



银领工程系列

综合布线

颜凌云 主 编
唐蔚南 副主编



高等教育出版社

银领工程系列

综 合 布 线

颜凌云 主 编
唐蔚南 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书兼顾理论和实践,比较系统地阐明了综合布线系统工程设计、施工、监理的注意事项和要点,强调了施工、检测、验收的相关规范。

本书还介绍了设计、施工的一些经典案例,贴近于工程实践。由于是专科层次用书,面向实践型人才,所以没有过多地涉及理论知识,主要以实用为主。

本书可作为高等职业院校、高等专科院校、成人高校、民办高校及本科院校举办的二级职业技术学院楼宇智能技术、建筑电气技术、计算机网络技术及相关专业的教学用书,也适用于五年制高职、中职相关专业,并可作为社会从业人士的业务参考书及培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

综合布线/颜凌云主编. —北京:高等教育出版社,
2005. 12
ISBN 7-04-018114-2

I. 综... II. 颜... III. 智能建筑-布线-高等学
校-教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 136036 号

策划编辑 孙 杰 责任编辑 许海平 封面设计 王凌波 责任绘图 朱 静
版式设计 王艳红 责任校对 金 辉 责任印制 杨 明

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 13
字 数 310 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 12 月第 1 次印刷
定 价 16.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 18114-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

出版说明

为了认真贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，落实《2003—2007 年教育振兴行动计划》，缓解国内劳动力市场技能型人才紧缺现状，为我国走新型工业化道路服务，自 2001 年 10 月以来，教育部在永州、武汉和无锡连续三次召开全国高等职业教育产学研经验交流会，明确了高等职业教育要“以服务为宗旨，以就业为导向，走产学研结合的发展道路”，同时明确了高等职业教育的主要任务是培养高技能人才。这类人才，既要能动脑，更要能动手，他们既不是白领，也不是蓝领，而是应用型白领，是“银领”。从而为我国高等职业教育的进一步发展指明了方向。

培养目标的变化直接带来了高等职业教育办学宗旨、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面的改变。与之相应，也产生了若干值得关注与研究的新课题。对此，我们组织有关高等职业院校进行了多次探讨，并从中遴选出一些较为成熟的成果，组织编写了“银领工程”丛书。本丛书围绕培养符合社会主义市场经济和全面建设小康社会发展要求的“银领”人才的这一宗旨，结合最新的教改成果，反映了最新的职业教育工作思路和发展方向，有益于固化并更好地推广这些经验和成果，很值得广大高等职业院校借鉴。我们的这一想法和做法也得到了教育部领导的肯定，教育部副部长吴启迪专门为首批“银领工程”丛书提笔作序。

我社出版的高等职业教育各专业领域技能型紧缺人才培养培训工程系列教材也将陆续纳入“银领工程”丛书系列。

“银领工程”丛书适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校开办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2004 年 9 月

前 言

智能建筑已成为当代建筑业和电子信息业共同谋求的发展方向。目前世界各大跨国企业集团和各国政府均对智能建筑表示出了极大关注,竞相开发新产品,制定种种政策、法规以促进其迅速发展。中国的智能建筑始于1995年,开始时处于探索阶段,增长速度比较缓慢。但随着中国整个社会经济的不断发展,智能建筑也因人们生活水平的提高而迅速发展。智能小区在智能建筑发展的带动下也将逐步发展起来,智能小区将是智能建筑发展的又一个亮点。现在不具备智能化的建筑将是先天不足的建筑,不能适应现代发展的需要。有专家认为,21世纪新建的智能建筑一半将在中国;21世纪世界最大的智能建筑市场在中国;推动智能建筑发展的源头也在中国。

综合布线,是智能建筑不可缺少的内容。

根据高等职业教育的特点,本书将重点放在知识的应用上面,主要培养学生的实际工作能力。教学时若能采用现场教学效果会更好。

本书是高等职业教育技能型人才培养培训工程系列教材。

本书由颜凌云任主编,唐蔚南任副主编。参加本书编写的有颜凌云(第一、二章)、先柯桦(第三章)、张邻(第四章)、唐蔚南(第五、六、七章)、刘海鹰(第八章)。

由于编者水平有限,难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005年7月

目 录

第一章 综合布线系统概述	1	第三节 水平子系统设计	28
第一节 综合布线系统的概念	1	第四节 干线子系统	48
第二节 综合布线系统的相关标准	3	第五节 设备间子系统设计	61
第三节 综合布线系统的发展趋势	3	第六节 管理区子系统设计	71
本章小结	4	第七节 建筑群干线子系统设计	85
思考题	4	第八节 电气保护	90
第二章 网络传输介质	5	本章小结	97
第一节 双绞线	5	思考题	97
第二节 同轴电缆	7	第六章 电缆传输系统的工程施工	98
第三节 光纤	8	第一节 综合布线系统工程要求和准备	98
本章小结	10	第二节 综合布线工程桥架和槽道等设备	
思考题	10	安装	101
第三章 线槽规格和品种以及线缆的		第三节 电缆敷设	110
敷设	11	第四节 电缆连接和信息插座端接	120
第一节 金属槽和 PVC 槽	11	第五节 光缆敷设的一般要求和施工准备	128
第二节 金属管和 PVC 管	12	第六节 光纤和光缆的连接技术	143
第三节 电缆桥架	12	本章小结	156
第四节 槽、管的线缆敷设	13	思考题	156
本章小结	15	第七章 线缆传输系统工程测试和	
思考题	15	验收	157
第四章 网络总体方案设计	16	第一节 电缆传输系统工程测试和验收	157
第一节 概述	16	第二节 光缆布线工程测试	177
第二节 综合布线的拓扑结构	16	本章小结	186
第三节 综合布线支持的网络类型	21	思考题	187
本章小结	24	第八章 网络工程的验收与鉴定	188
思考题	24	本章小结	197
第五章 综合布线工程设计	25	思考题	197
第一节 综合布线工程设计概述	25	附录	198
第二节 工作区子系统设计	27	参考文献	201

第一章

综合布线系统概述

学习目标

1. 掌握综合布线系统的基本概念。
2. 掌握综合布线系统标准。
3. 了解综合布线的发展趋势。

第一节 综合布线系统的概念

一、综合布线系统的定义

综合布线系统又称结构化布线系统,是一种模块化、灵活性极高的布线网络,是建筑物或建筑群内进行语音、数据、图像信号传输的综合布线系统。综合布线系统中不包括应用系统中的各种终端设备和转换装置,它只是由线缆及相关接续设备组成的信息传输通道。能支持语音通信、图像传输、数据交换等多种系统。

二、综合布线系统的组成

综合布线系统一般由六个子系统组成,即建筑群子系统、干线子系统、水平子系统、管理子系统、设备间子系统和工作区子系统。各组成部分共同构成一个有机的整体。图 1.1 所示为综合

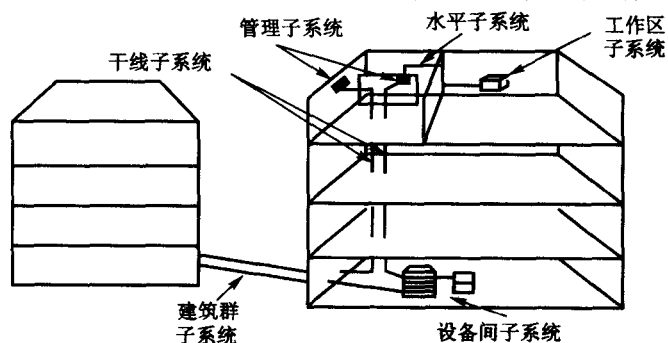


图 1.1 综合布线系统结构示意图

布线系统的结构示意图。

1. 建筑群子系统

它是将多个建筑物的数据通信信号连接成一体的布线系统,它包括建筑物间的主干布线以及建筑物中的引入口设施。

2. 设备间子系统

设备间子系统一般是指在每幢建筑物内的适当位置专设的安装电缆、连接跳线架、相关支撑硬件、防雷电保护装置等设备的房间,是通信设施、配线设备的所在地,也是线路管理的集中点。它不仅是整个建筑物内布线系统的中心单元,还是与建筑物外信息沟通的重要枢纽。

3. 干线子系统

干线子系统又称垂直干线子系统,简称垂直子系统,是指从设备间主交换机到各层管理间分交换机之间的布线。提供各楼层管理间、设备间和引入口设施之间的互联。

4. 管理子系统

管理子系统设置在每个楼层接续设备的房间内,其主要功能是对本层楼所有的信息点实现配线管理及功能变换。一般由配线架、交换机、跳线和插头等装置组成。

5. 水平子系统

水平子系统又称配线子系统,它是局限于同一楼层的布线系统,其主要功能是实现信息插座和管理子系统间的连接。

6. 工作区子系统

工作区子系统又称服务区子系统,它是由工作区内终端设备连接到信息插座之间的设备组成,包括信息插座、连接软线、适配器等。

由于具体工程的规模不同,布线系统范围也有所不同,不一定每项工程都有六个子系统。例如单栋建筑就没有建筑群子系统。

三、综合布线系统的特点

1. 兼容性

兼容性是指布线系统可以将语音、数据、图像这些性质不同的信号综合到一套标准布线系统中,避免了传统布线中各系统不相容,管线拥挤不堪,一旦需要改变终端设备的位置,就需要敷设新的线缆以及安装新的插座或接头。

综合布线系统在使用时可不用定义某个工作区的信息插座的具体应用,只把某个终端设备接入这个信息插座,然后在管理间和设备间的交连设备上作相应的跳线操作,这个终端设备就被接入到自己的系统中。

2. 开放性

综合布线系统是开放式体系结构,符合国际上流行的标准,因而对各著名厂商的品牌产品均是开放的。当然,对通信协议也是开放的。

3. 灵活性

在任意信息点上,都能够连接不同类型的设备。例如一个标准的插座既可以接入电话,又可以用来连接计算机终端,而不需改变系统布线,需要的只是增减相应的网络设备以及进行必要的跳线管理即可。

4. 模块化

综合布线系统中,除去敷设在建筑物内的线路外,其余所有的接插件都是积木式的标准件,管理与使用方便。

5. 扩充性

由于工作站是由中心节点向外增设,各条线路自成独立系统,互不影响,在改建或扩建时,也不会影响其他线路。

6. 经济性

综合布线较传统布线减少了不必要的重复布线、重复施工,从整体上节省了投资,提高了效益。

第二节 综合布线系统的相关标准

在综合布线系统工程中,常用的国内外标准很多,不再详细讲解。现将主要的国内外标准列于表 1.1 中,供查阅、使用时参考。

表 1.1 综合布线相关的一些主要标准

序号	标准覆盖范围	标准名称	标准编号	批准发布组织
1	国际标准	信息技术 - 用户房屋的综合布线	ISO/IEC11801	国际标准化组织
2	中国标准	建筑与建筑群综合布线系统施工验收规范	CECS89:97	中国工程建设标准化协会
3	欧洲标准	信息技术综合布线系统	EN50173	电工技术标准化欧洲委员会
4	美国国家标准	商业建筑物电信布线标准	ANSI/TIA/EIA - 568A	TIA 长途电信工业协会
5	美国国家标准	电信通道和空间的商业建筑物标准	ANSI/TIA/EIA - 569	电子工业协会
6	中国标准	建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范	GB/T50311	建设部等

第三节 综合布线系统的发展趋势

随着科学技术的迅速发展,综合布线系统也在不断地发生变化,在功能上和布线系统自身的品质上都将会有很大的提高。

一、综合布线的作用进一步拓展

1. 集成布线系统

现在的综合布线只解决了电话和网络系统的综合问题,在智能建筑里还有很多其他的子系

统,如照明控制系统、空调控制系统、监控系统等还是采用各自独立的布线系统。集成布线系统就是用一套综合布线解决楼宇内全部弱电信号的传输,为楼宇提供一个集成布线平台,使智能建筑真正成为设备系统能即插即用的建筑。

2. 智能家居布线系统

随着人们生活水平的提高,人们对居住条件的要求也越来越高。智能家居布线系统解决了集中管理家庭服务的各种功能应用问题,如三电(电视、电话、电脑)一体,三线(数据线、有线电视线、电话线)合一。同时,还可提供对家庭安防系统的支持,对家用电器的自动控制及能源自控等。

二、综合布线系统自身品质的提高

随着布线技术的发展,综合布线施工越来越方便、快捷。同时,随着新产品、新技术的出现,网络系统的性能也越来越稳定、品质越来越好。

本章小结

本章主要介绍了综合布线的定义及综合布线系统的组成。简单列举了常用的综合布线标准,以便查阅。对于综合布线的发展趋势,主要以功能和布线系统本身品质方面作了简单阐述。

思考题

1. 什么是综合布线?
2. 综合布线系统主要由哪些子系统组成?
3. 综合布线的常用标准有哪些?
4. 综合布线有哪些特点?

第二章

网络传输介质

学习目标

了解网络传输所涉及的传输介质及其种类、性能。

第一节 双 绞 线

双绞线也称双扭线,是综合布线系统工程中最常用的传输介质。它由两根相互绝缘的铜芯导线按照规定相互扭绞成一个线对,形如麻花状,故名双绞线。双绞线之所以要相互缠绕,是为了利用两根铜线中的电流相互作用产生一个保护型电磁场,该电磁场用于抵消邻近线路的电磁干扰和减少来自外界的各种电磁干扰。因此,双绞线绞接越紧密,绞距越均匀,其抗干扰能力越强,数据传输性能越好。

如果把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中,便成了双绞线电缆。常见的双绞线电缆一般由 4 对双绞线组成,也有超过 4 对的大对数电缆。

为了便于区分和连接,双绞线的每一条线都有色标,如橙色、绿色、蓝色和棕色等。

图 2.1 所示即为双绞线电缆的结构示意图。

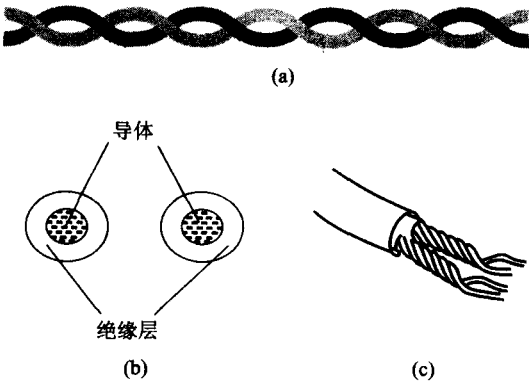


图 2.1 双绞线电缆示意图
(a) 双绞线电缆; (b) 截面; (c) 两对双绞线

一、双绞线的分类

1. 按绝缘层的不同分类

按有无绝缘层的不同,双绞线可以分为非屏蔽双绞线 UTP(Unshielded Twisted Pair)和屏蔽双绞线 STP(Shielded Twisted Pair)两种。屏蔽双绞线就是在双绞线的外面加上了一个用金属丝编制成的屏蔽层,用于提高双绞线的抗电磁干扰能力。目前常用的是非屏蔽双绞线,因为它价格低、易安装且基本能满足信号传输要求。屏蔽双绞线一般只用在一些特殊场合,如电磁干扰严重的场合或党政军和金融等重要部门。

2. 按照传输性能分类

按国际电工委员会和国际电信委员会建立的双绞线国际标准,双绞线分为 7 个类别:

- 第 1 类: 传输频率 100 kHz 以下
- 第 2 类: 传输频率 1 MHz
- 第 3 类: 传输频率 16 MHz
- 第 4 类: 传输频率 20 MHz
- 第 5 类: 传输频率 100 MHz
- 第 6 类: 传输频率 200 MHz
- 第 7 类: 传输频率 600 MHz 以上

除此之外,还有超 5 类线,这是厂家为了保证通信质量单方面提高的 5 类标准。目前用得比较多是超 5 类以上的双绞线。当然,电缆的级别越高,其性能越好,价格也就越高。

二、双绞线的安全性能

在布线时,双绞线通常都敷设在散热条件不好的地方,如天花板隔层,地板下或者竖井内,这就要求双绞线要有较好的耐火性、耐热性,低发烟等性能。敷设地不同,对双绞线的安全性能要求也不同,表 2.1 所示为双绞线的安全级别标志及所使用的环境,其中 MPP、CMP 为最高安全等级。

表 2.1 双绞线的安全级别标志及使用环境

使用环境	标志	使用环境	标志
天花板隔层等强制通风	MPP	通道内的水平敷设	CMP
楼层之间垂直敷设	MPR	楼层之间垂直敷设	CMR
通用环境	MP	通用环境	CM
限制使用	CMX		

三、双绞线的其他性能

1. 衰减

信号通过一段电缆后,其强度会减小,而且电缆越长,信号频率越高,其衰减越大,所以,双绞线的传输距离不应过长。

2. 串扰

串扰又分为近端串扰和远端串扰。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。串扰是一对线对另一对线的影响程度。串扰的大小与线路本身及传输频率有关,同时还与连接通路的接收器、连接头及制作连接时的技术水平有关。

3. 电容

电容会使电缆上的信号失真。因此,可以通过检查电容来判断线缆是否被拉伸或弯折。

4. 传输延迟

传输延迟是一个信号从电缆一端传送到另一端所需要的时间。显然线路越长,传输延迟越大。如果传输延迟偏大,会造成延迟碰撞增多,使传输失败。

5. 特性阻抗

特性阻抗是指电缆在规定的工作频率范围内对通过的信号的阻碍能力。各种电缆有不同的特性阻抗,综合布线中,大多使用 $100\ \Omega$ 的电缆,也有使用 $120\ \Omega$ 和 $150\ \Omega$ 的电缆。

四、标识

可以通过双绞线外皮上的喷字来了解双绞线的有关信息。如 VCOM SYSTEMS CABLE E438134 1400 24AWG(UL) CMR/MPR(UL) PCC FT 4 VERIFIED、ETL、CAT 5、01000FT,其主要含义如下:

- ① VCOM: 公司名称。
- ② 24: 表示线芯是 24 号(有 22、24、26 三种规格)。
- ③ AWG: 表示美国线缆标准。
- ④ UL: 表示通过认证。
- ⑤ CMR/MPR: 表示安全级别。
- ⑥ FT 4: 表示 4 对线。
- ⑦ CAT 5: 表示 5 类线。

第二节 同轴电缆

同轴电缆用于对频率带宽需求较宽的通信系统中。目前,同轴电缆用于视频领域较多,在数据电缆安装方面应用较少。

一、同轴电缆的结构

同轴电缆的结构如图 2.2 所示。同轴电缆分为四层,中心有一根单芯铜导线,铜导线外面是绝缘层,最外面两层分别是金属屏蔽层及塑料封套。

二、同轴电缆的分类

目前常用的同轴电缆有两种:基带同轴电缆和宽带同轴电缆。

1. 基带同轴电缆

基带同轴电缆易于连接,特征阻抗为 $50\ \Omega$ 。该种电缆又分为细缆(直径 5 mm)和粗缆(直径

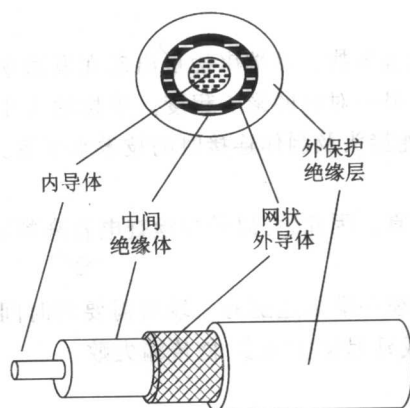


图 2.2 同轴电缆结构示意图

10 mm) 两种。目前,基带同轴电缆主要用于基带和数字信号的传输,由于目前基于同轴电缆的网络,如 10BASE-5、10BASE-2 或令牌环网络,应用较少,所以其使用场合已逐渐被双绞线和光缆所替代。

2. 宽带同轴电缆

宽带同轴电缆可以传输数字信号,也可传输模拟信号。主要用于视频传输系统和有线电视 (CATV) 中,其特征阻抗为 $75\ \Omega$,可实现远距离传输。

第三节 光 纤

光纤通信是以光波为载频、光导纤维为传输介质的一种通信方式。与电缆传输相比,光纤具有传输信息量大、传输距离长、体积小、重量轻、抗干扰强等优点。它尤其适合于传输距离长、数据容量大及要求防电磁干扰、防窃听的场合。

一、光纤的结构和特点

光纤是光导纤维的简称,它是用高纯度玻璃材料及管壁极薄的软纤维制成的新型传导材料。光纤剖面结构如图 2.3 所示。

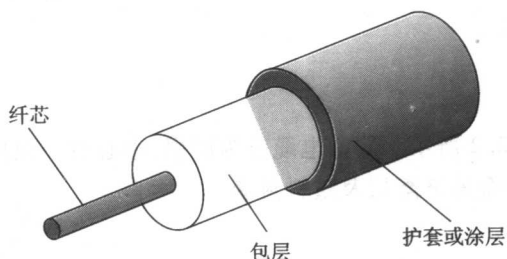


图 2.3 光纤结构示意图

用护套将一根或多根已加包层的光纤芯包在一起就成了光缆。护套通常用塑料或其他材料制成,用于保护光纤和其他光缆部件免受损害。同时,为了保护光纤芯,在护套中一般应用填充

物来加固光纤芯。

图 2.4 所示为光缆结构示意图。

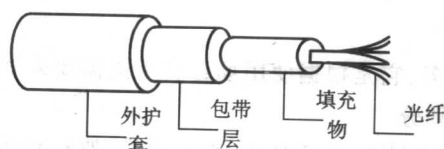


图 2.4 光缆结构示意图

采用光纤传送信号有以下优点：

- ① 频带宽。
- ② 传输损耗小。
- ③ 传输距离远。
- ④ 数据传输速率高。
- ⑤ 误码率很低。

二、光纤的分类

按信号传送方式,光纤可分为多模光纤和单模光纤两种。

1. 单模光纤

单模光纤相对于多模光纤来说纤芯很小,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的光,这种只传输单一模式 (Single Mode) 的光的光纤称为单模光纤。此类光纤模间色散很小,传输频带宽,传输容量大,适用于远程通信。图 2.5 所示为单模光纤传播示意图。

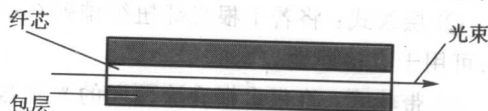


图 2.5 单模光纤传播示意图

2. 多模光纤

多模 (Multi Mode) 光纤直径较大,可以通过多种模式的光。多模光纤的模间色散较大,限制了传输数字信号的频率,且光纤越长色散越严重。因此,多模光纤适合低速、较短距离的光纤通信。图 2.6 所示为多模光纤的传输示意图。

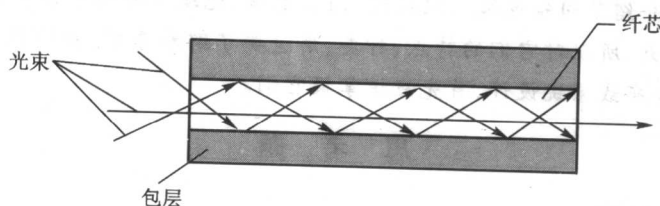


图 2.6 多模光纤的传输示意图

多模光纤比单模光纤便宜,也易于安装,多用于做主干布线。

3. 常用光纤规格

单模光纤: $8/125\ \mu\text{m}$ 、 $9/125\ \mu\text{m}$ 、 $10/125\ \mu\text{m}$ 。

多模光纤: $50/125\ \mu\text{m}$ (欧洲标准)、 $62.5/125\ \mu\text{m}$ (美国标准)。

其中分子表示纤芯的直径,分母表示包层的直径。

三、光缆的种类

目前,光缆的分类方法很多,它是根据使用场合和不同需要来划分的。

1. 以光缆的敷设方式来划分

光缆敷设方式可分为:管道光缆、直埋光缆、水底光缆、架空光缆等。

① 管道光缆:安全隐蔽,光缆受外界损坏机会较小,扩建和维护方便,但工程造价较高。结构上无需铠装。

② 直埋光缆:安全隐蔽,适合场合较多,建设管道时受到限制或不宜架空时使用,扩建和维护不便,结构上有铠装。

③ 水底光缆:因河流情况复杂,故施工技术要求高,线路隐蔽,造价较高。水底光缆一般采用钢丝或钢带铠装的结构,有时需双层铠装。

④ 架空光缆:受外界损坏机会多,扩建方便,容量有所限制,外界气候对它有影响,造价较低。

2. 以光缆的结构型式来分

按结构可分为中心束管式、层绞式和带状式光缆。

① 中心束管式:将4~12根光纤成束穿放在较大直径的管中,并在管内充填油膏,其工艺简单、成本低,适用于用户光纤线路。

② 层绞式:将若干根光纤扭绞排列在中心加强构件的四周,其优点是防水、能承受较大拉力,可用于直接埋地。

③ 带状式:将很多根含涂覆层的光纤排列成行,置于塑料带内,然后将若干根塑料带彼此按一定的方式排列组合成缆,其特点是因光纤带体积小,故可构成芯数很多的光缆,适合目前的光纤接入网。

本章小结

本章介绍了网络传输介质的种类、特点以及各自使用的场合。重点介绍了双绞线和光缆这两种传输介质,简单介绍了同轴电缆。双绞线、同轴电缆、光缆是布线中常用的三种传输介质,它们用途广泛、作用巨大,所以对它们的特点、种类、用途要了解和掌握,在布线系统设计中是十分重要的。要学好综合布线系统设计,首先应该掌握它们。

思考题

1. 双绞线是如何分类的?
2. 双绞线的安全性能有哪些级别?分别用在什么环境?
3. 双绞线的标识分别有什么含义?
4. 同轴电缆是如何分类的?
5. 什么是光纤通信?
6. 单模光纤和多模光纤各有什么特点?
7. 光缆有哪些种类?