

I A N G O N G   D I A N Z I   J I N E N G   S H I X U

# 电工电子技能实训

主 编 周誉昌 蒋力立



高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS

# 电工电子技能实训

主编 周誉昌 蒋力立

高等教育出版社

090110

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技能实训 / 周誉昌, 蒋力立主编. —北京: 高等教育出版社, 2007.3

ISBN 978-7-04-021550-2

I. 电... II. ①周...②蒋... III. ①电工技术 - 高等学校 - 教材②电子技术 - 高等学校 - 教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 030469 号

策划编辑 孙振威 责任编辑 李瑞芳 封面设计 吴昊 责任印制 蔡敏燕

---

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		021-56964871
邮政编码	100011	免费咨询	800-810-0598
总 机	010-58581000	网 址	<a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a>
传 真	021-56965341		<a href="http://www.hep.com.cn">http://www.hep.com.cn</a>
			<a href="http://www.hepsh.com">http://www.hepsh.com</a>
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	<a href="http://www.landaco.com">http://www.landaco.com</a>
排 版	南京理工出版信息技术有限公司		<a href="http://www.landaco.com.cn">http://www.landaco.com.cn</a>
印 刷	上海师范大学印刷厂	畅想教育	<a href="http://www.widedu.com">http://www.widedu.com</a>
开 本	787×1092 1/16	版 次	2007 年 3 月第 1 版
印 张	5.5	印 次	2007 年 3 月第 1 次
字 数	126 000	定 价	10.30 元

---

凡购买高等教育出版社图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请在所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

物料号 21550-00

# 前 言

本书是在总结本校电工电子技能实训教学多年经验的基础上,为适应当前高校电工电子实践教学改革的需要而编写的一本面向普通高校工科各专业的教材。本书共分两部分,第一部分为电工电子技能实训,第二部分为电子工艺实习,两部分内容既相互联系,又具有一定的独立性,以满足不同学时、不同专业、不同层次的教学要求。书中安排了部分电工电子实训实习操作项目,强调对学生进行规范化的工程技能训练,培养学生耐心细致、严谨求实的工作作风以及团结协作的团队精神,以适应未来工作的需要。本书可供高等院校工科各专业师生作为电工电子技术课程的教学参考书及电工电子技能实训教材,也可供从事电工电子技术工作的有关人员参考。

本书由电工电子实验中心教师和工程技术人员共同编写。参加编写的人员有王晗、刘汉瑞、刘彦鹍、刘银萍、陈安、杜宇上、杨振兰、梁远博、黄珊珊、蒋力立、韩萍。

电工电子实验中心的建设和本书的编写得到了广东工业大学自动化学院、信息学院和物理与光电工程学院的领导和教师的指导与帮助,在此特别表示感谢。也感谢曾参与我校电工电子技能实训教学活动的领导和教师,他们为本书的编写积累了大量资料,做了许多工作,也提出了许多有益的建议。

在本书的编写过程中,参阅了一些相关教材和著作,在此向有关作者谨致谢意。

编者

2007年1月

# 目 录

## 第一篇 电工技能实习

第一章 常用电工工具	3
1.1 尖嘴钳	3
1.2 钢丝钳	3
1.3 旋具	4
1.4 电工刀	4
1.5 低压验电器	4
1.6 电烙铁	5
1.7 数字万用表	6
第二章 常用控制电器	8
2.1 概述	8
2.2 开关	8
2.3 熔断器	11
2.4 主令电器	13
2.5 交流接触器	15
2.6 继电器	17
第三章 三相异步电动机	21
3.1 三相异步电动机的结构	21
3.2 三相异步电动机的额定值及铭牌数据	21
3.3 三相异步电动机的工作原理	22
3.4 三相异步电动机的接线	22
第四章 实训内容	24
4.1 三相异步电动机正反转控制	24
4.2 三相异步电动机星形-三角形减压起动控制	26
4.3 三相异步电动机自动循环控制电路	28
4.4 白炽灯的双开关控制及日光灯的安装	30

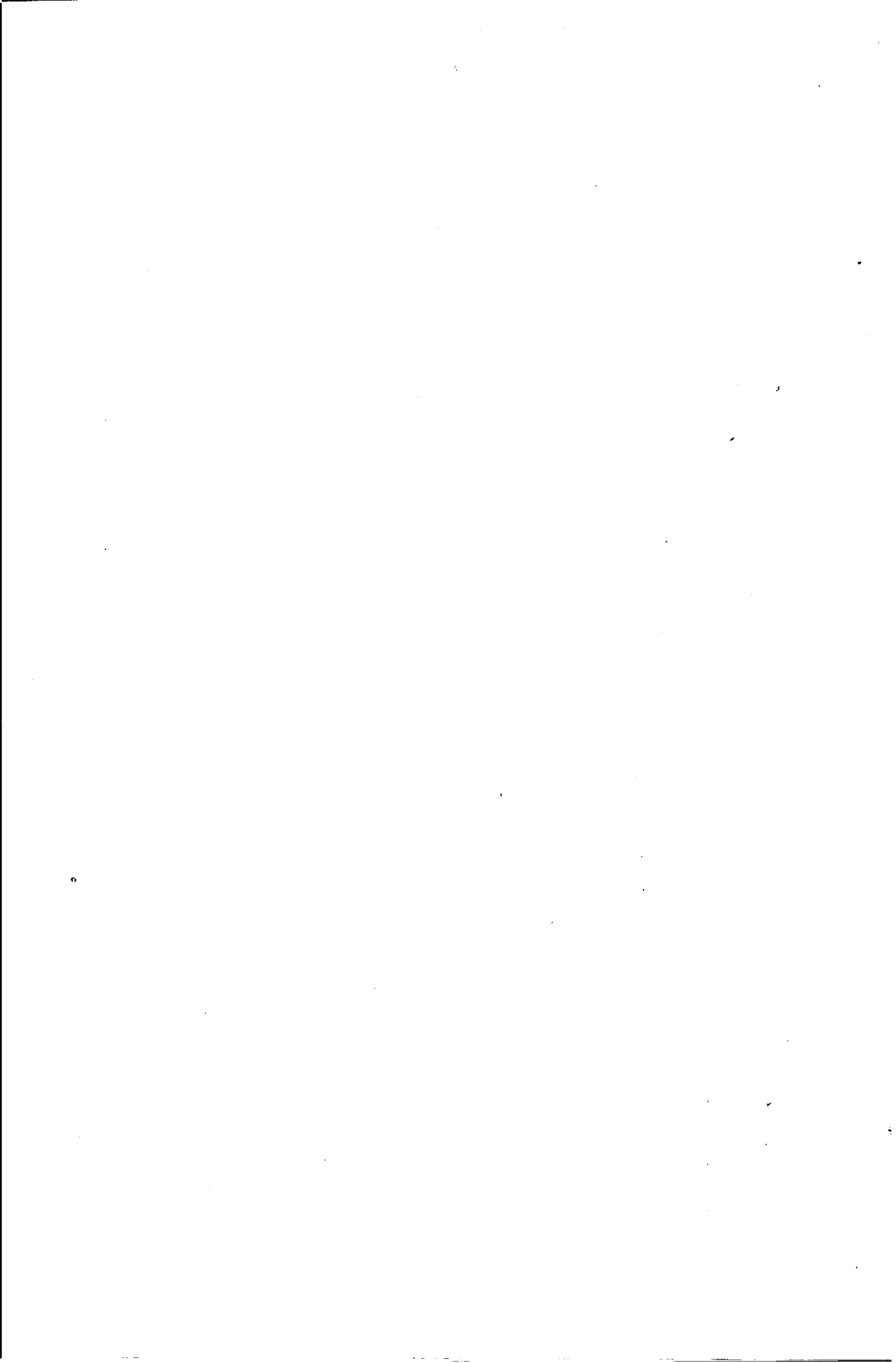
## 第二篇 电子工艺实习

第五章 电子元器件	35
5.1 电阻器与电位器	35

## 目 录

5.2	电容器	37
5.3	二极管	39
5.4	晶体管	40
5.5	三端集成稳压器	42
<b>第六章</b>	<b>焊接工艺</b>	<b>43</b>
6.1	焊接材料	43
6.2	手工焊接	45
6.3	印制电路板	49
6.4	元器件插装	50
6.5	拆焊技术	53
<b>第七章</b>	<b>实习内容</b>	<b>55</b>
7.1	整流、稳压电路	55
7.2	单管放大电路	58
7.3	RC 正弦振荡电路	61
7.4	DT830B 3 $\frac{1}{2}$ 位数字万用表的组装、调试	62
7.5	FM 收音机的组装与调试	68
<b>附录</b>		<b>74</b>
附录 A	常用电气图形、文字符号表	74
附录 B	导线颜色	75
附录 C	电气实训评分标准	76
<b>考核要求及实习报告撰写要求</b>		<b>77</b>

# 第一篇 电工技能实习





# 第一章 常用电工工具

电工常用工具是指一般专业电工经常使用的工具,能否熟悉和掌握电工常用工具的结构、性能、使用方法和规范操作,将直接影响工作效率和电气工程的质量乃至人身安全。

## 1.1 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细,适用于在狭小的空间操作或带电操作低压电气设备,其外形如图 1-1 所示。钳头用于夹持较小螺钉、垫圈、导线以及把导线端头弯成所需形状;小刀口用于剪断细小的导线、金属丝等。

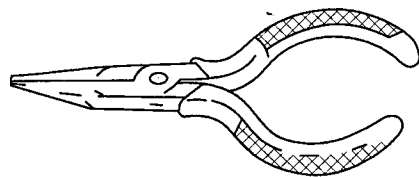


图 1-1 尖嘴钳

## 1.2 钢丝钳

电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头包括钳口、齿口、刀口和铡口四部分。其结构和用途如图 1-2 所示。其中钳口可用来钳夹和弯绞导线;齿口可代替扳手来拧小型螺母;刀口可用来剪切导线、掀拔铁钉;铡口可用来铡切钢丝等硬金属丝。

钢丝钳柄部一般装有耐压 500 V 的塑料绝缘套。

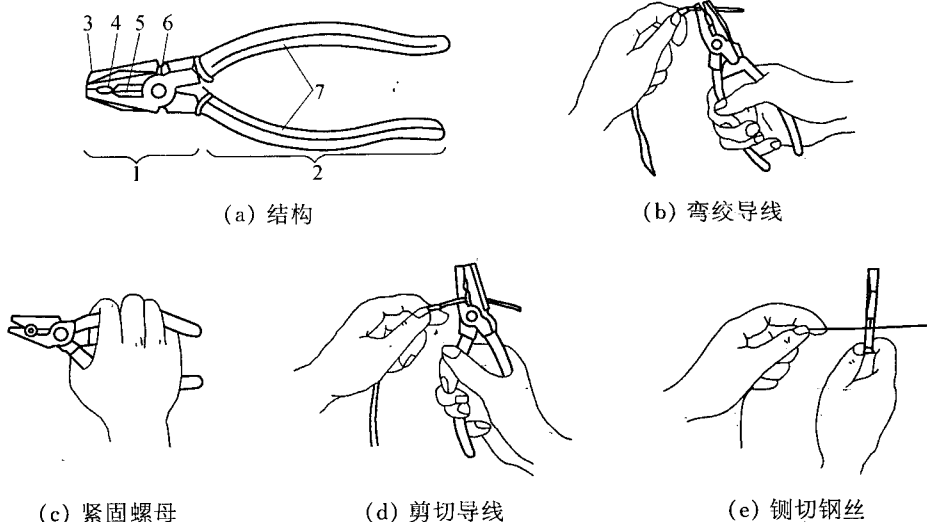


图 1-2 钢丝钳的结构和用途

1—钳头;2—钳柄;3—钳口;4—齿口;5—刀口;6—铡口;7—绝缘套

### 1.3 旋具

旋具又俗称起子、改锥或螺丝刀等,是用来紧固或拆卸螺钉的常用工具。按头部形状的不同,常用旋具的式样和规格有一字形和十字形两种,如图 1-3 所示。

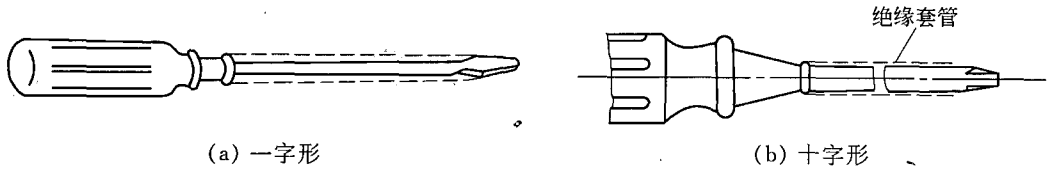


图 1-3 螺丝刀

### 1.4 电工刀

电工刀是一种剖削工具,主要用于剖削导线绝缘层、绳索、木桩及软性金属等。使用时,刀口应向外剖削;用毕后,应随即将刀身折进刀柄。电工刀的刀柄不是用绝缘材料制成的,所以不能在带电导线或器材上剖削,以防触电。电工刀的结构如图 1-4 所示。

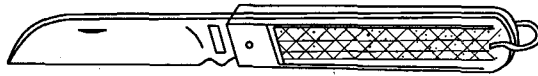


图 1-4 电工刀

### 1.5 低压验电器

低压验电器又称试电笔,简称电笔,是检验导线、电器和电气设备外壳是否对地带有较高电压的辅助安全工具。电笔又分钢笔式和螺丝刀式两种,它由笔尖、电阻、氖管、弹簧和笔身等组成,结构如图 1-5 所示。弹簧与后端外部的金属部分相接触,使用时,手应触及后端金属部分,如图 1-6 所示,当用电笔测试带电体时,带电体经电笔、人体到大地形成了通电回路,只要带电体与大地之间的电位差超过一定的数值,电笔中的氖泡就能发出红色的辉光。低压验电器可用来判断电压的高低,氖泡越暗,表明电压越低;氖泡越亮,则表明电压越高。

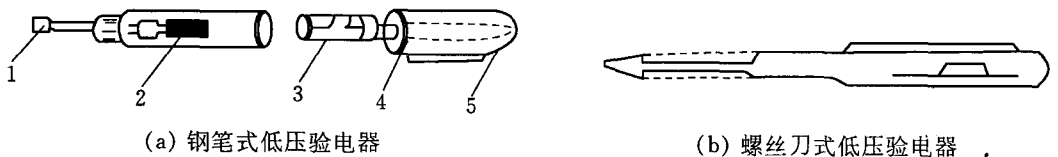


图 1-5 低压验电器

1—笔尖;2—电阻;3—氖管;4—弹簧;5—笔身金属体

使用电笔前,一定要在有电的电源上检查氖泡能否正常发光。在明亮的光线下测试时,往往不易看清氖泡的辉光,应当避光检测。电笔的金属探头多制成螺丝刀形状,它只能承受很小的扭矩,使用时应特别注意,以防损坏。

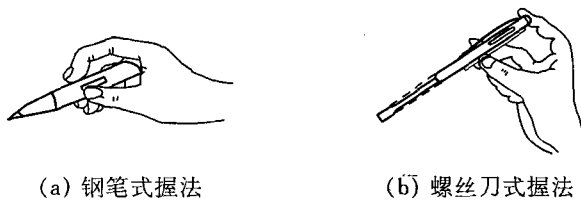


图 1-6 低压验电器的使用

## 1.6 电烙铁

电烙铁是手工焊接的基本工具,是根据电流通过发热元件产生热量的原理而制成的。常用的电烙铁有外热式、内热式、恒温式、吸锡式等几种。另外还有半自动送料电烙铁,超声波烙铁,充电烙铁等。下面仅介绍内热式电烙铁的构造及特点。

内热式电烙铁的外形如图 1-7 所示。由于烙铁芯装在烙铁头里面,故称为内热式电烙铁。内热式电烙铁的烙铁芯是采用极细的镍铬电阻丝绕在瓷管上制成的,外面再套上耐热绝缘瓷管。烙铁头的一端是空心的,它套在芯子外面,用弹簧夹紧固。由于烙铁芯装在烙铁头内部,热量完全传到烙铁头上,升温快,热效率高达 90%,烙铁头部温度可达 350℃左右。内热式电烙铁具有体积小、重量轻、升温快和热效率高等优点,因而在电子装配工艺中得到广泛应用。

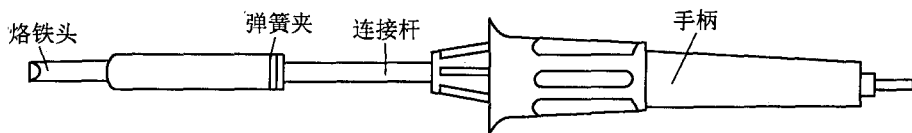


图 1-7 内热式电烙铁

焊接一般产品中的较精密元器件及受热易损元器件宜选用 20 W 内热式电烙铁。对一些焊接面积大的结构件、金属底板接地点的焊接,则应选用功率更大一些的电烙铁。

电烙铁的握法可根据工作场所、操作部件及工件形状因人而异,灵活掌握。如图 1-8 所示的是几种常见电烙铁的握法。可以采用握笔法拿电烙铁,小指垫在印制电路板上支撑电烙铁,以便自由调整接触角度、接触面积和接触压力,使焊接面均匀受热。焊接时使烙铁头朝下,拿稳拿准,烙铁头不能对印制电路板施加太大的压力,以防止焊盘受压翘起。

电烙铁使用注意事项:

(1) 电烙铁电源线最好选用纤维编织花线或橡皮软线,这两种线不易被烫坏。

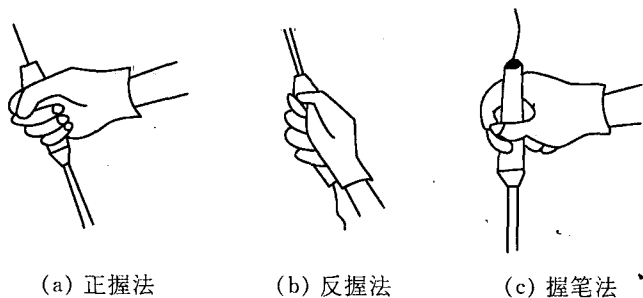


图 1-8 电烙铁的握法

(2) 使用前,先用万用表测量一下电烙铁插头两端是否短路或开路,正常时 20 W 内热式电烙铁阻值约为  $2.4\text{ k}\Omega$  左右(烙铁芯的电阻值)。再测量插头与外壳是否漏电或短路,正常时阻值应为无穷大。

(3) 烙铁头一般用紫铜制成,新烙铁使用前应先上锡。目前有一种称之为“长寿命”的烙铁头,是在紫铜表面镀以纯铁或镍,保护烙铁头不易氧化,使用寿命比普通烙铁头高 10~20 倍。这种烙铁头不宜用锉刀加工,使用过程中也不要再在硬物上摩擦以免破坏表面镀层,缩短使用寿命。如果烙铁头上有残渣,可在蘸湿的海绵上擦掉。

(4) 在使用间歇中,电烙铁应搁在金属的烙铁架上,这样既保证安全,又可适当散热,避免烙铁头“烧死”。

(5) 在使用过程中,电烙铁应避免敲打碰跌,因为在高温时的振动,最易使烙铁芯损坏。

## 1.7 数字万用表

万用表是一种具有多用途和多种量程的直读式仪表,主要用来测量直流电流、交直流电压和电阻等,较高级的万用表还可以测量电感、电容及晶体管直流放大系数、温度、信号频率等。万用表使用简单,携带方便,特别适用于检查线路和修理电气设备。常用万用表有指针式和数字式两种。本章只简单介绍数字万用表。

数字万用表(digital voltmeter,简称 DVM)采用数字化测量技术,把连续的模拟量(直流输入电压)转换成不连续、离散的数字形式并显示出结果的仪表。

数字万用表的整机一般采用大规模集成电路和液晶显示屏,能显示出数值、单位、极性等信息。具有测量功能多、速度快、精度和分辨率高、整机功耗低、过载能力强、保护电路较完善、体积小、使用携带方便等特点。它除可以测量直流电压和电流、交流电压和电流、电阻、电容、电感、频率,电导等参数,还设有测温挡、二极管挡、蜂鸣器挡;晶体管的参数测量挡。

数字万用表面板由以下几部分组成:

(1) 显示屏 显示屏能显示出被测量的数值及单位,如果被测量量具有极性,则同时显示出其极性。当表内电池电压不足时,显示器会显示出符号“BAT”或“ $\frac{\square}{+}$ ”,如果只显示“1”。说明被测量已超过量程。

(2) 输入插孔 面板上有 4 个插孔,红表笔根据被测量的性质和大小插入相应插孔。进行电压、电阻等测试时插入“ $\Omega \cdot V$ ”插孔;测量小于 200 mA 电流时插入“mA”插孔;测量大电流(200 mA~20 A)时插入“20 A”插孔,黑表笔始终插入公共端“COM”插孔。

注意:测量电流时,注意选择合适的插孔及量程,因电流挡无保护电路,请注意勿超过规定电流。

(3) 电源开关 数字万用表具有自动关机功能,当停止使用一段时间(例如 15 min)之后,能自动切断电源,使仪表进入微功耗的备用模式,亦称“休眠”模式。重新启动时只需再按动电源按钮开关即可恢复正常测量。

万用表在自动关机后,虽然处于微功耗状态,但仍会耗电。因此,万用表使用完毕后,应使其开关处于“OFF”位置。

(4) 功能(量程)转换开关 用于选择不同的测试功能。测量前应先将量程开关置于正确的挡位(包括测量的种类和量程)上,严禁在测量时任意改变量程开关挡位。在测量前如果不知被测量值范围,应将量程开关置于最高量程挡再适当逐渐调低。

(5) 测试插孔 一般数字万用表有 3 个测试插孔:电容测试孔、晶体管 PNP 型及 NPN 型的  $h_{FE}$  测试孔。

# 第二章 常用控制电器

## 2.1 概 述

随着科技进步与经济的发展,电能的应用越来越广泛,电器对电能的生产、输送、分配与应用起着控制、调节、检测和保护的作用。在电力输配电系统和电力拖动自动控制系统中应用极为广泛。

电器是接通和断开电路或调节、控制和保护电路及电气设备用的电工器具。控制电器的种类很多,按其动作方式可分为手动和自动两类。手动电器的动作是由工作人员手动操纵的,如刀开关、组合开关、按钮等。自动电器的动作是根据指令、信号或某个物理量的变化自动进行的,如中间继电器、交流接触器等。

异步电动机的结构简单,制造容易,具有良好的使用性能。异步电动机运行时,定子绕组接入三相交流电源,转子绕组短路。这样,转子绕组中产生的电压、电流都是由于电磁感应关系产生的。转子产生电磁转矩,实现电能与机械能之间的转换。

## 2.2 开 关

### 2.2.1 胶壳刀开关

胶壳刀开关,一般用于不频繁操作的低压电路中,用做接通和切断电源,或用来将电路与电源隔离,有时也用来控制小容量电动机的直接起动与停机。

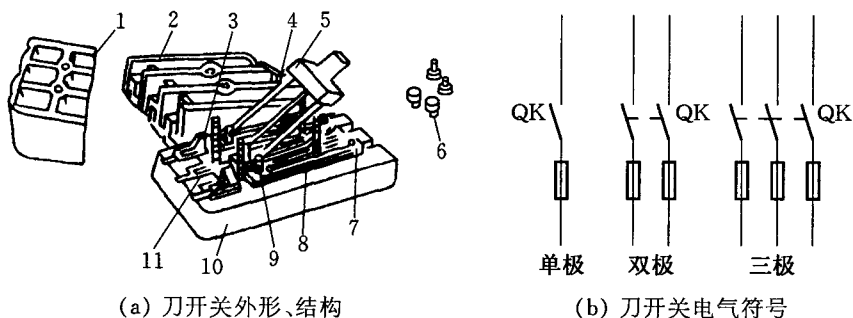


图 2-1 胶壳刀开

- 1—上胶盖;2—下胶盖;3—插座;4—触刀;5—瓷柄;6—胶盖紧固螺母;  
7—出线座;8—熔丝;9—触刀座;10—瓷盖板;11—进线座

胶壳刀开关由闸刀(动触点)、静插座(静触点)、手柄和绝缘底板等组成。

胶壳刀开关安装时,手柄向上,不得倒装或平装。倒装时,手柄有可能因自动下滑而引起误合闸,造成人身事故。接线时,应将电源接在上端,负载接在熔丝下端。这样,拉闸后刀开关与电源隔离,便于更换熔丝。

图 2-1a 所示为刀开关的外形、结构图,图 2-1b 所示为刀开关的电气符号。

## 2.2.2 低压断路器

### 1. 低压断路器概述

低压断路器(以下简称断路器)又称自动空气开关,是低压配电网中的主要电器开关之一。它是最完善的一种低压开关。它既能在正常工作时带负荷通断电路,又能在电路发生短路、过负荷以及电源欠(低)电压或失压时自动跳闸,切断电源,起到保护作用,还可远距离对其进行操作,应用十分广泛。

低压断路器由以下三个基本部分组成。

(1) 触头和灭弧系统,这一部分是执行电路通断的主要部件。

(2) 具有不同保护功能的各种脱扣器,不同功能的脱扣器可以组合成不同性能的低压断路器。

(3) 自由脱扣操作机构,这一部分是联系以上两部分的中间传递部件。

如图 2-2a 所示为断路器工作原理示意图,图 2-2b 所示为断路器的电气符号。

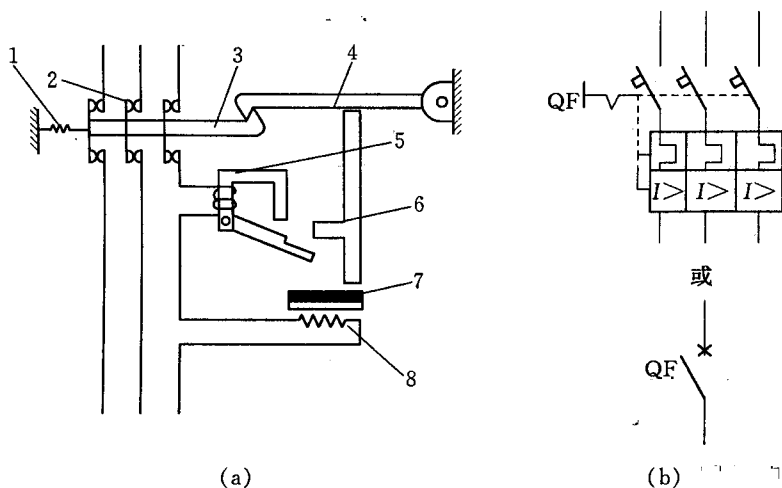


图 2-2 低压断路器

1—复位弹簧;2—主触头;3—锁链;4—搭钩;5—过电流电磁脱扣器的线圈;

6—滑杆;7—双金属片;8—电阻丝

断路器工作原理:断路器合闸,搭钩 4 钩住锁链 3,使主触头 2 闭合,正常工作时,所有脱扣器机构均无动作。当发生短路故障时。过电流电磁脱扣器的线圈 5 流过非常大的电流,产生的吸力猛增,吸引滑杆 6,顶开搭钩 4,分断主触头,断路器跳闸,切断电路;当电路中

出现过负荷且维持一定时间后,电阻丝 8 加热使双金属片 7 变形弯曲,同样可顶开搭钩,使热脱扣器动作,断路器跳闸,切断电路起到过载保护的作用;另外,对带有失压脱扣器和分励脱扣器的断路器,当电源电压下降或消失,分励线圈得电时,断路器也跳闸。在失压脱扣器和分励脱扣器回路中接入相应的按钮,便可实现断路器远动跳闸控制。

## 2. 模数化小型断路器

模数化小型断路器是终端电器中的一大类,是组成终端组合电路的电器主要部件之一,终端电器是指装于线路末端的电器,该处的电器对有关电路和用电设备进行配电、控制与保护。断路器由操作机构、热脱扣器、电磁脱扣器、触头系统、灭弧室等组成,如图 2-3a 所示。外形如图 2-3b 所示。

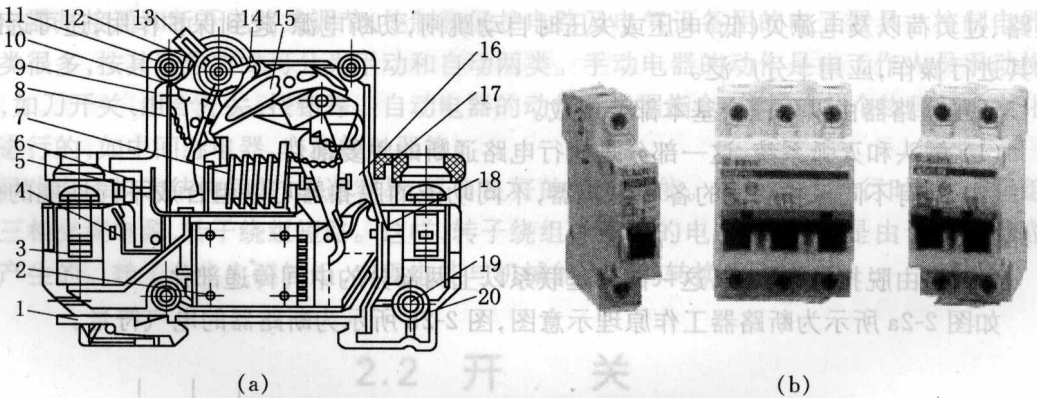


图 2-3 模数化小型断路器结构、外形图

- 1—安装卡子;2—灭弧罩;3—接线端子;4—连接排;5—热脱扣调节螺栓;6—嵌入螺母;  
7—电磁脱扣器;8—热脱扣器;9—锁扣;10、11—复位弹簧;12—手柄轴;13—手柄;  
14—U 形连杆;15—脱钩;16—盖;17—防护罩;18—触头;19—铆钉;20—底座

模数化小型断路器常用型号为 C45 系列断路器,它主要用于照明配电系统和电机配电系统中对系统过载,短路起保护作用。其结构合理,重量轻,性能优良,具有高分断能力,动作迅速,安装使用方便等优点。它的壳体及部件采用高阻燃和高绝缘的塑料支撑,寿命长,主要用于交流 50/60 Hz,一极 240 V 或 2、3、4 极 415 V 电路中对过载、短路起保护作用,在正常场合下也可作为电器和照明线路不频繁通断之用。

## 3. 漏电断路器

漏电断路器的核心部件是剩余电流动作(漏电)保护装置,其次是低压断路器功能部件,是一种典型的组合功能电器。

漏电断路器在正常情况下的功能、作用与低压断路器相同,作为不频繁操作的开关电器。当电路泄漏电流超过规定值或有人触电时,它能在安全时间内自动切断电源,起到保护电器的作用,保障人身安全和防止设备因发生泄漏电流造成火灾等事故。

漏电断路器的外形如图 2-4 所示。



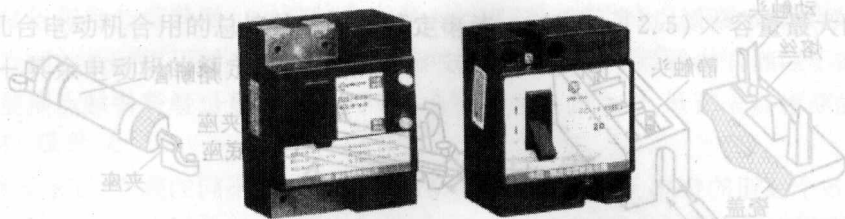


图 2-4 漏电断路器外形

## 2.3 熔断器

熔断器是一种简单而有效的保护电器。熔断器主要做短路或过载保护用,串联在被保护的线路中。线路正常工作时如同一根导线,起通路作用;当线路短路或过载时熔断器熔断,起到保护线路上其他电气设备的作用。

### 2.3.1 熔断器的结构与类型

熔体是熔断器最主要的零件,规格有大有小。小电流熔体一般采用低熔点的铅锡合金(所占的质量分数分别为铅 95%,锡 5%)做成圆截面熔丝(俗称保险丝),大电流熔体则使用铜、银等金属制成薄片(便于灭弧)。用不同的方法把不同规格的熔体装在外壳里,便组成了多种熔断器。几种常见的熔断器及其电气符号如图 2-5 所示,文字符号为 Fu。

常用熔断器有以下几种:

(1) 插入式熔断器 常见的插入式熔断器有 RC1 型。熔断器由瓷底座和瓷插件两部分组成,配以铜质静插头和动插头,熔体用铅丝、铜丝或铜、银金属薄片等。

该熔断器适合 AC 380 V/220 V 电路做短路保护之用。

(2) 螺旋式熔断器 常见的螺旋式熔断器为 RL1 型。该熔断器由瓷座、瓷帽和瓷芯(熔断体)3 部分组成。底座有两接线端,一端接座心,一端接螺纹金属筒。瓷芯中间粗两端细,中间为瓷材,两端为金属,且一端带熔断指示。瓷芯放入瓷帽旋进底座便构成通路。当熔丝熔断时会给出指示,旋出瓷帽便可更换瓷芯。