



普通高等院校“十三五”规划实验教材

基础电子技术实验教程

● 主 编 黄 靓

● 副主编 罗海峰 龙 芸 王 娅 蒋 谦 王怀兴



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等院校“十三五”规划实验教材

基础电子技术实验教程

主 编 黄 靓

副主编 罗海峰 龙 芸 王 娅

蒋 谦 王怀兴

华中科技大学出版社

中国·武汉

内 容 简 介

本书主要由四部分组成:第一部分电工电路技术实验,第二部分模拟电子技术实验,第三部分数字电子技术实验,第四部分信号与系统实验。本书实验注重实验理论与方法,而不拘泥于具体的实验设备或实验仪器,具有较强的通用性。

本书可以作为电子类、光电技术类、自动化类、机械电子类、电气自动化类、通信工程类、物理电子类、计算机类专业的基础实验教材或者实验教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础电子技术实验教程/黄靓主编. —武汉:华中科技大学出版社,2018.12

普通高等院校“十三五”规划实验教材

ISBN 978-7-5680-4823-1

I. ①基… II. ①黄… III. ①电子技术-实验-高等学校-教材 IV. ①TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 285182 号

基础电子技术实验教程

Jichu Dianzi Jishu Shiyan Jiaocheng

黄 靓 主 编

策划编辑:汪 富

责任编辑:程 青

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:6

字 数:148千字

版 次:2018年12月第1版第1次印刷

定 价:29.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换

全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务

版权所有 侵权必究

普通高等院校“十三五”规划实验教材

编审委员会

(排名不分先后)

主 任	肖 明				
副主任	戴 伟	罗 毅	王 筠	吴建兵	
	肖 飞	姚桂玲			
委 员	谭 华	罗海峰	王怀兴	李 莎	
	肖 旸	伍家梅	李 杰	肖龙胜	
	胡 森	胡凡建	陶表达		

编写委员会

(排名不分先后)

范锡龙	刘 明	邓永菊	皮春梅	王世芳	操小凤
来小禹	陈国英	谈伟伟	李志浩	冯国强	郑秋莎
刘 勇	刘 丹	童爱红	吉紫娟	艾 敏	王 茁
刘姜涛	徐 辉	李 丹	肖正安	王 娅	龙 芸
王 骐	王青萍	肖鹏程	罗春娅	刘金波	黄 靓
陈木青	汪川惠	靳海芹	祁红艳	李 睿	陈欣琦
陶军辉	王志民	王秋珍	孙 筠	张 庆	谭永丽
熊 伟	徐小俊	林柏林	彭玉成	曹秀英	李建明

前 言

通过实验过程培养学生实验技能,提高学生分析问题和解决问题的能力、科学实验和研究能力,是高等院校进行实践教学的主要内容和重要目的。

本书是针对并配合电子信息科学与技术、光电信息科学与工程、机械电子工程、电子信息工程技术等相关专业的专业基础课程的理论教学过程,以课程理论知识为基础,以服务课程教学、加深对理论知识的理解与掌握为原则,以培养与提高学生动手实践能力、实验研究能力为目的而编写的。根据相关专业的发展趋势、依据教学大纲、紧跟相关专业的发展动向编写本书内容,尽量体现最新的实践教学方法与理念,在章节安排上将验证性和综合设计性实验结合起来,具有较强的通用性与可延用性。

全书共有四个部分,包括电工电路技术实验、模拟电子技术实验、数字电子技术实验、信号与系统实验。其中龙芸、王娅老师主要负责电工电路技术实验部分的编写;黄靓老师负责模拟电子技术实验部分的编写;蒋谦老师负责数字电子技术实验部分的编写;王怀兴老师负责信号与系统实验部分的编写。黄靓老师负责全书的统稿及协调工作,罗海峰老师负责全书各实验原理、框图、实验记录表格的编辑审校。

在本书的编写过程中,我们参考了许多其他相关教材与文献资料,在此向相关编写人员表示感谢。由于时间仓促、水平有限,书中难免会有不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2018年7月于湖北第二师范学院

目 录

第一部分 电工电路技术实验	(1)
实验一 电子元器件伏安特性的测试	(3)
实验二 基尔霍夫定律	(7)
实验三 叠加原理	(9)
实验四 戴维南定理	(12)
第二部分 模拟电子技术实验	(15)
实验一 分压式单管共射极放大器	(17)
实验二 射极跟随器	(25)
实验三 差分放大器	(29)
实验四 负反馈放大器	(33)
第三部分 数字电子技术实验	(37)
实验一 TTL 集成门电路测试	(39)
实验二 组合逻辑电路的设计与测试	(44)
实验三 加法器设计与测试	(48)
实验四 触发器逻辑功能测试	(52)
实验五 译码器及数据选择器的应用	(57)
实验六 移位寄存器及其应用	(62)
第四部分 信号与系统实验	(67)
实验一 函数信号发生器	(69)
实验二 零输入响应与零状态响应	(77)
实验三 方波信号的分解与合成	(80)
实验四 采样定理实验	(85)
参考文献	(90)

第一部分

电工电路技术实验

“电工电路技术实验”是一门与《电工技术与电路分析》教材配套的实验课程,其目的是巩固和加深学生对电路理论基本概念和基本规律的理解,掌握电路的基本分析方法和实验技术,培养学生实验动手能力,为后续实践课程学习和就业打下良好的基础。通过本实验课程,要求学生达到以下目标:

- (1)熟练掌握常规电子仪器与电子设备的使用方法;
- (2)学会按电路原理图进行元器件的连接;
- (3)了解各种电子元器件的特征和性质;
- (4)培养学生的基本实验技能,比如正确使用常用的电工仪器、仪表和电子仪器,掌握一些基本的电路测试技术、实验方法以及数据分析处理知识;
- (5)培养实事求是的精神,养成严谨、认真的科学实验态度,形成克服困难、坚韧不拔的工作作风以及培养科学、良好的实验素质和习惯。

实验一 电子元器件伏安特性的测试

一、实验目的

- (1) 学会识别常用电子元器件。
- (2) 掌握线性、非线性电子元器件的伏安特性。
- (3) 掌握绘制线性、非线性电子元器件伏安特性曲线的方法。
- (4) 熟悉实验装置上仪表和设备的使用方法。

二、实验原理

1. 伏安特性曲线

在电路中,电子元器件的特性一般用该元器件上的电压 U 与通过该元器件的电流 I 之间的函数关系 $U=f(I)$ 来表示,这种函数关系称为该元器件的伏安特性,有时也称为外部特性。通常以电压 U 作为横坐标,电流 I 作为纵坐标绘成元器件的电流-电压关系曲线,这种曲线就称为伏安特性曲线或外特性曲线。

如果元器件的伏安特性曲线是一条通过原点的直线,说明元器件两端的电压与通过元器件的电流成正比,电压、电流的关系为线性关系,则称该元器件为线性元器件(如碳膜电阻);如果元器件的伏安特性曲线不是通过原点的直线,则称该元器件为非线性元器件(如晶体二极管、三极管等)。

本实验通过实验测量绘制线性电阻、一般半导体二极管及稳压二极管的伏安特性曲线,了解线性、非线性电子元器件的伏安特性。

2. 线性电阻的伏安特性曲线

线性电阻的伏安特性曲线是一条通过原点的直线,该直线斜率的倒数等于该电阻的数值,如图 1-1-1 所示。

3. 非线性元器件的伏安特性曲线

一般的半导体二极管是非线性元器件,其伏安特性曲线如图 1-1-2(a)所示。该元器件正向压降很小(一般的锗管压降为 $0.2\sim 0.3\text{ V}$,硅管为 $0.5\sim 0.7\text{ V}$),正向电流随正向压降的升高而急剧上升,而反向电压从零一直增加到十几伏至几十伏时,其反向电流增加很小,可粗略地视为零。可见,半导体二极管具有单向导电性,如果反向电压过高,超过半导体二极管的极限值,则会导致半导体二极管击穿损坏。

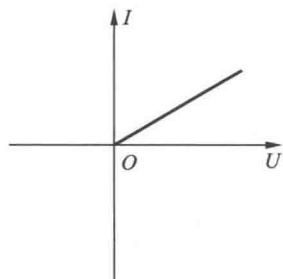


图 1-1-1 线性电阻的伏安特性曲线

稳压二极管是非线性元器件,其正向伏安特性类似普通二极管的,但其反向伏安特性则较特别。在反向电压开始增加时,其反向电流几乎为零,但当电压增加到某一数值(一般称为稳定电压)时反向电流突然增加,以后它的端电压维持恒定,不再随外电压升高而增加,如图 1-1-2(b)所示。稳压二极管由于这种特性在电子设备中有着广泛的应用。

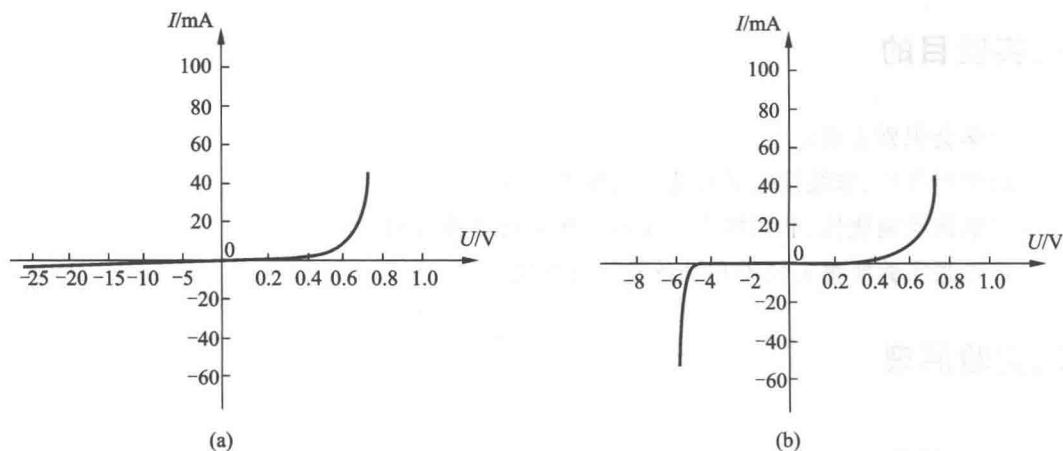


图 1-1-2 非线性元器件的伏安特性曲线

(a) 半导体二极管的伏安特性曲线; (b) 稳压二极管的伏安特性曲线

三、实验设备与器件

- (1) 电路原理实验箱或面包板 1 套;
- (2) 数字万用表 1 块;
- (3) 线性元器件、非线性元器件若干;
- (4) 可调直流稳压电源 1 台。

四、实验内容

1. 测定线性电阻的伏安特性

按图 1-1-3 接线,调节直流稳压电源的输出电压 U ,使其从 0 V 开始缓慢地增加,一直增加到 10 V,在表 1-1-1 中记下相应的电压表和电流表的读数。

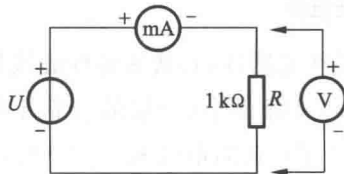


图 1-1-3 测定线性电阻的伏安特性实验图

表 1-1-1 线性电阻特性实验数据

参数	测 量 值									
U/V										
I/mA										

2. 测定半导体二极管 IN4007 的伏安特性

按图 1-1-4 接线, R 为限流电阻, 测半导体二极管的正向特性时, 其正向电流不得超过 35 mA, 正向压降可在 0~0.75 V 取值, 且 0.5~0.75 V 应多取几个测量点。测定反向特性时, 只需将图 1-1-4 中的半导体二极管 IN4007 反接, 且其反向电压可加至 24 V。分别在表 1-1-2 和表 1-1-3 中记录相应测量数据。

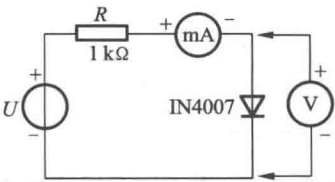


图 1-1-4 测定半导体二极管 IN4007 的伏安特性实验图

表 1-1-2 半导体二极管正向特性实验数据

参数	测 量 值									
U/V										
I/mA										

表 1-1-3 半导体二极管反向特性实验数据

参数	测 量 值									
U/V										
I/mA										

3. 测定稳压二极管的伏安特性

将图 1-1-4 中的半导体二极管 IN4007 换成稳压二极管 2CW55, 重复实验内容 2 的测量, 并在表 1-1-4 和表 1-1-5 中记录数据。

表 1-1-4 稳压二极管正向特性实验数据

参数	测 量 值									
U/V										
I/mA										

4. 绘制伏安特性曲线

根据各实验数据, 分别在方格纸上绘制出光滑的伏安特性曲线(其中半导体二极管和稳

压二极管的正、反向特性均要求画在同一张图中,正、反向电压可取为不同的比例尺),根据实验结果,总结归纳被测各元件的特性,进行误差分析。

表 1-1-5 稳压二极管反向特性实验数据

参数	测 量 值									
U/V										
I/mA										

五、实验注意事项

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,勿使仪表超量程使用,仪表的正、负极不能接错。

六、思考题

用电压表和电流表测量元器件的伏安特性时,电压表可接在电流表之前或之后,两者对测量误差有何影响? 实际测量时应根据什么原则选择?

实验二 基尔霍夫定律

一、实验目的

- (1) 加深对电流、电压参考方向的理解。
- (2) 验证基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律。
- (3) 进一步熟悉实验装置上直流电工仪表和设备的使用方法。

二、实验原理

基尔霍夫定律有两条：一条是基尔霍夫电流定律，另一条是基尔霍夫电压定律。

基尔霍夫电流定律(简称 KCL)：在任一时刻，流入电路中任一节点的电流总和等于从该节点流出的电流总和，换句话说就是在任一时刻，电路中任一节点电流的代数和为零。

这一定律实质上是电流连续性的体现。运用这条定律时必须注意电流的方向，如果不知道电流的真实方向可以先假设某一电流的正方向(也称参考方向)，根据参考方向就可写出基尔霍夫电流定律表达式。其一般形式为

$$\sum I = 0 \quad (1-2-1)$$

基尔霍夫电压定律(简称 KVL)：在任一时刻，沿闭合回路电压降的代数和等于零。把这一定律写成一般形式，即

$$\sum U = 0 \quad (1-2-2)$$

三、实验设备与器件

- (1) 电路原理实验箱或面包板 1 套；
- (2) 数字万用表 1 块；
- (3) 线性元器件若干。

四、实验内容

- (1) 按图 1-2-1 接线，电流和电压采用关联参考方向。

(2) 测量支路电流 I_1 、 I_2 、 I_3 、 I_4 、 I_5 ，记录数据，将元器件参数和电流数据分别填入表 1-2-1 和表 1-2-2 中，验证基尔霍夫电流定律，注意测量方向。

表 1-2-1 实验线路元器件参数

参数	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	U_{s1}	U_{s2}
测量值							

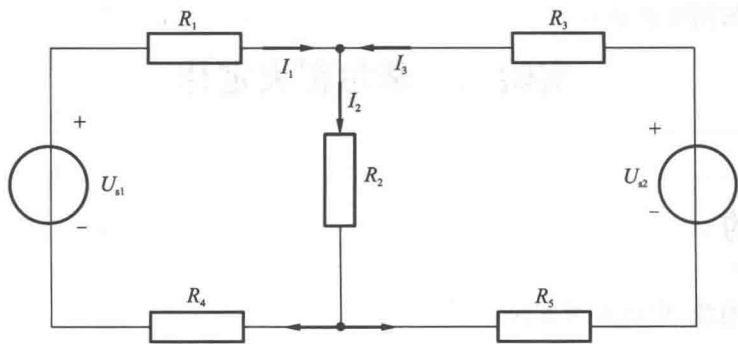


图 1-2-1 基尔霍夫定律实验图

表 1-2-2 基尔霍夫电流定律记录表

被测量	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	I_4/mA	I_5/mA
计算量					
测量值					
相对误差					
测量总值	$I_1 + I_2 + I_3 =$		$I_2 + I_4 + I_5 =$		

(3)测量电阻元件 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和 R_5 上的电压值 U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 和 U_5 ，其方向取和支路电流相关联的方向，记录数据并将其填入表 1-2-3 中，验证基尔霍夫电压定律。

表 1-2-3 基尔霍夫电压定律记录表

被测量	U_1/V	U_2/V	U_3/V	U_4/V	U_5/V
计算量					
测量值					
相对误差					
测量总值	$U_1 + U_2 + U_4 - U_{s1} =$		$U_3 + U_2 + U_5 - U_{s2} =$		

五、实验注意事项

测量电流、电压时都要注意各表的极性、方向和量程。测量时将测量值与计算好的各电流、电压理论值进行比较，以保证测量结果的准确性。

六、思考题

- (1)如何选择电路节点更有意义？
- (2)实验产生误差的主要原因是什么？

实验三 叠加原理

一、实验目的

- (1) 学习直流电压表、电流表的测量方法,加深对参考方向的理解。
- (2) 通过实验验证线性电路中的叠加原理及其适用范围。
- (3) 熟悉电工实验台的使用以及电路的接线方法。

二、实验原理

叠加原理定义:在线性电路中,任一支路电流(或电压)都是电路中每一个独立源单独作用时,在该支路中产生的电流(或电压)的代数和,如图 1-3-1 所示。

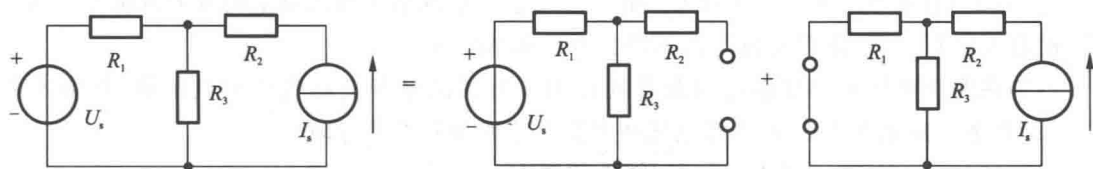


图 1-3-1 叠加原理定义图

当某一独立源单独作用时,其他独立源应为零值,独立电压源用短路线代替,独立电流源用开路线代替。

在线性电路中,功率是电压或电流的二次函数,所以,叠加定理不适用于功率分析与计算。

三、实验设备与器件

- (1) 电路原理实验箱或面包板 1 套;
- (2) 数字万用表 1 块;
- (3) 线性元器件若干。

四、实验内容

1. 实验电路连接及参数选择

实验电路如图 1-3-2 所示。由 R_1 、 R_2 和 R_3 组成的 T 形网络实验线路及直流电压源 U_{s1} 和 U_{s2} 构成线性电路。在面包板上按图 1-3-2 所示电路选择电路参数并连接电路。参数数值及单位填入表 1-3-1。

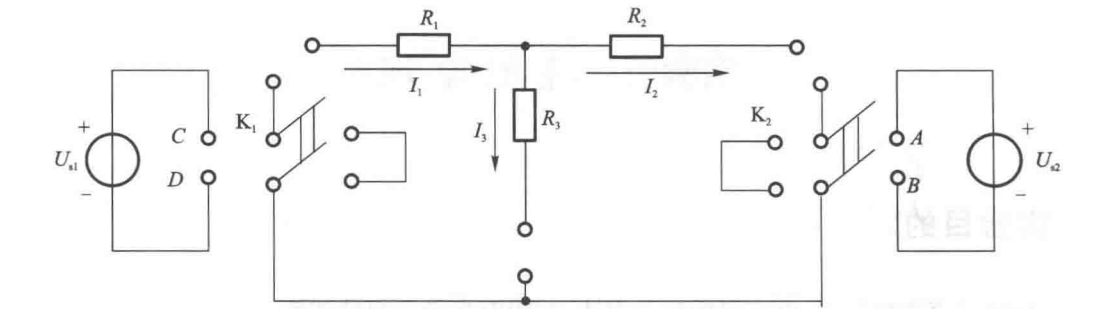


图 1-3-2 叠加原理实验图

表 1-3-1 实验线路元件参数

参数	R_1	R_2	R_3	U_{s1}	U_{s2}
参数值					

2. 叠加原理的验证

(1)调节直流电压源输出电压 U_{s1} 和 U_{s2} ,通过 T 形网络实验线路上的双刀双掷开关 K_1 、 K_2 把电压源 U_{s1} 、 U_{s2} 分别接到 T 形网络的 CD 和 AB 端。

(2)在两个电压源单独作用以及共同作用下分别测量各支路电流和电压值,并填入表 1-3-2(参考方向见图 1-3-2,支路电压和支路电流取关联参考方向)。

表 1-3-2 验证叠加原理($U_{s1} = \text{ V}$, $U_{s2} = \text{ V}$)

电源	电流、电压值					
	I_1/mA		I_2/mA		I_3/mA	
	U_1/V		U_2/V		U_3/V	
U_{s1} 单独作用	I'_1		I'_2		I'_3	
	U'_1		U'_2		U'_3	
U_{s2} 单独作用	I''_1		I''_2		I''_3	
	U''_1		U''_2		U''_3	
前两项叠加	$I'_1 + I''_1$		$I'_2 + I''_2$		$I'_3 + I''_3$	
	$U'_1 + U''_1$		$U'_2 + U''_2$		$U'_3 + U''_3$	
U_{s1} 、 U_{s2} 共同作用	I_1		I_2		I_3	
	U_1		U_2		U_3	

(3)根据实测数据验证叠加原理。

五、实验注意事项

(1)测量前应正确选择仪表量程。

(2)实测的电流和电压数据应根据给定的参考方向冠以正号和负号。

六、思考题

实验电路中,若将一个电阻器改为二极管,试问:叠加原理的叠加性和齐次性还成立吗?为什么?