

The background of the cover is a deep blue with faint, glowing circuit board patterns. Several circular icons containing upward-pointing arrows are scattered across the upper half. In the lower right, a vibrant, multi-colored spiral (yellow, orange, red, purple) emerges from the bottom edge, winding upwards.

电工电子基础实验指导

——天煌教仪非电类配套教材

主编：崔远慧 副主编：牟 俊



科学出版社

电工电子基础实验指导

——天煌教仪非电类配套教材

崔远慧 主 编

牟 俊 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以培养学生的基本技能为目标,以杭州天煌教仪 DGJ-3 型电工技术实验装置为主要应用对象,在该实验装置的基础上设计开发了相应的实验项目。全书共分为四篇,主要内容包括:电工技术、电子技术、综合设计以及附录。

本书可作为一般高等院校非电专业本科生、职业院校电类专业专科生的实验教学用书,或作为教师以及相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子基础实验指导:天煌教仪非电类配套教材/崔远慧主编.
—北京:科学出版社,2016.2

ISBN 978-7-03-047252-6

I. ①电… II. ①崔… 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-33 ②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 023986 号

责任编辑:张 震 姜 红 / 责任校对:张怡君

责任印制:张 倩 / 封面设计:无极书装

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

文林印务有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 2 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2016 年 2 月第一次印刷 印张: 12 1/2

字数: 245 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

编写委员会

主 编：崔远慧

副 主 编：牟 俊

编写人员：初 冉 祁建广 刘 俐 李仁庆

前 言

本书是由教学经验丰富的教师根据教育部高等工程院校电工学课程指导小组审定的“电工与电子技术课程基本要求”，结合多年来在理论课教学及实验环节中的授课经验，认真总结大连工业大学电工电子实验教学改革经验与成果，在实验仪器和设备全面更新成天煌教仪的基础上，经过集体讨论编写而成的。

本书注重学生基本技能的培养。在实验目的、实验内容安排和仪器的使用上，对能力培养方面提出了较为明确的要求。以秦曾煌的《电工学》（上册、下册）为理论基础，每一章节都配备了相应的验证性实验，在此基础上增加了综合性、设计性实验内容。

本书共分为四篇。第一篇为电工技术，共有 13 个实验；第二篇为电子技术，共有 12 个实验；第三篇为综合设计，共有 5 个实验；第四篇为附录，主要内容是天煌教仪相关仪器仪表的使用说明。本书实验内容丰富，可以满足不同学时的非电专业的教学需求。

本书由大连工业大学崔远慧老师主编，牟俊老师副主编。其中电工技术部分由牟俊编写，电子技术部分由崔远慧编写，初冉、祁建广、刘俐和李仁庆老师参与了第三篇和附录的编写，全书由崔远慧统筹。

本书由大连工业大学电类基础教研室各位老师经过多年实践不断完善而成，在此感谢康铁英教授、刘剑教授的鼎力支持。由于编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，希望广大读者能够提出宝贵意见。

编 者

2015 年 11 月

目 录

第一篇 电工技术

实验一	电路元件伏安特性的测绘	3
实验二	叠加原理	8
实验三	有源二端网络等效参数的测定	11
实验四	RC 一阶电路的响应	17
实验五	R、L、C 元件阻抗特性的测定	21
实验六	正弦交流电路及功率因素提高的设计	25
实验七	三相电路	30
实验八	单相变压器	38
实验九	三相鼠笼式异步电动机	42
实验十	三相鼠笼式异步电动机的点动和自锁控制	50
实验十一	三相鼠笼式异步电动机正反转控制	55
实验十二	三相鼠笼式异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	59
实验十三	三相异步电动机顺序控制	64

第二篇 电子技术

实验十四	常用电子仪器的使用	69
实验十五	晶体管共射极单管放大器	75
实验十六	负反馈放大器	84
实验十七	射极跟随器	89
实验十八	差动放大器	94
实验十九	集成运算放大器的基本应用	99
实验二十	电压比较器	107
实验二十一	RC 正弦波振荡器	112
实验二十二	直流稳压电源	117
实验二十三	晶闸管可控整流电路	126
实验二十四	TTL 集成逻辑门电路及其应用	131

实验二十五 触发器及其应用	136
---------------------	-----

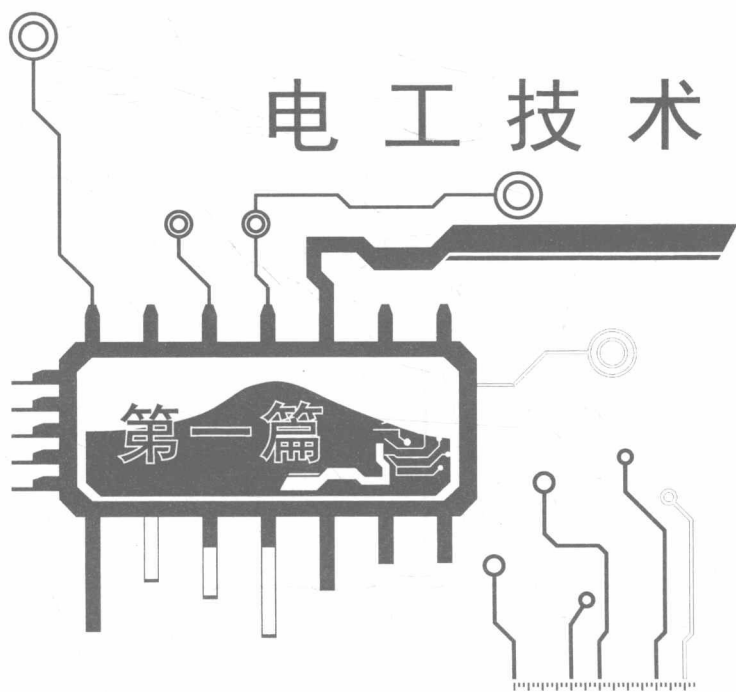
第三篇 综合设计

实验二十六 组合逻辑电路的设计与测试	149
实验二十七 模拟运算电路的设计	152
实验二十八 用运算放大器组成万用电表的设计与调试	154
实验二十九 继电接触器控制电路的设计	161
实验三十 三相异步电动机的自动控制	163

第四篇 附录

附录 A 74 系列芯片中文解释	167
附录 B 集成电路简介	174
附录 C DGJ-3 型电工技术实验装置使用说明	177
附录 D 单、三相智能功率、功率因数表使用说明	184
附录 E 实验装置配套挂箱可完成的实验项目	189

电工技术



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。
- (2) 掌握线性电阻、非线性电阻元件伏安特性的测绘方法。
- (3) 掌握实验台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上的端电压 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 $I-U$ 平面上的一条曲线来表征,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 中直线 a 所示,该直线的斜率等于该电阻器的电阻值。

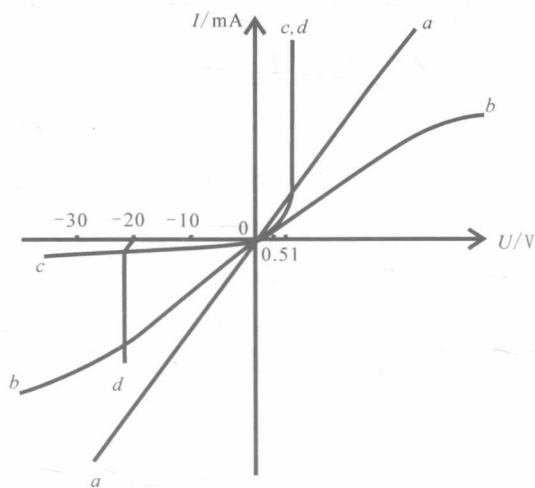


图 1-1 伏安特性曲线图

(2) 一般的白炽灯在工作时灯丝处于高温状态,其灯丝电阻随着温度的升高而增大,通过白炽灯的电流越大,其温度越高,阻值也越大,一般灯泡的“冷电

阻”与“热电阻”的阻值可相差几倍甚至十几倍，所以他的伏安特性如图 1-1 中曲线 *b* 所示。

(3) 一般的半导体二极管是一个非线性电阻元件，其伏安特性如图 1-1 中曲线 *c* 所示。正向压降很小（一般的锗管为 0.2~0.3V，硅管为 0.5~0.7V），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时，其反向电流增加很小，可视为零。可见，二极管具有单向导电性，但若反向电压加得过高，超过管的极限值，则会导致管击穿损坏。

(4) 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，但其反向特性较特别，如图 1-1 中曲线 *d* 所示。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时（称为管的稳压值，有各种不同稳压值的稳压管）电流将突然增加，以后他的端电压基本维持恒定，当外加的反向电压继续升高时其端电压仅有少量增加。

注意：流过二极管或稳压二极管的电流，不能超过其极限值，否则会被烧坏。

三、实验设备

实验设备如表 1-1 所示。

表 1-1 实验设备				
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	直流数字毫安表	0~200mA		
3	直流数字电压表	0~200V	1	
4	二极管	1N4007	1	DGJ-5
5	稳压管	2CW51	1	DGJ-5
6	白炽灯	12V, 0.1A	1	DGJ-5
7	线性电阻器	200Ω, 1kΩ/8W	1	DGJ-5

四、实验注意事项

(1) 测二极管正向伏安特性时，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 35mA。

(2) 如果要测定二极管 2AP9 的伏安特性，则正向特性的电压值应取 0, 0.10, 0.13, 0.15, 0.17, 0.19, 0.21, 0.24, 0.30 (V)，反向特性的电压值取 0，

2, 4, …, 10 (V)。

(3) 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。

五、实验内容

1. 测定线性电阻器的伏安特性

按图 1-2 接线，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 ，记入表 1-2 中。

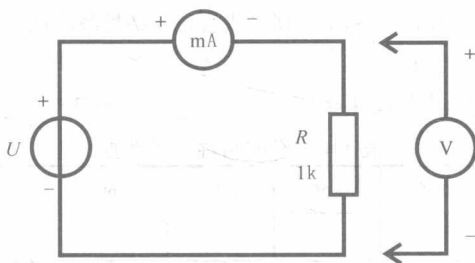


图 1-2 测线性电阻器伏安特性线路图

表 1-2 线性电阻器伏安特性实验数据

U_R / V	0	2	4	6	8	10
I / mA						

2. 测定非线性白炽灯泡的伏安特性

将图 1-2 中的 R 换成一只 12V, 0.1A 的灯泡，重复实验内容 1 中的步骤。 U_L 为灯泡的端电压。记下相应的电压表和电流表的度数 U_L 、 I ，记入表 1-3 中。

表 1-3 非线性白炽灯泡伏安特性实验数据

U_L / V	0.1	0.5	1	2	3	4	5
I / mA							

3. 测定半导体二极管的伏安特性

按图 1-3 接线， R 为限流电阻器。测二极管的正向特性时，其正向电流不得

超过 35mA，二极管 D 的正向施压 U_{D+} 可在 0~0.75V 中取值， U_{D+} 在 0.5~0.75V 中应多取几个测量点。测反向特性时，只需将图 1-3 中的二极管 D 反接，且其反向施压 U_{D-} 可达 30V。

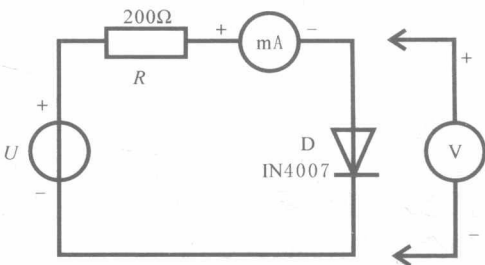


图 1-3 测半导体二极管伏安特性线路图

正向特性实验数据记入表 1-4 中。

表 1-4 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								

反向特性实验数据记入表 1-5 中。

表 1-5 反向特性实验数据

U_{D-} / V	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
I / mA							

4. 测定稳压二极管的伏安特性

(1) 正向特性实验：将图 1-3 中的二极管换成稳压二极管 2CW51，重复实验内容 3 中的正向测量。 U_{Z+} 为 2CW51 的正向施压。将正向特性实验数据记入表 1-6 中。

表 1-6 正向特性实验数据

U_{Z+} / V	
I / mA	

(2) 反向特性实验：将图 1-3 中的 R 换成 1kΩ，2CW51 反接，测量 2CW51 的反向特性。稳压电源的输出电压 U_O 为 0~20V，测量 2CW51 两端的电压 U_{Z-} 及

电流 I ，由 U_{Z-} 可看出其稳压特性。将反向特性实验数据记入表 1-7 中。

表 1-7 反向特性实验数据

U_o / V	
U_{Z-} / V	
I / mA	

六、思考题

- 1. 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，二极管和稳压二极管的正、反向特性均要求画在同一幅图中，正、反向电压可使用不同的比例尺。
- 2. 根据实验结果，总结、归纳各被测元件的特性。
- 3. 总结心得体会及其他。

实验二 叠加原理

一、实验目的

验证线性电路叠加原理的正确性，加深对线性电路的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、实验设备

实验设备如表 2-1 所示。

表 2-1 实验设备

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	直流稳压电源	0~30V 可调	2	自备
2	万用电表		1	
3	直流数字电压表	0~200V	1	
4	直流数字毫安表	0~200mA	1	
5	叠加原理实验电路板		1	DGJ-3

四、实验内容

实验线路如图 2-1 所示，用 DGJ-3 挂箱的“基尔夫定律/叠加原理”线路。

(1) 将两路稳压电源的输出分别调节为 12V 和 6V，接入 U_1 和 U_2 处。

(2) 令 U_1 电源单独作用（将开关 K_1 投向 U_1 侧，开关 K_2 投向短路侧，开关 K_3 投向 330Ω ）。用直流数字电压表和直流数字毫安表（接电流插头）测量各支路电流及各电阻元件两端的电压，将数据记入表 2-2 中。

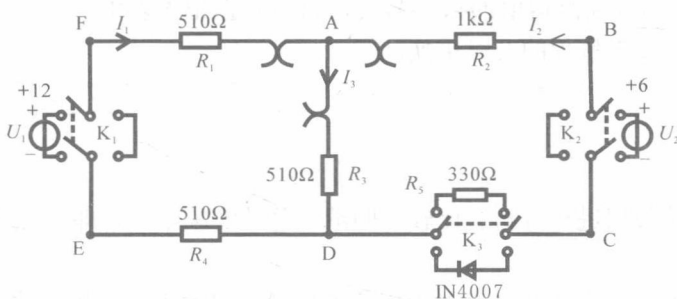


图 2-1 基尔夫定律/叠加原理线路图

(3) 令 U_2 电源单独作用 (将开关 K_1 投向短路侧, 开关 K_2 投向 U_2 侧), 重复实验内容 (2) 的测量和记录, 将数据记入表 2-2 中。

(4) 令 U_1 和 U_2 共同作用 (开关 K_1 和 K_2 分别投向 U_1 和 U_2 侧), 重复上述的测量和记录, 将数据记入表 2-2 中。

表 2-2 实验数据

测量项目	U_1 / V	U_2 / V	I_1 / mA	I_2 / mA	I_3 / mA	U_{AB} / V	U_{CD} / V	U_{AD} / V	U_{DE} / V	U_{FA} / 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										

(5) 将 R_5 (330Ω) 换成二极管 IN4007 (即将开关 K_3 投向二极管 IN4007 侧), 重复实验内容 (1) ~ (5) 的测量过程, 将数据记入表 2-3 中。

(6) 任意按下某个故障设置按键, 重复实验内容 (4) 的测量和记录, 再根据测量结果判断出故障的性质。

表 2-3 实验数据

测量项目	U_1 / V	U_2 / V	I_1 / mA	I_2 / mA	I_3 / mA	U_{AB} / V	U_{CD} / V	U_{AD} / V	U_{DE} / V	U_{FA} / 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										

五、实验注意事项

(1) 用电流插头测量各支路电流时, 或者用电压表测量电压降时, 应注意仪

表的极性，正确判断测得值的+、-号后，再将数据记入表中。

(2) 注意仪表量程的及时更换。

六、思考题

1. 对实验数据进行分析、比较，归纳、总结实验结论，即验证线性电路的叠加性与齐次性。
2. 各电阻器所消耗的功率能否用叠加原理计算得出？试用上述实验数据，进行计算并作出结论。
3. 通过对实验内容(5)及表 2-3 中数据的分析，你能得出什么样的结论？
4. 总结心得体会及其他。