

电流互感器

GB 1208—1997

1 范围

本标准适用于频率为 15~100Hz, 供电气测量仪表用和电气保护装置用的新制造的电流互感器。

虽然本标准是以具有独立绕组的互感器为基准的, 但如合适, 也可用于自耦互感器。

2 引用标准

下列标准所包含的条文, 通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合

GB 7252—87 变压器油中溶解气体分析和判断导则

GB 7354—85 局部放电测量

GB 7595—87 运行中变压器油质量标准

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第 1 部分 一般
试验要求

JB/T 5356—91 电流互感器试验导则

3 定义

下列定义适用于本标准。

3.1 互感器 instrument transformer

一种变压器, 供测量仪器、仪表 继电器和其它类似电器

用。

3.2 电流互感器 current transformer

一种互感器，在正常使用条件下其二次电流与一次电流实质上成正比，而其相位差在联结方法正确时接近于零的互感器

3.3 一次绕组 primary winding

通过被变换电流的绕组。

3.4 二次绕组 secondary winding

供给测量仪器、仪表、继电器或其它类似电器电流回路电源的绕组。

3.5 二次回路 secondary circuit

由互感器二次绕组供电的外部回路。

3.6 额定一次电流 rated primary current

作为电流互感器性能基准的一次电流值。

3.7 额定二次电流 rated secondary current

作为电流互感器性能基准的二次电流值。

3.8 实际电流比 actual transformation ratio

实际一次电流与实际二次电流的比值。

3.9 额定电流比 rated transformation ratio

额定一次电流与额定二次电流的比值。

3.10 电流误差（比值差） current error (ratio error)

互感器在测量电流时所出现的误差，它是由于实际电流比与额定电流比不相等造成的。

电流误差的百分值用下式表示：

$$\text{电流误差} = [100(K_n I_s - I_p) / I_p] \%$$

式中： K_n ——额定电流比；

I_p ——实际一次电流，A；

I_s ——测量条件下通过 I_p 时的二次电流，A。

3.11 相位差 phase displacement

一次电流与二次电流向量的相位差。向量方向是以理想互感器中的相位差为零来决定的。

若二次电流向量超前一次电流向量时，相位差作为正值。它通常用分弧或厘弧表示。

注：本定义只在电流为正弦时正确。

3.12 准确级 accuracy class

对电流互感器所给定的等级。互感器在规定使用条件下的误差应在规定限度内。

3.13 负荷 burden

二次回路阻抗，用欧姆和功率因数表示。

负荷通常以视在功率伏安值表示，它是在规定功率因数及额定二次电流下所汲取的。

3.14 额定负荷 rated burden

确定互感器准确级所依据的负荷值。

3.15 额定输出 rated output

在额定二次电流及接有额定负荷条件下，互感器所供给二次回路的视在功率值（在规定功率因数下以伏安表示）。

3.16 设备最高电压 highest voltage for equipment

最高的相间电压方均根值，互感器的绝缘设计是以它为依据的。

3.17 额定绝缘水平 rated insulation level

一组耐受电压值，它表示互感器绝缘所能承受的耐压强度。

3.18 中性点绝缘系统 isolated neutral system

一个系统，除了通过具有高阻抗的指示，测量仪表或保护装置接地外，无其他旨在接地的连接。

3.19 共振接地系统（经消弧线圈接地的系统） resonant earthed system

经电抗器接地的系统。在单相对地故障中，其电抗值应使通过该电抗器的工频感性电流基本上与接地故障电流的工频容性分量相抵消。

注：在共振接地系统中，其故障电流值被限制到能使空气中的故障电弧自行熄灭。

3.20 接地系数 earthing factor

它是指在一定的系统布置中，当发生一相或多相的接地故障时，三相系统中某一选定点（一般指设备安装点）的非故障相的对地最高工频电压方均根值与该点在故障排除后的工频相间电压方均根值的比值，用百分数表示。

3.21 中性点接地系统 earthed neutral system

一个系统，其中性点是直接接地的，或者是经一个相当小的电阻或电抗器接地的。此电阻或电抗值应小到能抑制暂态振荡，且又能给出足够的电流供选择接地故障保护用。

a) 所谓某一指定点处的中性点有效接地系统，就是指该点的接地系数不超过 80%。

注：如整个系统布置中，其零序电抗和正序电抗之比小于 3，并且零序电阻和正序电抗之比小于 1，则该条件一般均能达到。

b) 所谓某一指定点处的中性点非有效接地系统，就是指该点的接地系数会超过 80%。

3.22 暴露安装 exposed installation

设备会遭受大气过电压的一种安装。

注：这种安装通常是直接或经过一段短电缆接架空输电线的。

3.23 非暴露安装 non-exposed installation

设备不会遭受大气过电压的一种安装。

注：这种安装通常是接到电缆网路上的。

3.24 额定频率 rated frequency

本标准技术要求所依据的频率。

3.25 额定短时热电流 (I_{th}) rated short-time thermal current

在二次绕组短路的情况下，电流互感器在一秒钟内能承受住且无损伤的最大的一次电流方均根值。

3.26 额定动稳定电流 (I_{dyn}) rated dynamic current

在二次绕组短路的情况下，电流互感器能承受其电磁力的作用而无电气或机械损伤的最大一次电流峰值。

3.27 额定连续热电流 rated continuous thermal current

在二次绕组接有额定负荷的情况下，一次绕组允许连续流过的一次电流值，此时，电流互感器的温升不超过规定的限值。

4 适用于所有电流互感器的通用技术要求

4.1 使用条件

除另有规定外，本标准应适用于下列使用条件：

注：如果使用条件（包括互感器运输条件）与本标准规定不同时，应通知制造厂。

4.1.1 环境温度

最高 40℃。

日平均 不能超过 30℃。

最低：对户内式互感器 -5℃。

对户外式互感器 -25℃。

4.1.2 海拔

不超过 1000m。

4.1.3 大气条件

大气中无严重污秽。

4.1.4 系统的接地方式

- a) 中性点绝缘系统；
- b) 共振接地系统；
- c) 中性点接地系统：
 - 1) 中性点有效接地系统；
 - 2) 中性点非有效接地系统。

4.2 额定值和性能要求

4.2.1 额定一次电流标准值

- a) 单电流比互感器

额定一次电流的标准值为：10、12.5、15、20、25、30、40、50、60、75A 以及它们十进位倍数或小数，有下标线的是优先值。

- b) 多电流比互感器

额定一次电流的最小值，采用 4.2.1a) 项所列的标准值。

4.2.2 额定二次电流标准值

额定二次电流的标准值为 1、2 和 5A。5A 为优先值。

注：对于角接的电流互感器来说，这些额定值除以 $\sqrt{3}$ 亦是标准值。

4.2.3 额定连续热电流

除非另有规定（见 5.3.3），额定连续热电流就是指额定一次电流。

4.2.4 额定输出的标准值

额定输出的标准值为¹⁾：

2.5 5 10 15 20 25 30 40 50 60 80 100VA。

注：对一台互感器来说，如果它的一个额定输出是标准值，并且符合一个标准准确级，那么在规定其余额定输出时，可允许是非标准值，但要求其符合另一个标准准确级。

4.2.5 短时电流额定值

凡带有一个固定的一次绕组或导体的电流互感器应符合 a)、b) 两项的规定。

a) 额定短时热电流

应对互感器规定一个额定短时热电流 I_{th} （见 3.25）。

b) 额定动稳定电流

额定动稳定电流 (I_{dyn})，通常为额定短时热电流的 2.5 倍。如与此值不同，应在铭牌上标注（见 3.26）。

4.2.6 温升限值

当电流互感器的一次电流等于额定连续热电流，且带有相当于额定输出的负荷，其功率因数为 0.8（滞后）~1²⁾时，电流互感器的温升应不超过表 1 所列限值。它们是以 4.1 条的使用条件为基础的。

采用说明：

1) 见附录 D（提示的附录）中 D1。

1) 见附录 D（提示的附录）中 D2。

如果周围气温高于 4.1.1 条的数值时，应将表 1 中的允许温升减去超过的气温值。

如果规定了互感器是在海拔 1000m 以上的地区工作，而试验是在海拔低于 1000m 处进行时，应将表 1 中所列的温升限值按工作地点每高出 100m 减去下述数值。

- a) 油浸式互感器 0.4%；
- b) 干式互感器 0.5%。

绕组温升是受其本身绝缘或其周围介质的最低绝缘等级的限制。各绝缘等级的最高温升如表 1 所列。

表 1 绕组的温升限值

绝缘等级	温升限值
	K
浸于油中的所有等级	60
油浸且全密封的所有等级	65
充填沥青胶的所有等级	50
不浸油或不充胶的各等级	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135

注：对某些材料（如树脂）制造厂应指明其相应的绝缘等级。

当互感器上装有储油柜，油面上有惰性气体或全密封时，油柜或油室的油顶层温升应不超过 55K。

当互感器没有这种配置时，油柜或油室的油顶层温升应不超过 50K。

注：绕组出头或接触连接处的温升为 50K（或不超过油顶层温升）¹⁾。

在铁心或其他金属件表面所测得的温升值，应不超过它们所接触的或靠近的绝缘材料按表 1 所列的限值。

4.3 绝缘要求

采用说明：

1) 见附录 D（提示的附录）中 D3。

这些技术要求适用于所有型式的电流互感器绝缘，对气体绝缘的电流互感器可能补充技术要求。

4.3.1 一次绕组的额定绝缘水平²

对设备最高电压 3.5 (3.6) kV 及以上的电流互感器，其额定绝缘水平应按 GB 311.1 的规定。

如果另有要求，电流互感器的绝缘水平可按本标准表 2、表 3 所列值选取。此时需在订货合同中规定。

对设备最高电压低于 3.5 (3.6) kV 的互感器，其绝缘水平由额定短时工频耐受电压确定。

对设备最高电压为 0.415kV 的电流互感器，其短时工频耐受电压为 3kV。

对于没有一次绕组和没有它本身一次绝缘的电流互感器，假定 $U_m = 0.72\text{kV}$ 。

4.3.1.1 对设备最高电压 $3.5 (3.6) \text{kV} \leq U_m \leq 300\text{kV}$ 的绕组，其额定绝缘水平用额定雷电冲击耐受电压和额定短时工频耐受电压表示，它应是 GB 311.1 或本标准表 2 所列的某一值。

4.3.1.2 对设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组，其额定绝缘水平用额定操作冲击耐受电压和额定雷电冲击耐受电压表示，它应是 GB 311.1 或本标准表 3 所列的某一值。

注：在选择本电压范围内的绝缘水平时，应优先考虑操作冲击波。

4.3.1.3 工频耐受电压

对设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组，亦应能承受与按表 4 选择的雷电冲击耐受电压相对应的工频耐受电压。

表 2 设备最高电压低于 300kV 互感器一次绕组的额定绝缘水平

设备最高电压 U_m (方均根值) kV	额定工频耐受电压 (方均根值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (峰值) kV
0.72	3	

采用说明：

2] 见附录 D (提示的附录) 中 D4。

续表

设备最高电压 U_m (方均根值) kV	额定工频耐受电压 (方均根值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (峰值) kV
1.2	6	
3.6		20
		40
7.2	20	40
		60
12	28	60
		75
17.5	38	75
		95
24	50	95
		125
36	70	145
		170
52	95	250
72.5	140	325
100	185	450
		450
123	230	550
		550
145	275	650
		650
170	325	750
		750
245	460	950
		1050

注：对暴露安装，推荐选择最高的绝缘水平。

表 3 设备最高电压等于或高于 300kV 互感器一次绕组的额定绝缘水平

设备最高电压 U_m (方均根值) kV	额定操作冲击耐受电压 (峰值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (峰值) kV
300	750	950
	850	1050
362	850	1050
	950	1175

续表

设备最高电压 U_m (方均根值) kV	额定操作冲击耐受电压 (峰值) kV	额定雷电冲击耐受电压 (峰值) kV
420	1050	1300
	1050	1425
525	1050	1425
	1175	1550
765	1425	1950
	1550	2100

注:

- 1 对暴露安装, 推荐选择最高的绝缘水平。
- 2 由于 $U_m=765\text{kV}$ 的试验电压水平尚未最终确定, 故其操作和雷电冲击试验水平可能需要调整。

表 4 设备最高电压等于或高于 300kV 互感器一次绕组的工频耐受电压

额定雷电冲击耐受电压 (峰值) kV	额定工频耐受电压 (方均根值) kV
950	395
1050	460
1175	510
1300	570
1425	630
1550	680
1950	880
2100	975

4.3.2 局部放电水平

局部放电技术要求适用于 $U_m \geq 7.2\text{kV}$ 的电流互感器。

按 4.6.2.2 条的程序进行预加电压之后, 在表 5 规定的局部放电测量电压下, 局部放电水平应不超过表 5 规定的限值。

表 5 局部放电测量电压和允许放电水平

系统接地方式	局部放电测量电压 (方均根值) kV	局部放电允许水平 pC	
		绝缘型式	
		液体浸渍	固体
中性点接地系统	U_m	10	50
	$1.2U_m/\sqrt{3}$	5	20

续表

系统接地方式	局部放电测量电压 (方均根值)	局部放电允许水平 pV	
		绝缘型式	
	kV	液体浸渍	固体
中性点绝缘或 非有效接地系统	$1.2U_m$	10	50
	$1.2U_m/\sqrt{3}$	5	20

注:

- 1 如果中性点的接地方式没有明确, 则局部放电水平可按中性点绝缘或非有效接地系统考虑。
- 2 局部放电的允许值, 对于非额定频率也是适用的。
- 3 表中两组允许值由制造厂按对应的测量电压任选其一。

4.3.3 雷电截波冲击试验

如果另有附加规定, 一次绕组还应能承受雷电截波冲击试验。其试验电压峰值为雷电冲击全波电压的 115%。

注: 经制造厂和用户协商同意, 可选择较低的试验电压。

4.3.4 电容和介质损耗因数

这些技术要求仅适用于对 $U_m \geq 40.5\text{kV}$ 的油浸式电流互感器一次绕组的绝缘, 电容和介质损耗因数 ($\tan\delta$) 是指在额定频率和电压在 $10 \sim U_m/\sqrt{3}\text{kV}$ 下的值。

注

1 本试验的目的在于检查产品的一致性, 允许变化的限值可由制造厂和用户协商规定。

2 介质损耗因数取决于绝缘设计, 并且和电压与温度两个因数有关。在环境温度和电压为 $U_m/\sqrt{3}$ 时, 电容式电流互感器的介质损耗因数通常应不超过 0.005, 各种绝缘结构的电流互感器介质损耗因数的允许值见附录 C (标准的附录)。

3 非电容型电流互感器不需考核电容量。

4.3.5 多次截波冲击试验

如果另有附加规定, $U_m \geq 300\text{kV}$ 的油浸式电流互感器的一次绕组应能承受多次截波冲击以检验电流互感器在运行中可能出现的高频电应力的承受能力。

由于没有足够的经验提出一个明确的试验程序和可接受的判据,故本标准附录 B (提示的附录) 仅对可能的试验程序给出部分信息。设计是否足以满足试验要求的依据由制造厂说明。

注:设计的验证应特别针对载有暂态电流的内部屏蔽和连接部分进行。

4.3.6 段间绝缘要求

当一次或二次绕组分成两段或多段时,段间绝缘的额定短时工频耐受电压应为 3kV (方均根值)。

4.3.7 二次绕组的绝缘要求

二次绕组绝缘的额定短时工频耐受电压应为 3kV (方均根值)。

4.3.8 匝间绝缘要求

绕组匝间绝缘的额定耐受电压应为 4.5kV(峰值)。对于某些型号的互感器,按 4.6.4 条的试验程序,可允许用较低的试验电压。

4.3.9 污秽和爬电距离

对带有易受污秽的户外型陶瓷绝缘子,表 6 列出了给定污秽等级下在绝缘子表面上测取的最小爬电比距标称值。

表 6 给定污秽等级下的爬电距离

污秽级	相对地之间的最小标称爬电比距标称值 mm/kV (设备最高电压)	爬电距离 弧闪距离
I 轻	16	≤3.5
II 中	20	
III 重	25	
IV 特重	31	≤4.0

注:

- 1 公认绝缘子的表面绝缘特性深受其形状的影响。
- 2 在非常轻的污秽地区,根据运行经验,标称爬电比距可低于 16mm/kV,但最低值为 12mm/kV。
- 3 在非常严重的污秽条件下,可选用大于 31mm/kV 的爬电比距。但在某些情况下,还应考虑冲刷的可能性。
- 4 对于易受污秽的户内型互感器,其在绝缘表面测取的最小爬电距离要求值可按本表参照选用¹⁾。

采用说明:

- 1) 见附录 D (提示的附录) 中 D5。

4.3.10 海拔

外绝缘的击穿放电主要取决于大气条件。对于在海拔超过1000m地区工作的电流互感器，为保证其外绝缘有足够的耐受电压值，一般应加大其弧闪距离。

作为一般导则，弧闪距离上的额定耐受电压值，应按其工作地点海拔高出1000m后，每增高100m增加1%。

4.3.11 机械强度要求

这些技术要求仅适用于 $U_m \geq 72.5\text{kV}$ 的电流互感器。表7列出了电流互感器应能承受的静载荷。这些数值包含了由于风和结冰而增加的载荷。

规定的试验载荷指的是可施加于一次绕组端子任一方向的载荷。

表7 静态承受试验载荷

设备最高电压 U_m kV	静态承受载荷 N	
	I类载荷	II类载荷
72.5 ~ 100	1250	2500
123 ~ 170	2000	3000
245 ~ 362	2500	4000
≥ 420	4000	6000

注：

- 1 在日常运行条件下，起作用的载荷总和应不超过规定的承受试验载荷的50%
- 2 电流互感器应能承受很少发生的不超过1.4倍静态承受极端动力载荷（例如：短路），其大小不应超过1.4倍静态承受试验载荷。
- 3 在某些应用中，可能需要防止一次端子旋转的阻力，试验时施加的力矩，应由制造厂和用户协商确定。

4.4 试验的一般说明

4.4.1 试验分类

本标准所规定的试验分为型式试验、例行试验、特殊试验。

型式试验：

对每种型式互感器中的一台所进行的试验，用它验证按同一技术规范制造的互感器均应满足除例行试验外所规定的要求。

注：在一台互感器上进行的型式试验，对具有较少差别的互感器可认为是有效的。但此差别应经制造厂与用户协商同意。

例行试验：

每台互感器都应承受的试验。

特殊试验：

一种既不同于型式试验，也不同于例行试验的试验。它是由制造厂同用户协商确定的。

4.4.2 型式试验^{1]}

下列试验项目是型式试验，其详细说明见有关条文。

- a) 短时电流试验（见 4.5.1）；
- b) 温升试验（见 4.5.2）；
- c) 雷电冲击试验（见 4.5.3）；
- d) 操作冲击试验（见 4.5.3）；
- e) 户外式互感器的湿试验（见 4.5.4）；
- f) 误差测定（见 5.4.1, 5.4.3 和 6.4.2）；
- g) 电容和介质损耗因数测定（见 4.5.5）。

除另有规定外，所有绝缘型式试验应在同一台互感器上进行。

互感器在经受本条规定的绝缘型式试验后，应经受 4.4.3 所规定的全部例行试验。

4.4.3 例行试验^{2]}

下列试验项目是例行试验，其详细说明见有关条文。

采用说明：

1] 见附录 D（提示的附录）中 D6。

2] 见附录 D（提示的附录）中 D7。

- a) 出线端子标志检验 (见 4.6.1);
- b) 二次绕组工频耐压试验 (见 4.6.3);
- c) 绕组段间工频耐压试验 (见 4.6.3);
- d) 匝间过电压试验 (见 4.6.4);
- e) 一次绕组的工频耐压试验 (见 4.6.2);
- f) 局部放电测量 (见 4.6.2);
- g) 误差测定 (见 5.4.2 和 6.4.3);
- h) 电容和介质损耗因数测量 (见 4.5.5);
- i) 绝缘油性能试验 (见 4.6.6);
- j) 密封性试验 (见 4.6.7)。

除了项目 g) 误差测定是在项 a) ~ f) 试验后进行外, 其余试验项目的前后顺序或可能的组合均未标准化。

一次绕组的重复工频耐压试验应在规定试验电压值的 80% 下进行。

4.4.4 特殊试验¹⁾

- a) 雷电截波冲击试验 (见 4.7.1);
 - b) 一次绕组的多次截波冲击试验 (见 4.7.2);
- 注: 由于没有足够的经验, 本试验仅作为研究性项目, 暂不考核。
- c) 机械强度试验 (见 4.7.3);
 - d) 绝缘热稳定试验 (见 4.7.4)。

4.5 型式试验

4.5.1 短时电流试验

对于短时热电流 (I_{th}) 试验, 互感器的初始温度应在 5 ~ 40℃ 之间²⁾。

本试验应在二次绕组短路下进行, 所加电流 I 和持续时间 t 应满足 $(I^2 t)$ 不小于 $(I_{th})^2$, 且 t 在 0.5 ~ 5s 之间。

采用说明:

1) 见附录 D (提示的附录) 中 D8。

2) 见附录 D (提示的附录) 中 D9。

动稳定试验应在二次绕组短路下进行，所加一次电流的峰值，至少有一个峰不小于额定动稳定电流 (I_{dyn})。

动稳定试验可以与上述热试验合并进行，只需试验中电流第一个主峰值不小于额定动稳定电流 (I_{dyn})。

如果试验后的互感器，当冷却到周围的环境温度 ($5\sim 40^{\circ}\text{C}$) 后，能满足下列要求，则认为互感器通过本试验。

a) 目力检查无损伤；

b) 退磁后，其误差与试验前的差异，不超过其相应准确级的误差限值的一半，且满足相应准确级的要求。

c) 能承受第 4.6.2、4.6.3、4.6.4 条的绝缘试验，但试验电压或电流应降至原规定值的 90%；

d) 经检查，与导线表面接触的绝缘无明显的劣化现象（例如碳化现象）。

如果一次绕组是铜的，其 20°C 时的电导率不低于 $58\text{m}/(\Omega\cdot\text{mm}^2)$ 的 97%，而其相应于额定短时热电流的电流密度不大于 $160\text{A}/\text{mm}^2$ ，则项 d) 的检查可不进行。

注：经验表明，只要一次绕组中与额定短时热电流相应的电流密度不超过 $180\text{A}/\text{mm}^2$ ，且绕组为铜的，其 20°C 的电导率不低于 $58\text{m}/(\Omega\cdot\text{mm}^2)$ 的 97%，则对于 A 级绝缘，其运行中的热额定参数要求一般能得到满足。因此，如果制造厂与用户协商同意，当满足这个要求时，可不进行短时热电流试验。

4.5.2 温升试验

为了验证电流互感器是否满足 4.2.6 的要求，须进行本试验。试验中，当每小时的温升变化值不超过 1K 时，即认为电流互感器的温度已达到稳定状态。

试验地点的环境温度应在 $5\sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间。试验时，互感器的安置状态应代表实际运行情况。

如果可行，绕组温升应采用电阻法测量，但对电阻值很小的绕组，可采用热电偶法。绕组以外的其它部位温升，可用温度计或热电偶法测量。

连接一次出线端子的导线，单根长度应不小于 1.5m，并应选取合适的截面，使在试验时导线距出线端子的 0.75～1m 处的温升为 $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ ¹⁾。

4.5.3 一次绕组的冲击试验

冲击耐压试验应按 GB 311.1 的有关要求进行，试验电压应加到一次绕组各出线端子（连在一起）与地之间。夹件、箱壳（如果有）、铁心（如果要求接地）以及二次绕组的所有出线端子均应接地。

冲击试验一般是施加参考电压和额定耐受电压。参考的冲击电压值为额定冲击耐受电压值的 50%～75%。冲击电压的波形和峰值应予记录。

参考电压下和额定耐受电压下的波形变异，可作为试验中绝缘损坏的依据。

为改善示伤的手段，除记录电压波形外，还可记录接地电流。

4.5.3.1 雷电冲击试验

试验电压值应按设备最高电压和规定的绝缘水平，取 GB 311.1 规定的相应值。

如果另有要求，互感器应按本标准表 2 或表 3 规定的值选取，此时需在订货合同中规定。

a) $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性连续冲击 15 次，不需作大气条件校正。

如果每一极性下的试验均如下所述，则互感器通过本试验。

- 非自复性内绝缘不出现击穿；
- 非自复性外绝缘不出现闪络；
- 自复性外绝缘出现的闪络不超过 2 次；

采用说明：

1) 见附录 D（提示的附录）中 D10。

——未发现绝缘损坏的其它依据（例如：所录波形的变异）。

注：施加 15 次正、负极性冲击波，是对外绝缘进行试验而规定的。如制造厂与用户协商同意，采用其它试验方法检查外绝缘，则每一极性下的冲击次数可减至 3 次，且不需作大气条件校正。

b) $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性连续冲击 3 次，不需作大气条件校正。

如果每一极性下的试验均如下所述，则互感器通过本试验。

——不发生击穿；

——未发现绝缘损坏的其他依据（例如：记录波形的变异）。

4.5.3.2 操作冲击试验

试验电压值应按互感器最高电压 U_m 和所规定的绝缘水平，取 GB 311.1 规定的相应值。

如果另有要求，互感器应按本标准表 3 规定的值选取。此时需在订货合同中规定。

试验应在正极性下进行，连续冲击 15 次，应作大气条件校正。

户外式互感器应承受湿试验。

如果试验如下所述，则互感器通过本试验。

——非自复性内绝缘不出现击穿；

——非自复性外绝缘不出现闪络；

——自复性外绝缘出现的闪络不超过 2 次；

——未发现绝缘损坏的其他依据（例如：所录波形的变异）。

注：在试验室墙壁或房顶上发生闪络的冲击应考虑在内。

4.5.4 户外式互感器的湿试验

为验证外绝缘的性能，应对户外式互感器进行湿试验。试验应按 GB/T 16927.1—1997 的规定进行。

如果另有要求，互感器应按本条 a)、b) 两项选取相应的试验电压，此时需在定货合同中规定。

a) 对于 $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组，其试验按设备最高电压，取

表 2 中相应的工频耐受电压值进行，应作大气条件校正。

b) 对于 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组，其试验按设备最高电压和额定绝缘水平，取表 3 中相应的正极性操作冲击电压值进行。

4.5.5 电容和介质损耗因数的测量

电容和介质损耗因数 ($\tan\delta$) 测量应在一次绕组的工频耐压后进行。

介质损耗因数测量应采用西林电桥或其它等效的方法进行。

试验电压施加在短接的一次绕组端子和地之间。通常，短路的二次绕组、电屏和绝缘的金属箱壳均接测量电桥。如果互感器有专用的装置（端子）供测量用，则所有其它低压端子均应短接且与接地的或屏蔽的金属箱壳或测量电桥的屏蔽相连。

注：在某些情况下，必须将电桥的其他点接地。

对电流互感器的试验应在环境温度下进行，并应记录环境温度。

4.6 例行试验

4.6.1 出线端子标志检验

对端子标志的正确性应进行验证（见 4.9）。

4.6.2 一次绕组的工频耐压试验和局部放电测量

4.6.2.1 工频耐压试验

工频耐压试验应按 GB 311.1 的要求进行。

如果另有要求，试验电压应按表 2 或表 4 中规定的相应值选取。此时需在订货合同中规定。

试验电压应加到连在一起的一次各出线端子与地之间，持续 60s。短接的二次绕组、夹件、箱壳（如果有）、铁心（如果有一特殊的接地端子）均应接地。

4.6.2.2 局部放电测量

a) 试验电路和测试仪器

试验电路如图 1～图 4 所示。

测试仪器是为测量以皮库（pC）表示的视在电荷量 q 。它的

校正应在试验电路（见图 4）中进行。

宽频测试仪器应有至少 100Hz 的频率，其上截止频率不超过 1.2MHz。窄频测试仪器应有 0.15~2MHz 范围内的谐振频率。优先采用的频率是 0.5~2MHz，但如有可能，最好能在给出最高灵敏度的频率下进行局部放电测量。

应具有能测出 5pC 局部放电水平的灵敏度。本条未尽之处按 GB 7354 进行。

注

- 1 噪声应足够低，以致于对灵敏度的影响可以忽略。可以忽略由外部干扰产生的脉冲。
- 2 为了消除外部噪声的影响，可使用平衡试验电路（图 3）。
- 3 当使用电子信号处理和复原技术来降低背景噪声时，背景噪声可通过改变参数的方法检出使回路能重复出现的脉冲。

b) 局部放电试验程序

在按程序 A 或程序 B 预加电压之后，当达到表 5 规定的局部放电测量电压时，在 30s 内测量局部放电水平。

测量的局部放电水平应不超过表 5 中规定的限值。

程序 A

在工频耐压试验之后，通过降低电压来达到局部放电测量电压。

程序 B

在工频耐压试验之后，进行局部放电试验。施加的电压升至工频耐受电压的 80%，持续时间不少于 60s。然后，直接降到规定的局部放电测量电压。

如果没有其他规定，应由制造厂选择试验程序。试验方法应在试验报告中列出。

对设备最高电压为 11.5kV 及以下的有机固体绝缘互感器，批量生产中，局部放电测量允许抽样进行。其短时工频耐压试验时间由 1min 延长为 5min。但如果每台都进行局部放电测量，则允许短时工频耐压试验时间仍为 1min。

4.6.3 一次、二次绕组的段间及二次绕组的工频耐压试验

试验电压应按 4.3.6 和 4.3.7 所列的相应值选取。并依次施加到短接在一起的每个二次绕组或绕组或绕组中每一线段的出线端子与地之间，持续 60s。

夹件、箱壳（如果有）、铁心（如果有特殊的接地端子）以及所有其它绕组或其它段的出线端子均应连在一起接地。

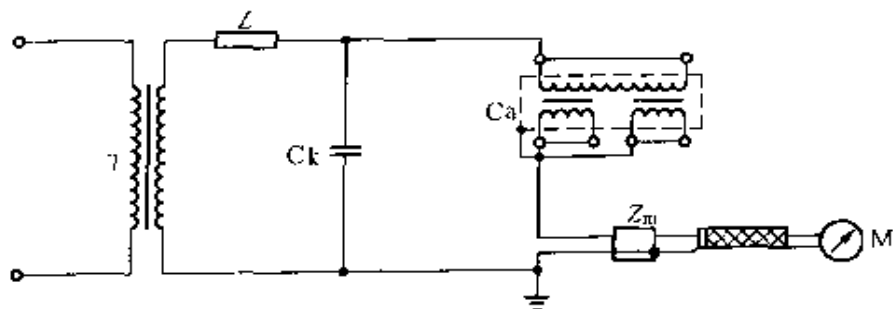


图 1 局部放电测量的试验电路

T—试验变压器； C_a —被试互感器； C_k —耦合电容器；
M—pD 测量装置； Z_m —测量阻抗； Z —滤波器（如果 C_k 为试验变压器的电容，则不要求滤波器）

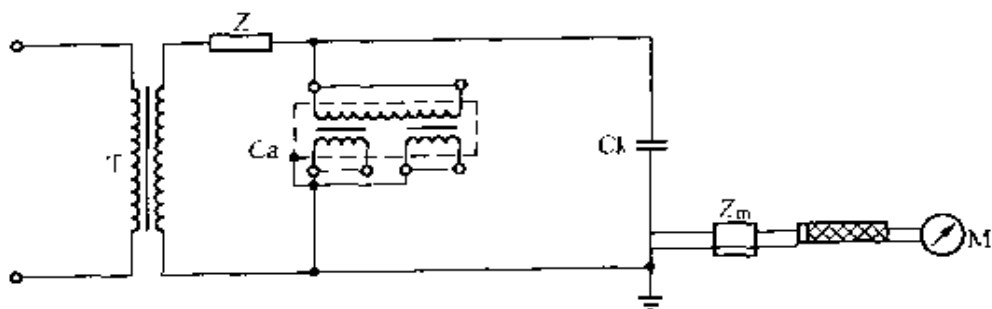


图 2 局部放电测量的另一种试验电路

符号含义如图 1 所示

4.6.4 匝间过电压试验

匝间过电压试验可按下列任一试验程序进行。

程序 A

二次绕组开路（或接一台阻抗值高的峰值电压测量装置），对一次绕组施加频率为 40—60Hz 的实际正弦波电流，其方均根

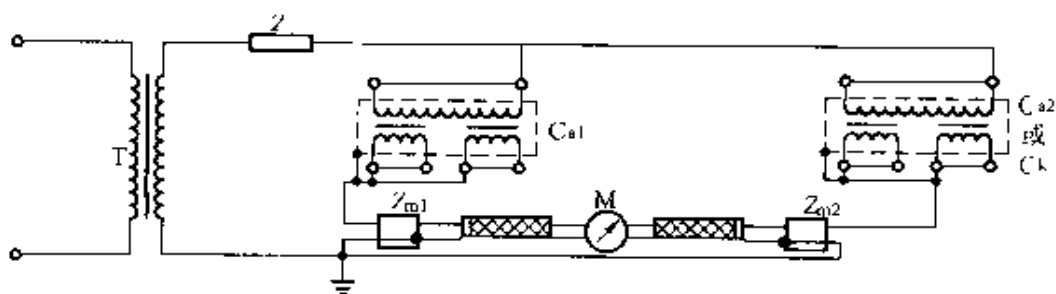


图3 局部放电测量的平衡试验电路

T—试验变压器；Ca1—被试互感器；Ca2—无局
放的试品（或耦合电容器Ck）；M—局部放电测量仪器；
 Z_{m1} 、 Z_{m2} —测量阻抗；Z—滤波器

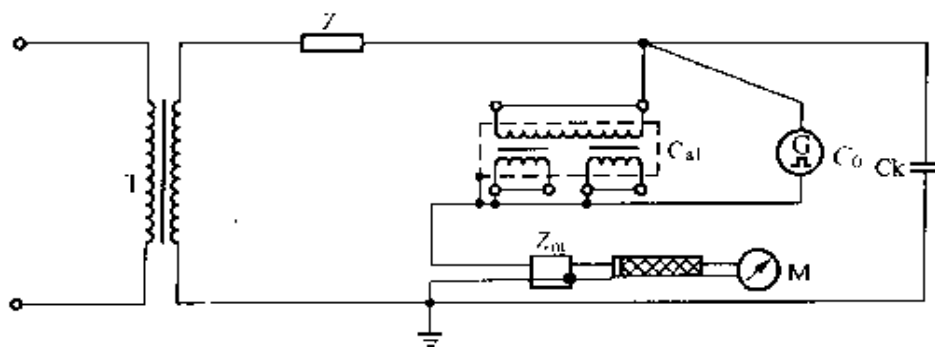


图4 局部放电测量的校正电路

G—带有电容 C_0 的冲击发生器
其它符合含义如图1所示

值等于额定一次电流（或额定扩大一次电流，如果适用），持续60s。

在达到额定一次电流（或额定扩大一次电流）之前，如果试验电压峰值达到4.5kV（峰值），则应限制施加电流。

程序B

一次绕组开路，在每个二次绕组端子之间施加规定的试验电压（以某一适当的频率），持续60s，只要二次电流的方均根值不超过额定二次电流（或额定扩大二次电流）。

试验频率应不大于400Hz。

在此频率下，如果获得的额定二次电流（或额定扩大二次电流）下的电压值低于 4.5kV（峰值），则获得的电压被认为是试验电压。

若试验频率超过两倍的额定频率时，其试验时间可少于 60s，计算公式如下：

试验持续时间 = $60 \times (\text{两倍额定频率}) / \text{试验频率 (s)}$

但最小为 15s。

4.6.5 电容和介质损耗因数测量

电容和介质损耗因数测量见 4.5.5 条。

4.6.6 绝缘油性能试验

互感器用绝缘油应符合 GB 7595 和 GB 7252 的要求。

4.6.7 密封性试验

电流互感器的密封试验按 JB/T 5356 进行。

4.7 特殊试验

4.7.1 一次绕组的雷电截波冲击试验

试验仪以负极性进行，并按下述方法与负极性雷电全波冲击试验结合进行。

标准雷电冲击波应在 $2 \sim 5\mu\text{s}$ 处截断。截断线路的配置应使所记录的冲击波的反冲幅值限制在约为峰值的 30%。全波冲击试验电压应按设备最高电压和规定的绝缘水平，取表 2 或表 3 的相应值。

截波冲击试验电压应满足 4.3.3 的要求。

冲击波施加的顺序如下：

a) 对于 $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组

——1 次全波；

——2 次截波；

——14 次全波。

b) 对于 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组

——1 次全波；

——2 次截波；

——2次全波。

以截波冲击前后全波波形的变异作为内部损伤的指示。

截波冲击时，在自恢复外绝缘上出现的闪络，不应计及对外绝缘性能的评价。

4.7.2 一次绕组的多次截波冲击试验

见附录 B（提示的附录）。

4.7.3 机械强度试验

进行本试验的目的是检验电流互感器是否满足 4.3.11 规定的技术要求。对一次施加试验载荷的方式见图 5。

电流互感器应完整地装配好，并垂直安装，用构架牢固地固定。

油浸式电流互感器应注满规定的绝缘油，且达到工作压力。

在表 7 所示的条件下，施加试验载荷的持续时间均为 60s。

如果没有发现损坏的依据（变形、破裂或泄漏），则认为电流互感器已通过本试验。

4.7.4 绝缘热稳定试验


本试验仅适用于设备最高电压 252kV 及以上的电流互感器。

试验时应对互感器施加额定连续热电流和 $1/\sqrt{3}$ 的设备最高电压，直至达到稳定状态（例如：介质损耗因数达到稳定）。全部试验时间应不少于 36h，其中达到稳定状态时间至少连续 8h。

试验时的环境温度为 5~40℃。

4.8 一般结构要求¹⁾

4.8.1 接地螺栓和接地符号

电流互感器应有直径不小于 8mm 的接地螺栓，或其它供接地线连接用的零件（例如面积足够且有连接孔的接地板），接地处应有平坦的金属表面，并在其旁标有明显的接地符号“”

采用说明：

1] 见附录 D（提示的附录）中 D11。

或“地”字样。这些接地零件皆应有可靠的防锈镀层，或采用不锈钢材料。

注：设备最高电压 0.415kV 的互感器，可采用直径 6mm 的接地螺栓，亦可通过互感器的金属零件接地。

4.8.2 出线端子

a) 具有一次绕组的电流互感器，制造厂应供给连接母线用的全部紧固件，但如经用户同意，设备最高电压为 0.415kV 的电流互感器可不提供。一次出线端子及紧固零件应有可靠的防锈镀层。

b) 电流互感器的二次出线端子螺杆直径不得小于 6mm（设备最高电压为 0.415kV 的电流互感器允许采用直径为 5mm 的）。二次出线端子（包括螺栓、螺母、垫圈等）应用铜或铜合金制成，并有可靠的防锈镀层。二次出线端子板防潮性能应良好。

4.8.3 对油浸式电流互感器的结构要求

a) 设备最高电压 40.5kV 及以上的电流互感器，应有保证绝缘油与外界空气不直接接触或完全隔离的装置（例如装设隔膜、金属膨胀器等），或其它防油老化措施。

b) 设备最高电压 40.5kV 及以上的电流互感器，须装有油面（油位）指示装置，且应具有最低的油面指示标志。对某些互感器（例如其油面或油位不随温度变化者等），须装有指示油是否充满或足够的装置。

c) 油箱下部应装有取油样或放油用的阀门，放油阀门的装设位置应能放出互感器最低处的油。

d) 最高电压 252kV 及以上的电流互感器，如用户有要求或结构上需要，应在一次出线端子间加过电压保护器。过电压保护器的参数由用户和制造厂协商确定。

4.9 标志

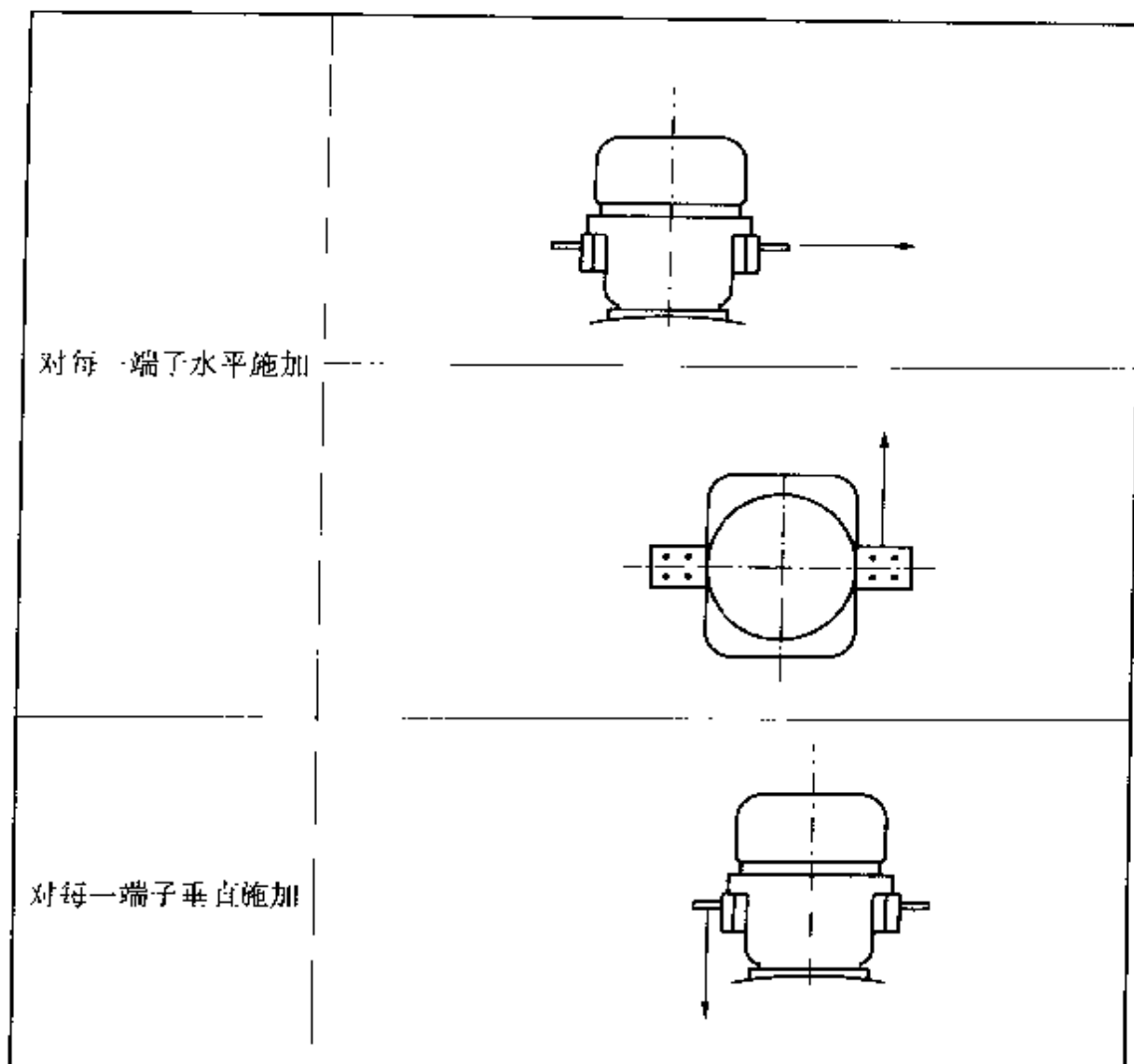
4.9.1 接线端子的标志（一般规则）

接线端子须标明下列标志：

a) 一次和二次绕组；

- b) 绕组的分段（如果有）；
- c) 绕组或分段的极性关系；
- d) 中间抽头（如果有）。

4.9.1.1 标志方法



注：试验载荷应加到端子的中心。

图 5 对一次端施加试验载荷的方式

接线端的标志应位于其表面或近旁处且应清晰牢固。标志由字母或数字（在字母之前或后）组成，字母均为大写印刷体。

4.9.1.2 标志内容

电流互感器的端子标志如图 6~ 图 9 所示。

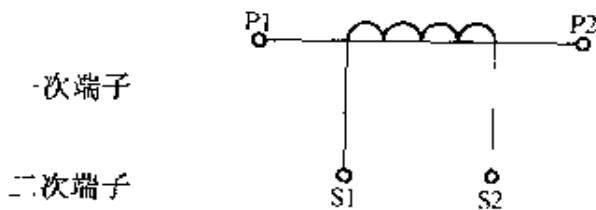


图6 单电流比互感器

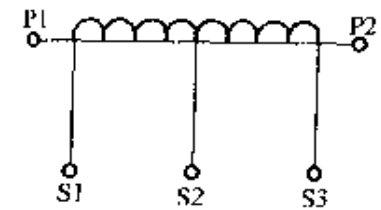


图7 互感器二次绕组有中间抽头

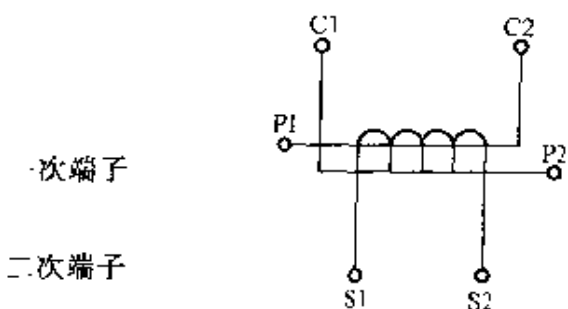


图8 互感器一次绕组分为两组，可以串联或并联

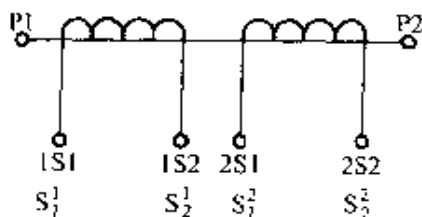


图9 互感器有两个二次绕组，各有其铁心（二次绕组有两种标志方法）

4.9.1.3 极性关系表征

所有标有 P1、S1 和 C1 的接线端子，在同一瞬间具有同一极性。

4.9.2 铭牌标志¹⁾

所有电流互感器的铭牌至少应标出下列内容：

a) 制造厂名（不以工厂所在地地名为厂名者，应同时标出地名）。

b) 型号或序号，最好两者均有。

c) 额定一次和二次电流。

一般应表示为：额定一次电流/额定二次电流 A

例如：100/5A

当一次电流为分段式，通过串、并联得到几种电流比时如下

采用说明：

1) 见附录 D（提示的附录）中 D12。

表示:

一次绕组段数×一次绕组每段的额定电流/额定二次电流
A

例如: 2×300/1A

当二次绕组具有抽头, 借以得到几种电流比时, 应分别标出每一对二次出线端子及其对应的电流比, 例如:

S1—S2	S1—S3	S1—S4
200/5A	300/5A	400/5A

d) 额定频率。

e) 额定输出及其相应准确级, 以及有关的其它附加性能数据 (见 5.5 和 6.5)。

f) 设备最高电压。

g) 额定绝缘水平。

h) 额定短时电流: 应分别标出额定短时热电流 (kA) (方均根值) 和额定动稳定电流 (kA) (峰值); 对于一次绕组为分段式的多电流比互感器, 应分别标出与各种一次绕组连接方式相对应的额定短时电流值, 数值之间以短横线“—”隔开, 例如:

额定短时热电流: 31.5—45kA

额定动稳定电流: 80—115kA

i) 绝缘耐热等级 (A 级绝缘不标出)。

j) 带有两个二次绕组的互感器, 应标明每一绕组的用途和其相应的端子。

k) 国名。

l) 互感器名称。

m) 标准代号。

n) 设备种类: 户内或户外 (设备最高电压 0.415kV 的互感器可不标出), 如互感器允许使用在海拔高于 1000m 的地区, 还应标出允许使用的最高海拔。

o) 互感器总重及油浸式互感器的油重。

p) 二次绕组排列示意图 (U 型、电容型结构)。

q) 制造年月。

注：

- 1 对于某些装入其它电气设备中的电流互感器，例如套管式互感器，其铭牌内容可以简化，如不标注 d)、f)、g)、k) 和 n) 等项目的内容。
- 2 f) 和 g) 项内容可合并标出如下（如需冠以标题时，则仅用“额定绝缘水平”）：设备最高电压/额定短时工频耐受电压/额定雷电全波冲击耐受电压（kV）或者设备最高电压/额定操作冲击耐受电压/额定雷电全波冲击耐受电压（kV）。252/360/850kV 或者额定绝缘水平 252/360/850kV。

4.10 包装、运输、保管及出厂文件¹⁾

4.10.1 电流互感器的包装，应保证产品及其组件、零件在整个运输和储存期间不致损坏及松动。干式互感器的包装，还应保证在整个运输和储存期间不致受到雨淋。

4.10.2 电流互感器各个供电气连接的接触面（包括接地处的金属平面）在运输和储存期间应有防锈措施。

4.10.3 电流互感器在运输过程中应无严重振动、颠簸和冲击现象。

4.10.4 每台电流互感器应附有下列出厂文件：

- a) 产品合格证；
- b) 出厂试验记录；
- c) 安装使用说明书（包括产品外形尺寸图及组件安装使用说明等）；
- d) 拆卸运输零件（如需要）和备件（如果有）一览表。

出厂文件应妥善包装，防止受潮。

注：设备最高电压 0.415kV 的互感器，只提供产品合格证。

4.10.5 根据用户要求，制造厂应提供本标准规定的有关型式试验的试验结果。

注：根据用户要求，制造厂可提供保护用电流互感器的伏安特性（计

采用说明：

1] 见附录 D)（提示的附录）中 D13。

算值)。

5 测量用电流互感器的补充技术要求

5.1 范围

本章是补充第4章所述的技术要求和试验，专供电气测量仪表用的电流互感器用。

5.2 定义

5.2.1 测量用电流互感器 measuring current transformer

给指示仪表、积分仪表和其它类似电器提供电流的电流互感器。

5.2.2 复合误差 composite error

当一次电流与二次电流的正符号与端子标志的规定相一致时，在稳态下，下列两者之差的方均根值：

- a) 一次电流的瞬时值；
- b) 二次电流的瞬时值乘以额定电流比。

复合误差 ϵ_c 通常是按下式用一次电流方均根值的百分数表示：

$$\epsilon_c = \frac{100}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_n i_s - i_p)^2 dt}$$

式中： K_n ——额定电流比；

I_p ——一次电流方均根值；

i_o ——一次电流瞬时值；

i_s ——二次电流瞬时值；

T ——一个周波的时间。

5.2.3 额定仪表限值一次电流 (I_{PL}) rated instrument limit primary current

测量用电流互感器在二次负荷等于额定负荷，且复合误差等于或大于10%时的最小一次电流值。

注：为了在系统因故障产生大电流时，保护由互感器供电的设备，因此复合误差应大于10%。

5.2.4 仪表保安系数 (FS) instrument security factor

额定仪表限值一次电流对额定一次电流之比。如果用户有要求时，仪表保安系数推荐为 5 和 10。

注：在系统故障电流通过电流互感器一次绕组的情况下，互感器仪表保安系数越小，由互感器供电的电器越安全。

5.2.5 二次极限感应电势 secondary limiting e.m.f

仪表保安系数 (FS)、额定二次电流及额定负荷与二次绕组阻抗的相量和三者的乘积。

注

- 1 用此法计算出的二次极限感应电势高于实际值。之所以这样选择，是为了应用 6.2.5 条和 6.4.2 对保护用电流互感器规定的同一试验方法。
- 2 计算二次极限感应电势时二次绕组电阻应换算到 75℃。

5.2.6 励磁电流 exciting current

在一次绕组和其它绕组开路的情况下，以额定频率的正弦波电压施加于二次接线端子时，二次绕组所吸取的电流方均根值。

5.3 准确级要求

测量用电流互感器的准确级，以该准确级在额定电流下所规定的最大允许电流误差的百分数来标称。

5.3.1 标准准确级

测量用电流互感器的标准准确级为：

0.1、0.2、0.5、1、3、5。

5.3.2 电流误差和相位差限值

对于 0.1、0.2、0.5 级和 1 级，在二次负荷为额定负荷的 25%~100% 之间的任一值时，其额定频率下的电流误差和相位差应不超过表 8 所列限值。

对 0.2S 级和 0.5S 级特殊用途的电流互感器（特别是和特殊电表相连接。这些电表在电流为 50mA~6A 之间，即在额定电流 5A 的 1%~120% 之间的某一电流下能作准确测量），在二次负荷为额定负荷的 25%~100% 之间任一值时，其额定频率下的电流误差和相位差应不超过表 9 所列限值。这些级别主要用于变

比为 25/5, 50/5 和 100/5 以及它们的十进位倍数, 且额定二次电流仅为 5A。

对 3 级和 5 级, 在二次负荷为额定负荷的 50%~100% 之间的任一值时, 其额定频率下的电流误差和相位差不应超过表 10 所列限值。

供试验用的二次负荷功率因数应为 0.8 (滞后), 当负荷小于 5VA 时, 可采用功率因数为 1。在任何情况下, 试验负荷不能小于 1VA。

注:

- 1 通常, 当外部导线位置与互感器之间的距离不小于该互感器设备最高电压 U_m 所要求的空气绝缘距离时, 则上述的电流误差和相位差是适用的。对于特殊的应用情况, 其中包括低电压大电流的运行情况, 由制造厂和用户协商解决。
- 2 对于额定二次电流为 5A, 额定负荷为 10VA 或 5VA 的互感器, 根据互感器的某些实际使用情况, 其下限负荷允许为 3.75VA¹⁾。

表 8 误差限值

准确级	电流误差 (±%)				相位差, 在下列额定电流 (%) 时							
	在下列额定电流 (%) 时				± (°)				± crad			
	5	20	100	120	5	20	100	120	5	20	100	120
0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	15	8	5	5	0.45	0.24	0.15	0.15
0.2	0.75	0.35	0.2	0.2	30	15	10	10	0.9	0.45	0.3	0.3
0.5	1.5	0.75	0.5	0.5	90	45	30	30	2.7	1.35	0.9	0.9
1	3.0	1.5	1.0	1.0	180	90	60	60	5.4	2.7	1.8	1.8

表 9 特殊用途电流互感器的误差限值

准确级	电流误差 (±%)					相位差, 在下列额定电流 (%) 时									
	在下列额定电流 (%) 时					± (°)					± crad				
	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120	1	5	20	100	120
0.2S	0.75	0.35	0.2	0.2	0.2	30	15	10	10	10	0.9	0.45	0.3	0.3	0.3
0.5S	1.5	0.75	0.5	0.5	0.5	90	45	30	30	30	2.7	1.35	0.9	0.9	0.9

注: 本表仅用于额定二次电流为 5A 的互感器。

采用说明:

- 1] 见附录 D (提示的附录) 中 D14。

表 10 误差限值

准确级	电流误差 ($\pm\%$), 在下列额定电流 (%) 时	
	50	120
3	3	3
5	5	5

注: 3 级和 5 级的相位差不予规定。

5.3.3 电流扩大值

在 0.1~1 级的电流互感器中, 可以规定电流的扩大值, 只须它们满足下列两点要求:

a) 额定连续热电流应是额定扩大一次电流值, 它表示为额定一次电流的百分数。

b) 额定扩大一次电流下的电流误差和相位差应不超过表 8 所列对 120% 额定一次电流下所规定的限值。

额定扩大一次电流的标准值为 120%、150% 和 200%。

5.4 误差试验

5.4.1 型式试验

对 0.1~1 级的电流互感器, 为了验证是否符合 5.3.2 的要求, 型式试验应在 25% 和 100% 额定负荷下 (最小 1VA), 按表 8 每一电流值进行试验。对于额定扩大一次电流值超过 120% 的电流互感器, 应以额定扩大一次电流值, 代替 120% 额定一次电流试验。

5.4.2 例行试验

误差的例行试验原则上与 5.4.1 条型式试验相同。如经该型互感器的型式试验证实, 减少电流或负荷试验的次数仍足以证实互感器符合 5.3.2 条的要求, 则允许在例行试验中减少试验次数。

5.4.3 仪表保安电流

可以用下述间接法试验进行:

一次绕组开路, 在二次绕组施加额定频率的实际正弦波电压, 而其电压方均根值等于二次极限感应电势时, 测量励磁电流。

所得励磁电流 (I_{exc})，用额定二次电流 (I_{sn}) 和仪表保安系数 (FS) 两者乘积的百分数表示时，应等于或大于 10% (额定复合误差)，即：

$$100I_{exc}/(I_{sn} \cdot FS) \geq 10\%$$

式中： I_{exc} ——励磁电流；

I_{sn} ——额定二次电流；

FS ——仪表保安系数。

如果对此测量结果有怀疑，应用直接试验法进行验证，并以其结果为准。

注：间接法试验的最大优点是不需要大电流（例如：在额定电流为 3000A、仪表保安系数为 10 时，需要 30000A），也不必制作大电流（如 50A）的负荷。在间接法试验中，不存在一次返回导体的影响。在运行条件下，这种作用只能加大复合误差，这对测量用电流互感器供电装置的安全有利。

5.5 标志

测量用电流互感器铭牌应按 4.9.2 条的规定标有相应的内容。

准确级和仪表保安系数应标在相应的额定输出之后（例如：15VA 0.5 级，FS10）。

具有额定扩大一次电流值的电流互感器（见 5.3.3 条），其标志应紧接着准确级标志之后（例如：15VA 0.5 级，扩大值 150%）。

注：铭牌可以标出电流互感器能满足几种额定输出和准确级的组合（例如：15VA 0.5 级、30VA 1 级），此时，根据 4.2.4 条的注可以采用非标准的输出值（例如：15VA 1 级、7VA 0.5 级）。

6 保护用电流互感器的补充技术要求

6.1 范围

本章是补充第 4 章所述的技术要求和试验，适用于保护继电器用的电流互感器，特别是那些当电流达额定电流很多倍时仍保

持其准确度为主要要求的保护方式。

对于某些保护系统，当电流互感器的特性决定于该保护装置成套设计性能时（例如快速平衡系统和共振接地系统中的接地保护），可能还需进一步提出补充要求。

至于供测量及保护两用的电流互感器，应符合本标准所有章节的规定。

6.2 定义

6.2.1 保护用电流互感器 protective current transformer

为保护用继电器提供电流的电流互感器。

6.2.2 复合误差（见 5.2.2 条）

6.2.3 额定准确限值一次电流 rated accuracy limit primary current

互感器能满足复合误差要求的最大一次电流值。

6.2.4 准确限值系数（ALF）accuracy limit factor

额定准确限值一次电流与额定一次电流之比。

6.2.5 二次极限感应电势 secondary limiting e.m.f

由准确限值系数、额定二次电流及额定负荷与二次绕组阻抗的相量和三者的乘积。

6.2.6 励磁电流 exciting current

在一次绕组和其他绕组开路的情况下，以额定频率的正弦波电压施加于二次接线端子时，二次绕组所吸取的电流方均根值。

6.3 准确级要求

6.3.1 标准准确限值系数

标准准确限值系数为：5、10、15、20 和 30。

6.3.2 准确级

6.3.2.1 准确级的标称

对保护用电流互感器，准确级以该准确级在额定准确限值一次电流下的最大允许复合误差的百分数标称，其后标以字母“P”（表示保护）。

6.3.2.2 标准准确级

保护用电流互感器的标准准确级为：5P 和 10P。

6.3.3 误差限值

在额定频率及额定负荷下，电流误差、相位差和复合误差应不超过表 11 所列限值。

为确定电流误差和相位差，试验所用的负荷，其功率因数应为 0.8（滞后）。但当负荷小于 5VA 时，允许功率因数为 1。

为确定复合误差，试验时所用负荷的功率因数应在 0.8（滞后）至 1 之间，可由制造厂自定。

表 11 误差限值

准确级	额定一次电流下的电流误差 %	额定一次电流下的相位差		在额定准确限值一次电流下的复合误差 %
		\pm (°)	\pm crad	
5P	± 1	± 60	1.8	5
10P	± 3	—	—	10

6.4 误差试验

6.4.1 电流误差和相位差的型式试验和例行试验

试验应在额定一次电流下进行，以验证电流误差和相位差是否符合 6.3.3 条的要求。

6.4.2 复合误差的型式试验

a) 采用直接法试验以验证复合误差是否符合表 11 的要求。试验时以实际正弦波额定准确限值一次电流通过一次绕组，二次绕组接额定负荷，其功率因数由制造厂决定，选 0.8（滞后）~ 1 之间的任一值（见附录 A）。

可以在与提交用户的产品相类似的互感器上进行试验。只要该试品的几何尺寸保持相同，而允许其采用降低的绝缘。

注：在一次电流很大的单匝贯穿式电流互感器的情况下，应模仿运行情况，考虑一次返回导体与电流互感器的距离问题。

b) 对于具有实际上为连续环形铁心，二次绕组均匀分布，一次导线为中心排列或一次绕组均匀布置的电流互感器，只要一次返回导体的影响小到可以忽略不计，可用下述间接法试验代替直接法试验。

一次绕组开路，二次绕组施加额定频率的实际正弦波电压，其电压方均根值应等于二次极限感应电势时，所得励磁电流以额定二次电流和准确限值系数之积的百分数表示时应不超过表 11 所列的复合误差限值。

注

- 1 计算二次极限感应电势时，二次线圈阻抗应假定为室温下测出的二次线圈电阻，换算到温度为 75℃ 时的电阻值。
- 2 用间接法测定复合误差时，不必考虑匝数比与额定电流比之间的可能存在的差异。

6.4.3 复合误差的例行试验

所有适合 6.4.2 条 b) 项的电流互感器，其例行试验与型式试验相同。

对其他互感器，也可用测量励磁电流的间接法试验，但须对结果乘一校正系数。此系数是由同型电流互感器（见注 2）上的直接法试验与间接法试验对比而得，其准确限值系数和负荷条件均应相同。此时，制造厂应有试验证明书。

注

- 1 上述校正系数是等于由直接法试验时所得到的复合误差与由间接法试验时所测得的励磁电流以额定二次电流乘以准确限值系数百分数表示后之比值。
- 2 所谓“同型互感器”指互感器的安匝数相同，并且几何尺寸，铁心材料和二次绕组完全一样，而不管其电流如何的互感器。

6.5 标志

保护用电流互感器的铭牌应按 4.9.2 条标有相应的内容。额定准确限值系数应标在其额定输出及准确级后标出(例:30VA5P10)。

注：当电流互感器能满足几组输出、准确级和准确限值系数时，可以全部标出。

例：(15VA0.5 级) 或 (15VA0.5 级)
 (30VA1 级) (15VA1 级，扩大值 150%)
 (30VA5P10) (15VA5P20)

附 录 A
(标准的附录)
保护用电流互感器

A1 相量图

设有一台电流互感器，其本身和负荷均只有线性的电元件和磁元件，再假定一次电流是正弦波，则所有的电流、电压和磁通均是正弦波，因而其性能可用图 A1 的相量图表示。

在图 A1 中， I_2 代表二次电流。它系通过二次绕组阻抗及负荷之电流，从而决定了所需感应电势 E_2 及磁通 Φ 的幅值与方向，后者是垂直于电势相量的。该磁通是由励磁电流 I_c 产生的，又分为与磁通平行的磁化分量和与电压平行的损耗（或有效）分量 I_a 、 I 和 I_c 的相量和代表除以匝数比（二次匝数对一次匝数之比）后的一次电流，用 I'_p 表示。

这样，当一台电流互感器的匝数比等于额定电流比时， I_2 与 I'_p 长度差与 I'_p 长度之比，按 3.1.10 条的定义，即是其电流误差，而两者的角度差 δ 按 3.11 条的定义，即是其相位差。

A2 匝数补偿

当匝数比不等于（一般小于）额定电流比时，电流互感器称为“带有匝数补偿”。故在计算其性能时，须区分 I'_p （一次电流除以匝数比）和 I''_p （一次电流除以额定电流比）。如果无匝数补偿则 I'_p 等于 I''_p ，如果有匝数补偿，则 I'_p 与 I''_p 不相等。此时， I''_p 用来制相量图， I'_p 用来确定电流误差。可以看出匝数补偿对电流误差有影响（可能有意用作调整误差）。但是 I'_p 和 I''_p 方向仍相同，故匝数补偿对相位差无影响。

也可看出，匝数补偿对复合误差的影响比对电流误差的影响要小。

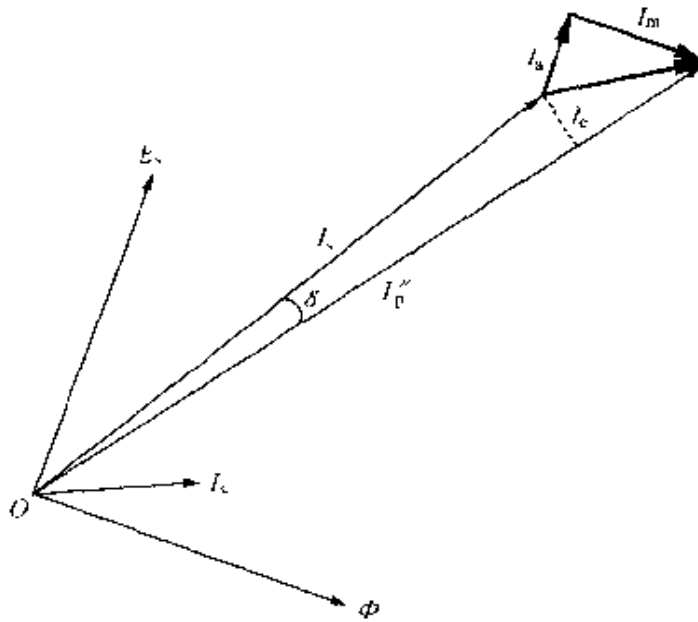


图 A1

A3 误差三角形

图 A2 是图 A1 上部的放大图。为了实用，假定相位差小至可以认为二相量 I_s 和 I_p'' 是平行的，在假定没有匝数补偿，则可

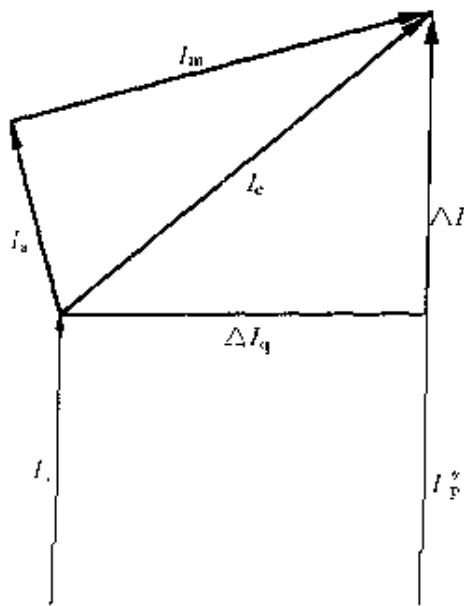


图 A2

看出 I_c 和 I_p'' 的投影分量 ΔI 能很近似地代替 I_s 与 I_p'' 间的算术差而求得的电流误差，同样， I_c 与 I_p'' 垂直分量 ΔI_q 可以用来表示相位差。

还可看出：在上述假定下，励磁电流 I_c 除以 I_p'' 按 5.2.2 条，等于复合误差。这样，对无匝数补偿的电流互感器，当相量图表示恰当时，电流误差，相位差和复合误差就构成一个直角三角形。在此三角形中，代表复合误差的

斜边决定于由负荷和二次绕组阻抗构成总负荷阻抗的大小；而电流误差和相位差的分配关系则依赖于总负荷阻抗的功率因数和励磁电流的功率因数。当 I_s 和 I_c 同相时，即两功率因数相等，相位差为零。

A4 复合误差

复合误差概念的最重要的应用，是当用相量图表示不合适的时候，由于非线性的条件使励磁电流和二次电流出现高次谐波（见图 A3），因此，复合误差的定义是按 5.2.2 给出的，而不像 A2 那样，以十分简单的方式定义为电流误差和相位差的相量和。

这样，在一般情况下，复合误差亦代表实际电流互感器与理想电流互感器的差别，这是一次电流中不存在而只存在于二次绕组中的高次谐波所造成的（在本标准中总认为一次电流是个正弦波）。

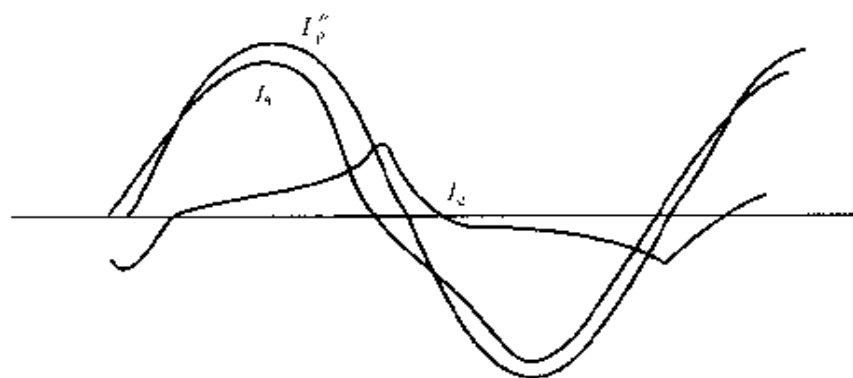


图 A3

A5 复合误差的直接法试验

图 A4 中是一台匝数比为 1/1 的电流互感器。其一次接正弦电流源，二次接具有线性特征的负荷，并且接入一块电流表，使一次和二次都通过电流表，但方向相反。在这样方式下，通过电流表的最终电流将等于励磁电流（在一次电流为正弦电流的情况

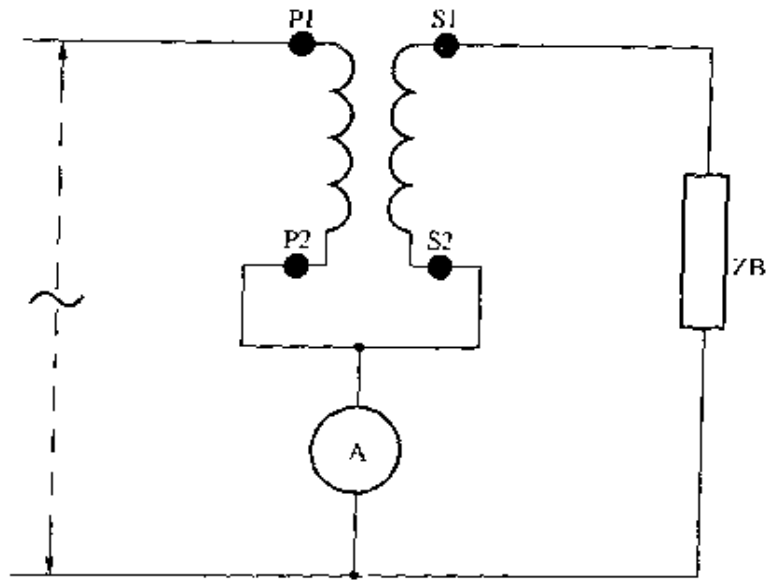


图 A4

下), 并且此电流的有效值与一次电流有效值之比, 按 5.2.2 的定义即为复合误差。

因此, 图 A4 是直接测量复合误差的基本线路。

图 A5 代表了额定电流比不等于 1 的电流互感器进行直接测量复合误差的基本线路。它示出两台额定电流比相同的电流互感器。假定基准电流互感器 (N) 在主要运行条件接最小负荷下的复合误差小到可以忽略不计, 而被测试电流互感器 (X) 接额定负荷。它们均由同一个一次正弦电流供电, 并接入电流表测量两个二次电流之差, 在此条件下, 电流表 A2 中电流方均根值与电流表 A1 中电流方均根值之比即为互感器 (X) 的复合误差, 用百分数表示。

用此方法, 必须确知基准互感器 (N) 在使用条件下的复合误差是小到可以忽略不计。否则不能使用此方法。因为复合误差的性能很复杂 (波形畸变), 基准互感器 (N) 具有已知的复合误差都无法来校正试验结果。

A6 直接测量复合误差的其它方法

其它方法也可以测量复合误差，图 A6 表示了其中之一。

图 A5 所示的方法要求有一台专用的基准互感器 (N)，其额

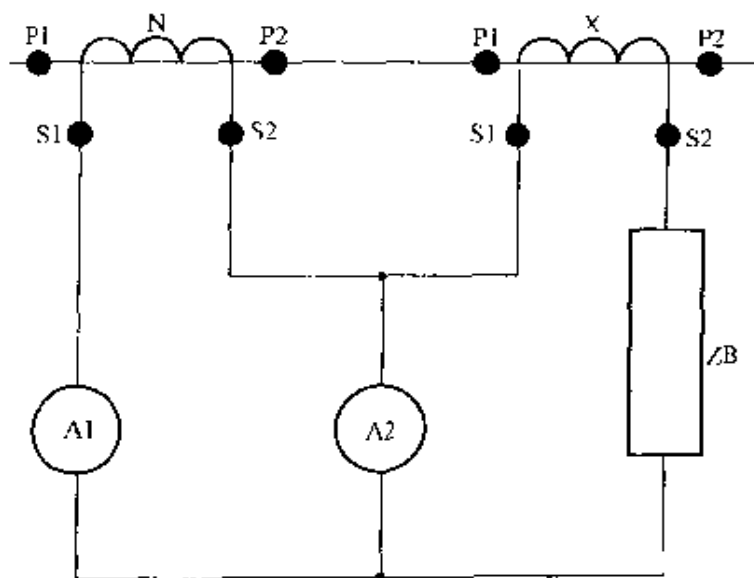


图 A5

定电流比和被试互感器 (X) 一样，其复合误差在准确限值一次电流下小到可以忽略不计。图 A6 所示的方法使之可采用标准的

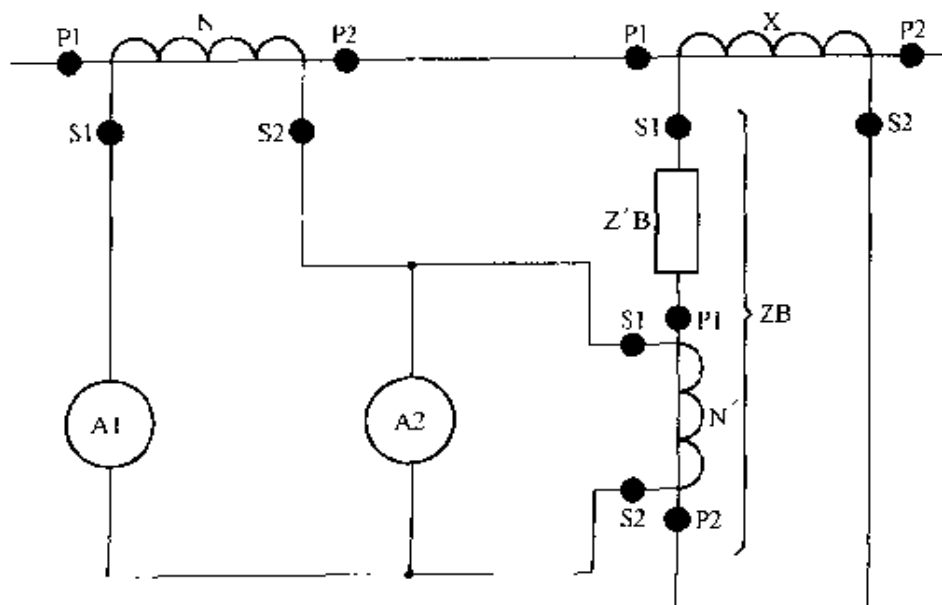


图 A6

基准互感器 (N) 和 (N'), 并在或接近了它们的额定一次电流下使用。但这些基准互感器仍须是复合误差小到可以忽略不计, 不过, 在这种情况下, 其要求比较容易满足。

在图 A6 中, (X) 是被试互感器。(N) 是标准的基准互感器。其额定一次电流与被试互感器 (X) 的额定准确值一次电流 (在此电流下试验) 是同一数量级。(N') 也是一台标准的基准互感器, 其额定一次电流与互感器 (X) 额定限值一次电流对应的二次电流是同一数量级。应该注意, 互感器 (N') 也是互感器 (X) 的负荷 Z_n 的一部分, 在确定负荷 Z_n 时, 必须考虑 A1 和 A2 是两个电表, 应注意使 A2 测量互感器 (N) 和 (N') 的二次电流之差。

设互感器 (N) 的额定电流比为 K_n , 互感器 (X) 为 K_{nx} , 互感器 (N') 为 K'_n , 则 K_n 应等于 K'_n 与 K_{nx} 乘积, 即:

$$K_n = K'_n \times K_{nx}$$

在此条件下, 电流表 A2 中的电流方均根值与 A1 表中电流方均根值之比是互感器 (X) 的复合误差, 用百分数表示。

注: 当使用图 A5 和图 A6 所示方法时, 注意电流表 A2 应使用低阻抗的。因为该表上的电压降在图 A6 情况下, 除以互感器 (N') 的变比是互感器 (X) 的一部分, 且趋向于使该互感器的负荷减少。同理, 这个电流表电压使互感器 (N) 的负荷增加。

A7 复合误差的应用

复合误差的数量值永远不会小于电流误差和相位差的相量和 (后者用厘弧表示)。

因此, 复合误差常常表示电流误差或相位差的最大可能数值。

在过电流继电器运行中, 电流误差是具有特殊意义的。而相位差对相敏继电器 (例如: 方向继电器) 的运行有特殊意义。

在差动继电器中, 则须考虑所用两台电流互感器复合误差的

组合。

限制复合误差还有另外一个优点，即最终能限制二次电流的谐波分量，这对某些型式继电器的正确运行是必须的。

附 录 B

(提示的附录)

多次雷电截波冲击试验

试验应采用负极性截波冲击，在波峰附近截断。

电压骤降的时间约为 $0.5\mu\text{s}$ ，按 IEC 60-1 测量。电路的配置应使所记录冲击波的反冲值在数量级上为峰值的 50%，

施加电压峰值约为额定雷电冲击耐受电压的 60%。

至少施加 100 次冲击，才能找出故障的依据，应每分钟施加一次冲击。

试验前和试验后的第三天都要进行互感器油中溶解气体分析。

应依据产生的气体组分（主要气体含量的比率）来评估试验结果，但尚未给出具体数据。 H_2 和 C_2H_2 明显增多，则表示有故障。

可按 IEC 567 中的一种程序来取油样。

分析程序和诊断故障应按 IEC 599 的规定。

附 录 C

(标示的附录)

电流互感器介质损耗因数的允许值

C1 油浸式电流互感器的介质损耗因数的允许值列于表 C1。

C2 电容型电流互感器末屏介质损耗因数 ($\tan\delta$) 允许值不大于 0.02，此时测量电压为 3kV。

表 C1

设备最高电压 U_m	测量电压	介质损耗因数的允许值
kV	kV	($\tan\delta$)
电容型 550	$U_m/\sqrt{3}$	≤ 0.004
≤ 363	$U_m/\sqrt{3}$	≤ 0.005
非电容型 >40.5	10	≤ 0.015
≤ 40.5	10	≤ 0.02

注：对电容型电流互感器，制造厂应提供 10kV 时的介质损耗因数测量值。

附录 D

(提示的附录)

采用说明

D1 本次修订时，额定输出标准值增加 20、25、40、50、60、80 和 100VA。

D2 根据实际情况，功率因数改为 0.8 (滞后) ~ 1，IEC 原文为 1。

D3 按互感器的运行情况而加此注说明。

D4 因为 IEC 标准规定的设备最高电压等级同我国标准规定的设备最高电压等级不同，为使用上的方便，本次修订在 IEC 标准要求的基础上，同时增加了 GB 311.1 的内容，并要求只有供出口或用户有特殊要求的互感器产品才按 IEC 规定的要求进行。

D5 根据易受污染的户内型互感器的使用情况，加此注说明。

D6 电容和介质损耗因数测量，IEC 中规定为特殊试验，本次修订改为型式试验和例行试验。

D7 根据需要，增加绝缘油性能试验和密封性能试验。

D8 根据国情增加了绝缘热稳定试验。

D9 IEC 原文规定：产品初始温度：17~27℃；试验环境温度：10~30℃；根据我国国情改为：5~40℃。

D10 对应于 4.2.6 中所增加的注，而对连结导线作的说明。