

物资管理专业试用教材

电工热工仪器和仪表

水利电力部物资局

物资管理专业试用教材

电工热工仪器和仪表

水利电力部物资局编

编写说明

为了适应新时期现代化建设物资管理工作的需要，加速培养又红又专的物资管理人才，水利电力部物资局于一九八二年四月召开了物资管理培训教材编写座谈会。在总结建国以来水利电力系统物资供应和管理工作经验的基础上，组织有关方面的专业人员编写了这套培训教材。

这套教材共有十种，分别由下列同志执笔：

1. 《物资计划管理与统计》，周兆年、杨志诚、林敏杰；
2. 《物资定额管理与财务会计》，钟柏林、金运宽；
3. 《仓储管理》，沈志行、秦钟涛；
4. 《金属材料》，陈传文；
5. 《非金属材料》，李大宇、施传浩、杨祖年、刘惠初；
6. 《电工产品》，邵磊田、何乃盛、王思章、周保生；
7. 《机械产品》，李学文、魏润湖等；
8. 《电工热工仪器和仪表》，徐定保、吴金发；
9. 《备品配件》，薛迪文、谢东生、胡家祥等；
10. 《现代化物资管理简介》，刘国英、王友梅。

这套教材力求反映水利电力系统物资管理工作的特点，理论结合实际，说理简明，重点突出，繁简适度，讲求实用，避免繁琐的公式推导；凡引用有关技术标准，都采用了现行的技术规范。为了巩固所学，在每一章后面均附有若干复习思考题和练习题。为此，这套教材可以作为全国水利电力系统中等专业学校物资管理专业和各有关单位举办物资管理人员培训班的试用教材，也可作为在职人员学习物资管理的进修读物和参考用书。

为确保这套教材的编写质量，水利电力部物资局《物资管理专业教材》审查小组委托邓禾生、余清和、滕绍萍、叶立新、邱少岳、张中煌、邱忠良、陈铁民、李东祥等同志，根据审查意见负责修改、编辑成书。

在编写过程中，水利电力部物资局各专业处，配件公司，华北、华东、东北、西北、西南电管局，江苏、浙江、湖北、山东、山西、河北省电力局，水电第一、二、四、七、八、三三〇工程局，电力规划设计院，南京自动化研究所，山东省水利学校等单位许多同志参加了审查工作，对书稿提出了宝贵意见，在此谨致谢意。

物资管理涉及面广，既包括经济，又包括技术知识，是一门边缘科学。由于编者学识水平所限，加之编写时间仓促，缺点和错误在所难免。希望使用本书的读者和从事物资管理工作的同志批评指正。

一九八三年七月

目 录

上篇 电工仪器和仪表

第一章 电工仪表基本知识	1
第一节 仪表的分类.....	1
第二节 仪表的技术要求.....	3
第三节 仪表的符号和代号.....	7
第四节 仪表的型号.....	13
第五节 仪表的选择.....	15
复习思考题.....	16
第二章 电工仪表的结构和原理	17
第一节 仪表基本结构.....	17
第二节 磁电式仪表.....	22
第三节 电磁式仪表.....	24
第四节 电动式仪表.....	27
第五节 整流式仪表.....	28
第六节 感应式仪表.....	29
复习思考题.....	30
第三章 安装式仪表	31
第一节 指针式指示仪表.....	31
第二节 自动记录仪表.....	36
第三节 同期表.....	41
复习思考题.....	47
第四章 电度表	48
第一节 电度表的分类.....	48
第二节 感应式电度表结构和原理.....	49
第三节 交流电度表的应用.....	51
第四节 专用电度表.....	55
复习思考题.....	57
第五章 便携式仪表	58
第一节 实验室精密标准电工检测仪表.....	58
第二节 交直流电流电压表.....	61
第三节 三相功率表.....	63
第四节 频率表.....	63
第五节 相位表.....	66
第六节 欧姆表.....	67

第七节 万用表	69
复习思考题	72
第六章 专用仪表	73
第一节 兆欧表	73
第二节 接地电阻测试仪	76
第三节 钳形电表	79
第四节 电气实验室常用电工仪表配置标准	82
第五节 FS型系列电量变送器	83
复习思考题	85
第七章 直流仪器	86
第一节 直流电桥	86
第二节 直流电位差计	93
第三节 直流检流计	100
复习思考题	108
第八章 交流仪器	109
第一节 交流电桥	109
第二节 交流电位差计	133
第三节 交流检流计	136
第四节 磁电式示波器	139
复习思考题	148
第九章 标准量器具	149
第一节 概述	149
第二节 标准电池	149
第三节 标准电阻及电阻箱	154
第四节 标准电感及电感箱	160
第五节 标准电容及电容箱	162
第六节 扩大量限装置	164
复习思考题	173
第十章 专用仪器	174
第一节 介质损耗测定仪	174
第二节 电阻电容测定器	181
第三节 晶体管参数测试仪	182
第四节 阴极射线示波器	199
第五节 电子管电压表	220
复习思考题	225
第十一章 仪表校验装置和大型电气试验设备	226
第一节 XDB4型三相电度表校验装置	226
第二节 HE6型互感器成套校验装置	232
第三节 XF16型交直流精密电表校验装置	238

第四节	XF—2型精密电表综合校验装置	239
第五节	XUJ2型直流电表校验装置	243
第六节	大型电气试验设备	243
	复习思考题	245
第十二章	数字显示仪表	246
第一节	概述及基本原理	246
第二节	数字电压表	246
第三节	数字频率表	250
第四节	PF5型数字万用表	258
第五节	FH5型欧姆电压转换器	260
第六节	FH20a型直流毫伏单元	260
第七节	PS4型数字功率电能表	262
第八节	PX—1C型数字相位计(ϕ —V转换器)	263
	复习思考题	265
第十三章	电源装置	266
第一节	概述	266
第二节	YJ36型高精度稳压电源	266
第三节	JWL—30型晶体管稳流器	266
第四节	YJAV—1型直流标准电流电压源	270
第五节	YJ44型晶体管直流稳压器	273
第六节	WYP—4型音频稳定电源	277
第七节	614—A型电子交流稳压器	279
	复习思考题	280
第十四章	电工仪器仪表的供应、验收和保管	281
第一节	电工仪表的供应	281
第二节	电工仪器的供应	281
第三节	电工仪器仪表的验收和保管	282
第四节	精密仪器的储运要求	284
	复习思考题	285
下篇 热工仪表及自动化装置		
第十五章	热工仪表及自动化装置概述	287
第一节	热工自动化仪表的功能	287
第二节	热工自动化仪表的组成	289
第三节	热工仪表的技术规范	292
第四节	物资人员注意事项	294
	复习思考题	294
第十六章	温度测量表计	295
第一节	膨胀式温度计	295

第二节	热电偶温度计	297
第三节	热电阻温度计	303
第四节	非接触式温度计	305
复习思考题		308
第十七章	压力测量表计	309
第一节	液柱式压力计	309
第二节	弹性元件压力计	310
第三节	远传压力表	311
第四节	管路和电缆	313
复习思考题		316
第十八章	流量测量表计	317
第一节	直接式流量仪表	317
第二节	标准节流装置	320
第三节	差压式仪表	322
第四节	燃油和煤的计量	329
复习思考题		331
第十九章	液位测量表计	332
第一节	概说	332
第二节	差压式水位计	334
第三节	电接点式水位计	335
第四节	工业电视水位计	336
复习思考题		337
第二十章	成份分析表计	338
第一节	氧量表	338
第二节	导电度表	341
第三节	氢纯度表	342
第四节	酸度计	343
复习思考题		344
第二十一章	显示表计	345
第一节	指示表计	345
第二节	记录仪表	348
第三节	数字显示式仪表	353
复习思考题		355
第二十二章	汽机保护表计	356
第一节	位移表计	356
第二节	振动表	359
第三节	转速表	360
复习思考题		361
第二十三章	电动单元组合仪表	362

第一节	变送单元	362
第二节	计算单元	363
第三节	显示单元	365
第四节	给定单元	366
第五节	调节单元	367
第六节	辅助单元	368
第七节	转换单元	372
第八节	执行单元	374
第九节	各单元间关系	377
第十节	DDZ—Ⅱ型仪表简介	379
第十一节	应用举例	382
第十二节	DDZ—Ⅱ型电动单元组合仪表型号	383
	复习思考题	385
第二十四章	气动单元组合仪表	386
第一节	概说	386
第二节	一般气动仪表型号	386
第三节	其它调节设备	388
	复习思考题	389
第二十五章	热工信号、保护和联锁	390
第一节	热工信号	390
第二节	保护和联锁的作用	391
第三节	锅炉保护和联锁	392
第四节	汽轮机保护和联锁	393
第五节	发电机保护联锁	394
第六节	其他辅机保护联锁	395
第七节	集中控制盘	396
	复习思考题	398
第二十六章	热工校验仪器	399
第一节	温度仪表的校验仪器	399
第二节	压力、流量和液位仪表的校验仪器	401
第三节	其他仪器的校验	403
第四节	校验常用电工电子仪器	404
	复习思考题	405
第二十七章	新产品介绍	406
第一节	巡回检测装置	406
第二节	程序控制装置	407
第三节	控制机	409
第四节	组件组装式仪表	412
	复习思考题	414

上 篇

电工仪器和仪表

第一章 电工仪表基本知识

用以测量电气参量，或通过变换器把非电气参量转换成电气参量，以间接测量非电气参量的仪表，统称电工仪器仪表，或称电工检测仪器仪表。目前，电能已成为我国工农业的主要动力来源，在电能的生产，输送分配、控制和应用过程中，都要使用电工检测仪器仪表。因此，随着电的广泛应用和科学技术的不断发展，电工仪器仪表的应用范围将扩展到国民经济的各个部门和科学技术的各个领域。

第一节 仪表的分类

一、概说

随着人类社会的发展，电的应用越来越广泛，它不仅能经济地获得巨大的能量，可以方便地通过导线，大地甚至空间高效率地进行传输，还可以将电能转换成其它能量，或者反过来将其它能量转换成电能。例如，它既可以通过发电机、传声器、光电管、变压器、干电池、热电偶将机械能、声能、光能、电能、化学能、热能转换成电能（这是电能的几种主要生产方法），也能通过电炉、电池充电、交流机、日光灯、扬声器、电动机等将电能转换成热能、化学能、电能、光能、声能和机械能（这是电能消耗的几种主要方式），从而达到电能的生产和使用。电工检测仪器仪表亦是通过电的方法来实现对电的各种参量进行测量。因此，它也具备了上述这些电能转换的特性。

水利电力工业中常用的电工检测仪器仪表主要分为下面三个方面：

（一）监视与定位测量：这类电工仪表主要安装在电力生产现场，如发电厂，配电所的配电装置上，用它们来测量这些电力生产系统的电流、电压、功率、电能、频率、相位、同步以及电力设备的绝缘电阻等电气参量。其中电压和频率的测量是检验电力产品的质量，电流和功率的测量反映发电机组或送，变，配电装置的负荷情况，电能的测量则是产，供，销的计量标准，也就是核算发电量的经济指标。而绝缘电阻等的测量则是检查电力设备安全运行的重要手段。

用于上述范围的电工仪表叫开关板式仪表，也叫安装式仪表，或称盘表，它包括指示式、数字式、记录式及电度表等。

（二）检验性电工仪器仪表：这类仪器仪表主要用于电气试验或现场检验，因为开关板式电工测量仪表安装在生产现场使用，由于长期连续显示以及环境因素，如震动等

影响，它的准确度将会降低。因此，必须对它们进行定期检验。另外，电气设备如发电机、电动机、油开关等的电气性能在投产前以及运行一段时期后也必须进行电气试验，了解这些设备的技术状态，以保证安全，经济运行。

这一类电工仪器仪表的准确度（精确度）比前一类要高些，要求它的测量对象要齐全，测量范围要广泛，使用要方便，并且能适应在各种不同环境条件下进行测量，能做到一表多用。它主要包括便携式仪表、低精度交直流仪器、记录式示波器以及通用电子数字仪表等，它们统称为试验室电工仪器仪表。水利电力工业各电气试验室所使用的都是这类仪器仪表。

（三）精确测量及计量型电工仪器仪表：这类电工仪器仪表属于标准计量检验仪表，是国家标准传递工具，它的任务主要是对检验性电工仪器仪表作定期检验用。是国家标准化仪器设备，是省电力试验所，大型电厂和大供电局电气试验室仪器仪表的检定标准。

二、电工仪表的分类

根据水利电力系统的使用性质将电工仪器仪表分为：开关板式（安装式）电工测量仪表，便携式电工检测仪表和电工试验仪器三大类。

根据测量机构的动作原理又可分为：磁电式，电磁式，电动式，感应式，铁磁电动式，静电式，热电式，整流式，电子式，振簧式以及热线式等十余种。在水利电力工业中常用的为磁电式，电磁式，电动式，整流式以及感应式五种。电工仪器又有直流仪器和交流仪器之分。

根据测量对象的参数不同可分为：电流表、电压表、欧姆表、功率表、频率表、电度表以及功率因数表等。按所测量的电流种类分为：交流电表——用以测量交流电参量，直流电表——用以测量直流电参量，以及交直流电表——用以测量交流，直流电路中的电气参量。

目前，管理上一般都根据结构、用途等几方面的特性，把电工检测仪器仪表分为以下几类：

（一）安装式（开关板式）指示仪表 这是指固定安装于开关板及其它控制盘上的仪表，它们又可称为盘表。这类仪表的用途是监视电气设备的运行情况，对接入线路的被测量实行经常性显示。这类仪表有几种外形结构，每种外形结构又可分为几种外形尺寸，选型时一般都是以某一台主设备选用一种外形结构及外形尺寸。因此，这类仪表的外形尺寸也作为分类的一个因素。

（二）实验室型及便携式检测仪表 这类仪表包括0.5级及以上等级比较精密的仪表，也包括在现场测试用的各种仪表，如万用表，兆欧表等。

（三）电度表 电度表是计量电能和管理用电不可缺少的计量型仪表，也包括测量电荷量的安时表。

（四）直流仪器 属于这一类的有电桥、电位差计及标准量器具电阻，电阻箱，标准电池等。它们是用于直流精密测量的仪器和标准量具。

（五）交流仪器 交流仪器与直流仪器相似，但它是用于交流电路的测试。还有很多在交流电条件下工作的量具，如标准电容，标准电感等。

（六）数字显示仪表 数字显示仪表是以数码直接显示被测量值的仪表。近年来这

类仪表发展很快, 结构形式也不断改进, 技术指标大幅度提高, 随着电子科学技术的发展, 这种仪表在水利电力系统中将被广泛地采用。

目前数字显示仪表大多数根据仪表的用途进行分类, 如数字电压表, 数字相位表, 数字欧姆表, 数字频率表及数字万用表等。

(七) 记录仪表及示波器 记录仪表是把被测量随着时间的变化(快的和慢的变化过程)连续记录下来。记录仪表的结构分成测量和记录两部分。测量部分驱动笔尖在已规定速度移动的记录纸上描出被测量随时间的变化情况。

当被测量变化很快, 依靠笔式记录不能满足要求时, 常用记录式示波器(录波器)来进行观测记录。示波器分电子示波器及电磁示波器两大类, 前者为电子式直观图象(波形)显示仪器, 后者为记录式电工仪器。

(八) 扩大量限装置和变换器 这类器件实际上是仪表的附件, 本身并非测量仪器, 而是用来扩大仪表的测量范围和量程, 属于这类的有分流器, 附加电阻, 电流互感器, 电压互感器, 放大器及各种变换器。将非电量变换为电量的仪器称为变换器。

(九) 电源装置 属于这类的有稳压器, 稳流器, 各种稳压电源, 标准电压发生器 and 标准电流发生器等。它们主要用供作电气试验室工作时用的标准稳定的工作电源用。

(十) 校验装置 这是近年来将逐步发展的用于校验各种电表的组合式仪器校验设备, 它主要由单件标准电表, 电气开关, 变压, 变流设备组装于办公桌式柜中而成, 它具有使用方便、操作简捷、成套性强等优点, 目前电力系统各电气试验室多有自行组装或购置。电表制造厂也开始制造和出售这种成套装置。属于这类的有电位差计装置, 电桥装置, 互感器校验装置, 各型电表校验装置, 电度表校验装置等。这种台式装置多用以检验一种或几种电工仪器仪表, 由于结构紧凑, 使用方便, 将逐步代替各种单台仪器仪表而出现在各电气试验室。它是室内固定式校验装置。

(十一) 测磁仪器 用于测量基本磁学量及磁性材料磁参数的仪器。

第二节 仪表的技术要求

一台仪表质量的好坏, 主要通过对它的几个技术要求的鉴定来进行评价, 一般有以下几个技术指标:

一、准确度(精度)

这是仪表质量的一个主要技术指标, 它表示仪表在正常的测量条件下测量的结果与被测量的实际值接近的程度, 一般以误差的多少来表示。所谓正常工作条件是指仪表在刻度时的条件, 即在规定的正常温度, 正常大气压力、正常频率, 正常的工作位置以及不存在外界电场或磁场影响的条件下。仪表在制造过程中留下来的固有误差是永远存在的, 如测量线路参数或测量机构的结构不稳定等原因所造成, 这种误差叫基本误差。下面就仪表的几种误差的名词作一解释:

(一) 基本误差——仪表指针在各刻度点上的指示值与被测量的实际值之间的最大差值(以绝对值而言)作为仪表的基本误差。

仪表基本误差的产生主要是由于制造工艺的限制, 如机械转动部分的摩擦, 标度刻度尺不准确以及轴承与轴尖间隙过大等原因所造成, 这种误差在仪表制造过程中就已决定

了的, 通常仪表标度面板上所标注的准确度等级所相对应的就是基本误差。根据《GE—776—76电气测量指示仪表通用技术条件》规定, 仪表的准确度等级共分为七级, 基本误差相应也分为七种如表 1—1 所示。

表 1—1 仪 表 的 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

(二) 附加误差——仪表使用在非正常工作条件下, 如环境温度的变化, 外界电、磁场的影响以及工作电源波形的变化等所造成的误差叫附加误差。

误差又有绝对误差, 相对误差和引用误差之分。

绝对误差是指仪表某点指示值与被测量的实际值之间的差值, 例如一只电流表的指示值是101安培, 而被测电路的实际电流值是100安培, 那么, 它的绝对误差就是 1 安培。

相对误差是指仪表某点的绝对误差与被测量的实际值之百分比。用公式表示为:

$$r = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% \dots \text{式 (1-1)}$$

式中: r ——相对误差。

Δ ——绝对误差。

A_0 ——被测量的实际值。

例如有一只 0~100 伏特的电压表其准确度为 0.5 级, 当指针指在 50 伏特的时候, 被测电压的实际值是 50.2 伏特, 那么这只电压表的相对误差就是:

$$r = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% = \frac{V - V_0}{A_0} \times 100\% = \frac{50 - 50.2}{50.2} \times 100\% = -0.398\%$$

仪表在正常条件下使用时, 只有基本误差, 对于同一个仪表来说, 基本误差近似于常数, 这样当测量不同数值时, 其相对误差不是一个常数, 为此, 我们引入一引用误差的概念, 引用误差实际上也是一种相对误差, 它是指仪表的绝对误差值与仪表测量上限值之比, 通常用百分数表示, 即:

$$r_m = \frac{\Delta}{A_m} \times 100\% \dots \text{式 (1-2)}$$

式中: r_m ——引用误差。

Δ ——绝对误差。

A_m ——仪表的测量上限值。

对于电工测量仪表来说, 用绝对误差或相对误差来表示一只电表的准确程度都有其不确切之处。用绝对误差来表示某只电表测量结果的误差大小是很困难的, 例如用一只电压表测量 100 伏特电压时, 其绝对误差是 $\Delta_1 = +1$ 伏特, 而用另一只电表测量 20 伏特时, 其绝对误差是 $\Delta_2 = +0.5$ 伏特, 显然, 根据绝对误差的概念是前者大于后者, 但是它们对测量结果的误差影响却是后者大于前者。这样它就不能确切地表示出测量的准确程度, 而只能表示出测量值偏离实际值的大小和方向。偏离愈大, 误差就愈大, 其符号则

是表示测量值大于或小于实际值的情况。相对误差可以用来表示测量的准确度，这主要是指仪器或量具，而对于指示电表来说用相对误差表示也有一些不妥之处。例如指示电表是用来测量某一范围内的被测量值的，如 $0 \sim 100$ 安培或其它、而不是只测量某一固定不变的被测量，如 50 安培。这样一来，当用指示电表测量其给定量程内的不同大小的被测量时，由式 (1-1) 可知，由于其分母随测量值的变化而变化，因此，这只电表的测量误差就不能用一常数来表示。采用引用误差却能解决上述两种表示仪表误差的不足之处，因为引用误差是采用仪表的测量上限值作为分母的，这种用仪表的上量限的相对误差来表示一只仪表的准确度，就可以比较正确地反映一只仪表质量的优劣了。

电工测量仪表的准确度等级 $\alpha\%$ ($\alpha = \pm 0.1, \pm 0.2, \pm 0.5, \pm 1.0, \pm 1.5, \pm 2.5, \pm 5.0$) 是用仪表的最大引用误差 (或称允许误差) 来标明的。

仪表在偏离了规定的正常工作条件下工作时所产生的误差，叫做附加误差，如温度附加误差等，附加误差可以用修正值的办法来消除。

对比较仪器例如电桥、电位差计等的误差则常采用如下两项和的形式表示：

$\pm$ (被测值的允许误差 + 满量程值的允许误差)。

仪器的等级以前项的百分数来表示，如 0.01 级直流电位差计 (即一级电位差计) 的误差为：

$\pm (0.001 \times \text{被测量} + 0.2 \times \text{最低档} + \text{进盘的分度值})$ 。

数字式电表的准确度表示方法采用 (1) $\pm x\%$ 满度和 (2) 满度 $\pm$ 几个字。例如：某台数字式电压表的准确度为 $\pm 0.01\%$ ，读数 ± 2 个字。

仪表标度面板上注明的准确度等级是指基本误差的等级。

二、稳定性

稳定性是表明仪表保持其校验时特性的能力，一般指对温度的稳定值和对时间的稳定性，如指仪表随着环境温度的变化和时间的推移而引起特性的变化。

三、灵敏度和分辨力

灵敏度与分辨力都是表示仪表对下限测量值的反应能力，但表示的方法有所区别。

开关板式电工测量仪表和便携式检测仪表常用灵敏度来表示单位被测量引起的指针在刻度盘上的位移。对于多数指示仪表来说，灵敏度就是满量程值除以标尺全长所得的商。对于各种精密测量仪表如检流计等，它是第一位的重要指标，并常以每毫米标尺长表示多大电流 (电压) 来定义。例如一只 10^{-9} 安培/毫米的检流计比一只 10^{-7} 安培/毫米的检流计灵敏度就要高 100 倍。

对于仪器或数字电表，则常用分辨力来表示对下限被测值的反应能力。如分辨力为 10^{-6} 伏特，即表示 1 微伏的电压变化可有明确的反应。

电工仪器仪表它们的灵敏度或分辨力与测量范围有关，并应与它们的准确度相适应。例如一台 1 伏特的电位差计，如果它的准确度等级是万分之一，那么，它的分辨力至少要小于万分之一伏特，不然准确度就失去了意义。

四、可靠性

可靠性是指仪表保持原来工作能力的指标，常以正常工作直至出现故障的时间来衡量其优劣。可靠性与稳定性不同，稳定性差是指仪表在仍然工作的条件下经过长时间而产生的缓慢的变化较大，而可靠性差是指仪表在短时间内即出现很大误差而不能工作的

问题。稳定性差的仪表测出的结果仍有参考价值，而可靠性差的仪表它测出的结果可能就是毫无意义的了。

一般情况是结构越复杂的仪表，可靠性越不容易得到保证。对于大量应用电子线路的仪表，可靠性是很重要的因素，为了提高可靠性，水利电力系统对某些重要的运行回路的检测或进行电气试验时，常采用双套装置，用可靠性高而其它指标较差的仪器进行工作而加以监视。

五、使用性能

仪表还必须考虑使用性能，方便不方便操作，这也是反映仪表性能的一个方面。仪表要求使用前调整简便，能够立即使用而不需或只稍需预热，接入电路及量程转换方便，要有能进行多种对象的测量能力并换接简便，读数不必运算就能直接得到或只需简单计算即可，以及不需要很高的保存条件等。

六、测量时间

测量时间一般希望越短越好，但是由于测量原理和仪表结构的不同，测量时间的长短各有差异，并且相差很大，一般指示式仪表的测量时间较短，而比较式仪器的测量时间就长，某些需要快速测量的参量目前都逐步转向采用数字式电表或电磁示波器。

七、有良好的读数装置

要求仪表的标尺分度力求均匀，便于读数，对于不均匀标尺，应标明读数的起始点，并用“·”符号表示。一般规定标尺的读数范围不小于标尺全长的85%，为了减少读数误差，实验室型仪表的指针多采用刀形结构，并在标尺上附有镜面，读数时应使眼睛、指针以及它在镜面中的影像成一条线。

对开关板式（安装式）仪表，为了便于读数，标尺分度线要醒目，经常读数的部份分度要细，指针多采用矛形结构，便于从远处观察。

八、阻尼时间

仪表阻尼良好指阻尼时间要短，所谓阻尼时间是指接通电路开始到指针在读数位置左右摆动不超过标尺全长 $\pm 1\%$ 的时间，这段时间一般要求4秒，最多不超过6秒。

九、仪表消耗功率

仪表消耗功率又称表耗功率，电工仪表的测量指示基本上都是靠消耗一部份被测对象的电功率来动作的。仪表消耗功率将带来两个问题，对于仪表本身由于电功率的消耗将造成测量机构和测量元件的温升，产生附加误差，另一方面消耗了被测对象的功率，特别是在小功率电路中进行测量时，仪表消耗的功率愈大，对测量结果的准确性影响就愈大，因此，在条件允许下应尽量选购表耗功率小的仪表。

十、仪表的绝缘强度

仪表的外壳和电气线路之间的绝缘好坏，直接影响仪表能否正常工作以及工作人员的安全，因此，外壳与线路间必须有一定的电气绝缘强度。凡是仪表工作电压低于650伏特均应承受住正弦交流50赫兹，2千伏特电压历时1分钟的耐压试验。工作电压高于650伏特的，耐压应为两倍工作电压加1千伏特。在仪表面板上耐压都有明显的标记。

十一、仪表的过载能力

仪表受缓慢增大的负载以致超过额定值，并保持一定时间，这种过载称为延时过载，若仪表质量差，经过延时过载可能导致内部元件温升过高而损坏。仪表突然过载，

称为短时过载，可能使仪表的可动部份受机械力冲击而损坏。仪表在平时使用中，由于量限选择不当或电路发生意外变化而出现过载情况是常见的，因此，各种仪表均需有一定的过载能力而不损坏，一般开关板式仪表的过载能力较大，而便携式仪表要小得多。

第三节 仪表的符号和代号

电工测量指示仪表在其标度尺面板上都标注一些符号，这些符号分别说明仪表工作的原理，测量对象，准确等级，装置方式，绝缘强度，适用环境等。只要认识这些基本符号，在订货或采购时就能正确选择所需要的仪表，其各种符号所代表的意义见表1—2、表1—3、表1—4、表1—5、表1—6所示。

表1—2 常用电工指示仪表和附件的符号

A 测量单位的符号		名 称	符 号
名 称	符 号	兆 欧	$T\Omega$
千 安	KA	兆 欧	$M\Omega$
安 培	A	千 欧	$K\Omega$
毫 安	mA	欧 姆	Ω
微 安	μA	毫 欧	$m\Omega$
千 伏	KV	微 欧	$\mu\Omega$
伏 特	V	相 位 角	φ
毫 伏	mV	功率因数	$\cos\varphi$
微 伏	μV	无功功率因数	$\sin\varphi$
兆 瓦	MW	库 仑	C
千 瓦	KW	毫 韦 伯	mWb
瓦 特	W	毫韦伯/米 ²	mT
兆 乏	MVar	微 法	μF
千 乏	KVar	皮 法	PF
乏 尔	Var	亨	H
兆 赫	MHz	毫 亨	mH
千 赫	KHz	微 亨	μH
赫 兹	Hz	摄氏温度	$^{\circ}C$

(续) 1-2

B、仪表工作原理的图形符号		D、准确度等级名称	符 号
名 称	符 号		
磁电系仪表		以标度尺量限百分数表示的准确度等级、如1.5级	1.5
磁电系比率计		以标尺长度百分数表示的准确度等级、如1.5级	1.5
电磁系仪表		以指示值的百分数表示的准确度等级、如1.5级	
电磁系比率计		E、工作位置的符号名称	符 号
电动系仪表		标度尺位置为垂直的	
电动系比率计		标度尺位置为水平的	
铁磁电动系仪表		标尺位置与水平面倾斜成一角度, 如60°	
铁磁电动系比率计		F、绝缘强度的符号名称	符 号
感应系仪表		不进行绝缘强度试验	
静电系仪表		绝缘强度试验电压为2KV	
整流系仪表		G、端钮、调零器符号名称	符 号
热电系仪表		负端钮	
C、电流种类的符号名称	符 号	正端钮	
直 流		公共端钮	
交流(单相)		接地用端钮	
直流和交流		与外壳相连接的端钮	
具有单元件的三相平衡负载交流			

(续) 1—2

与屏蔽相连接的端钮		Ⅲ级防外磁场及电场	
调零器		Ⅳ级防磁场及电场	
II、按外界条件分组的符号名称	符 号	A组仪表	不表示
I级防外磁场(如磁电系)		B组仪表	
I级防外磁场(如静电系)		C组仪表	
Ⅱ级防外磁场及电场			

表1—3 不同组别仪表的工作条件

分 组	A	A ₁	B	B ₁	C
工作条件	温 度	0—40℃		-20℃—50℃	
	相对湿度	95%(+25℃)	85%	95%(+25℃)	95%(+35℃)
最 恶 劣 工作条件	温 度	-40℃—+60℃		-40℃—+60℃	
	相对湿度	95%(+35℃)	95%(+30℃)	95%(+35℃)	95%(+60℃)

表1—4 仪表与扩大量程装置配套使用时准确度关系表

仪表等级	分流器或 附加电阻	电压或电 流互感器	仪表等级	分流器或 附加电阻	电压或电 流互感器
0.1	不低于0.05		1.5	不低于0.5	0.5(加更正值)
0.2	不低于0.1		2.5	不低于0.5	1.0
0.5	不低于0.2	0.2(加更正值)	5.0	不低于0.5	1.0
1.0	不低于0.5	0.2(加更正值)			