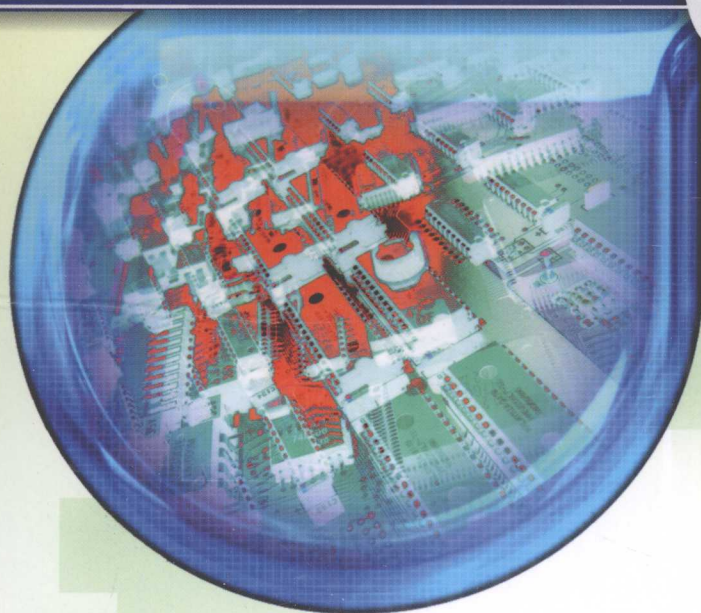


DANQI KONGZHI JISHU JIENG XUNLIAN

电气控制技术

技能训练



姚 丽 / 编著

合肥工业大学出版社

电气控制技术 技能训练

薛 杰 主审

姚 丽 编著

合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气控制技术技能训练/姚丽编著. —合肥:合肥工业大学出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-5650-0064-5

I. 电… II. 姚… III. 电气控制—技术培训—教材 IV. TM921.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 153545 号

电气控制技术技能训练

编著 姚 丽

责任编辑 朱移山

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2009 年 8 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2009 年 8 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1000 毫米 1/16
电 话	总编室:0551-2903038 发行部:0551-2903198	印 张	13
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	226 千字
E-mail	press@hfutpress.com.cn	印 刷	合肥学苑印务有限公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-0064-5

定价: 26.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换。

前 言

深化中等职业教育课程改革,全面实施素质教育,是当今职业教育的基本方向。本书坚持“以就业为导向、以能力为本位、以学生为主体”,立足企业需求,结合中职教学实际,以提高教学质量为目标,全面培养学生的综合素质和专业能力,促进其就业创业。

本书编写原则:以教育部文件和劳动部中级维修电工技术等级考核标准为编写依据。以简化理论、加强实践、面向应用、通俗易懂为原则,增加实训的比重,提倡模块教学。

本书编写模式:以项目教学为主线,以模块教学为特点,模块组合,分层选修。

本书编写格式:融理论知识、实践技能、应用环境为一体,把每一个教学项目的内容构建成相对独立的模块,每一个模块教学内容的筛选和组织,又是以工作任务或工作过程为依据,围绕某一工作过程必需的专业理论与专业技能的综合,强化专业能力、方法能力和社会能力训练,排列顺序也以工作过程实际为依据。

本书四个项目包括维修电工基本操作技能、常用的低压电器、电动机的基本电气控制线路、机床控制线路。本书可以作为中等职业技术学校机电专业、电子专业、数控专业的学生使用。其特色是:在教育目标上突出能力本位的职业教育思想,以“必需、够用”为度;在教学内容上强调通俗易懂,重视实际操作,使学习者学得进、用得上;在编写上采用模块结构,体现选择性和针对性,图文并茂。

本书由姚丽编著,安徽电气工程学院高级讲师薛杰主审。在编写过程中,得到安徽电气工程学院张锋、仲新莉等的大力支持和帮助,他们对本书提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

由于水平有限和编写时间仓促,不足和错误之处在所难免,诚恳欢迎大家提出批评、建议。

编 者

2009年8月

目 录

项目一 维修电工基本操作技能	(1)
模块一 安全用电常识	(1)
模块二 电工工具识别与使用	(5)
模块三 万用表的使用	(9)
模块四 三相异步电动机简介	(13)
模块五 配线安装操作技能	(19)
习题一	(24)
项目二 常用的低压电器	(25)
模块一 低压配电电器	(26)
模块二 低压控制电器	(39)
习题二	(56)
项目三 电动机的基本电气控制线路	(58)
模块一 电气控制线路图的识读	(58)
模块二 三相异步电动机的正转控制线路	(62)
任务一 手动正转控制线路	(63)
任务二 点动正转控制线路	(65)
任务三 连续正转控制线路	(69)
模块三 三相异步电动机的正反转控制线路	(78)
任务一 接触器联锁的正反转控制线路	(78)
任务二 双重联锁的正反转控制线路	(85)



模块四 位置控制与自动往返控制线路	(91)
模块五 三相异步电动机的顺序控制与多地控制	(98)
任务一 顺序控制线路	(98)
任务二 多地控制线路	(101)
模块六 三相异步电动机的降压起动控制线路	(103)
任务一 Y- Δ 降压起动控制线路	(103)
任务二 定子绕组串接电阻降压起动控制线路	(108)
任务三 自耦变压器(补偿器)降压起动控制线路	(111)
任务四 延边 Δ 降压起动控制线路	(115)
模块七 三相异步电动机的制动控制线路	(116)
任务一 反接制动控制线路	(116)
任务二 能耗制动控制线路	(124)
模块八 多速异步电动机的控制线路	(127)
习题三	(133)
 项目四 典型机床控制线路	 (136)
模块一 车床电气控制线路	(136)
模块二 磨床电气控制线路	(143)
模块三 摇臂钻床电气控制线路	(152)
模块四 万能铣床电气控制线路	(161)
模块五 卧式镗床电气控制线路	(179)
模块六 起重机电气控制线路	(188)
习题四	(200)
 参考文献	 (202)



项目一 维修电工基本操作技能

模块一 安全用电常识

【基础知识】

一、常见触电形式

1. 触电的种类

人体触电有电击和电伤两类。

(1) 电击是电流通过人体时所造成的内伤。它可以使肌肉抽搐, 内部组织损伤, 造成发热发麻, 神经麻痹等。严重时将引起昏迷、窒息, 甚至心脏停止跳动而死亡。通常说的触电就是电击, 触电死亡大部分由电击造成。

(2) 电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用下造成的人体外伤。常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

2. 触电方式

(1) 单相触电指人体的一部分在接触一根带电相线时, 另一部分又与大地(或零线)接触, 电流从相线流经人体到地(或零线)形成回路的触电, 如图 1.1(a)所示。

(2) 两相触电是指人体的不同部位同时接触两根带电相线时的触电。如图 1.1(b)所示。

(3) 跨步电压触电。雷电流入地或电力线(特别是高压线)断落到地时, 会在导线接地点及周围形成强电场。当人跨进这个区域, 两脚之间出现的电位差称为跨步电压。在这种电压作用下, 电流从接触高电位的脚流进, 从接触低电位的脚流出, 从而形成触电, 如图 1.1(c)所示。跨步电压的大小取决于人体站立点与接地点的距离, 距离越小, 其跨步电压越大。当距离超过 20m, 可认为跨步电压为零, 不会发生触电危险。

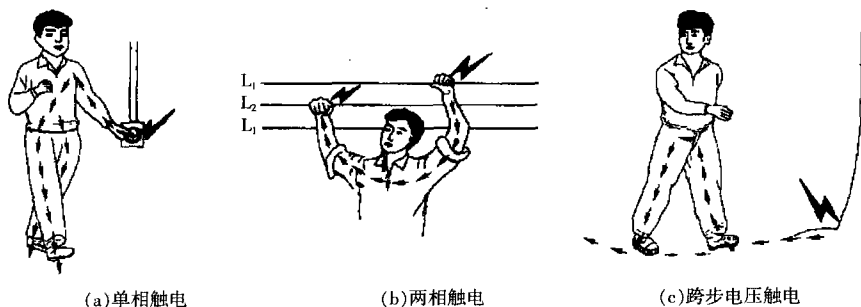


图 1.1 三种触电的形式

二、电工实训安全操作规程

1. 每一批学生进入实训教室之前,都要进行安全教育和安全操作规程的学习,合格者方可进入教室。在实训过程中要时刻注意学生的行为,杜绝违反安全操作的行为,对违反安全操作的学生进行批评教育,直到改正为止。

2. 合闸通电:学生每次接完线,要合闸通电之前,老师要进行认真检查,确保接线无误后方可进行合闸通电,实行监护工作制度,一人(学生)操作,一人(指导教师)监护。

3. 送电、停电操作:送电时,先合低压断路器,后合隔离开关,停电时先断开隔离开关,后断开断路器,学生操作时,老师在后面监护,直到通电完成为止。

4. 学生合闸通电之前,自己检查一遍,工具摆放整齐,万用表打到交流电压的最高档,工作台收拾干净,把多余的导线和元器件放到抽屉里面。

5. 电源管理:电源有专人负责,课间操、下课、放学时间要拉闸,禁止向工作台送电。

6. 工具箱内的工具要按“使用方便”的原则摆放,做到开箱有数,内外清洁。

7. 严格按工艺规定操作,不违章作业。



图 1.2 触电者脱离电源

三、触电急救

触电后,往往会失去知觉或形成假死,能否救治的关键,在于使触电者迅速脱离电源和及时采取正确的救护方法。

1. 触电急救方法

第一步:使触电者迅速脱离电源。如图 1.2 所示。如急救者离开关或插座较近,应立即拉下开关或拔去插头,以切断电源;如距离开关、插座较远,可用干燥的木棒、竹竿等绝缘物将电源移掉,或用带有绝缘手柄的钢丝钳等切断电源,切不可直接去拉触电者。如果触电者脱离电源后有摔跌的可能,应同时做好防止摔伤的安全措施。

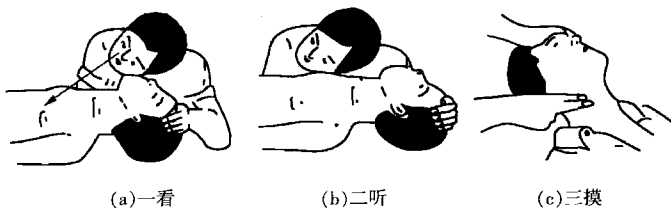


图 1.3 对触电者的检查

第二步:触电者一脱离电源,应马上移至通风干燥的地方,使其仰卧,将上衣和裤带放松,实施现场检查,判断触电者受伤害程度,如图 1.3 所示。

第三步:采取相应的救护措施。如触电者脱离电源后未失去知觉,应让其静卧休息,要注意观察其病情变化。如果触电者脱离电源后失去知觉,但心跳和呼吸还存在,应使触电者舒适安静的平卧,解开衣服以利呼吸,同时应迅速请医生诊治。如果触电者呼吸停止,则进行“口对口人工呼吸法”抢救,心跳停止则进行“胸外挤压法”抢救,如均已停止,则两种措施同时进行。

2. 触电急救技术

(1)口对口人工呼吸法。操作方法如图 1.4 所示,具体步骤如下:

- ① 将触电者仰卧,解开衣领和裤带。
- ② 然后将触电者头偏向一侧,张开其嘴,用手指清除口腔中的假牙、血块等异物,使呼吸道畅通。

③ 抢救者在触电者一边,一手捏紧触电者的鼻子,另一只手托在触电者的颈后,将颈部上抬,然后深吸一口气,用嘴紧贴触电者嘴,大口吹气,接着放松捏鼻子的手,让气体从触电者肺部排出,如此反复进行,以每 5 秒吹气一次,坚持连续进行,不可间断,直到触电者苏醒为止。



图 1.4 口对口人工呼吸法图

(2)人工胸外心脏挤压法。操作方法如图 1.5 所示,具体步骤如下:

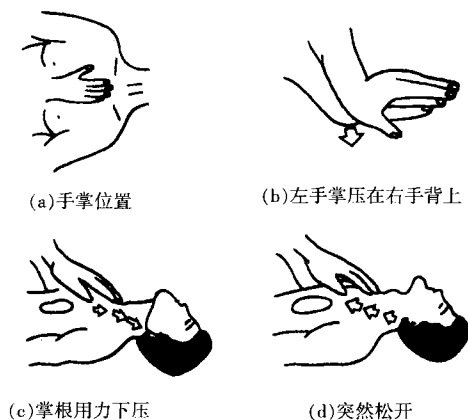


图 1.5 人工胸外挤压法

① 使触电者仰卧在硬板或地上,颈部枕垫软物使头部稍后仰,松开衣服和裤带,抢救者跪跨在触电者腰部。

② 抢救者将右手掌根部按于触电者胸骨下二分之一处,中指指尖对准其颈部凹陷的下缘,当胸一手掌,左手掌复压在右手背上。

③ 向触电者胸下挤压 3~4 厘米后,突然放松,挤压与放松的动作要有节奏,每秒钟进行一次,必须坚持连续进行,不可中断,直到触电者苏醒为止。



四、电气消防知识

电气火灾是由输配电线路漏电、短路或负载过热而引起的火警。而用电设备发生火灾有两个特点：一是着火后用电设备可能带电，如不注意可能引起触电事故；二是有的用电设备本身有大量油，可能发生喷油或爆炸，会造成更大的事故。

电气火灾的起因与一般火灾不同，紧急处理的方法也不一样，具体处理方法如下：

(1) 尽快切断电源。当用电设备或电气线路发生火灾时，应尽快切断电源，以防火势蔓延和灭火时触电，并及时报警。

(2) 带电灭火时，应选用干黄沙、二氧化碳、1211(二氟一氯一溴甲烷)、二氟二溴甲烷或干粉灭火器。严禁用泡沫灭火器对带电设备进行灭火，否则既有触电危险，又会损坏电气设备。

(3) 灭火时，要保证灭火器与人体间距及灭火器与带电体之间的最小距离(10kV 电源不得小于 0.7m, 35kV 电源不得小于 1m)，避免电线与电气设备接触，特别要留心地上的电线，以防触电。

当电气设备或线路发生电火灾时，要立即设法切断电源，而后再进行电火灾的扑救。在扑救时，应使用二氧化碳灭火器、四氯化碳灭火器、干粉灭火器、1211 灭火器。绝不允许用水和泡沫灭火器。

【操作技能训练】

一、问题思考

1. 谈一谈对安全用电的认识，并将认识写下来。
2. 进行安全用电防范工作的检查，并将检查后的意见记下。
3. 在现场，如何将触电者迅速摆脱电源？可用哪些操作器材？

二、模拟操作

1. 进行“口对口人工呼吸抢救”或“心脏胸外挤压抢救”的模拟操作训练。
2. 练习灭火器的使用。紧急时刻，想到拨打 120、119、110 电话。

模块二 电工工具识别与使用

【基础知识】

在安装、维修各种配电线路、电气设备及电气装置时，必须正确使用各类电工工具。



一、验电笔的识别与使用

验电笔,又称试电笔、电笔。常用有钢笔式和旋具式两种。钢笔式验电笔由氖管、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成,如图 1.6 所示。使用验电笔时,用右手握住验电笔笔身,食指触及笔尾金属体(尾部),使氖管小窗背光朝向自己的眼睛。

用验电笔按下列用途进行测试:

(1)区别相线与零线:在交流电路中,当验电笔触及导线时,氖管发亮即是相线,正常情况下,零线是不会使氖管发光的。

(2)区别电压高低:测试时可根据氖管发光的强弱来估计电压的高低。

(3)区别直流与交流:交流电通过验电笔时,氖管里的两个电极同时发亮;直流电通过验电笔时,氖管里的两个电极只有一个发亮。

(4)区别直流电的正负极:把验电笔连接在直流电的正负极之间,氖管发亮的一端即是直流电的正极。

(5)识别相线碰壳:用验电笔触及电机、变压器等电气设备外壳,若氖管发亮,则说明该设备有碰壳现象。如果壳体上有良好的接地装置,则氖管不会发亮。

(6)识别相线接地:用验电笔触及三相三线制星形接法的交流电路中,有两根比通常稍亮,而另一根的亮度暗些,说明亮度暗些的相线有接地现象,但还不太严重。如果两根亮,而另一根不亮,则这一相有接地现象。在三相四线制电路中,当单相接地后,中性线用验电笔测量时,也会发亮。

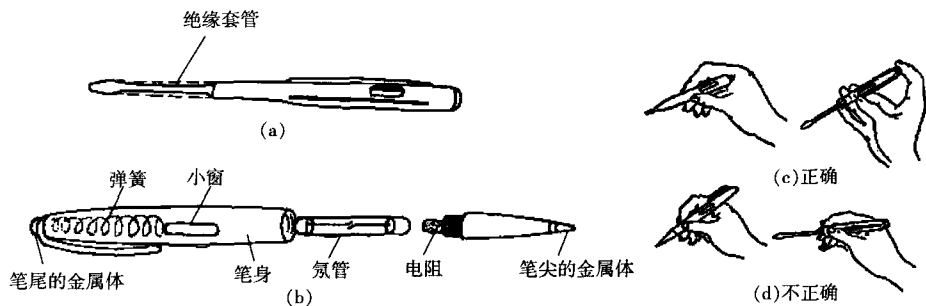


图 1.6 验电笔结构及使用方法

二、钢丝钳的识别与使用

钢丝钳有铁柄和绝缘柄两种。绝缘柄为电工用钢丝钳,由钳头和钳柄两部分组成,钳头有钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成。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;侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属。其构造及用途如图 1.7 所示。

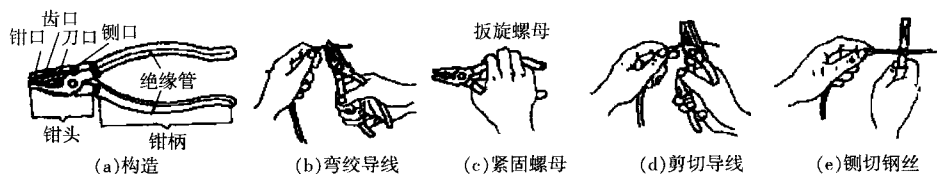


图 1.7 电工钢丝钳各部分的用途

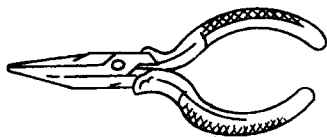


图 1.8 尖嘴钳

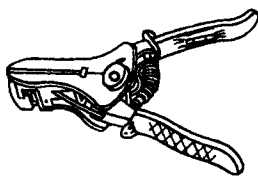
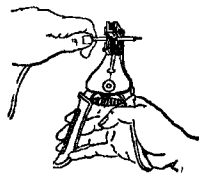


图 1.9 剥线钳



三、尖嘴钳的识别与使用

尖嘴钳头部尖细,适用于在狭小的空间操作,其外形如图 1.8 所示,主要用途为:带有刃口的尖嘴钳能剪断细小金属丝;尖嘴钳能夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件;用尖嘴钳能将单股导线弯成一定圆弧的接线鼻子。

四、剥线钳的识别与使用

剥线钳是用于剥削小直径导线端部绝缘层的专用工具,其外形如图 1.9 所示。使用时,将要剥削的绝缘长度用标尺定好后,即可把导线端部放入大于其线芯直径的切口上,用手将钳柄一握,导线的绝缘层即被割破自动弹出。

五、电工刀的识别与使用

电工刀适用于电工装修工作中用来剖削或切割电线电缆及软性金属等电工器材,其外形如图 1.10 所示。使用时,刀口应朝外进行操作,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。用毕后应立即将刀身折进刀柄,电工刀是无绝缘保护的,不能在带电的导线或器材上剖削,以免触电。



图 1.10 电工刀

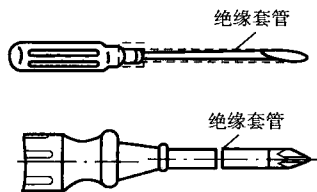


图 1.11 螺丝刀



六、螺丝刀的识别与使用

俗称起子,是一种紧固或拆卸螺钉的工具。按头部的形状分一字形和十字形两种,柄部用木材或塑料制成,如图 1.11 所示。使用螺丝刀时要注意:电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具,否则使用时容易造成触电事故;使用螺钉旋具紧固或拆卸带电的螺钉时,手不得触及螺丝刀的金属杆,以免发生触电事故;为了避免螺丝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。

七、活扳手的识别与使用

活扳手由头部和柄部组成,如图 1.12 所示。头部由呆、活板唇,蜗轮和轴销等构成。旋动蜗轮以调节扳口大小。常用的规格有 150mm、200mm、250mm、300mm 等。按螺母大小选用适当规格,活扳手的使用:扳拧较大螺母时,需用大力矩,手应握在尾处图 1.12(b)所示;扳拧较小螺母时,需用力矩不大,但螺母过小容易打滑,应照图 1.12(c)所示方法握把,可随时调节蜗轮,收紧扳唇防止打滑。活扳手不可反用,即活扳唇不可作为重力点使用,也不可用钢管接长柄部来施加较大的扳拧力矩。

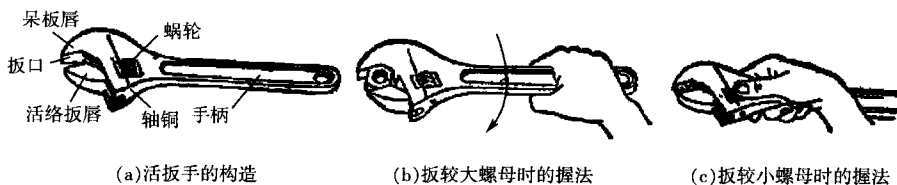


图 1.12 活扳手

八、冲击钻的识别与使用

冲击钻是一种电动工具,如图 1.13 所示。它具有两种功能:一种可作为普通电钻使用。用时应把调节开关调到标记为“钻”的位置;另一种可用来冲打砌墙和混凝土等处,供塑料膨胀管等使用。

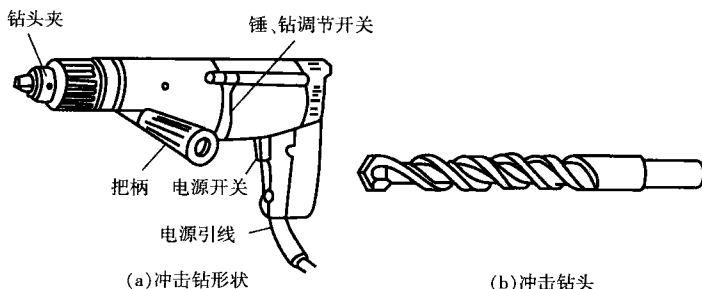


图 1.13 冲击钻



【操作技能训练】

一、电工工具识别

准备 5 件以上电工工具,编上编号,做好标记,把认识的结果记入下表 1.1 中。

表 1.1 认识电工工具记录表

编号	1	2	3	4	5	6
工具名称						

二、验电及工具的使用

1. 用验电笔判别单相电源的相线和零线,开关、插座是否带电。
2. 用钢丝钳钢丝钳弯绞导线、剖削导线绝缘层、剪切导线、铡切钢丝。
3. 用尖嘴钳将直径为 2mm 的单股导线弯成直径 5mm 左右的圆弧接线鼻子。
4. 用剥线钳剖削导线绝缘层。
5. 用电工刀剖削单芯硬线。

模块三 万用表的使用

【基础知识】

万用表是一种测量电压、电流和电阻等参数的仪表,其外形见图 1.14。

一、万用表的外形结构

万用表主要由表壳、表头、机械调零旋钮、欧姆调零旋钮、选择开关(量程选择开关)、表笔插孔和表笔等组成。

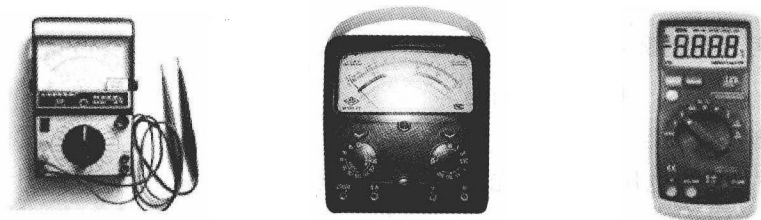


图 1.14 万用表的外形



二、万用表的基本使用方法

万用表的种类和结构是多种多样的,使用时,只有掌握正确的方法,才能确保测试结果的准确性,才能保证人身与设备的安全。

1. 插孔和转换开关的使用

首先要根据测试目的选择插孔或转换开关的位置,由于使用时测量电压,电流和电阻等交替的进行,一定不要忘记换挡。切不可用测量电流或测量电阻的挡位去测量电压。如果用直流电流或电阻挡去测量 220V 的交流电压,万用表则会立即烧坏。

2. 测试表笔的使用

万用表有红、黑表笔,一般红表笔为“+”,黑笔为“-”。表笔插放万用表插孔时,一定要严格按颜色和正负插入。测直流电压或直流电流时,一定要注意正负极性。测电流时,表笔与电路串联,测电压时,表笔与电路并联,不能搞错。

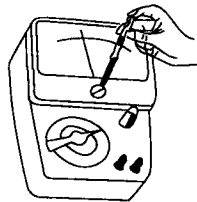


图 1.15 万用表的
“机械调零”

3. 如何正确读数

万用表使用前应检查指针是否在零位上,如不指零位,可调整表盖上的机械调节器,调至零位。万用表“机械调零”方法如图 1.15 所示。

万用表有多条标尺,一定要认清对应的读数标尺,不能图省事,而把交流和直流标尺任意混用,更不能看错。

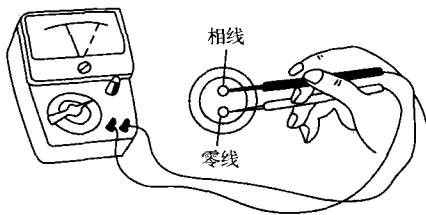


图 1.16 万用表测量交流电压

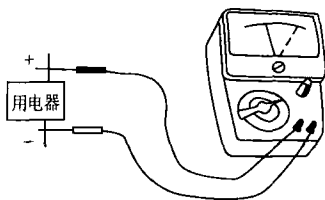


图 1.17 万用表测量直流电压

三、万用表的测量方法

常采用一看,二扳,三试,四测。

1. 测量交流电压

在测量交流电压时,应首先将万用表的量程选择开关转到交流电压上。如果知道被测交流电压在 220V 左右,可将量程选择开关转到交流 250V 的挡位

上;如果被测交流电压在 380V 左右,可将量程选择开关转到交流 500V 的挡位上;如果对被测交流电压心中无数,则应将量程选择开关转到交流电压的最大挡位上,再逐级减小量程挡位,直到能测出正确数值为止。测量时,将红、黑表笔分别接触被测量电压的两端,读出数值,如图 1.16 所示。

2. 测量直流电压

在测量直流电压时,应首先将万用表的量程选择开关转到直流电压上,红表笔与电源(用电器)的正极接触、黑表笔与电源(用电器)的负极接触,其他方法与测量交流电压相同。用万用表测量用电器两端的直流电压示意图,如图 1.17 所示。

3. 测量交流、直流电流

测量方法与测量交流或直流电压相同,但测量电流要将万用表串联在被测量电路中,如图 1.18 所示。

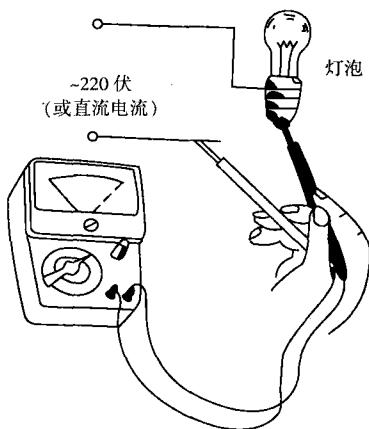


图 1.18 万用表测量交流(直流)电流

4. 测量电阻

万用表测量电阻时,首先应根据被测电阻的大小,把选择开关拨到适当的欧姆挡位上(如 $R \times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1K$)。选择的原则:要使指针尽可能做到在刻度线中心位置的附近(约为量程的 20%~80%),因为这时的误差最小。然后将红、黑表笔短接,如万用表指针不能满偏(指针不能偏转到零欧位置),可进行“欧姆调零”,如图 1.19 所示。

将被测电阻同其他元器件或电源脱离,单手持表棒并跨接在电阻两端,如图 1.19(c)所示。读数时,应先根据指针所在位置的刻度值,乘以倍率,即为电阻的实际阻值。例如,指针指示的刻度值是 40,若选择的倍率为 $R \times 10$,则测得的电