



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电工仪表与测量 (第三版)

贺令辉 主 编

陈 斌 王灵芝 副主编



配套课件



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电工仪表与测量

(第三版)

主 编 贺令辉
副主编 陈 斌 王灵芝
编 写 黄晓梅 高 虹
主 审 杜文学 解建宝



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十二五”职业教育国家规划教材。

本书共分十二个模块,主要包括电工仪表与测量的基本知识、测量用互感器、磁电系仪表、电磁系仪表、电动系仪表、电能表、电工型万用表与钳形电流表、绝缘电阻表与接地电阻测量仪、电桥、电测量变送器、电子测量仪器与仪表、数字式仪表等内容。为便于学习,每个模块附有小结和习题;为培养和提高实践技能,激发潜能,相关模块还配有适当的实验与实训内容。本书在内容选择上注重从工程实际出发,紧密联系生产实际,内容丰富且深入浅出、通俗易懂。

本书不仅可作为高职高专院校电力技术类、自动化类等相关专业教材,而且可作为相关专业领域技能型培训和农村劳动力转移的电工类技能培训的培训教材及自学用书,同时还可供从事电气测量工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工仪表与测量/贺令辉主编. —3版. —北京:中国电力出版社, 2015. 3

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 6751 - 7

I. ①电… II. ①贺… III. ①电工仪表—高等职业教育—教材②电气测量—高等职业教育—教材 IV. ①TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 256907 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 5 月第一版

2015 年 3 月第三版 2015 年 3 月北京第十六次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 396 千字

定价 33.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

❖ 前言

本书依据多年的使用实践与广大读者的宝贵建议和意见,在维持原教材体系及内容基本不变的基础上,进行了局部修改和完善,更新了部分概念和内容,并增加了数字式智能绝缘电阻表、数字式接地电阻测试仪、智能电能表等内容,使之更加适应当前教学的需要。

本书由长沙电力职业技术学院的贺令辉老师担任主编,除负责修订模块一、六和模块十二中的课题四及相关的实验实训项目的内容外,还新编写了模块六中智能电能表的内容。江西电力职业技术学院的陈斌老师担任副主编,并负责修订模块七、十一、十二(除课题四外)及相关实验实训项目的内容;保定电力职业技术学院的王灵芝老师担任副主编,并负责修订模块五、十及相关实验实训项目的内容;长沙电力职业技术学院的黄晓梅老师负责修订模块三、四及相关实验实训项目的内容;长沙电力职业技术学院的高虹老师除负责修订模块二、八、九及相关实验实训项目的内容外,还新编写了数字式智能绝缘电阻表、数字式接地电阻测试仪的内容。

本书由西安电力高等专科学校的杜文学、解建宝担任主审。再版过程中得到许多同行和工程技术人员的关心和支持,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 1 月

❖ 第一版前言

本书为教育部职业教育与成人教育司推荐教材,是根据教育部审定的电力技术类专业主干课程的教学大纲编写而成的,并列入教育部《2004~2007年职业教育教材开发编写计划》。本书经中国电力教育协会和中国电力出版社组织专家评审,又列为全国电力职业教育规划教材,作为职业教育电力技术类专业教学用书。

本书体现了职业教育的性质、任务和培养目标;符合职业教育的课程教学基本要求和有关岗位资格和技术等级要求;具有思想性、科学性、适合国情的先进性和教学适应性;符合职业教育的特点和规律,具有明显的职业教育特色;符合国家有关部门颁发的技术质量标准。本书既可以作为学历教育教学用书,也可作为职业资格和岗位技能培训教材。

本书在内容选择上紧扣教学目标,符合大纲要求,注意从工程实际出发,紧密联系生产实际,力求体现新技术、新工艺和新方法的应用,突出职业教育的特点。在编写过程中,考虑到高职院校教学的特点,力图做到理论联系实际,既注意测量仪表的原理介绍,同时又强调仪表的使用方法和测量方法的掌握,深入浅出、通俗易懂。

通过本教材的理论与实践教学,力求使学生掌握常见电工仪表的基本结构、工作原理、性能特点,具备利用各种仪表进行有关电气量测量的能力及处理各种仪表常见故障的能力,培养学生理论联系实际、严谨求实、团结协作的精神,激发学生的潜能,提高学生独立分析、解决问题的能力。

本书由长沙电力职业技术学院贺令辉担任主编,并编写第一章以及承担统稿工作;由江西电力高级技工学校陈斌担任副主编,并编写第六、十、十一章;由保定电力职业技术学院王灵芝担任副主编,并编写第五、九章;由长沙电力职业技术学院黄晓梅编写第三、四章;由长沙电力职业技术学院高虹编写第二、七、八章。本书由西安电力高等专科学校杜文学、解建宝担任主审。

在编写本书的过程中,我们查阅和参考了较多的文献资料及教材,受益匪浅,在此向这些文献资料及教材的作者一并致以诚挚的谢意。

限于编者水平,书中难免有疏漏和不足之处,恳请读者提出宝贵意见。

编者

2006年5月

❖ 第二版前言

本书第一版为教育部职业教育与成人教育司推荐教材，于2006年5月出版。五年来，受到同行们的普遍关注和好评，2008年本书被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育），因此修订出版第二版。

本书依据五年多的使用实践与广大读者的宝贵建议和意见，在维持第一版教材体系及内容基本不变的基础上，进行了局部修改和完善，更新了部分概念和内容，并增加了电能表及电能计量的内容，使之更适应各高校师生的教学需要。

本书由长沙电力职业技术学院贺令辉担任主编，除负责修改模块一的内容外，还新编写了模块六、模块十二中的课题四及相关的实验实训项目部分；江西电力职业技术学院的陈斌担任副主编，并负责修订模块七、十一、十二（课题四除外）及相关的实验实训项目部分；保定电力职业技术学院的王灵芝担任副主编，并负责修订模块五、十及相关的实验实训项目部分；长沙电力职业技术学院的黄晓梅负责修改模块三、四及相关的实验实训项目部分；长沙电力职业技术学院的高虹负责修改模块二、八、九及相关的实验实训项目部分。

本书由西安电力高等专科学校的杜文学、解建宝担任主审。再版过程中得到许多同行和工程技术人员的关心和支持，在此表示衷心的感谢。

限于编者水平，书中不足和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011年6月

目 录

前言

第一版前言

第二版前言

模块一

电工仪表与测量的基本知识	1
课题一 电工测量的基本知识	1
课题二 电工仪表的分类及表面标志	4
课题三 电工仪表的组成及其作用	7
课题四 电工仪表的误差及准确度等级	10
课题五 电工仪表的主要技术要求	15
课题六 电测量指示仪表的正确选择与使用	17
课题七 测量误差及其消除办法	19
课题八 有效数字及测量结果的表示	22
小结	25
思考与练习	26

模块二

测量用互感器	28
课题一 概述	28
课题二 电压互感器	29
课题三 电流互感器	33
小结	38
思考与练习	38

模块三

磁电系仪表	40
课题一 磁电系测量机构	40
课题二 磁电系电流表	42
课题三 磁电系电压表	46
课题四 磁电系仪表的技术性能与使用	50
小结	51
思考与练习	52

模块四

电磁系仪表	54
课题一 电磁系测量机构	54
课题二 电磁系电流表	57
课题三 电磁系电压表	59
课题四 电磁系仪表的技术性能与使用	61
小结	63
思考与练习	64

模块五

电动系仪表	65
课题一 电动系测量机构	65
课题二 电动系电流表和电压表	68
课题三 单相电动系功率表	70
课题四 三相有功功率的测量	75
课题五 三相无功功率的测量	79
课题六 电动系功率因数表	83
小结	87
思考与练习	88

模块六

电能表	91
课题一 电能表的分类及铭牌标志	91
课题二 感应式电能表	93
课题三 电能表的正确接线	102
课题四 电子式电能表	108
课题五 智能电能表	111
课题六 电能表的技术性能与使用	114
小结	119
思考与练习	120

模块七

电工型万用表与钳形电流表	122
课题一 电工型万用表的结构和原理	122
课题二 电工型万用表的使用与维护	128
课题三 钳形电流表	131
小结	132
思考与练习	133

模块八

绝缘电阻表与接地电阻测量仪	134
课题一 绝缘电阻表的结构与测量原理	134
课题二 绝缘电阻表的选择与使用	136
课题三 智能数字型绝缘电阻测试仪的使用	138
课题四 指针式接地电阻测量仪的工作原理	141

课题五	指针式接地电阻测量仪的使用	144
课题六	数字式接地电阻测试仪的结构、功能及使用	145
小结		148
思考与练习		148

模块九

电桥	150
课题一 直流单臂电桥	150
课题二 直流双臂电桥	153
课题三 交流电桥	157
小结	163
思考与练习	163

模块十

电测量变送器	165
课题一 概述	165
课题二 交流电流和交流电压变送器	167
课题三 功率变送器	169
课题四 功率因数变送器	174
课题五 其他电量变送器的简介	178
小结	179
思考与练习	180

模块十一

电子测量仪器与仪表	181
课题一 示波器概述	181
课题二 SR8 型双踪示波器	183
课题三 模拟式电子电压表	190
小结	193
思考与练习	194

模块十二

数字式仪表	195
课题一 直流数字式电压表	195
课题二 数字式万用表概述	200
课题三 DT830 数字式万用表	202
课题四 数字式双钳相位伏安表	205
课题五 电子计数器	209
课题六 自动测试系统与智能化仪表	216
小结	219
思考与练习	220

附录

实验实训	221
实验实训 1 磁电系电流表和电压表量程的扩大	221
实验实训 2 工频电压、电流的测量	223
实验实训 3 普通单相功率表的使用	225
实验实训 4 两表法测量三相有功功率	227
实验实训 5 三表跨相法测量三相无功功率	229
实验实训 6 单相电能表的初步检定	231
实验实训 7 电工型万用表的使用	233
实验实训 8 绝缘电阻表的使用	236
实验实训 9 接地电阻的测量	238
实验实训 10 直流单臂电桥的使用	240
实验实训 11 直流双臂电桥的使用	241
实验实训 12 示波器的使用	243
实验实训 13 数字式万用表的使用	246
实验实训 14 电子计数器的使用	248

参考文献

.....	251
-------	-----

模块一

电工仪表与测量的基本知识

课题一 电工测量的基本知识



教学目标

- (1) 了解电工测量的意义。
- (2) 了解电工测量的基本概念。
- (3) 了解测量的主要过程。
- (4) 掌握电工测量方法的类型与特点。



教学内容

一、电工测量的意义

电力工业的产品是电能，由于这一产品的特殊性，人们不能用感觉器官直接感受和反映它的大小，因此，在电能的生产、传输、分配和使用的各个环节只有通过各种仪表的测量才能准确反映各种电气量的大小及变化情况，以保证电能的质量，保障电力系统的经济和安全运行。为了保证电能质量，需要用电工仪表来测量、监视频率和电压的大小及变化情况；为了保证电力系统的经济和安全运行，必须随时测量、监视发电厂和用户的功率大小及平衡情况，以便调整发电机的输出功率，使其满足负荷的需要。

不论是在电气设备的安装、调试、运行和检修中，还是在对电子产品进行检验、分析及检定时，都会遇到电工测量方面的技术问题。例如：变压器大修后，要用绝缘电阻表来测量其绝缘电阻，以判断其绝缘性能的好坏；在测试电子电路时，可用万用表来测量电容器的电阻以判断其好坏。另外，在使用电能时，为了计量也要用到电能表。可见，电工仪表与测量是从事电气工作的技术人员必须掌握的重要的知识和技能之一。

二、测量的基本概念

简而言之，测量就是为确定被测量（未知量）的大小而进行的实验过程，即通过试验的方法，将被测量与已知的标准量进行比较，以确定被测量具体数值的过程。比较的结果一般由数字及单位名称两部分组成，如用电压表测得某一电压为 24V（伏），就是通过电压表将被测电压与标准电压 1V 相比较所得的结果，即说明被测电压是标准电压 1V 的 24 倍。要准确测量某一量的大小，必须有被测对象、单位量的复制体和测量设备等部分。如在上述测量电压的过程中：需要测量的电压即为被测对象；标准电压（1V）即为单位量的复制体，常

称为度量器（简称为量具或标准），其间接地参与测量；电压表是将被测量（被测电压）与标准量（标准电压，即 1V）进行比较的测量设备。又如用天平称物体的质量时，物体的质量即为被测对象，用来称重的砝码即为量具（其直接地参与测量），天平则为测量设备。可见，测量的实质就是通过测量设备将被测量与标准量直接或间接进行比较的过程。

在所有测量技术中，有一种是以电磁规律为基础的测量技术即电工测量。所谓电工测量，就是将被测量的各种电量（如电压、电流、电阻、电功率、电能、频率、相位、功率因数、电感、电容等）和各种磁量（如磁感应强度、磁通量和磁导率等）与作为测量单位的同类电工量进行比较，以确定其大小的过程，这一过程也称为电气测量。用来测量各种电工量的仪器仪表，统称为电工仪表。电工测量不仅具有准确、灵敏、迅速、易操作等优点，而且还可以将电工仪表与其他装置配合在一起进行非电量（如温度、压力、机械量等）的测量。因此，电工测量应用非常广泛。

三、测量方法的分类

测量对象不同，测量的目的和要求可能不同，加上测量条件（如使用的仪器仪表）多种多样，因此测量的方式和方法也就有所不同。

根据测量过程的特点可将测量方法分为直读测量法、比较测量法两大类。

1. 直读测量法

直读测量法是通过电工指示仪表直接读取测量数据的测量方法，如用电流表测电流。直读测量法的特点如下：

（1）量具并不直接参与测量。测量过程中，量具虽然不直接参与测量，但指示仪表在刻度时仍然要借助量具，故量具通过间接的方式参与了测量。

（2）测出的数据可能是中间（或过渡）量，也可能是最终量。如用电压表测量电压时，由电压表读出的电压值为最终量；如用伏安法测量电阻时，读出的电压值则为中间量。

（3）测量结果的准确度受仪表误差的限制。对测量准确度要求不高时可采用直读测量法。

（4）测量方法简便，测量过程迅速。

2. 比较测量法

所谓比较测量法，就是将被测量与已知的同类量具或标准通过比较仪器或设备直接进行比较，从而得到被测量数据的一种测量方法。用电桥测量电阻所采用的方法就是比较测量法。对测量的准确度要求较高时，一般采用比较测量法。所以，为了保证测量结果的准确度，必须有较准确的仪器或设备；此外，还应保持较严格的实验条件，如温度、湿度等。比较测量法的特点如下：

（1）量具直接参与测量。

（2）准确度和灵敏度较高。测量误差的大小主要由标准量具的准确度及指零仪表的灵敏度决定，其误差最小可达 $\pm 0.001\%$ 。

（3）测量设备复杂，操作麻烦。

根据被测量与标准量进行比较的具体特点，比较测量法又可分为零值法、差值法和替代法三种。

（1）零值法。被测量与已知量进行比较时，通过调节一个或几个已知量，使被测量和已知量对比较仪器的作用相互抵消（即使指零仪指零），从而得到测量结果的测量方法，称为零值法，又称为零位测量法或平衡法。用天平称物体质量的方法采用的就是零值法。测量

时,调节砝码的质量使天平平衡,指针指到零位,即表明物体的质量与砝码的质量相等。又如,用直流电桥测量电阻时,采用的测量方法也是零值法,其测量电路如图 1-1 所示。

(2) 差值法。差值法也称为微差法,是通过测量被测量与已知量的差值,来求得被测量大小的一种测量方法。如已知量为 X_0 ,被测量与已知量的差值为 δ ,则被测量的大小为 $X = X_0 + \delta$ 。

如图 1-2 所示电路中,通过电位差计可以求得被测电池的电动势 E_x 。设已知标准电池的电动势为 E_0 ,通过电位差计测得 E_0 与 E_x 的差值为 δ ,则根据已知电动势 E_0 和 δ 即可求出被测电池的电动势的大小为

$$E_x = E_0 + \delta \quad (1-1)$$

采用这种方法进行测量时,一般要求 δ 较小,仅占测量结果很小的一部分,否则,测量误差较大。因此,在实际测量中较少采用此法。

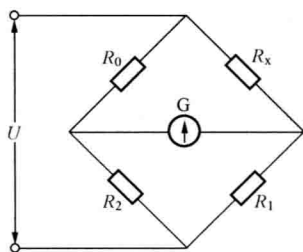


图 1-1 零值法测量电阻电路示意图



图 1-2 差值法测量电动势示意图

(3) 替代法。将被测量与已知量先后接入同一测量仪器或设备,在不改变测量仪器或设备的工作状态及外部测量条件的情况下,由已知标准量的数值来替代被测量大小的方法,称为替代法。古代曹冲称大象时采用石头的重量来代替大象的重量的方法就是替代法。采用替代法时,由于测量仪器或设备的工作状态及外部条件没有改变,所以对前后两次测量结果的影响是相同的,故测量结果的准确度与仪器本身无关,仅取决于标准量本身的准确度。

根据测量结果的获得方式不同,测量方法又可分为直接测量法、间接测量法和组合测量法三种。

1. 直接测量法

工程技术方面的测量一般采用直接测量法,如用电压表直接测量电压,用电流表直接测量电流,或者用万用表的欧姆挡直接测量电阻等都属于直接测量法。

直接测量法的主要特点是简便、快捷,不需要进行辅助计算即可从数字仪表或已标有被测量单位的指示仪表上直接得到被测量的大小;但是测量的准确度受仪器仪表准确度的限制,而且还与仪表的内阻、测量电路的连接方式等因素有关。

用电流表直接测量电流的电路如图 1-3 所示。在该电路中,如果电流表 PA 的内阻 R_A 为零,则电流表的指示值即等于被测电路电流的实际值;实际上电流表的内阻不可能为零,电流表接入电路后,在一定程度上会改变电路原来的工作状态,导致测量结果存在误差。因此,为了减少测量误差,要求电流表的内阻比负载电阻小得多。

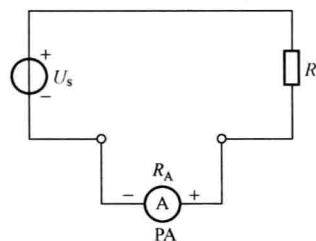


图 1-3 直接测量法测量电流的电路

2. 间接测量法

在测量中,如果测量仪器设备不够,或者被测量不能直接读出,则可以利用被测量与某一个或几个中间量的函数关系,先测出中间量的大小,然后根据已知的函数关系来求出被测量的值,这种测量方法称为间接测量法。如测量物体的运动速度时,可以先测出物体运动的距离和时间,然后根据公式 $v = \frac{S}{t}$ 求出物体运动的速度。又如,为了测量导体的电阻率,可

先测出导体的长度 l 、截面积 S 和电阻 R ,然后根据公式 $\rho = \frac{RS}{l}$ 求出电阻率的大小。

间接测量法的特点是测量方法灵活、多样,但测量误差较大,而且要经过计算才能得到被测量的数值。

3. 组合测量法

电工测量中,往往要在不同条件下多次测量某一中间量的值,然后根据待测量与中间量的函数关系联立求解方程组,最后才能得到多个未知量数值,这种测量方法称为组合测量法,一般用于精密测量和科学试验。组合测量法实际上也是一种间接测量被测量的方法。如采用组合测量法测量电阻的温度系数 α 、 β (待测量)时,可以分别测量该电阻在 20°C 、 $t_1^{\circ}\text{C}$ 及 $t_2^{\circ}\text{C}$ 时的电阻值 R_{20} 、 R_{t1} 、 R_{t2} (中间量),然后根据 α 、 β 与电阻值 R_{20} 、 R_{t1} 、 R_{t2} 的函数关系

$$R_{t1} = R_{20} [1 + \alpha(t_1 - 20) + \beta(t_1 - 20)^2] \quad (1-2)$$

$$R_{t2} = R_{20} [1 + \alpha(t_2 - 20) + \beta(t_2 - 20)^2] \quad (1-3)$$

联立求解方程组,可求出电阻温度系数 α 和 β 的值。

采用组合测量法时,虽然测量过程和计算都比较麻烦,但测量准确度较高。

课题二 电工仪表的分类及表面标志



教学目标

- (1) 能说出电工仪表的类型。
- (2) 认识常用电工仪表的表面标志。
- (3) 能通过仪表的表面标志识别各种电工仪表。
- (4) 知道各种电工仪表的型号与规格。



教学内容

一、电工仪表的分类

电工仪表的种类繁多。根据测量时得到被测量数值方式的不同,电工仪表可以分为电测量指示仪表、比较式仪表和数字式仪表三大类。

1. 电测量指示仪表

电测量指示仪表又称为模拟式指示仪表,是先将被测量转换为可动部分的偏转角,然后通过可动部分的指示器(如指针、光标等)在标度尺上的位置直接读出被测量的大小,如常用的交直流电压表、电流表等。电测量指示仪表按不同的分类方法又可分为以下几种:

- (1) 按用途分类,可以分为电流表(包括微安表、毫安表、安培表等)、电压表(包括

伏特表和毫伏表等)、功率表、电能表、功率因数表、频率表、相位表、欧姆表、绝缘电阻表(俗称兆欧表或摇表)及万用表等。

(2) 按被测电流的种类分类,可分为直流表、交流表及交直流两用表等。

(3) 按使用的环境条件分类,可以分为 A、A₁、B、B₁、C 五个组,其中 C 组环境条件最差。各组的具体使用条件在国家相关标准中都有详细的说明,如 A 组的使用条件是环境温度应为 0~+40℃,在 25℃时的相对湿度为 95%。

(4) 按仪表防御外界电场或磁场的性能分类,可分为 I、II、III、IV 四个等级。I 级仪表在外磁场或外电场的影响下,允许其指示值改变±0.5%;II 级仪表允许改变±1.0%;III 级仪表允许改变±2.5%;IV 级仪表允许改变±5.0%。

(5) 按仪表外壳的防护性能分类,可分为普通、防溅、防水、防爆等类型。

(6) 按仪表的使用方式分类,可分为安装式或固定式(配电盘式)、便携式或携带式等。

(7) 按仪表的工作原理分类,可分为磁电系(C)、电磁系(T)、电动系(D)、感应系(G)、静电系(Q)、整流系(L)、电子式(S)等。

(8) 按准确度等级分类,可分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 七级。数字越小,仪表的准确度等级越高。仪表的准确度等级一般用数字或数字加圆圈的形式表示,如①.0表示仪表的准确度等级为 1.0 级。

2. 比较式仪表

用比较法进行测量时常采用比较式仪表或仪器。它包括直流比较式仪表和交流比较式仪表两类。例如,直流电桥、电位差计、标准电阻箱等都是直流比较式仪表,而交流电桥、标准电感和标准电容等都属于交流比较式仪表。比较式仪表测量准确度比较高,但操作过程复杂、测量速度较慢。

3. 数字式仪表

数字式仪表,是指在显示器上能用数字直接显示被测量值的仪表。它的特点是把被测量转换为数字量后,再以数字方式直接显示出测量结果。与微处理器配合使用可实现自动选择量程、自动存储测量结果、自动进行数据处理及自动补偿等功能,因此具有速度快、准确度高、读数方便、容易实现自动测量和远程抄录等优点。但也有不足之处,如观察者与仪表的距离稍远就可能看不清所显示的数字。因此,实际测量中,测量人员与仪表之间的距离应合适,以保证读数的准确性。

电工仪表除分成上述三大类外,有的还分为其他几种类型,如记录式仪器仪表、扩大量程装置及变换器等。记录式仪器仪表一般用来记录被测量随时间的变化情况,如示波器、X-Y 记录仪、失压失流记录仪等。用来扩大量程的装置一般有分流器、电压互感器和电流互感器等。至于变换器,可以将非电量转换为电量或实现不同电量之间的变换,因此,电测量指示仪表通过变换器可以实现对非电量或其他电量的高准确度测量。

总之,电工仪表的种类繁多,分类方法也多种多样,而且,近年来智能仪表不断涌现,在此不一一列举。

二、电工仪表的表面标志

为了便于正确选择和使用电工仪表,通常将仪表的类型、测量对象的单位、准确度等级、工作原理等以文字或图形符号的形式标注在仪表的表盘(面板)上,作为仪表的表面标志。常见电工量的名称、符号和表面标志见表 1-1、表 1-2。

表 1-1 常见电工量的名称及符号

序号	被测量的名称	被测量的符号	单位名称	单位符号
1	电阻	R	欧 [姆]	Ω
2	电抗	X	欧 [姆]	Ω
3	阻抗	Z	欧 [姆]	Ω
4	电流	I	安 [培]	A
5	电压	U	伏 [特]	V
6	有功功率	P	瓦 [特]	W
7	无功功率	Q	乏	var
8	视在功率	S	伏 [特] 安 [培]	$V \cdot A$
9	有功电能 [量]	W	瓦 [特] [小] 时	$W \cdot h$
10	无功电能 [量]	W_Q	乏 [小] 时	$var \cdot h$
11	功率因数	$\lambda (\cos\varphi)$	—	—
12	频率	f	赫 [兹]	Hz

表 1-2 常见电工仪表的表面标志

分类	符 号	名 称	分类	符 号	名 称
电 流 种 类		直流	端 钮		正端钮
		交流			负端钮
		交直流			公共端钮
		三相交流	工 作 位 置		标尺位置垂直
测 量 对 象	A	电 流			标尺位置水平
	V	电 压			标尺位置与水平面 60°
	W	有功功率	外 界 条 件		I 级防外磁场（例如磁电系）
	var	无功功率			I 级防外电场（例如静电系）
	Hz	频 率			II 级防外磁场及电场
工 作 原 理		磁电系仪表			III 级防外磁场及电场
		电磁系仪表			IV 级防外磁场及电场
		电动系仪表			A 组仪表
		磁电系比率表			B 组仪表
		铁磁电动系			C 组仪表
		整流系仪表	绝 缘 强 度		不进行绝缘强度试验
准 确 度 等 级	1.5	以表尺量限的百分数表示			绝缘强度试验电压为 2kV
		以指示值的百分数表示			

三、电工仪表的型号

电工仪表的型号与其表面标志一样,也可以反映仪表的原理、用途等。下面分析常见指示仪表的型号编号规则。

1. 可携式仪表的型号

可携式仪表的型号及其含义如图 1-4 所示。

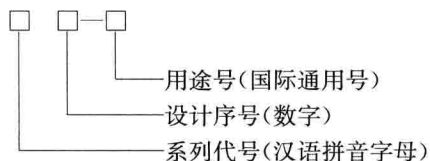


图 1-4 可携式仪表型号及其含义

用途号:表示仪表用于测量的物理量,如仪表的用途号为“V”,则表示该仪表用于测量电压。

系列代号:一般按仪表的工作原理编制,如 C 表示磁电系仪表, T 表示电磁系仪表。

如一只可携式电工仪表的型号为 T19 - V 的说明:该表的系列代号是 T,为电磁系仪表;设计序号为 19;用途号为 V,表明其用途是测量电压,是一只电压表。

2. 安装式仪表的型号

安装式仪表的型号及其含义如图 1-5 所示。

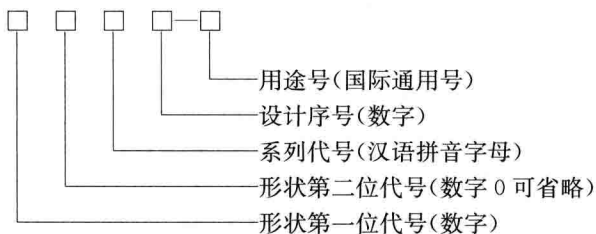


图 1-5 安装式仪表型号及其含义

安装式仪表的形状第一位代号一般按仪表的面板形状最大尺寸编制,形状第二位代号一般按仪表的外壳形状尺寸编制,用途号、设计序号及系列代号的含义与携带式仪表的含义相同。如一只携带式电工仪表的型号为 44C7 - kA 的说明:该表的形状代号为 44,据此可从有关生产厂家的产品目录查出其尺寸和安装开孔尺寸;C 表示该表为磁电系仪表;其设计序号为 7;用途号为 kA,表明该表用于测量电流,是一只电流表。

电工仪表的型号一般标明在仪表的表盘上。电能表的型号与以上有不同之处,将在后面介绍。

课题三 电工仪表的组成及其作用

教学目标

- (1) 了解电工仪表的主要组成部分及其作用。
- (2) 了解仪表测量机构的组成及各部分的作用。
- (3) 能简要说明常用电工仪表测量机构的工作原理。