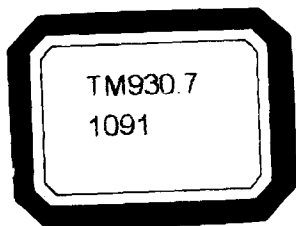


177111



电 工 仪 表 检 验

保定电力技工学校 王学群 主编

水利电力出版社

(京)新登字115号

内 容 提 要

本书是供技工学校“电工仪表检验实习”课程使用的教材。它介绍了电测仪表检验的基本规定和基础知识,并以电流表、电压表、功率表和电度表等常用仪表为例,介绍了电测仪表的各种检验方法、各系仪表的误差调整方法。本书除了可作技工学校的实习教材外,对工矿企业的电测仪表工人和电力技术人员也有一定的参考价值。



电 工 仪 表 检 验

保定电力技工学校 王学群 主编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

河北省三河市印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 6.25印张 136千字

1993年10月第一版 1993年10月北京第一次印刷

印数00001— 10,100 册

ISBN7-120-01812-4/1M·480

定价 4.05 元

前 言

本书是根据部颁水利电力技工学校教学大纲的规定，为“电气检测与试验”专业编写的教材。全书共六章，分为三个部分。第一章为第一部分，它以部颁规程为依据，介绍了电测仪表检验的基本规定和基础知识。第二章到第五章为第二部分，它用四章的篇幅，分别讲了磁电系电流表、电磁系电压表、电动系功率表及感应系电度表等四种常用仪表的检验，每章讲一种仪表的检验，组成一个实习单元。第六章为本书的第三部分，它集中介绍了电测指示仪表通用零件的修理工艺。

本书第一章至第四章由王学群老师编写，第五、六两章由李秋乐老师编写。王学群老师任本书主编。本书承福建电力技工学校李智荣老师审阅。

限于编者水平，书中不妥和错误的地方在所难免，恳望读者批评指正。

编 者

1992年4月

目 录

前 言	
第一章 电测量指示仪表检验基本规定	I
第一节 电测量指示仪表的分类及技术特性	1
第二节 仪表的检验周期	7
第三节 对检验装置和标准表的要求	7
第四节 检验方法的原则规定	9
第五节 仪表的检验项目和技术要求	9
第六节 检验结果的处理	16
第二章 磁电系电流表、电压表的检验	18
第一节 磁电系仪表的结构与工作原理	18
第二节 磁电系仪表的检验	23
第三节 磁电系仪表的误差调整	27
第四节 磁电系仪表的修理	28
第三章 电磁系电流表、电压表的检验	34
第一节 电磁系仪表的结构与工作原理	34
第二节 电磁系仪表的误差	36
第三节 电磁系电流表、电压表的检验	37
第四节 电磁系电流表、电压表的误差调整	42
第五节 电磁系仪表的故障及修理	44
第四章 电动系功率表的检验	46
第一节 电动系功率表的结构与工作原理	46
第二节 铁磁电动系测量机构	47
第三节 电动系功率表的误差分析	49
第四节 电动系功率表的检验	52
第五节 电动系功率表的误差调整	58
第六节 电动系仪表的常见故障及修理	60
第五章 感应系单相电度表的检验	63
第一节 电度表的结构与工作原理	63
第二节 电度表检验的一般规定	65
第三节 电度表的检验方法	67
第四节 电度表的误差调整	71
第五节 单相电度表的修理	72
第六章 电测量指示仪表通用零件的修理	76
第一节 轴尖的修理	76
第二节 轴承的修理	81
第三节 游丝的修理	83
第四节 线圈的绕制	87
第五节 仪表刻度盘的绘制	89
参考文献	93

第一章 电测量指示仪表检验基本规定

第一节 电测量指示仪表的分类及技术特性

电测量指示仪表是用于测量电压、电流、功率、频率、相位等电量的直读仪表。它的特点是将通入的被测量转变为指示器的偏转角，在标度尺上直接指示出来。它具有指示明显、结构简单、性能稳定等优点，是目前广泛使用的一种测量仪表。本节先介绍它的分类方法，然后介绍它的技术特性。

一、电测量指示仪表的分类

电测量指示仪表种类繁多，它的分类方法也很多，下面介绍国家标准GB776《电测量指示仪表通用技术条件》的十二种分类方法。

1. 按准确度分类

仪表按准确度等级分为7级，即0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0级。

2. 按使用环境条件分类

仪表按使用环境条件分为A、A₁、B、B₁及C等5组。各组的使用条件又分为工作条件和最恶劣条件两种，具体规定见表1-1。

表 1-1 仪 表 的 使 用 环 境 条 件

环境条件参数 \ 分类组别		A	A ₁	B	B ₁	C
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% (+35℃)
	霉菌、昆虫	有	没有	有	没有	有
	盐 雾	没有	没有	按要求定	没有	按要求定
	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

3. 按外壳防护性能分类

仪表按外壳防护性能分为 7 类, 即普通式、防尘式、防溅式、防水式、水密式、气密式和隔爆式。

4. 按耐受机械力作用的性能分类

仪表按耐受机械力作用的性能分为两类, 普通的和能耐受机械力作用的。

5. 按防御外界磁场和电场的能力分类

仪表按防御外界磁场和电场的能力分为 4 级, 即 I、II、III、IV 级。其中 I 级的防御外界磁场和电场的性能最好, 即在相同外界磁场和电场的作用下, 它产生的附加误差最小。各级仪表在外界磁场和电场作用下产生的附加误差的允许值见表 1-3。

6. 按工作原理分类

仪表按工作原理可分为磁电系、电磁系、电动系、铁磁电动系、感应系、静电系、振簧系、整流系及电子系等系列。

7. 按可动部分支承方式分类

仪表按可动部分支承方式可分为 3 类, 即轴尖轴承式、张丝式、吊丝式。

8. 按读数装置的结构形式分类

仪表按读数装置的结构形式可分为指针式、光指示器式及振簧式 3 种。

9. 按标度尺上零位的位置分类

仪表按标度尺上零位的位置可分为单向标度尺、双向标度尺及无零位标度尺 3 种。

10. 按使用方式分类

仪表按使用方式可分为安装式和可携式两类。

11. 按标度尺特性分类

仪表按标度尺特性可分为均匀标度尺和非均匀标度尺两类。

12. 按外形尺寸大小分类

仪表按外形尺寸大小可分为 4 种, 即微型仪表、小型仪表、中型仪表和大型仪表。各型仪表的外形尺寸规定如表 1-2 所示。

表 1-2 各 型 仪 表 外 形 尺 寸

仪 表 类 型	仪表正面的最大尺寸(mm)		仪 表 类 型	仪表正面的最大尺寸(mm)	
	可携式仪表	安装式仪表		可携式仪表	安装式仪表
微型仪表	≤ 75	≤ 40	中型仪表	$> 150 \sim 300$	$> 80 \sim 160$
小型仪表	$> 75 \sim 150$	$> 40 \sim 80$	大型仪表	> 300	> 160

二、电测量指示仪表的技术特性

电测量指示仪表的技术特性是多方面的, 这里仅选择一些与仪表检验有关的内容加以讨论。

1. 仪表的误差

仪表的误差是仪表的主要技术特性。任何仪表在测量时都有误差, 它的指示值只是被

测量的近似值。仪表误差的大、小，说明仪表指示值和被测量实际值的接近程度。仪表误差小，接近程度高，测量的准确度就高。仪表误差通常用绝对误差、相对误差和满度相对误差表示。

(1) 绝对误差。它表示仪表指示值 A_x 与被测量的实际值 A_0 的差值。如以 Δ 表示绝对误差，则

$$\Delta = A_x - A_0 \quad (1-1)$$

绝对误差是有大、小和正、负的，它的大、小和正、负表示测量结果偏离真实值的程度和方向。

由绝对误差的计算公式(1-1)可得到实际值

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

式中 C ——更正值， $C = -\Delta$ 。它与绝对误差数值相等而符号相反。

引进更正值后，可以对仪表的指示值进行修正，得到被测量的实际值。

(2) 相对误差。它等于仪表的绝对误差 Δ 与被测量的实际值 A_0 之比，用百分数表示。以 γ 表示相对误差，则有

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

相对误差是无量纲的量。它表示测量的准确程度。

(3) 满度相对误差，又称引用误差。它是相对误差的一种特殊表示形式，它等于绝对误差 Δ 与仪表量程 A_m 之比，用百分数表示。如果用 γ_m 表示满度相对误差，则有

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

满度相对误差也是无量纲的量。它比较确切地表达了仪表的准确程度。

2. 仪表的准确度等级

准确度是表征仪表品质的多项技术性能中最重要的一项。仪表的准确度等级是依据仪表基本误差的大小来划分的，仪表的基本误差用满度相对误差表示。依据国家标准规定，电测量指示仪表的准确度等级分为0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0等7个等级。各个等级仪表的基本误差值，不得超过表1-7的规定。

3. 仪表基本误差分析

依据误差产生的不同原因，仪表误差分为基本误差和附加误差两类。

仪表的基本误差是仪表在规定条件下进行测量时所具有的误差。它是仪表所固有的，仅决定于仪表的内在品质。基本误差由许多种误差组成，其中主要的有：摩擦误差，倾斜误差，不平衡误差，游丝、张丝永久变形误差，标度尺分度和装配不正确误差，内部电磁场误差等。下面逐项进行分析。

(1) 摩擦误差。在采用轴尖、轴承支承的仪表里，由于轴尖和轴承之间存在摩擦，产生与可动体运动方向相反的摩擦力矩，阻碍可动体的运动，使仪表指示器达不到应有的位置，形成摩擦误差。摩擦误差又是引起仪表升降变差的主要原因。

仪表的摩擦力矩愈小而反作用力矩愈大,则摩擦误差愈小。而摩擦力矩的大小,与仪表可动体的质量有关,与轴尖轴承的尺寸和材料有关,还与接触表面的加工品质有关。减小可动体的质量、选用优质的材料制做轴尖轴承、并提高接触表面的加工品质,可以减小摩擦力矩,从而减小摩擦误差。此外,摩擦误差还与仪表转轴的放置位置有关。转轴垂直放置时的误差,比水平放置时的小得多。因此,高准确度的仪表,转轴总是垂直放置的。

摩擦误差的数值不是固定的。它和许多偶然因素有关,例如轴承不清洁、潮湿、震动等。

从根本上消除摩擦误差的方法是,采用张丝支承结构。

(2) 倾斜误差。在转轴垂直放置的仪表里,由于轴端间隙的存在,轴的上端可能靠在轴承凹口的不同位置,指针因此会指在不同的位置而发生倾斜误差。轴端间隙愈大,指针移动平面与下轴承间的距离愈大,倾斜误差也愈大。

(3) 不平衡误差。仪表的活动部分应该平衡,即它的重心应该和转轴重合,否则就会出现重力矩并产生不平衡误差。不平衡误差可以通过调整平衡装置加以消除。

(4) 游丝和张丝永久变形误差。仪表的游丝和张丝不应有永久变形,如果因过热或其它原因有了永久变形,则当重复旋紧同一角度时,将产生不同的反作用力矩而引起误差。

(5) 标度尺分度和安装不正确误差。仪表标度尺一般采用两种制做方法,一是用印刷的方法把全部分度都预先做好。另一种方法是将仪表通电,先用铅笔在空白表盘上做好印记,然后用分度器或用手画出分度线。用第一种方法制做的标度尺装上仪表后,通入被测量,根据被测量值,调节仪表的调整元件,使仪表指针准确指在相应的分度线上。这样仅对标度尺上一个分度线的调整,可能会使其余分度线的读数与实际值略有不符,形成调整不准误差。用第二种方法制做的标度尺,由于印记做的不准,画线不准或标度尺画好后安装不准,都会产生误差。

(6) 内部电场、磁场误差。仪表内部的磁场误差主要是由磁阻尼器的永久磁铁产生的。为防止内部磁场和仪表外部磁场对测量机构的影响,通常采用磁屏蔽罩对测量机构加以保护。

如果仪表的可动部分与固定部分之间有电位差,就会由于静电力的作用而产生附加力矩,形成内部电场误差。因此,在制造和使用仪表时,必须设法使这两部分处于相同的电位下。

4. 仪表的附加误差

仪表在使用过程中,外部条件常有偏离规定值的情况,这时仪表的指示值将会出现一些微小变化,这一变化称为仪表的附加误差。

外界磁场、环境温度以及仪表自工作位置倾斜的角度等等,它们对仪表的指示有一定影响,但它们不是仪表所要测量的量,我们把它们称为影响量。仪表的附加误差就是影响量引起的误差。在国家标准GB776《电测量指示仪表通用技术条件》里,对各种影响量偏离额定值所引起的附加误差值,作了具体规定,详见表1-3。至于各项附加误差的具体情况,将在各系仪表的误差分析里叙述。

表 1-3

影响量偏离额定值引起的附加误差

影响量名称		影响量偏离额定值的规定			附 加 误 差 的 允 许 值								
工 作 位 置	自工作位置 向任一方向倾斜角度	耐机械力作用的性能为普通的仪表	光指示器仪表、 0.1级及0.2级仪表、可携式张丝仪表为5°		指示值改变之值和基本误差相同								
			除上述以外其它仪表为10°										
		能耐受机械力作用的仪表	可携式仪表	0.5~1.0级为20°									1.5~5.0级为30°
				安装式仪表									
温 度	环境条件	分类组别	规定的温度范围			准确度等级 分类组别	允 许 指 示 值 的 改 变 %						
			A, A ₁ 组	B, B ₁ 组	C组		0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
		工作条件	0~+40℃	-20~+50℃	-40~+60℃	A, A ₁ 组	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0
		最恶劣条件	-40~+60℃	-40~+60℃	-50~+60℃	B, B ₁ 组	±0.1	±0.15	±0.4	±0.8	±1.2	±2.0	±4.0
						C组	—	±0.15	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2.5
环境温度自额定温度改变至规定的工作温度范围内的任一温度时, 换算为温度每改变10℃所引起的仪表指示值的改变之值													
频 率	频率自额定值偏离±10%(对单相无功功率表为±5%)时, 所引起的仪表指示值的改变之值				指示值改变之值和基本误差相同								
电 压	电压自额定值偏离±20%(对整流系仪表为±15%)时, 所引起的仪表指示值的改变之值				指示值改变之值和基本误差相同								
磁 场	直流仪表, 加磁场为400A/m(50e)的直流均匀外磁场, 且在最不利方向的情况下 交流仪表, 加与被测量同频率的正弦交流均匀外磁场, 且在最不利的相位情况下, 其外磁场: 当仪表的额定频率或额定频率范围的最大频率 $f \leq f_k$ 时, 为400A/m; $f > f_k$ 时, 为 $400 \frac{f_k}{f}$ A/m				准 确 度 等 级		允 许 指 示 值 的 改 变 (%)						
							I 级	II 级	III 级	IV 级			
					0.1,	0.2,	0.5	±0.5	±1.0				
					1.0	1.5		±1.0	±2.5				
2.5	5.0			±2.5	±5.0								

续表

影响量名称	影响量偏离额定值的规定	附 加 误 差 的 允 许 值						
电 场	加频率为50Hz的被测量与外电场, 且在最不利的方向和相位的情况下, 其电场: 当仪表额定电压 U 小于40kV时, 为 $(10+U)$ kV; 大于40kV时, 为50kV	0.1,	0.2,	0.5	± 0.5	± 1.0		
		1.0	1.5				± 2.5	
		2.5	5.0				± 2.5 ± 5.0	
仪表并置	将一台与被试表完全相同的仪表先放置在离被试表至少1m远处, 然后再靠近并置, 所引起的仪表指示值的改变之值	0.1,	0.2,	0.5	± 0.25	± 0.5	—	—
钢 板	安装式仪表安装于1mm厚的钢开关板上, 可携式仪表放置在3mm厚的钢底板上, 所引起的仪表指示值的改变之值	1.0,	1.5				± 1.0	—
		2.5,	5.0				± 1.0	± 1.0
功 率 因 数	在电压、电流及频率均为额定值时, 对有功率表 $\cos\varphi=0$ (可携式仪表感性和容性负载, 安装式仪表感性负载); 对无功功率表 $\sin\varphi=0$	指示器偏离零位之值不应超过基本误差						
	在电压、电流及频率均为额定值时, 当功率因数自额定值的100%改变至50%(感性或容性负载), 同时电流自额定值的50%改变至100%	指示器改变之值不应超过基本误差						
元件相互作用	当电压、电流、频率及功率因数均为额定值时, 在多元件功率表或无功功率表的任一元件电流线路中接通电流, 其余元件的电压线路中接通电压	指示器偏离零位之值不应超过基本误差						

5. 仪表的升降变差

仪表的升降变差是由摩擦误差、磁滞误差、倾斜误差、不平衡误差等综合产生的。普通仪表的升降变差不得超过其基本误差的允许值。

6. 指示器不回零位

仪表通入被测量以后, 将被测量减至零, 仪表指示器对零位的偏离值, 称为指示器不回零位。仪表的指示器不回零位主要的是由游丝或张丝永久变形误差和摩擦误差产生的。

仪表的指示值应该是稳定的。仪表的升降变差小、不回零位小, 仪表示值的稳定性就好。

7. 仪表的阻尼

仪表应有良好的阻尼。仪表的阻尼特性是用阻尼时间来表征的。从仪表通入被测电量时起, 到指示器的摆幅不大于标度尺全长的1%时止, 这一段时间称为阻尼时间。国家标准规定: 一般仪表的阻尼时间不应超过4s。当被测量突然改变时, 仪表指示器的最大偏转

角与稳定后的偏转角之比，不应大于1.5。

第二节 仪表的检验周期

电测指示仪表经过长期使用，它的各项技术性能会有所变化。所以，对它的主要技术性能要定期进行检验。在SD110-83《电测量指示仪表检验规程》中，对各类仪表的检验周期分别规定如下。

(1) 控制盘和配电盘仪表：它的检验周期应该与所连接主要设备的大修日期一致。但是，主要设备、主要线路的仪表，应每年检验一次。其它盘的仪表每四年至少检验一次。

(2) 可携式仪表：每年至少检验一次，常用的则每半年至少检验一次。经两次以上检验，证明质量良好的仪表，可以延长检验期1倍。

(3) 万用电表、钳形表：每四年至少检验一次。兆欧表和接地电阻测定器每二年至少检验一次。用于高压电路的钳形表和作吸收比用的兆欧表，每年至少检验一次。

(4) 当对运行中仪表的指示发生疑问时，可以用标准表在其工作点上用比较法进行核对。

从上面的规定中可以看出，检验周期的长短，取决于仪表的用途、使用时间及仪表的质量。用于重要设备的仪表，检验周期要短些。使用频繁的仪表，或者质量较差的仪表，易于超差，检验周期应短些。在相反的情况下，周期可适当长些。

第三节 对检验装置和标准表的要求

对检验装置和标准表的要求，主要的有以下几项：

(1) 检验装置（包括标准表在内）的综合误差，宜为被检仪表基本误差的1/5，最低要求应为1/3。标准表的准确度等级和与它配套使用的标准附件（互感器、分流器、标准电阻、分压器等）的相对误差应不低于表1-4的要求。

对标准表标度尺的长度，按仪表准确度等级的不同，也有不同的要求：0.1级标准表，标度尺长度应不小于300mm；0.2级的不小于200mm；0.5级的不小于130mm。

(2) 用直接比较法检验电流表、电压表、功率表、万用电表、钳形表时，标准表的系列应尽可能与被检表相同。

(3) 当用直接比较法检验三相仪表时，应尽可能采用不受三相电源不对称影响的方法，标准表的接线方式应尽可能与被检表的接线方式相一致。

(4) 当用数字仪表作标准表时，数字表的输入阻抗应比与它配合使用的分压器或分流器的阻抗大10000倍以上。

(5) 检验用电源的技术要求：除了要求其输出电流、电压应大于检验设备的测量范围以外，还要求输出电流、电压的稳定度好，交流系数小，波形畸变小。

1) 电流、电压的稳定度，是指在一定的时间间隔内电流或电压的最大相对变化量。

表 1-4

标准表的准确度等级和标准附件的准确度等级

被检表准确度等级(级)	标准表准确度等级		标准附件的相对误差	
	不考虑更正	考 虑 更 正	不考虑更正	考 虑 更 正
0.1	0.02	0.05	0.01	0.02
0.2	0.05 (0.03)	0.1	0.02 (0.01)	0.05
0.5	0.1	0.2	0.05 (0.02)	0.1
1.0	0.2	0.5	0.1	0.2
1.5	0.2	0.5	0.1	—
2.5	0.5	—	0.2	—
5.0	0.5	—	0.2	—

注 若检验装置的实际综合误差不能满足1/5~1/3的要求,则应考虑采用括弧内的数字。

它的计算公式为

$$s = \frac{\Delta A_m}{A_0} \times 100\% \quad (1-5)$$

式中 ΔA_m ——电流或电压的最大变化值, $\Delta A_m = A_2 - A_1$;

A_0 ——电流或电压的平均值, $A_0 = \frac{1}{2}(A_2 + A_1)$ 。

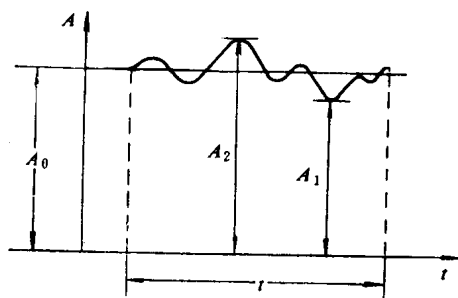


图 1-1 稳定度的计算

关于 ΔA_m 和 A_0 的取值方法见图1-1, 图中的时间 t 通常取为0.5min。

对于直流电源, 要求它的稳定度值小于被检表基本误差值的1/10; 对于交流电源, 要求它的稳定度值小于被检表基本误差值的1/5。

2) 检验用的直流电源: 它不应含有交流分量。在电子式直流电源中, 由于交流分量滤除不净, 输出直流中会含有交流分量。交流分

量的大小以交流系数表示。交流系数是电流(电压)交流分量有效值 A_{ac} 与直流电流(电压) A_{dc} 之比的百分数, 即

$$K = \frac{A_{ac}}{A_{dc}} \times 100\% \quad (1-6)$$

对于0.1级、0.2级仪表, 要求交流系数不大于1%; 对于0.5级及以下各级仪表, 要求交流系数不大于3%。

3) 检验用交流电源的电流(电压)波形应为正弦波。但实际的波形总是有些畸变的。由于不同系列的仪表对波形畸变的敏感程度不同, 所以必须对波形畸变的大小, 提出一定要求。波形畸变的大小用畸变系数表示, 它等于交流电流(电压)中2次以上谐波分量的有效值, 与电流(电压)有效值之比, 以百分数表示, 即

$$K = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + \dots + A_n^2}}{A} \times 100\% \quad (1-7)$$

对波形畸变系数的要求是

$$K \leq 5\%$$

第四节 检验方法的原则规定

常用的仪表检验方法有直流补偿法、热电比较法及直接比较法。应该按照仪表的种类和准确度等级选用检验方法。

- (1) 0.1~0.5级直流和交、直流仪表，一般用直流补偿法。
 - (2) 0.1~0.5级交流和交、直流仪表，一般用热电比较法。
 - (3) 0.5级以下各级仪表，多用直接比较法。
 - (4) 在直流下检验各级仪表，可采用以数字表为标准表的直接比较法。
- 关于检验方法的规定见表1-5。

表 1-5 检 验 方 法 的 规 定

序号	仪 表 类 别	检 验 项 目	检 验 方 法
1	0.1、0.2和0.5级直流和交、直流两用的电流表、电压表和功率表	直流下的基本误差和升降变差	直流补偿法或直接比较法（包括用数字表作标准的直接比较法）①
2	0.1、0.2和0.5级交流和交、直流两用的电流表、电压表和功率表	额定频率及扩大频率下的基本误差、升降变差和功率因数影响	热电比较法或直接比较法
3	0.5、1.0、1.5、2.5和5.0级直流、交流和交、直流两用的电流表、电压表、功率表和万用电表及钳形表的电流、电压和功率量限	直流和交流下的基本误差、升降变差以及交流下的功率因数影响	直接比较法
4	0.5、1.0、1.5、2.5和5.0级低功率因数功率表	基本误差、升降变差和功率因数影响	直接比较法、热电比较法
5	0.5、1.0、1.5、2.5和5.0级三相三线有功功率表	基本误差、升降变差和功率因数影响	三相直接比较法、单相直接比较法（改进法）和三相电压单相电流法
6	1.5、2.5和5.0级三相无功功率表	基本误差、升降变差和功率因数影响	三相直接比较法、单相直接比较法（有条件地采用）
7	兆欧表、接地电阻测定器和万用电表的电阻量限	基本误差和升降变差	电阻箱法
8	控制盘和配电盘仪表	误差和升降变差的现场检验	直接比较法

① 其它类别的仪表也如此。

第五节 仪表的检验项目和技术要求

一、检验项目

仪表的定期检验项目和检验顺序，一般应按照下述规定进行：

- (1) 外观检查;
- (2) 可动部分倾斜影响检查;
- (3) 基本误差测定;
- (4) 升降变差的测定;
- (5) 指示器不回零位测定;
- (6) 功率表的功率因数影响检验。

此外, 经过修理的仪表或者对其性能有怀疑的仪表, 还应根据需要进行下列检验:

- (1) 稳定性检验;
- (2) 绝缘电阻测定;
- (3) 绝缘强度检验;
- (4) 温度影响检验;
- (5) 阻尼时间测定;
- (6) 其它检验。

二、技术要求和检验方法

1. 外观检查

仪表的外观检查包含以下各项内容:

- (1) 从外表看, 零、部件完整, 无松动, 无裂缝; 轻摇仪表时内部无撞击声。
- (2) 左右转动调零器, 指示器转动灵活, 左右对称。
- (3) 指针无弯曲。指针与标度盘表面间的距离适当。对装有反射镜的仪表, 此距离不大于 $(0.02L+1)$ mm; 其余仪表不大于 $(0.01L+1)$ mm。其中 L 是标度尺长度, 以 mm 计。

刀形和丝形指针的尖端至少应盖住标度尺上最短分度线的 $1/2$, 矛形指针可为 $1/4 \sim 3/4$ 。

- (4) 仪表端钮和转换开关上应有用途标志。
- (5) 仪表表盘上应有下列标志符号:
 - 1) 被测电量的单位符号;
 - 2) 仪表的型号;
 - 3) 准确度等级;
 - 4) 仪表系别符号;
 - 5) 正常工作位置符号;
 - 6) 防外磁场、外电场等级符号;
 - 7) 按使用条件划分组别的符号;
 - 8) 绝缘强度试验电压符号;
 - 9) 制造标准号;
 - 10) 制造年、月和出厂编号;
 - 11) 厂名或厂标;
 - 12) 电流种类和相数的符号;

13) 互感器变比;

14) 沿地磁场放置位置的符号。

(6) 检查有无封印, 外壳密封是否良好。

2. 可动部分倾斜影响检查

在做此项检查时, 应遵守测定基本误差的规定条件, 并应用轻敲仪表外壳的方法, 除去变差的影响。检查可在标度尺几何中心附近和上量限附近的两个分度线上进行。

检验时, 应按表1-6规定的角度, 自工作位置向前、后、左、右四个方向倾斜仪表, 在倾斜情况下的指示值与工作位置时的指示值之差, 不应超过仪表的基本误差值。

表 1-6 倾斜影响检验时仪表倾斜角度值

仪 表 类 别			倾 斜 角 度
普通仪表	0.1级及0.2级表、光指示器式仪表, 可携式张丝表		5°
	除上述仪表外的其它仪表		10°
能耐受机械力作用的仪表	可 携 式	0.5~1.0级	20°
		1.5~5.0级	30°
	安 装 式	0.5~1.0级	30°
		1.5~5.0级	45°

对于用游丝产生反作用力矩的指针式仪表, 可以用下述方法检查仪表可动部分的机械平衡, 不必再作倾斜影响检验。

(1) 使仪表转轴与水平面垂直, 指针与水平面平行, 调好机械零位。

(2) 倾斜仪表, 使它的转轴、指针都和水平面平行, 记下指针对零位的偏离。

(3) 倾斜仪表, 使它的轴与水平面平行, 指针与水平面垂直, 再次记下指针对零位的偏离值。

两次记下的偏离值, 都不应超过用下式计算之值, 即

$$\Delta L = 0.02KL \quad (1-8)$$

式中 K ——仪表准确度等级的数值;

L ——标度尺长度, mm。

例如, 对于标度尺全长为120mm的1.5级仪表, 其偏离值不得大于 $0.02 \times 1.5 \times 120 = 3.6\text{mm}$ 。

有些仪表(例如某些型号的电磁系仪表), 在通电后不平衡误差较大, 对于此类仪表, 应该通电检查倾斜影响。

3. 基本误差的测定

(1) 仪表基本误差 γ 的计算公式是

$$\gamma = \frac{\Delta}{A_n} \times 100\% = \frac{A_x - A_0}{A_n} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 A_x ——被检仪表的读数;

A_s ——标准表的读数;

Δ ——被检仪表的绝对误差, 应取其标度尺工作部分上出现的最大绝对误差进行计算;

A_m ——仪表的一个规定值。

对各种标度尺的仪表, 其规定值 A_m 如下:

1) 单向标度尺仪表, 它为标度尺工作部分的上量限。

2) 双向标度尺仪表, 它为标度尺工作部分两个上量限绝对值之和。例如, 左上量限为15MW、右上量限也为15MW的双向功率表, $A_m = 15 + 15 = 30\text{MW}$ 。

3) 无零位标度尺仪表。若仪表为指针式的, 则 A_m 为上、下量限的差, 例如, 测量范围为45~55Hz的频率表, $A_m = 55 - 45 = 10\text{Hz}$; 若仪表为振簧系的, 则 A_m 为仪表的指示值, 例如, 振簧系频率表中, 频率为52Hz的簧片, $A_m = 52\text{Hz}$ 。

对于以标度尺工作部分长度百分数表示误差的仪表, 其基本误差计算式为

$$\gamma = \frac{4L}{L} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 L ——标度尺工作部分的长度, mm; 长度的误差应在 $\pm 5\%$ 以内;

$4L$ ——以长度表示的被检表与标准表示值之差。它的读取方法是这样的: 先在标准表(或量具)上给出标准读数, 然后在被检表上直接读取指示器与被检分度线的偏离值 $4L$ 。

也允许根据标准表的读数(格)和计算读数(格)计算基本误差。这时公式(1-9)可以改写为

$$\gamma = \frac{\alpha - \alpha_s}{\alpha_m} \times 100\% \quad (1-11)$$

式中 α_s ——被检表读数为 A_m 时标准表的实际读数, 格;

α ——被检表读数为 A_m 时标准表应有的读数, 称为计算读数, 格;

α_m ——与被检表的 A_m 值相对应的标准表读数, 格。

(2) 基本误差的极限值。根据国家标准规定, 在仪表标度尺工作部分的所有分度线上, 基本误差不应超过表1-7的规定。

表 1-7 仪表基本误差的极限值

仪表的准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差极限值(%)	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0

(3) 测定基本误差的规定条件。测定基本误差时, 应该遵守下列各项规定条件:

1) 被检仪表及附件的温度, 应和环境的温度相同, 湿度应在85%以下。这是要求被检仪表在规定的温度下放置一定时间, 以消除温度影响误差。

2) 仪表应在预热以前, 在工作位置下调好机械零位, 以后不再重新调整。

3) 长期通电使用的安装式仪表, 在检验之前应先通电预热15min。预热时所加电压

为额定电压，所通电流为80%额定电流。

可携式仪表不必预热。

4) 所有影响仪表指示的影响量，应符合表1-8的规定。所谓影响量是指对仪表指示值有一定影响，但不是仪表所要测量的量。例如，环境温度、外界磁场等都是影响量。

5) 规定与定值导线或专用导线连用的仪表，应该和定值导线或专用导线一起进行检验。根据我国标准，定值导线的总电阻是 $0.035 \pm 0.001 \Omega$ 。

6) 有外附专用附件（互感器、分流器等）的仪表，必须和附件一起进行检验。

7) 三相仪表应在对称电压和平衡负载的条件下检验；

表 1-8 影响量的额定值及允许偏差

影 响 量		额 定 值		额定值允许偏差	
		当 注 明 时	当 未 注 明 时	0.1、0.2级	0.5、1.0、1.5、 2.5、5.0级
温 度		规定值或规定范围 内任一值	+20℃	±2℃	±5℃
工 作 位 置		规定位置	任何位置	0.1、0.2级仪表、光指示仪表和可携式张 丝表±1°	
				其它仪表±2°	
电 压		规定值或规定范围 内任一值	—	±2%	
频 率		规定值或规定范围 内任一值	50Hz	±2%	
				单相相位表、功率因数表和无功功率表为 ±0.5%	
交流电流或 电压的波形		正弦的	正弦的	畸变系数≤5%	
				万用电表、整流系钳形表≤1%	
直流电压或电 流的交流系数		0	0	≤1%	≤3%
与地磁场的方向		N←S	任何方向	±5°	
外 磁 场		应无外磁场	应无外磁场	仅有地磁场存在	
铁 磁 物 质		规定的钢板	应无铁磁物质	—	
外 电 场		应无外电场	应无外电场	—	
功率因数	功 率 表	规 定 值	cosφ=1	0.01	
	无功功率表		sinφ=1		
相位表和功率 因数表的电流		规 定 值	额定值的 40%和100%	—	
兆欧表内附 发电机转速		规 定 值	120r/min和 150r/min	±2r/min	
万用电表内 附电池电压		规 定 值	—	±10%	