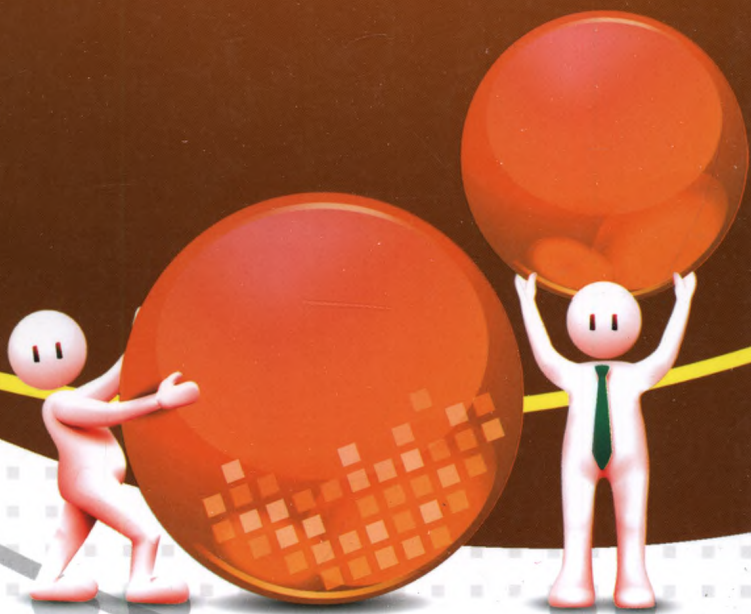


# 家装电工上岗 技能一本通

孙正根●等编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

# 家装电工上岗技能一本通

孙正根 等编著



机械工业出版社

本书以实用、够用为依据,重点讲述了在家庭装饰装修过程中电工所需要具备的各种知识,如电工基础操作技能;线路、线槽布线技能;水管敷设技能;插座、开关与设施的改造与增设技能,文字轻松易读,并配备大量实物图与线路图,知识安排全面,是家装电工上岗的实用技能参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

家装电工上岗技能一本通/孙正根等编著. —北京:机械工业出版社, 2012.5 (2013.5 重印)

ISBN 978-7-111-37966-9

I. ①家… II. ①孙… III. ①住宅—室内装修—电工—基本知识 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 063179 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:朱 林 责任编辑:朱 林 江婧婧

版式设计:石 冉 责任校对:张玉琴

封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京富生印刷厂印刷

2013 年 5 月第 1 版第 2 次印刷

184mm×260mm·12.25 印张·301 千字

3001—4500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-37966-9

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服 务 中 心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

随着人们生活水平的提高，对家装质量的要求越来越严格，同时，装修行业的业务扩展，让家装电工这个岗位越来越受到关注。

全书一共包括了7章内容，第1和2章讲述了电工的基础知识，第3~5章介绍了线路的规划敷设与安装，第6~7章介绍了常用家用电器的安装。本书以家装电工技能为指导依据，通过对室内各种线路与管道的布局和总体规划，能够让电工在电路改道与增设中，总体把握，小处着手。本书适合作为家装电工的短期培训与自学自练的指导书籍。

本书从电工基础知识讲起，增加了对民用建筑结构的介绍，让电工在以后的电路改造中，能够更游刃有余；同时不忘介绍电工工种的特殊性和危险性，将电工的安全常识与触电急救的知识列入第1章中。接着详细讲述了对家庭与入户线路的规划与敷设。本书安排强调操作，以实际的装修为例，考虑到不同房形与区域的安排，并配以大量实物图与线条图，让读者能够清晰、真实地再现操作环境与所用工具技能；在本书后半部分，尽可能多地安排了家庭常用电气设备的安装与增设，考虑到读者的阅读习惯，在图片中，将重点、难点标注于上，让其一看就懂、一看就会，能根据图示进行实际操作，同时，融会贯通电工的基础知识，能够在短时间内，了解家装电工的行业规范，并能够根据所学内容轻松上岗。

本书第1~2章由孙正根编写，第3~5章由郑全德、陈俊喜编写，第6~7章由房海和黄俊杰编写。

由于水平有限，本书难免会有纰漏与不足之处，敬请读者指正。

编 者

# 目 录

## 前言

## 第1章 电工基础与建筑物基础 ..... 1

- 1.1 电工基础知识 ..... 1
  - 1.1.1 电工基础 ..... 1
  - 1.1.2 电工安全用电常识 ..... 7
- 1.2 建筑基础知识 ..... 11
  - 1.2.1 民用建筑的基本结构 ..... 11
  - 1.2.2 装饰装修原则 ..... 14

## 第2章 家装电工的工具与水电工材料 ..... 15

- 2.1 装饰装修电工工具 ..... 15
  - 2.1.1 电工常用工具 ..... 15
  - 2.1.2 电工常用仪表 ..... 23
  - 2.1.3 管工常用工具 ..... 31
- 2.2 装饰装修电工材料 ..... 35
  - 2.2.1 电工常用材料 ..... 35
  - 2.2.2 管工常用材料 ..... 43
  - 2.2.3 其他常用材料 ..... 55

## 第3章 供配电电路的规划与设计 ..... 59

- 3.1 室内供配电电路 ..... 59
  - 3.1.1 室内配电电路 ..... 59
  - 3.1.2 室内配电电路的设计原则 ..... 60
  - 3.1.3 室内供电电路 ..... 65
  - 3.1.4 室内供配电电路案例精讲 ..... 69
- 3.2 家装识图 ..... 74
  - 3.2.1 平面图 ..... 74
  - 3.2.2 电气设备图 ..... 80

## 第4章 线路与线槽的敷设 ..... 88

- 4.1 线路与线槽的敷设工艺 ..... 88
  - 4.1.1 电线与电缆的选择 ..... 88
  - 4.1.2 明敷与暗敷的操作 ..... 97
- 4.2 线缆的制作与连接技能 ..... 109
  - 4.2.1 导线的剥削 ..... 109
  - 4.2.2 导线与导线的连接 ..... 111
  - 4.2.3 导线与接线柱(桩)的连接 ..... 120
  - 4.2.4 导线的封端 ..... 123

- 4.2.5 绝缘层的恢复 ..... 125

- 4.2.6 电话线的制作与连接 ..... 127

- 4.2.7 网络线路的制作与连接 ..... 130

- 4.2.8 有线电视线路的制作与连接 ..... 134

- 4.3 配电箱与配电盘的安装 ..... 137

- 4.3.1 配电箱的安装 ..... 137

- 4.3.2 配电盘的安装 ..... 143

## 第5章 水管敷设 ..... 150

- 5.1 给水管的敷设与连接 ..... 150

- 5.1.1 给水系统的组成 ..... 150

- 5.1.2 给水管敷设的工具与设备 ..... 151

- 5.1.3 室内给水管道的布置与连接 ..... 154

- 5.2 排水管的敷设与连接 ..... 156

- 5.2.1 给水系统的组成 ..... 156

- 5.2.2 排水敷设的工具与设备 ..... 157

- 5.2.3 排水、通气管的布置与安装 ..... 159

## 第6章 室内开关与插座安装 ..... 165

- 6.1 室内开关的安装 ..... 165

- 6.1.1 单控开关 ..... 165

- 6.1.2 多控开关 ..... 168

- 6.1.3 智能控制开关 ..... 169

- 6.2 室内线盒的安装 ..... 171

- 6.2.1 供电插座 ..... 171

- 6.2.2 电话线盒 ..... 175

- 6.2.3 网络线盒 ..... 177

- 6.2.4 有线电视线盒 ..... 179

## 第7章 室内其他设施的安装 ..... 182

- 7.1 照明灯具的安装 ..... 182

- 7.1.1 荧光灯的安装 ..... 182

- 7.1.2 节能灯的安装 ..... 184

- 7.2 排风设备的安装 ..... 186

- 7.2.1 换气扇的安装 ..... 186

- 7.2.2 抽油烟机的安装 ..... 188

- 7.3 浴霸的安装 ..... 188

# 第 1 章 电工基础与建筑物基础

## 1.1 电工基础知识

### 1.1.1 电工基础

电工基础细说下来也能讲一本书的知识，但作为家装电工不得不知的知识，本书将从这里开始。

#### 1. 电路及基本物理量

##### (1) 电路

电流所流经的路径叫做电路。

电路由电源、负载和导线三个部分组成，如图 1-1 所示。

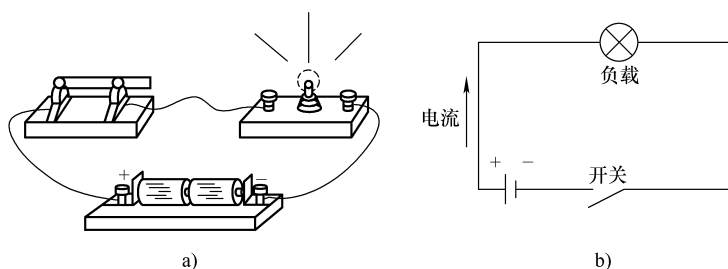


图 1-1 简单的照明电路

a) 实物连接图 b) 电路图

1) 电源。电源是提供电能的装置。如手电筒里的电池，汽车电路里的蓄电池、发电机等。发电机把机械能转变为电能，干电池把化学能转变为电能。

2) 负载。负载是使用电能的用电器。如荧光灯、洗衣机、电风扇等。

3) 导线。导线是连接电源和负载，使其成为闭合回路的装置，这样电荷才能在电源作用下，通过导线→负载→导线回到电源，进行定向运动，形成电流。

在电路中，除了上述元器件外一般还有开关、熔断器等元器件，这些元器件所起的作用和导线是一样的，是一段可以操作的导线，可以在需要的时候方便地切断或接通电路。

##### (2) 电流

电荷有规则的定向移动，叫做电流。我们用电流来衡量电荷移动时产生的各种效应的强弱。电流的单位是安培，简称安，其国际单位符号为 A。电流的符号为  $I$ 。

如果电流的大小和方向都不随时间变化，则称这种电流为直流电流。如果电流的大小和方向都随着时间变化，则称这种电流为交变电流，简称交流电。我们平常所用的是一种大小和方向按正弦规律变化的交流电。

### (3) 电位和电压

电位反映了电荷在电路中运动时所处的位置,正电荷从高电位向低电位运动,这恰好就是我们规定的电流的方向,也就是电流从高电位向低电位流动。

如果电路两点间电位不同,这两个电位的差值叫做电路两点间的电压。电压的单位是伏特,简称伏,其国际单位符号为 V。电压的符号为  $U$ 。电位的单位与电压的单位相同。

在直流电路中,电压与电流的方向是一致的。

### (4) 电动势

电荷在电路中运动,动力来源是电源。电源的负极是低电位,正极是高电位,电源把正电荷从低电位搬运到高电位。反映电源搬运电荷能力的物理量,叫做电源的电动势。

电动势的单位与电压的单位相同,也是伏。电动势的符号为  $E$ 。

### (5) 电阻

电阻是电荷在物体中运动所受到的阻力,是物质本身具有的导电特性。自然界的物质按其导电特性分为容易导电的导体,如铜、铝等各类金属;不容易导电的绝缘体,如橡胶、塑料等;导电能力介于导体与绝缘体之间的半导体,如硅、锗等。电阻的单位是欧姆,简称欧,其国际单位符号为  $\Omega$ 。电阻的符号为  $R$ 。

常用的电阻单位还有:  $k\Omega$  (千欧)、 $M\Omega$  (兆欧)。

$$1k\Omega = 1000\Omega$$

$$1M\Omega = 1000k\Omega$$

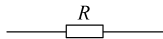


图 1-2 电阻的图形符号

电阻在电路中的图形符号如图 1-2 所示。

### (6) 电功率及电能

负载在电路中要消耗电能,一个负载在单位时间内所消耗的电能,叫做电功率。电功率的单位是瓦特,简称瓦,其国际单位符号为 W。电功率的符号为  $P$ 。

电功率是一个间接电量,它的值等于负载两端电压  $U$  与负载中电流  $I$  的乘积。即:

$$P = UI$$

与欧姆定律结合,可以得到下面形式的电功率公式:

$$P = I^2 R \text{ 或 } P = \frac{U^2}{R}$$

额定电压:用电器正常工作时的电压。常见用电器的额定电压是 220V。

额定功率:用电器在额定电压下的功率。

因为用电器的额定功率是一定的,如果额定电压是 220V,计算导线中的电流大小可以用经验公式:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{P}{220} \approx 0.005P$$

负载工作一段时间所消耗的电能量叫做电能。

要想知道一个负载在工作一段时间  $t$  后所消耗的电能量  $W$ ,可以用下式计算:

$$W = Pt$$

电能的单位是  $kW \cdot h$  (千瓦·时),  $1kW \cdot h$  电能就是平常所说的一度电。

## 2. 欧姆定律

### (1) 部分电路欧姆定律

部分电路是指不含电源的一段电路,如图 1-3 所示。

部分电路欧姆定律:流过一段导体中的电流  $I$ ,与加在这段导体两端的电压  $U$  大小成正比,与这段导体的电阻成反比。用数学式表示为

$$I = \frac{U}{R}$$

上式也可以变形为

$$R = \frac{U}{I} \text{ 或 } U = IR$$

使用欧姆定律时,必须注意公式中的  $I$ 、 $U$ 、 $R$  必须是同一段电路上的电量。

## (2) 全电路欧姆定律

全电路是指含有电源的闭合电路,如图 1-4 所示。

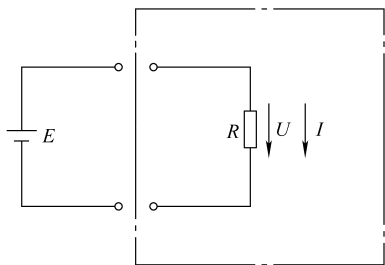


图 1-3 部分电路

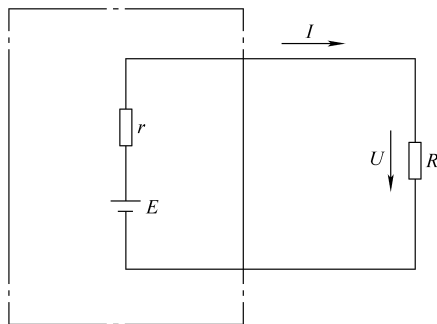


图 1-4 全电路

全电路欧姆定律:全电路中电流  $I$  的大小与电源的电动势  $E$  大小成正比,与整个电路的电阻大小成反比。用数学式表示为

$$I = \frac{E}{r + R}$$

整个电路的电阻包括:负载电阻、电源自身电阻和电路中存在的其他电阻。

## 3. 电路的状态

电路有三种基本状态,即有(负)载状态(通路)、开路状态、短路状态。

### (1) 有载状态

开关闭合时电路的工作状态称为有载状态。

### (2) 开路状态

当外电路断开时,电路处于开路状态。此时路端电压等于电动势。

### (3) 短路状态

当外电路电阻为零时,也称电路处于短路状态。此时的电流很大,不但会烧坏电源,还有可能引起火灾,所以电力线路中必须安装熔断器等保护装置。

## 4. 电阻的串、并联

### (1) 电阻的串联

1) 电阻的串联电路。把两个或两个以上电阻首尾相接连成一串,中间没有分支,称为电阻的串联电路。如图 1-5 所示为两个电阻串联的电路。

## 2) 电阻串联电路的特点

① 串联电路中流过各电阻的电流相同。

$$I = I_1 = I_2$$

② 串联电路的总电阻等于各串联电阻之和。

$$R = R_1 + R_2$$

③ 串联电路两端的总电压等于各串联电阻上分电压之和。

$$U = U_1 + U_2$$

④ 各串联电阻上分电压的大小与各电阻阻值的大小成正比。

## 3) 电阻串联电路的用途

① 增大电路的总电阻。

② 从高电压中分出低电压。

## (2) 电阻的并联

1) 电阻的并联电路。把两个或两个以上电阻接在电路中相同两点之间,称为电阻的并联电路。如图 1-6 所示为两个电阻并联的电路。

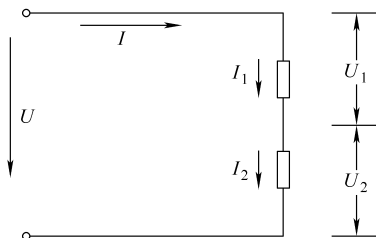


图 1-5 两个电阻串联的电路

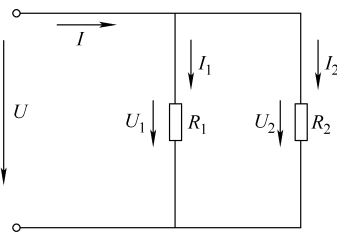


图 1-6 两个电阻的并联电路

## 2) 电阻并联电路的特点

① 并联电路中各电阻的电压相同。

$$U = U_1 = U_2$$

② 并联电路中的总电流等于各电阻上电流之和。

$$I = I_1 + I_2$$

③ 并联电路总电阻的倒数等于各并联电阻倒数之和。

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

④ 各并联电阻上电流的大小,与各电阻值的大小成反比。

## 3) 电阻并联电路的用途

① 减小电路的总电阻。并联电阻越多,阻值越小。

② 各电阻上获得同一电压。

③ 从大电流中分出小电流。

## 5. 正弦交流电

在生产和日常生活中应用最广泛的电能是正弦交流电能。正弦交流电被普遍应用的原因在于交流电可以用变压器升高或降低,从而解决了高压输电和安全用电的问题。而且交流电机比直流电机结构简单、效率高、价格便宜、维修方便。

正弦交流电路是指电路中的电动势、电压、电流随时间按正弦规律变化的电路。

### (1) 正弦交流电的大小

1) 最大值。正弦交流电随时间周期变化过程中出现的最大数值称为幅值,也叫最大值,包含的三个量有正弦交流电流、电压、电动势的最大值,分别用  $I_m$ 、 $U_m$ 、 $E_m$  表示。

2) 有效值。交流电的大小、方向时刻都在变,为了便于分析、计算和测量,常用交流电的有效值来表示其大小。如果在同一个电阻中分别通以直流电流和交流电流,通电时间完全相同,而电阻在相同的时间内产生的热量相同,从发热的效果来看,这两个电流是等效的。于是我们把这个直流电流的大小叫做该交流电流的有效值,并用直流电流的符号  $I$  表示它。同样,用  $U$ 、 $E$  表示交流电压、电动势的有效值。

正弦交流电的有效值与其最大值的关系如下:

$$I_m = \sqrt{2}I = 1.414I$$

$$U_m = \sqrt{2}U = 1.414U$$

$$E_m = \sqrt{2}E = 1.414E$$

我们所说的交流电的大小及电气仪表上所显示的交流电的数量值,均为交流电的有效值。各种交流电器铭牌上所标的额定值,也均为交流电的有效值。家庭电路由外面的低压供电线路供电,电压是 220V,其最大值是 311V。

注意:在考虑导线及电气设备的耐压时,要考虑交流电的最大值。

### (2) 频率

交流电在 1s 内完成周期循环变化的次数称为交流电的频率,频率的符号为  $f$ ,单位是 Hz,读作赫兹。我国电力系统采用的标准频率是 50Hz,常称为工频。

## 6. 电流的磁场

### (1) 磁场

1) 磁场的方向。有些物体具有吸引铁及镍类合金的性质,这种性质叫做磁性,具有磁性的物体叫磁体。磁体上有两个磁性最强的端部,称为磁极。通常称为磁南极(S极)和磁北极(N极)。

实验证明,同性磁极相互排斥,异性磁极相互吸引。磁体周围磁力作用的空间范围,叫做磁场。磁极间磁场的方向从 N 极指向 S 极。

2) 磁力线。为了形象地描述磁场的强弱和方向,科学家虚构出一组曲线,叫磁力线,如图 1-7 所示。

磁力线是一组不相交的闭合曲线,在磁体外面从 N 极指向 S 极,在磁体内部从 S 极指向 N 极,表示了磁场的方向。

### (2) 电生磁

在电流的周围存在磁场,电流越大,磁场越强。平常所使用的磁场大多是用电流获得的,称作电磁场。

### (3) 磁场对电流的作用力

一根通电的直导体放到磁场中,会受到力的作用而移动,这种力叫做电磁力。电磁力的大小与磁场强度、电流大小、磁场内导体的有效长度成正比。

### (4) 磁生电

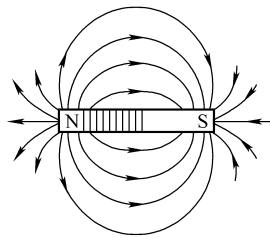


图 1-7 磁力线分布

如果磁场发生变化,在磁场的导体中会产生电动势,成为电源,这种电动势叫做感应电动势,这种现象叫做电磁感应。如果这根导体与外部构成闭合回路,就会有电流流动,这个电流叫做感应电流。

#### (5) 铁磁物质

磁场的性质是可以吸引铁、钴、镍等物质,能够被磁场吸引的物质被称为铁磁物质。

### 7. 电流计算及导线线径的选择

在实际工作中,有时需要选择导线的粗细(截面积),当导线中通过的电流超过允许电流时,导线会发热,甚至造成事故。

一般导线截面积的选择,先根据现有的电器和以后可能使用的电器的功率计算出负载电流,即:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{P}{220} \approx 0.005P$$

再根据电流大小,考虑一定的安全系数后选择所需导线的线径(截面积)。

**【例】**某家庭常用电器有电饭煲 1000W, 40W 的照明灯泡 3 个,洗衣机 500W, 柜式空调器 1500W, 彩电 200W, 淋浴器 2000W, 试选择导线的线径。

**解:**

消耗总功率:  $P = (1000 + 40 \times 3 + 500 + 1500 + 200 + 2000) \text{ W} = 5320 \text{ W}$

主线路总电流:  $I \approx 0.005 \times 5320 \text{ A} = 26.6 \text{ A}$

淋浴器线路电流:  $I \approx 0.005 \times 2000 \text{ A} = 10 \text{ A}$

根据电流大小和敷设条件要求,可查表 1-1 或表 1-2 直接选择所要使用的导线的线径。

主线路采用铜导线(3 根)穿塑料管暗敷设。查表 1-1 选取铜芯单股绝缘导线:直径最小为 2.2mm(截面积为 4mm<sup>2</sup>),或主线路采用铝导线(3 根)穿塑料管暗敷设。查表 1-2 选取铝芯单股绝缘导线:直径最小为 2.7mm(截面积为 6mm<sup>2</sup>)。

沐浴器采用铜导线(3 根)穿塑料管暗敷设,查表 1-1 选取铜芯单股绝缘导线:直径最小为 1.1mm(截面积为 1mm<sup>2</sup>)。

**表 1-1 500V 铜芯绝缘导线长期连续负载允许载流量表**

导线 截面 积 /mm <sup>2</sup>	线芯结构			导线明敷设 /A				绝缘导线多根同穿 在一根管内时允许负载电流/A					
	股数	单芯 直径 /mm	成品 外径 /mm	25℃		30℃		25℃					
				橡皮	塑料	橡皮	塑料	穿金属管			穿塑料管		
								2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根
1.0	1	1.1	4.4	21	19	20	18	15	14	12	13	12	11
1.5	1	1.3	4.6	27	24	25	22	20	18	17	17	16	14
2.5	1	1.7	5.0	35	32	33	30	28	25	23	25	22	20
4	1	2.2	5.5	45	42	42	39	37	33	30	33	30	26
6	1	2.7	6.2	58	55	54	51	49	43	39	43	38	34
10	7	1.3	7.8	85	75	79	70	68	60	53	59	52	46

表 1-2 500V 铝芯绝缘导线长期连续负载允许载流量表

导线 截面 积 /mm <sup>2</sup>	线芯结构			导线明敷设 /A				绝缘导线多根同穿 在一根管内时允许负载电流/A					
	股数	单芯 直径 /mm	成品 外径 /mm	25℃		30℃		25℃					
								穿金属管			穿塑料管		
				橡皮	塑料	橡皮	塑料	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根
2.5	1	1.7	5.0	27	25	25	23	21	19	16	19	17	15
4	1	2.2	5.5	35	32	33	30	28	25	23	25	23	20
6	1	2.7	6.2	45	42	42	39	37	34	30	33	29	26
10	7	1.3	7.8	65	59	61	55	52	46	40	44	40	35

1.1.2 电工安全用电常识

1. 电流对人体的伤害

一般常说的触电是指电流流过人体，对人体造成伤害，也叫做电击。当通过人体的电流较小时，人体会有针刺、打击、疼痛感，会引起肌肉痉挛性收缩；当通过人体的电流较大时，会引起呼吸困难、血压升高、心脏跳动不规则、昏迷等症状，甚至会造成呼吸停止和心跳停止，导致死亡。

决定触电伤害程度的因素主要有两个：触电电流的大小和触电时间的长短。

通过人体 1mA 左右电流，就会引起人的感觉，如针刺感。电流达到 15mA 时，人就无法自己摆脱握在手中的带电导体。电流超过 30mA 就会导致死亡。

触电电流的大小主要取决于电压和人体综合电阻。人体电阻只有 2kΩ 左右，而且人的表皮电阻大，体内电阻只有 600 ~ 800Ω，但是由于人总是穿着衣服鞋袜，综合电阻可以达到几十千欧。所以电工在操作时，应穿绝缘良好的电工鞋，增大人体综合电阻。

触电时间短，电流小，不会对人体造成很大伤害，但触电时间长，由于人体的生理反应，紧张出汗，减小了表皮电阻，使触电电流进一步增大，达到伤害电流的程度，就会造成死亡事故。可以用触电电流和触电时间的乘积来鉴定触电伤害事故，当乘积大于 50mAs（毫安秒）时，就会造成较严重的伤害，甚至死亡。我国规定 30mAs 为极限值。按照人体触及带电体的方式，触电可分为以下几种情况。

(1) 单相触电

人站在大地上，接触到一相带电导体时，电流经人体流入大地，流回电源，这种触电方式为单相触电。这时加在人体上的是电源相电压，如图 1-8 所示。

大部分触电事故是这种触电形式，一般是由于电器或导线等有缺陷，或使用者不小心触及时所造成的。

(2) 两相触电

人体同时接到两根不同相的带电体，线电压直接加在人体上，电流从人体流过，造成触电，如图 1-9 所示。

这时加在人体上的电压比单相触电时高，后果更为严重，这种情况一般容易发生在电工进行某种操作时。

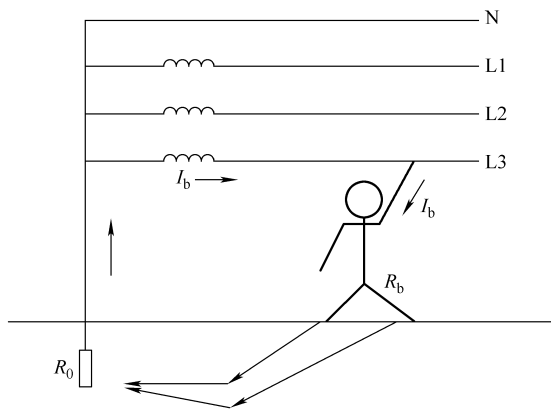


图 1-8 单相触电

### (3) 跨步电压触电

在电压较高的供电线路中，由于某一相导线断落在地面，而电源并没有被切断时，在断线落地处电流成半球形流入大地（球半径约为 20m）。电压由落地处向外逐步减小，一步间的电压叫跨步电压。

## 2. 防止触电的主要措施

为了防止触电事故的发生，必须采取有效的防护措施。

### (1) 使用安全电压

人体电阻是一定的，接触的电压越低，形成的电流就越小，电压低到一定程度，就不会产生足够危害人体的电流，不会造成触电伤害。我国规定的这一低电压标准为 50V，叫做安全电压。可以使用的安全电压规格有 42V、36V、24V、12V 和 6V。实际中常使用的规格，一般情况下为 36V；在特殊情况下，如非常潮湿，有导电或腐蚀性气体的场所，在金属平台或金属容器内工作，要使用 12V 以下的安全电压。

### (2) 采用接地保护或接零保护的措施

采用接地保护或接零保护的措施，要根据低压供电系统的接地情况来定。

根据国际电工委员会（IEC）的规定，低压供电系统的接地分为三类。即 TT 系统、TN 系统、IT 系统。

第一个字母表示电源侧接地状态：

T——电源中性点直接接地；

I——电源中性点不接地，或经高阻抗接地。

第二个字母表示负载侧接地状态：

T——负载侧设备的外露可导电部分与电源侧的接地相互独立；

N——负载侧设备的外露可导电部分，与电源侧的接地直接进行电气连接，即接在系统中性线上。

1) TT 系统。电力系统中性点直接接地，电气设备的外露可导电部分也接地，但两个接地相互独立，如图 1-10 所示。图中 DE 是中性点接地线，PE 是保护导线，N 是中性线。

2) IT 系统。电力系统的带电部分与大地间无直接连接（或有一点经高阻抗接地），电

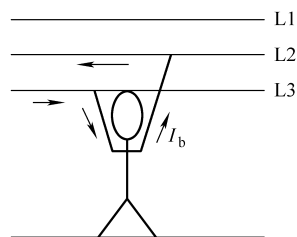


图 1-9 两相触电

气设备的外露可导电部分接地。IT 系统一般不引出中性线，即前面说的三相三线制供电，如图 1-11 所示。

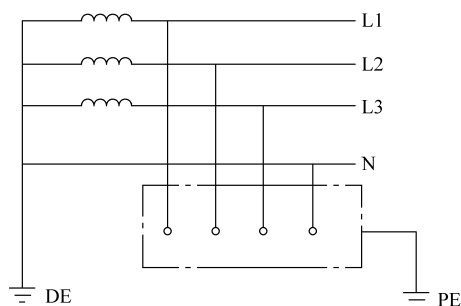


图 1-10 TT 系统

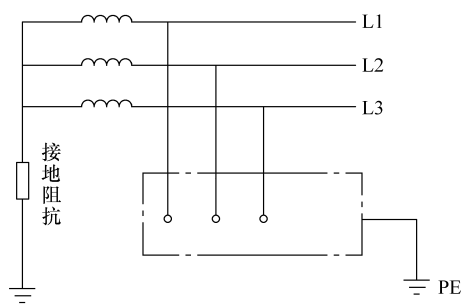


图 1-11 IT 系统

以上两种电力系统中的中性点直接接地，叫做工作接地，接地电阻要求小于  $4\Omega$ ；电气设备的外露可导电部分接地，叫做保护接地，接地电阻也要求小于  $4\Omega$ 。

电气设备接地保护的作用是在设备出现漏电故障，外露的金属部分带电时，人意外碰到带电部分，由于人体电阻比接地体的电阻大的多，几乎没有电流流过人体，从而保证了人身安全。

3) TN 系统。TN 系统的电源中性点直接接地，为常用的三相四线制供电，设备的外露可导电部分与电源中性线相连接，即保护接零。

注意：一般以大地电位为零，中性点直接接地后，电源中性线的电位即为零，这时我们就将中性线叫做零线，保护接零也称保护接零线。

电气设备采用保护接零线的保护方法，叫接零保护。接零保护的作用是在设备出现漏电故障时，电源相线与设备金属外露部分相接，就相当于直接接在电源中性线上，会造成“相—零”短路，形成较大的短路电流，使线路中的保护电器（如熔断器）迅速动作，将故障设备上的电源断开，从而保护人不会因为触及带电设备的外露金属部分而发生触电。

TN 系统是用得最广泛的一种供电系统，根据中性线和保护导线的布置不同，TN 系统又分为 TN—C 系统、TN—S 系统、TN—C—S 系统。

① TN—C 系统。在系统中，保护导线（PE 线）和中性线（N 线）合为 PEN 线。这种供电系统就是平常用的三相四线制，如图 1-12 所示。

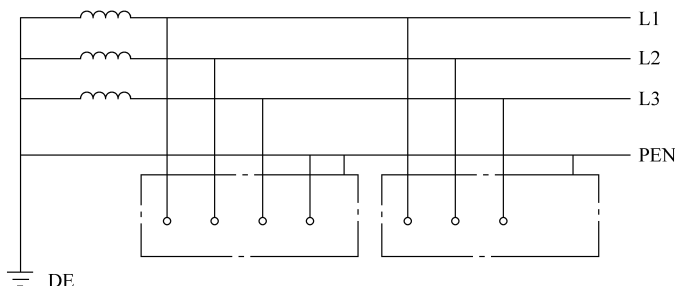


图 1-12 TN—C 系统

② TN—S 系统。在整个系统中，保护导线与中性线分开，保护导线称为保护零线，中性线称为工作零线，如图 1-13 所示。在工地上有些工人称工作零线为零线，而称保护零线为地线。所有外露可导电部分均与保护零线（PE 线）相接，工作时 PE 线中没有电流，中性线的电流从工作零线中流通，PE 线不会因通过电流而被损坏，这样就保证了 PE 线的可靠性。这种系统的安全可靠性高，施工现场必须使用这种系统，通常称为三相五线制。

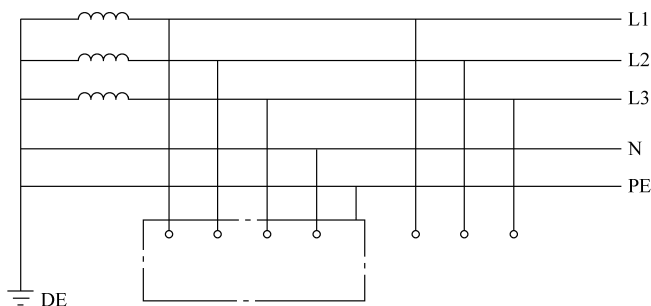


图 1-13 TN—S 系统

③ TN—C—S 系统。在整个系统中，保护导线和中性线开始是合一的，从某一位置开始分开，如图 1-14 所示。在实际供电中，从变压器引出的往往是 TN—C 系统，三相四线制。进入建筑物后，从建筑物总配电箱开始变为 TN—S 系统，加强建筑物内的用电安全性，这种做法也可以称为局部三相五线制。

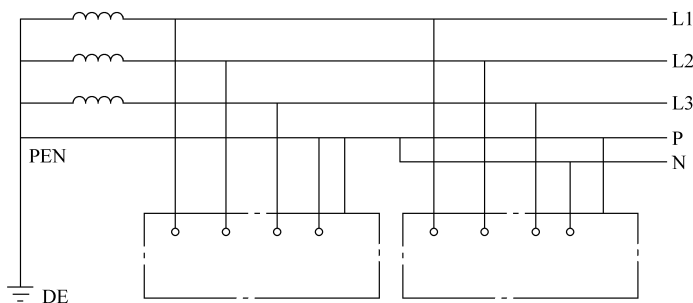


图 1-14 TN—C—S 系统

在 TN 系统中，做保护用的导线，不论是 PE 线还是 PEN 线都绝不能断开，否则设备发生漏电故障时，线路保护电器不会动作，设备外露可导电部分就会带电而发生触电事故。在 TN 系统中的设备，不能只做保护接地而不做保护接零线，否则做保护接地的设备发生漏电故障时，会引起做保护接零的设备外壳上不同程度的带电现象，而引起触电事故。

为了确保中性线安全可靠，在中性点直接接地的三相四线制低压供电系统中，中性线还要做重复接地，将中性线上的一点或多点与大地再次做电气连接，重复接地的接地电阻值一般小于  $10\Omega$ 。三相五线制（TN—S）中的 PE 线也要做重复接地。一般规定，架空线路的干线和分支线的终端及沿线每 1km 处，电源引入车间或大型建筑物处都要做重复接地。除了以上介绍的这些之外，还要在建筑内部做相关限电的标识，以及安全作业标识。

## 1.2 建筑基础知识

### 1.2.1 民用建筑的基本结构

通常认为,建筑是建筑物和构筑物的总称。其中供人们生产、生活或进行其他活动的房屋或场所都叫做“建筑物”,如住宅、学校、办公楼等,人们习惯上也称之为建筑。而不在其中生产、生活的建筑,称为“构筑物”,如水坝、烟囱等,本书中所讲的内容以民用建筑物为主。

#### 1. 建筑的分类

##### (1) 按使用性质分类

1) 居住建筑:是指供家庭或个人较长期居住使用的建筑,又可分为住宅和集体宿舍两类。(住宅分为普通住宅、高档公寓和别墅。集体宿舍分为单身职工宿舍和学生宿舍)

2) 公共建筑:是指供人们购物、办公、学习、医疗、旅行、体育等使用的非生产性建筑,如办公楼、商店、旅馆、影剧院、体育馆、展览馆、医院等。

3) 工业建筑是指供工业生产使用或直接为工业生产服务的建筑,如厂房、仓库等。

4) 农业建筑是指供农业生产使用或直接为农业生产服务的建筑,如料仓、养殖场等。

##### (2) 按层数或总高度分类

一般我们所说的房屋层数是指房屋的自然层数,按室内地平正负0以上计算。采光窗在室外地平以上的半地下室,其室内层高在2.20m以上(不含2.20m)的,计算自然层数,假层、附层(夹层)、插层、阁楼、装饰性塔楼,以及突出屋面的楼梯间,水箱间不计层数,房屋总层数为房屋地上层数与地下层数之和。

住宅按层数分为低层住宅(1~3层),多层住宅(4~6层),中高层住宅(7~9层),高层住宅(10层及以上)。公共建筑及综合性建筑,总高度超过24m为高层,但不包括总高度超过24m的单层建筑。建筑总高度超过100m的,不论是住宅还是公共建筑总和性建筑均称为超高层建筑。

##### (3) 按建筑结构分类

建筑结构是指建筑物中由承重构件(基础、墙体、柱、梁、楼板、屋架等)组成的体系。

1) 砖木结构建筑。这类建筑物的主要承重构件是用砖木做成的,其中竖向承重构件的墙体和柱采用砖砌,水平承重构件的楼板、屋架采用木材。这类建筑物的层数一般较低,通常在3层以下。古代建筑和20世纪50、60年代的建筑多为此种结构。

2) 砖混结构建筑。这类建筑物的竖向承重构件采用砖墙或砖柱,水平承重构件采用钢筋混凝土楼板、屋顶板,其中也包括少量的屋顶采用木屋架。这类建筑物的层数一般在六层以下,造价低、抗震性差,开间、进深及层高都受限制。

3) 钢筋混凝土结构建筑。这类建筑物的承重构件如梁、板、柱、墙、屋架等,是由钢筋和混凝土两大材料构成,其围护构件如外墙,隔墙等是由轻质砖或其他砌体做成的,特点是结构适应性强、抗震性好、耐久年限长,钢筋混凝土结构房屋的种类有框架结构、框架剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构、框架筒体结构和筒中筒结构。

4) 钢结构建筑。这类建筑物的主要承重构件均是用钢材构成,其建筑成本高,多用于多层公共建筑或跨度大的建筑。

(4) 按建筑物的施工方法分类

施工方法是指建造建筑物时所采用的方法:

1) 现浇现砌式建筑。这种建筑物的主要承重构件均是在施工现场浇筑和砌筑而成。

2) 预制装配式建筑。这种建筑物的主要承重构件是在加工厂制成预制构件,在施工现场进行装配而成。

3) 部分现浇现砌、部分装配式建筑。这种建筑物的一部分构件(如墙体)是在施工现场浇筑或砌筑而成,一部分构件(如楼板,楼梯)则采用在加工厂制成的预制构件。

(5) 按建筑耐久年限分类(见表 1-3)

表 1-3 按建筑耐久年限分类

耐久年限等级	耐久年限	适用范围
一级	100 年以上	重要的建筑和高层建筑
二级	50 ~ 100 年	一般性建筑
三级	25 ~ 50 年	次要的建筑
四级	25 年以下	临时性建筑

## 2. 民用建筑的基本结构

就常见的民用建筑而言,大致有基础、地基、墙体、楼梯、屋顶、门窗 6 个基本组成部分。通风道、垃圾道、烟道、壁橱等建筑配件及设施,可根据建筑物的功能要求设置。

(1) 基础:基础是建筑物的组成部分,是建筑物地面以下的承重构件,它支撑着其上部建筑物的全部荷载,并将这些荷载及基础自重传给下面的地基。基础必须坚固、稳定而可靠。

(2) 地基:地基不是建筑物的组成部分,是承受由基础传下来的荷载的土体或岩体,建筑物必须建造在坚实可靠的地基上,为保证地基的坚固、稳定,防止发生加速沉降或不均匀沉降,地基应满足以下要求:1. 有足够的承载力 2. 有均匀的压缩量,以保证有均匀的下沉 3. 有防止产生滑坡,倾斜方面的能力。

(3) 墙体:墙体和柱均是竖向承重构件,它支撑着屋顶、楼板等,并将这些荷载及自重传给基础。墙的作用是:1. 承重作用 2. 维护作用 3. 分隔作用 4. 装饰作用。对墙体的要求 1. 有足够的强度和稳定性 2. 满足热方面(保温,隔热,防止产生凝结水)的性能 3. 具有一定的隔声性能 4. 具有一定的防火性能。其又包含以下几项:

1) 墙体

墙体的常见类型有:

a. 按在建筑物中所处的位置分为:

① 外墙:外墙位于建筑物四周,是建筑物的维护构件,起着挡风、遮雨、保温、隔热、隔声等作用。

② 内墙:内墙位于建筑物内部,主要起分隔内部空间的作用,也可起到一定的隔声、防火等作用。

b. 按在建筑物中的方向分为:

① 纵墙：是指沿建筑物长轴方向布置的墙。

② 横墙：是指沿建筑物短轴方向布置的墙，其中的外横墙通常称为山墙。

c. 按受力情况分为：

① 承重墙：是指直接承受梁、楼板、屋顶等传下来的荷载的墙。

② 非承重墙：是指不承受外来荷载的墙。在非承重墙中，仅承受自身重量并将其传给基础的墙，称为承自重墙；仅起到分隔空间作用自身重量由楼板或梁来承担的墙，称为隔墙。在框架结构中，墙体不承受外来荷载，其中，填充柱之间的墙，称为填充墙。悬挂在建筑物外部以装饰作用为主的轻质墙板组成的墙，称为幕墙。

d. 按使用的材料：分为砖墙、石块墙、小型砌块墙、钢筋混凝土墙。

e. 按构造分为：

① 实体墙：是用黏土砖和其他实心砌块砌筑而成的墙。

② 空心墙：是墙体内部中有空腔的墙，这些空腔可以通过砌块方式形成，也可以用本身带孔的材料组合而成，如空心砌块等。

③ 复合墙：是指用两种以上材料组合而成的墙，如加气混凝土复合板材墙。

## 2) 柱

柱是建筑物中直立的起支持作用的构件，它承担、传递梁和板两种构件传来的荷载。

## 3) 地面

地面是指建筑物底层的地坪，主要作用是承受人、家具等荷载，并将这些荷载均匀的传给地基，常见的由面层、垫层和基层组成。地面的名称通常以面层材料而命名。

## 4) 楼板

是分隔建筑物上下层空间的水平承重构件，主要作用是承受人、家具等荷载，并将这些荷载及自重传给承重墙或梁、柱、基础。基本构造是面层、机构层和顶棚。

## 5) 梁

梁是跨过空间的横向构件，主要起结构水平承重作用，承担其上的板传来的荷载，再传到支撑它的柱或墙体上，但圈梁主要是为了提高建筑物整体构件的稳定性，而环绕整个建筑物墙体所设置的梁。

## 6) 屋顶

屋顶是建筑物顶部起到覆盖作用的维护构件，由屋顶、承重结构层、保温隔热层和顶棚组成。

## 7) 电梯

a. 电梯的类型：按使用性质，可分为客梯、货梯、消防电梯、观光电梯。按行驶速度可分为高速电梯、中速电梯、低速电梯。消防电梯的常用速度大于  $2.5\text{m/s}$ ，中速电梯的速度为  $1.5 \sim 2.5\text{m/s}$ ，低速电梯的速度在  $1.5\text{m/s}$ 。

b. 电梯的设置：首先考虑安全可靠、方便，其次是经济。应符合以下要求：1. 7层以上（含7层）的住宅或住户入口层楼面距室外设计地面的高度超过  $16\text{m}$  以上的住宅，必须设置电梯。2. 12层以上（含12层）的住宅，设置电梯不应少于两台，其中宜配置一台可容纳担架的电梯。3. 高层住宅电梯宜每层设站，当住宅电梯非每层设站时，不设站的层数不应超过两层，单元式高层住宅每单元只设一部电梯时，应采用联系廊联通。

## 8) 设备层

设备层是指将建筑物某层的全部或大部分作为空调器安装、给排水、电梯机房等设备的楼层，它在高层建筑中是保证建筑设备正常运行所不可缺少的，高度在 30m 以下的建筑，设备层通常在地下室或顶层。

#### 9) 管道井

又称设备管道井，是指在高层建筑中专门集中垂直安放给排水、供暖、供热水等管道的竖向钢筋混凝土井。

#### 10) 楼宇智能化

是以综合布线系统为基础，综合利用现代 4C 技术（现代计算机技术，现代通信技术，现代控制技术，现代图形显示技术），在建筑物内建立一个由计算机系统统一管理的一元化集成系统，全面实现对通信系统、办公自动化系统和各种建筑设备等的综合管理。主要由三部分组成：1. 通信自动化 2. 办公自动化 3. 楼宇自动化。

本书中只对建筑的结构做一简单介绍，如有需要请参阅其他书籍。

### 1.2.2 装修装饰原则

现代家居装修装饰中，主要原则有两个：一是经济性原则；另一个是安全性原则。

#### 1. 家居装修装饰中所要遵循的经济性原则

##### (1) 不要片面追求经济性

在考虑家庭装修经济问题时，不可为省钱而省钱。也就是说，不能不顾及居住环境的质  
量、安全、舒适来片面追求经济性。这种片面节约的装修方式实际上会造成更大程度的浪  
费。一旦发生事故或进行重新装修，都将给社会和个人带来不必要的损失。

##### (2) 注意经济的时代性和永恒性

随着经济的发展，人类的生活水平得到了不断改善，过度的奢华，并不是今天舒适生活的必需。所以，经济性的具体标准与内容就成为一个有时效、本身不断变化的东西。总体说来，随着时代的进步，其呈现出标准逐步提高、内容不断扩充的趋势。然而，对经济性的追求则是永恒性的，没有时间限制的。因为，这是人类可持续发展的重要前提。

#### 2. 家庭装饰装修设计中要遵循的结构安全原则

##### (1) 不能拆改住宅建筑的结构

在家庭装修中，严禁拆改承重墙、剪力墙、阳台及窗台下的墙体、房间的梁或柱等，这些部位的拆除或改动，都直接影响到住宅的安全。而非承重墙则可以根据低碳装饰装修重新划分室内空间的需要进行拆除或移位。

##### (2) 不能破坏住宅建筑的结构

在家庭装修中，严禁在承重墙、剪力墙、楼板、屋面板上剔凿洞口。因为这样做极易将结构钢筋割断，留下安全隐患。万不得已一定要开洞口时，必须经过仔细计算，进行必要的结构加固处理，如增加过梁、箍筋等。

##### (3) 不得任意增加荷载

任何房屋基础的承载能力都是一个定值，增厚混凝土地坪、增砌砖墙、超荷载吊顶等都会降低住宅的安全系数，留下事故隐患。

## 第2章 家装电工的工具与水电工材料

### 2.1 装饰装修电工工具

#### 2.1.1 电工常用工具

工欲善其事，必先利其器，作为好帮手的电工工具，总是不离左右的，接下来我们将学习了解家装电工所常用的工具。

##### 1. 通用工具

###### (1) 验电器

验电器是用来检验中性线、电器和电气设备是否带电的一种电工常用工具。验电器可分为低压和高压两种。

1) 低压验电器。低压验电器又称测电笔，有钢笔式或旋具式两种，见图 2-1。

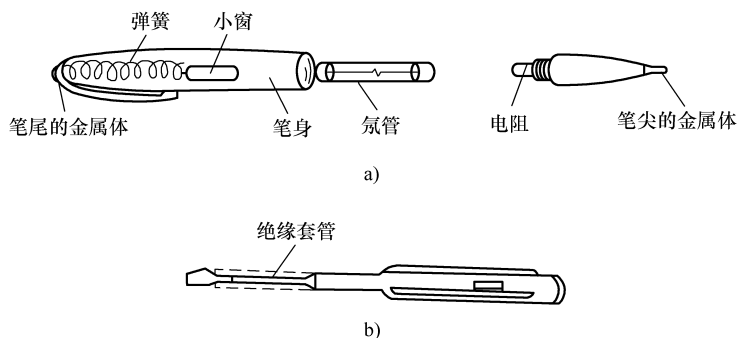


图 2-1 低压验电器

a) 钢笔式验电器 b) 一字旋具式验电笔

钢笔式验电器由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成。旋具式验电器结构和钢笔式验电器基本相同。使用验电器时，先把验电器握稳，以手指触及验电器尾的金属体，使氖管小窗背光朝向自己，另一手同时遮挡避光，便于观察氖泡是否发光，见图 2-2。

当用验电器测试带电体时，电流经带电体、验电器、人体到大地形成通电回路，只要带电体与大地之间的电位差超过 60V 时，验电器中的氖管就会发光。

低压验电器检测电压的范围为 60 ~ 500V。灯的控制开关都是单联开关。

2) 高压验电器。高压验电器又称高压测电器，10kV 高压验电器由金属钩、氖管、氖管窗、紧固螺钉、护环和握柄等组成，见图 2-3。

使用高压验电器时，应特别注意手握部位不得超过护环，见图 2-4。

3) 使用验电器的安全知识必须掌握。

① 验电器在使用前应在确有电源处试测，证明验电器确实良好，方便使用。

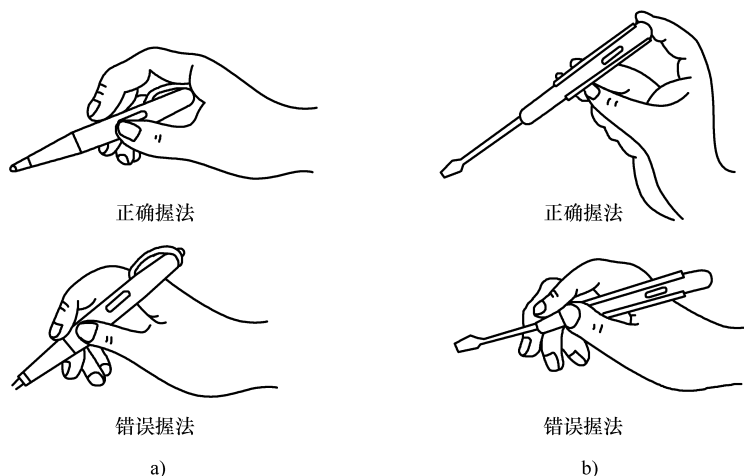


图 2-2 低压验电器握法  
a) 钢笔式握法 b) 一字旋具式握法

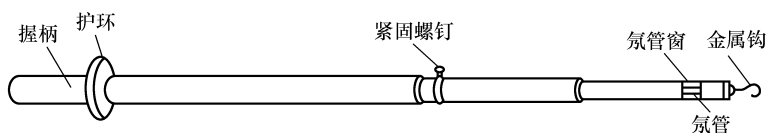


图 2-3 10kV 高压验电器

② 使用时，应逐渐靠近被测物体，直至氖管发光，只有氖管不发光时，才可与被测物体直接接触。

③ 室外使用高压验电器，必须在气候条件良好的情况下才能使用。当雪、雨、雾天湿度较大时，不宜使用，以防发生危险。

④ 使用高压验电器测试时必须戴符合耐压要求的绝缘手套，不可一个人单独测试，身旁要有人监护。测试时要防止发生相间或对地短路事故。人体与带电体应保持足够的安全距离，10kV 高压为 0.7m 以上。

## (2) 螺钉旋具

螺钉旋具俗称螺丝刀，它是一种紧固或拆卸螺钉的工具。旋具按头部形状可分为一字形和十字形两种，见图 2-5。

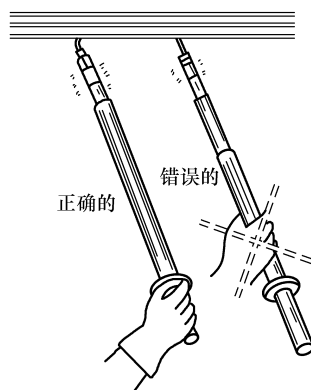


图 2-4 高压验电器握法

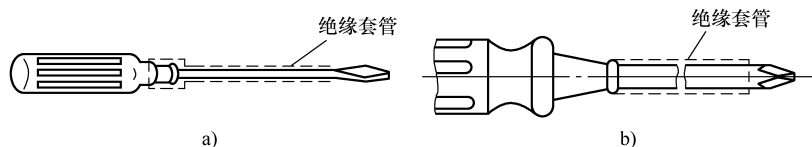
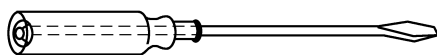


图 2-5 螺钉旋具  
a) 一字形螺钉旋具 b) 十字形螺钉旋具

一字形螺钉旋具常用的规格有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等规格，电工必备的是 50mm 和 150mm 两种。十字形螺钉旋具专供紧固或拆卸十字槽的螺钉。常用的规格有 4 种：Ⅰ号适用于螺钉，直径为 2~2.5mm，Ⅱ号为 3~5mm，Ⅲ号为 6~8mm，Ⅳ号为 10~12mm。按握柄材料又可分为木柄和塑料柄两种。

使用螺钉旋具的安全知识：

1) 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具，否则很容易造成触电事故。金属杆直通柄顶的螺钉旋具又称穿心螺钉旋具，见图 2-6。



穿心旋具(禁用)

图 2-6 穿心螺钉旋具

2) 使用螺钉旋具紧固或拆卸带电的螺钉时，手不得触及螺钉旋具的金属杆，以免发生触电事故。

3) 为了避免螺钉旋具的金属杆触及皮肤，或触及邻近带电体，应在金属杆上穿套绝缘管。

### (3) 钢丝钳

常用的电工钢丝钳有 150mm、170mm 和 200mm 三种规格。

钢丝钳结构由钳头和钳柄两部分组成。钳头有钳口、齿口、刀口和侧口 4 部分。钢丝钳适用范围较广，电工使用时，常将钳口用来弯绞或钳夹导线线头；齿口用来紧固或起松螺母；刀口用来剪切导线或剖削软导线绝缘层；侧口用来侧切导线线芯、钢丝或铅丝等金属丝，见图 2-7。

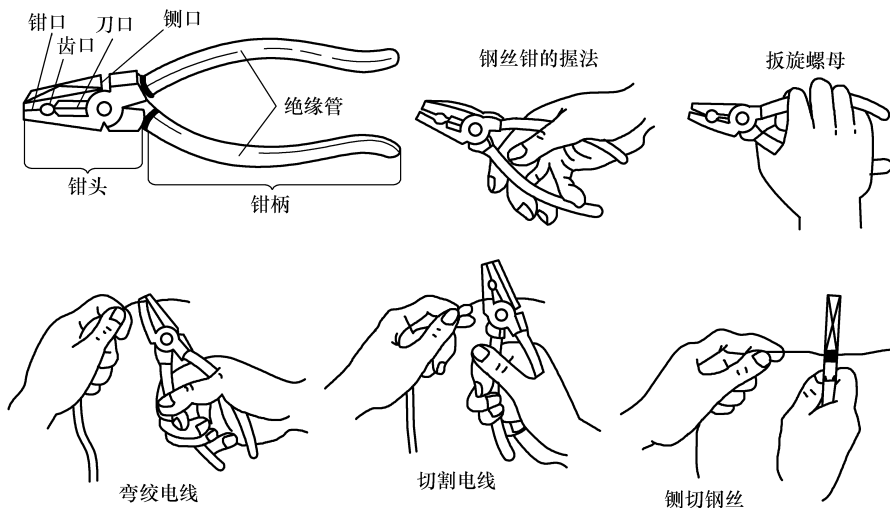


图 2-7 钢丝钳的使用方法

使用电工钢丝钳的安全知识：

1) 使用电工钢丝钳以前，必须检查绝缘柄的绝缘是否完好。绝缘如果损坏，进行带电操作时会发生触电事故。

2) 用电工钢丝钳剪切带电导线时，不得用刀口同时剪切相线 and 中性线，以免发生短路故障。

#### (4) 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细,见图 2-8,适用于狭小的工作空间操作。尖嘴钳绝缘柄的耐压力为 500V。

尖嘴钳的用途主要有以下几种:

- 1) 带有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。
- 2) 尖嘴钳能夹持较细的螺钉、垫圈、导线等元件。
- 3) 在装接控制电路板时,尖嘴钳能将单股导线弯成一定圆弧的接线鼻子。

#### (5) 剥线钳

剥线钳是用于剥削小直径导线绝缘层的专用工具,见图 2-9。它的手柄是绝缘的,耐压为 500V。

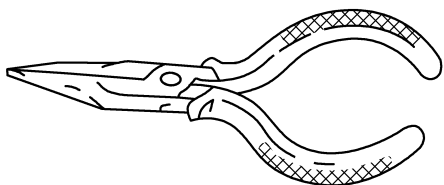


图 2-8 尖嘴钳

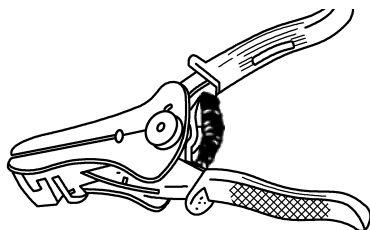


图 2-9 剥线钳

使用剥线钳时,将要剥削的绝缘长度用标尺定好以后,即可把导线放在相应的刃口上(比导线直径稍大),用手将钳柄一握,导线的绝缘层即被割破自动弹出。

#### (6) 电工刀

电工刀是用来剖削导线线头,切割木台缺口,削制木材的专用工具,见图 2-10。

使用电工刀时,应将刀口朝外剖削。剖削导线绝缘层时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤导线。电工刀切削较大塑料线时,其刀口切入的角度应为  $45^\circ$  左右。

使用电工刀时应注意以下几点:

- 1) 使用电工刀时应避免伤手。
- 2) 电工刀用毕,随即将刀身折进刀柄。
- 3) 电工刀刀柄是无绝缘保护的,不能在带电导线上剖削,以免触电。

#### (7) 活扳手

活扳手是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。

活扳手由头部和柄部组成。头部由活扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销构成,见图 2-11a。旋动蜗轮可调节扳口的大小。规格以长度 (ram)  $\times$  最大开口宽度 (mm) 表示。电工常用的活扳手有  $150 \times 19$  (6in)、 $200 \times 24$  (8in)、 $250 \times 3$  (10in) 和  $300 \times 36$  (12in) 4 种。

活扳手的使用方法如下:

- 1) 扳动大螺母时,需用较大力矩,手应握在近柄尾处,见图 2-11b。
- 2) 扳动较小螺母时,需用力矩不大,但因螺母较小易打滑,故手应握在近头部的地

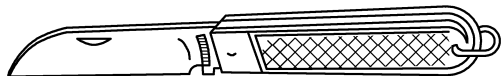


图 2-10 电工刀

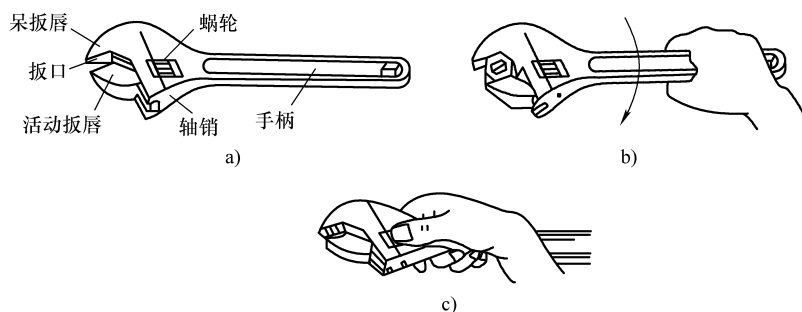


图 2-11 活扳手

a) 活扳手构造 b) 扳较大螺母时握法 c) 扳较小螺母时握法

方，见图 2-11c，可随时调节蜗轮，收紧活扳唇，防止打滑。

3) 活扳手不可反用，以免损坏活扳唇，也不可用钢管接长手柄来施加较大的扳拧力矩。

4) 活扳手不得当撬棒或锤子使用。

#### (8) 锤子

锤子又称榔头、手锤。它由锤头和木柄两部分组成。锤子的规格是用锤头的重量来表示的，有 0.5 (1b)、1 (1b) 和 1.5 (1b) 等几种。锤头用碳素工具钢制成，并经淬硬处理。木柄选用较坚固的木材制作，长度一般在 350mm 左右。

锤子用右手握持，虎口对准锤头的方位，以便施力，见图 2-12。木柄的尾部露出 15 ~ 30mm。挥锤是对錾子进行敲击的手臂动作，有腕挥、肘挥和臂挥三种。

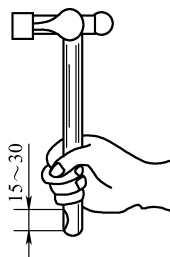


图 2-12 锤子的握法

#### (9) 錾子

錾子又称凿子，一般有尖头和平头之分，主要用来錾削墙面和开挖孔洞。电工常用的还有麻线錾、小扁錾、长錾。錾子用左手握持，尾部伸出约 20mm，握持的方法有三种，见图 2-13。

正握法：这种握法适于在平面上进行錾削，见图 2-13a。錾削时，要保持錾子的后刀面与工件之间有  $50^\circ \sim 80^\circ$  的夹角。

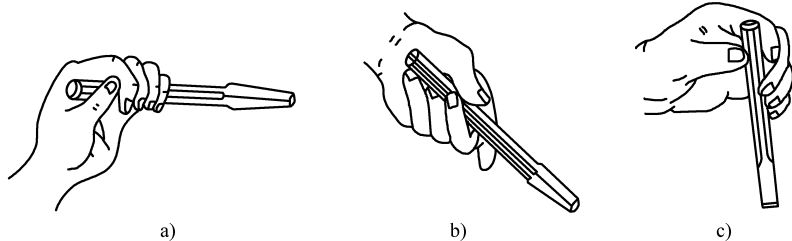


图 2-13 錾子的握法

a) 正握法 b) 反握法 c) 立握法

反握法：手背朝向工件，手指自然握住錾子，见图 2-13b。适用于小錾削量或侧面的錾削。

立握法：保持镊子与工件相垂直的一种握法，见图 2-13c。用于垂直錾削工件。

## 2. 常用电工防护用具

### (1) 高压绝缘棒

高压绝缘棒又称另克棒或拉闸杆，由浸过绝缘油的木材或环氧树脂玻璃布、硬塑料等制成。它由工作部分、绝缘部分和握手部分组成，根据电压等级的不同，其长度也不相同。用于 10kV 以下电压等级，一般分为两节，35kV 电压等级的分三节。其连接部分和顶端的工作部分用金属制成，见图 2-14。

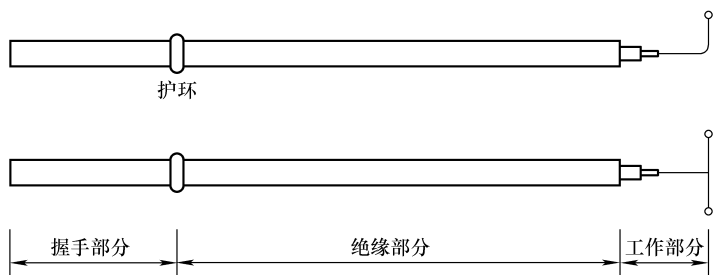


图 2-14 绝缘棒

绝缘棒主要用来操作高压隔离开关和跌落式熔断器，安装和拆除临时接地线等。

### (2) 绝缘手套和绝缘靴

绝缘手套和绝缘靴一般作为辅助安全用具使用，只有在 1000V 以下的电气设备上使用时，才作为基本安全用品使用。

绝缘手套在使用前要检查是否破损漏气，使用时手套的伸长部分要套到衣袖的外面。戴绝缘手套的同时要穿绝缘靴，以便与地保持绝缘并防止跨步电压。

绝缘靴和绝缘手套是用特种橡胶制成的，操作时严禁使用医疗、化工手套，严禁用普通防雨靴代替绝缘靴。

### (3) 携带型接地线

携带型接地线是保证电气作业人员安全的一种必不可少的安全工具。它装设在被检修区段工作点两端的线路上。一是能防止线路两端突然来电；二是能放尽断开设备的剩余电荷；三是能消除邻近高压线路的感应电压。

携带型接地线主要由接线夹头、短路软线、接地夹头组成。短路线采用多股软铜线制成，其截面积不能小于  $25\text{mm}^2$ 。头部要连接牢固，接地夹头应固定在专门的接地螺钉上或用接地棒插入地下，接地棒地下部分  $\geq 0.6\text{m}$ 。对有电容的设备，在装设临时接地线时要进行连续性的多次放电。

### (4) 其他防护工具

除了上面介绍的几种，专业电工还有多种其他的防护工具，但家装电工用得相对较少，在此处就不再赘述。

## 3. 专用工具

### (1) 弯管器

弯管器的种类很多，常用的有以下几种：

1) 管弯管器。管弯管器是由一个铸铁弯头和一段铁管构成。它的特点是体积小、轻

便,适于现场使用,可以按需要将直径 50mm 以下的管子弯成各种角度。

2) 滑轮弯管器。滑轮弯管器由工作台、滑轮组等组成,它能弯直径 100mm 以下的管子,见图 2-15。弯管时不易损伤管子,适宜弯曲半径相同的成批管子。缺点是笨重不易搬动。

3) 液压或电动弯管器。液压或电动弯管器是一种专用的弯管设备,它能弯曲直径较粗的管子。

## (2) 冲击电钻

冲击电钻是一种专用电动钻孔工具,通常具备普通电钻和冲击电钻两种功能,见图 2-16。

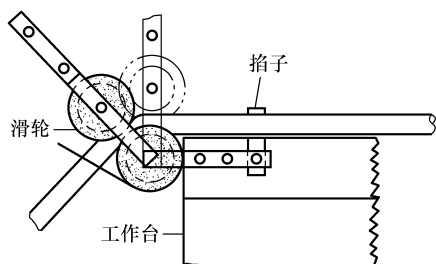


图 2-15 滑轮弯管器

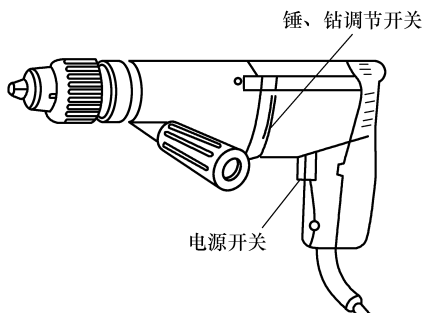


图 2-16 冲击电钻

当用普通电钻时,可将调节开关调到标记为“钻”的位置。当用于冲击电钻时,可将调节开关调到标记为“锤”的位置,即可用来冲打砌块和砖墙等建筑材料的木榫孔和导线穿墙孔,通常可冲打直径为 6~16mm 的圆孔。

使用冲击电钻的注意事项:

1) 检查冲击电钻的接地线是否完好,检查电源电压是否与铭牌相符,电源线路上是否有熔断器保护。

2) 钻头必须锋利,钻孔时不宜用力过猛,以防电动机过载。如发现钻头转速降低,应立即切断电源并进行检查,以免烧坏电动机。

3) 使用冲击电钻时严禁戴手套。

4) 装卸钻头时,必须用钻头钥匙,不能用其他工具来敲打夹头。

## (3) 紧线器

紧线器又称紧线钳,在架空线路施工中用于拉紧导线。常用的紧线器有平口式和虎口式两种。它们由夹线钳、棘轮机构、钢丝绳及专用扳手组成,见图 2-17。

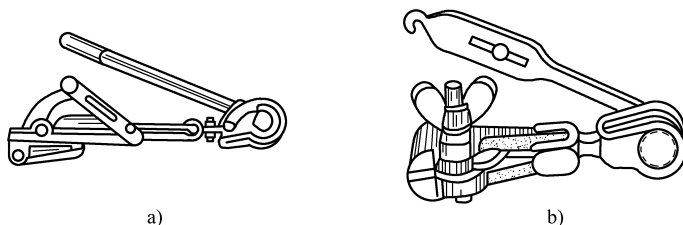


图 2-17 紧线器

a) 平口式 b) 虎口式

紧线器的规格见表 2-1 和表 2-2。

表 2-1 平口式紧线器的规格

规格（号数）	钳口弹开 尺寸/mm	额定拉力/N	夹线截面面积范围/mm <sup>2</sup>	
			钢绞线	铜、铝绞线
1	21.5	15000		95 ~ 185
2	10.5	8000	16 ~ 50	16 ~ 50
3	5.5	3000	1.5 ~ 16	

表 2-2 虎口式紧线器的规格

长度/mm	150	200	250	300	350	400
钳口宽度/mm	32	40	48	54	62	70
夹线直径 范围/mm	1.6 ~ 2.6	2.5 ~ 3.5	3 ~ 4.5	4 ~ 6.5	5 ~ 7.2	6.5 ~ 10.5

#### （4）喷灯

喷灯是一种喷射火焰对工件进行加热的工具，常用来焊接铅包电缆的铅包层，大截面积铜导线连接处的搪锡，以及其他导体连接表面的防氧化镀锡等。

喷灯的构造见图 2-18。按使用燃料的不同可分为煤油喷灯和汽油喷灯两种。

##### 1) 喷灯的使用方法。

① 加油。旋下加油阀上面的螺栓，倒入适量的汽油，一般以不超过桶体的 3/4 为宜，保留一部分空间存储压缩空气，以便维持必要的压力。加完油后应旋紧加油口的螺栓，关闭放油阀的阀杆，擦净洒在外部的汽油，并检查喷灯各处是否有渗漏现象。

② 预热。在预热燃烧盘中倒入汽油，用火柴点燃，预热火焰喷头。

③ 喷火。待火焰喷头烧热后，燃烧盘中汽油烧完之前，打气 3 ~ 5 次。将放油调节阀旋松，使阀杆开启，喷出油雾，即点燃喷灯，而后继续打气，到火力正常时为止。

④ 熄火。如需熄灭喷灯，应先关闭放油调节阀，直到火焰熄灭，再慢慢旋松加油口螺栓，放出桶体内的压缩空气。

##### 2) 使用喷灯的安全知识。

① 不得在煤油喷灯的桶体内加入汽油。

② 汽油喷灯在加汽油时，应先熄火，再将加油阀上螺栓旋松。听见放气声后不再旋出，以免汽油喷出，待气放尽后，方可开盖加油。

③ 在加汽油时，周围不得有明火。

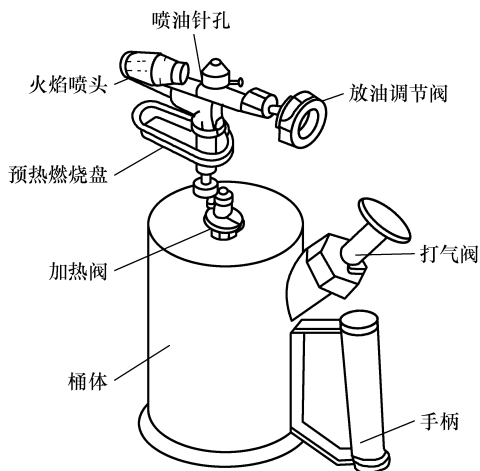


图 2-18 喷灯

④ 打气压力不可过高，打气完后，应将打气柄卡牢在泵盖上。

⑤ 在使用过程中应经常检查油桶内的油量是否少于桶体容积的  $1/4$ ，以防桶体过热发生危险。

⑥ 经常检查油路、密封圈、零件配合处是否有渗漏跑气现象。

⑦ 使用完毕应将剩气放掉。

### (5) 电烙铁

电烙铁是在锡焊过程中对焊锡加热并使之熔化的最常用的电热工具，见图 2-19。

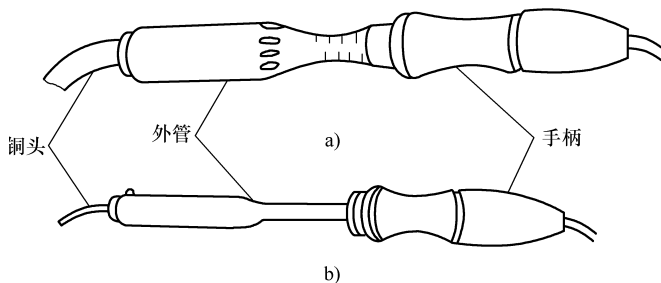


图 2-19 电烙铁

a) 大功率电烙铁 b) 小功率电烙铁

电烙铁一般由手柄、外管、电热元件和铜头组成。按铜头的受热方式来分，有内热式电烙铁和外热式电烙铁两种类型。电烙铁的规格以其消耗的电功率来表示，通常在  $20 \sim 500\text{W}$  之间。

锡焊材料分焊料和焊剂两类。焊料是焊锡或纯锡，焊剂有松香、松香酒精溶液、焊膏等。各种焊剂均有不同程度的腐蚀作用，所以焊接完毕后必须清除残留的焊剂。

1) 电烙铁锡焊的方法和要求必须牢记几点。

① 用电工刀或砂布清除连接线端的氧化层，并在焊接处涂上焊剂。

② 将含有焊锡的烙铁焊头，先蘸一些焊剂，然后对准焊接点下焊，停留时间要根据焊件的大小而决定。

③ 防止虚假焊点和夹生焊点的产生。虚假焊点是因焊件表面没有清理干净或焊剂用得太多，焊件表面没有充分镀上锡层，焊件之间没有被锡所固定。夹生焊点是锡未被充分熔化，焊件表面的锡晶粒粗糙，焊点强度大为降低。是由于烙铁温度不够和焊留时间太短造成。

④ 焊接点必须焊牢、焊透。焊接点的锡液必须充分渗透，焊接点表面处光滑并有光泽。

2) 使用电烙铁需牢记如下注意事项：

① 电烙铁金属外壳必须接地。

② 使用中的电烙铁不可搁置在木板上，要放置在专用烙铁架上。

③ 不可用烙铁（烙铁头因氧化不吃锡）焊接，以免烧伤焊件。

④ 不准甩动使用中的电烙铁，以免锡珠溅出伤人。

## 2.1.2 电工常用仪表

### 1. 仪表的分类与符号

在电工作业中，电工仪表通常可分为安装式仪表、便携式仪表、电能表及实验室仪表。

这些仪表的共同特点是可以通过读数直接获取测量结果，因此，也称它们为直读式电工仪表。

(1) 指示仪表的分类

1) 按作用原理可作如下分类：

- ① 磁电系仪表。根据通电导体在磁场中产生电磁力的原理制成。
- ② 电磁系仪表。根据铁磁物质在磁场中被磁化后，产生电磁力的原理制成。
- ③ 电动系仪表。根据各个通电线圈之间产生电动力的原理制成。
- ④ 感应系仪表。根据交变磁场中的导体感应涡流，与磁场产生电磁力的原理制成。
- ⑤ 其他。如整流系、热电系、电子系、铁磁电动系等。























2) 按被测量的名称可作如下分类。

电流表（如安培表、毫安表、微安表等）、电压表（如伏特表、毫伏表等）、功率表（瓦特表）、欧姆表、绝缘电阻表、电能表（瓦时计）、频率表、相位表（功率因数表）、多用途仪表（万用表）等。

3) 按测量的电流种类可作如下分类。

直流仪表、交流仪表和交直流两用仪表。常用仪表刻度盘上的标志符号见表 2-3。

表 2-3 仪表刻度盘上的标志符号

分类	符号	名称	分类	符号	名称
电流种类		直流表	作用原理		磁电式仪表
		交流表			电动式仪表
		交直流表			铁磁电动式仪表
		三相交流表			电磁式仪表
测量对象		电流表			电磁式仪表（有磁屏蔽）
		电压表	防御能力		整流式仪表
		功率表			防御外磁场能力第Ⅲ等
		电能表			使用条件 B
准确度		0.5 级	使用条件		水平使用
绝缘试验		试验电压 2kV	工作位置		
					垂直使用

## (2) 电工仪表的型号

电工仪表的产品型号可以表示仪表的用途及作用原理。

安装式指示仪表型号由5部分组成,见图2-20。形状第一位代号按仪表的面板形状最大尺寸编制;形状第二位代号按仪表的外壳尺寸编制;系列代号按仪表工作原理的系列编制。

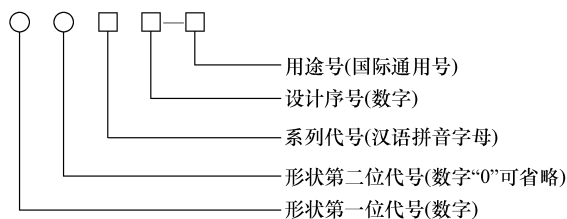


图 2-20 安装式指示仪表型号的编制规则

## 2. 常用的电工测量方法

使用电工测量仪器或电工仪表,对未知电量进行测量称之为电工测量。

### (1) 直接测量法

直接测量是指测量结果可在一次测量的过程中得到。它可以使用电工测量仪器或电工仪表直接测得被测量的数值。比如用电流表直接测量电流,用电压表直接测量电压,用电桥直接测量电阻等,都属于直接测量方法。直接测量法的优点是简便、读数迅速,缺点是它的准确度除受到仪表基本误差的影响外,由于仪表接入测量电路后,仪表的内阻被引入测量电路中,还使电路的工作状态发生了改变,因此,直接测量法的准确度比较低。

### (2) 比较测量法

比较法是将被测量与已知的标准值在仪表内部进行比较,从而测得被测量数值的一种方法。比较测量法可分为三种。

1) 零值法。又称指零法。它是利用被测量对仪器的作用,与已知量对仪器的作用两者做比较的方法,由指零仪表做出判断。当指零仪表指零时,表明被测量与已知量相等。用零值法测量的准确度,取决于度量器的准确度和指零仪表的灵敏度。

2) 较差法。是利用被测量与已知量的差值,作用于测量仪器而实现测量目的的一种测量方法。

3) 代替法。用已知量代替被测量,若不改变测量器原来的读数状态,这时被测量与已知量相等从而获取测量结果。

比较测量法可采用比较式仪表,如电位差计等。它的优点是准确度和灵敏度都比较高,但缺点是操作麻烦、设备复杂、速度较慢。

### (3) 间接测量法

间接测量法是指测量时,只能测出与被测量有关的电量,然后经过计算求得被测量,如用伏特表、安培表测量电阻,先测得电阻两端的电压及电阻中的电流,然后根据欧姆定律算出被测的电阻值。

间接测量法的特点是误差比直接法大。但在工程中的某些场合,若对准确度的要求不高,进行估算还是一种可取的测量方法。

### 3. 常用电工仪表使用

#### (1) 钳形电流表

用电流表测量电流时，需断开被测电路，串入电流表。但在实际测量中，有时被测电路不允许断开，这时可采用钳形电流表进行测量。钳形电流表主要由两部分组成：电磁式仪表和电流互感器。T-301 型钳形电流表量程有 10A、25A、50A、100A、250A 等几种，见图 2-21。

钳形电流表是一种携带式仪表，常用于流动性测量交流电流用。用钳形电流表测量电流时，先按图 2-21b 那样让铁心张开，然后套住被测电流的导线。测量时铁心密合要好，表要放平，不能让其他交变磁场靠近电表，一定要离开其他通电导线或通电电磁铁一段距离。

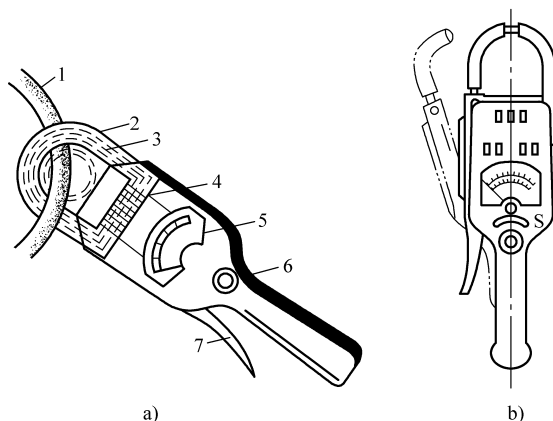


图 2-21 钳形电流表

1—导线 2—铁心 3—磁通 4—线圈 5—电流表 6—量程旋钮 7—铁心张开手柄

目前生产的钳形电流表还可以测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻，具有同万用表一样的功能。如 MG28 型钳形电流表就具有这种功能。它的测量机构是一个电流互感器与一阻一电式仪表。测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻的原理与万用表完全一样。测量交流电流时，利用电流互感器将电流变小，再利用万用表测交流电压的方法通过二极管使电流只从一个方向流过表头。

钳形电流表在使用中应注意以下几个问题：

- 1) 测量时，应将转换开关置于合适量程，如果不知道被测量的电流大小时，应将转换开关置于最大量程挡，然后根据被测值的大小，变换到合适量程。应注意不要在测量过程中切换量程。
- 2) 进行电流测量时，被测导线的位置放在钳口中央，以免发生误差。
- 3) 为使读数准确，钳口两个面应接合良好，如有杂声，可将钳口重新开合一次。钳口有污垢，可用汽油擦净。
- 4) 测量 5A 以下的电流时，为获得准确的读数，可将导线多绕几圈放进钳口进行测量，但实际的电流数值应为读数除以放进钳口内的导线根数。
- 5) 不可用钳形电流表测量高压电路中的电流，以免发生事故。

#### (2) 绝缘电阻表

绝缘电阻表俗称兆欧表，见图 2-22，是用于检查电气设备或供电线路绝缘电阻的一种

可携式仪表。

电气设备绝缘电阻数值较大，如几十兆欧或几百兆欧。在这个范围内万用表的刻度是不准确的，并且万用表测量电阻时所用的电源电压比较低。在低电压下呈现的绝缘电阻不能反映在高电压作用下的绝缘电阻的真正数值，因此，绝缘电阻必须用备有高压电源的兆欧表进行测量。

绝缘电阻表由手摇高压直流发电机、磁电式仪表两部分组成。因高压直流发电机产生的额定电压不同，有 250V、500V、1000V、2500V 等几种。一般低压电气设备（额定电压在 500V 及以下的）只推荐用 1000V 以下的绝缘电阻表，以免高的直流电压破坏电气设备的绝缘。电压较高的电气设备应用 1500V、2500V 的绝缘电阻表。

绝缘电阻表上有两个接线柱，一个是“线路”（L）接线柱，另一个是“接地”（E）接线柱。在测量线路（或电气设备）对地绝缘电阻时，把 L 接在线路上，把 E 接地（或电气设备外壳），摇动直流发电机手柄，一个小的漏电电流由 L 出来，经线路对地绝缘电阻到地，再由地到 E 流到磁电式仪表里去，测出这个电流大小就可以测出绝缘电阻值。它和万用表测量电阻的原理是类似的，见图 2-23。

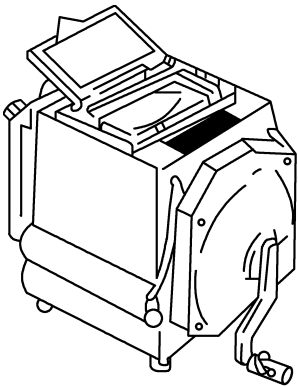


图 2-22 绝缘电阻表

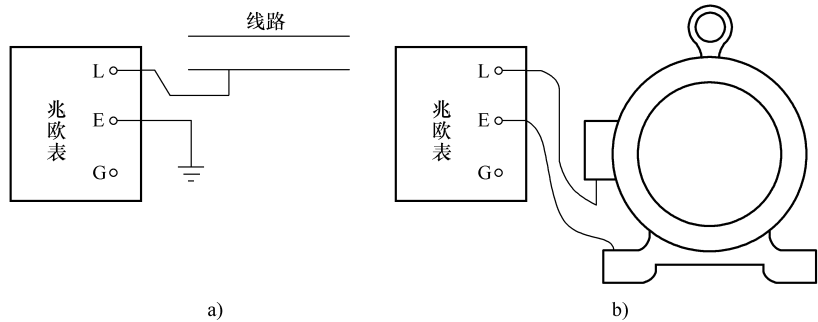


图 2-23 绝缘电阻测量

a) 线路对地绝缘电阻 b) 电动机对地绝缘电阻

有的三相电动机三相绕组引线是独立的，要测绕组相间绝缘，可将 L、E 分别接到二相绕组引线上。若空气潮湿或测电缆的绝缘电阻时，应接上屏蔽接线端子 G（或叫保护环），以消除绝缘物表面泄漏电流的影响，见图 2-24。

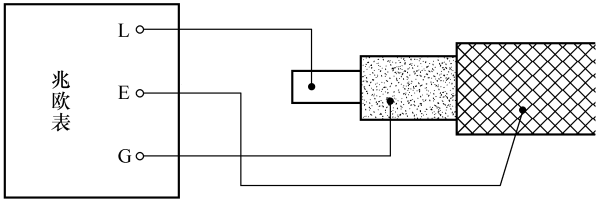


图 2-24 测量电缆绝缘电阻

绝缘电阻表的正确使用方法为：

- 1) 绝缘电阻表的连接线应是绝缘良好的单根线。
- 2) 应将绝缘电阻表放置平稳，摇动手柄由慢到快至 120r/min 左右为宜。
- 3) 测量前，应先对绝缘电阻表做一次开路试验（连线开路，摇动手柄，指针应指向  $\infty$ ）和一次短路实验（连线直接相连，摇动手柄，指针应指向 0）。如果不准，说明仪表有故障。注意，不使用时仪表指针位置是随意的。
- 4) 测量时，手柄应摇到使指针稳定。如果指针指零，应立即停摇，以免烧表。
- 5) 测量绝缘电阻以前，电气设备应停电。对于有电容器的电气设备或本身有很大电容的（如电缆）电气设备，应接地放电或短路放电，以保障人身和设备的安全。
- 6) 表手柄没有停止转动以前，切勿用手触及绝缘电阻表接线柱或设备带电部分，以防触电。
- 7) 测量完毕时，应将被测设备放电。

### （3）接地电阻测量仪

测量各种接地装置的接地电阻测量仪由手摇发电机、电流互感器、滑线电阻、转换开关及检流计等组成。

接地电阻测量仪一般有 E、P、C 三个端子。在进行测量时按图 2-25 所示接线。

首先将两根探针分别插入大地中，使接地极 E'、电位探针 P 和电流探针 C 三点在一条直线上。E 至 P 的距离为 20m，E' 至 C' 的距离为 40m，然后用专用的导线分别将 E'、P' 和 C' 接至仪表相应的端钮上。将仪器置于水平位置，检查检流计的指针是否指在刻度中间的零位上，如有偏差应用零位调节螺母进行调整。接地电阻测量仪不仅有“倍率盘”，而且还有用来读数的“测量标度盘”。测量时将“倍率盘”置于最大倍数。在完成上述步骤后缓缓摇动发电机手柄，调节“测量标度盘”，使检流计的指针趋向零位。当指针接近零位时，加快发电机手柄的转速，达到 120r/min 左右，再调整“测量标度盘”，使指针指于零位上。如果“测量标度盘”的读数小于 1，则应将“倍率盘”置于较小的倍数，再重新调整“测量标度盘”，以便得到正确的读数。当指针完全指零，则“测量标度盘”的读数乘以倍率标度，即为所测的接地电阻值。

在测量时若发现检流计的灵敏度过高，可将电位探测针 P' 插入土中浅一些。当发现检流计灵敏度不够时，可在电位探测针 P' 和电流探测针 C' 周围注水使其湿润。测量时，接地线路要与被保护的断开，以便得到准确的测量数据。

### （4）万用表

万用表又称繁用表、多用表，它是一种多功能、多量程的测量仪表。万用表可以用来测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻和其他电参数。有些万用表还可以测量交流电流、

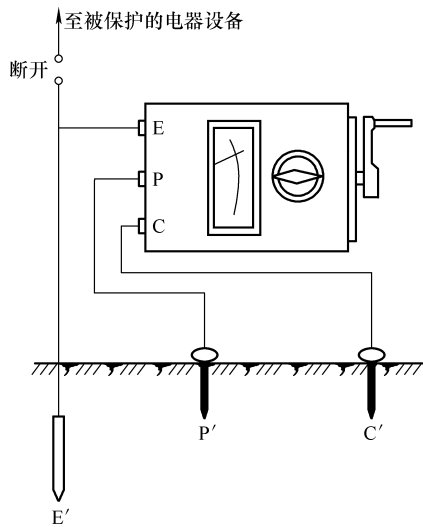


图 2-25 测量接地电阻的接线方法

电容、电感、晶体管值等参数。目前使用的万用表有普通指针式和数字式两种。万用表测量功能多，操作简单，携带方便，是电工最常用的测量工具。现以 500 型万用表为例，介绍其测量电压、电流和电阻的使用方法。

万用表主要由表头、测量线路和转换开关三部分组成。外形为便携式或袖珍式，面板上装设标度盘、转换开关、调零旋钮以及插孔等。随着型号的不同，万用表外形布置也不完全相同，见图 2-26。

万用表表头上都装有一块刻度盘。刻度盘上的标尺一般有以下特点：直流电流和直流电压标度尺的刻度是均匀的，其一端用“—”或“DC”表示。交流电压标度尺的刻度一般是不均匀的，其一端用“~”或“AC”表示。电流电压挡标度尺上还同时标上几组读数，以便于选择不同量程时进行换算。电阻（欧姆）标度尺的标度也是不均匀的，而且零点在右端，左端标 $\infty$ ，电阻标度尺的符号是 $\Omega$ 。表盘上一般还有一条非均匀标度的 10V（有些表为 5V）的交流电压挡专用标度尺，这是为提高低压测量精度而设置的。

500 型万用表的刻度盘上共设置了 4 条刻度尺。最上面的是电阻标度尺；接下来依次是直流电流和交直流电压共用刻度尺；0~10V 交流电压专用标度尺；最下面的一条是测音频电压用的标度尺。另外，测交直流高压 2500V 时，测笔应与 2500V 和“ $\Omega$ ”两个插孔相接，以保证安全。测量音频电压用“dB”与“\*”两插孔。万用表面板的转换开关是用来选择不同的被测量和不同量程时的切换元件。

1) 500 型万用表标度尺的读法。万用表的标度尺只有一组数字，但是，对应每种测量项目都有好几种量程，同时这些标度尺的标度又有均匀和不均匀两类。在实际测量中要掌握正确、迅速读取数据的方法。现以交直流共用标度尺（均匀标度）和欧姆标度尺（非均匀标度）为例说明如何在标度尺上读取数据。

交直流共用标度尺下面有 50、100、150、200、250 和 10、20、30、40、50 两组数字（为方便选取不同量程时进行读取换算而设置，且图中只标出一组数字），其中除 0~250 和 0~50 的挡次可以直接从标度尺的上排和下排数字上直接读取数据外，其他各挡都要根据这两组数字中较方便的一组进行换算。

对于含有 250 数字的量程，在读取时可根据不同挡次，分别缩小 100 倍或 10 倍。例如，转换开关选择 2.5V 挡时，由于 2.5 是 250 缩小 100 倍的值，所以标度尺上 50、100、150、200、250 这组数字就应缩小 100 倍，分别为 0.5、1.0、1.5、2.0、2.5，这样换算后就能迅速读取数据了。

对于其余的量程，在读取数据时应以标度尺右边的 50 为依据，将整组数字分别缩小或扩大相应的倍数。例如，转换开关选择在 10V 挡时，由于 50 是 10 的 5 倍，所以 10、20、30、40、50 分别除以 5 后为 2、4、6、8、10，这样换算后再读数就很方便了。

在均匀标度的标度尺上读数，当表头指针位于两个标度线之间的某个位置时，应将两根标度线之间距离等分后估读一个数值。

万用表的欧姆标度尺上只有一组数字，作为测量电阻专用。转换开关选  $R \times 1$  挡时，应

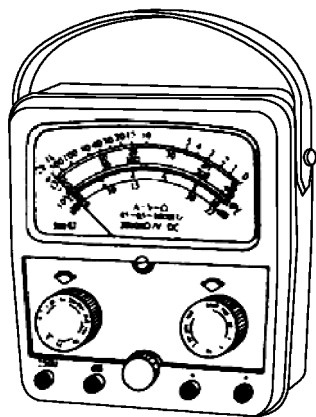


图 2-26 500 型万用表

从标度尺上直接读取数值。当选择其他挡时,应乘以相应的倍率。例如,选择  $R \times 1k$  挡时,要对读取的数据乘以 1000。要注意的是,欧姆标度尺的标度是不均匀的。当表头指针位于两标度之间时,在估读数据时要根据左边和右边标度缩小和扩大的趋势进行。

## 2) 500 型万用表的测量方法如下。

### ① 交流电压的测量方法和注意事项:

a. 测量前,必须将转换开关拨到相应的交流电压量程档。如果误用直流电压挡,表头指针会不动或略微抖动;如果误用直流电流挡或电阻挡,轻则打弯指针,重则烧坏表头,这是很难修复的。

b. 测量时,将测笔并联在被测电路、被测元器件两端。

c. 严禁在测量中拨动转换开关选择量程。在测量较高电压时更是如此,这样可以避免电弧烧坏转换开关触点。

d. 测电压时,必须养成单手操作习惯,即预先把一支表笔固定在被测电路的公共接地端(若表笔带鳄鱼夹则更方便),单手拿一支表笔进行测量。测量过程中必须集中精力。

### ② 直流电压的测量方法和注意事项与测量交流电压基理相同,下面只介绍不同之处。

a. 仍然要注意正确选择测量项目,如果误选了交流电压挡,读数可能会偏高,也可能为零(与万用表接法有关);如果误选了电流挡或电阻挡,则会造成打弯指针或烧毁表头的后果。

b. 测量前,必须注意表笔的正负极性。红表笔接高电位端,黑表笔接低电位端。若表笔接反了,表头指针会反向偏转,容易撞弯指针。如果事先不知道被测点电位的高低,可将任意一支表笔先接触被测电路的任一端,另一支表笔轻轻地试触一下另一被测端。若表头指针右偏,说明表笔正负极性接法正确;若表头指针左偏,说明表笔极性相反,交换表笔的极性即可。

### ③ 直流电流的测量方法与注意事项:

a. 万用表必须串联到被测电路中。测量时必须先断开电路,串入电流表。如果将电流表误与负载并联,因它的内阻很小,会造成短路,导致电路和仪表被烧毁。

b. 必须注意表笔的正负极性,即红表笔接电路端口高电位端,黑表笔接低电位端。如果事先不能判断端口处电位的高低,可按直流电压测量的注意事项进行。

c. 严禁在测量过程中拨动转换开关选择量程,以免损坏转换开关触点,同时也可避免误拨到小量程挡而撞弯指针或烧毁表头。

### ④ 电阻的测量方法与注意事项

a. 严禁在被测电路带电的情况下测量电阻(特别严禁用万用表直接测电池电阻),否则很容易烧坏表头。如果被测电路中有大容量的电容器,应先将该电容器两极短路放电,避免积存在其中的电荷通过万用表放电,导致表头损坏。

b. 测电阻时直接将表笔跨接被测电阻的两端。

c. 测量前或每次更换倍率挡时,都应重新调整欧姆零点。即将两端短接,并转动零欧姆调整旋钮,使表头指针准确停留在欧姆标度尺的零点上。如果指针不能调到欧姆零点,说明表内电池电压太低,已不符合要求,应该更换。如果连续使用  $R \times 1k$  挡时间较长(尤其是使用 1.5V 五号电池的万用表),也应重新校正欧姆零点,这是因为五号电池容量小,工作时间稍长,输出电压就会下降,内阻升高,会造成欧姆零点漂移。

d. 用万用表判别电容器的好坏。根据电容器的充放电原理,用万用表的电阻挡( $R \times 1k$  或  $R \times 10k$ )可以判别电容器的好坏。当电容器容量在  $1\mu F$  以上时,欧姆表内部电池对电容器的充电过程较明显。用两个测笔分别接触电容器两端时(注意黑表笔接表内电池正极),指针会很快按顺时针方向( $R \rightarrow 0$  的方向)摆动一下,然后按逆时针方向逐步退回到  $R$  处。如果回不到“ $\infty$ ”,则指针所指的阻值就是漏电阻。

一般电容的漏电阻很大,约几十至几百兆欧,电解电容器的漏电阻约几兆欧。如比上述数值小得多,则说明电容器漏电严重,不能使用。指针摆动越大说明充电电流越大,即电容量越大,有时指针甚至摆过零位。如果接通时指针根本不动,说明电容器内部断路;如果指针指到零位不再返回,说明该电容器已被击穿。

### 2.1.3 管工常用工具

#### 1. 管子台虎钳和管钳

##### (1) 管子台虎钳(又称龙门压力钳、龙门台虎钳)

管子台虎钳安装在钳工工作台上或三脚架上,是用来夹紧管子,并对管子进行锯割、套螺纹或装配拆卸管子的加工工具,见图 2-27。

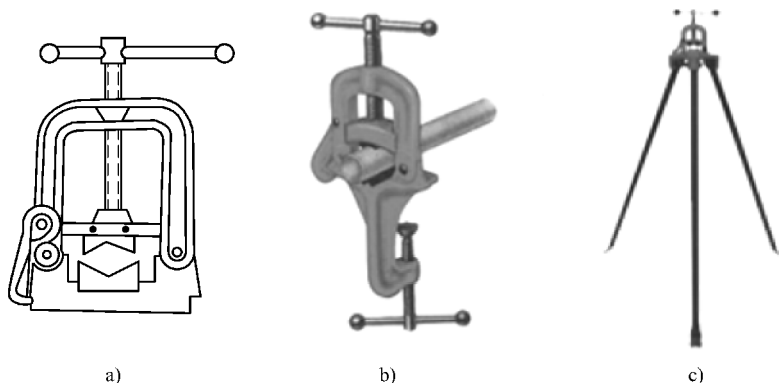


图 2-27 管子台虎钳

a) 管子台虎钳 b) 轻便型桌上管子台虎钳 c) 三脚架式管子台虎钳

1) 常用规格。管子台虎钳按夹持管子直径大小分为 6 种规格:  $10 \sim 60mm$ 、 $10 \sim 90mm$ 、 $15 \sim 115mm$ 、 $15 \sim 165mm$ 、 $30 \sim 220mm$ 、 $30 \sim 300mm$ 。

2) 使用方法。使用管子台虎钳时,一定要把台虎钳牢固地垂直固定在工作台上,钳口必须与工作台边缘相平。安装好的台虎钳其下钳口应牢固可靠,上钳口上下移动自由。加工管子时应选符合规格的台虎钳。加工过长管子时,应支撑管子另一端,以防翻转。加工脆性或软性的管子时应用布或铜皮等垫夹管子。夹持管子不能过紧,以防管子损伤。装夹管件时,必须插上保险销,压紧螺杆,旋转时应用力适当,不得用锤子击打手柄或加装套管旋转螺杆。

##### (2) 管钳

管钳(又称管子钳)有张开式和链条式两种,它是用于夹持及旋转各种管子、管路附件和圆形工件的常用工具,见图 2-28。

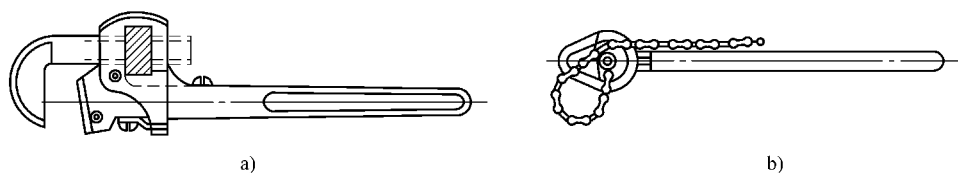


图 2-28 管钳

a) 张开式 b) 链条式

1) 张开式管钳由钳柄、套夹和活动钳口组成。活动钳口由套夹与钳柄相连，钳口两侧有齿牙，以便咬住管子使之转动。转动管钳上螺母可调节钳口张开的大小。张开式管钳的规格是根据其张口中心至手柄端头的长度来划分的，见表 2-4。随着工具的开发，新型的工具不断产生，而且被广泛应用，如六角管钳等，见图 2-29。

表 2-4 管钳规格及适用范围

规格/mm	150	200	250	300	350	450	600	900	1200
夹持管子最大大径/mm	20	25	30	40	50	60	75	85	110



图 2-29 六角管钳

2) 链条钳是通过链条来锁紧管子并使之转动的，它适用于管径较大的管子。链条钳的规格也是根据其长度来划分的。链条钳规格及适用范围见表 2-5。

表 2-5 链条钳规格及适用范围

型 号	A 型	B 型		
规格/mm	300	900	1000	1200
夹持管子最大大径/mm	50	100	200	250

链条钳的形式在不断变化，重型链条钳和皮带钳就是新型的管钳。

3) 管钳使用的注意事项。使用管钳时，两手协调操作。一只手扳手柄，另一只手调节螺母，使之咬住管子，以防打滑。扳动手柄时，用力不要过猛，更不允许在钳柄上加套管。当钳柄末端高出操作者头部时，不得采用正面拉吊的方式扳动手柄。不得用管钳代替扳手操作带棱角的工件（除六角管钳外），也不得当撬杠和锤子使用。

## 2. 手锯

### (1) 手锯的类型

手锯由锯架和锯条两部分组成。锯架有固定式和可调式两种。锯条按其型式可分为单面

齿型 (A 型, 普通齿型) 和两面齿型 (B 型)。按锯条特性可分为全硬型 (代号 H) 和挠性型 (代号 F), 按锯路 (锯齿排列) 形状可分为交叉锯路和波浪形锯路。按锯条材质可分为优质碳素结构钢 (代号 D)、碳素 (合金) 工具钢 (代号 T)、高速钢或双金属复合钢 (代号 G) 3 种。

锯条齿部最小硬度值分别为: MA76、HRA81、HRA82。锯条按锯齿的齿距大小分为粗齿、中齿和细齿 3 种。A 型: 细齿齿距为 0.8mm、1.0mm; 中齿齿距为 1.2mm; 粗齿齿距为 1.4mm, 1.5mm, 1.8mm。B 型: 细齿齿距为 0.8mm、1.0mm; 粗齿齿距为 1.4mm, 见图 2-30。

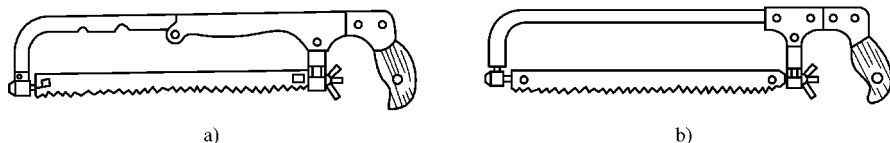


图 2-30 手锯

a) 活动架手锯 b) 固定架手锯

锯条的选用应根据加工材料的软硬和厚度来确定。材料软且厚, 选粗齿锯条。材料硬且薄, 选细齿锯条。中等硬度材料如普通钢材、铸铁等, 一般选用中齿锯条。

### (2) 手锯操作方法

起锯操作时, 往复距离应短, 用力要轻, 运动方向要保持水平。手锯往复运动的方法有两种: 一种是直线运动。适用于壁较薄或锯割要求平直的底面沟槽等工件; 另一种是弧线运动, 前进时右手下压, 左手上提, 轻松自如地操作。锯割时, 锯缝应尽量靠近钳口, 锯断前速度放慢, 行程应小, 以免折断锯条或碰伤手臂, 见图 2-31。

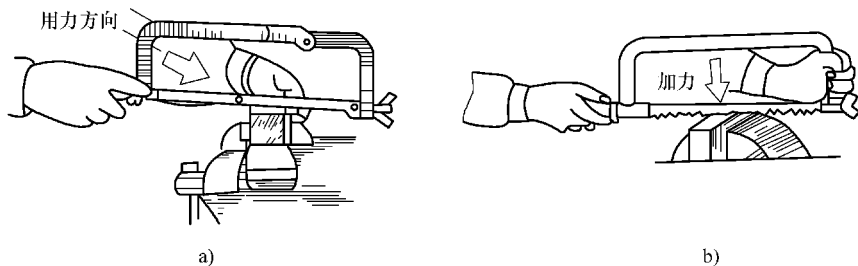


图 2-31 锯割姿势

a) 起锯姿势 b) 锯割姿势

## 3. 割管器

割管器是切割各种金属管子的一种常用工具。切割管子有手工切割和机器切割两种。

### (1) 管子割刀

管子割刀是采用手工割管 (见图 2-32) 的工具, 一般多用于切割管径小于 50mm 的管子。管子割刀具有操作简便、速度快、切口断面平整的优点。缺点是断面处管径稍有缩小。表 2-6 为管子割刀规格及适用范围。



图 2-32 管子割刀

表 2-6 管子割刀规格及适用范围

规格	1#	2#	3#	4#
公称直径/mm	≤25	15 ~ 50	25 ~ 80	50 ~ 100

使用管子割刀切管时, 首先应按管径的大小选择合适型号的割刀。将割刀的刀片对准切割线, 转动手柄将刀片挤在管子上, 此时刀片应垂直于管子轴线。然后转动刀架绕管子旋转, 将管壁切出刀痕。每进刀一次绕管子旋转 1 ~ 2 圈, 且每圈进刀量不宜过大, 以免管口明显缩小或损坏刀片。同时, 对切口处应加油冷却润滑。如此不断加深刀痕, 直至将管子切断。切断后的管口若出现缩口应铣削或铰削管口缩小部分, 以保证管子的小径。

## (2) 砂轮切割机

砂轮切割机是利用砂轮片高速运转, 对所切割的管子进行磨削而切断管子的切割方法, 也称磨割 (见图 2-33), 是机器切割的常见工具。

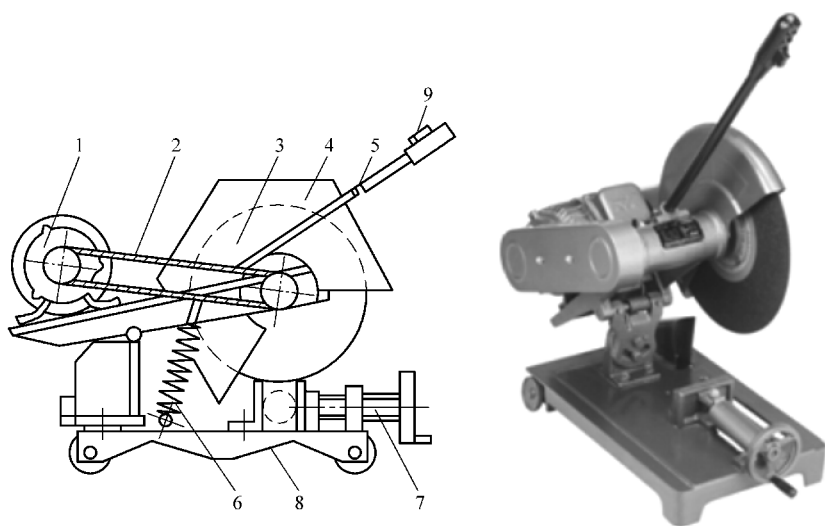


图 2-33 砂轮切割机

1—电动机 2—传动带 3—砂轮片 4—护罩 5—操纵杆 6—弹簧 7—夹钳 8—底座 9—电气开关

1) 使用方法。切割前, 应将管子夹钳夹紧夹稳。切割时, 手握紧操纵杆并打开电气开关, 等砂轮片转速正常后, 稍加压慢慢向下进行磨削切割。管子切断后松开操纵杆上的开关, 关闭电源。

## 2) 注意事项

- ① 被切割的管子应用夹钳夹紧夹稳, 操作时用力要均匀, 不要过猛。
- ② 切割过程中不得松开按钮开关, 以防事故发生。
- ③ 操作人员身体应错开砂轮片, 以防火花飞溅伤人。
- ④ 砂轮片磨损后要及时更换, 以防砂轮碎片飞出。
- ⑤ 断管后要将管口断面的管膜、毛刺清除干净。

除以上所介绍的工具之外, 还有许多工具, 介于篇幅限制, 此处不能一一介绍, 请参阅其他书籍。

2.2 装饰装修电工材料

2.2.1 电工常用材料

1. 绝缘材料

(1) 绝缘材料的分类

绝缘材料主要用来隔离带电的或不同电位的导体，使电流按一定的方向流动。在不同的电工产品中，绝缘材料往往还起着某些不同的作用，如散热冷却、机械支撑、保护导体以及灭弧等。绝缘材料的品种很多，按其形态可分为气体、液体和固体绝缘材料三大类。

绝缘材料按其化学性质可分为无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料。

1) 无机绝缘材料主要作为电动机及电器中绕组的绝缘材料，常见的有云母、石棉、大理石、瓷器、玻璃和硫磺等。

2) 有机绝缘材料主要用以制造绝缘漆、绕组和导线的被覆绝缘物等，常见的有矿物油、虫胶树脂、橡胶、棉纱、纸、麻、蚕丝和人造丝等。

3) 混合绝缘材料是由无机绝缘材料和有机绝缘材料经加工后制成的各种成型绝缘材料，主要用做电器的底座、外壳等。绝缘材料按其在正常运行条件下允许的最高工作温度分级，称为耐热等级，见表 2-7。

表 2-7 电工绝缘材料耐热等级

耐热等级	最高工作温度/℃	绝 缘 材 料
Y	90	木材、棉纱、纸、天然丝等纺织品（如纱、丝带、胶布带等）和以这些材料作为覆盖物的制品，以及易于热分解和熔点较低的塑料及其制品（如塑料管、带等）
A	105	工作于矿物油或浸渍过的 Y 级材料及其制品、油性漆等
E	120	聚酯薄漆膜和 A 级材料复合
B	130	经过树脂黏合或浸渍涂覆的云母、玻璃纤维、石棉、聚酯漆等
F	155	以有机纤维补强和石棉补强的云母制品、玻璃丝和石棉、玻璃漆布，以玻璃丝布和石棉纤维为基础的层压制品，复合硅有机聚酯漆，芳香族聚酰胺薄膜等
H	180	无补强或以无机材料为补强的云母制品、加厚的 F 级材料、复合云母、有机硅云母制品、聚酰亚胺薄膜等
C	>180	不用任何有机黏合剂及浸渍的无机物如石英、石棉、云母、玻璃和电瓷材料等

(2) 常用绝缘材料及制品

1) 绝缘漆。常用的浸渍漆分为有溶剂漆和无溶剂漆两大类。有溶剂漆以醇酸类漆和环氧类漆应用最广泛，见表 2-8。

表 2-8 常用有溶剂漆的型号和用途

名 称	型 号	用 途
沥青漆	1010	浸渍不要求耐油的电动机线圈
油性醇酸漆	1030	浸渍在绝缘油中工作的线圈和绝缘零件
丁基酚醛醇酸漆	1031	浸渍线圈，可用于湿热地区
环氧树脂漆	1033	机械强度高，浸渍在湿热地区应用的线圈

有溶剂漆在使用时要特别注意掌握烘焙温度和时间，以及两者之间的关系。一般多采用多次浸渍、多次烘焙和逐步升温的方法。先低温干燥，温度不宜超过 70 ~ 80℃，烘焙 2 ~ 4h；然后高温干燥，温度在 110℃左右，烘焙 4 ~ 8h。这样可避免由于溶剂挥发过快使漆膜形成针孔或气泡而影响质量。

常用的无溶剂漆有环氧型、聚酯型和环氧聚酯型。其品种有环氧无溶剂漆，型号为 110、9102、9101；环氧聚酯无溶剂漆（1034）；环氧聚酯酚醛无溶剂漆（5152—2）和不饱和聚酯无溶剂漆（319—2）。

2) 沥青绝缘胶和电缆浇注胶。沥青绝缘胶是由沥青按一定比例掺入变压器油及松香脂等混合制成的。根据其耐冻性及抗电击强度，分为 5 个牌号，见表 2-9。电缆浇注胶的型号有 1810、1811 和 1812 三种。1810 适用于浇注 10kV 以上的电缆接头盒和终端盒，1811 和 1812 适用于浇注 10kV 以下的电缆盒。

表 2-9 沥青绝缘胶性能

牌号	软化点不低于/℃	冻裂点不高于/℃	电击穿强度不小于/kV	用 途
1 号	45 ~ 55	-45	40	用于浇注户外高低压电缆终端盒
2 号	55 ~ 65	-35	40	
3 号	65 ~ 75	-30	45	
4 号	75 ~ 85	-25	50	用于浇注温度较高的室内高低压电缆终端盒及电机绝缘
5 号	85 ~ 95	-25	60	

3) 变压器油。有 10 号、25 号和 45 号三种。10 号和 25 号油用于变压器、油开关，起绝缘和散热作用；45 号油用于低温工作的油开关，起绝缘、散热和灭弧作用。

4) 其他绝缘材料。这些材料包括在电动机和电器中作为结构、补强、衬垫、包扎及保护作用的辅助绝缘材料。其制品品种多、规格杂，以下介绍几个常用的品种。

① 绝缘纸和绝缘板。薄型的、不掺棉纤维的，称为青壳纸，主要用于绝缘保护和补强材料；硬纸板（俗称反白板）机械强度高，适宜做电动机、电器的绝缘零件。

② 电工用热固性塑料。有粉压塑料和层压塑料，主要用于压制各种绝缘零件、绝缘板和绝缘棒等。

③ 电工用热塑性塑料。ABS 塑料是象牙色的不透明体，有良好的综合性能，表面硬度较高，但耐热性和耐寒性较差，适宜做各种结构零件，如外壳、支架。聚酰胺 1010 又称尼龙，为半透明体，常温下具有较高的机械强度，耐油、耐磨，电气性能较好，吸水性小，尺寸稳定，宜做绝缘套、插座、线圈骨架、接线板等绝缘零件。

④ 电工用橡胶。电工用橡胶分天然橡胶和合成橡胶两种。天然橡胶易燃、不耐油、容易老化，不能用于户外，但柔软、富于弹性，主要用来制电线、电缆的绝缘层和护套。电动机和电器中使用的大部分是合成橡胶。普遍使用的是氯丁橡胶和丁腈橡胶。它们都具有良好的耐油和耐溶剂性能，但电气性能不高，只能用于绝缘结构材料和保护材料，如引出线套管、绝缘衬垫等。

⑤ 绝缘包扎带。主要用来包缠电线和电缆的接头。其品种很多，如黑胶布带、黄蜡带、黑蜡带、橡胶带、聚氯乙烯带、聚四氟乙烯带等。常用的有黑胶布带和聚氯乙烯带。黑胶布带又称黑包布，用于低压电线和电缆接头的绝缘包扎。聚氯乙烯带的特点是绝缘性能较好，

耐潮性和耐蚀性好, 由于制成黄、绿、红、黑四种颜色, 所以通常又称为相色带。

⑥ 电瓷件。用各种陶瓷材料制成的输配电用的绝缘子、绝缘套管、灯座、开关和插座等零件都是电瓷件。低压架空线路用的绝缘子有针式绝缘子和蝴蝶形绝缘子, 在电压为 500V 以下的交流和直流架空线路中作固定导线用, 见图 2-34。低压室内线路用的电瓷件有鼓形绝缘子、瓷夹板 and 瓷管。在电压为 500V 以下的交流和直流户内线路上作固定导线用, 见图 2-35。

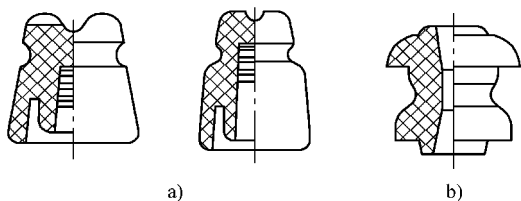


图 2-34 低压架空线路用绝缘子

a) 低压针式绝缘子 b) 低压蝴蝶形绝缘子

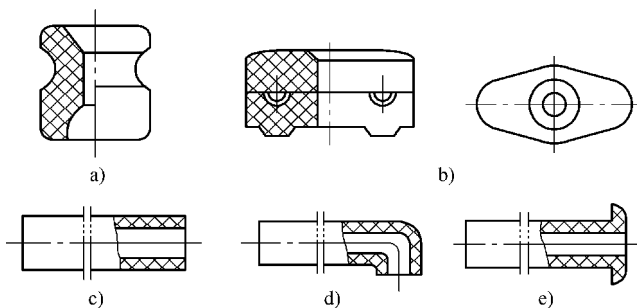


图 2-35 低压室内线路用电瓷件

a) 鼓形绝缘子 b) 瓷夹板 c) 直瓷管 d) 弯头瓷管 e) 包头瓷管

## 2. 导电材料

### (1) 常用导电材料及其特征

导电材料一般都是金属, 但并不是所有的金属都可用来做导电材料。用于导电材料的金属必须同时具备以下 5 个特征:

- 1) 导电性能好 (即电阻系数要小)。
- 2) 有一定的机械强度。
- 3) 不易氧化和腐蚀。
- 4) 容易加工和焊接。
- 5) 资源丰富, 价格便宜。

铜和铝是最常用的导电材料。另外, 在某些特殊场合, 也需要其他的金属或合金作为导电材料, 例如, 架空线需具有较高的机械强度, 常选用铝镁硅合金; 电热材料需具有较大的电阻系数, 常选用镍铬合金或铁铬铝合金; 熔丝需具有易熔的特点, 故选用铅锡合金; 电光源的灯丝要求熔点高, 故选用钨丝作为导电材料等。

铜导线的导电性能、焊接性能及机械强度都比铝导线好。因此, 对要求较高的动力线、电气设备的控制线和电动机、电器的线圈等, 大部分采用铜导线。但由于铜的蕴藏量较小, 而且价格较高, 所以在一般情况下应尽量以铝代铜。铝导线的电阻系数比铜导线大, 但密度小, 而且铝的资源丰富, 价格便宜。采用铝导线可以降低成本, 减轻所受重力。目前架空线

路、照明线路、汇流排等很多领域均采用铝导线和铝排。变压器和中小型电动机的线圈也有采用铝导线绕制的。由于铝导线的连接工艺较为复杂,因此还没有广泛使用。

## (2) 电线、电缆

电线、电缆的品种很多,应用较广泛的有裸线、电磁线、绝缘电线和电缆等。电工所用导线一般可以分为两大类:一类为电磁线;另一类为电力线。

1) 裸导线和裸导体制品。这类产品只有导体部分,没有绝缘和护层结构。分软接线、圆单线、型线和裸绞线四种,安装电工常用的是后面三种。

① 圆单线。主要用来制作各种电线、电缆的导电线芯,也可以直接作为产品用于架空的通信广播线等。常用的有 TY 型硬圆铜线、TR 型软圆铜线、LY 型硬圆铝线及 LR 型软圆铝线。

② 型线。非圆形截面的裸导线称为型线。它主要用于安装配电设备及制作其他电工制品,如输配电的汇流排等。常用的为矩形截面的 TMY 型铜排和 LMY 型铝排。

③ 裸绞线。它是将多根圆单线绞合在一起的绞合导线。这种线较软并有足够的机械强度,所以架空电力线路都用裸绞线架设。常用的有 U 型硬铝绞线, LGJ 型钢芯铝绞线和 TJ 型硬铜绞线等。

2) 绝缘导线及电缆。电气装备内部的安装连接,电气装备与电源间的连接,以及电力的输配等,都要使用各类绝缘导线及电缆。绝缘电线和电缆一般由导电线芯、绝缘层和保护层构成。

① 导电线芯。按使用要求可分为硬型、软型,以及用于移动式电线和电缆线芯的特软型几种结构;按导线的线芯数分单芯、双芯、三芯和四芯等。

② 绝缘层。主要作用是防止漏电和放电。一般由包裹在导电线芯外的一层橡皮、塑料或油纸等绝缘物构成。

③ 保护层。主要起机械保护作用,保护绝缘层。它分为金属的和非金属的保护层两种。绝缘导线通常用纤维编织物、塑料等作为保护层。固定敷设的电缆多采用金属保护层,有铅套、铝套和金属编织套等。在金属保护层外面还有外被层,用以防止金属保护层受外界机械和腐蚀等的损伤。移动电缆多采用非金属保护层,有橡皮、塑料等。

绝缘导线根据外包不同绝缘材料分为塑料线、塑料护套线、橡皮线。绝缘导线的品种很多,常用的绝缘导线的型号见表 2-10。

表 2-10 常用绝缘导线的型号

型号	名 称	主 要 用 途
BX	铜芯橡皮线	固定敷设用
BLX	铝芯橡皮线	
BV	铜芯聚氯乙烯塑料线	
BLV	铝芯聚氯乙烯塑料线	
BVV	铜芯聚氯乙烯绝缘护套线	
BLVV	铝芯聚氯乙烯绝缘护套线	
RVS	铜芯聚氯乙烯绞型软线	灯头、收音机等引线
RVB	铝芯聚氯乙烯绞型软线	

3) 导线截面积的选择。通常按导线的载流量, 线路允许的电压损失, 导线的机械强度等来选择导线的截面积。在不需要考虑允许的电压损失和导线机械强度的情况下, 可只按导线的连续允许通过电流 (安全电流或称安全载流量) 来选择导线的截面积。导线具有电阻, 在通过持续负载电流时会使导线发热, 使导线的温度升高。一般导线的最高允许工作温度为 65℃。若超过这个温度, 导线的绝缘层将加速老化, 甚至变质损坏, 引起火灾。按工作环境的温度, 使导线通过的电流在安全值之内, 就可避免导线在工作时出现温度超过最高允许值的情况, 保证导线的安全运行。导线因敷设方式和使用环境的不同, 其散热条件也不同。所以同样的导线, 明敷和暗敷时其安全载流量就不相同; 同样的敷设方式, 也会因导线数量不同, 其安全载流量也不同, 如导线穿管埋敷时, 情况就是这样。导线使用场所的环境温度越高, 其安全载流量就越小, 因此要准确确定导线的安全载流量, 就要全面考虑以上各种因素的影响。

导线的允许温升, 是指导线的最高允许工作温度与环境温度之差。如当环境温度为 25℃ 时, 导线的允许温升为 65℃ - 25℃ = 40℃。

常用的 500V 铝芯绝缘导线长期连续负载允许载流量见表 2-11。500V 铜芯绝缘线长期连续负载允许载流量见表 2-12。表中的 25℃, 30℃ 表示使用环境温度为 25℃ 和 30℃。500V 塑料绝缘护套线在空气中敷设的长期连续负载允许载流量见表 2-13。

表 2-11 500V 铝芯绝缘导线长期连续负载允许载流量表

导线 截 面 积/ mm <sup>2</sup>	线芯结构			导线明敷设				橡皮绝缘导线多根同穿在 一根管内时允许负载电流/A																塑料绝缘导线多根同穿在 一根管内的允许负载电流/A											
	股 数	单 芯 直 径	成 品 大 径	25℃				30℃				25℃				30℃				25℃				30℃											
				橡皮	塑 料	橡 皮	塑 料	穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管						
								2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	2 根	3 根	4 根	
2.5	1	1.8	5.0	27	25	25	23	21	19	16	19	17	16	20	18	15	18	16	14	20	18	15	18	16	14	19	17	14	17	15	13				
4	1	2.2	5.5	35	32	33	30	28	25	23	25	23	20	26	23	22	23	22	19	27	24	22	24	22	19	25	22	21	22	21	18				
6	1	2.7	6.2	45	42	42	39	37	34	30	33	29	26	35	32	28	31	27	24	35	32	28	31	27	25	33	30	26	29	25	23				
10	7	1.3	7.8	65	59	61	55	52	46	40	44	40	35	49	43	37	41	37	33	49	44	38	42	38	33	46	41	36	39	36	31				
16	7	1.7	8.8	85	80	79	75	66	59	52	58	52	46	62	55	49	54	49	43	63	56	50	55	49	44	59	52	47	51	46	41				
25	7	2.1	10.6	110	105	103	98	86	76	68	77	68	60	80	71	64	72	64	56	80	70	65	73	65	57	75	66	61	68	61	53				
35	7	2.5	11.8	138	130	129	121	106	94	83	95	84	74	99	88	78	89	79	69	100	90	80	90	80	70	94	84	75	84	75	65				
50	19	1.8	13.8	175	165	163	154	133	118	105	120	108	95	124	110	98	112	101	89	125	110	100	114	102	90	117	103	94	106	95	84				
70	19	2.1	16.0	220	205	206	192	165	150	133	153	135	120	154	140	124	143	126	112	155	143	127	145	130	115	145	133	119	135	121	107				
95	19	2.5	18.3	265	250	248	234	200	180	160	184	165	150	187	168	150	172	154	140	190	170	152	175	158	140	177	159	142	163	148	131				
120	37	2	20.0	310	—	290	—	230	210	190	210	190	170	215	196	177	196	177	159	220	200	180	200	185	—	206	187	168	187	173	154				
150	37	2.2	22.0	360	—	336	—	260	240	220	250	227	205	241	224	206	234	212	192	250	230	210	240	215	—	234	215	196	224	201	182				

注: 导电线芯最高允许工作温度 65℃。

表 2-12 500V 铜芯绝缘导线长期连续负载允许载流量表

导线 截面 积 /mm <sup>2</sup>	线芯结构			导线明敷设				橡皮绝缘导线多根同穿在 一根管内时允许负载电流/A												塑料绝缘导线多根同穿在 一根管内的允许负载电流/A											
								25℃						30℃						25℃						30℃					
	股数	单 芯 直 径	成 品 大 径	25℃	30℃	穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管			穿金属管			穿塑料管				
						橡皮	塑料	橡皮	塑料	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2
1.0	1	1.13	4.4	21	19	20	18	15	14	12	13	12	11	14	13	11	12	11	10	14	13	11	12	11	10	13	12	10	11	10	9
1.5	1	1.37	4.6	27	24	25	22	20	18	17	17	16	14	19	17	16	16	15	13	19	17	16	16	15	13	18	16	15	15	14	12
2.5	1	1.76	5.0	35	32	33	30	28	25	23	25	22	20	26	23	22	23	21	19	26	24	22	24	21	19	24	22	21	22	20	18
4	1	2.24	5.5	45	42	42	39	37	38	30	33	30	26	35	31	28	31	28	24	35	31	28	31	28	25	33	29	26	29	26	23
6	1	2.73	6.2	58	55	54	51	49	43	39	43	38	34	46	40	36	40	36	32	47	41	37	41	36	32	44	38	35	38	34	30
10	7	1.33	7.8	85	75	79	70	68	60	53	59	52	46	64	56	50	55	49	43	65	57	50	56	49	44	61	53	47	52	46	41
16	7	1.68	8.8	110	105	103	98	86	77	69	76	68	60	80	72	65	71	64	56	82	73	65	72	65	57	77	68	61	67	61	53
25	19	1.28	10.6	145	138	135	128	113	100	90	100	90	80	106	94	84	94	84	75	107	95	85	95	85	75	100	89	80	89	80	70
35	19	1.51	11.8	180	170	168	159	140	122	110	125	110	98	131	114	103	117	103	92	133	115	105	120	105	93	124	107	98	112	98	87
50	19	1.81	13.8	230	215	215	201	175	154	137	160	140	123	163	144	128	150	131	115	165	146	130	150	132	117	154	136	121	140	123	109
70	49	1.33	17.3	285	265	266	248	215	193	173	195	175	155	201	180	162	182	163	145	205	183	165	185	167	148	192	171	154	173	156	138
95	84	1.20	20.8	345	320	322	304	260	235	210	240	215	195	241	220	197	224	102	182	250	225	200	230	205	185	234	210	187	215	192	173
120	133	1.08	21.7	400	—	374	—	300	270	245	278	250	227	280	252	229	260	234	212	285	166	230	265	240	215	266	248	215	248	224	201
150	37	2.24	22.0	470	—	440	—	340	310	284	320	290	260	318	290	262	299	271	248	320	296	270	305	280	260	299	276	252	285	262	234

表 2-13 500V 塑料绝缘护套线 (BVV, BLVV) 在空气中敷设的长期连续负载允许载流量/A

截面积 /mm <sup>2</sup>	一芯		二芯		三芯	
	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯	铝芯	铜芯
1.0	—	19	—	15	—	11
1.5	—	24	—	19	—	14
2.5	25	32	20	26	16	20
4.0	34	42	26	36	22	26
6.0	43	55	33	49	25	32
10.0	59	75	51	65	40	52

注：线芯最高工作温度 65℃，周围环境温度为 25℃。

另外，利用口诀和一些简单心算方法，也可直接求得导线截面积的估算值，而且并不影响使用。铝芯绝缘导线载流量与截面积倍数的关系口诀如下：

10 下五，100 上二；

25，35，四三界；

70，95，两倍半；

穿管，温度，八九折；

裸线加一半，铜线升级算。

此口诀以铝芯绝缘导线明敷，环境温度为 25℃ 的条件为准。口诀对各种截面积导线的载流量 (A)，用截面积 (mm<sup>2</sup>) 乘以一定的倍数来表示。为此，要熟悉导线线芯截面积排列，常用导线标称截面积 (mm<sup>2</sup>) 排列如下：

1、1.5、2.5、4、6、10、25、35、50、70、95、120、150、185、……

把口诀的“截面积与倍数关系”排列起来,可表示为:

10 及以下	16 ~ 25	35 ~ 50	70 ~ 95	120 及以上
五倍	四倍	三倍	二倍半	二倍

此外,口诀中的“穿管,温度,八九折”是指导线不明敷,温度超过 25℃ 较多时才予以考虑。若两种条件都已改变,则载流量应打 8 折后再打 9 折,或简单的一次以 7 折计算(即  $0.8 \times 0.9 = 0.72$ )。口诀中的“裸线加一半”是指按一般计算得出的载流量再加一半(即乘 1.5)。口诀中的“铜线升级算”是指将铜线的截面积按截面排列顺序提升一级,然后再按相应的铝线条件计算。

### (3) 电热材料

电热材料是用来制造各种电阻加热设备中的发热元件的,作为电阻接在电路中,把电能转变为热能,使加热设备的温度升高。电热材料所具有的特点是电阻系数高,加工性能好。尤其是能够长期工作在高温状态下。因此,要求高温时具有足够的机械强度和良好的抗氧化性能。常用电热合金的抗氧化能力是由于表面形成一层致密的氧化膜,以阻止金属基体的深入氧化。如镍铬合金生成的氧化膜为氧化铬,铁铬铝合金生成的氧化膜为氧化铝,硅钼合金生成的氧化膜为氧化硅。前两种合金中还含有微量的稀土金属,大大增强氧化膜对基本金属的附着力,从而提高工作温度和使用寿命。

当工作温度升高到一定限度时,氧化作用显著增大,氧化膜逐渐失去保护作用,使寿命大为缩短,同时材料强度也显著降低。特别是铁铬铝合金更为突出,甚至难以保持其原有性能。根据这两方面的因素,必须规定合金材料的最高工作温度。此外,还要考虑电热元件所受各种挥发气体的影响。

在常用电热材料中,合金材料用途最广。高熔点纯金属材料的工作温度比合金高,但只能在一定条件下应用。硅碳及硅钼电热材料常常制成元件供实际使用,但其工作温度较高,质硬而脆,使用上不如金属材料方便,此外还有在金属套管内埋附合金电热线的管状加热元件。

### 3. 磁性材料

磁性材料被广泛用于电气工程及电子技术中。它像高电导率的铜、铝在电气设备中形成电路一样,高磁导率的磁性材料在电气设备中构成磁路,是电气设备中不可缺少的重要组成部分。

#### (1) 磁性材料的分类

磁性材料按磁导率的大小可分为三类:

- 1) 反磁物质。它们的相对磁导率小于 1,如铜、银等。
- 2) 顺磁物质。它们的相对磁导率稍大于 1,如空气、锡、铝等。
- 3) 铁磁物质。它们的相对磁导率远远大于 1,如铁、镍、钴及其合金等。

由于反磁物质和顺磁物质磁性较弱,相对磁导率都近似等于 1,故不能作为磁性材料使用。只有铁磁物质在工程中才有实用价值。因此,工程中所说的磁性材料都是指铁磁物质。

磁性材料按其特性与应用情况分为软磁材料、硬磁材料和特殊性能的磁性材料三大类。

#### (2) 磁性材料的特点

1) 软磁材料。磁滞回线很窄的铁磁材料称为软磁材料。其特点是磁导率很大,剩磁和矫顽力都很小,容易磁化和去磁,因而磁滞损耗小。在工程上主要用于减小磁路磁阻,增大

磁通量。属于这类材料的有：电工纯铁、硅钢片、铁镍合金等。

2) 硬磁材料。磁滞回线较宽的潜性材料称硬磁材料。其特点是必须用较强的外磁场才能使它们磁化，一经磁化，取消外磁场后磁性就不易消失，能长期保持磁性基本不变，而且矫顽力很大。主要用途是制造各种形状的永久磁铁和恒磁。属于这类材料的有：合金碳钢、铝镍钴、硬磁铁氧体等。

3) 特殊性能的磁性材料。随着科技发展进步，工程上需要很多特殊性能的磁性材料。属于这类材料的有：矩磁材料、恒导磁合金、磁温度补偿合金等。

#### 4. 线管

电线敷设可以用穿管的方法来实现。穿管的目的是为了避免导线受到外来机械损伤并保证电气线路绝缘及安全。常用的线管敷设有水煤气管（钢管）、电线管、硬塑料管等。

##### (1) 钢管

导线穿管用的钢管又称水煤气管，用公称口径的规格表示，一般称公称通径。公称通径又叫名义直径和名义小径。

钢管表面镀有锌层，管壁较厚，一般在潮湿或有腐蚀性气体的场所内明敷或埋地。常用钢管的技术参数见表 2-14。

表 2-14 钢输送管（YB 234—63）

公称口径		大径/mm	普通管		加厚管	
mm	in		壁厚 /mm	理论重量 / (kg/m)	壁厚 /mm	理论重量 / (kg/m)
10	3/8	17	2.25	0.82	2.75	0.97
15	1/2	21.35	2.75	1.25	3.25	1.44
20	3/4	26.75	2.75	1.63	3.5	2.01
25	1	33.5	3.25	2.42	4	2.91
32	1¼	42.25	3.25	3.13	4	3.77
40	1½	48	3.5	3.84	4.25	4.58
50	2	60	3.5	4.88	4.5	3.16
70	2½	75.5	3.75	6.64	4.5	7.88
80	3	88.5	4	8.34	4.75	9.81

##### (2) 电线管

电线管又称电线套管。管壁内外均涂有一层绝缘漆，管壁较薄，一般用于干燥场所内明敷或暗敷。电线管的规格以大径公称口径的近似值表示，其规格有 10 ~ 76mm 10 种。常用电线管的数据见表 2-15。

表 2-15 电线管

公称口径		大径/mm	壁厚/mm	理论重量/ (kg/m)
mm	in			
13	1/2	12.7	1.24	0.34
16	5/8	15.87	1.6	0.43
20	3/4	19.05	1.6	0.72
25	1	25.4	1.6	0.82
32	1¼	31.75	1.6	0.90
38	1½	38.1	1.6	1.13
50	2	50.8	1.6	1.47

(3) 硬塑料管

硬塑料管又称硬聚氯乙烯管，其特点是耐酸碱性强，适用于腐蚀性较强的场所。但机械强度不如钢管和电线管。采用这种线管配线时，施工方便、周期短、价格便宜，目前多用于民用照明。

硬塑料是以大径的公称尺寸乘以壁厚表示其规格。如塑料管 25 × 1.5 表示大径 25mm，壁厚 1.5mm，管子小径 = 大径 - 2 × 壁厚，其规格尺寸见表 2-16。

表 2-16 常用塑料管材规格及尺寸公差

大径/mm	大径公差 /mm	轻型		重型	
		壁厚及公差/mm	近似重量/（kg/m）	壁厚及公差/mm	近似重量/（kg/m）
10	±0.2	—	—	1.5 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.06
12	±0.2	—	—	1.5 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.07
16	±0.2	—	—	2.0 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.13
20	±0.3	—	—	2.0 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.17
25	±0.3	1.5 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.17	2.5 <sup>+0.5</sup> <sub>0.0</sub>	0.27
32	±0.3	1.5 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.22	2.5 <sup>+0.5</sup> <sub>0.0</sub>	0.35
40	±0.4	2.0 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.36	3.0 <sup>+0.6</sup> <sub>0.0</sub>	0.52
50	±0.4	2.0 <sup>+0.4</sup> <sub>0.0</sub>	0.45	3.5 <sup>+0.6</sup> <sub>0.0</sub>	0.77
63	±0.5	2.5 <sup>+0.5</sup> <sub>0.0</sub>	0.71	4.0 <sup>+0.8</sup> <sub>0.0</sub>	1.11
75	±0.5	2.5 <sup>+0.5</sup> <sub>0.0</sub>	0.85	4.0 <sup>+0.8</sup> <sub>0.0</sub>	1.34
90	±0.7	3.0 <sup>+0.6</sup> <sub>0.0</sub>	1.23	4.5 <sup>+0.9</sup> <sub>0.0</sub>	1.81
110	±0.8	3.5 <sup>+0.7</sup> <sub>0.0</sub>	1.75	5.5 <sup>+1.1</sup> <sub>0.0</sub>	2.71

2.2.2 管工常用材料

1. 焊接钢管

室内给水系统中常用的钢管属于低压流体输送焊接钢管。它有直缝焊管和卷焊管之分。

按表面防腐处理可分为镀锌管（白铁管）和不镀锌管（黑铁管）两种，按管壁厚度可分普通管和加厚管。普通焊接钢管可承受的工作压力为 1.0MPa，加厚焊接钢管可承受的工作压力为 1.6MPa。

### （1）管材

工业管道所用的管材种类很多，按制造材料可分为碳素钢管、合金钢管、不锈钢铸铁管、有色金属管及非金属管等。本书着重介绍碳素钢管的性能和用途。

1) 性能。碳素钢管的耐腐蚀性。碳素钢管在大气中的腐蚀不但与大气中的湿度和温度有关，还与大气中的成分有关。二氧化硫、硫化氢、氯化氢等气体能加快对碳素钢管的腐蚀。而且碳素钢管在水中的腐蚀与水的含氧量有关，含氧量上升腐蚀加快。在冷加工和焊接过程中，常常在金属中产生很大的应力使碳素钢管出现应力腐蚀。金属的应力腐蚀主要在受拉应力时产生。所以在安装管道时应使结构具有最小的应力集中，减少或消除残余应力。

2) 应用。碳素钢管材产量大，规格品种多，价格较低廉，具有较好的物理、力学性能以及焊接和加工性能，因此被广泛应用。

碳素钢管能承受较高的压力和较高的温度，可用来输送沙、油、煤气、天然气、蒸汽等物质。碳素钢管经喷涂耐腐蚀涂料或加衬里后也可用来输送腐蚀性的物质。

3) 焊接钢管的规格。低压流体焊接钢管的规格已标准化。低压流体输送用焊接钢管的规格见表 2-17。

表 2-17 低压流体输送用焊接钢管规格

公称直径		外径		普通钢管			加厚钢管		
mm	in	公称尺寸/mm	允许偏差	壁厚		理论重量 / (kg/m)	壁厚		理论重量 / (kg/m)
				公称尺寸/mm	允许偏差		公称尺寸/mm	允许偏差	
8	1/4	13.5	±0.5%	2.25	+12% -15%	0.62	2.75	+12% -15%	0.73
10	3/8	17.0		2.25		0.82	2.75		0.97
15	1/2	21.3		2.75		1.26	3.25		1.45
20	3/4	26.8		2.75		1.63	3.50		2.01
25	1	33.5		3.25		2.42	4.00		2.91
32	1¼	42.3		3.25		3.13	4.00		3.78
40	1½	48.0		3.50		3.48	4.25		4.58
50	2	60.0	±1%	3.50	+12% -15%	4.88	4.50	+12% -15%	6.16
65	2½	25.5		3.75		6.46	4.50		7.88
80	3	88.5		4.00		8.34	4.75		9.81
100	4	114.0		4.00		10.85	5.00		13.44
125	5	140.0		4.50		15.04	5.50		18.24
150	6	165.0		4.50		17.81	5.50		21.63

### （2）配件

低压流体输送用焊接钢管的配件，通常用可锻铸铁加工而成，配件有镀锌和非镀锌之分，分别用于连接镀锌焊接钢管和非镀锌焊接钢管。

常用的管件有管箍、外螺钉、弯头、三通、四通、活接头、螺钉、丝堵等，见图 2-36。

1) 管箍又称内螺钉、内接头、管接头束结，用于螺纹直线连接两根公称直径相同的

管子。

2) 外螺钉又称外螺管接头、外接头、短接,用于连接两个公称直径相同的内螺纹管件,如弯头内螺纹、阀门孔等。

3) 90°弯头又称正弯,用于连接两根公称直径相同的管子或管件,并使管路做90°转弯。

4) 45°弯头又称直弯,用于连接两根公称直径相同的管子或管件,并使管路做45°转弯。

5) 异径弯头又称大小弯,用于连接两根公称直径不同的管子或管件,并使管路做90°转弯。

6) 等径三通又称正三通、T通,用于连接直管中分出的等径垂直的支管。

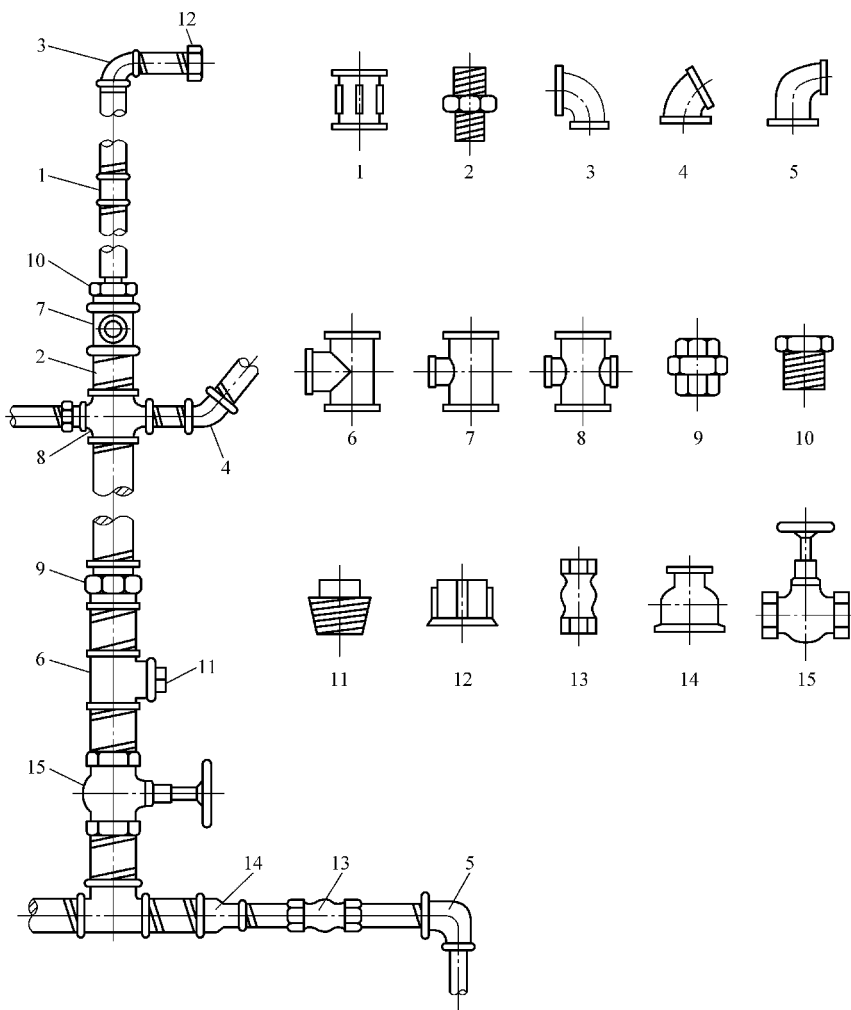


图 2-36 低压流体输送用焊接钢管螺纹连接配件

1—管箍 2—外螺钉 3—90°弯头 4—45°弯头 5—异径弯头 6—等径三通 7—异径三通  
8—异径四通 9—活接头 10—螺钉 11—丝堵 12—管帽 13—快速接头 14—异径管箍 15—阀门

7) 异径三通有中小及中大三通之分,用于连接直管中分出异径垂直的管子。

8) 等径四通又称正四通, 用于连接四根公称直径相同, 并成垂直相交的管子或管件。

9) 活接头又称连接头, 连接管子的作用与管箍相同, 它用于管路需装卸的地方, 如淋浴器与管路连接的地方。

10) 内外螺钉又称内外螺管接头、补心, 用于直线管路变径处的连接, 其外螺纹公称直径大于内螺纹。

11) 丝堵又称堵头、闷头, 用于堵塞管路附件的端头或堵塞管道设备预留管口。

12) 管帽, 用于堵塞管子外螺纹的端头口。

13) 快速接头, 用于连接两根公称直径相同的管子。在工程抢修中常用到这种接头。它是一个新款活络接头, 接头与管子之间采用胶圈密封。

## 2. 铸铁管

铸铁管根据用途可分为给水铸铁管和排水铸铁管。根据材料性能可分为普通灰口铸铁管和球墨铸铁管。

### (1) 给水铸铁管

1) 灰口铸铁管, 根据铸造方式可分为砂型离心铸铁管和连续铸铁管。

砂型离心铸铁管 (见图 2-37) 按其壁厚分为 P 级和 B 级。P 级适用于输送工作压力  $\leq 75\text{MPa}$  压力的流体, B 级适用于输送工作压力  $\leq 1.0\text{MPa}$  压力的流体。

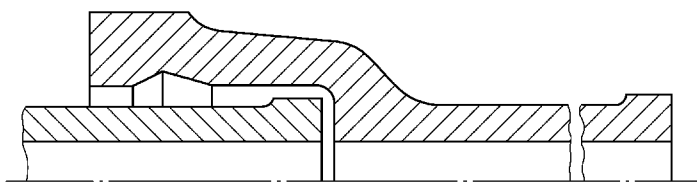


图 2-37 砂型离心铸铁管

砂型离心铸铁管有公称直径 DN75 ~ DN1000mm 各种规格, 有效长度有 5000mm 和 6000mm 两种。其中公称直径小于 DN300mm 时, 管子有效长度为 5000mm; 公称直径大于 DN300mm 时, 管子有效长度为 6000mm; 公称直径等于 DN300mm 时, 管子有效长度有 5000mm 和 6000mm 两种规格。

连续铸铁管按其壁厚分为 L<sub>A</sub>、A 和 B 三级。L<sub>A</sub> 级适用于输送工作压力  $\leq 0.75\text{MPa}$  压力的流体; A 级适用于输送工作压力  $\leq 1.0\text{MPa}$  压力的流体; B 级适用于输送工作压力  $\leq 1.25\text{MPa}$  压力的流体, 见图 2-38。

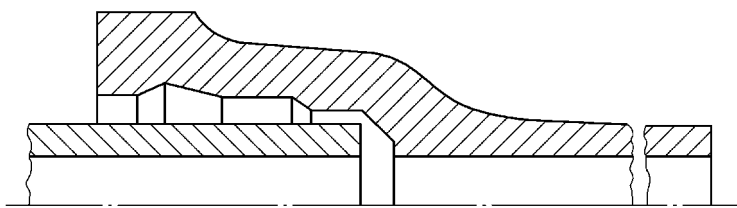


图 2-38 连续铸铁管

连续铸铁管有公称直径 DN75mm ~ DN1200mm 各种规格。管子有效长度有 4000mm、5000mm 和 6000mm 3 种。其中公称直径小于等于 DN100mm 时, 管子有效长度为 4000mm 和

5000mm 两种规格；公称直径大于 DN100mm 时，管子有效长度为 4000mm、5000mm 和 6000mm 3 种规格。

2) 球墨铸铁管，具有承受压力高、韧性好、管壁薄、便于安装等特点。有公称直径 DN500mm ~ DN1200mm 各种规格，管子有效长度为 6000mm。

3) 给水铸铁管管件，按承口形式分为承插和法兰两种，见图 2-39。

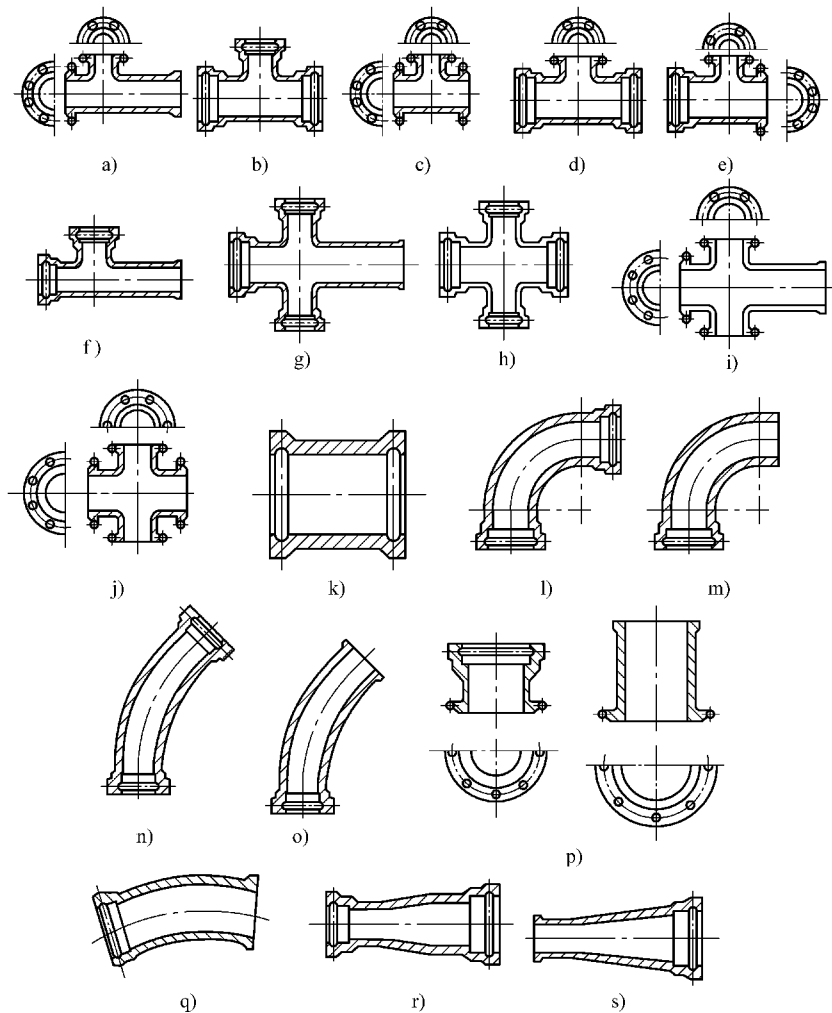


图 2-39 给水铸铁管件

- a) 双盘三通 b) 三承三通 c) 三盘三通 d) 双承单盘三通 e) 单程双盘三通 f) 双承三通  
g) 三承四通 h) 四承四通 i) 三盘四通 j) 四盘四通 k) 铸铁管箍 l) 90°双承弯管 m) 90°承插弯管  
n) 45°双承弯管 o) 45°承插弯管 p) 22.5°承插弯管 q) 甲乙短管 r) 双承大小头 s) 承插大小头

## (2) 排水铸铁管

排水铸铁管，在新建的普通建筑物中已被塑料排水管及其他化学管材所取代。但是旧建筑中仍存在着大量的排水铸铁管。因此这里对排水铸铁管只做简单的介绍。

1) 排水铸铁管材料为灰口铸铁，接口形式为承插式。按管承口部位的形状分为 A 型和 B 型，如图 2-40 所示。

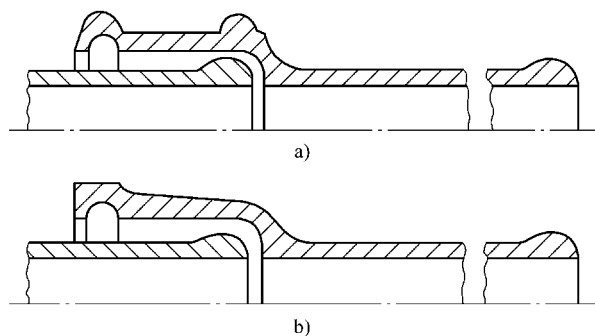


图 2-40 排水铸铁直管

a) A 型 b) B 型

排水铸铁管较钢管耐腐蚀，其管壁较给水铸铁管薄，不能承受较高的压力，它常应用于生活污水管道、生活盥洗管道等，也可用于工艺设备震动不大的场所的生产排水管道。

2) 排水铸铁管管件（见图 2-41）。排水铸铁管管件均有 A 型和 B 型两种。承插短管、三通、四通、弯头均有带检查口和不带检查口两种。

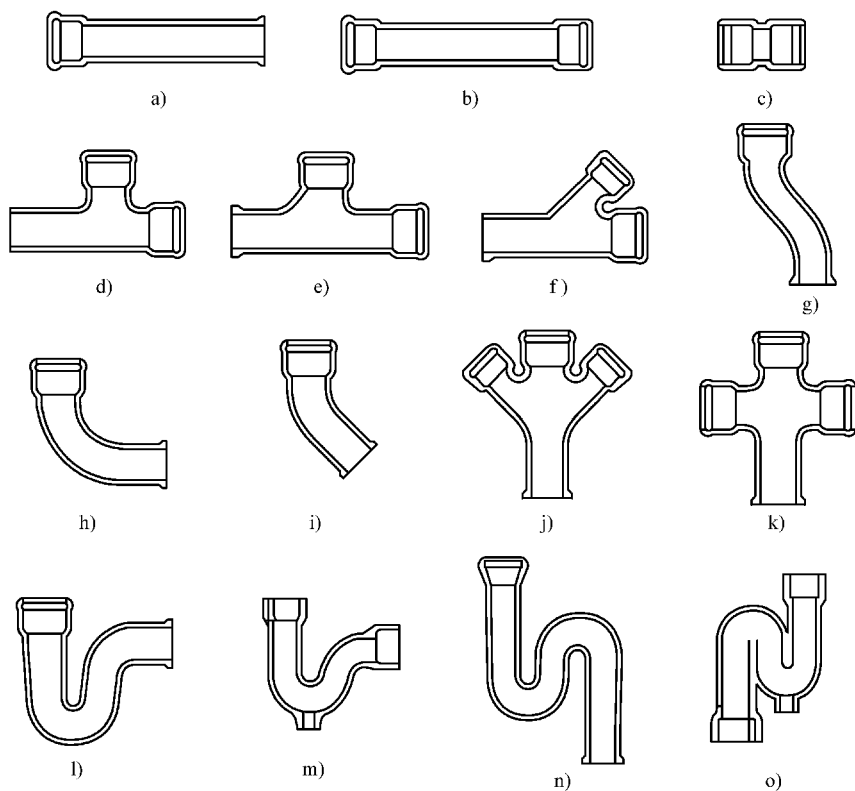


图 2-41 排水铸铁管管件

a) 承插直管 b) 双承直管 c) 套管 d) 正三通 e) 顺水三通 f) 斜三通 g) 弯曲形管 h) 90°弯管 i) 45°弯管 j) Y 形四通 k) 正四通 l) P 形承插存水弯管 m) 螺纹 P 形存水弯管 n) S 形承插存水弯管 o) 螺纹 S 形存水弯管

### 3. 塑料管

建筑给水塑料管材、管件具有耐酸、耐碱、耐腐蚀、不结垢、抗氧化、质量轻、施工方

便等优点。目前已广泛用于建筑物内给水排水系统中。这里主要介绍硬聚氯乙烯给排水管，其他新型管材内容请参阅相关书籍。

(1) 给水塑料管

给水聚氯乙烯管材及管件应符合现行的产品标准 GB/T 10002.1—1996《给水用硬聚氯乙烯管材》和 GB/T 10002.2—1988《给水用硬聚氯乙烯管件》的要求。适用于给水温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ ，给水压力 $\leq 0.6\text{MPa}$ 的多层和高层建筑分区供水系统。管道在室内不得用于消防供水系统或与消防供水系统相连接的生活给水系统。

1) 管材、管件及橡胶密封圈、胶粘剂的质量要求和主要技术性能指标。

管材、管件应有制造单位质量检验部门的质量检验合格证。管材表面应标明商标、用途、生产厂名、公称大径、壁厚、公称压力等级、执行产品标准和生产时间。管件应标明商标、规格、公称压力等级。管材、管件的颜色应一致，管材表面应光滑、平整，管材直线偏差 $\leq 1\%$ ，管材端口平整，管件应无缺损变形，无明显合模缝，浇口应平整。管材不得小于定尺长度，极限偏差长度为 $+0.4\%$ 。管材、管件大径配合公差管口部位 $\leq 0.25\text{mm}$ 。管件中间部位应为管材的大径尺寸。表 2-18 为给水硬聚氯乙烯管材、管件的物理和力学性能。

表 2-18 管材、管件的物理和力学性能

项目	单位	指标	
		管材	管件
密度	$\text{kg}/\text{m}^3$	1350 ~ 1460	1350 ~ 1460
维卡软化温度	$^{\circ}\text{C}$	$\geq 80$	$\geq 72$
纵向回缩率	$\%$	$\leq 5\%$	
二氯乙烷浸渍试验	$15^{\circ}\text{C}$ ，15min	表面无变化	
落锤冲击实验（%）TLR		冲击 $\text{TLR} \leq 5\%$	
液压试验	$\text{MPa}$	诱导压力（ $20^{\circ}\text{C}$ ）42（1h）或（ $20^{\circ}\text{C}$ ）35（100h） 无渗漏，无破裂	$4.2 \times p_N$ （ $p_N$ 为公称压力）
连续密封试验		$D_e \leq 90$ $4.2 \times p_N$ $D_e > 90$ $3.36 \times p_N$ 无渗漏，无破裂	同管材

橡胶圈不应有气孔、裂缝、重皮和接缝。橡胶圈小径与管材插口大径之比为0.85:0.90，橡胶圈断面直径压缩率为40%。

胶粘剂应呈流动状态，在未搅拌情况下不得有分层现象和析出物出现。胶粘剂物理、力学性能必须符合下列规定：

管径 $\leq 63\text{mm}$ 时，黏度 $\geq 0.09\text{Pa} \cdot \text{s}$ （ $23^{\circ}\text{C}$ ）；管径 $\geq 75\text{mm}$ 时，黏度 $\geq 0.5\text{Pa} \cdot \text{s}$ （ $23^{\circ}\text{C}$ ）；抗剪强度 $\geq 6.0\text{MPa}$ （ $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，固化72h后）；最低静水压水密性强度：（ $4.2 + 0.20$ ）倍公称压力下保持15min不漏水。

2) 管材、管件规格。给水硬聚氯乙烯管道的基本尺寸是以大径来表示的，见表 2-19。管材、管件壁越厚，其公称压力越高。管材现行国家产品等级较多。从安全、耐久考虑，用于建筑物内的管材、管件公称压力应采用1.6MPa等级（大径 $\leq 25\text{mm}$ 小口径的管道公称压

力均采用 1.6MPa。大口径的管道可适当降低公称压力等级，但必须 $\geq 1.0\text{MPa}$ )。表 2-20 为管材尺寸及公差，表 2-21 为管材、管件承口尺寸。

表 2-19 塑料管大径与公称直径对照关系

塑料管大径/mm	20	25	32	40	50	63	75	90	110
公称直径/in	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	2	$2\frac{1}{2}$	3	4
公称直径/mm	15	20	25	32	40	50	65	80	100

表 2-20 管材尺寸及公差

外径 $D/\text{mm}$		壁厚/mm			
		公称压力 0.63MPa		公称压力 1.0MPa	
		基本尺寸	公差	基本尺寸	公差
20	$+0.30$ $0.00$	1.6	$+0.40$ $0.00$	1.9	$+0.40$ $0.00$
25	$+0.30$ $0.00$	1.6	$+0.40$ $0.00$	1.9	$+0.40$ $0.00$
32	$+0.30$ $0.00$	1.6	$+0.40$ $0.00$	1.9	$+0.40$ $0.00$
40	$+0.30$ $0.00$	1.6	$+0.40$ $0.00$	1.9	$+0.40$ $0.00$
50	$+0.30$ $0.00$	1.6	$+0.40$ $0.00$	2.4	$+0.50$ $0.00$
63	$+0.30$ $0.00$	2.0	$+0.40$ $0.00$	3.0	$+0.50$ $0.00$
75	$+0.30$ $0.00$	2.3	$+0.50$ $0.00$	3.6	$+0.60$ $0.00$
90	$+0.30$ $0.00$	2.8	$+0.50$ $0.00$	4.3	$+0.70$ $0.00$
110	$+0.40$ $0.00$	3.4	$+0.60$ $0.00$	5.3	$+0.80$ $0.00$

表 2-21 管材、管件承口尺寸

承口小径/mm	承口长度/mm	承口中部的平均小径/mm	
		最小值	最大值
20	16.0	20.1	20.3
25	18.5	25.1	35.3
32	22.0	32.1	32.3
40	26.0	40.1	40.3
50	31.0	50.1	50.3
63	37.5	63.1	63.3
75	43.5	75.1	75.3
90	51.0	90.1	90.3
110	61.0	110.1	110.4

(2) 排水塑料管（PVC—U）

硬聚氯乙烯管（PVC—U）目前已广泛用于建筑物内排水系统，在一般民用和工业建筑室内排水系统中基本上取代了排水铸铁管。建筑排水用硬聚氯乙烯管具有耐腐蚀、质量轻、排水阻力小、施工方便等特点。适用于建筑物内连续排放温度 $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ，瞬时排放温度 $\leq 80^{\circ}\text{C}$ 的生活污水（废水）管道。

1) 管材、管件的质量要求和主要技术性能指标。

管材、管件等材料应具有质量检验部门的产品合格证，并有明显的标志，标明生产厂名和规格。包装上应标有批号、数量、生产日期和检验代号。管材、管件的质量应符合下列规定：管材和管件的颜色应一致，无色泽不均及分解变色线；管材的内外壁应光滑、平整、无气泡、无裂口、无明显的痕纹和凹陷，管材的端面应平整并垂直于轴线；管材不允许有异向弯曲，直线度的公差应 $<0.3\%$ ；管件应完整无缺损，浇口及溢边应修理平整，内外表面光滑，无明显痕纹。管材和管件的物理、力学性能见表 2-22。

表 2-22 管材和管件的物理、力学性能

试验项目	指 标	
	管 材	管 件
抗拉强度	$>41.19\text{MPa}$	
维卡软化温度	$>79^{\circ}\text{C}$	$>70^{\circ}\text{C}$
扁平试验	压至大径的 1/2 时，无裂缝	在规定试验压力下，无破裂
落锤冲击试验	试样不破裂	
液压试验	1.226MPa，保持 1min 无渗漏	
坠落试验		无破裂
纵向尺寸变化率	$\pm 2.5\%$	

胶粘剂必须有生产厂名称、出厂日期和使用年限，并必须有生产合格证和说明书。胶粘剂属易燃品，在存放、运输和使用时，必须远离火源，注意安全。

2) 管材、管件规格。硬聚氯乙烯排水管道的基本尺寸是以大径来表示的。管材的大径主要有以下 5 种规格：40mm、50mm、75mm、110mm 及 160mm，也有 90mm 和 125mm 两种不常用规格，见表 2-23。

表 2-23 硬聚氯乙烯直管公称大径与壁厚

公称大径 /mm	极限偏差 /mm	壁厚/mm		长度/mm	
		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差
40	+0.3	2.0	+0.4	4000 或 6000	$\pm 10$
50	+0.3	2.0	+0.4		
75	+0.3	2.3	+0.4		
90	+0.3	3.2	+0.6	4000 或 6000	$\pm 10$
110	+0.4	3.2	+0.6		
125	+0.4	3.2	+0.6		
160	+0.5	4.0	+0.6		

硬聚氯乙烯排水管的管件主要有以下品种：45°弯头、90°弯头、90°顺水三通、45°斜三通、瓶形三通、正四通、45°斜四通、直角四通、异径管和管箍。

#### 4. 水嘴和开关阀门

##### (1) 水嘴

水嘴又称龙头，其种类繁多、式样各异。有普通水嘴、洗脸盆水嘴、洗涤盆水嘴、浴盆水嘴等。水嘴的作用是调节和启闭水流，见图 2-42。

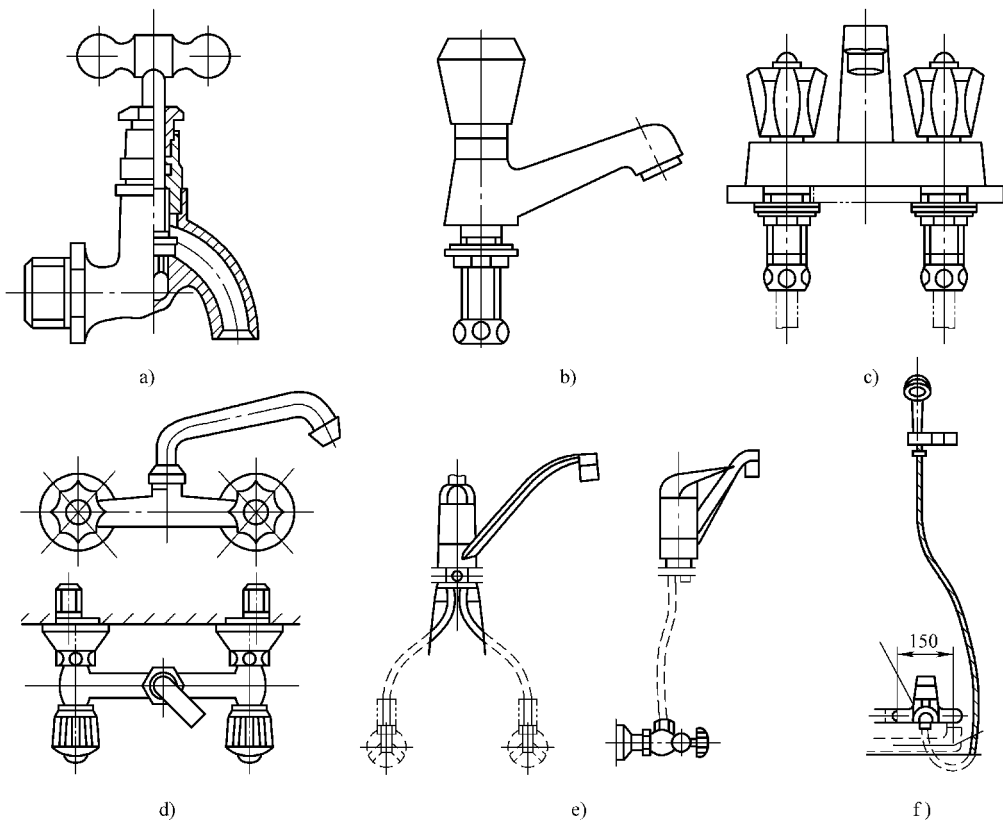


图 2-42 水嘴

a) 普通水嘴 b) 延时自闭式水嘴 c) 脸盆水嘴 d) 洗涤盆水嘴 e) 单柄洗涤盆水嘴 f) 浴盆水嘴

##### (2) 开关阀门

阀门用来调节水量和关闭水流。常用的有闸阀、截止阀、球阀及浮球阀等。这里只介绍闸阀和截止阀。

1) 闸阀。闸阀又称闸板阀，是利用旋转螺杆来调节闸板的开启和关闭，以调节管道流量的大小。闸阀的通路口径与管径相同，流动阻力小，因此，广泛用于不含杂质的给水管道系统。由于闸阀密封面易磨损，故不宜用在频繁开启和关闭或经常调节流量的管路上。

常用闸阀按闸板结构形式的不同可分为平行式和楔式，见图 2-43。

2) 截止阀。截止阀结构较简单。它广泛应用于给水管道系统，还可用于蒸汽管道系统，截止阀主要有标准式、角式和直流式 3 种，见图 2-44。截止阀开启时流动阻力较闸阀大。

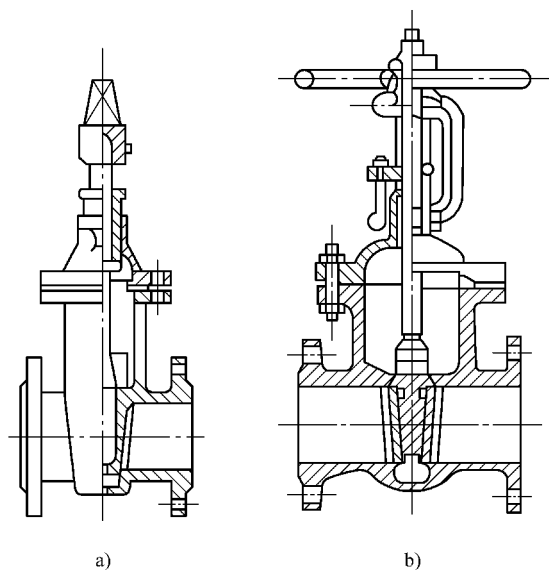


图 2-43 闸阀

a) 平行式闸阀 b) 楔式闸阀

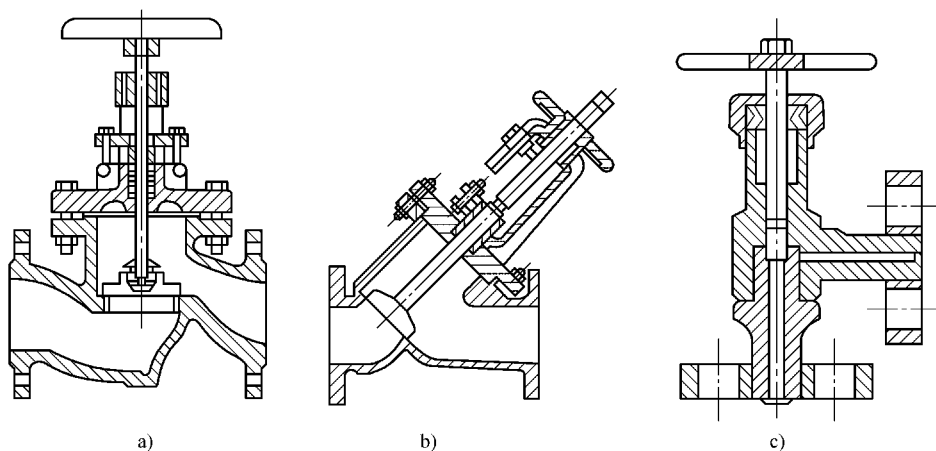


图 2-44 截止阀

a) 标准式 b) 角式 c) 直流式

3) 阀门设置与选用。给水管网在下列管段上应设阀门：引入管、水表前和立管、环形管网分干网、贯通支状管网的连通管；居住和公共建筑中，从立管接有3个及3个以上配水点的支管；工艺要求设置阀门的生产设备配水支管或配水管，但同时关闭的配水点不得超过6个。阀门应装设在便于检修和易于操作的位置。

给水管网上阀门的选择应符合下列规定：管径 $\leq 50\text{mm}$ 时，宜采用截止阀。管径 $> 50\text{mm}$ 时，宜采用闸阀。在双向流动管段上，宜采用闸阀。在经常启闭的管段上，宜采用截止阀。

## 5. 地漏和存水弯

### (1) 地漏

厕所、盥洗室、卫生间及其他房间需从地面排水时，应设置地漏。地漏应设置在易溅水的器具附近及地面的最低处。地漏的顶面标高应低于地面 5 ~ 10mm。地漏水封深度不得小于 50mm。淋浴室内地漏的直径，可按表 2-24 来确定。

表 2-24 沐浴室地漏直径

地漏直径/mm	淋浴器数量/个
50	1 ~ 2
75	3
100	4 ~ 5

1) 防返溢地漏。地漏是室内排水系统排水口位置最低处。当排水管堵塞时，污水（废水）往往从地漏处返溢而造成室内进水，因此，建筑上都要应用和推广防返溢地漏，见图 2-45。

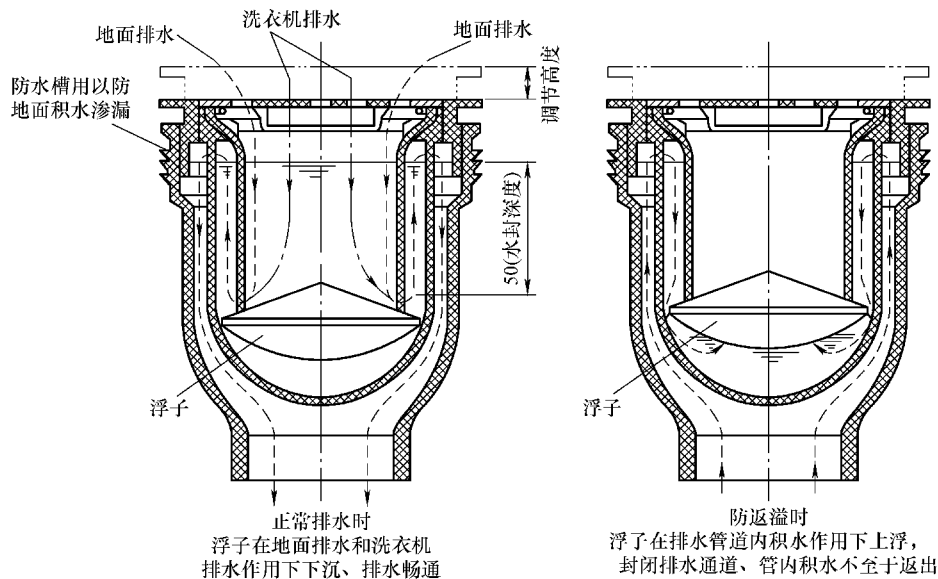


图 2-45 防返溢地漏工作原理

防返溢地漏适用于建筑排水系统中地面排水和家用洗衣机排水。防返溢多用地漏可用于浴盆和洗脸盆排水。图 2-46 所示为防返溢多用地漏安装示意图。当地漏因堵塞而致排水量减少时，可取出水封套，清洗地漏内部，便可恢复原状态重新排水。

2) 地漏安装程序和要求。在楼板上预留安装孔，放置地漏，连接排水管道、调整地漏与地面的高度，使地漏的顶面标高低于地面 5 ~ 10mm，细石混凝土分层嵌实。安装时应确保地漏垂直度及顶面水平。

### (2) 存水弯

存水弯是一种特殊的弯管。当卫生器具排水后，弯管里而存有一定深度的水，这个深度称为水封深度。其作用是防止排水管道系统所产生的臭气、有害气体、可燃气体以及小虫、

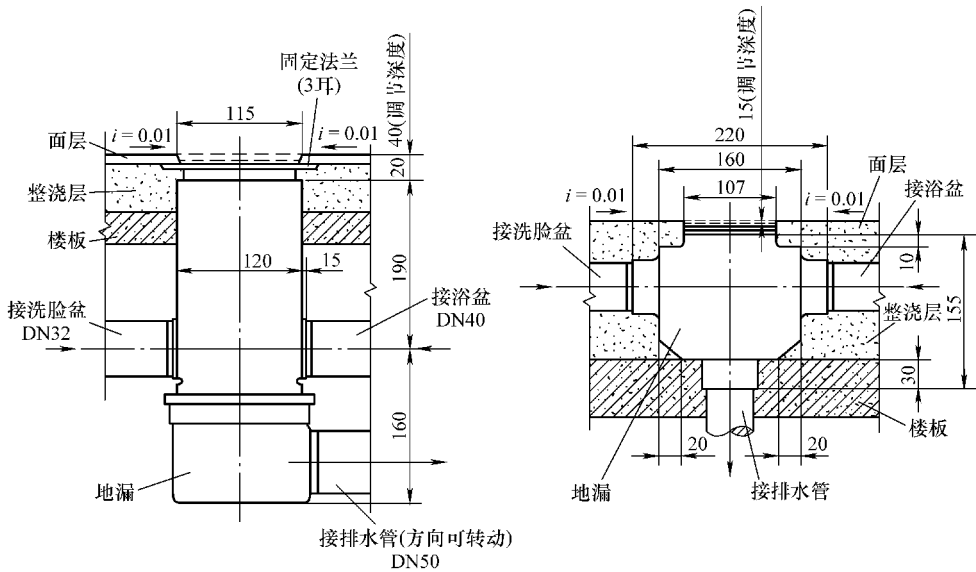


图 2-46 防返溢多用地漏安装示意图

小动物通过卫生器具进入室内。当卫生器具、工业废水受水器和生活污水管道，或其他可能产生有害气体的排水管道连接时，必须在排水 1:1 以下设置存水弯。卫生器具构造内已有存水弯时，不必在排水 1:1 以下设置存水弯，如坐便器。存水弯的水封深度一般 $\geq 50\text{mm}$ 。存水弯有 S 形、P 形和瓶形。

2.2.3 其他常用材料

1. 卫生器具

卫生器具是用来洗涤、收集和排除生产及生活中的污水、废水的设备，是室内排水系统的重要组成部分。为防止排水管道中的有害气体进入室内污染环境，卫生器具下部一般需装设存水弯。

卫生器具的作用与排水管道不同，其基本要求是：卫生器具的材质应耐磨、耐腐蚀、耐老化，具有一定的强度，不含对人体有害的成分；表面光滑，不易积污纳垢，积污后易清洗；要便于安装和维修，用水量少和噪声小；存水弯要保持有足够的水封深度等。各种卫生器具的结构、形式及材料各不相同，根据卫生器具的用途、装设地点、维护条件、安装等要求而定。卫生器具广泛采用陶瓷、不锈钢、搪瓷生铁、水磨石等材料制造。常用的卫生器具按其作用分为以下几类：

(1) 便溺用卫生器具

便溺用卫生器具包括大便器、小便器、大便槽和小便槽等。便溺用卫生器具设在公共建筑的厕所或住宅、旅馆的卫生间内，主要用于收集和排放粪便污水等作用。

1) 大便器。大便器是排除粪便的卫生器具，其作用是将大便时的粪便及冲洗水快速地排入下水道，同时又要防止臭气外逸。大便器按其形式可分为坐式大便器和蹲式大便器两种。

① 坐式大便器。坐式大便器构造本身包括存水弯。按水力冲洗的原理来分有冲洗式坐

便器和虹吸式坐便器。冲洗式坐便器如图 2-47 所示。虹吸式坐便器如图 2-48 所示。冲洗设备一般为低水箱。坐式大便器多装在家庭、宾馆等建筑内。

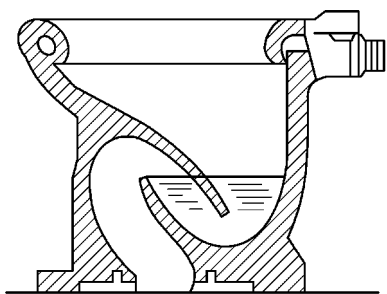


图 2-47 冲洗式坐便器

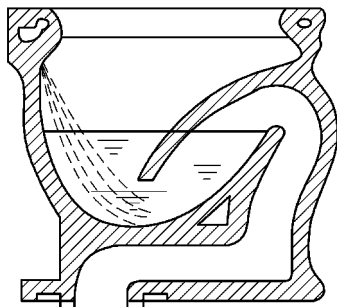


图 2-48 虹吸式坐便器

② 蹲式大便器。蹲式大便器如图 2-49 所示，它本身不带存水弯，需另外装设。一般用于公共卫生间、家庭、旅店等建筑内。

除大便器外，在公共厕所或建筑标准不高的公共建筑的厕所内，常设置大便槽。大便槽是一个狭长的开口槽，用水磨石或瓷砖制造。大便槽受污面积大，有恶臭，且耗水量大。但设备简单，造价低。

2) 小便器。小便器设于公共建筑的男厕所内，有挂式、立式和小便槽三种。挂式小便器的安装如图 2-50 所示。

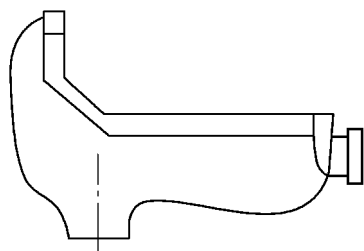


图 2-49 蹲式大便器

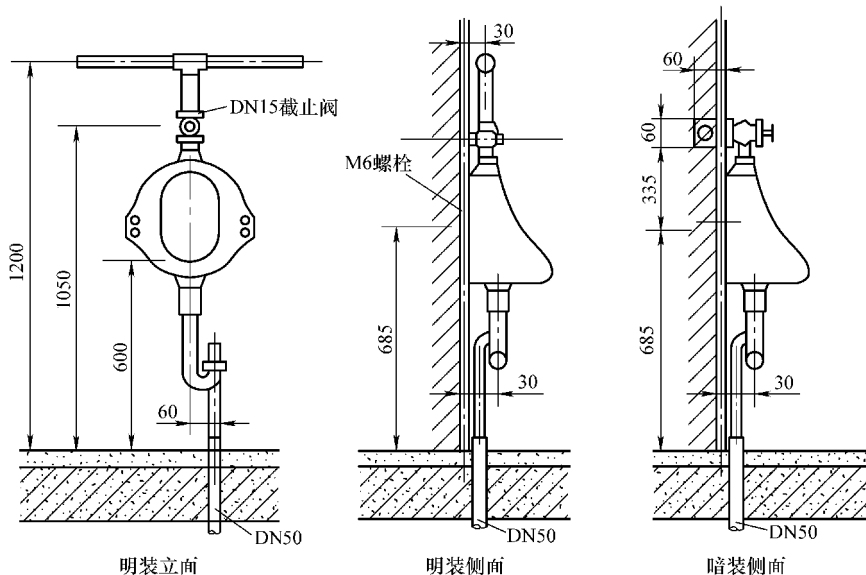


图 2-50 挂式小便器的安装

小便槽是用瓷砖沿墙砌筑的浅槽，广泛应用于集体宿舍、工矿企业和公共建筑的男厕

所。小便槽长度一般不大于6m。冲洗管距地面高度为1.1m，管径为15~20mm，管壁开有2mm直径的小孔，孔间距30mm，喷水方向与墙面成45°夹角。

## (2) 盥洗、淋浴用卫生器具

盥洗：淋浴用卫生器具包括洗脸盆、盥洗槽、浴盆、淋浴器等。

1) 洗脸盆装置在盥洗室、浴室、卫生间供洗漱用，大多用带釉陶瓷制成。形状有矩形、三角形、椭圆形，架设方式有墙架式、柱架式、台式三种。墙架式洗脸盆使用较广，墙架式洗脸盆如图2-51所示。

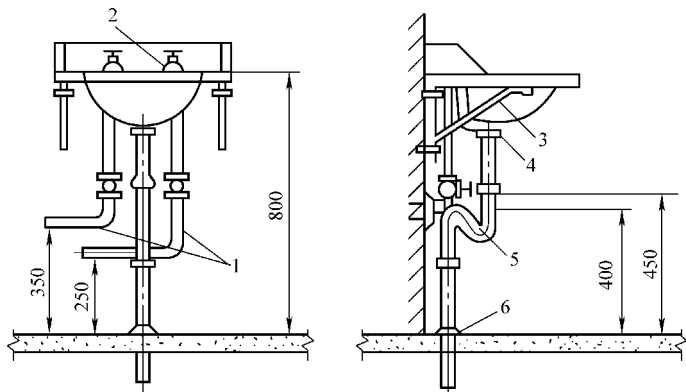


图2-51 墙架式洗脸盆

1—给水管 2—脸盆水嘴 3—拖架 4—排水栓 5—存水弯 6—护口盘

立柱式洗脸盆亦称柱脚式洗脸盆，排水存水弯暗装在立柱内，外表美观。

台式洗脸盆一般为圆形或椭圆形，嵌装在大理石或瓷砖贴面的台板上。

2) 盥洗槽大多装设在公共建筑的盥洗室和工厂生活间内，可做成单面长方形和双面长方形，常用钢筋混凝土水磨石制成。

3) 浴盆一般设在卫生间或公共浴室内，供人们洗浴之用。材质一般用陶瓷、搪瓷、铸铁或水磨石制成，外形呈长方形。

4) 淋浴器大量用于公共浴室、卫生间及体育场馆等处的洗浴设备。具有占地少、造价低、清洁卫生等优点。淋浴器分为管件组装式和成品式两类。

(3) 洗涤用卫生器具。洗涤用卫生器具包括洗涤盆、污水盆等。洗涤用卫生器具供人们洗涤器皿之用。装设于家庭厨房，公共食堂等处。洗涤盆供洗涤餐具和食物用。污水盆装置在公共厕所或盥洗室中，供洗拖布和倒污水用。

## 2. 散热器

散热器的功能是将供暖系统中热媒（蒸汽或热水）所携带的热量，通过散热器壁面传给房间。目前，国内生产的散热器种类繁多，按其制造材质，主要有铸铁、钢制两大类。按其构造形式，主要分为柱型、翼型、管型和平板型等。

### (1) 铸铁散热器

铸铁散热器长期以来得到广泛应用。它具有结构简单，防腐性好，使用寿命长以及热稳定性好的优点；但其金属耗量大、金属热强度低于钢制散热器。我国目前应用较多的铸铁散热器有：

1) 翼型散热器。翼型散热器分圆翼型和长翼型两类。

① 圆翼型散热器是一根内径 75mm 的管子，外面带有许多圆形肋片的铸件。管子两端配置法兰，可将数根组成平行叠置的散热器组。管子长度分 750mm、1000mm 两种，圆翼型型号标记为：TY0.75—6（4）和 TY1.0—6（4）。

② 长翼型散热器的外表面具有许多竖向肋片，外壳内部为一扁盒状空间。长翼型散热器的标准长度  $L$  分 200mm、280mm 两种，宽度  $B=115\text{mm}$ ，同侧进出口中心距  $H_1=500\text{mm}$ ，高度  $H=596\text{mm}$ 。长翼型型号标记分别相应为：TC0.28/5—4（俗称大 60）和 TC0.20/5—4（俗称小 60）。

翼型散热器制造工艺简单。长翼型的造价比较低，圆翼型散热器的金属热强度和传热系数比较低，外形不美观，灰尘不易清扫，特别是它的单体散热量较大，设计选用时不易恰好组成所需的面积，因而目前不少设计单位趋向于不选用这种散热器。

2) 柱型散热器。柱型散热器是呈柱状的单片散热器。外表面光滑，每片各由几个中空的立柱相互连通。根据散热面积的需要，可把各个单片组装在一起形成一组散热器。

我国目前常用的柱型散热器主要有二柱、四柱两种类型的散热器。根据国内标准，散热器每片长度为 60mm 和 80mm 两种；宽度  $B$  有 132mm、143mm 和 164mm 三种，散热器同侧进出口中心距  $H_1$ ，有 300mm、500mm、600mm、900mm 四种标准规格尺寸。柱型散热器有 5 种规格，相应型号标准记为 TZ2—5—5（8）、TZ4—3—5（8）、TZ4—5—5（8）、TZ4—6—5（8）和 TZ4—9—5（8）。如标记 TZ4—6—5：其中 TZ4 表示灰铸铁四柱型，6 表示同侧进出口中心距为 600mm，5 表示最高工作压力为 0.5MPa。

柱型散热器有带脚和不带脚的两种片型，便于落地或挂墙安装。柱型散热器与翼型散热器相比，其金属热强度及传热系数高、外形美观、易清除积灰、容易组成所需的面积，因而它得到了较广泛的应用。

## （2）钢制散热器

目前我国生产的钢制散热器主要有下面几种形式：

1) 闭式钢串片对流散热器。它由钢管、钢片、联箱及管接头组成；钢管上的串片采用 0.5mm 的薄钢片，串片两端折边 90° 形成封闭形。封闭垂直空气通道，增强了对流放热能力，同时也使串片不易损坏。闭式钢串片式散热器规格以“高×宽”来表示，其长度可按设计要求制作。

2) 板型散热器。它由面板、背板、进出水口接头、放水门固定套及上下支架组成。背板有带对流片和不带对流片两种板型。面板、背板多用 1.2~1.5mm 厚的冷轧钢板冲压成型，在面板直接压出圆弧形成梯形的散热器水道。水平联箱压制在背板上，经复合滚焊形成整体。为增大散热面积，在背板后面焊上 0.5mm 的冷轧钢板对流片。

3) 扁管型散热器。它是采用 52mm×11mm×1.5mm（宽×高×厚）的水通路扁管叠加焊接在一起，其两端加上断面为 35mm×40mm 的联箱制成。扁管型散热器外形尺寸是以 52mm 为基数，形成三种高度规格：416mm（8 根），520mm（10 根）和 624mm（12 根）。长度由 600mm 开始，以 200mm 进位至 2000mm 共 8 种规格。扁管散热器的板型有单板、双板、单板带对流片和双板带对流片 4 种结构形式。单双板扁管散热器两面均为光板，板面温度较高，有较多的辐射热。带对流片的单、双板扁管散热器，每片散热量比同规格的不带对流片的大，热量主要是以对流方式传递。

# 第 3 章 供配电电路的规划与设计

## 3.1 室内供配电电路

### 3.1.1 室内配电电路

室内配电的方式有很多种，一般应用于日常生活的主要有住宅小区或楼宇之间的三相交流配电以及单元住户的单相交流配电。

三相交流电源是发电厂将风能、水能或核能等自然界的能源转换成电能，再经过变电和配电设备，由高压线进行传输，再送到高压变压器降压，然后，分配到住宅小区及家庭。

民用三相交流电有三根相线，分别用红色、绿色和黄色的电线传输，而中性线（又称工作零线，俗称零线）则是由黑色的电线传输。由相线送出的电流经过家用电器设备做功。地线是接地保护装置与大地连接而成的，主要作用是对供电系统进行保护，通常采用黄绿相间的电线进行传输，如图 3-1 所示为民用三相交流电路。当用电设备发生漏电故障时，漏电流接地，对人体与设备有保护作用。

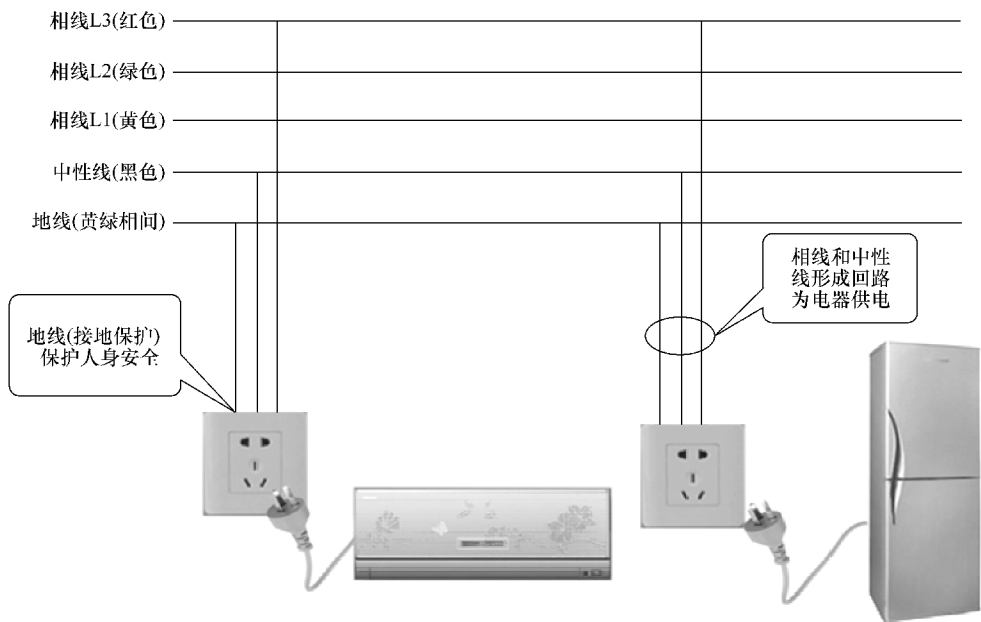


图 3-1 民用三相交流电路

三相交流电的传输电线对颜色有着严格的要求，不能相互替代，更不能让不同颜色的电线掺杂混合使用，否则，会有短路或触电事故发生。

民用三相交流电路，通常被应用于楼宇之间的配电电路。如图 3-2 所示为某小区一栋 7 层楼的三相交流电配电电路的实例。从变压器送来的三相交流电经过地下传输网络送给物业小区楼宇供电控制的配电柜中，配电柜按照三相交流平衡分配的原则，将其分成 3 路单相交流电，三相交流电每一路给 2 层楼供电，使得日常生活中实际使用到的为单相交流电。并且由楼宇的接地保护装置提供接地线，以确保家用电器使用者的人身安全。

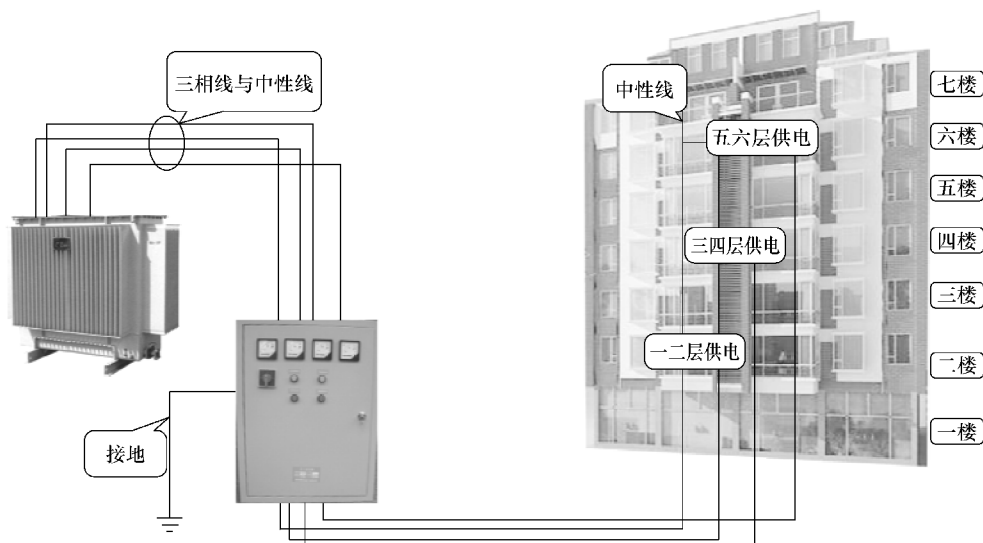


图 3-2 三相交流电路配电电路实例

民用三相交流电进入楼宇之后就变成了单相交流电，单相交流电只有一根相线，可以用红色、绿色或黄色中任意一种颜色的电线表示，中性线是蓝色电线，地线也是黄绿相间的电线。与民用三相交流电相同，中性线仍然是为相线负载形成回路而设的，地线则是将家用电器设备泄露的电流传输到与大地连接的接地保护装置中，起到对人身安全的保护作用，如图 3-3 所示。

单相交流电的传输电线的颜色同样有着严格的要求，除了相线可以用红色、绿色、黄色三种颜色相互使用以外，其他颜色的电线不能相互替代使用。

单相交流电通过配电箱（一户一表）进入单元住户，再由住户根据家用电器的功率大小以及使用环境的不同进行适当的分支，如图 3-4 所示为单相交流电配电电路示意图，这里按照不同电器的使用环境进行的配电分配，即客厅支路、厨房支路、卫生间支路、次卧室支路、主卧室支路。也可以按照家用电器使用功率的大小和使用环境相结合进行配电分配，即照明支路、普通插座支路、空调器支路、厨房支路、卫生间支路。

### 3.1.2 室内配电电路的设计原则

由于日常生活中所使用的电压基本上是 220V，因此被称为低压线路。低压线路中传输的电流由电力公司公用低压配电电路提供。经过小区物业的分配管理送到楼宇单元中的各家各户中，然后再由各家各户所配有的配电箱（一般是一户一表）、配电盘进行分配。一般室内配电的分配有一定的原则，不可以没有规则的进行分配。

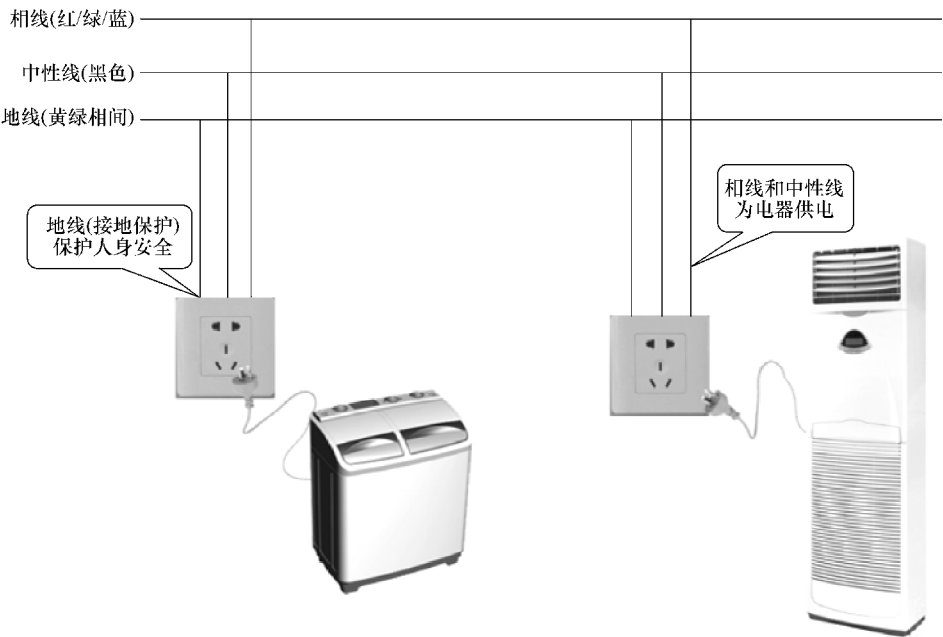


图 3-3 单相交流电电路及接地保护

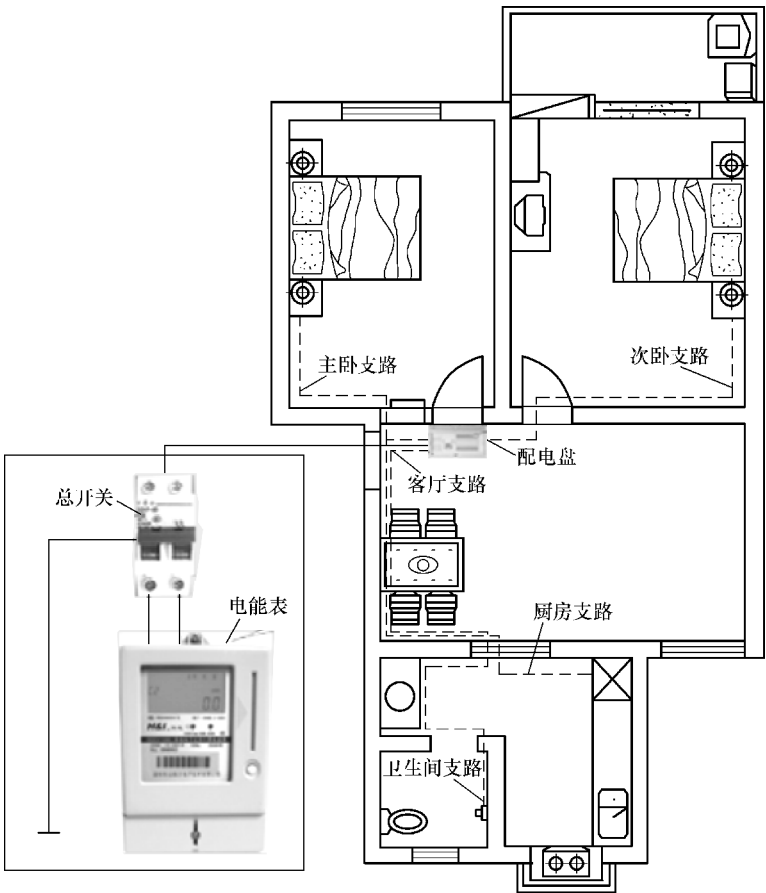


图 3-4 单相交流电配电电路示意图

## 1. 室内配电的设计原则

配电箱就是常说的一户一表，是每个住户用电都会用到的设备，设计、安装配电箱应注意以下5点：

### (1) 关于基本配件

配电箱一定要包括电能表、断路器这些基本配件，并且必须安装在一起，如图3-5所示。其中电能表是用来计量用电量的，配电箱中的断路器位于主干供电线路上，因此是对主干供电线路上的电力进行控制、保护的装置，也可称之为总断路器、总开关。



图 3-5 配电箱及基本附件

### (2) 额定电流

配电箱中的断路器的额定电流必小于电能表的最大额定电流，如图3-6所示，电能表总的容量根据用户的需要选择，流行的电能表的额定电流有5A、10A、20A、40A等几种，如果电能表选用20A，那么主断路器必须采用20A的断路器，切记不能像下图中这样随意搭配。



图 3-6 电能表和主断路器的额定电流

### (3) 配电箱选配

电能表和主断路器的额定电流有许多等级，如 5 ~ 20A、10 ~ 30A、10 ~ 40A、20 ~ 40A、20 ~ 80A 等，如果使用的家用电器比较多，低额定电流的电能表和主断路器就无法满足工作要求。可以根据所有的会同时工作使用的家用电器的功率总和，按照电功率计算公式  $P = UI$ ，计算出实际需要的电能表和主断路器的额定电流的大小。

### (4) 安装环境

配电箱应安装在干燥、无振动和无腐蚀气体的场所（如楼道），配电箱的下沿离地一般  $\geq 1.3\text{m}$ ，大容量的配电箱允许离地 1 ~ 1.2m。若需要安装多只电能表，两只表间的中心距离应  $\geq 20\text{mm}$ ，如图 3-7 所示。

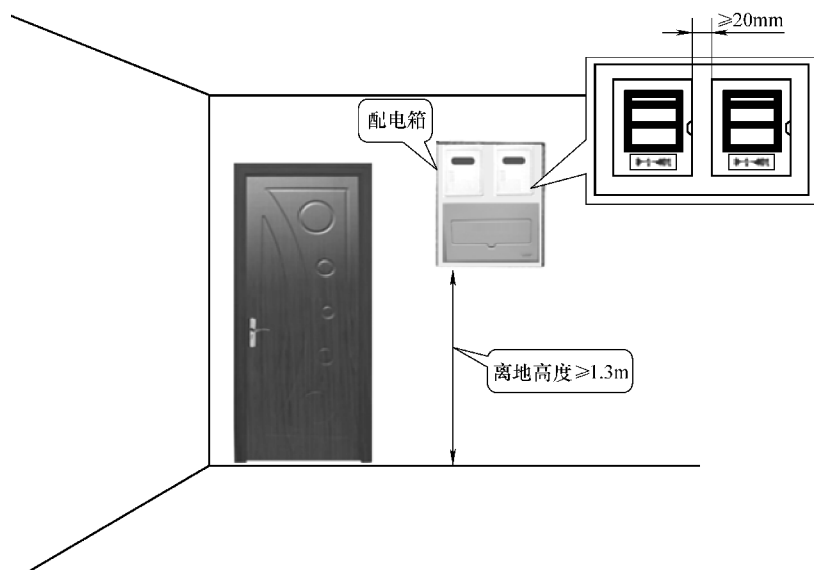


图 3-7 配电箱安装环境及高度要求

### (5) 配线选择

在设计、安装配电箱的时候，一定要选择载流量大于等于实际电流量的绝缘线（硬铜线），不能采用花线或软线（护套线），暗敷在管内的电线不能采用有接头的电线，必须是一根完整的电线。

## 2. 配电盘的设计原则

配电箱将单相交流电引入住户以后，需要经过配电盘的分配，使室内用电量更加合理，后期维护更加方便，用户使用更加安全。因此，在设计安装配电盘时应注意以下 7 点：

### (1) 关于基本配件

配电箱的主要作用是将引入室内的电力进行分配，使其便于管理、便于使用，并形成分配有序、用电合理的多个分支，以维持各个支路上不同家用电器的正常运行，确保输电电路的畅通、安全。因此，配电盘主要是由各种功能的断路器组成的，如图 3-8 所示。在选购配电盘的时候，除了用于传输电力的配件为金属材质以外，其他配件一般为绝缘材质。

### (2) 支路个数

配电盘中设计多少个支路，配电盘上就应该有几个控制支路的断路器，也有的配电盘上

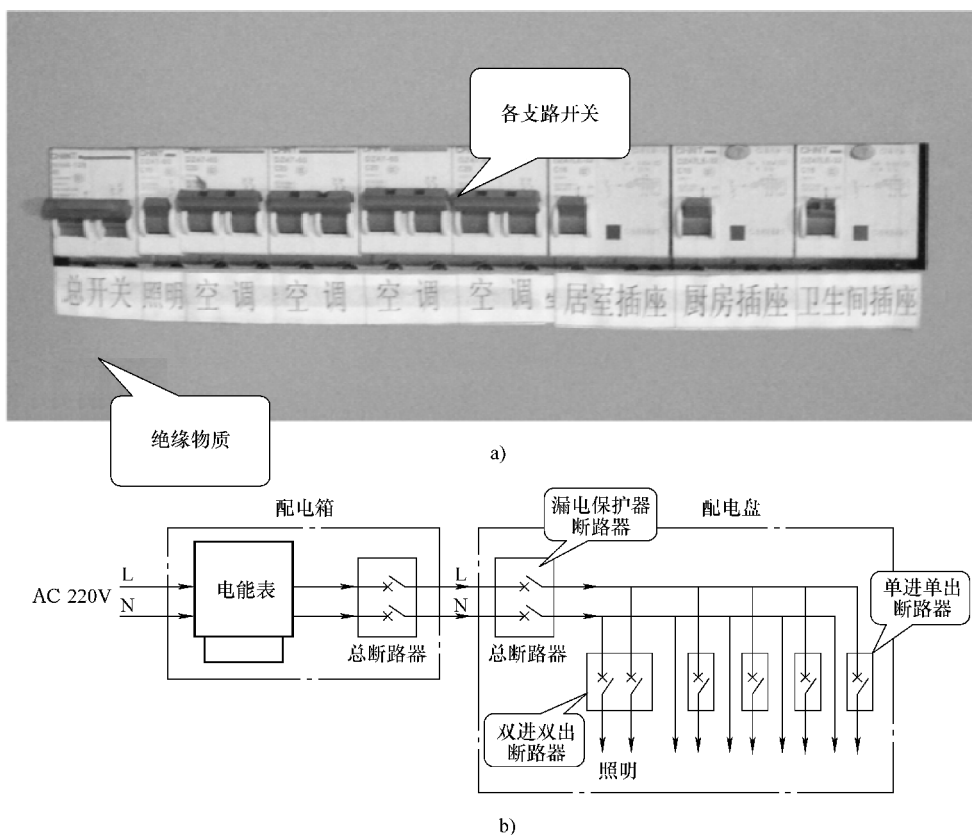


图 3-8 配电盘的基本配件

a) 配电盘的结构 b) 配电盘的电路结构

除了支路断路器以外，还带有一个总断路器，如图 3-8a 所示，这个总断路器与配电箱中的总断路器的功能是一样的，如此一来，除了进行电费查询以外，基本上就不用控制、使用配电箱中的设备，而直接在配电盘上进行控制即可。

### (3) 支路分配

在设计配电盘支路的时候，没有固定的原则，可以一间房间构成一个支路，也可以根据家用电器使用功率构成支路。

### (4) 配电盘选购

配电盘中主要的部件就是断路器，选购支路断路器的时候，一定要选择质量好、品牌佳的产品，不可使用劣质品。

通常情况下，最好选择带有漏电保护器的双进双出的断路器作为支路断路器，但是照明支路和空调器支路选择单进单出的控制开关即可。如果空调器支路使用了漏电断路器作为支路断路器，少许的漏电就会使空调器支路出现频繁的跳闸，以至于空调器根本就没法使用。再有，就是选购配电盘的时候，一定要选择面板为绝缘材料的配电盘。

### (5) 额定电流

支路断路器的额定电流应选择大于该支路中所有可能会同时使用的家用电器的总的电流。随着家用电器在日常生活中使用得越来越多，有些支路中的家用电器会比较集中（如厨房），如果该支路的实际电流过大，可以将其分成两个支路。

### (6) 安装环境

与配电箱一样，配电盘也应安装在干燥、无振动和无腐蚀气体的场所（如客厅），配电盘的下沿离地一般 $\geq 1.3\text{m}$ ，如图 3-9 所示。

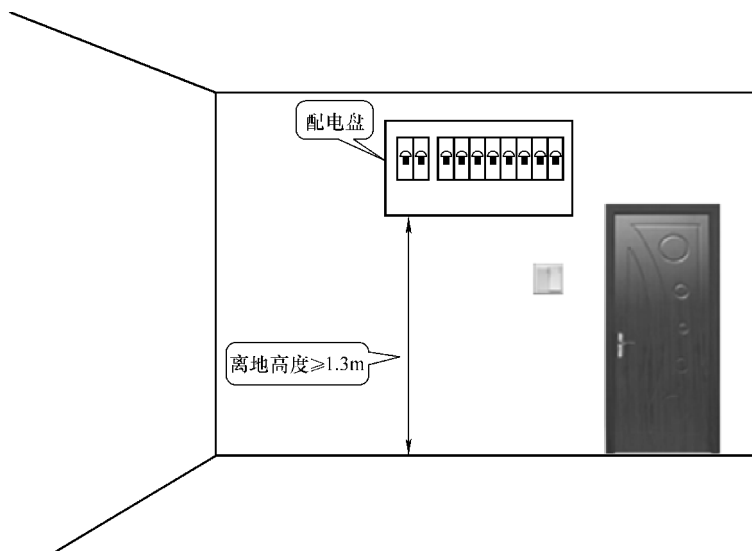


图 3-9 配电盘安装环境与高度

### (7) 配线选择

在设计、安装配电盘的时候，采用暗敷的导线，一定要选择载流量大于等于该支路实际电流量的绝缘线（硬铜线），不能采用花线或软线（护套线），更不能使暗敷护管中出现电线缠绕连接的接头；采用明敷的导线，可以选用软线（护套线）和绝缘线（硬铜线），但是不允许电线曝露在空气中，一定要使用敷设管或敷设槽。

值得注意的是，一个工程项目中所使用相线的颜色应该一致，不能红色、绿色、黄色三种相线颜色都出现。

## 3.1.3 室内供电电路

室内供电电路根据所使用的电器设备不同，可以分为小功率供电电路和大功率供电电路两大类。通常情况下，将功率在 1000W 以上的电器所使用的电路称之为大功率供电电路，1000W 以下的电器所使用的电路称之为小功率供电电路。也就是说可以将照明支路、普通插座支路归为小功率供电电路，而将厨房支路、卫生间支路、空调器支路归为大功率供电电路。

### 1. 小功率供电电路

小功率供电电路主要有照明支路和普通插座支路，也就是专门给照明灯具供电的电路以及用于连接 1000W 以下电器设备的普通插座的电路，如图 3-10 所示。

#### (1) 小功率家用电器使用注意事项

##### 1) 使用前阅读说明书。

小功率家用电器的安装、使用前要根据说明书中的要求选择合适的线路，如是否需要三孔插座的接地保护以及其他特殊的要求，等等。如照明支路的灯具不需要接地保护，但是卫生间、厨房等潮湿地方的灯具则需要接地保护；连接小功率家用电器不需要接地保护的通常

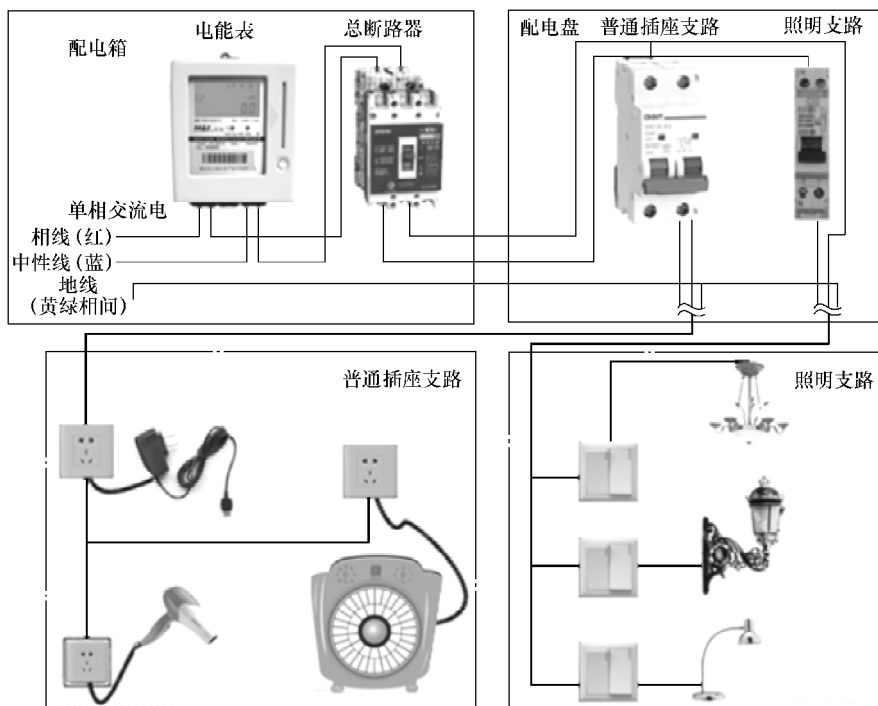


图 3-10 小功率供电电路

为两相插头，而需要接地保护的三相插头不可以擅自改装成两相插头。严格按照说明书中的要求进行操作，以免出现触电事故。

#### 2) 安全插座的使用。

小功率家用电器有的是两相插头有的则是三相插头，三相插头的小功率家用电器，说明该电气设备需要接地保护，因此需要使用带有良好接地保护的三孔插座，并且选择质量良好的插座，避免触电事故的发生。

#### 3) 工作电压的稳定。

当家用电压过高或过低，出现电压不稳或者频繁停电的时候，尽量不要使用小功率家用电器，以免出现家用电器损坏等现象。

#### 4) 使用环境的要求。

小功率家用电器属于经常使用的电器设备，不但使用频率大，而且需要经常移动，因此在使用过程中，一定要注意使用环境的变化是否符合电器设备的要求。如不宜在空间狭小的地方使用电风扇、不应在潮湿环境下使用吸尘器，等等。

### (2) 小功率供电电路配电时应注意的事项

#### 1) 电能表负载不要超标。

用电量任何时刻都不得超过电能表上规定的最大用电量。小功率家用电器的用电量不会太高，通常不会对电能表的负载有太大的要求。

#### 2) 小功率家用电器支路。

小功率家用电器虽然不用太严格的考虑用电量的问题，但是为了更方便用电及维护，可以将照明和普通插座分成不同的支路进行供电（从配电盘处，而不是从墙上电源插座处）。

3) 电源配线适当。

小功率家用电器的用电量不大，因此选配的电线只要不小于用电设备最大用电功率的电流流量即可。

4) 支路断路器不要过大。

支路断路器的额定电流量不得大于主干路总断路器的额定电流量，出于便于用电管理及维护的角度，每个小功率供电电路形成的支路需要配有单独的断路器及漏电保护器。

5) 支路安全保护。

小功率供电电路并不是都需要配有独立的漏电保护装置，即漏电保护器。住户经常插拔的普通插座支路，为了确保人身安全需要使用漏电保护器，而照明支路只使用断路器即可。

2. 大功率供电电路

大功率供电电路主要有厨房支路、卫生间支路、空调器专用支路等，这主要是因为现代家用电器耗电量比较大的电器主要集中在厨房、卫生间等地方，如用于烹饪的微波炉、电磁灶、电饭煲，用于洗漱的电热水器、浴霸，以及用于降温的空调器，等等。这些家用电器的耗电量基本都在 1000W 以上，最好使用专门的供电电路，以确保家用电器设备和人身的安全，如图 3-11 所示。

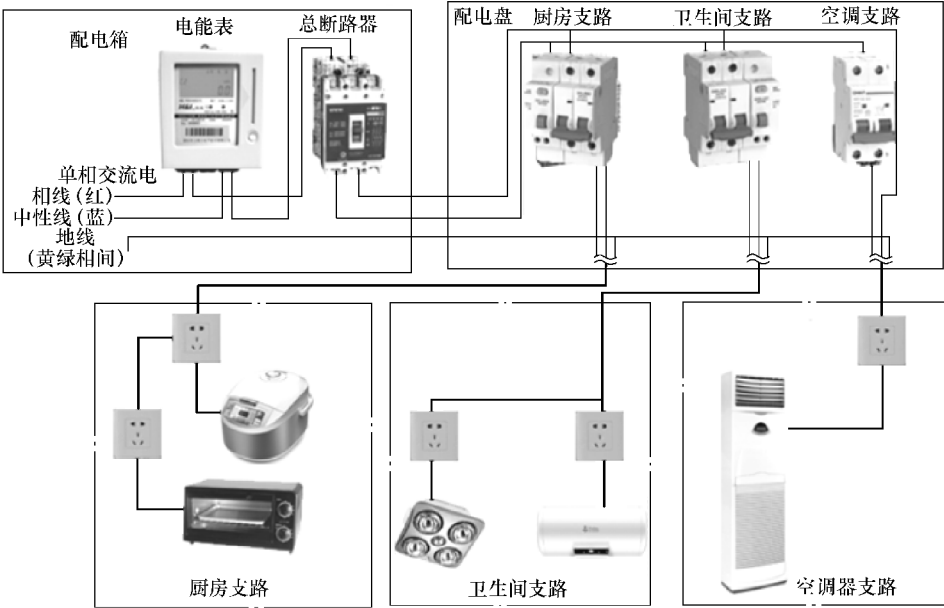


图 3-11 大功率供电电路

(1) 大功率家用电器使用注意事项

1) 使用前阅读说明书。

大功率家用电器的安装、使用不当或者家用电器本身的原因会造成触电及人身伤害事故的发生，因此，为了保障人身安全和家用电器设备安全，使用者在使用大功率家用电器的时候，最好严格按照使用说明书中的要求进行操作。

2) 安全插座的使用。

连接大功率家用电器时必须使用带有良好接地保护的三孔插座，并且选择质量良好的插座，避免触电事故的发生。

### 3) 工作电压的稳定。

当家用电压过高或过低,出现电压不稳或者频繁停电的时候,尽量不要使用大功率家用电器。

### 4) 使用环境的要求。

大功率家用电器使用时不要放置在阳光直射的地方或是不利于散热的阴暗角落,应将其放置在空气流通的环境中。

使用时不要在家用电器上加覆盖物,要经常清除家用电器内外的积尘,以免影响散热。

## (2) 大功率家用电器对使用环境的要求

### 1) 注意高温。

高温环境会加速家用电器绝缘材料的老化。绝缘材料损坏会引起漏电、短路,并发生触电事故,引发火灾。

### 2) 注意腐蚀。

电冰箱、抽油烟机、微波炉、电磁灶等厨房使用的家用电器,需要定期进行清洁,以免受到煤气、油烟的侵蚀,严重的将腐蚀家用电器的绝缘表面。

### 3) 注意防潮。

洗衣机、电热水器、浴霸等卫生间使用的家用电器,最好放置在卫生间的干燥处,并且使用后一定要清洗干净,以免潮气侵蚀家用电器的绝缘表面,严重时出现漏电现象。

除了卫生间使用的大功率家用电器以外,其他环境下使用的大功率家用电器的附近不要摆放花盆、鱼缸,更不要用湿布擦拭尚未断电的家用电器,也不要用水洗,最好使用干布进行清洁,或者用湿布清洁后通风晾干再使用。

### 4) 注意安全。

大功率家用电器要摆放在安全、平稳的地方,不要放置在容易受到振动或撞击的地方,最好也不要经常进行移动。

## (3) 大功率供电电路配电时应注意的事项

### 1) 电能表负载不要超标。

用电量任何时刻都不得超过电能表上规定的最大用电量。现在民用电能表多为“15(40)”型,也就是允许电流量为“15~40A”(括弧内表示最大允许值),因此只要不超过8800W的总用电量就不会有问题。

### 2) 大功率家用电器支路

大功率家用电器,如卫生间(电热水器、浴霸等)、厨房(电炊具、电冰箱等)、客厅(空调器、平板电视机等)、卧室(空调器、电暖器等)不同地方的家用电器设备最好构成不同的支路进行供电(从配电盘处,而不是从墙上电源插座处),以免用电量过大,选配的电线出现过热现象,严重时还会引起电线短路,引发火灾。

### 3) 电源配线不能过细

电源配线时,选择的电线要比该支路所有家用电器的最大用电功率的电流流量再大50%以上,如1000W的家用电器,其最大电流流量为4.6A,选配的电线载流量应为7A以上,至少当全部的家用电器的电工作时,用手接触电线无温度感觉为佳。

### 4) 支路断路器不要过大

支路断路器的额定电流量不得大于主干路总断路器的额定电流量,并且每一个大功率供

电电路形成的支路都应有单独的断路器及漏电保护器。

5) 支路安全保护

大功率供电电路都应有独立的漏电保护装置，即漏电保护器。为了确保人身安全，厨房支路、卫生间支路都需要使用漏电保护器，但是空调器支路只使用断路器即可。

3.1.4 室内供配电电路案例精讲

根据本室的用电量，将室内配电设计分为6个支路，即照明支路、插座支路、厨房支路、卫生间支路、空调器支路、柜式空调器支路。

1. 照明支路

照明支路就是给室内所有的照明灯具提供电能的支路。照明支路主要包括两室一厅内所有的照明灯具，如主卧室的吊灯、壁灯，次卧室的荧光灯，台灯，卫生间和厨房的节能灯，客厅的吊扇灯、落地灯、壁灯等，如图3-12所示为需要进行室内配电设计的照明部分平面图，这些照明灯具的使用功率如表3-1所列。

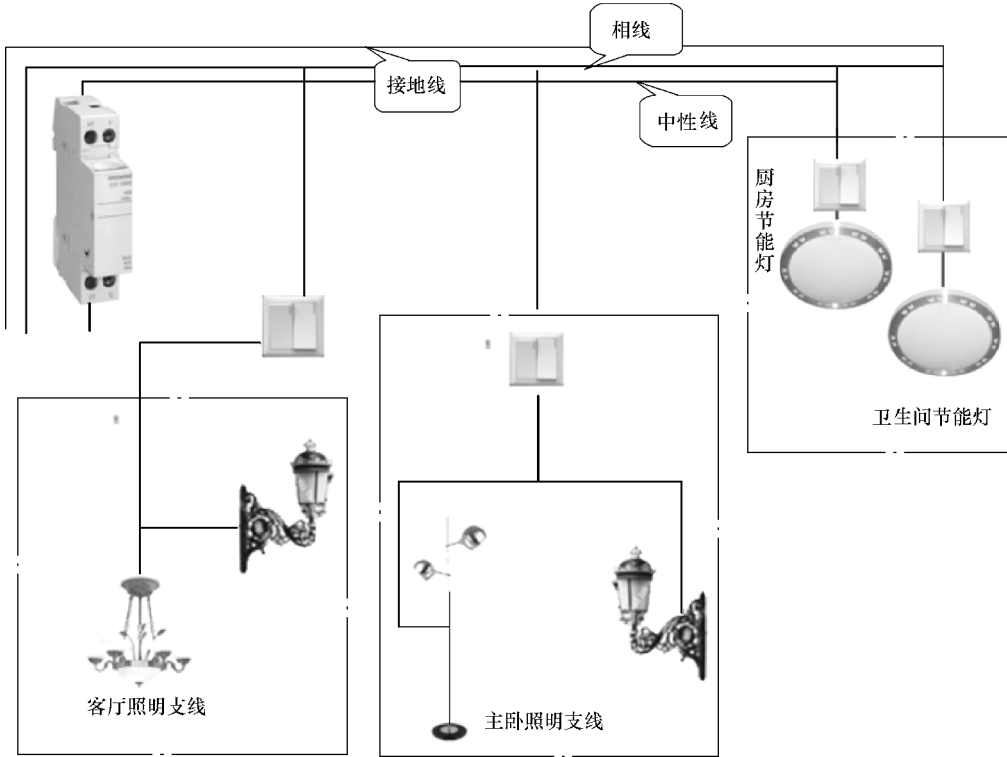


图 3-12 照明支路

表 3-1 照明灯具功率使用范围

电器设备	功率/W	电器设备	功率/W
节能灯	4 ~ 25	吊灯	40 ~ 200
荧光灯	36 ~ 40	吊扇灯	100 ~ 200

将照明支路所有的照明灯具的功率相加即可得到照明支路全部照明灯具在使用状态下的实际功率值,即为 300 ~ 800W 之间。由于照明支路所有的灯具全部同时使用,按照电功率计算公式  $P = UI$ ,可以得到照明支路中的灯具使用额定电流为 4A 左右,因此照明支路选择  $\geq 4A$  的断路器即可,由于照明支路安装完成以后,住户并不经常接触,只需要通过开关进行控制即可,因此在这里选择了 10A 的单进单出断路器。

## 2. 插座支路

插座支路是给室内所有的墙面上的插座提供电能的支路。插座支路包括两室一厅内经常使用的小功率插座,主要用来连接日常生活中使用频率比较高的家用电器,如电视机、组合音响、电脑、电风扇、吸尘器以及各种数码产品的充电器等,如图 3-13 所示,这些小功率家用电器的功率使用范围如表 3-2 所列。

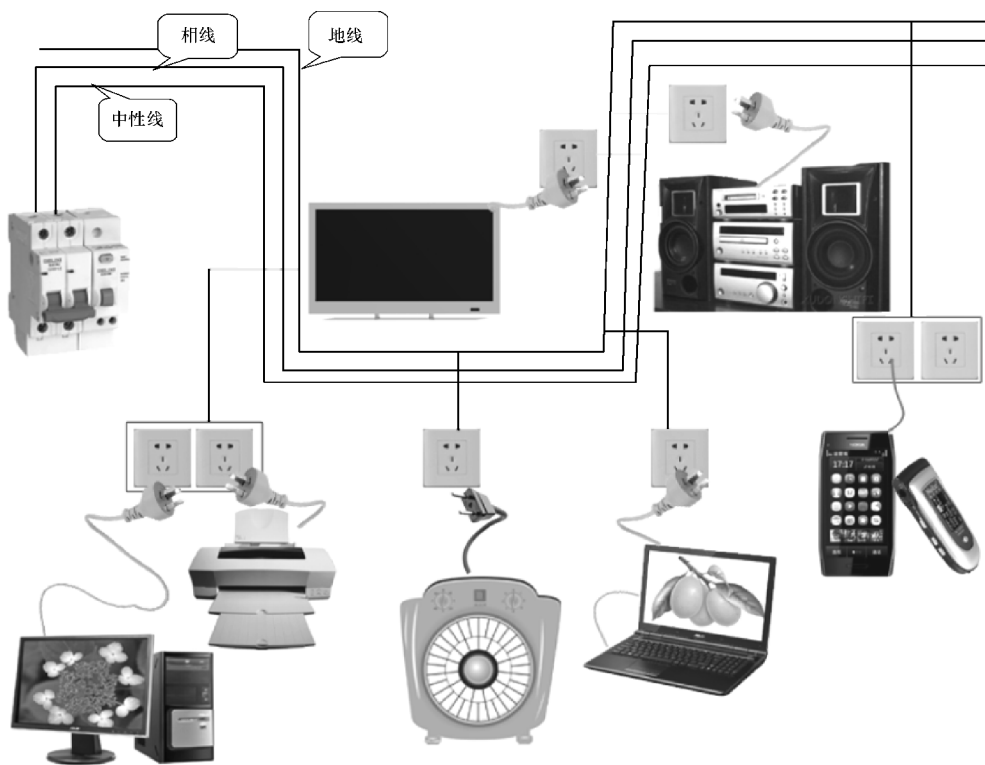


图 3-13 插座支路

表 3-2 小功率家用电器功率使用范围

电器设备	功率/W	电器设备	功率/W	电器设备	功率/W
电视机	100 ~ 300	电脑	350 ~ 400	吸尘器	800 ~ 1000
组合音响	900 ~ 1500	电风扇	100 ~ 200	充电器	100 ~ 200

将插座支路所有的小功率家用电器的功率相加即可得到插座支路全部电器设备在使用状态下的实际功率值,可估算为 2000 ~ 3500W 之间,由于插座支路所有的小功率家用电器的使用比较频繁,而且同时使用的可能性很大,因此按照电功率计算公式  $P = UI$ ,可以得到插

座支路中的所有小功率家用电器使用额定电流为 16A 左右，因此插座支路选择≥16A 的断路器即可，出于频繁使用和人身安全考虑，在这里选择了 16A 的双进双出带漏电保护器的断路器。

3. 厨房支路

厨房支路是专门给厨房中的电器设备进行供电的支路。随着人们生活方式的变化，越来越多的家用电器进入厨房，如电冰箱、抽油烟机、微波炉、电饭煲、电磁炉，等等，如图 3-14 所示，这些家用电器有小功率家用电器也有大功率电器，其功率使用范围如表 3-3 所列。

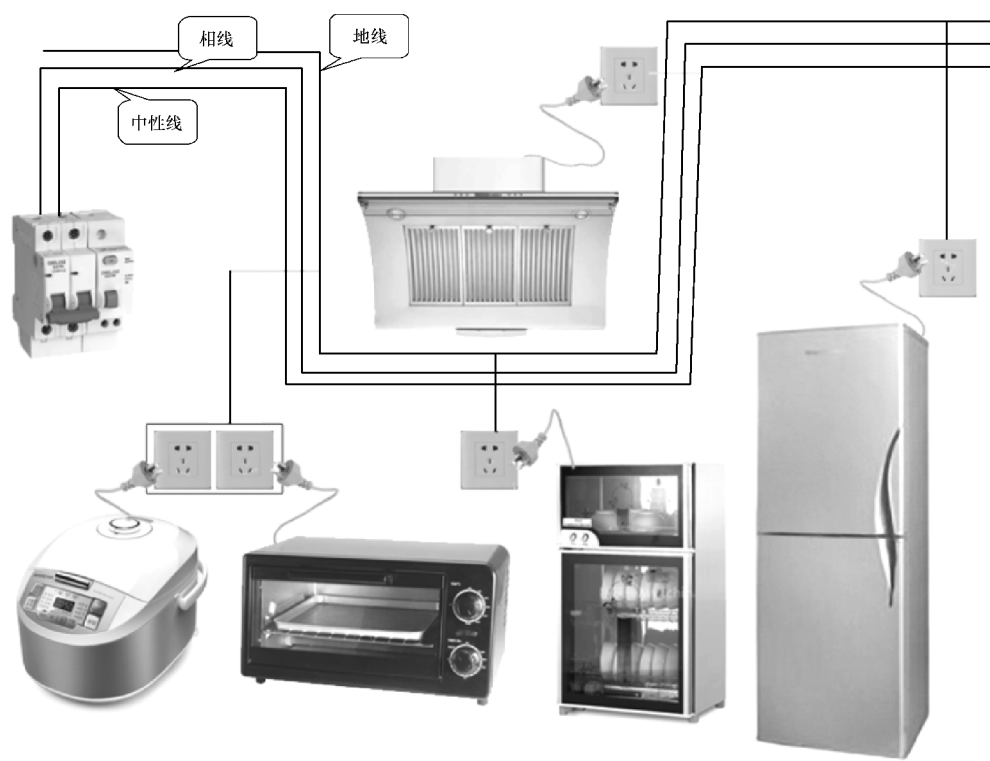


图 3-14 厨房支路

表 3-3 厨房电器设备功率使用范围

电器设备	功率/W	电器设备	功率/W	电器设备	功率/W
电冰箱	100 ~ 140	微波炉	500 ~ 1000	电磁炉	1600 ~ 2100
抽油烟机	200	电饭煲	350 ~ 700		

将厨房中所有的家用电器设备的功率相加即可得到全部电器在使用状态下的实际功率值，为 3000 ~ 4000W 之间。由于厨房中的家用电器有很大的可能性在同一时间内使用，因此按照电功率计算公式  $P = UI$ ，可以得到厨房支路中的所有家用电器使用额定电流为 18A 左右，因此厨房支路选择≥18A 的断路器即可，出于频繁使用和人身安全考虑，在这里选择了

20A 的双进双出带漏电保护器的断路器。

#### 4. 卫生间支路

卫生间支路是专门给卫生间中的电器设备进行供电的支路，是人们生活中常使用的地方之一，并且随着生活便捷性的提高，卫生间内也进入了许多家用电器，如洗衣机、热水器、浴霸等，如图 3-15 所示，这些家用电器既有小功率的也有大功率的，其功率使用范围如表 3-4 所列。

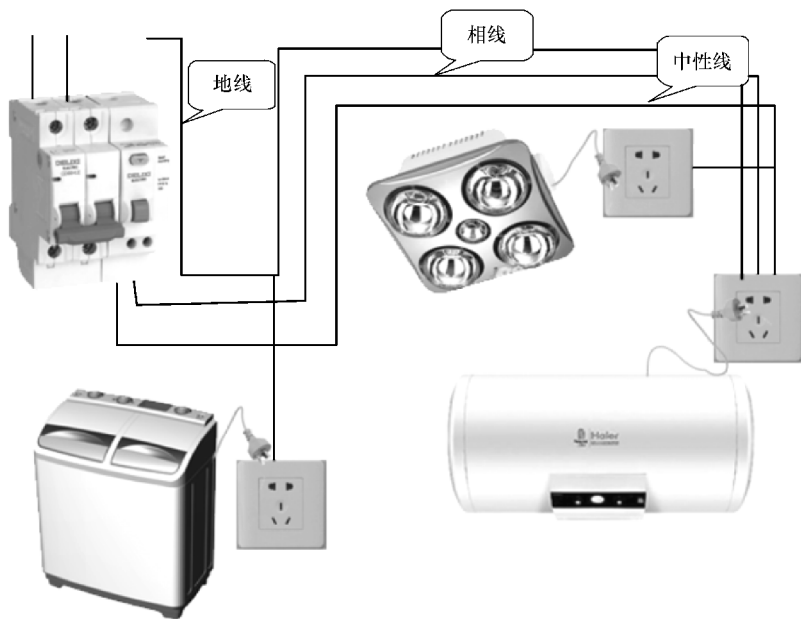


图 3-15 卫生间支路

表 3-4 卫生间电器设备功率使用范围

电器设备	功率/W	电器设备	功率/W
洗衣机	120 ~ 230	热水器	800 ~ 2000
浴霸	630 ~ 1100		

将卫生间中所有的家用电器设备的功率相加即可得到全部电器在使用状态下的实际功率值，为 1500 ~ 3500W 之间。由于卫生间的家用电器基本上是同时使用（如浴霸和热水器），因此按照电功率计算公式  $P = UI$ ，可以得到卫生间支路中的所有家用电器使用额定电流为 16A 左右，因此卫生间支路选择  $\geq 16A$  的断路器即可，出于频繁使用、人身安全，以及潮湿环境的考虑，在这里选择了 16A 的双进双出带漏电保护器的断路器。

#### 5. 空调器支路

空调器支路是专门给空调器进行供电的支路，由于空调器工作使用的电流量比较大，因此为其专门设计了独立的支路，一旦出现线路问题，不会影响其他支路的供电。由于需要进行装修的两室一厅中的客厅将要安装一台柜式空调器，而主、次卧室中将要各安装一台分体

式空调器。由于客厅中的空调器使用频率比另外两台空调器高，因此设计成了客厅与主、次卧室中的空调器各为一条支路，如图 3-16 所示为主、次卧室中空调器的供电支路，图 3-17 所示为客厅中柜式空调器的供电支路。

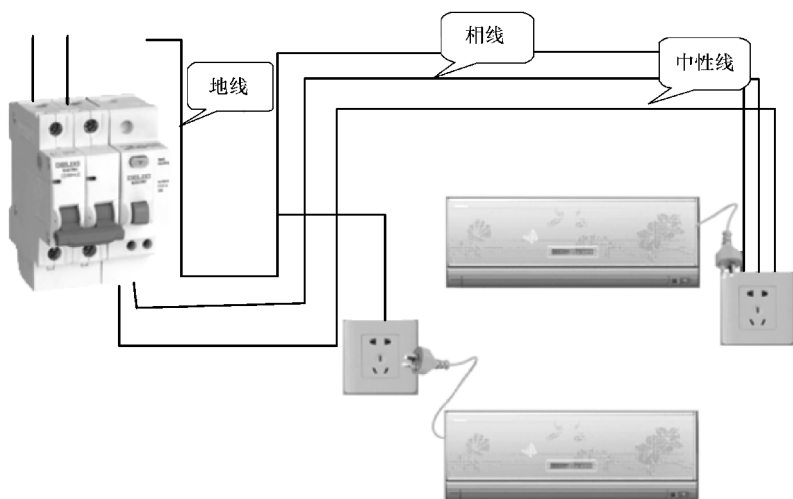


图 3-16 主、次卧室中空调器的供电支路

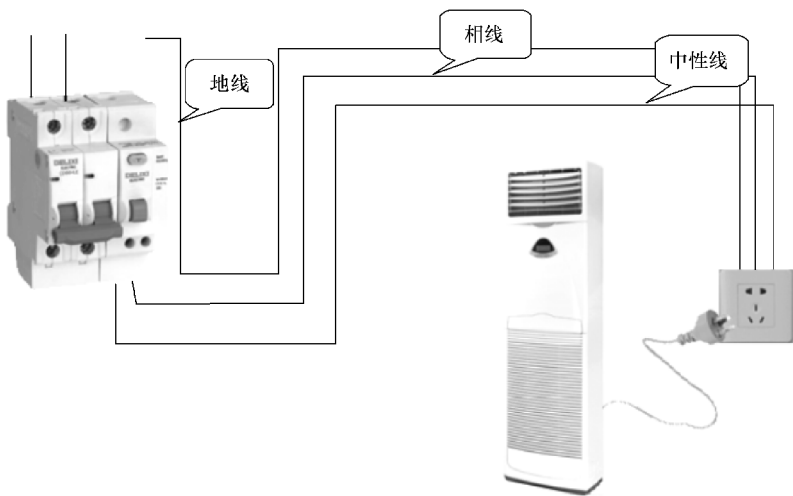


图 3-17 客厅中柜式空调器的供电支路

空调器属于大功率家用电器，其中分体式空调器的功率使用范围为 800 ~ 1000W 之间，柜式空调器的功率使用范围为 1000 ~ 3500W。因此，按照电功率计算公式  $P = UI$ ，可以得到主、次卧室空调器支路使用的额定电流为 10A 左右，而柜式空调器支路使用的额定电流为 16A 左右，所以，空调器支路选择  $\geq 16A$  的断路器即可，由于空调器在起动时的用电量要比额定电流大，在这里一律选择了 16A 的单进单出断路器。空调器支路不使用漏电保护器的原因在于少许的漏电就会使漏电保护器工作，使空调器支路出现频繁的跳闸，以至于空调器根本没有办法使用。

## 3.2 家装识图

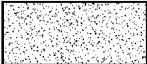
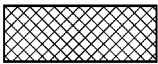



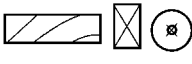


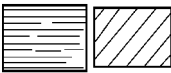
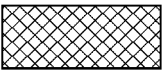


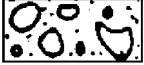

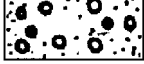

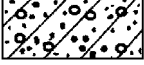
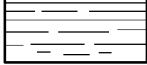
### 3.2.1 平面图

前面所讲的线路表示都是用实物图所演示，其实在实际作业中，是用电气平面图和装修工程图来表示的，识读建筑平面图和电气施工图，是装饰装修电工必备的基本功。

#### 1. 常用建筑材料名称和图形符号

为了简化作图，建筑施工图通常采用各种专业图例。在一些比例较小的图形中，如房屋的某些细部，无法也没有必要按它的真实形状画出，而只用示意性的符号来表示。建筑材料的种类繁多，在图样上也只能以规定的符号来代表不同的材料，这些图形符号叫图例。在《建筑制图国家标准》中对图例有统一规定，见表 3-5。

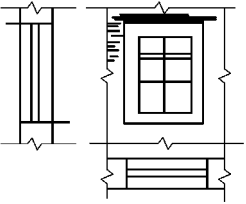
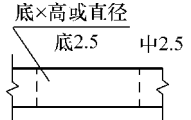
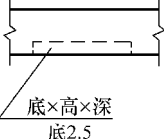
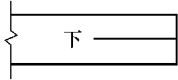
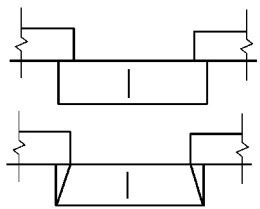
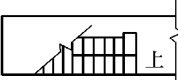
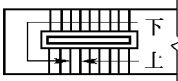
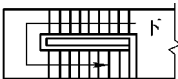

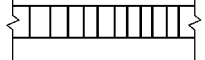

表 3-5 常用建筑材料名称与图形符号

名 称	图 例	名 称	图 例
砂灰土		花纹钢板	
砂砾石碎砖 三合土		方整石、条石	
天然石材		木材	
毛石		胶合板	
普通砖		多孔材料	
空心砖		石膏板	
混凝土		防水材料	
加气混凝土		金属	
加气钢筋 混凝土		液体	

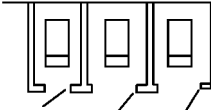
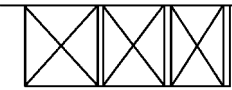

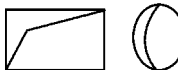

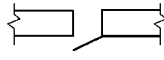
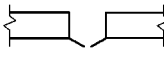
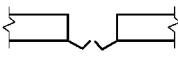
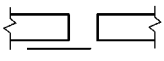
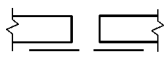
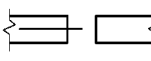
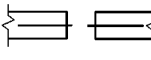

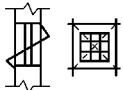
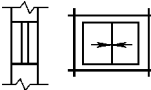
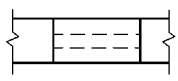
2. 建筑构造及配件图例

建筑构造及配件图例见表 3-6。

表 3-6 建筑构造与配件图例

图 例	名称及说明	
	扩建或改建新设计的墙 (1) 左图为剖面图，右图为平面图 (2) 新设计的墙身材料，应画普通砖图例	
	墙上预留洞口	(1) 底“2.5”表示洞底标高（单位为 m），中“2.5”表示洞中心标高
	墙上预留槽	(2) 如表示洞底、槽底和洞中心距地面、楼面高度时，注法为“底距地 2.5”或“中距地 2.5”
	长坡道	在比例较大的图面中，坡道上如有防滑措施时，可按实际形状用细线表示
	入口坡道	
	底层楼梯	楼梯的形状及步数应按设计的实际情况绘制
	中间层楼梯	
	顶层楼梯	
	土墙，包括土筑墙、土坯墙、三合土墙等	
	板条墙	
	检查孔（进入孔） (1) 左图表示地面检查孔 (2) 右图表示吊顶检查孔	

(续)

图 例	名称及说明	
	厕所间	(1) 在比例较小的图画中, 隔断可用单线表示 (2) 卫生用具及门的开关方向, 应按设计的实际情况绘制
	淋浴小间	(1) 在比例较小的图画中, 隔断可用单线表示 (2) 如淋浴小间有门时应按设计的实际情况画出门的位置及开门方向
	孔洞	(1) 左图表示长方形 (2) 右图表示圆形
	坑槽	
	空门洞	门的代号用 M 表示
	单扇门	
	双扇门	
	对开折门	
	单扇推拉门	
	双扇推拉门	
	墙内单扇 推拉门	
	墙内双扇推拉门	
	单层固定窗	(1) 立面图中的斜线, 是表示窗扇的开关方式。单虚线表示单层内开 (双虚线表示双层内开), 单实线表示单层外开 (双实线表示双层外开) (2) 窗的名称代号用 C 表示
	单层中悬窗	
	水平推拉窗	
	高窗	

3. 建筑常用文字符号

建筑常用文字符号见表 3-7，文字符号采用汉语拼音。

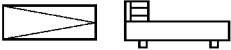
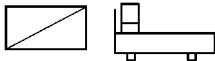
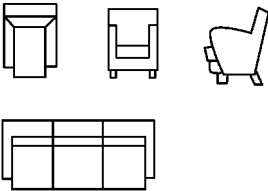

表 3-7 建筑常用文字符号

名 称	文字符号	名 称	文字符号
门	M	槽形板	CB
窗	C	楼梯板	TB
屋架	WJ	盖板或沟盖板	GB
托架	TJ	檐口板	YB
钢架	GJ	墙板	QB
框架	KJ	梁	L
支架	ZJ	屋面梁	WL
柱	Z	圈梁	QL
基础	J	过梁	GL
桩	ZH	基础梁	JL
梯	T	楼梯梁	TL
雨篷	YP	檩条	LT
阳台	YT	上水管	S
预埋件	YM	下水管	X
板	B	蒸汽管	Z
屋面板	WB	煤气管	M
空心板	KB		



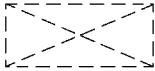

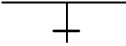
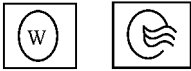


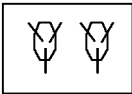
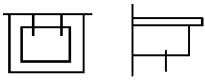
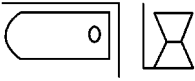
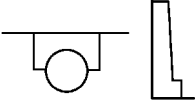

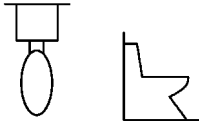
4. 家具和摆设物的图形符号

家具、摆设物的图形符号见表 3-8。

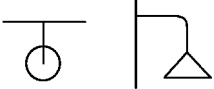
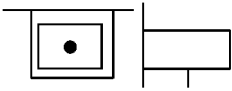
表 3-8 家具、摆设物的图形符号

序号	名称	符 号	备 注
1	双人床		
2	单人床		
3	沙发		选用特殊设计的家具，可根据实际情况绘制其外轮廓线
4	凳、椅		

(续)

序号	名称	符 号	备 注
5	桌		
6	钢琴		
7	吊柜		
8	其他家具		其他家具可在矩形或实际轮廓中用文字说明
9	取水栓		
10	洗衣机		
11	散热器		
12	地漏		
13	灶		其他设备可绘出外轮廓线加文字说明
14	洗脸盆 (洗面器)		(1) 左图为平面图 (2) 右图为侧面图
15	浴盆		
16	立式小便器		
17	蹲式便器		
18	坐式便器		

(续)

序号	名称	符 号	备 注
19	淋浴喷头		(1) 左图为平面图 (2) 右图为侧面图
20	化验盆或 洗涤盆		

5. 标准层平面图（局部）

假想用一水平的剖切面沿门窗洞的位置将房屋剖切后，对剖切面以下部分所做出的水平剖面图，即为建筑平面图，简称平面图。它反映出房屋的平面形状、大小和房间的布置，墙（或柱）的位置、厚度和材料，门窗的类型和位置等情况。这是施工图中最基本的图样之一，如图 3-18 所示。

一般，有几层房屋，就应画出几个平面图，并在图的下方注明相应的图名，如底层平面图、二层平面图，此外还有屋面平面图，它是房屋顶面的水平投影，一般可适当缩小比例绘制（对于较简单的房屋可不画出）。习惯上，如果上下各层的房间数量、大小和布置都一样时，则相同的楼层可用一个平面图表示，称为标准层平面图，如图 3-18 所示为某住宅楼的标准底层平面图，其包括以下几项内容：

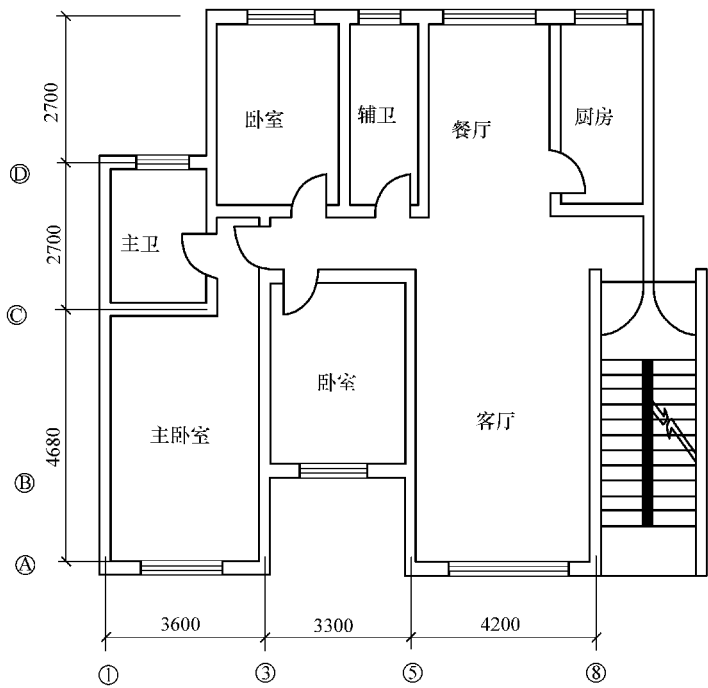


图 3-18 某住宅（3 室 2 厅 2 卫）平面图

(1) 各部分的平面形状、占地面积（长×宽）。

- (2) 定位轴线，纵向用 A、B、C……表示，横向用①、②、③……表示。
- (3) 各部分的面积和布置。
- (4) 门窗的位置及门的开向。
- (5) 设备及管道的位置。

3.2.2 电气设备图

了解了建筑平面图后，接下来介绍电气平面图。在电气平面图中，元件、设备、装置、线路及安装方法等都要借助图形符号和文字符号表示。阅读电气工程图，首先要了解和熟悉这些符号的形式、含义以及相互关系。电气工程图中标注的符号分为两类：一类是图形符号；另一类是文字符号。电气工程图中的图形和文字符号，均应按国家标准绘制和标注。













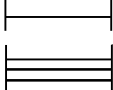
1. 常用装饰装修电器在平面图上的图形符号

常用装饰装修电器在平面图上的图形符号见表 3-9。

表 3-9 常用电器设备在平面图上的图形符号

名称	图形符号	说明	名称	图形符号	说明
照明配电箱			单极拉线开关		
单相插座		依次表示明装、暗装、密闭、防爆	单极双控拉线开关		
			双控开关		单相三线
			开关		开关一般符号
单极开关		依次表示明装、暗装、密闭、防爆	单相三孔插座		依次表示明装、暗装、密闭、防爆
双极开关		依次表示明装、暗装、密闭、防爆	三相四孔插座		依次表示明装、暗装、密闭、防爆
多个插座		3 个			

(续)

名称	图形符号	说明	名称	图形符号	说明
三极开关		依次表示明装、暗装、密闭、防爆	吸顶灯		
			带指示灯开关		
			多拉开关		如用于不同照度
			断路器		
带开关插座		装一单极开关	壁灯		
灯			花灯		
荧光灯		单管或三管灯			

2. 常用电气的文字符号

文字符号用以表示电气设备、元器件以及线路的基本名称、特征等。装饰装修电气图中常用的基本文字符号见表 3-10。

表 3-10 电气设备常用文字符号新旧对照表

名 称	文字符号		名 称	文字符号	
	新代号	旧代号		新代号	旧代号
发热器件	EH	RJ	同步电动机	MS	TD
照明灯	EL	ZD	异步电动机	MA	YD
热继电器	KR、FR	YX	电流表	PA	I
熔断器	FU	RD	电压表	PV	U
光指示器	HL	GS	断路器	QF	DL
指示灯	HL	SD	隔离开关	QS	GLK
交流继电器	KA	J	电阻器	R	R
接触器	KM	C	电位器	RP	W
时间继电器	KT	SJ	按钮	SB	AK
电感器	L	L	插头	XP	CT
电动机	M	D	插座	XS	CZ

3. 导线敷设方式的标注方法

导线敷设方式分为明敷（旧代号 M、新代号 E）和暗敷（旧代号 A、新代号 C），见表 3-11。

表 3-11 导线敷设方式的标注

序号	名 称	新代号	旧代号
1	用塑料线槽敷设	PR	XC
2	用钢丝槽敷设	SR	—
3	穿电线管敷设	TC	DG
4	穿聚氯乙烯硬质管敷设	PC	VG
5	穿聚氯乙烯半硬质管敷设	FPC	RVG
6	用瓷夹敷设	PL	CJ
7	用塑料夹敷设	PCL	VJ
8	用金属软管敷设	CP	SPG
9	沿墙面敷设	WE	QM
10	沿天棚面或顶板面敷设	CE	PM
11	暗敷设在墙内	WC	QA
12	暗敷设在地面内	FC	DA
13	暗敷设在顶板内	CC	PA
14	固定线吊式	CP	X
15	防水线吊式	CP	X
16	链吊式	CH	L
17	管吊式	P	G
18	壁装式	W	B
19	吸顶式或直附式	S	D
20	嵌入式	R	R
21	顶棚内安装	CR	DR

#### (1) 导线根数的表示法

只要走向相同,无论导线的根数有多少,都可以用一根图线表示一束导线,同时在图线上打上短斜线表示根数,也可以画一根短斜线,在旁边标注数字表示根数,所标注的数字不小于3,对于2根导线,可用一条图线表示,不必标注根数。

#### (2) 导线敷设方式的文字符号

导线敷设方式的标注符号见表3-11。旧的施工图符号用汉语拼音表示,新的施工图符号用英文字母表示,以便于和国际通用符号接轨。

### 4. 导线敷设部位的标注

导线敷设部位及其新旧文字代号对照见表3-12。

表 3-12 导线敷设部位及其新旧文字代号对照表

序号	名 称	新代号	旧代号
1	沿钢索敷设	SR	S
2	沿屋架或跨屋架敷设	BE	LM
3	沿柱或跨柱敷设	CLE	ZM

(续)

序号	名 称	新代号	旧代号
4	沿墙面敷设	WE	QM
5	沿天棚面或顶板面敷设	CE	PM
6	在能进入的吊顶内敷设	ACE	PNM
7	暗敷设在地面或地板内	FC	DA
8	暗敷设在屋面或顶板内	CC	PA

5. 配电线路的标注

配电线路的标注用以表示线路的敷设方式及敷设部位，采用英文字母表示。

配电线路的标注格式为

$$a - b(c \times d)e - f$$

式中 a —— 线路编号；  
b —— 导线型号；  
c —— 导线根数；  
d —— 导线截面积 (mm<sup>2</sup>)；  
e —— 敷设方式与穿管管径 (mm)；  
f —— 敷设部位。

例如：BV (3 × 50 + 1 × 25) SC50 - FC 表示线路是铜芯塑料绝缘导线，三根截面积为 50mm<sup>2</sup>，一根截面积为 25mm<sup>2</sup>，穿管管径为 50mm 的钢管沿地面暗敷。

BLV (3 × 60 - 1 - 2 × 35) SC70 - WC 表示线路为铝芯塑料绝缘导线，三根截面积为 60mm<sup>2</sup>，两根截面积为 35mm<sup>2</sup>，穿管管径为 70m 的钢管沿墙暗敷。

6. 照明灯具的标注形式

灯具的标注是在灯具旁按照灯具标注的规定标注灯具数量、型号、灯具中的光源数量和容量、悬挂高度和安装方式。灯具光源按发光原理分为热辐射光源（如白炽灯和卤钨灯）和气体放电光源（荧光灯、高压汞灯）。光源的类型及代号见表 3-13。

表 3-13 光源的类型与代号

光源的类型	光源代号	光源的类型	光源代号
白炽灯（不标）	—	钠灯	N
荧光灯	Y	卤钨灯	L
汞灯	G	氙灯	X

照明灯具的标注格式为

$$a - Lb(c \times d)/ef$$

式中 a —— 灯具数量；  
b —— 灯具型号或编号；  
c —— 每盏灯具中装设的灯泡数或灯管数；  
d —— 灯泡（管）容量 (W)；  
e —— 安装高度 (m)；

f ——安装方式;

L ——光源种类。

灯具安装方式及代号见表 3-14。

表 3-14 灯具安装方式及代号

序号	安装方式	代号	序号	安装方式	代号
1	线吊式	CP☆	9	吸顶或直附式	S☆
2	自在器线吊式	CH	10	嵌入式（嵌入不可进人的顶棚）	R☆
3	固定线吊式	CP1	11	顶棚内安装（嵌入可进人的顶棚）	CR☆
4	防水线吊式	CP2☆	12	墙壁内安装	WR
5	吊线器式	CP3	13	台上安装	T
6	链吊式	Ch☆	14	支架上安装	SP
7	管吊式	P	15	柱上安装	CL
8	壁装式	W☆	16	座装	HM

注：☆表示重点，在建筑上常用。

例如，5 - YZ40(2×40)/2.5Ch 表示 5 盏 YZ40 直管型荧光灯，每盏灯具中装设 2 只功率为 40W 的灯管，灯具的安装高度为 2.5m，灯具采用链吊式安装方式。如果灯具为吸顶安装，那么安装高度可用“-”号表示。在同一房间内的多盏相同型号、相同安装方式和相同安装高度的灯具，可以标注一处。

20 - YU60(1×60)/3CP 表示，20 盏 YU60 型 U 形荧光灯，每盏灯具中装设 1 只功率为 60W 的 U 形灯管，灯具采用线吊式安装，安装高度为 3m。

## 7. 电气平面图

### (1) 照明平面图

为准确无误地把各种电器安装在相应的位置上，需要在住宅平面图上绘制实际电器布置图，图中标出电源进线位置，配电箱、电表位置，插座、开关灯具位置，线路敷设方式，以及电器设备和线路等各项情况。某住宅照明平面图如图 3-19 所示。

### (2) 照明电路图

照明电路图绘有电源进线及保护方式，用电总量、各房间负载大小，进线导线和出线导线的型号、规格、敷设方式、电能表容量、熔断器和熔丝容量、断路器型号规格等。某住宅照明电路图如图 3-20 所示。

### (3) 电器布置图

在装饰装修中，为了更准确地安装各电器，可绘制电器布置图，更直观地表示出电器设备在建筑物中的相对位置。某住宅电器布置图如图 3-21 所示。

### (4) 电器接线图

在装饰装修电器设备安装中，为保证接线准确无误，要绘制并阅读电器接线图，它比照明电路图更清楚地表示出各种电器设备的连接关系。某住宅电器接线图如图 3-22 所示。

### (5) 配电系统图

配电系统图是表现各种电器设备的平面位置、空间位置、安装方式及相互关系的图。某干线配电系统图如图 3-23 所示。



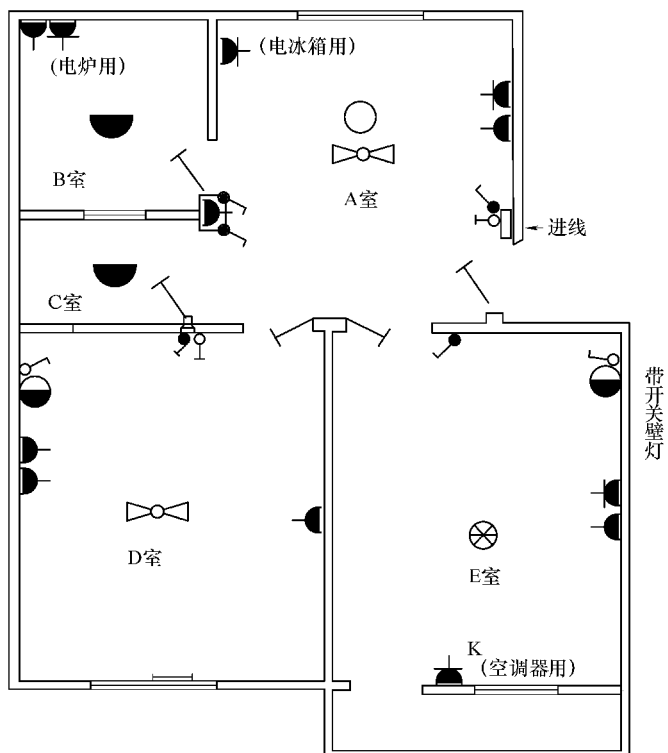


图 3-21 住宅电器布置图示例

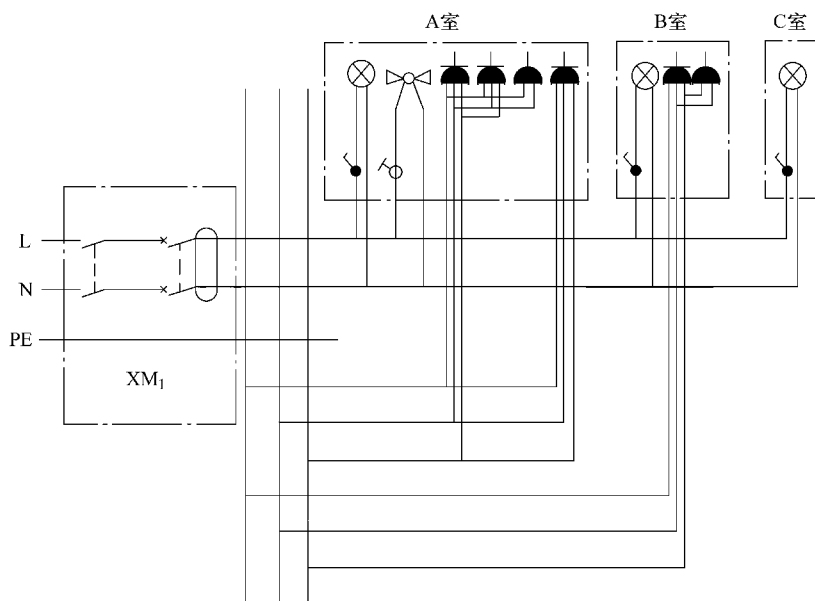


图 3-22 某住宅电器接线图

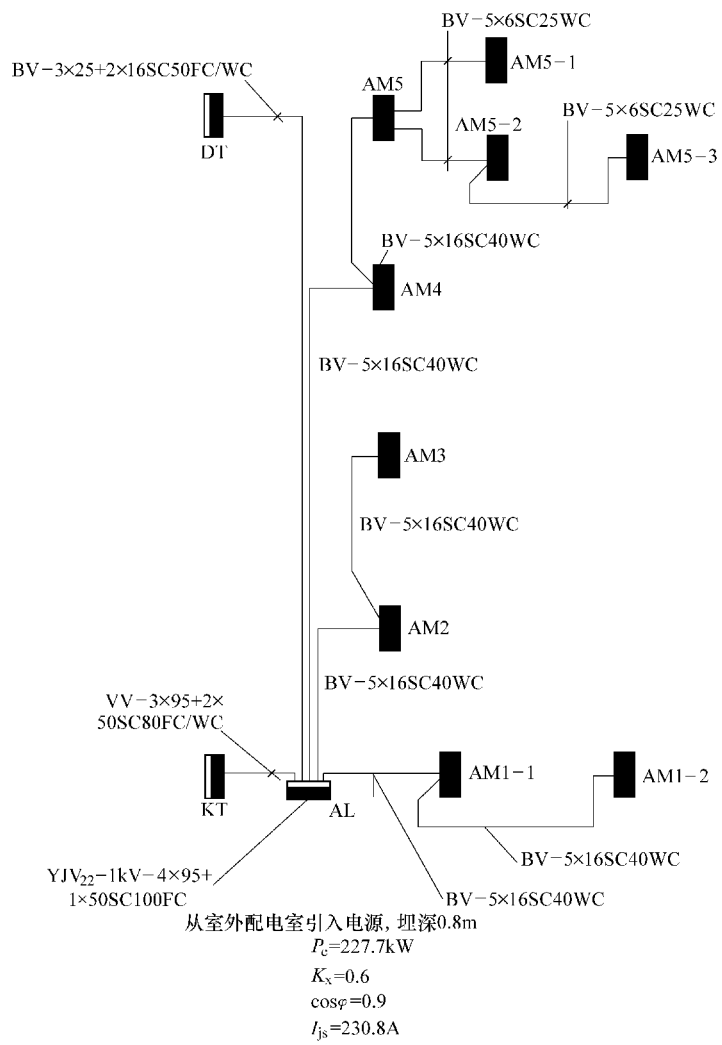


图 3-23 某干线配电系统图

## 第 4 章 线路与线槽的敷设

### 4.1 线路与线槽的敷设工艺

#### 4.1.1 电线与电缆的选择

在家庭用电中，室内供电是为各种电器提供电能的最基础的供电部分，因此，室内供电的优劣直接影响家庭用电的质量及各种电器的性能，而室内导线的好坏则直接影响室内供电，所以根据不同的需要选择不同的室内电线、电缆是家装电工首要掌握的知识。在室内布线中，选择的电线、电缆一律选择绝缘导线。接下来将介绍家装电工常见的电线、电缆的种类、性能及其配线的基本要求。

##### 1. 室内电线、电缆的种类与用途

###### (1) 室内电线的种类及其性能

室内电线按照其绝缘层材料的不同可分为塑料（聚氯乙烯，一般用字母“V”表示）绝缘导线和橡皮（一般用字母“X”表示）绝缘导线两种。

###### 1) 塑料绝缘导线

塑料绝缘导线是电工用导电材料中应用最多的导线之一，现在大多数室内敷设的导线采用的是塑料绝缘导线。按照其用途及特性不同可分为塑料绝缘硬线和塑料绝缘软线两种类型。

① 塑料绝缘硬线的线芯数较少，通常不超过 5 芯，在对其规格型号进行标注时，首字母通常为“B”字。图 4-1 所示为常见塑料绝缘硬线的结构。

常见塑料绝缘硬线的规格型号、性能参数及应用见表 4-1 所列。

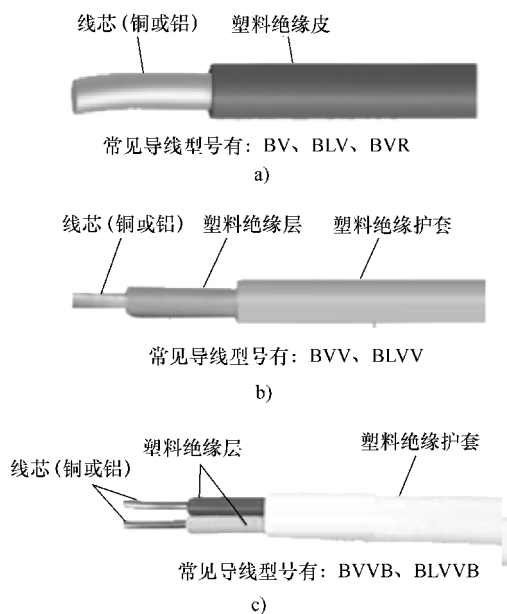


图 4-1 常用塑料绝缘硬线的结构

a) 单芯塑料绝缘线的结构 b) 单芯塑料绝缘护套导线的结构 c) 两芯塑料绝缘护套导线的结构

表 4-1 常见塑料绝缘硬线的规格型号、性能参数及应用

型 号	名 称	截面积/mm <sup>2</sup>	应 用
BV	铜芯塑料绝缘导线	0.8 ~ 95	常用于家装电工中的明敷和暗敷用导线，最低敷设温度不低于 -15℃
BLV	铝芯塑料绝缘导线	0.8 ~ 95	
BVR	铜芯塑料绝缘软导线	1 ~ 10	固定敷设，用于安装要求柔软的场所，最低敷设温度不低于 -15℃

(续)

型 号	名 称	截面积/mm <sup>2</sup>	应 用
BVV	铜线塑料绝缘护套圆形导线	1 ~ 10	固定敷设于潮湿的室内和机械防护要求高的场合，可用于明敷和暗敷
BLVV	铝芯塑料绝缘护套圆形导线	1 ~ 10	
BV - 105	铜芯耐热 105℃ 塑料绝缘导线	0.8 ~ 95	固定敷设于高温环境的场所，可明敷和暗敷，最低敷设温度不低于 -15℃
BVVB	铜芯塑料绝缘护套平行线	1 ~ 10	适用于照明线路敷设用
BLVVB	铝芯塑料绝缘护套平行线		

② 塑料绝缘软线的型号多是以“R”字母开头的导线，通常其线芯较多，导线本身较柔软，耐弯曲性较强，多作为电源软接线使用。如图 4-2 所示为常见塑料绝缘软线的结构图。

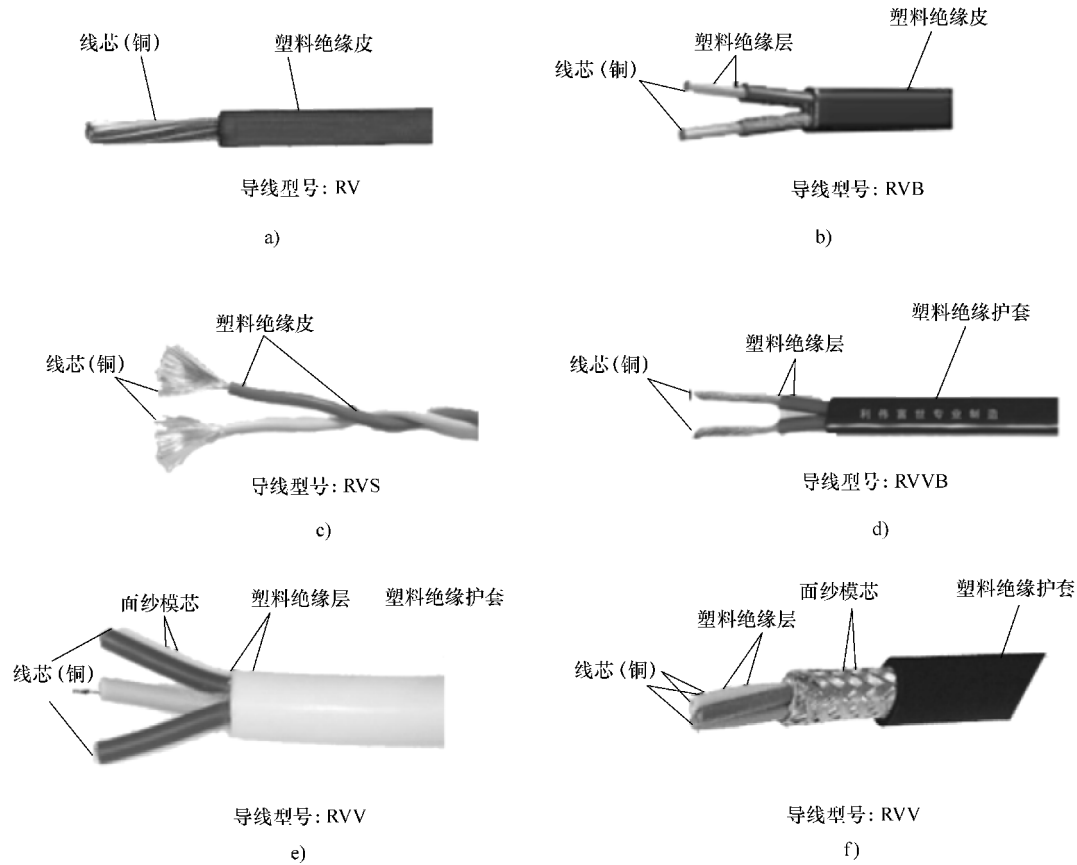


图 4-2 常见塑料绝缘软线的结构图

a) 单芯塑料绝缘软线的结构    b) 两芯塑料绝缘平行软线的结构    c) 两芯塑料绝缘绞形软线的结构  
d) 两芯塑料绝缘护套平行软线的结构    e) 三芯塑料绝缘护套圆形软线的结构    f) 四芯塑料绝缘护套圆形软线的结构

常见塑料绝缘软线的规格型号、性能参数及其应用见表 4-2 所列。

表 4-2 常见塑料绝缘软线的规格型号、性能参数及其应用

型 号	名 称	截面积/mm <sup>2</sup>	应 用
RV	铜芯塑料绝缘软线	0.2 ~ 2.5	可供各种交流、直流移动电器、仪表等设备接线用，也可用于照明设备的连接，安装环境温度不低于 -15℃
RVB	铜芯塑料绝缘平行软线		
RVS	铜芯塑料绝缘绞形软线		
RV-105	铜芯耐热 105℃ 塑料绝缘软线		该导线用途与 RV 等导线相同，不过该导线可应用于 45℃ 以上的高温环境
RVV	铜芯塑料绝缘护套圆形软线		该导线用途与 RV 等导线相同，还可以用于潮湿和机械防护要求较高，以及经常移动和弯曲的场合
RVVB	铜芯塑料绝缘护套平行软线		可供各种交流、直流移动电器、仪表等设备接线用，也可用于照明设备的连接，安装环境温度不低于 -15℃

## 2) 橡胶绝缘导线

橡胶绝缘导线主要是由天然丁苯橡胶绝缘层和导线线芯构成的。常见的电工用橡胶绝缘导线多为黑色、较粗（成品线径为 4.0 ~ 39mm）的导线，在家装电工中常用于照明设备的固定敷设，移动电气设备的连接等。

常见橡胶绝缘导线的规格型号、性能参数及其应用见表 4-3 所列。

表 4-3 常见橡胶绝缘导线的规格型号、性能参数及其应用

型 号	名 称	截面积/mm <sup>2</sup>	应 用
BX BLX	铜芯橡胶绝缘导线 铝芯橡胶绝缘导线	2.5 ~ 10	适用于交流、照明设备的固定敷设
BXR	铜芯橡胶绝缘软导线		适用于室内安装及要求柔软的场所
BXF BLXF	铜芯氯丁橡胶导线 铝芯氯丁橡胶导线		适用于交流电气设备及其照明设备用
BXHF BLXHF	铜芯橡胶绝缘护套导线 铝芯橡胶绝缘护套导线		适用于敷设在较潮湿的场合，可用于明敷和暗敷

## (2) 网线、电话线、有线电视线的性能

在家装电工中，除了掌握用于照明、电器等 220V 交流供电的电线外，还得了解如网线、电话线以及有线电视线等弱电安装线路的性能，下面介绍各自的特点。

### 1) 网线

网络线缆（Network Cable）是从一个网络设备连接到另外一个网络设备，用来传递信息的介质，是网络的基本构件。常见的网络线缆有光纤、同轴电缆和双绞线。其中双绞线是家装电工中应用的网络线缆。

双绞线（Twisted Pair）分为屏蔽双绞线（Shielded Twisted Pair，STP）和非屏蔽双绞线（Unshielded Twisted Pair，UTP）两种。这两种双绞线的结构如图 4-3 所示，由图中可以看出屏蔽双绞线比非屏蔽双绞线多了一层金属网，称为屏蔽层。在屏蔽层外面是绝缘外皮，屏蔽层可以有效地隔离外界电磁信号的干扰。

目前家装电工中使用频率最高的网线是非屏蔽双绞线（UTP）。这种网线在塑料绝缘外

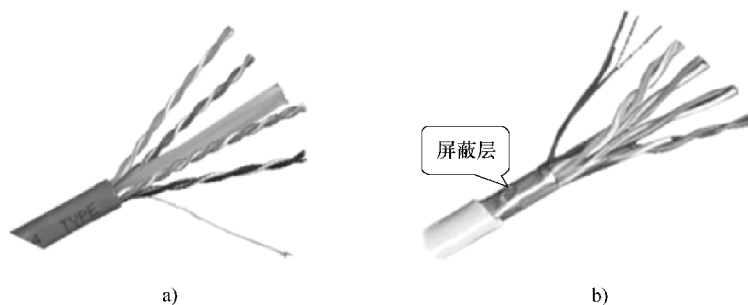


图 4-3 双绞线的结构

a) 非屏蔽双绞线 b) 屏蔽双绞线

皮里面包裹着八根信号线，它们每两根为一对相互缠绕，形成总共四个线对。双绞线采用互相缠绕的目的是为了利用铜线中电流产生的电磁场的互相作用，抵消邻近线路的干扰，并减少来自外界的干扰。在双绞线内，不同线对的扭绞长度不同，一般扭绞越密，其抗干扰能力就越强，成本也越高。非屏蔽双绞线电缆具有以下优点：

- ① 无屏蔽外套，直径小，节省所占用的空间；
- ② 重量轻，易弯曲，易安装；
- ③ 将串扰减至最小或加以消除；
- ④ 具有阻燃性；
- ⑤ 具有独立性和灵活性，适用于结构化综合布线。

如果家装电工中使用屏蔽双绞线时，一定要将屏蔽双绞线的屏蔽层正确接地。其目的是把噪声减小到最小，提高信噪比，使双绞线具有抗干扰、防辐射的能力。

### 2) 电话线

电话线是家庭中不可缺少的线路。在一般要求的家装电工中，电话线采用的是 2 芯电话线缆，随着信息交流技术的不断发展，例如面向未来的智能家居网通过固定电话的电话线来发送指令信号等，就必须要考虑使用 4 芯电话线缆。图 4-4 所示为常见 2 线芯缆和 4 线芯缆实物外形。



图 4-4 常见 2 线芯缆和 4 线芯缆

a) 2 线芯缆 b) 4 线芯缆

### 3) 有线电视线

有线电视线又称为馈线，与网线、电话线同样是家庭中不可缺少的弱电安装线路。有线电视线大多采用同轴电缆，如图 4-5 所示。同轴电缆由同轴结构的内外导体构成，具体分为内导体、绝缘介质、外导体和护套（保护层）4 部分，绝缘介质使内、外导体绝缘且保持轴心重合。

内导体（又称线芯）可以用铜线、铜包铝线、铜包钢线制成。外导体（又称屏蔽层）一般由铜丝编织而成，或镀锡铜丝编织网内加一层铝箔而成，也有用金属管（铝管）或用

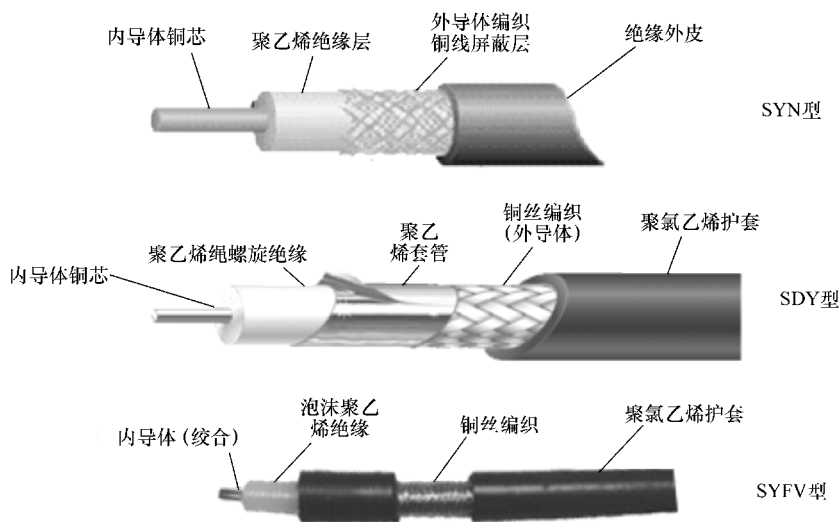


图 4-5 同轴电缆结构图

波状铜管制成的。外导体与内导体之间是绝缘介质，其介质的电特性在很大程度上决定着同轴电缆的传输和损耗特性，经常使用的绝缘介质有干燥空气、聚乙烯（PEV）、聚丙烯、聚氯乙烯（PVC）和氟与塑料材料的混合物，其结构形式有竹节、纵孔（藕式）、高发泡等。外导体外层有一层护套，常用聚乙烯或乙烯基类材料制成，由于填充物的不同分成黑色和白色。

由于在馈线中，既要传输高频信号，又要传输低频信号，还有高频直流供电，因此应该选购优质低损耗的同轴电缆，才能确保信号的畅通无阻。

同轴电缆的主要技术指标如下：

① 特性阻抗。同轴电缆的特性阻抗与外导体直径、内导体直径和绝缘介质的相对介电常数有关。

② 衰减常数。射频信号在同轴电缆中传输时的损耗与同轴电缆的结构尺寸、介电常数、工作频率有关。

③ 温度系数。温度系数表示一年四季温度变化对同轴电缆损耗的影响。温度增加，电缆损耗增加；温度降低，电缆损耗减小。

④ 回路电阻。回路电阻（也称环路电阻）是指单位长度（如 km）内导体与外导体形成的回路的电阻值（通常用  $\Omega$  表示）。

⑤ 屏蔽特性。屏蔽特性用屏蔽衰减（dB）表示，dB 越大表明电缆的屏蔽性能越好。电缆的屏蔽特性好，不但可防止周围环境中的电磁干扰影响本网络，也可防止电缆的传输信号泄漏而干扰其他设备。

⑥ 最小弯曲半径。在安装时特别要注意指标，如果电缆向外弯曲程度太大或被夹扁，特性阻抗就不均匀，将会使该处的驻波比增大，产生反射。因此电缆弯曲时，一定要按照产品给定的最小弯曲半径，对于未标明最小弯曲半径的电缆，其半径一般应为电缆直径的 6~10 倍。

⑦ 线缆老化。随着时间的推移，安装在室内的电缆会出现老化，各项性能指标都要发

生变化，其中电缆衰减特性改变很大。因此，选购有线电视线时，要考虑线缆的使用寿命。

## 2. 室内配电的基本要求

室内线路主要用于为室内电器进行供电与提供相关信号。为了保证传输电能的安全可靠以及相关信号的正常，应使线路布局合理、安装牢固、整齐美观。如下列出了室内配线的基本要求：

1) 配线时，导线绝缘应符合线路安装环境和敷设条件的要求，而且要求导线额定电压大于线路的工作电压。

2) 强电和弱电要分开进行敷设，避免强电影响弱电信号，造成弱电信号传输的不正常。其中强电导线与墙体边缘、墙体构架以及弱电导线的最小距离见表 4-4 所列。

表 4-4 强电导线与墙体边缘、墙体构架以及弱电导线的最小距离

敷 设 方 式	最小允许范围/mm
水平敷设距离下方弱电线路交叉距离	600
水平敷设距离上方弱电线路交叉距离	300
水平敷设距离下方窗户垂直距离	300
水平敷设距离上方窗户垂直距离	800
垂直敷设距离阳台、窗户的水平距离	750
沿墙敷设距离墙构架的距离	50

3) 在不同的供电系统中，禁止使用大地作中性线。

4) 进行线路的敷设时，敷设的导线应尽量减少接头。管道配线和槽板配线无论在什么情况下都不允许有接头，必要时可采用接线盒。在导线的接头处、分支处都不应受到机械应力，特别是拉力的作用。

5) 线路进行敷设时，要保持水平和垂直，导线敷设时对地距离见表 4-5 所列。暗敷时要使用线管进行线路的敷设，禁止直接将导线埋设在墙体内。

表 4-5 导线敷设对地距离

布 线 方 式	最小距离/m
导线水平敷设	2.5
导线垂直敷设	1.8

6) 导线穿越墙体时，应加穿墙套管保护（瓷管、塑料管、钢管）。套管两端伸出墙体的长度不应小于 10mm，并保持一定的倾斜度，导线沿墙敷设时，与墙体距离应大于 10 mm，以防止导线直接接触墙体而受潮。

7) 在跨越建筑物的伸缩缝或沉降缝的地方，导线应留有伸缩余量，敷设线管时，应装补偿装置。

8) 为确保安全，导线相互交叉时，应在每根导线上加绝缘套管，并将套管在导线上固定。注意电气管线和配电设备与各种管道间最小允许距离。

## 3. 室内导线与电缆的选择

室内导线的选择是根据不同电路功率的不同、允许压降的不同，以及导线自身允许的机械强度的不同，来计算室内导线的型号、规格，以保证需要。

### (1) 选择导线的方法

导线截面选择过大时,将增加铜的使用量,以致增加电路敷设的费用;如果导线的截面过小,电线中电压的损失会变大,并且导线的接头会过热而熔断,影响家庭电器的使用。因此,要合理选择导线的截面积。

家装电工中选择导线的截面积,应根据导线的允许载流量、导线最大的机械强度、线路允许电压损失和经济实用等进行选择,下面介绍各种选择不同截面积的导线的方法。

1) 按导线允许的载流量选择导线。导线具有电阻,当通过电流时,导线会发热,温度随之升高。一般导线允许的工作温度为 $+65^{\circ}\text{C}$ 。当温度超过允许温度时,导线绝缘层将加速老化。因此,必须按照导线允许最高温度计算允许通过的最大电流,以此来选择相应的导线截面积。

在家装电工中,常用的导线为铜线芯。其截面积不同的导线,其允许长期工作的电流如表4-6所列。

**表 4-6 截面积不同、材料不同的导线在不同温度下允许的最大载流量 (A)**

横截面积/ $\text{mm}^2$	塑料绝缘铜芯导线				橡皮绝缘铜芯导线			
	25 $^{\circ}\text{C}$	30 $^{\circ}\text{C}$	35 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$	25 $^{\circ}\text{C}$	30 $^{\circ}\text{C}$	35 $^{\circ}\text{C}$	40 $^{\circ}\text{C}$
0.75	16	15	14	13	18	17	16	14
1.0	19	18	16	15	21	20	18	17
1.5	24	22	21	19	27	25	23	21
2.5	32	30	28	25	35	33	30	28
4	42	39	36	33	45	42	39	35
6	55	51	48	43	58	54	50	46
10	75	70	65	59	85	79	74	67
16	105	98	91	85	110	103	95	87
25	138	128	119	109	145	135	125	114
35	170	159	147	134	180	168	156	142
50	215	201	186	170	230	215	199	182
70	265	248	229	209	285	266	246	225
95	325	304	281	256	345	322	298	272
120					400	374	346	316
150					470	440	406	371
185					540	505	467	427
240					660	617	570	522
300					770	720	666	608
400					940	878	813	742

导线的截面积确定之后,要选择相对应的线管进行敷设,不同管径的线管穿入导线的数量、截面积也是不同的,其参数值如表4-7所列。

表 4-7 数量、截面积不同导线选择线管的管径

导线的截 面积/mm <sup>2</sup>	线管的不同管径/mm								
	导线的根数								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.0	13	16	16	19	19	25	25	25	25
1.5	13	16	19	19	25	25	25	25	25
2.0	16	16	19	19	25	25	25	25	25
2.5	16	16	19	25	25	25	25	25	32
3.0	16	16	19	25	25	25	25	25	32
4.0	16	19	25	25	25	25	32	32	32
5.0	16	19	25	25	25	25	32	32	32
6.0	16	19	25	25	25	32	32	32	32
8.0	19	25	25	32	32	32	38	38	38
10	25	25	32	32	38	38	38	51	51
16	25	32	32	38	38	51	51	51	64
20	25	32	38	38	51	51	51	64	64
25	32	38	38	51	51	64	64	64	64
35	32	38	51	51	64	64	64	64	76
50	38	51	64	64	64	64	76	76	76
70	38	51	64	64	76	76	76		
95	51	64	64	76	76				

2) 按导线允许的机械强度选择导线。家装电工在导线敷设时或敷设完成后，导线会因为自身重量及外力的作用，造成导线发生断线的故障。其中，发生断线的原因还与敷设方式及支持点相关。

当负载很小时，如果按导线的载流量选择导线的截面积，其导线会因为选择截面积太小而不能满足导线的机械强度，容易发生断线故障。因此，导线的负载小时，可根据导线的机械强度选择导线的截面积。

根据导线截面积选择室内配线线芯的最小允许截面积如表 4-8 所列。

表 4-8 室内配线线芯的最小允许截面积

敷 设 方 式	固定点的间距/mm	绝缘铜线最小截面积/mm <sup>2</sup>
瓷夹配线	≤60	1
瓷柱配线	≤150	1
	≤200	1.5
绝缘子配线	≤300	1.5
	≤600	2.5
塑料护套配线	≤20	0.5
钢管或塑料管配线		1.0

3) 按允许的电压降选择导线。根据导线载流量选择的导线, 还需要按照用电设备允许的压降来进行导线的选择。一般用电设备允许的压降值如表 4-9 所列。

表 4-9 用电设备允许的压降值

用电设备	电动机	照明设备	个别较远的电动机
允许的电压降	5%	6%	8% ~ 12%

在计算室内用电设备的电压降时, 首先判断引入的电压值是否为额定值, 如果为额定值, 则根据上表中的数值进行计算; 如果引入的电压值低于额定值, 则允许电压降做相应的减少。

单相 220V 两线制

$$\Delta U = \frac{2P\gamma L}{SU^2} \times 100\%$$

式中  $\Delta U$  ——电压损失占额定电压的百分数;

$P$  ——用电设备的功率, 单位是 W;

$L$  ——导线的长度, 单位是 m;

$\gamma$  ——导线的电导率, 单位是  $\text{m}/(\text{mm}^2 \cdot \Omega)$ , 其中铜的电导率为  $54\text{m}/(\text{mm}^2 \cdot \Omega)$ ;

$S$  ——导线的截面积, 单位是  $\text{mm}^2$ ;

$U$  ——线路的额定电压值为 220V。

三相三线制 380V/220V 和各相负载均匀的四线制与单相 220V 两线制计算公式一样, 只是  $U$  表示线路的额定电压值为 380V。

在家装电工中, 室内用电电线的长度约为 40 ~ 50m, 一般选择导线截面积时, 只考虑导线的机械强度和导线允许的最大载流量即可。

## (2) 室内支路导线的选择方案

我们在第 3 章中介绍了二室一厅的配电方案, 将室内电路分为照明支路、插座支路、厨房支路、卫生间支路、空调器支路、柜式空调器支路 6 个部分, 下面介绍各个支路中导线及其线管的选择方案。

1) 照明支路。照明支路由于是为室内所有照明灯提供电能的支路, 其用电设备主要是各种灯具, 其总功率比较小, 通过的电流约为 4A 左右, 根据导线载流量进行计算, 选择截面积为  $0.75\text{mm}^2$  的导线即可满足需要。此时还需要考虑导线的机械强度, 因此, 最小应选择截面积为  $1.0\text{mm}^2$  的导线。这里建议最好使用截面积稍大点的导线, 通常采用截面积为  $1.5\text{mm}^2$  的导线。

2) 插座支路。插座支路主要是为日常生活中使用频率比较高的家用电器供电的, 其中包括电视机、组合音响、电脑、电风扇、吸尘器以及各种数码产品的充电器等, 这些用电设备功率较大, 通过的电流约为 16A 左右, 线管中需要穿入三线制 220V 导线, 考虑以后还需要增加大功率的家用设备, 通常这里采用截面积为  $2.5 \sim 4.0\text{mm}^2$  的导线。

3) 厨房支路。随着人们生活水平的不断提高, 厨房中的家用电器也发生了日新月异的变化, 因此厨房支路跟以前比有了很大的变化。其中, 增加了如电冰箱、抽油烟机、微波炉、电饭煲、电磁炉等小功率家用电器和大功率电器。从第 3 章中叙述可知, 厨房支路中的所有家用电器额定电流为 18A 左右, 因此这里导线的选择相应的有了变化。

厨房支路中由于有大功率电器, 这里应选用截面积为  $2.5\text{mm}^2$  或  $3.0\text{mm}^2$  的导线, 甚至截面积为  $4.0\text{mm}^2$  的导线, 以保证厨房支路的正常工作。通常采用截面积为  $4.0\text{mm}^2$  的导线。

4) 卫生间支路。卫生间支路中的电器包括洗衣机等小功率用电设备,还增加了热水器、浴霸等大功率用电设备,由第3章叙述可知卫生间支路中的所有家用电器额定电流也为16A左右。同厨房支路中相同,这里要求考虑大功率用电设备的正常使用,因此,应选用截面积为 $2.5\text{mm}^2$ 或 $3.0\text{mm}^2$ 的导线,甚至选截面积为 $4.0\text{mm}^2$ 的导线,以保证卫生间支路的正常工作。

5) 空调器支路。空调器支路是专门给空调器进行供电的支路,由于空调器工作使用的电流比较大,其中主、次卧室空调器支路使用的额定电流为10A左右,而柜式空调器支路使用的额定电流为16A左右。由于空调器支路属于大功率的用电支路,因此同样考虑使用截面积为 $2.5\text{mm}^2$ 、 $3.0\text{mm}^2$ 或 $4.0\text{mm}^2$ 的导线,以保证空调器正常工作。通常空调器支路采用截面积为 $4.0\text{mm}^2$ 的导线。

#### (3) 干路导线的选择方案

干路导线是从物业输送到配电盘总闸之间的导线。此段导线中的理论最大电流是各个支路电流的总和,由上面分析可知其电流值约为80A左右。由于室内所有的用电设备不可能全部开启,一般选用通过60A电流值、截面积约为 $10\text{mm}^2$ 的导线即可。

### 4. 室内电缆的选择方案

室内电缆的选择主要是指家装电工中弱电导线的选择,主要包括网线、电话线和有线电视线的选择,下面介绍这几种弱电导线的选择方法。

#### (1) 网线的选择方案

在家装电工中,常见的网线为双绞线,其中无特殊要求的情况下,大多采用非屏蔽线,其具有价格便宜、易于布线等优点。

非屏蔽线通常分为:三类、四类、五类、超五类、六类、七类双绞线等类型。其中三类、四类线目前在市场上几乎没有了,在一般家装电工中常见的是五类、超五类或者六类非屏蔽双绞线。

#### (2) 电话线的选择方案

电话线选择的通常是在2线芯和4线芯两者中进行选择,如果要安装可视电话等智能电话则需要安装4芯的电话线,以满足正常的工作需要,无特殊要求则选择安装2芯电话线即可。

#### (3) 有线电视线的选择方案

家装电工中常用的导线通常为同轴电缆,其中同轴电缆按绝缘介质不同可分为四种:实心同轴电缆、藕芯同轴电缆、物理发泡同轴电缆和竹节电缆。其中实心同轴电缆和藕芯同轴电缆市场已不多见,竹节电缆价格偏高,一般在家装电工中也不常见,现在家装电工中常见的同轴电缆为物理发泡同轴电缆,具有传输损耗小,不易老化和受潮的优点。

### 5. 线管的选择方案

室内导线选择完成后,需要选择穿导线的线管,保证导线的截面积不超过线管的截面积40%,保证线路的正常散热。

干线导线的截面积已经选择了 $10\text{mm}^2$ 的导线,由表4-6所列可知,应选择线管管径为25mm的线管。

在6个支路中,采用的导线的截面积最大为 $4\text{mm}^2$ 的导线,为了保持敷设的统一和购买的方便,按线管中需要穿入3根导线计算,由表4-6所列可知,统一选择线管管径为19mm的线管。

## 4.1.2 明敷与暗敷的操作

室内线管的敷设又称为内线工程,是家装电工中重要的环节,其特点是操作方法多样,

应用范围广阔等。导线进行敷设的要求是导线在管内受到保护，避免多尘环境的影响、腐蚀性气体侵蚀和机械损坏，并且当导线发生故障时不易漏电，提高供电的可靠性。在施工穿线或维修换线时，便于进行操作。

室内线管的敷设按照敷线方法的不同，可分为明敷和暗敷两种。明敷是在导线沿着墙壁、天花板、桁架、柱子等建筑物表面进行敷设的方法。暗敷是将导线埋设在墙内、顶棚内或地板下等环境内进行敷设的方法。

### 1. 室内线管的明敷操作

房子装修完并居住一段时间后，当用户发现房子内某处需要增加一个新的插座或安装一个新的电器，需要增加一条线路时，大多使用线管明敷的方式。

#### (1) 定位画线

室内线管明敷操作是在土建抹灰以后进行的，为使线路安装的整齐、美观，应尽量沿房屋的线脚、横梁、墙角等处敷设。定位画线应与建筑物的线条平行或垂直，注意不要弄脏、弄花墙面。

##### 1) 定位

例如，随着社会的不断发展，原厨房中的插座已经不能满足现在厨房电器使用的需要，因此需要增加一个新的插座线路，以增加厨房中插座的数量，这里以两室一厅中客厅拐角部分线路的明敷为例进行介绍，如图 4-6 所示。

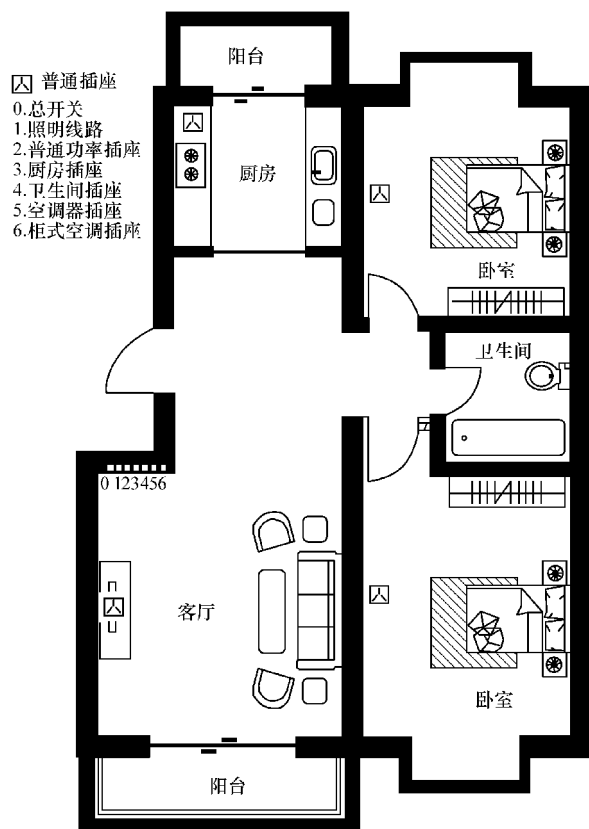


图 4-6 两室一厅插座布线图

2) 画线

画线时，应考虑线路的整洁和美观，要沿建筑物表面逐段画出导线的走线路径，并在每个开关、灯具、插座等固定点中心画出“×”记号。画线时应避免弄脏墙面，如图 4-7 所示为客厅的画线示意图，其中槽板底板固定点距转角、终端及设备边缘的距离应在 50mm 左右，中间固定点间距不大于 500mm。

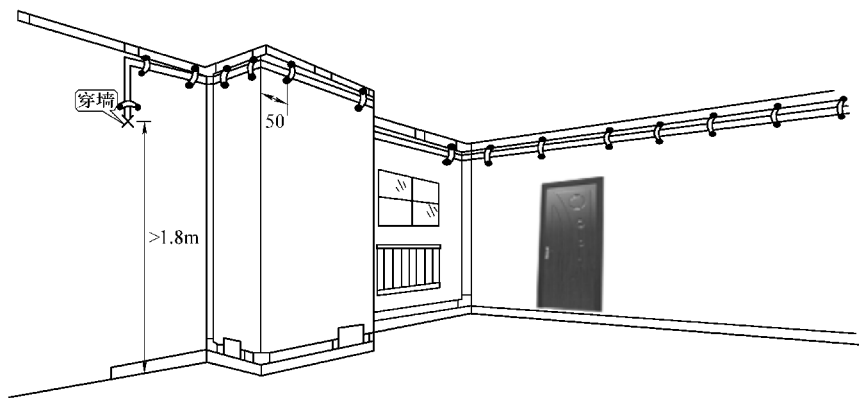


图 4-7 客厅画线图

(2) 线管的选择

1) 线管的选择要求

① 线管管径的要求：管内绝缘导线或电缆的总截面积（包括绝缘层），不应超过管内径截面积的 40%，线管管径的选用，通常由设计确定或者参照表 4-10 进行选择。

表 4-10 单芯绝缘导线穿管选择表

导线截面积/ mm <sup>2</sup>	线管直径/mm										
	水煤气钢管穿入导线根数				电线管穿入导线根数				硬塑料管穿入导线根数		
	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4
1.5	15	15	15	20	20	20	20	25	15	15	15
2.5	15	15	20	20	20	20	25	25	15	15	20
4	15	20	20	20	20	20	25	25	15	20	25
6	20	20	20	25	20	25	25	32	20	20	25
10	20	25	25	32	25	32	32	40	25	25	32
16	25	25	32	32	32	32	40	40	25	32	32
25	32	32	40	40	32	40	—	—	32	40	40
35	32	40	50	50	40	40	—	—	40	40	50
50	40	50	50	70					40	50	50
70	50	50	70	70					40	50	50
95	50	70	70	80					50	70	70
120	70	70	80	80					50	70	80
150	70	70	80	—					50	70	80
185	70	80	—	—							

② 线管质量要求：管壁内不能存有杂物、积水，金属管不能有铁屑毛刺。

③ 线管长度要求：当线管超过下列长度时，线管的中间应装设分线盒或拉线盒，否则应选用大一级的管子。

线管全长超过 45m，并且无弯头时；

线管全长超过 30m，有一个弯头；

线管全长超过 20m，有两个弯头；

线管全长超过 12m，有三个弯头。

④ 线管垂直敷设时的要求：敷设于垂直线管中的导线，每超过下列长度时，应在管口处或接线盒内加以固定。

导线截面积为  $50\text{mm}^2$  及以下，长度为 30m 时；

导线截面积为  $70 \sim 95\text{mm}^2$ ，长度为 20m 时；

导线截面积为  $120 \sim 240\text{mm}^2$ ，长度为 18m 时。

## 2) 使用场合的选择

常用的电线管有水煤气管、薄钢管、金属软管、塑料管和瓷管 5 种。这 5 种电线管分别适用于不同的场合，见表 4-11 所列。

表 4-11 电线管应用场合

电线管种类	线管特性
水煤气管	适用于有机械外力或有轻微腐蚀气体的场所进行明敷和暗敷
薄钢管	适用于干燥场所进行明敷和暗敷
塑料管	适用于腐蚀性较强的场所进行明敷设和暗敷设
金属软管	适用于活动较多的场所进行明敷和暗敷
瓷管	适用于穿越墙壁、楼板及导线交叉敷设时的保护

这里选择塑料管中的板槽来进行明敷操作演示，其实物外形如图 4-8 所示。

## (3) 塑料板槽的加工

### 1) 塑料板槽的清洁

在塑料板槽使用前，应首先对其进行清洁，如果板槽内部有杂物或油污等，会造成穿线困难，甚至造成导线的损坏。其清洁的方法是：使用钢刷将塑料板槽内壁进行仔细的清洁，确保塑料板槽内壁光滑无阻碍。

### 2) 塑料板槽的裁切

#### ① 塑料板槽长度的确定加工

塑料板槽清洁完成后，接下来是对塑料板槽进行加工，根据接线盒或电气设备的连接和转角情况，确定实测的长度来进行塑料板槽的加工。其中应先确定弯曲部分，再确定直线部分。阳转角部分的测量应注意，正确的测量阳转角的方法如图 4-9 所示。



图 4-8 板槽

② 塑料板槽转角分支的加工

塑料板槽长度加工完成后，接下来是对需要阳转角、阴转角或分支等操作的塑料板槽进行裁切，主要使用钢锯、锉刀进行，其中，转角分支的裁切外形如图 4-10 所示。

(4) 打眼安装固定件

1) 在画好的固定点处用电钻或冲击钻打眼，打眼时应注意深度，避免过深或过浅，适当超过膨胀螺栓或塑料胀塞即可。

2) 在打眼孔中逐个放入固定件（膨胀螺栓或塑料胀塞、木塞等），这里使用塑料胀塞，如图 4-11a 所示，然后将塑料胀塞装入刚打好的眼孔中，最后效果图如图 4-11b 所示。

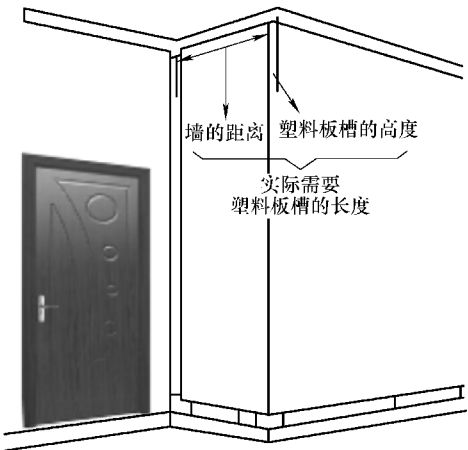


图 4-9 测量阳转角的方法

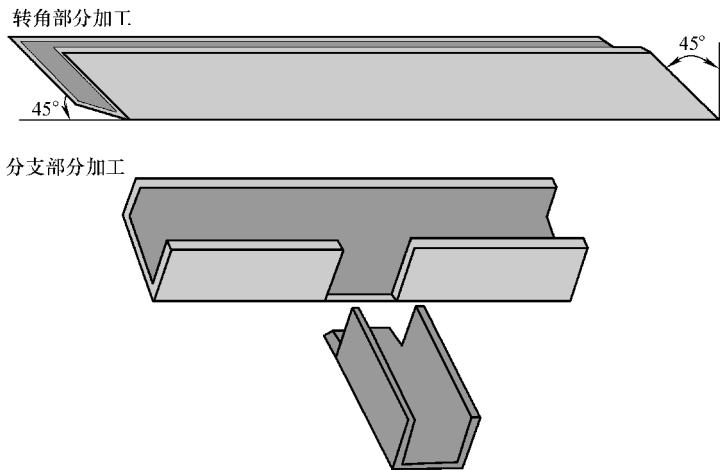


图 4-10 转角分支的裁切外形

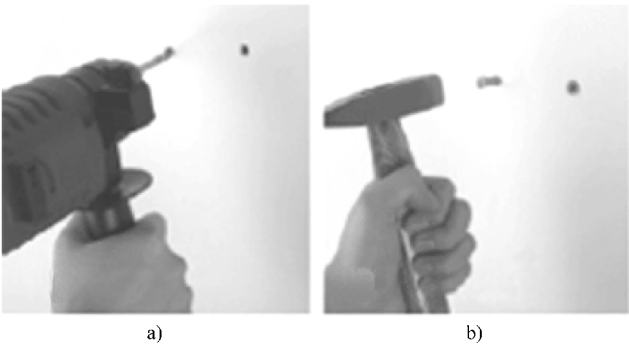


图 4-11 安装塑料胀塞

(5) 塑料板槽的安装

1) 沿墙敷设

一般采用管卡将线管直接固定在墙壁或墙支架上，其基本方法如图 4-12 所示。

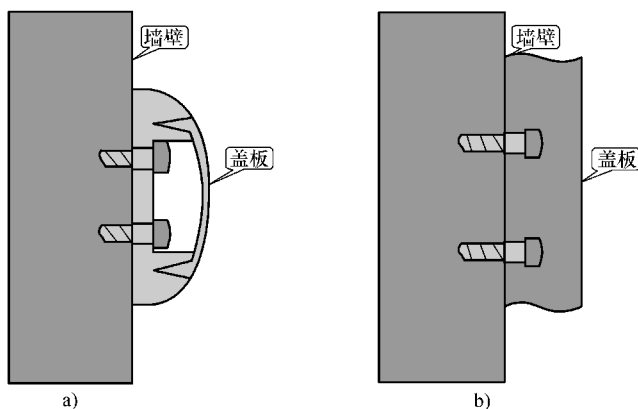


图 4-12 沿墙敷设的两种方法

a) 横向沿墙敷设 b) 竖向沿墙敷设

## 2) 吊装敷设

多根管子或管径较粗的线管在楼板下敷设时,可采用吊装敷设。例如吊扇灯的线路敷设,其操作方法如图 4-13 所示。

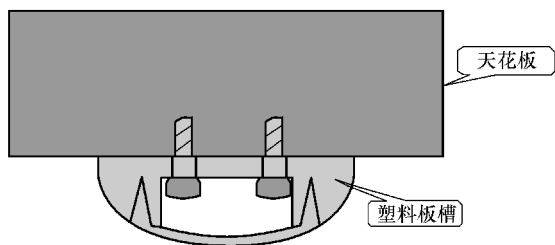


图 4-13 吊装敷设

## (6) 导线敷设

将导线敷设于线槽内,在线槽的内部不能出现接头,如果导线的长度不够,则将不够的导线拉出,重新使用足够长的导线进行敷设,敷设完成后导线两端须留出 100mm 线头。

## (7) 塑料板槽盖板及其附件安装

在敷线的同时,边敷线边将盖板固定在底板上,盖板与底板的接口应相互错开,各种图例符号示意图如图 4-14 所示。

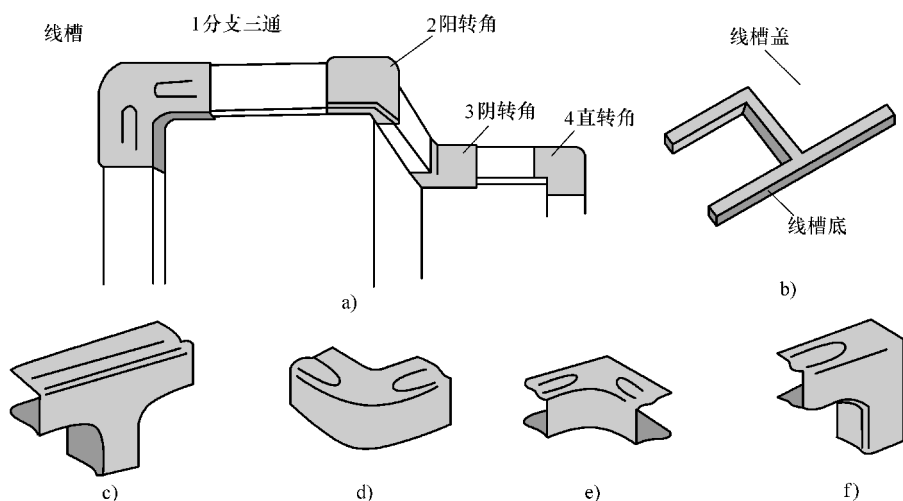


图 4-14 图例符号图

a) 干线线槽沿墙壁敷设示意图 b) 塑料线槽 c) 分支三通外形示意图 d) 阳转角外形示意图  
e) 阴转角外形示意图 f) 直转角外形示意图

由图中可见,安装好盖板后,接下来是对塑料板槽的转角及分支部分安装配套部件,塑料板槽的配套部件主要有分支三通、阳转角、阴转角及直转角。安装好各个转角后,进行分线盒的安装,图4-15所示为分线盒的安装在明敷时的显示。

## 2. 室内线管暗敷操作

在土建抹灰之前,房子进行线管敷设时,一般采用暗敷的操作方式。因为开发商只是提供了照明和简单电器使用的线路,此时需要重新进行线管的敷设,因而要采用暗敷的操作方式。

采用线管暗敷的房子,在装修完成后一般比明敷更加美观,更加安全。下面以二室一厅中的网线、有线电视线、电话线为例介绍暗敷的操作步骤。

### (1) 定位画线

房子居住一段时间后,发现房子中需要装一些弱电的线路,因此需要进行重新布线,此时应采用暗敷的操作方式。

#### 1) 定位

定位时,首先按施工图确定网线端子、有线电视端子、电话线端子等设备的安装位置;其次是弱电的布线线路及中间固定点的安装位置,线管的固定点距转角、终端及设备边缘的距离同明敷的相同,如图4-16所示为弱电项目的定位图。

#### 2) 画线

画线时,应考虑线路的整洁和美观,要沿建筑物表面逐段画出导线的走线路径,并在每个网线端子、有线电视端子、电话线端子等固定点中心画上“×”记号。画线时应避免弄脏墙面,其中强弱电一定要分别布线,这样可以避免强电磁场干扰弱电的信号,包括电视信号、电话信号、网络信号等弱电信号,强弱电的间距至少200mm,暗敷中各线路敷设与画线图如图4-17所示。

常用的工具有卷尺和铅笔,开槽和预埋管线的时候,要保持横平竖直,这样方便以后生活中往墙上钉挂东西或维修。

#### 3) 开线槽

画线完成后,接下来是对画线部分进行开线槽的操作,开线槽期间要注意灰尘,特别是在使用切割机切割墙体的时候,极易造成大量的灰尘。过多的粉尘会对肺造成损害,也会污染环境,因此在开线槽的时候,要做好防尘工作。

① 在使用切割机之前,可以先将画线部分用水进行浇灌,使墙面潮湿;在开始切割时,一边切割一边向切割位置注水,此时应注意,不要让水流入切割机中造成短路,而烧毁切割机,并且注意切割机的电线要与切割机的砂轮保持距离,避免将电线切断。

② 使用锤子和凿子进行细凿,即用切割机将需要去除部分凿下来,使线槽内整齐无突起,并且保证线槽的深度能够容纳线管和线盒,其深度一般要求线管埋入墙体抹灰层的厚度大于15mm。如图4-18所示。

③ 使用冲击钻将一些很难细凿下来的部分去除并清理干净,以保证线管和线盒的安装。

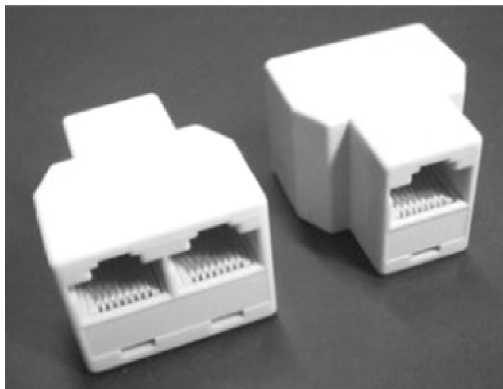


图4-15 分线盒

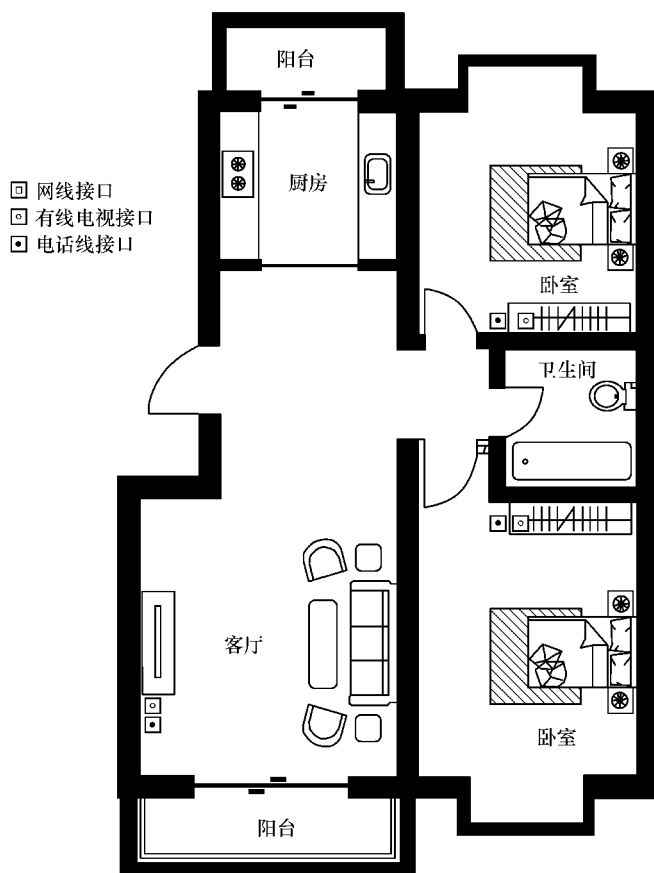


图 4-16 弱电项目定位图

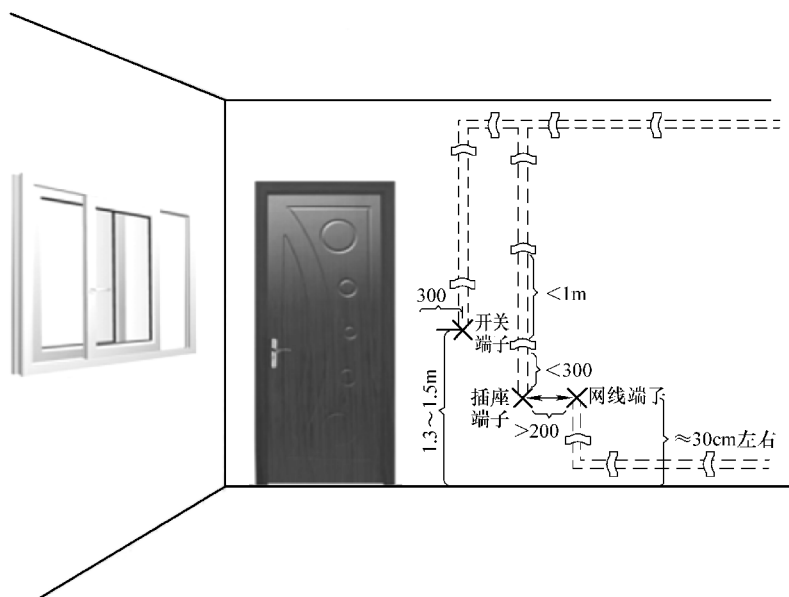


图 4-17 线路敷设画线图

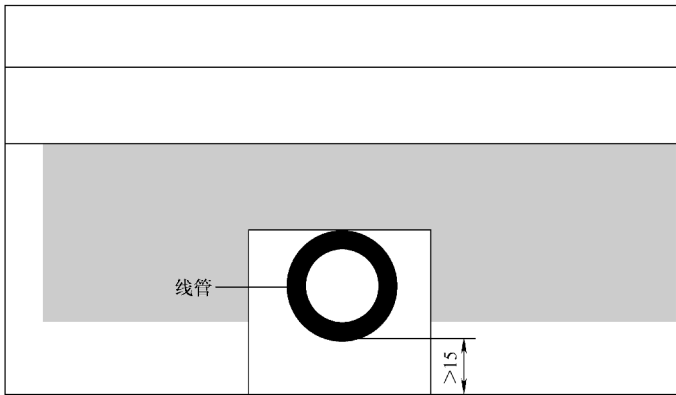


图 4-18 线槽深度要求

4) 穿墙走线的操作方法

穿墙走线的方法如图 4-19 所示，这里主要是注意其安全性、可靠性、机械强度以及美观。

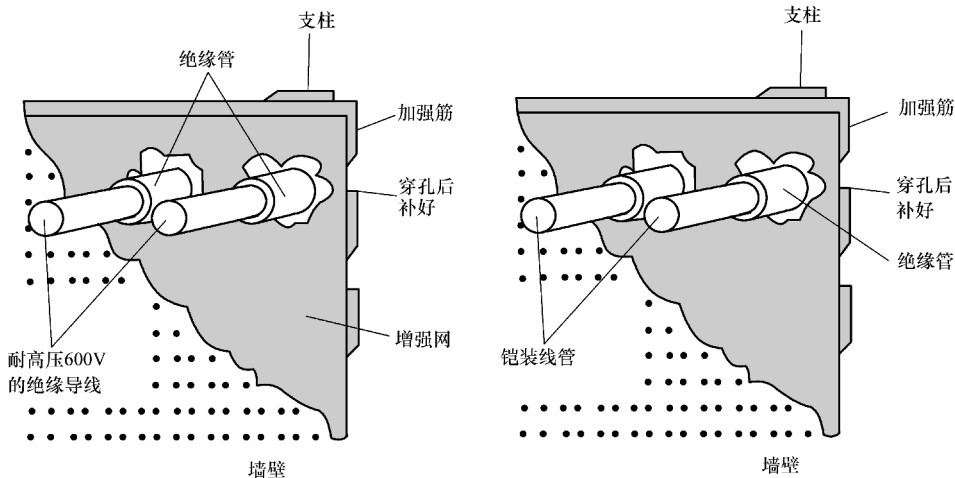


图 4-19 穿墙走线的方法

(2) 塑料线管的加工及安装固定

1) 塑料线管的加工

原始的塑料线管会与实际需要的塑料线管有些不同，因此对塑料线管的加工是家装电工中不可缺少的部分。下面介绍塑料线管的清洁、裁切及弯管的方法。

① 塑料线管的清洁

将压缩空气吹入塑料线管中，可以除去线管中的灰土、杂物和积水，或者使用绑着纱布的钢丝来回拉动，将线管中的灰尘和水分擦净，其操作如图 4-20 所示。线管清洁后，可向线管内吹入少量的滑石粉，使线管内壁润滑，利于穿线。

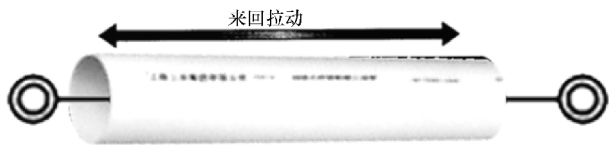


图 4-20 塑料线管的清洁

## ② 塑料线管的裁切

塑料线管清洁完成后，接下来根据布线的需要对线管进行裁切。裁切方法同明敷的裁切方法相同，即使用钢锯和锉刀将其裁切为需要的长度。

## ③ 塑料线管的弯管

塑料线管加工中，由于使用的线管是 PVC 塑料，弯折时极易造成线管的折扁。因此需要做弯管时，一般会用弹簧进行辅助，这样做出的弯头，才能保持和直管同样的直径。弯管使用的弹簧如图 4-21 所示。

也可以采用填沙煨弯的方法，管径为 25mm 及以上时应采用此法。煨弯时先将管子一端用木塞堵好，然后将干沙灌入墩实后，将另一端堵好，最后加热放在模具上弯制成型，如图 4-22 所示。



图 4-21 弯管使用的弹簧

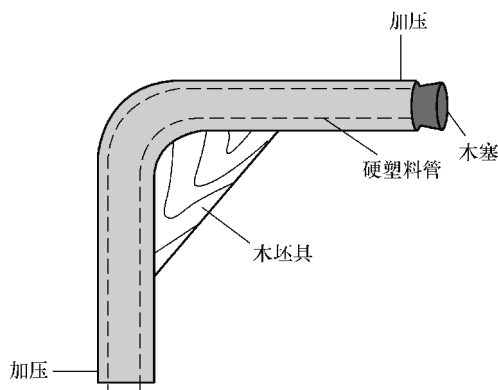


图 4-22 塑料管填沙煨弯

弯管的弯曲半径应符合表 4-12 所列的规定，弯曲角度应在  $90^\circ$  以上，如图 4-23 所示。金属管的焊缝应放在弯曲的侧面。

表 4-12 弯管弯曲半径的要求

配管条件	弯曲半径 $R$ 和线管外径 $D$ 之比
明配时	6
明配只有一个弯时	4
暗配时	6
埋设于地下或混凝土楼板内时	10

如果线路中需要的线管的长度不够，则需要对线管进行黏接，为了保证线管的通畅，线管的连接可以采用黏接法，如图 4-24 所示。

## 2) 塑料线管和接线盒的安装固定

细凿完成后，接下来使用水泥将线管和接线盒进行安装固定，对于线槽深度不够的位置，可以使用凿子对其重新进行凿切，然后再进行线管和接线盒的固定。

### ① 线管敷设

现绕混凝土结构敷设线管时，应在土建施工前将线管固定牢靠，并用垫块（一般厚 10 ~ 15mm）将线

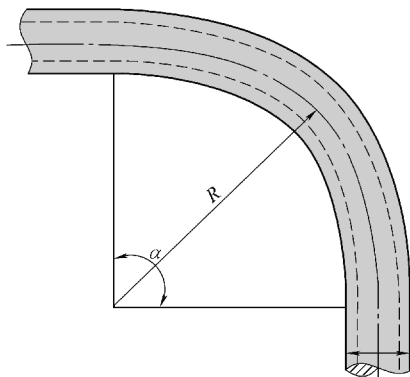


图 4-23 线管的弯度要求

管垫高，使线管与开槽内壁保持一定距离，然后，用铁丝将线管固定在土建结构上，如图 4-25 所示。

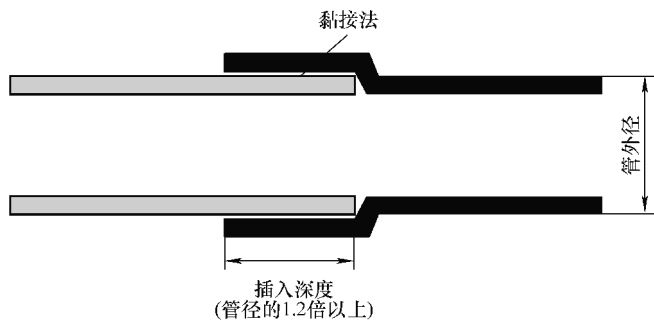


图 4-24 塑料线管的弯曲和相互黏接的方法

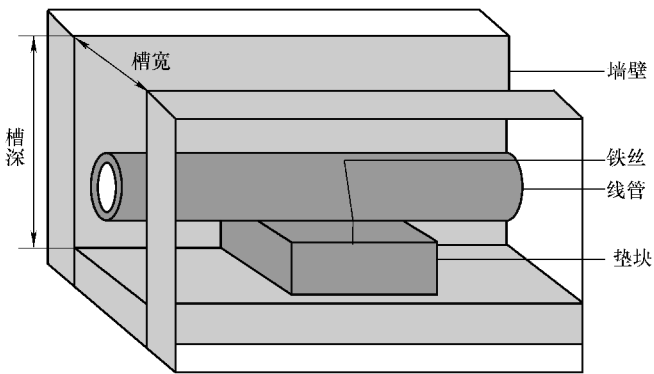


图 4-25 线管的敷设

② 接线盒敷设

接线盒敷设时，应将线管从接线盒的侧孔中穿出，并利用根母和护套将其固定，接线盒的敷设如图 4-26 所示。

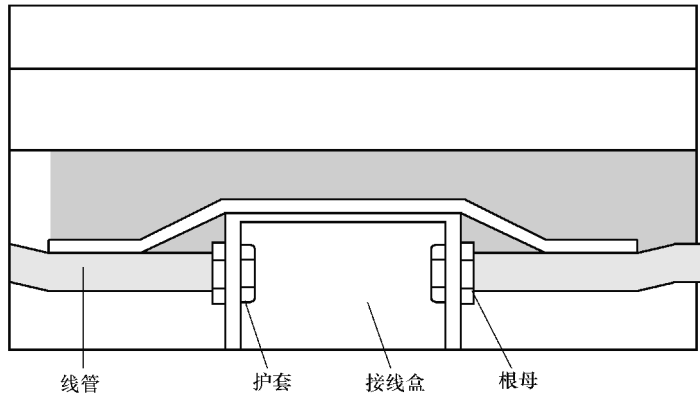


图 4-26 接线盒的敷设

固定后应将线管的管口用木塞或其他塞子堵上,如图4-27所示,其目的是防止水泥、砂浆或其他杂物进入线管内,造成堵塞。

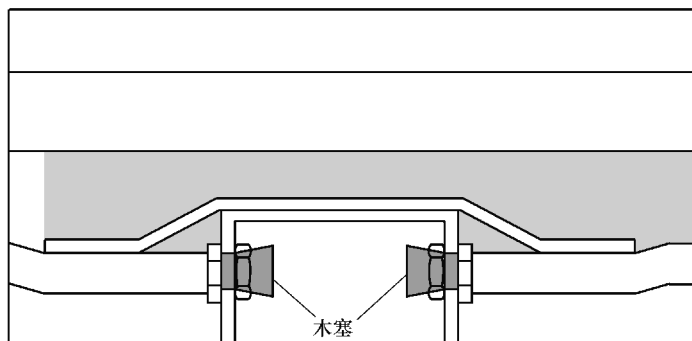


图4-27 堵上管口

### (3) 穿线

穿线是暗敷中最关键的部分之一。以前装修电线直接埋入墙内,容易造成漏电,并且内部导线损坏不易进行维修。现在导线都采用管路敷设的方法,安全并且维修方便。

在墙面开线槽完成后,接下来进行穿线操作,如图4-28所示为穿线所用的弹簧工具。

穿线时,使用连接着导线的穿线弹簧从线管的一端穿入,直到从另一端穿出。为了避免电线过热,穿线时,应注意内部导线的截面积不能超过线管的40%,导线从另一端穿出后,拉动导线的两端,查看是否有过紧卡死的情况,其操作如图4-29所示。

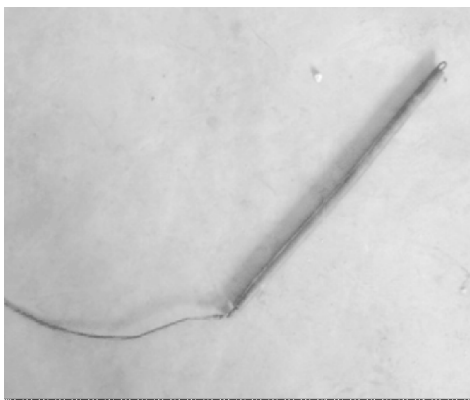


图4-28 穿管线用的弹簧

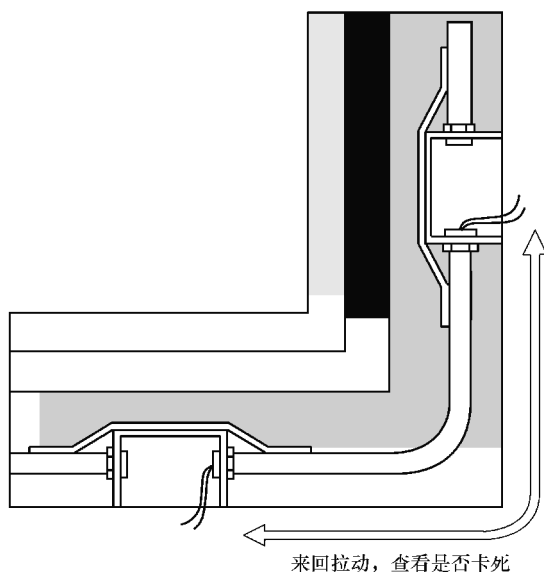


图4-29 拉动导线两端查看是否有卡死的情况

在布线时，塑料管分线盒需要使用合成树脂管接头将塑料管和分线盒进行连接，并且需要使用线夹将电线线芯连接起来，其塑料管连接实例如图 4-30 所示。

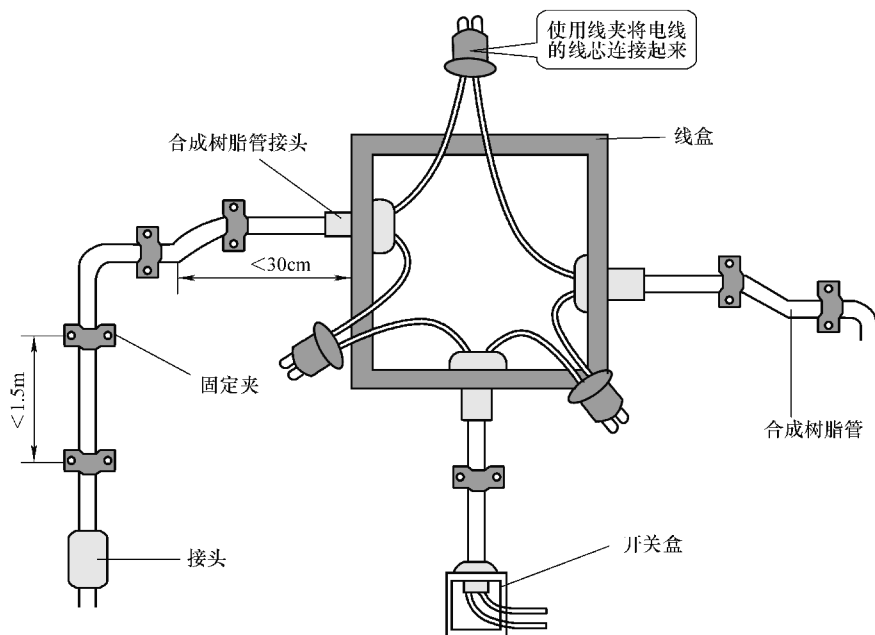


图 4-30 采用塑料管布线的方法

## 4.2 线缆的制作与连接技能

### 4.2.1 导线的剥削

#### 1. 塑料绝缘软线的剥削

这种导线绝缘层除用剥线钳剥离外，也可利用钢丝钳进行剥离，但不可用电工刀来剥离。

##### (1) 用钢丝钳剥离绝缘层的方法

首先用左手拇指和食指捏住线头，按连接所需长度，用钳头刀口轻切绝缘层。注意：只要切破绝缘层即可，千万不可用力过大，使切痕过深，因软线每股线芯较细，极易被切断，哪怕隔着未被切破的绝缘层，往往也会被切断。再迅速移动钢丝钳握位，从柄部移至头部。在移位过程中切不可松动已切破绝缘层的钳头。同时，左手食指应围绕一圈导线，并握拳捏住导线。然后两手反向同时用力，左手抽、右手勒，即可使端部绝缘层脱离线芯。

(2) 软线绝缘层剥离要求。不准存在断股（一根细线芯称为一股）和长股（即部分细线芯较其余细线芯长，出现端头长短不齐）。因长股的细线芯就是断裂在绝缘层内部的断股，剥离绝缘层后的线芯，出现断股或长股时，应切断后重新剥离绝缘层。

#### 2. 塑料绝缘硬线的剥削

##### (1) 端头绝缘层的剥离

通常采用电工刀进行剥离,但4mm及以下的硬线绝缘层,可用剥线钳或钢丝钳进行剥离。用电工刀剥离的方法如图4-31所示。

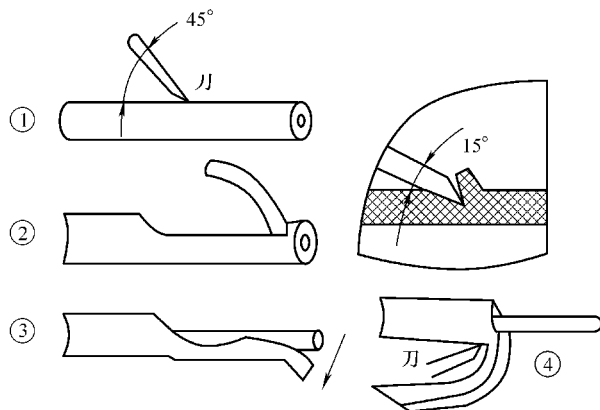


图4-31 塑料绝缘硬线端头绝缘层的剥离

按连接所需长度,刀身与导线之间呈 $45^\circ$ 左右夹角切入绝缘层,至将要切到线芯止。压下刀身,夹角改为约 $15^\circ$ 后向线端推削。把余下的绝缘层从端头处与线芯剥离。扳翻至切口根部,再用电工刀将其切断。

### (2) 中间绝缘层的剥离

中间绝缘层只能用电工刀剥离,方法如图4-32所示。

在连接所需的线段上,依照上述端头绝缘层的剥离方法,推刀至连接所需长度为止,把已剥离部分绝缘层切断,用刀尖把余下的绝缘层挑开,并把刀身伸入已挑开的缝中,接着用刀口切断一端,再切断另一端。

### 3. 塑料护套线的剥削

这种导线只能进行端头连接,不允许进行中间连接。它有两层绝缘结构,外层统包着两根(双芯)或三根(三芯)同规格绝缘硬线,称护套层。在剥离线芯绝缘层前应先剥离护套层。

#### (1) 护套层的剥离方法

通常都采用电工刀进行剥离,方法如图4-33所示。

用电工刀尖从所需长度界线上开始,从两线芯凹缝中划破护套层,剥开已划破的护套层。向切口根部扳翻,并切断。

注意:在剥离过程中,务必防止损伤线芯绝缘层,操作时,应始终沿着两线芯凹缝划去,切勿偏离,以免切着线芯绝缘层。

#### (2) 线芯绝缘层的剥离方法

与塑料绝缘硬线端头绝缘层剥离方法完全相同,但

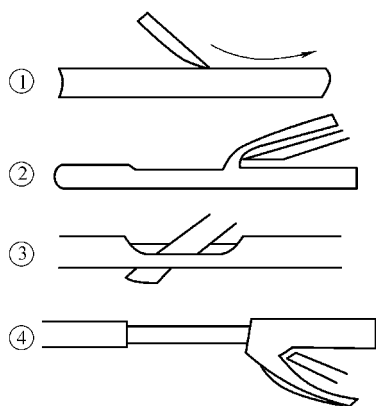


图4-32 塑料绝缘硬线中间绝缘层的剥离

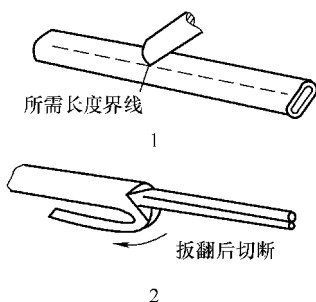


图4-33 塑料护套线护套层的剥离

切口相距护套层至少 10mm (见图 4-34)。所以, 实际连接所需长度应以绝缘层切口为准, 护套层切口长度应加上这段错开长度。注意: 实际错开长度应按连接处具体情况而定。如导线进木台后 10mm 处即可剥离护套层, 而线芯绝缘层却需通过木台并穿入灯开关 (或灯座、插座) 后才可剥离。这样, 两者错开长度往往需要 40mm 以上。

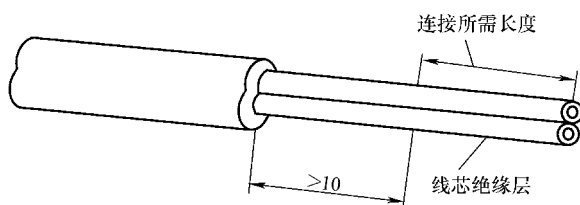


图 4-34 塑料护套线芯绝缘层的剥离

#### 4. 软电缆 (又称橡胶护套线, 习惯称橡皮软线) 的剥削

##### (1) 外护套层的剥离方法

用电工刀从端头任意两线芯缝隙中割破部分护套层, 把割破的已可分成两片的护套层连同线芯 (分成两组) 同时进行反向分拉来撕破护套层, 当撕拉难以破开护套层时, 再用电工刀补割, 直到所需长度为止, 扳翻已被分割的护套层, 在根部分别切断。

##### (2) 麻线扣结方法

软电缆或是作为电动机的电源引线使用, 或是作为田间临时电源馈线等使用, 因而受外界的拉力较大, 故在护套层内除有线芯外, 还有 2~5 根加强麻线。这些麻线不应在护套层切口根部剪去, 应扣结加固, 余端也应固定在插头或电器内的防拉压板中, 以使这些麻线能承受外界拉力, 保证导线端头不遭破坏。

把全部线芯捆扎住后扣结, 位置应尽量靠在护套层切口根部, 余端压入防拉压板后扣结。

##### (3) 绝缘层的剥离方法

每根线芯绝缘层可按剥离塑料绝缘软线的方法剥离。但护套层与绝缘层之间也应错开, 要求和注意事项与塑料护套线相同。

### 4.2.2 导线与导线的连接

#### 1. 铜硬导线的缠绕连接

凡容量较小和导线或规格不太大的瓷瓶、瓷柱和瓷夹板线路, 若是铜芯导线, 均可采用缠绕的连接方法。但连接方法必须规范, 否则会造成电气事故。因此规定, 凡导线规格在  $2.5\text{mm}^2$  及以上的连接, 除应正规缠接外, 缠毕还需焊锡加固。此外, 凡是绝缘导线, 连接完毕还应恢复绝缘层。常用的单股、多股 (7 股) 铜线缠绕连接方法如下:

##### (1) 对接

1) 单股线对接。应用在各种线路上做导线的延长连接。它的连接方法如图 4-35 所示, 先按线芯直径的约 40 倍长剥去线端绝缘层, 并拉直线芯。

把两根线头在离线芯根部的  $1/3$  处呈 “×” 状交叉, 如麻花状互相紧绞两圈, 先把一根线头扳起与另一根处于下边的线头保持垂直, 把扳起的线头按顺时针方向在另一根线头上

紧缠6~8圈,圈间不应有缝隙,且应垂直排绕,缠毕切去线芯余端,并钳平切口,不准留有切口毛刺,另一端头的加工方法同上。

2) 多股线对接。普遍应用于室内户外瓷瓶线路和架空线路(采用绝缘铜线)等处的导线延长连接,连接要求和方法如图4-36所示。

按该多股线中的单股线芯直径的100~150倍长度,剥离两线端绝缘层。在离绝缘层切口约为全长 $\frac{2}{5}$ 处的线芯,应作进一步绞紧,接着应把余下 $\frac{3}{5}$ 线芯松散后每股分开,成伞骨状,然后勒直每股线芯。把两伞骨状线端隔股对叉,必须相对插到底。

捏平叉入后的两侧所有线芯,理直每股线芯并使每股线芯的间隔均匀;同时用钢丝钳钳紧叉口处,消除空隙。在一端,把邻近两股线芯在距叉口中线约3根单股芯线直径宽度处折起,并形成 $90^\circ$ ,接着把这两股线芯按顺时针方向紧缠两圈后,再折回 $90^\circ$ 并平卧在扳起前的轴线位置上,接着把处于紧挨平卧前临近的两根线芯折成 $90^\circ$ ,并按前面的方法加工,把余下的三根线芯缠绕至第2圈时,把前四根线芯在根部分别切断,并钳平;接着把三根线芯缠足三圈,然后剪去余端,钳平切口,不留毛刺。另一端加工方法同上。注意:缠绕的每圈直径均应垂直于下边线芯的轴线,并应使每两圈(或三圈)紧缠紧挨。

3) 双线芯的对接。将两根双线芯线头剖削成如图4-37所示的形式。连接时,将两根待连接的线头中颜色一致的线芯按小截面直线连接方式连接。同样,将另一颜色的线芯连接在一起。

## (2) 分支连接

1) 单股线与多股线的分支连接。应用于分支线路与干线之间的连接。连接方法如图4-38所示。先按单股线芯直径的约20倍的长度剥除多股线连接处的中间绝缘层,再按多股线的单股线芯直径的100倍左右长度剥去单股线的线端绝缘层,并勒直线芯。

在离多股线的左端绝缘层切口3~5mm处的线芯上,用螺钉旋具把多股线芯分成较均匀的两组(如7股线的线芯按3股、4股来分)。把单股线芯插入多股线的两组线芯中间,但单股线芯不可插到底,应使绝缘层切口离多股线线芯约3mm左右。同时,应尽可能使单股线芯向多股线芯的左端靠近,直到距多股线芯绝缘层切口不大于5mm。接着用钢丝钳把

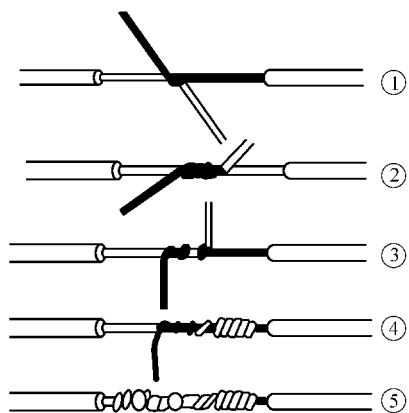


图4-35 铜硬导线单股线对接

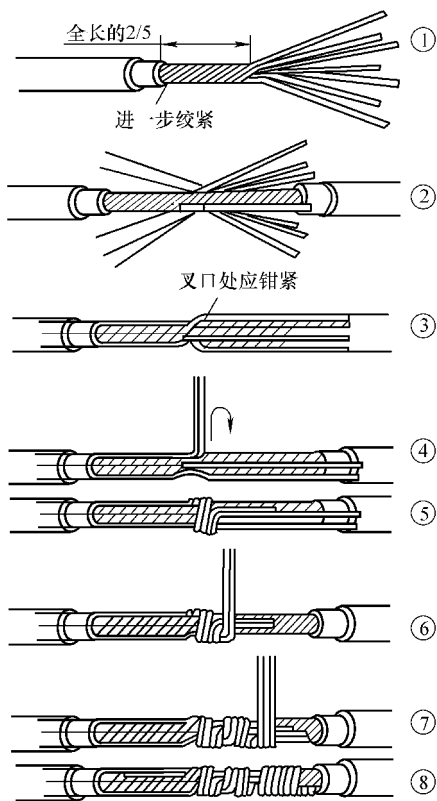


图4-36 铜硬导线多股线对接

多股线的插缝钳平、钳紧。把单股线芯按顺时针方向紧缠在多股线芯上，务必要使每圈直径垂直于多股线线芯的轴心，并应使圈与圈紧挨，应绕足 10 圈，然后切断余端，钳平切口毛刺。若绕足 10 圈后另一端多股线线芯裸露超过 5mm 时，且单股线芯尚有余端，则可继续缠绕，直至多股线芯裸露约 5mm 为止。

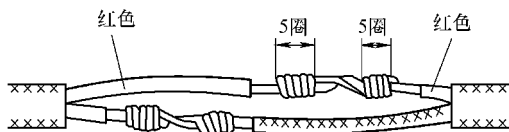


图 4-37 双芯线的对接

2) 多股线的分支连接。适用于一般容量而干支线均由多股线构成的分支连接处。在连接处，干线线头剥去绝缘层的长度约为支线单根线芯直径的 60 倍，支线线头绝缘层的剥离长度约为干线单根线芯直径的 80 倍。然后按图 4-39 所示步骤操作。

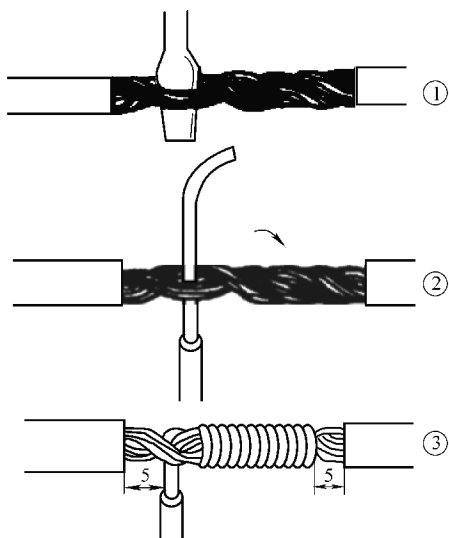


图 4-38 铜硬导线单股线与多股线的分支连接

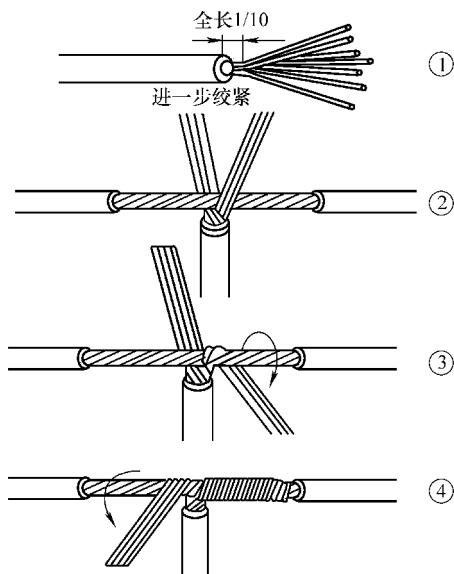


图 4-39 铜硬导线多股线的分支连接

把支线线头离绝缘层切口根部约  $1/10$  的一段线芯进一步绞紧；并把余下的线芯头松散，逐根勒直后分成较均匀且排成并列的两组（如 7 股线按 3 股、4 股分开）。在干线线芯中间略偏一端部位，用螺钉旋具插入线芯股间，也要分成较均匀的两组；接着把支线略多的一组线芯头（如 7 股线中 4 股的一组）插入干线线芯的缝隙中（即插至进一步绞紧的  $1/10$  处），同时移正位置，使干线线芯约以  $2/5$  和  $3/5$  的比例分段，其中  $2/5$  的一段供支线线芯较少的一组（3 股）缠绕， $3/5$  的一段供支线线芯较多的一组（4 股）缠绕。先钳紧干线线芯插口处，接着把支线 3 股线芯在干线线芯上按顺时针方向垂直地紧紧排缠至 3 圈，但缠至两圈半时，即应剪去多余的每股线芯端头，缠毕应钳平端头，不留切口毛刺。另 4 股支线线芯头缠法也一样，但要缠足四圈，线芯端口也应不留毛刺。注意：两端若已缠足 3 或 4 圈而干线线芯裸露较多，支线线芯又尚有余量时，可继续缠绕，缠至各离绝缘层切口处 5mm 左右为止。

### (3) 多根单股线并头

1) 导线自缠法。在照明电路或较小容量的动力电路上，多个负载电路的线头往往需要并联在一起形成二条支路。把多个线头并联一体的加工，俗称并头。并头连接只适用于单股

线，并严格规定：凡导线截面积等于或大于  $2.5\text{mm}^2$ ，并头连接点应焊锡加固。但加工时前两个步骤的方法相同，它们是把每根导线的绝缘层剥去，所需长度约  $30\text{mm}$ ，并逐一勒直每根线芯端。把多根导线捏合成束，并使线芯端彼此贴紧，然后用钢丝钳把成束的线芯端按顺时针方向绞紧，使之呈麻花状。其加工方法可分为两种情况组织实施：截面积为  $2.5\text{mm}^2$  以下的，应把已绞成一体的多根线芯端剪齐，但线芯端净长不应小于  $25\text{mm}$ ，接着在其  $1/2$  处用钢丝钳折弯。在已折弯的多根绞合线芯端头，用钢丝钳再绞紧一下，然后继续弯曲，使两线芯呈并列状，并用钢丝钳钳紧，使之处处紧贴，如图 4-40 所示。

截面积为  $2.5\text{mm}^2$  以上的，应把已绞成一体的多根线芯端剪齐，但线芯端上的净长不小于  $20\text{mm}$ ，在绞紧的线芯端头上用电烙铁焊锡。必须使锡液充分渗入线芯每个缝隙中，锡层表面应光滑，不留毛刺。然后彻底擦净端头上残留的焊膏，以免日后腐蚀线芯，如图 4-41 所示。

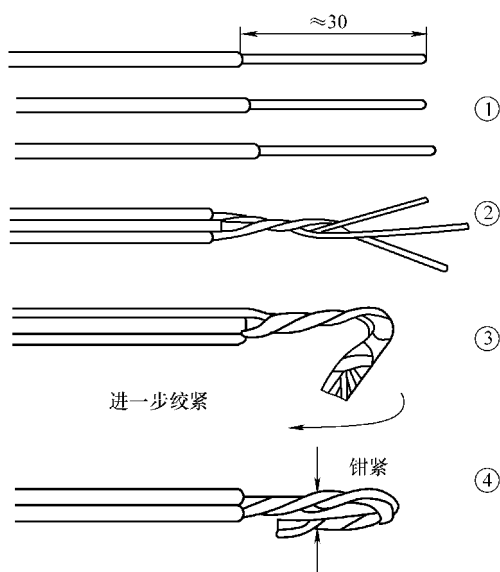


图 4-40 截面积  $2.5\text{mm}^2$  以下铜硬导线  
多根单股线并头

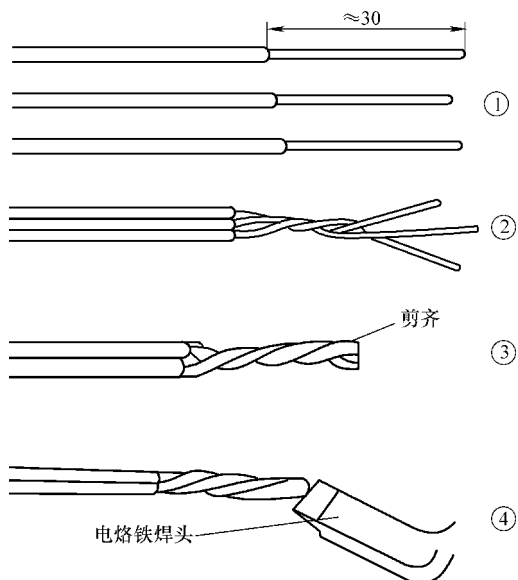


图 4-41 截面积  $2.5\text{mm}^2$  以上铜硬导线  
多根单股线并头

2) 多股线的倒人字连接。将两根线头剖削一定长度，再准备一根  $1.5\text{mm}^2$  的绑线。连接时将绑线的一端与两根连接线芯并在一起，在靠近导线绝缘层处起绕，缠绕长度为导线直径的 10 倍，然后将绑线的两个线头打结，再在距离绑线最后一圈  $10\text{mm}$  处把两根线芯和打完结的绑线线头一同剪断。

3) 用压线帽压接。用压线帽压接要使用压线帽和压接钳，压线帽外为尼龙壳，内为镀锌铜套或铝合金套管，压线帽如图 4-42 所示。

压接操作时，先把导线端头用剥线钳剥去约  $30\text{mm}$  长的绝缘层，把几根线对齐后用电工钳顺时针绞紧，剪去多余长度，留有端头长度  $13 \sim 15\text{mm}$  用钳子剪断，插入压线帽用压线钳敲压线帽，使导线端头深入到底，选用合适的压模夹住压线帽用力压紧即可。如果压线帽内

孔空间较大,可将导线回折后再插入。

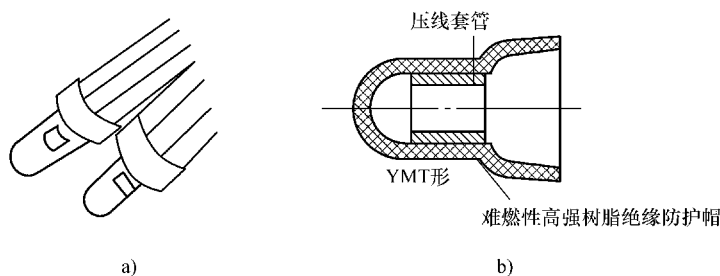


图 4-42 压线帽

a) 接线图 b) 套管材质

用压线帽连接,导线端头可以留短些,不需焊锡,也不需缠绕绝缘胶带,因为压线帽本身配有绝缘防护帽。

## 2. 铝导线的连接

铝导线在空气中极易氧化,生成一层导电性不良并难以熔化的氧化铝膜。铝导线之间的连接,最好采用铝接线管(直接连接)、铝压线帽、铝鼻头(终端)等器材,再采用压接、钎焊、电阻焊及气焊等方法。若有困难,也可用绞接法。

### (1) 绞接法连接铝导线

绞接法对于单股铝导线不太适宜,一是很难绞接;二是易生成氧化膜使接触不良。若采用瓷接头连接则效果较好,瓷接头中的铜压接螺纹能将铝导线压紧。绞接法对于  $16\text{mm}^2$  及以上的多芯铝导线较为适宜。多股导线之间绞接,接头能够绞紧,接触电阻较小,因而也是施工中常用的一种方法。

绞接前,先用钢丝刷或铜丝刷刷去导线线芯表面的氧化膜(注意:不得用电工刀刮或用砂布打磨,以免损伤导线或减小导线截面积),最好在线芯端头涂抹一层导电膏或中性凡士林后再刷,但不应涂得太多太厚。然后用清洁的纱团或抹布抹去含有氧化铝膜屑的导电膏或凡士林(不必彻底擦干净表面的导电膏或凡士林)。绞接力必须控制得当,用力太小,接触不良;用力太大,易损伤导线。可用电工钳轻轻咬着绞接。绞接法有搭接法和缠绕法两种。

搭接法如图 4-43 所示。适用于截面积为  $16 \sim 25\text{mm}^2$  的铝绞线。缠绕法同前面的多芯铜导线的直接连接。

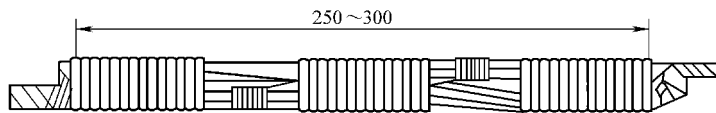


图 4-43 铝导线的搭接法

### (2) 压接法连接铝导线

采用压接管连接的接头,与绞接法相比更美观,接触更为良好,因而在住宅电源线或路灯架空线施工中广泛使用。

1) 单股铝芯导线的压接如图 4-44 所示。

2.5 ~ 10mm<sup>2</sup> 的单股铝线芯导线压接, 应选用单股导线压接钳及圆形或椭圆形铝连接管, 小截面积铝连接管的尺寸见表 4-13。压接前把导线两端绝缘层各剥去 50 ~ 55mm, 然后将铝连接管内壁和导线表面氧化膜及油污清除, 并涂上石英粉和中性凡士林油膏。用圆形铝连接管时, 导线两端各插入到连接管长度的一半处。用椭圆形铝连接管时, 应使两线端插入后各露出连接管两端 4mm。用压接钳压接时, 应压到必要的极限尺寸, 并使所有压坑的中心线处在同一条直线上。

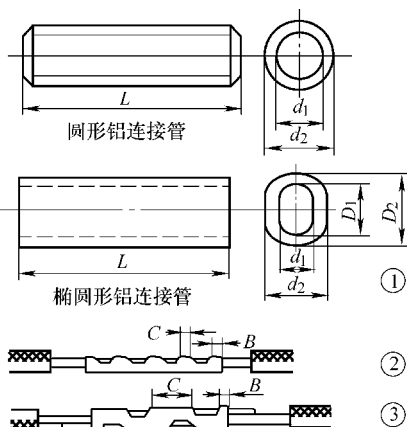


图 4-44 单股铝芯导线的压接

表 4-13 小截面积铝连接管的尺寸

(单位: mm)

连接管形状	导线截面积/ mm <sup>2</sup>	铝线外径	铝套管尺寸					压坑尺寸	
			$d_1$	$d_2$	$D_1$	$D_2$	$L$	$B$	$C$
圆形 (YL)	2.5	1.76	1.8	3.8	—	—	31	2	2.0
	4.0	2.24	2.3	4.7	—	—	31	2	2.0
	6.0	2.73	2.8	5.2	—	—	31	2	1.5
	10.0	3.55	3.6	6.2	—	—	31	2	1.5
椭圆形 (QL)	2.5	1.76	1.8	3.8	3.6	5.6	31	2	8.8
	4.0	2.24	2.3	4.7	4.6	7.0	31	2	8.4
	6.0	2.73	2.8	5.2	5.6	8.0	31	2	8.4
	10.0	3.55	3.6	6.2	7.2	9.8	31	2	8.0

2) 多股铝芯导线的压接如图 4-45 所示。

16 ~ 240mm<sup>2</sup> 多股铝芯导线可采用手提式油压钳及相应的铝连接管, 铝连接管尺寸见表 4-14。压接前将两根铝芯导线的绝缘层各剥去连接管长度的一半加上 5mm, 散开, 刷去氧化层并涂上石英粉和中性凡士林油膏后再绞成原来形状。同时除去连接管内壁的氧化膜和油污, 涂上石英粉和中性凡士林油膏。然后将两根铝线芯插入连接管内, 插入长度为各占连接管的一半, 并相应地划好压坑标记。根据连接导线截面积的大小, 选好压模装到钳口内压接。压接时应按图中的 1、2、3、4 顺序压接四个坑, 压完一个坑后, 稍停 10 ~ 15s 再压另一个坑, 压完后用细锉锉去棱角, 然后用纱布打光。压坑间距及压坑深度见表 4-15。

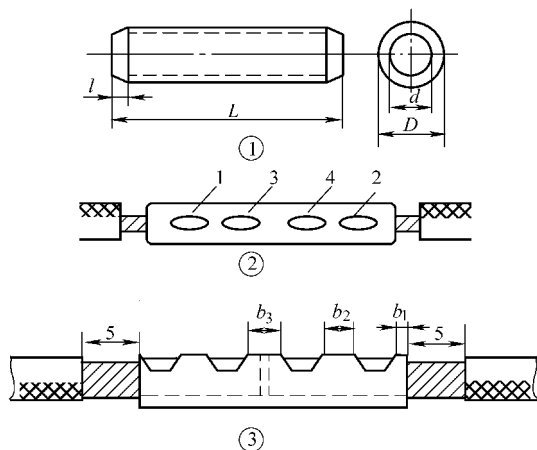


图 4-45 多股铝芯导线的压接

表 4-14 铝连接管的规格的尺寸 (单位: mm)

规格	线芯截面积/mm <sup>2</sup>	<i>L</i>	<i>d</i>	<i>D</i>	<i>l</i>
QL-16	16	66	5.2	10	2
QL-25	25	68	6.8	12	2
QL-35	35	72	8.0	14	3
QL-50	50	78	9.6	16	4
QL-70	70	82	11.6	18	4
QL-95	95	86	13.6	21	5

表 4-15 铝导线压接压坑间距及深度 (单位: mm)

适用范围	压坑间距			压坑深度 <i>h</i> <sub>1</sub>	剩余厚度 <i>h</i> <sub>2</sub>
	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>2</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>		
QL-16	3	3	4	5.4	4.6
QL-25	3	3	4	5.9	6.1
QL-35	3	5	4	7.0	7.0
QL-50	3	5	6	8.3	7.7
QL-70	3	5	6	9.2	8.8
QL-95	3	5	6	11.4	9.6

3) 焊接法连接铝导线。

焊接方法主要有钎焊、电阻焊和气焊等。

① 钎焊。适用于单股铝导线。钎焊的操作方法与铜导线的锡焊方法相似，只是焊铝比焊铜困难，因此焊料也特殊，它是由纯度 99% 以上的锡（60%）和纯度 98% 以上的锌（40%）配制而成。

焊接时先用砂纸磨去铝导线表面的一层氧化膜，并使线芯表面毛糙，以利于焊接；然后用功率较大的电烙铁在铝导线上搪上一层焊料，再把两导线头相互缠绕 3 圈，剪掉多余线头，用电烙铁蘸上焊料，一边焊，一边用烙铁头摩擦导线，把接头沟槽搪满焊料，焊好一面待冷却后再焊另一面，使焊料均匀密实填满缝隙即可。

单芯铝导线钎焊接头如图 4-46 所示。线芯端部搭叠长度见表 4-16。

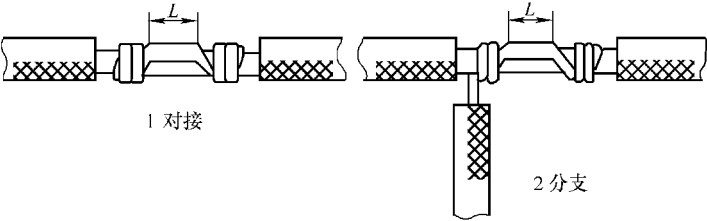


图 4-46 单芯铝导线钎焊接头

表 4-16 线芯端部搭叠长度

导线截面/mm <sup>2</sup>	剥除绝缘层长度/mm	搭接长度 L/mm
2.5 ~ 4	60	20
6 ~ 10	80	30

② 电阻焊。适用于单芯或多芯不同截面积的铝导线的并接。焊接时需要一台容量为 1kVA 的焊接变压器，二次电压为 6 ~ 12V，并配以焊钳。焊钳上两根碳棒极的直径为 8mm，焊极端头有一定的锥度，焊钳引线采用 10mm 的铜芯橡皮绝缘线。焊料由 30% 氯化钠、50% 氯化钾和 20% 冰晶石粉配制而成。

焊接时，先将铝线头绞扭在一起，并将端部剪齐，涂上焊料，然后接通电源，先使碳棒短路发红，迅速夹紧线头。等线头焊料开始融化时，焊钳慢慢地向线端方向移动，待线端头熔透后随即撤去焊钳，使焊点形成圆球状。冷却后用钢丝刷刷去接头上的焊渣，用干净的湿布擦去多余焊料，再在接头表面涂一层速干性沥青用以绝缘，沥青干后包缠上绝缘胶带即可。

焊接所需的电压、电流和持续时间可参照表 4-17。

表 4-17 单股铝导线电阻焊所需电压、电流和持续时间

导线截面/mm <sup>2</sup>	二次电压/V	二次电流/A	焊接持续时间/s
2.5	6	50 ~ 60	8
4	9	100 ~ 110	12
6	12	150 ~ 160	12
10	12	170 ~ 190	13

③ 气焊。适用于多根单芯或多芯铝导线的连接。焊接前，先将铝芯线用铁丝缠绕牢，以防止导线松散；导线的绝缘层用湿石棉带包好，以防烧坏。焊接时火焰的焰心离焊接点 2 ~ 3mm，当加热到熔点（653℃）时，即可加入铝焊粉，使焊接处的铝芯相互融合；焊完后要趁热清除焊渣。

单芯和多芯铝导线气焊连接长度分别见表 4-18 和表 4-19。

表 4-18 单芯铝导线气焊连接长度

导线截面/mm <sup>2</sup>	连接长度 L/mm	导线截面/mm <sup>2</sup>	连接长度 L/mm
2.5	20	6	30
4	25	10	40

表 4-19 多芯铝导线气焊连接长度

导线截面/mm <sup>2</sup>	连接长度 L/mm	导线截面/mm <sup>2</sup>	连接长度 L/mm
16	60	50	90
25	70	70	100
35	80	95	120

### 3. 铜导线与铝导线的连接

铜铝是两种不同的金属，它们有着不同的电化顺序，若把铜和铝简单地连接在一起，在

“原电池”的作用下，铝会很快失去电子而被腐蚀掉，造成接触不良，直至接头被烧断。因此应尽量避免铜铝导线的连接。

实际施工中往往不可避免会碰到铜铝导线（体）的连接问题，一般可采取以下几种连接方法：

#### （1）用复合脂处理后压接

即在铜铝导体连接表面涂上铜铝过渡的复合脂（如导电膏），然后压接。此方法能有效地防止连接部位表面被氧化，防止空气和水分侵入，缓和原电池电化作用。这是一种最经济、最简便的铜铝过渡连接方法。尤其适用于铜、铝母排间的连接以及母排与断路器等电气设备连接端子间的连接。

导电膏具有耐高温（滴点温度大于 200℃）、耐低温（-40℃时不开裂）、抗氧化、抗霉菌、耐潮湿、耐化学腐蚀及性能稳定、使用寿命长（密封情况下大于 5 年）、无毒、无味、对皮肤无刺激、涂敷工艺简单等优点。用导电膏对接头进行处理，具有擦除氧化膜作用，并能有效地降低接头的接触电阻（可降低 25% ~ 70%）。

操作时，先将连接部位打磨，使其露出金属光泽。若是两导体之间连接，应预涂 0.05 ~ 0.1mm 厚的导电膏，并用铜丝刷轻轻擦拭，然后擦净表面，重新涂敷 0.2mm 厚的导电膏，再用螺栓紧固。须注意：导电膏在自然状态下绝缘电阻很高，基本不导电，只有外施一定的压力，使微细的导电颗粒挤压在一起时，才呈现导电性能。

#### （2）搪锡处理后连接

即在铜导线表面搪上一层锡，再与铝导线连接。由于锡铝之间的电阻系数比铜铝之间的电阻系数小，产生的电位差也较小，电化学腐蚀有所改善。搪锡焊料成分有两种，见表 4-20。搪锡层的厚度为 0.03 ~ 0.1mm。

表 4-20 锡焊料

焊料成分		熔点/℃	性能
锡 Sn/%	锌 Zn/%		
90	10	210	流动性好，焊接效率高
80	20	270	防潮性较好

#### （3）采用铜铝过渡管压接

铜铝过渡管是一种专门供铜导线和铝导线直线连接用的连接件，管的一半为铜管，另一半为铝管，是经摩擦焊连接成的。使用时，将铜导线插入管的铜端，铝导线插入管的铝端，用压接钳冷压连接。对于直径 10mm 及以下的单芯铜导线与铝导线，可使用冷压钳压接。

#### （4）采用圆形铝套管压接

先清除连接导线端头表面的氧化膜和铝套管内壁氧化膜，然后将铜导线和铝导线分别插入铝套管两端（最好预先在接触面上涂上薄薄的一层导电膏），再用六角形压模在钳压机上压成六角形接头，两端还可涂中性凡士林和塑料封好，防止空气和水分侵入，阻止局部电化腐蚀。但凡士林的滴点温度仅为 50℃左右，当导体接头温度达到 70℃以上时，凡士林就会逐渐流失干涸，失去作用。

#### （5）采用铜铝过渡板连接

铜铝过渡板（排）又称铜铝过渡并沟线夹，是一种专门用于铜导线和铝导线连接的连

接件,通常用于分支导线连接。分上下两块,各有两条弧形沟道,中间有两个孔眼用以安装固定螺栓。板的一半(沿纵线)为铜质,另一半为铝质,是经磨擦焊接连接而成。使用时,先清洁连接导线和过渡板弧形沟道内的氧化膜,并涂上导电膏,将铜导线置于过渡板的铜板侧弧形沟道内,铝导线置于过渡板的铝板侧弧形沟道内,两块板合上后装上螺杆、弹簧垫、平垫圈、螺母,用活扳手拧紧螺母即可,如果铝导线线径较细,可缠铝包带;如果铜导线线径较细,可用铜线绑绕。连接时,应先把分支线头末端与干线进行绑扎。

还有一种铜铝过渡板,板的一半(沿横线)为铜质,另一半为铝质。这种过渡板多用于变配电所,用作铜母线与铝母线之间的连接。

#### (6) 采用 B 型铝并沟线夹连接

B 型铝并沟线夹是用于铝与铝分支导线连接的,当用于铜与铝导线连接,则铜导线端需要搪锡。如果铝导线线径较细,可缠铝包带;如果铜导线线径较细,可用铜线绑绕。并沟线夹通常用于跳线、引下线等的连接。

#### (7) 采用 SL 螺栓型铝设备线夹连接

SL 螺栓型铝设备线夹用于设备端子连接,一端与铝导线连接,另一端与设备端子的铜螺杆连接。铜螺母下垫圈应搪锡。

### 4.2.3 导线与接线柱(桩)的连接

#### 1. 线头与针孔式接线柱的连接

针孔式接线柱是一种常用接线柱,熔断器、接线块和电能表等器材上均有应用。通常用黄铜制成矩形方块,端面置有导线承接孔,顶面装有压紧导线的螺钉。当导线端头线芯插入承接孔后,再压紧螺钉就实现了两者之间的电气连接。

##### (1) 连接要求和方法如图 4-47 所示。

单股线芯端头应折成双根并列状,平着插入承接孔,以使并列面能承受压紧螺钉的顶压。因此,线芯端头的所需长度应是两倍孔深,线芯端头必须插到孔的底部。凡有两个压紧螺钉的,应先拧紧近孔口的一个,再拧紧近口底的一个,若先拧紧近孔底的一个,万一孔底较浅,线芯端头处于压紧螺钉端头球部,这样当螺钉拧紧时就容易把线端挤出,造成空压。

(2) 常见的错误接法如图 4-48 所示。单股线端直接插入孔内,线芯会被挤在一边。绝缘层剥去太少,部分绝缘层被插入孔内,接触面积被占据。绝缘层剥去太多,孔外线芯裸露太长,影响用电安全。

#### 2. 线头与平压式接线柱的连接

##### (1) 小容量平压柱

通常利用圆头螺钉的平面进行压接,且中间多数不加平垫圈。灯座、灯开关和插座等都

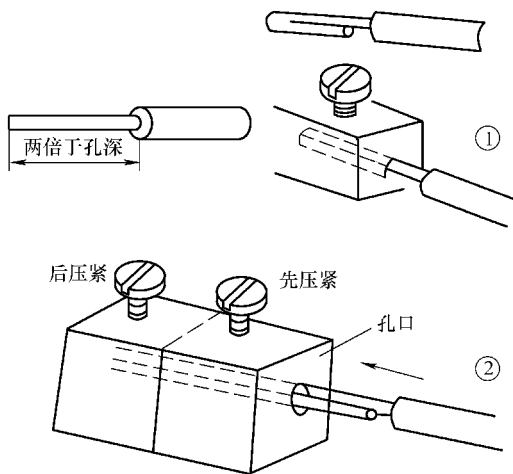


图 4-47 针孔式接线柱连接要求和方法

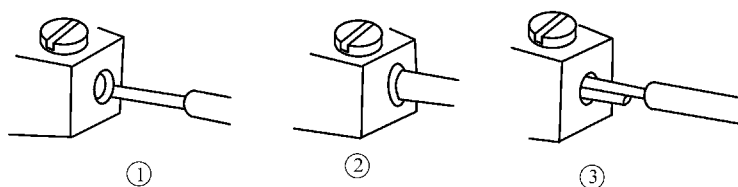


图 4-48 针孔式接线柱连接的错误接法

采用这种结构，连接方法如图 4-49 所示。

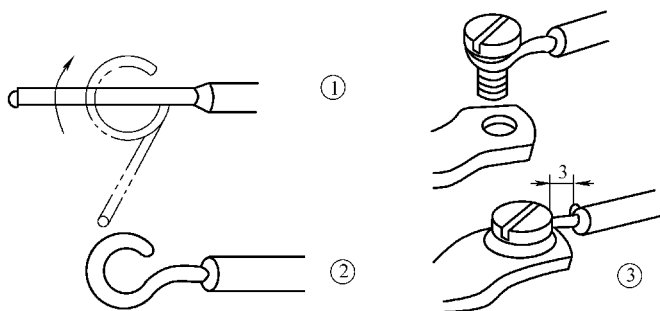


图 4-49 小容量平压柱的连接方法

对绝缘硬线线芯端头必须先加工成压接圈。压接圈的弯曲方向必须与螺钉的拧紧方向一致，否则圈孔会随螺钉的拧紧而被扩大，且往往会从接线柱中脱出。圈孔不宜弯得过大或过小，只要稍大于螺钉直径即可。圈根部绝缘层不可剥去太多， $4\text{mm}^2$  及以下的导线，一般留有  $3\text{mm}$  间缝，螺钉尾就不会压着圈根部绝缘层。但也不应留得过少，以免绝缘层被压入。

#### (2) 常见的错误连接法

不弯压接圈，线芯被压在螺钉的单边。这样连接，极易造成线端接触不良，且极易脱落。绝缘层被压入螺钉内，这样的接法因为有效接触面积被绝缘层占据，且螺钉难以压紧，故会造成严重的接触不良。线芯裸露时间过长，既会留下电气故障隐患，还会影响安全用电。

#### (3) 7 股线压接圈弯制方法

在照明干线或一般容量的电力线路中，截面积不大于  $16\text{mm}^2$  的 7 股绝缘硬线，可采用压接圈套上接线柱螺栓的方法进行连接。但 7 股线压接圈的制作必须正规，切不可把 7 股线芯直接缠绕在螺栓上。7 股线压接圈的弯制方法如图 4-50 所示。

把剥去绝缘层的 7 股线端头在全长  $3/5$  部位重新绞紧（越紧越好）。按稍大于螺栓直径的尺寸弯曲圆孔。开始弯曲时，应先把线芯朝外侧折成约  $45^\circ$ ，然后逐渐弯成圆圈状。形成圆圈后，把余端线芯逐根理直，并贴紧根部线芯。把已弯成圆圈的线端翻转（旋转  $180^\circ$ ），然后选出处于最外侧且邻近的两根线芯扳成直角（即与圈根部的 7 股线芯成垂直状）。在离圈外约  $5\text{mm}$  处进行缠绕，加工方法与 7 股线缠绕对接一样，可参照应用。成形后应经过整修，使压接圈及圈柄部分平整挺直，且应在圈柄部分焊锡后恢复绝缘层。

注意：导线截面积超过  $16\text{mm}^2$  时，一般不宜采用压接圈连接，应采用线端加装接线耳的方法，由接线耳套上接线螺栓后压紧来实现电气连接。

### 3. 软线头与接线柱的连接方法

#### (1) 与针孔柱连接 (见图 4-51)

把多股线芯进一步绞紧, 全部线芯端头不应有断股而露出毛刺。把线芯按针孔深度折弯, 使之成为双根并列状。在线芯根部 (即绝缘层切口处) 把余下线芯折成垂直于双根并列的线芯, 并把余下线芯按顺时针方向缠绕在双根并列的线芯上, 且排列应紧密整齐。缠绕至线芯端头剪去余端并钳平, 不留毛刺, 然后插入接线柱针孔内, 拧紧螺钉即可。

#### (2) 与平压柱连接 (见图 4-52)

在连接前, 也应先把多股线线芯作进一步绞紧。把线芯按顺时针方向围绕在接线柱的螺栓 E, 应注意线芯根部不可贴住螺栓, 应相距 3mm。接着把线芯围绕螺栓一圈后, 余端应在线芯根部由上向下围绕一圈。把线芯余端再按顺时针方向围绕在螺栓上。把线芯余端围绕到线芯根部收住, 若因余端太短不便嵌入螺栓尾部, 可用旋具刀口推入。接着拧紧螺栓后扳起余端在根部切断, 不应露毛刺和损伤下面线芯。

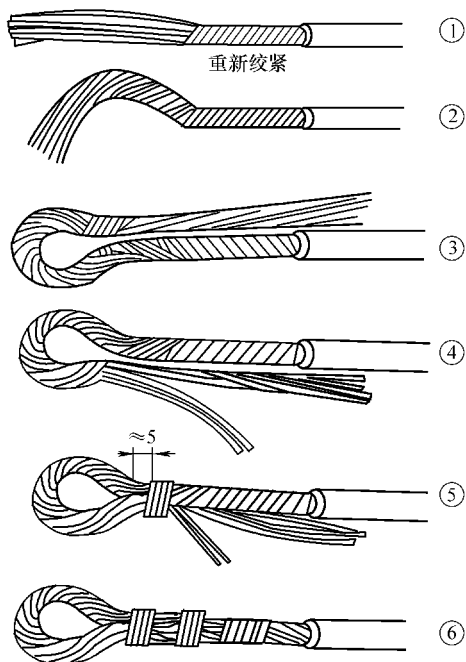


图 4-50 7 股线压接圈的弯制方法

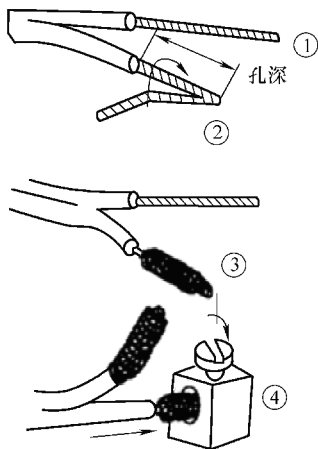


图 4-51 软线头与针孔柱的连接

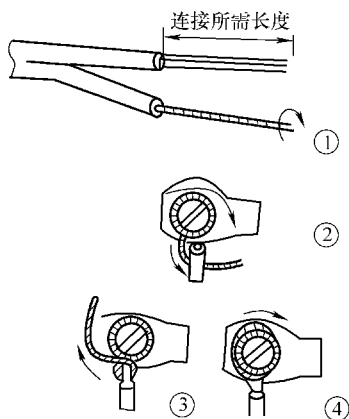


图 4-52 软线头与平压柱的连接

### 4. 头攻头连接

一根导线需与两个以上接线柱连接时, 除最后一个接线柱连接导线末端外, 导线在处于中间的接点上, 不应切断后接在接线柱中, 而应采用头攻头的连接法。这样不但可大大降低连接点的接触电阻, 而且可有效地降低因连接点松脱而造成的开路故障。

#### (1) 在针孔柱上连接 (见图 4-53)

按针孔深度的两倍长度, 再加 5~6mm 的线芯根部裕度, 剥离导线连接点的绝缘层。在剥去绝缘层的线芯中间将导线折成双根并列状态, 并在两线芯根部反向折成 90°转角。把双

根并列的线芯端头插入针孔并拧紧螺栓。

(2) 在平压柱上连接 (见图 4-54)

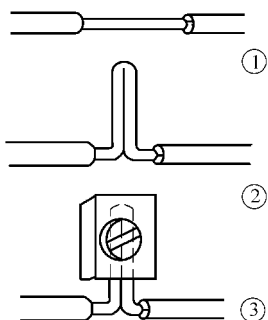


图 4-53 头攻头在针孔柱上连接

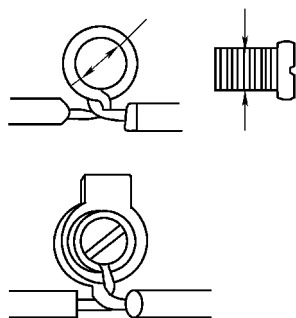


图 4-54 头攻头在平压柱上的连接

按接线柱螺栓直径的约 6 倍长度剥离导线连接点绝缘层。以剥去绝缘层线芯的中点为基准, 按螺栓规格弯曲成压接圈后, 用钢丝钳夹住压接圈根部, 把两根部线芯互绞一圈, 使压接圈呈图示形状。把压接圈套入螺栓后拧紧 (需加套垫圈的, 应先套入垫圈, 再套入压接圈)。

### 5. 铝线与接线柱的连接

横截面积小于  $4\text{mm}^2$  的铝质导线, 允许直接与接线柱连接。但连接前必须经过清除氧化铝薄膜的技术处理, 再弯制线芯的连接点, 如图 4-55 所示。

端头直接与针孔柱连接时, 应先折成双根并列状。端头直接与平压柱连接时, 应先弯制压接圈。头攻头接入针孔柱时, 应先折成双根 T 字状。头攻头接入平压柱时, 应先弯成连续式压接圈。

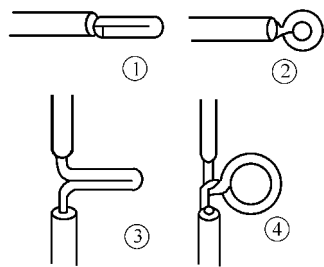


图 4-55 弯制线芯的连接点

各种形状接点的弯制和连接, 与小规格铜质导线的方法相同。

注意: 铝质线芯质地很软, 压紧螺钉虽应压紧压住线头, 不允许松动, 但应避免一味拧旋螺钉而把铝芯线头压扁。尤其在针孔柱内, 因压紧螺钉对线头的压强很大 (比平压柱大得多), 甚至会把铝芯线头压断。

### 4.2.4 导线的封端

对于导线截面积大于  $10\text{mm}^2$  的多股铜、铝芯导线, 一般都必须用接线端子 (又称接线鼻或接线耳) 对导线端头进行封端, 再由接线端与电器设备相连。

#### 1. 铜芯导线的封端

##### (1) 锡焊封端

先剥掉铜芯导线端部的绝缘层, 除去线芯表面和接线端子内壁的氧化膜, 涂上无酸焊锡膏, 再用一根粗铁丝系住铜接线端子, 使插线孔口朝上并放到火里加热。把锡条插在铜接线端子的插线孔内, 使锡受热后融化在插线孔内。把线芯的端部插入接线端子的插线孔内, 上下插拉几次后把线芯插到孔底。平稳而缓慢地把粗铁丝的接线端子浸到冷水里, 使液态锡凝

固，线芯焊牢。用锉刀把铜接线端子表面的焊锡除去，用砂布打光后包上绝缘带，即可与电器接线柱连接。

(2) 压接封端

把剥去绝缘层并涂上石英粉和凡士林油膏的线芯插入内壁也涂上石英粉和凡士林油膏的铜接线端子孔内。用压接钳进行压接，在铜接线端子的正面压两个坑，先压外坑，再压内坑，两个坑要在一条直线上。从导线绝缘层至铜接线端子根部包上绝缘带。

2. 铝芯导线的封端

铝芯导线一般采用铝接线端子压接法进行封端。铝接线端子的外形及规格如图 4-56 所示，其各部分尺寸见表 4-21。

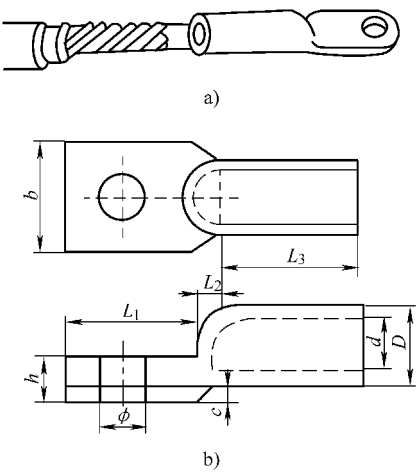


图 4-56 铝接线端子的外形及规格

表 4-21 铝接线端子各部分尺寸

导线截面积/mm <sup>2</sup>	端子各部分尺寸/mm									压模深/mm
	d	D	C	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	b	h	φ	
16	5.5	10	1	18	5	32	17	3.6	6.5	5.4
25	6.8	12	1	20	8	32	17	4.0	8.5	5.9
35	7.7	14	1	24	9	32	20	5.0	8.5	7.0
50	9.2	16	1	28	10	37	20	5.0	10.5	7.8
70	11.0	18	1	35	10	40	25	6.5	10.5	8.9
95	13.0	21	1	36	11	45	28	7.0	13.0	9.9

铝芯导线用压接法进行封端的方法如下：

根据铝芯线的截面积查表 4-21 选用合适的铝接线端子，然后剥去线芯端部绝缘层，刷去铝芯表面氧化层并涂上石英粉和凡士林油膏。刷去铝接线端子内壁氧化层并涂上石英粉和凡士林油膏，将铝芯导线插到插线孔的孔底，用压线钳在铝接线端子正面压两个坑，先压靠近插线孔处的第一个坑，再压第二个坑，压坑的尺寸见表 4-22。

在剥去绝缘层的铝芯导线和铝接线端子根部包上绝缘带（绝缘带要从导线绝缘层包起），并刷去接线端子表面的氧化层。

表 4-22 铝接线端子压接坑尺寸 (单位：mm)

导线截面积/mm <sup>2</sup>	A	B	C	L
16	13	2	2	32
25	13	2	2	32
35	13	2	2	32
50	14	3	3	37
70	15	4	3	40
95	17	4	3	45

### 4.2.5 绝缘层的恢复

绝缘导线之间连接后，或遭到意外损伤，均需恢复绝缘层。在低压电路上，常用的恢复材料有黄蜡布带、聚氯乙烯塑料带和黑胶带等，为方便包缠一般采用20mm这种规格。各接点的包缠操作方法如下。

注意：所述各种包缠方法中，为便于掌握要领，多数接点只介绍包一层绝缘带，实际应用中均包两层绝缘带后再包一层黑胶带加以固封。

#### 1. 对接接点

对接接点绝缘层的恢复方法如图4-57所示。

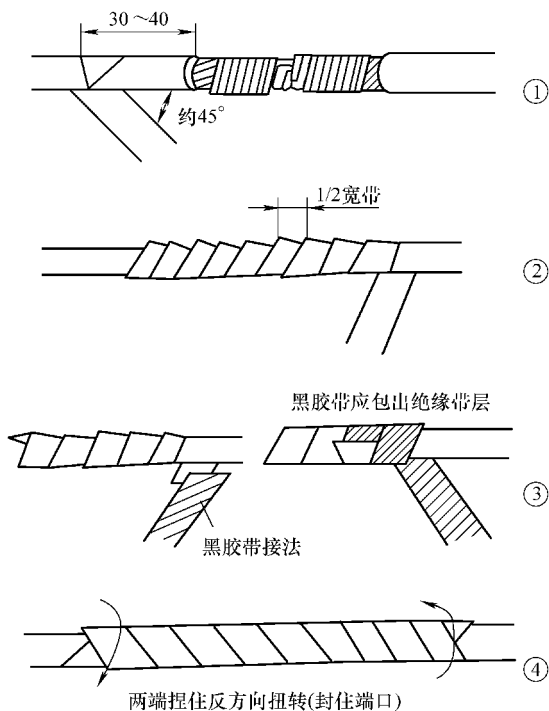


图4-57 对接接点绝缘层的恢复方法

绝缘带（黄蜡带或塑料带）应从左侧的完好绝缘层上开始包缠，应包入绝缘层1.5~2根带宽，即30~40mm，起包时绝缘带与导线之间应保持约45°倾斜。进行每圈斜叠缠包，包一圈必须压叠住前一圈的1/2带宽。包至另一端也必须包入与始端同样长度的绝缘层，然后接上黑胶带，并使黑胶带包出绝缘带层至少半个带宽，即必须使黑胶带完全包没绝缘带。黑胶带也必须进行1/2叠包，不可包得过疏或过密；包到另一端也必须完全包没绝缘带，收尾后应用双手的拇指和食指紧捏黑胶带两端口，进行一正一反方向拧旋，利用黑胶带的黏性，将两端口充分密封起来。

#### 2. 分支接点

分支接点绝缘层的恢复方法如图4-58所示。

采用与对接相同的方法从左端开始起包，包至碰到分支线时，应用左手拇指顶住左侧直

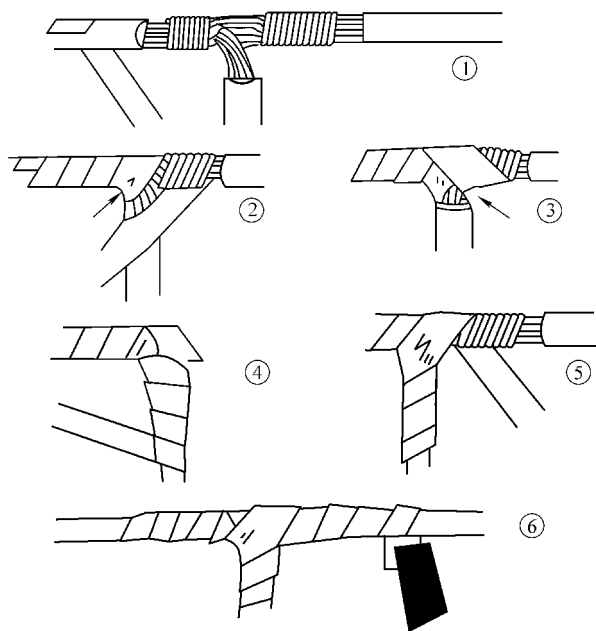


图 4-58 分支接点绝缘层的恢复方法

角处包上的带面，使它紧贴转角处线芯，并应使处于线顶部的带面尽量向右侧斜压（即跨越到右边）。当围绕到右侧转角处时，用左手食指顶住右侧直角处带面，并使带面在干线顶部向左侧斜压，与被压在下边的带面呈“×”状交叉，然后把带再回绕到右侧转角处。带沿紧贴住支线连接处根端，开始在支线上缠包，包至完好绝缘层上约两根带宽时，原带折回再包至支线连接处根端，并把带向干线左侧斜压（不宜倾斜太多）。

当带围过干线顶部后，紧贴干线右侧的支线连接处开始在干线右侧线芯上进行包缠。包至干线另一端的完好绝缘层上后，接上黑胶带，重复上述方法继续包缠黑胶带。

### 3. 并头接点

并头连接后的端头通常埋藏在木台或接线盒内，空间狭小，导线和附件较多，往往彼此挤轧在一起，且容易贴着建筑面，所以并头接点的绝缘层必须恢复可靠，否则极容易发生漏电或短路等电气故障。操作步骤和方法如图 4-59 所示。

为了防止包缠的整个绝缘层脱落，绝缘线在起包前必须插入两根导线的夹缝中，然后在包缠时把带头夹紧。起包方法和要求与“对接接点”一样。由于并头接点较

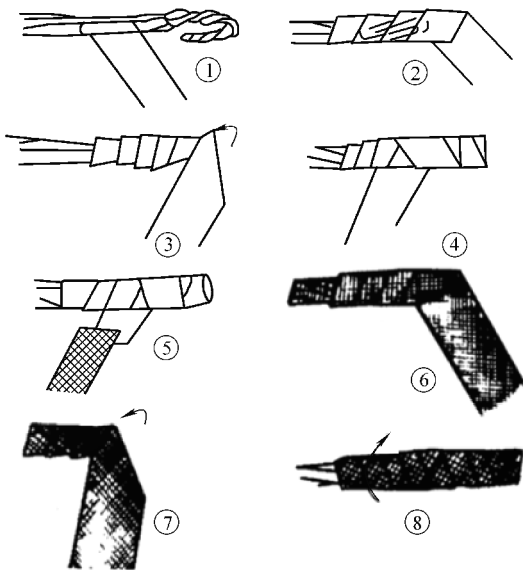


图 4-59 并头接点绝缘层的恢复方法

短, 叠压宽度可紧些, 间隔可小于  $1/2$  带宽。若并接的是较大的端头, 在尚未包缠到端口时, 应裹上包裹带, 然后在继续包缠中把包裹带扎紧压住; 若并接的是较小的端头, 不必加包裹带, 包缠到导线端口后, 应使带面超出导线端口  $1/2 \sim 3/4$  带宽, 然后紧贴导线端口折回伸出部分的带面。把折回的带面掀平掀服, 然后用原带缠压住 (必须压紧), 接着缠包第二层绝缘带, 包至下层起包处止。接上黑胶带, 并应使黑胶带超出绝缘带层至少半根带宽, 并完全包没压住绝缘带, 把黑胶带缠包到导线端口, 用黑胶带缠裹住端口绝缘带层, 要完全包没压住绝缘带层, 然后缠包第二层黑胶带至起包处止。用右手拇、食两指紧捏黑胶带断带口, 旋紧, 使端口密封。

#### 4. 接线耳和多股线压接圈

(1) 接线耳线端绝缘层恢复方法 (见图 4-60)

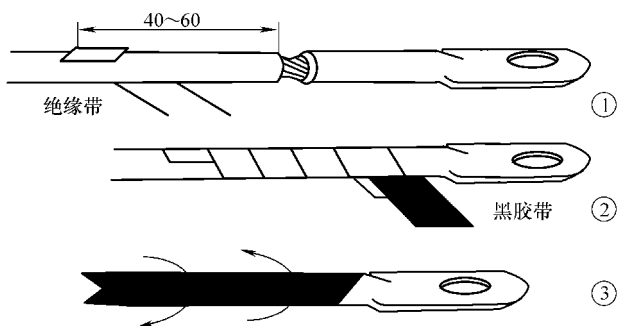


图 4-60 接线耳线端绝缘层恢复方法

从完好绝缘层的  $40 \sim 60\text{mm}$  处缠起, 方法与本节对接点法相同。绝缘带缠包到接线耳近圆柱体底部处, 接上黑胶带, 然后朝起包处缠包黑胶带, 包出下层绝缘带约  $1/2$  带宽后断带, 应完全包没压住绝缘带。如图两箭头所示, 两手捏紧后作反方向扭旋, 使两端黑胶带端口密封。

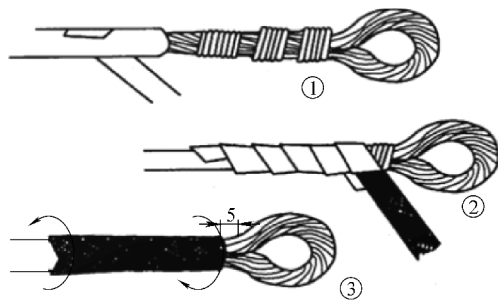


图 4-61 多股线压接圈线端绝缘层恢复方法

(2) 多股线压接圈线端绝缘层恢复方法 (见图 4-61)

步骤和方法与上述接线耳方法基本相同, 但离压接圈根部  $5\text{mm}$  的线芯应留着不包。若包缠到圈的根部, 螺栓顶部的平垫圈就会压着恢复的绝缘层, 造成接点的接触不良。

### 4.2.6 电话线的制作与连接

#### 1. 电话线与水晶头的制作和连接

电话线按照材料分为塑料电话线和橡胶电话线, 是家装电话连接时通常采用的传输介质, 其内部是由红、绿两根线芯组成。电话线的连接也就是电话线和电话线水晶头的连接。

电话线与 RJ-11 水晶头的连接工具主要用到压线钳, 如图 4-62a 所示, RJ-11 水晶头如图 4-62b 所示。电话线的加工就是用压线钳将 RJ-11 水晶头的连接触点与电话线的线头连接起来, 以确保正常通信。

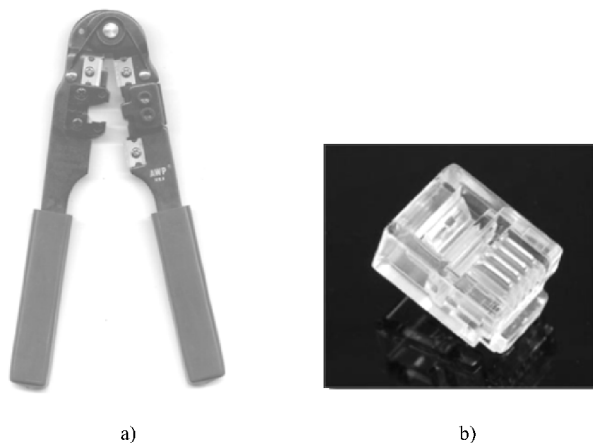


图 4-62 压线钳与 RJ-11 水晶头

a) 压线钳 b) RJ-11 水晶头

1) 备好网络连接的设备 and 器材，电话线的水晶头被称为 RJ-11 接头，如图 4-62 所示。然后检查电话线水晶头的插头和接口是否良好。

2) 用压线钳的剥线刀口在电话线端头 2cm 处轻轻割破电话线的绝缘层，注意不要伤损电话线的线芯。

3) 将割断的绝缘层抽出，露出电话线的红、绿 2 根线芯，如图 4-63 所示。电话线与 RJ-11 水晶头连接时不区分颜色顺序，但必须确保同一根电话线的两端线序相同。

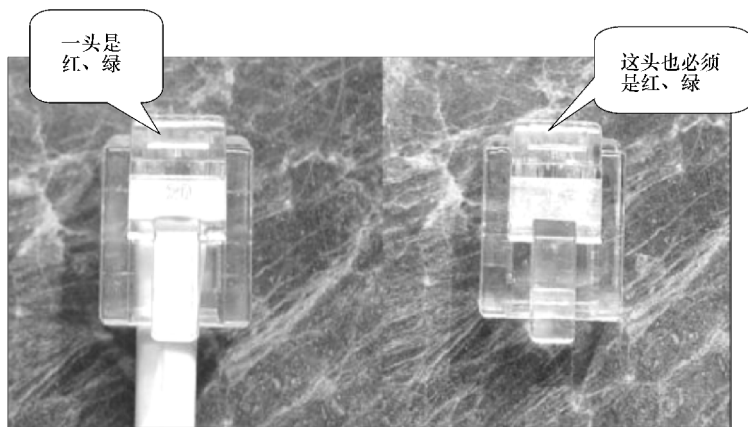


图 4-63 剥线

4) 将 2 根线芯的末端用压线钳的剪线刀口剪齐，剪线时要确保 2 根线的长度不要太短也不要太长，长度为 1cm 左右即可，如图 4-64 所示。

5) 把剪好的线芯对准 RJ-11 水晶头的插孔插入 RJ-11 水晶头，在插入的时候注意 RJ-11 水晶头的方向，不要将水晶头拿反，而且一定要将线芯插入水晶头底部，如图 4-65 所示。

6) 最后将 RJ-11 水晶头放到压线钳的压线槽内，同时还要确保电话线的线头不要再次脱离 RJ-11 水晶头或松动，并确认线头顺序无误后，用力压下压线钳的手柄使 RJ-11 水晶头的压线铜片与电话线的线芯接触良好，如图 4-66 所示。

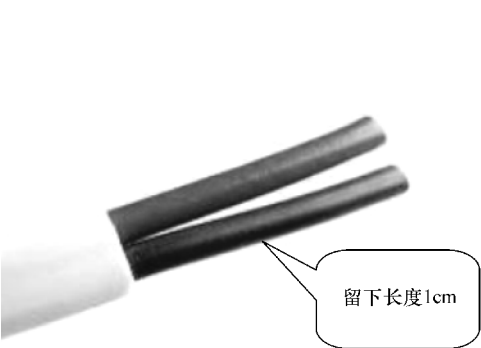


图 4-64 将 2 根线芯的末端剪齐

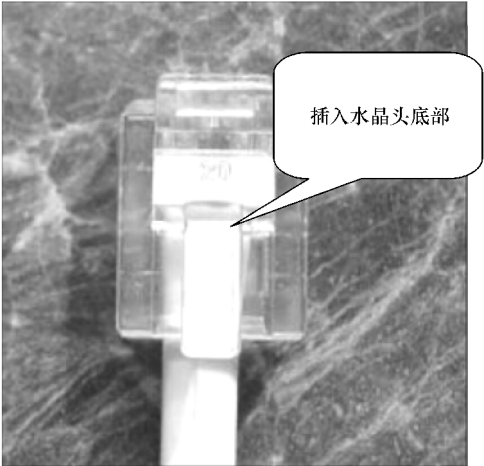


图 4-65 插入底部

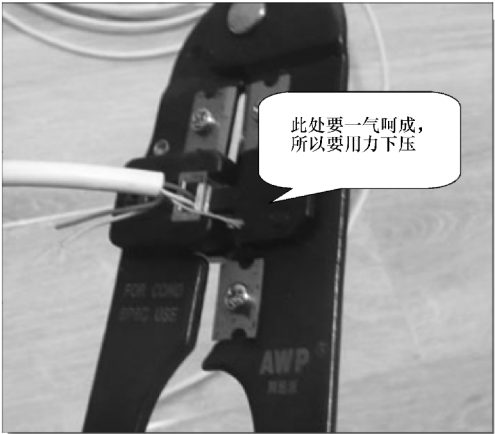


图 4-66 用力压下压线钳的手柄

7) 对连接好的双绞线进行测试。需要用到的工具是网络电缆测试仪, 在进行测试之前先将测试仪的接口转换为电话线接口, 如图 4-67 所示。

测试方法: 将连接好的双绞线的两端插到网络电缆测试仪的测试接口上, 然后将测试仪的开关打开, 测试仪的指示灯显示出双绞线两端的连接状况。如果两端的指示灯同步, 则证明双绞线连接完好。

## 2. 电话线与接线端子的连接

电话线接线端子是连接电话线的另一个接头, 通常被称为电话线信息模块。电话线的信息模块接在 RJ-11 水晶头上, 来达到通讯的目的, 如图 4-68 所示为电话线信息模块的外观结构图。



图 4-67 网络电缆测试仪



图 4-68 电话线信息模块外观结构图

电话线与电话线信息模块的连接方法不区分颜色顺序。连接电话线信息模块是将电话线线头连接到信息模块的连接点上, 具体操作方法如下。

- 1) 将电话线线端用剥线钳剪掉, 使电话线端头整齐, 方法如前面所述。
- 2) 在距电话线线端 6cm 左右处用压线钳的剥线工具剥去电话线绝缘层, 注意不要损伤双绞线的线芯, 然后将割断的绝缘层取下, 如前所示。
- 3) 将 2 根线芯的末端用压线钳的剪线刀口剪齐, 并将电话线线芯拉直, 将剪好的电话线线头接在信息模块的接线桩上, 并拧紧螺钉。
- 4) 连接完成后, 将信息模块按正确的方向安装到信息模块面板上, 之后即可固定在墙上。

## 4.2.7 网络线路的制作与连接

### 1. 网线与水晶头的加工和连接

网线按照材料分为双绞线、同轴电缆、光纤等, 在家装网络连接时通常采用的传输介质为双绞线。在进行网络连接时有两种连接方式, 即 T568A 线序连接和 T568B 线序连接, 主要是由双绞线和 RJ-45 水晶头连接而成。双绞线与水晶头的连接方法分为 T568A 和 T568B 两种线序标准, 一般情况下采用 T568A 的线序标准。如图 4-69 所示为双绞线与水晶头的连接线序标准。

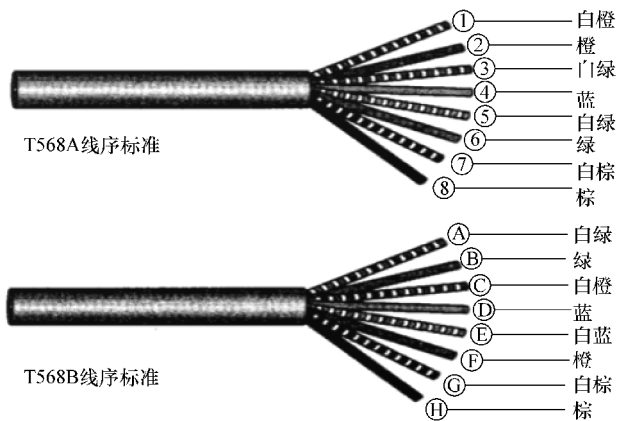


图 4-69 双绞线与水晶头的连接线序标准

1) 准备好网络连接的设备和器材，检查水晶头的插头和接口是否良好，如图 4-70 所示。

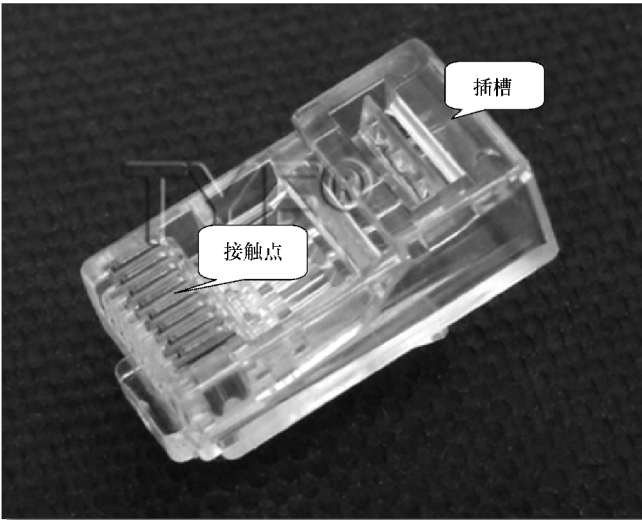


图 4-70 RJ-45 水晶头

2) 用压线钳的剥线刀口在双绞线端头 2cm 处轻轻割破双绞线的绝缘层，注意不要损伤双绞线的线芯。

3) 将被割断的绝缘层抽出，露出双绞线的四对单股电线线芯，如图 4-71 所示。

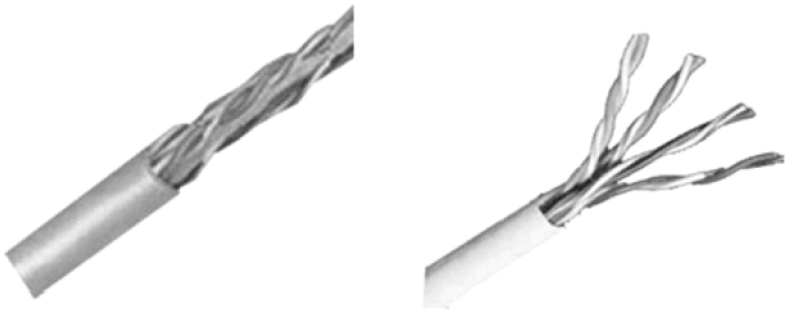


图 4-71 抽出被割断的绝缘层

4) 采用 T568A 的线序标准进行连接。将双绞线的 4 对线芯按照白橙、橙、白绿、蓝、白蓝、绿、白棕、棕的颜色顺序排列,如图 4-72 所示,并将每根线芯拉直排列整齐。

5) 将 8 根线芯的末端用压线钳的剪线刀口剪齐,剪线时要确保 8 根线的长度不要太短也不要太长,长度为 1cm 左右即可。

6) 把剪好的线芯对准水晶头的插孔插入水晶头,在插入的时候注意水晶头的方向,不要将水晶头拿反,而且一定要将线芯头插入水晶头底部,如图 4-73 所示。

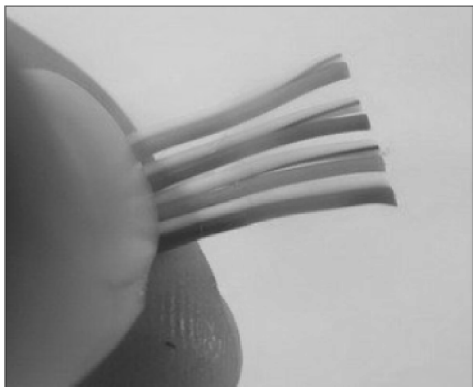


图 4-72 按线芯颜色顺序排列

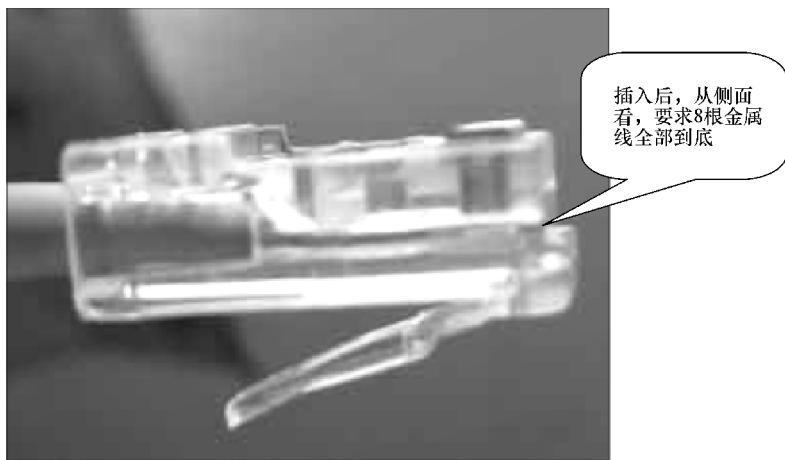


图 4-73 将线芯头插入水晶头底部

7) 将水晶头放到压线钳的压线槽内,同时还要确保双绞线的线头不要再次脱离水晶头或松动,并确认线头顺序无误后,用力压下压线钳的手柄使水晶头的压线铜片与双绞线的线芯接触良好,如图 4-74 所示。

8) 对连接好的双绞线进行测试。需要用到的工具是网络电缆测试仪。测试方法:将连接好的双绞线的两端插到网络电缆测试仪的测试接口上,测试仪的开关打开,测试仪的指示灯显示出双绞线两端的连接状况。如果两端的指示灯同步,则证明双绞线连接完好,如图 4-75 所示。

## 2. 网线信息模块的连接

网线信息模块是连接双绞线的另一个接头,它接在双绞线的水晶头上,达到传输数据的目的,如图 4-76 所示为网线信息模块和信息模块面板的外观结构图。

双绞线与信息模块的连接方法也有 T568A 和 T568B 两种线序标准,在信息模块的两侧通常会标明双绞线的颜色标号。连接信息模块是将每根双绞线线头按标准压合到信息模块的压合点上,具体操作方法如下。

1) 将双绞线线端用压线钳剪掉,使双绞线端头整齐所示。

2) 在距双绞线线端 6cm 左右处用压线钳的剥线工具剥去双绞线绝缘层,注意不要损伤

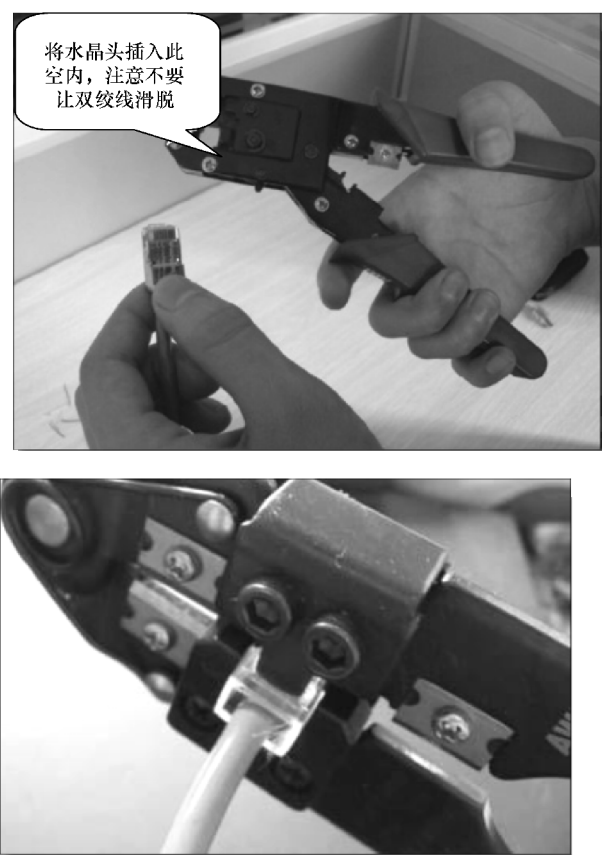


图 4-74 用力压下压线钳手柄

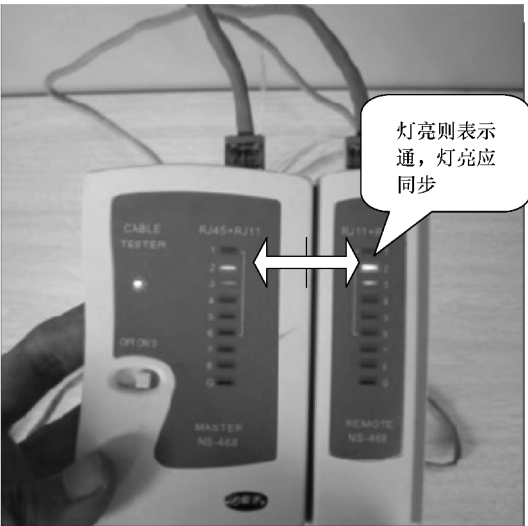


图 4-75 用网络电缆测试仪测试双绞线

双绞线的线芯，然后将割断的绝缘层取下。

3) 在这里按照 T568A 的标准进行连接。将双绞线的 4 对线芯按照绿、白绿、白橙、白蓝、蓝、橙、棕、白棕的颜色顺序排列，并将每根线芯拉直排列整齐，将 8 根线芯的末端用压线钳的剪线刀口剪齐。

4) 再将剪好的双绞线线头对准信息模块的金属卡接触点，插入相对应颜色的线槽内。

5) 确认线头的颜色顺序无误后，将信息模块的压线板用力按下，并检查接线是否牢固。

6) 连接完成后将信息模块安装到信息模块面板上。信息模块与模块面板一般采用卡扣的方式进行连接，将信息模块按正确的方向安装在模块面板上即可固定。最后将信息模块面板固定在墙上。

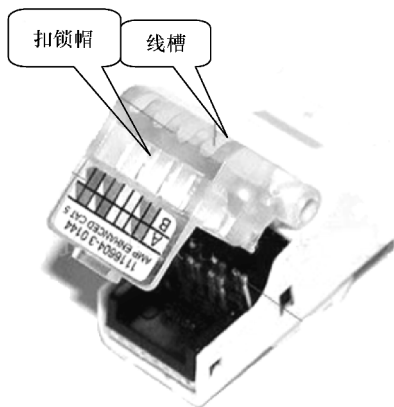


图 4-76 网线信息模块和信息模块面板结构图

#### 4.2.8 有线电视线路的制作与连接

##### 1. 有线电视线与同轴电缆接头的加工

家装中比较常用的有线电视线通常采用同轴电缆作为传输介质，是数字卫星接收系统中的连接线缆。同轴电缆比双绞线的屏蔽性好，所以，它的传输速率很高并且传输距离长。同轴电缆具有抗干扰能力强、屏蔽性能好、传输数据稳定、价格便宜等优点。

同轴电缆又叫做馈线，是以单根铜导线为内芯，铜芯外部裹一层绝缘材料，外层采用网状的细铜丝做导体，最外面则是一层塑料绝缘层，如图 4-77 所示。

同轴电缆接头又称为 BNC 接头，是用于有线电视连接中常用的同轴电缆接头，如图 4-78 所示。



图 4-77 制作好的同轴电缆



图 4-78 BNC 接头

有线电视线的加工就是将同轴电缆与 BNC 接头相连接，具体操作方法如下：

1) 使用剪刀将同轴电缆的护套剪开,如图4-79所示,然后剪开护套,但要注意不要将线缆内部的屏蔽网、绝缘层以及铜芯等部分剪坏。

2) 将同轴电缆的网状屏蔽层向外翻折,主要是为了避免屏蔽层与铜芯之间短路,注意在翻折时一定要全部翻折下来。

3) 再用剪刀将绝缘层剪下,注意不要将内部的铜芯剪断,剪绝缘层时,要将绝缘层剪到与护套剪切口处相距2~3mm的地方。

4) 将金属卡环先套入同轴电缆后,套入BNC卡环后,就可以将BNC接头装上,如图4-80所示,装入时,将BNC接头装在绝缘层与屏蔽层之间,使屏蔽层紧挨着BNC接头的外侧。



图4-79 剥线



图4-80 将屏蔽层下翻

5) 装好后同轴电缆的绝缘层正好在BNC接头内部螺纹的下面,若是开始剪绝缘层的时候,预留的绝缘层过多,就会影响BNC接头与设备的连接,如图4-81所示为BNC接头安装完成后的示意图。

6) BNC接头安装到同轴电缆上面后修剪屏蔽层,让它不会因为过长而和铜芯短路或是不整齐使得同轴电缆加工完成后不美观。

7) 将事先套入同轴电缆的卡环移到同轴电缆与BNC接头的连接处,使用压接钳让卡环紧固在同轴电缆与BNC接头之间的连接处,如图4-82所示。

8) 用压接钳将卡环紧固后,同轴电缆的屏蔽层与BNC接头外部可以有良好的接触,又不会与铜芯发生短路现象,同轴电缆的铜芯只需露出BNC接头1~2mm即可,因此可以使用偏口钳将多余的铜芯剪掉。

9) 确定使用同轴电缆的长度后,用同样的方式,对另一端进行加工并测试是否为通路状态,如图4-83所示为加工后的同轴电缆。

## 2. 有线电视线与信息模块的加工与连接

加工好的同轴电缆需要插到相符的信息模块上,如图4-84所示,为常用有线电视信息模块插座。

1) 用剥线钳将同轴电缆的护套层剥掉后,将网状屏蔽层向后翻转如前所述。

2) 将同轴电缆的铜芯插入信息模块的接线孔内,然后将螺钉拧紧。

3) 将同轴电缆固定在信息模块的金属扣内,使网状屏蔽线与金属扣相连,然后将螺钉拧紧,将同轴电缆固定。

4) 检查连接好的同轴电缆与信息模块插座，确认同轴电缆的铜芯导线与屏蔽层没有接触后，即可安装在墙上，有线电视线路便安装完成了。

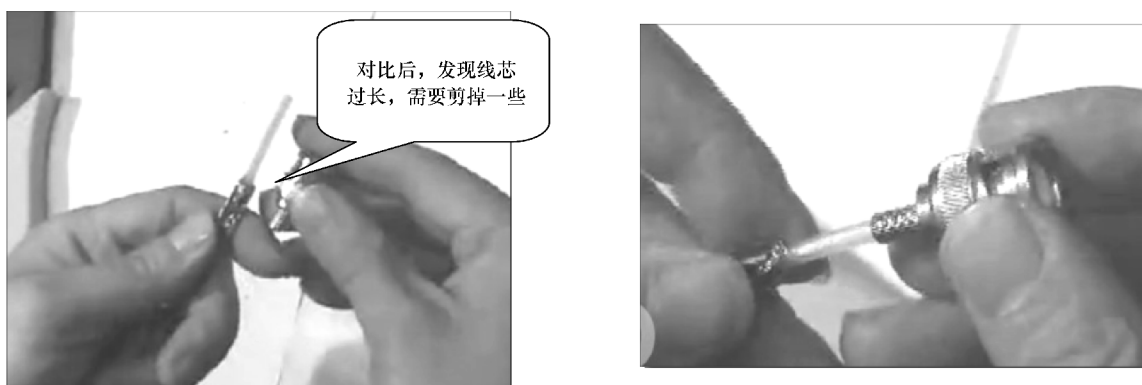


图 4-81 制作好的 BNC 头

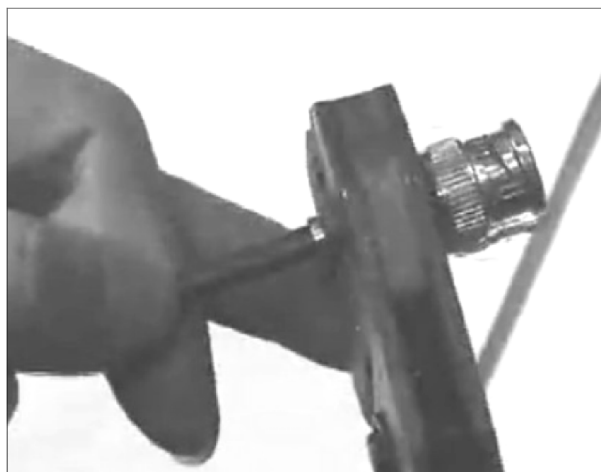


图 4-82 用压接钳压紧

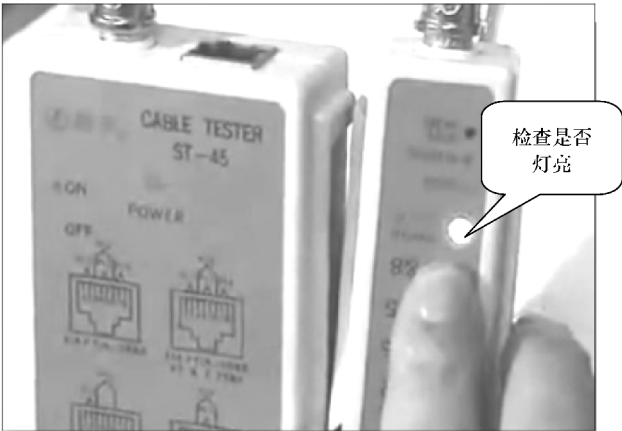


图 4-83 测试电缆



图 4-84 信息模块

### 4.3 配电箱与配电盘的安装

#### 4.3.1 配电箱的安装

配电箱是每一个住户都要进行安装的设备，也可称之为“一户一表”的供电和计量方式，是用于计量用电量多少的设备，一般按电压等级可分为高压配电箱和低压配电箱，家庭使用的配电箱属于低压配电箱，也就是常称之为“一户一表”的装置，主要包括计量用电量的电能表和主干线断路器。家庭中可以同时使用电器用电量多少与配电箱有着直接的关联，下面介绍低压配电箱中的主要部件及其选配方案。

##### 1. 配电箱的主要部件

目前，市场上应用于配电箱的部件多种多样，主要可以分为两大部件，即电能表和断路器。

##### (1) 电能表

电能表有三相电能表和单相电能表之分，由于家庭中的供电电路为单相供电，因此使用的电能表为单相电能表，家用单相电能表又分为感应式、电子式、智能式多种。

目前,比较常见的为感应式电能表 and 智能式电能表,不论是哪种形式的电能表,其型号和主要参数的标识基本一致,如图 4-85 所示。例如,感应式电能表的主要参数有型号、额定电流、额定电压、额定频率等。电能表的主要参数是选配方案的重要依据,如图 4-86 所示为电能表主要参数及其含义。

## (2) 断路器

断路器是具有过电流保护功能的开关,如果电流过大,断路器会自动断开,起到保护电能表及其用电设备的作用。常见的断路器种类有很多,如传统的刀开关、新型的断路器和漏电保护器等。

### 1) 刀开关和熔断器

刀开关又称闸刀开关或隔离开关,是比较传统的断路器。根据应用的场合不同,可以分为 HD 型单投刀开关、HS 型双投刀开关(刀形转换开关)、HR 型熔断器式刀开关、HZ 型组合开关、HK 型闸刀开关、HY 型倒顺开关和 HH 型封闭式负荷开关。日常生活中比较常见的是刀开关和熔断器结合使用,如图 4-87 所示为典型的刀开关和熔断器。



图 4-85 家庭常用电能表

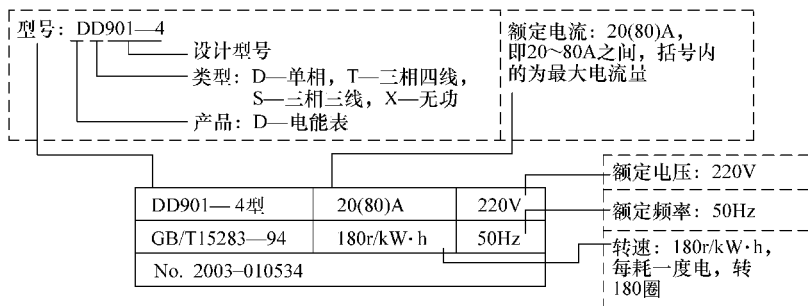


图 4-86 电能表主要参数及其含义



图 4-87 刀开关与熔断器

刀开关在电路中的作用是隔离电源,以确保电路和设备维修的安全,将负载部分断开。通过刀开关上的动触头(闸刀)与底座上的静触头(刀夹座)相闭合或分离来达到接通或

分断电路的目的。

熔断器在电路中的作用是检测电流通过的量。如果电流量超过额定值，熔断器将会由自身产生的热量而熔化，使电路断开，起到保护电路的作用。

目前，刀开关和熔断器在日常生活中基本上已经被淘汰，取而代之的是断路器。

## 2) 断路器

断路器是电路中只要有过流或短路现象，开关内的检测电路就会自动驱动开关进行跳闸断路，因其使用方便安全而被广泛应用在电路当中。在电路中，断路器起到隔离电源和检测电流量双重作用，具备了刀开关和熔断器合二为一的功能，而且，当检测到的电流量超过额定电流量，就会立即跳闸，只要排除用电量过大的现象后，重新闭合开关即可，不需要重新安装熔断器，使用上既方便又安全。如图 4-88 所示为典型的断路器，根据应用线路的不同，有双进双出和单进单出两种。

双进双出的断路器既可以控制相线又可以控制中性线，也就是说不管是相线或者是中性线，只要出现过电流情况，就会跳闸，断开电路。单进单出的断路器只控制相线，也就是只检测和控制该相线支路是否有过电流的情况，通常是使用在分支供电线路中。

断路器按其型号还可以分为 C 型和 D 型两种，其中 C 型是家庭用断路器，D 型为启动用断路器，经常用于启动电流很大的电动机电路 1 中。由此可见，在家庭装修中选择的控制开关基本上都是 C 型的断路器，其型号后面的数字表示额定电流量，如图 4-88 所示。

## 3) 漏电保护器

漏电保护器是家庭中常用的一种防止电器漏电事故发生的安全保护措施，如图 4-89a 所示为典型的漏电保护器，图 4-89b 所示为与断路器制成一体的漏电保护器，这种漏电保护器是目前比较常用的漏电保护装置。

漏电保护器对防止触电伤亡事故，避免因漏电而引起的火灾事故，具有明显的效果。漏电保护器是一种低压安全保护电器，是对低压电网中的直接和间接触电的一种有效保护。断路器主要是检测电路中用电量的设备，当电路的电流超过最大负载电流较大时，断路器会对电路起到保护作用，而漏电保护器是通过感应回路中剩余电流量的设备，正常工作时，相线



图 4-88 单进单出和双进双出的断路器

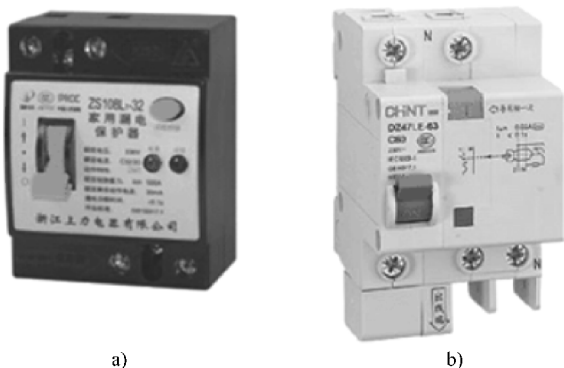


图 4-89 漏电保护装置

a) 漏电保护器 b) 带漏电保护器的断路器

端的电流与中性线端的电流相等，回路（支路）中的剩余电流量几乎为零，在发生漏电或触电情况时，相线的一部分电流流过触电人身体到地，因出现相线端的电流大于中性线端的电路，回路（支路）中会产生剩余电流量，这个电流量可能较小不会使断路器进行工作，只有漏电保护器可以感应，并进行断路保护。

根据漏电保护器的动作原理，可将其分为电压型和电流型两大类。电流型漏电保护器比电压型漏电保护器的性能更优越。因此，目前大多数家庭中所使用的是与断路器一体化的电流型漏电保护器。这种漏电保护器的外形主要包括断路器闸刀、试验按钮和漏电指示，如图 4-90 所示。

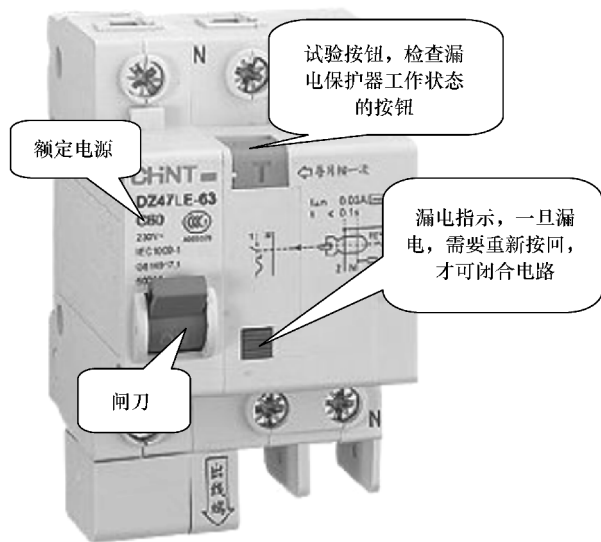


图 4-90 漏电保护器

其中，断路器闸刀是控制电路闭合、断开的开关，试验按钮是检测漏电保护器是否能正常工作的测试按钮，漏电指示是当该漏电保护器所在支路出现漏电情况后，断路器断开电路的同时，该指示向外突弹起，排除漏电情况以后，需要闭合电路时，需要先将该指示按回后，才能闭合电路，否则电路无法正常闭合。单相交流电经过配电箱和配电盘中的支路断路器给负载供电，其中相线和中性线经过带有漏电保护器的支路，流出的电流给负载进行供电，在正常情况下，漏电保护器检测的电流差应为零，而发生漏电情况的时候，返回的电流比流出的电流小，漏电保护器检测出电流差，从而启动保护工作。其中，负载泄露出来的电流  $I_{\text{漏}}$ ，经过地线排除，以确保人身安全。

## 2. 配电箱的选配方案

配电箱（一户一表）是每个住户中都配有的设备，在选配配电箱中的电能表和总断路器的时候，一定要考虑到家中所使用的电气设备。下面先来了解一下电的基础知识，再以它为根据来选择配电箱中的具体设备。

### （1）电能的计量与电功率知识

能量被定义为做功的能力，是指电荷移动所承载的能量，以各种形式存在，如电能、热能、光能、机械能、化学能以及声能等。电能的转换是在电流做功的过程中进行的，因此，

电流做功所消耗电能的多少可以用电功来量度。即： $W = UIT$ （电能与电功的知识参见第1章内容）。

在日常生活中的电能表使用“度”来作为计量电能（电功）的单位，如图4-91所示，即单位时间内（小时）家庭中所有正在工作的家用电器所消耗的电能（电功）的总和，因此， $1\text{度} = 1\text{kW} \cdot \text{h} = 1\text{kV} \cdot \text{A} \cdot \text{h}$ 。

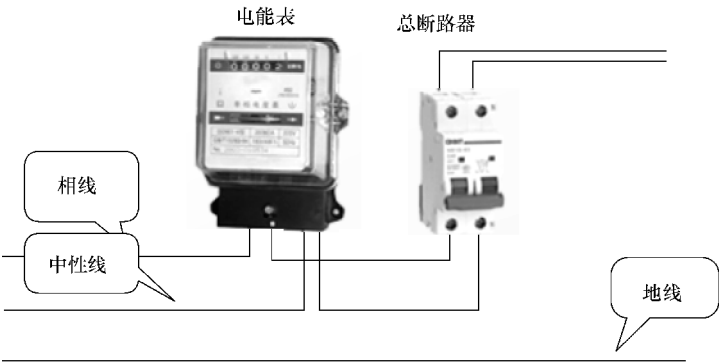


图 4-91 电能表

日常生活中使用的电能主要来自其他形式能量的转换，包括水能（水力发电）、热能（火力发电）、原子能（核发电）、风能（风力发电）、化学能（电池），以及光能（光电池、太阳能电池等）等，电能也可转换成其他所需能量形式，并且可以采用有线或无线的形式进行远距离的传输。大多数电力设备都标有电瓦数或者额定功率。如电烤箱上标有 220V 1200W 字样，则 1200W 为其额定电功率。额定功率即是电气设备安全正常工作的最大功率。电气设备正常工作时的电压叫额定电压，例如 AC 220V，即交流 220V 供电的条件。在额定电压下的电功率叫做额定功率。实际加在电气设备两端的电压叫实际电压，在实际电压下的电功率叫实际功率。只有在实际电压恰好与额定电压相等时，实际功率才等于额定功率。

在一个电路中，额定功率大的设备实际消耗功率不一定大，应由设备两端实际电压和流过设备的实际电流决定。

（2）配电箱的选配

通过室内配电设计实例中得知，需要进行家庭装修的二室一厅，在进行电配电箱的选配的时候，根据使用家用电器的电功率的不同，将其分成了 6 个支路，即照明支路、插座支路、厨房支路、卫生间支路、空调器支路、柜式空调器支路，并且每个支路的用电量都比较大，其支路用电量如表 4-23 所列。

表 4-23 支路用电量

支路	用电量/A	支路	用电量/A	支路	用电量/A
照明支路	10	厨房支路	20	空调器支路	16
插座支路	16	卫生间支路	16	柜式空调器支路	16

所有支路的用电量总和为 94A，所有的家用电器不可能同时启动工作，因此可以选择 15（60）A 或 20（80）A 的电能表，其中 15（60）A 的电能表可以选择 50A 的总断路器，20（80）A 的电能表可以选择 63A 的总断路器，如图 4-92 所示，只要总断路器的允许通过

电流量不大于电能表的最大额定电流量即可。

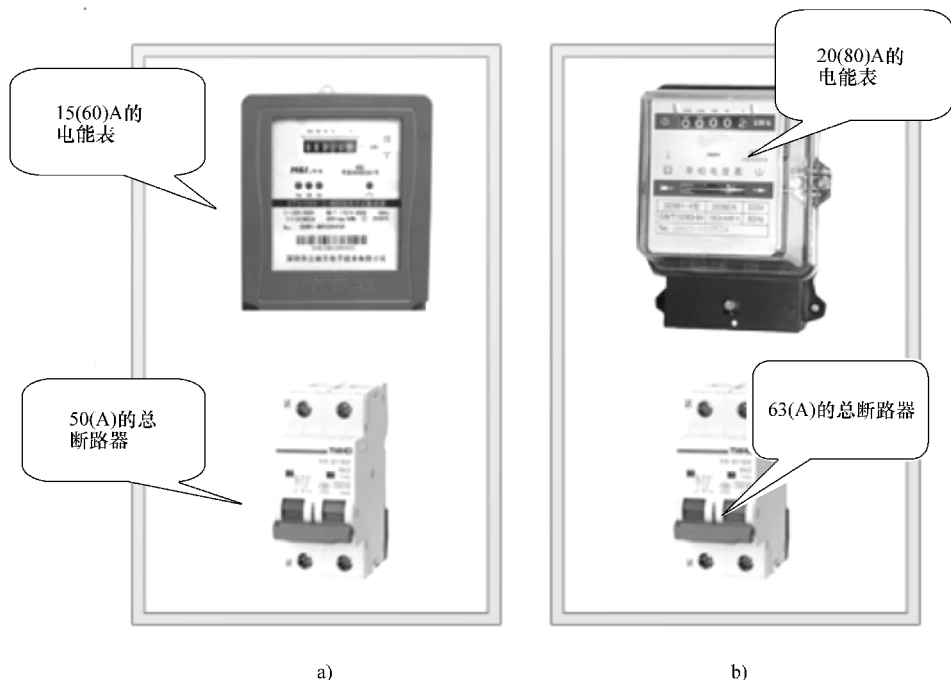


图 4-92 电能表和总断路器的选配方案

a) 60A 电能表选配方案 b) 80A 电能表选配方案

在需要进行装修的二室一厅中，空调器支路只有在夏天时才使用，并且两路空调器支路很少会同时使用。厨房支路与卫生间支路出现同时使用的情况也比较少，因此，选择 15 (60) A 的电能表可以满足家庭使用，所配的总断路器使用 50A 的双进双出断路器即可。

选择好了电能表和总断路器以后，就可以选配电线了。需要输送的电力经过电能表、总断路器到达室内的配电盘，这一过程中所使用的电线可称之为进户线。该二室一厅的进户线采用暗敷方式，因此根据电线安全载流量的规定以及敷设导管的选用规定，可以选择截面积为  $10\text{mm}^2$  或  $16\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线），其中  $10\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线）的安全载流量在 59 ~ 75A 之间， $16\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线）的安全载流量在 85 ~ 105A 之间，在这里选择  $10\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线）即可。暗敷 2 根或 3 根  $10\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线），选择的暗敷管最小直径为 25mm，如图 4-93 所示。

### 3. 配电箱的安装与连接

#### (1) 电能表的安装连接步骤

电能表的内部主要是由电压线圈和电流线圈组成，它所形成的移动磁场，使圆盘产生旋转的驱动力。电流越大，圆盘的旋转越快，从而达到计量电能的目的。阻尼电磁铁产生的磁场对圆盘有阻尼作用，消除与圆盘的旋转惯性。蠕变孔有制动作用，当电流为零时，圆盘静止，减小计量误差。不同的家用单相电能表上都会有标识，可以根据标识对电能表的接线端子进行识别。如图 4-94 所示，这里选择的家用单相电能表具有 4 个接线端子，其中端子 1 为相线输入端，端子 2 为相线输出端，端子 3 为中性线输入端，端子 4 为中性线输出端。

根据电能表上的标识，将送来的单相交流电送入电能表即可，如图 4-95 所示。连接时

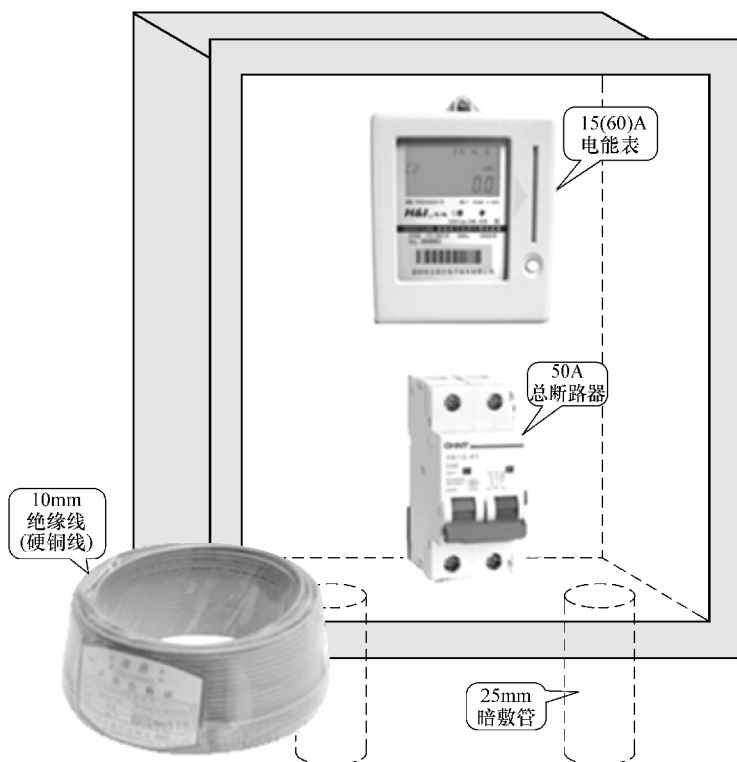


图 4-93 配电箱中电线及其暗敷管的选择

不但要注意电能表上的标识，还要注意电线使用的颜色要求，即相线使用红色、绿色或黄色，中性线使用蓝色，并且相线颜色一定要一致，不要出现多种颜色同时使用的情况。在接线处一定要牢靠，如果连接不牢，接点会产生很大的热量，还会产生火花放电现象。

#### (2) 总断路器的安装连接步骤

单相交流电接入电能表以后，应与总断路器相连，如图 4-96 所示。这里的断路器采用的是双进双出的断路器，并且上面会有相线 (L)、中性线 (N) 的提示，按照提示将相应的电线连接到总断路器中。

#### (3) 入户线的安装连接步骤

电能表和总断路器安装连接完成以后，就可以将从总断路器中出来的电线沿着暗敷管送入室内配电盘预留的位置，以便于配电盘进行连接，如图 4-97 所示。值得注意的是，暗敷管中的电线不可以出现连接状态，如果电线长度不够，应将其撤出，再选择长度足够的电线进行敷设。

### 4.3.2 配电盘的安装

配电盘是单元住户用于控制住宅中的各个支路的，将住宅中的用电分配成不同的支路，要目的是为了便于用电管理、便于日常使用、便于电力维护。

#### 1. 配电盘的主要部件

配电盘是由断路器构成的，断路器的种类有很多种。目前，刀开关和熔断器已经逐步退出家装电工的市场了。

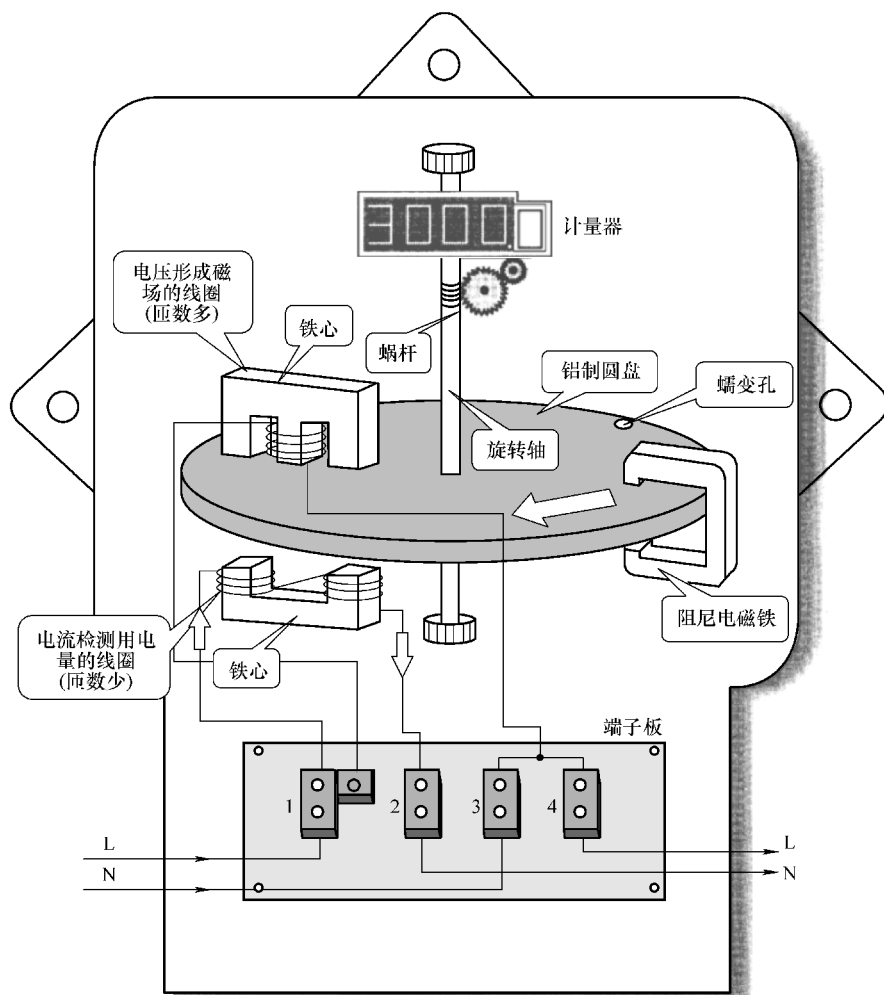


图 4-94 电能表的接线端子

注：1—相线输入端；2—相线输出端；3—中性线输入端；4—中性线输出端

空气开关的流行主要是因为使用更安全，安装更方便，与漏电保护器的一体化制作，更是简化了安装操作。

如图 4-98 所示为常见的家装配电盘所使用的断路器，从图中可以看出不同厂家生产的断路器的样式多种多样，但基本上可以分为单进单出、双进双出和带漏电保护器的三种。其允许通过电流量有 10A、15A、16A、32A、40A、50A、63A 等几种规格。

## 2. 配电盘的选配方案

在选择配电箱中支路断路器的时候，本着安全的原则，每个支路上都应配有漏电保护器，因此选择带有漏电保护器的断路器即可。但是，照明支路和空调器支路可以选择不带漏电保护器的断路器，这是因为照明支路的用电量不大，并且不在住户经常触摸得到的地方；而空调器支路如果选用了带漏电保护器的断路器，只要出现少许漏电就会频繁的跳闸，导致空调器无法使用。

需要家装的两室一厅分成了 6 个支路，结合表 4-23 中说明的支路用电量，选择 1 个

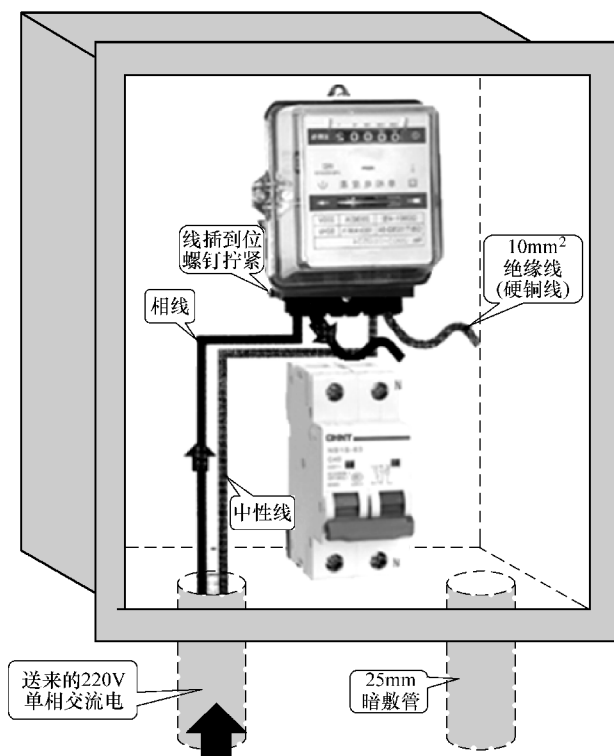


图 4-95 电能表的连接方式

10A、2个16A的单进单出断路器，1个20A和2个16A带有漏电保护器的断路器，如图4-99所示。在这里还选择了1个50A的双进双出不带漏电保护器的断路器，作为配电盘上的总断路器，这个总断路器与配电箱中的总断路器的功能是一样的，因此选择的额定电流量不能大于配电箱中的总断路器。

配电盘中是否要有总断路器，并没有明确的要求。放置总断路器，只是为了便于用电管理，并不意味着配电箱中的总断路器可以移到这里，或是配电盘中安装了总断路器，配电箱中可以不安装。

### 3. 配电盘电线的连接步骤

配电盘中的支路断路器选择完以后，就可以进行安装连接了，主要包括配电盘支路电线的选择和连接方式。

#### (1) 支路电线的选择

支路断路器的电流量大小确定以后，就可以根据各个支路实际电流量的情况选择适合的电线。

由配电箱送来的进户线仍然选择 $10\text{mm}^2$ 的绝缘线（硬铜线）和直径25mm的暗敷管送入配电盘中的总断路器。装修的二室一厅采用的全部是暗敷，因此根据电线安全载流量的规定以及敷设导管的选用规定，20A的厨房支路可选择 $4.0\text{mm}^2$ 的绝缘线（硬铜线），16A的卫生间支路可选择 $3.0\sim 4.0\text{mm}^2$ 的绝缘线（硬铜线），16A的插座支路可选择 $2.5\sim 4.0\text{mm}^2$ 的绝缘线（硬铜线），16A的空调器支路可选择 $4.0\text{mm}^2$ 的绝缘线（硬铜线）。为了购买敷

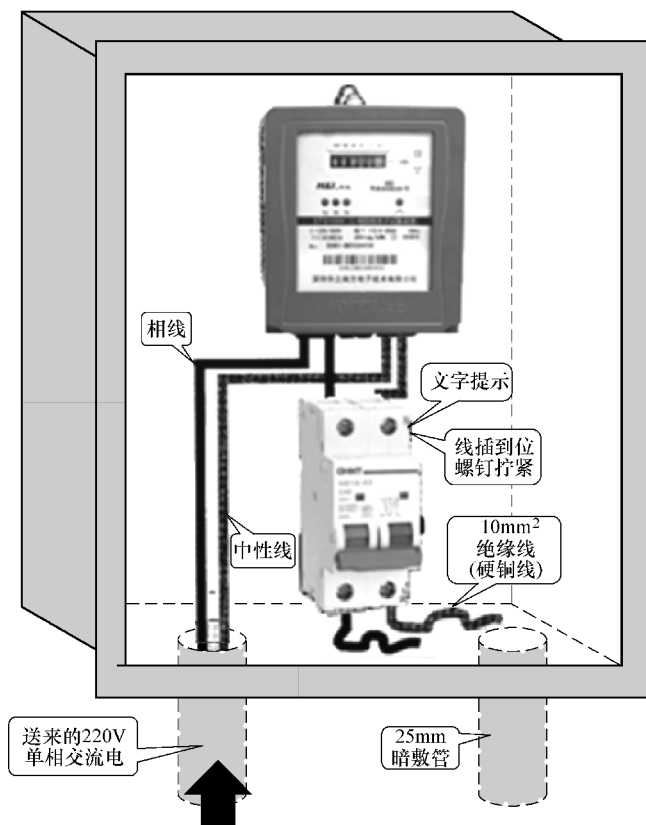


图 4-96 总断路器的连接方式

设暗管的方便，一律选择最小直径 19mm 的暗敷管，因其最大可穿 3 根  $4.0\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线）。

支路电线选择好以后，就可以在事先敷设好的暗敷管内穿线、布线，并与支路断路器相连。值得注意的是，支路电线在暗敷管中同样不能出现连接状态，如果电线长度不够，则应再选择长度足够的电线进行敷设，电线连接只能出现在插座、开关或接线盒内。

#### （2）配电盘电线的连接步骤

首先，应将配电箱送来的  $10\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线）与配电盘中的总断路器相连，以及将楼宇送来的接地线与配电盘中的接地线的接线柱相连，如图 4-100 所示。

其次，将经过总断路器的电线分别送到支路断路器中，其中 3 个单进单出的断路器的中性线也可以采用接线柱连接，如图 4-101 所示。此时使用的电线仍然是  $10\text{mm}^2$  的绝缘线（硬铜线）。

再次，根据不同支路所选择的绝缘线（硬铜线），通过暗敷管敷设好以后与支路断路器相连，如图 4-102 所示，各专路需要的地线可以通过地线接线柱得到。

最后，配电盘线路全部连接完成，将配电盘绝缘外壳安装上，并标记上支路名称即可。

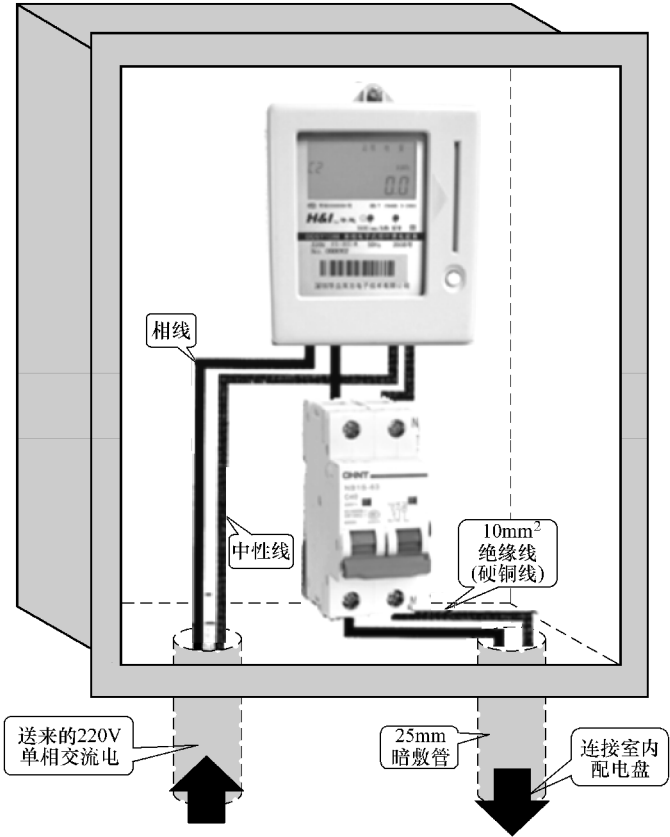


图 4-97 入户线的连接方式



图 4-98 断路器

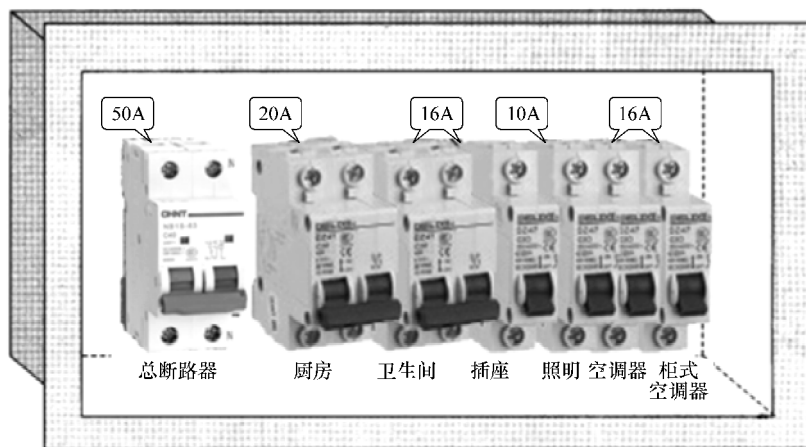


图 4-99 配电盘中的断路器

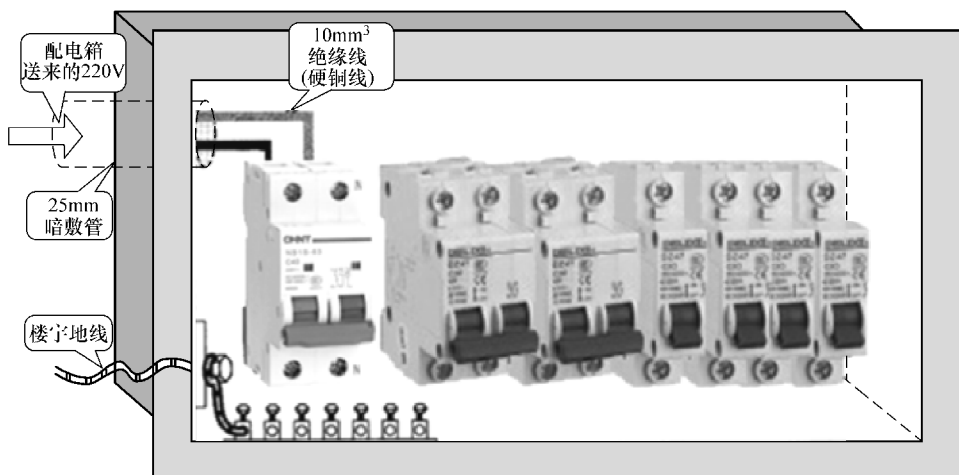


图 4-100 配电盘总断路器和接地线的连接

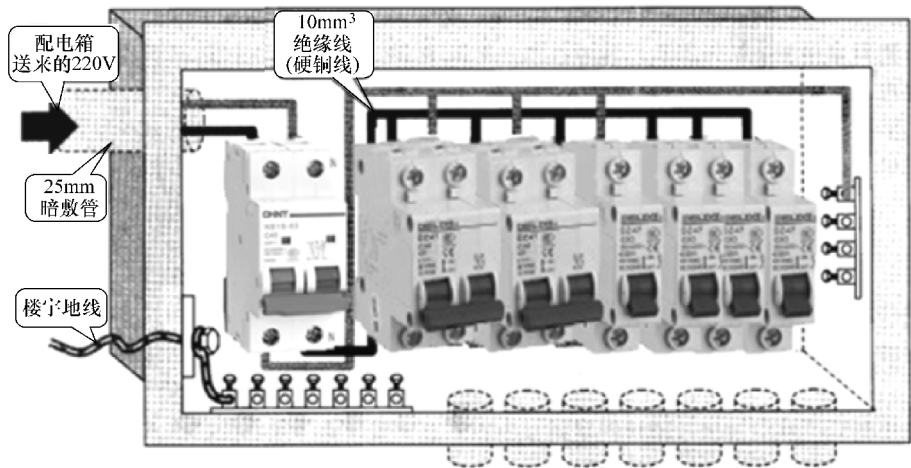


图 4-101 支路断路器与总断路器的连接

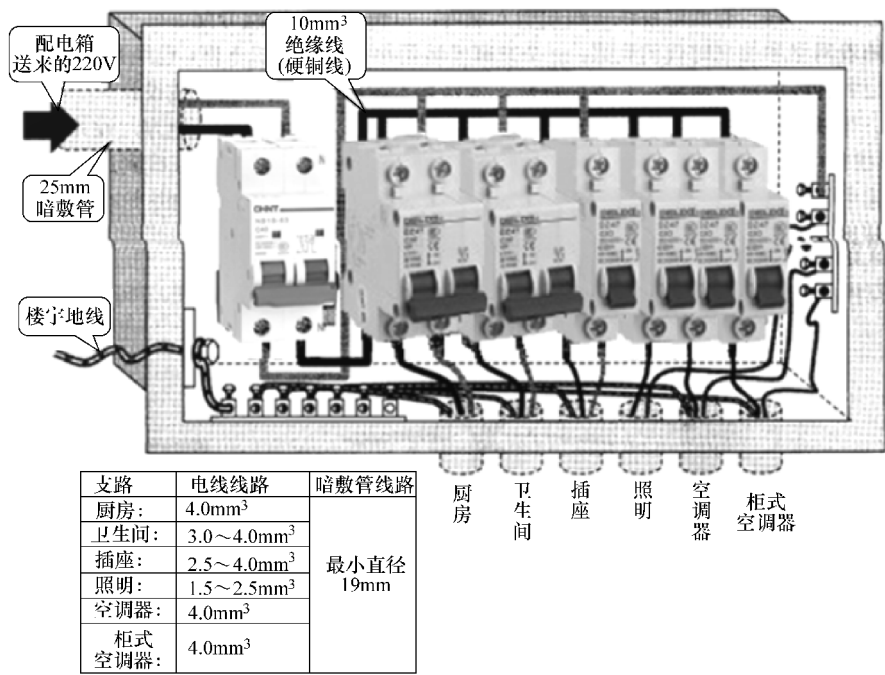


图 4-102 支路电线与支路断路器的连接

# 第5章 水管敷设

## 5.1 给水管的敷设与连接

### 5.1.1 给水系统的组成

对于装饰电工除需要了解必要的电工知识外，还需要对给、排水进行简单的了解，本书将简单地介绍一些给、排水敷设与连接的基本知识，如需系统了解请参阅相关书籍。

我们常说的住宅给水系统是指将输配水送往每一个用户点的一系列构筑物、设备、管道及其附件所组成的给水综合体。给水系统按其用途主要分为生活给水、消防给水及其他给水三类，对于一般住宅，给水是由一个系统为用户提供生活、消防和其他用水的，当然也可以由两个不同的系统给水。如图 5-1 所示，是某住宅楼给水系统示意图，它以生活用水为主，消防用水与生活用水共用一个给水系统。

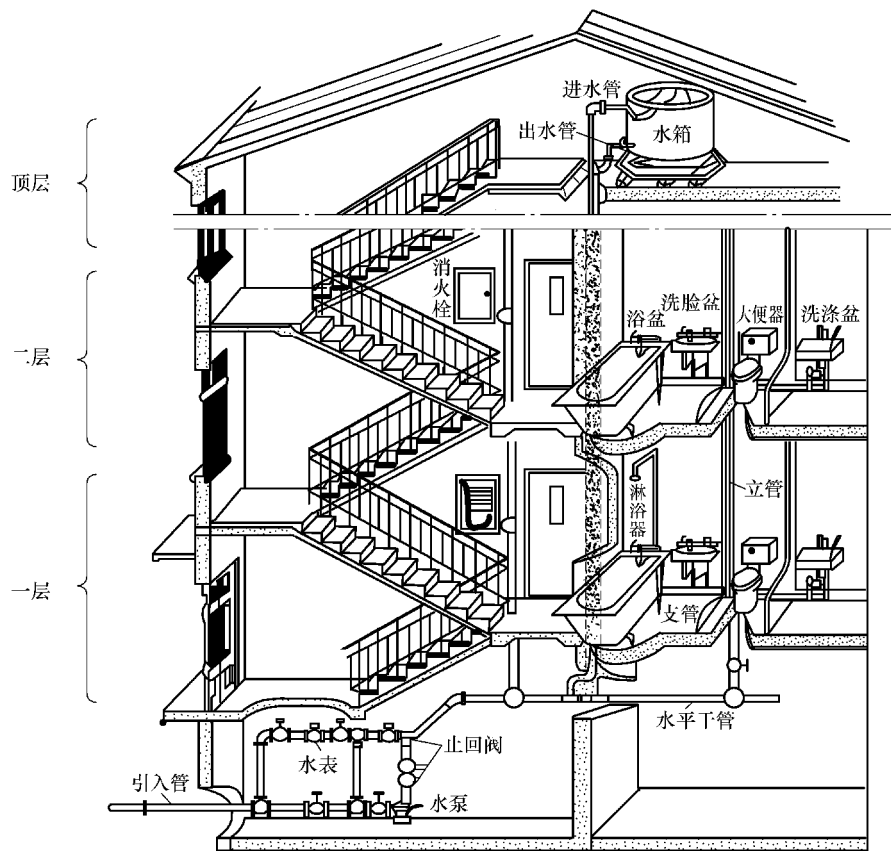


图 5-1 某住宅楼给水系统

由图所示，给水系统一般由引入管、水表接头、给水管道（干管、立管、配水支管）、计量设备、给水附件、蓄水和升压设备、室内消防设备等主要部分组成，如表 5-1 所示。

表 5-1 住宅给水系统的基本组成

部分名称		说 明
引入管		引入管又称进户管，指室外给水管网与室内给水管网之间的连接管段
水表接头		指连接用水计量设备（水表）的连接管端
计量设备		指住宅用水计量设备（又称水表）
给水管道	干管	指引入管送来的水转送到给水立管去的管段
	立管	指将干管送来的水沿垂直方向输送到各楼层的配水支管中去的管段
	配水支管	指从立管输送到各楼层的配水龙头或用水设备处的供水管段
给水附件		指管路上的闸阀、止回阀及各种配水龙头等
蓄水和升压设备		指室外给水管网水压不足或住宅对安全供水和稳定水压有要求时，所设置的各种附属设备，如水箱、水泵等
室内消防设备		根据国家有关《建筑设计防火规范》要求而设置的各种防火、灭火装置、如消火栓、水龙头等

5.1.2 给水管敷设的工具与设备

1. 常用给水管材

在住宅给水系统中，常用的给水管材有钢管和塑料管（如硬聚氯乙烯塑料管）两大类，如表 5-2、表 5-3 和表 5-4 所示。

表 5-2 住宅给水管材的种类

管材名称		特 性	说 明
钢管	不涂锌管	强度高、承受压力大、抗震性能好、内外表面光滑等，但造价较高	用于低压流体（水、煤气、空气等）输送
	涂锌管		
	无缝钢管		
塑料管（硬聚氯乙烯塑料管）	轻型塑料管	化学性能稳定、耐腐蚀、不受酸、碱、盐和油类等介质的侵蚀、物理机械性能好、无不良气味、质轻而坚，并可以制成各种颜色，但强度较低，耐久、耐温性能较差	用于工作压力小于 0.6MPa 的管路
	重型塑料管		用于工作压力小于 1.0MPa 的管路

表 5-3 普通钢管规格

公称直径/mm	外径/mm	允许偏差	壁厚/mm	理论重量/kg/m
8	13.5	±0.5%	22.5	0.62
10	17.0		2.25	0.82
15	21.3		2.75	1.26
20	26.8		2.75	1.63
25	33.5		3.25	2.42
32	42.3		3.25	3.13
40	48.0		3.50	3.84

(续)

公称直径/mm	外径/mm	允许偏差	壁厚/mm	理论重量/kg/m
50	60.0	±1%	3.50	4.88
65	75.5		3.75	6.64
80	88.5		4.00	8.34
100	114.0		4.00	10.85
125	140.0		4.50	15.04
150	165.0		4.50	17.81

表 5-4 塑料管（硬聚氯乙烯塑料管）规格

外径/mm	轻 型 管		重 型 管	
	壁厚/mm	近似重量/kg/m	壁厚/mm	近似重量/kg/m
10	—	—	1.5	0.06
12	—	—	1.5	0.07
16	—	—	2.0	0.13
20	—	—	2.0	0.17
25	1.5	0.17	2.5	0.27
32	1.5	0.22	2.5	0.35
40	2.0	0.36	3.0	0.52
51	2.0	0.45	3.5	0.77
65	2.5	0.71	4.0	1.11
76	2.5	0.85	4.0	1.34
90	3.0	1.23	4.5	1.82
110	3.5	1.75	5.6	2.71
125	4.0	2.29	6.0	3.35
140	4.5	2.88	7.0	4.38
160	5.0	3.65	8.0	5.72
180	5.5	4.52	9.0	7.26
200	6.0	5.48	10.0	9.00

注：塑料管的管径是以 in 为单位的，1in = 25mm。目前家庭用的给水管大都是 1/2in，又叫 4 分管（15mm）；或 3/4in，又叫 6 分管（20mm）。


2. 常用给水管配件（有螺纹）

常用的给水管道配件有直接头、弯头、三通、四通、活接头、内接头、补心等，如表 5-5 所示。

表 5-5 住宅常用给水管配件

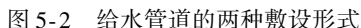
名 称	示 意 图	说 明
直接头 (又称外接头)		可使两根相同钢管进行直接连接的一种配件
90°弯头		可使两根管径相同的钢管进行 90°连接的一种配件

(续)

名 称	示 意 图	说 明
大小牙弯头		可使两根管径不相同的钢管进行 90° 连接的一种配件
45° 弯头		可使两根管径相同的钢管成 45° 连接的一种配件
其他形式的弯头		可使两根管径不相同、形式或方向不同的钢管进行连接的一种配件
正三通		可使三根管径相同的钢管进行连接的一种配件
其他形式的三通		可按不同方向使三根钢管(有管径不同的、有方向不同的等)进行连接的一种配件,如中小三通、Y 型三通、斜三通等
四通		可按不同方向使四根钢管进行连接的一种配件
活接头		可锁定两根有螺纹管子的一种配件。活接头中间有螺母可旋开两支管子
内接头 (又称内管箍)		可锁定两根有内螺纹钢管的一种配件
补心		可连接两根管径不同的钢管的一种配件
牙塞 (俗称闷头, 也称管堵)		可堵住弯头、三通或四通等暂时不用的接口的一种配件

### 5.1.3 室内给水管道的布置与连接

室内住宅给水管道一般是从建筑物用水量最大处接入，在装入总水表后分别送往各户，由水管接入通往各用水点。在装饰装修过程中，经常会遇到管道改道等情况，在这时就需要详细了解室内给水管道的布置形式。一般情况下，室内给水管道的布置，有明装和暗装两种形式，如图 5-2 所示。



a) 给水管道的明敷设    b) 给水管道的暗敷设

给水管道在布置时尽量考虑美观实用，同时应该注意以下几个问题：

- 1) 根据管道的数量、管径大小、排列方式、维修条件, 结合住宅的结构和敷设形式等合理确定。
- 2) 给水管道布置一般成枝状、单向供水。管道布置和敷设应力求最短, 尽可能呈直线走向, 一般与墙、梁、柱平行布置。
- 3) 给水管道尽可能靠近用水量大或不允许间断供水的用水处。
- 4) 给水管道不得穿过设备基础, 避免布置和敷设在可能被重物振动处; 不得布置或敷设在遇水容易引起爆炸、燃烧的地方, 也不能布置或敷设在建筑物的伸缩缝处。
- 5) 给水管道与排水管道平行埋设(或交叉埋设)时, 给水管道应布置或敷设在排水管道上面。对于平行埋设时, 两管的最小距离为 0.5m; 对于交叉埋设时, 两管的最小距离为 0.15m。
- 6) 给水管道与其他管道(如排水管道、冷冻管道和热水管道或蒸汽管道)同沟或供架敷设时, 给水管道应布置在排水管道、冷冻管道的上面, 热水管道或蒸汽管道的下面。
- 7) 管道上安装仪表用的各种测点的连接件(如压力测点、流量测点等), 应与管道同时进行安装, 以免管道安装完工后再打孔。
- 8) 采用成品冲压件(如弯头、大小头)时, 不宜直接与平焊法兰焊接, 其间要加一段直管。按规定, 直管长度不小于 100mm, 并不得小于管子外径。
- 9) 对于暗装管道或地下管道敷设完工时, 应及时进行试压和保温。

## 2. 室内给水管道的连接

室内给水管道的连接方式，有钢管和 PVC 塑料管连接两种。

### (1) 钢管连接

钢管一般都为涂锌钢管。其连接（接管或配管）方式有“螺纹连接法”和“法兰盘连接法”两种方法。接下来，本书以自来水管的连接为例，讲述涂锌管的连接。

1) 截管。用钢卷尺量出管线所需尺寸，并回放连接件的尺寸及所需的尺寸。然后用砂轮锯断料，也可以用钢锯断料。

2) 套丝。套丝时，将管子固定在管道台虎钳上，调整绞板上的活动刻度盘，使板牙符合需要的尺寸，用固定螺钉把它固定，再调整绞板上的三个支持脚，把绞板套入管口，使其紧贴管子，这样套丝才不乱丝扣。绞板调整后套入管子端，用手握住绞板手柄，平稳地向里按顺时针方向转动，操作时需要用力均匀，不过猛。等绞出的丝扣等于管接长度的  $1/2$  多  $1 \sim 2$  个牙距后，即可松开板牙，退回绞板，再将尺寸调整到比第一次小一些，用同样方法再套一次。当第二次丝扣快套好时，稍微松开板牙，边转边松，使管子的端头成圆锥形丝扣。

3) 连接。连接时要在内、外螺纹上加上一定的填充料。以前的做法是先缠绕一层油麻丝，再涂上薄薄一层厚白漆，然后旋上连接件，目的是防漏、防锈。现在大多采用白色的生料带，用这种材料缠绕在管子的外螺钉上，作为密封填料，性能较好，而且安装简单、清洁。各种配件与管道的连接，分别如图 5-3 所示。

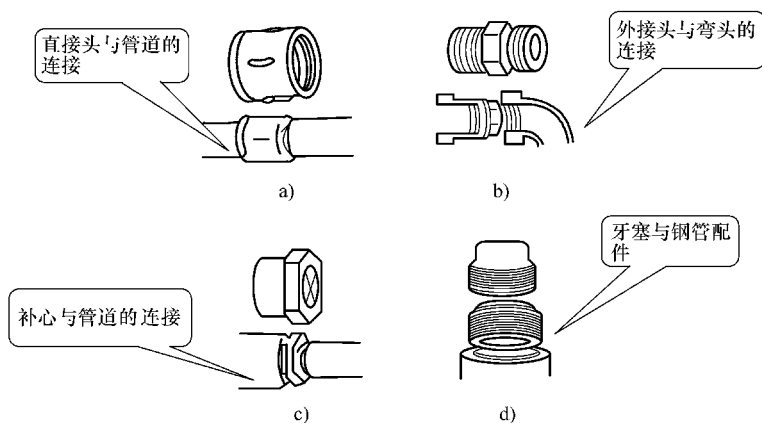


图 5-3 各种配件与管道的连接

a) 外接头 b) 六角内接头 c) 内外螺母 d) 管堵

在各种零件及管子连接装配时，几乎全是螺纹旋紧，应注意不要一下子把某个节点旋得太紧，因为一段拧紧后会给下一段安装带来不便，有时把前一段拧得太紧，而在后面的安装时，又不得不将前段旋松，这样更容易渗漏。

### (2) PVC 塑料管连接

PVC 塑料管由于表面平滑不结垢、无毒不渗漏、阻燃、抗静电、耐压耐温、不腐蚀、省工省时省费用等优点，在住宅装修中应用较多。其连接（接管或配管）方式有“冷接”和“热接”两种方法。

1) 冷接法，即利用黏合剂，对管子进行冷涂连接的方法。它要待胶干后，才可放水使用。

① 截管。根据设计要求确定 PVC 塑料管的长度，然后用管割刀垂直割下塑料管。

② 弯曲。在弯管弹簧的一端系上一段绳子（长度根据弯曲位定），将弹簧的另一端塞入 PVC 塑料管的弯曲处左右两端，用弧形支撑物或膝盖对准弯曲处用力压，即可成型。然后拉住弯管弹簧的一端绳子，将弯管弹簧抽出。注意，弯曲半径必须大于管子外径  $D$  的 5 倍。如果弯曲半径  $R$  比较大，可不用弯管弹簧而直接用手弯曲成型，但弯曲角度一般要求在  $90^\circ$  以上，如图 5-4 所示。

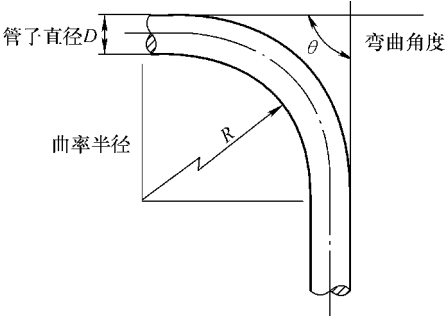


图 5-4 弯曲半径与管子外径的关系

③ 黏连。将管件螺帽和 C 型压环套上 PVC 塑料管，用扩孔器或绞刀将航空器整圆。在黏结前，应将承口内面和插口外面擦拭干净，无灰尘和水珠。若表面有油污，要用丙酮等清洁剂清洁。插接前要根据承口尝试在插口上划出插入深度标记。胶粘剂应先涂刷承口内面，后涂插口外面。再用毛刷在连接管端外层与管件口端内层刷上一层丁腈橡胶，做到胶粘剂的涂刷迅速、均匀、适量、无漏涂。

2) 热接法，即用融管器对管子进行快速热融连接的方法。它只要用融管器对连接管子进行快速热融，待热融的管接口冷却后，就可进水使用，热接法与冷接法类似，只是热接法需要融化连接，其他操作类似，此处不再赘述。

5.2 排水管的敷设与连接

5.2.1 排水系统的组成

住宅排水系统的任务是及时将生活污水、屋面雨雪水及时畅通无阻地排放到室外排水网，为住户提供良好的生活、工作环境的系统。排水系统一般分为生活污水排水和雨水管道排水两类，由污（废）水收集器、存水弯、排水横支管、器具排水管、排水立管、排出管、通气管、清通设备等部分组成，如表 5-6 所示。

表 5-6 住宅排水系统的基本组成

部分名称		作 用
污（废）水收集器		用来收集污（废）水的器具，如室内各种卫生器具、地漏及雨水斗以及生产废水的设备
排水管道	排水横支管	将卫生器具或生产设备流来的污水排放到立管中去
	器具排水管	用以连接在受水器与排水横支管之间的管道
	排水立管	用来收集其上面所接的各横支管排放来的污水，然后再把这些污水送入排出管
	排出管	用来收集一根或几根立管排出的污水，并将其排至室外的排水管网中去
通气管		将管道内产生的有害气体排至大气中去，以免影响室内环境卫生，防止卫生器具的水封受到破坏，保证水流畅通
清通设备		作为疏通排水管道之用，一般有检查口、清扫口、检查井以及带有清通门的 $90^\circ$ 弯头或三通接头等设备

5.2.2 排水敷设的工具与设备

1. 常用排水管材（管道）

排水管材（管道）的种类有排水铸铁管、排水硬聚氯乙烯塑料管、钢管、带釉陶土管等。目前，住宅内生活污水用管道（管材）一般采用排水铸铁管、排水硬聚氯乙烯塑料管。当管径小于 50mm 时，可采用钢管，埋地生活污水管也可采用带釉陶土管。

（1）排水铸铁管

排水铸铁管具有耐腐蚀、使用期长、应用广泛等优点，但其性脆、重量大不能经受弯折。排水铸铁管用于生活污水和雨水管道，其材质为灰口铸铁。如图 5-5 所示，是我国厂家按传统生产的一种排水铸铁管道，其规格如表 5-7 所示。

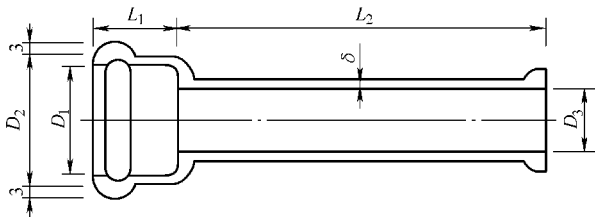


图 5-5 排水铸铁管道

表 5-7 常用排水铸铁管的规格

管内径/mm	$\delta$ /mm	$L_1$ /mm	$L_2$ /mm	$D_1$ /mm	$D_2$ /mm	重量/kg
50	5	60	1500	50	80	10.3
75	5	65	1500	75	105	12.6
100	5	70	1500	100	130	14.9
125	6	75	1500	125	157	29.4
150	6	75	1500	150	182	34.9
200	7	80	1500	200	234	53.7

（2）排水硬聚氯乙烯塑料管

排水硬聚氯乙烯塑料管具有良好的化学稳定性和耐腐蚀性，质量轻、内外壁表面光滑、不易结垢、容易切割、节约金属管材等优点。但其强度较低、耐温性能差。用于建筑物内连续排放污水温度不大于 60℃ 的生活污水管道。如表 5-8 所示，是排水硬聚氯乙烯塑料管的规格。

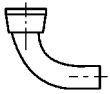

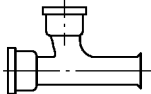
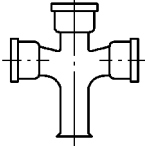
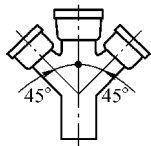
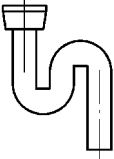
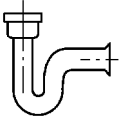
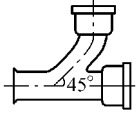
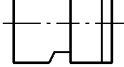
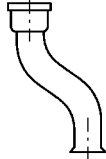
表 5-8 排水硬氯乙烯塑料管的规格

外径/mm		壁厚/mm	
基本尺寸	公差	基本尺寸	公差
40	+0.4	2.0	+0.4
50	+0.4	2.0	+0.4
75	+0.6	2.3	+0.5
110	+0.8	3.2	+0.5
160	+0.8	4.0	+0.8

2. 常用排水管配件

住宅排水管是通过各种管配件来连接的，管配件的品种较多。如表 5-9 所示，是几种常见的管配件示意图。

表 5-9 几种常见的管配件

90°弯头	45°弯头	正三通	正四通	斜四通
				
S 形存水弯	P 形存水弯	斜三通	管箍	乙字管
				

3. 常用排水附件

(1) 地漏

地漏用以排放地面的积水，主要设置在浴室、卫生间及其需要从地面排水的房间内。常见的地漏规格有 DN50、DN75、DN100、DN125 和 DN150 5 种。地漏一般用铸铁、不锈钢或塑料制成。地漏应布置在不透水地面的最低处（地漏应比地面低 5 ~ 10mm），周围地面应有不小于 0.01 的坡度，坡向地漏。

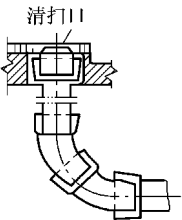
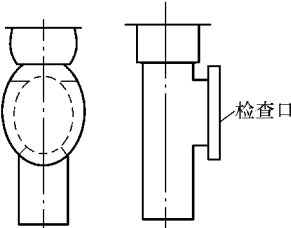
(2) 存水弯

存水弯是设置在卫生器具排水管和受水器泄水口下方的排水附件，其作用是隔绝和防止排水管道内所产生的臭气、有害气体，以及小虫等通过卫生器具进入室内，污染环境。若按其外形分，有 P 形存水弯和 S 形存水弯两种。常见的存水弯规格有 DN32、DN50、DN75、DN100 和 DN150 5 种。

(3) 清通附件

常见的清通附件有清扫口、检查口和检查井，如表 5-10 所示。

表 5-10 常见的清通附件

名称	示意图	说 明
清扫口		<p>在直径小于 100mm 的排水管道上设清扫口时，宜采用与管道直径相同的清扫口；等于或大于 100mm 的排水管道上设清扫口时，应采用 100mm 的清扫口。清扫口顶面宜与地面相平</p> <p>采用管堵代替清扫口时，为了便于拆装和清通操作，与墙面的净距不得小于 0.4m。在水流转角小于 135°的污水横管上应设清扫口或检查口</p> <p>对横管始端的清扫口与管道相垂直的墙面距离不得小于 0.15mm</p>
检查口		<p>检查口是一个带盖板的开口短管，拆开检查口的盖板，即可进行疏通工作。对直线管段较长的污水管，在一定长度内应设置检查口或清扫口，其最大间距：50 ~ 75 管径为 12m、100 ~ 150 管径为 15m、200 管径为 20m</p> <p>对水流转角小于 135°的污水横管上应设检查口或清扫口</p>

(续)

名称	示意图	说明
室内检查井		为便于启用埋地横管上的检查口，在检查口处应设置检查井。检查井直径不得小于0.7m

(4) 通气帽

通气帽设置。在通气管顶端，用以防止杂物进入管内。其形式有如表 5-11 所示两种。

表 5-11 两种常见的管道通气帽

名称	示意图	说明
球网罩形 通气帽		该通气帽采用 20 号铁丝编织成螺旋形网罩，可以用在气候较温暖的地区
三角形通气帽		该通气帽采用镀锌铁皮制作成伞形通气帽，用在冬季采暖室外温度低的地区

5.2.3 排水、通气管的布置与安装

1. 排水、通气管的布置

(1) 水管道的布置

排水管道分排出管、横支管、立管，其布置要求及采用的排水附件如表 5-12 所示。

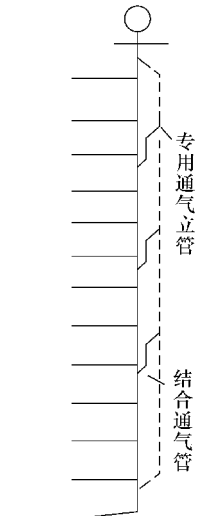
(2) 内通气管的布置

对住宅生活污水管道或散发有害气体的管道，如厨房的排烟、洗手间的排气等，均应设置伸出楼顶的通气管，通气管的布置，应遵守如表 5-13 所示的规定。

表 5-12 排水管道的布置

排水管名称	布 置 要 求	采用的连接管件
排出管	排出管在布置时，有隔绝臭气要求的卫生器具、污水受水器的泄水口下方的器具排出管上均须设置存水弯。在设置存水弯有困难时，应在排水支管上设水封井或水封盆，其水封深度应分别小于 100mm 和 50mm	排出管与排水横支管连接时，宜采用 45°三通和 90°斜三通
横支管	<p>排水横支管在布置时，不宜穿过沉降缝、伸缩缝、烟道和风道，也不能布置在遇水会引起燃烧、爆炸等的部位。排水横支管的位置走向可以沿墙敷设在地板上，也可用间距为 1 ~ 1.5m 的吊环悬吊在楼板上。底层的横支管宜采用埋地敷设，其他楼层的横支管可以明装布置或暗装布置，但暗装布置时应考虑检修的方便</p> <p>排水横支管的布置不宜过长，以防因管道过长而产生虹吸作用对卫生器具水封造成破坏；并且要尽量减少转弯，尤其是连接大便器的横支管，宜直线地与立管连接，以减少阻塞及清扫口的数量</p>	<p>排水横支管不宜过长，一般不超过 10m，并尽量少弯头，以免堵塞</p> <p>在连接 2 个及 2 个以上的大便器或 3 个以上卫生器具的污水横支管的始端应设置清扫口</p>
立管	<p>排水立管在布置时，立管宜布置在靠近杂质最多、最脏和排水量最大的卫生器具处，以减少管道堵塞机会，并尽量使各层对应的卫生器具的污水借同一立管排出。当上下层卫生器具位置错开时，宜用乙字管或两个 45°弯头连接；错开位置较大时，也可有一段不太长的水平管段</p> <p>排水立管一般沿墙角或柱垂直敷设，立管管壁与墙、柱等表面应有一定的距离。立管穿楼板时，应加段套管，对于现浇楼板应预留孔洞或镶入套管，其孔洞尺寸较管径大 50 ~ 100mm。立管的固定常采用管卡，管卡间距不得超过 3m，但每层必须设一个管卡，宜设于立管接头处</p> <p>在有特殊要求的建筑物内，立管可设在管槽内、管井内，但必须考虑安装与检修的方便。生活污水立管应避免穿越卧室、客厅等对卫生和安静要求较高的房间</p>	<p>排水立管下端与排水横管或排出管的连接处，宜采用两个 45°弯头或弯曲半径不小于 4 倍管径的 90°弯头，以保证排水管道畅通</p>

表 5-13 通气管布置的规定

通气系统示意图	通气管管材
	一般采用排水铸铁管或钢管、塑料管

除了对于上表中所讲到的位置与管材外，通气管在布置时应遵循如下规定：

1) 通气管应设在存水弯出口端。布置时，不得与建筑物的风道或烟道连接。通气管对面交接处应有防止漏水的措施。

2) 通气管、环形通气管应设在卫生器具上边缘以上不小于 0.15m 处，以不小于 0.01 上升坡度与通气立管相连接。

3) 通气立管的上端可在最高层卫生器具上边缘或检查口以上与伸顶通气管以 45°三通连接，下端应在最低排水横支管以下与排水立管以 45°三通连接。

4) 专用通气立管应每隔 2 层，主通气立管应每隔 8 ~ 10 层与排水立管以结合通气管连接。结合通气管下端宜在污水横管以下用 45°三通与排水立管连接，上端可在卫生器具上边缘以上不小于 0.15m 处以 45°三通与通气立管相连接。

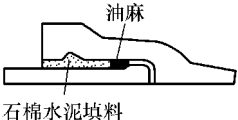
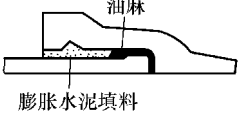
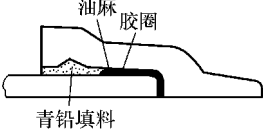
5) 通气管的顶端应有网罩或风帽，其高出屋面的长度不得小于 0.3m。

## 2. 排水管道的安装

### (1) 排水铸铁（或钢制）管的安装

1) 排水铸铁的连接方式：承插式（如油麻—石棉水泥接口连接或胶圈—石棉水泥接口连接、油麻—膨胀水泥接口连接或胶圈—膨胀水泥接口连接、油麻—铅接口连接或胶圈—铅接口接等）和法兰式两种。如表 5-14 所示，是最常用的承插式连接。如图 5-6 所示，是排水铸铁法兰式连接示意图。

表 5-14 排水铸铁承插接口

承插接口 连接方法	示 意 图	接口填料配比或说明
油麻—石棉水泥 接口连接		石棉：水泥 = 1.5 ( ~ 10 ) : 0.5 ( ~ 1.0 ) 石棉为软 4 级或软 5 级的石棉绒
油麻—膨胀水泥 接口连接		膨胀水泥：中沙 ( 0.035 ~ 0.5 ) : 水 = 1 : 1 : 0.3 使用时，应即拌即用
油麻—铅 接口连接		铅是一种很好的接口材料，具有较好的抗振、抗弯曲性能，损漏时易于修理

### 2) 排水铸铁管的安装步骤：

#### ① 安装排出管

排出管室外部分埋深不应小于当地冰冻线。室内部分埋深不应小于 0.7m，若为混凝土地面也不应小于 0.4m。排出管自建筑物至室外排水检查井中心距离不宜小于 3.0m。一般先将排出管放在建筑物外墙 1.0m 处，待室外管道和检查井施工后，再接到天井内。排出管穿过建筑物基础或承重墙时应预留洞口，上部净空不小于 0.15m。排出管与排水立管的连接应

采用两个 45°弯头或弯曲半径为 4 倍管径的 90°弯度，并在弯度下面砌筑砖支墩。

②安装立管及横支管

在排水立管上每层楼间应设置一个检查口，检查口的朝向应便于维修。立管与横支管的连接，以及横管与横管之间的连接，宜采用 45°三通或四通、90°斜三通或 90°斜四通。立管上连接的三通或四通中心距楼板底面一般以 350 ~ 400mm 为宜。

在连接 2 个及 2 个以上大便器或 3 个及 3 个以上卫生器具的污水横管上，应设置清扫口。当污水管在楼板下悬

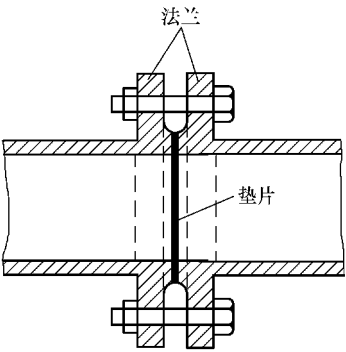


图 5-6 排水法兰铸铁管的连接

敷设时，可将清扫口设在上一层楼地面上。污水管起点的清扫口与管道相垂直的墙面距离不得小于 200mm；若污水管起点设置堵头代替清扫口，则与墙面距离不得小于 400mm。排水管道上的支吊架应牢固可靠，其间距要求：横管不大于 2m；立管不大于 3m。

③ 安装相应的卫生器具

(2) 排水硬聚氯乙烯塑料管的安装

排水硬聚氯乙烯塑料管（又称 UPVC 或 PVC - U，简称排水塑料管），具有质轻、易于切断、施工方便、水力条件好的特点。排水塑料管及管配件的规格与普通排水铸铁管不同，是以公称外径表示的。由于其连接方式采用承插黏结，因而对管材外径和承插口的内径都有一定要求，其具体规格如表 5-15 所示。如图 5-7 所示，是排水塑料立管与排水塑料横支管的连接示意图。

表 5-15 排水塑料直管及黏结承口规格 (单位：mm)

公称直径	平均外径 极限偏差	直管壁厚		黏结承插口		
		基本尺寸	极限偏差	承接口内径		承插口深度（最小）
				最小	最大	
40	+ 0. 3	2. 0	+ 0. 4	40. 1	40. 4	25
50				50. 1	50. 4	25
75		2. 3		75. 1	75. 5	40
90		3. 2		90. 1	90. 5	46
110	+ 0. 6		110. 2	110. 6	48	
125			125. 2	125. 6	51	
160			+ 0. 5	4. 0	160. 2	160. 7

排水塑料管安装的一般规定：管道应按设计规定设置检查口或清扫口，当立管设置在管道井、管窿（即为布置管道而构筑的狭小的不进人空间）或横管在吊顶内时，在检查口或清扫口位置应设检修门。排水塑料管表面受热温度不应大于 60℃。如管道表面受热温度有可能大于 60℃，则应采取隔热措施。

为了消除管道因温度所产生的伸缩对排水系统的影响，应在管道上装设伸缩节。当楼层高度小于 4m 时，立管（包括通气立管）应每层设一个伸缩节，同样横管上无汇合管配件的直线管段超过 2m 时，也应设伸缩节。此外，遇有如表 5-16 所示的情况，也应考虑设置伸缩节。

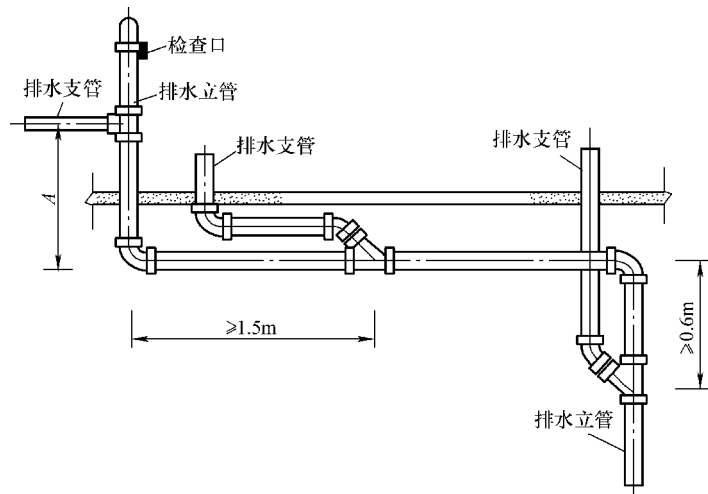


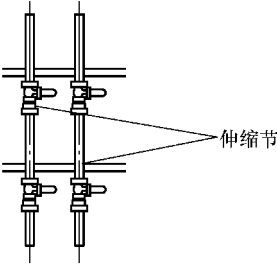
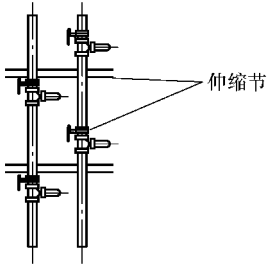
图 5-7 排水硬聚氯乙烯塑料管的连接

注：垂直距离  $A$  应符合：建筑层数为 4 层， $A$  为 450mm；建筑层数为 5~6 层， $A$  为 750mm。

表 5-16 伸缩节设置的位置

情况说明	伸缩节设置位置的示意图
立管穿过楼层处为固定支撑且排水支管在楼板之上接入时，伸缩节应置于水流汇合配件之上	
立管上无排水支管接入时，可按设计间距将伸缩节置于楼层任何部位	

(续)

情 况 说 明	伸缩节设置位置的示意图
<p>立管穿过楼层处为固定支撑后排水支管在楼板之下接入时，伸缩节可置于水流汇合配件之下或置于楼板之中</p>	 <p>伸缩节</p>
<p>立管穿越楼层处为不固定支撑时，伸缩节应设置在水流汇合配件之上</p>	 <p>伸缩节</p>

## 第 6 章 室内开关与插座的安装

### 6.1 室内开关的安装

#### 6.1.1 单控开关

控制灯具、电器等电源通断的器件——开关，是装饰、装修不可缺少的元素。按开关的安装方式不同，有明装和暗装之分。明装开关即传统的拉线开关，如图 6-1 所示。随着社会的发展与生活质量的提高，越来越多的明装开关被弃之不用，转而安装暗装开关，究其原因则是因为暗装开关的安全性相较于明装开关要高，并且也较之美观、不易损坏，如图 6-2 所示为常见暗装开关。



图 6-1 常见的明装开关



图 6-2 常见的暗装开关

我们这里所讲的单控开关顾名思义，是只对一条线路进行控制的开关，而单控又包含有单位单控开关、双位单控开关以及多位单控开关等，如图 6-3 所示，单控开关的控制简化图如图 6-4 所示。



图 6-3 常见单控开关

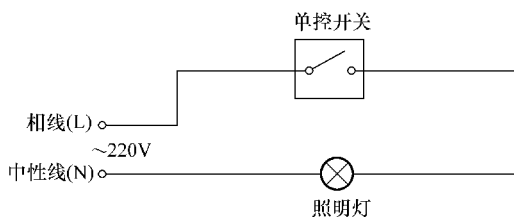


图 6-4 单控开关的控制简化图

在对需要装修的二室一厅中的次卧室中，对所要安装的荧光灯进行启动控制，在进入次卧室时，可以开启荧光灯，以及时对次卧室进行照明工作，如图 6-5 所示，为次卧室单控开

关的安装布线图。

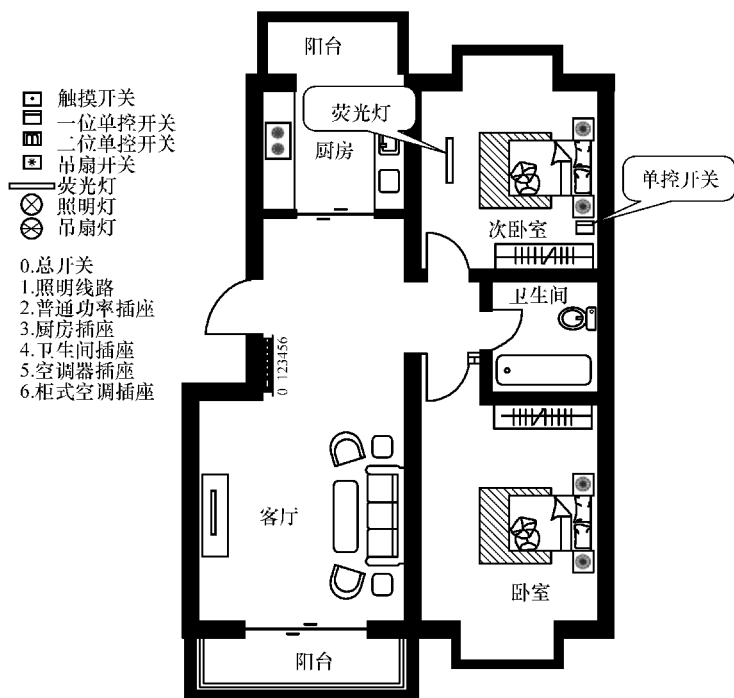


图 6-5 某住宅次卧室开关的布线图

在安装开关时, 还要注意开关的安装位置, 距地面的高度应为 1.3m, 距门框的距离应为 0.15 ~ 0.2m, 如图 6-6 所示, 为次卧室开关安装示意图。

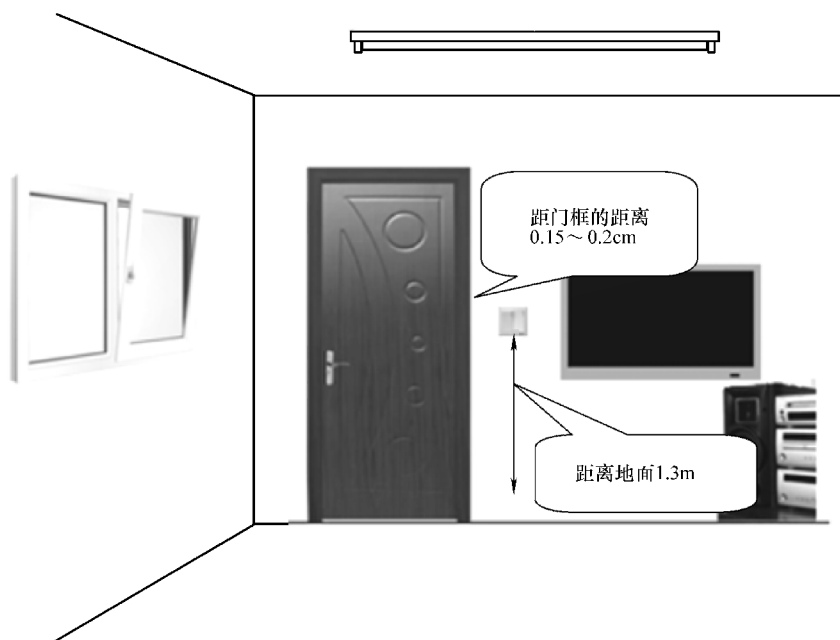


图 6-6 次卧室开关安装示意图

### 1. 选配部件

由于只需在进入次卧室时使用荧光灯的控制开关,因此,选择单控开关进行安装即可,并且在安装开关之前,需要在墙壁上预留出开槽,如图6-7所示,除此之外还需要选择与其相匹配的接线盒,如图6-8所示。

需要注意的是,在固定开关的接线盒时,还要在接线盒上安装与之相匹配的护套,以保护电线穿过接线盒时不出现磨损现象,防止漏电情况的发生。接线盒与墙壁四周不应有空隙,在敷设照明线路时,应将电线(硬铜线)预留出10~12mm的连接端子,如图6-9所示。



图 6-7 预留开槽

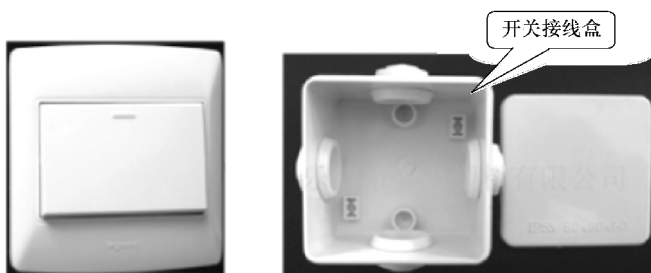


图 6-8 常用的接线盒

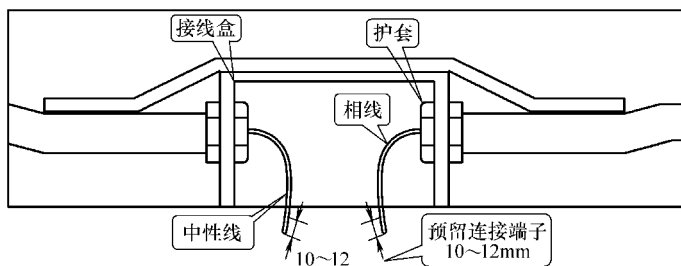


图 6-9 开关接线盒及预留连接端子

### 2. 单控开关的安装

(1) 根据布线时预留的照明支路导线端子的位置,将接线盒的挡片取下,如图6-10所示。

(2) 将接线盒嵌入到墙的开槽中,嵌入时要注意接线盒不允许出现歪斜,嵌入时,要将接线盒的外部边缘处与墙面保持齐平。

(3) 按要求将接线盒嵌入墙内后,再使用水泥沙浆填充接线盒与墙之间的多余空隙。

(4) 选择一字螺钉旋具,按下开关护板的卡扣,将开关底板上两侧的护板取下,检查单控开关是否处于关闭状态,如果单控开关处于开启状态,则要将单控开关拨动至关闭状态。

(5) 此时,单控开关的准备工作便已经完成。然后再将接线盒中的电源供电及荧光灯

的中性线（蓝色）进行连接，由于照明灯具的连接线均使用硬铜线，因此，在连接中性线时需要借助尖嘴钳进行连接。

（6）由于在布线时，预留出的接线端子长于开关连接的标准长度，因此需要使用偏口钳将多余的连接线剪断。

（7）连接开关与电源供电端相线（红色）预留端子，即将电源供电端相线（红色）的预留端子穿入开关其中一根接线桩中。穿入后，选择合适的十字螺钉旋具将连接后的开关接线桩进行固定。

（8）再将荧光灯连接端的相线（红色）预留端子与开关进行连接，将荧光灯连接端的相线（红色）预留端子穿入后，也要使用十字螺钉旋具将接线桩进行固定。

（9）至此，开关的相线（红色）连接部分连接便已经完成，将已经连接好的中性线（白色）进行绝缘操作，即缠绕绝缘胶带，如图 6-11 所示。

（10）为了在以后的使用过程中方便对开关进行维修及更换，通常会预留比较长的连接端子。因此，在开关线路连接后，要将连接线盘绕在接线盒中。

（11）将开关底板的固定点摆放位置与接线盒两侧的固定点相对应放置开关，然后选择合适的固定螺钉将开关底板进行固定，如图 6-12 所示。

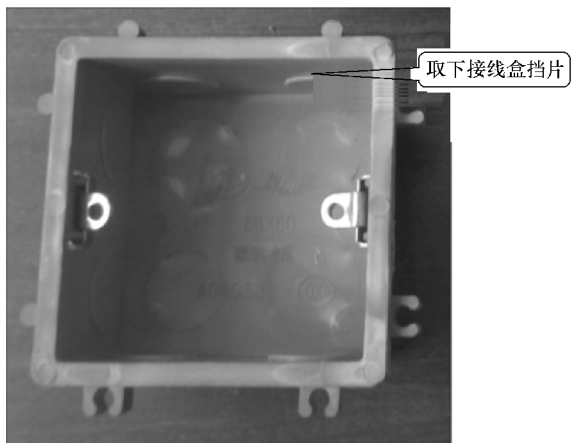


图 6-10 接线盒挡片

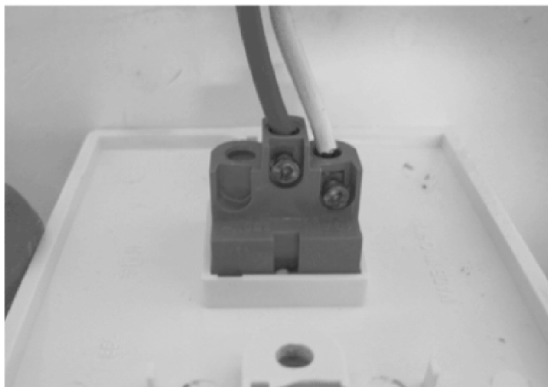


图 6-11 连接完成的单控开关

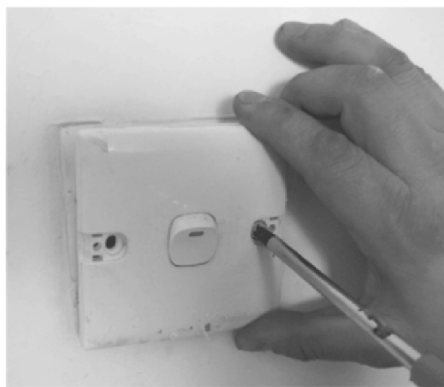


图 6-12 对单控开关进行固定

（12）将开关两侧的护板安装到开关上，如图 6-13 所示，至此，单控开关便已经安装完成。

开关安装完成后，并不能立刻使用，还要对安装后的开关进行检验，以免开关已经损坏，或接线错误等情况的发生。

### 6.1.2 多控开关

前面已经介绍了单控开关的安装，而多控开关与单控开关的安装有些不同，因为它可以

对两条甚至三条线路进行控制，并且主要使用在两个开关控制一盏灯或者多个开关同时对照明灯具进行控制的环境下，如图 6-14 所示。



图 6-13 尚未安装护板的开关

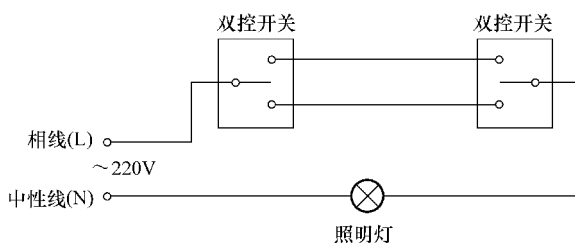


图 6-14 多控开关的控制简化图

### 1. 选配部件

装饰装修开关的布置一定要尽可能考虑到未来生活的使用方便。在施工之前，就要反复模拟入住后的生活场景，逐一规划每个房间的功能需求。如果有些细节欠缺，对将来的生活将会带来不方便，比如泡在舒适的浴缸中时电话铃突然响了，卫生间又没装电话，这时接也不是不接也不是，悠闲的心绪也一扫而空；明亮的餐厅虽然舒适，但用餐时却没法看电视等，类似问题都是容易被忽略的电路布局问题，所以在偌大的厅堂中，往往好的电路设计都会有多控开关的影子，如图 6-15 所示为常用的多控开关。

### 2. 安装双控开关

接下来将以双控开关为例，讲述双控开关的安装。

其实在学会了单控开关的安装之后，多控开关对于电工来说并不难，只是在安装时需要注意相线的连接，在安装时一定要注意每个双控开关有 3 个头，分别是 L1、L2 和 L，如果做双控的话，就是两个成对使用，照电路图把两个开关的 L1 相连，L2 相连，L 直接接到相线，另外的一个开关的 L 通过灯和中性线相连，其他的安装方法与单控开关类似，所以此处就不再赘述。



图 6-15 单位多控开关

### 6.1.3 智能控制开关

科技的发展，让越来越多高科技的产品走进千家万户，尤其在人性化的设计方面，细节之处完美体现。接下来以智能触摸开关的安装为例讲解智能控制开关的安装。

触摸开关通常使用在不需要长时间照明的环境中，例如在本案中，在装修二室一厅主卧室的阳台中对其节能灯安装触摸延时开关进行节能灯的控制，通常需要在进入阳台前就可以

开启阳台的照明设备,因此,在主卧室及阳台之间的墙面上安装触摸延时开关,如图 6-16 所示为触摸延时开关的安装布线图。

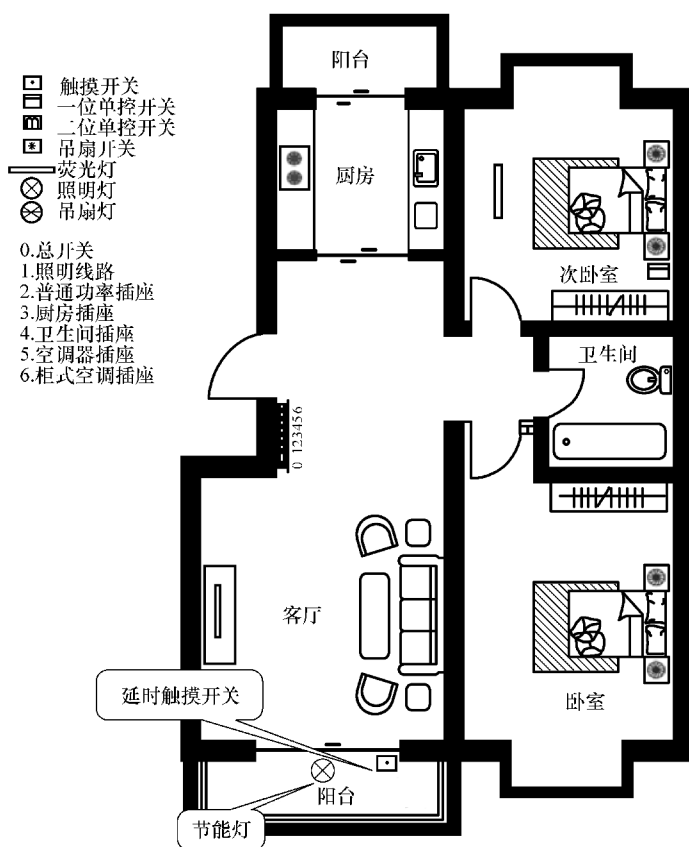


图 6-16 触摸延时开关安装布线图

在进行安装触摸延时开关时,同样需要注意触摸延时开关距地面的高度为 1.3m,距墙面距离为 0.15~0.2m。

### 1. 选配部件

在实际的家居使用中,人们往往容易忘记关闭阳台的照明灯,因此,在选择节能灯的控制开关时,采用触摸延时开关对其进行控制,如图 6-17 所示。

### 2. 安装触摸延时开关

1) 在对触摸延时开关安装前,先检查触摸延时开关的接线柱是否处于连接状态,即接线柱的固定螺钉是否处于拧紧状态。如果已拧紧,使用一字螺钉旋具将触摸延时开关的接线柱处固定螺钉拧松。

2) 触摸延时开关的接线盒安装方法与单控开关的安装方法相同,检查接线盒内的预留导线端子所预留的接线端长度是否符合开关的连接要求。



图 6-17 触摸延时开关

3) 若所预留的连接端子不符合开关的连接要求,则需要使用剥线钳对预留导线端子进行剥线操作。

4) 将电源供电端的中性线(蓝色)与节能灯一端的中性线进行连接,由于使用硬铜线进行照明线路的布线,因此,需要借助尖嘴钳连接中性线(蓝色)。

5) 取下一段绝缘胶带,以便于对中性线(蓝色)进行绝缘操作,将绝缘胶带缠绕完成。

6) 将电源供电端的相线连接端子插入触摸延时开关一端的接线柱中,选择合适的十字螺钉旋具拧紧已经插入相线连接端子一端接线柱的固定螺钉。

7) 将节能灯一端的导线预留端子插入触摸延时开关的另一个接线柱内。再使用十字螺钉旋具将接线柱的固定螺钉拧紧固定。

8) 预留导线端子连接完成后,检查导线端子连接是否牢固,检查完成后,将剩余电线进行盘绕。

9) 将触摸延时开关与其接线盒的固定点放置准确后,再选择合适的固定螺钉,然后将所选择的固定螺钉放置到触摸延时开关的固定点处,使用十字螺钉旋具将两只固定螺钉拧紧。

10) 至此,触摸延时开关便已经安装完成,启动电源后,便可以使用触摸延时开关对节能灯进行控制了,如果不亮则核校接线柱处是否拧紧,或电源是否接通。

智能控制开关的种类虽然不同,但只要掌握了上述安装技术,安装前再稍稍看下产品使用说明,应该是能够安装好的。

## 6.2 室内线盒的安装

### 6.2.1 供电插座

供电插座是主要为电气设备提供电量的常用元件,按其安装方式,主要有明装插座和暗装插座两种。

明装插座主要在室外环境或者室内装修完成后,用户临时提出要求安装等情况下使用。明装插座按其插座孔数分为三孔明装插座和两孔明装插座,如图6-18所示。



图6-18 明装插座和暗装插座

暗装插座按插座孔数分为单相两孔插座、单相三孔插座、三相四孔插座和三相五孔插

座，其中单相两孔和单相三孔插座与一根相线进行连接，而三相四孔和三相五孔插座则需要与三根相线进行连接。而按其功率又可以分为小功率插座和大功率插座，如图 6-19 所示为常用暗装插座。

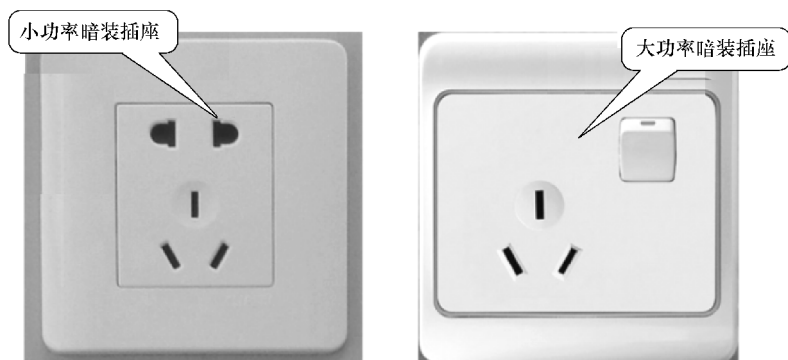


图 6-19 暗装插座的种类

在连接插座时，同一环境下所安装的插座高度应一致，高度差不可大于 5mm，而且并列安装的相同型号的插座高度差不应大于 1mm。

在安装插座时，有些需要安装一些小功率的插座，以保证台灯、电脑等一些电器设备的正常使用，接下来将讲述小功率插座的安装方法。

### 1. 小功率插座的安装

#### (1) 选材配置

小功率插座包含有两孔和三孔插座安装在同一插座板中的形式，也有单独的三孔插座及两孔插座，如图 6-20 所示，而在次卧室中所选择的插座为单独在一个插座面板中的三孔插座，在安装小功率插座时，安装位置距地面高度不应小于 0.3m。

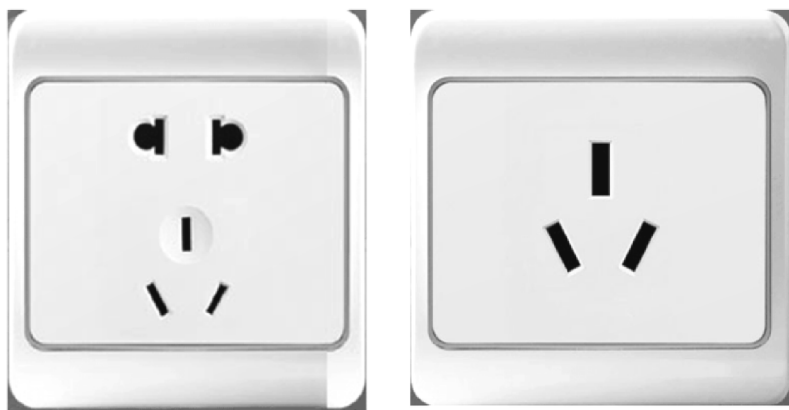


图 6-20 小功率插座

#### (2) 小功率插座的安装

- 1) 将接线盒和插座放置预留接线端子的位置处，查看接线盒安装位置。
- 2) 将接线盒需要穿入电线一端的挡片取下，检查预留导线连接端子是否预留出连接线

所需要的长度，如果不够长，还需要进行电缆的剥削操作。然后，将接线盒嵌入墙的开槽中。

3) 在对插座进行连接时，发现插座的接线孔处于连接状态，即接线孔处的螺钉处于拧紧状态，选择合适的一字螺钉旋具依次将插座各接线孔处的螺钉拧松。

4) 接下来，先将插座护盖的按扣按下，以便将护盖取下。

5) 将预留出的相线连接端子插入插座的相线接线孔。穿入相线（红色）后，再选择合适的一字螺钉旋具拧紧插座相线接线孔的螺钉。将中性线（蓝色）穿入插座中性线接线孔内，按照前面的方法（对于小功率插座，可以不用连接地线，但本例为安全起见，依然连接地线），用一字螺钉旋具拧紧插座中性线接线孔的螺钉。将接地线与插座的接地线孔进行连接，如图 6-21 所示。

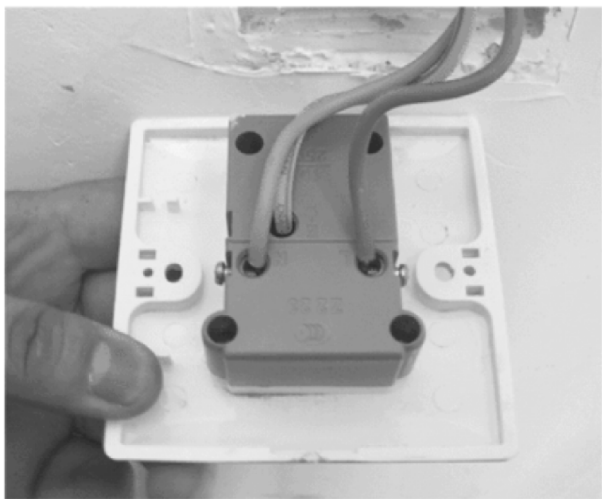


图 6-21 连接完成的插座

6) 将插座与预留导线端子连接完成后，检查导线连接端子是否连接牢固，以免导线连接端子连接不牢固引起漏电事故的发生。

7) 插座连接并检查完成后，盘绕多余的电线，将插座与接线盒的位置进行放置，并选择固定插座，使用长度适中的螺钉固定插座，将螺钉放置到插座的固定点，并选择合适的十字螺钉旋具拧紧螺钉，将插座进行固定。

8) 将插座固定后，再将插座护盖安装到插座上，至此，插座便已经安装完成。

需要注意的是，在比较潮湿的环境中安装插座，如卫生间、地下室中安装插座，潮湿的空气会渗入到插座的插孔中，容易引起漏电情况的发生。因此，在安装插座时，还要对插座进行防潮盖的安装，常用的操作是为插座加装防潮盖。

防潮盖的安装方法如下：

1) 插座与接线盒内的预留导线端子连接完成后，将插座穿入防潮盖中。

2) 再将多余的电线盘绕，在进行固定时，由于加装了防潮盖，需要选择长度适合的木螺钉安装到插座的固定点进行固定。

3) 至此插座的防潮盖已经安装完成。

## 2. 大功率插座的安装

家庭装饰装修中,除了有小功率插座,大功率插座也少不了,安装大功率插座时,同样需要注意其安装的高度,一般插座距地面的高度应为 1.8m。

### (1) 选材配置

由于大功率插座的使用并不是非常频繁,一般在选用插座时,应选择带有控制开关的插座,不用时可以直接关掉,有助于节约能源,带有控制开关的大功率插座如图 6-22 所示。

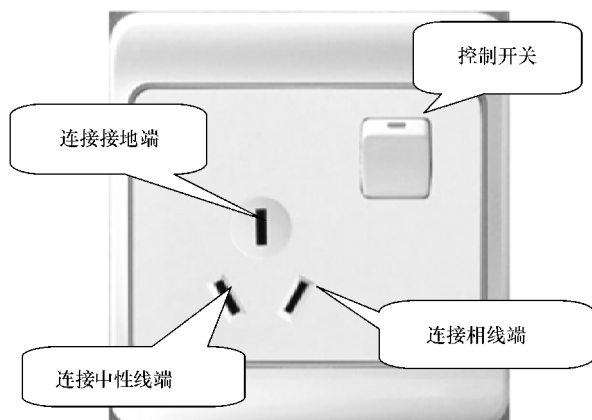


图 6-22 大功率插座

### (2) 大功率插座的安装

1) 查看接线盒与护管位置对应后,取下接线盒的挡片,检查预留导线连接端子的长度是否合适,如果不够长则需要进行剥线操作。

2) 将剥线后的导线端子嵌入墙的开槽中,需要注意的是,如果在对插座进行连接时,插座的控制开关处于开启状态,则要将其关闭,然后再对插座进行安装。

3) 选择一字螺钉旋具,按下大功率插座的盖板。

4) 在对插座进行连接时,应检查接线孔是否处于连接状态,如果是,应用一字螺钉旋具将插座接线孔处的螺钉依次拧松。

5) 将预留出的相线(红色)连接端子插入插座的控制开关的接线桩内,再选择合适的十字螺钉旋具将控制开关接线桩的固定螺钉拧紧。

6) 将中性线连接端子插入插座的中性线接线孔内,再使用十字螺钉旋具,拧紧插座中性线接线孔的固定螺钉。

7) 将接地线插入插座的接线孔中,再使用十字螺钉旋具,拧紧固定,如图 6-23 所示。

8) 将相线连接端子、中性线连接端子与接地线连接完成后,检查所连接的电线是否牢固,以免连接不牢固而造成漏电事故的发生。检查后,将剩余的电线盘绕在接线盒中。

9) 将插座的固定点与接线盒的固定点对齐,并选用合适的螺钉拧紧固定,至此大功率

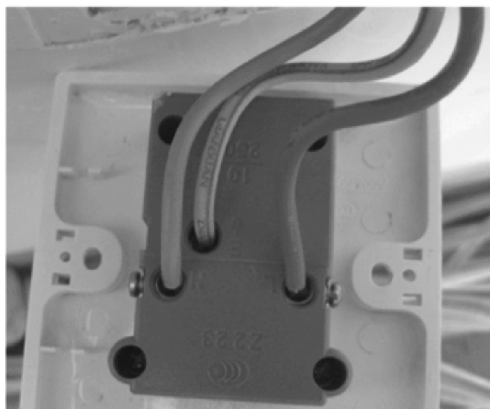


图 6-23 连接完成的插座

插座安装已经完成，就可以测试使用了。

### 6.2.2 电话线盒

在现代生活当中，虽然手机已经成为必不可少的通信产品，但是在家居生活当中，固定电话还是有着非常重要的作用。随着生活水平的提高，电话线路已不再是单一的进行电话通信的线路，还可以通过电话线路网络进行拨号上网。

电话线在进入室内的时候，都需要经过室内电话线盒的分配。电话线盒可以将引进室内的电话线进行分配，变成实际应用的多路分支，如客厅电话支路、主（次）卧室电话支路、书房支路等。接下来首先讲述的是线盒的安装过程。

#### 1. 入户线盒及线盒的安装

1) 电话线经过入户线盒引进室内，由于室内线盒内部的电线、电缆全部是弱电，因此入户线盒有塑料材质和金属材质的，如图 6-24 所示为常见的入户线盒。

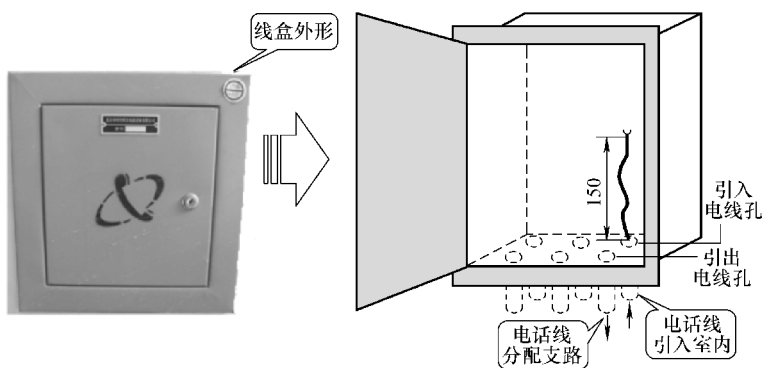


图 6-24 常见的入户线盒

2) 在实际的家装过程中，一般用户都会将一条电话外线引接到不同的房间，在此就需要用到分线盒。分线盒的作用是把外线上不同频率带宽的信号分配成不同的支路。分线盒多种规格，按照分线数量的不同有一分二和一分多等功能的分线盒，如图 6-25 所示为典型分线盒的外形图。

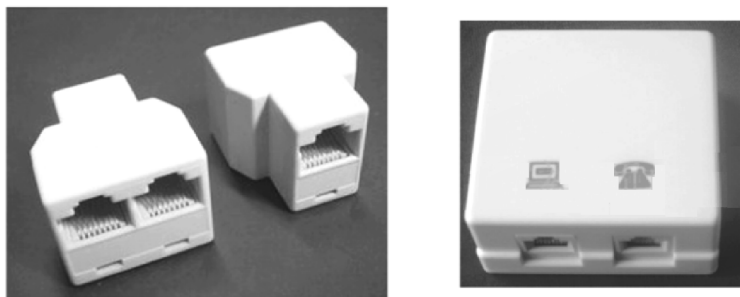


图 6-25 典型分线盒的外观

3) 分线盒将电话线一分为二，但需要用水晶头连接，水晶头在制作时需要用到的工具有 RJ-11 水晶接头、压线钳、待加工的电话线。

4) 对室内线盒中的电话线进行水晶头加工的时候,先使用压线钳将电话线的绝缘层剥去,但注意不要伤损电话线绝缘层内部的线芯,将割断的绝缘层抽出,露出电话线中红色和绿色的2根线芯,将露出的末端线剪齐,要确保2根线不太短也不要太长,控制在1cm左右即可。

5) 把剪好的线芯对准 RJ-11 水晶头的插孔插入,在插入的时候注意一定要将线芯插入水晶头底部,在插入水晶头的时候,不用考虑电话线线芯颜色的问题,只要确保同一根电话线的两端水晶头的线序相同即可。

6) 将水晶头放到压线钳的压线槽内,在确认线芯插入的顺序无误以及插到水晶头底部后,用力压下压线钳的手柄使水晶头的压线铜片与电话线的线芯接触良好,同时还要确保电话线的线头不要松动。

7) 加工完水晶头以后,将外接引入室内的电话线连接到分线盒的输入端,另外两个输出端也分别连接支路电话线,分线盒的制作就完成了,在第3章的接线操作中,已经讲述过制作方式,此处不再赘述。

## 2. 电话线接线模块的安装

1) 电话线引入室内以后,经过入户线盒分成两个支路,分别送入客厅连接电话线和次卧室进行拨号上网。支路电话线经过暗敷管送到预留的电话线模块槽中。

2) 如图6-26所示为电话线信息模块,该模块采用与支路电话线的接线端子进行连接的方法。

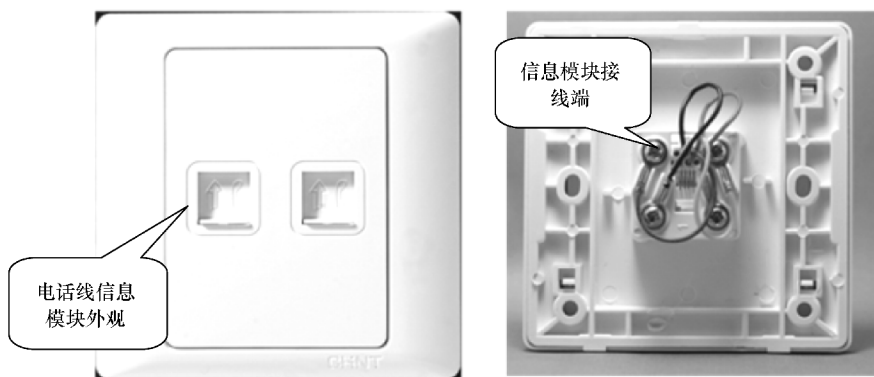


图 6-26 电话线信息模块

3) 由于采用的是接线端子进行连接,因此需要对支路电话线进行加工,电话线接线端子及其加工工具为压线钳和接线端子。

4) 加工电话线的时候,先使用压线钳将电话线的绝缘层剥去,要注意不要伤损电话线绝缘层内部的线芯,将割断的绝缘层抽出,露出电话线中红色和绿色的2根线芯,将露出末端线剪齐,要确保2根线不太短也不太长,控制在1cm左右即可。

5) 将线芯穿入接线端子插头内,然后用尖嘴钳将接线端子的固定爪包住电话线线芯,为了将接线端子与电话线线芯固定牢固,可以使用钳子的尾段进行固定,加紧固定爪,用同样的方法,将支路电话线的两个线芯都加工在接线端子上。

6) 将电话线的信息模块打开,从电话线信息模块中可以看到有4个连接端子,这里只

需要按照颜色的提示,选择红色和绿色的接线端子与支路电话线进行连接,如图6-27所示。

7) 使用合适的螺钉旋具将红色的螺钉拧松,然后将支路电话线红色线芯的接线端子连接到信息模块红色引线的螺钉下面,再使用螺钉旋具将其固定,用同样的方式,将绿色线芯的接线端子与信息模块绿色引线的固定螺钉连接。

8) 将连接好以后的信息模块放到模块接线盒上,并用合适的螺钉将面板进行固定。

9) 固定好信息模块面板后,将遮盖面板安装到模块上并将制作好的电话线上的水晶头插入信息模块中。

10) 此时,电话线及相应插座的安装就已全部完成了。如果电话不能接通,很可能是信息模块中的连接端错误,需要重新进行连接。

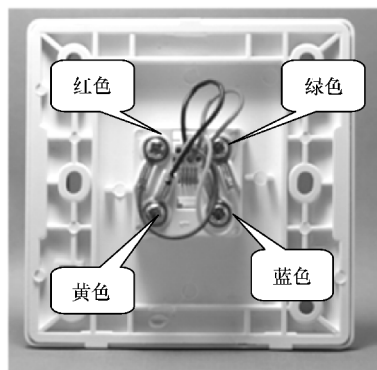


图6-27 信息模块接线端子

### 6.2.3 网络线盒

信息技术的发展,让网络已成为家庭中必不可少的生活伴侣,上网购物、聊天、炒股等。在日常生活中,除了通过电话线进行拨号上网,一些发达的城市社区物业已经提供了专门的网络线路上网。

网线在进入室内的时候,同样是由室内线盒进行分配的。首先讲述总线盒的安装过程。

#### 1. 总线盒的安装

1) 网络线(以下简称网线)经过入户线盒引进室内,由于室内线盒内部的电线、电缆全部是弱电,所以选择了金属线盒,如图6-28所示为常见的网线入户线盒。

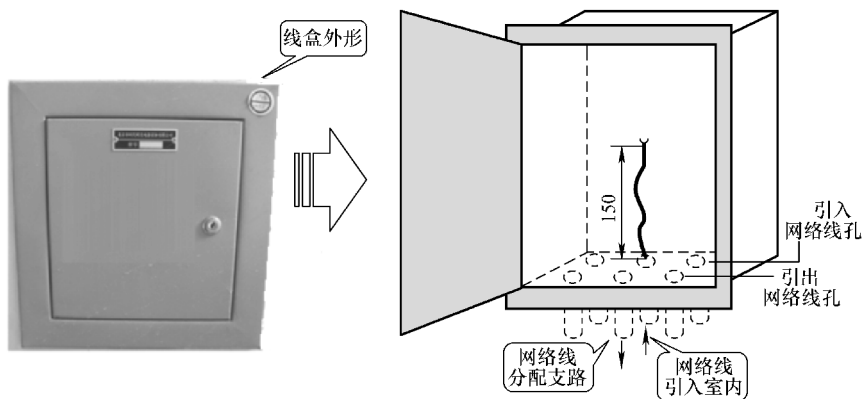


图6-28 入户线盒的安装

2) 网线从入户线盒中引入,可以通过网络信息模块进行电路的连接,如图6-29所示为典型网络信息模块。

网络信息模块进行连接的时候,有两种连接方式,即T568A线序连接和T568B线序连接,这两种连接方式主要是网线的排序不同与前所述。

3) 在连接信息模块需要进行网线的叠加时, 压线钳的剥线刀口在双绞线端头 2cm 处轻轻割破双绞线的绝缘层, 注意不要伤损双绞线的线芯, 将被割断的绝缘层抽出, 露出双绞线的 4 对单股线芯, 分别为白橙和橙、白绿和绿、白蓝和蓝、白棕和棕。

4) 将 8 根线芯的末端用压线钳的剪线刀口剪齐, 这里采用 T568A 的线序标准进行连接, 按照模块提示进行连接, 将双绞线线头对准信息模块相对应颜色的线槽内, 确认线头的颜色顺序无误后, 将已放好的线压入线槽的金属卡片中卡好, 按照同样的方法完成其他的连接, 完成后如图 6-30 所示。

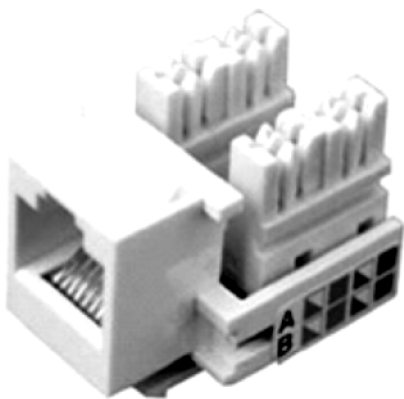


图 6-29 网络信息模块

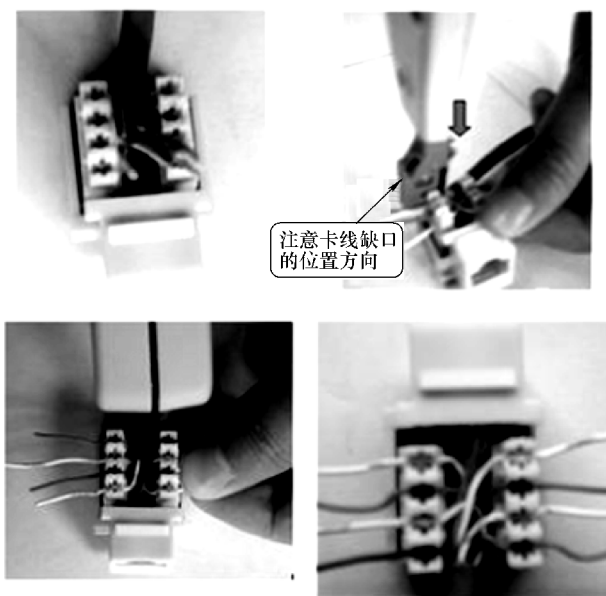


图 6-30 信息模块的连接过程

5) 信息模块是要和水晶头进行连接的, 因此需要为暗敷在管内的网线制作水晶头。

6) 使用压线钳将网线绝缘层剥去, 并将网线末端展开, 并用剪线刀口剪齐, 剪线时要确保长度为 1cm 左右。

7) 水晶头与网线的连接同样采用 T568A 的线序标准进行连接, 即按照白橙、橙、白蓝、蓝、白绿、绿、白棕、棕的颜色顺序排列, 插入水晶头底部, 并放入压线槽内进行加工。

8) 将制作好的水晶头插入网络信息模块, 此时, 连接入户线盒中网线的连接已经全部完成。

## 2. 网络信息模块的安装

1) 入户线盒内的线路已经连接完毕, 接下来是网络信息面板的安装, 首先在房间中确

定网络信息面板的安装位置。

2) 安装网络信息模块及其面板,这里选择的信息模块是采用压线式的安装方式,因此不需要制作工具对网线进行复杂的加工。

3) 将安装槽内预留的网线的绝缘层剥去,将露出的双绞线线芯剪切齐平,将网络信息模块的面板取下后,将压线式信息模块的压线板取下来。

4) 按照 T568A 的线序标准将网线插入压线板,在将网线穿入压线板的过程中,需要全部穿入压线板的线槽中。

5) 将穿好网线的压线板插回信息模块上,然后再用力向下按压即可。

6) 如果无法顺利地将压线板压入信息模块中,还可以借助钳子压装压线板,压装好以后,信息模块就连接好了。

7) 将连接好的信息模块放到信息槽上,并使用合适的螺钉将信息模块固定好,然后将外面的面板安装上去,此时网络信息模块就已经安装完成了。

### 6.2.4 有线电视线盒

有线电视网作为信息传输的基础设施,已经成为每个家庭必不可少的获取信息的主要通道。有线电视在连接入户时,需要经过室内有线电视线盒的分配,下面介绍有线电视入户线盒的安装方法。

#### 1. 入户线盒的安装

1) 有线电视线经过入户线盒引进室内,入户线盒有塑料材质和金属材质的,这里采用金属材质的入户线盒,如图 6-31 所示为常见的入户线盒。

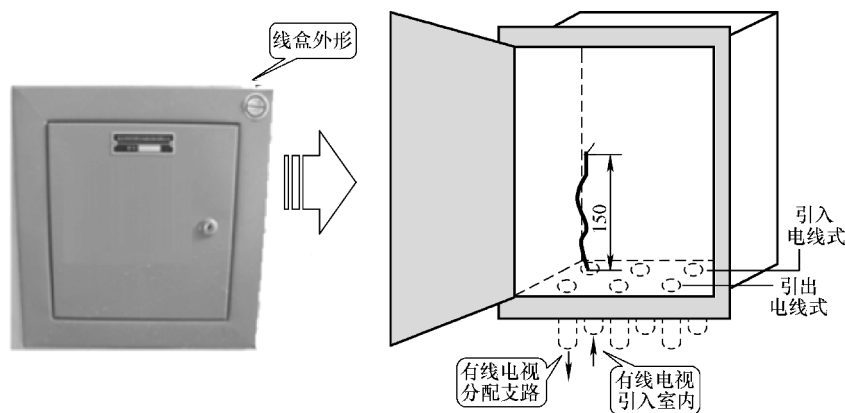


图 6-31 常见的入户线盒

2) 有线电视线从总线盒中分出来,然后与有线电视线的分配器相连接,再将有线电视线的分配器分为多根线分别输出。如图 6-32 所示为常见的有线电视线分配器。

3) 在连接分配器时需要用到有线电视线,也就是同轴电缆,所以需要制作合适的接头,常用的分配器接头是 BNC 接头,首先准备好剪刀与压线钳及其同轴电缆线等。

4) 使用剪刀将同轴电缆的护套剪开,然后剪开护套,要注意不要将线缆内部的屏蔽网、绝缘层以及铜芯等部分剪坏。剪开护套后,将馈线的网状屏蔽层向外翻折。为了避免屏

蔽层与铜芯之间短路,翻折时一定要全部翻折下来。

5) 翻折屏蔽层后再用剪刀将绝缘层剪下,注意不要将内部的铜芯剪断,剪绝缘层的时候,要将绝缘层剪到与护套剪切口处相聚2~3mm,将BNC接头的卡环先套入馈线备用,然后将BNC接头装上,装入时,将BNC接头装在绝缘层与屏蔽层之间,使屏蔽层紧挨着BNC接头的外侧。

6) BNC接头安装到同轴电缆上面后,将屏蔽层修剪,以免屏蔽线与铜芯相连发生短路。再将事先套入同轴电缆的卡环移到同轴电缆与BNC接头的连接处,用压线钳将卡环固定在同轴电缆上,同轴电缆的铜芯只需露出BNC接头1~2mm即可,因此可以使用偏口钳将多余的铜芯剪掉。

7) 同轴电缆加工完成后,就可以插接到分配器上了。将分配器的输入端插在入室线盒内,并将同轴电缆BNC接头上的螺钉拧紧,使其固定在分配器上。

8) 再将分配器的其中一个输出端插在制作好的同轴电缆上,将同轴电缆BNC接头上的螺钉拧紧,使其固定在分配器上,再将分配器的另一个输出端也插在制作好的同轴电缆上,并拧紧BNC接头上的螺钉。

9) 连接完成后,输出的同轴电缆就可能连接到有线电视的接线模块上了。

## 2. 有线电视接线模块的安装

1) 入户总线盒安装完成后,还需要安装有线电视的信息模块,首先确定有线电视模块的安装位置,安装时要注意避开电源插座以及电源线。电源线、插座与有线电视线插座的水平间距不应小于20cm,距地面30cm左右。

2) 如图6-33所示,有线电视信息模块采用的是接线柱的连接形式,因此,只需要对同轴电缆进行简单的加工即可。

3) 对同轴电缆进行加工,用剪刀将同轴电缆的护套层剪开,露出里面的绝缘层,注意不要伤损内部的屏蔽网。将同轴电缆的网状屏蔽层向下翻转,但不可与铜芯连接,以免发生短路。

4) 将同轴电缆的内部绝缘层用剪刀剪断,注意不要伤损铜线芯。

5) 将有线电视的信息模块面板打开,同时拆除有线电视信息模块上的固定卡,将同轴电缆的铜芯插入信息模块的接线孔内,将螺钉拧紧。

6) 将同轴电缆固定在有线电视信息模块的金属扣内,使网状屏蔽线与金属扣相连,然后将螺钉拧紧,然后将同轴电缆固定。在确认连接无误后,将连接好以后的有线电视信息模块放到模块接线盒上,选择合适的固定螺钉将带有同轴电缆的信息模块面板进行固定。

7) 固定好有线电视信息模块后,将遮盖面板安装到模块上即可。

8) 将有线电视的BNC接头插入到有线电视信息模块中即可进行工作,如果不能正常工作,很可能是有线电视信息模块中的连接端错误,需要重新连接。

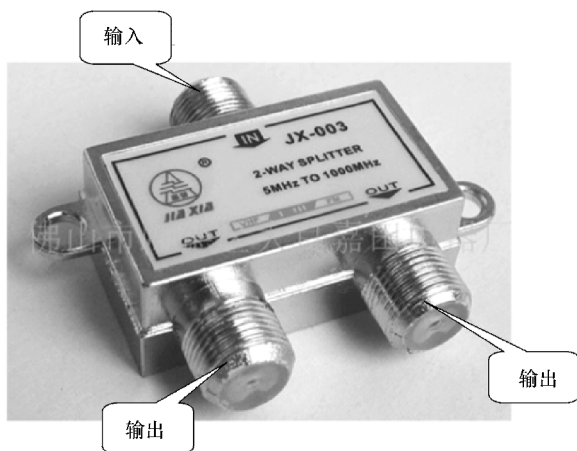


图 6-32 有线电视线分配器

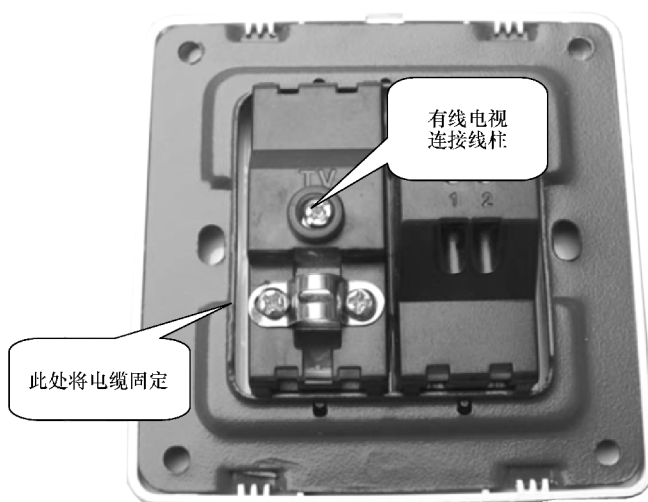


图 6-33 有线电视信息模块

## 第7章 室内其他设施的安装

### 7.1 照明灯具的安装

#### 7.1.1 荧光灯的安装

照明灯具在居住环境中具有非常重要的作用，并且随着生活水平的提高，人们对室内照明灯具的布置和安装提出了更高的要求。家庭灯具在选择时，荧光灯被使用的频率最高。荧光灯在家居生活中通常安装在需要照明的环境中，如客厅、卧室、地下室等，根据不同的安装环境，对荧光灯亮度、外形的选择也各有不同。

一般在客厅、卧室等处的荧光灯是为了给用户提供足够的亮度而选择的，所以在选择产品时，需要考虑到发光效率与使用寿命等性能。

荧光灯是利用涂抹在灯管内壁上的荧光灯薄膜和灯管内的惰性气体，受电击而发光的。目前家庭装饰装修常用的荧光灯除了传统的直桶形，还有环形，2D型和H型等种类，如图7-1所示。

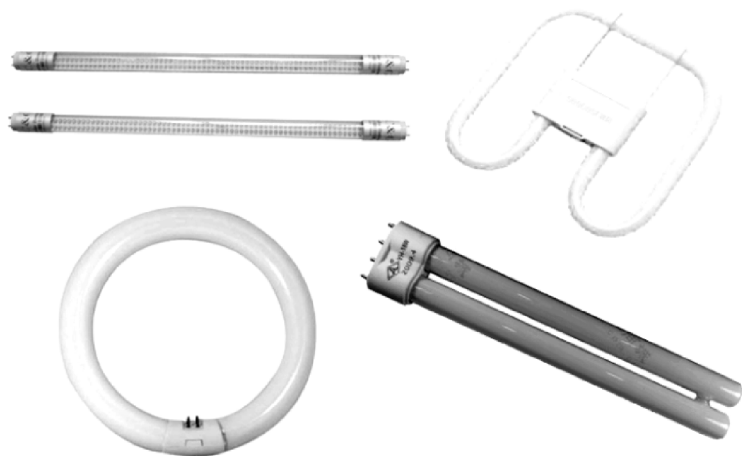


图 7-1 荧光灯的类型

从安装样式上，荧光灯有吸顶式和悬挂式两种常规方式，采用悬挂式安装方式的时候，要重点考虑限制眩光和安全因素。

眩光是指人们观察高亮度物体时产生刺眼的视觉状态。眩光的强弱与荧光灯的亮度以及人的视角有关，因此悬挂式灯具的安装高度是限制眩光的重要因素，如果悬挂得过高，既不方便维护又不能满足日常生活对光源亮度的需要。如果悬挂过低，则会产生对人眼有害的眩光，降低视觉功能，同时也存在安全隐患。眩光与视角之间的关系，通常情况下，悬挂式安装的荧光灯的悬挂高度在2m左右最佳。

与悬挂式安装方式相比,吸顶式安装方式更安全也更美观。因此,现在的家装灯具都采用吸顶式安装方式,既避免了眩光的产生,又安全美观。在以下的案例中以吸顶式安装方式为主。

### 1. 选配部件

在安装荧光灯时,有许多配件也是不得不提的重点内容。如帮助荧光灯点亮的启动器和镇流器,其中,启动器又称为跳泡,是预热并启动荧光灯特有的装置,而镇流器的作用则是在荧光灯预热过程中,限制流过灯丝的电流不超过荧光灯预热电流的额定值,并且在荧光灯启动过程中与启动器配合产生脉冲高电压,最终使荧光灯点亮。不同的镇流器具有不同的工作电流和启动电流,因此,在安装之前,需要确认荧光灯管、灯架、启动器和镇流器是否相互匹配。否则,荧光灯很难正常启动,严重时会导致荧光灯损坏。

1) 在本案例中,选择的是适合使用电脑的荧光灯,36W 的直管型两盏荧光灯以及与之相匹配的灯架、启动器和镇流器,如图 7-2 所示。

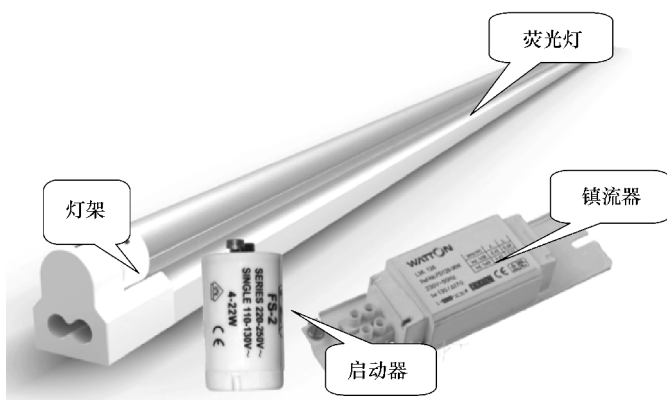


图 7-2 荧光灯及其配件

2) 选择合适的螺钉旋具,将荧光灯灯架两端的固定螺钉拧下,将灯架外壳打开,确认灯架中安装的镇流器与 36W 的荧光灯相匹配。

3) 除了确定镇流器与荧光灯的相匹配外,还应该确认灯架内镇流器的电线连接是否正常,这些电线应该采用硬铜线,而且镇流器与电线之间的连接要采用正规的接线柱。

同时还应看到,与镇流器紧挨着的连接电线,都套有漆管(黄腊管),可以起到绝缘保护的作用。

### 2. 安装荧光灯

1) 先将灯架的实际安装位置确定,一般来讲都是安装在房屋中央位置,对灯架进行对位操作,对位时,用笔在天花板的灯架固定孔处做标记,以方便后面钻孔。

2) 由于电钻的使用对象不同,其工作模式也不同,在对天花板进行钻孔操作时,要将电钻调整至垂钻模式(冲击钻模式)。再选择合适的垂钻模式所使用的钻头,并将其安装在电钻上,用电钻在天花板标注的固定螺钉孔上钻孔。

3) 钻孔完成后,再选择与钻孔相匹配的胀管(膨胀螺栓)埋入孔中。此时需要注意的是,有时钻孔的大小可能与胀管略有出入,需要借助锤子将其敲入孔内。另外,胀管在放入钻孔内时,需要在外露出一段胀管,长度没有具体要求。

4) 将匹配的固定木螺钉拧入, 将灯架固定在天花板上。

5) 将布线时预留的照明支路导线端子与灯架内的电线相连。若电源供电端的相线一直处于连接的状态, 则荧光灯及其相连的设备都处于带电的状态, 容易使维修人员或用户进行荧光灯更换时, 造成触电伤害。因此, 在连接荧光灯时, 应将荧光灯镇流器与开关及电源供电端的相线进行串联, 而荧光灯灯座一端的电线则连接电源供电端的中性线, 如图 7-3 所示为荧光灯安装线路图。

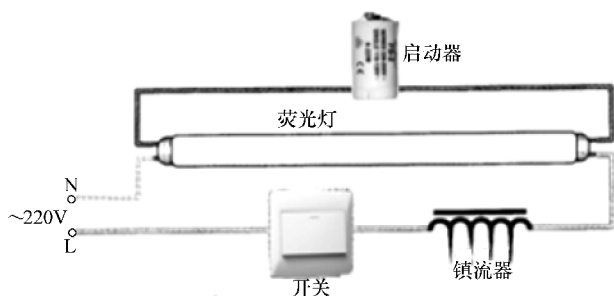


图 7-3 荧光灯安装线路图

在将布线时预留的照明支路导线端子与灯架内的电线相连时, 将开关导线端子与镇流器一端进行连接, 即相线连接镇流器一端; 电源供电端与灯座一端进行连接, 即中性线连接灯座一端。

在本案例中的安装环境并不潮湿, 只需连接相线与中性线即可。如果安装环境比较潮湿, 例如在地下室安装荧光灯, 潮湿的空气会增加灯具中电线的导电性, 因此, 在地下室等潮湿的环境进行布线时, 还要预留出荧光灯的接地线。在进行电线的连接时, 还应进行接地线的连接, 即将接地线连接到灯架的卡线片上, 以防止间接接触电击, 保护用户的人身安全。

6) 将连接部位进行绝缘胶带的缠绕, 并将连接部位封装在灯架内部, 连接点绝缘保护。

7) 连接完成后, 将灯架的外壳盖上, 并将其固定在灯架上, 再将荧光灯管的一端安装到灯架的灯座上, 安装时要注意荧光灯灯管的电极端应与灯座上的相对应。

8) 安装荧光灯灯管的另一端。安装时稍微将另一端的灯座向外掰出一点, 将荧光灯灯管的电极端插装到灯座中, 用同样的方式将另一根荧光灯灯管安装到灯架上。

9) 两根荧光灯灯管都装入灯架后, 适当用力向内推灯架两端的灯座, 确保荧光灯灯管两头的电极触点与灯座接触良好。

10) 启动器装入时, 需要根据启动器座的连接口的特点, 先将启动器插入, 再旋转一定角度, 使其两个触点与灯架的接口完全可靠扣合。

11) 此时, 荧光灯的安装操作全部完成了, 如若照明支路的供电以及开关的连接正常, 就可能交付使用了。

### 7.1.2 节能灯的安装

节能灯又称为紧凑型荧光灯, 它具有节能、环保、耐用等特点, 正被越来越多的人接

受，其使用率也逐渐提高。

节能灯是利用气体放电的原理发光的。目前，在家居生活中常见的节能灯根据其外形的不同，主要分为 U 形、螺旋形、球泡形、一体塔形、梅花式、莲花式节能灯等，节能灯的种类如图 7-4 所示，并且根据不同的安装环境，对节能灯的亮度、功率的选择也各有不同。

节能灯根据安装样式有矮脚式和悬挂式两种常见规格，从眩光与安全因素考虑，采用悬挂式安装的节能灯其高度不应小于 2m。在安装节能灯前，需要考虑以下几个问题：

1) 节能灯应安装在通风良好的地方，以避免节能灯因温度过高无法散热而降低了节能灯的发光效果。

2) 在采用悬挂式安装节能灯时，节能灯的重量不可以大于插座灯座的负荷，防止灯具脱落造成漏电或人身伤害等情况的发生。

3) 节能灯装入灯座时，不可以直接用手握住节能灯灯管，以免造成节能灯的损坏，甚至造成安装人员的伤害。

### 1. 选配部件

1) 在本案例中，根据其光度选择的是 15W 的 U 形节能灯。

2) 在选择相匹配灯座时，将节能灯拧入，检查节能灯与灯座是否相配，并查看灯座口的连接端连接是否正常。

### 2. 安装节能灯

在本案例中，采用的是悬挂式安装方法，该方法主要可分为吊线式、吊链式和吊管式三种，根据安装的环境不同以及灯具重量的不同，采用安装方式也不相同，若灯具在 1kg 以下采用吊线式安装即可；若灯具重量在 1kg 以上，需要采用吊链式安装；若灯具重量超过 3kg 时，则需要采用吊管式安装方法。

1) 挂线盒盖拧开，检查挂线盒底座的接线柱是否完好，有无腐蚀、生锈等现象，检查后将阳台天花板上预留的导线连接端子穿入挂线盒底座中。

2) 对挂线盒进行对位操作，并用笔在天花板上标注出挂线盒的位置。

3) 将电钻模式调整至垂钻模式（冲击钻模式），选择并安装适合垂钻模式使用的钻头，用电钻在天花板标注的固定螺钉孔上钻孔。

4) 钻孔完成后，再选择与钻孔相匹配的胀管和木螺钉，将其敲入，但胀管不需要全部敲入。

5) 将挂线盒底座的固定点与敲入的胀管对准，将木螺钉拧入挂线盒一端的固定点内，用合适的十字螺钉旋具将木螺钉拧紧，以达到固定挂线盒的目的。

6) 将另一个木螺钉拧入挂线盒的另一固定点中，对挂线盒进行固定。



图 7-4 节能灯的种类

7) 由于预留的导线连接端子过长, 因此, 使用偏口钳将多余的导线剪断, 然后用剥线钳对预留导线连接端子进行剥线操作。

8) 使用一字螺钉旋具将挂线盒底座的接线柱螺钉松开, 由于预留连接线为硬铜线, 因此, 需要借助尖嘴钳先将电源供电端的中性线夹弯, 将夹弯后的中性线盘绕在挂线盒底座的接线柱上, 用螺钉旋具将挂线盒接线柱拧紧, 用同样的方法, 将另一端接线柱固定螺钉连接好。

9) 挂线盒固定好后, 由于陶瓷灯座的连接线没有预留出足够的长度, 因此需要使用剥线钳对灯座连接线进行剥线操作。

10) 将灯座的连接线从挂线盒盖中心孔中穿出, 连接灯座与接线盒。

11) 将引出的软线直接与挂线盒的接线柱连接, 由于是螺口灯座, 相线应接在与灯座中心铜片相连接的接线柱上, 中性线应接在与灯座螺纹相连接的接线柱上, 如果接反, 在装卸灯泡时容易造成触电事故。灯座连接线与挂线盒的接线柱进行连接时, 先将灯座相线连接端的连接线缠绕挂线盒接线柱一圈。

12) 将其余的灯座相线连接端的连接线与其接线处进行盘绕, 此时就连接完成了。

13) 使用一字螺钉旋具将接线柱螺钉拧紧, 由于盘绕剩余的灯座软线过于繁乱, 因此需要借助偏口钳将剩余的灯座连接线剪断。

14) 将灯座的另一根连接线与接线盒的中性线连接端连接, 其连接方法与灯座相线连接端的连接方法相同, 先将灯座中性线相线连接端的连接线缠绕接线盒接线柱一圈。

15) 将其余的灯座中性线连接端的连接线与其接线柱进行盘绕, 再用偏口钳将剩线剪断。

16) 连接完成后, 用一字螺钉旋具将接线柱螺钉拧紧, 至此灯座与接线盒的连接便已完成。

17) 将接线盒盖重新装回接线盒, 灯座与接线盒的最终连接已经完成, 将节能灯拧入灯座即可。

注意, 在拧入节能灯时, 遵行本节开篇时所讲的, 不要手握灯管进行安装, 以免造成人身伤害。

## 7.2 排风设备的安装

### 7.2.1 换气扇的安装

如今的家庭中, 换气扇是不能不提的一个排风设施, 尤其是有些房间在人为改动之后, 厨房、卫生间这种空间就更需要一个排风设备, 常用的换气扇如图 7-5 所示。

现在市场上的换气扇主要有三种: 吸顶式、窗式和壁挂式。

1) 吸顶式换气扇的外形美观, 一般安装在居室的吊顶上, 它由三部分组成: 风扇、电机和管道。

吸顶式换气扇的管道一般较短, 用户在安装使用时还需要另外购置一根与该管道配套的通风管, 通风管的长度可根据换气扇到居室出风口的长度而定。吸顶式换气扇是单向运转, 将室内的空气抽出, 再通过管道和与管道相接的通风管将空气排出室外。



图 7-5 换气扇

2) 壁挂式换气扇体积较小,可镶嵌在窗户上。它有一个呈圆柱形的抽风口,由于抽风口的横截面积较小,因此,其换气力度相对较弱。它适合于卫生间,封闭阳台等面积较小的房间。

3) 窗式换气扇安装方便,可直接镶嵌在窗户上。它有单向和双向换气两种,双向换气扇是指风扇可以朝顺时针方向运行,将室外新鲜空气补充进来,也可以朝逆时针方向运转,将室内空气抽出到室外。它的底部装有集油盒,非常适合在厨房等油烟较多的地方使用。

在选择时要根据空间大小与要求进行相应的选择。实际上,换气扇的安装相对比较简单,而且安装位置较高,人体不易触及,换气扇外壳又是塑料制品,所以在安装时一般不采用保护接地。

换气扇在安装时,电源开关安装调度不应低于 1.5m,安装位置应避免油烟、水蒸汽直接熏到的地方,在本例中讲述两种安装方法,一是安装在墙上,二是安装在窗户上。

### 1. 安装在墙上

1) 在现代房间的建筑物中,如果安装的环境是卫生间、厨房等区域,事先会预留出直径 10cm 左右的洞,如图 7-6 所示,用于安装通气设备,如果没有,则需要在墙上开洞,在选择位置时尽量以管线最短,最靠近味源为原则。

2) 用电钻在墙上钻孔后,在洞内嵌入木框,用木楔把木框固定牢,四周用水泥砂浆封住。

3) 待水泥砂浆凝固后,把换气扇嵌入木框中,用木螺钉固定。

4) 接上电源和开关后即可使用。

### 2. 安装在窗户上

如果安装的位置是在窗户上时,需要对窗框的材质分别操作。若是木窗框,在调整好木窗框大小后,将换气扇固定在木窗框上。若是钢窗框,先做一个木框套在钢窗框内,固定牢,再用木螺钉将换气扇固定在木框上,然后接上电源和开关即可。

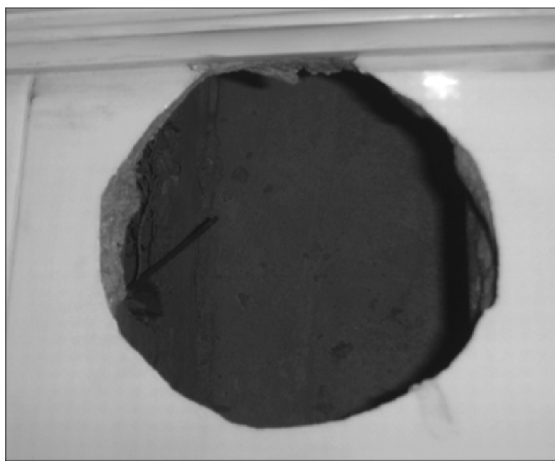


图 7-6 预留排气孔

### 7.2.2 抽油烟机的安装

随着人们生活质量的提高和住房条件的改善,排风扇已渐渐被多功能抽油烟机所取代,在目前市面上,抽油烟机的种类大致分侧吸式、欧式和中式3种,而其各自都有着不同特点。

抽油烟机的体积较大,但质量不大,安装简单。一般用膨胀螺栓或木螺钉固定在墙体上,如图7-7所示,机体下表面距灶具高度一般为0.80~0.85m,离地1.8m左右,安装步骤如下:

1) 根据厨房装修设计,抽油烟机应悬挂在灶台的正上方,紧靠墙安装。测量机体的两端伸出挂耳相关尺寸。从墙上找出固定挂耳的位置,画线定位。

2) 利用冲击电钻在固定挂耳的墙上钻两个水平孔,孔深约30mm,将胀管塞入孔中。

3) 用膨胀螺栓或木螺钉通过挂耳孔旋入胀管中紧固,并调整好机体的位置,将风管插装于机体的排气口上,风管的另一端应伸到室外并装有防风倒灌的装置。管子尽可能靠墙安装,并注意美观。

需要注意的是抽油烟机若为金属外壳,则应采取保护接地(接零),接通电源即可使用。



图 7-7 抽油烟机

### 7.3 浴霸的安装

现如今的浴霸市场,花样和种类不计其数,一般按安装方式的不同来分,主要分壁挂式和吸顶式两种,如图7-8所示,在本案例中以吸顶式浴霸为例来讲述浴霸的安装。



图 7-8 浴霸

#### 1. 安装前的准备

1) 如果浴霸是在卫生间尚未吊顶前安装,需要在通风孔处安装通风管,一般通风管的长度为1.5m,建议安装位置的中心与通风管的长度不超过1.3m为宜。如果卫生间已经吊

完顶，需要查看是否预留浴霸接线端与预留孔，如果没有预留接线端则无法安排，一般情况下都会预留出浴霸接线端，然后根据浴霸的尺寸，在吊顶处开孔。

2) 为了取得最佳的取暖效果，浴霸应安装在浴缸或沐浴房中央正上方的吊顶上。吊顶天花板请尽量使用强度较大且不易共鸣的材料，高度在安装完毕后，要确定灯泡离地面的高度应在 2.1~2.3m 之间，过高或过低都会影响其使用效果，在本例中浴室已吊顶完成，已经预留接线端与孔。

## 2. 浴霸的安装

1) 把浴霸上所有灯泡拧下，将弹簧从面罩的环上脱开并取下面罩。注意拆装红外线取暖泡时，手势要平稳，切忌用力过猛，如图 7-9 所示。

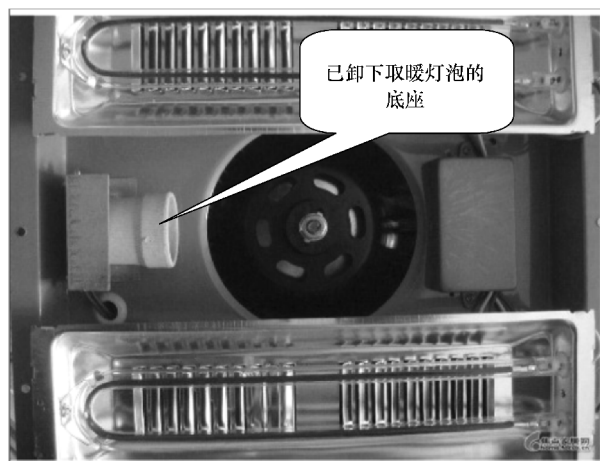


图 7-9 取下灯泡的浴霸

2) 先将浴霸本体的颜色与标注在浴霸下方的接线柱的颜色进行对应，以便与控制盒处连接，如图 7-10 所示。

3) 拉出预留的接线端，一般接线端需要留 1cm 左右，如果不够长，需要进行剥削操作，如图 7-11 所示。

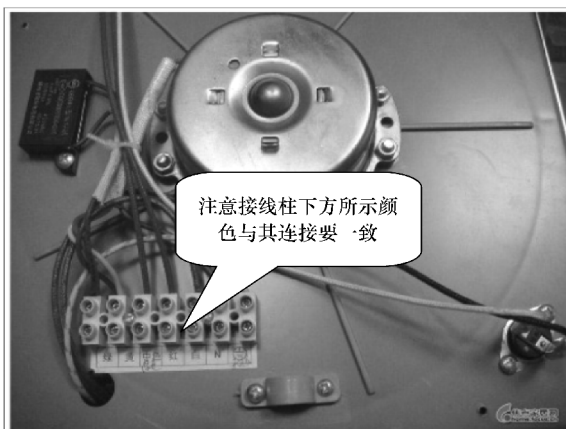


图 7-10 浴霸接线

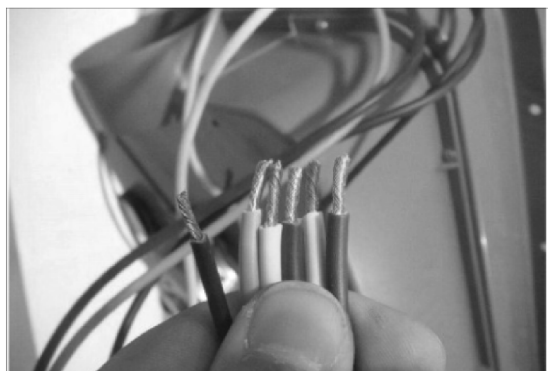


图 7-11 线缆剥削操作

4) 按接线图所示的顺序将接线端与浴霸接线柱进行固定, 依次将其他接线端进行固定连接, 如图 7-12 所示, 将连接完成的面板盖上接线柱罩, 用螺钉将接线柱罩固定。

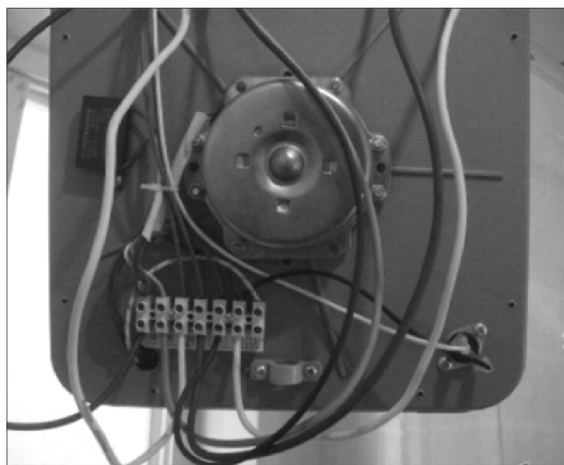


图 7-12 固定接线柱

5) 按接线图所示将连接软线的一端与开关面板接好。

6) 把通风管伸进室内的一端拉出套在离心通风机罩壳的通风口上, 如图 7-13 所示。需要注意的是通风管的走向应尽量保持笔直, 然后将浴霸的箱体塞进孔穴中, 如图 7-14 所示。

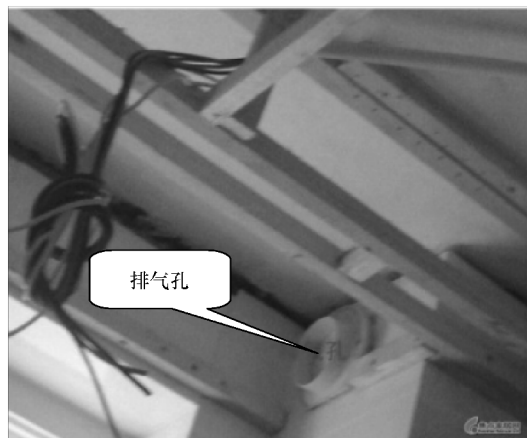


图 7-13 注意排气孔的位置

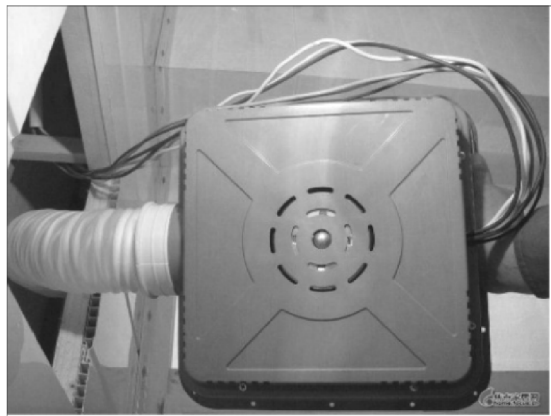


图 7-14 排气管塞入排气孔

7) 选择合适的木螺钉将箱体固定在吊顶木档上, 将预留线整理好塞入预留孔内, 吊顶处的浴霸安装完成, 如图 7-15 所示。

本章介绍了一些常用的灯具和电器的安装, 但灯具与电器在实际选购的时候, 其结构千差万别, 既有共性、又有个性, 但只要掌握到线路连接的基本技术要领, 再认真阅读产品使用说明书, 就能做到正确的安装。



图 7-15 安裝完成的浴霸

## 机械工业出版社相关书目

序号	书 名	书 号	定价	出版时间
1	数控机床操作工从业上岗一本通	39424	46	201210
2	电焊工从业上岗一本通	37118	38	201203
3	汽车机电维修工从业上岗一本通	40280	49.8	201301
4	家庭电工一本通	30842	23	201203
5	电工维修一本通	33191	29.8	201209
6	电工安装一本通	33192	29.8	201203
7	实用电工工具与电工材料速查手册	38538	88	201209
8	电子操作工实践教程	24873	23	200809

以上图书在全国各地书店均有销售，您也可在金书网（[www.goldenbook.com](http://www.goldenbook.com)，电话：010-88379639）联系购书事宜。

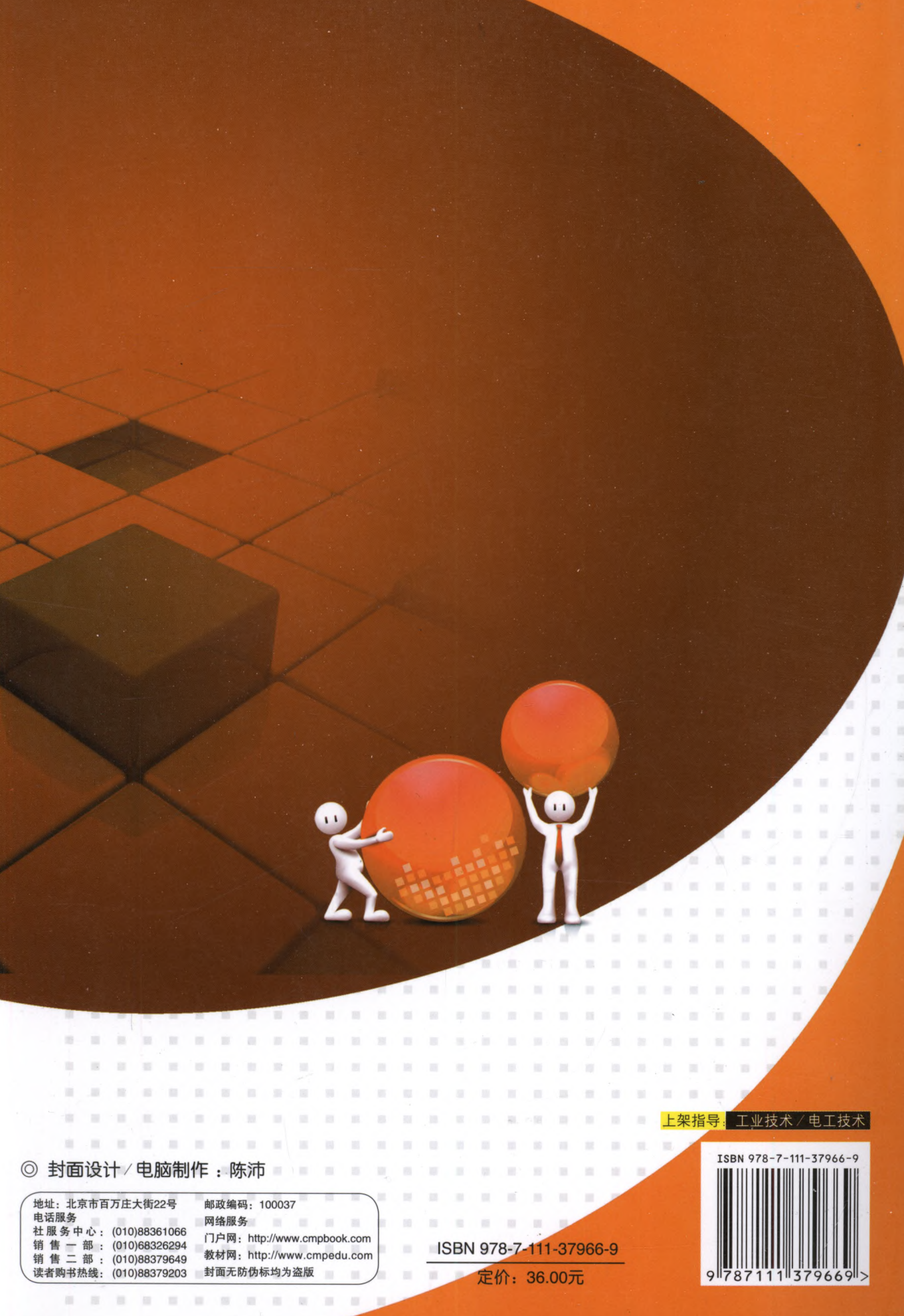
图书内容垂询电话：010-88379045，联系人：朱林

E-mail: [zlhfc@yahoo.com.cn](mailto:zlhfc@yahoo.com.cn)

地址：北京市西城区百万庄大街 22 号

机械工业出版社 电工电子分社

邮编：100037



上架指导：工业技术 / 电工技术

◎ 封面设计 / 电脑制作：陈沛

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037  
电话服务 网络服务  
社服务中心：(010)88361066 门户网：<http://www.cmpbook.com>  
销售一部：(010)68326294 教材网：<http://www.cmpedu.com>  
销售二部：(010)88379649  
读者购书热线：(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

ISBN 978-7-111-37966-9

定价：36.00元

ISBN 978-7-111-37966-9



9 787111 379669 >