

第4章 综合布线系统工程设计

为了配合现代化城镇信息通信网向数字化方向发展，规范建筑与建筑群的语音、数据、图像及多媒体业务综合网络建设，自2007年10月1日起实施国标《综合布线系统工程设计规范（GB 50311-2007）》（以下简称新规范），新规范是新建、扩建、改建建筑与建筑群综合布线系统工程设计的技术依据。本章将以新规范为主线介绍综合布线系统工程设计。

按照新规范，综合布线系统工程宜按工作区、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、进线间、管理区7个部分进行设计。具体有系统设计、系统配置设计、系统指标设计、安装工艺要求设计、电气防护及接地设计、防火设计等。

在智能建筑的建设中，有线电视一直是其中一个重要的子系统，尽管它在智能系统中所占比重很低。由于有线电视所用的传输系统（分配系统）为同轴电缆系统，其原理为共享型拓扑结构，与大多数智能系统的传输结构不一样，因此在施工时往往将有线电视单独看待，新规范中并不涉及。

4.1 设计前的准备

充分的设计准备工作是设计出结合建筑物实际、符合相关技术标准、满足用户需求的综合布线系统工程方案的基础。

在综合布线系统工程设计前必须进行一系列的设计准备工作，主要包括以下方面：

- 同综合布线项目工程用户方一起进行用户需求分析。
- 通过考察现场和查阅建筑设计图纸来熟悉建筑物的结构。
- 理顺综合布线系统工程与建筑物整体工程的关系。
- 掌握综合布线系统工程设计的标准、要点、原则和步骤。
- 根据网络拓扑结构确定综合布线的系统结构。
- 熟悉综合布线产品市场，为工程选择合适的布线产品。
- 掌握绘制综合布线系统工程设计图纸与施工图纸的方法。

4.1.1 用户需求分析

在综合布线系统工程规划及设计之前，必须首先了解用户的需求，并对用户需求进行分析。分析的结果是综合布线系统工程设计的基础数据，它的准确和完善程度将会直接影响综合布线系统的网络结构、线缆规格、设备配置、布线路由和工程投资等重大问题。

用户需求分析的内容

- (1) 了解综合布线系统工程的建筑环境。

综合布线系统工程的范围大小不一，但可以简单分为单幢智能建筑和由多幢智能建筑组成的建筑群体，后者也称为智能小区。

单幢智能建筑有以下几种：

- 办公楼（写字楼：专门用于公司出租的大型建筑）
- 住宅楼
- 商住楼（一二层用于商业，以上的多层是住宅，也称综合楼）
- 教学楼

智能小区可有以下几种：

- 办公智能小区
- 住宅智能小区
- 商住智能小区
- 校园智能小区

通过用户需求分析，了解需要进行综合布线的建筑，了解建筑的功用、环境、规模、结构、布局等情况。

（2）了解用户的应用需求。

应用需求就是用户对智能建筑或智能小区的功能需求。智能建筑设计标准（GB 50314-2006）中对办公建筑、商业建筑、文化建筑、媒体建筑、体育建筑、医院建筑、学校建筑、交通建筑、住宅建筑和通用工业建筑等各类智能建筑的功能提出了基本要求。了解用户的应用需求，可以参照该标准，引导用户，根据建筑的主要功能，在语音、数据、图像、视频、控制等方面做出应用需求选择。

我国建设部住宅产业化办公室初步将我国的智能化住宅小区依据所实现的功能划分为初级、中级和高级，具体如表 4-1 所示。

表 4-1 我国智能化小区功能表

	功能	初级	中级	高级
通信功能	小区通过光缆接入公共网	—	支持	支持
	数字程控交换机、语音服务	—	支持	支持
	共用电视系统	支持	支持	支持
	卫星电视天线	支持	支持	支持
	VOD 视频点播	—	—	支持
安防功能	闭路电视监视	—	支持	支持
	电子巡更系统	支持	支持	支持
	对讲、远程控制开锁	支持	支持	支持
	可视对讲、远程控制开锁	—	支持	支持
	密码或指纹锁	—	支持	支持
	家庭自动报警系统	—	—	支持
	紧急按钮	—	支持	支持
	防火、防煤气泄漏报警	支持	—	支持
	防灾及应急联动系统	—	—	支持

续表

	功能	初级	中级	高级
物业管理	三表 IC 卡或户外人工抄表	支持	—	—
	三表远距离自动抄表	—	支持	支持
	三表集中监控	—	—	支持
	给排水、变配电集中监控	支持（单机）	支持（网络）	支持（网络）
	电梯、供暖、车库车辆监控	—	支持	支持
	空调、空气过滤监控	—	—	支持
	公共区域照明自动控制	支持	支持	支持
	物业管理网络化、电脑化（收费、查询、报修）	支持（单机）	支持	支持
	电子布告栏、信息查询、电子邮件	—	支持	支持
	网上多功能信息服务	—	支持	支持
基础设施	网上高级信息服务（远程医疗、监护等）	—	—	支持
	家庭电器自动控制和远程电话控制	—	—	支持
PDS 布线、监控及管理中心	电话、电脑、视频三线满足基本要求	电话、电脑、视频及监控四线可扩展性好	电话、电脑、视频及监控四线可扩展性好	电话、电脑、视频及监控四线可扩展性好

建筑物内的所有信息流、数据流均可接入综合布线系统。用户的应用需求越多，建筑物的智能化程度越高，融入到综合布线系统中的信息子系统也将越多。

在确定建筑物或建筑群的功能需求以后，规划能适应智能化发展要求的相应的综合布线系统设施和预埋管线，设计综合布线系统可以防止今后增设或改造时造成工程的复杂性和费用的浪费。

（3）了解用户单位对信息点的要求。

每一个工作区信息点数量的确定范围比较大，从现有的工程情况分析，从设置 1~10 个信息点的现象都存在，并预留了电缆和光缆备份的信息插座模块。因为建筑物用户性质不一样，功能要求和实际需求不一样，信息点数量不能仅按办公楼的模式确定，尤其是对于专用建筑（如电信、金融、体育场馆、博物馆等建筑）及计算机网络存在内、外网等多个网络时，更应加强需求分析，做出合理的配置。

在一些用户单位，数据点可能会存在内网、外网、专网、政务网，语音点包括普通电话、红色电话等多个截然不同又不能混淆的网络，可能有一些无线接入点以及光纤信息点的接入要求再加上触摸查询机、外接大屏幕等特殊的点位。这就要求设计人员在设计之初就必须和用户方深入沟通，详细了解用户方的要求，以确定用户方对信息点数量的具体要求。

（4）了解用户单位对性能的需求。

性能需求有各应用子系统对服务效率、服务质量、网络吞吐率、网络响应时间、数据传输速度、资源利用率、可靠性、性能/价格比等的要求。

（5）了解各种约束对用户需求的影响。

这里所说的约束泛指对综合布线系统工程的各种制约因素。应注意分析技术、资金、时间、应用、环境等制约因素与用户需求矛盾，找出符合实际的结合点，充分满足用户需求。

用户需求分析主要考虑近期需求，兼顾长远发展需要，要多方征求意见。

4.1.2 现场勘察

现在，综合布线系统设施（如：进线间、设备间、电信间、缆线竖井等）和预埋管线等是随着建筑物（群）的建设一起施工建设的。通过到综合布线系统工程现场去实地查看或调查了解，才能对建筑环境、规模、结构、布局和已建成的综合布线系统设施和预埋管线形成一定的映像，进而做出认真细致的分析，设计出切实可行的综合布线方案。

现场勘察的着眼点主要应放在以下几个方面：

（1）了解各建筑物之间的距离、建筑工程中综合布线系统的进线间、设备间、电信间（如果综合布线系统与弱电系统设备合设于同一场地，从建筑的角度出发，称为弱电间）和工作区的位置，考虑建筑物之间的布线路由。

（2）了解电信间内或其紧邻处是否设置了缆线竖井；若没有可用的电缆竖井，则要和建筑方技术负责人商定垂直槽道的位置，并选择垂直槽道的种类。考虑建筑物垂直干线的布线路由。

（3）了解进线间、设备间和电信间的空间，考虑机柜的安放位置和到机柜的主干线槽的铺设方式。

（4）了解楼层数量及空间，各楼层、走廊和房间、电梯厅、大厅等的地面、墙壁、顶部吊顶的情况，考虑楼层中的布线路由。

（5）了解用户群的组织特点，确定工作区数量和性质、对信息点的需求（类型、数量、位置）。

（6）了解综合布线区域是否存在可能产生高电平电磁干扰的电动机、电力变压器、射频应用设备等电器设备，是否存在布线的禁区或有特殊的限制等。

4.2 系统设计的原则与步骤

4.2.1 设计原则

综合布线系统工程设计应遵循如下设计原则：

（1）综合布线系统设施及管线的建设，应纳入建筑与建筑群相应的规划设计之中。工程设计时，应根据工程项目的性质、功能、环境条件和近、远期用户需求进行设计，并应考虑施工和维护方便，确保综合布线系统工程的质量和安全，做到技术先进、经济合理。

（2）综合布线系统应与信息设施系统、信息化应用系统、公共安全系统、建筑设备管理系统等统筹规划，相互协调，并按照各系统信息的传输要求优化设计。

（3）综合布线系统作为建筑物的公用通信配套设施，在工程设计中应满足为多家电信业务经营者提供业务的需求。

（4）综合布线系统的设备应选用经过国家认可的产品质量检验机构鉴定合格的、符合国家有关技术标准的定型产品。

（5）综合布线系统的工程设计应符合国家现行有关标准的规定。

4.2.2 设计步骤

综合布线系统工程设计一般需要经过以下 7 个步骤：

- (1) 分析用户需求。
- (2) 获取建筑物平面图和结构图。
- (3) 系统结构设计。
- (4) 布线路由设计。
- (5) 可行性论证。
- (6) 绘制综合布线施工图。
- (7) 编制综合布线材料清单。

综合布线系统设计流程图如图 4-1 所示。

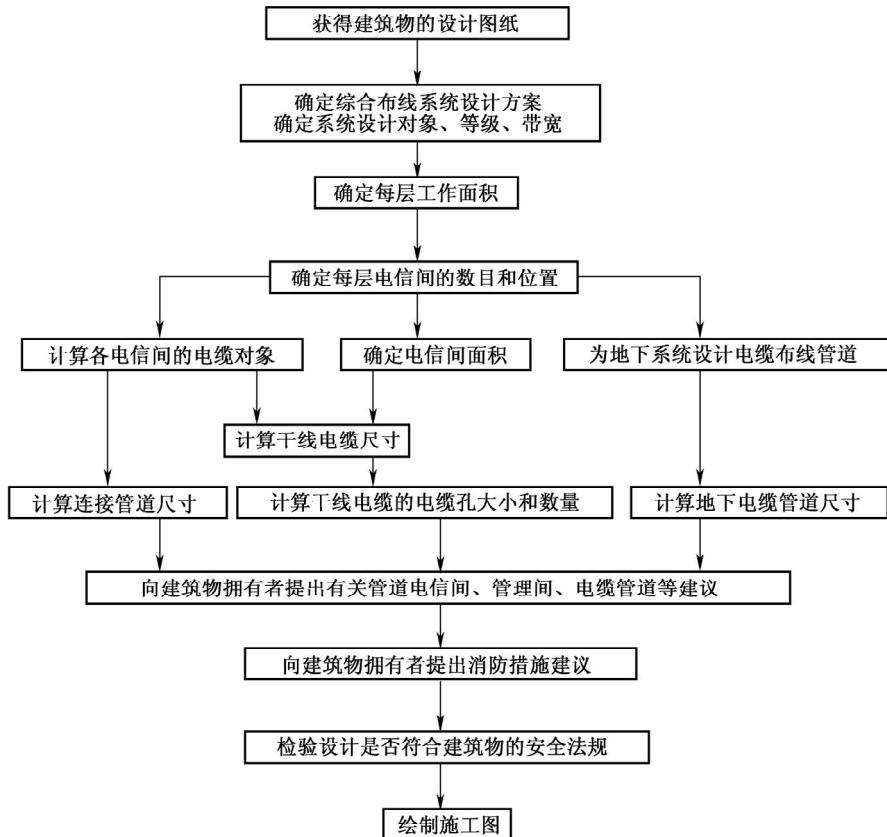


图 4-1 综合布线系统设计流程图

4.3 综合布线系统构成设计

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的改动都不影响其他子系统。只要改变结点连接就可使网络在星型、总线、环形等各种类型间进行转换。

开放式星型拓扑结构以一个建筑群配线架 CD 为中心, 配置若干个建筑物配线架 BD 和若干个楼层配线架 FD, 每个楼层配线架 FD 连接若干个信息点 TO 或通过多个 CP 连接至若干个信息点 TO。如图 4-2 所示是综合布线三级或四级星型拓扑结构。综合布线配线设备的典型设置与功能组合如图 4-3 所示。

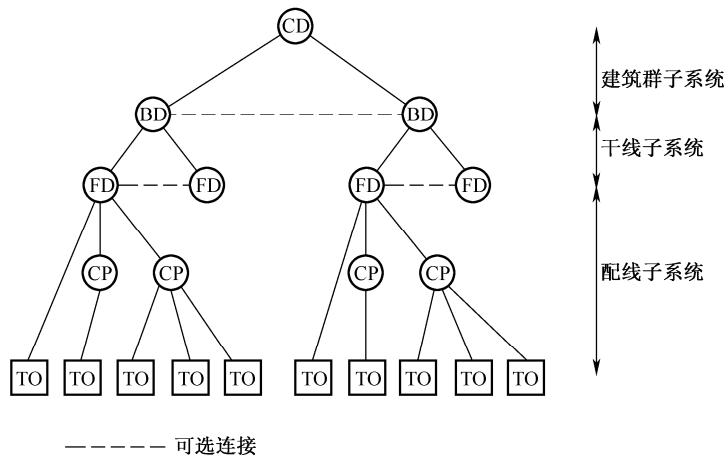


图 4-2 综合布线系统星型拓扑结构

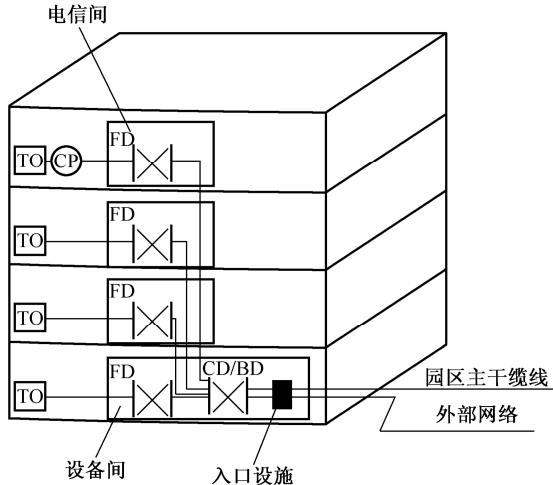


图 4-3 综合布线配线设备的典型设置

4.3.1 系统构成

本节介绍综合布线系统的构成应符合的要求。

1. 综合布线系统基本构成

综合布线系统基本构成应符合如图 4-4 所示的要求。

注：配线子系统中可以设置集合点（CP 点），也可以不设置集合点。

集合点用于完成开放式办公环境中水平布线与到工作区插座的线缆之间的互连。它同时适用于光纤与双绞线，并可以提供在办公室家具变动时取消连接与再连接的灵活性。模块化组

件使配置变得更容易，插入式安装使系统再配置既灵活又方便。

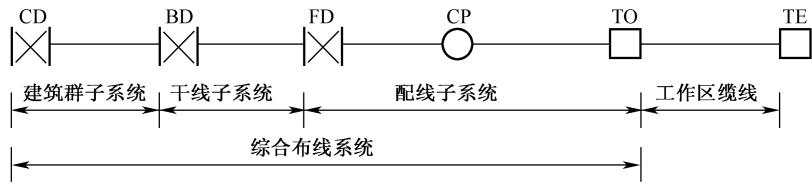


图 4-4 综合布线系统基本构成

2. 综合布线子系统构成

综合布线子系统构成应符合如图 4-5 所示的要求。(a) 中的虚线表示 BD 与 BD 之间，FD 与 FD 之间可以设置主干缆线，(b) 表示主干子系统有两种不同的构成方式：建筑物 FD 可以经过主干缆线直接连至 CD，TO 也可以经过水平缆线直接连至 BD。

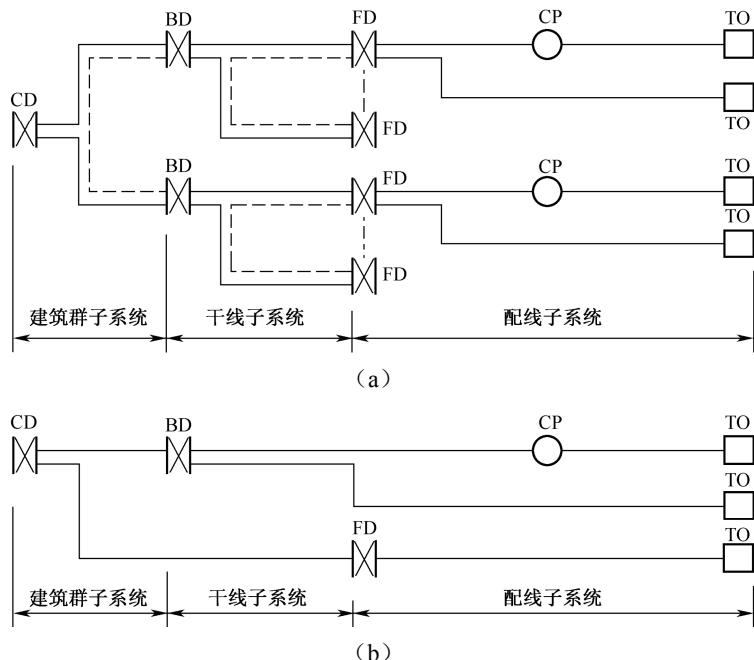


图 4-5 综合布线子系统构成

3. 综合布线系统入口设施及引入缆线构成

综合布线系统入口设施及引入缆线构成应符合如图 4-6 所示的要求。对设置了设备间的建筑物，设备间所在楼层的 FD 可以和设备中的 BD/CD 及入口设施安装在同一场地。

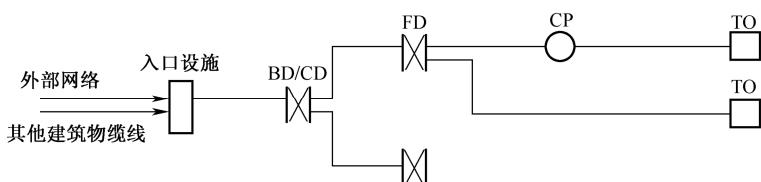


图 4-6 综合布线系统引入部分构成

4.3.2 系统分级与组成设计

1. 铜缆系统的分级与类别

综合布线铜缆系统的分级与类别划分应符合表 4-2 的要求。3 类、5/5e 类（超 5 类）、6 类、7 类布线系统应能支持向下兼容的应用。综合布线系统设计的分级与类别实际上取决于配线子系统。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。

表 4-2 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

分级标准主要依据 ISO/IEC 11801 和美国 ANSI/TIA/EIA 568 系列标准。

(1) ISO/IEC 11801: 1995 年发布 D 级（相当于 5 类）；2000 年发布 D 级（相当于超 5 类），定义至 100MHz，支持千兆以太网；2002 年发布 E 级（相当于 6 类），定义至 250MHz，参数的指标更加严格。2002 年 9 月又正式发布了 F 级（相当于 7 类）。

(2) ANSI/TIA/EIA: 1995 年发布 568A 标准 Cat 5，支持应用的器件为 5 类；2001 年 4 月发布 568B 标准 Cat 5e，定义至 100MHz，支持千兆以太网，已经不涵盖 5 类线；2002 年 6 月发布 568B.2-1 标准 Cat 6，定义至 250MHz，参数的指标更加严格；而 568B.2-10 标准推出的 Cat 6A（增强 6 类）更将传输带宽扩展至 500MHz。

2. 综合布线系统信道的组成

综合布线系统铜缆信道应由最长 90m 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。A、B、C、D、E 级永久链路则由 90m 水平缆线及 3 个连接器件组成，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）。连接方式如图 4-7 所示。

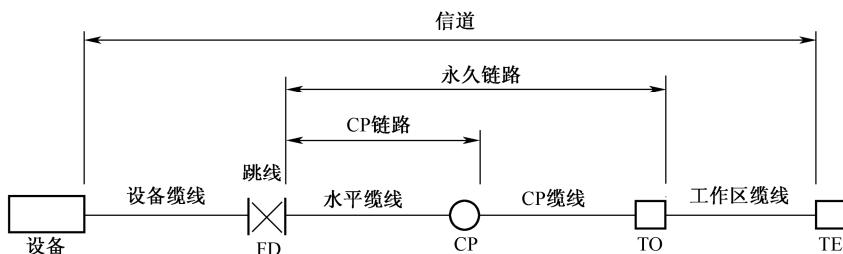


图 4-7 布线系统信道、永久链路、CP 链路构成

3. 光纤信道分级

综合布线的光纤信道分为 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不应小于 300m、500m 及 2000m。

将光纤信道分为三个等级主要为适应不同的工程应用。实际上,由于光纤本身的衰减很小,光纤信道长度已不是影响综合布线系统工程的障碍。在大型园区(如校园网、工矿网)如果超过2000m,通过技术经济比较有两种解决途径,一是调整综合布线系统整体方案,例如改动CD的设置位置,增加BD或FD的设置,使光纤信道维持在2000m;二是只要光信号的传输性能仍在两端光设备允许的范围,则可不限制光纤信道的实际长度,因为OF-2000等级规定的是“不应小于2000m”。

4. 光纤信道构成方式

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,如图4-8所示。

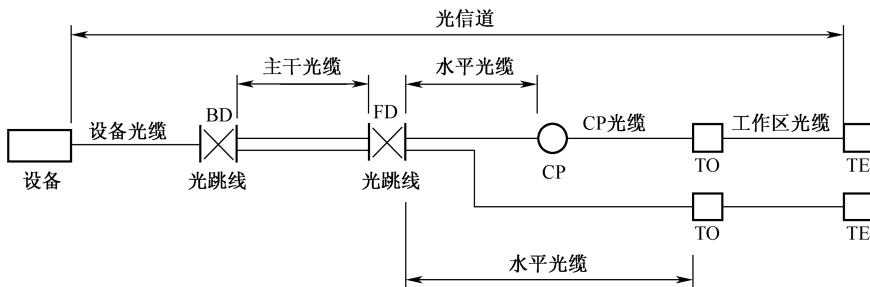


图4-8 光纤信道构成(1) (光缆经电信间FD光跳线连接)

(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),如图4-9所示。注意在FD只设光纤之间的连接点。

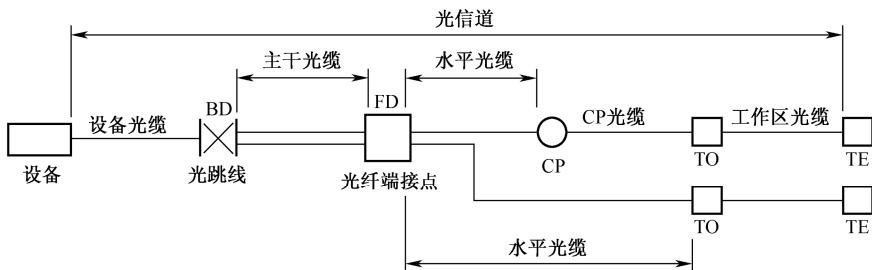


图4-9 光纤信道构成(2) (光缆在电信间FD做端接)

(3) 水平光缆经过电信间直接连至大楼设备间的光配线设备,其构成如图4-10所示。这种光纤信道构成方式的特点是,水平光缆经过电信间直接连至大楼设备间,中间不做任何连接处理。

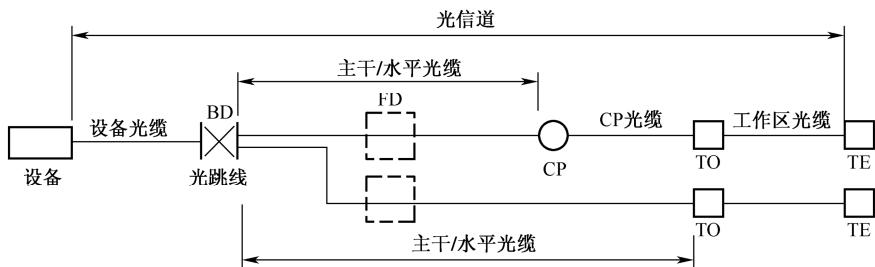


图4-10 光纤信道构成(3) (光缆经过电信间FD直接连接至设备间BD)

(4) 当工作区用户终端设备或某区域网络设备需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。

4.3.3 缆线长度划分

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。

建筑物或建筑群配线设备之间 (FD 与 BD、FD 与 CD、BD 与 BD、BD 与 CD 之间) 组成的信道出现 4 个连接器件时, 主干缆线的长度不应小于 15m。

配线子系统各缆线长度应符合如图 4-11 所示的划分, 并应符合下列要求:

- 配线子系统信道的最大长度不应大于 100m。
- 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应大于 10m, 当大于 10m 时, 水平缆线长度 (90m) 应适当减少。
- 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。

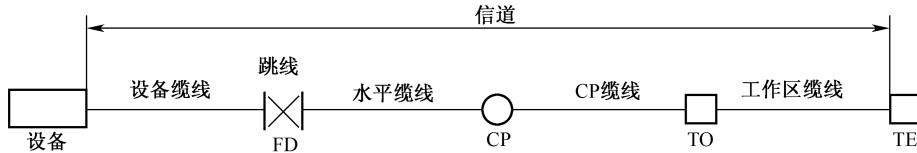


图 4-11 配线子系统缆线划分

关于缆线长度的划分, 新规范中是按照《用户建筑综合布线》ISO/IEC 11801 2002-09 5.7 与 7.2 条款与 TIA/EIA 568 B.1 标准的规定, 列出了综合布线系统主干缆线及水平缆线等长度的限值。但是综合布线系统在网络的应用中, 可选择不同类型的电缆和光缆, 因此, 在相应的网络中所能支持的传输距离是不相同的。在 IEEE 802.3 an 标准中, 综合布线系统 6 类布线系统在 10G 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仍可达到 100m。

为了更好地执行新规范, 现将相关标准对于布线系统在网络中的应用情况, 在表 4-3 和表 4-4 中分别列出了光纤在 100M、1G、10G 以太网中支持的传输距离, 供设计者参考。

表 4-3 100M、1G 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	850	160	2000
	1000BASE-SX				220
	1000BASE-LX				275
	1000BASE-SX		850	500	550
	1000BASE-LX			400	500
	1000BASE-LX		1300	500	550
	单模	1000BASE-LX		400	550
		<10	1310		5000

注: 此表中数据可参见 IEEE 802.3-2002。

表 4-4 10G 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)	应用距离 (m)	
多模	10GBASE-S	62.5	850	160/150	26	
				200/500	33	
				400/400	66	
		50		500/500	82	
				2000	300	
	1000BASE-LX4	62.5	1300	500/500	300	
				400/400	240	
		50		500/500	300	
单模	10GBASE-L	<10	1310		1000	
	10GBASE-E		1550		30000-40000	
	10GBASE-LX4		1300		1000	

注：此表中数据可参见 IEEE 802.3ac-2002。

在新规范中引用的是 ISO/IEC 11801 2002-09 版中对水平缆线与主干缆线之和的长度规定。为了使工程设计者了解布线系统各部分缆线长度的关系及要求，特依据 TIA/EIA 568 B.1 标准列出图 4-12 和表 4-5，以供工程设计中应用。

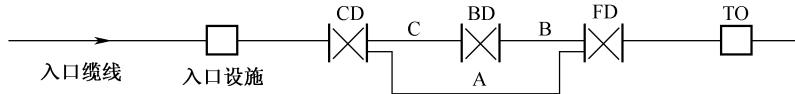


图 4-12 综合布线系统主干缆线组成

表 4-5 10G 以太网中光纤的应用传输距离

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
50μm 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 100Ω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。

4.3.4 系统应用

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，对系统产品的选用应恰如其分。

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。

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 100Ω 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。

综合布线系统工程的产品类别及链路、信道等级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 4-6 所示的要求。

表 4-6 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	62.5 μm 多模/50 μm 多模/<10 μm 单模	光纤	62.5 μm 多模/50 μm 多模/<10 μm 单模	光纤	62.5 μm 多模/50 μm 多模/<10 μm 单模
其他应用	可采用 5e/6 类 4 对对绞电缆和 62.5 μm 多模/50 μm 多模/<10 μm 多模、单模光缆					

注：

- (1) 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时的应用。
- (2) 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。

综合布线系统光纤信道应采用标称波长为 850nm 和 1300nm 的多模光纤及标称波长为 1310nm 和 1550nm 的单模光纤。

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。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。

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电、光各类跳线，在电话应用时宜选用双芯对绞电缆。

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、SFF 光纤连接器件，则与相应的光纤适配器配套相连。

工作区信息点为电端口时，应采用 8 位模块通用插座（RJ-45），光端口宜采用 SFF 小型

光纤连接器件及适配器。

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。

FD、BD、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）和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）。

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 小型光纤连接器件及适配器。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 SFF 小型光纤连接器件被布线市场认可的主要有 LC、MT-RJ、VF-45、MU 和 FJ。

电信间和设备间安装的配线设备的选用应与所连接的缆线相适应，具体可参照表 4-7。

表 4-7 配线模块产品选用

类别	产品类型	配线模块安装场地和连接缆线类型			
		容量与规格	FD（电信间）	ED（设备间）	CD（设备间/进线间）
电缆配线设备	大对数卡接模块	采用 4 对卡接模块	4 对水平电缆/4 对主干电缆	4 对主干电缆	4 对主干电缆
		采用 5 对卡接模块	大对数主干电缆	大对数主干电缆	大对数主干电缆
电缆配线设备	25 对数卡接模块	25 对	4 对水平电缆/4 对主干电缆/大对数主干电缆	4 对主干电缆/大对数主干电缆	4 对主干电缆/大对数主干电缆
	回线型卡接模块	8 回线	4 对水平电缆/4 对主干电缆	大对数主干电缆	大对数主干电缆
		10 回线	大对数主干电缆	大对数主干电缆	大对数主干电缆
	RJ-45 配线模块	一般为 24 口或 48 口	4 对水平电缆/4 对主干电缆	4 对主干电缆	4 对主干电缆
光缆配线设备	ST 光纤连接盘	单工/双工，一般为 24 口	水平/主干光缆	主干光缆	主干光缆
	SC 光纤连接盘	单工/双工，一般为 24 口	水平/主干光缆	主干光缆	主干光缆
	SFF 小型光纤连接盘	单工/双工，一般为 24 口、48 口	水平/主干光缆	主干光缆	主干光缆
	10GBASE-L		1310		1000
	10GBASE-E	<10	1550		30000-40000
	10GBASE-LX4		1300		1000

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

当集合点（CP）配线设备为 8 位模块通用插座时，CP 电缆宜采用带有单端 RJ-45 插头的产业化产品，以保证布线链路的传输性能。

4.3.5 屏蔽布线系统

根据电磁兼容通用标准《居住、商业的轻工业环境中的抗扰度试验》GB/T 177991-1999与国际标准草案 77/181/FDIS 及 IEEE 802.3-2002 标准中都认可电磁干扰场强 3V/m 的指标值，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。

在具体的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，则可以采用电磁干扰测量接收机测试，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，取得相应的数据后进行分析，作为工程实施的依据。具体测试方法应符合测试仪表技术内容的要求。

用户对电磁兼容性有较高的要求（电磁干扰和防信息泄漏）时，或网络安全保密的需要，宜采用屏蔽布线系统。

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，宜采用屏蔽布线系统。

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，并应保持屏蔽层的连续性。

屏蔽布线系统电缆的命名可以按照《用户建筑综合布线》ISO/IEC 11801 中推荐的方法统一命名。铜缆命名方法如图 4-13 所示。

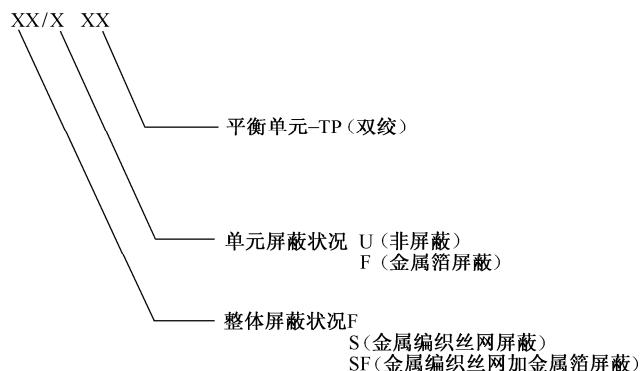


图 4-13 铜缆命名方法

对于屏蔽电缆，根据防护的要求可分为 F/UTP（电缆金属箔屏蔽）、U/FTP（线对金属箔屏蔽）、SF/UTP（电缆金属编织丝网加金属箔屏蔽）、S/FTP（电缆金属箔编织网屏蔽加线对金属箔屏蔽）几种结构。

不同的屏蔽电缆会产生不同的屏蔽效果。一般认可金属箔对高频、金属编织丝网对低频的电磁屏蔽效果为佳。如果采用双重绝缘（SF/UTP 和 S/FTP）则屏蔽效果更为理想，可以同时抵御线对之间和来自外部的电磁辐射干扰，减少线对之间及线对对外部的电磁辐射干扰。因此，屏蔽布线工程有多种形式的电缆可以选择，但为保证良好屏蔽，电缆的屏蔽层与屏蔽连接器件之间必须做好 360° 的连接。

4.3.6 开放型办公室布线系统

许多公司把员工集中在一个没有全封闭隔断的区域内办公，人们把这类办公区域称为开放型办公室。从二十世纪六七十年代起，开放式办公室在欧洲出现后便广受欢迎。据说这种工

作环境便于员工交流，有利于激发人的创造力，培养开放的职业心态，当然，还能替老板省办公费用。

由于开放型办公室环境的特殊性，布线系统对其配线设备的选用及缆线的长度有不同的要求。

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：

(1) 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；各段缆线长度可按表 4-8 选用，也可按下式计算：

$$C = (102 - H) / 1.2 \quad \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

$$W = C - T \leq 22 \text{m} \quad \dots \dots \dots \textcircled{2}$$

式中：C——工作区设备电缆、电信间设备电缆和配线架跳线的总长度；

H——水平电缆的长度 ($H+C \leq 100 \text{m}$)；

W——工作区设备电缆的最大长度，且 $W \leq 22 \text{m}$ ；

T——电信间配线设备电缆和跳线的总长度。

注意：计算公式 $C = (102 - H) / 1.2$ 是针对 24 号线规 24AWG 的非屏蔽和屏蔽布线而言，如应用于 26 号线规 26AWG 的屏蔽布线系统，公式应为 $C = (102 - H) / 1.5$ 。

表 4-8 各段缆线长度限值

电缆总长度 (m)	水平布线电缆 H (m)	工作区电缆 W (m)	电信间跳线和设备电缆 D (m)
100	90	5	5
99	85	9	5
98	80	13	5
97	25	17	5
97	70	22	5

(2) 对于大开间的区域或不能确定今后用途的空间，可以设计先将线缆端接至该区域的固定集合点配线箱（6 口配线架、6 口/12 口面板等），等实际使用时用线缆（如 15m）再接至用户工作区信息插座。如图 4-14 所示是安普集合点配线箱图。



图 4-14 安普集合点配线箱

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 个工作区信息点的配线需求设置。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。

集合点 (CP) 由无跳线的连接器件组成，在电缆与光缆的永久链路中都可以存在。

集合点配线箱目前没有定型的产品，但箱体的大小应考虑至少满足 12 个工作区所配置的信息点所连接 4 对对绞电缆的进、出箱体的布线空间和 CP 卡接模块的安装空间。

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。

4.3.7 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 (IP) 定级如表 4-9 所示。

表 4-9 国际防护 (IP) 定级

级别 编号	IP 编号定义 (二位数)			级别 编号
	保护级别		保护级别	
0	没有保护	对于意外接触没有保护，对导物没有防护	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
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：

(1) 2 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。

(2) 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。

4.4 系统配置设计

4.4.1 工作区

1. 工作区适配器的选用

- (1) 设备的连接插座应与连接电缆的插头匹配, 不同的插座与插头之间应加装适配器。
- (2) 在连接使用信号的数模转换, 光、电转换, 数据传输速率转换等相应的装置时, 采用适配器。
- (3) 对于网络规程的兼容, 采用协议转换适配器。
- (4) 各种不同的终端设备或适配器均安装在工作区的适当位置, 并应考虑现场的电源与接地。

2. 每个工作区的服务面积, 应按不同的应用功能确定

目前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, 工作区面积需求可参照表 4-10。

表 4-10 工作区面积划分表

建筑物类型及功能	工作区面积 (m ²)
网管中心、呼叫中心、信息中心等终端设备较为密集的场地	3~5
办公区	5~10
会议、会展	10~60
商场、生产机房、娱乐场所	20~60
体育馆、候机室、公共设施区	20~100
工作生产区	60~200

注:

- (1) 对于应用场合, 如终端设备的安装位置和数量无法确定时或使用彻底为大客户租用并考虑自设置计算机网络时, 工作区面积可按区域(租用场地)面积确定。
- (2) 对于 IDC 机房(为数据通信托管业务机房或数据中心机房)可按生产机房每个配线架的设置区域考虑工作区面积。对于此类项目, 涉及数据通信设备的安装工程, 应单独考虑实施方案。

4.4.2 配线子系统

根据工程提出的近期和远期终端设备的设置要求、用户性质、网络构成及实际需要, 确定建筑物各层需要安装信息插座模块的数量及其位置, 配线应留有扩展余地。

配线子系统缆线应采用非屏蔽或屏蔽 4 对对绞电缆, 在需要时也可采用室内多模或单模光缆。

电信间 FD 与电话交换配线及计算机网络设备之间的连接方式应符合以下要求:

- (1) 电话交换配线的连接方式应符合图 4-15 所示的要求。

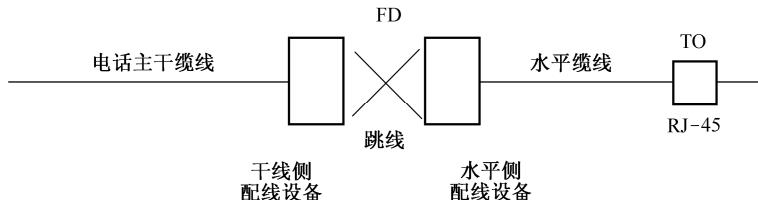


图 4-15 电话系统连接方式

(2) 计算机网络设备连接方式。

1) 经跳线连接应符合图 4-16 所示的要求。

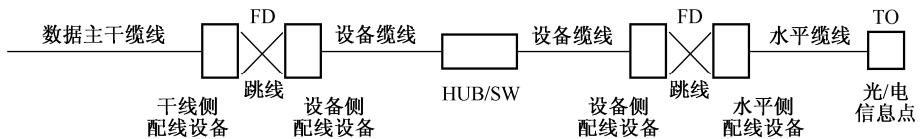


图 4-16 数据系统连接方式（经跳线连接）

2) 经设备缆线连接应符合图 4-17 所示的要求。

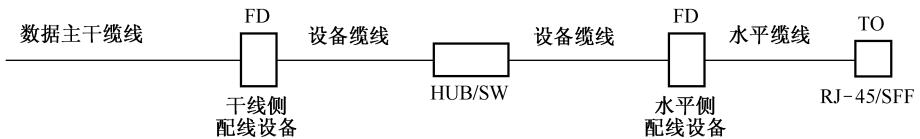


图 4-17 数据系统连接方式（经设备缆线连接）

每一个工作区信息插座模块（电、光）的数量不宜少于 2 个，并满足各种业务的需求。

每一个工作区信息点数量的确定范围比较大，从现有的工程情况分析，设置 1~10 个信息点的现象都存在，并预留了电缆和光缆备份的信息插座模块。因为建筑物用户性质不一样，功能要求和实际需求也不一样，信息点的数量不能仅按办公楼的模式确定，尤其是对于专用建筑（如电信、金融、体育场馆、博物馆等建筑）及计算机网络存在内、外网等多个网络时，更应加强需求分析，做出合理的配置。

每个工作区信息点的数量可按用户的性质、网络构成和需求来确定。表 4-11 做了一些分类，提供给设计者参考。

表 4-11 信息点数量配置

建筑物功能区	信息点数量（每一工作区）			备注
	电话	数据	光纤（双工端口）	
办公区（一般）	1 个	1 个		
办公区（重要）	1 个	2 个	1 个	对数据信息有较大的需求
出租或大客户区域	2 个或 2 个以上	2 个或 2 个以上	1 个或 1 个以上	指整个区域的配置量
办公区（政務工程）	2~5 个	2~5 个	1 个或 1 个以上	涉及内、外网络时

注：大客户区域也可以为公共实施的场地，如商场、会议中心、会展中心等。

底盒数量应以插座盒面板设置的开口数确定，每一个底盒支持安装的信息点数量不宜大

于 2 个。

光纤信息插座模块安装的底盒大小应充分考虑到水平光缆（2 芯或 4 芯）终接处的光缆盘留空间和满足光缆对弯曲半径的要求。

工作区的信息插座模块应支持不同的终端设备接入，每一个 8 位模块通用插座应连接 1 根 4 对对绞电缆，对每一个双工或两个单工光纤连接器件及适配器连接 1 根 2 芯光缆。

1 根 4 对对绞电缆应全部固定终接在 1 个 8 位模块通用插座上。不允许将 1 根 4 对对绞电缆终接在 2 个或 2 个以上 8 位模块通用插座。

从电信间至每一个工作区水平光缆宜接 2 芯光缆配置。光纤至工作区域满足用户群或大客户使用时，光纤芯数至少应有 2 芯备份，按 4 芯水平光缆配置。

连接至电信间的每根水平电缆/光缆应终接于相应的配线模块，配线模块与缆线容量相适应。

电信间 FD 主干侧各类配线模块应按电话交换机、计算机网络的构成及主干电缆/光缆的所需容量要求及模块类型和规格的选用进行配置。

根据现有产品情况，配线模块可按以下原则进行选择：

(1) 多线对端子配线模块可以选用 4 对或 5 对卡接模块，每个卡接模块应卡接 1 根 4 对对绞电缆。一般 100 对卡接端子容量的模块可卡接 24 根（采用 4 对卡接模块）或卡接 20 根（采用 5 对卡接模块）4 对对绞电缆。

(2) 25 对端子配线模块可卡接 1 根 25 对大对数电缆或 6 根 4 对对绞电缆。

(3) 回线式配线模块（8 回线或 10 回线）可卡接 2 根 4 对对绞电缆或 8/10 回线。回线式配线模块的每一回线可以卡接 1 对进线和 1 对出线。回线式配线模块的卡接端子可以为连通型、断开型和可插入型三类不同的功能。一般在 CP 处可选用连通型，在需要加装过压过流保护器时采用断开型，可插入型主要使用于断开电路做检修的情况下，布线工程中无此种应用。

(4) RJ-45 配线模块（由 24 个或 48 个 8 位模块通用插座组成），每 1 个 RJ-45 插座应可卡接 1 根 4 对对绞电缆。

(5) 光纤连接器件每个单工端口应支持 1 芯光纤的连接，双工端口则支持 2 芯光纤的连接。

电信间 FD 采用的设备缆线和各类跳线宜接计算机网络设备的使用端口容量和电话交换机的实装容量、业务的实际需求或信息点总数的比例进行配置，比例范围为 25%~50%。

各配线设备跳线可按以下原则进行选择与配置：

(1) 电话跳线宜接每根 1 对或 2 对对绞电缆容量配置，跳线两端连接插头采用 IDC 或 RJ-45 型。

(2) 数据跳线宜接每根 4 对对绞电缆配置，跳线两端连接插头采用 IDC 或 RJ-45 型。

(3) 光纤跳线宜接每根 1 芯或 2 芯光纤配置，光跳线连接器件采用 ST、SC 或 SFF 型。

4.4.3 干线子系统

干线子系统所需要的电缆总对数和光纤总芯数，应满足工程的实际需求，并留有适当的备份容量。主干缆线宜设置电缆与光缆，并互相作为备份路由。

干线子系统主干缆线应选择较短的安全的路由。主干电缆宜采用点对点终接，也可采用分支递减终接。

点对点端接是最简单、最直接的配线方法，电信间的每根干线电缆直接从设备间延伸到

指定的楼层电信间。分支递减终接是用 1 根大对数干线电缆来支持若干个电信间的通信容量，经过电缆接头保护箱分出若干根小电缆，它们分别延伸到相应的电信间，并终接于目的地的配线设备。

如果电话交换机和计算机主机设置在建筑物内不同的设备间，宜采用不同的主干缆线来分别满足语音和数据的需要。

在同一层若干电信间之间宜设置干线路由。

主干电缆和光缆所需的容量要求及配置应符合以下规定：

(1) 对语音业务，大对数主干电缆的对数应按每一个电话 8 位模块通用插座配置 1 对线，并在总需求线对的基础上至少预留约 10% 的备用线对。

(2) 对于数据业务应以集线器 (HUB) 或交换机 (SW) 群 (按 4 个 HUB 或 SW 组成 1 群) 或以每个 HUB 或 SW 设备设置 1 个主干端口配置。每 1 群网络设备或每 4 个网络设备宜考虑 1 个备份端口。主干端口为电端口时，应按 4 对线容量，为光端口时则按 2 芯光纤容量配置。

(3) 当工作区至电信间的水平光缆延伸至设备间的光配线设备 (BD/CD) 时，主干光缆的容量应包括所延伸的水平光缆光纤的容量在内。

(4) 建筑物与建筑群配线设备处各类设备缆线和跳线的配备宜符合规定。

如语音信息点 8 位模块通用插座连接 ISDN 用户终端设备，并采用 S 接口 (4 线接口) 时，相应的主干电缆则应按 2 对线配置。

4.4.4 建筑群子系统

CD 宜安装在进线间或设备间，并可与入口设施或 BD 合用场地。

CD 配线设备内、外侧的容量应与建筑物内连接 BD 配线设备的建筑群主干缆线容量及建筑物外部引入的建筑群主干缆线容量相一致。

4.4.5 设备间

在设备间内安装的 BD 配线设备干线侧容量应与主干缆线的容量相一致。设备侧的容量应与设备端口容量相一致或与干线侧配线设备容量相同。

BD 配线设备与电话交换机及计算机网络设备的连接方式可参照 4.4.2 节中电信间 FD 与电话交换配线及计算机网络设备之间的连接方式要求。

4.4.6 进线间

综合布线系统作为建筑的公共电信配套设施在建设期应考虑一次性投资建设，能适应多家电信业务经营者提供通信与信息业务服务的需求，保证电信业务在建筑区域内的接入、开通和使用，使得用户可以根据自己的需要，通过对入口设施的管理选择电信业务经营者，避免造成将来建筑物内管线的重复建设而影响到建筑物的安全与环境。因此，在管道与设施安装场地等方面，工程设计中应充分满足电信业务市场竞争机制的要求。

进线间一般提供给多家电信业务经营者使用，通常设于地下一层。进线间主要作为室外电缆和光缆引入楼内的成端与分支及光缆的盘长空间位置。对于光缆至大楼 (FTTB) 至用户 (FTTH)、至桌面 (FTTO) 的应用及容量日益增多，进线间就显得尤为重要。由于许多商用

建筑物地下一层的环境条件已大大改善,也可以安装配线架设备及通信设施。在不具备设置单独进线间或入楼电缆和光缆数量及入口设施容量较小时,建筑物也可以在入口处采用挖地沟或使用较小的空间完成缆线的成端与盘长,入口设施则可安装在设备间,但宜单独地设置场地,以便功能分区。

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

电信业务经营者在进线间设置安装的入口配线设备应与BD或CD之间敷设相应的连接电缆、光缆,实现路由互通。缆线类型与容量应与配线设备相一致。按接入业务及多家电信业务经营者缆线接入的需求,并应留有2~4孔的余量。

4.4.7 管理

管理是针对设备间、电信间和工作区的配线设备、缆线等设施,按一定的模式进行标识和记录的规定,内容包括管理方式、标识、色标、连接等。这些内容的实施,将给今后维护和管理带来很大的方便,有利于提高管理水平和工作效率。特别是较为复杂的综合布线系统,如采用计算机进行管理,其效果将十分明显。

目前,市场上已有商用的管理软件可供选用。

综合布线的各种配线设备,应用色标区分干线电缆、配线电缆或设备端点,同时,还应采用标签表明端接区域、物理位置、编号、容量、规格等,以便维护人员在现场能一目了然地加以识别。

对设备间、电信间、进线间和工作区的配线设备、缆线、信息点等设施应按一定的模式进行标识和记录,并宜符合下列规定:

(1) 综合布线系统工程宜采用计算机进行文档记录与保存,简单且规模较小的综合布线系统工程可按图纸资料等纸质文档进行管理,并做到记录准确、及时更新、便于查阅,文档资料应实现汉化。

(2) 综合布线的每一电缆、光缆、配线设备、端接点、接地装置、敷设管线等组成部分均应给定唯一的标识符,并设置标签。标识符应采用相同数量的字母和数字等标明。

(3) 电缆和光缆的两端均应标明相同的标识符。

(4) 设备间、电信间、进线间的配线设备宜采用统一的色标区别各类业务与用途的配线区。

所有标签应保持清晰、完整,并满足使用环境的要求。

在每个配线区实现线路管理的方式是在各色标区域之间按应用的要求采用跳线连接。色标用来区分配线设备的性质,分别由按性质划分的配线模块组成,且按垂直或水平结构进行排列。

综合布线系统使用的标签可采用粘贴型和插入型。

电缆和光缆的两端应采用不易脱落和磨损的不干胶条标明相同的编号。

目前,市场上已有配套的打印机和标签纸供应。

对于规模较大的布线系统工程,为提高布线工程维护水平与网络安全,宜采用电子配线设备对信息点或配线设备进行管理,以显示与记录配线设备的连接、使用及变更状况。

电子配线设备目前应用的技术有多种，在工程设计中应考虑到电子配线设备的功能，在管理范围、组网方式、管理软件、工程投资等方面合理地加以选用。

综合布线系统相关设施的工作状态信息应包括：设备和缆线的用途、使用部门、组成局域网的拓扑结构、传输信息速率、终端设备配置状况、占用器件编号、色标、链路与信道的功能和各项主要指标参数及完好状况、故障记录等，还应包括设备位置和缆线走向等内容。

综合布线系统在进行系统配置设计时，应充分考虑用户近期与远期的实际需要与发展，使之具有通用性和灵活性，尽量避免布线系统投入正常使用以后，较短的时间又要进行扩建与改建，造成资金浪费。一般来说，布线系统的水平配线应以远期需要为主，垂直干线应以近期实用为主。

案例：为了说明问题，我们以一个工程实例来进行设备与缆线的配置。例如，建筑物的某一层共设置了 200 个信息点，计算机网络与电话各占 50%，即各为 100 个信息点。

（1）电话部分。

1) FD 水平侧配线模块按连接 100 根 4 对的水平电缆配置。
2) 语音主干的总对数按水平电缆总对数的 25% 计，为 100 对线的需求；如考虑 10% 的备份线对，则语音主干电缆总对数需求量为 110 对。

3) FD 干线侧配线模块可按卡接大对数主干电缆 110 对端子容量配置。

（2）数据部分。

1) FD 水平侧配线模块按连接 100 根 4 对的水平电缆配置。

2) 数据主干缆线。

- 最少量配置：以每个 HUB/SW 为 24 个端口计，100 个数据信息点需设置 5 个 HUB/SW；以每 4 个 HUB/SW 为一群（96 个端口），组成了 2 个 HUB/SW 群；现以每个 HUB/SW 群设置 1 个主干端口，并考虑 1 个备份端口，则 2 个 HUB/SW 群需设 4 个主干端口。如主干缆线采用对绞电缆，每个主干端口需设 4 对线，则线对的总需求量为 16 对；如主干缆线采用光缆，每个主干光端口按 2 芯光纤考虑，则光纤的需求量为 8 芯。

- 最大量配置：同样以每个 HUB/SW 为 24 端口计，100 个数据信息点需设置 5 个 HUB/SW；以每 1 个 HUB/SW（24 个端口）设置 1 个主干端口，每 4 个 HUB/SW 考虑 1 个备份端口，共需设置 7 个主干端口。如主干缆线采用对绞电缆，以每个主干端口需要 4 对线，则线对的需求量为 28 对；如主干缆线采用光缆，每个主干光端口按 2 芯光纤考虑，则光纤的需求量为 14 芯。

3) FD 干线侧配线模块可根据主干电缆或主干光缆的总容量加以配置。

配置数量计算得出以后，再根据电缆、光缆、配线模块的类型、规格加以选用，做出合理的配置。

上述配置的基本思路，用于计算机网络的主干缆线可采用光缆；用于电话的主干缆线则采用大对数对绞电缆，并考虑适当的备份，以保证网络安全。由于工程的实际情况比较复杂，不可能按一种模式设计，还应结合工程的特点和需求加以调整应用。

4.5 系统设计指标值

综合布线系统产品技术指标在工程的设计安装中应考虑机械性能指标（如缆线结构、直

径、材料、承受拉力、弯曲半径等)。

综合布线系统的机械性能指标以生产厂家提供的产品资料为依据, 它将对布线工程的安装设计, 尤其是管线设计产生较大的影响, 应引起重视。

新规范列出布线系统信道和链路的指标参数, 但 6A、7 类布线系统在应用时, 工程中除了已列出的各项指标参数以外, 还应考虑信道电缆 (6 根对 1 根 4 对对绞电缆) 的外部串音功率和 (PSANEXT) 和 2 根相邻 4 对对绞电缆间的外部串音 (ANEXT)。

目前, 只在 TIA/EIA 568 B.2-10 标准中列出了 6A 类布线在 1MHz~500MHz 带宽的范围内信道的插入损耗、NEXT、PS NEXT、FEXT、ELFEXT、PS ELFEXT、回波损耗、ANEXT、PS ANEXT、PS AELFEXT 等指标参数值。在工程设计时可以参照使用。

布线系统各项指标值均在环境温度为 20°C 时的数据。根据 TIA/EIA 568.B.2-1 中列表分析, 在 20°C~60°C 的变化范围内, 温度每上升 5°C, 90m 的永久链路长度将减少 1 到 2m, 在 89 到 75m (非屏蔽链路) 及 89.5 到 83m (屏蔽链路) 的范围内变化。

相应等级的布线系统信道及永久链路、CP 链路的具体指标项目应包括下列内容:

- 3 类、5 类布线系统应考虑指标项目为衰减、近端串音 (NEXT)。
- 5e 类、6 类、7 类布线系统应考虑指标项目为插入损耗 (IL)、近端串音 (NEXT)、衰减串音比 (ACR)、等电平远端串音 (ELFEXT)、近端串音功率和 (PS NEXT)、衰减串音比功率和 (PS ACR)、等电平远端串音功率和 (PS ELEFEXT)、回波损耗 (RL)、时延、时延偏差等。
- 屏蔽的布线系统还应考虑非平衡衰减、传输阻抗、耦合衰减及屏蔽衰减。

4.5.1 系统信道的指标值

按照 ISO/IEC 11801 2002-09 标准列出的布线系统信道指标值, 提出了需执行的和建议的两种表格内容。对需要执行的指标参数在其表格内容中列出了在某一频率范围的计算公式, 但在建议的表格中仅列出在指定的频率时的具体数值, 新规范以建议的表格列出各项指标参数要求, 供设计者在对布线产品选择时参考使用。

指标项目中衰减串音比 (ACR)、非平衡衰减和耦合衰减的参数中仍保持使用“衰减”, 这一术语, 但在计算 ACR、PS ACR、ELFEXT、FIIPS ELFEXT 值时使用相应的插入损耗值。衰减这一术语在电缆工业生产中被广泛采用, 但由于布线系统在较高的频率时阻抗的失配, 此特性采用插入损耗来表示。与衰减不同, 插入损耗不涉及长度的线性关系。

1. 信道的电缆导体的指标要求

综合布线系统工程设计中, 信道的电缆导体的指标要求应符合以下规定:

- (1) 在信道每一线对中两个导体之间的不平衡直流电阻对各等级布线系统不应超过 3%。
- (2) 在各种温度条件下, 布线系统 D、E、F 级信道线对每一导体最小的传送直流电流应为 0.175A。

(3) 在各种温度条件下, 布线系统 D、E、F 级信道的任何导体之间应支持 72V 直流工作电压, 每一线对的输入功率应为 10W。

2. 系统信道的指标要求

综合布线系统工程设计中, 系统信道的各项指标值应符合以下要求:

- (1) 回波损耗 (RL) 只在布线系统中的 C、D、E、F 级采用, 在布线的两端均应符合回

波损耗值的要求，布线系统信道的最小回波损耗值应符合表 4-12 的规定。

表 4-12 信道回波损耗值

频率 (MHz)	最小回波损耗 (dB)			
	C 级	D 级	E 级	F 级
1	15.0	17.0	19.0	19.0
16	15.0	17.0	18.0	18.0
100		10.0	12.0	12.0
250			8.0	8.0
600				8.0

(2) 布线系统信道的插入损耗 (IL) 值应符合表 4-13 的规定。

表 4-13 信道插入损耗值

频率 (MHz)	最大插入损耗 (dB)					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	16.0	5.5				
1		5.8	4.2	4.0	4.0	4.0
16			14.4	9.1	8.3	8.1
100				24.0	21.7	20.8
250					35.9	33.8
600						54.6

(3) 线对与线对之间的近端串音 (NEXT) 在布线的两端均应符合 NEXT 值的要求，布线系统信道的近端串音值应符合表 4-14 的规定。

表 4-14 信道近端串音值

频率 (MHz)	最小近端串音 (dB)					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	27.0	40.0				
1		25.0	39.1	60.0	65.0	65.0
16			19.4	43.6	53.2	65.0
100				30.1	39.9	62.9
250					33.1	56.9
600						51.2

(4) 近端串音功率和 (PS NEXT) 只应用于布线系统的 D、E、F 级，在布线的两端均应符合 PS NEXT 值的要求，布线系统信道的 PS NEXT 值应符合表 4-15 的规定。

表 4-15 信道近端串音功率和值

频率 (MHz)	最小近端串音功率和 (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	57.0	62.0	62.0
16	40.6	50.6	62.0
100	27.1	37.1	59.9
250		30.2	53.9
600			48.2

(5) 线对与线对之间的衰减串音比 (ACR) 只应用于布线系统的 D、E、F 级, ACR 值是 NEXT 与插入损耗分贝值之间的差值, 在布线的两端均应符合 ACR 值的要求。布线系统信道的 ACR 值应符合表 4-16 的规定。

表 4-16 信道衰减串音比值

频率 (MHz)	最小衰减串音比 (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	56.0	61.0	61.0
16	34.5	44.9	56.9
100	6.1	18.2	42.1
250		-2.8	23.1
600			-3.4

(6) ACR 功率和 (PS ACR) 为表 4-15 近端串音功率和值与表 4-13 插入损耗值之间的差值。布线系统信道的 PS ACR 值应符合表 4-17 的规定。

表 4-17 信道 ACR 功率和值

频率 (MHz)	最小 ACR 功率和 (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	53.0	58.0	58.0
16	31.5	42.3	53.9
100	3.1	15.4	39.1
250		-5.8	20.1
600			-6.4

(7) 线对与线对之间等电平远端串音 (ELFEXT) 对于布线系统信道的数值应符合表 4-18 的规定。

表 4-18 信道等电平远端串音值

频率 (MHz)	最小等电平远端串音 (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	57.4	63.3	65.0
16	33.3	39.2	57.5
100	17.4	23.3	44.4
250		15.3	37.8
600			31.3

(8) 等电平远端串音功率 NI (PS ELFEXT) 对于布线系统信道的数值应符合表 4-19 的规定。

表 4-19 信道等电平远端串音功率和值

频率 (MHz)	等电平远端串音功率和 (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	54.4	60.3	62.0
16	30.3	36.2	54.5
100	14.4	20.3	41.4
250		12.3	34.8
600			28.3

(9) 布线系统信道的直流环路电阻 (d.c.) 应符合表 4-20 的规定。

表 4-20 信道直流环路电阻

最大直流环路电阻 (Ω)					
A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
560	170	40	25	25	25

(10) 布线系统信道的传播时延应符合表 4-21 的规定。

表 4-21 信道传播时延

频率 (MHz)	最大传播时延 (μs)					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	20.000	5.000				
1		5.000	0.580	0.580	0.580	0.580
16			0.553	0.553	0.553	0.553
100				0.548	0.548	0.548
250					0.546	0.546
600						0.545

(11) 布线系统信道的传播时延偏差应符合表 4-22 的规定。

表 4-22 信道传播时延偏差

等级	频率 (MHz)	最大时延偏差 (μ s)
A	$f=0.1$	
B	$0.1 \leq f \leq 1$	
C	$1 \leq f \leq 16$	0.050①
D	$1 \leq f \leq 100$	0.050①
E	$14 \leq f \leq 250$	0.050①
F	$14 \leq f < 600$	0.030②

注: ① 0.050 为 $0.045+4 \times 0.00125$ 计算结果。

② 0.030 为 $0.025+4 \times 0.00125$ 计算结果。

(12) 一个信道的非平衡衰减(纵向对差分转换损耗(LCL)或横向转换损耗(TCL))应符合表 4-23 的规定。在布线的两端均应符合不平衡衰减的要求。

表 4-23 信道非平衡衰减

等级	频率 (MHz)	最大不平衡衰减 (dB)
A	$f=0.1$	30
B	$f=0.1$ 和 1	在 0.1MHz 时为 45; 1MHz 时为 20
C	$1 \leq f \leq 16$	$30 \sim 5 \lg (f) \text{ f.f.S.}$
D	$1 \leq f \leq 100$	$40 \sim 10 \lg (f) \text{ f.f.S.}$
E	$1 \leq f \leq 250$	$40 \sim 10 \lg (f) \text{ f.f.S.}$
F	$1 \leq f \leq 600$	$40 \sim 10 \lg (f) \text{ f.f.S.}$

4.5.2 永久链路的指标值

综合布线系统工程设计中, 永久链路的各项指标参数值应符合以下规定。

(1) 布线系统永久链路的最小回波损耗值应符合表 4-24 的规定。

表 4-24 永久链路最小回波损耗值

频率 (MHz)	最小回波损耗 (dB)			
	C 级	D 级	E 级	F 级
1	15.0	19.0	21.0	21.0
16	15.0	19.0	20.0	20.0
100		12.0	14.0	14.0
250			10.0	10.0
600				10.0

(2) 布线系统永久链路的最大插入损耗值应符合表 4-25 的规定。

表 4-25 永久链路最大插入损耗值

频率 (MHz)	最大插入损耗 (dB)					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	16.0	5.5				
1		5.8	4.0	4.0	4.0	4.0
16			12.2	7.7	7.1	6.9
100				20.4	18.5	17.7
250					30.7	28.8
600						46.6

(3) 布线系统永久链路的最小近端串音值应符合表 4-26 的规定。

表 4-26 永久链路最小近端串音值

频率 (MHz)	最小 NEXT (dB)					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	27.0	40.0				
1		25.0	40.1	60.0	65.0	65.0
16			21.1	45.2	54.6	65.0
100				32.3	41.8	65.0
250					35.3	60.4
600						54.7

(4) 布线系统永久链路的最小近端串音功率和值应符合表 4-27 的规定。

表 4-27 永久链路最小近端串音功率和值

频率 (MHz)	最小 PS NEXT (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	57.0	62.0	62.0
16	42.2	52.2	62.0
100	29.3	39.3	62.0
250		32.7	57.4
600			51.7

(5) 布线系统永久链路的最小 ACR 值应符合表 4-28 的规定。

表 4-28 永久链路最小 ACR 值

频率 (MHz)	最小 ACR (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	56.0	61.0	61.0
16	37.5	47.5	58.1
100	11.9	23.3	47.3
250		4.7	31.6
600			8.1

(6) 布线系统永久链路的最小 PS ACR 值应符合表 4-29 的规定。

表 4-29 永久链路最小 PS ACR 值

频率 (MHz)	最小 PS ACR (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	5.30	58.0	58.0
16	34.5	45.1	55.1
100	8.9	20.8	44.3
250		2.0	28.6
600			5.1

(7) 布线系统永久链路的最小等电平远端串音值应符合表 4-30 的规定。

表 4-30 永久链路最小等电平远端串音值

频率 (MHz)	最小 FLFEXT (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	58.6	64.2	65.0
16	34.5	40.1	59.3
100	18.6	24.2	46.0
250		16.2	39.2
600			32.6

(8) 布线系统永久链路的最小 PS ELFEXT 值应符合表 4-31 的规定。

表 4-31 永久链路最小 PS ELFEXT 值

频率 (MHz)	最小 PS ELFEXT (dB)		
	D 级	E 级	F 级
1	55.6	61.2	62.0
16	31.5	37.1	56.3
100	15.6	21.2	43.0
250		13.2	36.2
600			29.6

(9) 布线系统永久链路的最大直流环路电阻应符合表 4-32 的规定。

表 4-32 永久链路最大直流环路电阻 (Ω)

1A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
1530	140	34	21	21	21

(10) 布线系统永久链路的最大传播时延应符合表 4-33 的规定。

表 4-33 永久链路最大传播时延值

频率 (MHz)	最大传播时延 (μs)					
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级	F 级
0.1	19.400	4.400				
1		4.400	0.521	0.521	0.521	0.521
16			0.496	0.496	0.496	0.496
100				0.491	0.491	0.491
250					0.490	0.490
600						0.489

(11) 布线系统永久链路的最大传播时延偏差应符合表 4-34 的规定。

表 4-34 永久链路传播时延偏差

等级	频率 (MHz)	最大时延偏差 (μs)
A	-0.1	
B	0.1≤f<1	
C	1≤f<16	0.044①
D	1≤f≤100	0.044①
E	1≤f≤250	0.044①
F	1≤f≤600	0.026②

注: ① $0.044 = 0.9 \times 0.045 + 3 \times 0.00125$ 计算结果。

② $0.026 = 0.9 \times 0.025 + 3 \times 0.00125$ 计算结果。

对于等级为 F 的信道和永久链路, 只存在两个连接器件时 (无 CP 点) 的最小 ACR 值和 PS ACR 值应符合表 4-35 的要求, 具体连接方式如图 4-18 所示。

表 4-35 信道和永久链路为 F 级 (包括 2 个连接点) 时 ACR 与 PS ACR 值

频率 (MHz)	信道		永久链路	
	最小 ACR (dB)	最小 PS ACR (dB)	最小 ACR (dB)	最小 PS ACR (dB)
1	61.0	58.0	61.0	58.0
16	57.1	54.1	58.2	55.2
100	44.6	41.6	47.5	44.5
250	27.3	24.3	31.9	28.9
600	1.1	11.9	8.6	5.6

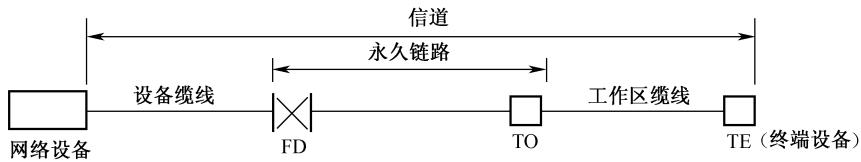


图 4-18 两个连接器件的信道与永久链路

4.5.3 光纤信道的指标值

(1) 各等级的光纤信道衰减值应符合表 4-36 的规定。

表 4-36 信道衰减值 (dB)

信道	多模		单模	
	850nm	1300nm	1310nm	1550nm
OF-300	2.55	1.95	1.80	1.80
OF-500	3.25	2.25	2.00	2.00
OF-2000	8.50	4.50	3.50	3.50

(2) 光缆标称的波长，每公里的最大衰减值应符合表 4-37 的规定。

表 4-37 最大光缆衰减值 (dB/km)

项目	OM1, OM2 及 OM3 多模		OS1 单模	
波长	850nm	1300nm	1310nm	1550nm
衰减	3.5	1.5	1.0	1.0

(3) 多模光纤的最小模式带宽应符合表 4-38 的规定。

表 4-38 多模光纤模式带宽

光纤类型	光纤直径 (μm)	最小模式带宽 (MHz \cdot km)		
		过量发射带宽		有效光发射带宽
		波长		
		850nm	1300nm	850nm
OM1	50 或 62.5	200	500	
OM2	50 或 62.5	500	500	
OM3	50	1500	500	2000

4.6 电气防护及接地

1. 电气防护

随着各种类型的电子信息系统在建筑物内的大量设置，各种干扰源将会影响到综合布线电缆的传输质量与安全。表 4-39 列出的射频应用设备又称为 ISM 设备，我国目前常用的 ISM 设备大致有 15 种。

表 4-39 CISPR 推荐设备及我国常见 ISM 设备一览表

序号	CISPR 推荐设备	我国常见 ISM 设备
1	塑料缝焊机	介质加热设备, 如热合机等
2	微波加热器	微波炉
3	超声波焊接与洗涤设备	超声波焊接与洗涤设备
4	非金属干燥器	计算机及数控设备
5	木材胶合干燥器	电子仪器, 如信号发生器
6	塑料预热器	超声波探测仪器
7	微波烹饪设备	高频感应加热设备, 如高频熔炼炉等
8	医用射频设备	射频溅射设备、医用射频设备
9	超声波医疗器械	超声波医疗器械, 如超声波诊断仪等
10	电灼器械、透热疗设备	透热疗设备, 如超短波理疗机等
11	电火花设备	电火花设备
12	射频引弧弧焊机	射频引弧弧焊机
13	火花透热疗法设备	高频手术刀
14	摄谱仪	摄谱仪用等离子电源
15	塑料表面腐蚀设备	高频电火花真空检漏仪

注: CISPR 表示国际无线电干扰特别委员会。

综合布线电缆与附近可能产生高电平电磁干扰的电动机、电力变压器、射频应用设备等电器设备之间应保持必要的间距, 并应符合下列规定:

(1) 综合布线电缆与电力电缆的间距应符合表 4-40 的规定。

表 4-40 综合布线电缆与电力电缆的间距

类别	与综合布线接近状况	最小间距 (mm)
380V 以下电力电缆 (<2kV·A)	与缆线平行敷设	130
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	70
	双方都在接地的金属线槽或钢管中①	10①
380V 以下电力电缆 (2~5kV·A)	与缆线平行敷设	300
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	150
	双方都在接地的金属线槽或钢管中②	80
380V 以下电力电缆 (>5kV·A)	与缆线平行敷设	600
	有一方在接地的金属线槽或钢管中	300
	双方都在接地的金属线槽或钢管中②	150

注:

- (1) 当 380V 电力电缆 $<2kV\cdot A$, 双方都在接地的线槽中, 且平行长度 $\leq 10m$ 时, 最小间距可为 10mm。
 (2) 双方都在接地的线槽中, 系指两个不同的线槽, 也可在同一线槽中用金属板隔开。

(2) 综合布线系统缆线与配电箱、变电室、电梯机房、空调机房之间的最小净距应符合表 4-41 的规定。

表 4-41 综合布线缆线与电气设备的最小净距

名称	最小净距 (m)	名称	最小净距 (m)
配电箱	1	电梯机房	2
变电室	2	空调机房	2

(3) 墙上敷设的综合布线缆线及管线与其他管线的间距应符合表 4-42 的规定。当墙壁电缆敷设高度超过 6000mm 时, 与避雷引下线的交叉间距应按下式计算:

$$S \geq 0.05L$$

式中: S——交叉间距 (mm);

L——交叉处避雷引下线距地面的高度 (mm)。

表 4-42 综合布线缆线及管线与其他管线的间距

其他管线	平行净距 (mm)	垂直交叉净距 (mm)
避雷引下线	1000	300
保护地线	50	20
给水管	150	20
压缩空气管	150	20
热力管 (不包封)	500	500
热力管 (包封)	300	300
煤气管	300	20

综合布线系统应根据环境条件选用相应的缆线和配线设备, 或采取防护措施, 并应符合下列规定:

(1) 当综合布线区域内存在的电磁干扰场强低于 3V/m 时, 宜采用非屏蔽电缆和非屏蔽配线设备。

(2) 当综合布线区域内存在的电磁干扰场强高于 3V/m 时, 或用户对电磁兼容性有较高要求时, 可采用屏蔽布线系统和光缆布线系统。

对以上两点, 综合布线系统选择缆线和配线设备时, 应根据用户要求, 并结合建筑物的环境状况进行考虑。

(3) 当综合布线路由上存在干扰源, 且不能满足最小净距要求时, 宜采用金属管线进行屏蔽, 或采用屏蔽布线系统及光缆布线系统。

当建筑物在建或已建成但尚未投入使用时, 为确定综合布线系统的选型, 应测定建筑物周围环境的干扰场强度。对系统与其他干扰源之间的距离是否符合规范要求进行摸底, 根据取得的数据和资料, 用规范中规定的各项指标要求进行衡量, 选择合适的器件和采取相应的措施。

光缆布线具有最佳的防电磁干扰性能, 既能防电磁泄漏, 也不受外界电磁干扰影响, 在电磁干扰较严重的情况下, 是比较理想的防电磁干扰布线系统。本着技术先进、经济合理、安全适用的设计原则在满足电气防护各项指标的前提下, 应首选屏蔽缆线和屏蔽配线设备或采用必要的屏蔽措施进行布线, 在光缆和光电转换设备价格合适时, 也可采用光缆布线。总之应根据工程的具体情况合理配置。

如果局部地段与电力线等平行敷设,或接近电动机、电力变压器等干扰源,且不能满足最小净距要求时,可采用钢管或金属线槽等局部措施加以屏蔽处理。

2. 综合布线系统接地的结构

综合布线系统接地的结构包括接地线、接地母线(层接地端子)、接地干线、主接地母线(总接地端子)、接地引入线、接地体六部分,在进行系统接地的设计时,可按上述6个要素分层次地进行设计。

(1) 接地线。接地线是指综合布线系统各种设备与接地母线之间的连线。所有接地线均为铜质绝缘导线,其截面应不小于 4mm^2 。当综合布线系统采用屏蔽电缆布线时,信息插座的接地可利用电缆屏蔽层作为接地线连至每层的配线柜。若综合布线的电缆采用穿钢管或金属线槽敷设时,钢管或金属线槽应保持连续的电气连接,并应在两端具有良好的接地。

(2) 接地母线(层接地端子)。接地母线是水平布线与系统接地线的公用中心连接点。每一层的楼层配线柜应与本楼层接地母线相焊接。与接地母线同一配线间的所有综合布线用的金属架及接地干线均应与该接地母线相焊接。接地母线应为铜母线,其最小尺寸为 $6\text{mm}\times 50\text{mm}$ 宽,长度视工程实际需要确定。接地母线应尽量采用电镀锡以减小接触电阻,如不是电镀,则在将导线固定到母线之前,须对母线进行清理。

(3) 接地干线。接地干线是由总接地母线引出,连接所有接地母线的接地导线。在进行接地干线的设计时,应充分考虑建筑物的结构形式、建筑物的大小以及综合布线的路由与空间配置,并与综合布线电缆干线的敷设相协调。接地干线应安装在不受物理和机械损伤的保护处,建筑物内的水管及金属电缆屏蔽层不能作为接地干线使用。当建筑物中使用两个或多个垂直接地干线时,垂直接地干线之间每隔三层及顶层需用与接地干线等截面的绝缘导线相焊接。接地干线应为绝缘铜芯导线,最小截面应不小于 16mm^2 。当在接地干线上,其接地电位差大于 1Vr.m.s (有效值)时,楼层配线间应单独用接地干线接至主接地母线。

(4) 主接地母线(总接地端子)。一般情况下,每栋建筑物有一个主接地母线。主接地母线作为综合布线接地系统中接地干线及设备接地线的转接点,其理想位置宜设于外线引入间或建筑配线间。主接地母线应布置在直线路径上,同时考虑从保护器到主接地母线的焊接导线不宜过长。接地引入线、接地干线、直流配电屏接地线、外线引入间的所有接地线,以及与主接地母线同一配线间的所有综合布线用的金属架均应与主接地母线良好焊接。当外线引入电缆配有屏蔽或穿金属保护管时,此屏蔽和金属管应焊接至主接地母线。主接地母线应采用铜母线,其最小截面尺寸为 $6\text{mm}\times 100\text{mm}$,长度可视工程实际需要而定。和接地母线相同,主接地母线也应尽量采用电镀锡以减小接触电阻。如不是电镀,则主接地母线在固定到导线前必须进行清理。

(5) 接地引入线。接地引入线指主接地母线与接地体之间的接地连接线,宜采用 $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ 的镀锌扁钢。接地引入线应作绝缘防腐处理,在其出土部位应有防机械损伤措施,且不宜与暖气管道同沟布放。

(6) 接地体。接地体分自然接地体和人工接地体两种。综合布线系统应采用共用接地的接地系统,如采用单独接地系统时,接地体一般采用人工接地体,并应满足以下条件:

- 距离工频低压交流供电系统的接地体不宜小于 10m 。
- 距离建筑物防雷系统的接地体不应小于 2m 。
- 如布线系统的接地系统中存在两个不同的接地体时,其接地电位差不应大于 1Vr.m.s 。

- 接地电阻不应大于 4Ω 。当综合布线采用共用接地系统时，接地体一般利用建筑物基础内钢筋网作为自然接地体，其接地电阻应小于 1Ω 。

在实际应用中通常采用共用接地系统，这是因为与前者相比，共用接地方式具有以下几个显著的优点：

- 当建筑物遭受雷击时，楼层内各点电位分布比较均匀，工作人员及设备的安全能得到较好的保障。同时，大楼的框架结构对中波电磁场能提供 $10\sim40\text{dB}$ 的屏蔽效果。
- 容易获得较小的接地电阻。
- 可以节约金属材料，占地少。

3. 综合布线系统接地设计应注意的问题

(1) 在电信间、设备间及进线间应设置楼层或局部等电位接地端子板。

(2) 楼层安装的各个配线柜（架、箱）应采用适当截面的绝缘铜导线单独布线至就近的等电位接地装置，也可采用竖井内等电位接地铜排引到建筑物共用接地装置，铜导线的截面应符合设计要求。综合布线系统接地导线截面积可参考表 4-43 确定。

表 4-43 接地导线选择表

名称	楼层配线设备至大楼总接地体的距离	
	$\leq 30\text{m}$	$\leq 100\text{m}$
信息点的数量（个）	≤ 75	$>75, \leq 450$
选用绝缘铜导线的截面（ mm^2 ）	6~16	16~50

(3) 缆线在雷电防护区交界处，屏蔽电缆屏蔽层的两端应做等电位连接并接地。

对于屏蔽布线系统的接地做法，一般在配线设备（FD、BD、CD）的安装机柜（机架）内设有接地端子，接地端子与屏蔽模块的屏蔽罩相连通，机柜（机架）接地端子则经过接地导体连至大楼等电位接地体。为了保证全程屏蔽效果，终端设备的屏蔽金属罩可通过相应的方式与 TN-S 系统的 PE 线接地，但不属于综合布线系统接地的设计范围。

说明：TN 方式供电系统是将电气设备的金属外壳与工作零线相接的保护系统，称作接零保护系统，用 TN 表示。把工作零线 N 和专用保护线 PE 严格分开的供电系统，称作 TN-S 供电系统。

(4) 综合布线的电缆采用金属线槽或钢管敷设时，线槽或钢管应保持连续的电气连接，并应有不少于两点的良好接地。

(5) 当缆线从建筑物外面进入建筑物时，电缆和光缆的金属护套或金属性件应在入口处就近与等电位接地端子板连接。

4. 浪涌保护器

当电缆从建筑物外面进入建筑物时，应选用适配的信号线路浪涌保护器，信号线路浪涌保护器应符合设计要求。

浪涌保护器也叫电涌保护器、防雷器，是一种为各种电子设备、仪器仪表、通信线路提供安全防护的电子装置。当电气回路或者通信线路中因为外界的干扰突然产生尖峰电流或者电压时，浪涌保护器能在极短的时间内导通分流，从而避免浪涌对回路中其他设备的损害。

浪涌按用途分为电源浪涌保护器和信号线路浪涌保护器。信号线路浪涌保护器适用于以

太网数据、DDN 专线、传真机、电话等电路，用以防止雷电浪涌、网络过电压对设备的伤害。

如图 4-19 所示是 TTS RJ-45 E1000/8S 6 类以太网数据线路电涌保护器。它依据 TIA/EIA 568B-2.1 和 ISO/IEC 11801 标准设计，是 6 类线缆或 E 级电缆以太网络结构布线系统及其他类似应用系统的全屏蔽电涌保护器。通用的 RJ-45 接线端口可将产品非常方便地串接在被保护设备前端；优质、高泄放能力的电涌保护器件和低电容、超快速恢复二极管矩阵结构，为数据线提供高能粗级保护和低能量的精细保护，从而有效地吸收和转移雷击和电涌产生的能量冲击，并通过接地电缆将能量引入大地，最终保护敏感电子设备不受侵害。产品具有良好的频率传输特性、较高的通流量和极快的响应速度，可广泛应用于办公和工业场所网络综合布线及类似用途的数据通信系统中，如 1000M 以太网、ATM、ISDN、VoIP 网络、PoE 系统等。



图 4-19 6 类以太网数据线路电涌保护器

信号线路浪涌保护器在安装时应注意：

- (1) 保护器串联于被保护设备与信号引入线之间，引入线接在 IN 端、设备与 OUT 端相连。
- (2) 保护器应有良好、独立的接地系统，接地电阻应小于 10Ω 。且不可用自来水管、煤气管、下水管等代替。
- (3) 接地线不小于 2.5mm^2 ，接地线到等电位体的距离不大于 0.5m 。
- (4) 保护器安装在 35mm 标准轨道上。

4.7 防火

与易燃的传统材料相比，阻燃材质可以大大降低火势在管道中的蔓延速度。更重要的是，救生器件会更容易将火焰隔离开来，同时还会大大降低火灾引起的一系列连锁危险。

据建筑物的防火等级和对材料的耐火要求，综合布线系统的缆线选用和布放方式及安装的场地应采取相应的措施。

综合布线工程设计选用的电缆、光缆应从建筑物的高度、面积、功能、重要性等方面加以综合考虑，选用相应等级的防火缆线。

1. 阻燃的标准

对于防火缆线的应用分级，北美、欧洲的相应标准中主要以缆线受火的燃烧程度及着火以后，火焰在缆线上蔓延的距离、燃烧的时间、热量与烟雾的释放、释放气体的毒性等指标，

并通过实验室模拟缆线燃烧的现场状况实测取得。表 4-44 至表 4-46 分别列出了缆线防火等级与测试标准，仅供设计时参考。

表 4-44 通信缆线阻燃等级国际测试标准

IEC 标准（自高向低排列）	
测试标准	缆线分级
IEC 60332-3C	CM/OFN（普通用途）
IEC 60332-1	CMX（民用住宅）

注：参考现行 IEC 标准。

表 4-45 通信电缆欧洲测试标准及分级表

欧盟标准（草案）（自高向低排列）	
测试标准	缆线分级
prEN 50399-2-2 和 EN 50265-2-1	B1
	B2
prEN 50399-2-1 和 EN 50265-2-1	C
	D
EN 50265-2-1	E

注：欧盟 EU CPD 草案。

表 4-46 通信缆线北美测试标准及分级表

测试标准	NEC 标准（自高向低排列）	
	电缆分级	光缆分级
UL910 (NFPA262)	CMP (阻燃级)	OFNP 或 OFCP
UL1666	CMR (主干级)	OFNR 或 OFCR
UL1581	CM、CMG (通用级)	OFN (G) 或 OFC (G)
VW-1	CMX (住宅级)	

注：参考现行 NEC 2002 版。

为了评定线缆的阻燃性能优劣，国际电工委员会（IEC）分别制定了 IEC60332-1、IEC60332-2 和 IEC60332-3 三个标准。IEC60332-1 和 IEC60332-2（国内对应 GB12666.3 和 GB12666.4 标准）分别用来评定单根线缆按倾斜和垂直布放时的阻燃能力。IEC60332-3（国内对应 GB12666.5-90）用来评定成束线缆垂直燃烧时的阻燃能力，相比之下成束线缆垂直燃烧时在阻燃能力的要求上要高得多。

IEC60332-3c 标准的测试环境是对一簇线缆进行测试。整个测试是在 4m 高的柜子中进行。这个测试需要用一定量的易燃物帮助测试，燃烧的时间为 20 分钟。该标准规定，在此测试条件下，允许火焰延伸的最大距离不超过燃烧气枪底边以上的 2.5m。

2. 缆线防火等级的选择

CMP（阻燃级）电缆通常安装在通风管道或空气处理设备使用的空气回流增压系统中，

被加拿大和美国所认可采用。符合 UL910 标准的 FEP/PLENUM 材料，阻燃性能要比符合 IEC60332-1 及 IEC60332-3 标准的低烟无卤材料的阻燃性能好，燃烧起来烟的浓度低。

CMR（主干级）电缆没有烟雾浓度规范，一般用于楼层垂直和水平布线使用。

CM 级（商用级）电缆、CMG 级（通用级）电缆没有烟雾浓度规范，一般仅应用于同一楼层的水平走线，不应用于楼层的垂直布线上。

CMX 级（家居级）电缆也没有烟雾或毒性规范，仅用于敷设单条电缆的家庭或小型办公室系统中。这类电缆不应成捆敷设使用，必须套管。

对欧洲、美洲、国际的缆线测试标准进行同等比较以后，建筑物的缆线在不同的场合与安装敷设方式时，建议选用符合相应防火等级的缆线，并按以下几种情况分别列出：

（1）在通风空间内（如吊顶内及高架地板下等）采用敞开方式敷设缆线时，可选用 CMP 级（光缆为 OFNP 或 OFCP）或 B1 级。

（2）在缆线竖井内的主干缆线采用敞开的方式敷设时，可选用 CMR 级（光缆为 OFNR 或 OFCR）或 B2、C 级。

（3）在使用密封的金属管槽做防火保护的敷设条件下，缆线可选用 CM 级（光缆为 OFN 或 OFC）或 D 级。

4.8 产品选型

综合布线系统是智能建筑内的基础设施之一。从国内以往的工程来分析，系统设备和器材的选型是工程设计的关键环节和重要内容。它与技术方案的优劣、工程造价的高低、业务功能的满足程度、日常维护管理和今后系统的扩展等都密切相关。因此，从整个工程来看，产品选型具有基础性的意义，应予以重视。

4.8.1 产品选型原则

1. 满足功能需求

产品选型应根据智能建筑的主体性质、所处地位、使用功能等特点，从用户信息需求、今后的发展及变化情况等考虑，选用合适等级的产品，如 3 类、5 类、6 类系统产品或光纤系统的配置，包括各种缆线和连接硬件。

2. 结合环境实际

应考虑智能建筑和智能化小区所处的环境、气候条件和客观影响等特点，从工程实际和用户信息需求考虑，选用合适的产品。如目前和今后有无电磁干扰源存在，是否有向智能小区发展的可能性等，这与是否选用屏蔽系统产品、设备配置以及网络结构的总体设计方案都有关系。

3. 选用主流产品

应采用市场上主流的、通用的产品系统，以便于将来的维护和更新。例如不应采用在我国市场上极其少用的 120Ω 的布线部件。对于个别需要采用的特殊产品，也需要经过有关设计单位的同意。

4. 符合相关标准

选用的产品应符合我国国情和有关技术标准，包括国际标准、我国国家标准和行业标准。所用的国内外产品均应以我国国标或行业标准为依据进行检测和鉴定，未经鉴定合格的设备和

器材不得在工程中使用。

5. 性能价格比原则

目前我国已有符合国际标准的通信行业标准,对综合布线系统产品的技术性能应以系统指标来衡量。在产品选型时,所选设备和器材的技术性能指标一般要稍高于系统指标,这样在工程竣工后,才能保证满足全系统技术性能指标。选用产品的技术性能指标也不宜贪高,否则将增加工程投资。

6. 售后服务保障

根据近期信息业务和网络结构的需要,系统要预留一定的发展余地。在具体实施中,不宜完全以布线产品厂商允诺保证的产品质量期来决定是否选用,还要考虑综合布线系统的产品尚在不断完善和提高,要求产品厂家能提供升级扩展能力。

此外,一些工作原则在产品选型中应综合考虑,例如,在价格相同的技术性能指标符合标准的前提下,若已有可用的国内产品,且能提供可靠的售后服务时,应优先选用国内产品,以降低工程总体运行成本,促进民族企业产品的改进、提高及发展。

4.8.2 产品选型方法

综合布线系统工程建设规模和性能特点的具体要求体现在对所选用产品的品种、规格和数量的选择上。现在对建设单位需求的综合布线产品选型的具体步骤和工作方法加以简单介绍,在实际评选工作中可结合系统集成商的具体情况灵活掌握。

1. 布线系统对象调研

首先要熟悉所要布线的建筑物对象系统,收集基础资料,如智能建筑内部的建筑结构、装修标准,各种管线的敷设方法和设备安装要求,以此作为考虑选用布线产品的外形结构、规格容量、缆线型号和安装方式等的重要依据。

2. 布线系统产品调研

产品选型前可收集产品技术资料分析、调查分销商技术意见,访问已经使用该产品的单位,了解其使用效果,积极听取各方面的反映和评价,以便对产品进行总体分析。最后筛选2~3个入围的产品,为进一步评估考察作好准备。

3. 布线系统产品评选

对初选产品分析产品优劣和使用利弊,进行客观公正的技术经济分析和综合评估比较,要求所选产品符合国内外标准、价格适宜、产品系列完整配套、技术性能满足要求、安装施工维护简便、质量保证期限明确等。

4. 系统集成商认定

对初选产品的生产厂家所认证的系统集成商需重点考察其技术力量、施工装备、施工工艺流程及售后服务等。必要时,可邀请专家或有关行家对初选产品的系统集成商进行综合认定或专项技术评估,以体现客观公正的原则。

5. 布线产品选用意见

上述工作完成后,对所选产品就有了比较全面的综合性认识,本着经济实用、切实可靠的原则,提出最后选用产品的意见,包括所选产品的技术性能、所需建设费用和今后满足程度等,提请建设单位或有关领导决策部门确定。

产品选型完成以后,便可以此作为工程预算和具体施工深化设计的依据。最后应将综合

布线系统工程中所需要的主要设备、各种缆线、布线部件及其他附件的规格数量进行计算和汇总，与生产厂商或系统集成商洽谈具体产品的价格、总体折扣额度以及具体订购产品的细节，尤其是产品质量、特殊要求、供货日期、运输地点以及付款方式等，这些都应在订货合同中明确规定，以保证综合布线系统工程能按计划顺利进行。

4.9 进线间的设计

(1) 进线间的位置。一个建筑物宜设置一个进线间。进线间宜靠近外墙和在地下层设置，以便于缆线引入。

(2) 进线间管道入口。进线间应设置管道入口。外线宜从两个不同的路由引入进线间，有利于与外部管道沟通。进线间与建筑物外的人孔或手孔采用管道或通道的方式互连。

入口管道口所有布放缆线和空闲的管孔应采用防火材料封堵，做好防水处理。

(3) 进线间的大小。进线间因涉及因素较多，难以统一提出具体所需的面积。可根据建筑物实际情况，并参照通信行业和国家的现行标准要求进行设计。

进线间的大小一般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。

进线间应满足缆线的敷设路由、成端位置及数量、光缆的盘长空间和缆线的弯曲半径、充气维护设备、配线设备安装所需要的场地空间和面积。

(4) 进线间设计应符合下列规定：

- 1) 进线间应防止渗水，宜设有抽排水装置。
- 2) 进线间应与布线系统垂直竖井沟通。
- 3) 进线间应采用相应防火级别的防火门，门向外开，宽度不小于1m。
- 4) 进线间应设置防有害气体措施和通风装置，排风量按每小时不小于5次容积计算。
- 5) 与进线间无关的管道不宜从进线间通过。

(5) 进线间如安装配线设备和信息通信设施时，应符合设备安装设计的要求。

4.10 设备间的设计

设备间是大楼的电话交换机设备、计算机网络设备，以及建筑物配线设备(BD)安装的地点，也是进行网络管理的场所。

(1) 设备间位置。设备间位置应根据设备的数量、规模、网络构成等因素综合考虑确定。

对综合布线工程设计而言，设备间主要安装总配线设备。当信息通信设施与配线设备分别设置时考虑到设备电缆有长度限制的要求，安装总配线架的设备间与安装电话交换机及计算机主机的设备间之间的距离不宜太远。

(2) 设备间的数量。每幢建筑物内应至少设置1个设备间，如果电话交换机与计算机网络设备分别安装在不同的场地或根据安全需要，也可设置2个或2个以上设备间，以满足不同业务的设备安装需要。

如果一个设备间以10m²计，大约能安装5个19"的机柜。在机柜中安装电话大对数电缆多对卡接式模块，数据主干缆线配线设备模块，大约能支持总量为6000个信息点所需(其中

电话和数据信息点各占 50%）的建筑物配线设备安装空间。

（3）建筑物综合布线系统与外部配线网连接时，应遵循相应的接口标准要求。

（4）设备间的设计。

- 1) 设备间宜处于干线子系统的中间位置，并考虑主干缆线的传输距离与数量。
- 2) 设备间宜尽可能靠近建筑物线缆竖井位置，有利于主干缆线的引入。
- 3) 设备间的位置宜便于设备接地。
- 4) 设备间应尽量远离高低压变配电、电机、X 射线、无线电发射等有干扰源存在的场地。
- 5) 设备间的温度应为 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应为 20%~80%，并应有良好的通风。
- 6) 设备间内应有足够的设备安装空间，其使用面积不应小于 10m^2 ，该面积不包括程控用户交换机、计算机网络设备等设施所需的面积。
- 7) 设备间梁下净高不应小于 2.5m，采用外开双扇门，门宽不应小于 1.5m。

（5）设备间应防止有害气体（如氯、碳水化合物、硫化氢、氮氧化物、二氧化碳等）侵入，并应有良好的防尘措施，尘埃含量限值宜符合表 4-47 的规定。

表 4-47 尘埃限值

尘埃颗粒的最大直径（ μm ）	0.5	1	3	3
尘埃颗粒的最大浓度（粒子数/ m^3 ）	1.4×10^7	7×10^5	2.4×10^5	1.3×10^5

注：灰尘粒子应是不导电的、非铁磁性和非腐蚀性的。

（6）在地震区的区域内，设备安装应按规定进行抗震加固。

（7）设备安装宜符合下列规定：

- 1) 机架或机柜前面的净空不应小于 800mm，后面的净空不应小于 600mm。
- 2) 壁挂式配线设备底部离地面的高度不宜小于 300mm。

（8）设备间应提供不少于两个 220V 带保护接地的单相电源插座，但不作为设备供电电源。

（9）设备间如果安装电信设备或其他信息网络设备时，设备供电应符合相应的设计要求。

4.11 电信间设计

1. 电信间的功能

电信间是楼层安装配线设备（机柜、机架、机箱等）和计算机网络设备（HUB 或 SW）的场地。电信间内或其紧邻处应设置缆线竖井，并可考虑在该场地设置等电位接地体、电源插座、UPS 配电箱等设施。

在场地面积满足的情况下，也可在电信间设置建筑物，如安防、消防、建筑设备监控系统、无线信号覆盖等系统的布缆线槽和功能模块的安装。如果综合布线系统与弱电系统设备合设于同一场地，从建筑的角度出发，称为弱电间。

电信间应与强电间分开设置。

2. 电信间的数量

电信间的数量应按所服务的楼层范围及工作区面积来确定。如果该层信息点数量不大于 400 个，水平缆线长度在 90m 范围以内，宜设置一个电信间；当超出这一范围时宜设两个或

多个电信间；每层的信息点数量较少，且水平缆线长度不大于 90m 的情况下，宜几个楼层合设一个电信间。

3. 电信间的面积

电信间的使用面积不应小于 $5m^2$ ，也可根据工程中配线设备和网络设备的容量进行调整。

一般情况下，综合布线系统的配线设备和计算机网络设备采用 19" 标准机柜安装。机柜尺寸通常为 600mm（宽）× 900mm（深）× 2000mm（高），共有 42U 的安装空间。机柜内可安装光纤连接盘、RJ-45（24 口）配线模块、多线对卡接模块（100 对）、理线架、计算机 HUB/SW 设备等。

如果按建筑物每层电话和数据信息点各为 200 个考虑配置上述设备，大约需要有 2 个 19"（42U）的机柜空间，以此测算电信间面积至少应为 $5m^2$ ($2.5m \times 2.0m$)。对于涉及布线系统设置内、外网或专用网时，19" 机柜应分别设置，并在保持一定间距的情况下预测电信间的面积。

4. 电信间电源要求

电信间应提供不少于两个 220V 带保护接地的单相电源插座，但不作为设备供电电源。

电信间安装电信设备或其他信息网络设备时，设备供电应符合相应的设计要求。

5. 电信间的防火门

电信间应采用外开丙级防火门，门宽大于 0.7m。

6. 电信间的温度

电信间内温度应为 $10^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度宜为 $20\% \sim 80\%$ 。如果安装信息网络设备时，应符合相应的设计要求。

电信间温、湿度均以总配线设备所需的环境要求为主，如在机柜中安装计算机网络设备（HUB/SW）时的环境应满足设备提出的要求，温、湿度的保证措施由空调专业负责解决。

4.12 缆线通道设计

缆线的类型包括大对数屏蔽与非屏蔽电缆（25 对、50 对、100 对），4 对对绞屏蔽与非屏蔽中缆（5e 类、6 类、7 类）及光缆（2 芯至 24 芯）等。尤其是 6 类与屏蔽缆线因构成的方式较复杂，众多缆线的直径与硬度有较大的差异，在设计管线时应引起足够的重视。

配线子系统缆线宜采用在吊顶、墙体内穿管或设置金属密封线槽及开放式（电缆桥架、吊挂环等）敷设，当缆线在地面布放时，应根据环境条件选用地板下线槽、网络地板、高架（活动）地板布线等安装方式。

干线子系统垂直通道穿过楼板时宜采用电缆竖井方式。干线子系统垂直通道有下列 3 种方式可供选择：

- 电缆孔方式，通常用一根或数根外径 $63 \sim 102\text{mm}$ 的金属管预埋在楼板内，金属管高出地面 $25 \sim 50\text{mm}$ ，也可直接在楼板上预留一个大小适当的长方形孔洞，孔洞一般不小于 $600\text{mm} \times 400\text{mm}$ （也可根据工程实际情况确定）。
- 管道方式，包括明管或暗管敷设。
- 电缆竖井方式，在新建工程中，推荐使用电缆竖井的方式。
也可采用电缆孔、管槽的方式，电缆竖井的位置应上、下对齐。

建筑群之间的缆线宜采用地下管道或电缆沟敷设方式，并应符合相关规范的规定。

缆线应远离高温和电磁干扰的场地。

管线的弯曲半径应符合表 4-48 的要求。

表 4-48 管线敷设弯曲半径

缆线类型	弯曲半径 (mm) /倍
2 芯或 4 芯水平光缆	>25mm
其他芯数和主干光缆	不小于光缆外径的 10 倍
4 对非屏蔽电缆	不小于电缆外径的 4 倍
4 对屏蔽电缆	不小于电缆外径的 8 倍
大对数主干电缆	不小于电缆外径的 10 倍
室外光缆、电缆	不小于缆线外径的 10 倍

注：当缆线采用电缆桥架布放时，桥架内侧的弯曲半径不应小于 300mm。

管与线槽内的管径利用率与截面利用率

(1) 管径利用率和截面利用率计算公式。

1) 管径利用率= d/D 。d 为缆线外径；D 为管道内径。

2) 截面利用率= A_1/A 。 A_1 为穿在管内的缆线总截面积；A 为管子的内截面积。

(2) 缆线布放在管与线槽内的管径与截面利用率选择。

为了保证水平电缆的传输性能及成束缆线在电缆线槽中或弯角处布放不会产生溢出的现象，故提出了线槽利用率在 30%~50% 的范围。

缆线布放在管与线槽内的管径与截面利用率，应根据不同类型的缆线做不同的选择。

1) 管内穿放大对数电缆或 4 芯以上光缆时，直线管路的管径利用率应为 50%~60%，弯管路的管径利用率应为 40%~50%。

2) 管内穿放 4 对对绞电缆或 4 芯光缆时，截面利用率应为 25%~30%。

3) 只布放缆线在线槽内的截面利用率应为 30%~50%。

某些结构（如“+”型等）的 6 类电缆在布放时为减少对绞电缆之间串音对传输信号的影响，不要求完全做到平直和均匀，甚至可以不绑扎，因此对布线系统管线的利用率提出了较高的要求。

(3) 管道缆线的布放根数。

对于综合布线管线可以对已定的规格管道采用管径利用率和截面利用率的公式加以计算，得出管道缆线的布放根数。我们也可以根据缆线的布放根数，及工程实际需要设计槽式电缆桥架或金属线槽尺寸去订购。

(4) 槽式电缆桥架尺寸选择与计算。

槽式电缆桥架的高 (h) 和宽 (b) 之比一般为 1:2，也有一些型号不以此为比例。各型桥架标准长度为 2m/根。桥架板厚度标准为 1.5~2.5mm，实际产品还有 0.8mm、1.0mm、1.2mm 的产品。

订购桥架时，应根据在槽式桥架中敷设线缆的种类和数量来计算槽式桥架的大小。

槽式电缆桥架宽度 b 的计算：

电缆的总面积 $S_0 = n_1 \times \pi \times (d_1/2)^2 + n_2 \times \pi \times (d_2/2)^2 + \dots$

式中： d_1 、 d_2 ……为各电缆的直径； n_1 、 n_2 、 n_3 ……为相应电缆的根数。

一般槽式电缆桥架的填充率取 40%左右，故需要的槽式桥架横截面积为： $S=S_0/40\%$ ，则所需槽式电缆桥架的宽度为：

$$b=S/h=S_0/(40\% \times h)$$

式中：h 为槽式桥架的净高。

4.13 综合布线设计图纸的绘制

工程图纸是工程设计的重要技术资料，是施工建造的依据。综合布线工程需要有一整套的图纸作为技术支撑。综合布线工程图纸在综合布线工程中起着重要的作用。设计人员首先要通过建筑图纸来了解和熟悉建筑物结构并设计综合布线工程图，施工人员根据设计图纸组织施工，最后验收阶段将相关技术图纸移交给建设方。图纸简单、清晰、直观地反映了综合布线系统工程的整体和局部结构以及网络、管线路由和信息点的分布情况。因此，识图、绘图能力是综合布线系统工程设计和施工组织人员的一项基本功。

4.13.1 综合布线工程图

综合布线工程图一般包括以下 5 类图纸：

(1) 综合布线系统拓扑图 (如图 4-20 所示)。

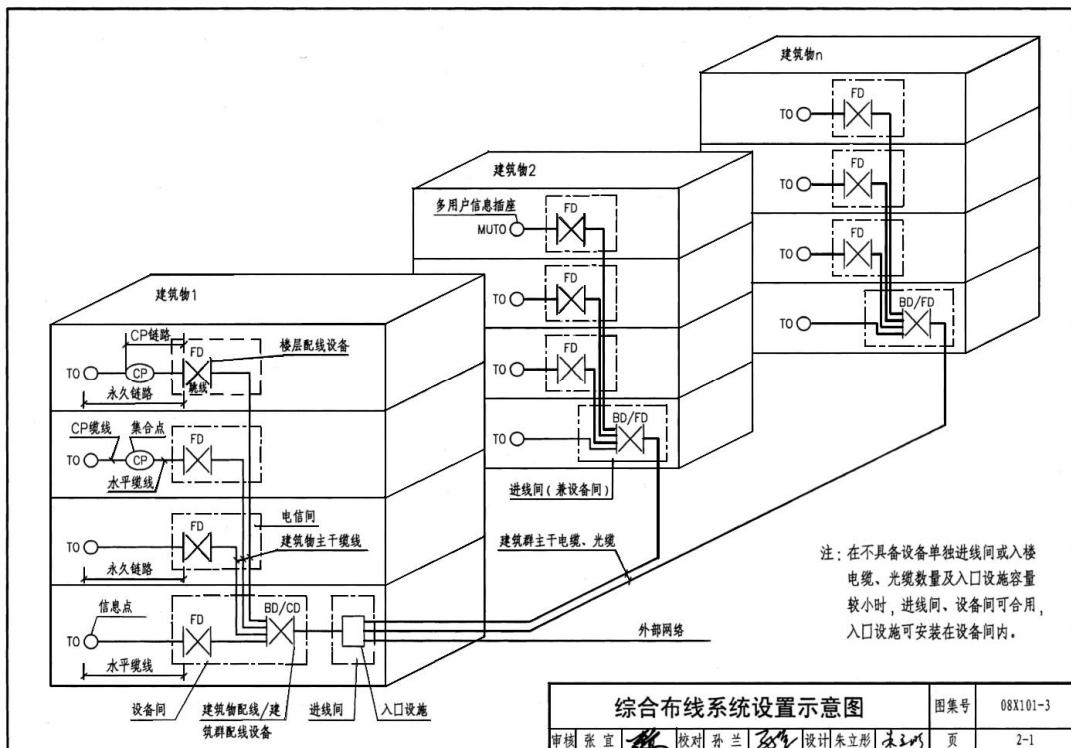


图 4-20 综合布线系统拓扑图

(2) 综合布线缆线路由图 (如图 4-21 所示)。

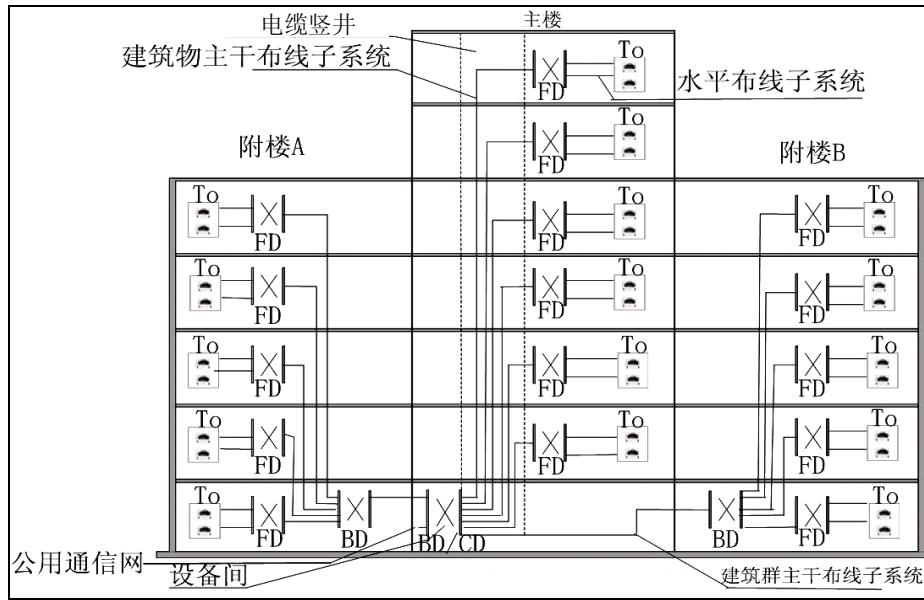


图 4-21 综合布线缆线路由图

(3) 楼层信息点平面分布图 (如图 4-22 所示)。

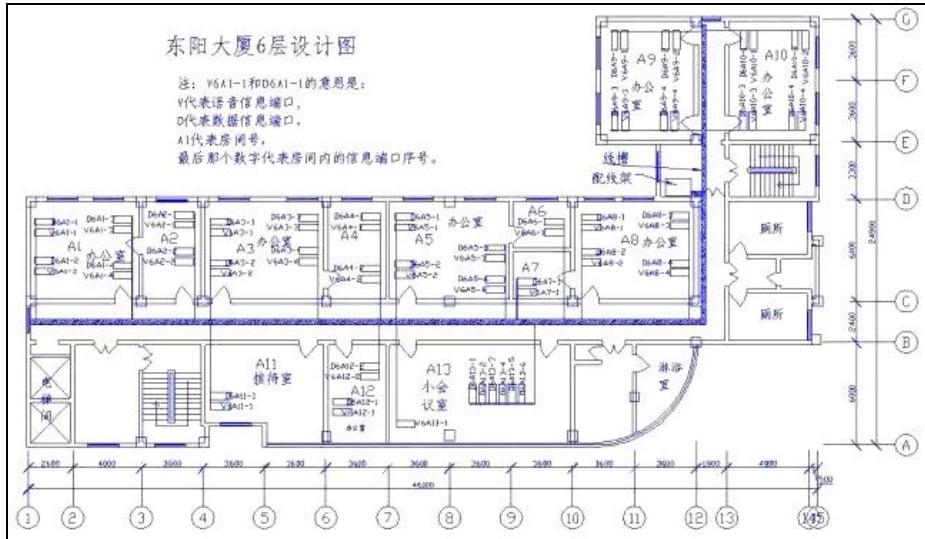


图 4-22 楼层信息点平面分布图

(4) 机柜配线架信息点分布图 (如图 4-23 所示)。

(5) 通信网络拓扑结构图 (如图 4-24 所示)。

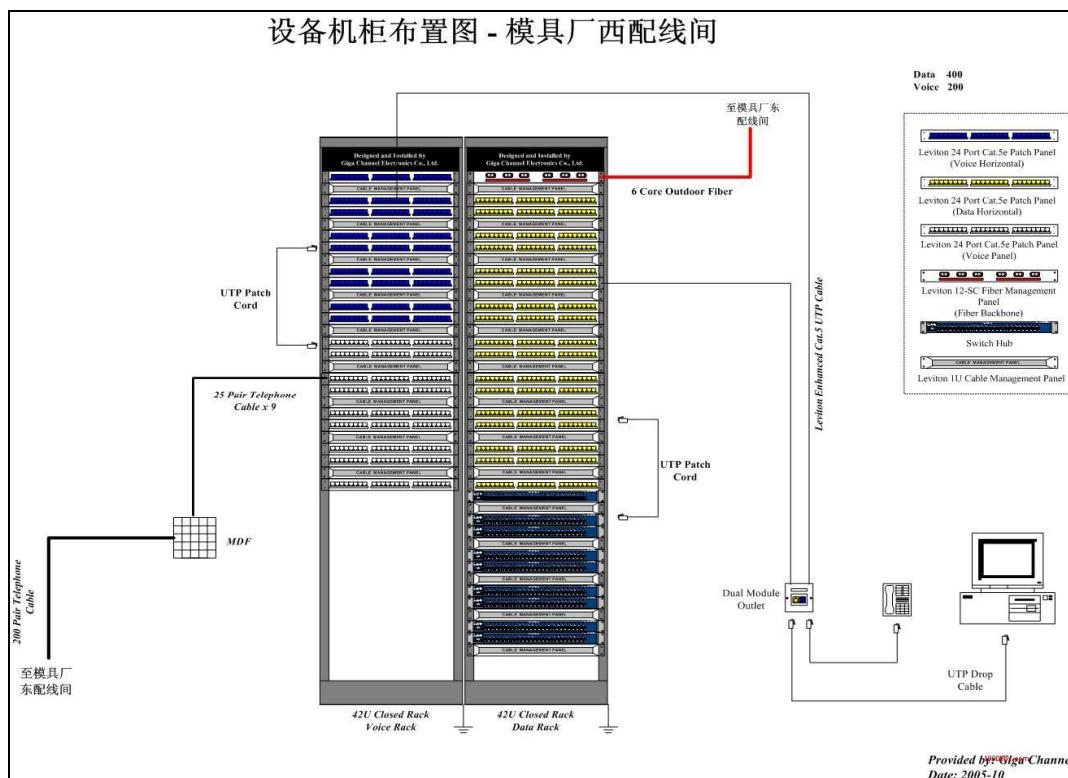


图 4-23 机柜配线架信息点分布图

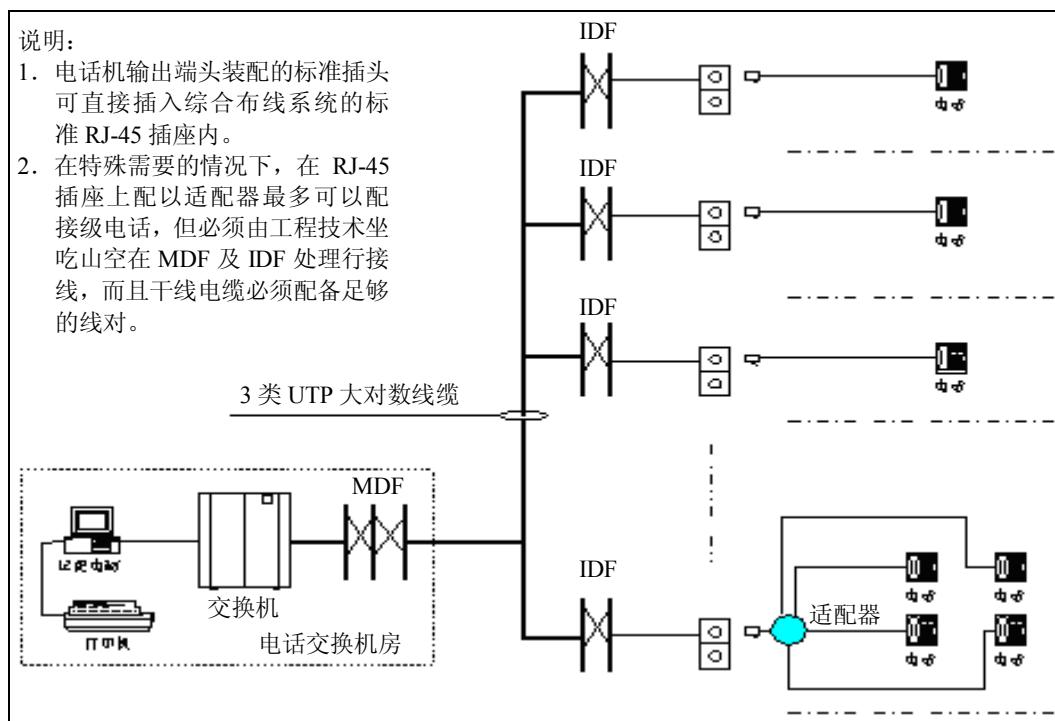


图 4-24 电话系统综合布线连接示意图

4.13.2 绘图软件简介

现在,利用计算机绘图可以完全取代手工绘图,使工程设计人员真正从手工设计绘图烦琐、低效、重复的工作中解脱出来。目前,专用的综合布线设计绘图软件并不多见,人们主要还是使用 AutoCAD 和 Visio 两种计算机绘图软件来绘制综合布线系统工程的设计图纸。也可以利用专用的综合布线设计软件如“智能建筑综合布线 CAD 软件”或其他绘图软件绘制。

1. 用 AutoCAD 绘图

AutoCAD 是 Autodesk 公司的主导产品,是当今最流行的二维绘图软件,目前已被广泛应用于机械设计、建筑设计、影视制作、视频游戏开发以及 Web 网的数据开发等重大领域。AutoCAD 具有强大的二维功能,如绘图、编辑、剖面线和图案绘制、尺寸标注以及二次开发等功能,同时具有部分三维功能。十几年来 AutoCAD 不断发展更新版本,现常用的是 AutoCAD 2007 简体中文版。AutoCAD 也广泛应用于综合布线系统的设计中。当建设单位提供了建筑物的 CAD 建筑图纸的电子文档后,设计人员可以在其图纸上直接进行布线系统的设计,起到事半功倍的效果。

AutoCAD 主要用于绘制综合布线管线设计图、楼层信息点分布图、布线施工图等,如图 4-25 所示是用 AutoCAD 绘制楼层信息点分布图。

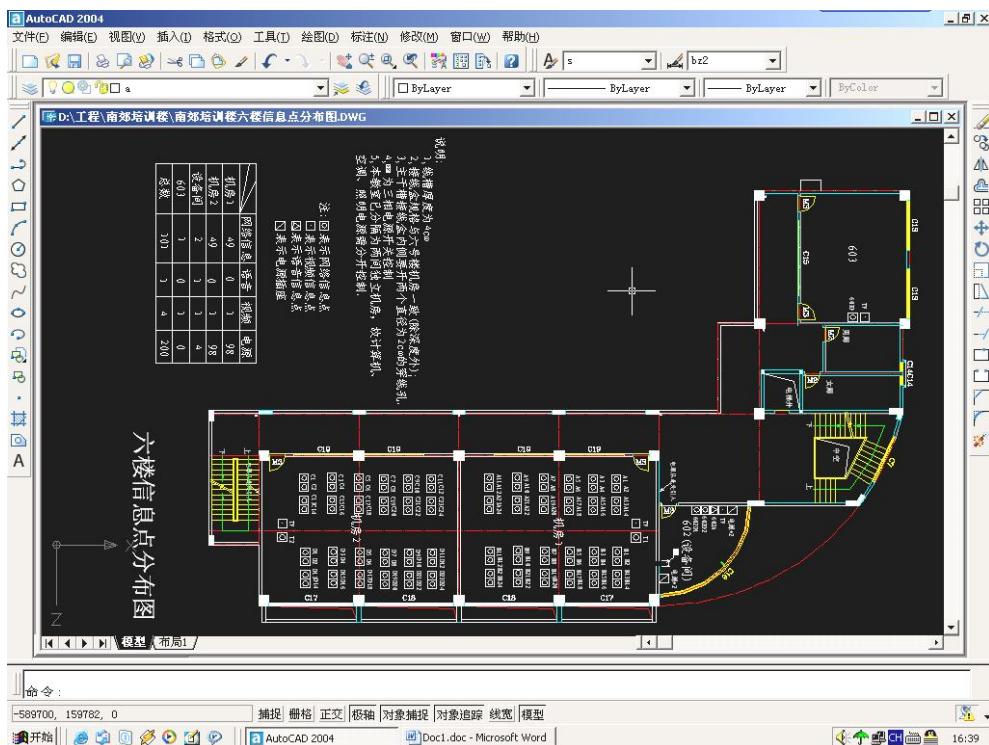


图 4-25 用 AutoCAD 绘制楼层信息点分布图

2. 用 Visio 绘图

(1) Microsoft Office Visio 2007 简介。

Microsoft Office Visio 2007 是当今最优秀的图形处理软件之一。它将强大的功能和简单的

操作完美地结合在一起，易学易用，经过短时学习就能上手绘图。

Office Visio 2007 有两个独立版本：Office Visio Professional 2007 和 Office Visio Standard 2007。虽然 Office Visio Standard 2007 与 Office Visio Professional 的基本功能相同，但前者包含的功能和模板是后者的子集。

使用 Visio 2007 可以绘制业务流程图、组织结构图、项目管理图、营销图表、办公室布局图、网络图、电子线路图、数据库模型图、工艺管道图、因果图、方向图等，因而，Visio 被广泛应用于软件设计、办公自动化、项目管理、广告、企业管理、建筑、电子、机械、通信、科研和日常生活等众多领域。

使用 Visio 2007 可以帮助你创建说明和组织复杂设想、过程与系统的业务和技术图表，创建的图表使你能够将信息形象化，并能够以清楚、简明的方式有效地交流信息。通过使用 Office Visio Professional 2007 将图表链接至基础数据，以提供更完整的画面，从而使图表更智能、更有用。

借助模板快速入门。通过 Office Visio 2007，可以使用结合了强大的搜索功能的预定义 Microsoft SmartShapes 符号来查找计算机或网络上的合适形状，从而轻松创建图表。Office Visio 2007 提供了特定的工具来支持 IT 和商务专业人员的不同图表制作需要。

(2) 用 Visio 绘图。

综合布线设计中，常用 Visio 绘制网络拓扑图、布线系统拓扑图、信息点分布图等。如图 4-26 所示是用 Visio 绘制楼层布线图，如图 4-27 所示是用 Visio 绘制综合布线系统拓扑图。

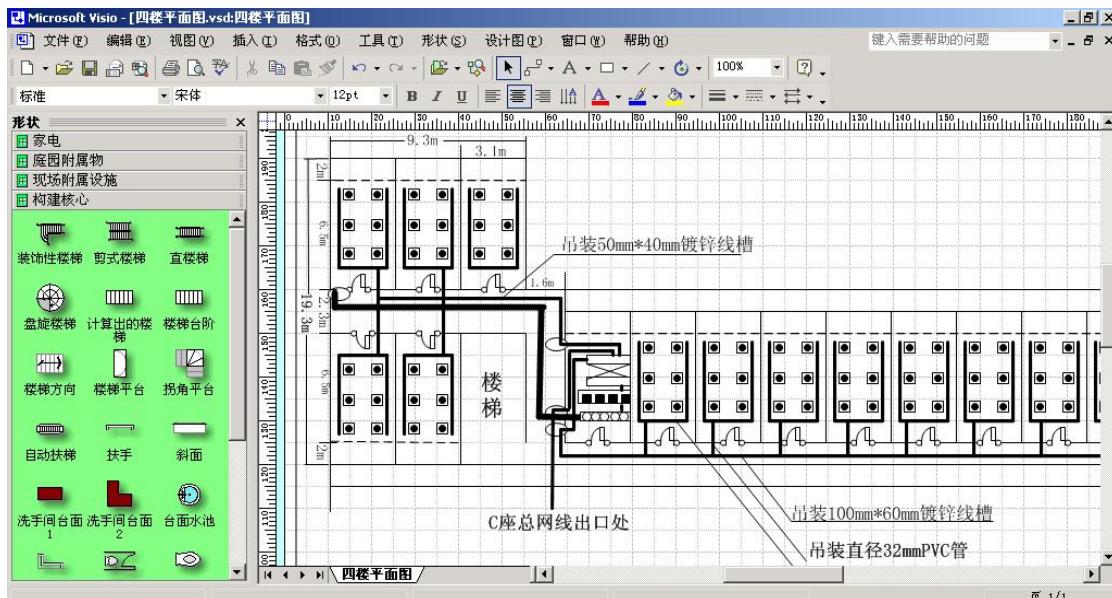


图 4-26 用 Visio 绘制楼层布线图

在绘制图形时，只需要选择相应的模板，单击不同的类别，选择需要的形状符号（SmartShapes 符号），拖动到绘图页上相应的位置，再加上必要的连线，对绘图页上的图形对象、连线等加上标注（如文字、数字、单位等），进行空间组合与图形排列对齐处理，再适当加上图形、背景颜色和边框，就可以很容易地绘制出适合不同业务需求的图形。

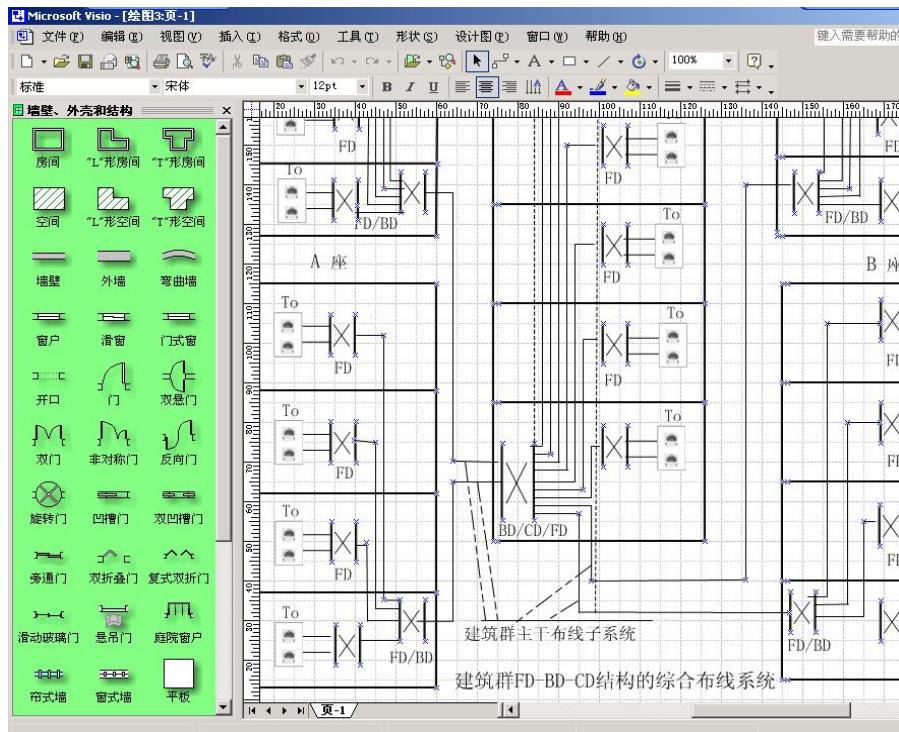


图 4-27 用 Visio 绘制综合布线系统拓扑图

4.13.3 综合布线设计软件

1. 综合布线设计常用软件

当前各综合布线系统集成商采用多种计算机软件来进行设计和材料计算，其中包括：

- (1) 利用通用的绘图软件如 AutoCAD、Visio 等绘制综合布线系统图、路由图及信息点位示意图。
- (2) 再利用电子表格 Excel 或数据库软件等进行材料清单的统计以及材料费用的核算。
- (3) 利用文本编辑软件如 Word、WPS 等书写各种工程文档工作。

通过这些软件的综合使用，实现对综合布线系统设计各种文档资料的编写、工程的概算和图纸的制作。

2. 专门用于综合布线设计的软件

现在也有一些专门用于综合布线设计的软件。综合布线设计软件能实现的功能包括平面设计、系统图设计、统计计算及智能分析、其他辅助功能。一套设计软件可能包含以上功能中的一种或几种。

“布线通”是一款综合布线设计软件，完全遵循国标 GB/T 50311-2007《建筑与建筑群综合布线系统工程设计规范》，并充分考虑设计人员的习惯，尽可能地适应不同单位、不同地区、不同行业的要求，以适应不同类型的智能建筑综合布线设计需求。

软件的主要功能特点如下：

- (1) 平面设计。“布线通”可在目前各种流行的建筑设计软件所绘的建筑平面图上直接进行综合布线设计，也可以利用“布线通”软件本身提供的功能完成土建平面图设计。并在工

作区划分后，完成综合布线设计中的线缆、管槽、配线架、各类信息插座以及其他设备、家具的布置。

（2）系统图设计。在各标准层平面图设计的基础上，通过对建筑物楼层的定义，该软件还可以进行干线子系统等设计，采用自动或手动方式生成综合布线系统图。

（3）统计计算及智能分析。利用“布线通”软件完成平面设计和系统图设计后，使用者可以不必脱离设计环境，即可对整个综合布线系统中所需的信息插座、配线架、水平线缆、主干线缆、穿线管、走线槽等部件自动计算、自动统计。在计算统计结果的过程中，“布线通”可根据规范智能检测各级配线架间的连线长度是否满足设计规范要求，查看综合布线的线缆与其他管线之间的最小净距是否符合规定。

（4）其他辅助功能。使用者所设计的图纸可按不同比例出图，各种设备材料表可用图形和文本方式输出。另外，“布线通”的专业符号库功能灵活便捷，用户可以根据情况方便地分类添加各种设计所需的专业符号。在参数设定、图示、标注等方面，“布线通”为用户提供了简便的自定义功能，只作简单的操作就可将用户定义的参数、图示等加入系统。设计中的所有数据均用数据库进行管理，并与图中对应的部件双向联动，修改数据库中的部件记录，图中的部件也同时修改。在本系统中综合布线平面图、系统图、部件统计表、线缆统计表始终保持一致、准确可信。“布线通”提供的工程项目管理的概念，可以使用户方便地按工程项目来分类管理各种图纸。

“布线通”是在 AutoCAD 平台上使用最新的 ObjectARX 方式开发的，系统稳定可靠，可在 R14、R2000 等不同版本上使用，也可在网上运行，使用方便灵活。参数设定框采用非模式对话框，数据可从下拉列表中取得，无需从键盘输入。提示、图示紧密结合，易学易用，用户只需经过简短培训即可用本系统进行综合布线设计。

4.14 综合布线系统设计方案的编写

综合布线系统工程的设计，最终要以设计方案的形式定稿，形成综合布线系统工程的指导性技术文件，用来指导所有的后续工程活动，包括备货、施工、工程监理、测试、验收以及布线系统的维护等。方案设计则是系统集成商前期的、首要的、基本的工作。

4.14.1 方案编写

由于综合布线工程不尽相同，因此，综合布线系统的设计方案必然存在各种差异。典型的综合布线系统设计方案应包含以下内容：

1 前言

在前言中主要反映出：客户单位名称、工程名称、设计单位及施工方的名称、工程的意义、设计内容概要等。

2 定义与惯用语

这一节应根据《综合布线系统工程设计规范（GB 50311-2007）》对设计中用到的综合布线系统的概念、通用术语、惯用语作出解释，以利于用户对设计的准确理解，并可给出结构示意图。

3 综合布线系统设计

3.1 工程概况

主要内容有工程建筑群内有哪些建筑物、各建筑物的楼层数、各层的层高、各层房间功能与布局；电信间（弱电间）的位置，竖井中有无其他并列线路，如消防报警、有线电视、控制和音响等线路，如果没有专用的竖井则要说明垂直缆线管道的位置，以及进线间、设备间的位置；一般要给出建筑群内建筑物的分布图，如园区建筑分布图、校园建筑分布图等；给出建筑物的典型平面图，标注进线间、设备间、电信间的位置。

3.2 用户需求

主要内容有根据用户的需求要对哪些建筑物布线、各建筑物各楼层信息点的种类和数量，各类信息点的总量是多少，可用表格形式列出；用户的其他需求等。

3.3 设计目标、设计原则、设计标准

阐述该综合布线系统要达到的目标；列出设计所遵守的原则：先进性、经济性、扩展性、可靠性等；列出设计依据的标准。

3.4 布线系统总体结构设计

包括布线系统结构的文字描述和布线系统图。

文字描述：从总体结构上对布线系统的设计，主要内容有：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，提出综合布线系统工程的产品类别及链路、信道等级确定。应包括整个系统数据、语音、控制等应用所用缆线、配线设备、跳线、信息模块等的级别、类型；是选用铜缆还是光缆，是采用屏蔽布线系统还是非屏蔽布线系统；各子系统的缆线长度，产品选型即设计所选的布线缆线、设备、材料的厂商名称及品牌产品的名称、特点等；布线的主要路由设计介绍。

3.5 各子系统设计情况介绍

描述工作区、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、设备间、进线间和管理的配置和安装工艺要求。

（1）进线间设计

描述入口设施中已有哪几家电信业务经营者设置了入口设施，电缆、光缆配线设备与引入的电缆、光缆容量配置情况。

（2）设备间设计

描述设备间的位置、环境；要安装的建筑物 BD 配线设备、机柜的数量及类型；描述 BD 配线设备与电话交换机及计算机网络设备的连接方式；电话交换机、计算机主机设备及入口设施是否与配线设备安装在一起；设备间设置缆线竖井、等电位接地体、电源插座、UPS 配电箱等设施的情况等。

（3）建筑群子系统设计

建筑群子系统连接的建筑物之间的主干电缆和光缆的名称、类型、数量；建筑群配线设备（CD）及设备缆线、跳线的名称、类型、数量；CD 的安装位置，是在进线间还是在设备间；建筑群子系统连接的建筑物之间的主干电缆和光缆的路由情况等。

（4）干线子系统设计

描述干线子系统由设备间至电信间的干线电缆总对数、光缆数及光纤芯数，包括适当的备份数量；数据、电话干线子系统主干缆线的管槽类型和路由；安装在设备间的建筑物配线设备（BD）数量、容量及选型。设备缆线和跳线的数量、选型。

（5）配线子系统设计

描述配线子系统在工作区的信息插座模块、信息插座底盒、信息插座模块至电信间配线设备（FD）的配线电缆和光缆、电信间的机柜、配线设备及设备缆线和跳线等的数量及选型。数据系统和电话系统等与配线架的连接方式；配线子系统的缆线路由和所用管槽；电信间设置缆线竖井、等电位接地体、电源插座、UPS 配电箱等设施的情况等。

（6）管理设计

描述对工作区、电信间、设备间、进线间的配线设备、缆线、信息插座模块等设施按一定的模式进行标识和记录。

（7）工作区

应由配线子系统的信息插座模块（TO）延伸到终端设备处的连接缆线及适配器组成。

3.6 电气防护和接地设计

描述对综合布线系统电气和接地设计的情况。

4 工程的实施

此处工程实施主要描述系统施工的步骤和注意事项，侧重工程技术，而在工程实施方案书中更多描述本公司的项目管理模式和措施，侧重组织和协调。

5 工程验收

描述对工程的验收测试的标准、组织形式和技术方法。工程资料的移交，清点、交接技术文件的要求。

6 培训、售后服务与质量保证期

描述工程完工后对用户的培训形式、培训安排等；对工程的售后服务承诺与工程的质量保证期。

7 工程造价

编制综合布线系统所有设备、材料的预算表：包括品名、型号、数量、价格、金额等。工程费用清单表等。

8 图纸

绘制综合布线系统工程的全部图纸，在图纸封面上明确本次工程的全名、初步设计、施工图设计阶段、参加与本工程设计有关的人员、设计单位、年月日、设计编号、工程编号等信息。

4.14.2 综合布线系统设计案例

- 大楼综合布线系统设计方案（附录 A）
- 某住宅小区综合布线系统设计方案（附录 B）
- 校园综合布线系统解决方案（附件 C）

习 题

1. 根据以下信息，编写某大楼简单综合布线设计方案，要求做出详细配置。

（1）楼宇基本情况：该楼共 14 层，楼层高 4m，每层设立有一个电信间。从电信间到该楼层最近信息点的距离为 70m，最近的为 25m。

（2）要求：本次信息点布放包括数据信息点和语音信息点。信息点分布情况见表 4-49。数据主干采用室内四芯多模光缆，语音主干采用室内大对数电缆。用户可以根据需要及时调换

语音与数据之间的使用。其他选型见表 4-49。

- 1) 测算工程所需缆线。
 - 2) 测算工程所需设备材料并填写下面的表格。

表 4-49 信息点分布情况及其他选型