

楼宇智能化系统设计 与施工

朱燕 伍锦群 主编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

楼宇智能化系统 设计与施工

主 编 朱 燕 伍锦群
副主编 肖忠良 聂春雷 曾东波

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

楼宇智能化系统设计与施工 / 朱燕, 伍锦群主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2016. 6
ISBN 978-7-5682-1114-7

I. ①楼… II. ①朱… ②伍… III. ①智能化建筑-建筑设计②智能化建筑-建筑施工
IV. ①TU243②TU745

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 195267 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市天利华印刷装订有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 16.5

插 页 / 2

字 数 / 390 千字

版 次 / 2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷

定 价 / 52.00 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

Preface 前言

1. 本书特点

(1) 内容做到新老结合。楼宇智能工程技术发展日新月异，作为一本教材不可能包含所有的先进技术，作者尽可能将目前所常见的新技术在教材中体现出来。

(2) 本教材选取目前智能楼宇与智能小区建筑主要使用的弱电系统，按照资讯→决策→计划→实施→检查→评价的思路进行组织，开发以工作过程为导向的“教、学、做”一体化的工学结合教材。针对工作岗位对知识、能力、素质的要求，选取相应的案例构建学习情境，教材选取的案例全部来自于实际工程项目，并以具体案例为载体，配以案例分析，最终提出完整的解决方案。教材强调培养学生的动手能力，重点强调学生怎么做、如何做。

(3) 本教材是“楼宇智能化系统设计与施工”精品课程的配套教材，为了满足课堂教学和教师备课的需要，教材配有电子教案、课件、课程网站。每个情境都有一定数量的习题，以方便学生练习，帮助读者对所学内容进行总结和消化。

2. 参考学时

序号	学习情境	参考学时
0	知识准备	8
1	视频监控系统设计与施工	26
2	对讲门禁系统设计与施工	26
3	安防报警系统设计与施工	18
4	消防报警系统设计与施工	30
5	DDC 控制系统设计与施工	20

3. 适用对象及编者

本书可以作为高等院校相关专业的教材，同时也可作为从事楼宇智能化系统设计、施工和管理等行业人员继续教育的参考用书。

本书由朱燕、伍锦群担任主编，肖忠良、聂春雷、曾东波担任副主编，肖铭、肖功

平、朱靖华、禹云、陈富伟、戴冬梅参与编写。具体分工如下：知识准备由朱燕和伍锦群编写；学习情境1由伍锦群、聂春雷和戴冬梅编写；学习情境2由朱燕、肖铭和陈富伟编写；学习情境3由伍锦群和肖功平编写；学习情境4由肖忠良、曾东波编写；学习情境5由朱燕、禹云和朱靖华编写。全书由朱燕统稿。

由于编者的学识水平有限，教材中难免存在疏漏，敬请各位专家和读者朋友提出宝贵意见和建议，以便修订时完善。

编 者

目录

Contents

► 知识准备	1
任务一 认识楼宇智能化系统	1
任务二 常用工具的使用	5
任务三 线缆的选择和线缆头制作	8
► 学习情境1 视频监控系统设计与施工	13
任务一 参观视频监控系统应用场所	13
任务二 视频监控系统设计及设备选型	17
任务三 摄像机、云台、解码器的安装和调试	26
任务四 视频矩阵的安装与调试	42
任务五 硬盘录像机安装和配置	48
任务六 视频监控系统检查和评价	56
► 学习情境2 对讲门禁系统设计与施工	60
任务一 参观对讲门禁系统应用场所	60
任务二 对讲门禁系统设计及设备选型	66
任务三 对讲门禁系统的安装	81
任务四 对讲门禁系统的调试	93
任务五 对讲门禁系统检查和评价	105
► 学习情境3 安防报警系统设计与施工	118
任务一 参观安防报警系统应用场所	118
任务二 安防报警系统设计及设备选型	122
任务三 安防探测器的安装和调试	130
任务四 报警主机和防区模块的安装和使用	136
任务五 安防报警系统检查和评价	149

► 学习情境4 消防报警系统设计与施工	154
任务一 参观消防报警系统应用场所	154
任务二 消防报警系统设计及设备选型	157
任务三 消防报警系统设备安装	173
任务四 消防报警系统编码与调试	177
任务五 消防报警系统检查和评价	184
► 学习情境5 DDC 控制系统设计与施工	189
任务一 参观 DDC 控制系统应用场所	189
任务二 DDC 照明控制系统的设计和接线安装	202
任务三 DDC 照明控制系统编程与调试	211
任务四 DDC 控制系统检查和评价	244
附件1 项目实例系统联网配置图 (R2) 系统	见插页
附件2 项目实例系统联网配置图 (R2+IP 系统)	见插页
附件3 对讲门禁系统各设备在安装过程中需要注意的问题	248
附件4 系统图	250
附件5 三鉴探测器示意图	251
附件6 接线示意图	252
附件7 检测范围图之侧视图	253
附件8 检测范围图之俯视图	254
附件9 接线说明	255
附件10 光电感烟探测器安装示意图	256
► 参考文献	257

知识准备

教学目标

了解楼宇智能化系统的概念和组成，掌握常用工具的使用、线缆的选择和线缆头的制作方法，为后面各子系统的学习打下基础。

教学方法

建议采用任务驱动法。

任务一 认识楼宇智能化系统

0.1.1 任务目标

- (1) 了解楼宇智能化系统的概念。
- (2) 掌握楼宇智能化系统的组成和功能。

0.1.2 任务内容

讲解楼宇智能化系统的概念和组成，网上搜索资料，参观楼宇智能化工程实验实训室。

0.1.3 相关知识

现代社会对信息的需求量越来越大，信息传递速度也越来越快。二十一世纪是信息化的时代，推动世界经济发展的技术主要是信息技术、生物技术和新材料技术，而其中信息技术对人们的经济、政治和社会生活影响最大，信息业正逐步成为社会的主要支柱产业，人类社

会的进步将依赖于信息技术的发展和应用。

电子技术（尤其是计算机技术）和网络通信技术的发展，使社会高度信息化。在建筑物内部，应用信息技术、古老的建筑技术和现代的高科技相结合，便产生“楼宇智能化”。楼宇智能化是采用计算机技术对建筑物内的设备进行自动控制，对信息资源进行管理，为用户提供信息服务，它是建筑技术适应现代社会信息化要求的结晶。

1984年，美国联合科技的 UTBS 公司在康涅狄格州（Connecticut State）哈伏特市（Hartford）将一座金融大厦进行改造并取名都市大厦（City Place），主要是增添了计算机设备、数据通信线路、程控交换机等，使住户可以得到通信、文字处理、电子函件、情报资料检索、行情查询等服务。同时，大楼的所有空调、给排水、供配电设备、防火系统和安保设备由计算机进行控制，实现综合自动化、信息化，使大楼的用户获得了经济舒适、高效安全的环境，使大厦功能发生了质的飞跃，从而诞生了世界上第一座智能化楼宇。自此以后，世界上楼宇智能化建设走上了高速发展轨道。

世界上对楼宇智能化的提法有很多，欧洲、美国、日本、新加坡及国际智能工程学会的提法各有不同，其中，日本的国情与我国较为相近，其提法可以参考。日本电机工业协会楼宇智能化分会把智能化楼宇定义为：综合计算机、信息通信等方面的最先进技术，使建筑物内的电力、空调、照明、防灾、防盗、运输设备等协调工作，实现建筑物自动化（BA）、通信自动化（CA）、办公自动化（OA）、安全保卫自动化（SAS）和消防自动化（FAS），将这5种功能结合起来的建筑也称为5A建筑，外加具备结构化综合布线系统（SCS）、结构化综合网络系统（SNS）、智能楼宇综合信息管理自动化系统（MAS）的建筑，就是智能化楼宇，如图0-1-1所示。

1. 楼宇智能化系统的组成

楼宇智能化系统一般包括：综合布线系统、计算机网络系统、电话系统、有线电视及卫星电视系统、安防监控系统、一卡通系统、停辆管理系统、广播告示系统、楼宇自控系统、酒店管理系统、物业管理系统、智能楼宇管理系统（集控平台）及数据中心机房建设等。

1) 综合布线系统

结构化综合布线系统是整幢大楼的“神经系统”，是网络、通信等系统的基础。大楼结构化布线采用光纤作为主干（电话主干使用大对数线缆）、超五类或六类双绞线插入网络到各个房间。

2) 网络系统

在综合布线基础上构建网络系统，提供系统桌面100/1 000 Mbps接入，在公开区域部署无线网络，可以提供整个楼宇内无死角的网络覆盖。在网络系统上可以部署多种网络应用，如办公系统、各种管理系统、视频点播服务（IPTV）、IP电话等（如Anychat音视频）。在网络中心建设互联网出口，配合安全设备和计费系统，可为楼宇内各种用户提供互联网接入服务。

3) 电话系统

利用综合布线的基础设施，配置大容量程控交换机，可以为楼宇内用户提供电话、传真等通信服务。楼宇内移动信号覆盖一般由移动公司在楼道内安装信号放大器来实现。

4) 电视系统

整个大楼接入有线电视网络，并建设自己的卫星电视接收系统，可以为楼宇内的用户（酒店、公寓等）提供电视服务，如需收费，可配套建设卫星电视计费系统。

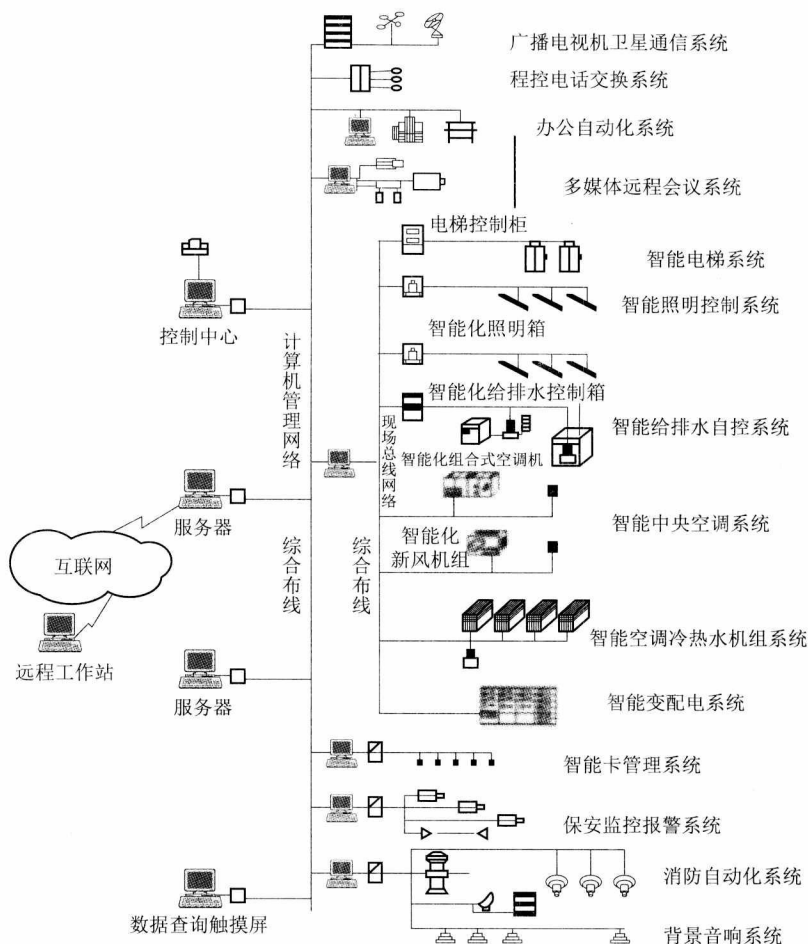


图 0-1-1 楼宇智能化系统示例

5) 安防监控系统

安防监控系统包括视频监控系统、入侵检测系统和巡更系统。视频监控系统在重要部位（楼宇出入口、电梯、楼道等）安装摄像机，实时监控并录像，建设安防监控中心，派专人进行监控和管理。入侵侦测系统是在重要部位部署入侵探测器，防止非法入侵。巡更系统是安保人员定期按照计划线路进行巡更，并记录巡更情况和结果。

6) 一卡通系统

一卡通系统具有门禁、考勤、消费、身份管理等多重功能，可根据需求进行部署。一卡通系统还可以和酒店管理系统、停车场管理系统、电子巡更系统等相结合，实现业务的拓展。

7) 停车场管理系统

停车场管理系统用于车辆进出停车场及停车收费管理，可与一卡通系统相结合。

8) 广播告示系统

广播系统可用于播放背景音乐、通知和应急广播；告示系统用于视频信息发布，如在门厅、大堂、电梯间等地配置告示屏，播放宣传材料、广告和公告信息等。

9) 楼宇自控系统

本系统可对建筑物大多数机电设备进行全面、有效地监控和管理,如对空调系统、冷冻机组、变配电高低压回路、给排水回路、各种水泵、照明回路等的状态进行监测和启停控制,对变配电高低压回路、电梯系统的状态进行监测和故障报警。

10) 酒店管理系统

酒店管理系统一般包含预定接待、账务处理、客房中心、报表中心等功能模块。酒店管理系统优秀的酒店管理软件能显著地提高酒店的服务水平和工作效率,规范酒店的业务流程,帮助酒店管理者及时、全面地了解经营信息,做出更加准确的决策,从而有效地提高酒店的经营效益。

11) 物业管理系统

实现对公寓住宅、商场进行房产管理、客户管理、综合服务、安全管理、服务管理、租赁管理、车辆管理、入住管理、资产管理等一系列操作,大大地提高了物业的工作效率,能体现出现代化公寓小区的智能化管理水平和先进的管理思想。

12) 智能楼宇管理系统(集控平台)

智能化集成管理系统可将楼宇各个智能化系统进行集成,实现资源的优化配置和信息共享及对整个智能化系统的全局管理,最大限度地实现各个子系统之间的联动控制功能。

13) 中心机房

中心机房是指存放各系统核心设备(核心网络设备、安全设备、服务器和存储等)的专用安装场所,其对温度、湿度、空间等有较高的要求。

2. 楼宇智能化系统的功能

从楼宇智能化的功能角度看,楼宇智能化提供的功能应包括以下几方面:

(1) 具有信息处理功能,而且信息范围不只局限于建筑物内,应该能在城市、地区或国家间进行。

(2) 能对建筑物内照明、电力、暖通、空调、给排水、防灾、防盗、运输设备进行综合自动控制。

(3) 能实现各种设备运行状态监视和统计记录的设备管理自动化,并实现以安全状态监视为中心的防灾自动化。

(4) 建筑物内应具有充分的适应性和可扩展性。

(5) 其所有功能应能随技术进步和社会需要而发展。

3. 楼宇智能化系统的发展

1) 模拟技术向数字技术的过渡

目前很多楼宇智能系统的主要设备都集成了 PLC 或 NPU 等器件,可以对信号进行数字处理,并采用数字信道传输。如监控系统已完全摒弃了磁带录像机,全面采用数字化的硬盘录像机。

2) 传输系统从专有网络向 IP 网络转变

传统系统采用 485 网络,其与监控以外的系统不兼容,不利于综合布线。系统都可直接利用小区的 IP 局域网进行传输,不必重新布线,组网方式更加灵活,扩展性更好,响应速率更快。比如很多对讲及安防系统产品都有 RJ45 接口,直接利用局域网传输。

3) 系统集成度更高

楼宇智能化的第一代产品功能单一,集成度低,采用模拟元件,不同的系统必须有不同的传输通道,线缆多而复杂,可靠性和响应速度不高。目前很多产品将不同的功能都集成到一个模块中(将对讲、安防、IC卡、家电控制、网络集成在一起的产品),只需用一条双绞线或光缆进行传输,大大简化了布线结构,节约了材料,降低了成本,增强了可靠性。

4) 外观更加美观

新的产品更轻薄、更精致,完全满足现代人的审美观念,更容易和装修效果融为一体。比如安防、对讲系统的用户室内对讲机,其厚度从8 cm以上降至5 cm以下。

5) 操作更加简便

以往用户反映比较多的关于操作不是很方便的问题(如安防系统的布、撤防需要输入密码,老人和小孩不容易掌握),目前市面上的产品都有了很大的改进,比如单纯的密码布、撤防改为IC卡布、撤防,将安防控制、家电控制集中到一个遥控器上等。

0.1.4 任务步骤

- (1) 播放视频,介绍楼宇智能化系统及其应用。
- (2) 网上搜索和展示楼宇智能化系统的有关资料。
- (3) 参观楼宇智能化工程实验实训室,介绍各个子系统的组成,并演示实际效果。

0.1.5 问题讨论

- (1) 楼宇智能化系统的概念。
- (2) 楼宇智能化系统的发展。

0.1.6 课后习题

简述楼宇智能化系统包含的子系统 and 功能。

任务二 常用工具的使用

0.2.1 任务目标

了解楼宇智能化系统施工常用到的工具及其使用方法。

0.2.2 任务内容

讲解相关工具及使用。

0.2.3 相关知识

在楼宇智能化系统的施工需要用到常用工具。

- (1) 万用表：主要用于测量电阻值、交流电压和直流电压，如图 0-2-1 所示。
- (2) 电烙铁：主要用于焊接元件和导线，如图 0-2-2 所示。
- (3) 压线钳：对双绞线、电话线进行剥线和压接，如图 0-2-3 所示。

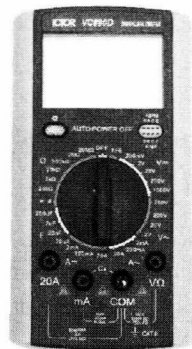


图 0-2-1 万用表



图 0-2-2 电烙铁



图 0-2-3 压线钳

- (4) 尖嘴钳：可以对线径较细的线进行剥线、剪线和弯曲处理，如图 0-2-4 所示。
- (5) 斜口钳：用于剪切导线、元器件多余的引线，如图 0-2-5 所示。

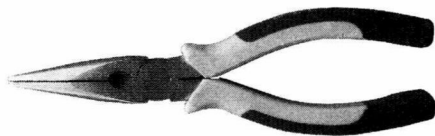


图 0-2-4 尖嘴钳

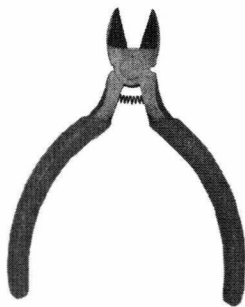


图 0-2-5 斜口钳

- (6) 剥线钳：用于对塑料、橡胶绝缘电线、电缆芯线进行剥皮，如图 0-2-6 所示。
- (7) 细缆剥线钳：用于剥除双绞线外部的绝缘层，如图 0-2-7 所示。

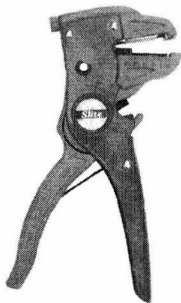


图 0-2-6 剥线钳

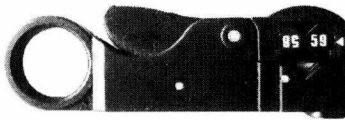


图 0-2-7 细缆剥线钳

- (8) 打线钳：用于将网线的 8 芯线卡入信息模块，如图 0-2-8 所示。
- (9) 剪刀：用于剪断线缆及剥线，如图 0-2-9 所示。



图 0-2-8 五队打线钳和单线打线钳

(10) 螺钉旋具：用于拧紧或旋松螺钉，如图 0-2-10 所示。

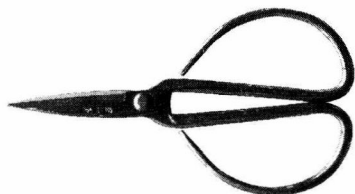


图 0-2-9 剪刀



图 0-2-10 螺钉旋具

(11) 三角套筒：又称套筒扳手，当螺钉或螺母的尺寸较大或扳手的工作位置很狭窄时使用，以提高工作效率，如图 0-2-11 所示。

(12) 内六角扳手：用于拧转内六角螺钉，如图 0-2-12 所示。

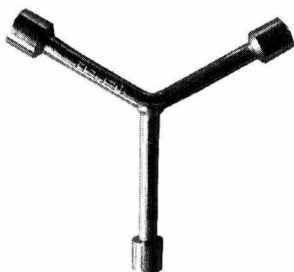


图 0-2-11 三角套筒

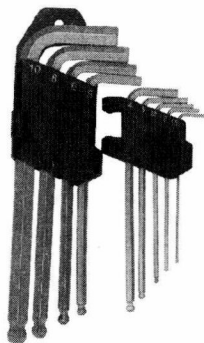


图 0-2-12 内六角扳手

0.2.4 任务步骤

- (1) 进行图片展示，介绍楼宇智能化系统施工常用的工具。
- (2) 进行实物展示，进一步加深对常用工具的认识。

0.2.5 问题讨论

- (1) 尖嘴钳的作用有哪些？
- (2) 在网线的制作过程中主要用到了哪些工具？

0.2.6 课后习题

楼宇智能化系统常用的工具有哪些？

任务三 线缆的选择和线缆头制作

0.3.1 任务目标

- (1) 认识常见的线缆。
- (2) 熟悉线缆的选型。
- (3) 掌握 BNC 头的制作。

0.3.2 任务内容

- (1) 根据系统需要选择线缆。
- (2) 计算线缆数量。
- (3) 制作线缆接头。
- (4) 进行线缆敷设。

0.3.3 相关知识

一个最简单、最基础的电路由电源、用电器、导线和开关四部分组成，其中导线是指系统中用于传输信号、提供电源的线缆，其主要有以下几种。

1. 视频线 (SYV75-Smm²)

(1) SYV75-3/5/7/9mm²普通视频线。其中数字“75”是指传输阻抗为 75 Ω ，“3/5/7/9mm²”是指线里铜线的有效横切面积 S 为 3 mm²、5 mm²、7 mm²、9 mm²。具体选用多大横切面积的视频线，需要根据具体传输环境、距离来决定。传输距离越长，选用的线径越大。视频线是有屏蔽网的（也是视频信号的地线，即参考比较点），分 64 线、96 线、128 线等，有镀锡和纯铜线两种，屏蔽网越密，其抗干扰效果越好。

(2) SYWV75-3/5/7/9mm²视频线。SYWV 是指由物理发泡工艺制作的视频线，其高频特性比普通视频线好得多，但成本也高。

2. 信号线 (RVV/RVVP/AVVR $\times$ Smm²)

(1) RVV4/5/6 $\times$ 0.3/0.5/0.75/1.0/1.5 mm²信号线：为不带屏蔽的普通信号线，其中“4/5/6”表示线芯为 4、5、6 芯；“0.3/0.5/0.75/1.0/1.5 mm²”指每一线芯的横切面积 S 为 0.3 mm²、0.5 mm²、0.75 mm²、1.0 mm²、1.5 mm²。RVV 一般表示每一线芯铜线的横切面积为 0.5 mm² 以上的线，通常是多芯线，并且强、弱电均可使用；RVVP 一般表示每一线芯铜线的横切面积为 0.5 mm² 以下的线，通常是多芯线；AVVR 一般用来表示弱电系统的信号线，通常是单芯线。具体选用几芯及横切面积多大的信号线，需根据具体传输情况和距离来确定。传输距离越远，选用的线径越大。

(2) RVVP $\times$ Smm²信号线。P 是指带屏蔽网，具有抗干扰能力，一般用于外部有干扰的环境中。

3. 电源线 ($\text{RVV}_x \times S \text{mm}^2$)

$\text{RVV}2/3 \times 0.5/1.0/1.5 \text{mm}^2$ 是一种普通的传输线, 其中“2/3”是指线芯为 2 或者 3 芯, “0.5/1.0/1.5 mm^2 ”是指每一线芯铜线的横切面积 S 为 0.5mm^2 、 1.0mm^2 、 1.5mm^2 。当只为设备供电时, 一般选用两芯线; 如果需要开锁功能则选用三芯线。传输距离越远, 需求电流越大, 则选用的线径越大。电锁开锁一般采用两芯线。

4. 双绞线

双绞线作为一种传输介质, 是由两根包着绝缘材料的细铜线按一定的比率相互缠绕而成的。把两根线双绞, 改变了电缆原有的电子特性, 这样不但减少了自身的串扰, 而且可在最大程度上防止其他电缆上的信号对这对线缆的干扰。双绞线的分类如下:

(1) 双绞线按其绞线对数可分为 2 对、4 对和 25 对双绞线。一般情况下, 2 对的双绞线用于电话, 4 对的用于网络传输, 25 对的用于电信通信大的对数线缆。

(2) 按是否有屏蔽层可分为屏蔽双绞线 (STP) 与非屏蔽双绞线 (UTP) 两大类。

(3) 按频率和信噪比可分为 3 类、4 类、5 类和超 5 类双绞线。现在很多地方已经用上了 6 类线甚至 7 类双绞线。其中 5 类双绞线增加了绕线密度, 并外套一种高质量的绝缘材料, 传输频率为 100 MHz, 用于语音传输和最高传输速率为 100 Mbps 的数据传输, 主要用于 100base-T 和 10base-T 网络, 这是最常用的网络电缆。

① 辨别正品网线的方法:

- a. 检查网线的柔韧性;
- b. 测试网线的可燃性;
- c. 测试网线的抗温性;
- d. 识别网线外皮上的标志;
- e. 测试网线的绕距;
- f. 测试网线外皮的伸展性。

② 正品网线的标准:

- a. 最大承受质量: 11.4 kg;
- b. 运行温度: $-25^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$;
- c. 最大电容: $53.6 \text{ nF}/100 \text{ m}$; 最大直流电阻: $8.83 \Omega/100 \text{ m} \sim 9.3 \Omega/100 \text{ m}$;
- d. 满足及超过 TIA/EIA-568A 超 5 类标准;
- e. 可以支持千兆以太网的应用;
- f. 线规: 24AWG; 外径 $\geq 5 \text{ mm}$; 重量: $11.3 \text{ kg}/305 \text{ m}$;
- g. 导芯线: 纯铜;
- h. 绝缘层: 0.2 mm ; 材料: 高密度聚乙烯;
- i. 外皮 0.8 mm ; 材料: 低烟无卤阻燃聚烯烃。

5. 光纤

1) 光纤的结构

光纤裸纤一般分为三层: 最内层为高折射率玻璃芯 (芯径一般为 $50 \mu\text{m}$ 或 $62.5 \mu\text{m}$); 中间为低折射率硅玻璃包层 (直径一般为 $125 \mu\text{m}$); 最外层是加强用树脂涂层。

2) 数值孔径

入射到光纤端面的光并不能全部被光纤所传输, 只是在某个角度范围内的入射光才可以

被传输，这个角度就被称为光纤的数值孔径。光纤的数值孔径大些对于光纤的对接是有利的。不同厂家生产的光纤的数值孔径不同。

3) 光纤的种类

(1) 按光在光纤中的传输模式可分为单模光纤和多模光纤。

① 单模光纤：中心玻璃芯较细（芯径一般为 9 μm 或 10 μm ），只能传输一种模式的光。因此，其模间色散很小，适用于远程通信，但其色散起主要作用，这种单模光纤对光源的谱度和稳定性有较高的要求，即谱度要窄、稳定性要好。

② 多模光纤：中心玻璃芯较粗（50 μm 或 62.5 μm ），可以传输多种模式的光。但其模间色散较大，这就限制了传输数字信号的频率，而且随距离的增加限制会更严重。例如：600 MB/km 的光纤在 2 km 时则只有 300 MB 的带宽了。因此，多模光纤传输的距离比较近，一般只有几千米。

(2) 按最佳传输频率窗口可分为常规型单模光纤和色散位移型单模光纤。

① 常规型：光纤生产厂家将光纤传输频率最佳化在单一波长的光上，如 1 300 μm 。

② 色散位移型：光纤生产厂家将光纤传输频率最佳化在两个波长的光上，如 1 300 μm 和 1 550 μm 。

(3) 按折射率分布的情况可分为突变型和渐变型光纤。

① 突变型：光纤芯到玻璃包层的折射率是突变的。其成本低，模间色散高，适用于短途低速通信，如工控。但单模光纤由于模间色散很小，故都采用突变型。

② 渐变型：光纤芯到玻璃包层的折射率逐渐变小，可使高模光按正弦形式传播，这能减少模间色散、提高光纤带宽、增加传输距离，但成本较高，现在的多模光纤多为渐变型光纤。

4) 常用光纤的规格

单模：8/125 μm 、9/125 μm 、10/125 μm 。

多模：50/125 μm （欧洲标准）、62.5/125 μm （美国标准）。

工业、医疗和低速网络：100/140 μm 、200/230 μm 。

塑料：98/1 000 μm ，用于汽车控制。

5) 光纤传输的距离（见表 0-3-1）

表 0-3-1 光纤传输的距离

标准	光纤类型	光纤直径/ μm	最大传输距离/m
1 000base-sx	多模	62.5	260
1 000base-sx	多模	50	525
1 000base-lx	多模	62.5	550
1 000base-lx	多模	50	550
1 000base-lx	单模	9	3 000

6) 光纤的优点（与双绞线相比）

(1) 光纤的通频带很宽，理论可达 300 亿兆赫兹。

(2) 无中继段长，一般为几十千米到 100 多千米，而铜线只有几百米。