

常用电工仪表的
使用和维修



江西人民出版社

内 容 简 介

本书以常用电表的使用、修理和调整技术为重点，主要介绍了电表的分类、标志、误差和通用零件；各系电表的主要结构、工作原理和特性；电流表、电压表、万用电表、摇表、电度表、功率表、功率因数表、频率表和同步表等常用电工仪表的结构、原理和使用方法；电表的维护、保管常识和修理、调整，以及检定方法。

本书在介绍电表的使用和调修方法时，尽量利用图象的形象化来表达。本书说理浅显，通俗易懂，避免了繁杂的数学计算。可供在工矿和农村从事电工活动的青年工人学习参考，也可作为培训教材。

常用电工仪表的使用和维修

周 绍 武 编

江西人民出版社出版

(南昌百花洲3号)

江西省新华书店发行 江西印刷公司印刷

开本787×1092 1/32 印张7 3/8 字数16万

1976年6月第1版 1976年6月江西第1次印刷

印数：1—20,000

统一书号：15110·18

定 价：0.52元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

农业的根本出路在于机械化。

要节约闹革命。

编 者 的 话

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，电力工业有了很大发展，农村和工矿用电范围日益广泛。广大工农兵群众迫切需要了解电的特性，掌握电的规律，这就要运用电工测量仪表对电路中电压、电流、电功率、电能量及其他电路参数进行测量，从而进一步做好安全用电、计划用电和节约用电，使电力更好地为社会主义建设服务。为此，根据广大工农兵和工矿农村电工迫切需要掌握有关电工仪表的使用和维修知识，特编写了这本《常用电工仪表的使用和维修》。

本书在编写过程中，为适合初次接触电工仪表的同志需要，力求说理浅显，通俗易懂，对书中所涉及到的名词、术语和计算公式，作了较通俗的解释，采用了统一的名词、术语和符号，避免了繁杂的数学计算，并采用了较多的插图。

本书初稿于1973年完成，在修改过程中，承南昌供电局用电管理所电表室、江西工学院电机系、南昌市业余大学和南昌县机械厂等单位 and 同志们们的热情支持和大力帮助，在此表示衷心感谢。

由于编者的水平所限，实践经验少，书中缺点、错误在所难免，热情欢迎读者批评指正。

编 者

1976年5月

目 录

第一章 电表的基本知识

第一节	电表的作用及分类	1
一	测量的基本知识.....	1
二	电工测量仪表的作用.....	2
三	电工测量仪表的分类.....	3
第二节	电表的型号标志及表面符号	6
一	电表的型号标志.....	6
二	电表表面的常用符号.....	7
第三节	电表的通用零件及其作用	7
一	外壳.....	7
二	刻度盘.....	14
三	指针.....	16
四	阻尼器.....	17
五	转轴与轴承.....	18
六	产生反作用力矩的设备.....	20
七	零位调节器.....	22
第四节	电表的误差	23
一	电表的误差及其分类.....	23
二	造成电表基本误差的主要因素.....	23
三	引起电表附加误差的工作条件.....	25

四	减小基本误差的途径和补偿附加误差的方法	25
第五节	常用各系电表的主要结构和工作原理	26
一	磁电系电表	27
二	电磁系电表	30
三	电动系电表	33
四	感应系电表	37

第二章 电流表和电压表

第一节	电流表和电压表的构造原理	42
第二节	直流电流表和电压表	43
一	直流电流表和分流器	43
二	直流电压表和倍压器	46
第三节	交流电流表和电压表	49
一	交流电流表和电流互感器	50
二	交流电压表和电压互感器	54
第四节	电流和电压的测量	56
一	直流电流的测量	56
二	直流电压的测量	59
三	交流电流的测量	60
四	交流电压的测量	64
第五节	钳形电流电压表	66

第三章 万用电表

第一节	万用电表的主要组成元件	70
------------	--------------------	-----------

一	表头	74
二	整流器	74
三	万用表中测量线路的灵敏度	79
第二节	万用电表的原理线路	79
一	测量直流电流的线路原理	80
二	测量直流电压的线路原理	82
三	测量交流电压的线路原理	83
四	测量直流电阻的线路原理	85
五	测量交流电流的原理	89
六	测量电感和电容量的原理	92
七	测量功率和电平的原理	93
第三节	万用电表的使用	96
一	万用电表面版上的符号	96
二	使用前的准备工作与使用注意事项	98
三	直流电压的测量	99
四	交流电压的测量	100
五	直流电阻的测量	101
六	直流电流的测量	102
七	其它几项测量	103

第四章 其它几种常用电表

第一节	摇表	106
一	摇表的工作原理	106
二	摇表的构造	110

三	摇表的使用	115
第二节	功率表	118
一	电动系功率表的构造原理	120
二	功率表的使用	122
第三节	电度表	127
一	感应系电度表的构造原理	127
二	电度表的使用	131
第四节	功率因数表	136
一	电动系功率因数表的构造原理	138
二	功率因数表的使用	142
第五节	频率表	143
一	振簧系频率表的构造原理	144
二	电磁系频率表的构造原理	145
三	频率表的使用	146
第六节	同步表	147
一	同步指示灯的线路原理	148
二	电磁系同步表的构造原理	150
三	同步表的使用	152
第七节	电桥	154
一	直流单臂电桥的原理	155
二	交流电桥的原理	158

第五章 电表的维护、保管和检定

第一节	引起电表故障的主要原因	160
第二节	电表的维护和使用时的注意事项	161

第三节	电表的保管	162
第四节	电表检定的种类、期限和内容	163
一	电表检定的种类.....	163
二	电表检定的期限.....	164
三	电表检定的内容.....	164
四	检定电表的注意事项.....	166
第五节	各类电表的检定方法	167
一	电流表的检定.....	167
二	电压表的检定.....	168
三	功率表的检定.....	169
四	功率因数表的检定.....	172
五	电度表的检定.....	172
六	摇表的检定.....	176
七	频率表的检定.....	177
八	同步表的检定.....	177

第六章 电表的检修与调整

第一节	电表故障的检查方法	180
一	不通电检查.....	180
二	通电检查.....	180
第二节	电表常见故障产生原因的分析	181
第三节	拆装电表的注意事项	181
第四节	电表通用零件的修配方法	185
一	轴尖的修理与制作.....	185
二	轴承的修配.....	193

三	游丝的修配	195
四	指针的修理与制作	199
五	可动线圈的绕制	200
六	刻度盘的修理	203
七	表壳的修补	204
八	表面玻璃的修配	205
九	可动部分的平衡调整	207
第五节	电表的调整	208
一	磁电系电表的调整	209
二	电磁系电表的调整	209
三	电动系电表的调整	211
第六节	万用电表的检修与调整	212
一	直流电阻部分的检修与调整	212
二	直流电流、电压部分的检修与调整	213
三	交流电压部分的检修与调整	214
第七节	摇表的检修与调整	215
一	摇表由发电机引起的故障及其排除方法	215
二	摇表发电机的修理	217
三	摇表发电机电压的调整	218
四	摇表的调整	218
第八节	电表修理后的检查与试验	219
一	电表经修理后产生误差的原因	219
二	电表修理后的检定项目	220

附表：电气测量仪表产品型号类组表

第一章 电表的基本知识

第一节 电表的作用及分类

一 测量的基本知识

人们在三大革命实践中，为了确定各种量的数值，制定了各种单位。如尺是长度的单位；安培是电流强度的单位。测量的过程，就是把被测的量同测量单位进行比较的过程。如用尺去量布的长度；用安培表去测量电流强度等。

为了能够正常地进行测量，必须有度量器和测量仪器。度量器又叫做量具，它是测量单位的实物复制件。如各种尺、标准电池、标准电阻等。测量仪器有时称测量仪表，它是用来实现被测的量与度量器相互比较的技术工具，如安培表、伏特表、电桥等。

进行测量的方法，普通分为直接测量和间接测量两种。当被测的量可以通过测量仪器直接读出来，或通过与它同种的单位量比较而得到时，都叫直接测量。需要先测得与被测量有关的几个量，再根据一定的关系，计算出未知量的方法，叫做间接测量。一般测量中应优先选用直接测量，特别是通过仪表直接读出被测值的方法。如导体电阻的测量，常用欧姆表或电桥进行直接测量，一般不采用先测量导体内的电流和电压降，再

通过欧姆定律计算出导体电阻的间接测量方法。

二 电工测量仪表的作用

电工测量是用电工测量仪表对电路中电压、电流、电功率、电能量及其他电路参数等进行测量，使工作人员及时了解和**分析各种电气设备的工作情况，作到胸中有数，以保证电气设备的安全和经济运行。**

电工测量技术在现代各种测量技术中所以占重要地位，是因为它具有下述几个主要优点：

(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) 电工测量仪表可以有效地解决远距离的测量问题，为集中管理和控制提供了条件；

(4) 能够用电工测量的方法对非电量（如温度、压力、速度、浓度、照度、水位及机械变形等）进行测量。

随着各部门生产过程机械化、电气化、自动化程度的提高，以及非电量的电测法和远距离测量的迅速发展，电工测量愈来愈重要，电工仪表的作用也愈来愈大。

三 电工测量仪表的分类

电工测量仪表按其使用情况可分为两大类：

1. 直读式仪表：能直接从仪表指示机构获得测量结果的仪表，如安培表、电度表等所有指示仪表和检示仪表、自动记录

仪表及非电量电气测量指示仪表。

2. 比较式仪表：需要量度器参加工作，将被测量与标准量进行比较后，才能获得结果的测量仪器，如各式电桥、电位差计等。

直读式仪表的特征是直接将被测量的参数，转换为其可动部分的机械位移，并通过它的指示器在有刻度的标度尺上的指示，直接表示出被测参数的数值。这种仪表往往结构简单，成本低廉，使用方便，故较为常用。比较式仪表有较高的灵敏度和准确度，但成本高，使用复杂。本书着重讨论直读式仪表中的指示仪表。

指示仪表是最常用的电表，它可按下面几种方法分类：

1. 按照测量对象的种类分：

(1) 测量电流的，称为电流表，常用的有毫安表和安培表。

(2) 测量电压的，称为电压表，常用的有伏特表和千伏表。

(3) 测量功率的，称功率表，常用的有瓦特表和千瓦表。

(4) 测量电能的，称千瓦时表，或称电度表。

(5) 测量功率因数的，称为功率因数表，或称力率表。

(6) 测量频率的，称频率表，或称周波表。

(7) 测量电阻的，有欧姆表、兆欧表（又称摇表）。

2. 按所测量的电流种类分：

(1) 用于直流电路的直流电表。

(2) 用于交流电路的交流电表。

(3) 交流、直流电路都适用的交直流两用电表。

3. 按照电表的工作原理分：磁电系、动磁系、电磁系、电动系、铁磁电动系、静电系、感应系、热电系、整流系、电子系、振簧系、双金属系、极化电磁系、磁感应系和热线系等十五种。其中以磁电系、电磁系、电动系、铁磁电动系和感应系电表用得较广。

4. 电表按照准确度分：0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、和5.0等七级。

电表的准确度是电表的主要特性之一。因为任何电表，它所指示的数值并不可能完全和实际数值相等，都会产生一定的误差（参看第四节）。电表的准确度与电表的误差*的关系是：准确度等级的数字，表示最大误差的百分数。如用2.5级的电表，在正常使用条件下，其测量误差为 $\pm 2.5\%$ 。如用这样的0~250伏的伏特表，测得电压为200伏，其实际电压数值可以是 $(200 \pm 250 \times 2.5\%)$ 伏。即可以是194伏至206伏之间的任何数值。因此，电表准确度等级的数字越小，电表就越准确。

电表除按上述几种方法分类外，还有以下几种：

(1) 按电表的使用方式分为开关板式和可携式。

(2) 按电表的使用条件分为A、B、C三种。A组电表供有取暖设备的室内使用（温度是 $0 \sim 40^\circ\text{C}$ ）；B组电表供一般室内使用（温度是 $-20^\circ \sim +50^\circ\text{C}$ ）；C组电表供在不固定地区的室内及室外使用（温度是 $-40^\circ \sim +60^\circ\text{C}$ ）。

* 这里所指的误差，严格来讲是指容许的最大引用误差，或称为容许的最大基本误差。

(3)按电表外壳的防护性能分为普通式、防尘式、防溅式、防水式、水密式、气密式和隔爆式七种。

(4)按电表防御外界磁场或电场的性能分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和Ⅳ四等。

(5)按电表耐受机械力作用的性能,可分为普通的和能受机械力作用的两种。

(6)按电表可动部分支承方式分为轴尖轴承式、张丝式和吊丝式三种。

(7)按电表读数装置的结构形式分为指针式、光指示器式和振簧式三种。

(8)按电表标度尺上零位的位置分为单向标度尺、双向标度尺和无零位的三种。

(9)电表按外形尺寸大小分为微形、小形、中形、大形和巨形五种。其具体尺寸见表一。

表一 电表按外形尺寸分类

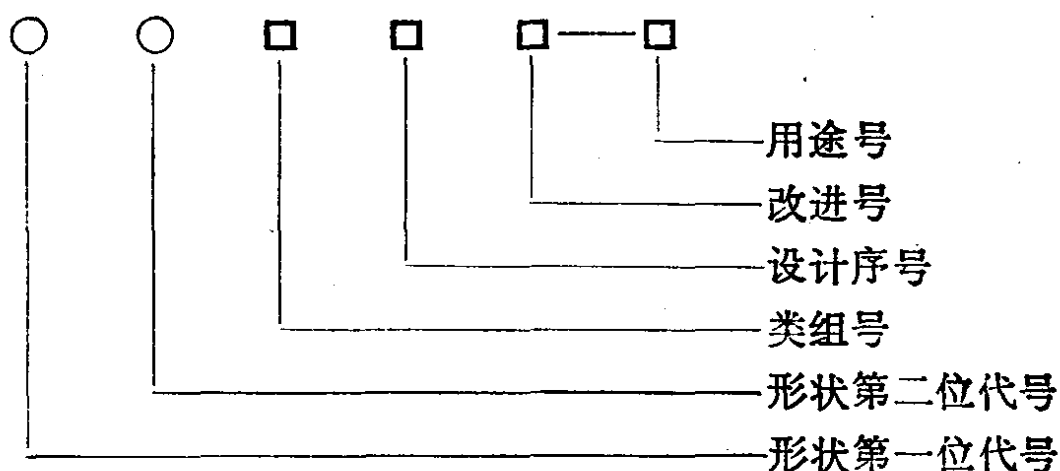
电表分类名称	电表正面部分最大尺寸(mm)	
	可携式电表	开关板式电表
微形电表	≤75	≤50
小形电表	>75~150	>50~100
中形电表	>150~300	>100~200
大形电表	>300	>200~400
巨形电表	—	>400

第二节 电表的型号标志及表面符号

一 电表的型号标志

根据实际需要，各种电表不但种类不同，对同种电表，它的外壳形状和大小也有所不同。因此，在选用电表时，还应了解电表的各种型号及其代号。

常用的开关板式电表新型号的组成如下：



形状代号根据表二确定，如第二位代号为“0”时略去不写。

表二应用举例：

例一 1T2—A型：“1”为形状第一位代号，表示电表面板形状的最大尺寸为 $>150\sim 200$ 毫米；“T”为类组号*，表示该表为电磁系的电表；“2”为设计序号；“A”为用途号，表示是安培表。这种类型安培表的形状第二位代号为“0”，型号中略去不写，它表示外壳形状的特征为正方形。

* 参看书后附表

例二 65C7—V型：“6”为形状第一位代号，表示电表面板形状的最大尺寸为 $> 80\sim 100$ 毫米；“5”为形状第二位代号，表示电表外壳形状的特征为圆形；“C”为类组号，表示该表为磁电系的电表；“7”为设计序号；“V”为用途号，表示是伏特表。

二 电表表面的常用符号

在电表的表面上，通常都将电表的型号、准确度等级、电流的种类、电表绝缘耐压强度，及电表的使用环境条件和放置位置等用符号标明，表三中列出了表面常用符号，熟悉这些符号，对了解和正确使用电表非常重要。

第三节 电表的通用零件及其作用

电表种类繁多，但大多数电表都具有一些共同零件，如外壳、刻度盘、指针、阻尼器、转轴、轴承……等等。它们在各种电表中都起着相同的作用，了解这些零件的作用及特性，对正确使用和修理电表都很有必要。

一 外壳

各种电表都必须有外壳，它能保护电表内部机件，起防潮、防尘和防震作用，有的还起磁和静电的屏蔽作用。

电表的外壳可用铁、硬橡胶或电木等材料制成。铁质的外壳较为坚固，还能起到防止外界磁场干扰电表内部的作用，但易于漏电和生锈。目前用得最多的还是硬橡胶和电木的外壳，它轻巧美观，绝缘性能好，能防止电表内部漏电而发生的接地