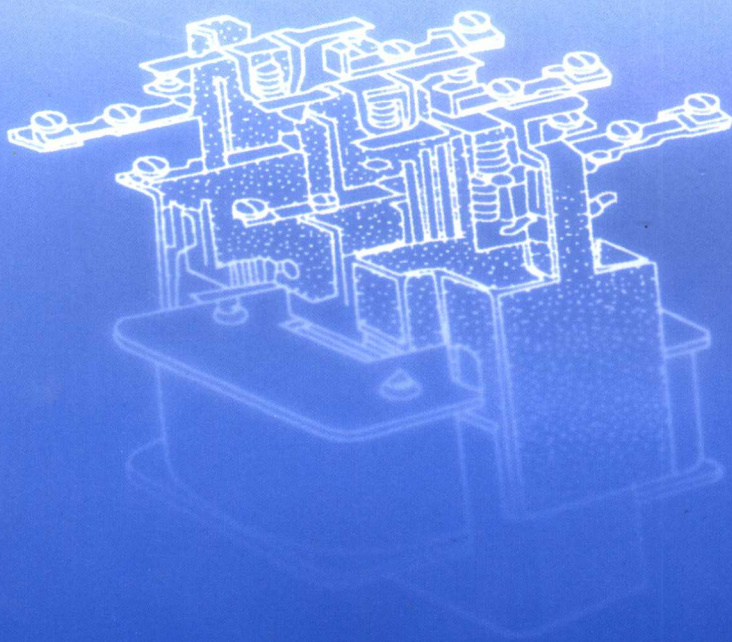




高职高专“十一五”规划教材

# 电工技能实训指导

詹新生 李水龙 主编



化学工业出版社

高职高专“十一五”规划教材

# 电工技能实训指导

詹新生 李水龙 主编



化学工业出版社

·北京·

本书由五个部分组成,分别是电工基础实验、电路综合设计、安装、安全用电、常用电工工具和电工仪表的使用、低压电气控制线路。本书以任务形式编排,各个任务之间相对独立,其内容理论与实践相结合、图文并茂、可操作性强。

本书可作为高等职业院校电子信息、自动化类及相关专业的实验实训教材,同时也可作为社会各电类专业培训班的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工技能实训指导 / 詹新生, 李水龙主编. —北京:  
化学工业出版社, 2007.8  
高职高专“十一五”规划教材  
ISBN 978-7-122-00881-7

I. 电… II. ①詹…②李… III. 电工技术-高等学  
校: 技术学院-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113295 号

---

责任编辑: 张建茹  
责任校对: 郑捷

文字编辑: 廉静  
装帧设计: 关飞

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 7 字数 174 千字 2007 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价: 14.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

本书是电工、电子、通信、计算机、自动化控制等专业通用的电工技能实训教材。它根据教育部对高职层次的职业定位以及电类专业对电工技能要求编写，编者根据多年的教学经验编写了这本理论与实践相结合、图文并茂、可操作性强的教材。

本书具有以下特点。

1. 电工实验部分精选了十个有代表性的电工实验，每个实验中又分几个任务，使学生更加明确本次实验的任务及要完成的实验内容。同时，在阐述实验内容时不是以传统教材的纯文字和电路图的形式出现，而是用 MultiSim 仿真软件进行仿真，直观、明了、真实，学生可按照实验步骤独立进行实验，仿真的结果可以作为实验的参考数据。

2. 理论与实践相结合。电工综合实训部分并不是直接讲述机械式万用表设计的安装，而是首先给出了机械式万用表的设计，使学生知道“学为所用，学有所用”，从而进一步提高学生学习的积极性。

3. 图文并茂，尽量以图代文，具有易读性和可操作性。

4. 电气控制方面内容，除了原有的理论叙述和原理图外，重点阐述了接线图的画法、应用及操作工艺。

本书由詹新生、李水龙任主编，尹慧、韩安明、张江伟参编，谢丽华任主审，詹新生进行全书统稿。其中第一、二部分由詹新生编写，第三、四部分由李水龙编写，尹慧、韩安明、张江伟共同编写第五部分（张江伟编写任务二、三、五、六，尹慧、韩安明共同编写任务一、四）。在编写过程中得到所在院系领导和同事的支持和帮助，在此表示感谢！

编写实训教材是高等职业院校面临的一个崭新课题，需要不断地探索和研究。由于编者水平有限，书中难免有不当之处，敬请读者批评指正。

编者

2007年6月

# 目 录

<b>第一部分 电工基础实训</b> .....	1
实验一 电路元件伏安特性的测绘（认识实验） .....	1
实验二 基尔霍夫定律验证 .....	4
实验三 叠加原理的验证 .....	6
实验四 戴维南定理 .....	9
实验五 RC 一阶电路的响应测试 .....	12
实验六 RLC 串联谐振电路的实验 .....	15
实验七 正弦稳态交流电路相量的实验 .....	18
实验八 单相铁芯变压器特性的测试 .....	21
实验九 三相交流电路电压、电流的测量 .....	24
实验十 三相电路功率的测量 .....	26
<b>第二部分 电路综合设计、安装</b> .....	30
任务一 机械指针式万用表电路的设计 .....	30
任务二 机械指针式万用表电路的安装 .....	39
任务三 用运算放大器组成万用电表的设计与调试 .....	52
<b>第三部分 安全用电</b> .....	56
任务一 安全用电常识和安全用电的操作规程 .....	56
任务二 电气设备的正确灭火方法 .....	60
任务三 触电与急救 .....	63
<b>第四部分 常用电工工具和电工仪表的使用</b> .....	68
任务一 常用电工工具 .....	68
任务二 常用电工仪表的使用 .....	73
<b>第五部分 低压电气控制线路</b> .....	76
任务一 认识常用低压电器 .....	76
任务二 安装点动正转控制线路 .....	83
任务三 安装电动机单向控制线路 .....	89
任务四 电气控制线路故障检修 .....	94
任务五 安装电动机正反转控制线路 .....	97
任务六 安装电动机降压启动控制线路 .....	103
<b>参考文献</b> .....	108

# 第一部分 电工基础实训

## 实验一 电路元件伏安特性的测绘（认识实验）

### 一、实验目的

1. 学会识别常用电路元件。
2. 掌握线性元件、非线性元件伏安特性的测绘。
3. 掌握直流电工仪表的使用方法。

### 二、实验任务

#### （一）任务一：测量线性电阻的伏安特性

##### 1. 实验器材

本次实验所需器材如下。

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~30V	1	
2	万用表	MF-47 或其他	1	
3	数字毫安表	0~200mA	1	
4	数字电压表	0~200V	1	
5	线性电阻器	10kΩ/1W	1	

##### 2. 实验原理

要进行线性电阻的伏安特性测量，可测量某个电阻上不同的电压和电流。如何能得到不同的电压和电流？一种方法是把一个线性电阻和一个可调电源相连，每改变一次电源电压，就能改变电阻上的电压和电流，如图 1-1 所示；另一种方法是电源固定，在线性电阻电路中再串上一个可变线性电阻器，改变线性电阻器电阻值的大小，就可改变电阻上的电压、电流大小，如图 1-2 所示。

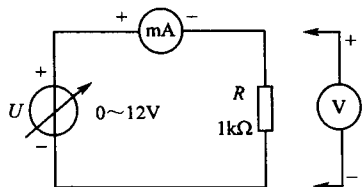


图 1-1 测量线性电阻伏安特性方法一

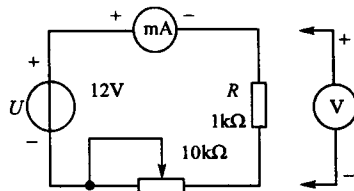


图 1-2 测量线性电阻伏安特性方法二

##### 3. 实验过程

图 1-1 的测量图如图 1-3 所示（图中电压表、电流表所示值为电源电压为 12V 时的值），调节稳压电源的输出电压  $U$ ，从 0V 开始缓慢地增加，一直到 10V，记下相应的电压表和电

流表的读数  $U_R$ 、 $I$ ，填入表 1-1 中。

表 1-1 线性电阻伏安特性测量数据一

$U/V$	0	2	4	6	8	10
$I/mA$						

图 1-2 的测量图如图 1-4 (图中电压表、电流表所示值为  $10k\Omega$  可调电阻处于中间值时的值)，调节线性可调电阻的阻值，从最小开始缓慢地增加，一直到最大，记下相应的电压表和电流表的读数  $U_R$ 、 $I$ ，记入表 1-2。

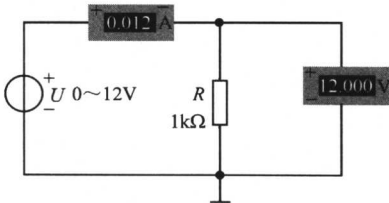


图 1-3 图 1-1 的测量图

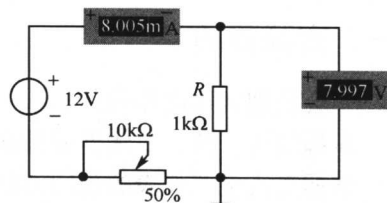


图 1-4 图 1-2 的测量图

表 1-2 线性电阻伏安特性测量数据二

$U/V$						
$I/mA$						

#### 4. 实验数据分析

根据各实验数据，找出电压和电流大小之间有什么规律，并得出结论。

#### 5. 思考题

分析实验中的产生误差的原因。

### (二) 任务二：测量非线性器件的伏安特性

#### 1. 实验器材

除了任务一所述的器材外，在这里只需增加一只二极管和两只限流电阻即可。所选用的二极管的型号为 IN4007，限流电阻的参数为  $100\Omega/1W$ 、 $200\Omega/1W$ 。

IN4007 二极管参数如下：额定正向电流  $I_F \geq 1A$ ，反向电流  $I_R \leq 5\mu A$ ，反向工作峰值电压  $U_{RM} \geq 1000V$ 。

#### 2. 实验原理

二极管正向特性的测量：一种方法是把一个二极管和一个可调电源相连，每改变一次电源电压，就能改变二极管两端的电压和电流，如图 1-5 所示；另一种方法是电源固定，在二极管电路中再串上一个可变线性电阻器，改变线性电阻器值的大小，也可改变二极管上的电压、电流的大小，如图 1-6 所示。

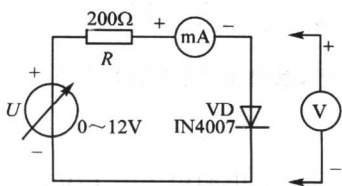


图 1-5 测量二极管正向伏安特性方法一

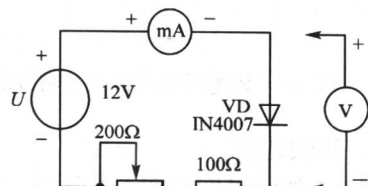


图 1-6 测量二极管正向伏安特性方法二

测量二极管的反向特性：将电路中的电源或二极管的极性反接在电路中，并串接一限流电阻即可，如图 1-7 所示（此时应用微安表测量电流，而实际做实验时，用电流表测量也可）。

### 3. 实验过程

按图 1-8 接线（图中电压表、电流表所示值为电源电压为 12V 时的参考值）测量二极管正向特性， $R$  为限流电阻器。调节输出电压使二极管 VD 的正向施压  $U_{D+}$  在  $0\sim 0.75V$  之间取值，测量出对应的电流值，填入表 1-3 中。

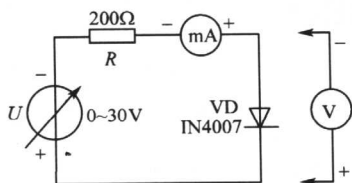


图 1-7 测量二极管反向特性

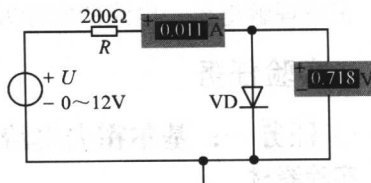


图 1-8 图 1-5 的测量图

表 1-3 二极管正向特性实验数据

$U_{D+}/V$	0.10	0.30	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
$I/mA$								

按图 1-9 接线（图中电压表、电流表所示值为电源电压为  $-30V$  时的参考值）测量二极管反向特性，调节输出电压从  $0\sim -30V$ ，测量出对应的电流值填入表 1-4 中。

表 1-4 二极管反向特性实验数据

$U_D/V$	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
$I/mA$							

### 4. 实验数据分析

根据各实验数据：①绘制电阻器和二极管的伏安特性曲线，找出电压和电流大小之间的关系。②在测量二极管正反特性时，二极管两管的电压为多少时，才有电流？为什么？二极管导通后，继续增大电源电压，其上的电压和电流有什么变化？③比较正向电流和反向电流的大小，说明什么问题？

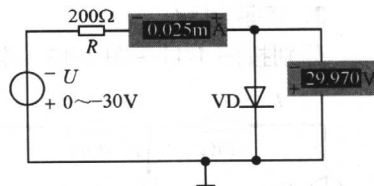


图 1-9 图 1-7 的测量图

### 5. 思考题

- ① 如果电源电压调不到  $0V$ ，如何测量  $0V$  电压下的电流？
- ② 根据实验数据，比较电阻器与二极管的伏安特性有何区别？正确理解线性电阻与非线性电阻的概念是什么？
- ③ 如何理解用万用表欧姆挡测量二极管的正反电阻时，所用的挡位不同，测量的阻值不同？
- ④ 如果实验用的二极管型号为 2AP9，测量时应注意什么？（提示：参考一下 2AP 二极管的有关参数）
- ⑤ 在测量二极管伏安特性时，为什么要加上限流电阻？



## 实验二 基尔霍夫定律验证

### 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. 进一步练习使用电压表和电流表。
3. 正确理解电压、电流的实际方向与参考方向的关系。

### 二、实验任务

#### (一) 任务一：基尔霍夫电流定律的验证

##### 1. 实验器材

本次实验所需器材如下。

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流可调稳压电源	0~30V, 两路	1	
2	数字毫安表	0~200mA	1	
3	实验电路板	510Ω/1W 电阻 2只, 1kΩ/1W 电阻 1只	1	

##### 2. 实验原理

基尔霍夫电流定律介绍了某节点中各支路电流之间的约束关系，即对电路中的任一个节点而言，应有 $\sum I=0$ 。实验电路如图 1-10 所示，电流的参考方向（参考方向是为了计算和测量方便，而假设的一种方向，如测得电流值为正，表明实际的方向和参考方向一致，否则相反）已在图中标出。要对于节点 A 应有 $I_1+I_2=I_3$ 。要验证基尔霍夫电流定律的正确性，只需测量出三个电流即可。

##### 3. 实验过程

分别按图 1-11~图 1-13（电流表所示值为参考值）测量电流 $I_1$ 、 $I_2$ 和 $I_3$ （根据图 1-10 中

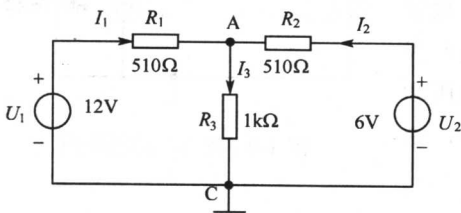


图 1-10 验证基尔霍夫电流定律实验电路图

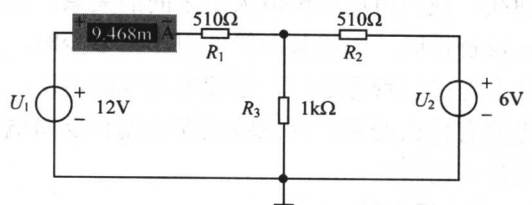


图 1-11 测量电流  $I_1$

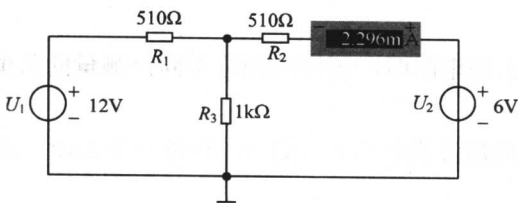


图 1-12 测量电流  $I_2$

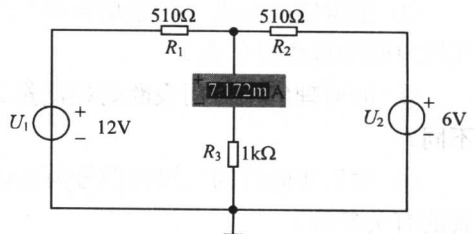


图 1-13 测量电流  $I_3$

的参考方向, 正确连接电流表, 两者应保持一致, 如  $I_1$  中的电流参考方向由左到右, 则连接电流表应为左正右负), 填入表 1-5 中。

表 1-5 基尔霍夫电流定律验证的数据

被测量	$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$	$I_3/\text{mA}$
计算值			
测量值			
相对误差			

#### 4. 实验数据分析

分析流入节点 A 的电流大小与流出电流大小之间的关系, 得出什么结论?

#### 5. 思考题

- ① 分析实验中误差产生的原因。
- ② 实验中的负值说明电流的实际方向如何? 如用指针式万用表, 怎样测量负值的电流?

### (二) 任务二: 基尔霍夫电压定律的验证

#### 1. 实验器材

除了要用到任务一中的器件外, 还需要一只  $0\sim 200\text{V}$  数字电压表。

#### 2. 实验原理

基尔霍夫电压定律介绍了任一回路中各元器件电压之间的约束关系, 即对任何一个闭合回路而言, 应有  $\sum U=0$ 。实验电路如图 1-14 所示, 对于回路 ACD 有  $U_{AC}+U_{CD}+U_{DA}=0$  (其中下标表示电压方向, 如  $U_{AC}$  表示电压参考方向由 A 到 C), 测量时只需测量出  $U_{AC}$ 、 $U_{CD}$ 、 $U_{DA}$  三个电压即可; 对于回路 ABC 有  $U_{AB}+U_{BC}+U_{CA}=0$ , 测量时只需测量出  $U_{AB}$ 、 $U_{BC}$ 、 $U_{CA}$  三个电压即可; 对于回路 DABC 有  $U_{DA}+U_{AB}+U_{BC}+U_{CD}=0$ 。

#### 3. 实验过程

分别按图 1-15~图 1-17 (电压表中所示值为参考值) 接线测量  $U_{AC}$ 、 $U_{CD}$ 、 $U_{DA}$ , 填入表 1-6 中。

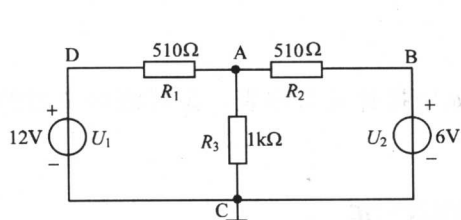
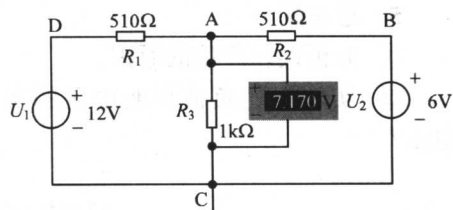
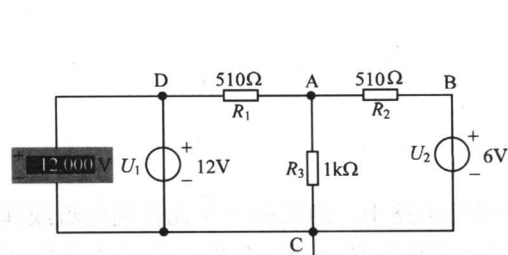
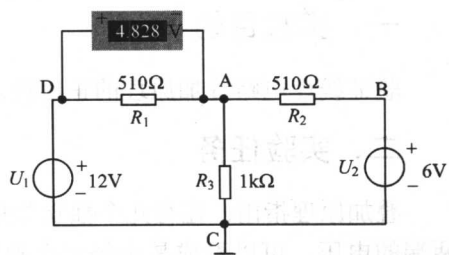


图 1-14 验证基尔霍夫电压定律实验电路图

图 1-15 测量电压  $U_{AC}$ 图 1-16 测量电压  $U_{CD}$ 图 1-17 测量电压  $U_{DA}$

分别按图 1-18~图 1-20 接线测量  $U_{AB}$ ,  $U_{BC}$ ,  $U_{CA}$  的大小, 填入表 1-6 中。

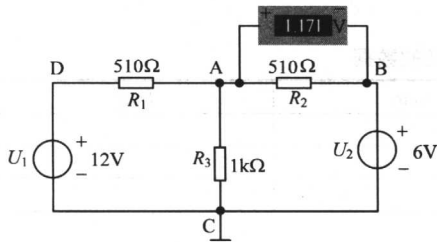


图 1-18 测量电压  $U_{AB}$

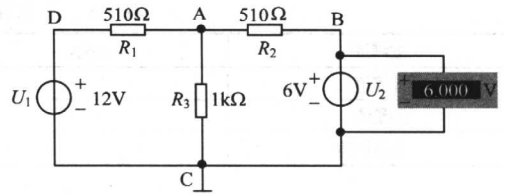


图 1-19 测量电压  $U_{BC}$

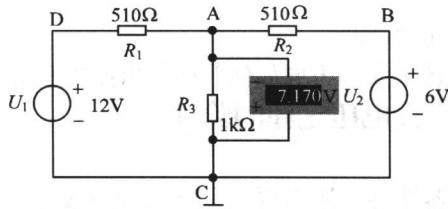


图 1-20 测量电压  $U_{CA}$

表 1-6 基尔霍夫电压定律验证的数据

被测量	$U_{AC}$	$U_{CD}$	$U_{DA}$	$\Sigma U_{ACD}$	$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$\Sigma U_{ABC}$	$\Sigma U_{ABCD}$
计算值/V									
测量值/V									
相对误差/V									

#### 4. 实验数据分析

分析回路 ACD、ABC、ABCD 各段电压降的代数和, 得出什么结论?

#### 5. 思考题

- ① 分析误差产生的原因。
- ② 实验中的负值说明电压的实际方向如何? 如用指针式万用表, 怎样测量负值的电压?

## 实验三 叠加原理的验证

### 一、实验目的

验证线性电路叠加原理的正确性。

### 二、实验任务

叠加原理指出: 在有几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。

## (一) 任务一： $U_1$ (或 $E_1$ ) 单独作用时的电流和电压

### 1. 实验器材

本次实验所需器材如下。

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流稳压电源	0~30V, 12V	各1	
2	直流数字电压表	0~200V	1	
3	直流数字毫安表	0~200mA	1	
4	实验电路板	510Ω/1W 电阻 2 个, 1kΩ/1W 电阻 1 个	1	

### 2. 实验原理

测量电路如图 1-21 所示, 电流的参考方向已在图中标出。分别让电源单独作用, 测量出各元件上的电流和电压, 然后求出各电流电压的代数和; 再测量每个电源都作用时, 各元件上的电流和电压; 最后进行比较电压和电流是否相同即可验证叠加原理的正确性。

### 3. 实验过程

$U_1$  单独作用时, 因  $U_2$  不起作用, 可以把  $U_2$  用短路线代替, 即将电源  $U_2$  接线断开, 在原位置上用短路线短接。分别按图 1-22~图 1-27 (图中电流、电压表所示值为参考值) 测量出各元件上的电流和电压, 填入表 1-8 中。注意: 电流的参考方向与图 1-21 中一致。

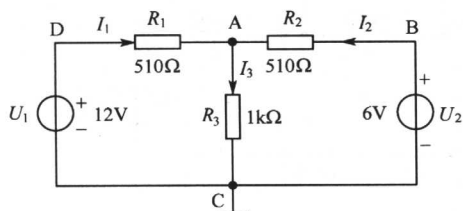


图 1-21 叠加原理实验电路图

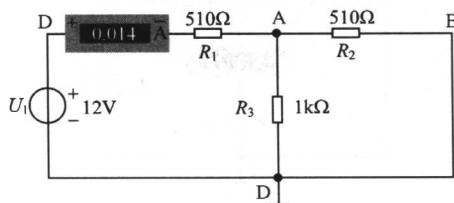


图 1-22  $U_1$  单独作用时测量电流  $I_1$

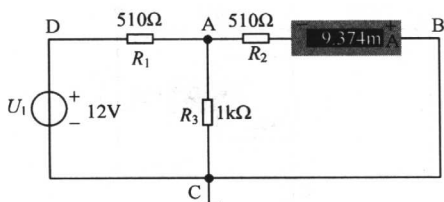


图 1-23  $U_1$  单独作用时测量电流  $I_2$

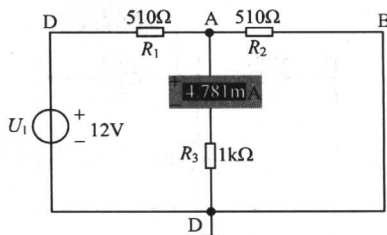


图 1-24  $U_1$  单独作用时测量电流  $I_3$

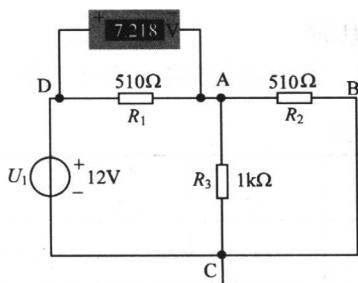


图 1-25  $U_1$  单独作用时测量电压  $U_{DA}$

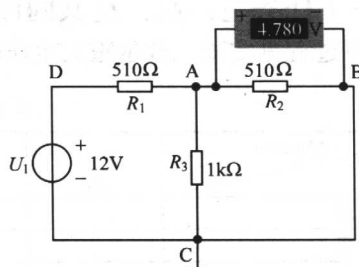


图 1-26  $U_1$  单独作用时测量电压  $U_{AB}$

### (二) 任务二: $U_2$ (或 $E_2$ ) 单独作用时的电流和电压

$U_2$  单独作用时 把  $U_1$  用短路线代替, 即将电源  $U_1$  接线断开, 在原位置上用短路线短接, 分别按图 1-28~图 1-33(图中电流、电压表所示值为参考值) 测量出各元件上的电流和电压, 填入表 1-8 中。注意: 电流的参考方向与图 1-21 中一致。

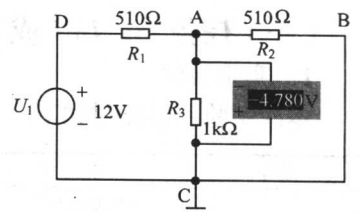


图 1-27  $U_1$  单独作用时测量电压  $U_{CA}$

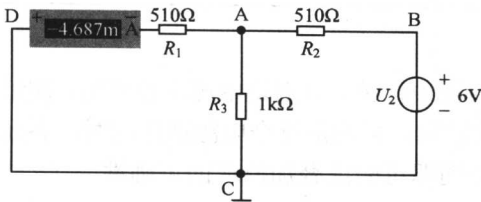


图 1-28  $U_2$  单独作用时测量电流  $I_1$

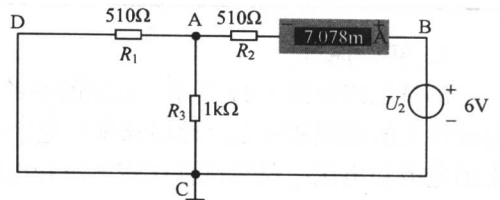


图 1-29  $U_2$  单独作用时测量电流  $I_2$

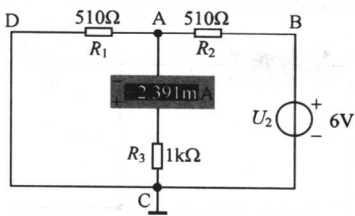


图 1-30  $U_2$  单独作用时测量电流  $I_3$

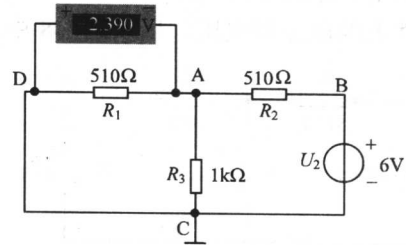


图 1-31  $U_2$  单独作用时测量电压  $U_{DA}$

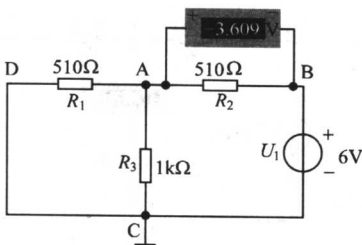


图 1-32  $U_2$  单独作用时测量电压  $U_{AB}$

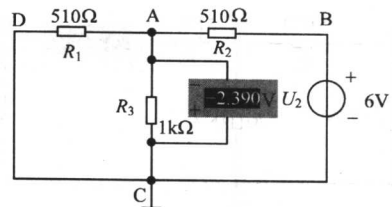


图 1-33  $U_2$  单独作用时测量电压  $U_{CA}$

### (三) 任务三: $U_1$ 、 $U_2$ 共同作用时的电压和电流

测量过程见实验二基尔霍夫定律验证中的有关测量, 把测量数据填入表 1-7 中。

表 1-7 验证叠加原理数据

测量项目	$I_1$ /mA	$I_2$ /mA	$I_3$ /mA	$U_{AB}$ /V	$U_{CA}$ /V	$U_{DA}$ /V
实验内容						
$U_1$ 单独作用						
$U_2$ 单独作用						
$U_1$ 、 $U_2$ 共同作用						
计算两电源共同作用的代数和						

### 1. 实验数据分析

计算出电源  $U_1$  和  $U_2$  单独作用时电流、电压的代数和, 与  $U_1$ 、 $U_2$  共同作用的测量结果相比较, 看是否相同, 验证叠加原理的正确性。

### 2. 思考题

- ① 在验证叠加原理时, 各分量的符号(正、负号)是由什么决定的?
- ② 叠加原理中  $U_1$ 、 $U_2$  分别单独作用, 在实验中应如何操作? 可否直接将不作用的电源( $U_1$  或  $U_2$ ) 置零(短接)?
- ③ 实验电路中, 若有一个电阻器改为二极管, 试问叠加原理的叠加性还成立吗? 为什么?

## 实验四 戴维南定理

### (有源二端网络等效参数的测定)

#### 一、实验目的

1. 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。
2. 验证戴维南定理的正确性。

#### 二、实验任务

戴维南定理指出: 任何一个线性有源网络, 总可以用一个等效电压源来代替, 此电压源的电动势  $E_0$  等于这个有源二端网络的开路电压  $U_{OC}$ , 其等效内阻  $R_0$  等于该网络中所有独立源均置零(理想电压源视为短接, 理想电流源视为开路)时的等效电阻。 $U_{OC}$  和  $R_0$  称为有源二端网络的等效参数。

#### (一) 任务一: 有源二端网络等效参数测量

##### 1. 实验器材

本次实验所需器材如下。

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	可调直流稳压电源	0~10V	1	
2	直流电压表	0~200V	1	
3	直流数字毫安表	0~200mA	1	
4	万用电表	MF47 型	1	
5	有源二端网络线路板	510 $\Omega$ /1W 电阻 3 个, 300 $\Omega$ /1W 电阻 1 个, 10 $\Omega$ /1W 电阻 1 个, 1k $\Omega$ /1W 电阻 1 个	1	

##### 2. 实验原理

图 1-34 所示为一有源二端网络, 从 ab 端往左看, 可以用  $U_{OC}$  和  $R_0$  两个参数等效, 下面介绍如何测量这两个参数。

##### (1) 开路电压测量

直接测量法: 用电压表直接测量有源二端网络输出端的开路电压  $U_{OC}$ 。

零示测量法: 其原理是用一低内阻的稳压电源与被测有源二端网络进行比较, 当稳压电源的输出电压与有源二端网络的开路电压相等时, 电压表的读数将为“0”, 然后将电路断开,

测量此时稳压电源的输出电压，即为被测有源二端网络的开路电压，如图 1-35 所示。

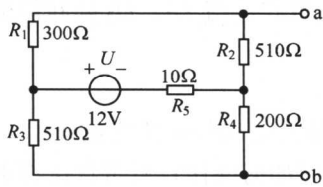


图 1-34 有源二端网络

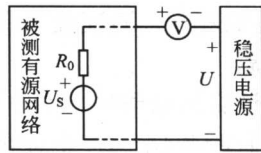


图 1-35 零示测量法测量开路电压

(2) 等效内阻的测量

开路电压、短路电流法：在有源二端网络输出端开路时，用电压表直接测其输出端的开路电压  $U_{OC}$ ，然后再将其输出端短路，用电流表测其短路电流  $I_{SC}$ ，则内阻为

$$R_0 = \frac{U_{OC}}{I_{SC}}$$

万用表欧姆挡直接测量：测量时先将有源电路化为无源电路，即电压源用短路线置换，电流源用开路置换，然后用万用表直接测量。

3. 实验过程

(1) 开路电压测量 按图 1-36 (表中电压表所示值为参考值) 接线进行测量，并作记录。

按图 1-37 接线进行测量，调节  $U_2$ ，使电压表的读数为 0，并记录  $U_2$  的电压值，即为开路电压值。

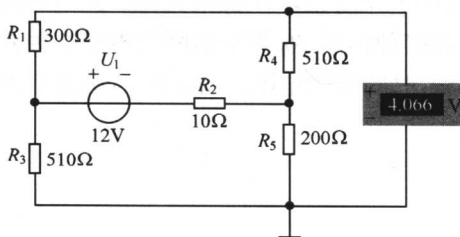


图 1-36 测量有源二端网络开路电压方法一

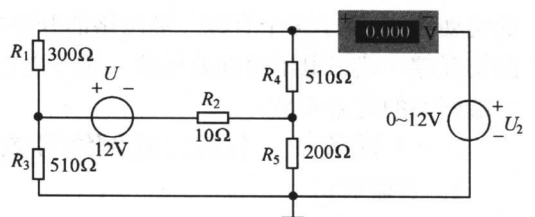


图 1-37 测量二端网络开路电压方法二

(2) 等效内阻的测量 按图 1-38 (表中电流表所示值为参考值) 接线进行测量，并作记录。

根据公式  $R_0 = \frac{U_{OC}}{I_{SC}}$ ，求出  $R_0$ 。或按图 1-39 接线 (电源  $U$  去掉，用短路线置换) 进行测量，并作记录。

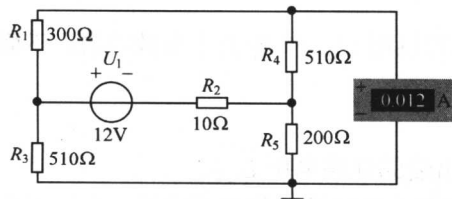


图 1-38 测量二端网络短路电流

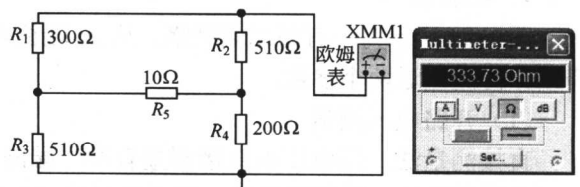


图 1-39 测量二端网络等效电阻

#### 4. 思考题

- ① 在有源二端网络的等效参数等效电路时，作短路实验，测  $I_{SC}$  的条件是什么？
- ② 说明测有源二端网络开路电压及等效内阻的几种方法，并比较其优缺点。
- ③ 在用零示法测量开路电压时，把电压表换成电流表可以吗？如可以，测量时应注意哪些问题？

### (二) 任务二：验证戴维南定理

#### 1. 实验器材

实验器材同任务一；增加一个  $1\text{k}\Omega/1\text{W}$  电阻作为其负载。

#### 2. 实验原理

图 1-40 在图 1-34 的基础上，外接一负载，测出对应的电压和电流；根据上面测量出的开路电压和等效内阻值，用一等效电压源代替（电源的电压等于开路电压值，内阻等于等效内阻值），如图 1-41 所示，接上负载，测量出其上的电压和电流；比较两次所测电压和电流值的大小，验证戴维南定理的正确性。

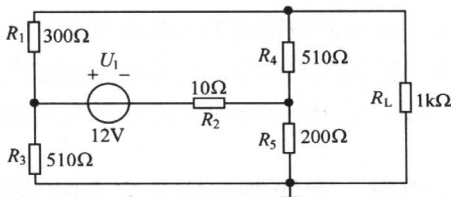


图 1-40 验证戴维南定理电路图

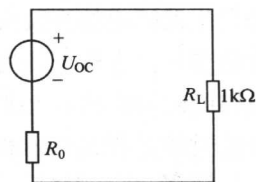


图 1-41 图 1-40 的等效图

#### 3. 测量过程

按图 1-42（图中电压表、电流表所示值为参考值）接线，测量出  $R_L$  上的电压和电流并作记录。

按图 1-43（图中电压表、电流表所示值为参考值）接线（其中  $U_{OC}$ 、 $R_0$  的值在任务一中已测出），测量出  $R_L$  上的电压和电流并作记录。

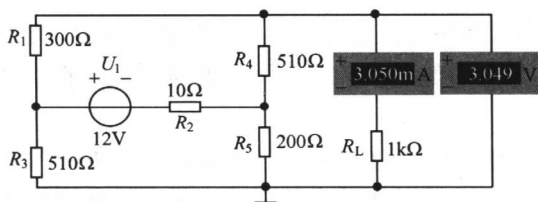


图 1-42 测量负载  $R_L$  上的电压和电流

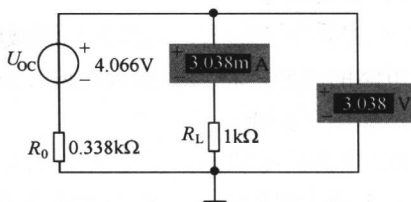


图 1-43 测量等效电路图中的  $R_L$  上的电压和电流

#### 4. 实验数据分析

比较图 1-42 与图 1-43 的实验数据，验证戴维南定理的正确性。

#### 5. 思考题

对于含有有源非线性电路戴维南定理成立吗？



## 实验五 RC 一阶电路的响应测试

### 一、实验目的

1. 测定 RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应及完全响应。
2. 学习电路时间常数的测定方法。
3. 掌握有关微分电路和积分电路的概念。
4. 进一步学会用示波器测绘图形。

### 二、实验任务

RC 一阶电路的过渡过程是十分短暂的单次变化过程, 如何观察其变化过程和测量有关参数? ①对时间常数  $\tau$  较大的电路, 可用慢扫描长余晖示波器观察光点移动的轨迹。②用一般的双踪示波器观察过渡过程和测量有关的参数, 可使这种单次变化的过程重复出现。为此, 利用信号发生器输出的方波来模拟阶跃激励信号, 即令方波输出的上升沿作为零状态响应的正阶跃激励信号; 方波下降沿作为零输入响应的负阶跃激励信号, 只要选择方波的重复周期远大于电路的时间常数  $\tau$ , 电路在这样的方波序列脉冲信号的激励下, 它的影响和直流电源接通与断开的过渡过程是基本相同的。

#### (一) 任务一: RC 一阶电路的零输入响应、零状态响应及完全响应测试

##### 1. 实验器材

本次实验所需实验器材如下。

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	函数信号发生器	TH-SG10	1	可自选
2	双踪示波器	DS5022M	1	可自选
3	具有 R、C 元件的线路板	R=100 $\Omega$ , 10k $\Omega$ , 30k $\Omega$ 电阻各一个 C=1000pF, 3300pF, 1 $\mu$ F 电容各一个	1	

##### 2. 实验原理

RC 电路的零输入, 是指无电源激励, 输入信号为零, 由电容元件的初始状态  $u_c(0_+)$  所产生的电路的响应, 称为零输入响应。测量 RC 电路的零输入响应, 实际上就是测量它的放电过程, 如图 1-44(b)。

RC 电路的零状态, 是指换路前电容元件未储有能量,  $u_c(0_-)=0$ 。在此条件下, 由电源激励所产生的电路的响应, 称为零状态响应。测量 RC 电路的零状态响应, 实际上就是测量它的充电过程, 如图 1-44(c)。

RC 电路的全响应, 指电源激励和电容元件的初始状态  $u_c(0_+)$  均不为零时电路的响应, 也就是零输入响应与零状态响应两者的叠加。

实验时可分别用示波器测量激励源  $U$  和电容  $C$  上的波形, 来观察到激励与响应的变化规律; 根据一阶微分方程的求解得知  $u_c=Ue^{-t/RC}=Ue^{-t/\tau}$ , 当  $t=\tau$  时,  $U_c(\tau)=0.368U$ , 此时所对应的时间就等于  $\tau$ , 也可用零状态响应波形增长到  $0.632E$  所对应的时间测得, 如图 1-44(c) 所示。