



应用电子信息类专业实验教学丛书

JIANMING DIANLU FENXI JICHU SHIYAN JIAOCHENG

# 简明电路分析基础 实验教程

刘广伟 葛付伟 丛红侠 编著



南开大学出版社

应用电子信息类专业实验教学丛书

# 简明电路分析基础

## 实验教程

刘广伟 葛付伟 丛红侠 编著

南开大学出版社  
天津

**图书在版编目(CIP)数据**

简明电路分析基础实验教程 / 刘广伟, 葛付伟, 丛红侠编著. —天津: 南开大学出版社, 2010.12

ISBN 978-7-310-03469-7

I. ①简… II. ①刘… ②葛… ③丛… III. ①电路分析—高等学校—教材 IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 233411 号

**版权所有 侵权必究**

**南开大学出版社出版发行**

**出版人: 肖占鹏**

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码: 300071

营销部电话: (022)23508339 23500755

营销部传真: (022)23508542 邮购部电话: (022)23502200

\*

河北昌黎太阳红彩色印刷有限责任公司印刷

全国各地新华书店经销

\*

2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

787×960 毫米 16 开本 9.625 印张 172 千字

**定价: 20.00 元**

如遇图书印装质量问题, 请与本社营销部联系调换, 电话: (022)23507125

# 高等院校电子信息类实验教程丛书 专家编审委员会

主任：	李维祥	教授	南开大学滨海学院
副主任：	沈保锁	教授	天津大学
委员：	孙桂玲	教授	南开大学
	杨文霞	教授	南开大学
	徐开友	教授	天津理工大学
	付晓梅	副教授	天津大学
	粟田禾	高级工程师	天津工程师范学院
	郭振武	副教授	南开大学滨海学院

## 丛书前言

应用型电子信息类专业人才必需具备能跟踪新技术发展的良好专业素质、娴熟的专业技能和突出的实践能力。对于学生的这种专业素质、技能与能力的培养，必须建立一套科学有效的理论与实验教学体系，大力加强学生的实践动手能力的训练，其中包括实验基地和实验教材的建设。

本套丛书由南开大学滨海学院联合天津部分高校相关专业的教师编写而成。丛书是参照电子信息类实验教学大纲的要求，结合应用型电子信息类专业人才目标而编写的。丛书内容主要体现了在培养学生的基本实验技能的同时，特别注重对学生的电路设计与综合应用能力和自主开发能力的启发与培养，以全面提高学生的专业素质和创新能力。

该丛书既保持了每个实验的独立性，又保证了整个系统的一致性和完整性。每个实验可以单独开课，各实验之间又相互连接，本着由浅入深、由基础到应用、由单元到系统的原则。内容力求浅显易懂，便于操作。每门实验除验证实验外，均设有自主设计性实验和开发性创新实验，便于学生自主创新的培养。每个实验教材后均附有思考题，便于学生开阔思路，培养学生分析问题和解决问题的能力，很好的完成实验。

本丛书的编写过程中得到天津市通信学会高等教育工作委员会和南开大学滨海学院领导的大力支持和帮助，是南开大学滨海学院教材立项资助项目，另外也得到相关实验设备生产企业的大力协助，在此致以衷心的感谢。

丛书编写中的不足，敬请指正。

丛书编写委员会

2009年7月于南开大学滨海学院

# 前 言

讲授《简明电路分析基础实验教程》的主要目的是使同学巩固和深刻理解所学理论知识，掌握电子电路的基本实验技术，提高理论知识的运用能力。通过电路分析基础实验能使同学达到以下基本要求：

1. 熟悉常用电子仪器的性能、工作范围和工作条件；并熟练地掌握其使用方法。

2. 巩固和深刻理解课堂上所学理论知识；能够看懂并理解实验电路的原理，了解它由哪几部分构成，每个元器件在电路中的作用。

3. 学习电路分析基本实验技术，提高理论知识的运用能力。实验课要求每一个初学者要善于独立思考、勤于总结，掌握电路分析实验中规律性的东西。并通过实践加深对理论的理解，逐渐锻炼、培养学生的实际工作能力。

4. 初步了解电路分析基础在电子信息技术专业中的应用。

为了达到预期的教学效果，实验课开始前学生应预习本书中相应的实验，并根据实验内容及及时查阅相关基本理论知识。实验过程中应仔细看清实验内容、要求及提示，在规定的时间内一项一项地完成。实验结束后，将实验箱、实验工具及仪器等整理好，按步骤要求认真填写实验报告。

本书共分为两部分，第一部分根据《简明电路分析基础》一书各章节内容及教学大纲的要求，编写了十六个相关的实验。书中每一个实验都已进行过实验操作验证。由于课时原因，实验十三、实验十四、实验十五和实验十六读者可选作。第二部分简明扼要介绍了 KHD-1 型电路原理实验箱和一些常用电子仪器仪表的基本原理及使用方法。

由于时间匆促，加上实验条件和编者水平所限，书中难免出现差错和疏漏，恳请读者批评指正。

# 目 录

<b>第一部分</b>	<b>简明电路分析基础实验</b> .....	1
实验一	电路元件伏安特性的测绘 .....	1
实验二	基尔霍夫定律的验证 .....	9
实验三	受控源的实验研究(一) .....	14
实验四	受控源的实验研究(二) .....	23
实验五	网孔和节点分析法的验证 .....	32
实验六	叠加原理的验证 .....	40
实验七	戴维南定理和有源二端网络等效参数的测定 .....	47
实验八	双口网络测试 .....	54
实验九	RC选频网络特性测试 .....	64
实验十	RC一阶电路的观察与研究 .....	72
实验十一	二阶动态电路响应的研究 .....	79
实验十二	R、L、C串联谐振电路的研究 .....	87
实验十三	互感电路观测 .....	91
实验十四	铁磁材料的磁滞回线和基本磁化曲线 .....	95
实验十五	二阶网络状态轨迹的显示 .....	102
实验十六	电路分析理论在获取温度信息中的应用 .....	106
<b>第二部分</b>	<b>实验用电子仪器仪表</b> .....	113
第一节	示波器 .....	113
第二节	函数信号发生器 .....	127
第三节	直流稳压电源 .....	130
第四节	频率计 .....	135
第五节	交流毫伏表 .....	137
第六节	万用表 .....	140
第七节	KHDL-1型实验箱简介 .....	142
<b>参考文献</b>	.....	144

# 第一部分 简明电路分析基础实验

## 实验一 电路元件伏安特性的测绘

### 一、实验目的

1. 学会识别常用电路元件的方法。
2. 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的逐点测试法。
3. 掌握实验装置上直流电工仪表和设备的使用方法。

### 二、实验原理

任何一个二端元件的特性可用该元件两端的电压  $U$  与通过该元件的电流  $I$  之间的函数关系  $I=f(U)$  来表示，即用  $I$ - $U$  直角坐标系的一条曲线来表征，这条曲线称为该元件的伏安特性曲线。

1. 线性电阻器的伏安特性曲线是一条通过坐标原点的直线，如图 1-1 所示，该直线斜率的倒数反映该电阻器电阻值的大小。

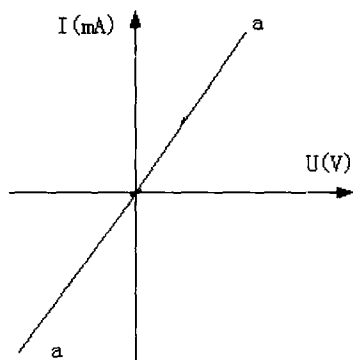


图 1-1 线性电阻器伏安特性曲线



2. 一般的半导体二极管是一个非线性电阻元件，其特性如图 1-2 所示。正向压降很小（一般的锗管约为  $0.2\sim 0.3\text{V}$ ，硅管约为  $0.5\sim 0.7\text{V}$ ），正向电流随正向压降的升高而急骤上升，而反向电压从零一直增加到几十伏甚至几百伏时，其反向电流增加很小，粗略地可视为零。可见，二极管具有单向导电性，但反向电压加的过高，超过管子的极限值，则会导致管子击穿损坏。

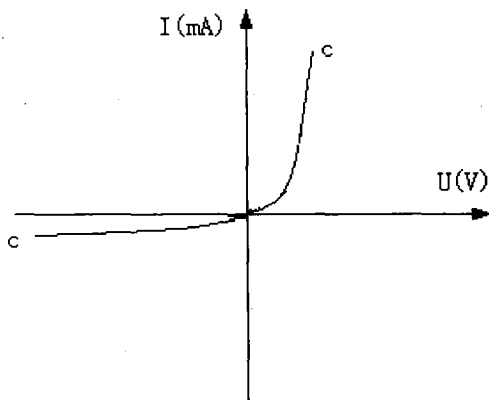


图 1-2 二极管伏安特性曲线

3. 稳压二极管是一种特殊的半导体二极管，其正向特性与普通二极管类似，但其反向特性比较特别，如图 1-3 所示。在反向电压开始增加时，其反向电流几乎为零，但当反向电压增加到某一数值时（称为管子的稳压值，有各种不同稳压值的稳压管）电流将突然增加，以后它的端电压将维持恒定，不再随外加的反向电压升高而增大。

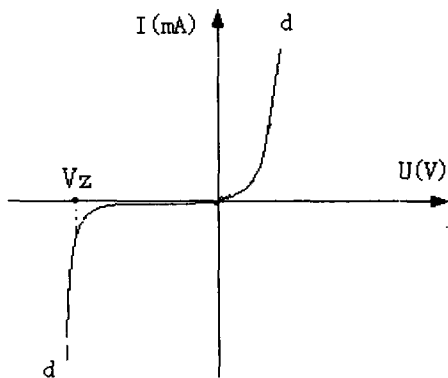


图 1-3 稳压二极管伏安特性曲线

## 三、实验设备和材料

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	直流数字毫安表		1	
3	二极管	1N4007	1	
4	稳压管	2CW51	1	
5	线性电阻器	1K $\Omega$ ,200 $\Omega$	1	

## 四、实验内容

## 1. 线性电阻器伏安特性曲线的测试

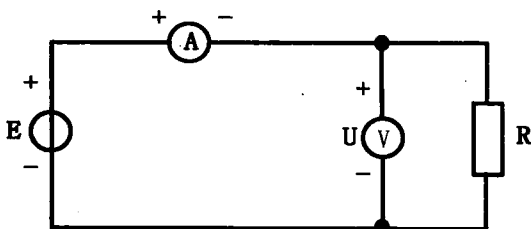


图 1-4 实验电路

(1) 在实验箱上连接实验电路如图 1-4 所示。电源 E 用实验箱上直流稳压源，调整“输出粗调”旋钮，调至“0-10V”挡。逆时针旋转“输出细调”旋钮到底。标有“0-30V”字样的两个插线孔为电压输出端。

(2) 电流表用实验箱上的直流数字毫安表，选择 20mA 挡按下，按键下边的两个插线孔为直流数字毫安表的“+”接线端与“-”接线端。

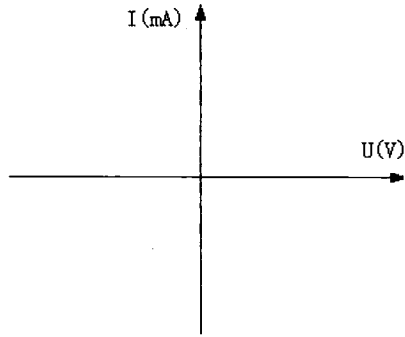
(3) 选择实验箱右下方标有“R $\times$ 1K /1W”的旋钮，将旋钮旋转至数字“1”，此时电阻值为 1K $\Omega$ 。

(4) 检查线路连接无误后接通电源。按表 1-1 中的电压值，调节直流稳压源的“输出细调”旋钮。用万用表测量电阻两端的电压，使万用表显示表 1-1 中相应的电压值。读出直流数字毫安表显示的相应电流数值，记录并填写表 1-1

表 1-1

U(V)	0	2	4	6	8	10
I(mA)						

分析表 1-1 中的数据，在 I-U 直角坐标上画出线性电阻器的伏安特性曲线：



## 2. 半导体二极管正向伏安特性的测绘

(1) 在实验箱上连接实验电路如图 1-5 所示。电源 E 用实验箱上直流稳压源，调整“输出粗调”旋钮，调至“0-10V”挡。逆时针旋转“输出细调”旋钮到底。标有“0-30V”字样的两个插线孔为电压输出端。

(2) 电流表用实验箱上的直流数字毫安表，选择合适挡按下，按键下边的两个插线孔为直流数字毫安表的“+”接线端与“-”接线端。

(3) 限流电阻 R，选择实验箱右下角电阻  $200\Omega$ 。检查线路连接无误后接通电源。用万用表测量二极管两端的电压，调节直流稳压源的“输出细调”旋钮，使万用表显示表 1-2 中相应的电压值。读出直流数字毫安表显示的相应电流值，记录并填写表 1-2。

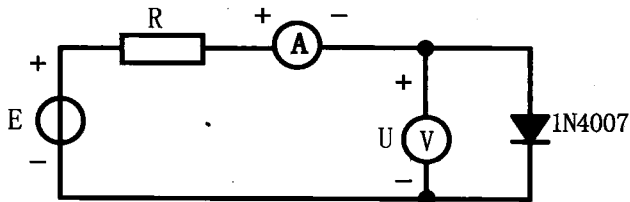
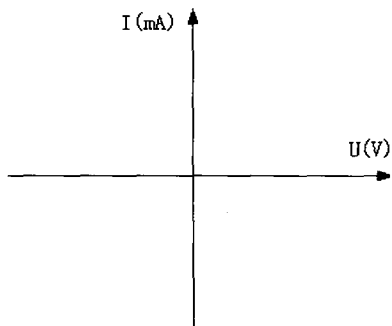


图 1-5 二极管正向特性

表 1-2 正向特性实验数据

U(V)	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75
I(mA)										

分析表 1-2 中的数据，在 I-U 平面上画出特征曲线：



### 3. 半导体二极管反向伏安特性的测绘

(1) 在实验箱上连接实验电路如图 1-6 所示。电源 E 用实验箱上直流稳压源，调整“输出粗调”旋钮，调至“0-10V”挡。逆时针旋转“输出细调”旋钮到底。标有“0-30V”字样的两个插线孔为电压输出端。

(2) 电流表用实验箱上的直流数字毫安表，选择合适挡按下，按键下边的两个插线孔为直流数字毫安表的“+”接线端与“-”接线端。

(3) 限流电阻 R，选择实验箱右下角电阻  $200\Omega$ 。检查线路连接无误后接通电源。用万用表测量二极管两端的电压，调节直流稳压源的“输出细调”旋钮，使万用表显示表 1-3 中相应的电压值。读出直流数字毫安表显示的相应电流值，记录并填写表 1-3。

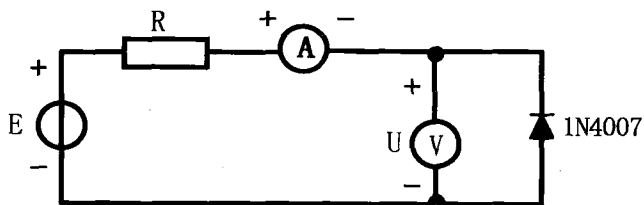
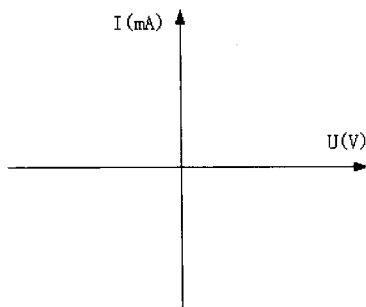


图 1-6 二极管反向特性

表 1-3 反向特性实验数据

U (V) (反向)	0	5	10	15	20	25
I (mA)						

分析表 1-3 中的数据，在 I-U 平面上画出特征曲线：



#### 4. 稳压二极管的正向伏安特性测绘

(1) 在实验箱上连接实验电路如图 1-7 所示。电源 E 用实验箱上直流稳压源，调整“输出粗调”旋钮，调至“0-10V”挡。逆时针旋转“输出细调”旋钮到底。标有“0-30V”字样的两个插线孔为电压输出端。

(2) 电流表用实验箱上的直流数字毫安表，选择 20mA 挡按下，按键下边的两个插线孔为直流数字毫安表的“+”接线端与“-”接线端。

(3) 限流电阻 R，选择实验箱右下角电阻 200Ω。检查线路连接无误后接通电源。用万用表测量二极管两端的电压，调节直流稳压源的“输出细调”旋钮，使万用表显示表 1-4 中相应的电压值。读出直流数字毫安表显示的相应电流值，记录并填写表 1-4。

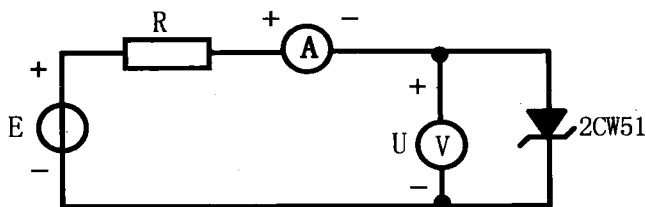
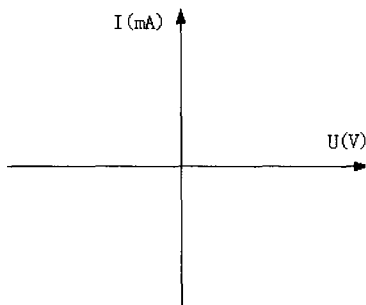


图 1-7 稳压管正向特性

表 1-4 正向特性实验数据

U(V)	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75
I(mA)										

分析表 1-4 中的数据，在 I-U 平面上画出特征曲线：



#### 5. 稳压二极管的反向伏安特性测绘

(1) 在实验箱上连接实验电路如图 1-8 所示。电源 E 用实验箱上直流稳压源，调整“输出粗调”旋钮，调至“0-10V”挡。逆时针旋转“输出细调”旋钮到底。标有“0-30V”字样的两个插线孔为电压输出端。

(2) 电流表用实验箱上的直流数字毫安表，选择合适挡按下，按键下边的两个插线孔为直流数字毫安表的“+”接线端与“-”接线端。

(3) 限流电阻 R，选择实验箱右下角电阻  $200\Omega$ 。检查线路连接无误后接通电源。用万用表测量稳压二极管两端的电压，调节直流稳压源的“输出细调”旋钮，使万用表显示表 1-5 中相应的电压值。读出直流数字毫安表显示的相应电流值，记录并填写表 1-5。

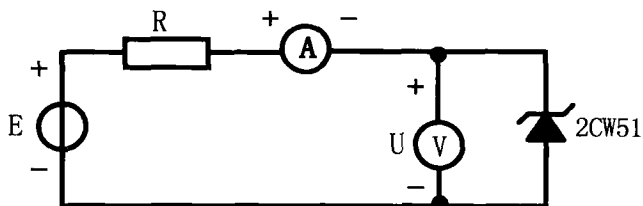
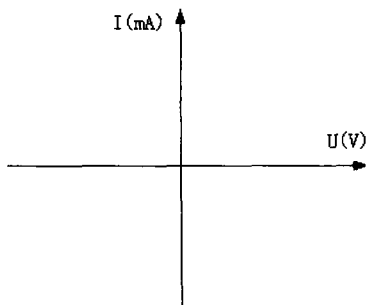


图 1-8 稳压管反向特性

表 1-5 反向特性实验数据

U(V)反向	0	0.5	1.0	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.6
I(mA)										

分析表 1-5 中的数据，在 I-U 平面上画出特征曲线：



### 五、实验注意事项

1. 测量二极管正向特性时，稳压电源输出应由小至大逐渐增加，应时刻注意电流表读数不得超过  $25\text{mA}$ ，稳压源输出端切勿碰线短路。
2. 进行不同实验时，应先估算电压和电流值，合理选择仪表的量程，勿使仪表超量程，仪表的极性亦不可接错。

### 六、思考题

1. 线性电阻与非线性电阻的概念是什么？电阻器与二极管的伏安特性有何区别？
2. 稳压二极管与普通二极管有何区别，其用途如何？

### 七、实验报告

1. 根据各实验结果数据，分别在方格纸上绘制出光滑的伏安特性曲线。
2. 根据实验结果，总结、归纳被测各元件的特性。
3. 心得体会及其他。

## 实验二 基尔霍夫定律的验证

### 一、实验目的

验证基尔霍夫电流定律 KCL 的正确性;基尔霍夫电压定律 KVL 的正确性。

### 二、实验原理

支路: 在集总电路中, 每一个二端元件都可视为一条支路。

节点: 两条或两条以上支路的连接点。

回路: 电路中的任一闭合路径称为回路。

基尔霍夫电流定律(KCL): 对于任一集总电路中的任一节点, 在任一时刻, 流出(或流进)该节点的所有支路电流的代数和为零。其数学表示式为

$$\sum_{k=1}^K i_k(t) = 0 \quad (2-1)$$

式中  $i_k(t)$  为流出(或流进)该节点的第  $k$  条支路的电流,  $K$  为该节点处的支路数。

不论电路中的元件如何, 只要是集总电路, KCL 就总是成立的。

基尔霍夫电压定律(KVL): 对任一集总电路中的任一回路, 在任一时刻, 沿着该回路的所有支路电压降的代数和为零。其数学表达式为

$$\sum_{k=1}^K u_k(t) = 0 \quad (2-2)$$

式中  $u_k(t)$  为该回路的第  $k$  条支路电压,  $K$  为该回路中的支路数。

不论电路中的元件如何, 只要是集总电路, KVL 就总是成立的。

### 三、实验设备和材料

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流稳压电源	+6, 12V 切换	1	
2	可调直流稳压电源	0~10V	1	
3	直流数字电压表		1	
4	直流数字毫安表		1	



#### 四、实验内容

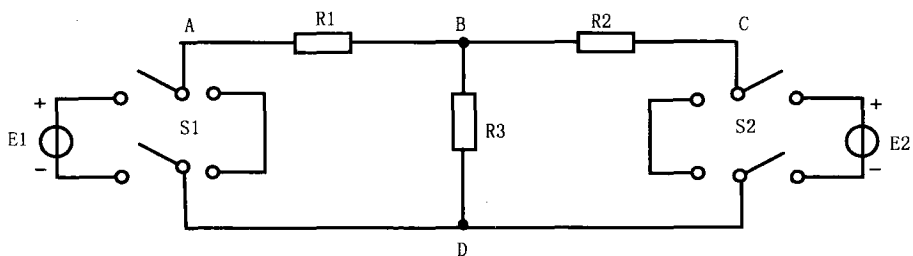


图 2-1 实验电路

1. 在实验箱上基尔霍夫定律实验区域，连接电路如图 2-1 所示。用红色导线将实验箱上直流稳压源中“+12V”与基尔霍夫定律实验区域内  $E_1$  的“+”相连，用黑色导线将直流稳压源中“地”与基尔霍夫定律实验区内  $E_1$  的“-”相连。将实验箱上直流稳压源中“输出粗调”旋钮旋调至“0-10V”挡，万用表调至直流电压挡，测量“0-30V”输出端的电压，同时旋动“输出细调”旋钮，使万用表显示电压为“+6V”。用红色导线将直流稳压源中“0-30V”的“+”与基尔霍夫定律实验区内  $E_2$  的“+”相连，用黑色导线将直流稳压源中“0-30V”的“-”与基尔霍夫定律实验区内  $E_2$  的“-”相连。

2. 令  $E_1$  电源单独作用（将开关  $S_1$  投向  $E_1$  侧，开关  $S_2$  投向短路侧），分别按图 2-2a、图 2-2b 和图 2-2c 所示连接电路；用直流数字毫安表（实验箱自带毫安表）测量电流  $I_1$ 、 $I_2$  和  $I_3$ ；用万用表的直流电压挡测量电阻两端电压  $U_{AB}$ 、 $U_{BC}$  和  $U_{BD}$ ；正确读取数据，并填写表 2-1。

注意：测量电流时一定要将毫安表串联到电路中，电流从毫安表的“+”流入，从“-”流出。

测量电压时一定要将电压表并联在电路中，电压表的“+”接到电流流入被测器件的那端，电压表的“-”接到电流流出被测器件的那端。