

DIANGONG DIANZI
SHIYAN ZHIDAO >>

电工电子实验指导

刘继超 赵 燕 主编



化学工业出版社

DIANGONG DIAI
SHIYAN ZHIDAO

电工电子实验指导

刘继超 赵 燕 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

应用型电类专业人才必须具备能跟踪新技术发展的良好专业素质、熟练的专业技能和突出的实践能力。对于学生的这种专业素质、技能与能力的培养,必须建立一套科学有效的理论与实验教学体系,大力加强学生实践动手能力的训练,其中包括实验基地和实验教材的建设。

本书是参照电工电子基础实验教学大纲的要求,结合应用型电类专业人才的培养目标而编写的。书中内容主要体现了在培养学生基本实验技能的同时,特别注重对学生的电路设计与综合应用能力和主动开发能力的启发与培养,旨在全面提高学生的专业素质和创新能力。本书适用于开设电路原理、电工电子学、模拟电子技术和数字电子技术等课程的电类及非电类相关专业。

该书既保持了每个实验的独立性,又保证了整个系统的统一性和完整性。每个实验可以单独开课,且各实验之间又相互联系,本着由浅入深、由基础到应用、由单元到系统的原则,内容力求浅显易懂,便于操作。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验指导/刘继超,赵燕主编. —北京:化学工业出版社,2014.7

ISBN 978-7-122-20623-7

I. ①电… II. ①刘… ②赵… 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-33 ②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 093714 号

责任编辑:宋薇

装帧设计:张辉

责任校对:李爽

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:三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张7 字数221千字

2014年9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:21.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着电子信息行业的飞速发展,新技术、新器件如雨后春笋般不断涌现,电类专业的电工电子基础实验也迫切需要改革。如何在电工电子基础实验教学中突出实验课程独立的教学体系,如何突破实验知识理论验证,如何强化实验培养学生动手能力、创新意识和工程实践能力,如何提高实验课程的教学效率,都是编者在从事电工电子基础实验课程教学过程中不断思考和探索的问题。本书是编者在近几年教学改革实践的基础上,对原开设的电路原理基础实验、电工电子学基础实验、模拟电子技术基础实验和数字电子技术基础实验课程内容进行的优化整合,突出了操作性、设计性和应用性。

本书主要包括电工实验和电子实验两部分内容。书中列举的实验内容较多,各院校可根据实际学时多少和专业类别的不同要求,筛选使用。

本书由刘继超和赵燕主编并统稿,参加编写的还有张伟娟、王菊、李昆、刘林生、云彩霞、白彦霞、李丽芬、张秋菊、宋晓华、陈晓芳。

电工电子基础实验是电类专业课程的基石,其教学改革任重道远,由于编者的水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者
2014.6

目 录

概 述	1
-----------	---

第一部分 电工实验

强电实验	4
实验一 认识实验	4
实验二 叠加定理	7
实验三 戴维南定理	11
实验四 一阶动态电路的研究	14
实验五 单相交流电路实验（一）	20
实验六 单相交流电路实验（二）	26
实验七 RLC 串联谐振电路实验	33
实验八 三相交流电路实验	35
实验九 电动机的继电接触控制	40

弱电实验	45
实验十 基本运算电路	45
实验十一 单相整流滤波及并联稳压电路	53
实验十二 门电路的逻辑功能测试	56

第二部分 电子实验

模拟电路实验	62
实验一 常用电子仪器的使用	62
实验二 基本共射放大器	67

实验三	RC 耦合两级放大器的研究	72
实验四	差分式直流放大电路	76
实验五	负反馈放大器的研究	81
实验六	集成运算放大器的线性运用	85
实验七	文氏桥 RC 正弦波振荡器	94
实验八	集成运算放大器的非线性应用	97
实验九	直流稳压电源	101
数字电路实验		107
实验一	TTL 与非门的参数及电压传输特性的测试	107
实验二	组合逻辑电路的设计	114
实验三	译码器及其应用	118
实验四	触发器	121
实验五	寄存器	129
实验六	计数器的设计	134
实验七	RC 环形多谐振荡器和单稳态触发器	141
实验八	555 定时器的应用	150
实验九	脉冲发生器和计数、译码驱动、显示综合实验	162
实验十	抢答器	167
附 录		170
附录一	THGE-1 型电工电子综合实验装置	170
附录二	MES-1 型现代电工电子实验系统	175
附录三	YB1700 系列直流稳压电源	178
附录四	TFG6000 系列 DDS 函数信号发生器	180
附录五	YB1602 型函数信号发生器	185
附录六	GOS-6021 型双通道示波器	190
附录七	YB43020B 型双通示波器	200
附录八	THD-1 型数字电路实验箱	204
附录九	THM-3 型模拟电路实验箱	207
附录十	UT39A 型数字式万用表	211
附录十一	YB2172B 型数字交流毫伏表	213
附录十二	色环电阻与电容	215
参考文献		217

概 述

本书包含“电工实验”和“电子实验”两部分，“电工实验”是配合电路原理理论课开设的实验课，设课目的是：巩固和加深理解所学的理论知识；掌握实验研究的基本技能；提高分析问题和解决问题的能力；培养科学、严谨的实验态度，养成良好的操作习惯，为后续课程的学习及科学研究打下坚实的基础。

“电子实验”是一门独立设课的实验，设课目的是培养学生电子电路的实验研究能力、理论联系实际的能力和实事求是、严谨的科学作风。电子技术实验的基本要求是：

1. 正确使用常用的电子仪器，如数字万用表、直流稳压电源、双踪示波器、函数信号发生器以及交流毫伏表等。
2. 掌握基本的测试技术，如测量电压或电流的有效值、峰值、频率、相位、脉冲波形参数和电子电路的主要技术指标。
3. 具有查阅电子器件手册的能力。
4. 能根据技术要求选用合适的元器件，设计常用的小系统，并进行组装与调试。
5. 初步具有分析、寻找和排除电子电路中常见故障的能力。
6. 初步具有正确处理实验数据，分析误差的能力。
7. 能独立写出严谨的、有理论分析的、实事求是、文理通顺、字迹端正的实验报告。

实验规则

1. 实验前要认真预习，弄清每个实验的原理及每一实验步骤的意图。设计性实验必须按要求写出预习报告。

2. 应在规定的时间内完成实验内容。实验中要认真、严肃, 仔细观察记录。实验结果须经指导教师签字后方可离开。

3. 保持实验室安静、卫生, 不准喧闹、抽烟、吐痰等。未经指导教师许可, 不准乱拿别组的工具及非该次实验的物品; 实验结束后, 应将仪器等物整理如初。

4. 按时参加实验, 无特殊原因不准请假, 不予补课。实验开始后迟到 10 分钟以上者, 取消该次实验资格。

安全须知

电路原理实验是接触强电的实验, 在非潮湿场所, 通过人体的电流在 50mA 以下, 电压在 36V 以下称为安全电压。电子技术实验是弱电实验。实验中必须严格遵守操作规程, 确保人机安全。

1. 在非安全电压场合, 双手不要触及导线裸露的金属部分; 实验线路必须仔细检查, 经指导教师确认无误后方可通电。

2. 必须遵守“先接线后通电, 先断电后拆线”的操作顺序。

3. 实验中, 每次改变接线前都应关闭电源。

4. 当发生烧断保险、冒烟等严重现象时, 应首先关断电源, 保持现场并立即报告指导教师。

5. 使用仪器要严格遵守操作规程, 如有损坏应及时报告, 找出原因, 并吸取教训和按规定赔偿。

实验报告要求

一人一份。下次实验时交本次实验的报告。除每个实验有具体要求外, 实验报告还应包括以下内容:

1. 实验名称和日期。

2. 实验目的。

3. 实验原理。

4. 实验内容及简明步骤。

5. 数据处理及分析。

6. 解答思考题。

7. 设计性实验应附上预习报告。

8. 必须附有经指导教师签字的原始数据记录表。

第一部分

电工实验

强电实验

- 实验一 认识实验
- 实验二 叠加定理
- 实验三 戴维南定理
- 实验四 一阶动态电路的研究
- 实验五 单相交流电路实验 (一)
- 实验六 单相交流电路实验 (二)
- 实验七 RLC 串联谐振电路实验
- 实验八 三相交流电路实验
- 实验九 电动机的继电接触控制

弱电实验

- 实验十 基本运算电路
- 实验十一 单相整流滤波及并联稳压电路
- 实验十二 门电路的逻辑功能测试

强电实验

实验一 认识实验

实验预习要求

1. 复习欧姆定律和基尔霍夫定律。
2. 计算图 1-2 所示电路中的各支路电流和电压，并记录下来，以便实际测量时可正确选择毫安表和电压表的量程。

1.1 实验目的

1. 了解实验规则和实验注意事项。
2. 学习电工实验台和实验装置的使用。
3. 验证欧姆定律和基尔霍夫定律。

1.2 实验原理

(1) 欧姆定律。欧姆定律：在同一电路中，导体中的电流跟导体两端的电压成正比，跟导体的电阻成反比。注意，欧姆定律适用于纯电阻电路。

(2) 基尔霍夫定律。基尔霍夫定律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，所有流出节点的支路电流的代数和恒等于零。

基尔霍夫电压定律 (KVL)：在集总电路中，任何时刻，沿任一回路，所有支路电压的代数和恒等于零。

1.3 实验设备

- (1) 电路基础实验箱 (一)。

(2) 恒压源, 直流电压表, 直流毫安表和直流安培表。

(3) 直流电流线 1 根, 直流导线若干。

1.4 实验内容

1.4.1 THGE-1 型电工电子教学实验台的使用

THGE-1 型电工电子教学实验台具体使用说明见附录一。

1.4.2 验证欧姆定律

(1) 实验原理电路如图 1-1 所示。

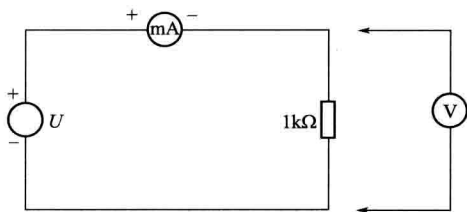


图 1-1 实验原理电路

(2) 调稳压电源, 令电阻两端的电压分别为 1V、2V、3V、4V、5V, 读取电流值, 填入表 1-1 中。

注: 电路元件两端的正负号, 表示相对电压的高低, 电位高的一端为“正”, 电位低的一端为“负”。用数字电压表测电压时, 读数为正值, 表示电压的实际方向与参考方向相同; 读数为负值, 表示电压的实际方向与参考方向相反。

表 1-1

U/V	1	2	3	4	5
I/mA					

(3) 将电路中的负载电阻换成一只 12V 的灯泡, 重复上述实验, 将结果填入表 1-2 中。

表 1-2

U/V	1	2	3	4	5
I/mA					

1.4.3 验证基尔霍夫定律

(1) 实验电路如图 1-2 所示。

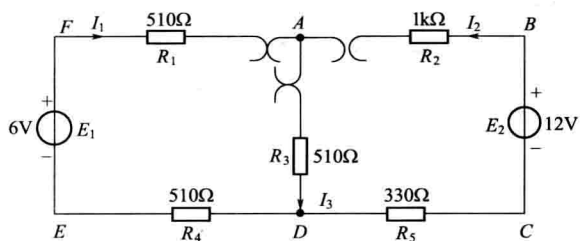


图 1-2 实验电路图

(2) 取 R_1 、 R_2 、 R_3 上电压的参考方向与其电流的参考方向相同，测量并计算下述电压、电流值，填入表 1-3 中。

表 1-3

	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA	V_{AB}/V	V_{CD}/V	V_{DE}/V	V_{FA}/V
计算值							
测量值							
相对误差							

1.5 实验注意事项

(1) 初次使用 THGE-1 型电工电子教学实验台，严格按照操作步骤操作（见附录一）。

(2) 换接线路时，必须关闭电源开关。

(3) 初次做实验，注意常识性的知识：电压表要并联在被测元件两端，电流表要串联在被测支路中；注意直流测量仪表的极性，不要接错；绝对禁止用电流表测电压。

1.6 实验思考题

欧姆定律和基尔霍夫定律应用的条件是什么？

1.7 实验报告要求

(1) 根据实验 1.4.2 的数据验证欧姆定律，用坐标纸分别画出电阻和灯泡的伏安特性曲线，并指出二者的区别。

(2) 根据实验 1.4.3 的数据，以节点 A 为例，验证基尔霍夫电

流定律 (KCL), 即 $I_1 + I_2 + I_3 = 0$ 。

(3) 根据实验 1.4.3 的数据, 以闭合回路 ABCDEFA 为例, 验证基尔霍夫电压定律 (KVL), 即: $\sum U = 0$ 。

(4) 分析误差产生的原因。

实验二 叠加定理

实验预习要求

1. 复习叠加定理。

2. 计算图 2-1 (a) 所示电路的 U_{AB} 和 I_2 的理论数值, 并记录下来, 以便实际测量时可正确选择毫安表和电压表的量程。

2.1 实验目的

(1) 通过实验加深对叠加定理的理解, 并应用定理求解实际电路的电参量。

(2) 了解叠加定理的应用场合。

(3) 掌握相关仪器、仪表的正确使用方法。

2.2 实验原理

叠加定理是指: 在线性电路中, 任一支路的电压 (或电流) 等于该电路中各个独立电源单独作用时在该支路所产生的电压 (或电流) 的代数和。

★注意:

- 该定理适用于线性电路, 不适用于非线性电路 [如含非线性元件 (二极管、三极管等) 的电路]。

- 一个独立电源单独作用时, 其余独立电源的激励均应置零, 即电压源代之以短路, 电流源代之以开路, 电路的其余结构保持不变; 受控源要保留, 但其控制变量将随激励不同而改变。

- 任一独立电源必须且只能作用一次。

- 该定理不能用于计算功率。

2.3 实验设备

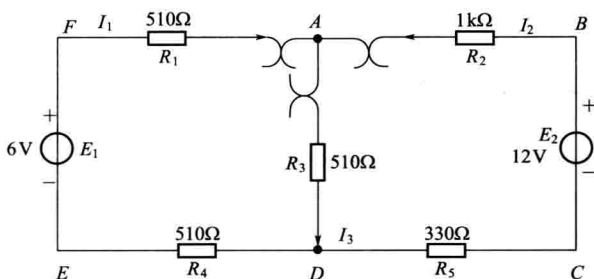
(1) 电路基础实验箱 (一)。

(2) 恒压源，直流电压表，直流毫安表和直流安培表。

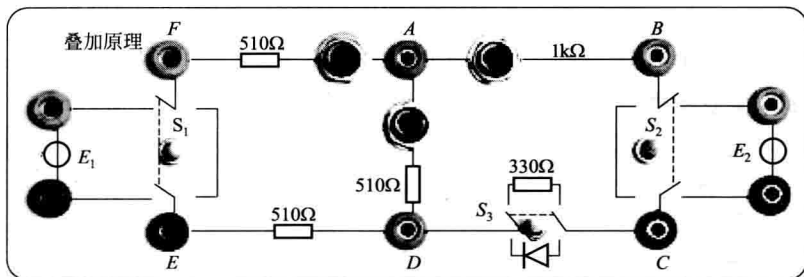
(3) 直流电流线 1 根，直流导线若干。

2.4 实验内容

(1) 实验电路图如图 2-1 (a) 所示。模块开关 S_3 投向 R_3 侧，在 U_{S1} 单独作用、 U_{S2} 单独作用、 U_{S1} 和 U_{S2} 共同作用三种情况下分别测量各路的电流和电压，将数据记入表 2-1 中。



(a) 叠加定理实验原理图



(b) 叠加定理实验模块图

图 2-1 叠加定理实验图

表 2-1

测量值 内容	E_1/V	E_2/V	U_{AD}/V	I_3/mA
E_1 作用	6	0		
E_2 作用	0	12		
共同作用	6	12		

(2) 将开关 S_3 合向下方, 将二极管接入电路中, 测量 U_{AB} 和 I_2 , 并将测量数据填入表 2-2。

表 2-2

测量值 内容	E_1/V	E_2/V	U_{AB}/V	I_2/mA
E_1 作用	6	0		
E_2 作用	0	12		
共同作用	6	12		

实验板使用说明:

① 实验电路中电阻之间的连线已在实验板背面接好。

② 恒压源 E_1 和 E_2 分别需要两根导线从外部接入, 注意红色端子接“+”极。

③ 实验板上有 3 个开关, 见图 2-1 (b), S_1 、 S_2 和 S_3 是双刀双掷开关, 如: S_1 合向左侧, 则将外部恒压源 E_1 连接到实验电路的 F 和 E 点, S_1 合向右侧时, 则 FE 经短接线短接。实验板右下方的开关 S_3 合向上方, 则将 330Ω 的电阻接入电路中, S_3 合向下方则把二极管接入电路中。

④ 将直流电压表的输入端用两根直流导线连接到实验板的被测两点 A 、 D 的插孔内, 测量 U_{AD} ; 将直流安培表或直流毫安表的输入端经专用测直流电流的插头 (见图 2-2) 插入被测支路的电流插孔内测电流。各支路电流的参考方向如图 2-1 (a) 所示。电流插孔中有一对金属片, 平时是接通的, 当电流表的插头插入电流插孔时, 两金属片分开, 电流表就被串接在电路中。这样就可以用一块电流表测量多个支路的电流, 既安全又方便。

(3) 观察图 2-3 所示电路, 有个同学认为电路中电流源 I_S 的端电压为零, 你认为对吗?

请你通过实验确定: 电流源 I_S 端电压的数值及方向; 说明电流源是释放功率还是吸收功率? 流过电压源 U_S 的电流数值及方向, 并说明是释放功率还是吸收功率? 自拟实验步骤和数据表格, 记录测量数据, 并在实验报告中进行分析。

2.5 实验注意事项

(1) 注意常识性的知识: 电压表要并联在被测元件两端, 电流表

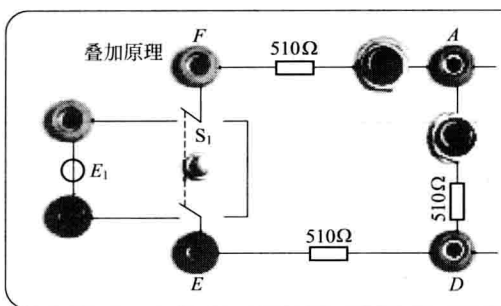
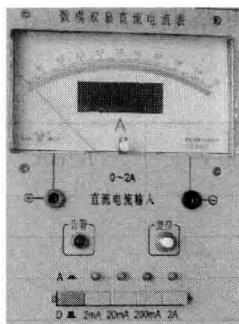


图 2-2

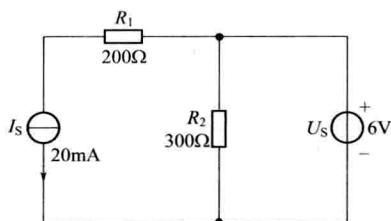


图 2-3

要串联在被测支路中；注意直流测量仪表的极性，不要接错；绝对禁止用电流表测电压。

(2) 换接线路时，必须关闭电源开关。

(3) 恒压源输出端不允许短路。

(4) 实验前先估算要测的电压、电流值，合理选择仪表的量

程，勿使仪表超量程。

(5) 在电流插头接线正确，用电流插头测量支路电流时，读数为正，说明电流方向与电路图中的参考方向一致，否则相反。

2.6 实验思考题

(1) 利用实验台上恒压源的两路输出电压，如何获得 36~42V 的电压源？要想得到 $\pm 6V$ 或 $\pm 12V$ 的正负电压源，如何接线？请在实验报告中画出接线示意图。

(2) 若用电流表测电路中某元件的端电压，会出现什么情况？若用电压表测电流会怎样？

2.7 实验报告要求

(1) 回答思考题。

(2) 根据表 2-1 测得的实验数据验证叠加定理，并与理论值进行比较，做出相应结论。

实验三 戴维南定理

实验预习要求

1. 复习戴维南定理。
2. 学习有源二端网络等效参数的测量方法。

3.1 实验目的

(1) 通过实验加深对戴维南定理的理解，并应用定理求解实际电路的电参量。

(2) 掌握测量有源二端网络等效参数的一般方法。

(3) 掌握相关仪器仪表的正确使用方法。

3.2 实验原理

(1) 戴维南定理内容。任何一个线性含源二端网络，对外电路而言，可以用一个电压源和一个电阻元件串联组成的电路来等效代替，此电压源的电压为该二端网络的开路电压 U_{OC} ，而电阻为该二端网络中所有独立源的激励均为零（受控源保留）时的端口等效电阻 R_{eq} 。

(2) 有源二端网络外特性的概念及物理意义。若一个有源二端网络用戴维南等效电路等效后，带可变负载 R_L 的电路如图 3-1 (a) 所示，则负载 R_L 的端电压 u 和电流 i 的关系为： $u = U_{OC} - iR_O$ 。

当线性负载 R_L 变化时，其端电压 u 和电流 i 的变化轨迹是一条直线，如图 3-1 (b) 所示，而负载 R_L 的两个极限值是 $R_L \rightarrow 0$ (A、B 之间短接) 时， $u=0$ ，即在 i 轴的 U_{OC}/R_O 点；而当 $R_L \rightarrow \infty$ (A、B 之间开路) 时， $i=0$ ，即 $u=U_{OC}$ 。可见，电源等效内阻越小，则负载的端电压随负载的变化而变化越缓慢，说明电压源的稳压特性越好。当电压源内阻 $R_O \rightarrow 0$ 时，负载的端电压 u 就不随负载的变化而变化，即 $u = U_{OC}$ 恒定不变，这就是理想电压源的外特性。