

普通高等教育“十三五”规划教材

电工与电子技术 实验教程

桑 林 邳志刚 主编



化学工业出版社

普通高等教育“十三五”规划教材

电工与电子技术 实验教程

桑 林 邳志刚 主编



化学工业出版社

北京

本书是根据高等学校工科基础课电工、电子技术等基础教材编写大纲的意见编写的,适用于电类专业的电路、模拟电子技术、数字电子技术与非电专业的电工学等相关课程的电工电子实验教学。本书从工程应用实际出发,教材的编写体现了理论与实践的紧密结合,每章增设的知识背景介绍,既加深了对理论的理解,又提高了运用理论的能力,很好地辅助了实验教学环节。

本书在实验内容上进行改革,把实验分成三个层次,即验证性实验、技术性实验和综合设计性实验,并增加了选做实验内容。本书涵盖了电工技术、模拟电子技术和数字电子技术的基本实验项目,内容新颖、全面,突出了综合性、实用性和先进性。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验教程/桑林,邳志刚主编. —北京:
化学工业出版社, 2016. 2
普通高等教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-122-26278-3

I. ①电… II. ①桑…②邳… 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-33
②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 027852 号

责任编辑: 贾 彬 马 波
责任校对: 王素芹

文字编辑: 颜克俭
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装: 三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张11 字数276千字 2016年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

主 编 桑 林 邳志刚

副 主 编 师 楠 曲海成 王 锴

主 审 付家才

编写人员 (按姓氏笔画排序)

王 锴 付 强 师 楠 曲海成

李 娜 李俊峰 邳志刚 桑 林

前言

本书是根据高等学校工科基础课电工、电子技术等基础教材编写大纲的意见,结合笔者多年教学、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、新技术所编写的。既可作为电类专业的电路、模拟电子技术、数字电子技术与非电专业的电工学等课程的实验指导书,也可作为独立的电工与电子技术实验课程的教材。

随着电工与电子技术的发展,电工与电子技术实验课的作用日益重要。为了使电工与电子技术实验课程更契合应用实际,我们增加相应原理的背景应用知识,并适当增加了实验原理部分的篇幅,使电工与电子技术理论基础比较薄弱的学生也能尽快掌握电工与电子技术实验的有关内容。同时,为了满足新形势下的基础理论扎实、实践能力强的人才培养目标,也为了满足学生自身对能力提高的要求,进一步提高实验课程的教学质量,强化学生的动手能力、分析问题和解决问题的能力,培养学生的创新思维,本书在实验内容上进行了改革,把实验分为三个层次,即验证性实验、技术性实验和综合设计性实验。其中验证性实验是让学生通过实验的方法再现实验原理,从而更深刻的理解课程内容;技术性实验是通过实验的方法让学生掌握电子设备的使用技术,提高学生的动手能力;综合设计性实验主要培养学生综合运用各种知识的能力和创意思维。

本书由桑林、邓志刚任主编,师楠、曲海成、王锴任副主编。其中实验一、二、六、九、十、三十一由哈尔滨学院王锴编写,实验三、十一、十四、十六、十七、十九由黑龙江科技大学桑林编写,实验四、五、十二、十三、十五、三十三由黑龙江科技大学师楠编写,实验十八、二十三、二十八、二十九、三十二由黑龙江科技大学邓志刚、辽宁工程技术大学曲海成编写,实验八、二十二、二十四、二十六由黑龙江科技大学桑林、付强编写,实验二十、二十五、三十由哈尔滨学院王锴、黑龙江科技大学李娜编写,实验七、二十一、二十七由黑龙江科技大学师楠、哈尔滨工业大学自控研究所李俊峰编写,全书由桑林统稿。

黑龙江科技大学省级教学名师付家才教授仔细审阅了全稿,提出了许多宝贵意见和建议,黑龙江科技大学省级实验教学示范中心主任、校教学名师徐文娟教授全程指导了编写工作,在此衷心感谢两位教授。同时,本书也是黑龙江省高等教育教学改革工程项目《基于示范中心内涵建设的基础实验教学改革的研究与实践》的部分研究成果。

由于笔者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

2015年10月

目录

实验一	基尔霍夫定律与叠加原理的验证	1
实验二	戴维宁定理——有源二端网络等效参数的测定	6
实验三	等效网络变换条件的测定	11
实验四	电压源与电流源的等效变换	14
实验五	RC 一阶电路响应测试	20
实验六	电工仪表的使用与测量误差的计算	24
实验七	电路元件伏安特性的测绘	29
实验八	减小仪表测量误差的方法	35
实验九	电位、电压的测定及电路电位图的测绘	40
实验十	最大功率传输条件的测定	44
实验十一	三相电路电压、电流的测量	48
实验十二	交流串联电路的研究	58
实验十三	功率因数及相序的测量	63
实验十四	示波器与信号发生器的使用	67
实验十五	晶体管放大器电压放大倍数的测量	74
实验十六	场效应管放大器参数测试	80
实验十七	集成逻辑电路的连接和驱动	85
实验十八	正弦稳态交流电路的相量分析	90
实验十九	异步电动机继电器接触控制	96
实验二十	LED 照明控制电路的设计	102
实验二十一	SSI 组合逻辑电路的设计与测试	105
实验二十二	四人表决器的设计	110
实验二十三	常用电子元器件的识别与应用	114
实验二十四	电流表、电压表的设计及量程扩展	120
实验二十五	RC 选频网络特性测试	125
实验二十六	二阶动态电路响应测试	130
实验二十七	R、L、C 元件阻抗特性的测定	133
实验二十八	指针式欧姆表的设计与测试	138
实验二十九	射极跟随器参数的测定	142

实验三十 温度检测及反馈控制电路.....	147
实验三十一 TTL 集成逻辑门的逻辑功能测试	153
实验三十二 CMOS 集成逻辑门的逻辑功能测试	159
实验三十三 移位寄存器及其应用.....	163
参考文献.....	168

实验一 基尔霍夫定律与叠加原理的验证

一、背景知识

基尔霍夫定律是电路理论中最基本也是最重要的定律之一。它概括了电路中电流和电压所遵循的基本规律,包括基尔霍夫电流定律(KCL)和基尔霍夫电压定律(KVL)。它既可以用于对直流电路的分析,也可以用于对交流电路的分析,还可以用于对含有电子元件的非线性电路的分析。运用基尔霍夫定律进行电路分析时,仅与电路的连接方式有关,而与构成该电路的元器件具有什么样的性质无关,因此它是分析和计算较为复杂电路的基础。这个定律是由德国物理学家 G. R. 基尔霍夫(Gustav Robert Kirchhoff, 1824~1887)于 1845 年提出的。

19 世纪 40 年代,由于电气技术发展十分迅速,电路变得越来越复杂。某些电路呈现出网络特性,并且网络中还存在着一些由 3 条或 3 条以上支路形成的交点(节点)。这种复杂电路不是由串、并联电路的计算公式所能解决的,刚从德国哥尼斯堡大学毕业,年仅 21 岁的基尔霍夫在他的第一篇论文中提出了适用于这种网络状电路计算的定律,即著名的基尔霍夫定律。该定律能够迅速地求解任何复杂电路,从而成功地解决了这个阻碍电气技术发展的难题。后来他又研究了电路中电的流动和分布,从而阐明了电路中两点间的电势差和静电学的电势这两个物理量在量纲和单位上的一致,使基尔霍夫定律具有更广泛的意义。直到现在,基尔霍夫定律仍旧是解决复杂电路问题的重要工具,因此基尔霍夫被人们称为“电路求解大师”。

基尔霍夫定律是建立在电荷守恒定律、欧姆定律及电压环路定理的基础之上的,在稳恒电流条件下严格成立。当基尔霍夫方程组联合使用时,可迅速计算出电路中各支路的电流值。由于似稳电流(低频交流电)具有的电磁波长远大于电路的几何尺度,所以它在电路中每一瞬间的电流与电压均能在足够好的程度上满足基尔霍夫定律,因此基尔霍夫定律的应用范围亦可扩展到交流电路的分析和计算之中。

叠加原理也是电路分析与计算时经常用到的一个原理,在使用时需要特别注意以下几点。

- (1) 叠加原理只能用于计算线性电路(即电路中的元件均为线性元件)的支路电流或电压(不能直接进行功率的叠加计算,因为功率与电压或电流是平方关系,而不是线性关系)。
- (2) 电压源不作用时应视为短路,电流源不作用时应视为断路;电路中的所有线性元件(包括电阻、电感和电容)都不予更改变动,受控源则要保留在电路中。
- (3) 使用叠加原理时还要注意电流或电压的参考方向,正确选取各分量的正负号。

二、实验原理

基尔霍夫定律是电路的基本定律。测量某电路的各支路电流及每个元件两端的电压,应

分别能满足基尔霍夫电流定律（KCL）和电压定律（KVL）。即对电路中的任一个节点而言，应有 $\sum I=0$ ；对任何一个闭合回路而言，应有 $\sum U=0$ 。

运用上述定律时必须注意各支路或闭合回路中电流的正方向，此方向可预先任意设定。

如图 1-1 所示，对于集总电路的任一节点，在任一时刻流入该节点的电流之和等于流出该节点的电流之和，即 $i_1=i_2+i_3+i_4$ 。

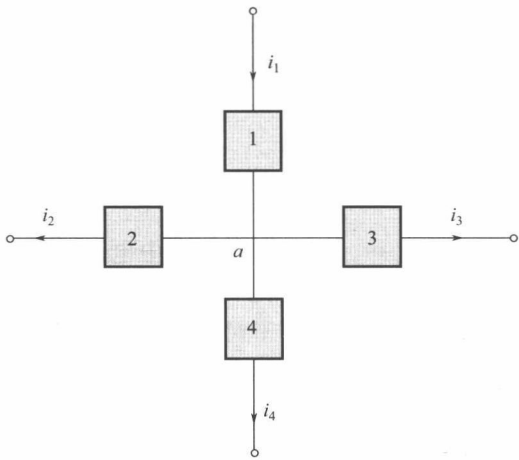


图 1-1 基尔霍夫电流定律

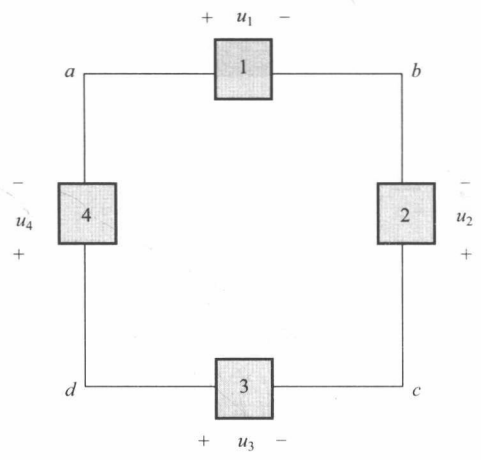


图 1-2 基尔霍夫电压定律

如图 1-2 所示，对于任何集总电路中的任一回路，在任一瞬间，沿回路的各支路电压的代数和为零。从 a 点开始按顺时针方向（也可按逆时针方向）绕行一周，有 $u_1-u_2-u_3+u_4=0$ 。

叠加原理指出，在由多个独立源共同作用下的线性电路中，通过每一个元件的电流或其两端的电压，可以看成是由每一个独立源单独作用时在该元件上所产生的电流或电压的代数和。线性电路的齐次性是指当激励信号（某独立源的值）增加或减小 K 倍时，电路的响应（即在电路中各电阻元件上所建立的电流和电压值）也将增加或减小 K 倍。叠加性是线性电路的基本性质，叠加定理是反映线性电路特性的重要定理，是线性网络电路分析中普遍适用的重要原理，在电路理论上占有重要的地位。

三、实验目的

- (1) 验证基尔霍夫定律的正确性，加深对该定律的理解。
- (2) 明确在理论计算与实际问题分析中该定律所发挥的作用。
- (3) 验证线性电路叠加原理的正确性，从而加深对线性电路叠加性和齐次性的认识和理解。
- (4) 学会用电流插头、插座测量各支路电流。

四、实验设备

见表 1-1。

表 1-1 实验设备

序号	名称	型号与规格	数量
1	直流可调稳压电源	0~30V	二路

续表

序号	名称	型号与规格	数量
2	万用表		1
3	直流数字电压表	0~200V	1
4	电位、电压测定实验电路板		1

五、实验内容

1. 基尔霍夫定律的验证

(1) 实验前先设定 3 条支路和 3 个闭合回路的电流正方向。图 1-3(a) 中的 I_1 、 I_2 、 I_3 的方向已设定。3 个闭合回路的电流正方向可设为 ADEFA、BADCB 和 FBCEF。

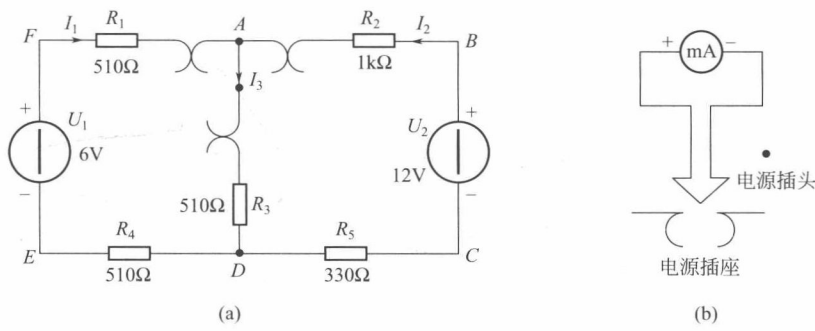


图 1-3 基尔霍夫电流定律实验电路

- (2) 分别将两路直流稳压源接入电路，令 $U_1=6V$ ， $U_2=12V$ 。
- (3) 熟悉电流插头的结构，将电流插头的两端接至数字毫安表的“+、-”两端，如图 1-3(b) 所示。
- (4) 将电流插头分别插入 3 条支路的 3 个电流插座中，读出并记录电流值于表 1-2。
- (5) 用直流数字电压表分别测量两路电源及电阻元件上的电压值，数据记入表 1-2。

2. 叠加原理的验证

- (1) 将图 1-4 叠加原理实验电路中两路稳压源的输出分别调节为 12V 和 6V，接入 U_1 和 U_2 处。
- (2) 令 U_1 电源单独作用（将开关 K_1 投向 U_1 侧，开关 K_2 投向短路侧）。用直流数字电压表和毫安表（接电流插头）测量各电阻元件两端的电压及各支路电流，数据记入表 1-3 中。
- (3) 令 U_2 电源单独作用（将开关 K_1 投向短路侧，开关 K_2 投向 U_2 侧），重复实验步骤 (2) 的测量和记录，数据记入表 1-3 中。
- (4) 令 U_1 和 U_2 共同作用（开关 K_1 和 K_2 分别投向 U_1 和 U_2 侧），重复实验步骤 (2) 的测量和记录，数据记入表 1-3 中。
- (5) 将 U_2 的数值调至 +12V，重复实验步骤 (3) 的测量和记录，数据记入表 1-3 中。
- (6) 将 R_5 （330Ω）换成二极管 1N4007（即将开关 K_3 投向二极管 1N4007 侧），重复 (1)~(5) 的测量过程，数据记入表 1-4 中。

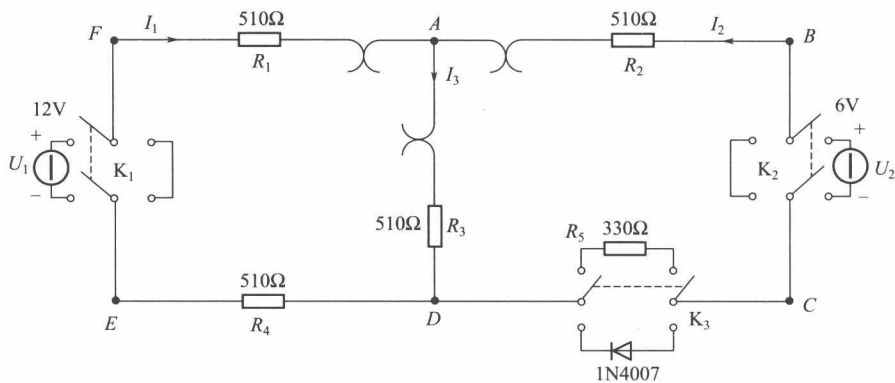


图 1-4 叠加原理实验电路

六、实验注意事项

- (1) 所有需要测量的电压值，均以电压表测量的读数为准。 U_1 、 U_2 也需测量，不应取电源本身的显示值。
- (2) 防止稳压电源两个输出端碰线短路。
- (3) 用指针式电压表或电流表测量电压或电流时，如果仪表指针反偏，则必须调换仪表极性，重新测量。此时指针正偏，可读得电压或电流值。若用数显电压表或电流表测量，则可直接读出电压或电流值。但应注意，所读得的电压或电流值的正、负号应根据设定的电流参考方向来判断。

七、实验思考题

- (1) 根据图 1-3 的电路参数，计算出待测的电流 I_1 、 I_2 、 I_3 和各电阻上的电压值，记入表 1-2 中，以便实验测量时，可正确地选定毫安表和电压表的量程。
- (2) 实验中，若用指针式万用表直流毫安挡测各支路电流，在什么情况下可能出现指针反偏，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时，则会如何显示？

八、实验报告

- (1) 根据实验数据，选定图 1-3 中节点 A，验证 KCL 的正确性。
- (2) 根据实验数据，选定实验电路中的任一个闭合回路，验证 KVL 的正确性。
- (3) 将支路和闭合回路的电流方向重新设定，重复 (1)、(2) 两项验证。
- (4) 误差原因分析。
- (5) 心得体会及其他。

九、实验数据

见表 1-2～表 1-4。

表 1-2 基尔霍夫定律的验证实验数据

测量项目	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_1/V	U_2/V	U_{FA}/V	U_{AB}/V	U_{AD}/V	U_{CD}/V	U_{DE}/V
计算值										

续表

测量项目	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	U_1/V	U_2/V	U_{FA}/V	U_{AB}/V	U_{AD}/V	U_{CD}/V	U_{DE}/V
测量值										
相对误差										

表 1-3 叠加原理实验数据（一）

测量项目 实验内容	U_1 /V	U_2 /V	I_1 /mA	I_2 /mA	I_3 /mA	U_{AB} /V	U_{CD} /V	U_{AD} /V	U_{DE} /V	U_{FA} /V
U_1 单独作用										
U_2 单独作用										
$U_1、U_2$ 共同作用										
$2U_2$ 单独作用										

表 1-4 叠加原理实验数据（二）

测量项目 实验内容	U_1 /V	U_2 /V	I_1 /mA	I_2 /mA	I_3 /mA	U_{AB} /V	U_{CD} /V	U_{AD} /V	U_{DE} /V	U_{FA} V
U_1 单独作用										
U_2 单独作用										
$U_1、U_2$ 共同作用										
$2U_2$ 单独作用										

实验二 戴维宁定理——有源二端网络等效参数的测定

一、背景知识

在实际工程中,电路的结构形式往往是多种多样的,对于简单的单回路电路或者能够通过串、并联的方法简化为单回路的电路,一般可以利用基尔霍夫定律和欧姆定律来对其进行计算,而对于某些不能化简为单回路电路的复杂电路,戴维宁定理的使用往往能起到简化计算的作用。戴维宁定理又称等效电压源定理或者等效发电机定理,它在复杂电路分析与计算问题中起着举足轻重的作用。一般来说,在只需要求解某一复杂电路中的某一条支路上的相关量时,应用戴维宁定理求解比利用其他办法求解更为简便,其具体的求解过程是先将复杂的线性二端网络等效为一个实际的电压源,然后接上待求的外电路并进行计算,以实现将复杂电路变换为简单电路进行求解的目的。此外,戴维宁定理还可以用在含有受控源的有源二端网络的计算中,这时其定理内容是一个含有受控源的有源二端网络可以用一个等效电压源来替代。等效电压源的电动势等于该有源二端网络的开路电压,等效电阻等于该有源二端网络的输入电阻。所谓输入电阻就是把有源二端网络中的独立电压源视为短路,独立电流源视为开路,并且保留其全部电阻,需要注意的是由于受控源不能独立存在,所以应予以保留,然后计算二端网络的两个端点间的等效电阻。

在实际的工程应用中,戴维宁定理的开路短路法是一种最简单、最迅速的测量手段和计算方法。这种方法需要先测量有源二端网络的开路电压 U_{OC} ,再测量该有源二端网络的短路电流 I_{SC} ,则等效电阻 $R_0 = \frac{U_{OC}}{I_{SC}}$ 。当电路为正弦交流电路时,戴维宁定理的等效复阻抗量值依然可以采用开路短路法求解,具体求解方法与直流电路时的求解方法相同,但是戴维宁等效复阻抗的相位确定则需要另外增补一个以电阻 R_1 为负载、小电容 C 作补充的实验电路,测量负载电阻 R_1 上的电压 U ,以及该电路的开路电压 U_{OC} ,测量流过负载电阻 R_1 上的电流 I ,采用相量图和数学上的余弦定理就可以确定等效复阻抗的相位,具体的计算公式为

$$\cos\theta_i = (U_{OC}^2 - U^2 - |Z_i|^2 I^2) / (2|Z_i|UI) \quad (2-1)$$

如果还需要判断等效复阻抗是感性负载还是容性负载,则需要连接上一个电容 C ,观察负载电阻 R_1 上的电压 U ,若该电压微增则等效复阻抗是感性负载,若该电压微减则等效复阻抗是容性负载。

二、实验原理

(一) 戴维宁定理

任何一个线性含源网络,如果仅研究其中一条支路的电压和电流,则可将电路的其余部分看作是一个有源二端网络(或称为含源一端口网络)。

戴维宁定理指出,任何一个线性有源网络,总可以用一个电压源与一个电阻的串联来等效代替,此电压源的电动势 U_S 等于这个有源二端网络的开路电压 U_{OC} ,其等效内阻 R_0 等于该网络中所有独立源均置零(理想电压源视为短接,理想电流源视为开路)时的等效电阻。

$U_{OC}(U_s)$ 和 R_0 或者 $I_{SC}(I_s)$ 和 R_0 称为有源二端网络的等效参数。

(二) 有源二端网络等效参数的测量方法

1. 开路电压、短路电流法测 R_0

在有源二端网络输出端开路时,用电压表直接测量其输出端的开路电压 U_{OC} ,然后再将其输出端短路,用电流表测其短路电流 I_{SC} ,则等效内阻为

$$R_0 = \frac{U_{OC}}{I_{SC}} \quad (2-2)$$

如果二端网络的内阻很小,将其输出端口短路则易损坏其内部元件,因此不宜用此法。

2. 伏安法测 R_0

用电压表、电流表测出有源二端网络的外特性曲线,如图 2-1 所示。根据外特性曲线求出斜率 $\tan\varphi$,则内阻用如下公式计算。

$$R_0 = \tan\varphi = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{U_{OC}}{I_{SC}} \quad (2-3)$$

也可以先测量开路电压 U_{OC} ,再测量电流为额定值 I_N 时的输出端电压值 U_N ,则内阻为

$$R_0 = \frac{U_{OC} - U_N}{I_N} \quad (2-4)$$

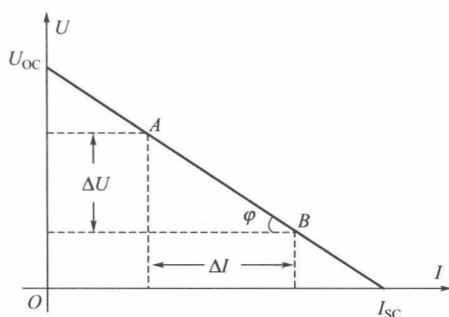


图 2-1 外特性曲线

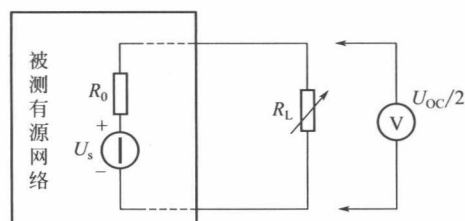


图 2-2 有源二端网络

3. 半电压法测 R_0

如图 2-2 所示,当负载电压为被测网络开路电压的一半时,负载电阻(由电阻箱的读数确定)即为被测有源二端网络的等效内阻值。

4. 零示法测 U_{OC}

在测量具有高内阻有源二端网络的开路电压时,用电压表直接测量会造成较大的误差。为了消除电压表内阻的影响,往往采用零示法测量,如图 2-3 所示。

零示法测量原理是用一低内阻的稳压电源与被测有源二端网络进行比较,当稳压电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,测量此时稳压电源的输出电压,即为被测有源二端网络的开路电压。

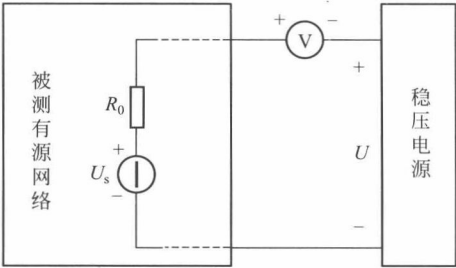


图 2-3 零示法测量

三、实验目的

- (1) 验证戴维宁定理的正确性，加深对该定理的理解。
- (2) 在理论计算与实际分析中会应用该定律解决问题。
- (3) 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

四、实验设备

见表 2-1。

表 2-1 实验设备

序号	名称	型号与规格	数量
1	可调直流稳压电源	0~30V	1
2	可调直流恒流源	0~500mA	1
3	直流数字电压表	0~300V	1
4	直流数字毫安表	0~500mA	1
5	万用表		1
6	可调电阻箱	0~99999.9Ω	1
7	电位器	1kΩ/2W	1
8	戴维宁定理实验电路板		1

五、实验内容

被测有源二端网络如图 2-4(a)，即 HE-12 挂箱中“戴维宁定理/诺顿定理”线路。

- (1) 用开路电压、短路电流法测定戴维宁等效电路的 U_{OC} 和 R_0 。在图 2-4(a) 中，接入稳压电源 $U_s=12V$ 和恒流源 $I_s=10mA$ ，不接入 R_L ，分别测定 U_{OC} 和 I_{SC} ，记入表 2-2 中，并计算出 R_0 。测 U_{OC} 时，不接入毫安表。
- (2) 负载实验。按图 2-4(a) 接入 R_L 。改变 R_L 阻值，测量不同端电压下的电流值，记入表 2-3 中，并据此画出有源二端网络的外特性曲线。
- (3) 验证戴维宁定理。从电阻箱上取得按步骤 (1) 所得的等效电阻 R_0 之值，然后令其与直流稳压电源 [调到步骤 (1) 时所测得的开路电压 U_{OC} 之值] 相串联，如图 2-4(b) 所示，仿照步骤 (2) 测其外特性，对戴维宁定理进行验证。实验数据记入表 2-4 中。

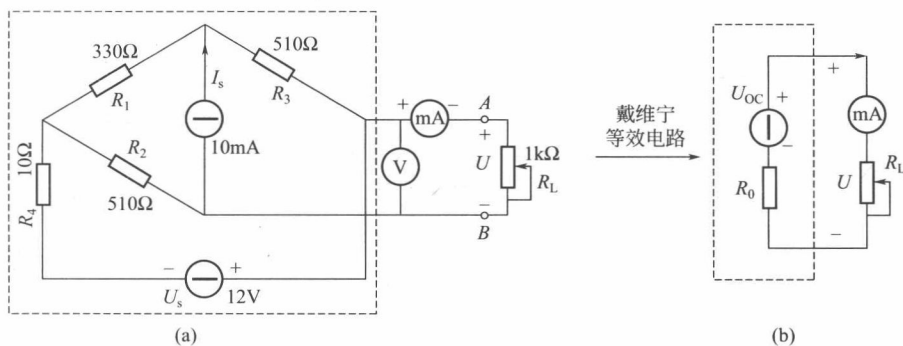


图 2-4 戴维宁定理

(4) 有源二端网络等效电阻（又称入端电阻）的直接测量法，如图 2-4(a)，将被测有源网络内的所有独立源置零（去掉电流源 I_s 和电压源 U_s ，并在原电压源所接的两点用一根短路导线相连），然后用伏安法或者直接用万用表的欧姆挡去测定负载 R_L 开路时 A、B 两点间的电阻，此即为被测网络的等效内阻 R_0 ，或称网络的入端电阻 R_i 。

(5) 用半电压法和零示法测量被测网络的等效内阻 R_0 及其开路电压 U_{OC} ，线路及数据表格自拟。

六、实验注意事项

- (1) 测量时应注意电流表量程的更换。
- (2) 在实验步骤 (4) 中，电压源置零时不可将稳压源短接。
- (3) 用万用表直接测 R_0 时，网络内的独立源必须先置零，以免损坏万用表。其次，欧姆挡必须经调零后再进行测量。
- (4) 用零示法测量 U_{OC} 时，应先将稳压电源的输出调至接近于 U_{OC} ，再按图 2-3 测量。
- (5) 改接线路时，要关掉电源。

七、实验思考题

- (1) 在求戴维宁等效电路时，做短路实验，测 I_{SC} 的条件是什么？在本实验中可否直接做负载短路实验？请实验前对线路图 [图 2-4(a)] 预先做好计算，以便调整实验线路及测量时可准确地选取电表的量程。
- (2) 说明测有源二端网络开路电压及等效内阻的几种方法，并比较其优缺点。

八、实验报告

- (1) 根据实验步骤 (2) 和 (3)，分别绘出曲线，验证戴维宁定理的正确性，并分析产生误差的原因。
- (2) 根据实验步骤 (1)、(4)、(5) 各种方法测得的 U_{OC} 、 R_0 与预习时电路计算的结果做比较，你能得出什么结论？
- (3) 归纳、总结实验结果。
- (4) 心得体会及其他。

九、实验数据

见表 2-2~表 2-4。

表 2-2 开路电压、短路电流法实验数据

U_{oc}/V	I_{sc}/mA	$R_0=U_{oc}/I_{sc} \quad / \Omega$

表 2-3 负载实验数据

U/V									
I/mA									

表 2-4 验证戴维宁定理实验数据

U/V									
I/mA									