



第 5 章

垂直子系统的设计与安装

本章要点：

- 熟悉垂直子系统的概念；
- 掌握垂直子系统的设计原则和步骤；
- 掌握垂直子系统的施工要求和技巧。

5.1 概 述

在 GB 50311—2016 中把垂直子系统称为干线子系统。垂直子系统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之间的布线组成,两端分别连接在设备间和管理间子系统的配线架上。它是建筑物内综合布线的主干缆线,一般用光缆传输。图 5-1 为垂直子系统示意图。

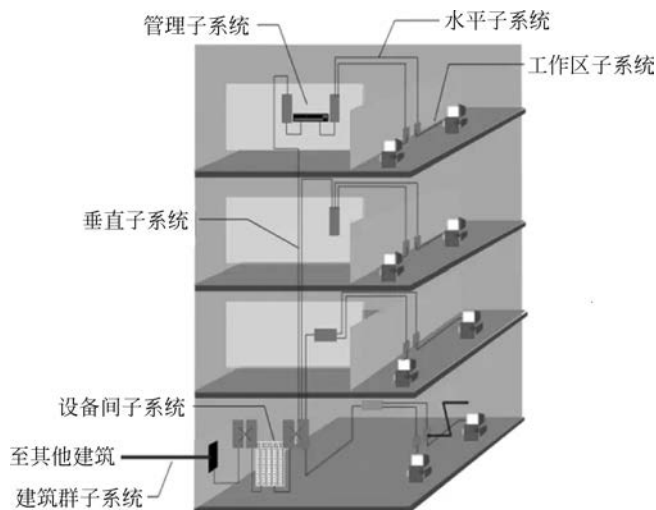


图 5-1 垂直子系统示意图

垂直子系统的布线采用星形结构,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 5-2 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的,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。

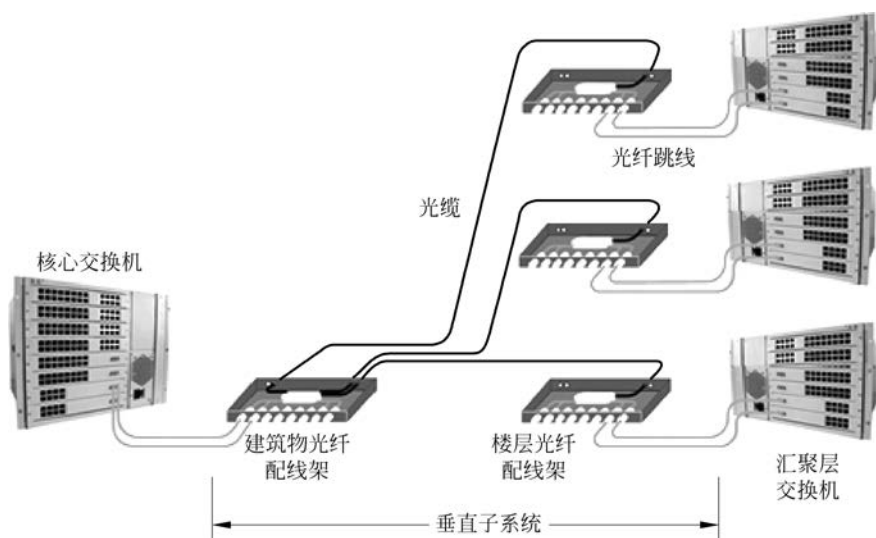


图 5-2 垂直子系统布线原理图

5.2 设计原则

在垂直子系统的设计中应符合以下要求。

1. 星形拓扑结构原则

垂直子系统必须为星形拓扑结构。

2. 保证传输速率原则

垂直子系统首先考虑传输速率,一般选用光缆。

3. 无转接点原则

由于垂直子系统中的光缆或者电缆路由比较短,而且跨越楼层或者区域,因此在布线路由中不允许有接头或者 CP 集合点等各种转接点。

4. 语音和数据电缆分开原则

在垂直子系统中,语音和数据往往用不同种类的缆线传输,语音电缆一般使用大对数电缆,数据一般使用光缆传输,但是在基本型综合布线系统中也常常使用电缆传输。由于语音和数据传输时工作电压和频率不相同,往往语音电缆工作电压高于数据电缆工作电压,为了防止语音传输对数据传输的干扰,必须遵守语音电缆和数据电缆分开的原则。

5. 大弧度拐弯原则

垂直子系统主要使用光缆传输数据,同时对数据传输速率要求高,涉及终端用户多,一般会涉及一个楼层的很多用户,因此在设计时,垂直子系统的缆线应该垂直安装。如果在路由中间或者出口处需要拐弯时,不能直角拐弯布线,必须设计大弧度拐弯,保证缆线的曲率半径和布线方便。

6. 满足整栋大楼需求原则

由于垂直子系统连接大楼的全部楼层或者区域,不仅要能满足信息点数量少、速率要求

低楼层用户的需要,更要保证信息点数量多、传输速率高楼层的用户要求。因此在垂直子系统的设计中一般选用光缆,并且需要预留备用缆线,在施工中要规范施工和保证工程质量,最终保证垂直子系统能够满足整栋大楼各个楼层用户的需求和扩展需要。

7. 布线系统安全原则

由于垂直子系统涉及每个楼层,并且连接建筑物的设备间和楼层管理间交换机等重要设备,布线路由一般使用金属桥架,因此在设计和施工中要加强接地措施,预防雷电击穿破坏,还要防止缆线遭破坏等措施,并且注意与强电保持较远的距离,防止电磁干扰等。

8. 布线距离

为了使信息得到有效的传输,根据国际及国内的标准,综合布线垂直子系统的最大距离如图 5-3 所示。即建筑物配线架(BD)到楼层配线架(FD)的最大布线距离不应超过 500m。

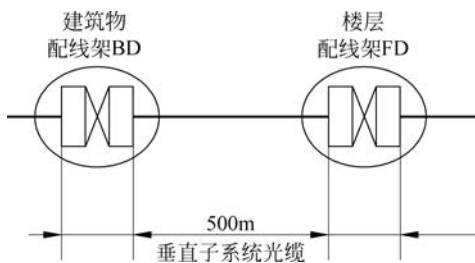


图 5-3 垂直子系统布线最大距离示意图

在设计综合布线系统时,通常将设备间设置在建筑物的中间位置,这样垂直子系统的电缆长度最短,但也要根据建筑物的结构和用户的要求综合考虑。有些建筑物在设计结构时,把用户程控交换机的位置设置在底层或地下层,网络中心设置在另一层,所以在设计垂直干线子系统时,更应考虑干线子系统的最大距离限制。

5.3 设计步骤

垂直干线子系统的设计过程有以下几个步骤。

- (1) 确定垂直干线的规模。
- (2) 计算每个管理间的干线要求。
- (3) 估算整个建筑物的干线要求。
- (4) 确定从每个楼层管理间到设备间的干线电缆路由。
- (5) 确定干线电缆的结合方法。

1. 确定垂直干线的规模

垂直子系统是建筑物内的主干线缆。通常使用的干线子系统通道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确定干线子系统的通道规模,主要就是确定干线通道和管理间的数目。确定的依据就是综合布线系统所要覆盖的可用楼层面积。

如果给定楼层的所有信息插座都在管理间的 75m 范围之内,那么采用单干线接线系统。单干线接线系统就是采用一条垂直干线通道,每个楼层只设一个管理间。如果有部分

信息插座超出管理间的 75m 范围,那就要采用双通道干线子系统,或者采用经分支电缆与设备间相连的二级交接间。

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。

2. 计算每个管理间的干线要求

对于语音业务,大对数主干电缆的对数应按每个电话 8 位模块通用插座配置一对线。如果是双绞线最好是 4 对,并在总需求线对的基础上至少预留约 10% 的备用线对。

对于数据业务应以每个交换机设备设置一个主干端口配置。主干端口为电端口时,应按 4 对线容量配置;为光端口时,则按 2 芯光纤容量配置。

3. 估算整个建筑物的干线要求

确定各楼层的规模后,将所有楼层的干线分类相加,就可确定整座建筑物的干线线缆类别和数量,或根据设计工作单,计算出整座建筑物的干线线缆数量。

4. 确定从每个楼层管理间到设备间的干线电缆路由

垂直子系统布线有垂直和水平两种布线方式,需要时两种混用。

应选择干线段最短、最安全和最经济的路由,通常采用电缆孔、电缆井、金属管道和电缆托架。

(1) 电缆孔方法。

干线通道中所用的电缆孔是很短的管道,通常由一根或数根直径为 10cm 的金属管组成。它们嵌在混凝土地板中,这是浇注混凝土地板时嵌入的,比地板表面高出 2.5~5cm。也可直接在地板中预留一个大小适当的孔洞。电缆往往捆在钢绳上,而钢绳固定在墙上已铆好的金属条上。当楼层管理间上下都对齐时,一般可采用电缆孔方法,如图 5-4 所示。

(2) 电缆井方法。

电缆井是指在每层楼板上开出一些方孔,一般宽度为 30cm,并有 2.5cm 高的井栏,具体大小要根据所布线的干线电缆数量而定,如图 5-5 所示。与电缆孔方法一样,电缆井也是捆扎或箍在支撑用的钢绳上,钢绳靠墙上的金属条或地板三脚架固定。离电缆井很近的墙上的立式金属架可以支撑很多电缆。电缆井比电缆孔更为灵活,可以让各种粗细不一的电缆以任何方式通过。但在建筑物内开电缆井造价较高,而且不使用的电缆井很难防火。

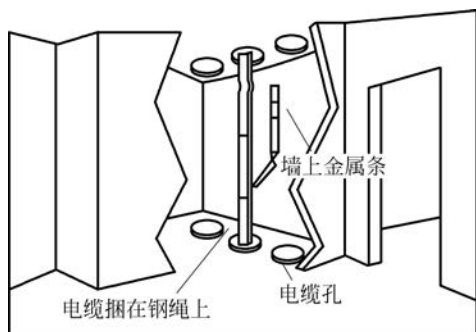


图 5-4 电缆孔方法示意图

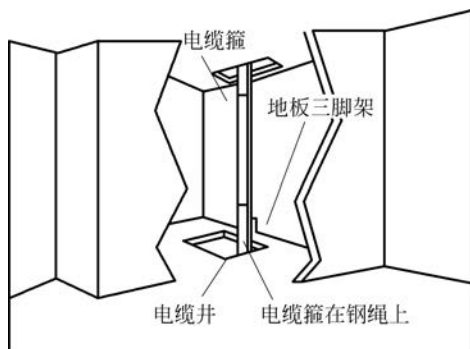


图 5-5 电缆井方法示意图

(3) 金属管道方法。

金属管道方法是指在水平方向架设金属管道,水平线缆穿过这些金属管道,让金属管道对干线电缆起到支撑和保护的作用,如图 5-6 所示。

对于相邻楼层的干线管理间存在水平方向的偏距时,就可以在水平方向布设金属管道,将干线电缆引入下一楼层的管理间。金属管道不仅具有防火的优点,而且它提供的密封和坚固空间使电缆可以安全地延伸到目的地。但是金属管道很难重新布置且造价较高,因此在建筑物设计阶段必须进行周密的考虑。土建工程阶段要将选定的管道预埋在地板中,并延伸到正确的交接点。金属管道方法较适合于低矮而又宽阔的单层平面建筑物,如企业的大型厂房、机场等。

(4) 电缆托架方法。

电缆托架是铝制或钢制的部件,外形很像梯子,既可安装在建筑物墙面上、吊顶内,也可安装在天花板上,供干线线缆水平走线,如图 5-7 所示。电缆布放在托架内,由水平支撑件固定,必要时还要在托架下方安装电缆绞接盒,以保证在托架上方已装有其他电缆时可以接入电缆。

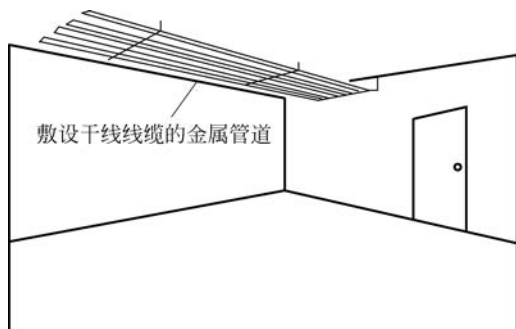


图 5-6 金属管道方法示意图

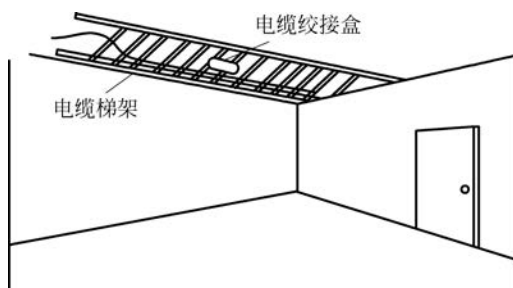


图 5-7 电缆托架方法示意图

电缆托架方法最适合电缆数量很多的布线需求场合。要根据安装的电缆粗细和数量决定托架的尺寸。由于托架及附件的价格较高,而且电缆外露,很难防火,不美观,因此在综合布线系统中,一般推荐使用封闭式线槽来替代电缆托架。吊装式封闭式线槽主要应用于楼

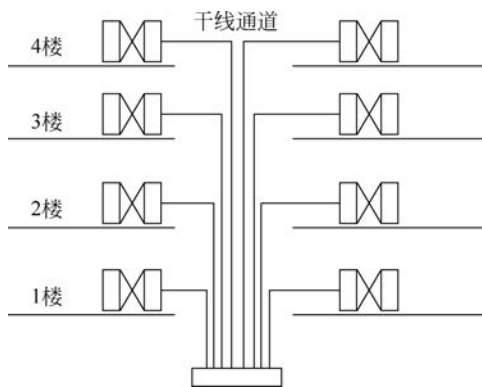


图 5-8 干线电缆点对点端接法

间距离较短且要求采用架空的方式布放干线线缆的场合。

5. 确定干线电缆的结合方法

干线电缆可采用点对点端接,也可采用分支递减端接(分支接合)。

(1) 点对点端接法。

点到点端接法是最简单、最直接的方法。从设备间引出电缆,经过干线通道,端接于该楼层配线间的连接硬件,如图 5-8 所示。

优点:采用较小、较轻的电缆,不必使用昂贵的绞接盘。

缺点：

- ① 穿过二级交接间的电缆数目较多。
 - ② 确定楼层配线间与二级交接间之间的接合方法。
- (2) 分支接合方法。

大对数电缆经绞接盒后,分出若干根小电缆再连接各楼层配线间的连接硬件,如图 5-9 所示,分为以下两种接合方法。

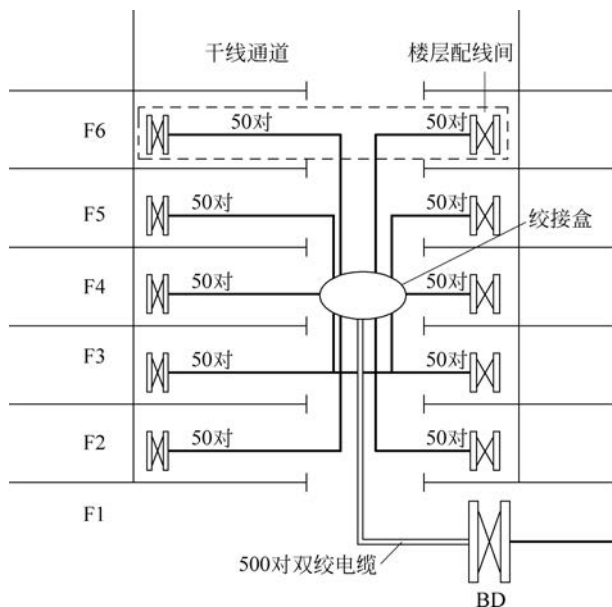


图 5-9 分支接合方法

- ① 单楼层接合方法。

二级交接间没有安装端接信息插座的连接硬件。一根电缆通过干线通道到达楼层后,使用一个适当大小的绞接盒分出若干根小电缆,再连往各个二级交接间。

- ② 多楼层接合方法。

通常用于支持 5 个楼层的信息插座需要(每 5 层一组)。一根主电缆接至中央点(第 3 层),在该层配线间内通过绞接盒分出各根小电缆再分别连接上两层楼和下两层楼。

优点: 主干电缆总数少,可以节省空间。

缺点: 电缆对数过于集中,发生故障影响面积大。

5.4 安装技术

1. 垂直子系统线缆选择

根据建筑物的结构特点及应用系统的类型决定选用干线线缆的类型。在垂直子系统中可以采用以下类型的电缆:

- 100 Ω 大对数电缆;
- 100 Ω 或 150 Ω 4 对双绞线电缆;
- 62.5/125 μm 多模光纤;

- 50/125 μm 多模光纤;
- 8.3/125 μm 单模光纤;
- 9.0/125 μm 单模光纤;
- 75 Ω 同轴电缆(有线电视宽带接入)。

针对电话语音传输一般采用三类大对数对绞电缆(25对、50对、100对等规格),针对数据和图像传输采用光缆或者5类以上4对双绞线电缆以及5类大对数对绞电缆,针对有线电视信号传输采用75 Ω 同轴电缆。要注意的是,由于大对数电缆对数多,很容易造成相互间的干扰,因此很难制造超5类以上的大对数电缆,为此6类网络布线系统通常使用6类4对双绞线电缆或光缆作为主干线缆。在选择主干线缆时还要考虑主干线的长度限制,如5类以上4对双绞线电缆在应用于100Mb/s的高速网络系统时,电缆长度不宜超过90m,否则宜选用单模或者多模光缆。

在综合布线垂直子系统中,语音上常采用的是100 Ω 大对数电缆,数据上采用的是多模或单模光纤。

垂直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。主干线缆宜设置电缆与光缆,并互相作为备份路由。

2. 垂直子系统线缆的绑扎

垂直子系统敷设线缆时应应对线缆进行绑扎。双绞电缆、光缆及其他信号电缆应根据线缆的类别、数量、缆径、线缆芯数分束绑扎,绑扎间距不宜大于1.5m,防止线缆因重量产生的拉力造成线缆变形。在绑扎线缆的时候应特别注意该按照楼层进行分组绑扎。

3. 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。

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

(2) 双绞线。

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

4. 线缆的垂放和牵引技术

目前,在建筑中的电缆竖井或上升房内敷设电缆有两种施工方式。一种是由建筑的高层向低层敷设,利用电缆本身自重的有利条件向下垂放的施工方式。另一种是由低层向高层敷设,将电缆向上牵引的施工方式。

这两种施工方式虽然仅是敷设方向不同,但差别较大,向下垂放远比向上牵引简便、容

易、减少劳动工时和劳力消耗,且加快施工进度;相反,向上牵引费时费工,困难较多。因此,通常采用向下垂放的施工方式,只有在电缆搬运到高层确有很大困难时,才采用由下向上牵引的施工方式。在电缆敷设施工时应注意以下几点:

(1) 向下垂放电缆的施工方式应将电缆搬到建筑的顶层。在牵引过程中,吊挂缆线的支点相隔间距不应大于 1.5m。电缆由高层向低层垂放,要求每个楼层有人引导下垂和观察敷设过程中的情况,及时解决敷设中的问题。

(2) 为了防止电缆洞孔或管孔的边缘不光滑,磨破电缆的外护套,应在洞孔中放置一个塑料保护槽,以便保护。

(3) 在向下垂放电缆的过程中,要求敷设的速度适中,不宜过快,使电缆从电缆盘中慢速放下垂直进入洞孔。各个楼层的施工人员都应将经过本楼层的电缆徐徐引导到下一个楼层的洞孔,直到电缆逐层布放到要求的楼层为止。并要在统一指挥下宣布敷设完毕后各个楼层的施工人員才将电缆绑扎固定。

(4) 如果各个楼层不是预留直径较小的洞孔,而是大的洞孔或通槽,这时不需使用保护装置,应采用滑车轮的装置,将它安装在建筑的顶层,用绳索固定在洞孔或槽口中央,然后电缆通过滑车轮向下垂放。

(5) 向上牵引电缆的施工方法一般采用电动牵引绞车,电动牵引绞车的型号和性能应根据牵引电缆的重量来选择。其施工顺序是由建筑的顶层下垂一条布放牵引拉绳,其强度应足以牵引电缆的所有重量(电缆长度为顶层到最底楼层),将电缆牵引端与拉绳连接妥当。启动绞车,慢速将电缆逐层向上牵引,直到电缆引到顶层,电缆应预留一定长度,才停止绞车。此外,各个楼层必须采取加固措施将电缆绑扎牢固,以便连接。

(6) 缆线牵引过程中光缆盘转动应与光缆布放同步,光缆牵引的速度一般为 15m/s。光缆出盘处要保持松弛的弧度,并留有缓冲的余量,又不宜过多,避免光缆出现背扣。

(7) 布放缆线的牵引力应小于缆线允许张力的 80%,对光缆瞬间最大牵引力不应超过光缆允许的张力。在以牵引方式敷设光缆时,主要牵引力应加在光缆的加强芯上。

(8) 缆线布放过程中为避免受力和扭曲,应制作合格的牵引端头。如果用机械牵引时,应根据缆线牵引的长度、布放环境、牵引张力等因素选用集中牵引或分散牵引等方式。

(9) 电缆布放时应有一定冗余量,在交接间或设备间内,电缆预留长度一般为 3~6m。主干电缆的最小曲率半径应至少是电缆外径的 10 倍,以便缆线的连接和今后维护检修时使用。

5.5 施工经验

在建筑物内综合布线系统的缆线,包括对绞铜缆及光缆,常用暗敷管路或利用桥架和槽道进行安装敷设,它们虽然是辅助的保护或支撑措施,但它在工程中是一项极为重要的内容,一般要满足以下要求:

(1) 在建筑物内综合布线系统的线缆和所用槽道或桥架必须与公用的网络管线相连。

(2) 设备间和主干布线的桥架和槽道安装施工中,采用槽道或桥架的规格尺寸、组装方式和安装位置均应依照设计规定和图纸要求。

(3) 暗敷管路要横平竖直。

(4) 主干布线安装在电缆竖井时必须要有支撑件。

(5) 暗敷管路是一种永久性的设施,一旦建成后使用年限必须与建筑物的使用年限一致。

(6) 设备与插座等要与设计一致。房间内的暗敷配线接续设备及其附近不允许有其他管线穿过。

(7) 暗敷管路接好后,裸露在外面的部分要做好防腐蚀处理。

(8) 暗敷管路敷设好后如需要牵引线缆,要及时放钢丝。

(9) 选择线缆敷设路由时,要根据建筑物结构的允许条件尽量选择最短距离,并保证线缆长度不超过标准中规定的长度,水平电缆敷设的路由根据水平布线所采用的布线方案,有走地下线槽管道的,有走活动地板下面的,有房屋吊顶的,形式多种多样。

干线电缆敷设的路由主要由建筑物内竖井或垂直管路的路径及其他一些垂直走线路径来决定。根据建筑物结构,干线电缆敷设路由分为垂直路由和水平路由。建筑群子系统的干线线缆敷设路由与采用的布线方案有关,有架空布线方法、直埋电缆布线法和采用管道布线法。

(10) 暗敷管路后及时作好隐蔽工程的记录。

(11) 桥架和槽道在竖井内安装可采用明敷方式。

(12) 根据具体位置选择桥架和槽道的大小。

(13) 桥架和槽道的安装是为设备服务的,要服从设备和电缆。

习 题 5

一、填空题

1. 垂直子系统的结合方法有_____和_____。
2. 垂直子系统是由_____之间的连接线缆组成的,其布线距离最大为_____。
3. 垂直子系统缆线的绑扎间距不宜大于_____。
4. 在竖井中敷设垂直干线一般有_____和_____两种方式。
5. 垂直子系统的布线方式有_____的,也有_____的,这主要根据建筑的结构而定。

二、选择题

1. 垂直子系统的设计范围包括_____。
 - A. 管理间与进线间之间的电缆
 - B. 信息插座与管理间之间的连接电缆
 - C. 设备间与网络引入入口之间的连接电缆
 - D. 主设备间与计算机主机房之间的连接电缆
2. 综合布线系统中用于连接楼层配线间和工作区子系统的是_____。
 - A. 工作区子系统
 - B. 水平子系统
 - C. 干线子系统
 - D. 管理子系统
3. 光缆需要拐弯时,其弯曲半径不得小于_____。
 - A. 15cm
 - B. 30cm
 - C. 35cm
 - D. 40cm

4. 垂直子系统的拓扑结构是_____。

A. 星形拓扑结构

B. 环形拓扑结构

C. 树形拓扑结构

D. 总线拓扑结构

5. 根据建筑物的结构特点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_____线缆。

A. 100Ω 4 对双绞线电缆

B. 100Ω 大对数电缆

C. $62.5/125\mu\text{m}$ 多模光纤

D. $8.3/125\mu\text{m}$ 单模光纤

E. 75Ω 有线电视同轴电缆

三、简答题

1. 列举出向下垂放电缆和向上牵引电缆的详细步骤。

2. 说明光缆、双绞线在敷设时各有什么要求。

3. 简述垂直子系统的设计原则。

4. 简述垂直子系统的设计步骤。