



高等职业教育“十二五”规划教材

DIANGONG DIANZI SHIYAN ZHIDAO SHU

电工电子 实验指导书

程珍珍◎主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

高等职业教育“十二五”规划教材

电工电子实验指导书

主 编 程珍珍

副主编 马卫超 苏运蓉

 **北京理工大学出版社**

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书是北京理工大学出版社所出版的,由刘耀元主编的《电工电子技术(第2版)》的配套教材。

本书把电工电子技术的实验环节内容与教材习题详细解题过程合编为一体,形成精品课程建设的一体化教材。全篇分三大部分内容:第一部分是实验指导内容,包括验证性实验、基本操作实验、综合性实验及设计性实验,大部分实验是教学过程必须达到的基本操作技能和能力;第二部分是教材各章(共16章)课后习题的详细解题过程,主要目的是培养学生的解题能力,同时也为学生自主学习提供参考,是学生学习过程中的重要资料;第三部分是常见电子器件识别与性能介绍、常用仪器仪表的使用。

本书可作为《电工电子技术(第2版)》的实验与习题解答学习指导书,也可作为同类教材的实验指导书及自学考试辅导书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验指导书/程珍珍主编. —北京:北京理工大学出版社,2015.9
ISBN 978-7-5682-1347-9

I. ①电… II. ①程… 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(2015)第229375号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京九州迅驰传媒文化有限公司

开 本/710毫米×1000毫米 1/16

印 张/11.5

字 数/215千字

版 次/2015年9月第1版 2015年9月第1次印刷

印 数/1~500册

定 价/22.00元

责任编辑/赵 岩

责任校对/周瑞红

责任印制/边心超

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

Preface

为配合当前高等职业教育的不断深化改革，要求大幅度提高大学生的实践能力，尤其是提高自学能力与创新能力，结合高等职业院校的电工电子实验设备，本书根据《电工电子技术》课程的基本要求，编写了包括电工技术、模拟电子技术、数字电子技术三部分实验和教材各章节课后习题的详细解题过程，可满足理工科高等职业院校相关专业（如机电、数控等）对电类知识的需求及自学《电工电子技术》的要求。

实验教学部分能满足《电工电子技术》课程实验的基本要求。每个实验都明确包含了实验目的、实验原理说明、实验设备与器材、实验内容与步骤、实验注意事项、预习与思考题和实验报告要求。内容注重对学生实验技能、基本设计思想的训练，并通过新技术、新知识的应用，对实验现象的观测，实验数据的采集、计算处理和误差分析，以及对实验结果的可靠程度和存在的问题进行有效地分析和正确地判断。习题详解部分以教材《电工电子技术》全部 16 章习题详细解题过程为内容，具有习题数量多、由浅入深、紧扣教学内容的特点，以是否会解题来检测学习效果。

指导老师不一定墨守各实验的方法、步骤等，宜随时融入自己的教学成果，进而优化或更新。在解题方法上部分习题有多种方法，宜多种方法融合在一起，使学生灵活掌握。

本书由程珍珍担任主编，马卫超、苏运蓉担任副主编，本实验技能指导书电工实验部分由苏运蓉编写，模拟电子部分由马卫超编写，数字电子部分由程珍珍编写完成。

由于编者水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

Contents 目录

第一篇 实验指导部分

实验一	万用表的使用	(2)
实验二	基尔霍夫定律与叠加原理	(5)
实验三	验证戴维南定理	(8)
实验四	单相交流电路	(11)
实验五	三相交流电路	(14)
实验六	三相异步电动机继电-接触器控制	(18)
实验七	常用电子仪器仪表的使用	(22)
实验八	单管交流电压放大电路	(26)
实验九	集成运算放大器的线性应用	(30)
实验十	二极管整流及并联稳压电路	(34)
实验十一	集成功放电路及其应用	(37)
实验十二	门电路功能测试	(40)
实验十三	组合逻辑电路的设计	(45)
实验十四	译码器与数据选择器	(49)
实验十五	触发器	(53)
实验十六	555 定时电路及应用	(59)
实验十七	智力抢答器	(63)
实验十八	节日彩灯控制电路设计 (综合性设计)	(66)

第二篇 教材参考解答

第一章	直流电路	(70)
第二章	交流电路	(81)
第三章	电路的暂态过程	(89)
第四章	电工测量与工厂输配电和安全用电	(93)
第五章	电磁铁与变压器	(94)
第六章	电动机及其基本控制系统	(97)
第七章	可编程控制器	(103)
第八章	常用晶体管	(108)
第九章	基本放大电路	(112)
第十章	运算放大电路	(121)
第十一章	电源电路	(129)
第十二章	数字电路基础	(132)
第十三章	组合逻辑电路	(138)
第十四章	时序逻辑电路	(146)
第十五章	脉冲的产生和变换电路	(153)
第十六章	模-数与数-模转换	(156)

附 录

附录 I	常用电子器件	(160)
附录 II	常用仪器、仪表使用	(165)

第一篇

实验指导部分

- 实验一 万用表的使用
- 实验二 基尔霍夫定律与叠加原理
- 实验三 验证戴维南定理
- 实验四 单相交流电路
- 实验五 三相交流电路
- 实验六 异步电动机的继电—接触器控制
- 实验七 常用电子仪器仪表的使用
- 实验八 单管交流电压放大电路
- 实验九 集成运算放大器的线性应用
- 实验十 二极管整流及并联稳压电路
- 实验十一 集成功放电路及其应用
- 实验十二 门电路功能测试
- 实验十三 组合逻辑电路的设计
- 实验十四 译码器与数据选择器
- 实验十五 触发器
- 实验十六 555 定时电路及应用
- 实验十七 智力抢答器
- 实验十八 节日彩灯控制电路设计（综合性设计）



实验一 万用表的使用

一、实验目的

- (1) 掌握万用表的基本原理，学会用万用表测量交、直流电压，直流电流和电阻的方法。
- (2) 掌握学生电源调节及使用方法。

二、实验原理说明（参见附录 I）

本实验用 MF-500 型万用表系多量程万用表，可以测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻、电容等参数。使用时要注意电压表应并联在被测电路两端，电流表应串联在被测电路中（具体内容参见附录 I）。

三、实验设备与器材

- (1) 万用表（MF-500 型）；
- (2) 学生电源；
- (3) 标准电阻箱。

四、实验内容与步骤

实验操作前的准备工作：首先应熟悉万用表的测量原理，灵敏度、准确度、刻度线与读数方法，两旋钮的配合使用，两表笔的接法，以及主要注意事项（如 A 和 Ω 挡不能测电压）等；其次，应熟悉测量点的选择，以及仪器的使用方法。

1. 电阻的测量

正确选用万用表 Ω 量程，将两表笔短接调 Ω 挡零点。再用万用表进行测量。如图 1-1-1 所示，测量数据填入表 1-1-1 中。

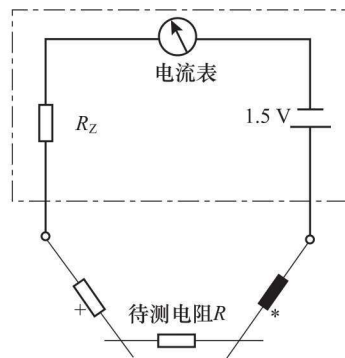


图 1-1-1 欧姆挡测量电阻等效电路

表 1-1-1

电阻挡倍率	$R \times 1$	$R \times 10$	$R \times 1$	$R \times 10$
测量电阻值				

2. 电压的测量

(1) 交流电压的测量

了解电工实验台上的电源开关、插座等布置情况。用万用表的交流电压挡测量三相四线插座的输出电压，填入表 1-1-2 中。

表 1-1-2

测量值 量程	线 电 压 (V)			相 电 压 (V)		
	U_{AB}	U_{CA}	U_{BC}	U_{AN}	U_{BN}	U_{CN}
500V						
250V						

(2) 直流电压的测量

正确选择万用表 V 量程，再对学生电源的直流输出按表 1-1-3 进行调节，并进行测量，测量数据记入表 1-1-3 中。

表 1-1-3

被测值 量程 (V)	2	5	8	10	12	15	18	20
50V								
10V								

3. 直流电流的测量

正确选用万用表 A 量程，改变电源电压，将万用表串入电路中，测量其电流。测量数据记入表 1-1-4 中，负载 $R_L = 480\Omega$ 。

表 1-1-4

已知电压值 (V)	6	8	10	12
测量电流值 (A)				

五、实验注意事项

- (1) 在使用万用表时，注意红黑表笔的正负极。
- (2) 在测量电压和电流时，若未知被测值，量程应选择最大挡位。



六、预习与思考题

- (1) 总结万用表的使用方法及注意事项。
- (2) 在用万用表测量较大电阻值时，用两手将表笔和被测电阻握在一起，发现测量值很不准确，这是为什么？

七、实验报告要求

- (1) 完成实验表格中必须测量的数据。
- (2) 根据所测量的数据，判断其准确性，分析其误差来源。

实验二 基尔霍夫定律与叠加原理

一、实验目的

- (1) 验证基尔霍夫定律与叠加原理的正确性，加深理解电路中电流、电压的参考方向。
- (2) 学会正确使用双路输出直流稳压电源、电流表及电压表。
- (3) 提高检查、分析电路简单故障的能力。

二、实验原理说明

基尔霍夫定律是电路理论中最基本的定律之一，它概括了电路中的电压、电流分别遵循的基本规律。

电流定律：任意时刻流入一个节点的电流总和等于从这个节点流出的电流总和。即对于电路的任何一个节点，电流的代数和等于零，即 $\sum I_i = \sum I_o$ 。

电压定律：任意时刻沿任一回路循行一周，回路内所有支路或元件电压的代数和必定等于回路中电源电动势的代数和，即 $\sum U = \sum E$ 。

叠加原理：在线性网络中有多个独立电源同时作用时，任一支路的电流（或电压）等于各个独立电源单独作用时在该支路所产生的电流（或电压）的代数和。

三、实验设备与器材

- (1) 万用表；
- (2) 双路输出直流稳压电源；
- (3) 实验板。

四、实验内容与步骤

1. 基尔霍夫定律

基尔霍夫实验电路如图 1-2-1 所示。

(1) 按图 1-2-1 连接电路， $E=10\text{V}$ 为实验台上稳压电源的输出电压，实验中调节好后保持不变， R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 为固定电阻。实验时各支路电流及总电流用电流表测量，在接线时每条支路可串联一个电流表插口，测量电流时只要把电流表所连接的插头插入即可读数，但应注意正负极性。

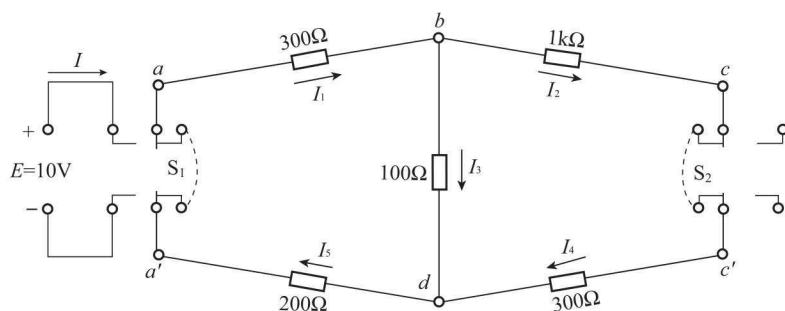


图 1-2-1 基尔霍夫实验电路图

(2) 在上述基础上, 接通电源, 用直流电流挡测量表 1-2-1 中的各值, 并将数值记入表中。

(3) 保持上述实验步骤, 用万用表直流电压挡测量各点电位, 并将数值记入表 1-2-2 中。

表 1-2-1 (电流定律)

支路电流 项 目	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	I_4/mA	I_5/mA	节点 b 代数和	节点 d 代数和
测量值							

表 1-2-2 (电压定律)

项目	测量值								
	两点间电压值					回路电压			
	U_{ab}	U_{bc}	U_{cd}	$U_{da'}$	$U_{a'a}$	E	$abcc'da'a$	$abda'a$	$bcc'db$
测量值									

2. 叠加原理

叠加原理实验电路图如图 1-2-2 所示。

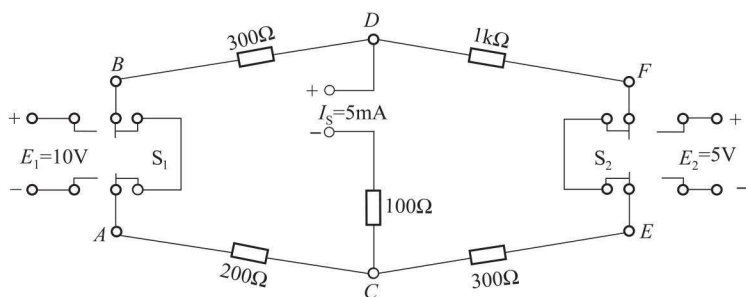


图 1-2-2 叠加原理实验电路图

- (1) 按图 1-2-2 接线, 先不加 I_s , 调节好 $E_1=10V$, $E_2=5V$ 。
- (2) S_1 接通电源, S_2 拨向短路侧, 测量各点电压, 注意测量值的符号, 数据填入表 1-2-3 中。
- (3) S_2 接通电源, S_1 拨向短路侧, 重复实验测量。
- (4) S_1, S_2 都打向短路侧, I_s 输出经电流表接至电路“+”及“-”端, 并调节至 5mA, 重复实验测量。
- (5) 将 S_1, S_2, I_s 都接至电源, 重复测量, 数据填入表 1-2-3 中。

表 1-2-3

电 压 项 目	U_{AC}	U_{CE}	U_{BD}	U_{DF}	U_{CD}
E_1 单独作用					
E_2 单独作用					
I_s 单独作用					
E_1, E_2, I_s 共同作用					
E_1 值		E_2 值		I_s 值	

五、实验注意事项

- (1) 实验前必须设定电路中所有电流、电压参考方向。
- (2) 注意仪表的正、负极性, 同时注意仪表量程的及时更换。
- (3) 电源单独作用时, 注意开关的拨动方向。

六、预习与思考题

- (1) 可选做含非线性元件的电路证明是否适用叠加原理 (如将电路中 $1k\Omega$ 电阻换成一个稳压管)。
- (2) 叠加原理能否适用于功率的叠加? 为什么?

七、实验报告要求

- (1) 写出主要实验内容、步骤, 画出电路图, 列出数据表格。
- (2) 根据基尔霍夫定律、叠加原理用电路参数计算出各支路电流及电压。
- (3) 分析产生误差的原因。



实验三 验证戴维南定理

一、实验目的

- (1) 掌握通过电源外特性的测试方法，验证戴维南定理，加深对戴维南定理的理解。
- (2) 进一步学习和掌握常用直流仪器仪表的使用方法。

二、实验原理说明

戴维南定理：任何一个有源二端网络，都可以用一个等效电压源代替，等效电压源的电动势 E 等于有源二端网络的开路电压 U_O ，其内阻 R_O 等于该有源二端网络除源（即将内部各个理想电压源用短路线代替，各个理想电流源断开）后，所得的无源二端网络的等效电阻。

三、实验设备与器材

- (1) 电压表；
- (2) 电流表；
- (3) 双路输出直流稳压电源；
- (4) 实验板；
- (5) 电阻箱。

四、实验内容与步骤

戴维南定理实验电路图如图 1-3-1 所示。

- (1) 按图 1-3-1 (a) 接线，改变负载电阻 R_L 阻值分别为 $R_{L_1} \sim R_{L_6}$ ，测量有源二端网络的外特性，将数据填入表 1-3-1 中。

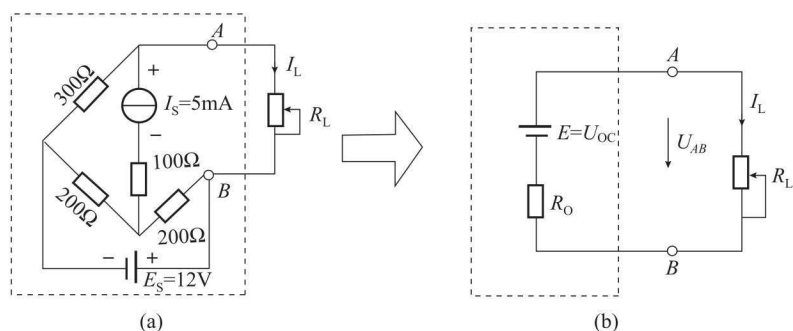


图 1-3-1 戴维南定理实验电路图

表 1-3-1

R_L (Ω)	R_{L_1}	R_{L_2}	R_{L_3}	R_{L_4}	R_{L_5}	R_{L_6}
U_{AB} (V)						
I_L (mA)						
等效电阻 $R_O = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω			开路电压 $U_{OC} = \underline{\hspace{2cm}}$ V			

(2) 测量开口电压及无源二端网络的等效电阻。

将电流源去掉（开路），电压源去掉，然后用一根导线代替（短路），再将负载电阻开路，用伏安法或直接用万用表电阻挡测量 AB 两点间的电阻 R_{AB} ，即 R_O ；直流电压挡测量 AB 两点的电压 U_{AB} ，即 U_{OC} ，将数据填入表 1-3-1 中。

(3) 测量等效电路外特性。

调节电阻箱的电阻，使其等于 R_{AB} ，然后将稳压电源输出电压调到 U_{OC} （步骤 (2) 时所得的开路电压）与 R_{AB} 串联，如图 1-3-1 (b) 所示，重复测量 U_{AB} 和 I_L 的大小，将数据填入表 1-3-2 中，并与步骤 (1) 所测得的数值进行比较，验证戴维南定理。

表 1-3-2

R_L (Ω)	R_{L_1}	R_{L_2}	R_{L_3}	R_{L_4}	R_{L_5}	R_{L_6}
U_{AB} (V)						
I_L (mA)						

五、实验注意事项

- (1) 注意电压源与电流源的正负极性。
- (2) 在测量等效外电阻时，要先把电源断开。



六、预习与思考题

- (1) 应用戴维南定理关键在于正确理解和求出_____和_____。
- (2) 求 R_0 ——负载 R_L 断开后含源二端口网络化成无源二端网络后的输入端电阻，所谓“无源”即对其中电压源_____、对电流源_____。

七、实验报告要求

- (1) 根据实验测得的 U_{AB} 和 I_L 数据，分别绘出曲线，验证它们的等效性，并分析误差原因。
- (2) 如何用实验方法求取戴维南定理等效电源 E 及等效电阻 R_0 ?

实验四 单相交流电路

一、实验目的

- (1) 熟悉交流电路的主要特点，交流串联电路中总电压与分电压的关系、并联电路中总电流与各支路电流的关系。
- (2) 了解日光灯电路的工作原理及日光灯的接线，学会使用交流电压表、电流表、功率表。
- (3) 加深理解功率因数的概念及提高功率因数的方法。

二、实验原理说明

日光灯电路的组成及其工作原理如下。

(1) 组成

日光灯又称荧光灯，由灯管、镇流器和起辉器三部分组成，电路如图 1-4-1 所示。

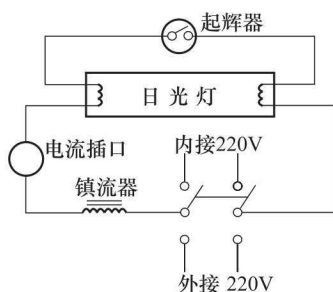


图 1-4-1 单相交流电实验电路图

灯管由玻璃管组成，内壁涂有荧光粉，管内充有氙、氩、氖等惰性气体和水银蒸气，两端有灯丝，灯丝上涂有一种或多种耐热的碳酸盐电子粉成为氧化物阴极，以供热电子发射。

镇流器是一个具有铁心的电感线圈。在日光灯启动时，由它产生很大的感应电动势使管灯点燃，在灯管正常工作后起限制电流的作用。

起辉器是一个充有氙气的玻璃泡，并装有两个电极，一个是静触片，另一个是用