

高职高专电子类、自动化类系列教材

The Basis of Electronic & Electrical Technology

电工电子技术基础

++主编 ++ 曹光跃 黄双根

合肥工业大学出版社

电工电子技术基础

主 编 曹光跃 黄双根

副主编 谢 义 李 棚 黄大星

合肥工业大学出版社

前 言

《电工电子技术基础》是高职高专数控技术、计算机应用技术等专业的一门重要的基础能力课程。本书是独具特色的融理论、实践为一体的“教、学、做”一体化教材,是作者在多年的教学改革与实践的基础上,重点突出了“以能力为本位,以职业实践为主线”的课程学习要求。该课程以形成电路设计、电路制作、电路测试与调试等能力为基本目标,打破传统学科课程的设计思路,紧紧围绕工作任务的需要来选择和组织课程内容,突出工作任务与知识的联系,让学生在职业实践活动的基础上掌握知识,增强课程内容与职业岗位能力要求的相关性,提高学生的职业能力。

《电工电子技术基础》也是高职高专数控技术、计算机应用技术等专业的主干基础课程,具有很强的实践性。通过本课程的学习,可以使具备本专业高等技术应用型人才所必需的电工与电子技术方面的电路安装、调试、设计等有关知识,以及掌握常用仪器仪表的使用、元器件与相关电路的测试、电路的设计、电路的制作与调试等技能。

本书内容包含了十个主项目,是按初学者循序渐进学习项目的过程进行编排的。主要有:直流照明电路设计与安装、日光灯照明电路的设计与安装、电动机起动电路的设计、光控电子开关的设计与调试、小功率三极管音频放大器的设计与调试、小功率高保真音频放大器的设计与制作、全加器电路设计、抢答器电路设计、同步计数器电路设计、A/D和D/A转换功能仿真等项目。在每个主项目的内容中,先简单,后复杂;先测试,后设计。在每个项目完成的过程中嵌入了知识(理论知识和实践知识)的学习,做到“读、做、想、学”等方面环环相扣,师生互动,以期达到最佳的教学效果。

本书由安徽电子信息职业技术学院曹光跃老师和江西农业大学黄双根老师共同主编,负责全书的编写整理工作;安徽电子信息职业技术学院谢义老师、六安职业技术学院李棚老师和韶关学院黄大星老师担任副主编。其中,项目一至项目三由李棚老师编写,项目四由曹光跃老师编写,项目五、项目六由谢义老师编写,项目七至项目九由黄双根老师编写,项目十由黄双根老师和黄大星老师共同编写。南京信息职业技术学院华永平老师为本书的编写提供了许多有价值的参考资料,并提出了一些具体的编写意见。在此对各位老师和专家对本书编写工作的大力支持表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2009年7月

目 录

项目一 直流照明电路设计与安装	(1)
模块一 直流照明电路的设计	(2)
模块二 直流照明电路的测试	(12)
模块三 多组直流照明电路的安装	(21)
模块四 直流照明电路组成的不平衡电桥电路的安装	(29)
知识小结	(38)
思考与练习	(39)
项目二 日光灯照明电路的设计与安装	(42)
模块一 正弦交流电的测量	(43)
模块二 日光灯照明电路的安装	(55)
模块三 日光灯照明电路的测试	(64)
知识小结	(71)
思考与练习	(72)
项目三 电动机起动电路的设计	(73)
模块一 三相异步电动机起动电路的设计	(74)
模块二 三相异步电动机起动电路的安装	(87)
知识小结	(101)
思考与练习	(101)
项目四 光控电子开关的设计与调试	(103)
模块一 普通(开关)二极管外特性的测量	(104)
模块二 发光二极管特性的测量	(114)
模块三 光电二极管特性的测量	(116)
模块四 光控电子开关的设计与调试	(118)
知识小结	(123)
思考与练习	(124)
项目五 小功率三极管音频放大器的设计与调试	(126)
模块一 三极管基本特性的测试	(127)
模块二 三极管基本放大器性能的测量	(142)

模块三 三极管基本放大器的分析和计算	(163)
知识小结	(181)
思考与练习	(183)
项目六 小功率高保真音频放大器的设计与调试	(190)
模块一 负反馈放大器基本性能的测量	(191)
模块二 集成运算放大器性能的测量	(215)
知识小结	(253)
思考与练习	(254)
项目七 全加器电路设计	(259)
模块一 逻辑门电路测试	(260)
模块二 用与非门电路实现多种逻辑功能	(269)
模块三 全加器电路设计	(284)
知识小结	(290)
思考与练习	(291)
项目八 抢答器电路设计	(294)
模块一 译码显示电路的功能测试	(295)
模块二 编码器电路功能测试	(304)
模块三 74LS175 逻辑功能测试	(311)
知识小结	(326)
思考与练习	(327)
项目九 同步计数器电路设计	(330)
模块一 用 JK 触发器实现计数器功能	(331)
模块二 用集成二进制计数器实现任意进制计数器	(345)
知识小结	(358)
思考与练习	(359)
项目十 A/D 和 D/A 转换功能仿真	(361)
模块一 A/D 电路的仿真	(361)
模块二 D/A 电路的仿真	(366)
知识小结	(368)
思考与练习	(369)
参考文献	(370)

项目一 直流照明电路设计与安装



学习目标

- 能正确使用直流电压表、直流电流表及万用表；
- 能正确识别及使用电阻；
- 能正确使用直流电压表、直流电流表的量程扩大方法。
- 通过学习，能描述直流电路的欧姆定律；
- 能对简单电路进行分析计算；
- 理解两种电源模型的等效变换方法；
- 能对电路中各点电位进行分析计算。



工作任务

- 电阻值的读取，通过观察外形读取数据，并与实际电阻值进行比较；
- 测量工具的使用，用电流表、电压表、万用表进行电压、电流、电阻的测量；
- 测量仪器改装，将直流电压表、直流电流表的量程扩大1倍；
- 直流照明电路的安装及故障检查，并完成简单电路的设计与调试；
- 验证欧姆定律，在电路中测出相应的参数，进行定律的验证。

在中国的神话中，打雷被认为是神仙的行为。说是由掌管雷电的神仙所发出的，其长者称为雷祖，雷祖之下是雷公和电母。打雷就是雷公在天上敲大鼓，闪电就是电母用两面镜子把光射向下界。在亚里士多德时代，雷的发生被认为是由于大地上的水蒸气上升，形成雷雨云，遇到冷空气凝缩成雨，同时伴随强光。到了富兰克林时期，雷被认为是由于静电而产生，闪电是静电释放时产生的现象。从此以后，电逐渐被人们理解和利用。

对于电学现象和理论，由于研究的是肉眼看不见的电子的行为，所以有点摸不着头脑。我们应该从基础的事开始，一步一步正确理解，与实际应用相结合，采用边学边用的方法。

了解到电的基本知识以后，我们就需要了解一些电路的知识。电路是电工技术和电子技术的基础。学好电路，特别是掌握电路的分析方法，可以对后面所要学习的电子电路、电机电路及电气控制电路打下坚实的基础。

模块一 直流照明电路的设计

☆ 学习目标

- 能正确安装一个灯泡的直流照明电路；
- 能使用直流电压表、直流电流表测量电路中的电流及负载两端的电压；
- 能使用万用表测试用电器的电阻；
- 理解电路是由用电器、电源、开关及连接导线等组成；
- 理解电压与电流及参考方向及电阻的物理意义；
- 了解电路的通路、开路及短路的三种工作状态。

☆ 工作任务

- 安装一个灯泡的直流照明电路；
- 使用仪器测出电路中相应的参数。



1. 电路模型的基本概念

电路系统是电器设备通过各种连接所组成的系统,并提供了电流通过途径。它能够实现能量转换、电能传输、分配,以及完成信号处理和传递。

为了能够方便、简单地分析电路,本书对电路中的元件采用突出其主要电磁性能,忽略次要因素的元件,以理想电路元件代替实际的元件组成的电路,即为实际电路的模型。

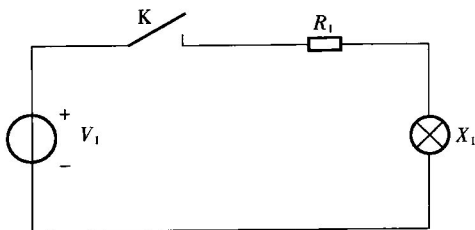


图 1.1 最简单的电路——手电筒电路

从这个简单的电路中我们可以发现,电路是由某些电气设备和元器件按一定方式由导线连接组成的。其中主要有电源、负载、导线、控制和保护装置等。电源是向电路提供能量的设备,如干电池、蓄电池、发电机等;负载是用电器即各种用电设备,如电灯、电动机、电热器等;导线是把电源和负载连接成闭合回路的部分,

常用的是铜导线和铝导线;控制和保护装置是用来控制电路的通断、保护电路的安全,使电路能够正常工作的部分,如开关、熔断器、继电器等。

绘制电路图通常采用固定的电路符号代替实物电路的一种电路图形,常采用绘图软件或手工绘制。在绘制过程中将许多问题进行简单化和理想化,突出重点,如图 1.1 为手电筒等效电路图。

2. 电路的基本物理量

(1) 电流

电流是由电荷的定向运动形成的,反映单位时间内通过导体横截面的电量。

$$i(t) = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

单位用安培(A)表示, $1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$, $1\text{kA} = 10^3\text{A}$ 。

我们规定正电荷运动的方向为电流的实际方向。当电流的方向不随时间 t 变化,就将其称之为直流,用 I 表示;当方向和大小都随时间 t 变化而变化,我们称之为交流,用 i 表示。为了直观地反映电流的方向,就用假设的电流流向作为电流的参考方向,在实际应用中是由人决定的。

为了在电路图上直观地看出电流方向,需要对电路进行标定,如图 1.2 所示,就是用双下标或在连接导线上用箭头表示假定的电流方向。当 $i > 0$ 时参考方向与实际方向一致;当 $i < 0$ 时参考方向与实际方向相反, $i = -i'$ 。

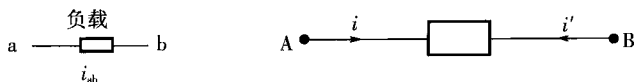


图 1.2 电流的参考方向

为了能够准确地测量出电路的电流大小,可以利用安培表进行测量,使用的时候安培表应串联在电路中。对于直流安培表有正负端子,正极接在实际的电流流入端口,负极接在电流流出的端口。对于交流安培表则没有正负极的区分。

(2) 电压

电场力将单位正电荷从电场中的 a 点移到 b 点所做的功,称其为 a 、 b 两点间的电压。单位用伏特(V)表示, $1\text{V} = 10^3\text{mV} = 10^6\mu\text{V}$, $1\text{kV} = 10^3\text{V}$ 。

我们规定把电位降低的方向作为电压的实际方向。当电压的方向不随时间变化的时候,就将其称为直流电压,用 U_{ab} 表示;当方向和大小都随时间变化而变化的时候,就将其称为交流电压,用 u_{ab} 表示。为了在电路图上直观地反映电压的方向,就用假设的电压方向作为电压的参考方向,在实际应用中是由人决定的。

为了在电路图上直观地看出电压方向,如图 1.3 所示,可以采用“+”表示高电位端,用“-”表示低电位端。当 $U > 0$ 时参考方向与实际方向一致,当 $U < 0$ 时

参考方向与实际方向相反。也可以 U 加下标表示,参考方向为下标的前一个电位到后一个电位。也可以用 U 加箭头方向表示,参考方向为箭头指示方向。

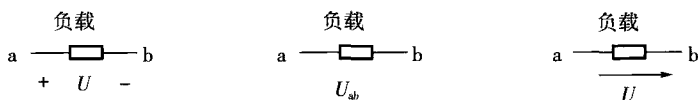


图 1.3 电压的参考方向

为了能够准确测量电压的大小,可以利用伏特表进行测量。使用的时候伏特表应并联在电路中,对于直流伏特表有正负端子,正极接在实际的高电位端口,负极接在实际低电位的端口。

(3) 电位

正电荷在电路中某点所具有的能量与电荷所带电量的比,称为该点的电位。电路中的电位是相对的,与参考点的选择有关,某点的电位等于该点与参考点间的电压。

电路中 a、b 两点间的电压等于 a、b 两点间的电位差,即 $U_{ab} = V_a - V_b$ 。所以电压是绝对的,其大小与参考点的选择无关;但电位是相对的,其大小与参考点的选择有关。

注意: 对一个元件,电流参考方向和电压参考方向可以相互独立地任意确定,但为了方便起见,常常将其取为一致,称关联方向;如不一致,称非关联方向,如图 1.4 所示。

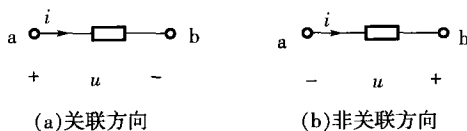


图 1.4 电压与电流的参考方向关系

如果采用关联方向,在标示时标出一种即可。如果采用非关联方向,则必须全部标示。

(4) 电阻

电阻是阻碍导体中自由电子运动的物理量,表征消耗电能转换成其他形式能量的物理特征。单位用欧姆(Ω)表示, $1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$ 。

对于均匀截面的金属导体,它的电阻与导体的长度成正比,与截面积成反比,与材料的导电能力有关;而与电阻两端的电压和电流无关。

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-2)$$

其中: ρ 为电阻率, L 为金属导体长度, S 为金属导体横截面积。

电导是表示元件的导电能力,是电阻的倒数,用 G 表示,单位为西门子(S)。

$$G = \frac{1}{R} \quad (1-3)$$

$$G = \gamma \frac{S}{L} \quad (1-4)$$

γ 为电导率, L 为金属导体长度, S 为金属导体横截面积。



做一做

项目:灯泡式手电筒电路的设计

任务要求:按设计程序要求完成所有设计内容,并撰写设计报告。

使用设备:模拟电路综合试验箱 1 个,干电池两节,拨动开关一个,电阻两种,导线若干,灯泡一个。

设计电路:如图 1.5 所示,其中灯泡为 2.5V, R 为 50Ω ,电源为 3V。

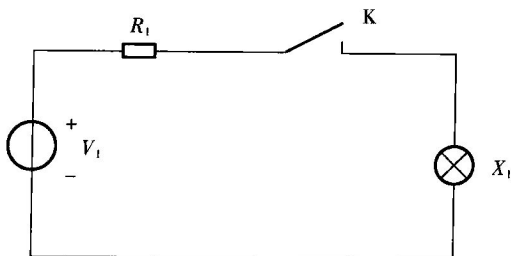


图 1.5 手电筒设计电路

(1)按图 1.5 接好电路。

(2)闭合 K 开关后,观察灯泡的状态:_____ (点亮/熄灭)

(3)打开 K 开关后,观察灯泡的状态:_____ (点亮/熄灭)

(4)更换 R_1 为 100Ω 的电阻,闭合 K 开关后,观察灯泡的亮度变化:_____ (变暗/变亮)

结论:当电路形成一个通路后,便可以点亮灯泡,若提高线路电阻值,会使灯泡_____ (变暗/变亮)

(1)闭合 K 开关后,将 R_1 和 K 之间的连线拆除,观察灯泡的状态:_____ (点亮/熄灭),感受电池温度变化:_____ (变高/不变)

(2)闭合 K 开关后,将电池正负极用导线直接连接起来,观察灯泡的状态:_____ (点亮/熄灭),感受电池温度变化:_____ (变高/不变)

结论:当出现短路的时候会使灯泡_____,当在电源两端出现短路的时候

候,会使灯泡_____,线路出现危险。



读一读

【知识拓展】

1. 电路的三种状态

通路:接通的电路叫通路。这时,电路是闭合的,且处处有持续的电流。**断路:**断开的电路叫断路,这时电路某处断开了,电路中就没有了电流。**短路:**直接用导线把电源的两极(或用电器的两端)连接起来的电路叫短路。

(1)短路的分类。短路有两种形式:一是整体短路,也称电源短路,它是指用导线直接连接在电源的正负极上,此时电流不通过任何用电器而直接构成回路,电流会很大,可能把电源烧坏。二是局部短路,它是指用导线直接连接在用电器的两端。此时电流不通过电器而直接通过这根导线。发生局部短路时会有很大的电流。因此,短路状态是绝对不允许出现的。

(2)短路的实质。无论是整体短路还是局部短路,都是电流直接通过导线而没有通过用电器,使电路中的电阻减小从而导致电流增大。这就是短路的实质。

(3)短路的分析方法。有时短路发生比较隐蔽,一眼不容易看出,如何分析呢?可以采取电流优先流向分析法。如果电流有两条路径可供选择,一条路径全部是导体,一条路径中含有用电器,那么电流总是优先通过导线。具体的分析方法是:当电路构成通路时,电流从电源的正极出发,它总是优先通过导体并且能够回到电源的负极,便构成电源短路或用电器短路。

(4)短路故障的判断方法。短路是一种常见的电路故障。由于发生短路时电流没有通过用电器,导致用电器的电压为零,这就是发生短路的特征。此时可用电压表测量用电器两端的电压,若此处电压为零,则可能短路。

2. 常用的化学电源

化学电源又称电池,是一种能将化学能直接转变成电能的装置,它在国民经济、科学技术、军事和日常生活方面均获得广泛应用。化学电池使用面广,品种繁多,按照其使用性质可分为三类:干电池、蓄电池和燃料电池。按电池中电解质性质又可分为:碱性电池、酸性电池和中性电池。

干电池也称一次电池,即电池中的反应物质在进行一次电化学反应放电之后就不能再次使用了。常用的有锌锰干电池、锌汞电池、镁锰干电池等。锌锰干电池的电动势为 1.5V。因产生的 NH_3 气被石墨吸附,引起电动势下降较快。如果用高导电的糊状 KOH 代替 NH_4Cl ,正极材料改用钢筒, MnO_2 层紧靠钢筒,就构成碱性锌锰干电池。由于电池反应没有气体产生,内电阻较低,电动势为 1.5V,比较稳定。

蓄电池是可以反复使用,放电后可以充电使活性物质复原,以便再重新放电

的电池,也称二次电池。其广泛用于汽车、发电站、火箭等部门。按所用电解质的酸碱性质不同分为酸性蓄电池和碱性蓄电池。

日常生活中用的充电电池就属于碱性蓄电池。它的体积、电压都和干电池差不多,携带方便,使用寿命比铅蓄电池长得多,使用适当可以反复充放电上千次,但价格比较贵。电池中有镍—镉(Ni—Cd)和镍—铁(Ni—Fe)两类。反应是在碱性条件下进行的,所以叫碱性蓄电池。

燃料电池与前两类电池的主要差别在于:它不是把还原剂、氧化剂物质全部贮藏在电池内,而是在工作时不断从外界输入氧化剂和还原剂,同时将电极反应产物不断排出电池。燃料电池是直接将燃烧反应的化学能转化为电能的装置,能量转化率高,可达80%以上,而一般火电站热机效率仅在30%~40%之间。燃料电池具有节约燃料、污染小的特点。

1991年,我国首创以铝—空气—海水为能源的新型电池,称为海洋电池。它是一种无污染、长效、稳定可靠的电源。海洋电池彻底改变了以往海上航标灯两种供电方式:一是一次性电池,如锌锰电池、锌银电池、锌空(气)电池等。这些电池体积大,电能低,价格高。二是先充电后给电的二次性电源,如铅蓄电池,镍镉电池等。这种电池要定期充电,工作量大,费用高。

3. 灯泡的种类

钨丝灯泡是被人们广泛使用的一种灯具,它能散发出温暖晕黄的光线,价格便宜,式样多变。然而,钨丝灯泡的寿命并不长久,也不省电,它还会发出不低的温度,所以不可以离纸张、纺织品或塑胶制品太近。

钨丝卤素灯泡的寿命比一般的钨丝灯泡长久,不过售价也比较昂贵。钨丝卤素灯泡所产生的光线也比普通的钨丝灯泡要白,更贴近自然光。可调整光线强度的卤素朝天灯对一般家庭而言显得特实用,因为这些灯具造型流畅,光线向上投射至天花板或墙面后再反射下来,照明效果柔和。卤素灯泡较小而且也较为省电,所以经常被使用于聚光灯,成向上或向下投射光线的灯具。

金属卤素灯泡是最近研发制造出来的灯具,不但售价便宜,而且也不会破坏屋里的色调。它常被使用于花园这种需要高亮度的地方。因为内含钠的成分,会散发出淡橘色的光芒。现在,广泛使用金属卤素灯的地方是街道,其省电的优点是最主要的考虑因素。但是,也逐渐有人将它们运用于室内照明。

4. 电阻的识别方法

电阻在电路中用“R”加数字表示,如: R_1 表示编号为1的电阻。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置等。

电阻的单位为欧姆(Ω),倍率单位有:千欧(k Ω),兆欧(M Ω)等。换算方法是:1兆欧=1000千欧=1000000欧。电阻的参数标注方法有3种,即直标法、色标法和数标法。数标法主要用于贴片等小体积的电路,最后一位为数值后零的个

数。如:472 表示 $47 \times 100\Omega$ (即 4.7K);104 则表示 100K。色环标注法使用最多,现用五环电阻举例如下:

1) 五环电阻表示方法

第一、二、三为有效数字,第四环为倍数,第五环为误差(依颜色),如图 1.6 所示。棕黑黑橙棕阻值为 $100 \times 1K = 100k\Omega \pm 1\%$ 。首先介绍颜色和阿拉伯数字之间的对应关系,这种规定是国际上公认的识别方法,记住它对我们进一步学习很有帮助。

颜色	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	黑
数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

建议分两段背诵,容易记忆:棕红橙黄绿,兰紫灰白黑。金色代表误差 $\pm 5\%$,银色代表误差 $\pm 10\%$ 。

2) 识别哪是五环电阻的第一环

四环电阻的偏差环一般是金或银,一般不会识别错误,而五环电阻则不然,其偏差环有与第一环(有效数字环)相同的颜色,如果读反,识读结果将完全错误。那么,怎样正确识别第一环呢? ①偏差环距其他环较远。②偏差环较宽。③第一环距端部较近。④有效数字环无金、银色(若从某端环数起第①、②环有金或银色,则另一端环是第一环)。⑤偏差环无橙、黄色(若某端环是橙或黄色,则一定是第一环)。⑥试读:一般成品电阻器的阻值不大于 $22M\Omega$,若试读大于 $22M\Omega$,说明读反。⑦试测。用上述还不能识别时可进行试测,但前提是电阻器必须完好。应注意的是有些厂家不严格按第①、②、③条生产,因此,以上各条应综合考虑。



想一想

在日常生活中,我们会接触到哪些电学器件?



做一做

项目:灯泡式手电筒电路参数的测量

任务要求:按测试程序要求完成所有测试内容,并撰写测试报告。

测试设备:模拟电路综合测试台 1 台, $0 \sim 30V$ 直流稳压电源 1 台,数字万用表 1 块,电流表 1 只,电压表 1 只。

测试电路:如图 1.7 和图 1.8,电源为两节干电池, R_1 为 50Ω , XMM1 为万用电表。

测试程序:

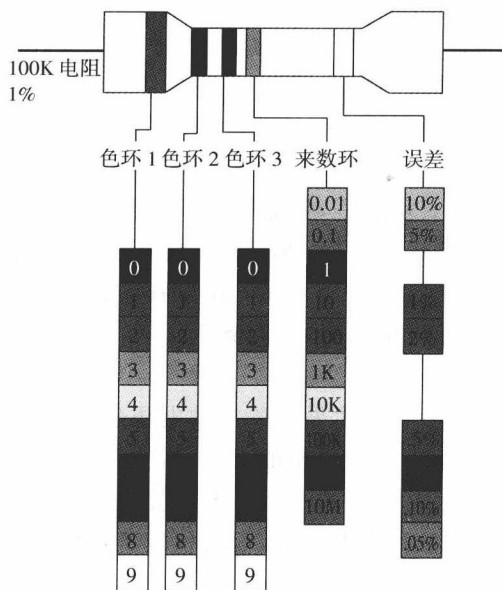


图 1.6 五色环标注法

(1)按照图 1.7 连接好测试电路图。

(2)闭合开关 K, 读出电流表的指数 I_1 为_____；读出电压表的指数 U_1 为_____。将 $U_1/I_1 =$ _____

(3)取出灯泡, 将它连接成图 1.8 电路形式, 用万用表测量灯泡两端的电阻, 阻值 $R =$ _____

结论: 电器元件的电阻 $R =$ _____

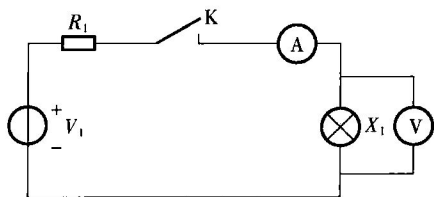


图 1.7 手电筒测试电路

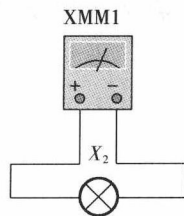


图 1.8 灯泡电阻测量电路



读一读

1. 电流表的使用

直流电流表供实验室测量直流电路电流用。直流电流表的测量范围通常为 0.6 安培到 3 安培。一般直流电流表规格: 仪表为磁电系仪表。仪表面板上的符

号说明如下:2.5 表示仪表的准确度为 2.5 级,即在规定的条件下使用,最大误差不超过满刻度值的 $\pm 2.5\%$ 。图 1.9 所示为学生常用的电流表。

使用前应先检查指针是否对准零点,如有偏差,需用零点调节器将指针调到零位,调整时只需旋动表盖正面中间的零点调整旋钮即可。若预先不知道被测电流的约值,可在电路中用一只可变电阻器与安培计串联,开始时可变电阻器电阻用最大值,电流表先用 3 安培量程,接通电路后,再将可变电阻器电阻逐渐减小,如电流一直保持在 3 安培内,此时可将变阻器电阻减小到零。如电流不超过 0.6 安培,为提高读数的准确性,可改用 0.6 安培量程进行测量。注意在任何情况下不得将电流表直接连接于电池两极,以免烧坏。

2. 电压表的使用

图 1.10 所示是一种专供学生做实验用的电压表,只有 0~3V,0~15V 两挡量程。使用前要先估计一下待测电压的大小,看选用那个量程合适;如果不知道电压的大小,则先选用量程大的,若指示小于 3 伏特,再选用量程小的 0~3V 挡。接线时,必须把伏特计与被测电路并联,而且伏特计的“+”接线柱要接在与电源正极相的那端。

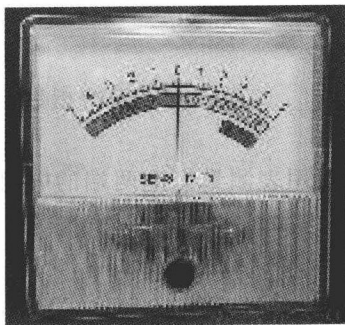


图 1.9 学生常用电流表

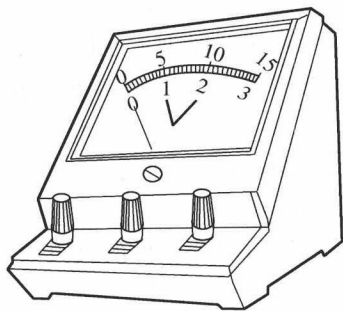


图 1.10 学生常用电压表

还要注意,直流伏特计只能测量直流电压,待测电压不能超过所用伏特计的 量程。读数时,眼睛视线要通过表针并与刻度盘垂直。电压表是测量电压的 仪表,它在电路中的图形符号是 V。

3. 万用表的使用

万用表是电子制作中必备的测试工具,它具有 测量电流、电压和电阻等多种功能。万用表种类很 多,外形各异,但基本结构和使用方法是相同的。常 用万用表的结构和外形见图 1.11。

1) 万用表的结构

万用表面板上主要有表头和选择开关,还有欧 姆挡调零旋钮和表笔插孔。下面介绍各部分的

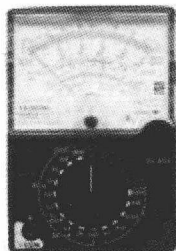


图 1.11 常用万用表

作用。

表头:万用表的表头是灵敏电流计。表头上的表盘印有多种符号、刻度线和数值。符号 A—V— Ω 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线,其中右端标有“ Ω ”的是电阻刻度线,其右端为零,左端为 ∞ ,刻度值分布是不均匀的。符号“—”或“DC”表示直流,“~”或“AC”表示交流,“~”表示交流和直流共用的刻度线。刻度线下的几行数字是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值。表头上还设有机械零位调整旋钮,用以校正指针在左端指零位。

选择开关:万用表的选择开关是一个多挡位的旋转开关,用来选择测量项目和量程。一般的万用表测量项目包括:“mA”:直流电流,“V”:直流电压,“V”:交流电压,“ Ω ”:电阻。每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。

表笔和表笔插孔:表笔分为红、黑两只。使用时应将红色表笔插入标有“+”号的插孔,黑色表笔插入标有“-”号的插孔。

2) 万用表的使用方法

万用表是比较精密的仪器,如果使用不当,不仅造成测量不准确且极易损坏。但是,只要我们掌握万用表的使用方法和注意事项,谨慎从事,那么万用表就能经久耐用。使用万用表时应注意如下事项:

① 万用表使用前,应做到:万用表水平放置。应检查表针是否停在表盘左端的零位。如有偏离,可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮,使表针指零。将表笔按上面要求插入表笔插孔,将选择开关旋到相应的项目和量程上,就可以使用了。

② 万用表使用后,应做到:拔出表笔。将选择开关旋至“OFF”挡,若无此挡,应旋至交流电压最大量程挡,如“1000V”挡。若长期不用,应将表内电池取出,以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。

测量电流与电压不能旋错挡位。如果误将电阻挡或电流挡去测电压,就极易烧坏电表。万用表不用时,最好将挡位旋至交流电压最高挡,避免因使用不当而损坏。测量直流电压和直流电流时,注意“+”“-”极性,不要接错。如发现指针开反转,应立即调换表棒,以免损坏指针及表头。如果不知道被测电压或电流的大小,应先用最高挡,而后再选用合适的挡位测试,以免表针偏转过度而损坏表头。所选用的挡位愈靠近被测值,测量的数值就愈准确。

测量电阻时,不要用手触及元件的两端(或两支表棒的金属部分),以免人体电阻与被测电阻并联,使测量结果不准确。测量电阻时,如将两支表棒短接,调“零欧姆”旋钮至最大,指针仍然达不到 0 点,这种现象通常是由于表内电池电压不足造成的,应换上新电池方能准确测量。

模块二 直流照明电路的测试

☆ 学习目标

- 能够测量电源的外特性及负载的伏安特性；
- 理解电压、电流及电阻之间关系；
- 理解电源的外特性及负载的伏安特性；
- 能根据负载的伏安特性,理解欧姆定律；
- 能通过照明电路中灯泡的亮度,理解电路中的电功及电功率。

☆ 工作任务

- 电源的外特性测量；
- 负载的伏安特性测量；
- 根据伏安特性,进行欧姆定律的验证；
- 电功及电功率的测量与计算。



看一看

1. 欧姆定律

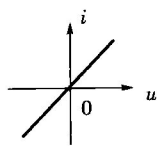
欧姆定律是指流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比。如果电阻是固定的,则电流的大小与电压成正比;如果电压固定,电流的大小与电阻成反比。它反映了电阻对电流的阻碍作用,是电路分析中最基本、最重要的定律之一。

其表现形式与电压、电流的参考方向的设定有关:

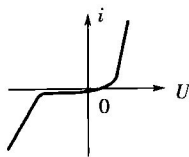
- (1) 在 U 、 I 的参考方向一致时, $U=RI$
- (2) 在 U 、 I 的参考方向不一致时, $U=-RI$

2. 伏安特性

伏安特性表示负载两端电压与流过电流的关系,以电压为横坐标,电流为纵坐标。根据其特性曲线分不同,电阻可以分为线形电阻和非线形电阻,如图 1.12 所示。



(a) 线性电阻



(b) 非线性电阻

图 1.12 电阻的伏安特性