

电工电子技术 基础实验

郭香云 刘宝华 编
李奇平 李占山

机械工业出版社



电工电子技术 基础实验

第 2 章

— 1 —

TM-32

97

电工电子技术基础实验

郭香云 刘宝华 编
李奇平 李占山



机械工业出版社

0216122
本书是根据电工学课的要求编写的,既满足了电工学实验的基本要求,又体现了新知识、新技术的发展。全书共四部分,有实验 28 个,内容包括电工技术、电子技术、可编程序控制器和电工学实验基本知识。

本书可作为高等学校电工学课的实验教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术基础实验/郭香云等编. —北京:机械工业出版社,
1998.4

ISBN 7-111-06580-8

I. 电… II. 郭… III. ①电工-实验②电子技术-实验 IV.
TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 17718 号

出 版 人: 马九荣 (北京市百万庄南街 1 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 李振标 版式设计: 李 悦 责任校对: 罗莉华

封面设计: 郭景云 责任印制: 侯新民

河北迁安市印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1998 年 4 月第 1 版·1998 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·10% 印张·260 千字

0 001—4 000 册

定价: 18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

随着科学技术的飞跃发展,新技术、新知识的不断涌现,原电工教材中的一些内容必须修改、充实和更新。删去那些内容已经过时、陈旧的部分,把那些先进的,在实际应用中已经比较成熟的技术和知识增加到教材中来。与此相适应,作为电工学重要的实践性教学环节——实验,也必须做相应的修改,以适应教学的要求。为了满足实验教学的要求,电工学教研室根据多年的教学、实验经验,遵循着即要满足电工学课的基本要求,又要体现新技术的指导思想,编写了这本电工电子技术基础实验教材。

本书由河北理工学院电工学教研室编写。第一部分“电工技术”,由刘宝华编写;第二部分“电子技术”由郭香云编写;第三部分“可编程序控制器”及实验须知由李占山编写;第四部分“电工学实验基本知识”由李奇平编写。本书由李占山副教授进行了审阅。在编写过程中,电路实验室、电子实验室和控制实验室的全体同志给予了大力帮助,在此我们表示衷心的感谢!

由于我们的水平有限,书中难免有不妥和错误之处,欢迎读者批评指正。

编 者

1998年3月

实 验 须 知

实验是电工学课重要的实践性教学环节,通过实验使学生加深和巩固所学的理论知识,培养用理论知识分析和解决实际问题的能力,树立工程实际观点和严谨的科学作风。为了保证实验课达到预期的目的,学生须按下列要求去做:

一、实验预习

每次实验前,学生应详细阅读实验材料,明确本次实验的目的与任务,掌握必要的实验理论和方法,熟悉实验线路及内容,了解实验仪器和设备的使用方法,在此基础上简要地写出一份预习报告。内容包括:

- 1)实验名称,学生姓名,班号。
- 2)实验目的。
- 3)实验电路图。
- 4)实验操作步骤。
- 5)实验教材中要求选择的仪器、仪表、数据表格和需要预先计算或设计的内容。

预习报告应在实验前由指导教师审阅,没有预习报告或预习报告通不过者不准参加本次实验。

二、实验操作

严谨的科学态度和正确的操作程序是进行实验的有效保证,因此实验中应做到:

- 1)学生应按规定时间到实验室参加实验,认真听取指导教师讲解,迟到超过 10min 者不得参加实验。
- 2)实验前应仔细检查实验所用的仪器设备是否齐全和完好,是否与实验要求相符。
- 3)检查实验板或实验装置,察看有没有断线及脱焊等情况,同时要熟悉元器件的安装位置,便于实验时能迅速准确地找到测量点。
- 4)实验中使用的仪器设备要摆放整齐,有规律,易于接线、观察和读取数据,导线不要乱放。
- 5)电路的走线位置要合理,导线的粗细、长短要合适,接线柱要接触良好,并避免联接三根以上导线。
- 6)实验中若发现异常声音、气味、火花和冒烟等不正常现象时,应立即切断电源,待找出原因并排除故障后,经指导教师同意方可继续进行实验。
- 7)实验时不得高声喧哗,不准在室内抽烟和随地吐痰,应保持室内安静、清洁。
- 8)实验内容完成后,实验结果须经指导教师认可。整理好实验仪器、设备和导线,做好环境的清理工作,请教师验收后,方可离开实验室。
- 9)室内仪器设备不准随意搬动、调换,非本次实验所用仪器设备,未经教师允许不得动用。
- 10)凡是违章操作损坏设备者,要写出事故原因,做书面检查,并按实验室有关条例处理。

三、实验报告

实验报告是实验的全面总结,做完实验后应认真编写实验报告。实验报告应接在预习报告

后面,其内容一般是:

- 1)实验记录。
- 2)实验结果的分析和结论。
- 3)回答实验要求中的有关问题。
- 4)实验中要求绘制的曲线、波形图等。
- 5)记录实验中出现的問題、现象及故障的处理和分析。

四、安全操作及注意事项

为了做好实验,确保人身和设备安全,实验时应注意下列各点:

- 1)不准擅自接通电源。严禁人身接触电路中不绝缘的金属导线或连接点等带电部位。严格遵守“先接线后通电”、“先断电后拆线”的操作顺序。
- 2)接通电源或起动电机时,应先通知全组人员。
- 3)做电机实验时,要防止人身碰到电机旋转部分。注意勿将导线、发辫、衣服和围巾等接触到转轴,以免造成事故。
- 4)电源切断后电机尚在转动,不要用手或脚去制动电机。
- 5)做电子实验时,应注意调好电源,符合电路要求后,再接入实验装置。
- 6)实验中应时刻注意设备的运行情况,若有异常现象和发生事故,应立即切断电源,保护现场,并报告指导教师。
- 7)了解有关电器设备的规格、性能和使用方法,严格按额定值使用。注意仪表的种类、量程和使用方法。使用万用表时,要特别注意换档,切忌用电流档或电阻档测量电压。
- 8)兆欧表可产生 500V 或 1000V 以上的直流电压,切不可用来测量人体的电阻。

目 录

前言

实验须知

第一部分 电工技术..... 1

实验一 电工技术认识实验..... 1

实验二 叠加原理和戴维南定理..... 7

实验三 受控源特性 11

实验四 交流电路参数的测定 15

实验五 电感性负载电路和
功率因数的提高 20

实验六 三相交流电路 24

实验七 RC 电路的暂态分析 29

实验八 变压器 32

实验九 三相笼型异步电动机的
正反转控制线路和多台
顺序控制线路 36

实验十 笼型异步电动机的
Y- Δ 起动控制线路 40

第二部分 电子技术 43

实验十一 电子技术认识实验 43

实验十二 单管低频放大电路 46

实验十三 多级阻容耦合放大电路及其
负反馈 52

实验十四 音频集成功率放大器 55

实验十五 集成运算放大器的
应用(一) 59

实验十六 集成运算放大器的
应用(二) 63

实验十七 线性集成稳压电源 68

实验十八 晶闸管调光电路 74

实验十九 照明灯自动通断电路 77

实验二十 门电路和组合

逻辑电路 79

实验二十一 组合逻辑电路的
应用 85

实验二十二 集成触发器和时序
逻辑电路 89

实验二十三 集成计数器和译码
显示电路 94

实验二十四 555 定时器及其
应用 97

实验二十五 D/A 和 A/D
转换器..... 101

第三部分 可编程序控制器..... 107

实验二十六 可编程序控制器的
认识和编程器练习..... 107

实验二十七 移位寄存器和计数器的
应用练习..... 109

实验二十八 交通信号灯的控制
设计..... 110

第四部分 电工学实验基本知识..... 113

一、电工、电子测量的基本知识..... 113

二、常用电路元器件 121

三、电工仪表及其正确使用方法 127

四、常用仪器的正确使用方法 142

1. SS179C 型数显可跟踪直流稳定电源 ... 142

2. DA-16 型晶体管毫伏表 145

3. XD2 型低频正弦信号发生器 146

4. XJ1631 数字函数信号发生器 148

5. SR-8 型双踪示波器 150

6. SS-5702A 型双踪示波器 157

第一部分 电工技术

实验一 电工技术认识实验

一、实验目的

1) 熟悉电工实验中的电源设备及常用的元器件、电工仪表等的使用方法,并熟悉电工仪表的表示符号、准确度等级和测量误差。

2) 学习直流电路中电压、电流和电阻的测量方法。

3) 了解线性电阻元件和非线性电阻元件的伏安特性。

4) 了解电压源及电流源的伏安特性。

二、预习要求

1) 阅读实验指导,了解本次实验的内容和步骤。

2) 复习教材中直流电路的有关内容。

3) 预习教材中电工测量仪表的有关内容。

4) 预习本教材第四部分有关万用表、稳压电源的介绍和使用方法。

5) 阅读实验指导“实验须知”,了解如何进行实验及应注意的问题。

三、实验原理

1. 电工仪表的一般介绍

电工仪表是用来测量电流、电压、电功率、功率因数、电阻等物理量,以便了解电气设备的特性和运行情况。

电工仪表按其测量机构的不同,可分为磁电式、电磁式、整流式等多种型式,其表示符号见附表 4-18。

在仪表的表盘上,除标有仪表的型式外,一般还标有仪表所测电流的种类、仪表绝缘耐压强度、仪表放置位置以及仪表的准确度等符号,见表 1-1。

表 1-1 表盘上的其他主要符号

符 号	意 义
—	直 流
~	交 流
≈	交 直 流
3~或≈	三相交流
 2kV	仪表绝缘试验电压 2000V
↑	仪表直立放置
→	仪表水平放置
∠60°	仪表倾斜 60°放置
⑤	仪表准确度为 1.5 级

为了反映电工仪表的测量精度,我国直读式仪表的准确度分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七个级别。通常 0.1 级和 0.2 级仪表当作标准表使用并可进行精密测量,0.5 级至 1.5 级仪表用于实验室测量,1.5 级至 5.0 级仪表一般用于工程测量及指示电气设备的运行状况。

仪表的准确度是根据仪表的相对额定误差来分级的。所谓相对额定误差,就是指仪表在正常工作条件下进行测量可能产生的最大绝对误差(由于仪表本身结构的不精确所产生) ΔA 与仪表的满刻度量程 A_m 之比,以百分数表示,则准确度

$$\alpha = \frac{\text{最大绝对误差 } (\Delta A)}{\text{满刻度量程 } (A_m)} \times 100\%$$

仪表测量时,相对误差

$$\gamma_m = \frac{\text{最大绝对误差 } (\Delta A)}{\text{被测量的实际值 } (A)} =$$

$$\text{准确度等级 } (\alpha) \times \frac{\text{满刻度量程 } (A_m)}{\text{被测量的实际值 } (A)}$$

由上式可知,当被测量的实际值一定时,相对误差决定于仪表的准确度等级 α 与其满刻度量程 A_m 的乘积。若仪表量程相同,准确度等级越高(α 值越小),则相对误差越小;若仪表准确度相同,量程越小,则相对误差越小。

例如:某直流电源电压 $U=100\text{V}$ 。今用一块 0.5 级的多量程电压表的 150V 档和 300V 档分别进行测量时,产生的相对误差如下:

(1) 用 150V 量程测量 100V 时,产生的相对误差

$$\gamma_m = \alpha \times \frac{A_m}{A} = \pm 0.5\% \times \frac{150}{100} = \pm 0.75\%$$

(2) 用 300V 量程测量 100V 时,产生的相对误差

$$\gamma_m = \pm 0.5\% \times \frac{300}{100} = \pm 1.5\%$$

由上例可以看出,即使采用同一块电压表测量同一被测电压,不同的电压档次所产生的相对误差也是不同的。被测量值越是接近所选档次的满刻度量程,所产生的相对误差就越小,测量的结果就越准确。所以,我们在以后的实验过程中,应根据被测量值的大小选择适当的仪表量程,使仪表的读数尽可能接近满刻度量程,以减小测量误差。

2. 电压表、电流表和滑线变阻器的使用方法

电压表应当并联于被测电路两端,而电流表则应当串联于被测电路中。若是直流仪表,还应注意“+”、“-”极性,而交流仪表无此要求。

使用电工仪表之前,首先应注意表针是否指零;如不指零,则需通过调零装置把表针调到零位。

测量时应当注意仪表量程的选择。为了保证测量精度,仪表指针的指示值不得小于整个量程的 $2/3$ 。如果不知被测量的大小,在使用多量程仪表时,应先用高量程档,如不合适则逐次减小量程,直到得到合适的量程为止。读取数据时,为消除读数时的视差,应使眼睛、表针及表针镜像三者在一條直线上。

一般的交流电工仪表频率适用范围为 $0\sim 400\text{Hz}$,如果频率太高,则测量精度降低,不适宜用此种仪表测量。

万用表的使用方法及注意事项见第四部分。

滑线变阻器有三个端钮（两个固定，一个联接在滑动触头上），可接成固定电阻、可变电阻或分压器使用。本实验将滑线变阻器作为分压器使用，首先将电源电压加到它的两个固定端钮上（整个变阻器承受全压），然后在滑动端钮和一个固定端钮之间取用部分电压送到负载上。这就构成了分压器，移动滑动触头就可改变分压器的输出电压。滑线变阻器铭牌上标有电阻值和额定电流值 I_N ，使用时变阻器电流不得超过额定电流 I_N ，以免变阻器过热，甚至烧坏。

3. 元件的伏安特性

一个二端元件的特性，用元件两端的电压 U 和通过元件的电流 I 之间的关系 $U=f(I)$ 或 $I=f(U)$ 表示。这种关系，通常称为元件的伏安特性。

线性电阻元件的伏安特性服从欧姆定律，画在 U - I 平面上是一条通过原点的直线。如图 1-1b 所示。该特性与元件电压、电流的大小和方向无关，所以线性电阻元件是双向性的元件。

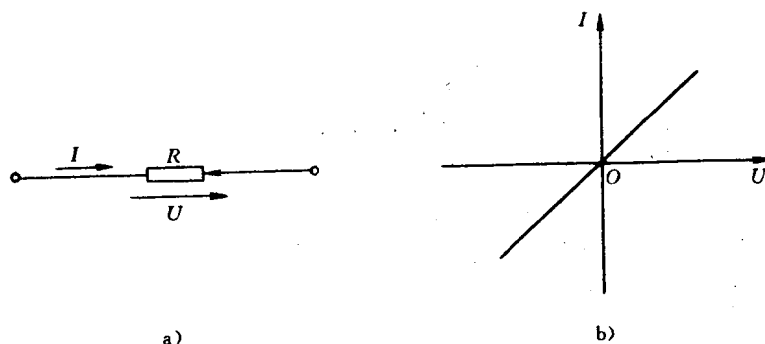


图 1-1 电阻的伏安特性

非线性电阻元件的伏安特性，不服从欧姆定律，画在 U - I 平面上是一条曲线。非线性电阻元件可按其伏安特性的特征来分类。稳压管是一种特殊的非线性电阻元件，其伏安特性曲线如图 1-2b 所示。显然，稳压管的电阻值不但随电压和电流的大小而改变，还与电流的方向

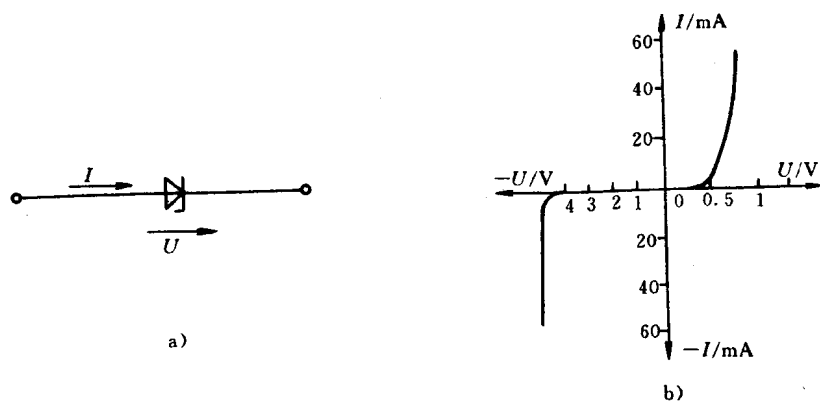


图 1-2 稳压管的伏安特性

有关,所以,是非双向性元件。

一个实际电压源可以用电动势为 E 的理想电压源与电阻 R_0 相串联的模型来表示。当电源与负载电阻 R_L (图 1-3a) 相联时,其伏安特性为 $U=E-R_0I$, 如图 1-3b 所示。

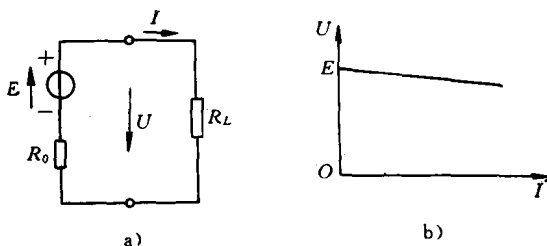


图 1-3 电压源的伏安特性

当负载固定时,实际电压源的内阻 R_0 越小,则其端电压 U 越接近于电动势 E 。当 $R_0=0$, $U=E$ 时即为理想电压源,其电路图及伏安特性曲线如图 1-4a、b 所示。

一个实际电流源可以用理想电流源 I_s 与电阻 R_0 相并联的模型来表示。当电源与负载相联时,其伏安特性为 $I=I_s-U/R_0$, 电路图及伏安特性曲线如图 1-5a、b 所示。

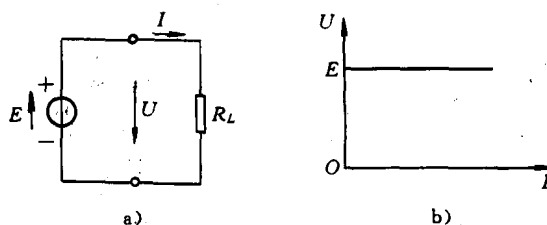


图 1-4 理想电压源的伏安特性

当电源的内阻 $R_0 \rightarrow \infty$, $I=I_s$ 时即为理想电流源,其电路图及伏安特性曲线如图 1-6a、b 所示。

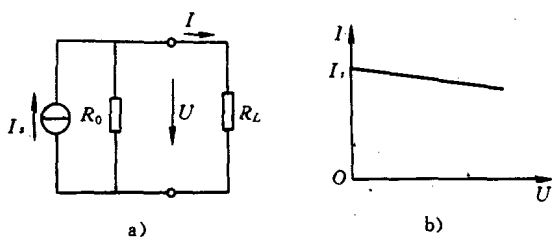


图 1-5 电流源的伏安特性

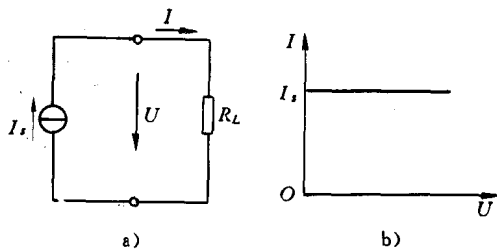


图 1-6 理想电流源的伏安特性

四、实验设备

名 称	型 号 或 规 格	数 量
晶体管直流稳压电源	SS1791C 型 0~30V 0~2A	1
直流电流表	C31-A 型 7.5mA/30A	1
万用表	MF-30	1
三端滑线变阻器	100Ω 2A	1
十进制电阻箱	99999Ω	1
稳压管	2DW	1

五、实验内容与步骤

1. 检查电阻元件和稳压管

(1) 将电阻箱调至 800Ω , 从万用表的 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 等各档中选取合适的档次测定其电阻值。

(2) 从万用表的 $R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 等各档中选取合适的档次, 测定稳压管

正、反向电阻的阻值。

2. 线性电阻元件伏安特性的测定

将稳压电源的输出调至零伏，按图 1-7 连接电路，然后按表 1-2 所列数值改变稳压电源的输出电压，测出相应的电流值记入表 1-2 中。

表 1-2

U/V	0	2	4	6	10
I/mA					

3. 稳压管伏安特性的测定

(1) 正向特性

1) 将稳压电源粗调旋钮置于 6V 档，按图 1-8 接线，然后将分压器滑动触头移至零位（注意：何处是零位？）。

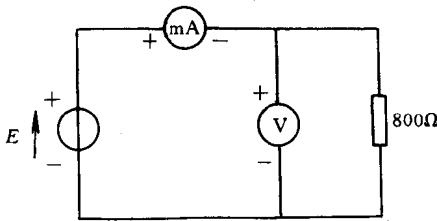


图 1-7 电阻元件伏安特性测定电路

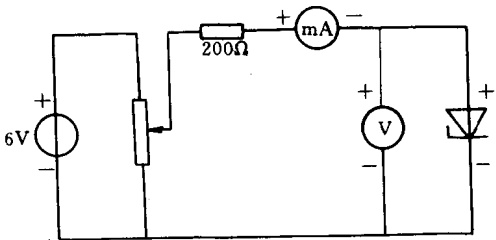


图 1-8 稳压管正向伏安特性测定电路

2) 将稳压电源的输出电压调至 6V，移动分压器的滑动触头，使电流从零开始上升，在 0~50mA 范围内取 5 组数据，将测得的稳压管正向电压值及相应电流值记入表 1-3 中。

表 1-3

U/V					
I/mA					

(2) 反向特性

1) 将稳压电源粗调旋钮置于 10V 档，按图 1-9 接线（注意：稳压管反接），分压器滑动触头移至零位。

2) 将稳压电源的输出电压调至 10V，移动分压器滑动触头，逐渐增大稳压管的反向电压，观察电流表的读数变化，直到电流突然增加时为止。将测得的稳压管反向电压值和相应的电流值记入表 1-4 中（此时应注意记录反向电流突然增加时电压的数值）。

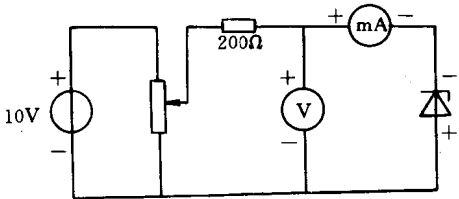


图 1-9 稳压管反向伏安特性测定电路

表 1-4

U/V					
I/mA					

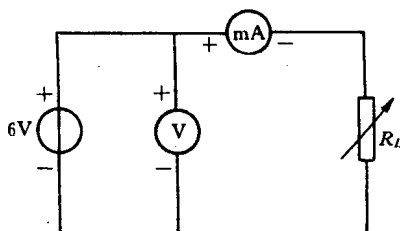


图 1-10 稳压电源伏安特性测定电路

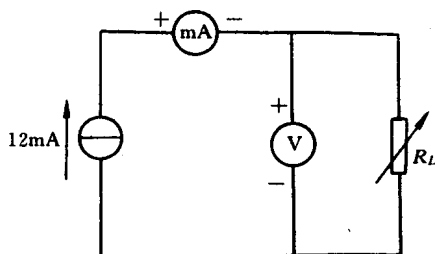


图 1-11 电流源伏安特性测定电路

4. 稳压电源伏安特性的测定

将稳压电源的输出调至 6V，按图 1-10 连接电路，然后按表 1-5 所列数值改变负载电阻（注意：不能小于 400Ω ），测出相应的电压、电流值记入表 1-5 中。

表 1-5

R_L/Ω	∞	800	700	600	500	400
U/V	6					
I/mA						

5. 电流源伏安特性的测定

按图 1-11 连接实验电路，调节稳流输出至 12mA，然后按表 1-6 所列数值改变负载电阻（注意：不能开路），测出相应的电压、电流值记入表 1-6 中。

表 1-6

R_L/Ω	0	100	200	300	400	500
U/V	0					
I/mA	12					

六、思考题

1) 当用万用表的电阻档测稳压管正、反向电阻时，为什么不同量程有不同的读数？量程应如何选择为好？

2) 当 $R_V \gg R_L$ 和 $R_V \ll R_L$ 时，试分析图 1-12a、b 哪种电路测量结果较为准确（ R_V 为电压表内阻）？

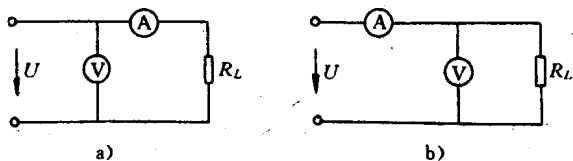


图 1-12 电阻元件伏安特性测定的两种电路

七、实验报告要求

- 1) 实验报告的写法参照“实验须知”。
- 2) 要求报告的语言通顺、书写整洁、认真分析和讨论实验中的问题。以后各次实验报告要求与此相同，不再重复。
- 3) 根据实验所测数据，在方格纸上选取适当比例尺，绘出线性电阻、稳压管、稳压电源及电流源的伏安特性曲线。
- 4) 讨论线性电阻和非线性电阻伏安特性有何不同？
- 5) 回答思考题。

八、注意事项

- 1) 在实验过程中,如需改接电路,或出现故障时,都应先拉开电源开关,严禁带电操作。
- 2) 每次实验之前,应将分压器电路的滑动触头置于输出电压为零的那一端。
- 3) 用万用表测电压时,转换开关位置,不能置于电流或电阻档。
- 4) 万用表使用完毕,应将旋钮置于高压档(如 500V)。
- 5) 直流稳压电源的输出端不能短路。
- 6) 在使用直流稳压电源的“稳压”输出时,“稳流”输出应关闭。在使用“稳流”输出时,“稳压”输出应关闭。

以上注意事项也适合于今后的实验,参加每次实验都要有科学态度和安全意识,逐步养成良好的实验习惯。

实验二 叠加原理和戴维南定理

一、实验目的

- 1) 验证并加深理解叠加原理和戴维南定理。
- 2) 加深理解电流、电压的参考方向。
- 3) 进一步熟悉直流电流表、万用表、直流稳压电源的使用方法。

二、预习要求

- 1) 复习叠加原理和戴维南定理。
- 2) 阅读实验指导,了解本次实验的内容和步骤。
- 3) 看懂图 2-4 实验电路,根据所给参数,预先用叠加原理计算出各支路电流和各电阻的电压(标出正方向),填入表 2-1 中。
- 4) 看懂图 2-5a 所示实验电路,根据所给参数,预先用戴维南定理计算出 a、b 间有源二端网络的开路电压 U_0 、等效内阻 R_0 ,同时算出短路电流 I_s ,填入表 2-2 中。
- 5) 阅读“实验原理”中的电流表插座与插头介绍,了解其结构,以及它们配合电流表测量电流的原理。

三、实验原理

1. 电流表插座与插头介绍

电流表插座与插头是与电流表配合使用的,可实现一表多用。只要预先在需要测量电流的每个支路中串联一只电流表插座,就可以方便地用一块电流表测量每个支路的电流。电流表插座与插头的结构及插座的电路符号如图 2-1 所示。插座由两片接触着的弹簧铜片组成。接线时,将插座串联在待测电流支路中。插头由中间绝缘的两片铜片构成,图中表明了它与电流表连接的方法。测量电流时,将插头插入插座,座内接触的铜片被分开,分别与插头的铜片相接触,于是电流表被串接到待测电流的支路中去,就可测出该支路的电流。若插座用于直流电路中,应注意极性与电

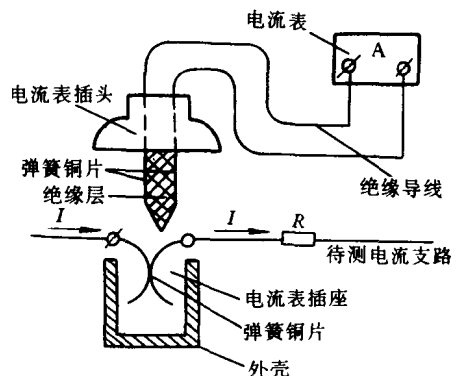


图 2-1 电流表插座与插头结构示意图

表极性一致。

2. 叠加原理

在线性电路中，几个电源同时作用时，在电路中各部分所产生的电流和电压，等于这些电源分别单独作用时，在电路的各部分产生的电流和电压的代数和。

应用叠加原理，一个复杂的线性电路的分析，可以化为几个简单电路的分析（但不能改变电路结构），使问题简单化。

所谓某一电源单独作用，即是除了该电源外，其余电源均置零。电压源置零以短路代替，电流源置零以开路代替。

3. 戴维南定理

对任一线性含源二端网络，都可以用一个电动势为 E 的理想电压源和内阻 R_0 串联的电源来等效代替，如图 2-2a、b 所示。等效的条件是，电动势 E 等于网络输出端的开路电压 U_0 ，电阻 R_0 为网络中所有电源置零时，从开路端看进去的等效电阻 R_{ab} ，如图 2-2c 所示。

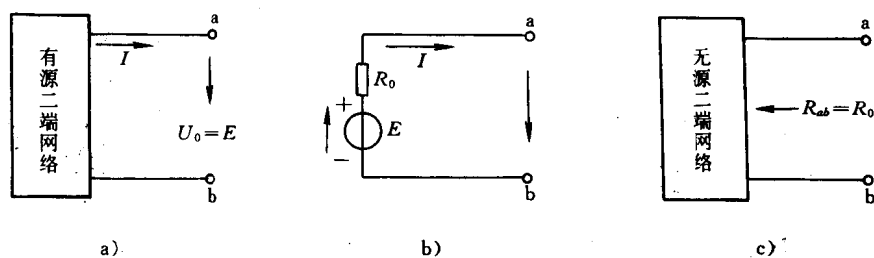


图 2-2 戴维南等效电路

U_0 和 R_{ab} 可以通过实验直接从有源二端网络中测出。

首先测出有源二端网络的开路电压 U_0 ，如图 2-3a 所示。在网络允许短路的条件下，测出它的短路电流 I_s ，如图 2-3b 所示。则有源二端网络的入端电阻 $R_{ab} = U_0 / I_s$ 。如果网络不允许短路，则在测出开路电压 U_0 之后，再接上负载电阻 R_L ，并测出负载电压 U_L ，如图 2-3c 所示。

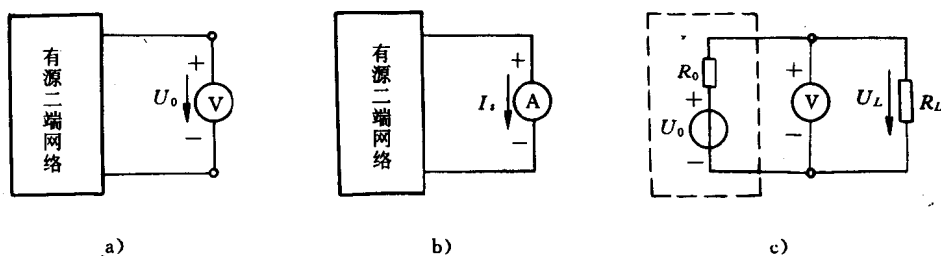


图 2-3 U_0 和 R_0 的测试电路

由图 2-3c 可看出

$$U_L = \frac{R_L}{R_L + R_0} U_0$$

当 R_L 值已知时，即可求得

$$R_0 = \frac{U_0 - U_L}{U_L} R_L$$

在复杂电路中，若只求某一支路的电压或电流时，应用戴维南定理，将此待求支路断开，

电路中剩余的含源部分可看成一个有源二端网络，化成一个电压源。再接上待求支路，组成一个简单电路，使问题得到简化。

四、实验设备

名 称	型 号 或 规 格	数 量
双路直流稳压电源	SS1791C 型 0~30V, 0~2A	1
直流电流表	C31-A 型 7.5mA/30A	1
万用表	MF-30	1
十进制电阻箱	99999Ω	3
电流表插座		3
双刀双投开关		2
电流表插头		1

五、实验内容与步骤

1. 验证叠加原理

(1) 使双路稳压电源处于工作准备状态，将电压粗调旋钮置于适当档次，调节细调旋钮，使其一路输出电压为 $E_1=15V$ ，另一路输出电压为 $E_2=12V$ （用万用表的直流电压档测定），然后关闭稳压电源，待用。

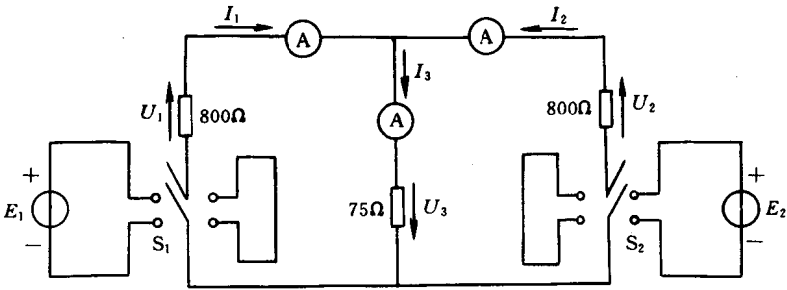


图 2-4 叠加原理实验接线图

- (2) 按图 2-4 所示实验电路接线（电流表位置接电流表插座）。
- (3) 接通稳压电源，分别测量下列三种情况的各电流值 I_1 、 I_2 、 I_3 和电压值 U_1 、 U_2 、 U_3 （注意参考方向，若电表指针反偏，则两表笔对调，记负值），将测得数据记入表 2-1 中。
- 1) 电源 E_1 单独作用于电路的情况（ S_1 置电源端， S_2 置短路端）。
 - 2) 电源 E_2 单独作用于电路的情况（ S_1 置短路端， S_2 置电源端）。
 - 3) 电源 E_1 和 E_2 同时作用于电路的情况（ S_1 和 S_2 均置电源端）。

表 2-1

状 态	计 算 值						测 量 值					
	电 流 /mA			电 压 /V			电 流 /mA			电 压 /V		
	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3
E_1 单独作用												
E_2 单独作用												
E_1 与 E_2 共同作用												