

DIANGONG YU DIANZI JISHU SHIYAN JIAOCHENG

电工 与电子技术 实验教程

李柏龄 主编

3
中国建材工业出版社

电工与电子技术实验教程

李柏龄 主 编

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验教程/李柏龄主编. —北京:中国建材工业出版社, 2005. 3

ISBN 7-80159-797-4

I. 电… II. 李… 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. ①TM-33 ②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 010062 号

电工与电子技术实验教程

李柏龄 主 编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 9.5

字 数: 229千字

版 次: 2005年3月第1版

印 次: 2005年3月第1次

定 价: 15.00元

网上书店: www.ecool100.com

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 88386904

《电工与电子技术实验教程》编写小组

主 编：李柏龄

副 主 编：王亚利 严 洁 韩 行

参编人员：徐英鸽 宋兆阳 寇雪芹

刘沛津 苏博民 刘小军

张俊利 马 玉

前 言

电工与电子技术是高等学校理工科各专业的重要技术基础课,应用极为广泛,且日益渗透到其他学科领域,在我国当前经济建设中占有重要地位。

本书可作为理工类非电专业电工技术与电子技术课程的实验教材,亦可作为电气专业电路、模拟电子技术与数字电子技术课程实验教材。本书是依据教育部电工学课程教学指导小组新近制定的电工技术与电子技术课程教学的基本要求,并总结了编者在上述课程实验教学中的经验而编写的。

学习电工与电子技术,重在应用,因此本书突出了“注重动手、加强实践、培养兴趣和激励创新”的教学理念。实验层次包括验证性实验、综合性实验、设计性试验和创新性实验,以适应新形势下电工与电子技术教学改革的需要。与以前的教材相比内容上增加了可编程控制器和仿真分析,使本教材更具先进性和实用性。

本书经西安建筑科技大学翟俊祥教授、长安大学尚伟副教授审阅,并于2004年12月在西安召开了本书的审稿会。他们对本书提出了许多宝贵意见和有益的建议,谨此致以衷心的感谢。本书编写工作还获得了中国建材工业出版社与编者所在学校、院系的大力支持和帮助,在此顺致谢意。

由于水平有限,书中难免有些疏漏和错误,恳请使用本书的教师和读者不吝指正。

编 者

2004年12月于西安

目 录

第一章 电工技术实验	(1)
第一节 电工测量仪表	(1)
第二节 叠加原理、等效电源定理	(9)
第三节 基尔霍夫定律及电位的概念	(12)
第四节 RLC 串联电路的谐振	(13)
第五节 感性电路功率因数的改善	(16)
第六节 三相电路负载的联结	(19)
第七节 串联电路的暂态过程	(22)
第八节 异步电动机的使用	(25)
第九节 异步电动机的正、反转控制	(27)
第十节 三相异步电动机变频调速演示	(29)
第二章 模拟电子技术实验	(32)
第一节 常用电子仪器的使用	(32)
第二节 直流稳压电源	(35)
第三节 低频单级电压放大器	(40)
第四节 两级阻容耦合放大器	(45)
第五节 负反馈放大器	(50)
第六节 射极输出器	(55)
第七节 场效应晶体管放大器	(58)
第八节 差动放大器	(61)
第九节 集成运算放大器	(65)
第十节 集成运算放大器的应用	(69)
第十一节 RC 正弦波振荡器	(75)
第十二节 晶闸管可控整流电路	(78)
第三章 数字电子技术实验	(83)
第一节 基本逻辑门逻辑实验	(83)
第二节 器件的电压传输特性	(86)
第三节 三态门实验	(88)
第四节 译码器	(89)

第五节	触发器	(91)
第六节	简单时序电路	(94)
第七节	集成计数器	(95)
第八节	555 定时器	(98)
第九节	A/D 转换器、D/A 转换器	(101)

第四章 综合性实验 (107)

第一节	电机顺序控制电路的设计	(107)
第二节	运算放大器的应用—万用电表的设计与调试	(108)
第三节	交通灯控制电路	(110)
第四节	数字电子钟的设计	(112)

第五章 虚拟电子工作台 (EWB) 使用 (114)

第六章 可编程控制器 (129)

第一章 电工技术实验

第一节 电工测量仪表

电路中各个物理量(如电压、电流、功率、电能)及电路参数等的大小,除用分析与计算的方法求得外,还常常用实验的方法,也就是用电工测量仪表去测量。随着国民经济各部门生产过程电气化、自动化程度的提高,以及非电测量和远距离测量的迅速发展,使电工测量技术在现代各种测量技术中的地位愈来愈重要。

电工测量技术有以下几个主要优点:

- (1)电工测量仪表的结构简单,使用方便,并有足够的准确度;
- (2)电工测量仪表可以灵活地安装在需要进行测量的地方,并可实现自动记录;
- (3)电工测量仪表可以解决远距离的测量问题,为集中管理和控制提供了条件;
- (4)能利用电工测量的方法对非电量(如温度、压力、速度、水位及机械变形等)进行测量。

一、电工测量仪表的分类

常用的直读式电工测量仪表常按照下列几个方法来分类:

1. 按照被测量的种类分类

电工测量仪表按照被测量的种类来分,如表 1-1-1 所列。

表 1-1-1 电工仪表的被测量分类表

序号	被测量的种类	仪表名称	符 号
1	电 流	安 培 计 毫 安 计	$\text{\textcircled{A}}$ $\text{\textcircled{mA}}$
2	电 压	伏 特 计 千 伏 计	$\text{\textcircled{V}}$ $\text{\textcircled{kV}}$
3	电 功 率	瓦 特 计 千 瓦 计	$\text{\textcircled{W}}$ $\text{\textcircled{kW}}$
4	电 能 量	千 瓦 时 计	$\text{\textcircled{kWh}}$
5	相 位 差	相 位 计	$\text{\textcircled{\phi}}$
6	频 率	频 率 计	$\text{\textcircled{Hz}}$
7	电 阻	欧 姆 计 兆 欧 计	$\text{\textcircled{\Omega}}$ $\text{\textcircled{M\Omega}}$




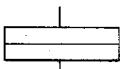
2. 按照工作原理分类

电工测量仪表若按照工作原理分类,主要的几种如表 1-1-2 所列。

3. 按照电流的种类分类

电工测量仪表若按电流的种类可分为直流仪表、交流仪表和交直流两用仪表,亦如表 1-1-2所列。

表 1-1-2 电工仪表的工作原理分类表

型 式	符 号	被测量的种类	电流的种类与频率
磁 电 式		电流、电阻、电压	直 流
整 流 式		电流、电压	工频及较高频率的交流
电 磁 式		电流、电压	直流及工频交流
电 动 式		电流、电压、电功率、 功率因数、电能量	直流及工频与 较高频率的交流

4. 按照准确度分类


仪表的准确度是根据仪表的相对额定误差来分级的。所谓相对额定误差,就是指仪表在正常工作条件下进行测量可能产生的最大基本误差 ΔA 与仪表的最大量程(满标值) A_m 之比,如以百分数表示,则为:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_m} \times 100\%$$

目前我国直读式电工测量仪表按照准确度分为:0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5 和 5.0 七级。这些数字就是表示仪表的相对额定误差的百分数。

在仪表上,通常都标有仪表的型式、准确度的等级、电流的种类以及仪表的绝缘耐压强度和放置位置等符号,如表 1-1-3 所列。

表 1-1-3 电工仪表的表头符号图例

符 号	意 义	符 号	意 义
—	直 流		仪表绝缘试验电压 2000V
~	交 流	↑	仪表直立放置
≈	交 直 流	→	仪表水平放置
3~或≅	三相交流	∠60°	仪表倾斜 60°

二、电压表与电流表

按照工作原理可将常用的直读式仪表主要分为磁电式、电磁式和电动式等几种。

直读式仪表之所以能测量各种电量的根本原理,主要是利用仪表中通入电流之后产生电磁作用,使测量机构在转矩作用下发生偏转。转矩大小与通入的电流之间存在着一定的关系:

$$T = f(I)$$

为了使仪表可动部分的偏转角 α 与被测量成一定比例,必须有一个与偏转角成比例的阻转矩 T_c 来与转矩 T 相平衡,即 $T = T_c$,这样才能使仪表的可动部分平衡在一定位置,从而反映出被测量的大小。

此外,仪表的可动部分由于惯性的关系,当仪表开始通电或被测量发生变化时,不能马上达到平衡,而要在平衡位置附近经过一定时间的振动才能静止下来。为了使仪表的可动部分迅速静止在平衡位置,以缩短测量时间,还要有一个能产生制动力(阻尼力)的装置阻尼器。阻尼器只在指针转动过程中才起作用。

在通常的直读式仪表中主要有下述三个部分:产生转动转矩的部分、产生阻转矩的部分和阻尼器组成的。

下面对磁电式(永磁式)、电磁式和电动式三种仪表的基本结构(见图 1-1)、工作原理及主要用途加以讨论。

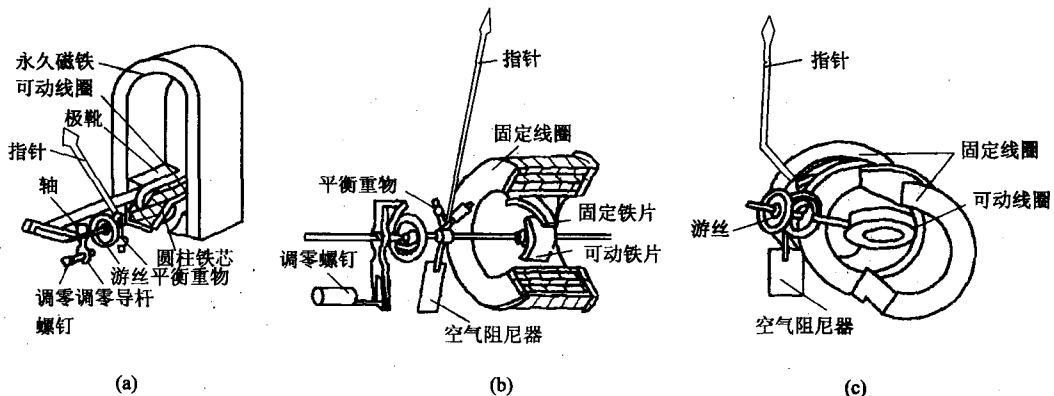


图 1-1 电压表电流表原理结构
(a)磁电式;(b)电磁式;(c)电动式

1. 磁电式仪表

磁电式仪表的构造如图 1-1(a)所示。它的固定部分包括马蹄形永久磁铁、极靴及圆柱形铁芯等。极靴与铁芯之间的空隙的宽度是均匀的。仪表的可动部分包括铝框及线圈、前后两根半轴、螺旋弹簧(或用张丝)及指针等。

当线圈通有电流 I 时,由于与空气隙中磁场的相互作用,线圈的两个有效边受到大小相等、方向相反的力,使线圈受到电磁转矩的作用,线圈和指针便转动起来。同时,螺旋弹簧被扭紧而产生阻转矩。当弹簧的阻转矩与转动转矩达到平衡时,可动部分便停止转动。指针在面板刻度标尺上的位置指示出被测数据。

磁电式仪表的优点是:刻度均匀;灵敏度和准确度高;阻尼强;消耗电能少;由于仪表本身的磁场强,所以受外界的磁场的影响小。这种仪表的缺点是:只能测量直流;价格较高;不能承受较大过载。

磁电式仪表常用来测量直流电压、直流电流及电阻等,使用时注意极性。

2. 电磁式仪表

电磁式仪表的测量机构有吸引型和推斥型,常采用推斥型的结构,如图 1-1(b)所示。它的主要部分是固定的圆形线圈、线圈内部的固定铁片、固定在转轴上的可动铁片。当线圈通有电流时,产生磁场,两铁片均被磁化,同一端的极性是相同的,因而相互推斥,可动铁片因受斥力而带动指针偏转。在线圈通有交流电流的情况下,由于两铁片的极性同时改变,所以仍然产生推斥力。

和磁电式仪表一样,产生阻转矩的也是联在转轴上的螺旋弹簧。当转动转矩与阻转矩达到平衡时,可动部分即停止转动,指针此时指示被测量。

电磁式仪表的优点是:构造简单、价格低廉、可用于交直流,能测量较大的电流和允许较大的过载。其缺点是:刻度不均匀、易受外界磁场(本身磁场很弱)及铁片中磁滞和涡流(测量交流时)的影响,因此准确度不高。

这种仪表常用于测量交流电压和电流,使用时注意表针在起始位置不能读数。

3. 电动式仪表

电动式仪表的构造如图 1-1(c)所示。它有两个线圈:固定线圈和可动线圈。后者与指针、空气阻尼器的活塞都固定在转轴上。和磁电式仪表一样,可动线圈中的电流也是通过螺旋弹簧引入的。

当固定线圈通有被测电流时,在其内部产生磁场,磁场变化使可动线圈产生感应电流,并受此磁场作用,产生电磁转矩而转动,带动指针偏转。当螺旋弹簧产生的阻转矩与转动转矩达到平衡时,可动部分便停止转动,这时指针指示被测值。

电动式仪表的优点是:使用于交直流,同时由于没有铁芯,所以准确度高。其缺点是:受外界磁场的影响大(本身的磁场很弱),不能承受较大过载。

电动式仪表可用在交流或直流电路中测量电流、电压及功率等。

三、万用表的原理和使用

万用表是一种多功用的便携式仪表,其特点是用途广、量限多、使用简单、携带方便。它是从事电气维修、试验和研究人員必备和必须掌握的测量工具之一。

1. 指针式万用表

一般指针式的万用表主要由磁电式微安计、若干分流器、半导体二极管及转换开关等组成,可以用来测量直流电流、直流电压和电阻等。图 1-2 是常用的 MF-30 型万用表的版面图。现将各测量电路分述如下:

(1) 直流电流的测量

测量直流电流的原理电路如图 1-3 所示。被测电流从“+”、“-”两端进出。 $R_{A1} \sim R_{A5}$ 是分流器电阻,它们和微安计联成一闭合电路。量程愈大,分流器电阻愈小。改变转换开关的位置,就改

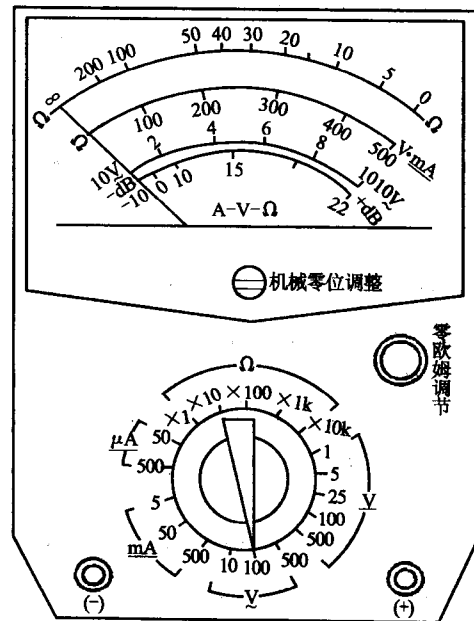


图 1-2 MF-30 型万用表版面

变了分流器的电阻,从而也就改变了电流的量程。

(2) 直流电压的测量

测量直流电压的原理电路如图 1-4 所示。被测电压加在“+”、“-”两端。 R_{V1} 、 R_{V2} 、……是倍压器电阻。量程愈大,倍压器电阻也愈大。

伏特计的内阻愈高,从被测电路取用的电流愈小,被测电路受到的影响也就越小。我们用电压表的灵敏度,也就是电压表的总内阻除以电压量程来表明这一特征。

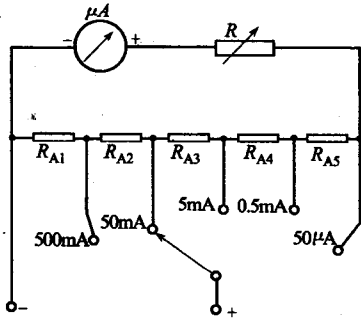


图 1-3 直流电流测量原理图

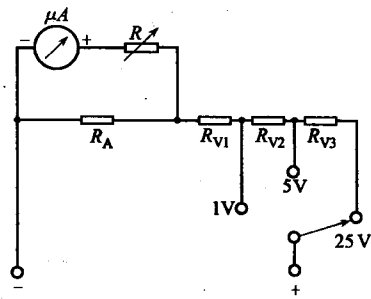


图 1-4 测量直流电压原理图

(3) 交流电压的测量

测量交流电压的原理电路如图 1-5 所示。磁电式仪表只能测量直流,如果要测量交流,则必须附有整流元件,即图中的半导体二极管 D_1 和 D_2 。二极管只允许一个方向的电流通过,反方向的电流不能通过。被测交流电压也是加在“+”、“-”两端。在正半周时,设电流从“+”端流进,经二极管 D_1 ,部分电流经微安计流出。在负半周时,电流直接经 D_2 从“+”端流出。可见,通过微安计的是半波电流,读数应为该电流的平均值。为此,表中有一交流调整电位器(图中的 600Ω 电阻),用来改变表盘刻度;于是,指示读数便被折算为正弦电压的有效值。普通万用表只适于测量频率为 $45 \sim 1000\text{Hz}$ 的交流电压。

(4) 电阻的测量

测量电阻的原理电路如图 1-6 所示。测量电阻时要接入电池,被测电阻也是接在“+”、“-”两端。被测电阻愈小,即电流愈大,因此指针偏转角愈大。测量前应先“+”、“-”两端短接,看指针是否偏转最大而指在零(刻度的最右处),否则应转动零欧姆调节电位器进行校正。

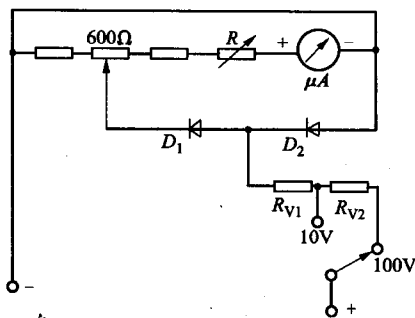


图 1-5 交流电压测量原理图

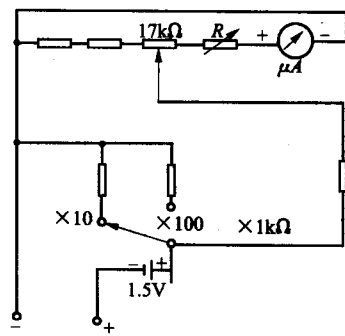


图 1-6 电阻测量原理图

(5) 万用表的正确使用

万用表的结构比较复杂,它的类型较多,表的的面板各有差异。因此在使用万用表之前必须细致了解和熟悉面板各部件的作用,测量前,注意转换开关的位置和量程,绝对不能将电流表并入电路,不能在带电电路上测量电阻。测量时,明确在哪一条标度尺上读数,并尽量使表头指针偏转到满刻度的 2/3 左右,测量完毕应将转换开关转到高电压档,以免下次测量时不慎损坏表头。

2. 数字式万用表

(1) 数字式万用表的结构

数字式万用表显示直观、速度快、功能全、测量精度高、可靠性好、小巧轻便、耗电省、便于操作,受到人们的普遍欢迎,已成为电工、电子测量以及电子设备维修等部门的必备仪表。DT-840型数字式万用表就是一种用电池驱动的三位半数字万用表,可以进行交流电压、直流电压、交流电流、直流电流、电阻、二极管、晶体管 h_{FE} 、带声响的通断等测试,并具有极性选择、量程显示及全量程过载保护等特点。

DT-840 型数字式万用表的面板结构如图 1-7 所示。

使用数字万用表测试前,应注意如下事项:

①先将 ON—OFF 开关置 ON 位置,检查 9V 电池电压值。如果电池电压不足,显示器左边将显示“LOBAT”或“BAT”字符。此时,应打开后盖,更换 9V 层叠电池。如无上述字符显示,则可继续操作。

②测试笔插孔旁边的正三角中有感叹号的,表示输入电压或电流不应超过指示值。

③测试前应将功能开关置于所需的量程上。

(2) 直流电压、交流电压的测量

先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔,然后将功能开关置于 DCV(直流)或 ACV(交流)量程,并将测试表笔连接到被测源两端,显示器将显示被测电压值。在显示直流电压值的同时,将显示红表笔端的极性。如果显示器只显示“1”,表示超量程,应将功能开关置于更高的量程(下同)。

(3) 直流电流、交流电流的测量

先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔需视被测电流的大小而定。如果被测电流最大为 2A,应将红表笔插入 2A 孔;如果被测电流最大为 20A,应将红表笔插入 20A 插孔。再将功能开关置于 DCA 或 ACA 量程,将测试表笔串联接入被测电路,显示器即显示被测电流值。在测量直流电流时,显示器会显示红表笔端的极性。

(4) 电阻的测量

先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔(注意:红表笔极性此时为“+”,与指针式万用表相反),然后将功能开关置于 OHM 量程,将两表笔连接到被测电路上,显示器将显示出被测电阻值。

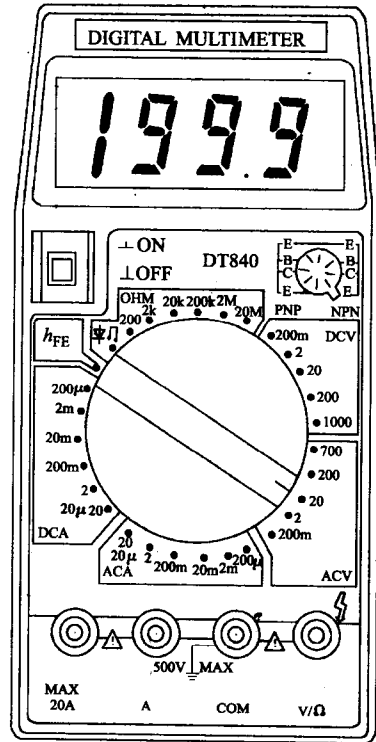


图 1-7 DT-840
数字式万用表面板

(5) 二极管的测试

先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔,然后将功能开关置于二极管档,将两表笔连接到被测二极管两端,显示器将显示二极管的正向压降。当二极管加反向电压时显示过载指示。

根据万用表的显示,可检查二极管的质量及鉴别所测量的管子是硅管还是锗管(注意:数字万用表的红表笔是表内电池的正极,黑表笔是电池的负极)。

①测量结果若在 1V 以下,红表笔所接为二极管正极,黑表笔为负极;若显示“1”(超量程),则黑表笔所接为正极,红表笔为负极。

②测量显示若为 550 ~ 700mV(即 0.55 ~ 0.70V)者为硅管;150 ~ 300mV(即 0.15 ~ 0.30V)者为锗管。

③如果两个方向均显示超量程,则二极管开路;若两个方向均显示“0”V,则二极管被击穿,短路。

(6) 晶体管放大系数 h_{FE} 的测试

先将功能开关置于 h_{FE} 档,然后确定晶体管是 NPN 型还是 PNP 型,并将发射极、基极、集电极分别插入相应的插孔。此时,显示器将显示出晶体管的放大系数 h_{FE} 值(测试条件为基极电流 10 μ A,集电极与发射极间电压 2.8V)。

用数字万用表可判别晶体管是硅管还是锗管以及管子的管脚(用表上的二极管档或 h_{FE} 档)。

①基极判别。将红表笔接某极,黑表笔分别接其他两极,若都出现超量程或电压都小,则红表笔所接为基极;若一个超量程,一个电压小,则红表笔所接不是基极,应换脚重测。

②管型判别。在上面测量中,若显示都超量程,为 PNP 管;若电压都小(0.5 ~ 0.7V),则为 NPN 管。

③集电极、发射极判别。用 h_{FE} 档判别。在已知晶体管类型的情况下(此处设为 NPN 管),将基极插入 B 孔,其他两极分别插入 C, E 孔。若结果为 $h_{FE} = 1 \sim 10$ (或十几),则三极管接反了;若 $h_{FE} = 10 \sim 100$ (或更大),则接法正确。

(7) 带声响的通断测试

先将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 V/ Ω 插孔,然后将功能开关置于通断测试档(与二极管测试量程相同),将测试表笔连接到被测导体两端。如果表笔之间的阻值约低于 30 Ω ,蜂鸣器会发出声音。

四、钳形电流表

用普通电流表测量电流,必须将被测电路断开,把电流表串入被测电路,操作很不方便。采用钳形电流表,不需断开电路,就可直接测量交流电路的电流,使用非常方便。

钳形电流表简称钳形表,其外形结构如图 1-8 所示。测量部分主要由一只电磁式电流表和穿心式电流互感器组成。穿心式电流互感器铁芯做成活动开口,且成钳形,故名钳形电流表。穿心式电流互感器的原边绕组为穿过互感器中心

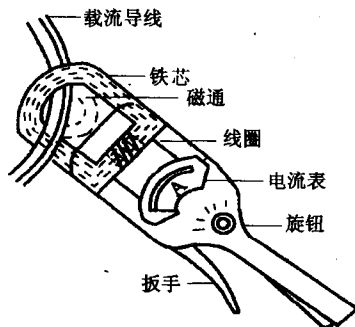


图 1-8 钳形电流表外形结构

的被测导线,副边绕组则缠绕在铁芯上与整流电流表相连。旋钮实际上是一个量程选择开关,扳手用于控制穿心式互感器铁芯的开合,以便使其钳入被测导线。测量时,按动扳手,钳口打开,将被测载流导线置于穿心式电流互感器的中间,当被测载流导线中有交流电流通过时,交流电流的磁通在互感器副绕组中感应出电流,使电磁式电流表的指针发生偏转,在表盘上可读出被测电流值。

五、功率表的原理和使用

常用的功率表或称瓦特计是电动式仪表,表中的固定线圈 1 匝数少、导线粗,与负载串联,称为电流线圈;可动线圈 2 匝数多、导线细,与倍压器串联后和负载并联,称为电压线圈。由于倍压器阻值很高,它的感抗与电阻相比可以忽略不计,所以可以认为其中电流 i_2 与两端的电压 u 同相。 i_1 即为负载电流的有效值 I , i_2 与负载电压的有效值 U 成正比, φ 即为负载电流与电压之间的相位差,而 $\cos\varphi$ 即为电路的功率因数。因此:

$$\alpha = k' UI \cos\varphi = k' P$$

可见电动式瓦特计指针的偏转角 α 与电路的平均功率成正比。

如果电动式瓦特计的两个线圈中的一个反接,指针就会反向偏转,这样就不能读出功率的数值。因此为了保证瓦特计正确联接,在两个线圈的始端标以“ \pm ”或“ $*$ ”号,这两端均应联在电源的同一端,如图 1-9 所示。

瓦特计的电压线圈和电流线圈各有其量程。改变电压量程的方法和伏特计一样,即改变倍压器的电阻值。电流线圈常常是由两个相同的线圈组成,当两个线圈并联时,电流量程要比串联时大一倍,如图 1-10 所示。

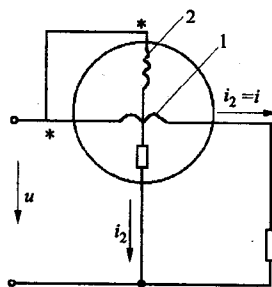


图 1-9 功率表接线方法

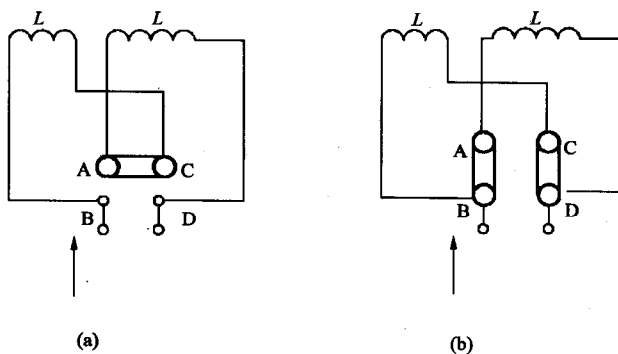


图 1-10 功率表电流线圈接线
(a)低量程接法;(b)高量程接法

同理,电动式瓦特计也可测量直流功率。

六、兆欧表

兆欧表又称摇表,是一种测量电器设备及电路绝缘电阻的仪表。

兆欧表外形见图 1-11,它主要由手摇发电机、磁电式流比计、接线柱(L、E、G)组成。如测量电气设备的对地绝缘电阻时,“L”用单根导线接设备的待测部位,“E”用单根导线接设备外壳;如测电气设备内两绕组间绝缘电阻时,“L”和“E”分别接两绕组的接线端;如测量电缆绝缘电阻时,“L”接线芯,“E”接外壳,“G”接线芯与外壳之间的绝缘层,以消除表面漏电产生的误差。

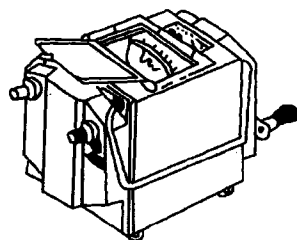


图 1-11 兆欧表外形图

使用时摇动手柄,转速控制在 $120\text{r}/\text{min}$ 左右,允许有 $\pm 20\%$ 的变化,但不得超过 25% 。通常在摇动 1min 后,待指针稳定下来再读数。如被测电路中有电容,摇动时间要长一些,待电容充电完成,指针稳定下来再读数。测完后先拆接线,再停止摇动。测量中,若发现指针归零,应立即停止摇动手柄。

兆欧表未停止转动前,切勿用手触及设备的测量部分或摇表接线柱。测量完毕,应对设备充分放电,避免触电事故。

七、实验要求

通过本次实验,学生应该初步了解并能掌握常用电工测量仪表的类型、工作原理及使用方法。

八、复习思考题

- (1)简述磁电式、电磁式仪表的工作原理。
- (2)根据仪表测量的准确度,电工仪表有哪几个等级?
- (3)用万用表测量交、直流电压时各应注意哪些问题?

第二节 叠加原理、等效电源定理

一、实验目的

- (1)验证线性电路理论中的叠加原理及等效电源定理,巩固所学的理论知识。
- (2)学习使用直流稳压电源,直流电流表,万用表。

二、实验设备与仪表

实验设备如图 1-12 与仪表见表 1-2-1 所示。

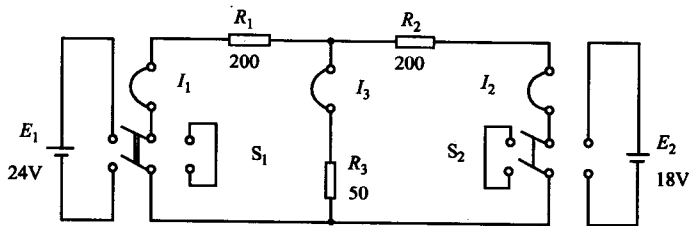


图 1-12 实验板电路图

表 1-2-1 实验设备与仪表

序号	名称	型号与规格	数量	备注
1	双路直流稳压电源	WY-30-2A 型	1	
2	直流毫安表	C46-mA	1	
3	万用表	MF30 型	1	
4	实验板		1	

三、实验原理

1. 叠加原理

在线性电路中,当有几个电源共同作用时,任一支路中的电流(或电压)都可以认为是各个电源单独作用时在该支路中所产生电流(或电压)相叠加的结果。所谓各个电源单独作用,就是假设其他电源的电动势均等于零而保留其内阻(若内阻可以忽略,则按“短路”处理)。以图 1-13 为例,若忽略电源内阻,则

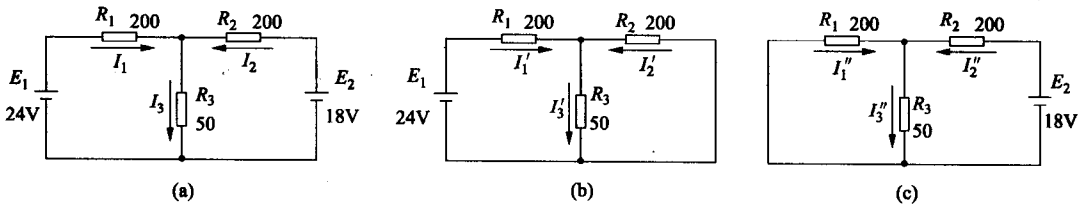


图 1-13 叠加原理电路图
(a) E_1 、 E_2 同时作用; (b) E_1 单独作用; (c) E_2 单独作用

$$I_1 = I_1' + I_1''; \quad I_2 = I_2' + I_2''; \quad I_3 = I_3' + I_3''$$

其中: I_1' 、 I_2' 、 I_3' —— E_1 单独作用时各支路的电流;

I_1'' 、 I_2'' 、 I_3'' —— E_2 单独作用时各支路的电流。

2. 等效电源定理

任何有源二端线性网络,就它的外部特性来说,可以用一个电动势为 E_0 和内阻为 R_0 相串联的等效电源来代替。等效电动势 E_0 等于有源二端网络的开路电压,内阻 R_0 等于有源二端网络中各个电动势都被短接后的入端电阻。以图 1-13(a) 为例,如果要求 I_1 支路的电流可将电路用图 1-14 等效。

其中:

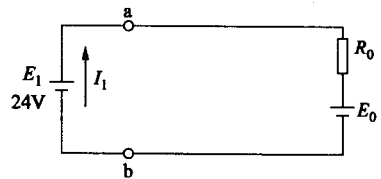


图 1-14 等效电源定理

$$E_0 = \frac{E_2}{R_2 + R_3} \cdot R_3$$

$$R_0 = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \text{ (忽略电源内阻)}$$

$$I_1 = \frac{E_1 - E_0}{R_0}$$