

网络布线系统工程设计

网络综合布线系统工程设计是整个网络工程建设的蓝图和总体框架结构,网络方案的质量将直接影响到网络工程的质量和性价比。在设计综合布线系统集成方案时,应该从综合布线系统的设计原则出发,在总体设计的基础上进行7个子系统的详细设计,以保证综合布线系统工程的整体性和系统性。

3.1 总体设计

在充分了解网络需求的基础上,进行科学的网络布线的构思创意,对综合布线系统工程做出高屋建瓴的定位,即总体设计。总体设计是工程施工最重要的依据,只有对综合布线系统进行了合理的总体设计,才有对各个子系统进行合理设计的可能。

3.1.1 网络布线工程设计概述

网络综合布线工程设计是整个布线工程能否满足用户需求,提供高性能和高性价比网络系统的关键所在。网络布线工程设计主要包括以下几个方面的内容。

- (1) 建筑物和施工场地勘查,获取建筑物平面图。
- (2) 分析用户需求。评估用户的网络要求和通信要求,并结合近期发展规划,确定数据、语音的传输介质,确定信息点分布、楼层数量、建筑群数量以及网络系统的等级。
- (3) 布线路由的选择与设计。确定水平系统、垂直子系统线缆和楼宇之间干线线缆的走向、敷设方式以及管槽系统的材料。
- (4) 布线方式的选择。
- (5) 线缆和布线产品的选择。
- (6) 布线图纸设计。
- (7) 与用户交换意见并完善布线图纸设计。
- (8) 依据施工中遇到的实际情况,酌情修改布线图纸。

设计综合布线系统应采用开放式星型拓扑结构,该结构下的每个分支子系统都是相对独立的单元,对每个分支单元系统改动都不影响其他子系统。只要改变节点连接就可使网络在星型、总线型、环型等各种类型之间进行转换。综合布线配线设备的典型设置与功能组合如图 3-1 所示。

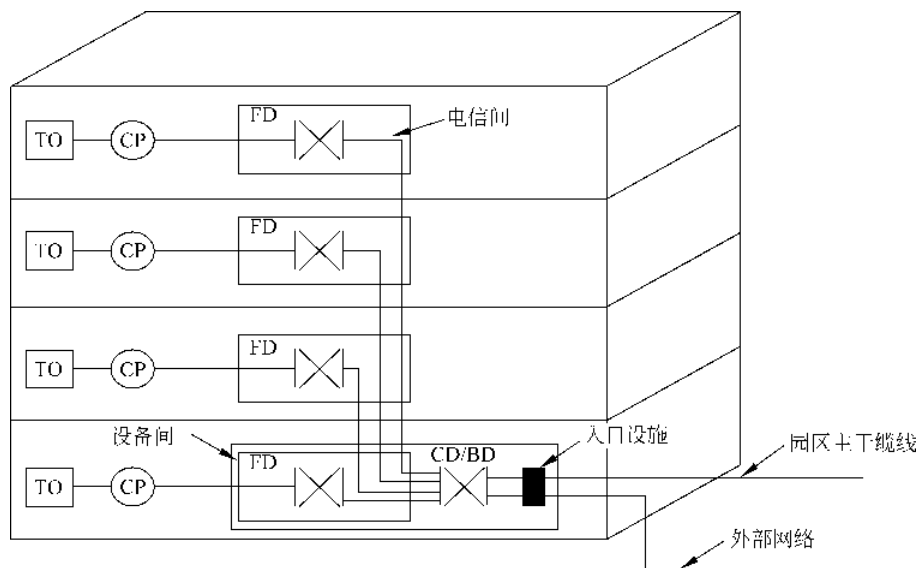


图 3-1 综合布线配线设备的典型设置与功能组合

在进行网络总体设计时,主要应当考虑3方面的问题:第一,采用什么线缆;第二,采用什么路由;第三,采用什么敷设方式。对传输距离和传输速率的要求,决定着使用光纤还是双绞线,单模光纤还是多模光纤;建筑的物理结构以及建筑物的相对位置,决定着线缆敷设路由;对室内外环境破坏程度的承受能力,以及对现有设施的充分利用,决定着线缆的敷设方式。

从某种意义上讲,布线设计不仅决定着网络性能和布线成本,甚至决定着网络能否正常通信。例如:采用超5类非屏蔽双绞线,通常只能支持100Mbps的传输速率;在相距较远的建筑间采用多模光纤,将导致建筑物间无法通信;在电磁干扰严重的场所采用非屏蔽双绞线,将导致设备通信失败。因此,在设计布线工程时,应当充分考虑各个方面的因素,并严格执行各种布线标准。

3.1.2 布线材料的选择

在《商业建筑通信电缆布线标准》TIA/EIA 568-A标准中,对于D级布线系统支持应用的器件为5类,但在TIA/EIA 568-B.2.1标准中仅提出5e类(超5类)与6类的布线系统,并确定6类布线支持带宽为250MHz。在TIA/EIA 568-C.0标准中又规定了6a类(增强6类)布线系统支持的带宽为600MHz。目前,3类与5类的布线系统只应用于语音主干布线的大对数电缆及相关配线设备中。

1. 线缆选择

光缆通常应用于建筑群子系统和垂直主干子系统,部分应用于对传输速率和安全性有较高要求的水平布线子系统。双绞线则通常应用于水平布线子系统,也可应用于投资较少,且对传输速率要求不太高的垂直主干子系统。同轴电缆很少被应用于综合布线系统。线缆类型及其适用场合见表3-1。

表 3-1 线缆类型及其适用场合对照表

类别	规格	适用
单模光缆	$8\mu\text{m}/125\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}/125\mu\text{m}$	建筑群布线
多模光缆	$50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$	垂直主干布线或间距小于 500m 的建筑群布线
	$62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$	垂直主干布线或间距小于 200m 的建筑群布线
双绞线	超 5 类非屏蔽	电磁干扰不严重的普通水平布线和工作区布线
	6 类非屏蔽	电磁干扰不严重的高性能水平布线、工作区布线或垂直主干布线
	屏蔽	电磁干扰较严重的水平布线

综合布线系统光纤信道应采用标称波长为 850nm 和 1300nm 的多模光缆及标称波长为 1310nm 和 1550nm 的单模光缆。单模和多模光缆的选用应符合网络的构成方式、业务的互通互连方式及光纤在网络中的应用传输距离的要求。楼内宜采用多模光缆,建筑物之间宜采用多模或单模光缆,需直接与电信业务经营者相连时宜采用单模光缆。

2. 其他布线材料的选择

除线缆外,其他布线材料主要包括信息插座、配线架、适配器、耦合器、跳线、连接器以及光电收发器和网络设备等。

其他布线材料除了必须满足的布线需要外,还应当与线缆的类型相适应。例如:当水平布线选择使用 6 类非屏蔽双绞线时,与该布线系统相适应的配线架、信息插座、跳线等布线材料,也应当选择 6 类非屏蔽系统;当垂直布线采用 $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 或 $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 多模光纤时,则也应当选择与之相适应的光纤终端盒、光纤耦合器、光纤信息模块、光纤跳线等布线材料。

布线辅料(如线槽、管道、支架、机柜、标签等)应当根据工程量的大小和布线场地的实际情况,适当进行选择。

3.1.3 信道总体设计

综合布线系统双绞线信道应由最长 90m 的水平缆线、最长 10m 的跳线和设备缆线及最多 4 个连接器件组成,永久链路则由 90m 水平缆线及 3 个连接器件组成。信道内各组件的连接方式如图 3-2 所示。

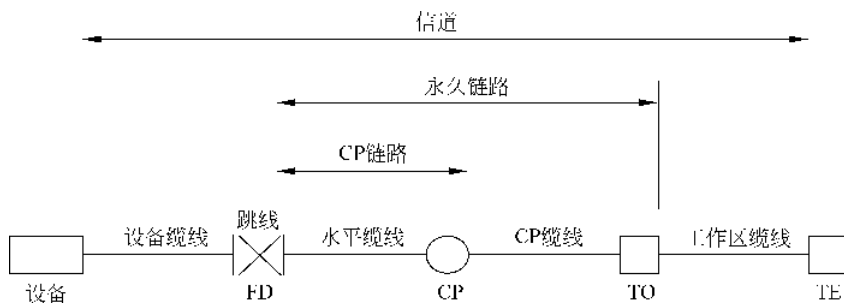


图 3-2 信道内各组件的连接方式

综合布线铜缆系统的分级与类别划分应符合表 3-2 的要求。

表 3-2 铜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	连接硬件
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

注：3 类、5/5e 类、6 类、7 类布线系统应能支持向下兼容的应用。

光纤信道分为 OF-300、OF-500 和 OF-2000 共 3 个等级，各等级光纤信道应支持的应用长度不应小于 300m、500m 及 2000m。

光纤信道构成方式应符合以下要求。

(1) 水平光缆和主干光缆至楼层电信间的光纤配线设备应经光纤跳线连接构成，如图 3-3 所示。

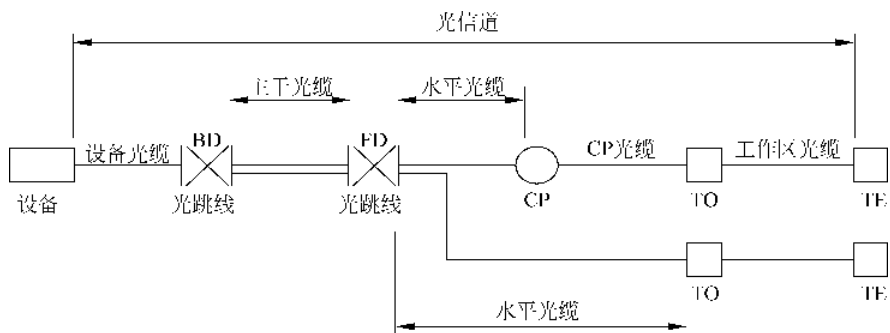


图 3-3 光缆经电信间 FD 光纤跳线连接

(2) 水平光缆和主干光缆在楼层电信间应经端接（熔接或机械连接）构成如图 3-4 所示。

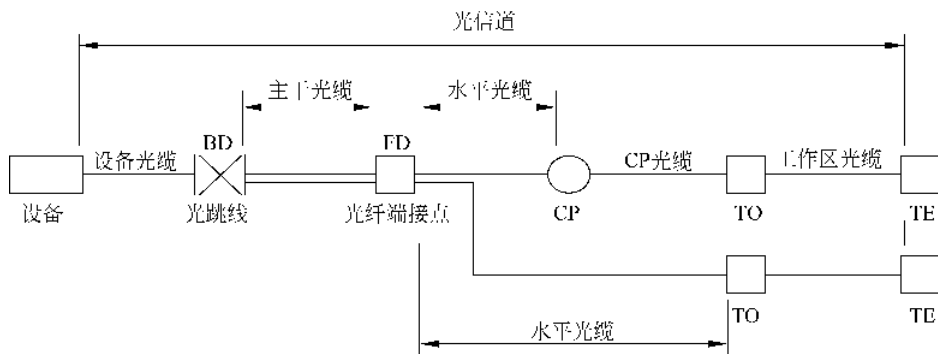


图 3-4 光缆在电信间 FD 做端接

(3) 水平光缆经过电信间直接连至大楼设备间光配线设备构成如图 3-5 所示。

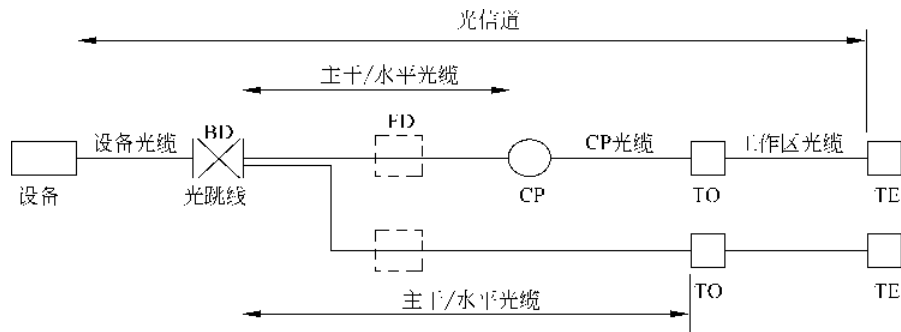


图 3-5 光缆经过电信间 FD 直接连接至设备间 BD

注：FD 安装于电信间，只作为光缆路径的场合。

当工作区用户终端设备或某区域网络设备须直接与公用数据网进行互通时，宜将光缆从工作区直接布放至电信入口设施的光配线设备。

3.1.4 信道和线缆长度

综合布线系统水平缆线与建筑物主干缆线及建筑群主干缆线之和所构成信道的总长度不应大于 2000m。

配线子系统各缆线长度应符合如图 3-6 所示的划分长度。

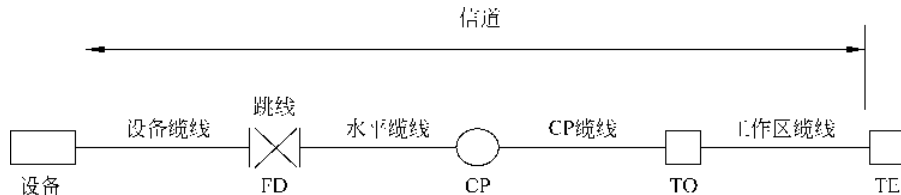


图 3-6 配线子系统各缆线长度

与此同时，配线子系统各缆线长度还应符合下列要求。

- (1) 配线子系统信道的最大长度不应大于 100m。
- (2) 工作区设备缆线、电信间配线设备的跳线和设备缆线之和不大于 10m，当大于 10m 时，水平缆线长度(90m)应适当减小。
- (3) F 级的永久链路仅包括 90m 水平缆线和 2 个连接器件(不包括 CP 连接器件)。
- (4) 楼层配线设备(FD)跳线、设备缆线及工作区设备缆线各自的长度不应大于 5m。

在《用户建筑综合布线》(ISO/IEC 11801 2002-09)5.7 和 7.2 条款，以及 TIA/EIA 568-B.1 标准中，列出了综合布线系统主干缆线及水平缆线等的长度限值。不过，由于综合布线系统在网络的应用中可以选择不同类型的电缆和光缆，所以在相应的网络中所能支持的传输距离是不相同的。例如，在 IEEE 802.3an 标准中，综合布线系统 6 类布线系统在 10Gbps 以太网中所支持的长度应不大于 55m，但 6a 类和 7 类布线系统支持长度可达到 100m。表 3-3 和表 3-4 分别列出光纤在 100Mbps、1Gbps、10Gbps 以太网中支持的传输距离，表明了相关标准对于布线系统在网络中的应用情况。

表 3-3 100Mbps、1Gbps 以太网中光纤的应用传输距离

光纤类型	应用网络	光纤直径/ μm	波长/nm	带宽/MHz	应用距离/m
多模	100Base-FX	62.5 或 50	850	125	2000
	1000Base-SX	62.5	850	160	220
	1000Base-LX			200	275
				500	550
	1000Base-SX	50	850	400	500
	1000Base-LX			500	550
1300				400	550
单模	1000Base-LX	<10	1310	500	550
				5000	

表 3-4 10Gbps 以太网中光纤的应用传输距离

光纤类型	应用网络	光纤直径/ μm	波长/nm	模式带宽/(MHz/km)	应用范围/m
多模	10GBase-S	62.5	850	160/150	26
				200/500	33
				400/400	66
		500/500		82	
		2000		300	
	10GBase-LX4	62.5	1310	500/500	300
		50		400/400	240
				500/500	300
	10GBase-SR	62.5	850	200	33
		50		400	66
				2000	66
	10GBase-SW	62.5	850	500	65
50		2000		300	
单模	10GBase-L	<10	1310		10000
	10GBase-LW		1310		10000
	10GBase-LR		1310		10000
	10GBase-LX4		1310		2~10000
	10GBase-E		1550		40000
	10GBase-ER		1550		400000
	10GBase-ZR		1550		80000
	10GBase-EW		1550		40000

注：① 万兆以太网标准比较多，有 2002 年的 IEEE 802.3ae、2004 年的 IEEE 802.3ak、2006 年的 IEEE 802.3an、IEEE 802.3aq 和 2007 年的 IEEE 802.3ap 等。

② 10Gbps 光网络以激光优化 50 μm 光纤(OM3)作为首选的传输介质，没有经过优化的线缆直径为 50 μm 的光纤称为 OM2，而线径 62.5 μm 的光纤称为 OM1 光纤。

③ 10GBase-S 系列标准包括 10GBase-S、10GBase-SR 和 10GBase-SW 3 个标准，10GBase-SR 被设计用于暗光纤，而 10GBase-SW 则用来连接广域网。同样，10GBase-E 系列包含的 10GBase-ER 和 10GBase-L 系列包含的 10GBase-LR 也被设计于暗光纤(冗余备份)，10GBase-EW 和 10GBase-LW 则被设计用于连接广域网。

④ 10Gbps 以太网标准化第一阶段规定了 10GBase-LR/ER/SR 和 LX4 光学端口，当初要求采用这些端口以满足 10Gbps 以太网早期市场采用者的需求；第二阶段面向的是基于铜缆的低成本 10Gbps 以太网，包括 10GBase-CX4(针对机房中的设备间互连)和 10GBase-T(交换机到桌面互连)标准；第三阶段开发新型的低成本(大批量)、低功率、小型化、通用的多模光纤端口类型，称为 10GBase-LRM。10GBase-LRM 支持传统类型和新型多模光纤。

⑤ 2002 年 3 月份颁布了激光优化 50 μm 多模光纤标准：TIA/EIA 492AAAC。该光纤经 850nm 波长激光优化，包括最小 2000MHz/km 有效模式带宽。除 OM3 光纤之外，OM1 和 OM2 光纤别分别为标准的 62.5 μm 和 50 μm 多模光纤。

1Gbps 光缆链路所能支持的最长传输距离如图 3-7 所示。

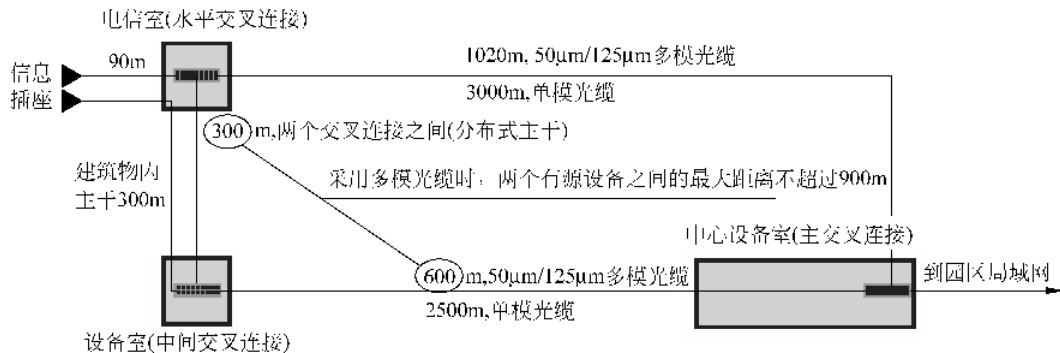


图 3-7 1Gbps 光缆链路最长传输距离

10Gbps 光缆链路所能支持的最长传输距离如图 3-8 所示。

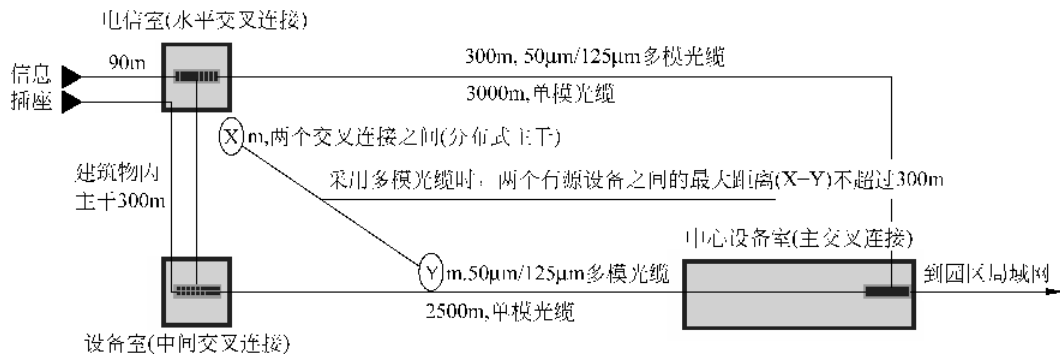


图 3-8 10Gbps 光缆链路最长传输距离

ISO/IEC 11801 2002-09 版中对水平缆线与主干缆线之和的长度做出了规定。依据 TIA/EIA 568-B.1 标准针对布线系统各部分缆线长度的关系及要求，给出了图 3-9 和表 3-5 中的相应数据供工程设计时使用。

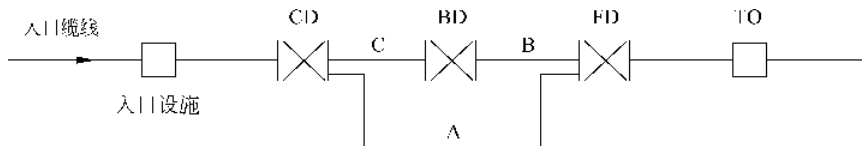


图 3-9 综合布线系统主干缆线构成

表 3-5 线缆最大传输距离

缆线类型	各线段长度限值/m		
	A	B	C
100Ω 对绞电缆	800	300	500
62.5μm 多模光缆	2000	300	1700

续表

缆线类型	各线段长度限值/m		
	A	B	C
50 μ m 多模光缆	2000	300	1700
单模光缆	3000	300	2700

注：① 如 B 距离小于最大值时，C 为对绞电缆的距离可相应增加，但 A 的总长度不能大于 800m。

② 表中 100 Ω 对绞电缆作为语音的传输介质。

③ 单模光纤的传输距离在主干链路时允许达 60km，但被认可至本规定以外范围的内容。

④ 对于电信业务经营者在主干链路中接入电信设施能满足的传输距离不在本规定之内。

⑤ 在总距离中可以包括入口设施至 CD 之间的缆线长度。

⑥ 建筑群与建筑物配线设备所设置的跳线长度不应大于 20m，如超过 20m 时主干长度应相应减少。

⑦ 建筑群与建筑物配线设备连至设备的缆线不应大于 30m，如超过 30m 时主干长度应相应减少。

3.1.5 系统应用设计

综合布线系统工程设计应按照近期和远期的通信业务、计算机网络拓扑结构等需要，选用合适的布线器件与设施。选用产品的各项指标应高于系统指标，才能保证系统指标得以满足和具有发展的余地，同时也应考虑工程造价及工程要求，对系统产品选用应恰到好处。

对于综合布线系统，电缆和接插件之间的连接应考虑阻抗匹配和平衡与非平衡的转换适配。在工程(D 级至 F 级)中特性阻抗应符合 100 Ω 标准。在系统设计时，应保证布线信道和链路在支持相应等级应用中的传输性能，如果选用 6 类布线产品，则缆线、连接硬件、跳线等都应达到 6 类，才能保证系统为 6 类。如果采用屏蔽布线系统，则所有部件都应选用带屏蔽的硬件。

同一布线信道及链路的缆线和连接器件应保持系统等级与阻抗的一致性。

综合布线系统工程的产品类别及链路、信道等级的确定应综合考虑建筑物的功能、应用网络、业务终端类型、业务的需求及发展、性能价格、现场安装条件等因素，应符合表 3-6 所示的要求。

表 3-6 布线系统等级与类别的选用

业务种类	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	5e/6	C	3(大对数)	C	3(室外大对数)
数据	D/E/F	5e/6/7	D/E/F	5e/6/7(4 对)		
	光纤(多模或单模)	62.5 μ m 多模/50 μ m 多模/<10 μ m 单模	光纤	62.5 μ m 多模/50 μ m 多模/<10 μ m 单模	光纤	62.5 μ m 多模/50 μ m 多模/<10 μ m 单模
其他应用	可采用 5e/6 类 4 对对绞电缆和 62.5 μ m 多模/50 μ m 多模/<10 μ m 多模、单模光缆					

注意：其他应用指数字监控摄像头、楼宇自控现场控制器(DDC)、门禁系统等采用网络端口传送数字信息的应用。其他应用一栏应根据系统对网络的构成、传输缆线的规格、传输距离等要求选用相应等级的综合布线产品。

跳线两端的插头。IDC 指 4 对或多对的扁平模块，主要连接多端子配线模块；RJ-45 指 8 位插头，可与 8 位模块通用插座相连；跳线两端如为 ST、SC 或 SFF 光纤连接器件，则与

相应的光纤适配器配套相连。图 3-10 所示为 IDC 和 RJ-45 插头,图 3-11 所示为各种常见的光纤连接器。



图 3-10 IDC 和 RJ-45 插头

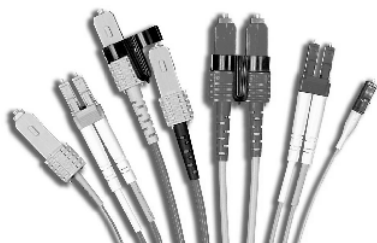


图 3-11 常见光纤连接器

信息点电端口如为 7 类布线系统时,采用 RJ-45 或非 RJ-45 型的屏蔽 8 位模块通用插座。图 3-12 所示为 Siemon 的 7 类布线系统中的信息插座与插头。

在 ISO/IEC 11801 2002-09 标准中,提出除了维持 SC 光纤连接器件用于工作区信息点以外,同时建议在设备间、电信间、集合点等区域使用 SFF 连接器件及适配器。小型光纤连接器件与传统的 ST、SC 光纤连接器件相比体积较小,可以灵活地使用于多种场合。目前,小型光纤连接器件被布线市场认可的主要包括 LC、MT-RJ、VF-45 和 MU。

为保证传输质量,配线设备连接的跳线宜选用产业化制造的各类跳线,在电话应用时宜选用双芯对绞电缆。

普通工作区的信息点通常为电端口,应当采用 8 位模块通用插座(RJ-45)。对于安全性和传输速率要求较高的工作区(如服务器机房)大多采用光端口,则宜采用 SFF 连接器件及适配器。

FD、BD 和 CD 配线设备应采用 8 位模块通用插座或卡接式配线模块(多对、25 对及回线型卡接模块),以及光纤连接器件及光纤适配器(单工或双工的 ST、SC 或 SFF 光纤连接器件及适配器)。

CP 集合点安装的连接器件应选用卡接式配线模块、8 位模块通用插座或各类光纤连接器件和适配器。



图 3-12 7 类布线系统中的信息插座与插头

3.1.6 屏蔽布线系统

综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于 3V/m 时,宜采用屏蔽布线系统进行防护。电磁兼容国家标准(GB/T 177991—1999)《居住、商业的轻工业环境中的抗扰度试验》与国际标准草案 77/181/FDIS 及 IEEE 802.3—2002 标准中都认可 3V/m 的指标值。

用户对电磁兼容性有较高的要求(电磁干扰和防信息泄露),或网络安全保密有需要时,宜采用屏蔽布线系统。在具体工程项目的勘察设计过程中,如用户提出要求或现场环境中存在磁场的干扰,则可以采用电磁骚扰测量接收机做测试,或使用现场布线测试仪配备相应的测试模块对模拟的布线链路做测试,取得了相应的数据后,进行分析并作为工程实施依据。另外,当采用非屏蔽布线系统无法满足安装现场条件对缆线的间距要求时,也应当采用

屏蔽布线系统。

屏蔽布线系统采用的电缆、连接器件、跳线、设备电缆都应是屏蔽的,并保持屏蔽层的连续性。

3.1.7 开放型办公室布线系统

对于办公楼、综合楼等商用建筑物或公共区域大开间的场地,由于其使用对象数量的不确定性和流动性等因素,宜按开放办公室综合布线系统的要求进行设计,并应符合下列规定。

采用多用户信息插座时,每一个多用户插座包括适当的备用量在内,宜能支持 12 个工作区所需的 8 位模块通用插座。各段缆线长度可按下式计算:

$$C = (102 - H) / 1.2$$

$$W = C - 5$$

式中: $C=W+D$ ——工作区电缆、电信间跳线和设备电缆的长度之和;

D ——电信间跳线和设备电缆的总长度;

W ——工作区电缆的最大长度,且 $W \leq 22\text{m}$;

H ——水平电缆的长度。

采用集合点时,集合点配线设备与 FD 之间水平线缆的长度应大于 15m。集合点配线设备容量宜以满足 12 个工作区信息点需求来设置。同一个水平电缆路由不允许超过一个集合点(CP)。从集合点引出的 CP 线缆应终接于工作区的信息插座或多用户信息插座上。多用户信息插座和集合点的配线设备应安装于墙体或柱子等建筑物固定的位置。

3.1.8 工业级布线系统

工业级布线系统应能支持语音、数据、图像、视频、控制等信息的传递,并能应用于高温、潮湿、电磁干扰、撞击、振动、腐蚀气体、灰尘等恶劣环境中。

工业布线应用于工业环境中具有良好环境条件的办公区、控制室和生产区之间的交界场所、生产区的信息点,工业级连接器件也可应用于室外环境中。

在工业设备较为集中的区域应设置现场配线设备。

工业级布线系统宜采用星型网络拓扑结构。

工业级配线设备应根据环境条件确定 IP 的防护等级。

工业级布线系统产品选用应符合 IP 标准所提出的保护要求,国际防护(International Protection, IP)定级见表 3-7。

表 3-7 国际防护定级

级别编号 (第 1 位)	IP 编号定义(两位数)				级别编号 (第 2 位)
	保护级别		保护级别		
0	没有保护	对于意外接触没有保护,对异物没有防护	对水没有防护	没有防护	0
1	防护大颗粒异物	防止大面积人手接触,防护直径大于 50mm 的大固体颗粒	防护垂直下降水滴	防水滴	1

续表

级别编号 (第1位)	IP 编号定义(两位数)				级别编号 (第2位)
	保护级别		保护级别		
2	防护中等 颗粒异物	防止手指接触,防护直径 大于12mm的中固体颗粒	防止水滴溅射进入(最大 15°)	防水滴	2
3	防护小颗 粒异物	防止工具、导线或类似物 体接触,防护直径大于 2.5mm的小固体颗粒	防止水滴(最大60°)	防喷溅	3
4	防护谷粒 状异物	防护直径大于1mm的小 固体颗粒	防护全方位、泼溅水,允许有 限进入	防喷溅	4
5	防护灰尘 积垢	有限地防止灰尘	防护全方位泼溅水(来自喷 嘴),允许有限进入	防浇水	5
6	防护灰尘 吸入	完全阻止灰尘进入,防护 灰尘渗透	防护高压喷射或大浪进入, 允许有限进入	防水淹	6
			可沉浸在水下0.15~1m深度	防水浸	7
			可长期沉浸在压力较大的水下	密封防水	8

注:两位数用来区别防护等级,第1位针对固体物质,第2位针对液体。如IP67级别就等同于防护灰尘吸入和可沉浸在水下0.15~1m深度。

3.2 工作区设计

工作区是用户的办公区域,提供工作区的计算机或其他终端设备与信息插座之间的连接,包括从信息插座延伸至终端设备的区域。工作区布线要求相对简单,这样就容易移动、添加和变更设备。

3.2.1 工作区设计要点

一个独立的需要设置终端设备的区域宜划分为一个工作区,工作区子系统应由配线(水平)布线系统的信息插座,以及延伸到工作站终端设备处的连接电缆(跳线)及适配器组成。一个工作区的服务面积可按 $5\sim 10\text{m}^2$ 估算,每个工作区设置一部电话机或计算机终端设备,如图3-13所示,或按用户要求设置其他设备。

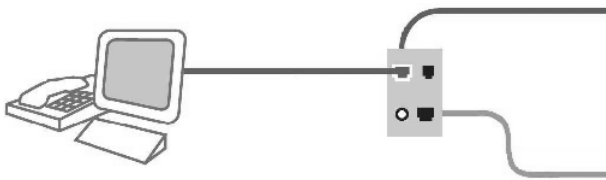


图 3-13 工作区

建筑物的功能类型较多,大体上可以分为商业、文化、媒体、体育、医院、学校、交通、住宅、通用工业等类型,因此,对工作区面积的划分应根据应用的场合做具体的分析后确定,工作区面积需求见表3-8。