



高职高专规划教材

电工电子技术 基础实训

徐咏冬 主编





高等院校计算机教材

电工电子技术 基础实训

主编 王 强



高职高专规划教材

电工电子技术基础实训

主 编 徐咏冬

副主编 李留格

参 编 杨 敏 李浩哲

主 审 林 钢



机械工业出版社

本书是“电工电子技术基础”课程的实训教材,可以配合“电工电子技术基础”课程的理论教学进行实际操作技能的训练,从而加深对所学理论知识的理解,培养学生的操作能力。

全书分为三个部分,第一部分是电工基础实训,选择了电工测量基础、电路基本定律的验证、电工安装训练等内容;第二部分是电子技术实训,选择了电子元件的识别检测、电子线路的焊接安装、各种常用电子线路的测试、电子线路的读图训练等内容;第三部分是电气控制实训,选择了常用控制电器的识别与检测、控制电路的识图、电动机的测试和应用、常用电气控制线路的安装配线等实训内容。

本书可作为高职、高专非电类专业的实训教材使用,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础实训/徐咏冬主编. —北京:机械工业出版社, 2003.6
高职高专规划教材
ISBN 7-111-12217-8

I. 电... II. 徐... III. ①电工技术-高等学校:技术学校-教材
②电子技术-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 038590 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:倪少秋

责任编辑:张祖凤 版式设计:张世琴 责任校对:李秋荣

封面设计:饶 薇 责任印制:路 琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·10.25 印张·239 千字

定价:15.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

编写说明

随着科技发展、社会进步和人民生活水平的不断提高,制冷与空调设备的应用几乎遍及生产、生活的各个方面。运行和维护制冷与空调设备需要大批专门技术人才,尤其我国加入 WTO,融入国际竞争的大潮,社会对制冷空调设备的安装、维修、管理专业高级技术人才的需求量也愈来愈大。为了满足和适应社会不断增长的需要,全国已有数十所高职高专院校先后开设了“制冷与空调”专业,以加速制冷与空调专业应用型高级技术人才的培养。

为了编写出既有行业特色,又有较宽覆盖面,适应性、实用性强的专业教材,我们组织了全国十几所不同行业高职院校具有丰富教学和工程实践经验的教师编写了这套高职高专制冷与空调专业规划教材。书目见封四。

本套教材在编写过程中,结合我国制冷与空调专业的发展以及行业对高职高专人才的实际要求,在形式和内容上都进行了有益探索。在专业面向上,既涉及家用、商用制冷与空调设备,又涉及工业制冷空调设备,覆盖范围广;在内容安排上,既介绍传统的制冷空调原理、方法、设备,又补充了大量的新技术、新工艺、新设备,立足专业最前沿;在课程组织上,基本理论力求深入浅出、通俗易懂,实验、实训力求贴近生产,强调实际、实用;特别强调突出能力培养,体现高职特色,既可作为高职高专院校的专用教材,也可作为社会从业人员岗位培训教材。

本套教材编写过程中,得到了有关设计院所、施工单位、管理部门、生产企业和有关专家学者的大力支持。他们提出了许多宝贵意见,提供了大量技术资料和工程实例,使得教材内容更加丰富、详实,在此向他们表示衷心的感谢!

由于受理论水平、专业能力和知识面的限制,加之时间短促,全套教材中难免有疏漏和错误,恳请广大师生和读者批评指正,以便再版时修订、补充,不断完善和提高。

高职高专制冷与空调专业教材编审委员会

2003 年 3 月

前 言

本书是“电工电子技术基础”课程的实训教材，适用于高职、高专非电类专业。

本书在编写内容上，注意突出职业教育的特点，注重实践技能的培养，选择具有代表性和实用性的实训项目，训练目的明确，对与实训相关的理论和技能介绍详实、具体，设计了合理的操作步骤，列有实训记录和评分标准，实训项目的编写结构充分考虑了实训教学的可操作性。

本书的第一部分是电工基础实训。按照由浅入深的原则，先介绍电工测量基础和仪器仪表的使用，再针对电工基础课程的经典内容，选择了电路基本定律的验证等实训项目。在这些项目的实训中，学生可以加深理解电路基本理论和基本分析方法，初步学会一般电路的连接，进一步熟悉电工仪器仪表的使用。为进一步提高学生的实际操作能力，还编写了几个具有工程实用价值的电工安装类实训项目。通过这些项目的训练，可以将所学理论知识应用于实际工作中，提高学习兴趣，培养严谨的工作作风。

本书的第二部分是电子技术实训。首先选择了电子元件的识别、检测、焊接技能的训练，仪器仪表的使用等内容，让学生学会电子技术中常用的基本技能；然后是常用模拟电子线路和数字电路的测试和应用，通过这些实训内容，使学生掌握电子线路的基本组成和测试方法；最后是电子线路的读图训练和综合安装，这两个项目在内容选用上具有一定联系，可以合并成为一个为期一周左右的综合性实训项目。

本书的第三部分是电气控制实训。主要内容是控制电器的认识及测试、电气控制线路图的识图制图训练、电动机的测试和应用、基本控制电路的安装配线等。通过这些实训项目，让学生掌握电气控制线路的检测、安装、调试等技能，了解电气控制在生产实际中的应用，培养分析问题和解决问题的能力。

本书三个部分的实训项目按统一顺序排列。实训一~九由李留格老师编写；实训十二、十三由李浩哲老师编写；实训十四~二十一由杨敏老师编写；实训十、十一、二十二~二十八、附录由徐咏冬老师编写。全书由徐咏冬任主编，李留格任副主编，由林钢主审。

在编写过程中，郑州工程学院化学工业职业学院的赵玉奇副院长给予了大力的支持，无锡商业职业技术学院的林钢副教授在审稿过程中付出了大量的劳

动，提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，书中难免存在缺点和疏漏，恳请广大读者批评指正。

编者

2003 年 3 月

目 录

编写说明

前言

第一部分

电工基础实训 1

实训一 直流测量基础 1

实训二 基尔霍夫定律和叠加定理 7

实训三 戴维南定理 11

实训四 交流测量基础 15

实训五 荧光灯的安装及功率因数的提高 19

实训六 三相交流电路的测试 23

实训七 电工安装基础 29

实训八 电度表的安装与使用 39

实训九 照明电路的安装 44

第二部分

电子技术实训 54

实训十 电子元件的识别、检测和焊接技能训练 54

实训十一 常用电子仪器的使用练习 61

实训十二 二极管和整流、滤波电路 66

实训十三 三极管和单管交流放大电路 70

实训十四 负反馈放大电路 77

实训十五 功率放大电路 81

实训十六 集成运算放大器的

应用 86

实训十七 组合逻辑电路 90

实训十八 触发器 96

实训十九 记数显示电路 100

实训二十 电子线路读图训练 104

实训二十一 电子线路的综合安装 108

第三部分

电气控制实训 117

实训二十二 常用控制电器的认识及测试 117

实训二十三 电气控制线路识图训练 122

实训二十四 电器的安装与配线 126

实训二十五 三相异步电动机的测试及拆装 130

实训二十六 单相异步电动机的测试及应用 134

实训二十七 三相异步电动机的可逆旋转控制 138

实训二十八 三相异步电动机的延时控制 141

附录 146

附录 A 常用电子元器件的型号命名 146

附录 B SR—8 型双踪示波器面板简介 148

附录 C 电气设备常用文字符号 150

参考文献 157

第一部分 电工基础实训

实训一 直流测量基础

一、实训目的

- 1) 了解实训操作室的电源配置和交、直流电源的使用常识。
- 2) 掌握电流表、电压表的使用。
- 3) 熟悉万用表和直流稳压电源的使用。
- 4) 学习伏安法测电阻并验证欧姆定律。

二、相关理论和技能

电工基础实训操作是进行电工技能训练的实践性教学环节，是电工基础课程的重要组成部分。

1. 实训操作规程与安全用电

实训操作过程中应特别注意安全用电，严格按照操作规程要求进行操作，否则极易损坏仪表，甚至发生人身事故。一般情况下，安全操作主要有以下几项要求：

- 1) 熟悉电源开关位置，正确区分 220V 和 380V 电源插座。
- 2) 操作电路应该在断电的情况下连接，连接完毕，报请实训指导教师检查无误后，通知所有在场人员，才能接通电源。
- 3) 如果接通电源后，发现仪表指示值异常、有异常气味或声响及其它危险迹象时，应迅速切断电源，查明原因。待故障排除后，方能接通电源。
- 4) 操作过程中，严禁触摸导线裸露部分。一旦发生设备或人身事故，首先应迅速切断电源，然后报告教师检查处理。查明原因后方能继续进行操作。
- 5) 操作过程中，严禁带电改接电路或带电更换仪表量程。
- 6) 操作完毕后，必须先切断电源，然后拆除电路。如果操作电路中有大电容器，应先对电容器放电，然后再拆除电路。

2. 常用电工仪表的使用

电工测量仪表可分成指示式、比较式、数字式、记录仪和示波器等。其中指示式测量仪表最为常用，按照工作原理分类，又可分为磁电式、电磁式、电动式、感应式、静电式和振簧式仪表等。各种指示式仪表主要由驱动装置、反作用装置和阻尼装置三部分组成。驱动装置的作用主要是利用仪表中通入电流后产生的电磁作用力驱动指针偏转，驱动力矩与通入的电流值之间存在一定的关系。如果仅有驱动力矩，那么仪表的指针只能是满偏，不能反映被测量的大小。要使指针能按被测量的大小产生相应的偏转，必须有反作用力矩与驱动力矩相平衡。反作用力矩可利用弹性力（如游丝）、电磁力或其它力产生。当反作用力矩与驱动力矩相平衡时，指针就静止在一定的位置上。

测量时，为了使指针能很快稳定在平衡位置，以缩短测量时间，还需要有一个与转动

方向相反的阻尼力矩,如空气阻尼装置。空气阻尼装置是用铝制的翼片装在转轴上并置于阻尼室内运动,使转动部分的动能克服空气的阻力而消耗掉。此外还有采用液体或电磁阻尼装置的。

指示式仪表除包括驱动装置、反作用装置和阻尼装置外,还有由指针和刻度盘构成的读数装置,以及起保护作用的外壳和装在外壳上的校正器(调整螺钉等)。

(1) 直流电流的测量 测量时应将电流表串联在被测电路中,被测电流由电流表的“+”端流入,“-”端流出。电流表的内阻都非常小,绝不允许将电流表并联在被测电路的两端。

电流表表头允许通过的电流很小(约几十微安到几十毫安范围内),测量大电流时应采用分流的方法。分流电阻有内附和外接两种。内附方式中,有些电流表的正端有好多个接线端子,分别用于测量不同量程的电流。变换量程时必须在仪表断电的情况下进行,以防烧坏仪表;也可以用一根短接线将电流表两接线端子短接后再改变量程,操作完毕后再除去短路线,然后再读取测量值。

(2) 直流电压的测量 测量时应将电压表并联于被测电路的两端,即将“+”端与高电位点相连,“-”端与低电位点相连。为了使电压表并入后不影响电路原来的工作状态,要求电压表的内阻远大于被测负载的电阻。

一般测量机构本身的内阻不是很大,所以在电压表内串有阻值很大的附加电阻。在测量直流高压时都采用串联电阻的方法来扩大量程。

(3) 电流表、电压表的选择 电工实训操作中,经常会大量使用各种电流表、电压表等测量仪表。在选择这些仪表时,应根据操作电路的要求来选用。一般情况下,在无法估计合适的量程时,应先选用高量程仪表来试测,然后根据试测结果选用适当量程的仪表进行测量。对于电流表、电压表来说,适当的量程是指在测量中仪表的指针偏转在满刻度的 $2/3$ 位置附近。仪表量程选择过大,指针偏转接近仪表的下限,会增大测量误差;仪表量程选择过小,指针偏转超过仪表的满刻度位置,可能会损坏仪表。

常用磁电系电流表、电压见表 1-1。

表 1-1 磁电系电流表、电压表

仪表型号	测量范围	刻度分格	准确度	内阻与电压降
C32— μ A	0 ~ 100 μ A	100	0.5 级	$R \approx 4000\Omega$
	0 ~ 500 μ A	100		$R \approx 41\Omega$
C32—mA	0 ~ 5、10、20、50mA	100	0.5 级	$U \approx 12 \sim 28\text{mV}$
	0 ~ 100、200、500、1000mA	100		$U \approx 45\text{mV}$
C32—A	0 ~ 2.5、5、10A	100	0.5 级	$U \approx 45\text{mV}$
C32—mV	0 ~ 100、200、500、1000mV	100	0.5 级	500 Ω /V
C32—V	0 ~ 15、30、75、150V	150	0.5 级	500 Ω /V
	0 ~ 50、100、200、500V	100		333.3 Ω /V

3. 伏安法测电阻

欧姆定律指出:线性电阻元件中的电流与其两端的电压成正比,用公式表示为

$$R = \frac{U}{I}$$

式中, R 为元件的电阻, 单位为 Ω ; U 为元件的端电压, 单位为 V ; I 为元件中的电流, 单位为 A 。

伏安法测电阻就是利用电压表、电流表测量某电阻两端的电压和流过该电阻的电流, 然后应用欧姆定律计算出被测电阻值。由于测量的误差, 多次测量时, 每次结果可能有差异, 可以取平均值作为结果。但应注意: 几次测量所得的数据应相差很小, 否则应查明原因, 重新测量, 不可直接取平均值。

伏安法测量电阻的电路有两种接法。图 1-1a 所示电路适用于测量阻值较大的电阻, 这种接法测出的电压包括了电流表上的电压降。只有当被测电阻远大于电流表的内阻时, 电流表电压降才远小于被测电阻电压降, 电压表读数近似等于电阻电压降, 才不致造成较大误差。图 1-1b 所示电路适用于测量阻值较小的电阻, 这种接法测出的电流包括了电压表中的电流, 只有当被测电阻远小于电压表内阻时, 通过电压表的电流才远小于被测电阻中的电流, 电流表的读数近似等于流过电阻的电流, 才不致造成较大误差。

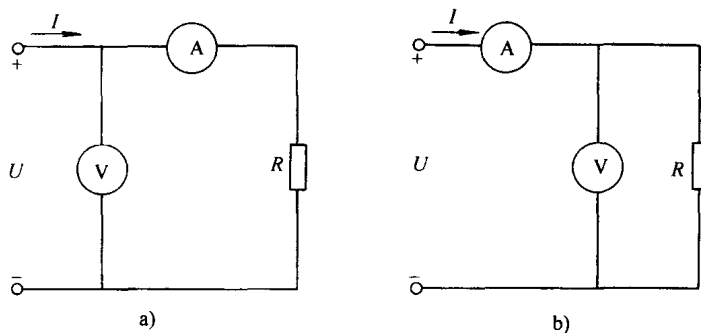


图 1-1 伏安法测电阻的电路
a) 测量大电阻电路 b) 测量小电阻电路

4. 直流稳压电源

直流稳压电源是将交流电转变为电压稳定并具有一定输出功率的直流电的设备。当电源电压、负载、环境温度等因素在一定范围内变化时, 其输出直流电压保持不变, 可以作为近似恒压源使用。较好的直流稳压电源还具有稳流输出功能, 通过设置输出电流的大小, 也可以作为近似恒流源使用。下面以 WYJ—30—2B 型直流稳压电源为例介绍稳压电源的功能和使用。

WYJ—30—2B 型直流稳压电源是一种有两路输出的直流稳压电源, 每路输出电压为 $0 \sim 30V$ 可调, 最大输出电流 $2A$, 稳压与稳流可自动转换。两路可调电源可单独使用, 也可串、并联使用。串联时最高输出电压可达 $60V$, 并联时最大输出电流为 $4A$ 。

WYJ—30—2B 型直流稳压电源的面板如图 1-2 所示。面板元件功能如下:

- 1) 电压表: 指示输出电压, 精度为 5 级, 指示范围 $0 \sim 30V$ 。
- 2) 电流表: 外接负载时指示输出电流, 精度为 5 级, 指示范围 $0 \sim 2A$ 。
- 3) 稳压调节: 调节该旋钮, 可以控制输出电压在 $0 \sim 30V$ 之间变化。

- 4) 稳流调节：外接负载时，调节该旋钮，可以控制输出电流的大小。
- 5) 过压调节：顺时针旋转，可以在 2~30V 之间设置输出过压保护值。
- 6) 过压指示：此红色发光二极管亮时，表示稳压调节旋钮调出的输出电压超过设定的保护值，输出电压会自动降为 0V。
- 7) 稳压指示：此绿色发光二极管亮，表示输出为稳压状态。
- 8) 稳流指示：此红色发光二极管亮，表示输出为稳流状态。
- 9) 输出端：五只接线端子。中间一只是整机接地端，左边两只为左路电源的正负输出端，右边两只为右路电源的正负输出端。
- 10) 转换开关：按下时，两只表头分别指示右路电源的输出电压和电流；弹起时，两只表头分别指示左路电源的输出电压和电流。

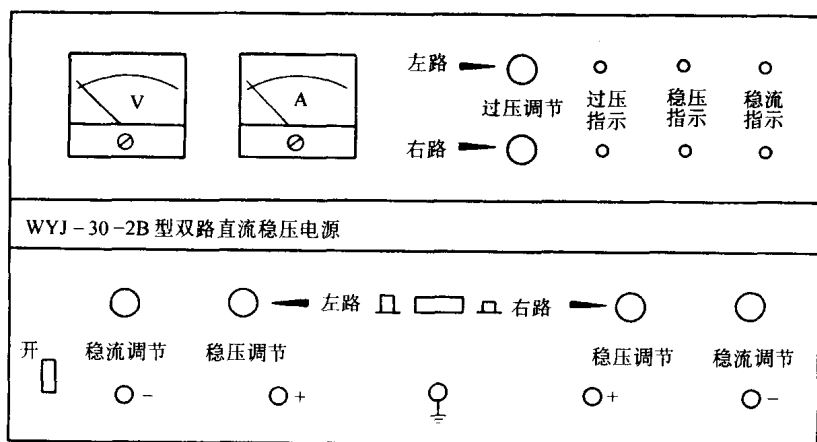


图 1-2 WYJ-30-2B 型直流稳压电源

5. 万用表欧姆挡测电阻

使用万用表欧姆挡可以直接测量常规电阻。在进行电阻测量前，要估计被测量电阻的大小，选择相应的量程。选用不同挡位测量时，应将刻度读数乘以挡位的倍率才是实际电阻值。在测量电阻时，不能用双手同时握住电阻引线和测试表笔金属部分进行测量，如图 1-3 所示。



图 1-3 电阻测量方法

a) 正确方法 b) 错误方法

测量前，指针应在零位，若指针不在零位，应进行机械调零。在每次测量电阻前，或

在测量电阻的过程中重新选择不同的欧姆挡位（例如 $R \times 1$ 更换为 $R \times 100$ ）时，还要将表笔短接，进行电气调零，使万用表的指针指向电阻挡刻度的零位。测量电阻时应将电阻从原电路中分离出来，以免其它电路元件与电阻并联影响测量结果。

万用表使用完毕，应将转换开关旋至空挡，若没有空挡位置，应将其旋至交流电压最大挡位。

三、实训设备和材料

- (1) 直流稳压电源 1 台
- (2) 直流电压表 1 块
- (3) 直流电流表 1 块
- (4) 万用表 1 块
- (5) 电阻 若干
- (6) 开关 2 只

四、实训步骤

1. 实训操作室电源的认识

根据指导教师的介绍，熟悉实训操作室交流电源情况，了解 220V 和 380V 电源插座或接线柱的位置，清楚交流电源开关的位置，以便在必要时能够及时切断电源。

2. 直流稳压电源的使用

将两路的过压调节旋钮顺时针调至最大。选择左路或右路，通过转换开关确定面板表头指示为所选输出的指示。

(1) 可调电源作为稳压电源使用 首先将稳流调节旋钮顺时针调节到最大，然后打开电源开关，调整稳压调节旋钮，观察面板上的电压表，使输出分别为 2V、6V、12V、20V，用万用表直流电压挡测量这组数据，验证稳压电源的输出电压是否正常。

(2) 可调电源作为稳流电源使用 打开电源开关后，先将稳压输出调节旋钮顺时针旋到最大，同时将稳流输出调节旋钮逆时针调到最小，然后接上负载电阻，再顺时针调节稳流输出旋钮，使输出电流至所需要的数值。此时稳压指示灯暗，稳流指示灯亮。

(3) 可调电源作为稳压电源使用时，限流保护值的设定 打开电源，将稳流调节旋钮逆时针调节到最小，然后短接正、负输出端，再顺时针调整稳流调节旋钮，使输出电流等于所要设定的限流值（如 1A），拆去短接线，连接负载，增大输出电压，输出电流将不会超过设定值。

3. 万用表欧姆挡测电阻

测量前先将万用表选择开关置于“ Ω ”挡位置，并根据被测电阻值选定测量挡位（如“ $R \times 10$ ”或“ $R \times 1k$ ”挡），然后将测试表笔短接，调节“调零电位器”，使万用表指针对准“零”欧姆位置。

分别取电阻 $R = 47\Omega$ 和 $R = 1k\Omega$ 电阻进行测量，将测量结果记录在表 1-2 中。

4. 伏安法测电阻和验证欧姆定律

伏安法测电阻电路如图 1-4 所示，图中电阻仍然采用万用表测电阻操作中所用的电阻。

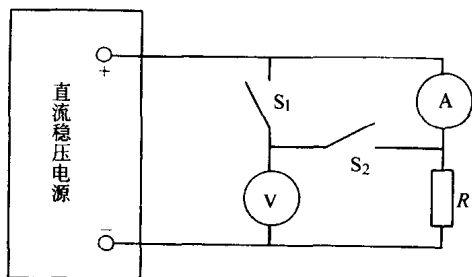


图 1-4 伏安法测电阻电路

1) 取 $R = 47\Omega$ ，断开开关 S_1 、闭合 S_2 ，分别调整直流稳压电源输出电压，将读取的电流表、电压表数据记录在表 1-3 中；然后闭合开关 S_1 、断开 S_2 ，重复上述操作。计算出电阻值，并与电阻标称值比较。

2) 取 $R = 1k\Omega$ ，重复上述操作。

3) 用电压和电流计算出来的电阻值与电阻标称值比较，可以验证欧姆定律。

五、实训记录

1. 稳压电源的使用

记录万用表测出的稳压电源输出电压，并与面板表头指示进行比较。

2. 万用表欧姆挡测电阻

将万用表测量电阻的测量数据记录在表 1-2 中。

表 1-2 万用表测电阻数据

	$R = 47\Omega$	$R = 1k\Omega$
倍率挡		
面板读数		
电阻值/ Ω		

3. 伏安法测电阻及验证欧姆定律

1) 将测试数据和计算值记录在表 1-3 中。

表 1-3 伏安法测电阻数据

被测电阻	开关位置	测量值		计算值 R/Ω	
		U/V	I/mA	$R = U/I$	平均值
$R = 47\Omega$	断开 S_1 闭合 S_2				
	闭合 S_1 断开 S_2				
$R = 1k\Omega$	断开 S_1 闭合 S_2				
	闭合 S_1 断开 S_2				

2) 测量结果是否符合欧姆定律。

4. 问题讨论

1) 电压表、电流表量程选择过大或过小会引起什么问题？

2) 用万用表欧姆挡测电阻时为何要先调零？测量过程中换挡是否要重新调零？

3) 试分析伏安法测电阻时产生误差的原因。

六、考核标准

直流测量基础考核标准见表 1-4。

表 1-4 直流测量基础考核标准

项 目	技 术 要 求	分值	得分
仪器、仪表的使用	1) 仪器仪表使用方法正确, 测量、操作步骤规范; 2) 仪表量程选择合适; 3) 读数准确, 记录详实、规范	30	
电路的连接	1) 电路连接关系正确; 2) 电源和仪表的极性连接正确; 3) 安全文明操作	20	
数据测试和处理	1) 测试方法正确; 2) 测试数据与电路原理相符; 3) 数据处理方法正确、完整	20	
实训报告	书写规范整齐, 内容详实具体; 实训结果和数据记录准确、全面, 并能正确分析; 回答问题正确、完整	30	
合计		100	

实训二 基尔霍夫定律和叠加定理

一、实训目的

- 1) 进一步熟悉直流稳压电源、电压表、电流表的使用。
- 2) 理解电压、电流的实际方向与参考方向的关系。
- 3) 通过实验数据验证基尔霍夫定律, 加深对电路定律的理解。
- 4) 通过实验理解叠加定理, 并了解其应用范围。

二、相关理论和技能

1. 电流、电压的参考方向与实际方向

电流和电压都是既有大小又有方向的物理量。在电路分析中, 往往很难事先判断它们的实际方向。为便于对电路进行分析和计算, 先假设某一个方向作为电流或电压的正方向, 即为“参考方向”。如果电流或电压的实际方向与参考方向相同, 其数值取正; 否则取负。

2. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律包括两个内容: 基尔霍夫电流定律 (KCL) 和基尔霍夫电压定律 (KVL)。

KCL 指出: 在任一瞬时, 在电路的任一节点上, 所有支路的电流代数和恒等于零, 即 $\sum I = 0$ 。KCL 反映了电流的连续性原理, 说明了电路中节点连接的各支路电流的约束关系, 它与电路中元件的性质无关。

KVL 指出: 在任一瞬时, 沿电路中任一闭合回路绕行一周, 各段电压代数和恒等于零, 即 $\sum U = 0$ 。参考方向与绕行方向一致的电压取正号, 参考方向与绕行方向相反的电压取负号。KVL 说明了电路中各段电压的约束关系, 它与电路中元件的性质也无关。

3. 叠加定理

叠加定理指出：在有多电源作用的线性电路中，各支路的电流或电压都等于每个电源单独作用时在该支路中所产生的电流或电压的代数和。

应用叠加定理时应注意：

- 1) 叠加定理只适用于线性电路，对非线性电路不适用。
- 2) 叠加定理只适用于电路的电流、电压计算，对功率计算不适用。
- 3) 当一个电源单独作用时，其它电源应去除，但要保留其内阻。对于电压源，将其电动势用短接线替代，而保留内阻；对于电流源，则将其理想电流源支路断开，而保留与之并联的内阻。
- 4) 在将每个电源独立作用下产生的电流或电压进行叠加时，应注意各分量的实际方向与所选用的参考方向是否一致，相一致的取正号，不一致的取负号。

三、实训设备和材料

- (1) 直流稳压电源 1 台
- (2) 直流电压表（或万用表） 1 块
- (3) 直流电流表 3 块
- (4) 定值电阻 2 只
- (5) 电阻箱 1 台
- (6) 蓄电池（或干电池） 1 只（若干节）
- (7) 开关（或单刀双掷开关） 4 只（2 只）

四、实训步骤

1. 验证基尔霍夫定律

按图 2-1 将开关 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 全部断开并进行接线， R_1 、 R_2 用固定电阻（推荐值： $R_1 = 62\Omega$ ， $R_2 = 30\Omega$ ）， R_3 采用电阻箱。调整好稳压电源的输出电压（ $E_1 = 6V$ ）， E_2 可以使用两节电池（ $\approx 3V$ ）。

经检查无误后，接通电源。断开开关 S_2 、 S_3 ，闭合开关 S_1 、 S_4 。

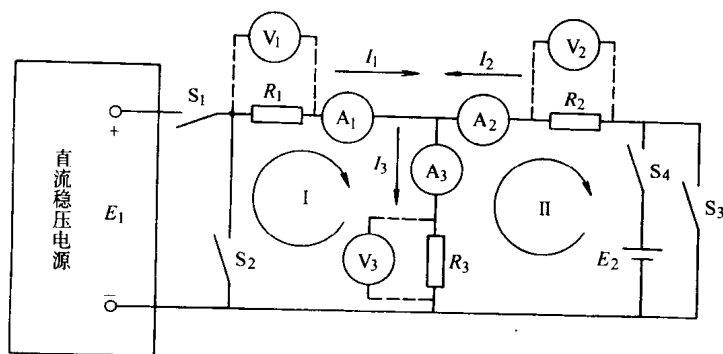


图 2-1 验证基尔霍夫定律和叠加定理

- 1) 调节电阻箱，使 $R_3 = 100\Omega$ ，测量电流 I_1 、 I_2 、 I_3 ，将测量数据记录在表 2-1 中。如果电流表的指针反偏，应立即调换电流表正、负极。将各支路电流表的连接极性与图中参考方向对照，判断电流的正负。

用直流电压表（或万用表直流电压挡）测量三个电阻上的电压 U_1 、 U_2 、 U_3 和电源 E_1 、 E_2 ，将测量数据记录在表 2-2 中。如果电压表的指针反偏转，则应调换电压表的正、负极（或万用表的测试表笔）后再测量。电压表的连接极性与图中标注的环绕方向比较，可以判断被测电压的正负。

2) 调节电阻箱的旋钮，改变 R_3 的阻值，使 $R_3 = 200\Omega$ 。重复上述的测量，同样将测量结果记录在表 2-1 和表 2-2 中。

2. 验证叠加定理

按图 2-1 接线， R_3 取 100Ω 。将开关 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 全部断开，稳压电源的输出电压调为 6V。

(1) E_1 单独作用 先将开关 S_4 断开，再闭合 S_3 ，将 E_2 除去；然后断开开关 S_2 ，再闭合开关 S_1 ，接通电源 E_1 。分别测量在 E_1 单独作用下的三个电流 I'_1 、 I'_2 、 I'_3 和电压 U'_1 、 U'_2 、 U'_3 ，记录在表 2-3 中。

(2) E_2 单独作用 先将开关 S_1 断开，再闭合 S_2 ，将 E_1 除去；然后断开开关 S_3 ，再闭合开关 S_4 ，接通电源 E_2 。分别测量在 E_2 单独作用下的三个电流 I''_1 、 I''_2 、 I''_3 和电压 U''_1 、 U''_2 、 U''_3 ，记录在表 2-3 中。

(3) E_1 和 E_2 同时作用 先断开开关 S_2 、 S_3 ，再闭合开关 S_1 、 S_4 。分别测量在 E_1 和 E_2 同时作用下的三个电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和三个电压 U_1 、 U_2 、 U_3 ，记录在表 2-3 中。

(4) 结论 计算出 E_1 和 E_2 单独作用时电流、电压的代数和，与 E_1 和 E_2 同时作用的测量结果相比较，看是否相同。

3. 注意事项

1) 在进行电流、电压测量时，应注意电表接入的方法、测量极性并选择电表的量程。

2) 实训操作电路中，应使稳压电源的输出电压值大于蓄电池（或电池）电压值，即稳压电源不宜作为负载使用。

3) 调节电阻箱时，应注意电阻值不宜过小，避免电路因电阻过小而出现过大电流。一般可先调在电阻值较大的位置上，然后再逐渐调小。

4) 在验证叠加定理时，要求先将电压源断路。应注意除去电压源是指将电源断开后，在电源的相应位置上短接，而不是将电源直接短路。

5) 在测量和记录数据时，应注意电流、电压数值的正、负号。

6) 实训操作中要特别注意防止电源被短路。为此，也可采用双掷开关分别取代 S_1 、 S_2 和 S_3 、 S_4 。

五、实训记录

1. 验证基尔霍夫定律

1) 将验证基尔霍夫电流定律的测试数据记于表 2-1 中，并计算。

2) 将验证基尔霍夫电压定律的测试数据记于表 2-2 中，并计算。

2. 验证叠加定理

将测试数据记于表 2-3 中，并计算。