

## 第 4 章 构建物理网络环境

目前的计算机网络布线采用综合布线系统，它不仅能使用户达到数据传输的目的，还能传送语音、报警信号、影像等。综合布线系统具有统一的工业标准和严格的规范，是一个集标准和标准测试于一体的完整系统，具有高度的灵活性，能满足各种不同用户的需求。

在完成企业局域网的需求分析和逻辑组网的设计后，需要为网络构建提供支持环境，为网络的安全、可靠、正常运行提供保障措施，如网络综合布线、网络机房供电等。

本章首先进行项目实例布线系统的详细设计，完成布线系统的方案设计，信息点统计，材料和资金预算，然后完成布线系统的施工和测试工作，确保网络物理上的连通。

本章的主要目标是熟悉综合布线系统的组成和一般设计思路，完成综合布线系统的敷设、连接、测试等管理维护工作。

### 4.1 任务 1 布线系统设计

#### 4.1.1 任务准备

对于该网络布线，根据综合布线传输性能国际标准，即 EIA/TIA-568A 标准和 ISO/IEC 11801 标准，对布线系统中的传输性能作出约束。

ISO11801 标准既适用于屏蔽系统又适用于非屏蔽系统，也适用于光纤布线系统。

EIA/TIA-568A 标准则只适用于非屏蔽系统和光纤布线系统。

主要传输介质类型如表 4-1 所示。

表 4-1 主要传输介质类型

传输介质	用途	ISO/IEC 11801	EIA/TIA-568A
三类 UTP	语音和带宽小于 10Mb/s 的数据传输	有定义	有定义
五类 UTP	语音和带宽小于 155Mb/s 的数据传输	有定义	有定义
五类 STP	语音和带宽小于 155Mb/s 的数据传输	有定义	有定义
62.5/125 多模光纤	带宽小于 1Gmb/s 的数据传输	有定义	有定义

一般认为，屏蔽系统在电磁辐射和抗干扰性方面要优于非屏蔽系统，ISO/IEC 11801 标准推荐在外界干扰信号频率大于 30MHz 时使用屏蔽系统，它关系到系统的安全和人员的健康。在我国由于屏蔽系统的造价较高，且安装较为复杂，一般只用在比较特殊的场合，如保密性要求比较高的地方或者是电磁环境较为复杂的单位。

ISO 11801 标准指出三类双绞线不能与其类型不相符的端接类型连接，以避免造成阻抗不

匹配，如表 4-2 所示。

表 4-2 端接配件规格

传输介质类型	ISO/IEC 11801	EIA/TIA-568A
三类非屏蔽双绞线	三类非屏蔽双绞线 RJ-11 或 RJ-45	3 类非屏蔽双绞线 RJ-11 或 RJ-45
五类非屏蔽双绞线	五类非屏蔽双绞线 RJ-45	5 类非屏蔽双绞线 RJ-45
五类屏蔽双绞线	五类屏蔽双绞线	不适应
62.5/125 多模光纤	ST 或 SC	ST

ISO11801 标准强调屏蔽系统的优点而 EIA/TIA-568A 标准则没有。

在光纤传输方面，ISO11801 推荐 SC 接口优先于 ST 接口。

#### 4.1.2 需求分析

##### 1. 基本情况

该公司位于大厦内，占用该大厦的第 3、4 层。作为办公楼，装修档次高，对信息插座外观质量有较高的要求。信息点之间互联的距离均未超过 100m。整个局域网采用以太网技术，主干带宽达 1000Mb/s，10Mb/s 到桌面。

##### 2. 工程要求

楼与楼间用光纤互联，水平子系统采用 UTP，面板外型美观质量好。体现以下要求：

- (1) 开放。采用标准 RJ-45 接口，兼容不同厂家的标准产品。
- (2) 灵活。水平子系统支持语音、数据，支持 10Base-T、100Base-T、ATM 等。
- (3) 可靠。高品质布线系统，通过标准测试与验证，提供 15 年以上质保。
- (4) 先进。采用目前流行，具有一定先进技术的超五类系列产品。
- (5) 易于管理。面板、配线架有明显标识，机房线路管理、维护方便。
- (6) 性价比合理。

#### 4.1.3 任务实施

##### 1. 整体设计

(1) 综合布线系统采用星型的拓扑结构，从总体结构上分析，该公司综合布线系统由干线子系统、设备间子系统、管理子系统、水平子系统、工作区子系统 5 个部分组成。

(2) 网络中心定于该大厦 4 层，接口统一采用 RJ-45 接口，这样就能将当前和未来的语音及数据设备、互连设备、网络管理产品方便地扩展进去，是真正面向未来的先进技术，用户网络通信系统进行更新、扩容和升级时，现有的布线系统无须任何改动。

(3) 从节约投资的角度考虑综合布线的信息点管理相对越集中越好，但考虑到将来维护的方便和合理，根据综合布线的经验，设计在各个大楼每两层配置一个分配线间用来管理两个楼层的信息点。方案采用安普（AMP）公司的模块化配线架进行配线管理，每个配线间都设置 19 英寸工业机柜用来集中安装配线架及将来的网络设备，机柜的封闭式结构便于对网络的管理。

(4) 根据目前网络技术的现状及将来网络技术的发展，超五类系统为目前铜缆布线系统的

主流技术，它的传输带宽为 100MHz。而六类系统在不久的将来将会取代超五类系统而成为主流技术，它的传输带宽达到 250MHz。根据用户的要求，使用六类系统产品来解决实际应用已不成问题，但目前价格尚贵。根据以上要求，AMP 智能楼宇超五类系列布线产品最符合要求。

### 2. 统计公司信息点分布

根据相关“技术规范”的要求，公司地处大厦 3、4 层，楼层面积约 1400m<sup>2</sup>，基本成长方形，长 40m，宽 35m。从公司现有的组织结构入手，及房屋实际的构造，得到公司的平面设计图如图 4-1 所示。信息点共有 312 个，详细分布如表 4-3 所示。

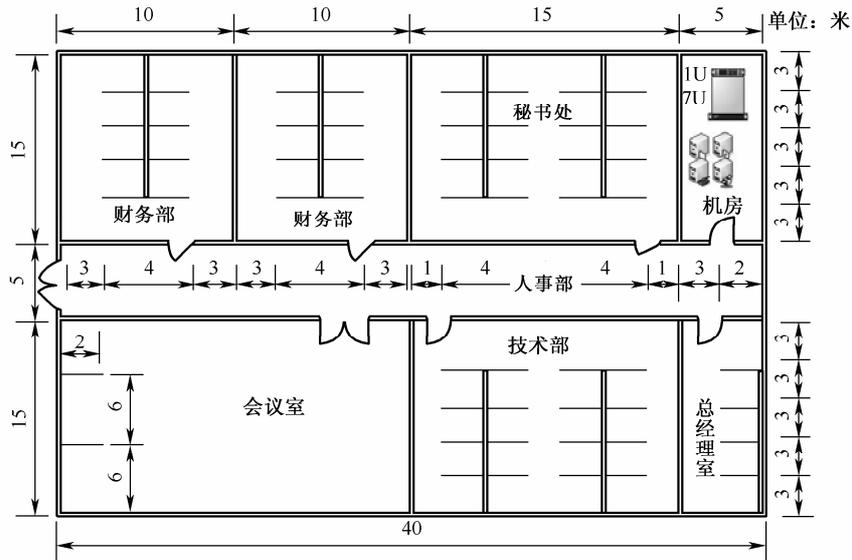


图 4-1 公司平面结构图

表 4-3 公司信息点统计

部门	楼层	数据信息点数量	语音信息点数量
总经理办公室	3	5	5
秘书处	3	10	10
财务部	3	15	5
人事部	3	8	3
会议室	3	1	2
研发一部	4	30	33
研发二部	4	35	37
销售部	4	40	40
企划部	4	10	3

### 3. 布线走向图设计

系统能处理和传输多媒体信息，尽力提高网络的吞吐量。同时，应采用 Client/Server 结构模式，减轻网络通信资源的开销。具有足够的可靠性冗余、后援存储能力和容错能力，必须

保证系统能长期稳定的运行，使故障的影响局部化，网络设计应利于故障的分析与排除。根据已有的主干线槽及信息点的分布情况，设计管线如图 4-2 所示。

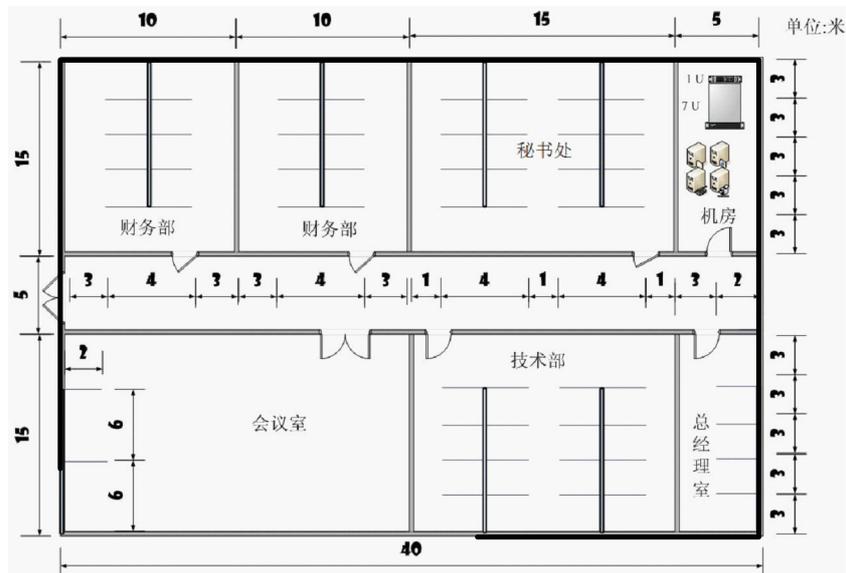


图 4-2 公司管线设计图

图中示意为 **||** 部分是土建施工中已经设计安装好的地下暗藏金属线槽。所有线缆集中到机房的标准机柜中，安装到配线架上。各个部门的信息点的线缆均从线槽上相应位置设置的分线盒直接进入办公隔断的踢脚板中，通过金属软管到达信息点设计位置。

该方案符合《TIA/EIA 568 商用建筑物电信布线标准》，大厦提供的 Internet 接入线缆已通过吊顶中的线槽送入到机房并进入线槽到达机柜位置，所有模块和配线架都使用 568B 的线序接线缆。通过短跳线在配线架和交换机设备端口间跳接，将相应信息点的设备连接到相应的交换机端口，同时可以进行灵活的管理。所有跳线的 RJ-45 水晶头的线序都采用 568B 标准。

#### 4. 工作区子系统详细设计

(1) 工作区子系统由安装在各房间内的信息插座和连接插座与终端设备的跳线组成，可满足电话机、数据终端、计算机、监控等设备的设置和安装。

(2) 根据该公司的建筑结构特点，采用 AMP 墙上型信息插座。表面安装面板选择采用符合国标的 86 型表面安装单孔面板，AMP 的插座面板采用高品质聚乙烯材料制成，硬度、弹性适中，弧线型边框，带防尘盖，45° 内置式斜角设计，可最大程度上保护插入的 RJ-45 接头。插座信息模块采用 AMP RJ-45 信息模块（可支持 T568B 或 T568A 的接法），工作区设备连接线则可选择使用 AMP 原装超五类跳线，用户可根据实际情况选择配制数量，建议采用原装跳线，以便使整个布线系统达到最好的设计要求。

#### 5. 水平子系统详细设计

(1) 水平子系统是由配线架到工作区之间的传输介质构成的，传输介质的选择是布线系统工程的关键因素之一。设计、施工、技术和工艺等都与选择的传输介质有关。

(2) 本方案采用 AMP6 类 4 对非屏蔽双绞线作为本系统的水平干线系统。AMP 双绞线的优点充分体现在整个的安装使用过程中，AMP 双绞线均经过 UL 和 CSA 等独立测试机构的

检验和认证，AMP 所有的双绞线均具有阻燃性，并已获保险实验室认可，能满足 CM（普通使用）、CMR（垂直主干）或 CMP（阻燃）要求。

（3）水平干线的长度不能超过 EIA/TIA-568A 的 90m 上限，因此能保证未来各类快速网络的发展和應用，适应各种不同应用的通信传输要求。

（4）水平支干线的敷设主槽采用金属镀锌线槽，支管采用阻燃型可冷弯 PVC 管，PVC 管弯管容易，利于与大楼内其他各专业安装工程交叉施工。PVC 管内表面光滑，穿线时不会划破线缆，有利于保障安装质量。

#### 6. 设备间子系统详细设计

设备间作为对外的信息出入口，与外界进行数据和电信号传输，同时作为语音系统、计算机网络系统的中央管理机构。

根据公司的实际要求，设备间设在大厦 4 层。为了方便管理，在设备间采用一个 42U 的机柜。设备间（即网络中心）选用 AMP24 口抽屉式机架光纤保护盒及按 6 个接口为 1 组的耦合面板。AMP 的光纤管理设备安装简单、美观大方和价格相对低廉。

#### 7. 管理子系统详细设计

配线间是各管理子系统的安装场所，用于安装配线架和网络通信设备。在本方案中，管理子系统主要由铜缆跳线箱、铜缆跳线架和铜缆跳线组成。

根据公司的建筑特点和信息点的数量多少，在大厦的 3、4 层各设一个配线间。

设计方案充分考虑了网络设备的安装要求，在各配线间选用了既满足网络设备的要求，又符合布线系统安装特点的 12 英寸标准机架，把配线间的所有跳线部件安装在机柜内，并预留了网络设备的位置。这样不仅可以方便地进行布线系统与网络设备的连接，而且增强了系统可靠性，更便于系统的维护和管理，采用的配线设备全部安装在壁挂式标准机柜内。

AMP 的 12 英寸 AMP 的模块化电缆配线架高密度、省空间（24 口/1U），可支持 T568A 或 T568B 任一种的接线方式。

为了方便跳线管理，在配线间建议选用理线架。由于会议室只有一个信息点，所以从 3 层配线间拉一条双绞线到会议室。

#### 8. 干线子系统详细设计

由于本布线系统主要考虑为满足数据系统的需求，所以各楼层到设备间子系统的主干全部采用多模光纤，本方案推荐采用 AMP 的 6 芯 50/125 多模光缆，50/125 多模相对传统的 62.5/125 多模光缆具有在同等带宽的情况下传输距离远的特点，可很好地满足千兆传输的需要，同时 50/125 多模光缆价格相对低廉，在光纤连接方面选择采用 AMP 特有的压接式光纤连接方式，采用陶瓷型的 ST 接头方式。

#### 9. 材料选择及资金预算

本项目综合布线各大子系统需要的材料和资金预算如表 4-4 所示。

表 4-4 综合布线系统工程材料统计表

编号	材料名称	规格型号	单位	数量	单价（元）	总价（元）
1	五类信息模块	RJ-45	个			
2	信息面板	双孔	个			
3		单孔	个			

续表

编号	材料名称	规格型号	单位	数量	单价(元)	总价(元)
4	水晶头	RJ-45	个			
5	UTP 双绞线	超五类(305m/箱)	米			
6	PVC 线管	φ20	米			
7	PVC 线槽	39×18	米			
		20×10	米			
8	堵头	39×18	个			
9	拐角	阳角 20×10	个			
		阴角 20×10	个			
		直角 20×10	个			
		三通 20×10	个			
10	机柜	6U	个			
11	配线架	110 系列	个			
12	五对连接块		个			
13	模块配线架	24 口	个			
14	理线环		个			
15	明装底盒	86 型	个			
16	弯头	φ20	个			
17	关卡	φ20	个			
18	接头	φ20	个			
19	十字螺丝	M6X16	个			
20	绑扎带		袋			
21	大对数电缆	100 对	米			
22	多模室内光纤	四芯	米			
23	耦合器	ST	个			
24	1.5m 尾纤	ST	条			
A 器材合计						
B 安装调试费(A×15%)						
C 税金[(A+B) ×3.41%]						
D 工程预算报价(A+B+C)						

### 拓展训练

1. 在大厦一层共有 58 个工作区, 每个工作区内有 3 个信息插座, 楼层配线架在该楼层中部, 其中信息插座距楼层配线架最近的距离为 15m, 最远的为 45m, 端接容差为 6m, 计算该楼层布线共需多少箱线。

2. 某公司因业务发展需要建设网络, 以提高办公效率和节省开支。基本情况如下: 该公

司租用了信息大厦的3层和10层，其中3层有房间10间，每间信息点数目为8个；10层有房间5间，每间信息点数目为15个。要求如下：

(1) 整个局域网采用以太网技术，主干带宽达1000Mb/s，100Mb/s到桌面。

(2) 在20年内，公司规模扩大时，对网络系统升级或扩充不需要对布线基础设施进行更改及投资便可平滑过度、升级或扩充。

根据公司的现状和要求，为该公司的网络综合布线建设提交一份完整的设计方案。

## 4.2 任务2 布线系统施工

### 4.2.1 任务准备

#### 1. 布线施工的主要步骤

(1) 勘察现场。根据建筑物的实际情况确定具体的施工方案。

(2) 申请施工。将施工方案和工程预算向用户方和相关部门申报，等待批准。

(3) 指定工程负责人和工程监理人员，负责规划备料、备工、用户方配合要求等方面事宜，提出部门配合的时间表，负责内外协调和施工组织与管理。

(4) 现场施工。

(5) 现场认证测试，制作测试报告。

(6) 制作布线标记系统。布线的标记系统要遵循TIA-606标准。

(7) 测试。

#### 2. 施工过程中的注意事项

(1) 室内线缆暗埋，主要走地板，用金属槽保护；少量走天花用金属管保护。

(2) 墙座暗埋，在墙上的离地30cm，与强电插座平齐，从左到右以此排列为强电插座、语音接口、数据接口。

(3) 室外线缆走通信沟，用PVC管保护。

(4) 机房铺设防静电地板，机柜及防静电地板接地，接地电阻小于1Ω。

#### 3. 施工质量管理

要保证施工的质量，主要从以下几个方面进行：一是要有一个完善的组织体制；二是要严格按施工工序实施；三是要符合施工规范；四是认真进行现场记录，发现问题及时解决。

现场施工队除了综合布线系统施工队，还有空调、水电、土建装修等施工单位，综合布线施工的空间安排、工序安排都要与这些施工单位协调后才不会产生矛盾。要保证工期如期完成，必须对工程实施制定详尽的施工流程，以便于对工程施工的管理。

#### 4. 施工结束时的注意事项

(1) 清理现场，保持现场清洁、美观。

(2) 对墙洞、竖井等交接处要进行修补。

(3) 各种剩余材料汇总，并登记其还可以使用的数量。

(4) 做总结报告：包括开工报告、布线工程图、施工过程报告、测试报告、工程验收所需的验收报告等。

### 5. 网线制作标准

(1) EIA/TIA-568A 标准。EIA/TIA-568A 简称 T568A。其双绞线的排列顺序为：绿白、绿、橙白、蓝、蓝白、橙、棕白、棕，如表 4-5 所示。依次插入 RJ-45 头的 1~8 号线槽中。

表 4-5 EIA/TIA-568A 标准

1	2	3	4	5	6	7	8
绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕

(2) EIA/TIA-568B 标准。EIA/TIA-568B 简称 T568B。其双绞线的排列顺序为：橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白、棕，如表 4-6 所示。依次插入 RJ-45 头的 1~8 号线槽中。

表 4-6 EIA/TIA-568B 标准

1	2	3	4	5	6	7	8
橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕

(3) 双绞线的应用。如果双绞线的两端均采用同一标准（如 T568B），则称这根双绞线为“直通线”。能用于异种网络设备间的连接，如计算机与集线器的连接、交换机与路由器的连接。这是一种用得最多的连接方式，通常直通双绞线的两端均采用 T568B 连接标准。

如果双绞线的两端采用不同的连接标准（如一端用 T568A，另一端用 T568B），则称这根双绞线为“交叉线”。交叉线能用于同种类型设备的连接，如计算机与计算机的直连、集线器与集线器的级联。需要注意的是：有些集线器（或交换机）本身带有“级联端口”，当用某一集线器的“普通端口”与另一集线器的“级联端口”相连时，因“级联端口”内部已经做了“交叉”处理，所以这时只能用直通双绞线来完成其连接。

#### 4.2.2 需求分析

本任务如果具备网络综合布线实训环境，可以在模拟楼和实训台上完成该公司 3 楼和 4 楼的实训。如果不具备该实训环境，需做直通网线 5 条、交叉网线 2 条，用于将项目中的 PC、服务器、交换机、路由器、防火墙等网络设备连接起来。做好的网线需经教师测试验收合格后，由本小组的小组长保存，便于下次实训时使用。

#### 4.2.3 任务实施

##### 1. 网线钳的基本使用

双绞线两端头通过 RJ-45 水晶头连接网卡和集线器，在双绞线上压制水晶头需使用专用网线钳（压线钳），按下述步骤制作：用网线钳剪线刀口将线头剪齐，再将双绞线端头伸入剥线刀口，使线头触及前挡板，然后适度握紧网线钳同时慢慢旋转双绞线（握网线钳力度不能过大，否则会剪断芯线；剥线的长度为 15mm 左右，不宜太长或太短。），让刀口划开双绞线的保护胶皮，取出端头从而拨下保护胶皮。

双绞线由 8 根有色导线两两绞合而成，将其整理为 568A 或 568B 标准平行排列，整理完毕用剪线刀口将前端修齐。然后一只手捏住水晶头，将水晶头有弹片一侧向下，另一只手捏平双绞线，稍稍用力将排好的线平行插入水晶头内的线槽中，8 条导线顶端应插入线槽顶端。

确认所有导线都到位后，将水晶头放入网线钳夹槽中，用力捏几下网线钳，压紧线头即可。

## 2. 直通线的制作步骤

步骤1：剥线。利用斜口钳剪下所需要的双绞线长度，至少 0.6m，最长不超过 100m。然后再利用双绞线剥线器（实际用什么剪都可以）将双绞线的外皮除去 2~3cm。有一些双绞线电缆上含有一条柔软的尼龙绳，如果在剥除双绞线的外皮时觉得裸露出的部分太短，而不利于制作 RJ-45 接头时，可以紧握双绞线外皮，再捏住尼龙线往外皮的下方剥开，就可以得到较长的裸露线。

步骤2：拨线。将裸露的双绞线中的橙色对线拨向自己的前方，棕色对线拨向自己的方向，绿色对线剥向左方，蓝色对线剥向右方。

步骤3：将绿色对线与蓝色对线放在中间位置，而橙色对线与棕色对线保持不动，即放在靠外的位置。

步骤4：小心地剥开每一对线，假设遵循 EIA/TIA-568B 的标准来制作接头，所以线对颜色是有一定顺序的。

左起：白橙 / 橙 / 白绿 / 蓝 / 白蓝 / 绿 / 白棕 / 棕。

注意：绿色条线应该跨越蓝色对线。这里最容易犯错的地方就是将白绿线与绿线相邻放在一起，这样会造成串扰，使传输效率降低。

步骤5：将裸露出的双绞线用剪刀或斜口钳剪下只剩约 14mm 的长度，之所以留下这个长度是为了符合 EIA/TIA 的标准，可以参考有关用 RJ-45 接头和双绞线制作标准的介绍。最后再将双绞线的每一根线依序放入 RJ-45 接头的引脚内，第一只引脚内应该放白橙色的线，其余类推。

步骤6：确定双绞线的每根线已经正确放置之后，就可以用 RJ-45 压线钳压接 RJ-45 接头，市面上还有一种 RJ-45 接头的保护套，可以防止接头在拉扯时造成接触不良。使用这种保护套时，需要在压接 RJ-45 接头之前就将这种胶套插在双绞线电缆上。

步骤7：重复以上步骤，制作另一端的 RJ-45 接头。

注意：以上是直连线的制作方法。直连线两端线序完全相同；而交叉线另一端的顺序需要改变。具体变化情况为：将原来的第 1 只脚的线和现在的第 3 只脚的线对调，将原来第 2 只脚的线和第 6 只脚的线对调，即顺序是：白绿 / 绿 / 白橙 / 蓝 / 白蓝 / 橙 / 白棕 / 棕，按照这个顺序再用 RJ-45 压线钳压好 RJ-45 接头，完成后的连接线两端的 RJ-45 接头颜色顺序并不一样。以下是交叉线两端颜色顺序的对比：

一端：白橙 / 橙 / 白绿 / 蓝 / 白蓝 / 绿 / 白棕 / 棕

另一端：白绿 / 绿 / 白橙 / 蓝 / 白蓝 / 橙 / 白棕 / 棕

## 3. 双绞线连通性测试

(1) 取双绞线检测仪一个，将已经做好水晶头的双绞线的两端分别插入检测仪主、次仪器的 RJ-45 接口内，打开主仪器上的开关。

(2) 观测主、次仪器上的指示灯，对于“直通线”，如果这 8 个指示灯（按编号）一一对应闪亮，则说明此“直通线”能正常工作；对于“交叉线”，主、次仪器上的指示灯对应闪亮的关系为：主仪器上的 1、2 号灯对应于次仪器上的 3、6 号指示灯，主仪器上的 3、6 号灯对应于次仪器上的 1、2 号指示灯，其余同“直通线”的对应关系。

#### 4. 连接网络设备

将做好的网线按图 3-13 所示将网络设备（含服务器）连接起来，注意不要用错双绞线。

#### 拓展训练

1. 如何辨别水晶头和双绞线的真伪？
2. 如何制作 1000Mb/s 网线？