

974509



U

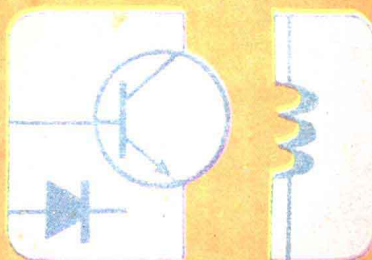
T1-33
3435

中央广播电视大学教材

电工学实验指导书

DIAN GONG XUE
SHI YAN ZHI DAO
SHU

谢冠虹 等编



中央广播电视大学出版社

T1-33
3435

电工学实验指导书

谢冠虹 等编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

电工学实验指导书/谢冠虹等编. —北京:中央广播电视大学出版社, 1994. 4

ISBN 7-304-00974-8

I. 电… II. 谢… III. 电工学-电视大学-教学参考资料
IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 05648 号

电工学实验指导书

谢冠虹 等编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京西城区大木仓 39 号北门 邮编 100032

国防科工委印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 5.25 133 千字

1994 年 2 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—21000

定价 3.35 元

ISBN 7-304-00974-8/TM · 23

前 言

本书是为中央广播电视大学播出的《电工学》(刘蕴陶教授主编)课程而编写的实验指导书。该书以1990年7月制定的中央广播电视大学《电工学》课程教学大纲(审定稿)为依据,同时参照了全国高校电工学教学指导小组制定的《电工技术》与《电子技术》教学的基本要求。教材符合高等专科院校理工科非电类各专业培养学生电工电子技术实验能力的要求。本书也可供各类大专院校、职工大学、函授大学等非电专业电工学课程作实验教材用。

《电工学》是高等专科学校非电类专业的一门技术基础课,实验教学是课程的一个重要组成部分。通过实验,不仅可以验证电工学的基本理论,进一步加深理解和巩固课堂教学的理论知识,同时可以学习常用电工仪表、电子仪器、电机和电气设备的使用,培养科学的实验方法和独立实验的能力,是培养机电结合的应用型人才的必不可少的教学环节。

本书在编写中考虑到电视大学远距离教学特点和各地、各单位实验条件、设备又不尽相同的情况,以几种典型的电工仪表、电子仪器为例,介绍它们的使用方法,并把仪表、仪器分散穿插在各有关实验中介绍。同时每个实验中增加了“实验内容原理简述”,实验步骤的叙述也比较详细。目的是方便学生课前预习,加深学生对实验目的和任务的理解,以便正确顺利地进行实验。

全书共编写了十二个实验,其中必做的为九个,选作的三个。有些必作实验中我们也编写了一些加深加宽的选作内容。选作内容在书中用“*”号作了标记,各地区和单位对选作内容可根据实际可能和需要予以选作。

参加本书编写的有丁志坤、王培瑜、许建华、李越、吴仲、谢冠虹,全书由谢冠虹担任主编。该课主讲教师刘蕴陶教授对本书的编写也给予了多方指导,在此一并表示感谢。

由于我们水平有限和编写时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

一九九四年三月

FA 098/10

目 录

实验须知	(1)
实验一 直流电路	(3)
实验二 单相交流电路和功率因数的提高	(10)
实验三 三相交流电路	(18)
实验四 异步电动机与继电器接触器控制电路	(21)
实验五 单管电压放大电路	(29)
* 实验六 差动式放大器	(40)
实验七 集成运算放大器的应用(一)	(44)
* 实验八 集成运算放大器的应用(二)	(52)
* 实验九 直流稳压电源	(56)
实验十 集成门电路与组合逻辑电路	(61)
实验十一 触发器的功能测试及应用	(68)
实验十二 中规模集成电路的应用	(74)

实 验 须 知

由于电工电子技术的实验领域很宽,要进行的实验有强电、弱电,有直流、交流,有模拟和数字电子技术,这里不能一一说明。但是作为一门实验课,又有着一些共同的特点,为保证实验课达到预期目的,学生必须遵守一些规定,现介绍如下:

(一) 预习

实验前应充分预习,认真阅读实验指导书,明确实验目的、任务、原理、实验线路及有关电工仪表、电子仪器的正确使用方法,并对规定的内容进行理论计算,做到实验时心中有数。

(二) 实验操作

1. 学生应按时到实验室参加实验,认真听取教师的讲解。
2. 接线前应先熟悉实验设备、仪器和仪表,了解它们的性能和使用方法,并检查仪器设备,是否完好。
3. 认真地按图接线、按图查线。接线时应合理安排各种设备和线路的位置,用线该长则长、该短则短,导线尽量分色,布线合理、清楚,以易于检查和便于操作测试。最后经教师检查无误后才能通电实验。
4. 正确读取实验数据,观察波形,并分析实验结果是否正确合理,认为实验结果正确才能继续下一项实验。实验中应培养个人独立实验的能力。
5. 全部实验数据必须经教师检查后才能拆除线路。
6. 实验完毕应整理好设备和导线。

(三) 实验总结

对实验现象和数据按实验要求进行整理、计算,绘制曲线与波形,写出实验报告。编写实验报告是一个整理、总结实验结果,进行理论分析的提高过程,因而必须重视并认真写好实验报告。

实验报告内容和格式如下:

实 验 名 称

班级_____实验者_____同组者_____日期_____

一、实验目的

二、实验线路

三、对实验原始数据,观察到的实验现象进行整理,并根据实验要求进行理论计算、绘制波形和曲线(用坐标纸)。

四、根据指导书中“实验报告要求”对实验结果进行分析和回答问题。

(四)安全操作

为保护人身及设备安全,实验操作时应注意下列各点:

1. 自觉遵守实验室各项规定,服从教师指导,严禁吸烟、随地吐痰、大声喧哗、打闹。

2. 在接线、拆线和改接实验线路时,必须切断电源,不得带电操作,以保证人身和设备、器材的安全。

3. 电压表、电流表一般不接死在电路中。测量时电压表应通过测试笔并联接入电路,电流表应通过电流插头、插座串联接入电路。多量程仪表要正确选用量程。使用万用表要特别注意不能用电流档测电压,也不能用欧姆档测电压。

4. 做电机实验时,注意长发、围巾、衣物等不能接触电机转动部分,以免造成事故。

5. 做电子技术实验,必须正确调好仪器输出的电源电压,使电压的大小和直流电压的极性符合实验要求。

6. 当遇到触电及其它事故时,应立即切断电源,请教师及时处理。

实验一 直流电路

一、实验目的

1. 通过实验测试,正确理解电位和电压的概念,验证基尔霍夫定律,戴维南定理。
2. 学习用实验方法求无源二端网络的等效电阻值。
3. 掌握直流电压、电位、电流的测量方法。
4. 学习稳压电源、万用表的使用。

二、预习要求

1. 认真阅读实验室规则及安全规则。
2. 复习与本实验有关的教材内容,掌握以下几个问题:
 - (1) 电压和电位的关系,各点电位和参考点的关系。
 - (2) 根据实验线路图(图 1-1)中给出的参数值按表 1-1,表 1-2 的要求进行理论计算。

三、实验中需要的设备和器件

实验板一块,提供实验所用元器件

双路输出稳压电源一台

多量程直流电流表一块

万用表一块

四、实验原理简述

(一) 电位和电压

在直流电路中计算或测量各点电位时,需要先选定一个参考点,并规定此参考点的电位为零。则电路中某一点的电位就等于该点与参考点之间的电压。由于所选参考点不同,电路中各点电位的极性和数值也随之而异。

电压系指电路中任意两点间电位之差。它的大小和极性与电位参考点无关。

(二) 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律应用于节点,电压定律应用于回路。

在图 1-1 中,有三条支路,支路电流为 I_1 、 I_2 、 I_3 。其正方向如图示。

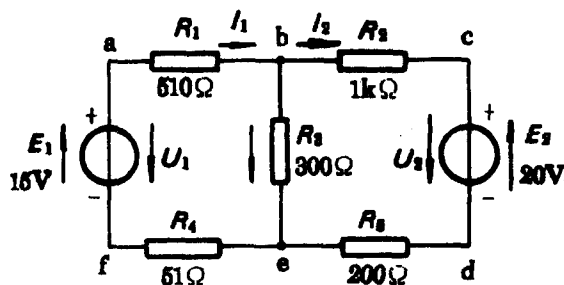


图 1-1

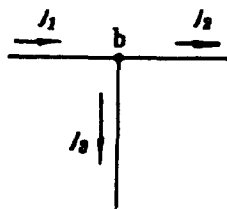


图 1-2

1. 基尔霍夫电流定律:在任一瞬时,流向某一节点的电流之和应该等于由该节点流出的

电流之和。

在图 1-1 所示的电路中,对节点 b (图 1-2)可写出

$$I_1 = I_2 + I_3$$

或将上式改写成

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

这个定律写成一般形式为

$$\sum I = 0$$

即在电路的任一节点上各支路电流的代数和恒等于零。

电压正、负号的规定:流入节点的电流取正号,流出节点的电流取负号。

2. 基尔霍夫电压定律:在任一瞬时,沿任一回路绕行一周,各段电压的代数和恒等于零。

$$\sum U = 0$$

在图 1-1 电路中,沿 $abefa$ 回路绕行一周,有

$$U_{ab} + U_{be} + U_{ef} + U_{fa} = 0$$

电压正方向与绕行方向一致,取正号,与绕行方向相反,取负号。

3. 戴维南定理

戴维南定理是等效电源定理之一。在研究任一复杂电路中需要计算某一条支路的电压(或电流)时,可将除此支路之外的其它部分看作一个有源二端网络。此二端网络可用一个电动势 E_0 的理想电压源和内阻 R_0 串联的电源来等效代替。

在图 1-1 中,若要求计算 R_3 支路电流 I_3 时,可将 R_3 所在的 be 支路划出,其余部分可用等效电源代替。如图 1-3 所示。电动势 E_0 是将 R_3 断开后,在 b 、 e 两端所呈现的电压值,称为开路电压 U_0 。(见图 1-4(a))

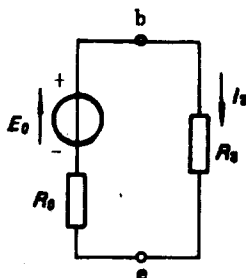


图 1-3

$$E_0 = U_0 = IR_2 + IR_5 + E_2$$

等效电源内阻 R_0 是将图 1-1 中两个电压源去掉,将 a 、 f 和 c 、 d 两端分别短接,在 b 、 e 端所得的等效电阻值。(如图 1-4(b))

$$R_0 = \frac{(R_1 + R_4)(R_2 + R_5)}{(R_1 + R_4) + (R_2 + R_5)}$$

然后根据图 1-3 求得 I_3

$$I_3 = \frac{E_0}{R_0 + R_3}$$

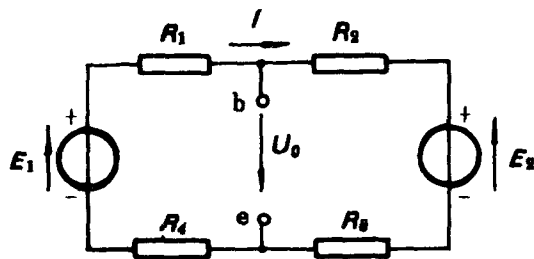


图 1-4(a)

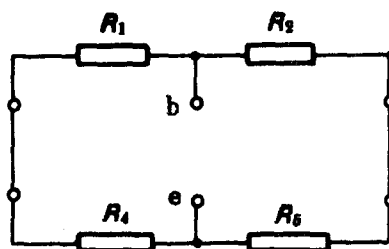


图 1-4(b)

4. 二端网络等效内阻 R_0 的实验测试

方法一：

将有源二端网络中所有电压源以短路导线代替,电流源开路(均应保留其内阻),用万用表欧姆档直接测量二端网络的两端所得电阻值即为 R_0 ,如图 1-4(b)。

方法二：

将有源二端网络中电源除去后,外加一电压源 E' ,测出电路中电流 I ,可得 R_0 。

$$R_0 = \frac{E'}{I}$$

五、实验任务和步骤

(一)测量回路电压

1. 在空载情况下将稳压电源的一路输出电压调至 15V,另一路输出电压调至 20V。
2. 关闭电源,按图 1-1 连接实验线路。
3. 测量电位和电压,分别以 e 点和 a 点为参考点,测量表 1-1 所列各点电位和电压。

测量电位时应以万用表的黑表笔接触所选参考点,用红表笔接触所测电位点。若表头指针正偏,表示该点电位比参考点高,记录数据为正值。若指针反偏,对调测试表笔,记录数据为负值,表示该点电位比参考点电位低。

表 1-1

	电位				电压			
	V_a	V_b	V_c	V_f	V_{ab}	V_{bc}	V_{cf}	V_{fa}
e								
a								

(二)测量支路电流

1. 把电流表串入图 1-1 各支路中,得到如图 1-5 所示电路,支路电流正方向如图中所示。
2. 打开电源开关,观察电流表指针偏转情况,若表头指针正偏,表示该支路电流值为正值。若仅偏,关电源,把接电流表的两根线对调,重新接入电路,再合电源,此时原反偏支路电流指针正偏,但记录该支路电流值为负值。

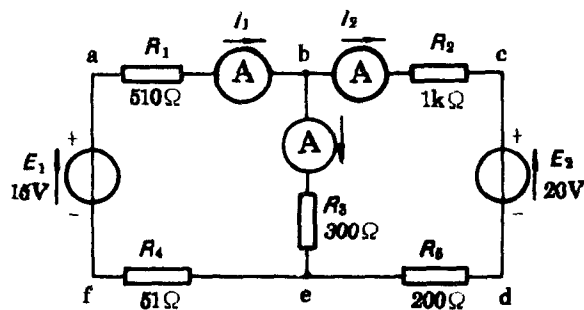


图 1-5

3. 测量图 1-5 中的电流 I_1, I_2, I_3 填入表 1-2 中。

表 1-2

电 流		
I_1	I_2	I_3

(三)运用戴维南定理求 R_3 支路电流

1. 测量二端网络等效电源的电动势 E_0 。

将 R_3 支路断开,用万用表直流电压档测量 b, e 两端的开路电压 $U_0 = E_0$ (见图 1-4(a))

2. 测量二端网络等效内阻 R_0 。

采用实验方法一,关掉电源开关,把接入电路中的电源 E_1 和 E_2 去掉,用两根短路线代替 (图 1-4(b)),用万用表欧姆档测量 b, e 两端电阻 R_0 (可由图 1-4(b)理论计算一下 R_0 值,并选用适当的欧姆档测量)。

注意:测量电阻之前,需先校正万用表的电阻零点。

3. 用所测得的 E_0 和 R_0 代替有源二端网络,求 R_3 支路电流 I_3 。

用万用表的同一个欧姆档量程去测量实验板上阻值相近的电位器 W ,调节电位器旋钮,使其电阻值等于步骤 2 所测的内阻 R_0 值。

将稳压电源的输出电压调节为步骤 1 所测得的开路电压值 $U_0 = E_0$ 。然后按图 1-3 把 E_0 、 R_3 和电流表串联成一闭合回路。测 R_3 支路电流 I_3 ,记入表 1-3 中。

表 1-3

E_0	R_0	I_3

六、实验总结的要求

1. 根据实验数据,总结电压和电位的关系及参考点对电位和电压的影响。
2. 总结运用戴维南定理分析计算线性电路的方法和意义。
3. 根据表 1-1,表 1-2 验证基尔霍夫电压、电流定律。

七、主要设备介绍和电工测量基本知识(一)

(一) 电工测量基本知识

所谓电工测量,就是将被测电量或磁量与作为测量单位的同类电量或磁量进行比较,以确定电量或磁量的过程。测量电量或磁量的仪器仪表统称为电工仪表。

在电气测量过程中能够随时指示出被测量的数值的仪表称为电气测量指示仪表,如电流表、电压表、功率表等都是指示仪表。

1. 指示仪表的分类

(1) 按工作原理分

有磁电系、电磁系、电动系、整流系等。

(2) 按仪表工作电流的种类分

直流仪表、交流仪表、交直流两用仪表。

(3) 按仪表的准确度等级分

0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5 七级,一般 0.1 级和 0.2 级的仪表用作标准仪表,0.5 级至 1.5 级仪表用于实验室测量,1.5 级至 5.0 级仪表用于工程测量。

2. 直流电工仪表常用符号的意义

表 14

符 号	意 义
	磁电式仪表,只能测量直流电量
0.1~0.5	仪表的准确度等级
—	直流
~	交流(单相)
≈	交流和直流
↑ 或 ↓	仪表垂直放置
→ 或 ←	仪表水平放置

3. 测量电压、电流时仪表量程的选择

(1) 仪表的误差和准确度等级

仪表的准确度与其误差有关。不论仪表制造得如何精确,仪表的读数和被测量实际值总是有误差。仪表在规定正常条件下进行测量时所产生的误差,称为基本误差。基本误差是仪表本身不完善造成的,是仪表本身固有的误差。

仪表的准确度是根据仪表的引用误差来分级的。指仪表在正常工作条件下进行测量时可能产生的最大基本误差 Δ_m 与仪表的满刻度 A_m 之比,以百分数 β_m 表示,称为引用误差。

$$\beta_m = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\%$$

前述电工仪表的七个准确度等级就是其引用误差的 β_m 值。如准确度等级为 2.5 级的电表,其 $\beta_m = \pm 2.5\%$ 。

(2) 仪表量程的选择

表示仪表级别的数字愈小,准确度越高。例如用 0.1 级和 2.5 级两只同样 100V 量程的电压表分别测量 70V 电压。0.1 级和 2.5 级电表产生的基本误差分别为

$$\Delta U_{0.1} = \beta_m \times U_m = \pm 0.1\% \times 100 = \pm 0.1V$$

$$\Delta U_{2.5} = \beta_m \times U_m = \pm 2.5\% \times 100 = \pm 2.5V$$

可见用 0.1 级表示测量准确度高。

但若用同一只表,使用量程的合适与否也会影响测量准确度。例如用一只 1.0 级,量程为 0~5~10 安的电流表去测量 3A 的电流,可能产生的基本误差分别为

$$\Delta A_5 = 1.0\% \times 5 = 0.05A$$

$$\Delta A_{10} = 1.0\% \times 10 = 0.1A$$

显然,对同一只表,用小量程测量时比用大量程测量的准确度要高。一般应使被测量的值超过仪表满刻度的 1/2 以上。

4. 直流电流表

磁电系电工仪表是测量各直流电量的直读式仪表。磁电系测量机构用作电流表时,只要被测电流不超过它所允许的电流值,就可将电流表串在电路中(图 1-6)

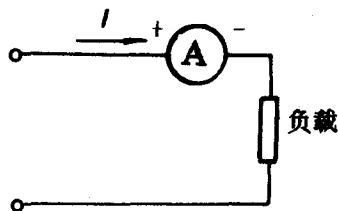


图 1-6

注意:在接线时,应使电流从表的“+”极性端钮流入;从表的“-”极性端钮流出。否则,仪表指针将反偏转。

5. 万用电表

万用表是可以用来测量直流电压、交流电压、直流电流、电阻等多种用途的电表。下面以 MF9 型万用表为例,介绍它的使用方法。

图 1-7 是 MF9 型万用表的表面结构示意图,其上有一个表盘,用以指示读数;有一个转换开关,用以选择测量项目和量程;有两个测量端钮,用以输入被测电量;有一个欧姆零位调节旋钮,用于测量电阻时校准欧姆零位。

(1) 测量直流电压

根据被测电压的范围,将转换开关置于“V”的相应量程上。测量时,将表笔并接在被测电压两端,同时应注意正、负极性。如果被测电压的范围和正、负极性不能事先估计,则应把转换开关旋到“V”范围的最高量程位置,然后以一支表笔接触电路一点,再将另一支表笔与电路另一点轻轻相碰,这样可以判断出被测电压的大致范围和它的极性。若指针反偏,则调换表笔。测量时待指针偏转到位并稳定后,再在刻度上标有“∞”符号的刻度尺上去读取数值。

(2) 测量交流电压

根据被测电压的大致范围,将转换开关旋至“V”的适当量程位置。因为被测量是交流电压,无需考虑极性。但要考虑被测电压的波形。万用表交流电压档的刻度是按正弦电压经过整流后的平均值换算到交流有效值来刻度的。不能用它来测量非正弦电压的有效值。其测量方法与

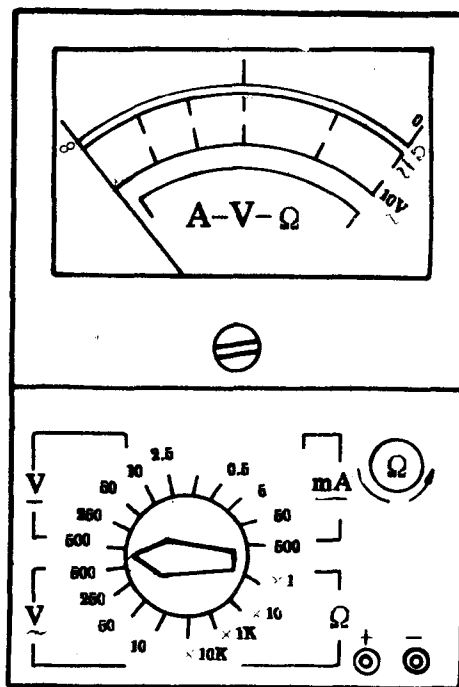


图 1-7

读数同直流电压测量方法。但应注意,当量程选在交流 10V 档时,应从标有“10V”专用刻度尺上去读取数值。

(3) 测量直流电流

测量直流电流时,直流表必须根据电流的方向正确地串联接入被测电路中,以保证电流从表的“+”端流入。根据被测电流的大致范围,将转换开关旋至适当量程上。注意:切不可在电流档上去测量电压,以免烧坏电表。

(4) 测量电阻

测量原理图如图 1-8,电源 E 为干电池,它的负极接万用表标有“+”号的端子。根据欧姆定律,有下式

$$I = \frac{E}{R_X + R_A + \frac{R_0 \cdot R_C}{R_0 + R_C}}$$

R_X : 被测电阻 R_A : 串联电阻

R_0 : 调零电阻 R_C : 表头内阻

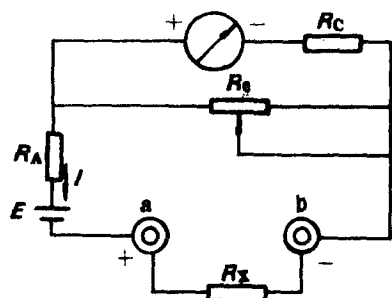


图 1-8

R_A 、 R_C 、 R_0 为已知值,电流大小 I 由被测电阻 R_X 决定。

R_X 值增加, I 减小,表头指针偏转也小。

$R_X \rightarrow \infty$ (即 a 、 b 断开),指针不偏转,停在表头最左端,机械零位上。

$R_X = 0$ (即 a 、 b 短接), I 最大,指针满偏,停在最右端,欧姆零位上。

当被测电阻 R_X 在 $0 \sim \infty$ 变化时,表头指针在欧姆零位和机械零位之间指示。由电流 I 与电阻 R_X 的关系式看出, I 与 R_X 不成线性关系。因此,欧姆表的刻度是不均匀的。

一般在标度尺中心部分刻度较均匀。所以应选择合适的量程,使指针读数在标度尺中心附近范围内。

用万用表测量电阻时,当选择好欧姆档的某一档位(如 $\times 10$ 或 $\times 1k$ 档)等,在测量之前,应进行调零,即将两支表笔短接,调节“ Ω 零位调节”旋钮,使指针对准电阻为零的刻度处。然后把表笔分别接触被测电阻两端,从“ Ω ”刻度尺上读取数值,将读数乘以电阻倍乘率,即为被测电阻的阻值。

测量电阻时应注意以下几点:

被测电阻不应带电,否则,相当于用电阻档去测量电压,这样容易烧坏仪表。

测量电路中的电阻时,一定要将其一端从电路中断开,否则所测结果将是它与电路其它电阻的并联阻值。

测量电阻时,不应双手同时触及电阻两端,不然会把人体电阻并联在被测电阻上。

6. 稳压电源的使用

图 1-9 是一种稳定度较高的 $0 \sim 30V$ 连续可调的双路直流稳压电源面板示意图。

此种电源有两路输出,输出电压均为 $0 \sim 30V$ 分档连续可调。最大输出电流,左侧为 $1A$,

右侧为 0.5A。当输出过载或短路时,电源能够自动保护,停止输出。

两路输出的电压,分别从图中标有“-”和“+”的接线柱之间输出。面板上有两块电表,左边是电流表,右边是电压表。经由开关 K_2 的换接,电压表可以分别指示左、右两路电源输出电压的数值,即开关置于“1A”一侧时,电压表示数为“1A”这路电源输出的电压; K_2 置于“0.5A”一侧时,电压表示数为“0.5A”这路电源输出的电压。但是电流表则仅指示“1A”这路电源输出电流的大小。

输出电压的大小调节,是通过改变“粗调”开关的档位和旋动“细调”旋钮来实现的。调节时,“粗调”和“细调”要适当配合,应先选择好“粗调”档位,然后再调节“细调”,“细调”旋钮按箭头方向旋转,输出电压增大;反之,输出电压减小。

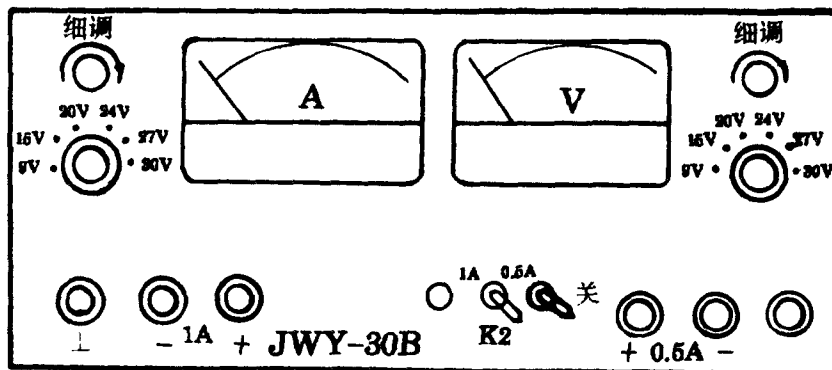


图 1-9

使用时注意以下几点:

(1)使用前应根据负载电流的大小选择电源两路输出中的一路,必须保证外电路负载电流不得超过该路电源所允许输出的最大电流值。

(2)接通电源前,应先根据所需输出电压的数值选择好合适的“粗调”档位,同时把“细调”旋钮反时针调到头(即最小位置)。然后,打开电源开关,由调节“细调”旋钮把输出电压调到所需数值。例如,所需电压为 12V,应把“粗调”档位放在 15V 档,然后用“细调”调至 12V。若把“粗调”放在 9V 或 20V 档,会造成无论怎样调整“细调”旋钮,输出电压也达不到 12V 的结果。

(3)在工作过程中,因过载或外界强干扰而处于“保护”状态(输出为零)时,应立即关断电源排除故障,然后再使用。

(4)工作过程中,“细调”旋钮不得旋至左端终点。当旋至终点(即关的位置),可以听到响声,因此时保护电路不起作用,容易烧坏电源。

实验二 单相交流电路和功率因数的提高

一、实验目的

1. 掌握交流电路中电压、电流和功率之间的关系。
2. 正确理解提高功率因数的意义和掌握改善功率因数的方法。
3. 测量电路的参数。
4. 学会使用单相功率表。

5. 了解日光灯线路的安装。

二、预习要求

1. 掌握用相量图分析并联交流电路各电量之间的关系。
2. 明确交流电路中功率因数的概念和提高功率因数的意义。
3. 了解日光灯电路的工作原理和功率表、交流电压表、电流表的正确使用。

三、实验中需要的设备和器材

日光灯设备(20W)一套

电容器 一个

多量程交流电压表 (75V、150V、300V)一块

多量程交流电流表 (0.5A、1A) 一块

多量程功率表 (75V、150V、300V; 0.5A、1A)一块

接触调压器(1kVA) 一台

滑线变阻器 一台

四、实验原理简述

(一)日光灯电路工作原理

日光灯电路由灯管、镇流器、起辉器组成,如图 2-1 所示。

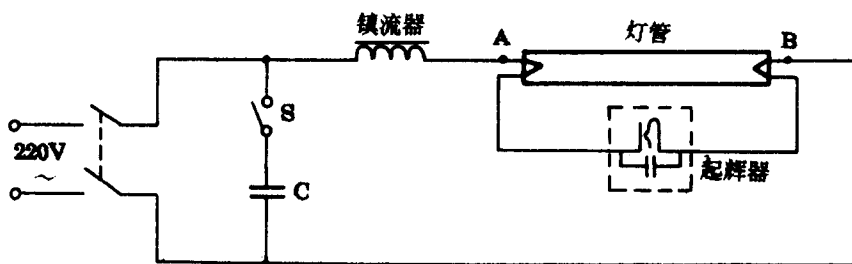


图 2-1

灯管 灯管内壁涂以荧光物质,两端各装有灯丝。灯管内抽真空后充入一定量的惰性气体(如氩、氖)与水银蒸汽等。

灯管是一个非线性元件。点燃前应通电加热灯丝产生热电子发射,为日光灯的起燃作好准备,这时灯管电阻较大。起燃时须加一瞬时高压帮助起燃,使灯丝发射出的电子加速撞击管内气体使之游离而导电。起燃后管内离子导电,灯管两端电压较低而且恒定。

镇流器 是绕在硅钢片铁心上的电感线圈。它与灯管串联后接入 220V 交流电源。它在电路中起两个作用:一是在灯管起燃前产生一瞬时高压帮助灯管起燃;二是在灯管起燃后限制灯管中的电流不致过大。

起辉器 是一个充有氖气的玻璃泡,内装有两个电极。其中一为固定电极,另一为用双金属片制成的“J”形可动电极。

日光灯的起燃过程如下:当接通电源后因日光灯管未起燃而不导电,电源电压通过镇流器、灯管灯丝施加于起辉器的两个电极间。起辉器两个电极间在高电压作用下,氖气电离放电形成电弧,使双金属片电极受热膨胀而与固定电极接触。接触后,电源使镇流器及灯丝通电从而加热灯丝,使灯丝产生热电子发射;同时起辉器中两电极间电压降到零,电离放电停止、电弧

熄灭,双金属片电极因冷却收缩而离开固定电极,使电路突然断开。断开瞬间,由于电路中电流的突然消失,使镇流器线圈产生一较高的自感电势,并与电源电压迭加而施加于灯管两端,使灯管起燃。起燃后,电流经镇流器、灯管而流通。由于镇流器限流使灯管正常工作。灯管正常工作时两端电压降低,起辉器不再动作,日光灯将保持正常的工作而不熄灭。

日光灯电路是非线性的,但通常人们把日光灯管近似看成电阻元件 R ,把镇流器看成是电感 L 与电阻 r_L 串联的元件。所以日光灯电路是感性负载,而且功率因数低。图 2-2 是日光灯电路的近似等效电路。

2. 功率因数的提高

在交流电路中有功率 $P=UI\cos\varphi$, $\cos\varphi$ 是电路的功率因数。电路的功率因数决定于电路负载的参数,只有在电阻负载时 $\cos\varphi=1$,对其他负载来说功率因数 $\cos\varphi$ 均介于 0 与 1 之间。

当电源电压 U 和输出的功率 P 一定时,功率因数越低所需电源输出的电流就越大,这将使发电设备的容量不能充分利用,并增加线路和发电机绕组的功率损耗。

日光灯电路为一感性负载,其功率因数是较低的。为提高电路的功率因数,可在日光灯电路上并联电容器,见图 2-1,其等效电路图和相量图如图 2-3 所示。

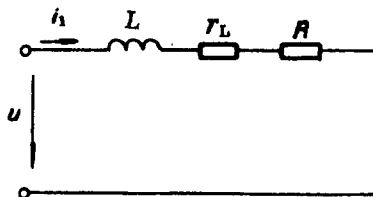


图 2-2

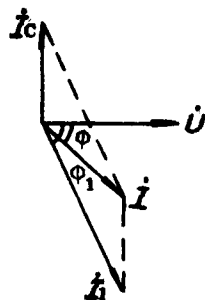
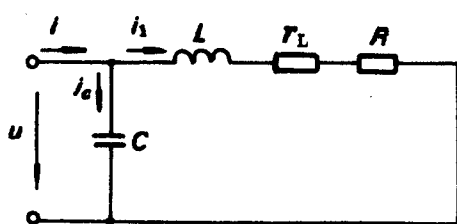


图 2-3

分析图 2-3 可知,在并联电容器之前,线路电流即为流过灯管的电流 i_1 ,此时电压 u 和线路电流 i_1 之间的相位差为 φ_1 ;并联电容器之后,电压 u 和线路电流 i 之间的相位差为 φ , φ 角变小了,即线路功率因数 $\cos\varphi$ 提高了,线路电流 i 也减小了,因而减小了功率损耗。应该注意的是,并联电容器后灯管支路本身的功率因数和工作状态均没有变化,并且电路的总有功功率也并未改变,因为电容器是不消耗电能的。

由上述分析可见,感性电路并联电容器后,电源向外输出的有功功率不变,但是线路总电流却因并联电容器而减小,这就是提高电网功率因数的重要意义。

五、实验任务和步骤

(一)测量日光灯电路中的各电量,并比较电路并入电容前后各电量的变化。

1. 熟悉日光灯电路的各个器件。
2. 电容器先不接入,按图 2-1 连接线路,经教师检查后方可接通 220V 交流电源。
3. 按表 2-1 要求,测量日光灯电路未并电容时的各电量,将数据记入表中,并将测量电路