

建筑智能化专业技能型紧缺人才速学丛书

速学 综合布线系统施工

张泽勇 宫本东 主编

S U X U E Z O N G H E B U X I A N X I T O N G S H I G O N G



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

推荐书目

❖ 工程师禁忌丛书

建筑工程师禁忌
结构工程师禁忌
设备工程师禁忌
电气工程师禁忌

❖ 学看建筑工程施工图系列

学看建筑施工图
学看钢结构施工图
学看园林建筑施工图
学看建筑结构施工图
学看给水排水施工图
学看暖通空调施工图
学看建筑装饰施工图

❖ 建筑智能化专业技能型紧缺人才速学丛书

速学消防系统施工
速学综合布线系统施工
速学计算机局域网施工
速学电话电视系统施工
速学建筑设备控制系统施工

❖ 建筑工程施工组织设计与案例精选

土木工程施工组织设计
机电工程施工组织设计

❖ 建设工程施工现场安全与技术管理丛书

建设工程施工现场安全技术管理
建设工程施工现场临时用电管理

❖ 建筑装饰施工速查手册

❖ 新编钢结构数据速查手册

❖ 新编轻钢结构设计实用手册

❖ 建筑电气工程施工工艺标准与检验批填写范例

责任编辑：李 强
封面设计：010-63416273
电子邮箱：li_qiang@china-plc.com.cn
印刷设计：李 强

ISBN 978-7-5083-8004-9



9 787508 380049 >

定价：30.00 元

建筑智能化专业技能型紧缺人才速学丛书

速学

综合布线系统施工

主 编 张泽勇 宫本东
副主编 姜 弢 姚洪勇
编 委 (按姓氏笔画排序)
马小平 尤先俊 王大海 王灵深
卢海峰 田兴旺 白雅君 仲集秦
孙海涛 齐秉权 李 刚 肖 伟
单禹铭 武云鹏 姜维松 谢丹丹
戴 静

S U X U E Z O N G H E B U X I A N X I T O N G S H I G O N G



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书是建筑智能化专业技能速学丛书之一的综合布线系统施工部分,以就业为导向,将综合布线专业的核心课程与国家职业标准和行业岗位要求紧密结合,特别是采用科学编排体系,体现速学的特点。

本书主要内容围绕综合布线系统技术与施工,系统、准确、深入地阐述了综合布线系统的设计、施工、测试及工程验收等内容。本书共十六章,各章节内容前后呼应、相互联系,又各成体系、相对独立;既便于读者全面、系统地学习,又便于读者有针对性地查阅与选学。

本书主要读者对象为建筑智能化专业技能型人员及有关专业技术人员。

图书在版编目(CIP)数据

速学综合布线系统施工/张泽勇,宫本东主编. —北京:
中国电力出版社, 2009

(建筑智能化专业技能型紧缺人才速学丛书)

ISBN 978-7-5083-8004-9

I. 速… II. ①张…②宫… III. ①智能建筑-布线-系统设计-技术教育-教材②智能建筑-布线-工程施工-技术教育-教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 152192 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

2009 年 1 月第一版 2009 年 1 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 16 印张 400 千字
印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

随着全球计算机技术、现代通信技术的飞速发展，人们对信息的需求越来越强烈，智能建筑在各个国家都得到了迅速的推广。建筑物综合布线系统是现代建筑中数据、语音和图像等所有信息的传输系统，是智能建筑的重要基础设施，为建筑设备自动化系统（BAS）、通信自动化系统（CAS）、办公自动化系统（OAS）这三大功能系统提供了相互连接的有效手段，成为智能建筑的神经系统，具有兼容性、开放性、灵活性、可靠性、先进性及施工和维护方便等特点。

本书以落实职业教育为服务宗旨，以就业为导向的方针，将综合布线专业的核心课程与国家职业标准和行业岗位要求紧密结合，并打破传统学习教材长篇大论的形式，采用科学的编排体系，体现速学的特点。

本书在内容方面体现了职业教育的特点，强调了理论的应用性，从实用性出发，围绕综合布线技术与施工展开介绍，系统、准确、深入地阐述了综合布线系统的设计、施工、测试及工程验收等内容。本书共分十六章，第一章介绍了综合布线系统的组成和特点等；第二章介绍了综合布线系统的介质和连接件；第三章概括介绍了综合布线系统的设计流程、等级、标准及指标等；第四章至第九章分别讲解了各个子系统的设计；第十章介绍了综合布线系统的安全防护设计；第十一章介绍了综合布线系统的施工准备；第十二章介绍了综合布线系统的设备安装；第十三和十四章分别介绍了电缆和光缆传输通道的施工；第十五章介绍了综合布线系统工程测试；第十六章介绍了综合布线系统工程的验收。

各章节单独分页，其内容既前后呼应、相互联系，又自成体系、相对独立；既可供读者全面、系统地学习，又便于读者有针对性地查阅与选学。

采用“模块式”的方式进行编写。各节内容均包括〔要点〕、〔解释〕和〔相关知识〕三个板块。先提出结论性的要点，然后对要点进行了详细的阐述，最后

对相关知识和关键词进行扼要说明。力求能够使读者快速把握章节重点，理清知识脉络，提高学习效率。

各节内容设置如下：

〔要点〕 置于每一节的最前面，对该节内容进行概要叙述与总结。

〔解释〕 通过设置一系列醒目的小标题，对〔要点〕内容进行详细的说明与分析。

〔相关知识〕 是阐述和说明由〔解释〕部分引出的相关知识。此部分的加入有利于读者知识系统的形成和知识拓展。

本书编写过程中，遵循了相关的法定标准、法律规范和文献资料。由于智能建筑综合布线技术和系统工程仍在不断地发展和完善中，而编者的认识和专业水平有限，因此，书中难免会有不妥、疏忽、遗漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见，我们将认真听取，并及时改正和完善。

编者

2008年5月

目 录

前言

第一章 综合布线系统概述..... 1

- 一、智能建筑的组成..... 1
- 二、综合布线系统的特点..... 7
- 三、综合布线系统的组成..... 8
- 四、智能建筑和综合布线的关系 13
- 五、综合布线系统的发展趋势 15

第二章 综合布线介质及连接件 18

- 一、双绞线电缆的分类 18
- 二、双绞线的性能参数 20
- 三、常用的双绞线电缆 23
- 四、双绞线电缆的连接件 25
- 五、同轴电缆的概述 27
- 六、同轴电缆的分类 29
- 七、同轴电缆的参数 31
- 八、同轴电缆连接件 32
- 九、光纤的结构 34
- 十、光纤的分类 35
- 十一、光纤的重要参数 37
- 十二、光纤的传输特性 38
- 十三、光纤通信系统 40
- 十四、光缆的分类 42
- 十五、光缆连接件 45

第三章 综合布线系统设计概述	50
一、综合布线系统的网络结构和设计流程	50
二、综合布线系统的设计等级	53
三、综合布线系统的设计标准	55
四、综合布线系统的设计指标	57
五、综合布线系统工程的设计内容	60
六、综合布线系统总体方案设计	61
七、综合布线系统的管槽系统设计	66
八、综合布线系统产品的选型	68
第四章 工作区子系统的设计	71
一、工作区子系统的连接硬件	71
二、工作区子系统的设计步骤	75
第五章 配线子系统的设计	77
一、配线子系统缆线的选型	77
二、新建建筑物的布线方法	78
三、旧建筑物的布线方法	81
四、大开间水平布线方法	82
五、配线子系统设计步骤	86
第六章 干线子系统的设计	89
一、干线子系统布线的拓扑结构	89
二、干线子系统的布线方法	91
三、线缆的接合方法	94
四、干线子系统设计步骤	96
第七章 设备间子系统的设计	100
一、设备间子系统的设计要求	100
二、设备间的位置、大小和建筑结构要求	101
三、设备间的环境条件考虑	103
四、设备间供配电考虑	104
五、设备间的安全分类及防火	106
六、设备间内部装饰的要求	108
七、交接间和二级交接间的设计方法	109
第八章 管理子系统的设计	111
一、管理子系统的部件	111
二、线路管理设计方案	116
三、管理子系统设计步骤	123

第九章 建筑群子系统的设计	127
一、建筑群子系统布线方法	127
二、建筑物电缆线入口方法	130
三、建筑群子系统设计步骤	132
第十章 综合布线系统的安全防护设计	136
一、概述	136
二、电气保护的措施	138
三、系统接地设计	143
四、抗电磁干扰	146
五、防火措施	148
第十一章 综合布线系统施工准备	150
一、概述	150
二、施工的基本要求和技術准备	151
三、施工前环境检查	153
四、设备、器材和工具的检验	154
五、安全检查	157
第十二章 综合布线系统设备安装	159
一、设备安装概述	159
二、信息插座的安装	161
三、桥架的安装	165
四、配线架的安装	172
五、配线架连接场的端接	174
第十三章 电缆传输通道施工	178
一、电缆传输通道的施工准备	178
二、线管、线槽的敷设	180
三、建筑物主干线电缆施工	182
四、建筑群间电缆布线施工	186
五、建筑物内水平布线施工	190
第十四章 光缆传输通道施工	193
一、光缆传输通道的施工准备	193
二、建筑物内主干光缆的敷设	195
三、建筑群子系统光缆的敷设	197
四、光纤连接的类型	203
五、光纤接续	204
六、光纤终端的连接方式	207

↑	七、光纤连接场·····	209
	八、光纤连接器的安装·····	210
	九、光纤连接器的互连·····	213
第十五章 综合布线系统工程测试·····		215
↑	一、概述·····	215
	二、电缆传输链路的验证测试·····	216
	三、电缆传输通道的认证测试·····	219
	四、光缆和光纤布线工程测试的设备·····	230
	五、光缆和光纤布线工程测试的测量参数·····	233
	六、光纤传输通道测试方法·····	236
	七、光纤传输通道测试步骤·····	239
第十六章 综合布线系统工程的验收·····		242
↑	一、概述·····	242
	二、工程验收的阶段·····	243
	三、工程验收项目与内容·····	244
参考文献·····		248

第一章

综合布线系统概述

一、智能建筑的组成

要 点

智能建筑是以综合布线为基础，以计算机网络为主要通信和控制手段，综合配置建筑内的各种功能子系统，全面实现对建筑内各种设备、通信系统和办公自动化系统的综合管理。主要由建筑设备自动化系统（BAS）、通信自动化系统（CAS）、办公自动化系统（OAS）这三大功能系统组成，即所谓的 3A 系统，如图 1-1 所示。

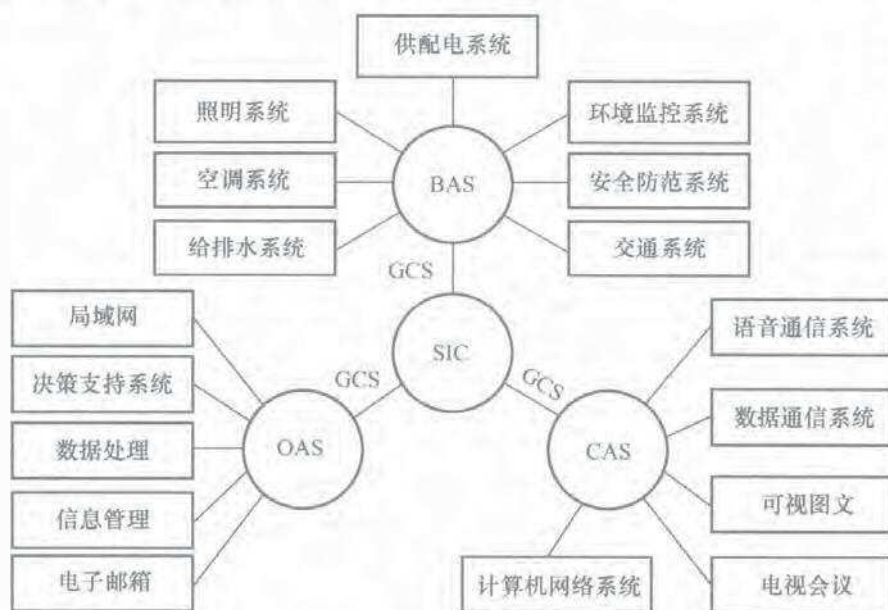


图 1-1 智能建筑的组成

解 释

（一）建筑设备自动化系统（BAS）

建筑设备自动化系统（BAS）是以为用户提供安全、舒适、健康、温馨、高效的生活和工作环境为目的，并能保证系统运行的经济性和管理的智能化。其中主要包括空调、给排水、照明、冷热源、环境监控、电力、供配电、电梯、消防、停车场管理系统等内容。

建筑设备自动化系统还包括建筑设备监控系统、消防自动化系统和安全防范自动化系统，

如图 1-2 所示。



图 1-2 建筑设备自动化系统

1. 建筑设备监控系统

建筑设备监控系统主要包括环境设备监控系统和能源设备监控系统。

2. 消防自动化系统

消防自动化系统中的火灾报警系统是将烟、热、气等火灾信号转换成声、光等报警信号的设备。其主要功能有火灾参数的检测、火灾信息的处理与自动报警、自动灭火、消防设备联动灭火等。

3. 安全防范自动化系统

安全防范自动化系统主要由闭路电视监视、自动报警、保安出入口控制监控和防盗报警系统等组成。

(二) 通信自动化系统 (CAS)

在智能建筑中,通信自动化系统 (CAS) 在建筑物办公自动化和物业管理方面发挥着重要作用。只有建立智能化、宽带化、综合化和个性化的通信系统,才能充分获取视觉信息、听觉信息和计算机信息,提供多种新型业务。网络管理功能可使整个系统的管理维护实行集中化,增强网络的可靠性,提高网络资源的利用率,实现网络资源的最佳配置。通信自动化系统可分为 3 个子系统,即图文通信、语音通信和数据通信。

(1) 图文通信可实现可视数据检索、传真通信等图像通信,及电子邮件、电视会议通信等业务。

(2) 语音通信系统可为用户提供呼叫等待、自动重播、转移呼叫等通信服务。

(3) 数据通信系统可供用户建立计算机网络,用来连接其办公区内的计算机及其他外部设备,以完成电子数据交换业务。

(三) 办公自动化系统 (OAS)

办公自动化系统 (OAS) 指的是办公人员利用先进的办公设备,实现办公科学化、自动化,改善办公条件,提高办公质量和效率,减少或避免各种差错与弊端,提高管理与决策水平,是智能建筑的基本功能之一。它是利用先进的科学技术,将人的部分办公业务活动物化于人以外的各种设备中,由这些设备和办公人员构成服务于某种目标的人机信息处

理系统。

办公自动化系统的基本功能主要有如下几点：

(1) 领导办公类：

- 1) 文档管理系统；
- 2) 公文管理系统；
- 3) 领导要事安排管理系统；
- 4) 总经理查询系统；
- 5) 本行业国内外商情系统；
- 6) 各种快讯系统。

(2) 人事、财务类：

- 1) 人事档案管理系统；
- 2) 财务管理系统；
- 3) 固定资产管理系统。

(3) 管理类：

- 1) 大厦管理测试系统；
- 2) 大厦运行管理系统；
- 3) 大厦大事记系统；
- 4) 楼层管理系统；
- 5) 其他大事记。

(4) 公共服务类：

- 1) 音乐、广播管理系统；
- 2) 公共信息服务系统；
- 3) 电子布告管理系统；
- 4) 其他用户提出的管理软件。

(四) 系统集成中心 (SIC)

系统集成中心 (SIC) 具有对上述各个系统进行信息汇集和对各类信息进行综合管理的功能，也被称为系统控制中心。同时还要达到的具体要求有：

(1) 汇集建筑物内外各类信息，并且接口界面要标准化、规范化，以实现各子系统之间的信息交换与通信。

(2) 对建筑物各个子系统进行综合管理。

(3) 对建筑物内的信息进行实时处理，并且要具有很强的信息处理和信息通信能力。

相关知识

(一) 智能建筑中的新技术

智能建筑中的新技术结构如图 1-3 所示。

1. 网络技术

(1) 主要内容。随着光纤技术的发展，为智能建筑和智能家庭设备开创了一个新的

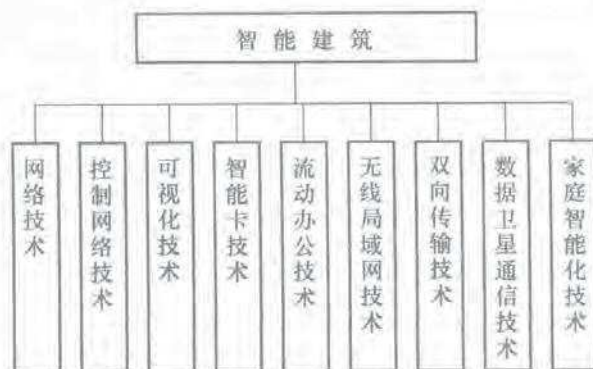


图 1-3 智能建筑新技术结构框图

网络时代。基于 Web 的 Intranet 网络技术正成为建筑物或企业内部的信息主干网的主流形式。智能建筑要求网络具有足够大的带宽和一定的服务质量保证,使得多媒体信息能够在用户浏览器平滑显示,Internet/Intranet 为人们的信息交流和生活方式开创了一个全新的信息世界。

(2) 在智能建筑中的应用:

1) Intranet 的应用极大地降低了人们与智能建筑外部和内部进行信息通信与信息发布、传播的成本。

2) 采用开放的网络传输协议 TCP/IP 和 HTTP,用浏览器/服务器体系结构取代了客户/服务器模式,降低信息系统软硬件投资和维修成本。

3) 提高了员工的工作效率与管理人员的管理质量,提高建筑物物业管理层的决策和全局事件协同处理的能力。

4) 可以实现远程监控和操作,以及对综合信息数据库的访问。

5) 能够增强自动化控制系统和信息系统之间的信息与数据的交换能力,与 Intranet 可通过防火墙实现无缝连接。

6) 信息与控制系统集成可直接使用建筑物中的综合布线系统,网络互连与扩展很容易实现,且维护和培训工作量小。

2. 控制网络技术

(1) 主要内容。控制网络技术一般指的是对生产过程对象控制为特征的计算机网络。由于开放性控制网络具有标准化、可移植性、可扩展性和可操作性等优点,因此,控制网络技术正向体系结构的开放性和网络互连方向发展。

(2) 在智能建筑中的应用:

1) 利用控制网络的分布式和嵌入式的智能化技术为楼宇管理自动化提供新的管理模式,为自动化管理提供大量的相关信息。

2) 改善智能建筑内建筑设备自动化系统、安全防范自动化系统、消防自动化系统等异构网络环境的控制和联动的结构。增强楼宇实时监控计算机系统之间的互操作性与集成的能力。

3) 可以实现对智能建筑内机电设备与安全报警管理的远程监视和数据采集。

4) 有利于智能建筑内的控制系统选择客户机、图形服务器以及嵌入式服务器的系统结构模式。通过控制网络通信实现实时数据管理与机电设备运行过程控制。

5) 有利于信息网络的应用集成,智能建筑内的所有设备和安全监控信息均可以进入各种计算机平台和桌面系统,极大地改进了智能建筑内监控信息的利用和共享“群件环境”的综合数据集成。

3. 可视化技术

(1) 主要内容。可视化技术通常是指由于网络化的视像传输、交互及提供多媒体视像服务的技术。目前,在智能建筑内的数字视频点播和会议电视,都是采用可视化技术向建筑物内的网络桌面系统提供视像的传输、交互与服务的功能。

(2) 在智能建筑中的应用:

1) 数字影视点播,通过数字影视点播可以向智能建筑内的网络桌面系统提供例如电影、电视、游戏、远程教学等交互式视像服务。

2) 会议电视, 向智能建筑内的桌面用户系统提供点对点或网络形式的交互式多媒体影像的传输服务, 从而可以实现家庭交互。

4. 智能卡技术

(1) 主要内容。智能卡技术向体积小、存储容量大、安全性和可靠性好、可脱机运行、一卡多用、携带与使用方便的方向发展, 其优势越来越突出。目前, 采用智能卡系统进行智能建筑的保安门禁与巡逻管理、停车场收费管理、物业收费与管理、商业消费与电子钱包、考勤管理等已经越来越普及, 这些功能都可以通过一张智能卡实现, 即“一卡通”。

(2) 在智能建筑中的应用:

1) 人事考勤管理系统的应用, 使用智能卡建立员工人事档案资料, 记录员工出勤时间。

2) 保安门禁系统的应用, 通过对持卡人授权, 实现通道、电梯出入的安全管理。

3) 停车场付费与管理系统的的功能, 实现临时停车无现金付费与常租停车位管理, 智能卡与保安系统联动实现车辆安全管理。

4) 保安巡逻管理系统的应用, 通过智能卡记录保安人员的巡逻路线、巡逻时间、巡逻到位的信息, 实施巡逻安全管理。

5) 商业收银系统的应用, 建立持卡人资料、信用等级, 实现电子购物与电子转账付费。

6) 物业收费与管理系统的的功能, 可用于建筑物内的水、电、气、风的计量、记录和付费等一系列物业管理。

5. 流动办公技术

(1) 主要内容。流动办公技术也称为移动办公技术, 是利用网络技术、通信技术、可视化技术以及家庭智能化技术, 向异地或移动的办公人员提供一个虚拟的办公环境。移动办公技术是多项现代科技的综合。可以随时随地进入公司的办公流, 及时处理文件和阅读资料, 参加公司召开的电视会议, 参与发言与讨论, 甚至通过家庭智能化技术来远程操作办公室内的办公器材或遥控家用电器。

(2) 在智能建筑中的应用:

1) 远程多媒体视频和音频的传输, 通过 ISDN、ATM 或 Internet/Intranet 的宽带网络, 实现远程多媒体视频和音频的传输功能。

2) 远程遥控, 利用电话线路或 Internet/Intranet 网络, 实现远程办公器材的操作或家用电器的遥控。

3) 多媒体电子邮件, 通过 E-mail 和 Net Meeting 方式发送声音、视频、图片、音频信息和格式化文本。

6. 无线局域网技术

(1) 主要内容。无线局域网的迅速兴起是因其结构简单, 易于安装, 主要部件是无线 PC 和个人计算机。无线局域网大致采用以下几种传输技术, 其费用取决于不同技术制造的无线 PC 卡、射频技术 RF、直接序列扩频技术 DS、跳频扩频技术 FH、红外技术 IR、视频传输、漫射传输等。无线局域网与移动通信和卫星通信的结合将发挥更大的作用, 因此其技术的发展正日益受到人们的关注和重视。

(2) 在智能建筑中的应用:

1) 商业 POS 系统, 在智能建筑内进行电子购物等电子商务机无线局域网的连接。

2) 无线信号转发器, 在智能建筑内可实现移动电话、传呼机信号转发的功能。

3) 无线会议电视及视像服务, 在智能建筑内通过无线局域网提供活动地点的会议电视、视像信号的传输、交互和接入服务。

7. 双向电视传输技术

(1) 主要内容。信号传输技术是宽带网传输技术的关键。实现 3 种信号(有线电视信号、计算机信号和电话信号)在同一传输介质中的无干扰传输是采用双向传输方法。为了构成双向线路需要设置上行和下行线路。上行传输和下行传输技术的实现是采用频分多路复用和时分多路复用。上行传输的信号主要是计算机信号、有线电视模拟信号和电话语音信号, 下行传输的信号主要是电视信号和数据信号。双向电视传输技术使智能建筑内的传统 CATV 网改造为可提供交互信息与数据传输的宽带高速网络, 为未来智能建筑内实现电视网、计算机网、电话网的综合传输模式提供预留网络接口。

(2) 在智能建筑中的应用:

- 1) 数字或模拟电视点播。
- 2) 交互式电子游戏。
- 3) 提供宽带 Internet/Intranet 网络接入。

8. 数据卫星通信技术

(1) 主要内容。在国际上, 人们普遍认为数据卫星通信技术与 PC 的出现是 20 世纪 80 年代信息技术变革的主要标志。数据卫星又称为小型数据卫星站(VSAT), 它将通信终端延伸到办公室和家庭, 其发展的本质是将通信卫星技术引向多功能、智能化、设备小型化, 同时综合应用卫星多波束覆盖、星载处理技术、地面蜂窝移动通信和计算机软件技术。

(2) 在智能建筑中的应用:

- 1) 提供 Internet/Intranet 网络的接入。
- 2) 提供与 ISDN 网络的互联。
- 3) 提供专业局域网网络的接入, 如期货、证券、银行。
- 4) 实现远程多点电视会议。
- 5) 实现与移动通信系统的组合。
- 6) 实现远程教学、远程医疗。

9. 家庭智能化技术

(1) 主要内容。在 20 世纪 90 年代初, 美国、新加坡和欧洲等经济比较发达的国家和地区先后提出了“智能住宅”的概念。通过家庭智能化技术, 来实现家庭中各种和信息有关的通信设备、家用电器与家庭保安装置通过家庭总线技术连接到一个家庭智能化系统上, 进行集中的或异地的监视、控制和家庭事务性管理, 同时要保持这些家庭设施与住宅环境的和谐与协调。家庭智能化技术提供的是一个由家庭智能化系统构成的高度安全性、生活舒适性和通信快捷性的信息化和自动化居住空间, 从而满足人们追求快节奏的工作方式, 以及与外部生活环境保持完全开放的要求。

(2) 在智能建筑中的应用:

- 1) 家庭安全防范, 包括防盗报警、火灾报警、煤气泄漏报警、紧急求助报警。
- 2) 家庭自动化, 包括家用电器的远程遥控(如空调、照明、摄像机、娱乐器材)。
- 3) 家庭通信与网络, 包括电子语音信箱、数字式电话功能、计算机网络接口。

二、综合布线系统的特点

要 点

综合布线同传统布线相比较,有着许多优越性,是传统布线所无法比拟的。其特点主要表现在它具有兼容性、开放性、灵活性、可靠性、先进性和经济性,而且在设计、施工和维护方面也给人们带来了许多方便。

解 释

(一) 兼容性

“兼容性”指的是一个完全独立的系统,与应用系统相对无关,其设备和程序可以适用于多种应用系统。

传统的布线方式,往往采取不同厂家生产的电缆线、配线插座以及接头等。例如,计算机系统通常采用粗同轴电缆或细同轴电缆,程控交换机通常采用双绞线。不同的设备使用不同的配线材料,管线拥挤不堪、规格不同,彼此互不兼容。一旦需要改变终端机或电话机位置时,就必须敷设新的线缆并安装新的插座与接头。

综合布线将语音、数据与监控设备的信号线经过统一的规划和设计,采用统一的传输介质、信息插座以及接头等,把这些不同的信号线综合到一套标准的布线中。该系统比传统布线大为简化,不存在重复投资,可节约大量的资金、时间和空间。在使用时,用户只要把某种终端设备插入这个信息插座中,然后在配线间和设备间的交连设备上做相应的跳线操作,这个终端设备就被接入到其相应的系统中了。

(二) 开放性

对于传统的布线方式,用户一旦选定了某种设备,也选定了与之相适应的布线方式和传输媒体,如果更换另一设备,原有的布线就要全部更换。这对于一个已经完工的建筑物,既会造成麻烦,又会增加很多资金。

综合布线由于采用开放式体系结构,符合多种国际标准,它几乎对所有著名厂商的产品都是开放的,对所有通信协议也是支持的。

(三) 灵活性

传统的布线方式是封闭的,体系结构是固定的,如果要迁移设备或者增加设备相当困难而麻烦,甚至是不可能的。

综合布线采用标准的传输线缆和相关的连接硬件,以及模块化的设计,所以,其所有的通道都是通用的。所有设备的开通和变动无需改变布线,只需要增减相应的应用设备,并在配线架上进行必要的跳线管理。另外,组网也可灵活多样,甚至在同一房间可有多台用户终端。

(四) 可靠性

传统的布线各系统互不兼容,因此,在一个建筑物中往往要有多种布线方式,形成各系统交叉干扰。由于这种布线系统的可靠性降低,所以,会影响到整个系统的干扰性。

综合布线采用高品质的材料和组合压接的方式构成一套高标准的信息传输通道。所有线缆和相关连接硬件均通过 ISO 认证,保证综合布线系统的电气性能。应用系统布线全部采用点

到点端接,任何一条链路出现故障都不影响其他链路的运行,这就为链路的运行维护及故障检修提供了方便,从而保障了应用系统的可靠运行。各应用系统采用统一的传输介质,因而可互为备用,提高了备用冗余。

(五) 先进性

综合布线采用光纤与双绞线相混合的布线方式,合理地构成一套完整的布线系统。所有布线都采用世界上最新通信标准,链路均按 8 芯双绞线配置。5 类及 5 类以上的双绞线的数据传输速率可达到 100Mb/s 以上,对于特殊用户的需求,可把光纤引到桌面。干线的语音部分用电缆,数据部分用光缆,为同时传输多路实时多媒体信息提供足够的宽带容量。

(六) 经济性

衡量一个建筑产品的经济性,应该从两个方面加以考虑,即初期投资与性能价格比。通常来说,用户总是希望建筑物所采用的设备不但在开始使用时应该具有良好的实用性,而且还应该有一定的技术储备,即在今后的若干年内即使不增加新的投资,还能保持建筑物的先进性。与传统的布线方式相比,综合布线比传统布线具有经济性优点,可适应相当长时间的使用需求,而传统布线改造很费时间,耽误工作,造成的损失更是无法用金钱来计算的。

相关知识

传统布线系统存在的缺点

传统的布线是为满足各个单独系统不同应用需要而设计和安装的,所以带有下列致命弱点:

- (1) 系统不兼容:各子系统分别独立设计,各系统互不关联,互不兼容。
- (2) 设备相关性差:各系统的终端设备只在本系统内有效,超出本系统不被支持。
- (3) 工程协调难:工程施工分别进行,因而难以协调,造价高,工程完工后统一管理较难。
- (4) 灵活性差:缺乏统一的技术标准和统一的传输介质,系统一经确定便难以更改,灵活性差。

随着全球社会信息化与经济国际化的深入发展,人们对信息共享的需求日益迫切,急切需要一个适合信息时代的布线方式。

三、综合布线系统的组成

要 点

综合布线系统由 6 个子系统组成,即工作区子系统、配线(水平)子系统、管理子系统、干线(垂直)子系统、设备间子系统及建筑群子系统,如图 1-4 所示。

解 释

(一) 工作区子系统

工作区子系统又称为服务区子系统,在综合布线系统中,是指一个独立的需要设置和连接终端设备的区域,由从终端设备连接到信息插座的连线(或软线)和相关部件组成,包括装配

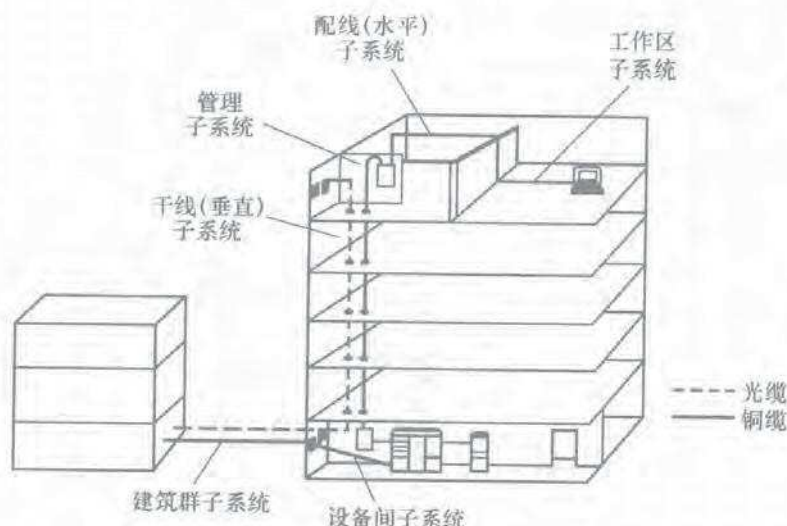


图 1-4 综合布线系统图

软线、连接器和连接所需的扩展软线等，实现在终端设备和信息插座之间搭桥，如图 1-5 所示。

（二）配线子系统

综合布线系统的配线子系统又称为配线（水平）子系统，如图 1-6 所示是从用户工作区连接至垂直主干线子系统的水平布线。配线（水平）子系统总是处在同一个楼层上，一端接在信息插座上，另一端连接在楼层配线间的配线架上。

配线（水平）子系统是由工作区的信息插座至楼层配线设备（FD）的配线电缆或光缆、楼层配线设备和跳线等组成，如图 1-7 所示。

在综合布线系统中，水平干线子系统由 4 对 UTP（非屏蔽双绞线）组成，能支持大多数现代化通信设备，如有磁场干扰或信息保密时可用屏蔽双绞线。在需要较高带宽时，可采用“光纤到桌面”的方案。

在水平干线子系统的设计中，综合布线的设计必须具有全面介绍设施方面的知识，能够向用户或用户的决策者提供既完善又经济的设计。设计时有如下要点要注意：

- （1）水平干线子系统用线一般为双绞线；
- （2）用线长度一般不超过 90m；

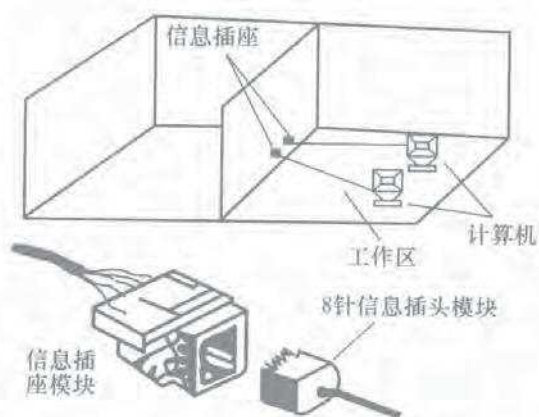


图 1-5 工作区子系统图

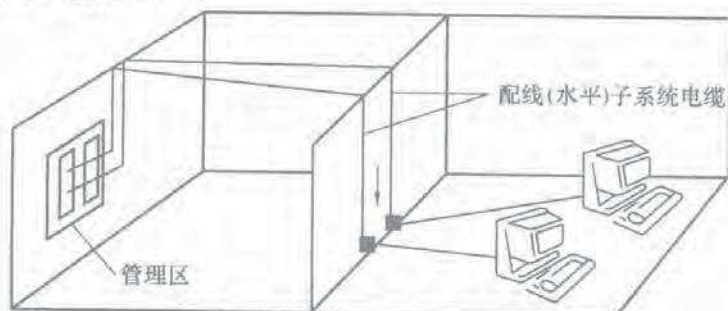


图 1-6 配线（水平）子系统图

- (3) 用 3 类双绞线可传输速率为 16Mb/s, 用 5 类双绞线可传输 100Mb/s;
- (4) 确定介质布线方法和线缆的走向;
- (5) 用线必须走线槽或在天花板吊顶内布线, 尽量不走地面线槽;
- (6) 确定距服务器接线间距离最近和最远的 I/O 位置;
- (7) 计算配线(水平)区所需线缆的长度。

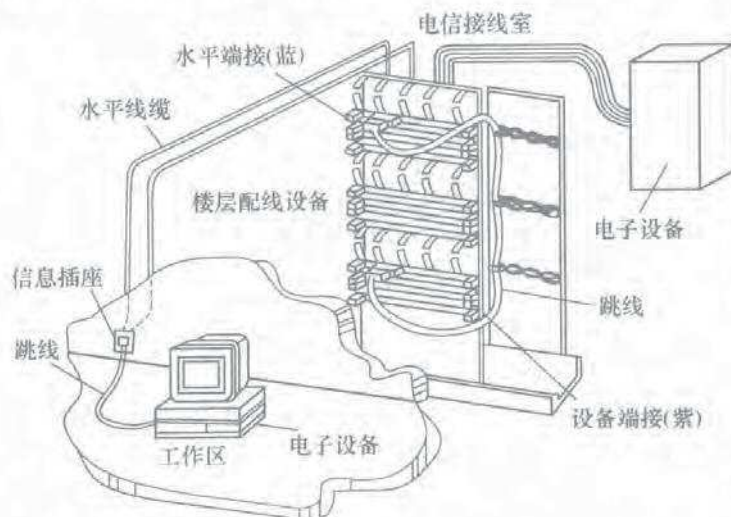


图 1-7 配线(水平)子系统组成图

(三) 干线(垂直)子系统

干线(垂直)子系统也称骨干子系统, 由设备间的建筑物配线设备(BD)和跳线以及设备间至各楼层交接间(FD)的干线线缆组成, 如图 1-8 所示, 其缆线通常为大对数双绞线或光缆。

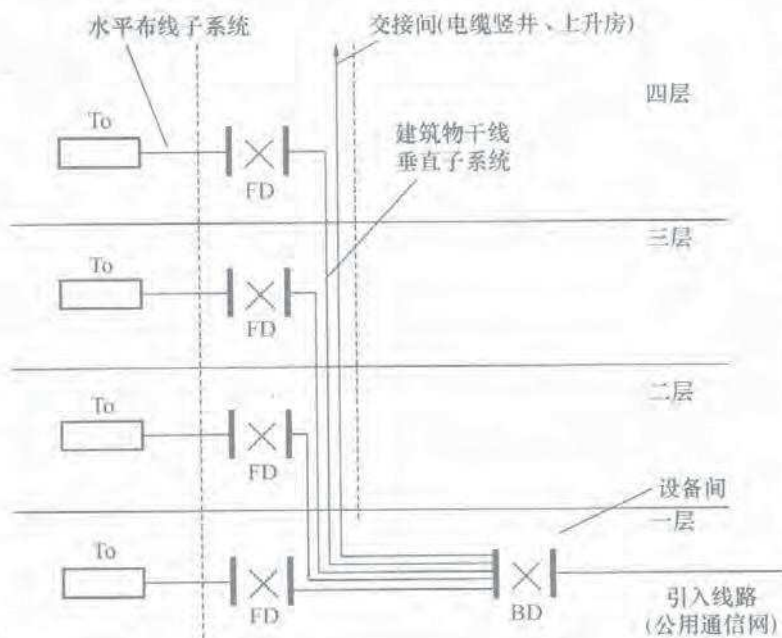


图 1-8 干线(垂直)子系统

干线(垂直)子系统是从建筑物配线架延伸到各楼层配线架间的部分。该子系统包括建筑物干线线缆和建筑物干线线缆在楼层配线架上、机械终端及在建筑物配线架上的交叉连接。建

建筑物干线线缆不包括转接点, 电缆干线不包括接续。干线电缆可采用点到点端接, 也可采用分支递减端接和电缆直接连接的方法。

(四) 设备间子系统

设备间子系统也可称设备子系统。综合布线系统的设备间是在每一幢大楼的适当地点设置进线设备, 进行网络管理和管理人员值班的场所, 如图 1-9 所示。设备间子系统由电缆、连接器和相关支撑硬件组成。把各种公共系统设备的多种不同设备互连起来, 其中包括邮电部门的光缆、同轴电缆、交换机等。设计时需要注意以下 3 点:

- (1) 设备间要有足够的空间保障设备的存放;
- (2) 设备间要有良好的工作环境 (温度湿度);
- (3) 设备间的建设标准应按机房建设标准设计。

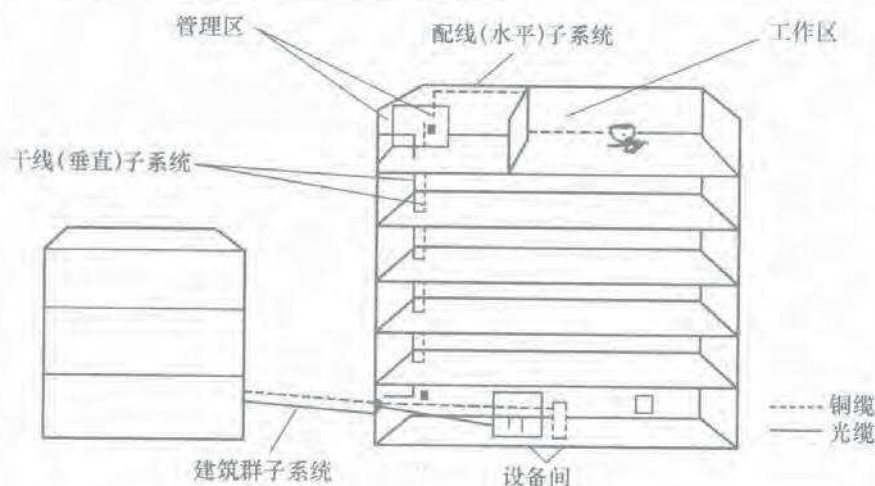


图 1-9 设备间在建筑群子系统的位置

(五) 管理子系统

综合布线系统的管理子系统设置在每层配线设备的房间, 即交接间 (见图 1-8、图 1-10) 内, 是连接干线 (垂直) 子系统和配线 (水平) 子系统的纽带, 同时又可为同一楼层组网提供条件。主要设备包括双绞线配线架、跳线。在有光纤的布线系统中, 还应有光纤配线架和光纤跳线。在管理子系统的配线架上可以实现线缆的交连和互连。交连和互连允许将通信线路定位或重新定位在建筑物的不同部分, 以便能更容易地管理通信线路。当终端设备位置或局域网的结构变化时, 只要通过跳线或带插头的导线改变交连和互连的方式即可解决, 而不需要重新布线。管理子系统是充分体现综合布线灵活性的地方, 综合布线与传统布线相比较的优势就在于巨大的灵活性, 所以管理子系统是综合布线的一个重要的子系统。

在使用跨接线或接插线时, 交叉连接允许将端接在单元一端的电缆上的主线路连接到端接在单元另一端的电缆上的线路。跨接线是一根很短的单根导线, 可将交叉连接处的 2 条导线端点连接起来; 接插线包含几根导线, 每根导线末端均有一个连接器, 为重新安排线路提

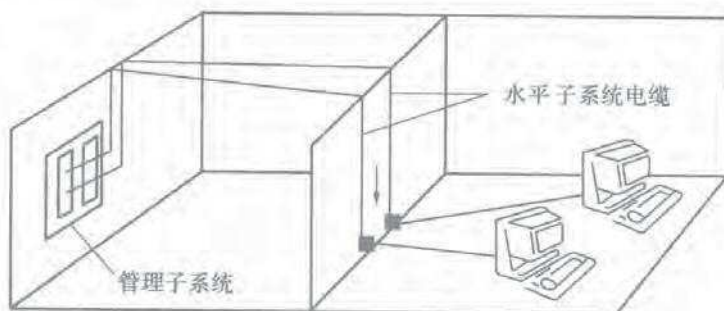


图 1-10 管理子系统图

供一种简易的方法,不需要使用专用工具。

互连与交叉连接的目的相同,但不使用跨接线或接插线,只使用带插头的导线、插座和适配器。它们的连接也适用于光纤。光纤交叉连接要求使用光纤的插入线,即在两端都有光纤连接器的短光纤。

在远程通信(卫星)接线区,如果是安装在墙上的布线区,交叉连接可以不要插入线。

设计时有以下几点需要注意:

- (1) 配线架的配线对数可由管理的信息点数决定;
- (2) 利用配线架的跳线功能,可使布线系统实现灵活、多功能的能力;
- (3) 配线架一般由光配线盒和铜配线架组成;
- (4) 配线间子系统应有足够的空间放置配线架和网络设备;
- (5) 有集线器、交换器的地方要配有专用稳压电源;
- (6) 保持一定的温度和湿度,保养好设备。

(六) 建筑群子系统

建筑群子系统是将一个建筑物中的线缆延伸到建筑物的通信设备和装置,通常是由光缆和相应设备组成,它是综合布线系统的一部分,楼宇之间通信所需的硬件,其中包括光缆、电缆,以及防止电缆上的脉冲电压进入建筑物的电气保护装置。

建筑群子系统使用的线缆可采用架空安装或沿地下电缆管道敷设。

建筑群子系统采用直埋沟内敷设时,如果在同一沟内埋入了其他的图像、监控电缆,应设立明显的区分标志。

相关知识

(一) 综合布线系统的适用范围

智能建筑综合布线系统的应用范围有独栋的建筑和若干建筑物构成的建筑群两种。根据国际和国内标准,综合布线系统应能适应任何建筑物的布线,但是要求建筑物的跨距不超过3000m,面积不超过 $100 \times 10^4 \text{m}^2$ 的布线区域,区域内的人员为50~50000人。综合布线系统可以支持语音、数据和视频等各种应用。

上述范围是从基本建设和工程管理的要求考虑的,与今后的业务管理和维护职责等的划分范围有可能不同。所以,综合布线系统的具体范围应根据网络结构、设备布置和维护办法等因素来划分。

(二) 综合布线系统的适用场合

由于现代化的智能建筑和建筑群体的不断涌现,综合布线系统的适用场合和服务对象逐渐增多。现在主要有以下几类:

(1) 综合办公类型:如公司总部、群众团体、政府机关等办公大厦以及办公、贸易和商业兼有的综合业务楼和租赁大楼等。

(2) 新闻机构类型:如电视台、广播电台和新闻通信及报社业务楼等。

(3) 商业贸易类型:如高级宾馆饭店、商务贸易中心、金融机构、股票证券市场和高级商城大厦等高层建筑。

(4) 交通运输类型:如火车站、长途汽车客运枢纽站、航空港、江海港区、城市公共交通指挥中心、出租车调度中心、邮政、电信通信枢纽楼等公共服务建筑。

(5) 其他重要建筑类型: 如科学研究机构、高等院校、医院、急救中心和工业企业及气象中心的高科技业务楼等。

此外, 在军事基地和重要部门的建筑、高等院校中的校园建筑、高级住宅小区等也需要采用综合布线系统。

在 21 世纪, 随着科学技术的发展和人类生活水平的提高, 综合布线系统的应用范围和服务对象会逐步扩大和增加。综合布线系统有着广泛的应用前景, 为智能建筑中实现传送各种信息创造有利条件, 以适应信息化社会的发展需要, 这已成为时代发展的必然趋势。

四、智能建筑和综合布线的关系

要 点

综合布线系统是智能建筑的关键部分和基础设施之一, 是智能建筑中的神经系统, 所以, 不应将智能建筑和综合布线系统相互等同, 否则容易错误理解。综合布线系统在建筑物内和其他设施一样, 都是附属于建筑物的基础设施, 为智能建筑的主人或用户服务。虽然综合布线系统和它所依据的房屋建筑是不同类型和不同工程性质的建设项目, 但是从设计一直到施工以及使用的过程中, 关系都是极其密切的, 是紧密结合不可分的整体。主要表现为: 综合布线系统是衡量智能建筑的智能化程度的重要标志、综合布线系统是智能建筑中必备的基础设施、综合布线系统是智能建筑内部联系和对外通信的传输网络、综合布线系统能适应今后智能建筑和各种科学技术的发展需要、综合布线系统必须与房屋建筑融为一体。

解 释

(一) 综合布线系统是衡量智能建筑的智能化程度的重要标志

在衡量智能建筑的智能化程度时, 既不完全看建筑物的体积是否高大巍峨和造型是否新型壮观, 也不会看装修是否宏伟华丽和设备是否配备齐全, 主要是看综合布线系统的配线能力, 如设备配置是否成套, 技术功能是否完善, 网络分布是否合理, 工程质量是否优良, 这些都是决定智能建筑的智能化程度高低的重要因素, 因为智能建筑能否为用户更好地服务, 综合布线系统具有决定性的作用。

(二) 综合布线系统是智能建筑中必备的基础设施

综合布线系统使智能建筑充分发挥智能化效能, 是智能建筑中必备的基础设施。综合布线系统把智能建筑内的通信设备、计算机和其他各种设备及设施, 在一定的条件下相互连接起来, 形成完整配套的有机整体, 以实现高度智能化的要求。由于综合布线系统能适应当前各种设施需要和今后发展, 具有兼容性、可靠性、使用灵活性和管理科学性等特点, 所以它是智能建筑能够保证优质高效服务必备的基础设施。

(三) 综合布线系统是智能建筑内部联系和对外通信的传输网络

为方便内部或与外部进行通信, 综合布线系统除了在智能建筑中的内部作为信息网络系统的组成部分外, 对外还必须与公用通信网连接成一个整体, 成为公用通信网的基础网络。为了满足智能建筑与外界联系而传输信息的需要, 综合布线系统的网络组织方式、各种性能指标和有关技术要求, 都应服从于公用通信网的有关标准和规定。

（四）综合布线系统能适应今后智能建筑和各种科学技术的发展需要

土木建筑，百年大计，一次性投入很大，所以，在规划和设计新的建筑时，应当考虑如何适应今后发展的需要。由于综合布线系统具有很高的适应性和灵活性，能在今后相当长的时期内满足客观发展需要，因此，在新建的高层或重要的建筑物中，应根据建筑物的使用性质和今后发展等各种因素，积极采用综合布线系统。对于近期内没有设置综合布线系统的建筑，应在工程中考虑今后设置综合布线系统的可能性，在主要部位、通道或路由等关键地方，适当预留房间或空间、洞孔和线槽，以便今后安装综合布线系统时，避免打洞、穿孔或拆卸地板及吊顶等装置，有利于扩建和改建。

（五）综合布线系统必须与房屋建筑融为一体

综合布线系统与房屋建筑既是不可分离的整体，又是不同类型和性质的工程建设项目。综合布线系统分布在智能建筑内，必然会有相互融合的需要，也有可能彼此产生矛盾。因此，在综合布线系统的工程设计、安装施工和使用管理的过程中，应经常与建筑工程设计、施工、建设等有关单位密切配合，寻求合理的方式以解决问题。

相关知识

智能建筑综合布线系统从专业角度讲，其发展越来越演变为一个新兴行业，为使其更迅速、更好地发展，要认真分析和研究它的特点。在这里依据实际设计和经验总结几个智能建筑综合布线发展中需要解决的问题，希望可以引起重视。

1. 要进一步规范设计、施工与验收

国际上对智能建筑和综合布线已有不少相关的行业标准，这些标准目前主要是综合布线系统的相关标准，且不够完善，对于智能建筑的系统集成设备、接口通信协议及设计、施工还未见比较完整统一的标准，所以国内的设计施工单位大多是依据设备器材供应商的推荐意见进行设计和施工的，出现了许多参差不齐的智能建筑，其系统的质量和性能指标也无法得到保证。虽然目前还没有暴露太多问题但却很难保证适应未来的需要，所以，应尽快建立起智能建筑和综合布线的设计、施工、验收等行业规范和标准，从而规范设计队伍和设计标准，规范验收机构和验收标准以确保在建智能建筑适应未来需要。

2. 严防假冒伪劣的综合布线器材进入施工系统

由于智能建筑属新兴行业，对于系统集成商而言选用设备和器材还没有一个明确的依据。世界各国的众多商家纷纷涌入国内，产品五花八门，但却无法保证这些产品是真正符合标准的。这种现象对于一个新兴行业在发展之初出现是正常的，但随着行业水平的提高，也就是当行业渐入成熟发展时期，就非常需要有一定的控制把关措施，以免一些非标准和不达标的产品充斥于市场，给智能建筑行业的发展带来负面影响。

3. 发展智能建筑应该考虑到实际的使用需求，不宜盲目求全

智能建筑是一个发展的概念，它本身是一种系统集成，其集成的成分是可以依实际需要、财力状况、技术进步情况的发展而发展的。在智能建筑的综合布线这一实现电子系统集成和建筑艺术结合的载体中，是需要紧随建筑的建立而实施的，因此在建设建筑物的同时建立好一个完整的综合布线系统，建设一个符合要求的集成网络系统可以为智能建筑的各类系统集成设备建设好“高速公路”平台，这样一座智能建筑的雏形就已建立起来了，随着发展的需要，系统集成的成分可以不断增加和完善。

4. 加大推动综合布线发展的力度

综合布线系统的完整与否,将对智能建筑功能的完善起到非常重要的界定作用,同时综合布线系统又是智能建筑和建筑业结合最密切的部分,综合布线系统给建筑物带来长期和高的投资回报已是公认的观点,但要使广大业主和建筑业决策人员能从根本上认识到这一点还需要作较大的宣传推动工作。

5. 适当鼓励和保护国内新兴的系统集成厂商的发展

目前,进入我国的智能建筑的系统集成设备、器材几乎全是国外产品,这样一个具有广阔市场前景的产业如果长期被国外企业所垄断,对建筑业和电子系统集成业都将十分不利。对于电子系统集成这样一种以软技术为主的产业,国内企业技术水平并不亚于国外,而且国内系统集成业又有和国内建筑业长期合作的经验,因此非常有必要建立有效地鼓励和保护国内系统集成业发展的措施,以促使建筑业和系统集成业共同发展,走出一条发展我国智能建筑的自强自力之路。

五、综合布线系统的发展趋势

要 点

综合布线系统随着计算机技术的迅速发展也在发生着变化,正在朝着集成布线系统和智能住宅家居布线系统的方向发展。

解 释

(一) 集成布线系统

集成布线系统是西蒙公司根据市场需求于1999年初推出的开放、灵活并支持建筑物内所有弱电系统应用的布线系统,即整体楼宇集成布线系统(TBIC)。系统扩展了结构化布线系统的应用范围,以双绞线、光纤和同轴电缆为主要传输介质,支持话音、数据及所有楼宇自控系统弱电信号的远传连接,为楼宇铺设了一条完全开放的、综合的信息高速公路。

TBIC的基本思想是使用相同或类似的综合布线方案来解决楼宇内所有系统的综合布线问题,使各系统都像电话、计算机一样成为即插即用的系统。目的是为楼宇提供一个集成布线平台,使楼宇真正成为即插即用的智能建筑。

TBIC对楼宇论证期的支持可使楼宇具有不断学习的能力。TBIC对楼宇设计期的支持可使对楼宇的布线方案进行统一考虑,有利于统筹兼顾整个楼宇的互连要求。TBIC对楼宇施工期的支持,包括布线系统施工和应用系统施工。TBIC对大楼运行及维护期的支持包括:使集成布线系统降低培训费用;所有缆线具备可管理性;有利于快速查找系统的故障点;缆线可重复使用;方便增加新系统。

楼宇集成布线系统正逐渐成为一种国际潮流,越来越多的厂家和标准化组织已意识到集成布线系统的重要性和必要性。

(二) 智能家居布线

美国国家标准委员会与TR-41.8.2工作组于1998年9月重新修订家居布线标准,这种标准的要求主要是针对现在及将来的电信服务所需的新一代家居布线。标准主要提出有关布线

的新等级，并建立一个布线介质的基本规范及标准，支持话音、数据、影像、视频、多媒体、家居自动系统、环境管理、保安、音频、电视、探头、警报及对讲机等服务。标准主要规划于新建筑以及更新增加设备等。

目前应用较多的主要是 4 个功能模块，包括高速数据网络模块、电话话音系统模块、有线电视网模块、音响模块。智能家居布线系统具有的优点是：为家庭服务，能够集中管理家庭服务的各种功能应用；支持视频、话音、数据及监控信号传输；高带宽、高速率；灵活性及高可靠性；兼容性及开放性；易于管理；适应网络目前及将来的发展；整齐美观。它可带来较大的效益，包括提高住宅的竞争力；投资小，见效快；住宅小区初期的安装费用降低；智能小区的管理及运行费用降低；使其具有更舒适的环境和更现代化的生活。

智能家居布线产品可以说是智能家居中最基本的产品，许多其他智能家居系统都需基于智能家居布线系统来完成传输和配线管理，包括宽带接入系统、家庭通信系统、家庭局域网、家庭安防系统、家庭娱乐系统等。因此，一个流行的说法“智能家居从布线开始”是很有见地的。作为最终用户来说，也许不用关心布线产品生产技术指标、传输技术参数等，但一定要了解家居布线使用的材料种类，主要有双绞线、RJ45 模块、配线架、水晶头、面板、跳线、光纤、同轴电缆、音频视频线和家具布线箱。

（三）自动布线系统

MORDX/CDT 公司推出的 Dyna Trax 自动布线系统是一种由高性能电子跳线架与控制计算机一起构成的自动化管理的布线系统，安装在布线箱内，由一台个人计算机控制操作。所有用户和系统的资料均储存在计算机中，布线结束后，如再作移动、增加或修改，只需用鼠标点击即可。当重新配置网络的物理设施时，Dyna Trax 提供了极大的灵活性，可对不断变化的要求作出快速反应，显著地降低管理成本。

Dyna Trax 由硬件和软件组成，硬件是由一系列电子开关组成，使用户可对连接在 Dyna Trax 上的数据通信电缆的连接作移动、增加或修改。它是一种零损耗的交接方式，可以兼容所有的网络设备。Dyna Trax 管理软件采用 Windows 软件，用户使用鼠标即可进行布线的移动、增加或修改，还能提供自动文档管理，平面图形和楼层布局，增加设备，成组移动，定时移动，增减或修改及拨号加密措施等功能。

Dyna Trax 布线系统的优点：省去查线所花费的时间，减少在现场执行移动、增加或改变时的费用，加速布线纠错和检测，消除在执行移动、增加或改变时产生的延误和用户停顿时间，增加了远程网络管理，增强了网络管理的安全性。

相关知识

常规综合布线系统与自动布线系统的比较，见表 1-1，可以看出自动布线系统有很多优点，所以有专家认为，随着对建筑智能化要求的不断增加，自动布线系统必将成为未来智能建筑中综合布线系统的发展方向。

表 1-1

常规综合布线系统与自动布线系统比较表

比较项目	常规综合布线系统	自动布线系统
设备	配线架	Dyna Trax 配线箱
连接方法	机械连接	电子连接

续表

比较项目	常规综合布线系统	自动布线系统
跳线方法	人工跳线	计算机自动跳线
跳线时间	中 等	短而快
跳线管理	人工填写跳线表格	计算机图形化跳线, 直观
正确性检测	人工用仪器检测	计算机自动检测
管理人员数量	较 多	很 少
差错与检测	人工仪器检测, 有错误率	计算机自动检测, 无错误
网络安全性	有人工介入, 需保安人员	不需保安人员
文档管理	人工制作标签, 填写跳线表格	计算机自动记录, 图形化跳线
投 资	设备投资中等, 管理费用大	设备费用较大, 管理费用小
加密管理	不 能	可 以
异地远程管理	不 能	可 以
管理平台系统集成	不 能	可 以

篇外话

在综合布线中有很多常用术语, 在这里不一一进行叙述, 现简单地介绍几个常用术语。

(1) 建筑物主干缆。一种用来连接建筑物主配线架与各楼层配线架的线缆, 建筑物主干缆也可以用来连接同一楼内的各楼层配线架。在综合布线系统中, 建筑物主干缆及其相连接的建筑物配线架、各楼层配线架、跳线共同组成了“干线子系统”。根据不同的需要和应用场合, 建筑物主干缆可以采用双绞电缆也可以采用光缆。

(2) 建筑物引入设备。一种将电信电缆/光缆引入建筑物, 并提供所需机械或电气功能的设施, 这些设施均符合电信电缆进入建筑物的有关要求与规范。引入设备一般包括电缆、连接件、保护装置以及其他将外部公用设施连接到室内的部件。

(3) 建筑群主干缆。一种连接建筑群配线架和建筑物配线架的缆线。建筑群主干缆也可以直接连到建筑物配线架上。建筑群主干缆通常包括主干电缆和主干光缆。

(4) 配线架。配线架是位于楼层交接间、建筑物设备间或建筑群中某一特定位置的配线设备, 在其上面可以方便地完成线路的互连和交叉连接。配线架按作用可分为语音配线架和数据配线架; 按所能端接的缆线类别分为双绞线配线架和光纤配线架。

(5) 建筑群配线架。和建筑物、楼层配线架的功能相似, 建筑群配线架也是一种带有接线端子的结构, 为设备和布线提供相应的连接, 可以方便地完成互连和交叉连接, 借此实现对建筑群中各建筑物的终端设备的管理。

(6) 连接硬件。一种可供电(光)缆端接或接续的机械元件。

(7) 110 型连接块。110 型连接块是 110 型配线架的“心脏”, 是一个小型的阻燃的塑料段, 内含上下连通的熔锡(银)的接线柱, 可压到配线架齿形条上去。

(8) 交叉连接(交接)。交叉连接是相对于直接连接而言的, 是指一种用于电缆、光缆或设备的非永久连接方式。这种连接方式一般通过使用两端带有连接器的跳线或接插软线来实现两根电缆或光缆的连接, 以便重新安排链路, 而不需要改变交叉连接件上已端接好的永久性电缆或光缆。

第二章

综合布线介质及连接件

一、双绞线电缆的分类

要 点

双绞线可分为非屏蔽双绞线（UTP）和屏蔽双绞线（STP）。非屏蔽双绞线由线缆外皮作为屏蔽层，适用于网络流量不大的场合。屏蔽式双绞线具有一个金属甲套对电磁干扰具有较强的抵抗能力，适用于网络流量较大的高速网络。

解 释

（一）非屏蔽双绞线

非屏蔽双绞线（UTP）电缆包括一对或多对由塑料封套包裹的绝缘电线对，如图 2-1 所示。由于没有用来屏蔽双绞线的额外的屏蔽层，所以，UTP 比 STP 便宜，抗噪性也相对较低。IEEE 已将 UTP 电缆命名为“10Base-T”，其中“10”代表最大数据传输速率为 10Mb/s，“Base”代表采用基带传输方法传输信号，“T”代表 UTP。

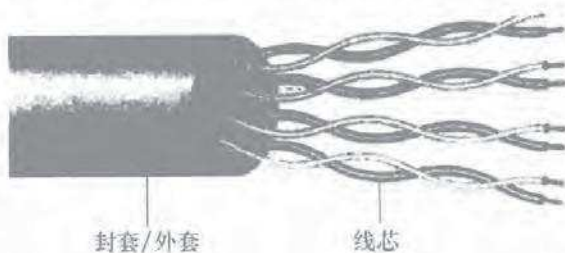


图 2-1 非屏蔽双绞线（UTP）电缆

在计算机的网络布线中，最常见的就是上述介绍的非屏蔽双绞线，虽然此种线缆的传输特性和防辐射方面不如屏蔽双绞线，但是它具有屏蔽双绞线所不具有的一些优点，可概括为下述几点：

（1）无屏蔽外套，直径小，节省所占用的空间，运输方便；

- （2）质量较小，容易弯曲，方便安装；
- （3）将串扰减至最小或加以消除；
- （4）具有阻燃性，因此安全性能较好；
- （5）具有独立性和灵活性，适用于结构化综合布线。

非屏蔽双绞线电缆每对线采用不同的绞距，并结合滤波与对称性等技术，经过精确的生产工艺制成。其中橙色对和绿色对通常用于发送和接收数据，绞合度最高；蓝色对次之。而棕色对一般用于进行校验，绞合度最低。如果双绞线的绞合密度不符合技术要求，将会引起电缆电阻的不匹配，导致较为严重的近端串扰，从而使传输距离变短，速率降低。由于非屏蔽双绞线

电缆同屏蔽双绞线相比,缺少了外层的屏蔽套,因此看起来显得比较单薄。

(二) 屏蔽双绞线

屏蔽双绞线(STP)电缆与非屏蔽双绞线(UTP)电缆相比,只不过在绝缘保护套层内增加了金属屏蔽层,且每个线对中的电线也是相互绝缘的,如图2-2所示。一些STP使用网状金属屏蔽层。这层屏蔽层好比一根天线,将噪声转变成直流电,此直流电在屏蔽层所包围的双绞线中形成一个方向相反、大小相等的直流电。屏蔽层上的噪声与双绞线上的噪声反相,使两者相抵消。



图 2-2 屏蔽双绞线(STP)电缆

影响 STP 屏蔽作用的主要因素有:环境噪声的级别和类型、屏蔽层的厚度和所使用的材料、接地方法以及屏蔽的对称性和一致性。

屏蔽双绞线电缆的外层由铝箔包裹,可以减小辐射,但是并不能完全消除辐射。

屏蔽双绞线价格相对较高,安装时要比非屏蔽双绞线电缆困难。类似于同轴电缆,必须配有支持屏蔽功能的特殊连接器和相应的安装技术。但有较高的传输速率,100m 内可达到 155Mb/s。

屏蔽双绞线电缆的特点可归纳如下:

- (1) 不但具有很强的抗外界电磁干扰的能力,还具有很强的防止向外辐射电磁波的能力,有较高的信息保密性;
- (2) 通过 EMC 测试,适用于强电磁干扰环境;
- (3) 在屏蔽双绞线系统中,必须实行全屏蔽措施,即缆线和连接硬件等都应屏蔽,并应有很好的接地;
- (4) 安装技术性较强,价格较贵。

相关知识

(一) 屏蔽双绞线(STP)和非屏蔽双绞线(UTP)的相同点和不同点

(1) 成本。STP 和 UTP 的成本区别在于所使用的铜芯级别、缠绕率以及增强技术。一般来说 STP 比 UTP 更昂贵,但高级 UTP 也是非常昂贵的。

(2) 抗噪性。STP 具有屏蔽层,因而它比 UTP 具有更好的抗噪性。但是,在另一方面,UTP 可以使用过滤和平衡技术抵消噪声的影响。

(3) 吞吐量。STP 和 UTP 能以 100Mb/s 的速率传输数据, CAT5 UTP 以及在某些环境下的 CAT3 UTP 的数据传输率可达 100Mb/s。高质量的 CAT5 UTP 也能以 1Gb/s 的速度传输数据。

(4) 尺寸和可扩展性。STP 和 UTP 的最大网段长度都是 100m。而跨距小于同轴电缆所提供的跨距,这是因为双绞线更易受环境噪声的影响。双绞线的每个逻辑段最多仅容纳 1024 个

结点,整个网络的最大长度与所使用的网络传输方法有关。

(5) 加工的难易程度不同。一般说来,UTP 易于加工和安装布线,但是 STP 在这方面就要差些。

(二) 双绞线电缆标志的含义

对于通常使用的双绞线电缆,每隔两英尺(1 英尺=0.305m)有一段文字。不同生产厂商的产品标记可能不同,但通常包括的信息有:

- (1) 双绞线电缆的类型;
- (2) NEC/UL 防火测试和级别;
- (3) CSA 防火测试;
- (4) 长度标志;
- (5) 生产日期;
- (6) 双绞线电缆的生产商和产品号码。

由于双绞线标记没有统一的标准,因此双绞线电缆会有不同的标记。

二、双绞线的性能参数

要 点

了解双绞线的性能参数,对选择电缆产品和进行系统测试是十分重要的,这些性能参数包括衰减、近端串扰、直流电阻、特性阻抗、衰减串扰比、电缆特性等。

解 释

(一) 衰减

衰减是沿链路的信号损失度量。与线缆的长度有关,随着长度的增加,信号衰减也随之增加。衰减的单位用“dB”来表示,是源传送端信号到接收端信号强度的比率。由于衰减随频率而变化,所以在实际中应测量全部应用频率上的衰减,以确保达到布线的系统要求。

(二) 近端串扰

近端串扰损耗是测量一条 UTP 链路中从一对线到另一对线的信号耦合。近端串扰是一个关键的性能指标,也是最难精确测量的一个指标,特别是随着信号频率的增加其测量难度就更大。

串扰分近端串扰(NEXT)和远端串扰(FEXT),在对绞线中,当信号在一对线上传输时,同时会感应一小部分信号到其他线对上,此现象就是近端串扰。其测试仪主要是测量 NEXT,由于线路损耗,FEXT 的量值影响较小,在 3 类、5 类系统中忽略不计。

NEXT 并不表示在近端点所产生的串扰值,只是表示在近端点所测量到的串扰值。这个量值会随电缆长度不同而变,电缆越长,此量值就会变得越小,同时发送端的信号也会衰减,对其他线对的串扰也相对变小。实验证明,只有在 40m 内测量得到的 NEXT 值较真实,如果另一端是远于 40m 的信息插座,就会产生一定程度的串扰,但测试仪可能无法测量到这个串扰值。基于此原因,对 NEXT 最好在两个端点都要进行测量。现在的测试仪都配有相应设备,使得在链路一端就能测量出两端的 NEXT 值。其衰减和 NEXT 测试值的结果见表 2-1

和表 2-2。

表 2-1

连接为最大长度时各种频率下的衰减极限

频率 (MHz)	衰减极限 (20℃为准)					
	信道 (100m)			链路 (90m)		
	3 类	4 类	5 类	3 类	4 类	5 类
1	4.2	2.6	2.5	3.2	2.2	2.1
4	7.3	4.8	4.5	6.1	6.3	4.0
8	10.2	6.7	6.3	8.8	6.0	5.7
10	11.5	7.5	7.0	10	6.8	6.3
16	14.9	9.9	9.2	13.8	8.8	8.2
20		11	10.3		9.9	9.2
25			11.4			10.3
31.25			12.8			11.5
62.5			18.5			16.7
100			24			21.6

表 2-2

特定频率下 NEXT 的测试极限

频率 (MHz)	最小 NEXT					
	信道 (100m)			链路 (90m)		
	3 类	4 类	5 类	3 类	4 类	5 类
1	39.1	53.3	60			
4	29.3	43.3	50.6	30.7	45.1	51.8
8	24.3	38.2	45.6	25.9	40.2	47.1
10	22.7	36.6	44.0	24.3	38.6	45.5
16	19.3	33.1	40.6	21	35.3	42.3
20		31.4	39.0		33.7	40.7
25		37.4				39.1
31.25		35.7				37.6
62.5		30.6				32.7
100		27.1				29.3

(三) 直流电阻

直流电阻是指一对导线电阻的和。直流电阻会消耗一部分信号，并将其转变成热量。IEC11801 规格的双绞线的直流电阻不得大于 9.2Ω 。每对间的差异不能太大 ($<0.1\Omega$)，否则表示接触不良，必须检查连接点。

(四) 特性阻抗

与环路直流电阻不同，特性阻抗包括电阻与频率为 $1\sim 100\text{MHz}$ 时的电感阻抗和电容阻抗，与一对电线之间的距离及绝缘体的电气性能有关。理想情况下，电缆的特性阻抗在整条电缆上应是一个常数。各种电缆有不同的特性阻抗，屏蔽双绞线电缆则有 100、120、150 Ω

几种。

(五) 衰减串扰比 (ACR)

在某些频率范围,反映电缆性能的另一个重要参数就是串扰与衰减量的比例关系。ACR 有时也可用信噪比 (SNR) 来表示,它由最差的衰减量与 NEXT 量值的差值计算。较大的 ACR 值表示对抗干扰的能力更强,一般系统要求至少大于 10dB。

(六) 电缆特性

通信信道的品质是由它的电缆特性 SNR 来描述的。SNR 是在考虑到干扰信号的情况下,对数据信号强度的一个度量。若 SNR 过低,将导致数据信号在被接收时,接收器不能分辨数据信号和噪声信号,最终引起数据错误。所以,为了将数据错误限制在一定范围内,必须定义一个最小的可接受的 SNR。

相关知识

(一) 双绞线电缆的规格型号

“类”的含义是指某一类布线产品所能支持的布线等级。TIA/EIA 为双绞线电缆定义了 5 种不同质量的型号。计算机网络综合布线使用第 3、4、5 类。现将 5 种型号表示如下:

(1) 第 1 类:传输频率最高达到 1MHz,主要用于传输语音,不用于数据传输。

(2) 第 2 类:传输频率达到 1MHz,用于语音传输和最高传输速率达 4Mb/s 的数据传输,常见于使用 4Mb/s 规范令牌传输协议的旧的令牌网。

(3) 第 3 类:指目前在 ANSI 和 TIA/EIA 568 标准中指定的电缆。该电缆的传输特性最高规格为 16MHz,用于语音传输及最高传输速率为 10Mb/s 的数据传输,主要用于 10Base-T。

(4) 第 4 类:该类电缆的传输特性最高规格为 20MHz,用于语音传输和最高传输速率为 16Mb/s 的数据传输,主要用于基于令牌的局域网和 10Base-T/100Base-T。

(5) 第 5 类:该类电缆增加了绕线密度,外套一种高质量的绝缘材料,传输特性的最高规格为 100MHz,用于语音传输和最高传输速率为 100Mb/s 的数据传输,主要用于 100Base-T 和 10Base-T 网络,最常用的是以太网电缆。

随着线缆制造技术的发展,目前已生产出超 5 类 (5e)、6 类甚至更高类别的高性能双绞线电缆。从电缆工艺来看,5 类和超 5 类的主要区别有:5 类的橙色、绿色线对绞合得紧,蓝色、棕色线对绞合得松一些;而超 5 类线 4 个线对绞合得都紧,而且比 5 类线还紧。比起普通 5 类双绞线,使用超 5 类线的系统在 100MHz 的频率下运行时,可以提供 8dB 近端串扰的裕量,用户设备受到的干扰只有使用普通 5 类线系统的 1/4,使系统具有更强的独立性和可靠性,目前在综合布线系统中得到广泛使用。近端串扰损耗、串扰总和、衰减和 SRL 这 4 个参数是超 5 类线非常重要的参数。

(二) 双绞线的绞距

在双绞线电缆内,不同线对具有不同的绞距长度,通常来说,4 对双绞线绞距周期在 38.1mm 长度内,按照逆时针方向扭绞,一对线对的扭绞长度在 12.7mm 以内。

(三) 双绞线电缆的标准测试数据

100Ω 的 4 对非屏蔽双绞线有 3 类线、4 类线、5 类线、超 5 类线、6 类线和 7 类线之分。它们具有下列指标:衰减、分布电容、直流电阻、直流电阻偏差值、阻抗特性、返回损耗、近端串扰。其标准测试数据见表 2-3。

表 2-3

双绞线电缆的标准测试数据

测试指标	类 型		
	3 类	4 类	5 类
衰减(dB)	$\leq 2.320\sqrt{f} + 0.238(f)$	$\leq 2.050\sqrt{f} + 0.1(f)$	$\leq 1.9267\sqrt{f} + 0.75(f)$
分布电容(以 1kHz 计算)	$\leq 330\text{pf}/100\text{m}$	$\leq 330\text{pf}/100\text{m}$	$\leq 330\text{pf}/100\text{m}$
直流电阻 (20℃测量校正值)	$\leq 9.38\Omega/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega/100\text{m}$	$\leq 9.38\Omega/100\text{m}$
直流电阻偏差值 (20℃测量校正值)	5%	5%	5%
阻抗特性 1MHz 至最高的 参考频率值	$100 \times (1 \pm 15\%) \Omega$	$100 \times (1 \pm 15\%) \Omega$	$100 \times (1 \pm 15\%) \Omega$
返回损耗 (测量长度>100m)	12dB	12dB	23dB
近端串扰 (测量长度>100m)	43dB	58dB	64dB

三、常用的双绞线电缆

要 点

在综合布线中常用的双绞线电缆有 5 类 4 对非屏蔽双绞线、5 类 4 对 24AWG 屏蔽电缆和 5 类 25 对 24AWG 非屏蔽电缆等。

解 释

(一) 5 类 4 对非屏蔽双绞线

它是美国线规为 24 的实芯裸铜导体，绝缘材料是氟化乙丙烯，传输频率达 100MHz，其导线组成及物理结构如图 2-3 所示。图中的直径 A 为 0.914mm，直径 B 为 5.08mm。

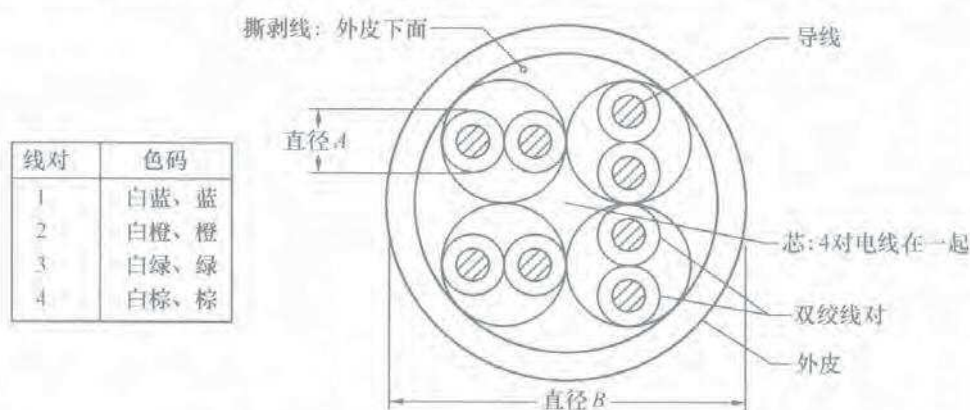


图 2-3 5 类 4 对 24AWG 非屏蔽双绞线

(二) 5 类 4 对 24AWG 屏蔽电缆

它是 24 号的裸铜导体，绝缘材料是氟化乙烯，内有一根 24AWG TPG 漏电线。传输频率

达 100MHz, 导线色彩编码组成见表 2-4, 物理结构如图 2-4 所示。图中的直径 A 为 1.07mm, 直径 B 为 6.47mm。

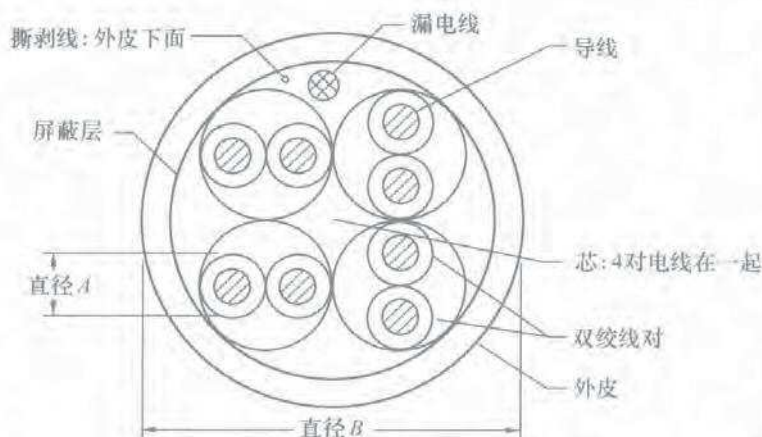


图 2-4 5 类 4 对 24AWG100Ω 屏蔽电缆

表 2-4 导线色彩编码

线对	色码	屏蔽
1	白蓝、蓝	厚度为 0.051mm 铝/聚酯带, 内有一根 24AWG TPC 漏电线
2	白橙、橙	
3	白绿、绿	
4	白棕、棕	厚度为 0.051mm 铝/聚酯带, 内有一根 24AWG TPC 漏电线

（三）5 类 25 对 24AWG 非屏蔽电缆

由 25 对线组成, 为用户提供更多的可用线对, 实现高速数据通信应用。线缆由 24AWG 硬铜导线构成, 外皮采用高密度阻燃聚氯乙烯。定级为 Plenpus 的电缆可以不使用导管在通风管中安装。传输频率为 100MHz。导线彩色编码组成见表 2-5, 物理结构如图 2-5 所示。

表 2-5

25 对导线色彩编码

线对	色码	线对	色码
1	白蓝、蓝白	14	黑棕、棕黑
2	白橙、橙白	15	黑灰、灰黑
3	白绿、绿白	16	黄蓝、蓝黄
4	白棕、棕白	17	黄棕、棕黄
5	白灰、灰白	18	黄绿、绿黄
6	红蓝、蓝红	19	黄棕、棕黄
7	红橙、橙红	20	黄灰、灰黄
8	红绿、绿红	21	紫蓝、蓝紫
9	红棕、棕红	22	紫橙、橙紫
10	红灰、灰红	23	紫绿、绿紫
11	黑蓝、蓝黑	24	紫棕、棕紫
12	黑橙、橙黑	25	紫灰、灰紫
13	黑绿、绿黑		

对于双绞线对数超过 25 对的电缆, 按 25 对线一组分成几个结合组, 每个结合组按缠绕在 25 对束缆上的特定颜色的塑料绑带加以区分。

相关知识

（一）5 类 4 对 24AWG 非屏蔽软线

由 4 对线组成, 用于高速数据传输, 适合于扩展传输距离, 应用于互连或跳接线。传输速率达 100MHz。它的物理结构与图 2-3 所示类似, 但直径 A、B 有所不同, 其中, 直径 A 为

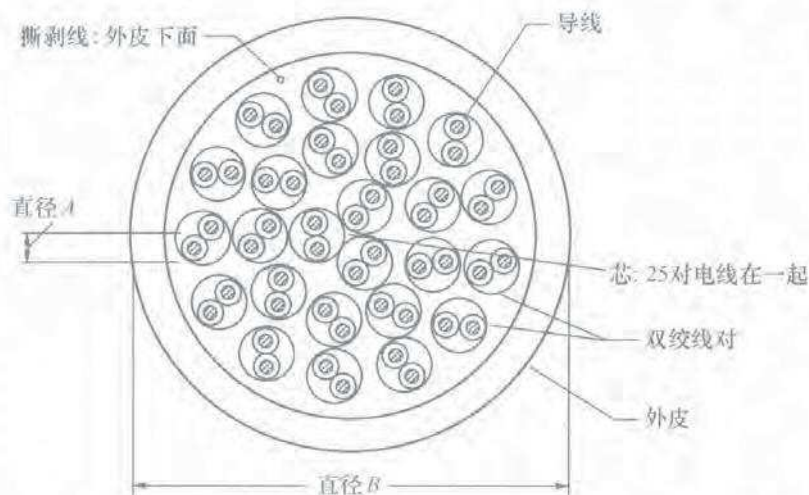


图 2-5 5 类 25 对 24AWG 非屏蔽线缆

0.96mm，直径 B 为 5.33mm。

（二）5 类 4 对 26AWG 屏蔽软线

由 4 对线和一根 26AWG 漏电线组成，传输频率达 100MHz。它的物理结构与图 2-4 所示类似，但直径 A 和 B 有所不同，其中，直径 A 为 0.94mm，直径 B 为 5.33mm。

四、双绞线电缆的连接件

要 点

在综合布线系统中，双绞线电缆需要一些连接硬件，在电缆各接续点用于端接和管理线缆。这些连接件包括独立的或组合的连接设备。双绞线电缆连接硬件主要有配线架和信息插座等。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)两种。

解 释

（一）模块化系列连接件

（1）5 类模块配线架的结构和用途如下：

- 1) 支持光纤；
- 2) 支持 3 类、5 类双绞线；
- 3) 适用电缆信息模块插座和光纤信息插座；
- 4) 后部封装，以保护印制电路板。

（2）超 5 类模块配线架的结构和用途如下：

- 1) 面板可翻转，可从支架的前端或后端进行端接线缆，如图 2-6 所示；
- 2) 面板上装有 8 位插针的模块插座连到标准的 110 型配线架上。
- （3）千兆位配线架可支持千兆位电缆，结构与超 5 类模块配线架基本相同。

（二）110 系列连接件

110 系列连接硬件是一种高密度快速连接系统，用于话音和数据的跳接管理，它按 EIA/TIA-568A 标准制造。该系统的组件包括 110 配线架、110 连接块、110 快接跳线及标签夹条，

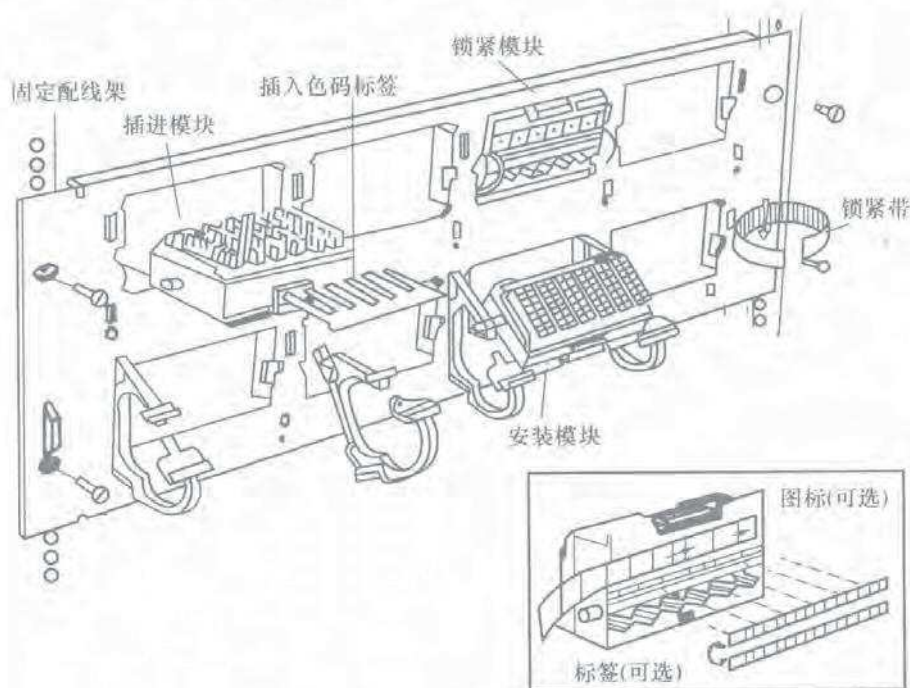


图 2-6 超 5 类模块化可翻转配线架

还有 110 跳接系统终端架等。110A 和 110P 两种硬件的电气性能完全相同。

1. 110A 连接硬件

(1) 对线路不进行改动、移位或重新组合时，宜使用夹接线（110A）方式。110A 可应用于所有场合，特别适应信息插座较多的建筑物。

(2) 夹接式（110A）配线架。配线架是装有若干齿形条的塑料件组成的模块，用来提供布线系统的电缆连接。110A 配线架每行齿形条上有金属片的夹子，可端接 25 对双绞线。接入的待端接导线沿着配线架通过不干胶色标从左向右放入齿形条间槽缝里，再用一个专用冲击工具把连接块“冲压”到配线架上，用来实现电缆的连接。

(3) 托架。托架是一个小的塑料部件，被装扣到配线架 110A 的“支撑腿”上，用来保持在一列顶部和底部的交叉连接线。

(4) 背板。背板是一个平的金属或塑料的背板，用来将 110A 配线架分开，以便提供水平方向走线空间。此背板上安装有两个封闭的塑料布线环，以保持交叉连接线。

2. 110P 连接硬件

(1) 需经常重组线路时宜使用插接线（110P）方式。

(2) 接插式（110P）配线架。110P 配线架与 110A 不同，它没有“支撑腿”，110P 有水平跳线过线槽及背板组件，这些槽允许安装者向顶布线或自底布线。由于快接式跳线，所以需用较多的空间。和 110A 一样，该模块也是每行端接 25 对线。

(3) 接插线。接插线是预先装有连接器的用于 110P 硬件的接插件，只要把插头夹到所需的位置，就可以完成交连。它们有 1 对线、2 对线、3 对线、4 对线 4 种，有各种尺寸的长度。接插线内部的固定连接能防止极性接反或线对的错接。

3. 110 连接块

110 连接块是 110 配线架的“心脏”，它是一个小型的阻燃的塑料段，内含上下连通的熔锡（银）的接线柱，可压到配线架齿形条上去。在配线架中已将线放置好，连接块中的尖夹子

建立电气的触点将连线与连接块的上端接通而不需要剥除线对的绝缘护皮。连接块是双面端接的,所以交叉连接线可用工具压到它的上边。110 连接块有 3 对线、4 对线和 5 对线 3 种规格。

4. 110 跳线过线槽

110 跳线过线槽是一个水平的过线槽,位于配线模块之上,以便布放快接式跳线。

5. 110 快接跳线

110 快接跳线有两种:一种是跳线的两端都是 110 插头 4 对型;另一种是跳线一端是 110 插头,另一端是 8 针 RJ45 插座。这两种跳线的标准长度都是 0.6~2.7m。

6. 110 跳接系统终端架

110 跳接系统终端架有 100 对、300 对和 900 对 3 种规格,包括配线架,3 对、4 对、5 对 110C 连接块,带辫式连接头等。水平跳线槽在顶部和底部各装有一条。终端架有装配好的和散装的,装配好的架子已与 25 对接头接好,适用 22~26AWG 金属线,架上设有彩色标识以便快速连接。

7. 连接夹和连接线

连接夹和连接线用来建立线缆之间的电气连通性。

8. 电源适配器跳线

电源适配器跳线是用来在配线间中将附属的电源连接到一个 4 对的连接块上。

9. 标识签(条)

标识签是一种颜色编码塑料条,插扣到配线模块不同的行上,用来作为电缆的标识。

10. F 交叉连接线

F 交叉连接线是 0.5m 的软线,有 1 对、2 对和 3 对各种类型和不同的尺寸,可用于不同区域之间的交叉连接。

11. D 测试软线

D 测试软线是一对软线,用来在每个终端位置处提供测试,长度有 1.2 和 2.4m。为了能与 110 型连接块互连,在其插头上装有一个锁定机构。

12. F 夹终端绝缘子

F 夹终端绝缘子是一对红色的塑料夹,用来对要求专门保护及识别的线路进行保护和标记。

相关知识

TIA/EIA 568-A 规范和 ISO/IEC 11801 标准都允许在水平布线中使用单一的转接点。转接点通常用于将配线间的 25 对 UTP 电缆或分离的 4 对 UTP 电缆转接到特定的区域。

五、同轴电缆的概述

要 点

同轴电缆是计算机网络布线中较早使用的一种传输介质,目前还有一些小型网络使用同轴电缆。它由一根空心的外圆柱导体及其所包围的单根内导线组成。柱体同导线用绝缘材料隔开,其频率特性比双绞线好,能进行较高速率的传输。因为它具有屏蔽性能好、抗干扰能力强的特点,所以通常多用于基带传输。

解 释

（一）同轴电缆的概念

在 20 世纪 80 年代，同轴电缆是以太网的基础，并且多年来是一种最流行的传输介质。但是，随着时间的推移，大部分现代局域网中，双绞线电缆逐渐取代了同轴电缆。

同轴电缆包括有绝缘体包围的一根中央铜线、一个网状金属屏蔽层以及一个塑料封套。在同轴电缆中，铜线传输电磁信号；屏蔽层一方面可以屏蔽噪声，另一方面可以作为信号地；绝缘层通常由陶制品或塑料制品组成；塑料封壳可使电缆免遭物理性破坏，它通常由柔韧性好的防火塑料制品制成。

由于同轴电缆有绝缘体和防护屏蔽层，故它对噪声干扰有较高的抵抗力。在信号必须放大之前，同轴电缆能比双绞线电缆将信号传输得更远，但是，它还是不如光缆传输信号的距离远。另一方面，同轴电缆要比双绞线电缆昂贵得多，并且通常只支持较低的吞吐量。

（二）同轴电缆的特性

1. 传输特性

（1）电缆的内导体半径越大，其衰减也就越小。所以，大系统长距离传输多采用内导体粗的电缆。

（2）在同一型号的电缆中，绝缘物外径越粗，对电波的损耗就越小。

（3）同轴电缆呈低通特性。即对每一种同轴电缆而言，其高频电波上的损耗都比较大，而在低频电波上的损耗则比较小。

（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也增加。

2. 连通特性

同轴电缆支持点一点连接，也支持多点连接。宽带同轴电缆可支持数千台设备的连接；基带同轴电缆可支持数百台设备的连接。



图 2-7 同轴电缆结构图

3. 抗干扰性

同轴电缆的结构决定了它具有相当强的抗干扰能力，屏蔽性能好，多用于基带传输和宽带传输。

（三）同轴电缆的物理结构

同轴电缆是由中心导体、绝缘材料层、网状织物构成的屏蔽层以及外部隔离材料层组成，其结构如图 2-7 所示。

同轴电缆具有柔性，能支持 254mm 的弯曲半径。外部隔离材料一般选用聚氯乙烯或类似材料。屏蔽层是由满足传输阻抗和 ECM 规范说明的金属带或薄片组成，屏蔽层的内径为 6.15mm，外径 8.28mm。绝缘材料要求满足同轴电缆电气参数的绝缘材料。中心导体是直径为 $2.17\text{mm} \pm 0.013\text{mm}$ 的实芯铜线。

相关知识

（一）同轴电缆的命名规则

我国同轴电缆命名的规则如图 2-8 所示。

图中，几个主要字母代号的意义表示为：

S——射频同轴电缆；

Y——聚乙烯；

YK——聚乙烯纵孔半空气绝缘；

D——稳定聚乙烯空气绝缘；

V——聚氯乙烯；

C——自承式。

(二) 同轴电缆的主要电气参数

1. 同轴电缆的衰减

500m 长的电缆段的衰减值，当用 10MHz 的正弦波进行测量时，不超过 8.5dB (17dB/km)，而用 5MHz 的正弦波进行测量时不超过 6dB (12dB/km)。

2. 同轴电缆的特性阻抗

同轴电缆的平均特性阻抗为 $50\Omega \pm 2\Omega$ ，沿单根同轴电缆阻抗的周期性变化可达 $\pm 3\Omega$ 的正弦波中心平均值，其长度小于 2m。

3. 同轴电缆直流回路电阻

电缆的中心导体的电阻，加上屏蔽层的电阻总和不超过 $10\text{m}\Omega/\text{m}$ (在 20℃ 测量)。

4. 同轴电缆的传播速度

同轴电缆的最低传播速度为 $0.77c$ (c 为光速)。

(三) 同轴电缆的物理参数

(1) 中心导体是直径为 $2.17\text{mm} \pm 0.013\text{mm}$ 的实芯铜线，绝缘材料要求满足同轴电缆电气参数的绝缘材料。

(2) 能支持 254mm 的弯曲半径。

(3) 屏蔽层是由满足传输阻抗和 ECM 规范说明的金属带或薄片组成，屏蔽层的内径为 6.15mm，外径 8.28mm。外部隔离材料一般选用聚氯乙烯或类似材料。

(4) 同轴电缆具有足够的可柔性。

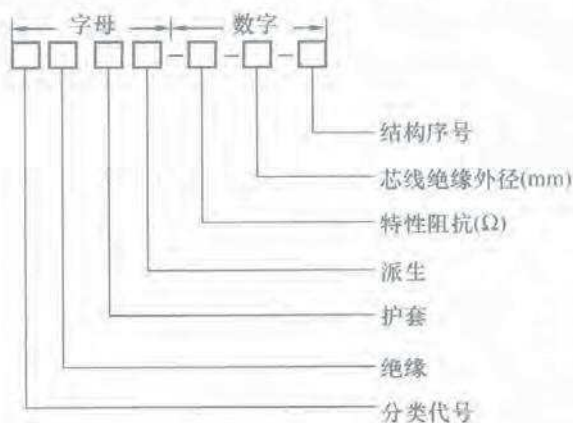


图 2-8 同轴电缆命名规则

六、同轴电缆的分类

要点

同轴电缆有许多不同规格，虽然在当前的使用过程中可能只见过两三种，在任何情况下，每一种规格都被分配一个无线管理规格号。电缆类型之间的主要差异在于中心线所使用的材料上。同轴电缆的分类主要有按传输带宽分类和按电缆的粗细分类，此外还有很多分类方法。

解释

(一) 按传输带宽分类

根据传输频带的不同，同轴电缆分为两种：一种是 50Ω 电缆，用于数字传输，由于多用

于基带传输,也叫基带同轴电缆;另一种是 75Ω 电缆,用于模拟传输,即宽带同轴电缆。同轴电缆的结构特点使得它具有高带宽和极好的噪声抑制特性。

1. 基带同轴电缆

基带同轴电缆指的就是特性阻抗为 50Ω 的电缆,其带宽取决于电缆长度。 1km 的电缆可以达到 $1\sim 2\text{Gb/s}$ 的数据传输速率。还可以使用更长的电缆,但是传输速率就要降低或要使用中间放大器。

基带同轴电缆易于连接,数据信号可以直接加载到电缆上,阻抗特性比较均匀,电磁干扰屏蔽性好,误码率低,现在同轴电缆大量被光纤取代,但仍广泛应用于有线电视和某些局域网。

2. 宽带同轴电缆

使用有线电视电缆进行模拟信号传输的同轴电缆系统被称为宽带同轴电缆。“宽带”这个词来源于电话业,指比 4kHz 宽的频带。然而在计算机网络中,“宽带电缆”却指任何使用模拟信号进行传输的电缆网络。

宽带同轴电缆的传输性能要高于基带同轴电缆,但它需要附加信号处理设备,安装比较困难,适用于电缆电视系统、宽带计算机网络和长途电话网。常用的宽带同轴电缆是 75Ω 电缆,速率最高为 20Mb/s ,可以传输影像信号、数据和语音,传输距离可以达到几千米。

宽带系统和基带系统的一个主要区别是:宽带系统由于覆盖的区域广,因此,需要模拟放大器周期性地加强信号。这些放大器仅能单向传输信号,所以如果计算机间有放大器,则报文分组就不能在计算机间逆向传输。

(二) 按电缆的粗细分类

在使用中,同轴电缆可以根据直径的不同,分为粗缆和细缆两种。

1. 粗缆

传输距离长,性能好。但总体造价高,网络安装、维护困难,一般用于大型局域网的干线,连接时两端需终接器。一般要求为:

(1) 粗缆与外部收发器相连;

(2) 收发器与网卡之间用 AUI 电缆相连;

(3) 网卡必须有 AUI 接口,每段 500m ,100 个用户,4 个中继器可达 2500m ,收发器之间最小 2.5m ,收发器电缆最长 50m 。

2. 细缆

与 BNC 网卡相连,两端装 50Ω 的终端电阻。用 T 形头,T 形头之间最小 0.5m 。细缆网络每段干线长度最大为 185m ,每段干线最多接入 30 个用户。如采用 4 个中继器连接 5 个网段,网络最大距离可达 925m 。

细缆安装简单,造价较低,但安装时要切断电源,两头须装上 BNC 终端器,接在 T 形连接器两端,容易造成接触不良而影响整个网络。

(三) 其他分类方法

电缆的其他分类方法如下:

(1) 同轴电缆按屏蔽材料和形状不同可分为铜或铝以及网状、带状屏蔽同轴电缆。

(2) 同轴电缆按屏蔽层数不同可分为 2 屏蔽、4 屏蔽等同轴电缆。

(3) 同轴电缆按绝缘材料分为聚氯乙烯绝缘和物理发泡绝缘。

(4) 聚乙烯物理发泡电缆,是通过气体注入使介质发泡,选择适当的工艺参数使得形成

很小的互相封闭的气孔。这种介质不易老化、不易受潮，且损耗很低，已广泛应用而取代了传统的聚氯乙烯绝缘同轴电缆。

(5) 另外还有自承式电缆和网络用电缆 RG 系列等。

相关知识

计算机网络中粗缆和细缆的性能比较见表 2-6。粗缆在计算机网络中的应用已基本被光纤所代替，在实际应用中一般用到的只是细缆。

表 2-6 粗缆和细缆的性能比较

名称	常用标准	主要特点	主要用途	连接距离	最大结点数
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	可用于大型计算机网络的主干连接, 但逐渐被光纤所代替	每网段最大为 500m, 最大网络范围为 2500m; 收发器之间最小距离为 2.5m, 收发器电缆最长为 50m	100 个
细缆	RG-58 (50Ω)	(1) 造价低; (2) 安装方便; (3) 可靠性差; (4) 网络抗干扰能力强	可用于总线形计算机网络的连接; 在星形计算机网络中无法使用	每网段最大为 185m, 最大网络范围为 925m; 两个 T 形连接器之间的最小距离为 0.5m	20 个

七、同轴电缆的参数

要 点

同轴电缆的参数主要有衰减常数、波长缩短系数、特性阻抗、温度系数和直流回路电阻。

解 释

(一) 衰减常数

衰减常数的含义是信号在馈线传输过程中存在能量损耗, 包括绝缘材料的传输损耗和导体传输损耗。这些损耗用功率损耗来衡量, 功率损耗用 β 表示, 单位为 dB/m、dB/100m、dB/km 等。

工程上通常认为衰减常数 β 与工作频率 f 平方根成正比, 即

$$\beta \approx K \sqrt{f}$$

由此可见, 频率越高的电视频道, 同轴电缆传送电视信号时的损耗就越大。由于在有线电视系统中要同时传送许多频道的电视信号, 因此当电视信号经过一定长度的电缆传输后, 高、低频道信号的电平就出现了电平差, 电缆越长, 电平差就越大, 这种电平差称为斜率。当放大器输入电平差 $\geq 3\text{dB}$, 就会使放大器产生严重的非线性失真。在放大器的输入端外加斜率均衡功能来补偿同轴电缆的频率特性, 以克服同轴电缆的斜率。

(二) 波长缩短系数

波长缩短系数的含义是电视信号在电缆馈线上传输时由于绝缘介质的影响, 电视信号的波长将要缩短。波长缩短的程度, 即电视信号在电缆馈线上传输的波长 λ 与它在空间传播的波长 λ_0 之比, 称为波长缩短系数。

了解波长缩短系数目的是在利用同轴电缆馈线进行阻抗匹配时能正确确定同轴电缆馈线的实际长度。

(三) 特性阻抗

特性阻抗的含义是有线电视系统中采用的馈线粗细均匀,而且馈线之间的距离处处相等,则沿线各处的分布参数都相同,这种馈线称为均匀馈线。当馈线为行波工作状态时,馈线上任意一点的阻抗均为 Z_0 。

特性阻抗只取决于同轴电缆的信号频率、绝缘介质和内、外导体的半径。在一定频率下,特性阻抗是不随着线路的长短而变化的。

(四) 温度系数

信号在电缆中传输的损耗随着环境温度的变化而变化,这种特性就称为电缆的温度特性。通常用温度系数表示,一般情况下,温度每变化 1°C ,电缆损耗变化约为 0.2% ,即温度系数为 $0.2\%/^{\circ}\text{C}$ 。如果有一条干线,其总损耗量为 100dB ,温度每变化 1°C ,损耗就要变化 0.2dB ,若一年中温度变化为 $\pm 40^{\circ}\text{C}$,就会产生 $\pm 8\text{dB}$ 的变化,将会导致用户无法正常收看电视图像。还会导致电缆的斜率随温度而变化。

(五) 直流回路电阻

芯线导体的电阻与屏蔽层的电阻之和不超过 $10^{-3}\Omega/\text{m}$ 。

相关知识

常用同轴电缆的规格及应用如下所述:

1. 国外型号同轴电缆

(1) RG-8 或 RG-11 为以太网粗缆,特性阻抗为 50Ω ,应用于计算机网络。

(2) RG-58 为以太网粗缆,特性阻抗 50Ω ,应用于计算机网络。

(3) RG-59 外径为 8.28mm ,特性阻抗 75Ω ,应用于有线电视网络。

(4) RG-62,特性阻抗 93Ω ,应用于 ARCnet 网络和 IBM3270 网络。

2. 国产射频同轴电缆及型号

(1) 适用于 CATV 的国产射频同轴电缆主要有:SYV 系列、SYWV (Y)、SYWLY 系列,适用于 CATV 系统作干线分支线和用户线及其他电子装置的传输线。

(2) 国产射频同轴电缆型号编制方法是:分类代号、绝缘、护套、派生一波阻抗—芯线绝缘外径—结构序号(其中芯线绝缘外径按四舍五入原则记为整数)。字母代号可查阅有关手册。

(3) GB 50200—1994《有线电视系统工程技术规范》规定 CATV 传输分配系统的特性阻抗为 75Ω 。

八、同轴电缆连接件

要 点

粗缆和细缆有各自的连接器件,因为标准不同,所以不能够兼容,在组建同轴电缆网络时要综合考虑所使用的同轴电缆的类型及对应的连接器件。

解 释

(一) 粗缆的连接器件

粗缆的连接器件包括以下几种：

(1) N 系列连接器插头，安装在粗缆段的两端。

(2) N 系列桶形连接器，用于连接两段粗缆。

(3) 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的两端，作用是防止电子信号的反射。干线电缆两端的终端匹配器必须有一个要接地。

(二) 细缆的连接器件

细缆的连接器件包括以下几种：

(1) BNC 连接器插头，再装在细缆段的两端。

(2) BNC 桶形连接器，用于连接两段细缆。

(3) BNC-T 型连接器，细缆 Ethernet 上的每个结点通过 T 形连接器与网络进行连接，其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卡上的 BNC 连接器相连。

(4) BNC 终端匹配器，BNC 50Ω 的终端匹配器安装在感线段的两端，作用是防止电子信号的反射。干线段电缆两段的终端匹配器必须有一个要接地。

相关知识

(一) 同轴电缆安装方法

同轴电缆一般安装在设备与设备之间，在每一个用户位置上都装有一个连接器为用户提供接口，接口的安装分细缆安装和粗缆安装。

(1) 细缆安装。将细缆切断，两头装上 BNC 头，然后接在 T 形连接器两端，用于传输速率为 1Mb/s 的网络。

(2) 粗缆安装。一般采用一种类似夹板的 Tap 装置进行安装，它利用 Tap 上的引导针穿透电缆的绝缘层，直接与导体相连，电缆两端设有终端匹配器，以削弱信号的反射作用。用于传输速率为 10Mb/s 的网络。

(二) 细缆网络的组建

在细缆网络中，电缆直接通过 T 形连接器连到网卡上，细缆网络所需的硬件有网络接口适配器、BNC-T 型连接器及电缆系统。细缆网络的连接如图 2-9 所示。

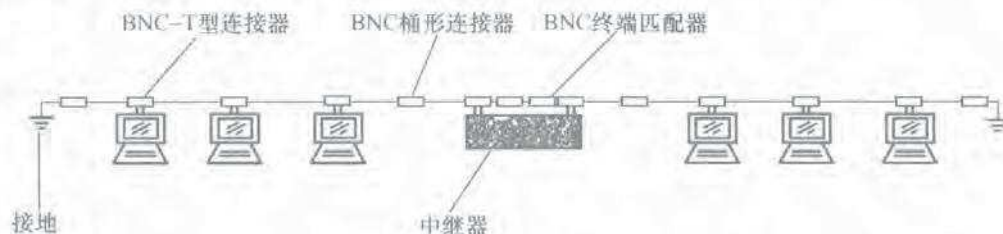


图 2-9 细缆网络的连接

细缆网络的主要特点如下：

(1) 容易安装；

(2) 造价较低；

- (3) 网络的抗干扰能力强;
- (4) 网络的维护和扩展比较困难;
- (5) 电缆系统的断点较多, 影响网络系统的可靠性。

(三) 粗缆网络的组建

粗缆网络的线缆并不直接连接到网卡上, 它必须通过收发器装置才能与网卡连线。粗缆直接连入收发器, 然后通过一段 15 针的收发器电缆连到网卡上。粗缆网络的连接如图 2-10 所示。

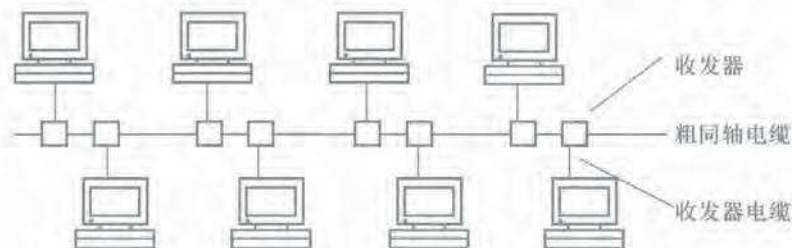


图 2-10 粗缆网络的连接

收发器到网卡的线缆长度最长为 50m, 超过此长度将影响数据接收。收发器的作用是实现并行数据与串行数据的转换。

粗缆网络的主要特点如下:

- (1) 造价比较高;
- (2) 具有较高的可靠性, 网络抗干扰能力强;
- (3) 网络的安装、维护和扩展比较困难;
- (4) 具有较大的地理覆盖范围, 最大距离可达 2500m。

九、光纤的结构

要 点

光纤是光导纤维的简称。是用石英玻璃或特制塑料拉成的柔软细丝, 直径在几微米到 $120\mu\text{m}$ (光波波长的几倍)。光纤的典型结构自内向外依次为纤芯、包层及涂覆层, 如图 2-11 所示。

解 释

(一) 纤芯

纤芯的折射率为 n_1 , 由高纯度二氧化硅制造, 并有少量掺杂剂 (如 GeO_2), 用以提高其折射率。纤芯质地脆, 容易断裂。

(二) 包层

包层的折射率为 n_2 , 通常也用高纯度二氧化硅制造, 掺杂 (B_2O_3) 以及 F 等用以降低折射率。因为包层的折射率略小于纤芯的折射率, 即 $n_2 < n_1$, 根据几何光学的全反射原理, 光线被束缚在纤芯中传输。



图 2-11 光纤的典型结构

(三) 涂覆层

涂覆层在包层外,厚度为 $5\sim 40\mu\text{m}$,材料是环氧树脂或硅橡胶,用来增强光纤的机械强度。

相关知识

(一) 裸光纤

纤芯和包层是不可分离的,由纤芯和包层组成的光纤称为裸光纤,光纤的光学及传输特性主要由它决定。裸光纤比较容易断裂。

(二) 芯线

套塑后的光纤称为芯线,套塑层的材料大多采用聚乙烯塑料或聚丙烯塑料、尼龙等。芯线还不能在工程中使用,必须把若干根光纤疏松的置于特制的塑料绑带或铝皮内,再被涂覆塑料或用钢带铠装,加上护套后成为光缆。

发展动态

光纤并不是只有玻璃光纤一种,塑料光纤是近年来出现的另一种光纤产品,已广泛应用于汽车行业、光导系统、数据传输、传感器、各类装饰及大型展览等行业。如果没有特别的说明,我们所说的光纤通常指的是玻璃光纤。

十、光纤的分类

要 点

通过光纤传输的每一束光称为一个模。根据光在光纤中的传输模式,光纤可分为单模光纤和多模光纤两种。

解 释

(一) 单模光纤

单模光纤的纤芯直径很小,在给定的工作波长上只能以单一模式传输,传输频带宽,传输容量大。光信号可以沿着光纤的轴向传播,所以光信号的损耗很小,离散也很小,传播的距离较远。如图 2-12 形象的描述了单模光纤的结构及光波传输形式。单模光纤 PMD 规范建议芯径为 $8\sim 10\mu\text{m}$,包层直径为 $125\mu\text{m}$;计算机网络用的单模光纤纤芯直径分为 10 、 $9\mu\text{m}$,包层为 $125\mu\text{m}$;导入波长上单模分为 1310 、 $1550\mu\text{m}$ 。

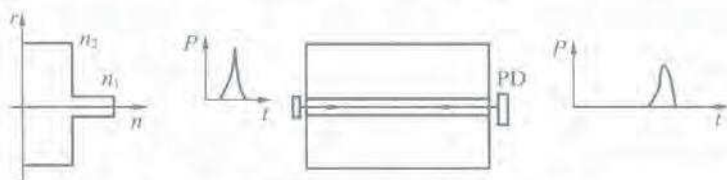


图 2-12 单模光纤结构及光波传输形式

(二) 多模光纤

多模光纤纤芯较粗为 $50\mu\text{m}$ 或 $62\mu\text{m}$,能传输多个模式,它用于 $0.85\mu\text{m}$ 和 $1.3\mu\text{m}$ 的波长,纤芯的外径为 $125\mu\text{m}$ 。其中又分为突变型和渐变型。

突变型多模光纤结构最简单,如图 2-13 所示。其纤芯中心到包层的折射率是突变的,制

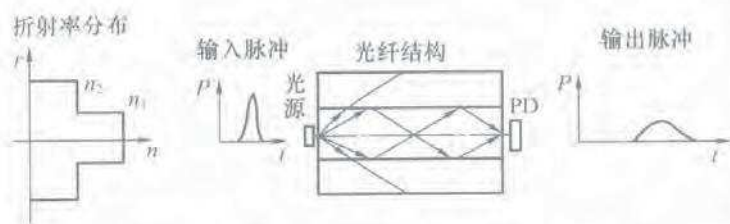


图 2-13 突变型多模光纤结构及光波传输形式

造工艺容易实现，成本较低，是光纤研究的初期产品。但这种光纤的缺点是模间时延差大，模间色散高，传输带宽只能达到几十兆赫千米，适用于短途低速通信。

渐变型多模光纤，如图 2-14 所示，其纤芯中心到包层的折射率是逐渐变

小。渐变型多模光纤的带宽虽比不上单模光纤，但它的芯径大，对接头和活动连接器的要求不高，使用起来比单模光纤在某些方面要方便些，所以大量用于综合布线系统的局域网中。典型渐变多模光纤其芯径和外径分别为 $50\mu\text{m}$ 和 $125\mu\text{m}$ 。

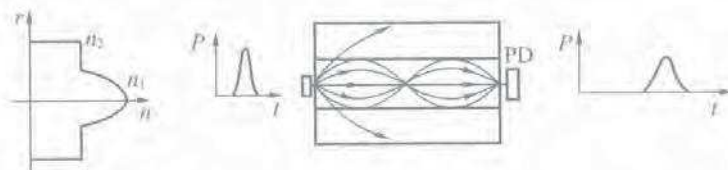


图 2-14 渐变型多模光纤结构及光波传输形式

相关知识

（一）传输模式

在光纤的数值孔径角内以某一角度射入光纤端面，并能在光纤的纤芯—包层界面上形成全反射的传播光线就可称为一个光的传播模式。根据波动光学的观点，光波是一种电磁波，电磁波在介质中传播时，不同的传播介质结构将产生不同的电磁场图形，这些不同的图形称为传输模式。光波在光纤中的传输也将出现不同的电磁场图形分布，这就是光纤的传输模式。而对于不同的光纤，其传输模式的数量是不同的。光纤传输模式的总数是由纤芯和包层相对折射率、纤芯的折射率、纤芯的尺寸和光的波长来确定的。

纤芯半径 a 越小，光纤的传输模式越少。当光纤的芯径较大时，则光纤的数值孔径角内，便可允许光波以多个特定的角度射入光纤端面，并在光纤中传播，此时，光纤中有多个模式的光纤称为多模光纤；当光纤的芯径很小时，光纤只允许与光纤轴一致的光线通过，即只允许通过一个基模，人们称这种只允许传输一个基模的光纤为单模光纤。

（二）单模光纤与多模光纤的特性比较

单模光纤与多模光纤的特性比较见表 2-7。

表 2-7 单模光纤与多模光纤的特性比较

光纤种类	单模光纤	多模光纤
使用场合	高速度、长距离	低速度、短距离
成本	成本高	成本低
纤芯直径	细	粗
效率	高效	低效
耗散	极小	大
使用光源	需要激光源	LED 光源，聚光好，不需要使用激光源

(三) 其他分类方法

(1) 按照纤芯直径可分为下列几种:

- 1) 50/125 (μm) 缓变型多模光纤;
- 2) 62.5/125 (μm) 缓变增强型多模光纤;
- 3) 10/125 (μm) 缓变型单模光纤。

(2) 按照光纤芯的折射率分布可分为下列几种:

- 1) 梯度型光纤;
- 2) 阶跃型光纤;
- 3) 环型光纤;
- 4) W 型光纤。

十一、光纤的重要参数

要 点

光纤的重要参数主要有光纤芯径、光纤的数值孔径和波长。

解 释

(一) 光纤芯径 ($2a$)

$2a$ 为光纤纤芯直径, 这是光波导的几何尺寸。一般来说芯径越大, 集光效应就越好, 越有利于远距离传输。但是, 过大的芯径也会带来一些不利的影响, 如模式不容易控制和增加成本等。那么多大的芯径合适, 经过国际上各国专家讨论共同制订了 CCITT 的有关标准。多模光纤的芯径和包层的尺寸应为 $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$, 单模光纤的芯径应等于或小于 $10\mu\text{m}$, 包层直径也是 $125\mu\text{m}$ 。

(二) 光纤的数值孔径

从光源入射到光纤端面上的光, 一部分能进入光纤端面, 但不一定能在光纤中传播, 只有满足了一定条件的光才能在光纤中发生全反射而传输到远方。即光纤的导光特性是基于光射线在纤芯与包层界面上的全反射, 而使光线限定在纤芯中传播的。

在图 2-15 中, 光线是从空气中以入射角 φ 射入光纤 (石英) 端面的, 空气折射率 $n_0=1$, 介质 (石英) 折射率 $n\approx 1.5$, 即光线从低折射率介质 (空气) 向高折射率介质 (石英) 传播。所以, 光线射入光纤端面时入射角 φ 总大于折射角 ψ 。

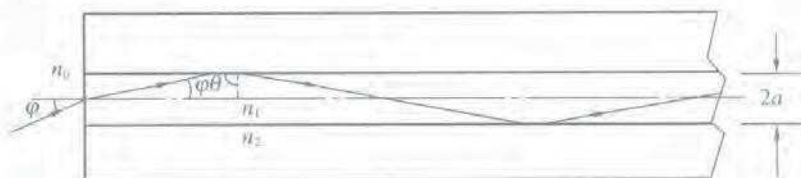


图 2-15 光在纤芯中的传播

若使光线在纤芯与包层界面上全反射而完全限制在光纤内传播, 必须使光线在纤芯-包层界面上的入射角 θ 大于临界角 β , 即

$$\sin\beta = \frac{n_2}{n_1} \theta \geq \beta = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

理论分析表明,相应于全反射的临界角 β 的入射临界角 φ_0 反映了光纤集光能力的大小,称为数值孔径角。凡角度在 φ_0 以内的入射光线均可在光纤内传播,定义入射临界角 φ_0 的正弦为光纤的数值孔径。

理论分析还表明,光纤的数值孔径是由光纤本身来决定的,它只与纤芯、包层的折射率有关,与光源无关。光纤的数值孔径表示光纤接收入射光的能力。数值孔径越大,入射临界角 φ_0 越大,则光纤接收光的能力也越强。从立体的观点来看, $2\varphi_0$ 是一个圆锥,从光源发出的光中只有入射在该圆锥内的光才能在光纤中形成全反射向前传播。所以,从增加进入光纤的光功率的观点来看,数值孔径越大越好,但随之而来的缺点是,光纤的多模畸变(色散)也因数值孔径的加大而加大,这将影响光纤的带宽。

以上介绍的是光波在均匀介质中的传播情况。如果介质是非均匀的,可以把纤芯分割成无数个同心圆,每两个圆之间的折射率可以看作是均匀的,那么光在这种介质中传播时,将会不断发生折射,形成正弦波形的轨迹。

(三) 波长

光波也是电磁波的一种,其波长在微米级,频率为 10^{14} Hz数量级。目前使用的光纤大多工作在 $800\sim 1800\text{nm}$ 。而 1310 和 1550nm 是两个低损耗的窗口区,人们使用的光纤的工作波长大多工作在这两个特性波长的附近。

相关知识

在光纤中,既满足全反射条件又满足相位一致条件的模式才能传播,而其他模式则被截止。

由此可知,归一化频率或归一化波导宽度,可决定传输模式数的多少及最大的模式数,即可决定截止模式。

十二、光纤的传输特性

要 点

光纤的特性主要包括传输特性、光学特性、机械特性和温度特性等。其中光纤的传输特性包括传输衰减特性、色散和带宽特性。

解 释

(一) 光纤的传输衰减

光信号沿光纤传输的过程中,光能逐渐减小的现象称为光纤的传输衰减。光纤的传输衰减是光纤通信主要的传输参数之一。光纤衰减定义长度为 L (km) 光纤输出端光功率 P_o 与输入端光功率 P_i 的比值,用分贝(dB)表示为

$$\alpha_l = \frac{10}{L} \lg(P_o/P_i)$$

各类光纤的传输衰减可分为两部分,即固有衰减和附加衰减。

导致光纤衰减的原因有:材料吸收、材料散射以及机械变形等外部原因造成的辐射等,见表2-8。

表 2-8

光纤损耗原因表

损 耗 类 型		损 耗 原 因
吸收损耗	材料损耗	电子跃迁吸收 分子振动吸收
	杂质损耗	过度金属吸收 氢氧根吸收
散射吸收	材料损耗 结构不均匀散射	瑞利散射 梅耶散射 布里渊散射、拉曼曼散 纤芯-包层界面结构不完整散射 缺陷散射 气泡、析晶散射
辐射损耗	外部因素	核辐射等机械变形、弯曲

(二) 光纤的色散

1. 色散的含义

由不同模式或不同频率（或波长）成分组成的光信号，在光纤中传输时，由于群速度不同而引起信号畸变的物理现象称为光纤的色散。

光纤的色散分为模式色散（模间畸变）、材料色散以及波导色散。后两种色散是某一模式本身的色散，也称模内色散。

(1) 模式色散（模间畸变）：在多模光纤中传输的模式很多，不同模式有不同的传输线路。一个脉冲的能量是分布在多个模式上进行传输的，这就使得光脉冲沿着光纤传输到光电检波器时，有的模式先到，有的后到，这就会出现脉冲畸变，即脉冲展宽。光纤传输的模式越多，脉冲展宽就越严重，对光纤传输带宽的限制也就越严重。同样，传输距离越长，脉冲展宽也就越严重。

(2) 材料色散：材料色散是指用来制造光纤的材料的一种特性。它是由于光纤材料的折射率随传输的光波长而变化所造成的。折射率不同，传输速度也不同，因而对光源的一定频谱宽度将产生另一种脉冲展宽。所以，在测量光纤带宽时，必须选定标准光源，因为用不同谱线的光源所测得的光纤带宽是不同的。

(3) 波导色散：由于光纤的纤芯尺寸、几何形状、几何结构、相对折射率差等方面的原因，使一部分光线在纤芯中传播，而另一部分光则在包层中传播。由于在纤芯中和在包层中传播的速度不同而造成光脉冲的展宽，称为波导色散。

通常波导色散很小，对多模光纤来说，因模式畸变占主导地位，波导色散可以忽略不计。对于单模光纤来说，由于无模式色散，其带宽仅由材料色散和波导色散两者来决定，波导色散的影响就不可忽略。

2. 色散对光信号的影响

光纤的色散导致光信号的波形失真，表现为脉冲展宽，它是光纤的时域特性。脉冲展宽也称脉冲信号的延时失真。这种延时失真的大小是由光纤的色散特性所决定的。

对于数字通信系统来讲，光信号的脉冲展宽是一项重要指标。脉冲展宽过大就会引起相邻脉冲间隙减小，相邻脉冲将会产生部分重叠而使再生中继器发生脉冲判断错误，从而使误码率增加，限制了光纤的传输容量。

（三）光纤的带宽

光纤带宽是指光纤不失真地传递信息的速率的大小。光纤的带宽可以用光纤对传输脉冲的展宽来表示。

相关知识

（一）光纤的机械特性

光纤的机械特性主要包括抗拉、抗弯曲、抗扭绞性能和耐侧压力等。抗拉强度尤为重要。

石英中的硅氧键（Si-O）的结合能是很大的，从理论上推算其抗张强度极高，可达 20GPa 以上，比铜的强度高，与铁的强度相当。但是石英的缺点是塑性很差，脆性很大，容易破裂。表面上稍有伤痕就可断裂。若光纤内部有微粒、气泡、杂质等都会使抗张强度减小。正是由于这些原因，光纤的抗张强度远没有达到理论值，一般只有 100~300MPa。

为保证光纤有足够的抗拉强度，在制作中应采取相应措施。

（二）光纤的温度特性

光纤的温度特性主要取决于光纤本身的质量。石英本身的化学稳定性比金属材料要好，热稳定性也非常优良，可是光纤涂敷材料都是有机物，所以温度变化仍然会对光纤的性能产生不利的影响。其中影响最大的是损耗特性。温度变化导致损耗增加，其原因是光纤受到轴向压缩力，产生微弯曲，导致损耗增大。损耗增加与温度变化量的平方成正比。

必须指出的是，在低温（小于 0℃）时，随着温度逐渐降低，损耗逐渐增加，大约在 -60℃ 时会突然增大，出现阈值，说明此时微弯曲已发生明显作用。

进行合理的设计，选择适当的涂覆、套塑材料，并对生产工艺进行优化，以改善光纤的温度性能。

十三、光纤通信系统

要 点

光纤通信系统是以光波为载体、光导纤维为传输介质的通信方式，起主导作用的是光源、光纤、光发送机和光接收机。光纤通信系统的基本构成如图 2-16 所示。



图 2-16 光纤通信系统的基本构成

解 释

（一）光源

光源是光波产生的根源。

（二）光纤

光纤是传输光波的导体。

（三）光发送机

光发送机负责产生光束，将电信号转变成光信号，再把光信号导入光纤。

（四）光接收机

光接收机负责接收从光纤上传输过来的光信号，并将它转变成电信号，经解码后再做相应处理。

相关知识

（一）光端机

光端机是光通信的一个主要设备，主要分为两大类，即模拟信号光端机和数字信号光端机。

模拟信号光端机主要分为调频式光端机和调幅式光端机。由于调频式光端机比调幅式光端机的灵敏度高约 16dB，所以市场上模拟信号光端机是以调频式 FM 光端机为主导的，调幅式光端机很少见。光端机一般按方向分为发射机（T）、接收机（R）、收发机（X）。现行市场上的模拟信号 FM 光端机主要有下述几种类型。

1. 单模光端机/多模光端机

光端机根据系统的传输模式可分为单模光端机和多模光端机。一般来说，单模光端机光信号传输可达几十公里的距离，模拟光端机有些型号可无中继地传输 100km。而多模光端机的光信号一般传输为 2~5km。这一点也可作为光纤系统中对一般光端机选择的参考标准。

2. 数据/视频/音频光端机

光端机根据传输信号又可分为数据光端机、视频光端机、音频光端机、视频/数据光端机、视频/音频光端机、视频/数据/音频光端机以及多路复用光端机。并且可作为 10~100Mb/s 以太网数据传输功能。

3. 标准式/独立式/插卡式光端机

（1）标准式光端机可独立使用，标准 19"IU 机箱，标准式光端机可安装在系统远程设备及系统控制中心标准 19"机柜中；

（2）独立式光端机可独立使用，但需要外接电源。独立式光端机主要应用于系统远程设备比较分散的场合；

（3）插卡式光端机中的模块可插入插卡式机箱中工作，每个插卡式机箱为 19"机架，具有 18 个插槽，插卡式光端机主要应用在系统的控制中心，便于系统安装和维护。

（二）光纤通信系统主要优点

光纤通信系统主要优点如下：

- （1）线路损耗低，传输距离远；
- （2）传输频带宽，通信容量大，短距离时传输速率可达几千兆；
- （3）抗干扰能力强，应用范围广；
- （4）抗化学腐蚀能力强；
- （5）线径细，质量小；
- （6）光纤制造资源丰富。

十四、光缆的分类

要 点

光导纤维电缆由一捆光纤组成, 简称为光缆, 其结构大体上分为缆芯和护层两大部分。光缆有很多分类方法, 可按缆芯结构、光缆保护层结构、应用环境、光源的波长和纤芯直径分类。

解 释

(一) 按缆芯结构分类

按缆芯结构分主要有 6 种光缆, 即骨架式光缆、叠带式光缆、层绞式光缆、自承式光缆、单元式光缆和束管式光缆。

1. 骨架式光缆

光纤在塑料骨架槽中, 通常都是 V 形槽, 每槽可放 1~18 根一次涂敷光纤, 一条缆内可有 10 到上百根光纤, 槽数根据光纤设计, 槽中充入油胶用来保护光纤, 槽的作用与松套管相似, 这种结构简单, 耐压抗弯, 保护好, 省松套管。但放纤入槽的工艺要求较高。

2. 叠带式光缆

由带状光纤芯线组成, 一条护套外径仅 12mm 的光缆中, 可容纳 12 层×12 根光纤带 (总共 144 根) 的正方形叠层。

3. 层绞式 (绞合型) 光缆

与电缆相似的层绞式光缆, 内含光纤数较少, 通常在 12 芯以下。如果纤数较多, 通常都做单位绞合式, 每单位可有 6~12 根光纤。

4. 自承式光缆

这种光缆在架空安装上很方便, 而且与电力电缆可公用架杆, 这样可节省许多安装材料和安装空间。

5. 单元式光缆

由多芯光纤芯线的松套光纤束组成, 这种光缆可以看成是层绞式光缆的扩展, 它可容纳的纤数可以很多。

6. 束管式光缆

中心束管相当于把松套管扩大到整个缆芯, 成为一管腔, 将光纤集中放入其中, 这样可改善纤丝受拉、受压、受弯的能力。光纤活动空间很大, 加强件也由中心移到护层中, 因此缆芯可以很细。总纤数可达上百根, 大束管作成螺旋空腔型结构, 抗侧压能力略强, 但抗拉能力较弱。

(二) 按光缆保护层结构分类

按光缆护层结构可分为 6 种类型, 即单钢丝铠装光缆、双钢丝铠装光缆、细钢丝铠装光缆、皱纹钢带铠装光缆、钢带铠装防蚁光缆和无铠装光缆。

1. 单钢丝铠装光缆

单钢丝铠装光缆从缆芯往外依次为铅套 (PAP 或 PSP)、PE、粗钢丝铠装、PE 外护套, 适用于大河以及地质不稳定地段。

2. 双钢丝铠装光缆

双钢丝铠装光缆是在上述单钢丝铠装光缆最外层再加一层粗钢丝铠装和 PE 外护套, 适用于大河以及地质不稳定地段。

3. 细钢丝铠装光缆

细钢丝铠装光缆从缆芯往外依次为 PAP、PE、细钢丝铠装、PE 外护套 4 层, 适用于一般河流以及坡度比较大的地段。

4. 皱纹钢带铠装光缆

皱纹钢带铠装光缆从缆芯往外依次为 PAP 防潮、PE 护层、PSP 铠装 (0.15~0.2mm)、测压低 (0.3~0.4mm)、测压高, 外面再包一层 PE, 适用于直埋。

5. 钢带铠装防蚁光缆

钢带铠装防蚁光缆是在上述皱纹钢带光缆最外层加涂一层尼龙, 厚度为 0.7mm, 一般用于直埋且需要防蚁地段。

6. 无铠装光缆

无铠装光缆缆芯外包一层 PAP 作防潮用, 然后配 PE 外护层, 也有用吸水材料代替 PAP 作防潮, 并用 FRP 和 kevlar 做加强元件, 做成无金属光缆, 适用于管道和架空。

(三) 按应用环境分类

按应用环境分类, 可分为两类, 即室内光缆和室外光缆。

1. 室内光缆

室内光缆又分为建筑物光缆 (LGBC) 及互连光缆 (光纤软线)。

(1) 建筑物光缆 (LGBC)。建筑物光缆是由 2、4、6、12、24 根或 36 根带缓冲层的多模光纤构成的。常采用增强型缓冲带, 它与室外光缆的设计相似, 由防火材料构成, 主要用于建筑物内干线子系统和水平子系统。

这些光缆的外层具有 UL 防火标志的 PVC 外护套。这种光缆可直接放在干线通道中, 如管道和顶棚。另一种建筑物光缆具有 UL 标志的含氟聚合物套管, 可以放置于回风巷道。

在光纤数目不足 12 根时, 每根光纤围绕光缆的中心加强筋排列, 并填入纱线层, 最外面是 PVC 套管, 纱线是作为线缆的补充加强材料用的。这些光缆都称做建筑物光缆。

这种光缆的多模光纤的传输特性如下:

①1300nm 光波, 衰减 1dB/km, 带宽 500MHz·km。

②850nm 光波, 衰减 3.75dB/km, 最小带宽 160MHz·km。

(2) 互连光缆 (光纤软线)。互连光缆 (光纤软线) 是由单根或两根光纤构成, 可把光学互连点或交连点快速的与设备互连起来。互连光缆有两种, 分别采用单光纤结构及双光纤结构, 它们都放在一根阻燃的 PVC 复式护套内。

2. 室外光缆

室外光缆采用独特的缆芯设计, 常采用束状, 在保护层内填满相应的复合物, 护套采用高密度的聚乙烯, 加上增强的钢丝或玻璃纤维, 可提供额外的保护, 用来防止环境造成的损坏。这种光缆主要用于建筑群子系统。

室外光缆的安装方式有管道、架空和直埋 3 种方式。

(四) 按光源的波长分类

综合布线所用光纤有如下 3 个波长区:

- (1) $0.85\mu\text{m}$ 波长区 ($0.8\sim0.9\mu\text{m}$);
- (2) $1.31\mu\text{m}$ 波长区 ($1.25\sim1.35\mu\text{m}$);
- (3) $1.55\mu\text{m}$ 波长区 ($1.5\sim1.6\mu\text{m}$)。

不同的波长范围光纤损耗也不相同,其中 $0.85\mu\text{m}$ 和 $1.3\mu\text{m}$ 波长为多模光纤通信方式, $1.31\mu\text{m}$ 和 $1.55\mu\text{m}$ 波长为单模光纤通信方式。建筑物综合布线常用 $0.85\mu\text{m}$ 和 $1.31\mu\text{m}$ 两个波长。

(五) 按纤芯直径分类

按纤芯直径分类的光纤有下列两类:

- (1) $62.5\mu\text{m}$ 渐变增强型多模光纤;
- (2) $8.3\mu\text{m}$ 突变型单模光纤。

光纤的包层直径均为 $125\mu\text{m}$ 。

值得注意的是纤芯和涂覆层是不可分离的,用光纤工具剥去外皮和塑料膜后,暴露出来的是带有涂覆层的纤芯,实际上看不到真正的纤芯。

由于 $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 光纤的物理特性和传输特性与建筑物布线环境中应用系统设备的光电转换器件相兼容,所以被推荐应用于所有的建筑物综合布线。 $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 的大纤芯有下列优点:

- (1) 光耦合效率高;
- (2) 对微弯曲损耗不太灵敏;
- (3) 光纤对准要求不太严格,需要较少的管理点和接头盒;
- (4) 符合 FDDI 标准。

由于 $8.3\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 突变型单模光纤纤芯直径小,在建筑物中与采用 LED 驱动的数据链路器件耦合时,会发生物理不兼容问题,而且价格较贵。因此,在建筑物内或传输距离小于 2km 时很少使用,常用于传输距离大于 2km 的建筑群。

相关知识

(一) 混合电缆

混合电缆是由两个及两个以上不同型号或不同类别的电缆,光纤单元构成的组件,外面包覆一个总护套,总护套内还可以有一个总屏蔽。其中,只由电缆单元构成的称为电缆,只由光纤单元构成的称为综合光缆,由电缆单元和光纤单元构成的称为混合电缆。综合布线常用的混合电缆由两条 8 芯双绞电缆和两条带缓冲层的 $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 多模光纤构成,如图 2-17 所示。两条 8 芯双绞电缆中,一条为 3 类双绞电缆,另一条为 5 类双绞电缆。

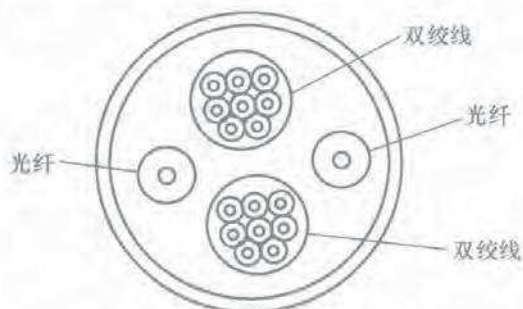


图 2-17 混合光缆构成

单根光纤直径为 3mm ,在光纤护套内还有缠绕在光纤外围的纱线的作用是增加拉力强度及压皱阻抗的。

为了方便识别,一根光纤的缓冲层标蓝色,另一根光纤的缓冲层标橙色。

在同一外护套内可容纳不同种类的线缆,使得同一根混合电缆中可以支持信号等级差别很大的应用。

(二) 光缆与光纤的关系

光纤即光导纤维,是一种传输光束的细微而柔韧的介质,通常将石英玻璃预制棒拉成细丝,由纤芯和包层构成双层同心圆柱体。而光导纤维电缆由一捆光纤组成,简称光缆,其结构大体上分为缆芯和护层两大部分。

十五、光缆连接件

要 点

光缆连接部件主要有接线盒、配线架、端接架、光缆信息插座及各种连接器,还有用于光缆与电缆转换的器件。它们起到实习缆线路的端接、接续、交连和光缆传输系统的管理的作用,从而形成综合布线光缆传输系统通。

光缆连接部件种类繁多,下面简要介绍两种主要的常用装置和连接件,即光纤配线架和光纤连接器。

解 释

(一) 光纤配线架

光纤配线架是光传输系统中的一个重要的配套设备,主要作用是光连接器的安装、光缆终端的光纤熔接,光路的调配、多余尾纤的存储和光缆的保护等。对光纤通信网络的安全运行和灵活使用起着重要的作用。

1. 光纤配线架的功能

光纤配线架作为光缆线路的终端设备,拥有固定功能、熔接功能、调配功能及存储 4 大功能。

2. 光纤配线架的结构

根据光纤配线架结构的不同,可分为壁挂式和机架式。壁挂式光纤配线架可以直接固定在墙体上,一般为箱体结构,适用于光缆条数和光纤芯数都较少的场所。

机架式光纤配线架可分为下列两种:

(1) 固定配置的配线架,光纤耦合器被直接固定在机箱上。

(2) 采用模块化设计,用户可根据光纤的数量和规格选择相对应的模板,便于网络的调整和扩展。

光纤内部连接单元 LIU 适合于 200 根纤芯以下的小型安装,LIU 有 3 种尺寸,即 100A3、200A 和 400A,每一种的容量分别为 12、24、48 根光纤。

100A3 光纤内部连接单元 LIU 可端接并存放多至 12 根光纤,使用 CSL 光接续或旋转机械接续。它是一模块式封闭盒,在建筑物内为建筑光缆、带式光缆等光缆提供跳接、内部连接或接续能力,有两个窗口提供安装连接面板。100A3 由工业聚酯材料制成,箱内有 5 个塑料分离环整理单元内的松散光纤,两个线缆固定环提供穿越单元的过线通道。装在顶部和底部的连接柱固定从顶上和底下进入的光缆。100A3 LIU 用塞子可堵塞住光缆进线孔,用垫圈固定光缆。LIU 可安装在墙上和框架上。塑料分离环将固定缓冲光纤以保持光纤不小于 3.81cm 的弯曲半径。

（二）光纤连接器

1. 光纤连接器简介

光纤连接器俗称活接头，是用以稳定但并不是永久地连接两根或多根光纤的无源组件，是光纤通信系统中不可缺少的器件。光纤连接器的使用，使得光通道间的可拆式连接成为可能，为光纤提供了测试入口，方便了光系统的调试与维护，并为网路管理提供了媒介，使光系统的转接调度更加灵活。

2. 光纤连接器的基本构成

目前，大多数的光纤连接器是由 3 个部分组成的：两个配合插头和一个耦合器。两个插头装进两根光纤尾端，耦合器起对准套管的作用。另外，耦合器多配有金属或非金属法兰，以便于连接器的安装固定。

3. 光纤连接器的分类

光纤连接器的分类如下几种：

（1）按照传输媒介的不同，可分为单模光纤连接器和多模光纤连接器。

（2）按照结构的不同，可分为 FC、SC、ST、D4、DIN、MT 等形式。ST 连接器通常用于布线设备端，如光纤配线架等；而 SC 和 MT 连接器通常用于网络设备端。

（3）按照连接器的插针端面不同，可分为 FC、PC（UPC）和 APC 三种形式。

（4）按照光纤芯数的不同，有单芯、多芯之分。

在实际应用中，一般按照光纤连接器结构的不同来进行区分。

另外，根据 ITU（国际电信联盟）的建议，光纤连接器的分类可以按光纤数量、光耦合系统、机械耦合系统、套管结构和紧固方式进行，见表 2-9。

表 2-9 光纤连接器的分类

光纤数量	光耦合系统	机械耦合系统	套管结构	紧固方式
单通道	对接	套筒	直套管	螺钉
多通道	透镜	V 形槽	锥形套管	销钉
单/多通道	其他	锥形	其他	弹簧销
		其他		

4. 光纤连接器的对准方式

光纤连接器的对准方式有两种：高精密组件对准和主动对准。

高精密组件对准方式是最常用的方式，这种方法是将光纤穿入并固定在插头的支撑套管中，将对接端口进行打磨或抛光处理后，在套筒耦合器中实现对准。插头的支撑套管采用不锈钢、镶嵌玻璃或陶瓷的不锈钢、陶瓷套管、铸模玻璃纤维塑料等材料制作。插头的对接端进行研磨处理，另一端通常采用弯曲限制构件来支撑光纤或光纤软线以释放应力。耦合对准用的套筒一般是由玻璃纤维增强塑料、陶瓷或金属等材料制成的两半合成的、紧固的圆筒形构件做成的。为了能使光纤对得准，这种类型的连接器对插头的套筒耦合组建的加工精度要求很高，需要采用超高精密铸模或机械加工工艺制作。这类光纤连接器的插入损耗在 0.18~3dB 范围内。

主动对准连接器对组件的精度要求较低，可按低成本的普通工艺制造。但在装配时需采用光学仪表（显微镜、可见光源等）辅助调节，以对准光纤芯。为获得较低的插入损耗和较高的回波损耗，还需使用折射率匹配材料。

5. 光学性能

目前,对于光纤连接光学性能方面的要求用户所关心的和厂家宣传的重点还是放在插入损耗和回波损耗这两个最基本的性能参数上面。

(1) 插入损耗。插入损耗是指因连接器的介入而引起传输线路有效功率减小的量值,对于用户来讲,该值是越小越好。对于插入损耗,ITU 建议应根据 20 个样品的测试,确定出平均损耗、标准偏差和样品的最大损耗。平均插入损耗值应不大于 0.5dB。

(2) 回波损耗。回波损耗是衡量从连接器反射回来并沿输入通道返回的输入功率分量的一个量度,其典型值不小于 25dB。对于光纤通信系统来说,随着系统传输速率的不断提高,反射对系统的影响也越来越大,来自连接器的巨大反射将影响高速率激光器的稳定性,并导致激光器抖动和分布噪声的增大。所以对回波损耗的要求也越来越高,只满足典型值的要求已经无法符合实际要求,需要进一步提高回波损耗。大量研究表明,通过对连接器对接端的端部进行专门的研磨处理和抛光,可以加大回波损耗。ITU 建议此类经过专门处理的连接器,回波损耗值不应小于 38dB。

6. 光纤跳线

光纤跳线由一段 1~10m 的光纤与光纤连接器组成,在光纤的两端各接一个连接器即可做成光纤跳线。光纤跳线有单线和双线,因为光纤一般只是进行单线传输,需要通信的设备通常需要连接接收/发两根光纤。所以,如果使用单线,需要两根,而双线则只需要一根。

7. 部分常见的光纤连接器

(1) LC 型连接器。LC 型连接器是由著名的贝尔实验室研发出来的,采用操作方便的模块化插孔闩锁机理制成。它所采用的插针和套筒的尺寸是普通的 SC、FC 等所用尺寸的一半,为 1.25mm,这样可以提高光纤配线架中光纤连接器的密度。现在,在单模光纤方面,LC 型的连接器已经占据了主导地位,在多模光纤方面的应用也迅速增长。

(2) FC 型光纤连接器。这种连接器最早是由日本 NTT 研制的。FC 是 Ferrule Connector 的缩写,表明其外部加强方式是采用金属套,紧固方式为螺丝扣。最早,FC 型的连接器采用的陶瓷插针的对接端面是平面接触方式(FC)。此类连接器的优点是结构简单,操作方便,制作容易,缺点是光纤端面对微尘较为敏感,且容易产生菲涅尔反射,提高回波损耗性能较为困难。后来对该类型连接器做了改进,采用对接端面呈球面的插针(PC),而外部结构没有改变,使得插入损耗和回波损耗性能有了较大幅度的提高。

(3) SC 型光纤连接器。这是一种由日本 NTT 公司开发的光纤连接器。其外壳呈矩形,所采用的插针与耦合套筒的结构尺寸与 FC 型的完全相同,其中插针的端面多采用 PC 或 APC 型研磨方式;采用插拔销闩式紧固方式,不需旋转。此类连接器具有价格低廉,安装密度高,介入损耗波动小,插拔操作方便和抗压强度较高的特点。

(4) ST 型光纤连接器。直接光纤连接器(ST)是由 AT&T 公司开发的,由于具有简单易用的特性,是目前使用非常广泛的一种光纤连接器。它使用了一种类似于同轴电缆的附加连接装置,使得连接器的接通和断开都非常方便。

(5) D4 型光纤连接器。D4 连接器是 FC 连接器的一个变型,其基本结构与 FC 连接器一样,但是在连接器的末端多了一个护帽,其作用是防止光纤受到伤害。

相关知识

光缆型号由光缆的形式代号和规格代号组成,采用我国通信行业标准的编制方法,光缆型

号中的形式部分和代号部分的意义介绍如下。

1. 形式部分

形式部分可以分 5 个部分, 分别用代号表示, 形式部分的代号见表 2-10。

表 2-10 形式部分的代号

I	II	III	IV	V
分类	加强构件	结构特征	护套	外护层
GY	X	D	Y	
		S	A	
	F	T	S	
		Z	W	

注 I 分类: GY——室(野)外光缆; II 加强构件: X——中心管式结构、(无符号)——金属加强构件, F——非金属加强构件; III 结构特征: D——光纤带状结构、S——光纤松套层绞结构、T——填充式结构、Z——自承式结构; IV 护套: Y——聚乙烯护套、A——铝—聚乙烯黏结护套、S——钢—聚乙烯黏结护套、W——夹带钢丝的钢—聚乙烯护套; V 外护层

2. 数字表示

光缆的数字表示部分的意义见表 2-11。

表 2-11 外护层数字表示

铠装层		外被层或外套	
代 号	含 义	代 号	含 义
2	双钢带	1	纤维外被层
3	细圆钢丝	2	聚氯乙烯套
4	粗圆钢丝	3	聚乙烯套
5	皱纹钢带	4	聚氯乙烯套加覆尼龙套

3. 型号示例

(1) GYXTW 型号。夹带双钢丝的钢—聚乙烯黏结护套, 全填充型, 中心束管式室外光缆。

(2) GYSTA53-24B1 型号。金属中心加强件, 铝—聚乙烯黏结护套, 纵包轧纹钢带铠装, 聚乙烯外护层, 24 芯单层绞式室外光缆。

篇外话

数据传输技术中的常用术语有通信方式、传输方式、基带传输、宽带传输和信道传输速率。

1. 通信方式

当数据通信在点间进行时, 按照信息的传送方向, 通信方式有下列 3 种:

- (1) 单工通信式方式: 单方向传输数据, 不能反向传输。
- (2) 半双工通信方式: 既可单方向传输数据, 也可以反方向传输, 但不能同时进行。
- (3) 全双工通信方式: 可以在两个不同的方向同时发送和接收数据。

2. 传输方式

传输方式是数据在信道上按时间传送的方式。串行传输方式是按时间顺序一个码元接着一个码元地在信道上传输，一般数据通信都采用这种方式。串行传输方式只需要一条通道，在远距离通信时其优点尤为突出。另一种传输方式为并行传输方式，是将一组数组一并由通信同时送到对方，这时就需要多个通路。计算机网络中的数据是采用串行方式传输的。

3. 基带传输

基带传输是指信道上传输的没有经过调制的数字信号，有下列 4 种方式：

(1) 单极性脉冲：是指用脉冲的有无来表示信息的有无。电传打字机就是采用这种方式。

(2) 双极性脉冲：是指两个状态相反幅度相同的脉冲来表示信息的两种状态。在随机二进制数字信号中，0、1 出现的概率是相同的，所以在其脉冲序列中，可视直流分量为零。

(3) 单极性归零脉冲：是指在发送“1”时发送宽度小于码元持续时间的归零脉冲序列中，而在传输“0”信息时，不发送脉冲。

(4) 多电平脉冲：是相对上述 3 种脉冲信号而言的。脉冲信号的电平只有两个取值，所以只能表示二进制信号，如果采用多电平脉冲则可表示多进制信号。

4. 宽带传输

在某些信道中，由于不能直接传输基带信号，所以要利用调制和解调技术，即利用基带信号对载波波形的某些参数进行调控，从而得到易于在信道中传输的被调波形。其载波通常采用正弦波，而正弦波有 3 个能携带信息的参数，即幅度、频率和相位，控制这 3 个参数之一就可以使基带信号沿着信道顺序传输。当然，在到达接收端时均需作相应的反变换，以便还原成发送端的基带信号。这就是宽带传输。在局域网内宽带传输一般采用同轴电缆作为传输介质。

在宽带传输中，可分为频分多路复用（FDM）技术和时分多路复用（TDM）技术。

5. 信道传输速率

通道传输速率的单位是 b/s、kb/s、Mb/s。

(1) 调制速率。在模拟通道中传输数字信号时常常使用调制解调器，在调制器的输出端输出的是被数字信号调制的载波信号，因此自调制器的输出至解调器的输入的信号速率取决于载波信号的频率。

(2) 数据速率。数据速率是指信源入/出口处每秒传送的二进制脉冲的数目。

6. 传输速率等级

传输速率等级见表 2-12。

表 2-12 传输速率等级

SONET/OC 等级	ITU-T 等级	线路速率 (Mb/s)	标记 (M)
OC1		51.84	
OC-3	STM-1	155.520	155M
OC-12	STM-4	622.08	622M
OC-24		1244.16	
OC-48	STM-16	2488.32	2.5G
OC-192	STM-64	9953.28	10.0G

第三章

综合布线系统设计概述

一、综合布线系统的网络结构和设计流程

要 点

综合布线系统的网络结构是一种分层的星型网络拓扑结构。

综合布线系统的设计要合理，一般设计一个合理的综合布线系统有 7 个步骤。

解 释

(一) 综合布线系统的网络结构

综合布线系统是一种分层的星型网络拓扑结构。

单幢智能化建筑内部的综合布线系统网络结构是两级星型结构，如图 3-1 所示。

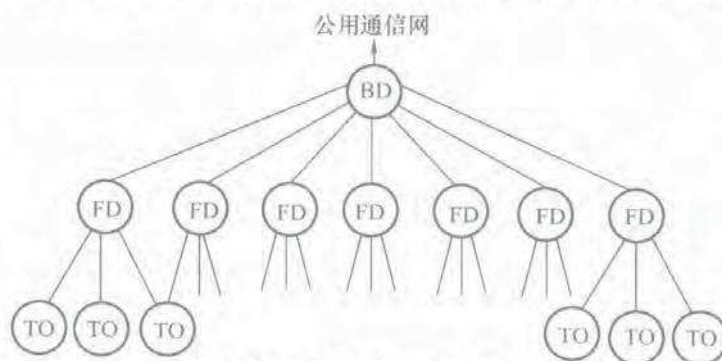


图 3-1 两级星型网络结构

由多幢智能化建筑组成的智能化小区，其综合布线系统的建设规模比较大，网络结构复杂，除在智能化小区内某幢智能化建筑中设有 CD 外，其他每幢智能化建筑中还分别设有 BD。为了使综合布线系统网络结构具有更高的灵活性和可靠性，并且能适应今后多种应用系统的使用要求，可以在两个层次的配线架（如 BD 或 FD）之间用电缆或光缆连接，构成分级（又称多级）有迂回路由的星型网络拓扑结构，如图 3-2 所示。

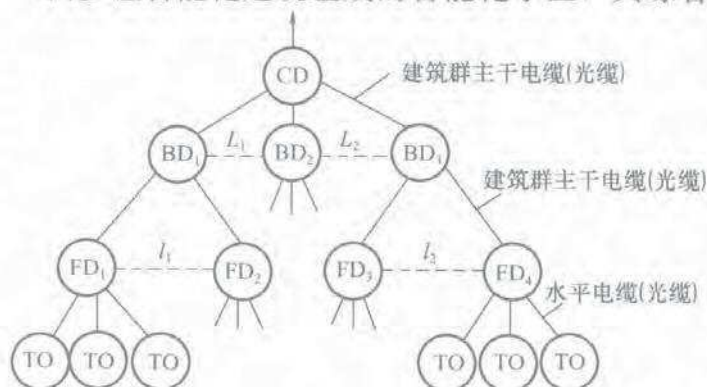


图 3-2 分级（多级）星型网络结构

图中 BD 之间 (BD_1 与 BD_2 之间的 L_1 , BD_2 与 BD_3 之间的 L_2) 或 FD 之间 (FD_1 与 FD_2 之间的 l_1 , FD_3 与 FD_4 之间的 l_2) 为互相连接的光缆或电缆。这种网络结构比较复杂,增加了缆线长度和工程造价,对维护检修也有些不利。所以,在考虑综合布线系统网络结构时,需经过技术、经济比较后进行确定。

在智能化小区的综合布线系统工程设计中,可以考虑利用增加冗余度来保证通信传输安全可靠,综合布线系统采取分集连接的方法,如图 3-3 所示。

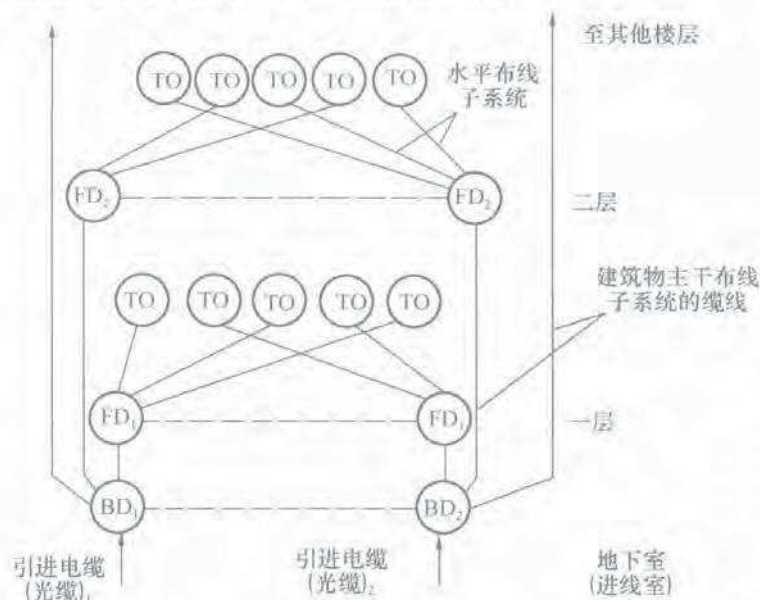


图 3-3 分集连接方法

引入智能化小区的通信线路设有两条路由,分别连接到智能化小区内两幢智能化建筑各自的建筑物主干布线子系统,与建筑物配线架相连接,用建筑物主干布线子系统的主干电缆或光缆连接到各自管辖的楼层配线架。根据网络结构和实际需要,可以在建筑物配线架之间 (BD_1-BD_2) 或楼层配线架之间 (FD_1-FD_2) 采用电缆或光缆互相连接,形成类似网状的形式。这种网络结构对于防止火灾等灾害或公用通信网线路障碍引发的通信中断事故具有保障作用。但是这种连接方式的存在却使网络结构变得复杂以及配置设备、工程造价和维护费用增加。所以,应根据工程实际需要慎重比较后再使用,也可有计划地分期实施。

综合布线的每个子系统的端部都有相应的接口,用来连接有关设备。各配线架和信息插座处具有的接口如图 3-4 所示。配线架上接口可以与外部业务电缆、光缆相连,其连接方式既可以采用交连也可以采用互连。

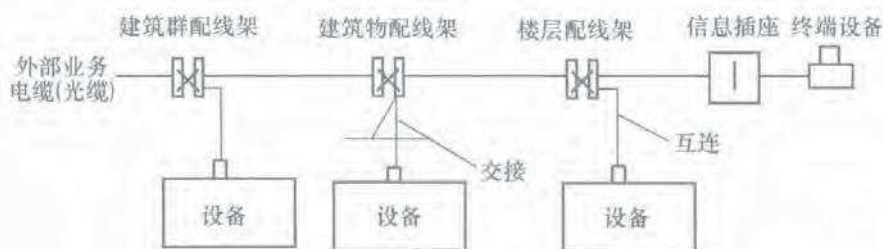


图 3-4 综合布线的接口

(二) 综合布线系统工程设计流程

智能建筑是由智能化建筑环境内的系统集成中心利用综合布线系统连接并控制“3A”系

统组成的。综合布线系统设计是否合理，直接影响到“3A”功能。

设计一个合理的综合布线系统一般有下列 7 个步骤。

- (1) 分析用户需求；
- (2) 获取建筑物平面图；
- (3) 系统结构设计；
- (4) 布线路由设计；
- (5) 可行性论证；
- (6) 绘制综合布线施工图；
- (7) 编制综合布线用料清单。

综合布线系统的设计过程，可用如图 3-5 所示的流程图来描述。



图 3-5 综合布线设计流程

相关知识

在综合布线系统中，配线子系统和干线子系统的电缆、光缆最大长度如图 3-6 所示。图中， $A+B+E \leq 10\text{m}$ 为配线子系统中工作区电缆、光缆、设备缆线和接插软线或跳线的总长度； $C+D \leq 20\text{m}$ 为建筑物配线架或建筑群配线架中的接插软线或跳线长度； $F+G \leq 30\text{m}$ 为建筑物配线架或建筑群配线架中的设备电缆、光缆长度。综合布线用的电缆、光缆及其布线用连接硬件应符合各自的产品标准，还应使构成的通道符合设计指标。

具有 100Ω 特性阻抗的双绞电缆及连接硬件在性能上主要有下述几类：

- (1) 3 类 100Ω 的双绞电缆及连接硬件，传输性能支持 16MHz 以下的應用。

- (2) 4类 100Ω 的双绞电缆及连接硬件, 传输性能支持 20MHz 以下的應用。
- (3) 5类 100Ω 的双绞电缆及连接硬件, 传输性能支持 100MHz 以下的應用。
- (4) 超 5类 100Ω 的双绞电缆及连接硬件, 传输性能支持 200MHz 以下的應用。
- (5) 6类 100Ω 的双绞电缆及连接硬件, 传输性能支持 250MHz 以下的應用。

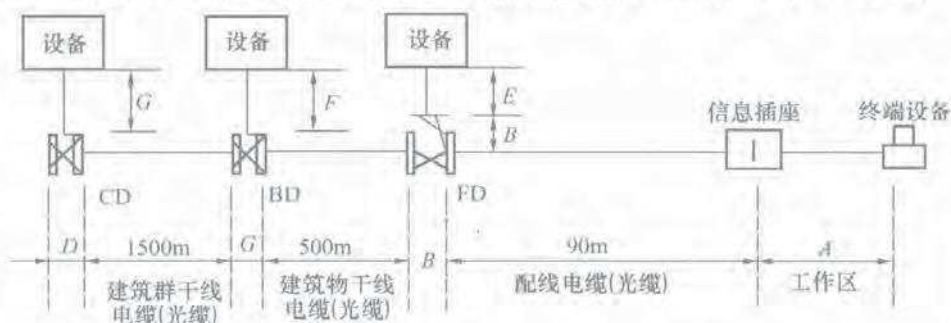


图 3-6 布线子系统中有关线缆长度的限制

特性阻抗为 150Ω 的数字通信用双绞电缆及连接硬件, 只有 5 类一种, 其传输性能支持 100MHz 以下的應用。

值得注意的是, 在同一布线通道中使用不同类别的电缆时, 该通道的传输性能由最低类别的器件决定。同一布线通道中, 不应混用标称特性阻抗不同的电缆, 也不能混用光纤芯径不同的光缆。表 3-1 列出了各个子系统中推荐使用的传输媒介。

表 3-1 综合布线各个子系统中推荐使用的传输媒介

子系统	传输媒介	说 明
配线布线	光缆	数据
	电缆	音频和数据
建筑物干线布线	光缆	中高速数据
	电缆	主要用于音频和中低速数据
建筑群干线布线	光缆	多数情况下采用
	电缆	不需要带宽时, 可用对称电缆

二、综合布线系统的设计等级

要 点

在建筑物综合布线系统的设计中要遵循一定的设计等级, 而且这种等级完全取决于客户的要求, 不同的要求可给出不同的设计等级。通常, 为了使综合布线工程系列化和具体化, 将综合布线系统设计等级分为 3 大类, 即基本型综合布线系统、增强型综合布线系统和综合型综合布线系统。

解 释

(一) 基本型综合布线系统

基本型综合布线系统方案是一个经济有效的布线方案。它支持语音或综合型语音/数据产

品,并能够全面过渡到数据的异步传输或综合型布线系统。

1. 基本配置

(1) 每个工作区有一个信息插座;

(2) 每个信息插座的配线电缆是一条 4 对非屏蔽双绞线电缆,这种电缆是指具有特殊交叉方式及材料结构,能够传输高速率数字信号的对绞线对称电缆,不是一般的市话通信电缆;

(3) 接续设备全部采用夹接式交接硬件,这里所说的夹接式交接硬件是指夹接或绕接的固定连接方式的交接设备;

(4) 每个工作区的干线电缆至少有 2 对双绞线。

2. 主要特征

(1) 能支持语音、数据或高速数据系统的应用;

(2) 能支持多种计算机系统的数据传输;

(3) 工程造价较低,基本采用铜芯导线电缆组网;

(4) 这是目前适用我国的布线方案,应用较为广泛,且适应今后发展要求,可逐步向高级的综合布线系统发展;

(5) 便于日常维护管理,技术要求不高;

(6) 采用气体放电管式过压保护和能够自恢复的过流保护。

3. 主要应用场合

这种类型适用于目前国内大多数的场合。由于它具有要求不高,经济有效,能适应今后发展的要求,可逐步过渡到较高级别等特点,所以,一般应用于配置标准较低的场合。

(二) 增强型综合布线系统

增强型综合布线系统不仅支持语音和数据的应用,还支持图像、影像、影视、视频会议等。具有为增加功能提供发展的余地,并且能利用接线板进行管理。

1. 基本配置

(1) 每个工作区应为独立的配线子系统,有两个或两个以上的信息插座;

(2) 每个工作区的配线电缆是两条 4 对非屏蔽双绞线电缆;

(3) 接续设备全部采用夹接式或插接式交接硬件,插接式交接硬件是采用插头和插座连接方式的交接设备;

(4) 每个工作区的干线电缆至少有 3 对双绞线。

2. 主要特征

(1) 每个工作区有两个或两个以上的信息插座,不仅灵活机动、功能齐全,还能适应发展要求;

(2) 任何一个信息插座,都可提供语音和数据传输等多种服务;

(3) 采用铜芯导线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,维护简单方便;

(5) 能适应多种产品的要求,具有适应性强、经济有效等特点;

(6) 采用气体放电管式过压保护和能够自恢复的过流保护。

3. 主要应用场合

这种类型能支持语音和数据系统使用,具有增强功能,且具有适应今后发展的余地,适用于中等配置标准的场合。

（三）综合型综合布线系统

综合型综合布线系统是将双绞线和光缆纳入建筑物布线的系统。

1. 基本配置

（1）在基本型或增强型综合布线系统的基础上增设光缆系统，一般在建筑群主干布线子系统和建筑物主干布线子系统上，根据需要采用多模光纤或单模光纤；

（2）每个工作区的设备配置，应满足各种类型的配备要求。

2. 主要特征

（1）每个工作区有两个以上的信息插座，不仅灵活机动、功能齐全，还能适应今后的发展要求；

（2）任何一个信息插座都可提供语音和数据传输等多种服务；

（3）采用以光缆为主与铜芯导线电缆混合组网；

（4）利用端子板管理，使用统一色标，以方便管理，利于维护；

（5）能适应多种产品的要求，具有适应性强、经济有效等特点。

3. 主要应用场合

这种类型功能齐全，能满足各种通信要求，适用于配置标准要求很高的场合，例如规模较大的智能化建筑等。

相关知识

综合布线系统的设计方案不是一成不变的，而是随着用户要求、环境来确定的。要点主要有下述几个方面：

- （1）尽量满足用户的通信要求；
- （2）了解建筑物、楼宇间的通信环境；
- （3）确定合适的通信网络拓扑结构；
- （4）选取适用的介质；
- （5）以开放式为基准，尽量与大多数厂家产品和服务兼容；
- （6）将初步的系统设计和建设费用预算告知用户。

在征得用户意见并订立合同书后，再制定详细的设计方案。

三、综合布线系统的设计标准

要 点

综合布线系统的设计标准主要有国际布线标准、美国布线标准和国内标准。

解 释

（一）国际布线标准

1. IEC 61935

IEC 61935 定义了实验室和现场测试的比对方法、布线系统的现场测试方法、跳线和工作区电缆的测试方法。该标准还定义了布线参数、参考测试过程，以及用于测量 ISO/IEC 11801

中定义的布线参数所使用的测试仪器的精度要求。

2. ISO/IEC 11801

ISO/IEC 11801《信息技术——用户房屋的综合布线标准》于1995年发布,该标准在许多方面与TIA/EIA 568-A标准相似,但有一些术语、定义上的区别。目前,该标准有下列3个版本:

- (1) ISO/IEC 11801—1995;
- (2) ISO/IEC 11801—2000;
- (3) ISO/IEC 11801—2000+。

ISO/IEC在2001年推出了ISO/IEC 11801规范第2版——ISO/IEC 11801—2000+。这个新规范定义了6类、7类布线的标准,为布线技术带来革命性的影响。第2版的ISO/IEC 11801规范把5类D级的系统按照超5类重新定义,以确保所有的5类系统均可运行千兆以太网。更为重要的是,6类(Cat. 6/Class E)和7类(Cat. 7/Class F)链路在这一版规范中被定义,布线系统的电磁兼容性(EMC)问题也在其中被考虑。

(二) 美国布线标准

1. TIA/EIA 568

1991年7月,由美国电子工业协会/电信工业协会颁布了TIA/EIA 568《商业建筑物电信布线标准》,正式定义并发布了综合布线系统的线缆及相关组成部件的物理和电气指标。

1995年8月,TIA/EIA 568-A标准出现。定义了语音与数据通信布线系统,适用于多个厂家和多种产品的应用环境。这个标准为商业布线系统提供了设备和布线产品设计的指导。此外,依据该标准制定了不同类型电缆与连接硬件的性能与技术条款,这些条款可用于布线系统的设计和安装。

2001年4月,新的标准TIA/EIA 568-B发布并取代了原有标准TIA/EIA 568-A。分为下列3个部分:

(1) TIA/EIA 568-B.1:第一部分,一般要求。这个标准侧重于水平和主干布线拓扑、距离、工作区连接、开放办公布线、介质选择、电信与设备间、安装方法和现场测试等内容。

(2) TIA/EIA 568-B.2:第二部分,平衡双绞线布线系统。这个标准侧重于平衡双绞线电缆、跳线、连接硬件的电气和机械性能规范,以及部件可靠性测试规范、现场测试仪性能规范、实验室与现场测试仪比对方法等内容。

(3) TIA/EIA 568-B.3:第三部分,光纤布线部件标准。这个标准定义了光纤布线系统的部件和传输性能指标,包括光缆、光跳线和连接硬件的电气与机械性能要求,器件可靠性测试规范,现场测试性能规范。

2. 其他TIA/EIA标准

- (1) TIA/EIA 569-A《商业建筑电信通道和空间标准》;
- (2) TIA/EIA 570-A《住宅电信布线标准》;
- (3) TIA/EIA 606《商业建筑电信基础设施管理标准》;
- (4) TIA/EIA 607《商业建筑物接地和接线规范》。

(三) 国内布线标准

1. 协会标准

中国工程建设标准化协会在1995年颁布了CECS 72—1995《建筑与建筑群综合布线系统

工程设计规范》。该标准在很大程度上参考了北美的综合布线系统标准 EIA/TIA 568, 这是我国第一部关于综合布线系统的设计规范。

该协会在 1997 年颁布了新版 CECS 72—1997《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》和 CECS 89—1997《建筑与建筑群综合布线系统工程施工及验收规范》。

2. 行业标准

2001 年 10 月 19 日, 由我国信息产业部颁布了 YD/T 926—2001《大楼通信综合布线系统》第二版, 并于 2001 年 11 月 1 日起正式实施。该标准包括下列 3 部分:

(1) YD/T 926.1—2001《大楼通信综合布线系统第 1 部分: 总规范》。

(2) YD/T 926.2—2001《大楼通信综合布线系统第 2 部分: 综合布线用电缆、光缆技术要求》。

(3) YD/T 926.3—2001《大楼通信综合布线系统第 3 部分: 综合布线用连接硬件技术要求》。

3. 国家标准

GB 50311—2007《综合布线系统工程设计规范》, 自 2007 年 10 月 1 日起实施。其中, 第 7.0.9 条为强制性条文, 必须严格执行。原 GB/T 50311—2000《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》同时废止。

该标准主要由 YD/T 926—2001《大楼通信综合布线系统》升级而来。与 YD/T926 相比, 确定了一些技术细节, 并与 YD/T926 保持兼容。

相关知识

(一) 综合布线标准的目的

综合布线标准的目的如下:

(1) 规范一个通用语音和数据传输的电信布线标准, 以支持多设备、多用户的环境。

(2) 为服务于商业的电信设备和布线产品的设计提供方向。

(3) 能够对商用建筑中的结构化布线进行规划和安装, 使之能够满足用户的多种电信要求。

(4) 为各种类型的线缆、连接件以及布线系统的设计和安装建立性能和技术标准。

(二) 综合布线标准的范围

综合布线标准的范围如下:

(1) 标准针对的是“商业办公”电信系统。

(2) 布线系统的使用寿命要求在 10 年以上。

(三) 综合布线标准的内容

综合布线标准的内容包括所用介质、拓扑结构、布线距离、用户接口、线缆规格、连接件性能、安装程序等。

四、综合布线系统的设计指标

要 点

综合布线系统设计指标是指综合布线相对独立的通道及其缆线和相关连接硬件的技术性能

指标,可作为检验缆线和相关连接硬件、测试链路和通道、验收综合布线工程的依据。布线链路的性能规定为接口间链路的性能,并包括两端的接口。布线链路只包括电缆、光缆、连接硬件和接插软线等布线部件,不包括应用系统的有源硬件和无源硬件。

解 释

(一) 应用分类

根据综合布线的应用场合,可以将综合布线的通道分为 5 种不同的应用类别。这 5 种应用类别如下:

(1) A 级,应用于语音带宽和低频。平衡电缆布线通道支持的 A 级应用,其指定频率最高达 100kHz。

(2) B 级,应用于中比特数字应用。平衡电缆布线通道支持的 B 级应用,其最高频率达 1MHz。

(3) C 级,应用于高比特数字应用。平衡电缆布线通道支持的 C 级应用,其最高频率达 16MHz。

(4) D 级,应用于甚高比特数字应用。平衡电缆布线通道支持的 D 级应用,其最高频率达 100MHz。

(5) 光缆,应用于高比特数字和甚高比特数字应用。光纤布线通道可支持 10MHz 及其以上的应用。用户可以根据需要而定,带宽通常可以不加限制。

(二) 通道分类

综合布线用于特定的应用系统可能包含一条或多条通道。通道按缆线及相关连接硬件可分为以下不同的级别,可以支持相应的应用类别。

(1) A 级平衡电缆布线通道,支持 A 级应用,为最低级别的通告。

(2) B 级平衡电缆布线通道,支持 B 级和 A 级应用。

(3) C 级平衡电缆布线通道,支持 C 级、B 级和 A 级应用。

(4) D 级平衡电缆布线通道,支持 D 级、C 级、B 级和 A 级应用。

(5) 光缆布线通道,支持传输频率为 10MHz 及以上的各种应用,这种布线链路按光纤为单模或多模分别规定光参数。

C 级和 D 级平衡电缆通道应完全符合 3 类和 5 类电缆的水平子系统的传输性能要求。

相关知识

在设计综合布线系统时,应考虑由多条链路组成一条信息传输通道。这些传输通道的性能将会比构成它们的任何一条独立链路的性能低。对已安装的每条链路的性能,应逐条进行测试,需要时再测试整个通道的性能。

描述平衡电缆通道传输性能的电气特性参数主要有特性阻抗、结构回波损耗、衰减、近端串扰损耗、衰减/串扰比、直流环路电阻等。各参数的含义简单介绍如下:

1. 近端串扰损耗

因为电磁感应的原因,当信号在一根平衡电缆中传输时,同时会在相邻线对中感应出一部分信号。如在 4 对双绞线电缆中,当一对线发送信号时会在相邻的另一线对中收到该信号。这种现象叫串扰。

串扰又可分为近端串扰(NEXT)和远端串扰(FEXT)两种。近端串扰是出现在发送端的串扰,远端串扰是出现在接收端的串扰。由于布线距离通常都较远,远端串扰的影响较小,所以,目前主要是测量近端串扰。近端串扰损耗与信号频率和通道长度有关,也与施工工艺有关。

2. 直流环路电阻

任何导线都存在电阻,当信号在导线中传输时,会有一部分信号消耗在导体中转变为热量。直流环路电阻就是在线对远端短路,在近端测量获得的全程环路电阻。

3. 特性阻抗

双绞线电缆的特性阻抗是电缆及相关连接硬件组成的传输通道的主要特性之一。特性阻抗由线对的铜线直径、绞距和绝缘材料的介电常数决定,并且随着频率的变化而变化。

通常,导线的阻值与导线长度成正比,与导线截面积成反比。但是,当信号传输频率高到一定程度时,由于导体的集肤效应和邻近效应,使电流集中于导体的表面,导体内部的电流则随着深度增加而迅速减小,使导体呈现的电阻值随频率的增加而增大。所以导线的高频交流电阻必然大于低频的直流电阻。

此外,当电缆传输通道所传输的信号频率高到一定值时,导线将呈现出电感和电容特性。电感特性是指导线中流过电流时就会在导线周围产生磁场。当电流变化时,磁场就会产生阻止电流变化的作用力,这相当于在导线中串接了一个电感。人们将磁场对电流的阻碍作用称为感抗。电流频率变化越快,则等效感抗就越大,对电流的阻碍作用也越大。电容特性是指两条平行放置的导线,一条导线上的电荷会在另一条导线上产生感应电荷。这种作用使两条导线之间产生“漏电”,相当于在导线之间存在一个并联电容,电流频率越高,等效电容越大,漏电也就越大。人们将漏电对电缆的影响称为容抗,又将感抗和容抗合称为电抗。

用电阻和电抗一起来描述电缆通道的传输特性时,就称为特性阻抗,用欧姆来度量。

不同种类的电缆有不同的特性阻抗。当频率位于1MHz到通道指定的最高频率之间时,电缆传输通道的特性阻抗有100、120、150 Ω 等几种。电缆传输通道中若有任何一点阻抗不匹配,都会引起信号反射,造成信号失真。

为了确保应用系统传输通道的特性阻抗,就需要一个设计正确、选择适当的电缆及相关连接硬件。平衡电缆通道的特性阻抗不一致性可用结构回波损耗来描述。

4. 结构回波损耗

结构回波损耗是用来衡量通道特性阻抗一致性的指标。通道的特性阻抗随着信号频率的变化而变化,如果通道所用的线缆及相关连接硬件的阻抗不匹配,就会造成信号反射。被反射到发送端的一部分能量会形成干扰,导致信号失真,这就会降低综合布线的传输性能。反射的能量越少,表示通道所采用的电缆和相关连接硬件阻抗一致性越好,传输信号越完整,在通道上的干扰就越小。

5. 衰减

信号在通道中传输时,会随着传输距离的增加而逐渐减弱。衰减是信号沿传输通道的损失量度。衰减不仅与导线的传输长度有关,而且与传输信号的频率有关。它用单位长度上信号减弱的数量来度量,单位为dB/m,即分贝/米,表示源端信号传输到接收端信号强度的比率。

6. 衰减/串扰比

衰减/串扰比(ACR)是在同一频率下,链路的信号衰减与近端串扰损耗的比值。是确定可用带宽的一种方法,通道的衰减/串扰比的值越大越好。如果用分贝(dB)表示,它表示近端串扰损耗与衰减的值之差。

通道衰减/串扰比的值可由下列公式计算:

$$ACR = \alpha_N - \alpha$$

式中 α_N ——在链路中任何两对线之间测得的近端串扰损耗;

α ——通道信号衰减。

五、综合布线系统工程的设计内容

要 点

综合布线系统的设计是各种智能建筑大厦和智能化居住小区设计中的一项重要内容。设计综合布线系统时,应考虑到环境限制和用户要求,并应考虑到灵活性。认真研究,制定切实可行的系统集成技术方案,编制和做好综合布线系统工程的总体方案,并做好各个子系统以及其他部分的设计。

解 释

(一) 制定网络系统集成技术方案

智能建筑中的网络系统集成技术方案的内容包括综合布线系统、计算机网络系统和各种应用系统等。综合布线系统是系统集成的一部分。各个组成系统应做到互相协调和密切配合,服从系统集成技术方案的整体要求。为此,从开始构思到提出集成技术方案的各个环节都要严格按照各项有关标准执行,并做到认真研究和慎重确定,用来确保工程质量。网络系统集成技术方案是综合布线系统的前期工作,虽然不属于综合布线工程设计的内容,但是两者之间有着密切的联系。

(二) 制定综合布线系统的总体方案设计

综合布线系统设计工作的关键部分是总体方案设计,直接影响智能建筑的智能化水平和通信质量。总体方案设计的主要内容有通信网络总体结构、各个布线子系统的组成、系统工作的主要技术指标、通信设备器材和布线部件的选型和配置等。此外,还应考虑计算机、有线电视工程、房屋建筑工程等其他工程的特殊要求和配合协调。

(三) 分别进行各个布线子系统的设计

综合布线系统中含有建筑物主干布线子系统、水平布线子系统和建筑群主干布线子系统三部分。设计内容涉及到线缆和设备的容量、规格、长度、结构、路由、位置及连接方式等;此外,还有线缆的敷设方法和保护措施,以及其他要求。

(四) 其他方面的设计

智能建筑因工作范围大小不同,其他方面的设计也有差异,但通常有下述几方面的设计:

- (1) 绘制工程设计图纸,编写工程设计说明及编写建设工程项目的预算;
- (2) 交、直流电源设计;

- (3) 防护和接地设计;
- (4) 屏蔽系统设计等。

相关知识

工程设计阶段的要求如下:

(1) 综合布线系统是智能建筑的重要组成部分,与建筑物中的其他管线(如电力、给排水和供暖等系统)一样,必须与建筑物主体相互配合,综合布线系统工程设计应纳入建筑物的总体设计之中,并应尽量做到同时设计和同步施工建设。

(2) 在进行综合布线系统工程设计时,应根据智能建筑的用户性质、使用功能、信息需要、建设规模和客观环境等因素确定总体技术方案,使之符合经济合理、技术先进的工程建设准则;产品选型和设备配置必须满足用户的信息需要;具体技术措施应该切实可行、有效;要保证整个布线系统安全可靠地正常运行,同时要求便于安装施工和维护使用。

(3) 综合布线系统应与BAS、CAS和OAS等密切结合,由主体设计单位全面负责、统一规划和综合集成,各个系统的具体建设应服从整体要求分别实施。在综合布线系统工程设计中,一定要从工程的整体出发,按照各种信息的特点和传输要求,结合工程的具体条件,采取因时制宜、统筹兼顾、逐步到位、分期形成的方法,也可根据具体情况一次形成。

(4) 智能建筑如果工程范围较大,且需与公用通信网相连时,其综合布线系统工程设计除按规定要考虑与公用通信网的连接方案外,还要求建筑群主干布线子系统必须与建设规划互相协调,并应纳入其街区规划的有关部分(如主干线位置和路由的确定),以便与其衔接相连成为整体。

(5) 综合布线系统工程设计必须遵循国际标准、国家标准或我国现行的通信行业标准和有关规定。

六、综合布线系统总体方案设计

要 点

综合布线系统总体方案设计是指综合布线系统工程的总体布局和设备配置。它包含的内容较多,对综合布线系统工程的整体性和系统性有着举足轻重的作用,直接影响到智能化大厦和智能化小区使用功能的高低和服务质量的优劣。智能建筑综合布线系统的工程范围和建设规模大小各异,但基本上可分为单栋建筑和多栋建筑两种类型。

解 释

(一) 单栋智能化建筑综合布线系统的总体方案

目前,单栋智能化建筑综合布线系统的典型总体布局、设备配置和子系统连接方式有下述几种:

(1) 单栋中小型智能建筑附近没有其他房屋建筑,不会发展成为智能化建筑群或智能化小区。

这种情况可以不设建筑群配线架,也不需要建筑群主干布线子系统,所以,总体布局和网络结构较为简单。在单栋智能建筑内,只需设置两次配线点的接续设备,即建筑物配线架和楼

层配线架，只采用建筑物主干线布线子系统和水平布线子系统，其网络拓扑结构为两级星型网络形式。这种综合布线系统的网络结构最简单，而且使用比较普遍，如图 3-7 所示。

当独栋智能建筑的楼层层数不多、建设规模小，且其楼层平面面积不大，用户信息需求量也不多时，综合布线系统的结构组成和设备配置还可以进一步简化。例如，将建筑物主干布线子系统和水平布线子系统合成为一个子系统，这是可将每个楼层的 FD 省略，其各个楼层的水平布线子系统的细线直接从建筑配线架引出。按照 GB/T 50311—2000《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》，这种网络结构要求最远的通信引出端（TO）到建筑物配线架之间的最大距离不得超过 90m，其原理如图 3-8 所示。

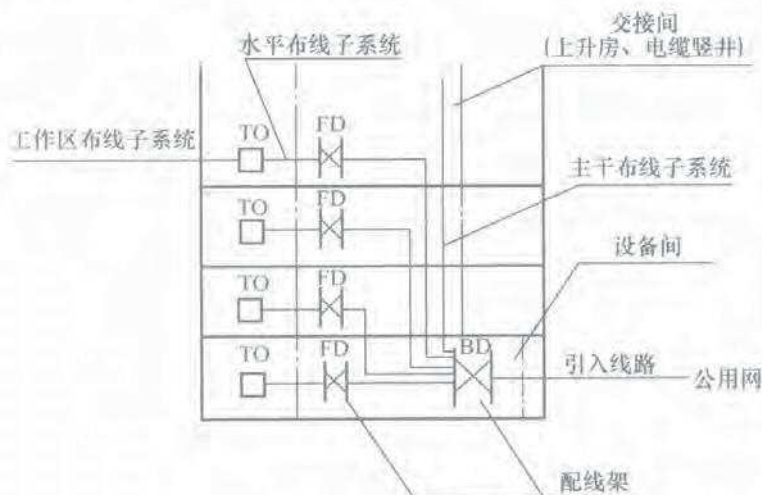


图 3-7 独栋中小型智能建筑的综合布线系统

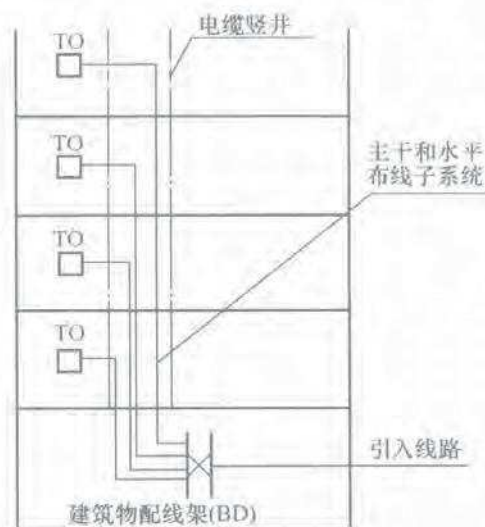


图 3-8 独栋中极小型智能建筑的综合布线系统

当独栋智能建筑的楼层面积不大，用户信息点的数量不多时，为了简化网络结构和减少接续设备，可以采取每 2~5 个楼层设置一个 FD，而不是每个楼层都设置 FD，由中间楼层的 FD 分别与相邻楼层的通信引出端（TO）相连的连接方法。但要求最远的 TO 至 FD 之间的水平缆线的最大长度不应超过 90m，用于满足标准规定的传输通道要求。

（2）由于独栋大型智能建筑的建设规模和建筑面积较大，同时建筑性质和功能不同，其建筑外形或楼层层数及层高也不相同，通常采取分座的建筑方式，以有利于划分区域管理和使用。所以，在进行综合布线系统工程设计时，应根据该智能建筑的分区性质和功能特点、楼层面积大小、目前用户信息点的分布密度和今后变化等因素认真加以考虑。

一般有下列两种总体布局和设备配置构成的综合布线系统，可分别在不同的情况下采用：

1) 可将整栋智能化建筑看做智能化建筑群体，即把各个建筑分区（如图 3-9 中的 A 座、B 座和 C 座分区）视做多栋智能化建筑。在智能化建筑的中心位置（如 A 座分区）设置建筑群配线架，在各个分区的适当位置分别设置建筑物配线架，A 座分区的建筑物配线架可以与建筑群配线架合二为一，以节省配线设备。这时，该智能化建筑中包含有在同一建筑物内设置的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，以及工作区布线。这种综合布线系统称为分级星型网络结构的总体布局和设备配置，如图 3-9 所示，这是较为常用的典型方案，也是较为复杂的网络拓扑结构系统。

2) 建筑化建筑的建设规模和楼层面积较大，但目前用户信息点分布密度较稀，需要配置

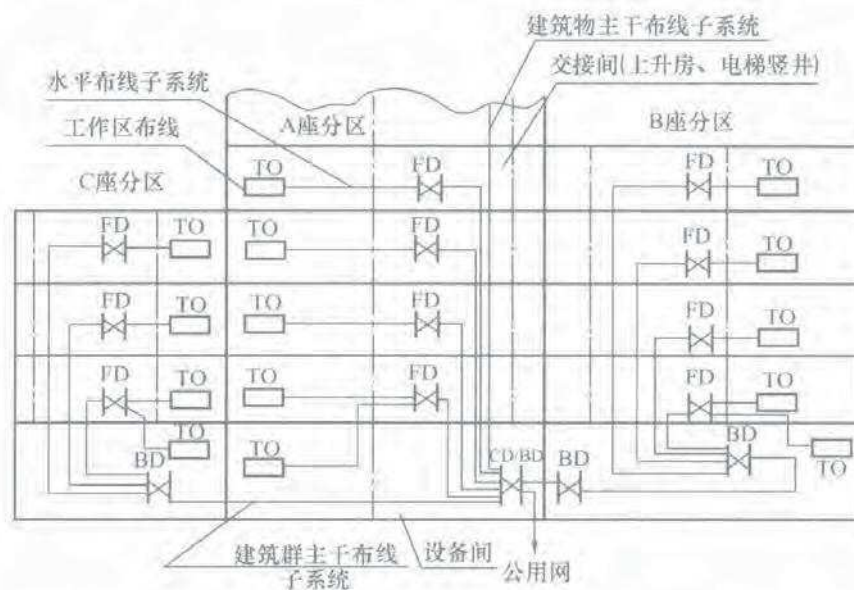


图 3-9 单栋大型智能建筑的综合布线系统

的设备数量不多，如果对今后的变化和发展尚难以确定，为了节省本期工程建设的投资，可以不按建筑群体考虑而采取与单栋中小型智能化建筑相同的综合布线系统方案，各个分区间不设建筑群主干布线子系统，也不设置建筑群配线架。这样网络结构简化，设备也相应减少。但是为了保证网络系统的安全可靠和各个分区的对外通信联系，可以将智能化建筑划成两个分区；采用两条线路路由，并分别引入智能化建筑中的两个分区，分别设置建筑物配线架和各自管辖的建筑物主干布线子系统。虽然网络结构方案复杂，线路长度有所增加，但对今后的发展和扩建，以及分割管理是有利的。如果在各个分区间采取建筑物配线架之间或FD之间用联络的通信线路连接，形成多条迂回路由的方法，就可以组成分散集中连接的技术方案。

（二）多栋智能化建筑

在由多栋智能建筑组成的建筑群体或智能化小区中，综合布线系统的总体布局和设备配置一般有下列几种类型。

1. 单个建筑群体的总体方案

由多栋智能建筑组成的建筑群体，其工程建设规模不大，且建筑物的布局相对集中，工程覆盖范围也不大。所以，采取单个建筑群体的总体方案较为适宜，其建筑群配线架也相应集中，只需设置一个就可覆盖整个建筑群体。在综合布线系统工程设计中，应选择位于建筑群体中心位置的智能建筑（如图 3-10 所示的 A 楼）作为各栋智能建筑通信线路与公用通信网连接的通信线路最佳汇接点，并在 A 楼内安装建筑群配线架。在 A 楼内，建筑群配线架可与该栋建筑的建筑物配线架合设，达到既能减少配线接续设备的数量和通信线路的长度，又能降低工程建设投资和维护费用的目的。

在其他各栋智能建筑（如图 3-10 中 B、C、D、E 楼）中各自装设建筑物配线架且敷设建筑群主干布线子系统的线路，并与 A 楼的建筑群配线架连接。为了减少配线接续设备，各栋智能化建筑中的建筑物配线架也可与相应的 FD 合设，但这种方案一般适用于工程建设范围不大，智能建筑的栋数不多，且建筑物分布相对集中，布置较为密集的场所。

2. 多个建筑群体的总体方案

当智能化小区的工业建设范围较大且智能化建筑栋数较多而分散时，设置一个建筑群配线

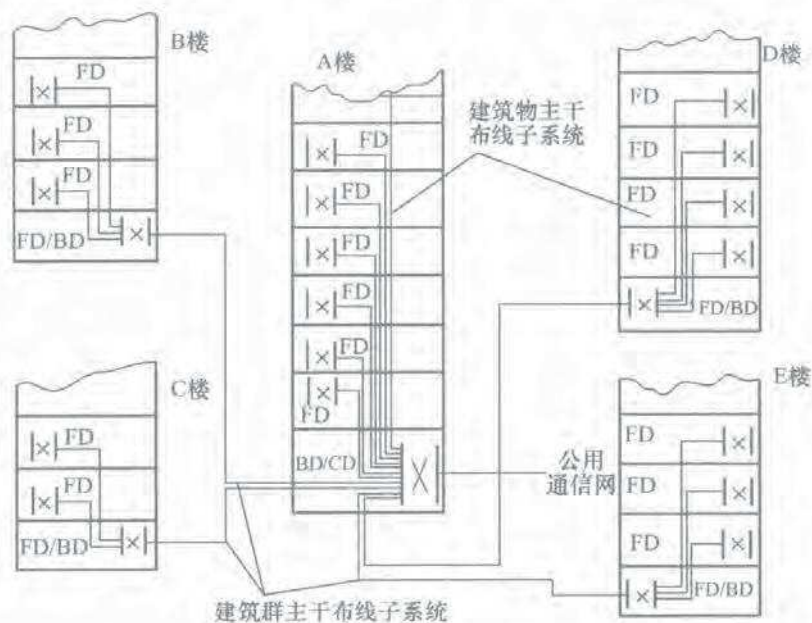


图 3-10 多栋智能化建筑的综合布线系统（单个建筑群）

架有设配容量过大且过于集中，建筑群主干布线子系统的主干线路长度增加，又不便于维护、管理等缺点。因此，可将该小区的房屋建筑根据平面布置适当分成两个或两个以上的区域；形成两个或多个综合布线系统的管辖范围，在各个区域内中心位置的某栋智能化建筑中分别设置建筑群配线架，并分别设有与公用通信网相连的通信线路。

此外，各个区域中每栋建筑物的建筑群主干布线子系统的主干光缆或光缆均与所在区域的建筑群配线架相连。为了使整个区域内的通信网络灵活实用和安全可靠，根据信息网络的需要和区域内管线敷设的条件，可在两个建筑群配线架之间设置电缆或光缆互相连接，形成备用通信线路，如图 3-11 所示。

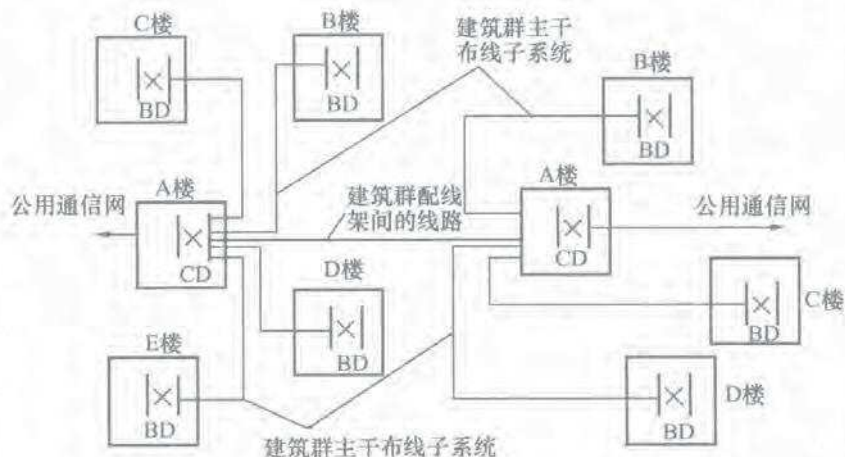


图 3-11 多栋智能化建筑的综合布线系统（多个建筑群）

相关知识

（一）设备配置的要求

设备配置的要求有如下几种：

(1) 楼层配线架的配备应根据楼层面积大小、用户信息点数量多少等因素来考虑。

一般情况下,每个楼层通常在交接间设置一个楼层配线架。如楼层面积较大或用户信息点数量较多时,可适当分区增设楼层配线架,用以缩短水平布线子系统的缆线长度。如果某个楼层面积虽然较大,但用户信息点数量不多时,在门厅、地下室或地下车库等场合,可不必单独设置楼层配线架,由邻近的楼层配线架越层布线供给使用,用来节省设备数量。但应注意其水平布线最大长度不应超过 90m。

(2) 为了简化网络结构和减少配线架设备数量,允许将不同功能的配线架组合在一个配线架上。

(3) 建筑物配线架至每个楼层配线架的建筑物主干布线子系统的主干电缆或光缆一般采取分别独立供线给各个楼层的方式,在各个楼层之间无连接关系。这样当线路发生故障时,影响范围较小,容易判断和检修,还可以取消或减少电缆或光缆的接头数量,有利于安装施工。但这样做的缺点是因分别单独供线,使线路长度和条数增多,工程造价提高,安装敷设和维护的工作量增加。

(4) 综合布线系统总体方案中的主干线路连接方式均采用星型网络拓扑结构,起到了简化布线系统结构和便于维护管理的作用。所以,要求整个布线系统的主干电缆或光缆的交接次数在正常情况下不应超过两次,前面采用分集连接方式或分级星型网络结构的应急迂回路由等特殊连接方式除外。即从楼层配线架到建筑群配线架之间,只允许经过一次配线架,即建筑物配线架,使整个布线系统成为 FD—BD—CD 的结构形式。这是采用两级主干布线系统(建筑物主干布线子系统和建筑群主干布线子系统)进行布线的情况。

如果没有建筑群配线架,则只有一次连接,成为 FD—BD 的结构形式,只能按一级建筑物主干布线子系统进行布线。在有些智能化建筑中的底层,由于房屋平面布置限制或为了减少占用建筑面积,可以不单独设置交接间来安装楼层配线架。如果与设备间在同一楼层时,可考虑将该楼层配线架与建筑物配线架共同装在设备间内,甚至将 FD 与 BD 合二为一,既可减少设备,又便于维护管理。但是采用这一方法时,必须在 BD 上划分明显的分区连接范围和增加醒目的标志,以示区别和有利于维护。

(二) 设备配置的注意事项

设备配置的注意事项有以下几种:

(1) 根据 YD/T 926.1—3《大楼通信综合布线系统》,综合布线系统由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 3 个子系统组成。工作区布线为非永久性布线,不包括在工程设计之内。所以,在一般情况下,单栋智能建筑的综合布线系统由 2 个子系统组成,多栋智能建筑的综合布线系统由 3 个子系统组成。

(2) 综合布线系统无论是由 2 个还是由 3 个布线子系统组成,它们的各个布线子系统之间均应按标准要求设置接续设备,利用跳线或接插件连接成为整体的信息传输通路,以保证系统性和完整性,而且使用方便、调度灵活、检修简单和管理科学。在工程设计中不应将各个子系统之间的线缆直接相连或不用接续设备。

(3) 建筑群配线架(CD)、建筑物配线架(BD)和楼层配线架(FD)分别属于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。所以,在综合布线系统组成中应注意它们之间必须互相匹配、彼此衔接,设备的容量、技术性能和装设位置都要求从综合布线系统的总体布局考虑,并要求做到既便于安装使用,又利于维护检修和日常管理。

七、综合布线系统的管槽系统设计

要 点

在建筑物内进行集中布线时，由于走线很多，需要对同一走向上的线缆进行统一的管理、安装和维护。这时往往需要各种规格的管槽，把线束统一放到管槽内，同时起到一定的保护作用。管槽系统是综合布线系统缆线敷设和设备安装的必要设施，因此，管槽系统设计在综合布线系统的总体方案设计中是极为重要的内容。

解 释

（一）管槽系统设计要求

管槽系统设计的要求有如下几种：

（1）在新建或扩建的智能建筑中，综合布线系统线缆的敷设应采用暗敷管路或槽道的方式，一般不宜采用明敷管路或槽道的方式，目的是避免影响建筑物内部环境的美观。在将原有建筑物改造成为智能建筑而需要增设综合布线系统时，可根据具体情况，尽量创造条件采用暗敷管路或槽道的方式，只有在迫不得已或无法采用时，才允许明敷管路或槽道，但应尽量选用隐蔽路由且在不明显的位置安装管槽系统。

（2）设计管槽系统时，主要根据综合布线系统的各种线缆分布，结合建筑物的功能、特点、性质和要求，以及建筑结构条件等进行，且要求与建筑工程同步设计和施工。因此，在暗敷管路或槽道系统的设计中，对于需要预留有管槽系统敷设的路由和位置，以及洞孔的规格、数量等的确定，都与建筑设计和施工有关。所以，当综合布线系统的线缆分布技术方案确定后，应该及早向建筑设计单位提交，以便在土建设计中被采纳，并在建筑施工过程中同时建成。

（3）管槽系统是由引入管路、上升管路（包括电缆竖井、上升房和槽道等）和楼层管路（包括槽道和部分工作区水平管路），以及联络管路（包括槽道）等组成，具有系统性。在管槽系统设计中，对它们的走向、路由、管孔内径和数量，以及槽道规格等，都需要从系统的角度来考虑，做到互相衔接、配合协调。

（二）暗敷管路系统

在建筑竣工后，不能改变暗敷管路系统管路的路由和位置，所以，系统应具有充分的灵活性，主要体现在有多条路由和一定的备用管路，以便在需要时穿放线缆，以适应建筑物内部信息需求（位置和数量）的变化。因此，在暗敷管路系统总体布局中，对于某些管路段落应考虑增设相应的管路或备用管路。

在暗敷管路系统工程设计中，必须充分了解建筑物内部的其他管线的管径、性质、位置、分布和技术要求等，以方便在决定管线系统的技术方案时，互相协商和综合协调。

根据智能建筑内部设置的计算机主机、用户电话交换机等的设备容量和装设位置，结合引入管路和上升管路的具体地点等因素，统一确定暗敷管路系统的安装方式、主干路由，以及各个楼层管路的分布路由和管径等具体细节。

通信线缆所用的暗敷管路管材有软聚氯乙烯塑料管、混凝土管、钢管等，应根据其所在场

合和具体的条件及要求进行考虑选用。

对于引入管路的材质选择应慎重。因为引入管路穿越建筑的地下墙基部分,长期直接承受建筑物下沉的垂直压力,并会因外力而产生变形,所以要求引入管路的材质应具有一定的抗压和抗弯强度,所以,除在管路上面采取覆盖钢筋混凝土过梁的保护措施外,目前常用的管材有厚壁无缝钢管或混凝土管。

在建筑中暗敷楼层管路时,应采用金属材料的薄壁钢管。

暗敷管路的敷设路由应以直线敷设为主,尽量不选弯曲路由。直线敷设段落的最大长度不宜超过 30m。如果必须超过此长度时,应根据实际需要,在管路中间的适当位置加装接头箱或接头盒、过渡盒,以便在穿放线缆时在中间协助牵引施工。如果暗敷管路受到客观条件限制必须弯曲时,要求其弯曲的曲率半径不应小于该管外径的 6 倍;如果暗敷管外径大于 50mm 时,要求曲率半径不应小于该管外径的 10 倍。转弯的夹角角度不应小于 90° ,且不应有两个以上的弯曲。如果有两次弯曲时,应设法把弯曲处设在该暗管段落的两端,并要求该段路的长度不超过 15m,同时要求在这一段落内不得有 S 形弯或 U 形弯;如果弯曲管路的段长超过 20m 时,应在该段落中间加划接头箱或接头盒、过渡盒。

(三) 桥架和槽道系统

桥架和槽道一般用于线路路由集中且线缆条数较多的段落,如电缆竖井或上升房以及设备间内,且均采取明装方式。其装设的位置和路由应以设计文件要求为依据,尽量做到隐蔽安全和便于线缆敷设或连接,尽量将其布置在设备间内和电缆竖井或上升房中的合理位置,并要求安装必须牢固可靠。如果设计中所预定的装设位置和相关布置不合理而需要改变时,在安装施工中应与设计单位协商后再定。

相关知识

(一) 金属槽

金属槽由槽底和槽盖组成,每根槽一般长度为 2m,槽与槽连接时使用相应尺寸的铁板和螺丝固定。槽的外形如图 3-12 所示。

在综合布线系统中一般使用的金属槽的规格有 50mm×100mm、100mm×100mm、100mm×200mm、100mm×300mm、200mm×400mm 等。

(二) 塑料槽

塑料槽的外形与金属槽类似,品种规格更多,从型号上讲有 PVC-20 系列、PVC-25 系列、PVC-25F 系列、PVC-30 系列、PVC-40 系列、PVC-40Q 系列等。从规格上讲有 20mm×12mm、25mm×12.5mm、25mm×25mm、30mm×15mm、40mm×20mm 等。

与 PVC 槽配套的附件有阳角、阴角、直转角、平三通、左三通、右三通、连接头、多端头、接线盒等。

(三) 金属管

金属管是用于分支结构或暗埋的线路,它的规格有很多种,以外径 mm 为单位。工程施工中常用的金属管有 D16、D20、D25、D32、D40、D50、D63、D110 等规格。

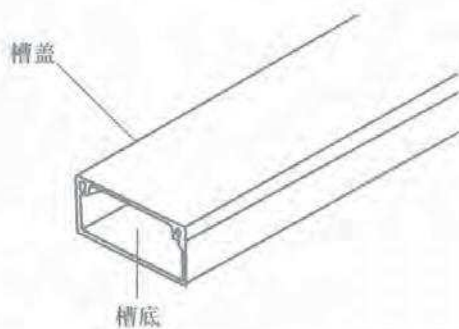


图 3-12 槽的外形

在金属管内穿线比线槽布线难度更大一些,在选择金属管时要注意管径选择大一点,一般管内填充物占30%左右,这样便于穿线。金属管还有一种是软管,俗称蛇皮管,供弯曲的地方使用。

(四) 塑料管

塑料管产品分为两大类,PE阻燃导管和PVC阻燃导管。

(1) PE阻燃导管是一种塑制半硬导管,按外径区分有D16、D20、D25、D32这4种规格。外观为白色,具有内壁光滑、耐腐蚀、强度高、挠性好等优点,明、暗装穿线兼用,以盘为单位,每盘重为25kg。

(2) PVC阻燃导管是以聚氯乙烯树脂为主要原料,加入适量的助剂,经加工设备挤压成型的刚性导管,按外径区分有D16、D20、D25、D32、D40、D45、D63、D110等规格。小管径PVC阻燃导管可在常温下进行弯区,便于用户使用。

与PVC管安装配套的附件有螺圈、接头、弯头、弯管弹簧;一通接线盒、二通接线盒、三通接线盒、四通接线盒、开口管卡、专用截管器、PVC粗合剂等。

八、综合布线系统产品的选型

要 点

综合布线系统产品的选型原则主要包括5个方面,即必须结合工程的实际情况来选型,必须按一定的产品标准来选型,坚持近期和远期相结合来选型,按照技术先进和经济合理相统一的原则来选型,按照系统特点服从整体的原则来选型,这5个方面是相辅相成,互为补充完善的,不能孤立或对立看待,在产品选型中必须综合考虑。

解 释

(一) 必须结合工程的实际情况来选型

选用综合布线系统产品是为了更好地为用户需要服务为目的,所以,必须结合工程实际情况,根据智能化建筑的使用功能、主体性质、建设规模、所处地位、客观环境等特点,从用户信息业务实际需要考考虑,选择合适的综合布线系统产品,包括各种缆线和布线部件必须满足工程建设及日后使用的需要。

(二) 必须按一定的产品标准来选型

在综合布线系统工程中应选用符合我国国情和有关技术标准(包括国际标准和我国的国家标准及行业标准等)的器材和定型设备,还应该符合设计中的规定,未经设计单位同意,不应采用其他产品代替。

(三) 坚持近期和远期相结合来选型

在综合布线系统工程设计中,首先应根据近期信息业务和网络结构等需要,适当考虑今后信息业务数量和种类增加的可能,选用合适的综合布线系统产品,而且要预留一定的发展余地(包括设备容量技术性能等),以便能适应相当一段时期发展的客观需要。

(四) 按照技术先进和经济合理相统一的原则来选型

因为综合布线系统技术性能的总体效果是以其系统指标来衡量的,目前我国已有相应的符

合国际标准的行业标准予以规定。因此,在综合布线系统产品选型时,所选产品、设备和器材的各项技术性能指标一般要高于系统指标,才能保证全系统的技术性能指标得以满足,技术性能的效果才能得以体现。但是技术性能指标也不是越高越好,如果所选产品的技术指标过高,将会大大增加工程造价,在经济上是不合理的。如果所选产品的技术性能指标过低,不能满足工程实际需要,也不能体现其技术先进性。所以,在产品选型时对于技术性能指标要遵循技术先进和经济合理统一的原则。

(五) 按照系统特点服从整体的原则来选型

由于目前生产的综合布线系统产品较多,且在规格尺寸、技术性能、部件结构、容量配置、可靠程度等方面都存在一定差异,而且没有互换性。所以,在产品选型时,应根据系统的特点,从全局考虑选用其中一家符合现行标准而且认证合格配套的产品,不宜选用多家产品。以免在技术性能和可靠程度等方面互相不匹配而达不到要求,直接影响综合布线系统的整体效果。

相关知识

综合布线系统主要产品介绍如下:

1. TCL (国际电工)

TCL 国际电工是位于广东省惠州市的电气开关制造公司。

TCL 国际电工的典型产品有超 5 类、6 类铜缆解决方案及光纤布线系统,小型家用多媒体综合布线箱等。

2. 南京普天

南京普天通信股份有限公司,是中国普天信息产业集团公司控股的大型通信设备生产骨干企业,原名为南京邮电通信设备厂,于 1958 年成立。

南京普天的主要的产品类型有 5 类非屏蔽/屏蔽布线系统、超 5 类非屏蔽/屏蔽布线系统和光纤布线系统。

3. 大唐电信科技股份有限公司电缆厂

大唐电信科技股份有限公司电缆厂作为大唐电信科技股份有限公司生产厂,于 1987 年成立,2000 年改制为大唐电信电缆厂。

大唐电信电缆厂主要从事 5 类/超 5 类/6 类数字电缆、程控交换局用电缆、数字局用对称电缆、市内通信电缆等各类线缆产品的研发、生产和经营,综合布线配件生产和经营,以及综合布线工程设计施工。

典型产品有 5 类/超 5 类/6 类数字电缆、程控交换局用电缆、数字局用对称电缆、市内通信电缆等各类线缆。

4. Wonderful (万泰)

总部设在中国台湾省的万泰企业集团成立于 1978 年 6 月。北京万泰光电有限公司成立于 1996 年 12 月。

万泰布线系统主要产品系列包括 WONDERFUL Elite100 5 类布线系统、WONDERFUL Elite350 超 5 类布线系统和 WONDERFUL Elite100 6 类布线系统。

5. IBM

IBM 是目前全球最大的计算机软硬件(包括计算机芯片和操作系统等核心技术),网络产

品的研发、生产和销售企业。

IBM 的典型产品和典型方案主要包括：True Net C5eT 零误码传输系统、True C6T、HIGHWAY 产品、Primis NET 结构化布线解决方案、HIGHBAND 模块等。其主要应用涉及电信、金融、智能住宅小区等。

IBM ACS 先进布线系统是一套主要面向计算机网络和电话系统的综合布线系统。它向用户提供了完整的、高质量的布线结构。ACS 系统具有很强的适应性、可靠性、扩展性和长远效益。ACS 系统能够满足各种计算机网络的布线需求，并将电话系统融入 19 英寸机柜内，使综合布线系统更容易满足计算机和电话系统的实用和美观要求。

IBM ACS 布线系统于 1995 年年底进入中国，主要是针对 IBM 在网络整合和系统集成方面的经验进行设计的。其典型产品包括各种屏蔽（STP、FTP）及非屏蔽（UIT）产品、光纤产品，并推出了为中小型企业应用设计的 IBM Networking Package，主要应用领域涉及：保险、金融、设计院、工业企业等。

6. SIEMON（西蒙）

美国 SIEMON 公司于 1903 年创立于美国康州水城，是著名的智能布线专业制造生产厂商，拥有符合国际标准的全套系列产品。包括绿色环保电缆、屏蔽、非屏蔽双绞线、在线测试及光缆等全系列产品。涉及保护、快速跳接、测试、终端、跳接、标识等各个领域。

SIEMON 公司在全球首家推出 6 类全系列产品及系统，首家推出 TBICSM 集成布线系统解决方案，并于 1996 年进入中国。

SIEMON 典型产品方案包括：智能住宅布线系统 HOMESYS、TBIIC 宽带互联集成布线解决方案、BIAS 宽带社区布线解决方案、西蒙 6 类布线系统 SYSTEM6、开放办公布线系统 OOSYS、迷你型办公布线系统 MINISYS、绿色环保布线系统 GREENSYS、屏蔽布线系统 SHIELDSYS、IDC 布线解决方案、Internet 布线解决方案。SIEMON 具有全系列的非屏蔽和屏蔽布线产品。

第四章

工作区子系统的设计

一、工作区子系统的连接硬件

要 点

工作区子系统由终端设备连接到信息插座的跨接线组成。一个工作区的服务面积可按 $5\sim 10\text{m}^2$ 估算,每个工作区设置一个电话机或计算机终端设备,或按用户要求设置。工作区的每一个信息插座均应支持电话机、数据终端、计算机、电视机监视器等终端设备的设置和安装。

解 释

(一) 适配器

1. 适配器的概念

将应用系统的终端设备与配线子系统的信息插座之间连通的最简单方法是用接插软线,如电话机可用两端带连接插头(RJ45)的软线直接插接到信息插座上。而有些终端设备由于插头、插座不匹配,或线缆阻抗不匹配,不能直接插到信息插座上。这就需要进行适当的适配器或平衡/非平衡转换器进行转换,使应用系统的终端设备与综合布线配线子系统的线缆保持完整的电气兼容性。

2. 适配器的作用

适配器的作用是使不同尺寸或不同类型的插头与配线子系统的信息插座相匹配,提供引线的重新排列,允许大对数电缆分成较小的对数,把电缆连接到应用系统的设备接口。平衡/非平衡适配器是一种将电气信号由平衡转换为非平衡或由非平衡转换为平衡的器件。

3. 适配器的使用

综合布线系统是一个开放系统,应兼容各厂家所生产的终端设备。通过选择适当的适配器,便可使综合布线系统的输出与用户的终端设备保持完整的电气兼容性。

工作区的适配器应符合下列要求:

- (1) 在设备连接器采用不同信息插座的连接器时,可用专用接插电缆或适配器;
- (2) 当在单一信息插座上进行两项服务时,应用“Y”型适配器,或者一线两用器;
- (3) 在配线(水平)子系统中选用的电缆类别(介质)不同于工作区中设备所需的电缆类别(介质)时,宜采用适配器;

(4) 在连接使用不同信号的数/模转换器或数据速率转换器等相应的装置时,宜采用适配器;

(5) 为了网络兼容性,可采用协议转换适配器;

(6) 根据工作区内不同的电气终端设备(如 ISDN 终端),可配备相应的终端匹配器。

在工作区,常用接插软线把应用系统的终端设备连接到信息插座上,它可以按照应用系统的终端设备型号来选择,在设计时,可以参考有关产品手册。

(二) 信息插座

1. 信息插座的概念

信息插座在工作区子系统内是配线子系统电缆的终节点,也是终端设备与配线子系统连接的接口。

综合布线系统提供不同类型的信息插座和信息插头。这些信息插座和带有插头的接插软线相互兼容。在工作区一端,用带有 8 针插头的软线接入插座;在水平系统的一端,将 4 对双绞线接到插座上。信息插座为水平区布线和在工作区布线之间提供可管理的边界和接口,在建筑物综合布线系统中作为端点,也就是终端设备连接或断开的端点。

8 针模块化信息插座是推荐的标准信息插座。选件分为基本型、增强型、综合型 3 种。8 针结构是为单一信息插座配置提供了支持数据、话音、图像或三者的组合所需的灵活性。标准信息插座还符合定义的 ISDN 接口标准。

电话机一般只用一对线,而信息插座(RJ45)安装 4 对线,其中 3 对线暂时用不上,但是这样却换来了整个布线的灵活性。随着通信技术的发展,数字电话的出现,一对线将不会再满足要求。

在计算机网络中,100Mb/s 快速以太网定义了 3 种物理层标准,即 100Base—TX 使用 5 类 2 对双绞线;100Base—FX 使用 2 芯多模光纤;100Base—T4 要求采用 3 类及以上 4 对双绞线。

如果信息插座端直接 1 对或 2 对双绞线,势必造成计算机网络间不能互换。所以,在设计和安装时,应考虑今后的发展,信息插座应端接 4 对双绞线。

综合布线系统的信息插座的选用原则:

- (1) 单个连接的 8 针插座宜用于基本型系统;
- (2) 两个连接的 8 针插座宜用于增强型或综合型系统;
- (3) 信息插座应在内部做固定线连接;
- (4) 一个给定的综合布线系统设计可采用多种类型的信息插座。

2. 信息插座的类型

信息插座的类型多种多样,安装也各不相同。应根据应用系统的具体情况选定信息插座的类型和确定信息插座的数量。

(1) 3 类信息插座模块。这种信息插座模块支持 16Mb/s 信息传输,适合语音应用;8 位/8 针无锁模块可安装在配线架或接线盒内;经特殊润滑处理,至少可插拔 750 次;符合 ISO/IEC 11801 中 3 类通道的连接硬件要求。

(2) 5 类信息插座模块。这种信息插座模块支持 155Mb/s 信息传输,适合数据、语音、视频应用;8 位/8 针无锁信息模块可安装在配线架或接线盒内;符合 ISO/IEC 11801 中 5 类通道的连接硬件要求。

(3) 超 5 类信息插座模块。这种信息插座模块支持 622Mb/s 信息传输, 适合语音、数据、视频应用, 可安装在配线架或接线盒内。一旦装入即被锁定, 只能用两用电线插帽来松开, 符合 ISO/IEC 11801 中 5 类通道的连接硬件要求。

(4) 千兆位插座模块。这种插座模块支持 1000Mb/s 信息传输, 适合数据、语音、视频应用。可安装在接线盒或机柜式配线架内, 侧面盖板可防尘、防潮; 45° (斜面) 或 90° 安装方式, 应用范围广, 符合 ISO/IEC 11801 中 5 类通道的连接硬件要求。

(5) 光纤插座模块。这种插座模块支持 100Mb/s 信息传输, 适合数据、语音、视频应用。光纤信息插座的外形与 RJ45 型插座相同, 有单工的, 也有双工的。双工的模块比 SC 连接器的体积小一半, 可安装在接线盒或机柜式配线架内, 可现场端接, 符合 ISO/IEC 11801 中 5 类通道的连接硬件要求; 凡能安装 RJ45 信息插座的地方, 均可安装 FJ 型插座。

(6) 多媒体信息插座。这种信息插座支持 100Mb/s 信息传输, 适合数据、语音、视频应用; 可安装 RJ45 型插座或 SC、ST 和 MIC 型耦合器; 带铰链的面板底座, 满足光纤弯曲半径要求。

相关知识

信息插座连接技术要求: 在配线架上为了实现链路的管理, 每一根水平线缆都应端接在信息插座上。

电缆在信息插座上的连接有下列两种方式:

(1) 按照 T568B 标准接线方式, 信息插座引针与线对的分配如图 4-1 (a) 所示。

(2) 按照 T568A 标准接线方式。信息插座引针与线对的分配如图 4-1 (b) 所示。

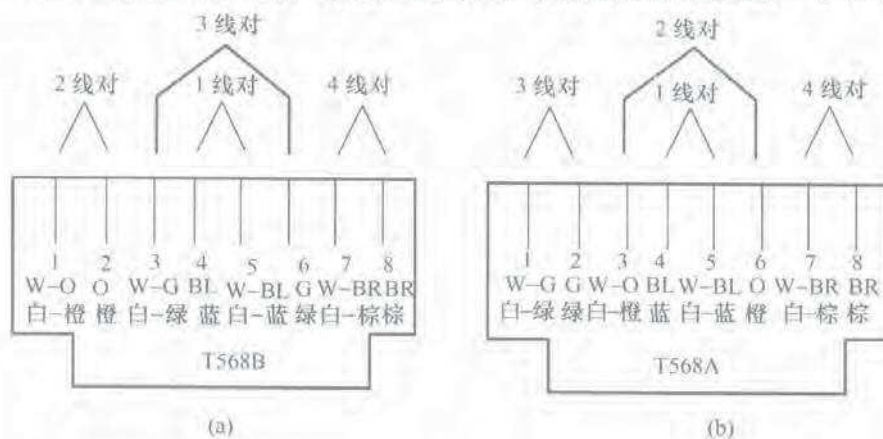


图 4-1 信息插座引针和线对分配

(a) T568B 标准分配图; (b) T568A 标准分配图

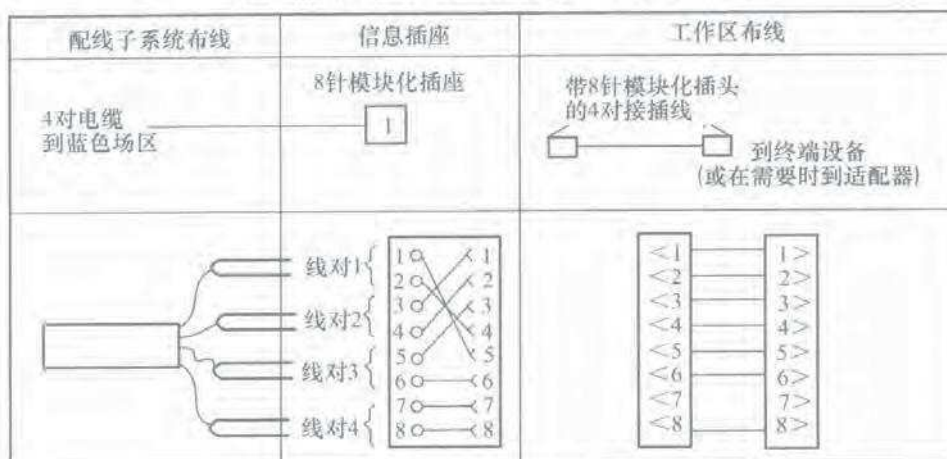
W—白色; O—橙色; G—绿色; BL—蓝色; BR—棕色

比较图 4-1 (a) 和图 4-1 (b) 可以看出, 按 T568B 标准接线, 配线子系统 4 对双绞线电缆的线对 2 接信息插座的 1 位/针、2 位/针, 线对 3 接信息插座的 3 位/针、6 位/针。按 T568A 标准接线时线对 2 和线对 3 正好相反。

一般情况下, 在一个综合布线工程中, 只允许一种连接方式。一般为 T568B 标准连接, 否则必须标注清楚。按照 T568B 标准接线方式, 信息插座引针 (脚) 与双绞线电缆线对分配关系见表 4-1。

表 4-1

信息插座引针（脚）与双绞线电缆线对分配



连接模拟式语音终端时，将触点信号和振铃信号置入信息插座引针 4 和引针 5 上。剩余的引针分配给数据信号和配件的远地电源线使用。引针 1、2、3 和 6 传送数据信号，并与 4 对电缆中的线对 2 和线对 3 相连。引针 7 和 8 直接连通，留作配件电源之用。

在传送数据信号时，与 4 对电缆中的线对 2 和线对 3 相连，引针 7 和引针 8 直接连通，并留作配件电源用。

凡未确定用户需要和尚未对具体作出承诺时，建议在每个工作区安装两个 I/O。这样，在设备间或配线间的交叉连接场区不仅可灵活的进行系统配置，而且还容易管理。

虽然适配和其他设备可用在一种允许安排公共接口的 I/O 环境中，但在作出设计承诺之前，必须仔细考虑将要集成的设备类型和传输信号类型。在作出上述决定时必须考虑表 4-1 中列出的 3 个因素：

- (1) 每种设计选择方案在经济上的最佳折中；
- (2) 系统管理的一些比较难以捉摸的因素；
- (3) 在布线系统寿命器件移动和重新布置所产生的影响。

RS-232C 终端设备的信号是不遵守这些分配的。例如，有 3 对线的 RS 设备以完全不同的方式使用信息插座：

- (1) 引针 1——振铃指示 (RI)；
- (2) 引针 2——数据载体检测 (DCD) /数据集就绪 (DSR) /清楚后发送 (CTS)；
- (3) 引针 3——数据终端准备 (DTR)；
- (4) 引针 4——信号接地 (SG)；
- (5) 引针 5——接收数据 (RD)；
- (6) 引针 6——发送数据 (TD)；
- (7) 引针 7 和引针 8 在需要硬件流控制时，分别用做清除发送 (CTS) 和请求发送 (RTS)。

按照标准信息插座线对标准颜色见表 4-2。

表 4-2

颜色标准

导线种类	颜色	缩写	导线种类	颜色	缩写
线对 1	白色—蓝色 * 蓝色	W-BLBL	线对 3	白色—绿色 * 绿色	W-GG
线对 2	白色—橙色 * 橙色	W-OO	线对 4	白色—棕色 * 棕色	W-BRBR

二、工作区子系统的设计步骤

要 点

工作区子系统的设计一般按照确定工作区大小确定进点构成, 确定插座数量, 确定插座类型及确定相应设备数量 5 步进行。

解 释

(一) 确定工作区大小

首先根据建筑平面图估算出每个楼层的工作区大小, 再将每个楼层工作区相加就是整个大楼的工作区面积。但要根据具体情况灵活掌握, 例如, 用途不同进点密度也不同, 同样是工作区, 食堂的进点密度就不如办公室的进点密度高, 机房的进点密度则更高, 另外, 还要考虑业主的要求。

(二) 确定进点构成

进点构成与综合布线的设计等级有关。若按基本型配置, 每个工作区只有一个信息插座, 即单点结构。若按增强型或者综合型配置, 那么每个工作区就有两个或两个以上信息插座。但这主要看业主对大楼如何定位而定, 当然, 在定位之前必须进行系统目前与未来的需求分析。目前大多数布线系统一般采用双信息插座结构, 即双点结构。

(三) 确定插座数量

在确定插座数量之前, 必须首先确定单个工作区的面积大小。一般来说, 可以按每 $5 \sim 10\text{m}^2$ 设置一个工作区。不过, 大多数布线系统的一个工作区面积取 9m^2 。这样整个布线系统的信息插座数量 M 可按下式估算, 即

$$M = S \div P \times N$$

式中 M ——整个布线系统的信息插座数量;

S ——整个布线区域工作区的面积;

P ——单个工作区所管辖的面积大小, 一般取值为 9m^2 ;

N ——单个工作区的信息插座数, 一般取值为 1、2、3 或 4。

(四) 确定插座类型

用户可根据实际需要选用不同的安装方式用来满足不同的需要。通常情况下, 新建建筑物采用嵌入式信息插座, 现有的建筑物则采用表面安装式的信息插座, 还有固定式地板插座以及活动式地板插座等; 此外, 还得考虑插座盒的机械特性等。

(五) 确定相应设备数量

相应设备数量因布线系统不同而异。对于 SCQ 布线系统, 主要包括墙盒或者地盒、面板、(半) 盖板。一般来说, 对于基本型配置, 由于每个进点都是单点结构 (即一个插座), 所以每个信息插座都配置一个墙盒或地盒, 一个面板, 一个半盖板。对于增强型或综合型配置, 每两个信息插座共用一个墙盒或地盒, 一个面板。

相关知识

工作区子系统设计的基本要求如下:

- (1) 确定系统的规模性，即确定在该系统中应该需要多少信息插座，同时还要为将来扩充留出一定的富余量。
- (2) 信息插座必须具有开放性，即与应用无关。
- (3) 工作区子系统的信息插座的技术指标必须符合相关指标的相关标准。
- (4) 工作区子系统的布线长度有一定的要求，而且要选用符合要求的适配器等。

第五章

配线子系统的设计

一、配线子系统缆线的选型

要 点

配线子系统缆线的选用应依据建筑物信息的类型、容量、带宽和传输速率来确定，用以满足数据、话音和图像等信息传输的要求。因此，进行配线子系统的设计时，将传输媒质和连接部件组合集成在一起考虑，从而选用合适的传输缆线和相应的连接硬件。

解 释

(一) 配线子系统缆线的类型

在配线子系统中，推荐采用的电缆、光纤为：

- (1) 100 Ω 双绞线电缆；
- (2) 8.3/125 μm 单模光纤；
- (3) 62.5/125 μm 多模光纤。

允许采用的电缆、光纤为：

- (1) 150 Ω 双绞线电缆；
- (2) 10/125 μm 单模光纤；
- (3) 50/125 μm 多模光纤。

在配线子系统中也可以使用混合光缆。采用双绞线电缆时，根据需要可选用屏蔽双绞线电缆或非屏蔽双绞线电缆。

在配线子系统中常用的电缆的线缆有下列 4 种：

- (1) 100 Ω 屏蔽双绞线 (STP) 电缆。
- (2) 100 Ω 非屏蔽双绞线 (UTP) 电缆 (欧洲大部分采用 120 Ω 或 150 Ω 的线缆)。
- (3) 50 Ω 同轴电缆。
- (4) 62.5/125 μm 光纤电缆。

(二) 配线子系统缆线长度

配线子系统的缆线 (电缆、光缆) 长度是指从楼层配线设备终端到信息插座的长度，最大缆线长度为 90m，如图 5-1 所示。另有 10m 分配给工作区电缆 (或光缆)、设备电缆 (或光缆) 以及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

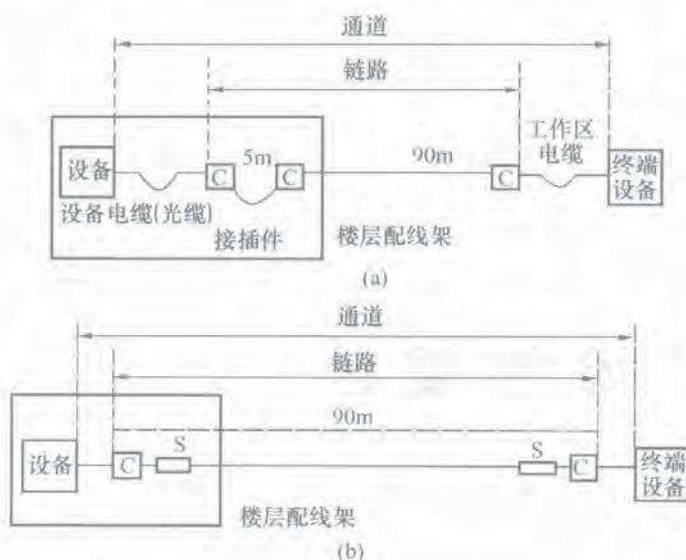


图 5-1 双绞电缆与光缆的水平布线模型

(a) 双绞电缆水平布线模型; (b) 光缆水平布线模型

种转接点到楼层配线架的电缆长度不应过短, 至少为 15m, 而整个水平电缆最长 90m 的传输特性仍应保持不变。

(2) 光缆水平布线模型如图 5-1 (b) 所示, 该模型中链路的每端各有一个熔接点和一个接头。在保证链路性能的前提下, 水平光缆距离允许适当加长。

相关知识

电缆长度的标准计算公式为

$$A = (L + S) \div 2 \times 1.1 + 15$$

$$B = 305 \div A$$

$$\text{需用电缆箱数} = (n/B) + 1$$

式中 A ——平均长度, m;

B ——每箱可走电缆根数, 取整数;

L ——最长信息点长度, m;

S ——最短信息点长度, m;

n ——楼内语音或数据点总数;

1.1——余量参数 (富余量);

15——余量常数 (富余量), m。

说明: 双绞线一般都以箱为单位订购, 每箱双绞线长度为 305m。设计人员可以用以上算法来确定所需线缆的箱数。

整个建筑物内部与各子系统中缆线相一致。

(1) 双绞电缆水平布线模型如图 5-1(a) 所示, 图中给出了电缆长度与连接插座的位置, 双绞电缆水平布线链路包括 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信息插座之间设置转接点 (TP), 但在这个模型图中没有画出, 最多转接一次。整个水平电缆最长 90m 的传输特性应保持不变。对于包含多个工作区的较大房间, 如设置有非永久性连接的转接点, 则在转接点处允许用工作区电缆直接连接到终端设备。这种

二、新建建筑物的布线方法

要点

配线子系统的布线设计要根据建筑物的结构特点, 从路由的距离、造价的高低、施工的难易程度、布线规范和扩充简便等几个方面综合考虑。但由于建筑物中的管线比较多, 往往会遇

到一些实际问题,所以,在配线子系统布线设计时要考虑其他施工系统的设计情况,这样就可选择出最切合实际而又合理的最佳布线方案。新建建筑物的布线方法一般采用3种方式,即直接埋管方式,先走吊顶内线槽再走支管方式及地面线槽方式。

解 释

(一) 直接埋管方式

直接埋管布线方式由一系列密封在混凝土里的金属布线管道组成,如图5-2所示。这些金属管道从配线间向信息插座的位置辐射。根据通信和电源布线的要求、地板厚度和占用地板空间等条件,直接埋管布线方式可采用厚壁镀锌管或薄型电线管。同一根金属管内,宜穿一条综合布线水平电缆。如果需要而且电缆截面积较小时,为了经济合理地利用金属管,允许在同一金属管内穿几条综合布线水平电缆。对比较大的楼层可分为几个区域,每个区域设置一个小配线箱,先由弱电井的楼层配线间直埋钢管穿大对数电缆到各分区的小配线路,然后再直埋较细的管子,将电话线引到房间的电话出口。这种方式在老式的设计中非常普遍,因为老式建筑一般面积不大,电话点比较少,电话线比较细,使用一条管路便可以容纳3个以上房间的线缆,所以整个设计简单明了,安装、维护比较方便。但这种方式目前已较少使用。



图 5-2 直接埋管布线方式

(二) 先走吊顶内线槽再走支管方式

在这种布线方式中,线槽由金属或阻燃高强度PVC材料制成,有单件扣合方式和双件扣合方式两种,并配有各种转弯线槽、T形线槽等。

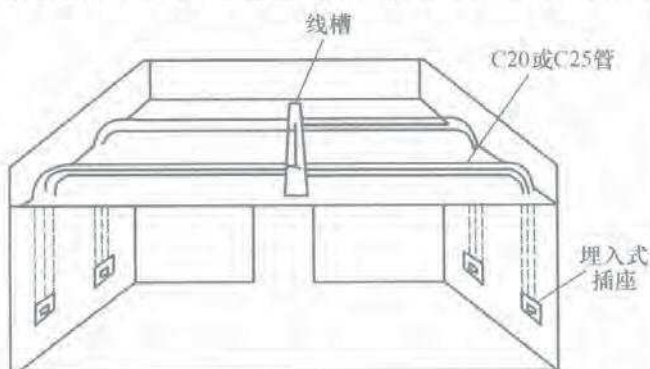


图 5-3 先走吊顶内线槽再走支管布线方式

这种方式用在大型建筑物或布线系统比较复杂而需要有额外支持物的场合,线槽通常安装在吊顶内或悬挂在天花板上方的区域,用横梁式线槽将电缆引向所需要布线区域。由配线间出来的电缆先走吊顶内的线槽,到达各房间后,再经支线槽从横梁式电缆管道分叉后,将电缆穿过一段支管引向墙柱或墙壁,再剔墙而下到本层的信息出口,或剔墙而上,在上一层楼板钻一个孔,将电缆引

到上一层的信息出口,最后端接在用户的信息插座上,如图5-3所示。

在设计、安装线槽时应多方考虑,尽量将线槽放在走廊的吊顶内,并且去各房间的支管应适当集中到检修孔附近,便于维护。走廊一般处于中间位置,所以布线的平均距离最短,可以节约缆线费用,提高综合布线的性能(布线的距离越短,传输的品质越高)。应尽量避免线槽进入房间,否则不仅浪费资金,而且影响房间装修,不利于以后的维护。

弱电线槽能布放综合布线系统、公用天线系统、闭路电视系统及楼宇自控系统信号等弱电缆线,这样可以降低工程造价。同时由于支管经房间内吊顶剔墙而下至信息出口,在吊顶时可

与别的通道管线交叉施工,减少了工程协调量。

(三) 地面线槽布线方式

地面线槽由一系列金属布线线槽(常用混凝土密封)和馈线走线槽组成。

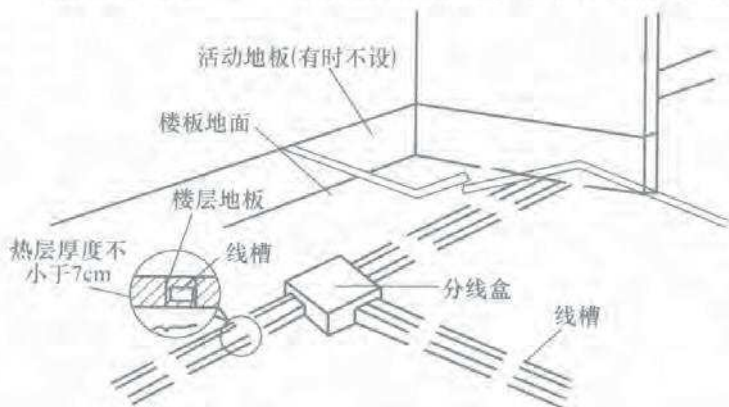


图 5-4 地面线槽方式

地面线槽布线方式就是由配线间出来的缆线走地面线槽到地面出线盒,或由分线盒出来的支管到墙上的信息出口。由于地面出线盒或分线盒不依赖墙或柱体而直接走地面垫层,所以,这种方式适用于大开间或需要打隔断的场合,如图 5-4 所示。

在地面线槽布线方式中,长方形的线槽一般打在地面垫层中,每隔 4~8m 设置一个过线盒或出线盒(在支路上出

线盒也起分线盒的作用),线槽直到信息出口的接线盒。线槽有 70 型和 50 型两种规格,其中,70 型外形尺寸为 70mm×25mm(宽×厚),有效截面积为 1470mm²,占空比取 30%,可穿 24 根水平线缆(3 类、5 类混用);50 型外形尺寸为 50mm×25mm,有效截面积为 960mm²,可穿 15 根水平线。分线盒与过线盒有两槽和三槽两种,均为正方形,每面可接两根或 3 根地面线槽。分线盒与过线盒均有将 2~3 个分路汇成一个主路或起到 90°转弯的功能。四槽以上的分线盒都可用两槽或三槽分线盒拼接。

地面线槽布线方式在选型与设计中应注意下列问题:

(1) 选型时,其产品要通过国家电气屏蔽检验,避免强、弱电同一路由对数据传输产生影响;敷设地面线槽时,禁止打上垫层后再发现问题而影响工期。

(2) 应尽量根据用户提供的办公用具布置图进行设计,避免地面线槽出口被办公用具挡住。无办公用具布置图时,地面线槽应均匀地布放在地面出口;对有防静电地板的房间,只需布放一个分线盒即可,出线敷设在防静电地板下。

(3) 地面线槽的主干部分尽量打在走廊的垫层中。楼层信息点较多时,应同时采用地面管道与吊顶内线槽两种相结合的方式。

相关知识

1. 地面线槽布线方式的优点

地面线槽布线方式的优点有以下几种:

(1) 用地面线槽方式,信息出口距配线间的距离不限。地面线槽每隔 4~8m 接一个分线盒或出线盒,布线时极为方便简捷,因此布线距离不限。

(2) 如果采用屏蔽措施,强、弱电可以走同路由相邻的地面线槽,而且可接到同一线盒内的各自插座,但产品质量要过关。

(3) 适用于大开间或需要临时隔断的场合,容易适应各种布置和变化,布置灵活方便。

(4) 地面线槽方式可以提高商业楼宇的档次。大开间办公是现代流行的办公室布局,只有高档楼宇才能提供这种地面线槽方式布线的大开间办公室。

2. 地面线槽布线方式的缺点

地面线槽布线方式的缺点有以下几种：

- (1) 地面线槽做在地面垫层中，需要至少 6.5cm 以上的垫层厚度，这对于尽量减少挡板及垫层厚度是不利的。
- (2) 如果楼板较薄，有可能在装潢吊顶过程中被吊杆打中，影响使用。
- (3) 不适合楼层中信息点特别多的场合。因为信息点多时，地面线槽要增多，受损机会就会增多，影响使用。
- (4) 地面为高级大理石等材料时，通信引出端难以安装。
- (5) 造价昂贵。为了美观，地面出线盒经常采用铜盒盖，一个出线盒的售价比墙上出线盒高出很多。总体而言，地面线槽方式的造价是吊顶内线槽方式的 3~5 倍。目前，地面线槽方式大多数用在资金充裕的金融业或高档会议室等建筑中。

三、旧建筑物的布线方法

要 点

为了不损坏已建成的建筑物结构，不影响其美观，旧建筑物综合布线可采用护壁板管道布线法、地板导管布线法和模制管道布线法 3 种方法。

解 释

(一) 护壁板管道布线法

护壁板管道是一个沿建筑物护壁板敷设的金属管道，如图 5-5 所示。对于旧或翻新的建筑物，为了不损坏已建成的建筑物结构，可采用护壁板管道布线方法。这种布线方法是沿墙壁在护壁板内敷设金属管道，电缆管道的前面盖板是活动的，插座可装在沿管道的任何位置上。电力电缆和通信电缆必须由连续接地的金属隔板隔开，用以防止电磁干扰。这种布线结构有利于布放电缆，通常用于墙上装有较多信息插座的小楼层区域。

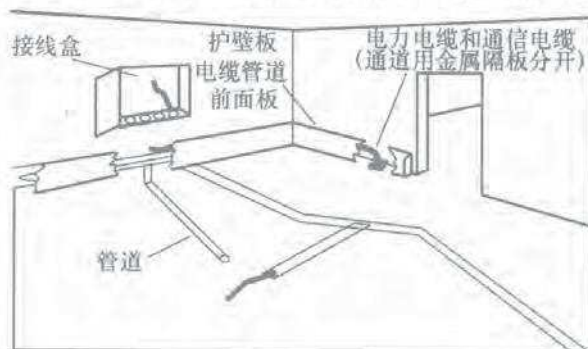


图 5-5 护壁板电缆管道布线法

(二) 地板导管布线法

采用这种布线法时，需要专用的 PVC 材料或金属导管来保护沿地板表面敷设的裸露电缆，如图 5-6 所示。在这种方法中，电缆装在导管内，而导管又固定在地板上，并将盖板紧固在导管基座上。地板导管布线法具有快速和容易安装的优点，适用于通行量不大的区域，如各办公室和紧靠墙的工作区。一般在过道或主楼层区不使用这种布线法。

(三) 模制管道布线法

模制管道是一种金属模压件，固定在接近天花板与墙壁接合处的过道和房间的墙上，如图 5-7 所示。管道可以把模压件连接到交接间。在模压件后面，小套管穿过墙壁，以便于使小电缆通往房间。在房间内，另外的模压件将连到信息插座的电缆隐蔽起来。虽然这种方法一般已经过时，但在旧建筑物中仍可采用，因为保持外观完好非常重要。但这种方法具有灵活性较差

的特点,受到的限制较多。

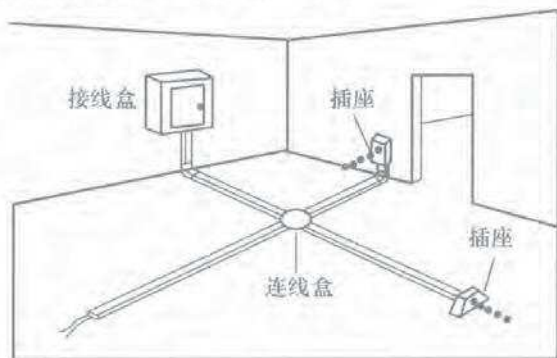


图 5-6 地板导管布线法

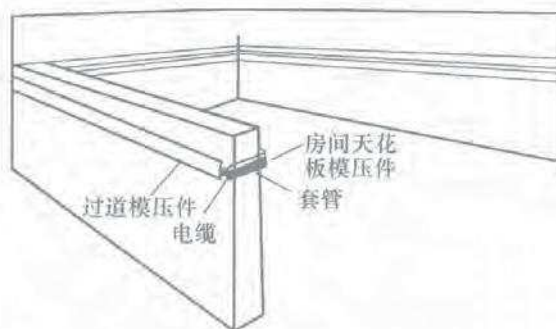


图 5-7 模制电缆管道布线法

相关知识

旧建筑物中 3 种布线法优缺点比较如下:

(1) 护壁板管道布线法具有容易检修、较适合小楼层区的优点;缺点是不适合大楼层区,因为通信设备在这里面分布很广。

(2) 地面导管布线法具有安装既迅速又方便,适合于通行量不大的区域的优点;缺点是不适合通行量很大的区域,如主要的过道。

(3) 模制管道布线法具有能保持外观完好,使用模压件的优点;缺点是灵活性较差。

四、大开间水平布线方法

要 点

在配线子系统的设计中,当建筑物的楼层房间面积较大,而且房间办公用具布局经常变动,地面也不易安装信息插座时,可采用大开间水平布线设计方案。大开间是指由办公用具或可移动的隔断代替建筑墙面而构成的分隔式办公环境。在这种开放式办公室中,将线缆和相关的连接硬件配合使用,就会有大的灵活性,可节省安装时间和费用。

大开间水平布线设计方案有多用户信息插座设计方案和转接点设计方案两种。

解 释

(一) 多用户信息插座设计方案

多用户信息插座设计方案就是将多个多种信息插座组合在一起,安装在吊顶内,然后用接插软线沿隔断、墙壁或墙柱而下,接到终端设备上。混合电缆和多用户信息插座结合使用就是其中的一种。例如,美国朗讯科技公司的 M16A 型就是将 6 个信息插座组合在一起,最多可连接 6 台工作终端。水平布线可用混合电缆,放在吊顶内有规则的金属线槽内,线槽从配线间引出,辐射到各个大开间。每个大开间再采用厚壁管或薄壁金属管,将线缆从房间的墙壁内或墙柱内引至接线盒,与组合式信息插座相连接。多用户信息插座的连接方式如图 5-8 所示。

当多个用户在一个用具组合空间中办公时,多用户信息插座为此提供了一个单一的工作区插座集合。接插线通过内部的槽道将设备直接连至多用户信息插座,多用户信息插座应该放在

立柱或墙面这样的永久性位置上,而且应该保证水平布线在用具重新组合时保持完整性。多用户信息插座适用于那些重新组合非常频繁的办公区域。

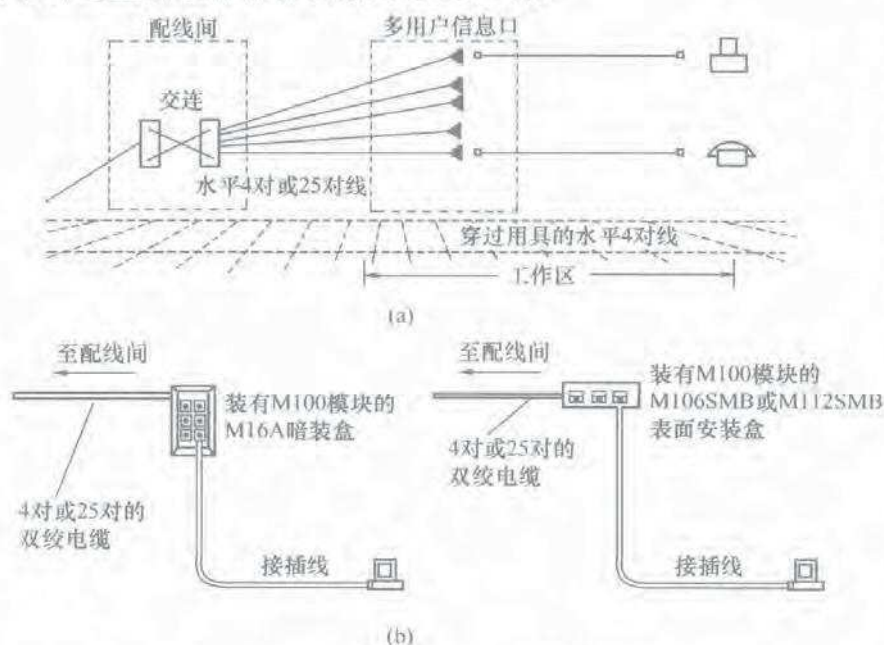


图 5-8 多用户信息插座连接方式

(a) 连接原理图; (b) 直接连接工作终端

混合电缆与多用户多媒体插座配合使用,非常适合上述情况。在一个用具组合空间中,如果在水平跳接和多用户信息插座之间采用由 6 根 4 对 5 类线和 6 芯光纤组成的一根混合光缆,就可以满足 3 个工作区的需要,这是常见一种 3 个工作区的典型应用。同一个多用户信息插座的服务范围不宜超过 12 个工作区,工作区的数量应限制在 6 个以内。由于平均每个工作区设置 3 个口,12 个工作区将有 36 个口,这样就不如在一个多用户信息插座中集成 18 个插座更有实际意义。限制一个多用户信息插座所服务的工作区数量可以缓解对工作区电缆长度、设置位置和工作区连接管理的要求。

楼层配线架到多用户信息插座的电缆水平链路的最大长度,可用下列公式计算:

$$C = (102 - H) / 1.2$$

$$W = C - 7\text{m} \leq 20\text{m}$$

式中 C ——工作区电缆、设备电缆和跳线之和的最大长度, m;

W ——工作区电缆最大长度, m;

H ——水平电缆长度, m。

(二) 转接点设计方案

转接点是水平布线中的一个互连点,也是水平布线的逻辑转接点,它将水平布线延长至单独的工作区。在转接点与信息插座之间敷设很短的水平电缆,服务于专用区域。与多用户信息插座一样,转接点也可紧靠办公用具,这样重组用具时能够保持水平布线的完整。转接点设计方案如图 5-9 所示。

转接点与多用户信息插座相似,是位于建筑槽道(来自配线间)和开放办公区的连接点。转接点的设置使得在办公区重组时能够减少对建筑槽道内电缆的破坏。所以,设置转接点的目的是针对那些偶尔进行重组的情况,而多用户信息插座所针对的是重组非常频繁的办公区,转接点应该尽量容纳多个工作区。

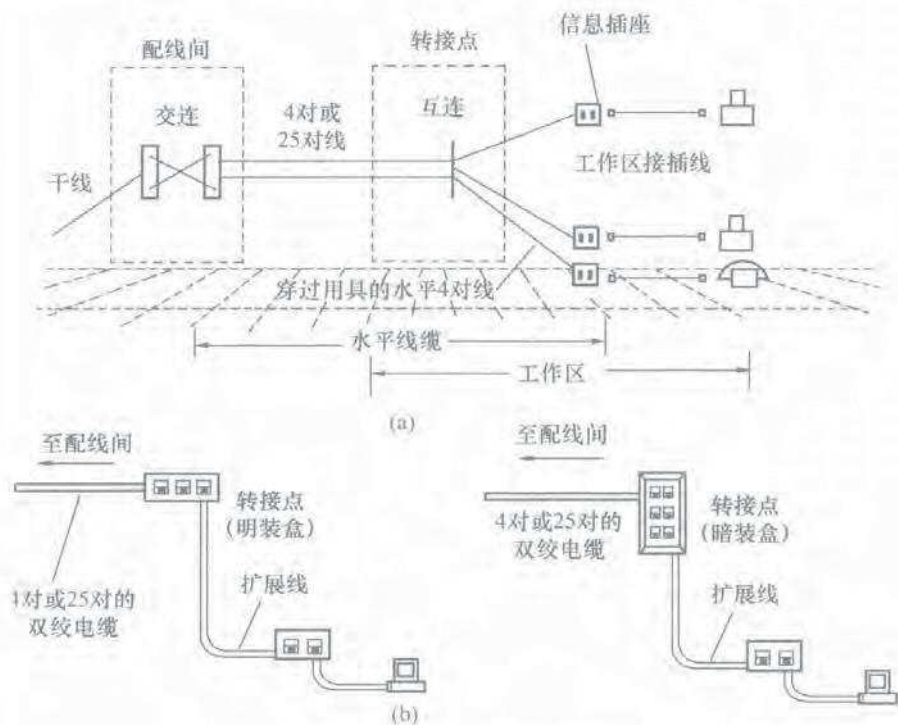


图 5-9 转接点设计方案

(a) 转接点连接原理图；(b) 工作终端经转接点连接到多用户信息插座

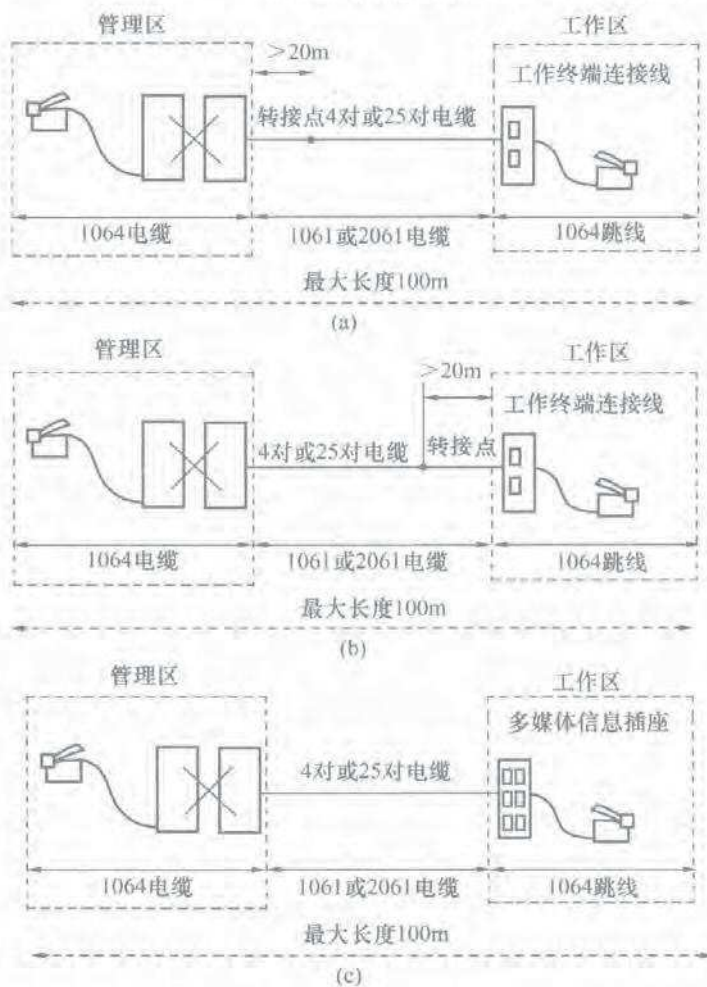


图 5-10 转接信息口

(a) 方式 A；(b) 方式 B；(c) 方式 C

大开间水平布线长度应小于 100m。按转接点位置不同，其各段长度也有所不同。通常有方式 A、方式 B 和方式 C 3 种，如图 5-10 所示。

(1) 方式 A，水平支线是指信息插座到转接点之间的缆线，最长距离为 70m。水平线是指配线架到转接点之间的缆线，布线距离不短于 20m。水平距离小于 20m 时，转接点的位置不受限制。超 5 类及其以上类别超长跳线同样适用，而且长度还可适当增加。

(2) 方式 B，水平支线是指信息插座到转接点之间的缆线，最大距离为 30m。当终端设备到工作区信息插座的连接缆线长度为 10m 时，信息插座到转接点之间的最大距离不能超过 20m。超 5 类及其以上类别超长跳线同样适用，而且长度还可适当增加。

(3) 方式 C，水平支线是指信息插座到多媒体信息插座之间的缆线，最大距离为 30m。多媒体信息插座应位于工作区的规定范围内，超 5 类及其以上类

别超长跳线同样适用，而且长度还可适当增加。

对于大厅的站点，可采用打地槽、铺设厚壁镀锌管或薄壁电线管的方法将线缆引到地面接线盒，端接在接线盒内的信息插座上。需要使用信息插座时，只要把地面接线盒盖上的小窗口向上翻，用接插软线把工作终端连接到信息插座即可。平时小窗口向下，与地面平齐，可保持地面平整。

相关知识

区域布线法是把需要单独建立应用系统的单位所在的楼层单独布线。该层的交接间可作设备间，将主配线架、网络互连设备及服务器放在该间。区域布线法常常应用在出于保密的要求而需要组成一个独立应用系统的场合，如办公楼内的机要、情报等单位。典型的区域布线法和典型大开间布线法综合应用实例，如图 5-11 所示。

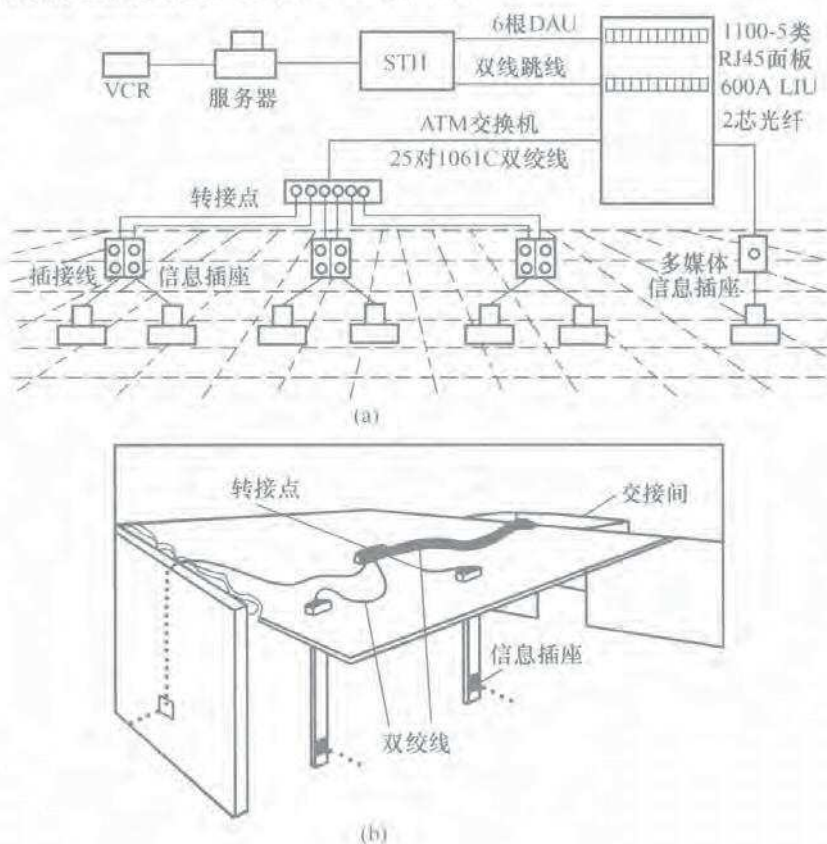


图 5-11 区域布线法

(a) 典型区域布线法；(b) 典型大开间布线法

通常区域布线距离应小于 100m。区域布线法的缆线、信息插座均可参照水平布线的计算方法进行计算。

区域布线可以分为两个部分：

- (1) 固定缆线（从交接间到转接点）；
- (2) 延伸缆线（从转接点到信息插座）。

转接点的设置，形成了一个工作区组或区域组，使得大开间办公环境的设计更加方便灵活，方便于二次装修和分段安装。

五、配线子系统设计步骤

要 点

配线子系统的设计主要包括确定路由, 确定信息插座的数量和类型, 确定线缆的类型和长度, 订购电缆 4 个步骤。

解 释

(一) 确定路由

在设计配线子系统时, 首先应根据建筑物的结构及用途等, 确定配线子系统路由设计方案。基本原则主要有 3 个方面:

(1) 对于新建的建筑物, 待施工设计图完成后, 就可按照施工图设计配线子系统走线方案。

(2) 对于档次高的建筑物, 一般都有吊顶, 水平走线可在吊顶内进行。

(3) 对于一般的建筑物, 配线子系统采用地板管道布线方法。

(二) 确定信息插座的数量和类型

根据用户需求和建筑物结构, 确定每个楼层配线间和二级交接间的服务区域及可应用的传输介质。根据楼层平面图计算可用的空间, 根据信息种类和传输率确定信息插座类型, 估算工作区信息插座的总数。

在操作中应注意下列 5 点:

(1) 根据系统设计等级, 确定是采用基本型, 还是增强型或综合型。对于基本型系统, 可按每 10m^2 空间内设计一个信息插座; 对于增强型和综合型系统, 可按每 10m^2 空间内设计两个信息插座, 其中一个用于话音, 另一个用于数据。

(2) 确定信息插座的类型时, 新建筑物通常用嵌入式安装的信息插座; 而已有的建筑物则采用表面式安装的信息插座, 也可采用嵌入式信息插座。

(3) 在干线子系统工作单上, 应注明每个楼层交接间所服务的工作区数量和经过楼层交接间所服务的全部工作区。

(4) 每个工作区至少要配置一个插座盒, 对于难以再增加插座盒的工作区或信息流量较大的工作区, 最好安装两个分离的插座盒。

(5) 每个工作区中的信息插座与配线子系统缆线对应关系如下:

1) 第一个信息插座应由 5 类 100Ω 双绞电缆支持;

2) 第二个信息插座应由 5 类 100 、 150Ω 双绞电缆或光缆支持。

(三) 确定线缆的类型和长度

1. 确定缆线类型

综合布线系统的设计原则是向用户提供能支持数据和语音的传输通道。按照配线子系统对缆线及长度的要求, 在水平区段从楼层交接间到工作区的信息插座之间, 应优先选择 4 对双绞电缆以便能向用户提供能支持数据和语音的传输通道。

电缆类型的选择是由布线环境决定的。根据现场对电磁兼容性 (EMC) 的要求, 选用是

屏蔽（STP）还是非屏蔽（UTP），并且分别有阻燃、非阻燃类的实心和非实心电缆。

2. 确定电缆长度

确定电缆长度时，应考虑下列几点：

- (1) 确定布线方法和走向；
- (2) 确定每个楼层配线间或二级交接间所要服务的区域；
- (3) 确认离配线间最远的信息插座以及离交接间最近的信息插座的位置；
- (4) 按照可能采用的电缆路由确定每根电缆走线距离；
- (5) 平均电缆长度=两根电缆路由的总长度/2；
- (6) 总电缆长度=平均电缆长度+备用部分（平均电缆长度的10%）+端接容差（一般取6~10m）。

每个楼层用线量 C 可按下式计算：

$$C = [0.55(F + N) + 6] \times n$$

式中 F ——最远的信息插座离配线间的距离；

N ——最近的信息插座离配线间的距离；

n ——每层楼的信息插座的数量。

整座楼的用线量 W 可按下式计算：

$$W = \sum MC$$

式中 M ——楼层数。

图 5-12 所示是配线子系统确定缆线长度的实例。实例中， $N = 9\text{m}$ ， $F = 4.5\text{m} + 15\text{m} + 3\text{m} = 22.5\text{m}$ ，布线平均长度为 $(N + F) / 2 = 16\text{m}$ ，10%备用长度为 $16\text{m} \times 10\% = 1.6\text{m}$ ，端接容差（可变）取 6m ，则缆线总走线长度为 $16\text{m} + 1.6\text{m} + 6\text{m} = 23.6\text{m}$ 。

（四）订购电缆

订购电缆时应注意下列两点：

(1) 发货时，电缆是以箱为单位计算的，所以，当计算出需要的电缆长度后，应将其转换为电缆箱数；

(2) 注意电缆箱数的正确计算方法。

目前，国际上生产的双绞电缆的长度不等，从 90m 到 5km ，并有卷盘和卷筒两种装箱形式，所以，订货时要以箱为单位订购。

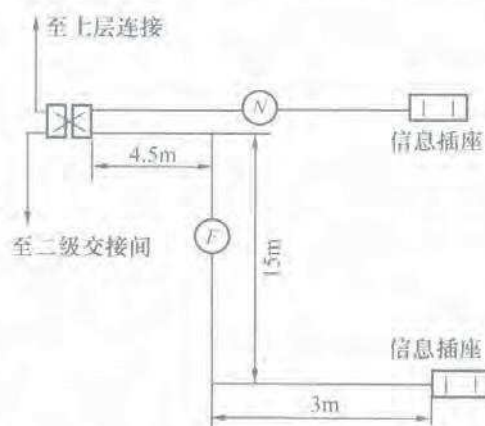


图 5-12 配线子系统确定
缆线长度实例

相关知识

（一）配线子系统的拓扑结构

配线子系统一般采用星状拓扑结构，如图 5-13 所示。从图中可知，这种拓扑结构是以楼层配线架（FD）为主结点，各个通信引出端（TO）为从结点。FD 与 TO 之间采取独立的线路进行相互连接，形成以 FD 为中心的向外辐射的星状线路网状态。这种网络拓扑结构的线路长度较短，有利于保证传输质量，降低工程造价，便于维护使用，并能很好地解决对各种应用的开放性。

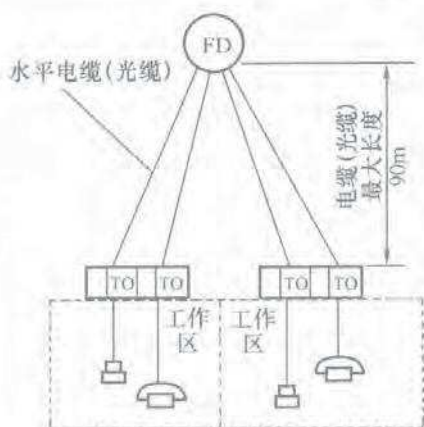


图 5-13 星状拓扑结构

配线子系统的水平布线可以是同一类型干线电缆在配线架上不同形式的转接，典型的水平子系统布线与工作区终端设备的连接如图 5-14 (a) 所示。配线间的有源设备与配线架上的连接，以及工作区终端设备与水平子系统信息插座的连接关系如图 5-14 (b) 所示。

(二) 配线子系统的设计要求

在进行配线子系统的设计时，一般应考虑下列要求：

- (1) 用户对工程提出的近期和远期的终端设备要求；
- (2) 每层需要安装的信息插座数量及其安装位置；
- (3) 终端设备可能将来要移动、增加和重新安排的详细

情况，力求做到灵活性大、适应变化能力强，以满足今后通信业务的需要：

- (4) 将一次性建设和分期建设方案进行比较，从而确定最佳方案。

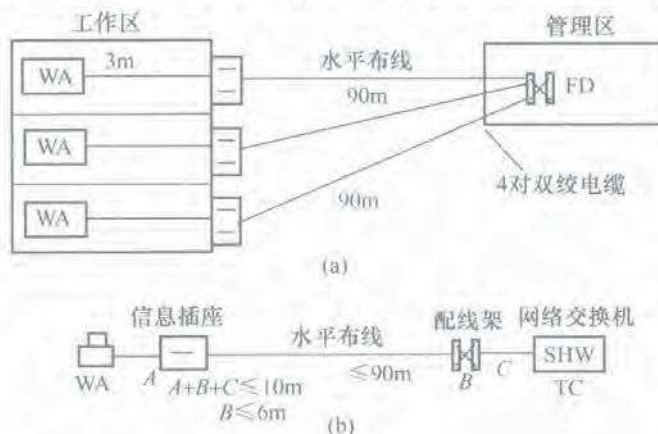


图 5-14 终端设备与配线子系统连接

(a) 配线子系统布线和在工作区终端设备的连接；(b) 终端设备与配线子系统连接

- 注
- 1 为形成总线型和环型拓扑结构，水平布线可认为是干线布线的一部分。
 - 2 有些应用系统在水平布线的信息插座处需要电气器件（入阻抗匹配器件）。这些电气器件不能作为水平布线的一部分安装。如果需要，只能接在信息插座外部，起到转接的作用。
 - 3 桥接配线不能归为水平布线。
 - 4 跳接是配线子系统与干线子系统在配线架上的连接。
 - 5 对接是工作区终端设备与信息插座的连接。

第六章

干线子系统的设计

一、干线子系统布线的拓扑结构

要 点

拓扑结构的选择往往与建筑物的结构和访问控制方式密切相关。结点的连接方式不同，得到的拓扑结构也不同。综合布线系统中干线子系统主要采用星型、总线型、环型和树型等类型的拓扑结构。在设备间、楼层配线间或二级交接间的配线架上，采用接插软线或跳线即可实现各种拓扑结构的转换。

解 释

(一) 星型拓扑结构

星型拓扑结构由一个中心主结点（主配线架）向外辐射延伸到各从结点（楼层配线架）组成，如图 6-1 所示。由于从中心结点到从结点的线路均与其他线路相对独立，所以布线系统设计是一种模块化的设计。主结点采用集中式访问控制策略，因此主结点的控制设备较为复杂，而各从结点的信息处理负担较小。主结点可以与从结点直接相连，从结点之间必须经中心结点转接才能通信。星型结构一般有两类：一类是中心主结点的接口设备为功能很强的中央控制设备，它具有信息处理和转接双重功能，一旦建立了通道连接，可以没有延迟地在连通的两个结点之间传送信息；另一类是转接中心结点，即仅起到从结点间的连通作用。

(1) 星型拓扑结构有下列主要优点是：

- 1) 维护管理方便。由于所有信息通信都要经过中心结点来支配，所以维护管理比较容易。
- 2) 重新安排配置灵活。在楼层配线间的配线架上，可以移动、增加或拆除一个信息插座所连接的终端设备，且仅涉及所连接的那台终端或设备。所以，操作起来比较容易，适应性强。
- 3) 容易检测和故障隔离。因为各信息点都直接连接到楼层配线架上。

(2) 星型拓扑结构的主要缺点如下：

- 1) 安装工作量大，线缆长。
- 2) 对于中心结点的依赖性较大。如果中心信息处理设备出现故障，则全系统瘫痪。所以，要求中心结点设备有较高的可靠性和冗余度。

目前，智能大厦的计算机主干网一般在主结点配置一台主交换机，在每个楼层配线间配置

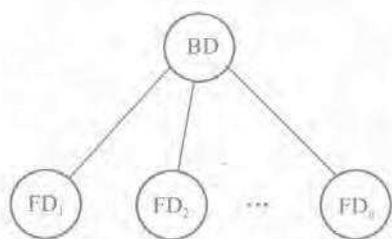


图 6-1 干线星型拓扑结构

交换机或集线器，通过水平双绞线电缆连接足够数量的工作站，楼层配线间的交换机或集线器与主交换机连接起来。若布线距离超过规定的最大距离，可使用集线器、中继器或网桥等来延长布线的距离。

星型拓扑结构因为其兼容性和稳定性能满足不同的应用要求，所以，已成为国际标准的拓扑结构。这种拓扑结构适用于多种缆线，如双绞线、同轴电缆和光缆等。

（二）总线型拓扑结构

总线型拓扑结构采用公共主干线作为传输介质，所有的楼层配线架都通过相应楼层配线间的设备硬件接口直接与主干线上连接。任何一个楼层配线间的设备发送的信号都可以沿着主干线传播，而且能被所有其他楼层配线间的设备接收。总线型拓扑结构如图 6-2 所示。消防报警系统通常采用此结构。

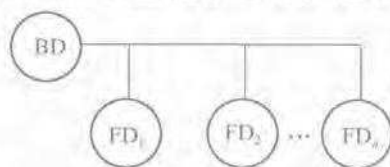


图 6-2 总线型拓扑结构

（1）总线型拓扑结构的优点如下：

1) 电缆长度短，布线容易。因为所有楼层配线间的设备接到一条主干线上，因此，只需很短的电缆，可减少安装费用，且易于布线和维护。

2) 结构简单，可靠性强。

3) 易于扩展，便于增加新的结点。

4) 总线技术较成熟。

（2）总线型拓扑结构的缺点如下：

1) 故障诊断困难。虽然总线型拓扑结构简单，可靠性高，但故障检测却不容易。由于总线型拓扑结构采取分布式控制，因此，故障检测需在系统的各个结点进行。

2) 故障隔离困难。任何一处出现故障都无法完成信息的发送和接收。如果故障发生在结点，只需将该结点从总线上拆除；如果传输介质发生故障，则要把该段相关的总线切断。

3) 须重新配置有源设备。在总线的干线基础上进行扩充，可采用有源设备。但需要重新配置，包括增加电缆长度、调整终端等。

4) 楼层配线间的设备必须是智能的，从而增加了结点的硬件和软件的投资。

（三）环型拓扑结构

环型拓扑结构，就是各结点通过各楼层配线间的有源设备相连接形成环形通信回路，各结点之间无主从关系，如图 6-3 所示。每个楼层配线间的有源设备都与两条链路相连。有源设备可以是计算机网络中的中继器、集线器路由器或网桥等。环型拓扑结构可分成单环结构和双环结构两种。

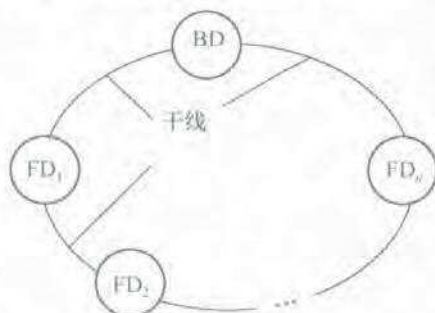


图 6-3 环型拓扑结构

双环结构就是每个结点可选择最近的距离，沿着不同的环路与对方通信，所以，这种结构不但需要增加有关的设备，而且控制也比较复杂。

（1）环型拓扑结构的优点如下：

1) 电缆长度短。环型拓扑所需电缆的长度与总线型拓扑相似，但比星型拓扑要短得多。

2) 适用于光纤应用，因为光纤延迟小，采用双环结的 FDDI 网传输速率可达到 100Mb/s。

(2) 环型拓扑结构的缺点如下:

- 1) 系统维护较难, 环上单点的故障会引起全系统的故障。
- 2) 故障诊断较困难, 某一结点的设备故障会使整个系统不能工作, 需要对每个结点进行检测。
- 3) 不易重新配置。扩充环的配置比较困难; 同样, 关掉一部分已接入系统的结点的设备也不容易。

4) 拓扑结构影响访问协议。环上每个结点收到信息后, 要负责将它发送到环上, 这意味着要同时考虑访问控制协议。在结点发送信息前, 必须得到信道的使用权。

(四) 树型拓扑结构

树型拓扑结构实际是星型拓扑结构的发展和扩充, 也是一种分层结构, 具有主结点和从结点, 如图 6-4 所示。它适用于分级控制系统, 也是集中式控制的一种。各结点按层次进行连接, 处于最高层次的结点, 其可靠性要求也最高。

(1) 树型拓扑结构的优点如下:

- 1) 易于扩展。树型结构可以延伸出很多分支和子分支结点, 新的结点和分支结点易于加入布线系统内。
- 2) 易于故障隔离。如果某一支结点或链路发生故障, 可以很容易地将这一分支从整个系统中隔离开来。

(2) 树型拓扑结构的缺点如下:

对根的依赖性较大, 如果根结点发生故障, 则整个布线系统不能正常工作, 所以, 这种结构的可靠性与星型结构的相似。

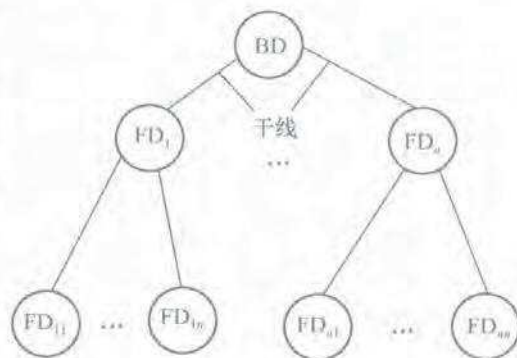


图 6-4 树型拓扑结构

相关知识

一般来说, 在选择拓扑结构时应遵循下列基本原则:

- (1) 可靠性, 选择故障检测和故障隔离较为方便的结构。
- (2) 灵活性, 应用系统的终端分布在各工作区, 要考虑到在增加、移动或拆除一些终端时, 很容易重新配置成不同的拓扑结构, 不致使整个应用系统停止工作。
- (3) 可扩充性, 新建的建筑物要预留弱电间作为楼层配线间, 并要为其预留有一定的扩展空间。通常主干线采用光缆或 5 类、超 6 类双绞电缆。

星型布线方案的扩充能力很强, 可以适应应用系统的变化和未来的发展, 所以, 目前综合布线系统的拓扑结构一般推荐的是星型拓扑结构。

二、干线子系统的布线方法

要 点

干线子系统有垂直型的, 也有水平型的。尽管在大多数建筑物里, 干线子系统都是垂直型的, 但是在某些情况下, 建筑物呈水平主干型也是很常见的。主干线缆路由既可能是垂直型通道, 也可能是水平型通道, 或者两者的综合。楼层管理间到设备间的干线电缆路由的确定原则

是：路径最短、安全可靠、施工方便、经济适用。

解 释

（一）垂直干线线缆的布线

建筑物垂直干线布线通道可采用电缆孔和电缆竖井两种方法。

1. 电缆孔方法

干线通道中所用的电缆孔是很短的管道，通常是用一根或数根直径为 100mm 的钢管做成。它们嵌在混凝土地板中（在浇注混凝土地板时嵌入）。比地板表面高出 2.5~10cm，也可直接在地板中预留一个大小适当的孔洞。电缆往往捆在钢绳上，而钢绳又固定到墙上已铆好的金属条上。当楼层配线间上下都对齐时，一般采用电缆孔方法，如图 6-5 所示。

2. 电缆井方法

电缆井是指每层楼板上开出一些方孔，使电缆可以穿过这些方孔从某个楼层延伸到相邻的楼层，电缆井的大小依据用电缆的数量而定，如图 6-6 所示。与电缆孔方法一样，也是将电缆捆在或箍在支撑用的钢绳上，钢绳靠墙上的金属条或地板三脚架固定。离电缆井很近的墙上安装立式金属架，可以支撑很多电缆。电缆井的选择比较灵活，可以让粗细不同的各种电缆以任意组合方式通过。电缆井虽然比电缆孔灵活，但在原有建筑物中开电缆井安装电缆造价较高，而且不被使用的电缆井很难防火。在安装过程中，要采取措施，防止损坏楼板支撑件，否则，楼板的结构完整性将会受到破坏。

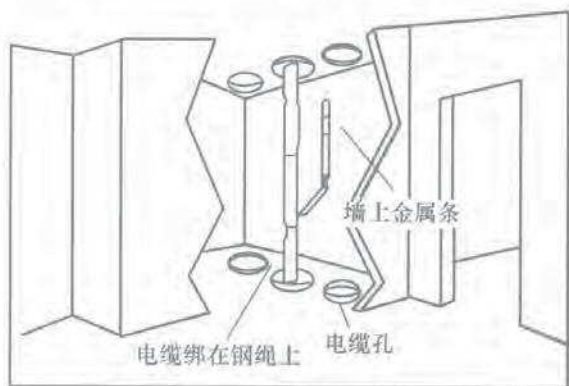


图 6-5 电缆孔方法

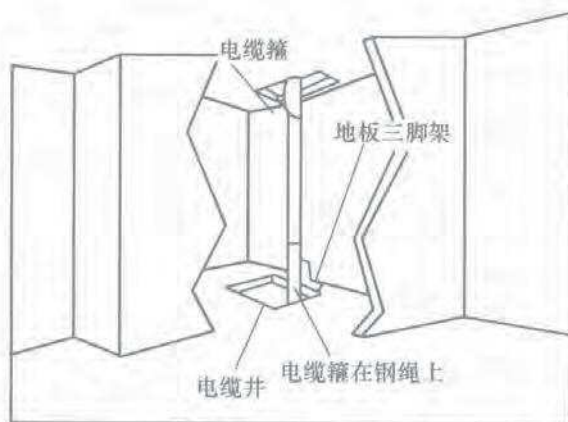


图 6-6 电缆井方法

在多层楼房中，经常需要使用干线电缆的横向通道，将干线电缆从设备间连接到干线通道，以及在各个楼层上将其从二级交接间连接到任何一个楼层的配线间。注意，横向走线需要寻找一条易于安装的方便通路，因为两个端点之间很少是一条直线。

（二）水平干线线缆的布线

当建筑需要采用水平干线电缆布线时，水平干线布线的通道可采用金属管道和电缆托架两种方法。

1. 金属管道方法

金属管道方法是將水平干线线缆穿放在金属管道中，用金属管道来保护电缆，如图 6-7 所示。因为相邻楼层的干线配线间可能存在水平方向的偏距，所以会出现垂直的偏距通路；金属管道允许把电缆拉入这些垂直的偏距通路。在开放式通道和横向干线走线（如穿越地下室）时

采用这种方法,管道能够对电缆起到机械保护的作用。管道不仅有防火的优点,而且为电缆提供了密封而坚固的空间可使电缆安全地铺设到目的地。但管道很难重新布置,因而不太灵活,而且其造价也较高,因此,在建筑物设计阶段,必须进行周密的考虑,以保证管道精细合适。在土建隐蔽阶段,要将选定的管道预埋在地板或楼板中,延伸到正确的交接点。这种方法也适用于低矮而又宽阔的单层平面建筑物。

2. 电缆托架方法

电缆托架又称电缆托盘,是铝制或钢制部件,外形很像梯子。电缆托架既可安装在建筑物墙面上或吊顶内,也可安装在天花板上,都可供水平干线走线。电缆铺在托架内,由水平支撑件固定住,如图 6-8 所示。必要时还可在托架下方安装电缆绞接盒,以保证在托架上方已装有其他电缆时可以接入电缆。托架方法最适合电缆数量很多的情况。托架的尺寸待安装的电缆粗细和数量决定。托架非常便于安放电缆,没有将电缆穿过管道的麻烦。但托架及支撑件较贵,而且电缆可能外露,所以很难防火,并且不美观。

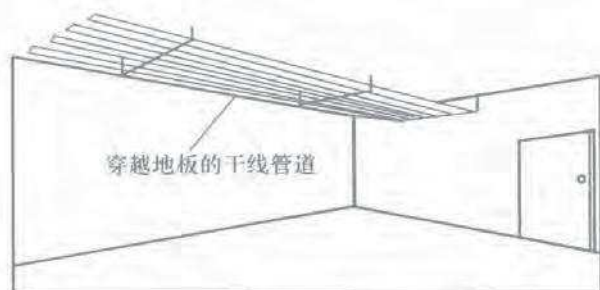


图 6-7 金属管道方法

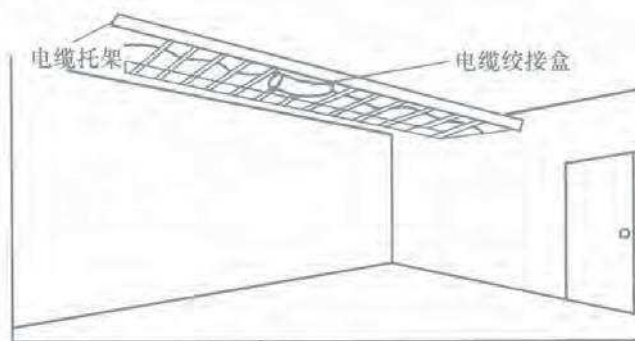


图 6-8 电缆托架方法

相关知识

（一）干线子系统各种布线方法的优缺点

干线子系统各种布线方法的优缺点如下:

- (1) 电缆孔方法具有防火、安装电缆方便的优点,缺点是穿线空间小,且不够灵活。
- (2) 电缆井方法具有空间大、穿线灵活的优点,缺点是难于防火,安装费用高,可能破坏楼板结构。
- (3) 金属管道方法具有防火、提供机械保护、美观的优点,缺点是灵活性差,成本高。
- (4) 电缆托架方法具有电缆容易安放的优点,缺点是电缆外露,影响美观,成本高而且难于防火。

（二）干线子系统的布线距离

综合布线系统中,干线子系统布线距离的设计应根据所用媒质的不同而异,但干线子系统布线的最大距离(即楼层配线架到设备间主配线架之间的最大允许距离,与信息传输速率、信息编码技术以及所选的传输介质和相关连接件有关)一般有一定要求,如图 6-9 所示。

一般要求建筑群配线架(CD)楼层配线架(FD)间的距离不应超过 2000m,建筑物配线架(BD)到楼层配线架(FD)的距离不应超过 500m。

为了使布线的距离最短,通常将设备间的主配线架设在建筑物的中间附近。当超出上述距离限制时,可以划分成几个布线区域,是每个区域满足规定的距离要求。

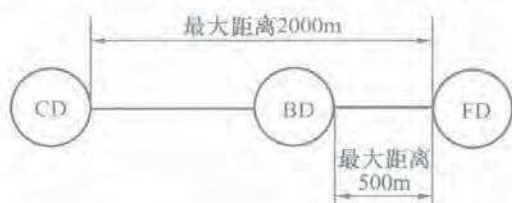


图 6-9 干线子系统布线的最大距离

采用单模光缆时，建筑群配线架到楼层配线架的最大距离可以延伸到 3000m。采用 5 类双绞线电缆时，对传输速率超过 100Mb/s 的高速应用系统，布线距离不宜超过 90m，否则宜选用单模或多模光缆。

在建筑群配线架和建筑物配线架上，接插线和跳线的长度不宜超过 20m，超过 20m 的长度应从允许的干线缆最大长度中扣除。把电信设备（如程控用户交换机）直接连接到建筑群配线架或建筑物配线架的设备电缆或光缆长度不宜超过 30m。如果使用的设备电缆或光缆超过 30m，干线电缆或光缆长度应相应减少。

（三）干线子系统线缆类型

可以根据建筑物的楼层面积、用途和高度来选择干线子系统线缆的类型。在干线子系统中，开采用下述 4 种类型的线缆：

- （1）100 Ω 双绞线电缆；
- （2）8.3/125 μm 单模光纤；
- （3）50/125 μm 多模光纤；
- （4）62.5/125 μm 多模光纤。

三、线缆的接合方法

要 点

在确定楼层交接间与二级交接间的连接时，要根据建筑物结构和用户要求，选择适宜的接合方法。一般楼层交接间与二级交接间之间的接合方法通常有点对点端接法，分支接合法以及电缆直接端接法 3 种。

解 释

（一）点对点端接法

点对点端接法是最简单、最直接的接合方法，如图 6-10 所示。在这种端接法中，首先要选择一根足够粗的双绞电缆或光纤，其数量（电缆对数、光纤根数）可以满足一个楼层的全部信息插座的需要，而且该楼层只需设一个配线间。然后从设备间引出这根电缆，经干线通道，端接于该楼层的一个指定配线间内的连接硬件。这根电缆到此为止，不再往别处延伸。因此，这根电缆的长度取决于要连往哪个楼层以及端接的交接间与干线通道之间的距离，即电缆长度取决于该楼层离设备间的高度以及在该楼层上的横向走线距离。

选择点对点端接法时，可能引起干线中的每根电缆长度各不相同（每根电缆的长度要足以延伸到指定的楼层和配线间），而且粗细也可能不同。在设计阶段，电缆材料清单应反映出这一情况。另外，还要在施工图纸上详细说明每根电缆所要连接到的楼层，以及具体的配线间。

点对点端接法的主要优点是可以在干线中采用较小、较轻、较灵活的电缆，而不必使用昂贵的交接盒。缺点是穿过二级交接间的电缆数目较多。

(二) 分支接合法

分支接合法就是让干线中的一根多对电缆支持若干个楼层交接间的通信，经过交接盒后分出若干根小电缆，分别延伸到每个配线间，并端接于目的地的连接硬件。分支接合法可分为单楼层和多楼层两类。

1. 单楼层接合法

当配线间只用作通往各二级交接间的电缆的过往点时，就采用单楼层接合法。也就是说，二级交接间里没有供端接信息插座用的连接硬件。一根电缆通过干线通道到达某个指定楼层，其容量足以支持该楼层所有配线间的信息插座需要。安装人员可用一个适当大小的交接盒把这根主电缆与粗细合适的若干根小电缆连接起来，以供该楼层各个二级交接间。

2. 多楼层接合法

多楼层结合法通常用于支持 5 个楼层的信息插座（以每 5 层为一组）。一根主电缆向上延伸到中点（第 3 层）。安装人员在该楼层的配线间内装上一个交接盒，然后把主电缆与粗细合适的各根小电缆分别连接在一起，将小电缆分别连往上两层楼和下两层楼。典型的分支结合法如图 6-11 所示。

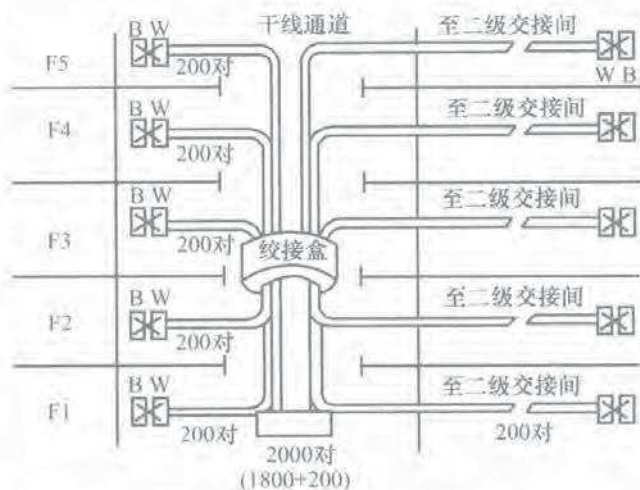


图 6-11 典型的分支结合法

交接盒附近的连接硬件上，其他的粗细适当的电缆横向连往该楼层的各个二级交接间。

分支接合法的优点是干线中的主馈电缆总数较少，可以节省一些空间。在某些情况下，这种接合方法的成本低于点对点端接法。

(三) 电缆直接端接法

在综合布线中，当设备间与计算机机房处于不同的地点，而且需要把话音电缆连至设备间，把数据电缆连至计算机机房时，就可以采取直接的连接方法。即在设计中选取干线电缆的不同部分来分别满足不同应用的需要。

在使用电缆直接端接法时，应考虑下列因素：

(1) 在决定干线规模时，可从二级交接间的白场（W）分出两根电缆，其中一根用于传输数据，另一根用于传输语音信号。

(2) 在寻常地点把电缆或电缆组引入干线，通过干线通道下降或上升到相应的目的楼层，即布放到设备间和计算机机房。

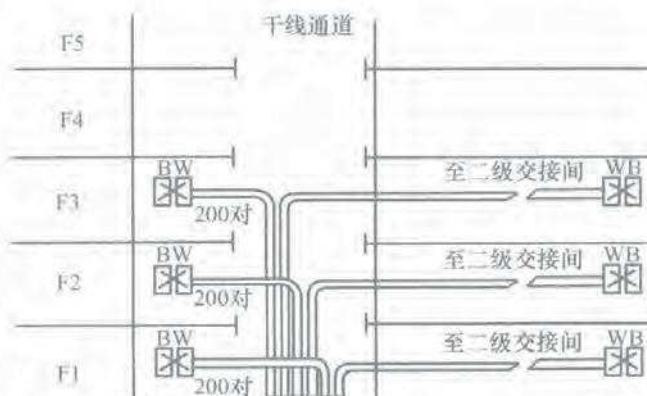


图 6-10 典型的点对点端接法

一根主电缆向上延伸到中点（第 3 层）。安装人员在该楼层的配线间内装上一个交接盒，然后把主电缆与粗细合适的各根小电缆分别连接在一起，将小电缆分别连往上两层楼和下两层楼。典型的分支结合法如图 6-11 所示。

综合布线推荐的方法为：一旦通过了第 3 层的接合点，就采用点对点端接法把其他电缆连到其他所有楼层的目标交接间。这是最经济的处理方法，但是，如果分析结果表明，这样做并不是最经济时，那么就继续采用分支接合法。如果第 3 层楼交接间兼有双重任务时，那就要把这根电缆的一小段端接于交

(3) 在必要时可在目的楼层的干线上分出一些电缆, 把它们横向敷设到各个房间, 并按用户系统的要求对电缆进行端接。

(4) 如果建筑物只有一层, 没有垂直的干线通道, 则可以把设备间内的端接点用作计算距离的起点, 再估计出电缆到达交接间必须走过的距离。

(5) 如果在上述路由中存在某些较大的弯道, 应简要记述这些弯道的位置。

相关知识

端接与连接电缆是在以下特殊情况下使用的技术:

(1) 用户希望一个楼层的所有水平端接都集中在该楼层的配线间, 以便能更方便地管理通道。

(2) 二级交接间太小, 无法容纳所需的全部电气设备时, 用户虽然在二级交接间完成端接, 而且也采纳了这种做法, 但还希望在配线间中实现另一套完整的端接, 为了达到这个目的, 可在配线间内安装所需的全部 110 型硬件, 建立一个白场 (W) / 灰场 (G) 接口, 并用粗细合适的电缆横向连往该楼层的各个二级交接间。端接和连接电缆法如图 6-12 所示。

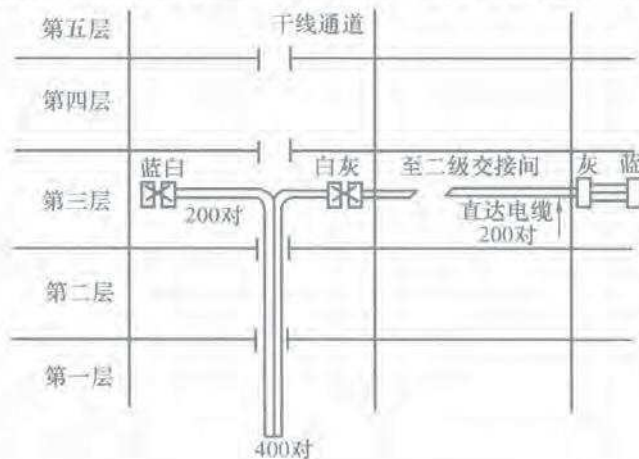


图 6-12 端接和连接电缆的方法

四、干线子系统设计步骤

要 点

干线系统的设计步骤依次为: 确定干线子系统规模, 确定每层楼的干线, 确定整座建筑物的干线, 确定干线子系统的布线方法, 确定线缆的接合方法, 根据选定的接合方法确定干线电缆尺寸和确定干线通道结构。

解 释

(一) 确定干线子系统规模

在大型建筑物内, 都有开放型通道和弱电间。开放型通道通常是从建筑物的最低层到楼顶的一个开放空间, 中间没有任何楼板隔开。弱电间是一连串上下对齐的小房间, 每层楼都有一间。在这些房间的地板上, 预留圆孔或方孔, 所有孔均建造高出地面 25mm 左右的护栏。在

综合布线中,一般把方孔称为电缆井,把圆孔称为电缆孔。穿过地板的电缆井和电缆孔如图 6-13 所示。

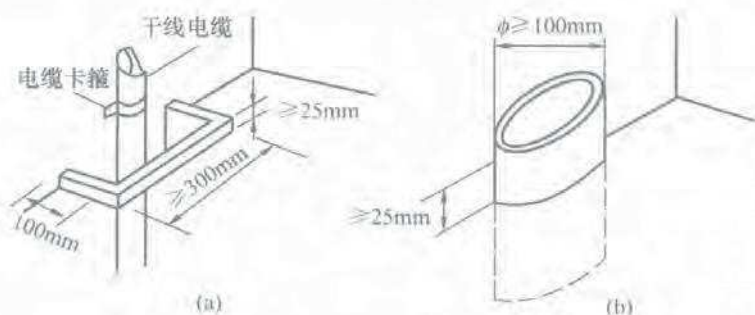


图 6-13 穿过弱电间地板的电缆孔和电缆井

(a) 电缆井; (b) 电缆孔

干线子系统布线通道就是由一连串穿过弱电间地板且垂直对齐的电缆孔或电缆井组成的。每个楼层封闭型的弱电间作为楼层配线间。

确定干线子系统的通道规模,主要就是确定干线通道和配线间的数目。确定的依据就是布线系统所要覆盖的可用楼层的面积。如果在给定楼层内所要服务的所有终端设备都在配线间的 75m 范围之内,则宜采用单干线布线系统。也就是说,采用一条垂直干线通道,且每个楼层只设一个交接间。凡不符合这一要求的,则要采用双通道干线子系统,或者采用经分支电缆与楼层配线间相连接的二级交接间。

一般来说,同一栋大楼的交接间都是上下对齐的,如果没有对齐,可以采用大小合适的电缆管道系统将其连通。

在楼层配线间里,要将电缆孔或电缆井设置在靠近支持线缆的墙壁附近。但电缆孔或电缆井不应该妨碍端接空间。

(二) 确定每层楼的干线

在确定每层楼的干线线缆类别和数量时,应当根据水平子系统所有的数据、语音、图像等信息插座的需求,按照信息共享原则来进行推算。

在确定每组语音通道所含的双绞线电缆数目时,基本型的每个工作区可选定 2 对;增强型的每个工作区可选定 3 对;综合型的每个工作区可选定 4 对。

在一些特殊场合,在具体应用要求没有清楚以前,每组数据通道所含的双绞线电缆是根本无法确定的。如果用途不明确,应当按 4 对线模块化系数来规划干线的规模。对于每个工作区的光纤芯数,增强型和综合型可按 0.2 芯计算。

值得注意的是,在一根大对数电缆中所含的双绞线超过 25 对时,应当按 25 对为一束来进行分组;具有同样电气性能的线束组成一根单独的 25 对双绞线电缆。多线对电缆中的每一组 25 对线束组都应视为独立的一根 25 对双绞线电缆。

(三) 确定整座建筑物的干线

整座建筑物的干线子系统信道的数量,是根据每层楼布线密度来确定的。一般是每 1000m² 设一个电缆孔或电缆井比较合适。如果布线密度很高,可以适当的增加干线子系统通道。

整座建筑物的干线线缆类别、数量与综合布线设计等级和水平子系统的线缆数量有关。在确定了各楼层干线的规模后,将所有楼层的干线分类相加,就可确定整座建筑物的干线线缆类

别和数量。

(四) 确定干线子系统的布线方法

确定干线子系统的布线方法有垂直干线线缆的布线和水平干线线缆的布线。而建筑物垂直干线布线通道可采用电缆孔和电缆竖井两种方法, 水平干线布线的通道可采用金属管道和电缆托架两种方法。

(五) 确定线缆的接合方法

在将楼层配线间与二级交接间进行连接时, 最重要的是根据建筑物的结构和用户要求, 确定采用哪种接合方法。通常有点对点端接法、分支接合法和电缆直接端接法 3 种接合方法可供选择。

(六) 根据选定的接合方法确定干线电缆尺寸

根据上述步骤为“确定每层楼的干线”和步骤“确定整座建筑物的干线”确定干线数量, 结合选定的线缆接合方法, 并考虑一定的冗余, 选择标准规格的干线线缆并确定其尺寸。

(七) 确定干线通道结构

由选定的干线线缆型号可以确定每根干线线缆的尺寸。然后, 根据管道安装及拉伸要求, 选择相应的电缆孔或管道方式。孔和管道截面利用率为 30%~50%。计算公式为

$$\frac{S_1}{S_2} \leq 50\%$$

式中 S_1 ——线缆所占面积, 等于每根线缆横截面积乘线缆根数;

S_2 ——所选管孔的可用面积。

相关知识

(一) 干线子系统的设计要求

干线子系统的设计应遵循下述技术要求如下:

(1) 垂直电缆系统应为星型拓扑结构。

(2) 为了便于布线的路由管理, 干线电缆或光缆布线的交接不应超过 2 次, 从楼层配线架到建筑群配线架间只应通过一个配线架, 即建筑物配线架。

(3) 在干线子系统中, 不允许有转接点。

(4) 为了避免话音传输对数据传输的干扰, 同时也利于操作、维护和管理, 数据和话音主电缆应分开。

(5) 干线电缆可采用点对点端接, 也可采用分支递减连接。

(6) 从楼层配线架到大楼配线架之间的最大距离不要超过 500m, 从楼层配线架到区配线架之间的距离最大不要超过 2000m。

(7) 当电缆的限制距离和带宽不能满足要求时, 垂直部分应使用光缆。规划中每层可分配多根光缆, 其中除备用部分外, 应有若干条光缆用于桌面连接, 若干条光缆用于网络应用。

(二) 干线子系统的原则

干线子系统的原则如下:

(1) 在确定干线子系统所需要的电缆总对数之前, 必须确定电缆中数据和语音信号的共享原则。

(2) 应选择干线电缆最短、最安全和最经济的路由（路由指线缆经过的途径），宜选择带盖的封闭通道敷设干线电缆。

(3) 干线电缆可采用点对点端接，也可采用分支递减端接以及电缆直接连接的方法。

(4) 如果设备间与计算机房处于不同的地点，而且需要把数据电缆连至计算机房，把话音电缆连至设备间，则宜在设计中选取干线电缆的不同部分来满足属于话音的需要。

第七章

设备间子系统的设计

一、设备间子系统的设计要求

要 点

设备间是每一座建筑物安装进出线设备,进行综合布线以及管理和维护应用系统的场所。设备间可放置综合布线的进出线配线硬件以及数据、语音、图像、楼宇控制等应用系统的设备。在设计设备间子系统时应考虑到设备间的位置要求,设备间的安装空间要求和设备间的装修要求等。

解 释

(一) 设备间位置要求

设备间的位置及大小应根据建筑物的结构、综合布线系统的规模和管理方式,以及应用系统设备的数量等进行综合考虑。

(二) 设备间安装空间要求

设备间内应有足够的空间,其中包括计算机主机、用户电话交换机、交换设备等。

(三) 设备间装修要求

设备间的装修要求较高,要求达到下列几点:

- (1) 温度应保持在 $0\sim 27^{\circ}\text{C}$ 之间,相对湿度应保持在 $60\%\sim 80\%$;
- (2) 应符合国家有关消防的规定;
- (3) 应满足照明等通信机房的标准要求;
- (4) 应防止灰尘和有害气体侵入等。

(四) 其他要求

设备间的其他要求如下:

(1) 设备间的主要设备,如电话主机、数据处理机等,可放置在一起,也可分别放置。在较大型的综合布线系统中,一般可将计算机主机、数字程控交换机、楼宇自动化控制设备分别设置在机房中,而把与综合布线系统密切相关的硬件或设备放置在设备间。但计算机网络系统中的互连设备,如路由器、交换机等距离设备间不宜太远。

(2) 设备间内的所有进出线装置或设备宜采用色标区别各类用途的配线区。

(3) 在进行设备间子系统设计时,应注意以下一些标准,即:GB/T 2887—2000《电子计

计算机场地通用规范》；YDJ 26—1989《通信局（站）接地设计暂行技术规定（综合楼部分）》；GB 50168—2006《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》；GB 50016—2006《建筑设计防火规范》；GB 50045—2005《高层民用建筑设计防火规范》；GBJ 42—1981《工业企业通信设计规范》；GB J79—1985《工业企业通信接地设计规范》；YD/T 2008—1993《城市住宅区和办公楼电话通信设施设计标准》等。典型的设备间如图 7-1 所示。

相关知识

设备间子系统的硬件大致与管理子系统的硬件相同，基本上由铜线电缆、光纤、配线架、跳线构成，但是规模比管理子系统大得多。不同的是设备间有时要增加防过压、防过流、防雷的保护设备。通常这些防护设备是同电信局进户线、程控交换机主机、计算机主机配合设计安装，有时需要综合布线系统配合设计。

对于超大型建筑物，当布线系统规模和主设备间无足够大的墙面安装跳线架时，可在设备间适当位置安装单面或双面机柜。

机柜内除了有以上标准件外，还可以根据需要安装电源、地线、风扇等附件。有源设备和配线架一般以“U”为单位计算，“U”代表设备的表面宽度。 $1\text{U}=44.45\text{mm}$ 。

标准机柜分壁挂式和立式两种。标准机柜一般是安装标准 19 英寸（1 英寸=0.0254m）宽设备的机柜，如图 7-2 所示。

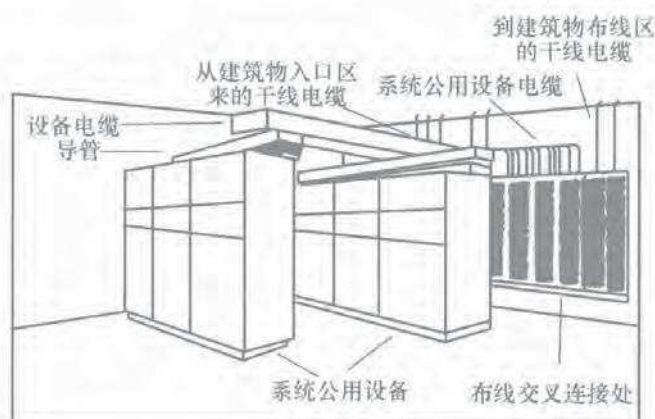


图 7-1 典型的设备间示意

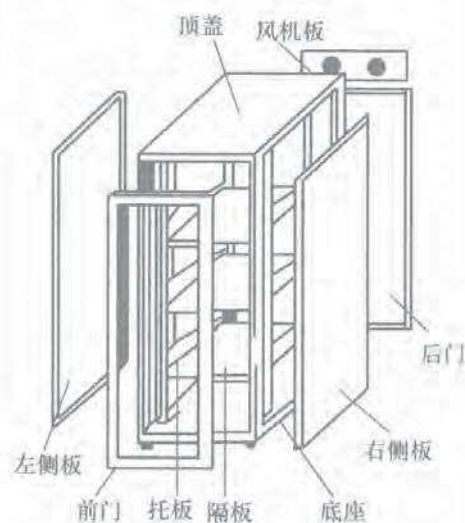


图 7-2 标准机柜

在设备间和管理区（管理子系统）中，有源设备一般放置在机柜中，大对数配线架一般有定制的托架，可以安装在墙上，也可以安装在机柜中。

二、设备间的位置、大小和建筑结构要求

要 点

设备间子系统在设计时，应对设备间的位置、大小和建筑结构要求认真的考虑。设备间的理想位置应在建筑物的综合布线系统主干网的中间位置，这样，到各楼层的布线距离最短。但

在实际应用中,应有一定条件限制。设备间使用面积的大小主要与设备数量有关。可根据公式进行估算。在进行设计时,设备间的净高根据设备间使用面积大小而定。

解 释

(一) 设备间的位置

(1) 考虑到配线架等大型设备的搬运和室内外各种通信设备网络接口的连接,设备间常选择在一楼或二楼,并使其尽量靠近通信电缆的建筑物引入处,同时应考虑电梯内面积和高度以及载荷等限制因素。

(2) 当计算机主机和程控用户交换机机房不与设备间共用时,机房与设备间的距离不宜太远,以保证传输质量。

(3) 设备间的位置应选在周围环境好、安全、易于维护的地方。设备间应尽量远离强振动源和强噪声源,避开强电磁场的干扰,远离有害气体源以及腐蚀、易燃、易爆的物品。

(4) 不宜设在建筑物的顶层或地下层。

(5) 不能与用水设备间、卫生间相邻或在其楼下。

(二) 设备间使用面积

设备间使用面积的大小主要与设备数量有关。可按照下述两种方法之一估算,但最小不得小于 20m^2 。

(1) 第一种方法,设备间的使用面积计算公式为

$$S = (5 \sim 7) \sum S_b$$

式中 S ——设备间的使用面积, m^2 ;

S_b ——与综合布线系统有关的并在设备间平面布置图中占有位置的设备面积, m^2 ;

$\sum S_b$ ——设备间内所有设备占地面积的总和, m^2 。

(2) 第二种方法,设备间的使用面积计算公式为

$$S = KA$$

式中 S ——设备间的使用面积, m^2 ;

A ——设备间的所有设备台(架)的总数;

K ——系数,取值为 $(4.5 \sim 5.5) \text{m}^2/\text{台(架)}$ 。

(三) 设备间的建筑结构

在进行设计时,设备间的净高根据设备间使用面积大小而定,一般为 $2.5 \sim 3.2\text{m}$ 。门的大小至少为 $2.1\text{m} \times 0.9\text{m}$ (高 $\times$ 宽)。设备间的楼板荷载重根据设备而定,一般分为两级: A 级 $\geq 500\text{kg}/\text{m}^2$; B 级 $\geq 300\text{kg}/\text{m}^2$ 。

相关知识

设备间的用途如下:

(1) 设备间是楼宇有源通信设备的主要安置场所;

(2) 设备间用于连接主干子系统;

(3) 设备间可以实现楼层之间信息点的互换和灵活移动。

三、设备间的环境条件考虑

要 点

设备间子系统在设计时,要对环境问题进行认真的考虑,主要包括温度和湿度、尘埃、空调系统的选用、照明和噪声等。

解 释

(一) 温度和湿度

为了保证综合布线有关设备的正常运行,必须对温度、湿度提出一定要求,温度、湿度一般可分为 A、B、C 三级,见表 7-1。设备间可按某一级执行,也可按某些级综合执行。

表 7-1 设备间温度与湿度指标

项 目 \ 级 别	A 级		B 级	C 级
	夏季	冬季		
温度 (°C)	22±4	18±4	12~30	8~35
相对湿度 (%)	40~65		35~70	30~80
温度变化率 (°C/h)	<5, 不凝露		<10, 不凝露	<15, 不凝露

一般微电子设备能连续进行工作的正常范围是温度为 10~30℃,湿度为 20%~80%。超出这个范围,将使设备性能下降,寿命缩短。

(二) 尘埃

为保证设备间子系统的正常运行,设备间内应有良好的防尘措施,以防止有害气体(如 SO₂、H₂S、NH₃ 和 NO₂) 侵入。尘埃依存放在设备间内的设备要求而定。一般可分为 A、B 两级,具体指标见表 7-2。A 级相当于每立方英尺 (1ft³=0.0283168m³) 30 万粒, B 级相当于每立方英尺 50 万粒。

表 7-2 设备间对尘埃要求的数据

项目 \ 级别	A 级	B 级	项目 \ 级别	A 级	B 级
粒度 (μm)	>0.5	>0.5	个数 (粒/dm ³)	<1000	<18000

(三) 空调系统的选用

设备间的温度、湿度和尘埃对微电子设备的正常运行及使用寿命都有很大的影响,过高的室温会使元件失效率急剧增加,使用寿命下降;过低的室温又会使磁介等发脆,容易断裂。温度的波动会产生“电噪声”,使微电子设备不能正常运行。相对湿度过低,容易产生静电,对微电子设备造成干扰;相对湿度过高会使微电子设备内部焊点和插座的接触电阻增大。尘埃或纤维性颗粒积聚,微生物的作用还会使导线被腐蚀断掉。所以在设计设备间时,除了按 GB 2998—1989《计算站场地技术条件》执行外,还应根据具体情况选择合适的空调系统。

热量主要由下列几个方面产生:

- (1) 设备发热量；
- (2) 设备间外围结构发热量；
- (3) 照明灯具发热量；
- (4) 室外补充新鲜空气带入的热量；
- (5) 室内工作人员发热量。

计算出上列总发热量再乘以系数 1.1, 就可以作为空调负荷, 根据这个选择空调设备。

(四) 照明

设备间内在距地面 0.8m 处, 照度不应低于 200lx。设备间应设置事故照明灯, 在距地面 0.8m 处, 照度不应低于 5lx。

(五) 噪声

设备间的噪声应小于 70dB。如果长时间在 70~80dB 噪声的环境下工作, 不但影响人的身心健康和工作效率, 而且可能造成人为的噪声事故。

相关知识

设备间内无线电干扰场强在频率为 0.15~1000MHz 范围内, 强度不大于 120dB。设备间内电磁场干扰场强不大于 800A/m (相当于 10Ω)。

四、设备间供电考虑

要 点

设备间的供配电考虑主要包括设备间供电电源的要求和常用的几种供配电方式。常用的供配电方式主要有直接供电方式、不间断电源和自备发电供电方式、直接供电与不间断电源相结合的 3 种方式。

解 释

(一) 设备间供电电源的要求

(1) 供电电源应满足的要求为: 频率为 50Hz, 电压为 380V/220V, 相数为三相四线制/单相三线制或三相五线制。设备间供电电源依据设备的性能, 允许的变动范围见表 7-3。

表 7-3 设备的性能允许电源波动范围

项目 \ 级别	A 级	B 级	C 级
电压变动 (%)	-5~5	-10~7	-15~+10
频率变化 (Hz)	-0.2~+0.2	-0.5~+0.5	-1~+1
波形失真率 (%)	<±5	<±7	<±10

(2) 供电方式按照应用设备的用途可分为如下 3 类:

- 1) 一类供电时, 需建立不间断供电系统;
- 2) 二类供电时, 需建立带备用的供电系统;

3) 三类供电时,按一般用途供电。

(3) 设备间供电可采用直接供电和不间断供电相结合的方式。供电容量是将设备间存放的每台设备用电量的标称值相加后,再乘以系数 $\sqrt{3}$ 即可。从电源室或电源房到设备间的分电盘使用的电缆,除应符合国标规定外,载流量应减少 50%。设备用的分电盘应设置在设备间,必须采取防触电措施。

(4) 设备间中各种设备的电缆应为耐燃铜芯屏蔽电缆(如空调设备、电源设备所用的电缆),严禁铜铝混用。电力电缆不得与双绞线电缆平行走线。在双方有交叉时,应尽量以接近于垂直的角度交叉,并采取防阻燃措施。设备间电源的所有接头均应镀铅锡处理、冷压连接。

(5) 设备间供电电源若采用三相五线制不间断电源(UPS)时,电源中性线的线径应大于相线的线径。不间断电源最好选用智能化 UPS。

(二) 常用的几种供配电方式

1. 直接供电方式

直接供电就是把市电(通常为 50Hz、380V/220V)直接送给配电柜,经配电柜分配后送给工作区的终端设备。对于要求中频电源的应用系统,需要将市电送来的 50Hz 交流电经中频机变频后输出中频交流电,将此中频交流电送给配电柜,然后分送给终端设备。

直接供电方式并不适用于所有的场合,它只适用于电网各项技术指标能满足主机等用电要求的场合,而且附近又没有较大负载的启停,电磁干扰又很小的地方。

直接供电的优点是供电线路简单、设备少、投资低、运行费用少、维护方便等。缺点是对电网质量要求高,易受电网负载变化的影响等。实际上,由于种种因素的影响,电网的质量很难满足主机等应用设备的要求。所以,直接供电方式在实用上受到很大的限制。在进行设备间或机房设备供配电系统设计时,设计人员可采用不间断电源和自备发电供电方式来补救这种不足。

2. 不间断电源和自备发电供电方式

(1) 不间断电源(UPS)。电压波动、浪涌和电磁干扰对电子设备有严重的影响,而不间断电源恰好具有稳压、稳频、抗干扰、防止浪涌等功能。在市电供电时,不间断电源的蓄电池储存一定的能量。一旦市电断电,它能快速切换,将蓄电池的直流电变为交流电,供给应用系统继续使用,一般维持时间为 15min 左右。在这段时间可做应急处理,也可再启动其他形式的后备电源。不间断电源按输出功率有小型、中型和大型之分,可从几百伏安到几百千伏安。在选择不间断电源时,必须要重视容量的问题。容量小,难以完成规定时间内的供电任务;但选择过大的容量,会增加很多投入。所以,选择的原则是保证在建成初期以后设备增加时的应急用电。但是在一些特殊的场合,供电是不允许终端的,一般可采用两台或多台 UPS 冗余式并联,以提高整体供电的可靠性。

(2) 自备发电设备。当应用系统的电源供电为一级负荷要求时,即使采用两路电源供电,如果所在地区供电的连续性仍无法保证的话,应用系统的工作连续性也无从保证。不间断电源供电时间仅为 20min(或稍长些),把这一因素同时考虑在内,并考虑建筑物的重要性以及其他设备系统的需要,确定是否需要设置自备发电设备。

在智能建筑的应用系统中,自备发电设备是一种应急电源,用于对一级负荷中特别重要负荷进行供电。在设计中应考虑应用系统的特点,并根据其允许中断供电时间,选择能够满足要求的自发电设备,自发电设备的供电质量要按计算机性能允许的电压参数的变动范围进行

考核。

在一些特殊的应用场合,为满足不间断供电的要求,一般可采用两台或多台冗余式并联。当其中一台出现故障时,该台不间断电源将自动退出并联系统,并有声、光报警提示,另一台继续供电。修复后将自动投入运行,从而提高整体供电的可靠性。

3. 直接供电与不间断电源相结合的方式

为了防止设备间的辅助设备用电干扰数字程控交换机或计算机及其网络互连系统,可将设备间的辅助用电设备由市电直接供电,而数字程控交换机、计算机及其网络互连设备由不间断电源供电。这种供电方式不仅可减少相互干扰,而且还可以减少工程造价。互连设备及数字程控交换机和综合布线各交接间的有源设备等由不间断电源供电。

相关知识

电源插座的设置如下:

1. 设备间或机房

新建的建筑物可预埋管道和地插电源盒。电源线的线径可根据负载大小来确定,插座数量可按 40 个/ 100m^2 以上设计(插座必须接地线)。

旧建筑物可破墙重新布线,或走明线。插座数量可按 20~40 个/ 100m^2 以上设计(插座必须接地线)。

插座要按顺序编号,并在配线柜上配有对应的低压断路器。

2. 配线间(交接间)

为了便于管理,配线间可采用集中供电方式,由设备间或机房的不间断电源为计算机网络互连设备部分供电。插座数量按每平方米一个或根据应用设备的数量来确定。

3. 办公室(工作区)

不间断电源供服务器、高档微机;市电供照明、空调等。对于电源容量,一般办公室按 $60\text{V} \cdot \text{A}/\text{m}^2$ 以上设计;对于电源插座数量,一般办公室按 20 个/ 100m^2 以上设计(插座必须接地线),电源插座数量要与信息插座匹配;电源插座距信息插座一般为 30cm。

五、设备间的安全分类及防火

要 点

设备间的安全分类可分为 3 个基本类别: A 类、B 类和 C 类。

建筑物的防火等级分为一级、二级和三级 3 个防火等级,与安全级别相对应的设备间,其耐火等级应符合一定要求。

解 释

(一) 安全分类

设备间的安全可分为下列 3 个基本类别:

(1) A 类,对设备间的安全有严格的要求,有完善的设备间安全措施。

(2) B 类,对设备间的安全有较严格的要求,有较完善的设备间安全措施。

(3) C类, 对设备间有基本的要求, 有基本的设备间安全措施。

(二) 结构防火及灭火设施

建筑物的结构防火也分等级, 按照 GB 50016—2006《建筑设计防火规范》中规定, 将建筑物的结构防火(耐火)等级分为一级、二级和三级; 也有按照 GB 50045—2005《高层民用建筑设计防火规范》中规定, 将防火(耐火)等级分为一级、二级和三级的。

(1) 对应 A类安全级别的设备间, 其耐火级别必须符合 GB 50045—2005 中规定的一级耐火等级。

(2) 对应 B类安全级别的设备间, 其耐火级别必须符合 GB 50045—2005 中规定的二级耐火等级。

与 A、B类设备间相关的其余基本工作房间及辅助房间, 其耐火级别不应低于 GB 50016—2006 中规定的二级耐火等级。

(3) 对应 C类安全级别的设备间, 其耐火级别应符合 GB 50016—2006 中规定的二级耐火等级。

与 C类设备间相关的其余基本工作房间及辅助房间, 其耐火级别不应低于同规范中规定的三级耐火等级。

对于设备间的防火还应注意下列几点:

(1) A、B类设备间应设置火灾报警装置。在机房、基本工作房间内、活动地板下、吊顶上方、主要空调管道中及易燃物附近都应设置烟感和温感探测器。

(2) A类设备间内设置二氧化碳(CO₂)自动灭火系统, 并备有手提式二氧化碳(CO₂)灭火器。

(3) B类设备间在条件许可的情况下, 应设置二氧化碳(CO₂)自动灭火系统, 并备有手提式二氧化碳(CO₂)灭火器。

(4) C类设备间应备有手提式二氧化碳(CO₂)灭火器。

(5) A、B、C类设备间除纸介质等易燃物质外, 禁止使用水、干粉或泡沫等易产生二次破坏的灭火剂。

此外, 对于规模较大的建筑物, 在设备间或机房应设置直通室外的安全出口。

相关知识

为保证设备间的安全要求, 设备间安全可按某一类执行, 也可按某些类综合执行。如某设备间按照安全要求可选电磁波防护 A类, 火灾报警及消防设施 C类。设备间的安全要求见表 7-4。

表 7-4

设备间的安全等级

安全项目 \ 安全类型	C类	B类	A类
场地选择	×	○	○
防火	○	○	○
内部装修	×	○	☆
供配电系统	○	○	☆

续表

安全项目 \ 安全类型	C类	B类	A类
空调系统	○	○	☆
火灾报警及消防设施	○	○	☆
防水	×	○	☆
防静电	×	○	☆
防雷击	×	○	☆
防鼠害	×	○	☆
电磁波的保护	×	○	○

注 ×表示无要求；○表示有要求或增加要求；☆表示严格要求。

六、设备间内部装饰的要求

要 点

设备间的装饰材料应使用符合 GB 50016—2006《建筑防火设计规范》中规定的阻燃材料或非燃材料，应能够防潮、吸音、不起尘和防静电等。设备间的内部装饰主要是地面、墙面和顶棚的。

解 释

（一）地面

为了方便敷设电缆线和电源线，设备间的地面最好采用抗静电活动地板，其接地电阻应在 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^{10} \Omega$ 之间。具体要求应符合 GB 6650—1986《计算机机房用活动地板技术条件》。

带有走线口的活动地板称为异形地板。其走线应做到光滑，防止损伤电线、电缆。设备间地面所需异形地板的块数可根据设备间所需引线的数量来确定。

设备间的地面切忌铺地毯。原因主要有两个：一是容易产生静电；二是容易堆积灰尘。

放置活动地板的设备间的建筑地面应平整、光洁、防潮和防尘。

（二）墙面

墙面应选择不易产生也不易吸附尘埃的材料。目前大多数是在平滑的墙壁涂阻燃漆，或在平滑的墙壁覆盖耐火的胶合板。

（三）顶棚

为了吸潮及布置照明灯具，设备间顶棚一般在建筑物梁下加一层吊顶。吊顶材料应满足防火要求。目前，我国大多数采用铝合金或轻钢作龙骨，安装吸声微孔铝合金板、难燃铝塑板、喷塑石英板等。

相关知识

（一）隔断

根据设备间放置的设备及工作需要，可用玻璃板将设备间分隔成若干个房间。隔断可以选

用防火的铝合金或轻钢作龙骨,安装 10mm 厚玻璃。或从地板面至 1.2m 安装难燃双塑板,1.2m 以上安装 10mm 厚玻璃。

(二) 火灾报警及灭火设施

应根据防火等级要求按《火灾自动报警系统设计规范》、《二氧化碳灭火系统设计规范》等在设备间安装消防报警系统。

七、交接间和二级交接间的设计方法

要 点

交接间是放置楼层配线架(柜)、应用系统设备的专用房间。水平子系统和干线子系统的线缆在楼层配线架(柜)上进行交接。

交接的设计方法与设备间的设计方法相同,但是使用面积不同。二级交接间的设计方法与交接间的设计方法相同。

解 释

(一) 交接间设计方法

交接间的设计方法与设备间的设计方法相同,只是使用面积比设备间小。当交接间兼作设备间时,其面积不应小于 10m^2 。在确定干线通道及楼层交接间的数量时,应从干线所服务的可用楼层面积来考虑。如果在给定楼层交接间所要服务的信息插座都在 75m 范围以内,可采用单干线子系统。凡超出这一范围的,可采用双通道或多个通道的干线子系统。也可采用分支电缆与交接间干线相连接的二级交接间。

(二) 二级交接间设计方法

一般情况下,当给定楼层交接间所要服务的信息插座离干线的距离超过 75m,或每个楼层信息插座数超过 200 个时,就需要设置一个二级交接间。二级交接间设计方法与交接间设计方法相同。其面积要求应符合表 7-5 中规定的设计方法。

表 7-5 交接间和二级交接间的设置

工作区数量 (个)	交接间		二级交接间	
	数 量	面 积 (m^2)	数 量	面 积 (m^2)
≤ 200	1	1.5×1.2	0	0
201~400	1	2.1×1.2	1	1.5×1.2
401~600	1	2.7×1.20	2	1.5×1.2

还应注意下列两点:

(1) 在设置二级交接间后,干线缆线和水平缆线的连接方式有两种情况。

1) 二级交接间是水平缆线转接的地方。干线缆线端接在楼层交接间的配线架上,水平缆线一端接在楼层交接间的配线架上,另一端还要通过和二级交接间配线架连接后,再端接到信息插座上。

2) 二级交接间也可以是干线子系统与配线子系统转接的地方。干线缆线直接接到二级交

接间的配线架上，这时的水平缆线一端接在交接间的配线架上，另一端接在信息插座上。

(2) 每座大楼交接间的数量可根据建筑物的结构、布线规模及管理方式而定，并不是每一层楼都有交接间。但每座建筑物至少要有一个设备间。

相关知识

交接间和二级交接间的设置叙述如下：

典型情况下交接间面积一般为 1.8m^2 （长 1.5m ，宽 1.2m ）。这一面积足以容纳端接 200 个工作区所需的连接硬件设备。如果端接的工作区超过 200 个，则可在该楼层增加一个或多个二级交接间。其面积要求应符合表 7-5 的规定，也可根据设计需要确定。

对于工作区数量超过 600 个的地方，则需要增加一个交接间。因此，任何一个交接间最多可支持两个二级交接间。二级交接间通过配线子系统与楼层交接间或设备间相连。交接间通常还放置各种不同的电子传输设备、网络互连设备等。为了便于管理，交接间可采用集中供电方式，而且，由于其中的设备用电要求质量高，最好由设备间的不间断电源供电或设置专用不间断电源。其容量与交接间内安装的设备数量有关。

第八章

管理子系统的设计

一、管理子系统的部件

要 点

管理子系统用于端接或直接连接缆线，使综合布线系统组成一个完整的信息传输通道。管理子系统主要包括各种配线设备及相关硬件。管理子系统的核心部件是配线架，配线架又可分为电缆配线架和光缆配线架（箱）。

解 释

（一）电缆配线设备

1. 110 交连系统

在管理子系统中，110 交连硬件用于在交接间、二级交接间和设备间中实现连接端接。端接有 110A、110P 和插座面板 3 种类型。110A 和 110P 电气功能完全系统，接线块每行最多可接 25 对线，线路的模块系数由采用的连接块是 3 对还是 4 对来区别。但其规模以及所占用的墙面空间或面板的大小有所不同。每种硬件各有其优点，当线路不进行改动、移动或重新组合时，宜使用夹接线（110A）方式。在经常需要重组线路时，宜使用接插线（110P）方式。110A 系统应用于信息插座比较多的场合，这是因为 110A 与 110P 管理相同，但它所占用的空间只是 110P 的 1/3 左右，而且价格较低。当数据传输的速率为 16MHz 或更高时，需要使用 110P 类型的硬件。110P 硬件提供一种简洁的外形和较容易使用软线代替跳线，不能垂直叠放在一起，也不能用于超过 2000 条线路以上的设备间。如果管理子系统设计恰当，110P 硬件也可安装在规模较大的场合。

110A 连接块占用的墙壁空间，如图 8-1 所示。图中 110AW1-300 为带支撑脚的 300 对夹接式配线架，1110AW1-100 为带支撑脚的 100 对夹接式配线架，188B1-BB 为底板。

2. 110A 交连硬件的组成

110A 交连硬件的组成如下：

- （1）100 对线或 300 对线的接线块，配或不配有安装支撑的“脚”；
- （2）3 对线、4 对线或 5 对线的 110C 连接块；
- （3）188B1 或 B2 底板；
- （4）88A 定位器；

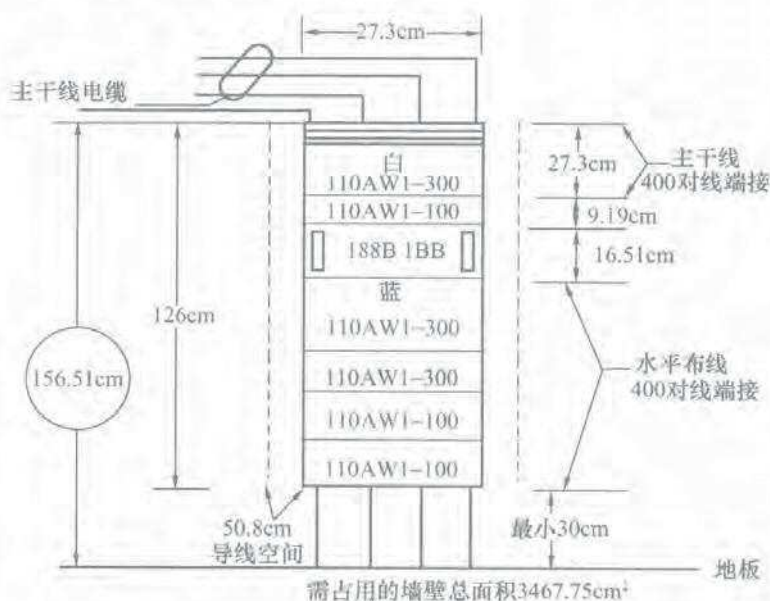


图 8-1 110A 连接块占用的墙壁空间

- (5) 交连跨接线；
- (6) 标签带（条）；
- (7) 色标不干胶线路标志；
- (8) XLBET 框架（只适用 110AW1）。

3. 110 接线块（配线架）

在 110 交连系统中，110 接线块是阻燃的模制塑料件，上面装有若干齿形条，足够用于端接 25 对线。接线块正面从左到右均有色标，以区别各条输入线。这些线放入齿形槽缝里，再与连接块接合。利用配线工具就可以把连接块的连线冲压到 110C 连接块上，具体数目取决于所选用的连接块大小。

110 型终端块也有预先接有连接器的，整个有连接器的终端块由安装人员进行安装，接着就可以进行交连，这可以明显节约工程费用。

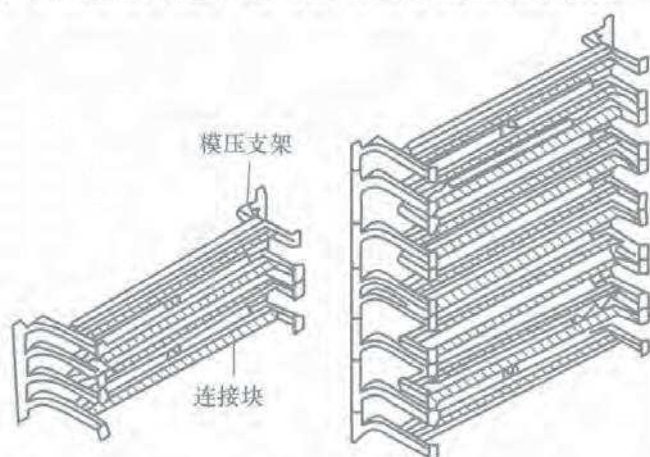


图 8-2 110A 100 对线和 300 对线的接线块组装件

788J1 不能用来切断位于 110C 连接块顶部的跳线。110A 系统通常直接安装在二级交接间、干线接线间和设备间墙壁的胶合板上，每个交连单元的安装脚使接线块后面备有缆线走线用的空间。100 对线的接线块必须要在现场端接，而 300 对线的接线块可以在交货时就配有连接器，配有连接器的接线块组装件有 1.8m，上面有插座或插头式连接器。300 对线的 110A 组装件需占用 780cm^2 的墙面积。图 8-2 表示 100 对线和 300 对线接线块组装件。交连线有 1 对线、2 对线、3 对线或 4 对线几种，都绕在塑料线轴上。

4. 110C 连接块

通常情况下，110A 交连硬件的连接块上一般都带有含熔锡快速接线夹子，当连接块被推

入齿形条时, 这些夹子就切开连线的绝缘层。连接块的顶部用于交叉连接, 顶部的连线通过连接块与齿形条内的连线相连。110C 连接块有 3 对线、4 对线和 5 对线 3 种规格。110C 连接块的组装如图 8-3 所示。

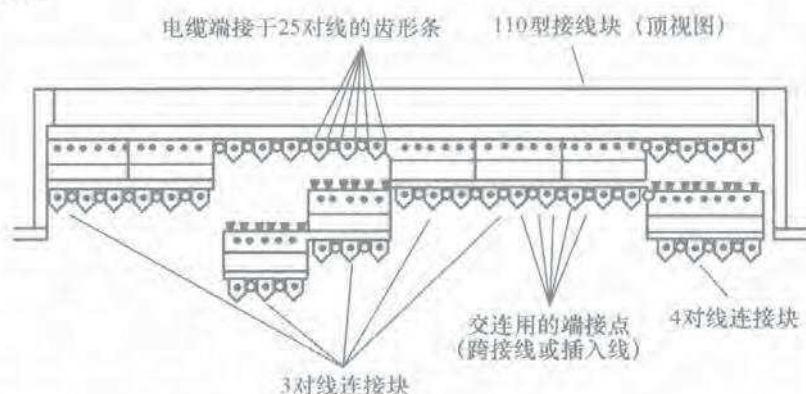


图 8-3 110C 连接块

(1) 如果采用 3 对线模块化的解决方案, 可以使用 7 个 3 对线连接块和 1 个 4 对线连接块, 最后一对线通常空着不用。

(2) 如果采用 2 对线模块化方案或 4 对线模块化方案, 可以在末端使用 5 个 4 对线连接块和 1 个 5 对线连接块。

(3) 当使用 3 对线连接块或 4 对线连接块时, 每个齿形条上的最后一个连接块必须比前面各个连接块多 1 对线, 才能凑足 25 对线。

订购时订购代号决定了终端块所配的连接块的类型。

5. 110A 用的底板

底板是由金属制成的, 上面装有 2 个封闭的塑制分线环, 用于安排 110A 接线夹子纵列线群之间的跳线。这种跳线底板作为水平线槽可以提供空间来改变跳线方向。有一种跳线板用于每一个垂直的 110A 接线夹子。110A 用的底板通常有 188B1 底板和 188B2 底板两种规格。188B1 底板用于承受和支持连接块之间的水平方向的走线, 其尺寸为高 16.51cm, 宽 27.3cm, 深 1.27cm, 安装于终端块的特色场。188B2 底板有 2.54cm 的支脚, 使线缆可以在底板下面穿过。188 底板位于墙场到最短交叉跳线的中间。

6. 110P 交叉硬件的组成

110P 交叉硬件的组成如下:

- (1) 安装于终端块面板上的 100 对线的 110D 型接线块;
- (2) 188C2 和 188D2 垂直底板;
- (3) 188E2 水平跨接线过线槽;
- (4) 针穿线管;
- (5) 3 对线、4 对线或 5 对线的连接块;
- (6) 接插软线;
- (7) 标签带 (条);
- (8) 110 插座面。

7. 接插软线

110 型接插软线如图 8-4 所示。这是预先装有连接器的

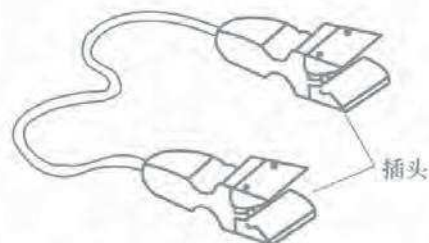


图 8-4 110 型插接软线

跨接线，只要把插头夹到所需的位置，就可以完成交连。插入线分为 1 对线、2 对线、3 对线和 4 对线共 4 种，长度也有数种，其内部的结构比较独特，可以防止插接极性接反或各个线对错开。

8. 连接块

110P 使用的连接块与 110A 相同。

9. 110P 硬件

110P 硬件包括若干个 100 对线的接线块，块与块之间通过安装在后面板上的水平插入线槽分隔开。P 型硬件有 300 对线或 900 对线的终端块，既有现场端接的，也有连接连接器的。

110P 型终端块由垂直交替叠放的 110 型接线块和水平跨接线过线槽组成，过线槽位于接线块之上。终端块的下部是半封闭管带连接器的终端均已组装完毕，随时可安装于现场。

110P 型中的 900 对线的带连接器的终端块有如下 2 种：

(1) 一种终端块有一个连接器场位于顶部；

(2) 一种终端块在底部有一根 101.6cm 长的电缆，与一根带插座的 25 对线电缆（长 1m）进行端接。

10. 110P 300 对线带连接器的终端块

这种 110 面板型终端块系列产品是已经组装好的设备，安装尺寸约为宽 21.59cm、高 73.66cm、离墙 15.748cm。这种面板终端块可安装在墙上、框架上、机柜里或 110A 吊架里，这样可以在墙壁或框架组合装置中滑动。

终端块由垂直交替叠装的 110 型接线块 3 个和水平跨接线过线槽 3 个组成，整列终端块由底部半封闭管道内的接地连接器进行端接。

面板型终端块可用 3 对线、4 对线或 5 对线的 110C 连接块或这 3 种连接块的任何组合。

11. 110P 900 对线带连接器的上终端块

这种 110 面板型终端系列产品是组装好的设备，安装尺寸为宽 21.59cm、高 205cm、离墙 15.748cm。这种面板终端块可以安装在墙上、框架上、机柜里或 110A 吊架里。

该终端块由垂直交替叠装的 110 型接线块 9 个和水平跨接过线槽 9 个组成，整列终端块由底部半封管道内的接地连接器进行端接。

订购面板型终端块时，可要求提供 3 对线、4 对线或 5 对线的 110C 连接块或这 3 种连接块的任何组合。

12. 110P 900 对线带连接器的下终端块

这种 110 面板型终端系列产品是已组装好的设备。可安装在墙上、框架上、机柜里或 110A 吊架里。由垂直交替叠装的 110 型接线块 9 个和水平跨接线过槽 9 个组成，整列终端块由底部半封闭管道内的接地连接器进行端接。

订购该面板型终端块时，可要求提供 3 对线、4 对线或 5 对线的 110C 连接块或这 3 种连接块的任何组合。图 8-5 为 110P 900 对线带连接器的下终端块。

13. 电源配接线

电源配接线一般用来在设备间或交接间中把辅助电源连接到配线架上的 110 型终端块的一个 4 对线的连接块上。电源配接线是一根 1 对线的电缆，一端接有一个有 6 块导电片的模块化插头，接到电源上；另一端接有一个 1 对线的 110 型插入线插头，连到 110 型连接块。

14. 110P 底板

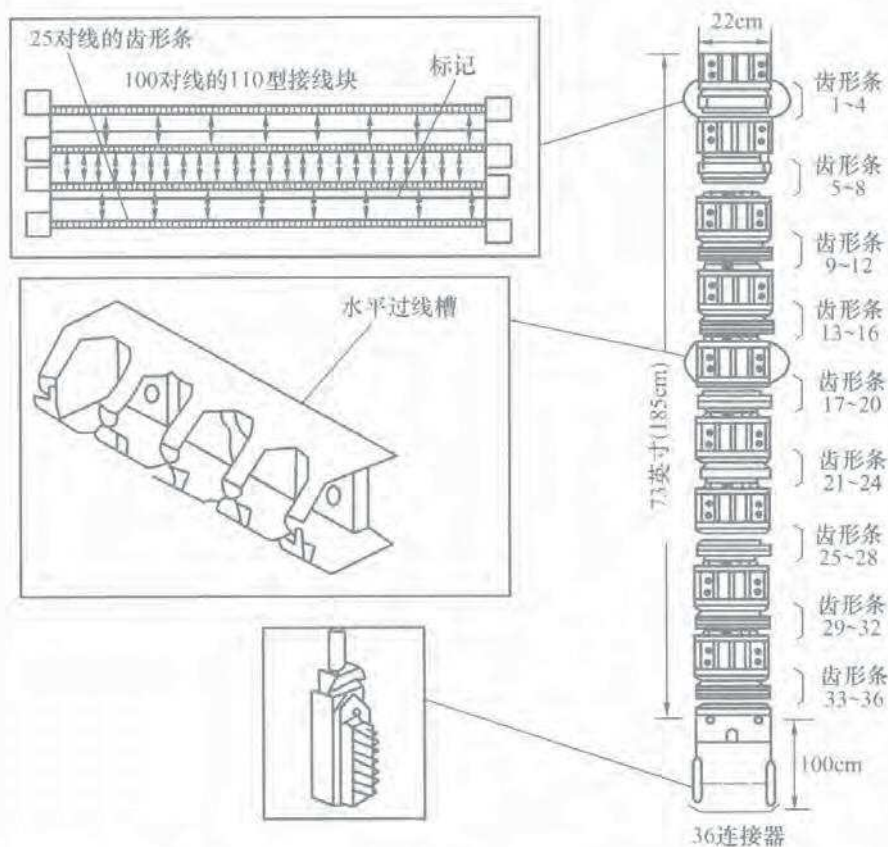


图 8-5 110P 900 对线带连接器的下终端块

110P 底板有下列 3 种：

- (1) 188C2，在 900 对线组合装置的各色场之间提供垂直过线槽；
- (2) 188D2，在 300 对线组合装置的各色场之间提供垂直过线槽；
- (3) 188E2，在中继线辅助场和主布线场提供水平插入线过线槽，也为各 300 对线终端块之间提供水平接插软线过线槽。

15. F 终端绝缘夹

F 终端绝缘夹 (AT—8660F) 用于识别特殊的线路。每个绝缘夹标出一对线的名称，可以夹在相邻的各个线对上，而不会互相干扰，机械地保护 110 交叉连接系统上的跳线，也用于 110C 连接中需要特别保护措施的电路。

16. 综合布线交连系统的标记

标记是管理子系统的一个重要组成部分，标记系统提供建筑物名称（如果是建筑群系统的话），建筑物的位置、区号、起始点和功能信息。这种标记系统能使系统管理人员经常方便地改变标记，并能随通信要求的扩大而扩充。

建筑物综合布线系统的 110 系统标记使用电缆标记、场标记和插入标记 3 种，其中插入标记最常用。这些标记通常是硬纸片，由安装人员在需要时取下来使用。电缆标记由背面为不干胶的白色材料制作，可以直接贴在各种电缆表面上。场标记是由背面不干胶材料制作，可贴在设备间、二级交接间接线区，中继线/辅助场和建筑物布线场的平整表面上。插入标记是硬纸片，它所用底色的含义如下：

- (1) 白色——实现干线和建筑群电缆的连接，端接于白场的电缆布置在设备间与干线/二级交接间之间或建筑群中各建筑物之间；

- (2) 灰色——干线接线间与二级交接间之间的连接电缆或各二级交接之间的电缆；
- (3) 蓝色——办公室或其他工作区信息插座实现连接；
- (4) 绿色——来自电话局的输入中继线；
- (5) 紫色——来自 PBX 或数据交换机之类的公用系统设备连接；
- (6) 黄色——来自调制解调器之类的辅助设备连线；
- (7) 橙色——多路复用输出。

17. 测试线

D 型测试线可以在不拆卸任何跨接线的情况下测试 1 对线。长度有 1.2m 和 2.3m 两种。

18. 工具

如果需要使用现场端接的连接块或跨接线的话，必须使用以下工具把连接端接在连接块上。

这些工具是 D 型冲压工具（AT-8762），用于单线端接；788J1 冲压工具，用于 5 对线的端接；788K1 导线夹住工具，在取下连接块时用于固定电缆的线对。

（二）光缆配线设备

光缆配线设备有下列几种：

(1) 光纤配线盘。小规模的光纤连接采用光纤配线盘。光纤配线盘可以连接 2~48 口的光纤应用。

(2) 光纤配线箱。多对数的光纤配线架称为光纤配线箱，光纤配线箱可以连接多对数光纤。光纤配线箱一般有壁挂式和机柜式两种。

(3) 光纤和其他种类电缆合用的配线架。在综合布线系统中，有些时候使用光纤和其他种类电缆合用的配线架进行链路管理能够显得更灵活。

相关知识

管理子系统的硬件构成包括以下几种：

(1) 双绞线电缆配线架。配线架按配线类型不同分类，有快接式配线架，多对数配线架。多对数配线架的价格较低，但快接式配线架便于使用快接跳线，对管理人员水平要求不高。

(2) 跨接式跳线和插入式跳线。跨接式跳线，又称简易跳线，有 1 对线、2 对线、3 对线和 4 对线几种，使用专用工具直接压入跳线架完成跳线操作。

(3) 跳线架的标志。跳线架标志是管理综合布线系统的一个重要组成部分。一个建筑群系统，其标志应提供建筑物的名称、位置、区号、起始点和功能。当然，系统管理人员也可按具体情况自行设计标志内容。

二、线路管理设计方案

要 点

管理子系统的作用是提供与其他子系统连接的手段，使整个综合布线系统及其所连接的设备、器件等构成一个完整的有机体。通过对管理子系统交接的调整，可以安排或重新安装系统线路的路由，使传输线路能延伸到建筑物内部的各工作区。线路管理交接方案有单点管理和双

点管理两种，而单点管理又分单点管理单交接和单点管理双交接。管理区子系统在每个交接区实现线路管理的方法是采用色标标记。

解 释

(一) 管理子系统的设计要求

管理子系统在布线设计时，应遵循下列原则：

(1) 通常情况下，管理子系统宜采用单点管理双交接，交接场的结构取决于工作区、综合布线系统规模和所选用的硬件。在管理规模大、复杂和有二级交接间时，才设置双点管理双交接。在管理点，应根据应用环境用标记插入条来标出各个端接场。

(2) 交接区应有良好的标记系统，如建筑物名称、建筑物的位置、区号、起始点和功能等标记。

(3) 配线间及二级交接间的配线设备宜采用色标，以区别各类用途和配线区。

(二) 管理交接方案

在管理子系统中，线路管理交接方案有单点管理和双点管理两种。在不同类型的建筑物中，管理子系统常采用单点管理单交接、单点管理双交接和双点管理双交接 3 种方式。

综合布线系统的管理方式是由用于构造交接场的硬件所处的地点、结构和类型决定的。交接场的结构取决于综合布线系统的规模和所选用的连接硬件。

1. 单点管理单交接

这种方式使用的场合较少，管理点位于设备间的交接设备或互连设备附近，通常线路不进行跳线管理，直接连至用户房间工作区，或直接连至第二个接线交接区，如图 8-6 所示。

2. 单点管理双交接

管理点位于设备间的交接设备或互连设备附近，线路连接到配线间交接区（第二个接线交接区），如图 8-7 所示。如果没有配线间，第二个交接区可放在用户指定的墙壁上。

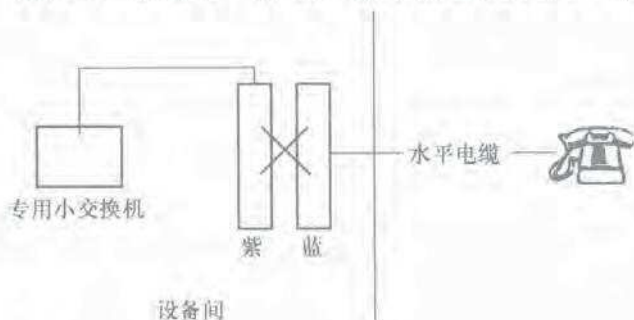


图 8-6 单点管理单交接

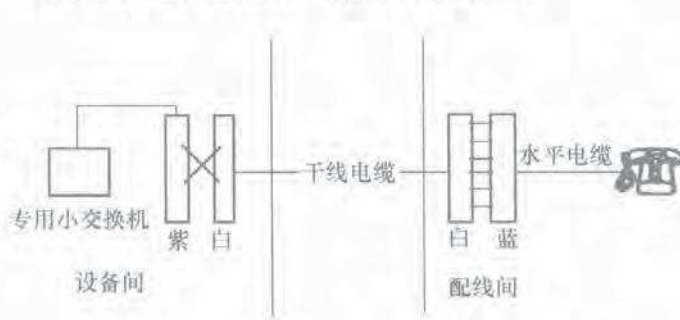


图 8-7 单点管理双交接

3. 双点管理双交接

对于较大规模的综合布线系统，在管理子系统中可设置双点管理双交接。双点管理除了和设备间里有一个管理点之外，在楼层配线间或用户房间的墙壁上还有第二个可管理的交接区。双交接要经过二级交接设备，第二个交接可以是一个连接块，对一个接线块或多个终端块（其配线场与站场各自独立）的配线场和站场进行组合。一般在管理规模较大而复杂，且有二级交接间时，才设置双点管理双交接方式，如图 8-8 所示。

若建筑物的规模较大，且结构复杂，可以采用双点管理 3 交接方式或采用双点管理 4 交接方式（此时要建立灰色管理场）。综合布线中使用的电缆，一般不超过 4 次连接。

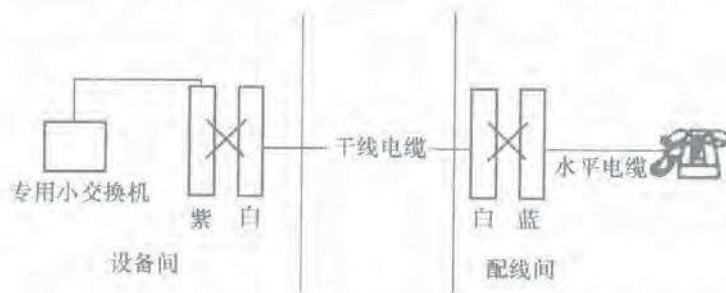


图 8-8 双点管理双交接

(三) 线路管理色标标记

对于管理子系统，在每个交接区实现线路管理的方法是采用色标标记，如建筑物的名称、位置、区号，布线的起始点和应用功能等标记。在各色标场之间接上跨接线或接插软线，这些色标分别用于标明该场是干线电缆、水平电缆或是设备端接点。这些场通常分别分配给指定的接线块，而接线块则按垂直或水平结构进行排列。当有关场的端接数量很少时，也可以在一个接线块上完成所有端接。在这两种端接情况中，可以按照各条线路的识别色插入色条，以标示相应的场。

通常，在管理点可以根据应用系统用的标记插入条来标出各个端接场。下列几种线路可用相应的色标来代表。典型的综合布线系统 6 个部分（电缆）的连接及其色标如图 8-9 所示。

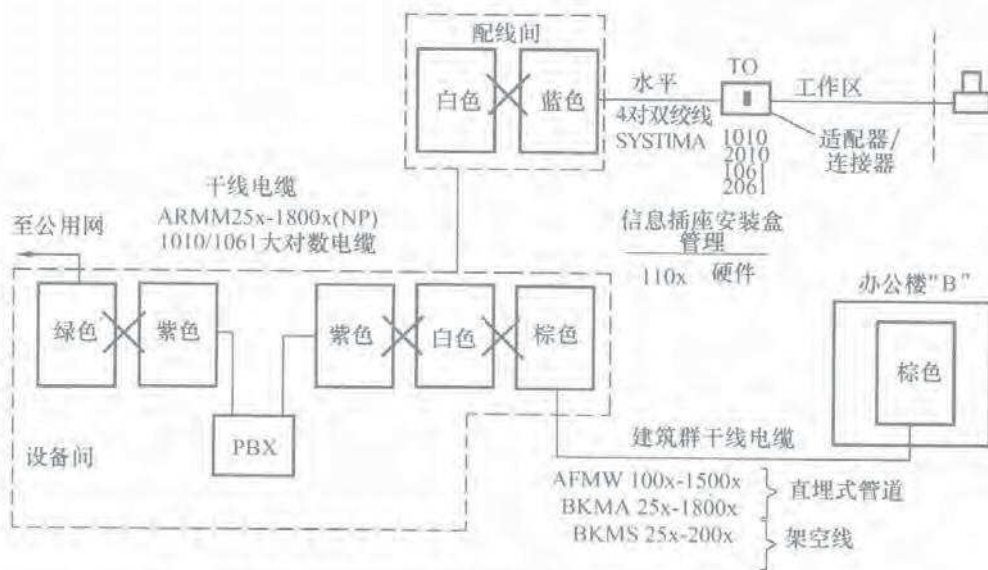


图 8-9 典型的综合布线系统的 6 个部分（电缆）的连接及其色标

(1) 在设备间：

- 1) 白色——干线电缆和建筑群电缆；
- 2) 蓝色——设备间至工作区或用户终端的线路；
- 3) 绿色——网络接口的进线侧，即电话局线路；
- 4) 绿色——网络接口的设备侧，即中继/辅助场的总机中继线；
- 5) 黄色——交换机和其他各种引出线；
- 6) 橙色——网络接口，多路复用器的线路；
- 7) 灰色——端接与连接干线到计算机房或其他设备间的电缆；
- 8) 红色——关键电话系统；

9) 紫色——系统公用设备端接点(端口线路、中继线等);

10) 棕色——建筑群干线电缆。

(2) 在配线间:

1) 白色——返回设备间的干线电缆端接点;

2) 蓝色——到干线接线间 TO 服务的工作区线路;

3) 灰色——至二级交接间的连接电缆;

4) 橙色——来自配线间各区的连接电缆;

5) 紫色——来自系统公用设备(如分组交换型集线器)的线路。

(3) 在二级交接间:

1) 白色——来自设备间的干线电缆的点对点端接;

2) 灰色——来自干线接线间的连接电缆端接;

3) 蓝色——到干线接线间 110 服务的站线路;

4) 橙色/紫色——与配线间所述线路类型相同。

相关知识

(一) 标记制作

综合布线系统使用了 3 种标记:插入标记、电缆标记和场标记。其中插入标记最常用。这些标记通常是硬纸片,由安装人员在需要时取下来使用。

(1) 插入标记可以插在 $1.27\text{cm} \times 20.32\text{cm}$ 的透明塑料夹里,这些塑料夹位于 110 型接线块上的两个水平齿条之间。每个标记都用来指明电缆的源发地,这些电缆端接于设备间和配线间的管理场。插入标记所用的底色及其含义如下:

1) 白色:实现干线和建筑群电缆的连接。端接于白场的电缆布置在设备间与楼层配线间及二级交接间之间或建筑群各建筑物之间。

2) 黄色:来自调制解调器或控制台之类的辅助设备的连线。

3) 灰色:配线间与二级交接间之间的连接电缆或二级交接之间的连接电缆。

4) 蓝色:对工作区的信息插座(IO)实现连接。

5) 绿色:来自电信局的输入中继线。

6) 紫色:来自 PBX 或数据交换机之类的公用系统设备的连线。

(2) 电缆标记由背面有不干胶的白色材料制作,可以直接贴在各电缆表面。在交连场安装和做标记之前利用这些电缆标记来辨别电缆的源发地和目的地。

(3) 场标记也是由背面有不干胶的白色材料制作,可贴在配线间、二级交接区、设备间、中继线/辅助场和建筑物布线场的平整表面上。

(二) 标记方法

1. 干线接线间的干线电缆(白场)标记

干线接线间的干线电缆(白场)通常采用双点管理方法。图 8-10 所示的在采用双点管理方法时干线接线间的干线电缆端接场(白场)的插入标记。图 8-10(a)所示的第一个方框中的标记信息是对应于在设备间端接的干线电缆的结构特点,建议按 50 对线递增,所以,标记上的线对号码表示各端接 25 对线,线对号只写双数。

在“干线/建筑群电缆（端接于设备间）的白场插入标志”[见图 8-10 (a)]和“干线电缆（端接于干线接线间）的白场插入标志”[见图 8-10 (b)]的第一个方框中的信息是完全相同的，这是由于这两个标记是同一根干线电缆两端上的标记。

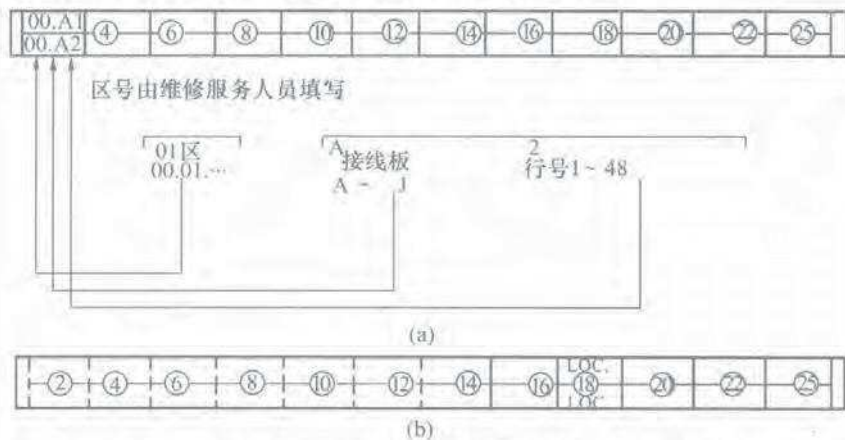


图 8-10 干线电缆（端接于干线接线间）的白场插入标记

(a) 标记一；(b) 标记二

2. 二级交接间的干线/建筑群电缆（白场）标记

大多数单点管理系统中，设备间和直通二级交接间的干线电缆端接场的白色插入标记如图 8-11 所示。二级交接间字母和信息插座号码是印刷而成的，楼层号通常是在安装时手写的。例如“20B-1”表示第一个信息插座是第 20 层楼的远程通信接线间 B 的白场，此处，该线路通过硬接线连接到蓝场（至工作站）的第 1 条线路，而蓝场的第 1 条线路也标为“20B-1”。

图 8-11 (a) 中印刷的标记用字母 A~F 表示二级交接间的地点，用 1~144 表示信息插座。

图 8-11 (b) 所示的空白标记是为其他的二级交接间预留的。

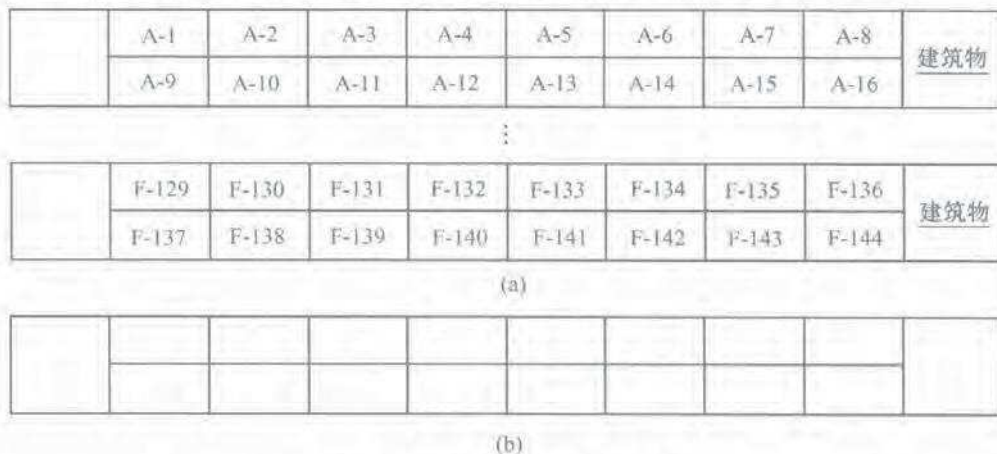


图 8-11 直通地点的白色插入标记

(a) 标记一；(b) 标记二

3. 设备间干线/建筑群电缆（白场）的标记

对设备间里的干线/建筑群电缆端接场子的插入标记可以通过图 8-12 来说明。图 8-12 (a) 所示的第一个方框中包含的标记信息如下：

- (1) 终端块字母代表 (A~J, I 不用)。
- (2) 行号 (1~48)，与连接器号码完全相同。
- (3) 对于带连接器的终端块，最高数字为 36。

(4) 区号又称组号或模块场号(手写的)。

维修服务人员在安装期间负责在 4、5 或 6 方框中填写建筑物 (BLDG) 代号, 楼层 (FL) 代号和二级交接位置 (LOC)。在 110A 型交连硬件的一行上端接的线对号码也表示在标记上, 这些号码只表示 2 至 22 的双号线对和第 25 线对。

图 8-12 (b) 中的标记是供特殊需要用的, 只标出建筑物、楼层、位置和线路号。另一个特殊信息是安装人员附加的。

这些插入标记允许采用双点管理。

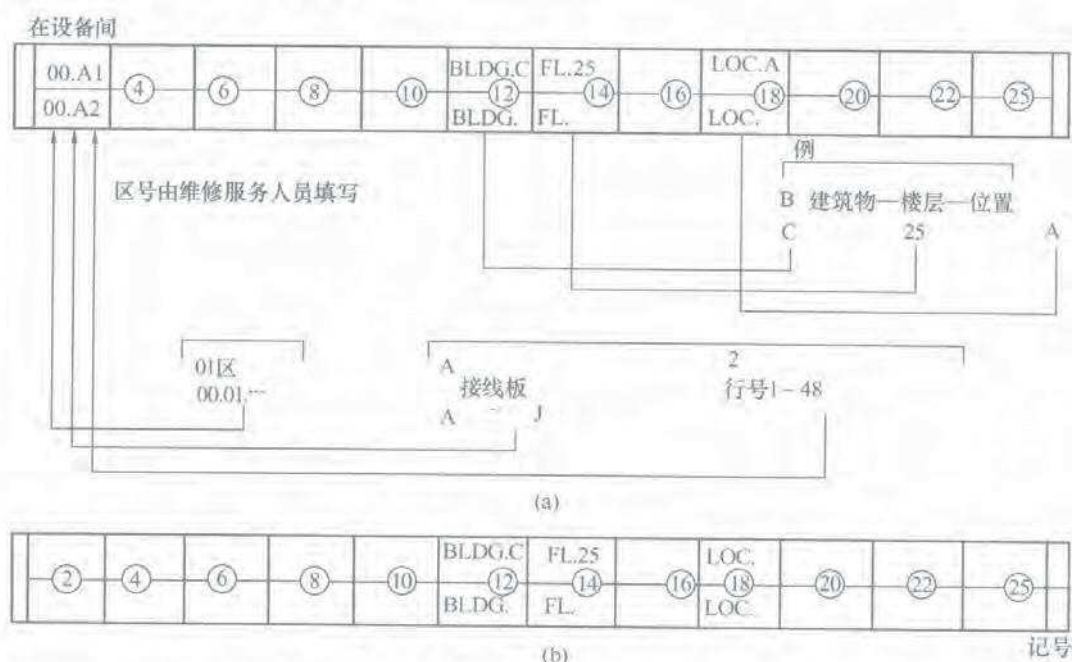


图 8-12 干线/建筑群电缆(端接于设备间)的白场插入标记

(a) 标记一; (b) 标记二

4. 辅助场(黄场)标记

图 8-13 (a) 是按 3 对线模块化系数排列的引线的黄色插入标记, 表示辅助场使用的插入



图 8-13 按 3 对线模块化系数排列的引线的黄色插入标记

(a) 标记一; (b) 标记二

标记。这些标记用于所有的以 3 对线为模块化系数的辅助场线路。标记上第一个方框预先印刷了设备搁置层号、机柜号、槽号以及线路号。其余方框内只印刷了线路号。

图 8-13 (b) 只预先印刷了线路号, 这种空白标记留给维修人员填写。

5. 连接电缆场 (灰场) 标记

在双点管理布线方案中, 两个二级交接间之间的连接电缆端接接线之间, 标记如图 8-14 所示。图 8-14 (a) 表示在双点管理布线方案中两个二级交接间之间的连接电缆插入标记。标记的上下部分各表示 8 条线路, 每条线路有 3 对线。

标记中的模块名 A~F 以及信息插座号 1~144 都是手写的, 维修人员在安装的时候定楼层号。

图 8-14 (b) 所示的空白标记供用户使用另一种编号方法时使用。

	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	建筑物
	A-9	A-10	A-11	A-12	A-13	A-14	A-15	A-16	
⋮									
	F-129	F-130	F-131	F-132	F-133	F-134	F-135	F-136	建筑物
	F-137	F-138	F-139	F-140	F-141	F-142	F-143	F-144	
(a)									
(b)									

图 8-14 直通地点干线电缆的灰色插入标志和连接电缆的标记

(a) 标记一; (b) 标记二

6. 总机中继线场 (绿场) 标记

总机中继线端接场的插入标记如图 8-15 所示。图 8-15 (a) 为电缆的线对从 1~600 编号方法。图 8-15 (b) 所示的空白标记, 是在线对超过 600 对时由维修服务人员填写的。

	1	5	10	15	20	25	
	26	31	35	40	45	50	
⋮							
	551	555	560	565	570	575	
	576	580	585	590	595	600	
(a)							
(b)							

图 8-15 总计中继线场的绿色插入标记

(a) 标记一; (b) 标记二

7. 端口场 (公用系统设备) 的标记

公用系统设备在这里主要指交换机, 它是放在设备间。用紫场端接交换机的进出线, 它的布线结构对应于交换机中各线路单元的结构。它的布置从左上方的终端块开始, 自左向右逐渐展开。

在 system 85 中规定每 4 个机柜为一个模块, 这些模块按 00、01、02... 进行编号, 要求的模块数根据实际情况而定, 同样, 机柜数也给予一个编号方案, 另外, 每个机柜内的设备分层和线路单元也按规定编号。从设备间到端口场的电缆上所附的电缆标记应该包含上述这些

信息。

电缆标记以如下的格式标出上述信息：模块—机柜—设备—槽号—线路号。

这些信息用作交连场线路标志方法的基础，把它写在插入标记上。该插入标记除了这些信息外，还需标出在该槽口安装线路单元所提供的线路号。此外，还可能规定了服务类型，并按图 8-16 所示逐一展开。图 8-16 是 PBX 端口紫场插入标记。

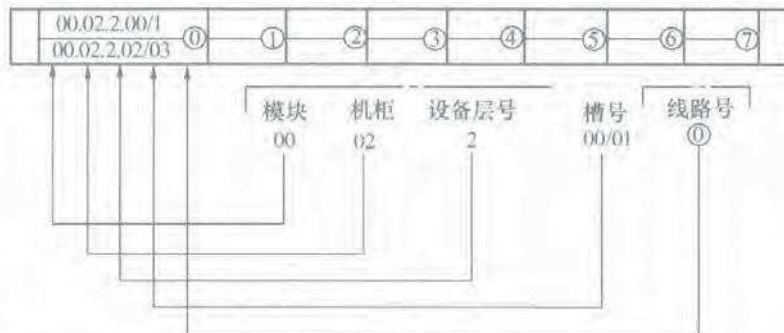


图 8-16 PBX 端口紫场插入标记

8. 信息插座标记

字母 A~F 表示相应的二级交接间的位置，数字 1~144 用于区分插座。楼层号由维修人员填写。如图 8-17 中所示的“20B-1”表示第 1 个信息插座端接于第 20 楼的二级交接间 B 外，还有空白的标记用于其他用户特定的编号方法。



图 8-17 信息插座的插入标记

9. PDS 电缆标记

PDS 电缆标记可以直接贴在连接器上和表面上，其大小与形状根据用途的不同而异。PDS 电缆标记用于识别终端块与信息插座。

三、管理子系统设计步骤

要 点

管理子系统的设计依次为配线间与二级交接间管理区设计，设备间管理区设计和管理标记。

解 释

（一）配线间与二级交接间管理区设计

首先要选择 110 型硬件，并确定其规模。110A 和 110P 一般使用每行端接 25 对线的接线块，二者都使用 3 对、4 对或 5 对线的连接块，这具体取决于每条线路所需的线对数目。一条含 3 对线的线路（线路模块化系数为 3 对线）需要使用 3 对线的连接块；一条 4 对线的线路需要使用 4 对线的连接块；一条 2 对线的线路也可以使用 4 对线的连接块，因为 4 是 2 个整数倍。5 对线的连接块用于其他方面。

对于站的端接和干线电缆，确定场的规模或确定所需要的接线连接块数目，即确定线路或数量。这样，需要决定线路或 TO 的数目，决定每一条线路的对数（模块系数），并确定合适规模的 110A 或 110P 接线块。

100A 跨接可达到 100 和 300 对线的接线块, 而 100P 可以达到 300 和 900 对线的接线块规模。对于干线电缆, 应根据端接电缆所需要的接线连接块数目来决定场的规模。具体的设计过程如下。

(1) 确定配线间/干线交接间所要使用的硬件类型。

1) 110A 用于用户不想对楼层上的线路进行修改、移位或重组。

2) 110P 用于用户今后需要重组线路。

(2) 决定待端接线路的模块化系数。这与系统有关, 综合布线系统设计推荐的标准的规定如下:

1) 连接电缆端采用 3 对线;

2) 基本型综合布线系统设计的干线电缆端接采用 2 对线;

3) 增强型或综合型综合布线系统设计中的干线电缆端接采用 3 对线;

4) 工作站端接采用 4 对线。

(3) 决定蓝场上每个接线块端接的线路数 (工作站数)。

工作站端接必须选用 4 对线模块化系数。一个接线块每行可端接 25 对线。合 100 对线的接线块有 4 行, 300 对线的接线块每块有 12 行。其计算公式如下

$$\frac{25(\text{绝对最大数目/行})}{\text{线路模块化系数}} = \text{线路数/行}$$

$$\text{行数} \times 4 \text{ 对线线路数/行} = \text{线路数/块}$$

对于多余的线对, 最后可用一个 110C-5 连接。

(4) 决定蓝场所需的接线块的规格和数目为

$$\frac{\text{信息插座数}}{\text{线路数/块}} = \text{接线块数}$$

(5) 确定目前在橙场或紫场上的配线间/二级交接间的电子设备上进行端接所需的 300 对线接线块的块数。它等于用于端接干线所需的 300 对线接线块的块数。

(6) 确定在配线间和二级交接间端接干线电缆所需的 300 对线接线块的数量。干线电缆规模取决于工作区的数量而不是信息插座的数量。根据干线的设计结果, 就可以知道二级交接间或配线间的白场应选用什么规格的电缆来进行端接。

$$\frac{\text{电缆的线对总数}}{300} = \text{用于端接干线电缆所需的 300 对线接线块的数量}$$

(7) 确定二级交接间连接电缆进行端接所需的接线块数目。计算模块化系数应是每条线路含 4 对线。连接电缆是按灰场与蓝场之比为 1:1 进行管理。按每个信息插座分配 4 对线计算, 就可得到在 110C 连接块上端接电缆所需的接线块数目。

(8) 确定在配线间端接电缆所需的接线块数目, 方法与上述相同。

(9) 写出墙场的全部材料清单, 并画出详细的墙场结构图。

(10) 利用每个配线间地点的墙场尺寸, 画出每个配线间的等比例图, 其中包括如下信息:

1) 干线电缆孔;

2) 电缆和电缆孔的配置;

3) 电缆布线的空间;

4) 房间进出管道和/或电缆孔的位置;

5) 根据电缆直径确定的配线间和二级交接间的馈线管道;

- 6) 管道内要安装的电缆;
- 7) 硬件安装细节;
- 8) 110 型硬件空间;
- 9) 其他设备的安装空间, 如多路复用器、集线器或供电设备等。

(11) 画出详细施工图之前, 利用为每个配线场和配线间准备的等比例图, 从最高楼层和最远接线区的位置开始核查如下项目:

- 1) 设备间、楼层配线间和二级交接间的底板区实际尺寸能否容纳配线场硬件。为此, 应对比一下连接块的总面积和可用墙板的总面积。
- 2) 电缆孔的数目和电缆井的大小能否足以让那么多的电缆穿过楼层配线间, 如果现成电缆孔数目不够, 应安排楼板钻孔工作。
- 3) 墙空间是否足以为穿过配线间的电缆提供路由和分支接合空间。

(二) 设备间管理区设计

设备间管理子系统的设计, 一般按下列步骤进行:

- (1) 尽可能在交连场之间预留出墙空间, 以便满足未来交连硬件的扩充。

在安装较大的交连场硬件时, 所有的交连场可能要求占用多个墙壁, 但是, 任何一个交连场不应该分布在 2 个墙壁上。

- (2) 确认线路模块化系数是 2 对线或 3 对线, 每个模块当作一条线路处理, 线路模块化系数视具体系统而定。

- (3) 确定用于数据/语音线路端接电缆对线的总数, 并分配好数据或语音线路所需的墙场或终端带条。

- (4) 确定所使用的 110 交连硬件的类型。如果总的对线数大于 6000 (即 2000 条线路, 模块化系数是 3 对线), 那么使用 110A 交连硬件。如果总的对线数小于 6000, 可使用 110A 交连硬件, 也可以使用 110P 交连硬件。

- (5) 确定每一接线块可供使用的总线对。在主布线交连硬件的白场上, 接线块的数目取决于所使用的硬件类型、每个接线块可使用的有效对线数以及端接的接线对线数等 3 个因素。

第 25 对线在接线块中通常空着不用。所以在模块化系数为 3 对线时, 每种接线块的可用线对总数为 100 对接线块, 可用线对总数是 96; 300 对接线块, 可用线对总数是 288; 900 对接线块, 可用线对总数是 864。

- (6) 确定白场上的接线块数。应首先把每种应用 (数据或语音) 所需的输入线对总数除以每个接线块的可用线对总数, 然后按高位取整数, 这就是白场接线块的数目。

- (7) 选择和确定交接硬件的规模。中继线/辅助场交连用于端接总机 (CO) 中继线、公用系统设备和交换机辅助设备, 如值班控制台、调制解调器。中继线/辅助场分为 3 个色场:

- 1) 绿场——用于端接 CO 线路;
- 2) 紫场——用于端接为 CO 线路服务的公用系统设备;
- 3) 黄场——用于端接交换机辅助设备的连线。

- (8) 确定设备间交连硬件的位置。确定了主布线终端的每一个场所所需的接线块总数后, 设计人员还必须知道所选定的硬件的尺寸, 进行终端块的布置安排, 使之更适应于所选用的线路管理。

- (9) 绘制整个布线系统即所有子系统的详细施工图, 编写施工工艺, 列出材料清单。

（三）管理标记

标记是管理综合布线系统的一个重要组成部分。完整的标记应提供以下的信息：建筑物的名称、位置、区号、起始点和功能。综合布线系统使用了3种标记：电缆标记、场标记和插入标记。其中插入标记最常用。关于这3种标记已在前面叙述过，在这里不再重复。

目前，综合布线系统还没有统一的标记方案。标记方案由于具体应用系统的不同而有所不同。在大多数情况下，通常由用户的系统管理人员或通信管理人员提供标记方案的制定原则。但是，所有的标记方案均应规定各种参数和识别步骤，以便查清交接场的各种线路和设备端接点。为了有效地进行线路管理，标记方案必须作为技术文件存档。

系统管理人员还应当与应用技术人员或其他人员密切合作，随时做好移动或重组的各种记录。

相关知识

管理子系统在设备间的应用主要是指管理子系统在设备间的端接，其中包括设备间布线系统，以及如何把诸如PBX或数据交换机等公用系统设备连接到建筑物布线系统。

设备间用于安放建筑物内部的数据和语音交换机，有时也可能包括计算机。在设备间里还有电缆和连接硬件，其作用是把公用系统设备连接到综合布线系统。

主布线交连场的作用是把公共系统设备的线路与干线和建筑群子系统输出的对线相连接。典型的主布线场包括2个色场，即白场与紫场。白场实现干线和建筑群线对的端接；紫场则实现公用系统设备线对的端接。主布线场有时还可能增加一个黄场，用于实现辅助交换设备的端接。黄场一般较小，是从紫场的下方开始的。这一设计过程是决定主布线交连场的接线总数和类型。

在理想的情况下，交连场的组织安排要求插接线或跨接线能够连接灰场的任何两点。在小规模的交连场的安装中，只需把不同颜色的场一个挨着一个安装，就很容易达到上述的理想目标。在大的交连场的安装中，这样的场组织结构使得线路管理变得很困难。因为插接线长度有的限制，这样的结构使得线路管理难以实现。所以，可以把一个较大的交连场一分为二，放在另一个交连场的两边。

一个场的规模不同采用的交连硬件的类型是不同的。对于110P硬件，白场的最大规模约为3600对线；对于110A硬件，最大规模是10800对线。要求超过1000多条线路的大的交连场，应使用最大区规模（3600对线或10800对线）作为它们的基本单元，并通过增加若干区单元或半单元来进行扩充。

第九章

建筑群子系统设计

一、建筑群子系统布线方法

要点

在建筑群子系统中电缆布线方法有4种，即架空布线法、直埋布线法、管道布线法和电缆通道（隧道）布线法，有时候也采用这4种布线方法的任意组合进行铺设。采用哪种方法，要根据现场情况确定。

解释

（一）架空布线法

架空布线法是使用电线杆支撑电缆在建筑物之间进行悬空架设的布线方法。使用这种布线方法时，也可以使用自支撑电缆或把电缆系在钢丝绳上。如果原先就有电线杆，这种布线方法成本较低。

架空电缆通常穿入建筑物外墙上的U型钢性保护套，然后向下或向上延伸，从电缆孔进入建筑物内部，如图9-1所示。

架空布线法通常只用于有现成的电线杆，而且电缆的走法不是要考虑的主要条件的场合，从电线杆到建筑物的架空走线距离最好不超过30m。建筑物电缆入口可以是穿墙的电孔或管道。入口管道的最小口径一般为5cm，建议另设一根同样口径的备用管道。如果架空线的净高有问题，

可以使用天线杆型的入口。该天线杆的支架一般不高于屋顶1.2m。如果再高，就应该使用拉绳加固。另外，天线杆型入口杆高应比屋顶的净高出2.4m，因为该高度工人正好能摸到电缆，便于操作。

（1）架空布线法的优点如下：

- 1) 施工建筑技术较简单；
- 2) 建筑条件不受限制；
- 3) 易于迁移、更换或调整，便于扩建、增容和发展；

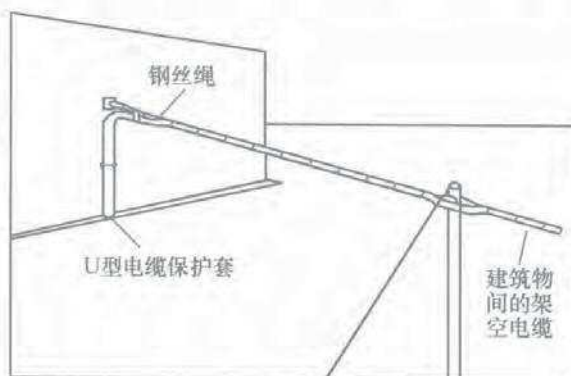


图 9-1 架空布线示意

4) 初次工程投资较低。

(2) 架空布线法的缺点为不能提供机械保护, 影响美观, 而且保密性、安全性和灵活性都较差。因此, 目前较少用这种布线方式。

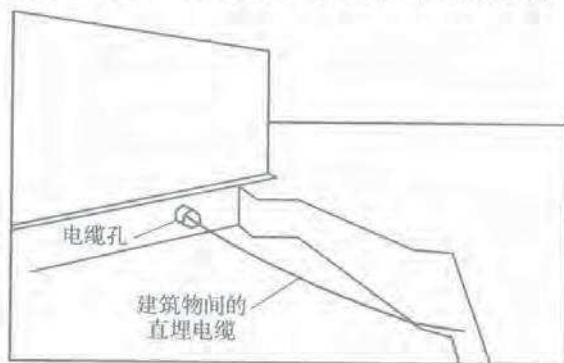


图 9-2 直埋布线示意

(二) 直埋布线法

直埋布线法是将电缆直接埋入地下, 除了穿过基础墙的那部分电缆有导管保护外, 其余部分都没有管道给予保护, 如图 9-2 所示。基础墙的电缆孔应往外尽可能地延伸到没有人动土的地方, 以免有人在墙边挖土时造成损坏。直埋电缆通常埋在地面以下 60cm 的地方, 或按照当地有关法规去做。如果在同一土沟里埋有通信电缆和电力电缆时, 应设立明显的共用标志。

在选择最灵活、最经济的直埋布线路由时, 主要的物理影响因素如下:

- (1) 土质和地下状况。
- (2) 公共设施的位置, 如下水道、水、气和电的位置。
- (3) 天然障碍物, 如树林、石头及不利的地形等。
- (4) 现在或未来的障碍, 如游泳池、表土存储场或修路。

城市建设的发展趋势是使各种线缆、管道等设施不在人的视野里, 所以, 通信线缆和电力电缆埋在一起将越来越普遍。这样的共用结构要求有关部门在设计、施工, 乃至未来的维护工作中相互配合、通力合作。

直埋布线法优点是: 提供某种程度的机械保护, 保持道路和建筑物外貌整齐, 初次投资较低。但缺点是扩容或更换电缆时, 会破坏道路和建筑物外貌, 维护费用较高。

(三) 管道布线法

管道布线法是由通过管道和接合并 (人孔) 组成的地下系统, 将线缆拉入管道和结合井内, 在结合井里完成建筑物之间线缆的互连, 如图 9-3 所示。在图 9-3 中, 有一条或多条管道通过基础墙进入建筑物内部的结构。

这种布线法的优点是: 电缆安全有最佳的保护措施, 延长电缆使用年限; 产生故障机会少, 不会影响通信, 有利于使用和维护; 电缆线路隐蔽性好, 不会影响环境美观; 敷设电缆方便, 易于扩建和更换。缺点是挖沟、开管道和建人孔的初次投资较高。

通常, 埋设管道的深度起码要低于地面 0.5m, 或者符合本地城管等部门有关法规所规定的深度。在电源人孔和通信人孔合用的情况下, 由于人孔里有电力电缆, 所以, 通信电缆千万不要在人孔里进行端接; 通信管道与电力管道至少要用 8cm 的混凝土或者 30cm 的压实土层隔开。安装时, 必须埋设一个备用管道并放一条拉线, 以供日后扩充之用。

在建筑群管道系统中, 接合并的平均间距大约为 50m, 最大间距不应超过 180m, 或者在主结合处设置接合并。接合并可以是预制的, 也可以在现场浇筑。应在结构方案中注明使用哪

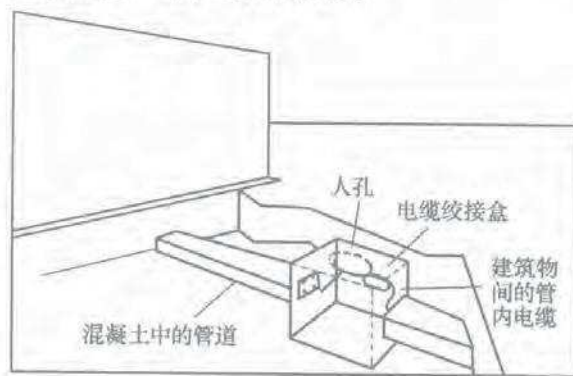


图 9-3 管道布线示意

一种接合并。

预制接合并是较佳的选择。现场浇筑的接合并只在下列具体情况下才能使用:

- (1) 该处的接合并需要重建。
- (2) 该处需要使用特殊的结构或设计方案。
- (3) 该处的地下或头顶空间有障碍物, 所以不能使用预制接合并。
- (4) 作业地点的条件不适合安装预制接合并。

(四) 电缆通道(隧道)布线法

在建筑物之间通常有地下通道, 大多数是供暖、供水的, 利用这些通道来铺设电缆不仅成本低, 而且可利用原有的安全设施。如果考虑到暖气泄漏等影响, 电缆安装时应与供气、供水、供暖的管道保持一定的距离, 安装在尽可能影响不到的地方, 施工时可根据民用建筑设施的有关条例进行。电缆通道(隧道)布线法是在砌筑的电缆通道内, 先安装金属支架, 再将通信缆线布放在金属支架上。这种布线方法维护、更换、扩充

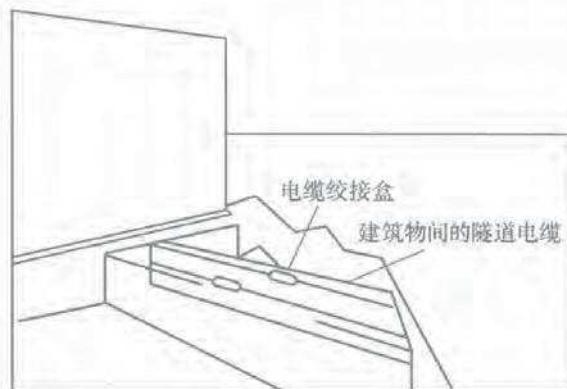


图 9-4 电缆通道(隧道)布线示意

线缆非常方便, 如果与其他弱电系统合用将是一种不错的选择。在满足净距要求的条件下, 通信线缆也可以与 1kV 以下电力电缆共同敷设。电缆通道(隧道)布线法如图 9-4 所示。

相关知识

建筑群子系统 4 种布线方法比较

建筑群子系统的架空布线法、直埋布线法、管道布线法和电缆通道(隧道)布线法等 4 种方法的优、缺点如表 9-1 所示。

表 9-1 建筑群子系统 4 种布线方法比较

方 法	优 点	缺 点
架空布线法	如果本来就有电线杆, 则工程造价较低	(1) 没有提供任何机械保护; (2) 灵活性和安全性差; (3) 影响建筑物的美观
直埋布线法	(1) 提供某种程度的机械保护; (2) 保持道路和建筑物的外貌整齐; (3) 初次投资较低	扩容或更换电缆会破坏道路和建筑物外貌
管道布线法	(1) 提供最佳的机械保护, 任何时候都可敷设电缆; (2) 电缆的敷设、扩充和加固都比较容易; (3) 能保持建筑物外貌整齐	挖沟、开道和建人孔的初次投资较高
电缆通道布线法	保持建筑物的外貌, 如果本来就有隧道, 则成本最低、安全	热量或泄漏的热水可能会损坏电缆, 电缆可能被水淹没

二、建筑物电缆线入口方法

要 点

电缆入口是建筑物内部与外界进行信息交流的进出口。在一些非常重要的建筑物，如医院、公安、消防等部门，应提供备用或双电缆线入口，确保用户线的可靠性。通信缆线入口位置及线路，通常需要电信部门批准。一般建筑物的线缆入口可采用3种方法：地下室入口用管道；直埋式入口不用管道，直接将电线缆放置在60~70cm深的沟内；架空式入口提供架空用户线。

解 释

（一）地下室入口用管道

地下室入口用管道从建筑物入口设施或主机位置通向接线柱。管道的口径要根据电缆数量来确定，一般为5cm。

（二）直埋式入口不用管道，直接将电线缆放置在60~70cm深的沟内

直埋式入口不用管道，直接将电缆线放置在60~70cm深的沟内，如图9-5所示。穿过地基或墙壁的有套筒的孔延伸到室外。线缆及管道应牢牢地捆扎在建筑物上。注意所挖的口需要把岩石清除后再用其他东西填入。

（三）架空式入口提供架空用户线

架空式入口提供架空用户线，从电线杆引入建筑物内口采用这种方法时要考虑审美要求和净高。穿过墙壁的保护管道为通向设备间或入口的电缆提供路径。尽管电力设施和通信设施可采用同一路由，并使用公用电缆沟，但是，

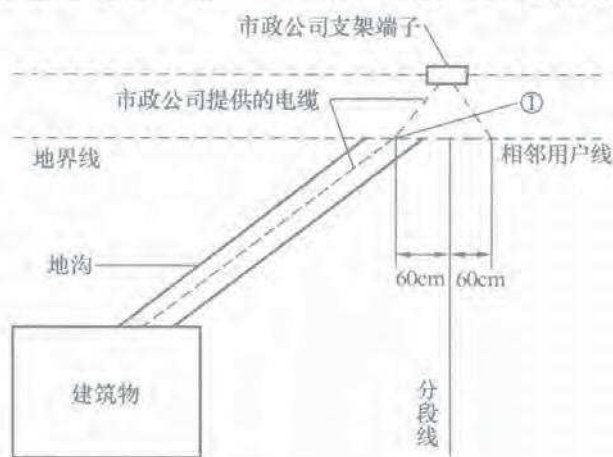


图 9-5 直埋式入口

①位置由楼主确定，按需要放置管道



图 9-6 合理埋入地沟的断面示意

①挖掘口由其他东西填充；②将岩石和尖石清除出去再填塞

电力线管道与通信管道之间的间距也要严格按照有关电气设计规范设计,最小间距为 0.3m,以免引起电磁干扰。合理埋入地沟的结构如图 9-6 所示。同时必须协调好电信局用户线和其他用户线的走线。另外,还必须考虑双电缆线的入口位置、电缆的数量和类型、未来的发展及扩展方向。

根据电缆的最大数量和类型,计算出所需的入口管道数量和尺寸。无论入口是哪一种类型,都应在设计时向用户提出入口在屋顶上、墙壁、还是在地面下(带有电缆孔或管道的)以及挖合适孔口的建议。

要说明电缆保护管的规格及其设计参数,如分线盒、弯曲半径和建筑物的端接要求。通常,有关管道入口的做法是:使用防腐材料;在牵引点之间弯管应小于 90° ;所有的弯管都是长弯道 L 形短管;所有的端部都要求放大口径,加上金属衬套和盖帽;为了防止出现应力,穿过地基墙的金属电缆孔必须延伸到未扰动地面;最小深度应为 45cm,或者符合有关电气设计规范;不要把安放在私人住宅中的管道端接在电气装置或电力电缆使用的检修孔中。

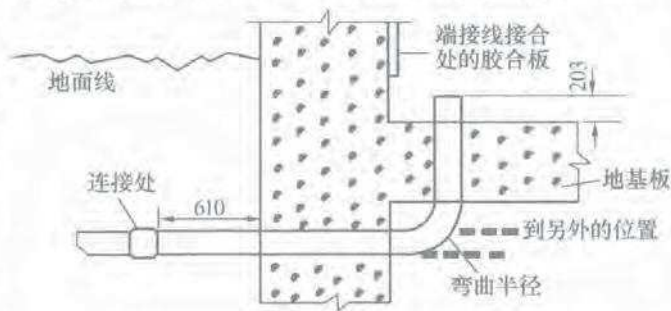


图 9-7 管道从建筑物首层墙壁坡度处穿入建筑物

管道从建筑物首层墙壁坡度处穿入时,要求管道向外延伸到未扰动的地面 0.6m 以下,如图 9-7 所示。

当在分线盒内端接时,管道将加上金属衬套;当在建筑物边墙端接时,管道有一个光滑的喇叭状的结构,延伸到远程入口处。管道与基础区的端接方法如图 9-8 所示。

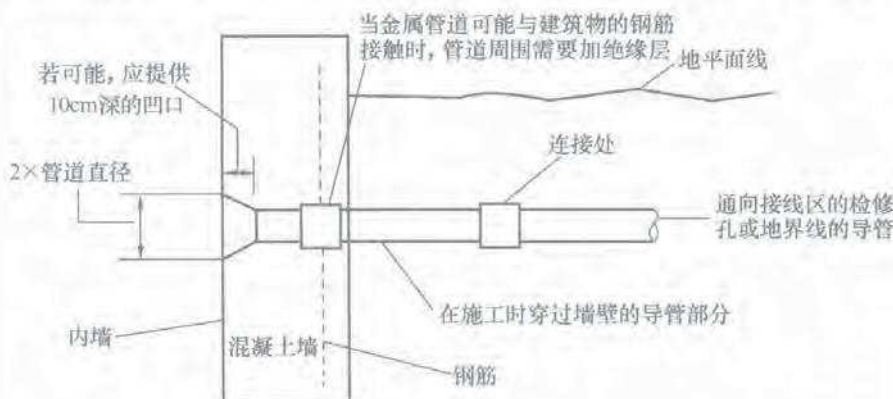


图 9-8 管道与基础区的端接方法示意

相关知识

建筑物缆线引入设施

引入设施包括电缆、连接件、保护装置和其他将外部公用设施连接到室内的其他部件。这些部件可以用于专用网络服务和公共网络服务或两者兼用。

引入设施是户外场地设备与建筑物内布线之间的分界点。引入设施要位于户外光缆和铜缆进入建筑物的终端处。高速数据传输需用光缆,户外光缆与户内建筑物光缆之间要进行很好的接续或绞接,要用光缆绞接件来进行互连。光缆不需要硬件保护。所有由户外引入的铜缆都要

求有电气保护。电气保护主要由两类组成：电流限制器和电压保护器。它们用来保护人员和设备不受意外电流和电压的伤害。

引入端接提供户外主干缆与建筑物内部主干缆的端接点。

建筑物入口区可以在一个封闭的房间墙上，通常位于建筑物的最底层。有时传输电子设备、电气保护装置、公用网络接口以及到设备间的干线电缆也在这里实现交连。所以，建筑物的

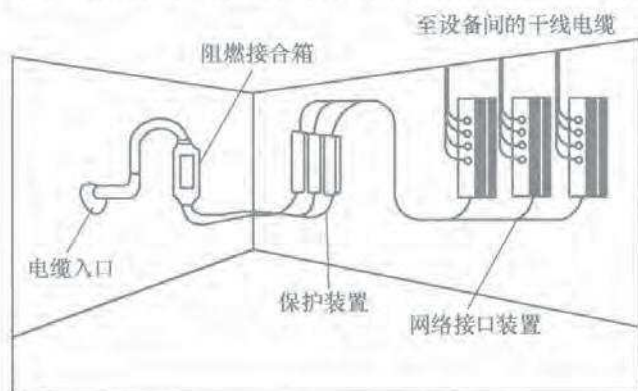


图 9-9 建筑物线缆入口区示意

的电缆入口区有时也是设备间的一部分。在综合布线规模较小时，交连硬件可安装在墙面上。综合布线规模很大时，需要用固定在地板上的配线框架来支撑交连硬件。

当地电信部门的电缆进入一个阻燃接合箱，然后保护装置的柱状电缆线对通过这个接合箱与该服务电缆的线对互相连接。装在墙上的网络接口装置则把保护装置的另一端电缆连接到干线子系统的电缆上，如图 9-9 所示。

三、建筑群子系统设计步骤

要 点

建筑群子系统的设计步骤依次为：了解现场；确定电缆系统的一般性参数；确定建筑物的电缆入口；确定障碍物的位置；确定主电缆路由和备用电缆路由；选择所需电缆类型；确定每种选择方案所需的劳务费用；确定每种选择方案的材料成本和选择最经济、最实用的设计方案。

解 释

（一）了解现场

了解现场需要做的是：

- （1）确定整个建筑物的大小；
- （2）确定建筑物的座数；
- （3）确定现场的特点；
- （4）确定建筑工地界限。

（二）确定电缆系统的一般性参数

电缆系统的一般性参数如下：

- （1）确认起点位置；
- （2）确认端接点位置；
- （3）确认涉及的建筑物及每座建筑物的层数；
- （4）确定每个端接点所需的双绞线对数；
- （5）确定有多少个端接点及每栋建筑物所需的双绞线总对数。

（三）确定建筑物的电缆入口

(1) 现有的建筑物。对于现有的建筑物,要了解各个入口管道的位置;确定每座建筑物有多少入口管道可供使用;明确入口管道数目是否符合系统的需要;如果入口管道不够用,则要确认在移走或重新布置某些电缆时能否空出部分入口管道,以及在不够用时确定需另装多少入口管道等。

(2) 尚未建成的建筑物。对于尚未建成的建筑物,要根据选定的电缆路由完成电缆系统设计,并标示出入口管道的位置;选定入口管道的规格、长度和材料;在建筑物施工过程中,要求安装好入口管道等。

(3) 入口管道位置的选择。建筑物入口管道的位置选址应便于连接公共设备;如果有需要,应在墙上穿过一根或多根管道。对于所使用的易燃材料都应该端接在建筑物的外面。但外线电缆的聚丙烯护皮例外,要求它在建筑物内部的长度(包括多余电缆的卷曲部分)不超过15m。相反,如果外线电缆延伸到建筑物内部的长度超过15m,就应该考虑使用合适的电缆入口器材,在入口管道中装填防水和气密性很好的密封胶。

(四) 确定障碍物的位置

确定障碍物的位置主要包括如下几点:

- (1) 确定电缆的布线方法;
- (2) 确定地下设施的位置;
- (3) 识别土壤的类型,如沙质土、黏土、砾土等;
- (4) 在拟定的电缆路由中,查清沿线的各个障碍物的位置或地理条件,包括铺路区域、池塘、河流、山丘、砾石地、截留井、桥梁、铁路、树林、人孔及其他;
- (5) 确定对管道的需求。

(五) 确定主电缆路由和备用电缆路由

- (1) 对于每一种特定的路由,确定可能的电缆结构;对所有建筑物进行分组,每组单独分配一条电缆;每个建筑物单独使用一条电缆。
- (2) 在电缆路由中查清哪些地方需要经获准后才能通过,并且通过对每个路由的比较,从中选择最优的路由方案。

(六) 选择所需电缆类型

选择所需电缆类型的内容如下:

- (1) 确定电缆的长度;
- (2) 画出最后的结构图;
- (3) 准备选定路由的位置和挖沟的详细图,包括公用道路图或需要审批后才能使用的地区图;
- (4) 确定入口管道的大小与规格;
- (5) 选择每种设计方案中所需的专用电缆;
- (6) 如果需要用管道,应该选择其规格、长度及类型;
- (7) 如果需用钢管,应选择其规格和材料。

(七) 确定每种选择方案所需的劳务费用

确定每种选择方案所需的劳务费用的步骤如下:

- (1) 确定布线的时间,包括迁移或改变道路、草坪、树木等所花的时间,如果使用管道,应包括敷设管道和穿电缆的时间。

- (2) 确定电缆接合时间。
- (3) 确定其他的时间,如移走旧电缆、处理障碍物所需用的时间。
- (4) 计算总的时间,方法是把各项所需时间累加。
- (5) 计算每种设计方案的费用,即以总时间乘以当地的工时费。

(八) 确定每种选择方案的材料成本

材料成本主要包括电缆成本、支撑结构成本和支撑硬件成本,各个成本的确定方法如下:

(1) 确定电缆成本。确定每米的成本;针对每根电缆,查清每 100m 的成本。各种电缆的价格与对应总长度的乘积之和即为电缆成本。

(2) 计算所有支撑结构成本。说明并列出现所有支撑结构;根据价格表查明每项用品的单价;将单价乘以所需的数量即为支撑结构成本。

(3) 计算所有支撑硬件成本。

将三者相加则为材料总成本。

(九) 选择最经济、最实用的设计方案

把每种选择方案的劳务成本和材料成本相加,即得每种方案的总成本。比较各种方案的总成本后,从中选择最经济、最实用方案。

相关知识

(一) 建筑群子系统的设计要求

在进行建筑群子系统的综合布线设计时要考虑下列因素:

- (1) 建筑群之间数据和图像的连接应采用光缆。应根据距离选用单模或多模光缆。
- (2) 光缆传输系统应使用标准单元光缆连接器,连接器可端接于光缆交接单元。
- (3) 建筑群之间话音连接可采用 5 类铜质双绞电缆,必须设保护系统。
- (4) 来自电话局的电缆应进入一个阻燃接头箱,再接至保护装置。

(二) 电缆线的保护

当电缆从一建筑物到另一建筑物时,要考虑易受到雷击、电源碰地、电源感应电压或地电压上升等因素,必须用保护器去保护这些线对。如果电气保护设备位于建筑物内部(不是对电信公用设施实行专门控制的建筑物),那么所有保护设备及其安装装置都必须有 UL 安全标记。

有些方法可以确定电缆是否容易受到雷击或电源的损坏,也可以知道有哪些保护器可以防止建筑物、设备和连线因火灾和雷击而遭到毁坏。

当发生下述任何情况时,线路就被暴露在危险的境地:

- (1) 雷击所引起的干扰;
- (2) 工作电压超过 300V 以上而引起的电源故障;
- (3) 地电压上升到 300V 以上而引起的电源故障;
- (4) 60Hz 感应电压值超过 300V。

如果出现上述所列的情况时就都应对其进行保护。

确定被雷击的可能性。除非下述任一条件存在,否则电缆就有可能遭到雷击:

- (1) 该地区每年遭受雷暴雨袭击的次数只有 5 天或更少,而且大地的电阻率小于 $100\Omega \cdot m$ 。
- (2) 建筑物的直埋电缆小于 42m,而且电缆的连续屏蔽层在电缆的两端都接地。
- (3) 电缆处于已接地的保护伞之内,而此保护伞是由邻近的高层建筑物或其他高层结构所

提供,如图 9-10 所示保护伞区。

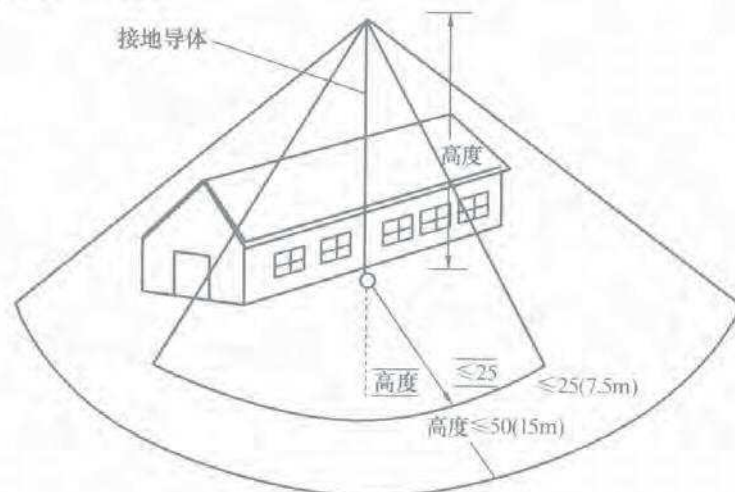


图 9-10 保护伞区示意

所以,管线间、设备间要考虑接地问题,接地要求单个设备电阻小于 1Ω ,设备互连接地电阻要求小于 4Ω 。

第十章

综合布线系统的安全防护设计

一、概 述

要 点

综合布线系统采用防护措施的目的主要是防止外来电磁干扰和向外产生的电磁辐射。安全防护有两个方面的内容，即一是防雷与接地，二是防止电磁干扰。

解 释

（一）安全防护的目的

综合布线系统采用防护措施的目的主要是防止外来电磁干扰和向外产生的电磁辐射。外来电磁干扰直接影响综合布线系统的正常运行，向外产生电磁辐射则是综合布线系统传递信息时产生泄漏的原因。所以，在综合布线系统工程设计中必须根据智能化建筑和智能化小区所在环境的具体情况和建设单位的要求，认真调查研究，选用合适的防护措施。

（二）安全防护的基本内容

1. 防雷与接地

由于强电压、大电流对弱电压、小电流的信息（IT）设备及人身的影响越来越严重，所以防雷与接地十分重要。

综合布线系统是利用双绞线或光缆集成化而运行的通用传输系统，它是智能化建筑物连接“3A”系统的媒介，采用标准的信息配线系统，综合了所有数据、语音、图像与监控设备，并将各类设备终端插头插入标准的终端盒内。因为综合布线系统在建筑物内纵横交错，它可以使交换系统与其他信息系统彼此相连，又使这些系统成为外部通信网络的一个接入网点。但综合布线系统连接的数据、网络计算机设备对雷电非常敏感，雷电可以使这些设备遭受毁灭性的破坏。

智能建筑受到雷电冲击时，大楼内冲击电位分布和空间瞬时电磁场将关系到建筑物内人身和设备的安全。因为受冲击时地电位升高，将影响到装在大楼内而与楼外有电气联系的网络系统，雷电对智能建筑的影响和对设备产生的危害，体现在3个方面：

（1）浪涌电流沿着缆线进入网络系统；

（2）因为地电位对网络系统产生影响，设备的冲击阻抗的反击地电位，通常可达数十至数千伏；

(3) 作为现代数字化的计算机网络,对雷电极敏感,即使几千米以外的高空雷闪或对地雷闪有可能导致这些设备的薄弱环节,如计算机 CPU 控制中心误动或损坏,根据国外资料介绍,0.03Gs 的磁感应强度可造成计算机误动,2.4Gs 即可使元件击穿。

雷电电磁场的影响,主要是雷击大楼时雷电流在建筑物的分布直接影响到网络系统设备,特别是对雷击敏感的计算机控制单元及数字终端设备。在智能建筑内合理地进行机房安装设备布局可有效地减少雷害;大楼采用联合接地可有效地解决地电位升高的影响;而在大楼内电源、控制终端、监控系统、计算机、终端设备的接口处安装浪涌保护装置,并对大楼的出入缆线采取屏蔽、接地等措施,可有效减少雷电对信号及网络系统的侵害。

2. 防止电磁干扰

当综合布线系统的周围环境存在电磁干扰时,必须采用屏蔽防护措施,以抑制外来的电磁干扰。综合布线系统如采用电缆屏蔽层组成接地网时,各段的屏蔽层必须保持连通并接地。屏蔽层地线应焊接到离接地点不超过 6m 的地方。在需要屏蔽的场合采用非屏蔽双绞线穿钢管或金属桥架敷设时,各段钢管或金属桥架应连接并接地。如果屏蔽层的接地连续性得不到保证,那就应在每一条非屏蔽双绞线或非屏蔽电缆的路由旁布置一条接近电缆屏蔽层电阻值的直径为 4mm 的铜线作为接地干线。接地干线所起的作用与电缆屏蔽层相同。接地干线应像电缆屏蔽层那样接地。

干扰的主要来源有电磁场、雷击、超高电压、静电放电,它们会对那些设计用来发射或接收很高传输频率(100MHz)的设备产生很大的干扰。高速率传输需要更宽的频谱,所以会引起对电磁污染,尤其是在高频方面对电磁污染敏感性的增加。

为了避免所用设备出现机能障碍,甚至全部损坏,构成布线系统的设备应当能够防止内部自身传导和外来的干扰,并采取一定的措施保证设备正常地运行。

布线系统是由一些与有源设备相结合的无源产品构成,由于存在着外来和自身传导的电磁场,所以必须采取措施进行自我保护。可是布线系统还没有自己的电磁兼容性标准 EMC。国际上对电磁干扰的评估以欧洲的 89/336/EEC 条例(即 EMC 标准)要求最为严格,因此屏蔽布线系统在欧洲非常流行。EMC 标准可分为关于发射的电磁兼容性标准和关于信噪比测试的电磁兼容性标准两大部分。

对于发射标准,对计算机及办公类信息处理设备产生干扰的最高允许值制定有 NFEN55022 标准,该标准规定了信息处理设备与无线电干扰有关的性能测量的界限和方法。这一规定从 1996 年就成为必须遵守的标准。信息处理设备产生周期性的二进制电子脉冲,这些脉冲产生于电子器件、连接电缆、直接外来辐射,信息处理设备应当遵守 0.15MHz~2GHz 频段之间规定的最大外来辐射干扰场强即 40dB μ V/m。所涉及的信息处理设备包括 A 级(服务行业)和 B 级(住宅类)的设备。发射干扰波电场强度限值见表 10-1。

表 10-1

发射干扰波电场强度限值

dB μ V/m

频率范围	测量距离	A 级 30m	B 级 10m
30~230MHz		30	30
230MHz~1GHz		37	37

对于信噪比测试标准,IEC 1000-4-4 标准规定的电磁兼容性主要是针对生产过程中进行测

量和控制的设备。它规定的是有关连续发射的快速瞬间值。该标准对工业生产过程中快速和重复的电压瞬变值测量及控制仪器信噪比试验的程序和等级也作了规定。

布线的一般标准都会涉及到屏蔽点与点的连续性、屏蔽与接地的连续性、电缆传输的阻抗。为了能符合规定要求,需要建立的措施有很多:电缆和元器件的屏蔽;接地之间的相互连接;接地带;大楼的等电位(地线的网格状);多网格接地网络;与地线相接(单地线)等。

相关知识

智能建筑综合布线系统遭受雷击的因素

(1) 智能建筑综合布线系统,作为整个建筑的核心要害信息中枢,自然要预先消除任何事故诱发的因素:

1) 直击雷及雷击时雷电电磁场分布、接地系统;

2) 各个子系统的配电单元及计算机网络与外界联系的信号数据线、建筑物内部较长的网络数据线等,其中卫星小站的高频头和天馈线对于智能建筑应该是雷击的核心要素。

(2) 对于雷电电磁场的影响,主要是雷击大楼时雷电流在建筑物的分布直接影响到网络系统设备,特别是对雷击敏感的计算机控制单元及数字终端设备在智能建筑的布局,合理的设备布局可使雷害的不利因素降低到最低限度。

(3) 大楼采用联合接地——均压等电位可有效地解决地电位升高的影响。

(4) 在大楼内设备间、建筑群子系统、管理子系统、垂直和水平子系统、配电系统、监控系统、服务器、UPS、交换机、Hub、终端设备的接口处安装浪涌保护装置,并对大楼的出、入电缆线采取接地、屏蔽等措施,可有效减少雷电对网络系统及信号的侵害。

(5) 实现卫星通信及无线通信天馈线的屏蔽与接地,并根据馈线的长度辅以同轴雷电过电压保护器可充分抑制雷电流通过馈线系统进入卫星收发信机的量级。

二、电气保护的措施

要 点

电气保护的目的是尽量避免电气故障对综合布线系统的线缆和相关连接硬件的损坏,以及避免电气故障对综合布线系统所连接的终端设备或器件的损坏。

电气保护主要分为两种:过电压保护和过电流保护。这些电气保护装置通常安装在建筑物的入口专用房间或墙面上。在大型建筑物(群)中,应设置专用房间。

解 释

(一) 过电压保护

综合布线的过电压保护可选用气体放电管保护器或固态保护器。

(1) 气体放电管保护器使用断开的放电空隙来限制导体与地之间的电压。放电空隙粘在陶瓷外壳内密封的两个金属电柱之间,其间有放电间隙,密封壳内部充有一些惰性气体。当两个电极之间电位差超过 250V 交流电压或 700V 雷电浪涌电压时,气体放电管开始出现电弧,为导体与地之间提供一条导电通路。

(2) 固态保护器适用于击穿电压要求较低 ($60\sim 90\text{V}$), 且不希望有振铃电压的电路。固态保护器是一种电子开关。其原理是: 在电路未达到其击穿电压时, 能对电路进行快速、稳定、无噪声、绝对平衡的电压限位。一旦超过击穿电压, 它便利用电子电路将过量的有害电压泄放入地, 然后自动恢复到原来的状态。而且一般来说该过程可以无限重复。所以, 固态保护器对综合布线提供了最佳的保护, 应该推荐使用。常用的固态保护器有 3CIS、4CIS、4C3S-75 等型号。

(二) 过电流保护

电缆上可能出现这样或那样的电压, 如果连接设备为其提供了对地的低阻通路时, 有可能不足以使过电压保护器动作, 但它们所产生的电流可能会损坏设备。所以, 对地有低阻通路的设备 (通常是 PBX 中继线路) 必须给以过电流保护。

过电流保护器串接在线路中, 当发生过电流时, 就切断线路。为了方便维护, 过电流保护器可采用自动恢复型。目前过电流保护器有热敏电阻和雪崩二极管可供选用, 但价格高, 所以可选用加热线圈或熔丝, 它们的电气特性相同, 但工作原理不同。加热线圈在动作时将导体接地, 而熔丝动作时是将导体断开。

一般情况下, 过电流保护器在电流值为 $350\sim 500\text{mA}$ 之间将起作用。

在建筑物综合布线中, 只有少数线路需要过电流保护, 设计人员可尽量选用可自动恢复的保护器。对于传输速率较低的线路如语音线路, 使用熔丝比较容易管理。图 10-1 是用户交换机 (PBX) 的寄生电流保护线路。

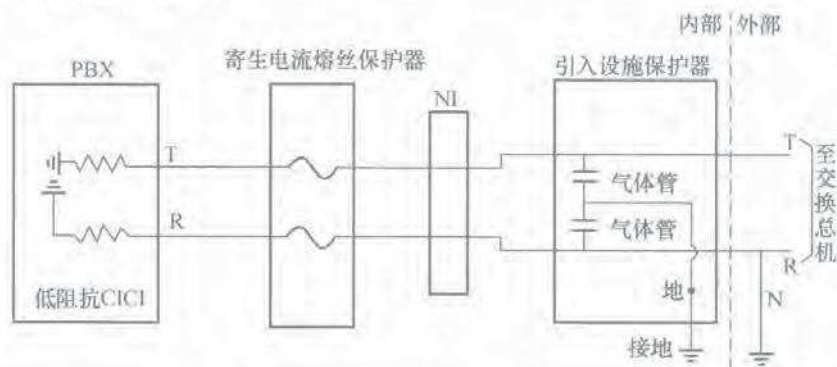


图 10-1 PBX 的寄生电流保护线路

现代通信系统的通信线路在进入建筑物时, 一般多采用过电压和过电流双重保护。例如德国西门子公司的 Hicom 系列程控数字交换机系统采取三级保护措施, 第一级是配线框上的保护器, 主要是防止雷电损坏交换设备; 第二级是在连接用户线路、中继电路板的插头内装有过电压、过电流保护电路, 主要是防止 220V 或 380V 市电碰到交换机; 第三级是在用户版、中继板入口的电路中, 防止前两级未消除的较高电压。

相关知识

(一) 保护器的标识

各种保护器用字母数字代码来标识, 最多用 6 个字母。第 1 个位置代表电压保护类型。第 2 个位置是一个字母, 它表示测试口 (只适用插入型); 拧入型保护器没有测试口, 在第 2 个位置用字母 “A” 注明。第 3 个位置表示保护器的颜色, 应用于指出该保护器可保护那条线路。第 4 个位置表示插入型保护器的类型: 气体管、宽隙气体管或固态保护器。第 5 个位置代

表电压调节器类型。表 10-2 列出了保护器代码含义和选项。

表 10-2

保护器代码含义和选项

位 置	代号形式	含 义	选 项
1	数字	电压保护类型	1——卡口型 2——拧入型 3——限压设备 (VLD) 4——VLD 和加热线圈 (带寄生电流保护) 5——只起连接作用 6——双隙 (宽隙和窄隙) 保护器
2	字母	测试器	A——厂家已停止使用 B——无测试口 C——有测试口
3	数字	颜色代码	1——黑色: 标准业务线路 2——绿色: 当前不用的线路 3——红色: 特殊线路 4——黄色: PBX 电池 9——白色: 消息与振铃回送 11——橙色: 小型网桥提升器
4	字母	VLD 保护元件类型	A——碳: 3 型保护 C——碳: 4 型保护 E——气体管: (窄隙) EW——气体管: (宽隙) S——固态
5	数字	电压调节器	75——低压应用 (标称值 75V 的保护器)

在安装保护器选择位置时, 应遵循下列要求:

- (1) 尽可能接近电源;
- (2) 确定能限制建筑物内部的导体长度的位置;
- (3) 要限制接地线点至合格接地点的长度, 最大限度地减少通往电源地线的各条要接线的长度;
- (4) 把保护器的地线接至将接地电极系统的最近位置;
- (5) 地线要求尽可能的短和直;
- (6) 供电地线与主地线需要焊接在一起;
- (7) 根据保护线路的数目选用适当粗细的地线;
- (8) 便于维护和管理等。

(二) 有关防护标准和要求

综合布线系统尚在不断发展和逐步完善中, 其相应的标准也在不断修正、补充和提高, 尤其是防护标准, 还有不少问题需要继续探讨和研究, 这里所列的内容是目前应该考虑, 且需要在具体工作中实施的。主要有下述几个方面。

(1) 智能化建筑或智能化小区内的综合布线系统如遇有下述干扰源, 而且不能保持一定的安全间距, 有可能对系统正常工作造成影响时, 应根据不同环境及实际条件, 采取切实有效的

防护措施。

1) 功率较大的电动机电火花产生的谐波干扰。

2) 建筑物内部的配电网络和配电设备在工作中产生的高频干扰。

3) 办公设备(如计算机、打印机、复印机、碎纸机等)的影响。

4) 公用通信网的振铃电流、电力开关的脉冲和信息处理设备产生的周期性脉冲,都会产生电磁干扰。

5) 荧光灯、电子启动器和开关电源等工作时产生的电磁干扰。

(2) 当智能化建筑和智能化小区的周围环境存在下述电磁干扰源,且有较高强度的电磁场时,综合布线系统必须采取有效的防护措施,以保证信息传输质量。

1) 智能化建筑和智能化小区位于雷击次数较多的地区。

2) 高压电力线或电气化铁路等区段。

3) 雷达、无线电发射设备和移动通信系统的基站等设施。

(3) 当智能化建筑和智能化小区周围环境的干扰信号场强或综合布线系统的噪声电平超过下列规定时,应采取保护措施。

1) 对计算机局域网信号的影响大小与干扰信号的频率有关。根据实践经验,当干扰信号为 600MHz 以下时,对计算机网络信号影响较大,它属于同频干扰的范畴,其场强为 1V/m;当干扰信号为 600MHz~2.8GHz,则属于杂音干扰,一般来说影响较小,其场强为 5V/m。如超过上述两种限值时,都应采取防护措施。

2) 电信终端设备通过信号、直流或交流等引入线,引入无线电频率(RF) 0.15~8MHz 的干扰信号,其场强为 3V/m(调制幅度为 80%的 1kHz 正弦波干扰)时,一般电信终端设备的性能不会受影响。如果干扰信号的场强超过 3V/m 时,应考虑采取保护措施。

3) 具有模拟/数字终端接口的终端设备,提供的服务有两种,其噪声信号电平的限值也有所不同,应分别按下述规定办理:

a. 提供一般电话服务时,其噪声信号电平限值规定为:比电话接续过程中信号电平低 40dBm,且限定噪声信号电平超过,40dBm 的带宽总和应小于 200MHz。具体噪声信号电平应符合表 10-3 中的规定。

表 10-3 噪声信号电平限值

频率范围 (MHz)	0.15~30	30~890	890~915	915~1000
一般的电话服务时噪声信号电平限值 (dBm)	-40	-20	-40	-20
声学接口服务时噪声信号电平限值 (dBm)	基准电平	基准电平加 20dB	基准电平	基准电平加 20dB

b. 提供声学接口服务时,其噪声信号电平限值规定为基准电平或基准电平加 20dB,限定噪声信号电平超过基准电平的带宽总和应小于 200MHz。具体噪声信号电平应符合表 10-3 的规定。

综合业务数字网的初级接入设备增加附加要求,在 10s 测试周期内帧行丢失的数目应少于 10 个。另外,要求背景噪声最少应比基准电平小 12dB。

(4) 综合布线系统的发射干扰波的场强超过表 10-4 中的规定时,应采取防护措施。

表 10-4

综合布线系统发射干扰波场强限值

dB μ V/m

设备类别和测量距离		A 类设备 30	B 类设备 30
频率范围	30~230MHz	30	30
	230MHz~1GHz	37	37

注 A 类设备为第三产业；B 类设备为住宅。

(5) 综合布线系统与其他干扰源的间距应符合表 10-5 中的要求，以满足相互之间的传输需要。表 10-5 中的数据是根据国外厂商资料或标准综合取定的，并以较大间距值作为我国标准的数据。

表 10-5

综合布线系统与其他干扰源的间距

序号	仪 器	状 况	最小间距 (cm)	备 注
1	380V 电力 电缆<2kVA	与电缆平行敷设	13	双方都在接地的线槽中且平行 长度小于或等于 10m 时，最小间 距可以是 1cm
		有一方在接地的线槽中	7	
		双方都在接地的线槽中	10	
2	380V 电力电缆 <2~5kVA	与电缆平行敷设	30	
		有一方在接地的线槽中	15	
		双方都在接地的线槽中	8	
3	380V 电力电缆 5kVA 以上	与电缆平行敷设	60	
		有一方在接地的线槽中	30	
		双方都在接地的线槽中	15	
4	荧光灯、氙灯、电子启动器 或交感设备	与线缆接近	15~30	
5	无线电发射设备、雷达设备 和其他工业设备	与线缆接近	150	
6	配电箱	与配电设备接近	100	
7	电梯、变电室	尽量远离	200	

值得注意的是：电话用户存在振铃电流时，不能与计算机网络在同一根双绞电缆中一起使用。这时，应采取防护措施。

墙上敷设的综合布线电缆、光缆或管线与其他管线的间距应符合表 10-6 的要求。

表 10-6

墙上综合布线线缆与其他管线的间距

其 他 管 线	最小平行间距 (cm)	最小交叉间距 (cm)
	电缆、光缆或管线	电缆、光缆或管线
避雷引下线	100	30
保护地线	5	2
给水管	15	2
压缩空气管	15	2
热力管 (不包封)	50	50
热力管 (包封)	30	30
煤气管	30	2

(6) 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, 在两端应有良好的接地。

(7) 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。

(8) 综合布线系统有源设备的正极或外壳应与配线设备的机架绝缘, 并用单独导线引至接地汇流排, 与配线设备、电缆屏蔽层等宜采用联合接地方式。

(9) 综合布线系统采用屏蔽线缆时, 全系统所有部件都应选用带屏蔽的硬件, 所有屏蔽层应保持连续性, 即保证全程屏蔽。

(10) 综合布线系统采用屏蔽系统时, 必须有良好的接地系统。并且符合保护地线的接地电阻值, 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 。

(11) 综合布线系统采用屏蔽系统时, 每一层的配线柜都应采用适当截面的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。不论采用什么方式, 导线的截面和接地电阻都应符合标准和规定。屏蔽层应连续且宜两端接地。

综合布线的接地系统采用竖井内集中用铜排或粗铜线引至接地体时, 集中铜排或粗铜线应视作接地体的组成部分, 按接地电阻限值计算其截面。

三、系统接地设计

要 点

综合布线电缆和相关连接硬件接地, 是提高应用系统可靠性、抑制噪声、保障安全的重要措施。综合布线系统机房和设备的接地, 按不同作用分为直流工作接地、交流工作接地、安全保护接地、防雷保护接地、防静电接地及屏蔽接地等。

解 释

(一) 接地的种类

1. 防雷接地

为消除雷击和过电压的危害而设的接地, 称为防雷接地。

2. 防静电接地

防静电接地是为消除静电而进行的接地。活动地板、导静电地面、工作台面和坐椅垫套必须进行静电接地。静电接地的连接线应有足够的机械强度和化学稳定性。导静电地面和台面采用导电胶与接地导体黏结时, 接触面积不宜小于 10cm^2 。静电接地可以经限流电阻及自己的连接线与接地装置相连, 限流电阻的阻值宜为 $1\text{M}\Omega$ 。

3. 安全保护接地

安全保护接地是为保障人身安全, 防止间接触电而将设备的外露可导电部分接地。所谓设备外露可导电部分是指正常情况下与带电体绝缘的金属外壳、机壳或面板等部分。

通常情况下设备外壳、机壳等是不带电的, 但发生故障(如电源线绝缘损坏)造成电源的供电火线与外壳等导电金属部件短路时, 这些金属部件或外壳就形成了带电体, 如果没有良好的接地, 则带电体和地之间就会产生很高的电位差。如果人不小心触到这些带电体, 就会通过

人身形成电流通路,产生触电危险。因此,必须将金属外壳和地之间作良好的电气连接,使机壳和地等电位。此外,保护接地还可以防止静电的积聚。

4. 屏蔽接地

屏蔽接地是为了防止干扰磁场与电子线路发生磁耦合而产生相互影响,而将设备内外的屏蔽线及屏蔽房间的屏蔽体进行接地。

5. 逻辑接地(直流工作接地)

逻辑接地又称信号接地或直流工作接地,是指为了确保计算机内部电子电路具有稳定的基础电位(即零电位参考点)而设置的接地。

计算机系统的直流地是数字电路或系统的基准电位,但不一定是大地电位。如果把该接地系统经一低阻通路接至大地,则该地线系统的电位即可视为大地电位,称为直接接大地,通常要求接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。如果地线系统不与大地相接,而是与大地严格绝缘,绝缘阻抗一般应在 $1M\Omega$ 以上,则称为直流地悬浮。悬浮对解决来自交流电网的干扰,提高计算机系统的可靠性是有效的。但在电磁感应、静电感应以及雷击等外界干扰因素的影响下,这个悬浮的基准电位仍会出现浮动而不稳定,从而影响系统的稳定运行。不同的计算机系统对直流地的处理方式不同,但从安全角度而言,直流地应直接接大地。

6. 交流工作接地

交流工作接地是为保证电力系统和电气设备达到正常工作要求而进行的接地。 $220V/380V$ 交流电源中性点的接地即为交流工作接地。

(二) 电缆接地

根据国家规范的要求,在建筑物入口区、高层建筑的楼层配线间或二级交换间都应设置接地装置,并且建筑物的入口区的接地装置必须尽量接近保护器。

干线电缆的屏蔽层应采用截面积大于 $4mm^2$ 的多股铜线接到配线间或交换间的接地装置上,而且干线电缆的屏蔽层必须保持连续。

配线间的接地应采用多股铜线与接地母线进行焊接的方式。

非屏蔽电缆应敷设于金属管或金属线槽内,金属槽、管应连接可靠,保持电气连通,并引至接地干线上。

接地电阻值应根据应用系统的接地要求确定。一般情况下,电阻值不宜大于 1Ω 。当综合布线连接的应用设备附近有强磁场干扰,对接地电阻有更高要求时,应取其中最小值作为设计依据。

(三) 配线架接地

(1) 从楼层配线架至接地极接地导线的直流电阻不能超过 1Ω ,并且要永久性的保持其可靠连通。

(2) 配线架等设备接地应采用并联方式与接地装置相连,不能串联连接。

(3) 布线的金属线槽或金属管必须接地,以减少电磁场干扰。

(4) 如果应用系统内有多个不同的接地装置,这些接地极应该相互连接,以减少接地装置之间的电位差。

(四) 接地系统的机构

在综合布线中,接地系统的好坏将直接影响到其运行质量。根据商业建筑物接地和接线要求的规定,综合布线系统接地的结构包括接地线、接地母线(层接地端子)、接地干线、主接

地母线（总接地端子）、接地引入线及接地体六部分。在进行系统接地的设计时，可按这六个部分分层次地进行设计。

1. 接地线

接地线是指综合布线系统中各种设备与接地母线之间的连线。所有接地线均为铜质绝缘导线，其截面积应不小于 4mm^2 。当综合布线系统采用屏蔽电缆布线时，信息插座的接地可利用电缆屏蔽层作为接地线连至每层的配线柜。若综合布线的电缆采用穿钢管或金属线槽敷设时，钢管或金属线槽应保持连续的电气连接，并应在两端具有良好的接地。

2. 接地母线（层接地端子）

接地母线是水平布线子系统接地线的公用中心连接点。每一层的楼层配线架或配线柜均应与本楼层接地母线相焊接；与接地母线同在一个配线间的所有综合布线用的金属架及接地干线均应与该接地母线相焊接。接地母线均应为铜母线，其最小尺寸（厚×宽）应为 $6\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，长度视工程实际需要来确定。接地母线应尽量采用电镀锡以减小接触电阻；如果没有电镀层，则在将导线固定到母线之前，须对母线进行清理。

3. 接地干线

接地干线是由总接地母线引出的，它是连接所有接地母线的接地导线。在进行接地干线的设计时，应充分考虑建筑物的大小、结构形式，以及综合布线的路由与空间配置，并与综合布线电缆干线的敷设相协调。接地干线应安装在受不到物理和机械损伤的地方，建筑物内的水管及金属电缆屏蔽层不能作为接地干线使用。当建筑物中使用两个或多个垂直接地干线时，垂直接地干线之间每隔三层及顶层需用与接地干线等截面积的绝缘导线相焊接。接地干线应为绝缘铜芯导线，最小截面积不应小于 16mm^2 。当接地干线上的接地电位差有效值大于 1V 时，楼层配线间应单独用接地干线接至主接地母线。

4. 主接地母线（总接地端子）

一般情况下，每栋建筑物有一个主接地母线。主接地母线作为综合布线接地系统中接地干线和设备接地线的转接点，理想位置宜设于外线引入间或建筑配线间。主接地母线应布置在直线路径上，同时考虑从保护器到主接地母线的焊接导线不宜过长。直流配电屏接地线、接地引入线、接地干线、外线引入间的所有接地线，以及与主接地母线在同一配线间的所有综合布线用的金属架均应与主接地母线良好焊接。当外线引入电缆配有屏蔽或穿在金属保护管中时，此屏蔽和金属管也应焊接至主接地母线。主接地母线应采用铜母线，最小截面尺寸（厚×宽）为 $6\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，长度可视工程实际需要而定。与接地母线相同，主接地母线也应尽量采用电镀锡以减小接触电阻；如果不是电镀，则主接地母线在固定到导线前必须进行清理。

5. 接地引入线

接地引入线指主接地母线与接地体之间的连接线，宜采用宽×厚为 $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ 或 $50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 的镀锌扁钢。接地引入线应做绝缘防腐处理，在其出土部位应有防机械损伤的措施，且不宜与暖气管道同沟布放。

6. 接地体

接地体是埋入土壤中或混凝土基础中做散流的导体。接地体分自然接地体和人工接地体两种。当综合布线采用单独接地系统时，接地体一般采用人工接地体，并应满足下列条件：

（1）接地电阻不应大于 40Ω 。

（2）距离工频低压交流供电系统的接地体不应小于 10m 。

(3) 距离建筑物防雷系统的接地体不应小于 2m。

相关知识

接地的连接

在智能建筑综合布线系统中,其缆线与相关连接硬件的接地是提高应用系统的可靠性、抑制噪声、保障安全的重要手段。在进行设备间的设计前,要弄清楚应用系统设备接地要求及地线与地线之间的相互关系。如果应用系统接地不当,应用系统设备的稳定工作将受到影响,并会引起故障。

微电子设备接地时,高电平电路和低电平电路,信号电路和电源电路不应使用共地回路。灵敏电路的接地,应各自隔离或屏蔽,用以防地回流或静电感应而产生干扰。

在综合布线系统的各种接地中,如果单独设置,除防雷接地的接地电阻一般要求为 $\leq 10\Omega$,屏蔽接地电阻一般要求为 $\leq 30\Omega$ (也有一些系统要求屏蔽接地的接地电阻 $\leq 1\Omega$)外,其余几种接地的接地电阻均要求 $\leq 4\Omega$ 。在现代建筑中,独立设置各种接地系统而保持相应的间距是不容易的,所以规范推荐采用联合接地,又称共同接地,即将交流工作接地、各种装置外壳、防雷接地、金属管外皮及高频电子设备的信号接地统一接到共用的接地装置上。当综合布线采用联合接地系统时,通常利用建筑柱筋作防雷接地引下线,而接地体一般利用建筑物基础内钢筋网作为自然接地体,使整幢建筑的接地系统组成一个笼式的均压整体。联合接地的接地电阻要求 $\leq 1\Omega$ 。

与各接地系统分开设置相比,联合接地方式具有下述优点:

(1) 节约金属材料,占地少,两者不会发生矛盾。

(2) 容易获得较小的接地电阻。

(3) 当建筑物遭受雷击时,楼层内各点电位比较均匀,人员及设备的安全得到较好保障。同时,大楼的框架结构对中波电磁场能提供 10~40dB 的屏蔽效果。

对直流工作接地有特殊要求,需要单独设置接地装置的计算机系统,其接地电阻值及与其他接地装置接地体之间的距离,应按计算机系统及有关规范的要求确定。

四、抗电磁干扰

要点

当综合布线系统的周围环境存在电磁干扰时,必须采取屏蔽防护措施,以抑制外来的电磁干扰。屏蔽有静电屏蔽和磁场屏蔽两种。在实际应用中,为了最大限度地降低干扰,除保持屏蔽层的完整、对屏蔽层可靠接地外,还应注意传输通道的工作环境,使其远离电力线路、变压器或电动机房等各种干扰源。当综合布线环境极为恶劣,电磁干扰强,信息传输速率又高时,可直接采用光缆,以满足电磁兼容性的需求。

解释

(一) 屏蔽通道的要求

(1) 屏蔽通道仅有一层金属屏蔽层是不够的,更重要的还是要有良好的、正确的接地装

置,把干扰有效地引入大地。

(2) 接地装置中的接地方式、接地导线等,都对接地效果有一定的影响。

(3) 当信号频率低于 1MHz 时,屏蔽通道可一处接地(例如语音系统)。而当频率高于 1MHz 时,屏蔽系统就需要多位置接地。通常的做法是在每隔 $1/10$ 波长长度处接地(如 10MHz 便每间隔 2.1m 处接地)。而接地线的长度应短于波长的 $1/12$ (如 10MHz,接地线短于 1.05m)。

(4) 接地导线用直径不小于 4mm 的外包绝缘套的多股铜质导线。

(二) 传输通道的要求

(1) 不仅要求屏蔽没有间断点,同时还要求整体传输通道必须达到完全 360° 全程屏蔽,用以消除电磁干扰。一个完整的屏蔽通道要求处处屏蔽,一旦有任何一点的屏蔽不能满足要求,便会影响到通道的整体传输性能。对一个点到点的连接通道来说,这个要求是很难达到的,因为其中的信息插座,跳接线等都很难以做到完全屏蔽,再加上屏蔽层的氧化、腐蚀、破损等因素,一个通道要做到真正意义上的完全全程屏蔽是很困难的。所以,采用屏蔽双绞电缆并不能完全消除电磁干扰。此外,屏蔽层接地点安排的不合理也会引起屏蔽层上的电位差,造成屏蔽层上的电流流动,从而形成接地噪声。

(2) 在平衡传输的非屏蔽传输通道中,所接收的外部电磁干扰在传输中同时载在一对线缆的两根导体上,形成大小相等,相位相反的两个电压信号,到接收端相互抵消,从而达到消除干扰的目的。一对双绞线的绞距与所能抵抗的外部电磁干扰成正比,非屏蔽双绞电缆就是利用这一原理,并结合对称性与滤波等技术,经过精确的设计与制造而成的。双绞线平衡传输原理如图 10-2 (a) 所示,非平衡传输原理如图 10-2 (b) 所示。

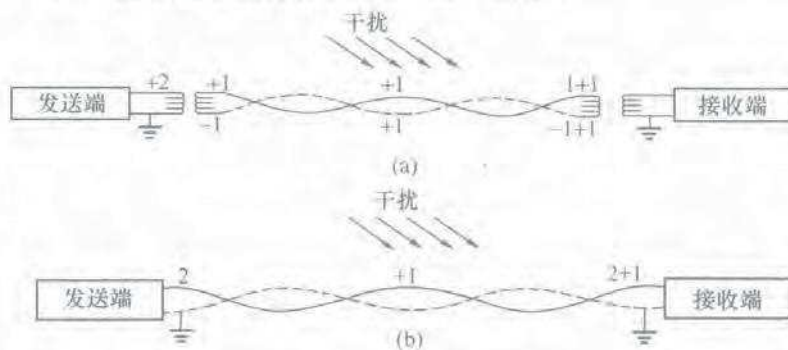


图 10-2 双绞线传输原理

(a) 双绞线平衡传输原理; (b) 双绞线非平衡传输原理

相关知识

EMC 标准

1. 发射的电磁兼容性标准

关于发射的电磁兼容性标准,对办公类信息处理设备及计算机产生干扰的最高允许值制定有 NFEN55022 标准,该标准规定了信息处理设备与无线电干扰有关的性能测量的界限和方法。这一规定从 1996 年起就成为必须遵守的标准。信息处理设备产生周期性的二进制电子脉冲,这些脉冲产生于连接电缆、电子器件、直接外来辐射,信息处理设备应当遵守 0.15MHz~2GHz 频段之间规定的最大外来辐射干扰场强即 $40\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ 。所涉及的信息处理设

备包括 A 级（服务行业）和 B 级（住宅类）的设备。发射干扰波电场强度极限值如表 10-7 所示。

表 10-7

发射干扰波电场强度极限值

dB μ V/m

频率范围 \ 测量距离	A 级 30	B 级 10
30~230MHz	30	30
230MHz~1GHz	37	37

2. 信噪比测试的电磁兼容性标准

关于信噪比测试的电磁兼容性标准，IEC 1000-4-4 标准规定的电磁兼容性主要是针对生产过程中进行控制和测量的设备。它规定的是有关连续发射的快速瞬间值。该标准对工业生产过程中重复的和快速的电压瞬变值测量和控制仪器信噪比试验的程序和等级也作了规定。

五、防火措施

要 点

在智能建筑中，综合布线的用线量逐渐增多，计算机应用每年的增长速度也在加快。而图像通信和数据、语音等多媒体通信也在不断发展。目前，每栋智能建筑的综合布线量均很大，一般敷设于走廊的吊顶层、密闭的管道内或活动的地板内，存在着较大的安全隐患。由于综合布线的线缆大量使用 PVC 材料，PVC 材料的燃烧值比其他材料较高，所以综合布线系统应采取相应的防火措施，在选择材料和施工时线距一定要符合规范。

解 释

（一）防火测试标准

通信电缆常用的防火测试标准有 IE 332-1、IEC332-3 及 UL910。

（1）经 IE 332-1 及 IEC 332-3 标准认证的线缆可以用于垂直通道，因为他们在垂直通道内燃烧时的影响比水平的要小些。

（2）UL910 标准为日本、加拿大、墨西哥和美国使用，UL910 等同于美国的 NEPA262—1990 标准。UL910 标准是几种防火标准中要求最高的标准，而符合 UL910 标准的 FEP 材料的阻燃性能要比符合 IE 332-1 及 IEC 332-3 标准的 LSZH 材料的阻燃性能好，燃烧时烟的浓度低，万一燃烧起来也可以降低对人类的危害及火灾的损失。

经 UL910 认证的线缆适用于水平线缆，因为水平线缆燃烧时的影响面较大，特别是在人群集中的地方，如火车站的候车室、飞机场的候机厅、股票交易室、礼堂等。

（二）防火措施

（1）大多数综合布线主干电缆和光缆在建筑物内垂直布线或在平面过道吊顶内敷设安装时，都必须采用防火型（阻燃型）电缆或防火型（阻燃型）光缆外加金属缆线槽或金属铁管子以保护（防碰撞及屏蔽干扰）。

（2）当主干电缆和光缆采用非防火型（非阻燃型）电缆或光缆时，必须将主干电缆和光缆都敷设在带有安全可靠的防火措施的金属管内。

(3) 当水平缆线（多束小对数电缆和光缆）在楼层的平面吊顶内敷设安装时，应安放在涂有多道防火油漆的金属管道内予以保护（防火、防碰撞及屏蔽干扰）。

(4) 在大型公共场所宜采用低燃、低毒、阻燃的线缆。

(5) 相应的设备间或交换间应采用阻燃型配线设备。

相关知识

防毒线缆

1. 低烟非燃型（LSNC）

不易燃烧，释放一氧化碳少，低烟，但释放少量有害气体。

2. 低烟阻燃型（LSLC）

性能比 LSNC 型稍差些，两者基本类同。

3. 低烟无卤型（LSOH）

有一定阻燃能力。在燃烧时，释放一氧化碳，但不释放卤素。

4. 低烟无卤阻燃型（LSHF—FR）

不易燃烧，释放一氧化碳少，低烟，不释放卤素，危害性小。

另外，还有 FEP 和 PFA 氟塑料树脂制成的电缆可供选择。

第十一章

综合布线系统施工准备

一、概 述

要 点

综合布线系统施工涉及范围比较广泛，主要包括两个内容：一是土建施工，二是系统施工。

解 释

（一）土建施工

土建施工主要为综合布线系统的设备安装提供基础；内容主要包括：预敷设线管、预埋金属底盒、架设金属线槽、安装金属梯架、安装弱电竖井相关设备（电源、接地线）等。

（二）系统施工

系统施工主要内容如下：

- （1）水平线缆的布放，在顶棚封顶之前，应完成从配线架到各工作区的水平线缆的布放。
- （2）在内装修完成之后进行各工作区面板和模块插座的安装，以免灰尘落入插座降低其工作性能，为了防止灰尘的落入，不提供防尘盖板的产品可以贴马蹄纸用以防尘。
- （3）干线电缆的布放，包括多对数电缆的布放和光缆的敷设。
- （4）网络中心或 PBX 机房主跳线连接配线架和各分配线架的安装及电缆端接。
- （5）网络中心和各分配线间光纤互连装置的安装，光纤头的磨制或进行光纤接续。
- （6）对布线通道上的电缆加上永久性标识，便于维护和识别。
- （7）进行布线系统端到端的测试。

相关知识

新楼建设常用土建材料

新楼建设常用下述土建材料。

（1）工作区系统土建材料如下：

- 1) 墙上型信息插座预埋的 86 系列金属底盒；
- 2) 地面安装预埋的信息插座。

（2）水平区系统土建材料为波纹管、预埋钢管、波纹管及钢管中的带线、吊顶安装的金属

线槽、预埋地面垫层的金属线槽。

(3) 设备区系统和建筑群系统的土建材料如下:

- 1) 电话局进线预埋钢管;
- 2) 电话进线及设备间之间的金属桥架。

(4) 管理区系统和垂直系统的土建材料如下:

- 1) 在弱电竖井中安装的金属桥架;
- 2) 竖井中的电源及接地线;
- 3) 竖井中的通风设备。

二、施工的基本要求和技術准备

要 点

在进行综合布线工程施工之前,必须了解安装施工所应遵循的标准和要求,并严格执行。

全面了解和掌握设计文件和图纸,并以此为依据编制施工方案和进行工程预算,是能够高质量完成工程施工的重要环节。

解 释

(一) 施工的基本要求

(1) 在新建、扩建或改建的智能化建筑中采用综合布线系统时,必须按照我国发布的综合布线系统工程验收规范等有关规定进行施工和验收。在施工时,应结合现有建筑物的客观条件和实际需要,参照我国现行规范的规定执行。如在施工中遇到规范没有规定的内容时,应根据工程设计要求进行。

(2) 在整个安装施工过程中必须重视工程质量,按照施工规范的有关规定,加强自检、互检和随工检查。建设单位常驻工地代表或工程监理人员必须认真负责,加强技术监督和工程质量检查,力求消灭因施工质量低劣而造成的隐患。所有随工验收和竣工验收的项目和内容均应按工程验收规定办理。

(3) 在智能化小区的综合布线系统工程中,其建筑群主干布线子系统部分的施工,与本地电话网络有关,所以,安装施工的基本要求应遵循 YD 5137—2005《本地电话网用户线线路工程设计规范》等标准中的规定。

(4) 综合布线系统工程中所用的线缆类型和性能指标、布线部件的规格和质量等均应符合 YD/T 926.1~3—2001《大楼通信综合布线系统第 1~3 部分》等规范或设计文件的规定。在工程施工中,不得使用未经鉴定的器材和设备。

(5) 为了确保传输线路的工作质量,在施工现场要有参与该项工程方案设计的技术人员进行监督、指导。

(6) 标记一定要清晰、有序,这样会为下一步的设备安装、调试工作带来便利,以确保后续工作的正常进行。

(7) 对于已敷设完毕的线路,必须进行测试、检查。线路的畅通、无误是综合布线系统正

常可靠运行的基础和保证。要测试线路的标记是否准确无误,检查线路的敷设是否与图纸一致等。

(8) 须敷设一些备用线缆,以便在敷设线路的过程中,由于种种原因而致使个别线路出问题,备用线缆可及时、有效地代替这些出问题的线路进行工作。

(9) 为保证信号、图像的正常传输和设备的安全,要完全避免电涌干扰,高、低压线须分开敷设。高压线需使用铁管屏蔽。高、低压线应避免平行走向,但由于现场条件致使高、低压线只能平行敷设时,其间隔应按规范中的相关规定执行。

(10) 在综合布线系统工程安装施工时,力求做到不影响房屋建筑结构强度,不有损于内部装修美观的要求,不发生降低其他系统使用功能和有碍于用户通信畅通的事故,务必达到综合布线系统工程的整体质量优良。

(二) 施工技术准备

(1) 熟悉、会审图纸。图纸是工程的语言、施工的依据。施工前,施工人员首先应熟悉施工图纸,了解设计内容及设计意图,明确工程所采用的设备和材料,明确图纸所提出的施工要求,明确综合布线工程与主体工程和其他安装工程的交叉配合,以便及早采取措施,确保在施工过程中不破坏建筑物的强度,不破坏建筑物的外观,不与其他工程发生位置冲突。

(2) 熟悉与工程有关的其他技术资料,如施工及验收规范、技术规程、质量检验评定标准,以及制造厂商提供的资料,即安装使用说明书、产品合格证、试验记录数据等。

(3) 编制施工方案。在全面熟悉施工图纸的基础上,依据图纸并根据施工现场情况、技术力量及技术装备情况,综合做出合理的施工方案。

(4) 编制工程预算。工程预算包括工程材料清单和施工预算。

相关知识

施工图纸的设计

综合布线系统的施工图纸是工程施工的依据,可以与其他弱电系统的平面图表示在同一张图上。施工图纸应该明确下述问题:

(1) 电话局进线的具体位置、标高、进线方向,进线管道数目、管径。

(2) 电话机房和计算机房等的位置,由机房引出线槽的位置。

(3) 电话局进线到电话机房的位置,由机房引出线槽的位置。

(4) 每层信息点的数量、分布,插座的样式、安装位置、安装标高、预埋底盒。

(5) 水平线缆的路由。由线槽到信息插座之间管道的管径、材料、安装方式、安装位置。如果采用水平线槽,则应当标明线槽的规格、安装位置、安装形式。

(6) 弱电竖井的位置、数量、大小,是否提供照明电源、220V 设备电源、地线,有无通风设施。

(7) 当管理区设备需要安装在弱电竖井中时,需要确定的设备分布图。

(8) 弱电竖井中的金属梯架的规格、尺寸、安装位置。

设计施工图时需要考虑下列因素:

(1) 弱电避让强电线路,还要考虑暖通设备、给排水设备。

(2) 线槽的路由和安装位置应便于设备的安装调试。

弱电图纸总说明中要包含电话线的情况,以及布线材料的设备安装总体说明。

三、施工前环境检查

要 点

综合布线系统设备的安装环境包括工作区、交接间、设备间及进线间等部分。

解 释

（一）交接间、设备间的建筑和环境条件检查

在安装工程开始以前应对交接间、设备间的建筑和环境条件进行检查，具备下列条件方可开工：

（1）交接间、设备间、工作区土建工程已全部竣工。房屋的墙壁和地面均要平整，室内通风、干燥、光洁，门窗齐全，门的高度和宽度均应符合工艺要求，不会妨碍设备和器材的搬运。门锁性能良好，钥匙齐全，可以保证房间安全可靠，真正具备安装施工的基本条件。

（2）房间内按设计要求预先设置的地槽、暗敷管路和孔洞的位置、数量、尺寸均应正确无误，符合设计要求。

（3）设备间敷设的活动地板应符合 SJ/T 10796—2001《计算机机房用活动地板技术条件》，认真检查施工质量，要求地板铺设表面平整，板缝严密，安装严格，没有凹凸现象，地板支柱安装要坚固牢靠，每平方米的水平允许偏差不应大于 2mm。活动地板的防静电措施和接地装置应符合设计和产品说明要求。

（4）设备间和交接间内均应设置使用可靠的交流单相 50Hz、220V 的施工电源，其接地电阻值及接地装置均应符合设计要求，以便安装施工和维护检修使用。对于不满足接地电阻要求条件的，为了保证施工的安全，必须采取措施。

（5）设备间和交接间的面积大小、环境温、湿度条件、防尘和防火措施、内部装修等应符合工艺设计提出的要求或有关标准规定。

（6）交接间安装有源设备（集线器等设备），以及设备间安装计算机、交换机、维护管理系统设备和配线装置时，应按系统设备安装工艺设计要求检查建筑物及环境条件。

（7）交接间、设备间所需要的交直流供电系统，由综合布线设计单位提出要求，在供电单项工程中实施。

（二）电缆进线室检查

电缆进线室位于地下室或半地下室时，应采取通风措施，地面、墙面、顶面应有较好的防水和防潮性能。

（三）环境检查

（1）温度和湿度要求。温度应为 10~30℃，湿度应为 10%~80%。温度和湿度过高或过低，易造成线缆及器件绝缘不良和材料老化。

（2）地下室的进线室应保持通风，排风量应按每小时不小于 5 次换气次数计算。

（3）给水管、排水管、雨水管等其他管线不宜穿越配线机房；应考虑设置手提式灭火器和火灾自动报警器。

相关知识

照明、供电和接地检查

(1) 照明宜采用水平面一般照明,照度可为 $75\sim 100\text{lx}$;进线室应采用具有防潮性能的安全灯,灯的开关装于门外。

(2) 工作区、配线间和设备间的电源插座应为 220V 单相带保护的电源插座,插座接地线从 $380\text{V}/220\text{V}$ 三相五线制的 PE 线引出。根据所连接的设备情况,部分电源插座应考虑采用 UPS 的供电方式。

(3) 综合布线系统要求在交接间设有接地体,接地体的电阻值如果为单独接地则不应大于 4Ω ,如果是采用联合接地则不应大于 1Ω 。接地体主要供下列场合使用:

- 1) 机柜(机架)屏蔽层接地。
- 2) 电线电缆的金属外皮或屏蔽电缆的屏蔽层接地。
- 3) 配线设备的走线架,过压与过流保护器及报警信号的接地。

四、设备、器材和工具的检验

要点

施工前,施工单位应对工程所用的各种器材进行检查,无出厂检验证明或与设计不符的材料不得在工程中使用。经检验的器材应做好记录,对不合格的器材应单独存放,以备核查与处理。

解释

(一) 型材、管材、铁件的检验

(1) 各种钢材和铁件的材质、规格、型号应符合设计文件的规定,要求表面涂覆或镀层均匀、光滑、平整,不得变形,无断裂、破损现象。

(2) 综合布线系统工程中采用钢管和硬聚氯乙烯塑料管较多,检验其管身应光滑、均匀,无裂纹、伤痕和变形,接续配件齐全有效,管孔内壁应光滑,无节疤、无裂缝,孔径和壁厚均应符合设计文件的规定和质量标准。

(3) 在建筑群主干布线子系统中采用水泥管块时,其管材质量应符合 YD 5103—2003《通信道路工程施工及验收技术规范》中有关水泥制品的规定。如采用双壁波纹管时,其管材质量应符合 YD/T 841.5—1996《地下通信管道用塑料管》中的有关规定要求。

(4) 各种铁件的材质和规格应符合 YD/T 206.1—29—1997《架空通信线路铁件》等标准中规定的质量要求,以满足工程安装施工需要,不得有扭曲、歪斜、断裂、飞刺和破损等缺陷。铁件的表面处理和镀锌层应均匀完整、光洁,牢固地附着在铁件表面,不应有气泡、脱落、砂眼、裂纹、针孔和锈蚀斑痕,其安装部位与其他接合处也不应有锌渣或锌瘤残存,以免影响安装施工质量。

(二) 电缆、光缆的检验

为了使工程中布放的电缆、光缆的质量得到可靠的保证,在工程的招投标阶段可以对厂家

所提供的产品样品进行分类封存备案,待工程的实施中厂家大批量供货时,用所封存的样品进行对照,以检验产品的外观、标志和质量是否完好,对工程中所使用的线缆应按下述要求进行。

1. 线缆的检验内容

(1) 工程中所用的电缆和光缆的型号、规格和形式应符合设计的规定和合同要求。

(2) 外包装应注明电缆或光缆的型号、规格、线径或芯数、端别、盘号和盘长等情况,并要与出厂产品质量合格证一致,以便施工时调配使用。

(3) 电缆所附标志、标签的内容应齐全、清晰。

电缆的识别标记有电缆标志和标签两种,前者直接印在电缆外护套上;后者是放置在外包装或标记在电缆盘上。

电缆标志是在电缆护套上 1m 的间隔标明生产厂家名称或代号以及电缆型号,有时还标明产品生产年份。标签是附设在每根成品电缆的产品外包装外面(包括电缆盘上),标有电缆型号、生产厂家名称或专用标志、制造年份和电缆长度。

光缆的识别标记也有类似于电缆标志的做法。

(4) 电缆和光缆的外包装应无外部破损,检查缆身应检查外护套是否完整无损,有无压扁或裂纹等现象,光缆端头是否密封包好,如发现有不正常现象,应做记录,以便抽样测试。

如用户需要电缆的电气性能检验报告时,生产厂家应附有本批量电缆的电气性能检验报告和测试记录,供用户查阅。

2. 线缆的性能指标抽测

对于双绞线电缆,应从到达施工现场的批量电缆中任意抽出 3 盘,并从每盘中截出 90m,同时在电缆的两端连接上相应的接插件,以形成永久链路(5 类布线系统可以使用基本链路模式)的连接方式,并使用现场电缆测试仪进行链路的电气特性测试。从测试的结果分析和判断这批电缆及接插件的整体性能指标,也可以让厂家提供相应的质量技术报告和产品出厂检测报告,并与抽测的结果进行比较。对于光缆,首先应对外包装进行检查,查看有无损伤或变形的现象,也可按光纤链路的连接方式进行抽测。

(三) 接插件及配线设备的检验

(1) 接线模块(包括接线排等)、信息插座和其他接插部件应完整无缺,它们所用的塑料材质应具有阻燃性能。

(2) 保安接线排的保安单元,其过压、过流保护的各项性能指标应符合有关标准规定。

(3) 光纤插座的连接器使用的型号和规格以及数量等都与设计中规定相符合。

(4) 光纤插座的面板应有明显标志表示发射和接收,用以表示区别,而便于使用。

(5) 光缆接续盒及其附件的规格、型式均应符合设计要求,各种黏结材料、黏结剂应检查其使用有效期,凡超过有效期的,一律不得在工程中使用,以保证黏结部分的质量。

(四) 施工工具的检验

在安装施工前应对各种工具进行清点和检验,以免在施工过程中发生不可预见的施工事故,因此施工前对施工工具的检验是非常重要的一个环节。具体的检查条目如下:

(1) 检查登高设备是否坚固牢靠,有无晃动和损坏现象,如有这些情况,必须修复完好后才允许在工地现场使用,以免发生人员受伤事故。

(2) 检查牵引工具是否切实有效,有无磨损或断裂现象以及是否存在失灵和严重缺陷等,

必要时应更换新的工具，不宜使用带有严重缺陷的工具施工，防止产生其他危害工程质量和人员安全的事故。

(3) 检查电动施工工具的连接软线有无外绝缘护套破损，有无产生漏电的隐患，其使用功能是否切实有效，只有证实确无问题时，才可在工程中使用。

相关知识

综合布线工程施工工具或设备

1. 电工工具

在施工过程中常常需要使用电工工具。例如，各种型号的钳子（有尖嘴钳、斜口钳及扁嘴钳等）、各种型号的螺丝刀（有一字的和十字的）、各种万用表、试电笔、电工刀、榔头、电工胶带、长短卷尺、电烙铁等。

2. 穿墙打孔工具

在施工过程中还常用到穿墙打孔的工具。例如，冲击电钻、切割机、射钉枪、铆钉枪、空气压缩机、钢丝保险绳等。这些通常是体积大、质量大、价格又昂贵的设备，主要用于线槽、管道、线轨的固定和定位，以及线缆的敷设和架设。建议最好与从事建筑、装饰、装修的专业安装人员合作。

3. 切割机、打磨设备、发电机、临时用电接入设备

这些设备虽然不是每一次都需要，但是却需要每一次都配备齐全，由于在大多数的综合布线系统施工中可能都会用到它们。特别是切割机和打磨设备，它们在许多线槽、通道的施工中是必不可少的。

4. 架空走线时的相关工具

架空走线时所需的相关工具有保险绳、膨胀螺栓、水泥钉、脚架等。这些都是高空作业时所需要的工具和附件，无论是建筑物外墙的管槽敷设，还是建筑群的线缆架空等操作，都离不开这些工具。

5. 信息网络布线的专用设备

信息网络布线的专用设备可用于同轴电缆、双绞线和光纤等的连接，需要准备的工具有剥线钳、压线钳、打线工具、线缆测试器和同轴电缆终结器等。

通常将这些组合工具放置在一个多功能工具箱中，便于携带和检查。由于信息网络的综合布线，最终需要落实到线缆、配线架和信息插座模块，因此这些工具才是严格意义上的综合布线使用的线缆工具，而其他的工具和设备一般用于敷设管槽及架设线缆。

6. 光缆施工工具

光缆施工时，一般需要下述工具：

(1) 光缆切割机、光缆熔接机；

(2) 光缆剥线钳；

(3) 光缆接头压接钳；

(4) 光缆固化加热器；

(5) 光缆牵引设备；

(6) 光纤研磨机；

(7) 组合光纤工具，一般的套装工具中包括剥线钳、压接钳、切割刀、剪刀、100 倍显微

镜、研磨垫、研磨盘、喷水瓶和吹气瓶等；

(8) 各种类型、各种接头的光纤跳线。

如果条件许可，还需要带上专用的现场标注签打印机和热缩设备，用于线缆、配线架、终端信息点的标注，通常只在工程的最后阶段才会用到这些既专业又昂贵的设备。

7. 其他工具

最好准备 1~2 台带网络接口的并预装若干网络测试软件的笔记本电脑。这些测试软件现在非常多，而且涉及的面也相当广，有些只涵盖物理层测试，而有些甚至还可以用于谐波分析、流量测试或服务侦听等。根据不同的项目测试要求，也可以选择不同的测试平台。

五、安 全 检 查

要 点

每个人都必须遵守安全规定，这不仅只是为了保护好自己，也是为了保护你周围的工作人员。在开始工作之前，应做到穿着合适的衣服、使用安全工具、确定电气线缆的准确位置和保持工作区的安全。

解 释

(一) 穿着合适衣服

在开始工作之前，要穿着合适的衣服。通常，可穿一般的工作服长裤和外套，但在完成某些特殊作业时，还要求穿戴下列衣物：

(1) 安全帽，当你在一个建筑工地环境中布放线缆时，为防止落物的伤害，要戴上硬的安全帽子。

(2) 安全眼镜，如在敷设头顶上的线缆时眼睛要向上看或施工光缆时，就必须带安全眼镜。

(3) 手套，当处理某些类型的线缆及架空多股金属线及拉绳时，要求戴手套以防止对手的伤害。如果在电源线附近工作，最好使用绝缘手套。

(4) 鞋，当在一个建筑工地环境中工作时，为了防止落物砸伤脚或地上铁钉扎伤脚，要穿钢鞋头的鞋或靴子。

(二) 使用安全工具

敷设线缆要求使用某些手动的和电动的工具，要求注意使用工具的安全。

(1) 要使用双面绝缘的工具，如钻和锯均有双面绝缘的，以保护自己不受电的冲击。

(2) 要使用具有橡皮柄的手动工具，以防止电冲击。

(3) 确认工具是锐利的，迟钝的工具可能弹回来，伤害自己。

(4) 使用高质量的工具，质量好的工具将易于作业的进行，且安全性能好。

(三) 确定电气线缆的准确位置

在有些场合，你要布的线缆距离电气线缆很近，为了避免操作到电气线缆中去，例如钻孔等穿破电气线缆等，要尽可能准确地确定电源线的位置。

若在大楼中布线，则要索取线缆布线图，以便了解各种线缆的情况。

（四）保持工作区的安全

当在室外工作时，如果工作区有车辆和人通过，则要设栅栏以使其绕行，以免伤害他人和自己。

相关知识

制定安全性规则

在开始作业前要制定出安全性规则，如在两个人孔之间拉线缆通过管道时，就要确保不要有伤害人的条件存在，例如打开的人孔或人孔中有汽油或存在有毒气体等等。

第十二章

综合布线系统设备安装

一、设备安装概述

要点

综合布线系统中需要安装的设备包括：设备间中的建筑物配线架和各种接线模块、布线接插件等相应设备；建筑物各个楼层的配线间内装设的楼层配线架等配线设备（包括二次交接设备）和所有通信引出端（包括单孔或多孔的信息插座）的设备。当综合布线系统涉及建筑群主干布线子系统时，各个建筑物中设有的建筑物配线架和其中的建筑群配线架及其附属设备，也被纳入综合布线系统的工程范围。

解释

（一）综合布线系统设备类型和特点

综合布线系统常用的主要设备是配线架等接续设备，由于不同厂家的设备类型和品种的不同，其安装方法也有区别。较为常用的类型有单面配线架的墙上安装方式和双面配线架的落地安装方式两种，设备的结构有敞开的列架式和外设箱体外壳保护的柜式。

目前，国内、外所有的配线接续设备的外形尺寸都基本相同，其宽度均采用通用的48.26cm标准机柜（架），有利于设备统一布置和安装施工。信息插座的外形结构和内部零件的安装方式也大致相同，基本上是由面板、接线模块和盒体几部分组装成整体，连接用的插座、插头都与RJ-45型配套使用，也有的采用IDC卡接式的接线模块。

（二）设备安装的基本要求

（1）综合布线系统工程中采用的机架和设备，其品种、型号、规格和数量均应按设计文件规定进行配置。

（2）机架、设备的安装位置和朝向都应按设计要求布置，并与实际测定后的机房平面布置图相符。

（3）在安装施工前，如发现外包装不完整或设备外观存在严重缺陷，或者主要零配件不符合要求时，应做详细记录。只有在确认整机完好、主要零配件齐全等前提下，才能开始安装设备和机架。

（4）安装施工前，必须对国内、外生产厂家提供的产品使用说明书和安装施工资料熟悉掌握，了解其设备特点和施工要点，以保证设备安装工程质量。

相关知识

1. 对机架设备安装的具体要求

(1) 机架和设备上的各种零件不应损坏或缺少, 设备内部不应留有线头等杂物, 表面漆面如有损坏或脱落, 应及时予以补漆, 其颜色应与原来漆色协调一致。各种标志应统一、完整、清晰、醒目。

(2) 机架和设备安装的位置应符合设计要求, 其水平度和垂直度都必须符合生产厂家的规定, 如厂家无规定时, 要求机架和设备与地面垂直, 其前后、左右的垂直偏差均不应大于 3mm。

(3) 安装机架和设备必须牢固可靠。在有抗震要求时, 应根据设计规定或施工图中的防震措施要求进行抗震加固。各种螺钉必须拧紧, 无松动、缺少、损坏或锈蚀等缺陷, 机架更不应有摇晃现象。

(4) 为便于施工人员和维护人员操作, 机架和设备前应至少预留 1500mm 的空间, 机架和设备的背面与墙面之间的距离应大于 800mm, 以便人员施工、维护和通行。相邻机架设备应靠近, 同列机架和设备的机面应排列平齐。

(5) 如果建筑物配线架或建筑群配线架采用双面配线架的落地安装方式时, 应符合下列规定。

1) 跳线环等装置应牢固, 其位置上下、横竖、前后均应整齐平直一致。

2) 如果线缆从配线架下面引入时, 配线架的底座位置应与电缆的上线孔相对应, 以利于线缆平直引入架上。

3) 各个直列上、下两端垂直倾斜误差不应大于 3mm, 底座水平误差每平方米不应大于 2mm。

4) 接线端子应按电缆用途划分连接区域, 这样可方便连接, 而且应设置各种标志, 以示区别, 有利于管理和维护。

(6) 如果建筑物配线架或建筑群配线架采用单面配线架的墙上安装方式时, 要求墙壁必须坚固牢靠, 能承受机架重量, 其机架或机柜底距地面宜为 300~800mm, 或根据具体情况而定。其接线端子应按电缆用途划分连接区域, 可以方便连接, 而且应设置标志, 以示区别。

(7) 设备、机架、金属钢管和槽道的接地装置应符合设计、施工及验收规范规定的要求, 并保持良好的电气连接。所有与地线连接处应使用接地垫圈, 垫圈尖角应对铁件, 刺破其涂层。只允许一次装好, 不得将已装过的垫圈取下重复使用, 以保证接地回路的畅通。

(8) 在新建的智能建筑中, 综合布线系统应采用暗配线敷设方式, 所使用的配线设备(包括所有配线接续设备)也应采取暗配线敷设方式, 埋装在墙壁内。所以, 在建筑设计中应根据综合布线系统的要求, 在规定装设设备的位置处, 预留墙洞, 并预先将设备箱体埋在墙内, 内部连接硬件和面板在综合布线系统工程施工中安装, 以免损坏连接硬件和面板。箱体的底部距离地面宜为 500~1000mm。在已建的建筑物中, 因无暗铺管道, 配线设备等接续设备宜采取明铺方式, 以减少凿打墙洞的工作量, 并避免影响建筑物的结构强度。

2. 对连接硬件和信息插座安装的具体要求

(1) 综合布线系统中所用的连接硬件和信息插座都是重要的零部件, 其安装质量的优劣直接影响连接质量的好坏, 也决定着传输信息的质量, 所以, 在安装施工中必须规范操作。

(2) 线缆与接线模块相接时, 根据工艺要求, 按标准剥除线缆的外护套长度, 如为屏蔽电缆时, 应将屏蔽层 360° 连接妥当, 不应中断, 利用接线工具将线对与接线模块卡接, 同时切除多余的导线线头, 并将其清理干净, 以免发生线路障碍而影响通信质量。

(3) 接线模块等连接硬件的规格、型号和数量, 都必须与设备配套使用。根据用户需要配置, 做到连接硬件安装正确, 线缆连接区域划界分明, 标志应正确、完整、清晰、齐全和醒目, 便于维护管理。

(4) 接线模块等连接硬件要求安装牢固稳定, 无松动现象, 设备表面的面板应保持在一个水平面上, 做到美观整齐。

二、信息插座的安装

要 点

综合布线系统的信息插座多种多样, 安装前必须仔细阅读施工图纸和设计要求, 做到信息插座和光线(光缆)终端正确安装、对号入座、完整无缺。

解 释

(一) 信息插座安装基本要求

(1) 安装在地面上或活动地板上的地面信息插座, 是由插座面板和接线盒体两部分组成的。插座面板有水平式、直立式等, 其面应有盖板, 一般应牢固安装在平坦的地方。线缆连接固定在接线盒体内的装置上, 接线盒体均埋在地面下, 其盒盖面与地面平齐, 可以开启, 要求必须有严密防尘、防水和抗压功能。在不使用时, 插座面板与地面齐平, 不得影响人们的日常行动。

(2) 安装在墙上的信息插座, 其位置宜高出地面 300mm 左右。如果房间地面采用活动地板时, 信息插座应离活动地板地面为 300mm。

(3) 在办公桌上安装信息插座, 主要用于大开间办公场所, 应根据办公桌的摆设及尺寸考虑信息插座的位置。插座最好是斜面安装, 如与桌面成 45° , 对防尘有很好的效果。

(4) 信息插座的规格型号、具体数量和装设位置, 应根据设计中的规定来配备和确定。

(5) 信息插座应有明显的标志, 可以用图形、文字和颜色、符号来表示所接终端设备的类型, 以便在使用时加以区别, 不易混淆。

(6) 信息插座底座的固定方法应根据现场施工的具体条件来确定, 可用一般螺钉、扩张螺钉或射钉等安装, 安装必须牢固可靠, 不应有松动现象。

(7) 信息插座模块化的插针与电缆连接应按照 T568B 标准布线的接线和按照 T568A 标准接线。

(8) 在新建的智能建筑中, 信息插座宜与暗铺管道系统配合, 信息插座盒体采用暗装方式, 在墙壁上预留洞孔, 将盒体埋设在墙内。综合布线施工时, 只需加装接线模块和插座面板。在已建成的智能化建筑中, 信息插座可根据具体环境条件, 采取明装或暗装方式。

(二) 信息插座的安装方法

(1) 信息插座模块与面板安装, 如图 12-1 所示。

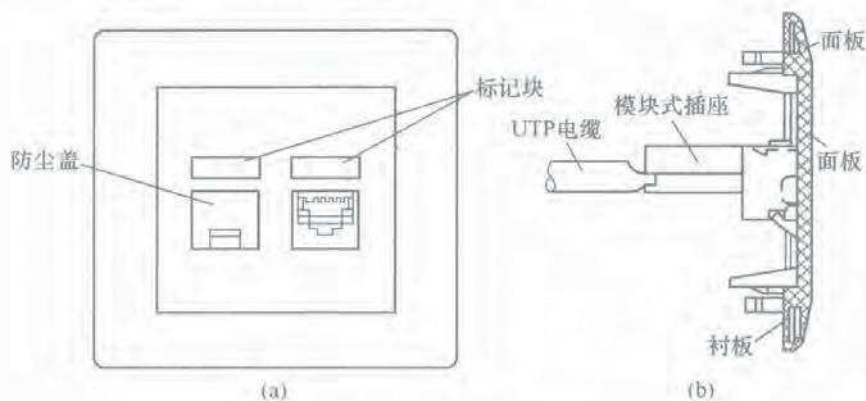


图 12-1 信息插座与面板安装示意

(a) 正视图; (b) 侧视图

安装说明如下:

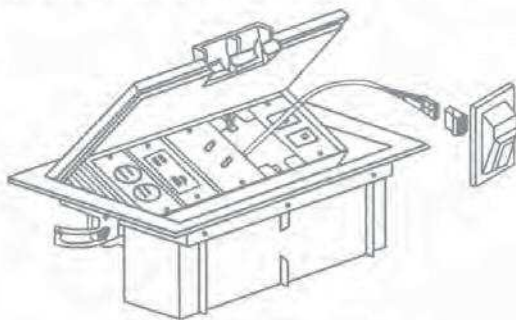
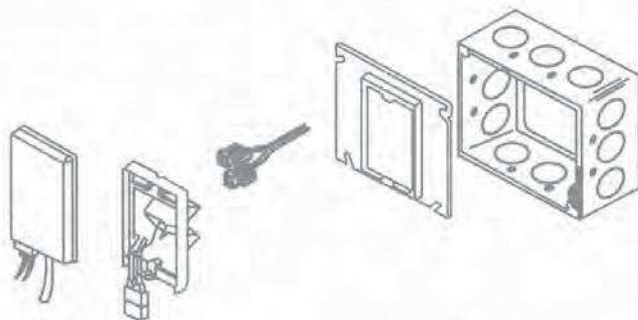
- 1) 将接好的模块按图 12-1 所示卡在面板上。
- 2) 标记块标示信息口的用途, 安在面板上。
- 3) 端口号可用不干胶贴在外框面板反面, 便于管理。
- 4) 将面板盖好。

(2) 活动地板安装信息插座, 如图 12-2 所示。

装在活动地板或地面上的信息插座, 应固定在接线盒内, 插座面板有直立和水平等形式, 接线盒盖可开启, 并应严密防尘和防水。接线盒盖面应与地面齐平。

(3) 墙上安装信息插座, 如图 12-3 所示。

安装在墙体上的信息插座, 宜高出地面 300mm; 如果地面采用活动地板时, 应加上活动地板内的净高尺寸。

图 12-2 活动地板安装
信息插座的方法图 12-3 墙上安装信息
插座及适配器的方法

(三) 通用信息插座的端接

综合布线所用的信息插座多种多样, 信息插座应在内部作固定线连接。信息插座的核心是模块化插孔。双绞电缆在与信息插座的模块插孔连接时, 必须按色标和线对顺序进行卡接。插座色标、类型和编号应满足有关的规定。镀金的模块插座孔可保持与模块化插头弹簧片间稳定、可靠的电连接。因为弹簧片与插孔间的摩擦作用, 电接触随插头的插入而得到进一步加强。插孔主体设计采用了整体锁定机制。这样, 当模块化插头插入时, 插头和插孔的接触面处可产生最大的拉拔强度。信息插座的面板应有防尘、防潮的功能。信息出口应有明确的标记, 面板应符合标准。

双绞电缆与信息插座的卡接端子连接时,应按先下后上,先近后远的顺序进行卡接。双绞电缆与接线模块(IDC、RJ-45)卡接时,应按设计和厂家规定进行操作。连接4对双绞电缆到墙上安装的信息插座的步骤如下。用此法也可将4对双绞电缆连接到掩埋型的信息插座上。

(1) 将已装好的电气接线盒信息插座上的螺钉拧开,如图12-4所示,然后将端接夹拉出来拿开。

(2) 从墙上的信息插座安装孔中将双绞电缆拉出20cm长,用斜口钳从双绞电缆上剥除10cm的外护套,将导线穿过信息插座底部的孔。

(3) 把导线压到合适的插孔槽中去,如图12-5所示。

(4) 使用斜口钳将导线的末端剪断,将端接夹放回,并用拇指稳稳地压下去。

(5) 重新组装信息插座,将分开的盖和底座扣在一起,再将连接螺钉拧上,把组装好的信息插座放到墙上,最后进行固定。

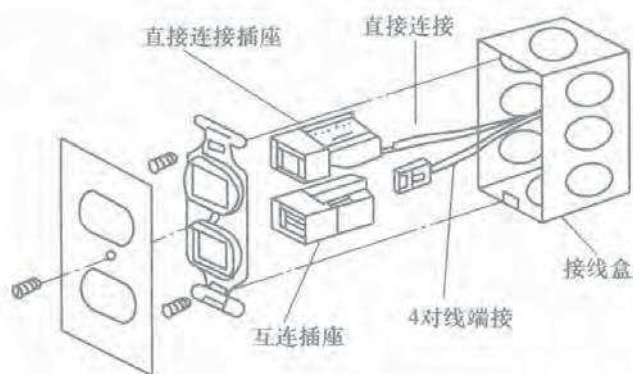


图 12-4 电气接线盒

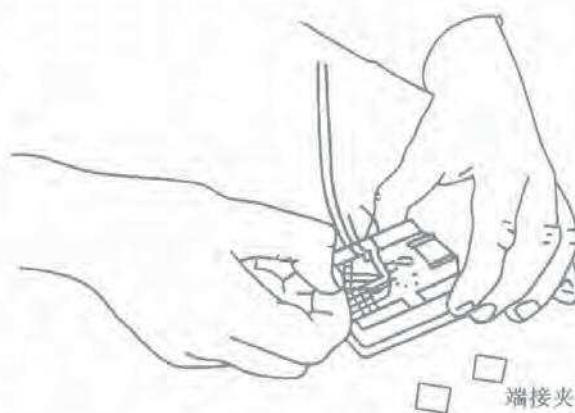


图 12-5 将导线压到合适的槽中去

(四) 模块化信息插座的端接

信息插座分为单孔和双孔,每孔都有一个8位/8路插脚(针)。这种插座具有小尺寸、高性能及模块化的特点,为设计综合布线提供了灵活性。它还标明多种不同颜色电缆所连接的终端,保证了准确又快速的安装,模块化信息插座的端接步骤如图12-6所示。图中给出了M100模块化插座的操作方法。

接线时有下列几点需要注意:

(1) 线对的颜色必须与M100侧面的颜色标注相匹配。这些颜色标注还用来区别“T568B”布线选项,即步骤1~4为蓝对端接,步骤5~6为绿对端接,步骤7~8为橙对端接,步骤9~10为棕对端接。检查标注以便使用正确类型的M100。

(2) 不要把M11模块化连接器与M100相混淆,只有M100的前面有模铸的“CAT5”字样。

(3) 整个操作过程要保证电缆不移动,当缆线移动时,性能可能下降。当M100最终被插入到固定硬件中去时,通常缆线要转弯。

(4) 棕和橙两对线端接前要对电缆定位,并在端接(蓝和绿)时完成此定位工作,以便确保橙和棕两对线的位置正确。

(5) 将M100按下面的顺序端接电缆,便符合T568A的接线标准。

1) 检查M100上的颜色标准,以便确认M100是按T568A要求接线的。

2) 线对颜色与 T568A 插针匹配, 依次为蓝色、橙色、绿色, 最后是棕色。

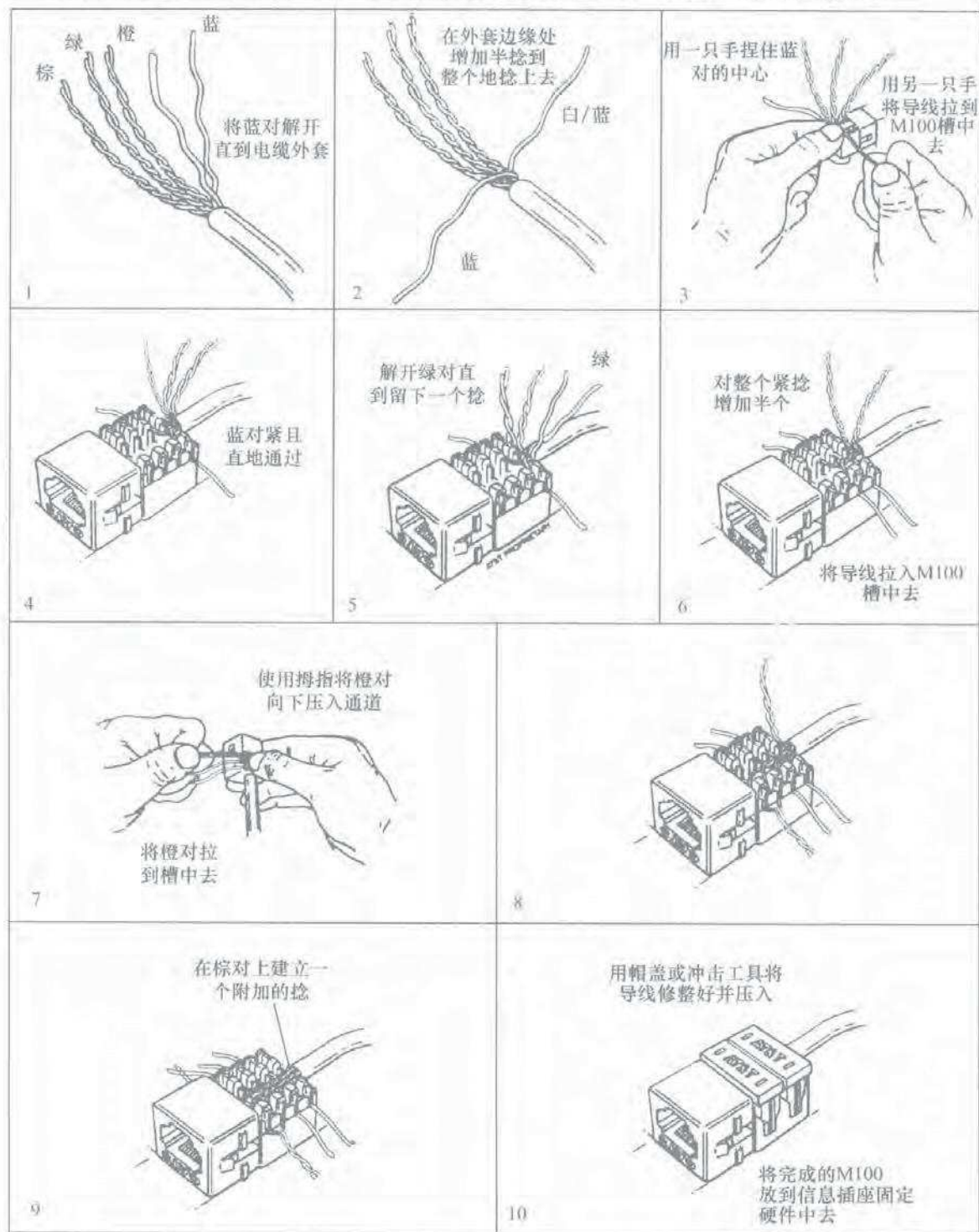


图 12-6 模块化信息插座

(五) 信息插座在配线板端接

配线板(接线盘)是提供电缆端接的装置, 安装夹片可支持多至 24 个任意组合的模块化插座, 并在线缆卡入配线板时提供弯曲保护。该配线板可固定在一个标准的 48.26cm 配线柜内。图 12-7 中给出了在一个 M100 配线板的 M100 模块化插座上端接电缆的基本步骤。

(1) 在端接缆线之前, 首先整理缆线。松弛地将缆线捆扎在配线板的任一边上, 最好是捆到垂直通道的托架上。

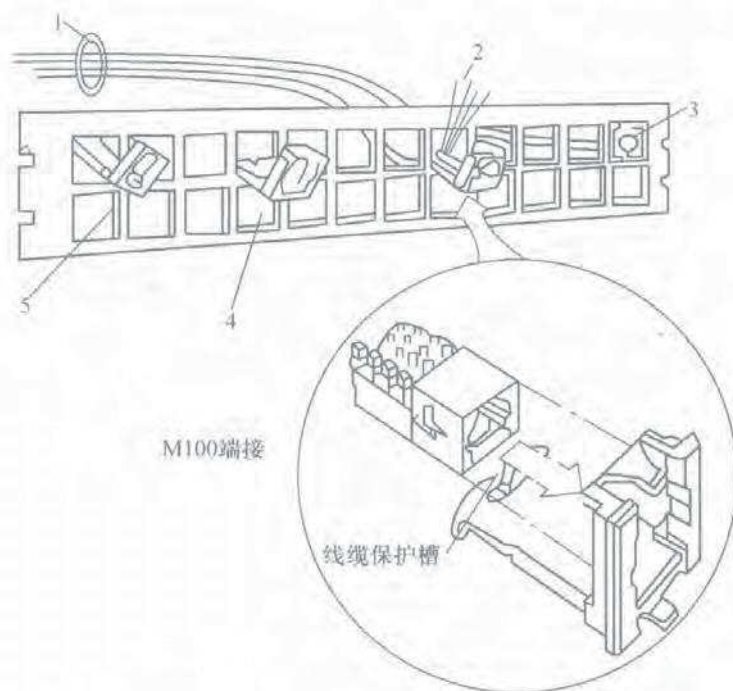


图 12-7 信息插座在配线板上的端接

1、2、3、4、5—表示步骤的先后顺序

(2) 以对角线的形式将固定柱环插到一个配线孔中去。

(3) 设置固定柱环，以便柱环挂住并向下形成一个角度以有助于缆线的端接。

(4) 插入 M100，将缆线末端放到固定柱环的线槽中去，并按照上述 M100 模块化连接器的安装过程对其进行端接，在第 (2) 步以前插入 M100 更容易些。

(5) 最后一步是向右边旋转固定柱环，完成此工作时必须注意合适的方向，用以避免将缆线缠绕到固定柱环上。顺时针方向从左边旋转整理好缆线，逆时针方向从右边开始旋转整理好缆线。另一种情况是 M100 固定到 M100 配线板上以前，缆线可以被端接在 M100 上。通过将缆线穿过配线板 200 孔来在配线板的前方或后方完成此工作。

相关知识

信息插座的端接工具

端接信息模块时，需要使用电缆准备工具和打线工具。电缆准备工具也称剥线刀，它起到剥掉双绞线外部绝缘层的功能。使用它进行剥皮不仅比使用压线钳快，而且还比较安全，一般不会损坏到被包裹的芯线。打线工具的主要功能是将双绞线压入模块，并剪断多余的线头。

三、桥架的安装

要点

桥架分为梯架、托架和线槽三种形式。梯架为敞开式走线架，两侧设有挡板，用以防止线缆的溢出；托架为线槽的一种形式，但在其底部和两边的侧板留有相应的小孔洞，起到在楼外

架设线缆时排除雨水的作用；线槽为封闭型的，但是槽盖可以开启。

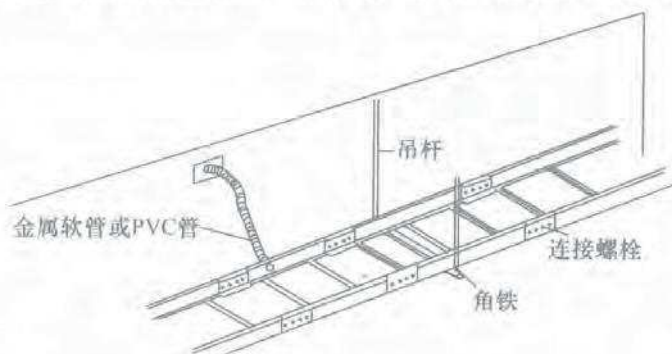


图 12-8 桥架的吊装

在综合布线系统的施工安装中，经常需要安装一些桥架。桥架的安装形式有多种，一般有水平桥架安装和垂直桥架安装。水平桥架安装主要用于水平配线系统，垂直桥架安装，在电缆竖井内用作垂直干线系统。水平桥架又分为壁装和吊装等形式。

解 释

(一) 水平桥架的安装

1. 桥架的吊装

桥架的吊装如图 12-8 所示，此图还表示了桥架与墙壁穿孔采用 PVC 管或金属软管的连接。

电缆桥架的吊装方法有两种，如图 12-9 所示。

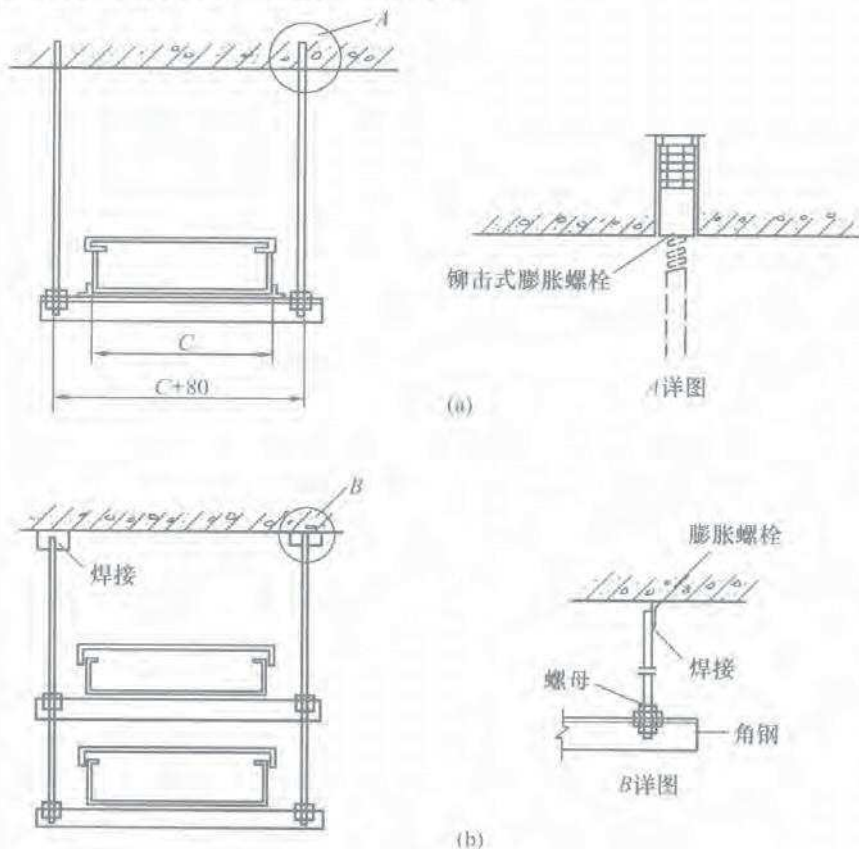


图 12-9 电缆桥架吊装的方法

(a) 电缆桥架的吊装方法 (一)；(b) 电缆桥架的吊装方法 (二)

2. 桥架穿楼板、穿墙的安装

(1) 桥架穿楼板安装的两种做法，如图 12-10 所示。

(2) 桥架穿墙安装的两种方法如图 12-11 所示。

3. 桥架转弯进房间的安装

桥架转弯进房间的安装如图 12-12 所示，其中图 12-12 (a) 为桥脚转弯并进房间吊顶安

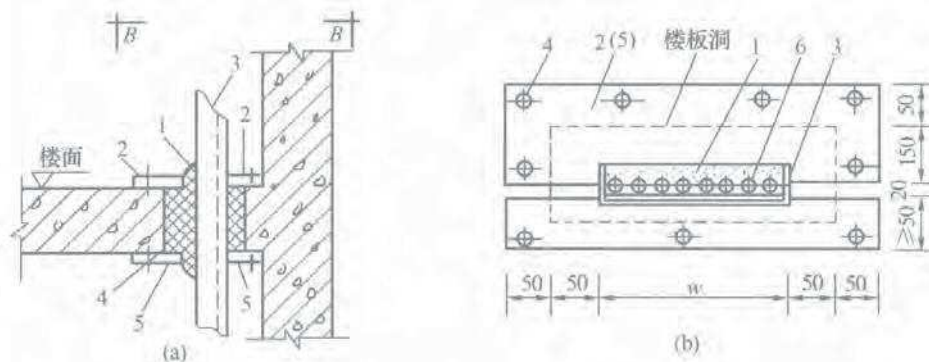


图 12-10 电缆桥架穿楼板安装的两种做法

1—防火墙料；2—防火墙板；3—电缆桥架；4—膨胀螺栓；
5—防火墙板（钢板）；6—电缆

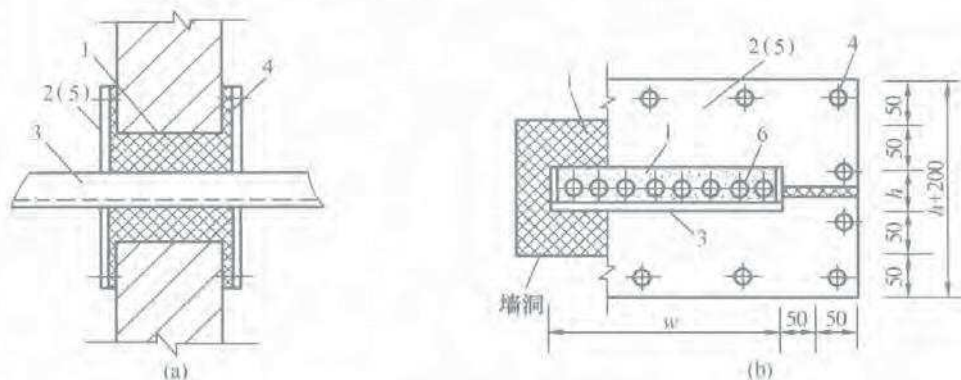


图 12-11 电缆桥架穿墙安装的两方法

1—防火墙料；2—防火墙板；3—电缆桥架；4—膨胀螺栓；
5—防火墙板（钢板）；6—电缆

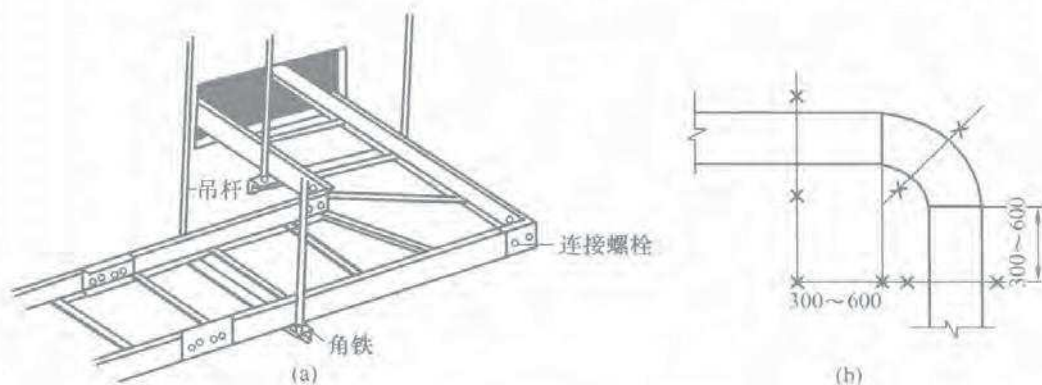


图 12-12 桥架转弯进房间的安装

(a) 桥脚转弯并进房间吊顶的安装；(b) 桥架转弯固定位置

装，这种方式常常用于楼道走廊吊顶桥架；图 12-12 (b) 表示出了桥架转弯固定的位置。

4. 桥架分支连接的安装

桥架分支连接安装如图 12-13 所示，其中图 12-13 (a) 为三通桥架，图 12-13 (b) 为三通

桥架的固定位置。

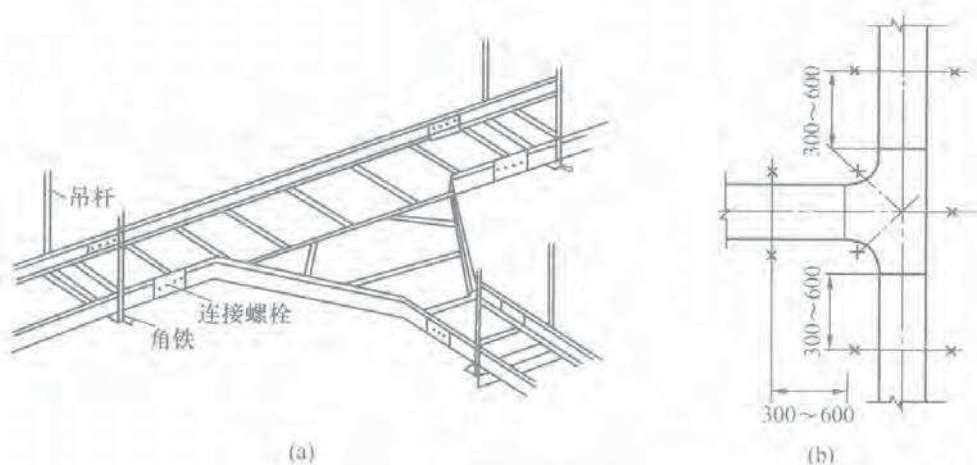


图 12-13 桥架分支连接安装

(a) 三通桥架；(b) 三通桥架的固定位置

5. 桥架与配线柜的连接

桥架与配线柜的连接如图 12-14 所示。

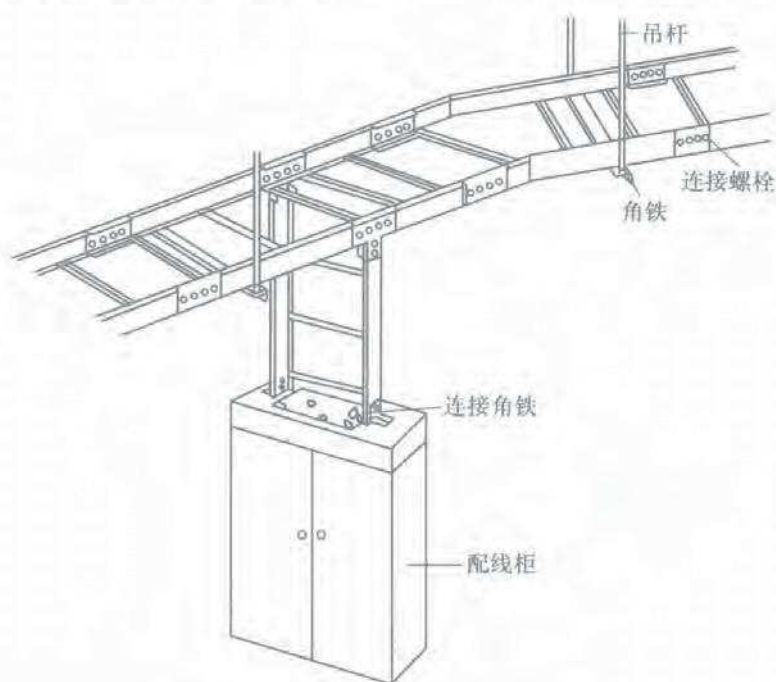


图 12-14 桥架与配线柜的连接

6. 桥架拖臂的安装

桥架拖臂的安装如图 12-15 所示，其中图 12-15 (a) 为壁装托架支撑方式，图 12-15 (b)、图 12-15 (c)、图 12-15 (d) 为安装施工方法。托臂加工尺寸按桥架宽窄配套制作。

(二) 垂直桥架的安装

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时支撑垂直干线电缆。桥架垂直安装方法如图 12-16 所示。

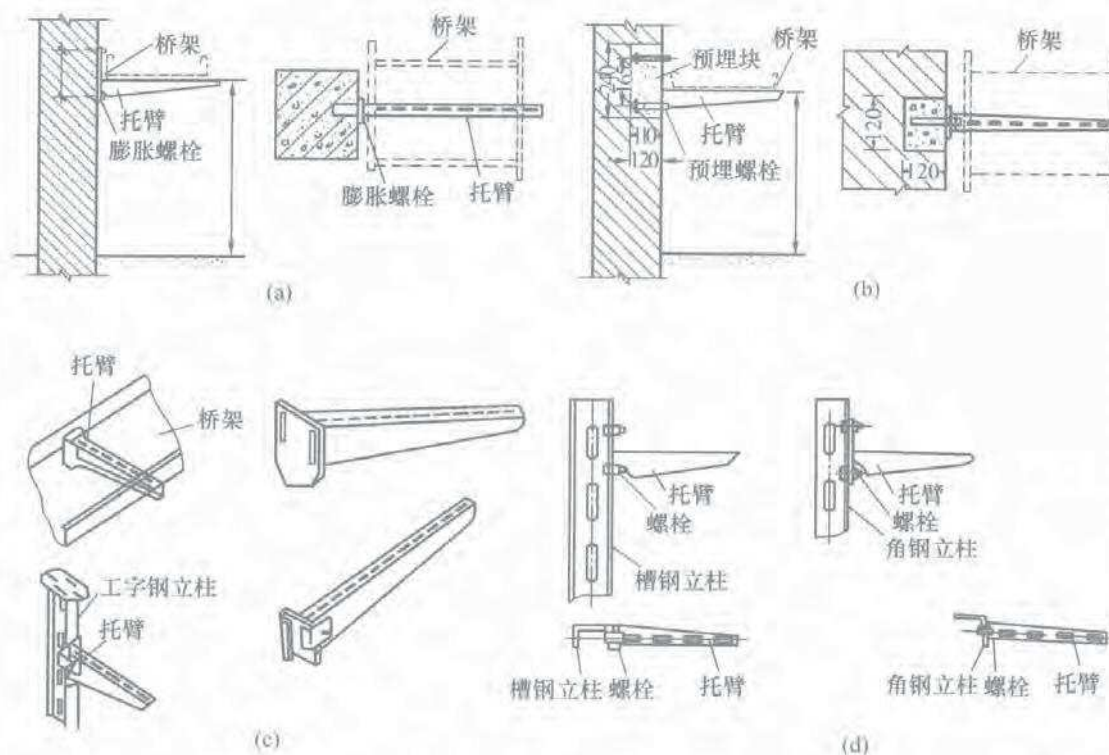


图 12-15 桥架托臂安装

(a) 托臂用膨胀螺栓固定；(b) 托臂用预埋螺栓固定；(c) 托臂在工字钢立柱上安装；
 (d) 托臂在槽钢、角钢上安装

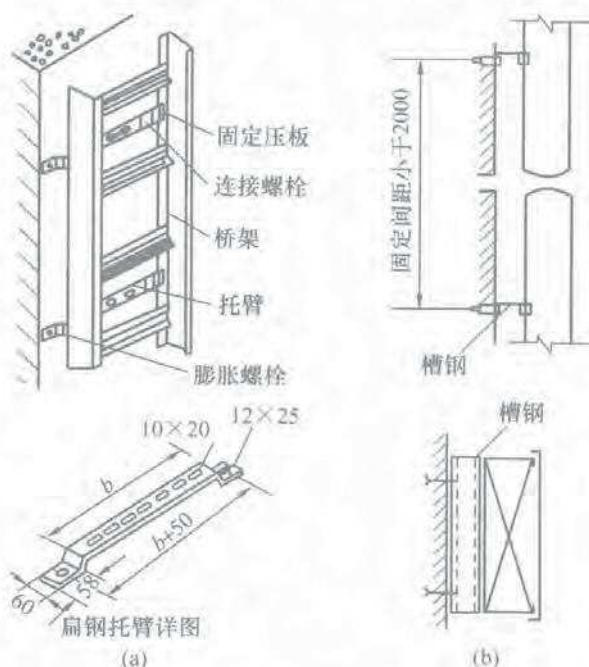


图 12-16 桥架垂直安装

桥架(梯架)在竖井内垂直安装的形式和方法如图 12-17 所示,其中图 12-17 (a) 和 (b) 为三脚支架安装,图 12-17 (c) 为 ZJ-1 型门形支架,图 12-17 (d) 为门形钢支架安装。

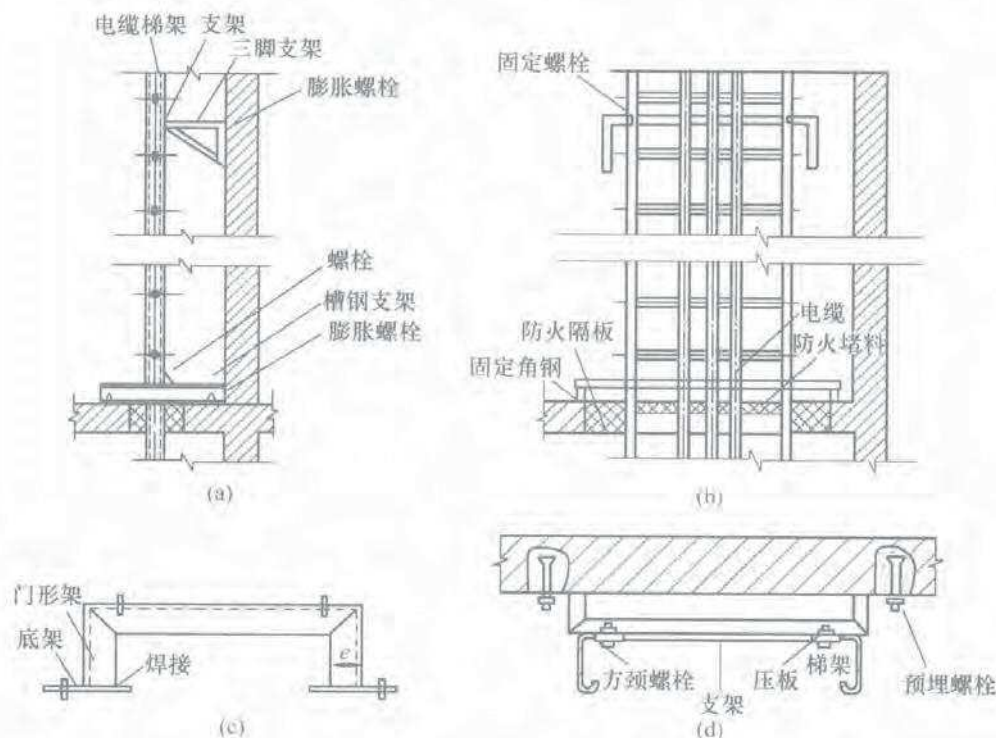


图 12-17 桥架(梯架)在竖井内垂直安装的形式和方法
(a)、(b) 三角支架安装; (c) ZJ-1 型门形支架; (d) 门形钢支架安装

相关知识

(一) 桥架及线槽的安装

1. 安装说明

- (1) 桥架、线槽的附件及其规格、质量应满足规范要求, 附件与整体强度一致。
- (2) 电缆桥架水平敷设时的支撑间距一般为 1.5~3m, 垂直敷设时的固定间距应小于 2m, 距地面 1.8m 以下部分应加金属盖板保护。
- (3) 桥架、线槽在每个支撑点上应固定牢靠, 线槽上严禁使用电、气焊开孔。
- (4) 桥架、线槽在转弯处的转弯半径不能小于该桥架上电缆最小允许的弯曲半径; 桥架、线槽的上面距梁底面不小于 10mm。
- (5) 桥架、线槽应可靠接地。

2. 安装要求

- (1) 水平桥架和线槽安装左右的偏差应不超过 5mm, 离地面的架设高度宜在 2.2m 以上。
- (2) 在吊顶内安装桥架和线槽时, 线槽和桥架顶部距吊顶上的楼板或其他障碍物应不小于 0.3m。如果是封闭型线槽, 其槽盖开启需有一定垂直净空, 要求应有 80mm 的操作空间, 便于槽盖开启和盖合。
- (3) 水平桥架和线槽应与设备和机架的安装位置平行或直角相交, 其水平度偏差每米应不超过 2mm。
- (4) 桥架和线槽采用吊装或支架安装方式时, 要求吊装或支架件与桥架和线槽保持垂直, 形成直角, 各个吊装件应保持在同一直线上安装, 安装间隔应均匀整齐, 牢固可靠, 无倾斜和晃动现象。

(5) 沿着墙壁安装的水平桥架和线槽,在墙上埋设的支持铁件位置应水平一致,安装牢固可靠,支持铁件间距均匀,安装后的桥架和线槽应整齐一致,不应有起伏不平或扭曲歪斜现象,其水平度偏差每米应不超过 2mm。

(6) 桥架和线槽穿越楼板或墙壁洞口处,应加装木框保护。缆线敷设完毕后,除用盖板盖严桥架和线槽外,还应用密封的防火堵料封好洞口,木框和盖板的颜色应与地板或墙壁的颜色协调一致。

(二) 金属桥架的敷设

金属桥架多由厚度为 0.4~1.5mm 的钢板制成。比传统桥架具有更多的优点,如具有强度高、结构轻、外形美观、不易变形、无须焊接、连接款式新颖、安装方便等特点,它是建筑物内布线不可缺少的一部分。

金属桥架分为梯式桥架和槽式桥架两种类型。梯式桥架是指由侧边与若干个横档组成的梯形部件,而槽式桥架是指由整块钢板弯制成的槽形部件。

组成桥架的主要附件有三通、四通、弯通、吊支架等。这些附件的作用是用于直线段之间、直线段与弯通之间连接所必需的连接固定或补充直线段、弯通功能部件。而支、吊架则起到直接支承桥架的功能。它包括立柱、立柱底座、托臂、吊架以及其他固定用支架。

金属桥架表面可采用烤漆、镀锌、喷涂粉末、热浸镀锌、镀镍锌合金纯化处理或采用不锈钢板,这样可以防止金属桥架腐蚀。使用时根据重要性、耐久性和工程环境,选择适宜的防腐处理方式。一般腐蚀较轻的环境可采用镀锌冷轧钢板桥架;腐蚀较强的环境可采用不锈钢桥架,也可以采用镀镍锌合金纯化处理桥架。因为综合布线中所用线缆的性能,对环境有一定的要求,为此一般在工程中常选用有盖无孔型槽式桥架(简称线槽)。

安装线槽应在土建工程基本结束以后,与其他管道工程施工同步进行,也可比其他管道施工稍迟一段时间安装。但尽量避免在装饰工程结束以后进行安装,这样将造成敷设线缆困难。线槽安装应符合下述要求:

- (1) 线槽安装位置应符合施工图规定,左右偏差可根据环境而定,但最大不超过 50mm。
- (2) 线槽水平偏差度每米不应超过 2mm。
- (3) 垂直线槽应与地面保持垂直,并无倾斜现象,垂直度偏差不应超过 3mm。
- (4) 线槽节与节间用接头连接板拼接后用螺钉固定,螺钉应拧紧。两线槽拼接处水平偏差不应超过 2mm。
- (5) 当直线段桥架超过 30m 或跨越建筑物时,应有伸缩缝。其连接宜采用伸缩连接板。
- (6) 线槽转弯半径不应小于其槽内的线缆最小允许弯曲半径的最大者。
- (7) 盖板应紧固。并且要错位盖槽板。
- (8) 金属线槽敷设时,在线槽接头间距 1~1.5m 处、离开线槽两端口 0.5m 处、转弯处,应设置支架或吊架。支吊架应整齐牢固、保持垂直、无歪斜现象。
- (9) 宜用辫式铜带把线槽连接到其经过的设备间或楼层配线间的接地装置上,并保持良好的电气连接,以防止电磁干扰。
- (10) 不同种类的线缆布放在金属线槽内,应同槽分室布放。

四、配线架的安装

要 点

配线架分为两类,即 110 型系列和模块化系列。110 系列分夹接式(110A)和插接式(110P)。综合布线系统配线架一般使用(48.26cm)标准结构。

这种标准配线架的安装主要有插座排与管理线盘的安装,用户有源设备的安装,空面板安装和机架接地,进线电缆管理的安装和跳线电缆管理的安装。

解 释

(一) 设备安装的要求

(1) 安装完工后,其水平度和垂直度都必须符合生产厂家的规定,如果厂家无规定时,要求机架和设备与地面垂直,其前后、左右的垂直偏差每米均不应大于 3mm。

(2) 机架和设备上各种零部件不应缺少或碰坏,设备内部不应留有线头等杂物,表面漆面如有损坏或脱落,应予以补漆,其颜色应与原来漆色协调一致。各种标志应完整、清晰、统一、醒目。

(3) 机架和设备安装必须牢固可靠,在有抗震要求时应根据设计规定或施工图中防震措施要求进行抗震加固。各种螺钉必须拧紧,无松动、缺少、损坏或锈蚀等缺陷,机架更不应有摇晃现象。

(4) 为便于施工和维护人员操作,机架和设备前应预留 1.5m 的空间,机架和设备背面距离墙面应大于 0.8m,以便人员施工、维护和通行。相邻机架设备应靠近,同列机架和设备的机面应排列平齐。

(5) 建筑物配线架或建筑群配线架如采用双面配线架的落地安装方式时,应符合下述规定和要求:

1) 当缆线从配线架下面引入时,配线架底部位置应与电缆进线孔相对应。

2) 各个直列上、下两端垂直倾斜误差每米不应大于 3mm,底座水平误差每米不应大于 2mm。

3) 跳线环等装置应牢固,其位置上下、前后、横竖均应整齐平直一致。

4) 配线架的接线应整齐有序,按用途划分好连接区域,且有相应的编号标识,有利于维护管理。

(6) 建筑物配线架或建筑群配线架如采用壁挂式,要求墙壁必须坚固牢靠,能承受机架质量,其机架或机柜底距地面宜为 300~800mm,视具体情况而定。其接线端子应按电缆用途划分连接区域,以便连接,并设置标志,以示区别。

(7) 在交接间中的楼层配线架,一般采用单面配线架或其他配线接续设备,其安装方式都为墙上安装,机架或机柜底面距地宜为 300~800mm,应视具体情况决定。

(8) 在新建的智能建筑中,综合布线系统使用的交接箱或分线设备宜采取暗敷设方式,埋装在墙壁内。所以,在规定装设设备的位置处,预留墙洞,并先将设备箱体埋在墙内,内部的接续硬件和面板在综合布线系统工程中安装施工,以免损坏接续硬件和面板。箱体的底部距离

地面宜为 500~1000mm。在已建的建筑中由于没有暗敷管路,交接箱或分线设备等接续设备宜采取明敷方式,以减少凿打墙洞的工作量和影响建筑的结构强度。

(9) 设备、机架、金属钢管和槽道的接地装置应符合设计、施工及验收标准规定要求,并保持良好的电气连接。所有与地线连接处应使用接地垫圈,垫圈尖角应对向铁件,刺破其涂层。只允许一次装好,不得将已装过的垫圈取下重复使用,以保证接地回路通畅无阻。

(二) 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 4 个浮动螺母,浮动螺母的安装方法如图 12-18 (a) 所示。然后将所要安装的设备用附件 M4 螺钉固定在机架上,每安装一个插座排(至多两个 16 或 24 位插座,或一个高频接线背装架)均应在相邻的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,如图 12-18 (b) 所示。

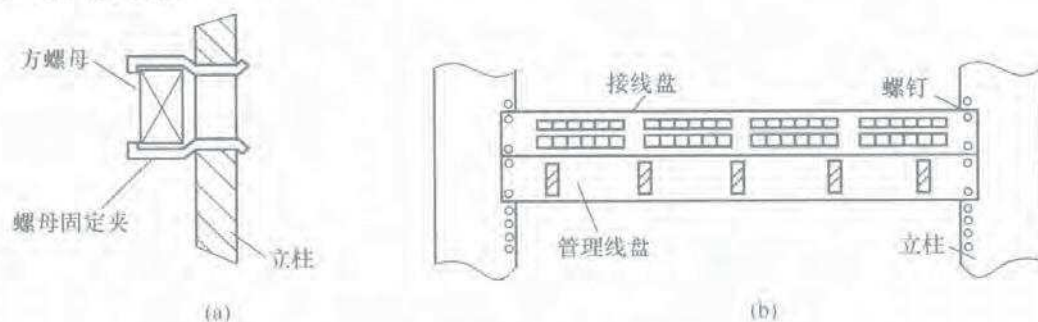


图 12-18 插座排与管理线盘的安装

(a) 浮动螺母的安装; (b) 插座盘与电缆管理线盘的安装

(三) 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 12-19 所示。

(四) 空面板安装和机架接地

配线柜中未装设备的空余部分,可安装空面板,以便整齐美观,如图 12-20 所示,在今后扩容时,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。



图 12-19 用户有源设备的安装

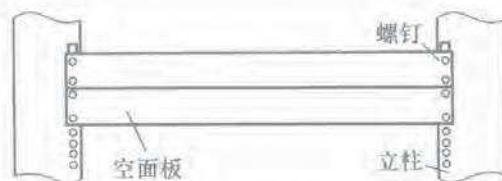


图 12-20 空面板安装

(五) 进线电缆管理的安装

进线电缆可从架、柜顶部或底座引入,将电缆合理布置、平直安排,并用尼龙扣带捆扎在 L 型穿线环上,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 12-21 所示。

(六) 跳线电缆管理的安装

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 型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

护和检修,如图 12-22 所示。



图 12-21 进线电缆管理安装

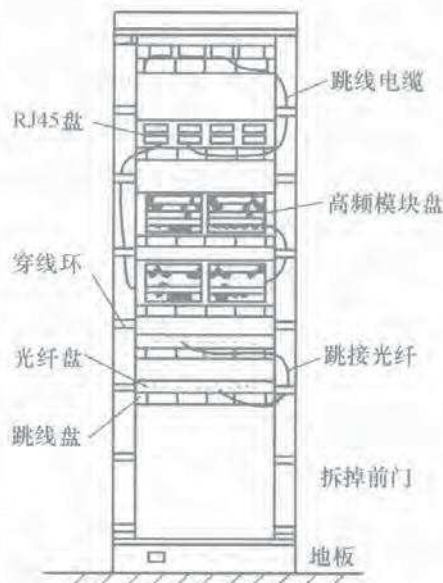


图 12-22 跳线电缆管理安装

相关知识

墙挂式配线架

现在以 JPX211B 型墙挂式配线架为例介绍墙挂式配线架,它是按通用 19 英寸 (48.26cm) 制式机柜标准设计制造的,是一种简易式小容量的配线架;适用于安装环境面积不太宽裕的场合,可以直接安装在墙壁上,一般用于各个楼层设置的楼层配线架或中小型智能建筑的综合布线系统中的建筑物配线架。

五、配线架连接场的端接

要点

线缆布放完后,施工人员还要利用线缆相关连接硬件对线缆进行端接或直接连接,以构成一个完整的信息传输通道。这些连接线缆的连接硬件主要有两大类,一类是信息插座、插头及连接块,另一类是配线架。其中配线架又可分为 110 型系列和模块化系列。

解释

(一) 电缆在 110P 配线板上的端接

为了达到高密度 110 配线架高密度端接的质量一致性,必须按照图 12-23 的步骤进行。

电缆在 110P 配线板的端接方法如下:

(1) 把第 1 个 110 配线板上要端接的 24 条线缆牵引到位。

每个配线槽中放 6 条,安排这些缆线时必须考虑图 12-24 中给出的最终端接位置。在左边的缆线端接在配线模块的左半部分,右边的缆线端接在配线模块的右半部分。

(2) 为了保证单条的缆线不会滑出配线板槽,避免缆束的松弛不整齐,可将配线板的内边

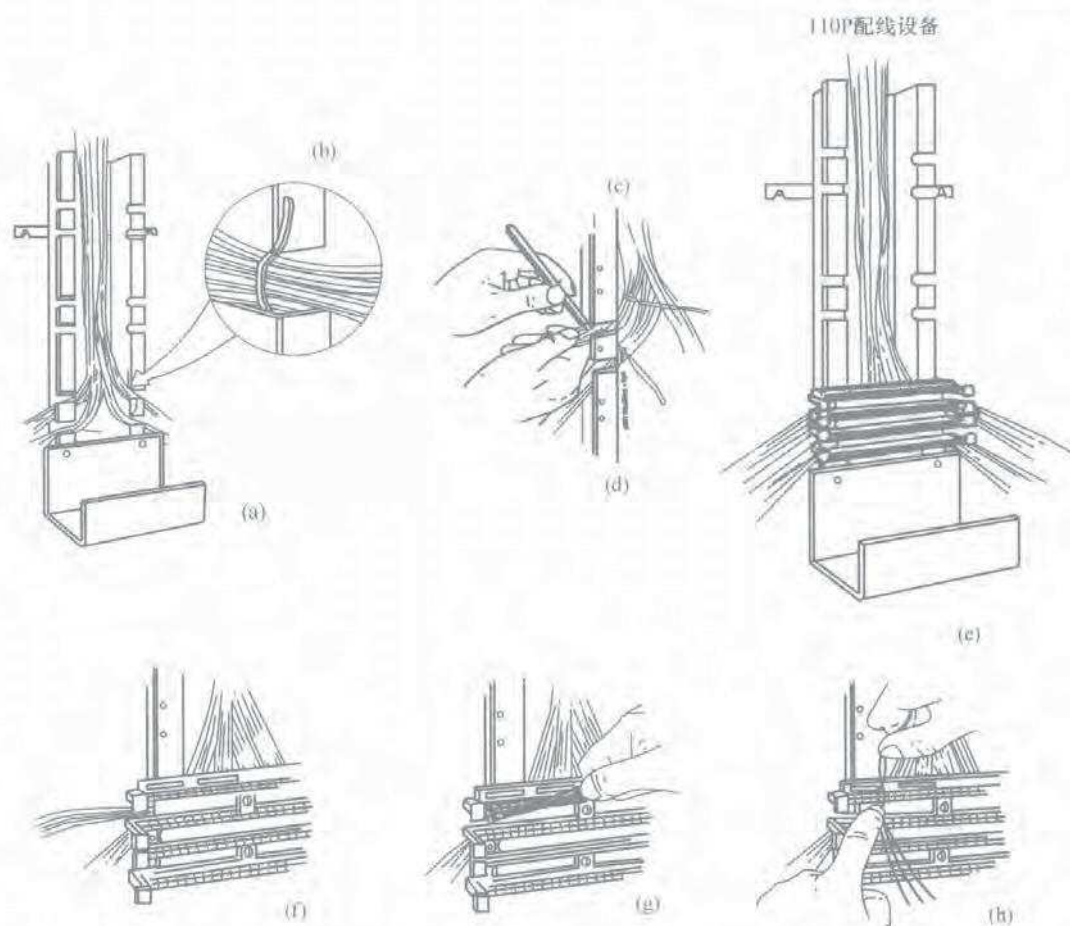


图 12-23 电缆在 110P 配线板上的端接方法

- (a) 放置底部布线板的 21 根缆；(b) 在配线架的边缘处捆绑；(c) 标记缆；
(d) 去掉缆束刻痕外皮；(e) 装配上配线模块；(f) 切割线缆并剥去保护层；
(g) 在转弯处拉线对；(h) 把线缆拉紧到适当位置

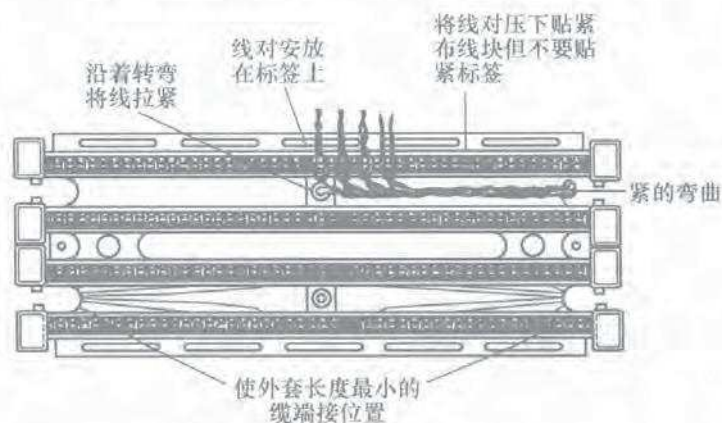


图 12-24 在配线模块上布放线对

缘处松弛的缆线捆起来。

(3) 为了有助于下一步能准确地在配线板的连接处剥除缆线的外皮，可用尖的标记器在配线板边缘处的每条线缆上标记一个新线的位置。

(4) 拆开线束并握住它，在每条缆线的标记处刻痕；然后将刻好痕的缆束放回去，为盖上 110P 配线模块做好准备。这时不要去掉外皮。

(5) 当所有的 4 个缆束都刻好痕并放回原处后，用铆钉安装 110 布线块，并开始进行端

接。端接时从第一条缆线开始，按下述步骤进行：

- 1) 在刻痕点之外最少 15cm 处切割缆线，并将刻痕的外皮划掉。
- 2) 沿着 110 布线块的边缘将“4”对导线拉入前面的线槽中去。
- 3) 拉紧并弯曲每一线“对”，使其进入到牵引的位置中去，牵引条上的高齿将一对导线分开，在牵引条最终弯曲处提供适当的压力以使线“对”变形最小。
- 4) 当上面两个牵引条的线“对”安放好，并使其就位及切割后（在下面两个牵引条完成之前），再进行下面两个牵引条的线“对”安置。在所有 4 个牵引条都就位后，再安装 110C4 连接块。

（6）为保证在 110P 配线模块上获得端接的高质量，要做到下述几点：

- 1) 线对基本上要放在线槽的中心，向下贴紧配线模块，以避免连续的端接在线槽中堆积起来时所造成的线对的变形。
- 2) 线对必须对着块中的线槽压下，而不能对着任一个牵引条，在安装连接块时，应避免损坏缆线。
- 3) 为了避免导线“对”分开，转弯处必须拉紧。
- 4) 必须保持“对接”的正确性，直到在牵引条上的分开点为止，这点对于保证缆线传输性能是至关重要的。
- 5) 为了使没有外皮线对的长度变得最小，要指定端接的位置：
 - a. 最左边的 6 条缆线端接在左边的上两条和下两条牵引条的位置上；
 - b. 最右边的 6 条缆线端接在右边的上两条和下两条牵引条的位置上；
 - c. 必须返回去仔细地检查前述的第（1）步中完成的工作，看看缆线分组是否正确，是否形成可接收的标注顺序。

在线对安放到牵引条中之后，在用工具压下并切除线头之前检查线对是否变形，线对是否安放正确。

（二）电缆在模块化配线板上的端接

电缆在模块化配线板的端接方法如图 12-25 所示。5 类模块化配线板使用 110D4 连接块，缆线被端接在 110D4 的顶面上。

（1）在端接线对之前，要整理缆线。为了缆线移动期间可保证避免线对的变形，将缆线松

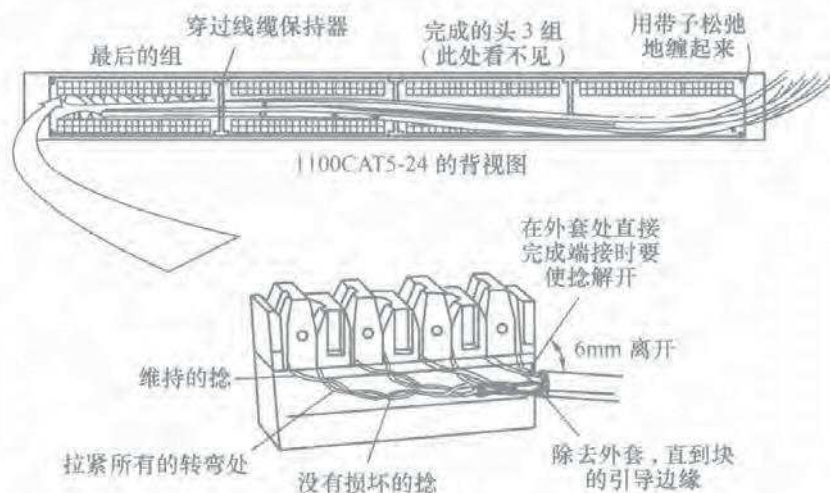


图 12-25 电缆在模块化配线板的端接方法

松地用带子缠绕在配线板的导入边缘上,最好将缆线用带子缠绕固定在垂直通道的挂架上。

(2) 从右到左穿过背面按数字的顺序端接缆线。

(3) 为了便于进行线对的端接,对每条缆线切去所需要长度的外皮。

(4) 为了使得在缆线移动时,线对不变形,对于每一组连接块,都要将它们的缆线通过末端的保持器放置。

(5) 当弯曲线对时要保持合适的张力,为的是不毁坏单个的线对。

(6) 对捻必须正确地安置到连接块分开点上,这对于保证缆线的传输性能是至关重要的。

(7) 如果缆线外套被安置在连接块前约 6mm 处,则易于保证最近的线对(棕对)端接不被解开。值得注意的是,棕色和白色的位置不要放错,否则决不能解开。

(8) 在用工具将线对压下就位并切去线头前,要按照 110 型块接式接线板的说明检查线对的安放是否正确。如果出现线对扭曲,则应用锥型钩进行纠正并重新放置。

相关知识

线缆端接的一般要求

(1) 线缆在端接前,必须检查标签颜色和数字含义,并按顺序端接。

(2) 线缆端接处必须卡接牢固,接触良好。

(3) 线缆中间不得有接头。

(4) 双绞电缆与连接硬件连接时,应认准线号、线位色标,不得接错和颠倒。

(5) 线缆端接应符合设计和厂家安装手册要求。

第十三章

电缆传输通道施工

一、电缆传输通道的施工准备

要 点

在敷设电缆前,为了使施工顺利进行,应在施工现场对设计文件和施工图纸进行核对。准备好施工材料,对施工器材进行检验。了解主体建筑工程的基本构造,做好不同工种施工中的相互沟通和配合。

解 释

(一) 电缆传输通道的施工要求

(1) 重点复核主干路由中所采用的线缆规格、型号、程式、数量、起讫段落及安装位置,如果有疑问,应及早与设计单位和主管建设的部门协商解决,以免影响施工进度。

(2) 在敷设线缆前,根据施工组织计划、施工图纸要求和工程现场条件等,将需要布放的线缆整理妥当,在其两端应贴有显著的标签。标签内容包括线缆的名称、型号、规格、长度、用途、起始端和终端地点等,标签上的字迹应端正、清晰和正确,以便按施工顺序、对号入座进行敷设施工。

(3) 为了避免在牵引过程中产生扭绞现象和减少线缆承受的拉力,在布放线缆前,应制作结构简单、操作方便的合格牵引领头和连接装置。因为建筑物主干布线子系统的主干线缆的长度一般为几十米,应以人工牵引方法为主。若高层建筑的线缆对数较大,而且楼层较多需采用机械牵引方式时,应根据施工现场的环境条件、牵引线缆的长度和线缆允许的牵引张力等因素,选用分散牵引或集中牵引的方式,也可采用两者相结合的牵引方式,即除在一端采取集中机械牵引外,亦在中间楼层设置专人进行人工拉放帮助牵引,使线缆受力分散,既不损伤线缆又可加快施工进度。但采用这种方式时,必须统一指挥,加强联络,同步牵拉,且注意不要猛拉紧拽。

(4) 在敷设线缆时,为了保证线缆本身不受损伤,布放线缆的牵引力不宜过大,应小于线缆允许张力的80%。若敷设水平双绞线电缆,4对双绞线电缆导线直径为0.5mm时,牵引拉力不应超过100N, n 根4对双绞线电缆,拉力不应超过 $n \times 50 + 50n$,但无论多少根线对电缆,最大拉力不能超过400N,速度不宜超过15m/min;导线直径为0.4mm时的牵引拉力不应超过70N。

(5) 在牵引过程中,为防止线缆被刮、蹭、拖、磨等损伤,应均匀设置吊挂或支承线缆的支点,支点之间的间距不应大于1.5m。

(6) 布放线缆应有冗余。在配线间、设备间双绞线电缆的预留长度一般为3~6m,工作区为0.3~0.6m。有特殊要求的应按设计要求预留长度。

(7) 布放的线缆应平直,不得产生打圈和扭绞等现象,不应受到外力挤压和损伤。

(8) 在智能建筑内,若计算机系统、通信系统、电视监控系统、楼宇设备自控系统、广播与卫星电视系统和火灾报警系统等信号、控制及电源线缆在同一路由上敷设时,应采用金属线槽,按系统分离布放,金属线槽应有可靠的接地装置。各个系统线缆间的最小间距及接地装置都应符合设计要求,并在施工时应统一安排,互相配合敷设。

(9) 在建筑物主干布线子系统的线缆敷设时,需要相应的支承固定件和保护措施。它对主干线缆的安全运行起着保证作用,因此,在智能建筑内的电缆竖井和上升房中设有槽道及暗敷管路等装置,以便于敷设主干线缆。

(二) 综合布线工程与主体工程的配合

在民用与工业建筑安装工程中,综合布线施工与主体建筑工程有着密切的关系。如配线、配管及配线架或配线柜的安装等都应在土建施工过程中密切配合,做好预留孔洞的工作。这样既能提高施工质量又能加快施工进度。

对于钢筋混凝土建筑物的暗配管工程,应当在浇灌混凝土前(预制板可在铺设后)将一切管路、接线盒和配线架或配线柜的基础安装部分全部预埋好。其他工程可以等混凝土凝固后再施工。表面敷设工程也应在配合土建施工时装好,避免以后过多的凿洞工作破坏建筑物。对不损坏建筑的明设工程,可在抹灰工作及其表面装饰完成后再进行施工。

(三) 施工过程中注意事项

(1) 施工现场项目负责人要认真负责,及时处理施工过程中出现的各种情况,协调处理各方意见。

(2) 若现场施工碰到不可预见的问题,应及时向工程单位汇报,并提出解决问题的办法,供工程单位当场研究解决,以免影响工程进度。

(3) 对工程单位计划不周的问题,要及时妥善解决。

(4) 对工程单位新增加的点要及时在施工图中反映出来。

(5) 对部分场地或工段要及时进行阶段性检查验收,以确保工程质量。

(6) 制订实施性工程进度表。

在制订工程进度表时,要留有余地,还要考虑其他工程施工时可能对本工程带来的影响,避免出现不能按时完工、交工的问题。

相关知识

电缆的弯曲半径应符合下述规定:

(1) 屏蔽双绞线电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的6~10倍。

(2) 非屏蔽4对双绞线电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的4倍,在施工过程中应至少为8倍。

(3) 干线双绞线电缆的弯曲半径应至少为电缆外径的10倍。

(4) 干线双绞线电缆只采用总屏蔽方式。水平双绞线电缆一般有总屏蔽(缆芯屏蔽)和线

对屏蔽两种方式。屏蔽方式不同,电缆的结构也不一样。因此,在敷设屏蔽电缆时,应根据屏蔽方式选择 6~10 倍于电缆外径的弯曲半径。

二、线管、线槽的敷设

要 点

在布线路由确定以后,首先考虑进行线管、线槽敷设。线管、线槽按材料分有金属管、金属槽、塑料(PVC)管、塑料(PVC)槽等。按布槽形式不同又分为水平干线槽、垂直干线槽、工作间线槽等。线槽的材料和布线形式则应根据设计规范、用户的需求、工程投资等因素来确定。

解 释

(一) 水泥管块的敷设

(1) 水泥管块的顺向连接间隙不大于 5mm,上下两层管块间及管块与基础间的距离均应为 15mm。

(2) 管群的两层管及两行管的接续缝应错开。水泥管块的接缝无论行间、层间均宜错开 1/2 的管长。

(3) 水泥管块的接续采用抹浆的方法,水泥浆与管身粘接应牢固、表面光滑、质地坚实、无飞刺、不空鼓、无欠茬、不断裂。

(二) 金属管的敷设

(1) 金属管一般性要求:

1) 管口应无毛刺和尖锐棱角,以防在穿电缆时划伤电缆。

2) 管子表面不应有裂缝、明显的凹凸不平 and 穿孔,内壁应光滑,不允许有锈蚀。在易受机械损伤的地方和在受力较大处埋设时,应采用足够强度的管材。

3) 金属管口宜做成喇叭形,用以减小直埋管在沉陷时管口处对电缆的剪切力。

4) 镀锌管锌层剥落处应涂防腐漆,用以增加使用寿命。

5) 金属管在弯制后,不应有裂缝和明显的凹瘪现象。弯曲程度过大,将减小金属管的有效管径,易出现电缆穿线困难等问题。

6) 金属管的弯曲半径不应小于所穿入电缆的最小允许弯曲半径。

明配时:一般不小于管外径的 6 倍;只有一个弯时,可不小于管外径的 4 倍;整排钢管在转弯处宜弯成同心圆的弯。

暗配时:不应小于管外径的 6 倍,敷设于地下或混凝土楼板内时,不应小于管外径的 10 倍。

(2) 金属管的加工:

1) 金属管切割、攻螺纹。在配管时,应根据实际需要长度,对管子进行切割。管子的切割可使用管子切割刀、电动切管机或钢锯,严禁用气割。

攻螺纹可利用电动攻螺纹机或用人力,攻完螺纹后,应随时清扫管口,将管口端面和内壁的毛刺用锉刀锉光,使管口保持光滑,以免割破线缆绝缘护套。

2) 金属管弯曲。在敷设金属管时应尽量减少弯头。每根金属管的直角弯头不应超过 2 个, 弯头不应超过 3 个, 并不应有 S 形弯出现。弯头过多, 将造成穿电缆困难。对于较大截面的电缆不允许有弯头。当实际施工中不能满足要求时, 可采用内径较大的管子或在适当部位设置拉线盒, 以利线缆的穿设。

(3) 金属管的连接:

金属管的连接一般采用管接头螺纹连接或短套接, 不论采用哪种连接, 均应保证密封良好, 连接牢固, 两管口应对准。带螺纹的管接头或套接的短套管的长度不应小于金属管外径的 2.2 倍。

金属管进入信息插座的接线盒后, 暗埋管可用焊接固定, 管口进入盒的露出长度应小于 5mm。明设管应用管帽或锁紧螺母固定, 露出锁紧螺母的螺纹扣为 2~4 扣。引至配线间的金属管管口位置, 应便于与线缆连接。并列敷设的金属管管口应排列有序, 以便于识别。

(4) 金属管敷设:

1) 敷设在水泥、混凝土里的金属管, 其地基应平整、坚实, 不应有沉陷, 用以保证敷设后的线缆安全运行。预埋在墙体中间的金属管内径不宜超过 50mm, 楼板中的管径宜为 15~25mm, 直线布管 30m 处设置暗线盒。建筑群之间金属管的埋设深度不应小于 0.8m; 在人行道下面敷设时, 不应小于 0.5m。

2) 金属管内应安置拉线或牵引线。

3) 金属管道应有不小于 0.1% 的排水坡度。

4) 金属管的两端应有标记, 表示建筑物、楼层、房间和长度。

5) 电缆和光缆同管敷设时, 应在暗管内预置塑料子管。将光缆敷设在子管内, 使电缆和光缆分开布放。子管的内径应为光缆外径的 2.5 倍。

6) 金属管明敷时应符合下述要求:

金属管应用卡子固定。这种固定方式较为美观, 且在需要拆卸时方便拆卸。金属管的支持点间距, 有要求时应按照规定设计。无设计要求时不应超过 3m。在距接线盒 0.3m 处, 用管卡将管子固定。有弯头的地方, 弯头两边也应用管卡固定。

(三) PVC 塑料管的敷设

PVC 管的施工基本上与金属管相同, 一般是在工作区暗埋线槽, 操作时要注意两点, 管转弯时, 弯曲半径要大, 以利于穿线。管内穿线不宜太多, 一般要留有 50% 以上的空间。

(四) 塑料槽的敷设

塑料槽的规格有多种, 塑料槽的敷设类似金属槽, 但操作上还有所不同。具体表现为三种方式, 即在天花板吊顶打吊杆或托式桥架, 在天花板吊顶外采用托架加固定槽铺设、在天花板吊顶外采用托架桥架铺设。

采用托架时, 一般在间隔 1m 左右安装一个托架; 采用固定槽时一般也间隔 1m 左右安装固定点。

固定点是指固定槽的地方, 根据槽的大小建议如下:

(1) 25×20~25×30 规格的槽, 一个固定点应有 2~3 个固定螺钉, 并水平排列。

(2) 25×30 以上规格的槽, 一个固定点应有 3~4 个固定螺钉, 呈梯形状, 使槽受力点分散分布。除了固定点外应每隔 1m 左右, 钻 2 个孔, 用双绞线穿入, 待布线结束后, 把所布的双绞线捆扎起来。

相关知识

路由选择

两点间距离最短是直线,但对于布放线缆来说,它不一定就是最佳、最好的路由。在选择最容易布线的路由时,要考虑便于施工和操作,即使浪费一些线缆也要这样做。对一个有经验的安装者来说,宁可使用额外的 100m 线缆,也不使用额外的 100 个工时。

如要把 25 对线缆从一个配线间牵引到二级交接间,若采用直线路径,要经吊顶布线,在路由中要多次钻孔、分割才能使线缆穿过并吊挂起来;而另一条路由是将线缆通过配线间的地板,然后通过下一层的吊顶,再通过二级交接间的地板向上,这样就容易很多。

有的时候,第一次所做的布线方案并不是很好的,可以选择另一种布线方案;但在某些场合,又没有更多的选择余地。如一个潜在的路径可能被其他的线缆塞满了,另一个路径要通过吊顶,这两种路径都是不希望的。所以,较好的方案是安装新的管道,可是由于成本问题,用户又不同意,这时,只能布明线,将线缆固定在墙和地板上。总之,要根据建筑结构及用户的要求来决定布线的方案。选择路由时,要考虑到下述几点:

(1) 了解建筑物的结构。对布线施工人员来说,需要彻底了解建筑物的结构,因为绝大多数的线缆是走地板下或吊顶内,所以对地板和吊顶内的情况要了解清楚。即要准确知道什么地方能布线,什么地方不易布线,并向用户方说明。

目前,绝大多数的建筑物设计是规范的,并为弱电和强电布线分别设计了通道。在利用这种环境时,也必须了解走线的路由,并用粉笔在走线的地方做出标记。

(2) 检查拉线或牵引线。在一个现存的建筑物中,在安装任何类型的线缆之前,必须检查有无管道或线槽。拉线是某种细绳或细钢丝,它沿着要布放线缆的路由或管道安放好,而且必须是沿路径全程进行布放。绝大多数的管道安装者要为后续的布放线缆者留下一条拉线,使布放线缆容易进行;如果没有,则要考虑穿拉线。

(3) 确定现有线缆的位置。若布线的环境是一座旧楼,则必须了解旧线缆是怎样布放的,用的是什么管道,以及这些管道是怎么走的。了解这些有助于为新的线缆建立路由。在某些情况下可使用原来的路由,这时可利用废弃的旧线缆作为拉线来布放新的线缆。

(4) 提供线缆支撑。根据安装情况和线缆的尺寸,要考虑使用桥架,并根据实际情况决定采用什么类型的托架或吊杆,使其加在结构上的质量不至于超重。

(5) 最大拉力。在牵引线缆时,任何布线路径都不应使线缆承受过大的拉力。拉力过大,将导致线缆的传输性能下降,还会使线缆变形。

(6) 拉线速度的考虑。从理论上讲,线缆的直径越小,拉线的速度越快。但是,由于快速拉线会使线缠绕在一起或被绊住,所以有经验的安装者是慢速而又平稳地拉线,并不是快速地拉线。

三、建筑物主干线电缆施工

要 点

主干线缆是建筑物的主要线缆,它为从设备间到每层楼上的管理间之间传输信号提供通

路。在新的建筑物中,通常有竖井通道。在竖井中敷设主干线缆一般有2种方式,即向下垂放电缆和向上牵引电缆。

解 释

(一) 向下垂放电缆

向下垂放电缆的一般步骤如下:

(1) 对空间进行清理,以便有宽裕的工作空间。

(2) 把线缆卷轴放到最顶层。

(3) 在离房间的开口或孔洞3~4m处安放线缆卷轴,并从卷轴顶部馈送线缆,如图13-1所示。

(4) 在线缆卷轴处安排所需要的布线施工人员(数目视卷轴尺寸及线缆质重而定),每层上至少要有一个工人引导下垂的线缆。

(5) 开始旋转卷轴,将线缆从卷轴上拉出。

(6) 将拉出的缆线引导进竖井、孔洞或通槽中。在此之前在孔洞中安放一个塑料的靴状保护物,以防止孔洞不光滑的边缘擦破缆线的外皮,如图13-2所示;在竖井或大通槽中垂放电缆时,可在竖井或通槽中心处安装一个滑轮。



图 13-1 安放线缆卷轴并从顶部馈送线缆示意

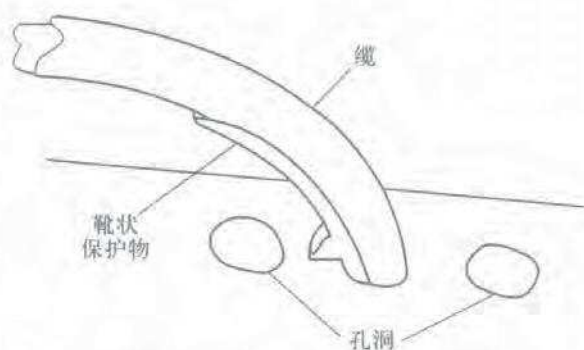


图 13-2 保护线缆的靴状保护物

(7) 慢慢地从卷轴上放缆并进入孔洞或者将缆放在滑轮上,慢慢向下垂入,直到下一层布线施工人员能将线缆引到下一个孔洞。

(8) 按前面的步骤,继续慢慢地放线,并将线缆引入各层的孔洞。

如果要经由一个大孔敷设垂直主干线缆,就无法使用一个塑料保护套了,这时最好在孔中心安放一个滑车轮,通过它来向下垂放线缆。当线缆到达目的地时,把每层上的线缆绕成卷放在架子上固定起来,等待下一步的端接。

(二) 向上牵引电缆

向上牵引线缆可用电动牵引绞车,如图13-3所示。

(1) 按照线缆的质量,选定绞车型号,并按绞车制造厂家的说明书进行操作。先在绞车中穿放1条绳子。

(2) 启动绞车上的发动机,并往下垂放拉绳,必须确认此拉绳的强度保证能够牵引线缆。拉绳向下垂放直到安放线缆的底层。注意的是在拉绳上要系一个重物有助于它向下垂放,每层的值守人员要将拉绳引导到本层的槽、孔中去。

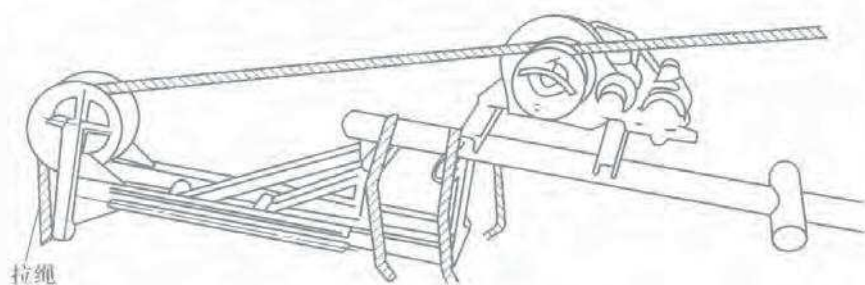


图 13-3 电动牵引绞车

- (3) 如果缆末端上有一个拉眼，则将绳子连接到此拉眼上。
- (4) 启动绞车，慢慢地将线缆通过各层的孔向上牵引。
- (5) 当线缆的末端到达顶层时，停止绞车运行。
- (6) 利用扣锁在地板孔边沿上的夹具将线缆固定，在线缆周围滑动缆夹并将螺杆上的固定皮带连接到缆夹上去。
- (7) 当所有连接制作好之后，从绞车上释放线缆的末端。
- (8) 使用分离的缆夹或缆带固定线缆。

在竖井中敷设线缆特别是光缆时，为了减少光缆上的负荷，应在一定的间隔上用缆夹或缆带将光缆扣牢在墙壁上，一般在所有楼层中的每隔 3 层（或竖井中每隔 9m）的光缆上用分离的缆夹对光缆进行支持，这时将光缆向上牵引到实际端接点的上面，并保持在这个位置上，然后从缆的底部开始到每隔 3 层处安装上硬件并放置线缆夹。用与缆夹一起提供的栓扣部件作为光缆的中间支持，并将分离的缆夹锁住，然后将光缆放低一些，致使夹子夹紧并保持住光缆。每隔 3 层重复上述工作，直到光缆在全长上都得到支持为止。

相关知识

线缆牵引技术

用一条拉线（通常是一条绳）或一条软钢丝绳将线缆牵引穿过天花板、墙壁管路和地板管路。所用的方法取决于线缆的质量、要完成作业的类型、布线路由的难度（如在具有硬转弯的管道布线要比在直管道中布线难），还与管道中要穿过的线缆的数目有关，在已有线缆的拥挤的管道中穿线要比空管道难。拉线与线缆的连接点应尽量平滑，为了方便牵引，一般要采用电工胶带紧紧地缠绕在连接点外面，以保证平滑和牢固。

(1) 标准的 4 对线缆很轻，通常不要求做更多的准备，只要将它们用电工带与拉绳捆扎在一起就可以了。

如果牵引多条 4 对线穿过一条路由，可用下述方法：

- 1) 将多条线缆聚集成一束，并使它们的末端对齐。
- 2) 用电工胶带或胶布紧绕在线缆束外面，在末端处绕 50~70mm 长距离，如图 13-4 所示。

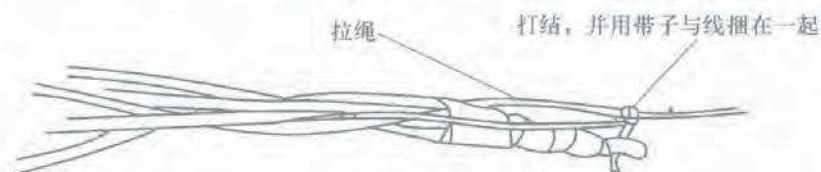


图 13-4 缠绕电工带

3) 将拉绳穿过电工带缠好的线缆, 并打好结, 如图 13-5 所示。



图 13-5 固定拉绳

如果在拉线缆过程中, 连接点散开了, 则要收回线缆和拉绳重新制作更牢固的连接, 为此, 可以采取下述一些措施:

a. 除去一些绝缘层以暴露出 50~100mm 的裸线, 并将线缆分成两股, 如图 13-6 所示。

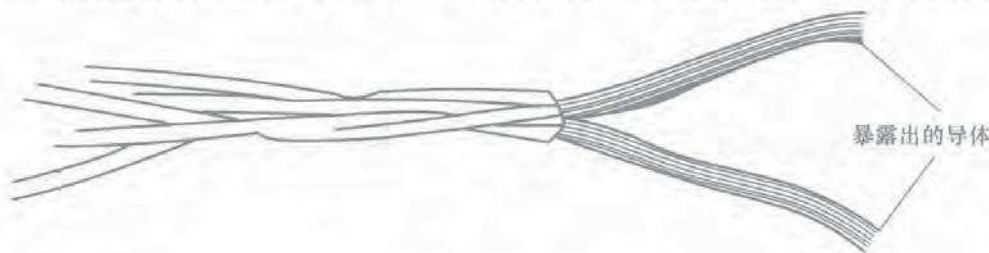


图 13-6 留出裸线

b. 将两股导线互相缠绕起来形成环。

c. 将拉绳穿过此环并打结, 然后将电工带缠到连接点周围, 要缠的结实和平滑, 然后进行牵引。

(2) 牵引单条 25 对双绞线电缆。牵引单条的 25 对电缆, 可用下述方法:

1) 将线缆向后弯曲成为一个环, 直径约为 15~30cm, 并使线缆末端与线缆本身绞紧, 如图 13-7 (a) 所示。

2) 用电工胶带紧紧的缠在绞好的线缆上, 用以加固此环, 如图 13-7 (b) 所示。

3) 把拉绳连接到此线缆环上, 用电工胶带紧紧地将连接点包扎起来。

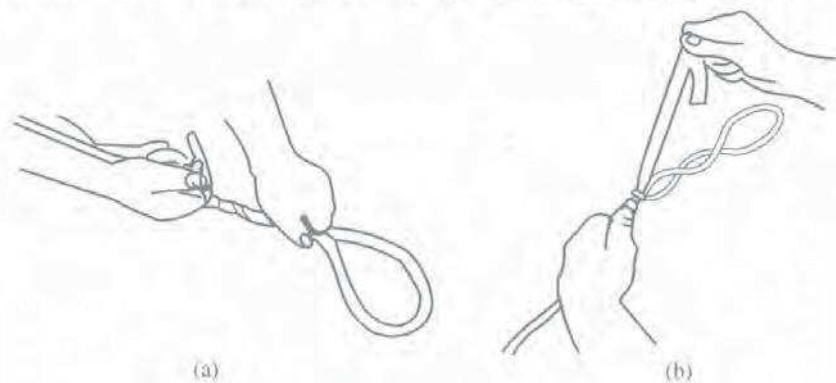


图 13-7 牵引单条的 25 对电缆

(a) 将线缆末端与本身绞起来形成一个环; (b) 用电工胶带将绞好的部分缠绕起来

(3) 牵引 25 对或更多对的电缆。这可用一种称为芯套/钩的连接方法。这种连接非常牢固, 它能用在几百对的线缆上, 进行过程如下:

1) 剥除约 30cm 的线缆护套, 包括导线上的绝缘层。

2) 使用斜口钳剪去部分导线, 留下约 12 根。

3) 将导线分成两个绞线组, 如图 13-8 (a) 所示。

4) 将两组绞线交叉穿过拉线环, 在线缆的那边建立一个闭环, 如图 13-8 (b) 所示。

5) 将线缆一端的线缠绕在一起使环封闭, 如图 13-8 (c) 所示。

6) 用电工胶带紧紧地缠绕在线缆周围, 覆盖长度约 5cm, 然后继续再绕上一段, 如图 13-8 (d) 所示。

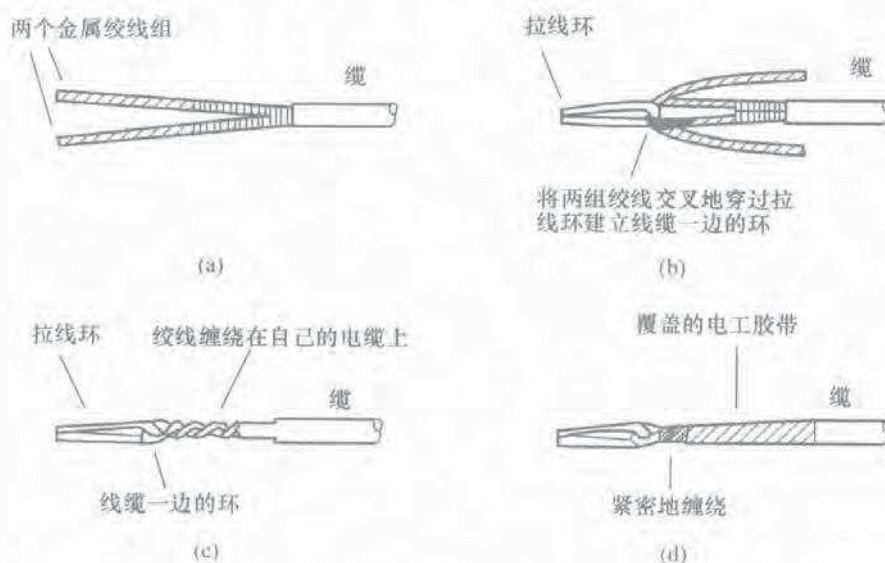


图 13-8 牵引更多线对的电缆

在某些重缆上可能装有一个牵引眼: 在缆上制作一个环, 用以使拉绳固定在它上面。对于



图 13-9 用于牵引线缆的可分离的吊缆夹

没有牵引眼的电缆, 可以使用一个可分离的吊缆夹或一个芯/钩, 如图 13-9 所示。将吊缆夹子分开并将其缠到线缆上, 在分离部分的每一半上有一个牵引眼。当吊缆夹已经缠在线缆上时, 可同时牵引两个眼, 使夹子紧紧地保持在缆上。

四、建筑群间电缆布线施工

要 点

在建筑群中敷设线缆, 一般有三种方法, 即地下管道电缆敷设、架空电缆敷设和直埋电缆敷设。综合布线系统一般采用前两种方法。

解 释

(一) 地下管道内电缆敷设

1. 地下管道电缆敷设注意事项

(1) 敷设大对数的全塑电缆时, 在电缆端部装有牵引头, 牵引头应密封良好, 以防电缆端头进水。牵引的电缆端头应捆扎牢固, 在牵引钢丝绳与电缆网套之间加装铁转环等连接装置, 以便全塑电缆在管孔牵引过程保持平直, 不会发生扭转现象而损伤电缆外护层。

(2) 在园区内敷设管道电缆, 因为电缆对数不多, 管道段长, 应尽量采用机械牵引电缆施工办法, 在不得已时 (如道路过于狭窄, 操作空间很小) 可采用人工牵引。牵引电缆的拉力应均匀, 不应猛拉紧拽, 全塑电缆的牵引力应小于全塑电缆允许拉力的 80%。

(3) 在管孔内的电缆外护套上必须采用石蜡油、滑石粉等润滑剂,以减少摩擦阻力。但严禁使用有机润滑剂,以免对塑料护套有损。在敷设电缆时,对电缆有可能出现被刮、拖、磨、蹭的地方,宜采用钢瓦、衬垫弯铁或杂布等物进行保护,应有专人随时检查电缆外表面,要求无损伤和无划痕,电缆弯曲处不应出现凹凸折痕。

(4) 在敷设电缆时,要注意防潮,并采取相应措施,如应保持手孔或人孔内干燥无水。

(5) 连续布放电缆需穿越多段手孔或人孔布放时,电缆不得悬空在手孔或人孔中间,或在手孔或人孔中直穿,电缆应在每个手孔或人孔中留足电缆弯曲余量,把电缆放在电缆支架的托板上,并用扎带绑扎固定,电缆在手孔或人孔中的接续部分应预留长度。

2. 地下管道电缆敷设方法

在地下管道中敷设线缆时,一般有 3 种情况:小孔到小孔敷设、在人孔之间直线敷设和沿着转弯处敷设。

具体敷设时,要考察以下情况:线缆有粗细和轻重之分,管道中有否其他线缆和拐弯多少等情况。

一般可采用人力或机器来敷设线缆。首先尝试用人力牵引线缆,如果人力牵引不动或很费力,则改用机器牵引线缆。

(1) 人工牵引线缆敷设方法。

1) 小孔到小孔牵引。

小孔到小孔牵引指的是直接将线缆牵引通过管道(这里没有人孔),即通过小孔在一个地方进入地下管道,而经由小孔从另一个地方出来。操作步骤如下:

- a. 在牵引的出口点和入口点揭开管道;
- b. 往管道的一端馈加一条蛇绳,直到它从另一端处露出来;
- c. 将蛇绳与手拉的绳连接起来,并且在其外皮缠绕上足够长度的电工带;
- d. 通过管道向拉的方向牵引绳子;
- e. 将线缆轴放在千斤顶上并使其与管道尽量地成一直线,线缆要从缆轴的顶部放出,在管道边缘处要放置一个靴形的保护物,以防止在牵引线缆时划破外皮;
- f. 如果在线缆上有一个拉眼,则直接将牵引绳连接到缆线上并用电工带缠绕起来,要确保连接点的牢固及平滑;
- g. 一个工人在管道的入口处将线缆馈入管道,而另一个工人在管道的另一端牵引拉绳,牵引线缆要平稳;
- h. 继续牵引线缆,直到线缆在管道另一端露出为止。

有的时候管道中的蛇绳可能缠绕在线缆上,导致无法将其拉出来。这时要使用一种叫“环”的工具,它是一簇尼龙线建立的“环”,使用方法按照下列步骤进行:①将它连接并用带子缠到另一条蛇绳上;②将此蛇绳馈送到管道出线一端,直到它经过第一条蛇绳的末端;③往回拉,钩住第一条蛇绳的“环”,从而将第一条蛇绳拉出来。

2) 人孔到人孔的牵引。

人孔到人孔牵引线缆的过程基本上与小孔到小孔的牵引相似。人孔可能较深或较窄,因此在具体牵引时要采用一些辅助部件。人孔到人孔牵引线缆的过程如下:

- a. 将蛇绳馈入到你要牵引缆线的人孔中去;
- b. 将手绳与蛇绳连接起来并用电工带子缠牢;

- c. 通过管道将蛇绳拉回直到手绳从管道中露出；
- d. 将线缆轴安装在千斤顶或起重器上，与小孔到小孔的过程相同，应从卷轴的顶部馈送线缆；
- e. 在两个人孔中使用绞车或其他硬件；
- f. 将手绳通过一个牵引孔眼或芯钩固定在线缆上；
- g. 为了保证管道边缘是平滑的，要安装一个引导装置，用以防止在牵引线缆时管道孔边缘划破线缆保护层；
- h. 一个人在馈线缆人孔处放缆，一个人或多个人在另一端的人孔处拉手绳以使线缆被牵引到管道中去。

3) 通过多个人孔牵引。

牵引缆线通过多个人孔的过程与牵引缆线从人孔到人孔的牵引方法相似。只有一点除外，即在每一个入孔中要提供足够的松弛缆线并用夹具或其他硬件将其挂在墙上。不上架的缆线应割下，留有一定的空间，以便施工人员将来完成连接作业。

4) 转弯管道的牵引。

有时会遇到具有多个拐弯的管道。如果管道转弯 90° 或稍大的角，缆线可能不易弯曲成这样的角度，为防止可能损坏缆线，可使用下述方法来牵引：

- a. 从第一个人孔放一个蛇绳盒到第二个人孔，将手绳固牢到蛇绳盒上，并通过第一个人孔将其拉回；
- b. 如前所述，将要敷设的缆线放在第一个人孔处，并通过第一个人孔牵引缆线到第二个人孔，在第二个人孔处牵引出足够的缆线；
- c. 将手绳的末端与缆线连接起来，把缆线牵引到人孔的管道中，并通过此管道进入建筑物；
- d. 放一个蛇绳盒到建筑物，并将手绳拉回。

(2) 用机器牵引线缆敷设方法。

在人工牵引线缆有困难的场合，则要用机器来辅助牵引线缆。下面给出适用于有人孔和无人孔场合的牵引过程，为了将线缆拉过两个或多个人孔，可以执行下列步骤：

- 1) 将具有绞绳的卡车停放在欲作为线缆出口的人孔旁边。
 - 2) 将具有线缆轴的拖车停放在另一个人孔旁边。拖车、卡车与管道都要对齐。
 - 3) 用前述人工牵引线缆中说明的方法，将一条牵引绳从线缆轴人孔通过管道布放到绞车人孔。
 - 4) 装配用于牵引的索具，与缆的尺寸有密切关系。
 - 5) 用拉绳连接到绞车，启动绞车，用较平稳的速度进行牵引，直到线缆从人孔中露出来。
- 当要将光缆从一个人孔牵引到另一个人孔时，要注意下述安全问题：

- a. 要用安全栅栏将工作场地围起来；
- b. 当在人孔中工作时，要记住可能出现天然气，在此切勿吸烟，而且在开始工作以前要测试是否存在天然气；
- c. 如果人孔中已有梯子或牵引铁环，则要检查一下这些设备是否腐蚀生锈或损坏；
- d. 在敷设铅护套的光缆时，总会有铅灰尘释放到空气中来，由于吸入铅尘会严重地损害健康，切勿将沾有铅尘的手、手套或香烟放到鼻子和嘴边；

e. 工作期间上下梯子时, 人应该离开人孔, 如果需要检查牵引光缆的情况, 应先停止牵引, 再去检查;

f. 当需要用卡车来牵引光缆时, 要选好停放卡车的地方, 并记住切勿弄坏人孔;

g. 暂时不用的光缆卷轴应被阻塞住, 以防止它乱滚, 且光缆卷轴应放置在地面上, 不应放在倾斜的地面上。

(二) 架空敷设电缆

架空敷设线缆就是利用电线杆将线缆架空敷设, 主要用于建筑群的距离较近, 又有现成的电线杆, 且电线杆之间的距离小于 30m 的情况。

架空布放的线缆有两种类型, 即自支持的和不能自支持的。对于后者, 要将其固定到一根钢丝绳上去 (此钢丝绳横跨在两个建筑物或两个电线杆之间)。根据线缆的质量选择钢丝绳, 一般选 8 芯钢丝绳。

首先将钢丝绳固定在电线杆或建筑物之间, 再用链吊升器和钢丝绳牵引机将它拉紧, 然后将线缆固定在钢丝绳上。

(1) 安装钢丝绳:

- 1) 将钢绳卷轴放在电线杆或建筑物附近;
- 2) 将钢丝绳拉出至远端的建筑物或电线杆处;
- 3) 在建筑物或电线杆的合适位置固定一条吊索;
- 4) 安装钢丝绳牵引器和链吊升器, 其一端钩在吊索上, 另一端接到牵引器上;
- 5) 在链吊升器上牵引钢丝绳, 将钢丝绳系紧并拉直;
- 6) 当钢丝绳拉紧后, 安装钢丝绳缆夹;
- 7) 断开并撤去吊索、链吊升器及牵引器。

(2) 安装线缆, 将线缆固定到钢丝绳上有很多种方法。现在介绍一种常用的方法, 步骤如下:

- 1) 将手绳牢固地系在线缆的一端或孔眼上;
- 2) 将手绳穿过线缆导杆;
- 3) 打开导杆并把它安置在钢丝绳上, 将绳头在牵引方向上拉出;
- 4) 通过斜槽拉手绳, 让线缆升入空中并通过斜槽;
- 5) 一个人将线缆引到位, 将捆绑器放在钢绳、斜槽和线缆后方的几米处;
- 6) 拉出 1.2m 线缆以便于捆绑, 用线缆绑夹将线缆捆在钢绳上;
- 7) 同时牵引线缆导杆及捆绑器, 另一个人拉一条牵引线, 稳定地、慢速地拉线缆;
- 8) 值得注意的是, 在未完成之前不能停止

工作。

(三) 直埋电缆敷设

建筑群间的直埋电缆敷设如图 13-10 所示。

除了穿过基础墙的那部分电缆以外, 电缆的其余部分都没有管道给予保护。基础墙的电缆孔应往外尽量延伸, 达到没有人动土的地方, 以免以后有人在墙边挖土时损坏电缆。直埋电缆敷设可保持建筑物的外貌。但是, 在以后还要挖土或

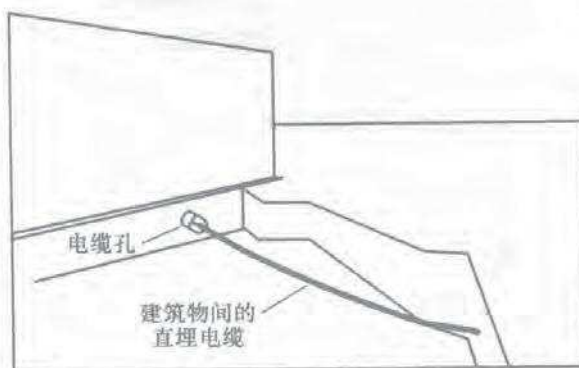


图 13-10 直埋电缆敷设

扩充增容的地方，还是以不使用这种方法为好。直埋电缆通常应按照当地的有关法规去做，一般埋在距地面 60cm 以下的地方。如果在同一土沟里埋入了通信电缆和电力电缆，应设立明显的共用标志。

相关知识

建筑群间电缆布线方法的比较

(1) 管道内布线的优点是：提供最佳的机械保护，任何时候都可以敷设电缆，电缆敷设、扩充和加固都比较容易，能够保持建筑物的外貌；缺点是挖沟、开管道和人孔的成本较高。

(2) 架空布线的优点是：如果本来就有电线杆，则成本是最低的；缺点是：没有提供任何机械保护，灵活性、安全性差，影响建筑物的美观。

(3) 直埋布线法的优点是：提供某种程度的机械保护，能够保持建筑物的外貌；缺点是：挖沟成本比较高，难以安排电缆的敷设位置，难以更换和加固。

五、建筑物内水平布线施工

要点

建筑物内水平布线具有量大、面广，具体情况较多，环境复杂等特点，而且遍及智能建筑中的所有角落。常用的布线方法有暗道布线、天花板布线、墙壁线槽布线及其组合布线。在决定采用什么方法前，可到施工现场进行勘察比较，从中选择一种最佳的施工方案。在布放多条线缆时，应试着一次尽量布更多的线缆。

解释

(一) 暗道布线施工

暗道布线是在浇筑混凝土时把管道预埋在地板中，管道内有牵引电缆线的钢丝或铁丝，安装人员只需索取管道图样来了解地板的布线管道系统，确定“路径在何处”，就可以做出施工方案了。



图 13-11 移动镶板的悬挂式天花板

对于没有预埋管道的新的建筑物或老的建筑物，要向业主索取建筑物的图样，并要到布线的建筑物现场，查清建筑物内水、电、气管路的走向和布局，然后，详细绘制布线图样，确定布线施工方案。

对于没有预埋管道的新建筑物，施工可以与建筑物装修同步进行，这样既便于布线，又不影响建筑物的美观。

管道一般从配线间埋到信息插座安装孔。布线时，安装人员只要将 4 对线或多条 4 对线缆固定在信息插座的拉线

端，从管道的另一端牵引拉线就可将线缆引到配线间。

(二) 天花板顶内布线施工

水平布线最常用的方法是在天花板吊顶内布线。具体施工步骤如下：

(1) 索取建筑物图纸，确定布线路由。

(2) 沿着所设计的路由，打开天花板，用双手推开每块镶板，按图 13-11 所示进行布线。

如果是布多条 4 对线，线缆很重，为了减轻压在吊顶上的压力，可使用吊索、J 形钩及其他支撑物来支撑线缆。

假设要布放 24 条 4 对的线缆，到每个信息插座安装孔有两条线缆及 24 个线缆箱，此时可将线缆箱放在一起并使线缆接管嘴向上。24 个线缆箱按图 13-12 所示分成 4 组安装，每组有 6 个线缆箱。

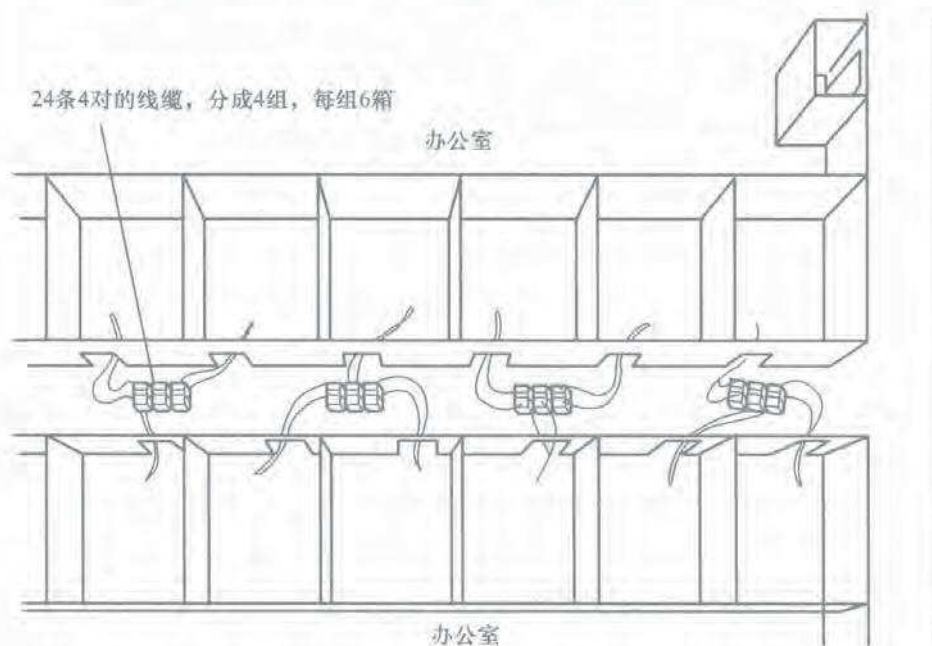


图 13-12 共布 24 条电缆，每个房间 2 条线缆

(3) 加标注。在箱上写标注，在线缆的末端贴上标签并注上标号。

(4) 从离管理间最远的一端开始，把线缆按要求拉到配线间。

(5) 从离配线间最远的一组开始，将 6 根电缆绑扎在拉绳上。

(6) 在拉绳的另一端人工牵引拉绳，将电缆牵引到第二组缆箱处，将该组的 6 根电缆也绑扎在拉绳上。

(7) 继续将剩下的线缆组增加到拉绳上。每次牵引它们向前，直到走廊末端，再继续牵引这些线缆一直到达配线间连接处。

(8) 当线缆在吊顶内布完后，还要通过墙柱或墙壁的管道将线缆向下引至信息插座安装孔。

(9) 电缆牵引完毕后，按规定预留一定长度的电缆，将电缆端接到配线架和信息插座上。

(三) 墙壁线槽布线

已建成的建筑物中没有暗铺管槽而且又无法补救时，只好在墙上直接敷设线缆，在墙壁上布线槽一般按照下列步骤进行：

(1) 确定布线路由。

- (2) 沿着路由方向放线（讲究直线美观）。
- (3) 线槽每隔 1m 要安装固定螺钉。
- (4) 布线（布线时线槽容量为 70%）。
- (5) 盖塑料槽盖。槽盖应错位盖好。

相关知识

地板下布线

(1) 地板下布线槽是由交接间出来的线缆走线槽到地面出线盒或墙上的信息插座，强、弱电线槽宜分开，每隔 4~8m 或转弯设置一个分线盒或出线盒，适用于大型建筑物或大开门工作环境，如图 13-13 (a) 所示。

(2) 地板下管道布线法适合于普通办公室和家居布线，如图 13-13 (b) 所示。

(3) 活动地板布线降低了房间净空高度，用于机房布线，信息插座和电源插座一般安装在墙面，必要时也可安装于桌面或地面。活动地板内的净空高度应不小于 150mm，如活动地板内作为通风系统的风道使用时，活动地板内的净空高度应不小于 300mm。活动地板块应具有抗冲击、抗压和阻燃性能，如图 13-13 (c) 所示。

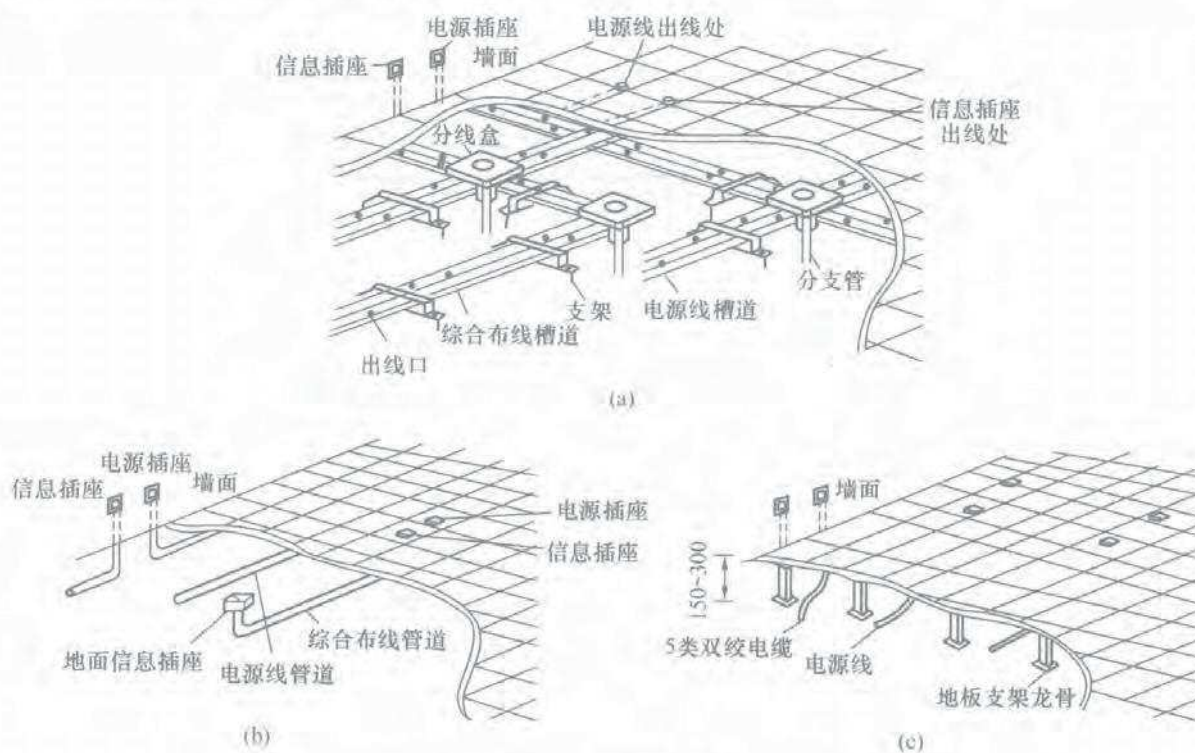


图 13-13 地板下布线

(a) 线槽布线；(b) 管道布线；(c) 活动地板布线

第十四章

光缆传输通道施工

一、光缆传输通道的施工准备

要 点

在一个建筑群之间通过光纤传输信息，其传输效率会大大提高。光缆传输系统施工和电缆传输系统施工有许多相同之处，但也有一些特殊的要求需要施工时注意。

解 释

(一) 光纤施工注意事项

(1) 在进行光纤接续或制作光纤连接器时，施工人员必须戴上手套和眼镜，穿上工作服，而且要远离人群，注意保持环境清洁。

(2) 绝对不允许观看已通电的电源、光纤及连接器，更不允许用光学仪器去观看已经通电的光纤传输通道器件。

(3) 维护光缆传输系统，只有在断开所有光源的情况下，才能进行操作。

(二) 光缆传输系统施工要求

(1) 工程所用的光缆型号、规格、数量应符合设计的规定和合同要求。

(2) 光缆布放前，其两端应贴有标签。标签书写应清晰、正确。

(3) 必须在施工前对光缆的 A、B 端别予以判定。A 端应是网络枢纽的方向，B 端是用户一侧。敷设光缆的端别应方向一致，不得使端别排列混乱。

(4) 根据运到施工现场的光缆情况，结合工程实际，合理配盘与光缆敷设顺序相结合。施工中应充分利用光缆的盘长，宜整盘敷设，不得任意切断光缆，以减少中间接头。室外管道光缆的接头应该放在人孔或手孔内，其位置应避开繁忙的路口或有碍于人们工作和生活的地方，直埋光缆的接头位置宜安排在地势平坦和地基稳固的地带。

(5) 光纤的接续人员必须经过严格培训，取得合格证书后才准上岗操作。光纤熔接机等贵重仪器和设备，应有专人负责使用、搬运和保管。

(6) 在装卸光缆盘时，应使用叉车或起重机；如采用跳板时，应小心细致地从车上滚卸。严禁将光缆盘从车上直接推落到地。在工地滚动光缆盘的方向，必须与光缆的盘绕方向相反。其滚动距离规定在 50m 以内，当滚动距离大于 50m 时，应使用运输工具。在车上装运光缆盘时，应将光缆固定牢靠，不得歪斜和平放；车速宜缓慢，注意安全。

(7) 光缆布放时应有冗余。光缆在设备端预留长度一般为 5~10m。有特殊要求的应按设计要求预留长度。

(8) 在光缆布放的牵引过程中, 吊挂光缆的支点相隔间距不应大于 1.5m。

(9) 如采用机械牵引光缆时, 应用拉力计监测牵引力, 使其不得大于规定值。光缆盘的转动速度应与光缆的布放速度同步, 要求牵引的最大速度为 15m/min, 并保持恒定。光缆出盘处要保持适当松弛的弧度, 并留有缓冲的余量, 但又不宜过多, 以免光缆出现扭转、背扣或小圈。牵引过程中不得突然启动或停止, 应互相照顾呼应, 严禁生拉猛拽, 以免光纤受力过大而被损坏。在敷设光缆的全过程中, 应保证光缆外护套不受损伤, 密封性能良好。

(10) 光缆不论在建筑物内或建筑群间敷设, 应单独占用管道管孔, 如利用原有管道与铜芯电缆合用时, 应在管孔中穿放塑料子管, 塑料子管的内径应为光缆外径的 1.5 倍以上, 将光缆敷设在塑料子管中, 而不应与铜芯电缆合用同一管孔。在建筑物内, 光缆与其他弱电系统平行敷设时, 应按规定的间距分开敷设, 并固定绑扎。当小芯数光缆在建筑物内采用暗管敷设时, 管道的截面利用率应为 25%~30%。

(11) 采用吹光纤系统时, 应根据光纤芯数、光纤长度、穿放光纤的客观环境、光纤弯曲次数及管径粗细等因素, 确定空气压缩机的大小, 并选用吹光纤机等相应的设备及施工方法。

相关知识

光缆和电缆的区别

光缆和电缆中传输的信号分别是光信号和电信号; 光缆中的光纤是由以二氧化硅为主要成分的石英光导纤维制成的, 它不同于电缆中的铜芯导线。另外, 还有下述区别和特点, 这对于安装敷设施工都有密切关系, 必须注意。

(1) 劳动保护。施工人员操作不当, 石英玻璃碎片会伤害人。光纤发生断裂或光纤连接不好, 会使人受到光波辐射, 对人的眼睛可能造成损害。所以, 要求参加光缆施工的人员必须经过严格培训。有一定的专业知识, 方可进行安装和维护。必要时应采取一定的保护措施, 才允许进入施工现场, 以便正确操作, 迅速处理各种问题。而电缆施工则不存在劳动保护等有关问题。

(2) 机械强度。光纤的直径很小, 且性能较脆弱, 容易断裂。为了保证光缆的施工质量, 需要注意下述几点要求:

1) 在施工中, 应避免光缆受到重物碾压和外界的冲击力, 不得使光纤受损或光缆变形, 以免其光学特性发生变化。如果发现光缆有变形的可能时, 应对其护套进行检查, 必要时要对光纤衰减特性和光缆的密封性能等进行测试。如光缆不符合要求, 不应在工程中使用。

2) 光缆弯曲时不能超过最小曲率半径。在静止状态下, 容许的最小曲率半径应不小于光缆外径的 15 倍; 在施工过程中, 不应小于光缆外径的 20 倍。

3) 光缆敷设时的扭转力、张力和侧压力均应符合表 14-1 中的规定。要求敷设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超过光缆的允许张力。主要牵引力应加在光缆的加强构件上, 光纤不应直接承受拉力。

表 14-1

光缆允许张力和侧压力

光缆敷设 方 式	允许张力 (N)		允许侧压力 (N/100mm)	
	短 期	长 期	短 期	长 期
管道光缆	每千米光缆重量, 但不小于 1500	600	1000	300
直埋光缆	3000	(a) 1000 (b) 2000	3000	1000

对于表 14-1 的说明如下:

a. 直埋光缆 (a) 用于一般地区, (b) 用于土壤易变动地区或山区。

b. 用钢绞线吊挂的架空光缆可按照管道光缆的要求, 自承式架空光缆另行要求。建筑物内的光缆可按管道光缆处理。

c. 其他机械物理性能应按国家标准或 IEC 的规定进行试验。

d. 光缆在长期运行时, 虽然受到外力影响, 但要求光纤损耗不应增加。

(3) 接续方式。电缆导线与光缆光纤的接续方式不同。铜芯导线的连接操作技术比较简单, 不需较高的技术和相应的设备, 这种连接是电接触式的, 各方面要求均低。光纤的连接就比较困难, 它不仅要求连接处的接触良好, 而且要求光纤两端的接触端中心完全对准, 其偏差极小, 所以技术要求较高, 要求有高技术的接续设备和相应的技术力量, 否则将使光纤产生较大的衰减而影响通信质量。

二、建筑物内主干光缆的敷设

要 点

建筑物内主干光缆敷设的基本要求和方法与电缆敷设相似。可参见第十三章建筑物主干电缆施工中的内容, 具体施工方法的细节与电缆敷设相似。现简要介绍建筑物内主干光缆敷设要点和建筑物内主干光缆敷设注意事项。

解 释

(一) 建筑物内主干光缆的敷设要点

1. 通过各层配线间的槽孔垂直地敷设光缆

在配线间中敷设方式有两种: 一种是由建筑的顶层向下垂直布放, 另一种是由建筑物的底层向上牵引。通常采用向下垂直布放的施工方式, 只有整盘光缆搬到顶层有较大困难或有其他原因时, 才采用由下向上牵引光缆的施工方式。

2. 通过吊顶或天花板内敷设光缆

在某些建筑物中, 如低矮而又宽阔的单层建筑物中, 可以在吊顶内水平地敷设光缆。因为光缆的类型不同, 吊顶的类型不同, 所以敷设光缆的方法也不同。因此, 首先要查看并确定光缆和吊顶的类型。

通常, 当设备间和配线间同在一个大的单层建筑物中时, 可以在悬挂式的吊顶内敷设光缆。如果敷设的是有填充物的光缆而又不需牵引通过管道, 且具有良好的施工视野, 则光缆的

敷设就比较容易。

如果要在一个管道中敷设无填充物的光缆,就比较困难,其难度还与敷设的光缆及管道的弯曲度有关。

3. 在水平管道中敷设光缆

当需要在拥挤的区域内敷设无填充物的光缆,并要求对其进行保护时,可将光缆敷设在一条管道中。

(二) 建筑物内主干光缆敷设的注意事项

(1) 建筑物内主干布线子系统的光缆一般敷设在电缆竖井中的管槽中,它是从设备间至各个楼层的交接间之间敷设,成为建筑物中的主要骨干线路,光缆应敷设在槽道内(或桥架)和走线架上,并要排列整齐。槽道(或桥架)和走线架的安装位置应正确无误,安装牢固可靠。为了防止光缆下垂或脱落,在穿越每个楼层的槽道上、下端和中间,均应按1.5~2m间隔对光缆加切实有效的固定装置,如可用塑料带、尼龙绳索捆扎或钢制卡子箍住,使光缆牢固稳定。

(2) 光缆敷设后,应细致检查,要求外护套完整无损,不得有扭伤、折痕、压扁和裂缝等缺陷。若出现异常,应及时检测,予以解决。如为严重缺陷或有断纤现象,应检修测试合格后才允许使用。

(3) 光缆敷设后,要求敷设的预留长度必须符合设计要求,在交接间和设备间的设备端应预留5~10m,有特殊要求的场合,根据需要预留长度。光缆的曲率半径应符合规定,转弯的状态应圆顺,不得有死弯和折痕。

(4) 在建筑物内同一路由上如有其他弱电系统的管线或缆线时,光缆与它们平行或交叉敷设,应有一定间距,要分开敷设和固定,各种缆线间的最小净距应符合设计规定,也可参照电缆与其他管线的最小净距办理,用以保证光缆安全运行。

(5) 光缆全部固定牢靠后,应将建筑内各个楼层中光缆穿过的所有管孔、槽洞的空隙部分,先用材料密封,再加防火措施,用以达到防潮和防火的效果。

相关知识

通过建筑物各层的槽孔垂直敷设光缆

在新建的建筑物中,通常在垂直方向上有一层层对准的封闭型的小房间,常称为弱电间。

在这些封闭型的小房间中留有长15cm、宽10cm的槽或一系列10~15cm直径的孔,如图14-1所示。

这些孔和槽从顶到地下室的每一层都有,光缆便可通过各楼层这些孔来垂直敷设。在弱电间中敷设光缆有两种选择,即向下垂放和向上牵引。通常向下垂放比向上牵引容易些,因此一般都向下垂放施工。

在密封的建筑层槽孔敷设光缆时,应按下述的步骤进行:

(1) 在离建筑顶层槽孔1~1.5m处安放光缆卷轴,因为光缆通常是绕在线缆卷轴上,而不是放在纸板箱中,以便在卷筒转动时能控制光缆。要将光缆卷轴置于平台上,用以保持在所有时间内光缆与卷筒轴心都是垂直的。放置

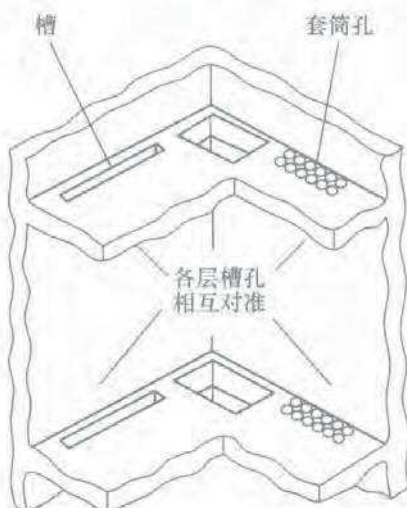


图 14-1 封闭型的配线间

卷轴时要使光缆的末端在其顶部,然后从卷轴顶部牵引光缆。在从卷轴上牵引光缆之前,必须将卷轴固定住,防止其自身滚动,而保证安全。

(2) 转动光缆卷轴,并将光缆从其顶部牵出。牵引光缆时要保证不超过最小弯曲半径和最大张力的规定。

(3) 引导光缆进入槽孔中去。如果是一个小孔,则首先要安装一个靴状保护物,用以防止光缆与混凝土边沿产生摩擦而损坏光缆。如果通过大的开孔下放光缆,则要在孔的中心上安装一个滑车轮,然后把光缆拉出并绕到车轮上去。

(4) 慢慢地从光缆卷轴上牵引光缆,直到下面一层楼的人能将光缆引入到下一个槽孔中去为止。

在每一层楼上重复以上步骤。当光缆达到最底层时,要使光缆松弛地盘在此处。

三、建筑群子系统光缆的敷设

要 点

建筑群子系统光缆的敷设基本上有3种方法:架空光缆施工、直埋式光缆敷设施工和管道式光缆敷设施工。管道敷设是在地下管道中敷设光缆,因为管道可以保护光缆,防止挖掘、有害动物及其他故障源对光缆造成损坏,所以是3种方法中最好的一种方法。通常不提倡直埋敷设,因为任何未来的挖掘都可能损坏光缆。架空敷设即在空中从电线杆到电线杆敷设,因为光缆暴露在空气中会受到恶劣气候的破坏,工程中较少采用这种方法。

解 释

(一) 架空光缆施工

在中小型的园区、已有的院落中,布置建筑群子系统的光缆线路,往往采用架空光缆。在比较空旷的街区或原野,条件允许时也有采用架空光缆敷设的。

架空光缆的施工步骤一般分为下列3步:

(1) 准备阶段。

1) 架空光缆敷设之前,首先对架空线路进行检验。要求必须符合相关的规定。如不合格应重新整修;部分不合格,部分整修,直到合格才能做架空敷设作业。

2) 对光缆路由和环境条件进行勘察,检查已确定光缆敷设施工作业的具体方式和必要的协调清障;检查有无妨碍施工作业的障碍和具体问题。

3) 架空光缆的准备:架空敷设之前,应详细核对敷设架空光缆的型号、数量、长度、端别;并根据路由长度配盘,应将架空光缆的接头点放在电杆上或邻近1m左右之处,以利于施工和维护。并加预留长度6~10m。每路光缆两端连接设备处预留10~20m。

(2) 钢绞线吊线敷设。

1) 在架空敷设前,应对钢绞线吊线全面检查有无腐蚀、伤痕、绞合不严密、不均匀、跳线等缺陷,是否符合国家质量标准要求。

2) 吊装的钢绞线应符合相应规范的要求。吊线的原始垂度应符合设计要求,固定吊线的铁件应安装位置正确,固定牢靠。

3) 架空光缆的吊挂方式目前以用光缆挂钩将光缆卡挂在钢绞线上为主。要求光缆吊挂要整齐平直, 不出现蛇形弯曲或上、下起伏。挂钩间距一般为 500mm, 允许偏差 $\pm 5\%$, 应均匀分布, 卡扣方向一致, 挂钩标准的选择参照表 14-2。

表 14-2 光缆挂钩选用表

光缆外径 (mm)	12 以下	13~18	19~24	25~32	32 以上
光缆挂钩型号	25	35	45	66	65

(3) 架空光缆敷设。

架空敷设光缆的方法基本与架空敷设电缆的相同, 施工时应注意下述问题:

- 1) 架空时, 光缆引上线杆处须加导引装置, 并避免光缆拖地。光缆牵引时注意减小摩擦力。
- 2) 每个杆上要预留一段用于伸缩的光缆。光缆在经过“丁”字形吊线连接或“十”字形吊线连接处时, 光缆的弯曲应圆顺, 并符合最小曲率半径要求, 光缆的弯曲部分应穿放在聚乙烯管中加以保护, 其长度约为 30cm, 如图 14-2 所示。

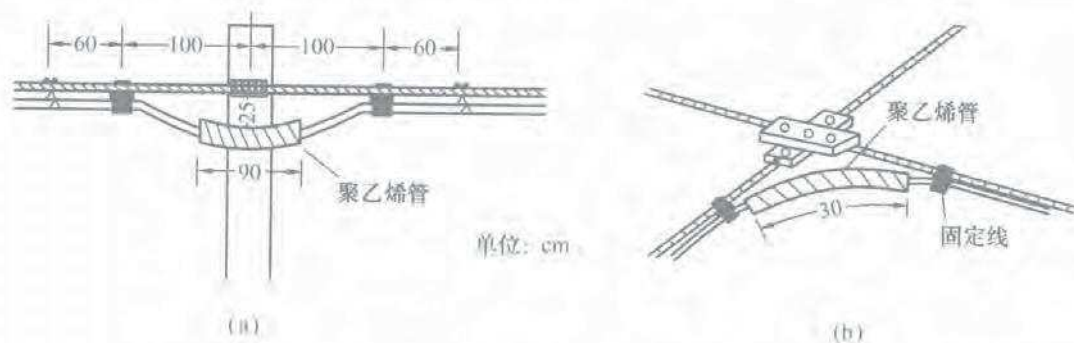


图 14-2 架空光缆保护

(a) 预留及保护方式; (b) 光缆的弯曲部分

3) 在电线杆附近的架空光缆接头, 它的两端光缆应各做伸缩弯, 两端的预留光缆应盘放在相邻的电线杆上, 固定在电线杆上的架空光缆接头及预留光缆的安装尺寸和形状如图 14-3 所示。

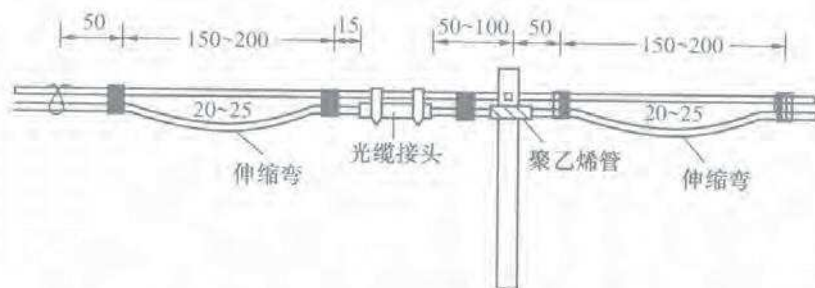


图 14-3 在电线杆附近架空光缆接头安装图 (单位: cm)

(二) 直埋式光缆敷设施工

在园区、社区的建筑群布线子系统中, 也有采用直埋式光缆敷设设计的。直埋式光缆敷设具有成本较低, 不影响园区、社区的外观, 并且具有耐寒防冻的优点。缺点是不便检修。

直埋式光缆敷设施工的步骤可分 5 个阶段: 即施工准备阶段; 开挖修整电缆沟; 布放光

缆、测试；填埋、标识和整理。直埋光缆是隐蔽工程，技术要求较高，在敷设时应注意下述几点：

(1) 直埋光缆的埋深应符合表 14-3 中的规定。光缆沟的定位和截面尺寸按设计要求开挖回填。

表 14-3 直埋光缆的埋设深度

序号	光缆敷设的土质或地段	埋设深度 (m)	备注
1	普通土质 (硬土地)	≥ 1.2	
2	砂砾土质 (半石质土等)	≥ 1.0	
3	市区、村镇的一般场合	≥ 1.2	不包括车行道
4	街坊和智能化小区内、人行道下	≥ 1.0	包括绿化地带
5	穿越道路、铁路	≥ 1.2	距道碴底或路面

(2) 在敷设光缆前应先清理沟底，沟底应平整，无碎石和硬土块等有碍于光缆敷设的杂物。若沟槽为石质或半石质，在沟底应铺垫 15cm 厚度的砂土或细土，得弄平整后才能敷设光缆；光缆敷设后应先回填 15cm 厚度的沙土或细土以便保护，这一保护层中严禁将砖块、硬土或碎石等混入，保护层采取人工轻轻踏平。

(3) 在同一路由且同沟敷设电缆或光缆时，应同时分别牵引敷设。

(4) 直埋光缆敷设位置，应在统一的管线规划综合协调下进行安排布置，以减少管线设置之间的互相矛盾。直埋光缆与其他管线的最小间距见表 14-4。

(5) 在道路狭窄、操作空间狭小的地方施工时候，宜采用人工抬放敷设光缆。敷设时不允许光缆在地上拖拉，也不得出现急弯、扭转、浪涌或牵引过紧等现象。

表 14-4 直埋光缆与其他管线之间的最小净距

内容 \ 项目	范 围	最小间隔距离 (m)	
		平 行	交 叉
市话管道边线 (不包括人孔)	—	0.75	0.25
非同沟的直埋通信电缆	—	0.50	0.50
给水管	管径 $< 30\text{cm}$	0.50	0.50
	管径 $3 \sim 50\text{cm}$	1.00	0.50
	管径 $> 50\text{cm}$	1.50	0.50
直埋式电力电缆	$< 35\text{kV}$	0.65	0.50
	$> 35\text{kV}$	2.00	0.50
高压石油、天然气管	—	10.00	0.50
热力、下水管	—	1.00	0.50
煤气管	压力 $< 0.3\text{MPa}$	1.00	0.50
	压力 $0.3 \sim 0.8\text{MPa}$	2.00	0.50
排水沟	—	0.80	0.50

(6) 在直埋式光缆敷设中，应采取预防机械性损伤等措施。

1) 穿越铁路、公路或可能行载重车的路面之下，应采用穿管保护，选用内径不小于 80mm 的对边焊接镀锌钢管或无缝钢管，并在钢管内放置一根聚乙烯塑料管，用于穿放光缆。

穿放定位后应将钢管两端封堵严实,以防沙、土、水进入管内,影响光缆的性能。

2) 在穿越一般公路、院内小路及可以行小型车辆的路面之下,应采用内径不小于 50mm 的厚壁聚乙烯塑料管或无缝钢管、镀锌钢管保护光缆,并封堵严实。

3) 穿越道路、公路、铁路旁或交叉处,地基土质松软地段时,并且光缆条数较多时,可以修筑砖砌或钢质槽道保护,少量光缆可以用架空钢管道或埋入地下钢管道保护,但应注意防寒、防冻等保护措施。

4) 对于特殊原因挖沟困难,光缆上层浮土可能被流水冲刷的地段、埋深达不到规定标准的地段、可能受到挖掘而损伤光缆的地段、穿越挖泥的沟塘等地段,应在光缆上方覆盖钢筋混凝土板保护。

5) 穿越溪涧、坡地或可能有山洪流水冲刷的地段应采取砌挡水墙、漫水坡或堵塞分流加固措施。

6) 当钢带护套光缆敷设在坡度为 20° 的地段上,或皱纹钢、铝管或细钢丝护套光缆敷设在坡度为 30° 左右的地方,且坡长大于 30m 时,应采用“S”形敷设。由于条件限制不能采用“S”形敷设的,可采用横木、埋桩等金属电缆锚固法加固光缆,穿越有拓宽、挖深可能的小河流、溪流时要预留适当长度的光缆。

7) 光缆接头管引出处应采用混凝土板覆盖或塑料瓦保护,也可以采用接头坑保护。

(7) 光缆敷设完毕后,应及时检查光缆的外护套,如有破损等缺陷应立即修复,并测试其对地绝缘电阻,电阻必须符合下列规定:

1) 单盘光缆敷设后测试每 1km 金属外护套对地绝缘电阻值,竣工验收指标不应低于 $10\text{M}\Omega$,目前暂允许有 10% 的单盘光缆不低于 $2\text{M}\Omega$ 。

2) 光缆接头盒密封完毕后测试光缆接头盒内所有金属构件对地绝缘电阻不应低于 $20000\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ 。

(8) 直埋光缆的接头处、拐弯点或预留长度处,以及与其他地下管道交接处,应设置标志,以便今后维护检修。标志可以用专制的标石,也可利用光缆路由附近的永久性建筑的特定部位,测量出距离直埋光缆的相关距离,并在有关图纸上记录,以作为今后的查考资料。

(三) 管道式光缆敷设施工

在居住区、社区、园区的建筑群间主干光缆施工中,多数采用管道式敷设。管道式光缆敷设的步骤如下:

(1) 在敷设光缆前,根据施工图纸和设计文件对穿放光缆的管孔大小和其位置进行核对,如所选管孔孔位需要改变时(同一路由上的管孔位置不宜改变),应取得设计单位的同意。

(2) 在敷设光缆前,应逐段将管孔清刷干净并进行试通。清扫时应用专门的清扫工具,清扫后应用试通棒试通检查,合格后才可穿放光缆。如采用塑料子管,要求对塑料子管的规格、材质、盘长进行检查,它们均应符合设计规定。一般塑料子管的内径为光缆外径的 1.5 倍以上,一个 90mm 管孔中布放两根以上的子管时,其子管等效总外径不宜大于管孔内径的 85%。

(3) 当穿放塑料子管时,其敷设方法与光缆的基本相同,但必须符合下述规定:

1) 穿放两根以上的塑料子管时,若是无颜色的塑料子管,应在其端头做好区别的标志,若管材已有不同颜色可以加以区别,则其端头可不必作标志。

2) 连续布放塑料子管的长度,不宜超过 300m,塑料子管不得在管道中间有接头。

3) 牵引塑料子管的最大拉力,不得超过管材的抗拉强度,并应遵守牵引光缆时的基本规定。

4) 布放塑料子管的环境温度应在 $(-5\sim+35)^{\circ}\text{C}$ 之间。温度过低或过高时,由于塑料管道的拉伸强度下降,可能会出现破损和断裂。

5) 穿放塑料子管的水泥管管孔,应采用塑料管堵头(也可采用其他方法),在管孔处安装,使塑料子管固定。塑料子管布放完毕后,应将子管口临时堵塞,以防异物进入管内;本期工程中不用的子管必须在子管端部安装堵塞或堵帽。塑料子管应根据设计规定的要求在人孔或手孔中留有足够长度。

6) 如果采用多孔塑料管,可免去对子管的敷设要求。

(4) 光缆牵引领头的制作方法与电缆的有所区别,通常将光缆中的纱线绞合打结后与拉线相连。在牵引领头与牵引索之间应加装转环,用为防止在牵引过程中发生扭转而损伤光缆。

(5) 光缆采用人工牵引布放时,在每个人孔或手孔处应有人值守,以帮助牵引;机械布放光缆时,便不需要,但在拐弯处应有专人照看。在整个敷设过程中,必须严密组织,并有专人统一指挥。牵引光缆过程中应有较好的联络手段,不应有未经训练的人员上岗和在无联络工具的情况下施工。

(6) 光缆一次牵引长度一般不应大于1000m。距离超长时,应在中间适当地点增加辅助牵引或将光缆盘成倒8字形分段牵引,用以减少光缆张力,提高施工效率。

(7) 光缆敷设后,应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,避免光缆绷得太紧。人孔或手孔中的光缆需要接续时,其预留长度按表14-5规定办理。如图14-4所示,光缆引出端留出足够的长度,从接线盒引出至建筑物内的主配线架,进入光纤连接场。连接场内光缆托架上也应留出一定余量,按设计要求进行引入。

表 14-5 光缆敷设的预留长度

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/孔)	持续每侧预留 长度 (m)	设备每侧预留 长度 (m)
管道	5	0.5~1.0	一般为	一般为
直埋	7		6~8	10~20

注 其他预留按设计要求,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。

(8) 光缆管道中间的管孔不得有接头。当光缆在人孔中设有接头时,要求光缆弯曲放置在电缆托板上并予固定绑扎,不得在人孔中间直接通过,否则既影响今后的施工和维护,又增加了光缆遭损坏的机会。

(9) 当管道的管材为硅芯管,尤其是采取气吹敷设光缆的方法时,由于硅芯管的内径与光缆外径的比值会直接影响其敷设光缆的长度,所以,敷设光缆的外径与管孔内径大小有关,目前,在气吹敷设光缆的方法中,通常把硅芯管内径与光缆外径的比值作为参照系数。根据以往工程经验,管径利用率为50%~60%时最佳,它有利于光缆敷设,使气吹敷设光缆的长度更长。

(10) 光缆与其接头在人孔或手孔中时,均应放在人孔或手孔铁架的电缆托板上予以固定绑扎,如图14-4所示,并应按设计要求采取保护措施。保护材料可以用软塑料管或蛇形软管等管材。

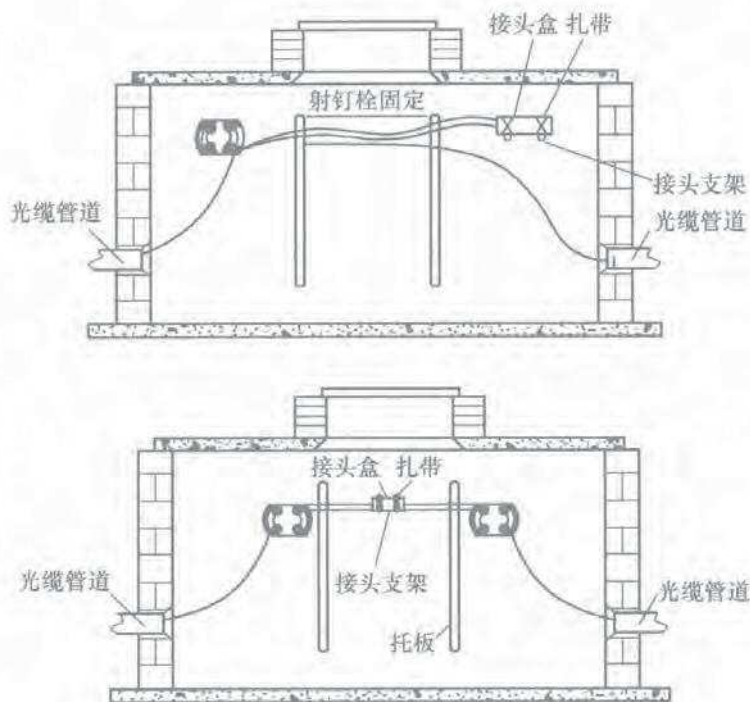


图 14-4 人孔中光缆及其接头安装方式图

(11) 光缆在人孔或手孔中应注意以下几点:

- 1) 光缆穿放的管孔出口端应封堵严密, 以防水分或杂物进入管内。
- 2) 光缆及其接续应有永久性识别标志, 标志内容有编号、光缆型号、规格、连接关系等内容, 并有技术档案记载, 给出清晰无异的解释说明。
- 3) 在严寒地区应按设计要求采取防冻措施, 以防光缆受冻损伤。
- 4) 如光缆有可能被碰损伤时, 可在其上面或周围采取保护措施。

相关知识

防机械损伤措施

在管道式光缆穿管牵拉时, 应采取下列防机械损伤措施:

(1) 在人孔、手孔内保护光缆, 采用蛇形软管。

1) 从光缆盘送出光缆时, 采取软管保护, 即将软管加装衬垫在塑料管口, 使光缆牵拉时的受力加在软管上, 用为防止被人孔口边擦伤。

2) 绞车牵引光缆通过转弯点和弯曲段时, 采用软 PE 管保护。

3) 绞车牵引光缆到人孔中不同水平高差段管孔时, 用软 PE 管保护。

(2) 在光缆进管口处, 采用喇叭口保护。

1) 光缆穿入管子使用两条互连的软金属管组成保护, 金属管长 1~2m, 每管的一端装喇叭口。

2) 光缆通过人孔进入另一管孔, 将喇叭口端放在牵引方向的管孔口。

(3) 光缆穿入管孔时, 应涂抹中性润滑剂。当牵引 PE 护套光缆时涂抹液体石蜡润滑, 也有采用以尼龙微球为基础的润滑剂, 将微球置入液体石蜡中或吹入管道, 涂抹光缆表面, 用以减少牵引光缆时的摩擦阻力。

四、光纤连接的类型

要 点

光纤连接是光缆连接的基础工程。由于连接类型不同,光纤连接可分为光纤接续和光纤终端两类。它们虽然都是通过光纤连接形成光通路,但区别很大。

解 释

(一) 光纤接续

光纤接续是将光纤互相直接连接,中间没有任何设备,它是固定连接。光纤的接续包含光纤接续、铜导线、金属护层和加强芯的连接接头套管的封合安装等,在施工时应分别按其操作规定和技术要求执行。

(二) 光纤终端

综合布线系统的光纤终端一般都在设备上或专门的终端盒中。设备上的终端是利用其装设的连接硬件,如适配器、耦合器等器件,使光纤互相进行连接。终端盒则采用光缆尾纤与盒内的光纤连接器相连接。这些光纤连接方式都采用活动接续,分为光纤交叉连接和光纤互相连接两种。

(1) 光纤交叉连接。光纤交叉连接又称为光纤跳接,是指光纤通过连接模块,利用光纤跨接线(两头有端接好的连接器)为可重新安排链路(拆除不用的链路或增加新的链路)而采取的连接形式。

(2) 光纤互相连接。光纤互相连接简称光纤互连,又称光纤对接,是指一种直接将来自不同地点的光纤通过光纤连接模块互相连接起来而不必通过光纤跨接线的连接形式。

相关知识

光纤终端的基本要求

光纤端接是综合布线系统工程的重要施工项目,必须符合下列基本要求。

(1) 为保证连接质量,光纤所带的连接器应按规定和设计要求插入光纤配线架上的连接硬件中。若暂时不用的光纤连接器,可以不插接,但应在连接器插头端盖上塑料帽,以保证其清洁干净。

(2) 在光纤终端设备的机房内,光纤或光缆和光纤终端接头的布置应合理有序,安装位置应安全稳定,其附近不应有可能损害它的外界设施,如易燃物质等。

(3) 光纤在机架上或设备内,应对光纤接续予以保护。光纤连接盒有活动和固定两种方式。无论在哪种储纤装置中,光纤盘绕应有足够的空间,都应大于或符合标准规定的曲率半径,以保证光纤正常运行。

(4) 利用室外光缆中的光纤制作连接器时,其制作工艺要求应严格按照操作规程执行,光纤芯径与连接器接头的中心位置的同心度偏差,应达到下述要求,可采用光显微镜或数字显微镜检查。

1) 单模光纤同心度偏差应小于或等于 $1\mu\text{m}$ 。此外,其连接的接续损耗也应达到规定

指标。

2) 多模光纤同心度偏差应小于或等于 $3\mu\text{m}$ 。

若上述两项不能达到规定指标,尤其是超过光纤接续损耗指标时,不得使用,应剪掉接续重新制作,务必合格才准使用。

(5) 光纤跨接线或光纤跳线等的连接器,在插接入适配器或耦合器前,应用蘸有试剂级丙醇酒精的棉签擦拭连接器插头和耦合器或适配器的内部,清洁干净后方可插接,并要求耦合器的两端插入的 ST 连接器端面在其中间接触紧密。

(6) 光缆中的铜导线应分别引入业务盘或远供盘等进行终端连接。金属屏蔽层(铝护层)、金属加强芯以及金属铠装层均应按设计要求,采取终端连接或接地。要求必须检查和测试这些措施是否符合规定。

(7) 在光纤、铜导线和连接器的面板上均应设有醒目的标志,标志内容应清楚完整、正确无误。

(8) 所有的光纤接续处(包括光纤熔接或机械接续)都应有切实有效的保护措施,并要固定牢靠。

五、光 纤 接 续

要 点

目前光纤接续使用的最普遍的方式是光纤熔接技术,光纤熔接技术是用光纤熔接机进行高压放电使待接续光纤端头熔融,合成一段完整的光纤。这种方法接续损耗小,而且可靠性高。利用光纤熔接机熔接光纤的具体操作主要有 4 个步骤,即光纤熔接的准备工作、待接续光纤端面的制备、光纤熔接、接头部位增强保护和盘纤固定。

解 释

(一) 准备工作

(1) 开剥光缆,并将光缆固定到接续盒内。注意不要伤到束管,开剥长度取 1m 左右,用卫生纸将油膏擦拭干净,将光缆穿入接续盒固定。

(2) 将不同颜色、不同束管的光纤分开,穿过热缩管。

(3) 准备熔接机,并在使用前和使用后及时去除熔接机中的灰尘,特别是夹具、各镜面和 V 形槽内的粉尘和光纤碎末。

(二) 待接续光纤端面的制备

光纤连接之前,首先要将光纤外面的所有覆层和缓冲层去掉并擦干净。除去涂覆层时不能伤害光纤的表面,不能使光纤的强度下降。去掉二次涂覆层可使用专用的剥线钳,去掉一次涂覆层可以采用浸透酒精的纱布擦洗,或用有机溶剂泡洗,或加热后用酒精棉擦等。然后用精密光纤切割刀切割光纤。对 0.25mm(外涂层)光纤,切割长度为 8~16mm;对 0.9mm(外涂层)光纤,切割长度只能是 16mm。要求端面垂直、光滑。因为该过程去掉了光纤外面的所有保护层,所以,机械强度会明显下降,因此,接续后一定要加以保护。

（三）光纤熔接

把制备好待接续的两根光纤置于熔接机微调架上，让其自动对准，对准情况可在熔接机显示屏上看得一清二楚。选择好熔接时间和电压即可进行熔接。接续时，先将待接续两根光纤端面预加热，并微熔。微熔的光纤端面由于表面张力而均匀整形，直至对接熔融成为一体。

（四）接头部位增强保护

因为光纤在接续过程中连接部位的机械强度明显下降，为了整个光缆链路的安全、可靠，必须进行接头保护，最常用的方法是使用套有不锈钢丝的热缩管。实际上热缩管内还有一根热熔管，接续的光纤就是通过此管的。当光纤接续完以后，把预先套在待接续光纤上的热缩管移至连接处，然后用专用的加热器加热约 1min，温度达 120℃ 左右即可。在加热过程中，热熔管完全融合并紧紧附着在光纤的周围，使光纤与空气隔离，从而得到保护，并大大地增加其机械强度。与此同时，热缩管收缩；在两端有微量熔体溢出并立即形成圆球。这样就把钢丝与已接续的光纤紧紧地捆在一起，从而达到增加连接部位机械强度的目的。

（五）盘纤固定

光纤全部连接完成后，应按下述要求将光纤接头固定和光纤余长收容盘放。光纤接续应按顺序排列整齐、布置合理，并应将光纤接头固定，光纤接头部位应平直，不应受力。

（1）根据光缆接头套管（盒）的不同结构，按工艺要求将接续后的光纤余长收容盘放在骨架上；光纤的盘绕方向应一致，松紧适度。

（2）收容余长的光纤盘绕弯曲时的曲率半径应大于厂家规定的要求，一般收容的曲率半径不应小于 40mm。光纤收容余长的长度不应小于 1.2m。

（3）光纤盘留后，按顺序收容，不应有扭绞受压现象。应用海绵等缓冲材料压住光纤形成保护层，并移放入接头套管中。

（4）光纤接续的两侧冗余部分应贴上光纤芯的标记。以便今后检测时备查。

相关知识

光纤机械拼接技术

机械拼接技术也是一种较为常用的拼接方法，它通过一根套管将两根光纤的纤芯校准，以确保连接部位的准确吻合。机械拼接主要分单股光纤的微截面处理技术和抛光加箍技术。使用光纤接续装置，可对单模或多模光纤进行永久性的机械式接续。它可在各种建筑环境下满足用户布线的要求。

（1）光纤接续装置（CSL）结构。图 14-5 是 CSL 部件分解图。透明箱的壳体是用塑料铸制而成，内侧挤出一透镜，还有透明的石英玻璃导管，使得光纤被放大，施工人员可以清楚地看到接续的全过程，从而大大提高接续质量和速度。

（2）CSL 接续原理。首先将两根待接续的光纤剥光，并按规定长度断开，然后将其插入塑料壳体，准确地进入玻璃导管孔。该孔对光纤起到初始定位的作用。当

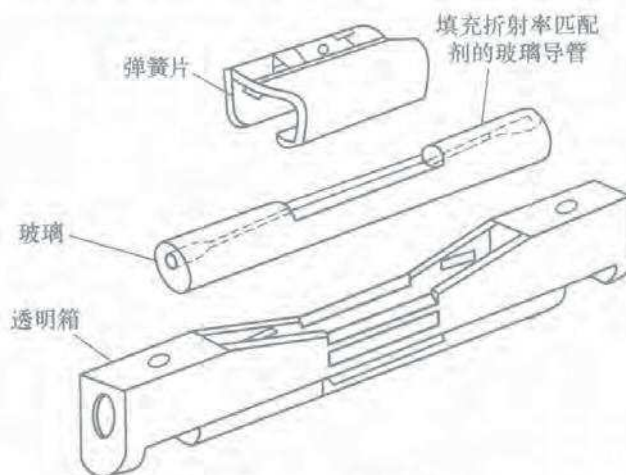


图 14-5 CSL 部件分解图

把光纤插入接头时,因为接头是透明的,而且借助于透镜,肉眼可以看到光纤接头的两端在移动。这一特征使接续操作人员有非常明显的视觉反馈,在接续过程中能够清楚地看到并确认光纤是否接上。当两根光纤插入并看到它们正确地对接以后,就可以用工作台操作手柄将弹簧片压紧,把光纤压在适当的位置夹紧以防被拉出。

(3) CSL 接续过程。对有外涂覆层 $250\mu\text{m}$ 光纤的接续过程如下:

1) 将接头部件放进金属夹的工作台中,金属夹的面向下。从第 1 条光纤上剥去长 3.18cm 的外衣。然后用一块蘸有异丙基酒精的棉布由有外衣光纤的地方向裸光纤方向擦拭,以除去残留的外衣碎片。

2) 在留下 1.19cm 裸光纤处切割光纤。

3) 将光纤放到泡沫材料夹中,以使光纤末端接近漏斗形的入口。

4) 用拇指和食指拿住准备好的光纤,慢慢地将光纤插入漏斗形入口直到其“底部”。通过透明塑料壳的顶部可观察到光纤插入的情况。

5) 在泡沫夹和接头之间的光纤若有弓形,则应拿住泡沫材料夹处的光纤,然后轻轻地将光纤往外拉一点,直至泡沫材料夹和接头之间的光纤达到笔直时为止。

6) 按前面第 1) 步到第 2) 步的做法对第 2 根光纤进行剥皮,清洗及切割,并把准备好的第 2 根光纤插入另一个泡沫材料夹中。

7) 慢慢地将第 2 根光纤插入接头中,直到它碰上第 1 根光纤为止,然后小心仔细地将第 2 根光纤向前推一小点,到能看见第 1 条光纤出现一小弓形为止。这个小弓形表示两根光纤之间的接触点已在接头的中心处。

8) 摇动工作台操作手柄,将弹簧片压紧,把光纤压在适当的位置并夹紧,以防被拉出,然后开启操作工作台手柄。

9) 在从工作台上取出光纤接头之前,先从泡沫材料夹中拿出夹在其中的光纤,然后小心地将接头从工作台上取出。检查做完的光纤接头,如图 14-6 所示。核实光纤外衣进入每端玻璃导管中的部分是相等的。

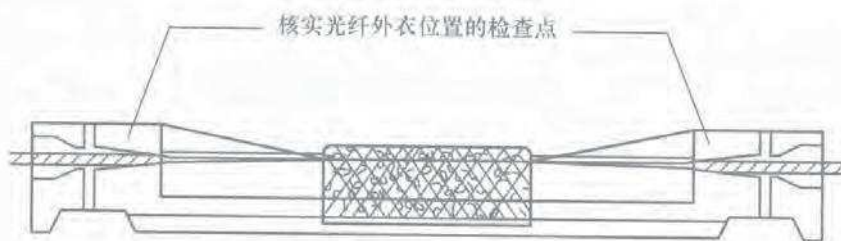


图 14-6 对制作好的光纤接头进行检查

10) 将制作好的光纤接头放在合适的托盘中。

(4) 光缆护套连接技术要求。光纤连接好后就是光缆护套的连接,即使用光缆接续护套将待接续的两根光缆护套连接起来,从而把已接续的光纤保护起来。光缆护套的连接主要采用机械连接。制造光缆接续护套的常用材料有两种,一种是由金属材料制成,另一种是由高强度工程塑料加适量抗老化剂注塑成型。不管何种材料都应满足护套连接的基本要求:

1) 应具有防水、防潮、防有害气体浸入的密封性能。

2) 应具有耐化学腐蚀、耐高低温 ($-40\sim+90^{\circ}\text{C}$)、防雷击的性能。

3) 应能长期保护光纤接续不受外力的影响。

- 4) 具有收容余留光纤和日后维护操作的必要空间。
- 5) 具有能拆卸、再连接以及便于分支连接的性能。

六、光纤终端的连接方式

要 点

综合布线系统的光纤终端一般都在专门的终端盒中或设备上。终端盒是采用光缆尾纤与盒内的光纤连接器相连接。设备上的终端则利用其装设的连接硬件，如耦合器、适配器等器件，使光纤互相进行连接。这些光纤连接方式都采用活动接续，分为光纤交叉连接和光纤互相连接两种。

解 释

(一) 光纤交叉连接

光纤交叉连接又称光纤跳接，与铜导线电缆在建筑物配线架或交接箱上进行跳线连接是基本相似的，它是一种以光缆终端设备为中心，对线路进行集中管理的方式，它既便于重新配置、新增或拆除线路，又可简化光纤连接。在需要调整时，一般采用两端均装有连接器的光纤跳线或光纤跨接线，在终端设备上安装的耦合器、适配器或连接器面板进行插接，使终端在设备上的输入和输出光纤互相连接，形成完整的光通路。这些光缆终端设备较多，有光缆配线架、光缆接线箱和光缆终端盒等多种类型。它们的规格和容量都有很大的区别，有几芯到几十芯，甚至百芯以上，选用时应根据光缆的规格、敷设方式、网络需要和装设场合等来考虑。光纤交叉连接的简单连接状况如图14-7所示。图中为了简化，只表示出光纤跨接线的一侧。

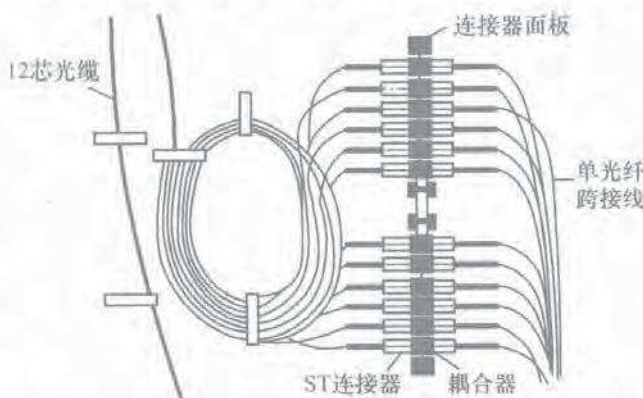


图 14-7 光纤交叉连接示意

(二) 光纤互相连接

光纤互相连接简称光纤互连，又称光纤对接，它是综合布线系统中较常用的光纤连接方法，有时也作为线路管理使用。它的主要特点是直接将来自不同光缆的光纤通过连接套箍互相连接，在中间不必通过光纤跳线或光纤跨接线连接，如图14-8所示。在综合布线系统中，如果不考虑对线路进行经常性的调整时，而只是为了降低光能量的损耗，常常使用光纤互连模块。因为在光纤互连中，光信号只通过一次插接性连接，其光能量损耗远比光纤交叉连接要小。而在光纤交叉连

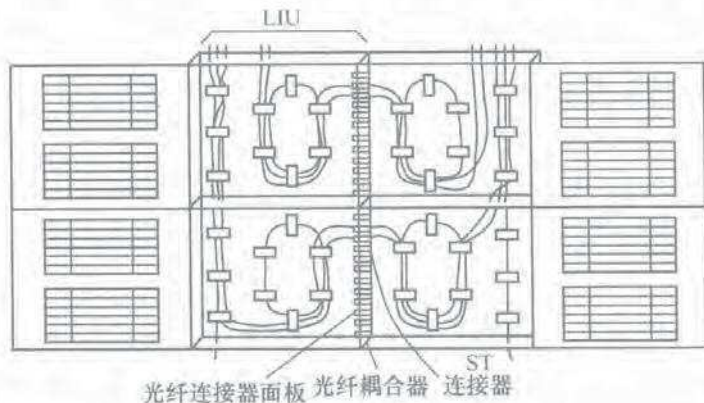


图 14-8 光纤互连示意

接中,光信号需要通过两次插接性连接,且有一段跳线或跨接线的损耗。但是两者相比,各有其特点和用途。光纤交叉连接在使用时较为灵活,但它的光能量损耗会增加一倍。光纤互相连接是固定对应连接,灵活性差,但其光能量损耗较小。选择这两种连接方式应根据网络需要和设备配置来决定。

相关知识

光纤交叉连接和互相连接的硬件

组成交叉连接和互连的元件基本上是相同的,常用的有下列几种:

(1) 光纤耦合器(ST耦合器)。光纤耦合器(ST耦合器)是交叉连接和互连的基本元件之一。装在光纤互连装置内主要起连接光纤连接器的作用。

(2) 光纤连接器嵌板。装设在光纤互连装置内。光纤连接器嵌板的主要作用是用来固定光纤互连装置中ST耦合器。

(3) 光纤互连装置。光纤互连装置(LIU)是综合布线中常用的标准光纤交连硬件,是一个附有识别线路标签的盒子,如图14-9所示。该硬件用来实现交叉连接和互连的管理功能,还支持束管式光缆和带状光缆的跨接线。

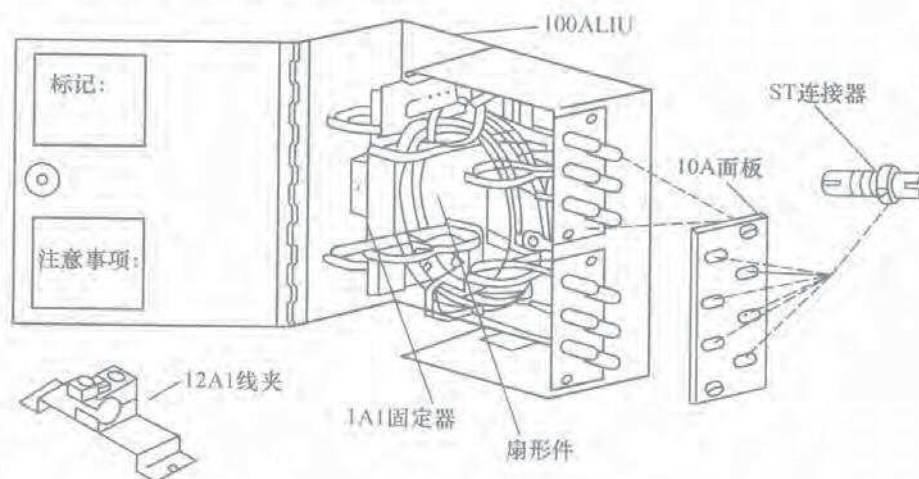


图 14-9 光纤连接盒

光纤互连装置被设计成模组化的封闭盒,由工业聚酯材料制成。其容量范围是从12、24到48根光纤。不同根数的光纤采用不同型号的光纤互连装置。其类型有:100A、200A和400A。

(4) 扇形件。标准扇形件装设在光纤互连装置内,与光纤互连装置配合使用,使具有阵列连接器的光缆在端接嵌板处变换成12根单独的光纤。每根光纤都有特别结实的缓冲层,以便在操作时得到更好的保护。

(5) 光纤接线盒。通用光纤接线盒主要作用是轻装型光缆、带状光缆或跨接线光缆的接合装置提供保护外壳。

(6) 光纤交叉连接架。光纤交叉连接架由几组排列接线板组成,是光纤线路的端接和交连的地方。其中每一个接线板可端接和交叉连接576个端接点。光纤交叉连接架利用大小不同的凸缘网格架来组成框架结构,架内安装有用螺栓固定的夹子,以便引导和保护光缆。各种模块化的搁板可以容纳所有的光缆、连接器和接合装置,同时也用作接合和端接单元。

(7) 光纤连接装置。光纤连接装置主要作用是进行光纤线路端接、接续和交连的装置。它可以是一个可抽出的抽屉，也可以是一个固定的盒子。它的模块化设计允许灵活地把一个线路直接连到一个设备线路或利用短的互连光缆把两个线路交连起来。所有的光纤装置均可安装在 48.26cm 或 58.42cm 的标准框架上，也可直接挂在设备间或配线间的墙壁上。选型时，可根据功能和容量选择光纤连接装置。

(8) 附加元件。在交叉连接和互连中，还有一些附加元件，如用于光纤跨接线的水平、垂直过线槽等。

七、光 纤 连 接 场

要 点

综合布线中如果光纤较多，光纤连接就需要使用多个模块，构成光纤连接场进行光纤的连接。根据用户对链路的要求、使用模块的多少、连接形式不同等具体情况，光纤连接场可分为光纤交连场和光纤互连场。

解 释

(一) 光纤交连场

光纤交连场使得每根输入光纤可以通过两端均有套箍的跨接线光缆连接至输出光纤。光纤交连场可由若干模块组成，每个模块可端接 12 根光纤。光纤交连模块包括一个 100A 光纤互连装置、两个 10A 连接器面板和一个 1A4 跨接线过线槽，如图 14-10 所示，如果光纤交连模块不止 1 列，则还需配备 1A6 水平捷径过线槽。

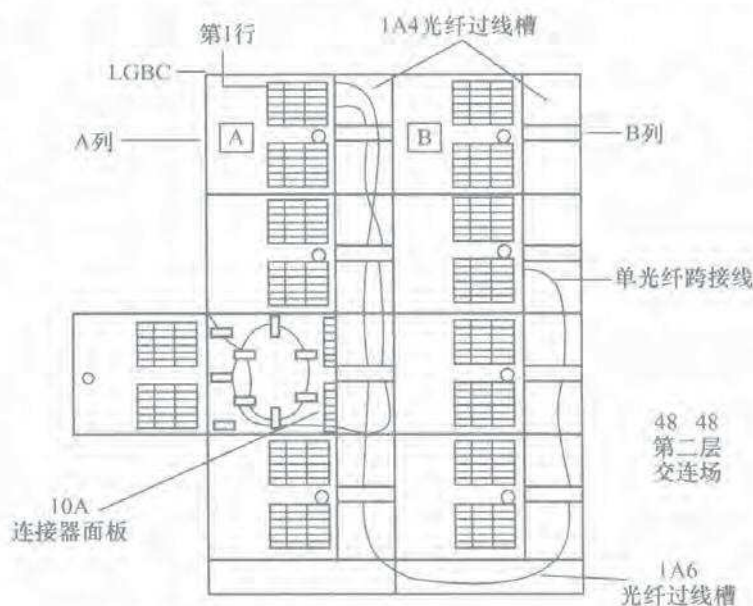


图 14-10 光纤交叉连接模块

一个光纤交连场可以将 6 个模块堆积在一起，高度为 172.72cm。如果需要附加端接，则要用 1A6 捷径过线槽将各列光纤互连装置互连在一起。

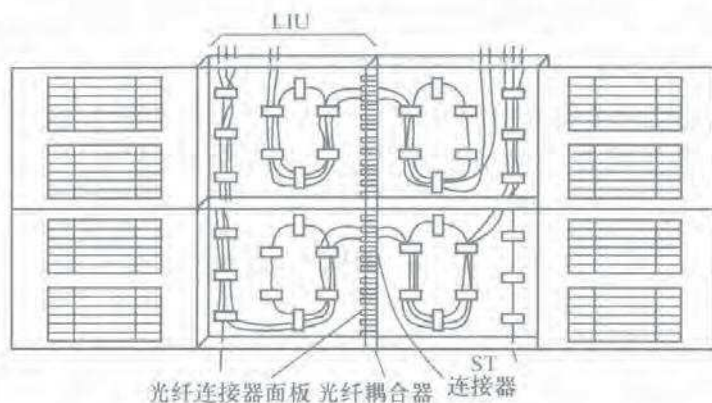


图 14-11 光纤互连模块

110A 型电缆配线架和 200A 型光纤互连装置来完成。

相关知识

(一) 单列交连场

安装一列交连场，可把第 1 个光纤互连装置放在规定空间的左上角。其他的扩充模块放在第 1 模块的下方，直到一列交连场总共 6 个模块放完为止。在这一列的最后一个模块下方应增加一个 1A6 光纤过线槽。若需要增加列数，每个新增的列都应先增加一个 1A6 过线槽，并与第 1 列下方已有的过线槽对齐。

(二) 多列交连场

安装的交连场不止一列时，应把第 1 个光纤互连装置放在规定空间的最下方，而且先给每列 12 行配上一个 1A6 光纤过线槽。把它放在最下方光纤互连装置的底部，且至少应比楼板高出 30.5cm。

(二) 光纤互连场

光纤互连场使得每根输入光纤可以通过套箍直接连至输出光纤。

光纤互连场包括若干模块，每个模块可以使 12 根输入光纤连至 12 根输出光纤。如图 14-11 所示，一个光纤互连场包括两个 100A 光纤互连模块和两个 110A 连接器面板。

值得注意的是，如果是电缆、光缆的混合线缆的互连和交连，可参照

八、光纤连接器的安装

要点

光纤连接器是光纤与光纤之间进行可拆卸连接的元器件，又称为“活接头”。光纤连接器的作用是实现光纤与光纤之间、光纤与应用系统的设备之间、设备与设备之间及设备与仪表之间的活动连接，以便于应用系统的接续、测试和维护。光纤连接器是光系统中使用量最大的光无源元器件，现在已经广泛应用的光纤连接器，其种类众多，结构各异。现详细叙述光纤端接的形式、光纤连接器的种类、结构及其安装程序。

解释

(一) 光纤端接的形式

光纤端接与拼接不同，它用于需要进行多次拔、插的光纤连接部位的接续，属非永久性的光纤互连。常用于配线架的跨接线以及各种插头与应用设备、插座的连接等场合。光纤端接在管理、维护、更改链路等方面非常有用。光纤的端接一般分为成品端接、半成品端接和现场端接三种形式。

(1) 成品端接。成品端接就是光纤两端的连接器，是由生产厂商事先接好的，所以它的连接质量一般比较好。成品端接具有方便的优点，缺点是不灵活。

(2) 半成品端接。半成品端接也可称为抽头拼接，它使用的是一段半成品的跨接线，一端已由厂商预先装好合适的连接器，另一端则是未加工的光纤。使用时可以根据实际需要，采用端接技术或拼接技术把光纤未加工的一端连到其他光纤装置上。半成品端接具有灵活性较强的优点，缺点是方便性稍差。

(3) 现场端接。现场端接就是根据实际需要，现场完成光纤连接器的安装工作。现场端接的灵活性很强，但技术要求也很高。

(二) 光纤连接器的种类

在综合布线系统中使用的光纤连接器的种类较多，有 ST 连接器、SC 连接器、FC 连接器，还有 FDDI 介质界面连接器 (MIC) 和 ESCON 连接器等。

(1) ST 光纤连接器用的最多，它主要用在光纤的端部，一般安装在光缆中的单根光纤的端点，以便在光电终端设备上交叉连接或互相连接。在综合布线系统所有的单工终端应用时，均采用 ST 光纤连接器，它与光缆接线箱 (LIU) 和光缆配线架上的 ST 光纤连接耦合器配合使用。

(2) MIC 型是一种双工连接器。它通常接在 FDDI 光缆跨接线的两端，用于将 FDDI 装置连接在带有 FDDI/ST 耦合器的设备和信息插座中，并且可用于 FDDI 网的交叉连接或闭环连接。

(三) 光纤连接器的结构

ST 型光纤连接器用于光纤的端点，实现光纤的交叉连接、互连或把光纤连接到光电设备上。

如图 14-12 所示，光纤连接器由连接器体、套筒 (黑色用于直径 3mm 的单光纤；银色用于直径 2.4mm 的单光纤)、缓冲层光纤缆支持器 (引导)、带螺纹帽的扩展器、保护帽等组成。

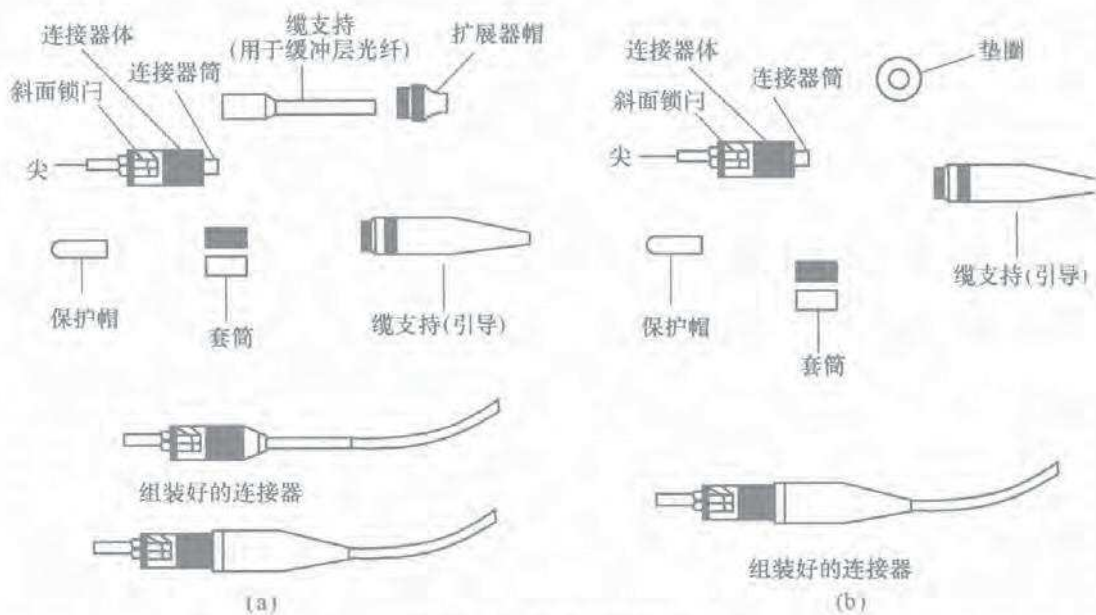


图 14-12 光纤连接器组成
(a) 标准型连接器；(b) 正面固定型连接器

(四) 光纤连接器的安装程序

以标准型 ST II 光纤连接器为例来介绍光纤连接器的安装程序。ST II 光纤连接器在光纤端的安装比较复杂,技术要求较高。

(1) 在剥除光缆的外护套时,用刀切割外护套的深度和剥除外护套的长度,都应按标准执行,不得损伤光纤。

(2) 根据不同类型的光纤和不同类型的 ST II 插头,对需要安装的光纤作好标记。

(3) 根据光纤不同的外皮和涂覆层,采用不同的剥线器,将光纤的涂覆层和外皮剥除。在剥除过程中有下列几点需要注意:

1) 剥线器的刀片等必须清洗干净,不应留有粉尘,剥线前、后均应清洗刀片。

2) 用蘸有酒精的布或纸擦去光纤上残留的外皮,要求细心擦拭两次,擦拭时不能使光纤弯曲。

3) 不要用干布或干纸擦拭已无外皮的光纤,以免划伤光纤表面而造成缺陷;不应触摸裸露的光纤或将光纤与其他物体相接触,以免产生不洁之处。

(4) 将准备好的干净光纤存放在专用的“保持块”中。在存放光纤前,应先将“保持块”处理干净,然后按顺序依次存放光纤,并使裸露的光纤部分悬空,若光纤被弄脏,应再用蘸有酒精的软布或纸细心擦拭两次。

(5) 将光纤安装到 ST II 型连接器插头中,并用注射器把环氧树脂注入到连接器插头内,使光纤上涂上一薄层环氧树脂外皮。有如下具体要求:

1) 要求光纤表面有一层均匀的环氧树脂外皮。

2) 光纤应从连接器中间正确插入,与连接器的洞孔关系应符合标准要求,光纤不应中断。

(6) 采用专制电烘烤箱烘烤环氧树脂,将光纤与连接器在箱中烘烤约 10min 后取出,放在“保持块”上自然冷却。在整个烘烤过程中,为了保持光纤连接牢固,并避免受力弄断光纤,不得用手拿光纤部分,只能拿连接器主体。

(7) 用专用切断工具在连接器插头的末端伸出光纤上刻痕,去掉多余光纤端部。为了便于光纤端面磨光处理,要求光纤不能在连接器插头尖端内有折裂等缺陷。另外,在连接器的插头尖部不得有残留的环氧树脂;若发现有,则应用干净的单边剃须刀细心除去。

(8) 最后光纤连接器制作最关键的工序,即进行磨光,具体要求如下:

1) 所有磨光工具和物品必须清洁干净,采用蘸有酒精的布或纸擦拭整洁。

2) 要按规定的操作程序磨光,在磨光时要特别小心,不得使光纤末端粉碎或折裂,要及时检查连接器尖端的平滑区的磨光情况,并进行最终磨光和最后检查。

3) 一个合格的光纤末端应在核心区域中没有裂开的空隙、孔或深的压痕,或在包层中没有深的缺口。确认所磨的光纤末端可以使用时,便是符合要求的连接器。若不是立即使用它,则应用保护帽将其端部覆盖保护。如果检查不符合要求时,需重新端接。

相关知识

金属圈的制作

光纤连接器使用的金属圈有锆质和铝质两种材料。不同材料的金属圈需要使用不同的擦光纸和不同的磨光程序。铝比锆坚硬,因此制作光纤连接器的工艺不同。在磨光锆陶质材料连接器时,因为锆较铝软,制作工艺简单,可使用钻石纸小心摩擦锆金属圈,擦去金属上的污点。而在磨光铝陶质金属圈的连接器时,磨到金属圈部分还可继续再磨。

九、光纤连接器的互连

要 点

光纤连接器互连比较简单。对于互连模块来说,光纤连接器的互连是将两条半固定的光纤通过其上的连接器与此模块嵌板上的耦合器互连起来。做法是将两条半固定光纤上的连接器从嵌板的两边插入其耦合器中。而对于交叉连接模块来说,光纤连接器的互连是将一条半固定光纤上的连接器插入嵌板上耦合器的一端中,此耦合器的另一端中插入的是光纤跨接线的连接器,然后将光纤跨接线另一端的连接器插入要交叉连接的耦合器的一端,该耦合器的另一端中插入要交叉连接的另一条半固定光纤的连接器。

ST 光纤连接器互连主要有 3 步,即 ST 连接器的清洁、光纤耦合器的清洁和将 ST 连接器插到耦合器中。

解 释

(一) ST 连接器的清洁

取下 ST 连接器头上的黑色保护帽,用蘸有试剂级丙醇酒精的棉签轻轻擦拭连接器头,如图 14-13 所示。

(二) 光纤耦合器的清洁

摘下光纤耦合器两端的红色保护帽,为了除去其中的碎片,用蘸有清洁剂的杆状清洁器穿过耦合器孔擦拭耦合器内部。使用罐装气,吹去耦合器内部的灰尘,如图 14-14 所示。

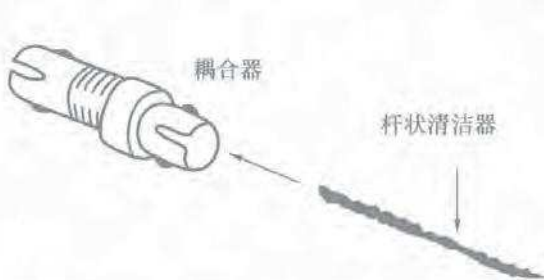


图 14-13 ST 连接器的清洁

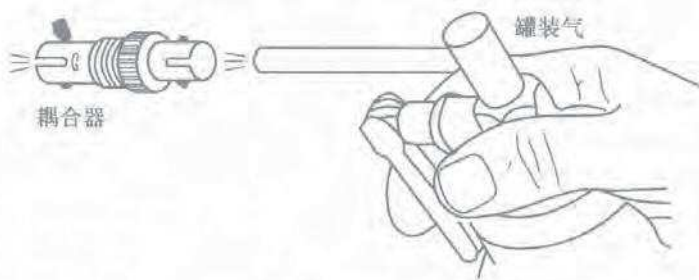


图 14-14 光纤耦合器的清洁

(三) 将 ST 连接器插到耦合器中

将光纤连接器槽口对准耦合器上的突起,插入后扭转连接器以使其锁定。若经测试发现光能量耗损较高,则需摘下连接器并用罐装气重新净化耦合器,然后再插入 ST 光纤连接器。在耦合器的两端插入 ST 光纤连接器,并确保两个连接器的端面在耦合器中接触,如图 14-15 所示。



图 14-15 将 ST 连接器插到耦合器中

值得注意的是,每次重新安装时,都要用罐装气吹去耦合器的灰尘,并用蘸有试剂级丙醇酒精的棉签擦净 ST 光纤连接器。

相关知识

光纤互连模块装配

以 400A1 型光纤互连模块为例子,介绍光纤互连模块的装配。

400A1 型光纤互连模块可容纳 24 个接续或端接 48 根光纤,加上 24 个端接。可安装 8 个 1000ST 耦合器嵌板,用来将 ST 光纤连接器对接起来。400A1 型光纤互连模块还能容纳多达 4 个 FDDI 连接器面板。安装 400A1 型光纤互连模块的例子如图 14-16 所示。

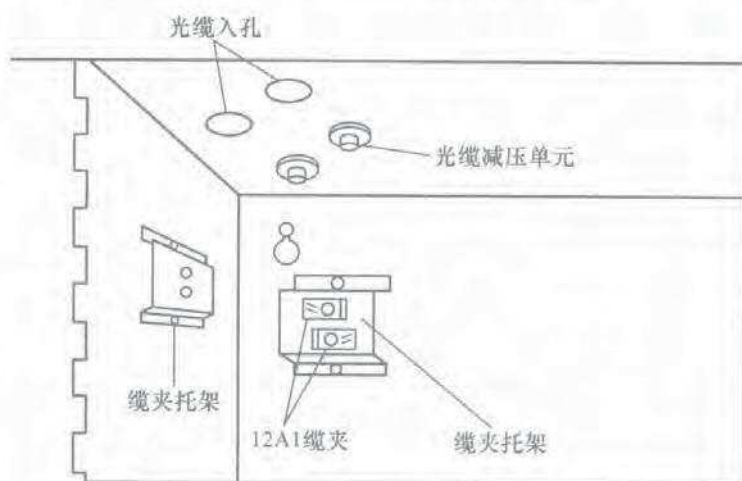


图 14-16 安装 400A1 光纤互连装置

400A1 光纤互连模块中的跨接线路由与 100A2 光纤互连模块和 200A 光纤互连模块中的跨接线路由不同,在其右边顶部、底部提供装有黑色橡皮的孔眼。这些孔眼供交叉连接跨接线从上面的 400A1 光纤互连模块进入下面的 400A1 光纤互连模块。跨接线不外露,所以不受污染。400A1 光纤互连模块元件安装示意图如图 14-17 所示。

模块元件安装好,光缆从外面进入后由图 14-17 中的 12A1 缆夹固定,光缆末端到缆夹至少要留出 1.5m,以便对光缆中的光纤末端进行加工。

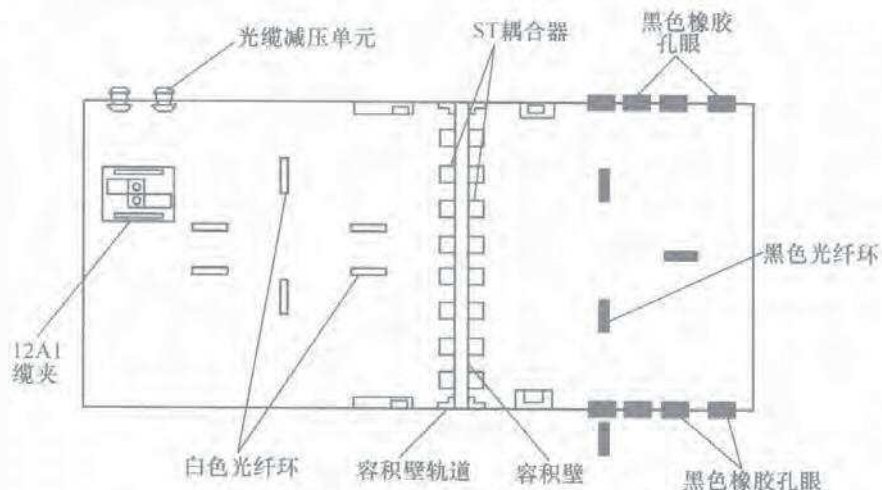


图 14-17 400A1 光纤互连模块元件

第十五章

综合布线系统工程测试

一、概 述

要 点

计算机网络结构化综合布线系统是网络中最基本、最重要的组成部分，是连接每一台服务器和工作站的纽带。作为传输高速数据的介质，计算机网络化综合布线系统对线缆的要求较严格，一旦线缆产生故障，严重时可导致整个网络系统的瘫痪。所以，在布线工程完成后，必须对整个布线系统进行全面测试。

解 释

工程测试的必要性

现如今，综合布线已成为办公楼宇的必要组成部分，不仅新建的办公楼要做综合布线，对已经建成的办公楼也要进行综合布线改造。这样，综合布线的市场越来越大。综合布线市场迅速增大，难免其中鱼龙混杂，在工程质量上出现诸多问题，主要表现在下述一些方面。

1. 不按标准设计

如有的项目按照标准应该用 5 类线才能达到预定的技术指标，而用户为缩减预算而提出用 3 类线代替，集成商为了把项目承揽下来，便答应采用 3 类线，这实际上是一种欺骗用户的行为。

2. 不按规范施工

综合布线对施工的要求很高，例如要求走线横平竖直，表面上看起来很容易，可是在实际操作上，稍一疏忽，线缆绕一个圈，就会产生很严重的后果；又如线对的匹配、剥线的长短、接地的处理等细节，对整个工程的性能都有很大的影响，一根 8 芯缆线，如果想当然地按绿、橙、蓝的顺序连接，而不按照标准（T568B 白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕）进行连接，连通测试时是发现不了问题的，但在使用时，即使只有一个人使用的情况下，效率也只有 25%。所以，每一个细小的地方，都必须按照规范施工，才能保证工程的质量。

3. 文档不全

一个工程由成百上千甚至上万个信息点组成，只有依靠完善的文档资料，才能确保日后的测试、维修、管理等工作的顺利进行。有些工程由于文档不健全，便有一些信息点找不到了，信息点的丢失，是资源的巨大浪费，同时，也不能满足日后工作的需要。文档不完全的另外一种情况是标号标错，张冠李戴，不能顺利地找到信息点。

4. 没有科学的测试方法

有的用调试代替测试,对某个工程进行验收测试时,工程的乙方会对工程进行口头保证。可是实际一测试,不是没有问题,而是问题很多。这有点像编程序,程序员自己往往用能使程序正确执行的数据去测试,所以测试总是会通过,但现实的数据却经常出乎程序员的预料,导致程序不能正确运行。所以,需要专门的测试人员对程序进行测试。综合布线的测试也同样需要专门的测试人员进行测试。用调试代替测试,还因为甲方当时的工作负荷不满而让有问题的工程蒙混过关。例如有些工程是按 100Mb/s 的规格设计的,但开通时只运行 30Mb/s,100Mb/s 的工程跑 30Mb/s 时可能不出现问题,但并不能代表它运行 100Mb/s 时也不出问题。在测试中还发现,用户正在使用的点都没问题,但待用的点都有问题。有的人测试时是将一台机器搬到最远的信息点进行登录,登录成功即算通过,结果在真正运行时,原来能通的点却不通了。

5. 工程甲方不重视验收

有些工程甲方盲目相信乙方承诺的各种保证,如多少年都不会有问题等,对工程不进行认真验收,认为乙方有保证书,就可以没有问题了。但现在集成商良莠不齐,有些集成商能否坚持到他所保证的年数都已成为问题。

6. 集成商质量意识不强

在检测中,当检测出问题时,有些集成商甚至说:“工程中出现一定的错误是难免的”。

7. 假冒伪劣产品

综合布线是一项新兴的技术,大多数人员还比较陌生,检测工程质量也需要专门的仪器,这些仪器都很昂贵,因此,建议在综合布线工程完工时,请专门的检测机构进行验收测试,以免造成预想不到的损失。目前,工程完工后请第 3 方进行验收的机制和观念都还没有完全建立起来,有些用户不知道有第 3 方机构可以进行工程验收,有些用户是没有想到,而有些用户觉得这样做是对乙方的不信任,面子上过不去。与建筑监理一样,将综合布线纳入法规化管理的问题亟待落实和解决。

相关知识

从工程的角度来说综合布线测试可以分为两类:电缆传输链路验证测试和电缆传输通道认证测试。

1. 电缆传输链路验证测试

电缆传输链路验证测试一般是在施工的过程中由施工人员边施工边测试,以保证所完成的每一个连接的正确性。通常这种测试只注重综合布线的连接性能,而对综合布线的电气特性并不关心。

2. 电缆传输通道认证测试

电缆传输通道认证测试是指对综合布线依照某一个标准进行逐项的比较,以确定综合布线是否全部达到设计要求,这种测试包括连接性能测试和电气性能测试。

二、电缆传输链路的验证测试

要 点

电缆传输链路的验证测试是指在现场施工阶段,施工人员边施工边测试,主要测试电缆的

基本安装情况,以保证完成的每一个连接的正确性。如果在施工时能保证接线的正确,便可以减少认证时由于仅仅是接线这类的连接错误而返工所造成的浪费。但这种测试只注重综合布线的连接性能,而对综合布线电气特性并不关心。

解 释

(一) 验证测试的内容

验证测试主要是测试线缆及连接件的连接性能,包括连接的是否正确。

电缆安装是一个以安装工艺为主的工作。由于没有人能够完全无误地工作,所以为确保安装达到性能和质量的要求,必须进行链路测试。据调查,在综合布线中,即使是优秀的施工人员,如果没有测试工具,所做的连接也可能会出现错误。施工中最常见的连接故障是:电缆标签错,连接不良或开路、短路,电缆与信息插座间接线图错误(包括错对、极性接反、串绕)。插针/线对分配在国际布线标准 ISO/IEC 11801—1995 (E) 中都已定义,正确的线对连接如图 15-1 (a) 所示,各种常见的连接错误如图 15-1 (b) 所示。

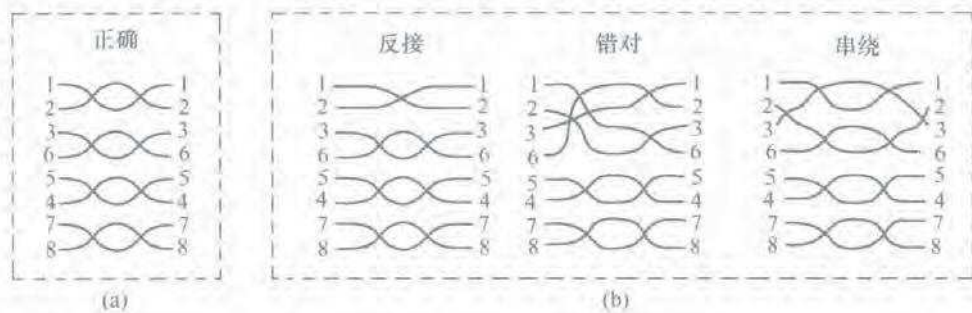


图 15-1 正确与不正确的接线

(a) 线对连接正确; (b) 线对连接不正确

这些故障的特征及原因如下:

(1) 开路、短路。往往是在施工时由于安装工具使用不当或接线技巧问题所致,也可能是管内、墙内穿线工艺不良造成的。

(2) 反接, 又称反向线对。将同一对线在两端针位接反, 一端为 1 和 2, 另一端为 2 和 1。

(3) 错对, 又称交叉线对。将一对线接到另一端的另一对线上, 如一端是 1 和 2, 另一端接在 4 和 6 针上。这类错误最典型的是打线时混用 T568A 与 T568B 的色标。

(4) 串对, 又称串绕。串绕是将原来的两对线分别拆开而又重新组成新的线对。由于出现这种故障时, 端对端连通性是好的, 因此用万用表之类工具是检查不出来, 只有用专用的电缆测试仪才能检查出来。因为串绕使相关的线对没有扭结, 信号在线对间通过时会产生很高的近端串扰 (NEXT)。当信号在电缆中高速传输时, 产生的近端串扰如果超过一定的限度就会影响信息传输。对计算机网络来说意味着因产生错误信号而浪费有效的带宽, 甚至会产生很严重的影响。

避免串绕的方法很简单: 施工中, 在打线时根据电缆色标按照 T568A 或 T568B 的接线方法端结就不会出现串绕问题。有的施工人员在打线时, 并不清楚要采用什么样的标准, 就想当然地按 12345 的线对关系打上了, 结果就产生了串绕问题, 这个问题应该引起施工和监理单位的重视。

（二）验证测试的方法

使用电缆测试仪或使用单端电缆测试仪进行随工测试。

安装人员可以边施工边测试，这样既可以保证质量，又可以提高施工的速度。因为，在新建的建筑物中，敷设线缆是伴随建筑施工进行的。当水平线缆布完，尤其是在装潢之后，想改变已布放的线缆是非常困难的，且需要付出很高的代价。

综合布线验证，测试的常用仪器为单端电缆测试仪。安装人员使用这种仪器对刚完成的一条电缆进行连接测试时，不需要远端单元。这种测试可以决定电缆及其连接是否存在连接故障。

在连接工作区信息插座接线时，做完一个接头时，可立即检验电缆的端接情况，而此时插座还没有被嵌入墙上的接线盒。只要连上测试仪，几秒钟后就可以证实刚刚完成的连接是否正确。若发现问题，安装人员可以在面板未被固定在接线盒之前，就找出连接故障并马上改正，只需很短的时间。如果等到施工完毕再测试，才发现这种连接错误并重新连接，花费的时间可能至少是原来的 10 倍以上。问题改正后可以用测试仪再次验证连接的正确性。

安装人员在工作区信息插座端工作时，他所连接和测试的电缆的另一端可能还在最近的配线架上吊在空中而尚末端接。采用了单端测试仪，安装人员可以确认在每一个信息插座的连接都是正确的，这样的安装测试过程为随工测试。

无论是在配线架还是在工作区，这种随工测试的安装过程都贯穿于每一个连接或终接的工作中，它不仅能保证线对的安装正确，而且还保证了电缆的总长度不会超过综合布线的要求。当所有的连接和终接工作完成时，连通测试也就基本完成了。这种施工与测试相结合的方法，为认证工作节省了大量的时间。一般来说采用双绞线电缆及相关连接硬件组成的每一条通道都有 3~4 个连接处。当一条通道安装好后，再找出某一个连接点所存在的问题就很困难了。传统的安装过程远远没有随工测试方便快捷。这一新技术将简单快捷的测试工作引入到安装过程，就可以在布放电缆的任何时刻进行连接性测试。

相关知识

验证测试仪及其操作

Fluke620 是一种单端电缆测试仪。在进行电缆测试时，可以独立进行测试，既不需要远端连接器也不需要助手在电缆的另一端协助操作，这一突破性的技术可在很短的时间内完成全部连接性能测试。它带来了综合布线的随工测试技术，极大地提高了施工布线质量和工程进度，节省了用户的时间和投资。

（1）F620 的主要功能如下：

- 1) 单端测试电缆每对的连接，不需要远端单元，实现了单人操作。
- 2) 测试局域网的各种电缆（UTP、STP、FTP、COAX）和连接方式。
- 3) 按照 EIA/TIA568 布线标准测试端到端的连通性，单端测量电缆长度，报告电缆故障，故障包括开路、短路、错对、反接和串绕；可做布线或连通故障定位，显示开路和短路的距离。

4) 操作简单易用。旋钮式功能选择开关可转换测试项目，并有两行背景液晶显示。

（2）F620 的主要技术指标。F620 的主要技术指标见表 15-1。

表 15-1

F620 的主要技术指标

长度范围	0.5~300m
精度	5%±1m
分辨率	0.5m
测试接口	RJ-45、IBM、COAX 同轴
电源	二节 AA 型 1.5V 碱性电池
显示单位	米或英尺
电源管理	产品具有自动电源管理功能, 电池在正常使用下能工作几个月
工作时间	电池能连续工作 50h; 使用背景光将延长电池组寿命
输入保护	输入端可以承受电话振铃电压, 过压有提示声音以警告使用者
质量	354g
尺寸	18.4cm×9.8cm×4.6cm

(3) F620 的操作与使用如下:

- 1) 通过一组按钮使用者可以选择被测试电缆的电缆类型、布线标准、电缆种类和线规。使用者可以选择下述菜单:
 - a. 语言显示选择。
 - b. 长度单位选择, 米或英尺。
 - c. PASS/FAIL 音响提示选择。
 - d. 调整显示对比度。
 - e. 对电缆进行校准。
- 2) 将测试仪的旋钮转至 TEST 位置。
- 3) 插入待测电缆, 测试仪将自动完成测试。
- 4) 如果接线正确, 测试仪将显示通过并报告电缆的长度。如果发现错误, 液晶屏将显示错误的类型与故障位置。
- 5) 旋转旋钮, 选择开关到不同位置, 可完成所有测试。旋钮有下列 3 种工作状态。
 - a. 测试。测试电缆的通断、连接状态及长度, 并给出通过或不通过显示。
 - b. 长度测试。可准确提供每对双绞线的长度。
 - c. 接线图测试。详细显示双绞线电缆的接线关系。

三、电缆传输通道的认证测试

要 点

综合布线系统的通道性能不仅取决于布线的施工工艺, 还取决于所采用的线缆及相关连接硬件的质量, 因此, 必须对电缆传输通道做认证测试。电缆传输通道的认证测试是指电缆除了正确的连接以外, 还要检测电缆通道的电气参数是否达到有关标准的要求, 对综合布线依照某一个标准进行逐项的比较, 以确定综合布线是否全部达到设计的要求, 并应出具可供认证的测试报告。

认证测试并不能提高综合布线系统的通道性能, 只是为了检验布线系统工程的施工安装操

作工艺和所采用的缆线及连接硬件质量等方面综合的系统整体性能指标,以便确认是否达到设计要求,是否符合国家标准及相关的国际标准。只有使用能满足特定要求的测试仪器并按照相应的测试方法进行测试,所得到的结果才是有效的。

解 释

(一) 认证测试标准及内容

要测试已经施工安装完成的综合布线工程,必须有一个公认的标准作为依据。

在国际上得到广泛使用的 ISO/IEC 11801《用户房屋综合布线》和在我国得到广泛认可的 TIA/EIA 568A《商业建筑电信布线标准》中规定了 3 类和 5 类双绞线电缆、接插件、跳线等性能指标和布线链路技术指标。但是对现场布线系统怎样进行认证测试,应该遵循什么标准,并没有定义。美国 TIA/BIA 委员会在 1995 年推出了 TSB-67《现场测试非屏蔽双绞线电缆布线系统传输性能技术规范》。这是国际上第一部综合布线系统现场测试的技术规范。TSB-67 比较全面地定义了电缆布线的现场测试内容、方法以及对测试仪器的要求。该规范包括下述内容:

- (1) 定义了现场测试用的两种测试链路结构。
- (2) 定义了两种测试链路下各技术参数标准值。
- (3) 定义了现场测试仪器的技术参数和精度要求。
- (4) 定义了 3 类、4 类、5 类链路需要测试的传输技术参数,具体主要有 4 个参数,即接线图、长度、衰减和近端串扰损耗。
- (5) 将现场测试仪器的测试结果与实验室测试仪器的测试结果进行比较。

TSB-67 涉及的布线系统,通常是在一条线缆的两对线上传输数据,可利用的最大带宽为 100MHz,最高支持 100Base-T 以太网。近年来,由于高速宽带业务传输需要,新标准也不断推出。

面对网络的快速发展和新技术对综合布线系统不断提出的新要求,在过去几年,布线产品的性能和链路性能都有了非常明显的提高。综合布线测试的标准也在不断地修订和完善。

我国对综合布线系统专业领域的标准和规范的制定工作也是非常重视,于 2000 年推出了 GB 50312—2007《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》,该标准只制定了 5 类综合布线系统工程的施工与验收。6 类数据电缆产品标准 YD/T 1019—2001 于 2001 年 10 月公布实施。

(二) 认证测试的项目及内容

1. 5 类电缆系统的测试内容

GB/T 50312—2000 针对 5 类双绞线系统工程测试内容分为基本测试项目和任选测试项目。

(1) 基本测试项目有长度、接线图、衰减、近端串扰 4 项内容。这 4 项内容必须进行认证测试并符合标准要求。

(2) 任选测试项目有环境噪声干扰强度、回波损耗、特性阻抗、衰减对串扰比、传播时延、直流环路电阻等内容,这些内容可以根据工程的具体情况和用户的要求及施工现场具体条件、现场测试仪器的功能等情况有选择地进行测试,并做好记录。

2. 超 5 类电缆系统的测试内容

ANSI/TIA/EIA-568-5—2000 和 ISO/IEC 11801:2000 是正式公布的超 5 类 D 级双绞电

缆系统的现场测试标准,也有符合该标准Ⅱe级精度要求的测试仪。超5类电缆系统测试内容,除了5类电缆系统基本测试项目的4项内容外,还有衰减串扰比(ACR)、回波损耗、传输延迟(Prop Delay)、延迟偏离(Delay Skew)、环路电阻、阻抗、等效远端串扰(ELFEXT)、综合近端串扰(PS-NEXT)、综合远端串扰(PS-ELFEXT)等。

3. 6类双绞电缆系统测试标准及内容

ANSI/TIA/EIA-568B2.1和ISO/IEC 11801:2000+都处于草案阶段,虽然产品厂商和少数工程按此草案运作,但仍有待以正式公布的两个6类标准作为实施依据。不同类型电缆系统测试参数的差别见表15-2。

表 15-2 不同类型电缆系统测试内容的比较

参 数	6类电缆系统	超5类电缆系统	5类电缆系统
长度	不变	不变	不变
接线图	不变	不变	不变
衰减	更严格	不变	不变
近端串扰(NEXT)	更严格	更严格	不变
系统频率带宽/MHz	250	100	100
传输延迟(Prop Delay)	不变	不变	新参数
延迟偏离(Delay Skew)	不变	不变	新参数
综合近端串扰(PS NEXT)	更严格	新参数	不要求
等效远端串扰(ELFEXT)	更严格	更严格	新参数
综合等效远端串扰(PESL FEXT)	更严格	更严格	新参数
回波损耗(Return Loss)	更严格	不变	新参数

虽然现场测试具体内容不包括在GB 50312—2007之中,但它明确了5类以上电缆系统现场测试具体内容不包括应在原5类布线测试项目基础上增测的几个项目,并明确了参照YD/T1013—1999《综合布线系统电气特性通用测试方法》所规定的内容和测试要求进行。我国已经加入了WTO,建议在新的国标出台之前,按照上述思路,对于超5类系统工程的测试标准可按照ANSI/TIA/EIA-568-5—2000和ISO/IEC 11801:2000标准执行。

关于6类系统工程测试标准可以参考草案ANSI/TIA/EIA-568B2.1和ISO/IEC11801:2000+进行。

4. 大对数主干或垂直电缆系统的测试内容

5类电缆系统按照GB/T 50312—2000中的规定执行。100m以内大对数主干电缆及所连接的配线模块可按布线系统的类别,以4对线为组进行长度、接线图、衰减的测试,对于近端串扰,所测结果不得低于5类4对双绞电缆布线系统所规定的数值。

关于5类以上垂直干线电缆系统的测试内容应按相应标准执行。

5. 屏蔽布线系统的测试内容

现场测试应进行屏蔽电缆屏蔽层两端导通测试,检验屏蔽层是否连续不断或有其他问题。全屏蔽的直流电阻应小于下述公式的计算值,即

$$R = \frac{62.5}{D}$$

式中 R ——总屏蔽电阻, Ω/km ;

D ——总屏蔽外径, mm。

(三) 认证测试的参数

1. 接线图测试

接线图测试的目的是检查电缆中的每对线的连接是否正确, 属于连接性能测试。如果接错, 便会有短路、开路、错对、反接和串绕等 5 种情况出现。

2. 链路长度

链路长度是指链路的物理长度。每一条链路的长度必须有记录。现场测试综合布线的长度可以用测量电子长度的方法进行估算。常见的测试方法有时域反射法与电容法。时域反射法是最常用的方法, 它的测量电子长度是基于链路的传输延迟和电缆的标称传播相速度 (NVP) 值来实现的。传输延迟和电缆的标称传播相速度值是由绝缘材料和绞距决定的。

NVP 是指电信号在该电缆中传输的速度与真空中光的传输速度的比值。由于电缆的生产厂商对电缆的 NVP 值的标定有相当大的不定度, 因此, 在对综合布线链路长度进行测试之前, 用现场测试仪对同一批标号的电缆进行校正测试, 以得到精确的 NVP 值。校正的方法很简单, TSB-67 推荐使用长 1000 英尺 (304.8m) 长的典型同批号电缆来调整测试仪器, 使长度读数为 1000 英尺 (304.8m), 这样测试仪就会自动校正 NVP 值。典型的非屏蔽双绞线电缆的 NVP 值为 62%~72%。由于每条电缆的不同线对之间的绞距不同, 因此在测试时采用延迟时间最短的线对作为参考标准来校正电缆测试仪。

NVP 值的计算公式为

$$NVP = 2L / (T \times c)$$

式中 L ——电缆长度, m;

T ——信号传送与接收之间的时间差, s;

c ——真空状态下的光速, 3×10^8 m/s。

因为严格的 NVP 值的校正很难全部实现, 一般有 10% 的误差, 因此 TBS-67 修正了长度测试的通过和未通过的参数: 对于通道, 长度为 $100\text{m} + 100\text{m} \times 10\% = 110\text{m}$; 对于基本链路, 长度为 $94\text{m} + 94\text{m} \times 10\% = 103.4\text{m}$ 。

测试仪用 “*” 表示临界值, 表明在测试结果接近极限时, 长度测试结果不可信, 要引起用户和施工者的注意。

值得注意的是, 国际布线标准 ISO/IEC 11801: 1995 (E) 标准中没有要求长度的测量。

3. 衰减

衰减是信号沿链路传输损失量度。衰减与链路或信道的长度及频率有关, 因此应测量应用范围内全部频率上的衰减。

通常衰减是频率的连续函数, 衰减是以 dB 表示的。信号频率越高, 其衰减就越大。一根 90m 长 5 类 4 对双绞线电缆的基本链路衰减如图 15-2 和图 15-3 所示。从图中曲线可知, 各对双绞线的衰减不同, 而且随着链路长度的增加, 衰减会增大, 即电信号损失得越多。信号衰减到一定程度, 将会使链路传输的信息不可靠。引起衰减的原因还有温度、阻抗不匹配以及连接点等因素。

在选定的某一频率上, 通道与基本链路衰减允许极限值如表 15-3 所示, 表中给出的是 20℃ 的允许值。随着温度的增加, 衰减也会增加。具体地说, 对于 3 类电缆, 每增加 1℃, 衰减会增加 1.5%; 对于 4 类和 5 类电缆, 每增加 1℃, 衰减会增加 0.4%; 当电缆安装在金属管道内时, 链路的衰减会增加 2%~3%。

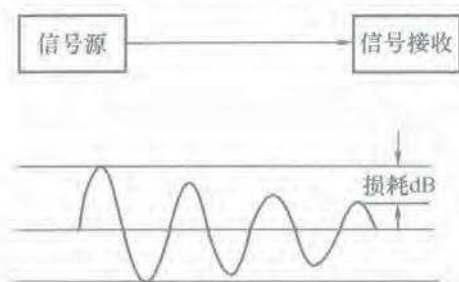


图 15-2 衰减

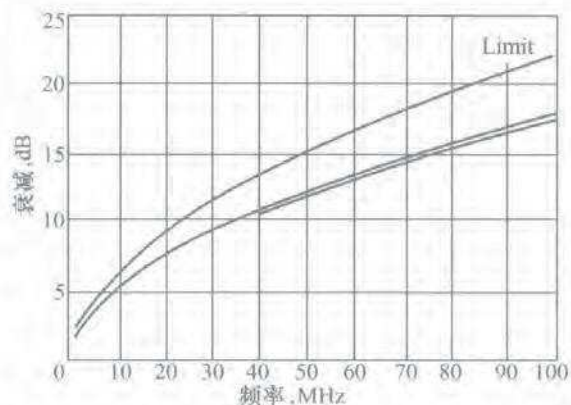


图 15-3 5类电缆衰减与频率的关系

现场测试仪器应测量出已安装的每一对线的衰减最严重的情况，并且通过将衰减最大值与衰减允许值比较后，给出通过或未通过的结论。如果通过，则给出处于可用频率范围内（5类电缆是1~100MHz）的最大衰减值。如果未通过，给出未通过时的衰减值、测试允许值及所在点的频率。

如果测量结果位于测试仪精度极限且在通过范围内，测试仪不能确定是通过还是未通过时，则此结果用“* PASS”表示；如果结果处于测试仪精度极限内且在未通过范围内，则测试结果为未通过（FAIL），即 FAIL 与 * FAIL 均定为未通过 FAIL。

通过与未通过的测试极限是按链路的最大允许长度（通道是100m，基本链路是94m）设定的，绝不是按长度分摊。然而，若被测量出的值大于链路实际长度的预定极限，则在报告中的测试值前将带有“*”号，用以提醒用户。

在特定频率下，不同类别电缆通道与基本链路的衰减极限值如表15-3所示。通道的衰减包括10m跳线、4m设备连接线、各电缆段及连接硬件的衰减的总和。

表 15-3

通道与基本链路衰减允许极限值

频率 (MHz)	20℃下最大衰减极限值 (dB)					
	通道 (100m)			基本链路 (94m)		
	3类	4类	5类	3类	4类	5类
1	4.2	2.6	2.5	3.2	2.2	2.1
4	7.3	4.8	4.5	6.1	4.3	4.0
8	10.2	6.7	6.3	8.8	6.0	5.7
10	11.5	7.5	7.0	10.0	6.8	6.3
16	14.9	9.9	9.2	13.2	8.8	8.2
20		11.0	10.3		9.9	9.2
25			11.4			11.5
31.25			12.8			16.5
62.5			18.5			16.7
100			24.0			12.6

4. 近端串扰

近端串扰是指在一条双绞线电缆链路中，某侧的发送线对向同侧其他线对通过电磁感应造

成的信号耦合,它是决定链路传输能力的最重要的参数。测试时是以测得的近端串扰损耗的大小来衡量串扰的程度。

对于双绞线电缆链路,近端串扰是一个关键的性能指标,也是最难测量精确的一个指标,尤其是随着信号频率的增加其测量难度就更大。近端串扰与长度没有比例关系,测量出的近端串扰绝不能按长度分摊。另外,施工的工艺问题也会产生近端串扰。TBS-67 中定义:5 类电缆链路必须在 1~100MHz 的频率范围内测试;与衰减测试一样,3 类链路是 1~16MHz,4 类链路是 1~20MHz。

表 15-4 表示不同频率下,通道与基本链路的近端串扰损耗的最小值。最差线对间的衰减极限值低于 60dB。

表 15-4 不同频率下近端串扰的最小值

频率 (MHz)	20℃下最大衰减极限值 (dB)					
	通道 (100m)			基本链路 (94m)		
	3 类	4 类	5 类	3 类	4 类	5 类
1	39.1	53.3	60.0	40.1	54.7	60.0
4	29.3	43.3	50.6	30.7	45.1	51.8
8	24.3	38.2	45.6	25.9	40.2	47.1
10	22.7	36.6	44.0	24.3	38.6	45.5
16	19.3	33.3	40.6	21.0	35.3	42.3
20		31.4	39.0		33.7	40.7
25			37.4			39.1
31.25			35.7			37.6
62.5			30.6			32.7
100			27.1			29.3

对于近端串扰的测试,采样频率点的步长越小,测试就越准确,因此 TSB-67 定义了近端串扰测试时的最大频率步长。测试范围为 1~31.25MHz,最大步长为 0.15MHz;测试范围为 31.26~100MHz,最大步长为 0.25MHz。测试一条双绞线电缆的链路的近端串扰,需要在每一对线之间测试。也就是说,对于 4 对双绞线电缆来说,要有 6 对线对关系的组合,即测试 6 次。

TBS-67 明确指出,任何一种链路的近端串扰性能必须由双向测试结果来决定,这是由于绝大多数的近端串扰是在链路测试端的近处测到的。在实际中大多数近端串扰发生在近端的连接硬件上,只有长距离的电缆才能累计起比较明显的近端串扰。有时在链路上的一端测试近端串扰是可以通过的,而在另一端测试则是不能通过的,这是因为发生在远端的近端串扰经过电缆的衰减到达测试点时,其影响已经减小到标准的极限值以内了。因此,对近端串扰的测试要在链路的两端各进行一次。

现场测试仪应能测试并报告出在某两个线对之间近端串扰性能最差时的近端串扰值、该点频率和极限值。

(四) 认证测试的测试方法

认证测试连接图包括基本链路测试和信道测试两种。

1. 基本链路测试

(1) 测试连接图。基本链路测试是工程承包商经常采用的测试连接方式，其链路测试的示意图如图 15-4 所示。

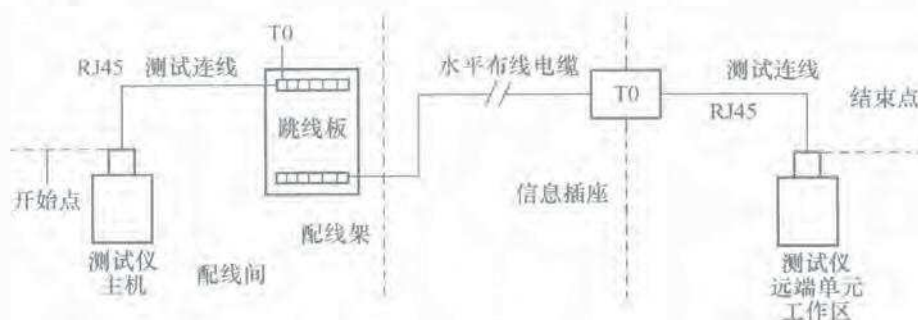


图 15-4 基本链路测试示意图

基本链路测试主要用来测试综合布线中的固定链路部分，包括最长 90m 的水平布线，两端可分别有一个连接点以及用于测试的 2m 长的连接线。最长 90m 的水平电缆的两端，一端为楼层配线架的跳线板插座，另一端为工作区信息插座。

(2) 测试方法。在正式测试前先要将测试仪在被测链路的两端按图 15-4 所示进行正确连接，测试仪主机通过两端带 RJ45 插头的 2m 测试线，一端连接测试仪主机适配器，一端插在楼层配线架跳线板或插座板 RJ45 插座上。

测试仪远端单元的 2m 测试线两端的 RJ45 插头分别插入用户插座和测试仪适配器接口上。这样连接完毕，便可进行测试工作。

测试的步骤如下：

1) 进行测试前检查：

- a. 测试仪是否按图 15-4 所示连接图正确可靠地连接好。
- b. 检查 RJ45 插座接线排列是否符合所测链路接线型式（A 型或 B 型）相对应的线对颜色对应图。

c. 现场测试前测试仪自检。测试仪在工厂已经校准，可满足使用，在测试前一般不进行校验。为获得精确的回波损耗测量，可使用开路、短路和匹配负载校准组件进行单端校准。

2) 选择并确定测试连接方式为基本链路连接方式。

3) 选择并确定被测线缆系统类型和相应的测试标准参数。

4) 额定传输速率 NVP 值核准。

测试的缆线链路长度是否精确取决于 NVP 值。使用长度不短于 15m 的缆线并根据已知长度数据来校准测试仪的 NVP 值。

5) 设置测试仪的测试环境温度参数。

6) 根据需要选择测试方法，有“单独测试”方法和“自动测试”方法。一般情况下多用“自动测试”，“单独测试”方法是在有可疑问题或重新测试基本参数时选用。

7) 测试过程中将已测参数数据存储于测试仪中。

8) 测试完毕后，打印出测试结果，包括测试报告数据和某些用户需要的参数频率特性曲线。

(3) 测试报告。测试报告是工程验收、用户资料存档、故障分析等工作的基本依据，非常

重要。一般测试报告包括各项测试数据以及“通过”和“未通过”的参数测试判断结果。如用户需要还可提供某些重要参数的频率特性曲线。所有的 DSP 系列电缆测试仪都可以支持中文的软件,打印出中文的认证测试报告,这样可以方便工作人员对测试仪的使用和对测试报告的阅读分析工作。

2. 信道测试

(1) 测试连接图。信道测试用以测试端到端的包括用户终端连接线在内的整体通道的性能。它包括一个工作区附近的转接点、最长 90m 的水平线缆、在楼层配线架上的两处连接以及总长不超过 10m 的连接线和配线架跳线。

信道测试连接图如图 15-5 所示。通道测试的连接图大部分连接与基本链路测试连接图相同,不同之处在于接收端的测试仪远端单元与信息插座或转接器之间增加了工作终端设备(如计算机)。工作终端设备(如计算机)与信息插座之间通过两端带有 RJ45 插头的双绞线电缆进行连接;测试仪远端单元通过长度 2m 以内的两端带有 RJ45 插头的测试连线电缆连接到工作终端机专用(RJ45)插座上。

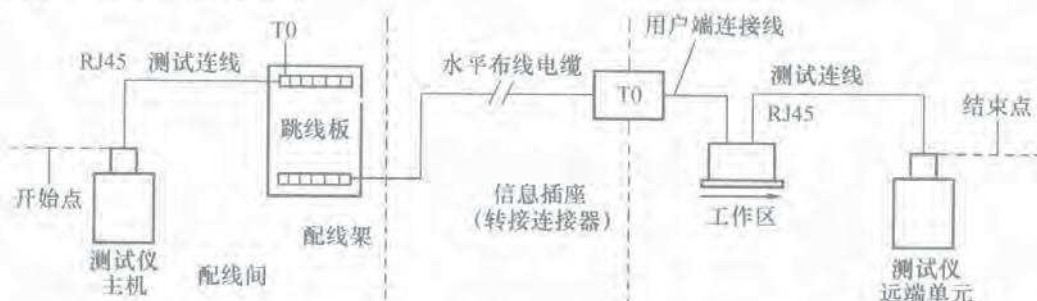


图 15-5 信道测试连接图

必须注意的是：本地测试仪、测试仪远端单元和工作终端所用连线不得超过 10m，否则不符合通道链路连接方式的规定，测试结果无效。

(2) 信道测试方法如下：

1) 信道测试时，必须将测试仪的测试连接方式选择并确定在“信道连接方式”上，使之对应于相应的测试参数标准。此外，信道测试方法和测试步骤与基本链路的测试相同。

2) 值得注意的是，测试方法和测试参数虽然基本相同，但测试参数的标准与基本链路有不同之处。测试仪判断出的“通过”或“不通过”是基于通道连接方式 100m 链路及其标准的情况下作出的结论。

(3) 测试报告。测试报告的形式与基本链路测试报告相同，只是参数内容有所不同。

(4) 对测试结果的分析。对测试结果的分析方法与基本链路测试的结果分析相似，这里只是要把工作终端设备（如计算机）及其相关连接硬件考虑进去。

3. 垂直干线链路测试

(1) 测试连接图。垂直干线链路测试连接图如图 15-6 所示。垂直干线是指主设备间的主配线架至楼层配线间的配线架的主干电缆，一般都是沿弱电竖井敷设。它实际上是垂直基本链路，与水平基本链路相比较，只是把墙上的信息插座用楼层配线架代替。而且，图中主配线架与楼层配线架的原理结构是相同的。

如图 15-6 中所示，如果测试仪主机连接到楼层配线架，那么测试仪远端单元就连接到主配线架上，二者可以互换，或者互为本地测试主机与测试仪远端单元。具体连接方法同图 15-4

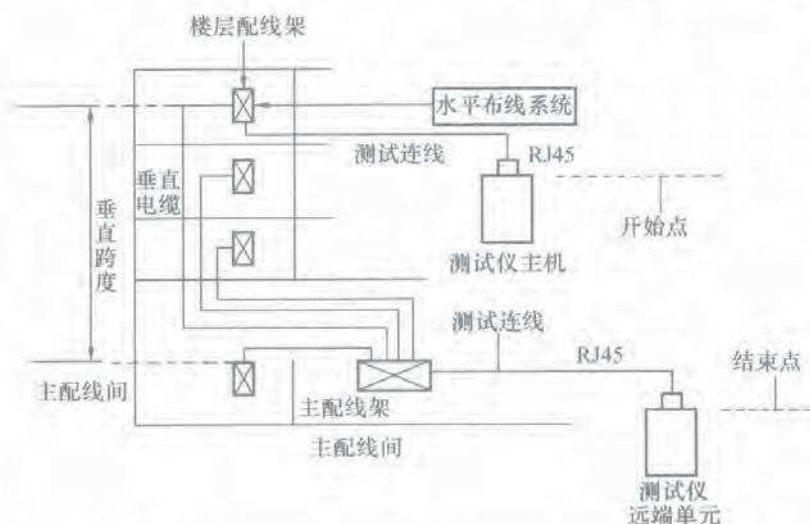


图 15-6 垂直干线链路测试连接图

的基本链路测试连接图中测试仪与配线架连接的方法。

(2) 测试方法。测试方法按基本链路中 94m 的测试步骤、测试程序及测试标准进行。测试时要注意区分垂直干线电缆是用的 5 类大对数还是 3 类大对数电缆，并选择相应的测试类型标准。

(3) 测试结果。测试仪的测试报告形式与基本链路测试相同，不同之处在于垂直干线是大对数电缆，并且除了采用 5 类大对数电缆外还有采用 3 类大对数电缆的情况，所以，要注意区分测试结果和做相应的分析。

相关知识

(一) 认证测试仪及其操作

综合布线电缆测试仪，从设计原理分类，有时域和频域两类，也有模拟和数字之分。目前一般采用数字式的较多。DSP 数字式网络布线测试仪就是综合布线现场认证测试工具，可用于美国国家标准学会 TIA/EIA TSB-67 规定的 3、4、5 类链路及国际布线标准 ISO/IEC 11801—1995 (E) 规定的 B、C、D 级链路的认证和故障诊断。也可应用于专业综合布线工程、网络管理及维护等多方面。

1. DSP-100 主要性能指标

- (1) 通过 UL 认证，达到 TIA/EIA TSB-67 二级精度标准。
- (2) 以二级精度快速、准确、可靠地测试基本链路和通道，最高测试频率可达 155MHz。
- (3) 独特的数字测量技术，快捷的测试，测试时间小于 20s。
- (4) 智能远端单元，实现近端串扰双向测试一次完成。
- (5) DSP-100 可以迅速地识别并定位和分析各类布线故障，专利的 TDX 技术实现近端串扰故障定位、图形化时域反射法显示。
- (6) 全自动执行美国国家标准学会 TIA/EIA TSB-67 标准所要求的全部性能测试。
- (7) 测试多种电缆，如非屏蔽双绞线电缆、屏蔽双绞线电缆、同轴电缆。
- (8) 连续存储 500 个测试结果，智能电源管理，保存测试数据。
- (9) 随机 PC 软件 DSP-LINK 可分析、管理复杂的测试结果，可绘出时域、频域图，供链

路性能分析。

(10) 外部环境噪声识别, DSP-100 是唯一在测试电缆的 NEXT 时能识别外部环境噪声对电缆的干扰的测试仪, 从而避免将外部噪声干扰误认为是 NEXT, 误导对故障的查找或测试而出现精度为题。

(11) 大屏幕图形化液晶显示。

(12) 提供中文手册。

(13) 网路监测功能, 为了在测试之前检查网络是否在工作, DSP-100 可以监控网络的流量, 包括 10Base-T 和 10Base2 的流量利用率、碰撞和超长帧。

(14) 防震设计。

2. DSP-100 测试仪组成

DSP-100 测试仪由主机和远端单元组成, 主机的 4 个功能键的功能取决于当前屏幕显示。

(1) TEST 键——自动测试。

(2) EXIT 键——从当前屏幕显示或功能退出。

(3) SAVE 键——保存测试结果。

(4) ENTER 键——确认操作。

(5) 还有 SETUP——设置、AUTO TEST——自动测试和 SINGLE TEST——故障诊断。

3. DSP-100 测试仪的使用

DSP-100 测试仪的操作基本方法如下:

(1) 将测试仪分贝与测试电缆链路两端连好。

(2) 将测试仪旋钮转至 SETUP, 根据屏幕提示选择测试参数, 选择后的参数将自动保存到测试仪中直至下次修改。

(3) 将功能选择旋钮转至 AUTO TEST, 按下 TEST 键, 测试仪可以自动完成被测链路的全部测试。

(4) 按下 SAVE 键, 使用操作面板上提供的相应键输入被测链路编号, 存储该条链路的测试结果。

(5) 选择新的被测链路, 连接好测试仪主机与远端单元, 按下 TEST 键完成测试, 重复步骤 (4), 本测试链路的测试结果也被存储在测试仪中。按照相同的方法可以测试若干条链路或通道。

(6) 全部测试结束后, 可将测试仪直接接打印机, 打印测试结果; 也可以通过随机软件 DSP LINK 与计算机连接, 将测试结果存入计算机并可以通过打印机打印测试结果。

(7) 每个被测参数是否符合上述 (2) 中设定的标准要求, 显示屏上会显示出“通过”或“未通过”的结论。

如果在测试中发现某项指标未通过, 将旋钮转至 SINGLE TEST, 根据中文速查表进行相应的故障诊断测试。查出故障后, 排除故障, 重新进行测试, 直至指标全部通过为止。

当一个综合布线通过了 TSB-67 要求的 5 类链路测试, 该综合布线就可为将来的传输提供 100MHz 的带宽。

(二) 测试参数的问题及解决措施

测试参数的问题主要有接线图未通过、长度未通过、衰减未通过和近端串扰未通过。产生这些问题的部分原因和解决的措施如下:

1. 接线图未通过

(1) 问题产生的部分原因:

- 1) 终端线对非扭绞长度超过要求。
- 2) 线对交叉、交叉线对、反向线对、断路、短路和串扰线对。

(2) 解决的措施。解决的措施是排除故障, 重新连接。

2. 长度未通过

(1) 问题产生的部分原因。

- 1) 电缆断路或短路。
- 2) 测试仪额定传播速率 NVP 设置不准确。
- 3) 布线电缆(含有设备连接及跨接线)总长度超过规定长度。

(2) 解决的措施。

- 1) 断开短路点。
- 2) 更换电缆。
- 3) 重新校准。
- 4) 重新选择路由。

3. 衰减未通过

(1) 问题产生的部分原因。

- 1) 现场环境温度过高。
- 2) 电缆和连接硬件性能不良, 或者不是同一类型产品。
- 3) 布线系统电缆长度超过规定长度。
- 4) 电缆与接插件连接点卡接不良。

(2) 解决的措施。

- 1) 环境温度降低后再调试。
- 2) 更换连接硬件。
- 3) 重新选择路由。
- 4) 重新卡接良好。

4. 近端串扰未通过

(1) 问题产生的部分原因。

- 1) 外部噪声干扰源的影响。
- 2) 电缆与接插件卡接不良。
- 3) 电缆和连接硬件性能低劣或者不是同一类型产品而达不到匹配。
- 4) 电缆线对扭绞不良。
- 5) 远端连接点短路。

(2) 解决的措施。

- 1) 消除干扰或等干扰消失后再进行测量。
- 2) 重新端接。
- 3) 更换连接硬件。
- 4) 重新调整。
- 5) 断开短路点。

四、光缆和光纤布线工程测试的设备

要 点

近年来光缆、光纤布线工程的迅速发展和大量应用,借助精良的仪器设备,运用科学的检测方法,确定光缆、光纤产品自身性能以及工程施工敷设后的性能,对保证工程质量有重要意义。微电子技术和计算机技术的迅速发展也为光缆工程测试提供了良好的技术基础,在业界出现了新型的光缆、光纤测试设备和仪器。应用数据传输的光缆测试设备迅速实现了微型化、智能化。出现手持式计算机控制、数字化带屏幕显示的测试仪器。这些设备使用方便、操作简单、测试自动进行、自动存储大量测试结果,一次可以测量几乎全部要测量的技术参数;还能进行菜单式多功能选择,适时显示测试结果的数据和各种曲线,可以与微型计算机接口,其测试精度高、效率高、价格也较便宜。常用设备主要有光时域反射仪、光功率计和光纤测试仪。

解 释

(一) 光时域反射仪

光时域反射仪是光缆施工、维护及监测中必不可少的工具。它是利用光在光纤中传播时产生的后向散射光来获取衰减的信息,用于测量光纤

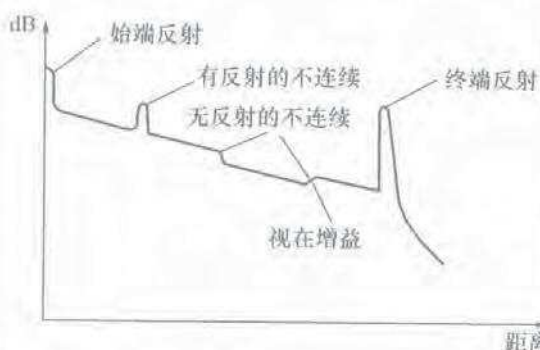


图 15-7 光时域反射仪的波形图

衰减、接头损耗,定位光纤故障点,以及了解光纤沿长度的损耗分布情况等。通过分析光时域反射仪接收到的光子反向散射信号波形图,技术人员可以看到整个系统的轮廓;确定光纤分段以及连接器的位置,并测量它们的性能;确定由于施工质量所导致的问题。一条光纤链路的测试波形如图 15-7 所示。

光时域反射仪原理图如图 15-8 所示。大功率的激光脉冲通过耦合器件注入光纤,由于光纤实际存在不均匀性,光传输中沿光纤各点要产生散射,散射光在光纤数值孔径内沿着与入射光相反的方向,即背向回到光纤的注入端,因为沿光纤长度各点回来的背向散射光包含了光在光纤传输中的信息,因此,通过检测这些背向散射光,就可以分析评定光纤的衰减。

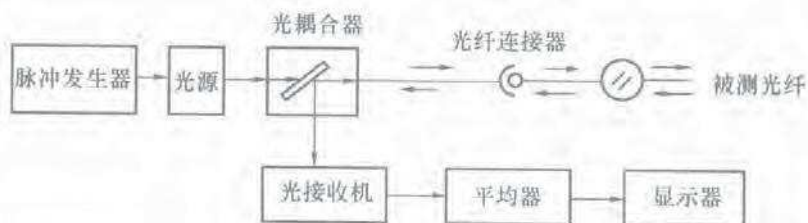


图 15-8 光时域反射仪原理图

光时域反射仪能在光纤的一端进行测量是利用了方向耦合器来实现的,这种方向耦合器能把光分路耦合,同时还能消除或减小前端面的菲涅耳反射。这是由于光纤中的主要散射机理

是沿光纤分布的各向同性的瑞利散射，而背向瑞利散射功率很弱，再加上光路系统的耦合损失，接收到的散射信号就更弱了，常常被背景噪声和光电转换电路、放大电路产生的噪声所淹没。要把淹没在噪声中的微弱信号检测出来，就需要对接收信号进行适当的处理。由于菲涅耳反射功率比背向瑞利散射功率强烈，为了能在接收放大器不饱和的情况下进行检测，必须使从光纤前端面来的菲涅耳反射减至最小。目前较广泛使用的是整体的方向耦合器，即 Y 分路器，其三端通过尾纤分别与光源 A、待测光纤 B 和检测器 C 直接耦合。由于是分路直接耦合的，因此，杂散光和前端面反射可以因为直接耦合的完善程度而消除或减弱。这种整体耦合器稳定可靠，插入损耗小，调节对准方便，因此得到广泛应用。另一种整体的方向耦合器是利用晶体的双折射性设计的方向耦合器，即用格兰/汤姆生棱镜做成的方向耦合器。这种晶体方向耦合器用于光时域反射仪，虽然有较好的效果，但价格比较昂贵，加工比较困难。

在光时域反射仪中，要把携带衰减信息且被噪声所淹没的后向散射信号精确地检测出来，必须对信号进行处理用来改善信噪比。信号处理的方法很多，较普遍采用的是平均处理技术，即取样积分器和数字平均器。

取样积分器是检测微弱信号的有力工具。它要求被检测的信号是周期信号，也就是将淹没在噪声中的周期信号通过取样方式进行离散化处理，然后送入积分器进行积累、平均和保持，因为信号与取样脉冲之间具有相关性，而噪声是随机的，所以，经过一定时间的叠加平均后，噪声的平均值越来越小，而周期信号却得到指数律的增加，因此信噪比得以改善，使微弱信号能从噪声中检测出来。取样积分器对信号的处理方式是模拟的，并且是对信号每一周期，只在一点取样，所以要把一个完整的信号波形进行步进扫描处理所需的时间较长，效率较低。它是用时间的堆积来换取信噪比的改善。

如果能在信号每一周期中同时多点取样，分析一完整的信号波形所需的时间就会缩短很多，效率能够得到很大的改善。利用高速取样保持电路和高速模/数转换器，就能做到对同一周期的信号进行同步等间隔多点取样，多路数字转换并存储，由微处理器进行平均处理，然后再经数/模转换成模拟信号输出。由于这种对信号的处理方式是数字式的，因此叫数字平均技术。

目前，多点取样数字平均技术由于利用了微机进行测量控制和数据处理，测量速度快，操作灵活，效率功能得到很大的增强，在光时域反射仪中已得到越来越广泛的应用。

光时域反射仪的原理都相同，但各厂家生产的光时域反射仪的结构、配件等都不一样，因此，在使用光时域反射仪时，应先仔细阅读其操作说明书，并要注意以下几点：

- (1) 根据待测光纤的长度和衰减大小，选择适当的量程和光脉宽。
- (2) 注意被测光纤的模式及其使用的波长，选择合适的插件。

(3) 应根据光纤折射率 n 的实际情况精确设置好 n 值，使之与被测光纤相符，以免影响测量精度。

(二) 光功率计

光功率计是用来测量系统冗余度、接收灵敏度、光功率大小及线路损耗等的仪表。光功率计的基本结构由两部分组成，主机和探头，光功率计原理框图如图 15-9 所示。

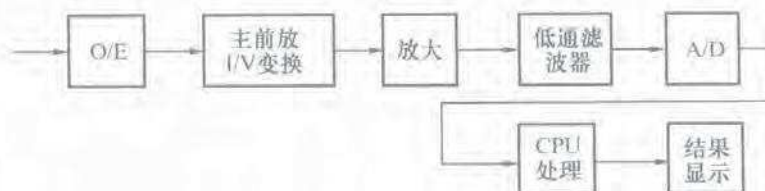


图 15-9 光功率计原理框图

典型的数字光功率计由光电检测器、电流/电压变换器、放大器及显示器等组成。光电检测器在受光辐射后,产生微弱的光生电流,该电流与入射到光敏面上的光功率成正比,通过电流/电压变换器后变换成电压信号,再经过放大和数据处理,便可显示出对应的光功率值的大小。

一个光功率计的性能指标可以从下述 3 个方面进行衡量:

(1) 光功率的测量范围要宽而且精度要高。这主要是由主机的动态范围和探测器的灵敏度所决定的。因为光纤通信系统中光信号有时很微弱,因此,光功率计的可测下限越小越好;而光功率计的可测上限则越大越好,不过在一般测量中应用 10mW 就可以了。目前较优良的光功率计可测范围已达 $-90\sim 10\text{dBm}$ 。

(2) 工作波长范围越宽则适应性越强。目前生产的光功率计往往有几个探头,波长覆盖范围可以从 $0.4\sim 0.7\mu\text{m}$,这样不仅光纤通信的几个窗口可以使用,而且其他领域也可以使用。

(3) 光功率计应具有欠、过量量程指示,自动换挡以及自动调零,具有瞬时值和平均值测试功能,换挡误差和测量误差应很小,一般应分别小于 3% 和 5%。

虽然光功率计的工作原理都大致相同,但是国内、外的生产厂家众多,而型号各异,因此在使用光功率计时应注意下述几点:

(1) 根据信号强弱将量程开关拨到相应的位置,遮蔽受光口进行手动调零。值得注意的是,每次换挡后均要重新调零。

(2) 选择与待测光信号的波长相一致的探头。

(3) 如果待测光纤是裸光纤,应制作好裸光纤的端面;如果待测光纤由活动连接器输出,应清洁连接器的端面。

(4) 因为接收端口的连接易引起误差,可反复测量几遍后取平均值。

(三) 光纤测试仪

目前,用来测试综合布线中光缆传输系统性能的仪器常常是用 938A 系列光纤测试仪。938A 系列光纤测试仪由下列部分组成:

(1) 主机。主机包含一个检波器、光源模块接口、发送和接收电路及供电电源。它可以独立的作为功率计使用,不需要光源模块。

(2) 光源模块。光源模块含有发光二极管(LED),在 660、780、820、850、870、1300、1550nm 波长上作为测量光衰减或损耗的光源,每个模块在自己的波长上发出能量。

(3) 光连接的适配器。光连接的适配器允许连接一个 Biconic、ST、SC 或其他光缆连接器至 938A 主机,对每一个端口(输入和输出)要求一个适配器,安装连接器的适配器时不需要工具。

(4) 交流电源适配器。当由交流电源给主机供电时,交流电源适配器不对主机中的可充电电池进行充电。如果使用的是可充电电池,则必须由外部交流电源对充电电池进行充电。

光纤测试仪主要由光源和光功率计两个装置组成,其中光源接到光纤的一端,用于发送测试信号;而光功率计接到光纤的另一端,测量发来的测试信号。测量仪器能够检测的最大和最小信号之间的差值,称为测量一起的动态范围,通常为 60dB。高性能仪器的动态范围可达 100dB,甚至更高。在这一动态范围内功率测量的精确度通常称为动态精确度或线性度。仪器显示的功率与真实输入功率关系的示意图应该是一条直线,即是线性关系。一台理想仪器的动态精确度是覆盖实际仪器曲线的一条直线,如图 15-10 所示。

功率测量装置的内部放大电路会造成测量误差。低功率电平时,只有在信号达到最小阈值电平时,光检测器才能检测到信号。高功率电平时,光检测器呈现饱和,所以增加输入功率并不能改变所显示的功率值。在低功率和高功率之间,功率计内的放大电路会产生如下3个问题:

(1) 常见的是偏移误差,它使仪器恒定地读出一个稍高或稍低的功率值。

(2) 大多数情况下,最值得注意的问题是量程的不连续,当放大器切换增益量程时,它使功率显示值发生跳变,无论是在自动还是在手动状态下,典型的切换增量为10dB。

(3) 一个较少见的误差是斜率误差,它导致仪器在某些输入水平上读数偏高,而在另一些点上却偏低。

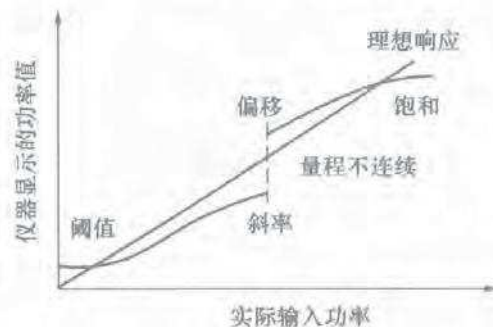


图 15-10 理想仪器的动态精确度

相关知识

测量仪器校准

首先应该对功率计进行校准,是为了使测量的结果更准确。可是,即使是经过了校准的功率计也有大约 $\pm 5\%$ 即0.2dB的不确定性。这就是说,用两台同样的功率计去测量系统中同一点的功率,也可能会相差10%。

其次,在确保光纤中的光有效地耦合到功率计中去,最好是在测试中采用发射电缆和接收电缆。但必须使每一种电缆的损耗低于0.5dB,同时,还必须使全部光都照射到检测器的接收面上,又不使检测器过载。光纤表面应充分地平整清洁,使散射和吸收降到最低。

值得注意的是,如果进行功率测量时所使用的光源与校准时所用的光谱不相同,也会产生测量误差。

五、光缆和光纤布线工程测试的测量参数

要点

光纤光缆与对绞线在线路信号传输方面区别很大。光缆光纤链路传输的信号是具有一定带宽和稳定频率的光波。光波在石英玻璃材质的光缆光纤中传播,具有良好的传输特性,没有电信号传播的种种干扰问题。因此,光纤光缆布线工程测试中测量参数较少,主要有光纤的波长、光纤的材料特性、光纤的连通性、光纤的带宽和光纤的衰减。

解释

(一) 光纤的波长

从光纤对传输光波损耗的测试结果看到,光纤的损耗与所传输的光波波长有关。在有些波长附近光纤的损耗最低,这些波段称为光纤的低损耗“窗口”或“传输窗口”。单模光纤一般有两个窗口,即有两个最佳的光传输波长,分别是 $1.31\mu\text{m}$ 和 $1.5\mu\text{m}$;多模光纤也有两个窗口,分别是 $0.85\mu\text{m}$ 和 $1.3\mu\text{m}$ 。对应于这些窗口的波长,可以选用适当的光源,这将大大降低

光能的损耗。

综合布线通道的光纤波长窗口的参数应符合表 15-5 的规定。

表 15-5 光缆波长窗口的参数

光纤模式标称波长 (nm)	下限 (nm)	上限 (nm)	基准试验波长 (nm)	最大光谱宽度 FWHM (nm)
单模 1310	1288	1339	1310	10
单模 1550	1525	1575	1550	10
多模 850	790	910	850	50
多模 1300	1285	1330	1300	150

注 1 单模光纤：芯线应符合 IEC793-2，型号 B1 和 ITU-T G. 652 标准。1310nm 波长和 1550nm 波长时最大衰减为 1dB/km；截止波长应小于 1280nm。1310nm 时色散应小于等于 6ps/km·nm；1550nm 时色散应小于等于 20ps/km·nm。

2 多模光纤：芯线标称直径为 62.5/125 μ m 或 50/125 μ m。850nm 波长时最大衰减为 3.5dB/km(20℃)，最小模式带宽为 200MHz·km(20℃)。1300nm 波长时最大衰减为 1dB/km(20℃)，最小模式带宽为 500MHz·km(20℃)。

3 光纤连接硬件：最大衰减 0.5dB；最小反射损耗，单模为 26dB，多模为 20dB。

(二) 光纤材料特性

在光纤的应用中，光纤的种类虽然很多，但是综合布线工程中光纤及其传输系统的基本测试方法大致上都一样，所使用的测试仪器或设备也基本相同，测试内容主要是衰减性能。光纤材料有塑料和玻璃等，并有单模和多模类型，光纤的材料特性如表 15-6 所示。

表 15-6 光纤的材料特性

光纤材料	光纤类型	纤芯尺寸 (μ m)	波长 (μ m)	带宽 (MHz·km)	费用	应用	特点
塑料	多模 (阶跃折射率)	1000	665	5~10	低	数据通信	
塑料	多模 (渐变折射率)	500	665	100	低、中	数据通信	
玻璃	单模	8~10	1310 1550	10000	高	远程通信 数据通信 (WAN)	低损耗、 长距离使用
玻璃	多模 (阶跃折射率)	200	665 790 850 1300	50	低、中	数据通信	
玻璃	多模 (渐变折射率)	50~100	665 790 850 1300	300~600	高、中	数据通信 (LAN)	防辐射

目前，绝大多数的光纤系统都采用标准类型的发射器、光纤和接收器。这样就可以大大地减少测量中的不确定性，即使是用不同厂家的设备，也容易将光纤与仪器进行连接，可靠性和

重复性都很好。

(三) 光纤的连通性

光通过光线传输时,如果在光纤中有断裂或其他的不连续点,在光纤输出端的光功率就会减少或者根本没有输出。光纤的连通性又称为光纤的连续性,用于描述光纤传输通道在光路上是否贯通。光纤的连通性是对光纤的基本要求,所以,对光纤的连通性进行测试是基本的测量之一。

连通性测试的目的是为了确定光纤中是否存在断点,一般在施工前购买光缆时都采用这种方法进行简易的光缆检测。

(四) 光纤的带宽

光脉冲经过光纤传输之后,不但幅度会由于衰减而减小,而且波形也会发生越来越大的失真,发生脉冲展宽的现象:两个原本有一定间隔的光脉冲,经过光纤传输之后产生了部分重叠。为避免重叠的发生,对输入脉冲设置一个最高速率限制。将两个相邻脉冲虽重叠但仍能区别开时的最高脉冲速率定义为该光纤通道的最大可用带宽。脉冲的展宽不仅与脉冲的速度有关,而且与光纤的长度有关。因此,可用光纤的传输信号速率与其传输长度的乘积来描述光纤的带宽特性,其代表符号为 $B \cdot L$,单位为 $\text{GHz} \cdot \text{km}$ 或 $\text{MHz} \cdot \text{km}$ 。当距离增长时,允许的带宽就得相应地减小。例如:在 850nm 波长的情况下,一根光纤的最小带宽是 $160\text{MHz} \cdot \text{km}$ 。这就意味着当这根光纤长 1km 时,最大可传输频率为 160MHz 的信号;而当长度是 200m 时,最大可传输 $160\text{MHz} \cdot \text{km} / 0.2\text{km} = 800\text{MHz}$ 的信号;而当长度是 400m 时,最大可传输 $160\text{MHz} \cdot \text{km} / 0.4\text{km} = 400\text{MHz}$ 的信号,其他情况以此类推。

因为多模光纤的最大通道长度为 2km ,所以,通道的最小光学模式带宽分别为 100MHz (850nm 波长) 和 250MHz (1300nm 波长)。在综合布线中,多模光纤通道传输带宽应超过上述最小光学模式带宽,而单模光纤通道的光学模式带宽可以不做要求。

(五) 光纤的衰减

光纤衰减是指光波沿光纤传输时光能损失的度量。光纤的衰减主要是由光纤本身的固有吸收和散射造成的。它取决于光纤的类型、工作波形、光纤传输性能和光缆的工程状态。光纤的衰减由下式决定:

$$\alpha = 10 \lg \frac{P_i}{P_o} \quad (\text{dB})$$

式中 P_i ——注入光纤的光功率, W ;

P_o ——经过光纤传输后在光纤末端输出的光功率。

α 越大,光信号在光纤中的衰减就越严重。

为了精确衡量不同长度的光纤通道的衰减特性,引入衰减系数 α_L ,单位为 dB/km ,衰减系数由下式计算得出:

$$\alpha_L = 10 \lg \frac{P_i}{P_o} / L \quad (\text{dB/km})$$

式中 L ——光纤的长度, km 。

单模光纤在波长为 1550nm 时,衰减系数一般为 0.5dB/km 。而折射渐变玻璃光纤在波长为 1300nm 时,衰减系数为 1dB/km ,在 850nm 时为 3dB/km 。塑料光纤的衰减则更大,在波长为 650nm 时大约为 200dB/km 。

虽然塑料光纤近年来得到了人们的关注,但专家们认为因为受塑料光纤原理性损耗的限

制,其实用长度最多也只能是几百米。

衰减系数应在许多波长上进行测量,最好用单色仪作为光源,但也可以用激光器作为单模光纤的测试源,LED作为多模光纤的测试源。不过激光会在接收机中产生斑点图案,会造成测量的不确定性。

在选定测试光源时,务必要使其光谱及光纤耦合特性与光纤系统本身所用的光源特性相适应。

在进行光纤测试时,必须清楚地了解光纤中的模式状态。因为,在多模光纤中,有许多的光纤通路或模式,会使光纤中的光发散。

相关知识

光纤的反射损耗和传输延迟

光反射损耗是指光发送端发送的光功率进入传输通道后又反射回源头的量值。对所有光纤通道来说,光的反射损耗是一个重要指标。光纤传输系统中的反射是由很多种因素造成的,其中包括由光纤拼接和光纤连接器等引起的反射。这些反射会影响激光器的正常工作,对于单模光纤来说,反射损耗尤其重要,因此反射损耗应有一定的限制。综合布线光纤通道任一接口的光纤反射损耗,应大于表 15-7 所列的要求值。

表 15-7 最小光纤反射损耗

光纤类型	单 模		多 模	
标称波长 (nm)	1310	1550	850	1300
反射损耗 (dB)	26	26	20	20

光纤通道的传输延迟是指发送器发出的光脉冲经光纤传输到达接收器的传播延迟。它也可以通过计算光纤长度和由波长及光纤类型所决定的折射率而得到。有些应用系统可能对光缆布线通道的最大传输延迟有专门的要求,用以确保通道对应用系统的支持。传输延迟可按照 GB/T 8401 规定的相移法或脉冲时延法进行测量。

六、光纤传输通道测试方法

要 点

在具体的工程中对光缆的测试方法通常有 4 种,即连通性测试、端一端损耗测试、收发功率测试和反射损耗测试。

解 释

(一) 连通性测试

光纤的连续性是对光纤的基本要求,在进行连续性测量时,通常是把红色激光、发光二极管或者其他可见光注入光纤,并在光纤的末端监视光的输出。如果在光纤中有断裂或其他的不连续点,在光纤输出端的光功率就会减少或者根本没有光功率的输出。

连通性测试是最简单的测试方法,只需在光纤一端导入光线,在光纤的另外一端察看是否

有光输出。如果有,则说明这条光纤是连续的,中间没有断裂;如果光线弱时,则要用测试仪来测试。

光通过光纤传输后,功率的衰减大小也能表示出光纤的传导性能。如果光纤的衰减太大,那么系统也不能正常工作。光功率计和光源是进行光纤传输特性测量的一般设备。

(二) 端—端的损耗测试

端—端的损耗测试采取插入式测试方法,使用一台光功率计和一个光源,先以被测光纤的某个位置作为参考点,由光源注入参考光功率值,然后在被测光纤另一端进行端—端测试并记录下信号增益值,两者之差即为实际端—端的损耗值。用该值与 FDDI 标准值相比就可以确定这段光缆的连接是否有效。插入法的测试原理如图 15-11 所示,操作步骤为两步:

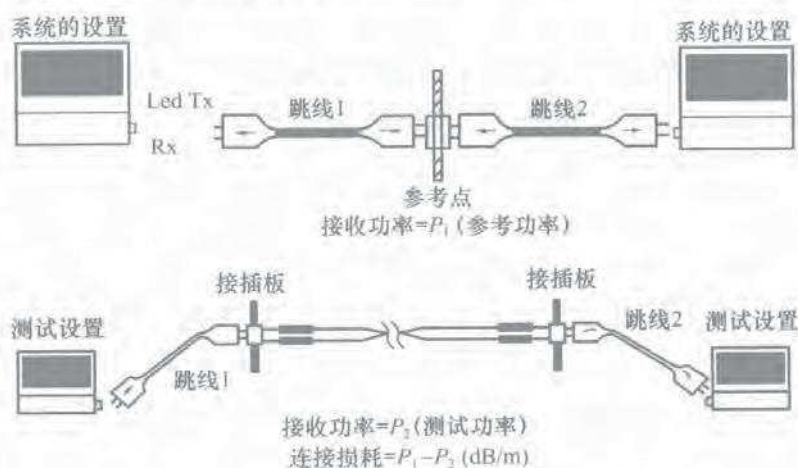


图 15-11 端—端损耗测试

(1) 参考度量 (P_1) 测试。这种测量就是要测量从已知光源到直接相连的功率表之间的损耗值 P_1 。

(2) 实际度量 (P_2) 测试。就是要测量从发送器到接收器的损耗值 P_2 。端—端功率损耗 A 是参考度量与实际度量的差值。即

$$A = P_1 - P_2$$

(三) 收发功率测试

收发功率测试是测定布线系统光纤链路的有效方法,使用的设备主要是一段跳接线和光功率测试仪。在实际的应用情况中,链路的两端可能相距很远,但只要测得发送端和接收端的光功率,便可判定光纤链路的状况。具体操作过程如下:

(1) 在发送端将测试光纤从发送器上取下,用跳接线取而代之,跳接线一端为原来的发送器,另一端为光功率测试仪,使光发送器工作,便可在光功率测试仪上测得发送端的光功率值。测试完毕,将测试光纤重新接回到发送器。

(2) 在接收端,用跳接线取代原来的跳线,接上光功率测试仪,在发送端的光发送器工作的情况下,便可测得接收端的光功率值。

发送端与接收端的光功率值之差,就是该光纤链路所产生的损耗。

(四) 反射损耗测试

反射损耗测试是非常有效的光纤线路检修手段。它使用光时域反射仪来完成测试工作,基本原理就是利用导入光与反射光的时间差来测定距离,如此可以准确判定故障的位置。虽然

FDDI 系统验收测试并不要求测量光缆的长度和部件损耗,但它们也是非常有用的数据。光时域反射仪将探测脉冲注入光纤,光脉冲经过被测光纤,沿途各处的反射光反映其损耗情况,由此可以估计光纤长度。光时域反射仪测试适用于故障定位,特别是用于确定光缆断开或损坏的位置。光时域反射仪测试文档可为网络诊断和网络扩展提供重要的数据。

相关知识

(一) 光缆长度的测试

在有的施工环境下,有一种非常有效的方法可以迅速的诊断故障点,便是采用测量光缆长度的方法来检测光缆的连通,这是一种非常有效的方法,一般采用光时域反射仪进行,其方法如下:

在测试判断故障前,仪器光标应设在线路曲线末端裂断点菲涅尔反射峰上升沿的始点。测试的精度与选用的纤芯折射率 n 值和测试选用的脉冲宽度有关。

用于测试光缆长度的推导公式为

$$D=ct/2n$$

式中 c ——真空时的光速, $c=3\times 10^8\text{m/s}$;

t ——一个光脉冲从发射到经线路末端菲涅尔反射后由光时域反射仪接收到这个光脉冲的时间, s 。

n 值越准所测结果越真实,所以测试时一定要以生产厂给定的 n 值设定。

(二) 光缆接头损耗测试

在施工的过程中,有时在光缆接头部位施工完毕就进行光缆的接头损耗测试,这在有的场合是必需的手段。

一种测量接头损耗的方法是,用 FSM-30s 融接机将两根光纤连接在一起,接头完毕,在显示屏上立即显示该接头的衰减损耗值,操作人员可根据显示的数据确定该头是否合格。如果损耗太大,要断开重新融接。

另一种测量接头损耗的方法是,用光时域反射仪测量接头损耗,一般采用 5 点平均法,即把光标设置在光纤接点上,光标左边的两个点分别置于靠近测试端那根光缆的曲线平滑处,使两点所成的直线与曲线尽量重合,光标右边两点置于下一根光纤的曲线平滑位置,也让两点所成的直线与曲线尽量重合。这样通过光标两侧直线形成的“台阶”高低来表示光纤接续损耗的大小。

为了能够准确的测定故障点,维修检测技术人员要熟悉光时域反射仪的固有误差,掌握仪表折射率的随机变化和光速取近似值产生的偏差,还要注意仪器操作不当的误差。

在使用光时域反射仪测线路时,一定要根据实际情况调好量程,选取合适的脉宽,设定纤芯折射率 n 值,在两种波长(1310nm、1550nm)的激光器选择中,根据线路将来传输使用的波长,选取合适的波长值。设定好上述几项参数后,便可进行线路光特性测试工作。

上述 3 种误差都会影响测量线路故障的准确性。仪器本身的误差反映在距离分辨率上,它是由抽样脉宽和抽样频率所决定,抽样脉宽越大误差越大,反之则误差越小。而折射率的随机性和检修人员的操作方法则是直接影响距离误差的主要因素,不同型号的光纤具有不同的折射率,因此对光纤进行测量时应首先了解被测光纤的折射率,让测试误差降到最低。

七、光纤传输通道测试步骤

要 点

光纤传输通道测试最主要的是对光纤路径损耗的测试，即测试光信号在光纤链路上传输损耗情况，这样可以进一步提高传输质量。在进行测试前首先要进行测试前的准备工作。

解 释

(一) 测试前的准备工作

测试前的准备工作主要有下述几个方面：

(1) 要有两个 938A 光纤损耗测试仪分设在测试光纤的两端，这样有利于在收、发两端均可测试光纤传输损耗。

(2) 为了便于两个地点测试操作人员之间进行联络，应有进行通话的无线电话或有线电话。

(3) 4 条光纤跳线用来建立 938A 测试仪与光纤链路之间的连接。

(4) 红外线显示器用来确定光能量是否存在，以便判断测试结果的正误。

(5) 测试人员必须戴上眼镜，保证眼睛不会受损。

(二) 光纤路径损耗的测试步骤

当进行下列测试过程时，测试人员绝不能去观看一个光源的输出，以免损伤视力。

为了确定光能量是否存在，应使用能量/功率计或红外线显示器。

(1) 设置测试设备。按 938A 光纤损耗测试仪的指令来设置。

(2) OLTS (938A) 调零。调零用来消除能级偏移量，当测试非常低的光能级时，不调零便会引起很大的误差，调零还能消除跳线的损耗。为了调零，如图 15-12 所示，在位置 A 用一跳线将 938A 的光源（输出端口）和检波器插座（输入端口）连接起来，在光纤路径的另一端（位置 B）完成同样的工作，测试人员必须在两个位置（A 和 B）上对两台 938A 调零。



图 15-12 对两台 938A 进行调零

(3) 连续按住 ZERO SET 按钮 1s 以上，等待 20s 的时间来完成自校准，如图 15-13 所示。

(4) 测试光纤路径中的损耗，即从位置 A 到位置 B 方向上的损耗，如图 15-14 所示。

1) 在位置 A 的 938A 上从检波器插座处断开跳线 S1，并把 S1 连接到被测的光纤路径上。

2) 在位置 B 的 938A 上从检波器插座处断开路线 S2。

3) 在位置 B 的 938A 检波器插座（输入端口）与被测光纤通路的位置 B 末端之间用另一

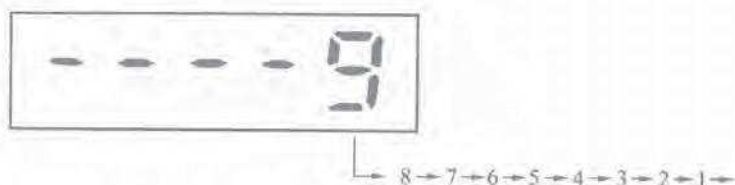


图 15-13 938A 调零

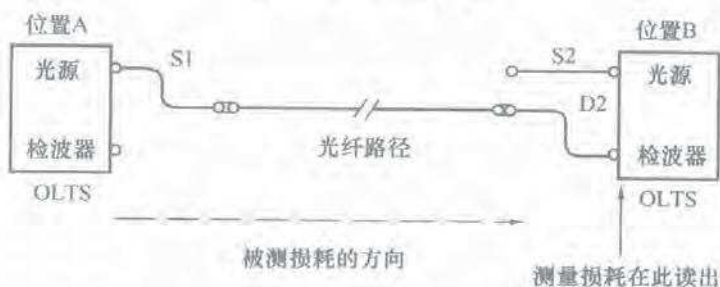


图 15-14 在位置 B 测试的损耗

条光纤跳线连接。

- 4) 在位置 B 处的 938A 测试 A 到 B 方向上的损耗。
- (5) 测试光纤的路径中的损耗，即从位置 B 到位置 A 方向上的损耗，如图 15-15 所示。
 - 1) 在位置 B 的光纤路径处将跳线 D2 断开。
 - 2) 将位置 B 处的跳线 S2 连接到光纤路径上。

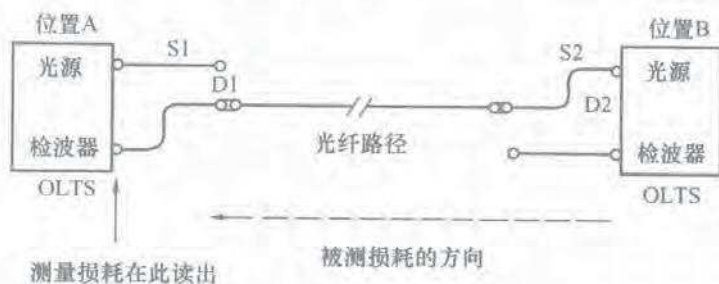


图 15-15 在位置 A 测试的损耗

- 3) 从位置 A 处将跳线 S1 从光纤路径上断开。
- 4) 有另一条跳线 D1 将位置 A 处 938A 检波器插座与位置 A 处的光纤路径连接起来。
- 5) 在位置 A 处的 938A 上测试出 B 到 A 方向上的损耗。
- (6) 计算光纤路径上的传输损耗。计算光纤路径上的传输损耗，然后将数据认真地记录下来。

计算时采用下列公式

$$L = (L_{AB} + L_{BA}) / 2$$

式中 L ——光纤路径损耗测试结果值；

L_{AB} ——A 到 B 方向上的光纤损耗；

L_{BA} ——B 到 A 方向上的光纤损耗。

- (7) 记录所有的数据。当一条光纤路径建立好后，测试的是光纤路径的初始损耗，要真实地将安装系统时所测试的初始损耗记录在案。

以后在某条光纤路径工作不正常时要进行测试，这时的测试值要与最初测试的损耗值比

较。若高于最初测试损耗值,则表明存在问题,可能是测试设备的问题,也可能是光纤路径的问题。

(8) 重复测试。如果测出的数据高于最初记录的光纤损耗值,说明光纤质量不符合要求。为此,应对所有的光纤连接器进行清洗。另外,测试人员还要检查测试跳线本身和连接条件有无问题、对设备的操作是否正确等。如果重复出现较高的损耗值,应检查光纤链路上有没有损坏的连接器、不合格的接续、被压住/挟住的光纤等。检修或查清故障后,再进行校测,直到使光纤损耗传输质量符合标准规定要求为止。

相关知识

光纤通道允许的最大限制衰减值

光纤通道允许的最大衰减应不超出表 15-8 所列的数值。另外,对由多个子系统组成的光纤通道的衰减,62.5/125 μ m 光纤和 8.3/125 μ m 光纤不应超过 11dB,其他类型的光纤可能有更严格的限制。表中列出用于各种子系统通道中的通道衰减值,其中包括连接插座和通道接头的衰减。

表 15-8

光纤通道允许的最大限制衰减值

子系统	通道长度 (m)	单模光纤衰减值 (dB)		多模光纤衰减值 (dB)	
		1550nm	1310nm	1300nm	850nm
水平	100	2.2	2.2	2.2	2.5
干线	500	2.7	2.7	2.6	3.9
建筑群干线	1500	3.6	3.6	3.6	7.4

第十六章

综合布线系统工程验收

一、概 述

要 点

任何一个工程项目，都要经过立项、设计、施工和验收。工程的验收是全面考核工程的建设工作，检验设计和工程质量的重要环节，对保证工程的质量和速度将起到重要的作用。工程的验收将体现在新建、扩建、改建工程的全过程，就综合布线系统工程而言，由于与土建工程密切相关，又涉及与其他行业间的接口处理，所以，其验收将涉及土建、环境、布线、器材、设备、电气等多方面的内容，必须按照一定的要求和原则进行。

解 释

（一）工程验收依据的原则

（1）综合布线系统工程应按 YD/T 926.1—2001《大楼通信综合布线系统第1部分 总规范》中规定的总体网络结构、屏蔽和接地系统、管理要求以及链路性能要求等方面进行验收。

（2）工程竣工验收项目的内容和方法，应按 GB 50312—2000《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》的规定执行。

（3）综合布线系统缆线链路的电气性能验收测试，应按 YD/T 1013—1999《综合布线系统电气特性通用测试方法》中的规定办理。

（4）综合布线系统工程的验收除应符合上述规范外，还应符合 YD 5138—2005《本地网通信线路工程验收规范》和 YD 5103—2003《通信管道工程施工及验收技术规范》中相关的规定。

（5）随着综合布线系统技术的发展，有些标准将会被修订或者补充。所以，在综合布线系统的施工和验收中，如遇到上述各种规范未包括的技术标准和技术要求，应密切配合注意当时有关部门有无发布临时规定，以便结合工程实际情况进行验收。

（6）具体的工程验收还要依据工程的立项申请书、招投标文件、工程计划任务书、工程技术设计文件、施工设计图、技术验收规范、材料设备技术说明书等进行。

（二）工程验收的一般要求

工程验收全面考核综合布线系统工程建设工作，主要检查工程施工是否符合设计要求和有关施工规范，用户要确认工程质量是否符合要求，是否达到了原来的设计目标，有没有不符合

原设计中涉及有关施工规范的地方。

工程竣工后,施工单位应在工程验收之前,将工程竣工技术资料移交给建设单位。综合布线系统工程的竣工技术资料应包括:工程说明;设备及器件明细表;安装工程量;竣工图纸;测试记录。系统如果采用计算机设计、管理、维护、监测,则应提供程序清单和用户数据文件,如磁盘、操作说明等文件,工程变更、检查记录,以及在施工过程中需要更改设计或采取相关措施,由设计、建设、施工单位之间认可的双方洽商记录;随工验收记录;隐蔽工程签证等。

相关知识

(一) 工程验收的组织

工程验收组织一般会包括工程验收领导小组和工程验收小组。

(二) 工程验收的程序

初步验收要写出初验报告,竣工验收要写出竣工验收报告,按规定内容由建设单位写出向上级主管部门报送,并经验收小组审查。

二、工程验收阶段

要点

综合布线系统工程的验收,涉及工程的全过程,其验收由于施工过程不同分为随工验收、初步验收、竣工验收三个阶段,而每一阶段由于施工性质、工程内容、进度的不同,验收的内容也各不相同。

解释

(一) 随工验收

在工程施工过程中,为考核施工单位的施工水平并保证施工质量,应对所用材料、工程的整体技术指标和质量有一个了解和保障,而且对一些日后无法检验到的工程内容,在施工过程中应进行部分的验收,并完成日后无法验收的部分工程内容的验收工作,这样可以及早地发现工程质量问题,避免造成人力和物力的大量浪费。

随工验收应对隐蔽工程部分做到边施工边验收,在竣工验收时,一般不再对隐蔽工程进行验收。

(二) 初步验收

初步验收是在工程完成施工调试之后进行的验收工作,初步验收的时间应在原定计划的建设工期内进行,由建设单位组织相关单位,如设计、施工、监理、使用等单位人员参加。初步验收工作内容包括检查工程质量,审查竣工资料,对发现的问题提出处理意见,并组织相关责任单位落实解决。

对所有的新建、扩建和改建项目,都应在完成施工调试之后进行初步验收。初步验收是为竣工验收做好准备。

(三) 竣工验收

综合布线系统施工完成并交付使用半个月內,由建设单位向上级主管部门报送竣工报告

(含工程的初步决算及试运行报告),并在接到报告后请示主管部门,组织相关部门按竣工验收办法对工程进行验收。

竣工验收的工作主要由现场验收、系统测试、编制竣工文档等环节组成。

(1) 现场验收。现场验收由施工方、用户方、监理方三个单位分别组织人员参与验收工作。主要验收工作区子系统、水平子系统、主干子系统、设备间子系统、管理子系统、建筑群子系统的施工工艺是否符合设计的要求,检查建筑物内的管槽系统的设计和施工是否符合要求,检查综合布线系统的接地和防雷设计、施工是否符合要求。

(2) 系统测试。系统测试主要是检测整个系统的电气性能是否符合设计方案的要求。系统测试的内容主要遵照综合布线系统的测试标准和规范执行。测试项目要根据系统规定的性能要求而确定。

(3) 编制竣工文档。工程竣工文档为项目的永久性技术文件,是建设单位使用、维护、改造、扩建的重要依据,也是对建设项目进行复查的依据。在项目竣工后,项目经理必须按规定向建设单位移交档案资料。

相关知识

综合布线系统的竣工文件内容包括各配线架布局图、路由图、系统图、信息端口分布图及传输性能自测报告等。

(1) 各配线架布局图。各配线架布局图反映各配线架双绞线电缆类别、数量;配线连接硬件的类别、数量;进出线编号、位置及色标;光缆布线系统中各配线架内光端口的编号、连接硬件的数量,光纤的类别、数量。若已做跳线,则应反映跳线的走向。

(2) 路由图。路由图反映路由的接地情况、类型,路由在楼层内、楼层间的走向及其占用情况。

(3) 系统图。系统图反映整个布线系统的基本情况。如光缆的类别、数量、路由,每根光缆的芯数;垂直双绞线电缆的类别、数量、路由;每楼层水平双绞线电缆的类别、数量、信息端口数;各配线架在建筑中的楼层位置,连接硬件的类别、数量;系统的接地位置和每楼层配线间的接地位置。

(4) 信息端口分布图。信息端口分布图反映每楼层信息端口在房间中的类别、位置及编号。不能使用的信息端口位置也应该标出。

(5) 传输性能自测报告。传输性能自测报告应反映每个信息端口其水平布线电缆、垂直电缆的每一对以及光缆布线的每芯光纤测试通过与否的情况。测试未通过的应在自测试报告中注明。

综合布线系统的文档资料必须按有关技术档案管理规定进行管理。

三、工程验收项目与内容

要 点

综合布线系统的工程验收项目主要有施工前检查、设备安装、电缆与光缆的布放(楼内)、电缆与光缆的布放(楼外)、线缆终端、系统测试和工程总验收。在验收中,如果发现有检验

项目不合格,应由主持工程验收的部门单位查明原因,分清责任,提出解决办法,迅速补正,以确保工程质量。

解 释

(一) 施工前检查

施工前检查应由施工单位和建设单位共同完成,施工前检查的验收项目、内容及方式见表 16-1。

表 16-1 施 工 前 检 查

序号	验 收 项 目	验 收 内 容	验 收 方 式
1	环境要求	(1) 地面、墙面、门、电源插座及接地装置; (2) 机房面积、预留孔洞; (3) 活动地板敷设; (4) 施工电源等	施工前检查
2	器材检验	(1) 外观检查; (2) 型号、规格和数量; (3) 电缆电气性能抽样测试; (4) 光纤特性测试	施工前检查
3	安全及防火要求	(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

(二) 设备安装

设备安装的验收项目、内容及方式见表 16-2。

表 16-2 设 备 安 装

序号	验 收 项 目	验 收 内 容	验 收 方 式
1	设备机架	(1) 油漆不得脱落,标志完整齐全; (2) 规格、型号和外观; (3) 各种螺钉必须紧固; (4) 安装垂直、水平度; (5) 接地措施; (6) 防震加固措施	随工检验
2	配线部件及信息插座	(1) 规格、位置和质量; (2) 各种螺钉必须拧紧; (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) 电缆与光缆布放(楼内)

电缆与光缆布放(楼内)的验收项目、内容及方式见表 16-3。

表 16-3

电缆与光缆布放 (楼内)

序号	验收项目	验收内容	验收方式
1	电缆桥架及槽道安装	(1) 安装位置正确; (2) 安装符合工艺要求; (3) 接地可靠	随工检验
2	线缆布放	(1) 线缆规格、路由及位置; (2) 符合布放线缆工艺要求	随工检验

(四) 电缆与光缆布放 (楼外)

电缆与光缆布放 (楼外) 的验收项目、内容及方式见表 16-4。

表 16-4

电缆与光缆布放 (楼外)

序号	验收项目	验收内容	验收方式
1	架空线缆	(1) 吊线规格、架设位置及装设规格; (2) 吊线垂度; (3) 线缆规格; (4) 卡、挂间隔; (5) 线缆的引入符合工艺要求	随工检验
2	管道线缆	(1) 使用管孔孔位; (2) 线缆规格; (3) 线缆走向; (4) 线缆的防护设施的安装质量	隐蔽工程签证
3	埋式线缆	(1) 线缆规格; (2) 敷设位置和深度; (3) 线缆的防护设施的安装质量; (4) 回土夯实质量	隐蔽工程签证
4	隧道线缆	(1) 线缆规格; (2) 安装位置及路由; (3) 土建设计符合工艺要求	隐蔽工程签证
5	其他验收项目	(1) 通信线路与其他设施的间距; (2) 进线室安装及施工质量	随工检验或隐蔽工程签证

(五) 线缆终端

验收项目为信息插座、配线模块、光纤插座以及各类跳线。验收内容是符合工艺要求。验收方式为随工检验。

(六) 系统测试

系统测试的验收项目、内容及方式见表 16-5。

表 16-5

系 统 测 试

序号	验 收 项 目	验 收 内 容	验 收 方 式
1	工程电气性能测试	(1) 连接图; (2) 长度; (3) 衰减; (4) 近端串扰 (两端都应测试); (5) 设计中特殊规定的测试内容	竣工检验
2	光纤特性测试	(1) 类型 (单模或多模); (2) 衰减; (3) 反射	竣工检验
3	系统接地	符合设计要求	竣工检验

(七) 工程总验收

工程总验收的验收项目、内容及方式见表 16-6。

表 16-6

工 程 总 验 收

序号	验 收 项 目	验 收 内 容	验 收 方 式
1	竣工技术文件	清点, 交接技术文件	竣工检验
2	工程验收评鉴	(1) 考核工程质量; (2) 确认验收结果	竣工检验

相关知识

工程验收注意事项如下:

(1) 若为电缆敷设 (包括暗管、线槽、地板等方式), 还应进行接地验收, 其验收方式应为隐蔽工程签证。

(2) 随工序验收和隐蔽工程签证的详细记录, 可作为工程验收时的原始资料, 提供给确认和评价工程的质量等级时参考。

(3) 在工程验收时, 如对隐蔽工程有疑问, 需要进行重复检查或测试的, 应按规定进行。

参 考 文 献

- [1] 刘国林. 智能建筑综合布线标准实施手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [2] 华东建筑设计院. 智能建筑设计技术[M]. 上海: 同济大学出版社, 1996.
- [3] 徐超汉. 智能建筑综合布线系统设计与工程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [4] 沈瑞珠. 楼宇智能化技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [5] 刘汉超. 智能化大厦综合布线系统设计与工程[M]. 北京: 电子工业出版社, 1999.
- [6] 吴成东. 智能建筑综合布线系统设计与实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001.
- [7] 王林根. 建筑弱电系统安装与维护[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [8] 李英姿. 建筑智能化施工技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [9] 徐第, 孙俊英. 建筑弱电工程安装技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2002.
- [10] 陈龙. 智能小区及智能大楼的系统设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001.
- [11] 陈瑞武. 智能建筑[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [12] 梁华. 建筑弱电工程设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [13] 徐伟. 网络综合布线系统与施工技术[M]. 北京: 国防工业出版社, 2002.
- [14] 杨卫东. 网络系统集成与工程设计[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [15] 余明辉, 等. 综合布线技术与工程[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [16] 宋建锋. 综合布线工程实用设计施工手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2000.
- [17] 本惠文, 等. 网络工程布线[M]. 北京: 电子工业出版社, 1997.
- [18] 张宏庆, 等. 智能建筑综合布线技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.
- [19] 谢杜初. 建筑智能技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [20] 杨绍胤. 智能建筑实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.