

《综合布线工程实用技术》

单元8 垂直子系统的设计和安装技术

王公儒 主编



8.1 垂直子系统的基本概念和工程应用

在GB 50311国家标准中把垂直子系统称为**干线子系统**, 为了便于理解和工程行业习惯叫法, 我们仍然称为垂直子系统, 它是综合布线系统中非常关键的组成部分, 它由设备间子系统与管理间子系统的引入口之间的布线组成, 两端分别连接在设备间和楼层管理间的配线架上。它是建筑物内综合布线的主干缆线, **垂直子系统一般使用光缆传输**。图8-1所示为垂直子系统示意图。请扫描二维码下载彩色高清图片。

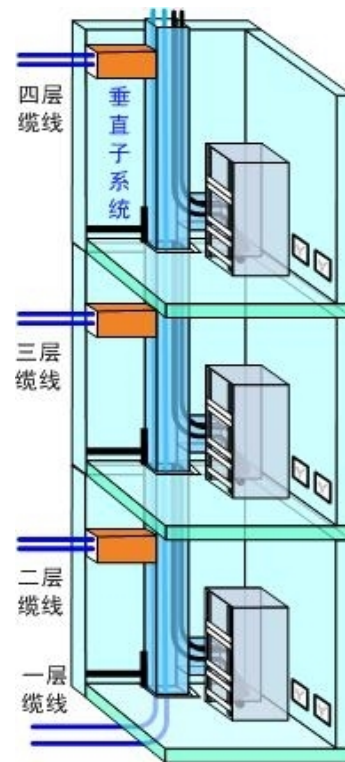
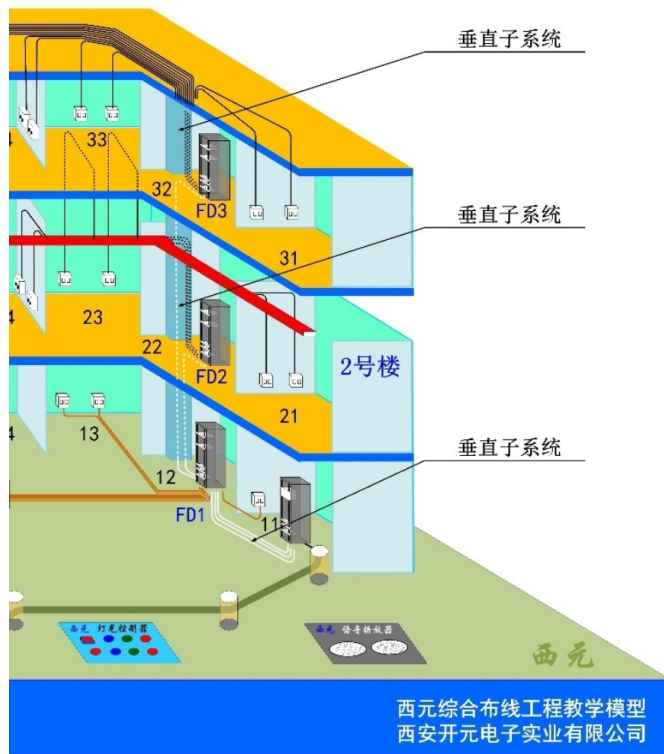
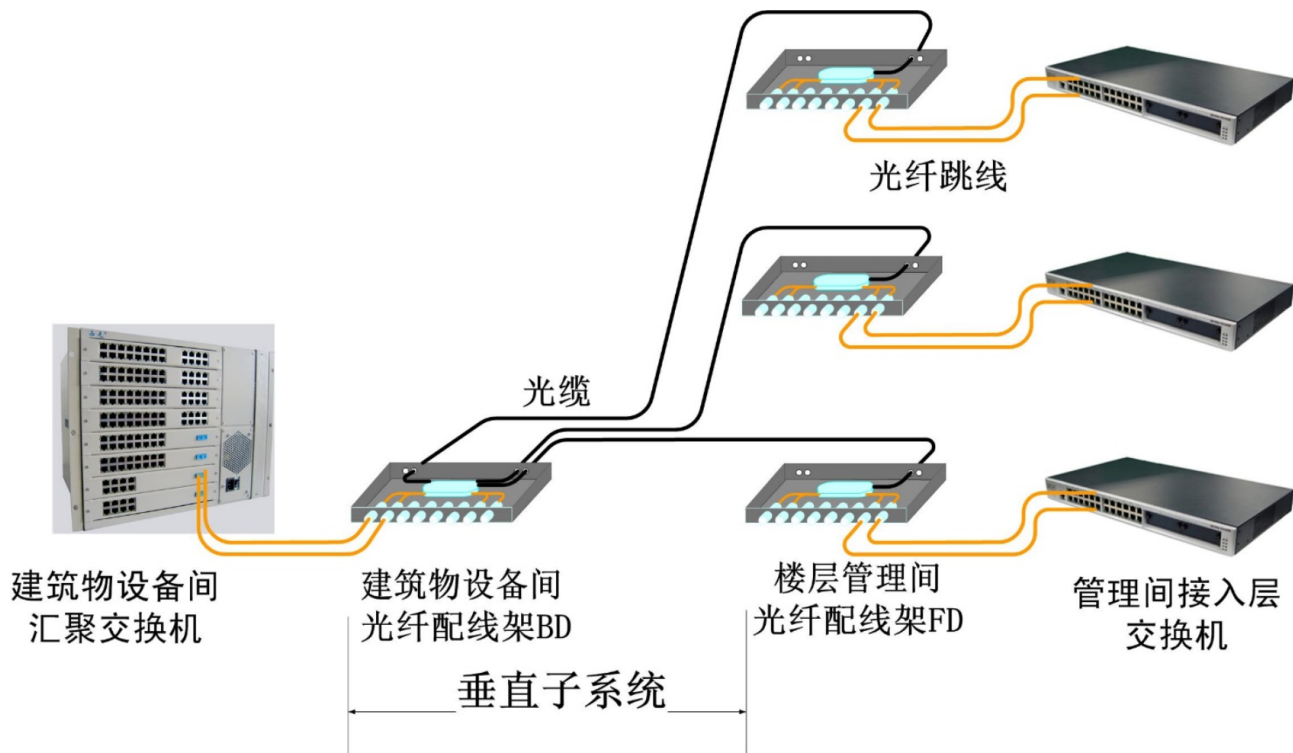


图8-1 垂直子系统示意图

垂直子系统的布线也是一个星状结构，从建筑物设备间向各个楼层的管理间布线，实现大楼信息流的纵向连接。图8-2所示为垂直子系统布线原理图。在实际工程中，大多数建筑物都是垂直向高空发展的，因此很多情况下会采用垂直型的布线方式。但是，也有很多建筑物是横向发展，如飞机场候机厅、工厂仓库等建筑，这时也会采用水平型的主干布线方式。因此，主干线缆的布线路由既可能是垂直型的，也可能是水平型的，或是两者的综合。



8-2 垂直子系统布线原理图

8.2 垂直子系统的设计原则

在垂直子系统中，一般要遵循以下原则：

- 1.星形拓扑结构原则
- 2.保证传输速率原则
- 3.无转接点原则
- 4.语音和数据电缆分开原则
- 5.大弧度拐弯原则
- 6.满足整栋大楼需求原则
- 7.布线系统安全原则

8.3 垂直子系统的设计步骤和方法

垂直子系统的设计步骤一般为：首先进行需求分析，与用户进行充分的技术交流和了解建筑物用途；其次要认真阅读建筑物设计图纸，确定建筑物竖井、设备间和管理间的具体位置；再进行初步规划和设计，确定垂直子系统布线路径；最后进行确定布线材料规格和数量，列出材料规格和数量统计表。其设计步骤如图8-3所示。

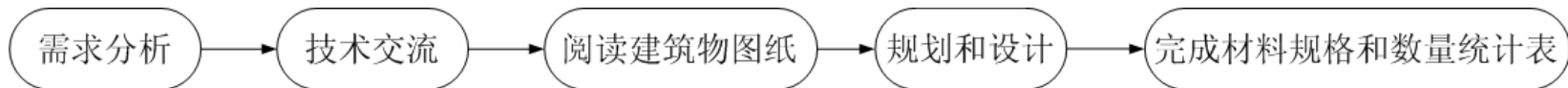


图8-3 垂直子系统设计步骤

8.3.1 需求分析

需求分析是综合布线系统设计的首项重要工作，垂直子系统是综合布线系统工程中最重要的一个子系统，直接决定每个信息点的稳定性和传输速度。主要涉及布线路径、布线方式和材料的选择，对后续水平子系统的施工是非常重要的。

需求分析首先按照楼层高度进行分析，分析设备间到每个楼层的管理间的布线距离、布线路径，逐步明确和确认垂直子系统的布线材料的选择。

8.3.2 技术交流

在进行需求分析后，要与用户进行技术交流，这是非常必要的。在交流中重点了解每个房间或者工作区的用途、要求、运行环境等因素。在交流过程中必须进行详细的书面记录，每次交流结束后要及时整理书面记录，这些书面记录是初步设计的依据。

8.3.3 阅读建筑物图纸

通过阅读建筑物图纸掌握建筑物的竖井位置、设备间和管理间位置及土建结构、强电路径，重点掌握在垂直子系统路由上的电器设备、电源插座、暗埋管线等。

8.3.4 规划和设计

根据综合布线的标准及规范，应按下列设计要点进行垂直子系统的设计工作。

1. 确定缆线类型
2. 垂直子系统路径的选择
3. 缆线容量配置
4. 垂直子系统线缆敷设保护方式
5. 垂直子系统干线线缆交接
6. 垂直子系统干线线缆端接

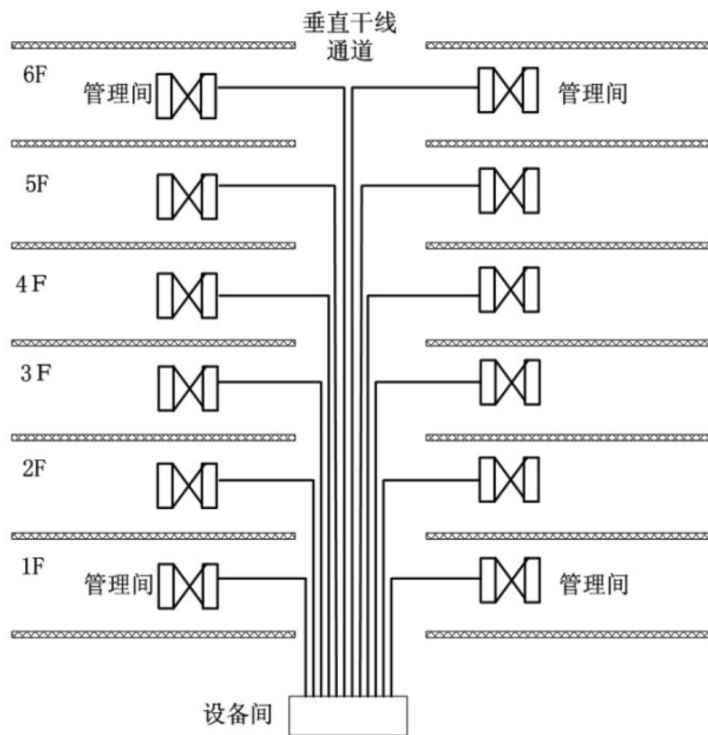


图8-4 干线电缆点对点端接方式

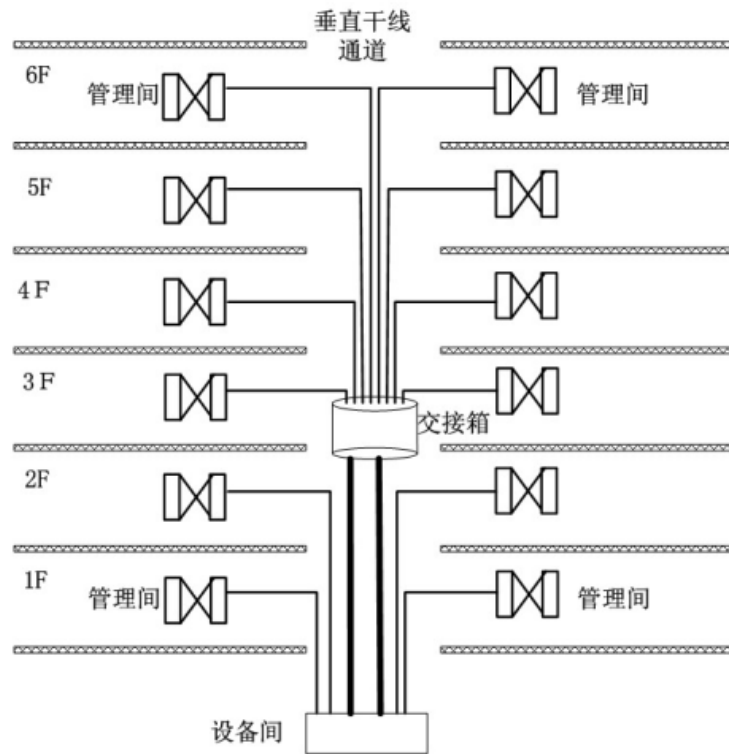


图8-5 干线电缆分支接合方式

7. 确定干线子系统通道规模

垂直子系统是建筑物内的主干电缆。在大型建筑物内，通常使用的干线子系统通道是由一连串穿过管理间地板且垂直对准的通道组成，穿过弱电间地板的线缆井和线缆孔，如图8-6所示。

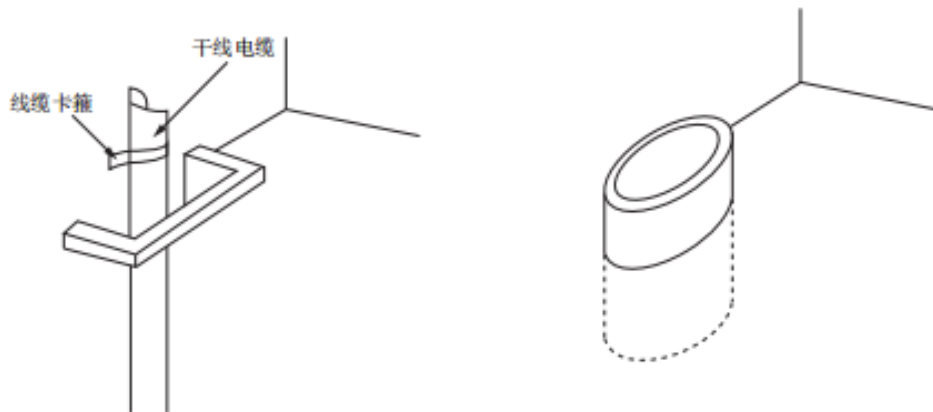


图8-6 穿过弱电间地板的线缆井和线缆孔

如果同一幢大楼的管理间上下不对齐, 则可采用大小合适的线缆管道系统将其连通, 如图8-7所示。

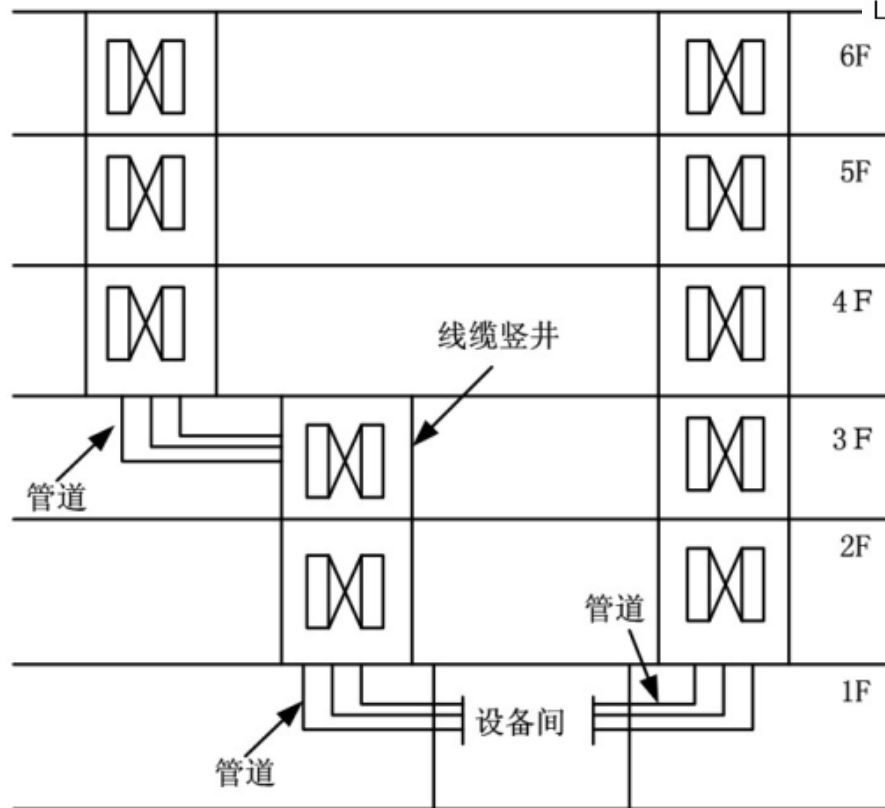


图8-7 双干线电缆通道

8.3.5 完成材料规格和数量统计表

综合布线垂直子系统材料的概算是指根据施工图纸核算材料使用数量，然后根据定额计算出造价。对于材料的计算，我们首先确定施工使用布线材料类型，列出一个简单的统计表，统计表主要是针对数量进行统计，避免计算材料时漏项，从而方便材料的核算。

8.4 垂直子系统安装技术

垂直子系统布线路由的走向必须选择缆线最短、最安全和最经济的路由，同时考虑未来扩展需要。垂直子系统在系统设计和施工时，一般应该预留一定的缆线做冗余信道，这一点对于综合布线系统的可扩展性和可靠性来说是十分重要的。

8.4.1 标准规定

GB50311-2016《综合布线系统工程设计规范》国家标准第7章安装工艺要求内容中，对垂直子系统的安装工艺提出了具体要求。垂直子系统垂直通道穿过楼板时宜采用电缆竖井方式。也可采用电缆孔、管槽的方式，电缆竖井的位置应上、下对齐。

8.4.2 垂直子系统线缆选择

根据建筑物的结构特点以及应用系统的类型，决定选用干线线缆的类型。在垂直子系统设计中常用多模光缆和单模光缆，4对双绞线电缆，大对数对绞电缆等，在住宅楼也会用到75Ω有线电视同轴电缆。

目前，针对电话语音传输一般采用3类大对数对绞电缆(25对、50对、100对等规格)，针对数据和图像传输采用光缆或5类以上4对双绞线电缆以及5类大对数对绞电缆，针对有线电视信号的传输采用75Ω同轴电缆。在选择主干线缆时，还要考虑主干线缆的长度限制，如5类以上4对双绞线电缆在应用于100Mbit/s的高速网络系统时，电缆长度不宜超过90m，否则宜选用单模或多模光缆。

8.4.3 垂直子系统布线通道的选择

垂直线缆的布线路由主要依据建筑的结构以及建筑物内预埋的管道而定。

目前垂直型的干线布线路由主要采用电缆孔和电缆井两种方法。对于单层平面建筑物水平型的干线布线路由主要用金属管道和电缆托架两种方法。

干线子系统垂直通道有下列3种方式可供选择。

1. 电缆孔方式

2. 导管或桥架方式

3. 电缆竖井方式

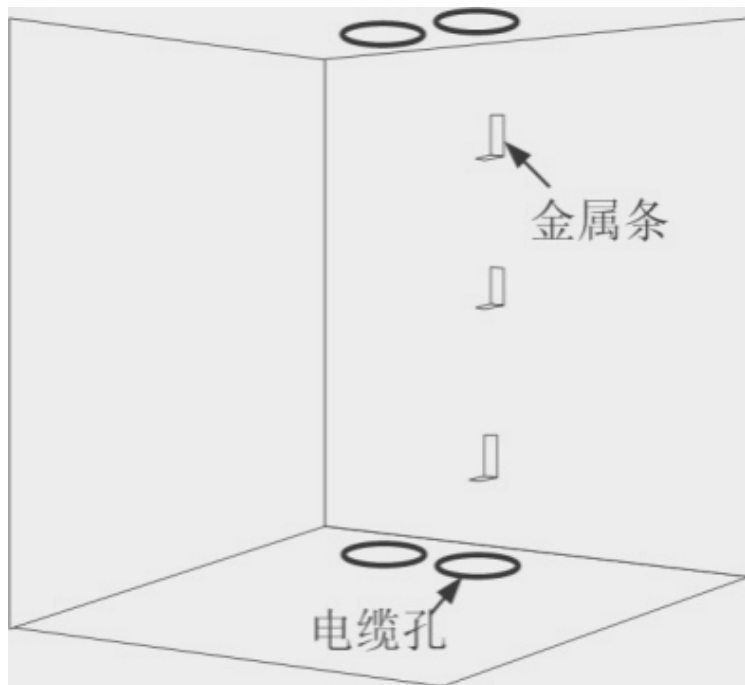


图8-8 电缆孔方法

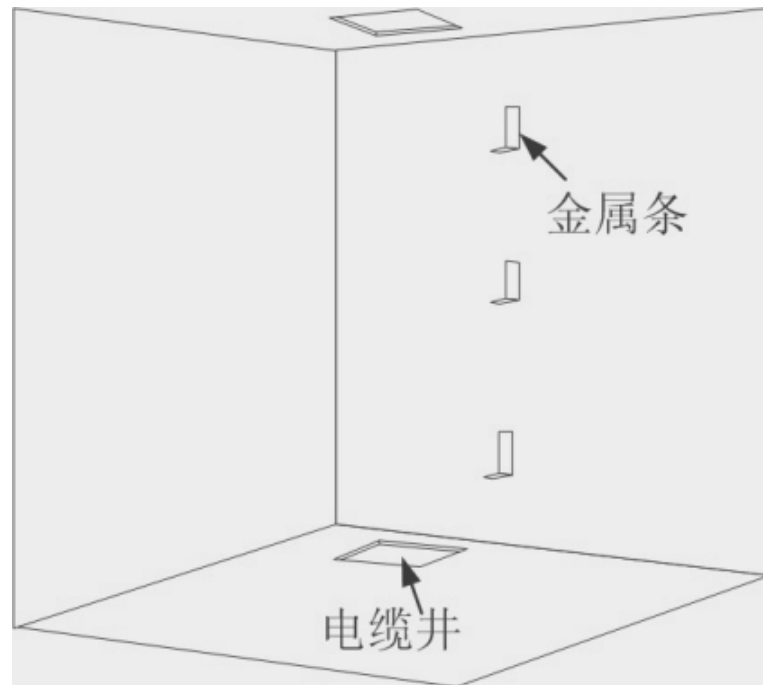


图8-9 电缆竖井方式

8.4.4 垂直子系统线缆容量的计算

在确定干线线缆类型后，便可以进一步确定每个楼层的干线容量。一般而言，在确定每层楼的干线类型和数量时，要根据楼层水平子系统所有的各个语音、数据、图像等信息插座的数量来进行计算。具体计算的原则如下：

(1) 语音干线可按一个电话信息插座至少配一个线对的原则进行计算。

(2) 计算机网络干线线对容量计算原则是：电缆干线按24个信息插座配两根双绞线，每一个交换机或交换机群配4根双绞线；光缆干线按每48个信息插座配2芯光纤。

(3) 当信息插座较少时，可以多个楼层共用交换机，并合并计算光纤芯数。

(4) 如有光纤到用户桌面的情况，光缆直接从设备间引至用户桌面，干线光缆芯数应不包含这种情况下的光缆芯数。

(5) 主干系统应留有足够的余量，以作为主干链路的备份，确保主干系统的可靠性。

8.4.5 垂直子系统缆线的绑扎

垂直子系统敷设缆线时，应对缆线进行绑扎。对绞电缆、光缆及其他信号电缆应根据缆线的类别、数量、缆径、缆线芯数分束绑扎，绑扎间距不宜大于1.5m，防止线缆因重量产生拉力造成线缆变形。在绑扎缆线的时候特别注意的是应该按照楼层进行分组绑扎。

8.4.6 线缆敷设要求

在敷设线缆时，对不同的介质要区别对待：

1. 光缆

- (1) 光缆敷设时不应该绞结。
- (2) 光缆在室内布线时要走线槽。
- (3) 光缆在地下管道中穿过时要用PVC管。
- (4) 光缆需要拐弯时，其曲率半径不得小于30cm。
- (5) 光缆的室外裸露部分要加铁管保护，铁管要固定牢固。
- (6) 光缆不要拉得太紧或太松，并要有一定的膨胀收缩余量。
- (7) 光缆埋地时，要加铁管保护。

2. 双绞线

- (1) 双绞线敷设时要平直，走线槽，不要扭曲。
- (2) 双绞线的两端点要标号。
- (3) 双绞线的室外部分要加套管，严禁搭接在树干上。
- (4) 双绞线不要拐硬弯。

在智能建筑的设计中，一般都有弱电竖井，用于垂直子系统的布线。在竖井中敷设缆线时一般有两种方式，**向下垂放电缆和向上牵引电缆**。相比较而言，向下垂放比较容易。

3. 向下垂放线缆

- (1) 把线缆卷轴放到最顶层。
- (2) 在离房子的开口3~4 m处安装线缆卷轴，并从卷轴顶部馈线。
- (3) 在线缆卷轴处安排布线施工人员，每层楼上要有一个工人。
- (4) 旋转卷轴，将线缆从卷轴上拉出。
- (5) 将拉出的线缆引导进竖井中的孔洞。
- (6) 慢慢地从卷轴上放缆并进入孔洞向下垂放，注意速度不要过快。
- (7) 继续放线，直到下一层布线人员将线缆引到下一个孔洞。
- (8) 按前面的步骤继续慢慢地放线，直至线缆到达指定楼层进入通道。

4. 向上牵引线缆

向上牵引线缆需要使用电动牵引绞车，其主要步骤如下：

- (1) 按照线缆的质量，选定绞车型号，并按说明书进行操作。先往绞车中穿一条绳子。
- (2) 启动绞车，并往下垂放一条拉绳，直到安放线缆的底层。
- (3) 如果缆上有一个拉眼，则将绳子连接到此拉眼上。
- (4) 启动绞车，慢慢地将线缆通过各层的孔向上牵引。
- (5) 缆的末端到达顶层时，停止绞车。
- (6) 在地板孔边沿上用夹具将线缆固定。
- (7) 当所有连接制作好之后，从绞车上释放线缆的末端。

8.4.7 大对数线缆的放线方法

在通信及电力等行业，各种光缆、电缆、钢丝、软管等缆线和器材都缠绕在圆形的线轴上，由于线轴体积庞大，在工程布线和布管等施工时，需要从线轴上抽线，首先把线轴放在专业的放线器上，如图8-10所示，拉线时线轴转动，将缆线平整均匀的抽出，边抽线边施工，不会出现缆线缠绕和打结，如图8-11所示。

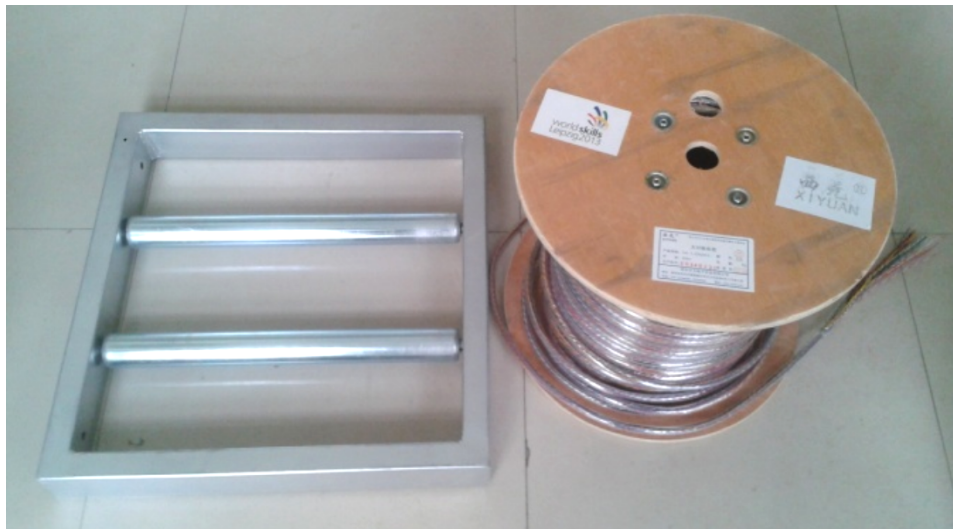


图8-10西元放线器



图8-11大对数线缆放线

8.5工程经验 垂直子系统的缆线要分层绑扎

在一次网络综合布线工程施工过程中，将一栋5层公寓楼的垂直布线所有的缆线绑扎在了一起，在测试时，发现有一层的缆线无法测通，经过排查发现是垂直子系统的布线出现了问题，需要重新布线。在换线的过程中无法抽动该层的缆线，又将所有绑扎的缆线逐层放开，才更换好。所以在施工过程中，垂直系统的绑扎要分层绑扎，并做好标记。

同时值得注意的是：在许多捆缆线的场合，位于外围的缆线受到的压力比线束里面的大，压力过大会使缆线内的扭绞线对变形，影响性能，表现为回波损耗成为主要的故障模式。回波损耗的影响能够累积下来，这样每一个过紧的绑扎带造成的影响都累加到总回波损耗上。可以想象最坏的情况，在长长的悬线链上固定着一根缆线，每隔300 mm就有一个绑扎带，这样固定的缆线如果有40 m，就有134处被挤压着。当绑扎缆线时，要注意采用束缆的方式，绑扎带只要能够束住缆线就足够了。

1. 航站楼综合布线需求分析

航站楼及配套建筑综合布线系统是机场建设的一项重要基础工程，不但为机场信息弱电系统提供基础链路支持，而且为与外部通信数据网络相连接提供了有力支持。

主要需求如下：

- （1）满足主千万兆、水平千兆，光纤到桌面的网络传输要求。
- （2）主干满足与电信及航站楼、ITC(信息指挥中心)、GTC（停车楼）、UMC（市政实施管理中心楼）的连接。

(3) 兼容不同厂家、不同品牌的网络设备。

(4) 具备为航站楼的核心网、离港网、无线网、行李网、安检网、POS系统网、安防网、广播网、办公网络提供集成网络平台。

(5) 水平系统采用非屏蔽6类双绞线。

2. 航站楼综合布线设计

1) 弱电间设计

民航机场航站楼综合布线系统宜采用星形拓扑结构，按模块化设计，由建筑群子系统、设备间子系统、干线子系统、管理间子系统、水平子系统、工作区子系统构成。所有与计算机网络相连的布线硬件一般均为光纤或6类产品。

由于航站楼的特殊性，横向跨度巨大，因此设置众多管理间以缩短水平缆线的距离。

航站楼的一级管理间（PCR）设置在航站楼的垂直底部，水平中部位置，二级管理间(DCR)则分布在等面积的区域，用以管理三级管理间，三级管理间（SCR）则分布在航站楼的各个区域内，方便水平系统的管理。

此外，针对弱电系统，还应设有功能用房，例如指挥中心、安防控制室、运行控制室、楼宇控制室、行李控制室、消防控制室、机电控制室、旅客服务中心、外场管理中心等。

三级管理间SCR设计原则如下：

- (1) 保证SCR 到末端的路由长度不大于90米。
- (2) 二层、三层小间尽量在首层小间的垂直投影上方。
- (3) 小间的上方尽量避免是卫生间。
- (4) 小间尽量与强电间附近布置。

2) 建筑群系统设计

建筑群子系统由连接各建筑物之内的缆线组成，所需的硬件包括电缆、光缆和防止电缆的浪涌电压进入建筑物的电气保护设备等。

机场的建筑群，大致包括航站楼本身、停车楼、信息指挥大楼、市政实施管理中心楼及机场物流中心楼等。

根据信息化建设的要求，各个建筑物之间的信息交流是必不可少的，因此全部采用光缆连接，以实现信息的高速交换。

3) 垂直子系统设计

垂直子系统由设备间和楼层配线间之间的连接线缆组成。缆线一般为大对数双绞线电缆或多芯光缆，两端分别端接在设备间和楼层管理间的配线架上。

航站楼综合布线系统数据传输主干系统采用单模万兆光缆敷设，符合10Gbit/s 以太网标准IEEE802.3ae，语音主干系统采用3类大对数非屏蔽双绞铜缆（UTP）。

由于航站楼内的信息量交换非常的频繁，而且数据流量相当大，因此作为信息主要通道的设计显得更为重要。不但要保证信息传输的畅通，而且要考虑到由于民航业务的飞速发展而带来的信息量的膨胀，所以主干的设计要考虑到大量的冗余。

4) 水平子系统设计

航站楼综合布线水平系统满足千兆以太网需求，支持基于铜缆的千兆以太网标准IEEE802.3ab，同时满足基于铜缆的以太网供电传输标准IEEE802.3af。水平线缆采用非屏蔽低烟无卤6类双绞线。登机桥远端以及其他超过90米的线缆采用室内2芯多模光缆。

航站楼综合布线系统水平信息点按应用系统分为：

- (1) 通用信息点：集成、离港、OA、商业。
- (2) 航显、时钟、BA、安防...
- (3) 外部联检单位。
- (4) 航空公司。
- (5) 其他驻场单位。

按信息点类别分为：

- (1) 六类信息点：TO
- (2) 光纤信息点：FO

5) 工作区子系统设计

作为航站楼的基础网络平台，综合布线系统不但要满足日常办公及通讯业务，还要对航站楼的核心网、离港网、无线网、行李网、安检网、POS系统网、安防网、广播网、办公网络提供支撑。

因此在设计时要充分考虑以下问题：

- (1) 用户单位的需求及各系统的需求。
- (2) 点位分布的密度、安装位置应该能满足应用系统的要求并有一定的冗余，便于使用与维护。

(3) 对于大开间办公区、商业区、柜台集中的区域宜采用CP箱方式，结合内装修进行二次布线。CP箱可适当预留光纤信息点。

(4) 尽量少使用地插和单孔插座，对于重要的应用如航显、时钟点应1+2备份。

(5) 对于特殊需要的用户或者超长区域可选择光纤信息点和6A类信息点（万兆）。

6) 设备间子系统

设备间是建筑物用于安装进出线设备、进行综合布线及其应用系统管理和维护的场所，它把中央主配线架与各种不同设备互连起来。

航站楼设备间即数据和语音总配线间—PCR。

相应的配线架包括：光纤配线架，数据配线架，语音配线架，电子配线架。

7) 管理间子系统

管理间子系统由各分管理间配线架及相关接插线等构成，采用交连和互连等方式，实现信息点与各个子系统之间的连接和管理。

维护人员可以在配线连接硬件区域调整或重新安排线路路由，而无需改变工作区用户的信息插座，从而实现了综合布线的灵活性、开放性和扩展性。

管理子系统是整个配线系统的关键单元，为使系统的设计和网络系统建成后能正常运行，扩展灵活，维护方便，因此我们在设计中考考虑：

每个配线间的配线架分为两组，一组连接水平双绞线，另外一组连接垂直线缆。配线架的管理以表格对应方式进行，根据房间号、部门单元等信息，记录布线的路线并加以标识，以方便维护和管理。