

高等学校教学参考书

电工基础实验指导书

宁超 主编

高等教育出版社

电工基础实验指导书
宁超主编

2111A



内 容 简 介

本书是在西安交通大学原有电工原理实验教材的基础上, 参照 1980 年 6 月高等学校工科电工教材编审委员会审定的《电路教学大纲(草案)》和《电磁场教学大纲(草案)》编写的。全书包括《电路》和《电磁场》两门课程的实验内容, 共有实验 30 个, 其中: 线性电路实验 17 个, 非线性电路实验 2 个, 磁路实验 1 个, 传输线实验 2 个, 电磁场实验 4 个, 误差处理实验 1 个, 仪器使用和参数测量实验 3 个; 另有附录“电工基础实验中有关测量问题的简介”。

本书可作为电类各专业《电路》和《电磁场》两门课程的实验教学用书, 也可供有关工程技术人员参考。

2538/31
B

高等学校教学参考书
电工基础实验指导书

宁 超 主编

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京印刷二厂印装

开本 787×1092 1/16 印张 9.5 字数 217,000

1986年4月第1版 1986年4月第1次印刷

印数 00,001—13,140

书号 15010-0705 定价 1.70 元

前 言

本书是为高等学校工科电类专业《电路》和《电磁场》课程编写的实验教学用书。本书以西安交通大学电工原理实验室原有的实验教材为基础,参照1980年6月高等学校工科电工教材编审委员会审定的《电路教学大纲(草案)》和《电磁场教学大纲(草案)》,并吸取兄弟院校在电工基础实验方面的经验,对教材的系统和内容进行了调整、扩充和修改,同时注意保持西安交通大学在长期实验教学中所形成的风格。

本书包括《电路》和《电磁场》两门课程的实验内容,共选编了三十个实验和一个附录,其中:误差处理实验一个,仪器的使用和参数测量实验三个,线性电路实验十七个,非线性电路实验二个,磁路实验一个,传输线实验二个,电磁场实验四个。

由于各个学校实验设备和条件相差较大,为了使本书具有通用性,故取材比较广泛,而每个实验的内容具有相对的独立性,让使用者有选择的余地。此外,还考虑到当前教学改革中出现的一些实际情况,特意安排了“电工测量仪表误差的处理方法”和“恒定磁通的磁路”二个实验。

上述所有实验所需总时数较多,使用时可以根据课程要求、设备条件、学生的基础选用。在部分实验中,还编写了选做内容,以“*”号注明,供使用者作为因材施教要求。在每个实验中,都配有预习思考题,它将有助于实验者在实验课前提高预习效果,实验课后巩固实验收获。编写附录是为了帮助实验者从使用角度掌握常用仪器、仪表的基本原理,以加强学生在实验中的主观能动性。这些内容,可作为学生课外阅读材料。部分与实验联系比较紧密的内容,应适当安排在实验课内讲授,以提高实验效果。

参加本书编写工作的有于轮元、邹政平、张洒海、宁超、过静娴、陈燕,由宁超主编。

本书初稿承天津大学杨山同志进行认真细致地审阅,并提出许多宝贵的修改意见,编者对此表示诚挚的谢意!

限于编者的水平,书中不妥和错误之处可能不少,衷心欢迎读者批评指正。

编 者

一九八五年三月于西安交通大学

学生实验守则

1. 实验课前要认真预习实验指导书,做好必要的准备工作,如画数据记录表格……等。
2. 进入实验室,要保持室内整洁和安静。按照实验指导书认真检查并熟悉仪器设备。未经许可,不得擅自挪换仪器设备。
3. 接完线路,应先自行检查,再请教师复查后才能接通电源。改接线路,必须先切断电源。
4. 观察实验现象,记录测试数据,都要认真仔细,实事求是。实验完毕,实验记录经教师审阅后,方能拆去接线。
5. 注意人身和设备的安全,遇到事故或出现异常现象,应立即切断电源,保持现场并报告教师处理。
6. 要爱护仪器设备,实验操作要谨慎,凡损坏仪器设备者,应填写损失单。对于不听从教师指导和违反操作规程而损坏者,除写出书面检讨外,并按规定进行赔偿。

目 录

电工基础实验课要求	1
实验一 电工仪表测量误差的处理方法	3
实验二 元件的伏安特性	7
实验三 受控源特性	10
实验四 基尔霍夫定律和特勒根定理	15
实验五 戴维南定理和诺顿定理	18
实验六 电子示波器的使用	22
实验七 一阶 RC 电路的响应	26
实验八 RLC 串联电路接通到直流电源的响应	31
实验九 研究 L 、 C 元件在直流电路和交流电路中的特性	35
实验十 交流电路参数的测定	39
实验十一 功率因数的提高	43
实验十二 交流电桥	45
实验十三 互感电路	50
实验十四 RLC 串联电路的谐振	52
实验十五 一端口 LC 网络的频率特性	56
实验十六 互感耦合双谐振回路的研究	59
实验十七 三相电路中电压、电流和功率的测量	62
实验十八 非正弦周期电流电路	65
实验十九 有源滤波器	68
实验二十 回转器的特性	73
实验二十一 并联谐振	78
实验二十二 非线性电路中的特殊现象——张弛振荡和范德坡振荡	82
实验二十三 非线性电感	86
实验二十四 恒定磁通的磁路	89
实验二十五 无损耗传输线	92
实验二十六 仿真线	96
实验二十七 平行板电容器的静电场造型	99
实验二十八 两线输电线间静电场造型	103
实验二十九 用模拟法研究接地电阻	106

实验三十 螺线管磁场的测量	109
附录 电工基础实验中有关测量问题的简介	114
一、测量误差	114
二、电表的测量机构	117
三、电流表、电压表和功率表	121
四、万用表	124
五、晶体管毫伏表	127
六、电子示波器	130
七、信号源	135
八、电子开关	138
九、数字万用表	139
十、仪器设备和元器件的额定值	143

电工基础实验课要求

一、实验课的作用

实验课是高等教育的一个重要教学环节,是理论联系实际的重要手段。通过教学实验验证和巩固所学的理论知识,训练实验技能,培养学生实际工作能力。对于电工基础实验课,应通过实验达到以下目的:

1. 培养学生实事求是,一丝不苟,三严(严格、严密、严肃)的科学态度,养成良好的电工实验习惯和作风。
2. 训练学生基本的实验技能,如正确使用常见的电工仪器、仪表和电子仪器,掌握一些基本的电工测试技术、试验方法及数据分析处理。
3. 培养学生通过实验来观察和研究基本电磁现象及规律的能力,以巩固和扩展所学到的理论知识。

二、实验课的要求

1. 实验课前的准备工作

学生在每次实验课前,必须认真预习。具体要求是:

(1) 阅读实验指导书,明确实验的目的与要求,并结合实验原理复习有关理论。了解完成实验的方法和步骤。设计好实验数据的记录表格。认真思考并解答预习思考题中的问题。

(2) 理解并记住指导书中提出的注意事项。对实验中所用仪器设备的作用及使用方法要有初步了解。

2. 实验过程中的工作

(1) 接线前,首先了解各种仪器设备和元器件的额定值、使用方法和电源设备的情况。

(2) 实验中所用的仪器、仪表、实验板以及开关等,应根据连线清晰、调节顺手和读数观察方便的原则合理布局。

(3) 接线可按先串联后并联的原则先接无源部分,再接电源部分,两者之间必须经过开关。接线时应将所有电源开关断开,并将可调设备的旋钮、手柄置于最安全位置。接好线后,经仔细检查无误,教师复查后才能接通电源。合电源时,要注意各仪表的偏转是否正常。

(4) 实验进行中要胆大心细,一丝不苟。认真观察现象,仔细读取数据,随时分析研究实验结果的合理性。如发现异常现象,应及时查找原因。

(5) 实验完毕,先切断电源,再根据实验要求核对实验数据,然后请教师审核,通过以后再拆线,并将仪器设备排放整齐。

(6) 注意仪器设备及人身安全。

3. 实验课后的整理工作

整理工作主要是编写实验报告。这是实验的总结，应认真完成。报告内容应包括：

(1) 实验目的。

(2) 主要仪器设备。

(3) 实验方法及步骤：主要是画出线路图，对特殊的实验方法加以说明。至于一般方法、步骤和原理可简单叙述，不要照抄指导书。

(4) 数据处理：包括实验数据及计算结果的整理、分析，误差原因的估计等。

此外，实验报告中还应包括实验中发现的问题、现象及事故的分析，实验的收获及心得体会，并回答预习思考题。

实验一 电工仪表测量误差的处理方法

一、实验目的

1. 了解电工仪表测量误差的基本处理方法。
2. 熟悉数字式万用表与指针式万用表的使用方法。

二、实验原理与说明

1. 用电压表、电流表、万用表等电表测量一个电量时,电表指示的数值 A_x 与被测量的实际值 A_0 之间,不可避免地存在一定的误差。误差有两种表示方法:

$$\text{绝对误差} \quad \Delta = A_x - A_0$$

$$\text{相对误差} \quad \gamma = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\%$$

电表的准确度等级是用标尺刻度上最大的绝对误差 $\Delta_{\max}$ 与电表量程 A_m 比值的百分数来表示的

$$\gamma_n = \frac{\Delta_{\max}}{A_m} \times 100\%$$

γ_n 称为引用误差。我国电表按计量标准分为 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0 共七个等级。例如, γ_n 为 $\pm 0.4\%$, 则此电表为 0.5 级。

测量时,电表任一读数的最大绝对误差应当由电表的准确度等级估算。

例如,用量程 100 mA, 0.5 级的电流表来测量电流时,在测量中可能产生的最大绝对误差为

$$\Delta_{\max} = \pm 0.5\% \times 100 = \pm 0.5 \text{ mA}$$

也就是说,在测量过程中可能出现的最坏情况,是电表的读数偏离实际值 $\pm 0.5 \text{ mA}$ 。所以,用大量程的电流表来测量小电流,显然是不合理的,因为读数的相对误差可能达到

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% = \frac{\gamma_n \cdot A_m}{A_0} \quad (1)$$

式中 γ_n 为电表等级, A_m 是电表的量程,实际值 A_0 有时也可近似地用电表指示值 A_x 代替。由上式可见,在使用相同等级不同量程的电表去测量同一个量时,量程大的电表,读数的相对误差要大,所以选用电表时,除考虑准确度等级外,还应注意合适的量程。

2. 图 1-1 所示为校验电表的电路。图中 V_0 与 A_0 是标准电表,它的读数 U_0 和 I_0 作为被测量的实际值。按电表校验规程规定,标准电表的准确度等级至少比被校电表高两级。本实验用 DT-830 数字万用表^①的电压档和电流档分别作为标准电压表和电流表。图中 V_x 与 A_x 是被校电表,选用 2.5 级的 MF-30 万用表的 5 V 电压档和 5 mA 电流档。

^① 数字式仪表的准确度等级,目前尚无统一规定,一般用满度%或读数% $\pm$ ×字。本实验用的 DT-830 型数字万用表,其电压精度为 $\pm(0.8\%V_m + 2\text{个字})$, 其电流精度为 $\pm(1\%A_m + 2\text{个字})$ 。

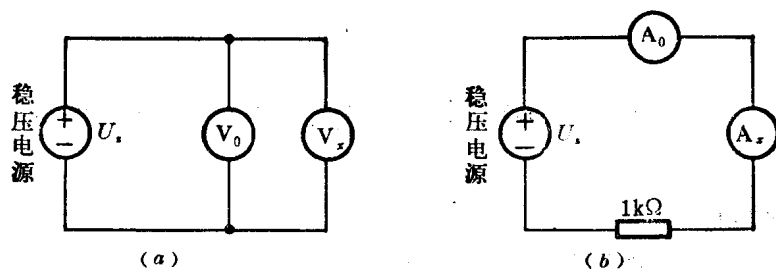


图 1-1

校表方法是这样的：调节稳压电源的输出电压 U_1 ，使被校电压表(或电流表)的指针依次指在标尺的大刻度值上，如图 1-2 所示的 a, b, c, d, e 五个位置，分别记下标准电表和被校电表相应的读数 U_0, U_x 或 I_0, I_x ，则在每一大刻度值上的绝对误差为

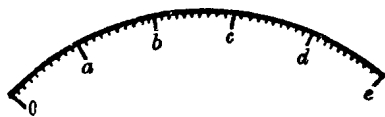


图 1-2

$$\Delta U = U_x - U_0$$

$$\Delta I = I_x - I_0$$

取上述绝对误差中的最大值 $|\Delta U|_{\max}$ 或 $|\Delta I|_{\max}$ ，按下式计算被校电表的准确度 γ_U 或 γ_I

$$\gamma_U = \frac{|\Delta U|_{\max}}{U_m} \times 100\%$$

$$\gamma_I = \frac{|\Delta I|_{\max}}{I_m} \times 100\%$$

式中 U_m 与 I_m 为被校电表的量程。如算出 $\gamma_U = 2.1\%$ ，则被校电表的电压档为 2.5 级。

3. 图 1-3(a)与(b)所示电路是测量未知电阻 R_x 的两种接法。

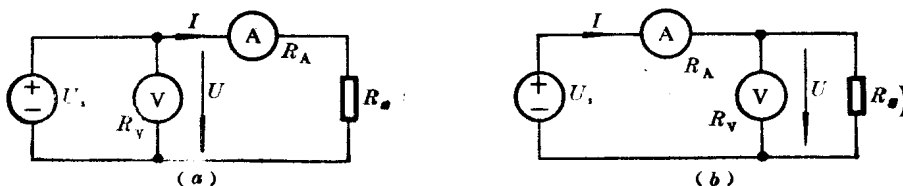


图 1-3

根据电路基本定律，对图 1-3 (a)所示电路。

$$R_x = \frac{U}{I} - R_A \quad (2)$$

对图 1-3 (b)所示电路

$$R_x = \frac{U}{I - \frac{U}{R_v}} = \frac{R_v U}{R_v I - U} \quad (3)$$

上式中 R_v 为电压表的内阻， R_A 为电流表的内阻。

根据误差理论，求间接测量 R_x 的相对误差，可用下列公式(参阅本书附录一)：

与式(2) 对应的公式为

$$\begin{aligned}\frac{\Delta R_x}{R_x} \times 100\% &= \pm \left[\left| \frac{\partial R_x}{\partial U} \frac{\Delta U}{R_x} \right| + \left| \frac{\partial R_x}{\partial I} \frac{\Delta I}{R_x} \right| + \left| \frac{\partial R_x}{\partial R_A} \frac{\Delta R_A}{R_x} \right| \right] \times 100\% \\ &= \pm \left[\frac{U}{U - I R_A} \left| \frac{\Delta U}{U} \right| + \frac{U}{U - I R_A} \left| \frac{\Delta I}{I} \right| + \frac{I R_A}{U - I R_A} \left| \frac{\Delta R_A}{R_A} \right| \right] \times 100\% \quad (4)\end{aligned}$$

式中 $\left| \frac{\Delta U}{U} \right|$ 与 $\left| \frac{\Delta I}{I} \right|$ 是电压表和电流表读数的相对误差, 它们按式(1) 计算。 $\left| \frac{\Delta R_A}{R_A} \right|$ 是电流表内阻 R_A 测量值的相对误差, 系用数字万用表测出 R_A 值, 然后根据数字万用表的准确度按式(1) 计算。

与式(3) 对应的公式为

$$\begin{aligned}\frac{\Delta R_x}{R_x} \times 100\% &= \pm \left[\left| \frac{\partial R_x}{\partial U} \frac{\Delta U}{R_x} \right| + \left| \frac{\partial R_x}{\partial I} \frac{\Delta I}{R_x} \right| + \left| \frac{\partial R_x}{\partial R_V} \frac{\Delta R_V}{R_x} \right| \right] \times 100\% \\ &= \pm \left[\left(1 + \frac{R_x}{R_V} \right) \left| \frac{\Delta U}{U} \right| + \left(R_x \times \frac{I}{U} \right) \left| \frac{\Delta I}{I} \right| + \left(1 - R_x \times \frac{I}{U} \right) \left| \frac{\Delta R_V}{R_V} \right| \right] \times 100\% \quad (5)\end{aligned}$$

三、实验内容

1. 按图 1-1 接线, 用 DT-830 数字万用表作为测量标准, 校验 MF-30 万用表的 5 V 电压挡和 5 mA 电流挡, 将测试数据分别记录于表一与表二中。

表一

MF 30 万用表 5V 挡	$U_x(\text{V})$	1	2	3	4	5
DT 830 数字万用表	$U_0(\text{V})$					
绝对误差 $\Delta U = U_x - U_0$						

表二

MF-30 万用表 5 mA 挡	$I_x(\text{mA})$	1	2	3	4	5
DT-830 数字万用表	$I_0(\text{mA})$					
绝对误差 $\Delta I = I_x - I_0$						

2. 用数字万用表测量 MF-30 万用表在 5 V 电压挡时电表的内阻 R_V 和在 5 mA 电流挡时电表的内阻 R_A , 并按公式(1) 计算电表内阻的相对误差 $\frac{\Delta R_V}{R_V}$ 与 $\frac{\Delta R_A}{R_A}$ 。

3. 按图 1-3 接线。图中电压表用 MF-30 万用表的 5 V 电压挡, 电流表用 MF-30 万用表的 5 mA 电流挡, 被测电阻 R_x 是三只金属膜电阻, 其电阻的标称值分别为 100 Ω 、1000 Ω 、10000 Ω 。测试数据记录于表三中。

表三

测试数据		测试电路		图 1-3(a)									图 1-3(b)								
		被测电阻		R_{x1}			R_{x2}			R_{x3}			R_{x1}			R_{x2}			R_{x3}		
$U(V)$																					
$I(mA)$																					
计算	$R_x(\Omega)$																				
	R_x (平均值)																				

4. 用数字万用表测 R_{x1} , R_{x2} , R_{x3} 的数值, 并根据数字万用表的准确度等级求它们的相对误差

$$\frac{\Delta R_x}{R_x} \times 100\%$$

四、注意事项

1. 万用表是一种多用途和多量程的电表, 使用时一定要根据被测物理量的性质和大小, 正确选择万用表量程开关的位置, 每次测量之前还须检查开关位置是否正确。

2. 各测试数据和计算结果均要注意有效数字的选取(参阅本书附录一)。

五、预习思考题

1. 根据附录中介绍的有关测量误差的知识, 详细推导式(4)与式(5)。

2. 用图 1-3 电路测电阻是一种间接测量方法, 如果要测 $1 M\Omega$ 、 1Ω 和 0.001Ω 三个电阻, 试分析比较间接测量与直接测量哪种方法的误差小, 条件是什么?

六、实验报告要求

1. 列出所有测试数据的表格。

2. 根据测试数据, 计算 MF-30 万用表的 $5 V$ 电压挡和 $5 mA$ 电流挡的准确度等级。

3. 根据测试数据, 计算电阻 R_x 在用间接测量法时的相对误差及用直接测量法时的相对误差。

4. 回答预习思考题。

七、仪器设备

名 称	型 号 规 格	数 量	备 注
直流稳压电源	$\pm 20 V$	1 台	自制
万 用 表	MF-30	2 只	
数字万用表	DT-830	1 只	
被 测 电 阻	100Ω , 1000Ω , 10000Ω	各 1 只	

实验二 元件的伏安特性

一、实验目的

1. 了解线性电阻元件和几种非线性电阻元件的伏安特性。
2. 学习元件伏安特性的测试方法。

二、实验原理与说明

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 $f(u, i) = 0$ 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 2-1(b)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。

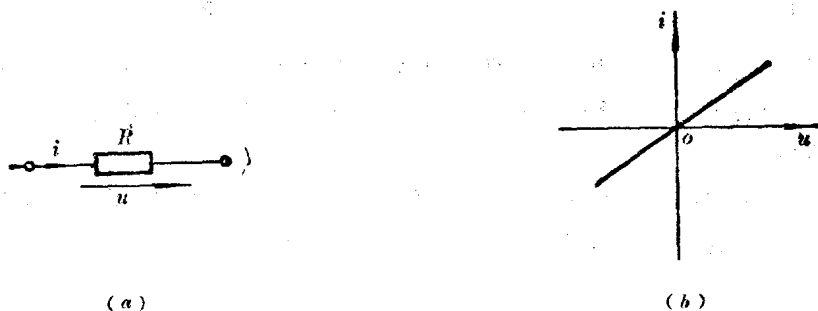


图 2-1

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。

如果元件两端的电压 u 可以表作电流 i 的单值函数,即 $u = f(i)$,那么,这类电阻元件就称为电流控制型电阻元件。充气二极管就具有这样的伏安特性,如图 2-2 所示。

如果流过元件的电流 i 可表作电压 u 的单值函数,即 $i = f(u)$,那么,这类电阻元件就称为电压控制型电阻元件。隧道二极管就具有这样的伏安特性,如图 2-3 所示。

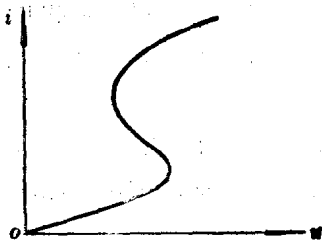


图 2-2

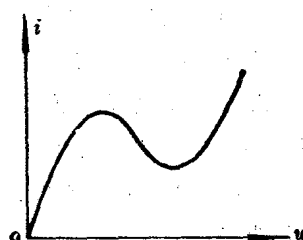


图 2-3

还有一类非线性电阻元件,它既是电流控制型,又是电压控制型,如晶体二极管、钨丝灯泡等就属这一类。它们的伏安特性如图 2-4 所示。

元件的伏安特性,可以通过实验方法测定,但要注意测试方法是否正确。例如图 2-5 是一个电压控制型电阻元件的伏安特性。要测定这种类型的伏安特性,就只能用可变电压源才能测得完整的伏安特性曲线。如果采用可变电流源,在电流增加过程中,由于电压从 u_b 到 u_a 发

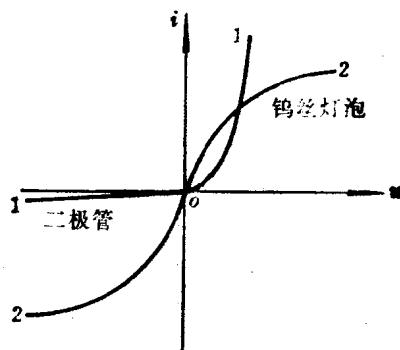


图 2-4

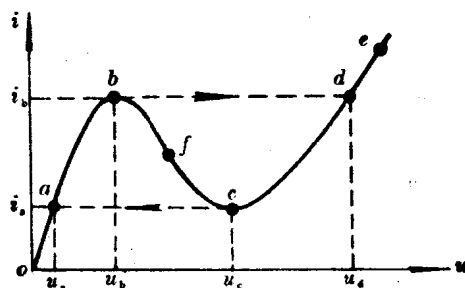


图 2-5

生突跳,所以只能测得 $o-a-b$ 和 $d-e$ 两段曲线;在电流减小过程中,由于电压从 u_c 到 u_a 发生突跳,所以只能测得 $e-d-c$ 和 $a-o$ 两段曲线,而曲线的 $b-f-c$ 部分就无法测得。

三、实验内容

1. 分别用图 2-6 和图 2-7 两种测试电路,测定一只 $500\ \Omega$ 的线性电阻(用电阻箱)和一只 2.5 V 小电珠的伏安特性(图中 U_s 为可调稳压电源的输出电压)。

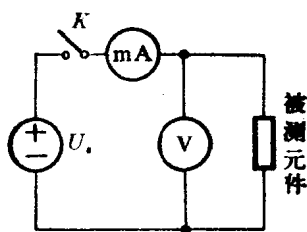


图 2-6

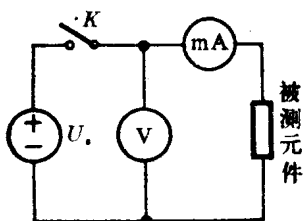


图 2-7

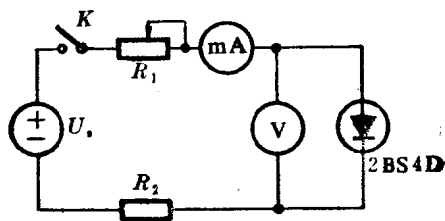


图 2-8

2. 按图 2-6 接线,测定一只型号为 2BS4D 的隧道二极管的伏安特性。

实验开始时,应将稳压电源的输出电压 U_s 调至零,再闭合开关 K ,然后缓慢增加 U_s (最大不超过 1 V),先观察电流随电压的变化趋势,以确定哪些范围该多取几个测试点。测试时应特别注意不要漏掉电流为最大值和最小值的点。

3. 按图 2-8 接线,重测隧道二极管的伏安特性。图中 R_2 为 $10\ \Omega$ 限流电阻, U_s 为稳压电源的输出电压,并固定在 4 V 不变。实验时,调节可变电阻 R_1 以改变电路中电流的大小。

四、注意事项

1. 测定小电珠的伏安特性时,电压不允许超过小电珠的额定电压 2.5 V 。

2. 隧道二极管的峰点电压 (图 2-5 中的 u_p) 约为几十毫伏, 所以稳压电源的输出电压 U_s 应从零开始缓慢增加。稳压电源的输出电压, 最大不得超过 1 V, 因为大于 1 V 后电流骤增。

五、预习思考题

1. 在电流很小时, 小电珠的电阻只有几个欧姆, 要测定它的伏安特性, 应采用图 2-6 或图 2-7 的哪一个测试电路比较合理? 为什么? 直流电压表和直流电流表的内阻见仪器设备栏。
2. 测定电流控制型电阻元件的伏安特性时, 应采用什么样的电源? 为什么?
3. 若给出一个线性电阻元件和一个非线性电阻元件的伏安特性曲线, 试用图解法画出这两个元件串联后的伏安特性曲线。(选做)

六、实验报告要求

1. 根据实验数据画各电阻元件的伏安特性曲线。
2. 测定线性电阻元件和小电珠的伏安特性时, 分别采用了图 2-6 和图 2-7 两种测试电路, 试将结果进行比较, 并总结出正确的测试方法。
3. 回答预习思考题中的 1 和 2。

七、仪器设备

名 称	型 号 规 格	数 量	备 注
直流稳压电源	$\pm 20\text{V}$ 1 A	1 台	自制
直流电压表	1.5/3/7.5/15 V 内阻 $500\Omega/\text{V}$	1 只	
直流电流表	15/30 mA 内阻约 3.6/1.8 Ω	1 只	
	1000 mA	1 只	
滑 线 电 阻	2 k Ω	1 只	
十进式电阻箱	999.9 Ω 或 9999 Ω	1 只	
小 电 珠	2.5 V	1 只	
隧 道 二 极 管	2 BS4 D	1 只	
单 刀 开 关		1 只	

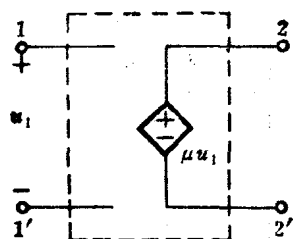
实验三 受控源特性

一、实验目的

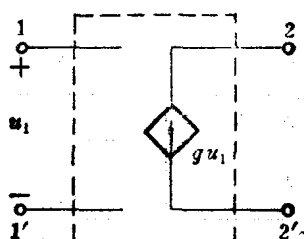
1. 了解受控源的特性。
2. 测试几种实际受控源的控制系数和负载特性。

二、实验原理与说明

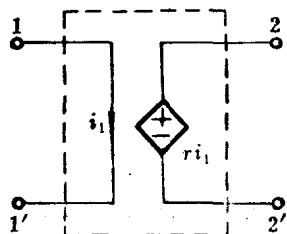
受控源为一个具有两条支路的四端元件,如图 3-1 所示。其中一条支路(设为支路 22')是一个电压源或电流源,另一条支路(设为支路 11')为开路或短路;支路 22' 上电压源的电压或电流源的电流受支路 11' 的开路电压或短路电流控制。受控源是一种非独立电源,它共有四种形式。



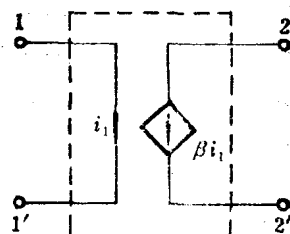
(a) 电压控制电压源 (VCVS)



(b) 电压控制电流源 (VCCS)



(c) 电流控制电压源 (CCVS)



(d) 电流控制电流源 (CCCS)

图 3-1

受控源常用来描述电子器件中所发生的物理现象。如图 3-2(a) 所示的晶体三极管电路,从 22' 端一侧看,它的性质相当于一个输出电流为 I_c 的电流源,且电流 I_c 受三极管的基极电流 I_b 控制,所以虚线框出的三极管部分其电路模型是一种电流控制电流源,其等效电路如图 3-2(b) 所示。

又如图 3-3(a) 所示的场效应管电路,它的漏极电流 I_D 受栅极电压 U_{GS} 控制,所以它的电路模型是一种电压控制电流源,其等效电路如图 3-3(b) 所示。

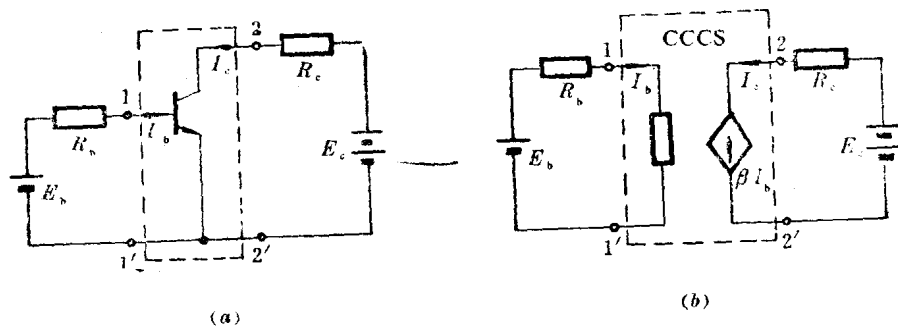


图 3-2

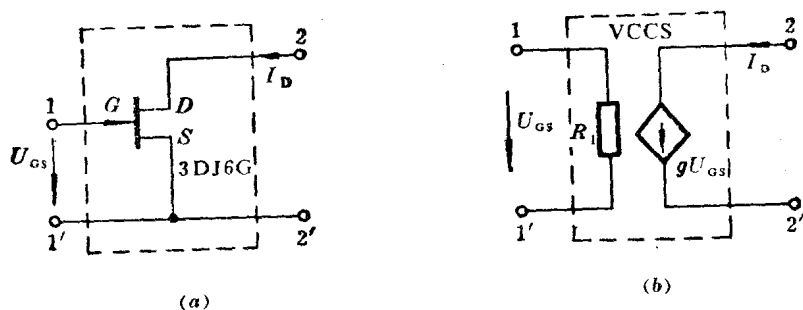


图 3-3

再如图 3-4(a) 所示的运算放大器电路，它的输出电压 u_o 受输入电压 u_i 的控制，所以图

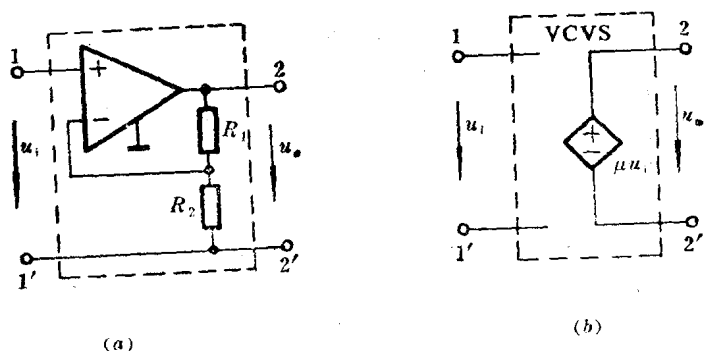


图 3-4

3-4(a) 的电路模型是一种电压控制电压源，在理想条件下它的等效电路如图 3-4(b) 所示。

三、实验内容

1. 按图 3-5 接线。

(1) R_L 取 $300\ \Omega$ ，调节 R 改变 I_b ，观察 I_c 受 I_b 控制的现象，并测定它的控制系数 $\beta = I_c / I_b$ (电流放大系数)。

(2) 保持 $I_b = 200\ \mu\text{A}$ 不变，改变负载电阻 R_L ，观察 I_c 有无变化，并测定 CCCS 的负载特性。

2. 按图 3-6 接线。