

楼宇智能化工程技术系列“十三五”规划教材

楼宇通信网络系统的 安装与维护

LOUYU TONGXIN WANGLUO XITONG DE
ANZHUANG YU WEIHU

◎刘向勇 编 著



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

内 容 提 要

本书参照网络布线施工及验收国家标准,以及智能楼宇管理师国家职业标准,以一间办公室到校园总机房为工程案例,详细阐述了综合布线的工作区子系统、管理间子系统、水平子系统、设备间子系统、垂直子系统、建筑群子系统等。同时每个项目中讲述了与之相关的通信原理基础,使学生能够真正做到理论联系实际。

本书内容源于工作实际,方法较为实用,通俗易懂,图文并茂。本书知识面较宽,起点较低,比较全面系统地阐述了楼宇通信网络系统的安装与维护方法,同时讲解了通信原理的理论知识。本书既可作为高职高专、技工学校、中职中专学生的教材,也可以作为从事楼宇综合布线施工、维护的技术工人的入门读物。

图书在版编目(CIP)数据

楼宇通信网络系统的安装与维护/刘向勇编著. —重庆:
重庆大学出版社,2017. 1

中等职业教育机电设备安装与维修专业系列教材
ISBN 978-7-5689-0394-3

I. ①楼… II. ①刘… III. ①智能化建筑—通信网—
中等专业学校—教材 IV. ①TU855②TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 020625 号

楼宇通信网络系统的安装与维护

刘向勇 编 著

策划编辑:周 立

责任编辑:文 鹏 邓桂华 版式设计:周 立
责任校对:关德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:12.75 字数:302 千

2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-0394-3 定价:28.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

为了贯彻落实“国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定”,大力推进职业教育结构调整,实现专业与产业对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、学历证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接,在充分调研和企业实践的基础上,编写了本书。

本书参照了智能楼宇管理师中级工、高级工、技师的职业标准,根据技术工人理论够用为准的原则,强化应用,突出实践技能操作。本书按照项目设计,共有7个项目:办公室通信网络(工作区子系统)的安装与维护、楼层弱电间通信设备(管理间子系统)的安装与维护、办公室到楼层弱电间通信线路(水平子系统)的安装与维护、办公楼中心机房通信设备(设备间子系统)的安装与维护、楼层弱电间到办公楼中心机房通信线路(垂直子系统)的安装与维护、办公楼中心机房到校园总机房通信线路(建筑群子系统)的安装与维护、办公室到校园总机房通信线路安装工程验收。

本书可以作为高等职业院校、中等职业院校和技工学校智能楼宇、计算机、通信工程、物业管理相关专业的教科书,也可以作为相关企业职工的参考资料和培训教材。

本书由中山市技师学院刘向勇老师编著,中山市技师学院黄锦旺老师参与实训项目的制作及照片的拍摄,中山市技师学院梁海珍老师对本书进行了审阅。在本书编写过程中得到了各兄弟院校的大力支持和帮助,并提出了许多宝贵意见,在此一并致以衷心感谢。同时,在编写过程中,编者参阅了网络上大量的相关资料,由于均未署名,无法列出相关名字,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编者
2017年1月

目 录

项目一 办公室通信网络的安装与维护	1
任务一 办公室(工作区子系统)通信设备的认识	2
任务二 办公室(工作区子系统)通信网络的安装与维护	10
任务三 理论探索:为什么网线要用双绞线的形式	31
项目二 楼层弱电间通信设备的安装与维护	37
任务一 楼层弱电间(管理间子系统)通信设备的认识	37
任务二 楼层弱电间(管理间子系统)通信设备的安装与维护	43
任务三 理论探索:电话、手机、计算机、电视等通信方式有何共同点	52
项目三 办公室到楼层弱电间通信线路的安装与维护	58
任务一 办公室到楼层弱电间(水平子系统)布线设备的认识	58
任务二 办公室到楼层弱电间(水平子系统)通信线路的安装与维护	65
任务三 理论探索:为什么一条网线可以同时传输多个计算机信号	91
项目四 办公楼中心机房通信设备的安装与维护	101
任务一 办公楼中心机房(设备间子系统)通信设备的认识	102
任务二 办公楼中心机房(设备间子系统)通信设备的安装与维护	107
任务三 理论探索:上网流量是如何计算出来的	113

项目五 楼层弱电间到办公楼中心机房通信线路的安装与维护	120
任务一 楼层弱电间到办公楼中心机房(垂直子系统)布线设备的认识	121
任务二 楼层弱电间到办公楼中心机房(垂直子系统)通信线路的安装与维护	127
任务三 理论探索:手机、电话、QQ 语音等通话时,听到的声音为何与真声不同	141
项目六 办公楼中心机房到校园总机房通信线路的安装与维护	148
任务一 办公楼中心机房到校园总机房(建筑群子系统)布线设备的认识	149
任务二 办公楼中心机房到校园总机房(建筑群子系统)通信线路的安装与维护	155
任务三 理论探索:光纤通信比电缆通信好在哪里	172
项目七 办公室到校园总机房通信线路安装工程验收	177
任务一 办公室到校园总机房通信线路安装工程物理验收	177
任务二 办公室到校园总机房通信线路安装工程文档验收	188
任务三 理论探索:蓝牙传输与 Wi-Fi 传输有什么不同	190
参考文献	198

项目一

办公室通信网络的安装与维护

学校新建一栋办公大楼,每一层均设有若干间办公室。现有一间办公室欲作为楼宇智能化技术专业教研室全体教师办公所用。楼宇专业教研室共有 8 位专业教师,因此,该办公室设置 8 张办公桌,布置如图 1-0-1 所示,实物图如图 1-0-2 所示。

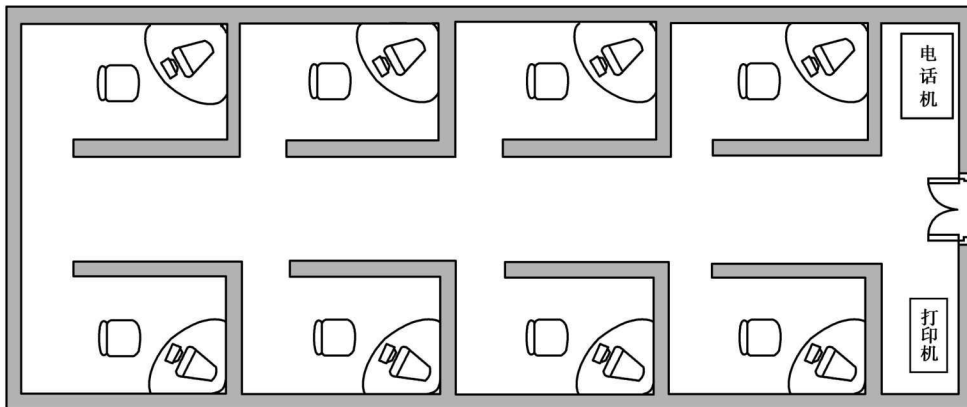
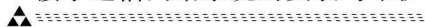


图 1-0-1 办公室布置图



图 1-0-2 办公室实景图



GB 50311—2007《综合布线工程设计规范(含条文说明)》中,明确规定了综合布线系统工程“工作区”的基本概念,工作区就是“需要设置终端设备的独立区域”。工作区是指需要安装计算机、打印机、复印机、考勤机等网络终端设备的一个独立区域。本工程中的办公室即为一个工作区,办公室布线即为工作区子系统布线。

任务一 办公室(工作区子系统)通信设备的认识



任务目标

终极目标:熟练讲解工作区子系统通信设备的工作原理及用途。

促成目标:1. 了解工作区子系统通信设备的类型及适用场合。

2. 掌握工作区子系统通信设备的使用方法。



工作任务

1. 参观一间通信网络完善的办公室。

2. 画出该办公室通信网络布置图。



相关知识

一、网络通信需求分析

办公室内8张办公桌均配有计算机,保证每台计算机均能有网上网。8位教师共用一部电话机和一台打印机,打印机旁配有一台公用计算机,每台计算机能够通过网络连上打印机进行打印,如图1-1-1所示。由于部分教师会用到笔记本电脑进行办公,因此,要保证该间办公室能够无线上网。

二、网络通信设备认识

1. 施工图纸查看

首先查看办公室布置图纸,然后根据图纸及通信要求进行布线规划,在设计过程中综合布线管理员应该注意以下两点:

①要进行实地勘察,严格根据办公室平面图设计具体的网络通信走线图。

②核算各种施工材料的使用量及工程预算(本书不作详细讲解)。

施工前必须做好规划和预算,审批通过了才能开展后续工作。另外,在整体的设计中要尽量美观,节约成本。办公室通信网络布线设计图如图1-1-1所示。在布线设计图中需要明确各部分线路的含义:

①A段网线的一端连接到隔断上的RJ11信息模块(电话用),另一端从隔断内部延伸到墙体。

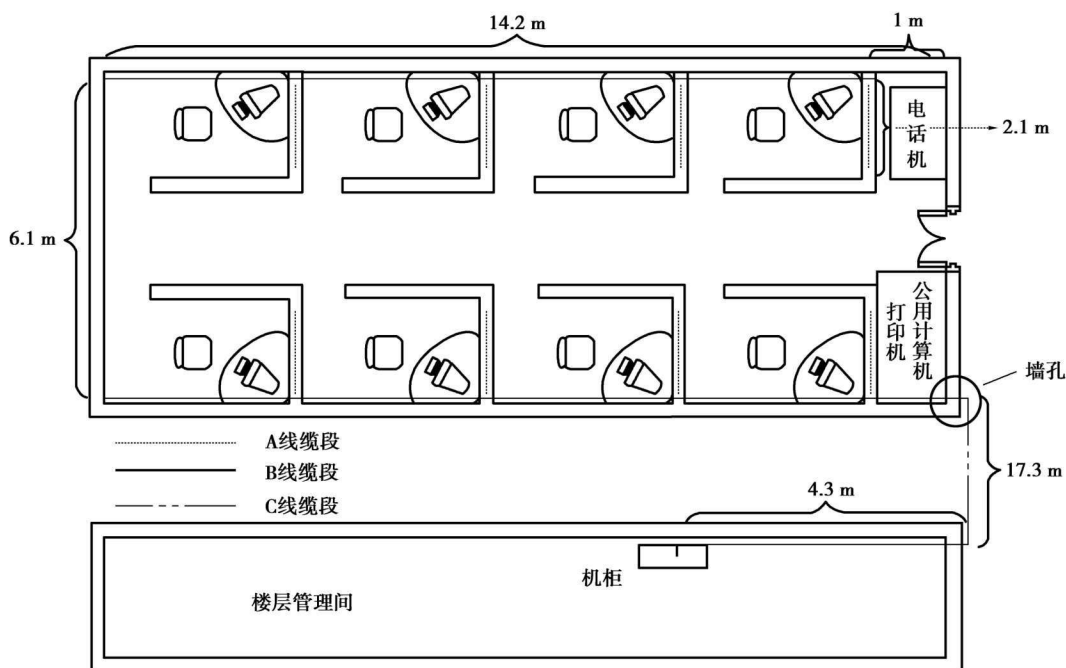


图 1-1-1 办公室通信网络布线图

②B 段网线安置于固定在墙上的塑料线槽内,并且沿着办公室的墙壁将所有网线汇集到图 1-1-1 中右下角的网络交换机。

③B 段网线继续沿着塑料线槽从墙壁的底角垂直延伸到顶角,最终从墙孔穿出到外侧走廊。

④C 段网线在走廊中与来自其他办公室的网线一起从吊顶上的走线架延伸到楼层管理间,网线进入管理间后连接到相应机柜的配线架上。

2. 网络布线设备的认识

(1) 信息模块以及水晶头

信息模块统计:由于有 8 张办公桌,保证每位教师的计算机均能上网,每个办公桌需要安装一个信息模块(插座),如图 1-1-2 所示,共 8 个。同时,配备一台公用计算机,放置在打印机旁边,供连接打印机所用。因此,打印机旁也需要装一个信息模块。分析可知,办公室需要 9 个 RJ45 网络信息模块,还需要安装一个 RJ11 信息模块,供电话使用。出于冗余方面的考虑,信息模块一般有 3% 的预留,本例需购买 11 或 12 个信息模块。

水晶头统计:一个办公桌需要使用 1 根跳线,即两个 RJ45 水晶头,共需 $9 \times 2 = 18$ (个),如图 1-1-3(a) 所示。每个信息点都要与网络交换机相连,均需 1 个水晶头,共需 9 个。一般要预留 10% ~ 15% 余量,水晶头的使用量为 $(18+9) \times (1+15\%) \approx 32$ 个。另外,还需两个 RJ11 水晶头,如图 1-1-3(b) 所示,供电话使用。

(2) 线槽

PVC 线槽是综合布线系统的基础性材料。PVC 线槽由槽板和槽盖组成,每条线槽的总长度为 3.8 m。针对本工程,根据办公室长宽高进行计算,办公室内总共需要约 37 m 的线槽,包括环绕在办公室墙壁上的 3 段线槽,以及将网线从底侧墙角引到顶角的 1 段线槽,预留一定余

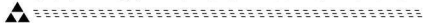
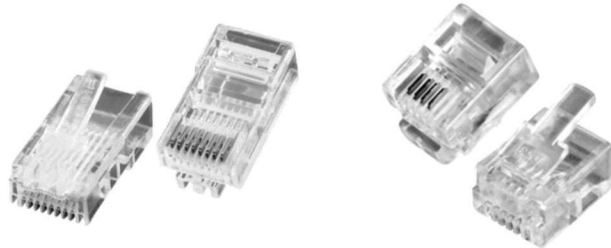


图 1-1-2 信息网络模块



(a) RJ45水晶头

(b) RJ11水晶头

图 1-1-3 水晶头

量,作为备份。

线槽规格是按照宽度(b)和高度(h)来决定,如图 1-1-4 所示。常用的规格有:20×10,24×14,39×19,59×22,120×80,160×100,200×100,200×160,300×150。按型号可分为:PVC-20,PVC-25,PVC-30,PVC-40,PVC-50,PVC-100 等,单位为 mm。线槽的规格选择,一般按照布线的总面积来选择,布线的总面积必须小于线槽面积的 70%,因此在工程施工时先选择好线槽大小,线槽大小的计算方法如图 1-1-4 所示。

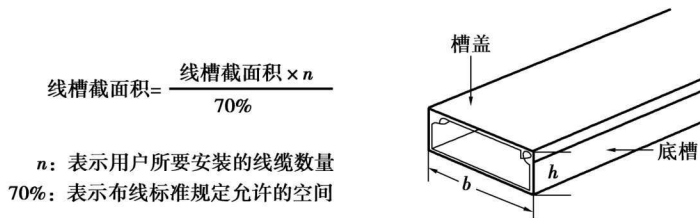


图 1-1-4 线槽尺寸

本工程线槽中最多放置 9 根双绞线,另外,在施工布线时需要布放 1~2 根备用网线。因此,选用 PVC-40 规格的线槽比较合适。另外,槽与槽之间连接处需要两个直角和两个阴角,如图 1-1-5 所示。

(3) 底盒

一般墙面安装 86 系列面板(图 1-1-6)时,配套的底盒有明装和暗装两种,如图 1-1-7 所示。在新建的智能建筑中,信息插座一般与暗敷管路系统配合,信息插座盒体采用暗装方式,在墙壁上预留洞孔,将盒体埋设在墙内,综合布线施工时,只需加装接线模块和插座面板。在已建成的建筑物中,信息插座的安装方式可根据具体环境条件下采取明装或暗装方式。

明装底盒一般为白色塑料盒,外形美观,表面光滑,外形尺寸比面板稍小一些,为长 84 mm、宽 84 mm、深 36 mm,底板上有两个直径 6 mm 的安装孔,用于将底座固定在墙面,正面





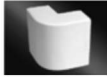



阴角	平三通
	
阳角	直转角
	
大小转换头	终端头
	

图 1-1-5 线槽及转角连接

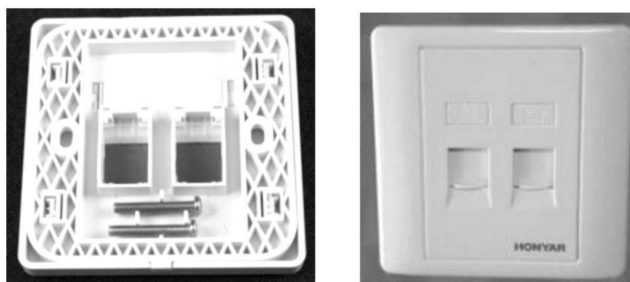
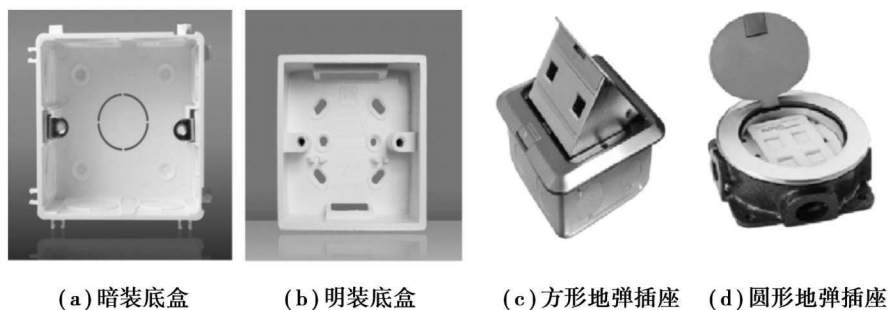


图 1-1-6 面板



(a) 暗装底盒 (b) 明装底盒 (c) 方形地弹插座 (d) 圆形地弹插座

图 1-1-7 底盒

有两个 M4 螺孔,用于固定面板,侧面预留有上下进线孔。

暗装底盒常见的有金属和塑料两种,如图 1-1-8 所示。塑料底盒一般为白色,一次注塑成型,表面比较粗糙,外形尺寸比面板小一些,常见尺寸为长 80 mm、宽 80 mm、深 50 mm,5 面都预留有进出线孔,方便进出线,底板上有两个安装孔,用于将底座固定在墙面,正面有两个 M4 螺孔,用于固定面板。

安装在地面上或活动地板上的地面信息插座,是由接线盒体和插座面板两部分组成。插座面板有直立式(面板与地面成 45°,可以倒下成平面)和水平式等几种。线缆连接固定在接线盒体内的装置上,接线盒体均埋在地面下,其盒盖面与地面平齐,可以开启,要求必须有严密防水、防尘和抗压功能。在不使用时,插座面板与地面齐平,不得影响人们日常行动。

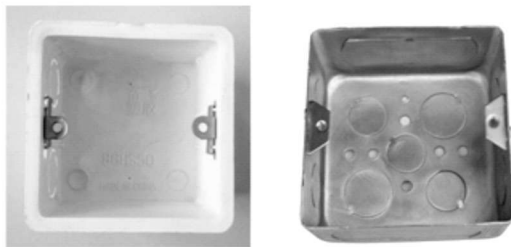
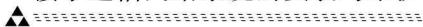


图 1-1-8 暗装底盒

本工程采用明线敷设方式,因此要采用明装底盒。根据前述,供需安装 10 个底盒(9 个网络信息模块和 1 个电话模块)。

(4) 网线

办公室网线使用量根据公式进行计算:

$$C = [0.55 \times (L + S) + 6] \times n$$

式中 L ——离交换机最远的信息点距离;

S ——离交换机最近的信息点距离;

n ——信息点总数;

0.55——备用系数。

根据公式中的参数,估算的办公室网线使用量约为 208 m。

需要明确:对于本案例而言,总共只需要 9 根线,可以计算得更加精确一些,但如果是负责整个楼层甚至整个楼宇的布线,而工程的甲方要立刻知道一个大致的预算。

补充知识:

电缆总长度的计算公式有 3 种,另外两种如下:

① 订货总量(总长度 m) = 所需总长 + 所需总长 $\times 10\%$ + $n \times 6$

其中,所需总长指 n 条布线电缆所需的理论长度,所需总长 $\times 10\%$ 为备用部分, $n \times 6$ 为端接容差。

② 总长度(m) = $(A + B) / 2 \times N \times 1.2$

其中, A 为最短信息点长度; B 为最长信息点长度时,就可以使用上述计算方法了; N 为楼内需要安装的信息点数;1.2 为余量参数(富余量)。

得出总长度以后,用线箱数 = 总长度 / 305 (双绞线一般以箱为单位订购,每箱双绞线长度为 305 m),不足 1 箱的按 1 箱计算。

注意事项:用不同的公式计算可能会得出不同的答案,主要是对网线富余量的考虑不同。当信息点数量较多、信息点位置较分散时,误差也会增大,具体购买多少往往是根据计算数量结合布线工程师的经验判断。

网线型号的选择:双绞线通常分为三类、四类、五类、超五类、六类、七类双绞线等类型,原则上数字越大,版本越新,技术越先进,带宽也越宽,当然价格也越贵。我们在为局域网选购线材时一般来说是选购五类或超五类网线,因为三类、四类双绞线一般是使用在 10 Mb/s 的以太网中,而五类双绞线能满足现在日趋流行的 100 Mb/s 的以太网,超五类双绞线主要用于将来的千兆网上,但现在也普通应用于局域网中,因为价格方面比五类线贵不了多少,现在已有六类线了,一般用于 ATM 网络中,公司局域网中暂时还不推荐采用。目前三类、四类线在市场上

几乎没有了,如果有也不是以三类或四类线出现,而是假以五类,甚至超五类线出售,这是目前假五类线最多的一种。目前在一般局域网中常见的是五类、超五类或者六类非屏蔽双绞线,超五类和六类非屏蔽双绞线可以轻松提供 155 Mb/s 的通信带宽,并拥有升级至千兆的带宽潜力,因此,成为当今水平布线的首选网线。而双绞线又可分为屏蔽双绞线和非屏蔽双绞线,大多数局域网使用非屏蔽双绞线(UTP—Unshielded Twisted Pair)作为布线的传输介质来组网,网线由一定距离长的双绞线与 RJ45 头(水晶头)组成。

五类网线是由 4 对双绞线和一个塑料外皮构成,如图 1-1-9 所示。五类线的标志是“CAT5”,带宽 100 M 适用于百兆以下的网。线对的颜色分别为白橙、橙、白绿、绿、白蓝、蓝、白棕和棕,裸铜线径为 0.5 mm,绝缘线径为 0.92 mm,UTP 电缆直径为 5 mm。

超五类非屏蔽双绞线是在对现有五类屏蔽双绞线的部分性能加以改善后出现的电缆,不少性能参数,如近端串扰、衰减串扰比、回波损耗等都都有所提高。超五类双绞线也是采用 4 个绕对和 1 条抗拉线,如图 1-1-10 所示。线对的颜色与五类双绞线完全相同,分别为白橙、橙、白绿、绿、白蓝、蓝、白棕和棕。裸铜线径为 0.51 mm(线规为 24AWG),绝缘线径为 0.92 mm,UTP 电缆直径为 5 mm。超五类非屏蔽双绞线也能提供高达 1 000 Mb/s 的传输带宽,但是往往需要借助于价格高昂的特殊设备的支持。因此,通常只被应用于 100 Mb/s 的快速以太网,实现桌面交换机到计算机的连接。如果不准备以后将网络升级为千兆以太网,那么不妨在水平布线中采用超五类非屏蔽双绞线。



图 1-1-9 五类网线

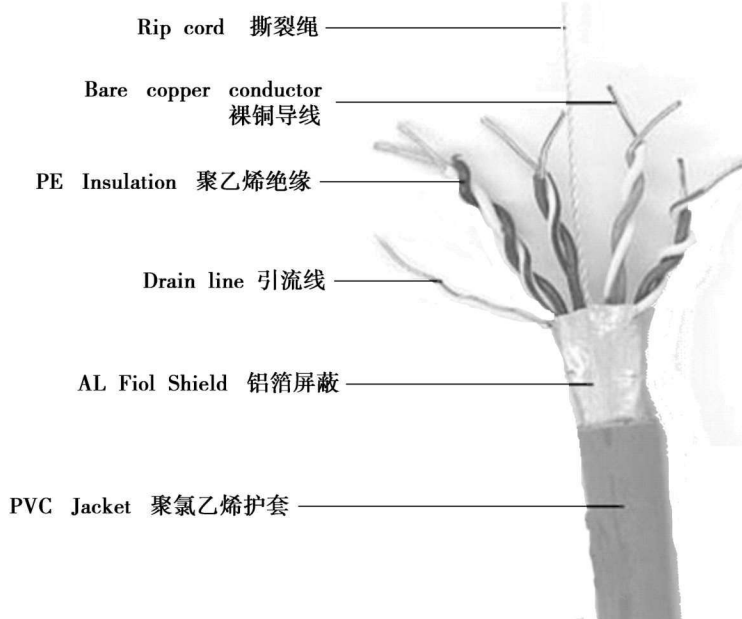
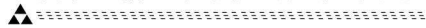


图 1-1-10 超五类网线

六类非屏蔽双绞线的各项参数都有大幅提高,带宽也扩展至 250 MHz 或更高。六类双绞线在外形和结构上与五类或超五类双绞线都有一定的差别,不仅增加了绝缘的十字骨架,将双绞线的 4 对线分别置于十字骨架的 4 个凹槽内,而且电缆的直径也更粗,如图 1-1-11 所示。电



缆中央的十字骨架随长度的变化而旋转角度,将4对双绞线卡在骨架的凹槽内,保持4对双绞线的相对位置,提高电缆的平衡特性和串扰衰减。另外,保证在安装过程中电缆的平衡结构不遭到破坏。六类非屏蔽双绞线裸铜线径为0.57 mm(线规为23AWG),绝缘线径为1.02 mm,UTP 电缆直径为6.53 mm。

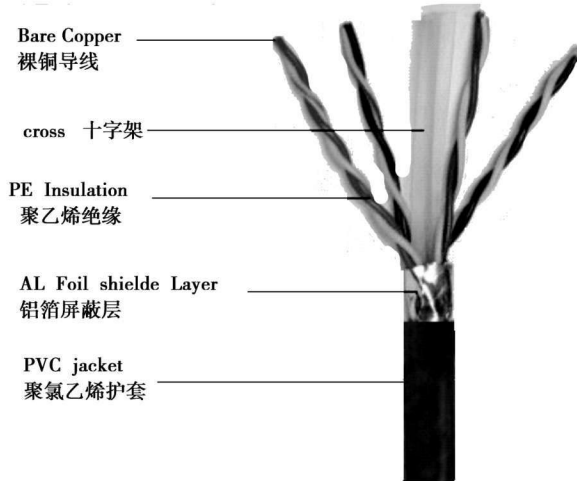


图 1-1-11 六类网线

(5) 网络交换机

本工程办公室有9台计算机需要上网,因此,办公室需要配置一台网络交换机。网络交换机(Net work Switch)是集线器的升级换代产品,是带有多个端口的长方体。网络交换机可以起到扩大网络的作用,为其下的网络提供更多连接端口,可以使多台计算机同时连接,如图1-1-12所示。从广义上来看,交换机分为两种:广域网交换机和局域网交换机。广域网交换机主要应用于电信领域,提供通信基础平台。而局域网交换机则应用于局域网络,用于连接终端设备,如PC机及网络打印机等。

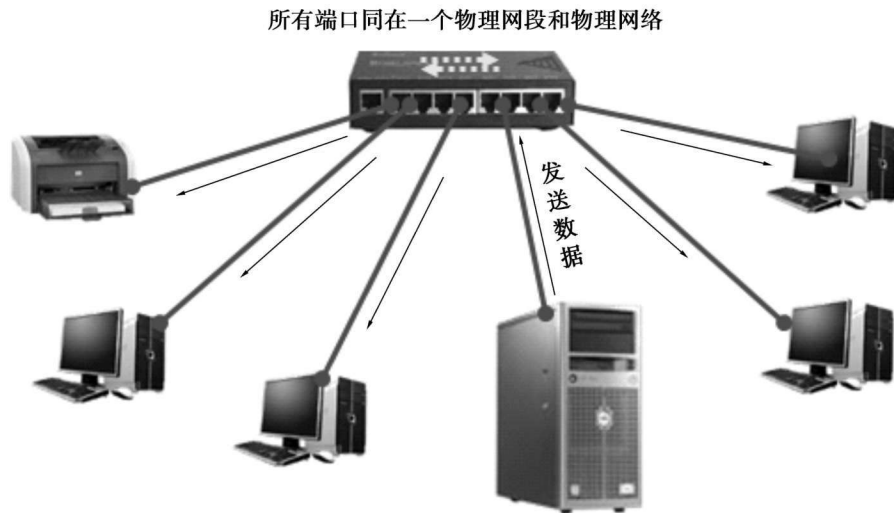


图 1-1-12 网络交换机

(6) 无线路由器

由于有些教师使用笔记本电脑无线上网,办公室需要设置无线网络,因此需要装一个无线路由器,如图 1-1-13 所示。无线路由器可以看作一个转发器,将宽带网络信号通过天线转发给无线网络设备(笔记本电脑、支持 Wi-Fi 的手机、平板以及所有带有 Wi-Fi 功能的设备)。



图 1-1-13 无线路由器



任务实施

一、任务提出

- ①参观学校一间网络通信设施完善的办公室。
- ②认真了解办公室中每一个通信设备,并作记录。

二、任务目标

- ①能够独自讲解各通信设备的工作原理。
- ②掌握各通信设备的使用方法。

三、实施步骤

- ①由任课教师与学校后勤或 IT 部门进行沟通,选择合适的办公室进行参观,并确定参观时间。
- ②教师要提前对参观对象进行深入了解,提前给学生进行讲解,使学生对参观对象有初步了解。
- ③学生参观时,要遵守各项规章制度,认真听取 IT 专业技术人员的讲解。
- ④学生要做好记录,重点了解该办公室各通信设备的工作原理。
- ⑤撰写参观实训报告,画出该办公室通信网络布置图。

四、任务总结

任务实施过程中,要时刻注意安全。采用分组形式,以便每位学生都能听到技术人员的讲解,每位学生都能看到各通信设备。教师要随时与学生在一起,不能让学生单独进行操作。

任务结束后,学生要完成相应的实训报告书。



思考与练习

1. 简述工作区子系统所用的通信设备。
2. 思考:如果不用信息网络模块及底盒,能否实现办公室网络通信?若能,请设计网络通信布置图。

任务二 办公室(工作区子系统)通信网络的安装与维护



任务目标

终极目标:会按国家标准正确安装办公室通信网络设备。

促成目标:1. 会正确使用通信网络设备安装工具。

2. 掌握办公室通信网络设备的安装方法。
3. 掌握无线路由器的设置步骤。



工作任务

1. 按图纸安装办公室通信网络设备,确保办公室计算机能正常上网。
2. 正确设置无线路由器,确保办公室能实现无线上网。



相关知识

一、主要安装工具的认识

1. 线槽剪

双色包胶手柄线槽剪,规格7寸,刀头采用3CR13不锈钢精工锻造,刃口特殊热处理,剪切锋利刃口带剥线孔,锁扣及弹簧设计,操作简单、方便,如图1-2-1所示。剥线缺口用来剥导线外皮,扣锁在用完线槽剪把剪闭合锁上,防止刀口磨损。

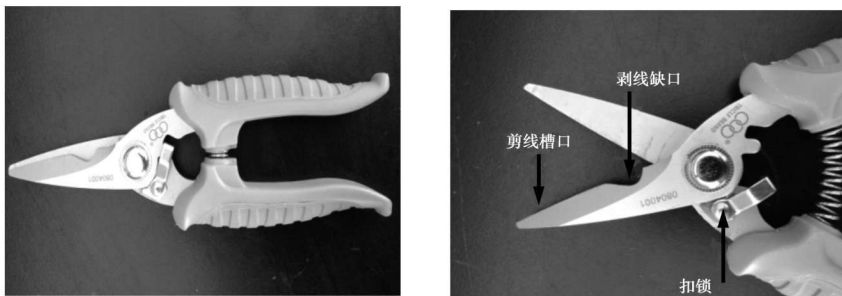


图 1-2-1 线槽剪

2. 冲击钻

冲击钻为双重绝缘设计,操作安全可靠,使用时不需要采用保护接地(接零),使用单相二极插头即可,使用时可以不戴绝缘手套或穿绝缘鞋。为使操作方便、灵活有力,冲击电钻上一般带有辅助手柄,如图 1-2-2 所示。手提移动电钻时,必须握住电钻手柄,移动时不能拖拉橡胶套电缆。橡胶套电缆不能让车轮碾轧和足踏,防止鼠咬。

冲击钻必须按材料要求装入 $\phi 6 \sim 25$ mm 允许范围的合金钢冲击钻头或打孔通用钻头,如图 1-2-2 所示。严禁使用超越范围的钻头。冲击钻更换钻头时,应用专用扳手及钻头锁紧钥匙,杜绝使用非专用工具敲打冲击钻。



图 1-2-2 冲击钻及钻头

3. 压线钳

在双绞线网线制作过程中,压线钳是最主要的制作工具,网线钳功能多,结实耐用,是信息时代和现代家庭常备工具,如图 1-2-3 所示,能制作 RJ45 网络线接头、RJ11 电话线接头、4P 电话线接头,集成网线钳所有功能,能方便进行切断、压线、剥线等操作。

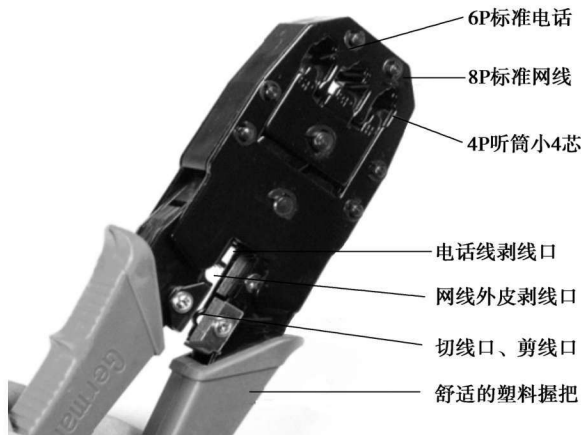


图 1-2-3 压线钳

4. 剥线器

剥线器不仅外形小巧且简单易用,操作时,只需把线放在相应尺寸的孔内并旋转 3~5 圈即可除去缆线的外护套,如图 1-2-4 所示。



图 1-2-4 剥线器

5. 打线钳

打线钳适用于线缆与各类模块和配线型等连接作业。打线钳的本身是用塑胶制,而头部采用特殊材料制造,使打线钳使用更加耐用、轻巧,并附加起子及拉线器功能,压线剪线同时完成,如图 1-2-5 所示。

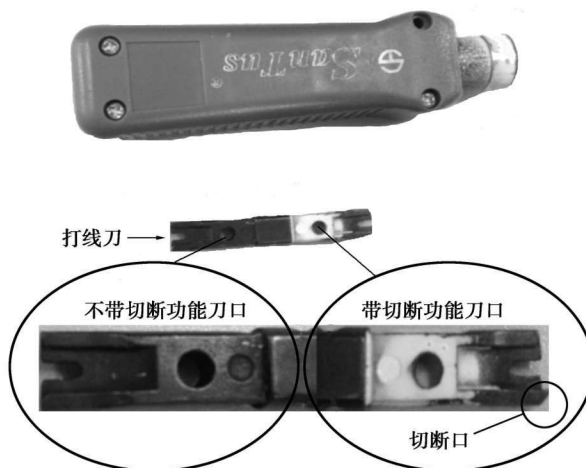


图 1-2-5 打线钳

6. 网络测试仪

网络测试仪用来对双绞线 1,2,3,4,5,6,7,8,G 各线对逐根(对)测试,并可区分判定哪一根(对)错线、短路或开路,如图 1-2-6 所示。使用时,把开关打到“ON”为正常测试速度,打到“S”为慢测试速度。测试方法:打开电源,将网线插头分别插入主测试器 8P 口和远程测试器 8P 口上,主机指示灯从 1 至 G 逐个顺序闪亮,说明接线正常。如果接线不正常,会出现以下情况显示:



图 1-2-6 网络测试仪

- ①当一根网线如 3 号线断路,则主测试器和远程测试器端 3 号灯都不亮。
- ②当有几条线不通,则几条线都不亮,当网线少于两根线连通时,灯都不亮。
- ③当两头网线乱序,例 2,4 线乱序,显示为:主测试器 1-2-3-4-5-6-7-8-G,远程测试器 1-4-3-2-5-6-7-8-G。
- ④当网线有两根短路时,则主测试器不亮,而远程测试器端显示短路的两根线灯都微亮,若有 3 根以上(含 3 根)短路时则所有短路的几条线号的灯都不亮。