

职业技能培训教材

ZHIYE JINENG PEIXUN JIAOCAI

电工实训指导

(安全操作与初级技能)

职业技能培训教材

电工实训指导

(安全操作与初级技能)

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工实训指导：安全操作与初级技能/深圳市技工学校编写. —北京：中国劳动社会保障出版社，2008

职业技能培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 6905 - 9

I. 电… II. 深… III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 033258 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出 版 人：张梦欣

*

北京鑫正大印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.25 印张 169 千字

2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

定价：17.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64927085

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64954652

前 言

《中华人民共和国劳动法》规定：“从事技术工种的劳动者，上岗前必须经过培训。”国家对相应的职业制定国家职业标准，实行职业技能培训。

职业技能培训是提高劳动者知识与技能水平、增强劳动者就业能力的有效措施。在社会主义市场经济条件下，劳动者竞争上岗、以贡献定报酬，这种新型的劳动、分配制度，正成为千千万万劳动者努力提高职业技能的动力。

实施职业技能培训，教材建设是重要的一环。为适应职业技能培训的迫切需要，推动职业培训教学改革，提高培训质量，中国劳动社会保障出版社会同劳动和社会保障部有关司局，组织有关专家、技术人员和职业培训教学人员编写了《职业技能培训教材》系列丛书。

《职业技能培训教材》以相应工种、专业的《职业技能标准》为依据，贯彻“求知重能”的原则，在保证知识连贯性的基础上，着眼于技能操作，力求内容浓缩、精练，突出教材的针对性、典型性、实用性。

《职业技能培训教材》供各级培训机构的学员参加培训、考核使用，亦可作为就业培训、再就业培训、企业培训、劳动预备制培训用书，对于各类职业技术学校师生、相关行业技术人员也有较高的参考价值。

百年大计，质量第一。编写《职业技能培训教材》是一项艰巨的探索性工作，不足之处在所难免，恳切欢迎各使用单位和读者提出宝贵意见和建议。

劳动和社会保障部教材办公室

内 容 简 介

本书是职业技能培训教材，可供各地开展电工培训时使用。

本书避免过多的理论知识，突出对实践操作能力的培养，重点讲述操作步骤、方法、技巧和操作注意事项，力求实训项目能满足企业生产的实际需要，使所有实训项目都具有很强的可操作性，便于进行考核和培训。

本书分电工安全操作和初级电工操作技能两篇，主要内容包括：触电急救及灭火常识、常用电工仪表的原理及使用方法、计量仪表的联合接线、电气控制线路连接、安装电工预备知识及电子线路插接、调试预备知识等。这些内容基本反映了近年来技工学校和电工类培训的实践教学和考核的方向。

本书可供技工学校教学使用，也可作为初级电工岗位培训的学习资料，亦可供电工爱好者自学使用。

本书由深圳市技工学校方保平、江健、朱志滨编写。其中，第一篇、第二篇第四部分由方保平编写，第二篇第三部分由江健编写，第二篇第五部分由朱志滨编写，全书由方保平统稿和审定。

目 录

第一篇 电工安全操作

第一部分 电气控制线路连接预备知识.....	(1)
------------------------	-------

第二部分 安全操作项目.....	(3)
------------------	-------

实训项目 1 触电急救及灭火常识	(3)
实训项目 2 常用电工仪表的原理及使用方法	(7)
实训项目 3 低压电器元件的识别	(12)
实训项目 4 三相负载的连接	(13)
实训项目 5 带电流测量的点动控制	(16)
实训项目 6 两地控制	(19)
实训项目 7 接触器联锁的正反转控制	(20)
实训项目 8 自动顺序控制	(23)
实训项目 9 有功、无功电度表的联合接线	(26)

第二篇 初级电工技能操作

第三部分 电气控制线路连接.....	(29)
--------------------	--------

实训项目 10 带电能测量的正反转控制	(29)
实训项目 11 限位控制与测量	(31)
实训项目 12 行程及限位控制	(33)
实训项目 13 顺序控制与测量	(34)
实训项目 14 多地控制与测量	(36)
实训项目 15 车床空载自停控制与测量	(38)
实训项目 16 三相五线制供电系统	(39)
实训项目 17 Y- Δ 降压启动控制	(41)
实训项目 18 半波整流能耗制动控制	(43)

第四部分 安装电工预备知识	(46)
实训项目 19 照明电路及单相电动机的控制	(49)
实训项目 20 房间照明施工平面图认识及安装知识	(51)
第五部分 电子线路插接、调试预备知识	(54)
实训项目 21 二极管整流电路的焊接及测试	(65)
实训项目 22 延时开关的制作与调试	(67)
实训项目 23 串联型稳压电源的制作与调试	(70)
附录 1 元器件选用常识	(72)
附录 2 电工常用数据及实用资料	(75)
附录 3 安装电工知识	(76)
附录 4 照明线路故障的查找	(82)
附录 5 电工安全操作试题评分选编	(84)
附录 6 初级电工技能操作试题评分选编	(90)
附录 7 实训设备简介	(104)

第一篇 电工安全操作

第一部分 电气控制线路连接预备知识

一、实训目的

1. 熟悉电气元件的结构，掌握电气元件的选择和调试；
2. 熟练读懂电气控制线路原理图，并能分析其控制原理；
3. 熟练掌握按原理图连接线路的技能和工艺要求；
4. 掌握用万用表检查电气元件、控制线路及判断故障的方法；
5. 熟练掌握常用电工仪表的结构、用途，了解仪表盘面所示符号及数字的含义；
6. 掌握电工仪表的使用方法并能准确地读出测量值；
7. 熟知仪表测量时应注意的安全事项。

二、电气元件的选择

1. 开关的选择

作操作开关使用时：

刀开关：额定电流大于等于 3 倍电动机额定电流。

低压断路器：额定电流大于等于 1.25~1.3 倍电动机额定电流。

起隔离作用的开关中只能用隔离开关，其额定电流不小于电动机额定电流的 1.3 倍，即

$$I_{N.Q} \geq 1.3 I_N$$

式中 I_N ——电动机额定电流；

$I_{N.Q}$ ——开关额定电流。

注：刀开关分胶盖瓷底式和铁壳式两种，前者只能作为 3 kW 及以下电动机的操作开关，后者只能作为 4.5 kW 及以下电动机的操作开关。

2. 热继电器的选择

用途：当电动机为连续工作制时，用作电动机的过载保护。

类型：带断相保护和不带断相保护两种。

当电动机为△形接法时，应选带断相保护的热继电器。其额定电流大于等于电动机额定电流；其整定电流等于电动机额定电流。

3. 熔断器的选择

用途：在照明线路中起过载及短路保护作用，在动力线路中起短路保护作用。

对于单台电动机：

$$I_{N.FU} = (1.5 \sim 2.5) I_N$$

式中 $I_{N.FU}$ ——熔体额定电流；

I_N ——电动机额定电流。

对于多台电动机：

$$I_{N.FU} = (1.5 \sim 2.5) I_{Nm} + \sum I_{Nj}$$

式中 I_{Nm} ——其中一台功率最大电动机的额定电流；

$\sum I_{Nj}$ ——其余电动机额定电流之和。

4. 接触器的选择

(1) 线圈电压与线路电压相符

交流接触器线圈电压有 36 V、110 V、127 V、220 V 与 380 V；其动作电压为线圈电压的 85%~105% 时，能可靠吸合，因此接触器具有失压、欠压的保护功能。

(2) 主触头额定电流不小于线路额定电流。

三、基本控制环节

1. 点动、启动、停止。

2. 多地控制。

3. 顺序控制。

4. 正反转控制。

四、基本保护环节

1. 短路保护——用低压断路器或熔断器实现。

2. 过载保护——对于连续运行的电动机用热继电器实现；对于断续运行的电动机则用过电流继电器实现。

3. 极限保护——用限位开关实现。

五、控制线路连接的步骤

1. 读懂原理图。

2. 根据原理图，选择元件并用万用表检查元件。

3. 按图连接线路，遵循“先串后并、从上到下、左进右出”的顺序。

主线路按 U—V—W 相序，用黄、绿、红线连接；布线横平竖直，每个接线端子不超过两根导线；导线绝缘皮不能压入接线端子；导线露铜不能超过 2 mm。

4. 线路连接完毕，用万用表欧姆挡检查并分析线路连接是否正确，发现故障应及时排除。

5. 线路连接正确，通电试车；试车成功，测量电压和电流。

6. 测量完毕及时断开电源，拆除连接导线，并清理现场。

第二部分 安全操作项目

实训项目 1 触电急救及灭火常识

一、实训目的

1. 掌握触电急救的基本知识;
2. 掌握触电急救的方法;
3. 了解灭火常识。

二、实训内容

1. 触电急救基本知识

(1) 当发现有人触电时, 应立即拉开开关、拔出插头, 断开电源, 如图 2—1 所示。

(2) 当电源太远或不便断电时, 应用绝缘棒或干燥木棍挑开电线, 使触电者脱离电源, 如图 2—2 所示。

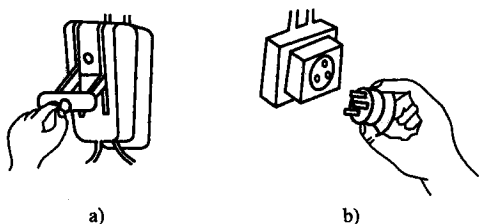


图 2—1 断开电源

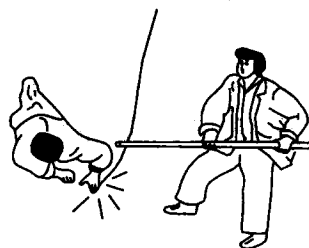


图 2—2 用绝缘棒或干燥木棍挑开电线

(3) 救护人也可站在木板上用一只手拉触电者干燥的衣服, 使其与电源脱离, 如图 2—3 所示。



图 2—3 拉触电者干燥的衣服使其脱离电源

(4) 对高压触电者，应戴上绝缘手套，穿上绝缘鞋，用相应电压等级的绝缘工具拉开开关。

(5) 将触电者迅速移到通风干燥处，使之仰卧，解开上衣纽扣并松开腰带。用手触摸触电者胸部或腹部，查看有无呼吸动作，也可以用手指放在鼻孔处探测有无呼气的气流，综合判断触电者有无呼吸，如图 2—4 所示。

(6) 在胸前区听心跳声或触摸颈动脉，判断触电者有无心跳，如图 2—5 所示。

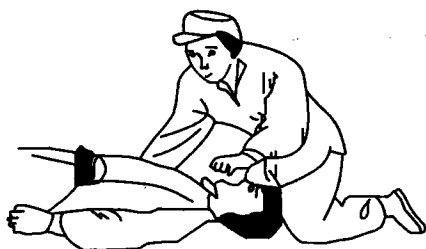


图 2—4 判断触电者有无呼吸

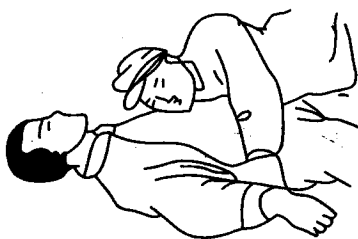


图 2—5 判断触电者有无心跳

(7) 如触电者伤势严重，无知觉、无呼吸，但有心跳，应立即采取人工急救法进行抢救。

2. 人工急救法

人工急救法有人工呼吸法和胸外心脏挤压法。实训设备可采用 FSR-Ⅲ型心肺复苏模拟人。

(1) FSR-Ⅲ型心肺复苏模拟人操作前准备

1) 在使用模拟人进行抢救操作时，应准备 1 瓶质量浓度 70% 的酒精（医用乙醇）和脱脂棉，以备消毒。

2) 把模拟人按仰卧姿势平放，接通操作记录仪连接模拟人和电源，如图 2—6 所示。

3) 打开操作记录仪的电源开关，按下训练按钮，此时可任意做人工呼吸和按压操作。

4) 在练习操作时，吹气量不足记录仪 7 不会计数，按压力度不够或部位不正确，记录仪 6 不会计数或发出“嘀嘀”的提示声。

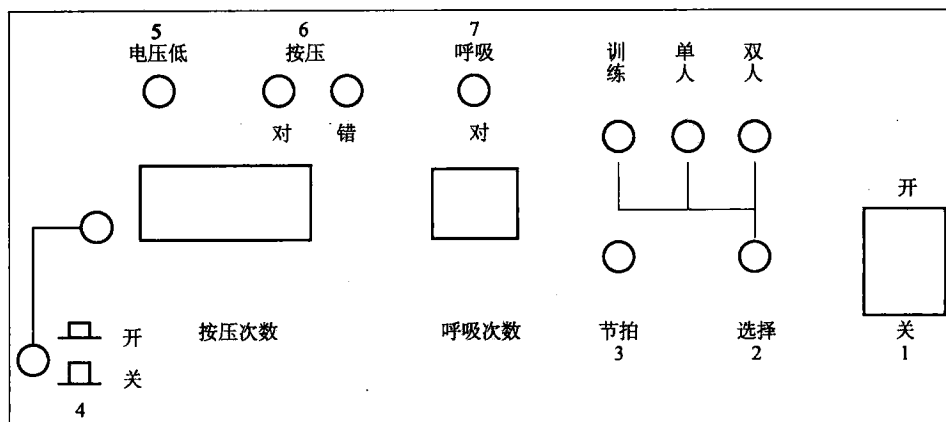


图 2—6 模拟人操作指示器控制面板布置图

(2) FSR-Ⅲ型心肺复苏模拟人(见图 2—7)的急救操作方法

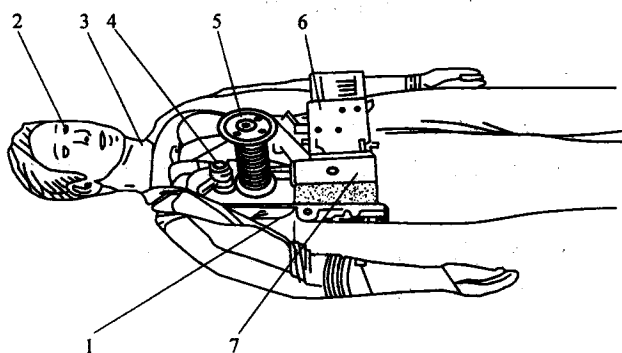


图 2—7 FSR-Ⅲ型心肺复苏模拟人

1—男性成人躯体 2—眼睛 3—颈动脉 4—呼吸系统
5—按压装置 6—记录仪 7—电池盒

1) 使其仰卧, 接通记录仪, 使模拟人的头部充分后仰, 清除口中异物, 畅通气道。救护人跪在触电者(模拟人)一侧。

2) 救护人深吸一口气, 向触电者口内吹气时, 同时捏住鼻孔, 以防止漏气。吹气 2 s, 离开触电者的口, 松开鼻孔, 让其自行呼气 3 s, 如图 2—8 所示。

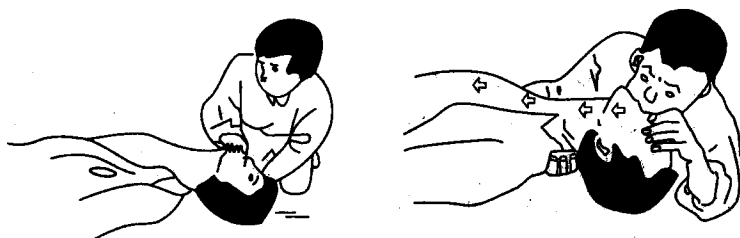


图 2—8 模拟人口对口人工呼吸

3) 胸外按压。以中指对准锁骨凹处, 掌心自然对准按压点(心窝)。双手重叠垂直向下挤压 3~4 cm, 然后放松, 每分钟挤压 80 次左右, 每次按压和放松的时间相等, 如图 2—9 所示。



图 2—9 模拟人胸外心脏挤压法

4) 记录仪操作要求。单人操作, 先进行两次人工呼吸, 并在规定的 60~75 s 时间内,

每按压 15 次后呼吸两次，依次重复四遍，呼吸气量不小于 1 200 mL，模拟人被救活后，会发出悦耳的音乐声，瞳孔会自行缩小，并有颈动脉跳动。

3. 灭火常识

(1) 火灾类型

按照不同物质发生的火灾，将火灾大体分为 4 种类型。

1) A 类火灾。为固体可燃材料的火灾，这类固体材料包括木材、布料、纸张、橡胶、塑料等。

2) B 类火灾。为易燃可燃液体、易燃气体和油脂类火灾。

3) C 类火灾。为带电电气设备火灾。

4) D 类火灾。为部分可燃金属，如镁、钠、钾及其合金等火灾。

(2) 常用灭火剂的性能与特点

1) 泡沫灭火剂。一般能扑救 A、B 类火灾。泡沫灭火剂是利用硫酸或硫酸铝与碳酸氢钠作用放出二氧化碳的原理制成的。碳酸氢钠与发泡剂的混合液装在灭火器筒身内。灭火时，泡沫浮在固体表面，可隔热、隔氧，使燃烧停止。不适用于带电灭火。

2) 二氧化碳灭火剂。用于扑救 B、C 类火灾。二氧化碳是一种常用的气体灭火剂，它不导电。在常温 (20℃) 和 6.08×10^6 Pa 大气压下液化。灭火剂为液态筒装。当液态二氧化碳喷射时体积可扩大 400~700 倍，强烈吸热冷却凝结为霜状的二氧化碳 (又称“干冰”)，干冰在燃烧区又直接变为气体，吸热降温并使燃烧物隔离空气，从而达到灭火的目的。当气体二氧化碳占空气浓度的 30%~35% 时，即可使燃烧迅速熄灭。由于它易使人窒息，使用时人应站在上风侧。

3) 干粉灭火剂。用于扑救 B、C 类火灾。干粉灭火剂主要由钾或钠的碳酸盐类加入滑石粉、硅藻土等掺和而成，也不导电。干粉灭火剂在火区覆盖燃烧物并受热产生二氧化碳和水蒸气，因其有隔热、吸热和阻隔空气的功能，故能起到灭火的作用。

可燃金属火灾则可使用干粉灭火剂进行扑救。

(3) 各类灭火剂的保养

1) 泡沫灭火剂。泡沫灭火剂中的溶液在温度低于零摄氏度时容易结冰，故冬季要注意保温，防止冻结。筒内溶液一般每年更换一次。

2) 二氧化碳灭火剂。二氧化碳灭火剂不怕冻但怕高温，故不能放在火源和热源附近；存放地点温度不得超过 42℃，同时不能存放在潮湿的地方，以免生锈。钢瓶内的二氧化碳质量应每隔三个月检查一次，如二氧化碳质量比额定质量减少 10% 时，应进行补灌。

3) 干粉灭火剂。干粉灭火剂应保持干燥、密封，防止干粉受潮结块，还要避免日光曝晒，以防止二氧化碳受热膨胀而发生漏气现象。每半年检查一次罐内干粉是否结块，3 个月检查一次气瓶的气量是否充足。干粉灭火剂的有效期限一般为 4~5 年。

三、复习与思考

1. 填空题

(1) 当发现有人触电时，应立即_____。

(2) 人工呼吸法有_____人工呼吸和_____人工呼吸两种。

(3) 对触电者进行现场急救有_____和_____。

2. 判断题

(1) 人工呼吸是口对口的急救方法。()

(2) 救护者在抢救触电者使他脱离电源时, 应戴好绝缘防护用具或站在木板上。()

实训项目 2 常用电工仪表的原理及使用方法

一、实训目的

1. 掌握万用表的使用方法;
2. 掌握兆欧表的使用方法;
3. 掌握钳形电流表的使用方法。

二、实训内容

1. 万用表

“万用表”又叫多用表, 它具有多种用途、多种量程、携带方便等优点, 因此, 在电气维修与调试等工作中被广泛采用。万用表能测量电流、电压、电阻, 有的还可以测量三极管的放大倍数、频率、电容值、逻辑电位、分贝值等。万用表有很多种, 现在常用的有机械指针式万用表和数字式万用表, 它们各有优点。对于初学者, 建议使用指针式万用表, 因为它对于熟悉仪表的测量原理很有帮助。下面介绍一些机械指针式万用表的原理和使用方法。

(1) 万用表的基本原理

指针式万用表的基本原理是利用一只高灵敏度的磁电式直流电流表(微安表)做表头。当微小电流通过表头, 就会有电流指示。但表头不能通过大电流, 所以, 必须在表头上并联与串联一些电阻进行分流或降压, 从而测出电路中的电流、电压和电阻。下面分别介绍。

1) 测直流电流原理。如图 2—10a 所示, 在表头上并联一个适当的电阻(叫做分流电阻)进行分流, 就可以扩展电流量程。改变分流电阻的阻值, 就能改变电流的测量范围。

2) 测直流电压原理。如图 2—10b 所示, 在表头上串联一个适当的电阻(叫做附加电阻)进行降压, 就可以扩展电压量程。改变附加电阻的阻值, 就能改变电压的测量范围。

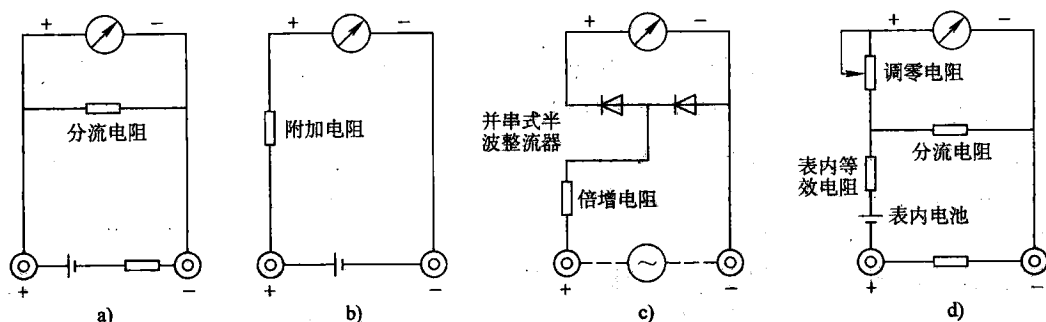


图 2—10 测量原理图

a) 测直流电流 b) 测直流电压 c) 测交流电压 d) 测电阻

3) 测交流电压原理。如图 2—10c 所示, 因为表头是直流表, 所以测量交流时, 需加装一个并串式半波整流电路, 将交流进行整流变成直流后再通过表头, 这样就可以根据直流电压的大小来测量交流电压。扩展交流电压量程的方法与直流电压量程相似。

4) 测电阻原理。如图 2—10d 所示, 在表头上并联和串联适当的电阻, 同时串接一节电池, 使电流通过被测电阻, 根据电流的大小, 就可测量出电阻值。改变分流电阻的阻值, 就能改变电阻的量程。

(2) 万用表的使用

万用表(以 105 型为例)的表盘如图 2—11 所示。通过转换开关来改变测量项目和测量量程。机械调零旋钮用来保持指针在静止时处在左零位。“ Ω ”调零旋钮用于在测量电阻时, 使指针对准右零位, 以保证测量数值准确。

万用表的测量范围如下:

直流电压分 5 挡: 0—6 V; 0—30 V; 0—150 V; 0—300 V; 0—600 V。

交流电压分 5 挡: 0—6 V; 0—30 V; 0—150 V; 0—300 V; 0—600 V。

直流电流分 3 挡: 0—3 mA; 0—30 mA; 0—300 mA。

电阻分 5 挡: $R \times 1$; $R \times 10$; $R \times 100$; $R \times 1k$; $R \times 10k$ 。

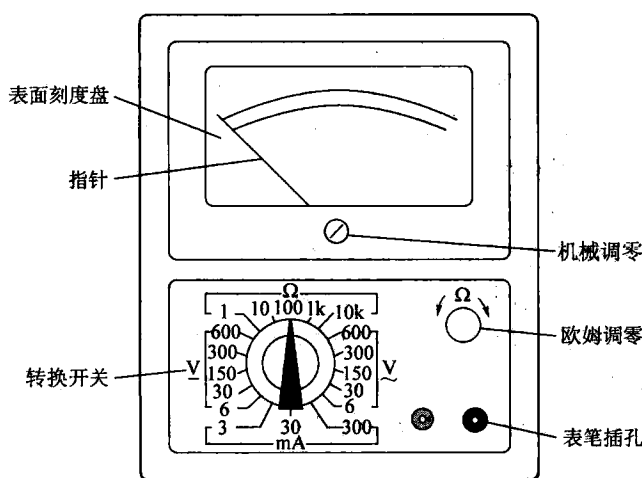


图 2—11 万用表的表盘

1) 测量电阻。先将两表笔搭在一起短接, 使指针向右偏转, 随即调整“ Ω ”调零旋钮, 使指针恰好指到右零位。然后将两表笔分别接触被测电阻(或电路)两端, 读出指针在欧姆刻度线(第一条线)上的读数, 再乘以该挡标示的数字, 就是所测电阻的阻值, 即被测电阻实际值等于倍率乘以指针读数。例如用 $R \times 100$ 挡测量电阻, 指针指在 80, 则所测得的电阻值为 $80 \times 100 = 8 \text{ k}\Omega$ 。由于“ Ω ”刻度线左部读数较密, 容易读数不准, 所以测量时应选择适当的欧姆挡。使指针在刻度线的中部或右部, 这样读数比较清楚准确。每次换挡, 都应重新将两表笔短接, 重新调整指针到零位, 才能测准。如图 2—12 所示。

特别提示: 电阻绝不能带电测量。

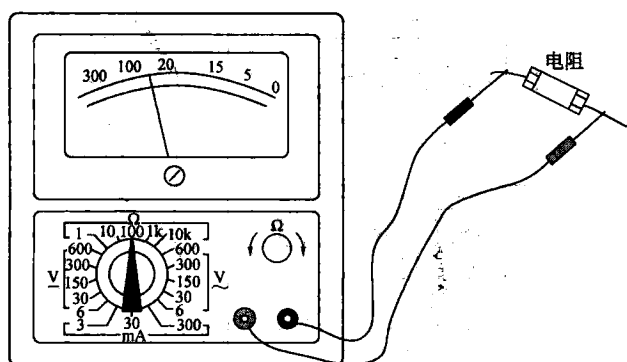


图 2—12 电阻的测量

2) 测量直流电压。首先估计一下被测电压的大小，然后将转换开关拨至适当的直流电压挡并选好量程，将正表笔接被测电压“+”端，负表笔接被测电压“-”端。然后根据该挡量程数字与标示直流符号“DC”刻度线（第二条线）上的指针所指数字，读出被测电压的大小。如用 300 V 挡测量，可以直接读 0—300 的指示数值。如用 30 V 挡测量，只需将刻度线上 300 这个数字去掉一个“0”，看成是 30，也就是将刻度线上的数值除以 10，可直接读出指针指示数值。如用 6 V 挡测量直流电压，指针指在 1.5，则所测得电压为 1.5 V，如图 2—13 所示。

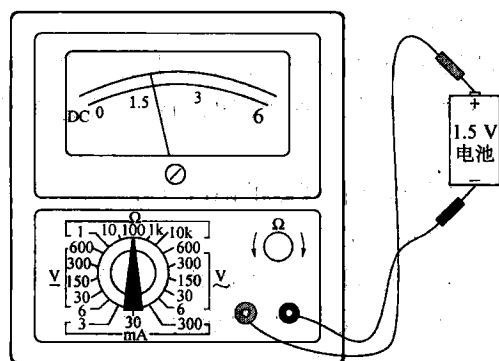


图 2—13 测量直流电压

3) 测量直流电流。先估计一下被测电流的大小，然后将转换开关拨至合适的量程，再把万用表串接在电路中。同时观察标有直流符号“DC”的刻度线，如电流量程选在 3 mA 挡，这时，应把表面刻度线上的数字 300 去掉两个“0”，看成 3，即将刻度线上的数值除以 100，这样就可以读出被测电流数值。例如用直流 3 mA 挡测量直流电流，指针指在 100，则电流为 1 mA。如图 2—14 所示。

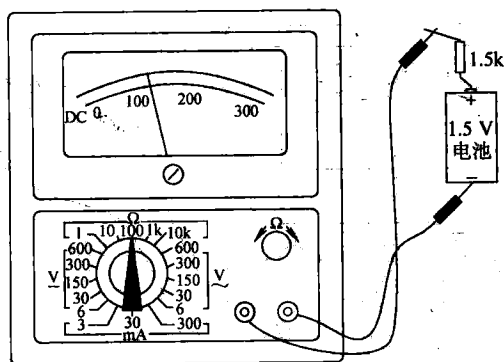


图 2—14 测量直流电流

4) 测量交流电压。测交流电压的方法与测量直流电压相似，所不同的是因交流电没有正、负极性之分，所以测量交流时，表笔也就不需分正、负。读数方法与测量直流电压的读数一样，读数应看标有交流符号“AC”的刻度线上的指针位置。

(3) 注意事项

为了使测量值准确且保证安全，使用万用表时应注意以下事项：

1) 测量电流与电压不能选错挡位。如果误用电阻挡或电流挡测量电压，极易烧坏万用表。万用表在不使用时，最好将挡位置于交流电压最高挡，避免因使用不当而损坏。

2) 测量直流电压和直流电流时，注意“+”“-”极性不要接错。如发现指针反转，应立即调换表笔，以免损坏指针及表头。

3) 如果不知道被测电压或电流的大小，应先选用最高挡，而后再选用合适的挡位来测试，以免表针偏转过度而损坏表头。所选用的挡位越靠近被测值，测量的数值就越准确。

4) 测量电阻时，不要用手触及元件裸露的两端（或两支表笔的金属部分），以免人体电阻与被测电阻并联，使测量结果不准确。

5) 测量电阻时，如将两支表笔短接，调零旋钮旋至最大，指针仍然达不到 0 位，这种现象通常是因为表内电池电压不足造成的，应更换新电池。

6) 万用表不用时，不要将转换开关置于电阻挡，因为表内有电池，如不小心使两表笔相碰短路，不仅耗费电池，严重时甚至会损坏表头。

2. 摇表

摇表又称兆欧表，是用来测量被测设备的绝缘电阻和高阻值电阻的仪表，它由一个手摇发电机、表头和三个接线柱〔即 L（线路端）、E（接地端）、G（屏蔽端）〕组成。

(1) 摇表的选用原则

1) 额定电压等级的选择。一般情况下，额定电压在 500 V 以下的设备，应选用 500 V 或 1 000 V 的摇表；额定电压在 500 V 以上的设备，选用 1 000~2 500 V 的摇表。

2) 电阻量程范围的选择。摇表的表盘刻度线上有两个小黑点，小黑点之间的区域为准确测量区域。所以在选表时应使被测设备的绝缘电阻值在准确测量区域内。