

高等学校教材

电工学实验

韩明武 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

电工学实验

韩明武 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本书是与秦曾煌教授主编的《电工学》第六版配套的实验教材。全书共有 27 个实验内容。其中包括:电路实验 6 个;电机实验 2 个;PLC 实验 3 个;电子实验 10 个。此外,书中还包括了 EDW 仿真实验 4 个;Pspice 仿真实验 2 个。

本书可作为高等院校非电类专业的本科生、专科生的实验课教材,还可供有关专业的工程技术人员及科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工学实验/韩明武主编. —北京:高等教育出版社, 2004.9

ISBN 7-04-015833-7

I. 电... II. 韩... III. 电工学-实验-高等学校-教材 IV. TM1-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 090481 号

策划编辑	金春英	责任编辑	王莉莉	封面设计	于文燕	责任绘图	朱 静
版式设计	胡志萍	责任校对	殷 然	责任印制	孔 源		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京市卫顺印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 14.25
字 数 340 000

版 次 2004 年 9 月第 1 版
印 次 2004 年 9 月第 1 次印刷
定 价 18.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号:15833-00

前 言

电工学实验是“电工学”课程重要的实践性教学环节。电工学实验的目的不仅是要帮助学生巩固和加深理解所学的知识,更重要的是要训练他们的实验技能。

与以往的实验教材相比,本书有如下的特点:

(1) 着重于学生实际技能的培养,目的是使他们能独立组织和进行实验,提高学生的工程技能素质。因此,在实验内容中,加入了大量学生自己设计实验的内容。

(2) 为配合 21 世纪的教改,在实验中加入了可编程控制器(PLC)、电子线路的计算机仿真等新技术的内容。

(3) 本书内容力求做到少而精,去掉了传统实验中的“变压器”和“整流和直流稳压电源”等实验,把实验的重点放在了运算放大器、组合逻辑、时序逻辑、PLC 和 EWB 仿真等内容上。

(4) 对传统的实验加入了一些新的内容,如在三相电路中增加了三相功率补偿,在继电接触控制中加入了时间控制和一些顺序控制等内容。

(5) 本书中每一次实验为 3 学时。针对不同的学校,不同的专业,不同学生的水平层次,书中安排了大量的实验内容。实验教师可根据专业特点和学生的实际情况,适当选择实验内容。

本书是在哈尔滨工业大学电工学教研室全体教师多年的电工学实验教学经验的基础之上编写而成的,由韩明武担任主编。参加本书编写的有姜三勇(实验六、实验七、实验八、实验九、实验十、实验十一、实验十六、实验二十一、实验二十三、实验二十五)、王宇红(实验一、实验二、实验三、实验四、实验五、实验二十六、实验二十七和附录)、韩明武(实验十二、实验十三、实验十四、实验十五、实验十七、实验十八、实验十九、实验二十、实验二十二、实验二十四)。全书由唐介教授主审,唐教授提出了很多宝贵的意见,在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,书中难免有不妥和错误之处,衷心欢迎使用本书的师生提出批评意见,以便于本书的修订和提高。

编 者

2003 年 12 月于哈尔滨

目 录

电工学实验的要求	1
实验一 电工仪表的使用及电阻元件伏安特性的测定	3
实验二 叠加定理和戴维宁定理	9
实验三 RLC 串联交流电路及其谐振	14
实验四 RC 电路的频率特性	21
实验五 三相电路	27
实验六 RC 电路的暂态过程	36
实验七 电路仿真实验一:基本电路的仿真	43
实验八 三相异步电动机的继电器接触器控制一:直接起动与正反转控制	52
实验九 三相异步电动机的继电器接触器控制二:行程控制与时间控制	58
实验十 PLC 基本指令及编程软件(FPWIN - GR)编程实践	61
实验十一 PLC 综合应用实验	77
实验十二 电子仪器、仪表的使用	80
实验十三 单级晶体管交流放大电路的调试	85
实验十四 集成运算放大电路的基本运算和放大电路	93
实验十五 集成运算放大电路的非线性电路	101
实验十六 电路仿真实验二:运算放大电路的仿真	106
实验十七 集成逻辑门及其应用电路	116
实验十八 中规模集成译码器和数据选择器	121
实验十九 集成触发器及其应用	128
实验二十 中规模集成计数器和移位寄存器	136
实验二十一 电路仿真实验三:数字电路的仿真	143
实验二十二 555 集成定时器及其应用	149
实验二十三 PLC、变频器、电动机综合实验	153
实验二十四 PWM 波形发生器	162
实验二十五 电路综合仿真实验	165
实验二十六 电子设计自动化(EDA)软件 OrCAD9.2 的使用(电工习题仿真)	169
实验二十七 电子设计自动化(EDA)软件 OrCAD9.2 的使用(电子习题仿真)	179
附录 1 常用电路元器件	187
附录 2 常用仪器、仪表的使用	198

电工学实验的要求

一、实验目的

1. 通过实验巩固并加深理解“电工学”课程的基本理论,培养用理论知识分析和解决实际问题的能力。
2. 通过实验训练以下几方面的基本技能:
 - (1) 能正确使用常用的电工仪表、电子仪器和常用的电动机、电器设备。
 - (2) 能正确选用常用电工器材和电子器件等。
 - (3) 能阅读简单的电器设备原理电路图。
 - (4) 能按预定要求独立安排和操作简单的电工学实验。
 - (5) 能准确地读取数据,测绘波形和曲线,分析实验结果,编写出完整的实验报告。
 - (6) 掌握一般的安全用电常识,遵守操作规程。
3. 通过实验培养严肃认真的实验习惯和严谨的科学工作作风,为以后的学习和工作打下良好的基础。

二、实验的预习

每次实验前,应充分预习准备,复习理论,并认真阅读实验指导书,否则实验的进行将事倍功半,而且有损坏仪器和发生人身事故的危险。为了确保达到预习要求,每次实验前,教师将对学生口头或书面检查。凡没有达到要求的学生,均不得参加本次实验。

预习的主要要求是:

1. 明确实验的内容,掌握与实验有关的理论,了解实验仪器和设备的使用方法,知道实验的操作程序以及注意事项等。
2. 简要写出实验的预习报告。其内容包括:实验内容、实验电路、实验仪器、实验步骤、计算公式、数据记录表、注意事项以及对本次实验存在的疑问等。

三、实验的进行

良好的操作方法和正确的操作程序是实验顺利进行的有效保证。为此,可以参照下列程序进行实验:

1. 按实验指导书清点仪器设备,了解其使用方法。检查仪表的测量装置是否在应有的位置(例如零位),否则,应加以调整,以免产生测量误差。
2. 实验台要合理布局,仪器设备的摆放位置既要整齐美观、易于接线,又要便于观察操作和读取数据。
3. 连接电路是实验的重要工作,有其规律性和技巧:
 - (1) 根据电路的结构和特点,采取合理的接线步骤。一般按“先并联后串联”,“先接主电路

后接辅助电路”的顺序进行,以避免遗漏和重复。

(2) 电路的布线位置要合理,接触要良好,并避免在一个接线柱上连接三根以上的导线(可将其他的导线分散接到同电位的接线柱上)。

(3) 接线完毕后,要养成自查的习惯。对于强电或可能造成设备损坏的实验电路,应按要求,请指导教师复查后,方可接通电源。

4. 实验操作,观察现象,测量数据:

(1) 电路接通后,不要急于测量数据。首先应将实验过程完整操作一遍,概略的观察全部现象以及仪表的读数变化范围。

(2) 如果需要绘制曲线,在曲线的弯曲部分多读几组数据,这样才能绘出平滑准确的曲线。

(3) 测得的数据经自审,送指导教师复核无误后,方可拆掉电路。避免因数据错误,花费不必要的时间重新接线。

5. 实验结束后,做好仪器设备和导线的整理以及环境的清洁工作,方可离开实验室。

6. 实验要保证一人一组。

四、安全及注意事项

1. 人身安全方面

(1) 不准擅自接通电源,不允许人体触及带电部位。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,应事先告知周围的相关人员。

(3) 电动机转动时,要防止人身触及电动机的转动部分,佩带的围巾及女同学的发辫当心不要被电动机的轴绞住。

(4) 电源切断后,电动机尚在旋转时,不要用手去制动电动机。

2. 设备安全方面

(1) 移动仪器时,要轻拿轻放。

(2) 注意,由于电流表的内阻非常小,若将电流表误当作电压表会流过很大的电流而将电流表烧毁;同样的道理,切不可将万用表的电阻挡误当作为电压表。

(3) 实验中,随时注意有无异常现象。例如,电路中电流过大、设备过热、绝缘烧焦发出异味、电动机转动声音不正常,以及电源短路、熔断器熔断发出声响等。出现上述情况不要惊慌,应立即拉开电源开关,报告指导教师,共同分析事故原因,尽快排除故障,继续实验。

五、实验报告

实验报告是实验工作的全面总结,是教师考核学生实验成绩的主要依据。实验报告要用规定的实验报告纸书写,要求语言通顺、图表清晰、分析合理。

实验报告的内容包括以下各项:

1. 实验目的、实验设备、实验电路图、实验数据。

2. 根据实验要求,绘制相关的曲线和图表。

3. 分析实验结果,讨论实验思考题。

实验一 电工仪表的使用及电阻元件伏安特性的测定

一、实验目的

1. 测定线性电阻元件和非线性电阻元件的伏安特性。
2. 了解电压表、电流表和万用表的使用方法,并熟悉电工仪表的表示符号、准确度等级与测量误差。
3. 学习直流稳压电源的使用方法。

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理论。
3. 预习教材中电工测量仪表的有关内容。
4. 预习附录相关内容,了解万用表和直流稳压电源的使用方法。

三、实验仪器与设备

直流稳压电源	1 台
直流毫安表	1 只
直流电压表	1 只
数字万用表	1 只
电路实验板	1 块

四、实验简述

1. 电工仪表的一般介绍

电工仪表用来测量电流、电压、电功率、功率因数、电阻等物理量。实验者通过测量可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、电动式、整流式等多种型式,其表示符号如表 1.1 所示。

表 1.1 电工仪表的主要型式

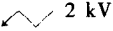
型 式	符 号	测 量 对 象
磁电式		直流(电流、电压、电阻)

续表

型 式	符 号	测 量 对 象
电磁式		交、直流(电流、电压)
电动式		交、直流(电流、电压、电功率、电能、功率因数)
整流式		交流(电流、电压)

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,如表 1.2 所示。

表 1.2 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
 2 kV	仪表绝缘试验电压 2 000 V
↑	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 级仪表作为标准表使用,并可进行精密测量;0.5~1.5 级仪表用于实验室测量;1.5~5.0 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致) ΔA 与仪表的满刻度量程 A_m 之比,以百分数表示,则准确度为

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

仪表测量时,相对误差可表示为

$$\gamma_m = \frac{\text{最大绝对误差}(\Delta A)}{\text{被测量的实际值}(A)} = \text{准确度等级}(\alpha) \times \frac{\text{满刻度量程}(A_m)}{\text{被测量的实际值}(A)}$$

由上式可见,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 与其满刻度量程的乘积。若仪表量程相同,准确度等级愈高(α 值愈小),相对误差愈小;若仪表准确度相同,量

程愈小,相对误差愈小。

例:某直流电源电压 $U = 100\text{ V}$ 。今用一只 0.5 级多量程电压表的 150 V 挡和 300 V 挡分别进行测量时,产生的相对误差如下:

(1) 用 150 V 量程测量 100 V 时,产生的相对误差

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

(2) 用 300 V 量程测量 100 V 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,即使采用同一只电压表测量同一被测电压,不同的电压挡次所产生的相对误差也是不同的。被测量值愈是接近所选挡挡位的满刻度量程,产生的相对误差就愈小,测量的结果就愈准确。所以,同学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、电流表的使用注意事项

(1) 电压表应当并联于被测电路中,而电流表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。

(2) 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,应先用高挡量程,如不合适则逐次减小量程,直到合适的量程为止。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 条直线上。

(3) 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,不适用此种仪表测量。

(4) 在使用电工仪表之前,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。

3. 电阻元件的伏安特性

电阻元件的特性是以该元件两端的电压 U 及流过该元件的电流 I 之间的关系来表征的,常以伏安特性 $U = f(I)$ 或 $I = f(U)$ 来表示。一般,伏安特性曲线常以电流为横坐标,但在电子技术中,半导体器件的伏安特性曲线习惯上以电压为横坐标。本次实验首先测试线性电阻元件,它的伏安特性是通过坐标原点的一条直线,符合欧姆定律,即 $R = \frac{U}{I} = \text{常数}$ 。然后测试稳压二极管,它是一种特殊的电阻元件,它的电阻是非线性的,即 $\frac{U}{I} \neq \text{常数}$,其伏安特性曲线如图 1.1 所示。

显然,稳压二极管的电阻值不仅随电压和电流的大小而改变,还与电流的方向有关。半导体器件的伏安特性对分析电子电路和确定电路的工作点具有重要的意义。

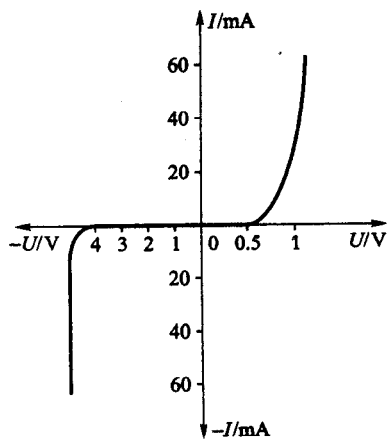


图 1.1

五、实验内容与步骤

1. 测定电阻元件和稳压二极管

(1) 从数字万用表各挡中选取合适的挡位,测定电阻元件的阻值。

(2) 从数字万用表各挡中选取合适的挡位,测定稳压二极管正、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 0 V,按图 1.2 连接电路,然后按表 1.3 所列数值改变稳压电源的输出电压,测出相应的电流值填入表 1.3 中,并画出线性电阻元件伏安特性曲线。

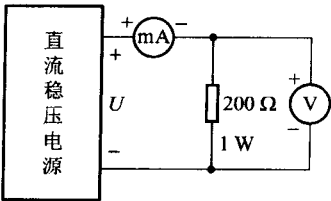


图 1.2

表 1.3

U/V	0	2	3	6	8
I/mA					

线性电阻元件伏安特性曲线

3. 稳压二极管伏安特性的测定

(1) 正向特性。按图 1.3 接线,先将稳压电源的输出电压由 0 V 调至 6 V,观察电流表上电流值的变化,然后用万用表测量稳压二极管两端电压,选取 8 组数据填入表 1.4 中。所选数据既要满足正向特性曲线的整体要求,又能反应曲线变化的细节。

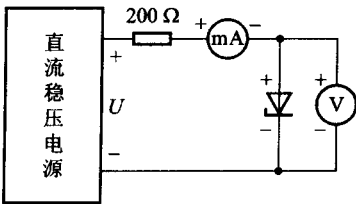


图 1.3

表 1.4

U/V								
I/mA								

(2) 反向特性。按图 1.4 接线(只需将图 1.3 中稳压二极管反接即可)。先将稳压电源的输出电压由 0 V 调至 9 V, 观察电流表上电流的变化, 然后用万用表测量稳压二极管两端电压, 选取 8 组数据填入表 1.5 中。所选数据既要满足反向特性曲线的整体要求, 又能反应曲线变化的细节。

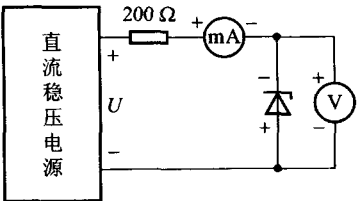


图 1.4

表 1.5

U/V								
I/mA								

(3) 画出稳压二极管伏安特性曲线。

稳压二极管伏安特性曲线

4. 思考题

- (1) 当用万用表的电阻挡测量稳压二极管的正、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 $R_v \gg R_L, R_v \ll R_L$ 时, 试分析图 1.5(a)、(b) 中哪种电路测量结果较为正确 (R_v 为电压表的内阻)?

5. 注意事项

- (1) 在实验过程中, 如需换接电路, 或出现故障时, 都应先关闭电源, 严禁带电操作。
 - (2) 万用表用完后, 应将旋钮置于“OFF”挡。
- 以上注意事项也适合于今后的各种实验, 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。

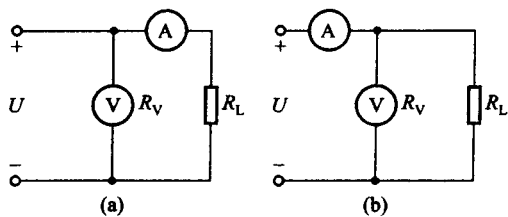


图 1.5

六、实验报告要求

1. 实验报告可参照“电工学实验的要求”中的实验报告项书写。要求语言通顺,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。

2. 根据实验所测的数据,在坐标纸上选取适当的比例尺,画出线性电阻元件的伏安特性曲线和稳压二极管的正、反向伏安特性曲线。

3. 讨论线性电阻和非线性电阻的伏安特性有何不同。

实验二 叠加定理和戴维宁定理

一、实验目的

1. 通过实验验证并加深理解叠加定理和戴维宁定理。
2. 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. 复习叠加定理和戴维宁定理,能简述它们的基本要点。
2. 看懂实验电路图 2.1,根据所给参数,预先用叠加定理计算出各支路电流和各电阻的电压(标出参考方向),填入表 2.1、2.2、2.3 中。
3. 看懂实验电路图 2.2,根据所给参数,预先用戴维宁定理计算出 a、b 之间有源二端网络的开路电压 U_{oc} 、等效内阻 R_0 ,同时算出短路电流 I_{sc} ,填入表 2.4 中。

三、实验仪器与设备

电路实验板	1 块
电位器板	2 块
双路直流稳压电源	1 台
直流毫安表	1 只
数字万用表	1 只

四、实验简述

在线性电路中,由于电流的大小和各电源的电压、电流的大小成正比,所以电路中任一支路的电流,可以看成是电路中的各个电源单独作用时,在这一支路中所产生的电流叠加的结果,这就是叠加定理。叠加定理是体现线性电路本质的最重要的电路定理,对于线性电路中电压、电流的分析计算有十分重要的作用。

任何一个有源二端网络,对于它的外部来说,都可以用一个等效电源来表示。如果将它等效为电压源,则这个等效电源的电动势等于二端网络的开路电压,内阻等于从二端网络看进去所有电源不起作用(电压源短路,电流源开路)时的等效电阻,这就是戴维宁定理。用戴维宁定理计算复杂电路是很方便的。

五、实验内容与步骤

1. 叠加定理

- (1) 将双路稳压电源的电压粗调旋钮置于适当挡位,调节细调旋钮,使一路输出电压为

$U_{S1} = 9\text{ V}$,另一路输出电压为 $U_{S2} = 6\text{ V}$ (用万用表的直流电压挡测定),然后关闭稳压电源,待用。

(2) 按图 2.1 所示实验电路接线。

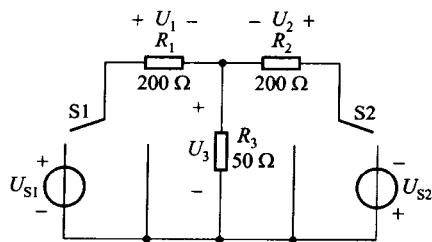


图 2.1

(3) 按以下三种情况进行实验：

- ① U_{S1} 单独作用时,分别测出各电阻上的电压 U'_1 、 U'_2 、 U'_3 之值,填入表 2.1 中。
- ② U_{S2} 单独作用时,分别测出各电阻上的电压 U''_1 、 U''_2 、 U''_3 之值,填入表 2.2 中。
- ③ U_{S1} 、 U_{S2} 共同作用时,分别测出各电阻上的电压 U_1 、 U_2 、 U_3 之值,填入表 2.3 中。

表 2.1

项目	测 量 值			计 算 值		
	电压/V			电压/V		
项 目	U'_1	U'_2	U'_3	U'_1	U'_2	U'_3
U_{S1} 单独作用						

表 2.2

项目	测 量 值			计 算 值		
	电压/V			电压/V		
项 目	U''_1	U''_2	U''_3	U''_1	U''_2	U''_3
U_{S2} 单独作用						

表 2.3

项目	测 量 值			计 算 值		
	电压/V			电压/V		
项 目	U_1	U_2	U_3	U_1	U_2	U_3
U_{S1} 、 U_{S2} 共同作用						

(4) 验证叠加定理

(5) 注意事项

- ① 进行上述三项实验时,注意各电压分量 U'_1 、 U'_2 、 U'_3 和 U''_1 、 U''_2 、 U''_3 之值的正负。
- ② 注意万用表直流电压挡量程的选择。

2. 戴维宁定理

(1) 将双路稳压电源的电压粗调旋钮置于适当挡位,调节细调旋钮,使一路输出电压为 $U_{s1} = 9\text{ V}$,另一路输出电压为 $U_{s2} = 5\text{ V}$ (用万用表的直流电压挡测定),然后关闭稳压电源,待用。

(2) 按图 2.2 所示实验电路接线。

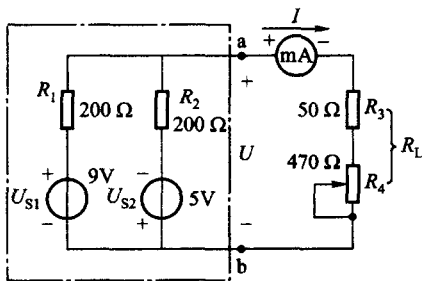


图 2.2

(3) 用实验的方法测定有源二端网络的开路电压 U_{oc} 及等效内阻 R_0 。

① 方法一:

开路电压 U_{oc} 的测定:将图 2.2 中的 R_L 支路断开,得到一个有源二端网络,用万用表的直流电压挡测得电压 U_{ab} ,即为开路电压 U_{oc} 。

等效内阻 R_0 的测定:若有源二端网络各电源是理想电压源,可将电源取下,用短路线代替电源。这样,二端网络即变为无源,再用万用表的电阻挡测量该网络 a、b 两端间的电阻 R_{ab} ,即为等效内阻 R_0 。

② 方法二:

通过测量有源二端网络的外特性曲线 $U = f(I)$,找到 U_{oc} 及 R_0 值。步骤如下:

a. 在图 2.2 实验电路中,调节负载 R_L 的电位器 (R_4),用万用表的直流电压挡和直流毫安表读取三、四组电压 U 和电流 I 的数据,填入表 2.4 中。

表 2.4

测量值						由外特性求出值			计算值		
U/V			I/mA								
U ₁	U ₂	U ₃	I ₁	I ₂	I ₃	U _{oc} /V	I/mA	R ₀ /Ω	U _{oc} /V	I _{sc} /mA	R ₀ /Ω

b. 按一定的比例尺,在坐标纸上画出有源二端网络的外特性曲线 $U=f(I)$,如图 2.3 所示,它与两坐标轴的交点为 U_{oc} 和 I_{sc} 。

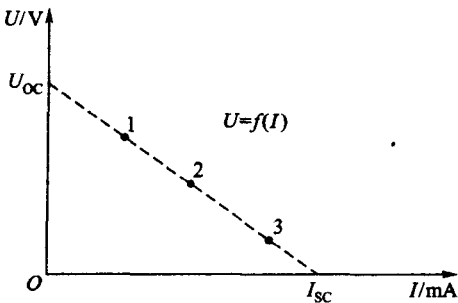


图 2.3

其中, U_{oc} 为有源二端网络的开路电压; I_{sc} 为有源二端网络的短路电流。于是,得到有源二端网络的等效内阻为

$$R_0 = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$

(4) 测定戴维宁等效电源的外特性曲线。

① 由表 2.4 求出有源二端网络的 U_{oc} 及 R_0 值。

② 将双路稳压电源任何一路的输出电压调至 U_{oc} 值,关闭电源,待用。

③ 按图 2.4(a)所示电路接线,用万用表的电阻挡测 a 、 a' 两端电阻值,调节电位器 R_6 ,使 $R_5 + R_6 = R_0$ 。

④ 按图 2.4(b)接线。由 U_{oc} 与 R_0 组成一个新的电压源,它是图 2.2 电路中有源二端网络的戴维宁等效电源。

⑤ 调节负载 R_L 的电位器(R_4),测出三、四组电压 U 及电流 I 的数据,填入表 2.5 中。

表 2.5

测量值						由外特性求出值		
U/V			I/mA					
U_1	U_2	U_3	I_1	I_2	I_3	U_{oc}/V	I_{sc}/mA	R_0/Ω