

电工技术及电子技术实验

电工技术及 电子技术实验

成都科

TH33

成都科技大学电工技术教研室
成都科技大学出版社

7M - 3
P77
(2)

367211

电工技术及电子技术实验

(原名电工学实验)

成都科技大学电工技术教研室编

编写成员

主 编 蒲焕光

编 委 蒲焕光 熊祥健

朱国昌 郭 畅

成都科技大学出版社

DE 16/16
内容简介

本书主要包括实验和附录两部分。实验部分有：电路实验、电机及控制实验、模拟电子电路实验、数字电子电路实验、整流滤波稳压电路实验共 24 个。该书实验内容丰富，步骤简洁，操作方便，能为不同学时、不同专业层次需要选用。附录部分为常用电工、电子仪器仪表的使用，可供教师参考和学生查用。

本书为《电工技术》和《电子技术》实验课程的试用教材，可供高等院校非电专业本科和专科的电工学实验教学用书，亦可作为非电专业电视大学、职工大学和业余大学的电工学实验教学用书。

电工技术及电子技术实验

编著者：成都科技大学电工技术教研室

成都科技大学出版社出版发行

成都科技大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 9.40

1993 年 1 月第二版 1993 年 1 月第一次印刷

印数 1—7500 字数 222 千字

ISBN7-5616-1715-1/TM·16

定价：5.20 元

再版前言

本书第一版定名为《电工学实验》于1987年出版。为了与现行电工学采用的教科书《电工技术》和《电子技术》相一致，特在第二版定名为《电工技术及电子技术实验》。为了符合近年来有关国家标准的新规定，本书对第一版的图形符号作了相应的修改。根据近几年的实验教学的实际情况，本书删除了第一版中的部分实验内容。

本书是为非电类专业学生开设的电类实验课程，是加强《电工技术》和《电子技术》等课程理论学习的重要实践环节。学生通过电路、电机和控制、模拟电路和数字电路等基本部分的接线和测量操作，可巩固和扩大理论知识，培养分析问题、解决问题及独立科学实验的能力。

根据教学基本要求，实验内容分为六个方面：一、电路实验六个；二、电机及控制实验五个；三、模拟电路实验五个；四、数字电路实验五个；五、整流、稳压电路实验二个；六、常用仪器仪表使用练习一个。常用仪器仪表的基本原理及使用方法设在附录中，有较详细的说明，可供参考。与第一版比较，本书第二版的常用仪器仪表有的更换成了新的类型，更加便于学生操作和读数，为学生做好实验创造了有利的条件。

本书供《电工技术》和《电子技术》两门课程的实验教学使用，每个实验为2学时。各学校可以根据要求和具体条件，选做有关实验。

本书根据中国电工学研究会和国家教委电工学指导小组关于《“电工技术”课程教学基本要求》和《“电子技术”课程教学基本要求》，结合多年特别是近几年来本教研室的实验教学实践编写而成。本书第二版的修改工作由瞿德隆负责实验一至三、五及附录I至V；熊祥健负责实验六至实验十一及附录VI；朱国昌负责实验四、十二至十六、二十三、二十四及附录VII；郭畅负责实验十七至二十二及附录VIII至X。蒲焕先负责本书其余部分的修改和第二版全书的校核和定稿。

本书第二版得到了本教研室许多教师和实验工作人员的关怀和支持，他们提出了宝贵意见和修改建议，在此表示热忱的谢意。

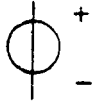
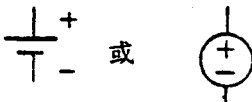
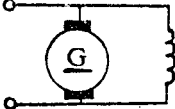
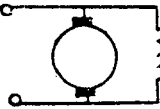
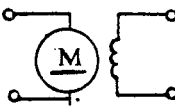
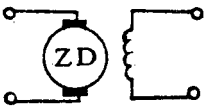
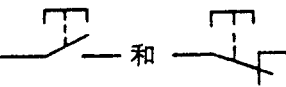
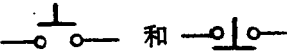
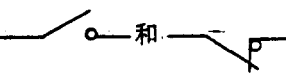
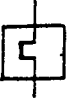
由于编者能力有限，对电工学实验工作见解不多，本书实验项目及内容难免有不妥善之处，书中缺点和错误在所难免，恳请读者，特别是使用本实验书的教师和学生提出批评和改进意见，以便今后修订提高。

编 者

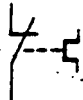
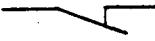
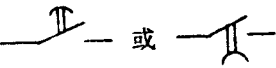
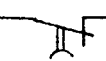
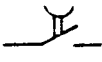
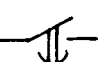
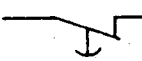
于成都科技大学

一九九二年十月

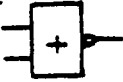
新旧符号对照表（电工技术部分）

名 称	新符号	旧符号
理想电压源		
理想电流源		
三相异步电动机		
直流发电机		
他励直流电动机		
按钮开关		
接触器触点		
热继电器的驱动器件		

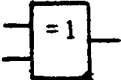
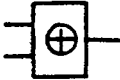
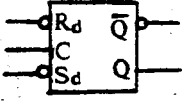
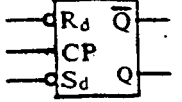
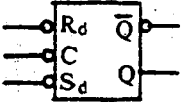
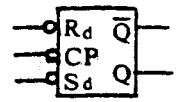
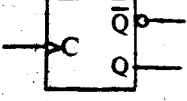
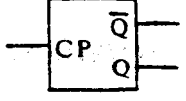
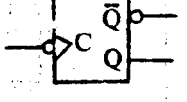
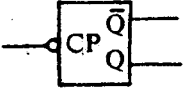
(续)

名 称	新符号	旧符号
热继电器的触头		
时间继电器线圈		
瞬时动合触头		
瞬时动断触头		
延时动合触头	 或 	
延时动断触头	 或 	
延时断开的动合触头	 或 	
延时闭合的动断触头	 或 	

新旧符号对照表 (电子技术部分)

名 称	新符号	旧符号
二极管		
稳压管		
可控硅		
理想运算放大器		
与 门		
或 门		
与非门		
或非门		

(续)

名 称	新符号	旧符号
异或门		
触发器 (正电位触发)		
触发器 (负电位触发)		
触发器 (正边沿触发及主从触发)		
触发器 (负边沿触发及主从触发)		
单稳态触发器		

电工技术及电子技术实验须知

电工技术及电子技术实验的目的是使学生了解一些电气设备和元器件,理解一定的电工及电子线路,学会使用常用的电工仪器仪表,掌握基本的电路测量方法和掌握一般的安全用电知识,要求学生通过实际操作,培养独立思考、独立分析和独立实验的能力。为使实验正确、顺利地进行和保证设备、仪器仪表和人身的安全,在做电工技术及电子技术实验时,须知:

一、实验预习

实验前必须认真进行预习,弄清每次实验的目的、内容、线路、设备和仪器仪表、测量和记录项目等等,做到心中有数,减少盲目性,提高实验效率。

二、电源

1. 实验桌上设有三相交流电源开关和直流电源开关,由实验室统一供电,实验前应弄清各输出端点间的电压数值。

2. 实验桌上配有直流稳压电源,在接入线路之前应调节好输出电压数值,使符合实验线路要求。特别是在电子线路中,严禁将超过规定电压数值的电源接入线路运行。

3. 在进行线路的接线、改线或拆线以前,必须断开电源开关,严禁带电操作,避免在接线或拆线过程中,造成电源设备或部分线路短路而损坏设备或线路元器件。

三、实验线路

1. 认真熟悉实验线路原理图,能识图并能按图接好实验线路。

2. 实验线路接线要准确、可靠和有条理,接线柱要拧紧,插头与线路中的插孔的结合要插准插紧,以免接触不良引起部分线路断开。

3. 线路中不要结活动裸接头,线头过长的铜丝应剪去,以免操作不慎或偶然原因触电,或使线路造成意想不到的后果。

4. 线路接好后,应先由同组同学相互检查,然后请实验指导教师检查同意后,才能接通电源开关,进行实验。

四、仪器仪表

1. 认真掌握每次实验所用仪器仪表的使用方法、放置方式(水平或垂直)、以及弄清仪表的型号规格和精度等级等。

2. 仪器仪表与实验线路板(或设备)的位置配合应合理布置,使实验操作和测量方便。

3. 仪器仪表上的旋钮有起止位置,旋转时用力要适度,到头时严禁强制用力旋转,以免损坏旋钮内部的轴及其联接部分,影响实验进行。

4. 测试前应根据估算的物理量数值先选择好仪表的量限,然后将仪表接入线路测试点。对于指示仪表,应弄清所选量限的刻度数值,被测量值通常应处在仪表上量限的一半以上,顺指针方向读数,以减少读数误差。

5. 实验用仪表一般应在实验线路稳定运行后接入线路测试,并同时观察指针偏转情况,如超过量限应立即取出。特别指出,对于电流表应严禁先接入线路后合电源开关,以避免合开关瞬时的冲激电流使指针打弯或打断。

6. 选用仪表的内阻与被测元件或电路的电阻的配合要恰当,测试方法要合适,以减少测试误差。

五、对实验中异常现象的处理

在实验过程中,如发现异常火花、异声、异味、冒烟、过热等现象,应立刻断开电源开关断电,保持现场,请指导教师一起检查原因。

六、实验结束整理

1. 实验完成后,应将实验记录交指导教师检查认可后,方可拆线。

2. 实验结束应先断开电源开关,然后才能拆线。

3. 实验桌上的仪器仪表和实验线路板应摆放整齐,连接导线应收拾干净放入实验桌抽屉内。

电工技术及电子技术实验报告书写要点

实验报告是实验的总结,它应用理论分析实验数据、实验波形和实验现象,从中得出有价值的结论。每个学生都应在实验完成后及时写出分析中肯、结论简捷、字迹工整的实验报告。这不仅能深化理论学习的内容,而且更能培养正确总结实验工作和进行科学实验的能力。电工技术及电子技术实验报告书写要点如下:

1. 题目、系别、班号、实验人、同组人、日期。

2. 实验目的。

3. 实验线路。

4. 实验内容及其做法简述。

5. 实验分析:

(1) 整理原始记录为便于分析的形式：数据换算、表格、曲线等等。

(2) 使用实验数据、实验波形和实验现象分析实验线路或元器件的物理特性、实现功能、技术指标或分析电路的性质、定理、规律或分析实验中的新发现，指出它的趋势和研究的方向等等。

(3) 书中每个实验中的实验报告分析提示，仅供学生实验分析时的参考，应不拘泥于所提出的项目。

6. 实验结论：

对实验分析的概括或指出实验题目的研究方向。

7. 附：

原始记录及其测量仪器仪表的名称、型号规格、精度等级、量限。使用设备型号规格和主要参数。

以上3至5项应相互融会贯通，分析问题脉络清楚，做到有理有据，避免脱离实验的教条。

目 录

新旧符号对照表(电工技术部分).....	(1)
新旧符号对照表(电子技术部分).....	(3)
电工技术及电子技术实验须知	(I)
电工技术及电子技术实验报告书写要点	(II)
实验一 元件伏安特性的测定.....	(1)
实验二 叠加原理、代文宁定理	(5)
实验三 单相交流电路.....	(9)
实验四 RLC 串联谐振电路	(12)
实验五 一阶 RC 串联电路	(15)
实验六 三相交流电路	(18)
实验七 单相变压器	(24)
实验八 三相异步电动机	(29)
实验九 直流它励电动机	(33)
实验十 异步电动机的正反转控制	(36)
实验十一 异步电动机的起动控制	(40)
实验十二 常用电子仪器的使用	(43)
实验十三 单管电压放大电路	(45)
实验十四 两级阻容耦合放大电路	(49)
实验十五 功率放大电路	(53)
实验十六 差动放大电路	(57)
实验十七 集成运算放大器	(61)
实验十八 集成 TTL 与非门电路	(68)
实验十九 组合逻辑电路	(72)
实验二十 集成触发器	(77)
实验二十一 多谐振荡器及单稳态触发器	(82)
实验二十二 计数、译码和显示电路.....	(86)
实验二十三 整流、滤波和稳压电路.....	(92)
实验二十四 单相全波可控整流电路	(96)

附录 I	磁电式仪表电磁式仪表及万用表的使用方法.....	(100)
附录 II	数字式万用表的使用.....	(109)
附录 III	日光灯工作原理.....	(111)
附录 IV	电动式功率表的使用.....	(112)
附录 V	E7-1 型石英液晶电子秒表	(114)
附录 VI	转速表和钳型电流表.....	(115)
附录 VII	电子技术实验中的常用仪器仪表.....	(117)
附录 VIII	XC16A 型脉冲发生器的使用	(126)
附录 IX	数字电路综合实验板.....	(129)
附录 X	部分数字集成电路器件.....	(133)

实验一 元件伏安特性的测定

一、实验目的

1. 掌握线性电阻元件、非线性电阻元件（白炽灯和半导体二极管）以及电压源、电流源伏安特性的测试技能。
2. 加深对线性电阻元件、非线性电阻元件及电压源、电流源伏安特性的理解。
3. 学习直读式仪表和晶体管稳压电源等设备的使用方法。

二、实验仪器

- | | |
|--|----|
| 1. 晶体管直流稳压电源（使用方法参看附录Ⅵ） | 一台 |
| 2. 稳流源（在元件实验板上） | 一台 |
| 3. 直流毫安表 1.5/3/7.5/15/30/150/300mA（使用方法参看附录 I） | 一只 |
| 4. 万用表 MF30 型（代替直流电压表和微安表，使用方法参看附录 I） | 一只 |
| 5. 数字万用表 ME-501B 或 DT-890（使用方法参看附录 I） | 一只 |

三、实验线路板

实验线路板如图 1-1 所示，板上装有下列互不联接的二端元件：

1. 线性电阻元件

470 Ω (1W)、200 Ω (1W)、1000 Ω (1W) 电阻各一只，1000 Ω (2W) 电位器一只。

2. 非线性电阻元件

2AP15 二极管一只，6.3V、0.3A 小灯泡一只。

3. 稳流源

由晶体管线路构成，应外接 19V 直流电源供电才能工作，输出恒定电流 10mA。

四、实验内容

实验提供的均是实际的二端物理元件，其两端的电压与通过其中的电流成一定的函数关系，称之为伏安特性，绘制在直角坐标平面上的图形则称为伏安特性曲线。本实验为直流电路部分，各元件的伏安特性均用直流电压表和直流电流表或万用表测定。在一定范围内，这些实际元件的伏安特性与理想元件的伏安特性一致。

二端元件的伏安特性如下:

线性电阻元件

$$U=RI \quad R \text{ 为一常数}$$

非线性电阻元件 $U=f(I)$ 或 $I=g(U)$

电压源 $U=E$ 与电流 I 无关

电流源 $I=I_s$ 与电压 U 无关

式中 U 为端电压, I 为流入或流出端点的电流, E 为电源的电动势, I_s 为电流源的电流值, 非线性电阻元件的 $U=f(I)$ 表示电压是电流的单值函数, 而 $I=g(U)$ 则表示电流是电压的单值函数。各理想二端元件的伏安特性曲线如图 1-2 所示。

1. 电阻伏安特性的测定

(1) 选 R 标称值为 1000Ω 的电阻元件

先用数字万用表电阻档 (2K 档) 测 R 的实际电阻值, 然后按图 1-3 接线。开启直流稳压电源, 依次调节直流稳压电源的输出电压为表 1-1 中所列数值, 然后将相应的电流值记录在表 1-1 中 (电流表选用直流毫安表), 并计算各项 R 值。

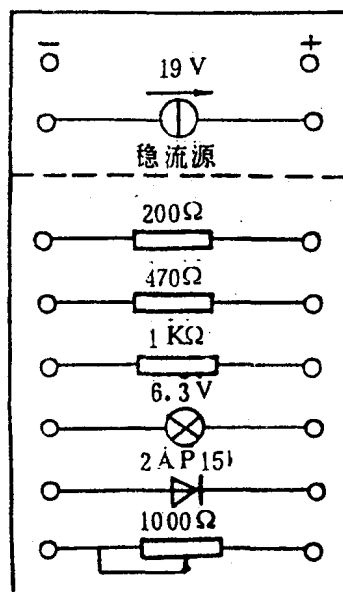


图 1-1

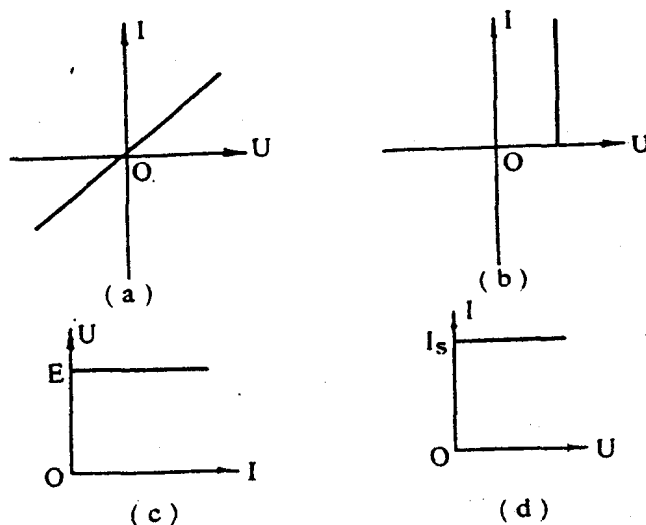


图 1-2 (a) 线性电阻 (b) 理想二极管 (c) 电压源 (d) 电流源

(2) 选 R 为 6.3V、0.3A 的小灯泡

按图 1-4 接线, 用上述测电阻伏安特性的方法, 按表 1-2 要求测试、读数、记录。测量电流用直流毫安表 300mA 档。

注意：调节稳压电源时，其输出电压不得超过 6.3V，否则将烧坏小灯泡。

表 1-1

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

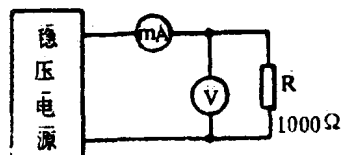


图 1-3

表 1-2

U (V)	0	1	2	3	4	5	6
I (mA)							

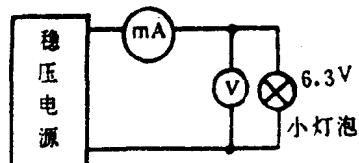


图 1-4

(3) 选 R 为半导体二极管

伏安特性分正向特性和反向特性测量。

1) 正向特性 二极管正向电压一般很小 (硅管 0.7V 左右, 锗管 0.2V 左右), 为避免二极管烧坏, 在电路中需串联一个限流电阻 (此地选 $R=470\Omega$), 接线如图 1-5 所示, 按表 1-3 测试。

表 1-3

I (mA)	0	2	5	10	15	20	25
U (V)							

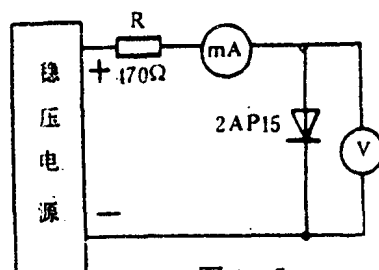


图 1-5

2) 反向特性 二极管的反向电阻大, 反向电流很小。

按图 1-6 接线, 电流表选用万用表 50 μ A 档, 按表 1-4 测试。注意 μ A 表的接法。

表 1-4

U (V)	0	2	4	6	8	10
I (μ A)						

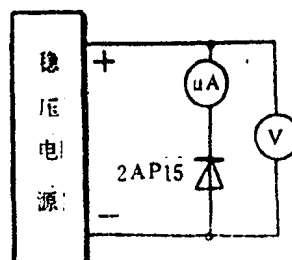


图 1-6

2. 电源伏安特性的测定

稳压电源与理想电压源和稳流源与理想电流源非常接近, 当外接负载电阻改变时, 稳压电源的输出电流和稳流源的输出电压必将随之改变。电压源未接负载 (称为开路) 时输出电流为零; 而当负载电阻很小或为零 (称为短路) 时, 这时输出电流很大, 会超

过设备额定值许多倍，此种情况应当绝对避免。同样对于电流源设备，接短路负载时，输出电流为额定值；开路时输出电压很高亦应避免。

(1) 直流稳压电源—电压源伏安特性的测试

按图 1-7 接线， R_2 为 1000Ω 的电位器，作调节负载大小用。 R_1 为 200Ω ，作电压源负载 R_2 短路时的限流电阻。首先使稳压电源开路（即 $I=0$ ），调节输出电压为 $10V$ ，然后接上负载。调节电位器 R_2 ，按表 1-5 测试。

表 1-5

I (mA)	0	10	20	30	40	50
U (V)	10					

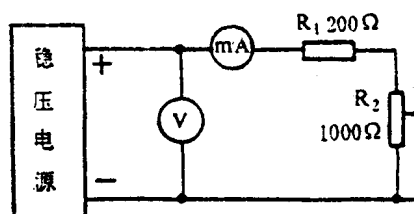


图 1-7

(2) 直流稳流电源—电流源伏安特性的测试

按图 1-8 接线。调节负载电阻 $R_2=0$ ，再调节稳压电源输出电压等于 $19V$ 左右，使稳流源输出电流等于 $10mA$ ，然后调节 R_2 ，使 R_2 两端电压依次为表 1-6 所列数据，同时测试、记录对应的电流值。

表 1-6

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

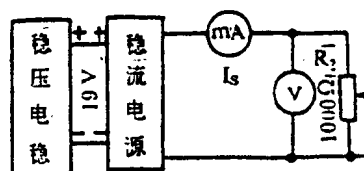


图 1-8

五、实验报告分析提示

1. 根据实验数据，在坐标纸上绘出二端元件的伏安特性曲线（二极管正反向特性曲线绘在同一坐标内）并分析各元件的性质及特点。
2. 总结测试二极管正反向特性时电压表和电流表接入线路的特点和对测试精度的影响。