

工频单相相位表检定规程

JJG 440—1986

工频单相相位表检定规程

Verification Regulation
of 50Hz Single-phase Phasometer

JJG 440—1986

本检定规程经国家计量局于1986年5月28日批准，并自1987年4月1日起施行。

归口单位：贵州省标准计量管理局

起草单位：贵州省计量测试技术研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

王光绮（贵州省计量测试技术研究所）

目 录

一 技术要求	468
(一) 基本误差	468
(二) 升降变差	469
(三) 非额定负载影响	469
(四) 倾斜影响	469
(五) 端钮极性	469
(六) 阻尼	469
(七) 频率影响	469
(八) 绝缘	469
(九) 外观	469
二 检定条件	470
三 检定项目	470
四 检定方法	471
(一) 检定的一般规定	471
(二) 倾斜影响的测定	472
(三) 交流补偿法	472
(四) 正交功率法	473
(五) 直接比较法	475
(六) 极性检查	475
(七) 阻尼的测定	476
(八) 频率影响的测定	477
(九) 绝缘的测量	477
五 检定结果处理和检定周期	478
附录 1 工频相位检定系统	479
附录 2 相位表检定原始记录格式	481
附录 3 相位表检定证书格式	483

工频单相相位表检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的额定频率为 50Hz, 准确度为 0.5 级至 5.0 级的单相相位表 (包括相角表和功率因数表) 的检定。

本规程不适用于数字式相位计、自动记录式相位表、移相补偿式相位表、非工频相位表、三相相位表以及与本规程不符的其他类型相位计量仪表。

一 技 术 要 求

(一) 基本误差

1 用于指示同频交流电流与电压之间相角差的相位表, 称为相角表。其误差表示为:

$$r_{\phi} = \frac{\Delta\phi}{\phi_N} \cdot 100\% = \frac{\phi_x - \phi_0}{\phi_N} \cdot 100\% \quad (1)$$

式中: r_{ϕ} ——以基准值百分数表示的相角表示值误差;

ϕ_N ——相角表误差的基准值 $\varphi_N = 90^\circ$;

ϕ_x ——相角表示值 (度);

ϕ_0 ——相角实际值 (度)。

相角表在标度尺所有分度上的基本误差不应超过表 1 中的规定值。

表 1

相角表准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
允许基本误差 (%)	±0.50	±1.0	±1.5	±2.0	±2.5	±5.0
相当于相角允差 (度)	±0.45	±0.90	±1.35	±1.80	±2.25	±4.50

2 用于指示交流电路中有功功率与视在功率之比值的相位表, 称为功率因数表, 其误差由式 (2) 表示:

$$r_0 = \frac{\Delta\cos\phi}{\cos\phi_N} \cdot 100\% = \frac{\cos\phi_x - \cos\phi_0}{\cos\phi_N} \cdot 100\% \quad (2)$$

式中: r_0 ——以基准值百分数表示的功率因数表示值误差;

$\cos\phi_N$ ——功率因数表误差的基准值 $\cos\varphi_N = 1$;

$\cos\phi_x$ ——功率因数表示值;

$\cos\phi_0$ ——功率因数实际值。

功率因数表在标度尺所有分度上的基本误差不应超过表 2 中的规定值。

表 2

功率因数表准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
允许基本误差 (%)	±0.50	±1.0	±1.5	±2.0	±2.5	±5.0
相当于功率因数允差	±0.005 ±0.33'	±0.010 ±0.36'	±0.015 ±0.40'	±0.020 ±0.47'	±0.025 ±0.66'	±0.050

注: 在 GB776—1976 修订之前, 对于功率因数表暂时允许采用如下误差表示方法:

$$r_L = \frac{\Delta L}{L_m} \cdot 100\% \quad (3)$$

式中 r_L ——以标度尺工作部分全长百分数表示的功率因数表分度线位置误差；
 ΔL ——功率因数表分度线偏离准确位置的弧线距离 (mm)；
 L_m ——功率因数表标度尺工作部分弧线全长 (mm)。

用此方法表示误差的功率因数表的基本误差不应超过表 3 中的规定值。

表 3

功率因数表准确度等级	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	5.0
允许基本误差 (%)	± 0.50	± 1.0	± 1.5	± 2.0	± 2.5	± 5.0
相当于分度线位置允差 (mm)	$\pm 0.005L_m$	$\pm 0.010L_m$	$\pm 0.015L_m$	$\pm 0.020L_m$	$\pm 0.025L_m$	$\pm 0.050L_m$

(二) 升降变差

3 当相位平缓上升和平缓下降至某一确定值时，相位表两次示值之差的绝对值称为相位表在该示值上的升降变差。相位表在标度尺所有分度上的升降变差不应超过表 1 或表 2 中规定值的绝对值。

(三) 非额定负载影响

4 相位表在额定电压和 40% ~ 100% 额定电流下，其基本误差和升降变差应符合本章第 (一) 节和第 (二) 节的规定。

(四) 倾斜影响

5 对具有机械零位的相位表不通电，对无机械零位的相位表通以额定电压和 40% 的额定电流，相位表自规定位置向任一方向倾斜 5° 时，其示值的改变量不应超过表 1 或表 2 中规定值的 50%。

(五) 端钮极性

6 按照端钮标注的极性接入电路，相位表应正确指示电流对于电压滞后或超前的方向。

(六) 阻尼

7 张丝式的或指针长度大于 150mm 的相位表，其阻尼时间不应超过 6s；其余的相位表的阻尼时间不应超过 4s。

全偏转机械角度小于 180° 的相位表，其机械的过稳定偏转不应超过标度尺工作部分全长的 20%；其余的相位表，其机械的过稳定偏转不应超过标度尺工作部分全长的 25%。

(七) 频率影响

8 当被测交流电量的频率偏离相位表额定频率的 $\pm K\%$ (K 为相位表准确度等级) 时，其相对于额定频率下的示值改变量不应超过表 1 或表 2 中的规定值。

(八) 绝缘

9 相位表及其附件的所有线路与外壳间的绝缘应能承受频率为 50Hz、正弦交流电压 2kV、历时 1min 的试验。电流回路与电压回路之间能承受频率为 50Hz、正弦交流电压 600V、历时 1min 的试验。试验时的环境温度为 15~35℃、相对湿度不超过 85%。

10 相位表及其附件的所有线路，对外壳的绝缘电阻不应小于 20MΩ。测量绝缘电阻时，所施加的电压为 500V。环境条件与第 9 条规定相同。

(九) 外观

11 相位表不应有标度尺扭曲、污染、镜尺昏暗、破碎，指针弯曲、擦盘，外壳裂损，端钮松动以及表壳内含异物等以引起测量错误或导致仪表进一步损坏的缺陷。仪表标志应符合标准。

二 检 定 条 件

12 检定相位表的基本误差、升降变差和非额定负载影响时，应在规定的检定条件下进行，这些条件包括：

12.1 相位表及其附件应预先置于规定的检定环境中，使之与周围空气温度相同。

12.2 有调零器的相位表，应在预热之前将指示器调至零位，在以后的检定过程中不允许重新调整零位。

12.3 配有水准器的相位表，应在检定前将其调整至规定位置。

12.4 安装式相位表及其附件，在额定负载下预热 15min 后进行检定；短时接通或重复性短时接通使用的相位表及其附件，在接入负载后进行检定。

表 4

影 响 量	标 准 状 态		允 许 偏 差	
	当注明时	当未注明时	0.5, 1.0, 1.5 级相位表	2.0, 2.5, 5.0 级相位表
位 置	标志位置	任何位置	$\pm 1^\circ$	
环境温度	标志值或标志 范围内任一值	20℃	$\pm 2^\circ\text{C}$	
电 压	额定值或额定 范围内任一值	—	$\pm 2\%$	
电 流		额定值的 40%~100%	—	
频 率		50Hz	0.028* $\pm 0.1\%$	$\pm 0.5\%$
外磁场	无	无	仅有地磁场	
被测交流量 波形畸变系数 (相对正弦波)	零	零	$\leq 2\%$	
			—	对整流系相位表 $\leq 1\%$

12.5 各种影响量应符合表 4 的规定。

三 检 定 项 目

13 对定型生产和使用中的相位表，应做如下项目的检定：

13.1 外观检查；

13.2 倾斜影响的测定；

13.3 基本误差和升降变差的测定；

13.4 非额定负载影响的测定。

14 修理后的相位表，除应作上述项目的检定外，还应根据修理部位作如下附加项目的检定：

14.1 阻尼的测定；

14.2 极性检查；

14.3 频率影响的测定；

14.4 绝缘的测定。

四 检 定 方 法

(一) 检定的一般规定

15 根据被检相位表的准确度等级，按表 5 的规定选择检定方法。在保证检定准确度的前提下，也允许采用其他检定方法，但须经有关计量主管部门批准。

表 5

被检表准确度等级	检 定 方 法
0.5	交流补偿法
1.0 1.5	交流补偿法 正交功率法 直接比较法
2.0 2.5 5.0	直接比较法

16 用交流补偿法和正交功率法检定相位表时，供给被检表电流及电压的电源的稳定度应满足下述要求：

16.1 在半分钟内，电流及电压的幅值波动均不应大于 $\pm (K/10)\%$ (K 为相位表准确度等级)。

16.2 在半分钟内，电流与电压之间的相位波动不应大于 $\pm (K/10)^\circ$ 。

16.3 在半分钟内，频率波动不应大于 $\pm (K/20)\%$ 。

17 用直接比较法检定相位表时，对电源稳定度仅有 16.2 和 16.3 款的要求。

18 检定时使用的电流及电压的幅值和相位的调节设备，应能进行平稳、连续的调节。其幅值调节细度应不超过 $(K/10)\%$ ；相位调节细度应不超过 $(K/10)^\circ$ 。

19 在必要时，对检定设备应进行屏蔽，以消除泄漏和干扰的影响。

20 检定共用一个标度尺的多量限相位表时，可以采用如下任一种方式：

20.1 一般情况下，对某一个常用量限和最低量限（称全检量限）的所有数字分度线和其他各种组合量限（称非全检量限）和四个分度线进行检定。这四个分度线是：

20.1.1 上限分度线；

20.1.2 下限分度线；

20.1.3 在全检量限检定中，出现最大误差（代数值的）分度线；

20.1.4 在全检量限检定中，出现最小误差（代数值的）分度线。

20.2 根据要求，也可以对某几个量限以至全部量限均作为全检量限进行检定。

21 带有象限转换开关的相位表，可以采用如下的任一种方式进行检定：

21.1 一般情况下，对某一象限下的各量限作为多量限相位表，按 20 条规定进行检定。同时在该象限的任一相邻象限的原全检量限下，按非全检量限的规定进行检定。

21.2 根据要求，可以对某一象限下的各量限作为多量限相位表进行检定。同时对其余所有象限均在原全检量限下，按非全检量限的规定进行检定；也可以对某几个以至全部象限均作为多量限相位表进行检定。

22 对于具有相角和功率因数二个标度尺的相位表，仅对其定义准确度的一个标度尺或实际使用的一个标度尺进行检定。

23 带有外附专用分流器或附加电阻的相位表，应对其组合的整体按多量限相位表进行检定。

- 24 与通用互感器配用的相位表,应除去互感器,仅对相位表进行检定。
- 25 检定相位表的基本误差和升降变差时,应对每一个被检分度线进行二次检定:
第一次—相位平缓上升(或下降)至该分度线;
第二次—相位平缓下降(或上升)至该分度线。
- 26 检定相位表在非额定负载下的基本误差和升降变差时,被检表应通以100%额定电压和40%额定电流,在下述二个量限下按非全检量限的规定进行检定:
- 26.1 在20、21条检定中,出现最大误差(代数值)的量限;
- 26.2 在20、21条检定中,出现最小误差(代数值)的量限。

(二) 倾斜影响的测定

- 27 对具有机械零位的相位表,在不通电的情况下,进行倾斜影响的测定。实验步骤如下:
- 27.1 将被检表按规定位置放置;
- 27.2 调节调零器使指示器指零;
- 27.3 将被检表依次向前、后、左、右四个方向各倾斜 5° 。记下各次示值相对于规定位置下示值的改变量 Δ_1 、 Δ_2 、 Δ_3 、 Δ_4 ;其中最大的示值改变量(绝对值)不应超过表1或表2中规定值的50%。
- 28 对无机机械零位的相位表,在通电情况下,进行倾斜影响的测定。实验步骤如下:
- 28.1 将被检表按规定位置放置;
- 28.2 被检表通以100%额定电压和40%额定电流。调节相位,使指示器指示于分度最密集的某一分度线上。用标准仪表测定此时相位的实际值 B_0 ;
- 28.3 将被检表依次向前、后、左、右倾斜 5° 。在每次倾斜情况下,均调节相位,使指示器指示于原分度线上,并用标准仪表测定此时相位实际值,分别得到 B_1 、 B_2 、 B_3 、 B_4 ;
- 28.4 计算各次倾斜的示值改变量:

$$\Delta_1 = B_0 - B_1 \quad (4)$$

$$\Delta_2 = B_0 - B_2 \quad (5)$$

$$\Delta_3 = B_0 - B_3 \quad (6)$$

$$\Delta_4 = B_0 - B_4 \quad (7)$$

其中最大的示值改变量(绝对值)不应超过表1或表2中规定值的50%。

(三) 交流补偿法

- 29 用交流补偿法检定相位表时,所选用的装置、标准量具及仪器、应满足表6的规定。

表 6

被检表种类	相角表			功率因数表		
	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
被检表准确度等级	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5
成套装置综合误差(分)	± 9	± 18	± 27	± 7	± 13	± 20
	0.15	0.3		0.11	0.22	
交流电位差计实际极限误差(分)	± 8	± 16	± 25	± 6	± 12	± 18
分压器时间常数(s)	$\leq 5 \times 10^{-7}$	$\leq 1 \times 10^{-6}$		$\leq 5 \times 10^{-7}$	$\leq 1 \times 10^{-6}$	
电流互感器准确度等级	0.02	0.05		0.02	0.05	
频率计相对误差(%)	± 0.05			± 0.05		
装置相对灵敏度(%)	0.02	0.05		0.02	0.05	

30 用交流补偿法检定相位表按图 1 所示接线。根据被检电流和交流电位差计工作电流,选择电流互感器的变比;根据被检电压和交流电位差计补偿电压上限值,选择分压器的分压比,在各种相位下,交流电位差计均应对被测电压予以补偿,并且虚、实二轴中至少有一轴的示值不小于其上限值的 50%。

31 若交流补偿法成套装置满足表 6 的要求,则相角的实际值按下式计算:

$$\phi_0 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{y}{x} \quad (8)$$

式中: ϕ_0 ——相角实际值;

y ——交流电位差计虚轴示值;

x ——交流电位差计实轴示值。

功率因数的实际值按下式计算:

$$\cos \phi_0 = \cos \left(\operatorname{tg}^{-1} \frac{y}{x} \right) \quad (9)$$

式中: $\cos \phi_0$ ——功率因数实际值。

注:若交流电位差计的实际极限误差大于表 6 的规定值,则需按式 10 引入修正值计算相角的实际值:

$$\phi_0 = \operatorname{tg}^{-1} \frac{y + \frac{y}{|y|} \sum c_{yy} + \frac{x}{|x|} \sum c_{yx} + c_{y0}}{x + \frac{x}{|x|} \sum c_{xx} + \frac{y}{|y|} \sum c_{xy} + c_{x0}} \quad (10)$$

式中: ϕ_0 ——相角实际值;

y ——交流电位差计虚轴示值;

x ——交流电位差计实轴示值;

$\sum c_{yy}$ ——虚轴各盘示值的幅值修正值之代数和;

$\sum c_{xx}$ ——实轴各盘示值的幅值修正值之代数和;

$\sum c_{yx}$ ——为补偿实轴各盘角误差,虚轴应引入修正值之代数和;

$\sum c_{xy}$ ——为补偿虚轴各盘角误差,实轴应引入修正值之代数和;

c_{y0} ——检定时所处象限的虚轴零位电势;

c_{x0} ——检定时所处象限的实轴零位电势。

(四) 正交功率法

32 用正交功率法检定 1.0 级或 1.5 级相位表时,所选用的标准仪表和部件应满足表 7 的规定。

33 用正交功率法检定相位表,按图 2 所示接线。各标准仪表及部件所用用量限如表 8。

检定步骤如下:

33.1 各标准仪表及部件采用表 8 规定的量限。K 置于断开位置;

33.2 按检定要求通以 I 及 U ;

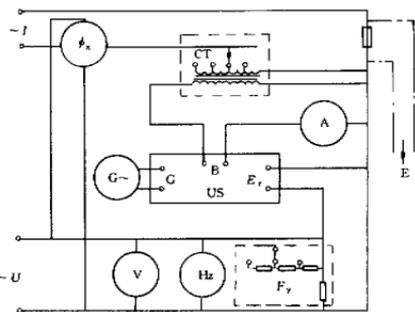


图 1 交流补偿法线路图

US—交流电位差计; F_y —交流分压器;

ϕ_x —被检相位表; Hz—频率计;

CT—电流互感器; V—电压表;

A—电流表; G—交流指零仪

33.3 调节电源相位, 使 ϕ_x 指示于 0° 附近 (亦可观察 W_1 指示在最大值);

33.4 闭合 K, 调节 U 的幅值和相位, 使 G 指零;

33.5 调节 R_2 , 使 W_2 指零。记下 A 的示值 I_0 、V 的示值 U_0 及 W_1 的示值 $P_{1\max}$ (格);

表 7

名称	符号	规格	技术指标	参考型号
电流表	A	5A	0.1 级	D4
电压表	V	150V, 300V	0.1 级	D4
功率表	W	75V, 150V, 300V/5A	0.1 级	D4
频率计	Hz	4~5 位数字显示	$r_f \leq 0.05\%$ *	PP17
交流指零仪	G	含 50Hz	灵敏度 $\leq 5 \times 10^{-5}V$	AZ 10
电流取样电阻	r_1	0.1 Ω 5W	$r_N \leq 5 \times 10^{-3}\%$ $\tau \leq 1 \times 10^{-6}s$ ***	自制
电压取样电阻	r_2	50 Ω 0.5W	$r_N \leq 5 \times 10^{-3}\%$ $\tau \leq 1 \times 10^{-6}s$	RJ
附加电阻	r_3	21.95k Ω 7W (220V 档) 10.95k Ω 3W (110V 档) 9.95k Ω 3W (100V 档)	$r_N \leq 5 \times 10^{-3}\%$ $\tau \leq 1 \times 10^{-6}s$	RJ (串并联)
电流互感器	CT	0.1~20A/5A $\cos\varphi = 1$	0.05 级	HL54A
变压器	PT	140V~0~140V/220V 50VA		自制
阻容移相器	C	1 μ F 耐压 400V	输出电压相对于输入电压在 5 分钟内的漂移: 幅值 $r_v \leq 0.15\%$ 相位 $\Delta\varphi \leq 0.0015\text{rad}$	CJ
	R_1	约 3~4k Ω 40W 固定		RJ (串并联)
	R_2	0~500 Ω 2W 可变		W_r
	R_3	0~500 Ω 0.5W 可变		W_r

* r_f 为频率计测量 50Hz 时的相对误差。

** r_N 为电阻的阻值相对误差。

*** τ 为电阻的时间常数。

表 8

被检量值	标准仪表及部件位置量限					
	W_1	W_2	A	CT	V	F_z
电流	0.1A			0.1A/5A		
	0.25A			0.25A/5A		
	0.5A			0.5A/5A		
	1A			1A/5A		
	2A	5A	5A	5A	2A/5A	—
	2.5A				2.5A/5A	
	5A				5A/5A	
	10A				10A/5A	
20A				20A/5A		
电压	100V	150V	75V		150V	100V/0.5V
	110V	150V	75V	—	150V	110V/0.5V
	220V	300V	150V		300V	220V/0.5V

- 33.6 断开 K, 旋转相位 90° , 使 W_1 指零;
 33.7 调节 I 、 U 的幅值, 使 A、V 仍指示 I_0 、 U_0 。调节 R_3 , 使 W_2 示值 $P_{2\max} = P_{1\max}$ (格);
 33.8 将相位调回 0° , 闭合 K, 重复 33.4~33.7 款步骤。反复调节, 直至在某 R_2 和 R_3 值下, 同时满足如下条件:

33.8.1 G~指零时, W_2 指零;

33.8.2 在相同视在功率 $S = I_0 U_0$ 下, $P_{2\max} = P_{1\max}$ 。

以下步骤不再调节 R_2 、 R_3 ;

33.9 移相使 ϕ_x 指示于被检分度线上 (此时无需精确保持 A、V 原示值 I_0 、 U_0) 读取 W_1 和 W_2 的示值 P_1 和 P_2 (格);

33.10 相角实际值按式 (11) 计算:

$$\phi_0 = \text{tg}^{-1} \frac{P_2}{P_1} \quad (11)$$

功率因数实际值按式 (12) 计算:

$$\cos \phi_0 = \cos \left(\text{tg}^{-1} \frac{P_2}{P_1} \right) \quad (12)$$

33.11 按 33.9~33.10 款步骤检定其他分度线。

(五) 直接比较法

34 相角表与相角表、功率因数表与功率因数表之间, 可以按表 9 的规定, 采用直接比较法进行检定。相角表与功率因数表之间, 不允许采用直接比较法。

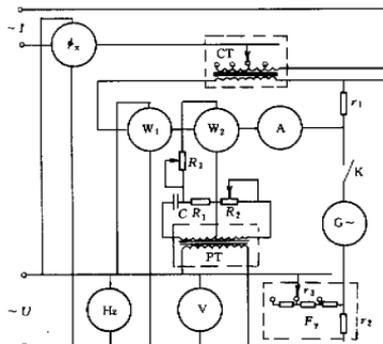


图 2 正交功率法线路图

ϕ_x —被检相位表; W_1 —功率表之一; W_2 —功率表之二; CT—电流互感器; A—电流表; r_1 —电流取样电阻; K—开关; G—交流指零仪; F₁—交流分压器; PT—变压器; C、 R_1 、 R_2 、 R_3 —阻容移相器; V—电压表; Hz—频率计

表 9

被检表准确度等级	标准表准确度等级		与标准表一起使用的互感器的等级
	不考虑更正	考虑更正	
1.0	—	0.5	0.05
1.5	0.5	—	0.05
2.0	0.5	1.0	0.1
2.5	0.5	1.0 (1.5 [*])	0.1
5.0	1.0 1.5	—	0.2

* 尽可能不采用的标准表准确度等级。

35 用直接比较法检定相位表, 应按图 3 所示接线。当标准表与被检表量程相同时, 可去掉互感器而直接接入。

(六) 极性检查

36 检查相位表极性时, 应按图 4 所示接线。比较 K 断开和闭合二种情况下, 被检相位表示值的大小, 若符合表 10, 则判定被检相位表极性正确; 反之, 则判定极性错误。

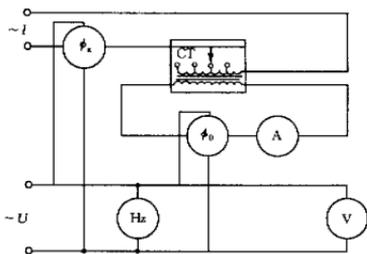


图3 直接比较法线路图

ϕ_x —被检相位表；V—电压表； ϕ_0 —标准相位表；

Hz—频率计；A—电流表；CT—电流互感器

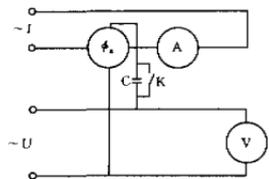


图4 极性检查线路图

ϕ_x —被检相位表；A—电流表；C—电容器

(约 1 μ F)；V—电压表；K—开关

表 10

示值比较 指示值范围	滞后 (感性)		中间	超前 (容性)	
	ϕ	$\cos\phi$	指针位置	ϕ	$\cos\phi$
开关状态					
K 闭合 (不接入 C)	小	大	超前	大	小
K 断开 (接入 C)	大	小	滞后	小	大

(七) 阻尼的测定

37 测定具有机械零位相位表的阻尼，应按如下步骤进行：

37.1 将被检表通以额定电流及电压。调节相位，使指示器指示于标度尺几何中心附近的某数字分度线上；

37.2 保持电源状态不变，切断电压供电线路。待指示器回至零位静止后，重新接通电压供电线路，并同时启动秒表。测定此时到指示器进入规定区域（距静止后的位置不大于标度尺全长的 $\pm 1\%$ ），并以后不再超出该区域的时刻为止所需的时间，即为该表阻尼时间；

37.3 在测定阻尼时间的同时，读取指示器的最大偏转及稳定后的偏转。按式 (13) 计算过稳定偏转：

$$f_p = \frac{l_{\max} - l_0}{L_m} \cdot 100\% \quad (13)$$

式中： f_p ——过稳定偏转值 (%)；

l_{\max} ——最大偏转 (mm)；

l_0 ——稳定后偏转 (mm)；

L_m ——标度尺工作部分全长 (mm)。

38 测定无机机械零位的相位表阻尼，应按如下步骤进行：

38.1 将被检表通以额定电流及电压。电压相位调节旋钮（粗调旋钮）调至最大（或最小）位置。调节电流相位，使指示器指示于标度尺几何中心附近的某数字分度线上；

38.2 将电压相位调节旋钮往回调，使指示器指示于上限（或下限）分度线上。待指示器静止后，迅速将电压相位调节旋钮调至原来的最大（或最小）位置，同时启动秒表，测定此时到指示器进入规定区域（距静止后的位置不大于标度尺全长的 $\pm 1\%$ ），并以后不再超出该区域时刻为止所需的时间，即为该表阻尼时间；

38.3 在测定阻尼时间的同时,读取指示器的最大偏转及稳定后的偏转,按(13)式计算过稳定偏转。

39 相位表阻尼时间和过稳定偏转的测定应进行三次,取三次测得值的算术平均值作为测定结果。

(八) 频率影响的测定

40 测定相位表的频率影响,应采用交流补偿法或正交功率法。不允许采用直接比较法。实验步骤如下:

40.1 在被检表的额定频率、额定负载下,测定某一量限的上限分度线、下限分度线和中间分度线的相位实际值;

40.2 在实验频率偏离被检表额定频率 $\pm K\%$ (K 为被检表准确度等级),其他条件与40.1款相同的情况下,测定上述三个分度线的相位实际值;

40.3 某分度线上频率影响的示值改变量,按式(14)计算:

$$\Delta_f = \phi_0 - \phi_f \quad (14)$$

或
$$\Delta_f = \cos\phi_0 - \cos\phi_f \quad (15)$$

式中: Δ_f ——频率影响的示值改变量;

ϕ_0 ——额定频率下相角实际值(度);

ϕ_f ——频率偏差 $\pm K\%$ 时相角实际值(度);

$\cos\phi_0$ ——额定频率下功率因数实际值;

$\cos\phi_f$ ——频率偏差 $\pm K\%$ 时功率因数实际值。

上述三个分度线在 $+K\%$ 和 $-K\%$ 两种频率偏离下,测得的频率影响示值改变量的最大值(绝对值),作为该表频率影响的改变量。

41 用交流补偿法测定相位表频率影响时,若实验频率偏离交流电位差计额定频率,则在计算相角实际值时按式(16)进行频率误差修正:

$$\phi_f = \text{tg}^{-1} \left(\frac{f}{f_0} \cdot \frac{y}{x} \right) \quad (16)$$

式中: ϕ_f ——实验频率下相角实际值(度);

f ——实验频率(Hz);

f_0 ——交流电位差计额定频率(Hz);

y ——交流电位差计虚轴示值;

x ——交流电位差计实轴示值。

42 用正交功率法测定相位表频率影响时,若改变实验频率,则应对电容移相电路按照33.4~33.8款的步骤重新进行调整。

(九) 绝缘的测量

43 相位表绝缘强度试验应在第9条规定的条件下,按如下方法进行:

43.1 在进行相位表的所有线路对外壳绝缘强度试验时,按下述规定接线:

43.1.1 对金属外壳的相位表,用导线将线路各端钮连结在一起,并接至试验装置高压的一端;用金属箔将相位表的接地端或紧固螺钉与调零器连结(无机械零位的相位表无需连结调零器),并用导线接至试验装置高压的另一端。

43.1.2 对绝缘材料外壳的相位表,应用导线将线路各端钮连结在一起,并接至试验装置高压的一端;用金属箔将仪表外壳所有表面(除端钮部分外)覆盖,并用导线接至试验装置高压的另一端。

43.2 在进行相位表的电流回路与电压回路之间绝缘强度试验时,用导线将电流回路的所有端钮连结在一起,并接至试验装置高压的一端;用导线将电压回路的所有端钮连结在一起,接至试验装置高压的另一端。

43.3 将试验电压在5~10s内,平稳地由零升至规定值,并保持1min。然后以同样速度将试验电压降至零。在此过程中,若无绝缘被击穿的现象(即试验电压突然下降),则认为该相位表绝缘强度合格。

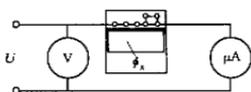


图5 V- μ A表法线路图
 ϕ_x —被检相位表; V—电压表(0~600V);
 μ A—微安表(0~50 μ A)

44 相位表绝缘电阻的测量,在第10条规定的条件下,使用测量误差不大于30%的任何方法(例如M Ω 表法、V- μ A表法等)。测量步骤如下:

44.1 相位表按43.1.1或43.1.2项规定接线,电路和外壳分别接至M Ω 表的两个测量端。摇动M Ω 表手柄,示值稳定后,读取绝缘电阻值。

如果采用V- μ A表法,按图5接线。将电源电压升至规定值,读取V表示值U和 μ A表示值I。按式(17)计算

绝缘电阻:

$$R_{(M\Omega)} = \frac{U_{(V)}}{I_{(\mu A)}} \quad (17)$$

五 检定结果处理和检定周期

45 检定0.5、1.0、1.5级相位表时,应记录完整的原始数据,并保存一年以上;检定2.0、2.5、5.0级相位表时,可做简要记录。

46 相位表检定的原始数据,保留的有效数字位数应不低于表11的要求。

表 11

原始数据有效数字位数 检定方法	被检表准确度等级			
	0.5	1.0 1.5	2.0 2.5	5.0
交流补偿法 (交流电位差计至少有一轴的读数)	4	3	—	—
正交功率法 (至少有一只功率表的读数)	—	3	—	—
直接比较法 (标准相位表的读数)	—	3	3	2

47 检定结果以示值的修正值表示。

47.1 相角表的示值修正值以电角度表示,单位为度,由式(18)给出。

$$C_\phi = \phi_0 - \phi_x \quad (18)$$

式中: C_ϕ ——相角表的示值修正值(度);

ϕ_0 ——相角实际值(度);

ϕ_x ——相角表的示值(度)。

47.2 功率因数表的示值修正值以功率因数表示,无单位。由式(19)给出

$$C_0 = \cos \phi_0 - \cos \phi_x \quad (19)$$

式中: C_0 ——功率因数表的示值修正值;

$\cos\phi_0$ ——功率因数实际值；

$\cos\phi_s$ ——功率因数表的示值。

功率因数表的 $\cos\phi = 1$ 的分度线的示值修正值不以功率因数表示，而应以电角度（度）表示，并应标明修正的方向——超前或滞后。

48 计算修正值时，示值所处象限（超前、滞后或容性、感性），不记正负号而带入计算。

49 计算相位表示值的修正值时，对该示值的两次检定（上升和下降）数据，分别计算，然后将所得值取算术平均值，以修正值的形式表示。

50 相位表的示值修正值应按表 12 的规定进行化整。

表 12

保留小数点后的最低位数/ —未位数字的最大公约数 被检表准确度等级	修正值表示 方法	电角度 ϕ (度)	功率因数 $\cos\phi$ (无单位)
	0.5		2/5
1.0		1/1	3/2
1.5		1/2	3/2

51 中间计算过程中的数据，应比表 12 的规定多保留一位数字。

52 各次检定中，绝对值最大的示值误差作为被检表最大基本误差。最大基本误差采用第 1 条或第 2 条的表示方法。最大基本误差只保留二位有效数字，第三位数字四舍五入。

53 各次检定中，升降变差最大者作为被检表最大变差。最大变差的表示方法与最大基本误差相同，但不标正负符号。最大变差只保留二位有效数字，第三位数字四舍五入。

54 若被检表的所有应检项目均符合相应的技术要求，则判定该表合格，若被检表的某一项或几项应检项目不符合相应的技术要求，则判定该表不合格。

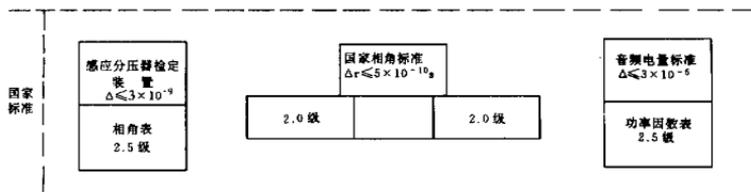
55 经检定合格的相位表，发给检定证书。对于 0.5、1.0、1.5 级相位表，检定证书中应载明示值修正值和该表的最大基本误差及最大变差；对于 2.0、2.5、5.0 级相位表，检定证书中不载任何检定数据。

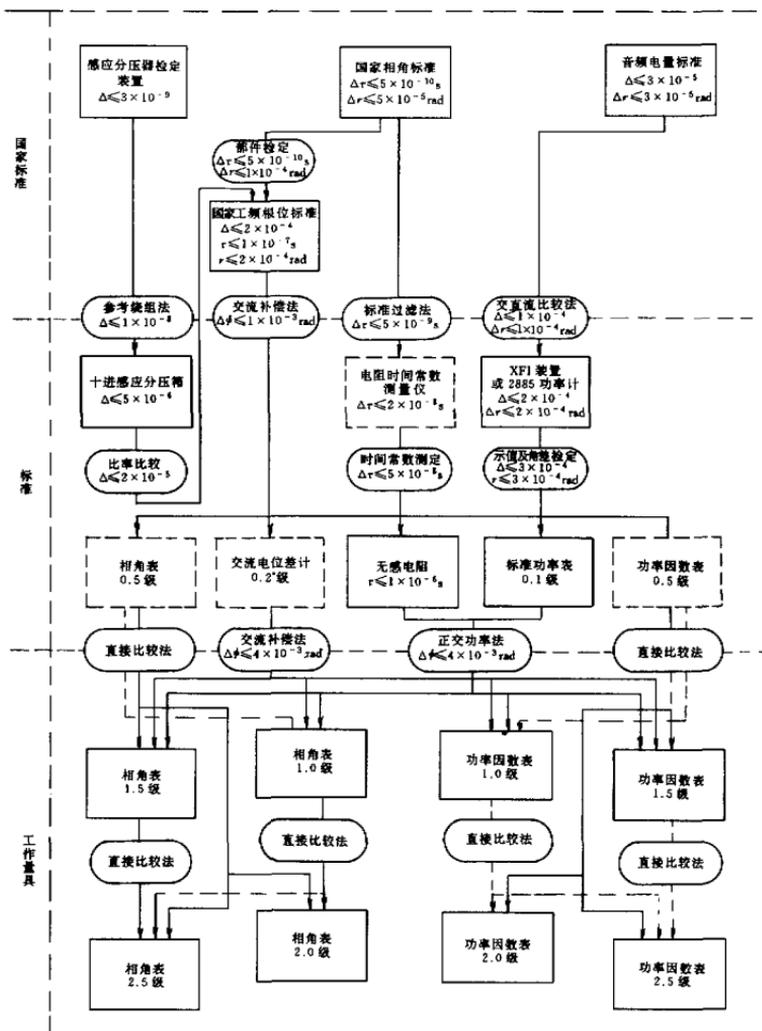
56 对检定不合格的相位表，发给检定结果通知书。在检定结果通知书中，不必载明完整的检定数据，但应注明不合格的检定项目和超差的数据。若该表尚能符合本规程较低等级相位表的技术要求时，在征得用户同意后，可作为较低等级相位表进行检定，并发给相应等级的检定证书。

57 经检定后的相位表，应粘贴检定合格证或加盖检定封印。

58 使用中的相位表应做定期检定，检定周期最长不应超过一年。

附录 1 工频相位检定系统





注:

1. 虚线方框内为尚未正式批准的标准装置或尚无定型产品的仪器仪表。

2. 按虚线传递时,需引入标准仪表的更正值。

3. 图中符号: Δ —示值比率误差 $\Delta \phi$ —相角测量误差

γ —正交角误差 $\Delta \gamma$ —正交角误差的测量误差

r —电阻时间常数 Δr —电阻时间常数的测量误差

相位表检定原始记录格式 (次页)

刻度值 ()	量限:		象限:		负载量:		% I_N	
	上 升			下 降			平 均 值	
	$y (P_2)$	$x (P_1)$	$\phi (\cos\varphi)$	$y (P_2)$	$x (P_1)$	$\phi (\cos\varphi)$	$\phi (\cos\varphi)$	$c ()$
刻度值	量限:		象限:		负载量:		% I_N	
刻度值	量限:		象限:		负载量:		% I_N	
刻度值	量限:		象限:		负载量:		% I_N	
刻度值	量限:		象限:		负载量:		% I_N	

相位表检定证书格式 (内第 2 页)

检 定 条 件

环境温度: ℃ 相对湿度: % 实验频率: Hz

量限: 检定时通:		象限: % U_N % I_N		量限: 检定时通:		象限: % U_N % I_N	
刻度值 ()		修正值 ()		刻度值 ()		修正值 ()	
量限: 检定时通:		象限: % U_N % I_N		量限: 检定时通:		象限: % U_N % I_N	
量限: 检定时通:		象限: % U_N % I_N		量限: 检定时通:		象限: % U_N % I_N	

附加说明

该检定规程经国家计量检定规程审定委员会电磁专业委员会审定通过。

主审人: 王登安