



复旦卓越

普通高等教育21世纪规划教材

电子类、非电子类

动手做 电工电子实验指导书

符庆●主编

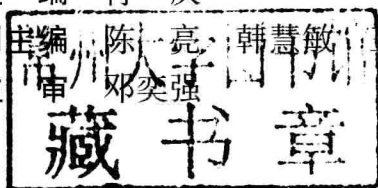
复旦卓越·普通高等教育 21 世纪规划教材·电子类、非电子类

动手做

电工电子实验指导书

主 编 符 庆

副主编 陈亮 韩慧敏 王华燕
审 邓奕强



复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

动手做 电工电子实验指导书/符庆主编. —上海:复旦大学出版社,2011.8
(复旦卓越·普通高等教育21世纪规划教材·电子类、非电子类)
ISBN 978-7-309-08257-9

I. 动… II. 符… 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. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第134473号

动手做 电工电子实验指导书

符庆 主编

责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路579号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

大丰市科星印刷有限责任公司

开本 787×960 1/16 印张 7.5 字数 178 千

2011年8月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-309-08257-9/T·425

定价:13.00元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书针对高职高专院校学生的实际情况,本着学生能够接受、掌握,知识内容适量、适用的原则,顺应“以工作过程为导向”的教材改革方向编写而成。实验内容由浅入深,循序渐进,且有一定的实用性,设计了趣味性较强的电路,偏重实用性,帮助学生提高学习兴趣,增强综合实验和分析问题、解决问题的能力。

Preface

动手做 电工电子实验指导书

前言

本书根据教育部对高等职业教育的要求,针对高职高专院校学生的实际情况,本着学生能够接受、掌握,知识适量、适用的原则,顺应“以工作过程为导向”的教材改革方向编写而成的。

在实验实训的安排上由浅入深,循序渐进,且有一定的先进性,内容实用;在动手制作方面,设计了趣味性、适用性较强的电路。不仅可使学生掌握有关理论知识,更重要的是可提高学生的学习兴趣,培养学生电气操作技能的综合素质和严谨的科学作风,增强学生的综合分析问题、解决问题的能力。

本书内容分为4部分:电工技术、模拟电子技术、数字电子技术和动手制作小电路。

本书可作为高职高专电子、电力能源类、通信类专业的电工、模拟电子技术、数字电子技术等课程的配套教材,并配有电子课件,请与责任编辑联系索取,Email:zzjlucky@yeah.net。

本书由海南科技职业学院的符庆老师主编,由陈亮老师、韩慧敏老师、王华燕老师参编,邓奕强教授主审。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年9月

Contents

动手做 电工电子实验指导书

目 录

第一章 电工技术	1	第三章 数字电子技术	57
实验一 数字多用表的使用	1	实验十六 基本逻辑门电路	57
实验二 色标电阻的识别	4	实验十七 组合逻辑电路及其 应用.....	61
实验三 常用电子元件的 测量.....	5	实验十八 触发器及其应用	63
实验四 基尔霍夫定律的 验证.....	8	实验十九 计数器.....	70
实验五 叠加定理的验证	10	实验二十 译码器及数码 显示.....	74
实验六 日光灯的安装和功率因 数的提高.....	12	实验二十一 D/A 和 A/D 转换器.....	81
实验七 三相交流电路	19	实验二十二 555 时基电路及其 基本应用.....	87
实验八 三相异步电动机的 使用.....	22		
实验九 单相异步电动机的正反 转控制.....	27	第四章 动手制做小电路	96
第二章 模拟电子技术	28	实验二十三 光控电路	96
实验十 单管放大电路	28	实验二十四 温控电路	97
实验十一 桥式整流与稳压 电路.....	32	实验二十五 多谐振荡闪亮灯电 路制作.....	99
实验十二 集成运算放大器的线 性应用.....	36	实验二十六 触摸开关电路 制作.....	101
实验十三 集成运算放大器的非 线性应用.....	42	实验二十七 555 时基电路的 灵活应用.....	102
实验十四 波形发生器	47	实验二十八 三功能楼道灯 电路制作.....	106
实验十五 集成功率放大器	52	实验二十九 9 路抢答器(数显、 声讯).....	107
		实验三十 9 分 59 秒计时器	110

第一章

动手做 电工电子实验指导书

电工技术

实验一

数字多用表的使用

一、实验目的

- (1) 了解数字多用表的原理、结构、性能及用途；
- (2) 掌握使用数字多用表测量电阻、直流电压、直流电流、交流电压的方法。

二、实验原理

(1) 数字多用表由集成运算放大器、A/D(模/数)模块组成的运算放大电路和模/数转换电路构成,它将被测量的模拟量转换为数字量,在液晶显示屏上显示出来;

(2) 数字多用表内装有一个 9 V 或 15 V 叠层电池,不管使用哪个量程档,都要用到该电池。而指针式多用表内装有一节 1.5 V 和一个叠层式 9 V 或 15 V 共两个电池,只有测量电阻时用到电池($\times 1 \Omega$ 档用 1.5 V,其他档用 9 V 或 15 V),电流档和电压档时不接通电池;

(3) 数字多用表对其外部而言,又相当于一个内阻较大的电源,红表笔相当于电源“+”极,黑表笔相当于电源“-”极(这点与指针式多用表正好相反)。

三、实验设备

数字多用表、综合实验台、实验组件“MS-17 综合实验模板”、“DG-9 直流电路基本原理”、插接导线若干。

四、实验内容及步骤

1. 电阻的测量

(1) 将测试棒(表笔)红、黑二短杆分别插入表正面上的“ Ω/V ”(红色)、“COM”(黑色)插孔内。

(2) 按“ON/OFF”按钮接通万用表电源,把功能选择旋钮(量程旋钮)旋至 $\times 1\ \Omega$ 量程(或声讯提示)档,将两支表笔短相接(持续不要太久),有声讯提示的表会发出“滴……”的响声,同时,液晶屏上显示的数值应接近 0(越接近 0 越好),若数值较大,说明表内电池将耗尽,应予更换。

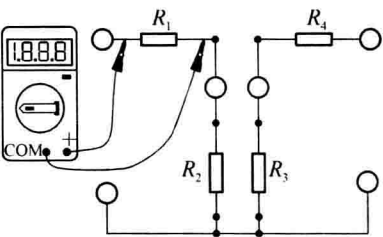


图 1-1

(3) 用“DG-9 直流电路基本原理”组件,找到“基尔霍夫第二定律-11”电路,将两根表笔分别接在待测电阻的两端(电路勿接通电源),如图 1-1 所示。如果液晶屏的最高位(左边第一位)显示“1”,而后几位无显示,说明阻值超量程,要改变电阻量程档使显示的数值接近满量程的 $2/3$ 为佳。从表中读出电阻值,填入表 1-1 中,并与标称值进行比较。

注意:如果两只手同时接触两支表笔的金属部分,读数会比电阻的实际值小。

表 1-1

数据		量 程	测量值	标称值 (计算值)	误 差
项目					
电阻值	R_1				
	R_2				
直流电压	电源的端电压				
	电阻两端电压	U_1			
		U_2			
直流电流(R_3 支路 I_3)					
交流电压(市电)					

2. 直流电压的测量

(1) 先把实验台上的直流稳压电源调到 5 V,然后用插接导线插接到电路

上,如图 1-2 所示。

把表量程旋钮旋至合适的直流电压档,将红表笔接在高电位端,黑表笔接在低电位端,分别测量电源的端电压(“+”端和“-”端)、电阻 R_1 和 R_2 的端电压,读出测量结果填入表 1-1 中。

注意:

① 如果液晶屏的最高位(左边第一位)显示“1”,而后几位无显示,说明被测电压超量程,改变电压量程档使显示的数值接近满量程的 $2/3$ 为佳;

② 在电源电压未知(或无法估计)的情况下,应先将电压表置于电压最大档位。

③ 如果红、黑表笔调换,测量值会出现负数。

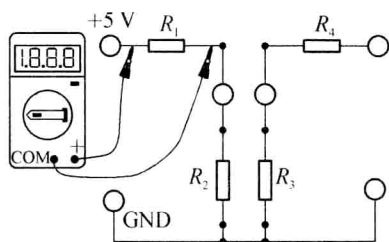


图 1-2

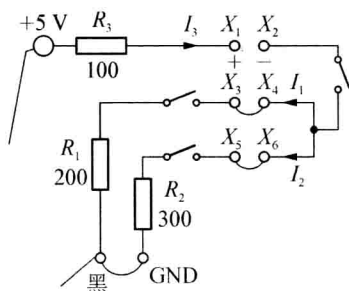


图 1-3

3. 直流电流的测量

(1) 找到“基尔霍夫第一定律-10”电路,先把 3 个开关拨通(用万用表的“ Ω ”档测量判断是否拨通),然后按图 1-3 所示接线(用短路线分别将 X_3 与 X_4 , X_5 与 X_6 接通),供给电路 5 V 电源。

(2) 估计电路中的电流值,并选择合适的电流档位(如无法估计,可将万用表置于电流最大量程档),将万用表的红表笔接于高电位点 X_1 ,

黑表笔接于低电位点 X_2 ,将测量结果填入表 1-1 中。

4. 交流电压的测量(注意安全!)

测量市电电压。多用表置于交流 750 V 档,两根表笔分别接市电的火线和零线。将测量结果填入表 1-1 中。

五、实验报告要求

(1) 将实验数据填入表 1-1 中。

(2) 回答下列问题:

① 表的读数应在满量程的哪个部分测得的结果最准?

② 数字多用表与指针式多用表的主要不同是什么?

实验二

色标电阻的识别

一、实验目的

- (1) 掌握用数字多用表测量电阻的方法；
- (2) 学会色标电阻的阻值读取方法。

二、实验原理

色标电阻有四色环和五色环两种，五色环电阻较四色环电阻精密。常用四色环电阻的末位色环为金色(表示误差为 $\pm 5\%$)，五色环电阻的末位色环为棕色(表示误差为 $\pm 1\%$)，它们的阻值标称规则如下，例如图 2-1 所示电阻。

色环颜色：	银	金	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白
对应数 n ：	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
误差：	银	金		棕								
	$\pm 10\%$	$\pm 5\%$		$\pm 1\%$								

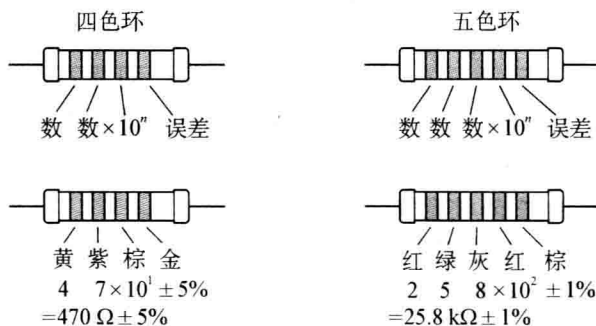


图 2-1

三、实验设备

实验台组件“MS-17 综合实验模板”、数字多用表。

四、实验内容及步骤

- (1) 找出实验组件“MS-17 综合实验模板”，不接电源；
- (2) 按色标的标称规则分别读出各电阻的标称值，然后用数字多用表分别测量它们的阻值，再进行对比验证，看读数是否正确；
- (3) 将其中 3 个电阻的标称值和测量值填入表 2-1 中。

表 2-1

	电阻 1	电阻 2	电阻 3
颜 色			
标称值			
测量值			
两者误差			

五、实验报告要求

- (1) 将实验数据填入表中。
- (2) 回答问题：测量电阻时，为什么不能两只手同时接触两支表笔的金属部分？

实验三

常用电子元件的测量

一、实验目的

- (1) 掌握用数字多用表测量电容、二极管、三极管的方法；
- (2) 了解电容的充放电过程；
- (3) 熟悉二极管的单向导电性，学会判断二极管的好坏；
- (4) 掌握三极管的极性判断方法，学会判断三极管的好坏。

二、实验原理

1. 电容的测量

对于小容量的电容，用数字多用表只能判断其是否已击穿短路，而观察不到

其充电过程。因此,数字多用表只能测量较大容量的电容(如电解电容)。

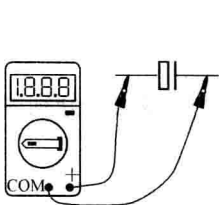


图 3-1

将数字多用表置于“ Ω ”档,按图 3-1 所示的接法测量电容,在两表笔刚接触到电容的两脚时,表头会有读数(容量越大,开始时的读数越小),然后该读数会逐渐增大,直到显示为“1”(容量越大,变化速度越慢)。这就是电容的充电过程。其原理是:刚开始时,电容的充电电流较大,所呈现的电阻较小;当充满电时,充电电流为 0,所呈现的电阻为 ∞ 。

注意:① 待测电容的容量越小,需要的“ Ω ”档越高。例如,1 000 μF 需要 2 k 档,而 10 μF 需要 200 k 档;

② 测量电容时,不要同时用手接触到两支表笔的金属部分;

③ 再次测量同一电容时,必须先用一支表笔将该电容的两脚短路(放完电)。

2. 二极管的测量

将数字多用表置于“ $\rightarrow$ ”档,按图 3-2 所示的接法测量二极管,表头会有读数(一般为 600~800 Ω 左右);然后将二极管调换两脚测量,这时表头显示应为“1”(否则,如果还有读数,说明该二极管已反向击穿)。这就是二极管的单向导电性。其原理是:正向时,二极管导通,有电流流过,所呈现的电阻较小;而反向时,二极管截止,没有电流流过,所呈现的电阻为 ∞ 。

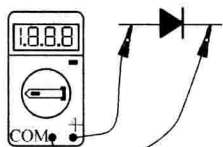


图 3-2

3. 三极管的测量

将数字多用表置于“ $\rightarrow$ ”档,按图 3-3、图 3-4 所示的接法测量三极管(接 B 极的表笔不变换,而另一支表笔分别接三极管的另外两脚),表头会有读数(一般为 700~900 Ω 左右);NPN 型三极管的直流测量等效电路如图 3-5 所示,PNP 型三极管的直流测量等效电路如图 3-6 所示。

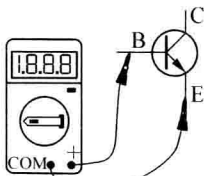


图 3-3

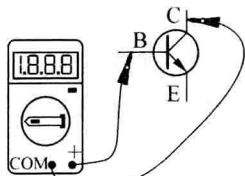


图 3-4

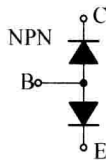


图 3-5

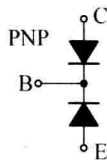


图 3-6

三、实验设备

数字多用表、电容、二极管、三极管(9012, 9013)若干。

四、实验内容及步骤

1. 电容的测量

将数字多用表置于“Ω”档(根据待测电容的容量大小, 置换档位)。

- (1) 按图 3-1 的接法测量电容, 观察电容的充电过程。
- (2) 将电容的两脚调换过来测量, 观察表头读数的变化。
- (3) 换不同容值的电容进行测量、比较。

2. 二极管的测量

将数字多用表置于“”档。

- (1) 正向测量 按图 3-2 所示的接法测量二极管, 将测量值填入表 3-1 中。
- (2) 反向测量 把二极管的两脚调换过来测量, 将测量值填入表 3-1 中。

表 3-1

表的量档	被测二极管型号	表的读数	
		正向	反向

3. 三极管的测量

将数字多用表置于“”档。

- (1) 按图 3-3、图 3-4 所示的接法测量三极管, 将测量值填入表 3-2 中。
- (2) 换不同型号的三极管进行测量, 将测量值填入表 3-2 中。

表 3-2

被测三极管 型号	表笔接法	表的读数			
		B—E 正向	B—C 正向	B—E 反向	B—C 反向
	()色笔接 B 极				
	()色笔接 B 极				

五、实验报告要求

- (1) 将实验数据填入表 3-1、表 3-2 中。
- (2) 回答下列问题：
 - ① 有两个电解电容,如何用数字多用表判断? 哪一个的容值比较大?
 - ② 9012, 9013 各是 NPN 管还是 PNP 管?

实验四

基尔霍夫定律的验证

一、实验目的

- (1) 加深对基尔霍夫定律的理解;
- (2) 掌握支路电流的测量方法;
- (3) 熟悉稳压电源、万用表的使用。

二、实验内容

- (1) 完成电路的连接和测量;
- (2) 把测得的数据按照基尔霍夫定律进行计算、比较,从而验证基尔霍夫定律的正确性。

三、实验设备与器材

实验台组件“DG-9 直流电路基本原理”中的“叠加定律-12”电路、数字多用表。

四、实验电路与步骤

1. 验证基尔霍夫电流定律(KCL)

图 4-1 所示为电路原理图,图 4-2 所示为实物连线图。由基尔霍夫电流定律可知:

$$I_3 = I_1 + I_2。$$

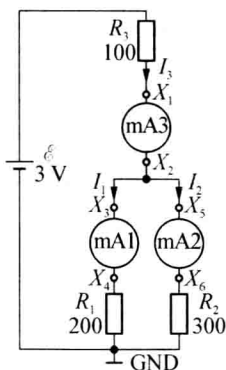


图 4-1

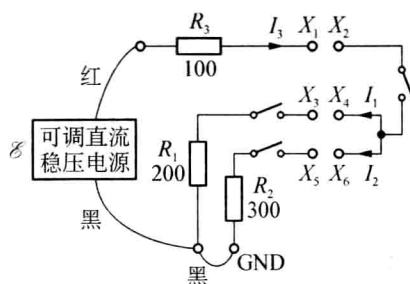


图 4-2

按图 4-2 连接好电路, 然后进行各支路电流的测量, 将测量结果填入表 4-1 中。

表 4-1

	$\varepsilon = 3\text{ V}$			$\varepsilon = 4\text{ V}$			$\varepsilon = 5\text{ V}$		
	计算值	测量值	误差	计算值	测量值	误差	计算值	测量值	误差
I_1/mA									
I_2/mA									
I_3/mA									

2. 验证基尔霍夫回路电压定律(KVL)

图 4-3 所示为电路原理图。由基尔霍夫电压定律可知, 回路中 $\sum U = 0$ 。

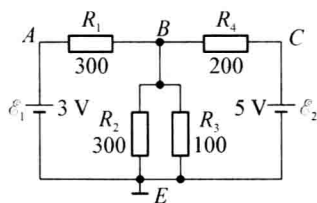


图 4-3

根据图 4-3 连接好电路, 然后进行各支路电压的测量, 将测量结果填入表 4-2 中。

表 4-2

	回路 $A \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow A$				回路 $B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow B$				回路 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow A$				
	U_{AB}	U_{BE}	U_{EA}	合计 回路 ΣU	U_{BC}	U_{CE}	U_{EB}	合计 回路 ΣU	U_{AB}	U_{BC}	U_{CE}	U_{EA}	合计 回路 ΣU
计算值													
测量值													
误差													

五、实验报告要求

(1) 将实验数据填入表 4-1 和表 4-2 中,利用表中测量结果验证基尔霍夫两个定律。

(2) 利用电路中所给数据,通过电路定律计算各支路电压和电流,并计算测量值与计算值之间的误差,分析误差产生的原因。

(3) 回答下列问题:

① 已知某电路电流约为 3 mA,现有量程分别为 5 mA 和 10 mA 两只电流表,使用哪只电流表进行测量?为什么?

② 改变电流或电压的参考方向,对验证基尔霍夫定律有影响吗?为什么?

实验五

叠加定理的验证

一、实验目的

- (1) 加深对叠加定理的理解;
- (2) 掌握支路电流的测量方法;
- (3) 熟悉稳压电源、多用表的使用。

二、实验内容

- (1) 完成电路的连接和测量;
- (2) 把测得的数据按照叠加定理进行分析、计算、比较,从而验证叠加定理的

正确性。

三、实验设备与器材

实验台组件“DG-9 直流电路基本原理”中的“叠加定律-12”电路、数字多用表。

四、实验电路

实验电路如图 5-1(a)所示。由叠加定理可知,在具有几个电源共同作用的线性电路中,各支路电流等于各个电源单独作用时所产生电流的代数和($I = I' + I''$)。

据此,图 5-1(a)又可以分解为图 5-1(b)和图 5-1(c)。

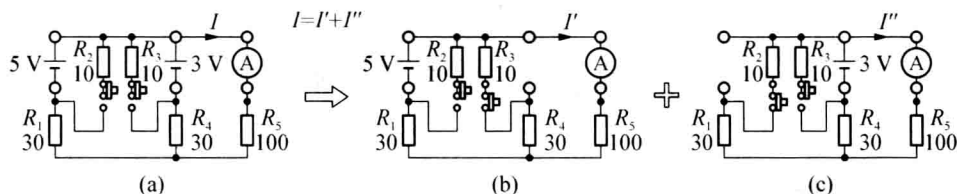


图 5-1

五、实验步骤

- (1) 在电路中的开关要往下拨之前,必须先撤掉相应的 5 V 或 3 V 电源,否则 R_2 , R_3 会被烧毁。
- (2) 按图 5-1(a)接线,测量出 I ,将测量结果填于表 5-1 中。
- (3) 按图 5-1(b)接线(注意:要撤掉 3 V 电源),测量出 I' ,将测量结果填于表 5-1 中。
- (4) 按图 5-1(c)接线(注意:要撤掉 5 V 电源),测量出 I'' ,将测量结果填于表 5-1 中。
- (5) 已知 I , I' , I'' 方向为电流的参考方向,应有 $I = I' + I''$ 。
- (6) 比较 I 与 $I' + I''$,若它们相等或相近,则叠加定理的正确性得以验证。

表 5-1

图(a)实测值	图(b)实测值	图(c)实测值	计算并比较	误差
I/mA	I'/mA	I''/mA	$I' + I''/\text{mA}$	$I - (I' + I'')$