

中等职业学校教学用书

电工与电子技术 实验与实训

主编 程 周



高等教育出版社

中等职业学校教学用书

电工与电子技术实验与实训

程周 主编

高等教育出版社

内容简介

本书根据 2000 年 8 月教育部颁发的中等职业学校非电类相关专业 3、4 年制通用(少学时)电工与电子技术教学大纲编写,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准,与中等职业教育国家规划教材《电工与电子技术》配套使用。

本书主要内容有:基尔霍夫定律验证及电位的测量;荧光灯电路的接线及功率因数提高实训;三相电路中负载的连接实验;单相变压器实验;三相异步电动机的简单测试及试运行实训;三相异步电动机点动、连续运行控制实训;三相异步电动机正、反转控制实训;常用电子仪器的使用实训;单相桥式整流电容滤波电路实验;单管电压放大器的组装与调试实训;晶闸管交流调压电路实训;运算放大器的应用实训;集成与非门电路逻辑功能及应用实验;计数、译码、显示电路实验。

本书采用模块式加套简式编写方式,可供中等职业学校 3、4 年制工科、管理类专业使用,也可作为岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验与实训/程周主编. —北京:高等教育出版社,2001. 7(2005 重印)
ISBN 7-04-009789-3

I. 电… II. 程… III. 电工技术-专业学校-教学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 031198 号

电工与电子技术实验与实训
程周 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京人卫印刷厂

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

开 本 787×1092 1/16
印 张 9.25
字 数 210 000

版 次 2001 年 7 月第 1 版
印 次 2005 年 12 月第 10 次印刷
定 价 12.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究
物料号 9789-00

前 言

本书根据 2000 年 8 月教育部颁发的中等职业学校非电类相关专业 3、4 年制通用(少学时)电工与电子技术教学大纲编写,与中等职业教育国家规划教材《电工与电子技术》配套使用。本书主编作为教育部文指委委员、全国中专电工学与工业电子学课程组成员,参加了该教学大纲的全部起草、审定工作,在这个过程中,感到原有教材与新教学大纲存在一定差距。为了及时出台与新教学大纲配套的教材,在编制教学大纲的同时,编者即着手考虑教材的编写工作,编写时还参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

本书始终贯穿适当降低理论深度、扩大知识面和加强应用性的编写原则,突出中等职业教育的特色,加强电工技术、电子技术在工业生产和日常生活中的应用,注意培养学生认识问题及解决问题的能力。在实验、实训中增加小制作内容,既可提高学生实验技能及学习兴趣,又能对实验内容的掌握起到进一步的巩固和深化,达到举一反三的目的。

本书包括基础实验 8 个,选做实验 6 个,其中,打 * 号的实验是供选做的内容,对应教学大纲中的选做实验,其余内容是教学大纲所要求的必做的基本实验。

本书由安徽省轻工业学校程周主编,田啸参编。程周编写实验 1~7、附录 1~10、小制作和报告册;田啸编写实验 8~14;全书由程周统稿。

本书由北方交通大学周晖老师主审,提出了许多宝贵的修改意见,对提高本书的质量起到很好的作用。在编写过程中,安徽省轻工业学校的领导也给予了很多的关心和支持,在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者学识和水平有限,对本书中存在的缺点和疏漏,恳请使用本书的教师和其他读者批评指正。

编者

2001 年 1 月

目 录

实验 1 基尔霍夫定律验证及电位的测量实验	1	* 实验 11 晶闸管交流调压电路实训	52
实验 2 荧光灯电路的接线及功率因数提高实训	6	实验 12 运算放大器的应用实训	57
实验 3 三相电路中负载的连接实验 ..	12	实验 13 集成与非门电路逻辑功能及应用实验	61
* 实验 4 单相变压器实验	18	* 实验 14 计数、译码、显示电路实验	64
* 实验 5 三相异步电动机的简单测试及试运行实训	23	附录 1 电工仪表的基本常识	69
实验 6 三相异步电动机点动、连续运行控制实训	30	附录 2 晶体管(电子管)毫伏表	71
* 实验 7 三相异步电动机正、反转控制实训	36	附录 3 兆欧表和绝缘电阻的测量	73
实验 8 常用电子仪器的使用实训	40	附录 4 钳形电流表及使用	75
* 实验 9 单相桥式整流电容滤波电路实验	44	附录 5 示波器	76
实验 10 单管电压放大器的组装与调试实训	48	附录 6 信号发生器	81
		附录 7 电子电路的焊接工艺	84
		附录 8 印制线路板的设计与制作	87
		附录 9 电子元件引脚识别	89
		附录 10 集成电路使用注意事项	98
		实验 1~14 报告册	100

实验 1 基尔霍夫定律验证及电位的测量实验

1.1 目的要求

1. 学会搭接简单电路。
2. 学会使用万用表测量电阻、电流和电压。
3. 验证基尔霍夫定律。
4. 初步学会测量电路中各点的电位值。

1.2 预习内容

1. 阅读本书附录中稳压电源的内容,学会其使用方法。
2. 阅读本书和教材中有关万用表的内容,加深对它的工作原理的认识,学会使用万用表。
3. 复习基尔霍夫定律。
4. 复习电路中电位的概念和计算方法。

1.3 仪器与设备

- | | |
|--------------|-----|
| 1. 直流稳压电源 | 1 只 |
| 2. 直流电流表 | 3 只 |
| 3. 直流电压表 | 1 只 |
| 4. 电阻器 | 3 只 |
| 5. 干电池(或蓄电池) | 1 只 |
| 6. 刀开关 | 3 只 |

1.4 原理与说明

1. 电阻、电流和电压的测量

可以利用万用表直接测量电阻元件的电阻值,也可以利用电压表、电流表测量该电阻两端的电压和流过电阻的电流,再应用欧姆定律 $R = \frac{U}{I}$ 计算电阻值。

测量电阻元件的电阻值时应切断电源,以免损坏万用表。测量过程中应将电阻元件与原电路断开,防止其他电路与电阻构成通路而影响测量结果。

测量电阻元件两端电压时,应将万用表旋钮置于合适的电压挡位,并将测试棒并联在电阻元件两端。

测量通过电阻元件电流时,应将万用表旋钮置于合适的电流挡位,并将测试棒串联在电阻元件所在的电路中。

2. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律描述了电路中电流和电压应遵循的基本规律,由电流定律(KCL)和电压定律(KVL)组成。

基尔霍夫电流定律:任一瞬间电路中流过任一结点电流的代数和为零。即

$$\sum I = 0$$

关于电流的符号,一般规定流入结点的电流为正,流出结点的电流为负。电流实际方向是相对参考方向而言的,且与假设参考方向一致的为正,与参考方向相反的为负。

基尔霍夫电压定律:电路中沿任一闭合回路中各段电压降低的代数和等于电压升高的代数和,即

$$\sum RI = \sum E$$

电压降和电动势的符号一般与所选回路的绕行方向有关,电压降的方向与绕行方向一致时为正,反之为负;电动势的参考方向与绕行方向一致时为正,反之为负。

3. 电路中电位的测量

电路中某点的电位是该点与参考点之间的电压。若这个电压为正,则表示该点比参考点的电位高,反之该点比参考点的电位低。

电路中参考点的选定是任意的,它只是一个公共点,不过一经选定,在测量过程中不允许改变,且规定该点的电位值为零,电路中电位的高低、正负都是针对参考点而言的。若参考点发生变化,电路中各点电位都会随之发生变化,这就是所谓电位的单值性。

电压是电路中两点的电位之差,该值与电位参考点选择无关,因为参考点变化时,各点电位同时升高或降低同一个值,而它们之间的相对值(电压)是不会发生变化的。

1.5 内容与步骤

1. 用万用表测电阻

用万用表测电阻前,先将万用表的选择开关置于“Ω”挡位置,按被测电阻值选定测量挡位(例如“R×10 Ω”或“R×1 kΩ”挡)。并将测试棒短接,调节“调零电位器”,使万用表指针对准“零”欧姆位置。再将测试棒并接在电阻的两端进行测量,将测量结果记录于“电工与电子技术实验与实训报告册”(以下简称报告册)表 1.1 中。

2. 测电流和电压计算电阻值

按图 1.1 接线,图中电阻 R 仍为用万用表测电阻实验时的电阻。

闭合开关 S、断开开关 S1、S2,读取电流表的数值记录于报告册表 1.1 中。

闭合开关 S1、S2、S,读取电压表的数值记录于报告册表 1.1 中。

3. 验证基尔霍夫定律

验证基尔霍夫电流定律:按图 1.2 接线闭合开关 S,读取各电流表数值记录于报告册表 1.2

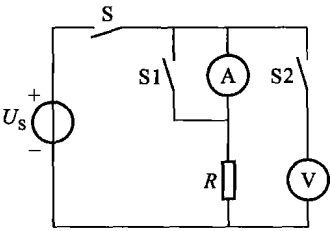


图 1.1 测量电路电流和电压

中(电流值的正、负根据电流表“+”“-”端与所测电路电流方向连接方式判断)。

验证基尔霍夫电压定律:按图 1.3 接线。闭合开关 S,使用电压表按图中绕行方向依次测量各元件两端的电压数值并记录于报告册表 1.2 中(电压值的正、负根据电压表“+”“-”端与所测电路电压方向连接方式判断)。

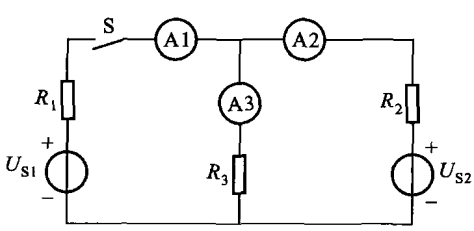


图 1.2 验证基尔霍夫电流定律电路

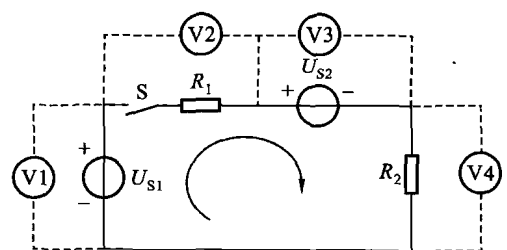


图 1.3 验证基尔霍夫电压定律电路

4. 电位的测量

按图 1.4 接线。以 a 为参考点,测量 b、c、d、e 各点的电位值记录于报告册表 1.3 中,再测量 b、c 之间电压值记录于报告册表 1.3 中。

以 e 为参考点,测量 a、b、c、d 各点的电位值记录于报告册表 1.3 中,再测量 b、c 之间电压值记录于报告册表 1.3 中。

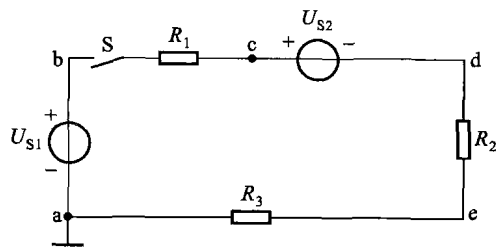


图 1.4 测量电路中的电位

1.6 注意事项

1. 稳压电源

稳压电源的内阻很小,在使用时严禁输出端短路,一般也不能作为反电动势使用。在图 1.3 验证基尔霍夫电压定律实验中, U_{S1} 选用稳压电源, U_{S2} 选用干电池或蓄电池。使用稳压电源时要注意该电源的额定输出电流,防止输出电流过大,引起稳压电源工作不正常。

2. 电压表和电流表

在使用直流电压表和直流电流表时,要注意它们的极性,即仪表的“+”极性端应接电路的高电位端,“-”极性端(或“*”端)应接电路的低电位端,不能接反,否则仪表指针会反向偏转。

实验过程中要合理选用仪表的量程。量程选大了会增大误差,量程选小了可能会损坏仪表。如果实验前无法估计被测试值的大小,应先用仪表的最高量程试测,然后根据测试结果,再选用

适当的量程进行测量。

电压表的内阻很大,不要串联在电路中,只能并联在被测元件的两端。若使用测试棒测量直流电压,应注意测试棒的颜色与仪表对应的极性。

电流表的内阻很小,切不可并联在被测元件或电源两端,这样极易损坏仪表或引起电源短路。测量时只能串联在被测电路中。一般情况下不要使用测试棒测电流,应将电流表通过导线和端钮固定接入电路。

3. 定值电阻

实验电路中定值电阻的选择,一是要满足实验对电阻值大小的要求,另外要防止电阻因过载而烧毁。使用时应根据 $P = \frac{U^2}{R} = RI^2$ 对电阻器的功率进行验算,若所选电阻器功率过小,应换同等阻值较大功率的电阻器进行实验。

4. 蓄电池

蓄电池应保持充电达到额定值状态,对其充、放电的操作应按规定条件进行,防止损坏蓄电池。

1.7 小制作

课题:稳压电源和干电池外特性测试及比较。

按图 1.5 接线, U_{s1} 由稳压电源提供,调节到输出电压为 3V。 U_{s2} 由两节干电池串联提供。为了使外特性曲线更加明显,不宜选用太新或太旧的电池。

测量开始时,可变电阻 R_p 置于最大位置,将开关 S 置于①和②位置分别测量电压 U_1 和电流 I_1 ,记录于表 1.1 中。然后逐步减少可变电阻 R_p (一般可分 5~6 段),将在不同电阻值下开关 S 置于①和②时分别测得的电压 U_2 、 U_3 ……和电流 I_2 、 I_3 ……记录于表 1.1 中。注意不可将可变电阻调得过小,电流最大值不可超过电流表的量程。另外要注意可变电阻 R_p 的发热,防止被烧毁。电流表最大读数不宜超过稳压电源的额定电流,防止损坏稳压电源。

表 1.1 电源外特性的测量与比较

R_p 电 量							
稳压 电源	I						
	U						
干电 池	I						
	U						

根据表 1.1 所测量的数据,在同一坐标系内(图 1.6 中),绘出稳压电源 U_{s1} 和干电池 U_{s2} 的外特性。

通过图 1.6 两条电源外特性的比较,试思考和讨论下列问题:

- 1. 什么形状的外特性所对应的电源内阻较小?
- 2. 在输出电流相同的情况下,电源的内阻大小与端电压关系如何?

3. 两电源输出电压相同、内阻大小不同,试问向负载提供的电流有何区别?

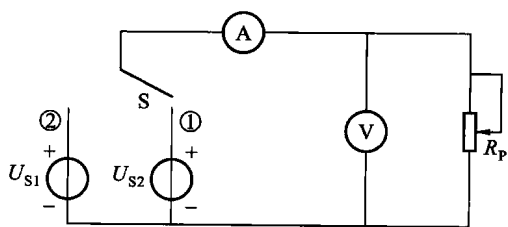


图 1.5 外特性测定接线图

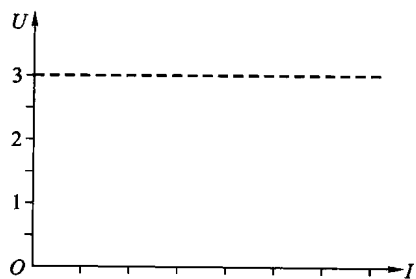


图 1.6 电源外特性

实验 2 荧光灯电路的接线及功率因数提高实训

2.1 目的要求

- 1. 学会连接荧光灯电路。
- 2. 进一步加深了解并联电容器是提高电路功率因数的有效方法。

2.2 预习内容

- 1. 复习教材中电阻、电感串联电路的有关内容。
- 2. 复习教材中功率因数的概念。
- 3. 学习本实验原理与说明中有关荧光灯工作原理的内容。
- 4. 阅读本实验注意事项中有关单相功率表及接线等内容。
- 5. 了解本实验小制作中荧光灯故障的排除方法。

2.3 设备与仪器

1. 单相功率表	1 只
2. 交流电流表	1 只
3. 交流电压表	1 只
4. 电容箱	1 只
5. 荧光灯实验板	1 块
6. 刀开关	2 只

2.4 原理与说明

1. 荧光灯电路

荧光灯电路是由荧光灯管、镇流器、启辉器组成。镇流器又分成单绕组(只有一个线圈)和有副绕组(有两个相互耦合的线圈)两种,它们所组成的电路如图 2.1 所示。

(1) 荧光灯管 灯管两端装有灯头,每个灯头上固定有两个金属插脚,用于对外连接交流电源,对内连接灯丝,灯丝在交流电源作用下发射电子。灯管内抽真空后充入少量的汞蒸汽和惰性气体,例如氩、氦、氖等。惰性气体的作用是减少阴极的蒸发和帮助灯管启动。

(2) 启辉器 启辉器底座上固定有两个螺帽形电极,使用时将其插在启辉器座上。启辉器的玻璃泡内充有惰性气体,并装有由膨胀系数不同的双金属片组成的 U 型触点,触点两端并联有 $0.005\sim 0.02\ \mu\text{F}$ 的电容器。启辉器相当于一个自动开关,其作用是在灯丝电路接通后又自动

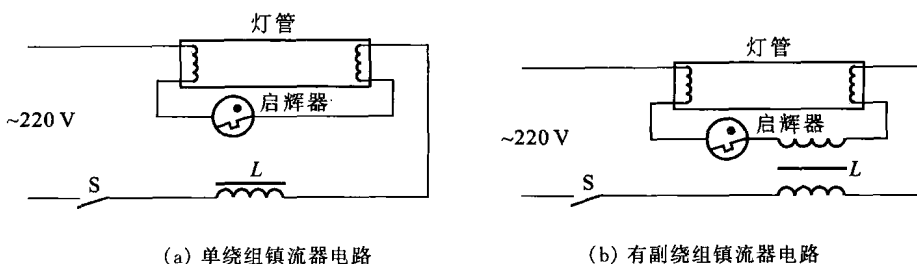


图 2.1 荧光灯电路

断开。并联电容器可减弱荧光灯启动时产生的无线电辐射,减小对邻近无线电音频、视频设备的干扰。

(3) 镇流器 镇流器是电感量较大的铁心线圈。无论哪种结构的镇流器,都是用来配合启辉器产生瞬间高压使灯管发光,在灯管正常发光后又能起到限制灯管电流的作用。

2. 荧光灯工作原理

合上荧光灯电路的电源开关后,电压首先加在启辉器的两个电极上,使两电极间产生辉光放电,同时产生大量的热。U形双金属片受热而变形,将两电极接通,此时电流通路如图 2.2(a)所示。在此电流的作用下,灯丝被加热,发射出大量电子。启辉器两个电极闭合后,辉光放电消失,电极很快冷却,双金属片又恢复到原始状态而导致电极断开,这段时间实际是灯丝预热过程(约 $0.5 \sim 2$ s)。

当启辉器中电极突然切断灯丝预热回路时,镇流器上产生很高的感应电压(约 $800 \sim 1\,500$ V),再加上电源电压的共同作用,在灯管两端建立起很高的电压,迫使荧光灯进入正常的发光工作状态。如果启辉器经过一次闭合、断开,荧光灯管仍然不能点亮,启辉器又会二次、三次重复上述动作过程。

灯管点亮后,电路中电流在镇流器上产生很大电压降,使灯管两端电压很低,小于启辉器的启动电压,启辉器不再动作,电路电流通路如图 2.2(b)所示。

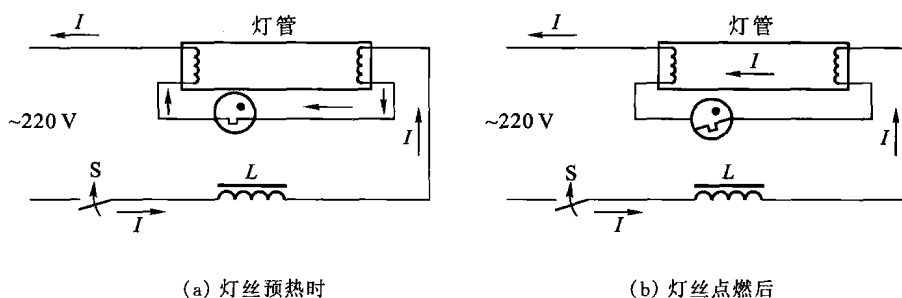


图 2.2 荧光灯的电流通路

3. 并联电容提高功率因数

对于一般的感性负载,可以通过并联适量电容的方法来提高整个电路的功率因数。荧光灯电路就是一个功率因数较低的电感性负载,一般情况下约为 0.5 左右。在荧光灯电路两端并联不同容量的电容器,可以改善电路的功率因数,其电路图和矢量图见图 2.3 所示。图中 L 、 r 等

效表示镇流器, R 等效表示灯管。

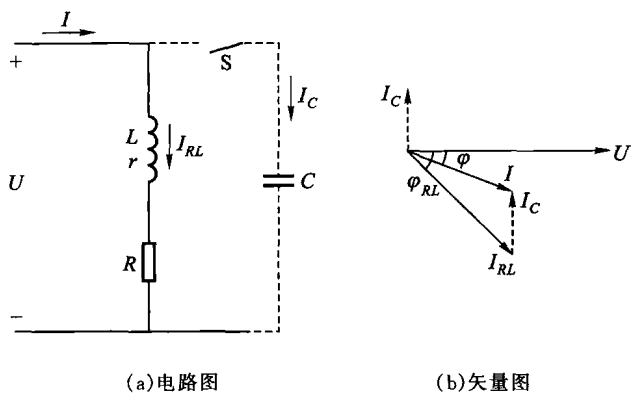


图 2.3 荧光灯并联电容前后电路图和矢量图

由图可知, 并联电容器前, 荧光灯电路的功率因数为

$$\cos \varphi_{RL} = \frac{P}{I_{RL} U}$$

式中, P ——荧光灯支路的有功功率, 可用功率表测量; I_{RL} ——荧光灯支路电流, 可用电流表测量; U ——电路总电压, 可用电压表测量。

并联电容器以后, 整个电路功率因数为

$$\cos \varphi = \frac{P}{IU}$$

式中, P ——整个电路的有功功率; I ——整个电路总电流; U ——电路总电压。

由图 2.3(b) 矢量图可见, 并联电容器后, 其功率因数角减小了. 而电路的功率因数却提高了, 即 $\varphi < \varphi_{RL}$, $\cos \varphi > \cos \varphi_{RL}$, 为提高电路功率因数所需的那部分无功电流是由电容器提供的。

2.5 内容与步骤

1. 安装荧光灯线路

按图 2.4 接线。在合上电源开关 S_1 前, 开关 S_2 应闭合, 防止荧光灯较大的启动电流冲击功率表和电流表。电容器箱开关全部断开, 暂时不要把电容器并联在电路上。

闭合开关 S_1 , 荧光灯应能正常发光, 如果不能正常发光, 应仔细检查线路连接是否正确, 也可参照表 2.1 进行故障排除。

2. 并联电容器提高功率因数

在图 2.4 荧光灯正常发光的基础上, 对荧光灯(没有并联电容器)电路的功率因数进行测算。断开 S_2 , 读取电流表、功率表、电压表数值记录于报告册表 2.1 中。此时因为电容器没有接入电路, 电流表的读数就是荧光灯(等效为 R 、 L 串联电路)支路电流 I_{RL} , 功率表的读数为荧光灯支路有功功率 P , 电压表的读数为总电压 U , 应用公式 $\cos \varphi_{RL} = \frac{P}{I_{RL} U}$ 可计算出未并联电容器时, 荧光灯支路的功率因数, 记录于报告册表 2.1 中(此时对应电容量为 0 的一栏)。

接入电容器, 逐次增加电容量, 观察电流表、功率表、电压表的读数。此时因为并入电容器,

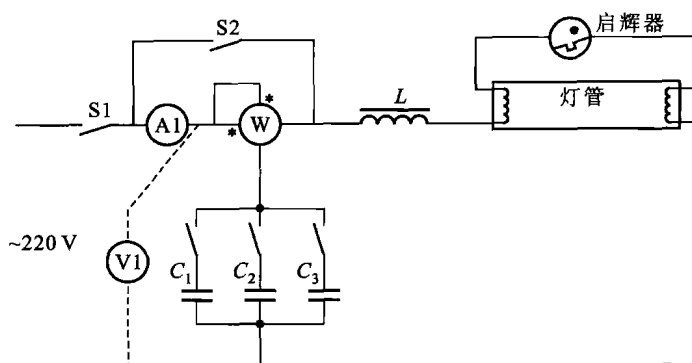


图 2.4 荧光灯与并联电容器电路

电流表的读数不仅包括荧光灯支路电流,还包括电容器支路电流,是电路的总电流 I 。再根据功率表测得的有功功率 P ,电压表测得的电压 U ,应用 $\cos \varphi = \frac{P}{IU}$ 可计算并联电容器以后整个电路的功率因数,并记录于报告册表 2.1 中。

改变电容器值,重复测量记录相应的电流、功率和电压,并计算功率因数,记录于报告册表 2.1 中。

2.6 注意事项

1. 单相功率表

单相功率表共有 2 个线圈,4 个接线端钮。其中 2 个是电压线圈的接线端钮,测量时应与被测电路并联,另外 2 个是电流线圈的接线端钮,测量时应与被测电路串联。电流线圈和电压线圈接线的一端标有“*”符号,称为电源端,应接到电源的高电位端(相线)。

单相功率表接线示意图如图 2.5 所示,注意接线端不可接错。

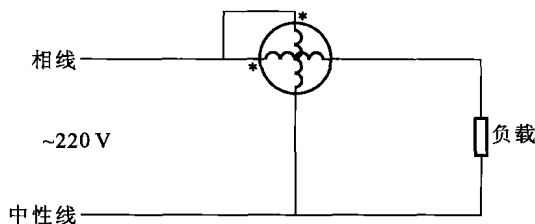


图 2.5 交流功率表接线示意图

2. 电容箱

电容器在实验前应处于断开状态,根据实验情况逐步增大并联电容量。应注意电容箱中电容器的耐压要符合要求。

3. 荧光灯线路连接要正确,防止损坏灯管。

2.7 小制作

课题: 荧光灯的安装及常见故障排除

实用荧光灯的安装接线如图 2.6 所示。荧光灯组件固定在荧光灯灯架上,并将灯座固定在灯架两端。用塑料软线将启辉器座上的两个接线柱分别与两个灯座中的各一个接线柱连接,一个灯座中另一个接线柱与电源的中性线(地线)连接,另一个灯座中余下的一个接线柱与镇流器的一个线头连接,镇流器另一个接线端与开关的一个接线柱连接。开关的另一端接至相线。

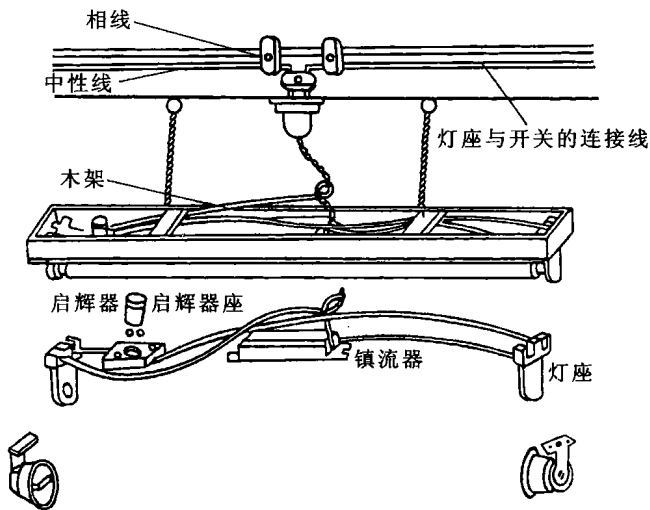


图 2.6 荧光灯线路

在安装和使用荧光灯过程中,常会碰到各种故障,表 2.1 将它们分类列出。

表 2.1 荧光灯的常见故障及排除方法

序号	故 障	原 因	排 除 方 法
1	灯管和启辉器都不亮	电源电压过低	检查线路
		镇流器不合格	换合格的镇流器
		接线错误、断线或接触不良	纠正接线、修理断线处,矫正接触簧片
		灯丝断	换灯管
		启辉器不良或不合格	换启辉器
2	灯管不亮, 启辉器亮	电压低或有超负荷	使电源正常或配线正规
		接线错误	纠正接线
		灯管已坏	换灯管
3	灯管两端发红, 启辉器亮	接线错误	纠正接线
		灯管寿命终结	换灯管

续表

序号	故 障	原 因	排 除 方 法
4	启辉器不亮而灯管两端亮	启辉器或与其并联的电容器短路	换启辉器
5	灯一半亮	电源电压低	使电源正常及配线正规
		接线错误	纠正接线
		灯管与灯座接触不良	纠正安装状态
		灯管寿命终结	换灯管
6	光线呈蛇形状起伏	好灯暂时有起伏,若始终有起伏,则电压偏高或灯管不好	开、关数次或隔数分钟再开灯,即消除异常。如无改进,应调整电压或换灯管
7	灯不十分亮或闪烁	电压低或有超负荷现象	使电源正常及配线正规
		灯管寿命已到末期	换灯管
8	启亮时间过长	电压低或有超负荷现象	使电源正常及配线正规
		启辉器不良或寿命终结	换启辉器
		灯管质量不好	换灯管
9	灯具发声	镇流器铁心振动	加胶垫,严重时换镇流器
10	灯具过热,有沥青味	电压错误	检查电源
		电源频率错误(低于 48 Hz)	检查频率
		散热不充分	调整镇流器安装位置
11	一端或两端变黑	灯管不良	换灯管
		镇流器不良	换镇流器
		开关频率过度	尽量减少开关次数
		电源电压不正常	检查电源
		接线错误	纠正接线
12	在较短的时间内灯管两端变黑	电压太高、电流过大	检查电源
		镇流器不合规定或有局部短路	换合格的镇流器
		接线错误	纠正接线
		接线接触不良	纠正安装状态
		灯管不良	换灯管

实验 3 三相电路中负载的连接实验

3.1 实验目的

1. 初步学会三相负载作星形联结。
2. 初步学会三相负载作三角形联结。
3. 检验在对称负载下,电压、电流的“线量”与“相量”关系。
4. 了解星形联结时,中性线的作用。

3.2 预习内容

1. 复习三相负载星形联结方式,了解中性线的作用。
2. 复习三相对称负载三角形联结方式。
3. 复习三相负载在两种接法时,“线量”与“相量”之间关系。

3.3 仪器与设备

- | | |
|-----------|-----|
| 1. 三相负载灯箱 | 1 只 |
| 2. 交流电压表 | 1 只 |
| 3. 交流电流表 | 1 只 |
| 4. 三相调压器 | 1 台 |
| 5. 三相刀开关 | 1 只 |

3.4 原理与说明

1. 三相负载星形联结

当三相负载的额定电压等于电源的相电压时,负载应作星形联结。图 3.1(a)为负载星形联结原理图,图 3.1(b)为负载星形联结线路图,这种连接方式的特点是三相负载的末端连在一起,而始端分别接到电源的三根相线上。

2. 三相负载三角形联结

当三相负载的额定电压等于电源的线电压时,负载作三角形联结。图 3.2(a)为负载三角形联结原理图,图 3.2(b)为负载三角形联结线路图,这种连接方式特点是三相负载的始端和末端依次连接,然后将三个连接点分别接至电源的三根相线上。

3. 电流、电压的“线量”与“相量”关系

测量电流与电压的线量与相量关系,是在对称负载的条件下进行的。本实验采用三相负载