

● 主编 李 哲 牛永奎 邢迎春

电工实训教程 (下册)

DIANGONG SHIXUNJIAOCHENG

——电工与电子技术

黑龙江教育出版社

高职高专教材

电工实训教程

——电工与电子技术

(下册)

主 编 李 哲 牛永奎 邢迎春

黑龙江教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工实训教程 / 牛永奎, 李哲主编. —哈尔滨: 黑龙江教育出版社, 2008. 6

ISBN 978-7-5316-4957-1

I. 电… II. ①牛…②李… III. 电工技术—教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 092125 号

电工实训教程

——电工与电子技术

(下册)

主 编 李 哲 牛永奎 邢迎春

责任编辑 张玉红

封面设计 鸥 盟

责任校对 王 丰

出版发行 黑龙江教育出版社

(哈尔滨市南岗区花园街 158 号)

印 刷 黑龙江神龙联合制版印务有限责任公司,

开 本 787×1092 毫米 1/16

印 张 13.125

字 数 310 千

版 次 2008 年 6 月第 1 版

印 次 2008 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5316-4957-1/G·3875

定 价 32.00 元

目 录

电工及电子技术实验须知	1
第 1 章 电工实验	3
1.1 认识实验	3
1.2 基尔霍夫电压定律及电位测定	6
1.3 叠加原理及基尔霍夫电流定律	8
1.4 日光灯电路	10
1.5 三相负载星形连接	13
1.6 三相负载三角形连接	15
1.7 单相电度表	17
1.8 三相异步电动机点动及直接启动	19
1.9 三相异步电动机正反转	22
1.10 单相变压器	23
第 2 章 模拟电子技术实验	28
2.1 常用电子测量仪器的使用练习	28
2.2 半导体二极管和三极管测试	31
2.3 单管低频电压放大器	34
2.4 集成运算放大器	36
2.5 单相整流和滤波电路	39
2.6 两级阻容耦合放大器	41
2.7 集成 RC 正弦波振荡器	43
第 3 章 数字电子技术实验	45
3.1 集成逻辑门电路功能测试	45
3.2 组合逻辑电路的应用及加法器	47
3.3 译码器及应用	48
3.4 集成触发器及应用	50
3.5 计数器及应用	52
3.6 移位寄存器及应用	55
3.7 555 时基集成电路	57
3.8 简易电子琴电路实践	61
3.9 四人抢答电路实践	62
3.10 彩灯控制电路实践	64
3.11 无触点自动充电器设计	65

第4章 安全用电知识	67
4.1 触电危害及影响因素	67
4.2 触电形式	68
4.3 触电急救	68
4.4 接地和接零	70
4.5 电气防火与防爆	71
4.6 常用电气安全用具	71
第5章 常用电工工具及使用	74
5.1 通用电工工具	74
5.2 专用电工工具	76
5.3 登高工具	77
第6章 常用电工仪表及使用	80
6.1 电工仪表分类	80
6.2 电工仪表的误差和准确度	81
6.3 电压表	82
6.4 电流表	82
6.5 钳形电流表	83
6.6 功率表	83
6.7 电度表	85
6.8 直流单臂电桥	86
6.9 直流双臂电桥	87
6.10 兆欧表	87
6.11 万用表	88
第7章 导线的剖削及连接	93
7.1 导线绝缘层的剖削	93
7.2 导线的连接	94
7.3 导线的绝缘的恢复	96
第8章 照明线路	98
8.1 照明线路的基本知识	98
8.2 室内常用照明灯具、接线及安装	98
8.3 照明线路常见故障及检修	101
8.4 临时照明和特殊用电照明装置的安装	104
第9章 电动机及变压器	106
9.1 电动机类型	106
9.2 常用三相异步电动机结构及接线	106
9.3 三相异步电动机铭牌及含义	108
9.4 三相异步电动机工作原理	109
9.5 三相异步电动机拆卸和装配	110

9.6 三相异步电动机常见故障及维修	111
9.7 变压器	111
第 10 章 常用机床控制线路	115
10.1 常用机床电器	115
10.2 基本控制线路	119
10.3 C620 车床控制线路	122
10.4 控制线路常见故障分析及维修	123
第 11 章 常用电子元器件的选用与简易测试	126
11.1 电阻器	126
11.2 电容器	130
11.3 电感器与变压器	134
11.4 半导体分立器件	137
11.5 半导体集成电路识别	142
11.6 电声器件	144
第 12 章 电子电路的焊接工艺与组装技术	151
12.1 手工焊接材料	151
12.2 手工焊接工具	152
12.3 焊接工艺与操作要领	152
第 13 章 电子电路调试的基本方法	158
13.1 电子电路的调试技术	158
13.2 电子电路故障检查的基本方法	160
13.3 收音机的调试方法	164
第 14 章 电子线路整机安装实训	168
14.1 中波调幅收音机概述	168
14.2 超外差式收音机的基本原理	170
14.3 中波调幅收音机的装配技术	173
14.4 晶体管放大电路的安装实训	175
14.5 直流稳压电源的安装实训	176
第 15 章 电子电路图的阅读和故障检查的基本方法	181
15.1 电子电路图的阅读	181
15.2 收音机常见故障现象的分析	183
附录 1 电阻标称值系列和允许偏差(GB2471—81)	187
附录 2 集成逻辑门新旧符号对照表	188
附录 3 集成触发器新旧符号对照表	189
附录 4 部分集成电路引脚排列图	190
附录 5 部分实验插接电路	198
参考文献	201

电工及电子技术实验须知

电工及电子技术实验的目的是使学生了解一些常用电气设备和元器件,理解一定的电工及电子线路,学会使用常用的电工电子仪器仪表,掌握基本的电路测量方法和一般的安全用电知识,要求学生通过实际操作,培养独立思考、独立分析和独立实验的能力。为使实验正确、顺利地进行,保证设备、仪器仪表和人身的安全,在做电工及电子技术实验时,必须注意以下几个方面的问题:

1. 实验预习

实验前必须认真进行预习,弄清每次实验的目的、内容、线路、设备和仪器仪表、测量和记录项目等,做到心中有数,减少盲目性,提高实验效率。

2. 电源

(1) 实验桌上设有三相交流电源开关,由实验室统一供电,实验前应弄清各输出端点间的电压数值。

(2) 实验桌上配有直流稳压电源,在接入线路之前应调节好输出电压数值,使之符合实验线路要求。特别是在电子线路中,严禁将超过规定电压数值的电源接入线路运行。

(3) 在进行线路的接线、改线或拆线以前,必须断开电源开关,严禁带电操作,避免在接线或拆线过程中,造成电源设备或部分线路短路而损坏设备或线路元器件。

3. 实验线路

(1) 熟悉实验线路原理图,能读图并能按图接好实验线路。

(2) 实验线路接线要准确、可靠和有条理,接线柱要拧紧,插头与线路中的插孔的结合要紧固,以免接触不良引起部分线路断开。

(3) 线路中不要接活动裸接头,距离较远的两接线端必须选用长导线直接跨接,以免操作不慎或偶然原因触电,造成意想不到的后果。

(4) 线路接好后,应先由同组同学相互检查,然后请实验指导教师检查同意后,才能接通电源开关,进行实验。

(5) 在实验过程中,测量数据要握住表笔的绝缘部分,不得触摸裸露的带电部分,以免触电。

4. 仪器仪表

(1) 认真掌握每次实验所用仪器仪表的使用方法、放置方式(水平或垂直),并弄清仪表的型号、规格和精度等级。

(2) 仪器仪表与实验线路板(或设备)的位置配合应合理,以便于实验操作和测量。

(3) 仪器仪表上的旋钮有起止位置,旋转时要用力适度,旋转到头时严禁强制用力,以免损坏旋钮内部的轴及其连接部分,影响实验进行。

(4) 测量前应根据计算的物理量数值选择好仪表的量限,然后将仪表接入线路测试点。对于指示仪表,应弄清所选量限的刻度数值,被测量值通常应处在仪表量限的一半以上。应顺着指针方向读数,以减少读数误差。

(5) 实验用仪表一般应在实验线路稳定运行后接入线路测试,同时要观察指针偏转情况,如超过量限应立即取出。特别指出,对于交流电流表应严禁先接入线路后合上电源开

关,以免闭合开关瞬间的冲击电流使指针打弯或打断。

(6) 选用仪表的内阻与被测元件或电路的电阻的配合要恰当,测试方法要合适,以减少测试误差。

5. 对实验中异常现象的处理

在实验过程中,如发现火花、异声、异味、冒烟、过热等异常现象,应立刻断开电源,保护现场,请指导教师一起检查原因。

6. 实验结束整理

(1) 实验完成后,应将实验记录交指导教师检查认可后,方可拆线。

(2) 实验结束应先断开电源开关,然后才能拆线。

(3) 实验桌上的仪器仪表和实验线路板应摆放整齐,连接导线应收拾干净。

7. 电工及电子技术实验报告书写要点

实验报告是实验的总结,它应用理论分析实验数据、实验波形和实验现象,从中得出有价值的结论。每个学生都应在实验完成后及时写出分析中肯、结论简洁、字迹工整的实验报告。这不仅能深化理论学习的内容,而且更能培养正确总结实验工作和进行科学实验的能力。电工及电子技术实验报告书写要点如下:

(1) 题目、系别、班级、实验人、同组人、日期。

(2) 实验目的。

(3) 实验线路。

(4) 实验内容及步骤简述。

(5) 实验结果及分析。

①如实、即时记录实验结果,并将原始记录整理成便于分析的形式如表格、曲线等。

②根据实验数据、实验波形和实验现象,分析实验线路或元器件的物理特性、实现功能、技术指标,分析电路的性质、定理、规律或分析实验中的新发现,并指出其发展趋势和研究方向等。

③本书每个实验中的实验报告分析提示,仅供学生实验分析时加以参考,学生应不拘泥于所提出的项目。

(6) 实验结论。对实验分析的概括或指出实验的研究方向。

(7) 实验报告内容要同时附上以下内容。

①原始记录;

②测量仪器仪表的名称、型号规格、精度等级和量限;

③使用设备的型号规格和主要参数。

以上 3~5 项应做到融会贯通。分析问题应脉络清楚,做到有理有据;避免脱离实验的教条做法。

8. 人身安全与设备安全

(1) 避免带电操作,手潮湿时更应禁止带电操作。

(2) 不带电移动电器设备和仪器仪表,实验前检查好仪器仪表完好后,才能使用。

(3) 当电器设备出现异味或发生火灾时,应立即切断电源,用四氯化碳或二氧化碳灭火器来灭火。决不能用水或一般酸性泡沫灭火器灭火,否则有触电危险。

(4) 万一发生触电事故,必须进行现场人工呼吸抢救,原则是迅速、就地、准确、坚持。5 分钟以内及时抢救,救生率 90%左右。10 分钟之内抢救,救生率 60%左右。超过 15 分钟,希望甚微。

第1章 电工实验

1.1 认识实验

1.1.1 实验目的

- (1)熟悉实验台的电源配置及使用方法。
- (2)熟悉实验中各类测量仪表的使用。
- (3)熟悉电工仪表测量误差的计算方法。

1.1.2 实验仪器

各类测量仪表。

1.1.3 实验原理

万用表是一种高灵敏度、多量程的便携式仪表，一般的万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压、直流电阻等。有的万用表还可以测量电容、电感、三极管等。下面介绍万用表如图 1-1 所示。

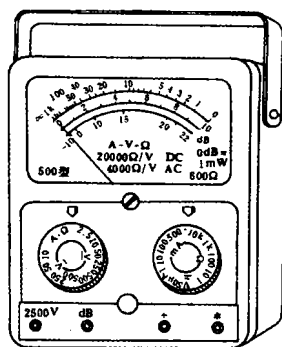


图 1-1 指针式万用表

(1)万用表面板由以下几部分组成

刻度尺：由上至下分别是欧姆刻度尺，交直流电压、直流电流并用刻度尺，10 V 交流电压刻度尺，音频刻度尺共四条。

零欧姆调位器：调零器。选择开关和表笔插孔。

(2)万用表测量种类及挡位

欧姆挡： $\times 1$ ， $\times 10$ ， $\times 100$ ， $\times 1\text{ k}$ ， $\times 10\text{ k}$ 五挡。

直流电压挡：2.5 V，10 V，50 V，250 V，500 V，2 500 V 几个挡位。

交流电压挡：10 V，50 V，250 V，500 V，2 500 V 几个挡位。

直流电流挡：0.05 mA，1 mA，10 mA，100 mA，500 mA 几个挡位。

(3)万用表刻度的读数方法

1) 欧姆刻度尺

被测电阻大小=标尺读数×倍率。

例如, 指针在欧姆标尺上指在 32 位置, 选择的欧姆挡位是“×100”挡, 则被测电阻=32×100=3 200 Ω

2) 直流电流读法

被测电流大小=指针在交、直并用尺上所在位置的读数×选择开关所在挡位 / 所用的标尺刻度的最大刻度

例如, 指针在标尺上指在 210 (通过 0~500 刻度来读), 而所选择的直流电流挡位是 500 mA。

则被测电流大小为: $210 \times 500 / 500 = 210 \text{ mA}$ 。

3) 交直流电压读法

被测电压大小=指针在交、直并用刻度尺上所在位置读数×选择开关所在挡位 / 所用刻度的最大值。

例如, 用万用表来测电压 (交流), 指针指在 330 (通过 0~500 刻度来读数), 而选择挡位为 500 V, 则被测电压大小=330×500/500=330 V。

对于直流电压的读数方法也是同样道理。

(4) 使用方法

1) 调零: 在使用万用表测量电压、电流之前, 首先将选择开关拨至相应挡位, 然后观察指针是否指在相应标尺的零刻度线上。如果不指在零刻度线, 则调整调零器, 直至指针指在零位上。

2) 选择测量种类: 万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压、直流电阻, 测量哪种电量必须把转换开关拨到相应的位置及相应的量程挡位上, 对于测量电流或电压, 选择的量程应大于被测电压或电流, 且最接近被测电压; 如果被测电压或电流未知, 应选择最大量程, 然后根据指针偏转情况, 依次减小量程, 直至指针指在标尺的右 2/3 部分为好, 否则容易烧坏万用表。所以在使用万用表测量之前, 首先要确定选择开关的位置。

3) 测量

电压挡使用规则: 选择的电压量限大于被测电压且最接近被测电压。电压表与被测电压并联。对于测量直流电压, 正表笔与高电位相接。黑表笔与低电位相接。对于测量交流电压, 表笔不分正负。

直流电流挡使用规则: 选择的直流电流表的量限要大于被测直流电流且最接近于被测电流。电流表串联在被测电路中。电流从正表笔流入, 从负表笔流出。

电阻的测量:

①切断与被测电阻有联系的电源。如果测量电感或电容, 应先将其放电, 再进行测量。

②选择倍率挡。将选择开关旋至欧姆挡范围内的一个所要使用的挡位, 使指针指在标尺的右边 2/3 部分。

③欧姆调零。将表笔短接, 调节欧姆调零器, 指针应指在欧姆标尺的零刻度上。注意: 时间不能太长。另外每换一次倍率挡均应进行一次调零。

④测量。将表笔接触被测电阻两端。

⑤读数。

4)测量完毕,应将旋钮 4 旋在“•”位置上。

1.1.4 实验步骤

1. 实验台、实验电路的使用方法

(1) 开机

电源总开关(漏电断路器)的手柄向上即可,指示灯 U,V,W 亮,各交直流电源、函数信号发生器的操作及功能在实验台面板上已标明。

(2) 电路插拼方法

选择一个电路图,根据电路的内容,在元件储存板上取出电路图中所需的“元器件插座”,在桌面中央上应垂直插拨,先插连接插座,后插拼其他插座,这样插起来快速方便,插拼好后校对正确。

(3) 进行实验

按要求完成电路,经核对正确后,方可通电,按教材中的实验目的、实验步骤等进行,更换元器件或改变电路应先断电源。

(4) 储存元器件插座方法

电路试验完毕应关断电源,拨下全部插座,按元器件的型号参数插到相对应的储存板上,经老师过目后放入桌柜相对应高度距离的槽轨中。

2. 交流电压测量

合理选择交流电压表挡位,将测量结果记录下来。

3. 直流电压的测量

合理选择直流电压表挡位,测量各电源两端的电压。将其值记入表 1-1 中。

表 1-1 直流电压的测量数据

直流稳压电源 C 组 (1.5 A, 1.25~24 V)	实验台显示	6	12	20
	测量仪表显示			
	绝对误差			
直流稳压电源 D 组 (0.5 A, 1.25~24 V)	实验台显示	9	17	23
	测量仪表显示			
	绝对误差			

1.1.5 注意事项

(1)实验前应先仔细阅读本实验指导书。

(2)使用时,手要干燥、清洁,禁止用锋利的东西划刮实验装置及配件。

(3)做强电实验时,必须先插好线路图,认清零线、地线、相线,经检验无误后再通电,严禁用手或导电物在带强电的器件上相碰,违章操作触电责任自负。

(4)每次使用完,必须关断电源总开关。

(5)在操作过程中,稳压源的输出不允许短路,恒流源的输出不允许开路。

(6)实验台上提供所有实验的电源,直流稳压源和恒流源均可通过粗调(分段调)旋钮和细调(连续调)旋钮调节其输出量,并由数字电压表和数字毫安表显示其输出量的大小,启动实验台电源之前,应使其输出旋钮置于零位,实验时再缓慢地增减输出。实验台面上各控制旋钮调节时不能超过刻度标志范围。

(7) 电压表应与电路并联使用, 电流表与电路串联使用, 并且都要注意极性与量程的合理选择。

思考题

1. 简述试验台上有哪些电源输出?
2. 使用万用表电阻挡测量时应注意什么问题?
3. 使用直流稳压电源时应注意什么问题?

1.2 基尔霍夫电压定律及电位测定

1.2.1 实验目的

- (1) 验证电路中各点电位的相对性、任意两点间电压的绝对性。
- (2) 加深理解电位与电压的异同点。
- (3) 验证基尔霍夫电压定律。
- (4) 进一步熟悉万用表的使用。

1.2.2 实验仪器

直流可调稳压电源、万用表、电阻。

1.2.3 实验原理

1. 实验原理图

按图 1-2 所示电路接线。

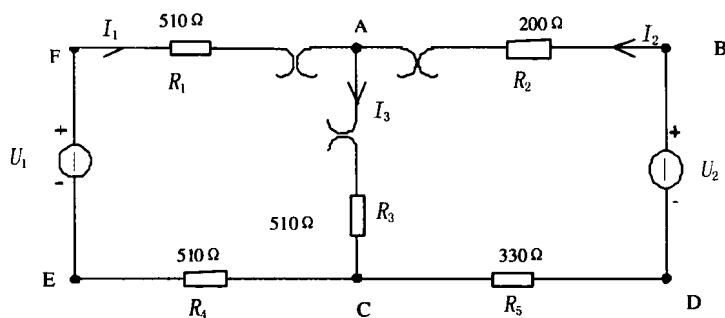


图 1-2 电路原理图

2. 基尔霍夫电压定律 (KVL)

KVL 内容是: 任何时刻, 电路中的任一闭合回路内所有元件电压的代数和恒等于零。或者说任一回路内电阻上电压的代数和等于电压源电压的代数和。

用表达式表示: $\sum U=0$ 或 $\sum IR=\sum U_s$ 。

图示电路有三个回路, 均可根据 KVL 列出方程 (同学自己列)。

电压定律对由任何性质的元件所构成的网络都适用, 但定律不表示功率守恒关系

(同学自己证明)。

3. 电位与电压的测量

电位是电路中某一点到参考点的电压降,是相对的;电压是某两点的电位差,是绝对的。电位的测量需要选定一个零电位参考点,没有参考点就谈不上电位,而选择不同的参考点,同一点的电位值也不同。本实验分别选取 A,B 两点为参考点,电位有正有负。用负表笔(黑色)接参考点,用正表笔(红色)接被测点。若指针正偏,该点电位为正;若指针反偏,调换电压表接线,该点电位为负,记录时应带负号。电压的方向采用规定参考极性的方法。参考方向如表 1-2 所示,测量时可将直流电压表按参考方向连接,若指针反偏,再调换电压表接线,与参考方向相反的电压应以负值记录。

1.2.4 实验步骤

1. 验证电压定律

(1)按图 1-2 接线,将两组稳压电源接入电路。电压为 $U_1=6\text{ V}$, $U_2=12\text{ V}$ (先调准输出电压值,再接入实验线路中)。

(2)用万用表测电阻和电源两端电压,测出 U_{AB} , U_{BC} , U_{CD} , U_{DE} , U_{FA} 之值,将其值记入表 1-2 中(注意正、负)。

(3)选择 ABCDEFA 回路,验证 $\sum U_{AB}+U_{BC}+U_{CD}+U_{DE}+U_{EF}+U_{FA}=0$ 。

表 1-2 电压测量与计算

项 目	U_{AB}	U_{BC}	U_{CD}	U_{DE}	U_{EF}	U_{FA}	回路 ABCDEFA $\sum U$
测量值							
计算值							

2. 电位的测量

以 A 点为零电位参考点,分别测量 V_B , V_C , V_D , V_E , V_F 值,将以上数据记入表 1-3 中(注意正、负)。以 D 点作为参考点,重复测量,测得数据列于表中。

表 1-3 电位测量数据

电位及电压 参考点	V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F	U_{AB}	U_{CD}
A 点								
B 点								

1.2.5 注意事项

- (1)实验前应先仔细阅读本实验指导书。
- (2)使用时,手要干燥、清洁,禁止用锋利的东西划刮实验装置及配件。
- (3)做强电实验时,必须先插好线路图,认清零线、地线、相线,经检验无误后再通电,严禁用手或导电物在带强电的器件上相碰,违章操作触电责任自负。
- (4)每次使用完,必须关断电源总开关。
- (5)在操作过程中,稳压源的输出不允许短路,恒流源的输出不允许开路。

(6) 实验台上提供所有实验的电源, 直流稳压源和恒流源均可通过粗调(分段调) 旋钮和细调(连续调) 旋钮调节其输出量, 并由数字电压表和数字毫安表显示其输出量的大小, 启动实验台电源之前, 应使其输出旋钮置于零位, 实验时再缓慢地增、减输出。实验台面上各控制旋钮, 调节时不能超过刻度标志范围。

(7) 电压表应与电路并联使用, 电流表与电路串联使用, 并且都要注意极性与量程的合理选择。

思考题

1. 填写实验报告单, 根据测量数据写出结论。
2. 根据测量数据和电阻值, 说明 KVL 是否表明能量守恒。
3. 根据测量结果, 分析误差原因。
4. 总结电位相对性和电压绝对性的原理。

1.3 叠加原理及基尔霍夫电流定律

1.3.1 实验目的

- (1) 验证线性电路中的叠加原理, 从而加深对叠加定理和齐次性的认识和理解。
- (2) 验证基尔霍夫电流定律。
- (3) 学会测量直流电流方法。

1.3.2 实验仪器

直流可调稳压电源、万用表、电阻。

1.3.3 实验原理

(1) 叠加原理是指在线性电路中, 当有几个电源同时作用时, 任一支路中的电流或电压等于电路中各个电源单独作用时分别在该支路内产生的电流或电压的代数和。在应用叠加原理时应保持电路结构不变。

在线性网络中, 多个激励同时作用时的总响应等于每个激励单独作用时引起的响应之和。所谓某一激励单独作用, 就是除了该激励外, 其余激励为零值。为零值的激励若是电压源, 则相应的电压源处用短路替代; 若为电流源, 则在相应的电流源处用开路替代, 而它们的内阻或内电导必须保留在原电路中。叠加原理不适用于非线性电路。我们通过实验来验证。

(2) 线性电路的齐次性是指当激励信号增加或减小 K 倍时, 电路的响应也将增加或减小 K 倍。

(3) 基尔霍夫电流定律是指在任一时刻流入节点的电流之和等于流出节点的电流之和。即 $I_{\text{入}} = I_{\text{出}}$ 。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。实验原理如图 1-3 所示。

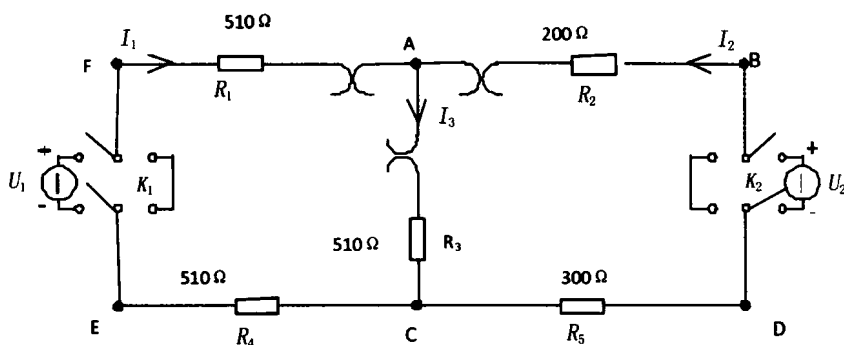


图 1-3 电路原理图

1.3.4 实验步骤

(1) 实验前任意设定三条支路和三个闭合回路的电流正方向(参考方向)。图 1-3 中的 I_1 , I_2 , I_3 的方向已设定。

(2) 同时将两路直流稳压源接入电路, 令 $U_1=12\text{ V}$, $U_2=8\text{ V}$ 。

(3) 熟悉电流表的结构, 将电流表插头的两端接至数字毫安表的“+ -”两端。

(4) 将电流表分别接入三条支路的三个电流测量端, 读出并记录电流值。

(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, 记录到表 1-4 中。

表 1-4 电流和电压的数据

测量	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										
测量值										
相对误差										

(6) 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)测量各支路电流及各电阻元件两端的电压, 将数据记入表中。

(7) 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 6 的测量和记录, 将数据记入表中。

(8) 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), 重复上述的测量和记录, 将数据记入表 1-5 中。

表 1-5 叠加定理数据

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										

1.3.5 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 也须测量, 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。用电流插头测量电流时,应注意仪表的极性 & 表中数据的正、负号。

思考题

1. 根据表中数据,横向是否符合叠加原理?纵向是否符合基尔霍夫电流定律?计算说明。如何判断数据是否正确?
2. 根据测量数据,分析电阻上的功率是否符合叠加原理?

1.4 日光灯电路

1.4.1 实验目的

- (1)研究正弦稳态交流电路中电压、电流相量之间的关系。
- (2)掌握日光灯线路的接线。
- (3)理解改善电路功率因数的意义并掌握其方法。

1.4.2 实验仪器

万用表、功率表、自耦调压器、日光灯镇流器、灯管、灯座、启辉器。

1.4.3 实验原理

(1)在单相正弦交流电路中,用交流电流表测得各支路的电流值,用交流电压表测得回路各元件两端的电压值,它们之间的关系满足相量形式的基尔霍夫定律,即和 $\sum I=0$ 和 $\sum U=0$ 。

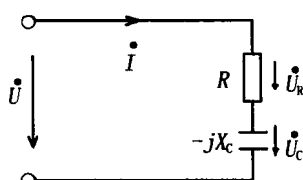


图 1-4 RC 串联电路

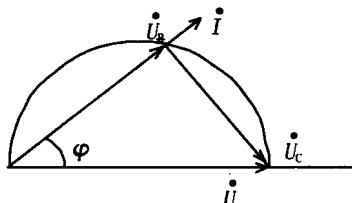


图 1-5 RC 串联电路相量图

(2)图 1-4 所示的 RC 串联电路,在正弦稳态信号 U 的激励下, $\dot{U}_R$ 与 $\dot{U}_C$ 保持有 90° 的相位差,即当 R 阻值改变时, $\dot{U}_R$ 的向量轨迹是一个半圆。 U , $\dot{U}_R$ 与 $\dot{U}_C$ 三者形成一个直角形的电压三角形,如图 1-5 所示。 R 值改变时,可改变 φ 角的大小,从而达到移相的目的。

(3)日光灯线路如图 1-6 所示,图中 A 是日光灯管,L 是镇流器,S 是启辉器,C 是补偿电容器,用以改善电路的功率因数。

①日光灯的构造由灯管、镇流器和启动器组成。灯管是一细长玻璃管。管壁涂有一层荧光粉,管的两端装有灯丝(钨丝组成),用以发射电子。灯丝上涂有氧化物。管内有少量惰性气体(氙气)和汞蒸气,镇流器是一个带有铁芯的电感线圈。启动器由一只辉光管和小电

容组成,辉光管内装有固定触头和倒 U 型双金属片两个电极。

②日光灯的点燃过程,在图 1-6 中当接通电源后,电源电压(220 V)全部加在启辉器静触片和双金属片两极间,高压产生强电场使氖气放电(红色辉光),热量使双金属片伸直与静触片连接。电流经镇流器、灯管两端灯丝及启辉器构成通路。灯丝流过电流被加热(温度可达 $800\sim 1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$)后产生热电子发射,释放大电子,致使管内氙气电离,水银蒸发为水银蒸气,为灯管导通创造了条件。

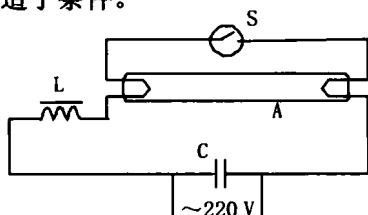


图 1-6 日光灯线路

由于启辉器玻璃泡内两电极的接触,电场消失,使氖气停止放电。从而玻璃泡内温度下降,双金属片因冷却而恢复原来状态,致使启辉电路断开。此时,由于镇流器中的电流突变,在镇流器两端产生一个很高的自感电动势,这个自感电动势和电源电压串联叠加后,加在灯管两端形成一个很强的电场,使管内水银蒸气产生弧光放电,工作电路在弧光放电时产生的紫外线激发了灯管壁上的荧光粉使灯管发光,由于发出的光近似日光故称为日光灯。在日光灯进入正常工作状态后,由于镇流器的作用加在启辉器两电极间的电压远小于电源电压(40 W 日光灯管的工作电压为 103 V),启辉器不再产生辉光放电,即处于冷态常开状态,而日光灯处于正常工作状态。

镇流器的作用是:点燃时产生很高自感电压使灯管启动。正常发光时限制和稳定工作电流,启动器在正常工作时两极断开。

③电感性负载功率因数的提高。由于镇流器是由线绕制而成的。所以镇流器是一感性负载。日光灯发光后相当于电阻。因此,日光灯电路实质上是 $R-L$ 串联电路。由于电感 L 的存在,使得电路功率因数较低,一般在 $0.4\sim 0.6$ 之间,因此必须提高功率因数。常用的方法是在输入端并联电容器,如果容量选得合适,可将电路功率因数提高到 0.9 以上。

在工业及生活用电中,大部分都是感性负载,例如电动机、日光灯、电风扇、洗衣机等。要提高它们的功率因数,都可采用并联电容的方法。

为了简化接线,实验中常用一块电流表配以多个电流插座实现多条支路电流的测量。将电流插座的红黑两极分别连入待测支路,注意对应电流流入端,如图 1-7(a)所示。将电流插座的红黑两端分别与电流表的红黑两端相连。插头未插入插座前,电流经过插座两金属片间的触点而流通,测量时将插头插入插座的插孔后,触点分开,金属片分别与插头的内外铜心和铜套相连,电流流过安培表从而测出电流如图 1-7(b)所示。

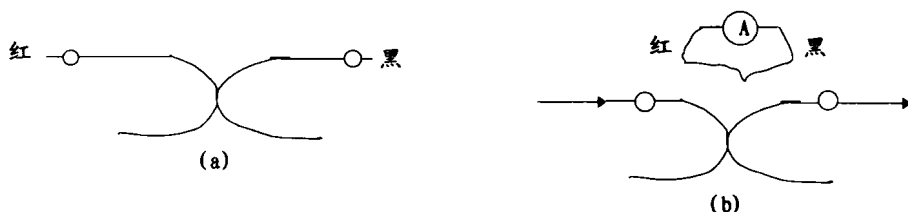


图 1-7 电流表插座