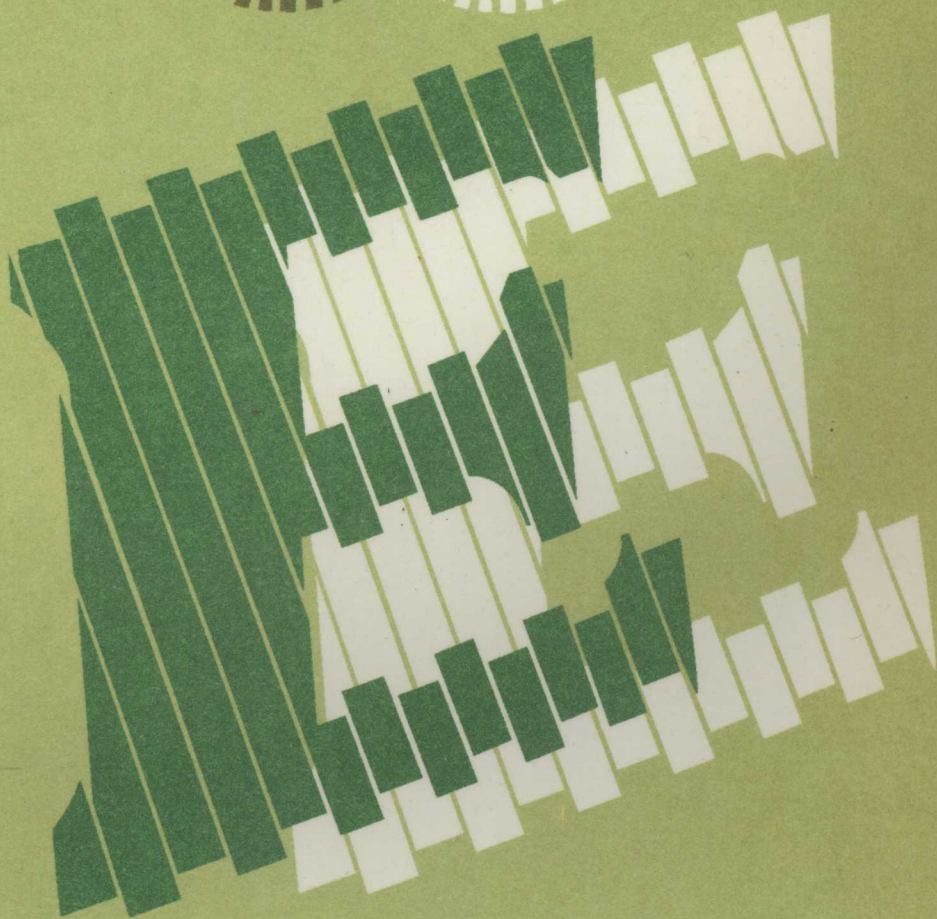


职业学校机电类教材

电工仪表与测量

● 杨 达 主编

● 电子工业出版社



职业学校机电类教材

电 工 仪 表 与 测 量

杨 达 主编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry

内 容 提 要

本书按劳动部颁发的行业最新标准撰写。主要内容有:常用电工仪表的基本原理、结构、性能和使用方法;常用非电仪表的原理结构、性能和使用方法以及新型仪表和常用电子仪器。为提高学生分析、解决实际问题的能力,培养学生操作技能,每章均安排适量的习题,并附有技能训练报告。

本书内容参考了劳动部新颁布的《电工作业人员安全技术考核大纲》和北京市职业技能鉴定中级低压运行维修电工考核标准,兼顾生产和技术进步发展的需要,行文力求深入浅出,切合职业高中教学实际,既可供教师教学使用,又便于学生自学,还可作为中级低压运行维修电工岗位培训教材或自学用书。

丛 书 名:职业学校机电类教材

书 名:电工仪表与测量

著 者:杨 达 主编

责任编辑:刘文杰

排版制作:电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:北京李史山印刷厂

出版发行:电子工业出版社、发行

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036 发行部电话 68214070

URL:<http://www.phei.com.cn>

经 销:各地新华书店经销

开 本:787×1092 1/16 印张:11 字数:285 千字

版 次:1998 年 5 月第 1 版 1998 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-5053-4445-5
G·352

定 价:13.00

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换
版权所有·翻印必究

前 言

本书根据中等职业教育发展的需要，为培养合格的电气技术人才而编写。

本教材从企事业单位生产实际出发，以《职业技能鉴定规范》为依据，兼顾生产和科技发展的需要。内容力求深入浅出，适应职业高中教学实际，既可用于教师使用，又便于学生自学。教材注重对学生能力培养和技能训练。

本教材共分为七章，前五章介绍了常用电工仪表的基本原理、结构、性能和使用方法；第六章介绍了常用非电仪表的原理结构、性能和使用方法；第七章介绍了新型仪表和常用电子仪器。为培养学生实际操作技能，书后附有技能训练报告。全书内容涵盖了电工技术等级考核中级工的知识点和初级工的知识点、技能训练要点。

本书第一章由徐淑清同志编写；第二、三章由刘新生同志编写；第四、六章由杨达同志编写；第五章由王立春同志编写；第七章由武文才同志编写。本书在编写和出版过程中，得到北京市职业技术教育中心及其他单位许多同志的热心帮助和支持，在此表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中缺点和不妥之处，恳请读者提出宝贵意见。

编 者

1998年2月

目 录

第一章 电工仪表与测量的基本知识	(1)
第一节 电工仪表测量的基本理论	(1)
一、测量方法的分类	(1)
二、测量的误差与消除	(2)
三、仪表的误差与准确度	(3)
第二节 电工仪表的分类和技术要求	(5)
一、常用电工仪表的分类、标志、型号	(5)
二、电工指示仪表的主要技术要求	(9)
第三节 电工仪表的工作原理和基本结构	(10)
一、电工指示仪表的组成	(10)
二、测量机构的一般部件	(11)
第四节 电工仪表测量机构	(13)
一、磁电系测量机构	(13)
二、电磁系测量机构	(16)
三、电动系测量机构	(19)
四、铁磁电动系测量机构	(21)
第五节 磁电系检流计	(22)
一、磁电系检流计结构特点	(22)
一、检流计的正确使用和维护	(23)
习题与思考题	(23)
第二章 电流、电压、电功率的测量	(25)
第一节 整流系仪表的工作原理	(25)
一、整流电路结构及工作原理	(25)
二、整流系仪表的工作原理	(26)
三、整流系仪表的特点	(26)
第二节 电流的测量方法	(26)
一、电流表扩大量程的方法	(27)
二、电流表的接线方式	(28)
三、钳形电流表	(29)
第三节 电压的测量方法	(30)
一、电压表扩大量程的方法	(31)
二、使用电压互感器注意事项	(32)
第四节 电功率的测量方法	(32)
一、直流电路电功率的测量	(32)
二、单相交流电路功率的测量	(34)

三、三相交流电路功率的测量	(34)
四、用三相功率表测量三相电功率	(36)
五、三相无功功率的测量	(36)
第五节 功率因数的测量	(37)
习题与思考题	(38)
第三章 万用表基本知识	(41)
第一节 万用表的结构和工作原理	(41)
一、万用表的构成	(41)
二、万用表的工作原理	(42)
第二节 万用表实际电路示例	(45)
一、直流电流的测量电路	(45)
二、直流电压的测量电路	(45)
三、交流电压的测量电路	(46)
四、测量电阻的电路	(46)
第三节 使用万用表注意事项	(47)
一、插孔(或接线柱)的选择	(47)
二、万用表种类的选择	(47)
三、万用表量程的选择	(48)
四、万用表的正确读数	(48)
五、正确使用万用表的欧姆档	(48)
六、操作时的安全注意事项	(48)
习题与思考题	(49)
第四章 电路参数的测量	(50)
第一节 电阻测量方法的比较	(50)
第二节 用伏安法测量直流电阻	(50)
第三节 直流单臂电桥	(51)
一、直流电臂电桥工作原理	(51)
二、QJ23 直流单臂电桥	(52)
三、直流单臂电桥的使用	(52)
第四节 直流双臂电桥	(53)
一、直流双臂电桥的工作原理	(54)
二、QJ103 型直流双臂电桥	(55)
三、双臂电桥的使用	(55)
第五节 兆欧表	(56)
一、兆欧表的工作原理	(56)
二、兆欧表的选择	(57)
三、兆欧表的正确使用与维修	(58)
第六节 接地电阻测量仪	(59)
一、接地和接地电阻	(59)
二、接地电阻测量仪工作原理	(59)

三、接地电阻测量仪的使用	(60)
第七节 交流电桥	(61)
一、交流电桥的工作原理	(61)
二、应用举例	(62)
习题与思考题	(64)
第五章 电度表及电能的测量	(66)
第一节 单相交流电度表	(66)
一、单相交流电度表的基本结构	(66)
二、单相交流电度表的工作原理	(67)
第二节 单相有功电度表	(68)
一、单相有功电度表直入式接线方式	(68)
二、单相有功电度表直入式接线要求	(68)
三、直入式单相有功电度表的读数	(69)
第三节 单相有功电度表配用电流互感器	(70)
第四节 用单相有功电度表测量三相电能	(70)
第五节 三相有功电度表	(72)
一、三相有功电度表的接线方式	(72)
二、三相有功电度表直入式接线要求	(72)
第六节 三相有功电度表配用电流互感器的接线	(75)
一、接线方式	(75)
二、接线要求	(76)
第七节 无功电能的测量	(77)
一、用有功电度表测量对称三相三线的无功电能	(77)
二、用三相无功电度表测量三相无功电能	(78)
三、三相有功、无功电度表和仪用互感器的联合接线	(79)
第八节 电度表的主要技术特性及正确使用	(80)
一、电度表的主要技术特性	(80)
二、电度表的正确使用	(81)
习题与思考题	(83)
第六章 转数和温度的测量	(85)
第一节 转速的测量	(85)
一、离心式转速表	(85)
二、数字式转速表	(86)
第二节 半导体点温计	(87)
一、工作原理	(87)
二、使用注意事项	(87)
习题与思考题	(88)
第七章 常用电子仪器	(89)
第一节 数字万用表的原理和使用	(89)
一、数字万用表的性能简介	(89)

二、数字万用表的结构原理	(89)
三、主要元器件	(90)
四、数字万用表的使用方法	(92)
第二节 信号源的原理和使用	(95)
一、信号源的分类	(95)
二、信号源的结构和原理	(96)
三、XD1 型晶体管低频信号发生器	(97)
四、高频信号发生器	(101)
第三节 示波器的原理和使用	(104)
一、示波器的结构原理	(104)
二、ST16 型示波器的电路简介	(107)
三、通用示波器的基本使用方法	(108)
四、ST16 型示波器的性能和使用	(109)
习题与思考题	(117)
技能训练说明	(118)
技能训练报告 (一) 磁电系测量机构的分解与装配	(119)
技能训练报告 (二) 交流电流和电压的测量	(120)
技能训练报告 (三) 用三只电流表经三只电流互感器测量三相线电流	(121)
技能训练报告 (四) 使用钳形电流表测量交流电流	(122)
技能训练报告 (五) 通过转换开关使用电压表测量三相线电压	(124)
技能训练报告 (六) 使用电压表核对相位	(125)
技能训练报告 (七) 使用功率表测量电功率	(127)
技能训练报告 (八) 万用表的使用	(129)
技能训练报告 (九) 学会用单臂电桥准确测量电阻值	(131)
技能训练报告 (十) 测量电动机定子绕组的绝缘电阻	(133)
技能训练报告 (十一) 测量低压电力电缆的绝缘电阻	(135)
技能训练报告 (十二) 测量电力电容器的绝缘电阻	(137)
技能训练报告 (十三) 用接地电阻测试仪测量接地装置的接地电阻值	(139)
技能训练报告 (十四) 用单相直入式有功电度表测量单相电能	(141)
技能训练报告 (十五) 用单相有功电度表配用电流互感器测量单相电能	(142)
技能训练报告 (十六) 用三只单相有功电度表测量三相电能 (直入式)	(144)
技能训练报告 (十七) 用三只单相有功电度表测量三相电能 (配用电流互感器)	(145)
技能训练报告 (十八) 用直入式三相三线有功电度表 (DS) 测量三相电能	(147)
技能训练报告 (十九) 用三相三线有功电度表 (DS) 配用电流互感器测量 三相电能	(149)
技能训练报告 (二十) 用三相四线直入式有功电度表 (DT) 测量三相电能	(151)
技能训练报告 (二十一) 用三相四线有功电度表 (DT) 配用电流互感器测量 三相电能	(153)
技能训练报告 (二十二) 使用机械式转速表测量机械的转速	(155)
技能训练报告 (二十三) 使用半导体点温计测量设备的温度	(156)
数字万用表的使用实验指导	(158)

技能训练报告（二十四） 数字万用表的使用	(160)
高、低频信号发生器的使用实验指导	(161)
示波器的使用实验指导	(162)
技能训练报告（二十五） 示波器的使用	(164)
技能训练报告（二十六） 信号发生器与示波器使用综合训练	(166)

第一章 电工仪表与测量的基本知识

电力工业的主要产品是电能。在电能的生产、传输、分配和使用等各环节中,只有通过各种仪表的测量才能对电能质量、负荷情况等加以监视,才能保证生产的安全和经济运行。所以电工仪表是电力工业的“眼睛”。在电能的生产、输送及使用中,离不开对各种电量及磁量的测量。测量各种电量与磁量的仪器仪表,统称为电工仪表。

由于科学技术的不断发展,被测量的精度要求越来越高,测量范围也越来越广。因此,电工测量要解决的主要问题是测量方法的选择,数据的分析和处理,测量设备的使用等。本章围绕这几个问题,学习讨论测量方法、测量误差以及电工仪表的基本概念和一般知识。

第一节 电工仪表测量的基本理论

电工测量,就是将被测的电量和作为比较单位的同类电量进行比较,以确定被测电量的值。比较的结果一般包括两个部分,即一部分是单位名称,另一部分是数字值。

测量单位的确定和统一是十分重要的。为了对同一个电量,在不同的时间和地点进行测量都能得到相同的结果,则必须采用一种公认而又固定不变的单位。因此各个国家或国际上都设有专门的计量机构,对各种测量单位进行确认和统一。

在测量的过程中,我们实际使用的测量单位是国际测量单位的复制体,把它称为度量器。例如:标准电池,标准电阻和标准电感等,它们分别是电动势、电阻和电感单位的复制体,单位分别是伏特、欧姆、亨利。度量器按精度和用途分有基准度量器和标准度量器。

在测量的过程中,由于采用测量仪表的不同,度量器是否直接参与测量,以及测量结果如何取得,就形成了不同的测量方法。

一、测量方法的分类

(一) 直接测量法

在测量的过程中,采用直接指示的仪器、仪表,可以读取被测量数值,而无需度量器直接参与的测量方法,叫做直接测量法。例如,用欧姆表测电阻、电流表测电流、电压表测电压等都属于直接测量法。直接测量法广泛广用于工程测量中。

(二) 间接测量法

根据被测量和其它量的函数关系,先测得其它量,然后按函数式把被测量计算出来的一种方法叫间接测量法。例如用伏安法测量电阻是利用电压表和电流表分别测量出电阻两端的电压和通过该电阻的电流,然后根据欧姆定律 $R=U/I$ 计算出被测电阻 R 的大小。间接测量法广泛用于科研、实验室及工程测量中。

(三) 比较测量法

在测量的过程中,需要度量器的直接参与,并通过比较仪器来确定被测量数值的测量方法叫做比较测量法。根据被测量与标准量比较方法的不同又分为:

1. 零值法

在测量的过程中,通过改变标准量使它和被测量相等,当两者差值为零时,确定出被测量数值的测量方法叫做零值法。例如,由电位差计测电势、用电桥测电阻。

2. 差值法

在测量过程中,通过测出被测量与标准量的差值,从而确定被测量数值的测量方法叫做差值法。例如用不平衡电桥测电阻。

3. 替代法

在测量的过程中,将被测量与已知的标准量分别接入同一测量装置,若维持仪表读数不变,这时被测量即等于已知标准量。这种测量方法叫做代替法。

比较测量法测得的结果准确度和灵敏度都比较高,适用于精密测量,但其设备复杂,操作麻烦。

二、测量的误差与消除

在测量的过程中,由于受到测量方法,测量设备,试验条件及观测经验等多方面因素的影响,测量结果不可能是被测量的真实值,而只是它的近似值,即任何测量的结果,与被测量的真实值之间总是存在着差异,这种差异称为测量误差。

(一)测量误差的分类

根据产生测量误差的原因,可以将其分为系统误差,偶然误差和疏失误差三大类。

1. 系统误差

保持恒定不变,或按照一定规律变化的测量误差,称为系统误差。系统误差主要是由于测量设备的固有误差、测量方法的不完善和测量条件的不稳定而引起的。

2. 偶然误差

偶然误差又称随机误差,是一种大小和符号都不确定的误差。这种误差主要由于周围环境的偶发原因引起的。例如:温度、磁场、电源频率等偶然变化,都可能引起这种误差。在重复进行同一个量的测量过程中其结果往往不完全相同。

3. 疏失误差

疏失误差是一种严重歪曲测量结果的误差。它是因测量时的粗心,和疏忽所造成,如读数错误、记录错误等。

(二)测量误差的消除

测量误差是不可能绝对消除的,但要尽可能减少误差,使其减少到允许的范围内。

消除测量误差,应根据误差的来源和性质采取相应的措施和方法。

1. 系统误差的消除方法

(1)对度量器、测量仪表、仪器进行校正、在准确度要求较高的测量中,引用修正值进行修正。

(2)消除产生误差的根源

正确选择测量方法和测量仪器,尽量使测量仪器在规定的使用条件下工作,消除各种外界因素造成的影响。

(3)采用特殊的测量方法

如正、负误差补偿法,替代法等。例如用电流表测电流时,考虑到外磁场对读数的影响,可以把电流表放置的位置转动180度,分别进行两次测量。两次测量中,必然出现一次读数偏大,而另一次读数偏小,取两次读数的平均值,作为测量结果,其正、负误差抵消,可以有效的消除

外磁场对测量的影响。

2. 偶然误差的消除

消除偶然误差可采用在同一条件下,对被测量进行多次重复测量,取其平均值作为测量结果。

3. 疏失误差的消除

疏失误差严重的歪曲了测量结果,因此,有疏失误差的测量结果应该抛弃。

三、仪表的误差与准确度

电工仪表,无论制造的怎样精细,其性能质量如何,它的指示值与被测量的实际值之间总会存在一定偏差,这种偏差叫仪表的误差,仪表的误差越小,其指示就会越准确,所以仪表的准确度也是以误差的大小来区别的。按照仪表产生误差的原因不同,其误差可分为基本误差和附加误差两种。

(一) 仪表误差的分类

1. 基本误差:是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。它是仪表本身所固有的,是由于结构和制作工艺的不完善而产生的误差,是不可能完全消除的。

仪表的正常工作条件:是指仪表在规定的温度、放置方式、频率和波形下工作,且不存在外界电场或磁场的影响。由于仪表的可动部分的摩擦,标度尺刻度不均匀等原因,引起的误差,都属于基本误差。

2. 附加误差:当仪表不能在规定的使用条件下工作时,除了基本误差外,由于温度、频率、外磁场等因素的影响,还将产生附加误差,附加误差实际上就是由于工作条件的改变,而造成的额外误差。

(二) 误差的表示方法

误差的表示一般有下列三种方法:

1. 绝对误差:仪表的指示值 A_x , 与被测量的实际值 A_0 之间的差值,称为绝对误差。

即: $\Delta = A_x - A_0$ (1-1)

计算 Δ 时,通常把标准表的指示值认作被测量的实际值。

【例】某电路中的电流为 $10A$,用甲电流表测量时的读数为 $9.8A$,用乙电流表测量时其读数为 $10.4A$,试求两次测量的绝对误差?

解:由公式可求得:

甲表测量的绝对误差为:

$$\Delta_1 = A_{x1} - A_0 = 9.8 - 10 = -0.2A$$

乙表测量的绝对误差为:

$$\Delta_2 = A_{x2} - A_0 = 10.4 - 10 = 0.4A$$

由上例可知;对同一被测量而言,测量的绝对误差越小,测量就越准确,显然甲表比乙表准确。而且绝对误差有正、负之分,正误差表示指示值比实际值偏大,负误差表示指示值比实际值偏小。同时还应标明与被测量相同的单位。

由(1-1)式可得出:

$$A_0 = A_x + (-\Delta) = A_x + C \quad (1-2)$$

式中 $C = -\Delta$ 称为更正值

更正值和绝对误差大小相等,而符号相反。引入更正值后,可以对仪表的指示值进行校正,

以消除误差。

2. 相对误差:当被测量不是同一个值时,绝对误差的大小,不能反映测量的准确度,这时应该用相对误差的大小来判断测量的准确度。

测量的绝对误差 Δ ,与被测量的实际值 A_0 的比值叫相对误差。相对误差没有单位,通常用百分数来表示,用符号 r 表示相对误差。则:

$$r = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% \quad (1-3)$$

与前述同理,实际测量中,通常把标准表的指示值,作为被测量的实际值。另外,实际工程的测量中相对误差常用其绝对误差 Δ 与仪表指示值 A_x 之比表示。因为在工程中不能确定实际值(A_0),常用指示值(A_x)近似的代替 A_0 进行计算。

即:

$$r = \frac{\Delta}{A_x} \times 100\% \quad (1-4)$$

【例】电压表甲测量 20V 电压时,绝对误差为 0.4V,电压表乙测量 100V 电压时,绝对误差为 1V,试求它们的相对误差,并比较哪一只电压表测量准确度高?

解:由公式可得:

电压表甲测量的相对误差为:

$$r_1 = \frac{\Delta_1}{A_0} \times 100\% = \frac{0.4}{20} \times 100\% = 2\%$$

电压表乙测量的相对误差为:

$$r_2 = \frac{\Delta_2}{A_0} \times 100\% = \frac{1}{100} \times 100\% = 1\%$$

乙电压表比甲电压表测量更准确些。

由上例可知虽然甲表测量的绝对误差比乙表小,但相对误差却是乙表比甲表小。说明实际上乙表比甲表的测量准确度高。在工程上通常采用相对误差来比较测量结果的准确度。

3. 引用误差:相对误差可以表示测量结果的准确度,但却不足以说明仪表本身的准确性。所以一般用引用误差来表示仪表的准确性。

仪表测量的绝对误差 Δ 与仪表测量的上限 A_m (即仪表的满刻度值)比值的百分数,用 r_m 表示。

即:

$$r_m = \frac{\Delta}{A_m} \times 100\% \quad (1-5)$$

由于仪表的测量上限是产品的固定数,而仪表的绝对误差又大体保持不变,所以,可以用引用误差来表示仪表的准确度。

(三)仪表的准确度

指示仪表的准确度,是用仪表的最大引用误差来表示的。指示仪表在测量值不同时,其绝对误差多少有些变化,为了使引用误差能包括整个仪表基本误差,因此,工程上规定以最大引用误差来表示仪表的准确度。

仪表的最大绝对误差 Δ_m ,与仪表最大读数 A_m 比值的百分数,叫做仪表的准确度 K 。准确度用百分数来表示。

即:

$$\pm K\% = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\% \quad (1-6)$$

显然,准确度表明了仪表基本误差最大允许范围。国家标准 GB776-76 中规定各个准确度

等级的仪表,在规定的使用条件下测量时,其基本误差不应超过下表中的规定值。

表 1-1 仪表的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	2.5	5.0
基本误差%	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0

我国生产的电工仪表的准确度等级根据国家标准 GB776-76 的规定共分为 7 个等级。即：0.1,0.2,0.5,1.0,1.5,2.5 和 5.0 级。

不同等级仪表所允许的最大绝对误差,在知道测量上限后,均可根据(1-6 式)算出。

【例】用准确度为 1.0 级,上限量为 10A 的电流表测量 4A 电流时,其最大可能相对误差是多少?

解:该表的最大绝对误差为:

$$\Delta_m = \frac{\pm K \times A_m}{100} = \pm \frac{1 \times 10}{100} = \pm 0.1 \text{ A}$$

测 4A 电流时,可能出现的最大相对误差为:

$$r = \frac{\Delta_m}{A_x} \times 100\% = \frac{\pm 0.1}{4} \times 100\% = \pm 2.5\%$$

可见在一般的情况下,测量结果的准确度(即其最大相对误差)并不等于仪表的准确度,决不可把二者混淆起来。因此,在选用仪表时,不仅要考虑仪表的准确度,还应根据被测量的大小,选择合适的仪表量程,才能保证测量结果的准确性。

【例】在上例中,仪表改用准确度为 0.5 级,上限量程为 100A 的电流表,仍测 4A 电流时,试求其最大相对误差?

解:该表的最大绝对误差:

$$\Delta_m = \frac{\pm K \times A_m}{100} = \frac{\pm 0.5 \times 100}{100} = \pm 0.5 \text{ A}$$

用该表测 4A 电流时,可能出现的最大相对误差为:

$$r = \frac{\Delta_m}{A_x} \times 100\% = \frac{\pm 0.5}{4} \times 100\% = \pm 12.5\%$$

可见仪表的准确度等级虽然提高了,但测量结果的相对误差却反而大了。这是因为仪表的准确度一定时,量限越大的仪表,其绝对误差越大。所以不能只片面追求仪表的准确度等级,还应根据对测量的要求,合理选择仪表的量程。应特别注意,使用仪表时尽量使其指示值在量限值的 2/3 以上的范围,或至少为仪表量限(量程)一半以上才科学合理。

第二节 电工仪表的分类和技术要求

一、常用电工仪表的分类、标志、型号

(一)电工仪表的分类

电工仪表的种类繁多,分类方法也各有所异。按照电工仪表的结构和用途等方面的特性,大体上可以分为三类。

1. 指示仪表

指示仪表是应用最为广泛的一类电工仪表。各种交、直流电压表、电流表和万用表等大多数为指示仪表。指示仪表的特点是:将被测电量转换为驱动仪表可动部分偏转的转动转矩,

以指针偏转角的大小反映被测电量的大小,使操作者可以从标度尺直接读数,所以指示仪表是一种直读式仪表。

2. 比较仪表

比较类仪表一般用于将比较测量原理设计制作在一台仪器中。如各类交、直流电桥,电位差计。

3. 其它电工仪表

除了指示仪表和比较仪表两大类外,常见的电工仪表还有数字式仪表、记录式仪表以及一些用于扩大仪表量程的装置,如分流器、测量用的互感器等。

(二) 电工指示仪表的分类

电工指示仪表可以根据原理、结构、测量对象、使用条件等进行分类。

1. 按仪表工作原理分类

可以把仪表分为磁电系、电磁系、电动系、感应系、静电系、整流系等。

2. 按仪表测量对象分类

可以分为电流表、电压表、功率表、电度表、欧姆表等。

3. 按仪表工作电流的性质分类

可以分为直流仪表、交流仪表和交、直流两用仪表。

4. 按仪表使用方式分类

可以分为安装式仪表和可携式仪表。

5. 按仪表使用条件分类

可以分为 A、A₁、B、B₁、C 五组、五个组别的使用环境条件如表 1-2。

6. 按仪表准确度等级分类

可以分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共 7 个等级。

表 1-2 仪表的使用条件分类表

分类组别 环境条件 参 数		A 组	A ₁ 组	B 组	B ₁ 组	C 组
工作 条件	温 度	0~+40℃		-20~+50℃		-40 ~+60℃
	相对湿度 (当时温度)	95% (+25℃)	85% (+25℃)	95% (+25℃)	85% (+25℃)	95% (+25℃)
	霉菌、昆虫	有	没有	有	没有	有
	盐 雾	没有	没有	①	没有	①
	凝 露	有	没有	有	没有	有
	尘 砂	有(轻微)	有(轻微)	有(轻微)	有(轻微)	有
最 恶 劣 条 件	温 度	-40~+60℃		-40~+60℃		-50 ~+60℃
	相对湿度 (当时温度)	95% (+35℃)	95% (+30℃)	95% (+35℃)	95% (+30℃)	95% (+60℃)
	霉菌、昆虫	有	没有	有	没有	有
	盐 雾	有(在海运包装条件下)		有(在海运包装条件下)		有
	凝 露	有	没有	有	没有	有
	尘 砂	有(在包装条件下)		有(在包装条件下)		有

①订货方提出要求时应能耐受盐雾影响。

(三)电工指示仪表的标志

电工指示仪表的表盘上有许多表示其基本技术特性的标志符号。把这类反映仪表技术特性的符号叫做仪表的标志。根据国家标准的规定,每一个仪表必须有表示测量对象的单位、准确度等级、工作电流的种类、相数、测量机构的类别、使用条件的组别、工作位置、绝缘强度试验电压的高低、仪表的型号以及其它各种额定值等标志符号,见表 1-3。

表 1-3 电气测量指示仪表的符号

(1) 测量单位的符号			
名 称	符 号	名 称	符 号
千 安	kA	兆 欧	MΩ
安[培]	A	千 欧	kΩ
毫 安	mA	欧[姆]	Ω
微 安	A	毫 欧	mΩ
千 伏	kV	微 欧	μΩ
伏[特]	V	相对角	φ
毫 伏	mV	功率因数	cosφ
微 伏	μV	无功功率因数	sinφ
兆 瓦	MW	库[仑]	C
千 瓦	kW	毫 韦	mWb
瓦[特]	W	毫韦/米 ² 毫特[斯拉]	mWb/m ² mT
兆 乏	Mvar	微 法	μF
千 乏	Kvar	皮 法	pF
乏	Var	亨[利]	H
兆 赫	MHz	毫 亨	mH
千 赫	kHz	微 亨	μH
赫[兹]	Hz	摄氏温度	℃
太 欧	TΩ		

(2) 仪表工作原理的符号			
名 称	符 号	名 称	符 号
磁电系仪表		电动系比率表	
磁电系比率表		铁磁电动系仪表	
电磁系仪表		感应系仪表	
电磁系比率表		静电系仪表	
电动系仪表		整流系仪表	

(3) 电流种类的符号

名 称	符 号	名 称	符 号
直流		具有单元件的三相平衡负载交流	
交流(单相)		具有两元件的三相不平衡负载交流	
直流和交流		具有三元件的三相四线不平衡负载交流	

(4) 准确度等级的符号

(5) 工作位置的符号

名 称	符 号	名 称	符 号
以标度尺上量限百分数表示的准确度等级, 例如1.5级	1.5	标度尺位置为垂直的	
以标度尺长度百分数表示的准确度等级, 例如1.5级		标度尺位置为水平的	
以指示值的百分数表示的准确度等级, 例如1.5级		标度尺位置与水平面倾斜成一角度, 例如60°	

(6) 绝缘强度的符号

名 称	符 号	名 称	符 号
不进行绝缘强度试验		绝缘强度试验电压为2kV	
绝缘强度试验电压为500V		危险(测量线路与外壳间的绝缘强度不符合标准规定, 符号为红色)	

(7) 按外界条件分组符号

名 称	符 号	名 称	符 号
I级防外磁场 (例如磁电系)		A组仪表	
I级防外电场 (例如静电系)		A _I 组仪表	
II级防外磁场及电场		B组仪表	
III级防外磁场及电场		B _I 组仪表	
IV级防外磁场及电场		C组仪表	