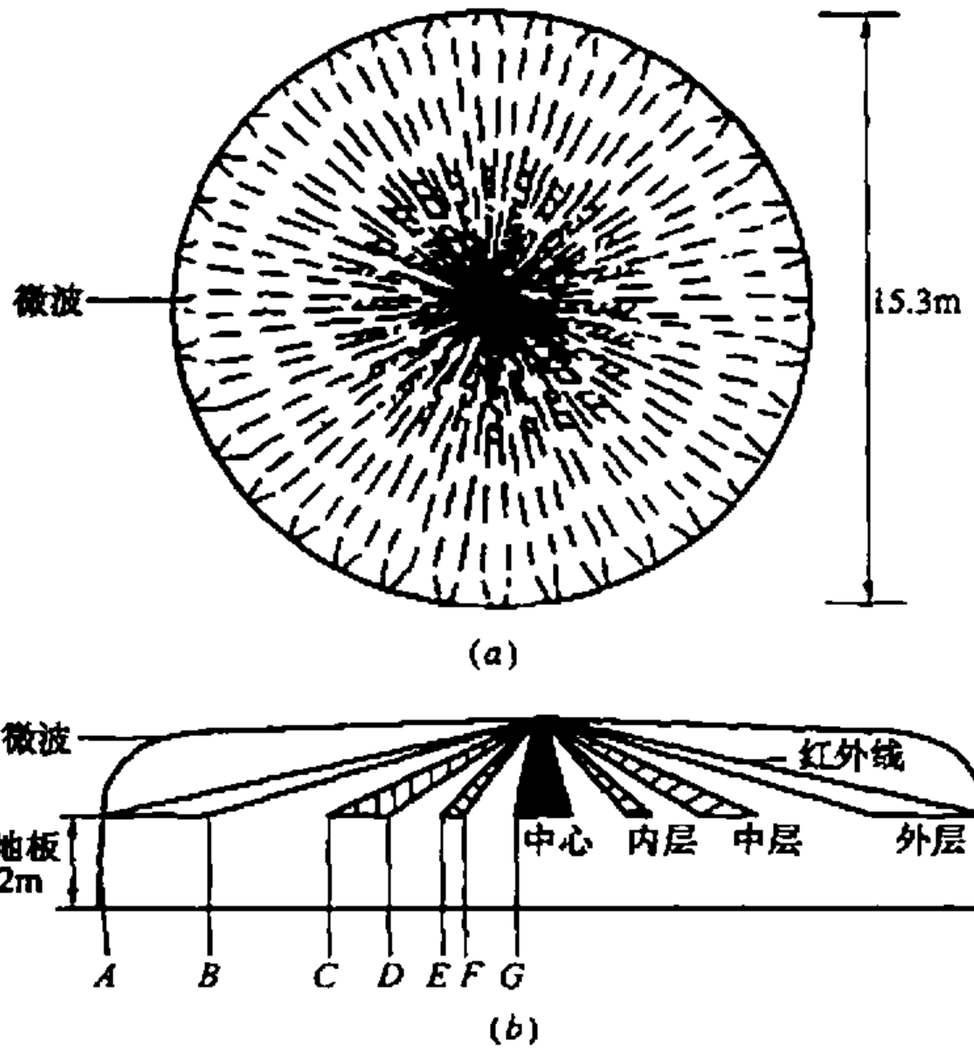


图 8-11　DT-5360 型吸顶式双技术探测器
（a）顶视器；（b）侧视图

（1）抗小动物干扰技术；

（2）当两种探测技术中有一种失效或发生故障时，在发出故障报警的同时，应能自动转换为单技术探测工作状态。

其安装设计要点如下：

（1）壁挂式微波—被动红外探测器，安装高度距地面 2.2m 左右，视场与可能入侵方向应成 45°角为宜（若受条件所限，应首先考虑被动红外单元的灵敏度）。探测器与墙壁的倾角视防护区域覆盖要求确定。

布置和安装双技术探测器时，要求在警戒范围内两种探测器的灵敏度全可能保持均衡。微波探测器一般对沿轴向移动的物体最敏感，而被动红外探测器刚对横向切割探测区的人体最敏感，因此为使这两种探测传感器都处于较敏感状态，在安装微波—被动红外双技术探测器时，宜使探测器轴线与保护对象的方向成 45°夹角为好。当然，最佳夹角还与视场图形结构有关，故实际安装时应参阅产品说明书而定。

（2）吸顶式微波—被动红外探测器，一般安装在重点防范部位上方附近的顶棚上，应水平安装。

（3）楼道式微波—被动红外探测器，视场面对楼道（通道）走向，安装位置以能有效封锁楼道（或通道）为准，距地面高度 2.2m 左右。

（4）应避开能引起两种探测技术同时产生误报的环境因素。

（5）防范区内不应有障碍物。

（6）安装时探测器通常要指向室内，避免直射朝向室外的窗户。如果躲不开，应仔细调整好探测器的指向和视场。

六、玻璃破碎入侵探测器

（一）工作原理

玻璃破碎探测器是专门用来探测玻璃破碎功能的一种探测器。当入侵者打碎玻璃试图作案时，即可发出报警信号。

按照工作原理的不同，玻璃破碎探测器大体可以分为两大类。一类是声控型的单技术玻璃破碎探测器。另一类是双技术玻璃破碎探测器。这其中又分为两种：一种是声控型与振动型组合在一起的双技术玻璃破碎探测器，另一种是同时探测次声波及玻璃破碎高频声响的双技术玻璃破碎探测器。

声控型单技术玻璃破碎探测器的工作原理与前述的声控探测器的工作原理很相似，其

组成方框图如图 8-12 所示。

利用驻极体话筒来作为接收声音信号的声电传感器，由于它可将防范区内所有频率的音频信号（20～20000Hz）都经过声→电转换而变成为电信号。因此，为了使探测器对玻璃破碎的声响具有鉴别的能力，就必须要加一个带通放大器，以便用它来取出玻璃破碎时发出的高频声音信号频率。

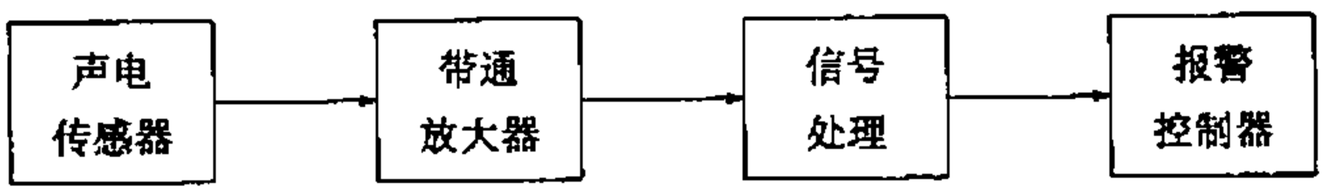


图 8-12　玻璃破碎报警器的组成方框图

经过分析与实验表明：在玻璃破碎时发出的响亮而刺耳的声响中，包括的主要声音信号的频率是处于大约在 10～15kHz 的高频段范围之内。而周围环境的噪声一般很少能达到这么高的频率。因此，将带通放大器的带宽选在 10～15kHz 的范围内，就可将玻璃破碎时产生的高频声音信号取出，从而触发报警。但对人的走路、说话、雷雨声等却具有较强的抑制作用，从而可以降低误报率。

与声控探测器相类似，在玻璃破碎探测器的控制部分也可设置监听装置。只要将报警/监听开关置于“报警”位置，便可进入警戒守候报警工作状态。当开关置于“监听”位置时，也能听到警戒现场的高频声音。

综上所述，这种单技术玻璃破碎探测器实际上可以看作是一种具有选频作用的具有特殊用途的声控探测器。

（二）声控—振动型双技术玻璃破碎探测器

声控—振动型双技术玻璃破碎探测器是将声控探测与振动探测两种技术组合在一起，只有同时探测到玻璃破碎时发出的高频声音信号和敲击玻璃引起的振动时，才能输出报警信号。因此，与前述的声控式单技术玻璃破碎探测器相比，可以有效地降低误报率，增加探测系统的可靠性。它不会因周围环境中其他声响而发生误报警。因此，可以全天时（24 小时）地进行防范工作。

（三）次声波—玻璃破碎高频声响双技术玻璃破碎探测器

这种双技术玻璃破碎探测器比前一种声控—振动型双技术玻璃破碎探测器的性能又有了进一步的提高，是目前较好的一种玻璃破碎探测器。

次声波是频率低于 20Hz 的声波，属于不可闻声波。

经过实验分析表明：当敲击门、窗等处的玻璃（此时玻璃还未破碎）时，会产生一个超低频的弹性振动波，这时的机械振动波就属于次声波的范围，而当玻璃破碎时，才会发出一高频的声音。

当人侵者试图进室作案时，必定要选择在这个房间的某个位置打开一个通道，如打碎玻璃，强行而人，或在墙壁、天窗顶棚、门板上钻眼凿洞，打开缺口，或强行打开门窗等才能进入室内。由于室内外环境不同所造成的气压、气流差，致使在打开的缺口或通道处的空气受到扰动，造成一定的流动性。此外，在门、窗强行被推开时，因具有一定的加速

运动，造成空气受到挤压也会进一步加深这一扰动。上述这两种因素都会产生超低频的机械振动波，即为次声波，其频率甚至可低于 10Hz 以下。

产生的次声波会通过室内的空气介质向房间各处传播，并通过室内的各种物体进行反射。由此可见，当入侵者在打碎玻璃强行入室作案的瞬间，不仅会产生玻璃破碎时的可闻声波和相关物体（如窗框、墙壁等）的振动，还会产生次声波，并在短时间充满室内空间。

与图 8-12 的探测玻璃破碎高频声响相似的原理，采用具有选频作用的声控探测技术，即可探测到次声波的存在。所不同的是，由声电传感器将接收到的包含有高、中、低频等多种频率的声波信号转换为相应的电信号后，必须要加一级低通放大器，以便将次声波频率范围内的声波取出，并加以放大，再经信号处理后，达到一定的阈值即可触发报警。

次声波—玻璃破碎高频声响双技术玻璃破碎探测器就是将次声波探测技术与玻璃破碎高频声响探测技术这样两种不同频率范围的探测技术组合在一起。只有同时探测到敲击玻璃和玻璃破碎时发生的高频声音信号和引起的次声波信号时，才可触发报警。实际上，是将弹性波检测技术（用于检测敲击玻璃窗时所产生的超低频次声波振动）与音频识别技术（用于探测玻璃破碎时发出的高频声响）两种技术融为一体来探测玻璃的破碎。一般设计成当探测器探测到超低频的次声波后才开始进行音频识别，如果在一个特定的时间内探测到玻璃的破碎音，则探测器才会发出报警信号。由于采用两种技术对玻璃破碎进行探测，可以大大地减少误报。与前一种双技术玻璃破碎探测器相比，尤其可以避免由于外界干扰因素所引起的窗、墙壁等振动所引起的误报。

美国 C&K 公司开发生产的 FG 系列双技术玻璃破碎探测器就是采用超低频次声波检测和音频识别技术对玻璃破碎进行探测的。如果超低频检测技术探测到玻璃被敲击时所发出的超低频波，而在随后的一段特定时间间隔内，音频识别技术也捕捉到玻璃被击碎后发出的高频声波，那么双技术探测器就会确认发生玻璃破碎，并触发报警，其可靠性很高。其中 FG-1025 系列探测器可防护的玻璃（无论何种玻璃）最小尺寸为 28cm × 28cm。玻璃必须牢固地固定在房间的墙壁上或安装在宽度不小于 0.9m 的隔板上。可防护的玻璃的最小厚度和最大厚度，如表 8-3 所示。

FG-1025 系列探测器可防护的玻璃的最小、最大厚度　　表 8-3

玻璃类型	最小厚度	最大厚度	玻璃类型	最小厚度	最大厚度
平板	3/32 英寸（2.4mm）	1/4（6.4mm）	嵌线	1/4 英寸（6.4mm）	1/4（6.4mm）
钢化	1/8 英寸（3.2mm）	1/4（6.4mm）	镀膜②	1/8 英寸（3.2mm）	1/4（6.4mm）
层压①	1/8 英寸（3.2mm）	9/16（14.3mm）	密封绝缘①	1/8 英寸（3.2mm）	1/4 英寸（6.4mm）

1. 对层压型和密封绝缘型玻璃，仅当玻璃的两个表面被击碎时才能起到保护作用。
2. 对于镀膜玻璃，如果其内表面覆有 3μm 的防裂纹膜或高强度玻璃完全防护膜，则最大探测距离缩小到 4.6m。

玻璃破碎探测器的安装位置是装在镶嵌着玻璃的硬墙上或顶棚上，如图 8-13 所示的 *A*、*B*、*C* 等。探测器与被防范玻璃之间的距离不应超过探测器的探测距离。注意探测器与被防范的玻璃之间，不要放置障碍物，以免影响声波的传播；也不要安装在过强振动的环境中。

顺便指出，美国 C&K 公司还生产一种玻璃破碎探测器（也是双技术型）与门磁开关组合在一起的组合探测器，型号为 FG-708。FG-708 内除备有一只报警继电器（常闭触点）外另有一块条形永久磁铁。安装与门磁开关类似（见下节），无论是玻璃破碎探测器还是门磁开关，只要有一方探测到入侵行为（如被防范玻璃被打破或门窗被打开），就触发报警。

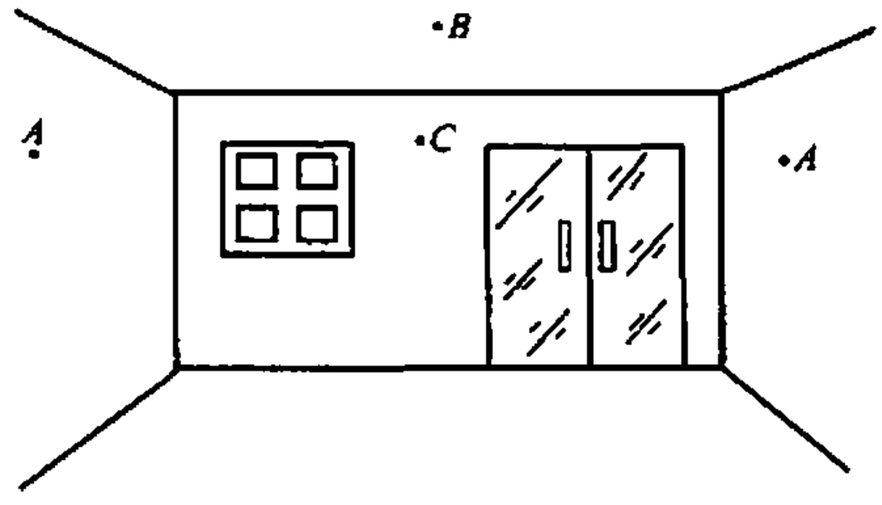


图 8-13　玻璃破碎探测器安装示意图

（四）玻璃破碎探测器的主要特点及安装使用要点

（1）玻璃破碎探测器适用于一切需要警戒玻璃防碎的场所；除保护一般的门、窗玻璃外，对大面积的玻璃橱窗、展柜、商亭等均能进行有效的控制。

（2）安装时应将声电传感器正对着警戒的主要方向。传感器部分可适当加以隐蔽，但在其正面不应有遮挡物。也就是说，探测器对防护玻璃面必须有清晰的视线，以免影响声波的传播，降低探测的灵敏度。

（3）安装时要尽量靠近所要保护的玻璃，尽可能地远离噪声干扰源，以减少误报警。例如像尖锐的金属撞击声、铃声、汽笛的啸叫声等均可能会产生误报警。

实际应用中，探测器的灵敏度应调整到一个合适的值，一般以能探测到距探测器最远的被保护玻璃即可，灵敏度过高或过低，就可能会产生误报或漏报。

（4）不同种类的玻璃破碎探测器，根据其工作原理的不同，有的需要安装在窗框旁边（一般距离框 5cm 左右），有的可以安装在靠近玻璃附近的墙壁或天花板上，但要求玻璃与墙壁或天花板之间的夹角不得大于 90°，以免降低其探测力。

次声波—玻璃破碎高频声响双鉴式玻璃破碎探测器安装方式比较简易，可以安装在室内任何地方，只需满足探测器的探测范围半径要求即可。如 C&K FG-730 系列双鉴式玻璃破碎探测器的探测范围半径为 9m。其安装位置如图 8-13 所示的 *A* 点，最远距离为 9m。

（5）也可以用一个玻璃破碎探测器来保护多面玻璃窗。这时可将玻璃破碎探测器安装在房间的顶棚板上，并应与几个被保护玻璃窗之间保持大致相同的探测距离，以使探测灵敏度均衡。

（6）窗帘、百叶窗或其他遮盖物会部分吸收玻璃破碎时发出的能量，特别是厚重的窗帘将严重阻挡声音的传播。在这种情况下，探测器应安装在窗帘背面的门窗框架上或门窗的上方；同时为保证探测效果，应在安装后进行现场调试。

（7）探测器不要装在通风口或换气扇的前面，也不要靠近门铃，以确保工作的可靠性。

（8）为了方便玻璃破碎探测器的安装或对其探测灵敏度进行调试和检验，目前已生产出专用的玻璃破碎仿真器。如 C&K FG-700 型玻璃破碎仿真器采用数字信号处理方式来模拟产生玻璃的破碎音，并能分别产生钢化（Temp）和平板（Plate）玻璃的破碎音。它设有人工（Manual）和弹性波（Flex）检验方式。

当检验探测玻璃破碎的高频声响时，可将仿真器置于“MAN”方式，在防护距离最远

处开启仿真器，若探测器上相应的绿色 LED 点亮，表示该探测器的音频探测部分能够在规定的范围内探测到玻璃的破碎音。

当检验次声波探测性能时，可用手或带软套的工具轻敲玻璃窗，若探测器上黄色 LED 点亮，表示该探测器的弹性波探测部分在规定范围内有足够的探测灵敏度。

再将 FG-700 置于“FLEX”方式，然后轻敲玻璃窗产生超低频振动波，此时仿真器能自动触发玻璃破碎音，探测器上的红色 LED 将点亮，表示报警。

这种调试方法给用户及安装人员带来很大的方便。

(9) 目前生产的探测器，有的还把玻璃破碎探测器（单技术型或双技术型）与磁控开关或被动红外探测器组合在一起，做成复合型的双鉴器。这样可以对玻璃破碎探测和人侵者闯入室内作案进行更进一步的鉴证。

七、开 关 报 警 器

开关报警器是一种电子装置。它可以把防范现场传感器的位置或工作状态的变化转换为控制电路通断的变化，并以此来触发报警电路。由于这类报警器的传感器的工作状态类似于电路开关，故称为“开关报警器”。它属于点控型报警器。

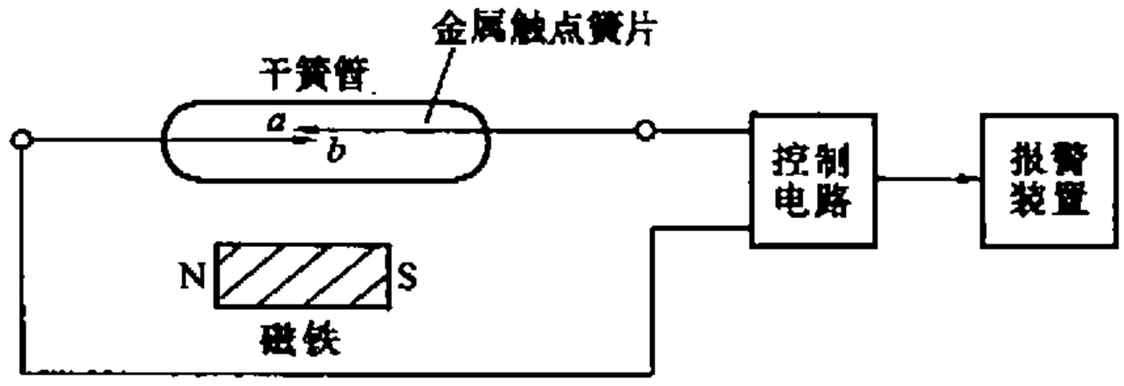


图 8-14　磁控开关报警器示意图

开关报警器常用的传感器有磁控开关、微动开关和易断金属条等。当它们被触发时，传感器就输出信号使控制电路通或断，引起报警装置发出声、光报警。

(一) 磁控开关

磁控开关全称为磁开关入侵探测器，又称门磁开关。它是由带金属触点的两个簧片封装在充有惰性气体的玻璃管（称干簧管）和一块磁铁组成，见图 8-14。

当磁铁靠近干簧管时，管中带金属触点两个簧片，在磁场作用下被吸合，a、b 接通；磁铁远离干簧管达一定距离时干簧管附近磁场消失或减弱，簧片靠自身弹性作用恢复到原位置，a、b 断开。

使用时，一般是把磁铁安装在被防范物体（如门、窗等）的活动部位（门扇、窗扇），如图 8-15 所示。干簧管装在固定部位(如门框、窗框)。磁铁与干簧管的位置需保持适当距离，以保证门、窗关闭磁铁与簧管接近时，在磁场作用下，干簧管触点闭合，形成通路。当门、窗打开时，磁铁与干簧管远离，干簧管附近磁场消失其触点断开，控制器产生断路报警信号。图 8-16 表示磁控开关在门、窗的安装情况。

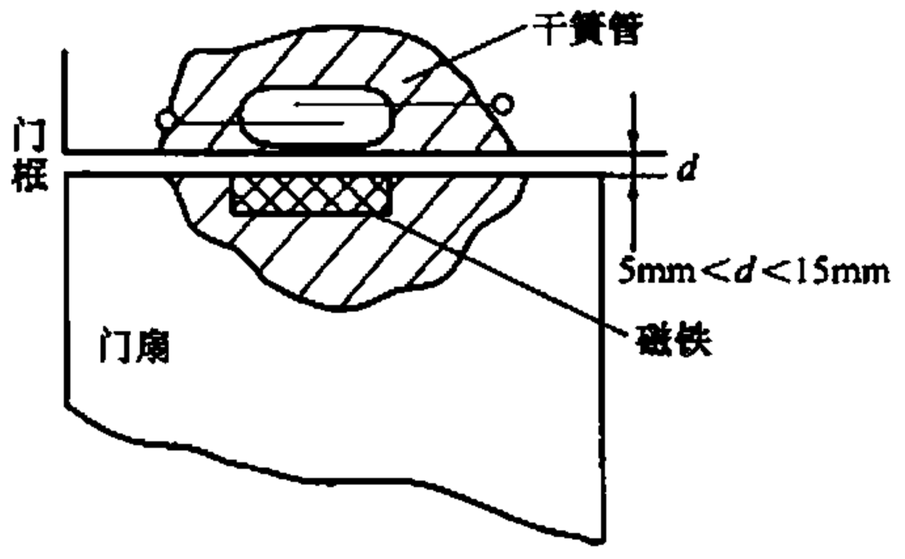


图 8-15　磁控开关安装示意图

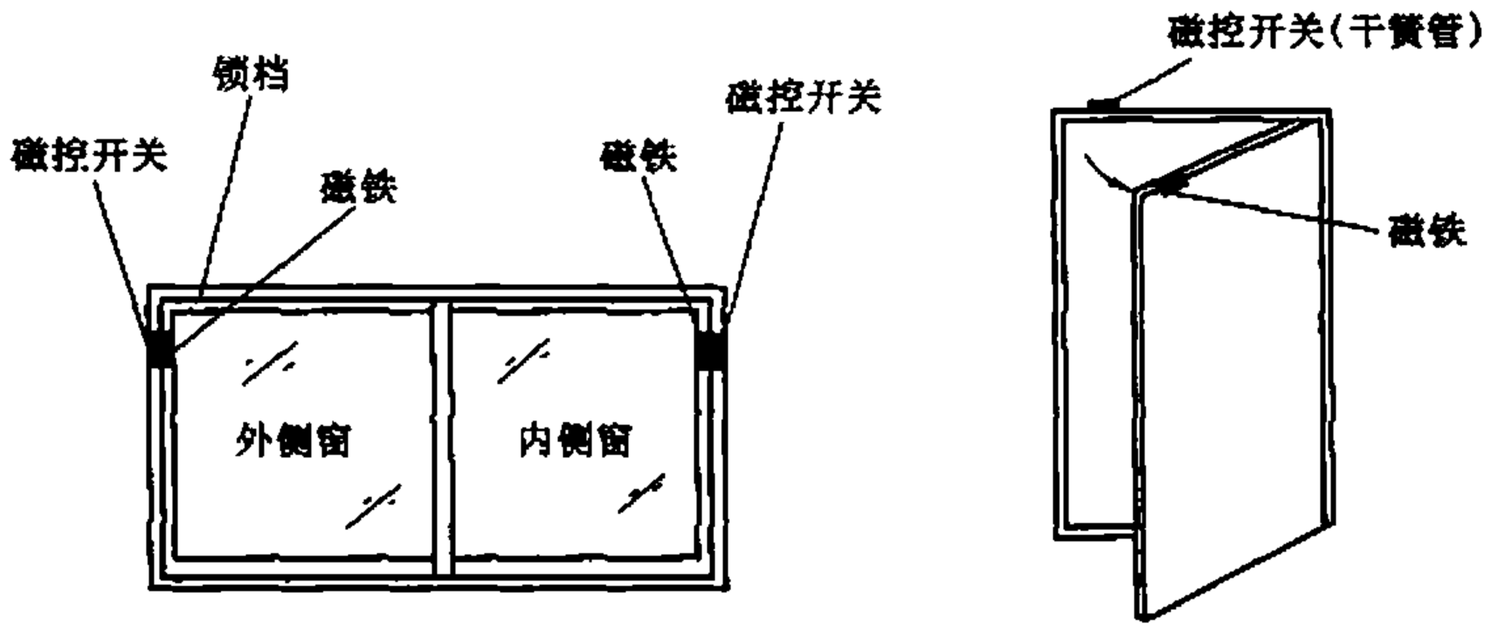


图 8-16　安装在门窗上的磁控开关

干簧管与磁铁之间的距离应按所选购的产品要求予以正确安装，像有些磁控开关一般控制距离只有 1～1.5cm 左右，而国外生产的某些磁控开关控制距离可达几厘米，显然，控制距离越大对安装准确度的要求就越低。因此，应注意选用其接点的释放、吸合自如，且控制距离又较大的磁控开关。同时，也要注意选择正确的安装场所和部位，像古代建筑物的大门，不仅缝隙大，而且会随风晃动，就不适宜安装这种磁控开关。在卷帘门上使用的磁控开关的控制距离起码应大于 4cm 以上。

磁控开关的产品大致分为明装式（表面安装式）和暗装式（隐藏安装式）两种，应根据防范部位的特点和防范要求加以选择。安装方式可选择螺丝固定、双面胶贴固定或紧配合安装式及其他隐藏式安装方式。在一般情况下，特别是人员流动性较大的场合最好采用暗装。即把开关嵌装入门、窗框的木头里，引出线也要加以伪装，以免遭犯罪分子破坏。

磁控开关也可以多个串联使用，把它们安装在多处门、窗上，无论任何一处门、窗被入侵者打开，控制电路均可发出报警信号。这种方法可以扩大防范范围，见图 8-17。

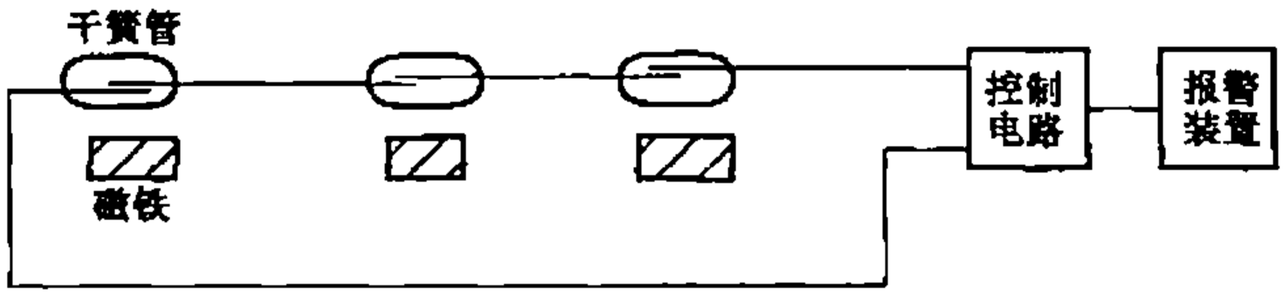


图 8-17　磁控开关的串联使用

磁控开关由于结构简单，价格低廉，抗腐蚀性好，触点寿命长，体积小，动作快，吸合功率小，因此在实用中经常采用。

安装、使用磁控开关时，也应注意如下一些问题：

（1）干簧管应装在被防范物体的固定部分。安装应稳固，避免受猛烈振动，使干簧管碎裂。

（2）磁控开关不适用于金属门窗，因为金属易使磁场削弱，缩短磁铁寿命。此时，可选用钢门专门型磁控开关，或选用微动开关或其他类型开关器件代替磁控开关。

（3）报警控制部门的布线图应尽量保密，联线接点接触可靠。

（4）要经常注意检查永久磁铁的磁性是否减弱，否则会导致开关失灵。

（5）安装时要注意安装间隙。

磁开关入侵探测器，由于它价格便宜，性能可靠，所以一直备受用户青睐。磁开关入侵探测器有一个重要的技术指标是分隔隙，即磁铁盒与开关盒相对移开至开关状态发生变化时的距离。国家标准《磁开关入侵探测器》（GB 15209—94）中规定，磁开关入侵探测器按分隔间隙分为 3 类。

A 类：大于 20mm；B 类：大于 40mm；C 类：大于 60mm。

务请读者注意，上述分类绝非产品质量分级，使用中要根据警戒门窗的具体情况选择不同类别的产品。一般家庭推拉式门窗厚度在 40mm 左右，若安装 C 类门磁，门窗已被打开缝，报警系统还不一定报警，此时若用其他磁铁吸附开关盒，则探测系统失灵，作案可能成功。如果选用 A 类产品，则上述情况不易发生。总之，一定要根据门窗的厚度、间隙、质地选用适宜的产品，保证在门窗被开缝前报警。

铁质门窗、塑钢门窗（内有铁质骨架）应选择铁制门窗专用磁开关入侵探测器，以防磁能损失导致系统的误报警。

磁开关入侵探测器的安装也有些讲究，除安装牢固外，一般在木质门窗上使用时，开关盒与磁铁盒相距 5mm 左右；金属门窗上使用时，两者相距 2mm 左右；安装在推拉式门窗上时，应距拉手边 150mm 处，若距拉手边过近系统易误报警，过远便出现门窗已被开缝，还未报警的漏报警现象。

（二）微动开关

微动开关是一种依靠外部机械力的推动，实现电路通断的电路开关，见图 8-18。

外力通过传动元件（如按钮）作用于动作簧片上，使其产生瞬时动作，簧片末端的动触点 a 与静触点 b、c 快速接通（a 与 b）和切断（a 与 c）。外力移去后，动作簧片在压簧作用下，迅速弹回原位，电路又恢复 a、c 接通，a、b 切断状态。

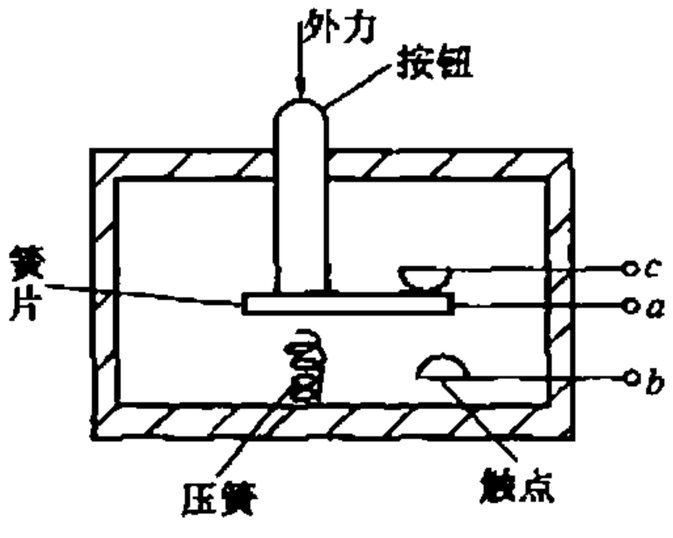


图 8-18　微动开关示意图

我们可以将微动开关装在门框或窗框的合页处，当门、窗被打时，开关接点断开，通过电路启动报警装置发出报警信号。也可将微动开关放在需要被保护的物体下面，平时靠物体本身的重量使开关触点闭合，当有人拿走该物体时，开关触点断开，从而发出报警信号。

微动开关的优点是：结构简单、安装方便、价格便宜、防震性能好、触点可承受较大的电流，而且可以安装在金属物体上。缺点是抗腐蚀性及动作灵敏程度不如前述的磁控开关。

（三）紧急报警开关

当在银行、家庭、机关、工厂等各种场合出现人室抢劫、盗窃等险情或其他异常情况时，往往需要采用人工操作来实现紧急报警。这时，就可采用紧急报警按钮开关和脚挑式或脚踏式开关。

紧急报警按钮开关安装在隐蔽之处，需要由人按下其按钮，使开关接通（或断开）来实现报警。此种开关安全可靠，不易被误按下，也不会因振动等因素而误报警。要解除报

警必需要由人工复位。

在某些场合也可以使用脚挑式或脚踏式开关。如在银行储蓄所工作人员的脚下可隐蔽性地安装这种类型的开关。一旦有坏人进行抢劫时，即可用脚挑或脚踏的方法使开关接通（或断开）来报警。要解除报警同样要由人工复位。安装这种形式的开关一方面可以起到及时向保卫部门或上一级接警中心发出报警信号的作用，另一方面不易被犯罪分子觉察，有利于保护银行工作人员的人身安全。

利用紧急报警开关发出报警信号，可以根据需要采用有线或无线的发送方式。

（四）易断金属导线

易断金属导线是一种用导电性能好的金属材料制作的机械强度不高、容易断裂的导线。用它作为开关报警器的传感器时，可将其捆绕在门、窗把手或被保护的物体之上，当门窗被强行打开，或物体被意外移动搬起时，金属线断裂，控制电路发生通断变化，产生报警信号。目前，我国使用线径在 0.1～0.5mm 之间的漆包线作为易断金属导线。国外采用一种金属胶带，可以像胶布一样粘贴在玻璃上并与控制电路连接。当玻璃破碎时，金属胶条断裂而报警。但是，建筑物窗户太多或玻璃面积太大，则金属条不太适用。易断金属导线具有结构简单、价格低廉的优点；缺点是不便于伪装，漆包线的绝缘层易磨损而出现短路现象，从而使报警系统失效。

（五）压力垫

压力垫也可以作为开关报警器的一种传感器。压力垫通常放在防范区域的地毯下面，如图 8-19 所示，将两条长条型金属带平行相对应地分别固定在地毯背面和地板之间，两条金属带之间有几个位置使用绝缘材料支撑，使两条金属带互不接触。此时，相当于传感器开关断开。当入侵者进入防范区，踩踏地毯，地毯相应部位受重力而凹陷，使地毯下没有绝缘物支撑部位的两条金属带接触。此时相当于传感器开关闭合，发出报警信号。

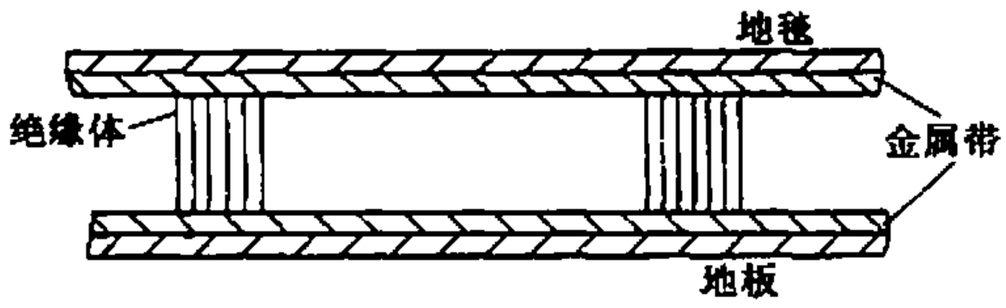


图 8-19　压力垫使用情况示意图

八、振动入侵探测器

振动探测器是一种在警戒区内能对入侵者引起的机械振动（冲击）而发出报警的探测装置。它是以探测入侵者的走动或进行各种破坏活动时所产生的振动信号来作为报警的依据。例如，入侵者在进行凿墙、钻洞、破坏门、窗、撬保险柜等破坏活动时，都会引起这些物体的振动。以这些振动信号来触发报警的探测器就称为振动探测器。

（一）振动探测器的基本工作原理

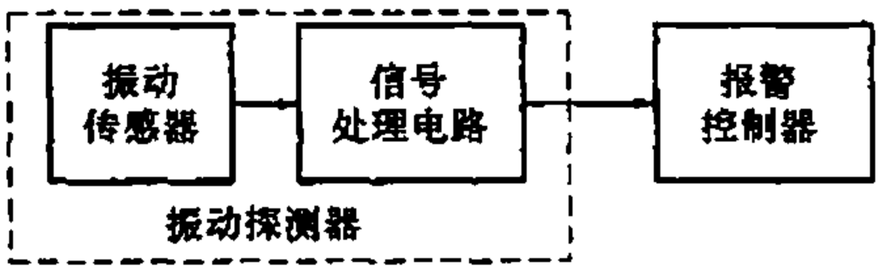


图 8-20　振动探测器的基本工作原理

振动探测器的基本工作原理如图 8-20 所示。

振动传感器是振动探测器的核心组成部件。它可以将因各种原因所引起的振动信号转变为模拟电信号，此电信号再经适当的信号处理电路进行加工处理后，转换

为可以为报警控制器接收的电信号（如开关电压信号）。当引起的振动信号超过一定的强度时，即可触发报警。当然，对于某些结构简单的机械式振动探测器可以不设信号处理这部分电路，振动传感器本身就可直接向报警控制器输出开关电压信号。

应该指出的是，引起振动产生的原因是多种多样的，有爆炸、凿洞、电钻孔、敲击、切割、锯东西等多种方式，各种方式产生的振动波形是不一样的，即产生的振动频率、振动周期、振动幅度三者均不相同。不同的振动传感器因其结构和工作原理的不同，所能探测的振动形式也各有所长。因此，应根据防范现场最可能产生的振动形式来选择合适的振动探测器。

振动探测器按其传感器工作原理可分为位移式传感器、速度式传感器和加速度传感器等三种。

1. 位移式传感器

常见的有水银式传感器、重锤式（惯性棒）传感器、钢球式开关等。它们共同点是：当直接或间接受到机械冲击振动时，水银珠、钢珠、重锤等都离开原来的位置，使之触发报警。这部分传感器灵敏度低，控制范围小，只适合小范围控制，如门窗和保险柜、局部墙面等。钢珠式传感器虽然可用于建筑物振动入侵探测器，但它一般只能控制墙面 $4m^2$ 左右，因此国内很少采用。

2. 速度传感器

一般常用电动式传感器，是由永久磁铁、线圈、弹簧、阻尼器和壳体等组成的。这种传感器灵敏度高，控制范围大，稳定性较好；但加工工艺要求较高，因此，价格比较高。它适合地音振动入侵探测器和建筑物振动入侵探测器。

电动式振动传感器的结构如图 8-21 所示。它主要是由一根条形永久磁铁和一个绕有线圈的圆形筒组成。永久磁铁的两端用弹簧固定在传感器的外壳上，套在永久磁铁外围的圆筒上绕有一层较密的细铜丝线圈，这样，线圈中就存在着由永久磁铁产生的磁通。

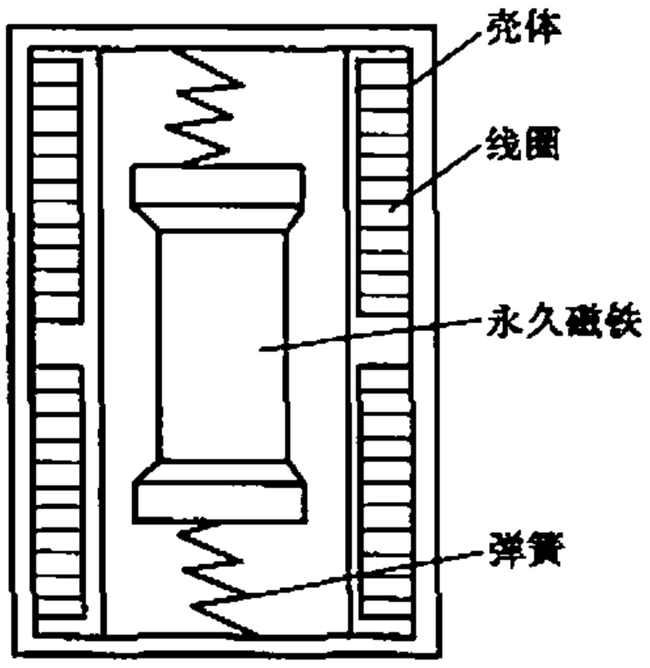


图 8-21　电动式振动传感器

将这种探测器固定在墙壁、顶棚板、地表层或周界的钢丝网上，当外壳受到振动时，就会使永久磁铁和线圈之间产生相对运动。由于线圈中的磁通不断地发生变化，根据电磁感应定律，在线圈两端就会产生感应电动势，此电动势的大小与线圈中磁通的变化率成正比。将线圈与报警电路相连，当感应电动势的幅度大小与持续时间满足报警要求时，即可发出报警信号。

电动式振动探测器对磁铁在线圈中的垂直加速位移尤为敏感，因此，当安装在周界的钢丝网面上时，对强行爬越钢丝网的入侵者有极高的探测率。

电动式振动探测器也可用于室外进行掩埋式安装，构成地面周界报警系统，用来探测入侵者在地面上走动时所引起的低频振动，因此，通常又称为地面振动探测器（或地音探测器）。每根传输线可连接几十个（如 25～50 个）探测器，保护约 60～90m 长的周界。

3. 加速度传感器

加速度传感器一般是压电式加速度计。压电式加速度计的心脏是一片压电材料，通常是一种表现出独特压电效应的人工检化的铁电陶瓷片，当受到机械应力时，不论张力或压缩，在它的两个极面上会产生一个与所加的应力或压缩，在它的两个极面上会产生一个与所加的应力成正比的电荷，即应力越大电荷越多。它适合地音振动人侵探测器和建筑物振动人侵探测器。

压电式振动传感器是一种压电晶体，它可以将施加于其上的机械作用力转变为相应大小的电压，即模拟的电信号。此电信号的频率及幅度与机械振动的频率及幅度成正比。利用压电晶体的压电效应就可做成压电晶体振动探测器，其适用的范围也很广。

将其掩埋在地下，埋在泥土或较硬的表层物下面，可用来探测人侵者在地面上行走时的压力变化对探测器产生的振动，也可以用于室内，探测墙壁、顶棚板等处和玻璃破碎时所产生的振动。例如，将压电晶体振动探测器贴在玻璃上，可用来探测划刻玻璃时产生的振动信号，将此信号送人信号处理电路（如高通放大等电路）后，即可触发报警。

同样，也可用于室外的周界报警系统中。将这种探测器固定在保护栏网或桩柱上，以探测人侵者翻爬、破坏栏网、桩柱时引起的振动。

由于在不同的场合，采用不同的人侵方式所引起的不同物体的机械振动频率会有所差异，因此，为了更准确地探测人侵者的活动，在报警电路中，由压电晶体振动传感器输出的模拟电信号在进人信号处理器之前，有必要先经过某一频率范围的带通滤波器，其带通频率与所要探测人侵者的实际人侵活动所产生的机械振动频率相对应。例如，探测人在地面上行走时产生的振动频率比较低，而人翻越、破坏栅网时所引起的振动频率则比较高，尤其当人侵者在划刻窗玻璃时所产生的振动信号频率则更高。因此，经适当选择通带的频率范围之后，就可以消除那些由于非人侵活动而引起的振动所产生的误报警。

为了提高报警可靠性，且对防范区内人员的正常走动或环境干扰等不会引起误报，出现一种三合一型振动探测器。如图 8-22 所示。它是利用数字信号分析技术，对振动人侵时引起的振动频率、振动周期和振动幅度三者进行分析，从而提高了报警准确性，抑制了环境的干扰因素。

三合一型振动探测器的保护范围一般是半径 3～4m，最远可达 14m（与保护面的材质

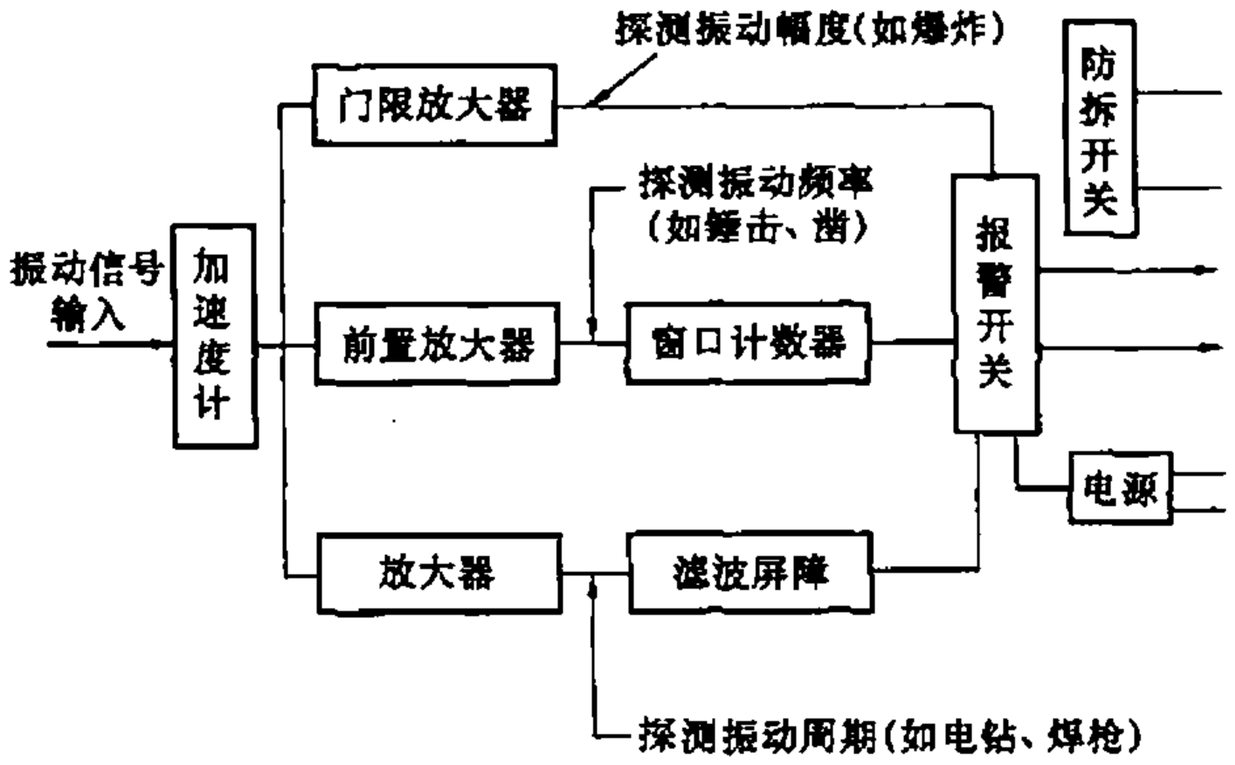


图 8-22　电子式全面型三合一振动探测器的信号分析原理图

及振动方式有关)；适用于金库、银行保险柜等处使用。设有 5 级灵敏度，可调，可在 6dB 范围内调节，以适合不同的环境。其设有保护措施：内置温度保护。当环境温度达到 93℃时发出报警；电压低于 7V 自动报警；并具有防钻外壳等。如安定宝 UN-3 型振动探测器就是这种类型的三合一型振动探测器。

（二）振动探测器的主要特点及安装使用要点

(1) 振动探测器基本上属于面控制型探测器。它可以用于室内，也可以用于室外的周界报警。优点是在人为设置的防护屏障没有遭到破坏之前，就可以做到早期报警。

振动探测器在室内应用明敷、暗敷均可；通常安装于可能入侵的墙壁、顶棚板、地面或保险柜上；安装于墙体时，距地面高度 2～2.4m 为宜。传感器垂直于墙面。其在室外应用时，通常埋入地下，深度在 10cm 左右，不宜埋入土质松软地带。

(2) 振动式探测器安装在墙壁或顶棚板等处时，与这些物体必须固定牢固，否则将不易感受到振动。用于探测地面振动时，应将传感器周围的泥土压实，否则振动波也不易传到传感器，探测灵敏度会下降。在室外使用电动式振动探测器（地音探测器），特别是泥土地，在雨季（土质松软）、冬季（土质冻结）时，探测器灵敏度均明显下降，使用者应采取其他报警措施。

(3) 振动探测器安装位置应远离振动源（如室内冰箱、空调等，室外树木等）。在室外应用时，埋入地下的振动探测器应与其他埋入地中的一些物体，如树木、电线杆、栏网桩柱等保持适当的距离；否则，这些物体因遇风吹引起的晃动而导致地表层的振动也会引起误报。因此，振动传感器与这些物体之间一般应保持 1～3m 以上的距离。

(4) 电动式振动探测器主要用于室外掩埋式周界报警系统中。其探测灵敏度比压电晶体振动探测器的探测灵敏度要高。电动式振动探测器磁铁和线圈之间易磨损，一般相隔半年要检查一次，在潮湿处使用时检查的时间间隔还要缩短。

九、声控报警探测器

声控报警器用传声器做传感器（声控头），用来控制入侵者在防范区域内走动或作案活动发出的声响（如启闭门窗、拆卸搬运物品、撬锁时的声响），并将此声响转换为报警电信号经传输线送入报警主控器。此类报警电信号既可送入监听电路转换为音响，供值班人员对防范区直接监听或录音；同时也可以送入报警电路，在现场声响强度达到一定电平时启动告警装置发出声光报警，见图 8-23。

这种探测报警系统结构比较简单，仅需在警戒现场适当位置安装一些声控头，将音响通过音频放大器送到报警主控器即可，因而成本低廉，安装简便，适合用在环境噪声较小的银行、商店仓库、档案室、机要室、监房、博物馆等场合。

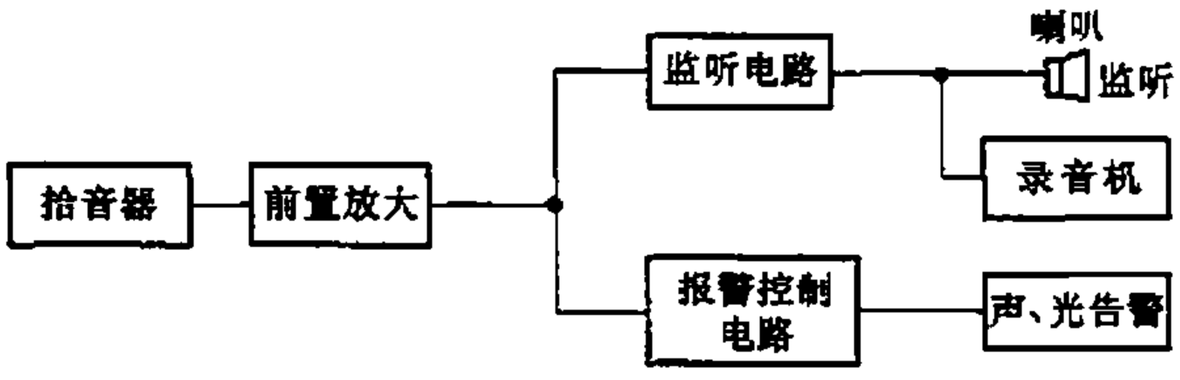


图 8-23　声控报警器示意图

声控报警器通常与其他类型的报警装置配合使用，作为报警复核装置（又称声音复核装置，简称监听头），可以大大降低误报及漏报率。因为任何类型报警器都存在误报或漏报现象。若有声控

报警器配合使用，在报警器报警的同时，值班员可监听防范现场有无相应的声响，若听不到异常的声响时，可以认为是报警器出现误报。而当报警器虽未报警但是由声控报警器听到防范现场有撬门、砸锁、玻璃破碎的异常声响时，可以认为现场已被入侵而报警器产生漏报，可及时采取相应措施。鉴于此类报警器有以上优点，故在规划警戒系统时，可优先考虑采用这种报警器材。

声音复核装置使用时应该注意：

(1) 声音复核装置只能配合其他探测器使用。

(2) 警戒现场声学环境改变时，要调节声音复核装置的灵敏度。如警戒区从未铺地毯到铺上较厚的地毯；从未挂窗帘到挂上较厚的窗帘；从较少货物到货物的大量增多等。

十、场变化式报警器

对于高价值的财产防盗报警，如对保险箱等，可采用场变化式报警器，亦称电容式报警系统，如图 8-24 所示。

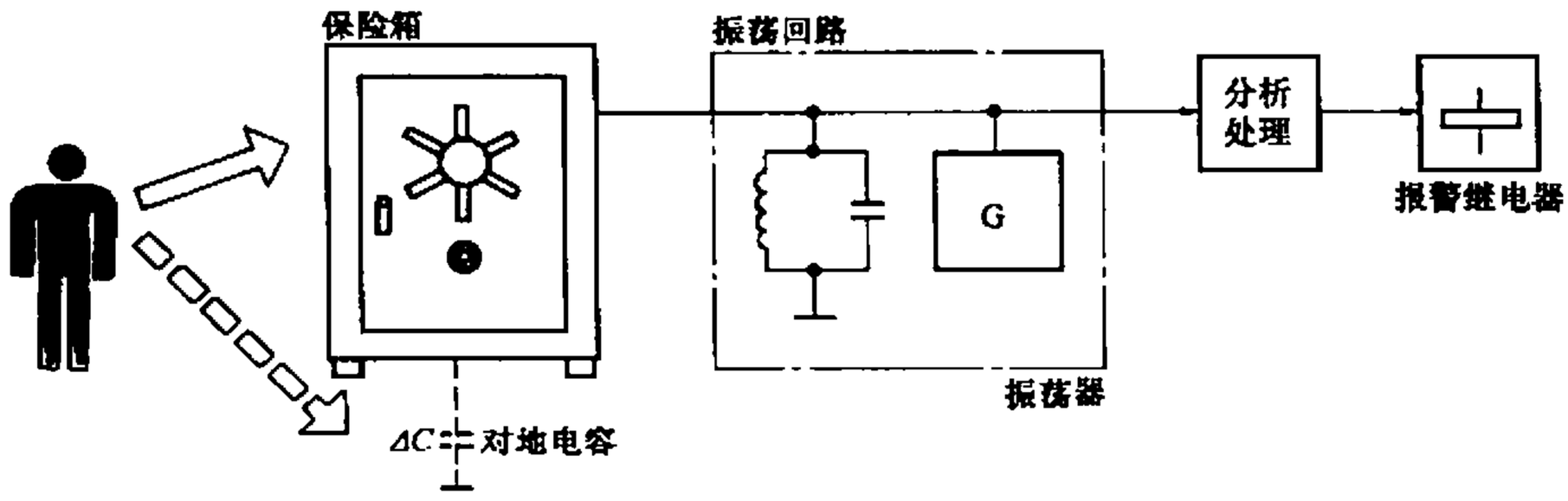


图 8-24　按电容原理工作的信号器用于财产的监控保护

需要保护的财产（如金属保险箱）独立安置，平时加有电压，形成静电场，亦即对地构成一个具有一定电容量的电容器。当有人接近保险箱周围的场空间时，电介质就发生变化，与此同时，等效电容量也随之发生变化，从而引起 *LC* 振荡回路的振荡频率发生变化，分析处理器一旦采集到这一变化数据，立即触发继电器报警，在作案之前就能发出报警信号。

十一、周 界 报 警 器

为了对大型建筑物或某些场地的周界进行安全防范，一般可以建立围墙、栅栏，或采用值班人员守护的方法。但是围墙、栅栏有可能受到破坏或非法翻越，而值班人员也有出现工作疏忽或暂时离开岗位的可能。为了提高周界安全防范的可靠性，可以安装周界报警装置。实际上，前述的主动红外报警器和摄像机也可作周界报警器。

周界报警器的传感器可以固定安装在现有的围墙或栅栏上，有人翻越或破坏时即可报警。传感器也可以埋设在周界地段的地层下，当入侵者接近或越过周界时产生报警信号，使值守人员及早发现，及时采取制止入侵的措施。

下面介绍几种专用的周界报警传感器。

（一）泄漏电缆传感器

这种传感器类似于电缆结构，见图 8-25。其中心是铜导线，外面包围着绝缘材料（如聚乙烯），绝缘材料外面用两条金属（如铜皮）屏蔽层以螺旋方式交叉缠绕，并留有方形或圆形孔隙，以便露出绝缘材料层。

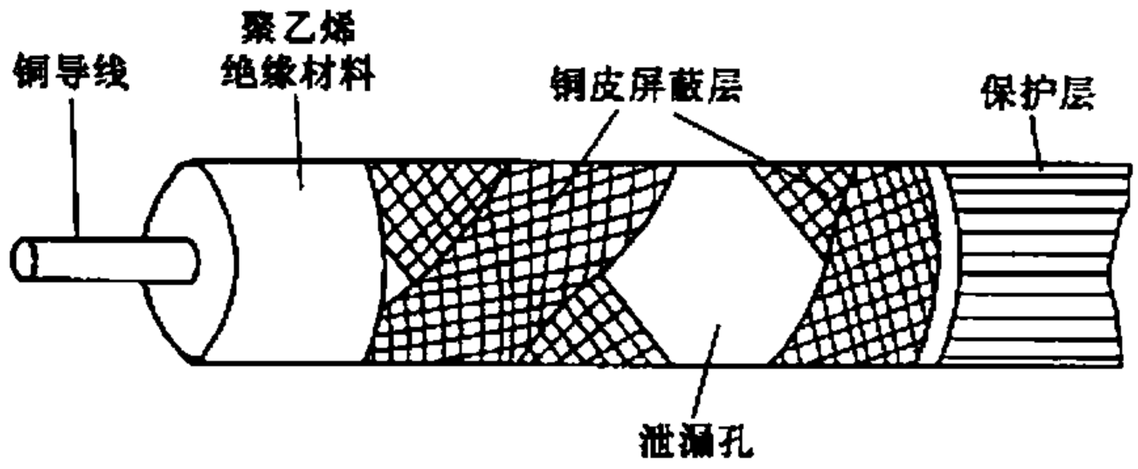


图 8-25　泄漏电缆结构示意图

电缆最外面是聚乙烯塑料构成的保护层。当电缆传输电磁能量时，屏蔽层的空隙处便将部分电磁能量向空间辐射。为了使电缆在一定长度范围内能够均匀地向空间泄漏能量，电缆空隙的尺寸大小是沿电缆变化的。

把平行安装的两根泄漏电缆分别接到高频信号发射器和接收器就组成了泄漏电缆周界报警器。当发射器产生的脉冲电磁能量沿发射电缆传输并通过泄漏孔向空间辐射时，在电缆周围形成空间电磁场，同时与发射电缆平行的接收电缆通过泄漏孔接收空间电磁能量，并沿电缆送入接收器。

这种周界报警器的泄漏电缆可埋入地下，如图 8-26 所示。当入侵者进入控测区时，使空间电磁场的分布状态发生变化，因而使接收电缆收到的电磁能量产生变化，此能量变化量就是初始的报警信号，经过处理后即可触发报警器工作。

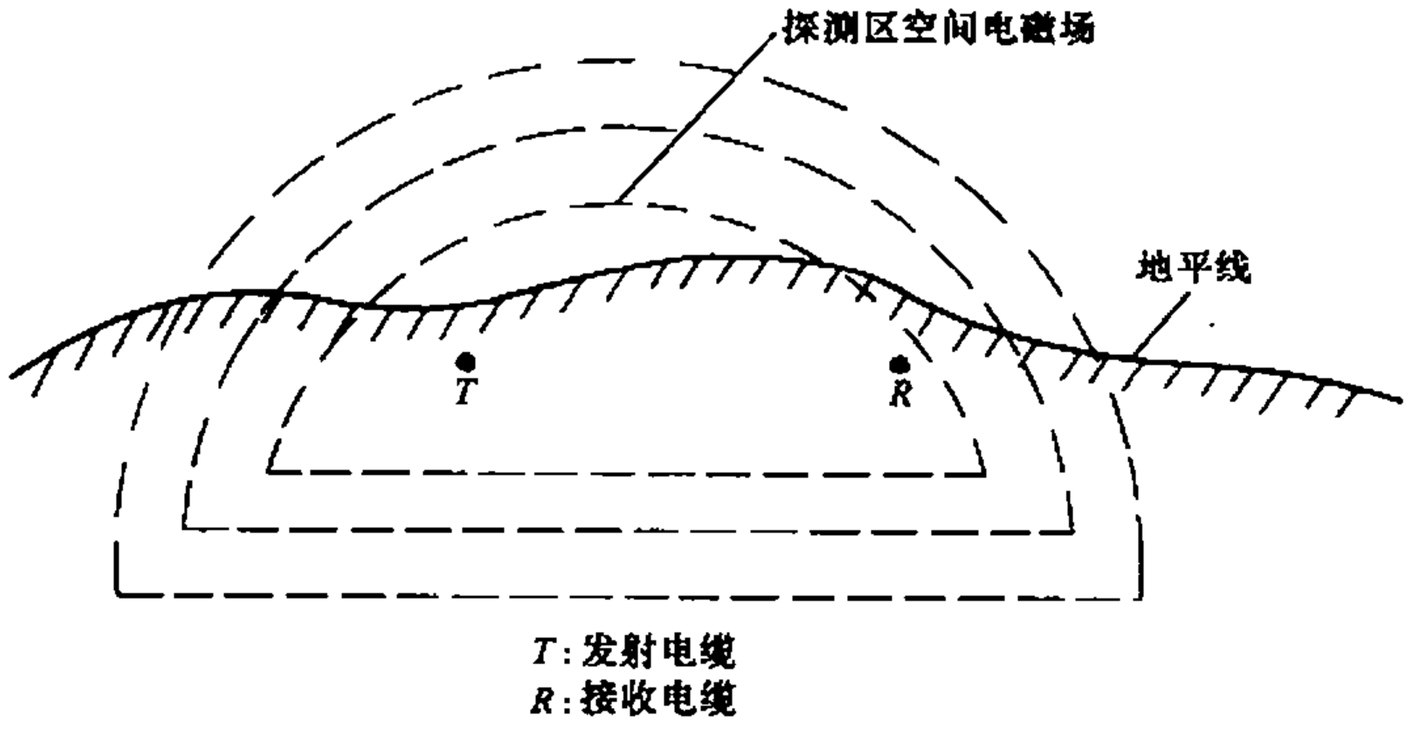


图 8-26　泄漏电缆埋入地下及产生空间场的示意图

此周界报警器可全天候工作，抗干扰能力强，误报和漏报率都比较低，适用于高保安、长周界的安全防范场所。

泄漏电缆入侵探测器适用于室外周界，或隧道、地道、过道、烟囱等处的警戒。其主要特点如下：

（1）隐蔽性好，可形成一堵看不见的，但有一定厚度和高度的电磁场“墙”。

（2）电磁场探测区不受热、声、振动、气流干扰源影响，且受气候变化（雾、雨、雪、风、温、湿）影响小。

(3) 电磁场探测区不受地形、地面不平坦等因素的限制。

(4) 无探测盲区。

(5) 功耗较大。

选用时宜具有以下防误报、漏报技术措施：采用信号数字化处理、存储、鉴别技术和入侵位置判别技术。

泄漏电缆入侵探测器的安装要点如下：

(1) 泄漏电缆视情况可隐藏安装在隧道、地道、过道、烟囱、墙内或埋入警戒线的地下。

(2) 应用于室外时，埋入深度及两根电缆之间的距离视电缆结构、电缆介质、环境及发射机的功率而定。

(3) 泄漏电缆探测主机就近安装于泄漏电缆附近的适当位置，注意隐蔽安装，以防破坏。

(4) 泄漏电缆通过高频电缆与泄漏电缆探测主机相连，主机输出送往报警控制器。

(5) 周界较长，需由一组以上泄漏电缆探测装置警戒时，可将几组泄漏电缆探测装置适当串接起来使用。

(6) 泄漏电缆埋入的地域要尽量避开金属堆积物，在两电缆间场区不应有易移动物体(如树等)。

(二) 平行线周界传感器

这种周界传感器是由多条（2～10条）平行导线构成的，见图 8-27。在多条平行导线中，有部分导线与振荡频率为1～40kHz的信号发生器连接，称之为场线；工作时，场线向周围空间辐射电磁能量。另一部分平行导线与报警信号处理器连接，称之为感应线；场线辐射的电磁场在感应线中产生感应电流。当入侵者靠近或穿越平行导线时，就会改变周围电磁场的分布状态，相应地使感应线中的感应电流发生变化，报警信号处理器检测出此电流变化量作为报警信号。

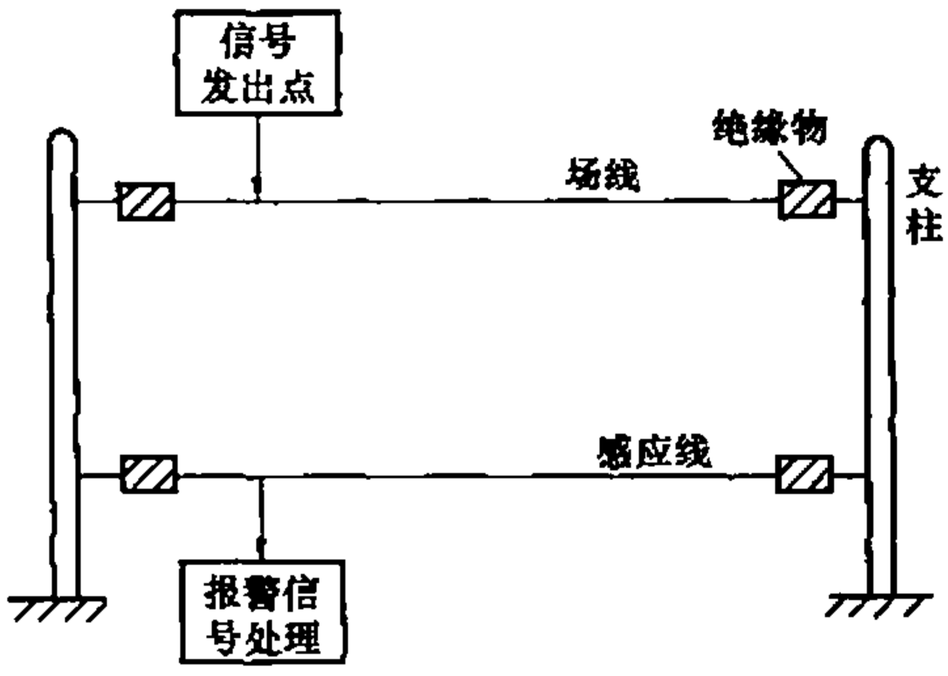


图 8-27　平行线周界报警器构成示意图

平行线电场周界传感器可以全天候工作，误报及漏报率都较低。安装方式可灵活多样，可安装在现有围墙或栅栏的顶端、侧面等部位，也可将平行导线安装在支柱上兼作周界栅栏使用。

第三节　防盗报警系统的性能指标

一、防盗（入侵）探测报警系统的性能要求

1. 功能

按照产品说明书进行了正确的安装，并在正常环境情况下使用和执行正确的操作时，应能完成产品标准所规定的入侵探测和报警的所有功能。

2. 灵敏度和探测范围

入侵探测器的灵敏度和探测范围及报警控制器的灵敏度应符合产品标准的规定。

3. 误报率要低

所谓误报警是指在没有入侵者的情况下，由于入侵探测器本身的原因或操作不当或环境影响而触发的报警。

4. 漏报率要低

所谓漏报警是指入侵已经发生，而入侵探测器却没有给出报警信号。

5. 防破坏保护

防拆保护：入侵探测器及报警控制器都应装有防拆开关，打开外壳时应输出报警信号或故障报警信号。

传输线路短路和断路的保护：当信号传输线路短路、断路或并接其他负载时，应输出报警信号或故障报警信号。

6. 电源适用范围

当电源电压在额定值的 ±10% 范围内变化时，入侵探测器及报警控制器的电源应不需调整仍能正常工作，且性能指标应符合要求。

7. 电源功耗

入侵探测器及报警控制器在警戒状态和报警状态的功耗应符合产品标准的规定。

8. 备用电源

使用交流电源供电的入侵探测器及报警控制器应配有直流备用电源，当交流电源断电时应能自动切换到备用电源，交流电恢复后又可对备用电源充电。

备用电源的使用时间：银行、仓库、文物等单位的报警系统为 24h，商业报警系统为 16h。

9. 稳定性要求

入侵探测报警系统在正常气候环境下，连续工作 7 天不应出现误报警和漏报警，其灵敏度和探测范围的变化不应超过 ±10%。

10. 耐久性要求

入侵探测报警系统在额定电压和额定负载电流下进行警戒、报警和复位，循环 6000 次，应无电的或机械的故障，也不应有器件损坏或触点粘连。

11. 抗干扰要求

入侵探测器应符合《电子测量仪器电磁兼容性试验规范》（GB 6833.1）中规定的静电放电敏感度实验、电源瞬态敏感实验、辐射敏感实验中的要求，不应出现误报警和漏报警。

在警戒状态下受热气流干扰、电火花干扰、灯光干扰和电铃等的干扰时应能正常工作，也不应出现误报警和漏报警。

12. 可靠性要求

入侵探测报警系统在正常工作条件下的平均无故障工作时间分为 A、B、C、D 四级，各类产品的指标不应低于 A 级的要求。四级的要求如下：

A 级：1×10^3h；

B 级：5×10^3h；

C 级：2×10^4h；

D 级：6×10^4h。

二、防盗报警系统的几个主要性能指标

（一）探测范围

由入侵探测器所防护的区域或空间叫探测范围，通常用距离和角度表示。例如，某被动红外入侵探测器的探测范围为：探测距离 16m，水平角 120°，垂直角 42.5°；又如，某电动式振动探测器的探测范围是：探测距离（半径）8m，极角 360°。以上分别是空间探测器和面探测器探测范围。工程中常用的还有线探测器，它们的探测范围只用探测距离表示。例如，某主动红外入侵探测器的探测距离是 100m。另有一种是点探测器，探测范围只一个点（非几何点），典型的点探测器有：磁开关入侵探测器、微动开关等。

安全防范工程设计时，应根据防范距离、防范区域和防范空间的大小选择相应的探测器。一般原则是：所选探测器的探测范围较实际防范的距离、区域、空间大一些。比如，某楼一层有一 36m^2 的正方形厅，预选吸顶式被动红外入侵探测器，安装高度 2.8m 时，地面处防护面积不能小于如图 8-28 所示的外接圆的面积。若所选探测器仅能防护图中内切圆面积，则探测范围选小了，不仅留下了四个墙角的盲区（探测器未能探测到的区域），更致命的是，若犯罪分子破窗后不入室，而是滞留在窗台处作案，如爆炸、投毒、盗窃等，即使报警系统报了警，待处警人员赶到现场时犯罪分子可能已经逃之夭夭了。又如：某室外需警戒的距离是 100m，若选用主动红外入侵探测器，其探测距离至少在 120m 以上，这是为了减少气候变化引起系统的误报警。在实践中还有一种情况是只对目标进行防范，此时入侵探测器探测区边缘与防护目标之间的距离应大于 5m。以保证在犯罪分子接触目标前系统报警。

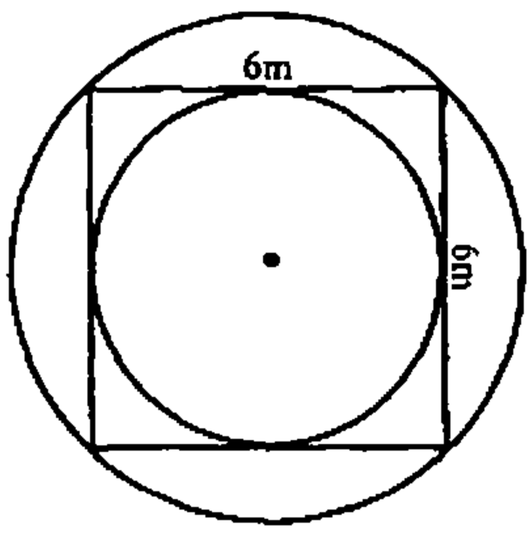


图 8-28　防护面积示意图

也有些探测器的探测范围不能较防范区域或防范空间大，典型的就是微波多普勒型探测器。由于微波对非金属物质有一定的穿透性，若探测范围大于防范范围，微波可能穿透墙壁、玻璃等，室外运动的物体可能引起系统的误报警。

（二）探测灵敏度

探测灵敏度是指探测器对入侵信号的响应能力。在报警系统中探测器灵敏度过高，会导致系统频繁的误报警；而灵敏度过低，又可能造成系统的漏报警，两者均不可取。现有些工程公司或使用者本人，在工程验收后，将探测器灵敏度调低，一旦有人入侵，可能产生漏报警，后果不堪设想。

目前工程中常用的被动红外入侵探测器、微波—被动红外双鉴器其灵敏度都有方向性。例如，壁挂式被动红外入侵探测器灵敏度最高的方向是与探测器视场垂直的方向。因此，安装时一定要让这种探测器的视场和可能入侵方向垂直。微波—被动红外双鉴器灵敏度最高的方向是与探测器视场成 45°角方向。因此，这种探测器的最佳安装方位就是让这种探测器的视场和可能发生入侵方向成 45°角。

灵敏度受气候影响也是比较明显的。例如，被动红外入侵探测器受温度影响就很显

著，当防范现场温度接近人体温度时，该探测器灵敏度急剧下降，此时就可能造成系统的漏报警，现不少厂家将自动温度补偿技术应用到这种探测器上。当现场温度接近人体温度时，探测器灵敏度会自动升高。但是使用者必须清楚以热释电传感器为核心部件的被动红外入侵探测器（目前的被动红外入侵探测器都是如此），当现场温度与人体温相差无几时，无论什么样的辅助技术都无法逃脱系统漏报警的厄运。再如，玻璃破碎探测器在 20°，相对湿度 20%时，灵敏度最低。

有些探测器的灵敏度要随现场环境变化调节，仍以玻璃破碎探测器为例，若防范现场由未挂窗帘到挂上较厚的窗帘；由未铺地毯到铺上较厚的地毯；由没有货物，到货物堆积如山……都必须将探测器的灵敏度调高，否则窗帘、地毯、货物等大量吸收玻璃破碎时的声能量，造成系统的漏报警。玻璃破碎探测器灵敏度的调节可借助玻璃破碎仿真信号发生器进行，若是声控—振动玻璃破碎双鉴探测器，还应辅以敲墙完成其灵敏度的调节。

（三）系统故障前工作时间

在规定条件下，系统第一次故障前的工作时间，是一个能较好地反映报警系统可靠性的技术指标。不同的系统指标数值相差甚大。因为系统相对投资额、系统规模、设计施工水平、使用水平是决定此指标的关键因素。

按我国现行国家标准规定，入侵探测器的平均无故障工作时间（在规定的条件下，某类产品出现两次故障时间间隔的平均值）分为四级，即：

A 级：1×10^3h；B 级：5×10^3h；C 级：2×10^4h；D 级：6×10^4h。

报警控制器的平均无故障工作时间分为三级，即

A 级：5×10^3h；B 级：2×10^4h；C 级：6×10^4h。

在资金允许的条件下，应选用平均无故障工作时间长的设备。按国际电工委员会（IEC）的标准，入侵探测器和报警控制器平均无故障工作时间为 6×10^4h。为了适应报警系统的发展要求，也为了和国际接轨，我国即将出版的修改后标准也只保留了 6×10^4h。可见，随产品平均无故障工作时间的延长，系统故障前工作时间必然加长。

系统规模大小与系统故障前工作时间成反比。按可靠性理论计算，平均无故障工作时间是 6×10^4h 的设备，平均故障率为 1.67×10^{-5}/h，平均每个月故障的概率是 1.2×10^{-2} 次。若该系统用了 100 个这样的设备，每个月出现故障的概率是 1.2 次。可见系统规模越大，系统故障前工作时间就越小。

施工设计水平也是影响系统故障前工作时间的重要因素。这主要表现在设计的合理性上，比如，所选导线截面过细，由于热效应将加速导线老化，还容易引起火灾；布线时过高温、高湿、化学腐蚀区等处未加防护或防护措施不当，就很容易引起断路或短路，致使系统瘫痪；设备安装不牢固，接点不实，虚焊等都是系统故障的直接原因。

系统的使用和保养也至关重要。值机人员要善于观察和掌握系统运行规律，特别是误报警规律，并分析原因，制定切实可行的措施；定期检查和测试系统的灵敏度和探测范围；保持控制室和设备的清洁，并保证其不受风吹、日晒和雨淋；注意发现设备的异常发热、发味、噪声等不正常现象，及时消除故障隐患；发现螺母松动、旋钮欲掉、接线头脱落应随手修复，避免影响系统的正常工作。

以上简单分析了影响系统故障前工作时间的原因。经多年的实践考察和理论上的推算，我国现阶段报警系统故障前工作时间大都在 2000～6000h。随着产品质量的提高和人

们对安全防范投资的加大，以及设计施工水平和使用者素质的提高，系统故障前工作时间将逐渐加长。

（四）系统的探测率与漏报率

报警系统的探测率是指因非法入侵而报警的次数与非法入侵总数的比值，即：

$$探测率 = \frac{因非法入侵而报警的次数}{非法入侵的总数} \times 100\%$$

漏报率是指因非法入侵而未报警的次数与非法入侵总数的比值，即：

$$漏报率 = \frac{因非法入侵而未报警的次数}{非法入侵的总数} \times 100\%$$

将上述两式相加，和为 1。这说明报警系统的探测率越高，漏报率就越低，反之亦然。

探测率和漏报率的测试方法可以模拟入侵者行为，选择不同路径，并以不同速度入侵，系统能及时准确地报警，则探测率、漏报率指标合格。例如，测试被动红外入侵探测器时，以人体为参考目标（正常着装），双臂交叉放在胸前，在探测范围边界，分别以 0.3m/s、0.75m/s（约每秒一步）、3m/s 的速度相对于探测器视场作横向运动，步行不到 3m，系统应报警。

探测率和漏报率均为随机性指标，现场环境条件改变，或是系统中某些设备技术参数的变化，都直接或间接地影响系统的探测率和漏报率，特别是智能化犯罪水平的提高，使我们更难准确地把握这两个指标的具体数值。因此，对一个报警系统来说，测试时探测率为 100%，漏报率为 0，只是一个最基本的要求。工程公司和用户均应定期或不定期地模拟入侵者行为检查系统的工作状态，发现隐患及时处理，保证报警系统具有较高的探测率。

（五）误报率

报警系统误报率是指在一定时间内（至少一个月）误报警次数与报警总数的比值，即：

$$误报率 = \frac{误报警次数}{报警总数} \times 100\%$$

至于什么叫误报警，在我国一般都认为："没有出现非法入侵、抢劫等情况，报警系统发出报警信号，即为误报警。"按照这个定义，我国现阶段报警系统的误报率相当高，其主要原因如下：

1. 报警设备故障引起的误报警

在报警系统中，报警控制器都有故障报警功能。这就是说一旦系统有了故障，报警控制器就要发出报警信号，若报警设备质量低劣，故障频发，误报警就源源不断。由此可见，报警设备质量差，是引起系统误报警的关键。为了提高报警设备质量，2000 年国家质量技术监督局和公安部《安全技术防范产品管理办法》中明确规定："生产、销售安全技术防范产品的企业，必须严格执行质量技术管理法律、法规的有关规定，保证产品质量符合有关标准的要求。""销售安全技术防范产品的单位或个人，应当进行进货检验，验明生产企业的产品质量，检验合格证明和工业产品生产许可证书或安全认证证书或生产登记批准书。""对安全技术防范产品生产、销售、检验活动中的质量违法行为的行政处罚，由县级以上质量技术监督部门依据有关法律、法规、规章的规定执行。"《安全技术防范产品

管理办法》是今后一个时期安全技术防范产品质量的法律保障。

2. 设备选择、施工不当引起的误报警

报警设备，特别是前端的探测器，种类繁多，又各有特点、适用范围和局限性。因此，如果设备选择不当就很容易引起系统的误报警。例如，靠近震源选择振动探测器；在蝙蝠经常出没的地方选用超声波探测器；在高频电场存在情况选用泄漏电缆探测器等等。这些不合理的选用，势必导致系统误报率提高。还有一种是设备功能，技术指标选择的不合理。例如，室外周界，如确定用主动红外入侵探测器警戒，就应当选择室外型、双光束、有自动增益电路且探测距离大于警戒距离的主动红外入侵探测器，否则系统极易产生误报警；在老鼠经常出没的室内，最好选择智能化的微波—被动红外双鉴探测器或四元被动红外探测器，否则老鼠极易引起系统的误报警。

要减少由于设备选择不当引起的误报警，工程设计人员必须熟悉各种器材的原理、特点、适用范围和局限性。同时还应掌握现场的环境情况，以便因地制宜地选择器材，降低系统的误报率。

施工质量低劣是引起系统误报警的又一重要因素。主要表现在：焊点的虚焊、接线不实、防护措施不得当、设备安装不牢固或是安装角度不对等等，这些都是导致系统误报警的直接原因。加强施工人员的培训，实行持证上岗，推行工程监理制，严格工程检测验收是提高施工质量的有效途径。

3. 用户使用不当引起的误报警

由于产品使用不当引起系统的误报警在误报警总数中也占有相当的比例。主要表现为：对系统使用说明了解不够，产生误操作；相关知识贫乏或者说是管理的不严（比如，在现场工作人员，下班后没有插好装有门磁开关的窗户，夜间被风刮开；未撤防而误入警戒区误触发紧急报警装置；未注意使用程序的改变等等），都将导致系统的误报警率的提高。

对用户使用不当进行分析，弄清由此产生误报警的原因，有针对性地进行培训，让用户熟悉系统的使用注意事项及简单故障处理技能，同样可以大大降低系统的误报率。

三、防盗报警系统的基本要求

主要用于对入侵的警戒，较多工作于晚间无人区域和警戒区域。其基本要求：

（1）按照防护部位和环境的要求、特点，安装红外、微波等各类入侵探测器。对某些不设围墙的开放式建筑以及设有金融营业场所、重要库房等建筑还应安装门磁开关、玻璃破碎报警器等并考虑周界报警；

（2）金融营业柜台（含商场收银台）、重要仓库、居室等应配有紧急报警按钮（有线、无线方式）；

（3）系统应能按时间、按区域（部位）任意编程、设防或撤防；

（4）系统应能显示报警部位、时间，并能记录及提供联动电视监控、灯光等控制接口信号；

（5）系统应能考虑与所属地区域公共安全防范报警系统联网的需要和可能。

四、安全防范系统的设备选择

(1) 入侵报警工程系统必须结合实体防护系统和响应力量的情况，由入侵报警探测器、传输、监控中心和响应力量组成，并宜附加以电视监控和声音监听复核装置。

入侵报警工程系统应有自动报警探测器和手动报警两种触发装置。

(2) 入侵报警工程系统可分为一级报警管理系统和多级报警管理系统。

一级报警管理系统的设计应符合下列要求：

1) 系统中必须设置一台入侵报警控制器，但不应超过两台。

2) 入侵报警控制器安装在墙上时，其底边距地面的高度不应小于 1.5m，靠近其门轴的侧面距离不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m。

3) 入侵报警控制器必须设在有人值班的房间或场所。

多级报警管理系统的设计应符合下列要求：系统中必须设置一台集中入侵报警控制器和多台区域入侵报警控制器，还必须考虑联网应变的可能性。

(3) 入侵报警用的探测器的选择应结合现场工作要求、特点及探测器的特性选用。各种报警探测器的工作特点如表 8-4 所示。

各种防盗报警器的工作特点　　表 8-4

报警器名称		警戒功能	工作场所	主要特点	适于工作的环境及条件	不适于工作的环境及条件
微波	多普勒式	空　间	室　内	隐蔽，功耗小，穿透力强	可在热源、光源、流动空气的环境中正常工作	机械振动，有抖动摇摆物体、电磁反射物、电磁干扰
	阻挡式	点、线	室内、外	与运动物体速度无关	室外全天候工作，适于远距离直线周界警戒	收发之间视线内不得有障碍物或运动、摆动物体
红外线	被动式	空间、线	室　内	隐蔽，昼夜可用，功耗低	静态背景	背景有红外辐射变化及有热源、振动、冷热气流、阳光直射，背景与目标温度接近，有强电磁干扰
	阻挡式	点、线	室内、外	隐蔽，便于伪装，寿命长	在室外与围栏配合使用，做周界报警	收发间视线内不得有障碍物，地形起伏、周界不规则，大雾、大雪恶劣气候
超声波		空　间	室　内	无死角，不受电磁干扰	隔声性能好的密闭房间	振动、热源、噪声源、多门窗的房间，温湿度及气流变化大的场合
激　光		线	室内、外	隐蔽性好，价高，调整困难	长距离直线周界警戒	(同阻挡式红外报警器)
声　控		空　间	室　内	有自我复核能力	无噪声干扰的安静场所与其他类型报警器配合作报警复核用	有噪声干扰的热闹场合
监控电视(CCTV)		空间、面	室内外	报警与摄像复核相结合	静态影物及照度缓慢变化的场合	背景有动态景物及照度快速变化的场合

续表

报警器名称	警戒功能	工作场所	主要特点	适于工作的环境及条件	不适于工作的环境及条件
双技术报警器	空　间	室　内	两种类型探测器相互鉴证后才发出报警，误报极小	其他类型报警器不适用的环境均可用	强电磁干扰

(4) 入侵报警工程系统的器材、设备应选用经国家有关产品质量监督部门检验合格的产品。

为确保防护范围的绝对安全，宜采用二种以上报警功能的入侵探测手段。

(5) 在可能发生直接危害生命的防护地区，必须设置紧急入侵报警装置。紧急报警装置适用于发生入侵时有可能由人启动、直接发生报警信号的场所，如营业场所、值班室、收银台等。它包括手动报警开关和脚踢报警开关等，设置时必须隐蔽、操作方便，并采用防止误动作的措施。

(6) 自动报警入侵探测器的使用宜配置声、像复核。声控报警探测器是利用传声器探测到入侵者强行入室或在室内进行破坏活动而产生的声音，从而发出报警信号的装置，它适合于背景噪声低而且稳定的场所。同时配以电视监控复核。

(7) 安全防范系统的应用软件：

安全保险系统的应用软件应比较成熟，能在 windowsNT4.0 或 windows95 以上的操作系统环境下运行，使用中文图形界面，只需简单地按动鼠标或按键，就能完成各种操作，在操作过程中不应出现死机现象。

应用软件的主要功能：

①保安操作员的管理：设定保安操作员的姓名和操作密码、划分操作级别和控制权限等。

②系统的状态显示：以声光和/或文字图形显示系统自检、掉电或欠电、出入口控制区人员通行情况（姓名、时间、地点）、设防和撤防的区域、报警和故障的部位。入侵报警时入侵部位的图像和/或声音应自动同时显示并显示可能的对策。

③系统的控制：视频图像的切换、处理、存储、检索和回放、云台与镜头的预置和遥控，对防卫目标的设防和撤防，门的开关及其他设备的控制。

④事件的记录与查询：上述保安操作员的管理、系统的状态显示、系统的控制都应有记录，需要时能简单快速检索和回放。

⑤报表的生成：可生成和打印各种类型报表。报警时自动打印报警报告（包括报警发生的时间、地点和人数、值班保安员的姓名、接处警情况等）。

(8) 中心控制室的要求：

中心控制室应视为要害部位，有相应的防护措施，并应尽可能独立设置。主电源和备份电源应能满足系统供电要求；有防雷措施，符合等电位接地和电涌保护要求。

中心控制室设备应预留 10% ~ 20% 的开放性接口，以便日后扩展和改装。同样应预留开放性通信接口，以便与公安部门接警中心和/或保安服务公司监控中心等联网。

中心控制室设备布局合理，光线适度，接线整洁，便于工作，便于维修。

中心控制室应有有线无线报警通信设备。

第四节　报警设备的选型与安装

一、入侵探测器选型与安装的一般原则

（1）所选用探测器必须符合《入侵探测器通用技术条件》（GB 10408.1—89）及相关标准的技术要求，进口设备至少应有商检合格证书。

（2）在探测器防护区域内，有入侵行为或灾害事故发生时不应产生漏报警，无入侵行为发生时应尽可能避免误报警。

（3）根据使用条件（设防部位、环境条件）和防区干扰源情况（气候变化、电磁辐射、小动物出入等）选择探测器的类型。

（4）根据防护要求选择具有相应技术性能的探测器。

（5）在防护区域内，入侵探测器盲区边缘与防护目标间的距离应大于5m。

（6）探测器的作用距离、覆盖面积，一般应留有25%～30%的余量，应能通过灵敏度调整进行调节。

（7）防护区域宜采用两种以上探测原理的入侵探测器（复合入侵探测器只能视为一种原理的探测器）。

（8）设防部位的探测应满足以下条件：

①防护区域内无盲区；

②探测灵敏度满足防范要求；

③在交叉覆盖时应避免相互干扰及各种可能的干扰。

（9）安装注意事项：

①对于采用多普勒移动探测原理的微波、超声多普勒式报警器，其安装方向（探测方向）应正对目标的运动方向；

②对于采用阻挡式遮断波束原理的微波、被动红外、超声、激光等阻挡式报警器，其安装方向应与目标移动方向垂直切割为佳；

③各种报警器的安装及使用要求见表8-5。

各种报警探测器的安装要求　　表8-5

报警器名称	微　波		红　外		超　声
	多普勒式	阻挡式	被动式	阻挡式	
工作场所	室　内	室内、外	室　内	室内、外	室　内
探测器安装及使用要求	不得正对窗、门帘、车辆、日光灯、水银灯、大型金属物、避免室外运动物体的影响	微波波束传播途径内不得有树木、流水或小动物穿行	目标背景应避开暖气、火炉、空调机及运动、摆动物体，应避开门窗不得有光线直射探头。室内如有大型障碍物，应靠墙安放，应考虑探头防震措施	镜头应防尘，当气候恶劣且用于室外时，应与其他类型报警装置配合使用	勿对着门窗、玻璃、软隔板；勿靠近空调器风扇、暖气片；勿有阀门水噪声及开动的机械声；应远离电话机，室内高大物体，应靠墙安放，以减小探测盲区

续表

报警器名称	激　光	声　控	电视报警器	双技术报警器
工作场所	室内、外	室　内	室内、外	室　内
探测器安装及使用要求	同阻挡式微波报警器	探头应靠近防范目标，避开风雨等噪声的影响。当防范多声源目标时，探头应安放在声中心位置，使用时灵敏度应调节适当	摄像镜头应指向顺光方向，尽量避开窗帘开闭、人工照明过大变化及闪电的影响	探头内两类探测器的灵敏度应保持均衡，以保证同时探测到两个信息

二、常见入侵探测器的选择与安装设计

（一）被动红外入侵探测器

1. 所选探测器宜有如下防误报、漏报技术措施

（1）自动温度补偿技术；

（2）抗小动物干扰技术；

（3）抗强光干扰技术；

（4）防遮挡技术。

2. 安装设计要点

（1）壁挂式被动红外探测器，安装高度距地面 2.2m 左右，视场与可能入侵方向成 90 度角，探测器与墙壁的倾角视防护区域覆盖要求确定。

（2）吸顶式被动红外探测器，一般安装在重点防范部位上方附近的天花板上，应水平安装。

（3）楼道式被动红外探测器，视场面对楼道（通道）走向，安装位置以能有效封锁楼道（或通道）为准，距地面高度 2.2m 左右。

（4）合理选择透镜结构，使其视场形状适合防范区域要求。

（5）被动红外探测器的视窗不应正对强光源以及阳光直射的窗口。

（6）被动红外探测器的附近及视场内不应有可能引起温度快速变化的热源，如暖气、火炉、电加热器、热管道、空调的出风口等。

（7）被动红外探测器的防护区内不应有障碍物。

（二）微波—被动红外双技术入侵探测器

1. 所选探测器宜有如下防误报、漏报技术措施

（1）抗小动物干扰技术。

（2）探测状态转换技术，当两种探测技术中有一种失效或发生故障时，在发出故障报警的同时，应能自动转换为单技术探测工作状态。

2. 安装设计要点

（1）壁挂式微波—被动红外探测器，安装高度距地面 2.2m 左右，视场与可能入侵方

向应成45°角为宜（若受条件所限，应首先考虑被动红外单元的灵敏度），探测器与墙壁的倾角视防护区域覆盖要求确定。

（2）吸顶式微波—被动红外探测器，一般安装在重点防范部位上方附近的顶棚上，应水平安装。

（3）楼道式微波—被动红外探测器，视场面对楼道（通道）走向，安装位置以能有效封锁楼道（或通道）为准，距地面高度2.2m左右。

（4）应避开能引起两种探测技术同时产生误报的环境因素。

（5）防范区内不应有障碍物。

（三）声控—振动双技术玻璃破碎入侵探测器

1. 所选用探测器应有探测状态转换技术

当两种探测技术中有一种失效或发生故障时，在发出故障报警的同时，应能自动转换为单技术探测工作状态。

2. 安装设计要点

（1）安装在玻璃附近的墙壁或顶棚板上。

（2）同时警戒两处以上门窗玻璃时，探测器位置应居中，并且探测范围应能满足要求。

（四）主动红外入侵探测器

1. 所选室外用探测器宜具有以下防误报、漏报技术措施

（1）外壳具有防雨、防雾、防霜、遮阳功能；

（2）采用双射束或四射束鉴定技术；

（3）内设自动增益控制电路，浓雾或天气恶劣时，应能自动增加灵敏度；

（4）具有安装校对显示装置。

2. 安装设计要点

（1）红外光路中不能有可能阻挡物（如室内窗帘飘动、室外树木晃动等）；

（2）探测器安装方位应严禁阳光直射接收机透镜内；

（3）周界需由两组以上收发射机构成时，宜选用不同的脉冲调制红外发射频率，以防止交叉干扰；

（4）正确选用探测器的环境适应性能，室内用探测器严禁用于室外；

（5）室外用探测器的最远警戒距离，应按其最大射束距离的1/6计算；

（6）室外应用要注意隐蔽安装；

（7）主动红外探测器不宜应用于气候恶劣，特别是经常有浓雾、毛毛细雨的地域，以及环境脏乱或动物经常出没的场所。

（五）电动式振动探测器

（1）宜采用信号对比技术，减少系统的误报警。即在防范现场和防范现场以外各装同样振动探测器，通过将两信号的比较鉴别报警的真伪。

（2）安装设计要点：

①室内应用明敷、暗敷均可。通常安装于可能入侵的墙壁、顶棚板、地面或保险柜上；

②安装于墙体时，距地面高度2~2.4m为宜；

③室外应用时，通常埋入地下，深度在 10cm 左右，不宜埋入土质松软地带；

④安装位置应远离振动源（如室内冰箱、空调等，室外树木、拦网桩柱等），室外用一般应与振动源保持 1～3m 以上距离，室内用酌情处理；

⑤不宜用于附近有强振动干扰源的场所（如附近临公路、铁路、水泥构件厂等）。

（六）电动式振动电缆入侵探测器

（1）宜采用有防误报、漏报技术措施的探测器。

（2）安装设计要点：

①安装于网状围栏上时，电缆应敷设在围栏的 2/3 高度处，固定间隔视产品说明书要求确定。

②安装于栅状围栏上时，宜将传感电缆穿入金属管内置于栅栏的顶端；固定金属管的卡子与管子之间应留有少量活动空间，以便入侵时能够产生振动。

（3）围墙上安装可采用如下三种方式：

①电缆穿入金属管，用金属支架将金属管宽松地固定在围墙内侧或外侧的上方；

②在围墙上安装铁刺网，电缆敷设在铁刺网上，敷设方法与上述网状围栏情况类同；

③用支架将电缆固定在围墙内侧或外侧的 2/3 高度处。

（4）电缆敷设需经过大门时，应将电缆穿入金属管埋入地下 1m 深处。

（5）室内安装时，将电缆敷设在可能入侵的房屋墙体的 2/3 高度处或顶棚板、地板上，明敷、暗敷均可。

（6）接线盒（内置前置信号处理器）应固定安装在传感电缆附近的桩柱或墙体上，且注意防破坏，其地线应良好接地。

（7）电缆分区要恰当，每个警戒区域不宜过长，最好不超过 300m，以便能确定入侵部位。

（七）磁控开关

适用于各类门、窗的警戒，其安装设计要点：

（1）注意所防护门、窗的质地，一般普通的磁控开关仅适用于木质的门窗；钢、铁门窗应采用专用型磁控开关。

（2）所选用磁控开关的控制距离至少应为被控制门、窗缝隙的 2 倍。

（3）磁控开关应安装在距门窗拉手边约 15cm 处；舌簧管安装在门、窗框上，磁铁安装在门、窗扇上，两者间对准，间距 0.5cm 左右。

（4）一般情况下，特别是人员流动性较大的场合最好采用暗装磁开关，引出线也要加以伪装。

（5）设防部位位于强磁场中，或有可能经常遭受振动，以及门窗缝隙过大或不易固定的场所，不宜使用磁控开关。

（八）紧急报警装置

（1）用于可能发生直接威胁生命的场所（如银行营业所、值班室、收银台等），利用人工启动（手动报警开关、脚踢报警开关等）发出报警信号。

（2）紧急报警装置可采用有线或无线传输报警方式。

（3）宜具有以下防误报技术措施：

1）防误触发措施；

2）触发报警后能自锁；

3）复位需采用人工再操作方式。

(4) 安装设计要点：

1）安装在紧急情况下人员容易可靠触发的部位；

2）要隐蔽安装。

三、控 制 器 的 选 择

（一）小型系统

1. 控制设备的选型

(1) 报警控制器的常见结构主要分为台式、柜式和壁挂式三种，小型系统的控制器多采用壁挂式；

(2) 控制器应符合《防盗报警控制器通用技术条件》(GB 12663—90) 中有关要求；

(3) 应具有可编程和联网功能；

(4) 设有操作员密码，可对操作员密码进行编程，密码组合不应小于 10000；

(5) 具有本地报警功能，本地报警喇叭声强级应大于 80dB；

(6) 接入公共电话网的报警控制器应满足有关部门入网技术要求；

(7) 具有防破坏功能。

2. 值班室的布局设计

(1) 控制器应设置在值班室，室内应无高温、高湿及腐蚀气体，且环境清洁，空气清新。

(2) 壁挂式控制器在墙上的安装位置：其底边距地面的高度不应小于 1.5m。如靠门安装时，靠近其门轴的侧面距离不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m。

(3) 控制器的操作、显示面板应避开阳光直射。

(4) 引入控制器的电缆或电线的位置应保证配线整齐，避免交叉。

(5) 控制器的主电源引入线宜直接与电源连接，应尽量避免用电源插头。

(6) 值班室应安装防盗门、防盗窗、防盗锁、设置紧急报警装置以及同处警力量联络和向上级部门报警的通信设施。

（二）大、中型系统

1. 控制设备的选型

(1) 一般采用报警控制台（结构有台式和柜式）。

(2) 控制台应符合《防盗报警中心控制台》(GB/T 16572—1996) 的有关技术性能要求。

(3) 控制台应能自动接收用户终端设备发来的所有信息（如报警、音、像复核信息）。采用微处理技术时，应同时有计算机屏幕上实时显示（大型系统可配置大屏幕电子地图或投影装置），并发出声、光报警。

(4) 应能对现场进行声音（或图像）复核。

(5) 应具有系统工作状态实时记录、查询、打印功能。

(6) 宜设置“黑匣子”，用以记录系统开机、关机、报警、故障等多种信息，且值班

人员无权更改。

(7) 应显示直观、操作简便。

(8) 有足够的数据输入、输出接口，包括报警信息接口、视频接口、音频接口，并留有扩充的余地。

(9) 具备防破坏和自检功能。

(10) 具有联网功能。

(11) 接入公共电话网的报警控制台应满足有关部门入网技术要求。

2. 控制室的布局设计

(1) 控制室应为设置控制台的专用房间，室内应无高温、高湿及腐蚀气体，且环境清洁，空气清新。

(2) 控制台后面板距墙不应小于0.8m，两侧距墙不应小于0.8m，正面操作距离不应小于1.5m。

(3) 显示器的屏幕应避开阳光直射。

(4) 控制室内的电缆敷设宜采用地槽。槽高、槽宽应满足敷设电缆的需要和电缆弯曲半径的要求。

(5) 宜采用防静电活动地板，其架空高度应大于0.25m，并根据机柜、控制台等设备的相应位置，留进线槽和进线孔。

(6) 引入控制台的电缆或电线的位置应保证配线整齐，避免交叉。

(7) 控制台的主电源引入线宜直接与电源连接，应尽量避免用电源插头。

(8) 应设置同处警力量联络和向上级部门报警的专线电话，通信手段不应少于两种。

(9) 控制室应安装防盗门、防盗窗和防盗锁，设置紧急报警装置。

(10) 室内应设卫生间和专用空调设备。

四、安全防范工程的线缆施工

(一) 电缆的敷设

(1) 根据设计图纸要求选配电缆，尽量避免电缆的接续。必须接续时应采用焊接方式或采用专用接插件。

(2) 电源电缆与信号电缆应分开敷设。

(3) 敷设电缆时应尽量避开恶劣环境，如高温热源、化学腐蚀区和煤气管线等。

(4) 远离高压线或大电流电缆，不易避开时应各自穿配金属管，以防干扰。

(5) 电缆穿管前应将管内积水、杂物清除干净，穿线时涂抹黄油或滑石粉。进入管口的电缆应保持平直，管内电缆不能有接头和扭结。穿好后应做防潮、防腐处理。

(6) 管线两固定点之间的距离不得超过1.5m。下列部位应设置固定点：

①管线接头处；

②距接线盒0.2m处；

③管线拐角处。

(7) 电缆应从所接设备下部穿出，并留出一定余量。

(8) 在地沟或顶棚板内敷设的电缆，必须穿管（视具体情况选用金属管或塑料管）。

(9) 电缆端作好标志和编号。

（10）明装管线的颜色、走向和安装位置应与室内布局协调。

（11）在垂直布线与水平布线的交叉处要加装分线盒，以保证接线的牢固和外观整洁。

（二）光缆的敷设

（1）敷设光缆前，应检查光纤有无断点、压痕等损伤。

（2）根据施工图纸选配光缆长度，配盘时应使接头避开河沟、交通要道和其他障碍物。

（3）光缆的弯曲半径不应小于光缆外径的 20 倍。光缆可用牵引机牵引，端头应作好技术处理。牵引力应加于加强芯上，大小不应超过 150kg。牵引速度宜为 10m/min；一次牵引长度不宜超过 1km。

（4）光缆接头的预留长度不应小于 8m。

（5）光缆敷设一段后，应检查光缆有无损伤，并对光缆敷设损耗进行抽测，确认无损伤时，再进行接续。

（6）光缆接续应由受过专门训练的人员操作，接续时应用光功率计或其他仪器进行监视，使接续损耗最小。接续后应做接续保护，并安装好光缆接头护套。

（7）光缆端头应用塑料胶带包扎，盘成圈置于光缆预留盒中，预留盒应固定在电杆上。地下光缆引上电杆，必须穿入金属管。

（8）光缆敷设完毕时，需测量通道的总损耗，并用光时域反射计观察光纤通道全程波导衰减特性曲线。

（9）光缆的接续点和终端应作永久性标志。

第五节　防盗报警工程举例

（一）某大厦防盗报警系统

某大厦是一幢现代化的 9 层涉外高务办公楼。根据大楼特点和安全要求，在首层各出入口各配置 1 个双鉴探头（被动红外/微波探测器），共配置 4 个双鉴探头，对所有出入口的内侧进行保护。二楼至九楼的每层走廊进出通道，各配置 2 个双鉴探头，共配置 16 个双鉴探头；同时每层各配置 4 个紧急按钮，共配置 32 个紧急按钮。紧急按钮安装位置视办公室具体情况而定。整个防盗报警系统如图 8-29 所示。

保安中心设在二楼电梯厅旁，约 $10m^2$。管线利用原有弱电桥架为主线槽，用 DG20 管引至报警探测点（或监控电视摄像点）。防盗报警系统采用美国（ADEMCO）（安定宝）大型多功能主机 4140XMPT2。该主机有 9 个基本接线防区，可总线式结构，扩充防区十分方便，可扩充多达 87 个防区，并具备多重密码、布防时间设定、自动拨号以及“黑匣子”记录等功能。

图 8-29 中的 4208 为总线式 8 区（提供 8 个地址）扩展器，可以连接 4 线探测器。6139 为 LCD 键盘。关于各楼层设备（包括摄像机）的分配表如表 8-6 所示。

图 8-30 是金库中利用监控电视和被动红外/微波双鉴报警探测器进行安全防范的布置图。

（二）防区布防示例

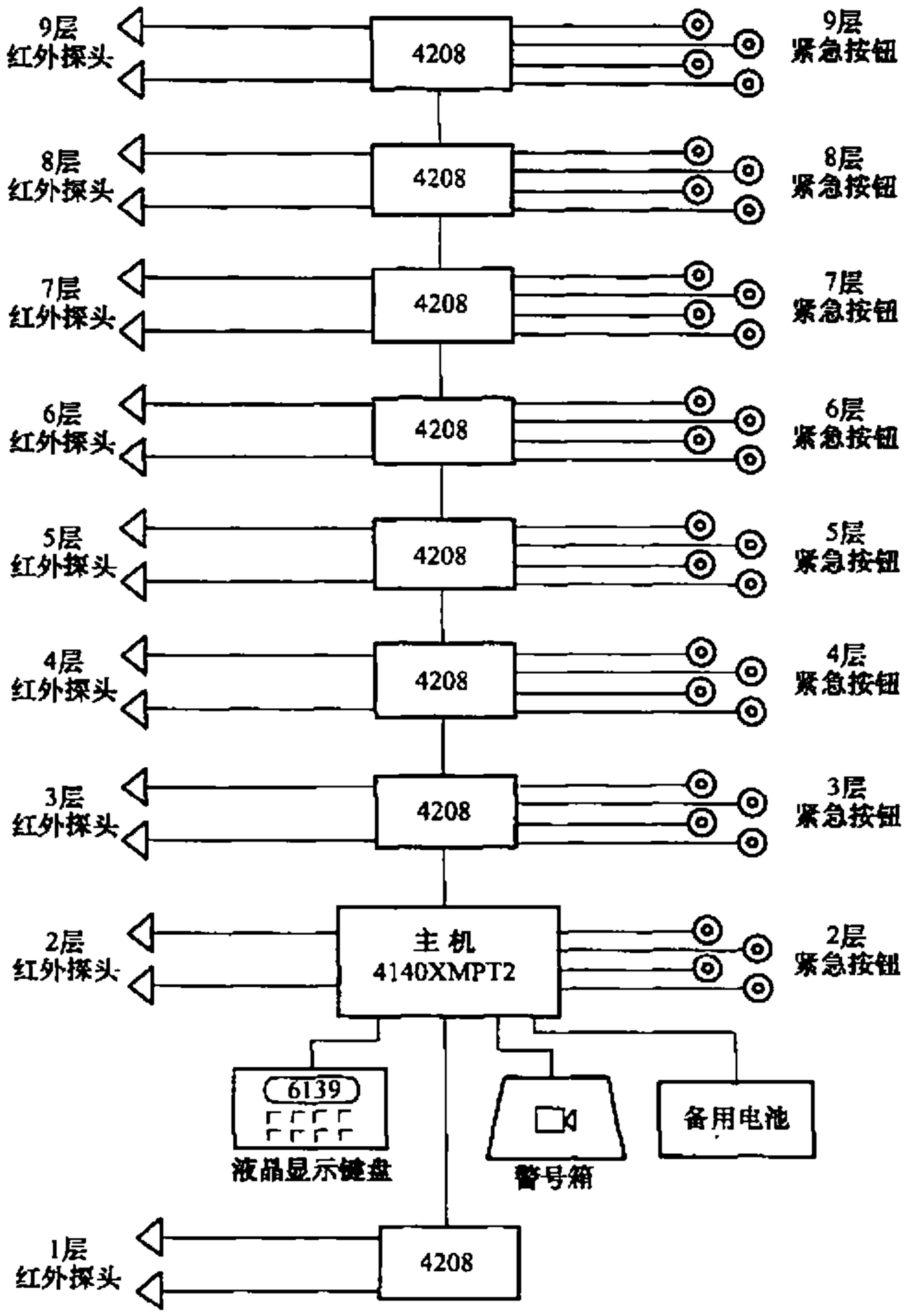


图 8-29　某大厦报警系统图

各楼层设备分布表　　表 8-6

楼　层	摄像机		报警器		
	固定云台	自动云台	双鉴探头	紧急按钮	门磁开关
1	2	1	4	0	0
2	3	0	2	4	0
3	2	0	2	4	0
4	2	0	2	4	0
5	2	0	2	4	0
6	2	0	2	4	0
7	2	0	2	4	0
8	2	0	2	4	0
9	1	0	2	4	0
电　梯	2	0	0	0	0
合　计	20	1	20	32	0

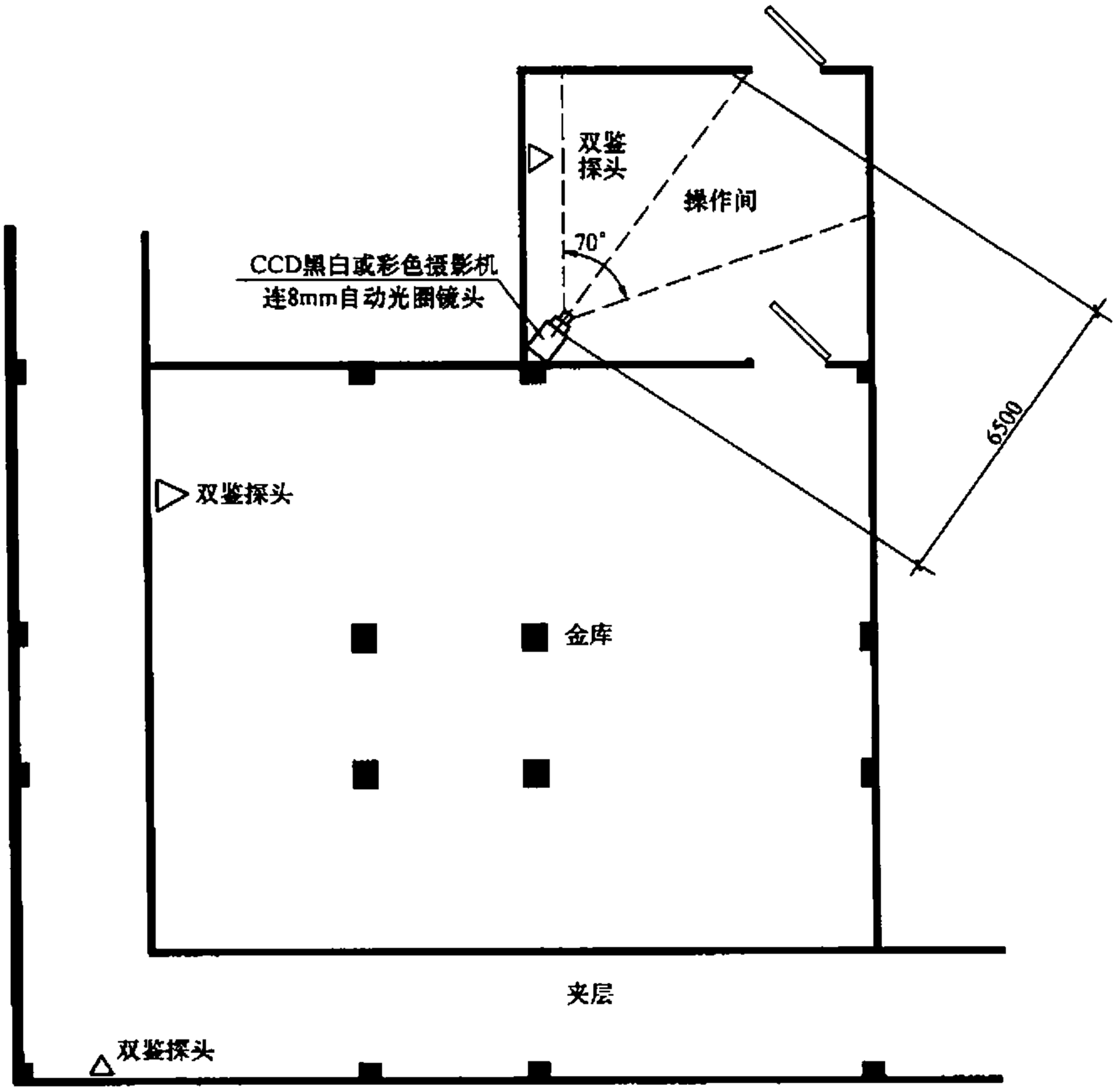


图 8-30　金库监控系统布置图

【例 1】

图 8-31 是一套住宅的平面图及所采取的技防措施的示意图。该住宅是处于地面一层。该住宅的主人经常出差在外，家中无人。主人将报警控制器及键盘安装在书房内，报警控制器固定于隐蔽的地方，键盘则置于容易操作之处。该系统已通过电话线与社区的保安中心联网。

住宅的大门应设定为出入防区，并应有退出和进入延时，可安装上门磁开关。图中标为①。

各室的窗户和阳台的窗户应设定为周边防区，没有延时。因阳台的窗户较长，可采用主动红外探测器或磁控开关和玻璃破碎探测器，其他各室的窗户可采用玻璃破碎探测器和磁控开关。图中标为②。

过厅应设定为内部防区（延时报警），如在屋顶或墙上安装被动红外探测器或微波—被动红外双鉴探测器。图中标为③。

在主人的床边安装有紧急报警按钮，以应付主人睡觉时可能会发生的突发事件。因此应设定为 24 小时有声报警防区。图中标为④。

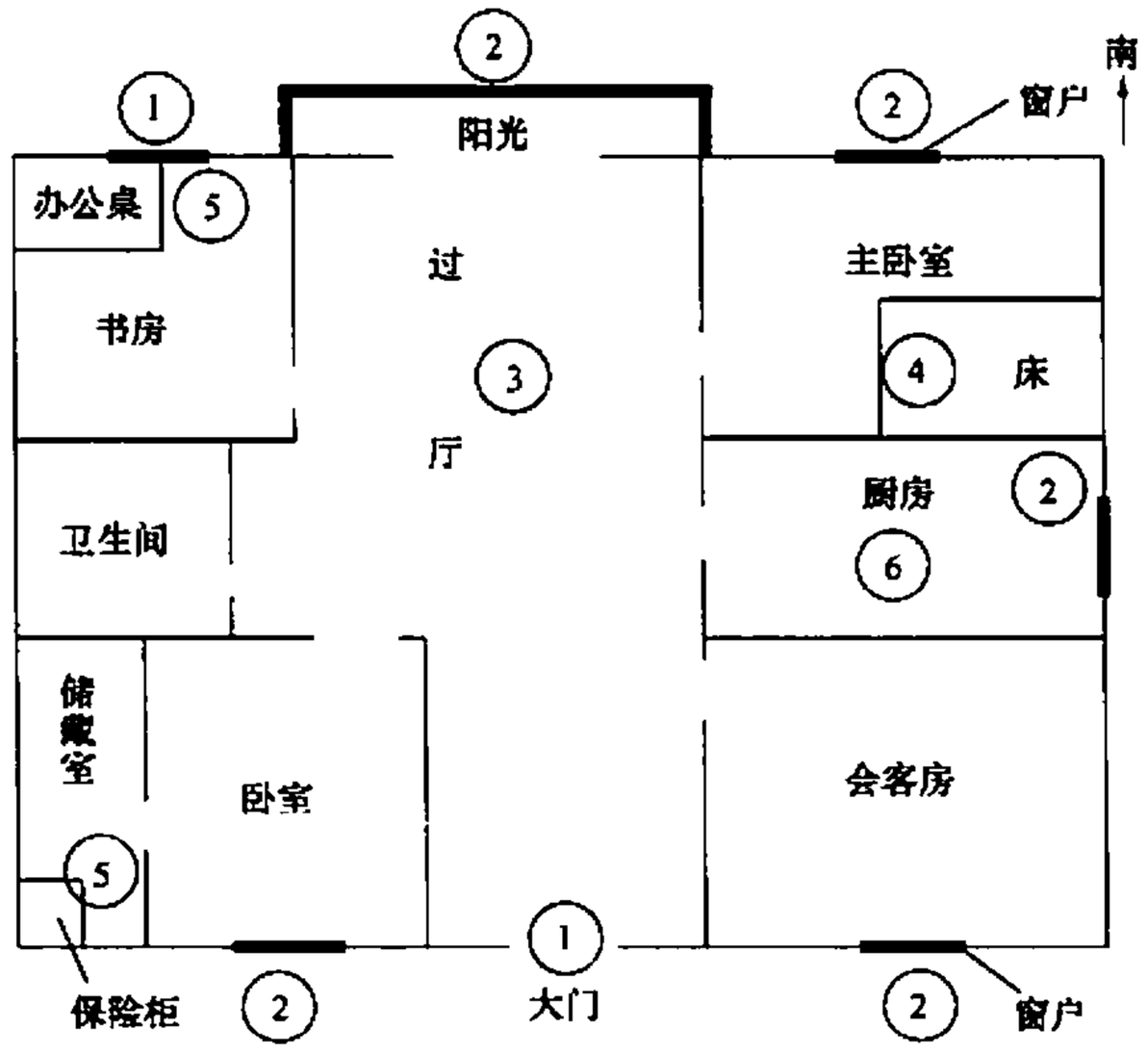


图 8-31　一套住宅的平面图及采取的技防措施示意图

储藏室的保险柜内有贵重物品和钱，办公桌的抽屉内装有机密资料和贵重物品，也应设定为 24 小时有声报警防区，如可安装振动探测器、防撬开关等。图中标为⑤。

厨房里为防止煤气泄漏和引起火灾，应设定为火警防区，当然也是 24 小时报警防区。图中标为⑥。

至于各探测器接于报警控制器的哪一个防区，用户可根据需要而定。属于同一种布防类型，即图中标号相同的探测器可以接在同一个防区，也可以接在不同的防区。例如，南边玻璃窗标为②的探测器和北边玻璃窗标为②的探测器可以同接在第 2 号防区，也可以分别接到第 2 号防区和第 3 号防区。同理，安装在保险柜上的防撬开关和桌子抽屉上的防撬开关，虽都是标号为⑤的布防类型，但并不一定都要接于同一个防区，如可把它们分别接在第 5 号防区和第 6 号防区等等。

需要说明的是，住宅主人外出和在家时，该系统的布防情况是不同的。当主人外出时，上述各防区的探测器可以全部布防。但主人晚上在家睡觉时，有些探测器就需要旁路掉，例如，过厅标有⑤号的探测器就应旁路掉，以不影响主人在室内的正常活动。

【例 2】

图 8-32 是一个小型的自选商场的平面图和所采取的技防措施的示意图。

该系统的报警控制器和键盘安装在值班室内，日夜有人值班。由于在大门的外边还设有一道卷帘门，因此大门处采用了两种门磁开关，即普通型门磁开关和卷帘门专用型门磁开关。因大门是商场主要的出入口，故设定为出入防区，且有延时，所以图中标出了两个①。

大门两侧的玻璃橱窗需要采用主动红外探测器或玻璃破碎探测器来进行 24 小时的警戒，但白天营业与晚上非营业期间应具有不同的工作状态，故设定为日夜防区。即当该防区触发时，白天是告警，晚上是报警。图中标为②。

其他各室的玻璃窗可设定为周边防区，没有延时。图中标为③。

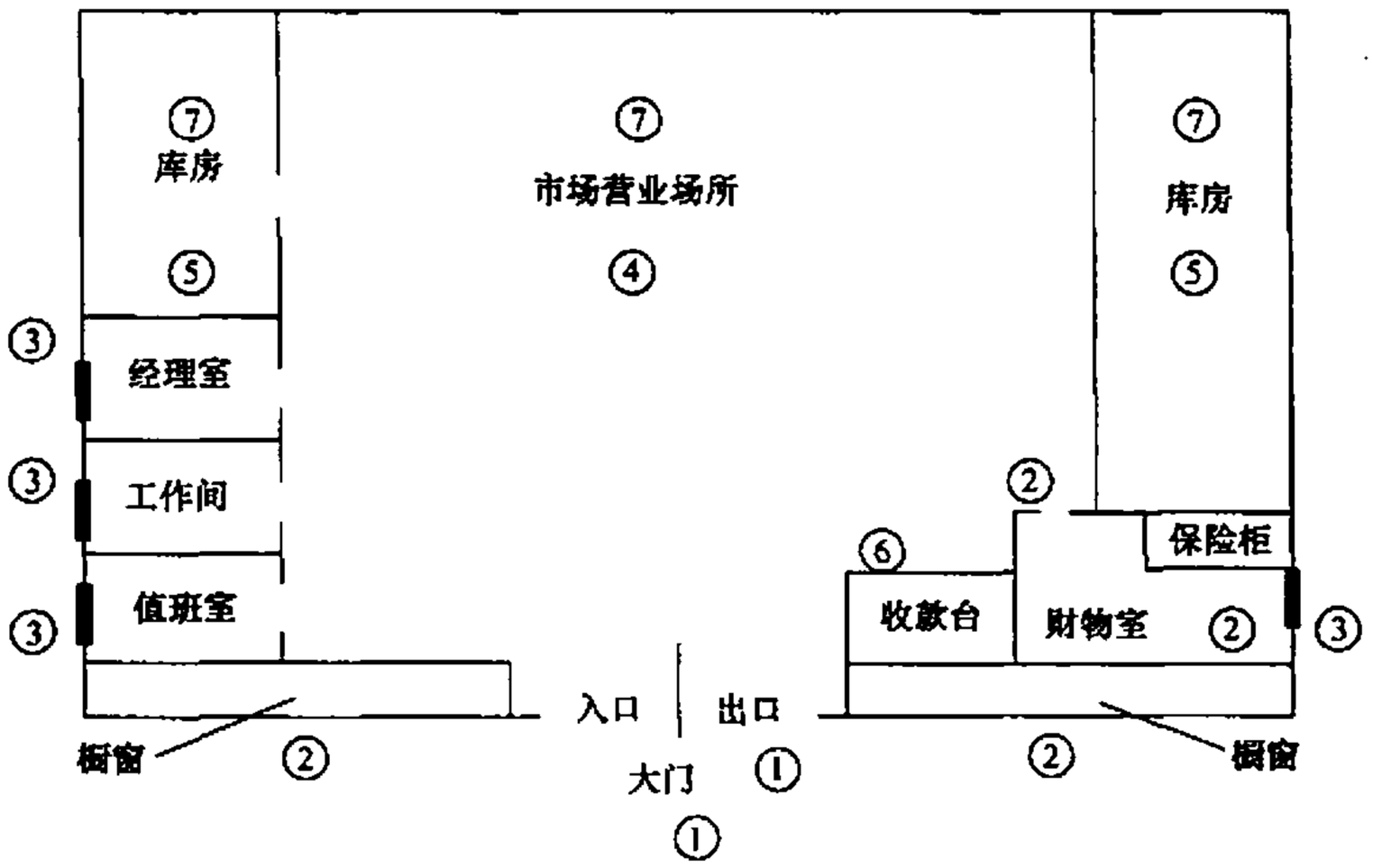


图 8-32　小型自选商场的平面图和所采取的技防措施示意图

市场营业场所应设定为内部防区（跟随报警），可防止预先潜伏作案。图中标为④。

两个库房可设定为内部防区（延时报警）。图中标为⑤。

收款台处隐蔽地安装手动报警按钮，或脚挑开关或防盗钱夹（用于营业期间的紧急报警），可设定为 24 小时有声报警防区。图中标为⑥。在财物室的大门可安装门磁开关，在室内的保险柜可安装防撬开关或振动探测器。这两个部位均系重点防范部位。也可设定为日夜防区，即仍属于是被触发后白天告警，晚上报警的防区。图中标为②。当然也可将它们设定为 24 小时有声报警防区，但在白天营业期间应将它们旁路。

两个库房和市场营业场所应安装感烟探测器，设定为火警防区。图中标为⑦。

需要说明的是，在白天营业期间应将某些防区的探测器旁路掉，以确保系统的可靠工作。如标有①号和④号的防区，甚至于标有③号、⑤号等防区的探测器均应旁路掉，因在白天营业期间这些地方是人员正常活动的场所。

（三）某大学的安全防范系统设计

该大学占地约 130 亩，有近 5 万 m^2 的建筑群。该建筑群包括综合教学楼、图书馆办公楼、学生会堂、电教中心、学生宿舍等几座主要建筑物，主要是教学、办公和各种服务设施。要求设计一个包括电视监控和防盗报警在内的安全防范系统。

本安全防范系统包括电视监控系统（CCTV）和防盗报警系统，共有 47 个电视监控点和 33 个防区 64 个防盗报警点。系统主要由前端——摄像设备和报警设备、监控终端——安防中心和视频传输线路组成。安全防范系统原理图如图 8-33 所示。

前端把现场发生的情况通过传输线路传送到监控终端，通过报警系统和监视器来观察并录取现场情况，平时可对进入综合教学楼和图书馆办公楼的人员进行一般性的观察，观察是否有人非法混入到综合教学和图书馆办公楼。夜间和节假日在无人出入综合教学楼和图书馆办公楼的时候，报警设备和摄像设备进入警戒状态，一旦有人侵入重点场所和重点部位，报警器发出报警信号传至安防中心，报警控制主机发出报警声，同时在报警监视器上显示报警的房间号，值班人员可以通过手动切换至该楼层的摄像机，观察楼道情况。

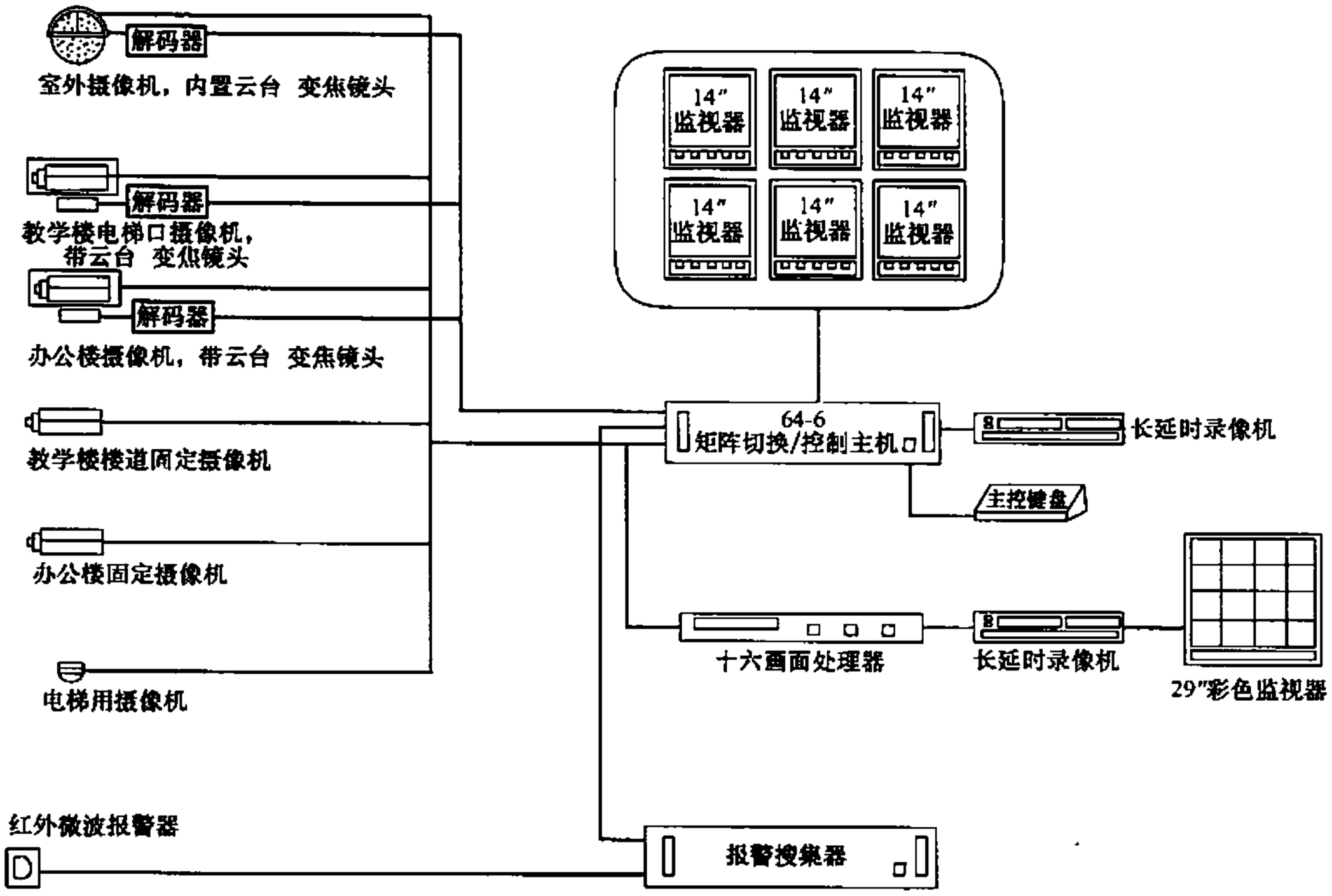


图 8-33　安全防范系统原理图

由前端来的信号，有些部分比较重要，如综合教学楼门厅、南大门、东大厅等，需要进行长时间的监视录像，而有些属于一般的监视。对于重点的监视，将把信号一方面送到16画面机（美国 AD），另一方面送到矩阵切换器（美国 AD—16504—6）进行时序切换（矩阵切换主机考虑到二期工程扩展，我们选用矩阵64路输入），再通过5台14"监视器来进行时序观看。前端来的报警信号，通过报警收集器收集，矩阵控制将联动图像，使时序状态立即成为固定观察，确定是否发生意外情况。配置两台日本松下 AG-6024 长时间录像机，对重点部位（共16个点）进行存档记录。

分控中心设在院办公室或院长办公室，院领导可以通过分控中心任意调用图像并控制云台变焦动作，作为管理和了解院内外情况的辅助手段，使院领导不出办公室就可以了解院内各重点部位的情况。

1. 电视监控系统

（1）电梯

综合教学楼共有3部电梯，它是人员出入最频繁的地方，有时也往往是最不容易被人注意的地方。作案人员一是可以通过电梯进入教室或教研室进行犯罪；二是对电梯内的设备进行破坏，故在每个电梯内各安装了一台带伪装的日本 CEC-38 摄像机，该型摄像机系一体化机，3.8mm 镜头，造型美观。这样既不引起正常进出人员的注意，又可对非法人员进行监视，保证了电梯的安全和教室等场所设备的安全。

（2）综合教学楼一层

一层是来往人员最多且最复杂的地方，作案人员也随时有混入的可能，因此一层的安全尤为重要，而且考虑到一层的监控设备要求也相对要高些，做到美观实用。在一层的门厅安装一套全方位黑白高分辨率日本 WATEC 摄像机，6 倍变焦，微型云台，360 度全方位旋转，体积小，带伪装，不易被人察觉；电梯厅和楼梯口处也安装一套日本 WATEC 摄像机；在左右两个消防楼梯口各安装一台黑白固定日本 CEC-60 摄像机，6mm 镜头和摄像机一体化，体积小巧，适合白天和黑夜有光源情况下使用。这样就将所有通往楼道上的出入口全部置于监控之下，并随时监测着从大门进入楼内、上下电梯、进出楼梯的各种人员情况，一旦发现问题，可以通过记录下来的录像带查找可疑人员。

(3) 综合教学楼 6～12 层

从综合教学楼的平面图中可以看到，6～12 层共有两个楼梯和一个电梯口，作案人员除了从电梯直接进入各层外，楼梯也是一个进入教室、教研室等处的主要途径。为了预防可能发生的事情，在 6 层、10 层、11 层左右两个消防楼梯口各安装一台黑白、固定式日本 CEC-60 摄像机；在电梯厅和楼梯口各安装一台全方位、变焦、日本 WATEC 摄像机。当发现可疑情况时，通过旋转云台跟踪可疑目标，并对图像进行放大观察；同时为了确保楼道内的安全，在楼层的东西两端各安装一台黑白、固定式日本 CEC-60 摄像机，一旦发现有人擅自闯入教室、实验室等处，便可被及时发现。

(4) 图书馆办公楼一层

由于办公楼和图书馆合用一楼，而且像财务室、院长办公室和院档案室等重要部门均设在本楼，所以本层的监控设备也需要做到全方位观察，美观实用。在图书馆出入大厅安装两台全方位、黑白、日本 WATEC 摄像机，用于观察出入图书馆及办公区的人员；在财务室的走廊安装一台全方位、黑白、日本 WATEC 摄像机，用于观察出入财务室的人员情况。在两个楼梯口各安装一台固定、黑白、日本 CEC-60 摄像机。

(5) 图书馆办公楼 2～5 层

在办公区楼道东西两端各安装一台固定、黑白、日本 CEC-60 摄像机，用于观察进入各楼层及楼道内的人员情况。

(6) 校园周界

在距南大门 10m、东大门 6m 处的弱电井边上，各安装了一根 3m 高的摄像机专用铁杆，铁杆上装有一台日本松下室外球形黑白全方位摄像机，视频线缆和控制线缆通过弱电井和弱电综合管道引至安防中心。摄像机属全天候，具有自动加温、自动散热，360°旋转及 10 倍变焦镜头，用于观察出入校园和周围人员及校园内部的情况，以便及时发现情况，提前做好应急准备。

2. 防盗报警系统

(1) 综合教学楼 6 层、11 层、12 层

6 层的主要部位是资料室和教室；11 层的主要部位是 PMI 加工室、机房、PMI 调机室和 PMI 研究室；12 层的主要部位是 PMI 研究室、电磁屏蔽室、PMI 加工室、PMI 调机 1 室、PMI 调机 2 室。因此对这些部位的防范相当重要，在上述房间安装了 2～3 只美国 ADEMCO 1484EX 双鉴报警器，主要控制门窗，以防人擅自闯入，若有人进入，报警器将发出信号通知安防中心，以便迅速处理。此双鉴报警器是微波红外型，控测范围大，且不受温度影响。由于采用两种探测技术，必须同时感应到入侵者的体温及移动才发出报警信

号，因此误报率低，稳定性高；另外，它对于各种环境干扰和其他因素引起的假报警有相互抑制作用，抗干扰能力强。报警器采用广角墙壁安装，安装高度为 2.4～2.5m，这样，既有利于提高报警灵敏度，同时报警器不易受空气气流、射频等的干扰，降低误报率。

(2) 图书馆办公楼 1 层、5 层

1 层的重要部位是财务室和财务机房，在财务办公室安装 1 台报警器，在财务机房安装 2 台报警器。

5 层的重要部位是大小两个档案室，所以在大档案室安装 4 台报警器，在小档案室安装 3 台报警器，确保档案室的安全。

报警器为美国 ADEMCO148EX 双鉴报警器，均采用广角墙壁安装，安装高度为 2.4～2.5m，一旦有人在无人时段侵入上述区域，立即将报警信号传送到安防中心。

3. 安防中心

安防中心是整个安全防范系统的神经中枢，它不允许非值班人员随意进入。而且一旦有重大案件发生时，首先遭袭击的便是安防中心的工作人员，因此在安防中心的门口安装了一套台湾 PH-902 可视对讲系统。如有人欲进入安防中心，必先按门铃通知值班人员，值班人员在室内观察，经确认后，只要一按开关，门即自动打开。这样既保证了值班人员的生命安全，也避免了外界不必要的干扰。

安防中心设在综合教学楼一层，面积为 37.4m^2，其具体情况如下：

1) 地面敷设抗静电架空活动地板，架空高度 30cm。

2) 为保证设备和系统可靠地工作，电源由专用的配电箱双路供电，总容量为 5kW。摄像机和报警器由安防中心引专线集中供电，并由中心操作通断。

3) 室内有通风设施和柜机空调。

4) 整个系统采用综合接地，接地电阻小于 1Ω；进安防中心的封闭金属桥架与综合接地作了可靠联结。

4. 系统检测结果分析

系统施工完成并运行一阶段后，我们邀请了公安部安全与警用电子产品质量检测中心对整个系统进行了全面的测试。

(1) 性能指标检验

1) 监视器图像质量的主观评价（5 人）：选取若干摄像机和监视器进行主观评价与打分。

2) 报警声级：声级计距报警主机 1m，报警声级为 107dB（A）。

3) 平均照度：

①电梯内（47 号摄像机）灯光照明，平均照度为 45.6lx；

②综合教学楼一层门厅（4 号摄像机）平均照度为 312lx；

③室外为自然光；

④综合教学楼（38 号摄像机）均为灯光照明，平均照度为 75.4lx。

(注：以上的平均照度均能满足摄像机的正常工作)

(2) 电源功耗及电源电压适用范围

1) 电源功耗：电源电压 AC220V 系统满负载工作时，电流为 3.9A。

2) 电源电压适用范围：

电源电压 AC242V 系统满负载工作时，电流为 4.8A，系统工作正常。

电源电压为 AC187V 系统满负载工作时，电流为 3.2A，系统工作正常。

(3) 抗干扰能力

1）电快速瞬变脉冲干扰试验：系统处于工作状态，将脉冲幅度为 0.5kV、重复频率为 5kHz 的快速瞬变脉冲群，分别加到电源线的火线、中线和地线进行干扰，系统工作正常。

2）静电放电敏感度试验：系统处于工作状态，将静电放电仪接地线接到系统电源的安全接地线上，放电探头充电到 15000V，在控制台键盘、开关上任选几点进行静电放电，系统工作正常。

(4) 安全性

1）绝缘电阻测试：常温下，系统电源插头与外壳裸露金属件间用 500V 摇表测试，绝缘电阻大于 200MΩ。

2）泄漏电流试验：系统静泄漏电流为 0.4mA。

3）抗电强度试验：在系统电源插头与外壳裸露金属件间施加 50Hz、1500V 电压，保持 1min，没有出现击穿和飞弧现象。试验后，系统功能正常。

通过检测试验认为，此安全防范系统的设计和施工，符合国家和行业规范。

第六节　出入口控制系统（门禁控制系统）

一、出入口控制系统的组成与要求

出入口控制系统又称门禁控制系统（Access Control System）

出入口控制系统的功能是对人的出入进行管理，保证授权出入人员的自由出入，限制未授权人员的进入，对于强行闯入的行为予以报警，并可同时对出入人员代码、出入时间、出入门代码等情况进行登录与存储，从而成为确保安全区域的安全，实现智能化管理的有效措施。

如图 8-34 所示，出入口控制系统通常由三部分组成：



图 8-34　出入口控制系统的基本组成

(一) 出入口目标识别装置

这部分的主要功能是通过对出入目标身分的检验，判断出入人员是否有授权出入。只有进入者的出入凭证正确才予以放行，否则将拒绝其进入。出入凭证的种类很多，如：

(1) 以各种卡片作为出入凭证，有磁卡、条码卡、IC 卡、威根卡等；

(2) 以输入个人识别码为凭证，主要有固定键盘及乱序键盘输入技术；

(3) 以人体生物特征作为判别凭证，如指纹、掌纹、视网膜、声音等。

(二) 出入口管理控制主机

出入口管理子系统是出入口控制系统的管理与控制中心，亦即是出入口控制主机。它

是将出入口目标识别装置提取的目标身分等的信息，通过识别、对比，以便进行各种控制处理。

出入口控制主机可根据保安密级要求，设置出入门管理法则。既可对出入者按多重控制原则进行管理，也可对出入人员实现时间限制等，对整个系统实现控制；并能对允许出入者的有关信息，出入检验过程等进行记录，还可随时打印和查阅。

（三）出入口控制执行机构

执行从出入口管理主机发来的控制命令，在出入口作出相应的动作，实现系统的拒绝与放行操作，如电控锁、挡车器、报警指示装置等被控设备，以及电动门等控制对象。

一个功能完善的出入口控制系统，必须对系统运行方式进行妥善组织。例如按什么法则，允许哪些人员出入；允许他们在什么日期及时间范围内出入；允许他们通过哪个门出入等必须作出明确规定。

（四）出入口控制系统的基本要求

对建筑规模较大、多用户使用的商务办公（包括档案室机房）等，需对出入人员实行管理的，应采用出入口控制系统。其基本要求：

（1）按照公共安全防范用途及管理需要，对建筑内的通行门，出入口通道、应急电梯、车库等设置出入口控制系统。目前多采用各种信息卡门禁系统，此外有生物识别系统等。

（2）系统应能对设防区域的位置、通行对象及通行时间等进行有效控制与识别，并设置优先等级，能将各种信息显示统计、存储、打印；对非有效进入及被劫进入应有异地报警响应。

（3）系统应与消防系统联动，当火警报警时能迅速启动消防通道和安全门。

二、个人识别技术

在出入口控制装置中使用的出入凭证或个人识别方法，主要有如下三大类：

1. 卡片

有磁卡（Magnetic Card）、条码卡（Bar Code）、射频识别（Radio Freguency Identification，简称 RFID）卡、韦根卡（Weicon Card）、智能卡（又称 IC 卡，Integranted Circuit Card）、光卡（Optical Card）、OCR 光符识别卡（OCR：Optical Character Recognition）等。有关各种卡片的性能特点如表 8-7 所示。目前磁卡使用较普遍，而智能卡的应用将越来越多。

几种定义识别技术的主要性能和指标　　表 8-7

	OCR 卡	条码卡	磁　卡	IC　卡	RFID　卡	光　卡	韦根卡
信息载体	纸、塑胶	纸　等	磁性材料	EPROM	EPROM	合金塑胶	金属丝
信息量	小	较　小	较　大	大	较　大	最　大	较　小
可修改性	不　可	不　可	可	可	可	不可、但可追加	不　可
读方式	CCD 扫描	CDD 扫描 C	电磁转换	电方式	无线发收	激　光	电磁转换

续表

	OCR卡	条码卡	磁　卡	IC　卡	RFID　卡	光　卡	韦根卡
保密性	差	较　差	较　好	最　好	好	好	较　好
智能化	无	无	无	有	无	无	无
抗干扰	怕污染	怕污染	怕强磁场	静电干扰	电波干扰	怕污染等	电磁干扰
证卡寿命	较　短	较　短	短	长	较　长	较　短	较　短
ISO标准	有	有	有	有、不全	在制定中	有	有
证卡价格	低	低	较　高	高	较　高	较　高	较　高
读/写设	写：高读：低	写：高读：低	高	较　低	较　低	高	较　高
特　点	可读性好	简单可靠 按触识读	可改写	信息安全可靠	可遥读	信息量大	较安全可靠
弱　点	抗污染差	抗污染差	寿命短	卡价格高	易受电磁 波干扰	表面保护 要求高	不便推 广应用

2. 代码

指定密码进行识别，如用数字密码锁开门。

3. 人体生物特征识别

这是安全性最高的一种个人识别方法，有指纹、掌纹、眼纹、声音等生物特征识别。

各种出入凭证和识别方法的优缺点如表8-8所示。关于智能卡等卡片，拟在下面详述，这里着重对人体生物特征识别方法进行介绍。

各种个人识别方法的优缺点　　表8-8

分　类		原　理	优　点	缺　点	备　注
代　码		输入预先登记的密码进行确认	不要携带物品、价廉	不能识别个人身份、会泄密或遗忘	要定期更改密码
卡片	磁　卡	对磁卡上的磁条存储的个人数据进行读取与识别	价廉、有效	伪造更改容易、会忘带卡或丢失	为防止丢失和伪造，可与密码法并用
	IC卡	对存储在IC卡中的个人数据进行读取与识别	伪造难、存储量大、用途广泛	会忘带卡或丢失	
	非接触式IC卡	对存储在IC卡中的个人数据进行非接触式的读取与识别	伪造难、操作方便、耐用	会忘带卡或丢失	
生物特征识别	指　纹	输入指纹与预先存储的指纹进行比较与识别	无携带问题、安全性极高、装置易小型化	对无指纹者不能识别	效果好
	掌　纹	输入掌纹与预先存储的掌纹进行比较与识别	无携带问题、安全性很高	精确度比指纹法略低	
	视网膜	用摄像输入视网膜与存储的视网膜进行比较与识别	无携带问题、安全性极高	对弱视或瞳眼不足而视网膜充血以及视网膜病变者无法对比	注意摄像光源强度不致对眼睛有伤害

1. 指纹识别

每个人的指纹各不相同，即使是双胞胎，两人指纹相同的概率也少于十亿分之一。因此，利用指纹进行身份鉴别避免了 IC 卡、磁卡的伪造和密码破译与盗用，是一种不可伪造、假冒、更改的最佳身分识别方法。

指纹机（指纹阅读装置）是对人的手指指纹进行三维扫描，并与预先的指纹记录进行比较与识别的。每个人给以一个识别号码，以便用来调用他的指纹记录供作比较。操作时只要你输入识别号码，并将你的手指放在指纹机的检测窗口上，在半秒钟内即完成识别。

2. 掌纹识别

其工作原理类似于指纹机，是利用人的掌型和掌纹特征做图形对比进行识别的。掌纹机的识别的准确度比指纹稍低。手上油污和伤疤等虽不会对观测掌形系统产生影响，但会对识别细节产生影响。

3. 眼纹识别

眼纹识别方法有两种，一是利用人眼眼底（视网膜）上的血管花纹，二是利用眼睛虹膜上的花纹，进行光学摄像，对比与识别。其中以视网膜识别用得较多。

视网膜扫描识别是采用低强度红外线，经瞳孔直射眼底，将视网膜花纹反射到摄像机，拍摄下花纹图像，并进行比较与识别。视网膜识别的失误率几乎为零，准确度最高，识别准确迅速。其主要障碍是被验者的抵制与不合作（被验者须取下眼镜），而且对于睡眠不足导致视网膜充血、糖尿病引起的视网膜病变或视网膜脱落者，将无法对比。

4. 声音识别

这是利用每个人声音的差异以及所说的指令内容不同来进行比较与识别的。但由于声音可以被模仿，而且使用者如果感冒会引起声音变化，其安全性受到影响。

表 8-9 列出几种生物特征鉴别技术的性能对比。

生物鉴别技术特点　　表 8-9

项　目	需存储容量/字节	拒绝失败率（%）	接受失败率（%）	项　目	需存储容量/字节	拒绝失败率（%）	接受失败率（%）
手写签名	40～60	1.0	0.5	语　音	100～500	3.0	<1.0
手　形	10～30	<1.0	1.5	视网膜	40～80	<1.0	可忽略
指　纹	300～800	1.0	可忽略				

三、门禁系统的安装

门禁控制系统的设备布置如图 8-35 所示。电控门锁的选择应根据门的材质、门的开启方向等。门禁控制系统的读卡器距地 1.4m 安装。安装时应根据锁的类型、安装位置、安装高度、门的开启方向等。

如图 8-36 所示有的磁卡门锁内设置电池，不需外接导线，只要现场安装即可。阴极式及直插式电控门锁通常安装在门框上，在主体施工时在门框外侧门锁安装高度处预埋穿线管及接线盒，锁体安装要与土建工程配合。

在门扇上安装电控门锁时，需要通过电合页进行导线的连接，门扇上电控门锁与电合

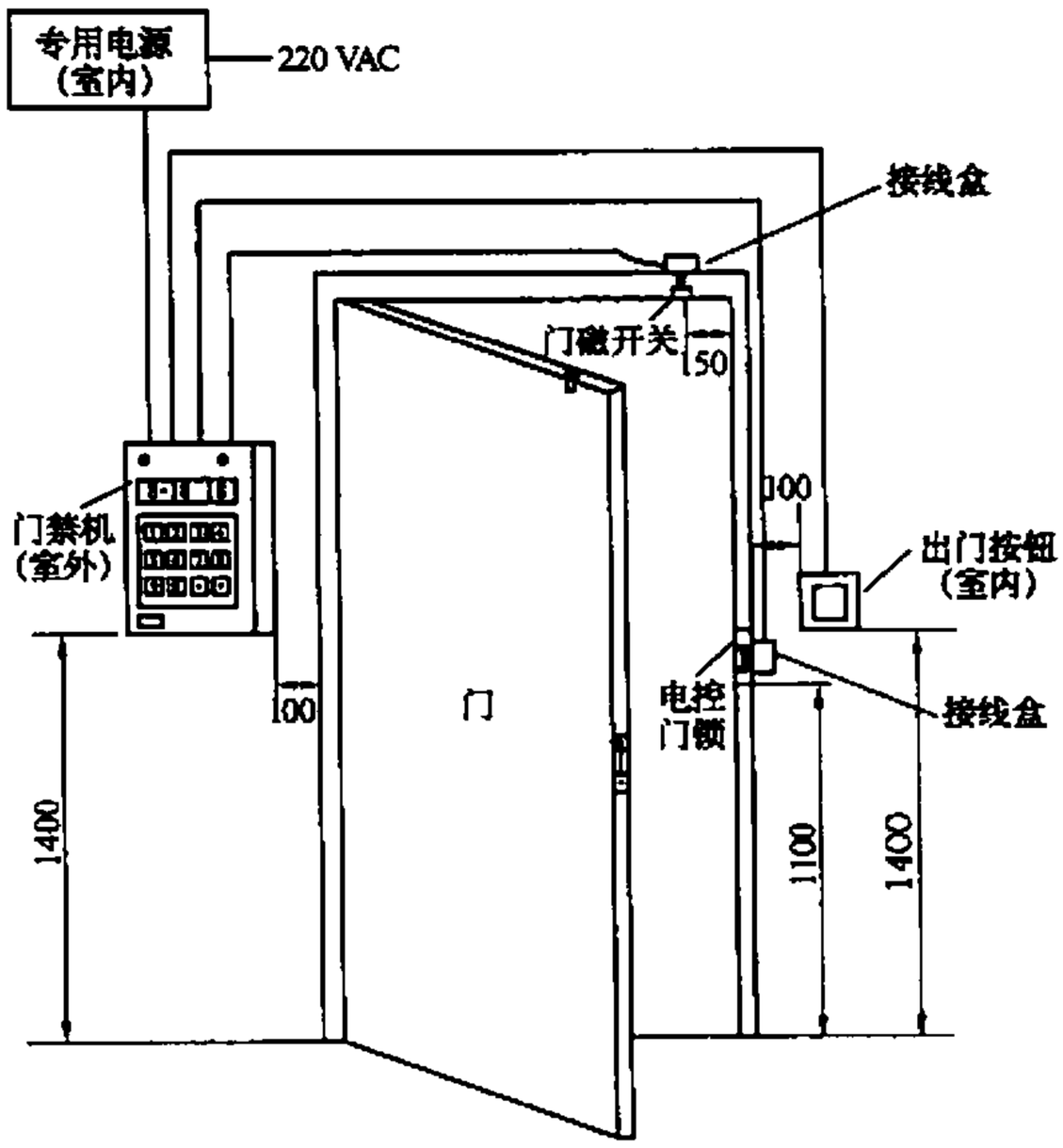


图 8-35　门禁系统现场设备安装示意图

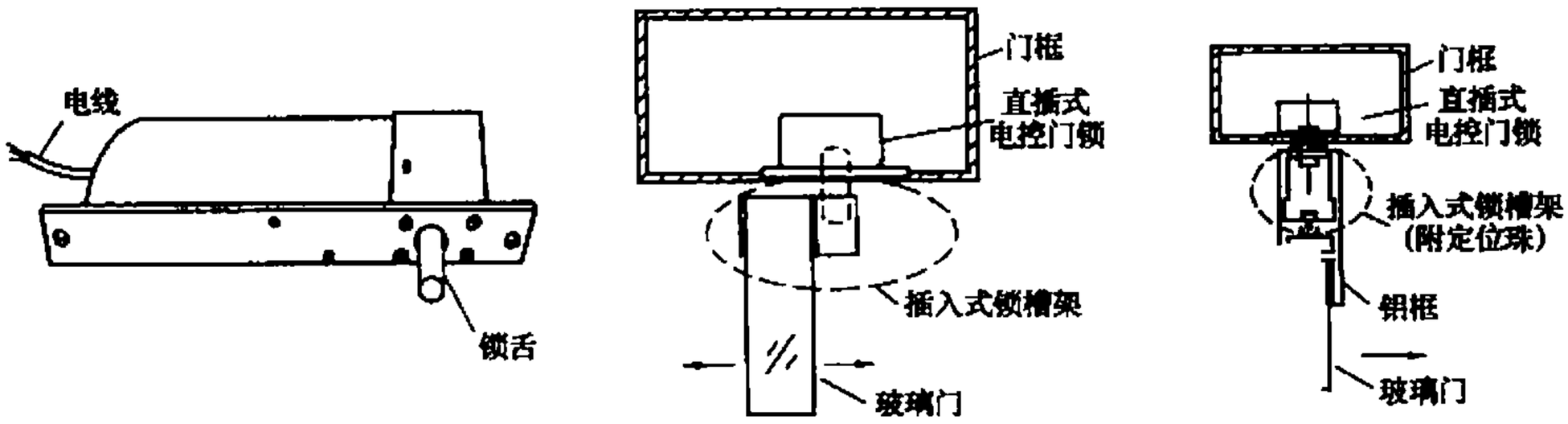


图 8-36　直插式电控门锁安装示意图

页之间可预留软塑料管，在主体施工时在门框外侧电合页处预埋导线管及接线盒，导线选用 RVS2 × 1.0mm^2，连接应采用焊接或接线端子连接，如图 8-37 所示。

电磁门锁是经常用的一种门锁，选用安装电磁门锁要注意门的材质、门的开启方向及电磁门锁的拉力。图 8-38 为电磁门锁的安装示意图。表 8-10 列出几种不同电磁门锁的性能。

门禁控制部分的线缆选型如下：

（1）门磁开关可采用 2 芯普通通信线缆 RVV（或 RVS），每芯截面积为 0.5mm^2。

（2）读卡机与现场控制器连线可采用 4 芯通信线缆（RVVP）或 3 类双绞线，每芯截面积为 0.3～0.5mm^2。

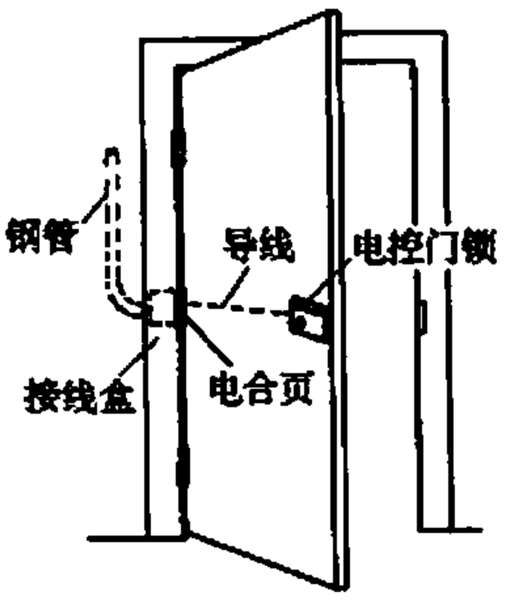


图 8-37　电控门锁与电合页安装示意图

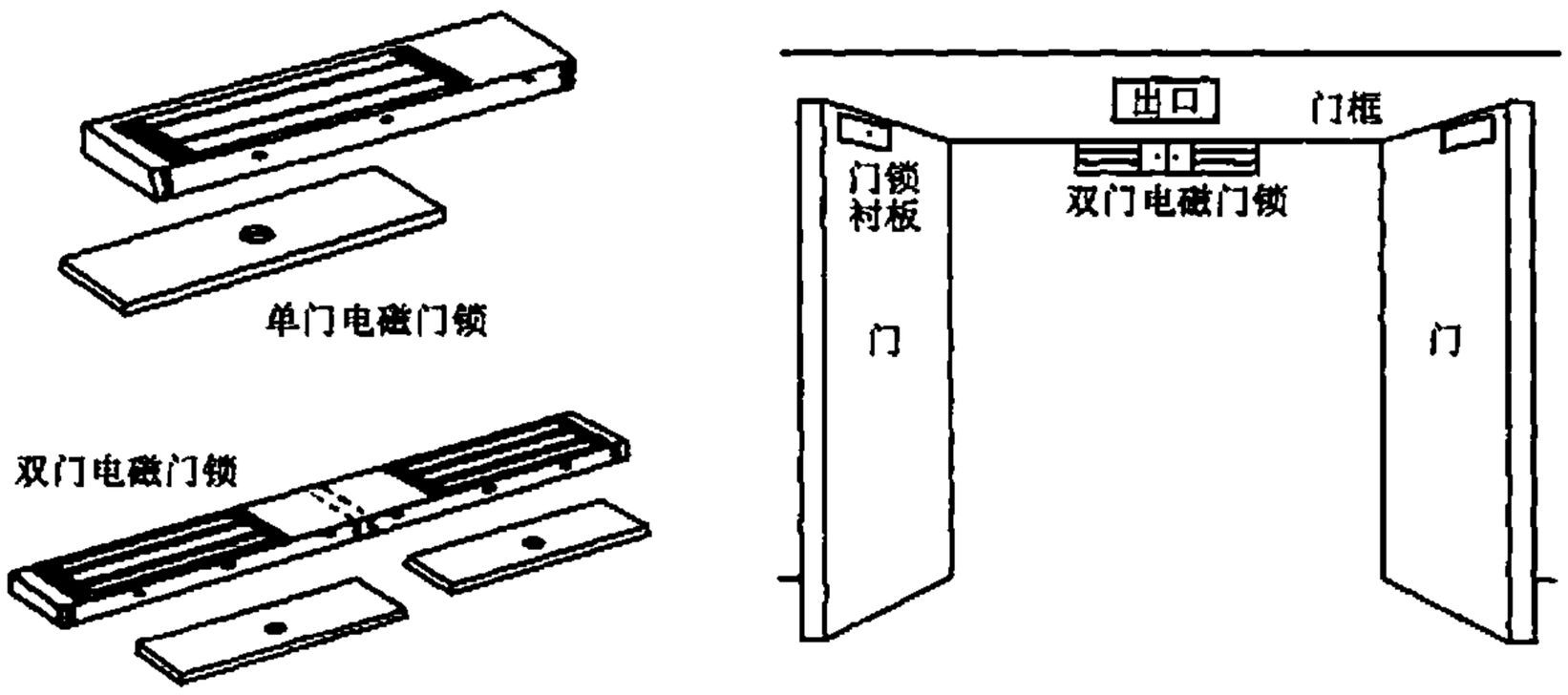


图 8-38　电磁门锁安装示意图

电磁门锁规格、外形尺寸、性能　　**表 8-10**

型　号	外形尺寸 $L \cdot H \cdot W$/mm	输入电压 DC/V	消耗电流/mA	拉力/kg	单/双门
CCW30S	166 × 36 × 21	12/24	370/185	120	单　门
EM2	228 × 39 × 24	12/24	490/245	280	单　门
CM2600	476 × 48 × 25.5	12/24	2 × 530/265	2 × 280	双　门
EM4	268 × 73 × 40	12/24	490/245	500	单　门
EM12	536 × 73 × 40	12/24	2 × 480/245	2 × 500	双　门

(3) 读卡机与输入/输出控制板之间可采用 5 ~ 8 芯普通通信线缆（RVV 或 RVS）或 3 类双绞线，每芯截面积为 0.3 ~ 0.5mm^2。

(4) 输入/输出控制板与电控门锁、开门按钮等均采用 2 芯普通通信线缆（RVV），每芯截面积为 0.75mm^2。

第七节　电 子 巡 更 系 统

一、电子巡更系统的类型

电子巡更系统是保安人员在规定的巡逻路线上，在指定的时间和地点向中央控制站发回信号以表示正常。如果在指定的时间内，信号没有发到中央控制站，或不按规定的次序出现信号，系统将认为异常。有了巡更系统后，如巡逻人员出现问题或危险，会很快被发觉，从而增加了大楼的安全性。

在指定的巡逻路线上，安装巡更按钮或读卡器，保安人员在巡逻时依次接触输入信息。控制中心的计算机上有巡更系统的管理程序，可以设定巡更路线和方式，这样就可实现上述的巡更系统。一种巡更系统（离线式）的示意图如图 8-39 所示。

电子巡更系统还可帮助管理者分析巡逻人员的表现，而且管理者可通过软件随时更改巡逻路线，以配合不同场合（如有特殊会议、贵宾访问等）的需要。也可通过打印机打印出各种简单明了的报告。

电子巡更系统分为两类：离线式、在线式。

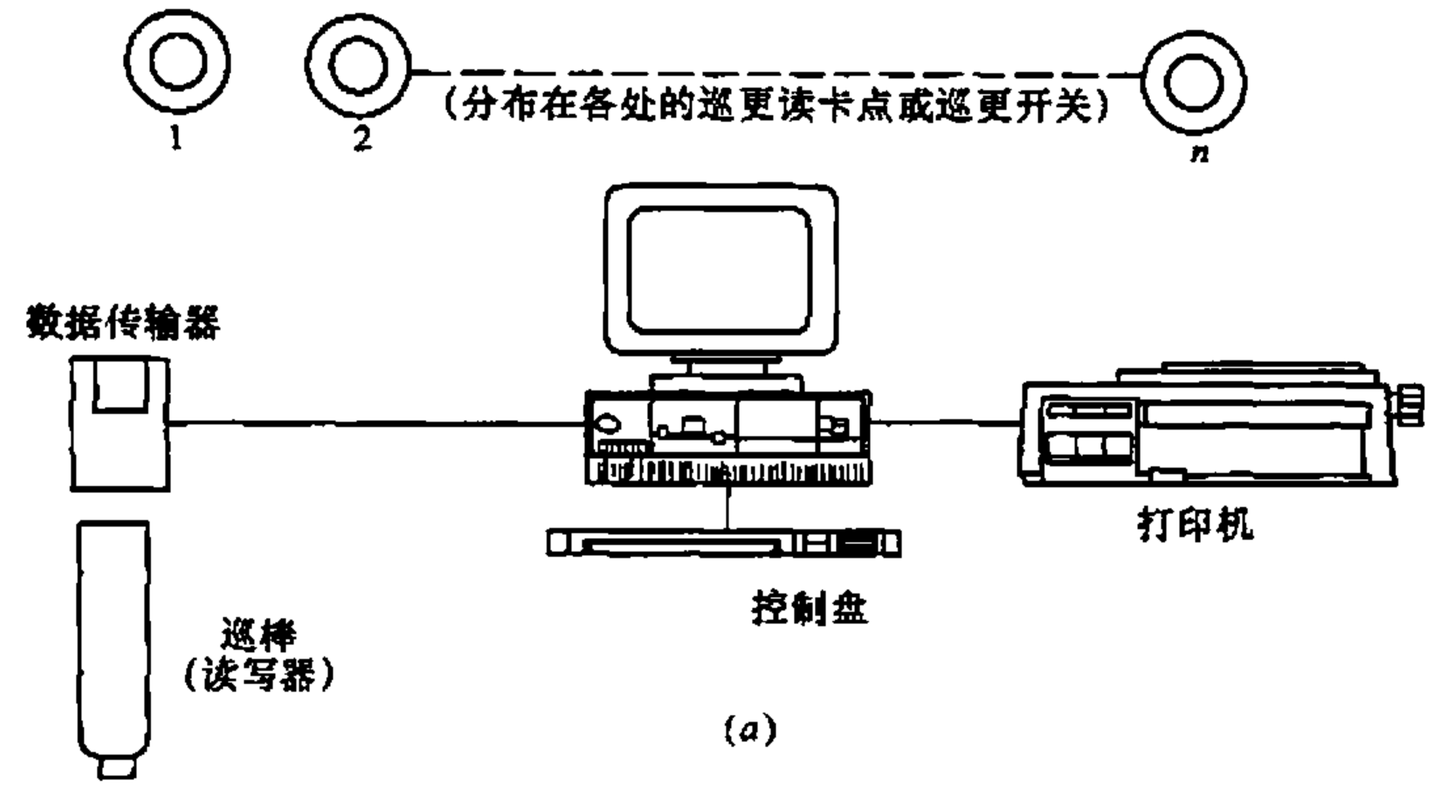


图 8-39

(a) 电子巡更系统示意图；(b) 巡棒和信息钮扣

1. 在线式电子巡更系统

在线式一般多以共用防侵入报警系统设备方式实现，可由防侵入报警系统中的警报接收与控制主机编程确定巡更路线。每条路线上有数量不等的巡更点。巡更点可以是门锁或读卡机，视作为一个防区。巡更人员在走到巡更点处，通过按钮、刷卡、开锁等手段，将以无声报警表示该防区巡更信号，从而将巡更人员到达每个巡更点时间、巡更点动作等信息记录到系统中，从而在中央控制室，通过查阅巡更记录就可以对巡更质量进行考核。这样对于是否进行了巡更、是否偷懒绕过或减少巡更点、增大巡更间隔时间等行为均有考核的凭证，也可以此记录来判别发案大概时间。倘若巡更管理系统与闭路电视系统综合在一起，更能检查是否巡更到位以确保安全。监控中心也可以通过对讲系统或内部通信方式与巡更人员沟通和查询。

在线式巡更系统：是巡更人员正在进行的巡更路线和到达每个巡更点的时间在中央监控室内能实时记录与显示。巡更人员如配有对讲机，便可随时同中央监控室通话联系。在线式巡更系统的缺点是：需要布线，施工量很大，成本较高；在室外安装传输数据的线路容易遭到人为的破坏，需设专人值守监控电脑，系统维护费用高；已经装修好的建筑再配置在线式巡更系统更显困难。

2. 离线式电子巡更系统

保安值班人员开始巡更时，必须确认好设定的巡视路线，在规定时间区段内顺序达到每一巡更点，以巡更钥匙去触碰巡更点。如果途中发生意外情况时，及时与保安中控值班

室联系。监控值班室的电脑系统通过打印机将各巡更站的巡更情况打印出来，详细列出巡更日期和经过每一巡更点的地点、时间以及缺巡资料，以便核对保安值班人员是否按照规定对每一个要求的巡更点进行巡视，以确保小区的安全。

离线式电子巡更系统较先进，它以视窗软件运行，巡更资料贮存在电脑内，可以对已完成的巡更记录随时进行读取和查询，包括班次、巡更点、巡更时间、巡更人等参数，并作保安值班人员的考勤记录，是一种全新的收集与管理数据的方法，如图 10-56 所示。

组成离线式电子巡更系统，除需一台 PC 电脑及 Windows 操作系统外，还包括巡更探头（Touchprobe，也称为信息采集器）、接触记忆卡（Touch memory，也称为信息钮）和巡更探头数据发送器（也称为下载器 Downloader）三种装置。

巡更探头由金属浇铸而成，内有 9V 锂电池供电的 RAM 存贮器，容量 128K 以上，内置日期和时间，有防水外壳，能存储 5000 条信息。而接触记忆卡是由不锈钢封装的存储器芯片，每个接触记忆卡在制作时均被注册了一个惟一性的序列号 ID，用强力胶将接触存贮器固定在巡更点上。这样在巡更员将其巡更探头放在巡更点的接触记忆卡上时，会发出蜂鸣声作声音提示，互相连通的电路就会将接触记忆卡中的数据存入巡更探头的存贮单元中，完成一次存读。此后，每个巡更员的巡更探头，只需插入巡更探头数据发送器，就可通过串行口与计算机连通，而读出其中的巡更记录。巡更探头数据发送器上有电源、发送、接收状态指示灯。

离线式电子巡更系统灵活、方便，也不需要布线，故可应用于宾馆和智能大厦，也可作为巡更人员的考勤记录。此外也可延伸用于机动巡逻、监察消防安全、电力煤气用水读数等场合。

离线式巡更系统：无需布线，巡更人员手持数据采集器到每个巡点采集信息。其安装简易、性能可靠、适用于任何需要保安巡逻或值班巡视的领域。离线式巡更系统的缺点；巡更员的工作情况不能随时反馈到中央监控室，但如果能够为巡更人员配备对讲机就可以弥补它的不足之处。

由于离线式巡更系统操作方便、费用较省，目前全国各地 95%以上用户选择的是离线式电子巡更系统。

二、离线式电子巡更系统

离线式巡更系统又分为两类：接触式与感应式

感应式巡更系统的数据采集器外壳材料均为塑胶材料，其重量轻，成本较低，但采集信息需耗费大量的电能，使用过程中要经常更换电池；容易受到强磁干扰且防水性差，不适应在恶劣环境下持续工作，所以未能广泛使用。

接触式巡更系统目前使用比较广泛，性能比较好的是采用美国 DALLAS 的信息钮技术的电子巡更系统。巡更人员手持巡更棒到各指定的巡更点接触一次信息钮，便把信息钮上的位置信息和接触的时间信息自动记录成一条数据。工作状态有声光提示，耗电量也非常低，可充电不需要更换电池。DALLAS 信息钮是一个被密封在防蚀不锈钢底中的记忆芯片，其芯片中预置了一组 12 位数字的识别号码，每个信息钮中的数字都不重复。可长期在 -40℃ ~ +85℃的恶劣环境下持续工作。这种巡更系统从巡棒外壳材料上可分为三类：塑胶、铝合金、不锈钢。因为塑胶及铝合金材料在抗盐碱、抗干扰、抗冲击性等方面较

弱，而不锈钢外壳的巡棒相对来说在防水性、抗干扰及抗冲击能力上就比较强，是较为可靠的巡棒，故障率相对较低。

系统管理软件是巡更系统的核心，巡更系统软件应具有以下功能：为用户提供操作人员身份识别；可根据不同路线编制不同巡更计划并确定巡更员每到一处巡更点的时间；能够方便查询近期记录与备份记录、巡更地点、巡更员、巡更棒、时间、事件等不同选项结果；可否在巡更过程中根据具体情况添加和减少巡更员人数；对巡检点的数量有没有限制，是否具有多组加密数据密码以防止系统被非法操作等，从而更加有效的评估巡更人员的工作状况。

三、电子巡更系统的安装

(1) 在线式电子巡更系统在土建施工时，就应同步进行。每个电子巡更站点需穿 RVS (或 RVV) $4\times0.75mm^2$ 铜芯塑料线。

离线式电子巡更系统不需穿管布线，系统设置灵活方便。每个电子巡更站点设置一个信息钮。信息钮有其惟一的地址信息。

设有门禁系统的安防系统，通常可用门禁读卡器用做电子巡更站点。

(2) 有线巡更信息开关或无线巡更信息钮，应按设计要求安装在各出入口或其他需要巡更的站点上，其高度离地面宜 1.3～1.5m 处。

(3) 安装应牢固、端正，户外应有防水措施。

(4) 巡更系统的调试：

①读卡式巡更系统应保证确定为巡更用的读卡机在读巡更卡时正确无误，检查实时巡更是否和计划巡更相一致，若不一致能发出报警；

②采用巡更信息钮（开关）的信息应正确无误，数据能及时收集、统计、打印。

第八节　停车库管理系统

一、停车库管理系统的功能

根据建筑设计规范，大型建筑必须设置汽车停车库，以满足交通组织需要，保障车辆安全，方便公众使用。对于办公楼，按建筑面积计每 1 万 m^2 需设置 50 辆小型汽车停车位；住宅为每 100 户需设置 20 个停车位；对于商场，则按营业面积计每 $1000m^2$ 需设置 10 个停车位。

为了使地面有足够的绿化面积与道路面积，同时为保证提供规定数量的停车位，多数大型建筑都在地下室设置停车库。当停车库内的车位数超过 50 个时，往往需要考虑建立停车库管理系统，又称停车库自动化系统（Parking Automation System，简称 PA），以提高车库管理的质量、效益和安全性。

通常，停车库管理系统的工作过程是这样的：车辆驶近入口时，可看到停车场指示信息标志，标志显示入口方向与车库内空余车位的情况。若车库停车满额，则车满灯亮，拒绝车辆入库；若车库未满，允许车辆进库，但驾车人必须购买停车票卡或专用停车卡，通过验读机认可，入口电动栏杆升起放行，车辆驶过栏杆门后，栏杆自动放下，阻挡后续车

辆进入。进入的车辆可由车牌摄像机将车牌影像摄入并送至车牌图像识别器形成当时驶入车辆的车牌数据。车牌数据与停车凭证数据（凭证类型、编号、进库日期、时间）一齐存入管理系统计算机内。进库的车辆在停车引导灯指引下，停在规定的位置上。此时管理系统中的 CRT 上即显示该车位已被占用的信息。车辆离库时，汽车驶近出口电动栏杆处，出示停车票证并经验读机识别出行的车辆停车编号与出库时间，出口车辆摄像识别器提供的车牌数据与阅读机读出的数据一起送入管理系统，进行核对与计费。若需当场核收费用，由出口收费器（员）收取。手续完毕后，出口电动栏杆升起放行。放行后电动栏杆落下，车库停车数减一，入口指示信息标志中的停车状态刷新一次。

停车库管理系统一般由三部分组成：

(1) 车辆出入的检测与控制：通常采用环形感应线圈方式或光电检测方式；

(2) 车位和车满的显示与管理：它可有车辆计数方式和车位检测方式等；

(3) 计时收费管理：有无人的自动收费系统、有人管理系统等。

车库管理系统，除用于公共安全防范外，根据需要可兼有自动记、收费的功能，其基本要求：

(1) 按照公共安全防范和管理的需要，对电视监控以及已配有的出入口控制系统，包括紧急报警按钮，应在车库的停车场及其出入口通道设置；

(2) 不设出入口控制系统的车库管理系统，除安装电视监控外，还应有车库出入口及车库内的行车信号指示，车库门自动控制等功能。

二、车辆出入的检测与控制系统的安装

(一) 车辆出入检测方式

车辆出入检测与控制系统如图 8-40 所示。为了检测出入车库的车辆，目前有两种典型的检测方式：红外线方式和环形线圈方式，如图 8-41 所示。

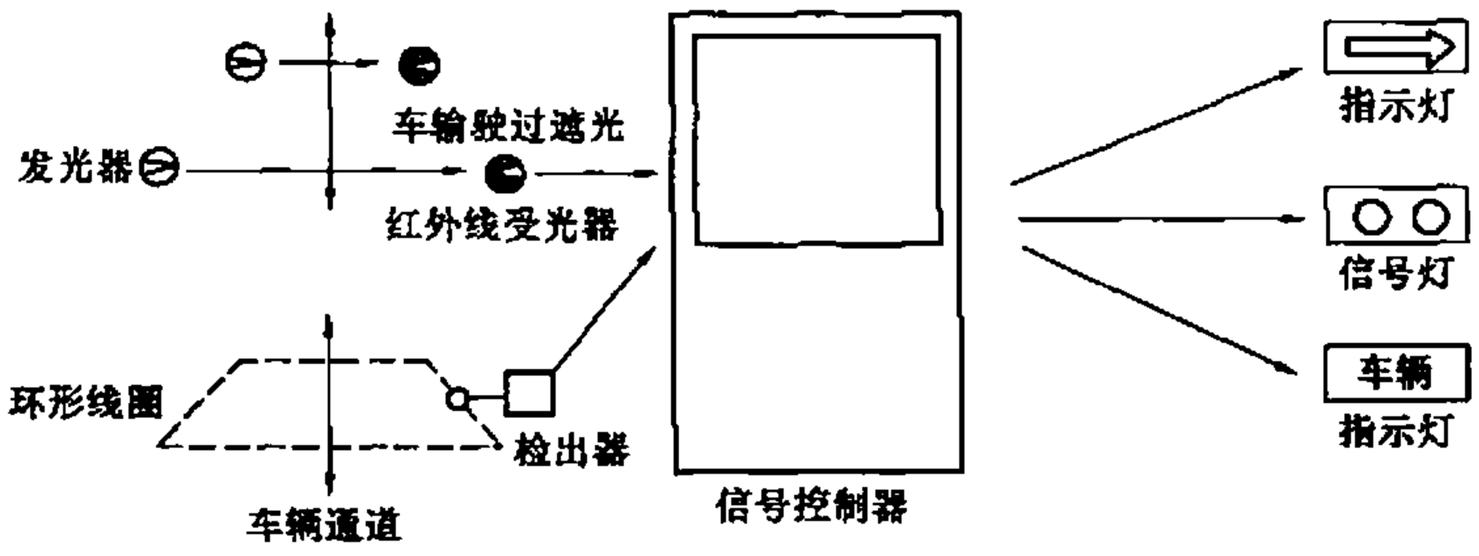


图 8-40　车辆出入检测与控制系统

1. 红外线检测方式

如图 8-41（a）所示，在水平方向上相对设置红外收、发装置，当车辆通过时，红外光线被遮断，接收端即发出检测信号。图中一组检测器使用两套收发装置，是为了区分通过是人还是汽车。而采用两组检测器是利用两组的遮光顺序，来同时检测车辆行进方向。

安装时如图 8-42 所示，除了收、发装置相互对准外，还应注意接收装置（受光器）不可让太阳光线直射到。此外，还有一种将受光器改为反射器的收发器 + 反射器的方式。

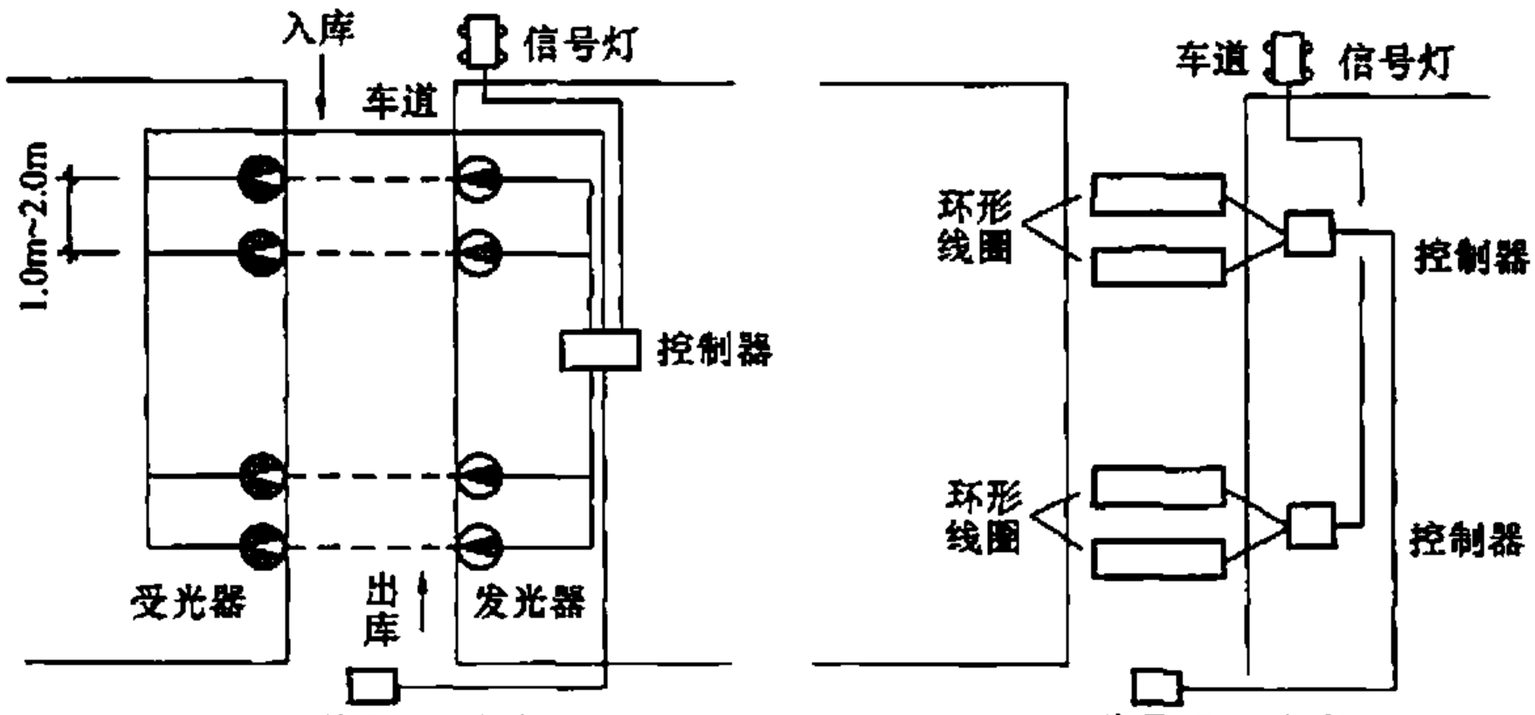


图 8-41　检测出入车辆的两种方式

（a）红外光电方式；（b）环形线圈方式

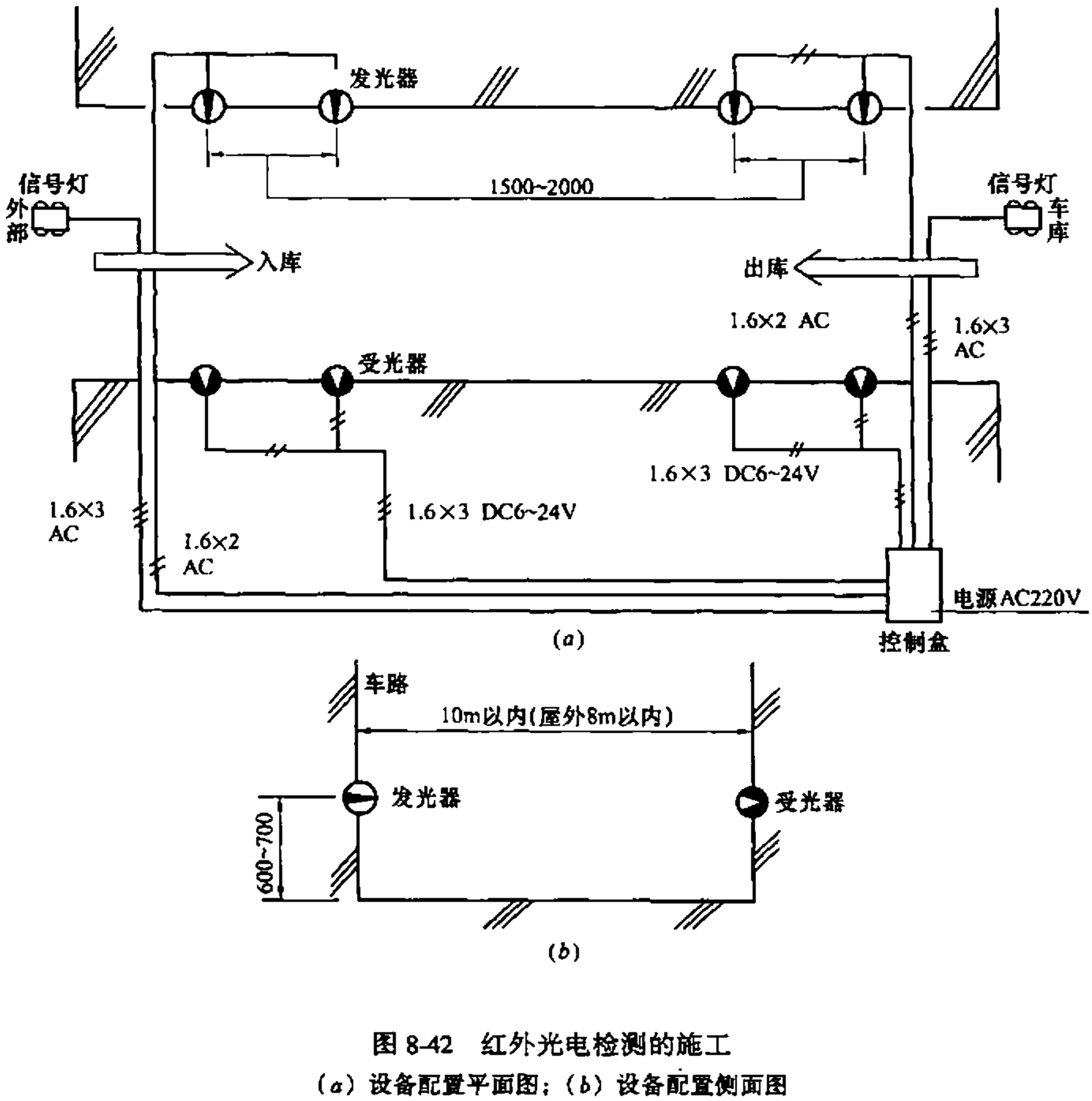
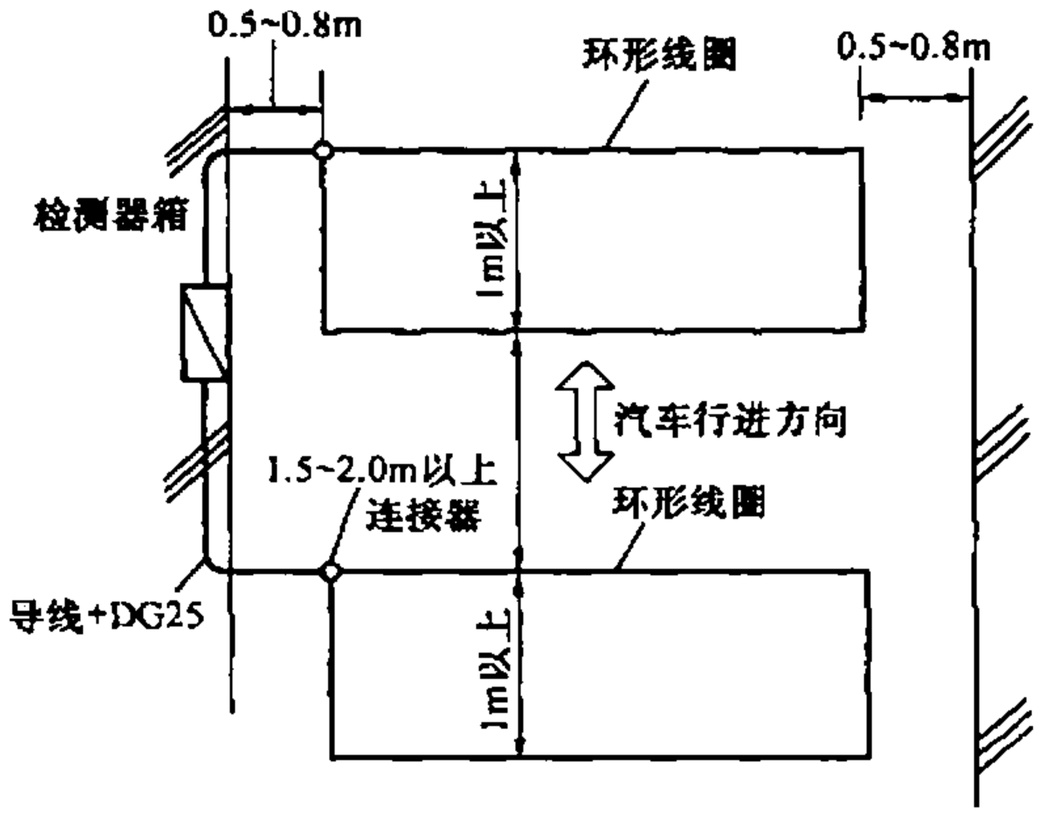


图 8-42　红外光电检测的施工

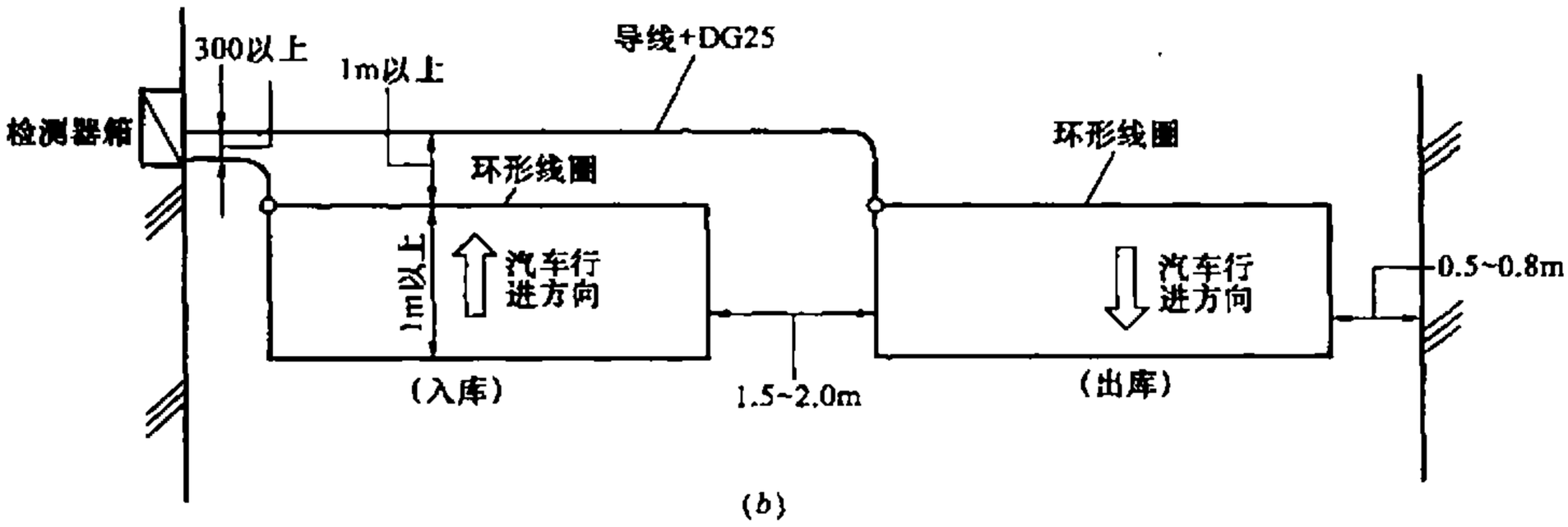
（a）设备配置平面图；（b）设备配置侧面图

2. 环形线圈检测方式

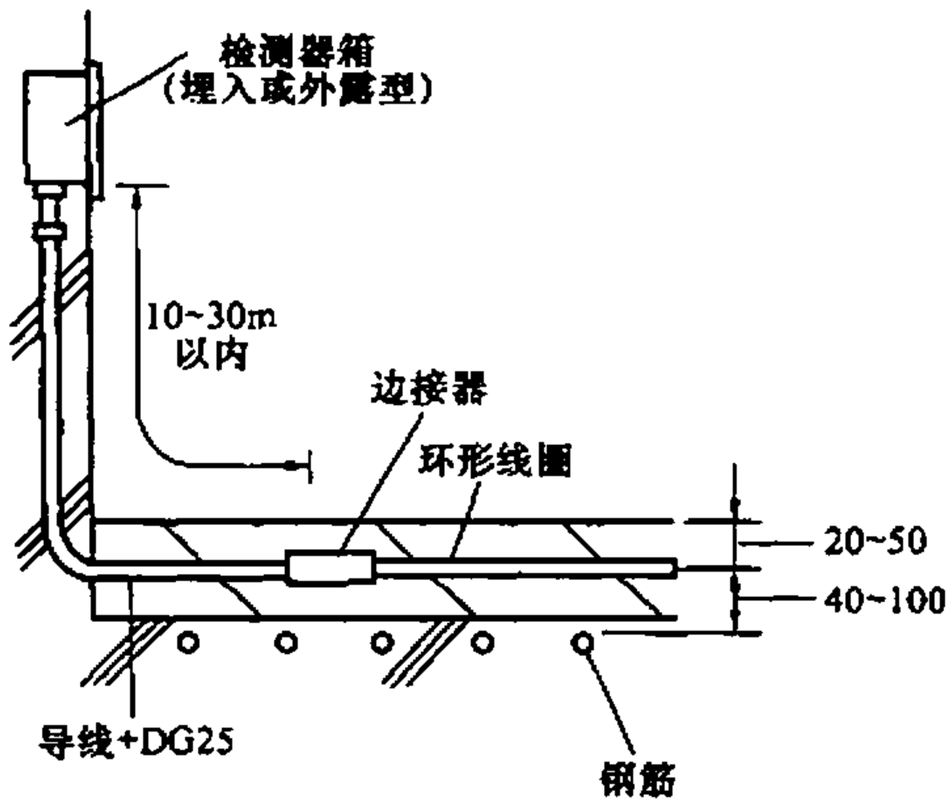
如图 8-41（*b*）所示，使用电缆或绝缘电线做成环形，埋在车路地下，当车辆（金属）驶过时，其金属体使线圈发生短路效应而形成检测信号。所以，线圈埋入车路时，应特别注意有否碰触周围金属。环形线圈周围 0.5m 平面范围内不可有其他金属物。环形线圈的施工可参见图 8-43。



(*a*)



(*b*)



(*c*)

图 8-43　环形线圈的施工

（*a*）平面图（出入库单车道）；（*b*）平面图（出入库双车道）；（*c*）剖面图

（二）信号灯控制系统的设计

停车库管理系统的一个重要用途是检测车辆的进出。但是车库有各种各样，有的进出为同一口同车道，有的为同一口不同车道，有的不同出口。进出同口的，如引车道足够长则可进出各计一次；如引车道较短，又不用环形线圈式，则只能检“出”或“进”通常只管（检测并统计）“出”。

信号灯（或红绿灯）控制系统，根据前述两种车辆检测方式和三种不同进出口形式，可有如下几种配置的设计：

(1) 环形线圈检测方式。出入不同口：如图 8-44（a）所示，通过环形线圈 L1 使灯 S1 动作（绿灯），表示“进”；通过线圈 L2 使灯 S2 动作（绿灯）。

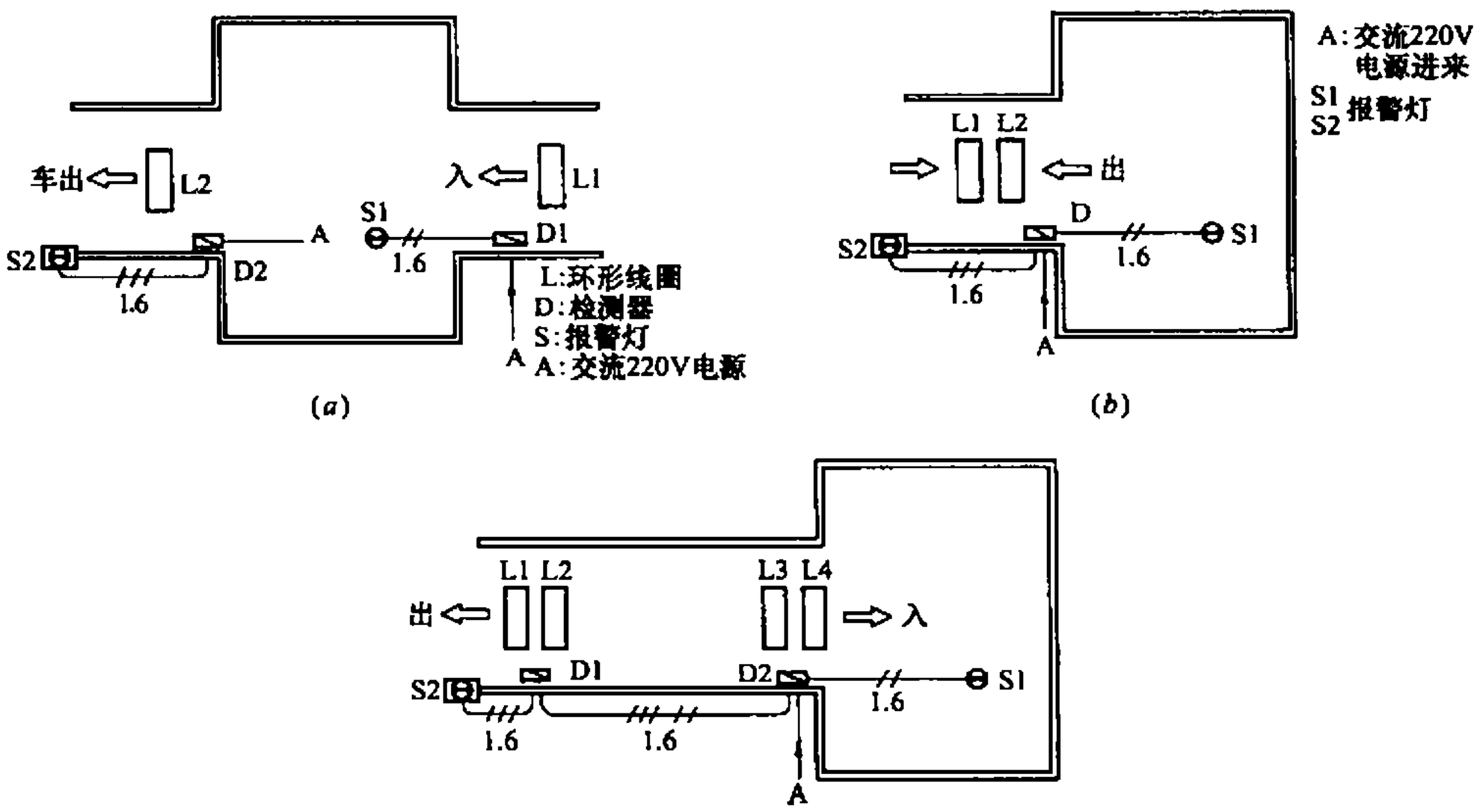


图 8-44　信号灯控制系统之一

（a）出入不同口时以环形线圈管理车辆进出；（b）出入同口时以环形线圈管理车辆进出；

（c）出入同口而车道长时以环形线圈管理车辆进出

(2) 环形线圈检测方式。出入同口且车道较短：如图 8-44（b）所示，通过环形线圈 L1 先于 L2 动作而使灯 S1 动作，表示“进车”；通过线圈 L2 先于 L1 而使灯 S2 动作，表示“出车”。

(3) 环形线圈检测方式。出入同口且车道较长：如图 8-44（c）所示在引车道上设置四个环形线圈 L1 ~ L4。当 L1 先于 L2 动作时，检测控制器 D1 动作并点亮 S1 灯，显示“进车”；反之，当 L4 先于 L3 动作时，检测控制器 D2 动作并点亮 S2 灯，显示“出车”。

(4) 红外线检测方式。出入不同口：如图 8-45（a）所示，车进来时，D1 动作并点亮 S1 灯；车出去时，D2 动作并点亮 S2 灯。

(5) 红外线检测方式。出入同口且车道较短：如图 8-45（b）所示，通过红外线检测器辨识车向，核对“出”的方向无误时，才点亮 S 灯而显示“出车”。

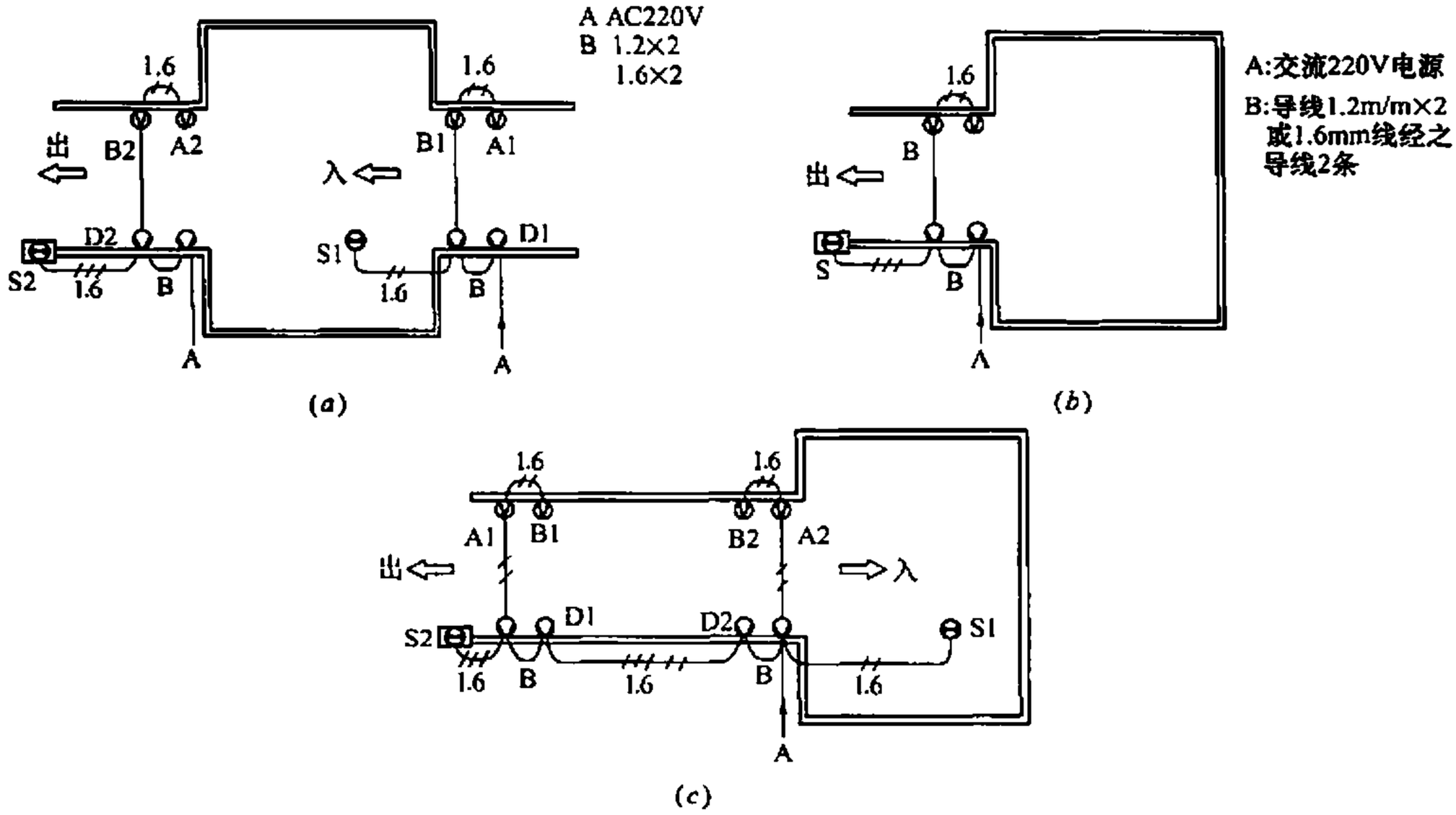


图 8-45　信号灯控制系统之二

（a）出入不同口时以光电眼管理车辆进出；（b）出入同口时以光电眼管理车辆进出；

（c）出入同口而车道长时以光电眼管理车辆进出

(6) 红外线检测方式。出入同口且车道较长：如图 8-45（c）所示，车进来时，D1 检测方向无误时就点亮 S1 灯，显示“进车”；车出去时 D2 检测方向无误时就点亮 S2 灯并显示“出车”。

以上叙述的环形线圈和红外线两种检测方式各有所长，但从检测的准确性来说，环形线圈方式更为人们所采用，尤其对于与计费系统相结合的场合，大多采用环形线圈方式。不过，还应注意的是：

（1）信号灯与环形线圈或红外装置的距离至少在 5m 以上，最好有 10～15m。

（2）在积雪地区，若车道下设有解雪电热器，则不可使用环形线圈方式；对于车道两侧没有墙壁时，虽可竖杆来安装红外收发装置，但不美观，此时宜用环形线圈方式。

三、车辆显示系统的安装

有些停车库在无停车位置时才显示“车辆”灯，考虑比较周到的停车库管理方式则是一个区车辆就打出那一区车辆的显示。例如，“地下一层已占满”、“请开往第 3 区停放”等指示。不管怎样，车满显示系统的原理不外乎两种：一是按车辆数计数；二是按车位上检测车辆是否存在。

按车辆计数的方式，是利用车道上的检测器来加减进出的车辆数（即利用信号灯系统的检测信号），或是通过入口开票处和出口付款处的进出车库信号而加减车辆数。当计数达到某一设定值时，就自动地显示车位已占满，“车辆”灯亮。

按检测车位车辆与否的方式，是在每个车位设置探测器。探测器的探测原理有光反射法和超声波反射法两种，由于超声波探测器便于维护，故常用。

关于停车库管理系统的信号灯、指示灯的安装高度如图 8-46 所示。

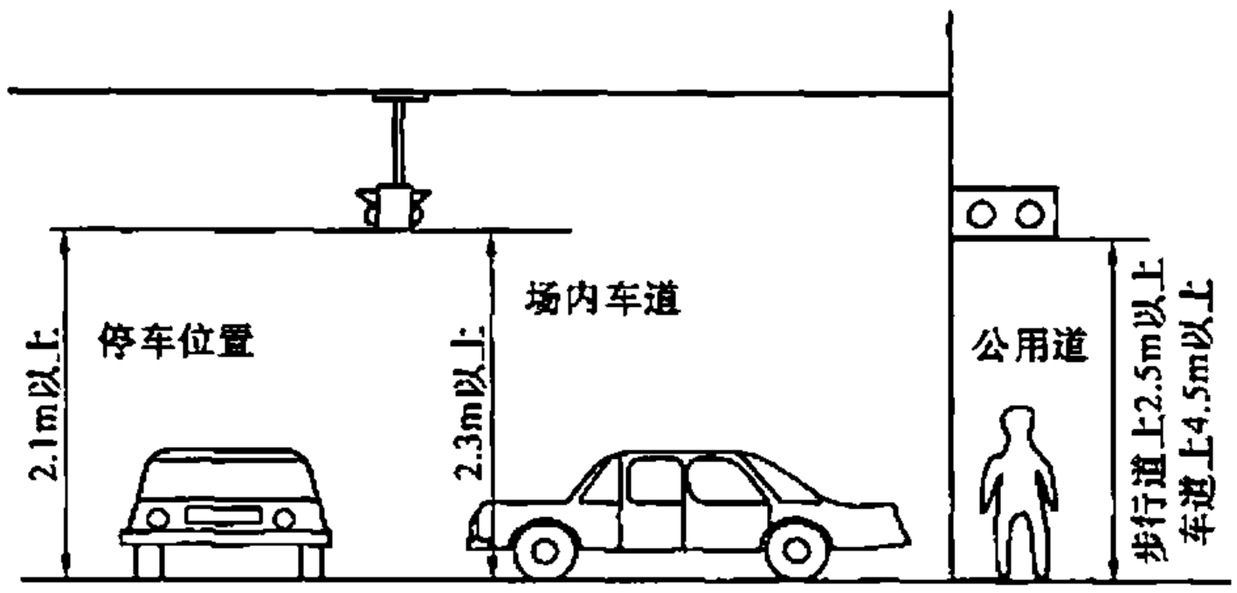


图 8-46　信号灯、指示灯的高度

四、工　程　举　例

（一）采用环形线圈检测方式的示例

1. 系统构成

如图 8-47 所示，它由出票验票机、闸门机、收费机、环形线圈感应器等组成。汽车入库时，在检测到有效月票或按压取票后，闸门机上升开启；当汽车离开复位线圈感应器时闸

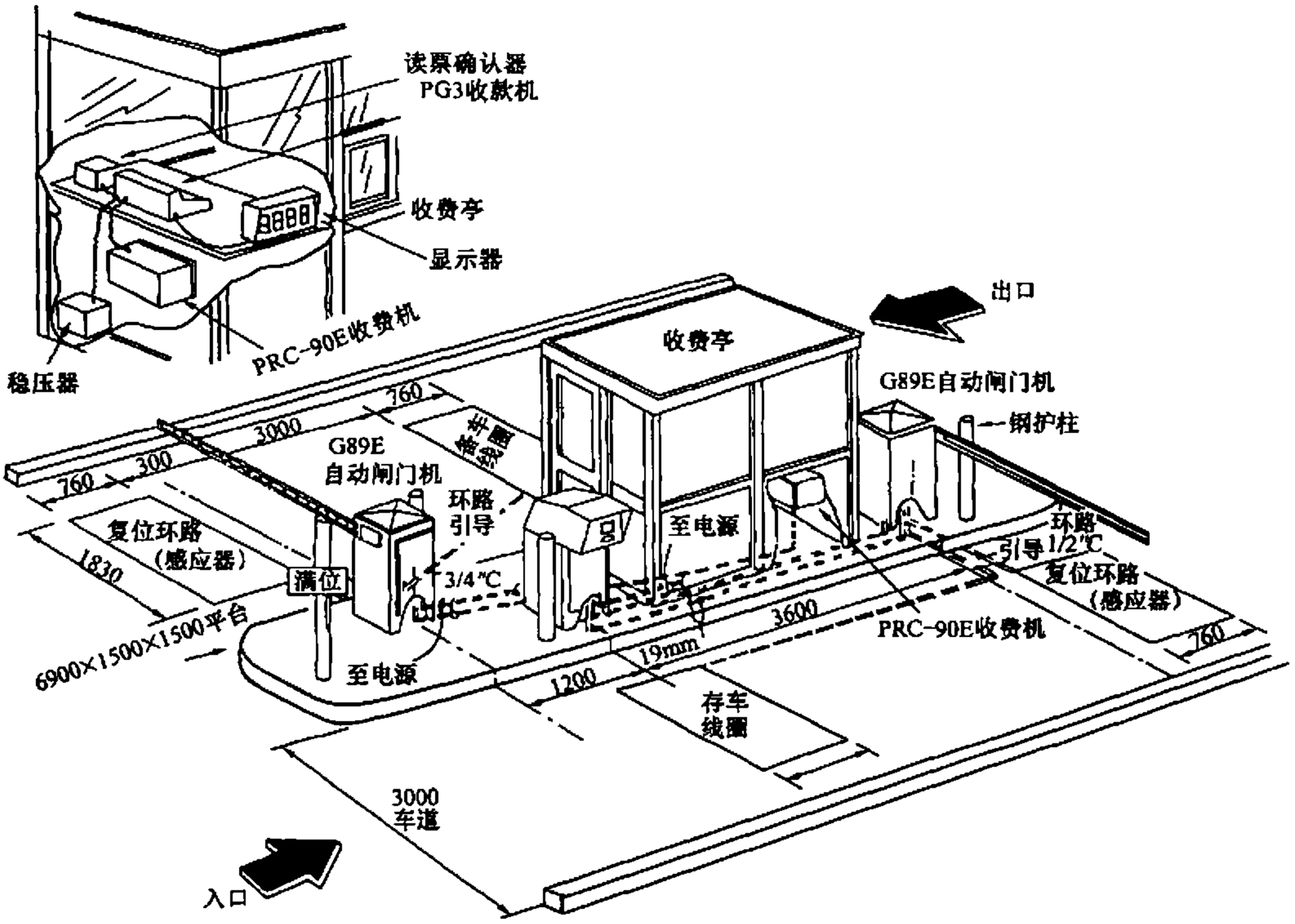


图 8-47　时租、月租出口管理型

门机自动放下关闭。出库部分可采用人工收费或设置验票机（或读卡机），检测到有效月票后，闸门机自动上升开启，当汽车驶离复位线圈感应器后闸门机自动放下关闭。图中收费亭一般设在出库那侧（即图中面朝出口），收费亭各设备的设置如图中的左上方所示。

图中 PRC-90E 型收费机（收费控制器）面板上有四组不可复位装置：车道（进出）总计数，（时租）交易总计数，月租总计数，可选的自由进出总计数；并有指示灯显示收费系统状态。当车辆驶进出口，停车收费亭旁，收费机指示灯亮，收费机并向主收费机传送信息，司机出示原据，收银员利用收费机自动计费，并同时显示给收银员和司机。收费后收费机发出信号启动闸门机开闸。汽车驶离复位线圈感应器，收费机指示灯灭，闸门自动关闭，并使车道总计数加一次。

图 8-48 是某交易所的停车库自动管理系统及流程示意图。

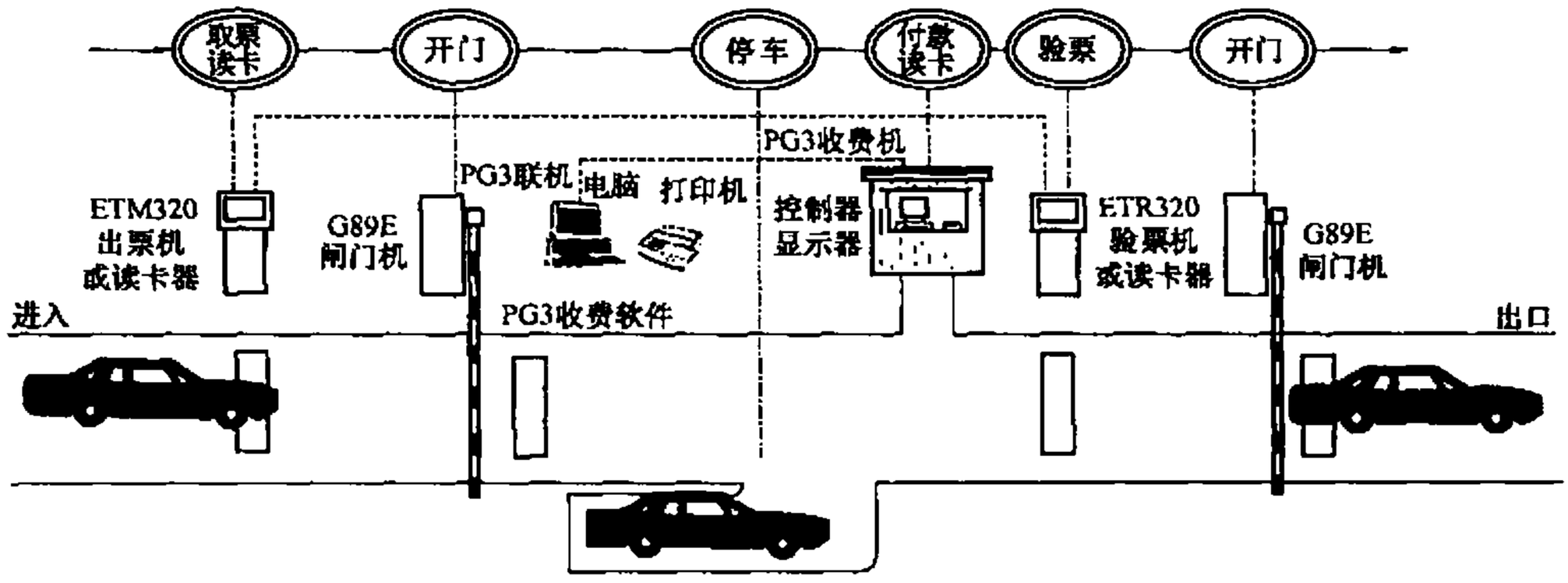


图 8-48　某停车库自动管理系统示意图

2. 车道设备布置设计

本停车库为两进两出车道，其设备布置设计如图 8-49 所示。图中每个环形线圈的沟槽的宽 × 深为 40mm × 40mm。

供给出入口每个安装岛的电源容量为 AC220V/20A，并带独立断路器（空气开关）。每个收费亭要求提供 2 只 15A/220V 三眼插座。所有线路不得与感应线圈相交，并与线圈的距离至少为 60mm。出口处的备车线圈应埋在收费窗前。装在入口处的满位指示灯和警灯为落地式安装，安装高度不超过 2.1m。

（二）采用红外光电检测方式的示例

本工程在地下 2 层和地下 3 层设有停车库，能停放几百辆汽车。根据要求，在设计时，选择了一种引进视频处理技术的车库管理系统，用现代多媒体技术对视频影像进行存储、加载智能码、调用、对比及识别，使得进出的车辆同时处于该系统电脑的监控之下，与传统的系统只认车辆出入票证就放行相比，要先进、安全、可靠得多。该系统采用多媒体中央控制技术，车库的出入口显示、引导以及收费均可纳入自动运作、人工监督的方式。这样，不管对于管理人员，还是临时或长期用户，其操作使用都更加简便，直观和友好。该系统对于出入口系统进行了特别设计，主要是在支持可靠稳定的手动控制的基础上，增加电脑对手动信号的更高一级的控制，即允许控制及强制控制用户使用时，可任选手动控制与自动控制。该系统采用电脑自动收费系统，从车辆的定位感应开始，从入库的出卡、读卡开始计时，一直

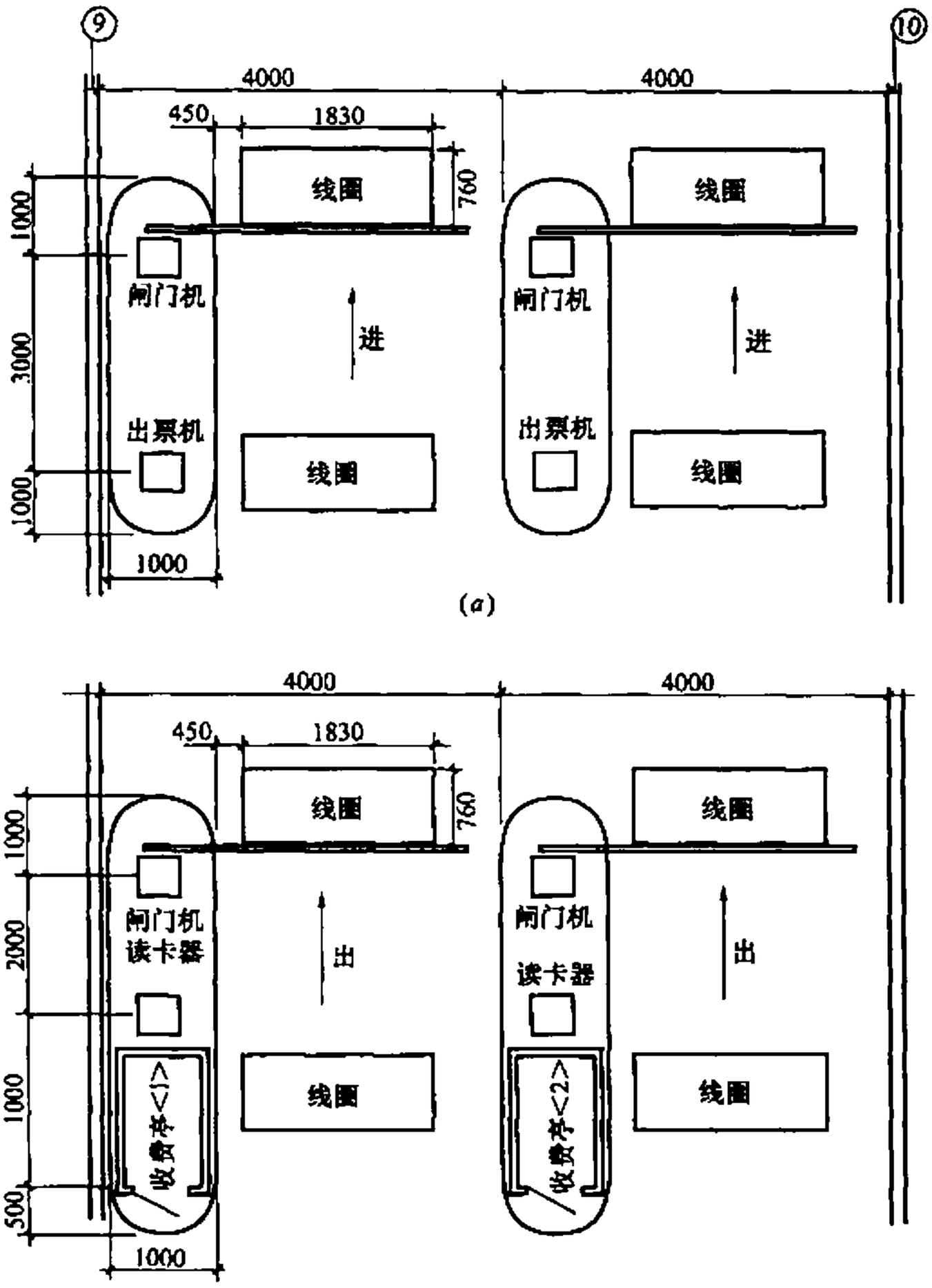


图 8-49　停车场车道设备布置

(a) 入口；(b) 出口

到车辆出库的读卡结束，彻底解决了人工收费可能出现的错、乱问题。该系统对用户操作均采用汉字显示与语音播放相结合的提示方式，必要时用户可通过对讲系统和值班工作人员通话，以寻求帮助。因此，不会因为用户不了解系统的操作或误操作而导致不方便或延误进入车库。该车库停车场入口和出口管理系统如图 8-50 所示。

图中红外发射器和红外反射器均为一一对应，为避免因为人员通过时遮挡红外线反射而误计数，采取两个红外发射器和两个红外反射器为一组，只有同时遮挡这两个红外发射器发出的红外线，才视为车辆通过。因此，在一组中，两个红外发射器的间距一般在 2.5～3m 左右，高度在 0.5m 左右。图中最左边的一组红外发射（反射）器引至别处（在平面图中有表示），其目的是告知司机，在哪层停车场还有空位。入口和出口的平面布置见图 8-51 和图 8-52。

车辆在进入车库时，在挡杆前停顿取票或刷卡，车辆将一组红外发射器遮挡，两台摄

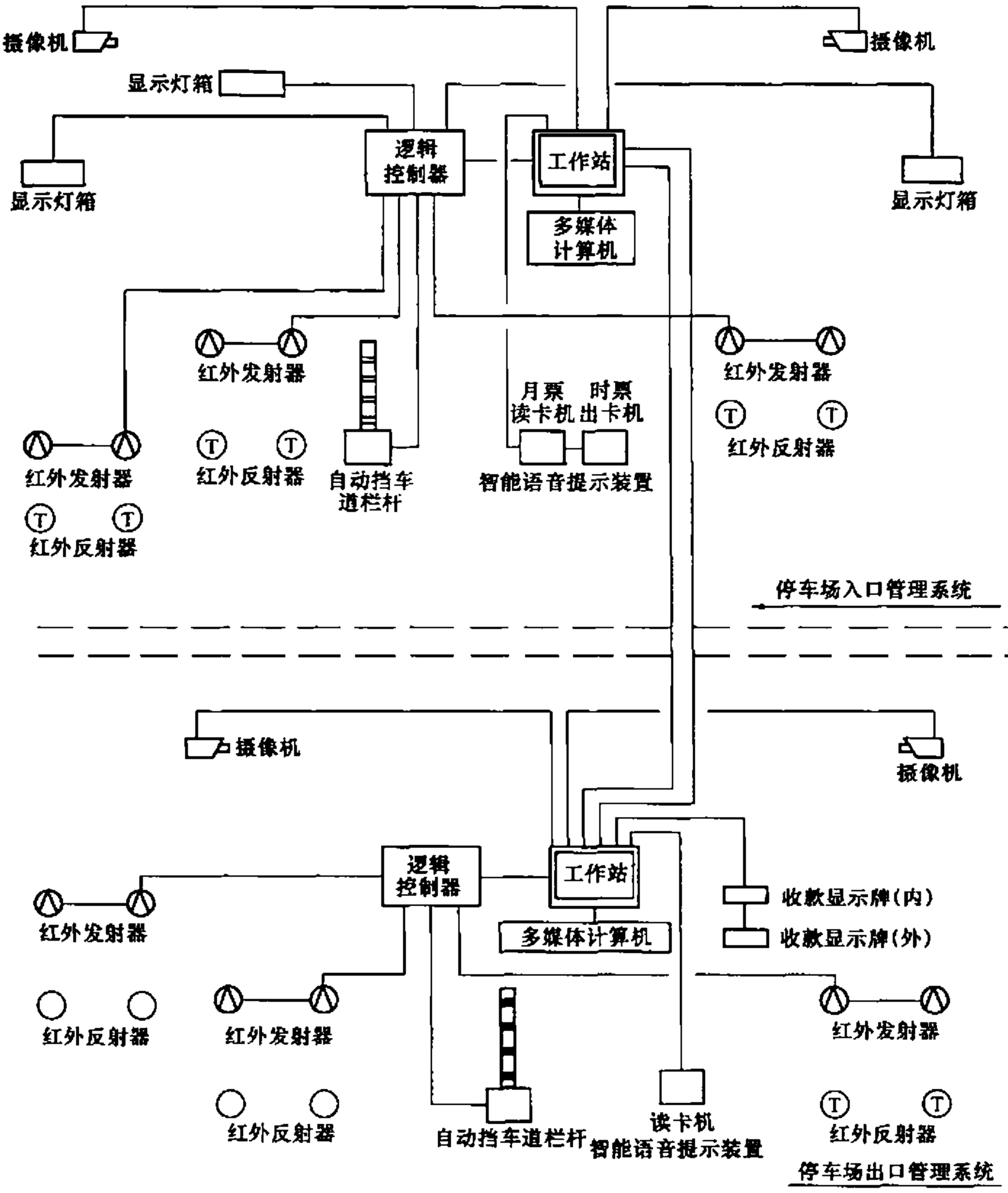


图 8-50　停车场管理系统

像机同时摄下进场车辆前后两帧图像。图像主要摄下的是车辆的牌号及车辆的特征，如车型、颜色等，并将此图像储存在计算机上。计算机同时将该车司机出票或刷卡的号码一并输入计算机，将这些图像和数据统一作为该车的识别标志。入口处计算机与出口处计算机相连，当该车要出库时，出口处的两台摄像机同时摄下该车前后两帧图像，再根据有效的凭证，从入口处计算机将该车的图像调来，四帧图像进行比较，确认无误后则放行。至于收款，在出口处值班室内外均有提示牌，司机将停车凭证输入后，计算机立即算出该交费用，并在值班室内外设提示牌。收费结束后，挡车道栏杆升起，车辆放行。

车库的配电线路均采用 ZRBV 型导线，其原因是由于该工程为超高层建筑，而停车库是在主体建筑的地下 2 层和地下 3 层。若为一般高层建筑，则可采用一般的 BV 线。

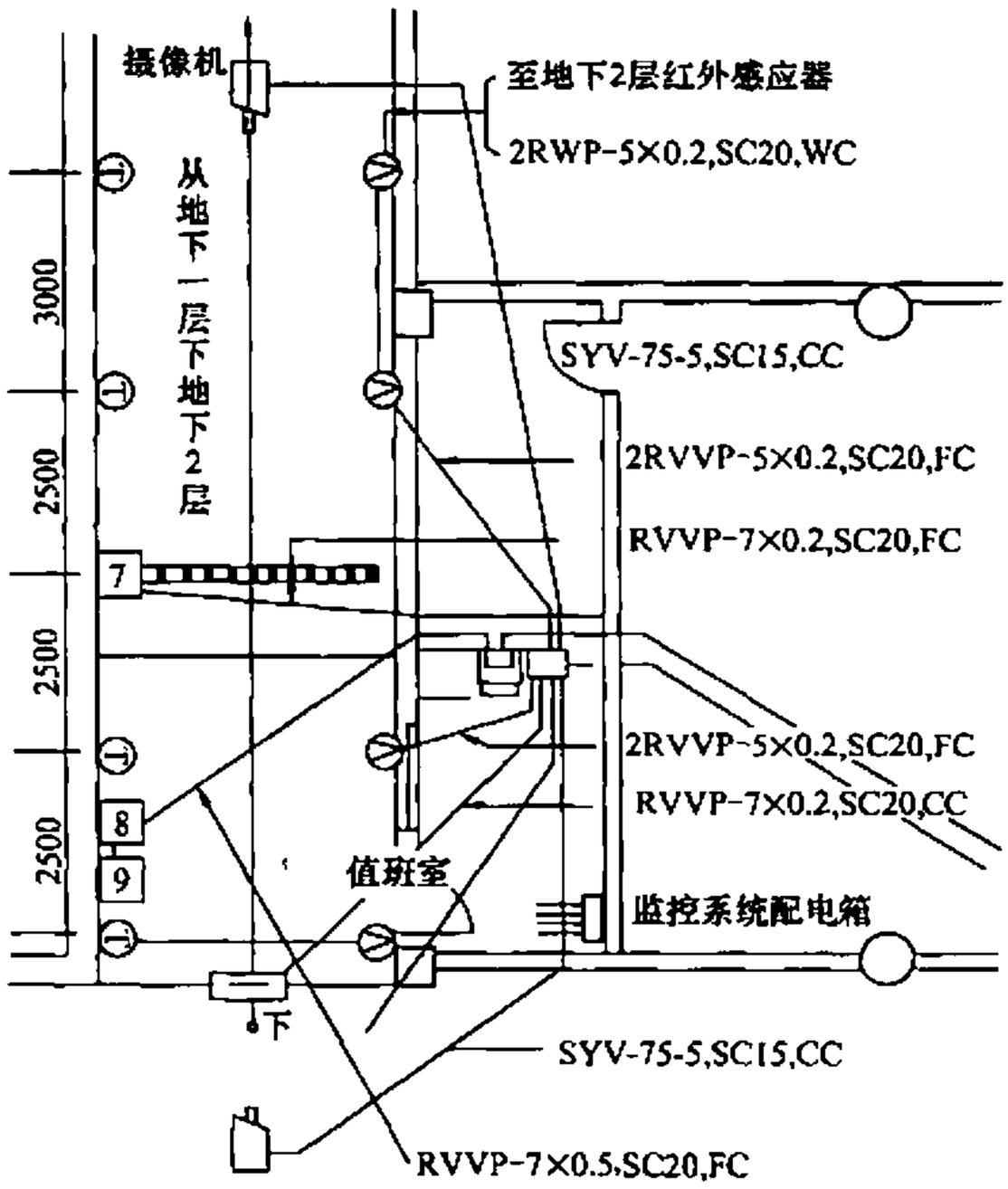


图 8-51　入口配电、配线平面

图中：⑦—自动挡车道栏杆；⑧—月票读卡机；⑨—时票出卡机；
Ⓐ—红外发射器；Ⓣ—红外反射器。

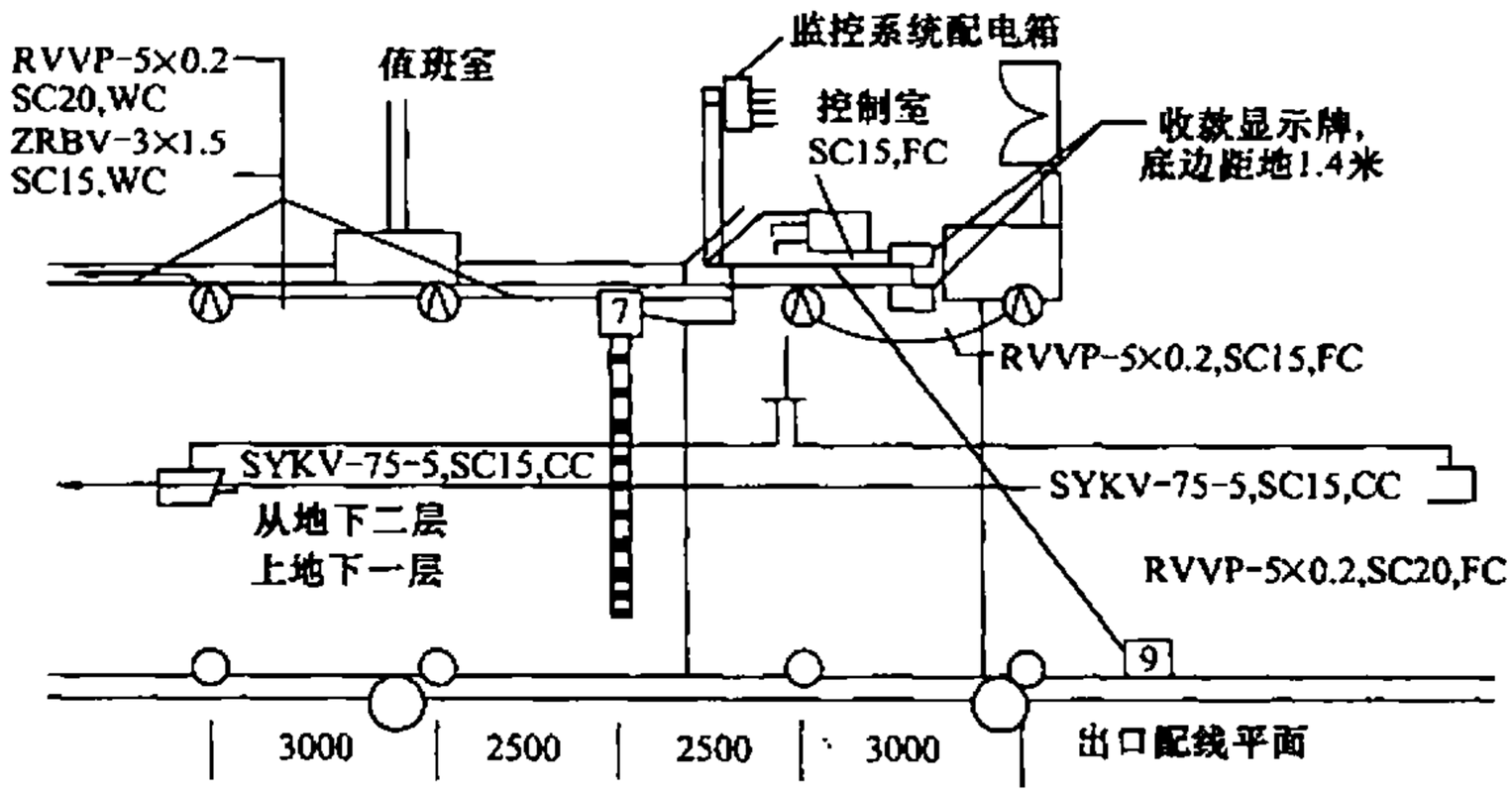


图 8-52　出口配电、配线平面

此种系统较好地解决了车辆被盗的问题。此系统也可以将入口处和出口处的信息图像等传送到保安监控中心，使中心能实时监视车库出入口的情况，再配以停车场内的闭路监视摄像机，则整个停车库全方位地在保安监视的范围内，提高了停车的安全性。

五、车库管理设备的安装

1. 读卡机（IC卡机、磁卡机、出票读卡机、验卡票机）的安装规定

（1）应安装在平整、坚固的水泥墩上，保持水平、不能倾斜；

（2）宜安装在室内；安装在室外时，应考虑防水及防撞装置措施；

（3）读卡机与闸门机安装的中心间距宜为2.4－2.8m。

2. 感应线圈的安装规定（参见图8-53）

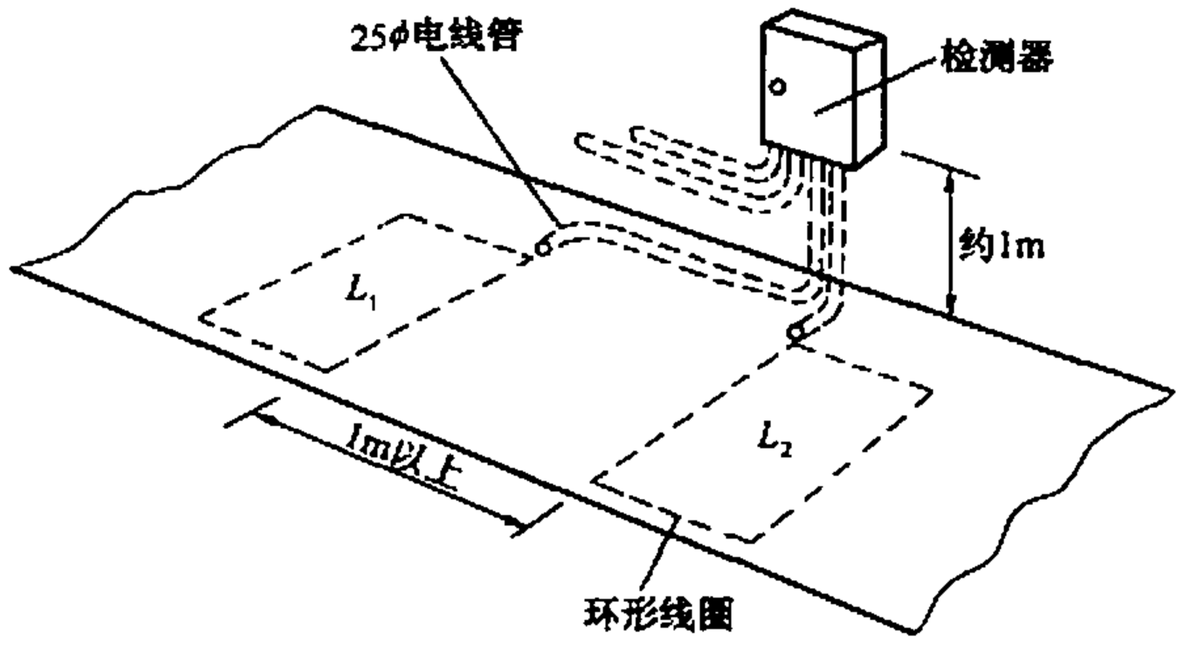


图8-53　环形线圈的施工

（1）埋设深度距地表面不小于0.2m，长度不小于1.6m，宽度不小于0.9m。感应线圈至机箱处的线缆应采用金属管保护，并固定牢固；

（2）应埋设在车道居中位置，并与读卡机、闸门机的中心间距保持在0.9m左右。

3. 闸门机的安装规定

（1）应安装在平整、坚固的水泥基墩上，保持水平、不能倾斜；

（2）宜安装在室内；安装在室外时，应考虑防水及防撞措施；

（3）闸门机与读卡机安装的中心间距宜为2.4～2.8m。

4. 信号指示器的安装规定

（1）车位状况信号指示器应安装在车道出入口的明显位置，其底部离地面高度保持2.0～2.4m左右。

（2）车位状况信号指示器宜安装在室内；安装在室外时，应考虑防水措施。

（3）车位引导显示器应安装在车道中央上方，便于识别引导信号；其离地面高度保持2.0～2.4m；显示器的规格一般不小于长1.0m，宽0.3m。

5. 车库管理系统的调试

（1）检查感应线圈的位置和响应速度；

（2）检查和调试车库管理系统的车辆进入、分类收费、收费指示牌正确、导向指示正确、闸门机工作正常、进口出口车牌号复核或车型复核等功能；

（3）检查读卡器正确刷卡后的响应速度；

（4）检查闸门的开放和关闭的动作时间。

第九节　安全防范系统的检验要点

安全防范系统包括电视监控系统，但该系统已在第七章述及，因此本节不包括该系统。

一、入侵报警系统

1. 工程质量

(1) 根据系统的设计方案、合同规定、施工图纸来检查系统工程的实际情况。如设备安装的部位、产品的规格型号、产品的性能和功能等，并按照设备说明书、产品的使用操作说明书的规定程序进行操作。

(2) 报警探测器根据其探测原理进行检查项目，可按照表 8-11 进行：

检查项目及内容表　　表 8-11

项　目	内　　容	抽查百分数（%）	项　目	内　　容	抽查百分数（%）
探测器	安装设置位置 安装质量及外观 环境影响，易引起误报的干扰的情况 安装质量与紧固情况 通电测验 探测器灵敏度调整	100	报警控制器	安装位置 接线引入电缆 接地线情况 通电检测	100
				控制机热备份情况	
			电　源	电源品质 电源自动切换情况	100

(3) 建设单位对隐蔽工程进行随工验收，凡经过检验合格的办理验收签证，在进行竣工验收时，可不再进行检验。

2. 系统检测

(1) 系统探测器的盲区检测及防破坏功能检测。包括：防止拆卸报警器、断开、短路信号线、剪断电源等情况报警。

(2) 系统控制功能及通信功能检测，见表 8-12。

系统控制功能及通信功能检测　　表 8-12

项　目	功　　能	测试结果	项　目	功　　能		测试结果
报警管理	设防		报警信息处理	报警打印		
	撤防			报警储存		
	优先报警功能			报警显示	声音报警显示	
	系统自检、巡检功能				光报警显示	
	延时报警功能				电子地图显示	
	报警信息查询				报警区域号显示	
	预案处理			报警时间		< 4s
	手/自动出发报警功能			报警接通率		> 98%
				监听、对讲功能		
				报警确认时间系统		
				统计功能、报表打印		
			入侵报警系统联动功能	相关电视监控画面自动调入		
				出入口门禁系统关闭相关入口		

(3) 入侵报警系统与电视监控系统、出入口门禁管理系统相关安全防范系统的联动功能的检测。

二、门禁与出入口管理系统

1. 检测及验收依据

(1) 要进行检测的通行门、通道、电梯、楼梯、停车场出入口等控制点的风险等级。

(2) 标明文件或合同中由甲方明确规定的技术和应用要求。

(3) 供货方和项目施工方所提供的，由甲方和设计方共同确认的检测验收程序文档和施工设计图纸。

(4) 其他依据及参考：

1)《火灾自动报警系统施工及验收规范》(GB 50166—1992)；

2)《大楼通信综合布线系统》YD/T 926；

3)《工业企业通信接地设计规范》(GBJ 79—85)。

2. 软件的检测及验收

(1) 审定由软件提供方提供的审定验收测试计划、检查全套软件源程序清单及文件。

(2) 演示验收软件的所有功能，以证明软件功能与任务书或合同书要求一致。

(3) 根据需求说明书中规定的性能要求，包括：精度、时间、适应性、稳定性、安全性、易用性以及图形化界面友好程度，对所验收的软件逐项进行测试，或检查已有的测试结果。

(4) 对所检测验收软件进行强度测试与降级测试。

(5) 在软件测试的基础上，对被验收的软件进行综合评审，给出综合评价，包括：

1) 软件设计与需求的一致性；

2) 程序与软件设计的一致性；

3) 文档（含培训软件、教材和说明书）描述与程序的一致性、完整性、准确性和标准化程度等。

3. 硬件的检测及验收

(1) 检查系统主机与区域控制器之间的信息传输及数据加密功能。

(2) 检测系统主机在离线的情况下，区域控制器独立工作的准确实时性和储存信息的功能。

(3) 检测掉电后，系统启用备用电源应急工作的准确实时性及信息的存储和恢复能力。

(4) 通过系统主机、区域控制器及其他控制终端，使用电子地图实时监控出入控制点的人员并防止重复迂回出入的功能及控制开闭的功能。

(5) 系统及时接收任何类型报警信息的能力，包括非法强行入侵；非法进入系统；非法操作；硬件失败；与本系统联动的其他系统报警输入。

(6) 系统操作的安全性：系统操作人员的分级授权；系统操作人员操作信息的详细只读存储记录。

(7) 检测系统与综合管理系统、防盗及消防系统的联网联动性能。

三、巡更管理系统

巡更系统分为在线联网式和不在线非联网式。在线联网式的巡更系统需要检查系统的接线质量，现场控制器的安装位置。

1. 工程质量

(1) 根据系统的设计方案、合同规定、施工图纸来检查系统工程的实际情况。如设备安装的部位、产品的规格型号、产品的性能和功能等，并按照设备说明书、产品的使用操作说明书的规定程序进行操作。

(2) 报警探测器根据其探测原理进行检查项目可按表 8-13 进行。

报警探测器检查项目及内容　表 8-13

项　目	内　　容	抽查百分数（%）
巡更终端	安装设置位置 安装质量及外观 环境影响，易引起误报的干扰的情况 通电试验	100
巡更控制主机	安装位置 接线引入电缆 接地线情况 通电检测 控制机热备份情况	100
电源	电源品质 电源自动切换情况 断电情况下电池工作状况	

2. 系统测试

巡更系统可按照下列功能进行验收：

(1) 按照巡更路线图检查系统的巡更终端、打卡机、读卡机的性能。

(2) 查巡更管理系统对巡更人员的监督和记录情况、安全保障措施和对意外情况及时报警的处理手段。

(3) 检查巡更管理系统对任意区域或部位按时间线路进行任意编程以及撤防、布防的功能。

(4) 检查系统的运行状态、信息传输、故障报警和指示故障位置的功能。

四、停车场管理系统

1. 工程质量

停车场管理系统的工程质量可按表 8-14 进行验收。

停车场管理系统工程质量验收表　表 8-14

项　目	功　　能	测试结果
出入口车库闸板机	闸板机安装	
	闸板机工作状况	
感应器	地埋线圈安装	

2. 停车场管理系统功能检测验收

(1) 出、入口栏杆自控功能。

(2) 车位显示功能：车库空位和满位时显示信号；满位时自动停止输出存车票。

(3) 出入口自动打印（含日期、时间等）、机车位和车型自动识别功能，出口处的验票功能，自动计费、收费及统计、管理、信息储存功能。

(4) 判断定期卡、少票、无票车辆的识别功能。

(5) 车库管理系统与门禁系统、入侵报警系统和闭路电视监控系统的联动控制；电视监控系统摄像机对进出车库车辆的监视；入侵报警系统在报警状况下，关闭车库出入口。

第九章　火灾自动报警与联动控制系统

第一节　火灾自动报警系统的构成与线制

一、火灾自动报警系统的组成

火灾自动报警系统主要由火灾探测装置、火灾报警控制器以及信号传输线路等组成。更仔细地分，火灾自动报警系统的构成如下：

(1) 报警控制系统主机；

(2) 操作终端和显示终端；

(3) 打印设备（自动记录报警、故障及各相关消防设备的动作状态）；

(4) 彩色图形显示终端；

(5) 带备用蓄电池的电源装置；

(6) 火灾探测器；

(7) 手动报警器（破玻璃按钮、人工报警）；

(8) 消防广播；

(9) 疏散警铃；

(10) 输人、输出监控模块或中继器（用于监控所有消防关联的设施）；

(11) 消防专用通信电话；

(12) 区域报警装置（区域火灾显示装置）；

(13) 其他有关设施。

(一) 火灾探测装置

火灾探测装置包括火灾探测器和手动报警按钮。

火灾手动报警按钮用于火灾发生时，人工手动向消防报警系统发出火情信号。

所谓火灾探测器，是指用来响应其附近区域由火灾产生的物理和（或）化学现象的探测器件。火灾探测器种类很多，如图 9-1 所示。智能建筑中常用的有如下 4 种：

1. 感烟探测器

包括离子感烟探测器和光电感烟探测器。

离子感烟探测器的核心部分由放射性元素镅（Am241）、电池、标准室、检测室组成。因为镅放射出 α 射线，使得标准室和检测室空气均电离，平时这两室的电阻都相等。但标准室密封，检测室外界空气可自由出人。当检测室进烟后，加快了其中的离子复合，使电阻增大，两室电压失去平衡，使电子线路导通，发出信号而启动报警系统。离子式感烟火灾探测器的特点是灵敏度高、不受外面环境光和热的影响及干扰、使用寿命长、构造简单、价格低廉。

光电式火灾探测器的工作原理是利用光发出的红外线或紫外线作用于光电管。内部光

源（灯泡）发出的光，通过透镜聚成光束照射到光敏元件上转换为电的信号，电路保持正常状态。当有一定浓度的烟雾挡住了光线时，光敏元件立刻把光强变弱的信号传给放大器放大，电路得电动作而发出报警信号。光电式火灾探测器的特点是灵敏度较高，适用于火灾危险性较大的场所，如有易燃物的车间、电缆间、电脑机房等。

2. 感温探测器

感温探测器分定温感温探测器和差温感温探测器两种。

定温感温探测器的温度敏感元件是一块双金属片，当火灾发生时，探测器周围的环境温度升高，由于热膨胀系数不同，双金属片受热会变形而发生弯曲，当温度升高到某一规定值时，弯曲的双金属片推动触头、接通电极，相关的电子线路送出报警信号。

定温探测器一般适用于温度缓慢上升的场合，它的缺点就是受气温变化的影响较大。

为克服定温探测器受环境温度的影响较大的缺点而开发出了差温式探测器。电子差温式探测器是利用热敏电阻作主要敏感元件。热敏电阻阻值随着温度的升高而下降。通常，探测器内设置两个阻值相同，特性相似的热敏电阻，一个贴在探测器外壳上，而另一个在外部加一个金属外罩罩住。当外界温度缓慢变化时，两个电阻值相等或近似。当火灾发生时，由于温度变化剧烈，贴在外壳上的电阻直接受热，随着外界温度的升高其阻值迅速下降，而另一个电阻由于外罩了金属外壳，受外界温度变化影响小，其阻值下降也小。两个电阻值变化存在差异，通过相关的电子线路，发出火警信号。

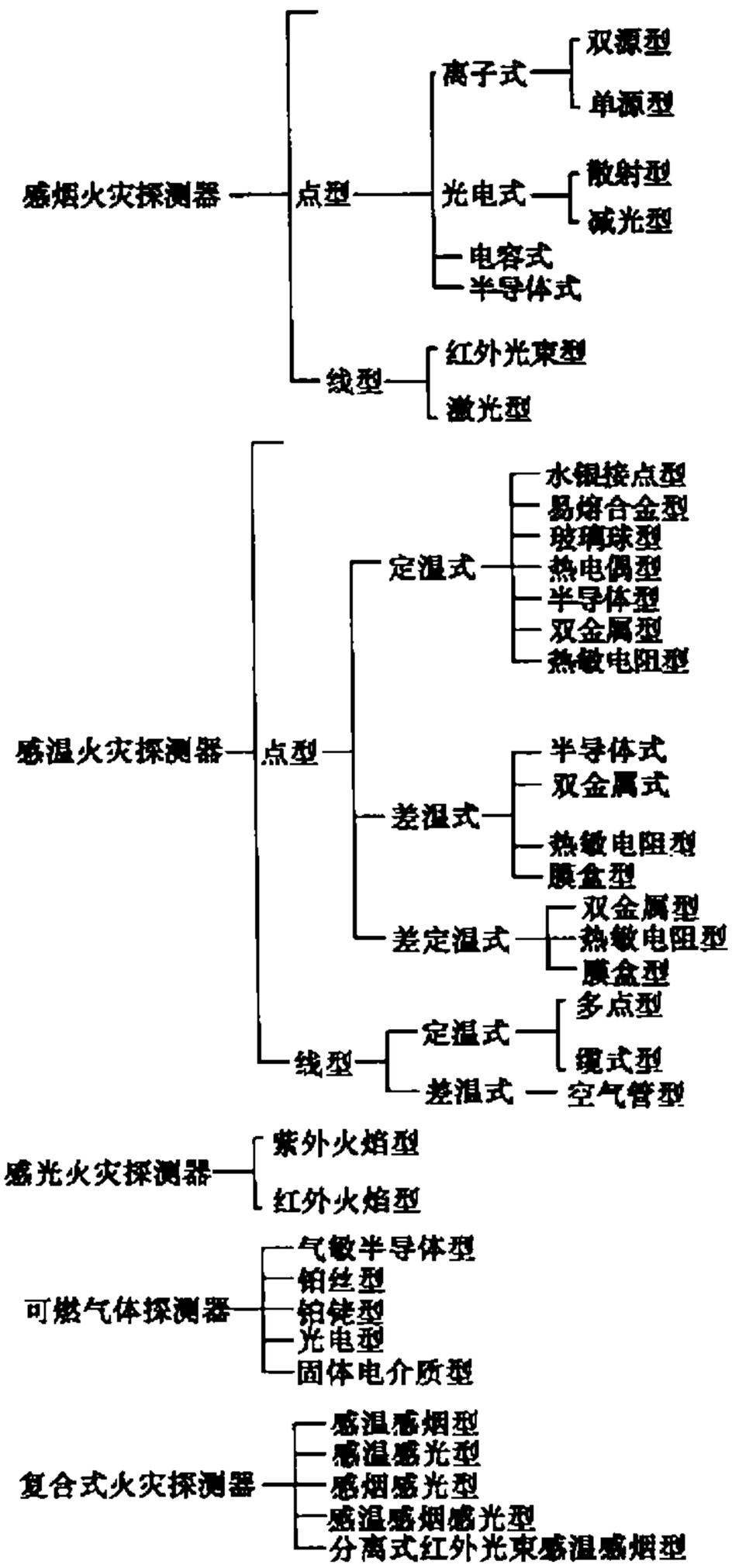


图 9-1　火灾探测器的分类

3. 可燃气体火灾探测器

它是利用对可燃气体敏感的元件来探测可燃气体的浓度，当可燃气体超过限度时则报警。

4. 火焰探测器

火焰探测器分红外火焰探测器和紫外火焰探测器。

红外火焰感光探测器是利用火焰的红外辐射和闪烁效应进行火情探测，而对恒定的红外辐射和一般光源（如：灯泡、太阳光和各种热辐射 X、Y 射线）却不起反应。此类探测器抗干扰性能较好、工作稳定可靠、响应速度快、通用性较强。

紫外火焰探测器能监测微小火焰发生场合，并及时报警。其特点是灵敏度高、对火焰反应快、抗干扰能力强。

（二）火灾报警控制器

火灾报警控制器是火灾自动报警系统的重要组成部分。在火灾自动报警系统中，火灾探测器是系统的“感觉器官”，随时监视周围环境的情况。而火灾报警控制器，则是该系统的“躯体”和“大脑”，是系统的核心。根据国家标准《火灾报警设备专业名词术语》(GB 4718—96）的定义，火灾报警控制器是可向探测器供电，并具有下述功能的设备：

（1）能接收探测信号，转换成声、光报警信号，指示着火部位和记录报警信息。

（2）可通过火警发送装置启动火灾报警信号或通过自动消防灭火控制装置启动自动灭火设备和消防联动控制设备。

（3）自动地监视系统的正确运行和对特定故障给出声光报警（自检)。

由此可见，火警报警控制器的作用是向火灾探测器提供高稳定度的直流电源；监视连接各火灾探测器的传输导线有无故障；能接受火灾探测器发送的火灾报警信号，迅速、正确地进行转换和处理，并以声、光等形式指示火灾发生的具体部位，进而发送消防设备的启动控制信号。

作为火灾报警控制器产品，应具有的基本功能如下：

（1）火灾报警功能及声光信号；

（2）故障报警功能及声光信号；

（3）自检功能；

（4）火灾优先功能；

（5）记忆功能及打印功能；

（6）消音复位功能；

（7）主、备电转换功能及电源指示功能(含两路交流供电的转换及交流直流备电的转换)；

（8）CRT 显示；

（9）区域报警控制器应具有火灾报警、故障报警（含声光报警信号)、报警地址以及消音复位等功能。

火灾报警控制器的主要技术性能有：

（1）容量。容量是指能够接收火灾报警信号的回路数，以“M”表示。一般区域报警器 M 的数值等于探测器的数量。对于集中报警控制器，则容量数值等于 M 乘以区域报警器的台数 N，即 $M \cdot N$。

（2）工作电压。工作时，电压可采用 220V 交流电和 24～32V 直流电（备用)。备用电源应优先选用 24V。

（3）输出电压及允差。输出电压即指供给火灾探测器使用的工作电压，一般为直流 24V，此时输出电压允差不大于 0.48V。输出电流一般应大于 0.5A。

（4）空载功耗。即指系统处于工作状态时所消耗的电源功率。空载功耗表明了该系统

的日常工作费用的高低，因此功耗应是愈小愈好；同时要求系统处于工作状态时，每一报警回路的最大工作电流不超过 20mA。

（5）满载功耗。满载功耗指当火灾报警控制器容量不超过 10 路时，所有回路均处于报警状态所消耗的功率；当容量超过 10 路时，20%的回路（最少按 10 路计）处于报警状态所消耗的功率。使用时要求在系统工作可靠的前提下，尽可能减小满载功耗；同时要求在报警状态时，每一回路的最大工作电流不超过 200mA。

（6）使用环境条件。使用环境条件主要指报警控制器能够正常工作的条件，即温度、湿度、风速、气压等项。要求陆用型环境条件为：温度 -10～50℃；相对湿度≤92%（40℃）；风速＜5m/s；气压为 85～106kPa。

二、火灾自动报警系统的基本形式

火灾自动报警系统可选用下列三种基本形式。

（1）区域报警系统

即由区域报警控制器（或报警控制器）和火灾探测器等组成的火灾自动报警系统。区域报警系统适用于三级保护对象。

（2）集中报警系统

即由集中报警控制器（或报警控制器）、区域报警控制器（或区域显示器）和火灾探测器等组成的火灾自动报警系统。集中报警系统适用于二级保护对象。

（3）控制中心报警系统

即由设置在消防控制设备、集中报警控制器（或报警控制器）、区域报警控制器（或区域显示器）和火灾探测器等组成的火灾自动报警系统。控制中心报警系统适用于一级保护对象。

（一）区域报警系统

区域报警系统是由通用报警控制器或区域报警控制器和火灾探测器、手动报警按钮、警报装置等组成的火灾报警系统。其原理框图如图 9-2 所示。

区域报警系统结构比较简单，但使用面很广。主要用于建筑高度不超过 50m 的二类高层民用建筑和建筑高度不超过 24m、每层建筑面积在 2000～3000m^2 之间的商业楼、财贸金融楼、电信楼、展览楼、旅馆、办公楼和建筑高度不超过 24m 的市县级邮政楼、广播电视楼、电力调度楼、防灾指挥楼、中型以下影剧院、高级住宅、图书馆、书库、档案楼等民用建筑。

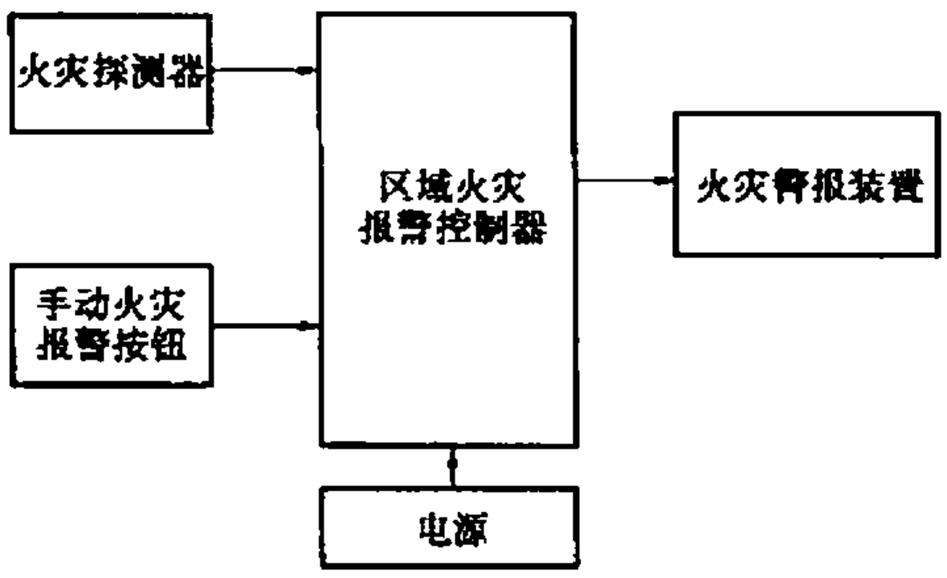


图 9-2　区域报警系统框图

区域报警系统的设计，应符合下列要求：

（1）一个报警区域宜设置一台区域火灾报警控制器或一台火灾报警控制器，系统中区域火灾报警控制器或火灾报警控制器不应超过两台。

（2）区域报警控制器或火灾报警控制器宜设在有人值班的房间或场所。

（3）系统中可设置消防联动控制设备。

（4）当用一台区域报警控制器或一台火灾报警控制器警戒多个楼层时，应在每个楼层的楼梯口或消防前室等明显部位，设置识别着火楼层的灯光显示装置。

（5）区域火灾报警控制器安装在墙上时，其底边距地面的高度宜为 1.3～1.5m；其靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m；正面操作距离不应小于 1.2m。

由于区域火灾报警控制器的容量较小，所以只能设置一些功能简单的联动控制设备。

区域报警系统的构成如图 9-3 所示。

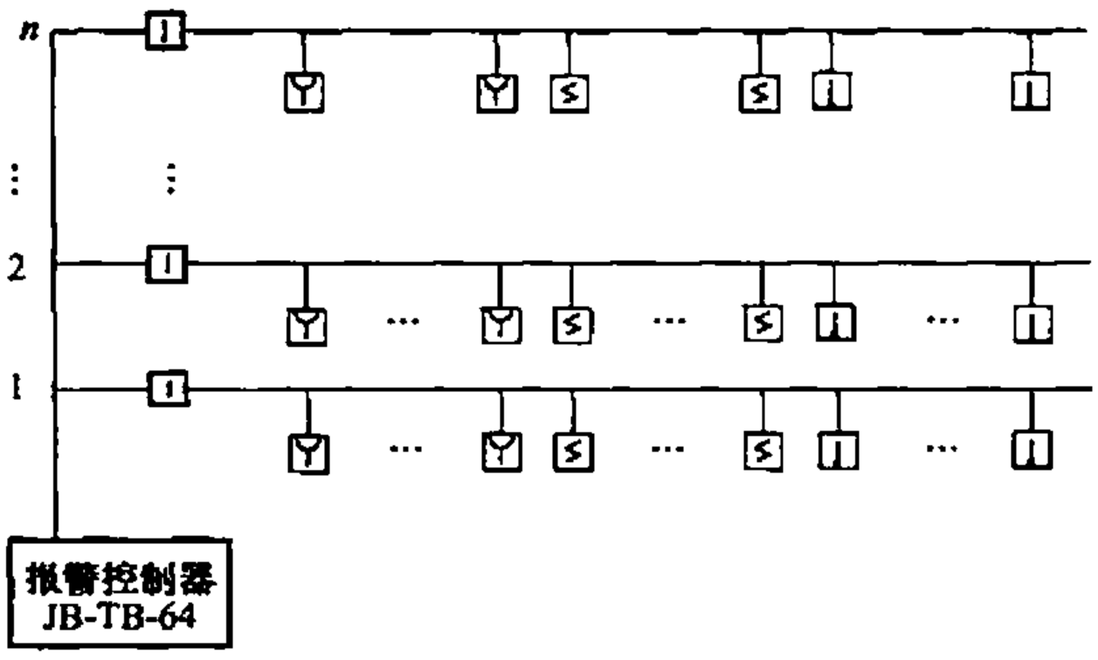


图 9-3　区域报警系统示例

（二）集中报警系统

集中报警系统可分为传统的集中报警系统和新型的集中报警系统两大类。这两种系统都符合国家规范规定，在国内实际工程中并存。设计者可根据工程投资情况和控制要求选择。

传统的集中报警系统是由火灾探测器、区域火灾报警控制器和集中火灾报警控制器等组成的火灾报警系统。新型的集中报警系统采用了总线制编码传输技术，这种报警系统是由火灾报警控制器、区域显示器（楼层复示器）、声光报警装置及各种类型的火灾探测器（带地址模块）、控制模块、消防联动控制设备等组成的总线制编码传输的集中报警系统。

集中报警系统中应设有一台集中报警控制器和两台及两台以上区域火灾报警控制器，或设置一台火灾报警控制器和两台及两台以上区域显示器。其系统框图如图 9-4 所示。

集中报警系统适用范围很广。主要用于建筑高度不超过 100m 的一类高层民用建筑和建筑高度不超过 24m、每层建筑面积在 3000m² 以上的商业楼、财贸金融楼、电信楼、展览楼、高级旅馆、高级办公楼；省级邮政楼、广播电视楼、电力调度楼、防灾指挥楼、大型以上影剧院、会堂、礼堂；藏书超过 100 万册的图书馆、书库；200 床及以上的病房楼、每层建筑面积在 1000m² 及以上的门诊楼；超过 3000 坐位的体育馆等民用建筑。

集中报警系统用于宾馆、饭店时，为了便于管理，常将集中火灾报警控制器设置于消防控制室，而将区域火灾报警控制器（或楼层复示器）设在各楼层服务台。

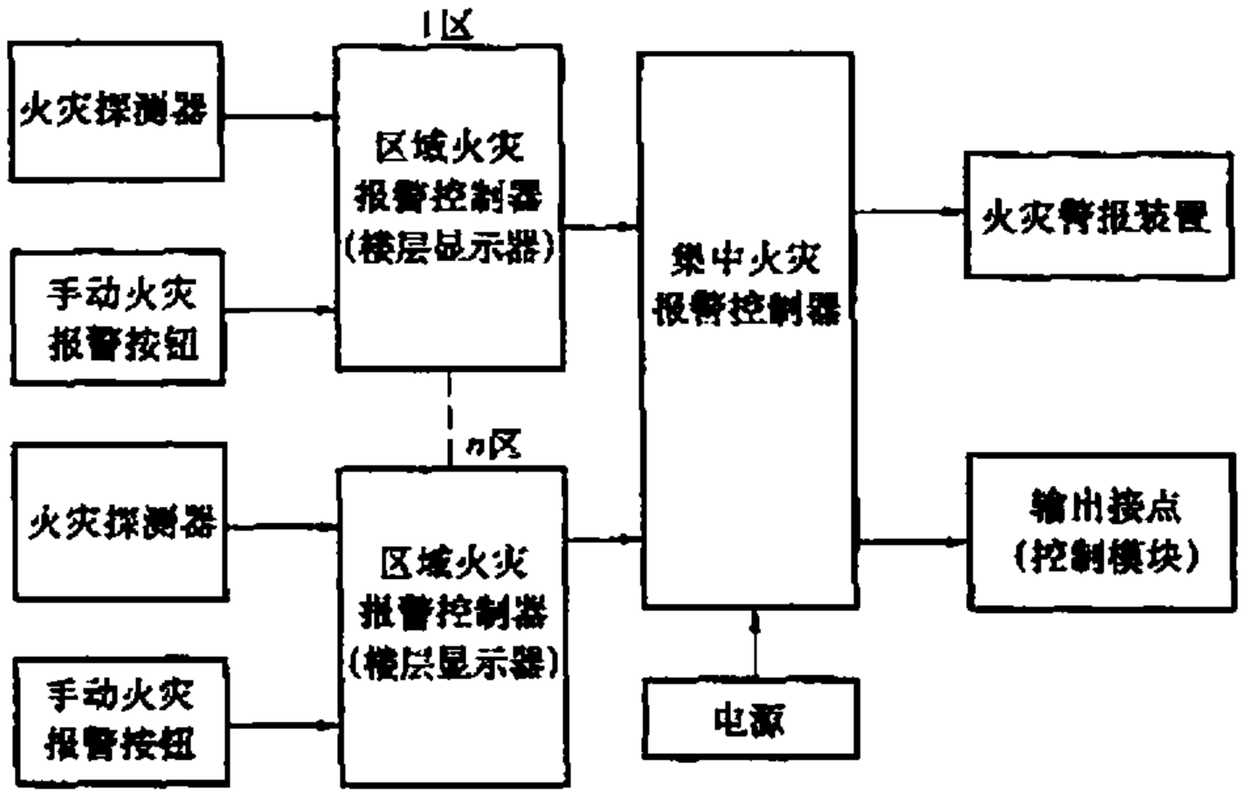


图 9-4　集中报警系统

集中报警系统的构成如图 9-5 所示。

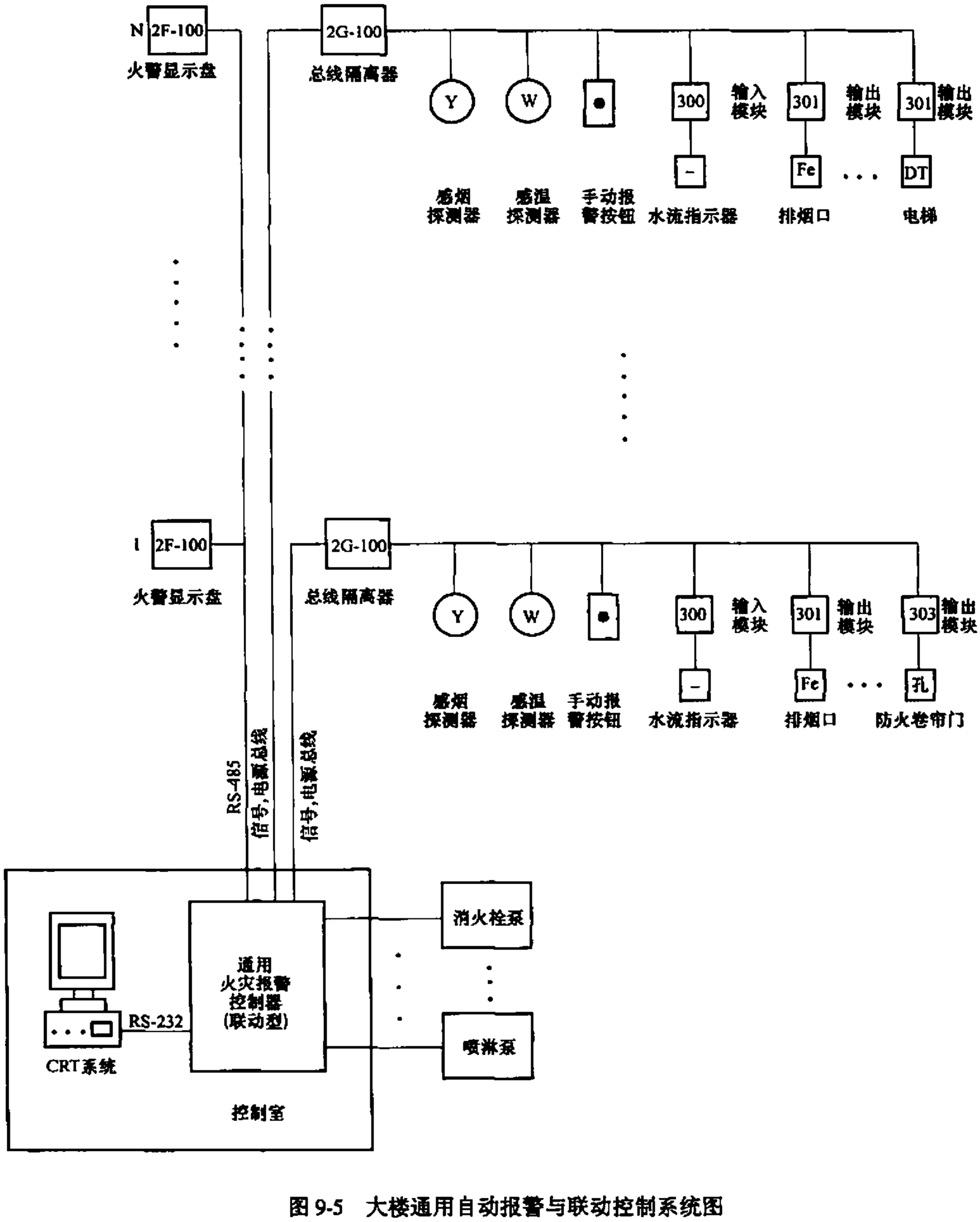


图 9-5　大楼通用自动报警与联动控制系统图

集中报警系统的设计，应符合下列要求：

（1）系统中应设置必要的消防联动控制输出、输入接点或输出、输入模块，用于控制有关消防设备，并接收其反馈信号。

（2）在集中火灾报警控制器或火灾报警控制器上应能显示火灾报警部位信号和控制信号，并能进行联动控制。

（3）为了便于管理，保证系统可靠运行，集中报警控制器应设置在有专人值班的消防控制室或消防值班室内，不能安装在其他值班室内由其他值班人员代管。

（4）设备面盘前的操作距离应满足：当设备单列布置时不应小于 1.5m，双列布置时不应小于 2m；在值班人员经常工作的一面，设备面盘距墙不应小于 3m，设备面盘后的维修距离不宜小于 1m；其排列长度大于 4m 时，其两端应设置宽度不小于 1m 的通道。

（5）集中火灾报警控制器安装在墙上时，其底边距地面的高度宜为 1.3～1.5m，靠近门轴的侧面距墙不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m。

（6）集中火灾报警控制器所连接的区域火灾报警控制器（或楼层复示器）应满足区域报警控制系统的要求。

（三）控制中心报警系统

控制中心报警系统适用于建筑规模大、建筑防火等级高、消防联动控制功能多的一级以上保护对象。该系统由设置在消防控制室的消防控制设备、集中火灾报警控制器、区域火灾报警控制器和火灾探测器组成。其系统控制框图如图 9-6 所示。

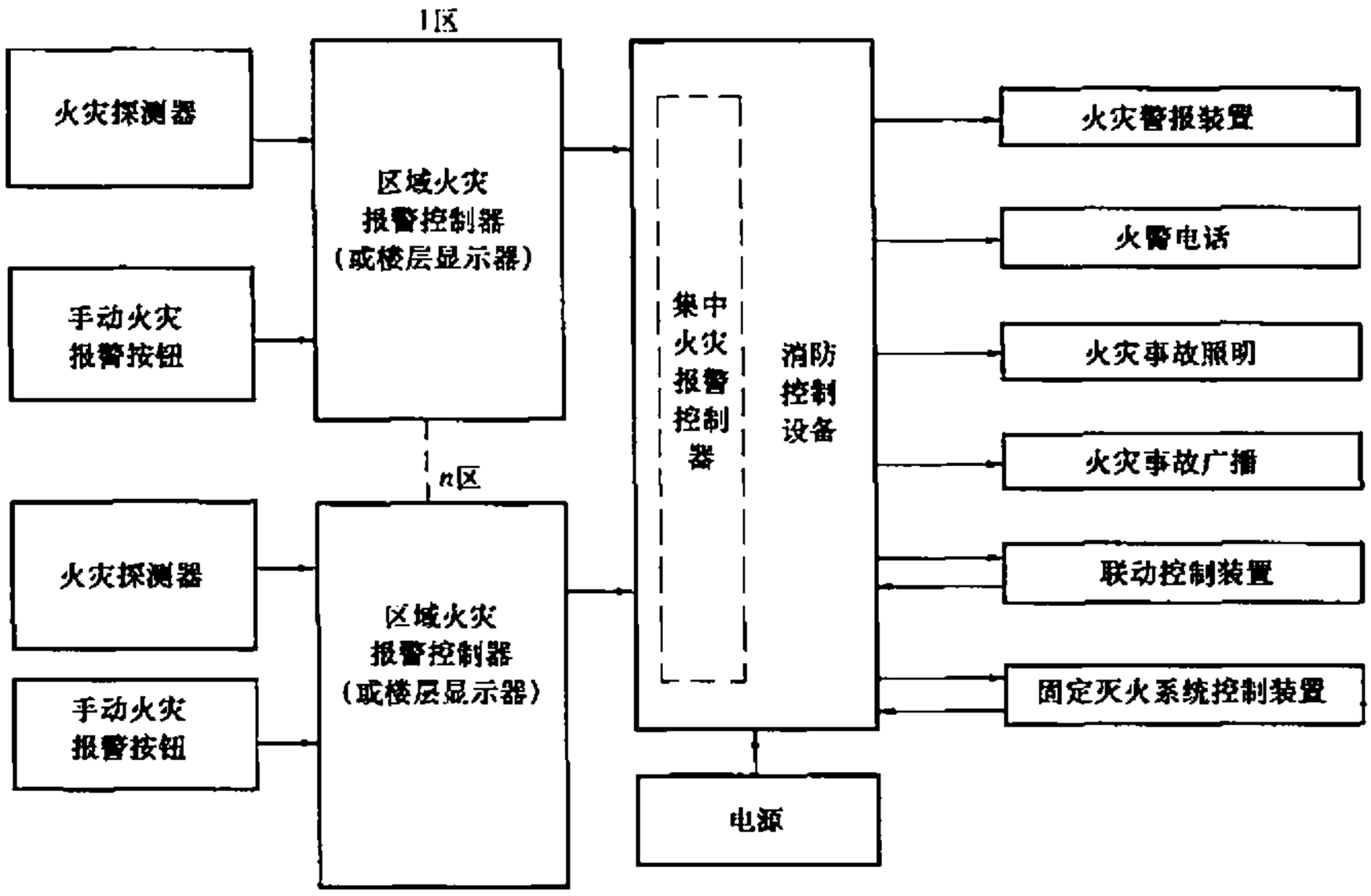


图 9-6　控制中心报警系统图

根据《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116—98），消防控制设备包括火灾报警控制器、自动灭火系统的控制装置、室内消火栓系统的控制装置、防排烟系统及空调通风系统的控制装置、常开防火门和防火卷帘的控制装置、电梯回降控制装置、火灾应急广播的控制装置、火灾警报的控制装置和火灾应急照明与疏散指示标志的控制装置等。消防控制设备可采用集中或分散或二者组合的控制方式。

控制中心报警系统主要用于建筑高度超过 100m 的一类高层民用建筑和大型宾馆、饭店、商场及高级办公楼等，也用于大型建筑群和大型综合楼工程。

控制中心报警系统的构成如图 9-7 所示。

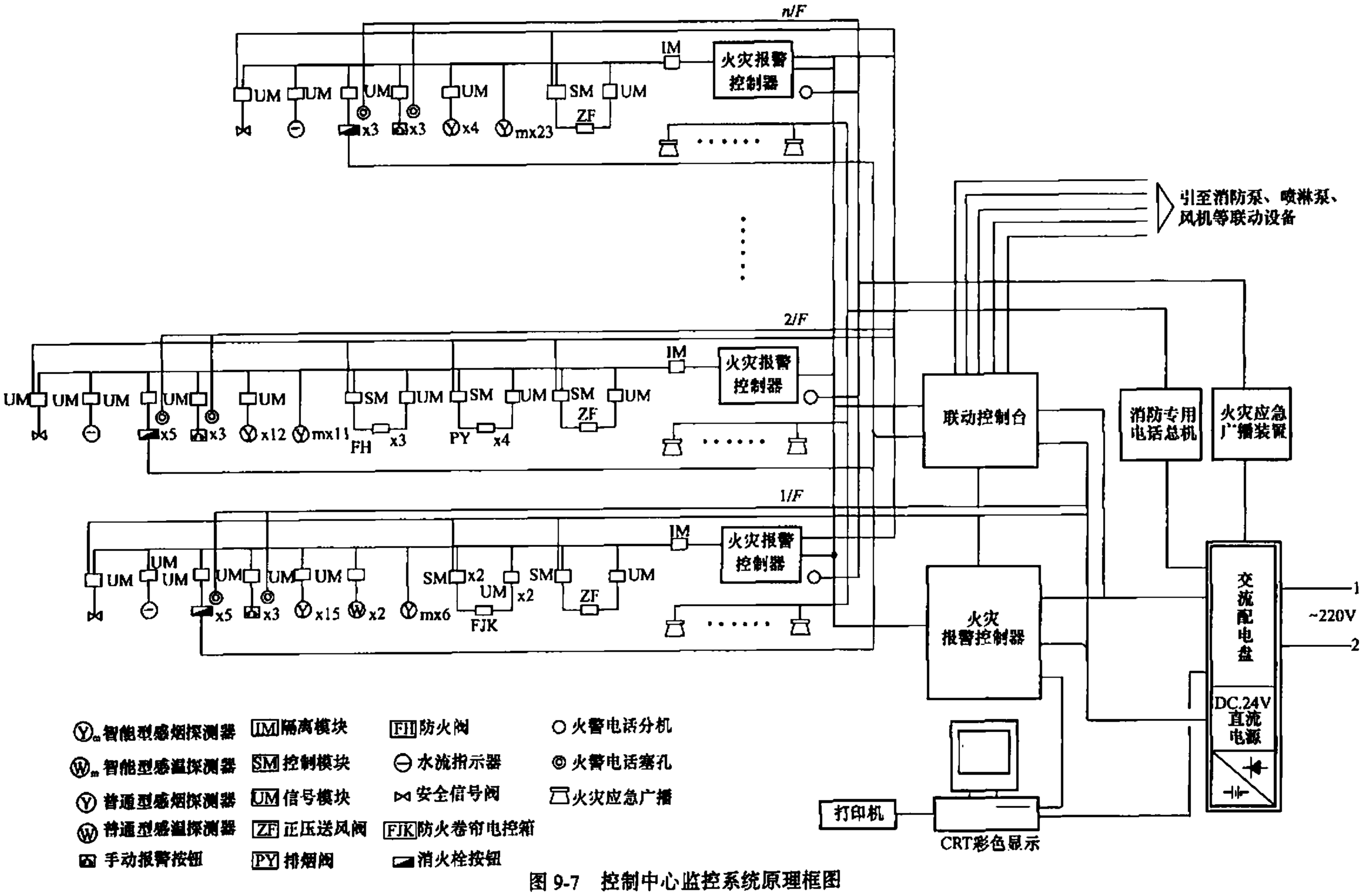


图 9-7 控制中心监控系统原理框图

设计控制中心报警系统时，应满足以下条件：

(1) 系统中至少应设置一台集中火灾报警控制器（或一台火灾报警控制器）、一台专用消防联动控制设备和两台及以上区域火灾报警控制器；

(2) 系统应能集中显示火灾报警部位号和联动控制状态信号；

(3) 区域报警控制器和集中报警控制器的设置，应满足集中报警系统的设置要求。

三、火灾自动报警系统的线制

火灾自动报警系统包括火灾探测器、传输线、报警控制器及配套设备（如显示器、中继器等），对于复杂系统，还要包括联动控制装置和设备。这里所谓的线制，主要是指探测器和控制器之间的传输线的线数。按线制分，火灾自动报警系统主要分为多线制和总线制。

1. 多线制

这是早期的火灾报警技术，它的特点是一个探测器（或若干探测器为一组）构成一个回路，与火灾报警控制器相连接，如图 9-8 所示。当回路中某一个探测器探测到火灾（或出现故障）时，在控制器上只能反映出探测器所在回路的位置。而我国火灾报警系统设计规范规定，要求火灾报警要想到探测器所在位置，即报到着火点。于是只能一个探测器为一个回路，即探测器与控制器单线连接。

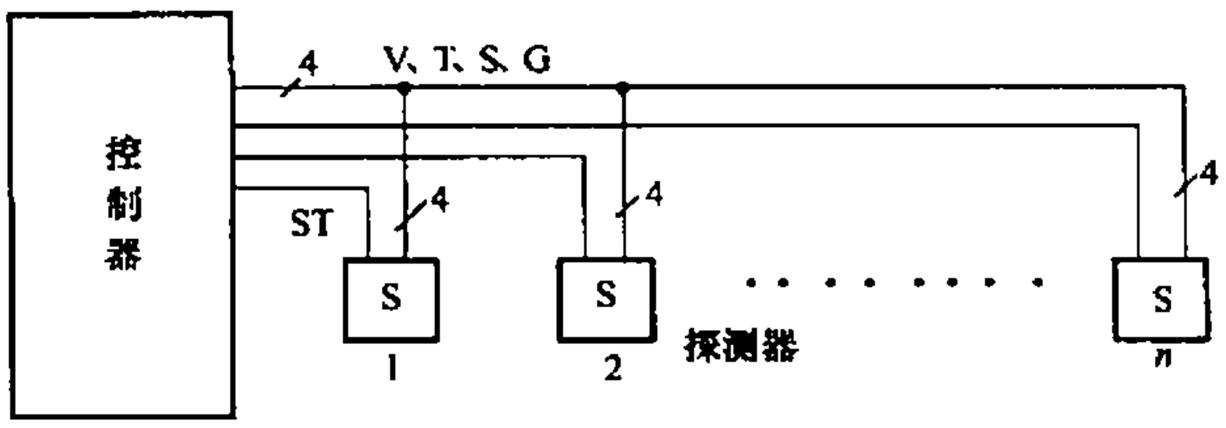


图 9-8　多线制（$n+4$）连接方式

早期的多线制有 $n+4$ 线制。n 为探测器数，4 指公用线为电源线（+24V）、地线(G)、信号线（S）和自诊断线（T），另外每个探测器设一根选通线（ST)。仅当某选通线处于有效电平时，在信号线上传送的信息才是该探测部位的状态信号。这种方式的优点是探测器的电路比较简单，供电和取信息相当直观，但缺点是线多，配管直径大，穿线复杂，线路故障也多，故已逐渐被淘汰。

后来还发展成 $n+1$ 线制（一些厂家至今还有采用），即一条是公用地线，另一条则承担供电、选通信息与自检的功能，其接线如图 9-8 中的 4 线变为一线。但这种 $n+1$ 线制依然是多线制，未从根本上解决问题。

2. 总线制

如图 9-9 所示，采用两条至四条导线构成总线回路，所有的探测器与之并联，每只探测器有一个编码电路（独立的地址电路），报警控制器采用串行通讯方式访问每只探测器。此种系统用线量明显减少，设计和施工也较为方便，因此被广泛采用。但要注意，一旦总线回路中出现短路问题，则整个回路失效，甚至损坏部分控制器和探测器。因此，为了保

证系统正常运行和免受损失，必须在系统中采取短路隔离措施，如分段加装短路隔离器。

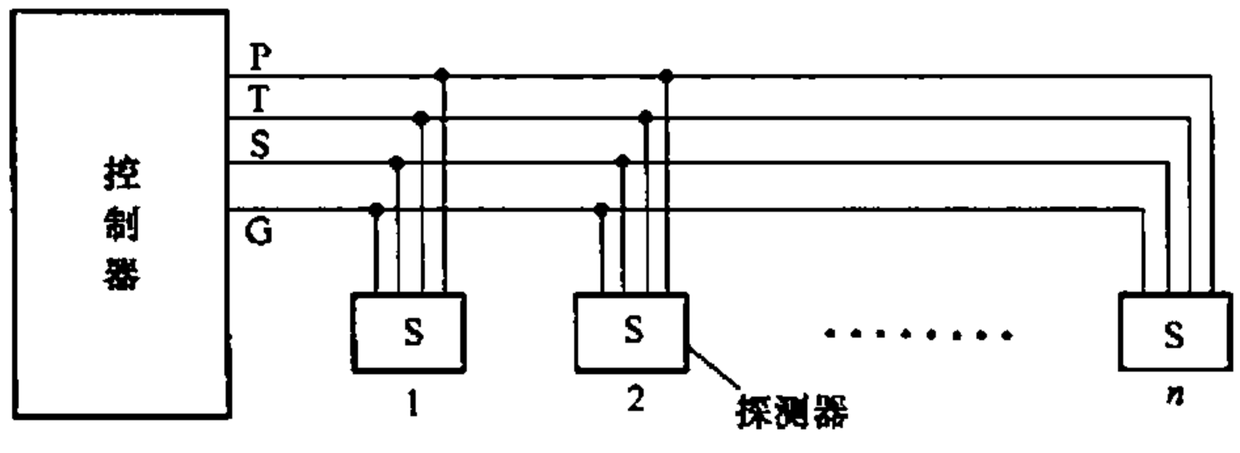


图 9-9　四总线制连接方式

图 9-9 中的四条总线为：P 线给出探测器的电源、编码、选址信号；T 线给出自检信号以判断探测部位或传输线是否有故障；控制器从 S 线上获得探测部位的信息；G 为公共地线。P、T、S、G 均为并联方式连接，S 线上的信号对探测部位而言是分时的，从逻辑实现方式上看是“线或”逻辑。由于总线制采用了编码选址技术，使控制器能准确地报警到具体探测部位，调试安装简化，系统的运行可靠性大为提高。

图 9-10 的二总线制则比四总线制又进了一步，用线量更少，但技术的复杂性和难度也提高了。二总线中的 G 线为公共地线，P 线则完成供电、选址、自检、获取信息等功能。目前，二总线制应用最多，新一代的无阈值智能火灾报警系统也建立在二总线的运行机制上。

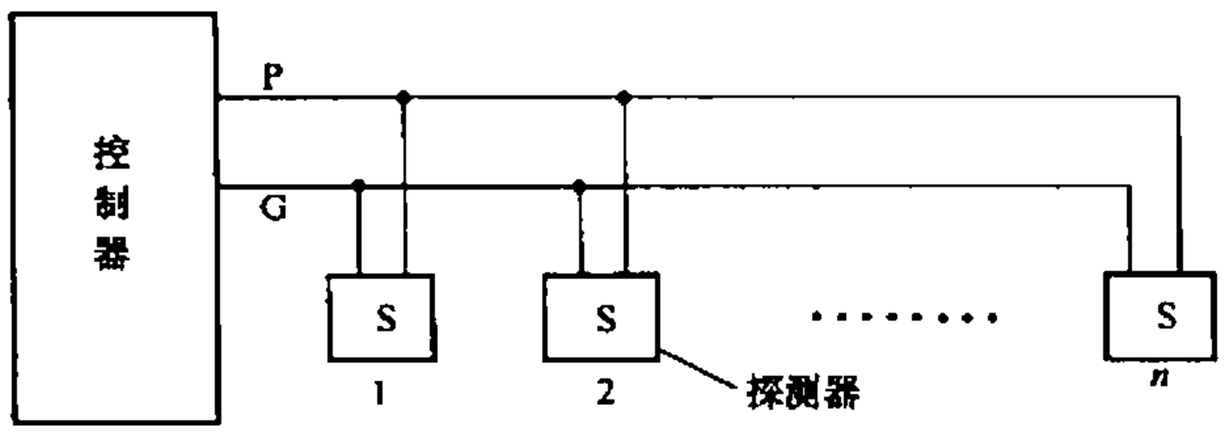


图 9-10　二总线制连接方式

二总线系统的连接方式有树形和环形两种。图 9-10 为树形，为多数系统所采用。有的系统则要求输出的两根总线再返回控制器的另两个输出端子，构成环形，如图 9-11 所示。这时对控制器而言变成了 4 根线。

顺便指出，还有一种系统的 P 线对各探测器是串联的，如图 9-12 所示，可称为链式连接方式，这时对探测器而言，变成了三根线，而对控制器还是两根线。

目前，总线制火灾自动报警系统获得了广泛的应用。在火灾自动报警系统与消防联动控制设备的组合方式上，总线制火灾自动报警系统的设计有两种常用的形式。

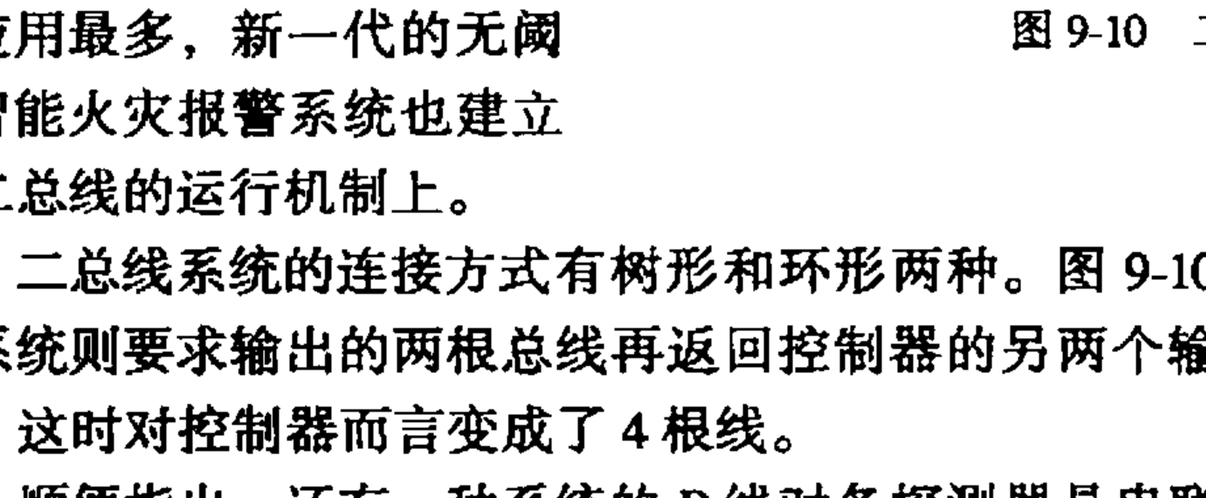


图 9-11　二总线制环形连接方式

（1）消防报警系统与消防联动系统分体式

这种系统的设计思想是分别设置报警控制器和联动控制器，报警控制器负责接收各种火警信号，联动控制器负责发出声光报警信号和启动消防设备。即系统分设报警总线和联

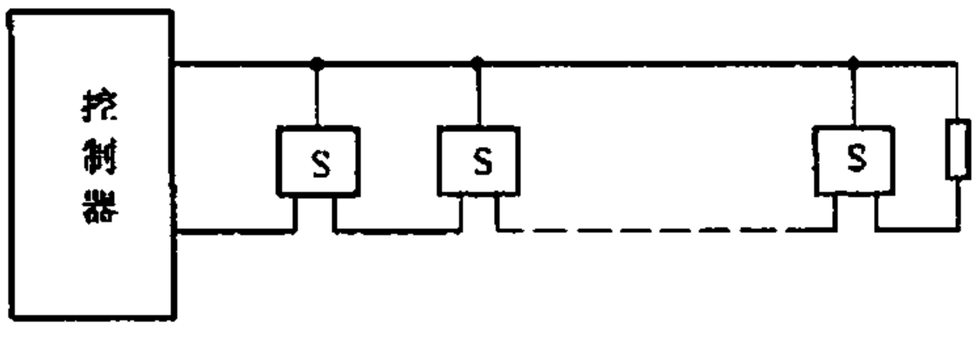


图 9-12　链式连接方式

9-13 所示。

此种系统的特点是由于分别设置了控制器及总线回路，报警系统与联动系统相对独立运行，整个报警与联动系统的可靠性较高；但系统的造价也较高，设计较为复杂，管线较多，施工与维护较为困难。该系统适合于消防报警及联动控制系统规模较大的特级、一级保护现象。

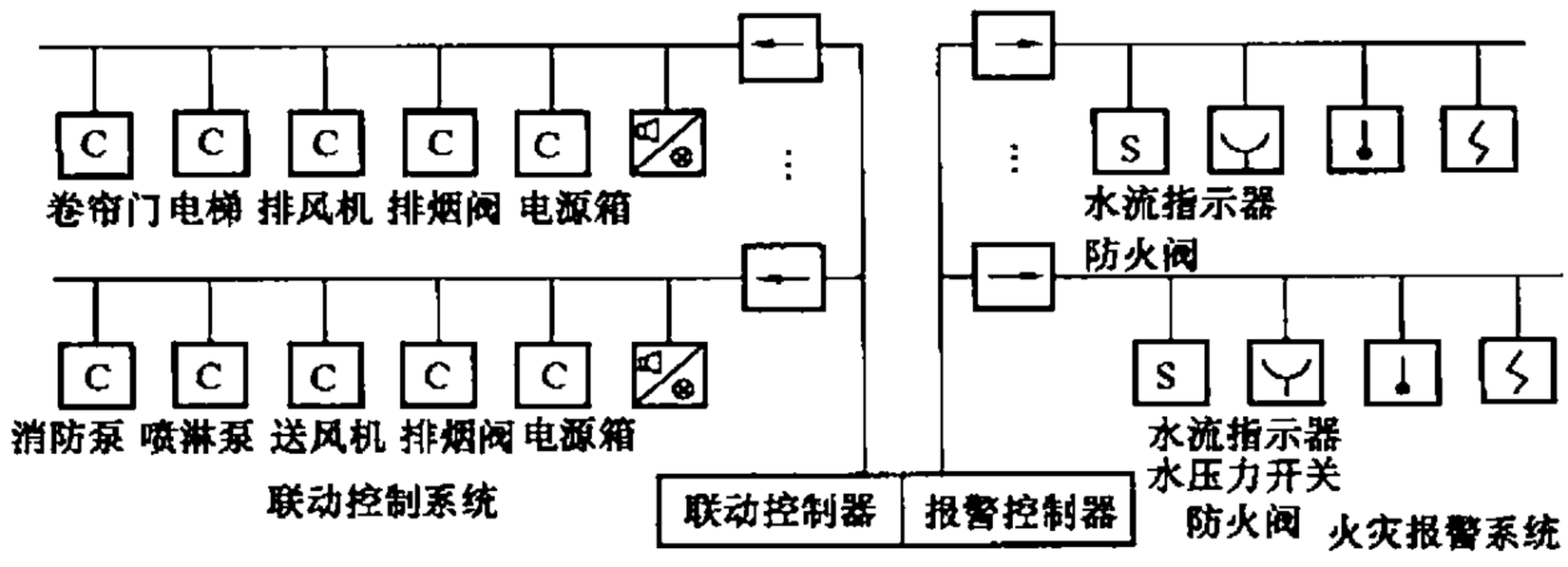


图 9-13　系统简图

(2) 消防报警系统与消防联动系统一体式

这种系统的设计思想是将报警控制器和联动控制器合二为一，即将所有的火灾探测器与各类联动控制模块均接入报警控制器，在同一总线回路中既有火灾探测器，也有消防联动设备控制模块，联动设备的控制信号和火灾探测器的报警信号在同一总线回路上传输。报警控制器既能接收各种火警信号，也能发出报警信号和启动消防设备。

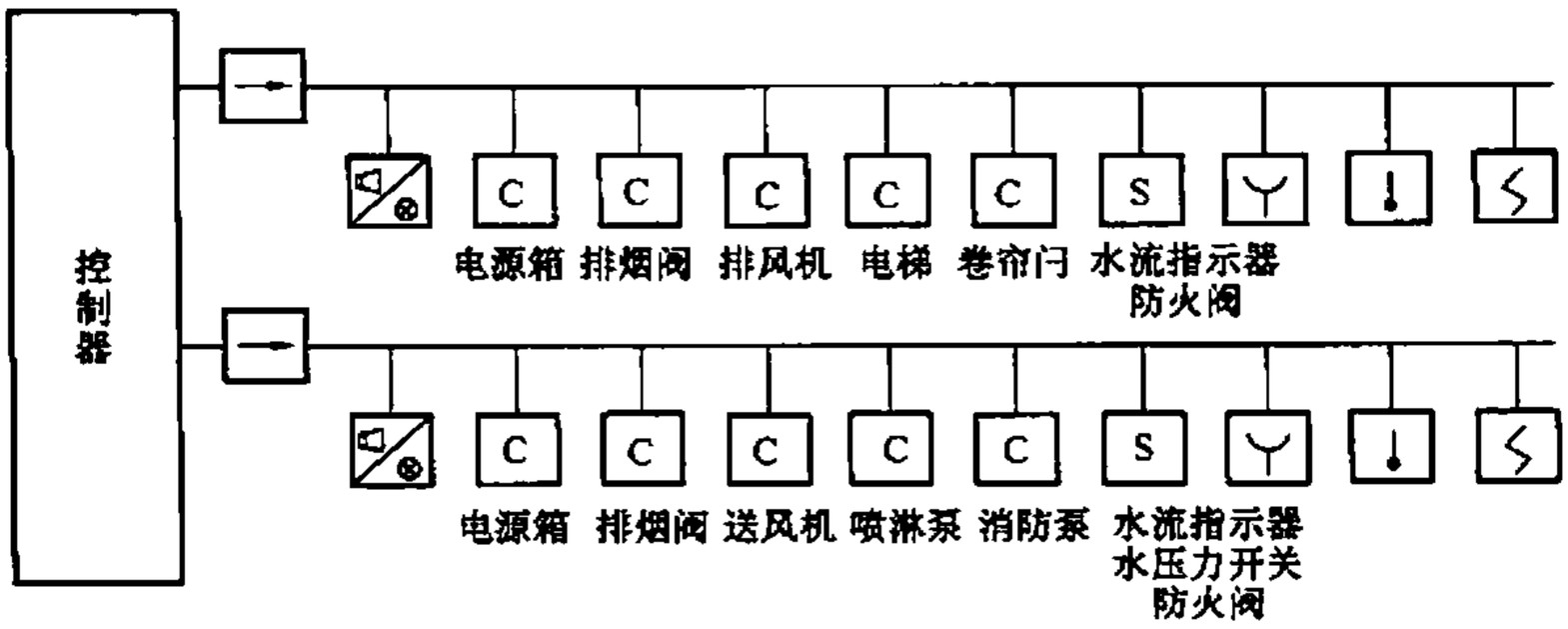


图 9-14　系统简图

动控制总线，所有的火灾探测器通过报警总线回路接入报警控制器，各类联动控制模块则通过联动总线回路接入联动控制器，联动设备的控制信号和火灾探测器的报警信号分别在不同的总线回路上传输。报警控制器和联动控制器之间通过通讯总线相互连接。系统简图如图

系统简图如图 9-14 所示。

此系统的特点是整个报警系统的布线极大简化，设计与施工较为方便，便于降低工程造价；但由于报警系统与联动控制系统共用控制器总线回路，余度较小，系统整体可靠性略低。该系统适合于消防报警及联动控制系统规模不大的二级保护对象。另外在设计与施工中要注意系统的布线应按消防联动控制线路的布线要求设计施工。

目前已有控制器的可编址回路按总线环形结构接线的火灾自动报警系统。即控制器的每条回路均发出两条总线，总线连通该回路中所有的探测器、模块等设备后再回到控制器。正常情况下，系统通过总线对所接设备进行单向巡检；当发生故障时，通过探测器或各种模块自带的总线隔离器将故障点自动隔离后，系统通过总线对所接设备进行两端双向巡检，从而大大提高了系统的可靠性。

四、智能火灾报警系统

火灾自动报警系统发展至今，大致可分为三个阶段：

(1) 多线制开关量式火灾探测报警系统，这是第一代产品。目前国内除极少数厂家生产外，它已处于被淘汰的状态。

(2) 总线制可寻址开关量式火灾探测报警系统，这是第二代产品，尤其是二总线制开关量式探测报警系统目前还被大量采用。

(3) 模拟量传输式智能火灾报警系统，这是第三代产品。目前我国已开始从传统的开关量式的火灾探测报警技术，跨入具有先进水平的模拟量式智能火灾探测报警技术的新阶段，它使系统的误报率降低到最低限度，并大幅度地提高了报警的准确度和可靠性。

传统的开关量式火灾探测报警系统对火灾的判断依据，仅仅是根据某种火灾探测器探测的参数是否达到某一设定值（阈值）来确定是否报警，只要探测的参数超过其自身的设定值就发出报警信号（开关量信号）。这一判别工作是在火灾探测器中由硬件电路实现，探测器实际上起着触发器件的作用。由于这种火灾报警的判据单一，对环境背景的干扰影响无法消除，或因探测器内部电路的缓慢漂移，从而产生误报警。

模拟量式火灾探测器则不同，它不再起触发器件的作用，即不对灾情进行判断，而仅是用来产生一个与火灾现象成正比的测量值（模拟量），起着传感器的作用，而对火灾的评估和判断由控制器完成。所以，模拟量火灾探测器确切地说应称为火灾参数传感器。控制器能对传感器送来的火灾探测参数（如烟的浓度）进行分析运算，自动消除环境背景的干扰，同时控制器还具有存储火灾参数变化规律曲线的功能，并能与现场采集的火灾探测参数对比，来确定是否报警。在这里，判断是否发生了火灾，火灾参数的当前值不是判断火灾的惟一条件，还必须考查在此之前一段时间的参数值。也就是说，系统没有一个固定的阈值，而是“可变阈”。火灾参数的变化必须符合某些规律，因此这种系统是智能型系统。当然，智能化程度的高低，与火灾参数变化规律的选取有很大的关系。完善的智能化分析是“多参数模式识别”和“分布式智能”，它既考查火灾中参数的变化规律，又考虑火灾中相关探测器的信号间相互关系，从而把系统的可靠性提高到非常理想的水平。表9-1列出两种火灾自动报警系统的比较。

两种火灾自动报警系统之比较　　表 9-1

	传统火灾自动报警系统	智能火灾自动报警系统
探测器（传感器）	开关量	模拟量
火灾探测最佳灵敏度	不惟一	惟一（随外界环境变化而自行调整）
报警阀值	单一	多态（预警、报警、故障等）
探测器灵敏漂移	无补偿	“零点”自动补偿
信号处理算法	简单处理	各种火灾算法
自诊断能力	无	有
误报率	高（达 20:1）	低（至少降低一个数量级甚低至几乎为零）
可靠性	低	高

应该指出，这里所说的开关量系统或模拟量系统，指的是从探测器到控制器之间传输的信号是开关量还是模拟量。但是，以开关量还是模拟量来区分系统是传统型还是智能型是不准确的。例如，从探测器到控制器传输的信号是模拟量，代表烟的浓度，但控制器却有固定的阈值，没有任何的模式分析，则系统还是传统型的，并无智能化。再如，探测器若本身软硬件结构相当完善，智能化分析能力很强，探测器本身能决定是否报警，且没有固定的阈值，而探测器报警后向控制器传输的信号却是报警后的开关量。显然，这种系统是智能型而不是传统型。因此，区分传统型系统与智能型系统的简单办法不是“开关量”与“模拟量”之别，而是“固定阈”与“可变阈”之别。

目前，智能火灾报警系统按智能的分配来分，可分为三种形式系统：

1. 智能集中于探测部分，控制部分为一般开关量信号接收型控制器

在这种系统中，探测器内的微处理器能够根据探测环境的变化作出响应，并自动进行补偿，能对探测信号进行火灾模式识别，作出判断给出报警信号，在确认自身不能可靠工作时给出故障信号。控制器在火灾探测过程中不起任何作用，只完成系统的供电、火警信号的接收、显示、传递以及联动控制等功能。这种智能因受到探测器体积小等的限制，智能化程度尚处在一般水平，可靠性往往也不是很高。

2. 智能集中于控制部分，探测器输出模拟量信号

这种系统又称主机智能系统。它是将探测器的阈值比较电路取消，使探测器成为火灾传感器，无论烟雾影响大小，探测器本身不报警，而是将烟雾影响产生的电流、电压变化信号以模拟量（或等效的数字编码）形式传输给控制器（主机），由控制器中的微计算机进行计算、分析、判断，作出智能化处理，辨别是否真正发生火灾。

这种主机智能系统的主要优点有：灵敏度信号特征模型可根据探测器所在环境特点来设定；可补偿各类环境干扰和灰尘积累对探测器灵敏度的影响，并能实现极脏功能；主机采微处理机技术，可实现时钟、存储、密码、自检联动、联网等多种管理功能；可通过软件编辑实现图形显示、键盘控制、翻译等高级扩展功能。但是，由于整个系统的监测、判断功能不仅全部要控制器完成，而且还要一刻不停地处理成百上千个探测器发回的信息，因此出现系统程序复杂、量大、探测器巡检周期长，势必造成探测点大部分时间失去监控、系统可靠性降低和使用维护不便等缺点。目前，此种智能系统的产品较多。

3. 智能同时分布在探测器和控制器中

这种系统称为分布智能系统。它实际上是主机智能与探测器智能两者相结合，因此也称为全智能系统。在这种系统中，探测器具有一定的智能，它对火灾特征信号直接进行分

析和智能处理，作出恰当的智能判决，然后将这些判决信息传递给控制器。控制器再作进一步的智能处理，完成更复杂的判决并显示判决结果。

分布智能系统是在保留智能模拟量探测系统优势的基础上形成的，探测器与控制器是通过总线进行双向信息交流的，控制器不但收集探测器传来的火灾特征信号分析判决信息，还对探测器的运行状态进行监视和控制。由于探测器有了一定的智能处理能力，因此控制器的信息处理负担大为减轻，可以从容不迫地实现多种管理功能，从根本上提高系统的稳定性和可靠性。而且，在传输速率不变的情况下，总线可以传输更多的信息，使整个系统的响应速度和运行能力大大提高。由于这种分布式智能报警系统集中了上述两种系统中智能的优点，它将成为火灾报警技术发展的主导方向。

智能火灾报警系统的传输方式均为总线制，按线制又可分为多总线制和二总线制等。

第二节　消防设施的联动控制

一、消防联动控制的要求与功能

（一）一般规定

(1) 消防联动控制对象有灭火设施（消防泵等）、防排烟设施、防火卷帘、防火门、水幕、电梯、非消防电源的断电控制。

(2) 消防联动控制应根据工程规模、管理体制、功能要求合理确定控制方式。控制方式一般为两种，即集中控制和分散与集中相结合方式。无论采用何种控制方式，应将被控对象执行机构的动作信号（反馈信号）送至消防控制室。

(3) 容易造成混乱带来严重后果的被控对象（如电梯、非消防电源及警报等），应由消防控制室集中管理。

（二）消防联动控制的功能

(1) 消防控制设备对室内消火栓系统应有下列控制显示功能：

1) 控制消防水泵的启、停；

2) 显示启泵按钮启动的位置；

3) 显示消防水泵的工作、故障状态。

(2) 消防控制设备对自动喷水灭火系统应有下列控制显示功能：

1) 控制系统的启、停；

2) 显示报警阀、闸阀及水流指示器的工作状态；

3) 显示喷淋水泵的工作状态、故障状态。

(3) 消防控制设备对有管网的二氧化碳等灭火系统应有下列控制显示功能：

1) 控制系统的紧急启动和切断；

2) 由火灾探测器联动的控制设备应具有 30s 可调的延时；

3) 显示系统的手动、自动工作状态；

4) 在报警、喷射各阶段，控制室应有相应的声光报警信号，并能手动切除声响信号；

5) 在延时阶段，应能自动关闭防火门、窗，停止通风及空调系统。

(4) 火灾报警后，消防控制设备对联动控制对象应有下列功能：

1）停止有关部位的风机，关闭防火阀，并接收其反馈信号；

2）启动有关部位的防烟、排烟风机、正压送风机和排烟阀，并接收其反馈信号。

（5）火灾确认后，消防控制设备对联动控制对象应有下列功能：

1）关闭有关部位的防火门、防火卷帘，并接收其反馈信号；

2）发出控制信号，强制电梯全部停于首层，并接收其反馈信号；

3）接通火灾事故照明灯和疏散指示灯；

4）切断有关部位的非消防电源。

（6）火灾确认后，消防控制设备应按顺序接通火灾报警装置。接通顺序如下：

1）2层及2层以上楼层发生火灾，宜先接通着火层及其相邻的上、下层；

2）首层发生火灾，宜先接通本层、2层及地下各层；

3）地下室发生火灾，宜先接通地下各层及首层。

二、消防设备的供电控制

（一）消防设备供电

建筑物中火灾自动报警与消防设备联动控制系统的工作特点是连续、不间断。为了保证消防系统供电电源的可靠性，应设有主供电电源和直流备用供电电源。消防自动监控系统的主供电电源应采用消防专用电源，其负荷等级应按照《建筑设计防火规范》（GBJ 16—1987）和《高层民用建筑设计防火规范》（GB 50045—1997）划分，并按照电力系统设计规范规定的不同负荷级别要求供电。

消防设备供电系统应能充分保证设备的工作性能，在火灾发生时应能发挥消防设备的功能，将损失减少到最低限度。对于电力负荷集中的高层建筑或一、二级电力负荷（消防负荷），通常是采用单电源或双电源的双回路供电方式，用两个10kV电源进线和两台变压器构成消防主供电电源。在此前提下，为提高供电可靠性，消防设备从主电源受电的接线方案有如下两种形式：

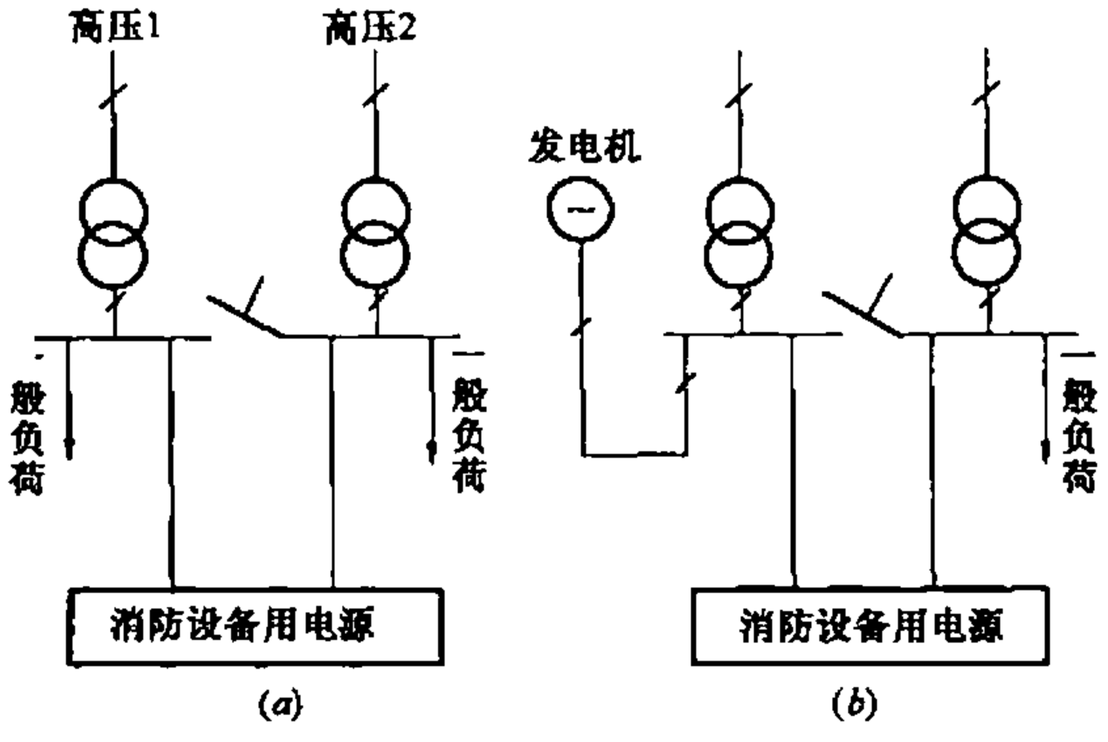


图9-15　一类建筑消防供电系统
（a）不同电网；（b）同一电网

第一类建筑物消防设备（一级消防负荷）的供电系统，通常采用如图9-15所示的方式。

其中图9-15（a）表示采用不同电网构成双电源，两台变压器互为暗备用，单母线分段提供消防设备用电源；图9-15（b）表示采用同一电网双回路供电，两台变压器暗备用，单母线分段，设置柴油发电机组作为应急电源向消防设备供电，与主供电电源互为备用，满足一级负荷要求。

第二类建筑物消防设备（二级消防负荷）的供电系统如图9-16所示。图9-16（a）表示由外部引来的一路低压电源，与本部门电源（自备柴油发电机组）互为备用，供给消防

设备电源；图 9-16（*b*）表示双回路供电，满足二级负荷要求。

（二）备用电源自动投人

消防规范要求一类、二类高层建筑分别采用双电源、双回路供电，且变电所需采用分段母线供电，以保障供电的可靠性。备用电源的自动投人装置（BZT）可使两路供电互为备用，也可用于主供电电源与应急电源（如柴油发电机组）的联接和应急电源自动投人。必须说明，两路电源在消防泵、消防电梯等消防设备端实现切换（末端切换）常采用备用电源自动投人装置。

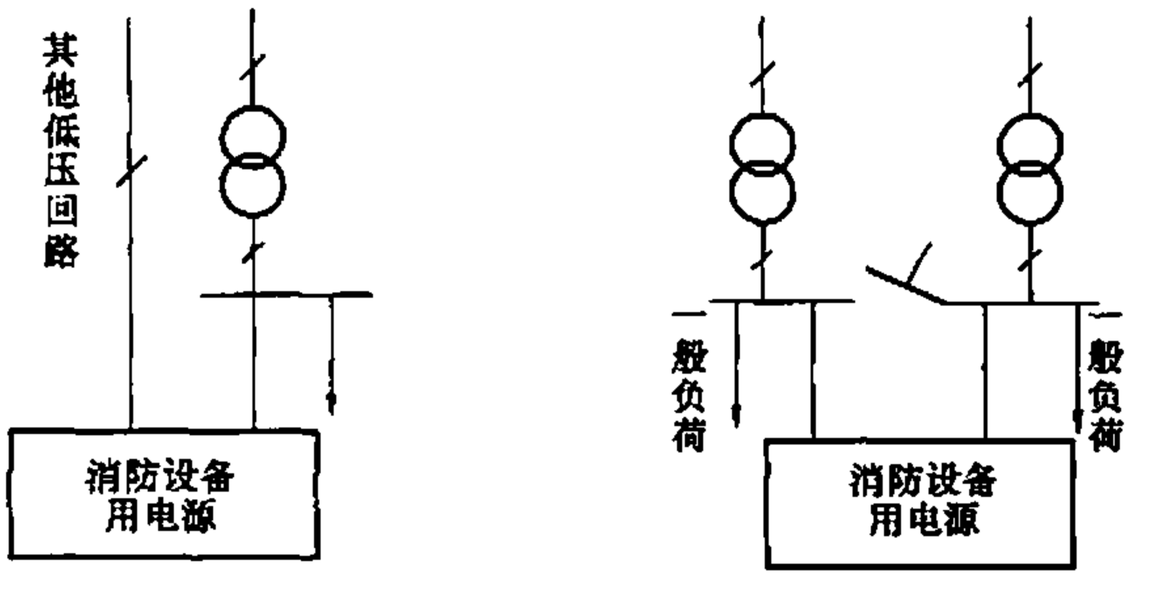


图 9-16　二类建筑消防供电系统

（*a*）一路为低压电源；（*b*）双回路电源

三、灭火设备的控制

（一）消防泵的控制

在现场，对消防泵的手动控制有两种方式：一是通过消火栓按钮（破玻璃按钮）直接启动消防泵；二是通过手动报警按钮，将手动报警信号送人控制室的控制器后，产生手动或自动信号控制消防泵启动，同时接收返回的水位信号。一般，消防泵都是经中控室联动控制，其联动控制示意图如图 9-17 所示，控制方框图如图 9-18 所示。

消防栓内破玻璃按钮直接启动消防泵的安装如图 9-19 所示。对设有消火栓按钮的消火栓灭火系统的控制要求（图 9-17）：

（1）消火栓按钮控制回路应采用 50V 以下的安全电压。

（2）当消火栓设有消火栓按钮时，应能向消防控制（值班）室发送消火栓工作信号和起动消防水泵。

（3）消防控制室对消火栓灭火系统应有下列控制、显示功能：

1）控制消防水泵的起、停；

2）显示消防水泵的工作、故障状态；

3）显示消火栓按钮的工作部位，当有困难时可按防火分区或楼层显示。

（二）自动喷水灭火系统的控制要求（图 9-20）

（1）设有自动喷水灭火喷头需早期火灾自动报警的场所（不易检修的顶棚、闷顶内或厨房等处除外），宜同时设置感烟探测器。

（2）自动喷水灭火系统中设置的水流指示器，不应作自动起动消防水泵的控制装置。报警阀压力开关、水位控制开关和气压罐压力开关等可控制消防水泵自动起动。

（3）消防控制室内对自动喷水灭火系统宜有下列控制监测功能：

1）控制系统的起、停；

2）系统的控制阀开启状态。但对管网末端的试验阀，应在现场设置手动按钮就地控制开闭，其状态信号可不返回；

3）消防水泵电源供应和工作情况；

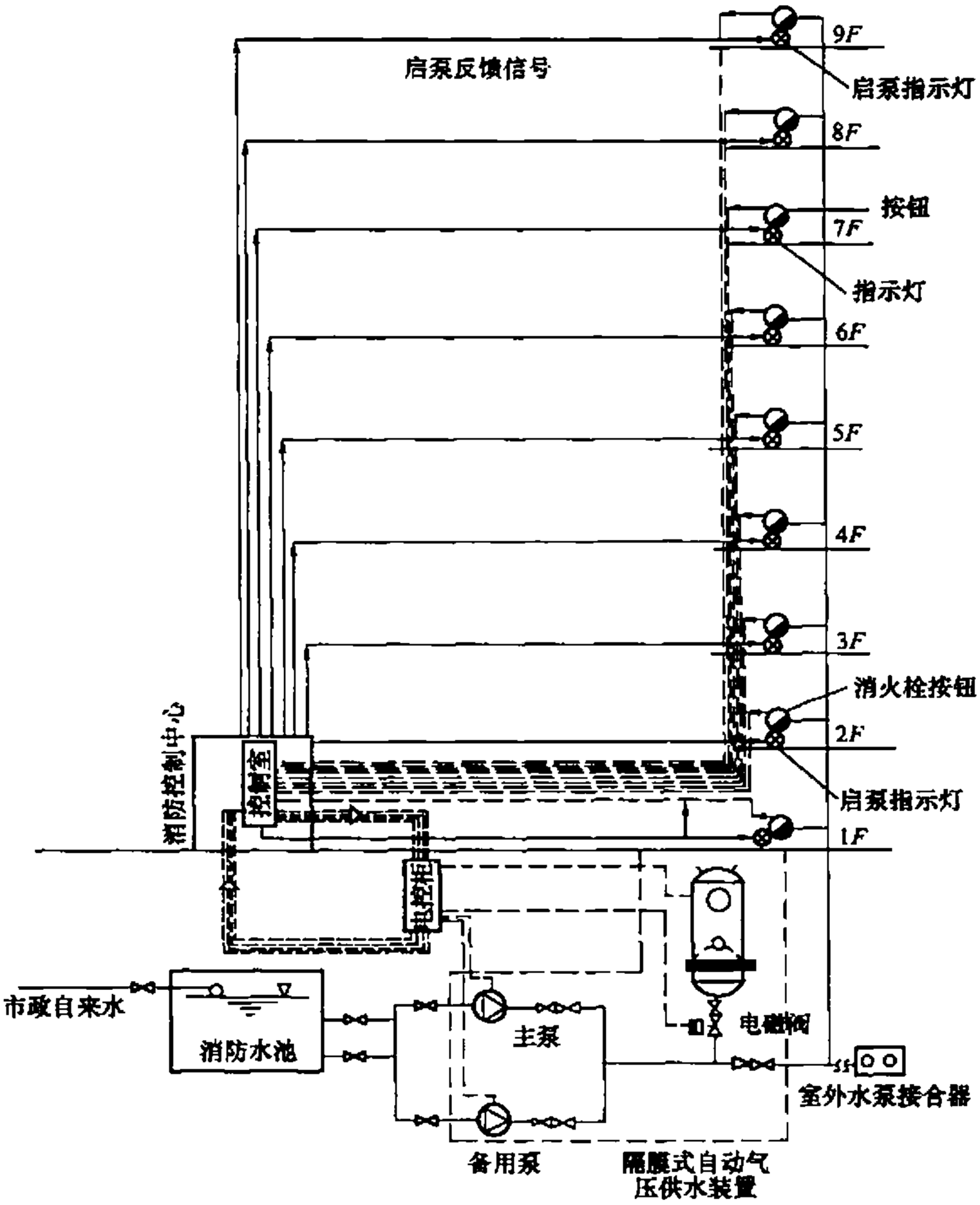


图 9-17　消火栓系统示意图

4）水池、水箱的水位。对于重力式水箱，在严寒地区宜安设水温探测器，当水温降低到 5℃以下时，即应发出信号报警；

5）干式喷水灭火系统的最高和最低气压。一般压力的下限值宜与空气压缩机联动，或在消防控制室设充气机手动起动和停止按钮；

6）预作用喷水灭火系统的最低气压；

7）报警阀和水流指示器的动作情况。

(4) 设有充气装置的自动喷水灭火管网应将高、低压力报警信号送至消防控制室。消防控制室宜设充气机手动启动按钮和停止按钮。

(5) 预作用喷水灭火系统中应设置由感烟探测器组成的控制电路，控制管网预作用充水。

(6) 雨淋和水喷雾灭火系统中宜设置由感烟、定温探测器组成的控制电路，控制电磁阀。电磁阀的工作状态应反馈消防控制室。

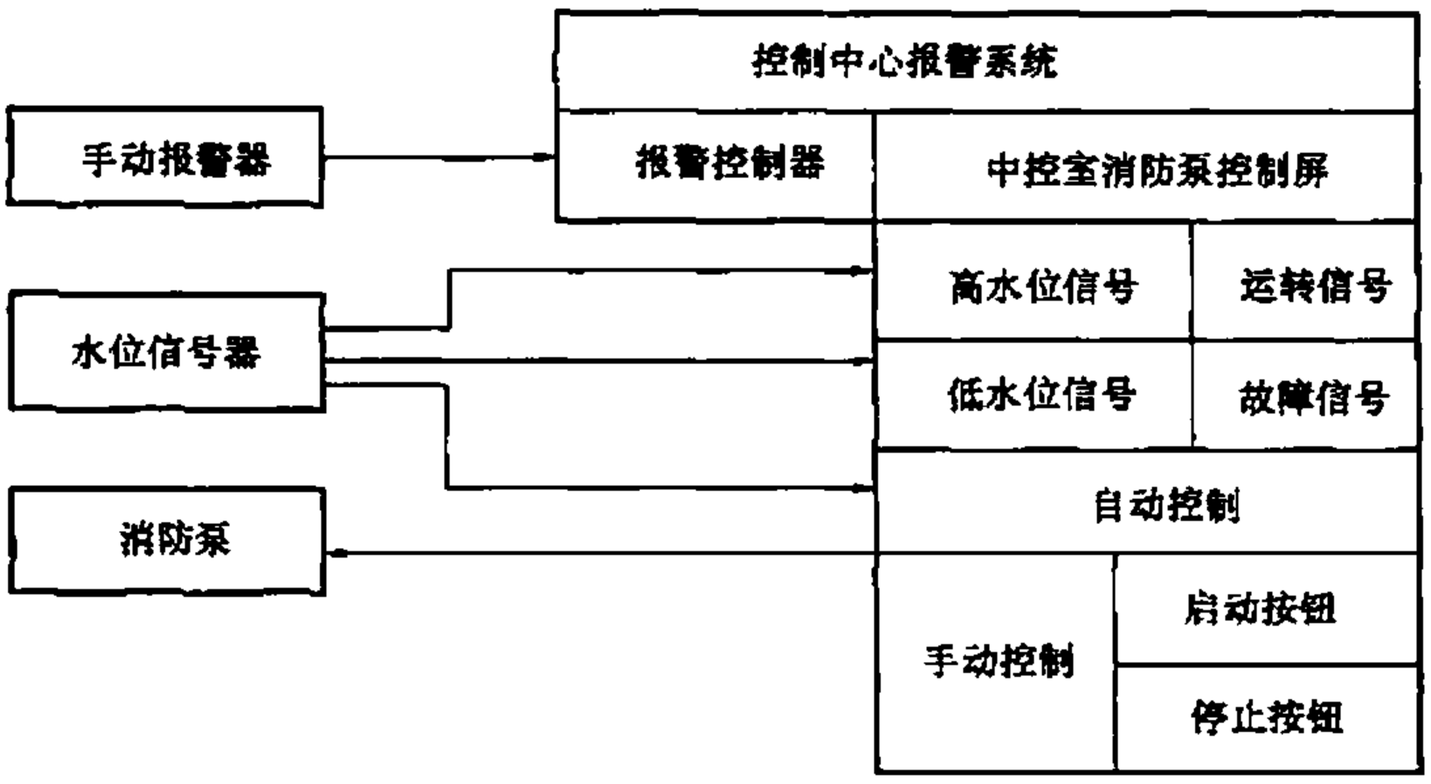


图 9-18　消防泵联动控制框图

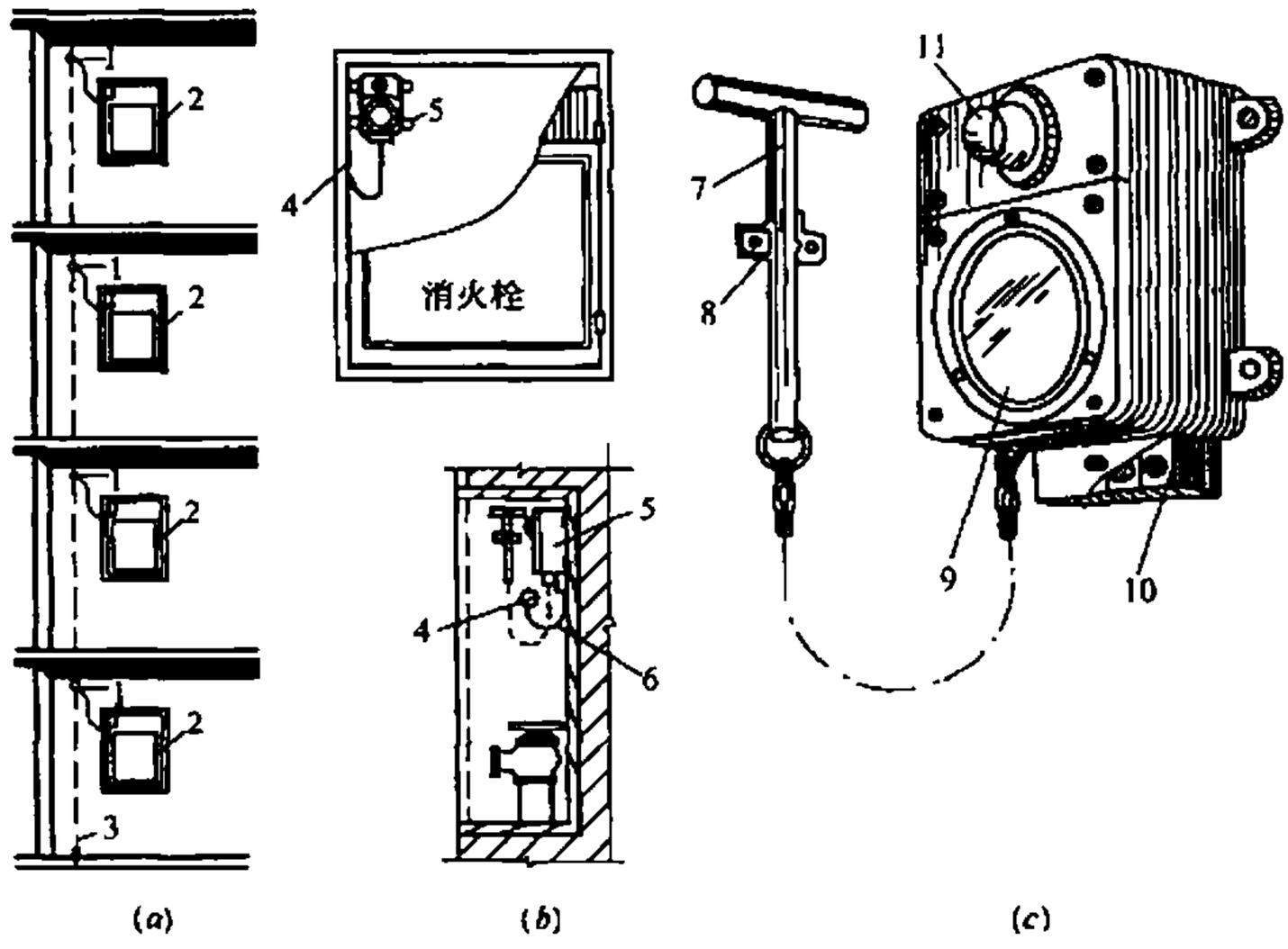


图 9-19　消防栓和消防按钮的安装

（a）消防按钮安装立管示意图；（b）消防按钮在消火栓中的安装做法；（c）消防按钮外形

1—接线盒；2—消火栓箱；3—引至消防泵房管线；4—出线孔；5—消防按钮；6—塑料管或金属软管；7—敲击锤；8—锤架；9—玻璃窗；10—接线端子；11—指示灯

（7）消防水泵（包括喷洒泵）、排烟风机及正压送风机等重要消防用电设备，宜采取定期自动试机、检测措施。

（三）卤代烷、二氧化碳气体自动灭火系统的控制要求（图 9-21）

（1）设有卤代烷、二氧化碳等气体自动灭火装置的场所（或部位）应设感烟定温探测器与灭火控制装置配套组成的火灾报警控制系统。

（2）管网灭火系统应有自动控制、手动控制和机械应急操作三种起动方式；无管网灭火装置应有自动控制和手动控制二种起动方式。

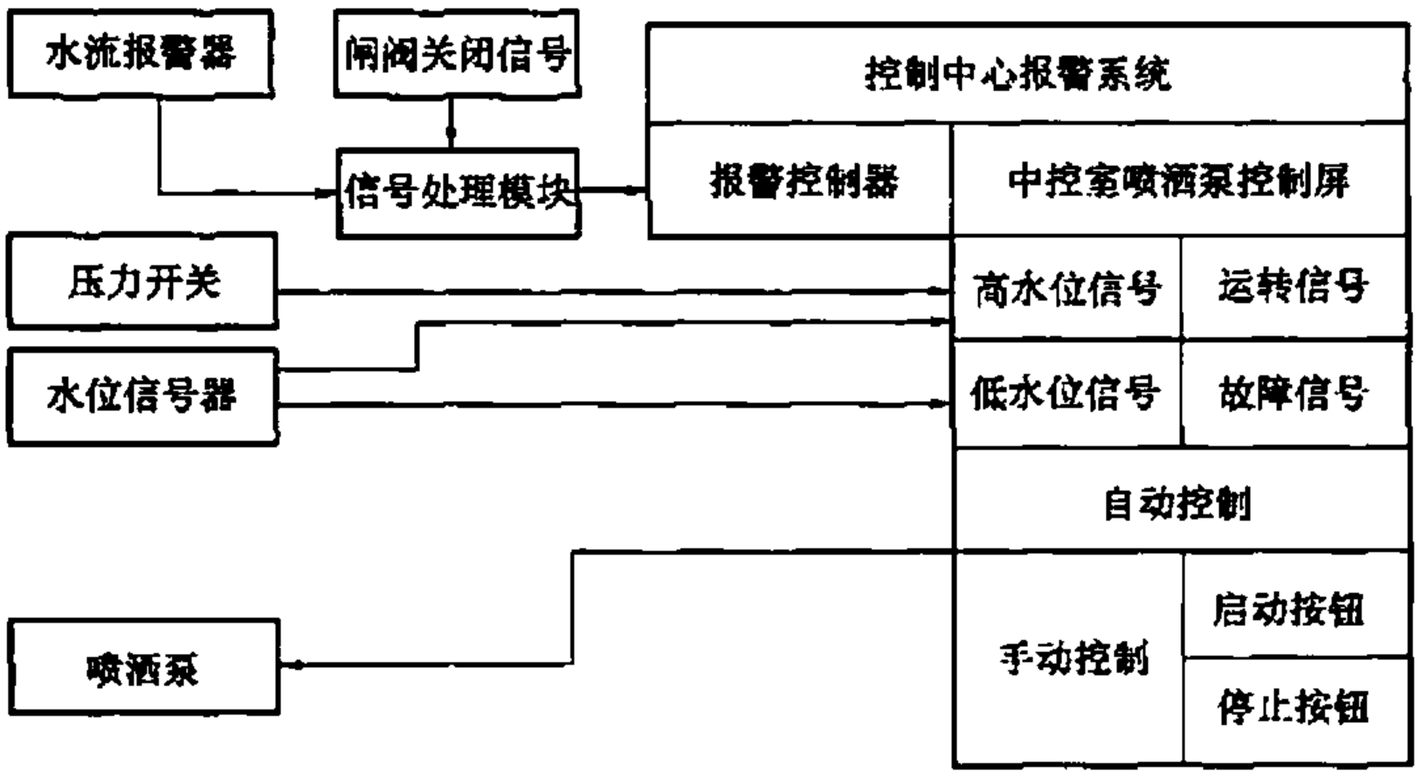


图 9-20　喷洒泵联动控制框图

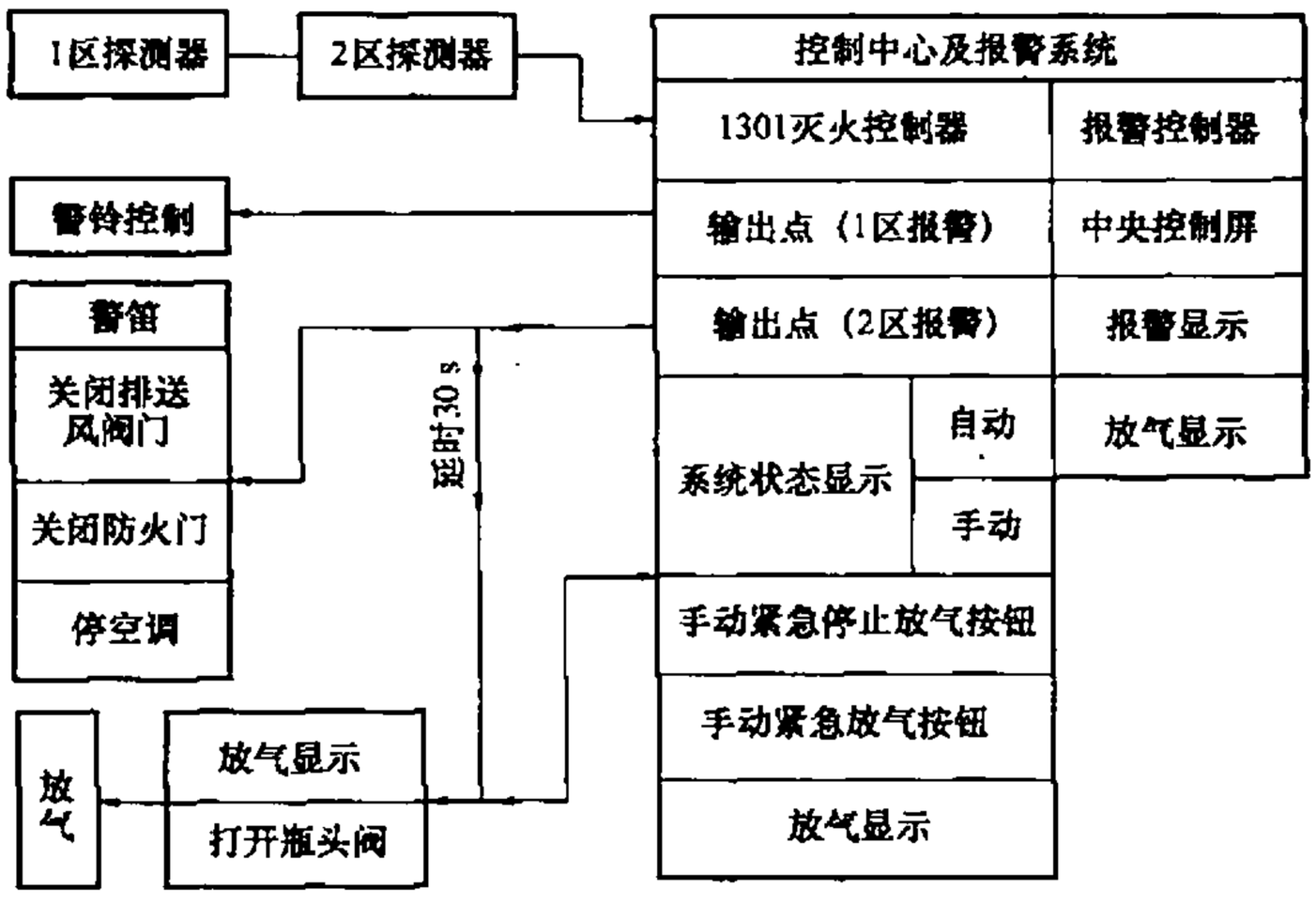


图 9-21　卤代烷（Halon）1301 灭火系统控制框图

（3）自动控制应在接到两个独立的火灾信号后才能起动。

（4）应在被保护对象主要出入口门外，设置手动紧急控制按钮并应有防误操作措施和特殊标志。

（5）机械应急操作装置应设在贮瓶间或防护区外便于操作的地方，并能在一个地点完成释放灭火剂的全部动作。

（6）应在被保护对象主要出入口外门框上方设放气灯并应有明显标志。

（7）被保护对象内应设有在释放气体前 30s 内人员疏散的声警报器。

（8）被保护区域常开的防火门，应设有门自动释放器，在释放气体前能自动关闭。

（9）应在释放气体前，自动切断被保护区的送、排风风机或关闭送风阀门。

（10）对于组合分配系统，宜在现场适当部位设置气体灭火控制室；单元独立系统是否设控制室可根据系统规模及功能要求而定；无管网灭火装置一般在现场设控制盘（箱），

但装设位置应接近被保护区，控制盘（箱）应采取防护措施。

在经常有人的防护区内设置的无管网灭火系统，应设有切断自动控制系统的手动装置。

（11）气体灭火控制室应有下列控制、显示功能：

1）控制系统的紧急起动和切断；

2）由火灾探测器联动的控制设备，应具有 30s 可调的延时功能；

3）显示系统的手动、自动状态；

4）在报警、喷射各阶段，控制室应有相应的声、光报警信号，并能手动切除声响信号；

5）在延时阶段，应能自动关闭防火门、停止通风、空气调节系统。

（12）气体灭火系统在报警或释放灭火剂时，应在建筑物的消防控制室（中心）有显示信号。

（13）当被保护对象的房间无直接对外窗户时，气体释放灭火后，应有排除有害气体的设施，但此设施在气体释放时应是关闭的。

（四）灭火控制室对泡沫和干粉灭火系统应有的控制、显示功能

（1）在火灾危险性较大，且经常没有人停留的场所内的灭火系统，应采用自动控制的起动方式。

为提高灭火的可靠性，在采用自动控制方式的同时，还应设置手动起动控制环节。

（2）在火灾危险性较小，有人值班或经常有人停留的场所，防护区内宜设火灾自动报警装置，灭火系统可以采用手动控制的起动方式。

（3）在灭火控制室应能控制系统的起、停，显示系统的工作状态。

四、防排烟设施的控制

防排烟系统电气控制的设计，是在选定自然排烟、机械排烟、自然与机械排烟并用或机械加压送风方式以后进行，一般，排烟控制有中心控制和模块控制两种方式，如图 9-22 所示。其中（a）中心控制方式：消防中心接到火警信号后，直接产生信号控制排烟阀门开启、排烟风机启动，空调、送风机、防火门等关闭，并接收各设备的返回信号和防火阀动作信号，监测各设备运行状况。（b）模块控制方式：消防中心接收到火警信号后，产生排烟风机和排烟阀门等的动作信号，经总线和控制模块驱动各设备动作并接收其返回信号，监测其运行状态。

图 9-22 所示为机械排烟控制框图，图 9-23 是其实例。机械加压送风控制的原理与过程相似于排烟控制，只是控制对象变成为正压送风机和正压送风阀门，控制框图类似于图 9-22。

（1）排烟阀的控制要求（图 9-22）：

1）排烟阀宜由其排烟分区内设置的感烟探测器组成的控制电路在现场控制开启。

2）排烟阀动作后应起动相关的排烟风机和正压送风机，停止相关范围内的空调风机及其他送、排风机。

3）同一排烟区内的多个排烟阀，若需同时动作时，可采用接力控制方式开启，并由最后动作的排烟阀发送动作信号。

（2）设在排烟风机入口处的防火阀动作后应联动停止排烟机。

（3）防烟垂壁应由其附近的专用感烟探测器组成的控制电路就地控制。

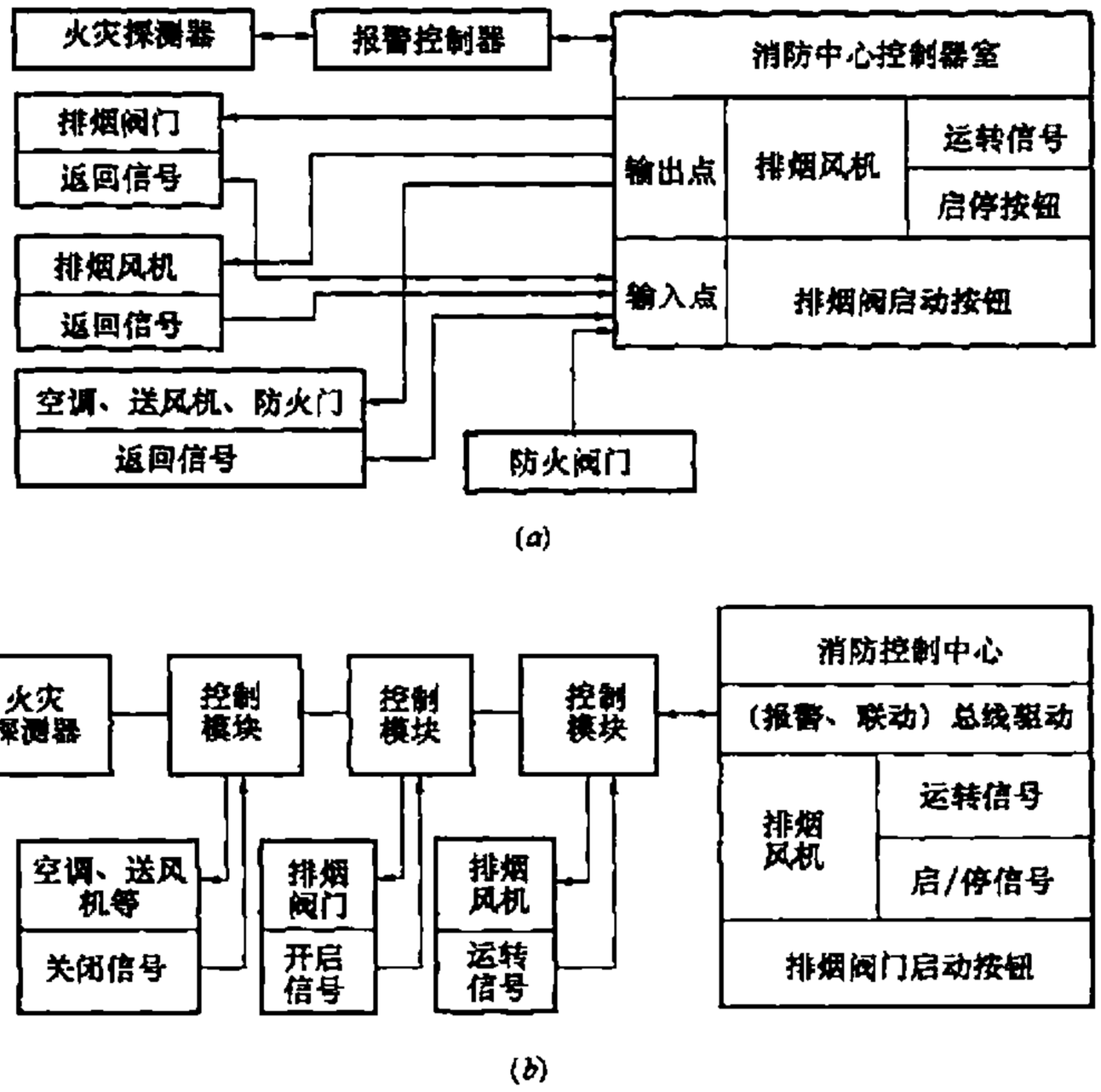


图 9-22　排烟控制框图

（a）中心控制方式；（b）模块控制方式

(4) 设于空调通风管道上的防排烟阀，宜采用定温保护装置直接控制阀门关闭；只有必须要求在消防控制室远方关闭时，才采取远动控制。

关闭信号要反馈到消防控制室，并停止有关部位风机。

(5) 消防控制室应能对防烟、排烟风机（包括正压送风机）进行应急控制。

五、防火卷帘、门的控制

防火卷帘通常设置于建筑物中防火分区通道口外，可形成门帘式防火分隔。火灾发生时，防火卷帘根据消防控制中心联锁信号（或火灾探测器信号）指令，也可就地手动操作控制，使卷帘首先下降至预定点，经一定延时后，卷帘降至地面，从而达到人员紧急疏散、灾区隔烟、隔水、控制火势蔓延的目的。防火卷帘的控制框图如图 9-24 所示。

电动防火门的作用在于防烟与防火。防火门在建筑中的状态是：正常（无火灾）时，防火门处于开启状态，火灾时受控关闭，关后仍可通行。防火门的控制就是在火灾时控制其关闭，其控制方式可由现场感烟探测器控制，也可由消防控制中心控制，还可以手动控制。防火门的工作方式有平时不通电、火灾时通电关闭，和平时通电、火灾时断电关闭两种方式。

1. 电动防火卷帘的控制要求（图 9-24、图 9-25）

(1) 一般在电动防火卷帘两侧设专用的感烟及感温两种探测器，声、光报警信号及手动控制按钮（应有防误操作措施），如图 9-25（*d*）所示。当在两侧装设确有困难时，可在火灾可能性大的一侧装设。

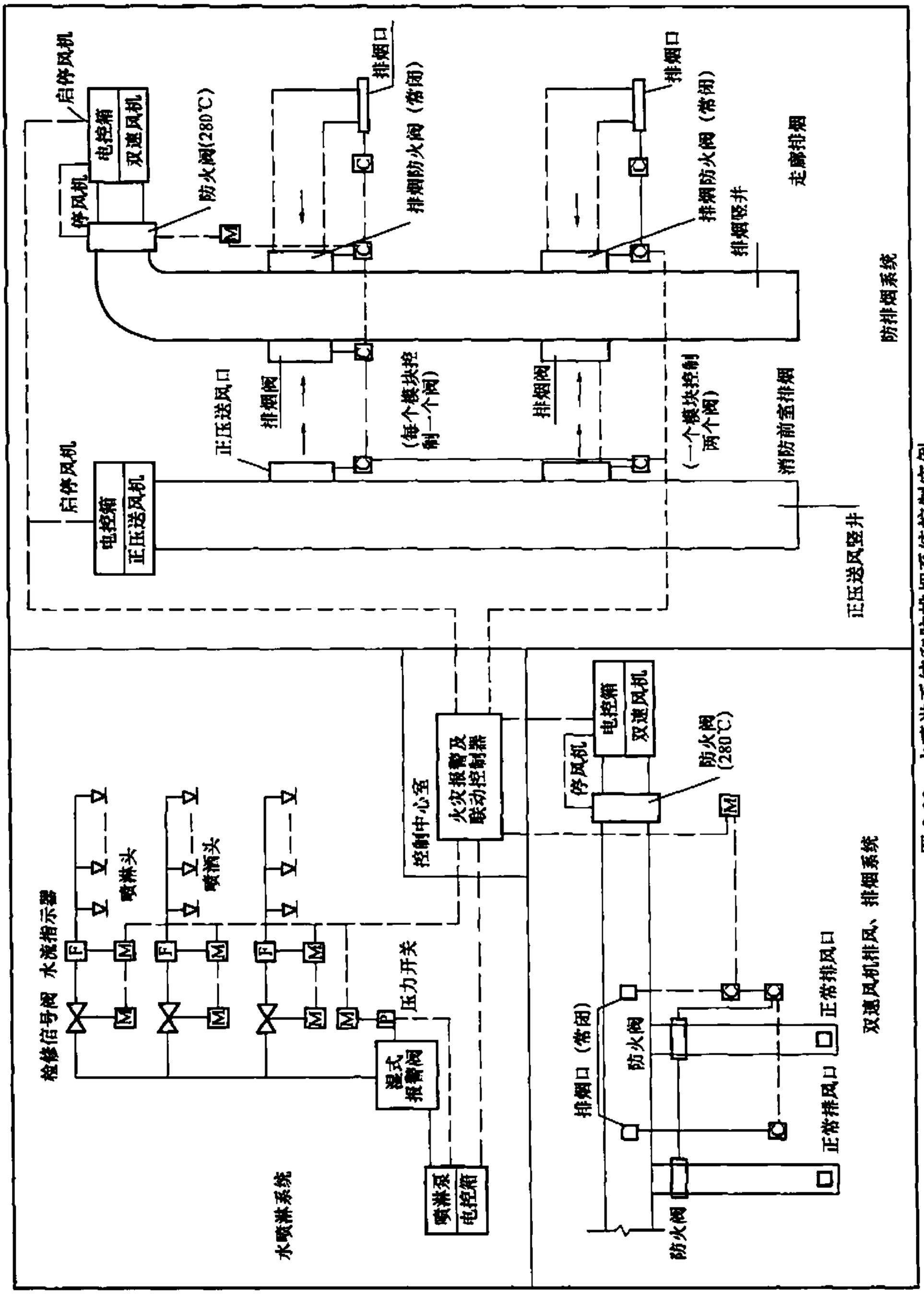


图 9-23　水喷淋系统和防排烟系统控制实例

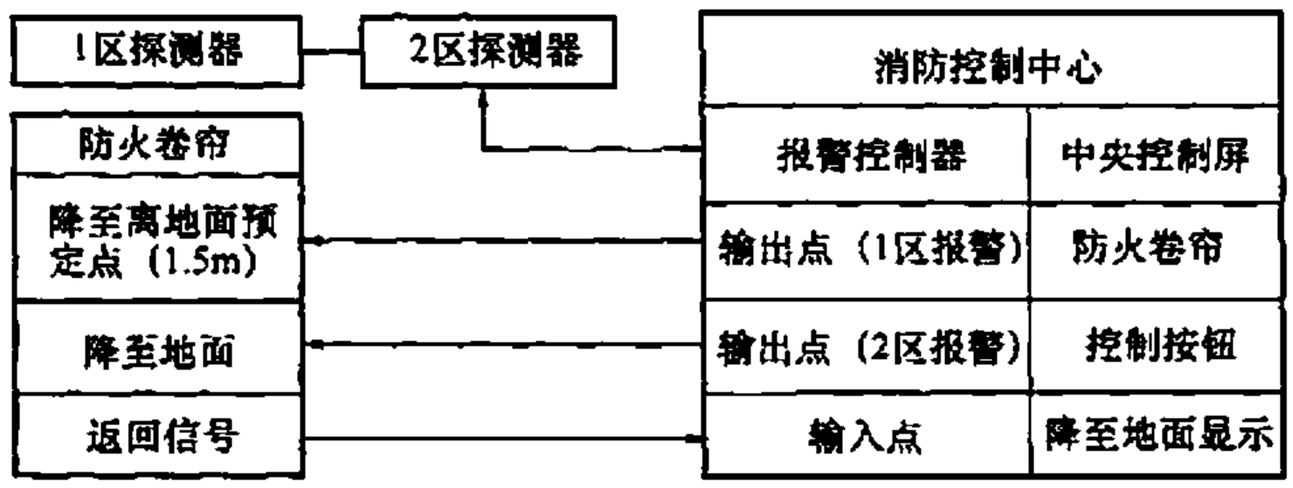


图 9-24　防火卷帘控制框图

（a）中心联动控制；（b）模块联动控制

（2）电动防火卷帘应采取两次控制下落方式，第一次由感烟探测器控制下落距地1.5m处停止；第二次由感温探测器控制下落到底。并应分别将报警及动作信号送至消防控制室。

（3）电动防火卷帘宜由消防控制室集中管理。当选用的探测器控制电路采取相应措施提高了可靠性时，亦可就地联动控制，但在消防控制室应有应急控制手段。

（4）当电动防火卷帘采用水幕保护时，水幕电磁阀的开启宜用定温探测器与水幕管网有关的水流指示器组成的控制电路控制。

2. 电动防火门的控制要求

（1）门两侧应装设专用的感烟探测器组成控制电路，在现场自动关闭。此外，亦宜就地设人工手动关闭装置。

（2）电动防火门宜选用平时不耗电的释放器，且宜暗设，要有返回动作信号功能。

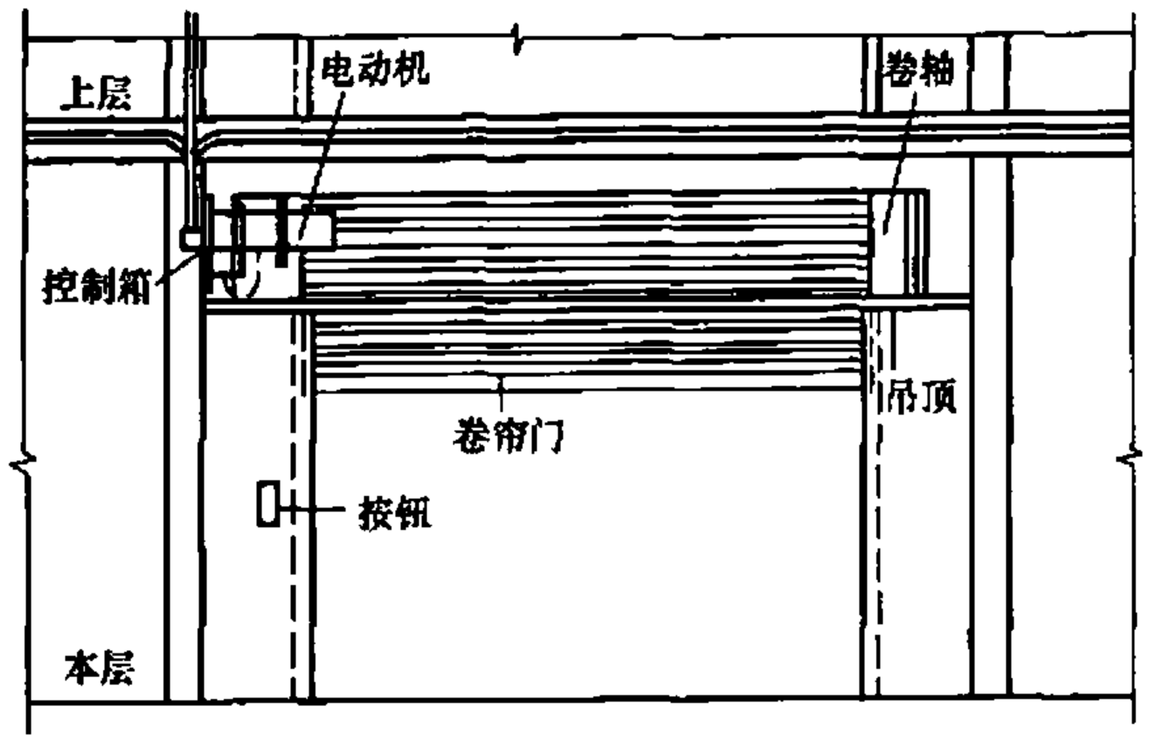
六、非消防电源断电及电梯应急控制

（1）火灾确认后，应能在消防控制室或配电所（室）手动切除相关区域的非消防电源。

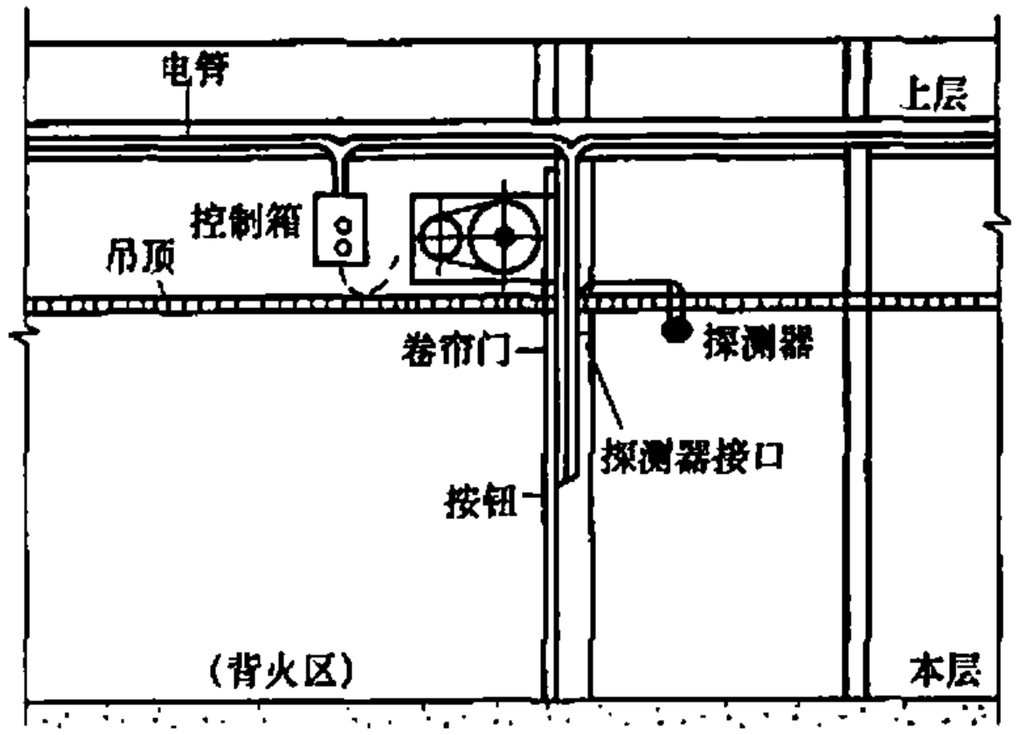
（2）火灾发生后，应根据火情强制所有电梯依次停于首层，并切断其电源，但消防电梯除外。

电梯是高层建筑纵向交通的工具，消防电梯是火灾时供消防人员扑救火灾和营救人员用的。火灾时，一般电梯没有特殊情况不能作疏散用，因为这时电源没有把握。因此，火灾时对电梯的控制一定要安全可靠。对电梯的控制有两种方式：一种是将所有电梯控制显示的副盘设在消防控制室，消防值班人员随时可直接操作；另一种作法是消防控制室自行设计。

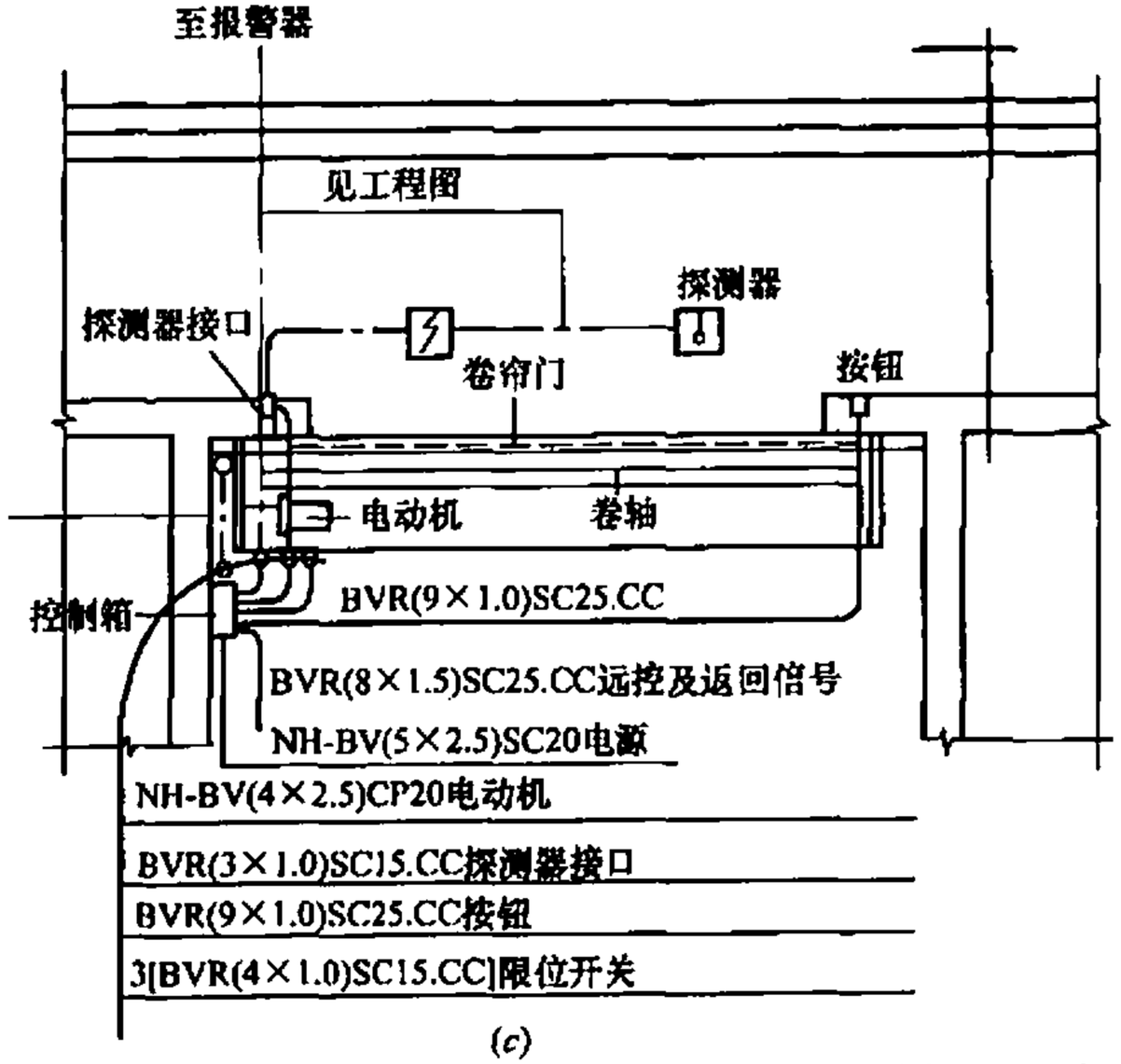
最后，我们将消防设备联动要求和消防控制逻辑关系分别列于表 9-2 和表 9-3。



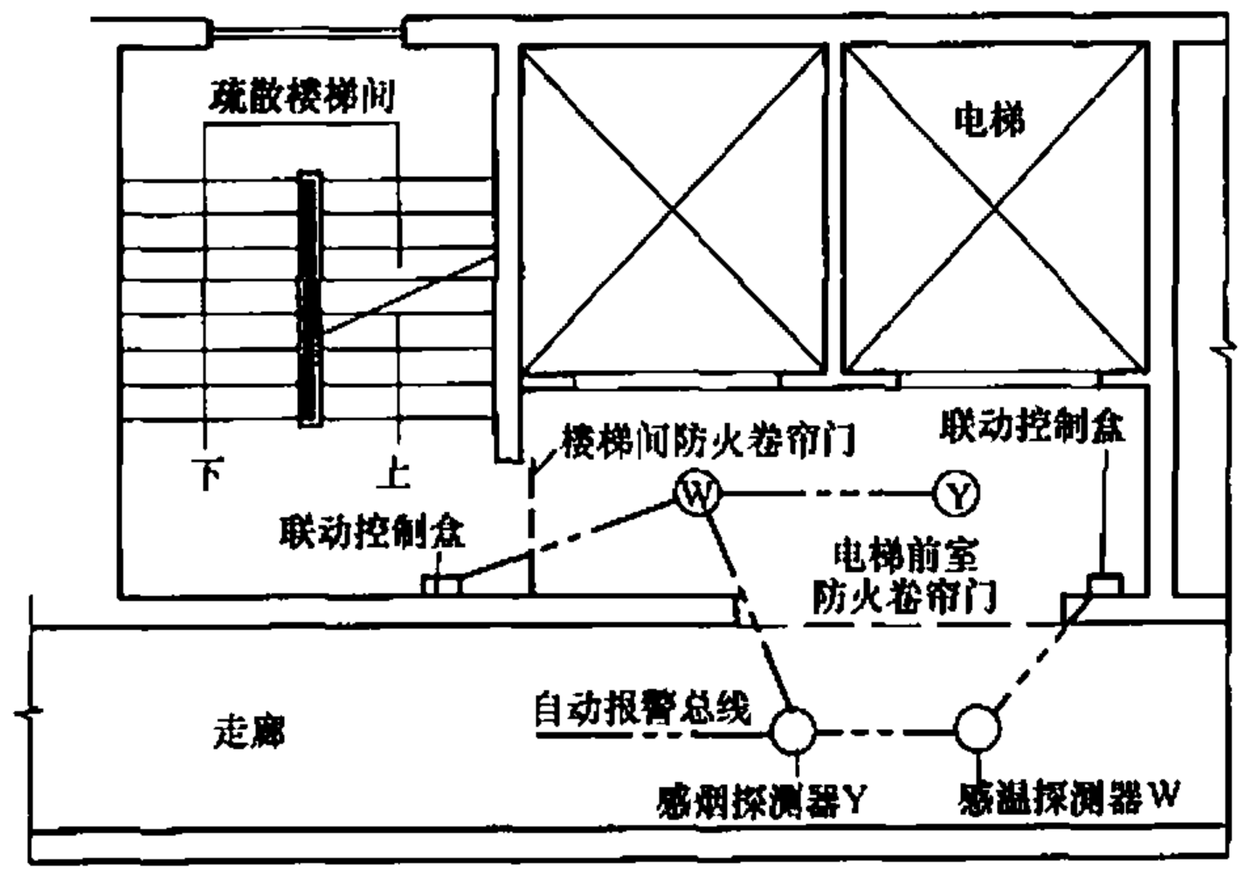
(a)



(b)



(c)



(d)

图 9-25　电动防火卷帘门的安装

(a) 正剖面图；(b) 侧剖面图；(c) 卷帘门布线（平面图）；(d) 电梯前室卷帘门的探头布置

消防设备及其联动要求　　表 9-2

消防设备		火灾确认后联动要求
火灾警报装置应急广播		1. 二层及以上楼层起火，应先接通着火层及相邻上下层 2. 首层起火，应先接通本层，二层及全部地下层 3. 地下室起火，应先接通地下各层及首层 4. 含多个防火分区的单层建筑，应先接通着火的防火分区
非消防电源箱		有关部位全部切断
消防应急照明灯及紧急疏散标志灯		有关部位全部点亮
室内消火栓系统水喷淋系统		1. 控制系统启停 2. 显示消防水泵的工作状态 3. 显示消火栓按钮的位置 4. 显示水流指示器，报警阀，安全信号阀的工作状态
其他灭火系统	管网气体灭火系统	1. 显示系统的自动、手动工作状态 2. 在报警、喷射各阶段发出相应的声光报警并显示防护区报警状态 3. 在延时阶段，自动关闭本部位防火门窗及防火阀，停止通风空调系统并显示工作状态
	泡沫灭火系统 干粉灭火系统	1. 控制系统启停 2. 显示系统工作状态
其他防火设备	防火门	门任一侧火灾探测器报警后，防火门自动关闭且关门信号反馈回消防控制室
	防火卷帘	疏散通道上： 1. 烟感报警，卷帘下降至楼面 1.8m 处 2. 温感报警，卷帘下降到底 防火分隔时： 探测器报警后卷帘下降到底 3. 卷帘的关闭信号反馈回消防控制室
	防排烟设施 空调通风设施	1. 停止有关部位空调送风，关闭防火阀并接受其反馈信号 2. 启动有关部位的放烟排烟风机，排烟阀等，并接受其反馈信号 3. 控制挡烟垂壁等防烟设施

消防控制逻辑关系表　　表 9-3

控制系统	报警设备种类	受控设备及设备动作后结果	位置及说明
水消防系统	消火栓按钮 报警阀压力开关 水流指示器 检修信号阀 消防水池水位或水管压力	启动消火栓泵 启动喷淋泵 （报警，确定起火层） （报警，提醒注意） 启动，停止稳压泵等	泵房 泵房 水支管 水支管
预作用系统	该区域探测器或手动按钮压力开关	启动预作用报警阀充水 启动喷淋泵	该区域（闭式喷头） 泵房
水喷雾系统	温感、烟感同时报警或紧急按钮	启动雨淋阀　启动喷淋泵 （自动时延时 30s）	该区域（开式喷头）
空调系统	烟感探测器或手动按钮	关闭有关系统空调机、新风机、普通送风机 关闭本层电控防火阀	
	防火阀 70℃温控关闭	关闭该系统空调机或新风机、送风机	

续表

控制系统	报警设备种类	受控设备及设备动作后结果	位置及说明
防排烟系统	烟感探测器或手动按钮	打开有关排烟风机与正压送风机 打开有关排烟口（阀） 打开有关正压送风口 两用双速风机转入高速排烟状态 两用风管中，关正常排风口，开排烟口	屋面 着火层、上下各一层
	排烟风机旁防火阀 280℃温控关	关闭有关排烟风机	屋面
	可燃气体报警	打开有关房间排风机，关闭煤气管道阀门	厨房、煤气表房、地下燃气锅炉房等
防火卷帘防火门	防火卷帘门旁的烟感探测器	该卷帘或该组卷帘下降一半	
	防火卷帘门旁的温感探测器	该卷帘或该组卷帘归底 卷帘有水幕保护时，启动水幕电磁阀和雨淋泵	
	电控常开防火门旁烟感或温感	释放电磁铁，关闭该防火门	
	电控挡烟垂壁旁烟感或温感	释放电磁铁，该挡烟垂壁或该组挡烟垂壁下垂	
手动为主的系统	手动/自动，手动为主 手动/自动，手动为主 手动/自动，手动为主 手动	切断起火层非消防电源 启动起火层警铃或声光报警装置 使电梯归首，消防梯投入消防使用 对有关区域进行紧急广播	着火层、上下各一层 着火层、上下各一层 着火层、上下各一层
消　防　电　话		随时报警、联络、指挥灭火	

第三节　火灾自动报警系统的安装

一、火灾探测器的选择与安装

（一）火灾探测器的选择原则

（1）火灾初期阴燃阶段能产生大量的烟和少量的热，很少或没有火焰辐射，应选用感烟探测器；

（2）火灾发展迅速，产生大量的热、烟和火焰辐射，可选用感温探测器、感烟探测器、火焰探测器或其组合；

（3）火灾发展迅速，有强烈的火焰辐射和少量的热、烟，应选用火焰探测器；

（4）对火灾形成特征不可预料的场所，可根据模拟试验的结果选择探测器；

（5）对使用、生产或聚集可燃气体或可燃液体蒸气的场所，应选择可燃气体探测器；

（6）装有联动装置或自动灭火系统时，宜将感烟、感温、火焰探测器组合使用。

（二）点型火灾探测器的选择

（1）对不同高度的房间，可按表 9-4 选择点型火灾探测器。

根据房间高度选择探测器　　表 9-4

房间高度 h（mm）	感烟探测器	感温探测器			火焰探测器
		一级	二级	三级	
$12<h\leqslant20$	不适合	不适合	不适合	不适合	适合
$8<h\leqslant12$	适合	不适合	不适合	不适合	适合
$6<h\leqslant8$	适合	适合	不适合	不适合	适合
$4<h\leqslant6$	适合	适合	适合	不适合	适合
$h\leqslant4$	适合	适合	适合	适合	适合

（2）点型火灾探测器选用的场所如表 9-5 所示。表 9-6 列出高层民用建筑及其有关部位的火灾探测器类型选择表。

适宜选用或不适宜选用火灾探测器的场所　　表 9-5

类型		适宜选用的场所	不适宜选用的场所
感烟探测器	离子式	（1）饭店、旅馆、商场、教学楼、办公楼的厅堂、卧室、办公室等 （2）电子计算机房、通讯机房、电影或电视放映室等 （3）楼梯、走道、电梯机房等 （4）书库、档案库等 （5）有电器火灾危险的场所	符合下列条件之一的场所 （1）相对湿度长期大于 95% （2）气流速度大于 5m/s （3）有大量粉尘、水雾滞留 （4）可能产生腐蚀性气体 （5）在正常情况下有烟滞留 （6）产生醇类、醚类、酮类等有机物质
	光电式		符合下列条件之一的场所： 1）可能产生黑烟 2）大量积聚粉尘 3）可能产生蒸气和油雾 4）在正常情况下有烟滞留
感温探测器		符合下列条件之一的场所 （1）相对湿度经常高于 95%以上 （2）可能发生无烟火灾 （3）有大量粉尘 （4）在正常情况下有烟和蒸汽滞留 （5）厨房、锅炉房、发电机房、茶炉房、烘干车间等 （6）吸烟室、小会议室等 （7）其他不宜安装感烟探测器的厅堂和公共场所	（1）可能产生阴燃火或发生火灾不及时报警将造成重大损失的场所，不宜选择感温探测器 （2）温度在 0℃以下的场所，不宜选用定温探测器 （3）温度变化较大的场所，不宜选用差温探测器
火焰探测器（感光探测器）		符合下列条件之一的场所 （1）火灾时有强烈的火焰辐射 （2）无阴燃阶段的火灾 （3）需要对火焰作出快速反应	符合下列条件之一的场所 （1）可能发生无焰火灾 （2）在火焰出现前有浓烟扩散 （3）探测器的镜头易被污染 （4）探测器的“视线”易被遮挡 （5）探测器易受阳光或其他光源直接或间接照射 （6）在正常情况下有明火作业以及 X 射线、弧光等影响

续表

类　　型	适宜选用的场所	不适宜选用的场所
可燃气体探测器	(1) 使用管道煤气或天然气的场所 (2) 煤气站和煤气表房以及存储液化石油气罐的场所 (3) 其他散发可燃气体和可燃蒸汽的场所 (4) 有可能产生一氧化碳气体的场所，宜选择一氧化碳气体探测器	除适宜选用场所之外所有的场所

高层民用建筑及其有关部位火灾探测器类型的选择表　　表 9-6

项目	设置场所	火灾探测器的类型											
		差温式			差定温式			定温式			感烟式		
		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级
1	剧场、电影院、礼堂、会场、百货公司、商场、旅馆、饭店、集体宿舍、公寓、住宅、医院、图书馆、博物馆等	△	○	○	△	○	○	○	△	△	×	○	○
2	厨房、锅炉房、开水间、消毒室等	×	×	×	×	×	×	△	○	○	×	×	×
3	进行干燥、烘干的场所	×	×	×	×	×	×	△	○	○	×	×	×
4	有可能产生大量蒸汽的场所	×	×	×	×	×	×	△	○	○	×	×	×
5	发电机室、立体停车场、飞机库等	×	○	○	×	○	○	○	×	×	×	△	○
6	电视演播室、电影放映室	×	×	△	×	×	△	○	○	○	×	○	○
7	在第一项中差温式及差定温式有可能不预报火灾发生的场所	×	×	×	×	×	×	○	○	○	×	○	○
8	发生火灾时温度变化缓慢的小间	×	×	×	○	○	○	○	○	○	△	○	○
9	楼梯及倾斜路	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	○	○
10	走廊及通道										△	○	○
11	电梯竖井、管道井	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	○	○
12	电子计算机房、通信机房	△	×	×	△	×	×	△	×	×	△	○	○
13	书库、地下仓库	△	○	○	△	○	○	○	×	×	△	○	○
14	吸烟室、小会议室等	×	×	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○

注：1.○表示适于使用。

2.△表示根据安装场所等状况，限于能够有效地探测火灾发生的场所使用。

3.×表示不适于使用。

（三）线型火灾探测器的选择

（1）无遮挡大空间或有特殊要求的场所，宜选择红外光束感烟探测器。

（2）下列场所或部位，宜选择缆式线型定温探测器；

1）电缆隧道、电缆竖井、电缆夹层、电缆桥架等；

2）配电装置、开关设备、变压器等；

3）各种皮带输送装置；

4）控制室、计算机室的闷顶内、地板下及重要设施隐蔽处等；

5）其他环境恶劣不适合点型探测器安装的危险场所。

（3）下列场所宜选择空气管式线型差温探测器：

1）可能产生油类火灾且环境恶劣的场所；

2）不易安装点形探测器的夹层、闷顶。

二、火灾探测器的安装

（一）点形火灾探测器的安装

（1）探测区域内的每个房间至少应设置一只火灾探测器。感温、感光探测器距离光源应大于 1m。

（2）感烟、感温探测器的保护面积和保护半径应按表 9-7 确定。

感烟、感温探测器的保护面积和保护半径　　表 9-7

火灾探测器的种类	地面面积 S（m^2）	房间高度 h（m）	探测器的保护面积 A 和保护半径 R					
			屋顶坡度					
			$\theta \leqslant 15°$		$15° < \theta \leqslant 30°$		$\theta > 30°$	
			A（m^2）	R（m）	A（m^2）	R（m）	A（m^2）	R（m）
感烟探测器	$S \leqslant 80$	$h \leqslant 12$	80	6.7	80	7.2	80	8.0
	$S > 80$	$6 < h \leqslant 12$	80	6.7	100	8.0	120	9.9
		$h \leqslant 6$	60	5.8	80	7.2	100	9.0
感温探测器	$S \leqslant 30$	$h \leqslant 8$	30	4.4	30	4.9	30	5.5
	$S > 30$	$h \leqslant 8$	20	3.6	30	4.9	40	6.3

（3）探测器一般安装在室内顶棚上。探测器周围 0.5m 内不应有遮挡物。

探测器至墙壁、梁边的水平距离不应小于 0.5m，如图 9-26 所示。

（4）探测器至空调送风口边的水平距离不应小于 1.5m，至多孔送风顶棚孔口的水平距离不应小于 0.5m。

（5）在宽度小于 3m 以内的走道顶棚上设置探测器时宜居中布置。感温探测器的安装间距 L 不应超过 10m，感烟探测器的安装间距 L 不应超过 15m。探测器至端墙的距离不应大于探测器安装间距的一半，见图 9-26（b）平面图。

（6）探测器的安装距离见表 9-8。探测器一般不安装在梁上，若不得已时，应按图 9-26规定安装。探测器上的确认灯应朝向进门时易观察的位置。

（7）在梁突出顶棚的高度小于 200mm 的顶棚上设置感烟、感温探测器时，可不考虑

对探测器保护面积的影响。

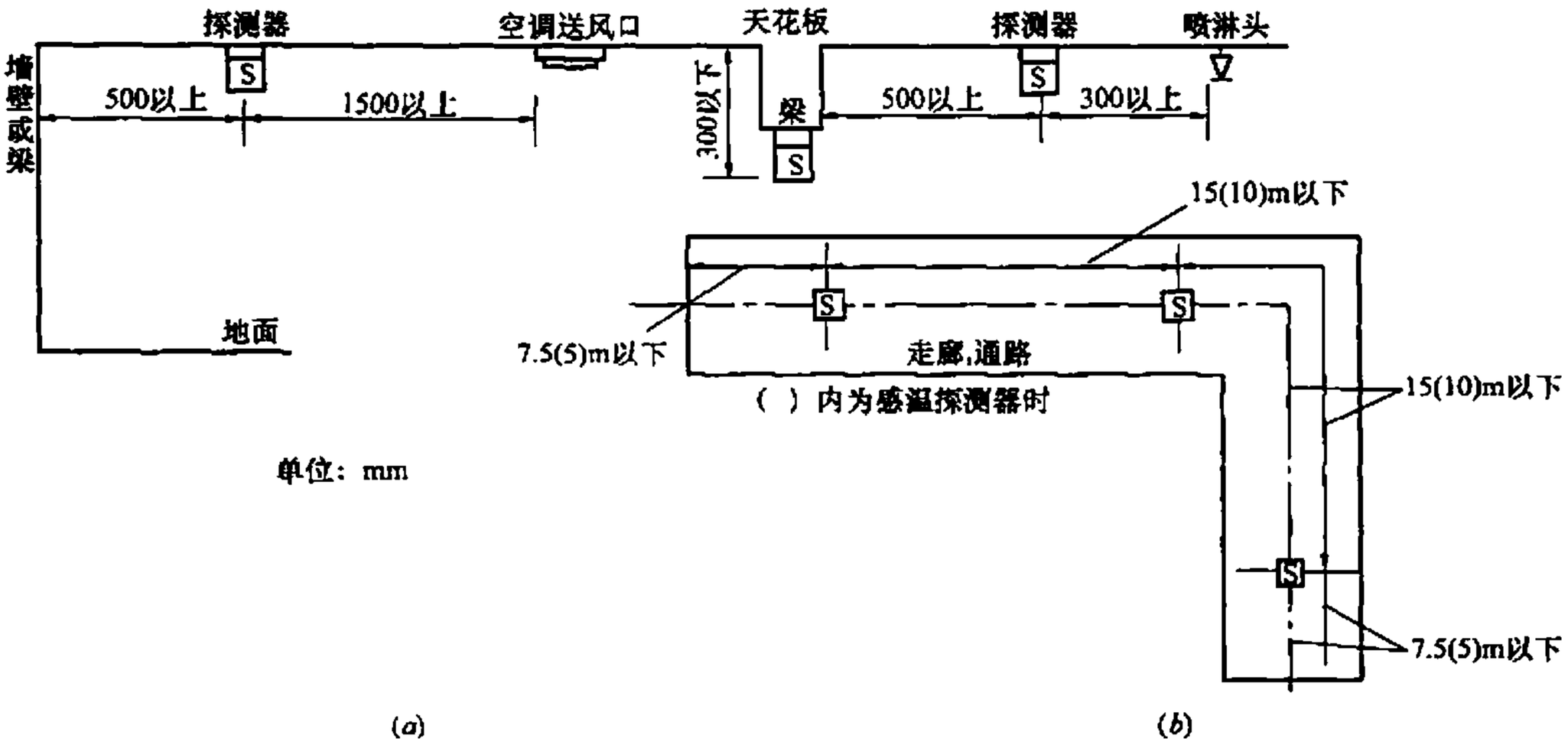


图 9-26　探测器的布置

（a）剖面图；（b）平面图

感烟、感温探测器安装要求　　表 9-8

安装场所	要求	安装场所	要求
感温探测器间距	<10m	距电风扇净距	≥1.5m
感烟探测器间距	<15m	距不突出的扬声器净距	≥0.1m
探测器至墙壁、梁边的水平距离	≥0.5m	距多孔送风顶棚孔净距	≥0.5m
至空调送风口边的水平距离	>1.5m	与各种自动喷水灭火喷头净距	≥0.3m
与照明灯具的水平净距	>0.2m	与防火门、防火卷帘间距	1～2m
距高温光源灯具	>0.5m	探测器周围 0.5m 内，不应有遮挡物	

当梁突出顶棚的高度在 200～600mm 时，应按有关规定的图表确定探测器的安装位置。和一个探测器能够保护的梁间区域的个数。

当梁突出顶棚的高度超过 600mm 时，被梁隔断的每个梁间区域应至少设置一个探测器；

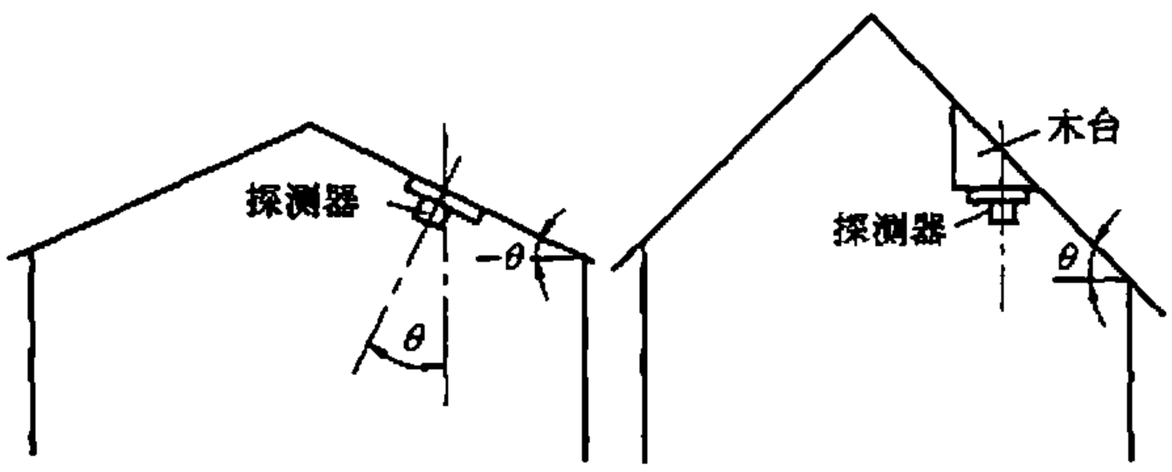
当被梁隔断的区域面积超过一个探测器的保护范围面积时，则应将被隔断的区域视为一个探测区，并应按有关规定计算探测器的设置数量。

（8）当房屋顶部有热屏障时，感烟探测器下表面至顶棚的距离应符合表 9-9 的规定。

感烟探测器下表面距顶棚（或屋顶）的距离　　表 9-9

探测器的安装高度 h（m）	感烟探测器下表面距顶棚（或屋顶）的距离 d（mm）					
	顶棚（或层顶）坡度 θ					
	$\theta \leqslant 15°$		$15° \leqslant \theta < 30°$		$\theta > 30°$	
	最　小	最　大	最　小	最　大	最　小	最　大
$h \leqslant 6$	30	200	200	300	300	500
$6 < h \leqslant 8$	70	250	250	400	400	600
$8 < h \leqslant 10$	100	300	300	500	500	700
$10 < h \leqslant 12$	150	350	350	600	600	800

（9）探测器宜水平安装；如受条件限制必须倾斜安装时，倾斜角不应大于45°；大于45°时，应加木台安装（如图9-27所示）。



(a)　(b)

图9-27　探测器的安装角度

（a）θ≤45°时；（b）θ>45°时

（10）电梯井、升降机井、管道井和楼梯间等处应安装感烟探测器。

1）楼梯间及斜坡道：

①楼梯间顶部必须安装一只探测器。

②楼梯间或斜坡道，可按垂直距离每10～15m高处安装一只探测器。为便于维护管理，应在房间面对楼梯平台上设置（如图9-28所示）。

③地上层和地下层楼梯间若需要合并成一个垂直高度考虑时，只允许地下一层和地上层的楼梯间合用一个探测器。

2）电梯井、升降机井和管道井：

①电梯井　只需在正对井道的机房屋顶下装一只探测器。

②管道井（竖井）未按每层封闭的管道井（竖井）应在最上层顶部安装。在下述场合可以不安装探测器：

a. 隔断楼板高度在三层以下且完全处于水平警戒范围内的管道井（竖井）及其他类似场所；

b. 管道井（竖井）经常有大量停滞灰尘、垃圾、臭气或风速常在5m/s以上。

（11）在下列场所可不设置感烟、感温探测器：

1）火灾探测器的安装面距地面高度大于12m（感烟）、8m（感温）的场所；

2）因气流影响，使探测器不能有效发现火灾的场所；

3）闷顶和夹层间距小于50cm的场所；

4）闷顶及相关吊顶内的构筑物和装修材料是难燃型或已装有自动喷水灭火系统的闷顶或吊顶的场所；

5）难以维修的场所；

6）厕所、浴室及类似场所。

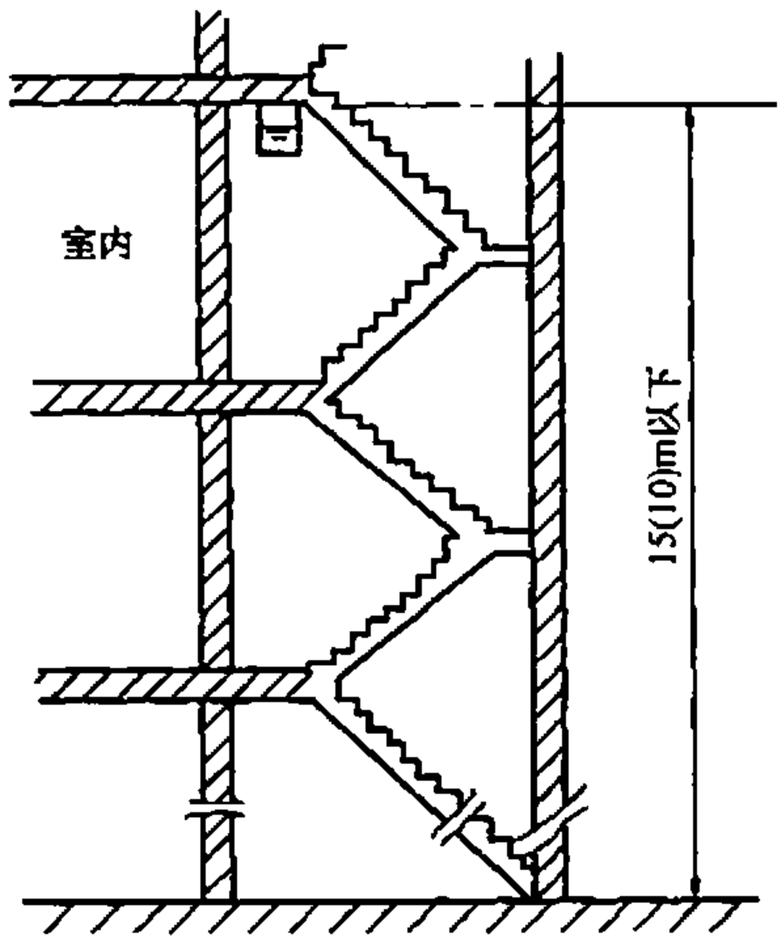


图9-28　探测器在楼梯间的设置

（二）可燃气体探测器的安装要求

（1）探测器的安装位置应根据被测气体的密度、安装现场的气流方向、湿度等各种条件而确定。密度大，比空气重的气体，探测器应安装在探测区域的下部；密度小，比空气轻的气体，控测器应安装在探测区域的上部。

（2）在室内梁上安装探测器时，探测器与顶棚距离应在200mm以内。

（3）在可燃气体比空气重的场合，气体探测器应安装距煤气灶4m以内，距地面应为

300mm。梁高大于 0.6m 时，气体探测器应安装在有煤气灶的梁的一侧，在可燃气体比空气轻的场合，气体探测器安装同一般点形火灾探测器，参见图 9-29 所示。

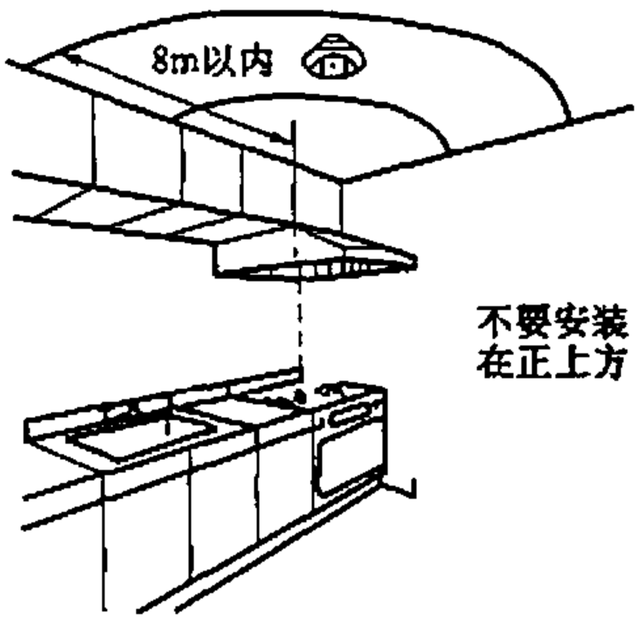
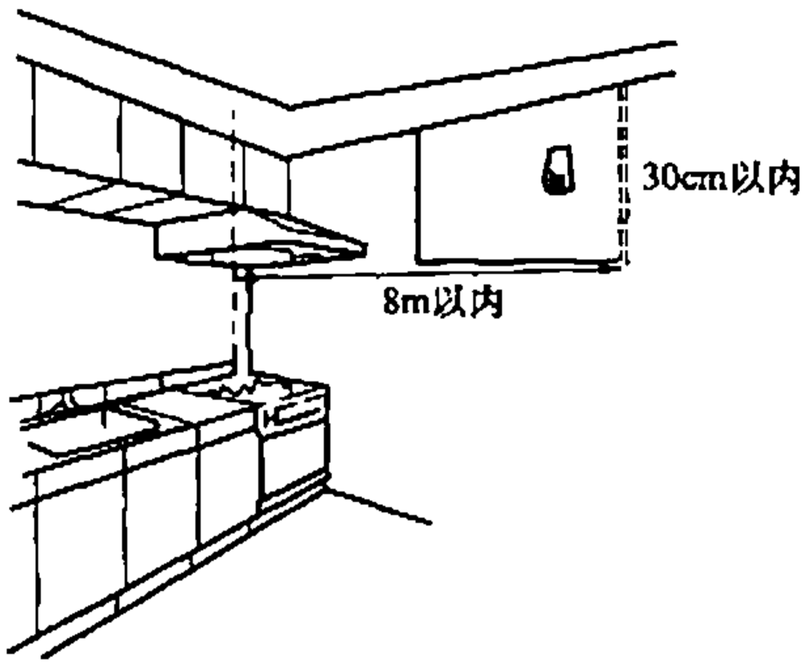
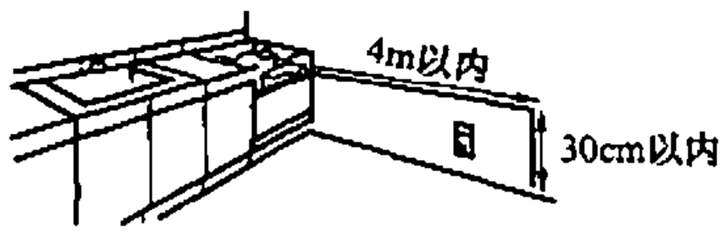
<table>
<tr><td rowspan="2">轻质煤气用探测器</td><td>吊装安装
 
</td></tr>
<tr><td>墙壁安装
 
</td></tr>
<tr><td>重质煤气用探测器</td><td> 
</td></tr>
</table>

图 9-29　煤气探测器的安装

（4）防爆型可燃气体探测器安装位置依据可燃气体比空气重或轻分别安装在泄漏处的上部或下部，与非爆型可燃气体探测器安装相同。无论传统型圆形探测器还是变送器式方形探测器都采用墙上安装或利用钢管安装方式，后者利用直径 50mm 钢管或现有水、气管作为支撑钢管，加以 U 形螺栓管卡固定圆形探测器。而方形探测器要以 U 形螺栓管卡固定在直径 80mm 的钢管或现有水、气管上。支撑钢管安装方式适用于可燃气体比空气重的场合，探测器探测端面离地面高度以 0.3～0.6m 为宜。

（三）线形光束感烟探测器的安装

线形光束感烟探测器与点形减光式光电感烟探测器的工作原理是一样的，只是烟不必进入点形光电探测器的采样室中。因此，点形光电感烟探测器能使用的场合，线形光束感烟探测器都可以使用。但是一般说来，线形光束感烟探测器较适宜安装在下列场所：

1）无遮挡大空间的库房、博物馆、纪念馆、档案馆、飞机库等；

2）古建筑、文物保护的厅堂馆所等；

3）发电厂、变配电站等；

4）隧道工程。

下列场所不宜使用线形光束探测器：

1）在保护空间有一定浓度的灰尘、水气粒子，且粒子浓度变化较快的场所；

2）有剧烈振动的场所；

3）有日光照射或强红外光辐射源的场所。

线形光束感烟探测器的安装如下图 9-30 和图 9-31：

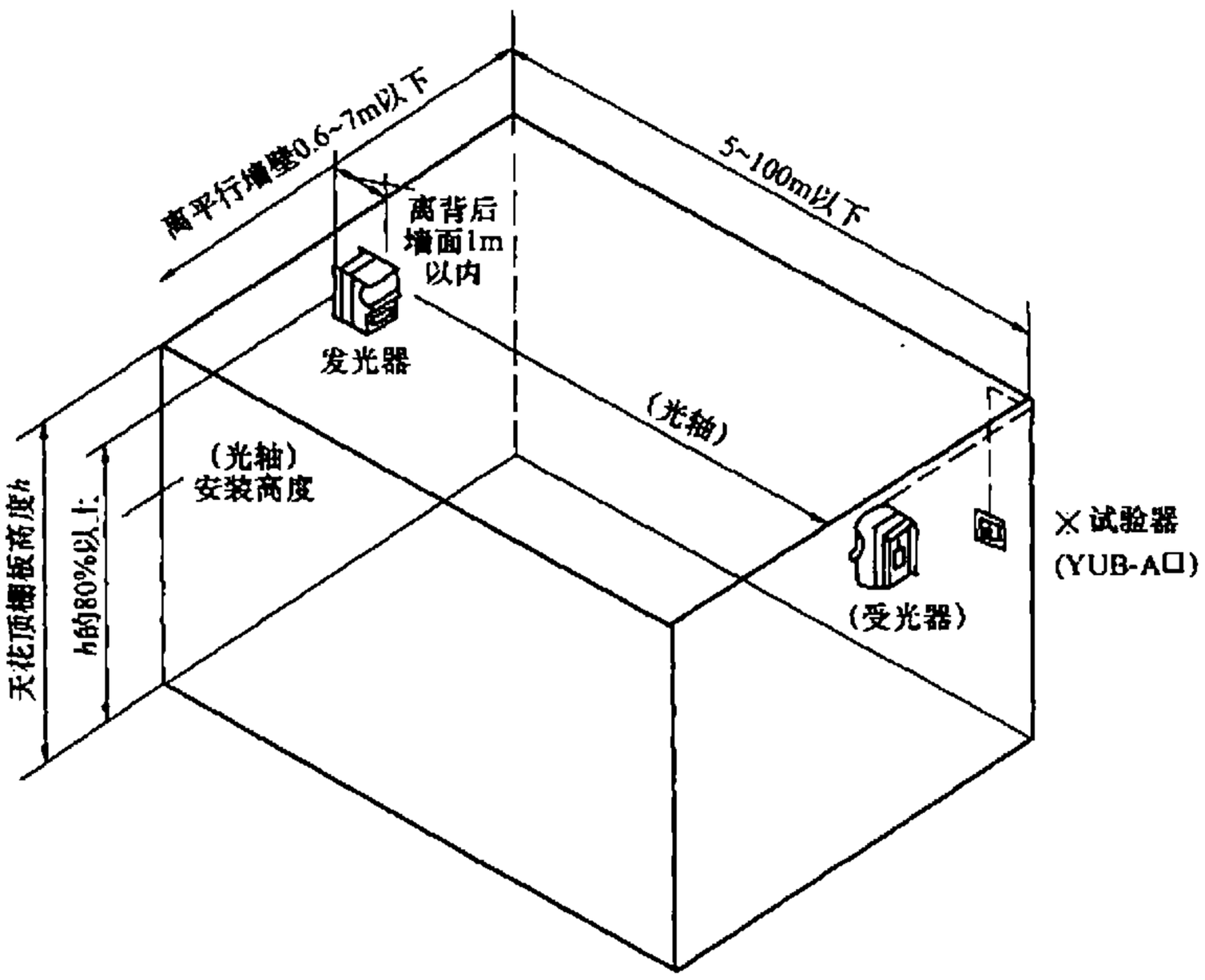


图 9-30　线型光电探测器的安装

（1）红外光束感烟探测器安装位置应选择烟最容易进入的光束区域，不应有其他障碍遮挡光束及不利的环境条件影响光束，发射器和接收器都必须固定可靠，不得松动。

（2）光束感烟探测器的光束轴线距顶棚的垂直距离宜为 0.3～1.0m，距地面高度不宜超过 20m。

（3）当房间高度为 8～14m 时，除在贴近顶棚下方墙壁的支架上设置外，宜在房间高度 1/2 的墙壁或支架上也设置光束感烟探测器。当房间高度为 14～20m 时，探测器宜分 3 层设置。

（4）相邻两组光束感烟探测器的水平距离最大不应超过 14m，探测器和发射器之间的距离不宜超过 100m。

（四）缆式线形定温探测器的安装方法

线形定温火灾探测器由两根弹性钢丝分别包敷热敏材料，绞对成形，绕包带再加外护

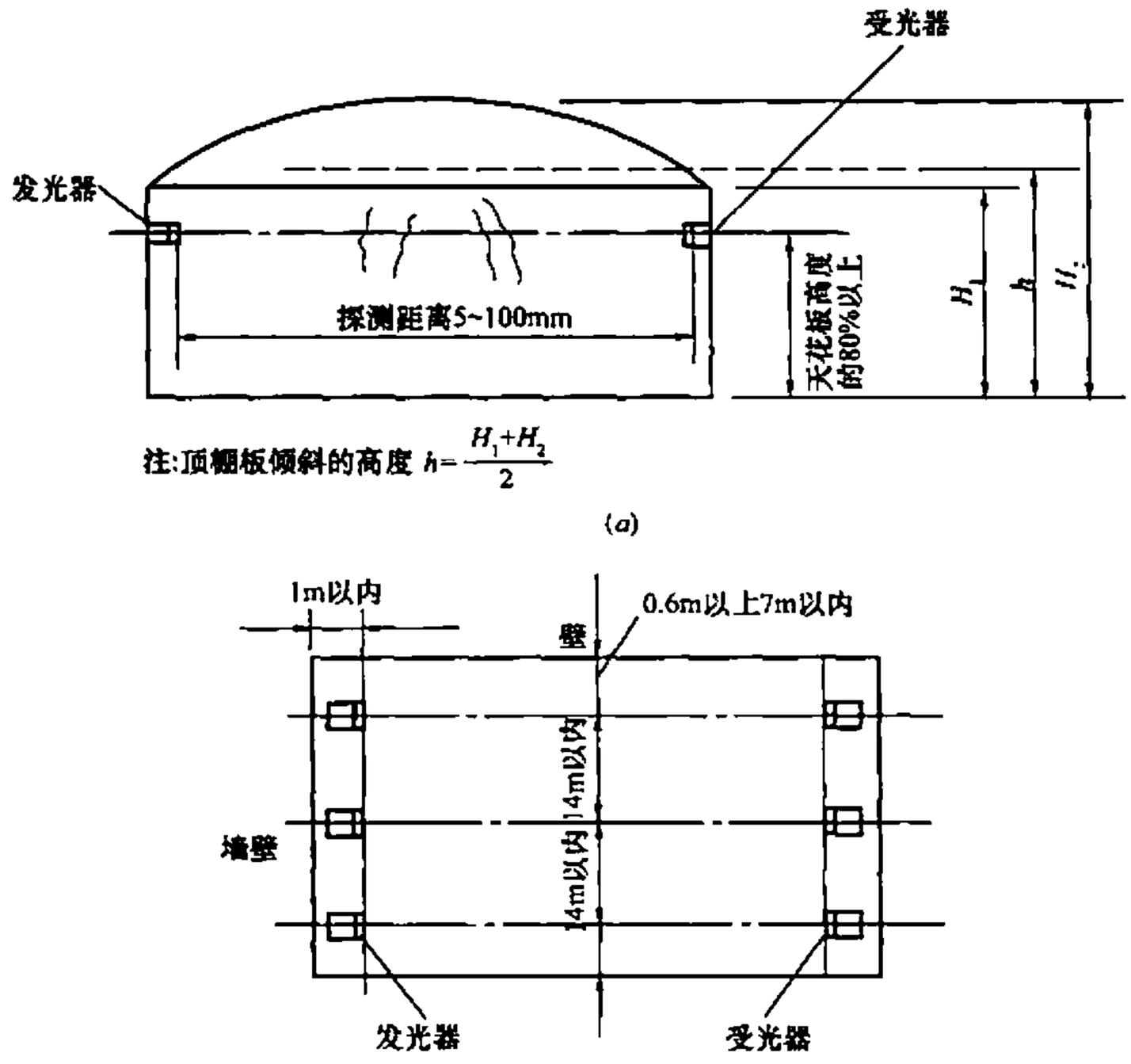


图 9-31　光电探测器的布置

（a）正面图；（b）平面图

套而制成。在正常监视状态下，两根钢丝间阻值接近无穷大。由于有终端电阻的存在，电缆中通过微小的监视电流。当电缆周围温度上升到额定动作温度时，其钢丝间热敏绝缘材料性能被破坏，绝缘电阻发生跃变，几近短路，火灾报警控制器检测到这一变化后报出火灾信号。当线形定温火灾探测器发生断线时，监视电流变为零，控制器据此可发出故障报警信号。

线形定温火灾探测器配加的单芯铜线作为接地保护使用。户外型线形定温火灾探测器在最外层编织绝缘纤维护套，起保护内部传感部件的作用，适合室外使用。屏蔽型线形定温火灾探测器在最外层编织金属丝护套，能起到良好的电磁屏蔽作用。使用时将金属丝接地，以防止强电磁场干扰信号串入线形定温火灾探测器，影响报警控制器，可提高系统的安全性和可靠性，同时也适合防爆场所使用。

1. 线形定温火灾探测器的选用

在选用下列保护对象的火灾报警系列时，宜优先选用线形定温火灾探测器：

（1）电缆桥架、电缆隧道、电缆夹层、电缆沟、电缆竖井；

（2）运输机、皮带装置、铁路机车；

（3）配电装置：包括开关设备、变压器、变电所、电机控制中心、电阻排等；

（4）除尘器中的布袋尘机、冷却塔、市政设施；

(5) 货架仓库、矿山、管道线栈、桥梁、港口船舰；

(6) 冷藏库、液体、气体贮藏容器；

(7) 在火药、炸药、弹药火工品等有爆炸危险的场所必须选用防爆系列的线形定温火灾探测器。

2. 线形定温火灾探测器的安装

(1) 安装时，应根据安装地点环境温度范围选用线形定温火灾探测器规格等级，一般设计原则是超过安装地点通常最高温度 30℃选取线形定温火灾探测器额定动作温度。

(2) 线形定温火灾探测器安装在电缆托架或支架上时，宜以正弦波方式敷设于所有被保护的动力电缆或控制电缆的外护套上面，尽可能采用接触安装。具体安装方法参照图 9-32，固定卡具选用阻燃塑料卡具。

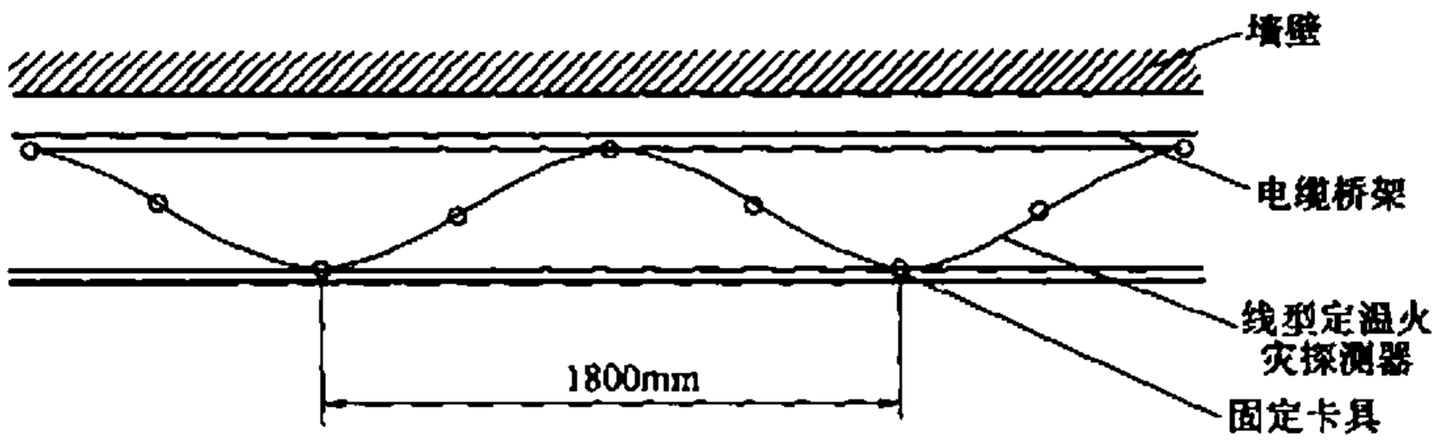


图 9-32

(3) 在传送带上安装

在传送带宽度不超过 0.3m 的条件下，用一根和传送带长度相等的线形定温火灾探测器来保护。线形定温火灾探测器应是直接固定于距离传送带中心正上方不大于 225mm 的附属件上。附属件可以是一根吊线，也可以借助于现场原有的固定物。吊线的作用是提供一个支撑件。每隔 75m 用一个紧线螺栓来固定吊线。为防止线形定温火灾探测器下落，每隔 1～5m 用一个紧固件将线形定温火灾探测器和吊线卡紧，吊线的材料宜用 Φ2 不锈钢丝。其单根长度不宜超过 150m（在条件不具备时也可用镀锌钢丝来代替），如图 9-33 所示。

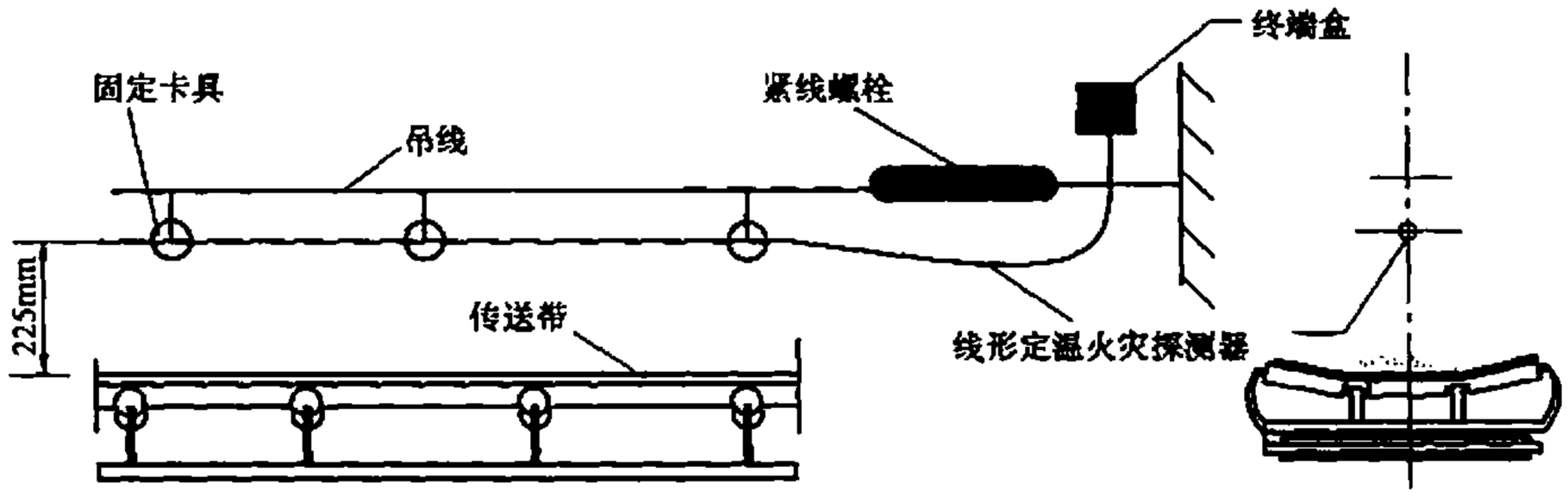


图 9-33

另一种方法是将线形定温火灾探测器安装于靠近传送带的两侧，可将线形定温火灾探测器通过导热板和滚珠轴承连接起来，以探测由于轴承摩擦和煤粉积累引起的过热，一般

设计安装原则是在不影响平时运行和维护的情况下根据现场情况而定。

(4) 在建筑物内敷设线形定温火灾探测器时，其距顶棚不宜大于500mm（一般在200～300mm内选择）；其与墙壁之间的距离约为1500mm。它宜以方波形式敷设。方波间的距离不宜超过4000mm，如图9-34所示。

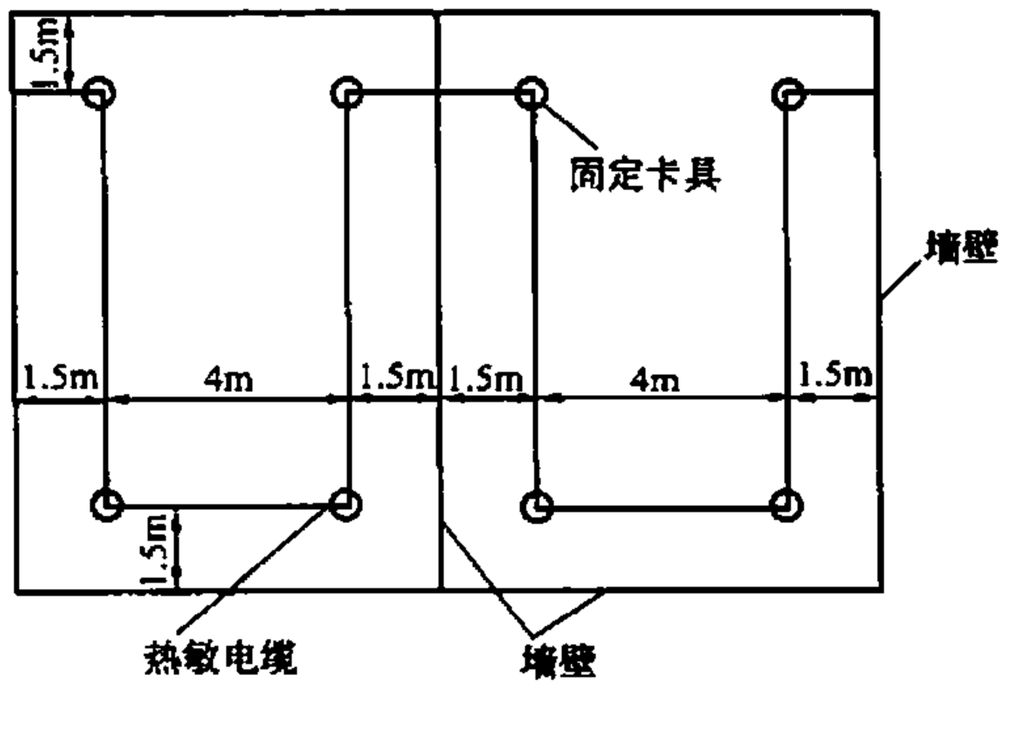


图9-34　热敏电缆线路之间及其和墙壁之间的距离

(5) 如果线形定温火灾探测器敷设在走廊、过道等长条形状建筑时，宜用吊线以直线方式在中间敷设。吊线应有拉紧装置，每隔2m用固定卡具把电缆固定在吊线上，如图9-35所示。

(6) 安装于动力配电装置上

图9-36说明线形定温火灾探测器呈带状安装于电机控制盘上。由于采用了安全可靠的线绕扎结，使整个装置都得到保护。其他电气设备如变压器、刀闸开关、主配电装置、电阻排等在其周围温度不超过线形定温火灾探测器允许工作温度的条件下，均可采用同样的方法。

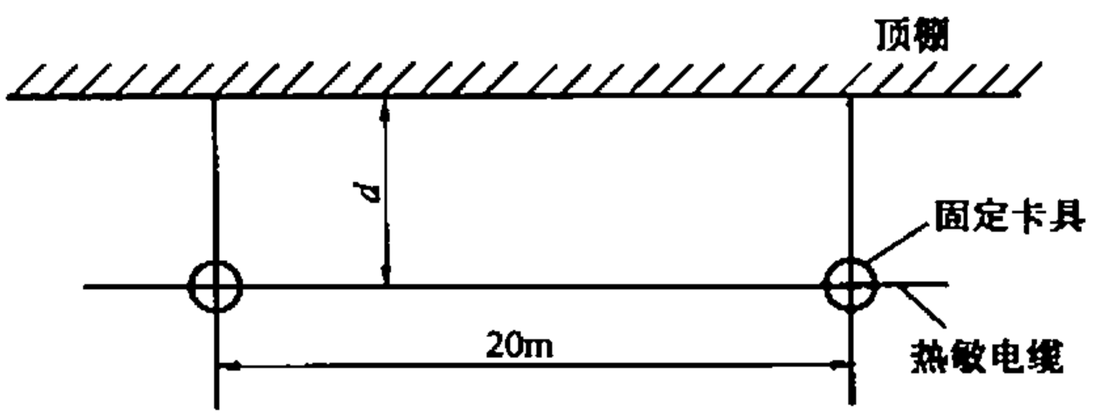


图9-35　热敏电缆在顶棚下方安装
d=0.5m以下（通常为0.2～0.3m）

(7) 安装于灰尘收集器或沉渣室、袋室、冷却塔、浮顶罐及市政设施、高架仓库等场所，安装方法可参照室内顶棚下的方式，在靠近和接触安装时可参照电缆托架的方式。

(8) 缆式线形定温火灾探测器的接线盒、终端盒可安装在电缆隧道内或室内，并应将其固定于现场附近的墙壁上。安装于户外，应加外罩雨箱。

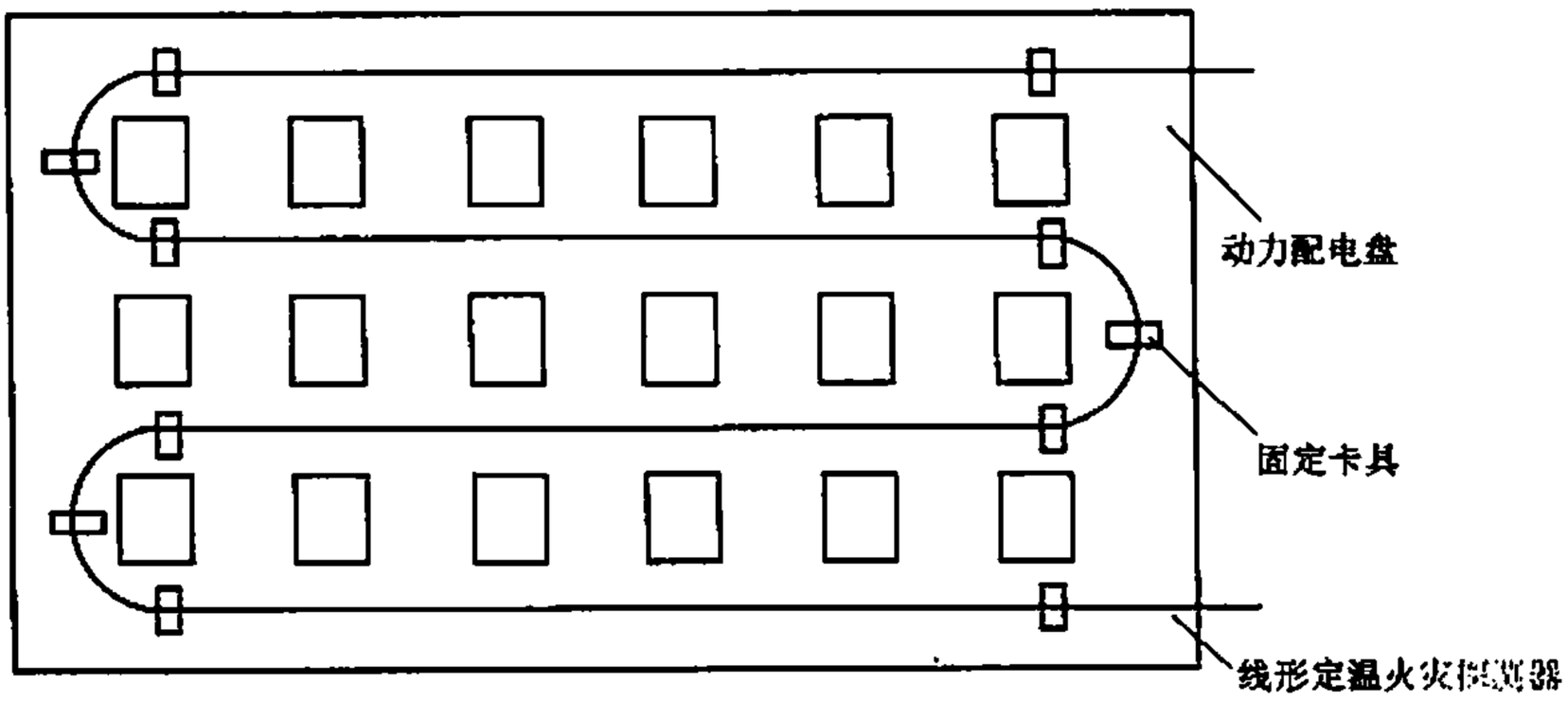


图9-36　线形定温火灾探测器控制盘内带状敷设

图 9-37 表示缆式线形定温火灾探测器在两总线火灾报警控制器中的接法，如图 9-37 所示。

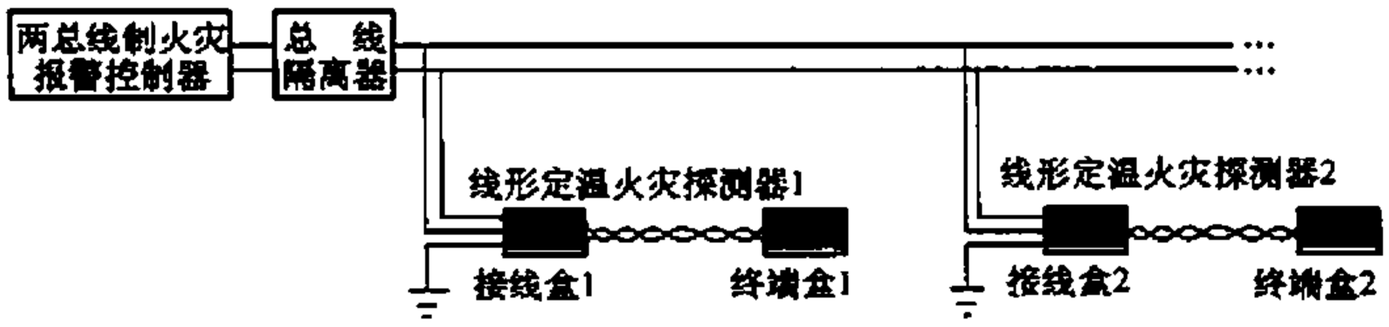


图 9-37

（五）空气管线形差温探测器的安装

1. 使用安装时的注意事项

（1）安装前必须做空气管的流通试验，在确认空气管不堵、不漏的情况下再进行安装。

（2）每个探测器报警区的设置必须正确，空气管的设置要有利于一定长度的空气管足以感受到温升速率的变化。

（3）每个探测器的空气管两端应接到传感元件上。

（4）同一探测器的空气管互相间隔宜不大于 5m，空气管至墙壁距离宜为 1～1.5m。当安装现场较高或热量上升后有阻碍，以及顶部有横梁交叉几何形状复杂的建筑，间隔要适当减小。

（5）空气管必须固定在安装部位，固定点间隔在 1m 之内。

（6）空气管应安装在距安装面 100mm 处，难以达到的场所不得大于 300mm。

（7）在拐弯的部分空气管弯曲半径必须大于 5mm。

（8）安装空气管时不得使铜管扭弯、挤压、堵塞，以防止空气管功能受损。

（9）在穿通墙壁等部位时，必须有保护管、绝缘套管等保护。

（10）在人字架顶棚设置时，应使其顶部空气管间隔小一些，相对顶部比下部较密些，以保证获得良好的感温效果。

（11）安装完毕后，通电监视：用 U 形水压计和空气注入器组成的检测仪进行检验，以确保整个探测器处于正常状态。

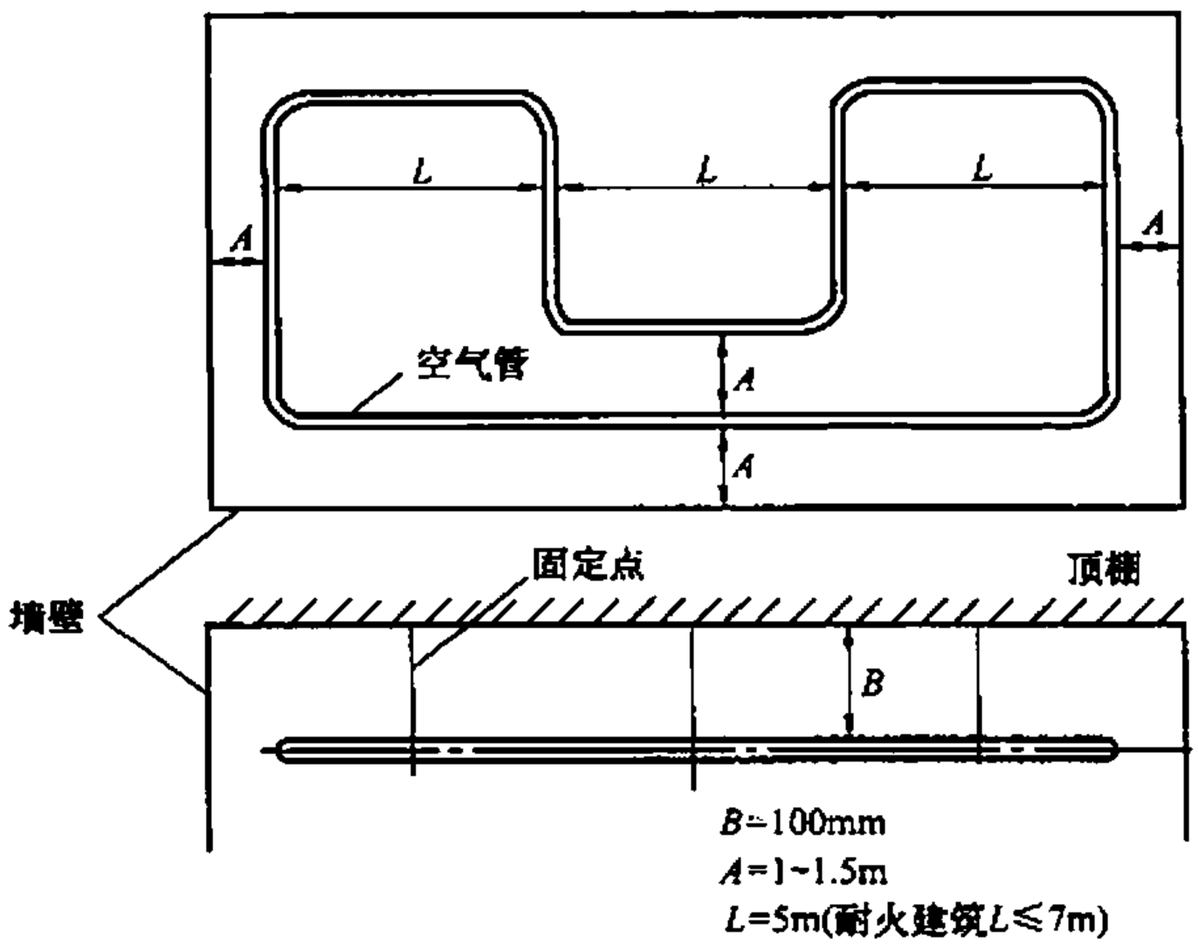


图 9-38　空气管探测器在顶棚上的安装示意

（12）在使用过程中，非专业人员不得拆装探测器，以免损坏探测器或降低精度。另外应进行年检，以确保系统处于完好的监视状态。

2. 安装实例

这里举空气管线差温探测器在顶棚上安装的实例，如图 9-38 所示。另外，当空气管需要在人字形顶棚、地沟、电缆隧道、跨梁局部安装时，应按工程经验或厂家出厂说明进行。

（六）火焰探测器安装要求

（1）红外火焰探测器应安装在能提供最大视场角的位置。在有梁顶棚或锯齿形顶棚时，安装位置应选最高处的下面。探测器的有效探测范围内不应有障碍物。探测器安装时，应避开阳光或灯光直射或反射到探测器上。若无法避开反射来的红外光时，应采取防护措施，对反射光源加以遮挡，以免引起误报。探测器安装间距（L）应小于安装高度（H）的两倍（即 $L<2H$）。安装在潮湿场所应采取防水措施，防止水滴侵入。

（2）紫外火焰探测器的安装应处于其被监视部位的视角范围以内，但不宜在可能产生火焰区域的正上方，其有效探测范围内不应有障碍物。安装在潮湿场所时应采用密封措施。

（七）空气抽样火灾探测系统的安装

空气抽样火灾探测系统是一种火灾初始阶段探测的火灾自动报警设备，其安装应符合下列规定：

（1）该系统保护面积应不大于 2000m^2。

（2）每个探测器保护面积应不大于 100m^2。

（3）按网格覆盖理论规定探测器与墙壁之间的距离应不超过 5m；两个探测器的间距应不超过 10m。

（4）管路采用顶棚板下方安装，隐藏式安装或在回风口安装。

（5）管路采用单管、双管、三管或四管系统。单管或双管系统，每管的长应不大于 100m；三管或四管系统，每管的管长应不大于 50m。每根管的取样孔应不大于 25 个。

三、手动报警装置的安装

国家规范规定：火灾自动报警系统应有自动和手动两种触发装置。所谓触发装置是指能自动或手动产生火灾报警信号的器件。

自动触发器件是火灾探测器、水流指示器、压力开关等。

手动报警按钮、消防泵启动按钮是人工手动发送信号、通报火警的触发器件。人工报警简便易行，可靠性高，是自动系统必备的补充。手动报警按钮一般情况下不兼作启泵的作用，但如果这两个触发装置在某一工程中，设置标准完全重合时，可以考虑兼容。

关于手动火灾报警按钮的设置，要求报警区域内的每个防火分区，至少设置一个手动报警按钮。

（1）手动火灾报警按钮应安装在下列部位：

1）大厅、过厅、主要公共活动场所的出入口；

2）餐厅、多功能厅等处的主要出入口；

3）主要通道等经常有人通过的地方；

4）各楼层的电梯间、电梯前室。

（2）手动火灾报警按钮安装的位置，应满足在一个防火分区内的任何位置到最邻近的一个手动火灾报警按钮的步行距离，不大于 25m。

（3）手动火灾报警按钮在墙上的安装高度为 1.3～1.5m。按钮盒应具有明显的标志和防误动作的保护措施。

（4）手动火灾报警按钮应安装牢固，并不得倾斜。

（5）手动火灾报警按钮的外接导线应留有不小于 100mm 的余量，端部应有明显标志。

四、接口模块的安装

(1) 接口模块含输入、输入/输出、切换及各种控制动作模块以及总线隔离器等。

(2) 总线隔离器设置应满足以下要求：当隔离器动作时，被隔离保护的输入/输出模块不应超过 32 个。

(3) 为了便于维修模块，应将其装于设备控制柜内或吊顶外，吊顶外应安装在墙上距地面高 1.5m 处。若装于吊顶内，需在吊顶上开维修孔洞。

(4) 安装有明装和暗装两种方式，前者将模块底盒安装在预埋盒上，后者将模块底盒预埋在墙内或安装在专用装饰盒上。

五、火灾报警控制器的安装

(1) 火灾报警控制器的安装应符合下列要求：

1) 火灾报警控制器（以下简称控制器）在墙上安装时，其底边距地（楼）面高度宜为 1.3～1.5m；落地安装时，其底宜高出地坪 0.1～0.2m。

2) 控制器靠近其门轴的侧面距离不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m。

落地式安装时，柜下面有进出线地沟；如果需要从后面检修时，柜后面板距离不应小于 1m；当有一侧靠墙安装时，另一侧距离不应小于 1m。

3) 控制器的正面操作距离：当设备单列布置时不应小于 1.5m；双列布置时不应小于 2m；在值班人员经常工作的一面，控制盘前距离不应小于 3m。

(2) 控制器应安装牢固，不得倾斜。安装在轻质墙上时应采取加固措施。

(3) 引入控制器的电缆或导线应符合下列要求：

1) 配线应整齐、避免交叉，并应固定牢固。

2) 电缆芯线和所配导线的端部均应标明编号，并与图纸一致；字迹清晰不易褪色；并应留有不小于 200mm 的余量。

3) 端子板的每个接线端，接线不得超过两根。

4) 导线应绑扎成束；其导线引入线穿线后，在进线管处应封堵。

(4) 控制器的主电源引入线应直接与消防电源连接，严禁使用电源插头。主电源应有明显标志。

(5) 控制器应接地牢固，并有明显标志。

(6) 竖向的传输线路应采用竖井敷设。每层竖井分线处应设端子箱。端子箱内的端子宜选择压接或带锡焊接的端子板。其接线端子上应有相应的标号。分线端子除作为电源线、故障信号线、火警信号线、自检线、区域号外，宜设两根公共线供给调试作为通讯联络用。

(7) 消防控制设备在安装前应进行功能检查，不合格者，不得安装。

(8) 消防控制设备的外接导线，当采用金属软管作套管时，其长度不宜大于 2m，且应采用管卡固定。其固定点间距不应大于 0.5m。金属软管与消防控制设备的接线盒（箱）应采用锁母固定，并应根据配管规定接地。

(9) 消防控制设备外接导线的端部应有明显标志。

(10) 消防控制设备盘（柜）内不同电压等级、不同电流类别的端子应分开，并有明

显标志。

六、其他设备的安装

(1) 楼层显示器采用壁挂式安装，直接安装在墙上或安装在支架上。其底边距地面的高度宜为 1.3 ~ 1.5m，靠近其门轴的侧面距离不应小于 0.5m，正面操作距离不应小于 1.2m。

(2) 接线端子箱作为一种转接施工线路，是一种便于布线和查线的接口装置，还可将一些接口模块安装在其内。端子箱采用明、暗两种安装方式，将其安装在弱电竖井内的各分层处或各楼层便于维修调试的地方。

七、火灾应急广播和警报装置

(一) 火灾应急广播的设置范围和技术要求

《火灾自动报警系统设计规范》(GB 50116—98) 规定：控制中心报警系统应设置火灾应急广播系统；集中报警系统宜设置火灾应急广播系统。火灾应急广播主要用来通知人员疏散及发布灭火指令。

(1) 火灾应急广播扬声器的设置，应符合下列要求：

1) 在民用建筑内，扬声器应设置在走道和大厅等公共场所。每个扬声器的额定功率不应小于 3W，其数量应能保证从一个防火分区内的任何部位到最近一个扬声器的距离不大于 25m。走道内最后一个扬声器至走道末端的距离不应大于 12.5m。

2) 在环境噪声大于 60dB 的场所设置的扬声器，在其播放范围内最远点的播放声压级应高于背景噪声 15dB。

3) 客房设置专用扬声器时，其额定功率不宜小于 1W。

(2) 火灾事故广播播放疏散指令的控制程序：

1) 地下室发生火灾，应先接通地下各层及首层。若首层与 2 层具有大的共享空间时，也应接通 2 层；

2) 首层发生火灾，应先接通本层、2 层及地下各层；

3) 2 层及 2 层以上发生火灾，应先接通火灾层及其相邻的上、下层。

(3) 火灾事故广播线路应独立敷设，不应和其他线路（包括火警信号、联动控制等线路）同管或同线槽槽孔敷设。

(4) 火灾应急广播与公共广播（包括背景音乐等）合用时应符合以下要求：

1) 火灾时，应能在消防控制室将火灾疏散层的扬声器和公共广播扩音机强制转入火灾应急广播状态。

2) 消防控制室应能监探用于火灾应急广播时的扩音机的工作状态，并具有遥控开启扩音机和采用传声器广播的功能。

3) 床头控制柜设有扬声器时，应有强制切换到应急广播的功能。

4) 火灾应急广播应设置备用扩音机，其容量不应小于火灾应急广播扬声器最大容量总和的 1.5 倍。有关火灾事故广播和背景音乐广播合用的设计可参见第四章。

(5) 火灾应急广播的控制方式有以下几种形式：

1) 独立的火灾应急广播。这种系统配置专用的扩音机、分路控制盘、音频传输网路

及扬声器。当发生火灾时，由值班人员发出控制指令，接通扩音机电源，并按消防程序起动相应楼层的火灾事故广播分路。系统方框原理图见图 9-39。

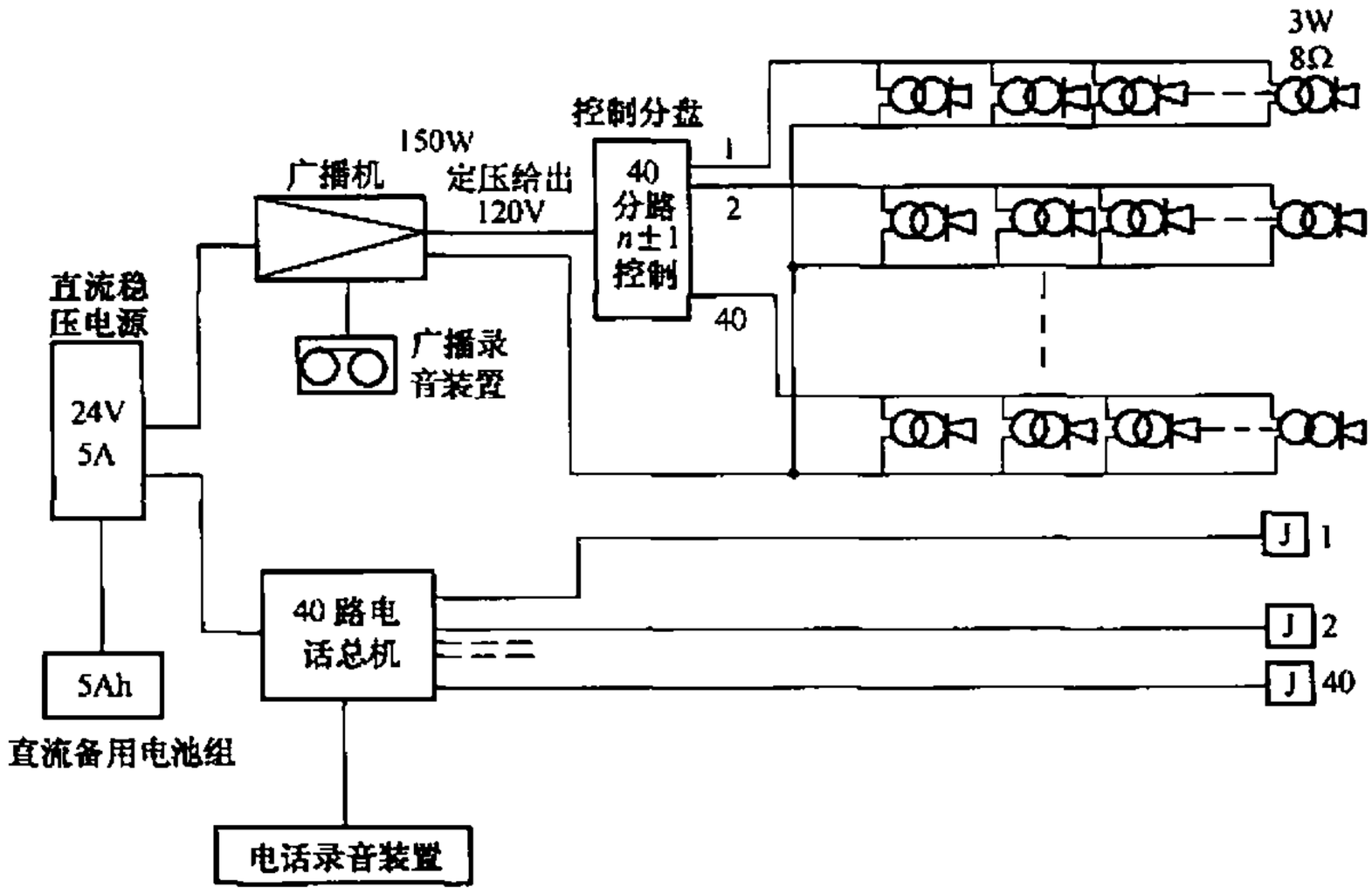


图 9-39　CT-079 型火灾事故广播通讯系统图

2）火灾应急广播与广播音响系统合用。在这种系统中，广播室内应设有一套火灾应急广播专用的扩音机及分路控制盘，但音频传输网路及扬声器共用。火灾事故广播扩音机的开机及分路控制指令由消防控制中心输出，通过强拆器中的继电器切除广播音响而接通火灾事故广播，将火灾事故广播送入相应的分路，其分路应与消防报警分区相对应。

利用消防广播具有切换功能的联动模块，可将现场的扬声器接入消防控制器的总线上，由正常广播和消防广播送来的音频广播信号，分别通过此联动模块的无源常闭触点和无源常开触点接在扬声器上。火灾发生时，联动模块根据消防控制室发出的信号，无源常闭触点打开，切除正常广播，无源常开触点闭合，接入消防广播，实现消防强切功能。一个广播区域可由一个联动模块控制，如图 9-40 所示。

对于一个楼层内的多个床头广播柜，可采用一个单输入-单输出模块配接一个大容量的切换模块来实现对现场大电流强度（直流）设备的控制，如图 9-41 所示。

图 9-41 中，大电流控制模块（DC24V，10A 或 AC220V，15A）向各床头柜内的中间继电器提供控制电源。床头柜内扬声器的消防广播和正常广播信号分别通过中间继电器 K_1（$\sim K_n$）的常开和常闭触点接在扬声器上，火灾发生时，消防控制室送来控制信号使继电器线圈得电，其常闭、常开触点状态翻转，从而实现消防广播和正常广播之间的切换。

（二）火灾警报装置

未设置火灾应急广播的火灾自动报警系统，应设置火灾警报装置。

火灾警报装置是在火灾时能发出火灾音响及灯光的设备。由电笛（或电铃）与闪光灯组成一体（也有只有音响而无灯光的）。音响的音调与一般音响有区别，通常是变调声（与消防车的音调类似），其控制方式与火灾应急广播相同。

火灾警报装置的设置范围和技术要求如下：

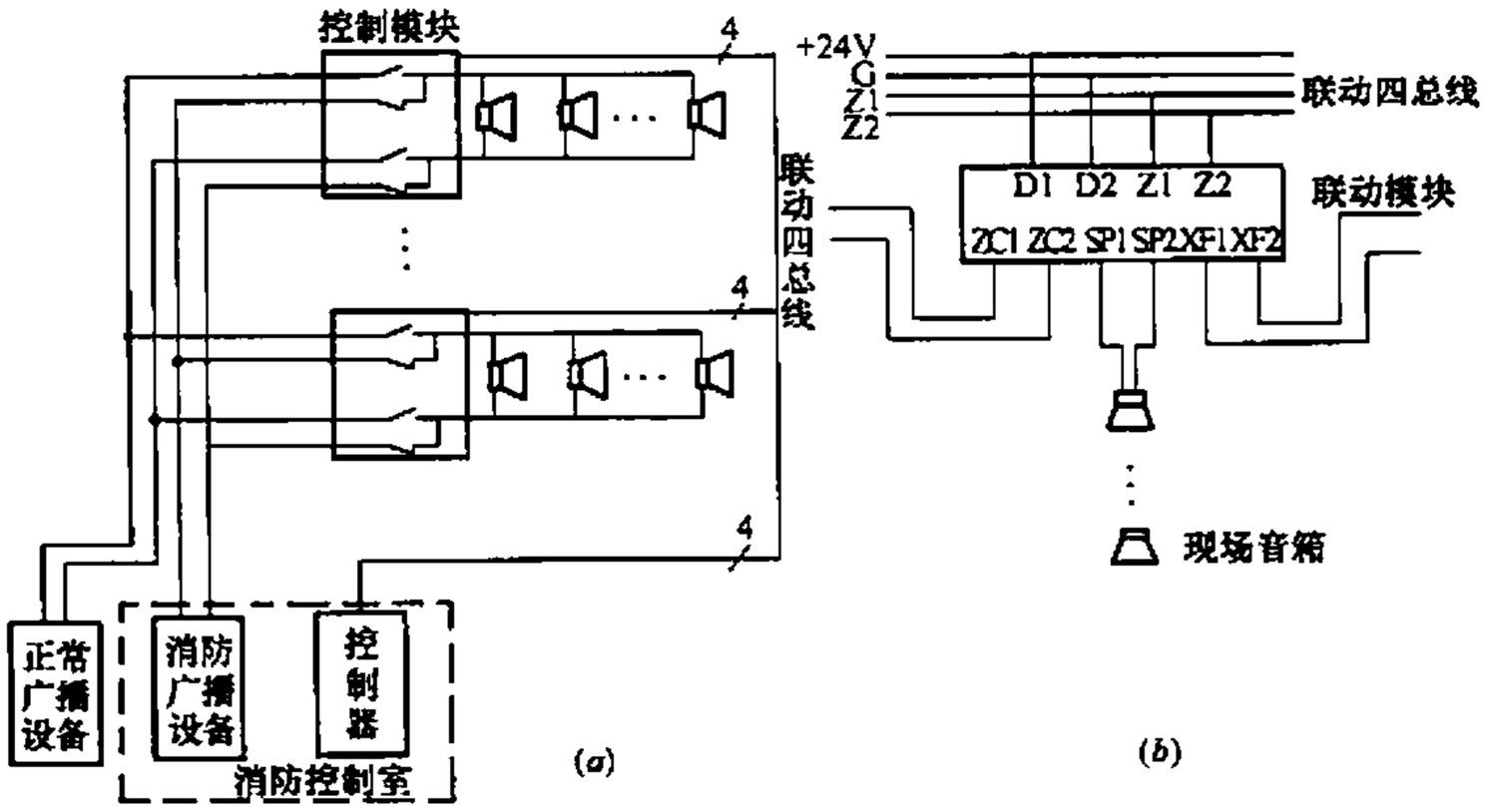


图 9-40　总线制消防应急广播系统示意图

（a）控制原理方框图；（b）模块接线示意图

Z1，Z2—信号二总线连接端子；D1，D2—电源二总线连接端子；ZC1，ZC2—正常广播线输入端子；XF1，XF2—消防广播线输入端子；SP1，SP2—与扬声器连接的输出端子

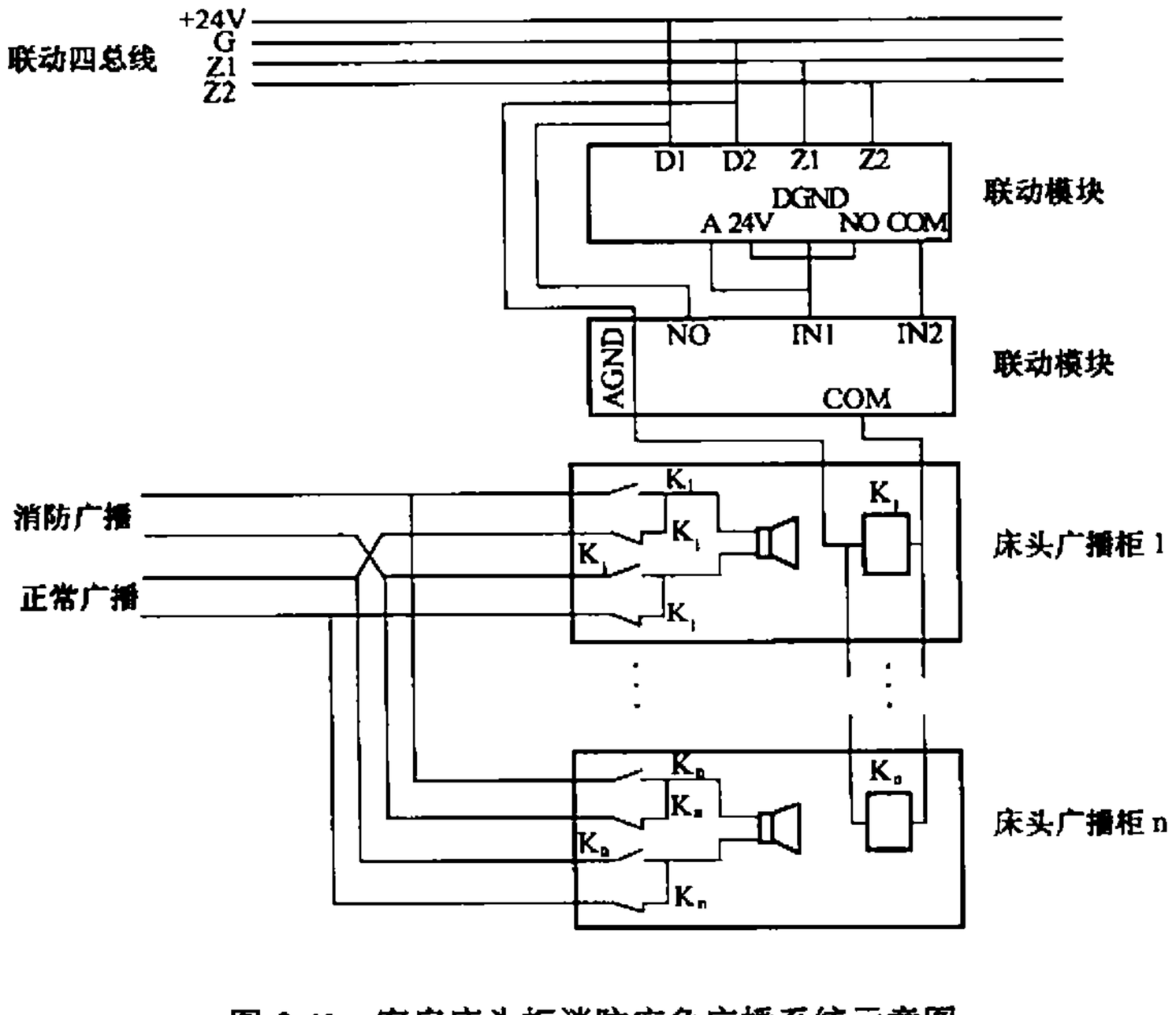


图 9-41　客房床头柜消防应急广播系统示意图

Z1，Z2—信号二总线连接端子；D1，D2—电源二总线连接端子；+24V，DGND—DC24V 电源输出端子；A—自回答信号控制端子；IN1，IN2—有源 DC24V 控制信号输入端子；NO，COM—模块常开、常闭控制触点输出端子；AGND—直流地线端子

规范规定：设置区域报警系统的建筑，应设置火灾警报装置；设置集中报警系统和控制中心报警系统的建筑，宜装置火灾警报装置。同时还规定：在报警区域内，每个防火分

区至少安装一个火灾警报装置。其安装位置，宜设在各楼层走道靠近楼梯出口处。警报装置宜采用手动或自动控制方式。

为了保证安全，火灾警报装置应在火灾确认后，由消防中心按疏散顺序统一向有关区域发出警报。在环境噪声大于 60dB（A）的场所设置火灾警报装置时，其声压级应高于背景噪声 15dB（A）。

八、消防专用电话的安装

（1）消防专用电话，应建成独立的消防通信网络系统。

（2）消防控制室、消防值班室或工厂消防队（站）等处应装设向公安消防部门直接报警的外线电话（城市 119 专用火警电话用户线）。

（3）消防控制室应设消防专用电话总机，且宜选择共电式电话总机或对讲通信电话设备。

（4）下列部位应设置消防专用电话分机：

1）消防水泵房、备用发电机房、配变电室、主要通风和空调机房、排烟机房、消防电梯机房及其他与消防联动控制有关的且经常有人值班的机房；

2）灭火控制系统操作装置处或控制室；

3）企业消防站、消防值班室、总调度室。

（5）设有手动火灾报警按钮、消火栓按钮等处宜设置电话塞孔。电话塞孔在墙上安装时，其底边距地面高度宜为 1.3～1.5m。

（6）特级保护对象的各避难层应每隔 20m 设置一个消防专用电话分机或电话塞孔。

（7）工业建筑中下列部位应设置消防专用电话分机：

1）总变、配电站及车间变、配电所；

2）工厂消防队站，总调度室；

3）保卫部门总值班室；

4）消防泵房、取水泵房（处）、电梯机房；

5）车间送、排风及空调机房等处。

工业建筑中手动报警按钮、消火栓启泵按钮等处宜设消防电话塞孔。

作为示例，图 9-39 是西安二六二厂生产的消防联动控制设备中配套使用的 GT-079 型火灾事故广播通讯系统图。该系统主要由广播机、广播分路控制盘、消防电话总机、电话录音装置、电源等组成，兼有火灾事故广播和消防电话两项功能。

九、消防控制室和系统接地

（一）消防控制室的设置

（1）消防控制室宜设置在建筑物的首层（或地下 1 层），门应向疏散方向开启，且入口处应设置明显的标志，并应设置直通室外的安全出口。

（2）消防控制室周围不应布置电磁场干扰较强及其他影响消防控制设备工作的设备用房，不应将消防控制室设于厕所、锅炉房、浴室、汽车间、变压器室等的隔壁和上、下层相对应的房间。

（3）有条件时宜设置在防灾监控、广播、通讯设施等用房附近，并适当考虑长期值班人员房间的朝向。

（二）消防控制室的设备布置

（1）设备面盘前的操作距离：单列布置时不应小于 1.5m；双列布置时不应小于 2m。

（2）在值班人员经常工作的一面，控制屏（台）至墙的距离不应小于 3m。

（3）控制屏（台）后的维修距离不宜小于 1m。

（4）控制屏（台）的排列长度大于 4m 时，控制屏（台）两端应设置宽度不小于 1m 的通道。

（5）集中报警控制器（或火灾通用报警控制器）安装在墙上时，其底边距地高度应为 1.3～1.5m；靠近其门轴的侧面距墙不应小于 0.5m；正面操作距离不应小于 1.2m。

（6）消防控制室的送、回风管在其穿墙处应设防火阀。

（7）消防控制室内严禁与其无关的电气线路及管路穿过。

（8）火灾自动报警系统应设置带有汉化操作的界面，可利用汉化的 CRT 显示和中文屏幕菜单直接对消防联动设备进行操作。

（9）消防控制室在确认火灾后，宜向 BAS 系统及时传输，显示火灾报警信息，且能接收必要的其他信息。

消防报警控制室设备安装如图 9-42 及图 9-43 所示。

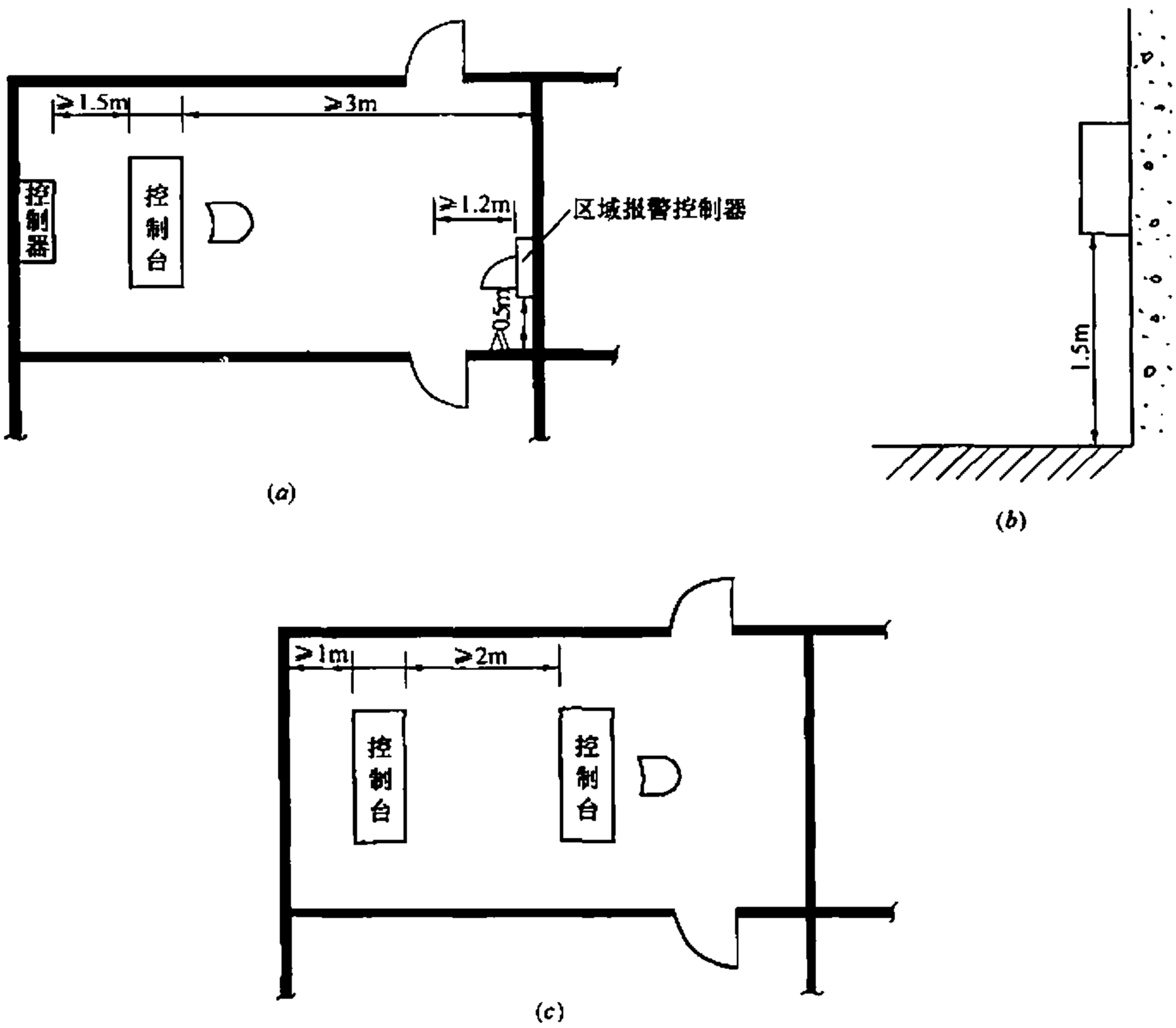
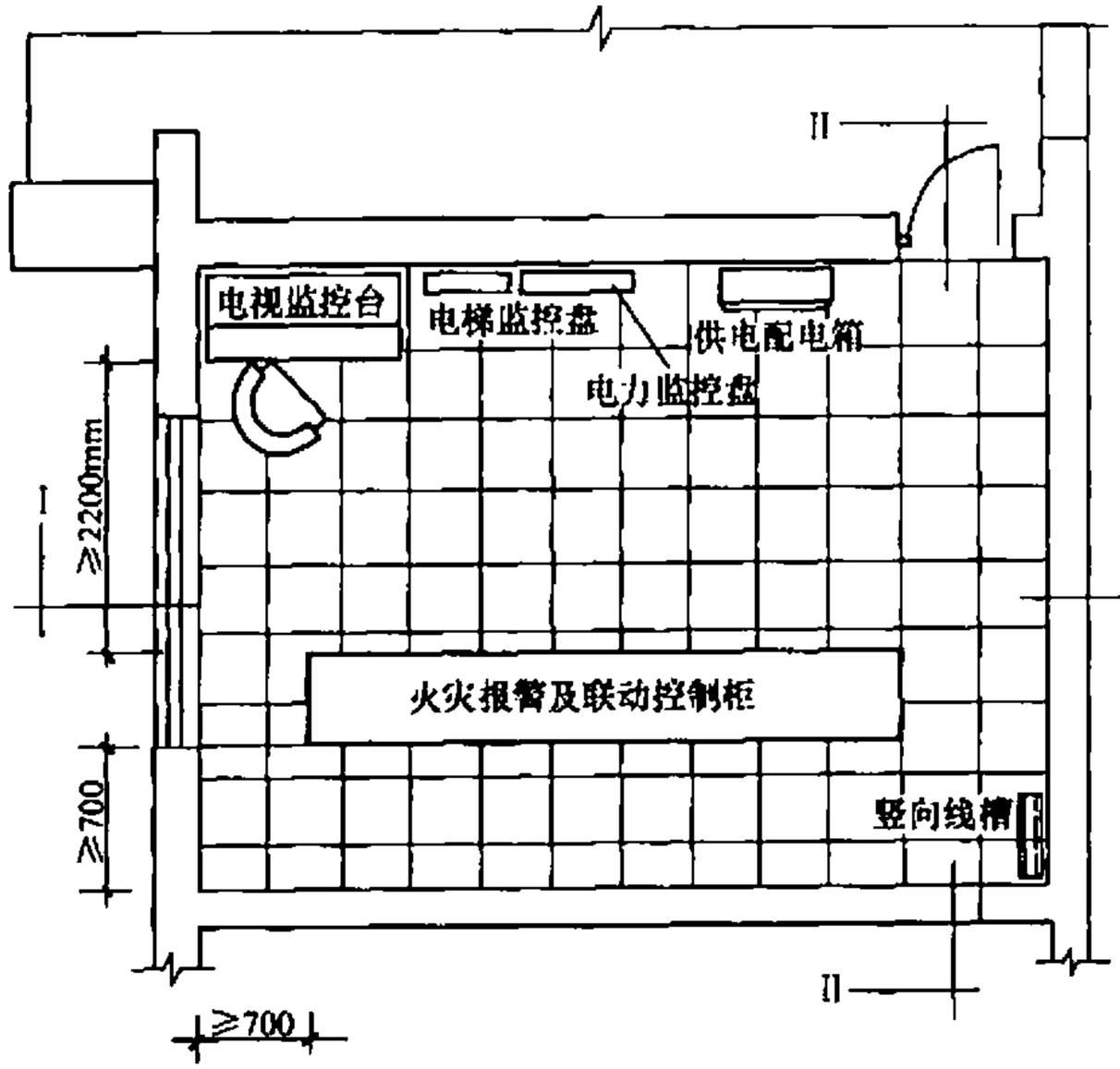
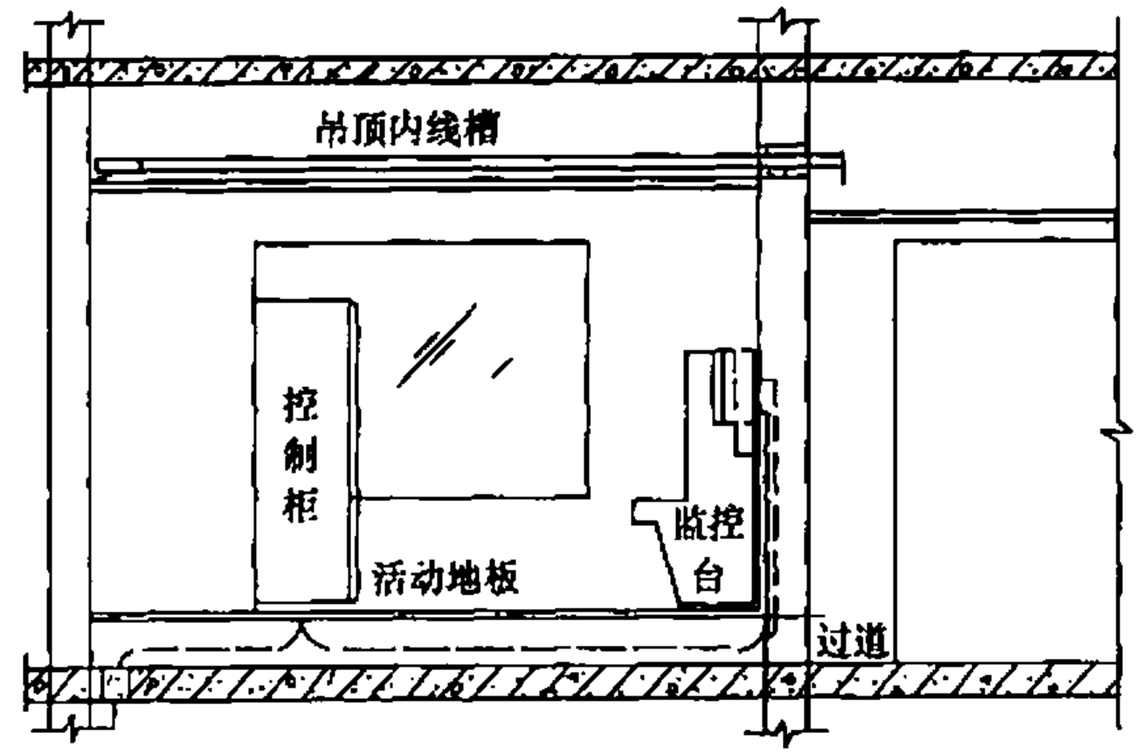


图 9-42　消防报警控制室设备安装示意

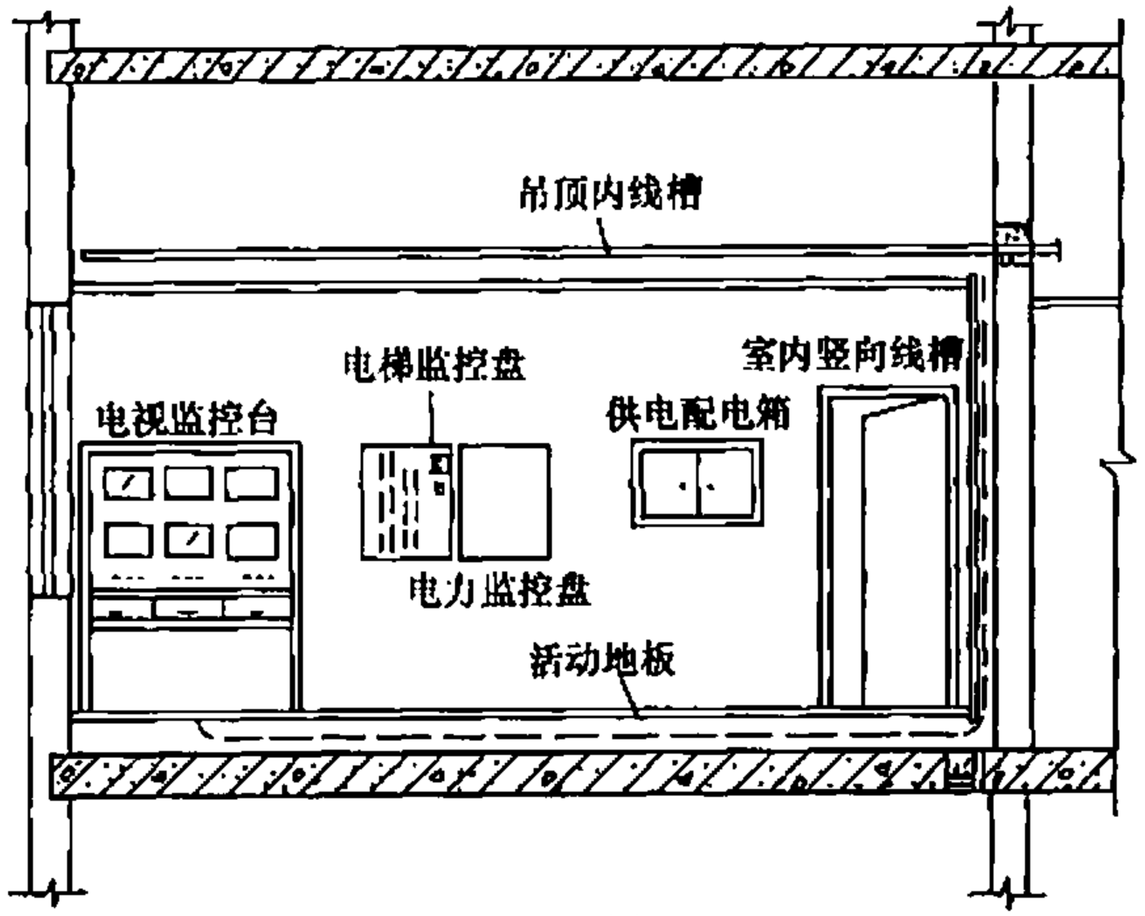
（a）布置图；（b）壁挂式侧面图；（c）双列布置图



(a)



(b)



(c)

图 9-43 消防控制中心示例

(a) 平面图；(b) Ⅱ—Ⅱ剖面图；(c) Ⅰ—Ⅰ剖面图

（三）系统接地

为保证火灾自动报警系统和消防设备正常工作，对系统的接地规定如下：

（1）火灾自动报警系统应在消防控制室设置专用接地板，接地装置的接地电阻值应符合下列要求：

1）当采用专用接地时，接地电阻值不应大于 4Ω；

2）当采用联合接地时，接地电阻值不应大于 1Ω。

（2）火灾报警系统应设专用接地干线，由消防控制室引至接地体。

（3）专用接地干线应采用铜芯绝缘导线，其芯线截面积不应小于 25mm^2，专用接地干线宜穿硬质型塑料管埋设至接地体。

（4）由消防控制室接地板引至各消防电子设备的专用接地线应选用铜芯塑料绝缘导线，其芯线截面积不应小于 4mm^2。

（5）消防电子设备凡采用交流供电时，设备金属外壳和金属支架等应作保护接地。接地线应与电气保护接地干线（PE 线）相连接。

图 9-44 画出共用接地和专用接地的示意图。

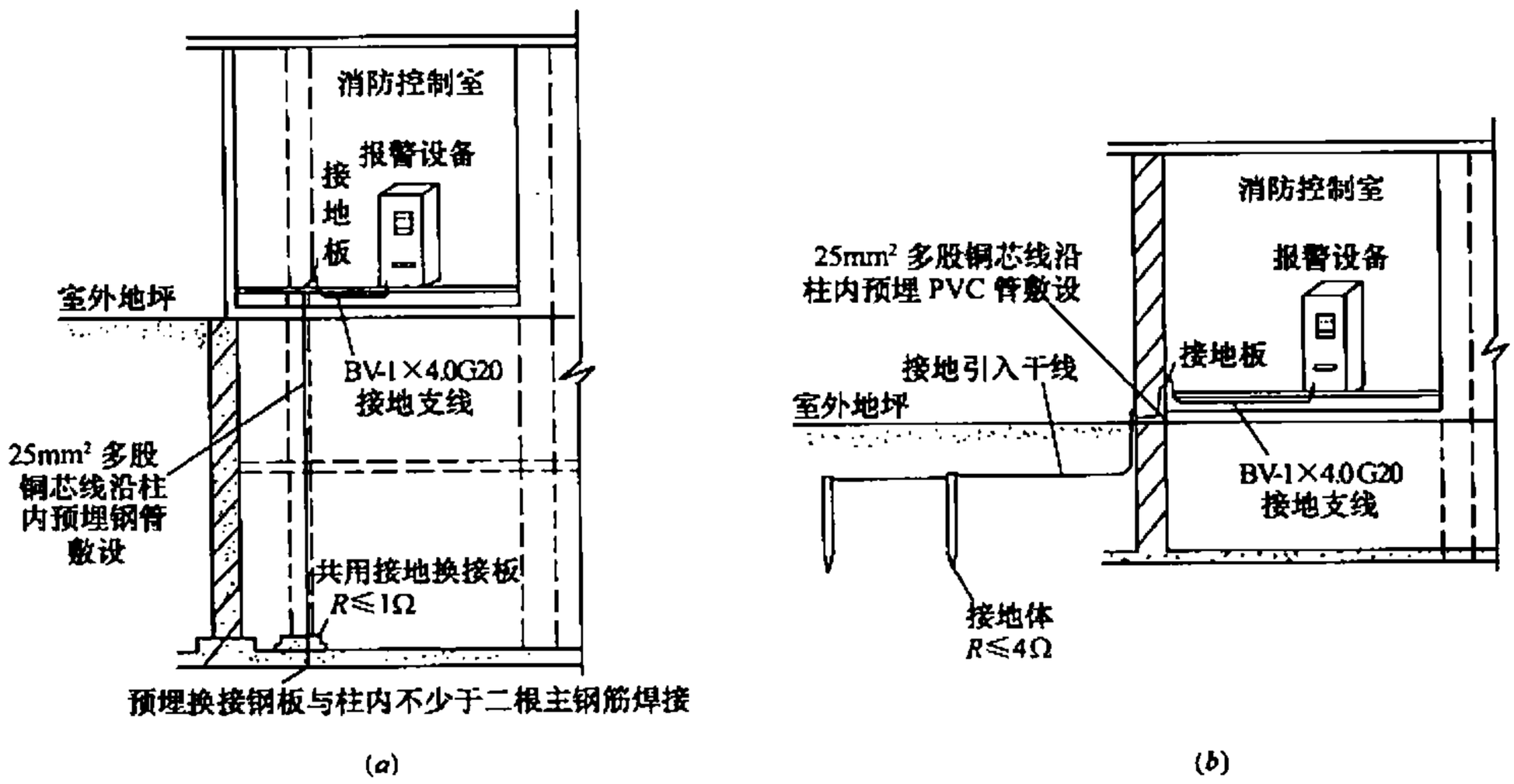


图 9-44

（a）共用接地装置示意图；（b）专用接地装置示意图

第四节　布线与配管

一、布线的防火耐热措施

（1）火灾报警系统和消防设备的传输线应采用铜芯绝缘导线或铜芯电缆，推荐采用 NH 氧化镁防火电缆耐火电缆或 ZR 阻燃型电线电缆等产品。这些线缆的电压等级不应低于交流 250V，线芯的最小截面一般应符合表 9-10 的要求。

火灾自动报警系统用导线最小截面　　表 9-10

类　　别	线芯最小截面（mm^2）	备　　注
穿管敷设的绝缘导线	1.00	
线槽内敷设的绝缘导线	0.75	
多芯电缆	0.50	
由探测器到区域报警器	0.75	多股铜芯耐热线
由区域报警器到集中报警器	1.00	单股铜芯线
水流指示器控制线	1.00	
湿式报警阀及信号阀	1.00	
排烟防火电源线	1.50	控制线 > $1.00mm^2$
电动卷帘门电源线	2.50	控制线 > $1.50mm^2$
消火栓控制按钮线	1.50	

（2）系统布线采取必要的防火耐热措施，有较强的抵御火灾能力，即使在火灾十分严重的情况下，仍能保证消防系统安全可靠的工作。

所谓防火配线是指由于火灾影响，室内温度高达 840℃时，仍能使线路在 30min 内可靠供电。

所谓耐热配线是指由于火灾影响，室内温度高达 380℃时，仍能使线路在 15min 内可靠供电。

无论是防火配线还是耐热配线，都必须采取合适的措施：

1）用于消防控制、消防通信、火灾报警以及用于消防设备（如消防水泵、排烟机、消防电梯等）的传输线路均应采取穿管保护。

金属管、PVC（聚氯乙烯）硬质或半硬质塑料管或封闭式线槽等都得到了广泛应用。但需注意，传输线路穿管敷设或暗敷于非延燃的建筑结构内时，其保护层厚度不应小于 30mm。若必须明敷时，在线管外用硅酸钙筒（壁厚 25mm）或用石棉、玻璃纤维隔热筒（壁厚 25mm）保护。

2）在电缆井内敷设有非延燃性绝缘和护套的导线、电缆时，可不穿管保护，对消防电气线路所经过的建筑物基础、顶棚、墙壁、地板等处均应采用阻燃性能良好的建筑材料和建筑装饰材料。

3）电缆井、管道井、排烟道、排气道以及垃圾道等竖向管道，其内壁应为耐火极限不低于 1h 的非燃烧体，并且内壁上的检查门应采用丙级防火门。

（3）为满足防火耐热要求，对金属管端头接线应保留一定余度；配管中途接线盒不应埋设在易于燃烧部位，且盒盖应加套石棉布等耐热材料。

以上是建筑消防系统布线的防火耐热措施，除此之外，消防系统室内布线还应遵照有关消防法规规定，做到：

1）不同系统、不同电压、不同电流类别的线路不应穿于同一根管内或线槽内的同一槽孔内；

2）建筑物内不同防火分区的横向敷设的消防系统传输线路，如采用穿管敷设，不应穿于同一根管内；

3）建筑物内如只有一个电缆井（无强电与弱电井之分），则消防系统弱电部分线路与强电部分线路应分别设置于同一竖井的两侧；

4）火灾探测器的传输线路应选择不同颜色的绝缘导线，同一工程中相同线别的绝缘

导线颜色要一致，接线端子要设不同标号；

5）绝缘导线或电缆穿管敷设时，所占总面积不应超过管内截面积的40%，穿于线槽的绝缘导线或电缆总面积不应大于线槽截面积的60%。

消防系统的防火耐热布线见图9-45。

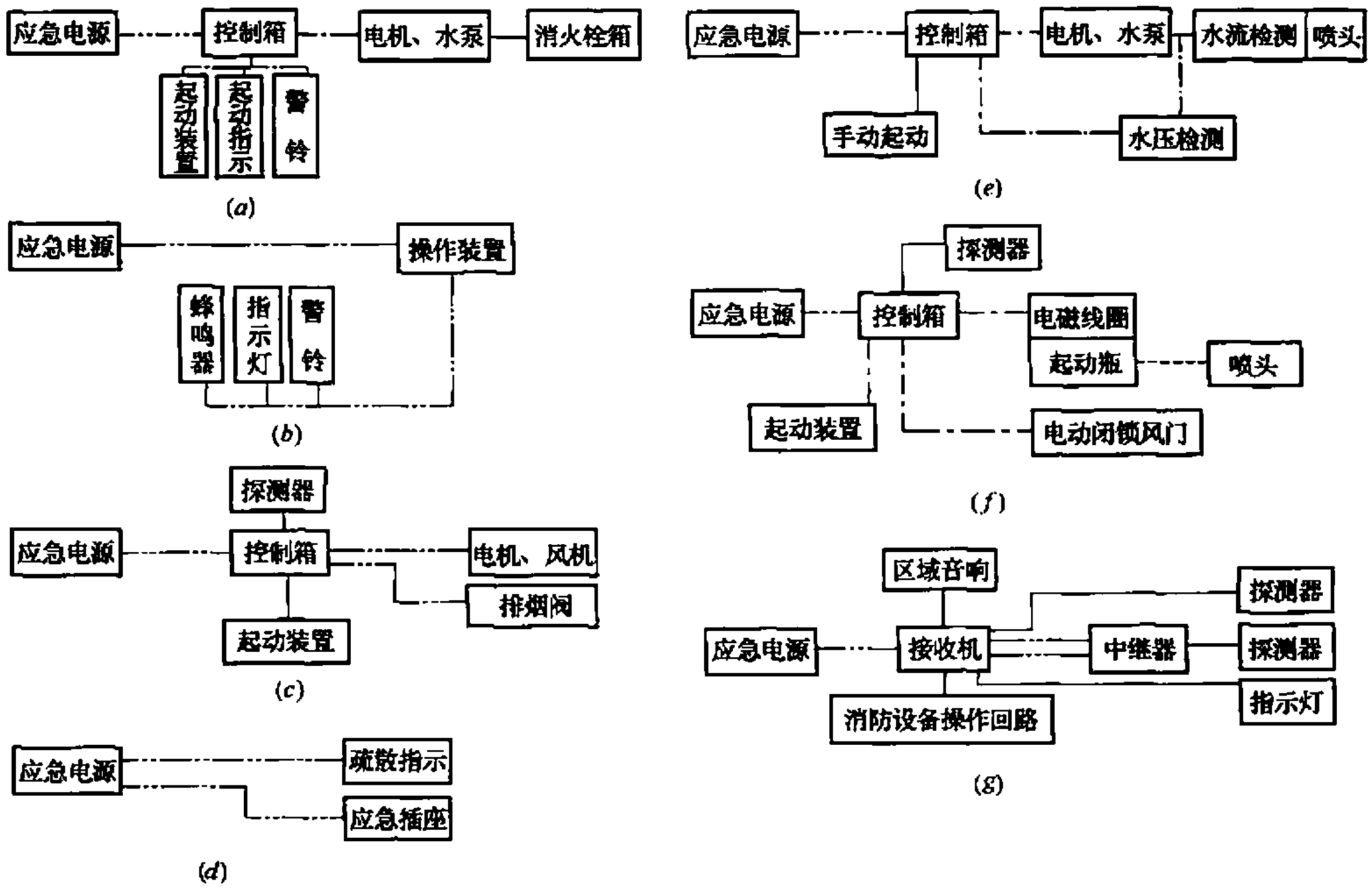


图9-45　建筑消防系统防火耐热布线示意图

（a）消火栓灭火系统；（b）声、光报警装置；（c）防排烟系统；（d）疏散诱导及应急插座装置；

（e）自动水喷淋灭火系统；（f）自动气全喷洒灭火系统；（g）火灾自动报警系统

图中：—··—耐火线；—·—耐热线；———一般线；----管道线

二、系 统 的 配 线

系统的配线如下：

（1）回路总线

指主机到各编址单元之间的联动总线。导线规格为RVS-2×1.5mm^{2}双色双绞多股塑料软线。要求回路电阻小于40Ω，是指从机器到最远编址单元的环线电阻值（两根导线）。

（2）电源总线

指主机或从机对编址控制模块和显示器提供的DC24V电源。电源总线采用双色多股塑料软线，型号为RVS-2×1.5mm^2。接模块的电源线用RVS-2×1.5mm^2。

（3）通信总线

指主机与从机之间的联接总线，或者主机——从机——显示器之间的联接总线。通信总线采用双色多绞多股塑料屏蔽导线，型号为RVVP-2×1.5mm^2；距离短（＜500m）时，

可用 $2\times1.0mm^2$。

(4) 联动系统控制线：总线联动系统控制选用 RVS 双色双绞线，多线联动控制系统选用 KVV 电缆线，其余用 BVR 或 BV 线。

三、管 线 的 安 装

管线安装的要求如下：

(1) 火灾自动报警系统报警线路应采用穿金属管、阻燃型硬制塑料管或封闭式线槽保护；消防控制、通信和警报线路在暗敷时宜采用阻燃型电线穿保护管敷设在不燃结构层内(保护层厚度 3cm)。控制线路与报警线路合用明敷时应穿金属管并喷涂防火涂料，其线采用氧化镁防火电缆。总线制系统的布线，宜采用电缆敷设在耐火电缆桥架内，或有条件的可选用铜皮防火电缆。

(2) 消火栓泵、喷淋泵电动机配电线路宜选用穿金属管并埋设在非燃烧体结构内的电线，或选用耐火电缆敷设在耐火型电缆桥架或选用氧化镁防火型电缆。

(3) 建筑物各楼层带双电源切联的配电箱至防火卷帘的电源应采用耐火电缆。

(4) 消防电梯配电线路应采用耐火电缆或氧化镁防火电缆。

(5) 火灾应急照明线路、消防广播通讯应采用穿金属管保护电线，并暗敷于不燃结构内，且保护层厚度不小于 30mm，或采用耐火型电缆明敷于吊顶内。

(6) 布线使用的非金属管材、线槽及其附件应采用不燃或非延燃性材料制成。

(7) 管线经过建筑物的变形缝（包括沉降缝、伸缩缝、抗震缝等）处，应采用以下措施：

1) 管线经过建筑物的变形缝处，宜采用两个接线盒分别设置在变形缝两侧。

2) 一个接线盒，两端应开长孔（孔直径大于保护管外径 2 倍以上），变形缝的另一侧管线通过此孔伸入接线盒处。

3) 连接线缆及跨接地线均应呈悬垂状而有余量。无论变形缝两侧采用两个或一个接线盒，必须呈弯曲状留有余量。

4) 工作接地线应采用铜芯绝缘导线或电缆，不得利用镀锌扁铁或金属软管。

(8) 管线安装时，还应注意如下几点：

1) 不同系统、不同电压、不同电流类别的线路，应穿于不同的管内或线槽的不同槽孔内。

2) 同一工程中相同线别的绝缘导线颜色应一致，导线的接头应在接线盒内焊接，或用端子连接，接线端子应有标号。

3) 敷设在多尘和潮湿场所管路的管口和管子连接处，均应作密封处理。

4) 存在下列情况时，应在便于接线处装设接线盒：

①管子长度每超过 45m，无弯曲时；

②管子长度每超过 30m，有一个弯曲时；

③管子长度每超过 20m，有二个弯曲时；

④管子长度每超过 12m，有三个弯曲时。

5) 管子入盒时，盒外侧应套锁母，内侧应装护口。在吊顶内敷设时，盒的内外侧均应套锁母。

6）线槽的直线段应每隔 1.0～1.5m 设置吊点或支点，在线槽接头处、距接线盒 0.2m 处及线槽走向改变或转角处亦应设吊点或支点，吊装线槽的吊杆直径应大于 6mm。

四、控制设备的接线要求

（1）报警控制器的配线要求如下：

1）配线应整齐，避免交叉，并应固定牢靠；

2）电缆芯线和所配导线的端部均应标明编号，并与图纸一致，字迹清晰不易褪色；

3）端子板的每个接线端，接线不得超过两根；

4）电缆芯和导线应留有不小于 20cm 的余量；

5）导线应绑扎成束，导线引入线穿线后应在进线处封堵。

（2）报警控制器的电源与接地要求如下：

1）控制器的主电源引入线应直接与消防电源连接，严禁使用电源插头。主电源应有明显标志。

2）控制器的接地应牢固并有明显标志，工作接地线与保护接地线必须分开。

（3）消防联动控制设备的接线的要求如下：

1）消防控制设备盘（柜）内不同电压等级、不同电流类别的端子应分开，并有明显标志。

2）消防控制设备的外接导线，当采用金属软管作套管时，其长度不宜大于 1m，并应采用管卡固定，其固定点间距不应大于 0.5m。金属软管与消防控制设备的接线盒应采用锁母固定，并应根据配管规定接地。外接导线端部应有明显标志。

第五节　工 程 举 例

如图 9-46 所示，某综合楼的 1～4 层为商业用房，每层在商业管理办公室设区域报警控制器或楼层显示器；5～12 层是宾馆客房，每层服务台设区域报警控制器；13～15 层是出租办公用房，在 13 层设一台区域控制器警戒 13～15 层；16～18 层是公寓，在 16 层设一台区域控制器。全楼共 18 层按其各自的用途和要求设置了 14 台区域报警控制器或楼层显示器和一台集中报警控制器和联动控制装置。下面利用上海松江电子仪器厂生产的 JB-2002 型模拟量火灾报警控制器进行工程布线设计。

JB-2002 型控制器是一种模拟量火灾报警控制系统，它集火灾自动报警和消防联动控制于一体，是一个能适应多种规模的智能化系统。下面首先介绍一下 JB-2002 火灾报警控制系统的特点和性能。

（一）JB-2002 型火灾报警控制系统的特点

（1）控制器主机集报警与联动控制于一体，同时满足《火灾报警控制器通用技术条件》（GB 4717—93）和《消防联动控制设备通用技术条件》（GB 16806—97）双项标准检测要求。系统采用全总线通讯技术，报警与联动控制在同一对总线回路，且报警部分模拟量与开关量兼容，从而简化方便了系统设计和现场布线。系统信号传输以串行码数字通讯方式，短路保护措施，及强有力的抗干扰措施，使系统能正常有效地处于最佳工作状态。总线长度可达 1500m。

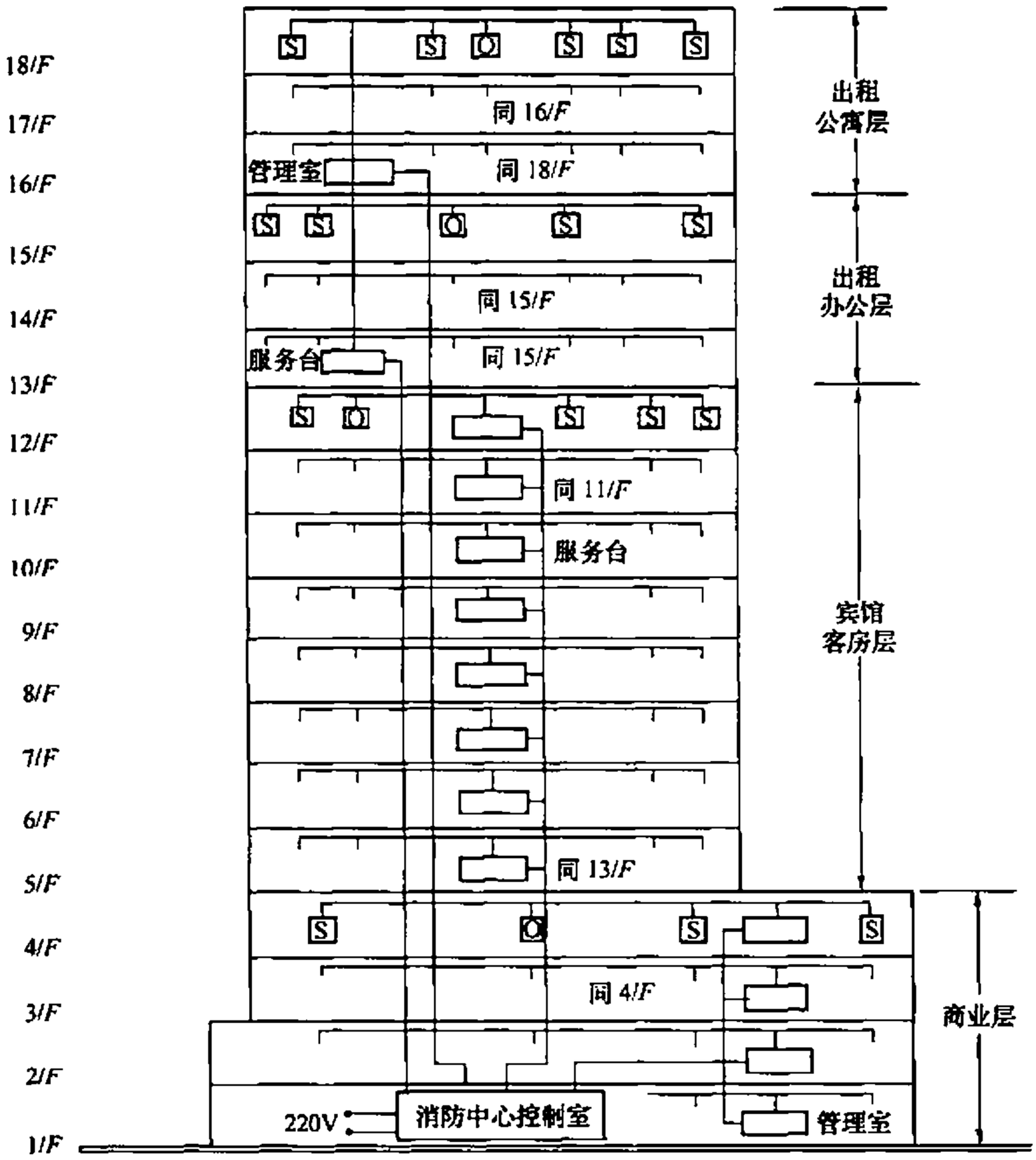


图 9-46　宾馆、商场综合楼自动报警系统示意图

(2) 本系统中所有模拟量火灾探测器均采用了新型微功耗单片机（带 A/D 转换），能将各种火灾信息参数（如烟浓度、温度等）及非火灾环境信息参数准确无误地传送至控制器主机。本底补偿、可变窗长、能量积分算法的引入，提高了系统的报警准确率，降低了误报率。控制器还可对模拟量探测器的灵敏度（Ⅰ～Ⅲ级）根据不同场合进行设定和更改。

(3) 控制器为多 CPU 系统，每个回路均有 3 个 8 位 CPU，对探测器、模块进行巡检操作（发码、收码）和数据处理，及时将探测器的数据、联动模块的动作信息传输给主 CPU。主 CPU 采用 16 位单片机，负责调度各回路板的工作情况，处理火警、联动及故障信息的判别、显示、打印及人机对话与控制。系统通过 RS-485 接口联接火灾显示盘，并标准配备一组 RS-232 接口提供给 BA 等上一级管理系统。

(4) 控制器采用 320×240 或 640×480 点阵液晶显示屏，以液晶汉字显示为主，数码管显示为辅，可直接显示各报警点、联动点以及火灾显示盘的各类信息数据和状态信号，内容丰富，信息量大，直观清晰，方便实用。

(5) 控制器操作采用一、二级密码输入、下拉式菜单提示，进行多项选择操作，可进

行系统配置、联动控制编程、系统自检、定点检测、数据查看及模拟量探测器数据曲线动态显示等功能操作，直观方便。

（6）本产品系列主机容量覆盖面大，单台主机的点数可从200点（1回路）至4800点（24回路），其中联动点可从64点至1536点。可配置十多种模拟量、开关量探测器及联动控制模块，可连接63台火灾显示盘。同时标准配备二线制多线联动控制点6点（壁挂式）或16点（柜式）。

（7）系统自备汉字库通过编程对每个探测器、联动模块可最多用10个汉字或20个英文字符描述其所在部位的名称，可方便迅速地找到事发地点。

（8）控制器具有对火警原始数据及系统运行情况（开机、关机、复位等）进行备份记录的功能。

（9）可通过电话线传输实现对控制器进行系统设置、联动编程等远程控制操作。

（10）一台2002集中机通过RS-485接口可联接16台2002区域机，通讯距离可达1500m。集中机采用彩色大屏幕触摸式液晶显示，Windows 98视窗操作系统，并自带CRT功能。集中机除了能正确接收反映各区域机的运行状态和数据信息外，还具有对各区域机进行远程编程操作和远程控制功能。

（11）控制器主机除自身配用的主机电源外，还配备有相关容量的联动外控电源（容量不够时还可追加增配）。主机电源、联动外控电源均含备电。主、备电自动切换，以保证整个火灾报警控制系统正常运行的连续性。

（12）本系统可接入的开关量探测器、模块及外围配套产品均与JB-1501A火灾报警控制器（联动型）系统兼容。

（二）系统说明

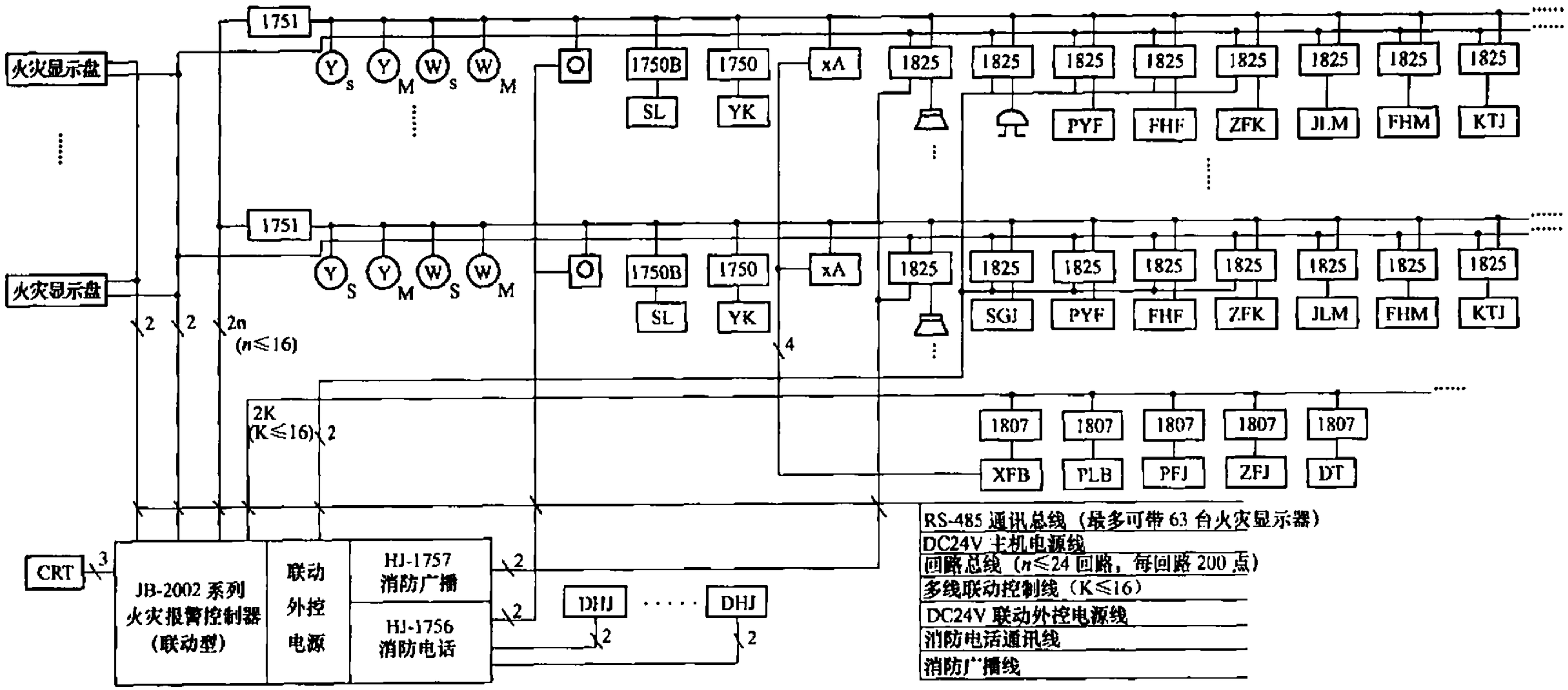
利用JB-2002型火灾报警控制器构成的火灾自动报警和消防联动控制系统，如图9-47所示。从图中可以看出，它具有报警、控制和显示的功能，接上HJ-1756和HJ-1757还具有消防电话和消防广播等功能。本系统采用二总线制，所以设计和安装十分简便。各种模拟量火灾探测器（开关量探测器也兼容）和设备控制模块、输入模块等并接在总线上即可。某大楼的布线设计如图9-48所示，其图例说明如图9-49所示。

JB-2002系列控制器的总线回路最多为24回路，每回路可有200个编码地址点，因此最大容量可达4800点之多。每回路中，开关量部分可占地址≤127点，其中联动控制模块可占地址≤64点。开关量点数确定后，其余点数可配置模拟量探测器。对于消防泵、风机等消防设备采用多线联动方式，多线联动点的容量为16～48点。

图9-47中1825控制模块用于对各类层外控消防设施，例如各类电磁阀、警铃、声光报警器、防火卷帘门等实施可靠控制。火警时，经逻辑控制关系，由模块内的继电器输出触点来控制外控设施的动作，动作状态信号可通过无源常开触点接模块无源接点反馈端，或将AC220V加至模块交流反馈端，经总线返回给主机。

1807多线模块用于对消防泵、喷淋泵、排烟风机、正压送风机等消防设施实施可靠控制。控制器经二根线（M+，M-）控制1807实现对消防设施的启动、停机控制、动作状态反馈以及线路开路、短路故障反馈等功能。

图9-47系统中还使用CRT微机显示系统进行显示与管理。



图例：Y_S数字量感烟探测器 Y_M模拟量感烟探测器 W_S数字量感温探测器 W_M模拟量感温探测器 O手动报警按钮 XA消火栓按钮 SL水流指示器 YK压力开关 1750输入模块 1750B输入模块（配水流指示器） 1751短路隔离器 DHJ电话分机 1825控制模块 1807多线模块 广播喇叭 警铃 SGJ声光警报器 PYF排烟阀 FHF防火阀 ZFK正压送风口 JLM卷帘门 FHM防火门 KTJ空调机 XFB消防泵 PLB喷淋泵 PFJ排烟风机 ZFJ正压送风机 DT电梯

说明：回路总线，采用 BV 线，截面积≥1.0mm²。

RS-485 通讯总线，采用 RVS 线，截面积≥1.0mm²。

DC24V 电源线，采用 BV 线，竖井中截面积≥4.0mm²，平面布线截面积≥2.5mm²。

多线联动控制线，采用 BV 线，截面积≥1.5mm²。

消防广播线，采用 BV 线，截面积≥1.5mm²。

消防电话通讯线，采用 RVS 线，截面积≥1.0mm²。

图 9-47 JB-2002 型模拟量火灾报警控制系统图

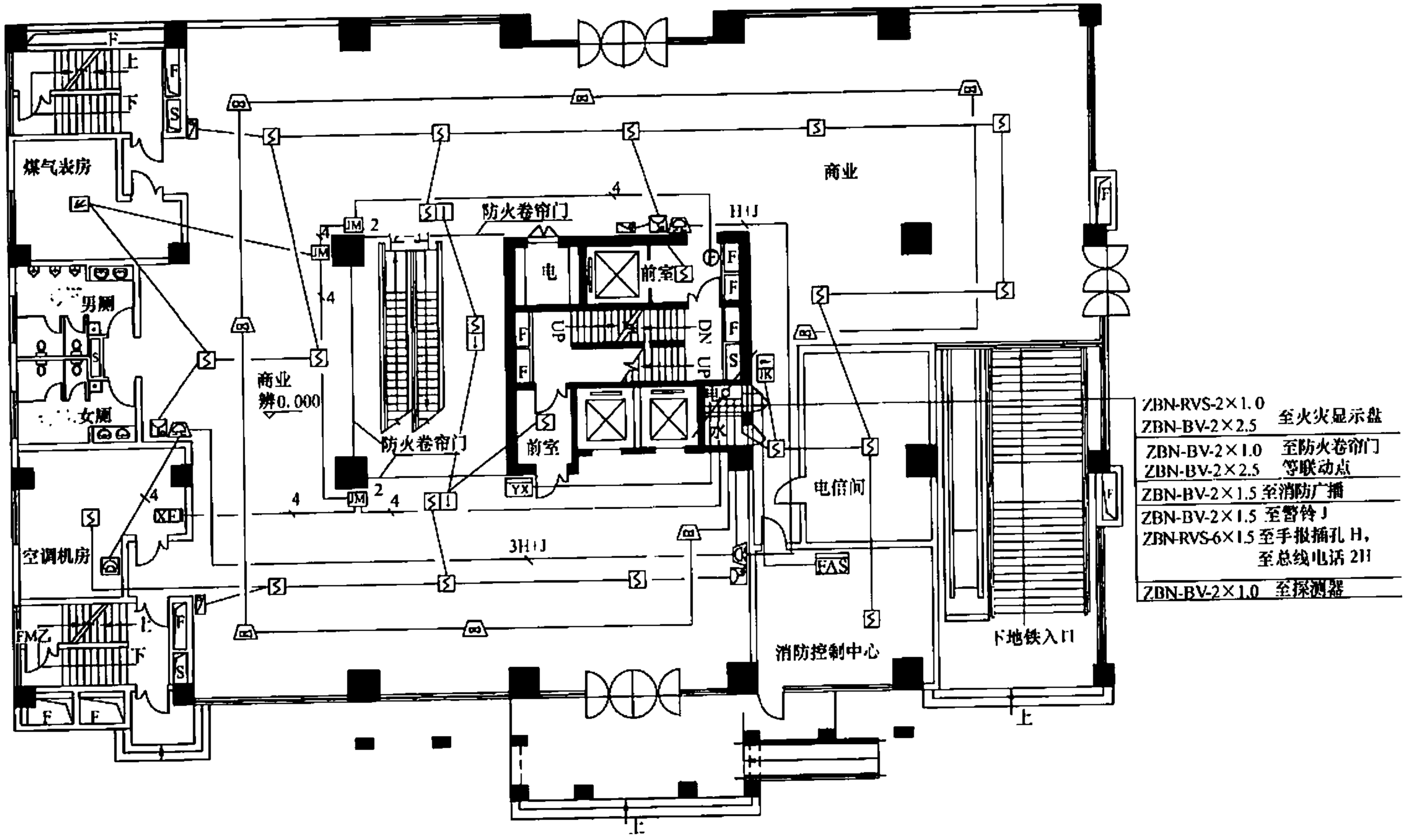


图 9-48　某大楼（底层）的消防系统布置平面图

图　例	设备名称	图　例	设备名称
FAS	火灾报警控制器（联动型）	Ⓕ	排烟阀　正压风阀
	消防广播		扬声器
	二线式电话主机	DY	非消防电源
	总线式电话主机	SF	湿式报警阀
	光电感烟探测器	DT	电梯　控制箱
		JM	防火卷帘门　控制箱
	点型差定温探测器	XFJ	新风机　控制箱
			可燃气体探测器
	手动报警按钮（带电话插孔）	SFJ	送风机　控制箱
JK	监控阀	ZYFJ	正压风机　控制箱
	水流指示器	PYFJ	排烟风机　控制箱
	消火栓按钮	YX	火灾显示盘
	警铃		总线式电话分机
XFB	消防泵　控制箱		接线端子箱
PLB	喷淋泵　控制箱		

图 9-49　设备图例说明

（三）JB-3102 型火灾报警控制系统（图 9-50）

JB-3102 型火灾报警控制系统由上海松江电子仪器厂设计并生产。它在继承了 JB-QGZ-2002 火灾报警控制系统优点的基础上，最新开发了新一代智能火灾报警控制系统。其主要特点是：模拟量智能型、全总线型、联动型、局域网络化（对等结构式）。控制器集火灾报警和联动控制于一体，系统采用全总线通信技术，报警与联动控制共线，模拟量与开关量兼容。控制器单机最大容量为 24 回路，每回路 200 点，总共 4800 点（其中总线联动控制点不超过 1024 点）。多线控制联动点最大容量为 64 点，最多可配火灾显示盘 63 台。可接入 ZY-4A 型气体灭火控制单元，最多为 8 套 32 个灭火区。可通过 CAN 总线将 16 台控制器联网构成火灾报警控制局域网系统，无需集中控制器，局域网系统的报警、联动最大容量可达 7 万多点。

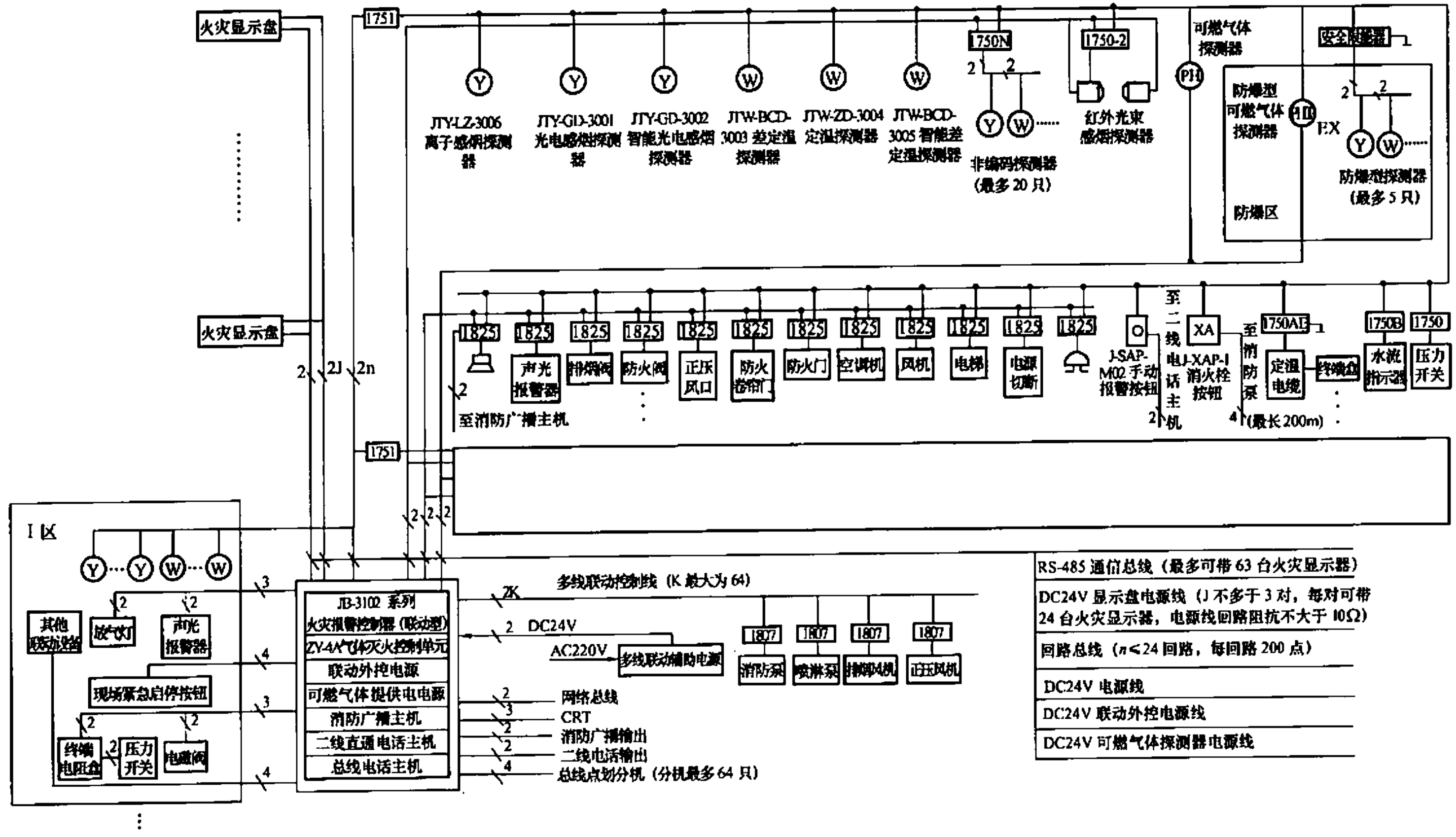


图 9-50　JB-3120 型火灾报警控制系统图

注：1. 回路总线，采用 BV 线，截面积≥1.0mm²；
2. RS-485 通信总线，采用 RVS 线，截面积≥1.0mm²；
3. DC24V 电源线，采用 BV 线竖井中截面积≥4.0mm²，平面布线截面积≥2.5mm²；
4. 多线联动控制线，采用 BV 线截面积≥1.5mm²；
5. 消防广播线，采用 BV 线截面积≥1.5mm²（应单独穿管）；
6. 消防电话通信线，采用 RVS 线，截面积≥1.5mm²（应单独穿管）。

第十章　建筑设备自动化系统（BAS）

第一节　建筑设备自动化系统概述

建筑设备自动化系统（Building Automation system，简称 BAS），亦称楼宇自动化系统，是将建筑物或建筑群内的电力、照明、空调、给排水、电梯、防灾、保安、车库管理等设备或系统，以集中监视、控制和管理为目的而构成的一个综合系统。它的目的是使建筑物成为安全、健康、舒适、温馨的生活环境和高效的工作环境，并能保证系统运行的经济性和管理的智能化。因此，广义地说，建筑设备自动化（BAS）也包括消防自动化（FA）和保安自动化（SA）。这种广义的 BAS 监控系统亦即建筑设备管理系统（BMS）。广义 BAS 所包含的监控内容如图 10-1 所示。有关消防、保安等内容已在前面几章详述，而且，由于目前我国的管理体制要求等因素，要求独立设置（如消防系统、保安系统等）的情况较多，故本章着重以空调、给排水等系统为主进行叙述。

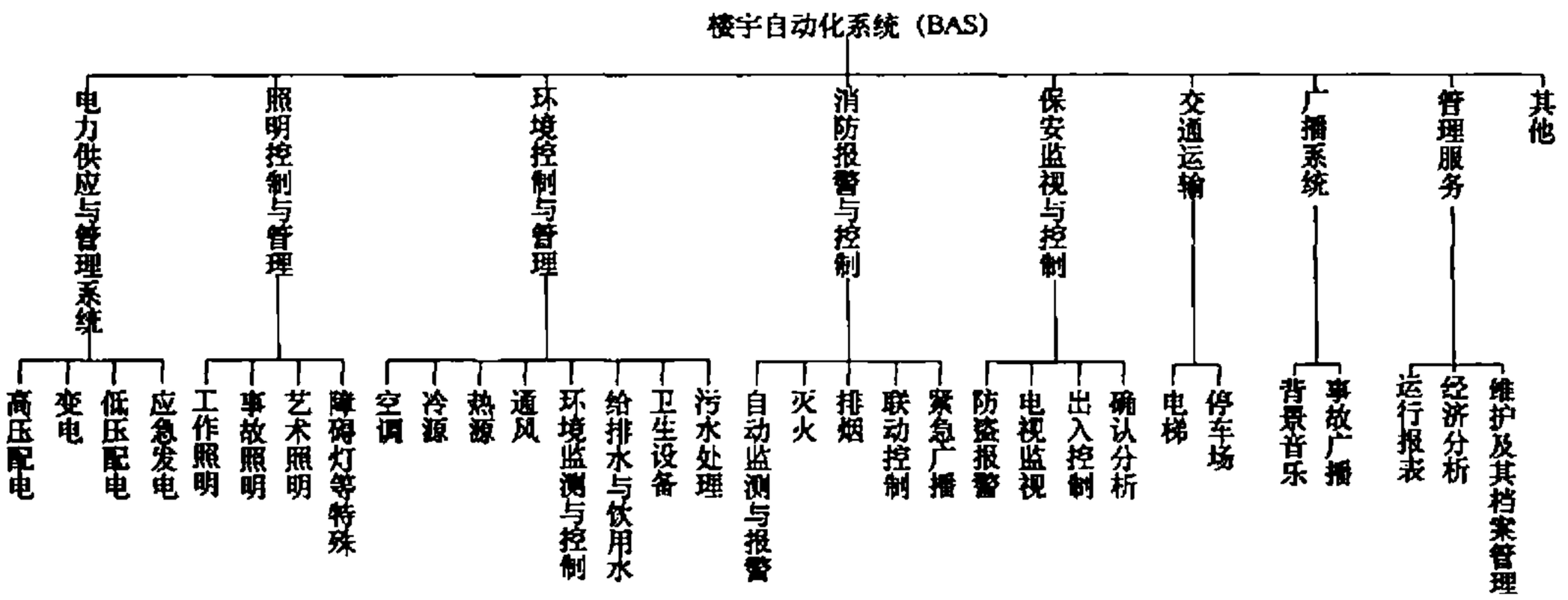


图 10-1　楼宇自动化系统（BAS）的范围

第二节　DDC 与集散型控制系统

一、集散型控制系统的基本组成

由上述可见，集散型计算机控制系统如图 10-2 所示，主要由如下四部分构成：传感器与执行器、DDC（直接数字控制器）、通讯网络及中央管理计算机。通常，中央管理计算机（或称上位机、中央监控计算机）设置在中央监控室内，它将来自现场设备的所有信息数据集中提供给监控人员，并接至室内的显示设备、记录设备和报警装置等。DDC 作

为系统与现场设备的接口，它通过分散设置在被控设备的附近，收集来自现场设备的信息，并能独立监控有关现场设备。它通过数据传输线路与中央监控室的中央管理监控计算机保护通信联系，接受其统一控制与优化管理。中央管理计算机与 DDC 之间的信息传送，由数据传输线路（通信网络）实现，较小规模的 BAS 系统可以简单用屏蔽双绞线作为传输介质。BAS 系统的末端为传感器和执行器。它是装置在被控设备的传感（检测）元件和执行元件。这些传感元件如温度传感器、湿度传感器、压力传感器、流量传感器、电流电压转换器、液位检测器、压差器、水流开关等，将现场检测到的模拟量或数字量信号输入至 DDC，DDC 则输出控制信号传送给继电器、调节器等执行元件，对现场被控设备进行控制。图 10-3 是一种典型的大楼 BAS 系统的示例。

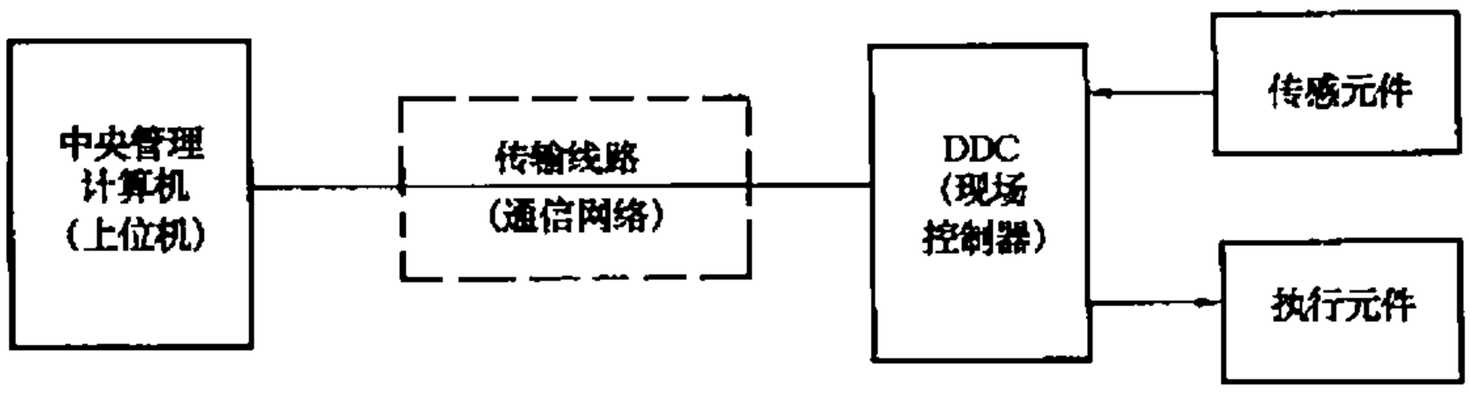


图 10-2　集散型控制系统基本组成

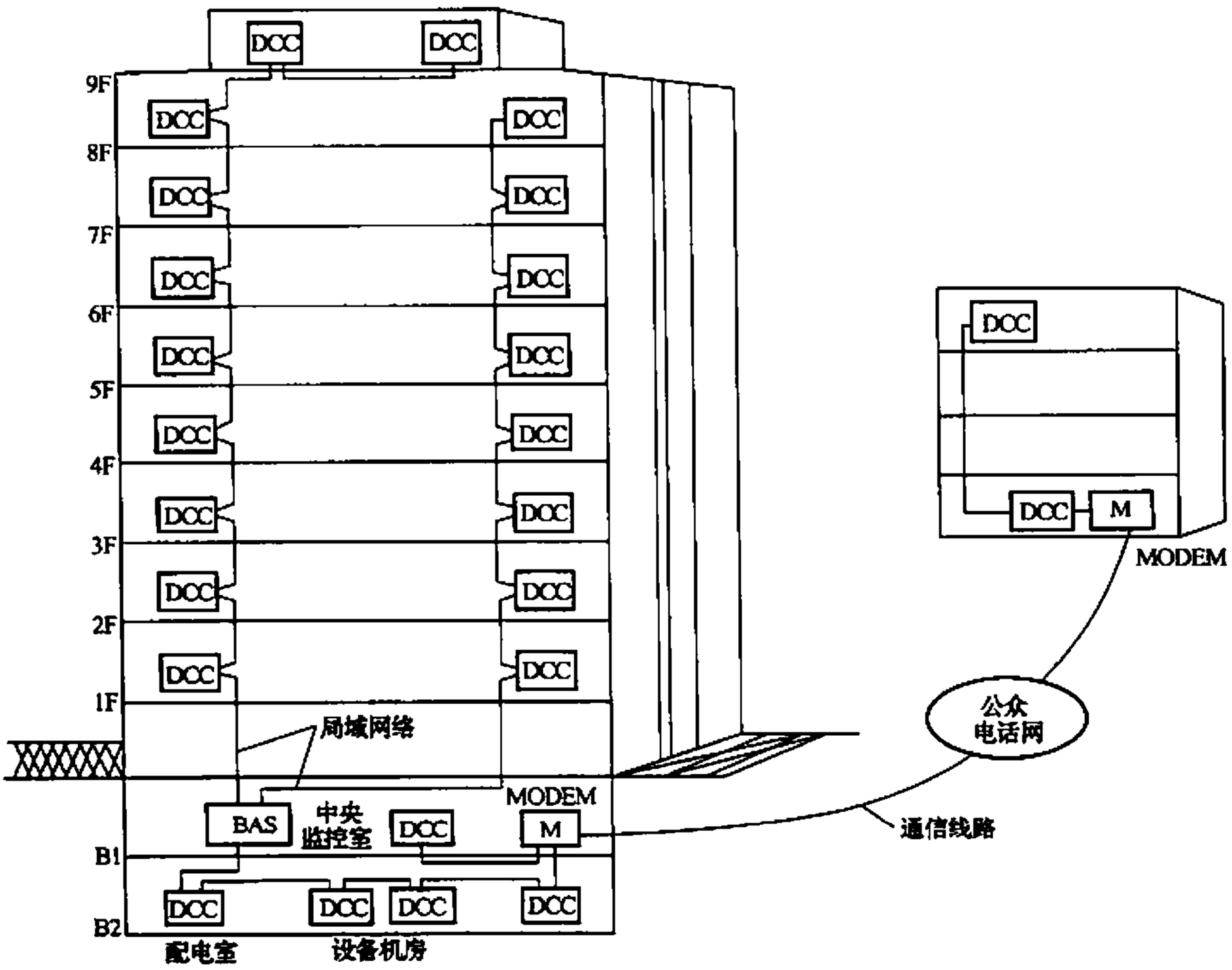


图 10-3　小型 BAS 系统示例

二、DDC

DDC（Direct Digital Controller）意为直接数字控制器，它是利用数字计算机实现现场直接控制的控制器。通常它安装在被控设备的附近。因此，DDC 实际上也是一个计算机，它应具有可靠性高、控制功能强、可编写程序，既能独立监控有关设备，又可联网，通过通信网络接受中央管理计算机接受统一控制与优化管理的优点。

图 10-4 是 DDC 的构成示例。它不仅具有图 10-2 的全部功能，还具备通信功能，控制程序可根据要求进行编写修改，并由此能构成集散型（分布式）计算机控制系统。

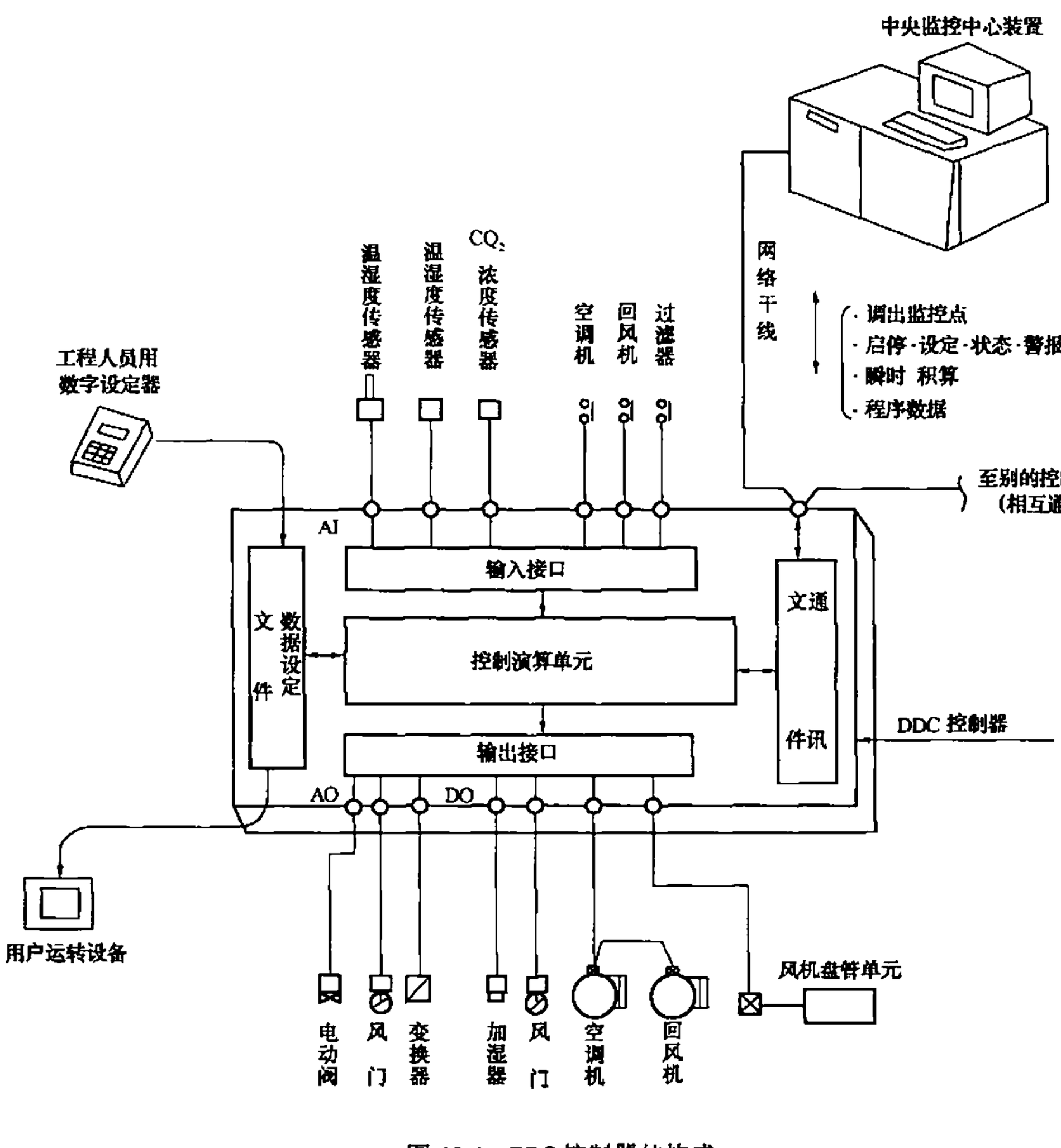


图 10-4　DDC 控制器的构成

在 DDC 的系统设计和使用中，主要掌握 DDC 的输入和输出的连接。根据信号形式的不同，DDC 的输入和输出有如下四种：

（一）模拟量输入（Analogy Input，缩写为 AI）

模拟量输入的物理量有温度、湿度、压力、流量等，这些物理量由相应的传感器感应测得，往往经过变送器转变为电信号送入DDC的模拟输入口（AI）。此电信号可以是电流信号，例如0～10mA，也可以是电压信号，如0～5V或0～10V。一般一个DDC控制器可有多个AI输入口。若变送器输出为电流信号，通常由接在输入端口的电阻转变为电压信号。电信号送入DDC模拟量输入AI通道后，经过内部模拟/数字转换器（A/D）将其变为数字量，再由DDC计算机进行分析处理。

（二）开关量输入（Digital Input，缩写为DI，有的记为BI）

DDC能够直接判断DI通道上的电平高/低（相当于开/关）两种状态，将其转换为数字量1或0，进而对其进行逻辑分析和计算。DI亦称数字量输入。

对于以开关状态为输出的传感器，如水流开关、风速开关、压差开关等，可以直接接到DDC的DI通道上，接法如图10-5所示。图中电阻R是为了防止开关开路时，输入口空载成为随机状态。除了测量开关状态外，DI通道还可以直接对脉冲信号进行测量，测量脉冲频率，测量其高电平或低电平的脉冲宽度，或对脉冲个数进行计数。

（三）模拟量输出（Analogy Output，缩写为AO）

DDC的模拟量输出（AO）信号是0～5V、0～10V间的电压，或0～10mA、4～20mA间的电流。其输出电压或电流的大小由控制软件决定。由于DDC计算机内部处理的信号都是数字信号，所以这种可连续变化的模拟量信号是通过内部数字/模拟转换器（D/A）产生的。

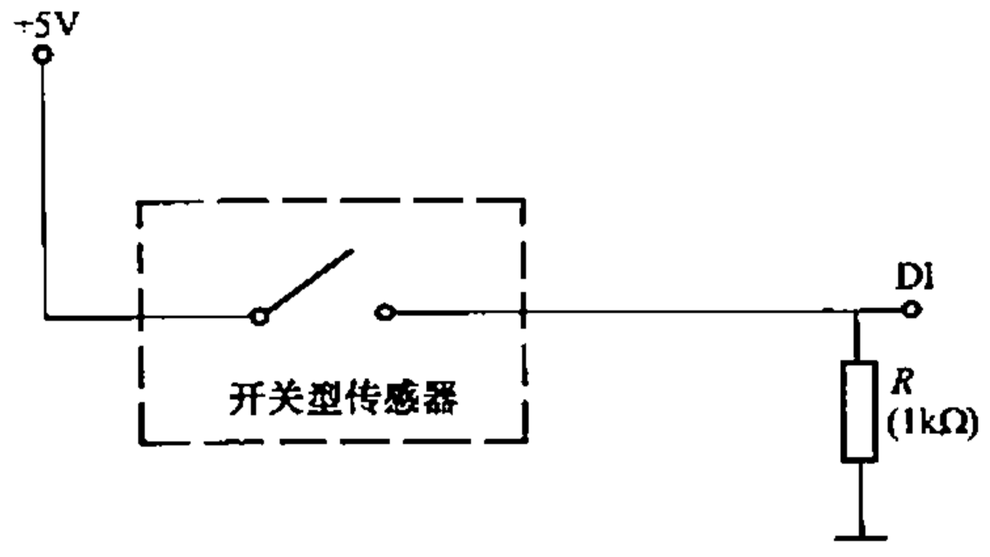


图10-5　开关型传感器的接法

通常，模拟量输出（AO）信号去控制风阀、水阀等的执行器动作。风阀、水阀有气动执行器和电执行器两种类型。采用气动执行器时，需要将控制器的模拟量输出信号（AO）接至电气转换器，电气转换器根据输入的电压或电流的大小，产生0～0.1MPa压力的空气，再通过气路送至气动执行器的气室中，推动活塞或隔膜完成对阀的调节。也有的气动执行器本身带有电动定位装置，于是就可以直接将控制器输出的模拟量信号接到电动定位装置接线端子上。气动风阀、水阀动作可靠，故障率低，可以在较恶劣的环境下运行。在有现成的压缩空气源的场合，应该优先选择气动执行器。由于阀门执行机构是气动的，因此一般都没有阀位的电反馈信号。这种控制器不能获得真实的阀门位置信号，无法差别阀门的机械故障。在选择电气转换器或阀门定位器时，一定要注意它所要求的输入信号的形式、范围，如是要求0～5V、0～20V的电压信号还是0～10mA或4～20mA的电流信号，应与相应的控制器输出通道相匹配。

作为示例，下面列举说明美国江森（Johnson）自控国际公司的91系列DDC产品及其有关设备。91系列DDC既可作为一个独立的智能控制器使用，又可通过其内置的串行接口（RS 485），连接往中央监控系统（例如METASYS），使所有的DDC构成一个集散型BA系统。

该系列有DX9100-8154、8454直接数字控制器（DDC）及有关扩充模块等，其功能如表10-1所示。表10-2表示江森公司的传感器特性；表10-3表示控制装置的控制特性，供

参考。

DDC及扩充模块的点的功能　　表 10-1

		数字式直接控制器（DDC）		扩　充　模　块			
		DX9100-8154	DX9100-8454	XP9102-8204	XP9103-8004	XP9104-8004	XP9105-8004
AI	RTD	8	8	6	—	—	—
	0-10V	8	8	6	—	—	—
	0/4-20mA	8	8	6	—	—	—
BI	无源触点	8	8	—	—	4	8
AO	0—10V	2	8	2	—	—	—
	0/4-20mA	2	4	2	—	—	—
BO	P.A.T	3套	3套	—	—	—	—
	D.A.T	6	6	—	—	—	—
	ON/OFF	6	6	—	8	4	—
	STA/STO	3套	3套	—	—	—	—
	PULSE	6	6	—	8	4	—

传感器设备输入特性　　表 10-2

			江　森　设　备									
			压差开关（P33AB，P74..）	液位开关（ENM10，LA..）	水流开关（F61KB..）	温度传感器（TE-6000-1..）	湿度传感器（W99R，W99D..）	压差传感器（DPT-2640/2641，252C..）	压力传感器（PR262，LD301..）	流量传感器（MIS2）/25..）	油位传感器［注］（VEGA..）	变配电变送器［注］（DA，DV，DPF，WH..）
传感器输出类型	BI		●	●	●							
	AI	0-10V					●	●	●			●
		0/4-20mA						●	●	●	●	●
		RTD				●						
传感器常用供电电压			—	—	—	—	15VDC	28VDC	24VDC	220VAC	220VAC	
至控制器的线型及数量			A×1	A×1	A×1	A×1	A×1+B×2/A×2	A×1+B×2	A×1+B×2	A×1+C×3	A×1+C×3	A+I

注：如果此变送器不放在现场，那末它们到控制器的线型及数量会有变化。

控制装置的控制特性　　表 10-3

			江森公司设备				外购设备		
			风门驱动器（M-9116系列）不带反馈信号	蝶阀控制器（JMA，JMC..）不带反馈信号	加湿阀（107系列 ...）	调节阀控制器（VA-7200，RA-3000系列 ..）	风机、水泵启停控制	照明开关控制	冷冻机、热泵启停控制［注］
控制类型	AO	0-10V	●			●			
		0/4-20mA							
	BO	P.A.T.	●	●		●			
		D.A.T.							
		ON/OFF	●	●	●		●	●	
		STA/STO							●
		PULSE							●
所需工作电压			24VAC	220VAC	220VAC	24VAC	无源	无源	无源
至控制器的线型及数量			A×1+B×2（0-10V）或B×3	C×3	C×2	A×1+B×2（0-10V）或B×3	C×2	C×2	C×3或C×4

注：随不同冷冻机/热泵的生产厂商不同，会有变化。

三、传　感　器

（一）传感器的组成

要实现机电设备系统的自动监控，就必须对一些直接反映系统性能的物理量，如温度、湿度、压力、流量、电流及有功电能等进行检测，其结果或用于系统自动控制，使系统性能参数处于最佳的工作状态；或用于显示、报警、记录，供人们监测系统的运行状况。用于完成这些自动监测任务的是传感器，它起着控制系统眼睛的作用。而具体实施自动控制任务的器件是执行器，它相当于控制系统的手和脚。

自动检测是以电子技术为基本手段的检测技术，它可分为两大类：一类是对电压、电流、阻抗等电量参数的检测；另一类是运用一定的转换手段，把非电量（如压力、温度、流量等）转换为电量，然后进行检测。这种把非电量转换为电量的器件被称为传感器。

传感器由敏感元件和转换元件组成。其中，敏感元件是指传感器中能直接感受或响应被测量的部分；转换元件是指传感器中将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的电信号的部分。转换元件又称为变送器。由于传感器的输出信号一般都很微弱，因此需要有信号调理与转换电路对其进行放大、运算调制等。随着半导体器件与集成技术在传感器中的应用，传感器的信号调理与转换电路可能安装在传感器的壳体内或与敏感元件一起集成在同一芯片上。此外，信号调理转换电路以及传感器工作必须有辅助的电源，因此信号调理转换电路以及所需的电源都应作为传感器组成的一部分。

（二）传感器的分类及要求

1. 传感器的分类

传感器的分类方法很多，常用的是两种方法：一种是按被测参数分，有温度、压力、

位移、速度等传感器；另一种是按工作原理分，有应变式、电容式、压电式、磁电式等传感器。此外，也可以按构成敏感元件的功能材料分类，如半导体传感器、陶瓷传感器、光纤传感器、高分子薄膜传感器等；或与某种高技术、新技术相结合而得名的，如集成传感器、智能传感器、机器人传感器、仿生传感器等，不胜枚举。

2. 选择传感器的要求

无论何种传感器，作为测量与自动控制系统的首要环节，通常都必须具有快速、准确、可靠而又经济的实现信息转换的基本要求，即：

（1）足够的容量。传感器的工作范围或量程足够大，具有一定过载能力。

（2）灵敏度高，精度适当。即要求能分辨出被测信号，其输出信号与被测输入信号成确定关系（通常为线性），且比值要大；传感器的静态响应与动态响应的准确度能满足要求。

（3）响应速度快，工作稳定、可靠性好。

（4）实用性和适应性强。体积小，质量轻，动作能量小，对被测对象的状态影响小。内部噪声小而又不易受外界干扰的影响。其输出力求采用通用或标准形式，以便与系统对接。

（5）使用经济。成本低，寿命长，且便于使用，维修和校准。

当然，能完全满足上述性能要求的传感器是很少有的，应根据应用的目的、使用环境、被测对象状况、精度要求和信息处理等具体条件作全面综合考虑。

（三）传感器与控制系统的连接

传感器感应出所测量的物理量，经过变送器成为电信号进入计算机输入通道中。根据信号的不同，主要与如下两种输入通道连接：

（1）模拟量输入通道 AI

变送器输出的可以是电流信号，例如 0～10mA，也可以是电压信号，如 0～2V 或 0～5V。计算机的模拟量输入通道 AI 一般是电压测量通道。也就是说，它可以测量出接至输入端的电压值。当变压器输出为电流时，就需将电流信号变换为相应的电压信号。

控制器模拟量输入通道 AI 接入电压信号后，要经过模拟量/数字量间的转换（A/D 转换），将其变为数字量后，再由计算机进行分析处理。A/D 转换器的输入阻抗都很高，如果变送器的输出为电压信号，当变送器至控制器间距离较长（几十米），信号很容易受到干扰，导致测量误差很大乃至无效。当变送器为电流输出时，长线输送抗干扰的能力较强。

（2）数字量输入通道 DI

此时计算机只能判断 DI 通道上电平高/低两种状态，直接将其转换成数字量 1 或 0，进而对其进行逻辑分析和计算。对于以开关状态作为输出的传感器（如水流开关、风速开关或压差开关）就可以直接连接到 DI 通道上。

除了测量开关状态，DI 通道还可直接对脉冲信号进行测量，测量脉冲频率，测量其高电平或低电平的脉冲宽度，或对脉冲个数进行计数。这些功能对常规仪表来说比较困难，但对计算来说，由于它的基本信号处理对象就是 0，1 这种开关信号，并且有很准确的时钟，因此很容易高精度地对脉冲进行这种测量。由于这个原因，近年来出现各种脉冲形式输出的传感器和变送器，它们非常适合计算机监测控制系统使用。当脉冲的频率不是

很高时（10kHz以下），线路传输的抗干扰能力很强，因为它只有通断两种状态，小的干扰信号不会对其有任何影响。

（四）建筑设备自动化系统中常用的传感器

（1）温度传感器

温度传感器按检测方式可分为接触式和非接触式两大类。

温度传感器用于测量室内、室外、水管以及风管的平均温度，故温度传感器包括室内外温度传感器和风管、水管温度传感器。它们通常是以铂、镍、热电阻或热电偶作为传感元件。温度传感器将温度与电阻或热电势值相对应，将其变化信号经线性化处理，再转换成与温度变化成比例的DC0～10V或4～20mA的输出信号，或者按其阻值或热电势变化作出相应温度变化的校正曲线进行量程的变换。一般室内、外气温检测范围在－40～45℃；风道温度检测范围在－30～130℃；水管内水温检测范围在0～100℃，测量精度优于±1%。

（2）湿度传感器

湿度传感器用于测量室内外和管道的相对湿度。

通常采用阻性疏松聚合物技术测量相对湿度，能保证良好的线性度和传感器的长期稳定性，即使在相对湿度（*RH*）较高的情况下也具备了线性度和稳定性。同时匹配二极管温度补偿，保证了相对湿度测量范围内的精度，其输出信号通常为4～20mA，在0～100%量程范围内，精度一般为2%～5%。

（3）压力、压差传感器和压差开关

压力、压差传感器是将气体或液体压力信号转换为4～20mA或0～10V的电信号的变换装置；压差开关是随着气体或液体的流量、压力或压差引起开关动作的装置。它们主要用于空气压力、流量和液体压力、流量的监测。

电容式压差传感器可以测量0～5000Pa的空气压力，其精度达1%，具有良好的稳定性，并且在非常低的压力下仍具有良好的分辨力。空气压差开关是利用在两个传感孔检测到的压差，作用于控制器薄膜的两侧，使弹簧承托的薄膜移动并启动的开关，用于监视风机运行状态和过滤器阻力状态的监测，检定通风管道内的空气流量，变风量系统最大空气流量控制等。

液体压差传感器，通常采用由霍尔元件作为磁电转换的元件组成的霍尔压力变送器，静态承受压差额定值为16MPa，其精度可达±1.5%。薄膜型液体压力传感器其精度可达－0.25%～1%。

（4）流量传感器

常用的流量传感器有电磁流量计和涡轮式流量计。

电磁流量计是基于电磁感应定律而工作的流量检测仪表，被测介质的流量经检测单元变换成感应电势，然后经放大转换成4～20mA的直流信号输出。

涡轮式流量计是一种速度式流量计，当流体流过涡轮叶片时，叶片前后的压差产生的力推动涡轮叶片转动。在一定的流量范围内，管道中流体的容积流量与涡轮转换成正比，涡轮的转速通过检测线圈和磁电转换装置转换成对应频率的电脉冲信号。

（5）空气质量传感器

空气质量传感器是根据不同气体具有不同热导能力的特性来反映多种不同气体成分的

程度和测量总不纯度。其输出可以是 DC0～10V 信号或继电器输出报警信号。空气质量传感器可检测各种烟雾及 CO、CO_2、丙烷等多种气体。

（6）电量变送器

变配电所各种电气参数要进入计算机监控系统，必须先通过电量变送器，将各种交流电气参数变为统一的直流参数。

常用的电量变送器有电压、电流、频率、有功功率、无功功率、功率因数和有功电度变送器等。

电压变送器通常将单相或三相的交流电压 110、220、380V 变换为直流 0～5V、0～10V 电压或者 0～20mA、4～20mA 电流输出。

电流变送器通常将 0～5A 的交流电流变换为直流 0～5V、0～10V 电压或者 0～20mA、4～20mA 电流输出。

频率、有功功率、无功功率、功率因数和有功电度变送器等同样是将相应的电参数变换为与上述相同的电信号输出。

随着微电子技术的发展，计算机硬件设备成本不断降低，产生了内部装有单片机，并将传感器、变送器做在一起的智能型传感器。它的输出完全采用数字通信标准与控制器连接，数据传递方式与控制器之间的方式相同，通讯接口一般采用 RS232 或 RS485 标准。由于内部装有计算机，它可以进行全部线性化转换、数据滤波、误差修正等处理，实现真正的“智能化测量”。由于它以数字通信方式传递测量结果，因此不会因干扰而产生误差，处理适当时还可实现长距离传递数据。这种一体化的传感器与变送器代表着今后的发展方向。

四、执　行　器

在自动控制系统中，执行器的作用是执行控制器的命令，是控制系统最终实现对系统进行调整、控制和启停操作的手段。暖通空调设备自动控制系统中常用的执行器有风阀、水阀、交流开关等。执行器安装在工作现场，长年与工作现场的介质直接接触，执行器的选择不当或维护不善常使整个控制系统工作不可靠，严重影响控制品质。

从结构来说，执行器一般由执行机构、调节机构两部分组成。其中执行机构是执行器的推动部分，按照控制器输送的信号大小产生推力或位移；调节机构是执行器的调节部分。我们常见的调节阀，它接受执行机构的操纵改变阀芯与阀座间的流通面积，达到调节工业介质的流量的目的。

执行机构按使用的能源种类可分为气动、电动、液动 3 种。在建筑设备自动化系统中常用电动执行器。

（一）执行器与控制系统的连接

现场控制器通过两类输出通道与执行器连接：

1. 数字量输出通道 DO

它可以由控制软件将输出通道置成高电平或低电平，通过驱动电路即可带动继电器或其他开关元件，也可以驱动指示灯显示状态。

2. 模拟量输出通道 AO

输出的信号是 0～5V、1～10V 间的电压或 0～10mA、4～20mA 间的电流。其输出的电

压或电流的大小由控制软件决定。由于计算机内部处理的信号都是数字信号，因此这种可连续变化的模拟量信号是通过数字/模拟转换电路（D/A）产生的。

各种执行器根据其特点不同，分别与这两种输出通道连接。

（二）电动执行器

电动执行器根据使用要求有各种结构。电磁阀是电动执行器中最简单的一种。它利用电磁铁的吸合和释放对小口径阀门作通、断两种状态的控制。电磁阀由于结构简单、价格低廉，常和两位式简易控制器组成简单的自动调节系统。除电磁阀外，其他连续动作的电动执行器都使用电动机作动力元件，将控制器来的信号转变为阀的开度；电动执行机构的输出方式有直行程、角行程和多转式3种类型，可和直线移动的调节阀、旋转的蝶阀、多转的感应调压器等配合工作。

（三）气动执行器

气动执行器是指以压缩空气为动力的执行机构，它具有结构简单、负载能力大、防火防爆等特点。气动执行机构主要有薄膜式和活塞式两大类，并以薄膜执行机构应用最广。气动活塞式执行机构由气缸内的活塞输出推力，由于气缸允许操作压力较大，故可获得较大的推力，并容易制造长行程的执行机构，所以它特别适用于高静压、高压差以及需要较大推力和位移（转角或直线位移）的应用场合。由于气动执行器需要压缩空气为动力，故比电动执行器要多一整套的气源装置，使用、安装、维护比较复杂，故在智能建筑中不宜采用。

（四）建筑设备自动化系统中常用的执行器

1. 电磁阀

电磁阀是常用电动执行器之一，其结构简单，价格低廉，多用于两位控制中。电磁阀结构如图10-6所示，它是利用线圈通电后，产生电磁吸力提升活动铁芯，带动阀塞运动控制气体或液体流量通断。电磁阀有直动式和先导式两种。图10-6为直动式电磁阀。这种结构中，电磁阀的活动铁芯本身就是阀塞，通过电磁吸力开阀，失电后，由恢复弹簧闭阀。

电磁阀最大的特点是，传动部分无转动机械部件，可靠性高，可控范围大，在流量很小的时候，其仍具有很好的控制特性，采用压力平衡式后，由于定位时间短，可用于响应速度要求高的系统，它能手动调节，便于维修和调试。

2. 电动调节阀

电动调节阀是以电动机为动力元件，将控制器输出信号转换为阀门的开度，它是一种连续动作的执行器。

电动执行机构根据配用的调节机构不同，输出有直行程、角行程和多转式三种类型，分别同移动的调节阀、旋转的蝶阀、多转的感应调节器等配合工作。在结构上电动执行机构除可与调节阀组装成整体的执行器外，常单独分装以适应各方面需要，使用比较灵活。

图10-7所示是直线移动的电动调节阀原理。阀杆的上端与执行机构相连接，当阀杆带动阀芯在阀体内上下移动时，改变了阀芯与阀座之间的流通面积，即改变了阀的阻力系数，其流过阀的流量也就相应地改变，从而达到调节流量的目的。电动执行机构一般采用随动系统方案组成。电动机通过减速器变为转角，控制阀杆行程来改变阀的开度。

电动调节阀有许多种类，主要有：直通单座调节阀、直通双座调节阀（平衡阀）、隔膜调节阀、蝶阀（翻板阀）及闸板阀等。

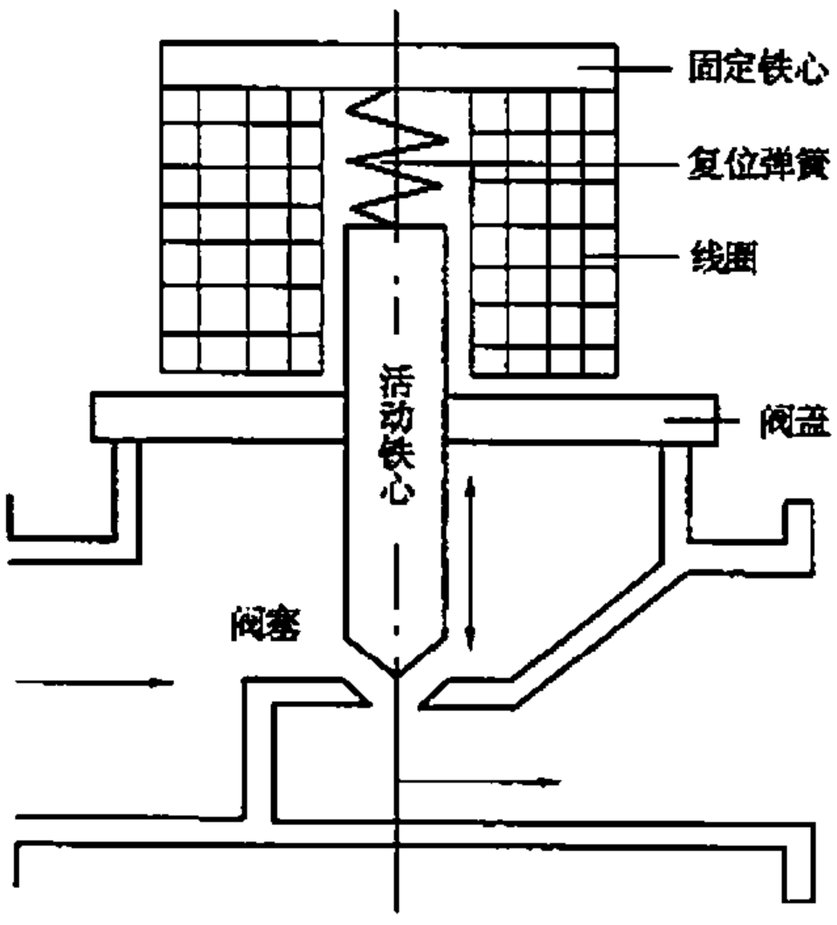


图 10-6　直动式电磁阀结构原理

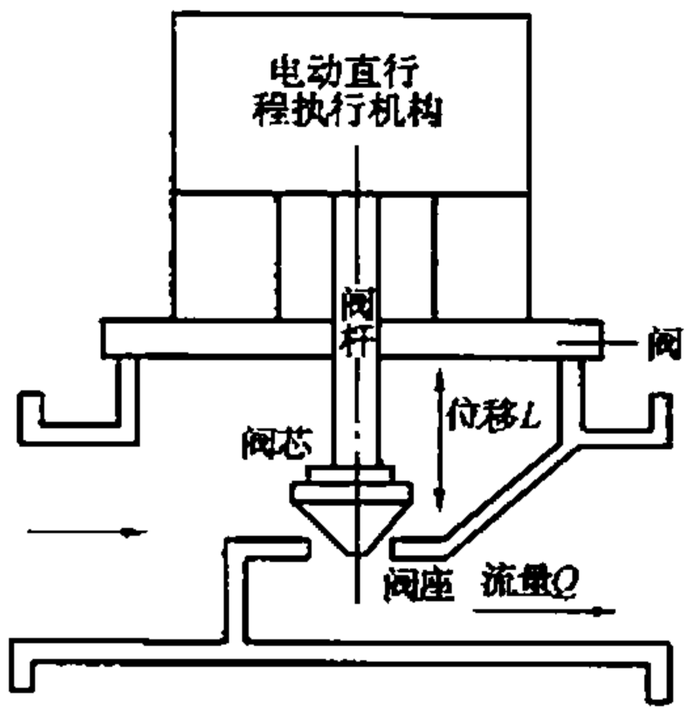


图 10-7　电动调节阀结构原理

3. 风门

在空调风系统中用得最多的执行器是风门。风门用来控制风的流量。风门由若干叶片组成，当叶片转动时，改变流道的等效截面积，改变了风门的阻力系数，其流动的风量也就相应地改变，从而达到了调节风流量的目的。

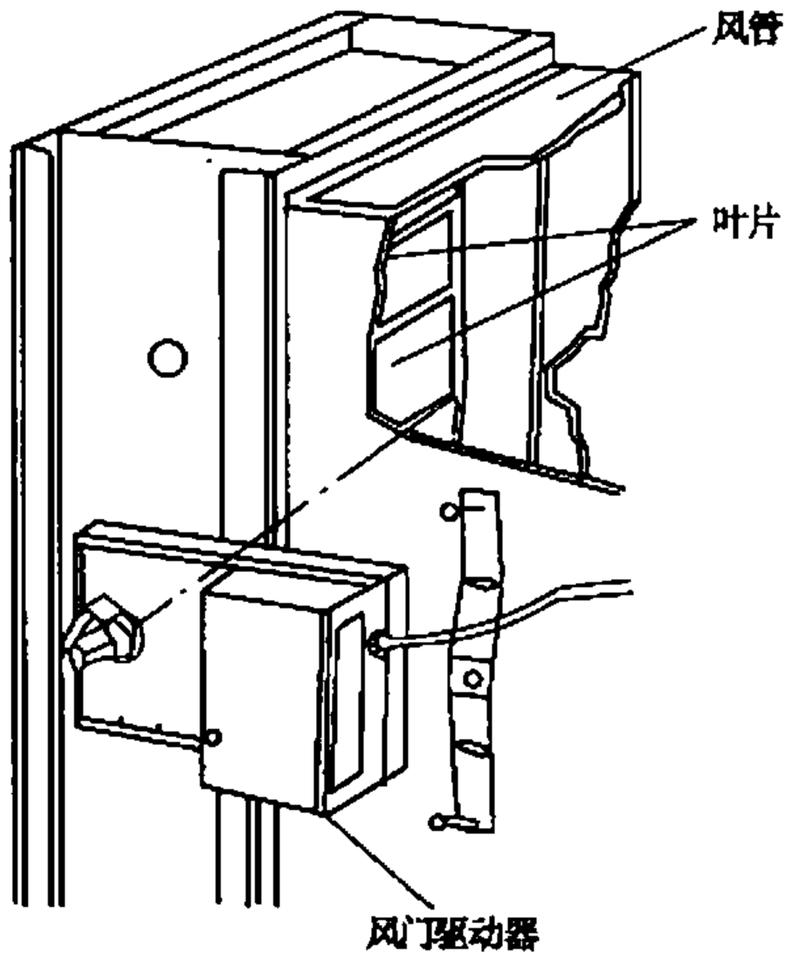


图 10-8　电动式风门

叶片的形状将决定风门的流量特性，同调节阀一样，风门也有流量特性供应用选择，风门的驱动器可以是电动的，也可以是气动的，在建筑设备自动化系统中一般采用电动式风门，如图 10-8 所示。

智能建筑中电动水阀、风门的电动执行器一般由 1 台三相或单相电机通过机械减速系统与阀连接，控制电机的正、反转或停转，可以使阀门开大，关小或不动。机械减速系统还与一可变电阻器相连，这样阀门的不同位置使可变电阻器输出不同电阻值，成为反映阀位状态的电反馈信号。为了防止阀门全开后或全关后电机继续运转，执行器内还在相应位置设有限位开关。当阀门到达全开或全关位置时，通过机械装置切断限位开关，使电机停止。图 10-9 为常规的执行器的控制电路控制电路原理框图。与要求的阀门输出成正比的控制信号以 0～5V、0～10V 电压或 0～10mA，4～20mA 电流信号的形式送入比较器，与测出的实际阀位进行比较。当实际阀位小于设定值时，正转开关打开，电机正转，开大阀门直到比较器输出为 1 时，电机停止；反之则电机反转使阀门关小。控制器必须将内部的数字信号通过 D/A 转换，成为模拟量输出信号 AO，送到比较器。为了使控制器了解阀门的实际位置，识别机械故障，一般将阀位的测量信号接到控制器的模拟量输入通道 AI 中。有些电动阀门的控制器还允

许将全开和全关的限位开关信号作为控制器 DI 口的输入信号，接入计算机，使计算机可以辨别这些超调状态。

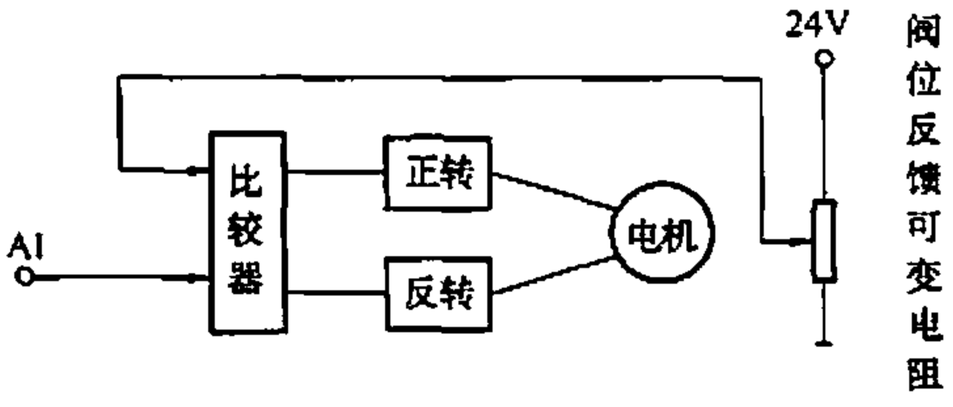


图 10-9　常规的执行器控制原理图

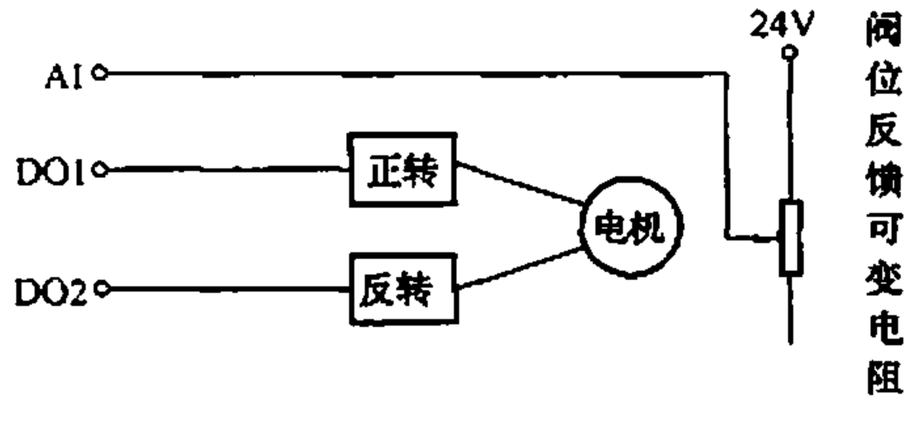


图 10-10　直接用两开关量输出控制电动执行器

计算机输出的控制阀位的模拟量信号就是为了在比较器中与实测的阀位信号比较，以决定电机的正转或反转。既然还要将阀位信号接入计算机，那么，就可以直接在计算机内进行比较和分析，决定阀门电动机应该正转、反转还是停止，通过 DO 输出通道直接由继电器驱动阀门或电动机。这样做可以直接用两个开关量输出通道 DO 和一个模拟量输入通道 AI 带动一个电动阀，省去计算机内 D/A 转换的环节和阀门控制器内的比较器部分（图 10-10），过程的简化可减少成本和提高可靠性。这样做的缺点是将使计算机内控制阀门的程序比较复杂；并且需具有很好的实时性，一旦测出阀位到达设定值能立即停止电机转动。

4. 交流接触器

交流接触器是启停风机、水泵及压缩机等设备的执行器。可以通过控制器的 DO 输出通道带动继电器，再由继电器的触头带动交流接触线圈，实现对设备的启/停控制。为了使计算机了解接触器是否真正吸合，一般要将接触器的一个辅助触头接至控制器的输入通道，从而使控制器能随时测出接触器的实际工作状况。

5. 变频器及可控硅

此类执行器是直接改变供电频率以改变风机、水泵的电机转速，或改变供电电压以调整电加热器加热量。为了能与常规仪表相连，这些变频器和可控硅调压器产品一般都设计成电压或电流式的输入信号，因此，要通过计算机控制器的模拟量输出 AO 与其相连。由于此类设备都是直接调整电网供电参数，一般都会产生很大的电干扰，有时使控制计算机不能正常工作。为此，在选择这类执行器时一定要充分注意选择干扰小的产品，并在计算机一侧采取相应的措施。

随着计算机和数字通信技术的发展，以单片机为核心的新一代智能型执行器开始出现。智能型执行器将计算机与执行器的机械装置、驱动控制及保护装置做在一起，并增设了行程保护、过力矩保护和电动机过热保护等，以提高可靠性；还具有断电信号保护、输出现场阀位指示和故障报警功能。智能执行器可直接接受以数字通信方式发来的命令，直接操作改变阀的位移，可进行现场操作或远方操作，完成手动操作及手动/自动之间无扰动切换，同时还可将执行结果及故障状况以数字通信方式发出。

智能执行器利用微处理器技术和现场通信技术扩大功能，实现双向通信、PID 调节、在线自动标定、自校正与自诊断等多种控制技术要求的功能，能有效提高自动控制系统的精度和动态特性，获得最快响应时间，并为现场总线技术的产生和发展奠定基础。

五、DDC 控制的原理和方法

（一）新风机组的 DDC 控制

下面以新风机组的监测控制为例，来说明如何利用 DDC 进行计算机监测控制。

图 10-11 是一台典型的新风处理空调机（简称新风机）。所谓新风机系指处理新风负荷的。它根据送风温度或湿度进行控制。空气—水换热器夏季通入冷水对新风降温降湿，冬季通入热水对空气加热。干蒸汽加湿器则在冬季对新风加湿。

新风机组采用直接数字控制器 DDC 进行控制，即利用数字计算机，通过软件编程实现如下控制功能：

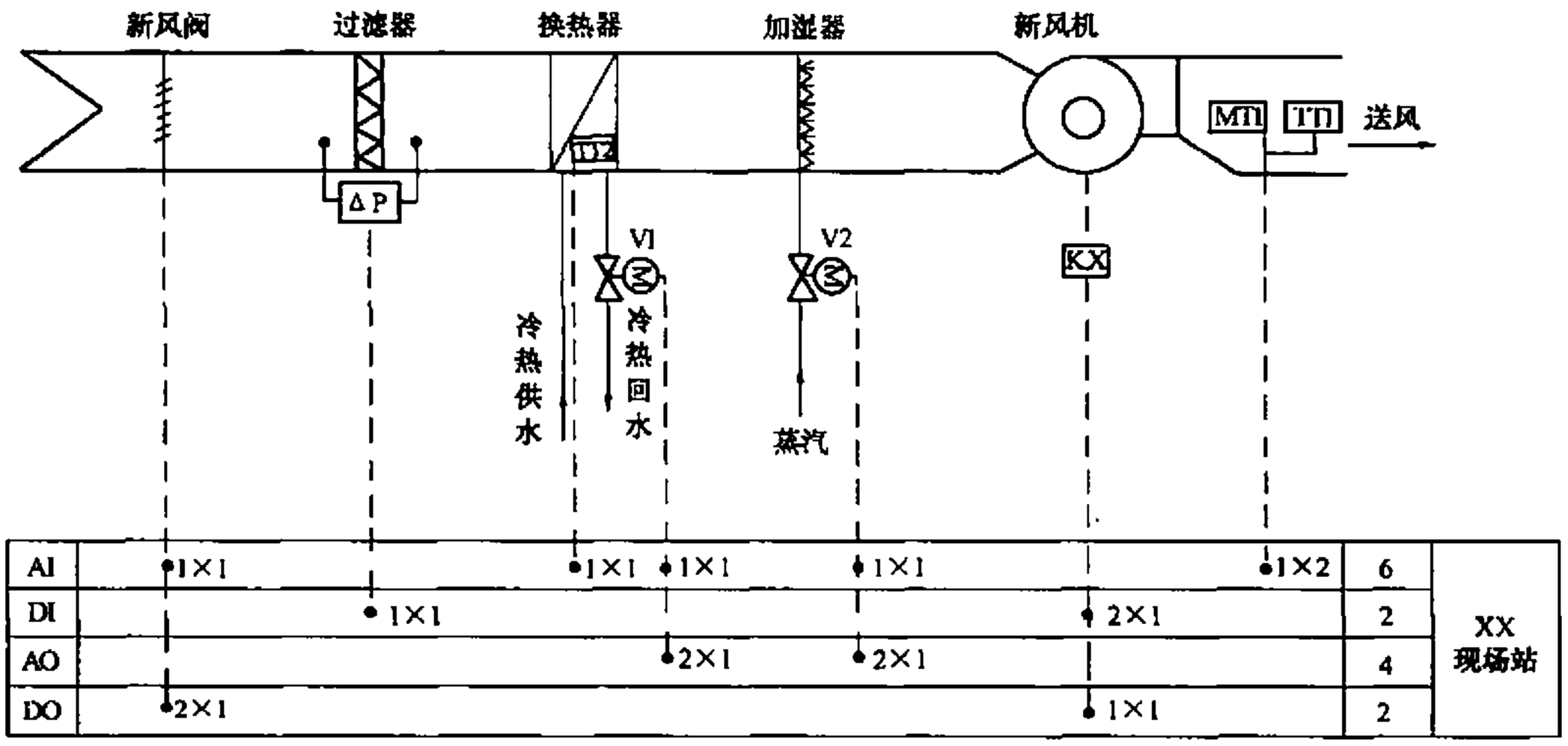


图 10-11　新风机组控制原理图

（1）风机启停控制及运行状态显示

DDC 通过事先编制的启停控制软件，通过 1 路 DO 通道控制风机的启停，将风机电机主电路上交流接触器的辅助触点作为开关量输入（DI 信号），输入 DDC 监测风机的运行状态；主电路上热继电器的辅助触点信号（1 路 DI 信号）作为风机过载停机报警信号。

（2）送风温、湿度监测及控制

在风机出口处设 4～20mA 电流输出的温、湿度变送器各一个（TT1、MT1），接至 DDC 的 2 路 AI 输入通道上，分别对空气的温度和相对湿度进行监测，以便了解机组是否将新风处理到所要求的状态，并以此控制盘管水阀和加湿器调节阀。

送风温度控制，即定出风温度控制：控制器根据内部时钟确定设定温度（夏季和冬季设定值不同），比较温度变送器所采集的送风温度，采用 PID 控制算法或其他算法，通过 1 路 AO 通道调节热交换盘管的二通电动调节水阀 V1，以使送风温度与设定值一致。

水阀应为连续可调的电动调节阀。图中采用 2 个 AO 输出通道控制，一路控制执行器正转，开大阀门；另一路控制执行器反转，关小阀门。为了解准确的阀位还通过 1 路 AI 输入通道检测阀门的阀位反馈信号。如果阀门控制器中安装了阀位定位器，也可以通过 AO 输出通道输出 4～20mA 或 0～10mA 的电流信号直接对阀门的开度进行控制。

新风相对湿度控制：控制器根据测定的湿度值 MT1，与设定湿度值进行比较，用 PI 控制算法，通过 1 个 AO 通道控制加湿电动调节阀 V2，使送风湿度保持在所需的范围。干蒸汽加湿器也是通过一个电动调节阀来调节蒸汽量，其控制原理与水阀相同。

(3) 过滤器状态显示及报警

风机启动后，过滤网前后建立起一个压差，用微压差开关即可监视新风过滤器两侧压差。如果过滤器干净，压差将小于指定值；反之如果过滤器太脏，过滤网前后的压差变大，超过指定值，微压差开关吸合，从而产生“通”的开关信号，通过一个 DI 输入通道接入 DDC。微压差开关吸合时所对应的压差可以根据过滤网阻力的情况预先设定。这种压差开关的成本远低于可以直接测出压差的微压差传感器，并且比微压差传感器可靠耐用。因此，在这种情况下一般不选择昂贵的可连续输出的微压差传感器。

(4) 风机转速控制

由 DDC1 路 AI 通道测量送风管内的送风压力，调节风机的转速，以调节送风量，确保送风管内有足够的风压。

(5) 风门控制

在冬季停机后为防止盘管冻结，可选择通断式风阀控制器，通过 1 路 DO 通道来控制，当输出为高电平时，风阀控制器打开风阀，低电平时关闭风阀。为了解风阀实际的状态，还可以将风阀控制器中的全开限位开关和全关限位开关通过 2 个 DI 输入通道接入 DDC。

也可对回风管和新风管的温度与湿度进行检测，计算新风与回风的焓值，按回风与新风的焓值比例，控制回风门和新风门的开启比例，从而达到节能的目的。

(6) 安全和消防控制

只有风机确实启动，风速开关检测到风压后，温度控制程序才会工作。

当火灾发生时，由消防联动控制系统发出控制信号，停止风机运行，并通过 1 路 DO 通道关闭新风阀。新风阀开/闭状态通过 2 路 DI 送入控制器。

(7) 防冻保护控制

在换热器水盘管出口安装水温传感器，测量出口水温。一方面供控制器用来确定是热水还是冷水，以自动进行工况转换；同时还可以在冬季用来监测热水供应情况，供防冻保护用。水温传感器可使用 4～20mA 电流输出的温度变送器，接到 DDC 的 AI 通道上。

当机组内温度过低时（如盘管出口水温低于 5℃或送风温度低于 10℃），为防止水盘管冻裂，应停止风机，关闭风阀，并将水阀全开，以尽可能增加盘管内与系统间水的对流，同时还可排除由于水阀堵塞或水阀误关闭造成的降温。

防冻保护后，如果热水恢复供应，应重要启动风机，恢复正常运行。为此需设一防冻保护标志 P_t，当产生防冻动作后，将 P_t 置为 1。当测出盘管出口水温大于 35℃，并且 P_t 为 1 时，可认为热水供应恢复，应重新开启风机，打开新风阀，恢复控制调节动作，同时将标志 P_t 重置为 0。

如果风道内安装了风速开关，还可以根据它来预防冻裂危险。当风机电机由于某种故障停止，而风机开启的反馈信号仍指示风机开通时，或风速开关指示出风速度过低，也应关闭新风阀，防止外界冷空气进入。

(8) 连锁控制

启动顺序控制：

启动新风机—开启新风机风阀—开启电动调节水阀—开启加湿电动调节阀。

停机顺序控制：

关闭新风机—关闭加湿电动调节阀—关闭电动调节水阀—关闭新风机风阀。

（9）最小新风量控制

为了保证基本的室内空气品质，通常采用测量室内 CO_2 浓度的方法来衡量。从节能角度考虑，室内空气品质的控制一般希望在满足室内空气品质的前提下，将新风量控制在最小。由于通常情况下人是 CO_2 惟一产生源，控制 CO_2 的浓度在一定的限度下，能有效地保证新风量满足标准的要求。而且与传统的固定新风量的控制方案相比，在保证室内空气品质不变的前提下，以 CO_2 浓度作为指标的控制方案具有明显的节能效果。

按照图 10-11 的设置，可知需要 DI 通道 2 路、AI 通道 6 路（用于湿度测量及电动水阀、电动蒸汽阀阀位测量）、DO 通道 2 路、AO 通道 2 路。由此可以选择 DDC 现场控制器。只要它能够提供上述输入输出通道，并有足够的数据存贮区及编程空间，通讯功能与建筑物内空调管理系统选择的通讯网络兼容，原则上都可以选用。

（二）空调机组的 DDC 控制

空调机组的 DDC 控制原理如图 10-12 所示。控制中心对空调机组工作状态的监控有：

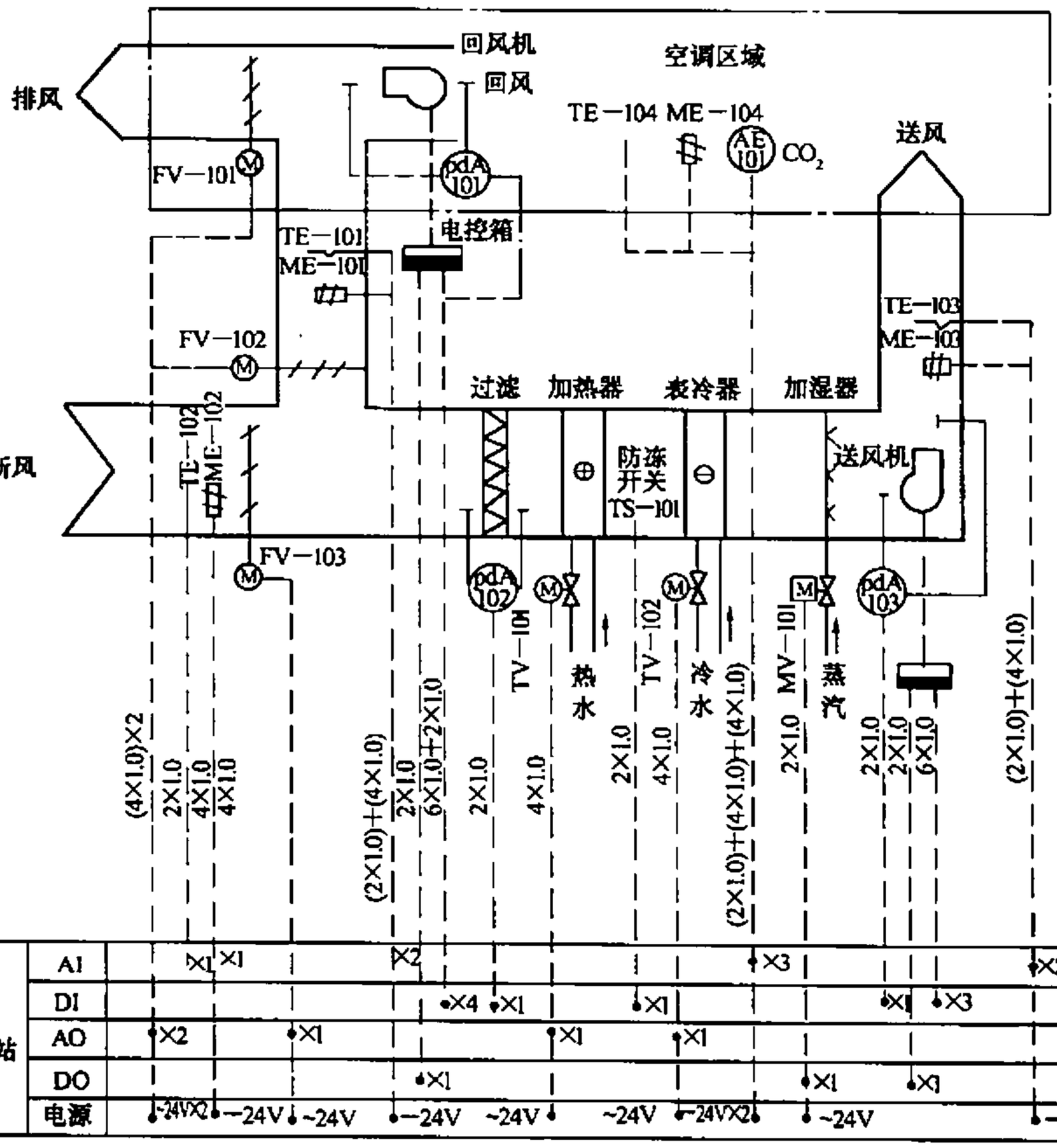


图 10-12　空调机组 DDC 控制系统原理图

过滤器阻力（ΔP），冷、热水阀门开度，加湿器阀门开度，送风机与回风机的启、停，新风、回风与排风风阀的开度，新风、回风以及送风的温度、湿度。根据设定的空调机组工作参数与上述监测的状态参数情况，控制中心来控制送、回风机的启、停，新风与回风的比例调节，换热器盘管的冷、热水流量，加湿器的加湿量等，以保证空调区域空气的温度与湿度既能在设定的范围内满足舒适性要求，又能使空调机组以最低的能耗方式运行。

系统的控制原理和功能及其软硬件配置如表10-4所示。

系统的控制原理、功能及软硬件配置表　　**表10-4**

序号	主要功能	功能原理说明	所需监控硬件设置	所需软件实现
1	设备安全运行			
1.1	温度自动调节	保证空调区域内的温度符合设计指标。根据回风温度与设定温度，对冷/热水阀开度进行PID调节，从而控制回风温度。在夏季工况时，当回风温度高于设定值时，调节水阀开大；当回风温度低于设定值时，调节水阀开小。在冬季工况时，当回风温度高于设定值时，调节水阀关小；当回风温度低于设定值时，调节水阀开大。使回风温度始终控制在设定值范围内	回风温度传感器、回水调节阀	设定温度、PID调节程序、设定及调整PID调节参数
1.2	湿度自动调节	保证空调区域内的湿度符合设计指标。根据回风湿度与设定湿度比较，开关加湿装置对湿度进行自动调节	回风湿度传感器、加湿装置电气接口	设定湿度、开关加湿装置程序
1.3	盘管防冻保护	防止在冬季时热交换盘管中的水因低温结冰而冻裂盘管	防冻开关	防冻开关动作时的连锁保护程序
1.4	空气洁净监测保护	阻止室外脏空气的进入保证室内空气清洁	新风阀执行机构、过滤器压差开关	停机时关闭风阀连锁程序、过滤器堵塞时报警程序
1.5	设备故障监测	及时发现风机、水阀、风阀的运行故障	风机压差开关、风机运行状态电气接口、水阀状态反馈测点、风阀开启状态监测	状态异常时报警程序
1.6	最少风量保证	出于节能的需要，室内的已处理后的空气通过回风管道循环利用，但需要保证一定的新风量，避免室内新风量不足	新风阀执行机构、回风阀执行机构	最小新风量设定、新风阀回风阀连锁运行程序
1.7	风阀水阀风机连锁运行	当机组停止使用时关闭风阀，阻止室外脏空气进入，关闭水阀停止温度自动调节，减少冷或热负荷，关闭加湿装置。在冬季当机组停止使用时需适当开启热水阀防止盘管冻损	新风阀执行机构、回风阀执行机构、风机启停电气接口	季节判断，连锁程序
2	设备节能高效运行			
2.1	时间表启停	机组按预定的时间表自动启停，节省人力，减少能源浪费	风机启停电气接口	假日表、时间表程序
2.2	室外能源利用	在春秋过渡季节充分利用室外能源，减少冷源热源的消耗	室外温湿度传感器	季节判断，过渡季温度自动调节程序

续表

序号	主要功能	功能原理说明	所需监控硬件设置	所需软件实现
2.3	调节精度自动调节	同一个空调服务区域在不同的季节和不同的时间段调整调节精度，适当的调节精度可减少设备频繁动作，减少能量抵损	—	控制参数调节程序
3	设备管理			
3.1	设定参数自动调节	同一个空调服务区域在不同的季节和不同的时间段自动调整设定参数，适应不同时间段的使用需要，提高服务质量	—	设定参数自动调整程序
3.2	设备运行时间累积	累积风机运行时间，根据功率计算能耗，累积过滤器运行时间，定期更换	风机压差开关、过滤器压差开关	风机运行时间累积、用电量计算、过滤器运行时间累积、过滤器定期更换提示程序
3.3	设备运行参数或状态监测	监测和记录设备运行参数和状态，积累建筑物和机电设备运行数据，为节能措施提供分析数据，当有故障时便于及时定位故障点解决	风机状态电气接口、水阀反馈测点、风机手自动状态电气接口、加湿装置状态反馈电气接口、风阀状态监测点、温湿度传感器、送风温湿度传感器、室内温湿度传感器	关键数据长期记录

（三）排风风机的 DDC 控制

排风风机的 DDC 控制方案如图 10-13 所示，其主要功能为：

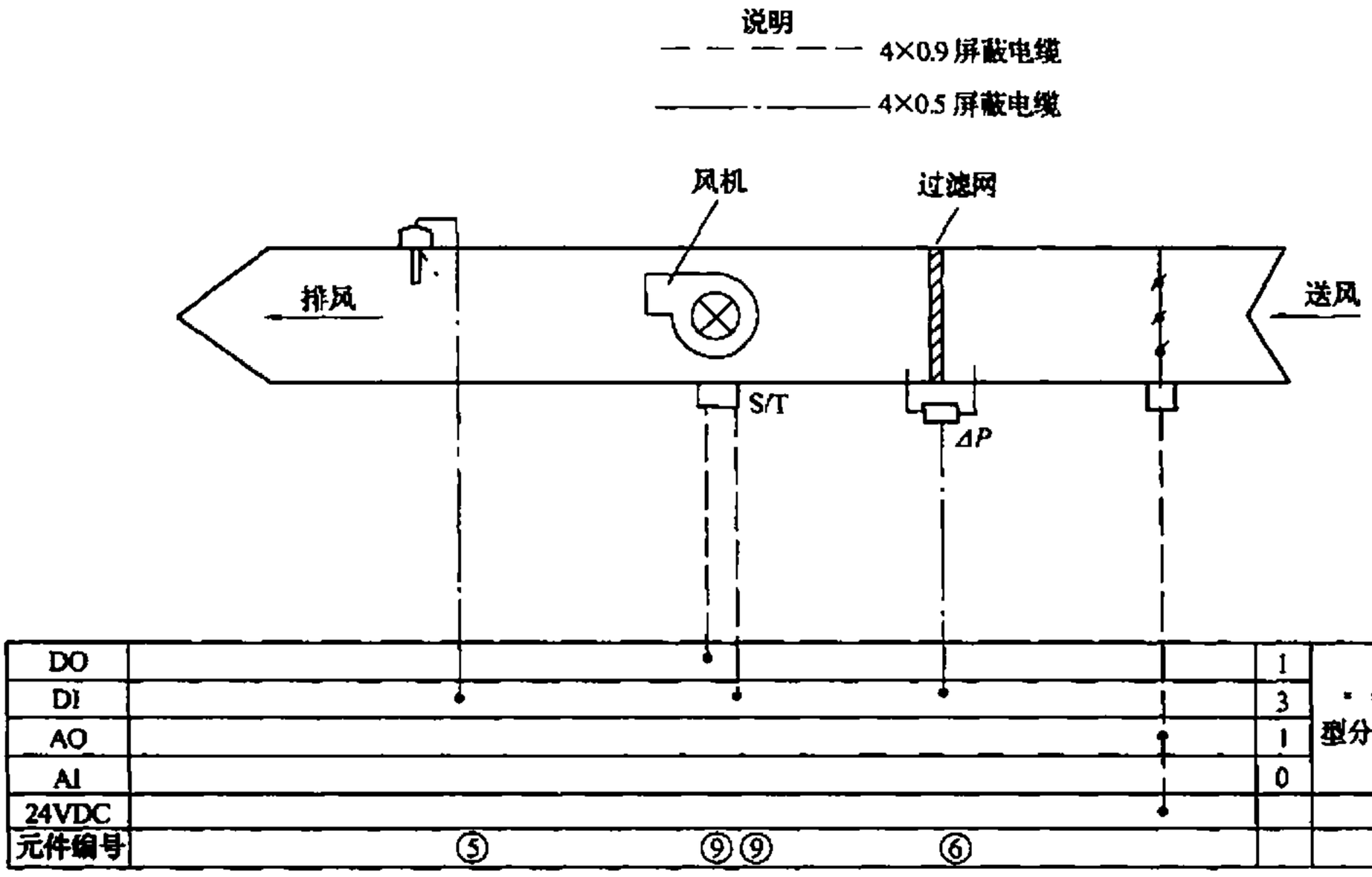


图 10-13　排风风机控制方案示意

（1）风机控制：分站根据其内部的软件及时钟，按时间程序或事件来启动或停止风机（闭合或断开控制回路）。

（2）过滤器报警：风机启动后，过滤网前后将建立起一个风压。如果过滤器干净，风压将小于一个指定值，接触器的干接点会断开。反之如果过滤器太脏，过滤网前后的风压变大，接触器的干接点将闭合。分站根据接触器的干接点的情况会发出过滤网报警信息。

（四）冷却水塔的 DDC 控制

冷却水塔的控制方案如图 10-14 所示，该控制方案的主要功能是：分站可以根据软件及内设时钟来控制冷却塔的启动和停止。启动时，首先控制打开水阀，然后启动风机。冷却塔启动期间，分站根据探测到的水温及设定温度，决定风机是否运转或开启风台风机。如果停止冷却塔，首先关闭水阀，然后停止风机。

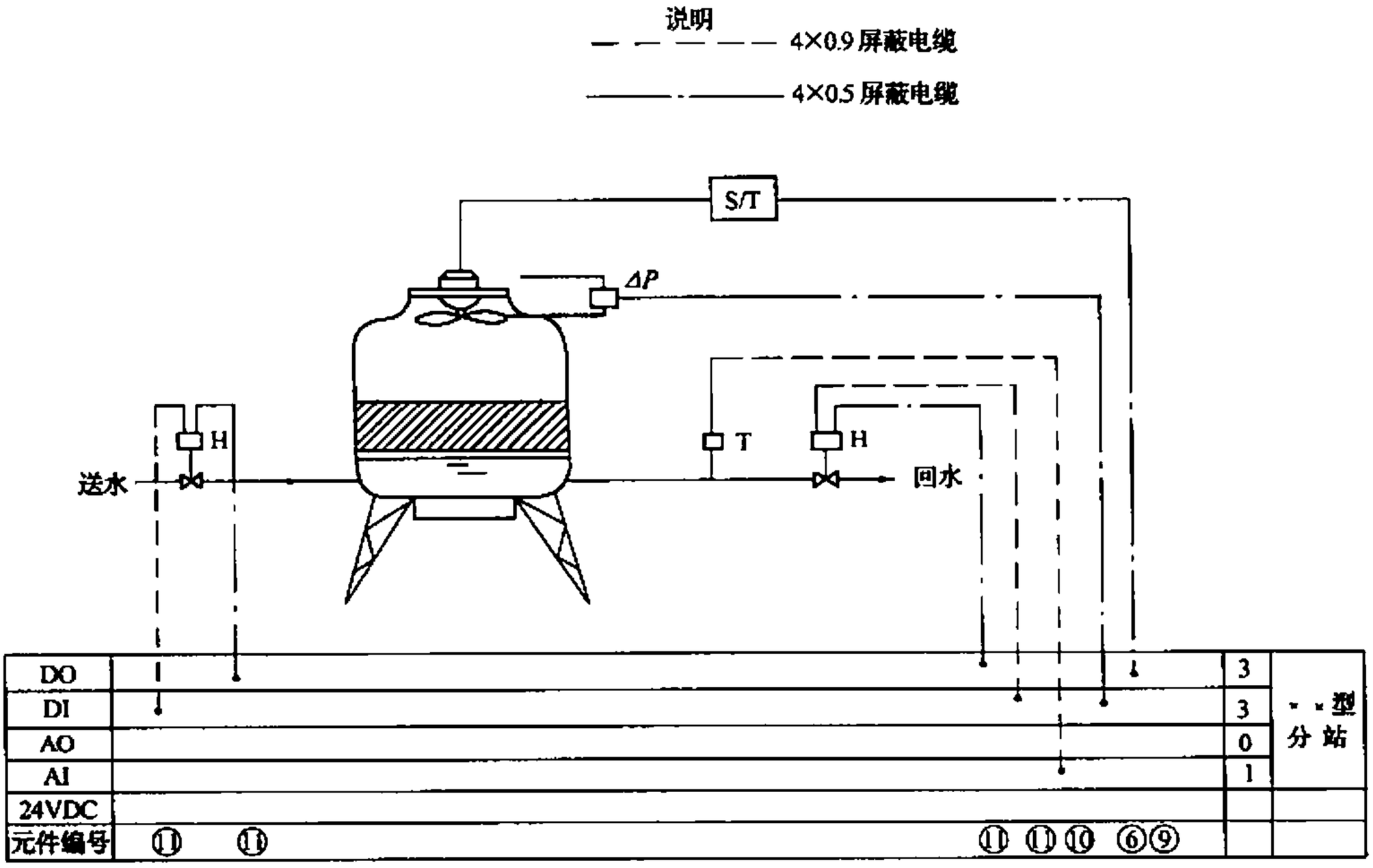


图 10-14　冷却水塔控制方案示意

（五）水箱的 DDC 控制

典型水箱控制方案如图 10-15 所示。它的主要控制功能是：分站根据水箱水位来控制补水泵的启停。当水箱水位达到高水位时，停止补水泵，直至水位降到低水位。当水箱水位降到低水位时，启动补水泵，直至水箱水位达到高水位。另外可根据要求，采用增加一个水位探测点或采用软件手段来保护供水泵。

（六）电梯的 DDC 控制

大楼的电梯有自动扶梯和直升电梯，电梯的 DDC 控制就是对建筑物内的各种电梯实行集中的控制和管理，并执行联动程度。其控制框图如图 10-16 所示。

自动扶梯的 DDC 控制主要完成以下功能：

（1）自动扶梯定时启/停；

（2）自动扶梯运行状态检测，在发生故障时向系统管理中心报警；

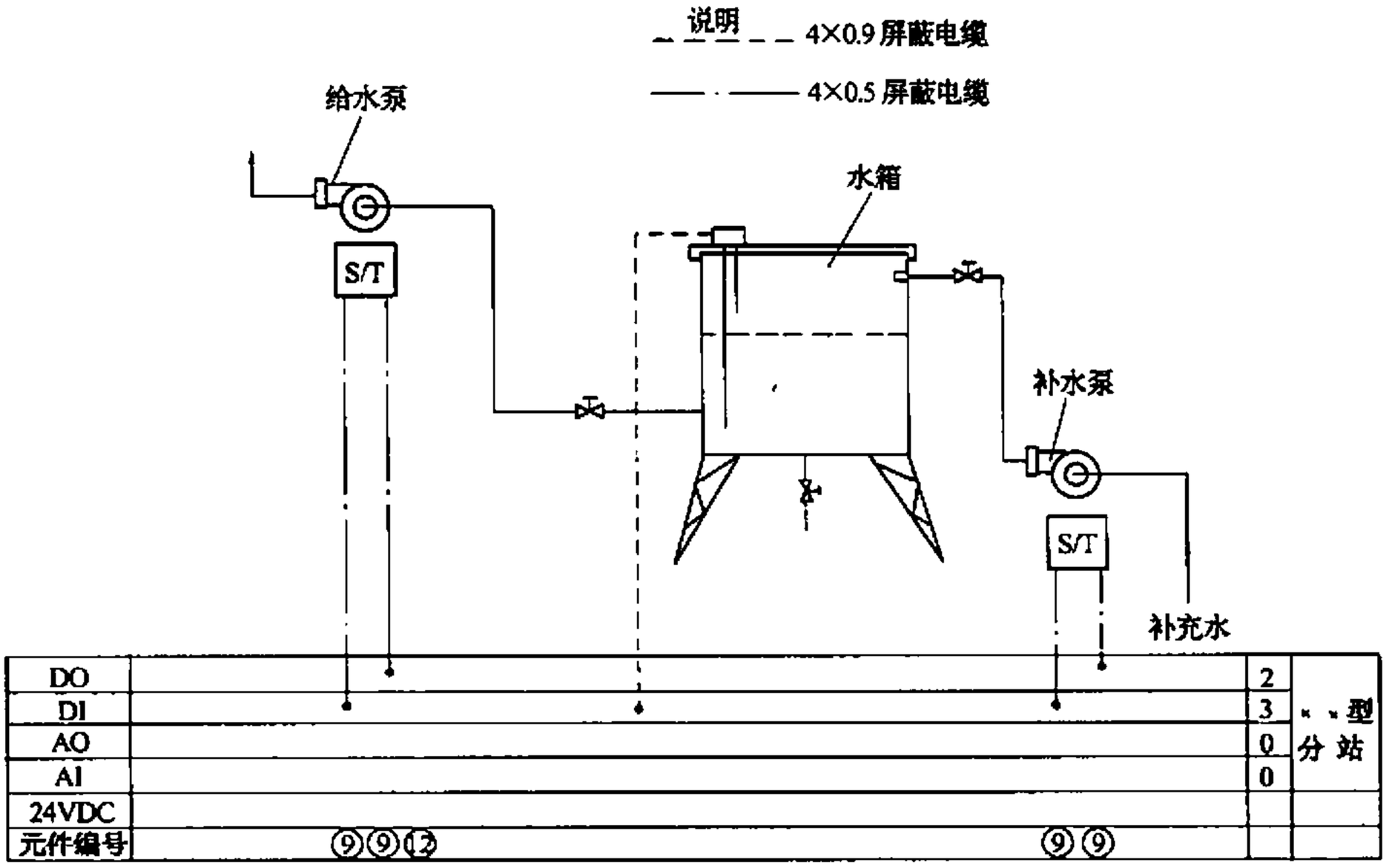


图 10-15　典型水箱控制方案示意

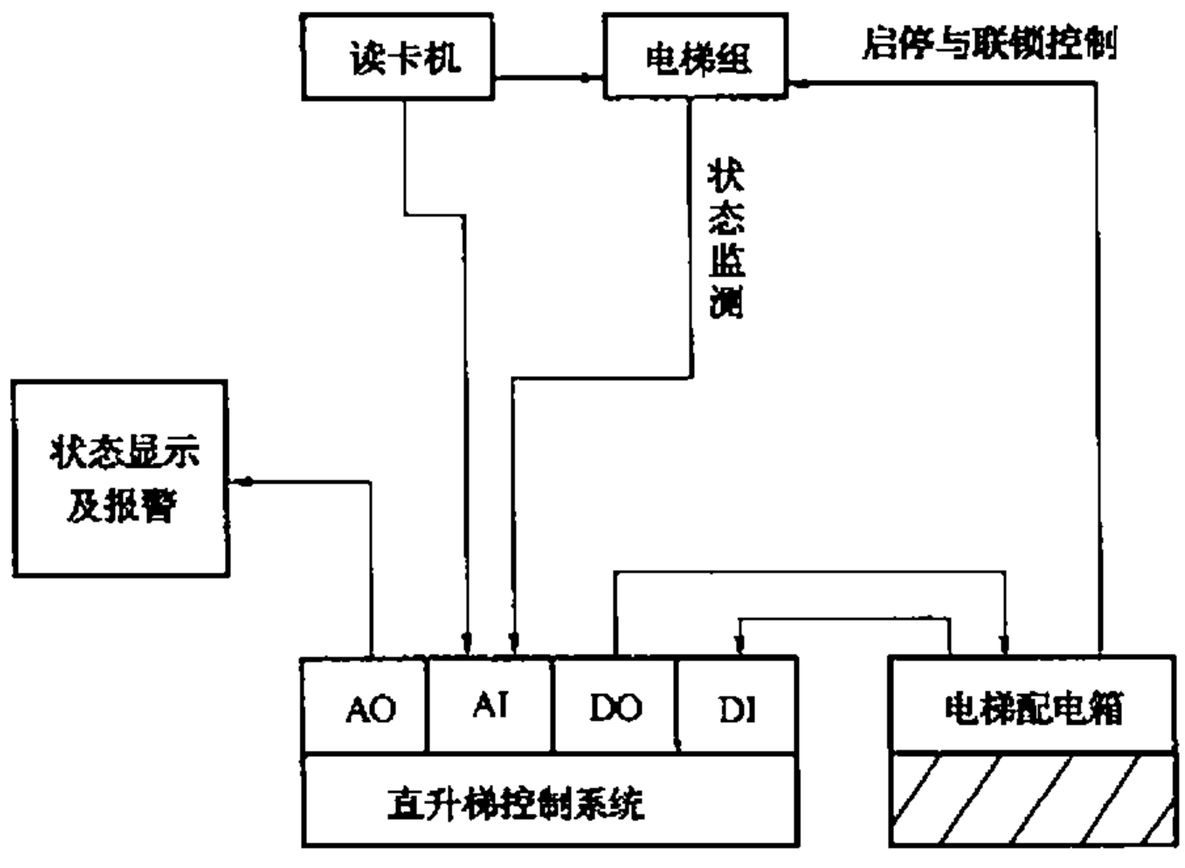


图 10-16　电梯组群控功能

(3) 根据自动扶梯使用繁忙程度，实现最佳调度。

直升梯的 DDC 控制主要完成以下功能：

(1) 多台电梯集中控制，当任一层用户按叫电梯时，最接近用户同方向电梯将率先到达用户层，以节省用户的等待时间。

(2) 自动检测电梯运行的繁忙程度，以控制电梯组的启/停的台数，节省能源；同时，显示并监视每部电梯的运行状态。

(3) 电梯发生故障时，向系统管理中心报警。

(4) 根据电梯运行状态，自动启/停电梯。

(5) 部分电梯装有智慧卡读卡机，供工作人员（持智慧卡）使用。

当电梯组在建筑物内有事件发生时，实现联动配合。电梯 DDC 控制系统的硬件装置有继电器、IC 卡读卡机、联锁装置、控制微处理机、打印机、显示器、数据采集与执行元件接口板（I/O 模块板）、通信接口（RS485）等。

第三节　中央管理计算机及其监控中心

一、中央管理计算机及其功能

智能建筑中，被控设备的量大又分散，必然采用分散的计算机 DDC 就地实施监控的方案；同时又要注实现系统的优化与现代化管理，故势必需要装备中央管理计算机。该机担负着对整个系统的监测、控制与管理任务，因此又称为工作站、操作站、上位机或中央机。

由于 BAS 是分布式系统，主要的控制工作由现场控制机实现，中央管理机的瞬时停机与故障一般不会给系统带来什么危害，因此用一般的个人计算机（PC）即可满足要求，同时成本低，可利用软件资源多，维护方便。当要求中央管理计算机具有高可靠性时，还可以采用双机热备份方式，两台同样的 PC 机同时接在通讯网上，运行同样的软件。只是其中的一台计算机通过通讯网检测出另一台计算机发出控制命令时，自己就自动设置为热备用机，将要发出的控制命令屏蔽。在一段时间内发现通讯网上没有另一台计算机发出的控制命令时，既可判断出另一台计算机出故障，于是自动转为主控机状态，根据要求发送控制命令。另一台计算机维修好再次投入运行后则自动转为热备用状态。这样，由于两台计算机运行同样的软件，具有同样的数据库，因此这种热备用主机的转换不会对整个系统带来任何影响。这种设备备用仅需要一种双机热备用软件（如 RH 系列的 HOT-DOG 软件），不需任何额外的硬件设备。

中央管理计算机站的硬件配置一般为：一台（或二台，双机热备份方式）16 位或 32 位高性能通用型微机，配置高分辨率彩色显示器（最好 17 英寸以上），二台打印机及 UPS 电源等。硬件确定之后，全部监控和管理功能就主要靠软件实现。

中央计算机监控系统必须具有下列功能：监控功能、显示功能、控制功能、数据管理辅助功能、安全保障管理功能、记录功能、自诊断功能、内部互通电话及与其他系统之间通讯功能等九个方面。各功能分述如下：

（一）监控功能

（1）状况监控：对数字和模拟管理点的状况进行监控，定期更新数据，并可将该数据随时显示在监视器（CRT）上。

（2）警报发生监控：发生警报时，自动执行警报发生信息显示和强制画面显示（依据级别设定）；并在鸣响警报铃的同时，显示出警报和未确认警报指示器。另外，对每一管理点可进行警报级别（4 级）以及画面强制显示级别、警报声音信息等的设定，并且还可设定每一警报级别的警报铃声。

（3）启动/停止失败监控：在输入启动/停止指令并经过一段时间后，如果机器状况仍然与输出状况不一致，则被视为启动/停止失败（异常停止/启动）而发出警报。

（4）计测值上下限监控：对计测值进行上下限设定，如果计测值大于该设定值，则执

行警报判断操作。

（5）计测值偏差监控：对计测值进行偏差设定，如果控制标准值和计测值的偏差大于该设定值，则执行警报判断操作。

（6）连续运动时间监控：如果机器的连续运转时间大于设定值，则发出警报。

（7）运转时间累计：依据机器的运转状况累计运转时间，以作为维修和检查的指南。

（8）启动/停止次数累计：累计机器的启动/停止次数，以作为维修和检查的指南。

（9）监视器（CRT）使用范围指定：可分别指定监视器（CRT）、打印机（PRT）、警报铃等的使用范围（如空调/电气）。此外，如果其中的一台监视器发生故障，另一台监视器将会自动切入，或按照备份用的设定使用范围进行监控。

（二）显示功能

（1）监视器（CRT）系统图显示：以图表显示出每一系统单位的控制和管理内容。在图表上显示出机器的实际运转状况以及各种数据，每隔一定时间便执行数据更新显示。此外，有关系统间重叠画面的转移和对图表全排列画面的切换，只要以单触操作即可完成，并且，还可显示出机器时间表中的时刻。

（2）动画显示：根据机器的运转状况，图表上方的代表符号形状/颜色会产生变化，并且根据数据值，其颜色也会产生变化。

此外，可利用动画、气球形标示等显示出实际状况，并且可利用色彩浓淡度、计量器显示、级别显示等显示出计测值。

（3）多窗口显示：包括监视器（CRT）系统图显示在内，可以同时显示出多种一览表，以及数幅控制画面。

（4）画面移动显示：如各种一览表和图表显示一般，当所有的情报无法一次显示在画面上时，可以利用移动棒移动画面以显示出剩余情报。

（5）单管理点的详细画面显示：可以从监视器（CRT）系统图中调出单管理点画面，并且也可显示出该管理点的详细画面。在详细画面中，显示有该管理点 48h 间隔内的趋势图，并且还可对该管理点进行名称变更等的操作。

（6）趋势图、长条图显示：以最大 48h 间隔的时间数列方式，每隔 1min 将计测值，并且每隔 30min 或 1h 将累计值分别显示在趋势图、长条图、累计图、组合图上。此外，机器的状况设定值会在 48h 以后以 200 种变化形态显示出来。累计值、计测值、设定值按每时（7 日间）、每日（2 个月间）、每月（2 年间）等的各指定条件，以时间数列方式显示出来。在同一画面上，可以同时显示出 8 个管理点的数据；利用一览表（报表）列印输出功能可将画面显示数据打印出来。

（7）日历显示：在监视器（CRT）画面上平常显示有年月日、星期、时间等。在解除画面显示时，也可以依据指定条件解除该显示。

（8）警报一览表显示：以一览表方式显示出系统中所发生的警报，也可以执行报表列印输出操作。此外，还可以利用警报级别和管理点名称等进行检索操作。

（9）未确认警报一览表显示：以一览表方式显示出系统中尚未经过警报确认操作的警报。警报确认操作可以汇总或个别被执行；也可以执行报表列印输出操作；此外，还可以利用警报级别和管理点名称等进行检索操作。

（10）维修登录一览表显示：以一览表方式显示出维修登录管理点。也可以执行报表

列印输出操作。此外，可利用管理点号码和管理点名称等进行检索操作，并且还可以解除维修操作状态。

（11）一览表显示：以一览表方式显示出计测点、累计点、运转中机器、停止运转中机器、机器状况等的信息，可以执行报表列印操作。此外，还可利用管理点号码和管理点名称等进行检索操作。

（12）程序一览表显示：根据每一程序的类型，以一览表方式显示出日历、时间程序、连动程序、趋势图、长条图显示等各种程序的名称。此外，还可以将鼠标从当前的画面转移到所指定的程序画面上。

（13）日报、月报、年报显示：以日报（时间单位）、月报（日单位）、年报（月单位）的格式显示出所指定的计测值和计量值。画面显示数据可以用与之相对应的格式被列印输出。

（14）预约画面显示：可以进行预约画面设定、显示。预约画面共有 20 幅，并且可以任意执行登录变更操作。

（15）显示履历的显示：可以再度调出被从监视器（CRT）上删除的最后 5 幅中的画面。

（16）直接选择显示：可以跳过显示中的画面直接显示出所需的画面。

（17）警报指示显示：在警报发生时，可以制作完成显示有处理程序以及紧急联络地址的画面。

（三）操作功能

（1）手动个别启动/停止（切换）：可从系统图画面或是报表画面中调出单管理画面，以便在该画面中以手动执行机器的启动/停止（切换）操作。

（2）远程设定值变更：可从系统图画面或是报表画面中调出单管理点画面，以便在该画面中更改远程设定值。

（3）程序设定值变更：可以更改时间、标准值、控制参数、登录管理点等的程序设定值。

（4）许可/禁止指定：以管理点和程序为单位，可以暂停控制操作的执行。

（5）维修登录/解除：以管理占为单位，可以暂停控制操作和警报判断的执行。

（6）鼠标器操作：利用鼠标器可以选择画面和进行操作。

（7）操作密码指定：在执行每一项操作时，可以指定操作许可级别/操作设备范围。

（四）控制功能

（1）日历功能：使用自动判断闰年、大月、小月的万用日历；此外，还可指定 12 个月份的指定假日。

（2）时间程序：将动力机器等登录于时间程序中，即可自动驱动该机器的定时开/关运作。时间程序根据 7 天 1 假日［1 天日历指定假日和 2 天特别日（由日历指定）］的周期，可对各机器的启动/停止时间进行 2 次设定。此外，不论是星期几均可在 7 天以内（包含当日）变更各机器的启动/停止时间（时间表的临时变更处理），最小可以 1 分钟为单位设定时间程序。

（3）连动程序：以管理点的状况变化、警报发生等为指定条件，预先指定好对象动力时可驱动该对象动力的运作。

（4）火灾意外事故程序：发生火灾时，停止空调器等相关机器的运作；在输入火灾信号时，火灾画面会显示在监视器（CRT）上。

此外，火灾信号输入可通过防灾板上的按钮进行输入。

（5）停电处理：在商业用电断电时（装设有备用电源的场合），一般控制功能被中止，此时只有火灾意外事故程序和手动操作可以执行输出操作。

（6）自备发电时的强制驱动控制：在商业用停电，并且进行自备发电的场合，会自动驱记录机器的工作参数。

（7）恢复供电程序：恢复供电后，在将自家发电切换为商业用电时，遵照自动或手动的恢复供电指令操作，并依照自家发电时的强制驱动控制让运转机器停止运作，然后一边参照时间表，一边让停电瞬间正在运转（闭路）中的机器重新启动（投入）。

（8）最佳启动/停止控制（预冷预热控制）：有关空调的开始、终了时间，则是根据对温度的上升、下降特性的预测判断，来执行空调器的最佳启动、停止时间控制。最佳启动/停止时间基于时间程序、室温、室温增益（变化趋势）等理论，以人工智能控制方式推算而得。

（9）室外空气引入控制：在季节过渡期间，如使用室外空气当作冷房循环使用时，本控制系统将有效地控制引入室外空气。室外空气的引入根据室外空气和循环空气（室内）的比例，与其干球温度的比较运算值来判断。

（10）远程设定值的时间控制：在一年后的预先设定好的指定月日，对该时间设定值的自动变更进行管理。

（11）简易运算控制：可执行加减乘除，以及 AND/OR 等理论运算的设定。

（五）数据管理辅助功能

（1）趋势数据的再显示功能：以 1 个月为单位，按时将趋势·长条图显示、高速趋势图显示、日报·月报·年报显示、警报记录、操作/状况变化记录等所搜集、累积的数据存储于磁光碟之中。此外，必要时也可再显示、列印出存储数据。

（2）用户数据处理辅助功能：可将指定计测值、累计值、趋势数据等输出于各种记忆媒体中，并且可在常用的计算软件中使用这些累积数据。

（3）警报记录：将长期累积而得的警报发生和复位等数据，以图表方式显示、列印出来。所能累积的数据组数最多为 5000 组。

（4）操作/状况变化记录：将长期累积而得的启动/停止操作等的操作员操作指令和机器的状况变化等数据，以图表方式显示、列印出来。所能累积的操作、状况变化数据组数最多各为 5000 组。

（六）安全保障管理功能（设备管理辅助功能）

（1）机器登记簿/记录履历管理；

（2）运转实绩管理；

（3）安全保障时间表管理。

（七）记录功能

（1）信息打印机：负责执行警报记录、正常复位记录、启动/停止失败记录、计测值上下限警报记录、日报变化记录、停电/恢复供电记录、火灾时间记录、操作记录、状况变化记录等的列印操作。警报发生时以红字，警报复位时以蓝字，其他状况时则以黑字进

行列印。

(2) 报表打印机：以指定每日、每月、每年的使用量总计值为列印单位，或是手动输入每日、每月、每年以列印日报、月报、年报。

此外，必要时可打印出极大值、极小值、平均值等的计算值。可根据任意设定（管理点、标题、检验章栏的有无等）以格式化方式来列印日报、月报、年报。可在任意时间以手动操作列印出过去7月间（含当日）的日报，过去2个月间（含当月）的月报以及过去2年间（含当年）的年报。

(3) 硬拷贝彩色打印机：对显示于监视器（CRT）上的画面（监视器系统图和一览表等）进行拷贝记录，并且可在拷贝时转移画面。

(八) 自诊断功能

(1) 传送系统故障监控：在远程装置传送异常时，实施警报显示。

(2) 系统异常状况自行监控：不断监控系统中的各块模块状况、通信状况，以便在发生异常状况时列印信息。

(九) 内部互通电话及与其他系统通信功能

(1) 通话功能：利用鼠标器选择远程子机电话，以便进行呼叫和互相通话。

(2) 音频监控功能：利用鼠标器选择远程子机电话，以便监控附近的声音。

(3) 与其他系统间的通信功能：通过安全保障系统、电源监控系统、冷却装置和内部互通电话等进行通信（数据传送）。

二、不间断电源设备（UPS）

不间断电源是计算机系统的常用设备，它简称为 UPS（Uninterruptable Power System）。UPS 的作用是当电网一旦断时，UPS 速切换将蓄电池的直流电逆变成交流电，即刻供给负载系统继续用电。UPS 可延续 15min 甚至更长的供电时间。用这一段时间，操作人员可以做一些应急处理，如保存文件等，也可以再启动其他形式的后备电源。在进行诸如重要的数据处理、在实时控制系统的使用时，必须采用 UPS，一般办公自动化设备均配有 UPS 电源，以防止突然断电的发生，目的是提高供电质量和防止数据的丢失。

(一) UPS 的构成与分类

UPS 的基本结构包括蓄电池、逆变器、转换开关和充电器。蓄电池是 UPS 的储能部件，是作为逆变器工作时的工作电源。逆变器是 UPS 的能量转换部件，是 UPS 的核心装置，逆变器功能是用来将直流电源转换为交流电源，以供系统继续用电。转换开关是 UPS 的切换开关部件，用来切换逆变器的供电电源，当电网供电正常时，自动接通蓄电池供电电路。充电器是用于给蓄电池充电的部件。

UPS 的主要作用是保证计算机在运行过程中，万一出现停电时，能够再持续工作一段时间，使其不会丢失数据信息。UPS 与交流稳压电源同属于交流电源的范畴。但是交流稳压电源主要完成稳压的功能，并伴有滤波和抗干扰的作用，而不具备稳频和对负载的不间断供电的功能，而且滤波和抗干扰的作用一般也不及 UPS。

UPS 的主要特点是：

(1) 具有较高的电源稳定度；

(2) 具有较高的频率稳定度；

（3）具有较小的非线性失真；

（4）能抵抗电网中的各种干扰；

（5）能够对负载实行不间断供电。

UPS 电源的分类很多，一般有如下几种分类：

（1）按输出功率容量可分为大容量 UPS（50～500kVA）；中容量 UPS（5～50kVA）；小容量 UPS（小于 5kVA）。

（2）按供电方式可分为后备式（离线式）和在线式两种供电方式。

（3）按 UPS 供电时间可分为短时供电和长时供电。

一般中小功率的 UPS 为单相的，中大功率的是三相的。在线式 UPS 则无论是电网供电或是蓄电池供电都是一直在运行之中，而离线式 UPS 则是在电网停电时，才接蓄电池供电。前者切换时间是微秒级，而后者的切换时间是 4ms 左右，显然在线式更优越。

下面对后备式（离线式）和在线式两种 UPS 供电方式作一说明。

（1）后备式 UPS

该 UPS 的正常供电是由市电供电。市电输入 UPS，一路通过同步无瞬断（静态）开关向负载供电，另外同时通过机内整流电路、充电电路向蓄电池供电。当市电中断时，蓄电池通过逆变器、同步无瞬断开关向负载供电，如图 10-17（*a*）所示。

（2）在线式 UPS

这种 UPS 无论是市电正常供电或中断，它一直在工作。正常供电时，市电输入经交直流整流后，供逆变器逆变输出交流，同时通过充电器向蓄电池供电。当市电中断，蓄电池马上向逆变器供电，如图 10-17（*b*）所示。

比较以上两种供电方式，显示在线式 UPS 不存在电源中断现象，完全实现不间断供电。但是后备式 UPS 虽然存在着机内供电线路的转换，但这一段转换时间，即 UPS 中断供电时间是计算机所能承受的。电子计算机内本身具有电容储存的能量约可持续 10ms，而 UPS 内部电源转换时间一般设计在 4～8ms，故从外部看，计算机似乎没有停电，信息也不会丢失。而且，后备式的价格便宜，但有转换开关的寿命和可靠性的顾虑。表 10-5 列出各种 UPS 的特点。

UPS 的分类及特点　　表 10-5

名　称	特　点
后备式 UPS	在市电正常供电时 UPS 本身电路不工作，而将用电设备直接接入市电电网，只有当市电异常时，UPS 才启动本身电路供电。这种 UPS 多限于小功率，1000VA 或 3000VA 以下，具有价格便宜，效益高，但供电质量不高
在线式 UPS	无论市电电压是否正常，一直由 UPS 电路供电，只有当 UPS 本身电路故障时才转入市电供电，即由旁路供电。这种 UPS 供电质量较高，但效率低，价格贵，无调整性能和抗干扰的能力
混合式 UPS	特点是在旁路供电电路增加交流稳压器，以改善一些性能，但继电器动作时间较长，对运转速度较高的计算机不适用
线路交叉式 UPS	系统采用市电旁路与 UPS 供电线路同时工作向负载供电在 UPS 和旁路不存在切换开关，即切换时间为零，可零性高，具有自保功能

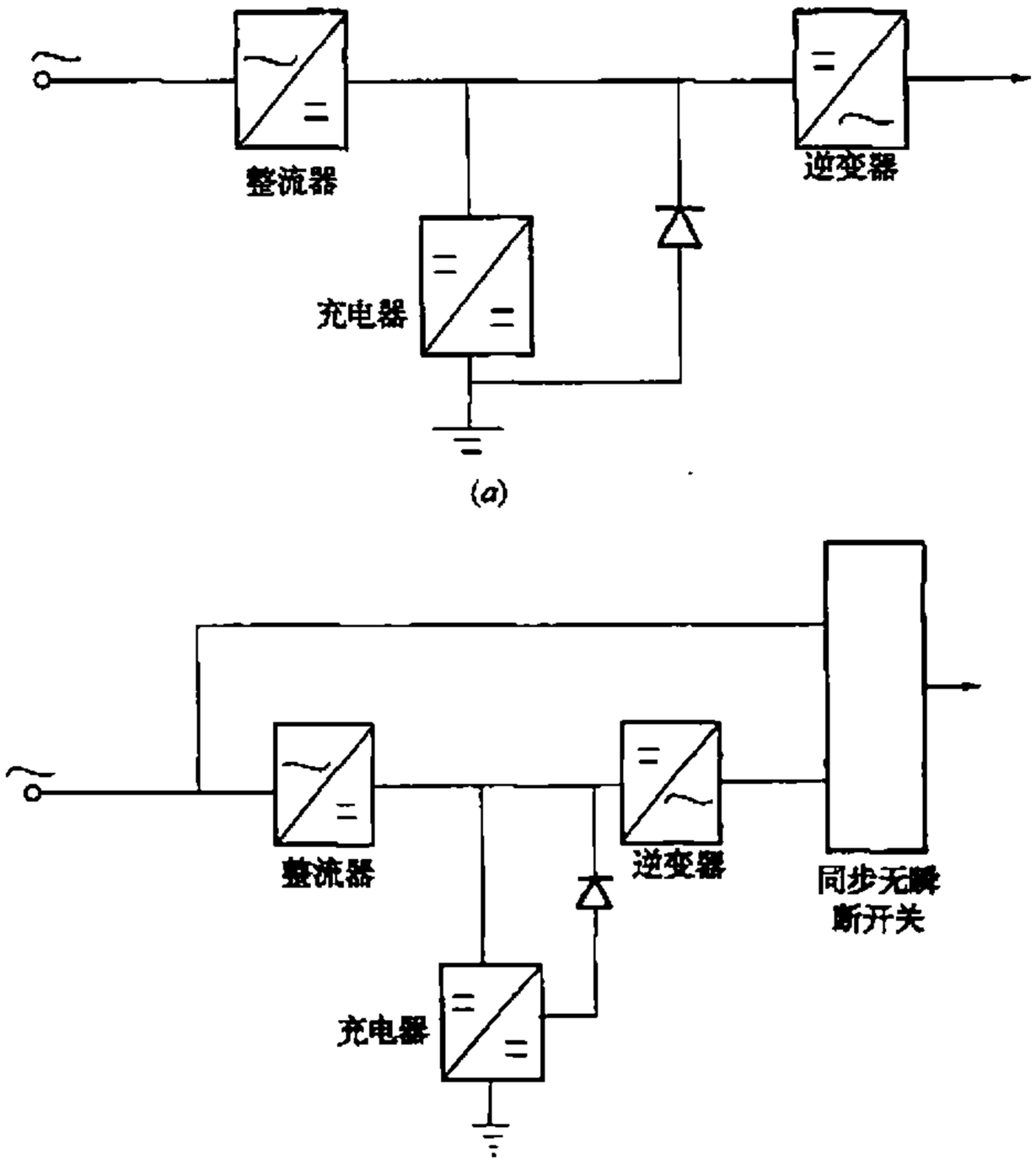


图 10-17　在线式和后备式 UPS 供电方式

（a）在线式 UPS；（b）后备式 UPS

（二）UPS 的主要性能指标

由于 UPS 用于对供电要求很高，供电不能中断的场合，所以一个 UPS 系统的优劣显得十分重要。衡量一个 UPS 的优劣有许多具体的指标要求，但主要的有两点：一是“停电连接能力”；二是“平均故障间隔”时间。现在高质量的 UPS，无论是市电中断，还是逆变故障，都可以做到连续供电，其平均故障间隔可达到 10 年以上的水平。

1.UPS 的主要性能

UPS 质量的好坏可以具体地使用以下指标来衡量：

（1）输出电压稳定度≤2%；

（2）输出频率稳定度≤1%；

（3）输出波形失真度≤5%～8%；

（4）中断时间：同市电同步锁相的 UPS 中断时间≤150μs，和市电不锁相的 UPS 中断时间≤5μs；

（5）平均无故障时间：UPS≥10000～50000h；

（6）备用供电时间：主要由蓄电池容量和负载大小决定，一般不少于 5～6min；

（7）环境温度：0～40℃；

（8）噪声小，在离 UPS 设备 1m 处，噪声强度≤60～70dB。

表 10-6～表 10-8 列出各种 UPS 电源的技术性能，供参考。

美国山特小型在线式 UPS 技术规格　　表 10-6

技术规格				
型　号		UPS-1kVA	UPS-3kVA	UPS-5kVA
容　量		1000VA	3000VA	5000VA
交流输入	电　压	单相，220V ± 15%		
	频　率	50Hz		
	最大电流	7.5A	22.5A	37.5A
结　构		Pulse Width Modulation（PWM 式），20kHz 高频		
交流输出	电　压	220V ± 5%（可调）		
	频　率	50Hz		
	电压稳定度	±2%		
	功率因数	1 - 0.8（滞后）		
	频率稳定度	±0.5%		
	波　形	正弦波		
	失 真 波	小于 4%	小于 3%	
反应时间		电压最大变化 ±4% 内（100% 负载投入或切离）		
超　载		超过 110% 60s 后自动跳 BYPASS，过载消失后自动跳回 INVERTER		
电池	形　式	密封防漏耐用电池，可外加电池		
	供应时间（0.8PF）	8min	8min	10min
效率（整机）		75% 以上	80% 以上	80% 以上
停电反应		零中断（转换时间为零）		
告警装置		多重声响及灯号双重显示方式		
噪　声		低于 55dB（距箱体 1m 处）		
操作环境		0 - 40℃，相对湿度 10% - 90%		
重　量		约 51kg	约 120kg	140kg + 电池箱
尺寸（cm）（高 × 宽 × 深）		44cm × 21cm × 50cm	68cm × 26cm × 63cm	

美国山特离线式纯正弦波全稳压 UPS 系列技术规格　　表 10-7

型　号		UPS-500VA	UPS-750VA	UPS-1000VA	UPS-1250VA	UPS-2000VA
容　量		500VA	750AV	1000VA	1250VA	2000VA
输入交流电压		单相，从 150 - 270V				
输入电压频率		50Hz				
输出交流稳压		220V ± 5.5%				
输入交流稳压范围		160 - 260V 维持 220V ± 5.5% 稳压输出				
UPS 逆变输出	输出电压	220V ± 3%，（± 10% 可调）				
	频　率	50Hz				
	功率因数 PF	0.8（滞后）				
	波　形	正　弦　波				
	总谐波失真	1%（半负荷），典型 3%				
	投入逆变电压	150V				

续表

型　　号		UPS-500VA	UPS-750VA	UPS-1000VA	UPS-1250VA	UPS-2000VA
效　率		80%				
停电转接时间		小于 2ms				
抗干扰能力		可把 100kHz～30MHz 干扰电波衰减至 40dB（20mV）				
突法电压保护		突尖电压瞬时吸收功率 1500W（1ms 脉宽内）				
全保护性能		过负荷（130%），短路、过电压及电池低电压保护				
噪　　声		低于 50dB				
告警装置		电蝉声响及 LED 灯号双重显示方式				
电池	形　　式	密封耐用免维修电池				
	稳压满载供电时间（0.8PF）	5min	5min	6min	6min	8min
	充电时间	8～10h				
	外接线端头	无	无	有	有	有
重　　量		19kg	22.5kg	38kg	42kg	82kg
尺寸（高×宽×深）		15cm×24cm×37cm	15cm×24cm×44cm	35cm×22cm×44cm		40cm×22cm×70cm

国外一些主要厂家生产的 UPS 电源性能比较　　表 10-8

生产厂家	交流输入			逆变交流输出			
	周波变动	电压漂移	电流变形值	周波变动	电压漂移	电压调节范围	波形失真率
美国 Liebert	±5%	+10%～−15%	<12%	±0.5%	±1%	+4%～−10%	单波≤3%；总波≤5%
美国 Exide	±5%	+10%～−15%		±0.1%		±5%	同上
日本 Sanken（小）	±5%	+10%～−15%		±0.1%	≤±2%	≥±5%	单波<3%；总波 5%～8%
日本 Sanken（大）	≤±5%	±10%		±0.1%	≤±2%	≥±5%	同上
意大利 Silectron	±5%	+10%～−15%		±5%	±1		单波<3%；总波<5%
英国大东公司	±5%	±10%		±0.1%～0.2%			单波≤3%；总波≤5%
英国 Emerson	±5%	±10%					同上
日本 Mlni	±3%	±15%		±0.5%			总波≤8%
法国 MERLIN GERIN	±5%	±10%		±0.5%	±1%	≥±5%	总波≤4%

生产厂家	过载能力	总　效　率	工　作　环　境	噪　　声	逆变元件
美国 Liebert	125%1min；150%30s	91%	0～40℃；0～95%RH	≤70dB(1.6MHz 处)	可控硅
美国 Exide	125%；10min	80%～84%	0～40℃；≤95%RH	≤65dB	可控硅
日本 Sanken（小）	120%1min	75%～83%	0～40℃；0～95%RH	45～60dB	晶体管

续表

生产厂家	过载能力	总 效 率	工 作 环 境	噪　声	逆变元件
日本 Sanken（大）	同　上	84%～92%	-10～40℃；30%～95%RH	60～70dB	晶体管
意大利 Silectron	125%10min；150%30s	85%～93%	0～40℃；<95%RH	55～70dB	晶体管
英国大东公司	125%10min150%10s	77%～89%	0～40℃；0～95%RH	75dB	可控硅
英国 Emerson	125%10min150%10s	88%～92%	0～40℃；0～95%RH	60～75dB	可控硅
日本 MIni			0～45℃；10%～95%RH	45dB（1MHz 处）	可控硅
法国 MERLIN GERIN	125%10min；150%1min	92%	-5～40℃；10%～95%RH	≤60dB	晶体管

注：1. 意大利 Silectron 现已改为 SILE。

2. RH 为相对湿度。

2. UPS 的使用与安装

（1）UPS 的功率选择

对于 UPS 的选型，包括功率和波型的选择两个方面。

关于功率的选择，UPS 均以阻性负载为依据，不宜接大的感性负载如饱和稳压器、电机等；也不宜接大的容性负载如大的打印机等。UPS 实行负载能力约等于其标称值的 70%，如 1kVA 的 UPS 实际负载能力是 700W。注意，有的负载需要较大的启动电流如打印机的启动电流为正常值的 3～5 倍，使用此类负载时，应按启动电流计算。请记住以下经验计算公式：

电脑及外设的总耗电量之和（kVA）≤UPS 标称值（kVA）×0.7

（2）UPS 的波型选择

这是 UPS 选型的第二点。UPS 电源分为方波输出（对于后备式 UPS）和正弦波输出（多为在线式 UPS）两种。方波输出 UPS 电源只能适用于计算机设备。

（3）UPS 的充电

新购置或长期不用的 UPS，在使用之前，先充电 12h。长期存放不用的 UPS，每隔 3 个月充电 12h。若处于高温地区，每隔 2 个月充电一次。如果 UPS 不充电就使用，会损坏蓄电池。

（4）供电频率

UPS 不宜用柴油发电机供电，因其频率经常突变不稳，影响 UPS 的正常运行，甚至造成损坏。

（5）开机间隔

打开 UPS 后，间隔数秒钟，再启动其他用电设备，否则会因 UPS 未达到稳定工作就加载，而损坏电源的零部件。

（6）对场地的要求

为保证 UPS 可靠运行及操作与维护的方便，需给 UPS 提供一个较好的场地。对于 2kVA 以下的 UPS 可直接放在办公室内，一般的室温和通风良好的环境即可。对于 5kVA 以上的 UPS，则需要一个专门场地。对场地的要求如下：

1）房间面积：小于 20kVA 的 UPS 的 $10m^2$（如将电池放在同一房间内，可增加 5～$10m^2$）；20～60kVA 的，一般不小于 $20m^2$；100～250kVA 的，一般需 $40m^2$。

2）房间位置：一般选用较低的楼层为宜。

3）房间应装有活动地板，以便引线，并装有空调机以保证周围环境的温度。电池间应保证通风良好，防止阳光直射到电池上。

（7）接线

UPS的引线最好选用多股软芯铜线，输入输出一般可按4～6A/mm^{2}计算，电池引线按2A/mm^{2}计算。小于20kVA的接地线，一般取16mm^{2}铜线；大于20kVA的选用35～75mm^{2}铜线。

UPS的电池多选用碱性电池或全密封酸性电瓶。

如果一台UPS连接有多台负载设备，则需要顺序间隔接通电源，以免负载一起启动时的大电流冲击UPS，而损坏UPS电源的零部件。

对于UPS电源的验收，一般现场测试主要检查：输出电压稳态变化（±10%）、瞬态变化（10%，突加100%负载）；输出频率（±0.5Hz）转换有无间断；电池放电时间，逆变器效率等。

三、监　控　中　心

（1）监控中心宜设在主楼低层，在确保设备安全的条件下亦可设在地下层。无论设置在何处均应保证：

1）周围环境相对安静，中央控制室应是环境噪声声级最低的场所。

2）无有害气体或蒸汽以及烟尘侵入。

3）远离变电所、电梯房、水泵房等易产生电磁辐射干扰的场所，距离不宜小于15m。

4）远离易燃、易爆场所。

5）无虫害、鼠害。

6）其上方或毗邻无厨房、洗衣房及厕所等潮湿房间。

7）环境参数应满足产品要求。如产品对周围环境无明确的参数要求时，可按下列数值选择监控中心的位置：

①振幅小于0.1mm；

②频率小于25Hz；

③磁场强度小于800A/m。

（2）监控中心应设空调，一般可取自集中空调系统；当仍不能满足产品对环境的要求时，应增设一台专用的空调装置，此时应设空调室并采取噪声隔离措施。

（3）中央控制室宜设铝合金骨架架空的活动地板，高度不低于0.2m；各类导线在活动地板下线槽内敷设，电源线与信号线之间应采取隔离措施。若设有竖井时活动地板下部应与其相通。

（4）不间断电源设备按规模设专用室时，其面积可参照有关规定及设备占地面积确定，但不得小于4m^2。

放置蓄电池的专用电源室应设机械排风装置，火警时应自动关闭。该室与中央控制室不得有任何门窗或非密闭管道相通。

（5）规模较大系统且有多台监视设备布置于中央控制室时，监控设备应呈弧型或单排直列布置；屏前净空按操作台前沿计算不得小于1.5m，屏后净空不得小于1m。

（6）中央控制室宜采用顶棚暗装室内照明，室内最低平均照度宜取 150～200lx，必要时可采用壁灯作辅助照明。

（7）监控中心应根据系统规模大小设置卤代烷或二氧化碳等固定式或手提式灭火装置，禁止采用水喷淋装置。

（8）规模较大的系统，在中央控制室宜设直通室外的安全出口。

图 10-18 是一种监控中心布局示意图。它的 BAS 与 CCTV 及公共广播等系统合置在一起，仅供参考。

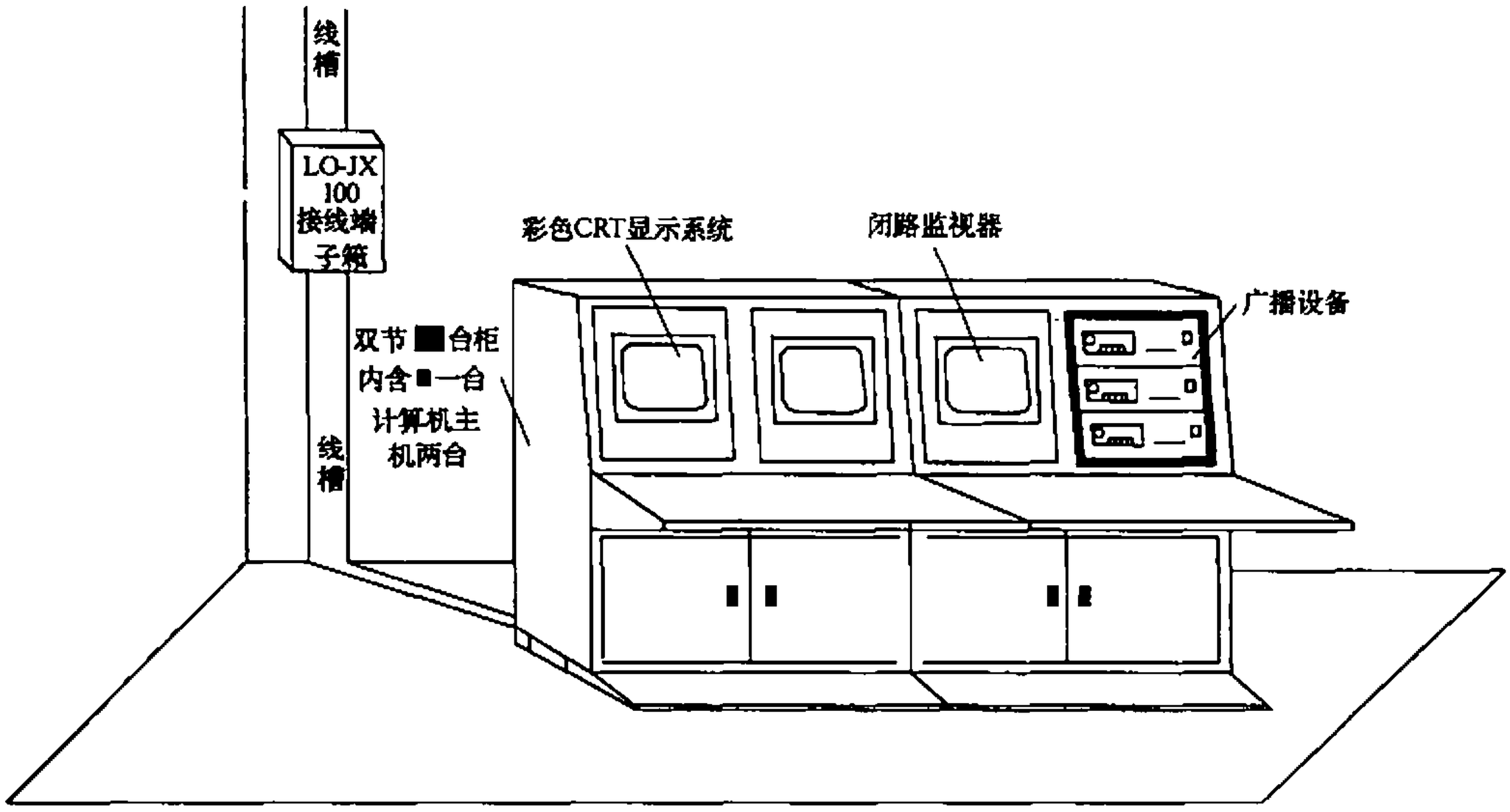


图 10-18　管理中心的布局示意图

四、BAS 的供电、接地与线路敷设

1. 楼宇自动化系统的电源要求

（1）中央控制室应由变配电所引出专用回路供电，中央控制室内设专用配电盘。负荷等级不低于所处建筑中最高负荷等级。

（2）通常要求系统的供电电源的电压波动不大于 ± 10%，频率变化不大于 ± 1Hz，波形失真率不大于 20%。

（3）中央管理计算机应配置 UPS 不间断供电设备。其容量应包括建筑设备自动化系统内用电设备总和并考虑预计的扩展容量，供电时间不低于 30min。

（4）现场控制器的电源应满足下述要求：

①Ⅰ类系统（650～4999 点），当中央控制室设有 UPS 不间断供电设备时，现场控制器的电源由 UPS 不间断电源以放射式或树干式集中供给；

②Ⅱ类系统（1～649 点），现场控制器的电源可由就地邻近动力盘专路供给；

③含有 CPU 的现场控制器，必须设置备用电池组，并能支持现场控制器运行不少于 72h，保证停电时不间断供电。

BAS 系统的接地一般按产品说明规定的要求执行，如所选产品未明确说明，则应按有

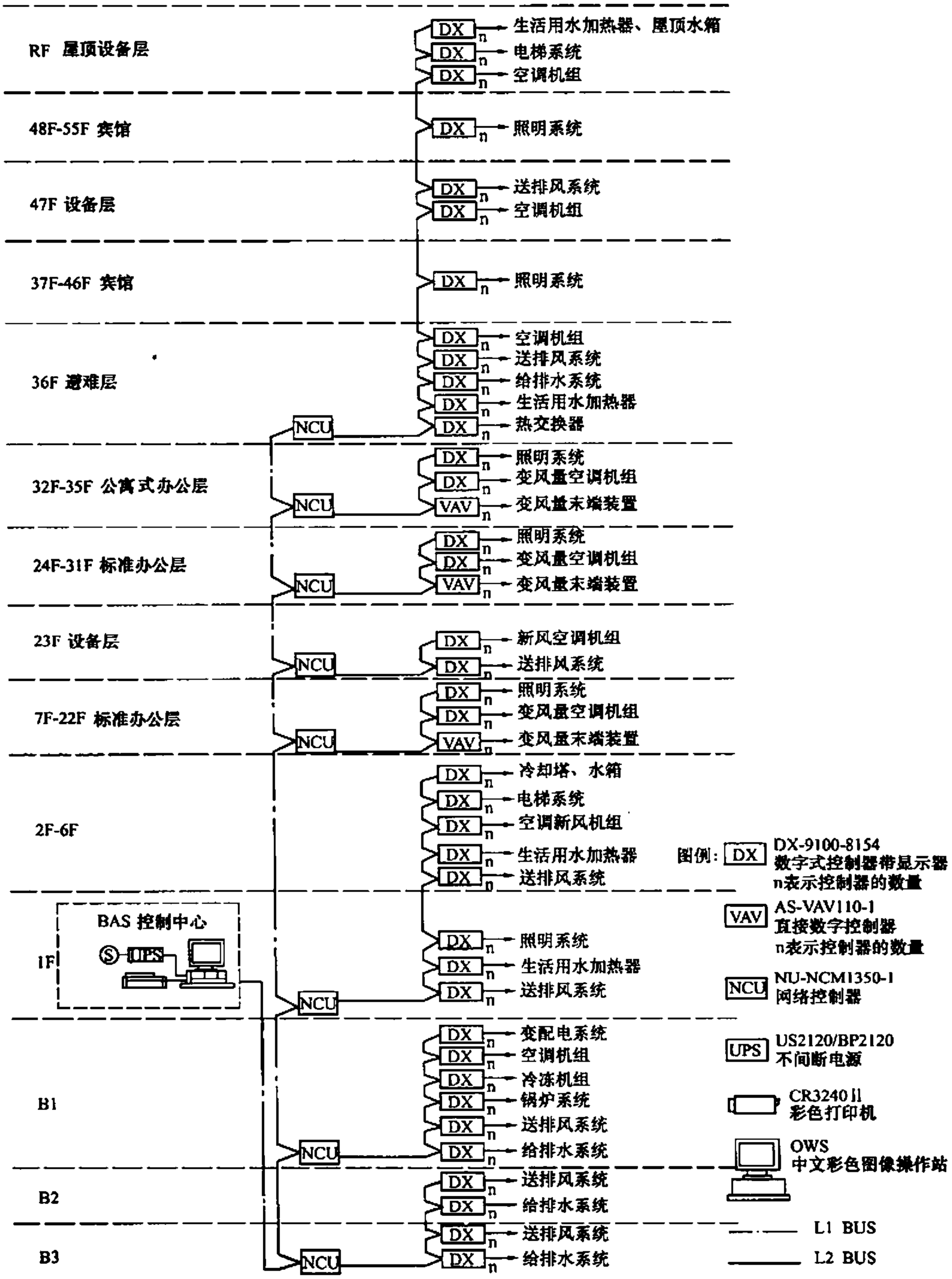


图 10-19　某超高层建筑的 BA 系统结构和分布图

关规范关于计算机系统接地的要求处理。

2. 线路敷设

（1）BAS线路通常包括：电源线、网络通讯电缆和信号线三类。

电源线一般采用 BV-（500）2.5mm² 铜芯聚氯乙烯绝缘线。

网络通讯电缆采用同轴电缆（有 50、75、93Ω 等几种）和双绞线。

信号线一般选用线芯截面 1.0mm² 或 1.5mm² 的普通铜心导线或控制电缆。

（2）BAS线路均采用金属管、金属线槽或带盖板的金属桥架配线方式。网络通讯线和信号线不得与电源线共管敷设，当其必须作无屏蔽平行敷设时，间距不小于 0.3m，如敷于同一金属线槽，需设金属隔离。

（3）高层建筑内，通信干道在竖井内与其他线路平行敷设时，应按上述（2）规定办理（同轴电缆可采用难燃塑料管敷设）。

条件允许时应单设弱电信号配线竖井。

每层建筑面积超过 1000m² 或延长距离超过 100m 时，宜设两个竖井，以利分站布置和数据通信。

（4）水平方向布线宜采用：顶棚内的线槽、线架配线方式；地板上的架空活动地板下或地毯下配线方式以及沟槽配线方式；楼板内的配线管、配线槽方式；房间内沿墙配线方式。

五、工　程　举　例

图 10-19 是某超高层建筑的 BA 系统结构和分布图。该 BA 系统采用美国 Johnson（江森）公司的 METASYS 楼宇自动化系统。此系统使用工业标准的 ARCNET 高速通信网络作为通信主干线，如图 10-20 所示。各分站控制器和操作站均与 ARCNET 网络相连，其通信速度为 2.5Mbit/s。操作站（中央管理计算机）采用 PC 微机，各分站采用 DDC，系统为两级网络结构。图 10-19 中的网络控制器（NCU）设于现场，直接与 ARCNET 网络和现场的

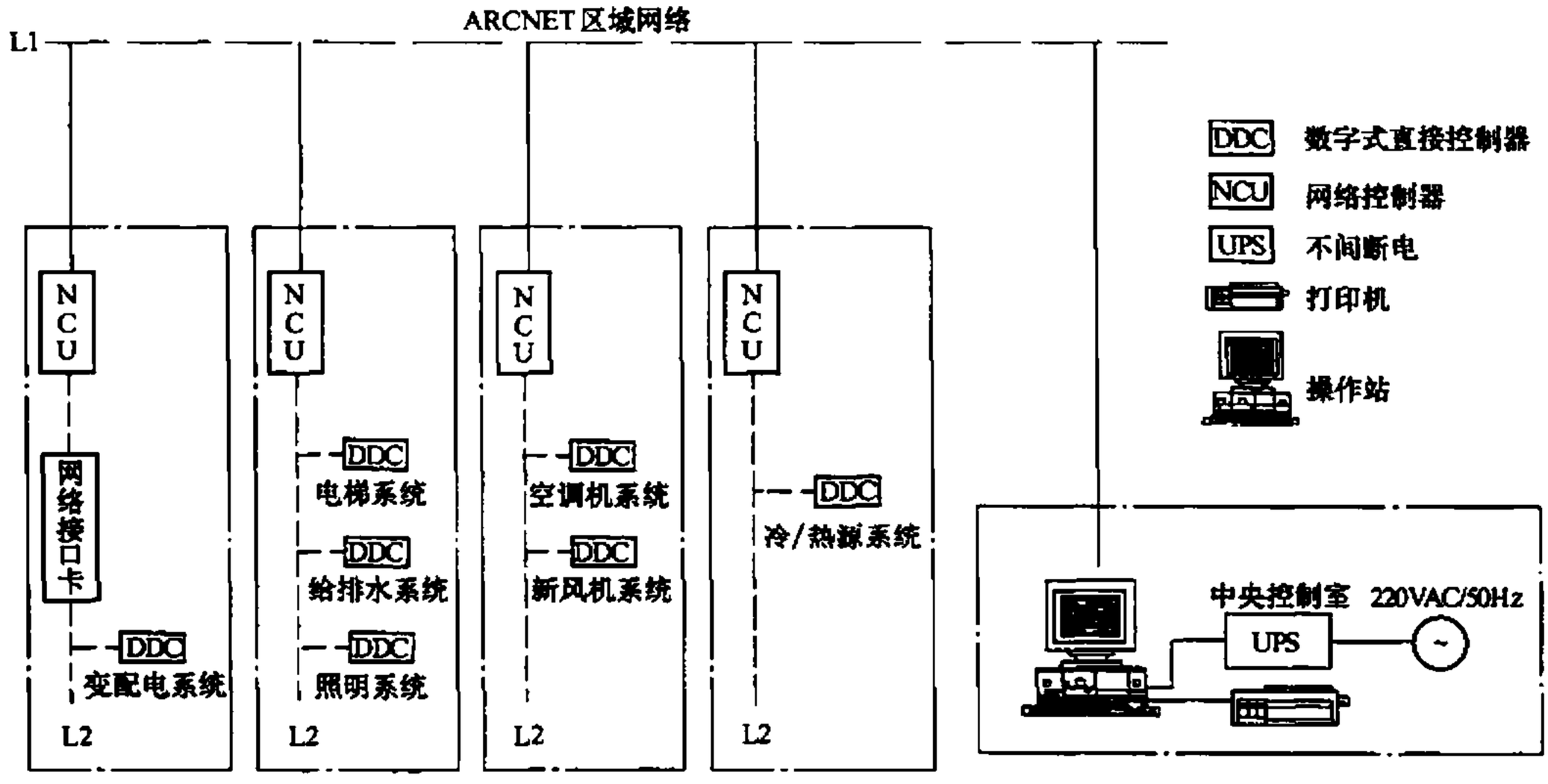


图 10-20　METASYS 系统构成的 BAS

DDC控制器连接。它也可脱离ARCNET网络独立工作。

网络控制器NCU中带有网络控制模块、数字控制模块、多样化模块。网络控制模块是NCU的主处理机，负责监控接到NCU上的控制点及与中央操作站互相通信；数字控制模块执行控制程序，如PID控制、连锁控制等，可接受10个通用输入点和10个通用输出点；多样化模块直接连接现场二态输入/输出监控点，并受网络控制模块的指令控制。

图10-19中的DX或VAV都是直接数字控制器DDC。Johnson91系列DDC装于现场，它带有显示屏及功能按钮等。其主要功能有：比例控制、比例加积分控制、比例加积分加微分控制、开关控制、平均值、最大/最小值选择、焓值计算、逻辑、联锁等，对被控设备进行监视和控制。

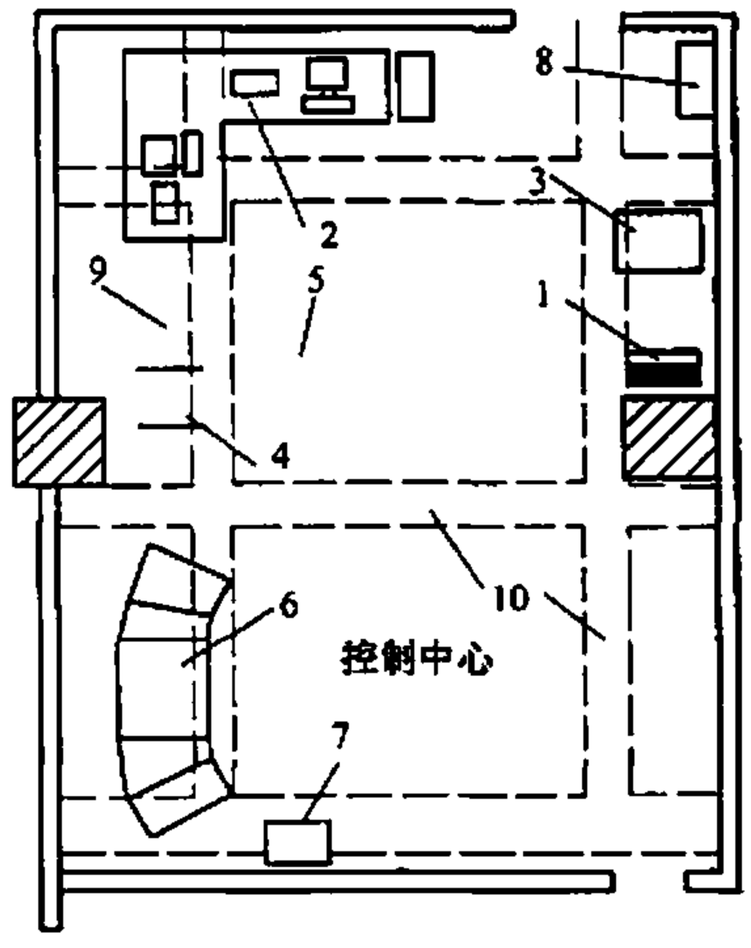


图10-21 监控中心示例

1—机房电源配电箱（带备用电源）；2—BA系统总控操作台；3—BA系统UPS电源；4—CCTV监视系统显示屏；5—CCTV监视系统操作台；6—消防报警系统总控制台；7—紧急广播柜；8—CATV系统前端设备机箱；9—电梯运行状态显示屏；10—木地板电缆沟（有盖板）

BAS监控中心一般设在大楼底层，房间面积约15~20m^{2}左右。监控中心宜与消防中心、公共广播系统同室或相邻，以便于布线和管理。图10-21是BA系统与消防、保安、公共广播系统的控制室合用的平面布置图示例。

第四节 BAS工程的施工

BAS系统施工工艺流程图如图10-22所示。具体施工实施过程如下：

一、一 般 要 求

(1) BAS工程的施工，除执行本章的规定外，还应符合设计施工图纸、产品安装使用说明书的要求。

(2) BAS工程的施工，应做好与建筑、电气、管道、通风、装饰、等专业的配合工作。

(3) BAS工程中的焊接工作，应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》的规范。

(4) BAS工程所采用的设备及主要材料除符合供应商提供的技术标准外，应符合国内现行的有关的标准与规范。

(5) BAS工程应具备下列条件方可施工：

①设计施工图纸、有关技术文件及必要的设备安装使用说明书已齐全；

②施工图纸已经过会审；

③已经过技术交底和必要的技术培训等技术准备工作；

④施工现场已具备BAS工程的施工条件。

(6) BAS设备外观检查：

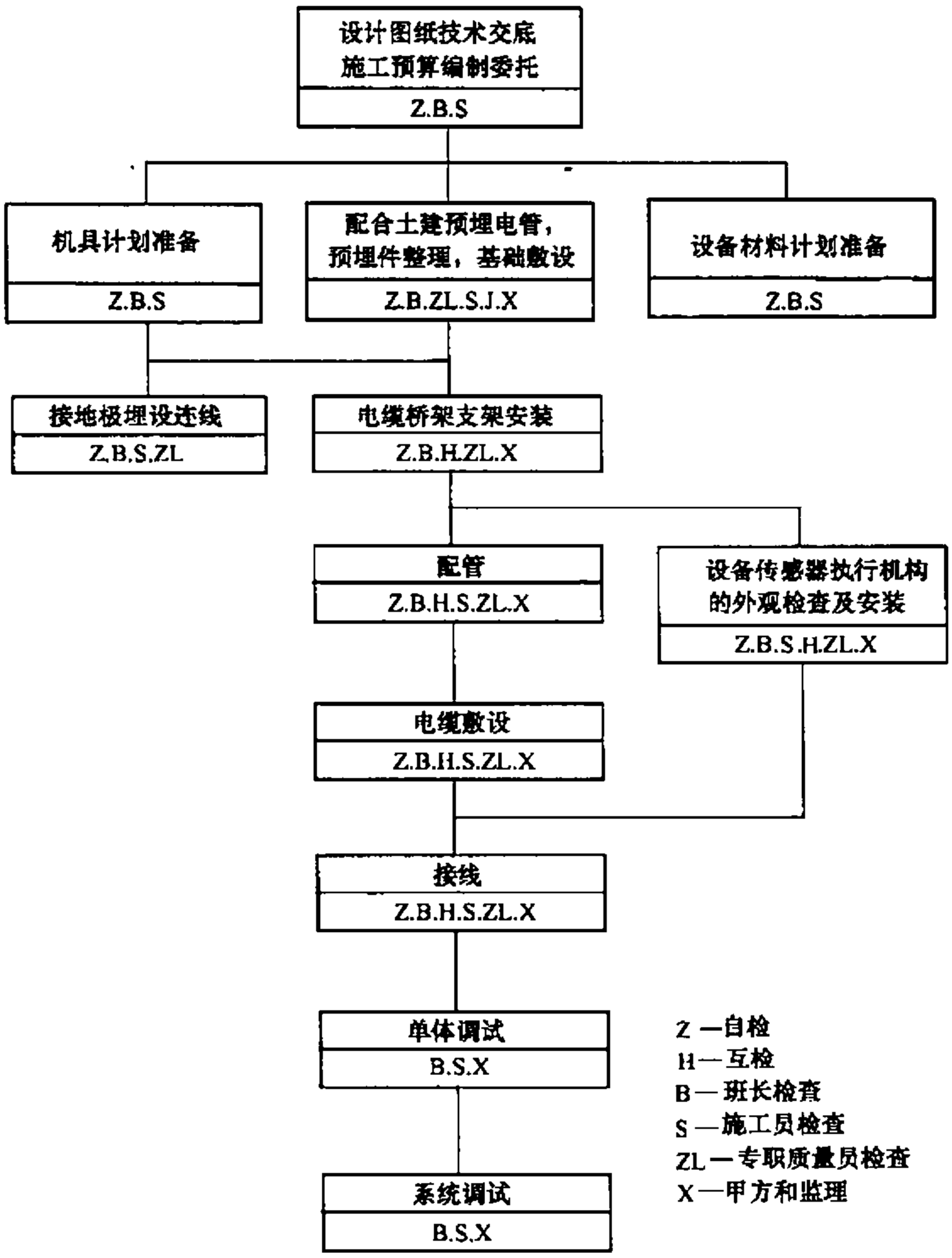


图 10-22　BAS 施工工艺流程图

①根据设计图纸和合同规定，检查设备的型号、规格、数量、产地等主要技术数据、性能是否相符。

②检查设备的主要尺寸、安装位置是否符合设计要求，设备外表有无变形、缺陷、脱漆、破损、裂痕、撞击痕迹等。

③印刷电路板质量检查：有无变形、接插件接触可靠、焊点均应光滑发亮，不能有腐蚀现象，不允许用外接线。

④设备柜内外配线检查：应无缺损、断线、配线标记是否完善。

⑤设备的接地应符合图纸和本规定的要求，连接牢固，接触良好。

⑥设备内外接线应紧密，无松动现象，无裸露导电部分。

(7) 设备接线端子引出的屏蔽电缆的屏蔽线接地检查，应满足本规定的要求。

二、系统设备的安装

(1) 中央控制及网络通讯设备应在中央控制室的土建和装饰工程完工后安装。

(2) 现场控制设备的安装位置选在光线充足、通风良好、操作维修方便的地方。

(3) 现场控制设备不应安装在有振动影响的地方。

(4) 现场控制设备的安装位置应与管道保持一定距离，如不能避开管道，则必须避开阀门、法兰、过滤器等管道器件及蒸汽口。

(5) 设备及设备各构件间应连接紧密、牢固，安装用的坚固件应有防锈层。

(6) 设备在安装前应作检查，并应符合下列规定：

①设备外形完整，内处表面漆层完好；

②设备外形尺寸、设备内主板及接线端口的型号及规格符合设计规定。

(7) 有底座设备的底座尺寸，应与设备相符，其直线允许偏差为每米 ± 1mm。当底座的总长超过 5m 时，全长允许偏差为 ± 5mm。

(8) 设备底座安装时，其上表面应保持水平。水平方向的倾斜度允许偏差为每米 ± 1mm，当底座的总长超过 5m 时，全长允许偏差为 ± 5mm。

(9) 柜式中央控制及网络通讯设备的安装应符合下列规定：

①应垂直、平正、牢固；

②垂直度允许偏差为每米 ± 1.5mm；

③水平方向的倾斜度允许偏差为每米 ± 1mm；

④相邻设备顶部高度允许偏差为 ± 2mm；

⑤相邻设备接缝处平面度允许偏差为 ± 1mm；

⑥相邻设备间接缝的间隙，不大于 ± 2mm。

三、输入设备的安装

1. 一般规定

(1) 各类传感器的安装位置应安装在能正确反映其性能的位置，便于调试和维护的地方。

(2) 水管型温度传感器、蒸汽压力传感器、水管压力传感器、水流开关、水管流量计不宜安装在管道焊缝及其边缘上开孔焊接。

(3) 风管型温、湿度传感器、室内温度传感器、风管压力传感器、空气质量传感器应避开蒸汽放空口及出风口处。

(4) 管型温度传感器、水管型压力传感器、蒸汽压力传感器、水流开关的安装应在工艺管道安装同时进行。

(5) 风管压力、温度、湿度、空气质量、空气速度、压差开关的安装应在风管保温完成之后。

(6) 水管型压力、压差、蒸汽压力传感器、水流开关、水管流量计的开孔与焊接工作，必须在工艺管道的防腐、衬里、吹扫和压力试验前进行。

(7) 各传感器与现场 DDC 的接线一般可选用 RVV 或 RVVP2×1.0（或 3×1.0）线缆。

2. 温、湿度传感器的安装（图 10-23）

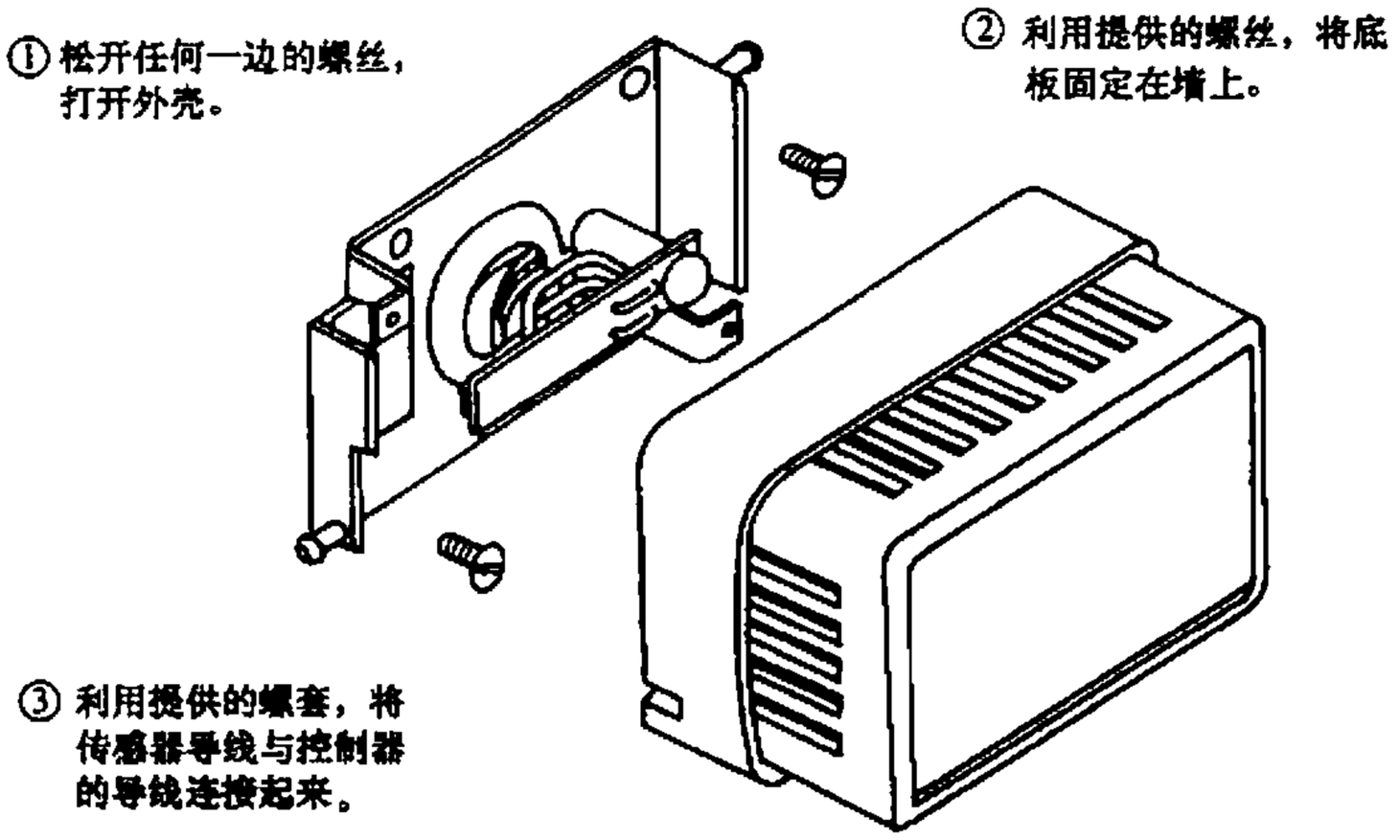


图 10-23　室内温度传感器安装图

（1）室内外温、湿度传感器的安装要符合设计的规定和产品说明要求外还应达到下列要求：

①不应安装在阳光直射、受其他辐射热影响的位置和远离有高振动或电磁场干扰的区域。

②室外温、湿度传感器不应安装在环境潮湿的位置。

③安装的位置不能破坏建筑物外观及室内装饰布局的完整性。

④并列安装的温、湿度传感器距地面高度应一致。高度允许偏差为 ± 1mm。同一区域内安装的温、湿度传感器高度允许偏差为 ± 5mm；

⑤室内温、湿度传感器的安装位置宜远离墙面出风口，如无法避开，则间距不应小于 2m。

⑥墙面安装附近有其他开关传感器时，距地高度应与之一致。其高度允许偏差为 ± 5mm，传感器外形尺寸与其他开关不一样时，以底边高度为准。

⑦检查传感器到 DDC 之间的连接线的规格（线径截面）是否符合设计要求。对于镍传感器的接线总电阻应小于 3Ω，1kΩ 铂传感器的接线总电阻应小于 1Ω。

（2）风管型温、湿度传感器的安装（图 10-24）：

风管型温、湿度传感器应安装在风管的直管段，如不能安装在直管段，则应避开风管内通风死角的位置安装。

（3）水管型温度传感器（图 10-25）：

①水管型温度传感器的开孔与焊接工作，必须在工艺管道的防腐、衬里、吹扫和压力试验前进行；

②水管型温度传感器的感温段大于管道口径的 1/2 时可安装在管道顶部，如感温段小于管道口径的 1/2 时应安装在管道的侧面或底部；

③水管型温度传感器的安装位置应选在水流温度变化灵敏和具有代表性的地方，不宜选在阀门等阻力部件的附近、水流束呈死角处以及振动较大的地方。

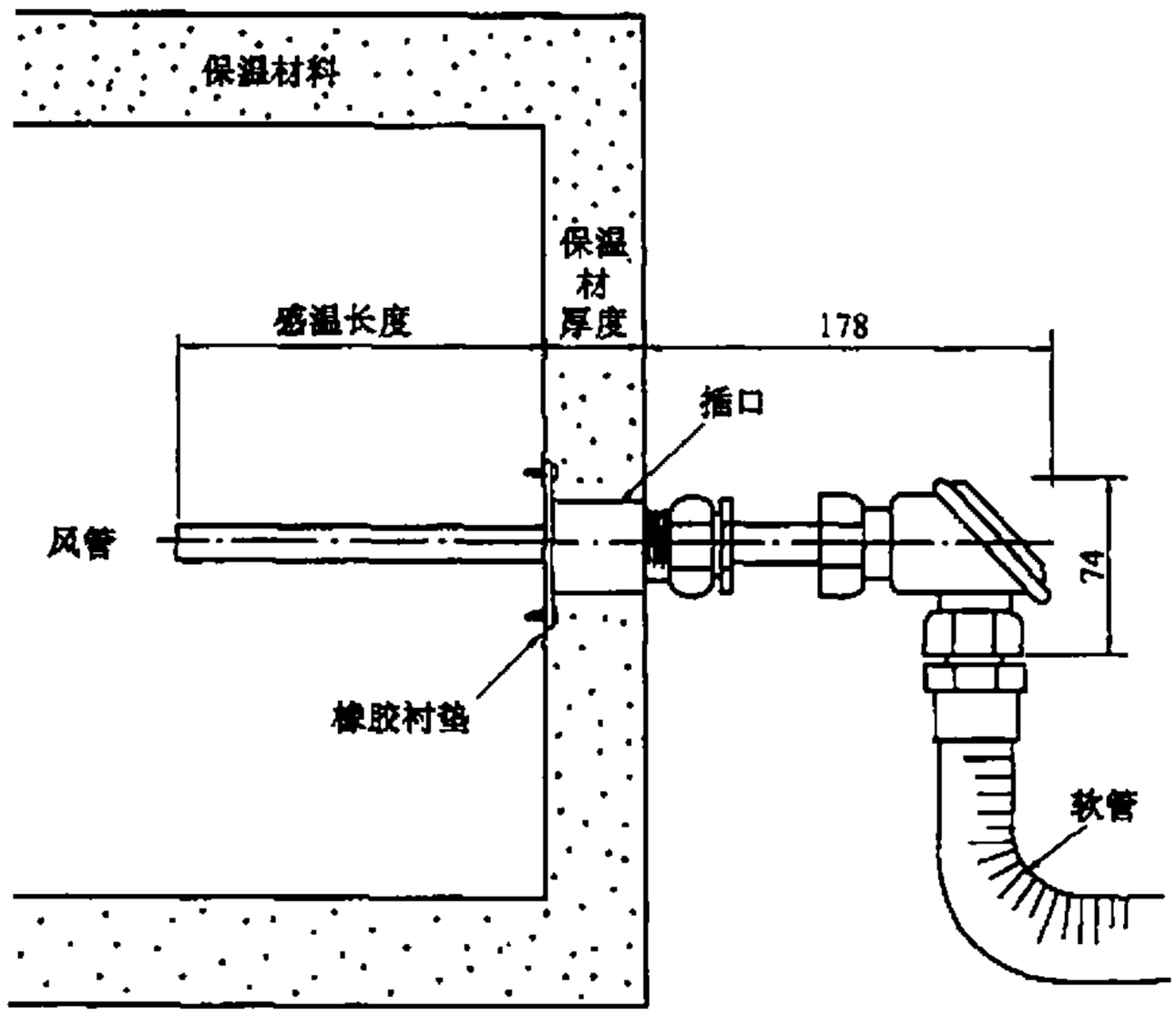


图 10-24　风管式温度传感器的安装

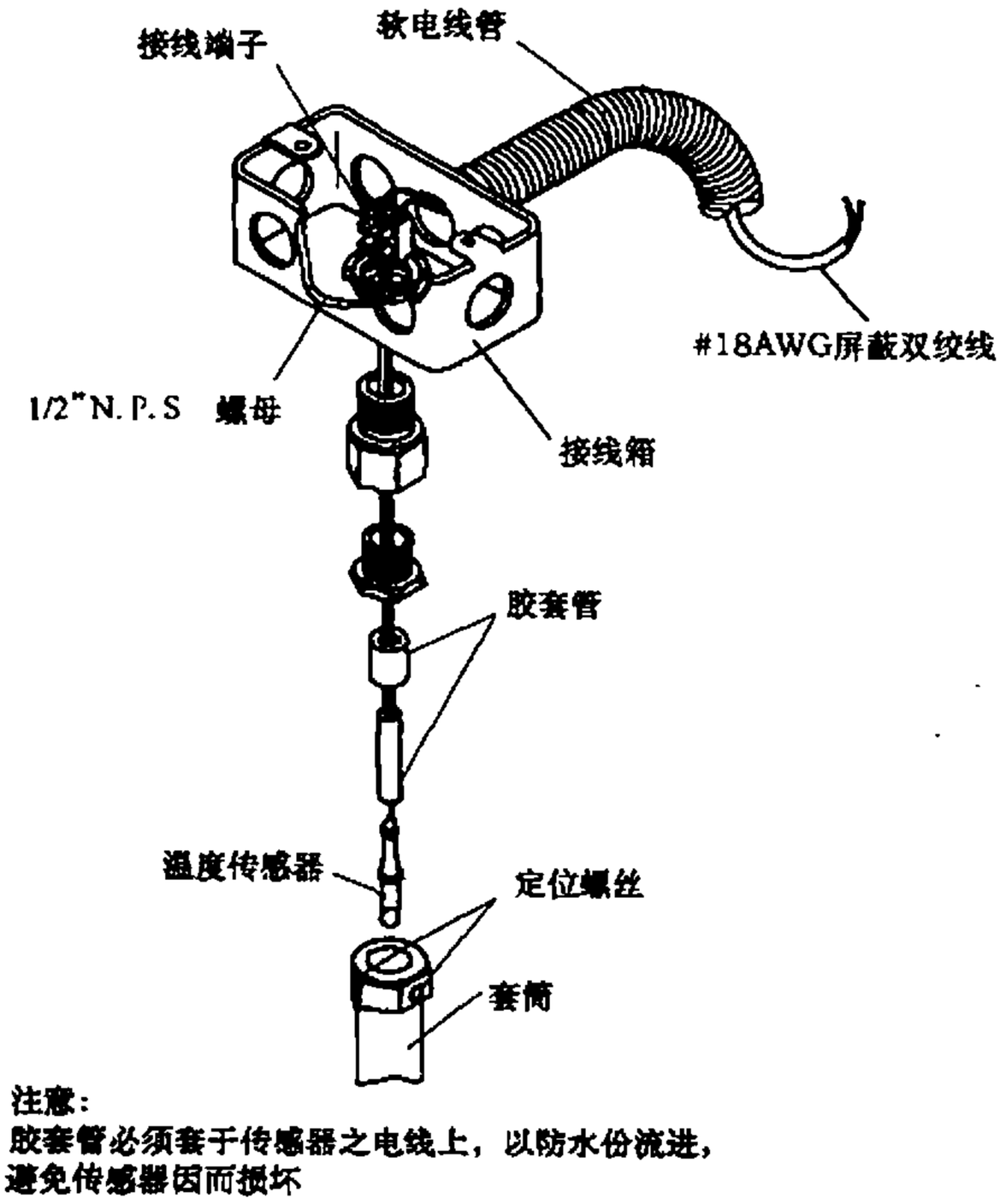


图 10-25　水管式温度传感器安装图

3. 压力传感器与压差传感器的安装

（1）风管型压力传感器与压差传感器的安装：

①风管型压力传感器应安装在气流流束稳定和管道的上半部位置；

②风管型压力传感器应安装在风管的直管段，如不能安装在直管段，则应避开风管内通风死角的位置；

③风管型压力传感器应安装在温、湿度传感器的上游侧；

④高压风管其压力传感器应装在送风口，低压风管其压力传感器应装在回风口。

（2）水管型压力与压差传感器的安装（图 10-26）：

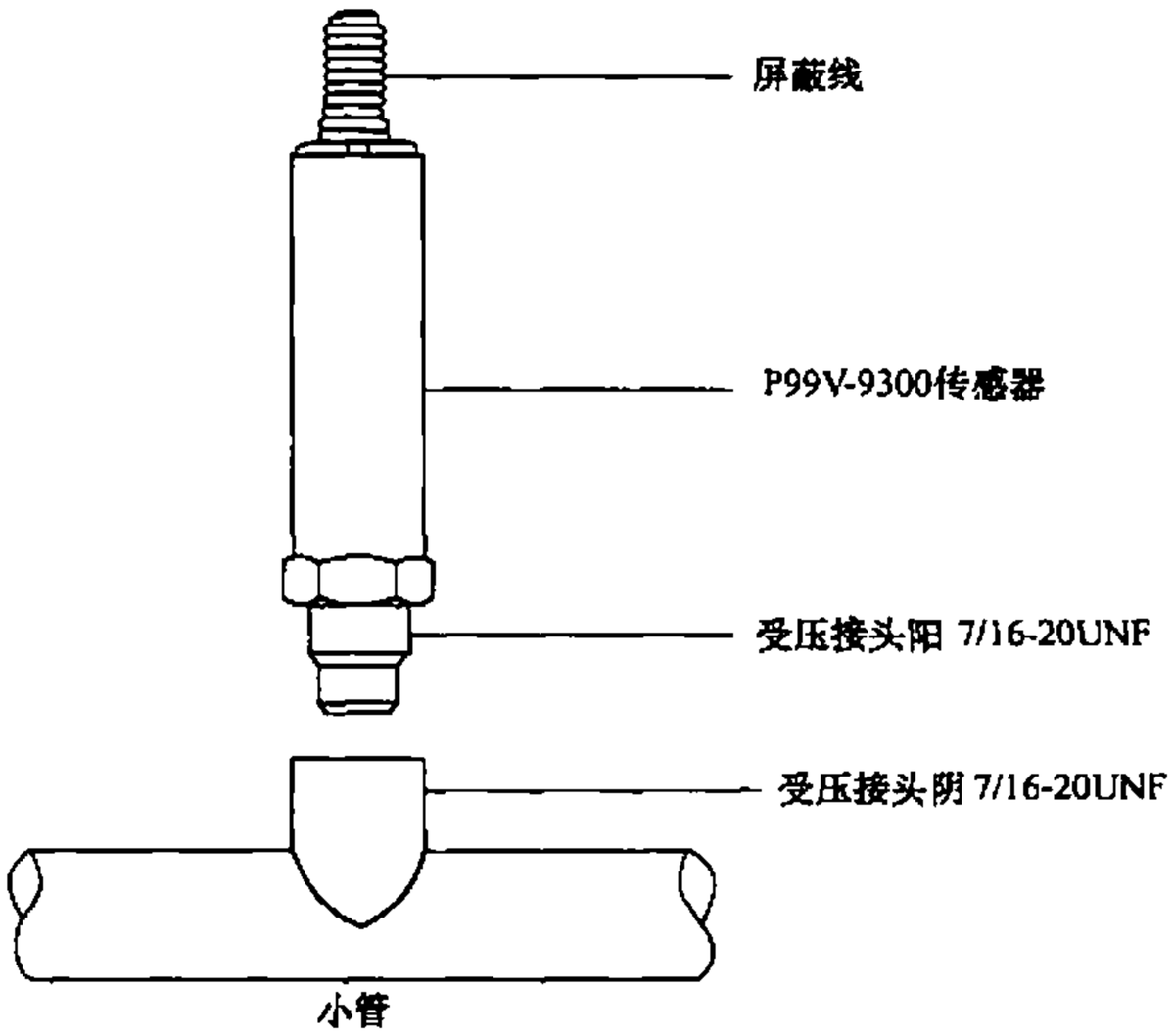


图 10-26　压力传感器安装图

①水管型压力与压差传感器的取压段大于管道口径的 2/3 时，可安装在管道顶部；如取压段小于管道口径的 2/3 时，应安装在管道的侧面或底部。

②水管型压力与压差传感器的安装位置应选在水流流束稳定的地方，不宜选在阀门等阻力部件的附近和水流束呈死角处以及振动较大的地方。

③水管型压力与压差传感器应安装在温、湿度传感器的上游侧。

④高压水管其压力传感器应装在进水管侧；低压水管其压力传感器应装在回水管侧。

（3）蒸汽压力传感器：

①蒸汽压力传感器应安装在管道顶部或下半部与工艺管道水平中心线成 45°夹角的范围内；

②蒸汽压力传感器的安装位置应选在蒸汽压力稳定的地方，不宜选在阀门等阻力部件的附近和蒸汽流动呈死角处以及振动较大的地方；

③蒸汽压力传感器应安装在温湿度传感器的上游侧。

4. 压差开关的安装（图 10-27）

（1）风压压差开关安装离地高度不应小于 0.5m；

（2）风压压差开关引出管的安装不应影响空调器本体的密封性；

（3）风压压差开关的线路应通过软管与压差开关连接；

（4）风压压差开关应避开蒸汽放空口；

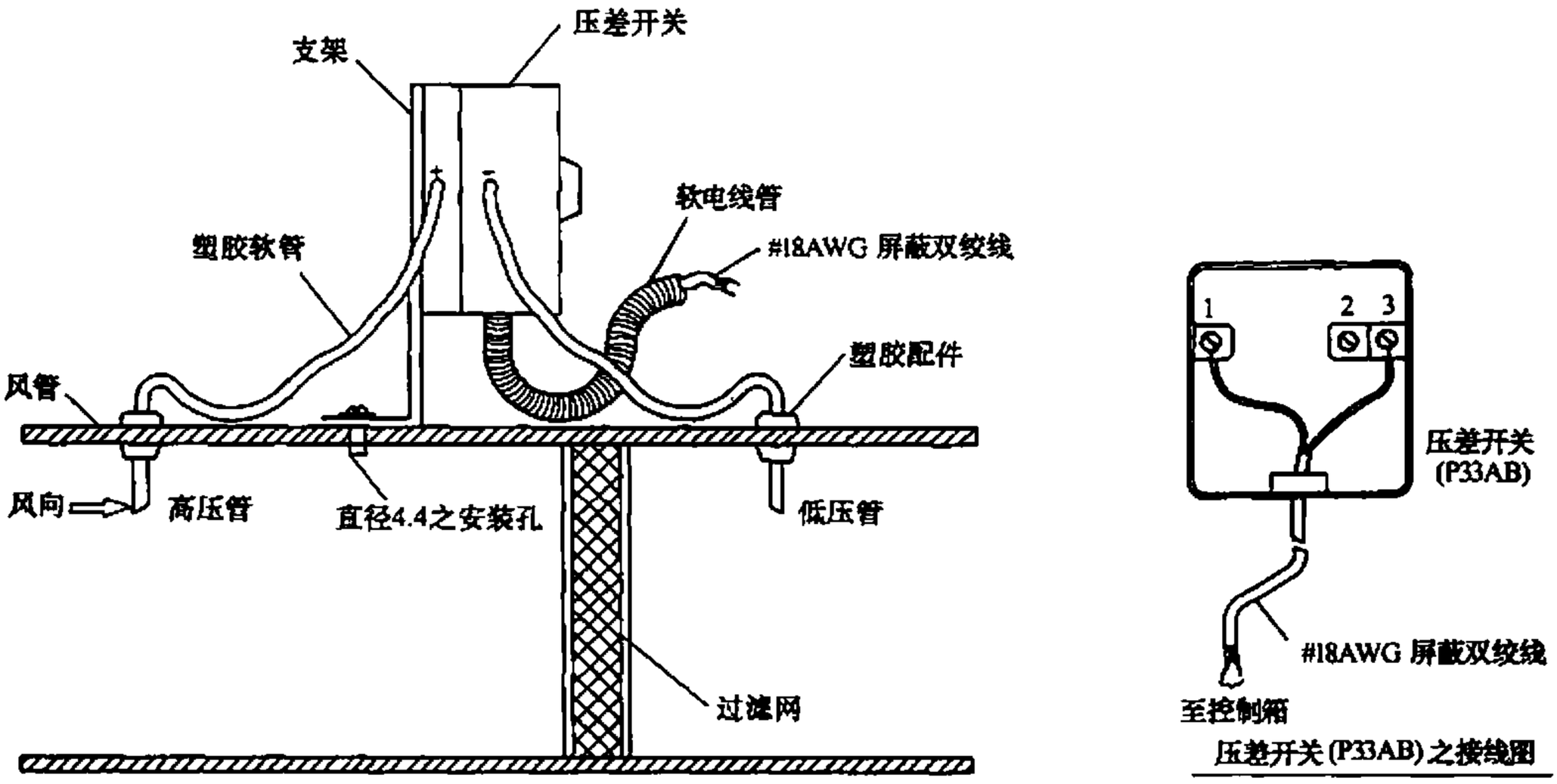


图 10-27　压差开关安装图

(5) 空气压差开关内的薄膜应处于垂直平面位置。

5. 水流开关的安装（图 10-28）

(1) 水流开关上标识的箭头方向应与水流方向一致；

(2) 水流开关应安装在水平管段上，不应安装在垂直管段上。

6. 水管流量传感器的安装（图 10-29）

(1) 水管流量传感器的取样段大于管道口径的 1/2 时，可安装在管道顶部；如取样段小于管道口径的 1/2 时，应安装在管道的侧面或底部。

(2) 水管流量传感器的安装位置应选在水流流束稳定的地方，不宜选在阀门等阻力部件的附近和水流束呈死角处以及振动较大的地方。

(3) 水管流量传感器应安装在直管段上，距弯头距离应不小于 6 倍的管道内径。

(4) 电磁流量计（图 10-30）：

①电磁流量计应安装在避免有较强的交直流磁场或有剧烈振动的场所。

②流量计、被测介质及工艺管道三者之间应该连成等电位，并应接地。

③电磁流量计应设置在流量调节阀的上游。流量计的上游应有直管段，长度 L 为 $10D$（D—管径）；下游段应有 4～5 倍管径的直管段。

④在垂直的工艺管道安装时，液体流向自下而上，以保证导管内充满被测液体或不致产生气泡，水平安装时必须使电极处在水平方向，以保证测量精度。

(5) 涡轮式流量传感器：

①涡轮式流量传感器安装时要水平，流体的流动方向必须与传感器壳体上所示的流向标志一致。

如果没有标志，可按下列方向判断流向：

a) 流体的进口端导流器比较尖，中间有圆孔；

b) 流体的出口端导流器不尖，中间没有圆孔。

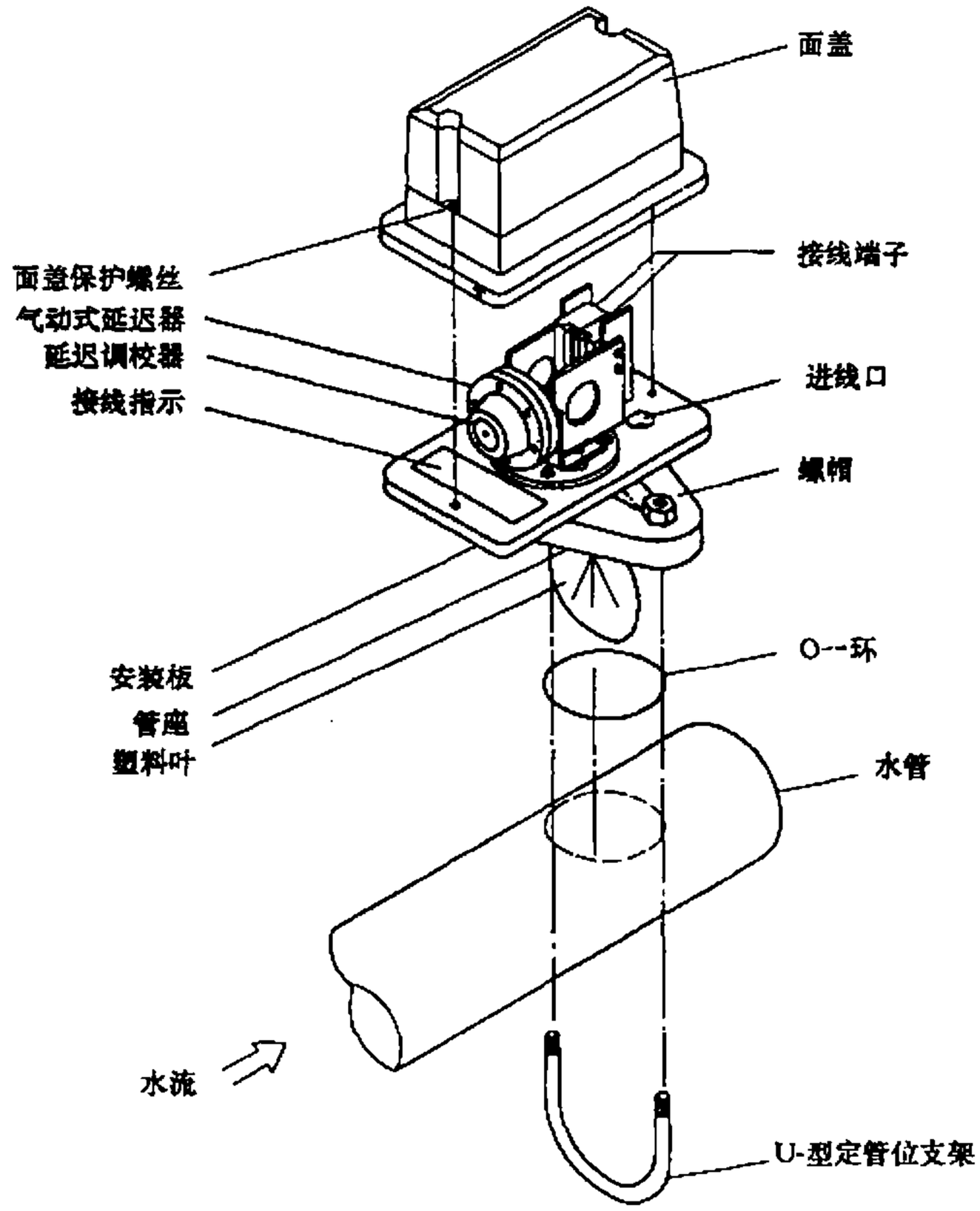


图 10-28　水流开关安装图样

②当可能产生逆流时，流量变送器后面装设止逆阀，流量变送器应装在测压点上游，并距测压点 3.5～5.5 倍管径的位置。测温应设置在下游侧，距流量传感器 6～8 倍管径的位置。

③流量传感器需要装在一定长度的直管上，以确保管道内流速平稳。流量传感器上游应留有 10 倍管径的直管，下游有 5 倍管径长度的直管。若传感器前后的管道中安装有阀门，管道缩径、弯管等影响流量平稳的设备，则直管段的长度还需相应增加。

流量传感器信号的传输线宜采用屏蔽和带有绝缘护套的电缆。

7. 电量传感器的安装

（1）按设计和产品说明书的要求，检查各种电量传感器的输入与输出信号是否相符。

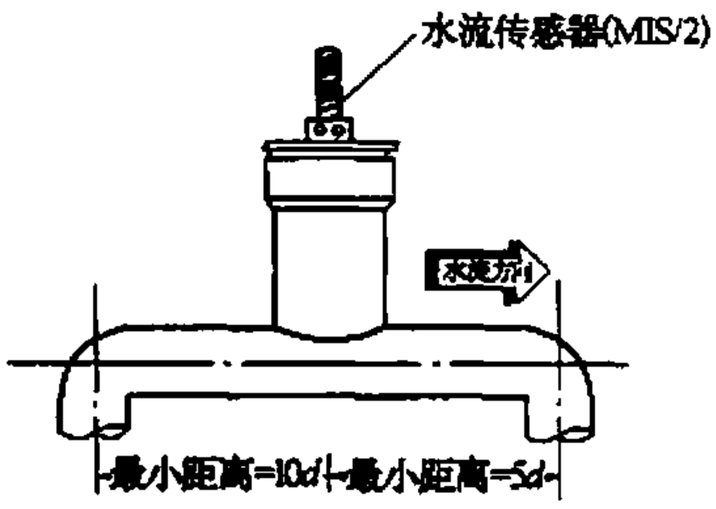
（2）检查电量传感器的接线是否符合设计和产品说明书的接线要求。

（3）严防电压传感器输入端短路和电流传感器输入端开路。

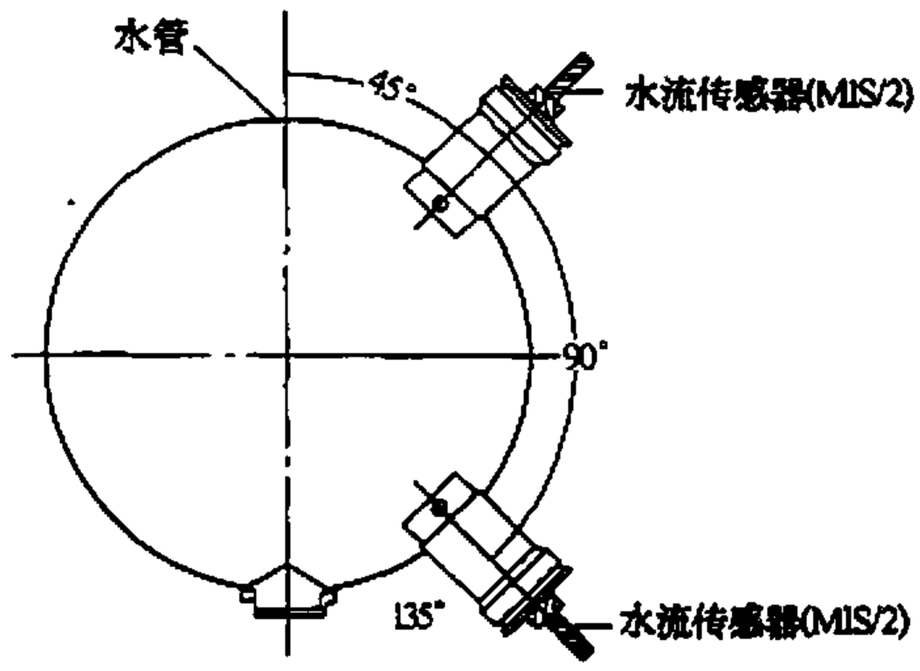
（4）电量传感器裸导体相互之间或者与其他裸导体之间的距离不应小于 4mm；当无法满足时，相互间必须绝缘。

8. 空气质量传感器

（1）空气质量传感器应安装在回风通道内。



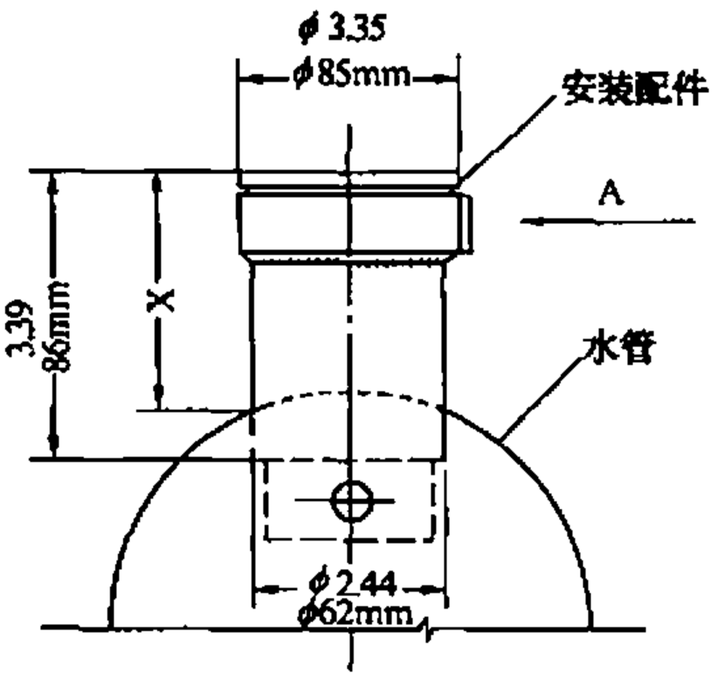
水流传感器(MIS/2)安装图 1



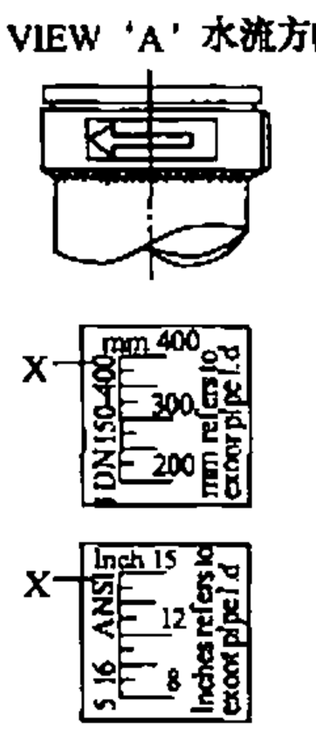
水流传感器(MIS/2)安装图 2

注意事项:

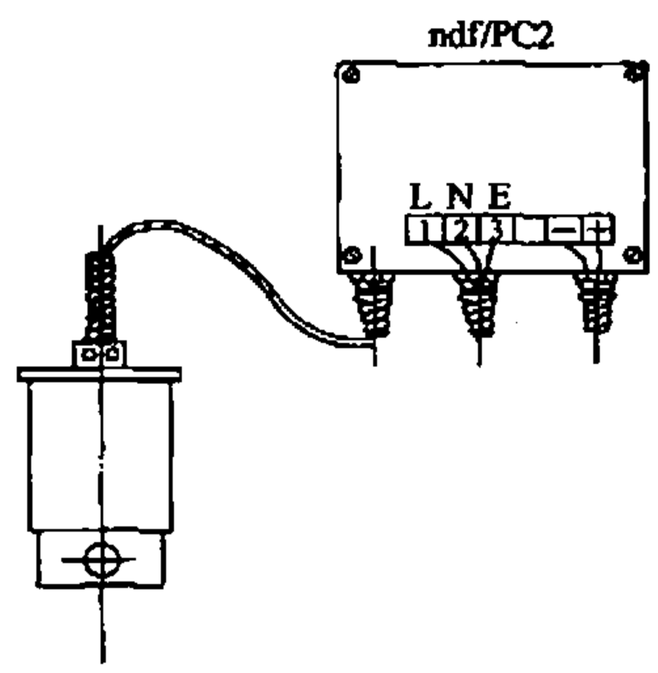
1. 传感器可以垂直安装或水平安装;
2. 安装图1为传感器安装位置，在直管上与转角之间的最少距离;
3. 安装图2为传感器，以水平安装时之角度，应当45°至135°之间，最佳之角度为90°;
4. 除MIS/2外，其他配件由他方提供



水流传感器(MIS/2)安装配件尺寸图



对应水管直径



水流传感器(MIS/2)接线图 2

图 10-29　水流传感器安装接线图

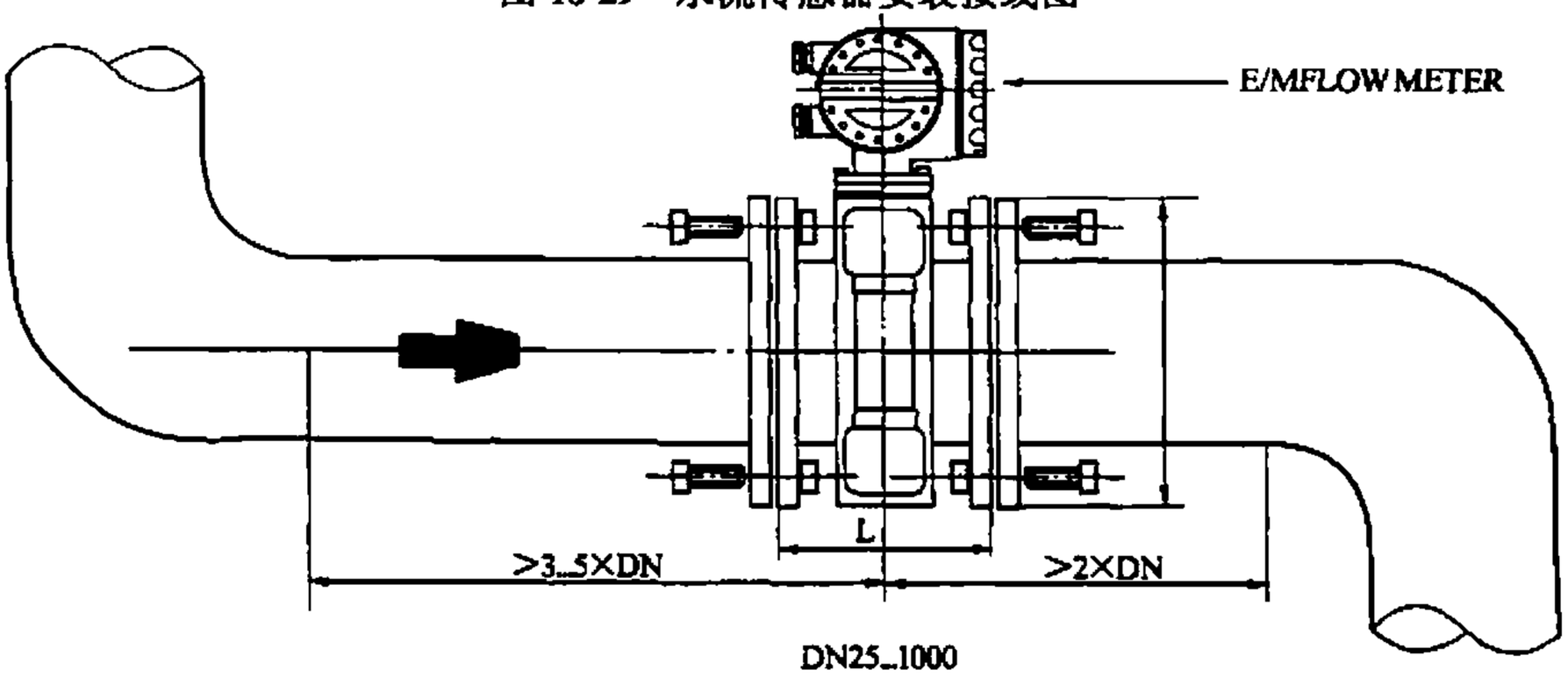


图 10-30　电磁流量器安装图

（2）空气质量传感器应安装在风管的直管段。如不能安装在直管段，则应避开风管内通风死角的位置。

（3）探测气体比重轻的空气质量传感器应安装在风管或房间的上部。探测气体比重重的空气质量传感器应安装在风管或房间的下部。

9. 风机盘管温控设备安装

（1）温控开关与其他开关并列安装时，距地面高度应一致，高度允许偏差为 ± 1mm；与其他开关安装于同一室内时，高度允许偏差为 ± 5mm。温控开关外形尺寸与其他开关不一样时，以底边高度为准。

（2）电动阀阀体上箭头的指向应与水流方向一致。

（3）风机盘管电动阀应安装于风机盘管的回水管上。

（4）四管制风机盘管的冷热水管电动阀共用线应为零线。

10. 风速传感器

空气速度传感器应安装在风管的直管段。如不能安装在直管段，则应避开风管内通风死角的位置。

11. 控制屏、显示屏设备安装

（1）机房控制显示屏安装应在中央控制室的土建和装饰工程完工后安装。

（2）控制显示屏各构件间应连接紧密，牢固。安装用的坚固件应有防锈层。

（3）控制显示屏在安装前应作检查，并应符合下列规定：

①显示屏外形完整，内外表面漆层完好；

②显示屏外形尺寸、型号及规格符合设计规定。

（4）控制显示屏的安装应符合下列规定：

①应垂直、平正、牢固；

②垂直度允许偏差为每米 ± 1.5mm；

③水平方向的倾斜度允许偏差为每米 ± 1mm；

④相邻显示屏顶部高度允许偏差为 ± 2mm；

⑤相邻显示屏镶接处平面度允许偏差为 ± 1mm；

⑥相邻显示屏镶接处的间隙，不大于 ± 0.5mm。

四、输出设备的安装

1. 风阀控制器安装

（1）风阀控制器上的开闭箭头的指向应与风门开闭方向一致。

（2）风阀控制器与风阀门轴的连接应固定牢固。

（3）风阀的机械机构开闭应灵活，无松动或卡塞现象。

（4）风阀控制器安装后，风阀控制器的开闭指示位应与风阀实际状况一致。风阀控制器宜面向便于观察的位置。

（5）风阀控制器应与风阀门轴垂直安装，垂直角度不小于 85°。

（6）风阀控制器安装前应按安装使用说明书的规定检查线圈。阀体间的绝缘电阻、供电电压、控制输入等应符合设计和产品说明书的要求。

（7）风阀控制器在安装前宜进行模拟动作。

（8）风阀控制器的输出力矩必须与风阀所需的力距相匹配并符合设计要求。

（9）当风阀控制器不能直接与风门挡板轴相连接时，则可通过附件与挡板轴相连。其附件装置必须保证风阀控制器旋转角度的调整范围。

2. 电动调节阀的安装（图 10-31）

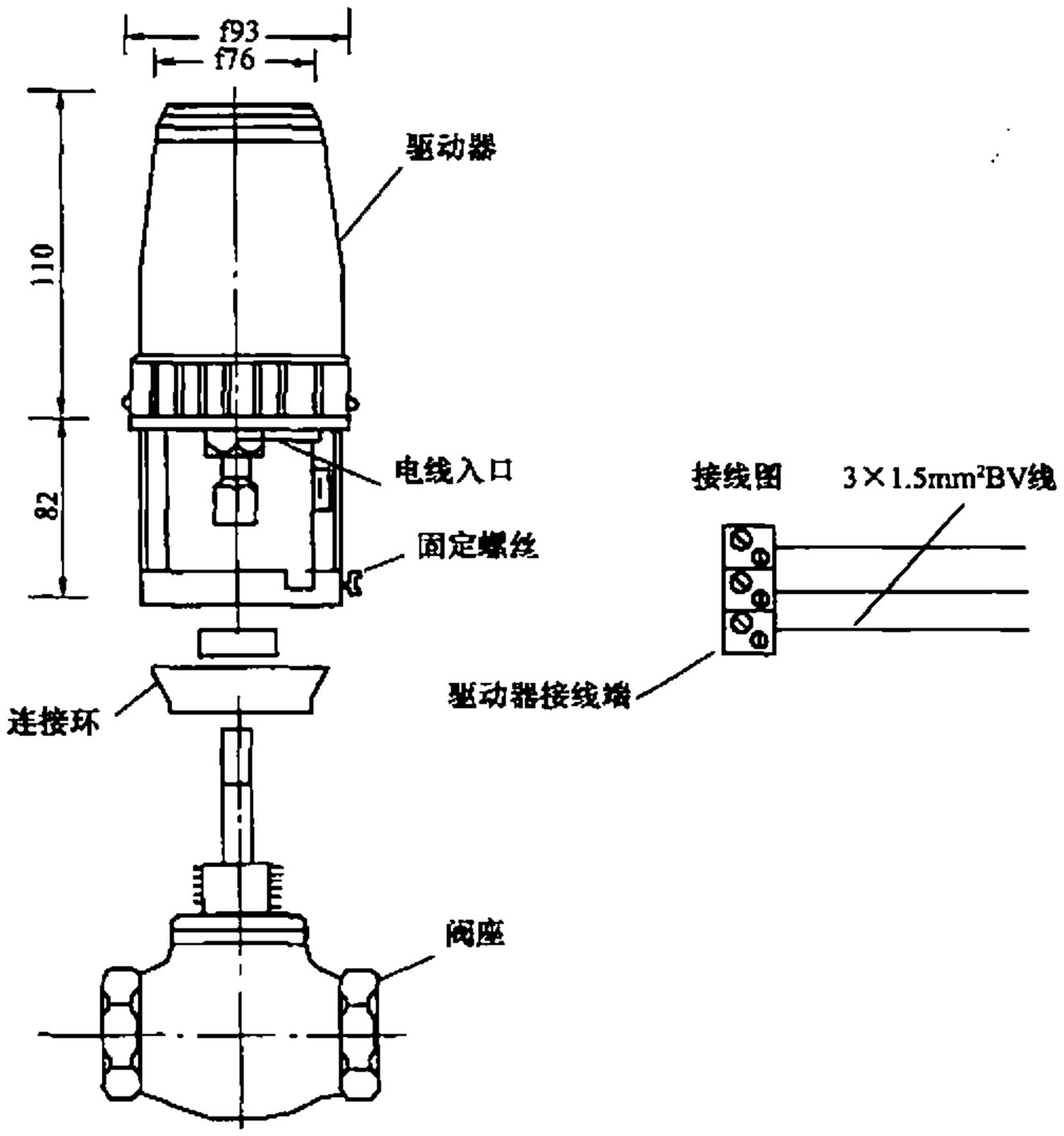


图 10-31　电动调节阀的安装方法

（1）电动阀阀体上箭头的指向应与水流方向一致。

（2）与空气处理机、新风机等设备相连的电动阀一般应装有旁通管路。

（3）电动阀的口径与管道通径不一致时，应采用渐缩管件，同时电动阀口径一般不应低于管道口径两个档次，并应经计算确定满足设计要求。

（4）电动阀执行机构应固定牢固。阀门整体应处于便于操作的位置。手动操作机构面向外操作。

（5）电动阀应垂直安装于水平管道上，尤其对大口径电动阀不能有倾斜。

（6）有阀位指示装置的电动阀，阀位指示装置应面向便于观察的位置。

（7）安装于室外的电动阀应有适当的防晒、防雨措施。

（8）电动阀在安装前宜进行模拟动作和试压试验。

（9）电动阀一般安装在回水管上。

（10）电动阀在管道冲洗前，应完全打开，清除污物。

（11）检查电动阀门的驱动器，其行程、压力和最大关闭力（关阀的压力）必须满足设计和产品说明书的要求。

（12）检查电动调节阀的、型号、材质必须符合设计要求。其阀体强度、阀芯泄漏试

验必须满足产品说明书有关规定。

（13）电动调节阀安装时，应避免给调节阀带来附加压力。当调节阀安装在管道较长的地方时，其阀体部分应安装支架和采取避振措施。

（14）检查电动调节阀的输入电压、输出信号和接线方式，应符合产品说明书和设计的要求。

3. 电磁阀的安装

（1）电磁阀阀体上箭头的指向应与水流方向一致；

（2）与空气处理机和新风机等设备相连的电磁阀旁一般应装有旁通管路；

（3）电磁阀的口径与管道通径不一致时，应采用渐缩管件，同时电磁阀口径一般不应低于管道口径两个档次，并应经计算确定满足设计要求；

（4）执行机构应固定牢固，操作手柄应处于便于操作的位置；

（5）执行机构的机械传动应灵活，无松动或卡涩现象；

（6）有阀位指示装置的电动阀，阀位指示装置应面向便于观察的位置；

（7）电磁阀安装前应按安装使用说明书的规定检查线圈与阀体间的绝缘电阻；

（8）如条件许可，电磁阀在安装前宜进行模拟动作和试压试验；

（9）电磁阀一般安装在回水管口；

（10）电磁阀在管道冲洗前，应完全打开。

第五节　BAS 工程的调试

一、一　般　规　定

（1）BAS 调试工作应由熟悉建筑设备与 BA 系统设备的调试专业队伍来进行，现场操作人员应经本专业培训、熟悉施工，考核合格后并在专业工程师指导下才允许操作。

（2）应根据本工程 BAS 设计和本规范的要求编制的工程的调试大纲，并经审查确认后组织实施。调试大纲应包括调试程序、测试项目、方法、测试用的仪表仪器和相关的技术标准等。

（3）本系统与其他子系统的通讯测试及联动监控等，除了本系统调试大纲有规定外，一般不属本规范范围内。其系统调试与验收按《建筑智能化系统验收标准》（DB31/219.3）第三部分“建筑设备自动化系统验收”的规定执行。

（4）受控设备在手动操作状态下其设备应运行正常。

二、调试前的准备

（1）图纸的检查：调试前必须提供下列图纸和资料作为 BAS 调试的依据。

①BAS 系统图、监控点表、各子系统原理、接线图（端子图）、施工设计图；

②BAS 设备的产品使用说明、技术资料、安装调试要领书、工艺控制流程图等；

③按一般规定之第②款规定的调试大纲；

④本工程合同规定的其他图纸和技术要求。

（2）基本软件编程、组态、系统各单元的逻辑与地址的设定已基本完成，包括图形制

作、网络各结点的名称、地址与代号等。

(3) 负责调试工程师必须熟悉本工程的全部图纸、资料及相关系统的工艺，并向参加调试人员进行技术交底。调试人员在负责调试工程师的指导和组织下按本规范和调试大纲要求完成本工程的调试工作。

(4) 设备外观和安装状况的检查：

1) 按图纸和供应商提供产品说明书，核对 BAS 设备（包括现场的传感器、变送器、阀门、执行机构、控制盘等）型号、规格、数量、产地等主要技术数据、设备主要部分的尺寸、安装位置、设备外表有无变形和缺陷等。

2) 印刷电路板质量检查——有无变形，接插件是否灵活，接触可靠，焊点均应光滑发亮，不能有腐蚀现象，无剥落和老化现象，不允许用外接线。

3) 设备柜内外配线检查——应无缺损、断线、配线标记是否完善。

4) 设备的各种接地应符合图纸和本规定的要求，连接牢固、接触良好。

5) 设备内外接线应紧密，无松动现象，无裸露导电部分。

6) 设备外部联线的检查——

①BAS 的设备、各类传感器、阀门、执行机构、控制盘、通讯接口设备必须全部按图纸和本规定的相关要求在现场安装就位，并着重作如下检查：

A. 对传感器安装检查：

a. 温、湿度传感器不要安装在阳光直射的地方，远离有较强振动、电磁干扰的区域；

b. 风管、水管中的传感器要安装在直管段管中；

c. 压力传感器应安装在温、湿度传感器的上游侧；

d. 安装压差开关时，宜将薄膜位于垂直与水平的位置；

e. 水流开关要安装在水平管线上；

f. 电磁流量计要安装在流量调节阀的上游，流量计前直管段长度不小于 $L=10D$（D 为管径），下游管段应有 $L=4\sim5D$ 的直管段；

g. 电量变速器接线时，严防其电压输入端短路和电流输入端断路。

B. 对执行器安装检查：

a. 电磁阀安装前最好进行模拟动作和试压试验，一般安装在回水管，在管道清洗前需完全打开；

b. 电动阀要垂直安装在水平管道上，其余要求同电磁阀；

c. 电动风门驱动器应与风门轴垂直安装，垂直角度不小于 85°，在安装前宜进行模拟动作。

C. 对 DDC 和系统智能管理中心设备安装检查：

a. 核对 DDC 和智能管理中心设备的规格和型号；

b. 重点检查 I/O 接口单元、通讯单元的连接线是否正确。

②BAS 的系统设备与外围设备及其他系统的外部联线，应与施工图、系统接线图、监控点表相符。如有改动，应在竣工图上按实际改正，并附有变更资料和依据。

③外部联线核对时，应将连接线从端子上拆下，使用校线器或万用表，确保外部联线、线路端子编号、选用电缆线的型号规格按图纸要求一一对应，并核对电控柜中与 BA 相关的二次回路电气图，严防强电电源串入 BAS 设备。

④按图纸、监控点表、接口界面的要求检查 DI 点逻辑值、DO 点动作值输出信号范围、AI 点量程范围、AO 点动作值或者输出信号范围、通讯接口的数据格式及通讯协议等是否符合图纸和各子系统之间相互约定的技术要求。

（5）调试环境条件的检查。

本系统的调试环境、工业卫生要求（温度、湿度、防静电、电磁干扰等）应符合设备使用说明书规定，如无规定，要满足如下条件：

主控设备宜设置在防静电的场所内，现场控制设备和线路敷设应避开电磁干扰源与干扰源线路垂直交叉或采取抗干扰措施；

环境温度：0～40℃；

环境湿度：10%～85%相对湿度，并无结露现象。

（6）电源检查：系统供电电源和接地的检查，按本章第三节之五中相应的规定执行。

三、系统设备与受控设备的单体调试

（一）DDC 单体设备的点对点调试

（1）按前述的第（4）款的要求进行检查。

（2）确认 DDC、I/O 板、监控点元件（阀门、传感器、执行机构等）的硬件、接线的位置与该软件的软件地址名称、型号、状态图形、平面图形位置、端接点方式和标记完全一致。检查主机或局域网之间的各设备之间通讯是否正常。

（3）使用笔记本电脑或现场检测器，在 DDC 与现场被监控设备之间以手动控制方式，按本系统监控点设计要求，对数字量输入、输出和模拟量输入、输出进行测试，并将测试数据记录在附表。

1）数字量输入测试：

①信号电平的检查：

a. 干接点输入——按设备说明书和设计要求确认其逻辑值。

b. 脉冲或累加信号——按设备说明书和设计要求确认其发生脉冲数与接收脉冲数一致，并符合设备说明书规定的最小频率、最小峰值电压、最小脉冲宽度、最大频率、最大峰值电压、最大脉冲宽度。

c. 电压或电流信号（有源与无源）——按设备说明书和设计的要求进行确认。

②动作试验：按上述不同信号的要求，用程序方式或手动方式对全部测点进行测试，并将测点之值填表。

③特殊功能检查：按本工程规定的功能进行检查，如用于安保系统的数字量信号输入，正常、报警、线路开路、线路短路的检测等。

2）数字量输出测试：

①信号电平的检查：

a. 继电器开关量的输出 ON/OFF，按设备说明书和设计要求确认其输出的电压、电流范围和允许工作容量。

b. 输出电压或电流开关特性检查，其电压或电流输出，必须符合设备使用书和设计要求。

②动作试验：用程序方式或手动方式测试全部数字量输出，并记录其测试数值和观察

受控设备的电气控制开关工作状态是否正常。如果受控设备受电试运行正常，则可以在受控设备正常受电情况下观察其受控设备运行是否正常。

③特殊功能检查：按本工程规定的功能进行检查，如按设计要求进行三态（快、慢、停）和间歇控制（1s、5s、10s）等检查。

3）模拟量输入测试：

①输入信号的检查：按设备说明书和设计要求确认其有源或无源的模拟量输入的类型、量程（容量）设定值（设计值）是否符合。通常的传感器可按如下顺序进行检查和测试：

A. 温度、湿度、压力、压差传感器的检查与测试：

a. 按产品说明的要求确认设备的电源电压、频率、温度、湿度的数值是否与实际相符；

b. 按产品说明书的要求确认传感器的内外部连接线是否正确；

c. 根据现场实际情况，按产品说明书的输入量程范围，接入模拟输入信号后在传感器端或DDC侧检查其输出信号，并经计算确认是否与实际值相符。

B. 电量传感器的电压、电流、频率、功率因数的检查与测试：

a. 按上述A中a项进行检查；

b. 按产品说明书的要求确认传感器的内外部连接线正确，严防电压型传感器的电压输入端短路和电流型传感器的输入端开路；

c. 根据现场实际情况，按产品说明书的输入量程范围内分别在传感器的输出端或DDC侧检查其输出信号，并经计算确认是否与实际值相符。

C. 电磁流量传感器的检查与测试：

a. 按上述A中a项进行检查。

b. 按产品说明书的要求，确认其内外部连接线正确。

c. 静态调整。将流量传感器安装于现场后（探头部分必须完全浸没于静止的水中），在DDC侧测试其输出信号。如此信号值与零偏差较大，则按产品和系统要求进行自动校零。

d. 动态检查：模拟管道中的介质流量，然后在DDC侧测试其传感器的输出信号，经计算确认其是否与实际相符。

②运行试验：用程序方式或手控方式对全部的AI测试点逐点进行扫描测试，并记录各测点的数值，确认其值是否与实际情况一致，将该值列表填入。

③模拟量输入精度测试：使用程序和手动方式测试其每一测试点在其量程范围内读取三个测点，全量程的10%、50%、90%，其测试精度要达到该设备使用说明书规定的要求。

④特殊功能检查：按设计要求进行检查。

4）模拟量输出测试：

①按设备使用说明书和设计要求确定其模拟量输出的类型、量程（容量）与设定值（设计值）是否符合。常用的各种驱动器可按如下顺序进行检查与测试。

各种风门、电动阀门驱动器的检查与测试：

a. 按产品说明书的要求确认该设备的电源、电压、频率、温度、湿度是否与实际相

符。

b. 确认各种驱动器的内外部连接线是否正确。

c. 手动检查。首先将驱动器切换至手动档，然后转动手动摇柄，检查驱动器的行程是否在0%～100%范围内。

d. 在确认手动检查正确后，在现场按产品说明书要求，模拟其输入信号或者从DDC输出AO信号，确认其驱动器在全程动作正常。

②动作试验：用程序或手控方式对全部的AO测试点逐点进行扫描测试，记录各测点的数值，并将该值填入附表，同时观察受控设备的工作状态和运行是否正常。

③模拟量输出精度的测试：按模拟量输入测试中第③项规定进行。

④特殊功能检查：按本工程规定的功能进行检查，如保持输出功能，事故安全功能等。

5）本工程全部DO、DI、AO、AI点应根据监控点表或调试方案规定的监控点数量和要求，按本规定的上述要求进行。

（4）DDC功能测试：

按产品设备说明书和本工程设计要求进行测试，通常应进行如下功能测试。

1）运行可靠性测试：

检测受控设备设定的监控程序，测试其受控设备的运行记录和状态。

①关闭中央监控主机、数据网关（包括主机至DDC之间的通讯设备），确认系统全部DDC及受控设备运行正常，重新开机后抽检部分DDC设备中受控设备的运行记录和状态，同时确认系统框图及其他图形均能自动恢复。

②关闭DDC电源后，确认DDC及受控设备运行正常，重新受电后确认DDC能自动检测受控设备的运行记录和状态并予以恢复。

③DDC抗干扰模拟测试：将一台干扰源设备（宜用冲击电钻）接于DDC同一电源，干扰设备开机运行后，观察DDC设备及其受设备运行参数和状态运行是否正常。

2）DDC软件主要功能及其实时性测试：

按产品说明书和调试大纲的要求进行测试。

①DDC点对点控制：在DDC侧用笔记本电脑（现场检测器），或者在中央控制机侧手控一台被控设备，测定其被控设备运行状态返回信号的响应时间应满足系统的设计要求。

②在现场模拟一个报警信号，测定在CRT图面和触发蜂鸣器发出报警信号的时间必须满足系统设计要求。

③在中央控制机的画面开启一台空调机，测定电动阀门的开度从0～100%的时间。

（二）空调系统单体设备的调试

1. 新风机（二管制）单体设备调试

（1）检查新风机控制柜的全部电气元器件有无损坏，内部与外部接线正确无误，严防强电电源串入DDC，如需24VAC应确认接线正确，无短路故障。

（2）按监控点表要求，检查安装在新风机上的温、湿度传感器、电动阀、风阀、压差开关等设备的位置和接线是否正确。

（3）确认新风机在非BAS受控状态下已运行正常。

（4）确认DDC控制器安装位置正确。

(5) 确认DDC送电并接通主电源开关，观察DDC控制器和各元件状态是否正常。

(6) 用笔记本电脑或手提检测器按附表记录所有模拟量输出点送风温度和风压的量值，并核对其数值是否正确。记录所有开关量输入点（风压开关、防冻开关和压差开关等）工作状态是否正常。强置所有开关量输出点开与关，确认相关的风机、风门、阀门等工作是否正常，所有模拟量输出点输出信号，确认相关的电动阀（冷热水调节阀）的工作是否正常，与位置调节是否跟随变化。

(7) 启动新风机，新风阀门应联锁打开，送风温度调节控制应投入运行。

(8) 模拟送风温度大于送风温度设定值（一般为高3℃左右），热水调节阀应逐渐减少开度直至全部关闭（冬天工况），或者冷水阀逐渐加大开度直至全部打开（夏天工况）。模拟送风温度小于送风温度设定值（一般为低3℃左右），确认其冷热水阀运行工况与上述完全相反。

(9) 需进行湿度调节，则模拟送风湿度小于送风湿度设定值。加湿器应按预定要求投入工作，并且到使送风湿度趋于设定值。

(10) 如新风机是变频调速或高、中、低三速控制时，应模拟变化风压测量值或其他工艺要求，确认风机转速能相应改变或切换到测量值。稳定在设计值时，风机转速应稳定在某一点上，并按设计和产品说明书的要求记录30%、50%、90%风机速度时相对应高、中、低三速相对应的风压或风量。

(11) 当新风机停止运转时，应确认新风门、冷、热水调节、加温器等应回到全关闭位置。

(12) 确认按设计图纸、产品供应商的技术资料、软件功能和调试大纲的规定的其他功能和联锁、联动的要求。

(13) 单机调试完成时，应按工艺和设计要求在系统中设定其送风温度、湿度和风压的初始状态。

(14) 对于四管制新风机，可参照上述规定进行，但冷热水管的电动阀门的调节按设计工艺、调试大纲和产品供应商技术要求进行确认。

2. 空气处理机（二管制）单体设备调试

(1) 按上述之三第2款第1项中（1）~（6）的要求完成测试检查与确认。

(2) 启动空调机时，新风风门、回风风门、排风风门等应联锁打开，各种调节控制应投入。

(3) 按上述之三第2款第1项中的要求完成测试、检查与确认。

(4) 空气处理机停止运转，空气处理机的新风风门、排风风门、回风风门、冷热水调节阀、加湿器等应回到全关闭位置。

(5) 确认按设计图纸、产品供应商的技术资料、软件和调试大纲规定的其他功能和联锁、联动程序控制的要求。

(6) 变风量空调机应按控制功能变频或分档变速的要求，确认空气处理机的风量、风压及其风机的速度作相应的变化。当风压或风量稳定在设计值时，则风机速度应稳定在某一点上，并按设计和产品说明书要求记录30%、50%、90%风机速度时相对应的风压或风量（变频、调速）。分档变速时测量其相应的风压与风量。

(7) 按上述之三第2款第1项中的要求，完成测试检查和确认。

（8）如果需要，应模拟控制新风风门、排风风门、回风风门的开度，以满足空调工艺所提出的要求。

3. 送排风机单体设备调试

（1）按上述之三第 2 款第 1 项中的要求完成测试检查与确认；

（2）检查所有送排风机和相关的设备，按系统设计要求确认其联锁、启/停控制是否正常；

（3）按通风工艺要求用软件对各送排风机的风量进行组态，确认设置参数是否正常，以确保风机能正常运行；

（4）为了维持室内相对于室外有正压 20Pa 的通风要求（按设计要求），先进行变风量送风机的风压控制调试，然后使其室内有一定的正压，进行变速排风机的调试。

4. 空调冷热源设备调试

（1）按上述之三第 2 款第 1 项中的要求完成测试检查与确认。

（2）按设计和产品技术说明书规定在确认主机、冷热水泵、冷却水泵、冷却塔、风机、电动蝶阀等相关设备单独运行正常情况下，在 DDC 侧或主机侧检测该设备的全部 AO、AI、DO、DI 点，确认其满足设计和监控点表的要求。启动自动控制方式，确认系统各设备按设计和工艺要求顺序投入运行和关闭自动退出运行的两种方式。

（3）增加或减少空调机运行台数，调整冷热负荷，确认能启动或停止冷热机组的台数，以满足负荷需要。

（4）模拟一台设备故障停运，以致整个机组停运及检验系统是否自动启动一个预定的机组投入运行。

（5）按设计和产品技术说明规定，模拟冷却水温度的变化确认冷却水温度旁通控制和冷却塔高，低速控制的功能，并检查旁通阀动作方向是否正确。

5. VAV 末端单体调试

（1）VAV 末端单体检测项目和要求应按设计和产品供应商说明书要求进行。

（2）VAV 末端通常应进行如下检查与测试：

①按设计图纸要求检查 VAV 末端、VAV 控制器、传感器、阀门、风门等设备安装就位和 VAV 控制器电源、风门和阀门的电源的正确；

②按设计图纸检查 VAV 控制器与 VAV 末端装置、上位机之间的接线（包括各种传感器、阀门、风门等）；

③用 VAV 控制器软件检查传感器、执行器工作是否正常；

④用 VAV 控制器软件检查风机运行是否正常；

⑤测定并记录 VAV 末端一次风最大流量、最小流量及二次风流量是否满足设计要求；

⑥确认 VAV 控制器与上位机通讯正常。

6. 风机盘管单体调试

（1）检查电动阀门和温度控制器安装和接线是否正确；

（2）确认风机和管路已处于正常运行状态；

（3）设置风机高、中、低三速和电动开关阀的状态，观察风机和阀门工作是否正常；

（4）改变温度控制器的温度设定，确认风机盘管的电动阀应有相应的变化；

（5）如风机盘管控制器与 DDC 相连，则应检查主机对全部风机盘管的控制和监测功

能（包括设定值修改、温度控制调节和运行参数）。

（三）给排水系统单体设备的调试

（1）检查各类水泵的电气控制柜，按设计图纸和监控点的要求确认其与 DDC 之间的接线正确，严防强电串人 DDC；

（2）按监控点表的要求检查装于各类水箱、水池的水位传感器、水位开关、温度传感器、水量传感器等设备的位置和接线应符合本规范和设计图纸的要求；

（3）确认各类水泵等受控设备，在手动控制状态下，其设备运行正常；

（4）在 DDC 侧主机或中央控制机侧，按本规定的要求检测该设备 AO、AI、DO、DI 点，确认其满足设计、监控点和联动连锁的要求。

（四）变配电照明系统单体设备调试

1. 接线检查

（1）设计图纸中高低压开关的状态、报警和变送器接线要求，检查其开关状态、报警信号及各变送器输人端与强电柜 PT.CT 接线是否正确和量程是否匹配（包括输人阻抗、电压、电流的量程范围）。检查变送器输出端与 DDC 接线是否正确和量程是否匹配。

（2）强电柜与 DDC 通讯方式检查：

按设计图纸和通讯接口的要求，确认接线是否正确和数据通讯协议、格式、传输方式、速率是否符合设计要求。

2. 系统监控点的测试

（1）根据设计图纸和系统监控点表的要求，按上述之三第 1 款规定的方式逐点进行测试。

（2）模拟量输人信号的精度测试：

在变送器输出端测量其输出信号的数值，通过计算与主机 CRT 上显示数值进行比较，其误差应满足设计和产品的技术要求。

（3）在确认受 BAS 控制的照明配电箱设备运行正常情况下，启动顺序、时间或照度控制程序，按照明系统设计和监控要求，按顺序、时间程序或分区方式进行测试。

3. 电量计费测试

按系统设计的要求，启动电量计费测试程序，检查其输出打印报告的数据，用计算方法或用常规电度计量仪表进行比较，其测试数据应满足设计和计量要求。

4. 柴油发电机运行工况的测试

（1）确认柴油发电机组及其相应配电柜运行正常；

（2）确认柴油发电机输出配电柜处于断开状态，严禁其输出电压接人正常的供配电回路；

（3）模拟启动柴油发电机组起动控制程序，按设计和监控点表的要求确认相应开关设备动作和运行工况是否正常。

（五）电梯系统运行状态的监测

（1）按设计和监控点表要求检查 DDC 与电梯控制柜及装于电梯内的读卡机之间的连接线或通讯线连接正确。确认其相互之间的通讯接口、数据传输、格式、传输速率等满足设计要求。

（2）在 DDC 侧或主机侧按本规定的要求，检测电梯设备的全部监测点，确认其满足

设计、监控点表和联动联锁的要求。

四、基本应用软件设定与确认

1. 确认 BAS 系统图与实际运行设备一致

（1）按系统设计要求确认 BAS 中主机、DDC、网络控制器、网关等设备运行动态图和故障报警状态显示等是否正常。

（2）按监控点表的要求确认 BAS 各子系统设备的传感器、阀门、执行器等运行状态、报警、控制方式等。

2. 确认 BAS 受控设备的平面图

（1）确认 BAS 受控设备的平面位置与实际位置一致。

（2）激活 BAS 受控设备的平面位置后，确认其监控点的状态、功能与监控点表的功能一致。

（3）确认在 CRT 主机侧对现场设备进行手动控制操作。

五、系　统　调　试

1. 系统的接线检查

按系统设计图纸要求，检查主机与网络器、网关设备、DDC、系统外部设备（包括电源 UPS、打印设备）、通讯接口（包括与其他子系统）之间的连接、传输线型号规格是否正确。通讯接口的通讯协议、数据传输格式、速率等是否符合设计要求。

2. 系统通讯检查

主机及其相应设备通电后，启动程序检查主机与本系统其他设备通讯是否正常，确认系统内设备无故障。

3. 系统监控性能的测试

（1）在主机侧按监控点表和调试大纲的要求，对本系统的 DO、DI、AO、AI 进行抽样测试。其抽样要求按《建筑智能化系统验收标准》的有关规定进行。

（2）有热备份的系统，则应在其中一机处于人为故障状态下，确认其备份系统运行正常，并检查运行参数不变，确认现场运行参数不丢失。

（3）按规范三第 2、3、4 款规定的要求在主机侧对上述单机设备进行抽样测试，其抽样要求按《建筑智能化系统验收标准》的有关规定进行。

（4）系统联动功能的测试：

①本系统与其他子系统采取硬连接方式联动，则按设计要求全部或分类对各监控点进行测试，并确认其功能满足设计要求；

②本系统与其他子系统采取通讯方式连接，则按系统集成的要求进行测试。

（5）系统功能测试：

按《建筑智能化系统验收标准》和本工程的调试大纲进行。

4. 调试方法汇总

下面归纳汇总系统中各主要组成部分的调试方法和调试标准，如表 10-9 所示。特别需要说明的是：建筑设备监控系统是一整套集散式控制系统，因此在实施过程中，特别是在调试的过程中必须根据所选用系统的系统安装及调试说明书，根据其具体要求，逐步完

成所有的调试工作。

调试方法汇总　　表 10-9

设备与功能	调试方法	调试标准
控制器上电		
步骤 1	隔离就地设备供电	—
步骤 2	隔离控制器 CPU 供电	—
步骤 3	隔离所有控制器 I/O 模块供电以确保没有内部电路连接	—
步骤 4	检查变压器次级与所有控制器输入输出端的接地情况	—
步骤 5	如果发现有短路情况，确定短路位置	—
步骤 6	重新确定现场连接正确	—
步骤 7	检查变压器次级和系统接地的正确性	—
步骤 8	控制器通电，并至少等待 5s	—
现场设备供电		
步骤 1	关闭所有控制器 I/O 模块上的供电	—
步骤 2	接通隔离变压器电源，等待 5s	—
步骤 3	检查就地设备交流或直流供电电压是否正确。	—
模拟输入信号		
风管型温度传感器	以便携式温度计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-1.5℃
冷水温度传感器	以便携式温度计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-1.5℃
蒸汽或热水传感器	以便携式温度计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-5.0℃
室内或室外温度传感器	以便携式温度计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-1.5℃
空调系统相对湿度传感器	以便携式温度计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-5%
空调系统压力传感器	以压力计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-20Pa
空调系统差压传感器	以压力计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-20Pa
空调系统水压传感器	以压力计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-0.1bar

续表

设备与功能	调试方法	调试标准
一般水压传感器	以压力计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-0.2bar
高压侧水压传感器	以压力计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-0.2bar
低压侧水压传感器	以压力计测量现场，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-0.15bar
转轮式水流量传感器	依据系统提供者提供之流量，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-10%标定值
差压式水流量传感器	依据系统提供者提供之流量，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-15%标定值
电磁式水流量传感器	依据系统提供者提供之流量，并与电脑或便携式操作终端读值比较	+/-3%标定值
输出信号		
比例式控制阀	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至控制阀	控制阀可保持信号要求之位置
开关式控制阀	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至控制阀	控制阀可依命令全开或全关
比例式蝶阀	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至控制阀	控制阀可保持信号要求之位置
开关式蝶阀	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至控制阀	控制阀可依命令全开或全关
比例式风闸门	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至电动阀门	控制阀门可保持控制信号要求之位置
开关式风闸门	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至电动阀门	控制阀可依命令全开或全关
变频器	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至变频器	控制马达可保持控制信号要求之速度
加热器用电流阀	以电脑或便携式操作终端命令输出一控制信号至电流阀	控制阀门可保持控制信号要求之位置
开关量输入		
空气式差压开关	以三用电表测量接点，并与实际状态比较	接点状态与实际相符
其他干接点输出	以三用电表测量接点，并与实际状态比较	接点状态与实际相符
水流开关	以三用电表测量接点，并与实际状态比较	接点状态与实际相符
系统部分		
现场控制器	送电后下载及上载控制程式，检查控制器功能	控制器功能正常

续表

设备与功能	调试方法	调试标准
中央工作站	依系统手册及标书要求设定系统后，检查所有操作功能	（1）与现场 DDC 通讯正常；(2) 点之报告及控制正常；(3) 图形显示正常；(4) 警报报表功能正常
打印机	于设定系统后，检查所有打印功能	可打印报警及事件信息
通讯	于设定系统后，检查系统传输功能	现场控制器或点可与控制电脑完成通讯
现场总线界面	于设定系统后，检查系统传输功能	现场控制器或点可与控制电脑完成通讯
系统电源	以三用电表测量	供应电压之 +/-10%

第十一章　住宅小区智能化系统

第一节　住宅小区智能化系统的组成与功能

一、住宅小区智能化系统的组成

住宅及住宅小区的智能化是智能建筑的发展。随着科学技术的发展，特别是信息技术、计算机技术、自动控制技术以及 Internet 网等的迅速发展，把这些领域中的技术、产品、应用环境引入到住宅及住宅小区，已成为新型住宅和小区建设的一个发展趋势。随着人们生活水平的不断提高，人们追求一个安全、舒适、便利的居住环境，同时可以享受数字化生活的乐趣，对住宅及住宅小区智能化的建设提出了更高的要求。因此，可以说住宅及住宅小区智能化系统建筑是现代高科技的结晶，也是建筑结构与信息技术完美结合的产物。

所谓智能化住宅小区，是指该小区配备有智能化系统，并达到建筑结构与智能化系统的完美结合。通过高效的管理与优质的服务，为住户提供一个安全、舒适、便利的居住环境，同时可享受数字化生活的乐趣。这里所说的住宅小区智能化系统，是指建筑智能化住宅小区需要配置的系统，总的说来它包括安全防范子系统、管理与监控子系统和通信网络子系统以及其总体集成技术。住宅小区智能化系统的总体功能框图如图 11-1 所示。

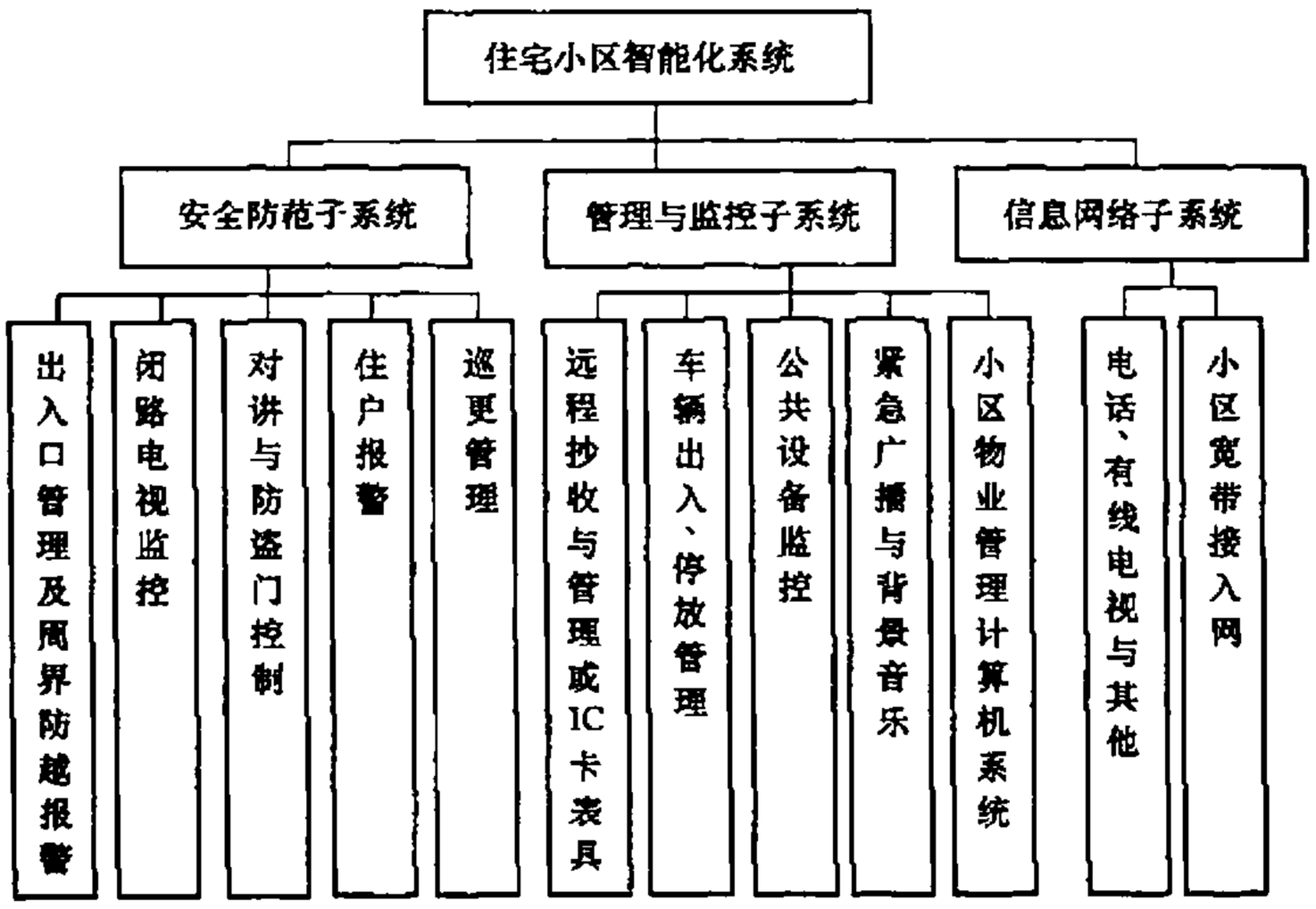


图 11-1　住宅小区智能化系统功能图

（一）系统结构

住宅小区智能化系统是以信息传输通道（现场总线、电话线、有线电视网、综合布线

系统、宽带接入网等）为物理集成平台的多功能管理与监控的综合性系统，并可与CATV、公共交换网、互联网等联网使用。小区内部的信息传输通道可以采用多种拓扑结构（如树型结构、星型结构或多种混合型结构）。住宅小区智能化的系统结构框图如图11-2所示。

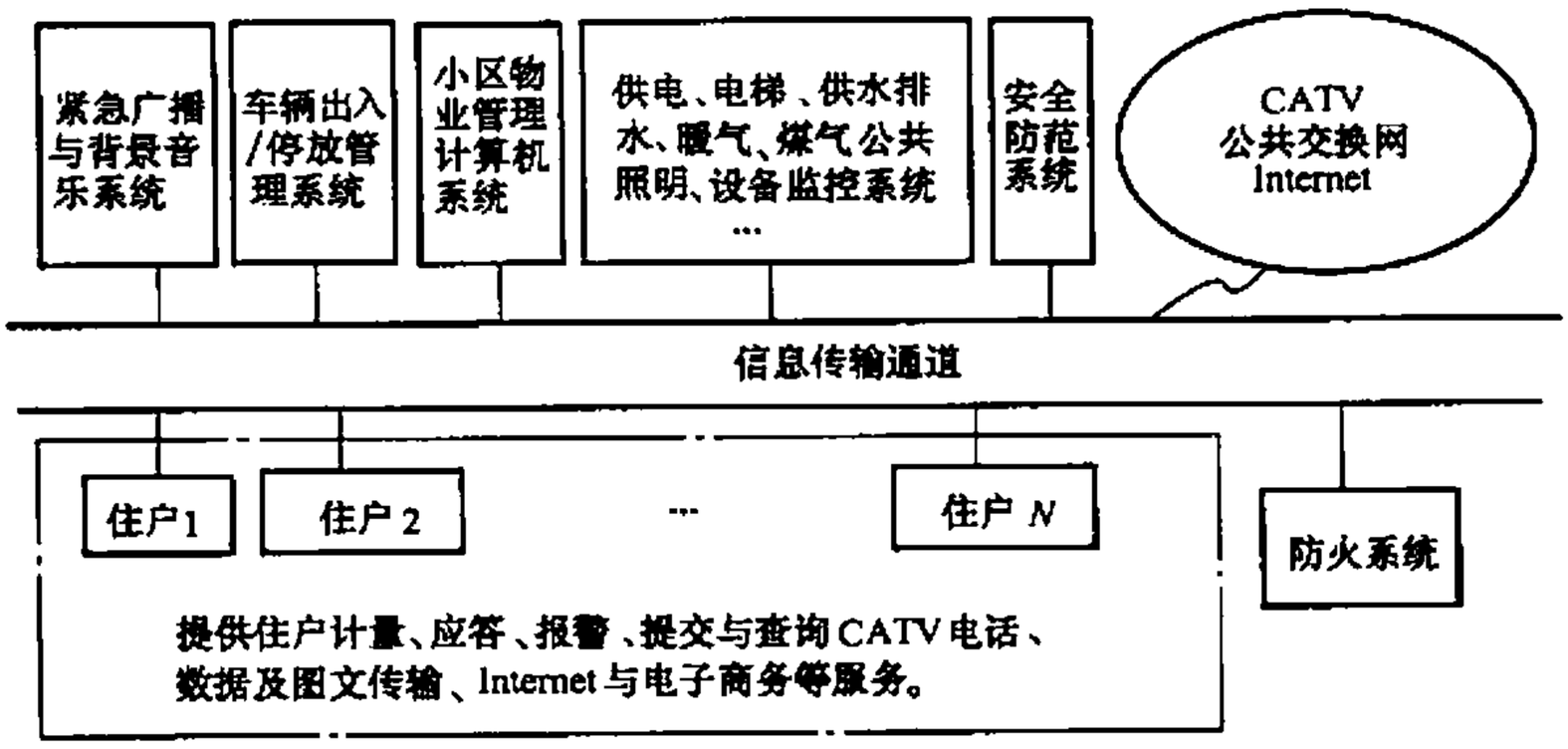


图 11-2　住宅小区智能化系统总框图

（二）系统硬件

(1) 小区物业管理智能化系统的硬件有信息网络、计算机、公用设备、计量仪表和电子器材等。系统硬件应具有先进性，避免短期内因技术陈旧造成整个系统性能不高或过早淘汰。

(2) 在充分考虑先进性的同时，硬件系统应立足于用户对整个系统的具体需求。应优先选择先进、适用、成熟技术，最大限度地发挥投资效益。

(3) 无论是系统设备还是网络拓扑结构，都应具有良好的开放性。网络化的目的是实现设备资源和信息资源的共享，因此，计算机网络本身应具有开放性，并应提供标准接口，用户可根据需求，对系统进行拓展或升级。

(4) 计算机网络选择和相关产品的选择要以先进性和适用性为基础，同时考虑兼容性。系统设备应优先选择根据已有国际标准设计、生产的标准化设备，避免因兼容性差造成系统难以升级或拓展。

(5) 随着社会的不断发展和进步，住宅小区物业管理智能化系统的规模、自动化程度会不断扩大和提高，用户的需求会不断变化。因此，系统的硬件应充分考虑未来可升级性。

（三）系统软件

系统软件是小区物业管理智能化系统的核心，它的功能好坏直接关系到整个系统的水平。系统软件包括：计算机及网络操作系统、应用软件及实时监控软件等。

(1) 系统软件应具有很高的可靠性和安全性。

(2) 系统软件应操作方便，采用中文图形界面，采用多媒体技术，使系统具有处理声音及图像的能力。用机环境要适应不同层次住户及物业公司人员的素质。

(3) 系统软件应符合国家、行业标准，便于多次升级和支持新硬件产品。

(4) 系统软件应具有可扩充性。

二、住宅小区智能化系统的功能与等级

住宅小区的智能化等级将根据其具备的功能和相应投资来决定，建设部在《全国住宅小区智能化技术示范工程建设大纲》中对智能小区示范工程按技术的全面性、先进性划分为三个层次，对其技术含量作出了如下的划分，见表 11-1。

住宅小区智能化系统功能及等级表　　**表 11-1**

功能			性质	等级标准		
				最低标准	普及标准	较高标准
（一）物业管理及安防	（1）小区管理中心		对小区各子系统进行全面监控	*	*	*
	（2）小区公共安全防范	A. 周界防范系统	对楼宇出入口，小区出入口，主要交通要道，停车场，楼梯等重要场所进行远程监控		*	*
		B. 电子巡更系统	在保安人员巡更路线上设置巡更到位触发按钮（或 IC 卡），监督与保护巡更人员		*	*
		C. 防灾及应急联动	与 110、119 等防盗，防火部门建立专线联系及时处理各种问题		*	*
		D. 小区停车场管理	感应式 IC 卡管理		*	*
	（3）三表（电表，水表、煤气表）计量（IC 卡或远传）		自动将三表读数传送到控制中心	*	*	*
	（4）小区机电设备监控	A. 给排水，变电所集中监控	实时监控水泵的运行情况，对电力系统监控		*	*
		B. 电梯，供暖监控	实时监控电梯，供暖设备的运行情况			*
		C. 区域照明自动监控			*	*
	（5）小区电子广告牌		向小区居民发布各种信息		*	*
（二）信息通信服务与管理	（1）小区信息服务中心		对各信息服务终端进行系统管理		*	*
	（2）小区综合信息管理		房产管理，住户管理，租金与管理费管理统计报表，住户可以通过社区网进行物业报修		*	*
	（3）综合通信网络		HBS、ISDN、ATM 宽带网			*
（三）住宅智能化	（1）家庭保安报警		门禁开关，红外线报警器	*	*	*
	（2）防火，防煤气泄漏报警		煤气泄漏，发生火灾时发出告警，烟感、温感、煤气泄漏探测器	*	*	*
	（3）紧急求助报警	消防手动报警	紧急求助按钮-1	*	*	*
		防盗，防抢报警	紧急求助按钮-2（附无线红外按钮）	*	*	*
		医务抢救报警	紧急求助按钮-3（附无线红外按钮）	*	*	*
		其他求助报警	紧急求助按钮-4	*	*	*
	（4）家庭电器自动化控制		在户外通过电话对家用电器进行操作，实现远程控制			*

续表

功能			性质	等级标准		
				最低标准	普及标准	较高标准
（三）住宅智能化	（5）家庭通信总线接口	音频	应用 ISDN 线路提供了 128K 的带宽，住户可在家中按需点播 CD 的音乐节目	*	*	*
		视频	宽带网的接入采用 ADSL 和 FTTB 加上五类双绞线分别能提供 MPEG1 和 MPEG2 的 VCD 点播	*	*	*
		数据	通过 HBS 家庭端口传输各类数据		*	*
（四）铺设管网	根据各功能要求统一设计，铺设管网		建立小区服务网络	按二级功能	按一级功能	按一级功能

注：表中 * 号表示具有此功能。

（1）普及型住宅小区——成本中等，应用信息技术实现以下功能要求：

1）住宅小区设立计算机自动化管理中心；

2）水、电、气、热等自动计量、收费；

3）住宅小区封闭，实行安全防范自动化监控管理；

4）住宅的火灾、有害气体泄漏等实行自动报警；

5）住宅设置紧急呼叫系统；

6）对住宅小区的关键设备、设施实行集中管理，对其运行状态实施远程监控。

（2）先进型住宅小区——成本较高，应用信息技术和网络技术实现以下功能要求：

1）实现普及型的全部功能要求；

2）实行住宅小区与城市区域联网，互通信息、资源共享；

3）住户通过网络终端实现医疗、文娱、商业等公共服务和费用自动结算（或具备实施条件）；

4）住户通过家庭电脑实现阅读电子书籍和出版物等。

（3）领先型住宅小区——成本约为住宅投资的 1%～2%，应用信息技术、网络技术和信息集成技术实现以下功能要求：

1）实现先进型的全部功能要求；

2）实现住宅小区开发建设应用 HI-CIMS 技术，实施住宅小区开发全生命周期的现代信息集成系统，达到提高质量、有效管理、改善环境的目标。

在 1999 年 12 月 10 日的《全国住宅小区智能化系统示范工程建设要点与技术导则》中，还将住宅小区智能化系统评定标准分为三级：一星级、二星级、三星级。三个星级应分别符合下列要求：

（一）一星级

1. 安全防范子系统

（1）出入口管理及周界防越报警；

（2）闭路电视监控；

（3）对讲与防盗门控；

(4) 住户报警；

(5) 巡更管理。

2. 信息管理子系统

(1) 对安全防范系统实行管理；

(2) 远程抄收与管理 IC 卡；

(3) 车辆出入与停车管理；

(4) 供电设备、公共照明、电梯、供水等主要设备监控管理；

(5) 紧急广播与背景音乐系统；

(6) 物业管理计算机系统。

3. 信息网络子系统

(1) 为实现上述功能科学合理布线；

(2) 每户不少于两对电话线和两个有线电视插座；

(3) 建立有线电视网。

(二) 二星级

二星级除应具备一星级的全部功能之外，同时在安全防范子系统和信息管理子系统的建设方面，其功能及技术水平应有较大提升。信息传输通道应采用高速宽带数据网作为主干网。物业管理计算机系统应配置局部网络，并可供住户联网使用。

(三) 三星级

三星级应具备二星级的全部功能。其中信息传输通道应采用宽带光纤用户接入网作为主干网，实现交互式数字视频业务。三星级住宅小区智能化系统建设在可能条件下，应实施现代集成建造系统（HI-CIMS）技术，并把物业管理智能化系统建设纳入整个住宅小区建设中，作为 HI-CIMS 工程中的一个子系统。同时，HI-CIMS 系统要考虑物业公司对其智能化系统管理的运行模式，使其实现先进性、可扩展性和科学管理。

（注：以上智能化系统有关防火及煤气泄漏等涉及消防、安全的问题应遵守国家有关法规、标准、规范的规定。）

第二节　住宅小区安全防范系统

一、住宅小区安全防范系统的组成

为给智能住宅小区建立一个多层次、全方位、科学的安全防范系统，一般可构成五道安全防线，以便为小区居民提供安全、舒适、便捷的生活环境。这五道安全防线是：

第一道防线，由周界防越报警系统构成，以防范翻越围墙和周界进入小区的非法侵入者；

第二道防线，由小区电视监控系统构成，对出入小区和主要通道上的车辆、人员及重要设施进行监控管理；

第三道防线，由保安电子巡逻系统构成，通过保安人员对小区内可疑人员、事件进行监管，以及夜间电子巡更；

第四道防线，由联网的楼宇对讲系统构成，可将闲杂人员拒之楼梯外；

第五道防线，由联网的家庭报警系统构成，当窃贼非法人侵住户家或发生如煤气泄漏、火灾、老人急病等紧急事件时，通过安装在户内的各种自动探测器进行报警，使接警中心很快获得情况，以便迅速派出保安或救护人员赶往住户现场进行处理。

因此，智能小区安全防范系统包括如下内容：

1. 周界防越报警系统

周界防越报警系统采用主动式红外探测器、感应线缆方式等，构成小区安全防范的第一道防线。

2. 闭路电视监控

在小区的出入口、主要通道、车库等重要场所安装摄像机，将监测区域的情况以图像方式实时传送到管理中心。值班人员通过电视墙可以随时了解这些重要场所的情况。传统模拟制监控系统采用长延时录像机，录像图像质量差又不便于保留和查找。先进的数字式监控系统，优点是硬盘或光盘录像清晰度高且易检索，但价格相对昂贵。

3. 电子巡更系统

新型的电子巡更系统采用模块化设计的信息钮和接触棒，信息钮固定在每个巡更点，接触棒内含有 CPU 模块和存储单元，由巡更人员携带。当巡更人员到达每个巡更点时，以接触棒碰触信息钮，自动记录下巡更的日期、时间、位置等信息。需要时接触棒通过接口模块与电脑相连，以专用软件即可读出和查询巡更事件，是一种智能化系统。

4. 楼宇可视对讲及 IC 卡门禁

在每幢楼宇的每个单元人口设置可视对讲系统和设置非接触式 IC 智能卡门禁系统。楼内住户通过出示其非接触式 IC 卡，便可控制门禁系统开门进人。而对外人来访，住户在户内通过可视对讲系统看清来访者，并与其通话，确认其身份后，方可开门让其进入楼宇。该系统应具有高保密性、使用方便等特点。

5. 小区停车场管理

采用较流行的感应式 IC 卡作为管理手段，同时具有红外遥控车库门开关（小于 8m）和防盗报警功能及倒车限位等功能。

6. 家庭防灾报警及应急联动

防灾主要是指三防（防火、防盗、防燃气泄漏）。小区火灾采用烟感探测器为主的消防报警联动控制，并与消防局联网。防盗报警系统采用常规门磁开关、双鉴探测器、玻璃破碎报警器等。燃气泄漏探测器安装在厨房内离地面 1m 之处，当燃气浓度大于国家规定标准时产生报警。设在小区控制中心的监控主机通过报警接收机或者专用通信网络，接收来自家庭智能控制器的告警信息，系统能马上识别告警类型及发出警报的住户位置，并产生声像报警。三防设备要求可靠，以免产生误报。

7. 小区集中控制中心

运用先进的智能化传感技术、通信技术、影视技术和计算机技术，将以上各安全防范子系统网络化、系统化、集成化。同时，在社区保安中心建立智能化住宅技术防范系统的核心中枢——中央控制系统，将以上系统集成在一个网络平台下，对整个安防系统进行集中控制、监视和管理，并与区域派出所专线进行信息传递，从而科学地、全方位地对整个社区的警情进行处理及防范。

住宅小区安全防范系统的基本配置如表 11-2 所示。

住宅小区技防设施基本配置　　表 11-2

序　号	项　　目	安装区域或覆盖范围	配置要求
1	周界报警系统	小区的围墙或栅栏	强制
2	电视监控系统	小区出入口	强制
3		楼栋出入口或电梯厅	推荐
4		停车场（库）出入口	强制
5		主要通道、周界	推荐
6		电梯轿厢内	推荐
7	楼宇对讲（可视）系统	小区出入口、楼栋口与用户之间	强制
8	电子巡更系统	小区周界、主要设施、主要通道	强制
9	紧急报警（求助）装置	住户的客厅、卧室	强制
10	住户报警系统	住户的门、窗等部位	强制
11	安全技术防范中心控制室（值班室）	小区或大楼内	强制
12	报警信息的自动搜索与记录	中心控制室	强制
13	报警显示		强制
14	监控和录像		强制
15	与区域报警中心联网		强制
16	有线、无线专用通信工具		强制
17	供电和接地		强制

二、住宅小区安防系统的安装与施工

（一）周界报警系统

（1）住宅小区围墙、栅栏、河道等封闭屏障处应安装周界报警系统。

（2）周界报警系统应具备以下基本要求：

1）周界报警系统设防应全面，无盲区和死角；

2）防区划分应有利于报警时准确定位；

3）应能在中心控制室通过显示屏、报警控制器或电子地图准确地识别报警区域；

4）中心报警控制主机收到警情时能同时发出声光报警信号，并具有记录、储存、打印功能；

5）报警响应时间不大于 2 秒。

（3）周界报警系统前端设备宜选用主动红外入侵探测器。

（4）主动红外入侵探测器安装应符合以下要求：

1）入侵探测器的探测距离以 100m 以内为宜。周界入侵探测器在安装时，应充分考虑气候对有效探测距离的影响，实际使用距离不超过制造厂规定探测距离的 70%。

2）入侵探测器应采用交叉安装的方式，即在同一处安装两只指向相反的发射装置或接收装置，并使两装置交叉间距不小于 0.3m。

3）入侵探测器安装在围墙、栅栏上端时，最下一道光轴与围墙、栅栏顶端的间距应为 150mm ± 10mm。安装在侧面时，应安装在围墙、栅栏外侧的上端，且入侵探测器与围墙、栅栏外侧的间距应为 175mm ± 25mm。

（二）电视监控系统

（1）住宅小区主要出入口、停车场（库）出入口应安装电视监控系统。

（2）住宅小区的周界、主要通道、住宅楼出入口或电梯轿厢内宜安装电视监控系统。

（3）室外应选用动态范围大、具有低照度功能的摄像机和自动光圈镜头，大范围监控宜选用带有电动云台和变焦镜头的摄像机，并配置室外防护罩。

（4）中心控制室应配置图像显示、记录装置。

（5）系统应能自动、手动切换图像，遥控云台及镜头。

（6）系统应具有时间、日期的显示、记录功能。

（7）住宅小区周界安装电视监控系统的，系统应具有报警联动功能。当周界入侵探测器发出报警信号时，报警区域的电视监控图像（夜间与周界照明灯联动）应能立即自动显示在中心控制室的监视器上。

（8）电梯轿厢内安装摄像机的，应安装在电梯门的左上方或右上方的厢顶部。系统应配置电梯楼层显示器。

（9）磁带录像机应设定为 SP、LP 或 EP 工作方式。硬盘录像机应进行每秒不小于 12 帧的图像记录。记录保存时间不少于 7 天。

（10）在摄像机的标准照度情况下电视监控系统图像信号的技术指标应符合第七章指标的规定。

（11）电视监控系统的图像质量要求：在摄像机正常工作条件下按《彩色电视图像质量主观评价方法》（GB/T 7401）的规定评价图像质量，评分等级采用第七章的五级损伤制，图像质量应不低于 4 级要求。

（12）住宅小区出入口设置的电视监控系统应能清楚地显示人员的面部特征及出入车辆的车牌号码。

（13）电视监控系统设计、安装的其他要求应符合《民用闭路监视电视系统工程技术规范》（GB 50198）的有关规定。

（三）楼宇对讲系统

（1）住宅楼栋口应安装楼宇对讲电控防盗门。住宅小区的出入口、楼栋口应安装楼宇对讲主机。在住宅内应安装楼宇对讲分机。

（2）楼宇对讲（可视）系统应具备如下功能：

1）主机能正确选呼任一对讲分机，并能听到回铃声；

2）主机选呼后，能实现住宅小区出入口与住户、楼栋口与住户间对讲或可视对讲，语音（图像）清晰；

3）对讲分机能实现电控开锁；

4）对讲主机可使用密码、钥匙或感应卡等方式开启楼宇对讲电控防盗门锁。

（3）带有住户报警功能的楼宇对讲（可视）系统，其报警功能应符合住户报警系统和中心报警控制主机的基本要求。

（4）楼宇对讲系统和楼宇可视对讲系统的其他技术要求应符合（《楼宇对讲电控防盗

门通用技术条件》（GA/T 72）、《黑白可视对讲系统》（GA/T 269）有关规定。

（四）住户报警系统

（1）住户报警系统由入侵探测器、紧急报警（求助）装置、防盗报警控制器、中心报警控制主机和传输网络组成。当住宅内安装的各类入侵探测器探测到警情、紧急报警（求助）装置被起动、出现故障时，中心报警控制主机应准确显示报警或故障发生的地点、防区、日期、时间及类型等信息。

（2）住宅内应安装紧急报警（救助）装置：多层、高层住宅楼的一、二层住宅应安装入侵探测器。

（3）其他层面住宅的阳台、窗户以及所有住宅通向公共走道的门、窗等部位宜安装入侵探测器。

（4）防盗报警控制器应能接收入侵探测器和紧急报警（求助）装置发出的报警及故障信号，具有按时间、部位任意布防和撤防、外出与进入延迟的编程和设置，以及自检、防破坏、声光报警（报警时住宅内应有警笛或报警声）等功能。

（5）防盗报警控制器与中心报警控制主机应通过专线或其他方式联网。

（6）紧急报警（求助）装置应安装在客厅和卧室内隐蔽、便于操作的部位；被起动后能立即发出紧急报警（求助）信号。紧急报警（求助）装置应有防误触发措施，触发报警后能自锁，复位需采用人工操作方式。

（7）入侵探测器的安装应符合以下规定：

1）壁挂式被动红外入侵探测器，安装高度距地面应在2.2m左右或按产品技术说明书规定安装。视场中心轴与可能入侵的方向成90°角左右，入侵探测器与墙壁的倾角应视防护区域覆盖范围确定。

2）壁挂式微波-被动红外入侵探测器，安装高度为2.2m左右或按产品技术说明书规定安装。视场中心轴与可能入侵的方向成45°角左右，入侵探测器与墙壁的倾角应视防护区域覆盖范围确定。

3）吸顶式入侵探测器，一般安装在需要防护部位的上方且水平安装。

4）入侵探测器的视窗不应正对强光源或阳光直射的方向。

5）入侵探测器的附近及视场内不应有温度快速变化的热源，如暖气、火炉、电加热器、空调出风口等。

6）入侵探测器的防护区内不应有障碍物。

7）磁开关入侵探测器应安装在门、窗开合处（干簧管安装在门、窗框上，磁铁安装在门、窗扇上，两者间应对准），间距应保证能可靠工作。

（8）住户报警系统的其他技术要求应符合《入侵报警探测器通用技术条件》（GB 10408.1）、《被动红外入侵探测器》（GB 10408.5）、（GB 10408.6）《微波和被动红外复合入侵探测器》的有关规定。

（五）电子巡更系统

（1）电子巡更系统根据住宅小区安全防范的需要在小区重要部位设置巡更点，设定保安人员巡更路线。

（2）电子巡更系统应具有如下功能：

1）可在小区重要部位及巡更路线上安装巡更站点；

2）实现巡更路线、时间的设定和修改；

3）中心控制室应能查阅、打印各巡更人员的到位时间、应具有对巡更时间、地点、人员和顺序等数据的显示、归档、查询和打印等功能；

4）巡更违规记录提示。

（六）中心控制室

（1）中心控制室应配置中心报警控制主机，能监视和记录入网用户向中心发送的各种信息。该中心能实施对监控目标的监视、监控图像的切换、云台及镜头的控制，并进行录像。

（2）中心控制室应配置能与报警同步的终端图形显示装置，能实时显示发生警情的区域、日期、时间及报警类型等信息。

（3）中心控制室的防雷要求应符合《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的要求并应采用一点接地的方式。采用联合接地时，接地电阻≤1Ω，单独接地时接地电阻≤4Ω。

（4）中心控制室应安装与区域报警中心联网的紧急报警装置，以及配备有线电话和无线对讲机。

（5）从电缆桥架或预埋管道进入控制室的电缆应配线整齐，线端应压接线号标识。

（6）中心报警控制主机应具有如下功能：

1）应有编程和联网功能；

2）应具有显示、存储住户报警控制器发送的报警、布撤防、求助、故障、自检，以及声光报警、打印、统计、巡检、查询和记录报警发生的地址、日期、时间、报警类型等各种信息的功能；

3）应有密码操作保护功能；

4）至少能存储30天的报警信息；

5）紧急报警和入侵报警同时发生时，应符合《防盗报警控制器通用技术条件》（GB 12663）的要求；

6）应配置备用电源。备用电源应满足正常工作24h的需要。

第三节　访客对讲系统

一、访客对讲系统类型

访客对讲系统是指对来访客人与住户之间提供双向通话或可视通话，并由住户遥控防盗门的开关及向保安管理中心进行紧急报警的一种安全防范系统。它适用于单元式公寓、高层住宅楼和居住小区等。它的分类如下：

1. 按对讲功能分

可分为单对讲型和可视对讲型。

2. 按线制结构分

可分为多线制、总线加多线制、总线制（表11-3及图11-3）。

三种系统的性能对比　　表 11-3

性　　能	多　线　制	总线多线制	总　线　制
设备价格	低	高	较高
施工难易程度	难	较易	容易
系统容量	小	大	大
系统灵活性	小	较大	大
系统功能	弱	强	强
系统扩充	难扩充	易扩充	易扩充
系统故障排除	难	容易	较易
日常维护	难	容易	容易
线材耗用	多	较多	少

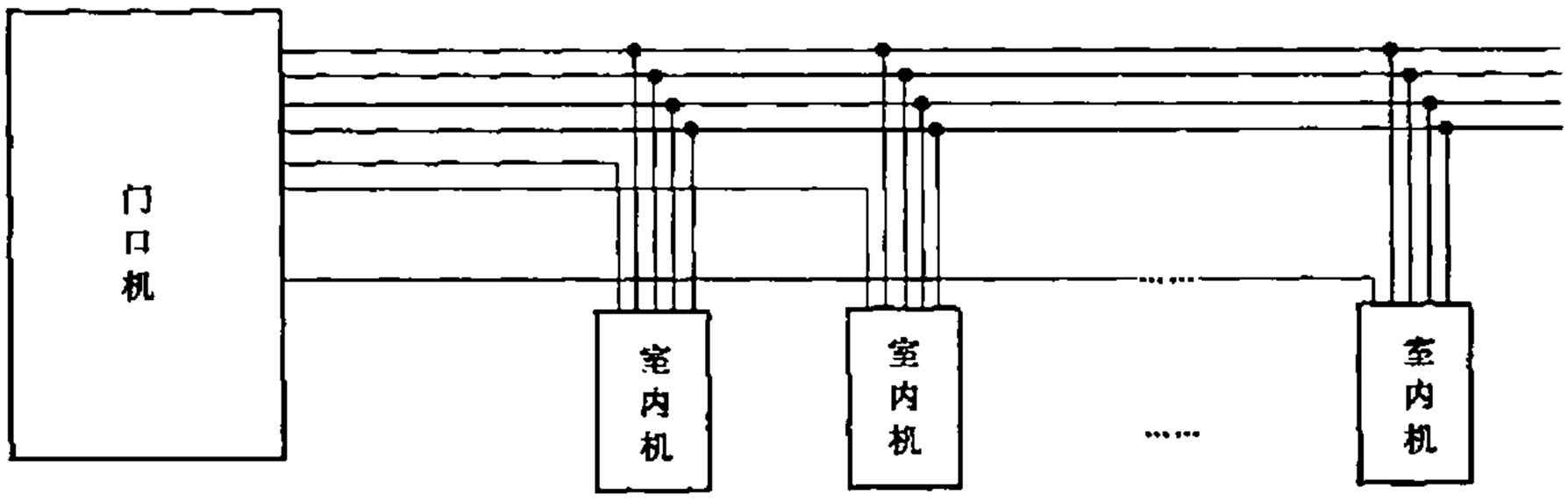


图 11-3　三种访客对讲系统结构

（a）多线制；（b）总线多线制；（c）总线制

（1）多线制系统：通话线、开门线、电源线共用，每户再增加一条门铃线。

（2）总线多线制，采用数字编码技术，一般每层有一个解码器（四用户或八用户）。解码器与解码器之间以总线连接；解码器与用户室内机呈星连接；系统功能多而强。

（3）总线制：将数字编码移至用户室内机中，从而省去解码器，构成完全总线连接，故系统连接更灵活，适应性更强。但若某用户发生短路，会造成整个系统不正常。

二、访客对讲系统的组成

对讲系统分为可视对讲和非可视对讲。对讲系统由主机、楼层分配器、若干分机、电源箱、传输导线、电控门锁等组成，如图 11-4 所示。

1. 对讲系统

对讲系统主要由传声器和语音放大器、振铃电路等组成，要求对讲语言清晰，信噪比高，失真度低。可视对讲系统则另加摄像机和显示器。

2. 控制系统

一般采用总线制传输、数字编解码方式控制，只要访客按下户主的代码，对应的户主拿下话机就可以与访客通话，以决定是否需要打开防盗安全门。

3. 电源系统

电源系统供给语言放大、电气控制等部分的电源，它必须考虑下列因素：

（1）居民住宅区市电电压的变化范围较大，白天负荷较轻时可达 250～260V，晚上负荷重，就可能只有 170～180V，因此电源设计的适应范围要大。

（2）要考虑交直流两用，当市电停电时，由直流电源供电。

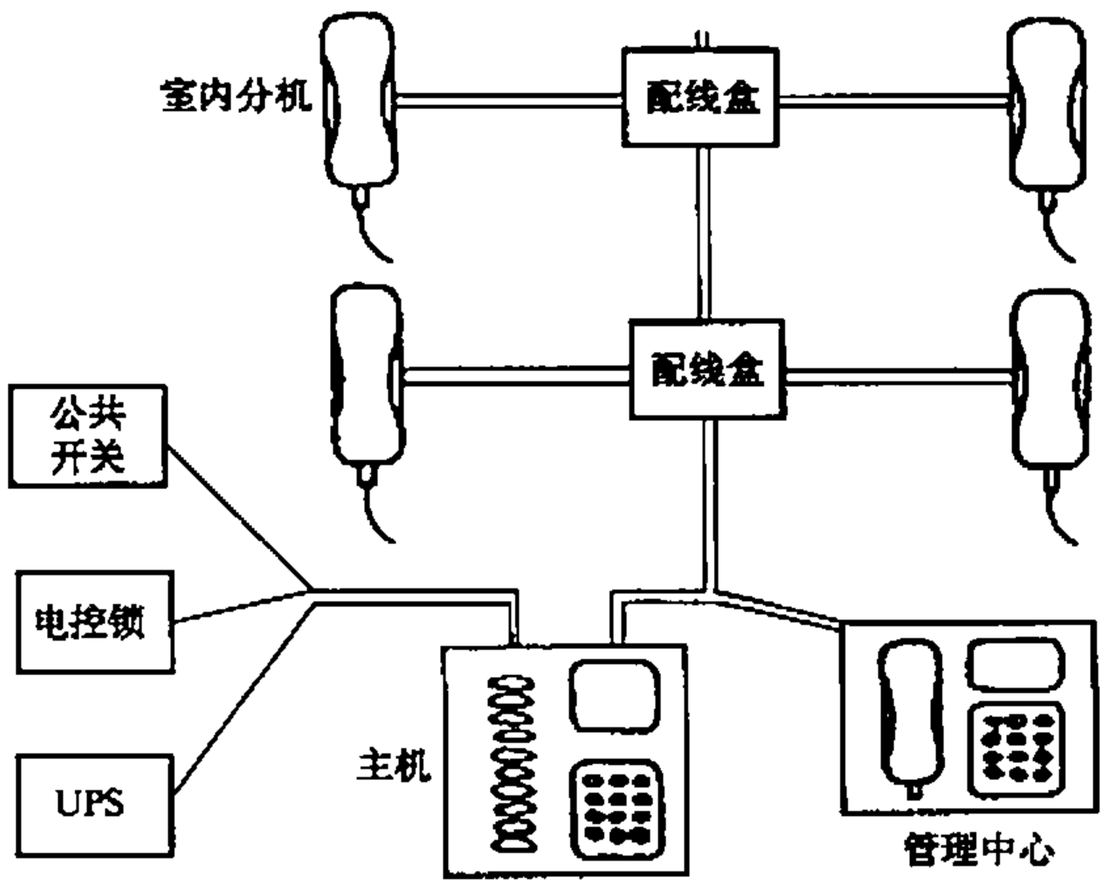


图 11-4　访客对讲系统连接图

注：室内分机可根据需要再设置分机。

4. 电控防盗安全门

楼宇对讲系统用的电控防盗安全门是在一般防盗安全门的基础上加上电控锁、闭门器等构件组成。防盗门可以是栅栏式的或复合式的，关键是安全性和可靠性。

三、访客对讲系统的基本要求

对讲系统是用于高层、公寓（含办公）、别墅型住宅的访客管理，因此楼宇对讲（含可视与非可视）系统的基本要求是：

（1）系统具有来访人员与楼宇内居住（办公）人员的双向通话功能。语音要清晰，噪声较小，开锁继电器应有自我保护功能。可视对讲系统的画面质量至少应能达到可用图像的要求；无可视功能，应考虑系统预留可扩充画面可视的可能。

（2）系统应能使居住（办公）人员进行遥控开启人口门。

（3）系统的报警部分及防劫求助紧急按钮的报警应能正常工作，防止误报，并具有异地（含楼宇值班室）的声光及部位的报警显示。

四、楼宇对讲设备的安装要点

(1) 门口机的安装应符合下列规定：

1) 门口机的安装高度离地面宜 1.5～1.7m 处，面向访客；

2) 对可视门口机内置摄像机的方位和视角作调整；对不具有逆光补偿功能的摄像机，安装时宜作环境亮度处理。

(2) 管理机安装时应牢固，并不影响其他系统的操作与运行。

(3) 用户机宜安装在用户出入口的内墙，安装的高度离地面宜 1.3～1.5m 处，保持牢固。

(4) 对讲系统安装后应达到如下性能要求：

1) 画面达到可用图像要求（一般水平清晰度≥200 线、灰度等级≥6 级、边缘允许有一定的几何失真、无明显干扰）；

2) 声音清楚（无明显噪声），声级一般不低于 60dBA；

3) 附有报警和紧急按钮的系统，需调试报警与紧急按钮的响应速度。

五、工　程　举　例

【例 1】　图 11-5 是韩国金丽牌 ML-1000A 型非可视对讲系统，它是一种双向对讲数字式大楼管理系统。

系统布线时，电源线与信号线必须分开配线以避免干扰。在图 11-5 中，中央电脑控制主机与中继器及中继器之间的信号线使用 0.4mm 六芯屏蔽线，另接 2mm 二芯电源线并接到电源供电器。其余全部采用 0.4mm 的四芯线或二芯线。系统的传输距离不大于 500m。

例如，有一栋 12 层住宅楼，每层 8 个住户。整栋大楼为独立管理，有两个单元，设两个门口机。整栋大楼设一个总管理员，也可以根据实际情况选择不设管理人员。两个单元的任一住户可以通过管理员转接以达到住户间的双向对讲，管理员可呼叫任一住户，并与之双向对讲，管理员可控制开启每一个单元的大门。

该大楼访客对讲系统的设备配置如表 11-4 所示。

一栋 12 层 96 户住宅楼的对讲系统设备配置　　表 11-4

序　号	产品型号	产品名称	数　量	备　注
1	ML-803	住户室内对讲机	96	每户一台
2	MCU-1000A	中央电脑控制机	1	每栋楼一台
3	SCU-1010A	中继器	6	每 16 户一台
4	LAP-101	共同对讲门口机	2	每单元一台
5	ML-101G	管理员对讲机	1	
6	DSU-101	序号显示器	1	管理员室一台
7	MS-100PA	系统供电器	1	一个系统一台

【例 2】　可视对讲访客系统

根据住宅用户多少的不同，可视对讲系统又分为直接按键式及数字编码按键式两种系

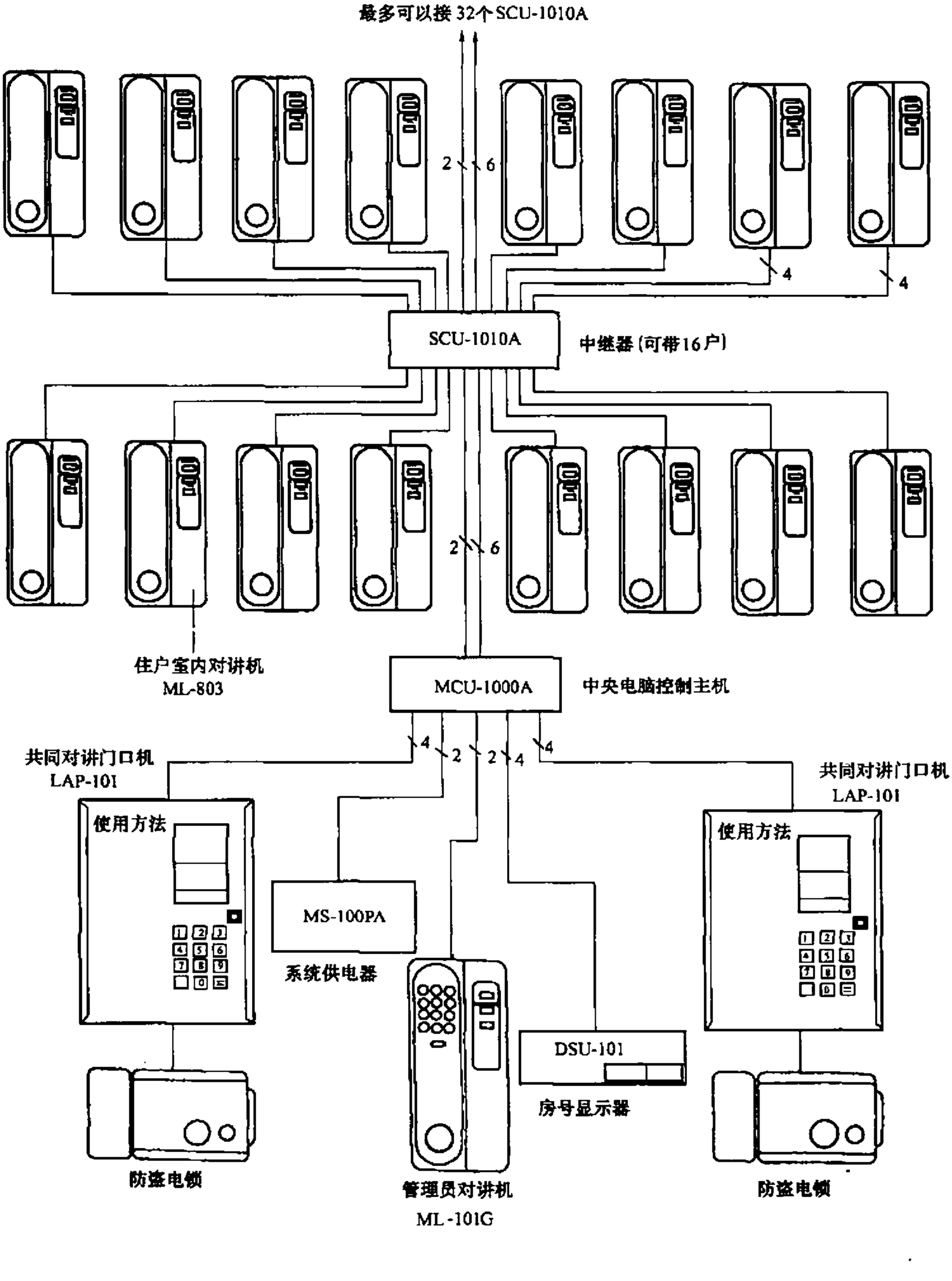


图 11-5　ML-1000A 型单对讲系统

统，其中前者主要适用于普通住宅楼用户，后者既适用于普通住宅楼用户，又适用于高层住宅楼用户。

1. 直接按键式可视对讲系统

直接按键式可视对讲系统的门口机上有多个按键，分别对应于楼宇的每一个住户，因此这种系统的容量不大，一般不超过 30 户。图 11-6 示出 6 户型直接按键式可视对讲系统结构图。由图可见，门口机上具有多个按键，每一个按键分别对应一个住户的房门号，当来访者按下标有被访住户房门号的按键时，被访住户即可在其室内机的监视器上看到来访者的面貌，同时还可以拿起对讲手柄与来访者通话，若按下开锁按钮，即可打开楼宇大门口的电磁锁。由于此门口机为多户共用式，因此，住户的每一次使用时间必须限定，通常是每次使用限时 30s。

由图 11-6 可见，各室内机的视频、双向声音及遥控开锁等接线端子都以总线方式与门口机并接，但各呼叫线则单独直接与门口机相连。因此，这种结构的多住户可视对讲系统不需要编码器，但所用线缆较多。

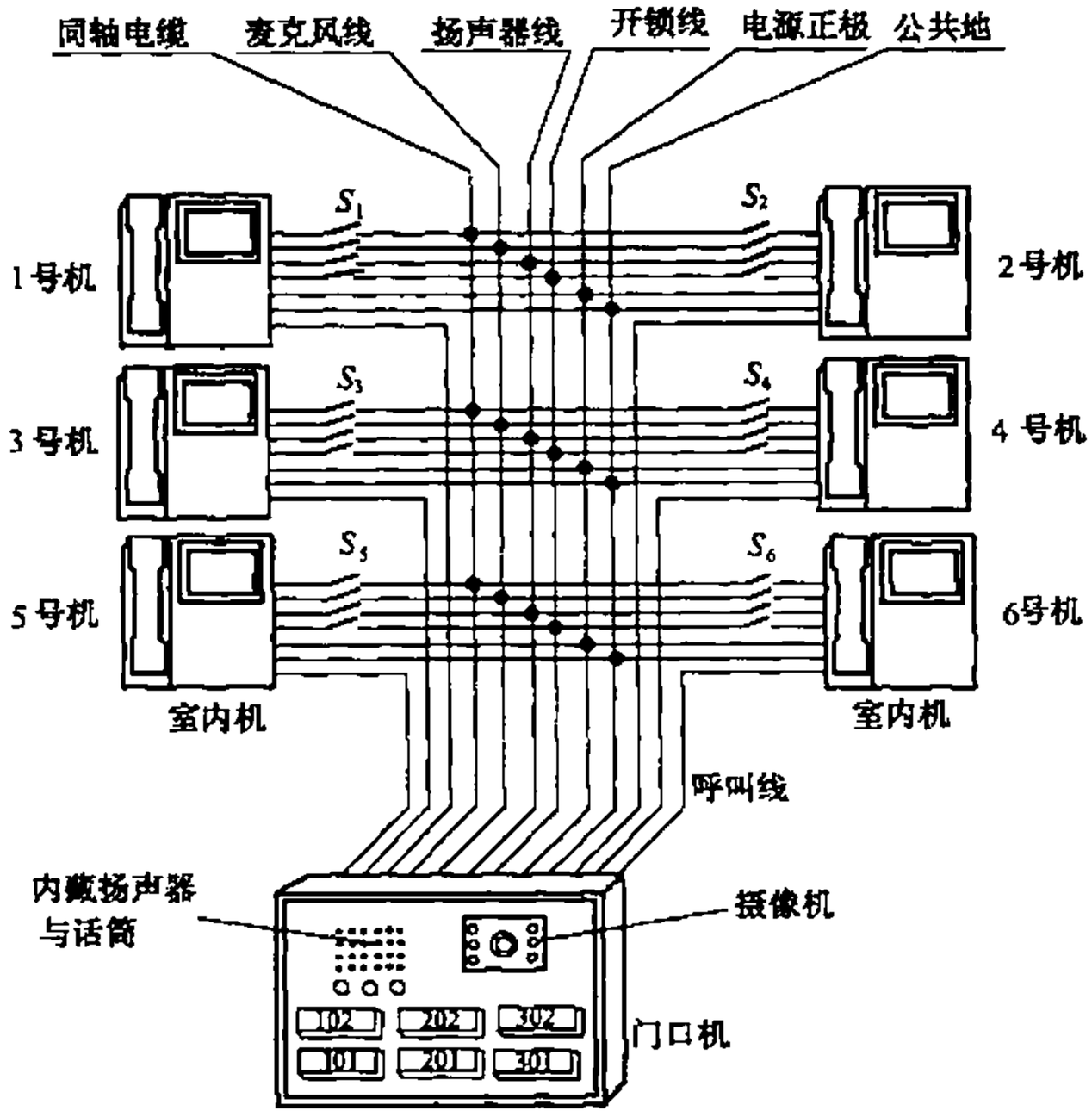


图 11-6　直接按键式可视对讲系统结构图

图 11-6 中的 $S_1 \sim S_6$ 分别是各室内机内部的继电器触点开关（这里为方便对系统的理解，单独取出画于室内机的外部），当来访者在门口机上按下某住户的房门号按键时（假设 101 号按键对应 5 号室内机），即可通过对应的呼叫线传到相应的 5 号室内机，使该室内机内的门铃发出“叮咚”音响，同时，机内的继电器吸合，开关 S_5 将 5 号机的各视频、音频线及控制线接到系统总线上。门口机上设定了按键延时功能，在某房门号键被按下后的 30s 时间内（延时时间可以在内部设定），系统对其他按键是不会响应的，因此，在此期间内其他各室内机均不能与系统总线连接，保证了被访住户与来访者的单独可视通话。此时的电路结构，与前述的单户型可视对讲门铃的结构是完全一样的。当被访住户挂机或延时 30s 后，5 号机内的继电器将自动释放，S_5 与系统总线脱开。

2. 数字编码式可视对讲系统

数字编码式可视对讲系统适用于高层住宅楼及普通住宅楼的多住户场合。由于住户多，直接将每一住户的房门号对应于门号机的一个按键显然是不合适的，因此，数字编码系统将各住宅户的房门号采用数字编码，即在其门口机上安装一个由 10 位数字键及“#”键与“*”键组成拨号键盘。当来访者需访问某住户时，可以像拨电话一样拨通被访住户的房门号，门口机经过输入的 4 位房门号码译码后，确定被访住户的地址，并将该住户的室内机接入系统总线，此时，如被访住户拿起其室内机上的对讲手柄即可与来访者双向通话，门口摄像机摄取的图像亦同时在其室内机的监视器上显示出来。图 11-7 就是数字编码式可视对讲系统。

ML-1000D（S）型可视对讲系统是集中电话交换机、可视对讲功能于一体的智能型数字式大楼管理系统。此系统有 ML-1000D（具有 6 个通话频道）和 ML-1000S（具有 2 个通话频道）两种。两者的区别主要在于中央电脑控制主机分别是 MCU-1000D（6 个频道）和 MCU-1000S（2 个频道），其余功能基本相同。

整个系统如图 11-7 所示，主要设备有住户室内可视对讲机（ML-802）、住户室外门口机（ML-801C）、共同监视对讲门口机（LVP-101C）、管理员可视对讲总机（ML-101GT）、中央电脑控制主机（MCU-1000D 或 MCU-1000S）、中继器（SCU-1010V）、房号显示器（DSU-101）、系统供电器（MS-200PV）。

系统布线与图 11-5 类似，只是中继器至住户室内可视对讲机的接线改为六芯线，中央电脑控制主机至中继器及中继器之间接线的信号线改六芯线为十芯屏蔽线，它们的线径均为 0.4mm。布线时，电源线与信号线仍需分开配线，以避免干扰。系统的传输距离不大于 300m，若超出范围，配线线径相应增大。

例如，有一栋 30 层住宅楼，每层 5 户，共 150 户。整栋大楼为独立管理，整栋大楼设一个总管理员，也可以根据实际情况选择不设管理员。任一住户可以通过管理员转接以达到住户间的双向对讲，住户可以清晰地看到来访者，管理员可呼叫任一住户，并与之双向对讲，管理员之间可与门口机双向对讲，管理员可控制开启大门。

该大楼访客可视对讲系统的设备配置如表 11-5 所示。

一栋 30 层 150 户住宅楼的可视对讲系统设备配置　　表 11-5

序　号	产品型号	产品名称	数　量	备　注
1	ML-802	住户室内可视对讲机	150	每户一台
2	MCU-1000D（S）	中央电脑控制机	1	每栋楼一台
3	SCU-1010V	中继器	15	每 10 户一台
4	LVP-101C	共同监视对讲门口机	1	
5	ML-101GT	管理员可视对讲总机	1	
6	DSU-101	房号显示器	1	管理室配备
7	MS-200PV	系统供电器	1	

图 11-8 是一种联网型可视对讲系统。它通过各门口主机的联网实现并可外接家庭报警控制器，实现住户报警功能。

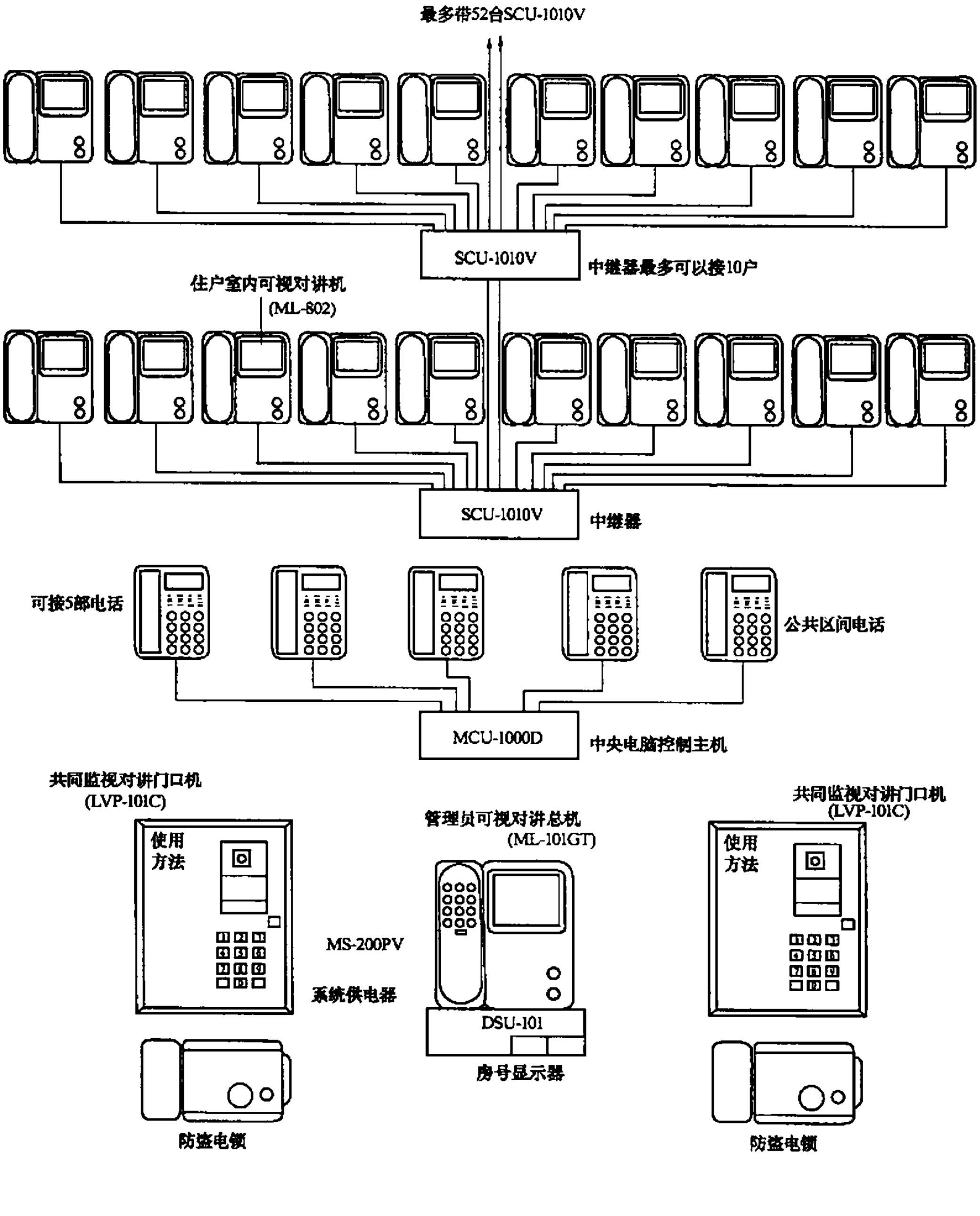


图 11-7　ML-1000D（S）型可视对讲系统

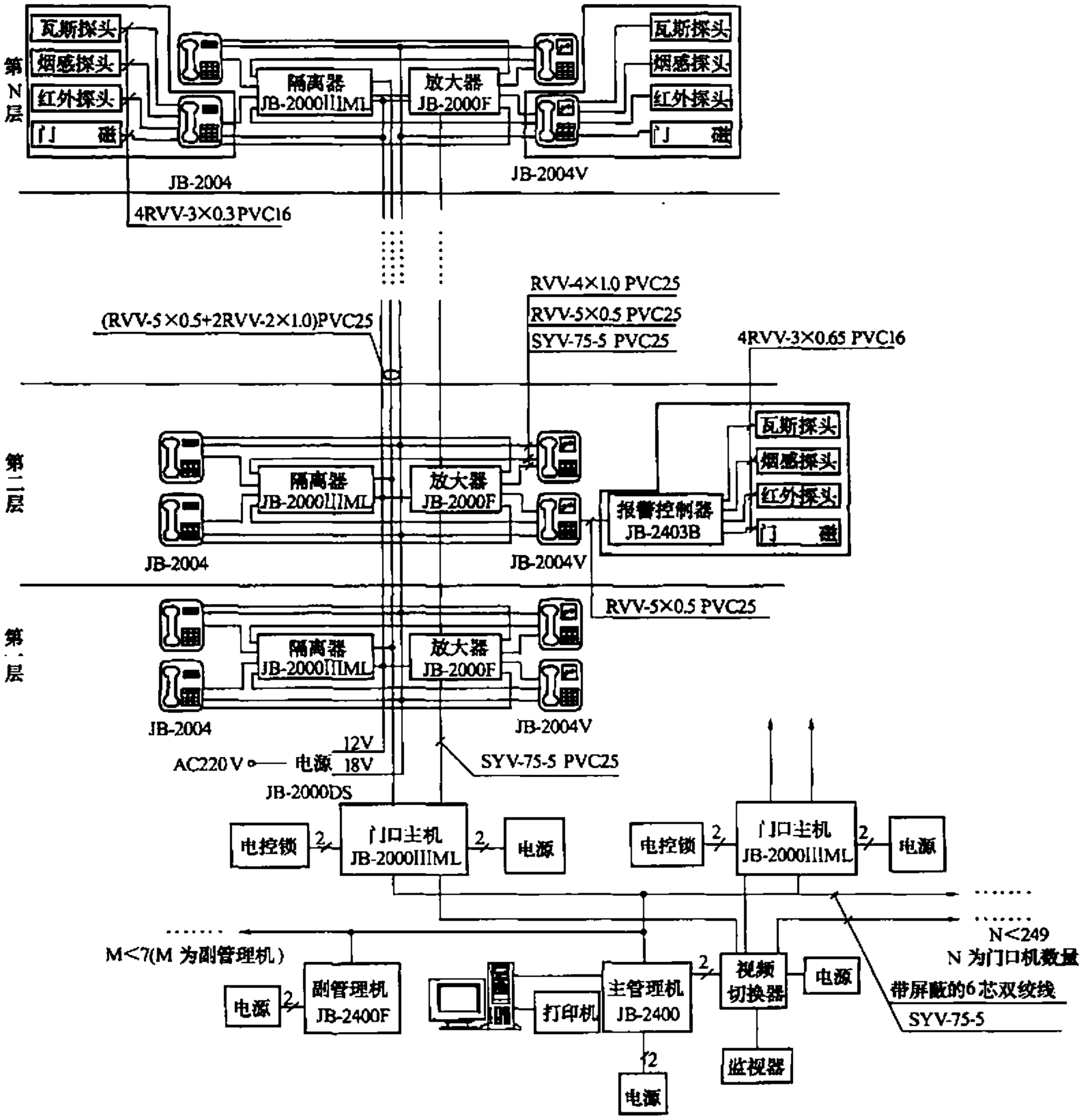


图 11-8　联网型可视带报警模块的对讲系统示意图

第四节　住宅小区通信网络系统

一、住宅小区通信网络系统方案

住宅小区通信网络应能支持语音、数据、图像等业务信息的传送。其除了满足住户对于电话、计算机、娱乐、保安、远程信息服务、控制、视频等业务的需求以外，还需着重解决小区内的通信网络与公用通信网的接口问题，即建设一个开放性的网络，将小区建成

一个安全、便利、舒适、节能、娱乐的生活和工作环境，造福于用户。

目前我国公用通信网主要由中国电信、联合通信、吉通三大部分组成。随着电信业务的逐步开放，将会有更多的专用网，诸如广电、铁道、教育等行业建设的通信网参与电信业务的经营。据了解，很多部门已经或正在准备做这方面的工作。

对于住宅小区通信网络的组成，现有的项目大多采用电信网和有线电视网去实现。

从目前具备的条件分析，住宅小区通信网络的组成有表 11-6 所示的几种方式可供选择。

住宅小区通信网络组成　　**表 11-6**

业务网络	通信方式			设备类型	实施部门	安装地点
电话网	集中用户交换机功能（centrex）			程控电话交换机软件	电信	公用网电话局
	程控交换局远端用户模块			程控电话交换机 远端用户模块	电信	物业提供机房
	程控交换局			程控电话交换机	电信	物业提供机房 或公用网电话局
	程控用户交换局（站）			程控用户电话交换机	物业	物业提供机房
接入网	光纤接入	光纤环路	光纤到小区 FTTL	光纤线路终端（OLT）	电信或物业	电信或物业提供机房
			光纤到路边 FTTC	光纤网络单元（ONU）	电信或物业	物业机房或住宅楼设备间
			光纤到楼 FTTB	传输设备（SOH 等）	电信或物业	物业机房、住宅楼设备间或小区内（管道）
			光纤到户 FTTH			
		光纤同轴混合（HFC）		局端设备	广电、电信、物业	物业提供机房
				远端设备	广电、电信、物业	物业机房或住宅楼设备间
				光纤、同轴传输网	广电、电信、物业	小区内
	铜缆接入	高比特数字用户线（HDSL） 非对称数字用户线（ADSL）		局端设备	电信或物业	电信或物业提供机房
				远端设备	电信或物业	物业机房或住宅楼设备间
	无线接入	无线用户环路（WLL）		基站	电信或物业	物业机房或住宅楼设备间及用户住处
				控制单元	电信或物业	物业提供机房
		卫星 VSAT 系统		室外单元	电信或物业	物业提供场地
				端站设备	电信或物业	物业机房或住宅楼设备间
综合业务数字网	窄带综合业务数字程控交换局（H-ISDN）			ISDN 电话交换设备	电信或物业	电信或物业提供机房
	宽带综合业务数字程控交换局（B-ISDN）			ATM 交换设备	电信或物业	电信或物业提供机房

（一）住宅小区电话网

住宅小区住户的电话业务主要由公用市话网的所在地电话局提供，电信部门主管运营

和维护。利用公用电话网的交换局设备或在小区内设置用户远端模块局，可为住户提供市话、长话、特服（如112、114等）、各种新业务以及公用网所开放的增值信息业务，大约有20多种。住宅小区的住户相对比较集中，小区的规模又各不一样，因此在小区物业中心的机房内可设置用户远端模块局，这也是电信部门推荐的一种建设方案。

利用远端用户交换模块，实质上是将电话局交换设备的用户机架及接线器移至远端，其容量可达到几千线。交换局和远端局之间通过光传输系统及一对光纤实现信息的传送。

一般主局和远端局之间均采用单模光纤，在采用发光二极管或激光二极管作为光源时，支持的距离可达几十公里。

采用远端模块局有如下特点：

（1）远端模块局与母局有相同的用户接口、性能、业务提供和话务负荷能力；

（2）所有的维护和计费在母局进行，远端局可以做到无人值守；

（3）远端局的容量可以是几十门至几千门，并方便扩容；

（4）远端局的交换设备占地面积小，只需在物业中心提供相应的房屋、电源、接地体等条件即可安装；

（5）远端局的业务增加和性能改进可随母局一起升级。

对于小区内的集团、企业、公司等单位的用户又可采用集中用户交换机功能的方式，在原有的电话交换机上使用软件去完成虚拟交换。用户可以不建设交换系统，就可实现内部通话及与公用网的电话业务。并且内部通话可不进行计费，用户只需交付入网费，即可享用公用电话网所能提供的多种业务。物业亦可免去日常对交换设备的维护工作。

同时，在电话网上用户可以利用普通电话线，配上一个调制解调器（Modem）拨号上网，实现数据通信，对于大部分的用户来说是较为经济和简便的一种方式，但有接入速率偏低的感觉，况且语音和数据业务不能同时兼有。

利用现有电话网中的用户双绞线采用ADSL调制解调技术，有较好的应用前景。接入能力上行速率达64～640kbit/s，下行速率可达2～8Mbit/s。ADSL非对称的宽带特性可实现PC机与系统视像服务器之间的网络互联，又不会影响语音业务。最大优点是不需要改变现有的市话用户配线网。

此种方式的应用在物业应设置ATM交换设备。

目前通信网提供的通信业务正向高速化、综合化、智能化方面发展。可现行的各种网，如电话网、数据网、电报网等都是面向特定的业务建设的，无法满足“三化”的要求。但ATM交换技术是B-ISDN（宽带综合业务数字网）的最佳选择，也是未来通信网发展的方向。

ATM主要以“信息组”进行复用和交换，克服了分组交换和电路交换方式的局限性，提供64kbit/s～600Mbit/s各种信息业务。对于小区住宅用户可提供的业务主要有VOD、高清晰电视节目、高质量电视信号的传送、可视电话/数字电话业务、电子金融服务等。ATM交换在公用网已由试验网向实用网发展。

物业管理部门如设置ATM交换机，同样重要的是必须考虑与公用ATM网的接口。

（二）住宅小区接入网

智能小区的通信接入网是建立智能化家庭、小区综合管理中心以及与外界广域网进

行信息交互的纽带，小区通信接入网是智能小区最基本的投资项目之一，关系到小区开发商的投资费用、小区通信与网络方面的现代化程度以及提供综合信息与资讯服务的能力。

小区通信接入网的建设应充分考虑到不同住宅小区的实际情况，包括住宅小区的等级档次，所面向用户的知识层次等等。宽带接入提供更快的速率、使小区住户能够接受服务商提供的增值服务，现已成为小区智能化的主要标志。在中国，光纤到小区与结构化布线相结合是一种典型的宽带接入方式。

一般说来，小区通信接入网的建设可以通过两种方式来实现。一种是在现有家庭通信接入网的基础上，提升和完善现有接入网的技术性能，来满足用户传输中、低速数据和图像的需求，此即 FTTC/双绞线或 FTTB/UTP 铜缆方案。这种方案的最大优点是当前投入少，但后期的升级费用大，该方案可实现用户对低速数据和图像的需求，而用户对高速数据和图像的需求则需要以技术的更新和系统的升级为代价来实现。

另一种是控制网络和数据网络各自单独设网，在建设小区的同时高质量地建设控制信息和数据信息的传输和处理系统，现多采用园区网技术来建立小区局域网。在保证系统高度可靠的基础上，留有满足未来需求的发展数量，虽然一次性投资较大，但未来运行期间不需要再有较大的设备，也不需要进行系统的升级，较好地保护了用户的投资。

住宅小区接入网按传输介质来分，可分为如下五类：

1. 纯双绞线铜线接入技术

双绞铜线通过异步拨号 Modem 和 ISDN 是传统接入方式，新的铜缆用户线技术主要有非对称数字用户线系统 ADSL。它利用一对双绞用户线对，非对称传输信号，下行信道可提供 1.5～6Mbit/s 的分配业务，传输距离可达 3～5km；上行信道为 64kbit/s 双工传输数据或语音，也可采用甚高速数字用户线 VDSL，但需要提高传输距离。

2. 混合光纤/双绞线铜缆网（FTTC/双绞线铜缆或 FTTB/UTP 方案）

具有很好的发展潜力，普遍的做法是采用 FTTC（光纤到路边）、FTTR（光纤到远端节点）、FTTB（光纤到大楼）等与铜缆混合，是铜缆向纯光纤网过渡的理想方案。目前，FTTB/UTP 方案在国内应用较普遍。

3. 光纤/同轴电缆混合网 HFC（Hybrid Fibe-Coax）

混合光纤/同轴电缆网是采用频率分割、数字压缩、调制解调等技术，在有线电视 HFC 网上，除传送常规的广播电视信号外，还可以进行高速的数据传输，将计算机、电话机、电视机有机地结合在一起，实现图像、数据和语音“三线合一”、共网传输的目的。采用有线电视的 HFC 网络作为智能住宅小区的信息传输网，不仅在功能上能完全满足要求，而且大大地简化了小区布线，节省了资金。由于其频带宽，基本上能保证该小区内的信息传输网不用更新，是最理想的小区用户接入网。

目前 HFC 多为 750MHz 系统，其中：

5～40MHz 用于传送上行信息；

50～550MHz 用于传送模拟 CATV 信号；

550～750MHz 用于传送下行数字信息，包括电话、数据、数字图像信号。

从物理连接上看，HFC 与 FTTC、FTTR 很相似，但实际上有本质的区别，HFC 主要传送模拟信号，采用树型——分枝型结构；而 FTTC、FTTR 传送的是数字信息，主要采用星

型结构。

HFC 技术可广泛应用于智能建筑领域的各个弱电子系统中，可向用户提供全双工数字交换式的网络传输功能，并能实现智能化和管理的系统集成，包括卫星有线电视系统、电话程控交换通信系统、三表出户管理系统、计算机互联网络系统、VOD 电视点播系统、电视会议系统、办公自动化系统、监控安保报警系统以及教育和网上购物。

4. 纯光纤网（FTTH）

纯光纤网是指传输介质全部采用光纤连接到用户的网络，即 FTTH（光纤到家）、FTTO（光纤到办公室），是长远的发展方向和最终接入网解决方案。

5. 无线接入网（WLL）

采用公用移动网技术如 FDMA、TDMA、CDMA 等以及无绳电话技术，主要用于人口密度低、有地理障碍和急需电话用户线等地区，其特点是经济灵活，发展前景看好。

移动网络由于实现了真正的跨越时空，具有信息沟通的灵活性、无缝隙覆盖的普遍性，将会成为未来最具吸引力的通信方式。那时，无线网络的接入设备会包括笔记本电脑、PDA、HPC 以及具有简单 Internet 接入功能的移动电话等等。

目前，以光纤接入占了主导的地位。在接入网中主干部分采用光纤作为传输媒介的称为光纤接入技术。其中光纤环路技术以光纤网络单元所设置的位置不同，分为光纤到家庭、光纤到路边、光纤到楼等。光纤同轴混合技术（HFC）也同样是属于光纤接入技术的一种方式。

图 11-9 表示光纤接入结构示意图。

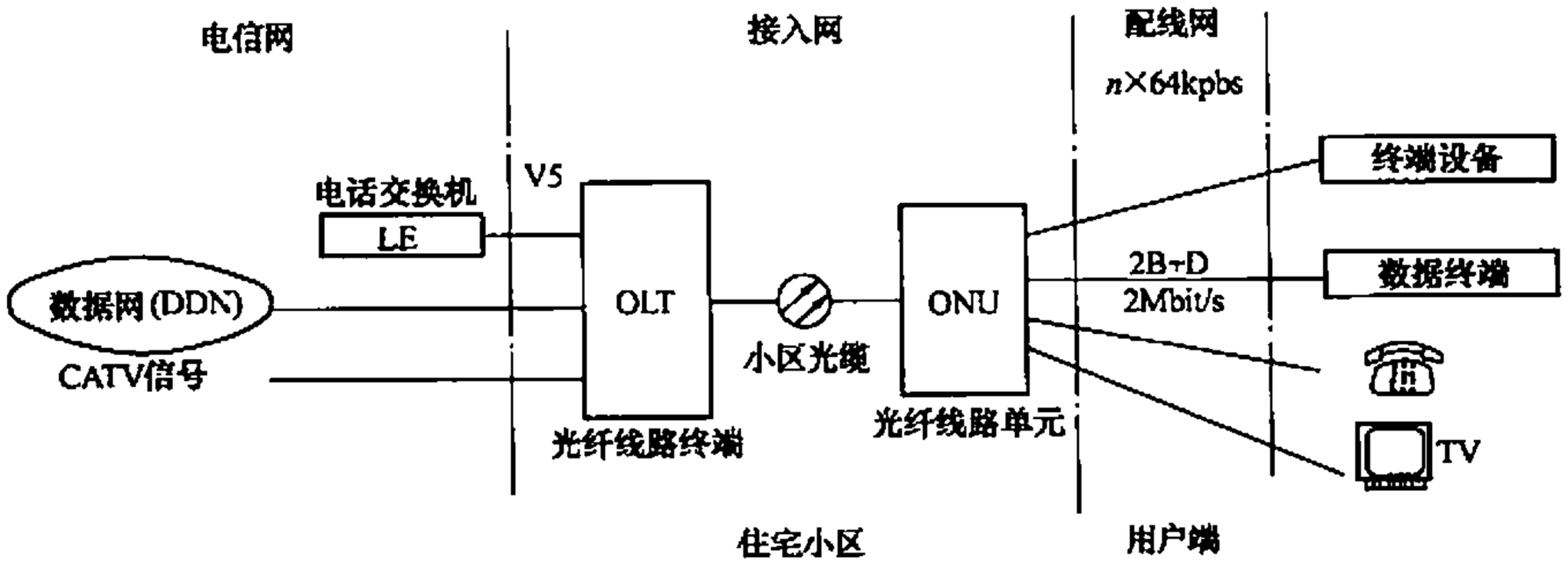


图 11-9　光纤接入结构示意图

光纤环路技术在 OLT 与 ONU 之间可同时组成环型、树型、星型、链型等不同的网络拓扑结构，其中的环型结构又具有自愈功能。

在物业中心 OLT 通过 V5 接口与电话交换机相连，并可以 2Mbit/s 速率接口进入公用数据网，也可将 CATV 信号源接入 OLT 的 CATV 单元。

ONU 可以安装在路边及住宅楼以取代交换设备，并提供音频、2B + D、30B + D、V.35/V.24 的 64kbit/s 或 64kbit/s 的子速率接口。ONU 经过双绞线为用户提供语音、数据业务，并可经同轴电缆分配网支持 CATV 图像业务。

关于各种接入技术的比较如表 11-7 所示。

各种接入技术的扼要比较　　表 11-7

	速率/(bit/s)	基础设施	主要优点	主要问题	发展前景
模拟 Modem	56k	现有电话网	成熟，有国际标准，价格低	速度很低，不能接入视频信息，与电话不能并用	发展有限
N-ISDN	64k/128k	现有电话网	成熟、标准化，与电话并用，价格适宜	速度不高，仍无法接入实时视频	是宽带接入前的过渡
ADSL	1.5k～8M	现有电话网	利用现有电话线、宽带接入，可与电话并用	不够成熟，价格较高	FTTH 实现前的宽带过渡技术
简化 ADSL	64k～1.5M	现有电话网	用户端不需分离器，价格大大低于 ADSL	不支持数字电视的接入	可能是近期主要的电信宽带接入方案
Gable Modem	2M～36M	现有有线电视网	利用现有有线电视电缆、宽带接入	不够成熟，无统一标准，非全数字化，速率与用户数成反比	FTTH 实现前的广电宽带解决方案
FTTH	155M～622M	新建光纤网	速度极高，能接入所有业务，全数字传输	不够成熟，标准化不够，价格昂贵	理想家庭接入技术

（三）住宅小区局域网（LAN）

在住宅小区智能化系统中，计算机局域网是实现“智能化”的关键，即应用计算机网络技术和现代通信技术，建立局域网并与 Internet 互联，为住户提供完备的物业管理和综合信息服务。

小区局域网结构由接入网、信息服务中心和小区内部网络三部分构成。

（1）接入网：一般系指局域网与 Internet 互联网的连接方式。地区用户接入方式可以有多种选择，可以由电信局、有线电视台或其他 ISP（Internet service Provider）提供该业务。

（2）信息服务中心：信息服务中心是小区局域网的心脏，由路由器、防火墙、Internet 服务器、数据备份设备、交换机、工作站等硬件设备和网络操作系统、Interner 应用服务、数据库、网络管理、防火墙等软件以及针对小区实际需要而二次开发的应用软件等组成。小区是否设信息服务中心应视建设规模和业主的投资情况而定，其功能和提供的服务通常是随着小区的建设和实际需要而逐步完善的。

1）路由器（Router）：路由器一端接 ISP 网络，一端接局域网防火墙，运行路由器管理软件，是对局域网内外数据选择路径并进行包转发的桥梁。路由器工作于 OSI（开放系统互联）工作模型的第三层，即网络层，它负责 LAN-LAN 连接出现的交换和路由选择，还负责从节点到节点（而不是终端到终端）之间运送数据，并负责连接的建立、数据的转移和阻塞控制等。选择路由器时应采用能支持多种网络通信协议，配置适合 ISP 网络和局域网网络端口的路由器。

2）防火墙：防火墙是利用数据加密、用户认证、访问控制等手段保护局域网免受来自外部的侵害，同时也可防止内部用户对非法站点的访问。防火墙可由专用的防火墙设备（如天网防火墙系统）或运行于服务器中的防火墙软件（如 Microsoft-Proxy Server）来实现。有些防火墙具有代理服务器（Proxy Server）的功能，代理服务器的作用是可提高局域网用

户对 Internet 的访问速率。

3）服务器：服务器的数量应根据小区的规模、业务量的大小来选择。对于业务量不大的小区，可以选择一台作为综合信息和数据库服务器，也可以选择两台这样的服务器同时运行，双机备份；对于大型住宅小区，宜选用多台服务器分别运行不同的应用软件和数据库软件，如 Web 服务器、E-Mail 服务器，FTP/BBS/NEWS 服务器，SQL 数据库服务器。选择服务器主要是考虑其性价比，即要求具有群集支持、容易扩展、无故障开机时间长、易于管理、配置合适、容错能力强等技术指标是否满足使用要求以及价格是否合适。

4）软件：一个局域网的成功与否，除了要求其硬件性能满足要求外，更重要的是取决于其软件的选择和开发是否成功。即操作系统软件是否适用，应用软件是否便于二次开发，开发工具软件功能是否强大以及日后维护是否方便等。

小区局域网主要可为住户提供物业管理办公自动化、综合信息服务、家居服务和日常生活资讯等功能。根据应用和功能要求，可以列出对小区网络速率的要求，如表 11-8 所示。图 11-10 是住宅小区计算机局域网的示意图。

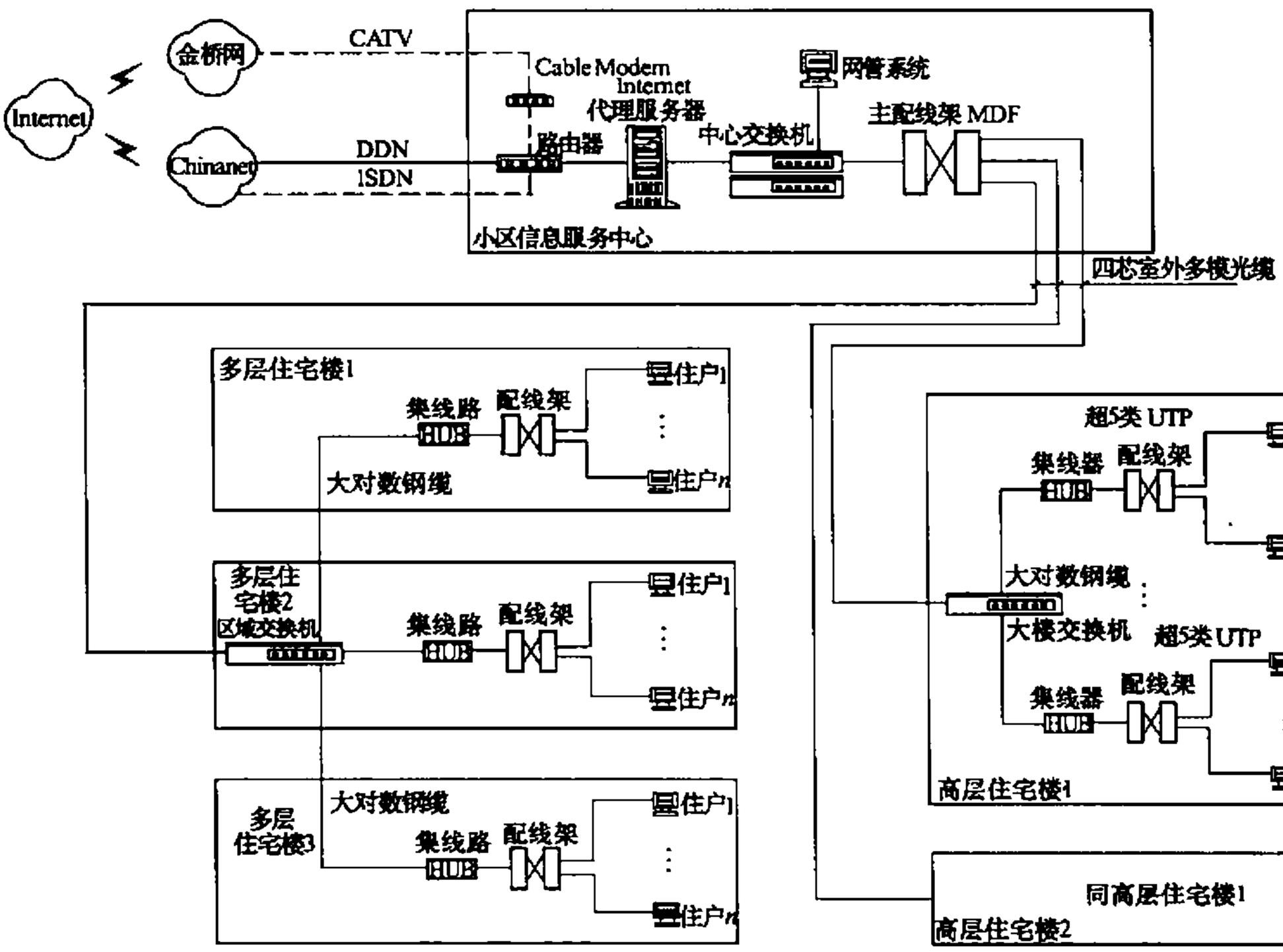


图 11-10　住宅小区计算机局域网示意图

小区网络性能需求一览表　　表 11-8

需求名称	速率/（bit/s）	说　　明
住户接入速率	56～300k	小区局域网内仅提供多媒体非实时性应用服务和对 Internet 的访问服务
	≥1.5M	如果小区内提供 VCD 档次的 VOD［采用 MPEG-1 方式的 CCIR601 格式的录像，720（像素）×488（线）×30（帧/s），数据率为 1.5Mbit/s］

续表

需求名称	速率/（bit/s）	说　　明	
住户接入速率	≥4M	如果小区内提供 DVD 档次的 VOD（采用 MPEG-2 方式的最低分辨率视像 352×288×30，数据率为 4Mbit/s；中分辨率视像 720×576×30，为 15Mbit/s）	
网站/物业管理服务器接入速率	10M	小区用户数≤100，平均每户≥100kbit/s	高峰时段可假定同时访问数为总户数的 1/10
	100M	100＜小区用户数≤1000，100kbit/s≤平均速率≤1Mbit/s	
	1000M	5000≥小区用户数≥1000，2000kbit/s≤平均速率≤1Mbit/s	
对外互联速率	256k	小区用户数≤100，高峰时段平均每户最低速率≥25.6kbi/s	按 1/10 用户同时访问网站计算
	2M	100＜小区用户数≤1000，20kbit/s＜高峰时段最低速率≤200kbit/s	
	10M	4000≥小区用户数≥1000，25kbit/s≤高峰时段最低速率≤100kbit/s	
VOD 服务器接入速率	100M	可支持 60 路 VCD 节目或支持 25 路低分辨率 DVD 节目的同时传输	
	1000M	可支持 600 路 VCD 节目或 250 路低分辨率 DVD 节目的同时传输，或 60 路中分辨率的 MPEG-Ⅱ视像节目的传输（720 像素×576 行×30 帧/s）	

（四）住宅小区的布线

小区的布线建设可以分成三个步骤进行，这三个步骤是：

（1）家庭布线：在每个家庭内安装家庭布线管理中心即家庭配线箱，家庭内部的所有设备电缆都由配线箱分出连接各个设备。

（2）住宅楼布线：在各个住宅楼设置楼内布线管理中心，即楼内的配线箱，这个楼宇内所有住户的线缆在楼内布线管理中心汇集。

（3）小区布线管理中心：各个住宅楼的线缆在小区布线管理中心汇集。

表 11-9 列出小区的各种设备和传输媒介。

智能化小区各种设备及相应传输线缆　　**表 11-9**

	主　要　设　备	传　输　介　质
家庭智能化设备	红外传感器、人体热释电传感器、超声波传感器 开关式传感器、微波传感器、激光传感器、连接 110 报警机	普通绞线（屏蔽或非屏蔽）、或无线传输
	外传报警执行（119 火警）装置、自动喷淋装置 温度传感器、烟雾传感器、煤气泄漏传感器、氧传感器、环境自动调节	普通绞线（屏蔽或非屏蔽）、或无线传输
	载波电器控制器、家电自动监测控制（电视机、计算机、音响设备、空调机、其他家电设备） 卫生间排气扇控制、水、电、气阀门控制 自动抄表（电表、水表、气表、热水表、热量表）	普通绞线（屏蔽或非屏蔽）或无线传输
	电冰箱、洗碗机、电饭煲、微波炉、热水器、食品干燥机、消毒碗柜、抽油烟机、调料柜、米柜、燃气灶，工作状态监测及控制	普通绞线（屏蔽或非屏蔽）

续表

	主　要　设　备	传　输　介　质
小区物业管理智能化设备	车辆（自行车）管理	普通绞线
	公共区照明控制、声光控开关、定时开关、人体热释电开关	普通绞线
	保安人员巡更系统	普通绞线
	人员进出管理	普通绞线
	电视监控及周边红外监控系统	同轴电缆或绞线
小区智能化通信设备	小区局域网（以太网）、小区程控交换机、传真、电话、可视电话	光纤、五类双绞线、普通绞线
	有线电视系统	同轴电缆、光纤
	地下停车场手机、BP机信号呼入、呼出系统 移动电话系统，移动对讲系统	同轴电缆或无线传输

二、住宅小区宽带网的安装设计

宽带接入是相对于普通拨号上网方式而言，拨号上网速率因受模拟传输限制最高只有56kbit/s，根本无法浏览实时传输的网上多媒体信息，连一般的网页浏览也需较长的等待时间，更不用说网上信息的下载。宽带的定义，即按接入的带宽分类，宽带传输速率＞2Mbit/s，而窄带传输速率≤2Mbit/s。

宽带网分为三个层次，分别是核心层、汇聚层、接入层。核心层主要负责IP业务汇接包括广域ATM网、宽带骨干IP网等。汇聚层主要包括分DDN宽带专线接入，100M/1000M（快速/千兆以太网）接入，IP路由寻址等接入等。接入层是直接对用户的最终接入，也就是“最后一公里”，主要包括10M/100M（LAN）以太网、ADSL（非对称数字线路）、基于HFC的Cable Modem、HomePAN以及无线接入等方式。下面对目前住宅小区常用的前三种宽带网接入方式的工程设计进行阐述。

1.FTTB＋LAN（以太网）接入方式与工程设计

我国接入网建设，按照光纤尽量靠近用户，以发展光纤接入网为主的原则，已初步实现了光纤到路（FTTC）、光纤到办公室（FTTO）、光纤到楼（FTTB）。目前的发展方向是光纤以太网加局域网接入，即FTTB（光纤到大楼）＋LAN的方式。这样，光纤可敷设到楼边，楼内采用局域以太网的方式，线路采用五类双绞线连接。用户无需要任何调制解调设备，在电脑内加装一块以太网网卡即可。这样成本较低，还能提供10～100Mbit/s的用户接入速率，而且便于管理、维护，是新建小区的首选接入方式。

由于宽带接入商通常采用先投资，再回报的投资策略，所以一般先为小区免费布线，网络开通前的费用均由宽带接入商投资。在做设计前必须先由小区开发商与宽带接入商签订协议，此后由宽带接入商提供一份技术要求任务书，供小区开发商提供给设计人员设计单体建筑时参考。因设备、线路由宽带接入商垫资，所以设备、线材均由其选型，配置采用低配置型综合布线设计，电话线路仍采用传统电话配线、配管方式。宽带接入只考虑每户设置一个信息接口，如需多个信息接口。需住户自行安装小型HUB，家庭信息箱中即可提供一个四口HUB，复式住宅及别墅不受此限制。设计单位根据技术要求条件书，进

行楼内盒箱及管线预埋，通常有两种做法：单式和楼栋式。其管线设计方案分别见图 11-11 和图 11-12。图 11-11 为楼栋式进线。三个单元分别表示了两种垂直干管配管方法。图 11-12 中表示单元式进线。分线盒出线采用电话、数据共管配线至家庭信息配线箱的配线方式。是否采用信息配线箱由工程设计定，一般非智能化住宅可不采用家庭信息配线箱。智能化住宅因牵涉系统较多（如电视、电话、宽带网、访客对讲、三表远传、家庭报警等），需采用家庭信息配线箱。两种配管方式均可采用，具体由宽带接入商确定。

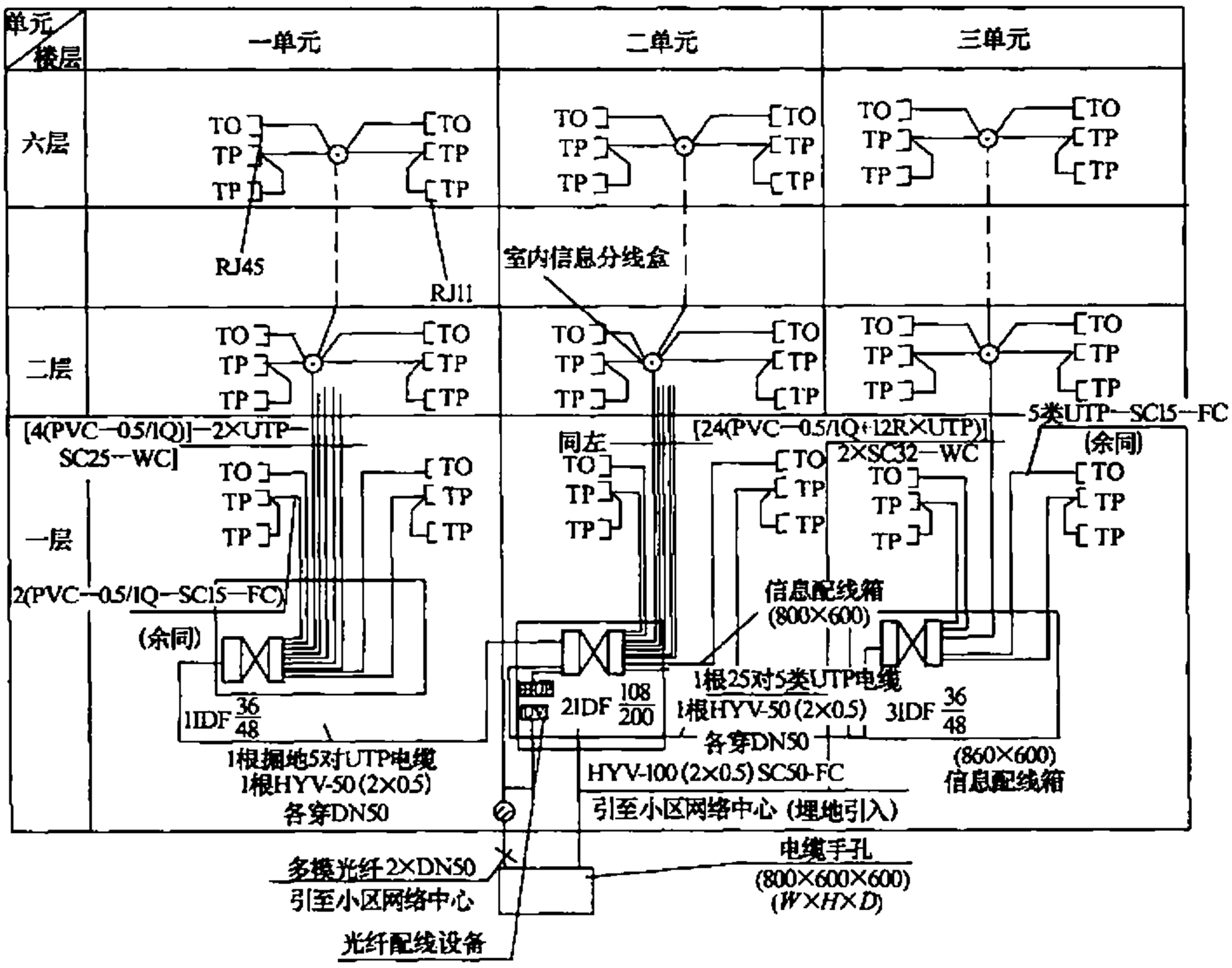


图 11-11　楼栋式宽带网及电话配线系统

单元式配线，需在每栋楼前设置人孔，与单元电缆手孔相连。楼栋式配线则直接由楼前电缆手孔暗配管至信息配线箱（860mm × 600mm × 160mm，$W \times D \times H$）。信息配线箱中含有水平安装数据、语音配线架、垂直安装 HUB（以太网交换机）。配线箱暗敷设于单元楼道底层墙上，安装高度底边距地 1.4m，HUB 等设备的供电分别引自公共照明回路，线路采用 BV-500（3×2.5）SC15-FC，并应根据现场供电情况决定是否增加 UPS 供电设备。电话及信息接点均采用不同的配线架，再由一层分别供至各层配线盒。配线盒安装高度距顶 0.3m。由各层配线盒至每户家庭信息配线箱及信息插座均采用穿管暗敷。如采用家庭信息配线箱，其安装高度距地 1.8m。箱盒预埋尺寸应根据设计，参考样本选定。其管径截面利用率双绞用户线为 20% ~ 25%，平行电话用户线为 20% ~ 30%。施工暗管及盒箱时，宽带接入商均需配合施工，线路穿放由其自行施工。小区应设置交换机房，面积在宽带接入商提供的技术任务书中确定，宜设于小区中心会所内或物业管理中心。机房设计牵

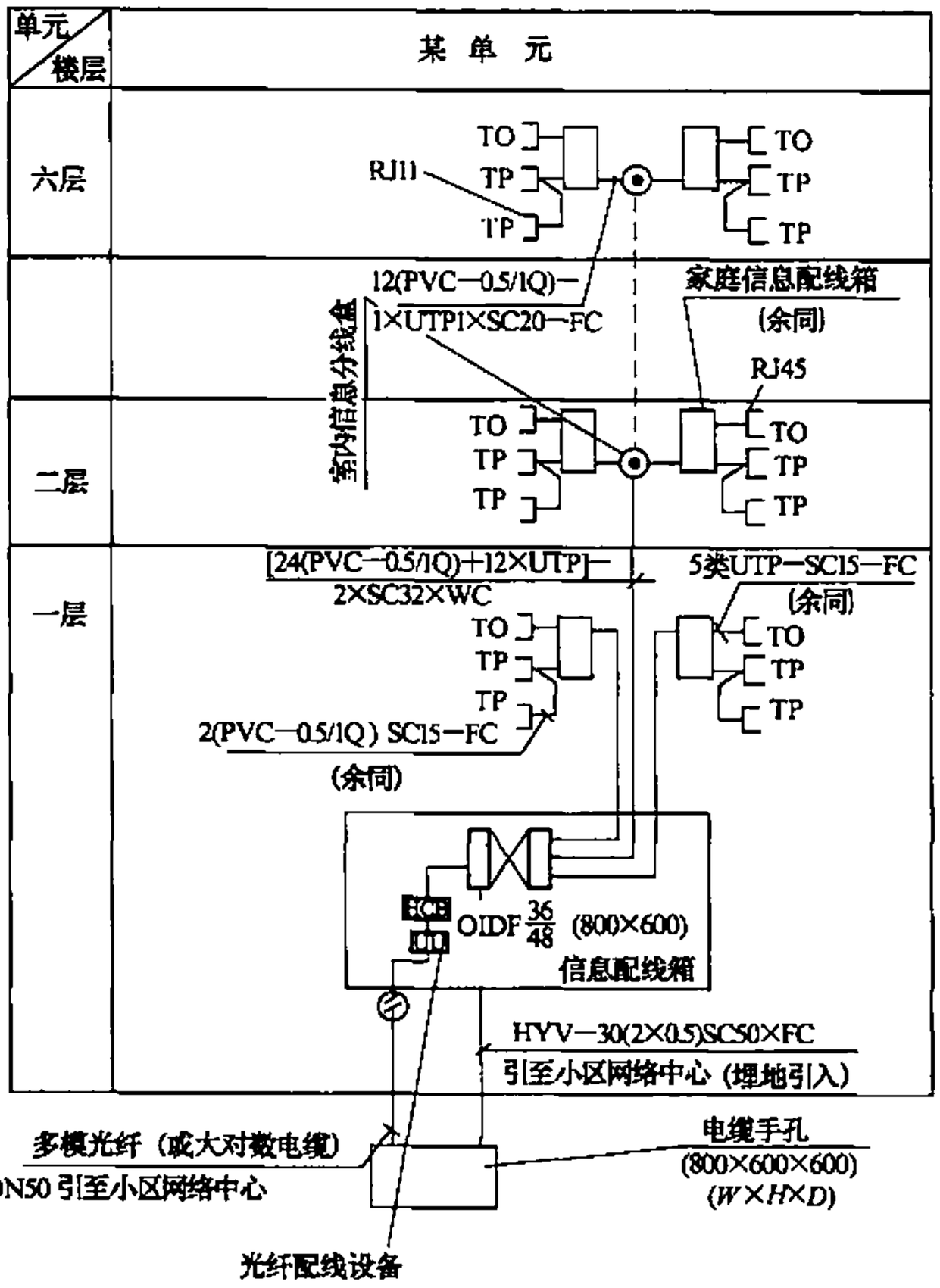


图 11-12　单元式宽带网及电话单元配线系统

涉网络设计，由宽带接入商设计、施工。占用房间面积由宽带接入商向小区房地产开发商提出要求，由房地产开发商统一规划、设计、施工，再销售或租赁给宽带接入商。

2.ADSL 接入

这种接入方式的传输介质均采用普通电话线，适用于用户宽带需求较分散的已有住宅小区，以及光纤短期内无法敷设到的地方。ADSL 的上行信道有 25 个 4kHz 信道，最高上行速率可达 864kbit/s，一般为 640kbit/s。下行信道有 249 个 4kHz 信道，最高下行速率为 8Mbit/s。由于与普通模拟电话占用不同的区段（模拟电话：20Hz ~ 3.4kHz，XD-SL2.5 ~ 3.4kHz），所以可在一对电话双绞线上同时传输语音和数据信号，只需加装一个分离器和 ADSL MODEM 即可。但采用此技术需建成一批 ADSL 市话端局，其接入商只有中国电信一家，接入方案主要有 ADSL 直接接入及 ADSL + LAN 方式。ADSL 直接接入需在电信局设置 DSLAM（DSL Acess Mux 即 DSL 多路复用器），因多路复用器价格较高，所以此种接入方式成本较高，不适宜推广。而 ADSL + LAN 的方式，数据从住宅楼到小区直至电信局仍采用光纤以太网方式，楼内则采用 MINIADSL 作为 ADSL 端局，既可省去繁杂的入户线路改造，又降低了 DSLAM 的造价，而且传输距离长，是 ADSL 接入的发展方向。但因电信局不同

意此接人方式，而只同意采用直接接人的方式，所以尽管 ADSL + LAN 有诸多优点，但仍未能得到推广。由于此方式均为电信局端设备改造，用户端无需对线路进行改造，所以多为电信系统自行设计，故不详述。

3.HFC 接人

现有 HFC（有线电视光纤同轴混合网）经过双向改造后，使用 Cablc Modem 就可以构成宽带接人网。一般 HFC 上行数据信道利用 50HMz 的低频段采用 QSPK 或 16QAM 调制方式，下行数据信道利用 170MHz 以上的频段，Cable Modem 采用 DOC-SIS 标准。

由于 HFC 采用总线型结构，共享频段，用户和邻近用户分享有限的宽带，当一条线路上用户激增时，速度将会减慢。所以为保证接人速度，小区内用户通常只能满足 500 户需求，否则需将一个小区拆分成几个区段，才能保证下行速率为 30Mbit/s，用户端可提供 10Mbit/s 接口。由于受用户数限制，仅有部分小区采用 HFC 方式。现在广播电视局基本采用 HFC + LAN 方式，因 HFC 的行政主管为广播电视局，所以与 ADSL 接人方式一样缺少接人商竞争。

传统 HFC 做法是用户加装分配器分别接至信息接口及电视接口，因广播电视局未获得电话经营权，所以无法提供电话接口。用户加装 Cable Modem，根据授权密码使用数据接口。

HFC 接人网的主干系统采用光纤，配线部分则使用现有 CATV 网中的树形分支结构的同轴电缆。每个光网络单元（ONU）连接一个服务区（SA），每个服务区内的用户数一般在 500 户左右（基于通信质量和价格的综合考虑）。用户 PC 需要配置 Cable Modem（电缆调制解调器）才能上网。Cable Modem 可以是单独的设备，也可以是机顶盒中的一块插卡（机顶盒中还可以插人数字电视卡以便在模拟电视机上接收数字电视节目或者插人 IP 电话卡实现在因特网上打电话）。每个 Cable Modem 在用户端有 2 种接口：连接模拟电视机的 AUI 接口和连接 PC 机的 RJ45 双绞线接口。Cable Modem 多采用非对称结构，下行速率达 3M ~ 10Mbit/s，上行速率可达 200k ~ 2Mbit/s。

上述三种住宅小区宽带网接人方式的优缺点如表 11-10 所示。

3 种方式的优缺点比较　　**表 11-10**

	优　　点	缺　　点	使用/计费方式
LAN	(1) 用户端不需各种调制解调器 (2) 高速：每户独享 10M 带宽 (3) 除了 Internet 高速接人外，ASP 还提供小区专用虚拟服务器，便于小区实现网络化物业管理和内部信息服务	(1) 必须敷设专用网络布线系统 (2) 网络设备需占用建筑面积	(1) 专线上网，不需拨号 (2) 包月计费，不限使用时间
ADSL	利用电话线，不需专门布线	(1) 用户端需要 ADSL Modem 作接人设备 (2) 仅作为 Internet 接人通道，信心内容受制于 ISP	(1) 专线上网，不需拨号 (2) 包月计费，不需缴付电话费，速率 1 ~ 4M 可选，使用费用相应递加

续表

	优　　点	缺　　点	使用/计费方式
HFC	利用双向有线电视网络	(1) 树型网络结构，传输速率取决于同一光节点下的用户数量，用户增多速率下降，通常下行速率只有 1～2Mbit/s，常见的是 400～500Mbit/s (2) 用户端需要 Cable Modem 作接入设备 (3) 仅作为 Internet 接入通道，信息内容受制于 ISP	(1) 与有线电视混用，不需拨号 (2) 提供几种包月计费套餐，不限使用时间

第五节　住宅小区综合布线系统

智能化住宅小区的一个重要特征在于小区的网络化。网络化使信息高速公路进入每一个家庭，为每一个家庭提供了畅通的信息交流空间；同时，网络化也使整个小区系统的物流运动在信息流的合理控制与支配下良好地运行。智能小区的综合布线系统为实现网络化提供了物质基础和基本途径。

一、住宅小区综合布线系统的配置与拓扑结构

(1) 建设城市住宅小区或住宅楼时，应在住宅小区或住宅楼建设用地范围内预埋地下通信配线管道；在楼内预留设备间、交接间、暗配线管网系统。

(2) 对于综合布线的系统分级、传输距离限值、各段缆线长度限值和各项指标等本规范未涉及的内容均应符合国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》（GB/T 50311—2000）的有关规定。

(一) 住宅小区综合布线系统的配置

建筑物内的综合布线系统应一次分线到位，并根据建筑物的功能要求确定其等级和数量，宜符合下列规定：

1. 基本配置

适应基本信息服务的需要，提供电话、数据和有线电视等服务。

(1) 每户可引入 1 条 5 类 4 对对绞电缆；同步敷设 1 条 75Ω 同轴电缆及相应的插座。

(2) 每户宜设置壁龛式配线装置，每一卧室、书房、起居室、餐厅等均应设置 1 信息插座和 1 个电缆电视插座；主卫生间还应设置用于电话的信息插座。

(3) 每个信息插座或电缆电视插座至壁龛式配线装置，各敷设 1 条 5 类 4 对对绞电缆或 1 条 75Ω 同轴电缆。

(4) 壁龛式配线装置（DD）的箱体应一次到位，满足远期的需要。

2. 综合配置

适应较高水平信息服务的需要，提供当前和发展的电话、数据、多媒体和有线电视等服务。

(1) 每户可引入 2 条 5 类 4 对对绞电缆，必要时也可设置 2 芯光纤；同步敷设 1～2 条

75Ω 同轴电缆及相应的插座。

(2) 每户宜设置壁龛式配线装置，每一卧室、书房、起居室、餐厅等均应设置不少于 1 个信息插座，或光缆插座，以及 1 个电缆电视插座，也可按用户需求设置；主卫生间还应设置用于电话的信息插座。

(3) 每个信息插座、光缆插座或电缆电视插座至壁龛式配线装置，各敷设 1 条 5 类 4 对对绞电缆、2 芯光缆或 1 条 75Ω 同轴电缆。

(4) 壁龛式配线装置（DD）的箱体应一次到位，满足远期的需要。

(二) 城市住宅小区和住宅楼的综合布线系统的拓扑结构

(1) 拓扑结构应符合图 11-13 的规定：相关长度应符合如下要求：

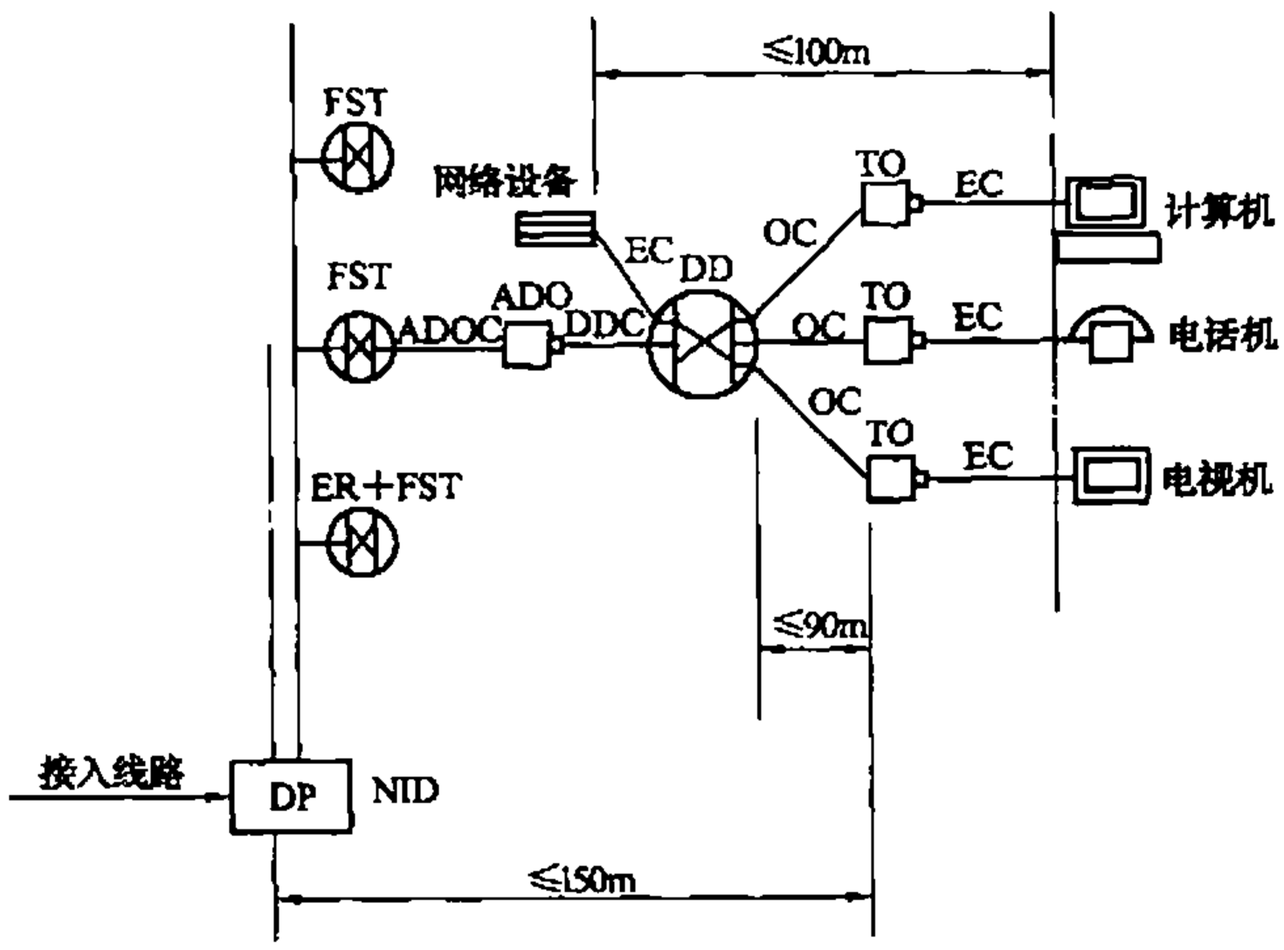


图 11-13　住宅综合布线系统的拓扑结构

①分界点（DP），即主端接至最远住户信息插座的电缆总长度不应大于 150m；

②每户配线装置（DD）至户内最远用户终端的信息插座电缆（OC）、设备软线（EC）和配线装置（DD）的跳线总长度不应大于 100m；

③信息插座电缆（OC）不应大于 90m；

④配线装置（DD）的跳线和设备软线（EC）的总长度不应大于 7.6m；

⑤设备软线和跳线的衰减大于实芯铜线的对绞电缆，应注意核算电气长度，折算为物理长度，使衰减指标符合规定。

(2) 住宅楼，每层户数较多，采用分层配线方式，如图 11-14 所示。其中 FST 不一定每层都设置，只要 FST 至 ADO/DD 的长度不超过 90m，几层楼可以公用一个 FST。这种方式适用于每户房间较多，且面积较大、有多台计算机终端，在 DD 处设置 HUB（集线器）的情况，如果每户仅 1 台计算机终端；HUB 集中设置在 FST 时，则 FST 至每户信息插座的电缆总长度不应超过 90m。

(3) 住宅楼，每层住户数较少，采用按住宅单元垂直配线方式，如图 11-15 所示。这种方式不设置 FST。在底层 DP 处集中设置 HUB，DP 至每户信息插座的电缆总长度不应超过 90m；如果住宅楼规模较大，集中设置 HUB 有困难，也可在每一单元的底层设 FST，在

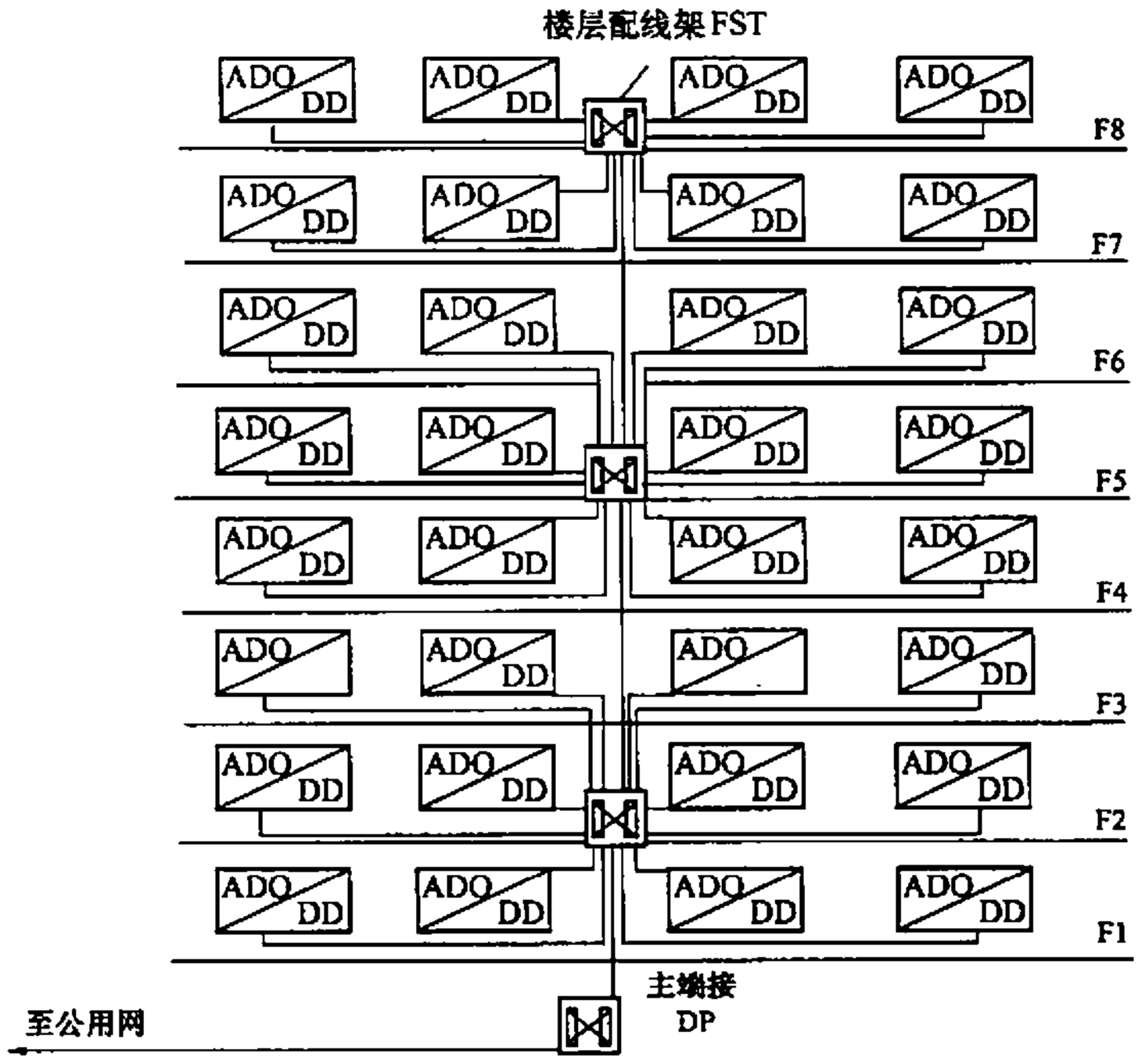


图 11-14　采用分层配线的多层数大厦主干布线系统

各 FST 处设置 HUB，选择其中易于与城市业务提供者衔接的 FST 作为 DP（可选择住宅区的集中管理部门所在地）。此时，每一个 FST 至每户信息插座的电缆总长度不应超过 90m，FST 之间以及 FST 至 DP 之间的电缆长度不应超过 90m，光缆长度不应超过 500m。

（4）多个独立式住宅组成的建筑群。这种方式可将每一幢独立式或排列式住宅视为一个楼层，设 FST，每住户设 ADO/DD，在各 FST 处设置 HUB，选择其中易于与城市业务提供者衔接的 FST 作为 DP（可选择住宅区的集中管理部门所在地）。此时，每一个 FST 至每户信息插座的电缆总长度不应超过 90m，FST 之间以及 FST 至 DP 之间的电缆长度不应超过 90m，光缆长度不应超过 500m。如果住宅小区规模较大，还可增加光缆长度，并应符合多模光缆不大于 2000m，单模光缆不大于 3000m 的规定。

（三）多层住宅楼布线系统

多层住宅楼布线系统设计方案共四种（图 11-16），这四种设计方案的网络接口设备和主配线设备设置相同，主配线设备至各辅助分离信息插座 ADO/配线箱 DD 的路径不同，并根据所需进线光缆和电话电缆、电视同轴电缆数量及备用管数量确定。

（1）方案一：各单元的各层均设置楼层配线箱，从主配线设备引至每个楼层配线箱的一组电缆，经楼层配线箱将电缆分配给各住户的辅助分离信息插座 ADO/配线箱 DD。该方案见图 11-16 中的 1 单元。

（2）方案二：各单元的每三层（或每两层）设置一个楼层配线箱，从主配线设备引至每个楼层配线箱的一组电缆，经楼层配线箱将缆线分配给本层及上下层各住户的辅助分离信息插座 ADO/配线箱 DD。该方案见图 11-16 中 2 单元。

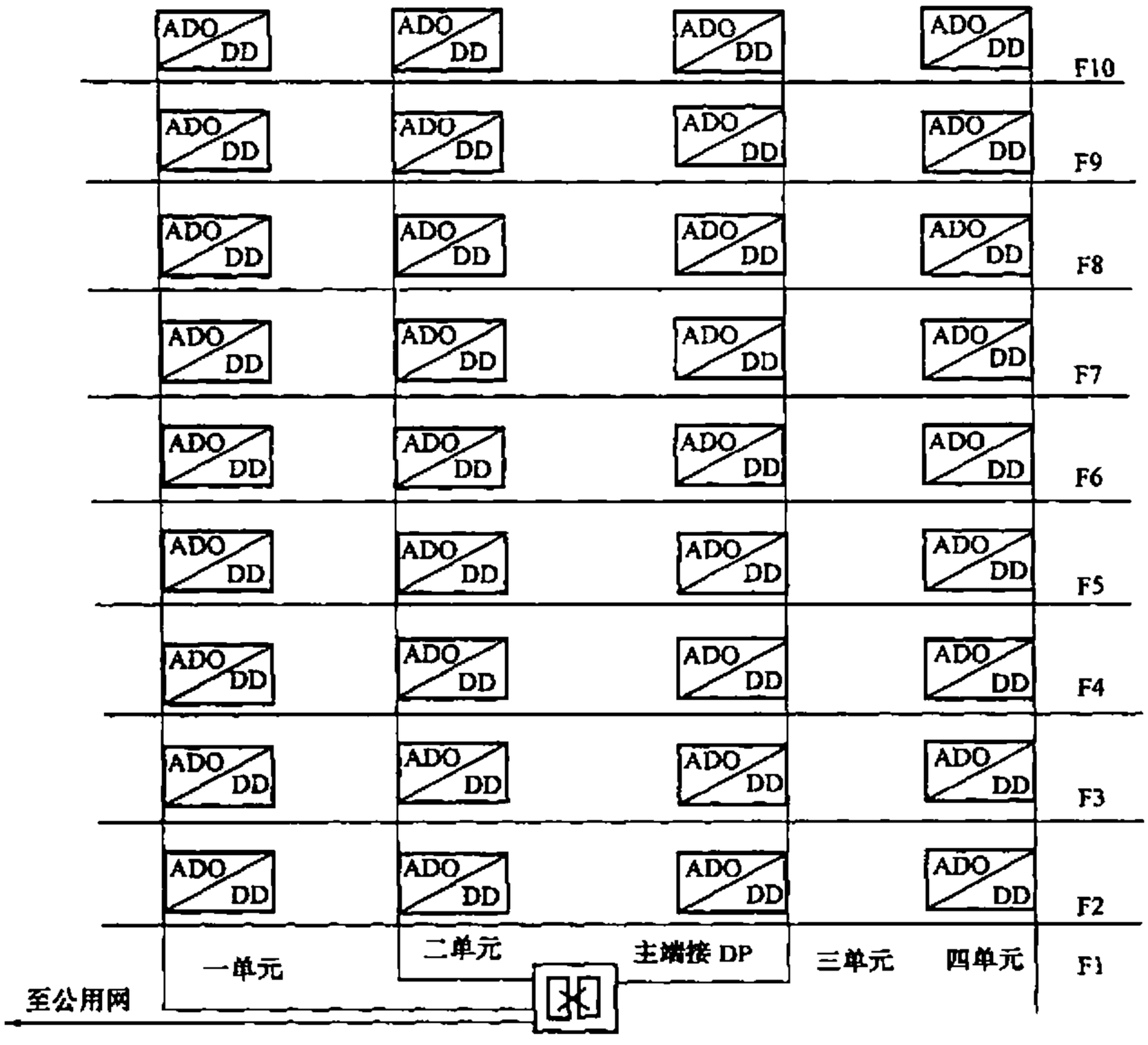


图 11-15　采用按单元垂直配线的多层数住宅楼主干布线系统

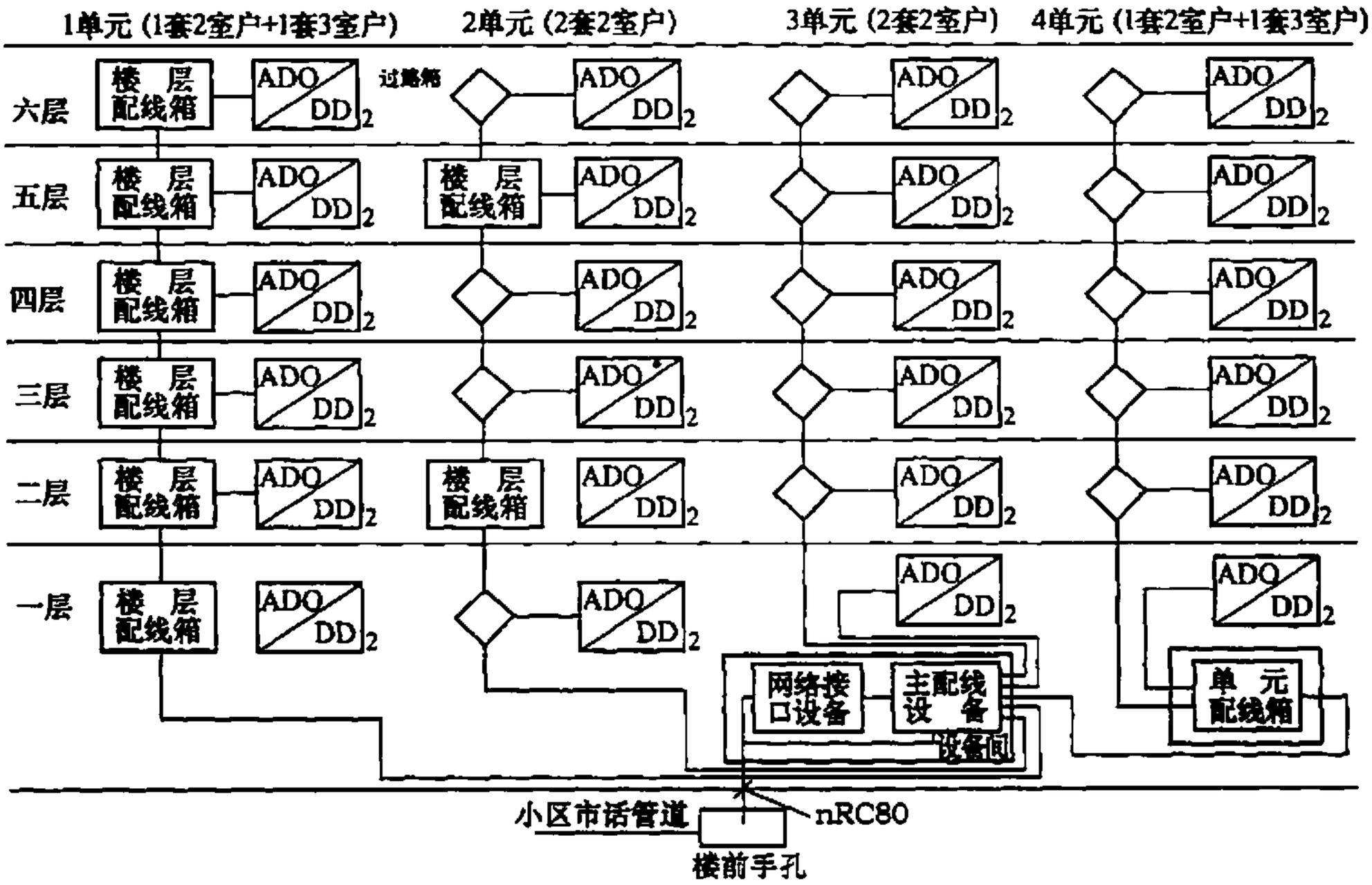


图 11-16　多层住宅家居布线系统图

(3) 方案三：不设置配线箱，从主配线设备接引至各单元各住户的 ADO/DD 一组电缆。该方案见图 11-16 中 3 单元。

(4) 方案四：各单元的一层设置一个单元配线箱，该单元配线箱负责每个单元的配线。从主配线设备引至每个单元配线箱的一组电缆，经单元配线箱分配给各住户的 ADO/DD。该方案见图 11-16 中的 4 单元。

二、住宅布线系统的布线施工

(一) 住宅（家居）布线的类型

住宅（家居）布线主要有三种基本类型：

1. 信息系统布线

提供信息服务平台，进行信息的管理，其应用包括电话、传真、计算机、电子邮件、电视（视频会议）、家庭办公及其附加服务。利用信息系统布线可以提供小区和住户间的信息管理，小区和住户家中的日常外部通信。

2. 控制系统布线

提供对住户生存环境的控制，如控制家中的水、电、气、热能表的自动抄送，空调自控、照明控制、家庭防盗报警、访客对讲、监控等，从而实现家庭内部实时、准确、有效、方便的自动化环境控制服务。布线介质可选用双绞线和同轴电缆共同构成，拓扑结构可采用星型、总线型或菊花链型的一种或几种形式的混合。

3. 家庭电子和家庭娱乐的布线

家庭电子和娱乐一般由音频和视频信号组成，如有线电视、家庭影院、视频点播。传输介质可采用同轴电缆，总线型配置，通过计算机网络作为传输媒体，用户也用通过在电视上加装机顶盒来完成信号的接收和转换。

住宅布线的传输方式有多种，有不同的传输介质如同轴电缆、双绞线、光纤电力线载波等有线方式，红外遥控、射频、等无线信号传输方式。有线方式具有安全性高、容量大、速率高等优势，无线遥控方式更适合家庭。

(二) 住宅布线系统线缆、信息插座

1. 非屏蔽双绞线

4 对非屏蔽双绞线（UTP）主要用于干线电缆、跳线和连接信息插座，该线缆要求符合或超过 ANSI/TIA/EIA568A 标准。

2. 同轴电缆

同轴电缆可使用第六型系列和第十一型系列，其性能符合 SCETEIPS－SP－001。设备线和跳线应符合第五十九型系列或第六型系列的同轴电缆，并安装阴型的同轴电缆连接头，要求符合 GR-1503-CORE、SCTE　IPS-SP-404 的第五十九型系列中的电子和安全测试，接头/插座和连接头安装必须符合 SCTE　IPS-SP-40 的标准。

3. 光缆

光缆可使用 50/125μm 多模光纤或单模光纤或两种光纤一起使用，光纤到信息插座可使用 2 芯或 4 芯光纤，光纤插头可用 ST 或 SC 单头/双头的多模或单模连接器，连接器应附加 A 和 B 的标记以表示 SC 连接头的位置一及位置二，以方便识别。

4. 信息插座

信息插座必须使用 T-568A 接线方法，使用 4 对 8 芯插座/插头。插座必须安装在墙上，并可选择面板式或盒装式。

（三）住宅布线系统的设置要求

1. 配线箱 DD 设置

住宅配线箱 DD 如图 11-17 的虚线框内，它必须安装在每个家庭内，安装的位置应便于安装和维修。DD 内安装有源设备时，需要由配电箱为配线箱 DD 提供一个交流 220V、15A 独立回路的电源供电。

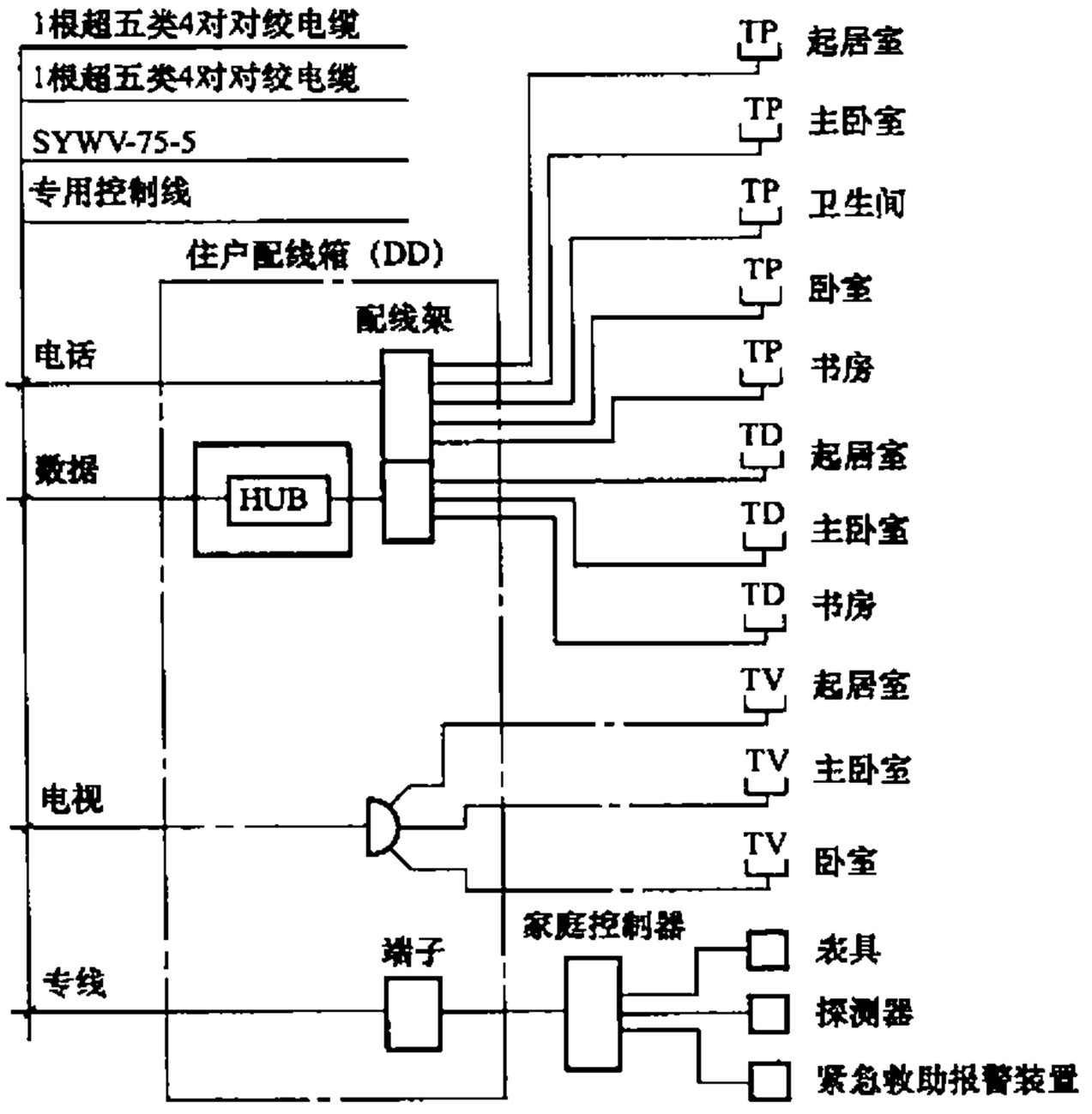


图 11-17　住户配线箱（DD）接线示意图

2. 各种信息插座的设置

信息插座的设置一定要保证足够数量，考虑到未来发展的需要。客厅设置四种信息插座，以满足电话、电视、计算机、传真机的需要；书房设置四种信息插座，以满足电话、电视、计算机、传真机的需要；主卧室、卧室各设置三种信息插座，以满足电话、电视、计算机的需要；餐厅设置两种信息插座，以满足电话、电视的需要；卫生间设置一种信息插座，以满足电话的需要；厨房设置一种信息插座，以满足电话的需要。信息插座的设置方法既要满足住户现有的需要，也要满足住户今后房间功能的改变或家具摆放位置改变时的需要。未来服务升级或引入新的服务时，只需将新的硬件设备接到信息插座的缆线上即可。

3. 主配线间

主配线间主要放置分界点、辅助分离缆线、主干缆线、有源设备、保护设备及其他需要与服务供应者接入线连接的设备等。

4. 楼层配线间和楼层配线处

楼层配线间和楼层配线处是主干和辅助分离信息电缆端接处、设置楼层配线箱。楼层配线间是安装楼层配线箱的房间，楼层配线处是将楼层配线箱安装在某一墙上的地方。

楼层配线间和楼层配线处要求设置在每层或者每三层（上层、本层和下层）或根据实际情况每若干层设置一个，楼层配线间和楼层配线处应方便接线。

高层住宅楼中，采用楼层配线间，楼层配线间设置在弱电竖井内。

多层住宅楼中，采用楼层配线处，楼层配线处设置在楼梯间内。

楼层配线箱在墙上的最小占用面积应大于表 11-11 中的要求。

楼层配线箱的最小占用面积要求　　**表 11-11**

名　　称	等级一家居布线	等级二家居布线
楼层配线箱的最小面积（可供五个家庭单元）	370mm（宽）×610mm（高）	775mm（宽）×610mm（高）
每增加一个家庭单元楼层配线箱所需增加的最小面积	32270mm^2	64540mm^2

5. 设备间

设备间可包括主配线间和楼层配线间，一个设备间通常不仅包含服务接线端，还有不同空间的要求。设备间有电源、空调通风系统。

6. 主干布线

双绞线和光纤应采用星型拓扑结构，同轴主干电缆可采用星型或总线型拓扑结构。

（四）每户配线装置（DD）的设置

（1）DD 应能接入户内全部信息插座电缆（OC）和室外线路通过 NID、FST、ADO 等设施；用配线装置软线（DDC）接入 DD，并应具备交叉连接功能，以及适当的余量，便于相关部门利用 DD 进行连接、迁移、增加和变更等工作。

（2）DD 可接入家庭自控信号装置、安全防范装置以及计算机、电话机、电视机等设施的缆线。

（3）在独立式或排列式住宅时，每一条进入或离开建筑物的电缆应采取过压和过流保护措施，保护装置宜安装在 DD 处。

（4）在离 DD 1.5m 的范围内，应设置 220V、10A 单相带保护接地的电源插座和建筑物电气接地。

（5）DD 宜安装在住宅室内便于施工和维护的适当位置，并使信息插座电缆（OC）的长度最短。

（6）DD 和相关设备宜采用壁龛的方式进行安装，最小空间应符合表 11-12 的规定。

壁龛的最小空间尺寸要求　　**表 11-12**

壁龛类别	插　座			壁龛最小空间尺寸
	类　别	性质	数量	
小　型	信息插座或光缆插座	户内	≤4	宽 300mm × 高 250mm × 深 100mm
		户外引入	≤2	
	电缆电视插座	户内	≤4	
		户外引入	≤2	

续表

壁龛类别	插　座			壁龛最小空间尺寸
	类　别	性质	数量	
大　型	信息插座或光缆插座	户内	≤7	宽 460mm × 高 610mm × 深 200mm 或 宽 610mm × 高 460mm × 深 200mm
		户外引入	≤2	
	电缆电视插座	户内	≤7	
		户外引入	≤2	

注：1. 壁龛的净深 100/200mm 适用于安装配线设备，如需安装其他设备，应按实际需要确定。

2. 插座数量大于表中所列时，壁龛的最小空间应按实际需要确定。

3. 过线箱的箱体尺寸按邻近的壁龛规格选取。

4. 表中插座数量均指单插座，如为双插座，相当于 2 个插座，以此类推。

5. 在潮湿地区，壁龛内壁应加装胶合板。

（五）辅助的可断开信息插座（ADO）的设置

（1）ADO 在独立式或排列式住宅中采用，业务提供者可利用 ADO 为用户提供可断开服务，必要时也可将 ADO 的功能合并在 DD 中，在室内进行快速接入。

（2）在独立式或排列式住宅单元，ADO 通过 ADOC 直接接入分界点（DP）；住宅楼时，ADO 通过 ADOC 经楼层服务端接（FST）接入分界点（DP）。

（3）在设置 ADO 的情况下，过压和过流保护装置宜从 DD 移至此处。

（六）分界点（DP）的设置

（1）分界点是业务提供者与用户装置间的接口点，应根据网络接口装置（NID）的要求，由业务提供者提供接入网等设备的安装，包括桥接引入线，保安设备等。

（2）对于独立式或排列式住宅，分界点可设置在建筑物外墙的边缘；对住宅楼或住宅小区的分界点，应设置在建筑物的专用交接间内，其使用面积不应小于 $6m^2$；也可与大楼的设备间合并设置，并满足设备间的要求。

（3）交接间的安装工艺要求，应符合国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》（GB/T50311－2000）的有关规定。

（七）设备间（ER）的设置

（1）设备间是住宅楼或由独立式或排列式住宅组成建筑群中安装总配线设备的房间，具有建筑物的引入线功能，也可安装各种电信或网络设施，同层的楼层服务端接（FST）设施，也可合并设置。设备间的使用面积不应小于 $6m^2$。

（2）当设备间兼作住宅楼或独立式或排列式住宅组成建筑群的设备维护管理中心时，面积应适当增加。

（3）设备间的安装工艺要求，应符合国家标准《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》（GB/T50311—2000）的有关规定。

（4）与设备间处在同一建筑物中的 DD 或 ADO 可不重复安装过压和过流保护装置。

（八）交接间的设置

（1）交接间是住宅楼安装楼层服务端接（FST）的房间，或独立式或排列式住宅组成的建筑群中适当地点安装分区配线设备的房间，交接间的尺寸不应小于 1m × 1.5m。

（2）交接间内也可安装各种电信或网络设施，应适当增加面积。

(3) 交接间可几层楼合用 1 个，或几个独立式或排列式住宅合用 1 个，但必须符合交接间至每户信息插座的电缆长度或交接间至每户集线器（HUB）之间的电缆长度不超过 90m 的规定。

(4) 墙挂式配线设备应加防尘罩。

(九) 建筑物内综合布线的敷设方式

(1) 建筑物内综合布线应采用暗配线敷设方式。

(2) 暗配线管网和配线电缆或光缆应满足终期需要，楼层和楼层间的配管应备有维修余量，每户应备用 1 根引入管。

(3) 暗配线管网和配线电缆、光缆或同轴电缆应设计到每一住户室内的信息插座、光缆插座或电缆电视插座。

(4) 在改、扩建工程中，暗管敷设确有困难时，楼内配线电缆可利用明线槽、挂镜线、踢脚板等布放。

(十) 城市住宅小区内综合布线的敷设方式

(1) 在城市住宅小区内，综合布线应采用地下通信管道敷设方式，当敷设地下通信管道有困难时，也可采用直埋、电缆沟等敷设方式。

(2) 地下通信配线管道应按终期容量设计，并应有 1～3 个备用管孔，即每处管孔数不少于 2 孔。

(3) 对改、扩建的住宅楼，配线电缆、光缆或同轴电缆宜采用与该地区原有敷设方式相一致的方式。

(十一) 暗配管的设置

(1) 按建筑物的体形和规模确定一处或多处进线。

(2) 暗配管应与综合布线系统和建筑物协调设计，有利于布管和组网。

(3) 多层建筑物宜采用暗管敷设方式，高层建筑物宜采用电缆竖井、电缆线架和暗管敷设相结合的方式。

(4) 每一住宅单元宜设置独立的暗配线管网。

(5) 1 根电缆管宜布放 1 条电缆；当采用 4 对对绞电缆时，电缆管内可布放几根电缆，管子的截面利用率应符合规范的规定：即 1 个管孔不宜布放 5 条以上电缆，管孔截面利用率应为 25%～30%。

(十二) 综合布线管道管材的选用

(1) 如与城市通信管道合建，一般采用混凝土管，宜以 6 孔（孔径 90mm）管块为基数进行组合，或采用 62mm 等小孔径管块；在地下水位较高时，宜采用塑料管道。

(2) 综合布线管道单独建设时，宜采用双壁波纹管、复合发泡管、实壁管等塑料管进行组合，管子的孔径应符合后述第 15 条的规定。

(3) 在下列情况下应采用钢管：

①管道附挂在桥梁上或跨越沟渠，有悬空跨度；

②需采用顶管施工方法穿越道路或铁路路基时；

③埋深过浅或路面荷载过重 ；

④地基特别松软或有可能遭受强烈振动；

⑤有强电危险或干扰影响需要防护；

⑥建筑物的综合布线引入管道或引上管；

⑦在腐蚀比较严重的地段采用钢管，须作好钢管的防腐处理。

（十三）人（手）孔位置的选择

（1）人（手）孔位置应选择在管道分歧点、引上电缆汇接点和建筑物引入点等处。在交叉路口、道路坡度较大的转弯处或主要建筑物附近宜设置人（手）孔。

（2）两手（手）孔间的距离不宜超过150m。

（3）人（手）孔位置应与其他地下管线的检查井相互错开，其他地下管线不得在人（手）孔内穿过。

（4）交叉路口的人（手）孔位置宜选在人行道上或偏于道路的一侧。

（5）人（手）孔位置不应设置在建筑物的门口，也不应设置在规划的屯放器材或其他货物堆场，更不得设置在低洼积水地段。

（6）管道穿越电气化铁路或电车轨道时，在其两侧适当位置宜设置人（手）孔。

（十四）综合布线管道管孔的孔径

（1）城市住宅区内综合布线管道管孔的孔径，混凝土管宜选用90mm、62mm等规格，塑料管宜选用65mm（适用于穿放电缆）、41mm（适用于穿放光缆或4对对绞电缆）等规格。

（2）管孔内径与电缆或光缆外径的关系不应小于下式的规定：

$$D \geqslant 1.25d$$

式中　D——管孔的内径（mm）；

d——电缆或光缆的外径（mm）。

（十五）管道的埋深

管道埋深宜为0.8～1.2m。在穿越人行道、车行道、电车轨道或铁道时，最小埋深不得小于表11-13的规定。

管道的最小埋深　　表11-13

管　种	管顶至路面或铁道路基面的最小净距/m			
	人行道	车行道	电车轨道	铁　道
混凝土管、硬塑料管	0.5	0.7	1.0	1.3
钢　管	0.2	0.4	0.7	0.8

（十六）地下综合布线管道与其他管线及建筑物的最小净距

地下综合布线管道与其他各种管线及建筑物的最小净距，应符合表11-14的规定。

综合布线管道与其他地下管线及建筑物间的最小净距　　表11-14

其他地下管线及建筑物名称		平行净距（m）	交叉净距（m）
给水管	300mm以下	0.5	0.15
	300～500mm	1.0	
	500mm以上	1.5	
排　水　管		1.0①	0.1②

续表

其他地下管线及建筑物名称		平行净距（m）	交叉净距（m）
热　力　管		1.0	0.25
煤气管	压力≤300kPa	1.0	0.30③
	300kPa＜压力≤800kPa	2.0	
电力电缆	35kV 以下	0.5	0.50④
	35kV 及以上	2.0	
其他通信电缆、弱电电缆		0.75	0.25
绿　化	乔　木	1.5	—
	灌　木	1.0	—
地上杆柱		0.5～1.0	—
马路边石		1.0	—
电车路轨外侧		2.0	—
房屋建筑红线（或基础）		1.5	—

注：1. 主干排水管后敷设时，其施工沟边与综合布线管道间的水平净距不宜小于 1.5m。

2. 当综合布线管道在排水管下部穿越时，净距不宜小于0.4m，综合布线管道应作包封，包封长度自排水管两侧各加长 2m。

3. 与煤气管交接处 2m 范围内，煤气管不应有接合装置和附属设备，如不能避免时，综合布线管道应作包封 2m。

4. 如电力电缆加保护管时，净距可减至 0.15m。

（十七）暗配线管网主要配线器材的选择

（1）室内壁龛的要求宜符合表 11-12 的规定；

（2）过线盒和信息插座出线盒的内部尺寸宜为 75mm×75mm×60mm（50、40）（长×宽×深），出线盒内应采用嵌装式信息插座；

（3）安装在楼层交接间或设备间的配线设备宜采用标准机架或壁挂的安装方式，暗配线管网的布置应与配线设备密切配合。

（十八）暗管的敷设

（1）暗管直线敷设长度超过 30m 时，电缆暗管中间应加装过线箱，4 对对绞电缆或用户电话引入线暗管中间应加装过线盒；

（2）暗管必须弯曲敷设时，其路由长度应小于 15m，且该段内不得有 S 弯，连续弯曲超过两次时，应加装过线箱或过线盒；

（3）暗管的弯曲部位应尽量靠近管路的端部，管路夹角不得小于 90°；

（4）电缆暗管弯曲半径不得小于该管径外的 10 倍，4 对对绞电缆或用户电话引入线暗管弯曲半径不得小于该管外径的 6 倍；

（5）在易受电磁干扰影响的场合，暗管应采用钢管并接地；

（6）暗管必须穿越沉降缝或伸缩缝时，应作伸缩或沉降处理。

（十九）暗配管部件的安装高度

（1）室内壁龛和过线箱的安装高度，宜为底边离地 500～1000mm；

（2）信息插座出线盒和过线盒的安装高度，宜为底边离地 300mm。

（二十）综合布线电缆、光缆及管线与其他管线的间距

综合布线电缆、光缆及管线与其他管线的间距应符合表 11-15 的规定。

墙上敷设的综合布线电缆、光缆及管线与其他管线的间距　　表 11-15

其他管线	最小平行净距（mm）	最小交叉净距（mm）
避雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管（不包封）	500	500
热力管（包封）	300	300
煤气管	300	20
220V 电力线路	150	50

注：采用钢管时，与电力线路允许交叉接近，钢管应接地。

第六节　远程自动抄表系统

一、自动抄表系统的组成

自动抄表系统一般由管理中心计算机、传输控制器、数据采集器、计量表及其传输方式等组成，如图 11-18 所示。

1. 水表、电表、气表

可用传统的机械式表，但需加装传感器，目前市面上已有带脉冲输出的电子式电表和

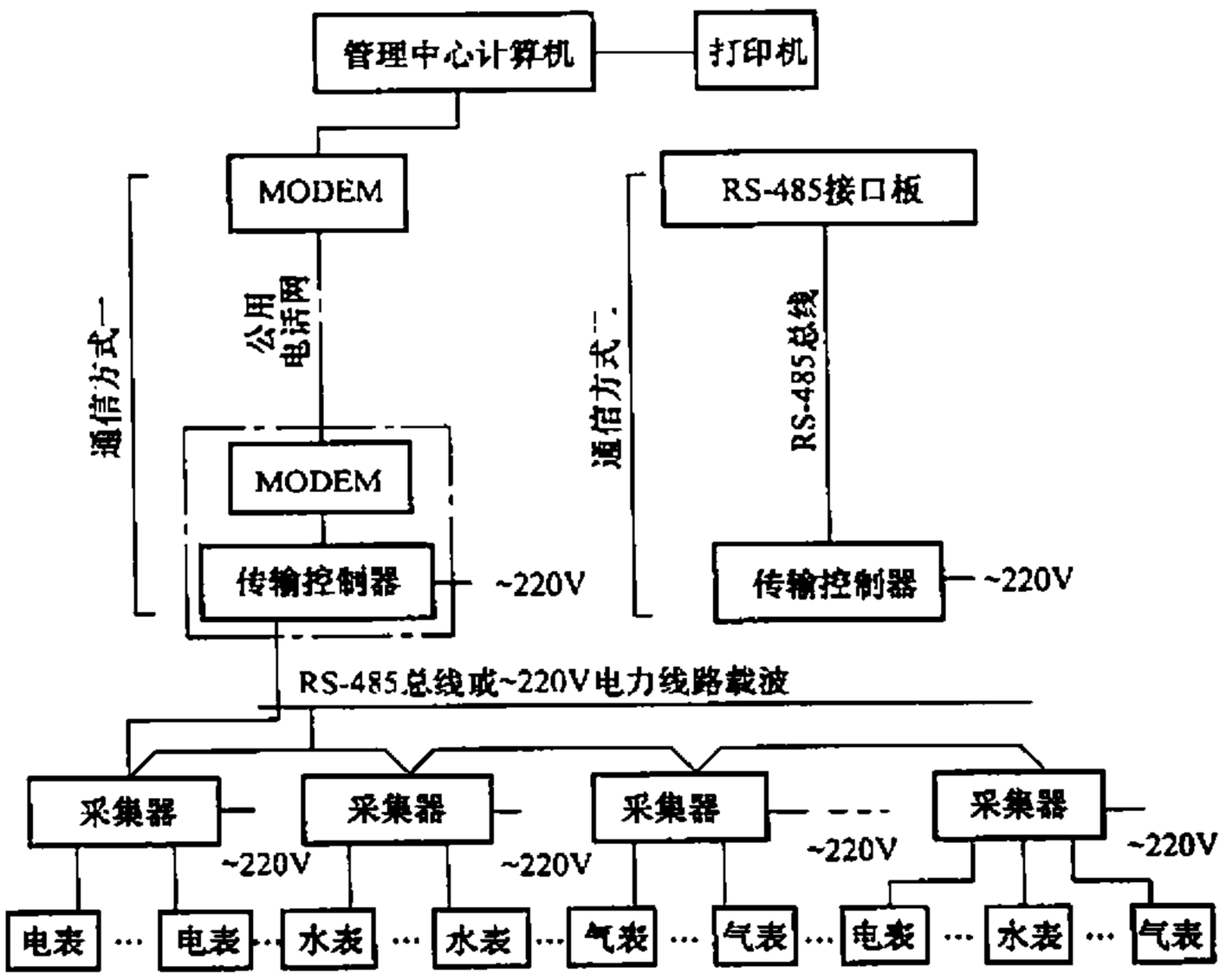


图 11-18　自动抄表系统

远传水表。

2. 数据采集器

对基表（用户表）脉冲进行计数和处理，并存贮结果，同时将数据传至传输控制器，并接收传输控制器发来的各种操作命令；通常可做成一种表专用，或三种表共用。对于多层住宅，采集器集中设在首层，而高层住宅可将其分层或隔层设在竖井内。采集器需提供220V 电源；可根据基表数量来确定采集器的数量。采集器与基表的连线可采用线径为 0.3～0.5mm 的四芯线，如 RVVP-4×0.3，连线距离一般不宜超过 50m。

3. 传输控制器

作用是定时或实时抄录采集器内基表的数据，并将数据存贮在存贮器内，供计算机随时调用，同时将计算机的指令传输给采集器。控制器可设在小区管理中心，挂墙安装，需220V 电源。可根据采集器的数量来确定控制器的个数，控制器与采集器的通信可采用专线方式，通过 RS-485 串行接口总线将控制器与采集器连接，线路最长可达 1km（图 11-20）；也可采用电力载波方式（图 11-19），利用低压 220V 电力线路作通信线路。为此，要求控制器与采集器所接电源应在同一变压器的同一相上；同时，对电源质量有一定要求，如线路上不能有特殊频率干扰，电网功率因数 $\cos\phi \geqslant 0.85$ 等。

4. 管理中心计算机

调用传输控制器内基表数据，将数据处理、显示、存储、打印，并向控制器发出操作指令。系统一般具有查询、管理、自动校时、定时或实时抄表、超载报警、断线检测等功能。中心计算机对一个小区而言，可设在小区管理中心；对一个行业而言，可设在行业主管部门的管理中心（如供电部门可设一个抄表中心对所有电表进行自动抄表）；对一个城市而言，可设在城市三表管理中心（如果存在的话）。中心计算机与控制器的通信通常有专线方式：通过 RS-485 串行接口总线，将传输控制器与计算机联结，连线最大距离可达 3km。如果控制器与计算机设在同一处，则可通过 RS-232 接口相连；共用电话网通信方式，将计算机和控制器通过调制解调器接入公用电话网（不需专线，需抄表时才接入使用）。

二、自动抄表系统的方式

自动抄表系统的实现主要有几种模式，即总线式抄表系统、电力载波式抄表系统和利用电话线路载波方式等。总线式抄表系统的主要特征是在数据采集器和小区的管理计算机之间以独立的双绞线方式连接，传输线自成一个独立体系，可不受其他因素影响，维修调试管理方便。电力载波式抄表系统的主要特征是数据采集器将有关数据以载波信号方式通过低压电力线传送，其优点是一般不需要另铺线路，因为每个房间都有低压电源线路，连接方便。其缺点是电力线的线路阻抗和频率特性几乎每时每刻都在变化，因此传输信息的可靠性成为一大难题，故要求电网的功率因数在 0.8 以上。另外，电力总线系统是否与（CATV、无线射频、互联网络等）其他总线方式的相互开放和兼容，也是一个要考虑的因素。

1. 电力载波式自动抄表系统（图 11-19）

电力载波采集器与电表、水表、煤气表内传感器之间采用普通导线直接连接。电表、水表、煤气表通过安装在其内传感器的脉冲信号方式传输给电力载波采集器。电力载波采

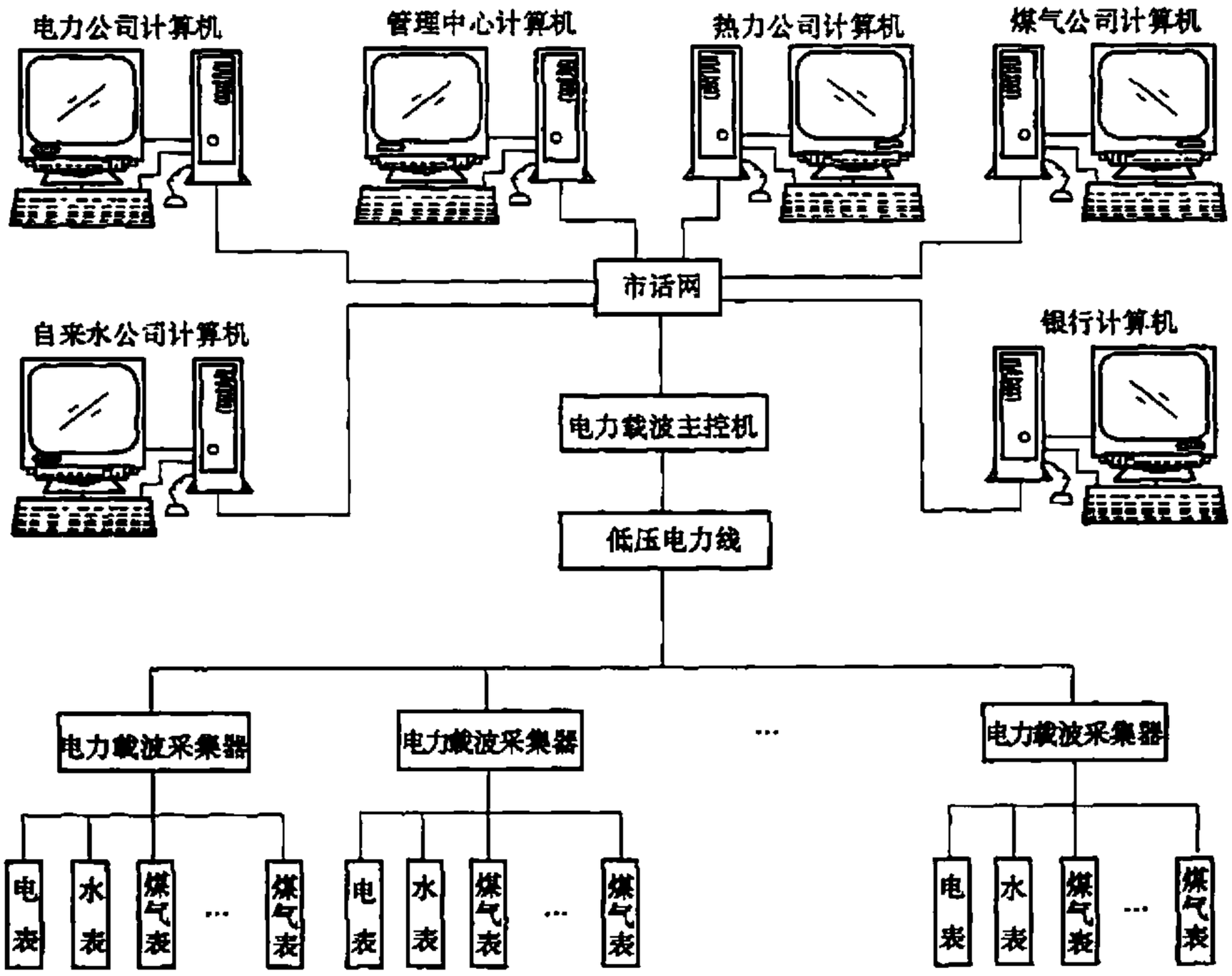


图 11-19　电力载波式集中电、水、煤气自动计量计费系统

集器接收到脉冲信号转换成相应的计量单位后进行计数和处理，并将结果存储。电力载波采集器和电力载波主控机之间的通信采用低压电力载波传输方式。电力载波采集器平时处于接收状态，当接收到电力载波主控机的操作指令时，则按照指令内容进行操作，并将电力采集器内有关数据以载波信号形式通过低压电力线传送给电力载波主控机。

管理中心的计算机和电力载波主控机之间是通过市话网进行通信的。管理中心的计算机可以随时调用电力载波主控机的所有数据，同时管理中心的计算机通过电力载波主控机将参数配置传送给电力载波采集器。管理中心的计算机具有实时、自动、集中抄取电力载波主控机的数据，实现集中统一管理用户信息，并将有关数据传送给银行计算机等。

2. 总线式自动抄表系统（图 11-20）

该系统采用光电技术，对电表、水表、煤气表的转盘信息进行采样，采集器计数记录数据。所记录的数据供抄表主机读取。在读取数据时，抄表主机根据实际管辖用户表的容量，依次对所有用户表发出抄表指令；采集器接收指令正确无误后，立即将该采集器记录的用户表数据向抄表主机发送出去；抄表主机与采集器之间采用双绞线连接。

管理中心的计算机可以对抄表主机内所有环境参数进行设置，控制抄表主机的数据采集，并读取抄表主机内的数据，进行必要的数据统计管理。管理中心的计算机与抄表主机之间通过市话网通信。管理中心的计算机将电的有关数据传送给电力公司计算机系统、水的有关数据传送给自来水公司计算机系统、热水的有关数据传送给热力公司计算机系统、煤气的有关数据传送给煤气公司计算机系统。管理中心的计算机可以准确、快速地计算用

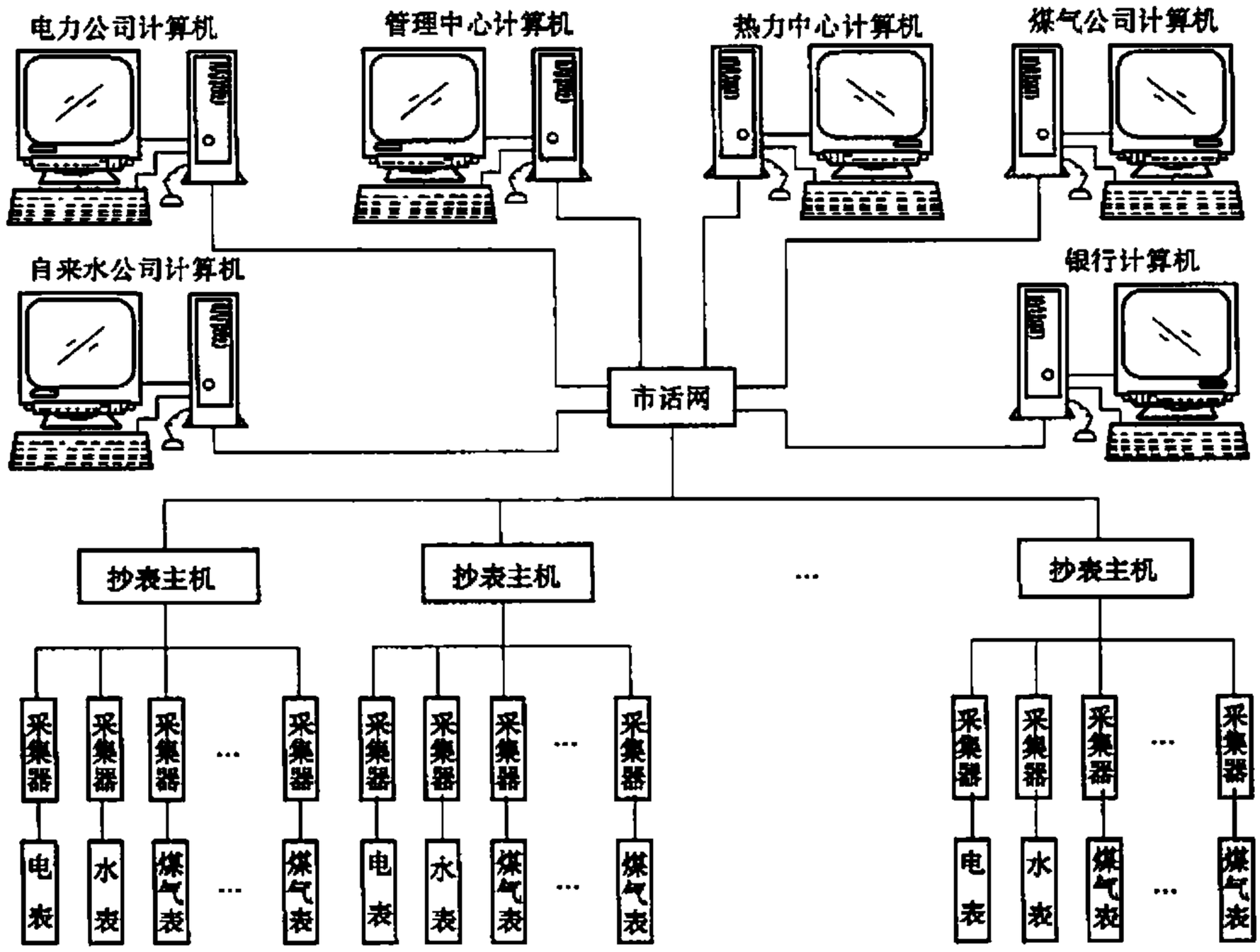


图 11-20　总线式集中电、水、煤气自动计量计费系统

户应交的电费、水费和煤气费，并在规定的时间将这些数据传送给银行计算机系统，供用户交费银行收费时使用。

3. 基于 LonWorks 控制网络的自动抄表系统

LonWorks 技术是由美国 Eschlon 公司于 1990 年底推出的全新的智能控制网络技术，它将网络技术由主从式发展到对等式，又发展到现在的客户/服务器方式。不受总线式网络拓扑单一形式的限制，可以选用任意形式的网络拓扑结构。它的通信介质也不受限制，可用双绞线、电力线、光纤、天线、红外线等，并可在同一网络中混合使用。在 LonWorks 技术基础上建立的自动抄表系统，使我们在今后智能化小区的建设中，可以非常简捷地进行系统扩充、升级、增加，如小区安全防范系统、小区停车场管理系统、小区公共照明控制系统、小区电梯控制系统、小区草地喷淋控制系统、住户家电智能化控制系统等。

图 11-21 是基于 LonWorks 总线技术的自动抄表系统，该系统使小区内所有住户实现防盗报警（包括室内红外移动探测，非法进入，门磁开关，红外对射）、煤气泄漏报警、紧急求助报警，及对住户的水表、电表、煤气表的远程抄表计量功能。

它由管理中心主机（上位微机）、校准时钟、路由器、控制器组成。每个路由器最多可连接 64 个控制器，在 2.7km 内可连接任意多个路由器，如果需要延长，可增加复合器节点。

控制器由双绞线连网后，最大距离不超过 2.7km，最多不得超过 64 个控制器，增加重复器最多可带 127 个控制器，为了提高系统容量和覆盖面积，采用路由器，按星型网络结构连接，最多连接 62 个路由器，从而提高系统的网络容量和系统的可靠性。管理中心

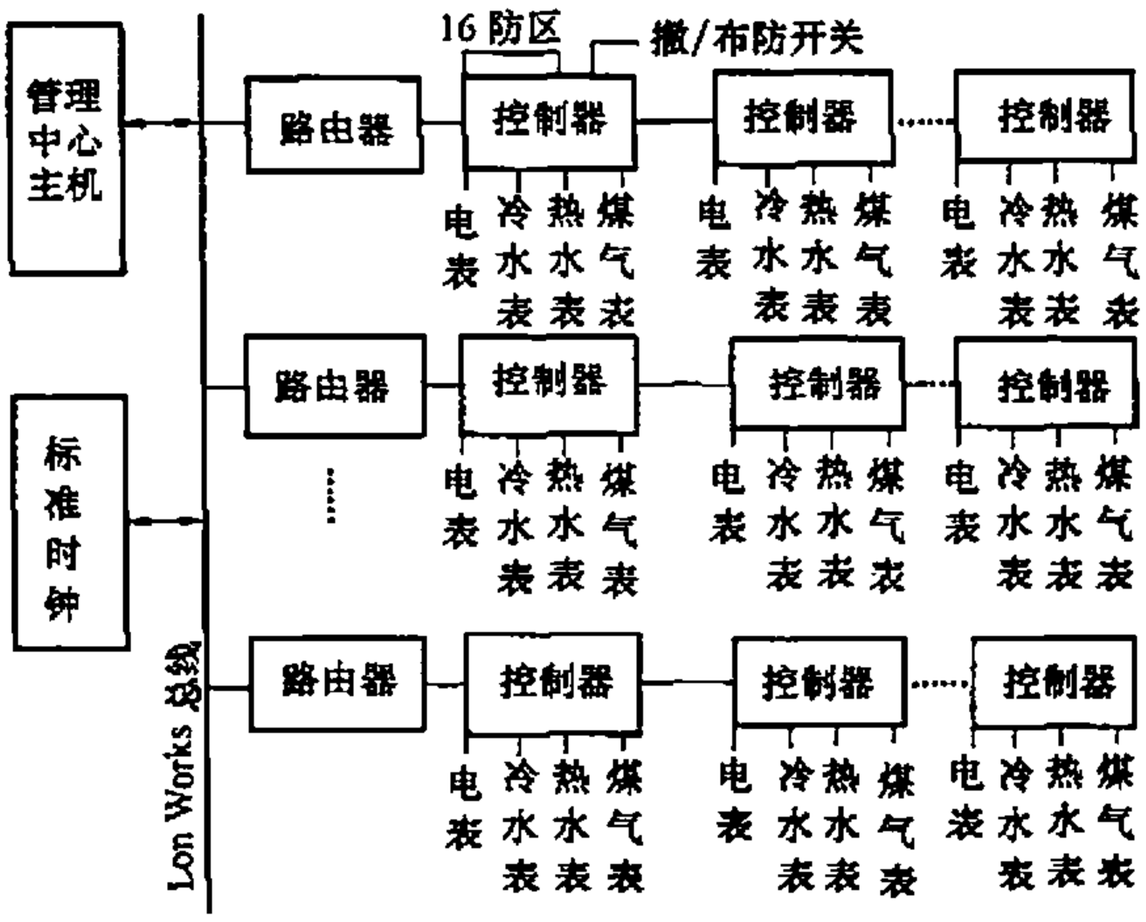


图 11-21　基于 LonWorks 总线技术的自动抄表系统

的计算机（上位机）是客房/服务机构，它含有小区内所有用户信息和网络信息数据库，是系统的中枢机构。

第七节　家庭智能化系统

一、家庭智能化与家庭控制器

家庭智能化，或称住宅智能化，到目前为止，还没有一个统一的定义。一般认为，家庭智能化系统是在计算机技术、网络技术、通信技术以及多媒体技术支持下，体现“以人为本”的原则，综合家庭通信网络系统（Home Communication network System，简称 HCS）、家庭设备自动化系统（Home Automation System，简称 HAS）、家庭安全防范系统（Home security system，简称 HSS）等的各项功能，为住户家庭提供安全、舒适、方便和信息交流通畅的生活环境。

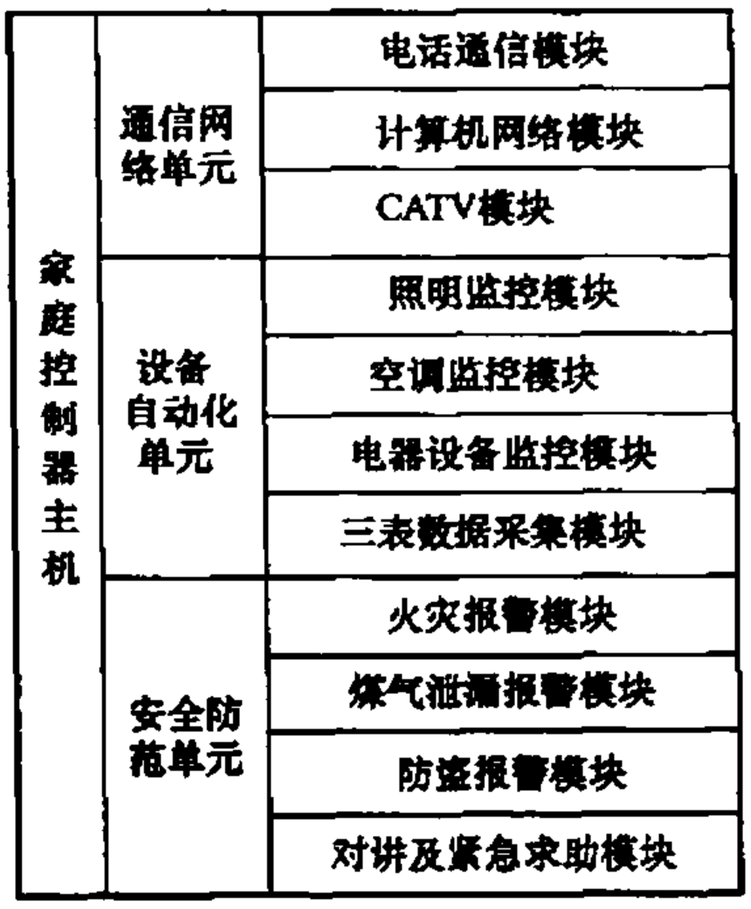


图 11-22　家庭控制器主机的组成

目前，家庭智能化系统大多以家庭控制器（亦称家庭智能终端）为中心，综合实现各种家庭智能化功能。图 11-22 是一种家庭控制器的组成。

家庭控制器主机是由中央处理器 CPU、功能模块等组成（图 11-22）。它包括如下三大单元：

1. 家庭通信网络单元

家庭通信网络单元由电话通信模块、计算机互联网模块、CATV 模块组成。

2. 家庭设备自动化单元

家庭设备自动化单元由照明监控模块、空调监

控模块、电器设备监控模块和电表、水表、煤气表数据采集模块组成。

3. 家庭安全防范单元

家庭安全防范单元由火灾报警模块、煤气泄漏报警模块、防盗报警模块和安全对讲及紧急呼救模块组成。

二、家庭控制器的功能

图 11-23 表示以家庭控制器为中心，与户内外设备的连接图。由此可见，其系统的功能如下：

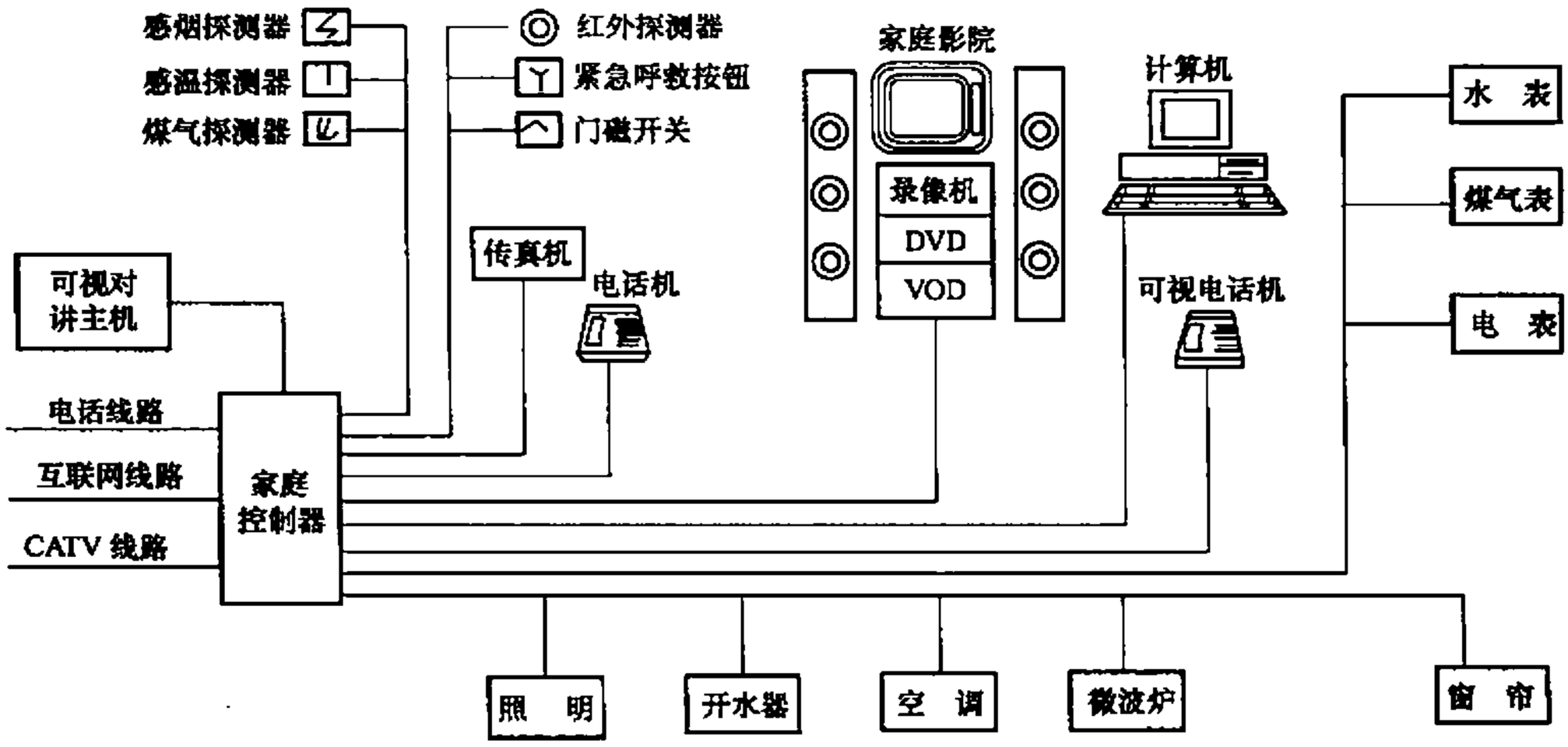


图 11-23　家庭控制器与外部设备的关系

（一）家庭控制器主机的功能

通过总线与各种类型的模块相连接，通过电话线路、计算机互联网、CATV 线路与外部相连接。家庭控制器主机根据其内部的软件程序，向各种类型的模块发出各种指令。

（二）家庭通信网络的功能

1. 电话线路

通过电话线路双向传输语音信号和数据信号。

2. 计算机互联网

通过互联网实现信息交互、综合信息查询、网上教育、医疗保健、电子邮件、电子购物等。

3.CATV 线路

通过 CATV 线路实现 VOD 点播和多媒体通信。

（三）家庭设备自动化的功能

家庭设备自动化主要包括电器设备的集中、遥控、远距离异地的监视、控制及数据采集。

1. 家用电器进行监视和控制

按照预先所设定程序的要求对微波炉、热水器、家庭影院、窗帘等家用电器设备进行监视和控制。

2. 电表、水表和煤气表的数据采集、计量和传输

根据小区物业管理的要求在家庭控制器设置数据采集程序，可在某一特定的时间通过传感器对电表、水表和煤气表用量进行自动数据采集、计量，并将采集结果传送给小区物业管理系统。

3. 空调机的监视、调节和控制

按照预先设定的程序根据时间、温度、湿度等参数对空调机进行监视、调节和控制。

4. 照明设备的监视、调节和控制

按照预先设定的时间程序分别对各个房间照明设备的开、关进行控制，并可自动调节各个房间的照度。

（四）家庭安全防范的功能

家庭安全防范主要包括防火灾发生、防煤气（可燃气体）泄漏、防盗报警、安全对讲、紧急呼救等。家庭控制器内按等级预先设置若干个报警电话号码（如家人单位电话号码、手机电话号码、寻呼机电话号码和小区物业管理安全保卫部门电话号码等），在有报警发生时，按等级的次序依次不停地拨通上述电话进行报警（可报出家中是哪个系统报警了）。

1. 防火灾发生

通过设置在厨房的感温探测器和设置在客厅、卧室等的感烟探测器，监视各个房间内有无火灾的发生。如有火灾发生家庭控制器发出声光报警信号，通知家人及小区物业管理部门。家庭控制器还可以根据有人在家或无人在家的情况，自动调节感温探测器和感烟探测器的灵敏度。

2. 防煤气（可燃气体）泄漏

通过设置在厨房的煤气（可燃气体）探测器，监视煤气管道、灶具有无煤气泄漏。如有煤气泄漏家庭控制器发出声光报警信号，通知家人及小区物业管理部门。

3. 防盗报警

防盗报警的防护区域分成两部分，即住宅周界防护和住宅内区域防护。住宅周界防护是指在住宅的门、窗上安装门磁开关；住宅内区域防护是指在主要通道、重要的房间内安装红外探测器。当家中有人时，住宅周界防护的防盗报警设备（门磁开关）设防，住宅内区域防护的防盗报警设备（红外探测器）撤防。当家人出门后，住宅周界防护的防盗报警设备（门磁开关）和住宅区域防护的防盗报警设备（红外探测器）均设防。当有非法侵入时，家庭控制器发出声光报警信号，通知家人及小区物业管理部门。另外，通过程序可设定报警点的等级和报警器的灵敏度。

4. 安全对讲

住宅的主人通过安全对讲设备与来访者进行双向通话或可视通话，确认是否允许来访者进入。住宅的主人利用安全对讲设备，可以对大楼入口门或单元门的门锁进行开启和关闭控制。

（五）紧急呼救

当遇到意外情况（如疾病或有人非法侵入）发生时，按动报警按钮向小区物业部管理部门进行紧急呼救报警。

三、家庭智能控制器产品示例

家庭控制器亦称家庭智能控制终端。作为示例，下面介绍深圳交大科技实业有限公司开发的 NDT-200 型网络智能控制数据终端及其系统。

NDT 系统是一个基于以太网、支持 ADSL、HFC 等多种新的通信手段的智能住宅控制系统。它集成住宅楼宇防盗报警、火灾报警、紧急求助、水电气暖多表远程自动抄表、家用电器控制、电子公告、网络通信转发等多种功能于一体，通过计算机网络构成整个住宅小区的集中管理控制系统。用户在家中安装一套 NDT，通过小区的局域网（以太网/ADSL/HFC）可与外界进行通信；由 NDT 智能终端构成住宅小区智能化系统，如图 11-24 所示。

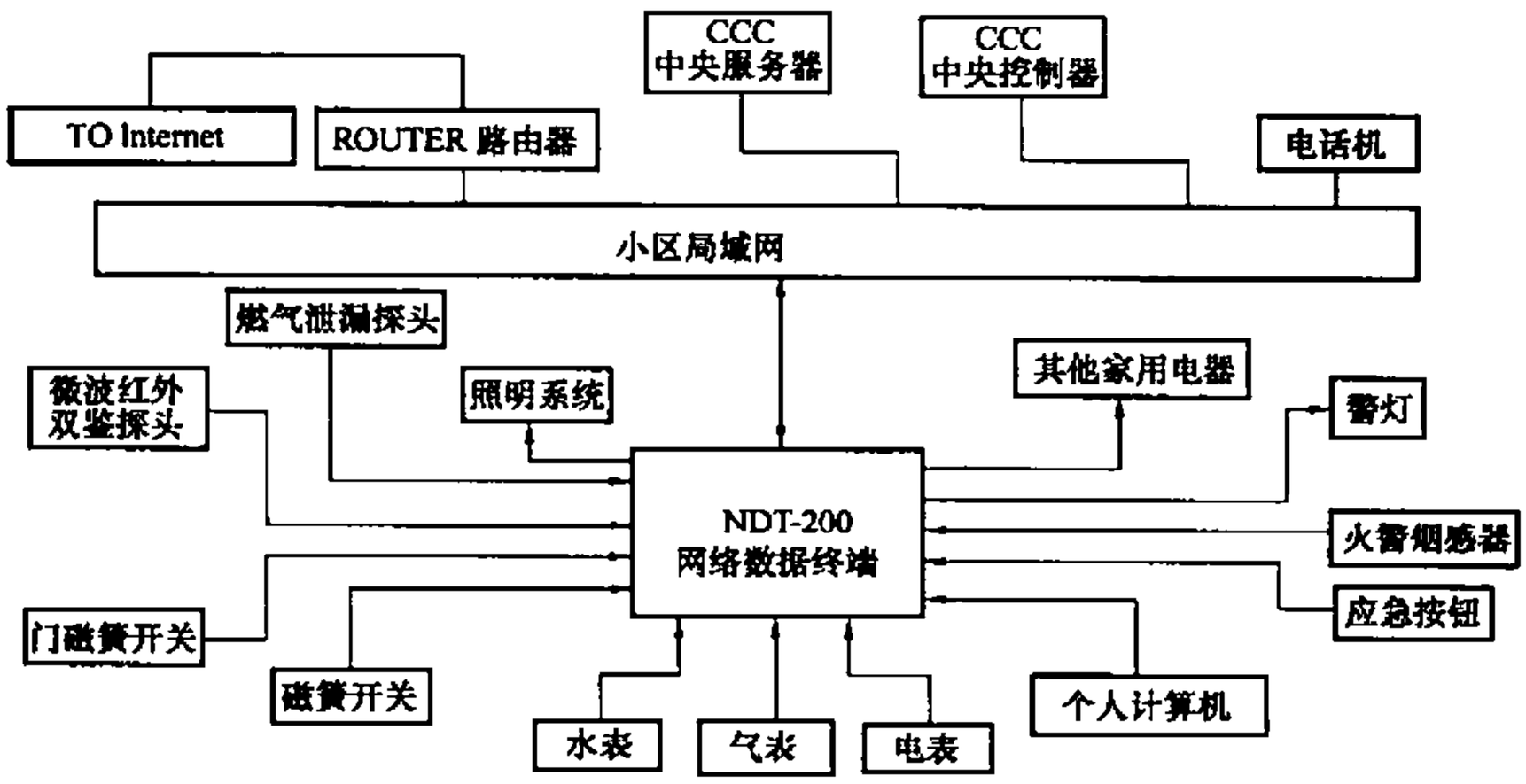


图 11-24　楼宇/住宅网络智能控制数据终端（NDT）系统示意图

（一）NDT 主要技术性能指标

（1）网络接口：RJ45；

（2）PC 接口：RJ45　1～3 个；

（3）网络通信介质：UTP5 类；

（4）通信带宽：10M；

（5）介质访问协议：IEEE802.3；

（6）普通输入：16 路，可接数字、脉冲、开关量水电气和探测传感器；

（7）驱动输出：2 路，12V50mA，可驱动音频报警器、灯等；

（8）驱动输出：2 路，可驱动继电器，控制消防设备、家用电器；

（9）LCD 显示：点阵图形 122×32 点，汉字信息显示；

（10）键盘及菜单选择：8 键输入选择、汉字菜单；

（11）HOMEBUS：RS485 总线，9.6～57.6kbit/s，可接 30 个 RIU（遥控遥测接口）；

（12）计量误差：无累计误差；

（13）计量精度：由计量表确定；

（14）掉电数据保护功能；

（15）看门狗电路，防程序循环死机；

（16）工作电源：AC90～270V、DC12V；

（17）本机功耗：210MW；

（18）工作环境：－10～＋50℃；

（19）外形尺寸：254mm×180mm。

（二）系统组成结构（图 11-24）

每台 NDT 的连接图，如图 11-25 所示。网络传输采用 10Base-T 以太网。

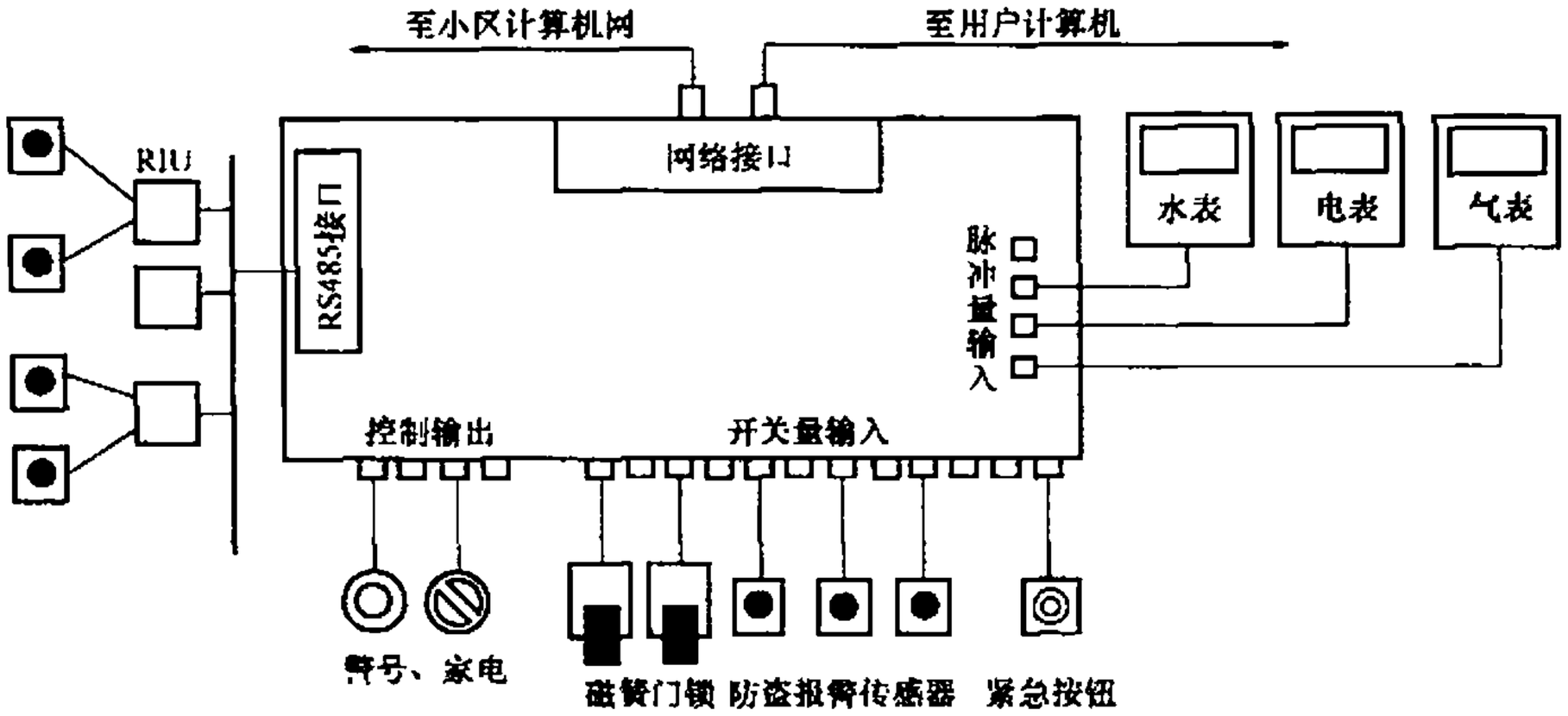


图 11-25　每台 NDT 的连接图

（三）NDT 系统主要特点

（1）系统由一个控制中心和分布于住户家中或公用地带的若干台 NDT 组成。

（2）通过网络连接：每个 NDT 通过小区的数据网络系统，构成与控制中心的连接。其优点是速度快、可靠性高、节约布线和施工成本。由于数据通信量很小，对网络负荷几乎没有影响。

（3）每个住户家中的 NDT 可以为住户提供 1 到 3 个网络接口。这样，小区网络布线只需为每个住户布设 1 个网络点，当室内需要网络接口时，可从 NDT 引出，相当于 NDT 不占用网络接口，这样大大节省了综合布线费用，也节省了小区网络设备的数量和费用。

（4）具有 16 个数据、开关和脉冲量输入口，其中 12 个普通输入口、4 个光电电平隔离输入口，可用于各类传感器（防盗、防灾、应急等）、水电气表的连接。

（4）具有 4 个 12V/50mA 输出口，可用于外接警号、警灯等信号的连接。

（5）具有 HOMEBUS 信号扩展端口的功能，通过 RS485 总线，使系统可连接的设备和传感器大大增加，从而可满足住户的各类应用需要。

（6）具有电子公告功能。NDT 的 LCD 液晶屏可提供全汉字信息查询功能，当管理中心有消息需通知小区住户时，可通过 NDT 的 LCD 显示器显示。LCD 同时可存储 6 条消息，其操作类似于一个中文传呼机。

（7）NDT 通过 LCD 显示器和小键盘实现管理功能。全中文提示，操作简便，灵活。通过 LCD 显示器和小键盘可实现的功能有：布防和撤防、取消误报警、设置操作密码、查看三表读数、查询公告信息、查询三表费用、设置系统配置等功能。

(8) 可配接可充电电池，停电时，保证 NDT 能持续正常工作。

(9) 管理中心的处理机可对所有 NDT 进行实时监控，及时发现设备故障，向小区住户发布消息，接收小区住户的报警信息（响应时间小于 2s），完成抄表功能，并与物业管理软件一起完成计费功能。

(10) 技术成熟，可靠性高。整个系统均采用目前已成熟的技术来实现，因此技术实现方面不存在不稳定因素。NDT 的通信采用可靠性极高的 TCP/IP 协议，具有通用性。三表抄收和报警等功能采用成熟可靠的控制技术，系统在设计中充分考虑了系统安全性、可靠性和对环境的适应能力。

(11) 组态灵活。可以灵活设置每个端口的功能。在接口数较多或需增设控制 220V 电源的情况下，也可以采用 HOMEBUS 接口扩展系统的连接能力。

(四) NDT 的工程安装

1. 现场布线施工

(1) 土建开槽

①底盒墙洞开挖：

水平距大门门框 250mm，底端距地 1400mm；

挖墙尺寸：高：290mm，宽：255mm，深：110mm。

②按图纸指定走线路径开槽，在离 NDT 外接设备的安装位置最近的地方，挖标准 86mm×86mm 暗埋底盒安装孔。若是家电控制器的出线端，则该暗埋孔位置应水平紧靠将控制的强电输出插座暗埋孔位置，要确保强电插座的火线能以最短的长度进入控制器底盒。

(注：若图纸未标明详细走线路径的，应由布线工程师现场标示，并作出书面记录，方可开凿。走线路径应尽量沿墙阴角线，且水平走线一定不能低于门、窗的上框高度，绝对禁止墙下角或地埋走线。)

(2) 埋管及设备端底盒预埋

①底盒组装：用自攻螺钉装上电源和转接板托架，固定；

装上底盒定型铁条；

装上底盒盖板。

②NDT 底盒暗埋：将底盒水平固定在墙洞内，若墙厚度不够，须将墙挖通，则在底盒背面应加丝网再抹墙料。底盒正面盖板则都应加丝网再抹墙料固定。底盒边缘应与墙面相平，绝不能凸出墙面或凹进超过 3mm，以保证 NDT 面板能与墙良好结合。

③设备端出线底盒预埋：将标准 86mm×86mm 暗埋底盒安装固定在上一步骤（1）之②所述暗埋孔内。若该出口为家电控制器出线端，则该暗埋底盒应由 NDT 产品提供商提供，或按其指定型号购买。

④埋管：根据走线路径，沿槽预埋 PVC 管、PVC 管必须全封闭预埋，在管的两端（NDT 底盒端和设备出线盒端）须使用缩结封闭固定。

注：PVC 管转弯角度不得低于 90°。

(3) 穿线

根据各外接设备的位置及走线路径，计算出各设备的线缆长度（要加入两端线头预留余量），切取相应长度的电缆，并根据“NDT 外接设备端口分配表”进行编号，在电缆两端贴上标签，在标签上再贴上透明胶，以防标签破损，然后穿入 PVC 管。在电缆的两端

还须用绝缘胶布封闭，以防污损线头。预留的电缆包好后规则地卷在底盒内，不可随意悬在外面。

（注：NDT底盒内，信号电缆线头编码标签离其穿管PVC缩结，应统一在60mm的距离。NDT底盒端线头预留至少1000mm，设备端线头预留至少2000mm。）

（4）线路的检测记录

按“NDT外接设备端口分配表”的编号顺序，将信号电缆的出线盒端四根芯线短路连接，在NDT底盒端用万用表的欧姆档，两两组合测试四芯的通断状况。

①若四根芯线都能互通，则在“NDT外接设备端口分配表”的“线路状态栏”记上“√”表示这条电缆完好，可以使用。

②若四芯线中只有三芯能互通，则“NDT外接设备端口分配表”的“线路状态栏”记上“√0”，在备注栏注明断路的芯线颜色。

③若四芯线中有两芯线或都不能互通，则该线必须废除，重新穿线，直至有至少三芯线能互通。

按上述方法逐一检查所有信号电缆，保证线路完好。

（5）线路完工确认

布线工程师根据以上操作步骤，逐一检查施工项目，确认无误后，在“NDT外接设备端口分配表”线路完工确认处签字，同时记录下完工日期。

2.NDT外接设备安装连接

NDT的连接图如图11-25所示。

（1）外接设备的安装

外接设备的安装规范，以该设备产品提供商提供的施工规范为准，具体安装位置及方法，应由布线工程师按智能系统施工图纸指导实施，以保证该设备能正常、有效地工作。

（2）外接设备的连接

在出线盒盖板上掏合适的孔，将NDT设备连接电缆从出线盒引出。根据各外接设备的说明书，弄明白该设备的电源输入（有的设备不用供电则没有电源输入）、信号线、地线的连接位置，按“NDT外接设备端口分配表”的芯线定义，将相应颜色的芯线与该设备相应的连接位置做良好连接。若有接头，在接头处必须用绝缘胶布包扎固定。设备连接好后，要保证电缆线头标签仍完好、可识别。

（注：若外接设备有两个地线，可用一小段信号线芯线将两地线短接，再与信号电缆的地线相连接即可。）

（3）设备连接完工确认

布线工程师根据以上操作步骤，逐一检查连接设备，确认连接无误后，在“NDT外接设备端口分配表”设备完工确认处签字，同时记录下完工日期。

（4）表格存档

将“NDT外接设备端口分配表”完工内容输入电脑存档，该表装订成册妥善保管。工程完工后，该表复印件作为完工报告附件，交甲方存档，以备NDT系统维护使用。

图11-26表示某智能化住宅单元的布线平面图。智能化住宅的设备器材安装方式和要求如表11-16所示。

器材安装要求　　表 11-16

器材类别	安装方式	安装高度	注意事项
主机类（包括单元门主机、围墙门主机、住户门主机）	可嵌入式安装在门体上；也可预埋式安装在墙体上	1450mm	（1）不要曝露在风雨中，如无法避免，请加防雨罩 （2）不要将摄像机镜头面对直射的阳光或强光 （3）尽量保证摄像机镜头前的场性光线均匀 （4）不要安装在强磁场附近 （5）联接线在主机入口处应考虑滴水线 （6）彩色摄像机应考虑夜间可见光补偿 （7）不要安装在背景噪声大于 70dB 的地方
室内分机系列	挂墙架式壁挂（台式分机可置桌面上）	1450mm	（1）不要将显示屏面对直射的强光，彩色主机要注意光线角度 （2）不要安装在高温或低温的地方（标准温度为 0～50℃） （3）不要安装在滴水处或潮湿的地方 （4）不要安装在灰尘过大或空气污染严重的地方 （5）不要安装在背景噪声大于 70dB 的地方 （6）不要安装在强磁场附近
电源	可以明装（挂墙），推荐使用工程箱预埋	明装时，高度应大于 1500mm	（1）注意通风散热 （2）注意用电安全，箱盖闭合
信号转换器	可以明装（挂墙架或壁挂），推荐使用工程箱与主机电源一起安装在单元门附近	明装时，高度应大于 1500mm	（1）不要与其他强电系统安装在一起 （2）与其他弱电系统器材应保留 500mm 间距
保护器 解码器 视频放大器	可以在弱电井或楼层墙面上明装（挂墙架或壁挂），推荐使用工程箱安装	在楼层墙面上明装时，高度应大于 1500mm	（1）不要与其他强电系统安装在一起 （2）与其他弱电系统器材应保留 500mm 距离
红外探测器	壁挂式	1.8～2.4m，一般高度为 2m	（1）不要面对玻璃窗或窗口以及冷暖气设备 （2）不要面对光源和移动物体（如风扇、机器） （3）避免高温、日晒、冷凝环境
门磁探测器	门框、门体嵌入式	一般在门体上部，磁铁与发码器的最大间距 25mm（无线式）	（1）避免强磁场干扰 （2）安装牢固
烟感探测器	明装	一般安装在顶棚上	
气体探测器	明装	墙体上	根据探测器种类和燃气种类来安装

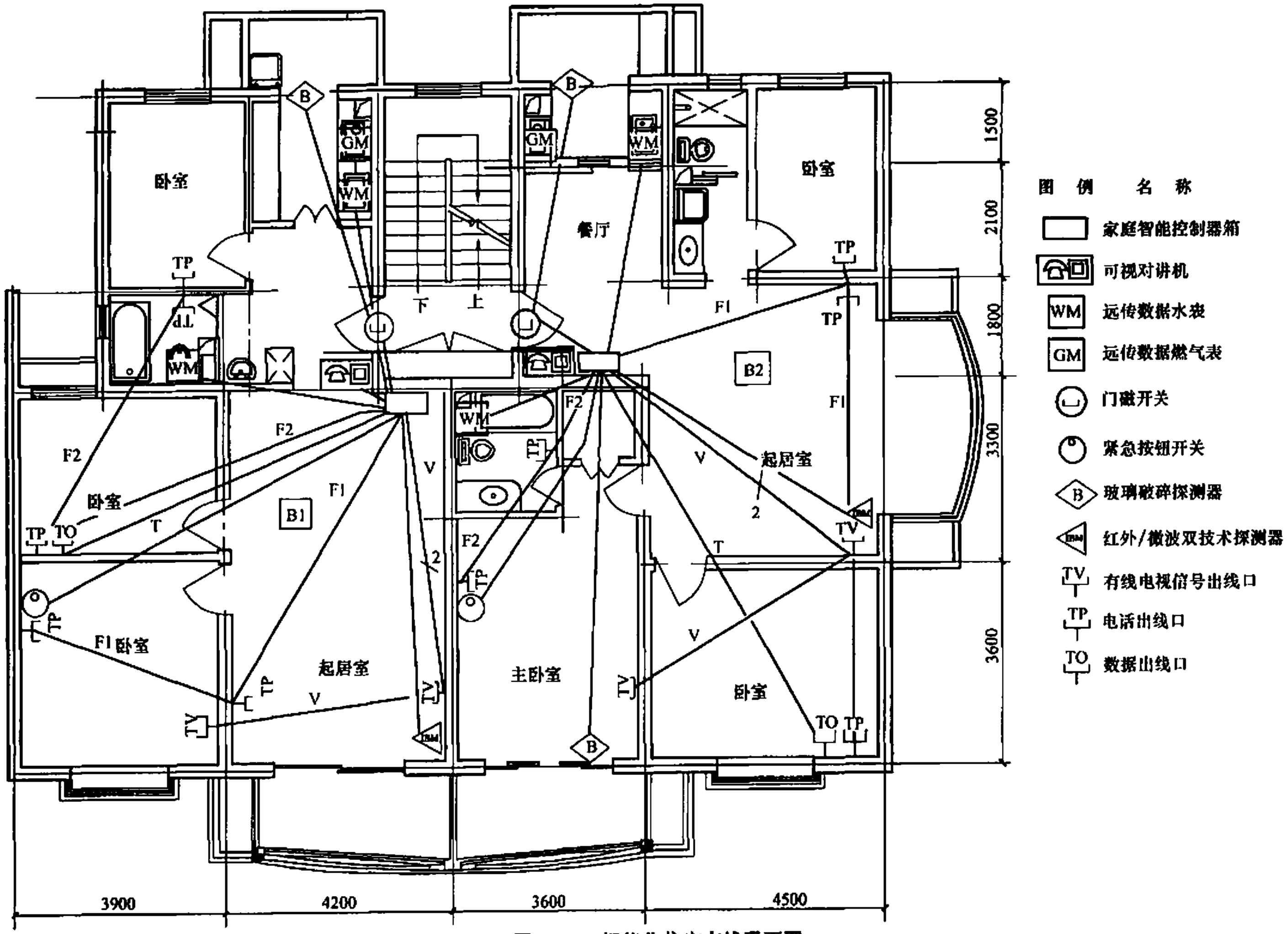


图 11-26 智能化住宅布线平面图

第八节　住宅小区各子系统的施工要点

一、住宅布线系统的管线敷设

(1) 导管与线槽的尺寸应满足下列要求：

①导管截面积利用率不大于 40%；

②线槽截面积利用率不大于 60%；

③墙体中预埋导管最大外径不宜大于 50mm，楼板中预埋导管最大外径不宜大于 25mm。

(2) 明敷在潮湿场所或埋设在地下的金属导管应选用水、煤气钢管；埋设在混凝土内或墙内的 PVC 绝缘导管应采用中型以上的导管。

(3) 电缆导管与下列功能管道的距离应符合下列要求：

①距燃气管：平行净距不小于 0.3m，交叉净距不小于 20mm。

②距热力管：有保温层，平行净距不小于 0.5m，交叉净距不小于 0.3m；无保温层，平行净距不小于 0.5m，交叉净距不小于 0.5m。

③距电气线缆导管：平行敷设时不小于 0.3m，交叉时保持垂直交叉。

(4) 敷设在地下停车场的导管和线槽的安装位置、走向、标高，应与消防、电气、采暖通风等相关专业相协调，且标高距地不应小于 2.2m。

(5) 线槽穿过墙体、楼板时，穿越处应预留孔洞。

(6) 住户私有的停车房或储物间不许设置公用的箱体，明敷的导管和线槽也不宜从其间穿过。

(7) 智能化系统的总线接线盒（箱）应设在弱电竖井或公用楼道墙体上，不应置于住户室内。

(8) 敷设电缆导管应满足：

1) 导管的路由应符合设计要求。

2) 导管的埋深应符合下列规定：

①导管外壁距墙表面不得小于 15mm；

②室外导管埋深不应小于 0.7m；

③埋设在现浇混凝土楼板内的导管应敷设在底层钢筋和上层钢筋之间。

3) 现浇混凝土板内并列敷设的导管管距不应小于 25mm。

4) 导管连接应符合下列要求：

①PVC 管应采用套管连接，导管插入深度不小于 1.5 倍导管外径，对接的管口应光滑平齐，连接时结合面应采用专用胶粘剂粘接牢固。

②钢导管熔焊连接时，应采用套管熔焊。套管长度不小于 2 倍导管管径，对接管口光滑平齐，焊接后表面要做防腐、防锈处理。

③室外暗埋的金属导管在手孔井处断接时，应采用圆钢熔焊跨接接地线，圆钢直径不应小于 14mm。

④导管与线盒、线槽、箱体连接时，管口必须光滑，盒（箱）体或线槽外侧应套锁

母，内侧应装护口。

5）敷设导管时，直管段每超过 30m，或含有一个弯头的管段每超过 20m，或含有两个弯头的管段每超过 15m，或含有 3 个弯头的管段每超过 8m，应加装拉线盒。

6）导管敷设后，需做好管口的封口处理，防止浇注时或穿线作业前杂物落入管内造成管路堵塞。

7）金属导管接地必须可靠。镀锌钢导管跨接接地线时，应采用专用接地卡，接地卡间使用截面积不小于 $4mm^2$ 的铜芯导线连接；非镀锌钢导管采用螺纹连接时，连接处两端应熔焊跨接接地线。

8）导管通过伸缩缝或沉降缝时应有补偿措施，穿越有防火要求的区域时墙体洞口应做防火封堵。PVC 管在穿出地面或楼板时应采取保护措施，以免受机械损伤。

9）导管在砌体上剔墙敷设时，应采用强度等级不小于 M10 的水泥砂浆抹面保护，保护层厚度不小于 15mm。

10）金属软管作电缆套管时，长度不宜超过 2m，且应采用管卡固定，固定点间距不应大于 0.5m。金属软管与盒（箱）体或线槽间应采用锁母固定连接，并按照配管规定接地。

11）暗埋导管布管后，应按照施工图逐一检查，确保埋设位置正确、没有漏埋、连接可靠，并经隐蔽工程随工验收合格后，填写“隐蔽工程随工验收单”，才可以实施隐蔽作业。

（9）敷设线槽应满足：

①应按照设计要求确定线槽支架安装位置及路由，经测量、定位、划线后，才能安装支架。

②支架间距当设计无要求时，水平段取 1.5 ~ 3m，竖直段取不大于 2m；在线槽接头处及转弯处、离线槽出口 0.5m 处，均应安装支架。支架应固定牢固、横平竖直、整齐美观，同一直线段上的支架间距应均匀。

③水平段线槽盖板距楼板底不小于 300mm，距横梁底不宜小于 50mm。

④金属线槽必须可靠接地，全长应不少于两处与接地（PE）或接零（PEN）干线相连接。当金属线槽连接处两端采用跨接地线时，应使用截面积不小于 $4mm^2$ 的铜芯导线。镀锌金属线槽连接板两端应有不少于 2 个用防松螺帽或有防松垫圈连接的固定螺栓。

⑤线槽在跨越建筑物变形缝时应设置补偿装置；直线段钢制线槽长度超过 30m 时，应设置伸缩节。

⑥线槽转弯处应满足槽内敷设电缆所允许的弯曲半径的要求。

⑦敷设在竖井内和穿越不同防火区的线槽，应有防火隔堵措施。

（10）桥架中电缆敷设的要求：

①电缆在桥架中应按设计规定的排列有序地进行敷设，敷设时电缆应自然平直地布放，不得出现扭绞或打圈，不允许损伤电缆护套，线槽中电缆不应有接头。

②水平线槽中敷设的电缆每隔 5 ~ 10m，或在首尾两端、转弯处两侧应设固定点；竖直线槽中敷设的电缆固定点间距不大于 1m。

③线槽内电缆敷设后，应盖好盖板并锁紧。电缆出入口应做封口处理。

（11）导管内电缆敷设的要求：

1）同穿在一根导管内的电缆不应扭绞打结，电缆在导管内不应有接头。

2）敷设在地下导管内的电缆应做到“一线到位”，在手孔井中或导管内不应有接头；电缆在手孔井内应有套管保护，套管两头应插入导管内，并做好管口封堵防水处理。

3）电缆在吊顶内或从导管端口引入前端设备时，应采用软管保护并按规定做好连接。

4）严禁将电缆直接埋入墙内或地板中。

5）电缆敷设时两端应留有余量：

①接线盒内为 100～200mm；

②箱体内为箱体四周周长的一半。

6）多芯电缆敷设的弯曲半径不应小于 6 倍的电缆外径；同轴电缆敷设的弯曲半径不应小于 15 倍的电缆外径。

7）电缆出入建筑物、电缆沟、竖井、柜、盘、箱、台、桥架及管口应做好封口密封处理。

8）电缆敷设到位后，应将电缆盘入盒内或箱内，并要防止水进入盒、箱体内；暂不作接线时，应将电缆端头密封，防止芯线受潮氧化。

9）电缆敷设后两端应加永久性的电缆编号标志，电缆编号应符合设计规定，书写端正、清晰、正确。

（12）光缆敷设的要求：

①敷设前应核对光缆长度，按施工图给出的敷设长度选配光缆，配盘时应使接头避开河沟、道路和其他障碍物。

②光缆经检查确认光纤无断点、光纤衰减值符合设计要求后才能敷设。

③光缆与电缆同管敷设时，应在暗管内预置塑料子管，子管内径应不小于光缆外径的 1.5 倍。光缆敷设在子管内，电缆敷设在子管外。

④布放光缆时，光缆的牵引端头应作技术处理，并应采用能自动控制牵引力的牵引机牵引；牵引力不得超过 150kg，牵引速度宜为 10m/min，一次牵引的直线长度不宜超过 1km。管道光缆敷设时，光缆应由人工逐个人孔牵引。

⑤光缆敷设的弯曲半径不应小于光缆外径的 20 倍，敷设时不应损伤光缆。

⑥光缆敷设时应按设计要求留有余量，设计未做规定时，盘留 3～5m。

⑦光缆敷设后，光缆敷设的损耗经检测合格后，才能进行光缆的接续。

⑧光缆的接续应由受过专门训练的人员来操作，接续时应采用仪器进行监视，使接续损耗达到表 11-17 的要求：

光纤接续损耗表（dB）　　表 11-17

光纤类别	多模		单模	
	平均值	最大值	平均值	最大值
独接	0.15	0.30	0.15	0.30
机械接续	0.15	0.30	0.20	0.30

⑨光缆接续后应做好保护，装好接头护套；接续点和终端应做永久性标志。

（13）电缆接线的要求：

①导线应经绝缘电阻检查合格后才能进行接线。

②剥除电缆护套时不应损伤导线绝缘层，剥除导线绝缘层时不应损伤芯线。

③导线接头应采用焊接或端子连接。采用端子连接时，端子应拧紧，防松零件应齐全，每个端子最多连接 2 根导线。

④浴室、卫生间等潮湿环境的导线线头应先搪锡再连接或直接采用焊接。

⑤缆线屏蔽层应与接插件屏蔽罩 360°圆周接触，接触长度不宜小于 10mm。

⑥对绞电缆终接时，每对对绞线应保持扭绞状态，五类线扭绞松开长度不应大于 13mm。

⑦对绞线与 8 位模块式通用插座相连时，必须按色标和线对顺序进行卡接。端接时插座类型、色标和编号应符合 T568A 或 T568B 端接标准的规定，在同一住宅小区中宜采用同一种端接标准。

⑧在盒、箱、柜、台及设备内，布线应整齐美观，线缆宜绑扎成束且线号标志正确完整；

⑨按接线图的规定接线，接线无误且接触可靠。

⑩8 位模块式通用插座与交接配线设备间的对绞电缆的线路连接，不应存在反向线对、交叉线对或串对的错误，连接电缆长度应符合设计规定。

⑪水平电缆敷设后，其近端串扰应大于 24dB，衰减应小于 23.2dB。

二、访客对讲系统的施工

(1) 访客对讲设备安装前应具备下列条件：

①建筑装饰工程已完成，户内门、窗均已安装；

②楼道入口防盗门已安装到位；

③系统电缆已敷设；

④设备经进场验收及性能检查合格；

⑤具备系统安装调试所需电源。

(2) 设备安装时螺钉应上齐拧紧，并有防松措施；外观应做到横平竖直、设备外壳无损伤；接线正确，接触良好、可靠。

(3) 门口机安装时其操作键盘距地 1.3～1.5m，摄像机镜头距地 1.5～1.7m。安装门口机应有防振、防淋、防拆措施。

(4) 室内机安装应紧贴墙面，其中心的安装高度距地 1.4～1.5m，并与并列安装的电气开关取齐。

(5) 闭门器安装后应反复调整其拉力和关门速度，以降低防盗门关门时的噪声。

(6) 对不具备逆光补偿功能的可视门口机，宜作环境亮度处理。

(7) 管理员机安装应平稳牢固，便于操作。

(8) 门口机、管理员机应能正常呼叫室内机，呼叫时室内机不应出现串号现象，门口机、管理员机应能听到回铃声。

(9) 门口机、室内机、管理员机三者之间呼通后应能双向通话，通话时话音清晰，无明显噪声，声级一般不低于 60dB（A）。

(10) 室内机应能遥控开锁；具有密码开锁或感应卡开锁功能的门口机，相应的开锁

功能应正常。

(11) 可视对讲画面应达到可用图像的要求（一般水平清晰度不低于200线，灰度等级不低于6级，边缘允许有一定几何失真、无明显干扰）。门口机CCD的红外夜视功能应正常。

(12) 系统备用电源在市电断电时应能自动投入并能维持工作不少于8h。

三、防盗报警系统的施工

(1) 住宅报警装置应根据不同户型和环境，确定需要防护的部位，设计防区平面布置图。防区的设置应能有效地探测人侵者从住户门、窗非法人侵的行为，或在室内作案的警情，并能及时向小区控制中心发送报警信号。

(2) 住宅报警装置应由人侵探测器、住户报警主机（控制器）、中心接警设备组成。中心接警设备应能正常接收、显示住户报警主机（控制器）的布/撤防、报警信息，并能进行实时记录、打印。存储记录的保存时间应满足管理要求。

(3) 系统应具备防拆报警、信号线路故障（开路、短路）报警、电源线断路报警功能。

(4) 住宅报警人侵探测器盲区边缘与防护目标间的距离应≥5m；探测器的作用距离、覆盖面积，宜具有25%～30%的余量，并能通过灵敏度进行调节。

(5) 已建立区域性安全报警网络的地区，中心报警设备应具备报警信号联网上传功能的通信接口。

(6) 应配合装饰专业，在安装门、窗时及时将门、窗磁安装到位。

(7) 被动红外探测器靠墙安装的安装高度距地2.2m，探测器与墙面倾角应能覆盖设计规定的全部防护区域。

(8) 吸顶式被动红外探测器宜安装在防护部位上方的顶棚上，应水平安装。

(9) 被动红外探测器不应安装在热源正上方，不准正对空调、换气扇，其视窗不应正对强光源或阳光直射的窗户。

(10) 红外探测器正前方不准有遮挡物，同时应避免窗帘飘动的影响。

(11) 燃气泄漏探测器安装高度应符合下述规定：当燃气比空气重，下缘距地面300mm；当燃气比空气轻，下缘距房顶300mm。

(12) 紧急按钮宜安装在隐蔽、在紧急状态下人员易于可靠触发的部位。

(13) 住户报警主机（控制器）安装应横平竖直，固定牢靠。

(14) 周界防越报警装置应根据住宅小区周边围栏（墙）形状、高度、长度和干扰源情况及气候条件，确定采用探测器的类型和数量。

(15) 应在周界防范区域设置监视区，对其警情应具有图像复核手段。在探测器被触发时，联动系统应能自动开启报警现场照明灯，自动启动监控摄像机、录像机，调人相应的监视画面，并给予录像。

(16) 周界防越报警装置应由住宅小区监控中心监控。发生非法跨越事件时，中心应能实时发出声光报警并在模拟屏上显示报警部位、报警时间，自动记录报警信息。所记录报警信息及图像资料保存时间应符合设计要求且不得少于7天。

(17) 应配合小区周界围栏（墙）施工人员，在围栏（墙）施工时及时埋设周界防越

报警装置的电缆导管。

（18）主动红外探测器宜隐蔽安装，安装时防区应交叉，防护范围内不应有盲区，特别应注意避免树叶晃动的影响。

（19）主动红外探测器及其支架安装应牢固，刮风时不应引起误报；在周界拐角处不宜将两个防区的接收器相邻安装，否则应对相邻防区发射器的光束采取遮挡措施。

（20）电缆振动探测器的传感电缆敷设时，每隔 200mm 应固定一次，每隔 10m 应留一个半径 80mm 左右的维护环。

（21）传感电缆穿越大门敷设时，应将电缆穿入埋入深度不小于 1m 的金属导管中。

四、电视监控系统的施工

（1）监视目标应具有一定的光照度：黑白电视监控系统的监视目标最低照度不应小于 10lx；彩色电视监控系统的监视目标最低照度不应小于 50lx。达不到照度要求时，前者宜采用高压汞灯，后者宜采用碘钨灯作照度补偿。没有条件作照度补偿时，应采用低照度或超低照度的摄像机。

（2）住宅闭路电视监控装置视频信号一般采用视频同轴电缆进行传输；大型居住区传输距离较远，或是环境干扰噪声较强时，宜采用光缆进行传输。

（3）黑白电视基带信号为 5MHz 时，在不平坦度≥3dB 处，宜加电缆均衡器；在不平坦度≥6dB 处，宜加电缆均衡放大器。彩色电视基带信号为 5.5MHz 时，在不平坦度≥3dB 处，宜加电缆均衡器；在不平坦度≥6dB 处，宜加电缆均衡放大器。

（4）摄像机宜由监控中心集中供电。当摄像机采用 220V 交流电源供电时，电源线应单独敷设在接地良好的金属导管内，不应和信号线、控制线共管敷设。

（5）监控中心的供电电源应有专用配电箱，宜有两路在末端切换的独立电源供电，其容量不应低于系统额定功率的 1.5 倍。

（6）宜与周界报警装置构成联动系统，以便发生报警时对报警现场进行监视。

（7）摄像机安装前应预先调整其焦面同步，使图像质量达到要求后方可安装。安装后还应对其监视范围、聚集、后靶面进行调整，使图像效果达到最佳状态。

（8）室外安装的摄像机离地不宜低于 3.5m，室内安装的摄像机离地不宜低于 2.5m。

（9）电梯轿厢内的摄像机应安装在厢门上方的左或右侧，并能有效监视厢内乘员的面部特征；电梯轿厢的视频同轴电缆及电源线，宜由建设方向电梯供应商提出配套供应，以保证图像质量。

（10）摄像机立杆的安装强度应达到能抗拒安装环境可能出现的最大风力的要求，立杆安装基础应稳固，地脚螺栓应配齐拧紧，防松垫片应齐全。

（11）安装云台时螺钉应上紧，固定应牢靠；云台的转动应灵活，无晃动；云台的转动角度范围应满足设计要求。

（12）监控中心操作台、机柜、机架安装应符合下列要求：

①操作台正面与墙的净距不应小于 1.2m；主通道上其侧面与墙或其他设备的净距不应小于 1.5m，次通道上不应小于 0.8m。

②机柜、机架的背面和侧面与墙的净距不应小于 0.8m。

③应有稳固的基础，螺钉应上齐拧紧。

④安装垂直度偏差不大于 1.5mm/m。

⑤相邻两柜（台）顶部高差不大于 2mm，总高差不大于 5mm。

⑥相邻两柜（台）正面平面度偏差不大于 1mm，五面以上相连接的平面度总偏差不大于 5mm。

⑦操作台、机柜上的各种零件不得碰坏或脱落，漆面如有脱落应予补漆。

⑧各种标志应完整、清晰。

（13）监控中心控制设备、开关、按钮操作应灵活、方便、安全。对前端解码器、云台、镜头的控制应平稳，图像切换、字符叠加功能应达到设计要求。

（14）录像应能正常显示摄像时间、位置；录像回放质量，至少应达到能辨别人的面部特征的水平；现场图像记录保存期限应符合设计规定，但不得少于 7 天。

（15）具有报警联动功能的监控系统，当报警发生时，应自动开启指定的摄像机及监视器，显示现场画面，录像设备也应以单画面形式记录报警现场图像。

五、电子巡更系统的施工

（1）根据现场条件及用户要求，可选择在线式或是离线式的巡更方式，但应便于设定、读取、查询、修改与监督。

（2）在线式巡更系统应具有异常情况下的即时报警功能。离线式巡更系统巡更人员应配备无线对讲机。

（3）根据现场需要确定巡更点的数量，巡更点的设置应以不漏巡为原则，安装位置应尽量隐蔽。

（4）宜采用计算机随机设定巡更路线和巡更间隔时间的方式。计算机可随时读取巡更时所登录的信息。

（5）巡更系统应能按照预定的巡逻图，对巡更的人员、地点、顺序及时间进行监视、记录、查询及打印。

（6）应与小区物业管理协商，确定信息开关或信息钮的安装位置。

（7）信息开关及信息钮安装高度距地面为 1.3 ~ 1.5m；安装应牢固、端正、不易受破坏；户外应有防水措施。

（8）巡更装置安装后应经调试并达到下列要求：

①巡更系统信息开关（信息钮）、读卡机、计算机及输入接口均能正常工作；

②检查在线式巡更站的可靠性、实时巡更与预置巡更的一致性，并查看记录、存储信息以及发生巡逻人员不到位时的即时报警功能；

③检查离线式巡更系统，确保信息钮的信息正确，数据的采集、统计、打印等功能正常。

（9）检验巡更系统巡更设置功能。在线式巡更系统应能设置保安人员巡更软件程序，应能对保安人员巡逻的工作状态（是否准时、是否遵守顺序等）进行监督、记录，发生保安人员不到位时应有报警功能；离线式巡更系统应能保证信息识读准确、可靠。

（10）检验巡更系统记录功能，应能记录执行器编号、执行时间、与设置程序的对比等信息。

（11）检验巡更系统管理功能，应能有多级系统管理密码，对系统中的各种动作均应

有记录。

六、自动抄表系统的施工

(1) 自动抄表装置施工前应具备的条件：

①供水、燃气、冷（热）源工程配管施工已经结束；

②表具已安装到位。

(2) 表具的数据探测电缆不应外露，需用软管保护，软管需加固定，软管与表具壳体应使用专用接头连接。

(3) 数据采集部件不宜装于厨卫等潮湿环境中，安装在潮湿环境中的数据采集部件应采取可靠的防潮措施。

(4) 从数据采集器箱引至各表具的电缆，应设置线号标志，线号应符合设计规定且能长期保存、字迹清晰。箱体内宜附有接线表，以便维修。

(5) 系统安装接线后，应对接线的正确性进行复查，确保数据采集部件与表具正确对应。

(6) 系统投入使用后应及时将表具的原始读数输入到抄表计算机中，以保证远程抄表的准确性。

(7) 业主进行厨、卫装修时，不应封堵表具读数盘，不应打断表具的探头线，以免影响系统正常工作。

(8) 在市电断电时，系统不应出现误读数，数据应能保存 4 个月以上；市电恢复后，保存数据不应丢失。

(9) 系统应具有时钟、故障报警、防破坏报警功能。

七、电话及有线电视系统的施工

(1) 住宅小区内的电信线缆应由电信运营商负责设计、施工。

(2) 电话网设计必须遵循电信行业的有关规定，并符合电信的接口要求。

(3) 住户电话线及电话插座应配置到位，小区居民入住时只需向电信营运商办理开通手续，即可开通电话。

(4) 智能化住宅小区每户至少应配置两对电话线。

(5) 电话线与配线模块的连接必须按照设计文件中规定的电话端口与配线模块端口位置对应关系接线，应做到接线正确、接触可靠，标志齐全。

(6) 施工时应对每对电话线的导通性进行检查，不应有断路或短路的情况。

(7) 电话插座下沿安装高度距地 0.3m。外观整齐，安装螺钉必须拧紧，安装后面板应加标志。

(8) 不得将有线电视射频电缆与电力线同导管、同出线盒、同连接箱安装，明敷时两者平行间距不应小于 0.3m。

(9) 分配放大器、分支分配器的分接箱应安装在弱电井（可明装）或楼道的墙上（宜暗装），分接箱下沿距地不宜小于 2m。

(10) 电视插座面板下沿距地应为 0.3m 或 1.5m。

有关施工情况还可参阅第一、六章。

八、小区网络和物业管理系统的施工

(1) 智能化住宅小区每一住户至少应有一个信息插座，每个信息插座配备一条 4 对对绞电缆，并应与交接间或设备间的配线设备进行连接，配线设备至住户信息插座的配线电缆长度不应超过 90m。

(2) 信息插座邻近至少应配置一个 220V 交流电源插座。

(3) 落地安装的机柜（架）应有稳固的基础，壁挂式机柜底面距地高度不宜小于 300mm。机柜（架）安装垂直偏差应不大于 3mm，安装时螺丝应拧紧配齐，机柜（架）上的各种零件不得碰坏或脱落，漆面应完整。

(4) 机柜（架）正面至少应有 800mm 的空间，机架背面距墙不应小于 600mm。

(5) 背板式跳线架安装时，应先将配套的金属背板及接线管理架安装在墙上，金属背板与墙壁应紧固，再将跳线架装到金属背板上。

(6) 配线设备交叉连接的跳线应是专用的插接软跳线。

(7) 信息插座面板下沿距地应为 300mm。

(8) 信息插座应是 8 位模块式通用插座，一条 4 对对绞电缆应全部固定终接在一个信息插座上。

(9) 工作区的电源插座应是带保护接地的单向电源插座，保护接地与零线应严格区分。

(10) 配线设备、信息插座、电缆、光缆均应有不易脱落的标志，并有详细的书面记录和图纸资料。

(11) 小区物业管理中心配备计算机或局域网，配置适宜的物业管理软件，实现物业管理计算机化，并将安全防范子系统、自动抄表装置、设备监控装置在物业管理中心集中管理。档次较高的小区，可提供网上查询物业管理信息、电子商务、VOD、远程医疗、远程教育等服务。

(12) 设备的安装位置、类型、规格、配置应符合设计规定。系统通电前应确认供电电压、极性无误后再通电。

(13) 安装后，应对系统前台、后台功能逐一进行测试，并按各功能模块的要求输入原始资料，包括：住户人员管理、交费管理功能，房产维修管理、公共设施管理功能，物业公司人事管理、财务管理、企业管理功能等方面的资料。

(14) 路由器和家庭控制器安装时下沿距地不宜低于 2.2m，安装后外观应整齐、平直，涂层无脱落，表面无锈斑。

(15) 家庭控制器与各个前端探测器或受控设备之间的连接电缆应有线号标志，箱体内宜附接线表，接线表应和实际接线情况一致。

(16) 路由器和家庭控制器之间的现场控总线连接时，应按照端子标志接线，不得接反。

[General Information]
书名=智能建筑弱电工程施工手册_11682860
SS号=12198335

封面
书名
版权
前言
目录
第一章　电话通信系统
第一节　电话通信和程控交换机
一、概述
二、程控用户交换机的组成
三、程控数字交换机的发展
四、用户交换机与公用电话网连接方式
五、程控用户交换机的选择
第二节　电话通信线路的施工
一、电话通信线路的组成
二、电话线路的进户管线施工
三、电话交接间与交接箱的安装
四、壁龛的安装
五、上升电缆管路的施工
六、楼层管路（水平管路）的布线和安装
第三节　电话线路的管线
一、电话线路的敷设安装方式
二、室外暗管敷设
三、进户管道敷设
四、室内管路敷设
五、楼内上升通道的施工
六、交接和分线设备成端及配线的安装
七、电话缆线
八、电话配线系统与综合布线系统的关系
第四节　电话站机房的施工
一、站址选择和土建要求
二、电话站房的平面布置
三、电话站的供电
四、电话站房工程举例
五、电话站房的接地
第五节　电话通信系统的工程质量检查
第二章　计算机网络系统
第一节　概述
一、计算机网络的分类
二、计算机网络的基本组成
第二节　局域网
一、局域网（ＬＡＮ）的组成与分类
二、局域网拓扑结构
三、网络用传输线
四、以太网
五、令牌环网
六、ＦＤＤＩ网
七、ＡＴM网
八、快速以太网（１００ＢＡＳＥ－Ｔ）
九、千兆位以太网
十、虚拟局域网（ＶＬＡＮ）
第三节　网络互联设备的安装
一、中继器（Ｒｅｐｅａｔｅｒ）
二、集线器（ＨＵＢ）
三、交换机（Ｓｗｉｔｃｈ）
四、路由器（Ｒｏｕｔｅｒ）

五、网桥（Ｂｒｉｄｇｅ）
六、网关（Ｇａｔｅｗａｙ）
第四节　网络设备的安装
一、网卡的安装与设置
二、ＩＳＤＮ终端设备的安装及设置
三、集线器的安装
四、交换机的安装
五、路由器的连接
第五节　计算机机房的安装设计
一、计算机机房的位置与布置
二、计算机系统的环境要求
三、计算机机房的接地
四、计算机机房的供电
五、机房的消防报警与灭火系统
第六节　网络工程举例
第三章　综合布线系统
第一节　综合布线系统的组成
一、系统组成
二、综合布线系统的类型等级
第二节　综合布线系统的传输线
一、双绞线缆
二、双绞线连接件
三、光缆
四、光缆连接件
第三节　布线工艺
一、缆线的敷设
二、线槽和暗管敷设
三、线槽的安装
四、桥架的安装
五、布线的工艺要求
六、设备的安装
七、光缆的敷设
第四节　ＰＤＳ各子系统的布线
一、工作区子系统
二、水平子系统
三、管理间子系统
四、垂直干线子系统
五、设备间子系统
六、建筑群子系统
第五节　综合布线系统的电气防护、接地及检验
一、电气防护
二、接地与防火要求
三、综合布线系统的工程检验
第六节　工程举例
第四章　厅堂扩声与公共广播系统
第一节　广播音响系统的类型与基本组成
一、广播音响系统的类型与特点
二、广播音响系统的组成
三、常用音响设备
第二节　厅堂扩声系统
一、厅堂扩声系统的分类
二、扬声器的布置方式
三、厅堂扩声系统的特性要求
四、卡拉ＯＫ歌舞厅音响系统的性能指标
五、歌舞厅混响时间（Ｔ６０）的要求

第三节　扩声系统的音箱布置
一、立体声的音箱布置
二、卡拉ＯＫ歌厅的音箱布置
三、以交谊舞为主的舞厅音箱布置
四、迪斯科舞厅的音箱布置
五、ＫＴＶ包房的音箱布置
六、小型会堂的音箱布置
七、剧场的音箱布置
第四节　扩声控制室（机房）
一、扩声控制室的设置
二、机房设备布置
三、机房设备线路敷设
四、机房的电源要求
五、机房的接地要求
六、机柜
第五节　扩声系统的安装
一、常用配接插头、插座
二、传输线
三、导线的连接
四、电源要求
五、扩声系统的接地
六、音箱的安装
第六节　公共广播系统
一、公共广播系统的种类
二、公共广播系统的安装设计与施工
三、工程举例
第五章　音频与视频会议系统
第一节　音频会议系统的种类与组成
一、会议讨论系统
二、同声传译系统
三、会议表决系统
第二节　会议讨论和表决系统
一、会议讨论系统的功能
二、会议表决系统的功能
三、会议系统的辅助设备
第三节　同声传译会议系统
一、同声传译系统的种类
二、同声传译系统示例
第四节　音频会议系统工程举例
一、ＢＯＳＣＨ数字网络会议（ＤＣＮ）系统
二、台电（ＴＡＩＤＥＮ）会议系统
三、译员室的工艺要求
第五节　投影电视
一、投影电视的种类
二、投影屏幕
三、投影机的选用
第六节　远程视频会议系统
一、会议电视系统的组成
二、系统分类
三、会议电视系统的设备选择
第七节　会议电视系统的安装
一、会议电视的建筑要求
二、会议电视系统对会议室的要求
三、会议电视系统的机房布置
四、会议电视系统的供电与接地

五、会议室的声学要求与系统检查
六、会议电视系统的设备安装
七、电视会议室实例
第六章　共用天线和卫星电视接收系统
第一节　共用天线电视系统与电视频道
一、ＣＡＴＶ系统的组成
二、无线电视的频率分配
第二节　电视接收天线
一、电视接收天线及其装配
二、接收天线的架设
三、接收天线的调试
第三节　卫星电视天线与接收设备
一、卫星电视广播的频率分配
二、卫星电视接收系统的组成
三、卫星接收天线的种类与性能要求
四、天线对卫星指向角的计算
第四节　卫星天线的安装
一、站址选择
二、设备的选用
三、卫星天线的安装
四、天线及系统的防雷与接地
五、卫星天线的调试
第五节　前端
一、前端系统的组成与类型
二、前端系统举例
三、前端设备的布线与安装
四、前端设备的调试
第六节　传输分配系统和传输线
一、传输线缆
二、传输分配系统的结构与设计要点
三、传输分配系统的工程举例
第七节　传输分配系统的施工
一、建筑物之间的线路施工
二、建筑物内的电缆敷设
三、分配系统的施工
四、ＣＡＴＶ系统的施工质量检查
第七章　电视监控系统
第一节　电视监控系统的组成
一、电视监控系统的基本组成
二、闭路监控电视系统的组成形式
三、电视监控系统的基本要求
第二节　摄像机及其布置
一、摄像机分类
二、摄像机的镜头
三、云台和防护罩的选择
四、摄像点的布置
第三节　ＣＣＴＶ系统类型
第四节　电视监控设备的选择与安装
一、前端设备的选型与安装设计
二、摄像机的安装
三、传输方式的考虑
四、监控室的设备选择
五、监控室的布局
六、监控室的安装施工
七、供电与接地

八、系统施工质量的检查
第五节　工程举例
第八章　防盗报警与出入口控制系统
第一节　安全防范系统概述
一、安全防范系统的构成
二、防盗报警系统的基本组成
第二节　报警探测器
一、入侵探测器的种类
二、微波探测器（微波报警器）
三、超声波报警器
四、红外线报警器
五、微波—红外双技术报警器
六、玻璃破碎入侵探测器
七、开关报警器
八、振动入侵探测器
九、声控报警探测器
十、场变化式报警器
十一、周界报警器
第三节　防盗报警系统的性能指标
一、防盗（入侵）探测报警系统的性能要求
二、防盗报警系统的几个主要性能指标
三、防盗报警系统的基本要求
四、安全防范系统的设备选择
第四节　报警设备的选型与安装
一、入侵探测器选型与安装的一般原则
二、常见入侵探测器的选择与安装设计
三、控制器的选择
四、安全防范工程的线缆施工
第五节　防盗报警工程举例
第六节　出入口控制系统（门禁控制系统）
一、出入口控制系统的组成与要求
二、个人识别技术
三、门禁系统的安装
第七节　电子巡更系统
一、电子巡更系统的类型
二、离线式电子巡更系统
三、电子巡更系统的安装
第八节　停车库管理系统
一、停车库管理系统的功能
二、车辆出入的检测与控制系统的安装
三、车辆显示系统的安装
四、工程举例
五、车库管理设备的安装
第九节　安全防范系统的检验要点
一、入侵报警系统
二、门禁与出入口管理系统
三、巡更管理系统
四、停车场管理系统
第九章　火灾自动报警与联动控制系统
第一节　火灾自动报警系统的构成与线制
一、火灾自动报警系统的组成
二、火灾自动报警系统的基本形式
三、火灾自动报警系统的线制
四、智能火灾报警系统
第二节　消防设施的联动控制

一、消防联动控制的要求与功能
二、消防设备的供电控制
三、灭火设备的控制
四、防排烟设施的控制
五、防火卷帘、门的控制
六、非消防电源断电及电梯应急控制
第三节　火灾自动报警系统的安装
一、火灾探测器的选择与安装
二、火灾探测器的安装
三、手动报警装置的安装
四、接口模块的安装
五、火灾报警控制器的安装
六、其他设备的安装
七、火灾应急广播和警报装置
八、消防专用电话的安装
九、消防控制室和系统接地
第四节　布线与配管
一、布线的防火耐热措施
二、系统的配线
三、管线的安装
四、控制设备的接线要求
第五节　工程举例
第十章　建筑设备自动化系统（ＢＡＳ）
第一节　建筑设备自动化系统概述
第二节　ＤＤＣ与集散型控制系统
一、集散型控制系统的基本组成
二、ＤＤＣ
三、传感器
四、执行器
五、ＤＤＣ控制的原理和方法
第三节　中央管理计算机及其监控中心
一、中央管理计算机及其功能
二、不间断电源设备（ＵＰＳ）
三、监控中心
四、ＢＡＳ的供电、接地与线路敷设
五、工程举例
第四节　ＢＡＳ工程的施工
一、一般要求
二、系统设备的安装
三、输入设备的安装
四、输出设备的安装
第五节　ＢＡＳ工程的调试
一、一般规定
二、调试前的准备
三、系统设备与受控设备的单体调试
四、基本应用软件设定与确认
五、系统调试
第十一章　住宅小区智能化系统
第一节　住宅小区智能化系统的组成与功能
一、住宅小区智能化系统的组成
二、住宅小区智能化系统的功能与等级
第二节　住宅小区安全防范系统
一、住宅小区安全防范系统的组成
二、住宅小区安防系统的安装与施工
第三节　访客对讲系统

一、访客对讲系统类型
二、访客对讲系统的组成
三、访客对讲系统的基本要求
四、楼宇对讲设备的安装要点
五、工程举例
第四节　住宅小区通信网络系统
一、住宅小区通信网络系统方案
二、住宅小区宽带网的安装设计
第五节　住宅小区综合布线系统
一、住宅小区综合布线系统的配置与拓扑结构
二、住宅布线系统的布线施工
第六节　远程自动抄表系统
一、自动抄表系统的组成
二、自动抄表系统的方式
第七节　家庭智能化系统
一、家庭智能化与家庭控制器
二、家庭控制器的功能
三、家庭智能控制器产品示例
第八节　住宅小区各子系统的施工要点
一、住宅布线系统的管线敷设
二、访客对讲系统的施工
三、防盗报警系统的施工
四、电视监控系统的施工
五、电子巡更系统的施工
六、自动抄表系统的施工
七、电话及有线电视系统的施工
八、小区网络和物业管理系统的施工
参考文献