

普通高等教育“十三五”规划教材

电工与电子技术实验

第4版

王和平 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十三五”规划教材

电工与电子技术实验

第 4 版

主 编	王和平
副主编	张 婕
参 编	钱 欣
主 审	高 嵩



机械工业出版社

本教材是根据高等工科院校“电工技术”“电子技术”“电工电子学”等课程教学基本要求,结合编者多年教学、科研和生产实践经验及当前科学技术发展中的一些新知识、新技术编写的。

教材中主要包括基本实验、应用及设计性实验等实验内容。附录部分包括常用电路元件简介、半导体分立器件性能简介和引脚判别方法、常用集成电路简介、电工仪表简介及应用实例、新型电子芯片及模块应用实例等内容。本教材内容丰富,而且具有综合性、趣味性、实用性,突出动手能力和创新意识的培养。

本教材为工程型本科、高职高专理工科非电类专业电工与电子技术类实验教材,也可供相关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验/王和平主编. —4版. —北京:
机械工业出版社, 2015. 12
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-111-52266-9

I. ①电… II. ①王… III. ①电工技术-实验-
高等学校-教材②电子技术-实验-高等学校-教材
IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 280348 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 吉 玲 责任编辑: 吉 玲 王 康
版式设计: 赵颖喆 责任校对: 陈秀丽
封面设计: 张 静 责任印制: 常天培
北京京丰印刷厂印刷
2016 年 6 月第 4 版·第 1 次印刷
184mm×260mm·8.5 印张·204 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-52266-9
定价: 19.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88379833

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-88379649

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

前 言

“电工技术”“电子技术”“电工电子学”等课程，是高等工科院校理工科非电类专业的技术基础课程，《电工与电子技术实验》是配合上述课程编写的实验指导书。随着现代科学技术的飞速发展，电工与电子技术得到越来越广泛的应用，因此，本教材内容的设计原则是：尽量贴近生产且实用，巩固基础知识，培养实践技能，教、学、做一体，工学结合，全面提高学生的实践能力和职业技能。本教材是在多年实验教学改革和科研工作经验的基础上，经过不断改进，及时融入新知识、新技术编写而成的。在实验教学内容和方法上突出能力培养，减少验证性实验，增加应用及设计性等开放性实验，培养基础扎实、知识新、能力强的新型人才。本教材主要内容如下：

(1) 基本实验 通过基本实验，学生可以巩固基础知识，培养基本技能。

(2) 应用及设计性实验 该部分实验加强了相关知识向课外的延伸和拓展。

(3) 附录 这部分包括常用电路元件简介、半导体分立器件性能简介和引脚判别方法、常用集成电路简介、电工仪表简介及应用实例、新型电子芯片及模块应用实例等内容，知识新、实用性强，为学生进行实用电路设计、电子科技制作及培养创新能力、拓宽思路打下基础。

本教材内容丰富、知识面广、实用性强、通用性好，融知识性、趣味性、实用性为一体，以学生的发展为目的，提高学生的实践能力，培养学生的创新意识和创新能力。工程型本科、高职高专等不同层次、不同专业，可根据需要选做不同实验或实验中的不同内容。

本教材由王和平教授担任主编，张婕教授担任副主编，高嵩教授担任主审。实验八、十、十四、十五、十八由钱欣编写；实验十一、十二、十三、十六、十七、十九、二十一、附录A~C由张婕编写；实验一~七、九、二十、二十二~二十五、附录D~E由王和平编写。王和平负责全书的统稿、修改、定稿和绘图工作。

由于学识水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

前言

实验须知	1
------------	---

第一部分 基本实验	4
-----------------	---

实验一 电位测定	4
实验二 叠加定理的测定	6
实验三 戴维南定理——有源二端网络等效参数的测定	9
实验四 RL 串联电路及功率因数的提高	13
实验五 RLC 串联谐振电路及测试	16
实验六 三相电路负载星形联结的测量	20
实验七 三相电路负载三角形联结的测量	22
实验八 异步电动机的继电器-接触器控制	24
实验九 数字万用表的使用	27
实验十 多谐振荡电路的制作	30
实验十一 常用电子仪器的使用	32
实验十二 单管交流放大电路的综合测试	44
实验十三 阻容耦合多级放大电路及综合测试	49
实验十四 差动放大电路的研究	52
实验十五 运算放大器的线性应用	56
实验十六 运算放大器的非线性应用	60
实验十七 直流稳压电源电路的制作与测量	63
实验十八 与非门电路的基本测试与应用	66
实验十九 触发器及其应用	68
实验二十 计数、译码、显示电路的制作	71

第二部分 应用及设计性实验	74
---------------------	----

实验二十一 555 时基电路及其应用	74
实验二十二 单相电能表的校验	78
实验二十三 三相异步电动机顺序起、停控制	81
实验二十四 三相异步电动机时间控制	83
实验二十五 工作台往返自动控制	85

附录 87

附录 A 常用电路元件简介 87

附录 B 半导体分立器件性能简介和引脚判别方法 93

附录 C 常用集成电路简介 96

附录 D 电工仪表简介及应用实例 103

附录 E 新型电子芯片及模块应用实例 120

参考文献 128

实验须知

电工与电子技术实验课的目的是：进行实验基本技能的训练；巩固、加深并扩展所学到的理论知识；培养实践能力和创新精神。通过该实验课的教学，应使学生在实验技能上达到如下要求：学会正确使用常用电工仪表、仪器和一些电工实验设备；按电路图连接实验线路和合理布线，能初步分析并排除故障；认真观察实验现象，正确地读取数据并加以检查和判断，正确书写实验报告和分析实验结果；具有根据实验任务确定实验方案、设计实验线路和选择实验仪器设备的初步能力；正确运用实验手段来验证一些定理和结论。在培养基本技能的基础上，能灵活运用所学知识处理一些实际问题，培养创新能力，提高综合素质。具体要求如下：

一、课前预习

实验能否顺利进行和收到预期的效果，很大程度上取决于预习准备的是否充分。因此，要求在预习时仔细阅读实验指导书和其他参考资料，明确实验的目的、任务，了解实验的基本原理以及实验方法及步骤，清楚实验中要观察哪些现象、记录哪些数据和注意哪些事项，准备好记录表格。不预习者不得进行实验。

二、实验操作

(1) 实验前认真听取指导教师讲解实验内容和注意事项。

(2) 学生到指定实验台做实验。实验前先检查仪器设备的型号、规格、数量等是否与实验要求相符，然后检查各仪器设备是否完好，如有问题及时向教师提出，以便处理。不得随便动用与本实验无关的仪器设备。

(3) 实验电路布线简洁明了，便于测量，导线的长短粗细要合适、尽量短、少交叉，防止连线短路。接线片不宜过于集中于某一点，所有仪器设备和仪表，都要严格按照规定的接法正确接入电路。例如：电流表及功率表的电流线圈一定要串联在电路中，电压表及功率表的电压线圈一定要并联在电路中。正确选择测量仪表的量程，正确选择各个仪器设备的电流、电压的额定值，否则会造成严重事故。调压器等可调设备的起始位置要放在最安全处，电路接好后，要仔细复查。确定无误后，请指导教师检查批准，方可进行实验。

(4) 实验操作时同组人员要注意配合，尤其做强电实验时要注意：手合电源，眼观全局，先看现象，再读数据。将可调电源电压缓慢上调到所需数值。当有异常现象，例如：有声响、冒烟、打火、有焦臭味及设备发烫等异常现象，应立即切断电源，分析原因，查找故障。

(5) 读数前要弄清仪表的量程及刻度，读数时注意姿势正确，要求“眼、针、影成一线”。注意仪表指针位置，及时变换量程使指针指示于误差最小的范围内。变换量程要在切断电源情况下进行。

(6) 将所有数据记在原始记录表上，数据记录要完整、清晰，力求表格化，一目了然，合理取舍有效数字。要尊重原始记录，实验后不得涂改，养成良好的记录习惯，培养工程意

识。交实验报告时，将原始记录一起附上。

(7) 完成实验后，应该核对实验数据是否完整和正确，确定无误后，交指导老师审查并在原始记录上签字，然后拆线（先切断电源，后拆线），做好仪器设备、导线、实验台面及环境的清洁和整理工作。

三、写实验报告

实验报告是实验工作的全面总结，要用简明的形式将实验结果完整和真实地表达出来。报告要求文理通顺，简明扼要，字迹端正，图表清晰，结论正确，分析合理，讨论深入。实验报告采用规定格式的报告纸，实验报告一般应包括如下几项：

- 1) 实验名称。
- 2) 实验目的。
- 3) 实验仪器及设备。
- 4) 实验原理。
- 5) 实验步骤及电路图。
- 6) 数据图表及计算过程。
- 7) 实验结果及误差分析。
- 8) 思考题回答。

对实验数据的处理，要合理取舍有效数字。报告中的所有图表、曲线均按工程化要求绘制。波形曲线一律画在坐标纸上，比例要适中，坐标轴上应注明物理量的符号和单位。

四、有效数字的概念和处理规则

1. 有效数字的概念

在测量和数字计算中，用几位数字来代表测量或计算结果是很重要的，它涉及有效数字和计算规则问题，不是取得位数越多越好。

在记录测量数值时，该用几位数字来表示呢？下面通过一个具体例子来说明。如图 0-1 所示，一个 0 ~ 50V 的电压表在三种测量情况下指针的指示结果。第一次指针指在 42 ~ 43V 之间，可记作 42.5V。其中数字“42”是可靠的，称为可靠数字，而最后一位数“5”是估计出来的不可靠数字（欠准数字），两者合称为有效数字。通常只允许保留一位不可靠数字。对于 42.5 这个数字来说，有效数字是三位。第三次指针指在 30V 的地方，应记为 30.0V，这也是三位有效数字。

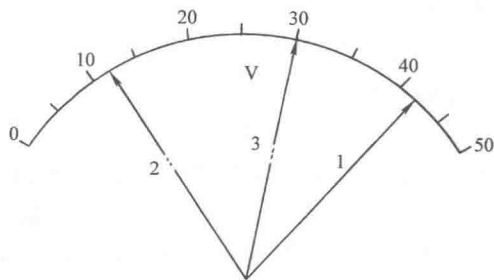


图 0-1 电压表指示情况

数字“0”有时可能不是有效数字。例如：42.5V 还可写成 0.0425kV，这时前面的两个“0”仅与所用单位有关，不是有效数字，该数的有效数字仍为三位。读数末位的“0”不能任意增减，它是由测量设备的准确度决定的。

2. 有效数字的正确表示

- (1) 记录测量数值时，只保留一位不可靠数字。通常，最后一位有效数字可能有 ± 1 个

单位或 ± 0.5 个单位的误差。

(2) 有效数字的位数应与所用仪器的误差（准确度）相一致，并在表示时注意与误差量的单位相配合。大数值和小数值要用幂的乘积形式来表示。

例如：仪器的测量误差为 $\pm 0.01\text{V}$ ，而测量的数据为 3.212V ，其结果应取为 3.21V ，有效数字为三位。

例如：仪器的测量误差为 $\pm 2\text{kHz}$ ，而测量数据为 6800kHz ，这里最后一位有效数字与误差单位是配合的，有效数字为四位。也可表示为 $6.800 \times 10^3\text{kHz}$ 和 $6800 \times 10^3\text{Hz}$ 。但不能表示为 6.8MHz 和 6800000Hz 。

(3) 在所有计算式中，常数（如 π 、 e 等）的有效数字的位数可以没有限制，在计算中需要几位就取几位。

(4) 表示误差时，一般只取一位有效数字，最多取两位有效数字。例如： $\pm 1\%$ 、 $\pm 1.5\%$ 。

3. 有效数字的运算规则

处理数字时，常常要运算一些精度不相等的数值。按照一定运算规则计算，既可以提高计算速度，又不会因数字过少而影响计算结果的精度。常用规则如下：

(1) 加减运算时，各数所保留的小数点后的位数，一般应与各数中小数点后位数最少的相同。例如： 13.6 、 0.056 、 1.666 相加，小数点后最少位数是一位（ 13.6 ），所以应将其余两数修约到小数点后一位，然后相加，即

$$13.6 + 0.1 + 1.7 = 15.4$$

为了减少计算误差，也可以在修约时多保留一位小数，即

$$13.6 + 0.06 + 1.67 = 15.33$$

其结果应为 15.3 。

(2) 乘除运算时，各因子及计算结果所保留的位数，一般与小数点位置无关，应以有效数字位数最少的项为准。例如： 0.12 、 1.057 和 23.41 相乘，有效数字位数最少的是两位（ 0.12 ），则

$$0.12 \times 1.06 \times 23.41 = 2.98$$

第一部分 基本实验

实验一 电位测定

一、实验目的

- (1) 学习电位测定方法。
- (2) 加深对电位、电压概念的理解。

二、实验仪器和设备

- | | |
|--------------|-----|
| (1) 双路直流稳压电源 | 1 台 |
| (2) 直流电压表 | 1 块 |
| (3) 直流电流表 | 1 块 |
| (4) 电路实验板 | 1 块 |

三、实验原理与说明

在电路中，任选一点作为电位的参考点，则其他各点与参考点间的电压就称为该点的电位。任何两点间的电位差等于该两点间的电压。

四、实验步骤

- (1) 利用实验板，按图 1-1 接线。其中， U_{S1} 及 U_{S2} 为直流稳压电源。
- (2) 用电源调出 $U_{S1} = +6V$ ， $U_{S2} = +12V$ 。将 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 的给定值及实测值记录于表 1-1 中。
- (3) 测量电压 U_{ab} 、 U_{bc} 、 U_{cd} 、 U_{de} 、 U_{ef} 、 U_{fa} ，并将测量所得数据记录于表 1-2 中。
- (4) 分别选 f、d 为电位参考点，测量各点电位 V_a 、 V_b 、 V_c 、 V_d 、 V_e ，并将测量所得数据记录于表 1-2 和表 1-3 中。
- (5) 用实验所得的数据验证两点的电位差就是两点的电压：

$$\begin{array}{lll} V_a - V_b = U_{ab} & V_b - V_c = U_{bc} & V_c - V_d = U_{cd} \\ V_d - V_e = U_{de} & V_e - V_f = U_{ef} & V_f - V_a = U_{fa} \end{array}$$

- (6) 用实验所得的数据验证基尔霍夫电压定律：

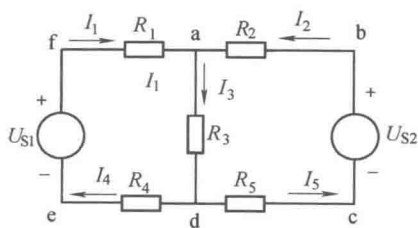


图 1-1 实验原理图

$$U_{ab} + U_{bc} + U_{cd} + U_{de} + U_{ef} + U_{fa} = 0$$

或

$$R_1 I_1 - R_2 I_2 + R_4 I_4 - R_5 I_5 = U_{S1} - U_{S2}$$

(7) 根据给定的 U_{S1} 、 U_{S2} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 估算上述所有测量的量，并把估算结果数据填入表 1-2 和表 1-3 中。将上述测量所得数据与估算所得数据进行比较，如有误差试分析原因。

五、实验结果与数据

表 1-1 电路参数测量结果

	U_{S1}/V	U_{S2}/V	R_1/Ω	R_2/Ω	R_3/Ω	R_4/Ω	R_5/Ω
给定值							
实测数	—	—					

表 1-2 以 f 为参考点各点电位测量结果

以 f 为参考点	U_{ab}/V	U_{bc}/V	U_{cd}/V	U_{de}/V	U_{ef}/V	U_{fa}/V
测量值						
验证值						
	V_a/V	V_b/V	V_c/V	V_d/V	V_e/V	V_f
测量值						

表 1-3 以 d 为参考点各点电位测量结果

以 d 为参考点	U_{ab}/V	U_{bc}/V	U_{cd}/V	U_{de}/V	U_{ef}/V	U_{fa}/V
测量值						
验证值						
	V_a/V	V_b/V	V_c/V	V_d/V	V_e/V	V_f
测量值						

六、注意事项

- (1) 直流稳压电源只能输出功率，不能吸收功率。
- (2) 测电压、电位、电流时，注意直流电压表和直流电流表的极性。

七、思考题

试根据实验所得数据，在坐标纸上画出该实验电路的电位分布图。（提示：电位分布图是一条折线式曲线。纵坐标为电位值；横坐标为沿回路电阻分布值，各接点在横坐标上的位置与其相应的电阻值相对应。理想电压源内阻等于零，所以该段是一条垂直于横坐标的直线段，这个线段的两个端点是它两个接线端的电位。）

实验二 叠加定理的测定

一、实验目的

- (1) 验证叠加定理和基尔霍夫定律，加深对它们的理解。
- (2) 加深对电压、电流参考方向的理解。
- (3) 进一步掌握直流电压、电流的测量方法及仪表的使用。

二、实验仪器与设备

- | | |
|---------------|-------|
| (1) 双路直流稳压电源 | 1 台 |
| (2) 直流电压表、电流表 | 各 1 块 |
| (3) 实验电路板 | 1 块 |

三、实验原理与说明

1. 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律和电压定律是电路的基本定律，它们分别用来描述节点电流和回路电压，即对电路中的任一节点而言，在设定电流的参考方向下，应有 $\sum I = 0$ ，一般流出节点的电流取正号，流入节点的电流取负号；对任何一个闭合回路而言，在设定电压的参考方向下，绕行一周，应有 $\sum U = 0$ ，一般电压方向与绕行方向一致的电压取正号，电压方向与绕行方向相反的电压取负号。

2. 叠加定理

在任一线性网络中，多个激励同时作用的总响应等于每个激励单独作用时引起的响应之和，这就是叠加定理。

如图 2-1 所示，线性网络中有两个激励： U_{S1} 和 U_{S2} ，在电阻 R_1 支路上， U_{S1} 单独作用时电流为 I'_1 ， U_{S2} 单独作用时电流为 I''_1 ， U_{S1} 和 U_{S2} 共同作用时电流为 I_1 ，则根据叠加定理有 $I_1 = I'_1 + I''_1$ ，同样可以得出：

$$I_2 = I'_2 + I''_2 \quad I_3 = I'_3 + I''_3$$

$$U_1 = U'_1 + U''_1 \quad U_2 = U'_2 + U''_2$$

$$U_3 = U'_3 + U''_3 \quad U_4 = U'_4 + U''_4 \quad U_5 = U'_5 + U''_5$$

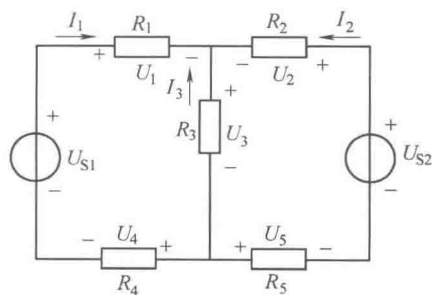


图 2-1 实验原理图

四、实验步骤

- (1) 在实验电路板上，按图 2-1 接线，在实验前，必须设定电路中所有电流、电压的参考方向。

(2) 用直流电源调出 $U_{S1} = +5V$, $U_{S2} = +12V$ 。将给定值 U_{S1} 、 U_{S2} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 记录于表 2-1 中。

(3) 测量电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和电压 U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 、 U_5 ，并将所得数据记录于表 2-2 中。

(4) 将 U_{S2} 拆掉（即 U_{S1} 单独作用），将原接入点短路，测量电流 I'_1 、 I'_2 、 I'_3 和电压 U'_1 、 U'_2 、 U'_3 、 U'_4 、 U'_5 ，将所得数据记录于表 2-2 中。

(5) 将 U_{S2} 再次接入电路原位置，将 U_{S1} 拆掉（即 U_{S2} 单独作用），并将该处原接入点短路，测量电流 I''_1 、 I''_2 、 I''_3 和电压 U''_1 、 U''_2 、 U''_3 、 U''_4 、 U''_5 ，并将所得数据记录于表 2-2 中。

(6) 应用上述测量所得数据，验证叠加定理。

(7) 应用上述测量所得数据，验证基尔霍夫定律。

KCL: $-I_1 - I_2 - I_3 = 0$

KVL: 左回路 $U_1 + U_3 + U_4 - U_{S1} = 0$ 或 $(R_1 + R_4)I_1 - R_3I_3 = U_{S1}$

右回路 $U_2 + U_5 + U_3 - U_{S2} = 0$ 或 $(R_2 + R_5)I_2 - R_3I_3 = U_{S2}$

大回路 $-U_{S1} + U_1 - U_2 + U_{S2} - U_5 + U_4 = 0$ 或 $(R_1 + R_4)I_1 - (R_2 + R_5)I_2 = U_{S1} - U_{S2}$

(8) 根据给定的 U_{S1} 、 U_{S2} 、 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 ，估算上述所有被测量的值，并把估算值填入表 2-2 中。将估算值与实际测量所得数据进行比较，如有误差分析原因。

五、实验结果与数据

表 2-1 电路参数测量结果

	U_{S1}/V	U_{S2}/V	R_1/Ω	R_2/Ω	R_3/Ω	R_4/Ω	R_5/Ω
给定值							
实测值	—	—					

表 2-2 各处电流、电压测量结果

U_{S1} 和 U_{S2} 共同作用	I_1/A	I_2/A	I_3/A	U_1/V	U_2/V	U_3/V	U_4/V	U_5/V
测量值								
验证值								
U_{S1} 作用	I'_1/A	I'_2/A	I'_3/A	U'_1/V	U'_2/V	U'_3/V	U'_4/V	U'_5/V
测量值								
U_{S2} 作用	I''_1/A	I''_2/A	I''_3/A	U''_1/V	U''_2/V	U''_3/V	U''_4/V	U''_5/V
测量值								

六、注意事项

(1) 在实验操作中，始终注意直流稳压源不得短路，保证它处于电源工作状态（即只能输出功率）。

(2) 若用指针式电流表进行测量时，要识别电流插头所接电流表的“+”、“-”极性，根据电压、电流的实际方向及时正确地变换仪表接头的极性。倘若不换接极性，则电流

表指针可能反偏（电流为负值时），此时必须调换电流表极性，重新测量，此时指针正偏，但读得的电流值必须冠以负号。

七、思考题

(1) 根据所得的数据计算：

1) U_{S1} 、 U_{S2} 各自输出的功率及二者输出的总功率。

2) R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 各自吸收的功率并进行比较。对比较结果有何分析？

(2) 根据基尔霍夫定律和叠加定律，应用测量所得数据，论证回答下列问题：

1) 将图 2-1 中的 U_{S1} 极性反接，则 I_1 、 I_2 、 I_5 将各为多少安？

2) 将图 2-1 中的 U_{S2} 极性反接，则 I_1 、 I_2 、 I_5 将各为多少安？

3) 将图 2-1 中的 U_{S1} 和 U_{S2} 都反接，则 I_1 、 I_2 、 I_5 将各为多少安？

(3) 实验中，若用指针式万用表直流毫安挡测各支路电流，什么情况下可能出现毫安表指针反偏，应如何处理，在记录数据时应注意什么？若用直流数字毫安表进行测量，则会有什么显示呢？

实验三 戴维南定理——有源二端网络等效参数的测定

一、实验目的

- (1) 验证戴维南定理的正确性，加深对该定理的理解。
- (2) 学习有源二端网络等效参数的测量方法。
- (3) 通过实验证明负载上获得最大功率的条件。

二、实验设备

- | | |
|------------------------|-------|
| (1) 直流电压表、直流毫安表 | 各 1 块 |
| (2) 恒压源（双路 0 ~ 30V 可调） | 1 台 |
| (3) 恒源流（0 ~ 200mA 可调） | 1 台 |
| (4) 可变电阻箱 | 1 个 |
| (5) 实验电路板 | 1 块 |

三、实验原理与说明

1. 戴维南定理

戴维南定理指出：任何一个有源二端网络（如图 3-1a 所示），总可以用一个电压源 U_s 和一个电阻 R_s 串联组成的实际电压源来代替（如图 3-1b 所示），其中，电压源 U_s 等于这个有源二端网络的开路电压 U_{oc} （如图 3-1c 所示），内阻 R_s 等于该网络中所有独立电源均置零（电压源短接，电流源开路）后的等效电阻 R_o （如图 3-1d 所示）。

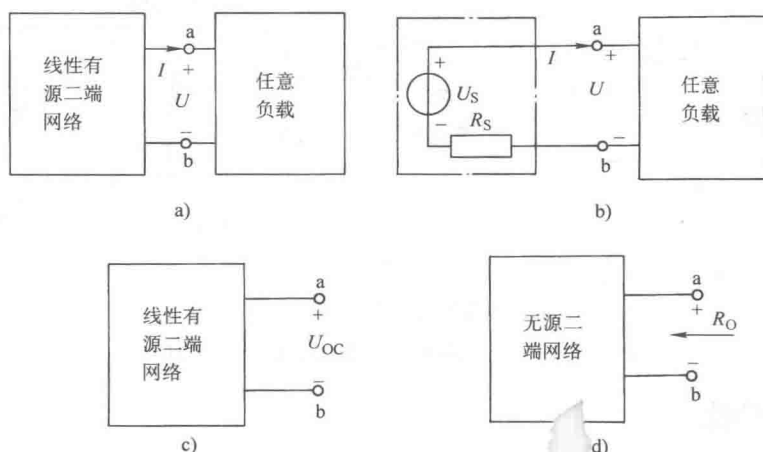


图 3-1 戴维南等效电路原理

U_s 、 R_s 称为有源二端网络的等效参数。

2. 有源二端网络等效参数的测量方法

(1) 开路电压 U_{oc} 的测量

方法一 当入端等效内阻 R_s 和电压表内阻 R_V 相比可以忽略不计时，可以直接用电压表测量开路电压。

方法二 在测量具有高内阻有源二端网络的开路电压时，用电压表进行直接测量会造成较大的误差。为了消除电压表内阻的影响，往往采用零示测量法，如图 3-2 所示。零示法测量原理是用一低内阻的恒压源与被测有源二端网络进行比较，当恒压源的输出电压与有源二端网络的开路电压相等时，电压表的读数将为“0”，然后将电路断开，测量此时恒压源的输出电压 U ，即为被测有源二端网络的开路电压。

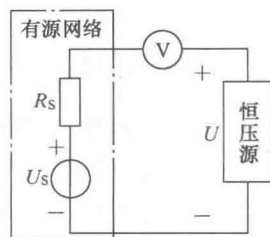


图 3-2 零示法测内阻

本实验采用方法一。

(2) 有源二端网络入端内阻 R_s 的测量

方法一 伏安法

将网络内所有电压源的电压及电流源的电流均设为零，在两端网络端钮 a、b 处施加一个已知电压 U ，测出端钮 a、b 处的电流 I 后，则入端电阻 $R_s = U/I$ ，如图 3-3a 所示。

方法二 开路电压、短路电流法

在有源二端网络输出端开路时，用电压表直接测其输出端的开路电压 U_{oc} ，然后再将其输出端短路，测其短路电流 I_{sc} ，其入端内阻 $R_s = U_{oc}/I_{sc}$ ，如图 3-3b 所示。

若有源二端网络的内阻值很低时，则不宜测其短路电流。

方法三 半电压法

如图 3-3c 所示，当负载电压为被测网络开路电压 U_{oc} 的一半时，负载电阻 R_L 的大小（由电阻箱的读数确定）即为被测有源二端网络的等效内阻 R_s 数值。

本实验采用方法二。

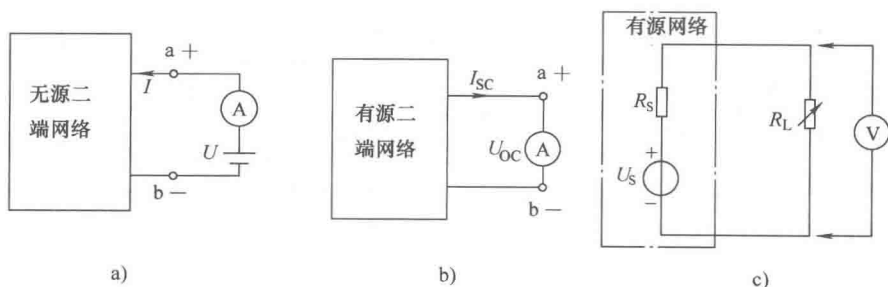


图 3-3 测量 R_s 的方法

a) 伏安法 b) 开路电压、短路电流法 c) 半电压法

四、实验步骤

1. 测量有源二端网络的等效参数

被测有源二端网络如图 3-4 所示，接入稳压源 $U_s = 12V$ 和恒流源 $I_s = 20mA$ 。

开关 S_1 打到向上位置，开关 S_2 打到“断”位置，测 A、B 两点的电压即为 U_{oc} ；开关

S_1 打到向下位置, 开关 S_2 仍然打到“断”位置, 将电流表的插头插入电流插孔 C 处, 可测得短路电流 I_{SC} 。 $R_S = U_{OC}/I_{SC}$, 计算 R_S 并填入表 3-1 中。

2. 负载实验

按表 3-2 的要求, 在实验箱上选择相应数值的电阻作为 R_L , 分别接入 A、B 处 (开关 S_2 仍然打到“断”位置), 测量其电流 (从插孔 C 处测量) 以及 R_L 两端电压, 即测量有源二端网络的外特性, 填入表 3-2 中。

3. 验证戴维南定理

将电阻箱的阻值调整为等效电阻 R_S 值, 将直流稳压电源调整为开路电压 U_{OC} 值, 仍将实验箱上相应数值的电阻作为 R_L 分别接入, 即按照图 3-5 接线, 仿照步骤 2 测量, 对戴维南定理进行验证, 填入表 3-3 中。

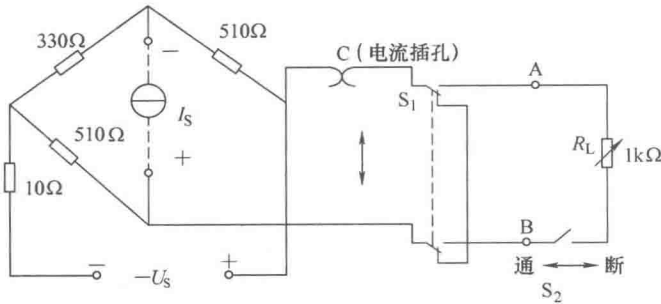


图 3-4 实验电路图

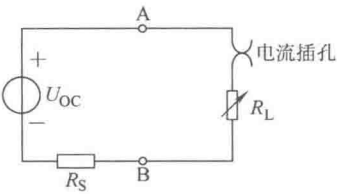


图 3-5 组成等效电路

五、实验结果与数据

表 3-1 有源二端网络等效参数的测量

U_{OC}/V	I_{SC}/mA	$R_S = U_{OC}/I_{SC}$

表 3-2 测量有源二端网络的外特性

R_L/Ω	U/V	I/mA
1000		

表 3-3 验证戴维南定理

R_L/Ω	U/V	I/mA	
1000			

六、注意事项

- (1) 测量时, 注意电流表量程的更换。
- (2) 改接线路时, 要关掉电源。