

高等学校规划教材

电工和电子技术 实验教程

李燕民 温照方 主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

电工和电子技术实验教程

李燕民 温照方 主编

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是与《电路和电子技术》、《电机与控制》教材相配套的实验教程,是根据多年的实验教学实践经验编写而成的。本实验教材基本涵盖了“电工和电子技术”课程的全部实验内容。

本书共分为5章,分别为:电路原理实验、模拟电路实验、数字电路实验、变压器和电动机实验、控制实验。

本书可作为高等学校非电类本科生“电工和电子技术(电工学)”课程的实验教材,或供其它相关专业选用或参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工和电子技术实验教程 / 李燕民, 温照方主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2006.3

ISBN 7-5640-0727-3

I. 电… II. ①李…②温… 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(2006)第 007187 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱 / chiefeditor@bitpress.com.cn

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京圣瑞伦印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 274 千字

版 次 / 2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月第 1 次印刷

印 数 / 1~5000 册

定 价 / 18.00 元

责任校对 / 张 宏

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题,本社负责调换

前 言

“电工和电子技术”课程是面向高等工科学学校本科生非电类专业开设的电类技术基础课。其特点是涉及知识面广，不但具有一定的基础理论，还具有很强的实践性。根据目前高等学校对学生进行全面素质教育的要求，这门课程的改革势在必行且至关重要。

几年来，我们对“电工和电子技术”课程的内容、体系、方法及手段进行了改革与实践，并取得了一定的成效。基于多年来的教学实践，尤其是近几年的教学改革和探索，我们编写了“电工和电子技术”课程使用教材《电路和电子技术》、《电机与控制》。本教材是与《电路和电子技术》、《电机与控制》教材相配套的实验教材。

电工和电子技术实验是培养本科非电类专业学生理论联系实际，掌握基本实验技能，应用“电工和电子技术”基本理论，分析、解决问题的重要实践环节，是培养学生动手能力、工程能力和创新能力的极好机会。本实验教材基本涵盖了“电工和电子技术”课程的全部实验内容，其特点如下：

(1) 保留了必要的验证性实验。这类实验的目的是通过对重要原理和定律的认知实验，加深学生对“电工和电子技术”理论的理解和掌握。

(2) 增加了综合性和设计性实验。此类实验包括模拟电路的综合设计实验、数字电路的综合设计实验及可编程序控制器的综合实验、可编程序控制器控制步进电动机实验，这些实验有利于加强学生的系统概念和综合实践能力。

(3) 增加了新技术的实验。注意将经典的电路电子基础理论与电工电子技术的最新发展相结合，在实验内容中加入了可编程序逻辑器件的实验、变频器的认识实验及直线电动机的认识实验等。

(4) 加强了基本技能的训练。在实验内容中加强了对常用电工仪表、电子仪器正确使用方法的训练，特别是将常用的仪器仪表使用贯穿于各个实验中。在教材中增加了排除实验故障的指导性内容，从而有利于培养学生独立解决实际问题的能力。

(5) 加强了综合运用所学知识能力的培养。在实验内容上既包括硬件实验也包括软件仿真实验，如在计算机上通过 Multisim 软件进行电路的设计、仿真和验证等。通过这些实验，使学生能够初步掌握常用电工和电子方面工程软件的使用，使非电类专业学生具有一定的电工电子方面的设计能力。

(6) 在实验内容上力求符合学生的认知规律，内容设置由浅入深、由简单到复杂、循序渐进，以培养学生独立的实验能力和综合运用所学知识的能力。

(7) 在内容编排上，将实验中首次用到的新仪器相关知识的附录安排在本次实验内容之后，便于学生在实验前进行预习和在实验中进行查找。在全书最后的附录中，编写了电阻的标称值系列及色标环标志方法、常用集成芯片的外引线分布图和功能表等，使本书除可作为

实验指导书之外, 对学生参与电工电子方面的实践活动也有一定的参考价值。

本书分为 5 章, 共编写了 29 个实验。第 1 章电路原理实验, 包括: 电工测量, 戴维南定理, RC 电路的暂态过程, 交流电路的频率特性, 单相交流电路, 三相交流电路; 第 2 章模拟电路实验, 包括: 电压放大电路和功率放大电路, 集成运算放大器的应用 (一), 集成运算放大器的应用 (二), 整流、滤波、稳压电路、电力电子器件及应用、模拟电路综合设计实验; 第 3 章数字电路实验, 包括: 组合逻辑电路及其应用, 触发器和移位寄存器的应用, 计数、译码、显示电路, 集成 555 定时器和晶体振荡器的应用, PLD 基本实验及综合实验, 数字电路综合设计实验; 第 4 章变压器和电动机实验, 包括: 变压器, 电容分相式单相异步电动机, 步进电动机, 交流伺服电动机, 直线异步电动机的认识实验, 直流他励电动机的认识实验; 第 5 章控制实验, 包括: 继电接触器控制电路, 可编程序控制器基本指令练习, 可编程序控制器的综合实验, 可编程序控制器控制步进电动机、变频调速器的认识实验。

本书经历了多次修改和实践, 集中了北京理工大学信息科学技术学院电工教研室全体老师的智慧, 是多年教学实践的结晶。本书编者许建华编写实验 1.1、1.2、2.4、2.5、附录 1.4、附录 A、附录 B、附录 C; 王勇编写实验 1.3、1.4、2.1.2、3.3.2、附录 E、Multisim 软件使用说明; 高玄怡编写实验 2.1.1、2.2、3.1、3.2、3.3.1、3.4、5.5、附录 2.1.1、附录 2.1.2、附录 D、附录 G; 叶勤编写实验 1.6、4.1、4.2、4.3、4.4、4.5; 吴仲编写实验 1.5、4.6、5.1、5.2、5.3、5.4、附录 F; 姜明编写实验 3.5; 李燕民编写实验 2.3、2.6、3.6。李燕民、温照方担任本书主编, 负责全书的统稿。

北京理工大学张振玲副教授对本书进行了认真地、逐字逐句的审阅, 并提出了许多宝贵的意见和建议。此外, 北京理工大学信息科学技术学院电工教研室的其他老师在本书编写过程中, 也给予了很大的帮助, 在此, 一并表示衷心的感谢!

由于我们的水平和能力有限, 加之编写时间较为仓促, 书中难免存在一些疏漏和错误之处, 恳请读者批评指正, 以便今后加以改进。

编 者

2005 年 12 月于北京

实验课须知

为了保证实验课达到预期的目的，每次实验学生应做到：

1. 实验预习

(1) 认真阅读实验指导书，了解实验的目的、内容、有关理论知识以及为达到实验目的所采取的步骤、方法和所需测量的数据。

(2) 根据实验指导书的要求，计算出实验被测数据的理论值，做到实验时心中有“数”。

(3) 实验前应写好实验预习报告，其格式可与实验报告相同。

(4) 实验前先要认真阅读有关附录，了解实验设备、仪器、仪表的性能、额定值及其使用方法。

2. 实验操作

(1) 根据实验要求连接线路后，本组同学先互相检查，经教师允许后方可接通电源。

(2) 实验进行中应正确操作，准确读取数据，测绘波形曲线，分析实验结果，达到实验目的的要求。

(3) 测试完毕后，应断开电源，但不要急于拆线。要对所测数据或曲线进行检查，判断是否正确及有无遗漏，然后请教师在预习报告上签字，经教师同意后方可拆除线路。

(4) 完成实验后应按要求整理实验台。

3. 实验总结报告

实验总结报告是由实践到认识的重要环节。学生应根据实验总结要求整理实验原始记录，在预习报告上填写实验结果数据或者绘制曲线，并按要求写出分析与总结。书写实验报告时要认真，字迹工整。

4. 实验课规则

(1) 不得无故旷课、迟到或早退。

(2) 进入实验室后应自觉遵守实验室的各项规定，服从指导教师的指导。

(3) 爱护仪器仪表、设备及工具等。如在实验中损坏仪表或设备，应立即向指导老师如实说明情况。如系违反操作规程而损坏设备，须自觉做出书面检查，教师根据情节轻重按照学校有关规定处理。

(4) 自觉维护实验室的环境卫生，不得携带任何食物，严禁大声喧哗、打闹。

5. 实验安全操作规定

进行强电实验时，必须严格遵守下述规定，违反者取消其实验资格。

(1) 未经教师允许，不得通电。

(2) 接通电源前，要告之同组同学。

(3) 经教师检查通过的实验线路，实验中不得自行拆改。实验结束拆除线路时，务必断开电源，严禁带电操作。

- (4) 接线要牢靠，避免脱线造成事故。
- (5) 实验时要严肃认真，精神集中。讨论问题时应断开电源。
- (6) 当遇到触电及其他事故时，要立即切断电源，并报告教师及时处理。
- (7) 实验过程中，如出现发热、发光、声音、气味等异常现象，应立即切断电源，并报告指导教师检查故障原因。

实验报告书写格式

实验名称_____

班级_____ 实验者 _____ 学号_____

同组人_____ 教师批阅_____

一、实验目的

二、实验仪器和设备

三、实验内容及要求

包括实验项目、实验电路图、实验数据（数据表格或测试结果、曲线）。

四、总结要求

注：实验报告应使用 16 开专用实验报告纸按上列格式正规书写。

目 录

第 1 章 电路原理实验	(1)
实验 1.1 电工测量	(1)
附录 1.1.1 EEL-DL2 型电路原理实验箱元件分布图	(6)
附录 1.1.2 UT51 数字式万用表	(7)
附录 1.1.3 C31-A 型直流电流表	(8)
附录 1.1.4 DH1718G-2 型直流稳压电源	(9)
附录 1.1.5 DF1631 型功率函数发生器	(10)
附录 1.1.6 V-212 型双踪示波器	(11)
实验 1.2 戴维南定理	(14)
实验 1.3 RC 电路的暂态过程	(17)
实验 1.3.1 硬件实验	(17)
实验 1.3.2 仿真实验	(20)
实验 1.4 交流电路的频率特性	(22)
实验 1.4.1 硬件实验	(22)
实验 1.4.2 仿真实验	(25)
附录 1.4 HG2172 型单通道交流毫伏表	(28)
实验 1.5 单相交流电路	(29)
实验 1.6 三相交流电路	(32)
第 2 章 模拟电子技术实验	(35)
实验 2.1 电压放大电路和功率放大电路	(35)
实验 2.1.1 硬件实验	(35)
实验 2.1.2 仿真实验	(39)
附录 2.1.1 TDS1002 型数字存储示波器	(43)
附录 2.1.2 DF2172A 型双通道交流毫伏表	(48)
实验 2.2 集成运算放大器的应用(一)	(49)
附录 2.2 DCL-I 电子技术实验箱	(52)
实验 2.3 集成运算放大器的应用(二)	(56)
实验 2.4 整流、滤波、稳压电路	(57)
附录 2.4 电力电子技术实验箱面板图(部分)	(61)
实验 2.5 电力电子器件及应用	(62)
附录 2.5 电力电子技术实验注意事项	(67)
实验 2.6 模拟电路综合设计实验	(67)

第 3 章 数字电路实验	(70)
实验 3.1 组合逻辑电路及其应用	(70)
实验 3.2 触发器和移位寄存器的应用	(73)
实验 3.3 计数、译码、显示电路	(75)
实验 3.3.1 硬件实验	(75)
实验 3.3.2 仿真实验	(76)
实验 3.4 集成 555 定时器和晶体振荡器的应用	(78)
实验 3.5 PLD 基本实验及综合实验	(81)
实验 3.5.1 数字显示译码器的设计	(81)
实验 3.5.2 四位二进制加法计数器的设计	(82)
实验 3.5.3 彩灯控制器(移位寄存器)的设计	(83)
附录 3.5 VHDL 参考程序及仿真波形	(83)
实验 3.6 数字电路综合设计实验	(90)
第 4 章 变压器和电动机实验	(93)
实验 4.1 变压器	(93)
实验 4.2 电容分相式单相异步电动机	(96)
实验 4.3 步进电动机	(98)
实验 4.4 交流伺服电动机	(102)
实验 4.5 直线异步电动机的认识实验	(103)
实验 4.6 直流他励电动机的认识实验	(106)
第 5 章 控制实验	(110)
实验 5.1 继电器接触器控制电路	(110)
实验 5.2 可编程序控制器基本指令练习	(112)
实验 5.3 可编程序控制器的综合实验	(122)
实验 5.3.1 三相异步电动机的 $Y-\Delta$ 起动控制	(122)
实验 5.3.2 多级传送带的控制	(124)
实验 5.3.3 运料小车的控制	(125)
实验 5.3.4 节日彩灯的控制	(126)
实验 5.3.5 交通信号灯的控制	(127)
实验 5.4 可编程序逻辑控制器控制步进电动机	(128)
实验 5.5 变频调速器的认识实验	(135)
附录	(142)
附录 A 电工测量仪表的误差及准确度	(142)
附录 B 电阻器的标称值系列	(143)
附录 C 电容器的主要指标及标注	(144)
附录 D 集成芯片外引线排列图	(145)
附录 E Multisim 软件使用说明	(150)
E1 Multisim 简介	(150)
E1.1 简介	(150)

E1.2	Multisim 的组成与基本界面	(151)
E1.3	工作界面的定制操作	(151)
E2	Multisim 基本操作	(152)
E3	Multisim 分析方法	(160)
附录F	S7-200 可编程序控制器编程软件的使用	(167)
F1	STEP7-Micro/WIN32 编程软件使用简介	(167)
F2	STEP7-Micro/WIN 32 编程的概念和规约	(173)
F3	如何输入梯形图逻辑程序	(176)
F4	如何下载或上装程序	(179)
F5	如何对程序进行调试、监控	(179)
附录 G	如何判断实验电路中的故障	(181)
参考文献		(183)

第 1 章 电路原理实验

实验 1.1 电 工 测 量

1. 实验目的

- (1) 掌握直流电压、电位、电流及电阻的测量方法。
- (2) 学习直流稳压电源、功率函数发生器及示波器的使用方法。
- (3) 初步学会使用仪表检查电路故障的方法。

2. 实验预习要求

- (1) 复习教材中电压、电位、叠加原理及电流源的有关章节。
- (2) 计算表 1.1.1 中电压、电位和表 1.1.2 中电流的理论值。
- (3) 在图 1.1.1 中，每个电源单独作用或两个电源共同作用时，电路应如何连接？
- (4) 阅读本实验附录中有关仪器、仪表的使用方法和书后附录 A 中测量误差的介绍。

3. 实验仪器和设备

序号	名 称	型 号	数 量
1	电路原理实验箱	EEL-DL2	1 台
2	三路直流稳压电源	DH 1718G-2	1 台
3	直流电流表	C31-A (0 ~ 30A)	1 块
4	数字式万用表	UT51	1 块
5	功率函数发生器	DF1631	1 台
6	双踪示波器	V-212 (20MHz)	1 台

4. 实验内容及要求

- (1) 电压和电位的测量。

◆ 按图 1.1.1 所示连接电路。 S_1 、 S_2 为双刀双掷开关，若需要将电源接入电路时，则把开关置于电源侧；若不需要将电源接入电路，则只要把开关置于短路侧即可。电路中电阻元件和双刀双掷开关由电路实验板提供，电动势 E_1 、 E_2 由三路直流稳压电源分别供给。

◆ 将 S_1 、 S_2 置于短路侧，然后打开稳压电源，用万用表监测（应选择直流电压挡的合适量程），调节稳压电源的输出幅值旋钮，使 $E_1 = 15V$ ， $E_2 = 18V$ 。

◆ 将 S_1 、 S_2 置于电源侧，两路电源即接入电路。此时用万用表再次测量 E_1 、 E_2 ，若不符合规定数值（ $E_1 = 15V$ ， $E_2 = 18V$ ），则应再作细微的调整。其原因是由于稳压电源为实际电源，其内阻不为 0，故空载和负载时输出电压可能会有所不同。

- ◆ 按表 1.1.1 的要求用万用表直流电压挡测量电位和电压，请根据理论值选择合适的量程。
- ◆ 按表 1.1.1 的要求进行测量，并将测量值记入表 1.1.1 中。

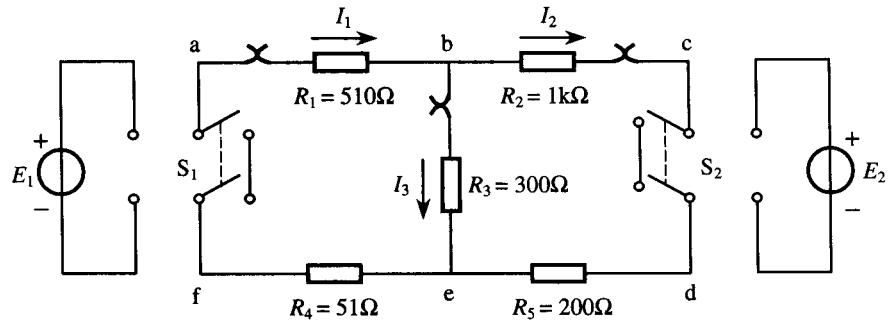


图 1.1.1

- 注意：① 当 DH1718G-2 型稳压电源输出电压时，电流调节旋钮不能置于零位（即左旋到底），否则接入负载后，易使稳压电源的输出处于保护状态（即输出电压为 0）。
- ② 测量电位时应将万用表的黑表笔置于参考点处，红表笔置于测量点处。
- ③ 记录数据时应同时记录电位、电压的“+”、“-”号。

表 1.1.1

测量内容 参考点		电 位					电 压			
		V_a	V_b	V_c	V_d	V_e	V_f	U_{ab}	U_{de}	U_{ef}
以 a 为 参考点	理论值									
	测量值									
以 e 为 参考点	理论值									
	测量值									

（2）电流的测量（验证叠加原理）。

◆ 电流表的连接方法：在电工实验中，测量电流时，通常都不把电流表固定地接在电路中，电流表在电路中的连接方法如图 1.1.2 所示。这种方法既能做到用一块电流表测量多个支路电流，又能在一定程度上减少仪表的损坏。虚线部分表示接入电流表的位置，用“X”形符号表示。

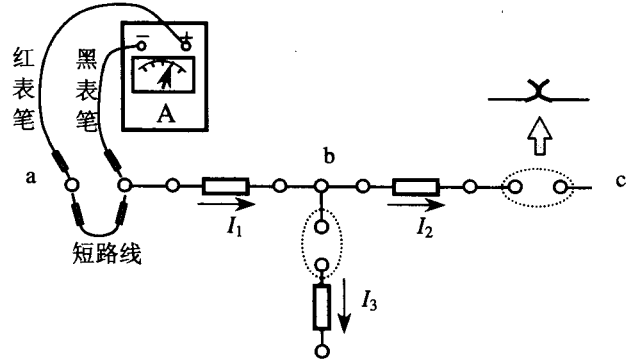


图 1.1.2

◆ 电流的测量步骤如下：设电流 I_1 、 I_2 的参考方向是从左向右。测量电流时，取出原来连接两点的短路线，电流的流入点与电流表的“+”端连接，流出点与电流表的“-”端连接。测量完毕，取出电流表，并接回短路线。

◆ 按表 1.1.2 中给定的条件，测量图 1.1.3 电路中各支路电流的数值，并记入表 1.1.2。各支路电流的参考方向如图 1.1.3 所示。

注意：① 用电流表测量时，应根据预习时计算的理论值，选择合适的量程。

② 记录电流数据时，应考虑测量值的“+”、“-”符号。

测量电流时，若电流表指针正向偏转，说明实际方向与参考方向相同，电流数据为正值；若电流表指针反向偏转，说明实际方向与参考方向相反，此时应将电流表的“+”、“-”端连接线对调后再进行测量，读出电流表的示数，并在记录的电流测量数据前加“-”号。

表 1.1.2

测 量 条 件	I_1		I_2		I_3	
E_1 、 E_2 共同作用 产生的电流 I	理论值		理论值		理论值	
	测量值		测量值		测量值	
E_1 单独作用 产生的电流 I'	理论值		理论值		理论值	
	测量值		测量值		测量值	
E_2 单独作用 产生的电流 I''	理论值		理论值		理论值	
	测量值		测量值		测量值	
验证叠加原理 计算 $I = I' + I''$						

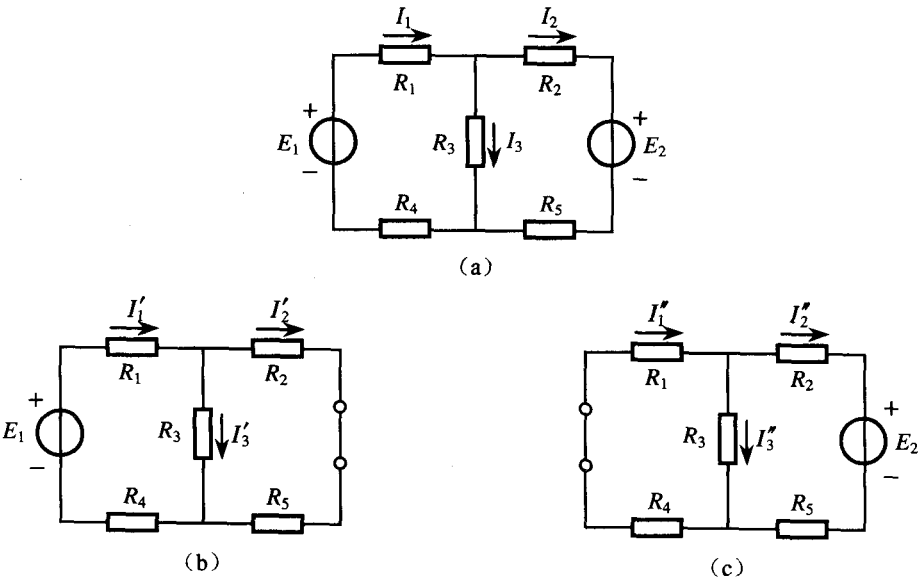


图 1.1.3

(3) 电阻的测量。

◆ 按表 1.1.3 的要求，从电路实验板上选取相应的电阻，并利用万用表欧姆挡进行测量。

◆ 根据电阻的标称值，选择合适的电阻挡位进行测量，将测量的阻值及测量时选用的电阻挡位记入表 1.1.3 中。

注意：① 用万用表测量电阻时，禁止带电测量，即电阻上不得有万用表之外的电源作用，否则极易损坏万用表。

② 测量完毕要将万用表的挡位调至交流电压最大挡。

表 1.1.3

电 阻		测量时选用的电阻挡位
标称值	测量值	
30 Ω		
200 Ω		
1 k Ω		

(4) 理想电流源外特性的测量。

◆ 按图 1.1.4 (a) 所示线路接线。使用 DH1718G-2 型稳压电源，按下“电流、电压输出选择”键，选择“电流输出”。电源“+”输出端接电流表“+”，电源“-”输出端接电流表“-”（此时 $R_L=0$ ），电流表量程选择 150mA 挡。图 1.1.4 (b) 是图 1.1.4 (a) 的电路模型。

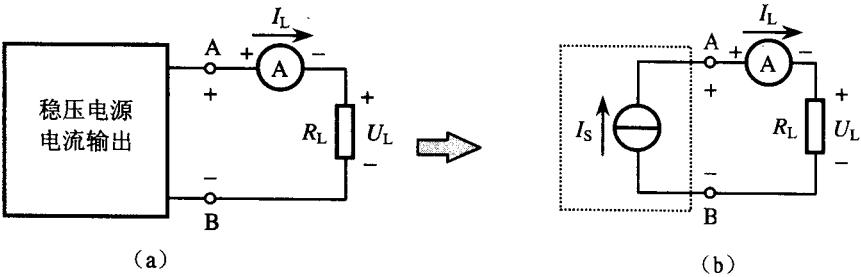


图 1.1.4

注意：① 测量时以电流表显示的电流数值为准，稳压电源的显示数值作为参考。

② 当 DH1718G-2 型稳压电源输出电流时，电压调节旋钮不能置于零位。

◆ 先令 $R_L=0$ ，改变 DH1718G-2 型稳压电源的电流调节旋钮，取 $I_L=5 \sim 15\text{mA}$ 之间某值，并保持稳压电源电流调节旋钮的位置不变，将 I_L 的数值记入表 1.1.4 中。

表 1.1.4

R_L/Ω	0	10	30	51	100	200
I_L/mA						
U_L/V	0					

◆ 按表 1.1.4 要求选用 R_L 的不同阻值，测量电流 I_L 和电压 U_L ，并记入表 1.1.4 中。

(5) 函数发生器及示波器使用方法的练习。

◆ 测量正弦波信号的频率和幅值：

① 调节 DF1631 型功率函数发生器（亦可称为“信号发生器”）的相应旋钮，选择输出波形为正弦波信号，其频率为 $f = 1\text{kHz}$ ，电压的峰-峰值为 $U_{\text{op-p}} = 3\text{V}$ 。将此信号送入 V-212 型双踪示波器的 CH1 通道，即示波器红表笔接函数发生器“+”输出端子，示波器黑表笔接函数发生器“-”输出端子（这种接法称为“共地”）。

② 调节示波器相应旋钮（此时要根据信号频率选择适当的扫描频率，还要根据幅值大小调整示波器的幅值旋钮），使正弦信号的波形稳定，在屏幕上显示出两个信号周期。读出被测波形一个周期的水平距离所占格数，乘以“t/cm”指示值，即为该信号的周期，周期的倒数即为该信号的频率。

③ 调节函数发生器的旋钮，使正弦波信号的频率 $f = 3\text{kHz}$ ，峰-峰值 $U_{\text{op-p}} = 4\text{V}$ 。调节示波器相应旋钮，使屏幕上显示出稳定的、信号周期数目合适的正弦波形，测量并记录正弦波信号的频率。

④ 用示波器测量并记录步骤③中正弦波信号的峰-峰值（波形峰顶到峰底所占格数 $\times$ V/cm），与函数发生器面板上电压表的指示值相比较。

◆ 测量方波信号的频率和幅值：

选择函数发生器的输出波形为方波信号，调整其频率为 $f = 1.5\text{kHz}$ ，电压峰-峰值为 $U_{\text{op-p}} = 3\text{V}$ ，用示波器测量方波信号的频率和峰-峰值。

5. 实验总结要求

(1) 根据实验数据，总结电位和电压的关系，说明参考点对电位和电压的影响。

(2) 根据表 1.1.2 中电流的测量值，验证叠加原理和 KCL（基尔霍夫电流定律）。将验证叠加原理的计算结果填入表 1.1.2，验证 KCL 的计算结果填入表 1.1.5。

表 1.1.5

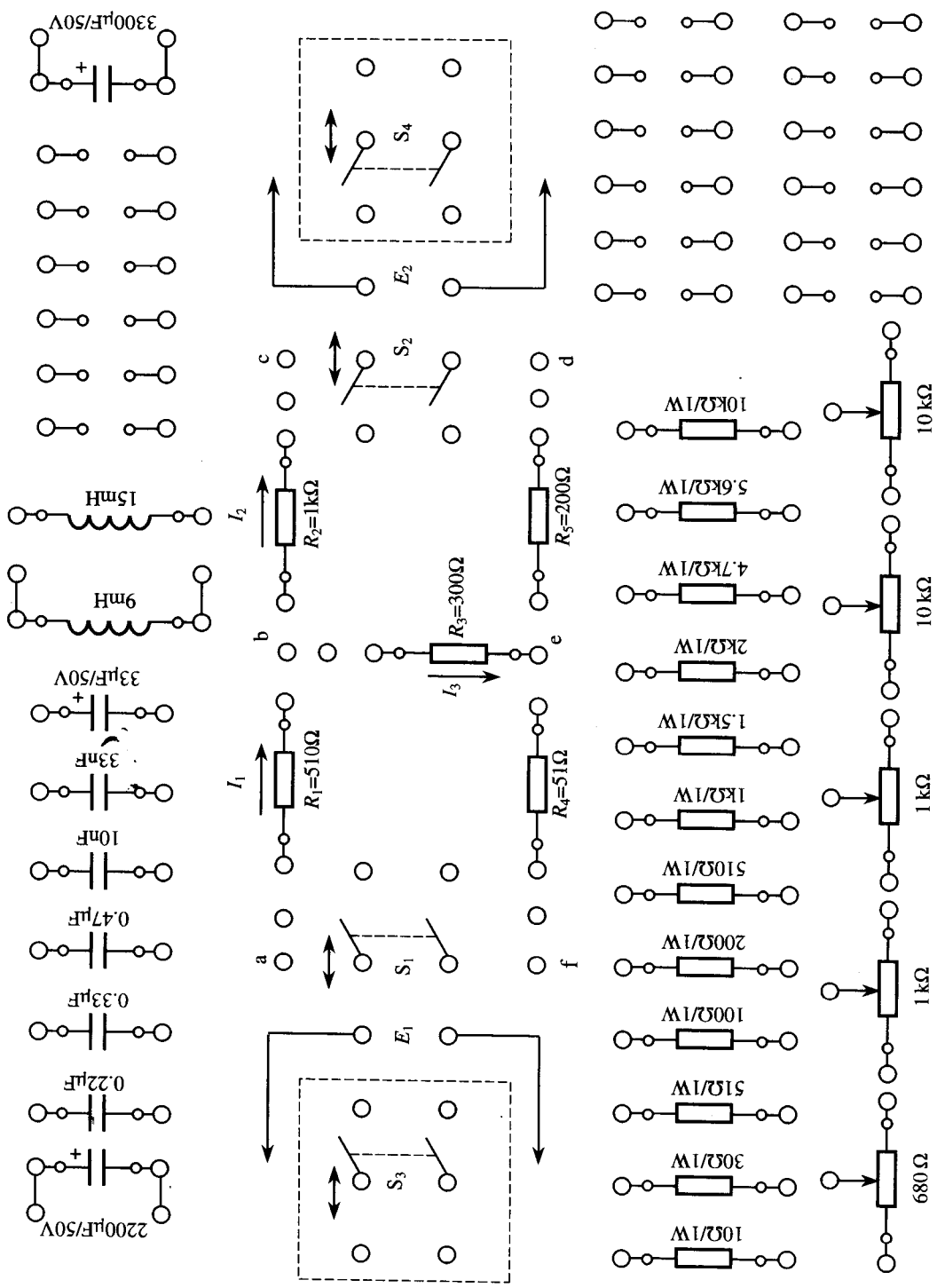
条 件	E_1 、 E_2 共同作用	E_1 单独作用	E_2 单独作用
验证 KCL			

(3) 画出理想电流源外特性曲线 $I = f(U)$ ，并总结其特点。

(4) 画出功率函数发生器输出正弦波和方波信号时，在示波器上观察到的波形，标出周期和幅值的实际测量值，写出测量时示波器所用挡位（“t/cm”，“V/cm”）。

(5) 在图 1.1.1 中，若测得电压 $U_{\text{ac}} = 15\text{V}$ ， $U_{\text{bc}} = 15\text{V}$ ，试判断该电路可能发生了什么故障，并分析故障产生的原因。

附录 1.1.1 EEL-DL2 型电路原理实验箱元件分布图



附图 1.1.1

附录 1.1.2 UT51 数字式万用表

1. 概述

UT51 数字式万用表是一种性能稳定、可靠性高的三位半数字多用表。整机电路设计以大规模集成电路、双积分 A/D 转换器为核心，并配以全功能过载保护，可用来测量直流电压、电流和交流电压、电流，测量电阻、二极管及晶体管的 h_{FE} 等。

2. 功能说明

UT51 数字式万用表面板如附图 1.1.2 所示。

各部分功能如下：

- ① LCD 液晶显示屏
- ② 电源开关
- ③ 功能开关
- ④ 晶体管测试插座
- ⑤ 表笔（输入）插孔

3. 使用方法

(1) 电压、电阻的测量。将黑表笔插入“COM”插孔，红表笔插入“V Ω ”插孔，将功能开关置于相应的挡位及合适的量程。

注意：① 测量直流电压时，将功能开关置于 V- 挡；

② 测量交流电压时，将功能开关置于 V $\sim$ 挡；

③ 测量电阻时，将功能开关置于 Ω 挡，并将电路中与被测电阻相连的其他电源断开。

(2) 电流的测量。将黑表笔插入“COM”插孔，当测量最大值为 2A 以下的电流时，红表笔插入“A”插孔；当测量最大值为 10A 的电流时，红表笔插入“10A”插孔。并将功能开关置于相应的挡位及合适的量程。

注意：① 测直流电流时，将功能开关置于 A- 挡；

② 测交流电流时，将功能开关置于 A $\sim$ 挡。

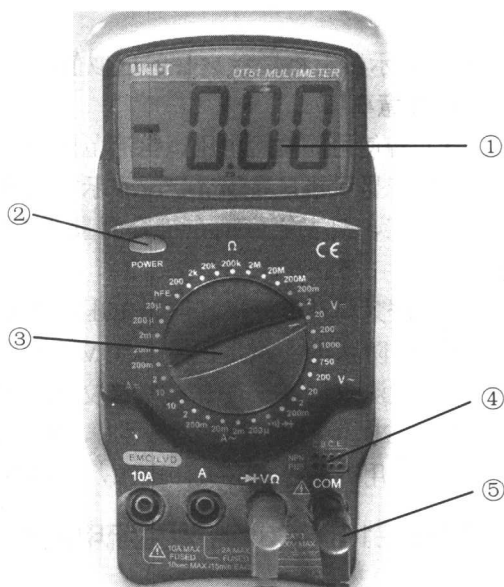
(3) 二极管的测试及蜂鸣器的连通性测试。

◆ 将黑表笔插入“COM”插孔，红表笔插入“V Ω ”插孔（红表笔极性为内部电源“+”），将功能开关置于“ $\rightarrow$ ”挡，并将表笔连接到待测二极管。

① 若二极管的正、负极性已知，当万用表红表笔接到二极管的正极，黑表笔接到二极管的负极时，则万用表 LCD 上的读数，即为二极管正向电阻的近似值。

② 若二极管的正、负极性为未知，则应对二极管分别进行两次不同极性的测量，较大的电阻测量值为二极管反向电阻的近似值，较小的电阻测量值为二极管正向电阻的近似值。此时，与万用表红表笔相连接的一端为二极管的正极。

◆ 将表笔连接到待测线路的两端，如果两端之间电阻的阻值小于 70Ω ，内置蜂鸣器将会



附图 1.1.2