



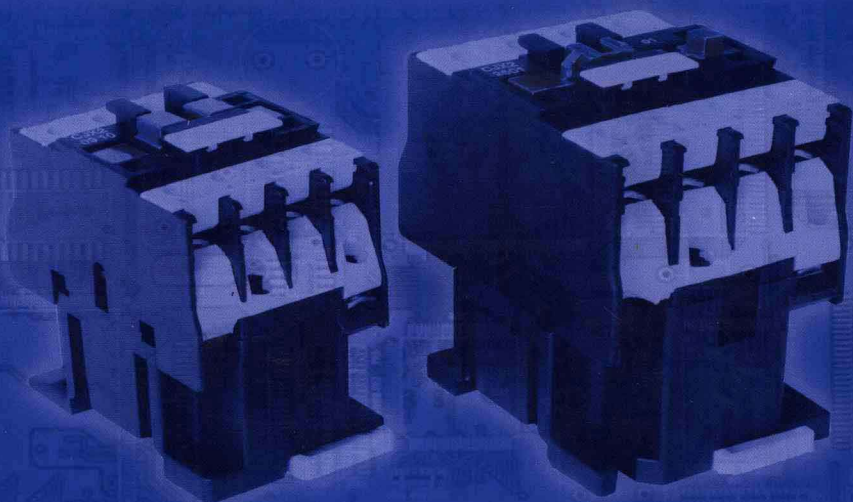
中等职业教育“十二五”规划教材

项目式教学

# 电工电子 技术与技能

王玉华 主编

蒋余学 喻安年 副主编



新版



国防工业出版社

National Defense Industry Press

责任编辑：穆丽丽 mulili2006@126.com  
 责任校对：钱辉玲  
 封面设计：陆阳



上架建议：电工技术

<http://www.ndip.cn>

ISBN 978-7-118-07525-0



定价：28.00元





中等职业教育“十二五”规划教材

# 电工电子技术与技能

王玉华 主编

蒋余学 喻安年 副主编

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书根据教育部最新颁布的“中等职业技术学校电工电子技术基础与技能教学大纲”，并参照行业的相关职业技能标准编写而成。本书基本涵盖了电工技术与电子技术基础课程的主要内容和基本操作技能要求，以基础理论教学“必需”、“够用”为度，把实践技能教学放在首位，将理论课、实验课和实训课融为一体。

本书主要内容包括万用表的使用与组装、家用照明电路的安装、安全用电、认识常用低压电器、三相异步电动机的控制、晶体管的认识与检测、直流稳压电源的组装与调试、放大电路的安装与测试、制作多路选择器、制作电子数字钟等。

本书可作为中等职业技术学校非电类专业的专业基础课教材，也可作为维修电工、无线电装接工、家用电器维修工等工种的岗位培训教材，还可供相关专业的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术与技能/王玉华主编. —北京:国防工业出版社, 2011. 8  
中等职业教育“十二五”规划教材  
ISBN 978-7-118-07525-0

I. ①电... II. ①王... III. ①电工技术—中等专业学校—教材②电子技术—中等专业学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 155446 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 14½ 字数 358 千字

2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

# 前 言

为落实《教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》[2008]号文件精神,确保新一轮中等职业教育教学改革的顺利进行,本书依据教育部2009年颁布的《中等职业学校电工电子技术与技能教学大纲》,并参照了有关的国家职业技能标准和行业职业技能鉴定规范,结合近几年中等职业教育的实际教学情况编写而成。

本书着重介绍电工电子技术基础的基本理论,以及电类和非电类专业目标岗位密切相关的技能训练。本书在内容的设计编排上,力求体现“以就业为导向,以学生为本位”的教学理念;以基础理论教学“必需”、“够用”为度,把实践技能教学放在首位;贯彻项目教学和工作过程导向教学思想,采用任务驱动,边做边学边教,学以致用,学用结合,旨在培养学生具有一定的工程技术应用能力,以适应职业岗位实际工作的需要。

本书由武汉市江夏职业技术学校王玉华任主编,并完成全书审稿与统稿;由武汉市石牌岭职业高级中学蒋余学、武汉市江夏职业技术学校喻安年任副主编。参加编写的教师还有:广东省佛山市高级技工学校姜小华;宜昌市长阳职业教育中心毛玉丽;武汉市江夏职业技术学校吴红霞;武汉市石牌岭职业高级中学戚静芳;武汉市第三职业教育中心温立玲;武汉市东西湖职业技术学校徐志远、杨瑾。

具体分工如下:姜小华、王玉华编写项目一,吴红霞、喻安年编写项目二,蒋余学、王玉华编写项目三、项目七,王玉华、喻安年编写项目四,戚静芳、王玉华编写项目五,毛玉丽、喻安年、王玉华编写项目六,温立玲、王玉华编写项目八,徐志远、王玉华、蒋余学编写项目九,杨瑾、王玉华、蒋余学编写项目十。在本书的编写过程中,得到了武汉市相关中等职业学校领导、相关行业专家的大力支持,在此编者向他们表示衷心的感谢。

由于编者学识和水平有限,书中难免存在缺点和疏漏,恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

项目一 万用表的使用与组装	1
任务一 使用磁电式万用表测量直流电流、直流电压	1
知识链接一 认识电路	4
任务二 使用磁电式万用表测量电阻	8
知识链接二 电阻器与电容器的识别与检测	9
任务三 组装磁电式(MF 47 型)万用表	17
知识链接三 电阻的串联、并联和混联	25
知识链接四 电路分析	29
项目二 家用照明电路的安装	36
任务 家用照明电路的安装	36
知识链接一 单相正弦交流电的认识	46
知识链接二 单相正弦交流电路的认识	49
项目三 安全用电	55
任务一 触电抢救	55
知识链接一 安全用电常识	56
知识链接二 认识电力输配电	62
任务二 三相交流电路的测量	66
知识链接三 认识三相正弦交流电路	67
知识链接四 三相变压器	72
项目四 认识常用低压电器	78
任务 认识常用低压电器	78
知识链接 常用低压电器	79
项目五 三相异步电动机的控制	91
任务 三相异步电动机的正反转控制	91
知识链接一 电磁感应现象	95
知识链接二 三相异步电动机的工作原理	101
知识链接三 三相异步电动机的控制	106
知识链接四 单相异步电动机	108

<b>项目六 晶体管的认识与检测</b> .....	113
任务一 晶体二极管的认识与检测.....	113
知识链接一 认识晶体二极管.....	114
任务二 晶体三极管的认识与检测.....	117
知识链接二 认识晶体三极管.....	119
任务三 晶闸管的认识与检测.....	123
知识链接三 认识晶闸管.....	125
<b>项目七 直流稳压电源的组装与调试</b> .....	131
任务一 电子仪器仪表的使用.....	131
知识链接一 电子仪器仪表的使用方法.....	134
任务二 识读三端稳压电源的电路原理图.....	140
知识链接二 整流滤波电路基础.....	141
知识链接三 稳压电路基础.....	146
任务三 直流稳压电源的安装、调试与检测 .....	152
<b>项目八 放大电路的安装与测试</b> .....	160
任务 基本放大电路的安装与检测.....	160
知识链接一 放大电路的组成.....	162
知识链接二 集成运算放大器与负反馈.....	169
<b>项目九 制作多路选择器</b> .....	178
任务一 三人电子表决器的制作.....	178
知识链接一 数字电路基础.....	181
任务二 四人电子抢答器的制作.....	188
知识链接二 触发器基础.....	191
知识链接三 编码器与译码器.....	197
<b>项目十 制作电子数字钟</b> .....	204
任务 数字钟的制作与调试.....	205
知识链接一 时序逻辑电路基础知识.....	209
知识链接二 脉冲电路.....	216
知识链接三 555 时基电路基础知识 .....	221



# 项目一 万用表的使用与组装

## 项目情景展示

电路在我们的日常工作与生活中可以说是“无时不有、无处不在”。如:供电电路与电动机构成电力电路,与照明电器构成照明电路;在家用电器的彩电、DVD、手机等内部都有一个十分复杂的电路。电路中大量使用了电阻器、电容器、电感器等元器件,这些元器件是组成电路、电器和电子产品的基础。了解与识别基本元器件,并熟练运用相关仪表对电工电子元器件(包括电流、电压等物理量)进行检测与测量,是电工电子技术人员的基本技能,也是学习、掌握电工电子技术的基本功之一。

## 项目学习目标

	学习目标	学习方式	学时
技能目标	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 能熟练用万用表测量直流电压、直流电流和电阻。</li><li>2. 组装磁电式 MF47 型万用表。</li><li>3. 能正确识读电阻和电容元件参数</li></ol>	讲授、学生练习	10
知识目标	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 学会用指针式万用表检测常用电子元件。</li><li>2. 掌握简单直流电路的分析与计算。</li><li>3. 掌握基尔霍夫定律。</li><li>4. 学会运用基尔霍夫电流定律和电压定律解决实际问题</li></ol>	讲授	12

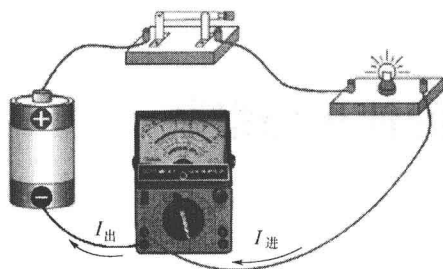
## 任务一 使用磁电式万用表测量直流电流、直流电压

电流和电压的测量是最基本的电工测量,也是测量其他参数的基础。通过测量电流电压的大小,可以判定电气线路和设备是否处于正常工作状态并确定故障的位置所在,以达到排除电气设备故障的目的。

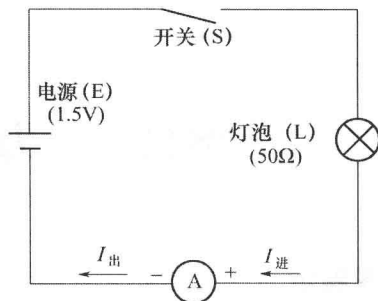
【工作过程】 (建议4人一组合作完成)

### 1. 用万用表测量直流电流

用万用表测量通过灯泡的直流电流值,测量电路如图1-1所示,其测量过程见表1-1。



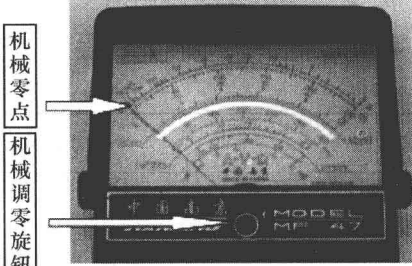

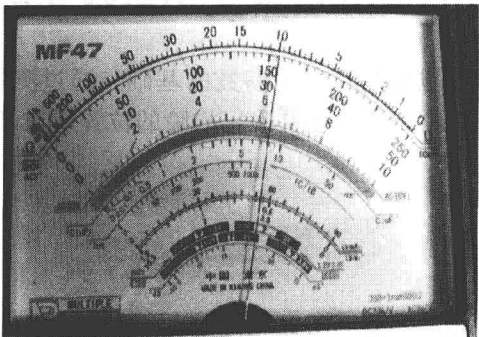
(a) 电路实物接线图



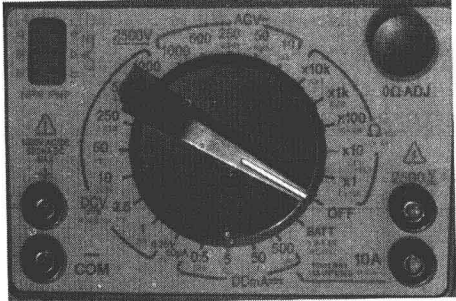
(b) 电路原理图

图 1-1 用万用表测量直流电流

表 1-1 用万用表测量直流电流过程

测量过程	图 示	说 明
机械调零		<p>为了减小测量误差,在万用表使用之前,首先要进行机械调零。方法是在使用仪表前,若发现表头指针不在机械零位时,先将万用表红、黑表笔分开(断路),再用一字螺丝刀旋动机械调零旋钮,使指针调整在刻度的零位(即通常所讲的机械调零的零位点)</p>
选择合适量程		<p>① 将万用表转换开关拨至直流电流范围(DCA挡)内的适当量程挡来进行测量; ② 注意尽量使万用表指针偏转到刻度盘的1/2以上,这样读数较为准确; ③ 测量时,当不能确定被测电流的数值范围时,应先将转换开关转至对应的最大量程去测量,当指针偏转不到1/3刻度时,再根据指针的偏转程度逐步减小至合适量程</p>
进行正确读数		<p>操作注意事项: ① 测量时,要将万用表串联在被测电路中,正负极接线必须正确,红表笔接电流流入端,黑表笔接电流流出端; ② 合上开关时,应观察表指针偏转,如果指针出现反偏或指针正偏超过满偏刻度值时,都应立即断开电源开关,待查明原因并排除故障后,方可继续操作; ③ 合上开关S,待指针稳定后,读出指针所指刻度值,记录测量的数据。 读数:电流值 = mA/格 × 格数 将实际测量的电流值填入表 1-3 中</p>

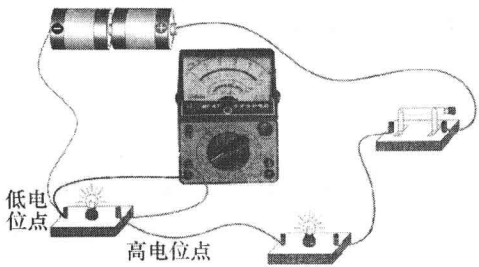
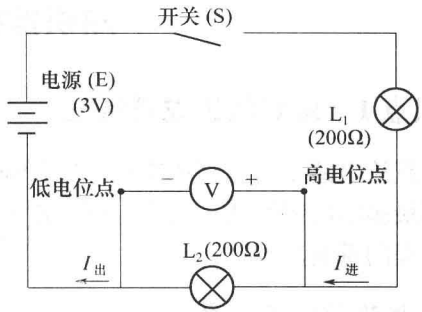
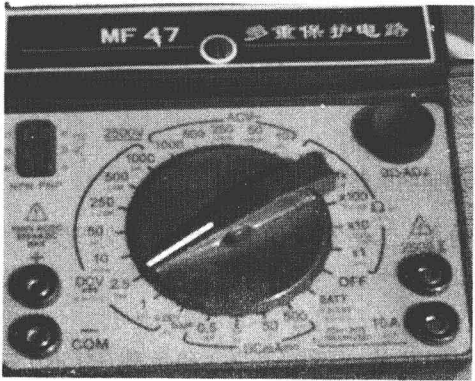
(续)

测量过程	图 示	说 明
工作结束		<p>工作结束后,先切断电源,再拆除连接实物的线路,以免发生事故。</p> <p>为防止下次误操作,测量结束后,应将万用表挡位转至空挡(或 OFF)或交流电压最高挡;做好工作台的清理工作,经老师检查并同意后,方可离开实验室</p>

## 2. 用万用表测量直流电压

用万用表测量灯泡( $L_2$ )两端的直流电压值,其测量过程见表 1-2。

表 1-2 用万用表测量直流电压过程

过程	图 示	说 明
电路连接	 <p>(a) 电路实物接线图</p>	 <p>(b) 电路原理图</p>
机械调零	同电流的测量	使用前首先进行机械调零,方法同前面直流电流的测量
选择合适量程		<ol style="list-style-type: none"> <li>① 将万用表转换开关拨至直流电压范围(DCV 挡)内的适当量程挡来进行测量;</li> <li>② 注意被测电压的数值,应在万用表直流电压挡量程的 2/3 以上,这样读数较为准确;</li> <li>③ 在测量之前先估算电压大小,以便选择适当的量程挡;</li> <li>④ 测量时,当不能确定被测电压的数值范围时,应先将转换开关转至对应的最大量程去测量,当指针偏转不到 1/3 刻度时,再根据指针的偏转程度逐步减小至合适量程,直到合适为止</li> </ol>

(续)

过程	图 示	说 明
进行正确读数	同表 1-1 电流测量	操作注意事项: 测量时,要将万用表并联在被测电路中,红表笔(+)应接被测电路的高电位端,黑表笔(-或*)接低电位端。 读数:电压值 = $V(\text{mV}) / \text{每格} \times \text{格数}$ 将实际测量的电压值填入表 1-3 中
工作结束	同表 1-1 电流测量	同表 1-1 电流测量

### 3. 记录测量值

请每一位同学将自己测量的直流电流数值和直流电压数值填入表 1-3 中。

表 1-3 测量的直流电流值和直流电压值

	第一位同学测量值	第二位同学测量值	第三位同学测量值	第四位同学测量值
直流电流值/mA				
万用表量程挡				
直流电压值/V				
万用表量程挡				

## 知识链接一 认识电路

### 知识点 1 电路的组成及特征

直流电路是指电路中电压、电流不随时间变化的一种电路,它与正弦交流电路一样是实际应用最多的电路形式。直流电路分析是其他类型电路分析的基础,掌握直流电路知识是学习本课程的重要起点。

#### 一、电路的定义及作用

图 1-2 所示为一简单的照明电路,主要由发热元件(灯泡)、导线、开关与电源(电池)组成。这种“电流流通的路径”就称为电路。

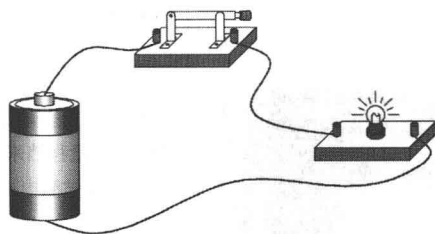


图 1-2 简单的照明电路图

电路的作用:一是进行能量的转换、传输和分配;二是实现信息的传递和处理。

#### 二、电路组成的三要素

由图 1-2 可知,该电路由电源(干电池)、中间环节(导线、开关)和负载(灯泡)三个部分组成,也称为电路组成的三个要素,见表 1-4。

表 1-4 电路组成的三要素

三个要素	各要素作用
电源	把其他形式的能量转换为电能,为用电设备提供能量,如干电池、蓄电池、太阳能电池、发电机等
负载	把电能转换为其他形式的能,为生产、工作和生活服务,如灯泡、电动机等
中间环节	实现对电路进行连接与控制,并实现对电能进行传输、分配,如开关、导线

### 三、电路图

在分析或计算某种电路时,不可能将各种元器件都画成实物图形式,而是用某种特定的图形符号(模型)来约定表示实际部件。

各种实际部件在一定条件下都可用以表征部件的性质和其中发生的物理现象的模型来表示。实际部件模型化表示后,各元器件都可用规定图形符号和文字符号来表示。例如,电烙铁中的发热元件可以看成是一个电阻元件,而忽略在实际应用中产生的电感效应。

用规定的图形符号和文字符号表示电路连接情况的图,叫做电路图。如图 1-3 所示,图(a)为实物连接图,图(b)为电路图,也称电路原理图。

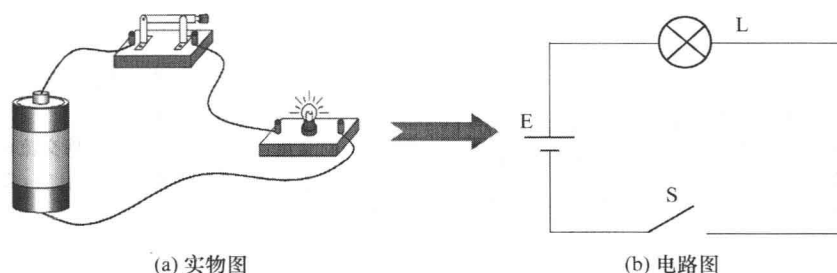


图 1-3 简单的照明电路图

### 四、电路的工作状态及特征

通过实验观察分析下面三种情况下电路的工作状况。

分别观察当开关 S 闭合、开关 S 断开、先用一导线直接将灯泡两端相连接后再合上开关 S 三种情况下灯泡的发光情况。以上三种现象是电路中常见的三种工作状态。这三种工作状态特征见表 1-5。

表 1-5 电路的三种工作状态

电路状态	通路	断路	短路
电路图			
现象	灯亮	灯不亮	灯不亮,电池很快发热
特征	电路中有电流	电路中无电流	灯中无电流,但电池中有很大电流
说明	电路工作正常	电路断开,或接触不良	大电流会损坏电源或电路设备

## 知识点2 电流、电压、电位

电路中有许多物理量,它们可以帮助我们分析电路的基本特征和基本规律,其中最基本的物理量有电流、电压、电位,见表1-6。

表1-6 电路的基本物理量

物理量	定义	符号及单位	说明
电流	指在单位时间内通过导体横截面的电荷量	符号: $I$ 单位:安培(A)、千安(kA)、毫安(mA)、微安( $\mu\text{A}$ ) $1\text{kA} = 10^3\text{A}$ $1\text{A} = 10^3\text{mA}$ $1\text{mA} = 10^3\mu\text{A}$	<p>习惯上规定正电荷移动的方向为电流的方向。</p> <p>分直流电和交流电。大小和方向不随时间变化的称直流电;大小和方向随时间时刻变化的称交流电。</p> <p>对交流、直流电流应分别使用交流电流表和直流电流表测量,或分别使用万用表的直流电流挡(即DCA挡)和交流电流挡(即ACA挡)测量。</p> <p>电流表必串接到被测量的电路中</p>
电压	电场力将单位正电荷从 $a$ 点移到 $b$ 点所做的功,称为 $a$ 、 $b$ 两点间的电压	符号: $U$ 单位:伏特(V)、千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏( $\mu\text{V}$ ) $1\text{kV} = 10^3\text{V}$ $1\text{V} = 10^3\text{mV}$ $1\text{mV} = 10^3\mu\text{V}$	<p>电压的方向为正电荷在电场中的受力方向,即从高电位端指向低电位端。</p> <p>对交流、直流电压应分别采用交流电压表和直流电压表测量,或分别使用万用表的直流电压挡(即DCV挡)和交流电压挡(即ACV挡)测量。电压表必须并联在被测电路的两端</p>
电位	电路中某一点与参考点之间的电压即为该点的电位	符号: $V$ 单位:伏特(V)、千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏( $\mu\text{V}$ )	<p>原则上参考点(零电位点)可以任意选择,电力系统中常以大地作为参考点,在电子电路中常以多条支路汇集的公共点或金属底板、机壳等作为参考点。高于参考点的电位取正,低于参考点的电位取负</p>
电动势	电源将正电荷从电源负极经电源内部移向正极的能力	符号: $E$ 或 $U$ 单位:伏特(V)、千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏( $\mu\text{V}$ )	<p>电动势的方向规定为在电源内部由负极指向正极。</p> <p>电源电动势的测量方法与电压的测量方法基本相同</p>

## 知识点3 电功与电功率

### 一、电功与电功率

电功与电功率是衡量电流做功情况的物理量,也是反映用电设备消耗电能情况的物理量,见表1-7。

表 1-7 电功、电功率与电热

名称	电 功	电 功 率	电 热
概念	电流所做的功	电流在单位时间内所做的功	电流在单位时间内通过导体所产生的热量
公式	$W = U I t$	$P = \frac{W}{t} = UI$	$Q = I^2 R t$
单位	W:焦耳(J) U:伏特(V) I:安培(A) t:秒(s)	W:焦耳(J) U:伏特(V) I:安培(A) t:秒(s) P:瓦特(W)	Q:焦耳(J) I:安培(A) R:欧姆( $\Omega$ ) t:秒(s)
意义	负载将电能转换成其他形式能的量度	负载将电能转换成其他形式能的快慢	负载将电能转换成热能的量度

## 二、电流的热效应

电流通过导体时使导体发热的现象叫电流的热效应。电流产生的热称为电热。

电流的热效应的应用,对生产和生活都有重大的意义,例如在我们周围有许多利用电热的设备,如电熨斗、电暖器、电饭锅、电烤箱等。熔断器中的熔丝,串联在被保护的电路中,利用电流的热效应使熔丝因过热而熔断,从而切断电路中的电源,保护电路和设备。

电流的热效应也有不利的一面,如电动机在运行中发热,不仅消耗电能,而且会加速绝缘材料的老化,严重时会发生事故。因此,在电气设备中应采取防护措施,以避免电流的热效应所造成的危害。例如,许多电气设备的机壳上都装有散热孔,有的电动机里面还装有风扇,都是为了加快散热。

## 三、负载的额定值

电气设备安全工作时所允许的最大电流、最大电压和最大功率分别称为它们的额定电流、额定电压和额定功率。

电气设备在额定功率下的工作状态称为额定工作状态,也称满载;低于额定功率的工作状态称为轻载;高于额定功率的工作状态称为过载或超载。一般元件和设备的额定值都标在其明显位置,就是警示我们使用时必须严格遵守(如电动机的额定值通常标在其外壳的铭牌上,故其额定值也称铭牌数据)。

### 【知识拓展】 常见电池及应用

不可充电的电池,如锰干电池、碱性锰干电池、氧化银电池、汞电池、空气电池、二氧化锰锂电池等。可充电的电池,如镍氢电池、镍镉电池、铅酸电池、锂离子电池等。

太阳能电池是能把光能变成电能的电池,又称光电池。例如硅光电池就是一种典型的光电池,它的主要部分是由硅材料制成的,当光照到由半导体材料硅制成的太阳能电池上就会形成电流和产生电压。

太阳能电池是人造卫星、太空望远镜、太空站等电力的来源,目前也已广泛应用于计算器、电动玩具等电子产品上,如图 1-4 所示。



图 1-4 部分电池外形

## 任务二 使用磁电式万用表测量电阻

通过测量电路的电阻可判断线路的通断,判断电气设备和线路的故障所在,测量电阻阻值的变化等。因此电阻的测量是最基本、最直接的电工电子测量方式。

【工作过程】 (建议 4 人一组合作完成)


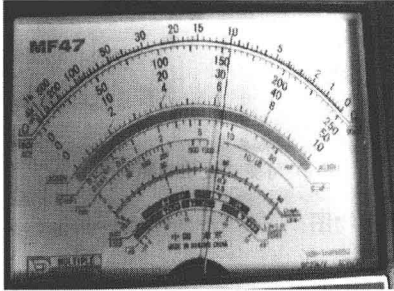
### 1. 用万用表测量电阻值

测量过程见表 1-8。注意万用表在测量前要首先进行机械调零,方法同电流测量。

表 1-8 用万用表测量直流电阻过程

过程	图 示	说 明
电路连接		
欧姆调零		<p>在测量电阻之前,还要进行欧姆调零(即将测试棒红黑表笔短接,指针即向满度方向偏转,调节调零欧姆旋钮,使指针对准欧姆零)</p>



过程	图 示	说 明
选择合适量程		<p>将万用量程开关拨至电阻范围内(如左图小一字螺丝刀口所示的“Ω”挡)的适当量程挡(又称倍率挡),测量电阻前,先将转换开关转至最大量程挡预测一下电阻值后,再根据指针偏转程度逐步减小至合适的量程,选择电阻量程时,最好使指针指在标度尺的中央位置(或尽量偏在中间区域附近)。每换一次倍率挡,都要进行欧姆调零。</p> <p>严禁带电测量电阻,严禁带电切换量程开关,否则有可能损坏转换开关</p>
进行正确读数		<p>将测试棒分开并接在被测电阻两端,读出指针所指 Ω 刻度值(如左图是 10.0)。</p> <p>记录测量的实际数值应是指针在 Ω 刻度的读数,再乘上该挡的倍率,就是被测电阻值(如用“×10”挡测一电阻,指针所指的刻度数是 10.0,那么所测电阻值就为 <math>10.0 \times 10 = 100\Omega</math>),再将实际测量的电阻值填入表 1-9 中。</p> <p>最后,测量完毕要做好结束工作</p>

## 2. 记录测量值

请每一位同学将自己测量的电阻数值填入表 1-9 中。

表 1-9 测量的电阻值

	第一位同学测量值	第二位同学测量值	第三位同学测量值	第四位同学测量值
电阻值/ $\Omega$				
万用表选择的量程挡				

## 知识链接二 电阻器与电容器的识别与检测

### 知识点 1 电阻器的识别

#### 一、电阻

导体对流经的电流的阻碍作用,称为导体的电阻。这样做成的元件称电阻器。反映导体对电流的阻碍能力用电阻率来表示。电阻率小、容易导电的物体称为导体;电阻率大、不容易导电的物体称为绝缘体;导电能力介于导体和绝缘体之间的物体称为半导体。

各种材料的电阻率都会随着温度的变化而变化。一般来说,金属的电阻率随温度升高而增大;电解液、半导体和绝缘体的电阻率则随温度升高而减少;而有些合金如锰铜合金和镍铜合金的电阻几乎不受温度变化的影响,常用来制作标准电阻。