

第 1 章

综合布线概论

综合布线系统(Premises Distribution System, PDS)又称开放式布线系统(Open Cabling System),是一种模块化、灵活性极高的建筑物内或建筑群之间的有线信息传输通道。它能将数据通信设备、交换设备、语音系统及其他信息管理系统进行集成,组合成一套标准、通用且按一定秩序和内部关系构成的统一整体,从而形成一套标准、规范的有线信息传输系统。综合布线系统是建筑物智能化必备的基础设施,是一种开放式星形拓扑结构的预布线,不仅易于实施,而且可随需求的变化平稳升级,从而满足较长时间的使用需求。



1.1 综合布线的起源与发展

综合布线的起源与发展和建筑物自动化系统的发展紧密相关,它是在计算机技术和通信技术快速发展的基础上,进一步适应社会信息化和经济国际化需求的结果,也是办公自动化进一步发展的产物。

综合布线是建筑技术与信息技术相结合的产物,是计算机网络工程的基础。

传统布线,如电话线缆、有线电视线缆、计算机网络线缆、楼宇监控线缆等,都是各自独立的系统,它们分别由不同的厂商设计和安装,并采用不同的线缆和不同规格、型号的终端插座。由于各个系统的终端插座、终端插头、配线架等设备无法兼容,所以当办公布局及环境改变,需要移动或更换设备时,就必须重新布线。这样既增加了新线缆的资金投入,又留下了不用的旧线缆,久而久之,会导致建筑物内的线缆杂乱,不仅造成很大的安全隐患,而且维护不便,改造起来十分困难。

早在20世纪50年代初期,一些发达国家就在高层建筑中采用电子器件组成控制系统,各种仪表、信号灯及操作按钮通过各种线路连接至分散在现场各处的机电设备上,用于集中监控设备的运行情况,并对各种机电系统实施手动或自动控制。由于电子器件较多,线路又多又长,所以限制了控制点数目。

随着微电子技术和建筑物功能的日益复杂化,到了20世纪60年代,数字式自动化系统应运而生。

20世纪70年代,建筑物自动化系统迅速发展,开始采用专用计算机系统进行管理、控制和显示。从20世纪80年代中期开始,随着超大规模集成电路技术和信息技术的发展,出现了智能化建筑物。

1984年,首座智能建筑在美国出现后,传统布线的缺点就更加凸显。

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趋迫切,因此,需要一个适合信息时代的布线方案。美国CommScope(康普,前身为Lucent、Avaya、AT&T的贝尔实验室)的专家经过多年研究,在办公楼和工厂试验成功的基础上,于20世纪80年代末率先推出了SYSTIMAX™ PDS(建筑与建筑群综合布线系统),并于1986年通过了美国电子工业协会(EIA)和电信工业协会(TIA)的认证。因此,综合布线系统很快得到世界的广泛认同,并在全球范围内推广。

此后,美国安普(AMP)公司、美国西蒙公司(The Siemon Company)、加拿大NORDX/CDT(原北方电讯Northern Telecom)公司、法国耐克森(Nexans,原Alcatel的电缆及部件公司)公司、德国科隆(KRONE)公司等,也都相继推出了各自的综合布线产品。

我国在20世纪80年代末期开始引入综合布线系统。随着综合布线系统在国内的普及,国内厂家(如成都大唐线缆有限公司、南京普天通信股份有限公司、TCL-罗格朗国际电工有限公司等)也相继大量生产综合布线产品。

综合布线技术从20世纪80年代发展至今,经历了多个阶段,从同轴电缆时代,到双绞线时代,再到光纤时代。

(1) 同轴电缆时代。20世纪80年代初,在双绞线还没有出现之前,主要采用同轴电缆实现网络数据传输。通常,它只应用在有线电视网中。但由于它的兼容性和屏蔽性非常好,

所以也适合长距离高速数据传输。

(2) 双绞线时代。20世纪90年代初,在美国,朗讯科技公司贝尔实验室首次采用100Ω非屏蔽双绞线进行试验,发现它在保证数据传输质量的情况下,完全可以在建筑物中提供一套综合布线系统。事实上,双绞线的传输速度并不高,但在实际工程中,双绞线布线比较方便,而且同一个综合布线工程中可以采用多种方案。至此,基于双绞线的综合布线平台日渐流行,成为综合布线系统未来的发展趋势。

(3) 光纤时代。随着应用程序的增多和应用领域的扩大,双绞线传输的速度已远远满足不了需求,慢慢地就出现了速度更高的光纤。在光纤布线中,主要采用点对点结构或者环形结构,连接器则以ST为主,SC为辅。根据国际标准,新系统建议使用SC型连接器,原有系统可继续使用ST型。目前,市面上的光纤连接器的种类越来越多。其中,一些体积较小、散热较快的小型光纤连接器发展最好,比如LC连接器、MT-RJ连接器、MU连接器等。

1.2 综合布线系统标准介绍

1.2.1 系统标准的作用

综合布线系统标准为布线电缆和连接硬件提供了最基本的元件标准,使得不同厂家生产的产品具有相同的规格和性能。这一方面有利于行业的发展,另一方面使消费者有更多的选择。如果没有这些标准,电缆系统和网络通信系统将会无序、混乱地发展。

无规矩不成方圆,这就是标准的作用。而标准只是对我们所要做的事提出一个最基本、最低的要求。一般而言,标准都会分为强制性标准和建议性标准两类。所谓强制性标准,是指所有要求都必须完全遵守;而建议性标准则意味着也许、可能或希望达到。

强制性标准通常适用于产品的保护、生产、管理、兼容等,它强调了绝对的、最小限度可接受的要求;建议性标准通常针对最终产品,用于在产品的制造过程中提高生产率。

建议性标准还为未来的设计要努力达到的特殊兼容性或实施的先进性提供方向。无论是强制性标准还是建议性标准,都是同一标准的技术规范。

综合布线系统标准的要点如下。

1. 目的

- (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) 为服务于政府、教育、国防、交通、能源、电子、建筑、通信、金融等领域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需求。
- (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与技术标准。

2. 范围

- (1) 适用范围。例如,标准针对的是“商业办公”电信系统或住宅电信系统。
- (2) 寿命。布线系统的使用寿命通常要求在10年以上。



3. 标准内容

标准内容包括所用介质、拓扑结构、布线距离、用户接口、线缆规格、连接件性能和安装程序等方面。

综合布线系统标准是一个开放型的系统标准，应用广泛。因此，按综合布线系统进行布线，不仅能为用户今后的应用提供方便，还能减少用户的资金投入。这样，用户只需投入较少的费用，就能顺利过渡到更高级的应用领域。

1.2.2 综合布线系统标准

综合布线系统的标准很多。按照标准及其范畴的不同，可分为元件标准、应用标准和测试标准；按照制定标准的组织团体不同来划分，主要有美国的 ANSI/TIA/EIA-568A/B/C、国际的 ISO/IEC 11801—2017、欧洲的 CENELEC EN 50173、加拿大的 CSA T529、中国的 GB/T 50312—2016 和 GB/T 50311—2016 等。在对布线系统进行设计、选件、安装和现场测试时，所依据的标准要保持一致，否则就会出现差异。

1. 美国标准

美国电信工业协会(Telecommunications Industry Association, TIA)和美国电子工业协会(Electronic Industries Association, EIA)受美国国家标准学会(American National Standards Institute, ANSI)委托，从 1985 年开始，经过不断地编写与合并，在 1991 年推出了《商务楼电信布线标准》(TIA/EIA-568)。可以说，这是第一部正式的综合布线系统规范。从 1991 年起，此标准不断修订，在 1995 年 10 月推出了《商务楼电信布线标准》(TIA/EIA-568A)，此规范称得上是综合布线系统领域中的“圣经”。从 1995 年起，此标准又得到进一步补充，分别推出了 TIA/EIA-568A-Addendum1、Addendum2、Addendum3、Addendum4 和 Addendum5。其中，比较有名的是 2000 年的 TIA/EIA-568A-Addendum5，它是一个超五类的标准；以及后来编写的 TIA/EIA-568B，它是一个六类布线和光纤布线的标准，由 TIA/EIA-568B.1、TIA/EIA-568B.2 和 TIA/EIA-568B.3 组成。

经过多年的积累，通信应用领域的技术进步使得 568B 系列综合布线标准出现了大量的增补内容。通过重新修订，可以将增补内容融入一个新的标准文件中，同时，在新的标准中也可以提出其他值得考虑的先进技术。2009 年，TIA 的商业建筑布线小组委员会同意发布最新标准 TIA-568C。

TIA-568C 系列版本标准分为如下四个部分。

- ◎ TIA-568C.0: 用户建筑物通用布线标准。
- ◎ TIA-568C.1: 商业楼宇电信布线标准。
- ◎ TIA-568C.2: 布线标准第二部分——平衡双绞线电信布线和连接硬件标准。
- ◎ TIA-568C.3: 光纤布线和连接硬件标准。

原来的 TIA-568B 标准是针对商业环境的，包括如下三个部分。

- ◎ ANSI/TIA/EIA-568B.1-2001: 商业楼宇电信布线标准第一部分——通用要求。
- ◎ ANSI/TIA/EIA-568B.2-2001: 商业楼宇电信布线标准第二部分——平衡双绞线布线连接硬件。

◎ ANSI/TIA/EIA-568B.3-2000: 光纤布线连接硬件标准。

通过对比可以发现,原来的 B.1 标准在新的体系中分为 C.0、C.1 两个部分,一个是通用的标准文档,另一个是侧重商业环境的布线标准。这是因为 TR-42 委员会希望以 568C 的修订为契机,为更好地发展和维护标准打下坚实的基础。

像 568B.1 标准,原先定位于商业办公建筑的通用布线标准,但实际上已被广泛用于其他类型的商业建筑,如机场、学校和体育场馆等。由于目前没有为这些建筑量身定制的标准,所以 568B.1 成了一个事实上的参照。

另外,布线标准的发展与应用领域息息相关,如新的技术或应用的出现,会导致几个布线标准的同时更新,这使得相应的修订工作变得很复杂;同时,在创建新标准的时候,许多已在其他标准中实施良好的规范(如数据中心标准必须包括已经在 568B.1 中明确的分级星形拓扑结构的描述)又需经过标委会长时间的研讨才能被接纳,这使得新标准的出台颇为不易。

考虑到上述因素,TIA-568C.0 被设计成一个普遍适用的知识库,其中的要求和指导是 TIA 系列标准中重复性的和常规适用的,如认可的媒介、布线长度、极性、安装需求、支持应用等细节。这样,如果某些适用于特殊环境(如卫生保健、工业)的布线标准暂缺,TIA-568C.0 就可以作为一个通用的标准参考文档。

这样的调整既简化了标准升级的过程,又可以加快新标准的发展。在以后的修订过程中,如涉及普遍性的信息,可以只在 C.0 中进行更新,而不用在多个标准文件中进行复制。而适用于其他建筑环境的标准,例如工业环境、数据中心、学校、医疗设施等,可以集中考虑例外情况。这些专用标准文档应更加简洁和集中,并能够被快速开发出来。

TIA-568C 各部分的内容、特点介绍如下。

(1) TIA-568C.0 标准(由 TR-42.1 小组委员会负责制定)。TIA-568C.0 标准是其他现行和待开发标准的基石,具有最广泛的通用性。例如,目前每个独特的用户环境标准都是基于分级星形拓扑结构的,所以这种共性的要求会保留在 TIA-568C.0 标准中。

① 该标准中融合了其他许多 TIA 标准的通用部分,具体如下。

- ◎ TIA-569C: 通道和空间。
- ◎ TIA-570B: 家居布线标准。
- ◎ TIA-606B: 管理标准。
- ◎ TIA-607B: 接地和连接标准。
- ◎ TIA-862A: 建筑自动化系统。
- ◎ TIA-758B: 室外设施。
- ◎ TIA-942: 数据中心标准等。

② TIA-568C.0 标准的细节中亦有不少技术更新。

- ◎ 对布线所处的环境进行 MICE(机械、侵入、气候和化学、电磁)分类,以区分一般和极端的工业环境,并采取不同的措施。
- ◎ 屏蔽以及非屏蔽平衡双绞线缆最小安装弯曲半径,统一调整为 4 倍于外径。
- ◎ 双绞线跳线弯曲半径经过修改,以适应较大的线缆直径。
- ◎ 对于超六类布线系统,最大的线对开绞距离被增设为 13 mm(与六类保持一致)。
- ◎ 扩展六类(超六类等级)布线系统被增加,确认为合格的媒介类型。
- ◎ 光纤布线性能和测试要求已经被移交到这个标准文档中,而铜缆布线及测试要求



则被移交到 TIA-568C.2 文件中。

- ◎ 在 TIA-568C.0 标准中出现了一些新的术语，这是因为考虑到该标准的通用性，一些习惯术语会与特定环境下的术语有所不同。从传统来说，在不同的标准中，相应空间内的布线往往因为应用环境的不同，有不同的命名方式。例如，商业楼宇中一条连接到终端插座的线缆叫作“配线线缆”，而在住宅环境中被称为“插座线缆”，所以这时候需要一定的对应关系。

(2) TIA-568C.1 标准(由 TR-42.1 小组委员会负责制定)。TIA-568C.1 是现有 TIA-568B.1 的修订标准，该标准不是一个独立的文档。除了包括 TIA-568C.0 通用标准部分以外，所有适用于商业建筑环境的指导和要求，都在 C.1 标准的“例外”和“允许”部分进行说明。这使得 C.1 标准更聚焦于办公用的商业楼宇，而不是其他建筑环境。

TIA-568C.1 的术语是与 TIA-568C.0 紧密相连的，TIA-568C.0 突出了通用性，其概念可用于其他类型的建筑物；而 TIA-568C.1 则显示了商业应用环境的特点。

- ① 主要不同术语间的对应关系如下。

TIA-568C.0 通用术语

TIA-568C.1 商业环境术语

分布点 C	主跳接(MC)
分布点 B	中间跳接(IC)
分布点 A	水平跳接(HC)
设备插座	电信插座
布线子系统 3	室外主干布线
布线子系统 2	室内主干布线
布线子系统 1	水平布线

- ② TIA-568C.1 中的技术改进还包括以下内容。

- ◎ 认可了 TIA-568B.2 附录中定义的六类、超六类(6A)平衡双绞线布线系统。
- ◎ 认可了 850 nm 激光优化万兆 50 μm /125 μm 多模光缆。
- ◎ 原在 TIA-568B.1 中常用的布线信息转到了 TIA-568C.0 中。
- ◎ 150 Ω 的 STP 布线、五类布线、50 Ω 和 75 Ω 的同轴布线被取消。
- ◎ 平衡双绞线布线性能和测试要求被取消，而在 ANSI/TIA-568C.2 文档中体现出来。

(3) TIA-568C.2 连接硬件标准(由 TR-42.7 小组委员会负责制定)。此标准针对铜缆连接硬件标准 TIA-568B.2 进行修订，主要是为铜缆布线生产厂家提供具体的生产技术指标。所有有关铜缆的性能和测试要求都包括在这个标准文件中，其中的性能级别主要支持三类，即超五类、六类、超六类。TIA-568C.2 的修订工作受制于 TIA-568B.2 标准的最后一个附录 10(超六类标准，支持万兆铜缆以太网应用)的进度，所以一直比较缓慢。由于现在超六类标准已经出版，TR-42.7 委员会终于可以集中精力加快 TIA-568C.2 标准的修订进程。该标准是最晚出台的 TIA-568C 系列标准的成员，2016 年重新定义的网速界限如表 1.1 所示。

表 1.1 TIA-568C.2 网络标准的网速界限

网线类型	八类网线	七类网线	超六类网线	六类网线	超五类网线
传输速率	40 Gbps	10 Gbps	10 Gbps	1000 Mbps	100 Mbps
带宽/MHz	2000	600	500	250	100

续表

网线类型	八类网线	七类网线	超六类网线	六类网线	超五类网线
传输距离/m	30	100	100	100	100
导体线对	8	8	8	8	8
线缆类型	双层屏蔽	双层屏蔽	屏蔽/非屏蔽	屏蔽/非屏蔽	屏蔽/非屏蔽
应用环境	高速宽带环境	高速宽带环境	大型企业高速应用	大型企业高速应用	办公室家用

(4) TIA-568C.3 连接硬件标准(由 TR-42.8 小组委员会负责制定)。此标准针对光缆连接硬件标准 TIA-568B.3 进行修订,主要是为光缆布线生产厂家提供具体的生产技术指标。

目前, TIA-568C.3 标准已经完成并发布出版。与 TIA-568B.3 比较,该标准主要有如下几个变化。

- ◎ 国际布线标准 ISO 11801 的术语(OM1、OM2、OM3、OS1、OS2 等)被加入进来,其中单模光缆又分为室内室外通用、室内、室外三种类型,这些光纤类型以补充表格形式进行认可。
- ◎ 连接头的应力消除及锁定、适配器彩色编码相关要求已改进,以便于识别光纤类型(彩色编码不是强制性的,颜色也可以用于其他目的)。
- ◎ OM1 级别的 62.5 μm /125 μm 多模光缆、跳线的最小 OFL 带宽提升到 200/500 MHz/km (原来是 160/500)。
- ◎ 附件 A 中有关连接头的测试参数与 IEC 61753-1 C 级规范文档相一致,这意味着符合与 IEC 标准的光纤接头,如 Array Connectors 光纤阵列连接器,将适用 TIA-568C.3 标准。

TIA 系列布线标准,无论是在过去或现在都对我国的布线行业产生了深远的影响。例如,我国的国家布线标准 GB 50311 和 GB 50312 的 2000 年版本,以及 2017 年的修订版,都是参照 TIA 的现行标准及其修订草案制定的。可以预计, TIA-568C 系列新布线标准实施后,同样会对国内的通信基础设施建设产生积极的推动作用。

2. 国际标准

国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)共同组成了一个全球性的标准化专业机构。在信息技术领域, ISO/IEC 设立了一个联合技术委员会——ISO/IEC JTC1。国际标准草案由联合技术委员会正式通过,然后分发给各国家团体进行投票表决。要作为国际标准正式出版,至少需要 75% 的国家团体投票通过才有效。例如, 1995 年制定并发布了 ISO/IEC 11801 《信息技术——用户房屋的综合布线》(Information Technology - Generic Cabling for Customer Premises),该标准将有关元器件和测试方法纳入了国际标准体系。目前,该标准有两个正式版本及多个修订版本: ISO/IEC 11801:1995、ISO/IEC 11801:2000、ISO/IEC 11801:2002+、ISO/IEC 11801:2008+、ISO/IEC 11801:2017 等。ISO/IEC 11801 的正式版本一直在不断优化,原先分散的多份结构化布线标准已被整合到一起。该版本的标准包括六个部分(见表 1.2)。



表 1.2 新旧版 ISO/IEC 11801 对照

ISO/IEC 新版本标准号	替代标准号	描述
ISO/IEC 11801-1	ISO/IEC 11801: 2002	结构化布线对双绞线和光缆的要求
ISO/IEC 11801-2	ISO/IEC 11801: 2002	商用(企业)建筑布线
ISO/IEC 11801-3	ISO/IEC 24702	工业布线
ISO/IEC 11801-4	ISO/IEC 15018	家用布线
ISO/IEC 11801-5	ISO/IEC 24764	数据中心布线
ISO/IEC 11801-6	ISO/IEC TR24704	分布式楼宇服务设施布线

3. 中国标准

2000年,为适应国内布线市场的发展,信息产业部会同有关部门共同制定了《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》和《建筑与建筑群综合布线系统工程验收规范》。这两项规范经有关部门会审和批准,作为推荐性标准正式颁布并实施,其编号分别为 GB/T 50311—2000 和 GB/T 50312—2000。这两个标准的出台,规范了国内的布线施工和布线测试工作,为网络的迅速发展和普及起到了积极的推动作用。

为适应布线系统的发展,解决超五类及 100Mb/s 以上速率的布线问题,2007年,建设部和国家质量监督检验检疫总局联合发布了《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311—2007)和《综合布线系统工程验收规范》(GB 50312—2007)这两项国家标准,并于 2007年 10月 1日起实施。其中,GB 50311 的第 7.0.9 条为强制性条文,必须严格执行。原《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》(GB/T 50311—2000)同时废止。

2016年,中华人民共和国住房和城乡建设部批准了《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311—2016)和《综合布线系统工程验收规范》(GB/T 50312—2016)两项国家标准。本次修订的主要技术内容如下。

(1) 在《综合布线系统工程设计规范》(GB 50311—2007)的基础上,对建筑群与建筑物综合布线系统及通信基础设施工程的设计、验收要求进行了补充与完善。

(2) 增加了布线系统在弱电系统中应用的相关内容。

(3) 增加了光纤到用户单元通信设施工程的设计、验收要求,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。

(4) 完善了光纤信道和链路的测试方法与要求。

(5) 丰富了管槽和设备的安装工艺要求。

(6) 增加了相关附录。

上述几种标准有很明显的差别,例如,从综合布线系统的组成来看,美国标准将综合布线系统划分为建筑群子系统、干线子系统、配线子系统、设备间子系统、管理子系统和 工作区子系统共六个独立的子系统;而国际标准则将其划分为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三部分。工作区布线为非永久性部分,用户使用时可临时敷设,在工程中不需要设计和施工,因此这一部分不属于综合布线系统工程的范围。

我国在实施综合布线系统初期,多采用美国产品,所以国内相关书籍、杂志和资料,甚至部分标准通常以美国标准为基础介绍综合布线系统的相关技术。然而,上述系统组成

与我国标准的规定不符，与我国过去将通信线路和接续设备视为一个整体的系统概念不一致，这给工程设计、施工安装和维护管理工作带来了极大不便，希望相关方面能给予足够重视。

1.3 综合布线的基础知识

1.3.1 综合布线系统的组成与分级

综合布线系统是一个无源系统，它为网络设备提供了一个无源平台，是网络的底层基础。该系统对网络应用具有透明性，也就是说，对不同的网络类型、网络操作系统以及不同公司的网络产品，综合布线系统均能提供同等支持。

综合布线系统将各种不同的组成部分整合为一个有机整体，而非像传统布线那样自成体系、互不相干。依照我国最新的国家标准 GB 50311—2016，综合布线系统可划分为七个部分，其中包含三个子系统，即配线子系统、干线子系统、建筑群子系统；另外还有四个部分，即工作区、设备间、进线间、管理子系统。

综合布线系统的结构与组成如图 1.1 所示。

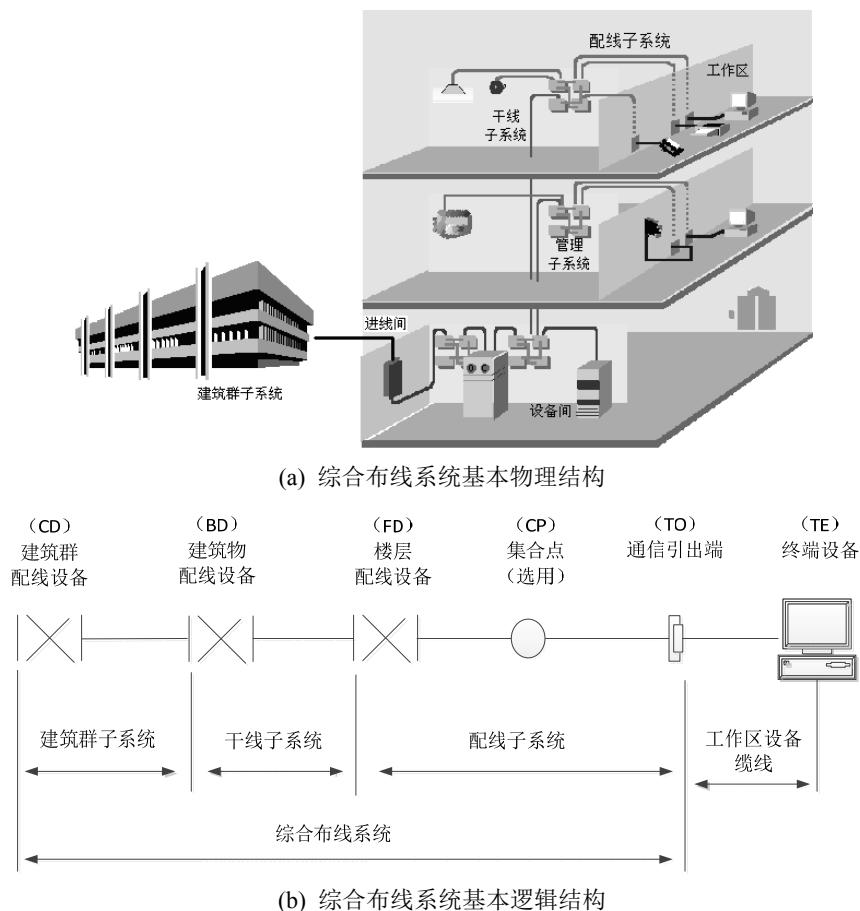


图 1.1 综合布线系统基本结构(中国标准)



1. 配线子系统

配线子系统,也称作水平配线子系统,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,一般为星形结构。它与干线子系统的区别在于,配线子系统总是在一个楼层上,仅与信息插座、楼层网络设备间或配线设备间相连接。

2. 干线子系统

干线子系统,也叫作垂直干线子系统,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电信配线间的干线电缆组成。该系统一般采用光纤及大对数铜缆,以星形结构将主设备间与楼层电信配线间连接起来。

3. 建筑群子系统

建筑群是指由两幢及两幢以上的建筑物组成的建筑群体。建筑群子系统由连接各建筑物的综合布线缆线、建筑群配线设备(CD)和跳线等组成。它是将一个建筑物中的电缆延伸至另一个建筑物的通信设备和装置(支持建筑物之间通信所需的硬件)上,其中包括电缆、光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。在建筑群子系统中,会面临室外敷设电缆的问题,一般有三种情况,即架空电缆、直埋电缆、地下管道电缆,或者是这三种情况的任意组合,具体情况应根据现场环境来确定。

4. 工作区

工作区是综合布线系统的末梢,是邻近用户端的通信线路。工作区由配线子系统的信息插座延伸到工作站终端设备处的连接电缆及适配器组成(包括连接的软线和接插部件等)。

一个工作区的服务面积应根据不同的应用功能来确定,例如,估算为 20 m^2 ,或按不同的应用场合调整面积大小。每个工作区至少应设置一个信息插座,用于连接电话机或计算机终端设备,也可按照用户要求进行设置。

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、电视机及监视器等终端的设置和安装。

5. 设备间与电信配线间

设备间是安装各种电信设备的房间,电信配线间是安装楼层配线设备的房间,当两者合二为一时可以简称为设备间或电信间。总之,设备间是在每幢大楼的合适位置设置电信设备、计算机网络设备以及建筑物配线设备,进行网络管理的场所。对于综合布线工程设计而言,设备间主要安装建筑物配线设备(BD),以便电话机、计算机等各种主机设备及引入设备可以合装在一起。设备间内的所有总配线设备应使用色标来区分不同用途的配线区域。

设备间的位置及大小应根据设备的数量、规模、最佳网络中心等因素综合确定。

6. 进线间

进线间是建筑物外部通信和信息管线的入口部位,可作为入口设备和建筑群配线设备的安装场地。

7. 管理子系统

管理子系统应对进线间、设备间、电信配线间和工作区的配线设备、缆线、信息插座等设施，按照一定的模式进行标示和记录。

8. 综合布线系统的分级

综合布线系统的缆线主要有铜缆和光缆两种类型。铜缆支持的最高带宽较低，因此，布线系统的分级与类别由铜缆的性能决定，如表 1.3 所示，并且 5、6、6A、7、7A 类布线系统应能支持向下兼容的应用。

表 1.3 铜缆布线系统的分级与类别

系统 分级	系统产品 类别	支持最高带宽 /Hz	支持应用器件	
			电缆	连接硬件
A	—	100 K	—	—
B	—	1 M	—	—
C	3类(大对数)	16 M	3类	3类
D	5类(屏蔽和非屏蔽)	100 M	5类	5类
E	6类(屏蔽和非屏蔽)	250 M	6类	6类
EA	6A类(屏蔽和非屏蔽)	500 M	6A类	6A类
F	7类(屏蔽)	600 M	7类	7类
FA	7A类(屏蔽)	1000 M	7A类	7A类

1.3.2 综合布线系统的缆线长度

综合布线系统的缆线长度包括水平配线子系统的电缆和光缆长度、垂直干线子系统的电缆和光缆长度、工作区电缆长度以及设备跳线长度。缆线的最大长度如图 1.2 所示。

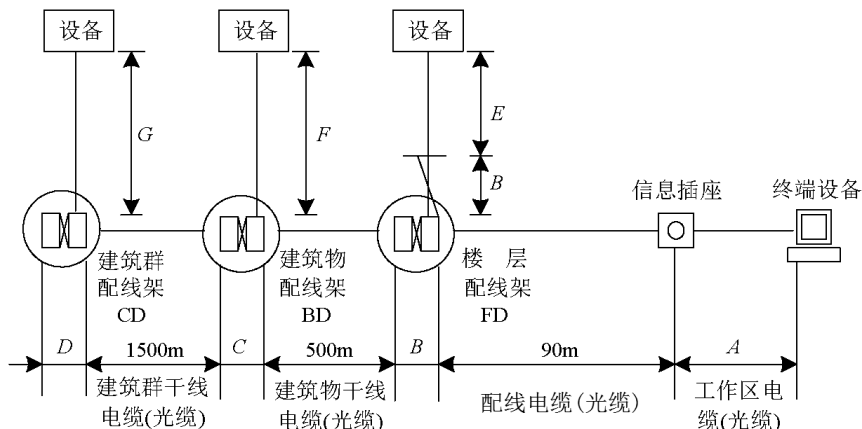


图 1.2 电缆、光缆的最大长度

(1) 在图 1.2 中，A 表示工作区电缆的长度；B 表示配线架的跳线长度；C 表示建筑物



配线架的跳线长度； D 表示建筑群配线架的跳线长度； E 表示楼层配线架设备的跳线长度； F 表示建筑物配线架设备的跳线长度； G 表示建筑群配线架设备的跳线长度。

- (2) 工作区线缆、配线架跳线和设备跳接软线的总长度 $A+B+E \leq 10$ m。
- (3) 建筑物配线架和建筑群配线架中的跳线总长度 $C+D \leq 20$ m。
- (4) 建筑物配线架和建筑群配线架中的设备软跳线总长度 $F+G \leq 30$ m。

在新版设计标准中，明确规定了建筑群干线、建筑物干线与配线线缆的总长度。数据电缆布线系统信道应由长度不大于 90 m 的配线缆线、10 m 的跳线和设备缆线及最多 4 个连接器件组成，永久链路则应由长度不大于 90 m 的配线缆线及最多 3 个连接器件组成。光纤信道应分为 OF-300、OF-500 和 OF-2000 三个等级，各等级光纤信道应支持的应用长度分别不小于 300 m、500 m 及 2000 m。

它的实际含义是：确定建筑群干线与建筑物干线的总长度，但不再区分这两种干线的具体长度。

实际上，建筑群干线可看作是建筑物干线在室外的延伸，它们所用线缆的电气性能和光学性能完全一样，只是在保护材料上略有差异。因此，在工程设计中，设计人员实际上一直都不太关注这两种干线之间的长度划分，而是从计算机网络和电话线的传输距离来分析所用干线的长度极限。

1.3.3 信道、带宽、速率及多路复用

1. 信道

信道即通道。通俗地说，它是以传输媒介为基础的信号通路；具体地说，信道是由有线或无线方式提供的信号通路；抽象地说，信道是指定的一段频带，它允许信号通过，同时对信号起到限制和保护作用。信道的作用是传输信号。

通常，将仅作为信号传输媒介的信道称为狭义信道。狭义信道按照具体媒介的不同类型，通常可分为有线信道和无线信道。所谓有线信道，是指传输媒介为明线、对称电缆、同轴电缆、光缆及波导等一类能够看得见的媒介的信道。有线信道是现代通信网络中最常见的信道之一，综合布线就是提供信号的有线传输通路，例如，电话电缆用于市内近程传输、五类对称电缆用于计算机网络等。

2. 带宽

带宽这个名称在描述通信系统时经常出现，且常常代表不同的含义，因此需先说明带宽的名称。从通信系统中信号传输的过程来看，实际上，有几种不同含义的带宽。

- (1) 信号带宽。由信号能量谱密度或功率谱密度在频域的分布规律确定。
- (2) 系统带宽。由电路系统的传输特性决定。
- (3) 信道带宽。由信道的传输特性决定。
- (4) 物理带宽。指正频率区域，不计负频率区域。如果信号是低频信号，那么其能量集中在低频区域，也就是在 $0 \sim B$ Hz 的频率范围内。

带宽均用符号 B 表示，单位为赫兹(Hz)。它们的计算方法类似，但表示的概念不同，所以使用带宽时，需要说明是哪种带宽。

在综合布线中进行数字信号传输时，经常会用到脉冲数字信号带宽(脉冲带宽)，它是指脉冲数字信号的离散频谱上第一个 0 点处对应的频率值。如图 1.3 所示， $B=1/\tau$ 。

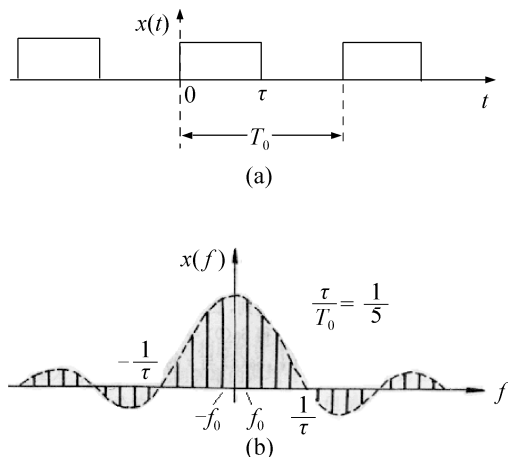


图 1.3 脉冲带宽

一般 $\tau < T_0$ ，则 $B=1/\tau > 1/T_0=f_0=f_b=R_B$ ，即脉冲带宽大于传码率。

当脉冲宽度与脉冲周期相同时，即 $T_0=\tau$ ，则有 $B=1/\tau=1/T_0=f_0=f_b=R_B$ ，也就是脉冲带宽等于脉冲速率和传码率。

在模拟通信中，一般要求信道带宽大于系统带宽，系统带宽大于信号带宽，否则就会出现信号失真的情况。在数字通信中，由于允许一定程度的失真存在，所以上述要求可以适当放宽。

例如，在数字通信系统中，信号带宽可以小于系统带宽和信道带宽。也就是说，脉冲带宽可以小于传码率。

3. 速率

综合布线中常用的速率概念有两种：码元速率和信息速率。

码元速率 $R_B=1/T_b$ 波特；码元重复频率 $f_b=1/T_b$ ，在数值上 f_b 与 R_B 相同，但单位不同， f_b 的单位为赫兹(Hz)。有时候， f_b 与 R_B 两个符号会混用，需要注意的是，作为码元速率时，它们的单位为波特(B)；而作为码元重复频率时，它们的单位为赫兹(Hz)。

信息速率指 1 秒钟传输的信息量的多少，单位为比特/秒(b/s)。对于二进制数字信号传输来说，通常认为码元速率和信息速率在数值上相同。

著名的奈奎斯特定理告诉我们，数字信号传输时的码元极限速率为信道带宽的两倍。所以在选择综合布线线缆时，更要注意线缆的频率特性和带宽大小。也就是说，要选择 100 M 网线，需要考虑网线的带宽是否为 100 MHz，而不是考虑网线的传输码元速率是否为 100 Mb/s、信息速率是否为 100 Mb/s。

4. 多路复用技术

利用一条信道实现多路信号同时传输的技术，称为多路复用技术。使用多路复用技术的目的是提高传输效率和有效性。多路复用的理论基础是信号分割原理。信号分割的依据在于信号之间的差别，这些差别可以体现在频率(频分复用)、时间(时分复用)和码型(码分复



用)等参量上。

频分复用(FDM)是一种按频率划分信道的复用方式,它将整个物理媒介的传输频带按一定的频率间隔划分为若干较窄的频带,每个窄带构成一个子信道。只要该子信道的容量适合进行单路数据传输,就可以作为一个独立的传输信道使用。可以利用对正弦波调制的方法,先将各路消息信号分别调制在不同的副载波上,即把各路消息信号的频谱分别搬到相应的小区间,然后把它们一起发送出去。在接收端,使用中心频率调到各副载波的带通滤波器,将各路已调信号分离开来,然后对它们进行相应的解调,以提取各路消息信号。

时分复用(TDM)以时间作为信号分割参量,故必须使各路信号在时间轴上互不重叠。抽样定理为时分复用提供了理论依据。

抽样定理告诉我们,一个频带限制在 f_N 以内的时间上连续的模拟信号 $x(t)$,可以用时间上离散的抽样值来传输,这些抽样值包含了 $x(t)$ 的全部信息。当抽样频率 $f_s \geq 2f_N$ 时,可以从已抽样的输出信号 $x_s(t)$ 中不失真地恢复 $x(t)$ 。

码分复用(CDMA)不同于FDM和TDM。

在FDM中,不同信息所用的频率不同;在TDM中,不同信息是用不同间隙来区分的;而在CDMA中,各路信息是用各自不同的编码序列来区分的,它们均占用相同的频段和时间。

在码分复用中,发送端将发送的信号用互不相干、互相正交的地址码进行调制,接收端则利用码型的正交性,通过相应的地址码从混合的信号中选出相应的信号。由于收、发的地址码可以选择多个,从而可以实现多路信号的复用。这种复用方式就称为码分复用。

1.4 综合布线与智能建筑

1.4.1 智能化建筑的系统组成和基本功能

智能化建筑的系统主要由三大部分构成,即大楼自动化(又称建筑自动化或楼宇自动化)(BA)、通信自动化(CA)和办公自动化(OA)。这三个自动化通常被称为3A,它们是智能化建筑中最重要且必须具备的基本功能。

目前有些地方为了突出某项功能,以提高建筑等级和工程造价,又提出防火自动化(FA)和信息管理自动化(MA),从而形成了5A智能化建筑。甚至有的文件还提出安保自动化(SA),从而出现了6A智能化建筑。

但从国际惯例来看,FA和SA均包含在BA中,而MA已包含在OA中,所以通常只采用3A的提法。因此,本书建议今后统一采用3A智能化建筑的提法。

1. 楼宇自动化

楼宇自动化主要是对智能化建筑中的所有机电装置和能源设备实现高度自动化及智能化集中管理。具体地说,是以中央计算机或中央监控系统为核心,对房屋建筑内设置的供水、电力照明、空气调节、冷热源、防火、防盗、监控显示和门禁系统及电梯等各种设备的运行情况,进行集中监控和科学管理。

2. 通信自动化

通信自动化是智能化建筑的重要基础设施,通常由以程控数字用户电话交换机为核心

的通信网和计算机系统局域网(包括软件)组成。这些设备和传输网络与外部公用通信设施联网,可完成语音、文字、图像和数据的高速传输和准确处理。通常,通信自动化由语音通信、图文通信和数据通信三大部分组成。

3. 办公自动化

办公自动化是在计算机和通信自动化的基础上建立起来的。

办公自动化是指以计算机为中心,配置传真机、电话机等各种终端设备,以及文字处理机、复印机、打印机和一系列现代化的办公及通信设备,包括相应的软件,全面且广泛地收集、整理、加工和使用各种信息,为科学管理和科学决策提供服务。

利用先进的计算机和通信技术组成的高效、服务优质的人机信息处理系统,能充分简化人们的日常办公业务活动,从而大大提高了办公效率和工作质量。

随着信息网络时代的迅速到来,出现了信息普遍化和家庭化的趋势,这样,人们对于住宅建筑的要求,不仅是居住,而且还要求在这个空间中生活、学习和工作,享受各种生活、办公及信息服务。这样,小区就从零散的智能化建筑走向了智能化小区。

智能化小区一般是以住宅建筑为主体,并有相关公共服务设施的房屋建筑。因此,其系统组成和基本功能与智能化建筑既有联系又有区别,但在综合布线系统的设计和安装方面区别不大,所以本书的综合布线概念既可用于建筑综合布线,也可用于建筑小区综合布线。

1.4.2 智能化建筑与综合布线系统的关系

智能化建筑是集建筑技术、通信技术、计算机技术和自动控制技术等多种高新技术之大成者,所以智能建筑工程项目的内容极为广泛,与通常所说的土木工程不可同日而语。由于采用了先进的科学技术,智能化建筑在某种意义上被赋予了生命力。可以说,综合布线系统是智能化建筑中的神经系统,它们之间的关系极为密切,主要表现在以下几点。

1. 综合布线系统是衡量建筑智能化程度的重要标志

在衡量建筑的智能化程度时,既不看建筑物是否高大和造型是否新颖,也不看装修是否宏伟华丽和设备是否齐全,而要看建筑物中的综合布线系统的配线能力,例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,以及工程质量是否优良。这些都是决定建筑智能化程度高低的重要因素,因为智能化建筑能否为用户提供高度智能化的服务,取决于传送信息网络的质量和技术。因此,综合布线系统具有决定性作用。

2. 综合布线系统是智能化建筑必备的基础设施

综合布线系统在智能建筑中与其他设备一样,都是附属于建筑物的必备基础设施。综合布线系统把智能化建筑内的通信、计算机和各种设施及设备,在一定条件下进行整合,并相互连接,形成完整配套的有机整体,以实现高度智能化的要求。

由于综合布线系统具有兼容性、可靠性、使用灵活性和管理科学性,所以能适应各种设施当前和今后发展的需要,使智能化建筑能够充分发挥智能化水平。

3. 综合布线系统必须与房屋建筑融为一体

综合布线系统和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化建筑内,必然会有相互融合的需求,同时,彼此也有可能产生矛盾。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联系,协调配合,寻求妥善合理的方式来解决,以最大限度地满足各方面的要求。

4. 综合布线系统能适应智能化建筑今后发展的需要

房屋建筑工程是百年大计,其使用寿命较长,一般都在几十年以上,甚至百年或百年以上。因此,在规划或设计新的建筑时,应有长远的考虑,并能够适应今后的发展需要。综合布线系统具有较高的适应性和灵活性,能在今后相当长的时期内满足客观通信发展的要求,因此,在新建的高层建筑或重要的公共建筑中,应根据建筑物的使用对象和业务性质及今后发展等各种因素,积极采用综合布线系统。对于近期确无需要或因其他因素暂时不准备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,在主要通道或路由等关键部位适当预留空间,以便今后安装综合布线系统时避免临时打洞凿眼或拆卸地板及吊顶等,且可以防止影响房屋建筑结构的强度和内部环境装修的美观性。

总之,智能化建筑从规划设计直到以后使用的过程中,与综合布线的关系极为密切,必须在各个环节加以重视。

1.4.3 综合布线的发展趋势

回顾历史,综合布线是美国贝尔实验室为适应时代对高速传输线路的需求而率先提出并实施的。现在各行各业的办公楼、综合楼、写字楼及民用建筑,都普遍采用了综合布线系统。

伴随“互联网+”的发展,综合布线成为实现建筑智能化和数字生活的关键技术与核心保障。在大数据、云计算等信息技术背景下,它不仅面临着新的问题,还展现出多样化的应用趋势。在不久的将来,综合布线产品仍有极大需求,综合布线企业需根据用户需求,持续创新产品技术和经营模式,以实现可持续发展。

复习思考题

- (1) 什么是综合布线系统?
- (2) 与传统布线相比,综合布线有哪些优点?
- (3) 为什么说综合布线为布线电缆和连接硬件提供了最基本的标准?
- (4) 常用的综合布线系统标准有哪些?
- (5) 画图说明综合布线系统的结构与组成(中国标准)。
- (6) 智能化建筑系统主要由哪三大部分组成?
- (7) 从通信系统中信号传输的过程来看,实际上遇到了哪三种不同含义的带宽?
- (8) 画图说明综合布线系统的线缆长度。
- (9) 什么叫码元速率和信息速率?
- (10) 信道传输数字信号的极限速率是多少?

第2章

综合布线常用器材及 测试工具

在综合布线系统中，布线部件的品种和类型较多。按布线部件的外形、功能和特点，可以分为两大类，即传输媒质和连接硬件。综合布线系统常用的传输媒质有：对绞线(又称双绞线)、对绞线对称电缆(简称对称电缆)、同轴电缆和光纤光缆(简称光缆)四种。若按布线部件的技术功能、装设位置和使用等分类则更为细致。为便于叙述，下面在介绍传输媒质和连接硬件分类的同时，一并说明其技术功能、装设位置以及适用场合。最后将介绍几种常用的布线安装工具和测试仪器等。

2.1 综合布线常用的电缆器材

2.1.1 双绞线

1. 双绞线的概念

双绞线(Twisted Pair, TP)是综合布线中最常用的一种传输介质,它由两根带有绝缘保护层的铜导线组成。将两根绝缘的铜导线按一定密度相互绞合在一起,可降低信号干扰程度,因为一根导线在传输时辐射出来的电波会被另一根导线上发出的电波抵消。若把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中,便形成了双绞线电缆,如图 2.1 所示。

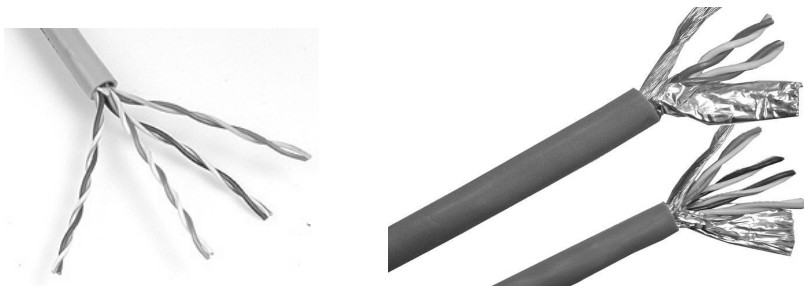


图 2.1 双绞线电缆

与其他传输介质相比,双绞线在传输距离、信道宽度和数据传输速度等方面均受到一定限制,但其价格较为低廉。

目前,各国对双绞线直径的标准有所不同,大多数厂商常以美国线规(AWG)作为缆线导体直径的标准。常用的双绞线由 26 号、24 号或 22 号的绝缘铜导线相互缠绕而成,其直径一般为 0.4~0.65 mm,常用的是 0.5 mm。

双绞线可分为非屏蔽双绞线(Unshielded Twisted Pair, UTP)和屏蔽双绞线(Shielded Twisted Pair, STP)两种。过去,根据屏蔽层材料和结构的不同,屏蔽双绞线常用的代号有 STP、SFTP、FTP 等。

UTP 是无屏蔽层结构的非屏蔽缆线,具有重量轻、体积小、弹性好、使用方便和价格适宜等特点,因此使用较为广泛,甚至在传输速率较高的链路上也采用。然而,它抗外界电磁干扰的性能较差,安装时因受到牵拉和弯曲,其均衡绞度易遭到破坏,无法满足 EMC(电磁兼容性)的规范要求。另外,它在传输信息时还可能向外辐射,容易泄密。

STP(每对芯线和电缆绕包铝箔,加铜编织网)、SFTP(纵包铝箔,加铜编织网)和 FTP(纵包铝箔)对绞线对称电缆都是有屏蔽层的屏蔽缆线,具有防止外来电磁干扰和防止向外辐射的特性,但它们都存在重量大、体积大、价格贵和不易施工等问题,在施工中要求完全屏蔽并正确接地,才能保证其屏蔽特性效果。GB 50311—2000 标准的非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线对比如表 2.1 所示。

当双绞线的屏蔽结构只是在双绞线芯线外添加丝网和铝箔时,这些代号能够说明屏蔽的结构。但是,在屏蔽层深入到每对芯线时,这 4 个代号就变得模糊不清了,因为它们无法准确地说明新出现的屏蔽结构。

表 2.1 GB 50311—2000 标准的非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线对比

	双 绞 线			
	UTP	STP	SFTP	FTP
性价比	低	高	较高	较高
施工要求	低	高	较高	较高
抗干扰能力	弱	强	较强	较强
数据保密性	一般	好	较好	较好

为解决上述问题, GB 50311—2007 版国际标准引用了 ISO/IEC 11801—2002 中对屏蔽结构的定义, 使用“/”作为 4 对芯线总体屏蔽与每对芯线单独屏蔽的分隔符, 使用 U、S、F 分别对应非屏蔽、丝网屏蔽和铝箔屏蔽, 通过分隔符与字母的组合, 实现了对屏蔽结构的准确描述。

例如, 非屏蔽结构为 U/UTP, 当前最常见的四种屏蔽结构分别为 F/UTP(铝箔总屏蔽)、U/FTP(铝箔线对屏蔽)、SF/UTP(丝网+铝箔总屏蔽, 见图 2.2)和 S/FTP(丝网总屏蔽+铝箔线对屏蔽)。

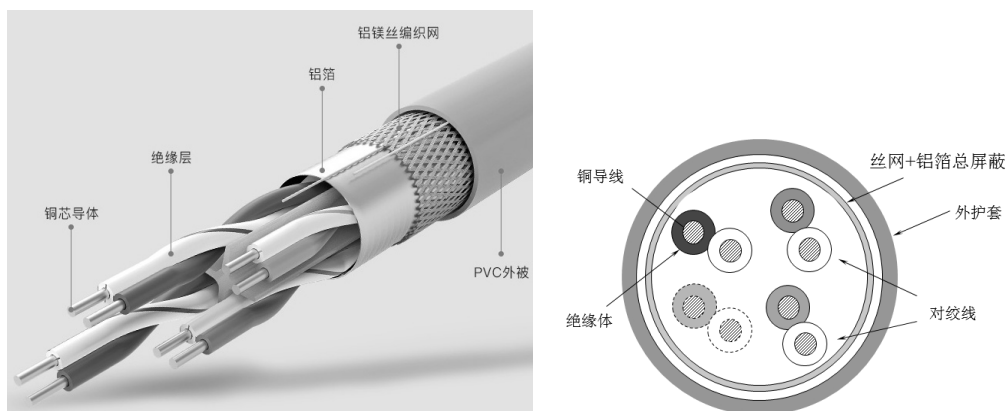


图 2.2 SF/UTP 屏蔽双绞线

从原理上说, 丝网与铝箔的合理搭配可以充分发挥两种不同材质、不同造型的金属材料的组合屏蔽性能。从这个意义上说, 新的四组屏蔽符号代表着四个不同等级的屏蔽双绞线。

双绞线既可以传输模拟声音信息, 又可以传输数字信号, 特别适合距离较短(通常 100 m)的数字信息传输。

采用双绞线的局域网络带宽, 取决于所用导线的质量、导线的长度及传输技术。在传输过程中, 信号的衰减比较大, 并且波形会发生畸变。只要精心选择和安装双绞线, 就可以在有限距离内达到每秒数百兆位的可靠传输率。当距离很短, 并且采用特殊的电子传输技术时, 传输速率每秒可达千兆位。

国际标准化组织(ISO)为具有不同传输特性的双绞线电缆定义了多种规格型号, 常用的有以下几种。

(1) 三类(CAT3): 该电缆的传输特性最高规格为 16 MHz, 数据传输最高速率为 10 Mb/s, 一般用在语音信息传输及低速数据传输中。



(2) 四类(CAT4): 该类电缆的传输特性最高规格为 20 MHz, 数据传输最高速率为 16 Mb/s。目前较少使用。

(3) 五类(CAT5): 该类电缆增加了绕线密度, 外套采用高质量的绝缘材料, 传输特性的最高带宽为 100 MHz, 数据传输最高速率为 100 Mb/s, 一般用在语音信息传输及高速数据传输中。

(4) 超五类(CAT5E): 即通常所说的超五类电缆, 该类电缆的传输特性稍优于五类电缆, 主要体现在数据传输速率可达 155 Mb/s, 一般用在语音信息传输及高速数据传输中。

(5) 六类(CAT6): 该类电缆的带宽会扩展至 250 MHz 以上, 能支持传输速率在 1000 Mb/s 以下的应用, 一般用在视频信息传输及超高速数据传输中。

不论是超五类还是六类电缆系统, 其连接的结构仍与现在广泛使用的插接模块(RJ-45)相兼容。

(6) 七类(CAT7): 七类电缆系统是一种新的电缆标准, 其带宽达 600 MHz, 连接的结构与目前的 RJ-45 形式完全不兼容, 是一种屏蔽的电缆系统。

(7) 八类(CAT8): 八类电缆系统也是一种最新的电缆标准, 具有 2000 MHz 的超高带宽, 可支持 30 m 以内高达 40 Gb/s 的传输速率。其连接的结构与目前的 RJ-45 形式完全不兼容, 是一种屏蔽的电缆系统。

需要指出的是, 线缆的带宽(MHz)和在线缆上传输数据的速率(Mb/s)是两个不同的概念。传输数据速率是指单位时间内线路传输的二进制码的数量, 而线缆带宽是指线路中允许的信号最高频率。对于五类双绞线, 其带宽为 100 MHz, 根据奈奎斯特定理, 理论上能传输的最大信息速率为 200 Mb/s。因此, 任何应用五类线的网络系统都应以低于 200 Mb/s 的信号来传输数据, 这样才比较稳定可靠。实际线缆的传输性能和线缆施工不可能达到理想状态, 在无特殊技术条件下, 传输信号的速率均低于 100 Mb/s。

另外, 在信息传输理论中, 通常通过增加带宽来提高可靠性, 即在数据传输速率不变的条件下, 采用不同的纠错编码技术(增加带宽)来提高系统(信道)的性能。所以六类、七类等电缆的传输特性要优于五类。

2. 双绞线的性能指标

对于双绞线(无论是三类、五类、六类、七类、八类, 还是屏蔽、非屏蔽等), 我们关注的性能指标主要有衰减、近端串扰、直流电阻、特性阻抗和衰减串扰比等。下面详细解释这些指标的具体含义。

(1) 衰减。衰减(Attenuation)指的是沿链路传输时信号的损失量。一般衰减随信号频率而变化, 因此需要测量应用范围内所有频率上的衰减情况。衰减测试值可参照表 2.2。

(2) 近端串扰。在综合布线系统中, 任意两个线对之间, 信号从一个线对的发送端传输到另一个线对同一端(近端)时产生的衰减, 就是近端串扰衰减。近端串扰损耗是测量一条链路中从一线对到另一线对的信号耦合程度。串扰分为近端串扰(Near-End Crosstalk Loss, NEXT)损耗和远端串扰(Far-End Crosstalk Loss, FEXT)损耗。由于在线路损耗中, FEXT 值的影响较小, 所以测量仪主要测量 NEXT。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。NEXT 并不表示在近端点所产生的串扰值, 只表示在近端点所测量到的串扰值。NEXT 的测量值如表 2.3 所示。

表 2.2 各种连接为最大长度时各种频率下的衰减极限

频率 /MHz	最大衰减值/dB					
	等 级					
	三 类	四 类	五 类	超五类	六 类	超六类
0.1	—	—	—	—	—	—
1	4.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
16	14.1	9.1	8.3	8.2	8.1	8.0
100	—	24.0	21.7	20.9	20.8	20.3
250	—	—	35.9	33.9	33.8	32.5
500	—	—	—	49.3	49.3	46.7
600	—	—	—	—	54.6	51.4
1000	—	—	—	—	—	67.6

表 2.3 特定频率下的 NEXT 测试极限

频率 /MHz	最小 NEXT 值/dB					
	等 级					
	三 类	四 类	五 类	超五类	六 类	超六类
0.1	—	—	—	—	—	—
1	40.1	64.2	65.0	65.0	65.0	65.0
16	21.1	45.2	54.6	54.6	65.0	65.0
100	—	32.3	41.8	41.8	65.0	65.0
250	—	—	35.3	35.3	60.4	61.7
500	—	—	—	29.2	55.9	56.1
600	—	—	—	—	54.7	54.7
1000	—	—	—	—	—	49.1

NEXT 这个量值会随电缆长度的变化而变化, 电缆越长, NEXT 越小。同时, 发送端的信号也会随着电缆长度增加而衰减, 对其他线对的串扰也会相对变小。实验表明, 只有在 40 m 内测量得到的 NEXT 值才较为真实。如果另一端是距离超过 40 m 的信息插座, 它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, 最好测量两个端点的 NEXT 值。现在的测试仪都配备了相应设备, 能够在链路一端测量出两端的 NEXT 值。

(3) 直流电阻。直流电阻指的是一对环路导线电阻的总和。直流电阻会消耗一部分信号, 并转变成热量。ISO/IEC-11801 中规定, 直流电阻不得大于 $28.6 \Omega/305 \text{ m}$, 并且每一线对之间的电阻差异不能超过 5%, 否则表示接触不良, 必须检查连接点。

(4) 特性阻抗。与环路直流电阻不同, 特性阻抗包括电阻以及频率在 1~100 MHz 范围内的感抗和容抗。它与一对电线之间的距离以及绝缘材料的电气性能有关。不同类型的电缆具有不同的特性阻抗, 对于双绞线电缆而言, 常见的特性阻抗有 100Ω 、 120Ω 及 150Ω 几种。



(5) 衰减/近端串音衰减(ACR)。衰减/近端串音衰减也叫衰减串扰比,在某些频率范围内,串扰与衰减量的比例关系是反映电缆性能的另一个重要参数,ACR值越大,表示电缆的对抗干扰能力越强。系统要求ACR值至少大于10dB。

(6) 电缆特性。通信信道的品质由其电缆特性SNR(Signal-to-Noise Ratio)来描述。SNR是在考虑干扰信号的情况下,对数据信号强度的一种度量。如果SNR过低,在数据信号被接收时,接收器将无法分辨数据信号和噪声信号,最终导致数据错误。因此,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收SNR值。

六类布线主要参数举例: NEXT在100MHz时为47.3dB,在250MHz时为41.3dB; ACR在100MHz时为27.5dB,在250MHz时为8.5dB。

3. 超五类、六类、七类双绞线布线系统

(1) 超五类布线。与普通的五类UTP相比,超五类的性能优于五类,其衰减更小,同时具有更高的ACR和SNR,以及更小的时延和衰减,并具有以下优点。

- ◎ 提供了坚实的网络基础,便于迁移到更新的网络技术。
- ◎ 能够满足大多数应用需求,并且符合偏差和低串扰总和的要求。
- ◎ 为将来的网络应用提供了传输解决方案。
- ◎ 充足的性能余量,给安装和测试带来便利。

与普通五类双绞线相比,超五类系统在100MHz的频率下运行时,可提供8dB的近端串扰余量,用户设备受到的干扰仅为普通五类线系统的1/4,使系统具有更强的独立性和可靠性。近端串扰、串扰总和、衰减和SNR这四个参数是超五类非常重要的参数。

(2) 六类布线。六类系统的链路余量已经很小,一般链路的NEXT余量只有2~5dB(与链路长度有关),若使用五类的施工工艺进行六类的施工,很难获得合格的测试结果。例如,现在很多六类线的线缆都采用高质量、转动更轻便的线轴,目的是减小拖拽电缆的拉力。此外,电缆的扭曲、挤压等都可能产生不良后果。在施工过程中,使用劣质的工具、卡线钳、卡刀都会降低链路的性能,导致无法通过测试。因此,所有准备安装六类系统的用户一定要特别关注施工商或承包商的施工质量。最好是选择有六类施工经验的施工队伍,并对其已完成的工程项目进行评估。

(3) 七类布线。七类布线系统只基于屏蔽双绞线。七类线缆采用与超五类和六类双绞线完全不同的“非RJ”型TERA屏蔽结构,以保证将所有线对间的串扰削减到600MHz。TERA连接件的传输带宽高达1.2GHz,可同时支持语音、高速网络、CATV的视频应用。

由于“非RJ”型七类布线系统采用“全屏蔽”电缆,因此能满足那些以屏蔽双绞系统为主的地区和部门的需求。全屏蔽解决方案主要应用于存在严重电磁干扰的环境,如一些广播站、电台等。另外,也适用于那些出于安全目的,要求电磁辐射极低的环境。采用“非RJ”型七类布线系统,可受益于其先进的技术性能,使一些业务部门在市场上获得领先优势,包括财政、保险和信息传输量等需求很大的企业。始终站在技术前沿的教育和某些政府研究机构也可能采用七类技术。此外,宽带智能小区和商业大楼也是潜在的市场。一根七类电缆能够满足所有铜缆布线系统的需求,替代同轴电缆,不受共享护套的限制,同时具备高性能和低成本的优势。

典型的七类线由4对23AWG的双绞线组成,每一线对都由金属箔包裹,4对金属箔包

裹的线对又由整体的编织屏蔽层包裹。另有一根排流线可用于设备接地。

下面给出常见的 4 对双绞线包装比较, 如表 2.4 所示。

表 2.4 常见的 4 对双绞线包装比较

电缆等级型号	线 规	外径/mm	重量/(kg/305m)
五类非屏蔽	24AWG	4.8	10.5
超五类非屏蔽	24AWG	5.4	11
五类、超五类屏蔽	24AWG	5.6~6.1	12.6
六类非屏蔽	24AWG	6.0	13
六类屏蔽 ScTP	24AWG	6.10	—
超五类室外电缆	24AWG	5.3	12
七类全屏蔽	23AWG	8.5	—

4. 双绞线及双绞线电缆的标识

为保证双绞线及双绞线电缆安装的一致性, 线缆均采用色彩编码标识线序。4 对双绞线色彩编码如表 2.5 所示。

表 2.5 4 对双绞线色彩编码

线对编号	色 彩 码
1	白/蓝—蓝/白
2	白/橙—橙/白
3	白/绿—绿/白
4	白/棕—棕/白

25 对双绞线电缆色彩编码如表 2.6 所示。常用的双绞线及双绞线电缆的物理结构如图 2.3 所示。

25 对以上的电缆其线对数均为 25 的倍数, 如 50 对、100 对、300 对和 600 对等, 其中每组 25 线对的色彩编码都一样。为了便于区分, 每组也采用同样色彩编码的标记条捆扎, 这样, 无论有多少线对的电缆, 都可以对其进行标识。

表 2.6 25 对双绞线电缆色彩编码

线对编号	色 彩 码	线对编号	色 彩 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/橙—橙/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

续表

线对编号	色彩码	线对编号	色彩码
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	—	—

另外,双绞线电缆外皮上都会印有一些文字。以 AMP 公司的线缆为例,该文字是 AMP SYSTEMS CABLE E138034 0100 24 AWG (UL) CMR/MPR OR C(UL) PCC FT4 VERIFIED ETL CAT5 O44766 FT 200307。其中,AMP 代表公司名称;0100 表示 100 m;24 表示线芯是 24 号;AWG 表示美国线缆规格标准;UL 表示通过认证的标记;FT4 表示 4 对线;CAT5 表示五类线;044766 表示线缆当前所处英尺数;200307 表示生产日期。



图 2.3 常用的双绞线及双绞线电缆的物理结构

5. 双绞线的安装

双绞线的安装应遵循一些通用原则。

为避免电缆线对的散开和隔离,安装电缆时不可让电缆外皮产生较大变形,应保持弯曲半径,避免线对产生绞扭,尽量避免电缆之间的缠绕。4 对双绞线的最大牵引张力为 110 N(牛顿);室内安装温度范围是 $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$;运行温度范围是 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$;电缆应注意防水、防潮、防化学品和防冻;应避免出现松弛的环路。

2.1.2 RJ-45 接头

1. RJ-45 接头概述

RJ-45 接头(RJ-45 Modular Plug)俗称水晶头,它是铜缆布线中的标准连接器,与插座(RJ-45 模块)共同组成一个完整的连接器单元。这两种元件组成的连接器连接于导线之间,以实现导线的电气连续性。它也是成品跳线的一个组成部分。在规范的综合布线设计安装中,这个配件产品不单独列出,其实物如图 2.4 所示。

2. RJ-45 接头结构与线对

在 TIA/EIA 568A 标准中,RJ-45 接头采用 8P8C 结构,即包含 8 个凹槽和 8 个金属触点。触点按照 1 号针至 8 号针的顺序排列,连接的线缆颜色分别为:1 号针为白绿、2 号针为绿、3 号针为白橙、4 号针为蓝、5 号针为白蓝、6 号针为橙、7 号针为白棕、8 号针为棕。其中,奇数号针用来发送信号,偶数号针用来接收信号。在观察 RJ-45 接头实物时,应按照如下方法确定顺序:将 RJ-45 接头正面(有铜针的一面)朝向自己,有铜针的一头朝上方,连接线缆的一头朝下方,从右至左将 8 个

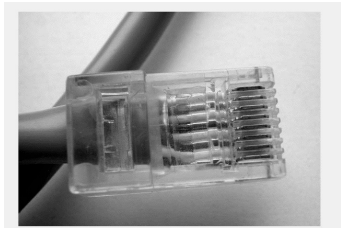


图 2.4 RJ-45 接头实物

铜针依次编号为 1~8, 如图 2.5(a)所示。

为了减小千兆网线端接器件的电磁信号干扰, 六类水晶头进行了特别设计, 具体如下: ①八孔整齐排列的是五类水晶头, 上下交错的是六类水晶头, 如图 2.5(b)所示; ②水晶头的线孔大小不等, 因为五类线一般为 24AWG(线径为 0.51 mm), 六类线一般为 23AWG(线径为 0.57 mm)。

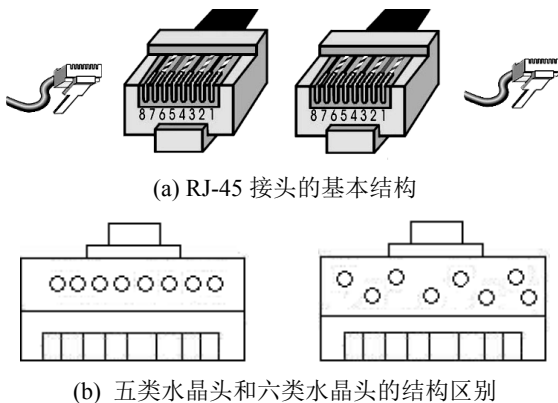


图 2.5 RJ-45 接头的结构

五类水晶头和六类水晶头定义中所规定的针对号码顺序一致, 即第一对为 4 号、5 号针, 第二对为 3 号、6 号针, 第三对为 1 号、2 号针, 第四对为 7 号、8 号针, 如表 2.7 所示。注意, 针号和定义的针对没有数学关系。

表 2.7 TIA/EIA 568-A 与针对

	针 号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
颜色	白绿	绿	白橙	蓝	白蓝	橙	白棕	棕
用途	发信号	收信号	发信号	收信号	发信号	收信号	发信号	收信号
针对	第三针对		第二针对的一个针	第一针对		第二针对的一个针	第四针对	

在 TIA/EIA 568-B 标准中, 从 1 号针至 8 号针的排列顺序为: 1 号针为白橙、2 号针为橙、3 号针为白绿、4 号针为蓝、5 号针为白蓝、6 号针为绿、7 号针为白棕、8 号针为棕。其中, 奇数号针用来发送信号, 偶数号针用来接收信号。定义中规定第一对为 4 号、5 号针, 第二对为 3 号、6 号针, 第三对为 1 号、2 号针, 第四对为 7 号、8 号针, 如表 2.8 所示。

表 2.8 TIA/EIA 568-B 与针对

	针 号							
	1	2	3	4	5	6	7	8
颜色	白橙	橙	白绿	蓝	白蓝	绿	白棕	棕
用途	发信号	收信号	发信号	收信号	发信号	收信号	发信号	收信号
针对	第三针对		第二针对的一个针	第一针对		第二针对的一个针	第四针对	



3. RJ-45 接头的分类

RJ-45 接头同样分为非屏蔽和屏蔽两种。

屏蔽 RJ-45 接头的外围用屏蔽包层覆盖,如图 2.6 所示,其实物外形与非屏蔽的接头没有区别,如图 2.7 所示。

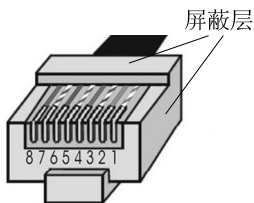


图 2.6 屏蔽 RJ-45 接头

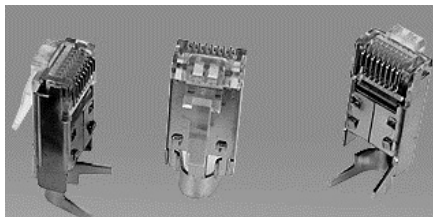


图 2.7 屏蔽 RJ-45 接头实物

还有一种专为工厂环境特别设计的工业用屏蔽 RJ-45 接头,当与屏蔽模块搭配使用时,它能在大多数恶劣环境下保持稳定的性能。

RJ-45 接头常使用一种防滑插头护套,用于保护连接头、防止滑动和便于插拔。此外,提供了多种颜色选择,可以与嵌入式图标的颜色相匹配,从而便于正确连接。

4. RJ-45 接头的性能

RJ-45 接头是整个链路中最容易引起串扰的地方,因此,串扰是最值得关注的一个性能指标。从 RJ-45 水晶头的结构中可以看到,8 个整齐排列的触点以及为了连接触点而不得不散开双绞线的线芯,这样的结构破坏了双绞线对间均匀缠绕的对称性,也由此出现了线对间明显的串扰情况。为了获得最佳链路性能,在制作 RJ-45 接头时,双绞线拆开的部分应该越短越好。此外,RJ-45 接头上的触点能否与线芯牢固连接,也是保证接头质量的一个重要因素。在 RJ-45 接头压接时,第一压接点不能压接得太重,否则,线对交叉而导致的线芯损伤会影响 RJ-45 接头的特性阻抗,这通常会在 RJ-45 接头处出现回波损耗,影响其性能。

5. 双绞线 RJ-45 接头的制作

下面介绍双绞线 RJ-45 接头的制作方法,旨在加深读者对双绞线和 RJ-45 接头的认识。

(1) 使用双绞线剥线器将双绞线的外皮剥去 2~3 cm。部分双绞线电缆中含有一条柔软的尼龙线,如果在剥除双绞线外皮后,觉得裸露出的部分太短,不利于制作 RJ-45 接头,可紧握双绞线外皮,再捏住尼龙线往外皮下方剥开,就可以得到较长的裸露线。

(2) 进行拨线的操作。将裸露的双绞线中的橙色线对拨向自己的前方,棕色线对拨向自己的方向,绿色线对拨向左方,蓝色线对拨向右方。

(3) 将绿色线对与蓝色线对放在中间位置,橙色线对与棕色线对保持不动,即放在靠外的位置。

(4) 小心地剥开每一线对,因为在制作接头时遵循的是 TIA/EIA 568-B 标准,所以线对颜色有一定顺序,左起依次为:白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕。常见的错误接法是将绿色线对放到第 4 只脚的位置。

(5) 将裸露的双绞线用剪刀或斜口钳剪下约 14 mm,最后再将双绞线的每一根线依序放入 RJ-45 接头的引脚内。

(6) 确认双绞线的每根线都放置正确后,就可以用 RJ-45 压线钳压接 RJ-45 接头。RJ-45

接头的保护套能防止接头在拉扯时出现接触不良的情况。

(7) 制作另一端的 RJ-45 接头。若直接接入集线器的普通接口,需使用交叉线,因此另一端的 RJ-45 接头的接线顺序会有所不同。具体的接线顺序是:白绿、绿、白橙、蓝、白蓝、橙、白棕、棕。按照这个顺序接线后,再将 RJ-45 接头压好。

2.1.3 RJ-45 模块

1. RJ-45 模块概述

RJ-45 模块是布线系统中的一种连接器。连接器由插座和插头组成,这两种元件构成的连接器用于连接导线,以实现导线的电气连续性。RJ-45 模块是连接器中极为重要的一种插座。RJ 是 Registered Jack 的缩写,意思是“注册的插座”。它描述的是公用电信网络的接口,常用的类型包括 RJ-11 和 RJ-45。计算机网络的 RJ-45 是标准 8 位模块化接口的俗称。在以往的四类、五类、超五类和六类布线中,均采用 RJ 型接口。RJ-45 插座与 RJ-45 接头是综合布线系统中的基本连接器。

RJ-45 模块的核心是模块化插孔。镀金的导线或插座孔可维持与模块化插头弹片间稳定可靠的电连接。由于弹片与插孔间存在摩擦作用,电接触在插头插入时会得到进一步加强。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,插头和插孔的界面处可产生最大的拉拔强度。RJ-45 模块上的接线块通过线槽连接双绞线,锁定弹片可将 RJ-45 模块固定在面板等信息出口装置上。

RJ-45 模块的正视图、侧视图和立体图如图 2.8 所示。

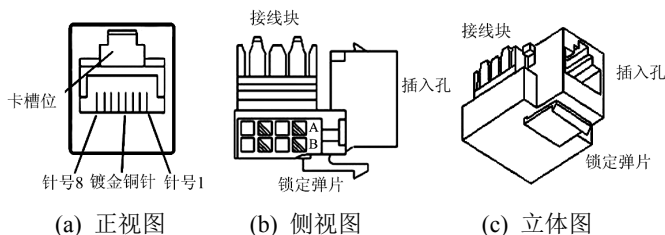


图 2.8 RJ-45 模块的正视图、侧视图、立体图

2. RJ-45 模块的规格

常见的非屏蔽模块高 2 cm、宽 2 cm、厚 3 cm,塑体具有抗高压、阻燃的特性,可卡接到任何 M 系列模块化面板、支架或表面安装盒中,并且可在标准面板上以 90° (垂直)或 45° 斜角安装。特殊的工艺设计使其具有至少 750 次重复插拔耐性。该模块使用了 T568-A 和 T568-B 布线通用标签。这是国内综合布线系统中应用最多的一种模块,无论是三类、五类,还是超五类和六类模块,其外形都保持了高度的一致性。另外,为方便用户插拔安装操作,免打线工具设计也是模块人性化设计的体现,这种模块端接时无须使用专用工具,如图 2.9 所示。

3. RJ-45 模块的性能指标

RJ-45 模块的性能指标包括衰减、近端串扰、插入损耗、回波损耗和远端串扰等。

RJ-45 的性能技术参数说明:接触电阻为 2.5 MΩ;绝缘电阻为 1000 MΩ;抗电强度 DC



为 1000 V(AC700 V)，一分钟无击穿和飞弧现象；卡接簧片表面镀金或镀银，可接线径为 0.4~0.6 mm；插头插座可重复插拔次数不少于 750 次；8 线接触针镀金。

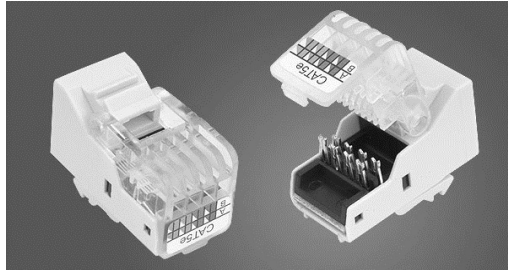


图 2.9 不同设计的免打线工具模块

超五类、六类模块的性能指标要求分别如表 2.9 和表 2.10 所示。

表 2.9 超五类模块的性能指标要求

单位: dB

频率/MHz	衰 减	近端串扰	远端串扰	回波损耗
1	0.10	65.0	65.0	30.0
4	0.10	65.0	63.1	30.0
8	0.10	64.9	57.0	30.0
10	0.10	63.0	55.1	30.0
16	0.20	58.9	51.0	30.0
20	0.20	57.0	49.1	30.0
25	0.20	55.0	47.1	30.0
31.25	0.20	53.1	45.2	28.1
62.5	0.30	47.1	39.2	28.1
100	0.40	43.0	35.1	18.0

表 2.10 六类模块的性能指标要求

单位: dB

频率/MHz	插入损耗	回波损耗	近端串扰	远端串扰
1	0.10	30	75.0	75.0
4	0.10	30	75.0	71.1
8	0.10	30	75.0	65.0
10	0.10	30	74.0	63.1
16	0.10	30	69.9	59.0
20	0.10	30	68.0	57.1
25	0.10	30	66.0	55.1
31.25	0.11	30	64.1	53.2
62.5	0.16	28	58.1	47.2
100	0.2	24	54.0	43.1

其中，“插入损耗”即为“衰减”。在这些性能指标要求中，串扰是设计时需要考虑的一个重要因素。为了使整个链路有更好的传输性能，在插座中常采用串扰抵消技术。串扰抵消技术如图 2.10 所示，它能够产生与从插头引入的干扰大小相同、极性相反的串音信号，以此来抵消串扰。如果由模块化插头引入的串音干扰用“++++”表示，那么，插座产生的相反串音则用“----”表示。当两个串音信号大小相等、极性相反时，它们产生的总耦合串音干扰信号的大小将为零。

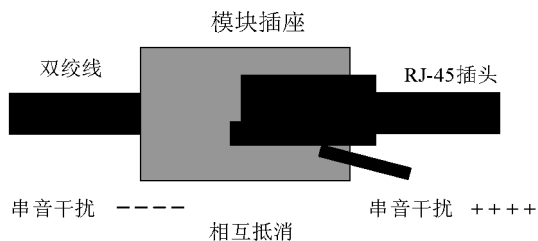


图 2.10 插座串扰抵消技术

4. RJ-45 模块的分类

按安装位置，RJ-45 模块可分为埋入型、地毯型、桌上型和通用型四种类型。

按屏蔽性能，RJ-45 模块可分为非屏蔽模块和屏蔽模块。典型的非屏蔽模块实物如图 2.11 所示。典型的屏蔽模块实物如图 2.12 所示，其结构如图 2.13 所示。

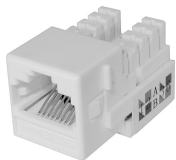


图 2.11 非屏蔽模块实物



图 2.12 屏蔽模块实物

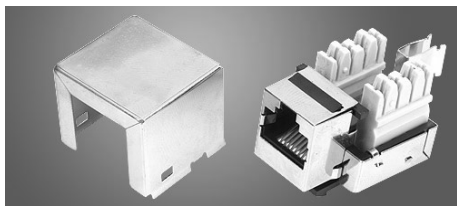


图 2.13 屏蔽模块的结构

2.1.4 配线架

配线架(Patch Panel)是用于电缆或光缆端接与连接的装置。在配线架上能够进行互联或交接操作。建筑群配线架是端接建筑群干线电缆、干线光缆的连接装置。建筑物配线架是端接建筑物干线电缆、干线光缆并可连接建筑群干线电缆、干线光缆的连接装置。楼层配线架是使水平电缆、水平光缆与其他布线子系统或设备相连接的装置。其中，屏蔽型配线架的面板分为 16 口、32 口等；非屏蔽型配线架的面板分为 6 口、12 口、18 口、24 口、48 口和 96 口。按照类型的不同，配线架可以分为双绞线电缆(或称铜缆)配线架和光纤配线架(或

称配线箱)两大类。光纤配线架可分为机架式光纤配线架和光纤接续箱两种类型。电缆配线架可分为 110 型配线架、模块化快速配线架及电子配线架三种类型。本节主要介绍电缆配线架。

1. 110 型配线架

110 型连接管理系统由原 AT&T 公司于 1988 年率先提出,该系统后来成为工业标准的蓝本。其中,110 型配线架是 110 型连接管理系统的核心。110 型配线架是采用阻燃、注塑塑料制成的基本器件,布线系统中的电缆对就端接在它上面。

110 型配线架的五类性能要求如表 2.11 所示。

表 2.11 110 型配线架的五类性能要求

单位: dB

频率/MHz	衰 减	近端串扰
1	0.10	65
4	0.10	65
8	0.10	62
10	0.10	60
16	0.20	56
20	0.20	54
25	0.20	52
31.25	0.03	50
62.5	0.02	44
100	0.07	40

110 型配线架有 25 对、50 对、100 对和 300 对等多种规格,其套件还包括 4 对连接块或 5 对连接块、空白标签以及基座。110 型配线系统采用方便的插拔式、快接式跳接,也能简单地进行回路的重新排列,这也为非专业技术人员管理交叉连接系统提供了便利。

110 型配线架主要有 5 种端接硬件类型:110A 型、110P 型、110JP 型、110VP(VisiPatch)型和 XLBET 超大型。它们具有相同的电气性能,仅线对数量及占用的墙面的大小有所不同,端接的线缆数每行为 25 对,通常按 100 对或 300 对订购,高密度的卡接式配线架每行为 28 对。每一种硬件都有其自身的特点,如图 2.14 所示。

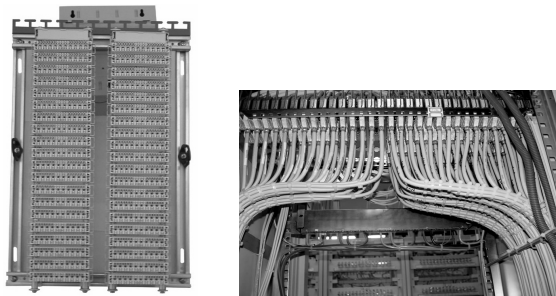


图 2.14 110 型配线架

(1) 110A 型配线架分为带脚和不带脚两种安装方式, 并有 100 对和 300 对两种数量规格。110A 型配线架可以应用于所有场合, 特别是在大型电话应用场合。此外, 它也可应用于配线间接线空间有限的场合。在配线线路数目相同的情况下, 110A 型配线架占用的空间仅为 110P 型配线架的一半。110A 型带脚型配线架如图 2.15 所示。

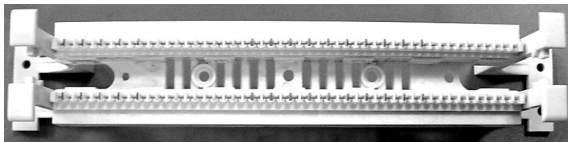


图 2.15 110A 型带脚型配线架

(2) 110P 硬件外观简洁, 使用简单易用的插拔快接跳线代替了跨接线, 因此, 对管理人员的技术水平要求不高。但是, 110P 硬件不能重叠在一起。尽管 110P 系统组件的价格高于 110A 系统, 但其操作简便, 因此可相应降低成本。110P 型配线架由 100 对配线架和相应的水平过线槽组成, 并安装在一个背板支架上。110P 型配线架有两种型号, 分别是 300 对和 900 对。

(3) 110JP 指 110 Cat5 Jack Panels, 是 110 型模块插孔配线架, 它有一个 110 型配线架装置和与其相连接的 8 针模块化插座。这种设计使得在 110 型配线架交叉连接现场的模块端接可避免使用中间部件, 从而节省劳动力。

(4) 110VisiPatch 型配线架是 110 型配线架的革新, 其采用独特的反向暗桩式跳线管理, 每行 28 对脚。336 线对的 110VisiPatch 型配线架与 300 线对的 110P 型配线架的安装尺寸相同, 增加了配线密度, 减少了线缆混乱情况, 线路整洁美观, 集成的跳线管理减少了过线槽, 背板是绝缘非金属的, 不需要接地。它有墙面安装式和机柜安装式两种安装方式, 并且可以垂直叠加。110VisiPatch 型配线架应用于需要增加配线密度的场合, 特别是在追求简洁美观的同时, 需要达到千兆的高速信道性能的环境中使用。

(5) 超大型建筑物进线终端架系统 XLBET 适用于建筑群(校园)子系统, 用于连接从中心机房来的电话网络电缆。超大型进线终端架系统的最大负载能力为平行安装 300 对线缆。每个架上有透明指示标签。它主要包括三部分: 框架模块、配线架模块和保护模块。

2. 模块化快速配线架

模块化快速配线架, 也被称作机柜式配线架, 是一种宽度为 19 英寸的模块式嵌座配线架。该线架后部的特色是一块印刷电路板的 IDC 连接块, 这些连接块用于端接工作站、设备或中继电缆。配线架是一种 19 英寸 EIA RS-310 导轨安装单元, 可容纳 24、32、64 或 96 个嵌座, 其中 24 口配线架的高度为 89.0 mm。模块化快速配线架让管理区外观简洁, 维护起来也十分方便, 它既可以端接 8 根 4 对双绞线, 也能够端接一根 25 对双绞线, 如图 2.16 所示。

模块化快速配线架的分类如下。

(1) 1100 G S3 模块配线架: 这是一款常见的机柜式配线架, 具备 24 口、48 口和 96 口等多种端口规格。

(2) PATCHMAX 配线架: 可实现铜缆和光纤的无缝集成。它提供前后端电源管理, 并且可以安装在 19 英寸机架上, 或者固定在墙壁的支架上。由于采用了独特的安装方式, 该机柜式配线架允许模块在配线架中旋转, 从而可以从前面接入 IDC 终端, 非常适合 IDC 环

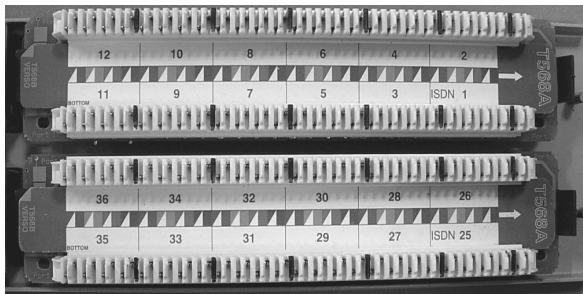


境的应用。

(3) 混合多功能配线架：它只提供一个配线架空板，用户可以根据具体情况选择六类、超五类、五类模块或光纤模块进行安装，而且可以混合安装。



(a) 正面 RJ-45 接口



(b) 背面



(c) IDC 卡线模块

图 2.16 模块化快速配线架

模块化快速配线架的六类性能要求如表 2.12 所示。

表 2.12 模块化快速配线架的六类性能要求

单位: dB

频率/MHz	插入损耗	回波损耗	近端串扰	远端串扰
1	0.10	30	75.0	75.0
4	0.10	30	75.0	71.1
8	0.10	30	75.0	65.0
10	0.10	30	74.0	63.1
16	0.10	30	69.9	59.0
20	0.10	30	68.0	57.1
25	0.10	30	66.0	55.1
31.25	0.11	30	64.1	53.2
62.5	0.16	28	58.1	47.2
100	0.20	24	54.0	43.1
200	0.28	18	48.0	37.1
250	0.32	16	46.0	35.1

3. 电子配线架

随着结构化布线工程的普及和布线灵活性的不断提高,用户变更网络连接或跳接的频率也在增加,而布线系统是影响网络故障的重要因素。那么,如何通过有效的方法实现网络布线的实时管理,以便网管人员拥有一个清晰的网络维护工作界面呢?这就需要一个能实现布线管理的电子配线架。布线管理要实时监视布线的连接状态和设备的物理位置,同时,当有任何更改时,能准确地更新布线文档数据。这样做的好处是可以持续提供可靠、安全的连接,防止任何无计划、无授权的更改,降低整个网络系统的事故时间、运行和维护费用,最终有效管理整个网络资源,提高布线管理效率。

综合布线实时智能管理系统运用计算机技术实现综合布线的实时自动化和智能化管理。在计算机网络应用中,已经有多种网络管理应用软件可帮助网络管理员监视网络的连接情况。然而,值得注意的是,这些应用绝大多数都工作在网络层,而非物理连接层。它们只能告知网络管理员哪个逻辑链路断了,哪个设备连接不上了,却不能告知管理员具体错误的位置和问题发生的原因。而一个统一实时的物理层管理系统能够准确、可靠和安全地提供端到端的实时监视和管理。

结构化布线实时智能管理系统由硬件和软件两部分构成。

1) 系统的硬件部分

(1) 电子配线架。电子配线架分为超五类性能、六类性能和光纤配线架。在每个配线架端口上方,都装有一个内置传感器,这是实时接口的一部分。在实时布线中,端口传感器和接口电缆连接器用于提供“实时”网络连接信息。

(2) 主扫描器、副扫描器。主扫描器和副扫描器用于实时管理现有的基于 RJ-45 的设备。

(3) 实时跳线。实时跳线的设计是使用一根带有第 5 组导线的跳线,这条导线的长度与跳线的长度相同,其每一端接有一个监视针脚。实时跳线在实时配线架端口与传感器和扫描器相连接,并提供电子触点。

(4) 实时链路电缆。在每个电子配线架的背面都有一个扁平电缆接口,用于与扫描器相连接。

2) 系统的软件部分

结构化布线实时智能管理系统的软件是一套典型的 Client/Server 系统,由服务器端和工作站端构成标准的体系。它的服务器端是构建在 Microsoft SQL Server 7.0 基础上的数据库系统,对各项数据进行标准化管理。客户端一般是自行研发的系统,承担着数据库系统与管理员之间交互式的管理职责。

结构化布线实时智能管理系统能够自动检查和监视通信机房或者设备间内跳线面板和交叉连接的变化情况。设计时,在标准机柜中设有电子配线架和硬件设备扫描器,用于扫描网络配线架端口的状态。

安装在机柜中的管理系统可以管理许多端口,配线架上所有端口的移动、增加、改变在机房主机上一目了然,网络管理人员只需按下一个按钮,就可以获得状态跟踪报告记录,并能辅助技术人员进行跳线管理。

在连接方式上,交换机端口应连接到一个电子配线架的端口(例如配线架 1),而客户端的端口则连接到另一个电子配线架的端口(例如配线架 2)。电子配线架 1 上的端口代表交换机上的各个端口,而电子配线架 2 上的端口代表各个客户的端口。管理员需要做的就是让

电子配线架 1 上的端口和电子配线架 2 上的端口实现连接,即实现网络资源的分配。这样,当需要改变连接时,所有的改变都发生在配线架之间,减少了交换机端口的更改次数,同时,也便于对各个厂商的交换机进行集中管理。

目前,这类实时管理布线主要有:美国 Avaya 公司的 Systemax SCS iPatch 系统;Panduit(泛达)公司推出的 PanView 综合布线实时智能管理系统;以色列 RIT 公司推出的 PatchView 综合布线实时智能管理系统;美国 iTracs 公司推出的 iTracs 系统;美国 Molex 公司推出的实时布线系统;南京普天智能布线物理层网络管理系统。

2.1.5 线缆管理器

1. 线缆管理器的概念

线缆管理器(Cable Management Panel)是一种能够有效管理线缆路由的设备,通常会与配线架一同安装。线缆管理器为电缆提供了平行接入 RJ-45 模块的通道,使电缆在压入模块之前无须进行多次直角转弯,这样既减少了自身的信号辐射损耗,又降低了对周围电缆的辐射干扰。线缆管理器能够让水平双绞线有规律、平行地进入模块。因此,在后期进行线路扩充时,不会因为改变一根线缆而引发大量电缆变动。这样做既保证了整体可靠性,又提高了系统的可扩充性,如图 2.17 所示。

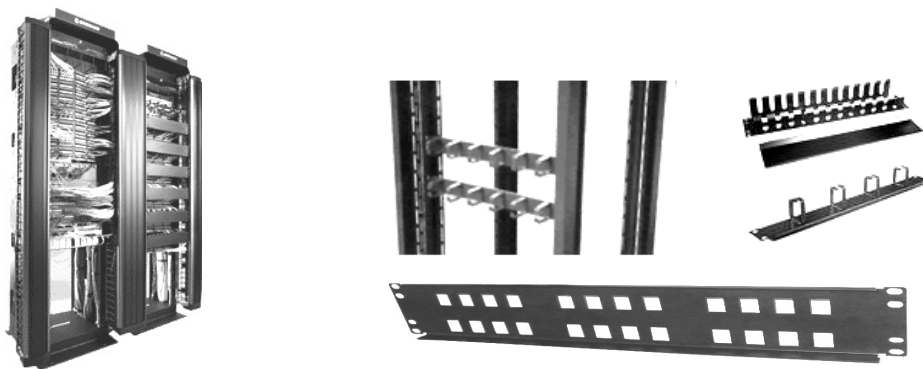


图 2.17 线缆管理器

2. 线缆管理器的分类

(1) 110 系列线缆管理器。110 配线架水平线缆管理环可实现跳线的水平管理,并提供带脚与不带脚的安裝选择,还能进行线缆的垂直管理,需要安装在木质背板上。一组 110 配线架垂直线缆管理环安装在支撑背板上,并在底部加上托槽,就组成了一个配线架垂直线缆管理组件。

(2) 机架式垂直线缆管理环。采用低成本材料制作,可安装于机架的上下两端或中部,实现线缆的前后双向垂直管理。

(3) 机架式水平线缆管理环。安装在机柜或机架的前面,与机架式配线架搭配使用,可为配线架或设备跳线提供水平方向的线缆管理。

(4) 机架顶部线缆管理槽。可安装在机架顶部,为进出的线缆提供安全可靠的路径,它包含 9 个管理环和 18 英寸的线缆管理带。

2.1.6 面板及安装盒

1. 面板及安装盒的概念

面板及安装盒(Face Plate and Box)是用于信息出口位置固定模块的装置, 其中的插座面板可分为英式(见图 2.18)、美式(见图 2.19)和欧式(见图 2.20)等样式。按照用途, 面板分为密封型、防水型、防尘型等; 按照结构, 可分为单口、双口、多口和多功能型(见图 2.21)等。英式面板比较适合中国的实际情况, 其规格为 86 mm×86 mm, 常见的颜色有白色和象牙色两种。



图 2.18 86 型英式面板

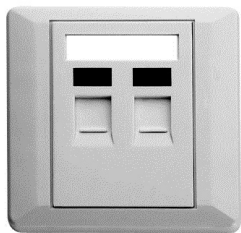


图 2.19 美式面板



图 2.20 欧式面板



图 2.21 多功能和多口面板

在现有的产品系列中, 若看到三口或四口的英式面板, 就意味着可以安装三个或四个模块及对应的双绞线。但从底盒的容量来看, 如果要容纳四个模块以及模块后侧保留的全部双绞线, 在工程实施上会存在一些问题, 建议在底盒内安装一个或两个模块及它们对应的双绞线。

2. 面板的安装方式

工作区信息插座面板有三种安装方式。

第一种是安装在地面上。安装在地面上的金属盒必须是密封、防水、防尘的, 并且可以带有升降功能, 这种安装方式的造价较高。

第二种是安装在分隔板上。此方法适用于分隔板位置确定的情况, 安装造价相对较低。

第三种是安装在墙上。此方法在分隔板未确定的情况下, 可沿大开间四周的墙面每隔一定距离均匀地安装 RJ-45 埋入式插座。与前两种方法相比, 这种方法在造价、移动分隔板的便利性、整洁度, 以及安装和维护成本等方面, 都相对更优。

此外, 还有几类面板、安装盒应用在一些特殊场合, 如表面安装盒、多媒体面板、区域接线盒和家具式模块面板等。

2.1.7 跳线

1. 电缆跳线的概念

所谓电缆跳线(Patch Cord),指的是铜连接线,由标准的跳线电缆和连接硬件制成。跳线电缆有2~8芯不等的铜芯,连接硬件为6针或8针的模块插头,或者它们有一个或多个裸线头。一些跳线一端有一个模块插头,另一端有一个8针模块插槽。跳线用在配线架上,连接各种链路,可用作配线架或设备的连接电缆。

2. 电缆跳线的分类

(1) 模块化跳线。这种跳线两头均为RJ-45接头,采用TIA/EIA 568-A针结构,具备灵活的插拔设计,可防止松脱和卡死。模块化跳线的长度一般为0.305~15.25 m,最常用的为0.915 m、1.525 m、2.135 m和3.05 m。模块化跳线在工作区使用,也可作为配线间的跳线。

(2) 室内三类语音跳线。这种跳线用于连接110型交叉连接系统终端块之间的电路,适用于管理子系统。

(3) 110跳线。110跳线的两端均为110型接头,有1对、2对、3对和4对共4种类型。

(4) 117适配器跳线。这种跳线仅一端带有RJ-45接头,通常应用在电信设施中,用于网络设备与配线架的连接。117适配器跳线的长度有4.575 m和9.15 m两种。

(5) 119适配器跳线。119适配器跳线的一端带有RJ-45接头,另一端为1对、2对或4对的110型接头,通常应用在电信设施中,用于网络设备与配线架的连接。119适配器跳线的长度为0.61~5.49 m。

(6) 525适配器跳线。525适配器跳线采用超五类的25对双绞线连接,两头为D型的25对接头。

(7) 此外,还有一种区域布线系统的特殊跳线,线的一端带有RJ-45接头,另一端带有RJ-45模块。可用于模块化设备以及从一个接合点开始的区域布线。

在综合布线智能管理系统中,还会用到一种标识跳线。它实际上是一条复合跳线或多功能跳线,通常除了4对线外,还加了一根导线,这根导线由铜线或光纤组成,用于连接相应的检测设备,对布线系统进行实时监测和管理。

3. 特殊电缆跳线

大多数机柜式配线架具备各种不同的功能,如果标上某个特定功能,可能会引起混淆,或者限制综合布线系统的灵活性。因此,建议使用彩色跳线,这种可以迅速准确地识别服务,最大限度地减少增加、移动和改动过程中的错误。特别是应为不同的应用指定彩色跳线。建议指定的接插电缆色码如下:灰色——语音;蓝色——局域网(计算机、打印机);绿色——调制解调器;红色——关键(不能拆卸);黄色——辅助计算机服务。

在小型办公网络或家庭网络DIY安装中,经常会提到双机互联跳线。这种跳线并非综合布线中使用的标准跳线,而是一种特殊的硬件设备连接线。当使用双绞线将两台计算机直接连接或两台Hub通过RJ-45口对接时,就需要Crossover(俗称交叉连接线),它遵循一个特定的连接顺序。

RJ-45线的对接方法如图2.22所示。

A 端	B 端
pin 白橙	白绿
pin 橙	绿
pin 白绿	白橙
pin 蓝	蓝
pin 白蓝	白蓝
pin 绿	橙
pin 白棕	白棕
pin 棕	棕

图 2.22 RJ-45 对接示意

4. 电缆跳线的一个重要指标

对于跳线来说,一个重要指标就是弯曲时的性能。由于 UTP 双绞线一般为实线芯,所以在可管理性能上表现较差。主要原因有两个:一是线缆较硬,不利于弯曲;二是实线芯线缆在弯曲时会产生很明显的回波损耗,导致性能下降。因此对于实线芯的电缆,一般有明确的弯曲半径要求。

2.2 综合布线常用的光缆器材

2.2.1 光纤与光缆

1. 光纤的概念

以光波为载频,以光导纤维(光纤)为传输媒质的通信方式叫光通信。光通信的主要优点是传输频带宽、通信容量大、传输损耗低、中继距离长、抗电磁干扰能力强、无串话干扰且保密性好;缺点是纤芯细且质脆,抗拉强度极为有限,机械性能比金属差,各种操作必须高度精确。

综合布线所用的纤芯通常是由石英玻璃制成的横截面积很小的双层同心圆柱体,它质地脆且易断裂,因此需要外加保护层。常用的多模光纤(Multi Mode Fiber)芯线的直径是 $15\sim 50\ \mu\text{m}$,而单模光纤(Single Mode Fiber)芯线的直径为 $8\sim 10\ \mu\text{m}$ 。纤芯外层包裹着一层折射率比芯线低的玻璃封套,以使光纤保持在芯内。再往外是一层薄的塑料外套,用来保护封套。光纤通常被扎成束,外面有外壳保护。

如果没有特别说明,光纤通常指的是玻璃光纤。但光纤并非只有玻璃光纤一种,塑料光纤是近年来被广泛应用的另一种光纤产品。塑料光纤最主要的优点是成本低、易于加工、重量轻、可绕性好、芯径和数值孔径都比较大等。

2. 光纤的分类及其性能参数

光波在光纤中的传播与电磁波在真空中的传播类似,可能会出现几十甚至几百种传播模式。

光纤按传输模式通常分为两大类,分为单模光纤(只传输一种模式)和多模光纤(传输中会存在多种模式)(见图 2.23)两大类。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。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。与单模光纤相比,多模光纤的传输性能较差。

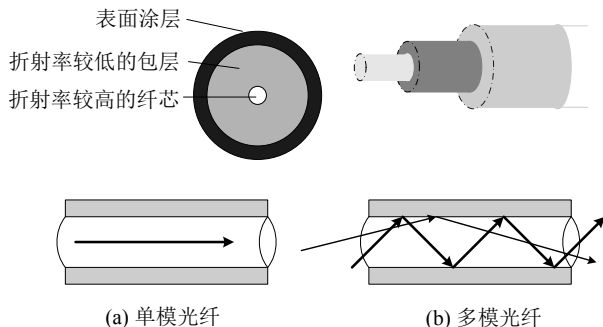


图 2.23 光纤的结构及传输模式分类



表 2.13 为常用光纤 ITU-T 与 IEC 命名对应关系,表 2.14~表 2.16 分别为多模光纤的性能参数、单模光纤的性能参数和两者的传输性能比较。

表 2.13 常用光纤 ITU-T 与 IEC 命名对应关系

光纤名称	芯径/ μm	包径/ μm	ITU-T	IEC
多模光纤	50、62.5、85、100	100、125	G.651	A1a、A1b、A1c、A1d、A2a
非色散位移单模光纤	模场直径 8.6~9.5	125	G.652:A、B、C、D	B1.1、B1.3
色散位移单模光纤	模场直径 8.6~9.5	125	G.653	B2
截止波长位移单模光纤	模场直径 8.6~9.5	125	G.654	B1.2
非零色散位移单模光纤	模场直径 8.6~9.5	125	G.655:A、B、C	B4
宽带非零色散位移单模光纤	模场直径 8.6~9.5	125	G.656	B5
微弯光纤	模场直径 8.6~9.5	125	G.657:A、B	C1、C2、C3、C4

表 2.14 多模光纤的性能参数

参数名称	参数值
芯径	62.5 \pm 3 μm
芯层不圆度	<6%
芯/包同芯度差	<3.0 μm
数值孔径(径口率)	0.275 \pm 0.015
包层直径	125 \pm 1 μm
包层不圆度	<2.0%
彩色光纤直径	250 \pm 15 μm
缓冲护套直径	890 \pm 50 mm
最小抗拉张力	690 MPa
光纤最小弯曲直径	1.91 cm
安装时光缆的最小弯曲直径	20 倍光缆直径
安装后光缆的最小弯曲直径	10 倍光缆直径
运行工作温度范围	0~50 $^{\circ}\text{C}$
储存温度范围	-40~65 $^{\circ}\text{C}$
最大温度损耗	3.4 dB/km(波长为 850 nm 时) 1.0 dB/km(波长为 1300 nm 时)
最小带宽	200 MHz(波长为 850 nm 时) 500 MHz(波长为 1300 nm 时)
突变折射率	1.496

表 2.15 单模光纤的性能参数

参数名称	参 数 值
包层直径	125.0 ± 1.0 μm
包层不圆度	≤ 1.0%
彩色光纤直径	250 ± 15 μm
芯层直径	8.3 μm
芯/包同心度差	≤ 0.8 μm
模场直径	9.3 ± 0.5 μm 1310 nm
最大衰减	0.40 dB/km 1310 nm 0.30 dB/km 1550 nm
最大色散系数	3.5 ps/nm-km 1285 ~ 1330 nm
光纤截止波长	≥ 1150 nm, ≥ 1350 nm
宏弯损耗	≥ 0.05 dB, 1310 nm ≥ 0.10 dB, 1550 nm
涂层剥离力量	1.3 N ≤ F ≤ 8.9 N
最小拉伸张力	689.48 MPa

另外, 根据折射率, 光纤也可分为跳变式光纤和渐变式光纤。

光纤发送和接收信号时, 有两种光源可被用作信号源: 半导体发光二极管 LED 和半导体激光二极管 LD。

表 2.16 光纤的传输性能比较

光纤类型	工作波长/nm	最大衰减/(dB/km)	典型衰减/(dB/km)	最小带宽/(MHz/km)
多模 62.5/125	850	3.4	3.0	200
多模 62.5/125	1300	1.0	0.8	500
单模凹陷型包层	1310	0.4	0.35	—
单模凹陷型包层	1550	0.3	0.25	—

根据光纤的纤径、波长及特点, 国际布线标准 ISO/IEC 11801 将多模光纤分为 OM1、OM2、OM3、OM4 几类。OM1 指的是传统的 62.5 μm 多模光纤, OM2 指的是传统的 50 μm 多模光纤, OM3、OM4 指的是新增的 50 μm 万兆多模光纤。将单模光纤分为 OS1、OS2 两类。OS1 指的是满足光纤标准 G.652A 和 G.652B 的光纤, 即传统的单模光纤; OS2 指的是满足光纤标准 G.652C 和 G.652D 的光纤, 也称单模零水峰光纤或单模低水峰光纤。

综合布线系统的光纤信道通常采用标称波长为 850 nm 和 1300 nm 的多模光纤(OM1、OM2、OM3、OM4), 标称波长为 1310 nm 和 1550 nm(OS1)、1310 nm、1383 nm 和 1550 nm(OS2) 的单模光纤。表 2.17 所示为常用光纤传输速率及距离, 表 2.18 所示为布线系统等级与类别的选用。



表 2.17 常用光纤传输速率及距离

类型	纤径/ μm	光纤类型	1Gb/s 以太网 1000BASE-SX	1Gb/s 以太网 1000BASE-LX	10Gb/s 以太网 10GBASE	40Gb/s 以太网 40GBASE SR4	100Gb/s 以太网 100GBASE SR4
OM1	62.5/125	多模	275 m	550 m	33 m	Not supported	Not supported
OM2	50/125	多模	550 m	550 m	82 m	Not supported	Not supported
OM3	50/125	多模	550 m	550 m	300 m	100 m(SR4)	100 m(SR4)
OM4	50/125	多模	550 m	550 m	400 m	150 m(SR4)	150 m(SR4)
单模	9/125	单模	5 km at 1310 nm	5 km at 1310 nm	10 km at 1310 nm	N/A	N/A

表 2.18 布线系统等级与类别的选用

业务类型	配线子系统		干线子系统		建筑群子系统	
	等级	类别	等级	类别	等级	类别
语音	D/E	5/6(4对)	C/D	3/5(大对数)	C	3(室外大对数)
数据	电缆	D、E、EA、F、FA	5、6、6A、7、7A(4对)	E、EA、F、FA	6、6A、7、7A(4对)	—
	光纤	OF-300 OF-500 OF-2000	OM1、OM2、OM3、OM4 多模光缆；OS1、OS2 单模光缆及相应等级连接器件	OF-300 OF-500 OF-2000	OM1、OM2、OM3、OM4 多模光缆；OS1、OS2 单模光缆及相应等级连接器件	OF-300 OF-500 OF-2000
其他应用	可采用 5/6/6A 类 4 对对绞电缆和 OM1/OM2/OM3/OM4 多模、OS1/OS2 单模光缆及相应等级连接器件					

3. 光缆的概念与分类

光缆是由一捆光纤组成的。按光缆的结构来分，光缆可分为束管式光缆、层绞式光缆、带状式光缆、非金属光缆和可分支光缆等。一般 12 芯以下的采用中心束管式。中心束管式工艺简单，成本低。层绞式的最大优点是易于分叉，即当光缆部分光纤需分别使用时，不必将整个光缆断开，只需将要分叉的光纤断开即可。层绞式光缆采用中心放置钢绞线或单根钢丝加强，成缆纤数可达 144 芯。带状式光缆的芯数可以做到上千芯，它将 4~12 芯光纤排列成行，构成带状光纤单元，再将多个带状单元按一定方式排列成光缆。

按光缆的用途来分，光缆可分为长途通信光缆、短途室外光缆、混合光缆和建筑物内用的光缆。

按光缆敷设方式来分，光缆可分为室内光缆、架空光缆、直埋式光缆、管道光缆、海底光缆、浅水光缆。在综合布线系统中，光缆的选择主要依据这种分类方式。

1) 室内光缆

室内光缆用于垂直和水平子系统的室内部分。

62.5 μm /125 μm 多模室内光纤如图 2.24 所示，用



图 2.24 多模室内光纤

于支撑骨干网建设和光纤到工作站的应用。

2) 架空光缆

架空光缆是架挂在电杆上的光缆，这种敷设方式能够利用原有的架空明线杆路，从而节省费用，缩短建设周期。架空光缆一般用于长途二级或二级以下的线路，适用于专用网光缆线路或某些局部特殊地段。架空光缆的敷设方式有吊线式和自承式两种。架空光缆的结构如图 2.25 所示。

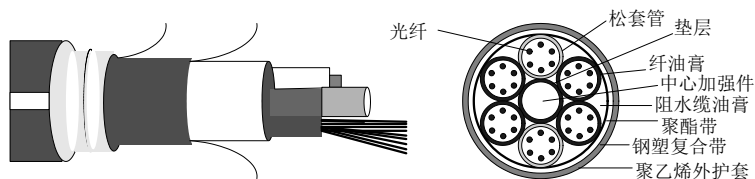


图 2.25 架空光缆的结构

3) 直埋式光缆

直埋式光缆外部有钢带或钢丝的铠装，直接埋设在地下。根据土质和环境的不同，光缆埋入地下的深度一般为 0.8~1.2 m。

4) 管道光缆

管道光缆一般在城市地区，对光缆护层没有特殊要求。制作管道的材料可选用混凝土、石棉水泥、钢管和塑料管等。

5) 水底光缆(海底光缆)

水底光缆是敷设于水底，穿越河流、湖泊和滩岸等处的光缆。这种光缆的敷设环境很差，所以必须采用钢丝或钢带铠装的结构。水底光缆要求长距离、低衰减地传输，并且要适应海底环境。海底光缆需要使用多用途海底光缆接头、特别设计的防氢海底接头盒，以及光缆配件。

6) 浅水光缆

浅水光缆是区别于海底光缆的另一种结构的水下光缆，适合于在海边和浅水中安装，以及无须中继、通信距离比较短的水下环境。这种光缆需要的光纤数不多，但结构简单、成本较低，易于安装和运输，便于修复和维护。

此外，还有一种比较特别的光缆产品——吹光纤产品。所谓吹光纤，即预先铺设特制的管道，在需要时，将光纤通过压缩空气吹入。

4. 光缆的主要用料

光缆的主要用料有以下几种。

(1) 纤芯。要求有较大的扩充能力、较高的信噪比、较低的比特误码率、较长的放大器间距和较高的信息运载能力。

(2) 光纤油膏。光纤油膏是指填充在光纤管中的油膏。其作用一是防止空气中的潮气侵蚀光纤；二是对光纤起衬垫作用，缓冲光纤对振动或冲击的影响。

(3) 护套材料。它对光缆的长期可靠性具有相当重要的作用，是决定光缆拉伸、压扁、弯曲特性、温度特性、耐老化特性以及光缆疲劳特性的关键。

(4) 套管材料。套管材料是光缆制造过程中对光纤的第一道机械保护层。

5. 光纤的连接方式

(1) 熔接。采用放电的方法,使光纤连接点熔化并连接在一起。它一般用于长途接续、永久或半永久固定连接。连接处存在一定衰减,但在所有连接方法中衰减最低。

(2) 机械接合。运用机械和化学的方法进行接合。方法是将两根切割好的光纤的一端置于一个套管中,然后钳紧或黏接在一起并固定。光纤可以在接合处进行调整,以使信号达到最强。经过专业训练的人员进行机械接合大约需要5分钟,光的损失约为10%。其主要特点是连接迅速且可靠。

(3) 模块式连接。这是利用各种光纤连接器件,将站点与站点或站点与光缆连接起来的方法。连接头会损耗10%~20%的光源,但能使系统重新配置变得容易。其特点是灵活、简单、方便、可靠。光纤连接器多采用这种连接方式。

对于这3种连接方法,接合处都会产生反射,并且反射的能量会与信号相互作用。

2.2.2 光纤连接器

1. 光纤连接器的概念

光纤连接器(Fiber Optic Connector)是光纤通信系统中使用数量最多的无源光纤器件,大多数光纤连接器由三部分组成:两个光纤接头和一个耦合器。将两个光纤接头安装在两根光纤尾端,耦合器对准两个光纤接头套管,从而完成光纤连接。光纤连接器也有单模和多模之分。

2. 光纤连接器的分类

光纤连接器的产品种类很多,包括SC单工、ST单工、FC单工、SFF单工、多信道/多光纤的SFF双工、多信道/多光纤的MT基型、多信道/多光纤Escon、多信道/多光纤FDDI及其他多信道/多光纤型、军用特种型适配器等。综合布线领域应用最多的光纤连接器是以2.5 mm陶瓷插针为主的FC、ST和SC型。

(1) FC光纤连接器。FC是英文Ferrule Connector(金属连接件)的缩写,表明其外部加强方式采用金属套,紧固方式为螺丝扣。此类连接器结构简单,操作方便,制作容易,但光纤端面对微尘较为敏感,且容易产生菲涅尔反射,导致回波损耗,如图2.26所示。

(2) ST光纤连接器。ST是英文Straight Trip(直接连接)的缩写。ST光纤连接器由一对精密模压成型的圆锥形的圆筒插头和一个内部装有塑料套筒的耦合组件构成,插头可将光纤光缆连接到设备,如图2.27所示。



图 2.26 FC 光纤连接器

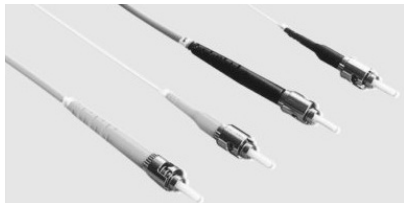


图 2.27 ST 光纤连接器

(3) SC 光纤连接器。其外壳呈矩形，所采用的插针和耦合套筒的结构尺寸与 FC 型完全相同，紧固方式采用插拔销式，无须旋转。此类连接器价格低廉，插拔操作方便，插入损耗波动小，抗压强度较高，安装密度高，如图 2.28 所示。

(4) MU 连接器。MU 连接器是一种直插式的连接器，实际上是 SC 型连接器的小型化产品，是以目前使用最多的 SC 型连接器为基础的、世界上最小的单芯光纤连接器。MU 分单芯、双芯和八芯三类，其插损、回损、寿命与 SC 型连接器差不多。特点是互换性和重复性好。其不足之处在于多芯插拔时需要使用专用工具，如图 2.29 所示。

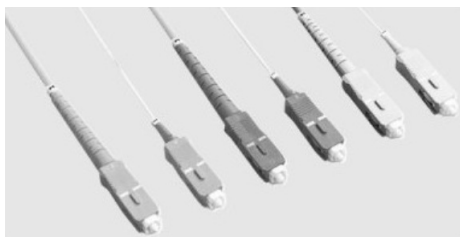


图 2.28 SC 光纤连接器



图 2.29 MU 连接器

(5) DIN47256 型光纤连接器。DIN47256 型光纤连接器是由德国研发的一款连接器。这种连接器采用的插针和耦合套筒的结构尺寸与 FC 型相同，端面处理采用 PC 研磨方式。与 FC 型连接器相比，其结构复杂，内部设有控制压力的弹簧，连接器的机械精度高，因此插入损耗小。

(6) LC 光纤连接器。LC 光纤连接器由贝尔实验室开发，采用操作方便的模块化插孔(RJ)锁机理制成。所采用的插针和套筒尺寸是普通 SC 和 FC 型连接器所使用的一半，为 1.25 mm。

(7) MT-RJ 光纤连接器。这是一种超小型(SFF)连接器，带有与 RJ-45 型连接器相同的锁机构，通过安装于小型套管两侧的导向销对准光纤。为便于与光纤收发信号机相连，连接器端面光纤采用双芯排列设计。这是主要用于数据传输的下一代高密度光纤连接器，如图 2.30 所示。

(8) VF-45 光纤连接器(专门针对局域网应用)。它用一种设有箍套的 V 形凹槽设计替代了箍套。与 SC 的结构相比，VF-45 由四个部件组成：底座、上盖、光纤固定器和尾套管。VF-45 的优势是简单、安装迅速且价格低廉，如图 2.31 所示。



图 2.30 MT-RJ 光纤连接器

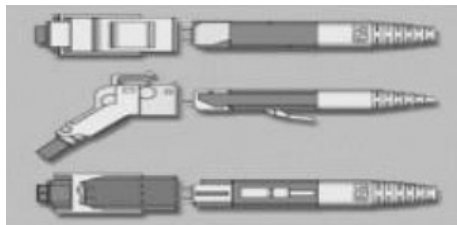


图 2.31 VF-45 光纤连接器

(9) Opti-Jack 光纤连接器。它是市场上率先推出的小型连接器，是一种双 SFF 结构，采用规则的拉锁电缆和一个插座/插头配置，如图 2.32 所示。

(10) SCDC-SCQC 光纤连接器。它是一种“即连即完成”的连接器，与 SC 类似，通过一个标准的 2.5 mm 的陶瓷箍套组装 2 根或 4 根光纤。



尽管连接器的连接方式多种多样,但每种连接器并非只能专用,不同的连接器也可以通过两端带有不同接口的耦合器或跳线进行连接,如 ST-SC 耦合器、ST-MT-RJ 耦合器和 ST-SC 跳线。ST 和 SC 耦合器如图 2.33 所示。



图 2.32 Opti-Jack 光纤连接器

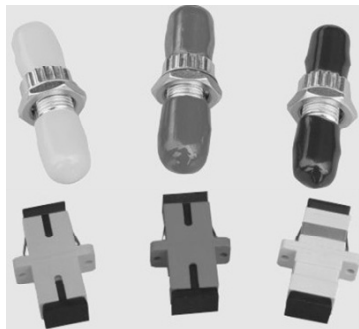


图 2.33 ST 和 SC 耦合器

另外,塑料光纤接头和耦合器是塑料光纤布线系统中的光纤连接器件。塑料光纤接头具有体积小、结构紧凑和安装简单等特点。塑料光纤耦合器则具有较为均匀的插拔力,由于采用全塑料构造,所以成本较低。

3. 光纤连接器的性能

光纤连接器首先要考虑光学性能,此外,还需考虑光纤连接器的互换性、重复性、抗拉强度、温度和插拔次数等因素。

(1) 光纤连接器的光学性能。主要指插入损耗和回波损耗。插入损耗即连接损耗,是指因连接器的接入而导致的链路有效光功率的损耗。插入损耗越小越好,一般要求不大于 0.5 dB。回波损耗是指连接器对链路光功率反射的抑制能力,其典型值应不小于 25 dB。实际应用的连接器插针表面经过专门的抛光处理,回波损耗更大,一般低于 45 dB。

(2) 互换性、重复性。光纤连接器是通用的无源器件,对于同一类型的光纤连接器,一般可以任意组合使用,并且可以重复使用。由此引入的附加损耗一般小于 0.2 dB。

(3) 温度。光纤连接器一般要求能在 $-70\sim-40^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内正常工作。

(4) 插拔次数。目前使用的光纤连接器一般都可以插拔 1000 次以上。

2.2.3 光纤配线架

前面已经给出了配线架的概念。光纤配线架(Fiber Panel)是对光纤进行端接和连接的装置。

光纤配线设备是光纤接入网的关键设备之一,主要分为室内配线设备和室外配线设备两大类。其中,室内配线设备分为机架式(包括光纤配线架、混合配线架)、机柜式(包括光纤配线柜、混合配线柜)和壁挂式(包括光纤配线箱、光缆终端盒和综合配线箱)三种,室外配线设备包括光缆交接箱、光纤配线箱和光缆接续盒三种。这些配线设备主要由配线单元、熔接单元、光缆固定开剥保护单元、存储单元及连接器件组成。综合配线产品包含相应的数字配线模块和音频配线模块。

1. 室外光缆接续(端接)盒

室外光缆接续盒主要用于站点间和建筑外光缆交接点的连接。通过侧面端口, 接续盒可以容纳多种光缆外套。光缆进入端口后会被密封, 接续设计用于机械接续(端接)和熔合接续。接续盒可端接的光缆尺寸为 0.64~2.54 cm, 如图 2.34 所示。



图 2.34 室外光缆接续(端接)盒

2. 光缆进线设备箱

光缆进线设备箱用于大量光缆和光纤交接, 适用于建筑群(校园主干)子系统。通过底部、侧面和顶部的端口, 设备箱可容纳多种光缆外套。光缆进入端口后会被密封, 接续设计用于机械接续(端接)和熔合接续。设备箱可端接的光缆尺寸为 0.64~2.54 cm, 如图 2.35 所示。

3. 600 型组合式配线箱

600 型组合式配线箱是可安装在架上的箱体, 它可用于光缆端接或熔接, 并能使光缆有组织地对接。该配线架包括背角的进线孔、固定缓冲光缆的线缆支持架、保持缓冲光缆最小弯曲半径用的光缆存储线盘、连接头面板、24 个双芯耦合器和两个机械或熔接托架。

600 型组合式配线箱分为 600A 组合式和 600B 组合式, 配线架适用于管理子系统、水平子系统及建筑群干线子系统。600B 组合式配线架与 600A 组合式配线架的区别在于, 它装有前端入口设备的滑轨, 跳线槽已合并并在 600B 连接配线架内, 从而减少了安装所需的空。B 型光纤配线架如图 2.36 所示。

4. 高密度端接机架

高密度端接机架结构最多可端接 72 个双工 LC(144 条光纤)、72 个 ST+、72 个 SC 单工或 36 个 SC 双工接头。提到高密度光纤端接, 必然要提到小型光纤连接技术, 在光纤配线架中采用小型光纤连接器, 可成倍提高端口的密度。

总之, 光纤配线架的种类很多, 限于篇幅, 这里仅介绍常用的几种。值得注意的是, 多数型号的光纤配线架均采用了适配板连接方式, 由 6 口 ST、SC 适配器或 12 个 LC、MT-RJ、VF-45、Opti-Jack 组成一个标准配置的适配板。这种适配板安装在连接面板上, 构成了光纤配线架光纤连接的关键部分。

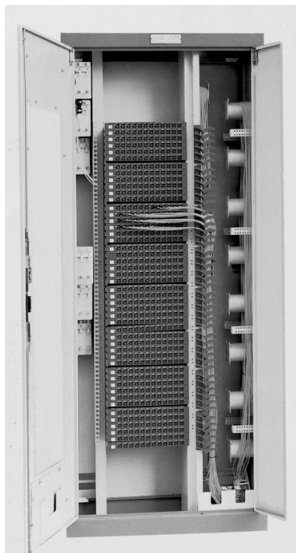


图 2.35 光缆进线设备箱

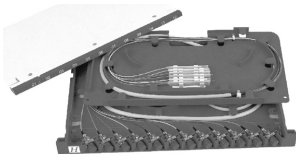


图 2.36 B 型光纤配线架



2.2.4 光纤管理配件

机架式光纤配线架的管理配件常用的是门和光纤管理系统(Fiber Management System)。

光纤管理系统包括熔接式接续适配器组件、基座支架、安装托架、垂直线槽、水平线槽、固定缆夹、光纤保护箱、耦合封装器、弯曲半径引导器等。

(1) 熔接式接续适配器组件。熔接式接续适配器组件包括带螺丝钉的支持架、适配器盘、接合托盘、PVC管、机械或熔接头组合器。

(2) 基座支架。基座支架是将接续盘连到光纤连接盒基座上的支架。

(3) 安装托架。安装托架可以承载两个 100LIU、两个 200LIU 或一个 400LIU，以直接连接或交叉连接的形式排列。该托架可以安装在 48.3 cm 或 58.4 cm 高的机架上。

(4) 垂直线槽。垂直线槽用于在一个多单元的光纤交叉连接中把一个 LIU 竖直地接到另一个 LIU 上面。

(5) 水平线槽。水平线槽用来安装接插线，以保证穿过光导互联单元 LIU 过线槽的软线能够呈水平状态。

(6) 固定缆夹。固定缆夹用于光纤金属网层外套光缆的固定和接地。缆夹包括一个固定支架、两个塑料线夹和合适的接地硬件。

(7) 光纤保护箱。光纤保护箱用于架空、直埋、地下管道及需要少量纤芯数光缆的保护。

(8) 耦合封装器。耦合封装器是一种用于耦合光纤的、具有密封平头对接结构的封装器，用于拼接、屏蔽、支撑和保护光缆接点。

(9) 弯曲半径引导器。弯曲半径引导器用于光纤连接盒，可以维持光纤最佳的弯曲半径。

2.2.5 光纤跳线

光纤跳线(Fiber Patch Cord)是一种含有一根或两根纤芯，带有缓冲层、具备渐变折射率的光纤，其外套采用阻燃聚氯乙烯材料。光纤跳线可端接 ST、SC、LC、MT-RJ、VF-45、Opti-Jack、FDDI 或 IBM ESCON 等光纤接头，如图 2.37 所示。

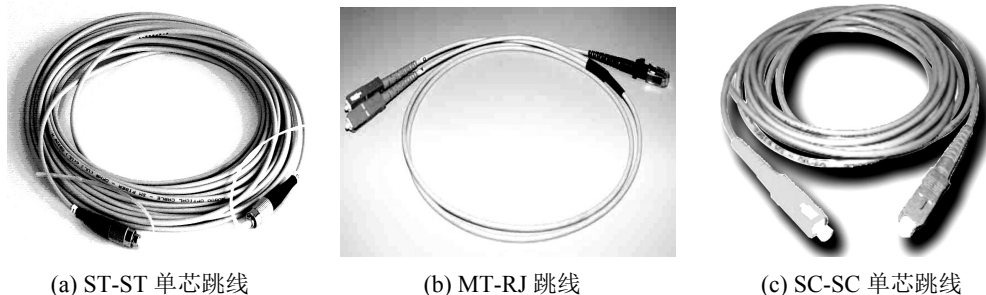


图 2.37 光纤跳线

光纤跳线用于光纤设备之间以及光纤设备与信息插座之间的连接。常用的跳线有两种规格：一种是标准外径为 3.0 mm 的跳线，另一种是 1.6 mm 的轻型跳线。光纤跳线同样分

为单模和多模，多模光纤跳线又包含 50/125 和 62.5/125 两种类型。

习惯上，我们也将尾纤软线称为跳线。它是一条带有一个多模或单模的 ST 或 SC 接头的加固外套单芯光纤。跳线的两头都端接了光纤头，而尾纤仅在一头进行了端接。尾纤软线主要用于各种非标准终端设备的连接。

需要注意的是，由于光纤收发是成对进行的，所以大多数网络设备选用的光纤跳线也是成对的。双芯光纤跳线实际上是将双芯光纤内置在 PVC 中。

上面所介绍的都是玻璃光纤系列的光纤跳线，在塑料光纤系列中其构造有所不同，如图 2.38 所示。一般而言，塑料光纤跳线中间连接的光纤直径为 1 mm。这种光纤跳线和塑料光纤本身一样，具有柔韧性好、耐冲击、重量轻、加工容易、耦合容易、寿命长和使用方便等特点，但必须与塑料光纤布线系统结合使用。

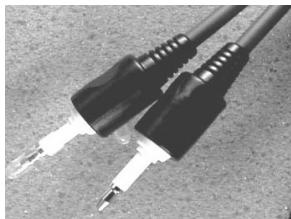


图 2.38 塑料光纤跳线

2.2.6 光纤收发器

光纤收发器(Fiber Converter)本身并不属于综合布线系统中的产品，而是布线系统网络的周边产品。

光纤收发器如图 2.39 所示，其包括光发射和光接收装置，能够在两个端点之间实现双向信息传递。

典型的光纤收发器使用 PIN 或者雪崩型光二极管，结合一个高增益的放大器，将光信号转换为等量的电信号。

光发射器通常用激光发射二极管替代发光二极管，以产生更强的信号，用于长距离传输。

光纤收发器是为满足高速以太网工作组面临的扩展以及高速、高带宽需求，由双绞线连接转换成光纤连接的扩展传输而专门设计制造的产品。借助光纤收发器，可以实现 0~100 km 内两台交换机或计算机之间的连接。

光纤收发器有单模和多模两种光纤传输模式，连接界面配有多种可选择的光纤接口(ST、SC、MT-RJ 等)和 RJ-45 接口。光纤收发器能够手动设置成全双工、半双工和自动协商工作方式，可用于连接服务器、工作站、Hub 和交换机。

光纤收发器除了可以实现光电信号的转换外，还可以完成单多模转换。当网络间需要进行单多模光纤连接时，可以用 1 台多模光纤收发器和 1 台单模光纤收发器背对背连接，以此解决单多模光纤转换问题。而更专业的解决方案是利用光纤单多模转换模块，它主要实现光信号在单模光纤与多模光纤之间的透明传输。

一般情况下，光纤收发器的光纤收发是成对出现的，因此，一个光纤收发器需要连接两芯光纤，相应地，光纤跳线也通常是双芯的。

光纤收发器还有一种单纤收发器。单纤收发器采用光复技术，使光的发射和接收在同一根光纤中完成。其结构分为独立式和模块式两种，方便用户配置。

光纤收发器及光纤收发的发展趋势是：①小型化；②低成本、低功耗；③高速率；④远距离；⑤热插拔；⑥模块的数字化、智能化管理。



图 2.39 光纤收发器



2.3 综合布线常用的其他材料

2.3.1 管槽

在综合布线系统中,明敷或暗敷的管路和槽道系统是一种常用的辅助设施,有时简称为管槽系统。管槽系统包括管路材料、槽道(桥架)材料等。

1. 管路材料

管路材料包括钢管、塑料管、铝塑复合管、硅芯管以及室外用的混凝土管和高密度聚乙烯材料(HDPE)制成的双壁波纹管。

1) 钢管

按照制造方法的不同,钢管可分为无缝钢管和焊接钢管(或称接缝钢管和有缝钢管)两大类。

按照有无螺纹,钢管可分为带螺纹(有圆形螺纹和圆柱形螺纹)和不带螺纹两种。

按照表面是否处理,钢管可分为有镀锌(又称白铁管)和不镀锌(又称黑铁管)两种。

按照管壁的厚度不同,钢管可分为普通钢管、加厚钢管和薄壁钢管三种。普通钢管和加厚钢管统称为水管,有时简称为厚管。薄壁钢管又称为普通碳素钢电线套管,简称薄管或电管。

由于水管的管壁较厚,机械强度高,主要用在垂直主干上升管路、房屋底层或压力较大的地段。有时,水管也用作屋内线缆的保护管,是广泛使用的一种管材。电管因管壁较薄,不能承受太大压力,因此常用于屋内吊顶中的暗敷管路,以减轻管路的重量,使用也非常广泛。

钢管具有机械强度高、密封性能好、抗弯、抗压和抗拉能力强等特点,尤其是具有屏蔽电磁干扰的功能。管材可根据现场需要任意截锯拐弯,施工安装方便。但是,它存在材料重、价格高且易锈蚀等缺点,所以在一些综合布线的特殊场合用塑料管代替。

2) 塑料管

塑料管由树脂、稳定剂、润滑剂及添加剂等配置挤塑成型。目前,按塑料管的主要材料分类,有聚氯乙烯管、聚乙烯管、聚丙烯管、铝塑复合管、交联聚乙烯管、无规共聚聚乙烯管等。

如果加以细分,塑料管又有以高、低密度聚乙烯为主要材料的高、低密度聚乙烯管,以软质或硬质聚氯乙烯为主要材料的软、硬聚氯乙烯管。

此外,按管材结构还可将塑料管划分为以下几种:内壁光滑、外壁波纹的双壁波纹管;内、外壁光滑,中间含有发泡层的复合发泡管;内、外壁光滑的实壁塑料管;壁内、外均呈凹凸状的单壁波纹管。

按塑料管的外观,又可以将塑料管分为硬直管、硬弯管和可绕管等。

近期又有在高密度聚乙烯管的内壁附有固体永久润滑剂硅胶层的硅胶管面市,它具有与高密度聚乙烯管相同的物理和机械性能,但其摩擦系数极小。

3) 铝塑复合管

铝塑复合管是近年来广泛使用的一种新型塑料材料,它以焊接管为中间层,内外层均

为聚乙烯，聚乙烯与铝管之间以高分子热熔胶黏合，经复合挤出成型，是一种新型复合管材。

铝塑复合管综合了塑料管和金属管各自的优点，具有稳定的化学性质、耐腐蚀、无毒无污染、表面光洁、无结垢、重量轻、抗应力裂纹以及膨胀系数低、氧渗透率低和弯曲性能好等优点，因而具有良好的使用性能。另外，由于其中间铝层具有抗静电性，使铝塑复合管具有防电磁干扰和辐射的能力，因而可以用作综合布线、通信线路的屏蔽管道，如图 2.40 所示。

4) 硅芯管

硅芯管可以用作直埋光缆的套管，其内壁预置有永久润滑内衬，这使得摩擦系数更小。通过采用气吹法布放光缆，可以快速敷设管道，一次性穿缆长度可达 500~2000 m，从而减少了沿线接头、人孔和手孔的数量，如图 2.41 所示。



图 2.40 铝塑复合管



图 2.41 硅芯管

5) 混凝土管

混凝土管是用混凝土或钢筋混凝土制作的管子。可分为素混凝土管、普通钢筋混凝土管、自应力钢筋混凝土管和预应力混凝土管四种。按内径大小、承受压力不同，也有多种规格。混凝土管在一些大型电信通信施工中经常使用。

2. 槽道(桥架)材料

槽道按其材料，可分为有色金属材料和非金属材料两大类。

槽道按外形和结构，可分为有孔托盘式槽道、无孔托盘式槽道、梯架式槽道、组装式托盘槽道和大跨距电缆桥架等。

(1) 有孔托盘式槽道。有孔托盘式槽道简称托盘式槽道或托盘式桥架，如图 2.42 所示。有孔托盘式槽道适用于敷设环境无电磁干扰，不需要屏蔽接地的地段，或环境干燥清洁、无灰、无烟等不受污染的、要求不高的一般场合。

(2) 无孔托盘式槽道。无孔托盘式槽道简称槽式槽道或槽式桥架，如图 2.43 所示。无孔托盘式槽道与有孔托盘式槽道的主要区别是，底板无孔洞，具有抑制外部电磁干扰，防止外界有害液体、气体和粉尘侵蚀的作用。因此，它适用于需要屏蔽电磁干扰或防止外界各种气体及液体侵入的场合。

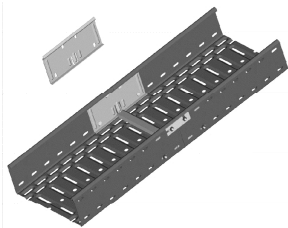


图 2.42 有孔托盘式槽道



图 2.43 无孔托盘式槽道

(3) 梯架式槽道。梯架式槽道又称梯级式桥架,简称梯式桥架。它适用于环境干燥清洁、无外界影响的一般场合。不得用于有防火要求的区段,或易遭受外界机械损害的场所,更不得在有腐蚀性液体、气体或有燃烧粉尘等的场合中使用。

(4) 组装式托盘槽道。组装式托盘槽道又称组装式托盘、组合式托盘或组装式桥架。它一般用于电缆条数多、敷设线缆的截面积较大、承受荷载重,且具有成片安装固定的空间等场合。

(5) 大跨距电缆桥架。如图 2.44 所示,大跨距电缆桥架比一般电缆桥架的支撑跨度大,且由于结构上设计精巧,比一般电缆桥架的承载能力大。它适用于炼油、化工、纺织、机械、冶金、电力、电视和广播等工矿企业的室内外电缆的架空敷设。



图 2.44 大跨距电缆桥架

2.3.2 管路配件

管路配件包括走线盒及线缆保护产品、管卡、管箍、弯管接头、软管接头、锁紧螺母、生铁浇铸式接线盒、面板安装接线盒、地气轧头和金属安装材料等。

1. 走线盒及线缆保护产品

走线盒在配线间及工作区部位与管槽配合,保护线缆并引导线缆路由,如图 2.45 所示。套管可在线缆需要转弯、裸露的特殊位置提供保护,其型号主要有螺式套管、蛇皮套管和金属边护套。

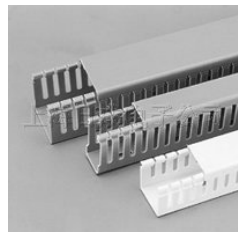


图 2.45 走线盒

2. 管卡

根据外形的不同,管卡可以分为鞍形管卡(又称骑马攀)、单边管卡、环形管卡、U形螺栓管卡和钢板卡板等。按材料分类,管卡可分为金属管卡和非金属管卡,如图 2.46 所示。它主要用于固定电管、PVC 管等管形结构器材。



图 2.46 管卡

3. 管箍

管箍又称为管接头、束结等,用于连接两根口径相同的管。它由带钢焊接而成。管箍

分为薄管(电管)管箍和厚管(水管)管箍两种。

4. 弯管接头

弯管接头又叫月弯管接头、月弯、弯头和 90° 接头等,如图 2.47 所示。弯管接头用来连接两根口径相同的线管,并使线管做 90° 弯曲。它由带钢弯制并焊接而成。



图 2.47 弯管接头

5. 软管接头

软管接头又叫月弯管接头,如图 2.48 所示,专门用于金属软管、防湿软管与电线管或设备的连接。软管接头的一端与同规格的金属软管、防湿软管配合,另一端为外螺纹管(厚管螺纹),可与螺纹规格相同的电气设备、管路接头(如直管箍、三通)等相连,再通过管路接头与线管相连。软管接头有封闭式和简易式两种型号。



图 2.48 软管接头

6. 锁紧螺母

锁紧螺母别名纳子,用于在线管末端紧固箱体或安装盒等。

7. 生铁浇铸式接线盒

生铁浇铸式接线盒又称接头箱、分线箱或接线箱,用于连接线管分路,在电源安装中被广泛应用,箱内容纳电线接头。它由箱盖和箱体组成,箱盖用薄钢板冲制而成,箱体为生铁浇铸,四壁各有一个供装接线管分路的螺孔,螺孔与同规格的线管相适配,表面防锈层有烘漆或油漆。

8. 面板安装接线盒

面板安装接线盒也称为底盒,在墙体安装工作区信息面板时使用。

9. 地气轧头

地气轧头又名地线接头、保护地线等。安装在钢质线管的管口下,用作保护接地端子,以便连接地线。它确保整条管路的管壁得到妥善的连接。地气轧头用钢板冲制而成,其线管外径略小,确保安装在线管上时接触紧密且不松动。



10. 金属安装材料

金属安装材料包括钢精轧头、水泥钉、钢钉线卡和膨胀螺栓。

钢精轧头又叫铝片线卡，多用于电力线安装中在建筑物上固定护套线。它是用 0.35 mm 厚的铝片冲制而成的条形薄片，中间开有 1~3 个安装孔。

水泥钉又叫特种钢钉，它具有很高的强度和良好的韧性，可由人工用锤子等工具直接钉入低标号的混凝土、矿渣砌体、砖砌体(砖墙)、砂浆层和薄钢板等，以固定需要固定的构件。水泥钉分为 T 型和 ST 型，其中 T 型为光杆型，可用于混凝土、砖墙；ST 型杆部有拉丝，仅用于钉薄钢板。

钢钉线卡的全称为塑料钢钉电线卡，用于明敷电线、护套线、电话线、电视天线及双绞线。在敷设线缆时，用塑料卡卡住线缆，用锤子将水泥钉钉入建筑物即可。

膨胀螺栓又叫膨胀螺丝，有的地方又叫胀管，如图 2.49 所示。它用于在混凝土结构或砖墙上安装管卡、槽位支架和接线盒等。

膨胀螺栓有塑料制品和钢制品两种。塑料膨胀螺栓由木螺丝与塑料胀管组成。塑料胀管又叫塑料塞、尼龙塞和塑料榫等，通常用聚乙烯、聚丙烯材料制成。在综合布线工程中，塑料膨胀螺栓被广泛使用，如信息面板底盒、PVC 管、槽架、铝塑管、小口径电管等明管沿墙、沿柱的固定，挂墙安装支架(如配线架)等。但是，空心楼板、空心砖墙上不宜用膨胀螺栓，应采取其他方法，如预埋螺栓、凿孔和钻眼等。



图 2.49 膨胀螺栓

2.3.3 扎带

扎带(Cable Tie)分为尼龙扎带和金属扎带两种。在综合布线工程中使用的是尼龙扎带。尼龙扎带采用经 UL 认可的尼龙材料制成，具有耐酸、耐腐蚀、绝缘性良好的特点，并且耐久性强、不易老化，如图 2.50 所示。

使用方法：只需将带身轻轻穿过带孔并拉紧，即可牢牢扣住。尼龙扎带按紧固方式可分为四种：可松式扎带、插销式扎带、固定式扎带和双扣式扎带。在综合布线系统中，有以下几种使用方式：若使用不同颜色的尼龙扎带，在识别繁多的线路时更容易加以区分；使用带有标签的尼龙扎带，在整理线缆的同时可进行标记；使用带有卡头的尼龙扎带，能将线缆轻松固定在面板上。

使用扎带时也可用专门的工具。图 2.51 所示为设计新颖的扎带工具，它让扎线的安装变得极为简单省力。

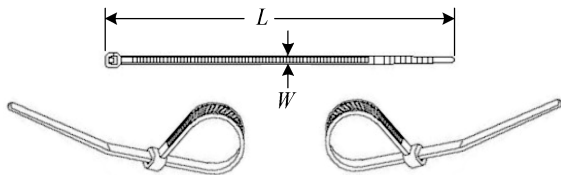


图 2.50 尼龙扎带

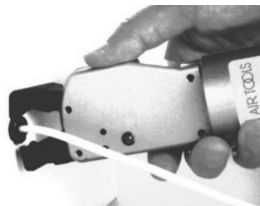


图 2.51 用扎带工具进行扎带安装

2.3.4 标签及标签打印机

1. 布线标签的性能要求

布线系统的使用寿命较长,一般为几年至十几年,这就要求标签(Labels)的寿命应与布线系统的寿命相当。在如此长的时间跨度里,周围环境因素的变化必然会对标签产生影响,引发一系列问题。首先,标签上的字迹很可能会因光线照射而褪色。其次,纸质标签极易受潮,导致字迹模糊难辨。再次,经常使用的跳线上的标签会受到磨损,或者有可能因沾染其他污迹而损坏。最后,纸质标签背胶的黏性较差,环境温度较高、较低或经常变化都会加剧背胶黏性强度的下降,造成标签脱落丢失。由此可见,标签的选择是布线系统中的一个重要环节。

布线标签通常以耐用的化学材料作为基材,而非纸质。例如,美国贝迪(Brady)公司的一种线形标签选用具有良好伸展性和抗拉性的乙烯基作为基材,其表面部分涂覆白色涂层,作为标识打印区,剩余部分保留足够的长度,用于缠绕覆盖打印区。这样既不影响查看标识内容,又可有效地保护打印的字迹长时间不受潮湿、油污和灰尘的影响。基材的背面涂有丙烯酸压力敏感粘胶,而贝迪公司在粘胶和基材之间又添加了一层加固涂层,以强化胶体与基材的连接,确保粘贴效果长久。承载标签的载体主要是底纸,其表面有很薄的石蜡涂层,便于轻松揭下标签,避免残留粘胶影响粘贴效果,非常适合包扎和在受弯曲的地方使用。这种材料还具有防水、防油污和防有机溶剂的性能,并且不易燃。

另外,作为线缆专用的标签,还需满足 UL969 标准所规定的清晰度、磨损性和附着力的要求。UL969 的试验由两部分组成:暴露测试和选择性测试。暴露测试包括温度测试(从低到高)、湿度测试和抗磨损测试。选择性测试包括黏性强度测试(ASTM D1000 测试)、防水性测试、防紫外线测试、抗化学腐蚀测试、耐气候性测试(ASTM G26 测试)以及抗低温能力测试等。只有经过上述各项严格测试的标签才能用于线缆上,从而在布线系统的整个寿命周期内发挥应有的作用。

2. 布线标识的范围

TIA/EIA 606 标准(商业及建筑物电信基础结构的管理标准)要求综合布线系统中的以下位置进行布线标识。

- (1) 电缆标识。水平和主干系统的电缆在每一端都要进行标识。
- (2) 跳接面板/110 块标识。每一个端接硬件都应该标记一个标识符。
- (3) 插座/面板标识。每一个端接位置都要标记一个标识符。
- (4) 路径标识。在所有位于通信柜、设备间或设备入口的末端进行标识。
- (5) 空间标识。所有的空间都要进行标识。
- (6) 接合标识。每一个接合终止处要进行标识。

3. 综合布线的标签分类

综合布线中可用的标签种类有控制面板标签、永久保护标签、通用标识标签、电线标签、电线标识标签、电线标识套管、电线临时标签和电线标识并联条带等。此外,还有热转移标签类的数据通信标签、工作站标签、配线架标签、机架面板标签和电气应用标签等。



按标签产品在布线系统中的使用位置和作用,可将标签分为 110 配线系统标签、薄片状电缆标签、预先打印电缆标签、打印型电缆标签、手写型电缆标签、配线架标签、模块标签、面板标签和表面安装盒标签。

(1) 110 配线系统标签是为 110 配线系统提供的标签,有 9 种颜色可供选择,可以手写、激光打印或由专用标签打印机打印。

(2) 薄片状电缆标签分为线内安装型、吊挂型和旗帜安装型,以满足不同空间和视觉方面的需求。

(3) 预先打印电缆标签已经完成常用的标识制作,可以根据不同的安装位置进行使用。

(4) 打印型电缆标签如图 2.52 所示,可使用专用的标签打印机打印。

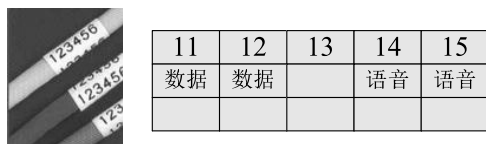


图 2.52 打印型电缆标签

(5) 手写型电缆标签可手工在专用标签材料上书写内容,这种标签使用灵活、自由。

(6) 配线架标签安装在配线架前面的标签条放置位上,用以标记配线架端口信息。配线架示意图如图 2.53 所示。



图 2.53 配线架示意图

(7) 模块标签用于模块正面的下方。

(8) 面板标签用于面板的上下方位置,对面板和面板上安装的各个信息出口进行标记。

(9) 表面安装盒标签用于表面安装盒的正上方,对表面安装盒和表面安装盒上安装的各个信息出口进行标记。

TIA/EIA 606-A 标准推荐使用的还有一类电缆标识,即套管和热缩套管。套管类产品只能在布线工程完成前使用,因为需要从线缆的一端套入并调整到适当位置。如果是热缩套管,还要使用热风枪使其收缩固定。套管线标的优势在于紧贴线缆,并可提供最大的绝缘和永久性。另外,热收缩制品加热后,可以紧紧包覆在物体外面,起到绝缘、防潮、密封、防腐和标识等多方面的作用,因而在能源、电力、通信、石化、交通、军工和家电等领域

得到了广泛应用。在一些特殊行业，如电力、核工业等的综合布线系统产品中也有应用。

4. 标签的印制

选择合适的标签后，还要考虑如何印制标签。可选择的方法如下。

(1) 预先印制的标签。预先印制的标签有文字或符号两种。常见的印有文字的标签包括 DATA(数据)、VOICE(语音)、FAX(传真)和 LAN(局域网)。其他预先印制的标签包括电话、传真机或计算机的符号。这些预先印制的标签可节省时间，使用方便，能够满足大批量的需求。但这些文字或符号的内容对于以管理为目的的应用来说还是远远不够的。

(2) 手写标签。手写标签要借助特制的标记笔，书写内容灵活、方便。但要特别注意字体的工整与清晰。

(3) 借助软件设计和打印标签。对于需求数量较大的标签而言，最好的方法是使用软件程序，例如美国贝迪公司的 LabelMark 软件或潘多泰(Panduit)的 HID Program。这类软件程序在印制标准的标签或设计与印制用户自己的专用标签时，可提供最大的灵活性，能插入公司徽标、条形码、图形、符号和文字(字母和数字)，从而制作用户自定义的标签，其内容变化可谓丰富多样。使用支持 Windows 平台的点阵式、喷墨或激光打印机可印制任何数量、各种类型的标签。制作高质量标签将使安全施工更加专业。

(4) 用手持式标签打印机(见图 2.54)现场打印。在印制少量标签时，有多种类型的手持打印机可以使用。手持式标签打印机能够在热缩套管、多种不干胶材料上印刷英文、数字和符号等，适用于标记不同尺寸的电线、电缆。它免除了拆卸更换标记作业的需要，并且可以用于标记电线、电缆、电动机、启动器、继电器的面板，以及控制板元件、电子元件、电路板元件和电容器元件的标签。

其他专用于标识的还有手提式线缆号码烫印机、台式自动号码烫印机等设备。

(1) 手提式线缆号码烫印机是施工现场专用的线缆号码烫印机，它的工作原理是通电至“字”轮轴心的电热芯，加热“字”轮，经过涂有颜料和树脂的色带，将字码烫印到 PVC 软管、软片或导线上。尼龙和聚氟乙烯可烫印，并形成清晰的文字，且不褪色、耐水、耐油和耐热。

(2) 台式自动号码烫印机如图 2.55 所示，可在塑料管带和导线上烫印 0~9、A~Z 等系列符号，是传统的烫号工具，被广泛用于厂家车间集中烫号。



图 2.54 手持式标签打印机



图 2.55 台式自动号码烫印机

5. 标签的科学标记内容

在布线施工管理中，标签应与链接和记录相结合使用。标签标识是为线缆系统每个组件分配的唯一“字母-数字”序列，用以区分不同的组件。这些标识与相应组件的记录相链

接。记录包含标签组件的综合数据。若组件为线缆线路,记录应明确线缆类型、两端的设备位置、每端(可以是基座、插孔、面板或配线架)相连各组件的标识和端接位置。同时,记录还需确定线缆贯穿的路径标识,以建立路径记录链路。总的来说,要求做到每一组件有一个标识,每一标识链接一项记录,每项记录包含该组件的综合信息。此外,这些综合信息还应该与资源组件相关的任何其他组件记录进行链接。

2.4 布线安装工具及测试仪器

2.4.1 布线安装工具

布线安装工具(Installation Tools)种类繁多。铜缆布线系统安装工具包括备线工具、剥线工具、端接工具、压接工具、手掌保护器和线槽安装工具等。而光纤布线系统安装工具通常包括套管工具箱或工具包组合,方便安装者使用。熔接时,选用光纤熔接机;而端接时,则选用端接套装工具。下面仅介绍一些最重要的布线安装工具。

1. 备线工具

备线工具是用于准备同轴线和双绞线的工具,该工具带有两个可靠的、彩色编码的压模,能适应各种介质类型。同轴压模可用于剥同轴线,双绞线压模可用于准备各种 UTP、SCTP 和光纤线缆。屏蔽线缆准备工具包括一个带有刀片的压模,可精确剥去外皮和屏蔽层;还包括一个对齐板,可预对齐线缆,确保在端接时线对处于适当位置;同时提供压模选件,可用于准备 1 对和 2 对线缆。

2. 剥线工具

常用的剥线工具有光缆剥线器[见图 2.56(a)]、电缆剥线器[见图 2.56(b)]和 CPT 剥线压线器[见图 2.56(c)]。

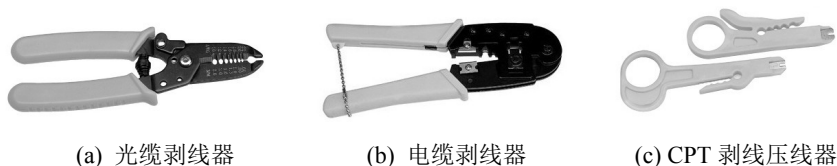


图 2.56 剥线工具

CPT 提供一种简单有效的方法来移除 2、3、4 对线缆的外皮,且完全不会损害内部导体的绝缘性。CPT 可用于任何圆形的、外径为 2.54~6.35 mm、外皮厚度为 0.380~0.635 mm 的线缆。

3. 对角切刀

当需要进行精确切割时,对角切刀能完成一个极佳的平面切割,尤其适用于清理 110 配线架系统中的多余铜导线。

4. 勾线器

勾线器可用于放置、归整、分离和移去隔离片或线缆,同时还可用于移去桥接片。

5. 模块化插头压接工具

模块化插头压接工具分为手持式模块化插头压接工具和模块化插头自动压接仪两种。

手持式模块化插头压接工具可同时实现切和剥的功能，其设计能保证模具齿与插头的触点精确对齐。简易型 RJ-45 压接工具如图 2.57 所示。

模式化插头自动压接仪可同时压接两个模块化插头，能在 1 小时内完成 200 个双口插头的压接，此外，它还配备了压接质量测试设备。



图 2.57 简易型 RJ-45 压接工具

6. 110 打线刀和 110 多对端接工具

110 打线刀，如图 2.58 所示，由手柄和刀具组成。110 型打线刀具是两面式，一面具备打接及裁线的功能，另一面不具备裁线的功能。工具的一面清晰显示“CUT”字样，方便用户在安装过程中轻松识别正确的打线方向。手柄握把上的压力旋转钮，可以调整压力大小。

110 多对端接工具如图 2.59 所示，这是一种多功能端接工具，可用于端接 110 连接块和切割 UTP 线缆。端接工具和体座均可替换，打线头通过翻转，可选择切割或不切割线缆。工具的腔体由高强度的铝涂以黑色保护漆构成，手柄为防滑橡胶，符合人体工程学设计原理。工具的一面清晰显示“CUT”字样，使用户在安装过程中能轻松识别正确的打线方向。

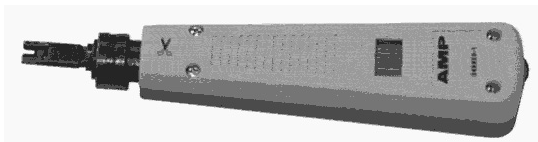


图 2.58 110 打线刀



图 2.59 110 多对端接工具

7. 双绞线连续器

双绞线连续器为应急配件，其两头均为 RJ-45 模块接口，用于连接两条断开的双绞线。优质的连续器按照五类或超五类性能设计。

8. 模块位置延长器

模块位置延长器如图 2.60 所示，为应急配件。它的一端为 RJ-45 模块接口，另一端为 RJ-45 水晶头，适用于因距离过远，普通跳线或连接线无法与桌面信息出口连接的情况。

9. 模块分离器

模块分离器如图 2.61 所示。它的一端为 RJ-45 模块接口，另一端为插入式线路板结构。它可以将一个普通的 8 芯 RJ-45 信息出口分为两个 4 芯的 RJ-45 接口大小的信息出口，以临时增加线路。

这些应急配件仅可用于维护，若作为初始安装，不符合布线标准规范，因为增加一个转接点可能会对系统产生不良影响。因此，在综合布线设计方案中，不允许使用这类临时



器件进行安装。



图 2.60 模块位置延长器

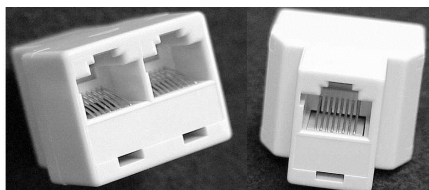


图 2.61 模块分离器

10. 音频探测器

音频探测器如图 2.62 所示，通过探测和放大 500~5000 Hz 的音频信号，从而快速简便地识别链路并进行电缆追踪。电缆技术人员可利用它快速地查找语音和数据链路。音频探测器采用非金属探头，可进行无干扰的非接触测试，不会在测试配线架时引发短路等危险。

11. 光纤剥线钳

光纤剥线钳如图 2.63 所示，它是一种特殊成型的精确刀具，剥线时可确保不伤及光纤。特殊三孔分段式剥线设计，使其剥线迅速。

光纤剥线钳的孔径可调节，范围为 2.2~8.2 mm。



图 2.62 音频探测器

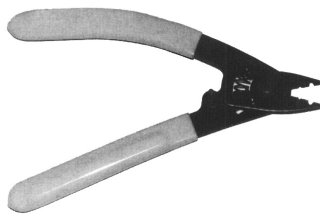


图 2.63 光纤剥线钳

12. 光纤陶瓷剪刀

光纤陶瓷剪刀采用超硬氧化锆陶瓷刀片，锋利且耐磨，配有碳纤维刀柄，使用时不会变形，剪切效果好，是剪切凯夫拉线(Kevlar)的最佳利器。注意，它只能用于剪切光纤线的凯夫拉层，不能剪光纤内芯线玻璃层，也不能作为剥皮工具使用。

13. 光纤切割工具和光纤切割笔

光纤切割工具如图 2.64 所示。它是由特殊材料制成的光纤切割专用工具，刀口锋利且耐磨，能够保证光纤切割面的平整，最大程度减小光纤连接时的损耗。

光纤切割笔如图 2.65 所示。光纤切割笔使用碳化钨笔尖，通过锐利的旋转式笔尖切割光纤。光纤切割工具可用于 MT-RJ 插座和 LightCrimp Plus 连接器组装。

14. 光纤粘胶

光纤粘胶是光纤熔接的黏合剂，常用的有 QC 光纤粘胶和 EPT-TEK 混合粘胶两种。QC 光纤粘胶是一种单剂粘胶，使用简便，粘接迅速，无须烘烤加热或 UV(紫外线照射)固化光纤。EPT-TEK 混合粘胶使用寿命长，适用于热疗及室温环境。



图 2.64 光纤切割工具



图 2.65 光纤切割笔

15. 光纤固化加热炉

光纤固化加热炉如图 2.66 所示。这是早期使用的一种光纤固化技术产品，用于多种接头的加热模块(如 ST、SC 和 FC 等)。其加热范围为 60~150 °C，每个加热模块可容纳 24 个光纤头。

16. 光纤研磨机

光纤研磨机(见图 2.67)是光跳线生产厂家理想的、性价比高的接头研磨设备。进行接头研磨时可精确微调，获得较好的回波损耗及插入损耗的研磨效果。



图 2.66 光纤固化加热炉



图 2.67 光纤研磨机

17. 直视型单芯光纤熔接机

直视型单芯光纤熔接机(见图 2.68)采用芯对芯标准系统(PAS)进行快速、全自动熔接。它配备双摄像头和 5 英寸高清晰度彩显，可进行 X、Y 轴同步观察。能自动检测放电强度，放电稳定可靠，可自动识别光纤类型，并具备自检功能。其选件及必备件有：主机、AC 转换器/充电器、AC 电源线、顶罩、监视器罩、电极棒、便携箱、操作手册、精密光纤切割刀、充电/直流电源和 PS-02 涂覆层剥皮钳。

18. 光纤探测器

光纤探测器如图 2.69 所示。它由一个手持式 LCD 显示器和一个小型探针组成。该探针包含一个长寿命的 LED 光源和 CCD 视频摄像机。探针适配器头部配有光纤连接器，可将极小的碎片和端面损伤情况的清晰图像投影在 LCD 显示器上。通过视频用户可以看到光纤的端面，而又不必直接观察光纤，从而避免激光照射对眼睛可能造成的损害。



图 2.68 直视型单芯光纤熔接机



图 2.69 光纤探测器

2.4.2 测试仪器

布线系统的现场测试包括验证测试和认证测试两种。

验证测试主要测试所安装的双绞线的通断情况、长度，以及双绞线的接头连接是否正确等，并不测试电缆的电气指标。

认证测试则是依据国际上的布线测试标准来进行的，它涵盖了验证测试的全部内容，同时还包括对电缆电气指标(如衰减、特性阻抗等)的标准测试。

因此，布线测试仪也相应地分为两种类型：验证测试仪和认证测试仪。

1. 验证测试仪

验证测试仪适用于施工过程中，由施工人员边施工边进行测试，以此确保所完成的每一个连接的正确性。此时，只测试电缆的通断、电缆的打线方法、电缆的长度以及电缆的走向。

1) 简易布线通断测试仪

简易布线通断测试仪如图 2.70 所示。它需要在线缆两端端接的模块中插入进行测试，能够判断双绞线 8 芯线的通断情况，以及线缆端接是否正确。



图 2.70 简易布线通断测试仪

2) 小型手持式验证测试仪

小型手持式验证测试仪如图 2.71 所示，可以方便地验证双绞线电缆的连通性，能够检测开路、短路、跨接、反接以及串扰等问题。只需按 F 测试按键，测试仪就可以自动扫描所有线对，并发现线缆存在的所有问题。

3) 单端电缆测试仪

单端电缆测试仪如图 2.72 所示，进行电缆测试时，无须在电缆的另一端连接远端单元，即可进行电缆的通断、距离和串绕等测试。这样一来，不必等到电缆全部安装完毕，就可以开始测试，一旦发现故障可以立即纠正，既省时又省力。如果使用远端单元，还可查出接线错误以及判断出电缆的走向等。



图 2.71 小型手持式验证测试仪



图 2.72 单端电缆测试仪

2. 认证测试仪

1) 为什么要进行认证测试

目前,不少用户对所安装的双绞线不进行认证测试,而是在网络调试过程中进行检验,当网络可以连通时,就认为所安装的电缆是合格的。这种做法不仅是错误的,而且十分危险。因为网络在调试时,流量很低,此时用户察觉不到问题,但当网络流量很高时,就可能很难连上网。网络调试通过,并不意味着该电缆符合安装标准,也不意味着该电缆在网络正常运行时可以准确无误地工作。另外,目前大部分用户安装的是五类双绞线,运行的网络是 10Base-T,但是,10Base-T 可以运行并不代表 100Base-TX 也可以运行。因此,对安装的电缆是否可以支持高速信号,一定要通过认证测试才能证明其性能。否则,如果在升级到高速网时,才发现布线系统存在问题,那时可能已经无法或很难进行修复。

2) 认证测试仪的精度要求

认证测试仪的精度是测试仪的一项非常重要的特性。精度决定了测试仪对被测链路进行测试并判定为通过时的可信程度,即被测链路是否真正达到了所选测试标准的参数要求。

在 ANSI/TIA/EIA 568-B 标准中,定义了四类精度级别: I、II、IIe 和 III。其中 I、II 级精度针对认证测试五类布线系统的现场测试仪的测量精度要求, IIe 级精度针对认证测试超五类布线系统的现场测试仪的测量精度要求, III 级精度针对认证测试六类布线系统的现场测试仪的测量精度要求。精度等级的定义,对于通道测试或永久链路测试均是有效的。一级精度的测试仪器相对于二级精度的测试仪器来说,测试结果的不准确度范围更广。

ANSI/TIA/EIA 568-B 标准中定义了一个将现场测试仪的测试结果与实验室设备的测试结果进行比较的方法。

从更实际的角度讲,测试仪还需要有较快的测试速度。此外,测试仪能否向用户提供有助于找到布线故障的诊断能力也是十分重要的。测试仪器要能迅速告知用户一条环形链路中的故障部件的位置,这是极有价值的功能。其他需要考虑的方面还有:测试结果可转储打印、操作简单易用,以及支持其他类型电缆的测试。

3) 认证测试报告中的 10 个测试参数

认证测试依据的测试标准为 TIA TSB-67 Channel/Basic Link、ISO 11801 及各类网络标准相应的布线规范。国际布线标准 ANSI/TIA/EIA 568B 的 11.2.4.1 节中列出了 10 个测试参数。它要求对布线系统的物理特性和电气特性进行测试,物理特性测试如线缆接线图和开路、短路及定位等,电气特性测试如近端串扰、综合近端串扰、回波损耗、衰减串扰比、



综合衰减串扰比、传输时延、等效远端串扰和综合等效远端串扰等。在测试过程中,根据现场情况的需要,识别和定位被测试链路中的物理故障和电气故障。一份完整的测试报告还需要绘制测试链路的各电气特性图表,最后生成布线认证测试分析报告。

(1) 线路检查。这种简单的测试,可以查看线到线的连接,验证扭绞在一起的线是否正确。

(2) 特性阻抗。特性阻抗与环路直流电阻不同,特性阻抗包括电阻及频率为 1 M~100 MHz 的感抗及容抗,它与一对电线之间的距离及绝缘材料的电气性能有关。各种电缆有不同的特性阻抗。对双绞线电缆而言,常见的特性阻抗有 100 Ω 、120 Ω 及 150 Ω 三种。

(3) 长度。标准规定,永久链路的长度不超过 295 英尺(或 90 m),信道长度不应超过 328 英尺(或 100 m)。使用时域反射技术的手持测试仪可以检查布线安装的长度。

(4) 插入损耗。这是测量一个永久链路或信道中所有组件的总信号损耗。测试仪从布线线路一端输入标定信号,在另一端测量接收到的信号强度。两个强度的比值就是插入损耗,用分贝表示插入损耗与衰减密切相关,且随温度的变化而变化。

(5) 近端串扰。测量同一根线缆内一个线对泄漏到其他线对的信号强度。可以测量出一个线对上的信号在同端另一个线对上的泄漏或耦合信号。

(6) 综合近端串扰。由于多个线对都在按千兆以太网传输,在近端的接收机可能需要解决其他 3 个线对造成的干扰积累。这个测试对线对与线对的近端串扰功率进行测试并累加,以确保这种干扰处在标准要求的范围内。

(7) 等效远端串扰。千兆以太网在发射机的远端有多个接收机,因此接收机除了受到近端干扰外,还会受到线对之间信号泄露的干扰。因为这种干扰在沿线传播时会衰减,测试仪会把这个衰减加回到接收的噪声等级,这样,短距离和长距离的传输可以在同样的基准上测量。

(8) 综合等效远端串扰。既然在一端的 3 个线对上的传输会泄漏到第 4 个线对,那么,它可能会干扰这个线对在远端的接收机。这个测试累加这种串扰的功率总和,以确保它在可接受的范围内。

(9) 回波损耗。如果一个线对上的信号在传输过程中线路阻抗发生变化,那么信号的一部分会反射回发射机。在每个线对上都进行全双工传输时,在每个线对的同一端不但有发射机,还有接收机。如果这种反射强度足够大,它会干扰发射机。回波损耗就是用于测量这种阻抗的变化。

(10) 时延偏离。千兆以太网把一个信号分成 4 部分,并分别在 4 个线对上传输,然后在另一端把这 4 部分还原成原来的信号。这意味着信号的 4 个部分必须同时到达。为降低交叉串扰,水平线缆的 4 个线对的单位扭绞层数不同。扭绞得越紧,相对来说,信号传输距离越长。这样,不同线对上信号传输的实际距离就有微小的差别。如果这个差别太大,原来的信号就不能复原。信号延迟中的最大不同或相位偏移是:信道 50 ns,永久链路 44 ns。

4) 常用的认证测试仪

(1) Fluke DSP-4300 认证测试仪。

Fluke DSP-4300 认证测试仪如图 2.73 所示。它能为高速铜缆和光纤网络提供更综合的电缆认证测试。测试仪内部有存储器,方便了电缆编号的存储和下载。此外,增强的 6 类通道适配器和永久链路适配器成为其标准配置,进一步提高了测试的准确性和效率。其配

置还包括: Cable Manager 软件、语音对讲耳机、AC 适配器/电池充电器、便携软包、使用手册快速参考卡、仪器背带、同轴电缆(BNC)、校准模块、RS-232 串行电缆以及 RJ-45 到 BNC 的转换电缆。



图 2.73 Fluke DSP-4300 认证测试仪

(2) DSP FTK 光缆测试工具。

DSP FTK(Fiber Test Kit)光缆测试工具如图 2.74 所示。使用一条短的双绞线,将光功率表(DSP-FOM)和 DSP 系列电缆测试仪(OneTouch 网络故障一点通或 LANMeter 企业级网络测试仪)连接起来。在光功率表上选择测量的波长(850 nm、1300 nm 和 1550 nm)后,测试仪便开始测量,并显示、存储测试结果。使用 DSP-FOM 光功率表测量光功率(dBm 或 mW)也可以测量光功率损耗(dB)。光功率损耗(或衰减)在光缆链路的端点测量光的能量(输出),并且与参考的输入(光源)进行比较。该损耗测量排除了测试连接光缆的损耗,从而提供了光缆链路的真实损耗值。使用者可以自定义测试的通过或不通过限度及测试方向(A-B 或 B-A)。

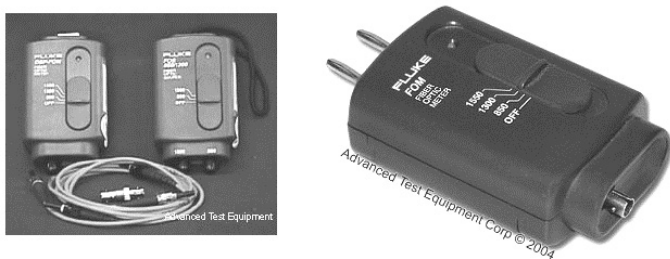


图 2.74 DSP FTK 光缆测试工具

2.4.3 其他常用工具

综合布线工程既可以看作是一个 IT 集成项目,也可以视为建筑电气安装工程、弱电项目工程的一部分。因此,在大楼综合布线工程中,其施工安排和工具使用与普通电气安装工程有许多相似之处。在其他综合布线书籍中,很少提及电气施工常用工具,这容易导致设计安装工程师和现场管理人员出现“眼高手低”的情况。作为现场施工的督导人员,必



须熟悉布线施工中需使用的全部工具。有些工具在整个布线安装过程中极少使用,可向电气安装工程队借用,或者将这项工序交由用户安排给他们完成。

电气施工常用的工具包括:钳子、起子、扳手、锤子、凿子、墙冲、锯齿凿和斜管凿、钢锯与台虎钳、直梯和人字梯、管子台虎钳、管子切割器、管子钳、螺纹铰板、低压试电笔、简易弯管器、扳曲器、射钉器(射钉枪)、型材切割机、手电钻、冲击电钻、电锤、数字万用表、接地电阻测量仪(又名接地电阻摇表,简称接地摇表)。

复习思考题

- (1) UTP、STP、SFTP 和 FTP 的中文意思是什么?
- (2) 三类(CAT3)和超五类(CAT5E)的数据传输速率每秒可达多少兆比特?
- (3) 什么是近端串扰?
- (4) 写出 25 对双绞线电缆的色彩编码。
- (5) 画图说明 RJ-45 接头和模块的线对。
- (6) 简述配线架的分类。
- (7) 什么叫跳线?在综合布线中,它完成什么工作?
- (8) 以光导纤维(光纤)为传输介质的通信方式叫光通信,光通信有何优、缺点?
- (9) 光缆的主要用料有几种?
- (10) 光纤的连接方式有几种?
- (11) 光纤跳线和铜缆跳线有什么不同?
- (12) 什么是管槽系统?管槽系统包括哪几个部分?
- (13) 综合布线工程中使用扎带做什么?为什么要用尼龙扎带与金属扎带?
- (14) 布线的标签有哪些性能要求?
- (15) 光缆和铜缆布线系统的常用安装工具有哪些?
- (16) 什么叫验证测试?什么叫认证测试?