

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套用书

电工技术实验与实训

DIANGONG JISHU SHIYAN YU SHIXUN

何露霞 周淮元 主编
赵承荻 主审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套用书

电工技术实验与实训

何露霞 周淮元 主编
赵承荻 主审

中国铁道出版社

2009年·北京

内 容 简 介

本书以国家职业标准中级维修电工的技能要求为依据,以高职高专人才培养为目标,结合各地考工的实际要求,突出实用性和针对性。

全书分为三章,共 18 个实验实训内容。第 1 章 8 个基本实验与实训的练习,可使学生进一步加深对《电工技术》教材中理论内容的理解;第 2 章 6 个选做实验与实训,介绍了与生产实际有紧密联系的实验与实训项目,各专业可根据需要选做;第 3 章是电工技术实验实训的相关知识与技能,介绍常用电工工具及使用、动力线路安装、机床控制线路及检修、手工焊接工艺及 MF47 型万用表的装配。

本书是为赵承获主编的普通高等教育“十一五”国家级规划教材《电工技术》配套教材编写的,也可作为职业技术学校电工实验与实训的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实验与实训/何露霞,周淮元主编. —北京:
中国铁道出版社,2009. 1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材配套用书

ISBN 978-7-113-09019-7

I. 电… II. ①何… ②周… III. 电工试验—高等学校—
教学参考资料 IV. TM-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 210218 号

书 名:电工技术实验与实训

作 者:何露霞 周淮元 主编

责任编辑:赵 静 电话:(010)51873133 电子信箱:td73133@sina.com

封面设计:薛小卉

责任校对:孙 玫

责任印制:陆 宁

出版发行:中国铁道出版社(北京宣武区右安门西街 8 号 邮政编码:100054)

网 址:<http://www.tdpress.com>

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

版 次:2009 年 5 月第 1 版 2009 年 5 月第 1 次印刷

开 本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:6.5 字数:154 千

印 数:1 ~ 3000 册

书 号:ISBN 978-7-113-09019-7/TM · 81

定 价:13.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话:市电(010)51873170,路电(021)73170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前 言

根据2007年7月16日在济南铁道职业技术学院召开的“十一五”国家级规划教材《电工技术》及辅助教材编写工作会议精神,本书为赵承荻主编的《电工技术》配套教材。

本书以国家职业标准中级维修电工的技能要求为依据,以高职高专人才培养为目标,结合各校各地考工的实际要求,突出实用性和针对性。在教学中,应以动手能力培养为主线,对学习者进行电工操作技能规范化的训练,以达到职业技能鉴定中级以上水平。

全书分为三章,第一章是基本实验与实训,共有8个实验与实训项目,通过这部分练习,可使学生进一步加深对《电工技术》理论的理解;第二章是选做实验与实训,介绍了与生产实际有紧密联系的6个实验与实训项目,各专业可根据需要选做;第三章是电工技术实验实训的相关知识与技能,介绍常用电工工具及使用、动力线路安装、机床控制线路及检修、手工焊接工艺及MF47型万用表的装配。

本书由南京铁道职业技术学院苏州校区何露霞、周淮元主编,湖南铁道职业技术学院赵承荻主审。其中,实验实训1.1~1.3、2.1由内江铁路机械学校唐玫编写;实验实训1.4~1.8、2.2由济南铁道职业技术学院鲍建编写;实验实训2.3由湖南铁路科技职业技术学院龙伟民编写;实验实训2.4由湖南铁路科技职业技术学院周玲编写;实验实训2.5、3.2由周淮元编写;实验实训2.6、3.1、3.3由何露霞编写;实验实训3.4由南京铁道职业技术学院苏州校区陈虹编写。

本书的编写,既凝结了各校实践性教学改革成果,也参阅了大量相关书籍,并且编者得到了所在学校领导和同事们的大力支持,在此一并表示深深的谢意!

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009年4月

目 录

第1章 基本实验与实训

实验实训 1.1 认识实验与基尔霍夫定律	1
附录 1 实验室设备介绍	4
实验实训 1.2 荧光灯电路的安装及功率因数的提高	6
实验实训 1.3 三相负载电路的连接	8
实验实训 1.4 单相变压器及自耦变压器的使用	11
实验实训 1.5 三相异步电动机直接启动及单向运行 控制	14
实验实训 1.6 三相异步电动机的正反转控制	18
实验实训 1.7 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	19
实验实训 1.8 单相异步电动机的启动、调速及反转 控制	21

第2章 选做实验与实训

实验实训 2.1 线性、非线性电阻的测量及直流电路的 故障检测	24
实验实训 2.2 单相交流电源板的制作	27
实验实训 2.3 实用照明电路的模拟安装	29
附录 2 塑料护套线配线	31
实验实训 2.4 小型变压器的拆装与检修	32
附录 3 小型变压器常见故障	34
附录 4 小型变压器的修理	34
实验实训 2.5 三相笼型异步电动机的拆装及测试	37
附录 5 三相笼型异步电动机的拆装与测试方法	39
实验实训 2.6 CA6140 车床电气控制电路的检修	43
附录 6 机床电气原理图的阅读方法	46
附录 7 机床电气控制电路故障设置原则	47
附录 8 CA6140 卧式车床电气线路常见故障	47

第3章 电工技术实验实训的相关知识与技能

实验实训 3.1 导线连接与绝缘恢复	48
附录 9 常用电工工具	49
附录 10 导线连接与绝缘恢复	52
实验实训 3.2 动力线路的安装与调试	57
附录 11 电气安装图及动力线路安装工艺要求	61
附录 12 动力线路平面布置图及安装接线图示例	62
附录 13 三相电动机变极调速控制电路工作原理	64
附录 14 Y - Δ 降压启动及双速电动机控制线路 电器材料选择	65
实验实训 3.3 常用机床控制电路排除故障训练	68
附录 15 M7120 平面磨床电气原理及常见故障分析	72
附录 16 Z3040 摇臂钻床电气原理及常见故障分析	74
附录 17 X62W 万能铣床电气原理及常见故障分析	77
实验实训 3.4 MF47 型指针式万用表的装配	82
附录 18 MF47 型万用表的元器件	85
附录 19 MF47 型万用表的安装与调试	89
附录 20 手工焊接工艺	92
参 考 文 献	96

第1章 基本实验与实训

实验实训 1.1 认识实验与基尔霍夫定律

1.1.1 目的与要求

1. 熟悉通用电学实验台的布置及各部分的功能。
2. 验证基尔霍夫定律,加深对电压、电流参考方向和实际方向的理解。
3. 初步掌握电路的连接方法。
4. 掌握万用表及直流仪表的正确使用方法。

1.1.2 预习内容

1. 通用电学实验台的布置及各部分的功能。
2. 万用表及直流仪表的使用方法。
3. 基尔霍夫定律 KVL 及 KCL 的内容。
4. 电压、电流参考方向的概念,参考方向与实际方向之间的关系。

1.1.3 仪器与设备

通用电学实验台		1 台
万用表		1 只
电阻元件	100 Ω 、200 Ω 、300 Ω	各 1 只
直流毫安表	50 mA	3 只

1.1.4 原理说明

1. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律是电路理论中最基本的定律之一,它阐明了电路整体结构所遵循的定律,它包括电压定律和电流定律。

(1) 基尔霍夫电压定律(KVL) 基尔霍夫电压定律又称为回路电压定律。它是指任一时刻,电路中任一回路的所有电压的代数和恒等于零,即 $\sum U = 0$ 。若电压的参考方向与选定的绕行方向一致,则该电压前取“+”号;反之,取“-”号。

(2) 基尔霍夫电流定律(KCL) 基尔霍夫电流定律又称为节点电流定律。它是指任一时刻,电路中任一节点连接的所有支路电流的代数和恒等于零,即 $\sum I = 0$ 。若流入节点的电流前取“+”号,则流出节点的电流前取“-”号。

注意:这里说的流入和流出是指电流的参考方向而非实际方向。

2. 电压(电流)参考方向与实际方向之间的关系

电压(电流)的实际方向是真实且唯一确定的,而参考方向是任意假定的,因此,参考方向 and 实际方向并不一定相同。因为实际测量中,电压(电流)的读数均是在实际方向下测得,所以在记录数据时要注意判断数值的正负。当电压(电流)的实际方向与参考方向相同时,读数前加“+”号;反之,加“-”号。

3. 电路的连接规范

测量时,各种仪器、仪表应布局清晰,调节顺手,读数方便;选好仪表量限,将各设备旋钮放置在工作前位置,断电接线;接线时应先连接主回路,再并接分支回路(即先串后并);连线要短,交叉要少,连接点要牢固;仔细检查,确认无误后方可接通电源。

1.1.5 实验实训电路

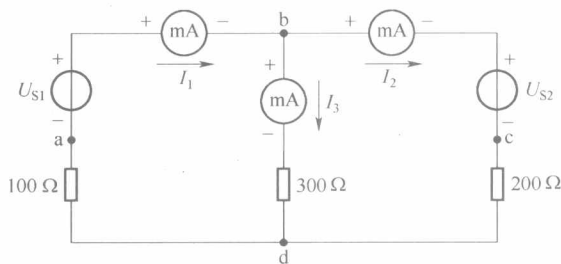


图 1-1 基尔霍夫定律实验电路图

1.1.6 操作步骤

1. 实验台电源测量

- (1) 用万用表交流电压挡测量实验台 A 组电源的输出电压,测量数据记入表 1-1 中。
- (2) 用万用表交流电压挡分别测量实验台 B 组电源 7 个挡的输出电压,测量数据记入表 1-2 中。

(3) 配合使用粗调旋钮和细调旋钮,调节 C 组和 D 组电源,使实验台上 C 组(D 组)的电压表分别指示 3 V、5 V、10 V、15 V、20 V、24 V,用万用表直流电压挡测量每个示数下的输出电压,测量数据记入表 1-3 中。

(4) 用万用表直流电压挡测量 E 组电源,交流电压挡测量 G 组插座的输出电压,测量数据记入表 1-4 中。

(5) 缓慢调节 F 组电源的调压手柄,用万用表交流电压挡测量输出电压的变化范围,记入表 1-5 中。

2. 电阻测量

用万用表欧姆挡测量本次实验用到的电阻元件,测量数据记入表 1-6 中;分别测量实验台通用电路板上,每个组内四个插孔(梅花孔)之间的电阻值和组与组之间插孔的电阻值,测量数据记入表 1-6 中。

3. 基尔霍夫定律实验

(1) 按图 1-1 接好实验电路,接入两组直流电源 $U_{S1} = 4 \text{ V}$, $U_{S2} = 6 \text{ V}$,将测量数据记入表 1-7 中。

(2) 调节两组电源的输出值 $U_{S1} = 6 \text{ V}$, $U_{S2} = 4 \text{ V}$,重复上述实验过程。

(3) 调节两组电源的输出值 $U_{S1} = 6\text{ V}$, $U_{S2} = 6\text{ V}$, 重复上述实验过程。

1.1.7 数据记录

表 1-1 A 组电源的输出电压

A 组电源	线电压/V			相电压/V		
	U_{UV}	U_{VW}	U_{WU}	U_{UN}	U_{VN}	U_{WN}
测量值						

表 1-2 B 组电源的输出电压

电源粗调挡位	3 V	6 V	9 V	12 V	15 V	18 V	24 V
输出电压调节范围/V	~	~	~	~	~	~	~

表 1-3 C 组、D 组电源的输出电压

实验台电压表/V	3	5	10	15	20	24
C 组输出电压/V						
D 组输出电压/V						

表 1-4 E 组电源、G 组插座的输出电压

项目	E 组电源	G 组插座
测量值/V		

表 1-5 F 组电源的输出电压

项目	电压低时	电压高时
输出电压/V		

表 1-6 电阻的测量

标称值/ Ω	100	200	300	同组梅花孔	异组梅花孔
测量值/ Ω					

表 1-7 基尔霍夫定律

	U_{ab}/V	U_{bd}/V	U_{da}/V	U_{bc}/V	U_{cd}/V	I_1/mA	I_2/mA	I_3/mA
$U_{S1} = 4\text{ V}$								
$U_{S2} = 6\text{ V}$								
$U_{S1} = 6\text{ V}$								
$U_{S2} = 4\text{ V}$								
$U_{S1} = 6\text{ V}$								
$U_{S2} = 6\text{ V}$								

1.1.8 注意事项

1. 做实验时,必须先接好电路,再接通电源,严禁用手或导电物碰触在带电器件上。每次实验完毕必须关断电源总开关。
2. 在接通或断开 F 组电源前, F 组电源的调压旋钮都必须调至零位。
3. 各组电源的输出电压必须由万用表的电压挡或电压表校对。

4. 万用表转换开关不能带电转换;测量电路中的电阻时,应先将被测电阻从电路中断开,再测量;万用表使用完毕后,均要将转换开关旋钮“S1”和“S2”旋到“·”(空挡)位置上。如果使用没有空挡的万用表,则应将转换开关旋钮调至交流电压最大量程挡位上。

5. 测量电流时,电流表应串联在电路中,并且注意被测电流应从电流表“+”极性端流入,“-”极性端流出;测电压时,万用表或直流电压表应并联在被测电路两端,“+”极性端接高电位,“-”极性端接低电位。若实验过程中仪表指针反向偏转,应立即切断电源,调换仪表极性后重新通电,并在读取的数据前加“-”号。

6. 实验过程中,若需重新接线,应先切断电源再连线。

1.1.9 完成实验实训报告

1. 根据实验电路先计算出各支路电流的值,与电流表读数相比较,由表 1-7 任选一组测量数据核算是否有

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

2. 由表 1-7 任选一组测量数据核算是否有

$$U_{bc} + U_{cd} + U_{da} = U_{S1}$$

$$U_{bc} + U_{cd} - U_{bd} = 0$$

3. 试分析误差产生的原因。

附录 1 实验室设备介绍

1. 通用电学实验台

通用电学实验台有功能齐全、操作方便等特点,是目前实验室广泛采用的一种实验台。虽然它的型号各有不同,但在结构和功能上大同小异。现以 ZH-12 型通用电学实验台(如图 1-2 所示)为例,简单介绍其基本结构和功能。

总熔 断器	电源 总开关	A 组电源 三相 开关	B 组电源	C 组电源	D 组电源	E 组电源		电源 开关 1	电源 开关 2	F 组电源
			函数信号发生器			单次 脉冲 源	音频 放大 器	G 组电源		

图 1-2 ZH-12 型通用电学实验台面板示意图

(1) 电源输出

A 组:三相交流电源,三相四线输出端钮“U、V、W、N、地”,提供 380/220 V 三相对称电压。

B 组:可调交流电源,交流输出电压 3 ~ 24 V 七挡,带电流表。

C、D 组:可调直流稳压电源,直流输出电压 1.25 ~ 24 V 连续可调,带电压表、电流表。

E 组:直流稳压电源,直流输出电压 5 V 不可调,带毫安表。

F 组:可调交流电源,交流输出电压 0 ~ 240 V 连续可调,带电压表。

G 组:单相交流插座,交流输出 220 V、3 A,供外接仪器和设备时使用。

(2) 保护电路

①电源总开关(漏电断路器) 接在实验台的三相电源引入端,起三相和单相漏电、触电、过载等保护作用。漏电动作电流 $<30\text{ mA}$ 。

②总熔断器 三相输入熔断器FU(3 A)。

③三相电源开关 A组三相交流电源的控制开关。

④电源开关1,熔断器FU(1 A) 各低压交直流电源、信号源控制开关。

⑤电源开关2,熔断器FU(2 A) F组单相交流调压电源的控制开关。

(3)通用电路板

通用电路板位于桌面中央,电路板表面布置有四孔为一组相互联通的插孔,组与组之间的插孔相互绝缘。实验时,可根据需要,在电路板上插接元器件插件,构成电气连接,完成实验电路连接。

(4)使用方法

①送电 将电源总开关的手柄向上拨即可。

②电路连接 根据电路图,取出对应元器件插件,在通用电路板上垂直插拔。

③通电实验 按图连接电路,检查无误后方可通电实验,根据实验要求调节电源电压,测量相关数据。测量电压时,可在每个元器件插件上的测试孔中测试,也可以直接在电路板插孔中测试。

④储存元器件插件 实验完毕应关断电源,拔下所有插件,按元器件的型号参数插到对应的储存板上,放入储存柜中。

2. 万用表的使用

万用表是常用的电工仪表之一。它的型号多种多样,无论哪种型号的万用表,其功能和使用方法都大致相同。现以MF500型万用表(如图1-3所示)为例,简单介绍其使用方法。

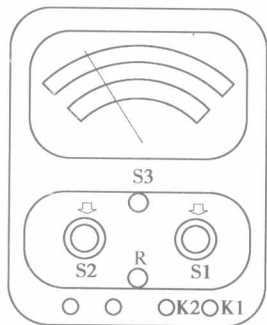


图1-3 MF500型万用表
面板示意图

(1)测量前的准备

使用万用表进行测量之前,先将红表笔插入“K2”插孔(正极),黑表笔插入“K1”插孔(负极)。调整调零器“S3”使指针准确的指示在刻度线的零位上。如果测量电阻,在选定量限后,应短接两表笔,调节调零器“R”,使指针指示在“ Ω ”挡的零位上。

(2)测量

①测量交、直流电压 转换开关旋钮“S1”旋至“ $\frac{V}{\sim}$ ”位置,转换

开关旋钮“S2”旋至交流或直流电压的相应量限位置上。再将两只表笔跨接在被测电路两端,即可进行测量。例如,要测大约30 V的交流电压,则“S1”旋至“ $\frac{V}{\sim}$ ”位置,同时,“S2”应在交流50 V位置上。当不能预计被测电压大约数值时,应将转换开关旋钮旋在最大量限位置上,然后根据指示值,重新选择适当量限,使指针得到最大的偏转。

②测量直流电流 转换开关旋钮“S2”旋至“ $\underline{A}$ ”位置,转换开关旋钮“S1”旋至对应的直流量限位置上。将两只表笔串接在被测电路中,即可进行测量。

③测量电阻 转换开关旋钮“S2”旋至“ Ω ”位置,转换开关旋钮“S1”旋至对应的倍率上。再将两只表笔跨接在被测电阻两端,即可进行测量。选择量限时,一般以 Ω 挡刻度线的中间位置接近被测电阻值为好。每次改变 Ω 挡的量限都要进行机械调零。例如,要测大约100 Ω 的电阻,则“S2”应在“ Ω ”位置上,同时,“S1”应在“1”位置上。

(3) 读数

测量交流、直流电压或电流时,应按标有“ $\approx$ ”符号的标尺刻度线读数,如果选用交流10 V量限,按标有“10 $\sim$ ”符号的专用标尺刻度线读数;测量电阻时,按标有“ Ω ”符号的刻度线读数。

实验实训 1.2 荧光灯电路的安装及功率因数的提高

1.2.1 目的与要求

1. 了解荧光灯的工作原理,掌握荧光灯的安装接线。
2. 掌握感性负载电路中提高功率因数的方法。
3. 掌握单相调压器的正确使用方法。
4. 了解单相有功功率表的使用方法。

1.2.2 预习内容

1. 荧光灯电路的组成及各部分作用。
2. 荧光灯电路的工作原理。
3. 提高功率因数的意义及方法。

1.2.3 仪器与设备

单相可调电源		1 组
荧光灯及配件		1 套
交流电流表	300 mA	1 只
万用表(或交流电压表)		1 只
单相有功功率表		1 只
电容器	1 μ F、2 μ F	各 1 只

1.2.4 原理说明

1. 荧光灯电路的组成

荧光灯电路由灯管、镇流器和启辉器三个部分组成,如图 1-4 所示。

(1) 灯管是内壁涂有荧光粉的气体放电管。管内充有惰性气体和微量水银。灯管两端各有一组灯丝(钨丝)连接在两个管脚上,灯丝上涂有在热状态下易发射电子的电子粉。

(2) 启辉器主要由一个充有氖气的小玻璃泡和与之并联的纸质电容器组成。小玻璃泡内有两个电极,一个是固定电极(静触点),另一个是由两片热膨胀系数不一样的金属片组成的 U 形可动电极(动触点)。启辉器在电路中起自动开关的作用,纸质电容器能减小两个电极

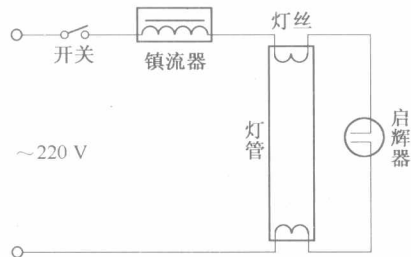


图 1-4 荧光灯电路

断开时产生的火花。

(3)镇流器是一个铁芯线圈。在荧光灯启动时,它产生一个瞬间高电压,这个高电压与电源电压一起加在灯管两端,使灯管点燃。荧光灯点燃后,镇流器起分压作用,限制灯管中的电流。

2. 荧光灯电路工作原理

刚好能点燃荧光灯的电源电压叫做起燃电压。在达到起燃电压前,即使荧光灯电路接通电源,但灯管两端是断开的,电路中没有电流通过,荧光灯不会被点燃。当灯管两端的电压达到一定数值时,启辉器内动触点与静触点之间的间隙被击穿,连续发生辉光放电,使动触点受热伸张而与静触点接触,接通灯管两端的灯丝,灯丝被预热而发射电子。随即启辉器灯丝不再放电,动触点与静触点因冷却而分开。镇流器线圈因灯丝电路的突然断电而感应出较高的感应电动势,它和电源电压串联后,一起加到灯管两端,使管内气体电离而产生弧光放电导致发光。此时,荧光灯被点燃。

3. 提高功率因数的方法

荧光灯电路的功率因数较低(0.45~0.60左右),所以本实验以荧光灯电路作为电路的感性负载,研究提高感性负载电路功率因数的方法。

在无功率补偿中,常常利用电容性负载的超前电流来补偿电感性负载的滞后电流,以达到提高功率因数的目的。在提高功率因数的同时,为了保持原感性负载支路的工作状态,应将电容C与负载支路并联。

1.2.5 实验实训电路

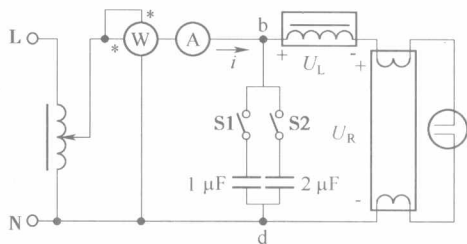


图 1-5 荧光灯实验电路

1.2.6 操作步骤

1. 单相调压器的调节手柄旋至零位

按图 1-5 所示接好荧光灯实验电路,仔细检查电路,确认无误后,通电实验。

2. 荧光灯的最低点燃电压

断开开关 S1、S2,将调压器输出电压从零逐渐调高,当荧光灯刚被点燃时停止调节。测量荧光灯起燃时的电源电压 U_{bd} 、灯管两端电压 U_R 、镇流器两端电压 U_L 、电路电流 I 以及电路的有功功率 P ,将测量数据记入表 1-8 中。

3. 荧光灯正常工作

断开开关 S1、S2,调节调压器的输出电压,使 $U_{bd} = 220\text{ V}$,荧光灯正常发光。测量此时的各电压、电流和有功功率。将测量数据记入表 1-8 中。

4. 功率因数的提高

调节调压器的输出电压,使 $U_{bd} = 220 \text{ V}$ (荧光灯正常工作)。分别操作开关 S1、S2,测量荧光灯电路分别并联电容为 $1 \mu\text{F}$ 、 $2 \mu\text{F}$ 和 $3 \mu\text{F}$ 时,各电压、电流和有功功率。将测量数据记入表 1-8 中。

1.2.7 数据记录

表 1-8 荧光灯电路与功率因数的提高

项 目	测 量 数 据					计算结果
	U_{bd}/V	U_R/V	U_L/V	I/mA	P/W	$\cos \varphi$
荧光灯起燃						
荧光灯正常工作						
并联电容 $C = 1 \mu\text{F}$						
并联电容 $C = 2 \mu\text{F}$						
并联电容 $C = 3 \mu\text{F}$						

1.2.8 注意事项

1. 荧光灯起燃时的电流较大,正常工作时的电流较小,注意仪表量程的选择。
2. 由于实验电压较高,操作过程中注意人身和设备的安全。
3. 在接通和断开电源之前,单相调压器的调节手柄必须指向零位。
4. 注意功率表的正确接线和读数。

1.2.9 完成实验实训报告

1. 根据 $\cos \varphi = \frac{P}{U_{bd} I}$,完成表 1-8 中的计算,验证并联电容在感性负载电路功率因数提高中起的作用。
2. 如果荧光灯不能正常起燃,试分析可能的原因。

实验实训 1.3 三相负载电路的连接

1.3.1 目的与要求

1. 掌握三相负载星形与三角形连接的接线方式。
2. 学会使用相序器测定三相电源的相序。
3. 验证对称三相电路中,线电压与相电压、线电流与相电流之间的关系。
4. 分析三相四线制电路中,三相负载不对称时中性线的作用。
5. 掌握三相电路有功功率的测量方法。

1.3.2 预习内容

1. 三相负载星形与三角形连接方式。
2. 对称三相电路、对称三相负载的概念。

3. 线电压、相电压、线电流、相电流的概念。
4. 对称三相电路中,线电压与相电压、线电流与相电流之间的关系。

1.3.3 仪器与设备

三相交流电源	380/220 V	1 组
交流电流表	0.5 A	3 只
万用表(或交流电压表)		1 只
单相有功功率表		3 只
白炽灯	220 V、1 W	8 只

1.3.4 原理说明

1. 基本概念

对称三相负载 大小和性质完全相同的三相负载,即 $Z_U = Z_V = Z_W$ 。

对称三相电源 幅值相等、频率相同、相位互差 120° 的三相电压源。

线电压 任意两根相线之间的电压,如 U_{UV} 、 U_{VW} 、 U_{WU} 。

相电压 每相负载上的电压(三相四线制电路中即为相线与中性线之间的电压)。

线电流 相线中流过的电流,如 I_U 、 I_V 、 I_W 。

相电流 流过每相负载的电流。

2. 三相负载星形连接

三相负载星形连接即是将三相负载的三个末端连在一起,构成一个公共端 N,三个始端分别接三相电源的连接方式(如图 1-6、图 1-7 所示)。

三相负载星形连接按有无中性线,又分为三相四线制(有中性线,如图 1-7 所示)和三相三线制(无中性线,如图 1-6 所示)两种。

用 U_L 、 U_P 分别表示线电压和相电压的有效值, I_L 、 I_P 分别表示线电流和相电流的有效值。

当三相负载对称时,无论有无中性线均有: $U_L = \sqrt{3}U_P$, $I_L = I_P$;

当三相负载不对称且有中性线时: $U_L = \sqrt{3}U_P$, $I_L = I_P$;

当三相负载不对称且无中性线时: $U_L \neq \sqrt{3}U_P$, $I_L = I_P$ 。

3. 三相电源相序的测定

在三相三线制星形不对称电路中,因负载中性点位移,各相负载电压不对称,利用这一特点做成相序器,如图 1-6 所示(其中 $X_C \approx R$)。设电容所接的一相为 U 相,则灯亮的一相为 V 相,灯暗的一相为 W 相。

4. 三相负载三角形连接

三相负载三角形连接即是把三相负载的始端、末端依次相连,然后将三个连接点分别接至三相电源的连接方式(如图 1-8 所示)。

三相负载三角形连接只能构成三相三线制。

当三相负载对称时,有: $U_L = U_P$, $I_L = \sqrt{3}I_P$;

当三相负载不对称时,有: $U_L = U_P$, $I_L \neq \sqrt{3}I_P$ 。

5. 用单相有功功率表测量三相电路的有功功率

三相负载消耗的总功率等于各相负载的功率之和。即用三只单相功率表分别测出每相负

载消耗的功率,三只功率表的读数之和就是三相负载的总功率;当三相负载对称时,也可用“一表法”测量,即用一只单相功率表测出一相负载消耗的功率,再乘以 3 即得三相负载总功率。

三相三线制电路无论负载是星形连接还是三角形连接,无论负载对称还是不对称,都可以用“两表法”测量,三相负载的总功率等于两只功率表读数的代数和。其接线方式如图 1-8 所示。

1.3.5 实验实训电路

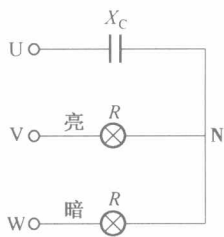


图 1-6 相序器

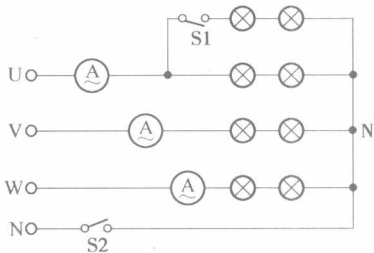


图 1-7 三相负载的星形连接

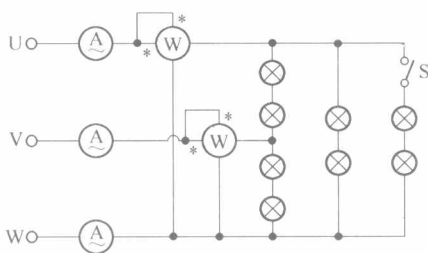


图 1-8 三相负载的三角形连接

1.3.6 操作步骤

1. 按图 1-6 所示电路接线,用相序器测量三相电源的相序。
2. 三相负载星形连接:
 - (1)按图 1-7 所示电路接线,经指导老师检查无误后,合上电源开关。
 - (2)合上开关 S2,此时三相负载(灯泡组)接成三相四线制。分别测量三相负载对称(断开开关 S1)和不对称(合上开关 S1)两种情况下的线电压、相电压、线(相)电流,测量数据记入表 3-16 中。
 - (3)断开开关 S2,此时三相负载(灯泡组)接成三相三线制。分别测量三相负载对称和不对称两种情况下的线电压、相电压、线(相)电流,测量数据记入表 1-9 中。
3. 三相负载三角形连接
 - (1)按图 1-8 所示电路接线,将三相负载(灯泡组)接成三角形。
 - (2)三相负载对称(断开开关 S)时,分别测量线电流、相电流、线(相)电压和功率,测量数据记入表 1-10 中。
 - (3)三相负载不对称(合上开关 S)时,分别测量线电流、相电流、线(相)电压和功率,测量数据记入表 1-10 中。

1.3.7 数据记录

表 1-9 三相负载星形连接

星形连接		线电压/V			相电压/V			线(相)电流/A		
		U_{UV}	U_{VW}	U_{WU}	U_U	U_V	U_W	I_U	I_V	I_W
三相四线制	对称									
	不对称									

