

# 第 1 章 综合布线技术概述

## 学习目标：

- (1) 了解综合布线技术与智能建筑的关系。
- (2) 掌握综合布线系统的组成。
- (3) 掌握综合布线技术标准。

自 1946 年 ENIAC(electronic numerical integrator and compute)诞生后,人类社会进入了计算机时代,20 世纪 50 年代后,计算机网络技术应运而生,随着 20 世纪 70 年代微型计算机及计算机局域网的出现,计算机技术与其他学科的交叉学科不断出现,其中,综合布线技术就是其中的一种。综合布线技术由计算机技术、通信技术、建筑技术等互相结合而成。

1984 年,世界上第一座智能大厦在美国康涅狄格州的哈特福德市建成。通过对一座旧式大楼进行改造,对这座大楼的空调、电梯、照明以及防盗等设备都采用了计算机进行监控,开设了语音通信、文字处理、电子邮件和资料检索等各种信息服务,并且各类信息服务共用一套电缆布线系统,该大厦的建成标志着智能建筑与综合布线技术的诞生。

## 1.1 综合布线技术定义与智能建筑

### 1.1.1 综合布线系统定义

综合布线系统是指以综合布线技术为基础,按照标准的、统一的结构化方式编制和布置不同建筑物(建筑群)内的各种信息应用系统的通信线路,为各种信息系统提供信息传输物理通路的布线系统。

建筑物(建筑群)内的各种信息应用系统包括计算机网络系统、语音传输系统、视频传输系统、监控系统、电源系统等。

综合布线系统是一个用于语音、文字、图像、视频等多种媒体信息传输的标准的、结构化的布线系统,即使用一个布线系统可供多种信息系统传输信息,有着传统单一布线系统不可相比的优势。

综合布线技术是信息技术发展到一定阶段的产物,是计算机网络技术、通信技术和建筑技术相结合的产物。自诞生起,迅速得到了广泛应用并得到不断发展,经历了从无到有,从简单到复杂、从无序到标准化的发展历程。

### 1.1.2 智能建筑

智能建筑(intelligent building, IB)是计算机网络技术、建筑技术、通信和监控技术等

先进技术相互融合并集成为整体优化的建筑物,具有投资合理、高度自控、信息服务丰富高效、使用灵活方便和环境安全舒适等特点,是适应信息化社会发展需要的现代化新型建筑。我国的第一座智能大楼是位于广州的广东国际大厦。

### 1. 智能建筑的定义

智能建筑是传统建筑物信息化的产物,在我国主要从智能建筑具备的功能方面进行定义,即建筑物具备通信自动化(communication automation, CA)、办公自动化(office automation, OA)和建筑物自动化(building automation, BA)的功能,通常称为“3A”建筑。

智能建筑一般由土木建筑物、楼宇内各信息系统、智能化设备与管理系统及综合布线系统等组成。其最终目标是实现系统集成,即将建筑物中用于网络通信、信息传输、楼宇自控、安防监控及物业管理等有机结合在一起,通过综合布线系统进行信息传输。

### 2. 智能建筑的分类

智能建筑从诞生以来,已有大量建筑物具备智能建筑的功能,这些建筑物规模各异,用途多样。通常根据智能建筑的规模大小,分为以下几种类型。

(1) 智能家居。智能家居(smart home, home automation)是以家庭住宅为平台,利用综合布线技术、通信技术、安防技术、自控技术等将与家居生活有关的设备(设施)集成在一起,构建高效的设备(设施)与家庭事务管理系统,具有安全性、便利性、舒适性、艺术性,并实现环保节能的目标。

智能家居是智能建筑的基本单位,通过综合布线系统将住宅内的各类信息设备与设施相互连接,进行集中或异地的家居事务管理与监控管理,提升家居生活品质。

(2) 智能大厦。智能建筑又称为智能大厦,是指独栋建筑物具备“3A”功能、可自由高效地利用最新发展的各种信息通信设备、具备更自动化的高度综合性管理功能的建筑物。

随着智能建筑的发展,建筑物的功能种类不断丰富,在“3A”的基础上,还有“5A”智能建筑的概念。“5A”智能建筑是指在“3A”智能建筑的基础上,强调火灾报警及自动灭火系统,形成消防自动化系统(FA),同时又将面向整个楼宇的管理自动化系统独立出来称为信息管理自动化系统(MA)。

(3) 智能小区。智能小区(intelligent residential district)也称为智能社区,是指在一个相对独立的地理区域、统一管理、特征相似的建筑物楼宇群。该建筑群内的建筑物均具备智能建筑的功能并且能够相互沟通,实现集中管理。

智能小区是对现代建筑物通过计算机技术、通信技术、安防控制等技术的应用,把物业管理、安防、通信等系统集成在一起,并通过综合布线系统进行信息传输,为小区住户提供一个安全、舒适、便利的现代生活环境。

(4) 智能城市。智能城市(intelligent city)也称为网络城市、数字化城市、信息城市,是以效率、和谐、持续为基本坐标,以物理设备、计算机网络、人脑智慧为基本框架,以智能政府、智能经济、智能社会为基本内容的经济结构、增长方式和城市形态。

在智能城市体系中,首先是由智能城市管理系统辅助管理城市,实现城市管理智能化,其次是智能交通、智能电力、智能建筑、智能安全等基础设施智能化,最后是智能医疗、智能家庭、智能教育等社会智能化和智能企业、智能银行、智能商店的生产智能化,从而全面提升城市生产、管理、运行的现代化水平。

(5) 智能国家。智能国家是在智能城市的基础上,通过对基础设施建设、产业发展与人才培养,利用资讯通信产业进行经济部门转型,将各自的城际网升级到广域网,地域覆盖全国,从而可以方便地在全国范围内进行远程作业、远程会议、远程办公。同时利用Internet手段与全世界进行沟通,实现信息交流。

## 1.2 综合布线系统的常用术语和组成

### 1.2.1 综合布线系统的常用术语

#### 1. 布线

布线(cabling)是布线系统的简称,是指由能够支持电子信息设备相连的各种缆线、跳线、接插软线和连接器件组成的系统。

#### 2. 建筑群子系统

建筑群子系统(campus subsystem)又称为楼宇布线子系统,由配线设备、建筑物之间的干线电缆或光缆、设备缆线、跳线等组成的系统。

#### 3. 电信间

电信间(telecommunications room)又称为交接间或管理间,用于放置电信设备、电缆和光缆终端配线设备并进行缆线交接的专用空间。

#### 4. 工作区

工作区(work area)是需要设置终端设备的独立区域。

#### 5. 信道

信道(channel)是连接两个应用设备端到端的传输通道。信道包括设备电缆、设备光缆和工作区电缆、工作区光缆。

#### 6. 楼层配线设备

楼层配线设备(floor distributor,FD)是终接水平电缆或水平光缆和其他布线子系统缆线的配线设备。

#### 7. 建筑物配线设备

建筑物配线设备(building distributor,BD)是建筑物主干缆线或建筑群主干缆线终接的配线设备。

#### 8. 建筑群配线设备

建筑群配线设备(campus distributor,CD)是终接建筑群主干缆线的配线设备。

#### 9. 集合点

集合点(consolidation point,CP)是楼层配线设备与工作区信息点之间水平缆线路由中的连接点。

#### 10. 信息点

信息点(telecommunications outlet,TO)是各类电缆或光缆终接的信息插座模块。

#### 11. CP 链路

CP链路(CP link)是楼层配线设备与集合点(CP)之间,包括各端的连接器件在内的永久性的链路。

### 12. 永久链路

永久链路(permanent link)是信息点与楼层配线设备之间的传输线路。它不包括工作区缆线和连接楼层配线设备的设备缆线、跳线,但可以包括一个 CP 链路。

### 13. 链路

链路(link)是一条 CP 链路或一条永久链路。

### 14. 连接器件

连接器件(connecting hardware)是用于连接电缆线对和光纤的一个器件或一组器件。

### 15. 建筑物入口设施

建筑物入口设施(building entrance facility)是提供符合相关规范机械与电气特性的连接器件,可将外部网络电缆和光缆引入建筑物内。

### 16. 光纤适配器

光纤适配器(optical fibre connector)是将两对或一对光纤连接器件进行连接的器件。

### 17. 建筑群主干电缆

建筑群主干光缆(campus backbone cable)是用于在建筑群内连接建筑群配线架与建筑物配线架的电缆、光缆。

### 18. 建筑物主干缆线

建筑物主干缆线(building backbone cable)是连接建筑物配线设备至楼层配线设备及建筑物内楼层配线设备之间相连接的缆线。建筑物主干缆线可为主干电缆和主干光缆。

### 19. 水平缆线

水平缆线(horizontal cable)是楼层配线设备到信息点之间的连接缆线。

### 20. CP 缆线

CP 缆线(CP cable)是连接集合点(CP)至工作区信息点的缆线。

### 21. 永久水平缆线

永久水平缆线(fixed horizontal cable)是楼层配线设备到 CP 点的连接缆线,如果链路中不存在 CP 点,则为直接连至信息点的连接缆线。

### 22. 设备电缆

设备光缆(equipment cable)通信设备连接到配线设备的电缆、光缆。

### 23. 跳线

跳线(jumper)是不带连接器件或带连接器件的电缆线对与带连接器件的光纤,用于配线设备之间进行连接。

### 24. 缆线

缆线(cable)包括电缆、光缆,在一个总的护套里,由一个或多个同类型的缆线线对组成,并可包括一个总的屏蔽物。

### 25. 光缆

光缆(optical cable)是由单芯或多芯光纤构成的缆线。

### 26. 电缆、光缆单元

电缆、光缆单元(cable unit)是型号和类别相同的电缆线对或光纤的组合,电缆线对

可有屏蔽物。

### 27. 线对

线对(pair)是平衡传输线路的两个导体,一般指对绞线对。

### 28. 平衡电缆

平衡电缆(balanced cable)是由一个或多个金属导体线对组成的对称电缆。

### 29. 屏蔽平衡电缆

屏蔽平衡电缆(screened balanced cable)是带有总屏蔽物或每个线对均有屏蔽物的平衡电缆。

### 30. 非屏蔽平衡电缆

非屏蔽平衡电缆(unscreened balanced cable)是不带任何屏蔽物的平衡电缆。

### 31. 接插软线

接插软线(patch cord)是一端或两端带有连接器件的软电缆或软光缆。

### 32. 多用户信息插座

多用户信息插座(multi-user telecommunications outlet)是某处若干信息插座模块的组合。

### 33. 交接

交接的全称为交叉连接(cross-connect),是配线设备和信息通信设备之间采用接插软线或跳线上的连接器件相连的一种连接方式。

### 34. 互连

互连(interconnect)是不用接插软线或跳线,使用连接器件把一端的电缆、光缆与另一端的电缆、光缆直接相连的一种连接方式。

## 1.2.2 综合布线系统的组成

### 1. 工作区

工作区子系统是指从设备出线到信息插座的整个区域,即一个独立的、需要设置终端的区域为一个工作区。工作区子系统的组成如图 1-1 所示。

工作区由从配线子系统而来的用户信息插座延伸至数据终端设备的连接线缆和适配器组成。工作区的服务面积为  $5\sim 10\text{m}^2$  的范围。

### 2. 配线子系统

配线子系统又称为水平子系统,由从工作区的信息插座至电信间楼层配线设备(FD)的配线电缆和光缆、电信间的配线设备和跳线等组成。配线子系统的组成如图 1-2 所示。

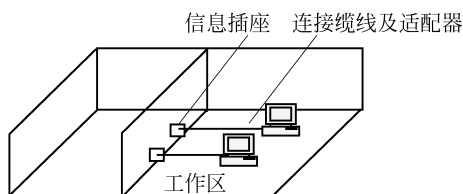


图 1-1 工作区子系统

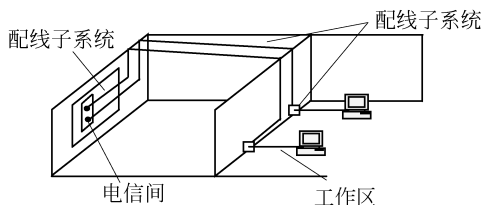


图 1-2 配线子系统

配线子系统是整个综合布线工程中线缆使用最多、施工工程量最大的布线子系统,常用的线缆是 4 对 UTP(非屏蔽双绞线),如果有电磁场干扰或信息保密要求时可使用 STP(屏蔽双绞线)。

### 3. 干线子系统

干线子系统由设备间至电信间的干线电缆和光缆、安装在设备间的建筑物配线设备(BD)及设备缆线和跳线等组成,干线子系统的组成如图 1-3 所示。

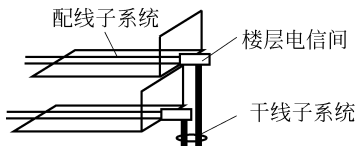


图 1-3 干线子系统

干线子系统的常用线缆包括普通 4 对双绞线电缆、大对数双绞线电缆和光缆。干线电缆的两端分别端接在设备间的建筑物配线设备和楼层电信间的楼层配线设备上,干线电缆的规格和数量由每个楼层所连接的终端设备类型及数量决定。干线子系统一般采用垂直路由、干线线缆沿着垂直竖井或电缆孔布放。

### 4. 建筑群子系统

建筑群子系统又称为楼宇子系统,是由连接多个建筑物之间的主干电缆和光缆、建筑群配线设备(CD)和设备缆线及跳线组成。建筑群子系统的组成如图 1-4 所示。

建筑群子系统提供了建筑群之间通信所需的硬件,包括电缆、光缆以及防止电缆上的浪涌电压进入建筑物的电气保护设备。常使用大对数电缆和室外光缆作为传输介质。

### 5. 设备间子系统

设备间是在建筑物的适当地点进行网络管理和信息交换的场地,又称为网络中心机房。在综合布线系统工程设计中,设备间主要用于安装建筑物配线设备。

设备间的主要设备有数字程控交换机、计算机网络设备、服务器、楼宇自控设备主机等。它们可以放置在一起,也可分别放置。

设备间子系统由设备间内安装的电缆、连接器和有关的支撑硬件组成,如图 1-5 所示。

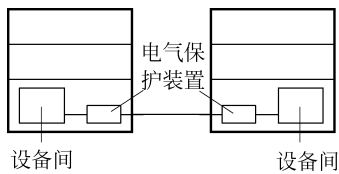


图 1-4 建筑群子系统

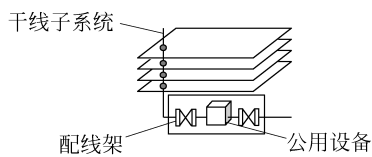


图 1-5 设备间子系统

### 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,是从 GB/T 50311—2007 标准开始划分出来的子系统。

进线间宜靠近外墙或在地下设置,以便于缆线引入。进线间的大小应按进线间的进局管道最终容量及入口设施的最终容量设计。同时应考虑满足多家电信业务经营者安装入口设施等设备的面积。

### 7. 管理子系统

管理子系统主要对设备间、进线间、电信间和工作区的配线设备、缆线和信息插座模块等设施按一定的模式进行标识和记录。

管理子系统是综合布线系统区别于传统布线系统的一个重要方面,更是综合布线系统灵活性、可管理性的集中体现。

按照 GB/T 50311—2007/GB/T 50311—2016(综合布线系统工程设计规范)的要求,综合布线系统划分为 7 大子系统,各子系统在建筑物中大致所处的位置及相互之间的连接关系如图 1-6 所示。

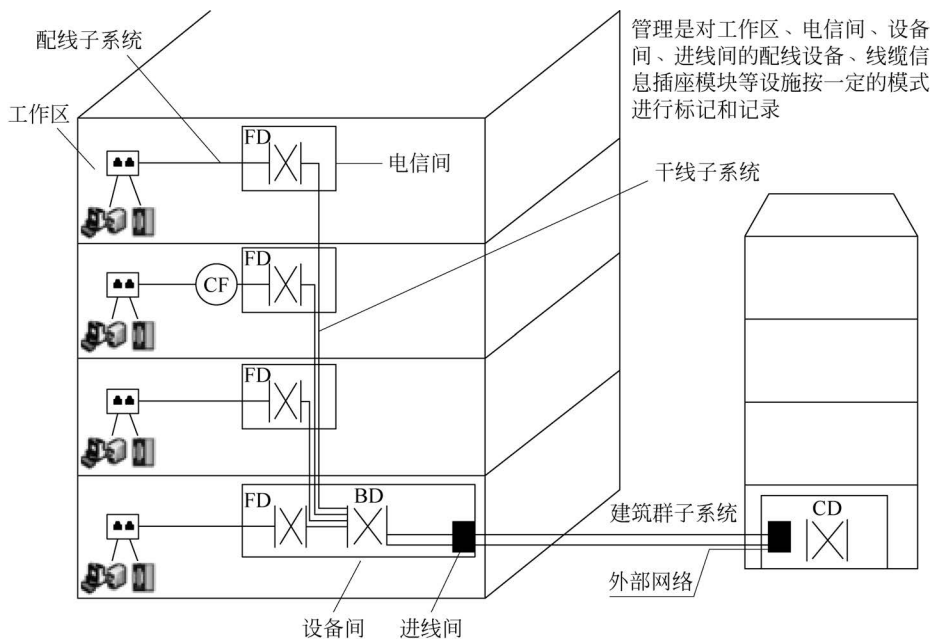


图 1-6 综合布线系统组成

## 1.3 综合布线技术标准

ANSI/EIA/TIA(美国国家标准学会/电子工业协会/美国电信工业协会)从 1985 年初开始编制“商业建筑电信布线标准(ANSI/EIA/TIA 568)”。

1991 年 7 月,ANSI/EIA/TIA 568 标准第一版正式发布,同时发布了“商业建筑物电信布线通道及空间标准”(ANSI/EIA/TIA 569),此标准成为综合布线技术的奠基性标准。

### 1.3.1 国外的综合布线技术标准

#### 1. 美国标准

1995 年 8 月,“商业建筑电信布线标准(ANSI/EIA/TIA 568)”和“商业建筑物电信布线通道及空间标准”(ANSI/EIA/TIA 569)经过改进,正式修订为 ANSI/EIA/TIA 568A 标准,该标准是一个以 5 类电缆及其连接器件实现商业建筑物电信布线的标准。标准发布后,先后对该标准进行了 5 次增编,涉及 100Ω4 对电缆、62.5/125μm 光纤、100Ω4 对超 5 类电缆及 Next 损耗测试等方面的内容。

2000 年,ANSI/EIA/TIA 568B 标准正式发布并在随后进行了相应的增编,该标准包括:

ANSI/EIA/TIA 568B.1-2001(商业建筑电信布线标准第一部分),ANSI/EIA/TIA 568B.2-2001(商业建筑电信布线标准第二部分),ANSI/EIA/TIA 568B.2-1-2002,ANSI/EIA/TIA 568B.3-2000(商业建筑电信布线标准第三部分)。

2008年8月,TIA(美国电信工业协会)推出了TIA 568C标准。该标准由TIA 568C.0(用户建筑物通信布线标准)、TIA 568C.1(商业建筑电信布线标准)、TIA 568C.2(平衡双绞线电信布线及连接硬件标准)和TIA 568C.3(光纤布线及连接硬件标准)组成。

## 2. 国际标准

1988年开始,国际标准化组织/国际电工协会(ISO/IEC)在美国ANSI/EIA/TIA 568标准的基础上修改和补充,于1995年7月正式颁布“信息技术-用户建筑物综合布线”[ISO/IEC 11801:1995(e)]作为国际标准。

国际布线标准和美国标准的主要不同在于除名词术语有差别外,在综合布线系统组成和选用线缆品种方面也不同。

1995年7月,国际电工协会-电工技术标准化欧洲委员会(IEC-CENELEC)颁布了“信息技术综合布线系统”(EN 50173:1995)的欧洲标准,供英国、法国、德国等一些国家使用。该标准取材于国际标准ISO/IEC 11801:1995(e),并结合欧洲各国的特点有所补充。

### 1.3.2 我国的综合布线技术标准

20世纪80年代中后期,综合布线技术引入国内。当时主要采用国外产品,标准也主要采用国外标准,尤其是美国标准。

从20世纪90年代,先后编制、批准、发布了一些标准、规范及图集,现在的综合布线标准多数属于综合性标准。

#### 1. CECS 72 系列标准

1995年3月,中国工程建设标准化协会批准发布了《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》(CECS 72:95),该标准主要参考了ANSI/EIA/TIA 568标准,这是我国第一部关于综合布线工程的设计规范,属于协会标准。

经过实践和经验总结,1997年,中国工程建设标准化协会颁布了新版的《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》(CECS 72:97)和《建筑与建筑群综合布线系统工程施工及验收规范》(CECS 89:97)。上述标准积极采用了国外先进经验与技术,与ISO/IEC 11801:1995(e)标准相接轨,达到同期国际水平,对于指导国内布线工程、网络工程建设具有重大意义。

#### 2. YD/T 926 系列标准

1997年9月,通信行业标准YD/T 926《大楼通信综合布线系统》正式发布,该标准包括YD/T 926.1—1997(总规范)、YD/T 926.2—1997(综合布线系统电缆、光缆技术规范)和YD/T 926.3—1998(综合布线系统连接硬件技术规范)。

2001年,信息产业部发布了中华人民共和国通信行业标准YD/T 926《大楼通信综合布线系统(第二版)》,该标准与最新国际标准接轨,并在部分性能上较国际标准更高,同时,对接入公用网的通信综合布线系统提出了基本要求。

#### 3. GB/T 50311/50312 系列标准

2000年,信息产业部批准发布了GB/T 50311—2000《建筑与建筑群综合布线系统工

程设计规范》和 GB/T 50312—2000《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》。上述标准属于推荐性国家标准,由通信行业标准 YD/T 926—1997《大楼通信综合布线系统》升级而来,增编了一部分技术细节,与 YD/T 926 保持兼容。

2007年4月,建设部正式发布了 GB/T 50311—2007《综合布线系统工程设计规范》和 GB/T 50312—2007《综合布线系统工程验收规范》。与之前的标准相比,新标准属于强制性国家标准,在综合布线系统结构上,新标准将系统结构划分为7个子系统,新增了进线间子系统,以适应建筑物功能多样化及信息化建设的需要。

2017年8月,住房和城乡建设部发布了国家标准 GB/T 50311—2016《综合布线系统工程设计规范》和 GB/T 50312—2016《综合布线系统工程验收规范》,这是目前我国关于综合布线技术的最新标准。

GB/T 50311—2016《综合布线系统工程设计规范》在 GB/T 50311—2007《综合布线系统工程设计规范》的内容基础上,对建筑与建筑群综合布线系统及通信基础设施工程的设计要求进行了补充与完善,增加了布线系统在弱电系统中的应用相关内容以及光纤到用户单元通信设施工程的设计要求,并新增了有关光纤到用户单元通信设施工程建设的强制性条文,丰富了管槽系统和设备器材的安装工艺要求,增加了相关附录内容。

## 1.4 综合布线系统工程的设备器材

综合布线系统工程建设所需的硬件材料主要分为布线线缆、连接器件和相关设备器材三大类。

### 1.4.1 综合布线系统工程的线缆

综合布线系统中常用的布线线缆包括双绞线电缆和光纤/光缆两大类。通常,双绞线电缆(以下简称双绞线)用于工作区、配线子系统布线,光纤/光缆用于建筑群、干线子系统布线。

#### 1. 双绞线

双绞线是综合布线系统工程中最常用的一类传输介质,自20世纪90年代以来,广泛应用在各类布线工程中。在综合布线工程中,双绞线主要有普通4线对双绞线和大对数双绞线两种规格。其中,普通4线对双绞线既可传输数字信号,也可传输模拟信号,是综合布线工程中最常用的电缆。大对数双绞线由多个线对聚合而成,常用的有25线对、50线对、100线对等规格,主要用于语音布线。

##### 1) 普通4线对双绞线

普通4线对双绞线,以下简称双绞线,是以同规格的钢绞芯线两两相互绞合成线对(钢绞芯线的规格有23号、24号、25号、26号),将4个线对用一个外护套封装。在封装时,外护套内可同时封装金属屏蔽层,根据有无金属屏蔽层,可将双绞线分为屏蔽双绞线(STP)和非屏蔽双绞线(UTP),如图1-7和图1-8所示。

在综合布线工程中最常用的是UTP。STP主要应用在有一定电磁干扰的布线环境或者信息安全保密要求较高的场合。通常不做强调时,双绞线是指UTP。

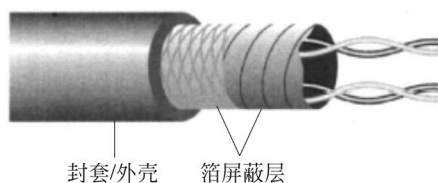


图 1-7 屏蔽双绞线

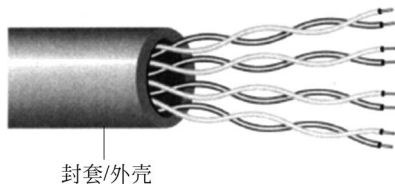


图 1-8 非屏蔽双绞线

根据双绞线的钢缆芯线的不同规格和线对扭绞时的不同长度,双绞线有不同的规格,并且不同规格的双绞线传输信号的频率和传输信息的速率不同。通常,UTP 有 3 类、4 类、5 类、超 5 类、6 类、超 6 类等规格,分别记作 CAT 3、CAT 4、CAT 5、CAT 5e、CAT 6、CAT 6e;STP 有 3 类、5 类、6 类、7 类等规格。同类别的 UTP 和 STP,其通信性能是相同的。

在综合布线工程中,常用的双绞线以 3 类、5 类、超 5 类、6 类 UTP 为主,具体应用为 3 类双绞线以大对数的形式用于语音布线领域,5 类双绞线多用于 100M 局域网布线,也可以以大对数的形式用于语音布线领域,在计算机网络尤其是局域网布线中,现在常用的双绞线以超 5 类、6 类 UTP 为主,对应 100M 和 1000M 局域网布线。

根据我国的综合布线标准,钢缆布线系统的分级与类别见表 1-1。

表 1-1 钢缆布线系统的分级与类别

系统分级	支持带宽(Hz)	支持应用器件	
		电缆	连接器件
A	100K	—	—
B	1M	—	—
C	16M	3 类	3 类
D	100M	5/5e 类	5/5e 类
E	250M	6 类	6 类
F	600M	7 类	7 类

在综合布线工程中,双绞线的性能以指标参数的形式确定,指标参数包括接线图(wire map)、长度(length)、衰减(attenuation)、近端串音 NEXT(near end cross-talk)、综合近端串扰(power sum cross-talk, PSNEXT)、平衡等级远端串扰(equal level far end cross-talk, ELFEXT)、综合平衡等级远端串扰(power sum ELFEXT, PSELFEXT)、衰减串扰比(attenuation to cross-talk ratio, ACR)、综合衰减串扰比(power sum attenuation to cross-talk ratio, PSACR)、回波损耗(return loss)、传输时延差(delay skew)等。在评估综合布线工程质量时,最常见的操作是用测量仪器对双绞线的相关指标参数进行工程测试。

## 2) 25 线对大对数双绞线

25 线对大对数双绞线,通常称为 25 线对大对数电缆,是指在一个护套内封装 25 个双绞线电缆线对,根据电缆芯线的规格可分为 3 类大对数和 5 类大对数两种,常用于综合布线工程中的干线子系统语音布线。3 类大对数电缆如图 1-9 所示,5 类大对数电缆如图 1-10 所示。