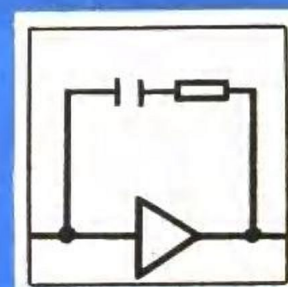
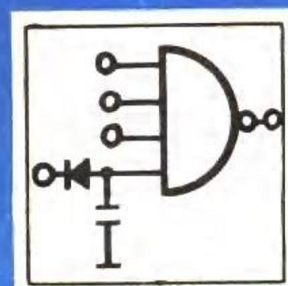
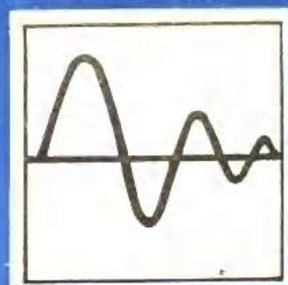
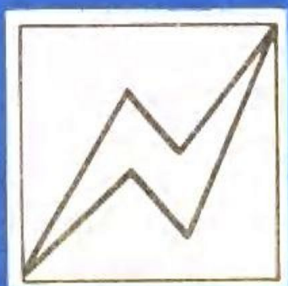


全国高等教育自学考试用书



电 工 学 与 电 子 学 实 验

王俊岳 夏衡如 编

样书

简 介

本书是根据《高等教育自学考试机械类专业专科电工学与电子学实验实施大纲》编写的，本实验共编入了18个实验，其中必做实验10个，选做实验8个（标“•”的为选做）。为了学习方便，另外还编入了电工学与电子学实验须知和附录。

本书适于作非电类专业自学考试的通用电工学与电子学实验指导书或实验参考书，还可供全日制大学、夜大学、电大、职工大学和大专短训班使用。

电工学与电子学实验

王俊岳 夏衡如 编

责任编辑 贾肇武

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
重庆大学出版社印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：5.5 字数：137 千
1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷

印数：1—4350

标准书号 ISBN 7-5624-0325-2 定价 1.08 元
TM·18

出版前言

高等教育自学考试教材建设是高等教育自学考试工作的一项基本建设。经国家教育委员会同意,我们拟有计划、有步骤地组织编写一些高等教育自学考试教材,以满足社会自学和适应考试的需要。《电工学与电子学实验》是为高等教育自学考试机械类专业组编的一套教材中的一种。这本教材根据专业考试计划,从造就和选拔人才的需要出发,按照全国颁布的《电工学与电子学实验自学考试大纲》的要求,结合自学考试的特点,组织高等院校一些专家学者集体编写而成。

机械类专业《电工学与电子学实验》自学考试教材,是供个人自学、社会助学和国家考试使用的。无疑也适用于其他相同专业方面的学习需要。现经审定同意予以出版发行。我们相信,随着高教自学考试教材的陆续出版,必将对我国高等教育事业的发展,保证自学考试的质量起到积极的促进作用。

编写高等教育自学考试教材是一种新的尝试,希望得到社会各方面的关怀和支持,使它在使用中不断提高和日臻完善。

全国高等教育自学考试指导委员会

一九八九年六月

编写说明

本书是高等教育自学考试指导委员会机械类专业委员会组织编写的教材，它适用于各非电类专业。实验是电工学与电子学课程的重要实践性教学环节，实验课在自学考试中是单独设课，占2学分。它是在电工学与电子学课程考试合格后集中完成的。本书共编入18个实验，其中必做实验10个。在必做的实验中，若某个实验因条件不具备不能做时，则可从选做实验中任意选一个实验代替（但选做实验一般不得超过两个），以保证一定的实验数量（10个），使学生受到必要的基本实验技能训练。为便于学习，本书还编写了电工学与电子学实验须知和附录。通过实验使学生进一步学会正确地使用电工仪表、电子仪器及有关的电机及电器，并能利用所学的基本理论对实际问题进行分析和处理，学会编写出合格的实验报告。

本书由西南交通大学张维廉教授主审，重庆大学许德沛教授、四川工业学院王宝珠副教授、重庆建筑工程学院李加奇副教授、重庆煤炭工业学校唐荣地高级讲师参审，他们对本书提出了许多宝贵意见；参审的还有重庆大学出版社贾肇武编辑，在此谨向他们致以衷心的感谢。重庆大学电工实验室张力群、贾英同志为本书绘图及校对，在此一并表示感谢。

由于我们水平有限，编写这类自学教材还缺乏经验，书中的缺点和错误在所难免，我们热诚希望广大读者提出批评建议，以便在本书修订时更正。

编者

1989年2月于四川工业学院

目 录

前 言

第一部份 电工学与电子学实验须知..... (1)

- 第一节 常用电工仪表 (1)
- 第二节 电工电子实验室的电源及常用设备 (8)
- 第三节 使用电子仪器的一般规则 (11)
- 第四节 做好电工学与电子学实验的基本原则 (11)
- 第五节 电工电子实验室安全规则 (14)

第二部份 电工学与电子学实验项目..... (15)

- 实验一 认识实验 (15)
- 实验二 验证叠加原理和戴维南定理 (17)
- 实验三 单相交流串联电路的研究 (19)
- 实验四 交流并联电路的研究 (23)
- 实验五 三相负载电路的研究 (25)
- 实验六 单相变压器实验 (28)
- 实验七 三相异步电动机绕组极性的测定及起动 (30)
- 实验八 磁力起动器控制线路 (32)
- 实验九 可逆磁力起动器控制线路 (33)
- 实验十 电子仪器的使用和 RC 电路的过渡过程 (35)
- 实验十一 单相整流滤波电路 (39)
- 实验十二 单管低频电压放大电路 (41)
- 实验十三 两级阻容耦合放大电路 (44)
- 实验十四 负反馈放大电路 (46)
- 实验十五 差动放大电路 (49)
- 实验十六 单相可控整流及其触发电路 (51)
- 实验十七 运算放大器的基本应用 (54)
- 实验十八 集成门电路与触发器 (56)

第三部份 附录..... (59)

- 附录一 电子示波器 (59)
- 附录二 音频信号发生器 (64)
- 附录三 脉冲信号发生器 (66)
- 附录四 毫伏表 (68)
- 附录五 直流稳压电源 (69)
- 附录六 万用电表 (71)
- 附录七 常用电阻器和电位器 (76)
- 附录八 常用电容器 (79)
- 附录九 半导体器件型号命名法 (81)

第一部份 电工学与电子学实验须知

第一节 常用电工仪表

一、基本知识

电工仪表种类繁多，分类方法也不相同。电工实验中常用的电流表(安培计、毫安计)，电压表(伏特计、毫伏计)，功率表(瓦特计)等，就是按照测量对象的名称(或单位)进行分类的。其它尚有根据指示仪表的工作原理，作用方式，工作电流种类，准确度等级进行分类的。各种分类的标志，一般在仪表表盘上均有明确的表示符号。要正确使用一块电工仪表，必须对表盘上标志符号的含义有清楚的了解。现将一般电工仪表的标志符号及其含义列于表一。

任何一块仪表，在测量时都有误差，它表示仪表测量时的指示值和被测量的实际值之间

表一 电工仪表的标志符号及含义

分类	符号	名 称	分类	符号	名 称
测 量 对 象	A	电流表	准 确 度	0.5 (例)	准确度为0.5级
	V	电压表	绝 缘 强 度	 2kV	绝缘强度试验
	W	功率表			电压为2kV
		电度表(火表)	防 御 能 力		I级防外磁场
	MΩ	兆欧表			I级防外电场
电 流 种 类	—	直流表			II级防外磁场及电场
	~	交流表			III级防外磁场及电场
	≈	交直流两用表			IV级防外磁场及电场
	≡	三相交流表	使 用 条 件	(无标志)	A组仪表
工 作 原 理		磁电式仪表			B组仪表
		电磁式仪表			C组仪表
		电动式仪表	端 钮 调 零 器 符 号	—	负端钮
		铁磁电动式仪表		+	正端钮
		感应式仪表		✕	公共端钮
工 作 位 置		水平位置使用			接地用端钮
		垂直位置使用			调零器
		与水平位置成60°使用			

的差异程度。根据引起误差的原因，把误差分为两类：

1. 基本误差——指仪表在规定的正常工作条件下进行测量时所具有的误差，它是仪表所固有的，是由于制作上和结构上的不完善而产生的。所谓仪表的正常工作条件是指：（1）仪表指针调整到零位；（2）仪表按规定的位置安放；（3）环境温度为20℃或是仪表上所标明的使用温度；（4）除地磁外，没有外来的电场或磁场干扰；（5）对于交流仪表来说，电流的波形为正弦波，频率是规定的频率值。

2. 附加误差——当仪表不是在正常条件下工作时、除上述基本误差外，还可能出现的误差、称为附加误差。

仪表准确度表示仪表基本误差的大小。它是仪表最大绝对误差与仪表测量上限的比值用百分数表示的数值。显然仪表的准确度愈高，其基本误差愈小。根据国家标准，目前我国生产的电工测量指示仪表的准确度分为七级，如表二所列。其对应的基本误差不应超过表中所列的百分值。

表二 电工仪表准确度等级及其基本误差

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
基本误差%	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.0	±2.5

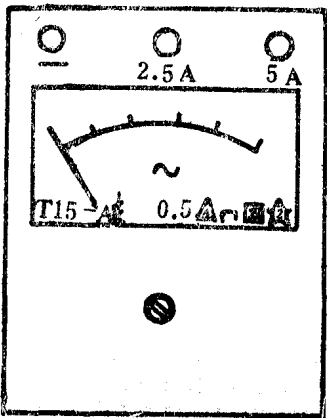


图1-1

对外电场和外磁场的防御能力，I级仪表最强，II级次之，III级又次之，IV级最差。

仪表的使用条件，分为A、B、C三组，如表三所示。

例如：图1-1给出了一块仪表的面板图形；由表盘标明的符号可知：该表为T15-A型，电磁式，0.5级，A组使用条件，水平放置，II级防磁，绝缘试验电压2kV，交流电流表，电流表有2.5A和5A两个量程。表面中下方为指针零位调节器。

二、电工仪表结构简介

电工仪表为直读式指示仪表，虽有不同的结构形式，但都由固定部份和活动部份组成，而且具有三种功能：第一、要能产生转动力矩，以便驱动仪表的指针偏转。转动力矩一

表三 各组仪表使用条件

分 类 组 别	A组仪表	B组仪表	C组仪表
环境条件			
使用温度(℃)	0~40℃	-20℃~40℃	-40℃~60℃
相对湿度	95%(+25℃)	95%(+25℃)	95%(+25℃)

般均由磁场和电流（或铁磁材料）的相互作用产生；第二、要能产生反作用力矩，以便与转动力矩相平衡，使指针正好偏转到与被测量值相应的位置上。反作用力矩一般利用仪表“游丝”在变形后所具有的恢复原状的弹力产生；第三、要能产生阻尼力矩，以便使仪表指针能较

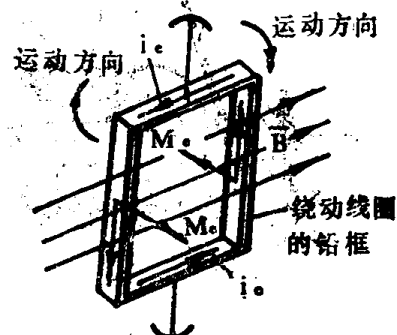
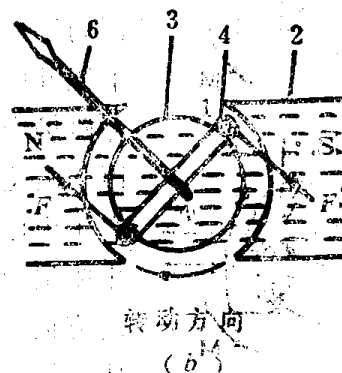
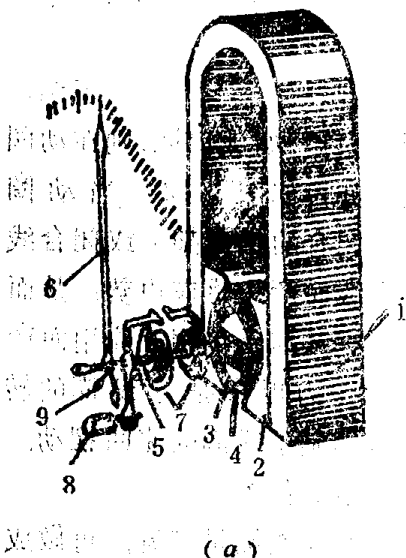


图 1-2

图 1-3

1—马蹄形磁铁 2—极靴 3—圆柱形铁心 4—动线圈
5—转轴 6—指针 7—游丝 8—调零螺钉 9—平衡锤

快地停止在最后的平衡位置。产生阻尼力矩的装置叫阻尼器，不同类型的仪表阻尼器不同。

按工作原理分，电工仪表有磁电式，电磁式，电动式，感应式，热线式等多种形式。以下简单介绍前三种仪表的工作原理。

1. 磁电式仪表——磁电式仪表的结构示意图与磁电系统作用图，如图1-2(a)和(b)所示。

当处于永久磁铁磁场中的可动线圈有电流通过时（电流是通过游丝与外电路接通的），则通有电流的动线圈与磁场相互作用而产生一定大小的转动力矩。

在图1-3中，动线圈与磁场方向垂直的一个边（设有效长度为 L ）产生的力为

$$F = BLWI$$

式中： B ——极掌与圆柱形铁心间的气隙中均匀分布的磁感应强度。

W ——动线圈的匝数；

I ——通入动线圈的电流。

若动圈的转动半径为 R ，则它产生的转动力矩为

$$M = 2RF = 2RBLWI$$

指针偏转时与动圈固接在同一轴上的游丝将发生变形，产生反作用力矩 M_F ，若指针偏转角为 α ，则

$$M_F = D\alpha$$

式中： D ——游丝的反作用系数。

当动圈力矩 M 与反作用力矩 M_F 相等时，指针即平衡静止在一定的位置 α 角，即

$$M_F = M, \quad D\alpha = 2RBLWI$$

故
$$\alpha = \frac{2RBLW}{D} I = KI$$

式中： $K = \frac{2RBLW}{D}$ ，对于某一仪表而言， K 是一个只与仪表结构有关的常数。可见仪表指

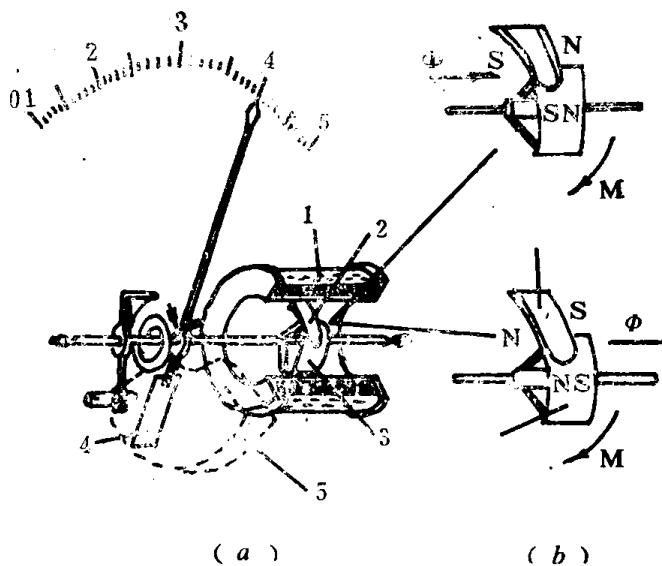


图 1-4

1—电磁线圈 2—固定铁片 3—活动铁片
4—阻尼器翼片 5—空气阻尼箱

磁电式仪表的优点是灵敏度高，准确度高，且消耗被测电路功率小，刻度均匀。缺点是过载能力弱、结构复杂，成本高。一般均制成准确度较高的便携式仪表。

2. 电磁式仪表——电磁式仪表分吸入式和排斥式两种。图 1-4 为排斥式电磁式仪表的结构示意图。在电磁线圈的腔内装一个固定铁片，当电磁线圈通有电流时，其磁场将使固定铁片和活动铁片同时磁化。即使磁场为交变磁场，两个铁片在磁化方向同一侧的极性恒相同，如图 1-4 (b) 所示。根据同性相斥的原理，动铁片受斥后将转动，从而使指针发生偏转。

分析电磁式仪表的作用原理，可知其转动力矩是和通入电流的平方成正比的。若测量直流，则力矩可写为

$$M = K_1 I^2$$

式中：\$K_1\$ 是一个与仪表结构有关的常数。若测量交流，则可动部份的偏转将取决于交流所产生的平均力矩。即

$$M_p = K_1 i^2 \quad \text{令 } i = I_m \sin \omega t$$

则

$$\begin{aligned} M_p &= K_1 (I_m \sin \omega t)^2 \\ &= K_1 I_m^2 \cdot \frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega t) = K_1 I^2 - K_1 I^2 \cos 2\omega t \end{aligned}$$

式中：第一项为常数、其值不随时间变化。第二项以电流的二倍频率随时间 \$t\$ 作余弦变化。但因在一个周期中、正弦和余弦的平均值均为零。因此第二项等于零，故

$$M_p = K_1 I^2$$

此处 \$I\$ 为正弦电流的有效值。

和磁电式仪表一样，指针偏转时与动铁片固定在同一轴上的游丝将发生变形，产生反作用力矩 \$M_F\$，当 \$M_F\$ 与转动力矩 \$M_p\$ 相平衡时，指针偏转的位置 \$\alpha\$，即为被测值，即

$$M_F = D\alpha, \quad M_F = M_p$$

故

$$D\alpha = K_1 I^2$$

针偏转角 \$\alpha\$ 的大小只与电流 \$I\$ 成正比。因此仪表标尺上的刻度是均匀的。

磁电式仪表的阻尼器，一般利用绕制动圈的铝框产生阻尼力矩。如无铝框，则在动圈上绕几匝闭路线圈亦可如图 1-3。当动圈在磁场中转动时，闭合的铝框架（或闭合线圈）两边切割磁力线而产生感应电势，从而产生电流 \$i_e\$，该电流又与磁场相互作用而产生阻尼力矩 \$M_e\$，这一力矩总是与线圈的转动方向相反，从而抑制了线圈的来回摆动，使指针很快静止在指示位置。

磁电式仪表一般只能测量直流，可做成直流电流表和直流电压表。当配上整流装置后，也可测量交流。但它已被叫做整流式仪表。

$$\alpha = \frac{K_1}{D} I^2 = K I^2$$

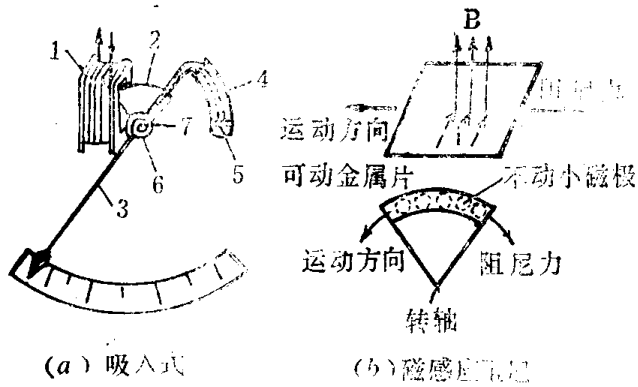


图 1-5

1—电磁线圈 2—动铁片 3—指针
4—空气阻尼器 5—阻尼片 6—游丝 7—转轴

对于磁感应阻尼器，如图 1-5 (b)。当金属片在作为阻尼作用的永久磁铁磁场中切割磁力线时，金属片上将有感应电流产生，而这感应电流反过来与永久磁铁磁场相互作用，从而产生电磁力矩，其方向刚好是和金属片的运动方向相反，因此起到了阻尼作用。

电磁式仪表既能用于直流测量，也可用于交流测量，既可以做成电流表也可以做成电压表。

电磁式仪表的优点是结构简单，过载能力大，成本较磁电式仪表低。缺点是灵敏度不高，易受外界磁场影响，且不宜于高频测量。

图 1-5 (a) 为电磁式仪表的吸入式结构，其原理为通电线圈所产生的磁场对动铁片的磁化而产生的吸力。其余与排斥式仪表一样。

3. 电动式仪表——电动式仪表的结构如图 1-6 所示。它的固定线圈 1 分成两部份，彼此平行排列，可以使磁场分布比较均匀。当固定线圈电流 I_1 建立磁场，即可使通有电流 I_2 的活动线圈 2 受力而发生转动，使指针偏转，如图 1-7 (a)。

如果 I_1 ， I_2 的方向同时改变，但电磁力的方向不改变，即指针偏转方向不变，如图 1-7 (b)。故电动式仪表也能用于交流测量。

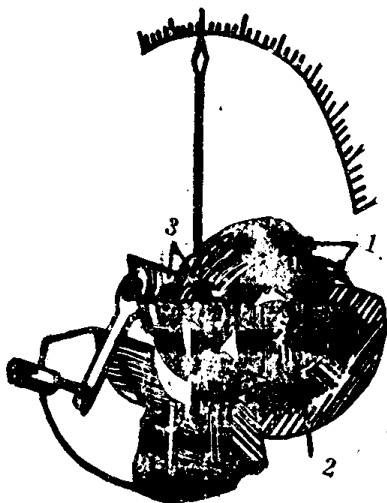


图 1-6

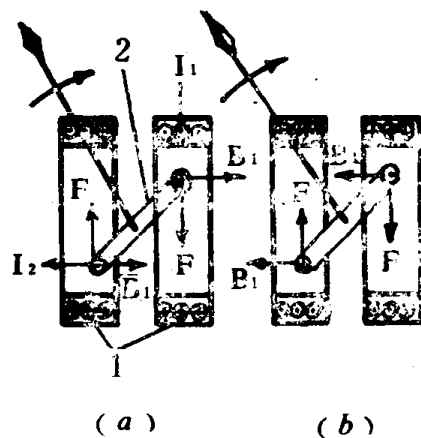


图 1-7

电动式仪表的游丝既是活动线圈电流引入线,又用来产生反作用力矩。电动式仪表具有空气箱阻尼器。

当电动式仪表用于直流时,其转动力矩可写成

$$M = K_1 I_1 \cdot I_2$$

式中: K_1 为一个与偏转角度无关的系数。当游丝的反作用力矩

$$M_p = D\alpha$$

与转动力矩平衡时,即可求得

$$\alpha = \frac{K_1}{D} I_1 \cdot I_2 = K I_1 \cdot I_2$$

若 $I_1 = n I_2$, 则

$$\alpha = K n I_2^2 = K' I_2^2$$

此式说明电动式仪表的刻度也是不均匀的。

当电动式仪表用来测量交流时,由于电流为交变量 i_1 和 i_2 , 则力矩的瞬时值亦为变化量。即

$$M_t = K_1 i_1 \cdot i_2$$

由于转动部份的惯性,指针不可能随瞬时力矩的改变而改变其偏转方向。因此,指针的偏转方向和偏转角将取决于瞬时力矩在一个周期内的平均值。今设

$$i_1 = I_{m1} \sin \omega t \quad i_2 = I_{m2} \sin(\omega t - \varphi)$$

式中 φ 为 i_1 与 i_2 之间的相位差角。则瞬时力矩为

$$M_t = K_1 i_1 i_2$$

$$= K_1 I_{m1} \sin \omega t I_{m2} \sin(\omega t - \varphi) = K_1 I_{m1} I_{m2} \cdot \frac{1}{2} [\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)]$$

$$= K_1 I_1 I_2 [\cos \varphi - \cos(2\omega t - \varphi)] = K_1 I_1 I_2 \cos \varphi - K_1 I_1 I_2 \cos(2\omega t - \varphi)$$

式中第一项为常数,不随时间变化,第二项以电流的两倍频率随时间 t 作余弦变化。因在一周期中正弦或余弦的平均值为零,故其力矩的平均值为零。于是

$$M_p = K_1 I_1 I_2 \cos \varphi$$

故仪表指针的偏转角为

$$\alpha = \frac{M_p}{D} = \frac{K_1}{D} I_1 I_2 \cos \varphi = K I_1 I_2 \cos \varphi$$

式中 K 为功率表的结构系数,与 α 无关。

I_1, I_2 为交流的有效值。

上式说明、电动式仪表的指示值,不仅与两个线圈通过的电流的有效值有关,而且与二者之间的相位差角的余弦成正比。这一点决定了电动式仪表可以制成功率表。当然电动式仪表也可以制成电流表和电压表。

电动式仪表的优点是准确度高,交直流两用,且能用于多种参数(电流、电压、功率、频率相位差等)的测量。缺点是仪表本身消耗被测电路的功率较大,过载能力小,也易受外磁场影响。

无论是磁电式,电磁式还是电动式仪表,它们的测量机构(包括线圈,引线以及磁电式

和电动式的游丝)所能允许通过的电流均有限额。如一般磁电式为几十微安到几十毫安,电磁式为几安到几十安(也有几百安的)。电动式介于二者之间。因此要制作大量程和不同用途的仪表时,一般均需在仪表内部配置相应的测量线路,如图1-8(a)是给测量机构并联小阻值的分流器 R_s ,制成大量程的电流表。图1-8(b)是给测量机构串联大阻值的倍压电阻 R_f (或称降压电阻),制成大量程的电压表。这里的 R_s 和 R_f 电路,叫做测量线路。多量程仪表只是测量线路不同而已。

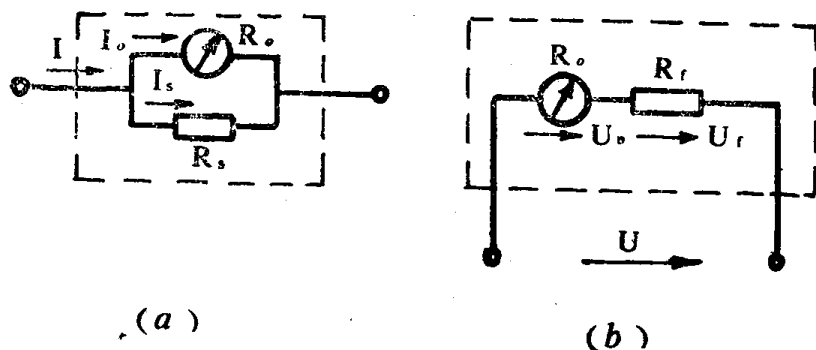


图 1-8
(a) 扩电流量程 (b) 扩电压量程

三、电工仪表在被测电路中的接法

1. 电压和电流的测量——测量电压时,要把电压表跨接或并联在被测电路的两端。测量电流时,要把电流表串联接入被测电流支路内。对于直流测量还要注意仪表的“+”“—”接线端和被测量的正负端子、一定要“+”接正、“—”接负,否则仪表指针反偏读不出数来。

在图1-9(a)和(b)中,分别画出直流测量和交流测量时,电压表和电流表接法原理图。由于电流表的内阻很小,测量时决不允许象电压表那样将它跨接在负载两端,否则不但会短接电路,还会烧坏电流表,故应特别注意。

2. 功率测量——因直流功率的表达式为 $P=UI$,因此,只要测出 U 和 I ,便可算出 P ,可以不用专门的功率表去测量。而交流功率的表达式为 $P=UI\cos\varphi$,由于 $\cos\varphi$ 一般是未知量,故需用专门的功率表测量交流功率。

由 $P=UI\cos\varphi$ 可知,功率表的示值,不但要反映电流和电压,还要反映二者相位差角的余弦。由前述可知,电动式仪表就能满足这一要求。如图1-10(a)所示。将电动式仪表的固定线圈串联接入被测电路,其中通过的电流 I_1 即为负载电流 I ,所以固定线圈也叫电流线圈。将电动式仪表的活动线圈串上附加电阻 R_f 后,并联跨接在负载的两端,则通过活动线圈

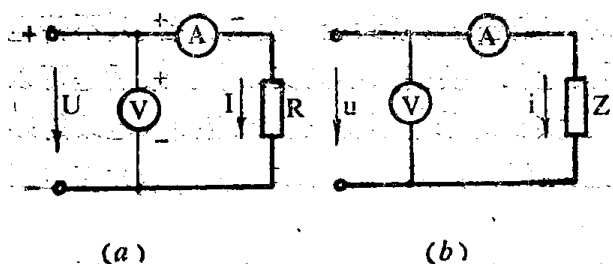


图 1-9

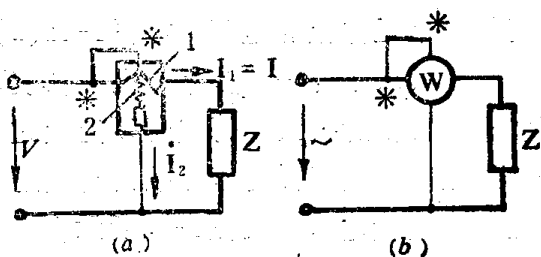


图 1-10

的电流 I_2 将与负载端电压成正比，故活动线圈也叫电压线圈。因此可以利用前述电动式仪表指针偏转角的公式，即

$$\alpha = KI_1 I_2 \cos \varphi \quad \text{令 } I_2 = GU$$

$$\text{则} \quad \alpha = KGUI_1 \cos \varphi = K' UI_1 \cos \varphi = K' P$$

式中： G 是功率表电压线圈支路的电导，

K' 是一个与 α 无关的系数，它只与功率表的结构有关。

上式说明，仪表的指示值即为被测负载功率的瓦数。图中两个线圈标有“*”号的一端叫同极性端，要联结在电路的同一端才行，否则指针会反向偏转。图1-10(b)是功率表的原理接线。

第二节 电工电子实验室的电源及常用设备

一、电源

1. 三相交流电源——各实验组分别由一把三线闸刀开关控制。或者是三线380V，或者是三线220V，统一由实验室总电屏上根据实验课需要而转换，用接线柱输出。

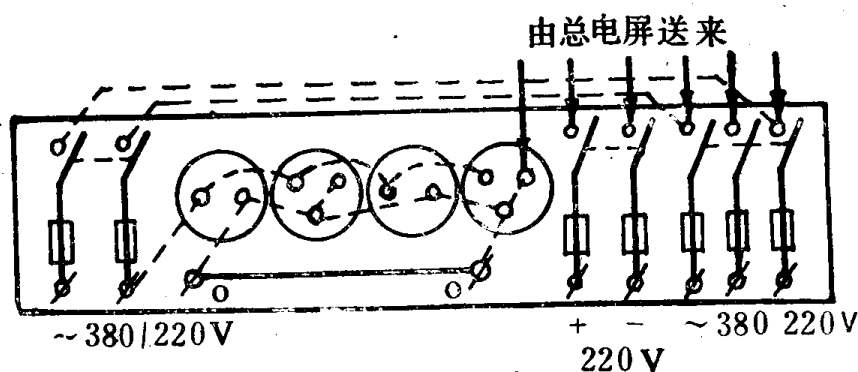


图 1-11

是127V，随三相电压而变。

单相交流电源的相电压除使用接线柱输出外，还有用双眼插座和三眼插座输出的。

3. 直流电源——各实验组仍分别用一把双线闸刀控制，接线柱输出。电压一般为220V，但根据需要可调，由发电房调节。

以上电源都可根据实验负载的需要，换接不同规格的熔断器以保证实验安全。电源盒的布线如图1-11。

二、电流插孔座、插销和电压探针及其用法

如前所述，测量电流时，必须把电流表串入被测电路中。测量电压时，必须把电压表并接在被测电路两端。但在电工实验测量中，有时在同一实验电路中需要同时测量几个支路的电流或几个元件上的电压，如图1-12(a)所示。这时，首先是为了安全，省时，省事(不停电换接)，其次是为了一表多用(同一仪表可以改变不同量程，换接入不同支路)。最后是可以节省实验设备的投资(每组毋须配置过多的仪表)。实验时采用不将仪表固定接入电路的办法，而是利用电流插孔座和插销与电流表配合以测量电流，如图1-13所示。利用探针与电压表配合以测量电压，如图1-14所示。

当测量某一支路电流时，就把一个测孔座串接入该支路中，当电路运行而未进行测量时，插孔座的弹性铜片紧密结合，电路畅通无阻。另外插销头的两铜片间是绝缘的，并分别

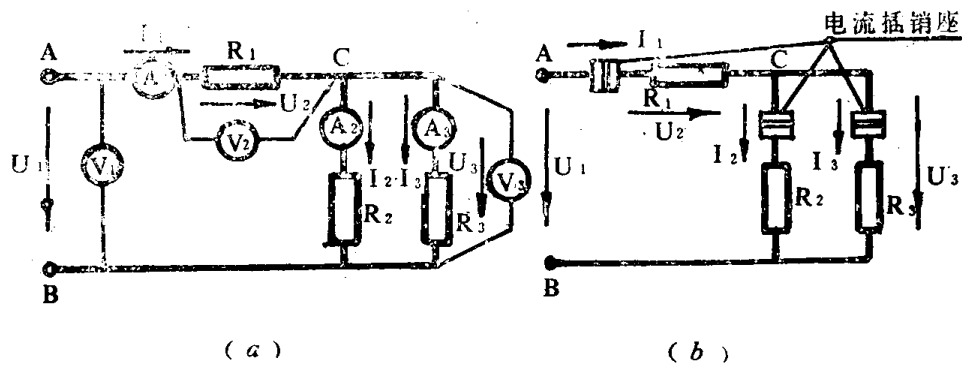


图 1-12

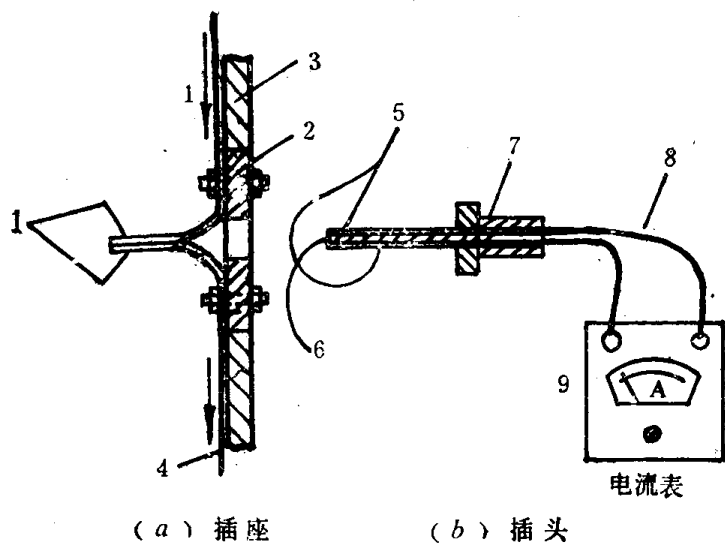


图 1-13

- 1—弹性铜片 2—绝缘底座 3—安装板
4—引接导线 5—被绝缘隔开的插头铜片
6—绝缘层 7—绝缘手柄 8—尾接线

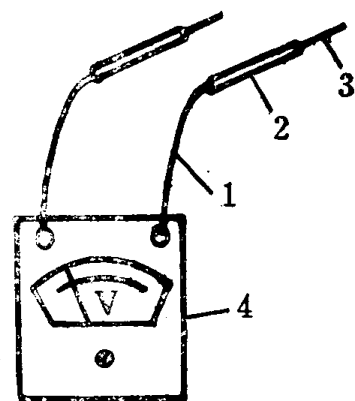


图 1-14

- 1—探针接线 2—绝缘杆 3—探针头
4—电压表

用导线接至电流表的二接线柱。测量时只需将插销插入插孔，弹性铜片即被分开，而该支路电流就会全部流过电流表，这就实现了测量电流的目的。若在电路的同一工作状态要测几个支路的电流时，只需将每一支路接入一插孔座，而将电流表先后插入即可，如图1-12(b)。

实验中测电压比较方便，只需给电压表配接一付探针，就可以用来分别测量电路中任一元件上的电压。如图1-14和图1-12(a)。

实验中测量电路的功率时，同样可以利用电流插座、插销和电压探针，接法如图1-15(a)。图1-15(b)是功率表电流线圈变换量程时的两种原理接线。

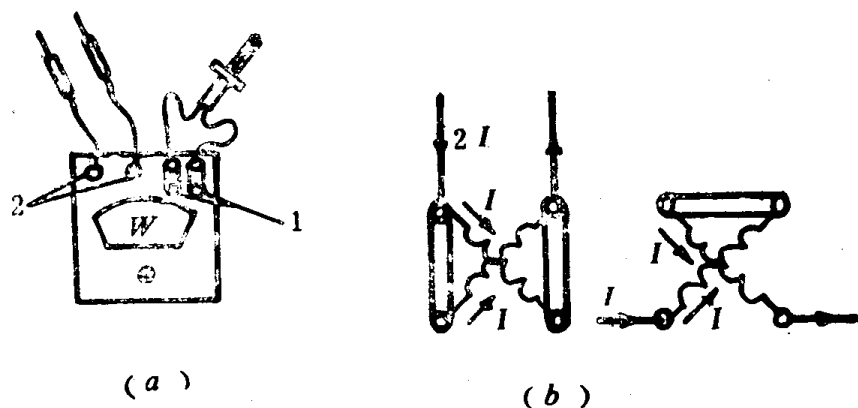


图 1-15

- 1—电流线圈接线柱 2—电压线圈接线柱

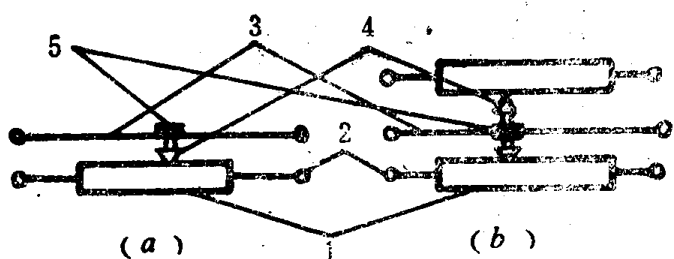


图 1-16

1—绕线电阻 2—接线柱 3—金属滑杆
4—滑动头 5—绝缘块

三、滑线变阻器及其使用

在电工实验中常用到滑线变阻器，它有单臂和双臂两种形式，如图1-16(a)和(b)是其结构示意图。

滑线变阻器作为可变电阻使用时，是串入电路的接线方式。如图1-17，是单臂式和双臂式电阻的串入接法。图中虚线所表示的接线是为了使电路更加牢靠，不致断开。一般可以不接。图1-17(a)是单臂电阻串联，(b)是双臂电阻串联，(c)是

双臂并联。

将滑线电阻器作为电位器使用时，其接线如图1-18。应注意，电源必须接入两固定端子，否则将会造成短路。

选用滑线变阻器时，必须考虑其欧姆值的大小和容量，即电阻丝允许通过的安全电流值。只有电路的工作电流小于变阻器的安全电流(亦称额定电流)时才能使用，否则易于烧毁。

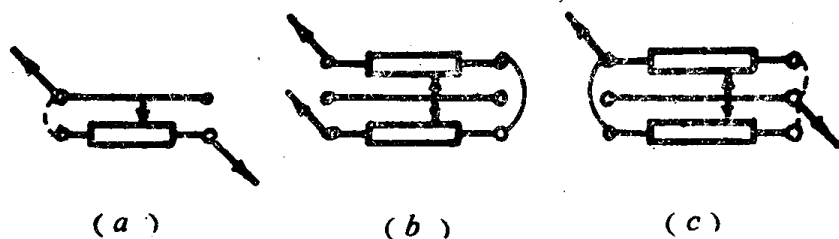


图 1-17

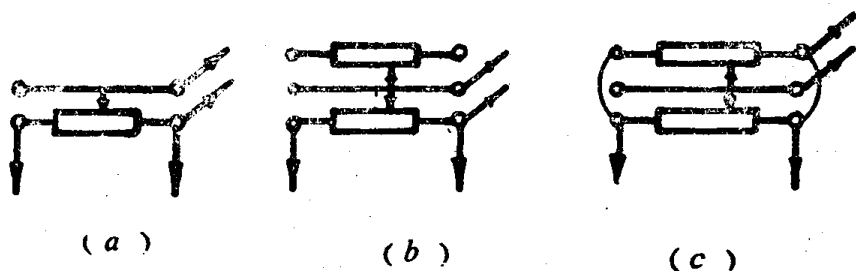


图 1-18

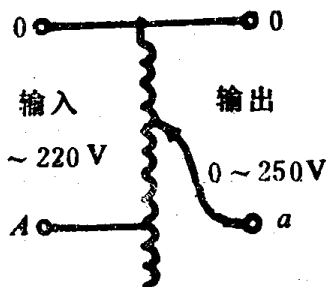


图 1-19

四、调压变压器及其使用

单相自耦调压变压器简称调压器。它的作用是将220V的交流电压变成0~250V的连续可调电压，其使用接线如图1-19。接线时必须注意，输入电压不能大于220V这一等级，输入端子与输出端子不能反接，输入端的零线最好接输入输出的公共端才安全。使用时还要注意，无论输出电压是多少，其输出电流均不能超过调压器的额定电流。

第三节 使用电子仪器的一般规则

1. 预热

电子实验常用的电子仪器有示波器、音频信号发生器、脉冲信号发生器、毫伏表、直流稳压电源等。这些仪器都需要交流供电。为了保证仪器运行的稳定性和测量精度，一般均需提前供电，预热 3 ~ 5 min 后才能使用，电子管式更是如此。在实验进行中，若需断续使用，在不用的间隙，也毋须关断电源，对电子示波器则把“辉度”关掉即可。

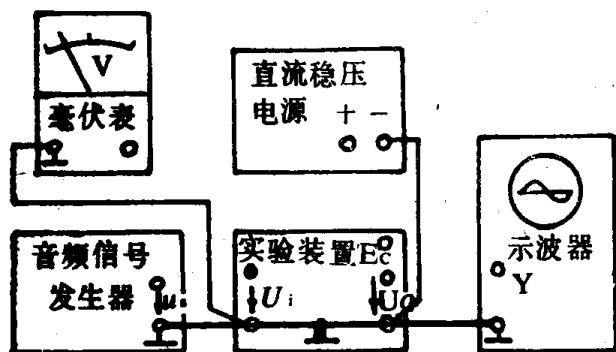


图 1-20

避免输入与输出线之间的交叉和平行。

2. 接地

电子实验中的信号电压或电流，一般都很小（以微毫级计），而且频率较高（相对于工频而言），在传递和测量时，极易受到干扰，因此实验时应尽量设法减少和消除干扰。一般应注意下列两点：即各仪器及实验装置应实现共地，应把各仪器及实验装置的接地端可靠地接在一起，如图1-20所示；各仪器及实验装置之间的接线应尽可能短，并

第四节 做好电工学与电子学实验的基本原则

一、认真做好实验前的预习和准备

每次实验均需至少提前一天阅读实验指示书，按照要求写好实验预习报告。预习报告内容为：

1. 实验时间；
2. 实验地点；
3. 实验名称；
4. 实验目的；
5. 实验电路及设备；
6. 实验内容及操作步骤，有关记录表格及估算数据；
7. 实验注意事项，问题解答等。

实验后只须把总结部份补充进去就成为一份完整的实验报告。实验前，指导教师应检查学生的预习报告，并进行抽查提问。无预习报告、抽查时一问三不知的学生，不得参加该次实验。

二、进行正确的实验接线和操作

接线前应先把仪表、设备布置在桌面适当的位置，这是为了便于接线，操作和读数。仪表不能靠近电磁线圈或通过强电流的导线，否则会造成仪表指示误差。接线时应对照实验电路，弄清电路图上每个元件符号的意义，然后按图接线。接线或改接线路，均须在断电情况下进行。严禁带电操作。

实验中,在调节电参数的操作时,学生应预知每一操作的后果,或电参数的变化趋势,不能盲目乱调乱动,防止事故的发生。

三、如何选用仪表和进行正确的读数

1. 对仪表量程的选择

a. 选电流、电压表: 仪表量程应大于被测电量, 考虑加大幅度1.1~1.5倍, 以减少测量误差。

例: 一只300V, 0.5级电压表, 用来测量250V和25V电压时, 其相对误差是大不相同的。

因为该表的基本误差为 r_s 。

即
$$r_s = \frac{\Delta U_s}{U_m} \times 100\%$$

式中: U_m 为仪表量限值

ΔU_s 为测量时的最大绝对误差

故
$$\begin{aligned}\Delta U_s &= r_s U_m / 100 \\ &= \pm 0.5 \times 300 / 100 \\ &= \pm 1.5\text{V}\end{aligned}$$

因此用它来测250V电压时的

$$r_s = \frac{\pm 1.5}{250} \times 100\% = \pm 0.6\%$$

用它来测25V电压时的

$$r_s = \frac{\pm 1.5}{25} \times 100\% = \pm 6\%$$

可见, 用300V量限的电压表来测25V电压是不恰当的。故选用仪表时被测量的值愈接近仪表的量限, 则所测值准确度愈高。

b. 选功率表: 功率表的量限是电流量限与电压量限的乘积, 但功率表一般不标功率量限, 只标明电流量限与电压量限。因此在选用功率表时, 一定要使功率表电流线圈和电压线圈的额定值(即量限值)大于被测负载的最大电流和最高电压值。

如何正确读取仪表数据——数据测量和实验观察是实验的核心部份, 一定要严格地, 科学地进行。除选好仪表的种类和量限外, 在读数前一定要弄清表盘上每一小格(刻度)所代表的实际数值。尤其是多量限仪表。若刻度盘只标出一组数字, 则仪表的实际读数为

$$\begin{aligned}\text{实际读数} &= \frac{\text{使用量限}}{\text{刻度极限值}} \times \text{指针指数} \\ &= K \times \text{指针指数}\end{aligned}$$

对于功率表

$$\begin{aligned}\text{实际读数} &= \frac{\text{电流量限} \times \text{电压量限}}{\text{刻度极限值}} \times \text{指针指数} \\ &= K \times \text{指针指数}\end{aligned}$$

K 为仪表某量限的读数常数。