

高等学校教材

# 电工电子实验技术 (第3版)

高 栌 主编

机械工业出版社

高等学校教材

# 电工电子实验技术

(第3版)

主 编 高 枋  
副主编 王海昌 赵朝会  
          丁文彦 孙耀杰  
主 审 郭章信 赵国忠



机械工业出版社

本书包括实验研究,常用仪器仪表的使用,测量和测试实验技术、参考资料等四大部分。这些实验除能满足《电工技术》、《电子技术》两门课的基本实验外,还编有部分选作实验和综合实验。在基本实验中,电工技术部分有11个,电子技术部分有12个,综合实验有3个。常用仪器仪表部分包括各类仪表,测量显示仪器,直流电源等。测量和测试部分包括元器件的测试技术,电子线路的静态、动态测试技术。参考资料部分有电工常用器件、设备的技术参数,常用电子元器件的技术参数。

全书内容具有实用性、先进性和综合性三大特点,适用于农业院校农业工程类专业、本科、专科、函授、夜大和从事农业工程技术的有关人员使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工电子实验技术/高炉主编. — 3版. — 北京:机械工业出版社, 1998.8

高等学校教材

ISBN 7-111-06303-1

I. 电… II. 高… 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. TM-45

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第08823号

出版人:马九荣(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:刘文伯 版式设计:冉晓华 责任校对:罗凤书

封面设计:姚学峰 责任印制:王国光

北京交通印务实业公司印刷·新华书店北京发行所发行

1998年8月第3版第3次印刷

787mm×1092mm<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·12.25印张·292千字

15 421—19 420册

定价:17.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

## 前 言

本套教材包括《电工技术》、《电子技术》和《电工电子实验技术》，由全国农业院校电工教学研究会组织编写，适用于高等农业、农林院校或其它院校非电工科专业。前两本是基本教材，每册参考学时为50~70学时。后一本是配套教材。每本教材均自成体系，可以单独使用。

本套教材第1版于1991年出版。根据国家教委对高等院校工科类非电专业电类课程的要求，各院校对第1版、第2版教材的使用意见和建议，以及学科的发展，第3版删除了第1、2版教材中陈旧过时或不适用的内容，修正了疏漏和不足之处，增补了电工、电子及实验技术的新知识，修改了对一些问题的分析和解答方法，吸取了各院校教学改革的有益经验，更适合于组织教学和学生自学。

本书第一部分包括26个实验，其中电工技术部分11个，电子技术部分12个，综合实验3个，能满足《电工技术》和《电子技术》两门课程教学计划的要求，实验内容覆盖农机、汽车运输、水利、农业建筑、能源、烟草工程、畜产品加工、食品工程等专业。各校可根据不同专业和设备情况确定必作和选作的内容与数量，本书也可以作为单独开设实验课程的教材。

本书的主要特点是突出农业工程专业特点，实用性强，实验测试技术系统、完整，各种参考资料齐全。

按教学计划要求，在完成基本实验的基础上向纵深发展，通过综合实验，将电工技术与电子技术有机地结合起来。通过综合设计，培养学生综合运用理论知识、解决工程实际问题的能力，初步掌握工程设计方法和实验测试技术，逐渐熟悉开展科学实验的程序和方法。

本书第2版由高枬主编，杨国瑶、张秀然、赵国忠任副主编。参加编写的还有丁文彦、宋淑然、孙耀杰、张曙光等。

本书第3版编审人员：

主 编：高 枬

副 主 编：王海昌 赵朝会 丁文彦 孙耀杰

编写人员：王海昌 (第一部分 实验一至五)

高 枬、吴宝忠 (第一部分 实验六至十、十九至二十一)

丁文彦、宋淑然 (第一部分 实验十一至十八)

陈春玲 (第一部分 实验二十二至二十四)

赵朝会、王永田 (第一部分 实验二十五、二十六)

张秀然、王 威 (第二部分)

高 枬、孙耀杰 (第三部分)

张曙光、王艳君 (第四部分)

主 审：郭章信 赵国忠

由于水平有限，书中疏漏错误仍恐难免，恳请读者指正。

# 目 录

(带 \* 者为选作内容)

## 前言

## 第一部分 实验研究

一、基本实验	1
实验一 直流电路实验	1
实验二 交流电路参数的测定	4
实验三 功率因数的提高	6
实验四 三相交流电路的联接与功率 测量	8
* 实验五 一阶 RC 电路暂态分析	10
* 实验六 变压器	12
实验七 异步电动机的使用	14
* 实验八 直流并励发电机	18
实验九 异步电动机继电器—接触器 控制 (一)	20
实验十 异步电动机继电器—接触器 控制 (二)	20
* 实验十一 同步发电机并网	22
实验十二 元器件测试及仪器的使用	23
实验十三 低频单管电压放大电路的 研究	25
* 实验十四 差动放大电路的研究	28
实验十五 比例运算放大电路	29
实验十六 RC 正弦波振荡器	32
实验十七 直流集成稳压电源的研究	34
实验十八 晶闸管及触发电路	36
实验十九 基本门电路	37
实验二十 触发器	40
实验二十一 计数、译码和显示	43
实验二十二 555 时基电路的应用	45
* 实验二十三 接口电路的研究	47
二、综合实验	51
实验二十四 多台电动机继电器—接触器程序 控制简单设计	51
实验二十五 OCL 扩音板的设计与	

制作 ..... 56

实验二十六 数字显示电机转速测量

装置 ..... 65

## 第二部分 常用仪器仪表的使用

一、电测量仪表的一般知识和使用	72
1. 电测量指示仪表的分类	72
2. 仪表的合理选择	72
3. 仪表的正确使用	73
4. 磁电系、电动系和电磁系仪表	74
5. 万用表的原理和使用	76
6. 功率表的原理和使用	79
二、电子示波器的简单原理和使用	82
1. SB-10 型电子示波器	82
2. SR8 型二踪示波器	86
三、JT-1 型图示仪	92
1. 主要技术性能	93
2. 面板图及各单元的作用	93
3. 测试举例	94
四、其他常用仪器设备的使用说明	96
1. 单相调压器	96
2. 兆欧表	97
3. 数字万用表	98
4. 指针万用表	99
5. 毫伏表	101
6. 正弦波信号发生器	103
7. 直流稳压电源	105

## 第三部分 测量、测试、实验技术

一、电压、电流、功率的测量	107
1. 电压的测量	107
2. 电流的测量	109
3. 功率的测量	109
二、时间、频率和相位的测量	111

1. 时间测量 .....	111
2. 频率测量 .....	112
3. 相位测量 .....	113
三、电阻、电感和电容的测量 .....	114
1. 电阻的测量 .....	114
2. 电感的测量 .....	116
3. 电容的测量 .....	117
四、测量误差 .....	118
1. 测量误差的分类 .....	118
2. 系统误差的消除 .....	119
3. 直接测量中误差的估计 .....	120
4. 间接测量中误差的估计 .....	120
五、测量结果的处理 .....	122
1. 测量结果的数据处理 .....	123
2. 测量结果的图解分析 .....	124
六、电子电路测试技术 .....	125
1. 静态工作点的正确测量与调整 .....	125
2. 交流电压值的正确测试 .....	125
3. 放大电路电压放大倍数的测试 .....	126
4. 放大电路输入、输出电阻的测试 .....	126
5. 放大电路最大不失真输出幅度测试 .....	127
6. 放大电路幅频特性测试 .....	128
7. 电源电路输出电压和输出电压 范围的测试 .....	128
8. 电源电路最大输出电流的测试 .....	128
9. 如何观察分析非线性失真现象 .....	129
10. 如何消除干扰和自激振荡 .....	130
11. 实验故障分析 .....	131
七、常用电子元件的检测 .....	134
1. 检查二极管质量、管脚极性、鉴别硅管、 锗管 .....	134
2. 检查晶体三极管质量及判别管脚 .....	135
3. 检查整流桥堆的质量 .....	137
4. 判定结型场效应管的电极及估测 放大能力 .....	137
5. 判定晶闸管的电极和触发能力 .....	138
6. 判定电解电容器的正负极和质量 检查 .....	139
7. 变压器同名端的判定 .....	140
8. 集成电路管脚识别 .....	141
9. 检查半导体数码管的质量 .....	141

八、元器件焊接技术及印制电路板 制作技术 .....	142
1. 焊接技术 .....	142
2. 印制电路板的制作 .....	143

#### 第四部分 参考资料

一、常用电气图形符号 .....	144
1. 常用电机、电器的图形符号 .....	144
2. 电工测量 .....	145
二、配电设备选配 .....	146
三、部分低压电器产品型号及 技术参数 .....	148
1. 组合开关型号组成及主要技术 参数 .....	148
2. 主令电器 .....	148
3. 接触器型号组成及主要技术参数 .....	150
4. 继电器 .....	150
5. 熔断器型号组成及主要技术参数 .....	153
6. 常用断路器型号组成及主要 技术参数 .....	154
四、三相异步电动机的分类及 性能参数 .....	154
五、部分电力电容器的技术数据 及补偿率 .....	157
六、常用电路元器件介绍 .....	158
1. 电阻、电位器、敏感电阻器 .....	158
2. 电容器 .....	162
3. 常用半导体器件型号及特性 .....	165
七、模拟集成电路器件 .....	170
1. 我国模拟集成电路器件的型号 命名方法 .....	170
2. 常用集成运算放大器 .....	171
3. 常用集成稳压器型号、外引线图、典型 接法及主要参数 .....	174
八、数字集成电路器件 .....	178
1. 数字集成电路器件型号的命名方法 .....	178
2. 电路的封装结构和外引线排列次序 .....	179
3. 部分常用数字集成电路型号及 主要参数 .....	179
参考文献 .....	187

# 第一部分 实验研究

## 一、基本实验

### 实验一 直流电路实验

#### (一) 实验目的

- (1) 练习电路接线, 学习正确使用电压表、电流表、稳压电源及万用电表。
- (2) 验证基尔霍夫定律、叠加原理和戴维南定理。
- (3) 加深对参考方向、等值概念的理解。
- (4) 学会测量电源内阻及开路电压的方法。

#### (二) 实验仪器及设备

直流稳压电源	1A、30V 可调	1 台
电阻	20、40、50、 $100\Omega \pm 5\%$ 、10W 或 $300\Omega$ 、 $510\Omega$ 、 $1k\Omega$	各 1 只
十进式电阻箱	$9999.9\Omega$	1 个
直流毫安表	0—500mA	2 块
	0—50—100mA	1 块
直流电压表	0—15—30V	1 块
万用电表		1 块

#### (三) 实验内容

##### 1. 验证基尔霍夫定律

(1) 实验电路如图 1-1-1 所示。图中电阻可选用左边数值也可选用括号中的数值, 任选一种。

##### (2) 实验任务与步骤:

1) 按图 1-1-1 接好线 (开关  $S_1$ 、 $S_2$  均断开), 请教师检查。

2) 调节稳压电源第一组的输出电压为 15V 作为  $E_1$ , 第二组的输出电压为 3V 作为  $E_2$ , 把开关  $S_1$ 、 $S_2$  分别合向点 1、点 4。

3) 将各电流表读数记入表

1-1-1 中实测栏内, 并在验算栏内验算  $a$  点电流的代数和  $\Sigma I = 0$ ?

4) 用电压表依次测量各支路电压  $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{cd}$ 、 $U_{da}$  及  $U_{ca}$ , 记入表 1-1-2 中。并验算回路  $abcd$  及  $abca$  的电压代数和  $\Sigma U = 0$ ?

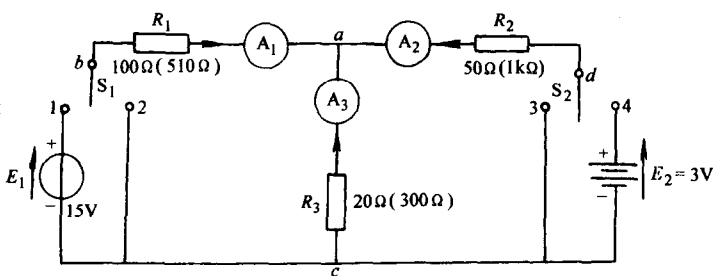


图 1-1-1 实验电路图

注意：在电路中串联电流表时，电流表的“+”“-”极性应按图 1-1-1 所标电流参考方向去接，如果表针反转，则应将接在电流表“+”“-”极上的导线对换，其读数应记作负值，这就是参考方向的实际意义。测量电压时也有同样的情况。

表 1-1-1 数据记录表

项 目	电量及有关数值	数 值 栏			验 算 栏
		$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$	$I_3/\text{mA}$	节点 $a$ 点电流的代数和 $\Sigma I=0?$
理论计算值					
实测值					

表 1-1-2 数据记录表

项 目	电量及有关数值	数 值 栏					验 算 栏	
		$U_{ab}/\text{V}$	$U_{bc}/\text{V}$	$U_{cd}/\text{V}$	$U_{da}/\text{V}$	$U_{ca}/\text{V}$	回路 $abcda$ $\Sigma U=0?$	回路 $abca$ $\Sigma U=0?$
理论计算值								
实测值								

## 2. 叠加原理

(1) 实验电路见图 1-1-1。

(2) 实验任务与步骤：

1) 将开关  $S_1$  合到点 1，开关  $S_2$  合到点 4，即电源  $E_1$ 、 $E_2$  共同作用在电路的情况，将电流表中的数值和用万用表直流电压档测出的电压数值填入表 1-1-3 中。

2) 将开关  $S_1$  合到点 1、开关  $S_2$  合到点 3，即电源  $E_1$  单独作用在电路的情况，将电流表中的数值和用万用表直流电压档测出的电压数值填入表 1-1-3 中。

3) 将  $S_1$  合到点 2、 $S_2$  合到点 4，即电源  $E_2$  单独作用在电路中，也将所测电流和电压值填入表 1-1-3。

表 1-1-3 数据记录表

电 量	$I_1/\text{mA}$	$I_2/\text{mA}$	$I_3/\text{mA}$	$U_{ac}/\text{V}$	$U_{ba}/\text{V}$	$U_{da}/\text{V}$
工作情况						
$E_1$ 、 $E_2$ 共同作用时						
$E_1$ 单独作用时						
$E_2$ 单独作用时						

注意：接线时，必须将稳压电源  $E_1$  或  $E_2$  的交流电源断掉，以免稳压电源因输出端短路而烧坏。

## 3. 戴维南定理

(1) 实验电路如图 1-1-2 所示。

(2) 实验任务与步骤：如图 1-1-2 所示电路，将  $R$  支路去掉，从  $bc$  两点向虚线框内看进去，是一个有源二端网络。本实验就是测定该网络的等效参数，并用等效电源代替，从而证明戴维南定理的正确性。其步骤如下：



1) 将稳压电源的交流电源断开, 按图 1-1-2 接好电路, 请教师检查。

2) 接上稳压电源的交流电源, 将  $S_1$ 、 $S_2$  拉开, 用万用电表直流电压档测出  $E_1$ 、 $E_2$  的数值, 并使其分别为 15V、3V。

3) 断开  $R$  支路, 此时  $R = \infty$ , 合上开关  $S_1$ 、 $S_2$  测出虚线框内电路中  $b$ 、 $c$  间的电压  $U_{bc}$  (即开路电压  $U_o$ ), 填入表 1-1-4, 就得出戴维南等效电路中的等效电动势  $E$ 。

4) 将  $R$  支路接回电路中的原位, 改变  $R$  的阻值, 分别测出  $R$  为 150 $\Omega$ 、100 $\Omega$ 、50 $\Omega$ 、0 $\Omega$  时该支路的电压  $U_{bc}$  及电流  $I_{bc}$  的数值, 并填入表 1-1-4。

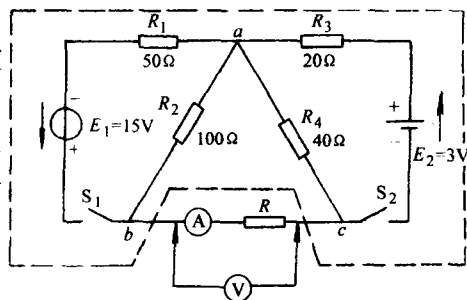


图 1-1-2 实验电路图

表 1-1-4 数据记录表

电阻值 $R/\Omega$		$\infty$	150	100	50	0
理论计算值	$U_{bc}/V$					
	$I_{bc}/mA$					
实测值	$U_{bc}/V$					
	$I_{bc}/mA$					

5) 根据步骤 3)、4) 所测数据利用二次电压法求出戴维南等效电路中的等效电阻  $R_0$ 。

6) 用上面测得的等效参数 ( $E$ 、 $R_0$ ) 按图 1-1-3 虚线框所示组成戴维南等效电路 ( $E$  用可调稳压电源,  $R_0$  用电阻箱)。

7) 按图 1-1-3 所示电路, 将电路连接好, 分别测出  $R$  为  $\infty$ 、150 $\Omega$ 、100 $\Omega$ 、50 $\Omega$ 、0 $\Omega$  时该支路的电压及电流, 其数据填入表 1-1-5。

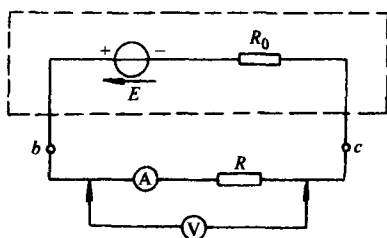


图 1-1-3 实验电路图

表 1-1-5 数据记录表

电阻 $R/\Omega$	$\infty$	150	100	50	0
$U_{bc}/V$					
$I_{bc}/mA$					

#### (四) 预习要求

1. 复习基尔霍夫定律、叠加原理和戴维南定理, 进一步理解它们的含义。

2. 结合叠加原理的应用, 计算出图 1-1-1 电路 (在  $S_1$  合点 1,  $S_2$  合点 4 时), 各支路的电流及电压, 其值填入表 1-1-1 及表 1-1-2, 以此为依据预选图 1-1-1 所示电路中电流表及电压表的量程。

3. 应用戴维南定理求图 1-1-2 中虚线框部分的戴维南等效电路, 并计算  $R$  分别为 150 $\Omega$ 、100 $\Omega$ 、50 $\Omega$  时通过  $R$  的电流及其两端的电压, 其值填入表 1-1-4 中, 并画出其外特性曲线。

4. 弄清本次实验内容及测量方法。

5. 阅读本书第二部分“常用仪器仪表的使用”中的万用表的原理和使用及直流稳压电源的内容。并写出使用时的注意事项。

### (五) 思考题

1. 基尔霍夫定律的实质是什么？对一个有源二端网络的两个端钮所通过的电流来说，是否符合  $\sum I = 0$ ？对包含有两个端钮的某一电路是否也符合  $\sum U = 0$ 。

2. 在应用叠加原理时，某一电源单独作用时，为什么要将其他电源中的理想电压源短接，理想电流源断开？叠加原理为什么不能用来计算功率？

3. 叠加原理和戴维南定理使用的条件是什么？若电路中有非线性元件，各支路中的电流或元件上的电压是否也存在叠加关系？有源二端网络中含有非线性元件时，能否用戴维南等效电路代替？

### (六) 实验报告

1. 画出实验电路图、简述实验过程。

2. 将各理论计算值及各实测值列表说明。

3. 用理论计算值与实测值相比较，看是否相符，并作误差分析。

4. 用基尔霍夫定律和叠加原理两内容的实测值分别验证其正确性。

5. 将戴维南定理实验中的步骤（4）、（7）与理论计算所得的结果，分别画出有源二端网络的外特性曲线，并作比较讨论，以加深对等值概念的理解。

## 实验二 交流电路参数的测定

### (一) 实验目的

1. 学习测定交流电路参数的方法，并加深理解  $R$ 、 $L$ 、 $C$  在交流电路中的作用。

2. 学习交流电压表、交流电流表和调压器的使用方法。

### (二) 实验仪器及设备

调压器	110-220/0-250V	0.5-1A、1kVA	1只
交流电流表	0-1-2A		1块
交流电压表	0-150-300V		1块
滑线变阻器	100 $\Omega$ 2A		1只
电容箱	0~63 $\mu$ F		1个
电感线圈	0.15H		1个
万用表			1块

### (三) 实验内容

1. 实验电路如图 1-2-1 所示。

2. 实验任务与步骤：

(1) 按图 1-2-1a 所示接线，负载电阻  $R$  用万用表调到 50 $\Omega$  左右，单相调压器  $T$  的调压转盘应处于零位。

(2) 接通电源，调节单相调压器  $T$  的输出电压，使输出电流大约在 1.5~1.8A（用电流

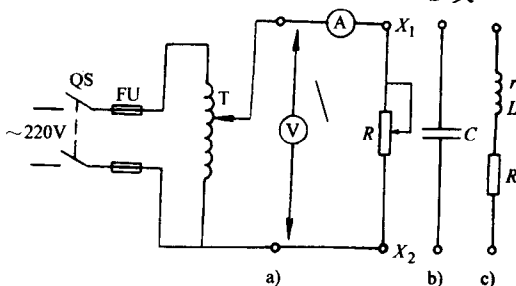


图 1-2-1 实验电路图

表监测)。

测量电压  $U$ 、电流  $I$ ，填入表 1-2-1。测三次后断掉电源。

表 1-2-1 数据记录表

测试次序	数据	测试记录		计算结果
		$U/V$	$I/A$	$R/\Omega$
1				
2				
3				
平均值				

(3) 将图 1-2-1a 电路中  $X_1$ 、 $X_2$  间的电阻  $R$  换成图 1-2-1b 的电容  $C$ 。调节单相调压器  $T$  的输出电压，使输出电流大约在  $1.5\sim 1.8A$ ，测量电压  $U$ 、电流  $I$ ，填入表 1-2-2，测量三次后切断电源。

表 1-2-2 数据记录表

测试次序	数据	测试记录		计算结果
		$U/V$	$I/A$	$C/\mu F$
1				
2				
3				
平均值				

(4) 将图 1-2-1b 电路中  $X_1$ 、 $X_2$  间的电容  $C$  换成图 1-2-1c 的电感线圈  $L$  与阻值为  $30\Omega$  的电阻  $R$  串联的电路，测量电源电压  $U$ 、电感线圈电压  $U_1$ 、电阻电压  $U_2$  以及电流  $I$ ，填入表 1-2-3，测三次后切断电源。

表 1-2-3 数据记录表

测试次序	测试记录				计算结果	
	$U/V$	$U_1/V$	$U_2/V$	$I/A$	$L/H$	$r/\Omega$
1						
2						
3						
平均值						

#### (四) 预习要求及思考

1. 复习单一参数的交流电路及  $R$ 、 $L$ 、 $C$  串联交流电路。根据步骤 (4) 所测量的电压量  $U$ 、 $U_1$ 、 $U_2$  及  $I$ ，试画出  $\dot{U}$ 、 $\dot{U}_1$ 、 $\dot{U}_2$  及  $\dot{I}$  的相量图。复习电感线圈与  $L$ 、 $r$  串联电路的等效。会利用上述相量图求出线圈电感电压  $U_L$ 、线圈电阻电压  $U_r$  及电感  $L$ 、电阻  $r$ 。

2. 除用本实验的方法测定线圈参数外，是否还可以用其他的方法来测量？如何测量？

3. 阅读本书第二部分“常用仪器仪表的使用”中的“单相调压器”及第三部分“测量、测试、实验技术”中有关电压、电流测量的内容。



(4) 分别将  $9.5\mu\text{F}$ 、 $4.75\mu\text{F}$ 、 $2.38\mu\text{F}$  电容器并入实验电路中，按表 1-3-1 各项进行测量并记入表中。

#### (四) 预习要求

1. 预习本实验内容，并阅读本实验“(七) 荧光灯电路简介”。
2. 预习用并联电容器提高功率因数的原理，并弄清应测量的数据和测量方法。
3. 阅读本书第三部分“测量、测试、实验技术”中的功率测量部分。

#### (五) 思考

1. 提高功率因数的意义何在？在并入电容器后，荧光灯电路中的电流及功率因数有无变化？为什么？并入不同数值的电容器后，电路中出现什么情况？
2. 是否可用交流电流表的读数判断  $\cos\varphi = 1$  时的电路状态？

#### (六) 实验报告要求

1. 画出实验电路图，简述其实验过程，并画出测量数据表格。
2. 根据实验数据分析，计算不同电容值时的功率因数及  $\varphi$  值，并绘出对应的电压、电流相量图。
3. 分别计算不同电容值时，荧光灯支路、电容器支路，以及电源供给的无功功率，说明三者的关系。并分析提高功率因数的原因。

#### (七) 荧光灯电路简介

荧光灯电路由荧光灯管  $R$ 、镇流器  $L$ 、起辉器  $KL$  等三部分组成，如图 1-3-1 所示。

灯管是一根抽成真空的玻璃管，内壁涂以荧光粉，管内两端各装有灯丝，如图 1-3-2 所示。灯丝的作用是发射电子。管内充有惰性气体氩气和少量汞蒸气，灯管必须在高压下点然而在低压下工作，可近似认为是电阻负载。

镇流器是一个铁心线圈，它与荧光灯的灯丝相串联，是一个电感很大的感性负载，在灯管点燃瞬间产生足够高的电压（自感电动势），帮助灯管点燃，在正常工作时，它对灯管起分压限流作用。其结构有单线圈式和双线圈式两种。

起辉器由一个充有氖气的小玻璃泡（即辉光管）和一个小电容组成，用铝或塑料壳封装，如图 1-3-3 所示。玻璃泡内装一个固定的静触头和一个双金属片制成的倒 U 形动触头，两触头与小电容器并联。当接通电源后，两触头间加上电压，玻璃泡内的气体因被电离而产生辉光放电，使双金属片受热膨胀而与静触头接触。随即两触头间电压降为零，辉光放电停止。双金属片冷却后又恢复原来状况，两触头断开。它相当于一个自动开关。两触头与灯管灯丝、镇流器线圈相串联，起辉器与灯管并联。

荧光灯点燃过程如下：见图 1-3-1，当开关  $QS$  闭合，电源电压首先加在与灯管并联的起辉器两触头之间，在辉光管中引起辉光放电，产生大量热量，加热了双金属片，使其膨胀伸展与静触头接触，灯管被短接，电源电压几乎全部加在镇流器线圈上，一个较大的电流流经镇流器线圈、灯丝及辉光管。电流通过灯丝，灯丝被加热，并发射出大量电子，灯管处于“待导电”状态。起辉器动静二触头接触电压下降为零，辉光放电停

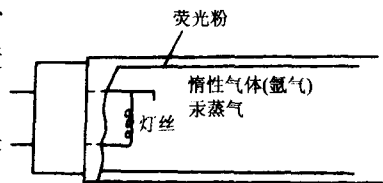


图 1-3-2 荧光灯管结构

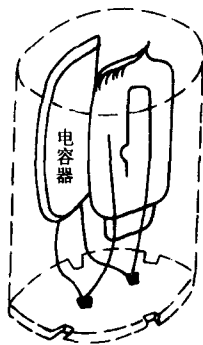


图 1-3-3 起辉器

止,不再产生热量,双金属片冷却,两触头分开,切断了镇流器线圈中的电流,在镇流器线圈两端便产生一个很高的电压,此电压与电源电压叠加而作用在灯管两端,使管内电子形成高速电子流,撞击气体分子使其电离而产生弧光放电,荧光灯便点燃。点然后,电路中的电流以灯管为通路,电源电压按一定比例分配于镇流器及灯管上,灯管上的电压低于起辉器辉光放电电压,起辉器不再产生辉光放电,荧光灯进入正常工作。此时,镇流器起电感器的作用,限制灯管中的电流不至过大,当电源电压波动时,镇流器起镇定电流变化之作用。

### 实验四 三相交流电路的联接与功率测量

#### (一) 实验目的

1. 学习三相负载的联接及测量线电压、相电压、线电流和相电流的方法。
2. 验证三相负载星形、三角形联结时,线电压与相电压、线电流与相电流的关系。
3. 了解三相四线制中性线的作用。
4. 学习用二瓦特表法测量三相功率。

#### (二) 实验仪器及设备

三相交流电源

灯箱	100W、220V 灯泡 9 盏	1 个
交流电压表	0-300-450V	1 块
交流电流表	0-2.5-5A	6 块
单相瓦特计	D34-W 型 0.5/1A、75/150/300V	2 块
试电笔		1 支

#### (三) 实验内容

1. 用试电笔找出三相四线制电源的相线与中性线,并用交流电压表测量其线、相电压。

2. 三相负载星形联结:

(1) 按图 1-4-1 接好实验线路,每相并联三盏灯。

(2) 合上 QS 接通电源,分别对不对称负载(每相分别为 1、2、3 盏)和对称负载(每相三盏),按表 1-4-1 所列各项进行测量和记录。

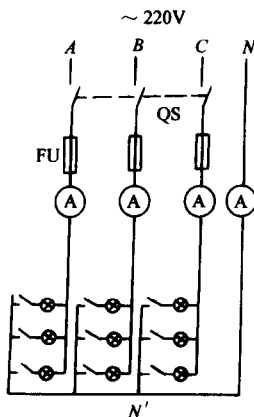


图 1-4-1 星形 (Y) 联结电路

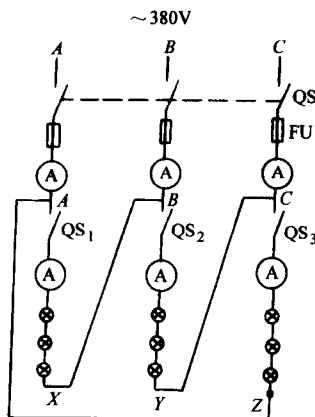


图 1-4-2 三角形 (Δ) 联结电路 (一)

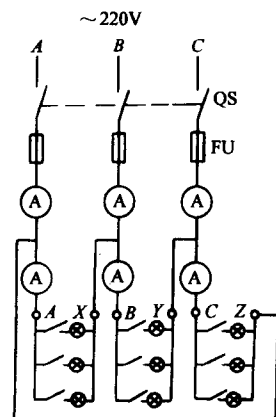


图 1-4-3 三角形 (Δ) 联结电路 (二)

(3) 去掉中性线（即Y联结法），重复上述测量，同时观察各相灯泡的亮度，并以“亮”、“较亮”和“暗”分别记录。

(4) 与(2)的测量方法相同，用两瓦特计法测量对称和不对称的负载三相功率，并填入表1-4-2。

### 3. 三相负载三角形联结：

(1) 按图1-4-2或图1-4-3接好电路（两个电路选一个）。

(2) 合上各开关，接成对称负载和不对称负载，按表1-4-3所列各项测量并记录。用两瓦特计法测量三相功率，记入表1-4-2。

表 1-4-1 数据记录表

项目 负载接法	电量	线电压/V			相电压/V			相电流/A			中性线 电 流	中性点 电 压	灯的亮度		
		$U_{AB}$	$U_{BC}$	$U_{CA}$	$U_A$	$U_B$	$U_C$	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_N/A$	$U_{NN}/V$	A相	B相	C相
Y <sub>0</sub>	不对称														
	对 称														
Y	对 称														
	不对称														

表 1-4-2 数据记录表

项目 负载接法	数据	测试数据与计算结果			理论计算结果
		$P_1/W$	$P_2/W$	$P = P_1 + P_2$	$P$
Y	对 称				
	不对称				
△	对 称				
	不对称				

表 1-4-3

数据 负载接法	项目	线 电 压			相 电 流			线 电 流			相、线电 流间关系
		$U_{AB}/V$	$U_{BC}/V$	$U_{CA}/V$	$I_{AX}/A$	$I_{BY}/A$	$I_{CZ}/A$	$I_A/A$	$I_B/A$	$I_C/A$	
	对 称										
	不 对 称										

### (四) 预习要求

1. 预习本次实验内容，三相电路中线、相电压；线、相电流之间的关系。
2. 明确中性线的作用。在三相四线制中，为什么中性线上不允许接开关及熔断器？
3. 预习三相功率的内容，从理论上计算Y联结时，步骤(4)中的功率，以及△联结时步骤(2)中的功率，并填入表1-4-2。参看本书第三部分一、3. 功率的测量。画出用两瓦特计测量三相功率的电路接线图。

### (五) 实验报告

1. 写出实验目的，画出实验电路。

2. 整理所测数据并归纳观察到的现象。
3. 根据实验数据验证对称的Y联结和 $\Delta$ 联结时有关电压和电流的 $\sqrt{3}$ 倍关系。
4. 结合测试数据说明不对称负载Y联结无中性线时,各相电压的分配关系。说明中性线的作用和实际应用中应注意的问题。
5. 将三相功率的理论计算数值与用二瓦特计法测试的结果比较,并分析产生误差的原因。

### \* 实验五 一阶 RC 电路暂态分析

#### (一) 实验目的

1. 观察并测绘 RC 电路的充、放电过程,加深对 RC 电路过渡过程的认识。
2. 观察电路参数对过渡过程的影响及时间常数的确定。
3. 了解 RC 电路的实际应用。

#### (二) 实验仪器及设备

示波器	1 台
脉冲信号发生器或矩形波发生器	1 台
RC 接线板	1 块

#### (三) 实验内容

1. 观察测量 RC 电路的暂态过程。按图 1-5-1 接线调节矩形波发生器,使输出电压峰值  $U_{P-P}=10V$ , 频率  $f=200Hz$ , 将此信号输入到 RC 串联电路中,用示波器分别观察输入电压  $u_i$ , 电阻两端电压  $u_R$  和电容两端电压  $u_C$ , 将它们的波形按一定比例描录在表 1-5-1 中。同时测定该电路的时间常数  $\tau$ , 记入表 1-5-1 中。

2. 观察 RC 微分电路和积分电路的输入信号和输出信号的波形。

(1) 按图 1-5-2 微分电路接线,保持输入的矩形波电压,频率不变,用示波器观测电路的输入及输出电压的波形,并按一定比例把输出波形  $u_0$  描录在表 1-5-1 中。

改变电路参数  $R$  (电位器), 或  $C$  的数值, 观察电路输出电压  $u_0$  波形的变化, 并画入表中。

(2) 按图 1-5-3 积分电路实验原理图接线,保持输入的矩形波电压、频率不变,用示波器观测电路的输入及输出电压波形,并按一定比例把输出波形  $u_0$  描录在数据记录表中。

改变电路参数  $R$ 、 $C$  的数值, 观察电路输出电压波形的变化, 并画入数据记录表中。

注意: ①在 RC 电路中, 由观察  $u_R$  波形改为观察  $u_C$  波形时, 必须改变电路的接地端。

②在测量电阻时, 须切断电源。

#### (四) 预习要求

1. 复习 RC 电路充放电原理及时间常数  $\tau$  在过渡过程中的作用。
2. 阅读本书第二部分关于在实验中所用的信号发生器及示波器的使用方法的有关内容。

#### (五) 思考问题

时间常数  $\tau$  除用计算和本实验介绍的用示波器测量来确定之外, 是否还有其他方法求得?

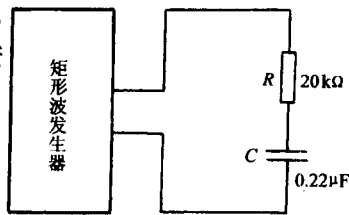


图 1-5-1 实验电路图



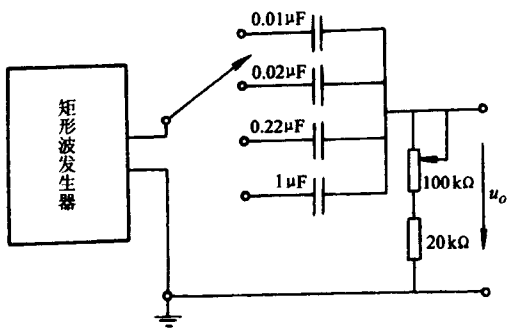


图 1-5-2 微分电路实验原理图

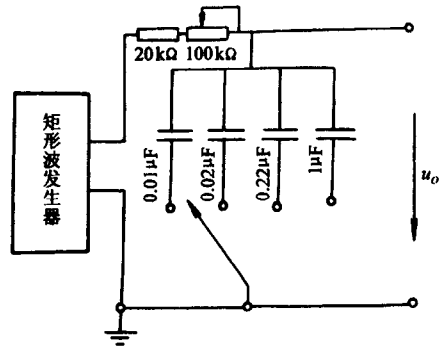


图 1-5-3 RC 积分电路实验原理图

表 1-5-1 数据记录表

输入波形	周期		
	脉宽		
	$U_{P-P}$		
RC 电路暂态过程	电阻电压波形	$R$	
	电容电压波形	$C$	
		$\tau$	
微分电路输出电压波形图		$R$	
		$C$	
		$\tau$	
		$R$	
		$C$	
		$\tau$	
积分电路输出电压波形图		$R$	
		$C$	
		$\tau$	
		$R$	
		$C$	
		$\tau$	