

电工电子实验指导书

DIANGONG DIANZI SHIYAN ZHIDAOSHU

主编 刘艳 王荣 陈杰



南京大学出版社

电工电子实验指导书

主 编 刘 艳 王 荣 陈 杰



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验指导书 / 刘艳, 王荣, 陈杰主编. —
南京: 南京大学出版社, 2014. 9
ISBN 978-7-305-13924-6

I. ①电… II. ①刘… ②王… ③陈… III. ①电工技
术—实验—高等学校—教学参考资料②电子技术—实验—
高等学校—教学参考资料 IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 198483 号

出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
出 版 人 金鑫荣

书 名 电工电子实验指导书
编 者 刘 艳 王 荣 陈 杰
责任编辑 耿士祥 蔡文彬 编辑热线 025-83686531

照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 宜兴市盛世文化印刷有限公司
开 本 787×960 1/16 印张 11 字数 192 千
版 次 2014 年 9 月第 1 版 2014 年 9 月第 1 次印刷
ISBN 978-7-305-13924-6
定 价 24.00 元

网址: <http://www.njupco.com>
官方微博: <http://weibo.com/njupco>
官方微信号: njupress
销售咨询热线: (025) 83594756

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

前 言

加强大学生实践能力和创新精神的培养,是高校深化教育教学改革、大力提高教育质量的中心环节。“电路分析”、“电工学”、“电工电子学”等课程都是相关专业非常重要的基础课程,其实践部分在课程教学中占有很大的比重,历来很受重视。因此为适应培养应用型本科人才的要求,结合我校电工电子系列课程与近年来的实验教学改革实践,我们编写了《电工电子实验指导书》。

本书是与电路、电工学、电工电子学等相关课程的配套实验指导书,适用范围广,可满足不同专业不同层次的教学要求。本书共三十三个实验,主要包括两大部分:电工实验 23 个,电子实验 10 个,内容丰富,包含原有的基础性实验,每部分都增加了设计性实验和综合性实验。基础性实验主要是与理论教学内容相对应的验证性原理实验,对每个实验原理作了详细的说明。设计性、综合性实验是在教学基本要求的基础上提高和扩展的内容,具有实用性、先进性和综合性,可扩大学生的知识面。其内容的选择既实现对学生基本技能的训练,又体现创新能力的培养,还符合教学的先进性、实用性。本书力求做到内容丰富,取材得当,先进实用。使用本书除了满足教学的基本要求,必将有利于提高学生综合应用电气电子技术的能力。

本书稿由刘艳、王荣、陈杰等共同完成,全书由刘艳统稿。其中电工部分:实验一至实验十三由刘艳完成;实验十六至实验二十一由陈杰完成;实验十四、实验十五、实验二十二、实验二十三由江苏伯乐达变压器有限公司封春波、刘卫东完成。电子部分:实验二十四至实验三十三由王荣完成。在编写本教材过程中,参考了一些优秀实验教材,在此对这些参考书的作者表示感谢!同时在编写过程中得到了电气教研室和电子教研室很多同仁的宝贵意见,一并表示感谢。

由于水平有限,书中的缺陷和疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

目 录

电工电子实验概述.....	1
---------------	---

电工实验

实验一 基尔霍夫定律和叠加原理的验证.....	4
实验二 戴维南定理的验证.....	8
实验三 受控源特性测试实验	13
实验四 一阶 RC 电路的研究	18
实验五 电感线圈参数的测定	24
实验六 互感电路	27
实验七 RLC 串联谐振电路的研究	33
实验八 感性电路功率因数的提高	36
实验九 三相交流电路电流、电压的测量.....	41
实验十 三相电路相序及功率的测量	45
实验十一 回转器	51
实验十二 负阻抗变换器	55
实验十三 双端口网络实验	60
实验十四 单相变压器参数特性测试	66
实验十五 三相变压器实验	74
实验十六 三相异步电动机的使用	80
实验十七 三相异步电动机的参数测定	85
实验十八 三相异步电动机的工作特性测试	91
实验十九 直流并励电动机的特性测试	97

实验二十	三相异步电动机直接起动和正反转控制	102
实验二十一	三相异步电动机 Y- Δ 降压起动	106
实验二十二	三相异步电动机的顺序控制	109
实验二十三	三相异步电动机能耗制动控制	113

电子实验

实验二十四	常用电子器件的认识与测量	116
实验二十五	常用电子仪器的使用	122
实验二十六	晶体管共射极单管放大器的研究	129
实验二十七	集成运算放大器	135
实验二十八	直流稳压电源	140
实验二十九	基本门电路逻辑功能的测试	143
实验三十	组合逻辑电路	149
实验三十一	计数-译码显示电路	152
实验三十二	555 时基电路及其应用	156
实验三十三	集成电路多种计数器综合应用	160
附录	安全用电知识	165
参考文献		169

电工电子实验概述

一、实验的目的和要求

实验是电工电子课程重要的实践性教学环节,实验的目的不仅要巩固和加深理解所学的知识,更重要的是要训练实验技能,学会独立进行实验,树立工程实际观点和严谨的科学作风。

1. 通过实验,巩固、加深和丰富电路理论知识。
2. 学习正确使用电流表、电压表、变阻器等常用仪表和设备,并熟练掌握毫伏表、直流稳压电源、函数信号发生器、示波器等常用电子仪器的操作方法。
3. 学习查阅手册,对常用的电子元器件具有使用的基本知识,掌握一些基本的电子测试技术。
4. 能按电路图正确接线和查线。
5. 能准确读取实验数据,观察实验现象,测绘波形曲线。
6. 能整理分析实验数据,独立写出内容完整的、条理清楚的、整洁的实验报告。
7. 培养实事求是、严肃认真、细致踏实的科学作风和独立工作的能力。

二、实验前的准备工作

1. 认真预习实验指导书及教材中的有关部分,通过预习,充分了解本次实验的目的、原理、步骤和仪器的使用方法,并将实验目的、基本原理、实验电路、实验数据填写的表格写画在实验报告上。

2. 进入实验室后,要熟悉电工电子综合实验台实验装置的结构及电源配备情况,选中本实验所用电源及接通电源时各开关动作顺序。按指导书所列仪器清单,挑选所用实验电路板及测量仪表单元板,检查所用其他仪器设备是否齐全和符合实验要求。

三、实验操作过程

1. 根据实验电路图,连接实验电路。导线的长短和两端接头种类的选择要合适,连接导线应尽可能少用,并力求简捷、清楚,尽量避免导线间的交叉。接头要插紧,每个接线柱上最好不要多于两个插头。

2. 一般应先接串联电路,后接并联回路;或先接主电路,后接辅助电路,最后接通电源电路。

3. 任何负载应先经过开关和保险才能和电源连接,并根据负载电流的大小选择保险丝。

4. 线路接好后,先由同组同学做好复查工作,再经教师检查,方可接通电源。

5. 实验过程中如需改变接线,必须先切断电源,待改完线路并再次进行检查后,方可接通电源继续进行实验。

6. 为避免电路过渡过程冲击电流表和功率表电流线圈而损坏仪表,一般电流表和功率表电流线圈并不接死在电路中,而是通过电流测量插口来代替它。这样既可以保护仪表不受意外损坏,并且可以提高仪表的得用率。

四、实验总结与报告

一律用学校规定的实验报告纸认真书写实验报告。实验报告的具体内容如下:

1. 实验目的。

2. 实验原理电路图及主要仪器设备的型号规格。

3. 课前完成的预习内容:包括指导书所要求的理论计算、回答问题、设计记录表格等。

4. 实验数据及处理:根据实验原始记录整理实验数据,并按指导书要求加以必要处理。

5. 实验总结:完成指导书要求的总结、问题讨论及心得体会,如有曲线应用坐标纸作出。

五、实验规则

1. 严禁带电接线、拆线或改接线路。
2. 接线完毕后,要认真复查,确信无误后,经教师同意,方可接通电源进行实验。
3. 实验过程中如果发生事故,应立即关断电源,保持现场,报告指导教师。
4. 实验完毕后,先由本人检查实验数据是否符合要求,然后再请教师检查,经教师认可后才可拆线,并将实验器材整理好。
5. 室内仪器设备不准任意调换,非本次实验所用的仪器设备,未经教师允许不得动用。没有弄懂仪表、仪器及设备的使用方法前,不得贸然使用。若损坏仪器设备,必须立即报告教师,作书面检查,责任事故要酌情赔偿。
6. 实验要严肃认真,保持安静、整洁的学习环境。

六、实验过程中注意事项

1. 实验课时认真听取指导老师讲解仪器仪表的使用方法及注意事项,对实验台加倍爱护。这样既能保证实验课的正常开设,也培养了个人爱护公共财产的品德。
2. 取、放实验模块或元器件时要小心,以避免损坏,移动仪器设备时要轻拿轻放。电器设备应按铭牌上的规定额定值使用。使用仪表时应选择合适的量程。使用电子仪器时应阅读有关说明书,熟悉使用方法,了解各旋钮的作用。
3. 在实验过程中,应注意仪器设备的运行情况,随时注意有无异常现象。例如短路、过热、绝缘烧焦发出异味、声音不正常、电源保险熔断发出响声或合上电源而不工作等。出现上述情况时不要惊慌失措,应立即拉开总电源开关,防止事故扩大,保持现场,报告实验老师,共同分析原因,排除故障。如果实验仪器和设备损坏,应如实填写事故报告单,以便处理。
4. 不得脚踏或坐在设备上,不得用笔在仪表和实验台上写字,不得将导线和工具乱扔乱抛,也不要擅自取用其他实验台上的实验模块和实验设备。

电工实验

实验一 基尔霍夫定律和叠加原理的验证

一、实验目的

1. 验证基尔霍夫定律和叠加原理,加深对基尔霍夫定律和叠加原理的内容和适用范围的理解。
2. 掌握直流电流表的使用以及学会用电流插头、插座测量各支路电流的方法。
3. 学习检查、分析电路简单故障的能力。

二、实验原理

1. 基尔霍夫定律是集总电路的基本定律。它包括电流定律和电压定律。

基尔霍夫电流定律(KCL):在集总电路中,任何时刻,对任一节点,所有支路电流的代数和恒等于零,即

$$\sum I = 0$$

基尔霍夫电压定律(KVL):在集总电路中,任何时刻,沿任一回路内所有支路或元件电压的代数和恒等于零,即

$$\sum U = 0$$

2. 叠加原理是线性电路的一个重要定理。

如果把独立电源称为激励,由它引起的支路电压、电流称为响应,则叠加原理可简述为:在任意线性网络中,多个激励同时作用时,总的响应等于每个激励单独作用时引起的响应之和。

在实验前,必须设定电路中所有电流、电压的参考方向,其中电阻上的电压方向应与电流方向一致。

三、仪器设备

GDS-2 高级电工系统实验装置:可调直流电压源、数字式直流电流电压表、电阻箱及万用表等。

四、实验内容

1. 基尔霍夫定律

实验电路如图 1-1 所示,图中的电源 U_{S1} 用恒压源 I 路 $0 \sim +30 \text{ V}$ 可调电压输出端,并将输出电压调到 $+6 \text{ V}$, U_{S2} 用恒压源 II 路 $0 \sim +30 \text{ V}$ 可调电压输出端,并将输出电压调到 $+12 \text{ V}$ (以直流数字电压表读数为准)。

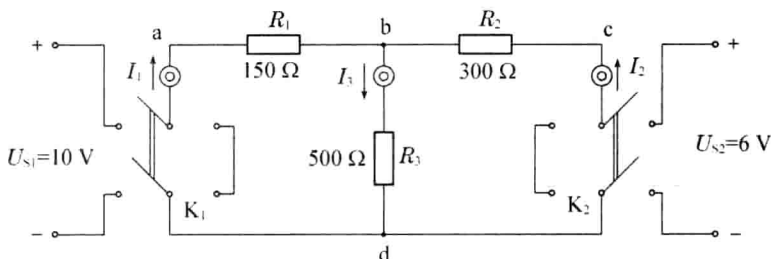


图 1-1 验证基尔霍夫定律和叠加原理的电路

实验前先设定三条支路的电流参考方向,其中 I_1 、 I_2 、 I_3 是电流插口, K_1 、 K_2 是双刀双掷开关。

(1) 先将 K_1 、 K_2 合向短路线一侧,调节稳压电源,使 $U_{S1} = 10 \text{ V}$, $U_{S2} = 6 \text{ V}$ (用直流电压表来分别测量电源的输出电压)。

表 1-1 验证基尔霍夫定律的实验数据

$I_1 \text{ (mA)}$		$I_2 \text{ (mA)}$		$I_3 \text{ (mA)}$	验证 $\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$	
					节点 b:	
$U_{ab} \text{ (V)}$	$U_{bc} \text{ (V)}$	$U_{bd} \text{ (V)}$	$U_{db} \text{ (V)}$	$U_{cd} \text{ (V)}$	验证 $\sum U = 0$	
					回路 abcda	回路 abda

(2) 将 K_1 、 K_2 合向电源一侧,按表 1-1 中给出的各参量进行测量并记录,验证基尔霍夫定律。

2. 叠加原理

实验电路如图 1-1 所示。

(1) 把 K_2 掷向短路线一侧, K_1 掷向电源一侧,使 U_{S1} 单独作用,测量各电流、电压并记录于表 1-2 中。

(2) 把 K_1 掷向短路线一侧, K_2 掷向电源一侧,使 U_{S2} 单独作用,测量各电流、电压并记录在表 1-2 中。

(3) 两电源共同作用时的数据在实验内容 1 中获取。

表 1-2 验证叠加原理的实验数据

	I_1 (mA)	I_2 (mA)	I_3 (mA)	U_{ab} (V)	U_{bc} (V)	U_{bd} (V)
U_{S1} 单独作用						
U_{S2} 单独作用						
U_{S1} 、 U_{S2} 共同作用						
验证叠加原理						

五、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,不以电源指示值为准。
2. 防止电源两端碰线短路。
3. 当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,倘若不换接极性,则电表指针可能反偏而损坏设备(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。

六、思考题

1. 在图 1-1 的电路中, b、d 两结点的电流方程是否相同? 为什么?
2. 在图 1-1 的电路中可以列几个电压方程? 它们与绕行方向有无

关系？

3. 实验中,若用指针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?应如何处理这种情况?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?

七、实验报告要求

1. 用表 1-1 和表 1-2 中实验测得数据验证基尔霍夫定律和叠加原理。
2. 据图 1-1 给定参数,计算表 1-2 中所列各项,并与实验结果进行比较。
3. 写出实验中检查、分析电路故障的方法,总结查找故障的体会。
4. 回答思考题。

实验二 戴维南定理的验证

一、实验目的

1. 验证戴维南定理,加深对戴维南定理的理解。
2. 学习线性含源一端口网络等效电路参数的测量方法。
3. 进一步学习常用直流仪器仪表的使用方法。

二、实验原理

1. 戴维南定理

任何一个线性网络,如果只研究其中一个支路的电压和电流,则可将电路的其余部分看作一个含源一端口网络。

任何一个线性含源一端口网络对外部电路的作用,可用一个等效电压源来代替,该电压源的电动势等于这个含源一端口网络的开路电压 U_{OC} ,其等效内阻 R_{eq} 等于这个含源一端口网络中各电源均为零时(电压源短接,电流源断开)无源一端口网络输入电阻,这个结论是戴维南定理,如图 2-1 所示。

如果用等效电流源来替代上述线性含源一端口网络,其等效电流等于这个含源一端口网络的短路电流 I_{SC} ,其等效内阻电导等于这个含源一端口网络各电源均为零(电压源短接,电流源断开)时所对应的无源一端口网络的输入电导,这个结论是诺顿定理,如图 2-2 所示。

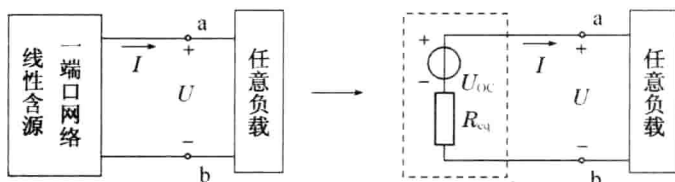


图 2-1 原电路及戴维南等效电路

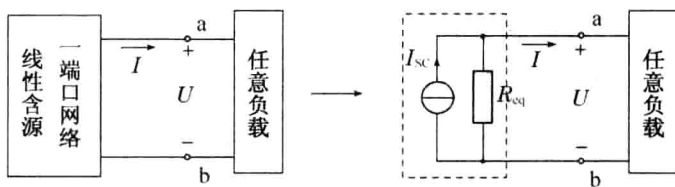


图 2-2 原电路及诺顿等效电路

2. 等效电阻 R_{eq}

对于已知的线性含源一端口网络,其入端等效电阻 R_{eq} 可以从原网络计算得出,也可以通过实验手段测出。下面介绍几种测量方法。

方法(1)开短路法

由戴维南定理和诺顿定理可知:

$$R_{eq} = \frac{U_{oc}}{I_{sc}}$$

因此,只要测出含源一端口网络的开路电压 U_{oc} 和短路电流 I_{sc} , R_{eq} 就可得出,这种方法最简便。但是,对于不允许将外部电路直接短路的网络(例如有可能因短路电流过大而损坏网络内部的器件时),不能采用此法。

方法(2)外加负载法

测出含源一端口网络的开路电压 U_{oc} 以后,在端口处接一负载电阻 R_L ,然后再测出负载电阻的端电压 U_{R_L} ,因为

$$U_{R_L} = \frac{U_{oc}}{R_{eq} + R_L} R_L$$

则入端等效电阻为

$$R_{eq} = \left(\frac{U_{oc}}{U_{R_L}} - 1 \right) R_L$$

方法(3)外加电源法

令有源一端口网络中的所有独立电源置零,然后在端口处加一给定电压 U ,测得流入端口的电流 I (如图 2-3(a)所示),则

$$R_{eq} = \frac{U}{I}$$

也可以在端口处接入电流源 I' ,测得端口电压 U' (如图 2-3(b)所示),则

$$R_{eq} = \frac{U'}{I'}$$

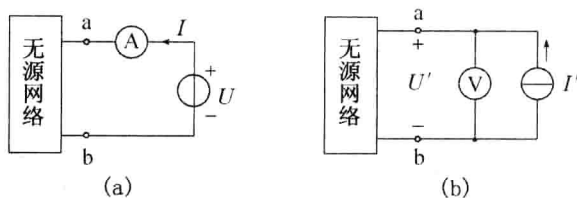


图 2-3 外加电源法测等效电阻

三、仪器设备

GDS-2 高级电工系统实验装置;可调直流电压源、数字式直流电流电压表、电阻箱及万用表等。

四、实验内容

1. 线性含源一端口网络的外特性

按图 2-4 接线,改变电阻 R_L 值,测量对应的电流和电压值,数据填在表 2-1 内。根据测量结果,求出对应于戴维南等效参数 U_{OC} , I_{SC} 。

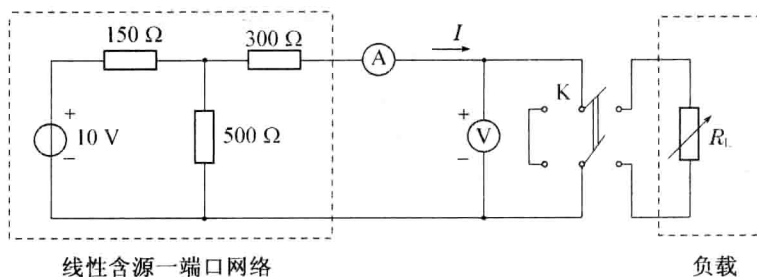


图 2-4 原电路接线图

表 2-1 线性含源一端口网络的外特性

$R_L (\Omega)$	0 短路	100	200	300	500	700	800	∞ 开路
$I (\text{mA})$								
$U (\text{V})$								

2. 求等效电阻 R_{eq}

利用实验原理中介绍的方法(3)求 R_{eq} , 并将结果填入表 2-2 中, 将图 2-4 中 10 V 电压源置零, 外加电压源, 测量端口的输入电流。测量三次, 并计算 R_{eq} , 将结果填入表 2-2 中。实验线路如图 2-5 所示。

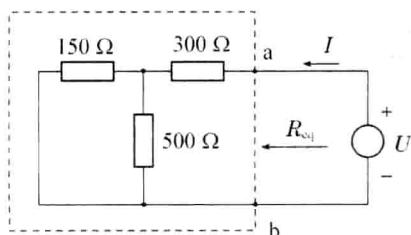


图 2-5 求等效电阻接线

表 2-2 等效电阻 R_{eq}

$U(V)$	15	12	10
$I(mA)$			
$R_{eq}(\Omega)$			
$\overline{R_{eq}}(\Omega)$			

3. 戴维南等效电路

利用图 2-4 构成戴维南等效电路如图 2-6 所示, 其中 U_{oc} 和 R_{eq} 的值由实验内容 1 和 2 获得。测量其外特性 $U=f(I)$, 将数据填在表 2-3 中。

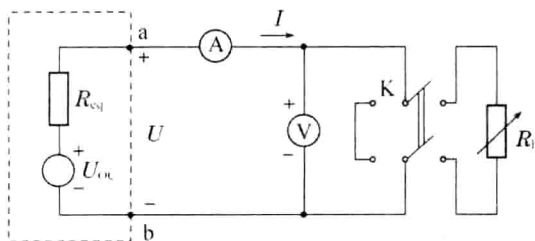


图 2-6 戴维南等效电路图