



高职高专“十一五”规划教材

电工电子技术 实验指导

宋福岭 主编

中国石油大学出版社

高职高专“十一五”规划教材

电工电子技术

实验指导

宋福岭 主编
刘润华 主审

中国石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验指导/宋福岭主编. —东营:中国石油大学出版社,2007.1

ISBN 978-7-5636-2167-5

I. 电... II. 宋... III. ①电工技术—实验—高等学校—教学参考资料②电子技术—实验—高等学校—教学参考资料 IV. TM-33 TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 002584 号

书 名: 电工电子技术实验指导
作 者: 宋福岭

策划编辑: 宋秀勇(电话 0546—8392139)

责任编辑: 刘 清

封面设计: 人和视觉

出 版 者: 中国石油大学出版社(山东 东营, 邮编 257061)

网 址: <http://www.uppbook.com.cn>

电子信箱: yibian@mail.hdpu.edu.cn

印 刷 者: 沂南县汇丰印刷有限公司

发 行 者: 中国石油大学出版社(电话 0546—8392139)

开 本: 180×235 印张: 11.25 字数: 222 千字

版 次: 2007 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 17.00 元

内容简介

本书是根据电工与电子技术课程教学的基本要求,在智能电工电子实验平台的基础上编写的职业院校相关电类各专业的实验教学用书,能满足学生对“电工学”、“模拟电子技术”和“数字电子技术”课程实验的要求。主要内容包括常用电工仪表、电子仪器的正确使用,基尔霍夫定律的验证,叠加原理的验证,电压源与电流源的等效变换, R 、 L 、 C 元件阻抗特性的测定,三相交流电路,三相鼠笼式异步电动机, Y/Δ 降压启动控制,单管交流电压放大电路,集成运算放大电路,正弦波振荡器,触发器及其应用,计数器及其应用等共四十多个实验。本书可作为高等职业院校电工学、电工与电子技术课程的配套实验指导书,也可作为相关电类专业课程的实验教材。

前 言

“电工学”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”是实践性很强的专业技术基础课程,“电工电子技术实验指导”是继理论学习之后所开设的实践课程。按照高职高专学生教育的培养目标,课程开设的目的是培养学生电工、电子技术方面的实践技能。本书立足于高职高专应用型人才的培养目标,适应社会发展的需求,提高学生的实践能力。

本书力求通俗易懂,详略得当,强调了实用性和可用性,力图培养学生能用、会用的实际动手能力。全书在编写上充分考虑了“电工学”、“模拟电子技术”、“数字电子技术”理论课的特点,在内容上自成体系,突出理论指导实践、实践验证理论的教学方法。侧重于实验方法和实践技能,强调实践过程对技能性和工艺性的培养,内容涵盖面广,各专业在使用时可根据专业要求对内容进行取舍和调整。

本书内容分三个模块,即电工学、模拟电子技术、数字电子技术,每个模块分三个层次,即基本实验、设计实验、综合实验。实验项目多,信息量大,内容上循序渐进,学生可通过自学逐步掌握全部内容。

本书由山东胜利职业学院宋福岭副教授主编,中国石油大学(华东)刘润华教授审稿,其中第一部分由宋福岭、马玉英编写,第二部分由国玉英、袁秀伟编写,第三部分由张智芳、赵红编写。本书的编写得到了山东胜利职业学院电工电子技术教研室其他老师的大力支持,在编写过程中他们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,且本书涉及的内容多,实践面较宽,难免有不妥之处,恳请读者和同行批评指正。

编 者

2006年11月



目 录

第一部分 电工基础实验

实验一	万用表的使用练习	1
实验二	电位、电压的测定	6
实验三	基尔霍夫定律的验证	8
实验四	叠加原理的验证	10
实验五	电压源与电流源的等效变换	12
实验六	戴维南定理——有源二端网络等效参数的测定	15
实验七	用三表法测量电路等效参数	18
实验八	正弦稳态交流电路相量的研究	22
实验九	互感电路观测	26
实验十	单相铁芯变压器特性的测试	29
实验十一	三相交流电路电压、电流的测量	32
实验十二	三相电路功率的测量	35
实验十三	单相电度表的校验	39
实验十四	功率因数及相序的测量	42
实验十五	三相鼠笼式异步电动机	44
实验十六	三相鼠笼式异步电动机点动和自锁控制	49
实验十七	三相鼠笼式异步电动机正、反转控制	52
实验十八	三相鼠笼式异步电动机 Y/ Δ 降压启动控制	56
实验十九	三相鼠笼式异步电动机的能耗制动控制	60
实验二十	三相鼠笼式异步电动机顺序控制	62
实验二十一	C620 车床电气控制	65
附录	单、三相智能功率及功率因数表使用说明书	67

第二部分 模拟电子技术实验

实验一	用万用表对常用电子元器件检测	73
-----	----------------	----

实验二	常用电子仪器的使用	78
实验三	晶体管共射极单管放大器	83
实验四	场效应管放大器	89
实验五	负反馈放大器	93
实验六	射极跟随器	96
实验七	差动放大器	99
实验八	集成运算放大器的基本应用	102
实验九	RC 正弦波振荡器	107
实验十	低频功率放大器	111
实验十一	直流稳压电源	114
实验十二	综合实验——用运算放大器组成万用表的设计与调试	120

第三部分 数字电子技术实验

实验一	TTL 集成逻辑门的逻辑功能与参数测试	127
实验二	组合逻辑电路的设计与测试	132
实验三	译码器及其应用	134
实验四	数据选择器及其应用	140
实验五	触发器及其应用	145
实验六	计数器及其应用	151
实验七	移位寄存器及其应用	154
实验八	单稳态触发器与施密特触发器——脉冲延时与波形整形电路	161
实验九	555 集成时基电路及其应用	166
实验十	智力竞赛抢答装置	172

第一部分

电工基础实验

实验一 万用表的使用练习

一、实验目的

1. 熟悉万用表的面板结构和旋钮各挡位的作用。
2. 掌握万用表的使用方法,了解量限选择的意义。
3. 学习电工实验台及挂件的使用方法。

二、实验原理

1. 万用表的面板结构。万用表是一种多用途的磁电系仪表,可用来测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻和音频电平,是电工实验和电气维修中常用的电工仪表。万用表的类型很多,测量范围亦各有差异,因而面板上的布置也不尽相同。图 1.1 是 500 型万用表的面板图。

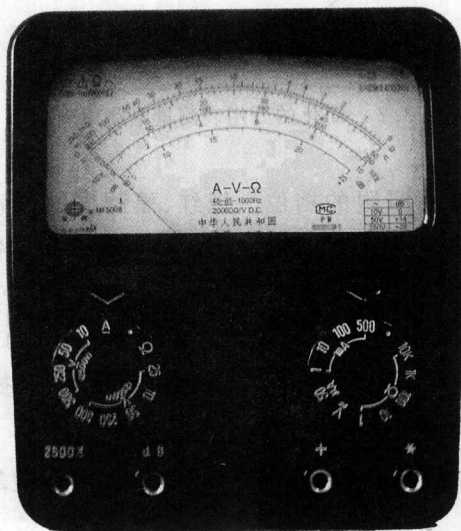


图 1.1 500 型万用表的面板图

万用表大体上是由表头、测量电路和转换开关三部分组成。切换面板上转换开关的挡位,可改变测量电路的结构,即把各种测量电路分别转换成适合于表头测量的直流电流,并通过指针指示出被测电量的数值。由于直流电流、直流电压、交流电压和电阻等不同被测电量共用一个表头,因此在表盘上有相应的几条标尺刻度。在转换开关的面盘上刻有测量范围的标注,用以标明被测电量的挡位和量限。



图 1.2 是简化的万用表测量电路原理图。当转换开关 K 置于“mA”挡位置时,万用表就成了直流电流表;当转换开关置于“V”时,万用表就变成了直流电压表;当转换开关置于“V”位置时,万用表表头实际上流过的是半波整流电流,但标尺是按正弦交流电有效值刻度的,所以直接读取的是正弦交流电压的有效值;而当转换开关置于“ Ω ”位置时,测量电路就是由表头和电压源相串联的电路,外接被测电阻后,通过表头电流的大小就与被测电阻值成正比,从而可用来测量电阻。

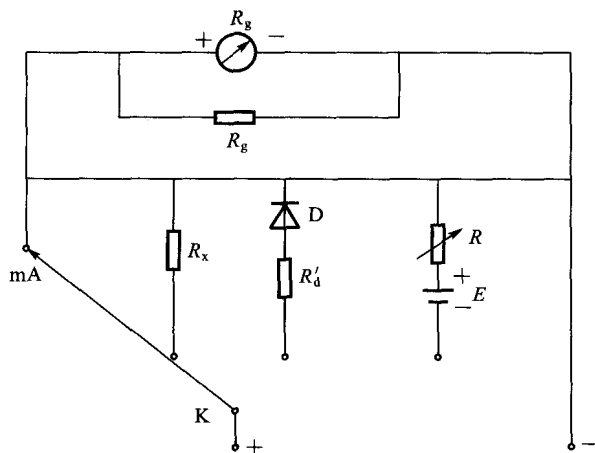


图 1.2 简化的万用表测量电路原理图

2. 万用表的使用方法。

(1) 先确定测量对象和量限的挡位。把红、黑测试笔分别插接在表面的“+”、“*” (或“-”)插孔里。每次测量前都应预先调准转换开关的测量挡位,认清该次测量的刻度线,不能看错、读错。若不知被测量是交流还是直流,可先用交流挡试测,若不知被测量的大小范围,应从大量限试起,测量电压或电流时,应尽可能选择指示值超过所选量限的 $\frac{1}{2}$ 以上,以减小测量误差。测量完毕,应将转换开关置于交流电压最高挡位或空挡上。

(2) 测量电压时,两表笔应跨接在被测电压的两端,黑表笔应接在低电位点,红表笔接在高电位点。

(3) 测量直流电流时,必须先切断电源,断开被测支路,然后把电表串入被测支路中。当电流从红表笔流入黑表笔流出时,指针正向偏转;若指针反向偏转,应将两表笔交换位置。

(4) 测量电阻时,注意绝对不允许测量带电的电阻,因为测量带电的电阻就相当于将被测电阻端电压接入电表,会损坏万用表。两手也不能同时接触被测电阻的两端,以避免人体对被测电阻的影响。每次测量电阻前,都应进行零欧姆调节。测量时指针愈接近“ Ω ”刻度线的中心位置,读数愈准确,所以应适当选择倍率挡位。每更换

一个量限都应重新“调零”。

(5) 利用欧姆挡测试半导体器件时,要记住红表笔接着表内电池的负极,表内电池的电流应自黑表笔流出。

三、实验仪器设备

1. 万用表(500型)。
2. 电工实验台。
3. 直流可调稳压电源。
4. 电阻挂件 DG09。

四、实验内容与步骤

1. 熟悉万用表的面板结构、各旋钮的作用、测量种类和量限的选择,识别各条标尺两端标注符号的意义和各条标尺的读数方法。

2. 用万用表测量直流电压。按图 1.3 实验电路接线,取直流电源的输出电压 $U = +12\text{ V}$, $R_0 = 200\ \Omega$, $R_1 = 1\ \text{k}\Omega$, $R_2 = 2\ \text{k}\Omega$ 。经教师检查无误后接通电源,用万用表直流电压 10 V 挡和 50 V 挡,按表 1.1 要求分别测出各电压值,记入表 1.1 中,并用基尔霍夫电压定律和电阻串、并联的理论知识,判断测量结果是否正确。

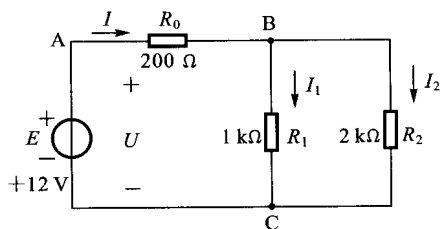


图 1.3

表 1.1

测量值 挡位	U_{AB}/V	U_{BC}/V	U_{AC}/V
$\underline{\text{V}}\ 10\ \text{V}$			---
$\underline{\text{V}}\ 50\ \text{V}$			

3. 用万用表测量直流电流。断开电源,在实验电路中确定电流 I 、 I_1 、 I_2 的测量点和流向,并粗估各电流值的大小范围,然后将万用表转换开关置于适当位置,再分别将电表串入各被测支路。接通电源测出各电流值,记入表 1.2 中。用基尔霍夫电流定律和电阻并联分流的原理,判断测量结果的正确性。

表 1.2

测量值 挡位	I_1/mA	I_2/mA	I/mA
10 mA			---
100 mA			

4. 用万用表测量电阻。断开电源,按表 1.3 要求,用万用表不同电阻挡位测出各电阻值,记入表 1.3 中。与标称值比较体会适当选择量限(倍率)的意义。



表 1.3

电阻元件标称值		200 Ω	2 k Ω	20 k Ω	100 k Ω
测 量 值	$R \times 10$				
	$R \times 100$				
	$R \times 1 \text{ k}$				

5. 用万用表测量交流电压。将万用表分别置于交流电压 250 V 和 500 V 挡, 测量实验桌上 220 V 的交流电源电压, 并记入表 1.4 中。

表 1.4

万用表挡位	250 V	500 V
测量值/V		

五、思考题

1. 说出万用表面板上各符号的意义。
2. 万用表的“零欧姆调节”和“指针零位调节”各有何意义?
3. 用万用表测量电压或电流时, 若不知被测量的范围, 应如何选择量程? 合适的量程表针应指示在什么位置?
4. 试总结出四条防止万用表在使用中被损坏的常识。

六、实验报告

1. 完成实验表格的填写。
2. 回答思考题。
3. 心得体会及其他。

实验二 电位、电压的测定

一、实验目的

1. 验证电路中电位的相对性、电压的绝对性。
2. 掌握电路电位、电压的测量方法。

二、实验原理

在一个闭合电路中, 各点电位的高低视所选的电位参考点的不同而变, 但任意两点间的电位差(即电压)则是绝对的, 它不因参考点的变动而改变。

五、实验注意事项

1. 本实验线路板系多个实验通用,本次实验中不使用电流插头。DG05 上的 K_3 应拨向 $330\ \Omega$ 侧,3 个故障按键均不得按下。

2. 测量电位时,用指针式万用表的直流电压挡或用数字直流电压表测量时,用负表棒(黑色)接参考电位点,用正表棒(红色)接被测各点。若指针正向偏转或数显表显示正值,则表明该点电位为正(即高于参考点电位);若指针反向偏转或数显表显示负值,此时应调换万用表的表棒,然后读出数值,此时在电位值之前应加一负号(表明该点电位低于参考点电位)。数显表也可不调换表棒,直接读出负值。

六、思考题

若以 F 点为参考电位点,实验测得各点的电位值;现令 E 点作为参考电位点,试问此时各点的电位值应有何变化?

七、实验报告

1. 根据实验数据,绘制两个电位图形,并对照观察各对应两点间的电压情况。两个电位图的参考点不同,但各点的相对顺序应一致,以便对照。
2. 完成数据表格中的计算,对误差做必要的分析。
3. 总结电位相对性和电压绝对性的结论。
4. 心得体会及其他。

实验三 基尔霍夫定律的验证

一、实验目的

1. 验证基尔霍夫定律的正确性,加深对基尔霍夫定律的理解。
2. 学会用电流插头、插座测量各支路电流。

二、实验原理

基尔霍夫定律是电路的基本定律。测量某电路的各支路电流及每个元件两端的电压,应能分别满足基尔霍夫电流定律(KCL)和电压定律(KVL)。即对电路中的任一节点而言,应有 $\sum I = 0$;对任何一个闭合回路而言,应有 $\sum U = 0$ 。运用上述定律时必须注意各支路或闭合回路中电流的正方向,此方向可预先任意设定。

三、实验仪器设备

1. +6 V、+12 V 切换直流稳压电源。
2. 直流数字电压表。
3. 直流数字毫安表。
4. 电位、电压测定实验线路板(DG05)。

四、实验内容与步骤

实验线路如图 1.4 相同,用 DG05 挂箱的“基尔霍夫定律/叠加原理”线路。

1. 实验前先任意设定 3 条支路和 3 个闭合回路的电流正方向。图 1.4 中的 I_1 、 I_2 、 I_3 的方向已设定。3 个闭合回路的电流正方向可设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF。
2. 分别将两路直流稳压源接入电路,令 $U_1 = +6\text{ V}$, $U_2 = +12\text{ V}$ 。
3. 熟悉电流插头的结构,将电流插头的两端接至数字毫安表的“+、-”两端。
4. 将电流插头分别插入 3 条支路的 3 个电流插座中,读出并记录电流值。
5. 用直流数字电压表分别测量两路电源及电阻上的电压值,记录于表 1.6 中。

表 1.6

被测量	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_1/V	U_2/V	U_{FA}/V	U_{AB}/V	U_{AD}/V	U_{CD}/V	U_{DE}/V
计算值										
测量值										
相对误差										

五、实验注意事项

1. DG05 上的 K_3 拨向 $330\ \Omega$ 侧,3 个故障按键均不得按下,需用到电流插座。
2. 所有需要测量的电压值,均以电压表测量的读数为准。 U_1 、 U_2 也需测量,不应取电源本身的显示值。
3. 防止稳压电源两个输出端碰线短路。
4. 用指针式电压表或电流表测量电压或电流时,如果仪表指针反偏,则必须调换仪表极性,重新测量。此时指针正偏,可读得电压或电流值。若用数显电压表或电流表测量,则可直接读出电压或电流值。但应注意:所读得的电压或电流值的正、负号应根据设定的电流参考方向来判断。

六、思考题

1. 根据图 1.4 的电路参数,计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值,



记入表 1.6 中,以便实验测量时,可正确地选定毫安表和电压表的量程。

2. 实验中,若用指针式万用表直流毫安挡测各支路电流,在什么情况下可能出现指针反偏,应如何处理?在记录数据时应注意什么?若用直流数字毫安表进行测量时,则会有什么显示呢?

七、实验报告

1. 根据实验数据,选定节点 A,验证 KCL 的正确性。
2. 根据实验数据,选定实验电路中的任一个闭合回路,验证 KVL 的正确性。
3. 将支路和闭合回路的电流方向重新设定,重复 1、2 两项验证。
4. 误差原因分析。
5. 心得体会及其他。

实验四 叠加原理的验证

一、实验目的

1. 验证线性电路叠加原理的正确性。
2. 加深对线性电路叠加性的认识和理解。

二、实验原理

叠加原理指出:在有多个独立源共同作用下的线性电路中,通过每一个元件的电流或其两端的电压,可以看成是由每一个独立源单独作用时在该元件上所产生的电流或电压的代数和。

三、实验仪器设备

1. +6 V、+12 V 切换直流稳压电源。
2. 直流数字电压表。
3. 直流数字毫安表。
4. 电位、电压测定实验线路板(DG05)。

四、实验内容与步骤

实验线路如图 1.5 所示,用 DG05 挂箱的“基尔霍夫定律/叠加原理”线路。

1. 将两路稳压源的输出分别调节为 +12 V 和 +6 V,接入 U_1 和 U_2 处。
2. 令 U_1 单独作用(K_1 投向 U_1 侧, K_2 投向短路侧)。用直流数字电压表和毫安