

中天传播



高等职业教育 **课改** 系列规划教材

[通信类]

综合布线 实训教程

◎ 方水平 王怀群 主编 ◎ 刘业辉 副主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

ZONGHEBUXIAN

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材（通信类）

综合布线实训教程

方水平 王怀群 主 编

刘业辉 副主编

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

综合布线实训教程 / 方水平, 王怀群主编. — 北京:
人民邮电出版社, 2010.5
(世纪英才高等职业教育课改系列规划教材. 通信类)

ISBN 978-7-115-22440-8

I. ①综… II. ①方… ②王… III. ①计算机网络—
布线—技术—高等学校: 技术学校—教材 IV.
①TP393.03

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第034201号

内 容 提 要

本书是以综合布线工程设计、施工和管理人员的工作任务为主线,并结合《综合布线系统工程设计规范》和《综合布线系统工程验收规范》而编写的。

本书根据综合布线系统工程设计、施工和验收等岗位技能要求,将教学内容分为4个学习情境,设置15个工作任务。主要内容包括:情境1 主要介绍综合布线系统的组成、布线材料和布线工具等;情境2 主要介绍综合布线系统设计方法;情境3 介绍综合布线系统施工的主要技术;情境4 主要是阐述了综合布线系统测试与验收。学生通过完成15个任务掌握必要的知识和技能,为今后从事综合布线系统的设计、施工、测试与验收等方面的工作打下良好的基础。学生学完本书内容后就可以报考线务员、智能楼宇管理师、智能建筑设施安装师等资格考试。

本书可作为高职高专院校计算机网络专业、通信工程专业的网络综合布线教材,也可作为相关专业师生和网络系统集成技术人员的参考用书。

世纪英才高等职业教育课改系列规划教材(通信类)

综合布线实训教程

-
- ◆ 主 编 方水平 王怀群
 - 副 主 编 刘业辉
 - 责任编辑 丁金炎
 - 执行编辑 郑奎国
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17
字数: 394千字 2010年5月第1版
印数: 1~3 000册 2010年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22440-8

定价: 33.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

通信技术专业作为北京工业职业技术学院示范性重点建设专业，专业建设不断深入，实践环境不断完善。为了培养出专业知识扎实、实践技能熟练的高技能应用型人才，使毕业生零距离上岗，在教学过程中迫切需要对旧的教学环节进行改革，以适应不断变化的市场需求。

本书主要面向通信线务员、综合布线助理工程师、智能楼宇设施安装师、智能楼宇管理师等岗位，以《智能楼宇管理师》、《线务员》和《智能楼宇安装师》国家职业资格标准为依据，把提高学生的技术应用能力放在重要位置，以智能建筑综合布线系统设计、施工、验收及运行管理职业的岗位能力培养为根本目标。本书内容主要包括相关任务的学习引导、工作页、练习页、任务评价等。任务评价采取自我评价、小组评价、教师评价相结合的方式，全面、公正地对学生们的学习效果进行评价。

本书分为4个情境。情境1认识综合布线系统；情境2综合布线系统设计；情境3综合布线系统施工；情境4综合布线系统测试与验收。

本书由北京工业职业技术学院、西安开元电子实业有限公司、上海晶唐智能有限责任公司联合编写。由北京工业职业技术学院的教研团队带头，并特邀综合布线资深技术专家组成顾问与评审团队协助教材的创作。情境1由西安开元电子实业有限公司王公儒编写，情境2由北京工业职业技术学院方水平编写，情境3由北京工业职业技术学院刘业辉编写，情境4由北京工业职业技术学院王怀群编写。全书由方水平统稿。

本书在编写过程中得到了北京工业职业技术学院的领导的大力支持，也得到了通信教研室的同事、上海晶唐智能有限责任公司的王明伟、西安开元电子实业有限公司的樊果高级工程师的帮助，在此表示由衷的感谢。

限于编者水平，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正，以使本教材更趋完美，也更加符合职业技术教育的需要。

编者

学习情境1 认识综合布线系统

任务一 认识综合布线子系统	1
第一部分 任务学习引导	2
1.1 综合布线的基本概念	2
1.2 综合布线系统类型	3
1.3 综合布线系统工程的各个子系统	3
1.4 综合布线系统传输介质	6
1.5 综合布线系统工程常用器材	11
第二部分 学习过程记录	21
第三部分 工作页	23
第四部分 练习页	28
第五部分 任务评价	28
任务二 认识综合布线工具	29
第一部分 任务学习引导	30
2.1 缆线端接工具	30
2.2 光缆端接工具	32
2.3 管槽和设备安装工具	34
2.4 线缆敷设工具	38
第二部分 学习过程记录	39
第三部分 工作页	40
第四部分 练习页	42
第五部分 任务评价	43

学习情境2 综合布线系统设计

任务三 综合布线系统工程的需求

分析	44
第一部分 任务学习引导	45
3.1 需求分析内容	45
3.2 需求分析的要求	45
3.3 进行需求分析的方法	46
3.4 编写需求分析说明书	46
第二部分 学习过程记录	46
第三部分 工作页	47
第四部分 练习页	48
第五部分 任务评价	49

任务四 综合布线系统工作区子

系统设计	49
第一部分 任务学习引导	50
4.1 综合布线系统设计的技术要求	50
4.2 综合布线系统工作区设计要求	51
4.3 综合布线系统工作区子系统	

设计要点	51
4.4 综合布线系统工作区子系统	
设计步骤	51
4.5 利用 Microsoft Visio 2003 绘制综合布	
线系统工作区子系统信息点的图纸	57

第二部分 学习过程记录	63
第三部分 工作页	64
第四部分 练习页	68
第五部分 任务评价	68

任务五 综合布线水平子系统设计

第一部分 任务学习引导	70
5.1 综合布线水平子系统的基本布线	
要求	70
5.2 综合布线水平子系统设计应	
考虑的几个问题	71
5.3 综合布线水平子系统设计	71
第二部分 学习过程记录	83
第三部分 工作页	84
第四部分 练习页	89
第五部分 任务评价	89

任务六 综合布线管理间子系统设计

第一部分 任务学习引导	91
6.1 综合布线管理间子系统划分原则	91
6.2 综合布线管理间子系统设计	92
第二部分 学习过程记录	94
第三部分 工作页	95
第四部分 练习页	98
第五部分 任务评价	98

任务七 综合布线垂直子系统设计

第一部分 任务学习引导	100
7.1 综合布线垂直子系统的划分原则	100
7.2 综合布线垂直子系统的设计	100
第二部分 学习过程记录	104
第三部分 工作页	105
第四部分 练习页	107
第五部分 任务评价	107

任务八 综合布线系统设备间子

系统设计	108
第一部分 任务学习引导	109
8.1 综合布线系统设备间子系统的	
基本概念	109
8.2 综合布线系统设备间子系统的设计	109

第二部分 学习过程记录	116	第四部分 练习页	169
第三部分 工作页	116	第五部分 任务评价	170
第四部分 练习页	118	任务十三 机柜、交换机和配线架等设备的安装	171
第五部分 任务评价	118	第一部分 任务学习引导	172
任务九 综合布线系统建筑群子系统设计	119	13.1 管理间子系统交换机、配线架等的安装	172
第一部分 任务学习引导	120	13.2 设备间子系统工程	174
9.1 综合布线进线间子系统的设计	120	第二部分 学习过程记录	177
9.2 综合布线建筑群子系统的设计	121	第三部分 工作页	178
第二部分 学习过程记录	124	第四部分 练习页	180
第三部分 工作页	124	第五部分 任务评价	181
第四部分 练习页	126		
第五部分 任务评价	127		
		学习情境 4 综合布线系统测试与验收	
学习情境 3 综合布线系统施工		任务十四 综合布线系统测试	182
任务十 综合布线系统配线端接	128	第一部分 任务学习引导	183
第一部分 任务学习引导	129	14.1 综合布线测试分类	183
10.1 网络配线端接的意义和重要性	129	14.2 电气测试的测试项目	184
10.2 配线端接技术原理	129	14.3 测试链路模型	187
10.3 网络双绞线剥线基本方法	130	14.4 综合布线系统工程的测试	188
10.4 RJ45 水晶头端接原理和方法	131	第二部分 学习过程记录	191
10.5 网络模块端接原理和方法	132	第三部分 工作页	192
10.6 五对连接块端接原理和方法	133	第四部分 练习页	194
10.7 网络机柜内部配线端接	134	第五部分 任务评价	195
第二部分 学习过程记录	135	任务十五 综合布线系统验收	195
第三部分 工作页	136	第一部分 任务学习引导	196
第四部分 练习页	141	15.1 工程验收相关标准	196
第五部分 任务评价	141	15.2 综合布线系统验收	196
任务十一 底盒和模块的安装	142	15.3 物理验收	197
第一部分 任务学习引导	143	15.4 文档验收	201
11.1 底盒和模块的安装标准要求	143	15.5 系统测试验收	202
11.2 信息点安装位置	143	第二部分 学习过程记录	202
11.3 底盒安装	143	第三部分 工作页	204
11.4 模块安装	145	第四部分 练习页	207
11.5 面板安装	145	第五部分 任务评价	208
11.6 测试模块和配线架连通性	146		
第二部分 学习过程记录	146	附录一 《综合布线系统工程设计规范》	209
第三部分 工作页	148		
第四部分 练习页	149	附录二 《综合布线系统工程设计规范》相关条文说明	235
第五部分 任务评价	149		
任务十二 敷设管线与布放线缆	150	附录三 《综合布线工程验收规范》	251
第一部分 任务学习引导	151		
12.1 管理间和设备间的布线技术	151	参考文献	265
12.2 水平子系统的布线工程	153		
12.3 垂直子系统布线工程	158		
12.4 进线间和建筑群子系统布线工程	161		
第二部分 学习过程记录	164		
第三部分 工作页	165		

学习情境 1 认识综合布线系统

任务一 认识综合布线子系统

学生通过此任务的学习并参观实际的综合布线系统,可以熟悉综合布线系统的组成、综合布线的标准、综合布线系统中所用到的传输介质、传输介质的特性和使用场合,还可以了解综合布线系统中使用的器材,并能根据实际情况选择器材,为后续工作做好准备。



问题引导

- (1) 什么是综合布线? 综合布线系统有哪些类型?
- (2) 综合布线系统由哪几个部分组成?
- (3) 目前综合布线国内、国际的标准有哪些?
- (4) 综合布线系统常用到哪些传输介质? 每种传输介质有何特性? 如何选择这些传输介质?
- (5) 综合布线系统用到哪些工程器材? 如何根据实际情况选择这些工程器材?

提示: 读者可以通过到图书馆查阅相关图书、上网搜索相关资料或询问相关在职人员解答以上问题。



任务描述

本任务要求学生在学习、收集相关资料的基础上了解综合布线系统的应用,了解综合布线系统的基本组成、系统组成材料,认识并能选择综合布线线缆、管材等布线材料。任务描述如下表所示。

学习目标	(1) 了解综合布线的概念、综合布线系统的组成; (2) 了解综合布线国内、国际的标准; (3) 掌握综合布线系统中常用材料的特性、每种材料的应用场合,能根据实际情况选择这些材料; (4) 基本能认识综合布线系统的结构,能说出各综合布线各子系统之间的关系
任务要求	(1) 参观访问一个采用综合布线系统构建的校园网。 ① 了解该校园网络的基本情况,包括建筑物的面积、层数、功能用途、建筑物的结构、信息点的布置、数量等。 ② 参观建筑物的设备间,了解并记录设备间所用的设备名称和规格,注意各设备之间的连接情况;了解设备间的环境状况。 ③ 参观管理间,了解管理间的环境、面积和设备配置。

续表

任务要求	④ 观察综合干线子系统是采用何种方式进行敷设的。了解线缆的类型、规格和数量。 ⑤ 观察水平子系统的走线路由。了解水平子系统所选用的传输介质类型、规格和数量，并观察其布线方式。 ⑥ 观察工作区的面积、信息插座的配置数量、类型、安装高度和线缆的布线方式。 (2) 画出该网络的系统布线示意图。 ① 在参观、做记录的基础上，画出该网络的布线结构示意草图。 ② 在图中标明所用设备的型号、名称、数量，以及各综合布线子系统所选用传输介质的类型和数量。 ③ 画出该系统与公用网络的连接情况草图
注意事项	(1) 工具仪器按规定摆放； (2) 参观综合布线系统时注意安全； (3) 注意实训室的卫生
建议学时	6 学时

第一部分 任务学习引导

1.1 综合布线的基本概念

随着计算机技术、宽带技术以及网络技术的飞速发展，人们对信息的需求是越来越大。信息化的浪潮正在席卷全球的每一个角落。人们的生活发生了翻天覆地的变化。而且这种趋势不仅仅体现在技术的更新上，更重要的是在人们的思维习惯上，信息化正逐渐成为人们最基本的需求而体现在生活的各个层面上。

过去，在设计大楼内部的语音及数据系统时，会使用各种不同的传输线缆、信息插座以及插头。例如，用户电话交换机通常使用双绞线，局域网（LAN）则可能使用双绞线或同轴电缆，这些不同的系统使用不同的线缆来构成各自的传输网络。而这些不同的信息插座、插头及配线架之间无法互相兼容，相互之间达不到共用的目的。

现在可以将所有的语音、数据、电视（会议电视、监控电视）设备的布线组合在一套标准的布线系统上，并且将各种设备终端的插头插入标准的信息插座，这就是结构化综合布线系统。现代建筑物中，常常需要将计算机技术、通信技术、信息技术和办公环境集成在一起，实现信息和资源共享，提供快捷的通信和完善的安全保障，这就是智能大厦，而实现这一切的基础就是综合布线。

综合布线是一门新发展起来工程技术，涉及许多理论和技术问题，是一个多学科交叉的新领域，也是计算机技术、通信技术、控制技术与建筑技术紧密结合的产物。综合布线是集成网络系统的基础，能够支持数据、语音及其图像等的传输要求，是计算机网络和通信系统的支撑环境。同时，作为开放系统，综合布线也为其他系统的接入提供了有力的保障。一套先进的综合布线系统，不仅能支持一般的话音、数据传输，还应能支持多种网络协议，和不同生产厂商的设备互连，可适应各种灵活的、容错的组网方案。

综合布线系统与智能大厦的发展紧密相关，是智能大厦的实现基础。智能大厦具有舒适性、安全性、方便性、经济性和先进性等特点。智能大厦一般包括中央计算机控制系统、楼

宇控制系统、办公自动化系统、通信自动化系统、消防自动化系统以及安保自动化系统等。

综合布线系统也是生活小区智能化的基础。信息化社会唤起了人们对住宅智能化的要求,业主们开始考虑在舒适的家中了解各种信息,并且非常关注在家办公、在家炒股、互动电视以及住宅自控等新生事物。

1.2 综合布线系统类型

综合布线系统可以分为基本型综合布线系统、增强型综合布线系统以及综合型综合布线系统 3 种。

基本型综合布线系统大多数能支持语音/数据,其特点是一种富有价格竞争力的综合布线方案,能支持所有语音和数据的应用,应用于语音、语音/数据或高速数据,便于技术人员管理,能支持多种计算机系统的数据传输。

增强型综合布线系统不仅具有增强功能,而且还可提供发展余地。增强型综合布线系统支持语音和数据的应用,并可按需要利用端子板进行管理,每个工作区有 2 个信息插座,不仅机动灵活,而且功能齐全,任何一个信息插座都可提供语音和高速数据应用,可统一色标,按需要可利用端子板进行管理,是一个能为多个数据应用部门提供服务的经济有效的综合布线方案。

综合型综合布线系统的主要特点是引入光缆,可适用于规模较大的智能大楼,其余特点与基本型或增强型综合布线系统相同。

1.3 综合布线系统工程各个子系统

GB50311-2007《综合布线系统工程设计规范》国家标准规定,在综合布线系统工程设计中,宜按照下列 7 个部分进行:工作区、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、进线间以及管理子系统(见图 1-1)。根据近年来中国综合布线工程的应用实际,在该标准中新增加了进线间的规定,能够满足不同运营商接入的需要,同时针对日常应用和管理需要,特别提出了综合布线系统工程管理问题。

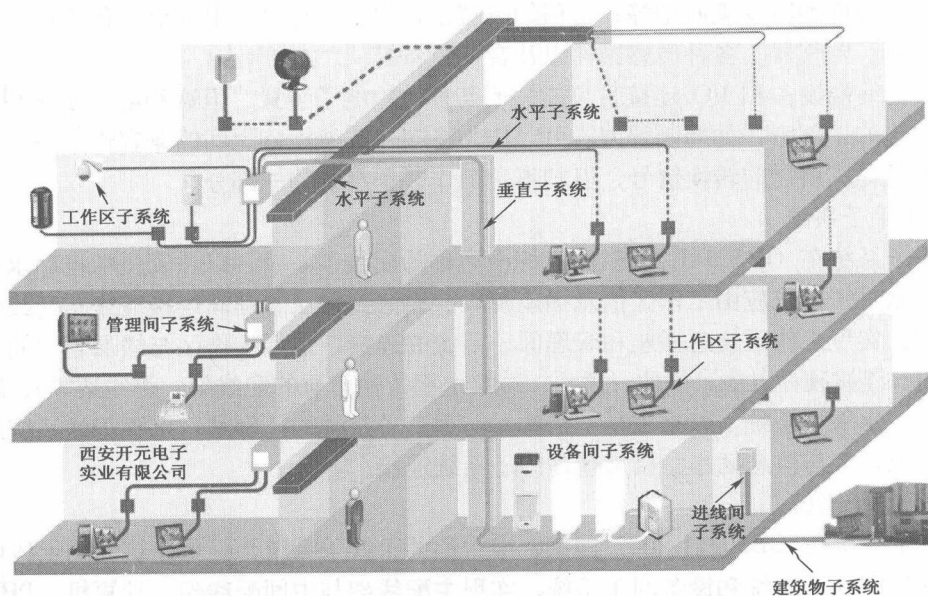


图 1-1 综合布线系统工程各个子系统示意图

1. 工作区子系统

工作区子系统是指从信息插座延伸到终端设备的整个区域,即将一个独立的需要设置终端设备的区域划分为一个工作区。

工作区域可支持电话机、数据终端、计算机、电视机、监视器以及传感器等终端设备,包括信息插座、信息模块、网卡和连接所需的跳线,并在终端设备和输入/输出(I/O)之间搭接,相当于电话配线系统中连接话机的用户线及话机终端部分。典型的工作区子系统如图 1-2 所示。

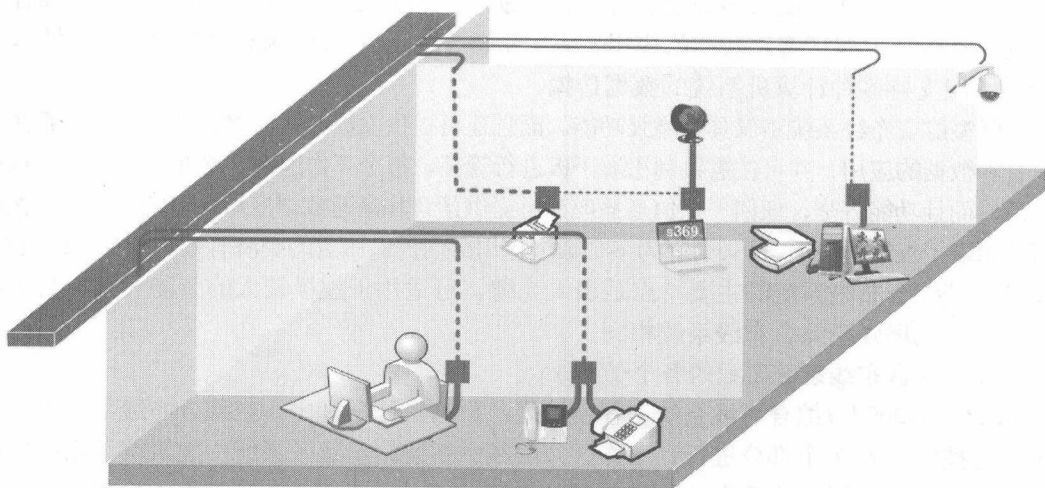


图 1-2 工作区子系统

工作区子系统又称服务区子系统,由跳线与信息插座所连接的设备组成。信息插座包括墙面型、地面型以及桌面型等,常用的终端设备包括计算机、电话机、传真机、报警探头、摄像机、监视器、各种传感器件以及音响设备等。

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

2. 水平子系统

水平子系统在 GB50311-2007 国家标准中称为配线子系统,以往资料中也称水平干线子系统。水平子系统应由工作区信息插座模块、模块到楼层管理间连接缆线、配线架、跳线等组成。实现工作区信息插座和管理间子系统的连接,包括工作区与楼层管理间之间的所有电缆、连接硬件(信息插座、插头、端接水平传输介质的配线架、跳线架等)、跳线线缆及附件。水平子系统一般采用星型结构,与垂直子系统的区别是:水平干线系统总是在一个楼层上,仅与信息插座、楼层管理间子系统连接。

3. 垂直子系统

垂直子系统在 GB50311-2007 国家标准中称为干线子系统,提供建筑物的干线电缆,负责连接管理间子系统和设备间子系统,实现主配线架与中间配线架,计算机、PBX、控制中心与各管理子系统间的连接。该子系统由所有的布线电缆组成,或由导线和光缆以及

将此光缆连接到其他地方的相关支撑硬件组成。干线传输电缆的设计必须既满足当前的需要,又应适合今后的发展,具有高性能和高可靠性,能支持高速数据传输。

在确定垂直子系统所需要的电缆总对数之前,必须确定电缆中话音和数据信号的共享原则。对于基本型综合布线系统,每个工作区可选定 2 根双绞线;对于增强型综合布线系统,每个工作区可选定 3 根双绞线;对于综合型综合布线系统,每个工作区可在基本型或增强型的基础上增设光缆系统。

传输介质包括一幢多层建筑物的楼层之间垂直布线的内部电缆,或主要单元(如计算机房或设备间)和其他干线接线间的电缆。

为了与建筑群的其他建筑物进行通信,干线子系统将中继线交叉连接点和网络接口连接起来。网络接口通常放在设备相邻的房间。

4. 管理间子系统

管理间子系统也称电信间或配线间,一般设置在每个楼层的中间位置。对于综合布线系统而言,管理间主要用来安装建筑物的配线设备,是专门安装楼层机柜、配线架、交换机的楼层管理间。管理间子系统也是连接垂直子系统和水平干线子系统的设备。当楼层信息点很多时,可以设置多个管理间。

管理间子系统应采用定点管理,场所的结构取决于工作区、综合布线系统的规模和所选用的硬件。在交接区应有良好的标记系统,如建筑物名称、建筑物楼层位置、区号、起始点和功能等标志。管理间的配线设备应采用色标区别各类用途的配线区。

5. 设备间子系统

设备间在实际应用中一般称为网络中心或机房,是在每栋建筑物适当地点进行网络管理和信息交换的场地。其位置和大小应该根据综合布线系统的分布、规模以及设备的数量来具体确定,通常由电缆、连接器和相关支撑硬件组成,通过缆线把各种公用系统设备互连起来。主要设备包括计算机网络设备、服务器、防火墙、路由器、程控交换机以及楼宇自控设备主机等,主要设备可以放在一起,也可分别放置。

在较大型的综合布线系统中,也可以把与综合布线系统密切相关的硬件设备集中放在设备间,其他计算机设备、数字程控交换机、楼宇自控设备等可以分别设置单独的机房,这些单独的机房应该紧靠综合布线系统的设备间。

6. 进线间子系统

进线间是建筑物外部通信和信息管线的入口部位,并可作为入口设施和建筑群配线设备的安装场地。进线间是 GB50311-2007 国家标准在系统设计内容中专门增加的,要求在建筑物前期系统设计中要有进线间,满足多家运营商业务需要,避免一家运营商自建进线间后独占该建筑物的宽带接入业务。进线间一般通过地埋管线进入建筑物内部,宜在土建阶段实施。

建筑群主干电缆和光缆、公用网和专用网电缆、光缆及天线馈线等室外缆线进入建筑物时,应在进线间转换成室内电缆、光缆,并在缆线的终端处可由多家电信业务经营者设置入口设施,入口设施中的配线设备应按引入的电缆、光缆容量配置。

电信业务经营者在进线间设置安装的入口配线设备应与 BD(建筑物配线设备)或 CD(建筑群配线设备)之间敷设相应的连接电缆、光缆,实现路由互通。缆线类型与容量应与

配线设备相一致。

在进线间缆线入口处的管孔数量应满足建筑物之间、外部接入业务及多家电信业务经营者缆线接入的需求，并应留有 2~4 孔的余量。

7. 建筑群子系统

建筑群子系统也称为楼宇子系统，主要实现楼与楼之间的通信连接，一般采用光缆并配置相应的设备，支持楼宇之间通信所需的硬件，包括缆线、端接设备和电气保护装置。

在建筑群子系统中室外缆线敷设方式一般有架空、直埋、地下管道 3 种情况。具体情况应根据现场的环境来决定。

1.4 综合布线系统传输介质

在网络综合布线系统工程施工中，都会用到不同的传输介质、布线配件和布线工具等。目前，在综合布线系统中使用的传输介质包括双绞线、大对数线、光缆。

1. 双绞线线缆

双绞线 (Twisted Pair, TP) 是一种综合布线工程中最常用的传输介质。双绞线是由两根具有绝缘保护层的铜导线组成的。把两根具有绝缘保护层的铜导线按一定节距互相绞在一起，可降低信号的干扰，每一根导线在传输中辐射出来的电波会被另一根线上发出的电波抵消。

目前，双绞线可分为非屏蔽双绞线 (UTP)，也称无屏蔽双绞线和屏蔽双绞线 (STP)。屏蔽双绞线电缆的外层由铝泊包裹着，价格相对要高一些。

计算机综合布线使用的双绞线的种类如图 1-3 所示。

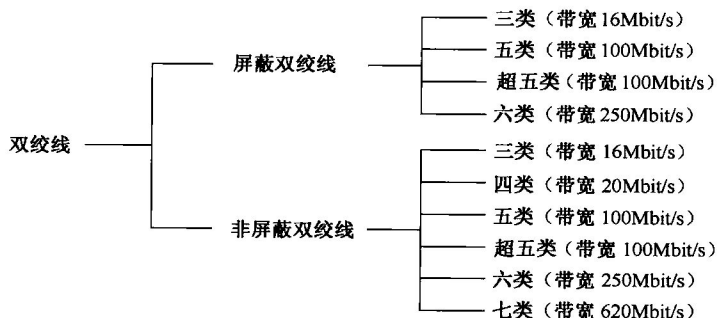


图 1-3 计算机网络工程使用的双绞线种类

计算机网络工程中使用 4 对非屏蔽双绞线导线，其物理结构如图 1-4 所示。

(1) 非屏蔽双绞线电缆的优点。

- ① 无屏蔽外套，直径小，节省所占用的空间；
- ② 质量小、易弯曲、易安装；
- ③ 将串扰减至最小或加以消除；
- ④ 具有阻燃性；
- ⑤ 具有独立性和灵活性，适用于结构化综合布线。

(2) 双绞线的参数。

对于双绞线，作为用户所关心的是：衰减、近端串扰、特

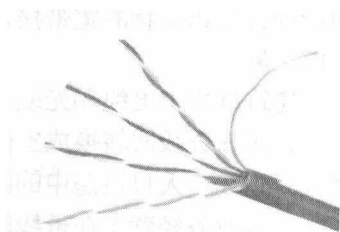


图 1-4 双绞线物理结构

性阻抗、分布电容、直流电阻等。为了便于理解,首先解释这几个名词。

① 衰减。衰减 (Attenuation) 是沿链路的信号损失度量。衰减随频率而变化,所以应测量在应用范围内的全部频率上的衰减。

② 近端串扰。近端串扰 (Near-End Cross Talk Loss) 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。对于 UTP 链路来说这是一个关键的性能指标,也是最难精确测量的一个指标,尤其是随着信号频率的增加其测量难度就更大。

串扰分近端串扰和远端串扰 (FEXT),测试仪主要是测量近端串扰。由于线路损耗,因此远端串扰的量值影响较小,在三类、五类系统中忽略不计。近端串扰并不表示在近端点所产生的串扰值,它只是表示在近端点所测量到的串扰值。这个量值会随电缆的长度不同而变化,电缆越长而变得越小。

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 内测量得到的近端串扰值较真实,如果另一端是远于 40m 的信息插座,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。基于这个原因,对近端串扰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近端串扰值。

③ 直流电阻。直流环路电阻会消耗一部分信号并转变成热量,是指一对导线电阻和,ISO/IEC11801 标准的规格不得大于 19.2Ω ,每对间的差异不能太大 (小于 0.1Ω),否则表示接触不良,必须检查连接点。

④ 特性阻抗。与环路直接电阻不同,特性阻抗包括电阻及频率自 $1\sim 100\text{MHz}$ 的感抗及容抗,与一对电线之间的距离及绝缘的电气性能有关。各种电缆有不同的特性阻抗,对双绞线电缆而言,则有 100Ω 、 120Ω 及 150Ω 几种。

⑤ 衰减串扰比 (ACR)。在某些频率范围,串扰量与衰减量的比例关系是反映电缆性能的另一个重要参数。衰减串扰比有时也以信噪比 (SNR) 表示,它由最差的衰减量与近端串扰量的差值计算。较大的衰减串扰比值表示对抗干扰的能力更强,系统要求至少大于 10dB 。

⑥ 电缆特性。通信信道的品质是由其电缆特性——信噪比来描述的。信噪比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。如果信噪比过低,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。因此,为了使数据错误限制在一定范围内,必须定义一个最小的可接收的信噪比。

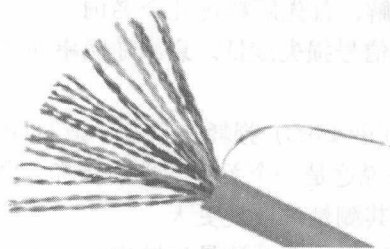
(3) 双绞线的绞距。

在双绞线电缆内,不同线对具有不同的绞距长度。一般地说,4 对双绞线绞距周期在 38.1mm 内,按逆时针方向扭绞,一对线对的扭绞长度在 12.7mm 以内。

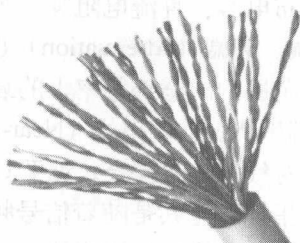
(4) 大对数双绞线。

① 大对数双绞线的组成。大对数双绞线是由 25 对具有绝缘保护层的铜导线组成的,主要有 3 类 25 对大对数双绞线,5 类 25 对大对数双绞线,为用户提供更多的可用线对,并被设计为扩展的传输距离上实现高速数据通信应用,传输速率为 100Mbit/s 。导线色彩由蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫编码组成。

② 大对数线品种。大对数线品种分为屏蔽大对数线和非屏蔽大对数线,如图 1-5 所示。



(a) 屏蔽大对数线



(b) 非屏蔽大对数线

图 1-5 大对数双绞线

2. 同轴电缆

同轴电缆是由一根空心的外圆柱导体及其所包围的单根内导线所组成的，如图 1-6 所示。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。由于其屏蔽性能好，抗干扰能力强，因此通常多用于基带传输。

同轴电缆也是局域网中最常见的传输介质之一，用来传递信息的一对导体是按照一层圆筒式的外导体套在内导体（一根细芯）外面，两个导体间用绝缘材料互相隔离的结构制成的，外层导体和中心轴芯线的圆心在同一个轴心上，所以称为同轴电缆，同轴电缆之所以设计成这样，也是为了防止外部电磁波干扰正常信号的传递。

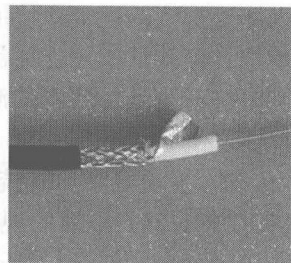


图 1-6 同轴电缆

同轴电缆有两种基本类型，分别为基带同轴电缆和宽带同轴电缆。目前基带传输常用的电缆的屏蔽线是用铜做成网状的，特性阻抗为 50Ω ，如 RG-8、RG-58 等；宽带常用的电缆，其屏蔽层通常是用铝冲压成的，特性阻抗为 75Ω ，如 RG-59 等。

同轴电缆根据其直径大小可以分为粗同轴电缆与细同轴电缆。

细缆的直径为 0.26cm ，最大传输距离 185m ，使用时与 50Ω 终端电阻、T 型连接器、BNC 接头与网卡相连，十分适合架设终端设备较为集中的小型以太网。缆线总长不要超过 185m ，否则信号将严重衰减。细缆的阻抗是 50Ω 。

粗缆（RG-11）的直径为 1.27cm ，最大传输距离达到 500m 。由于粗缆的强度较强，最大传输距离也比细缆长，因此粗缆的主要用途是扮演网络主干的角色，用来连接数个由细缆所结成的网络。粗缆的阻抗是 75Ω 。

为了保持同轴电缆的正确电气特性，电缆屏蔽层必须接地。同时电缆两头要有终端来削弱信号反射作用。

无论是粗缆还是细缆均为总线拓扑结构，即一根缆上接多部机器，这种拓扑结构适用于机器密集的环境。但是当一点发生故障时，故障会影响整根缆上的所有机器，故障的诊断和修复都很麻烦。所以，同轴电缆逐步被非屏蔽双绞线或光缆取代。

3. 光缆

(1) 光纤。

光导纤维（光纤）是一种传输光束的细而柔韧的媒质。光导纤维电缆由一捆纤维组成，

简称为光缆，如图 1-7 所示。

光缆通常由石英玻璃制成，其横截面积很小的双层同心圆柱体，也称为纤芯，质地脆，易断裂，由于这一缺点，因此需要外加一保护层。其结构如图 1-8 所示。

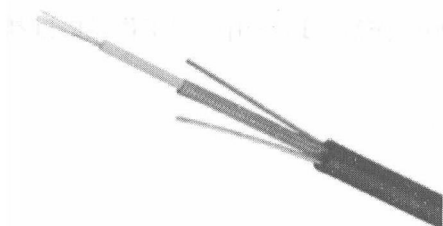


图 1-7 光缆

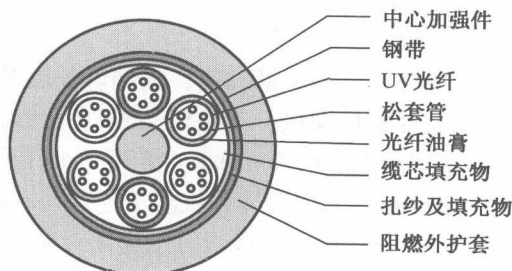


图 1-8 光缆结构

光缆是数据传输中最有效的一种传输介质，具有以下几个优点。

- ① 较宽的频带。
- ② 电磁绝缘性能好。光缆中传输的是光束，而光束是不受外界电磁干扰影响的，而且本身也不向外辐射信号，因此适用于长距离的信息传输以及要求高度安全的场合。
- ③ 衰减较小。
- ④ 中继器的间隔距离较大，因此整个通道中继器的数目可以减少，这样可降低成本。而同轴电缆和双绞线在长距离使用中就需要多接中继器。

(2) 光纤的种类。

光纤主要有两大类，即单模光纤和多模光纤。

① 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，因此光信号的损耗很小，离散也很小，传播的距离较远。单模光纤 PMD 规范中建议的芯径为 $8\sim 10\mu\text{m}$ ，包括包层直径为 $125\mu\text{m}$ 。

② 多模光纤

多模光纤是在给定的工作波长上，能以多个模式同时传输的光纤。多模光纤的纤芯直径一般为 $50\sim 200\mu\text{m}$ ，而包层直径的变化范围为 $125\sim 230\mu\text{m}$ ，计算机网络用纤芯直径为 $62.5\mu\text{m}$ ，包层为 $125\mu\text{m}$ ，也就是通常所说的 $62.5\mu\text{m}$ 。与单模光纤相比，多模光纤的传输性能要差。在导入波长上分单模 1310nm 、 1550nm ；多模 850nm 、 1300nm 。

③ 纤芯分类

按照纤芯直径可划分为以下几种。

- $50/125(\mu\text{m})$ 缓变型多模光纤。
- $62.5/125(\mu\text{m})$ 缓变增强型多模光纤。
- $10/125(\mu\text{m})$ 缓变型单模光纤。

按照光纤芯的折射率分布可分为以下几种。

- 阶跃型光纤 (Step Index Fiber, SIF)。

- 梯度型光纤 (Graded Index Fiber, GIF)。
- 环形光纤 (Ring Fiber)。
- W 型光纤。

(3) 光缆的种类和机械性能。

① 单芯互联光缆。

主要应用范围包括跳线、内部设备连接、通信柜配线面板、墙上出口到工作站的连接和水平拉线直接端接。其主要性能及优点如下。

- 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准。
- 900 μm 紧密缓冲外衣易于连接与剥除。
- Aramid 抗拉线增强组织提高对光纤的保护。
- UL/CAS 验证符合 OFNR 和 OFNP 能要求。

② 双芯互联光缆。

主要应用范围包括交连跳线、水平走线，直接端接、光纤到桌、通信柜配线面板和墙上出口到工作站的连接。

双芯互联光缆除具备单芯互联光缆所有的主要性能优点之外，还具有光纤之间易于区分的优点。

③ 室外光缆 4~12 芯铠装型与全绝缘型。

主要应用范围包括园区中楼宇之间的连接、长距离网络、主干线系统、本地环路、支路网络、严重潮湿、温度变化大的环境、架空连接（和悬缆线一起使用）、地下管道或直埋。

主要性能优点包括以下几点。

- 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准。
- 900 μm 紧密缓冲外衣易于连接与剥除。
- 套管内具有独立彩色编码的光纤。
- 轻质的单通道结构节省了管内空间，管内灌注防水凝胶，以防止水渗入。
- 设计和测试均根据 BellcoreGR-20-CORE 标准。
- 扩展级别 62.5/125 符合 ISO/IEC11801 标准。
- 抗拉线增强组织提高对光纤的保护。
- 聚乙烯外衣在紫外线或恶劣的室外环境有保护作用。
- 低磨擦的外皮使之可轻松穿过管道，完全绝缘或铠装结构，撕剥线使剥离外表更方便。

室外光缆有 4 芯、6 芯、8 芯、12 芯，又分铠装型和全绝缘型两种。

④ 室内/室外光缆（单管全绝缘型）。

主要应用范围包括不需任何互联情况下，由户外延伸入户内（线缆具有阻燃特性）；园区中楼宇之间的连接；本地线路和支路网络；严重潮湿、温度变化大的环境；架空连接时；地下管道或直埋；悬吊缆/服务缆。

主要性能优点包括以下几点。

- 高性能的单模和多模光纤符合所有的工业标准。

- 设计符合低毒、无烟的要求。
- 套管内具有独立 TLA 彩色编码的光纤。
- 轻质的单通道结构节省了管内空间，管内灌注防水凝胶，以防止水渗入，注胶芯完全由聚酯带包裹。

- 符合 ISO/IEC11801 标准。
 - Aramid 抗拉线增强组织提高对光纤的保护。
 - 聚乙烯外衣在紫外线或恶劣的室外环境有保护作用。
 - 低摩擦的外皮使之可轻松穿过管道，完全绝缘或铠装结构，撕剥线使剥离外表更方便。
- 室内/室外光缆有 4 芯、6 芯、8 芯、12 芯、24 芯、32 芯。

1.5 综合布线系统工程常用器材

综合布线系统中除了线缆外，槽管是一个重要的组成部分，可以说金属槽、PVC 槽、金属管、PVC 管是综合布线系统的基础性材料。

1. 线槽

(1) 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钉固定。槽的外形如图 1-9 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 等多种规格。

(2) 塑料槽。

塑料槽的外状与图 1-9 类似，但其品种规格更多，型号有 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。

规格有 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、终端头以及接线盒（暗盒、明盒）等，如图 1-10 所示。

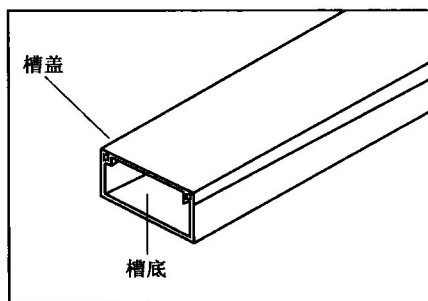


图 1-9 线槽的外形

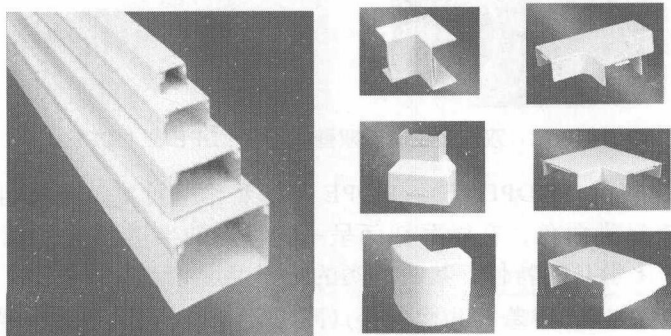


图 1-10 PVC 槽配套的附件