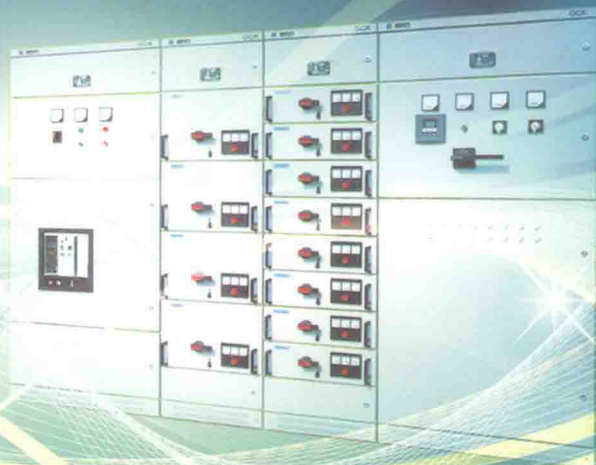




项目引领 任务驱动

示范性高等职业院校课改规划教材
江苏省高等学校立项精品教材



电气设备控制与维修技术

主编 黄建龙 主审 曹京生

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

电气设备控制与维修技术

主编 黄建龙
主审 曹京生

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书是根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范——中级维修电工》的知识要求和技能要求,适应项目化课程的教学改革方向,依照“实用、够用”的原则编写而成的。本书共分十个项目:电工测量技术、变压器、交流电动机、直流电动机、特种电机、电器知识、电力拖动自动控制技术、机床电气维修技术、晶体管知识、相关知识等。内容精练、图文并茂,每个项目中设计了若干个技能训练,并配有技能考核评分标准,以方便教学和学员的实训。书末附有理论和技能考核模拟试卷,供学员综合复习和自我鉴定用。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备控制与维修技术/黄建龙主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2012.2
ISBN 978-7-5661-0310-9

I. ①电… II. ①黄… III. ①电气设备-自动控制-
职业技能-鉴定-自学参考资料 ②电气设备-维修-职业
技能-鉴定-自学参考资料 IV. ①TM762②TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 017868 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省委党校印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 19.25
字 数 460 千字
版 次 2012 年 2 月第 1 版
印 次 2012 年 2 月第 1 次印刷
定 价 39.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

高职教育的主要任务就是适应经济社会发展和就业市场的需要,培养生产、建设、服务、管理一线岗位的高素质技能型人才。而实行职业技能鉴定,推行国家职业资格证书制度,是培养高素质技能型人才的一项重要举措。为了积极推行项目化课程的教学改革,帮助学生和学员了解、掌握职业技能鉴定的理论知识和技能要求,我们根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范——中级维修电工》的知识要求和技能要求,以“项目教学法”为编写主线,以“实用、够用、精练、科学”为原则,结合编者几十年来的实践教学和理论教学经验,特编写了这本《电气设备控制与维修技术》教材。

本书由南通航运职业技术学院黄建龙同志担任主编。全书由曹京生教授主审。

本书内容精练、语言通俗、图文并茂、信息量大、实用价值高,可作为电气自动化、机电一体化、数控技术、船舶电工等专业相关课程的教学用书。

由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,敬请各位专家和广大读者批评指正,以便修订时给予修正。

编 者

2011年5月

目 录

项目一 电工测量技术	1
一、电工测量仪表的分类与基本工作原理	1
二、测量误差及数据处理	6
技能训练一 常用电工仪表的使用	9
技能训练二 电桥的使用	14
技能训练三 常用电子仪器的使用	19
技能训练四 单相功率表的使用	22
项目二 变压器	26
一、中小型变压器的基本知识	26
二、交直流电焊机	31
三、中小型电力变压器的维护	36
技能训练一 小型单相变压器的绕制	41
技能训练二 变压器的检修	43
项目三 三相交流电机	46
一、三相异步电动机的基本知识	46
二、三相异步电动机的启动	50
三、三相异步电动机的调速	53
四、三相异步电动机的反转	55
五、三相异步电动机的制动	55
六、三相异步电动机常见故障及其原因	57
七、同步电机	58
技能训练一 三相鼠笼型异步电动机的拆装	63
技能训练二 三相异步电动机定子绕组首尾端的判定	66
技能训练三 检修中小型多速异步电动机	69
项目四 直流电机	71
一、直流电机的基本知识	71
二、直流电机的运行特性	75
三、直流电机的电枢反应与换向	77
四、直流电动机的启动、调速、反转、制动	78
五、交直流电机的耐压试验	81
六、直流电机的常见故障及其原因	82
技能训练一 直流电机的接线及电刷中性位置的确定	84
技能训练二 直流电动机的检修	86
项目五 特种电机	90
一、伺服电动机	91

二、测速发电机	93
三、电磁调速异步电动机	97
四、交磁电机扩大机	100
技能训练 电磁调速异步电动机的拆装与维护	102
项目六 电器知识	105
一、常用低压电器	105
二、常用高压电器	133
技能训练 交流接触器的拆装与维护	141
项目七 电力拖动自动控制知识	144
一、直流电动机的控制线路	144
二、交流异步电动机的控制线路	147
三、同步电动机的控制线路	154
技能训练一 三相异步电动机正反转线路的安装	156
技能训练二 Y- Δ 降压启动控制线路的安装	158
技能训练三 安装和调试断电延时带直流能耗制动的 Y- Δ 启动的控制线路	160
技能训练四 设计、安装调试顺序启动控制线路	162
技能训练五 检修三相电动机正反转启动能耗制动的控制线路	164
技能训练六 安装和调试绕线式异步电动机启动、机械制动控制线路	166
项目八 机床电气维修技术	170
一、车床电气维修	173
二、磨床电气维修	177
三、铣床电气维修	183
四、镗床电气维修	194
五、钻床的电气维修	200
六、15/3 t 桥式起重机电气维修	204
七、机床电气控制电路图的绘制方法	209
技能训练一 车床电气维修	210
技能训练二 磨床电气维修	211
技能训练三 铣床电气维修	213
技能训练四 镗床电气维修	214
技能训练五 钻床电气维修	215
技能训练六 15/3 t 桥式起重机电气维修	216
技能训练七 电动葫芦电气维修	218
项目九 晶体管电路知识	221
一、晶体二极管、三极管、硅稳压二极管的基本知识	221
二、单管晶体管放大电路	225
三、功率放大电路	231
四、正弦波振荡电路	233
五、直接耦合放大电路	234
六、数字电路基础	236

七、晶闸管及其基础知识	239
技能训练一 常用电子元器件的测试	247
技能训练二 安装和调试单相可控调压电路	251
技能训练三 安装和调试晶闸管调压电路	256
技能训练四 安装、调试晶闸管调光电路	259
项目十 相关知识	263
一、焊接的基本知识	263
二、一般机械零部件的测绘制图	265
三、设备起运吊装知识	267
四、生产技术管理知识	269
五、安全用电、节约用电	271
附录一 中级维修电工鉴定要求	275
附录二 中级维修电工职业技能鉴定模拟试卷	278
理论模拟试卷一	278
理论模拟试卷二	286
技能模拟试卷一	294
技能模拟试卷二	296
参考文献	298

项目一 电工测量技术

教学目的

1. 熟悉电工仪表的分类、基本工作原理、表面符号含义。
2. 掌握测量误差种类、减少测量误差的方法。
3. 掌握常用电工仪表的使用方法。

任务分析

电工仪表是工矿企业维修电工检修电气设备的必备仪表,各种各样的电气故障,通过电工仪表的检查,再从原理进行分析,一般都能找出故障原因,直至排除故障。因此,从某种意义上说,电工仪表是维修电工的左膀右臂,掌握常用电工仪器、仪表的使用,对于一名合格的电工而言,显得极其重要。

常用电工仪表的基本知识

一、电工测量仪表的分类与基本工作原理

把被测的电量与同类标准量相比较的过程叫电工测量。用来测量各种电量的仪器、仪表统称为电工测量仪表。

电工测量仪表的种类繁多,分类方法也各有不同,了解电工测量仪表的分类,有助于了解它们所具有的特性和工作原理。

1. 指示仪表类

这类仪表直接从仪表指针指示的读数来确定被测电量的大小。它可分为安装式和便携式。如果按照测量机构的工作原理分类,还可分为以下几种。

(1) 磁电系仪表

磁电系仪表是电工测量指示仪表中应用比较广泛的仪表,如图 1-1 所示。它是根据载流线圈在磁场中受到的电磁力矩与游丝产生的反作用力矩进行比较平衡的原理制成的。指针的偏转角度与通过线圈的电流成正比,因此其标尺上刻度是线性分布的,这样读数就比较方便准确,常制作成直流电流表、直流电压表等。

这类仪表的特点是刻度均匀、灵敏度高、准确度高、阻尼强、受外界磁场干扰影响小,但是过载能力比较差,表头只能用来测量直流量(当采用整流装置后也可以用来测量交流电量)。当误测交流电时,指针

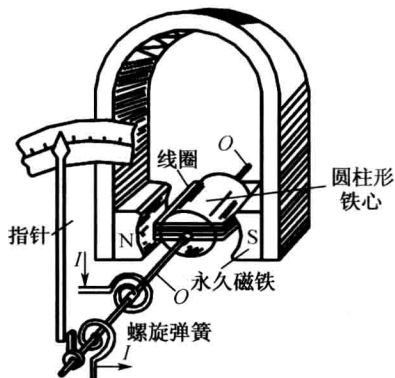


图 1-1 磁电系仪表结构示意图

虽然无指示,但线圈中仍然有电流通过,若电流过大,将损坏仪表。

(2) 电磁系仪表

电磁系仪表分为吸引型和排斥型两种结构型式。

这两种结构虽然型式有异,但是其基本工作原理是相同的。排斥型电磁系测量机构的结构如图 1-2 所示。它的固定部分由圆形的固定线圈和固定在其内壁的固定铁片组成。活动部分由固定在转轴上的可动铁片、游丝、指针及阻尼片等组成。当线圈中通有电流时,电流所产生的磁场使固定铁片和可动铁片同时被磁化,并且两个铁片同一侧的磁化极性相同,从而产生排斥力,使指针偏转。当转动力矩与游丝产生的反作用力矩平衡时,指针便稳定在某一位置,从而指示出被测量的大小。当线圈中的电流方向发生改变时,它所建立的磁场方向随之改变,两个被磁化铁片的极性也同时随着改变,但两个铁片仍然相互排斥,因此转动力矩的方向依然保持不变,即指针的偏转方向不会改变,所以这种排斥型电磁系测量机构也可用于交流电路中。

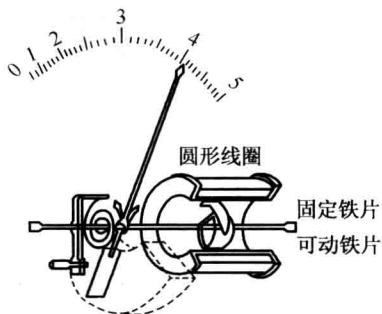


图 1-2 电磁系仪表结构示意图

电磁系仪表指针偏转的角度与直流电流或交流电流有效值的平方成正比。这类仪表的特点是刻度不均匀、准确度低,但是其过载能力强、可交直流两用、价格低。

(3) 电动系仪表

它是根据可动线圈(电压线圈串联一定的附加电阻后与负载并联,以反映负载电压)、固定线圈(电流线圈与负载串联,以反映负载电流)之间产生的电动力矩与游丝产生的反作用力矩进行比较平衡的原理制成的,如图 1-3 所示。

固定线圈中通入直流电流 I_1 时产生磁场,磁感应强度 B_1 正比于 I_1 。如果可动线圈通入直流电流 I_2 ,则可动线圈在此磁场中就要受到电磁力的作用而带动指针偏转,电磁力 F 的大小与磁感应强度 B_1 和电流 I_2 成正比。直到转动力矩与游丝的反动力矩相平衡时,才停止偏转。仪表指针的偏转角度与两线圈电流的乘积成正比,即

$$\alpha = KI_1 I_2$$

对于线圈通入交流电的情况,由于两线圈中电流的方向均改变,因此产生的电磁力方向不变,这样可动线圈所受到转动力矩的方向就不会改变。设两线圈的电流分别为 i_1 和 i_2 ,则转动力矩的瞬时值与两个电流瞬时值的乘积成正比。而仪表可动部分的偏转程度取决于转动力矩的平均值,由于转动力矩的平均值不仅与 i_1 及 i_2 的有效值成正比,而且还与 i_1 和 i_2 相位差的余弦成正比,因此电动式仪表用于交流时,指针的偏转角与两个电流的有效值及两电流相位差的余弦成正比,即

$$\alpha = KI_1 I_2 \cos \varphi$$

电动系仪表可以制成交直流电压表、电流表、功率表等。

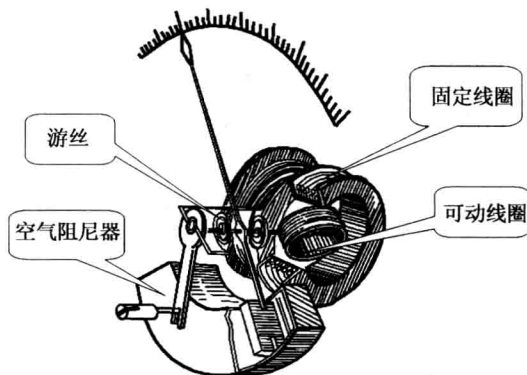


图 1-3 电动系仪表结构示意图

这类仪表的特点是准确度高、可交直流两用;做电流表、电压表时刻度不均匀,但是做功
率表时刻度均匀;过载能力差、防外磁干扰能力低。

(4) 感应系仪表

感应系仪表是利用电磁感应原理制成的。感应系仪表目前主要用来制作电能表,用于
交流电能的测量。

以单相交流电能表为例,它主要由驱动元件、转动元件、制动元件、积算机构等组成。基
本工作原理是:电压线圈在负载电压 U 的作用下,产生了 Φ_U , Φ_U 的一部分穿过铝盘,并在
盘上感应出涡流(i_{ou});电流线圈在负载电流 I 的作用下产生了磁通 Φ_I ,也在盘上感应出电
流(i_{oi})。通过 Φ_U 与 i_{oi} 及 Φ_I 与 i_{ou} 的作用,产生了使铝盘转动的转矩 T ,使铝盘转动起来。
此后通过永久磁铁的作用在铝盘上感应出涡流,该涡流又在永久磁铁的磁场作用下产生了
制动转矩 T_z 。当 $T = T_z$ 后盘速度恒定。可见铝盘转速与负载消耗的有功功率 P 成正比。
再经积算机构将累计的转数以电能的度数显示出来,如图 1-4 所示。

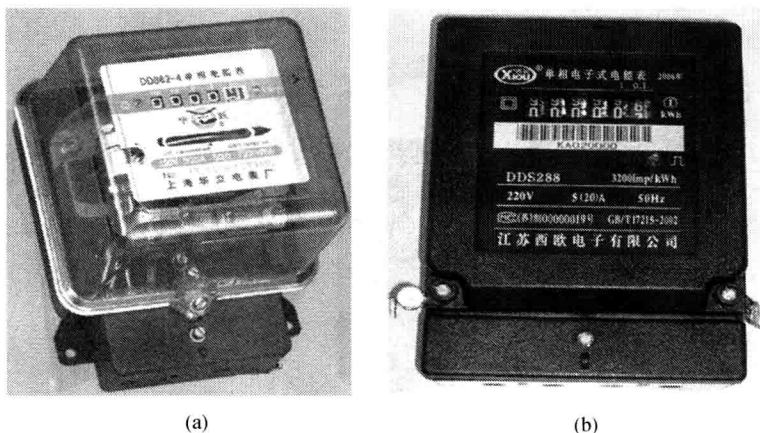


图 1-4 感应系仪表外形图

(a) 感应式电能表; (b) 电子式电能表

感应系仪表的特点是:只能测量指定频率的交流电能,抗外磁场干扰能力比较强,但是
精确度比较低。

除此之外,还有整流系、静电系、电子系、比率系仪表等。

2. 比较仪器类

这类仪表需要在测量过程中,将被测量与某一标准量比较后才能确定其大小,包括直流
比较仪器(直流电桥、电位差计、标准电阻箱等)和交流比较仪器(交流电桥、标准电感、标准
电容等),如图 1-5 所示。

3. 数字式仪表

数字式仪表是采用逻辑电路,用数码显示器显示被测量的仪表,如数字万用表、数字频
率计等,如图 1-6 所示。

数字式电工仪表灵敏度高、输入阻抗大、频率范围宽、测量速度快、显示清晰直观、操作
方便,并向着智能化方向发展,在现代电工测量中应用越来越广泛。

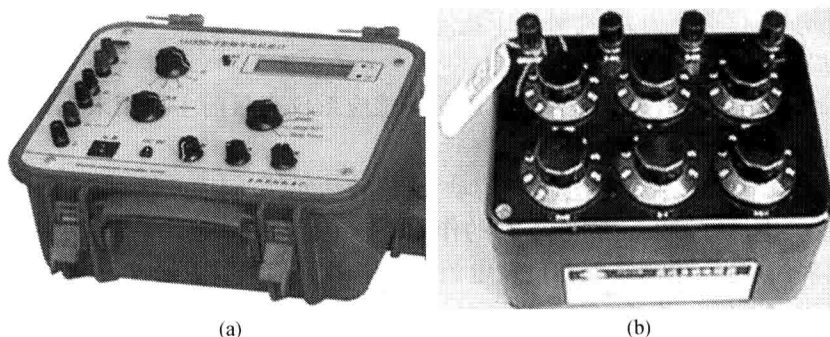


图 1-5 部分比较类仪表实物图

(a) 电位差计; (b) 标准电阻箱

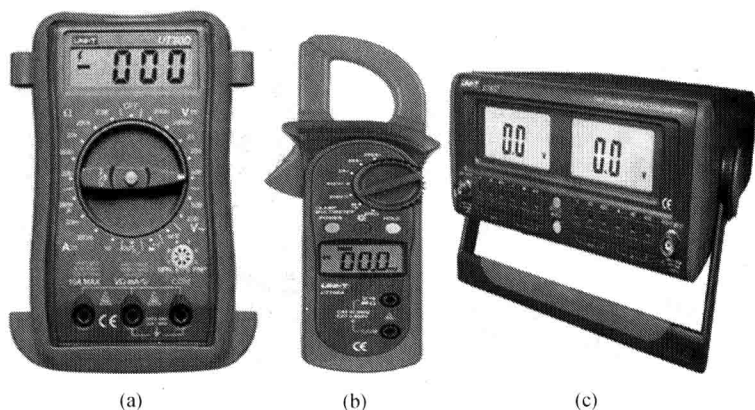


图 1-6 数字式仪表实物图

(a) 数字式万用表; (b) 数字式钳形电流表; (c) 数字式交流毫伏表

4. 记录仪表

记录仪表是把被测量随时间变化的关系记录下来的仪表(见图 1-7)。

5. 示波器

示波器是用来观察电压、电流的波形并能测量其大小等参数的一种电子仪器,如图 1-8 所示。

6. 扩大量程装置

扩大量程装置指分流器、分压器、电压互感器、电流互感器等,如图 1-9 所示。

另外,按照精度等级分类,可将仪表分为 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5, 5.0 等 7 个等级。精度等级数值越小,允许基本误差越小,表示仪表精度越高。一般而言,0.1 ~ 0.2 级可作为标准表;0.5 ~ 1.5 级仪表用于实验室;2.5 和 5.0 级仪表用于工程测量。

若按照使用环境条件分类,指示类仪表可分为 A, B, C 三组:

A 组 工作环境为 0 ~ 40 ℃,相对湿度 85% 以下;

B 组 工作环境为 -20 ~ 50 ℃,相对湿度 85% 以下;

C 组 工作环境为 -40 ~ 60 ℃,相对湿度 98% 以下。

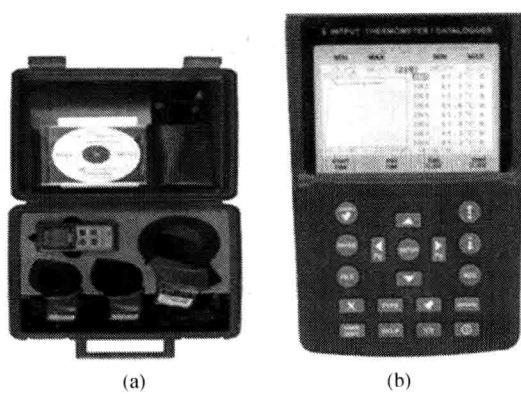


图 1-7 部分记录仪表实物图

(a)漏电流记录仪;(b)记录式温度计

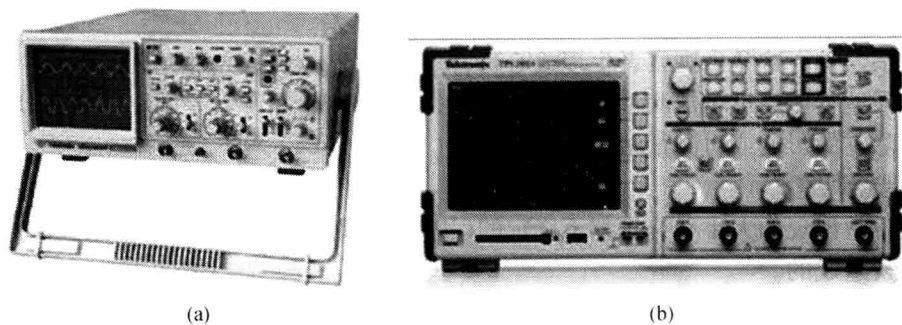


图 1-8 示波器实物图

(a)双踪示波器(模拟);(b)数字存储示波器

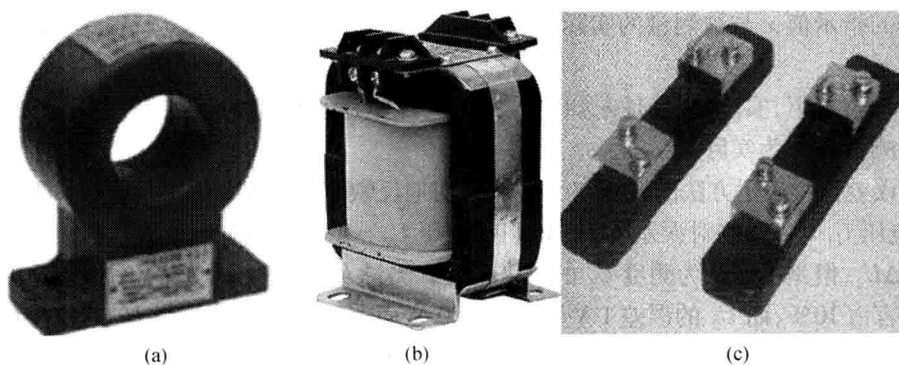


图 1-9 扩大量程装置实物图

(a)电流互感器;(b)电压互感器;(c)分流器

二、测量误差及数据处理

1. 测量误差

在实际测量过程中,由于各种因素的影响,测量结果与被测量真实值之间存在误差,这个差异称为测量误差。测量误差一般可以分为如下三类。

(1) 系统误差

在测量过程中遵循一定规律并且保持不变的误差,称为系统误差,它是由确定的因数引起的。产生系统误差的主要原因如下。

①仪器误差 这是由测量仪器的设计原理不完善或制作上有缺陷,以及没有按照规定条件使用仪器而造成的误差。

②环境误差 是由于外界环境(如温度、湿度、气压、电磁场等)与仪器要求的标准状态不一致所造成的。

③理论误差 这是由测量所依据的理论公式本身的近似性,或试验条件不能达到理论公式所规定的要求,或对测量方法考虑不周所带来的误差。

④习惯误差 这是由观察者生理或心理特点造成的,这类误差往往因人而异。

系统误差不能通过增加测量次数来消除,只有找出产生系统误差的原因,再采取一定的方法来消除它的影响或对测量结果进行修正。

(2) 偶然误差

在测量中出现的大小和符号都不确定的误差称为偶然误差。这是由于某些偶然的或不确定的因素造成的。

(3) 疏失误差

严重歪曲测量结果的误差称为疏失误差。这是由于实验者使用仪器的方法不正确、实验的方法不合理、实验时粗心大意等原因造成的。

2. 误差的表达形式

(1) 绝对误差

仪表的指示值 x 与被测量的实际值 x_0 之间的差值称为绝对误差,用 Δx 表示,即

$$\Delta x = x - x_0$$

在通常情况下,实际值 x_0 是未知的。为了确定指示值的绝对误差,一般用测试精度更高的表的测量值作为实际值。

绝对误差这种表示方法的缺点在于不能确切地反映测量的精确程度。例如,测量两个电压,其中电压 $U_1 = 1 \text{ V}$,绝对误差 $\Delta U_1 = 0.1 \text{ V}$,电压 $U_2 = 100 \text{ V}$,绝对误差 $\Delta U_2 = 1 \text{ V}$ 。显然,尽管 $\Delta U_1 < \Delta U_2$,但是不能认为测量 U_1 的仪表精度比测量 U_2 的高。因为 U_1 的误差 0.1 V 相对于 1 V 而言占 10% ,而 U_2 的误差 1 V 相对于 100 V 而言只占 1% ,即测量 U_2 的仪表精度反而比测量 U_1 的仪表精度高。

(2) 相对误差

相对误差等于绝对误差 Δx 与实际值 x_0 之比,通常用百分比表示,即

$$\frac{\Delta x}{x_0} \times 100\%$$

因为一般情况下,被测量 x 与实际值 x_0 很接近,所以相对误差也可以近似地用下式

表示:

$$\gamma \approx \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$$

例如,有一只量程为 10 A 的电流表,用来测量实际值为 10 A 的电流时,其测量值为 10.1 A。而测量实际值为 2 A 的电流时,测量值为 2.1 A。显然,它们的绝对误差均为 0.1 A,而相对误差分别为

$$\gamma_1 = \frac{10.1 - 10}{10} \times 100\% = 1\%$$

$$\gamma_2 = \frac{2.1 - 2}{2} \times 100\% = 5\%$$

这说明,该表测量 10 A 电流比测量 2 A 电流准确。所以为了提高测量精度,合理选择仪表量程相当重要。相对误差越小,测量的准确度越高。

(3) 引用误差

相对误差虽然可以评价测量结果的准确程度,但它却不能用来评价指示类仪表本身的准确度。这是因为相对误差与被测量有关,而指示仪表是测量某一规定范围内的量值。所以,即使在仪表标尺的全长上绝对误差保持不变,但在仪表标尺的各个刻度上,相对误差也不是一个常数。例如,一只测量范围为 0 ~ 250 V 的电压表,在测量 200 V 电压时,绝对误差为 $\Delta U_1 = 1$ V,则其相对误差 $\gamma_1 = 0.5\%$;同一只电压表测量 10 V 电压时,如绝对误差 $\Delta U_2 = 0.9$ V,则相对误差 $\gamma_2 = 9\%$,比较 γ_1, γ_2 可以看出,随着被测量的变化,相对误差也随之变化,并且随着被测量的减小,相对误差反而增大,而在零值附近,相对误差有增至无限大的趋势。显然,相对误差反映不了仪表的准确度。因此,指示仪表的精确度不能用相对误差来表示。

引用误差能比较好地反映仪表的基本误差。引用误差 γ_n 就是仪表指示值的绝对误差 Δx 与其满刻度值 x_m 之比,通常用百分数表示,即

$$\gamma_n = \frac{\Delta x}{x_m} \times 100\%$$

实际上,仪表刻度线上的绝对误差并不相等。为了评价仪表的精确度,采用仪表标尺上出现的最大绝对误差 Δx_m 。这时

$$\gamma_{nm} = \frac{\Delta x_m}{x_m} \times 100\%$$

3. 减少测量误差的方法

(1) 减小系统误差

① 合理选择测量方法

◆ 直接测量法:简便但是精度较低。

◆ 比较法:精度及灵敏度高,但是操作麻烦,设备较复杂。

◆ 间接法:测量后要经过计算才能得出结果,精度较低。

② 合理选择仪表(包括精度、量程等),并定期对仪器仪表进行校准。

③ 正确使用、安装仪器仪表,采取必要的屏蔽措施。

④ 采用特殊的方法(替代法、正负误差消去法等)进行处理。

(2) 减小偶然误差

在条件许可的前提下,采用尽可能多的次数重复测量,将所得数据求其算术平均值,即

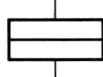
可以得到比较准确的测量结果。

(3) 对疏失误差的处理

主要是加强责任心及提高测量的业务能力。

我们已经知道,电工仪表的种类繁多,不同种类的电工仪表,具有不同的技术特性。为了使用方便,通常把这些技术特性用不同的符号标示在仪表的刻度盘上,具体含义如表 1-1 所示。

表 1-1 常见电工仪表表面符号及其含义

符号	含义	符号	含义
	磁电系	1.5	以标尺上量限百分数表示的精确度等级
	电磁系		以标度尺长度百分数表示的精确度等级
	整流系		以指示值的百分数表示的精确度等级
	电动系		仪表垂直放置
	比率系		仪表水平放置
	感应系		仪表倾斜 60° 放置
	I 级防外磁场		仪表经过 500 V 试验电压
	II 级防外磁场		仪表经过 2 000 V 试验电压
	III 级防外磁场		A 级仪表
	IV 级防外磁场		B 组仪表
	注意:遵照使用说明书规定		C 组仪表

技能训练

技能训练一 常用电工仪表的使用

一、实训目的

1. 学习万用表、钳形电流表、兆欧表的使用方法。
2. 学会电动机绕组绝缘电阻的测量方法。

二、实训器材

- | | |
|----------------|-----|
| 1. 指针式万用表 | 1 只 |
| 2. 交、直流电源(可调压) | 1 台 |
| 3. 电工基础实验箱 | 1 只 |
| 4. 连接导线 | 若干 |
| 5. 钳形电流表 | 1 只 |
| 6. 三相异步电动机 | 1 台 |
| 7. 兆欧表 | 1 只 |

三、实训内容与步骤

1. 万用表的使用

万用表是一种多用途、多量程便携式的磁电系仪表,如图 1-10 所示。万用表一般均可测量电阻、交直流电压、直流电流及音频电平,有的还可测量交流电流、电容、电感及晶体管的放大系数等,是机电、电子设备维修的通用仪表。

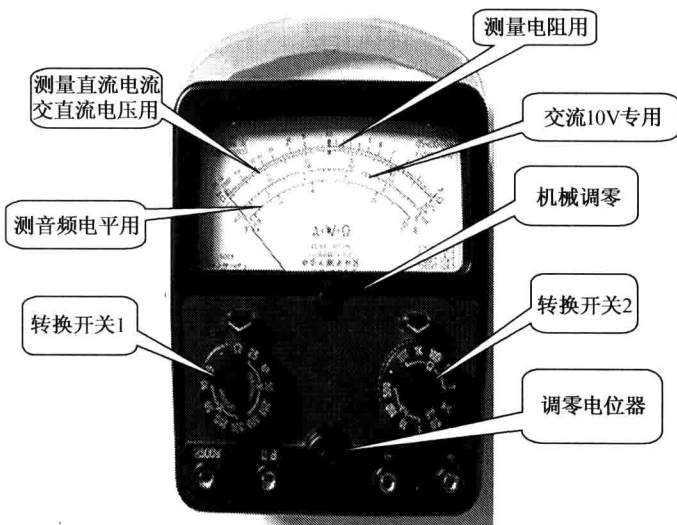


图 1-10 500 型万用表示意图

测量前,先将指针调在机械零位。

(1) 电阻的测量

测量所给出的各电阻的阻值,方法如下:

①将“转换开关 1”置于“ Ω ”挡,将“转换开关 2”置于合适的倍率挡(以测量时,指针指在刻度线的中心区域为宜)。

②调零。将两表棒短接,调节调零电位器,使指针指在零位,调节速度要快。

③(断电)测量。

④读数。得到的数据记录在表 1-2 中。

表 1-2 用万用表测量电阻记录表

被测电阻	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
标称值					
测量值					
相对误差					

注意事项:

①严禁带电测量电阻,否则会烧坏万用表。

②每换一个挡位必须重新调零。

③不准用两只手捏住表笔的金属部分测电阻,否则会将人体电阻并接于被测电阻两端而引起测量误差。

④测量低压小功率二极管、三极管时,应选用 $R \times 100$ 或 $R \times 1 \text{ K}$ 挡,不宜用 $R \times 1$ 或 $R \times 10$ 挡,否则容易损坏二极管、三极管。

⑤测量完毕,将转换开关置于交流电压最高挡或空挡。

(2) 直流电压的测量

测量直流可调稳压电源输出的不同电压。方法如下:

①将“转换开关 2”置于“V”挡,将“转换开关 1”置于直流电压的合适量程挡位(测量时,指针越是接近满刻度,测量精度越高,所选的量程应大于被测电压值)

②测量。将万用表并联于被测线路中。

注意事项:

①极性。红表棒接高电位,黑表棒接低电位。

②测量过程中不宜带电切换挡位。

③若事先不知道被测电压的大小范围,则量程的选择应从大到小。

(3) 直流电流的测量

①将“转换开关 1”置于“A”挡,将“转换开关 2”置于直流电流的合适量程挡位。

②测量。将万用表串联于被测线路中。

注意事项:

①严禁将万用表的电流挡并联于被测量线路中,否则会烧坏万用表。

②极性。

③若事先不知道被测电流的大小范围,则量程的选择应从大到小,且测量过程中不宜带电切换挡位。