

IEC 60044-1

电流互感器

本标准适用于频率 15Hz~100Hz,供电气测量和继电保护用的新制造的电流互感器。虽然本标准主要适用于独立绕组的互感器,但如合适,也适用于自耦互感器。兼作测量和保护用的电流互感器应符合标准的全部内容。

Applies to newly manufactured current transformers for use with electrical measuring instruments and electrical protective devices at frequencies from 15 Hz to 100 Hz. Although the requirements relate basically to transformers with separate windings, the

标准编号：IEC 60044-1

规程名称：电流互感器

发布时间：2003-02

实施时间：2003-02

发布部门：国际电工委员会标准 IEC/TC38 互感器技术委员会

制造厂商：武汉鼎升电力自动化有限责任公司

产品名称：DGFA-T [变频互感器综合测试仪](#)

产品地址：<http://www.kv-kva.com/702/>

IEC/TC38

1.2 版



国 际 电 工 委 员 会 标 准

IEC 60044-1: 2003

代替 IEC 60044-1:1996+A1:2000+A2:2002

互感器 第 1 部分: 电流互感器



(译文)

2003-02 发布

IEC/TC38 互感器技术委员会 制定

武汉鼎升电力自动化有限责任公司 整理 <http://www.kv-kva.com>

2015-7

目 次

前言	
1 总则	1
1.1 范围	1
1.2 引用标准	1
2 定义	1
2.1 通用定义	2
2.2 测量用电流互感器的补充定义	5
2.3 保护用电流互感器的补充定义	5
3 正常和特殊使用条件	7
3.1 正常使用条件	7
3.2 特殊使用条件	8
3.3 系统接地	9
4 额定值	9
4.1 额定一次电流标准值	9
4.2 额定二次电流标准值	9
4.3 额定连续热电流	9
4.4 额定输出标准值	9
4.5 短时电流额定值	9
4.6 温升限值	9
5 设计要求	10
5.1 绝缘要求	10
5.2 机械强度要求	14
6 试验分类	15
6.1 型式试验	15
6.2 例行试验	15
6.3 特殊试验	16
7 型式试验	16
7.1 短时电流试验	16
7.2 温升试验	16
7.3 一次绕组的冲击试验	17
7.4 户外式互感器的湿试验	17
7.5 无线电干扰电压 (RIV) 测量	17
8 例行试验	19
8.1 端子标志检查	19
8.2 一次绕组的工频耐压试验和局部放电测量	19
8.3 一次绕组和二次绕组段间以及二次绕组的工频耐压试验	21
8.4 匝间过电压试验	21
9 特殊试验	21
9.1 一次绕组的截断冲击试验	21

9.2 电容值和介质损耗因数测量.....	22
9.3 机械强度试验.....	22
9.4 传递过电压测量.....	22
10 标志.....	24
10.1 端子标志——一般规则.....	25
10.2 铭牌标志.....	25
11 测量用电流互感器的补充要求.....	26
11.1 测量用电流互感器准确级的标称.....	26
11.2 测量用电流互感器误差的电流误差和相位差限值.....	26
11.3 电流扩大值.....	27
11.4 测量用电流互感器误差的型式试验.....	27
11.5 测量用电流互感器误差的例行试验.....	27
11.6 仪表保安系数.....	27
11.7 测量用电流互感器的铭牌标志.....	28
12 保护用电流互感器的补充要求.....	28
12.1 标准准确限值系数.....	28
12.2 保护用电流互感器的准确级.....	28
12.3 保护用电流互感器的误差限值.....	28
12.4 保护用电流互感器电流误差和相位差的型式试验和例行试验.....	28
12.5 复合误差的型式试验.....	28
12.6 复合误差的例行试验.....	29
12.7 保护用电流互感器铭牌标志.....	29
13 PR 级保护用电流互感器的补充要求.....	29
13.1 标准准确限值系数.....	29
13.2 PR 级保护用电流互感器的准确级.....	29
13.3 PR 级保护用电流互感器的误差限值.....	29
13.4 PR 级保护用电流互感器电流误差和相位差的型式试验和例行试验.....	30
13.5 PR 级保护用电流互感器的铭牌标志.....	30
14 PX 级保护用电流互感器的补充要求.....	30
14.1 PX 级保护用电流互感器的性能规范.....	30
14.2 PX 级保护用电流互感器的绝缘要求.....	30
14.3 PX 级保护用电流互感器的型式试验.....	31
14.4 PX 级保护用电流互感器的例行试验.....	31
14.5 PX 级保护用电流互感器的铭牌标志.....	31
附录 A (标准件) 保护用电流互感器.....	32
A.1 相量图.....	32
A.2 匝数补偿.....	32
A.3 误差三角形.....	32
A.4 复合误差.....	33
A.5 复合误差的直接法试验.....	33
A.6 直接测量复合误差的其它方法.....	34
A.7 复合误差的应用.....	35
附录 B (信息件) 多次截断冲击试验.....	36

图 1	海拔校正系数.....	8
图 2	局部放电测量试验线路.....	19
图 3	局部放电测量的另一个试验线路.....	20
图 4	局部放电测量的平衡试验线路实例.....	20
图 5	局部放电测量的校验线路实例.....	20
图 6	无线电干扰电压 (RIV) 测量线路.....	18
图 7	传递过电压测量: 试验线路及 GIS 试验布置.....	23
图 8	传递过电压测量: 一般试验布置.....	23
图 9	传递过电压测量: 试验波形.....	24
图 A.1~图 A.2		32~35
表 1	温度类别.....	7
表 2	绕组的温升限值.....	10
表 3	设备最高电压 $U_m < 300\text{kV}$ 互感器一次绕组的额定绝缘水平.....	11
表 4	设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 互感器一次绕组的额定绝缘水平.....	12
表 5	设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 互感器一次绕组的额定工频耐受电压.....	12
表 6	局部放电测量电压及允许水平.....	13
表 7	爬电距离.....	14
表 8	静态承受试验载荷.....	15
表 9	一次端子上试验载荷的施加方式.....	22
表 10	端子标志.....	25
表 11	测量用电流互感器 (0.1 级~1 级) 电流误差和相位差限值.....	26
表 12	特殊用途的测量用电流互感器电流误差和相位差限值.....	27
表 13	测量用电流互感器 (3 级和 5 级) 电流误差限值.....	27
表 14	保护用电流互感器误差限值.....	28
表 15	PR 级保护用电流互感器的误差限值.....	29
表 16	传递过电压限值.....	14

前 言

1) 国际电工委员会（简称 IEC）是一个由各国国家电工委员会（又称 IEC 国家委员会）组成的世界性标准化组织。IEC 的宗旨是促进电工和电子领域内的标准化问题的全面国际合作。为此，IEC 除了组织相关活动以外，还出版了国际标准。接受委托的各技术委员会负责 IEC 标准的起草，任何一个对有关主题表示关心的国家电工委员会都可以参加相关标准的起草工作，与 IEC 有联系的国际组织、政府机构和非政府组织也可参加这些标准的起草工作。IEC 与世界标准化组织（简称 ISO）已决定根据双方达成的协议建立了密切的合作关系。

2) 国际电工委员会（IEC）的各技术委员会，是由那些特别关心该主题的各国家电工委员会组成。它所作出的正式决议或协议，尽可能一致地反映了国际上对该主题的看法。

3) 供国际上使用的决议和协议，以标准、技术报告或导则的形式发布。从这一意义上讲，它们已被各国家委员会所接受。

4) 为了促进国际上的一致性，IEC 希望各国家委员会在其国内条件允许的情况下，尽量采用 IEC 标准为本国的国家标准，如果国家标准与相应的 IEC 标准有所不同时，应在国家标准中尽可能明确地指出。

5) IEC 尚未制定任何有关认可标志的程序，因此，当某设备被宣布符合某一 IEC 标准时，IEC 对此不负任何责任。

6) 请注意：本标准的某些内容有可能涉及专利权问题，但 IEC 没有任何承担将类似此类内容的专利权予以验明的责任。

IEC 60044-1 是由 IEC/TC38：《互感器技术委员会》制定的。

IEC 60044-1 的本次统一修订，是按该标准第一版（1996）[38/161/FDIS 及 38/174/RVD 文件]，及其 1 号修改单（2000）[38/245/FDIS 及 38/257/RVD 文件] 和 2 号修改单（2002）[38/285/FDIS 及 38/289/RVD 文件] 进行的。

它的版本代号为 1.2。

在正文页边处有提示垂线者，其有关内容按第 1 号修改单和第 2 号修改单作了修改（或补充）。

附录 A 为本标准整体的组成部分。

附录 B 仅是信息性资料。

本委员会决定，本标准有效期为 2005 年 12 月底，届时，本标准将按技术委员会的决定被

——重新确认；

——废止；

——被新版本取代，或；

——修订。

互感器

第 1 部分: 电流互感器

1 总则

1.1 范围

本标准适用于频率15Hz~100Hz, 供电气测量和继电保护用的新制造的电流互感器。

虽然本标准主要适用于独立绕组的互感器, 但如合适, 也适用于自耦互感器。

第11章包括的技术要求和试验, 是对第3章到第10章的补充, 为电气测量用电流互感器所必需的。

第12章包括的技术要求和试验, 是对第3章到第10章的补充, 为继电保护用电流互感器所必需的。特别是那些主要要求达几倍额定电流时仍保持准确度的互感器。

对于某些保护系统, 电流互感器的特性与保护装置的总体设计有关(如高速平衡系统和共振接地网络中的接地故障保护), 对于PR级互感器, 其补充技术要求见第13章; 对于PX级互感器, 其补充技术要求见第14章。

第13章包括的技术要求和试验是对第3章到第10章的补充。这些都是继电保护用电流互感器, 特别是那些主要技术要求为无剩磁的保护方式的电流互感器所必需的。

第14章包括的技术要求和试验是对第3章到第10章的补充。这些都是继电保护用电流互感器, 特别是已知互感器的二次励磁特性、二次绕组电阻、二次负荷电阻和匝数比, 足以确定与其所接继电保护系统相关性能的电流互感器所必需的。

兼作测量和保护用的电流互感器应符合本标准的全部内容。

1.2 引用标准

使用本标准时, 下列引用标准是必不可少的。凡注日期的引用标准, 仅该版本适用于本标准。凡不注日期的引用标准, 则宜用其最新版本(包括所有的修改单)。

IEC 60028:1925 铜电阻国际标准

IEC 60038:1983 IEC 标准电压

IEC 60044-6:1992 互感器 第6部分: 暂态保护用电流互感器的技术要求

IEC 60050(321):1986 国际电工词汇 321章: 互感器

IEC 60060-1:1989 高压试验技术 第1部分: 一般定义和试验要求

IEC 60071-1:1993 绝缘配合 第1部分: 定义、原理和规则

IEC 60085:1984 电气绝缘材料的热性能评价和分级

IEC 60121:1960 商用退火铝导线推荐标准

IEC 60270:1981 局部放电测量

IEC 60567:1992 油浸电气设备油样和其它油浸设备的气体分析判断

IEC 60599:1978 运行中变压器和其它油浸设备的气体分析判断

IEC 60721 环境条件分类

IEC 60815:1986 绝缘子在污秽条件下的选择导则

CISPR 18-2: 1986 架空电力线路和高压设备的无线电干扰特性 第2部分: 测量方法和确定限值的程序

2 定义

下列定义适用于本标准。

2.1 通用定义

2.1.1

互感器

一种变压器，能为测量仪器、仪表、继电器和其它类似电器提供电气信息。

[IEV 321-01-01, 有修改]

2.1.2

电流互感器

一种互感器，在正常情况使用条件下其二次电流与一次电流实际成正比，而其相位差，在联接方法正确时接近于零。

[IEV 321-02-01]

2.1.3

一次绕组

流过被变换电流的绕组。

2.1.4

二次绕组

能给测量仪器、仪表、继电器和其它类似电器提供电流回路电源的绕组。

2.1.5

二次回路

由互感器二次绕组供电的外部电路。

2.1.6

额定一次电流

作为电流互感器性能基准的一次电流值。

[IEV 321-01-11, 有修改]

2.1.7

额定二次电流

作为电流互感器性能基准的二次电流值。

[IEV 321-01-15, 有修改]

2.1.8

实际电流比

实际一次电流与实际二次电流的比值。

[IEV 321-01-17, 有修改]

2.1.9

额定电流比

额定一次电流与额定二次电流的比值。

[IEV 321-01-19, 有修改]

2.1.10

电流误差（比值差）

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

[IEV 321-01-21, 有修改]

电流误差的百分数用下式表示：

$$\text{电流误差 (\%)} = \frac{(K_n I_s - I_p) \times 100}{I_p}$$

式中：

K_n ——额定电流比；

I_p ——实际一次电流，A；

I_s ——在测量条件下，流过 I_p 时的实际二次电流，A。

2.1.11

相位差

互感器的一次电流与二次电流向量的相位差。向量方向是按理想互感器的相位角为零来决定的。

[IEV 321-01-23, 有修改]

若二次电流向量超前一次电流向量，则相位差为正值。它通常用分或厘弧表示。

注：本定义只在电流为正弦波时正确。

2.1.12

准确级

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的限值内。

2.1.13

负荷

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。

2.1.14

额定负荷

确定互感器准确级所依据的负荷值。

2.1.15

额定输出

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）。

2.1.16

设备最高电压 (U_m)

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。

2.1.17

系统最高电压

在正常运行条件下，系统中任意一点在任何时间下的运行电压最高值。

2.1.18

额定绝缘水平

一组耐受电压值，它表示互感器绝缘所能承受的耐压强度。

2.1.19

中性点绝缘系统

除了因保护和测量的需要，中性点须经高阻抗接地外，所有中性点均不接地的系统。

[IEV 601-02-24]

2.1.20

中性点直接接地系统

中性点直接接地的系统。

[IEV 601-02-25]

2.1.21

（中性点）阻抗接地系统

中性点通过阻抗接地以限制接地故障电流的系统。

[IEV 601-02-26]

2.1.22

武汉鼎升电力自动化有限责任公司 整理 <http://www.kv-kva.com>

2015-7

(中性点) 共振接地系统

有一个或多个中性点通过电抗接地的系统，借此近似地补偿了单相对地故障电流的电容分量。

[IEV 601-02-27]

注：在共振接地系统中，其故障残余电流被限制到能使空气中的故障电弧自行熄灭。

2.1.23**接地故障系数**

在一定的系统结构中，当发生一相或多相的接地故障时，三相系统中某一给定点的非故障相的相对地最高工频电压方均根值与该点在无故障时的相对地工频电压方均根值之比。

[IEV 604-03-06]

2.1.24**中性点接地系统**

中性点直接接地或经一个足够小的电阻或电抗接地的系统。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) 某一指定点处的中性点有效接地系统，是指该点的接地故障系数不超过 1.4。

注：如整个系统布置中的零序电抗与正序电抗之比小于 3，并且零序电阻与正序电抗之比小于 1，则该条件一般均能得到。

b) 某一指定点处的中性点非有效接地系统，是指该点的接地故障系数超过 1.4。

2.1.25**暴露安装**

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在架空输电线路上的。

2.1.26**非暴露安装**

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络上的。

2.1.27**额定频率**

本标准技术要求所依据的频率。

2.1.28**额定短时热电流 (I_{th})**

在二次绕组短路的情况下，电流互感器能承受 1s 且无损伤的一次电流方均根值。

2.1.29**额定动稳定电流 (I_{dyn})**

在二次绕组短路的情况下，电流互感器能承受住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。

2.1.30**额定连续热电流 (I_{cth})**

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且温升不超过规定限值的一次电流值。

2.1.31**励磁电流**

一次及其它绕组开路，将额定频率的正弦波电压施加到二次绕组端子上时，通过电流互感器二次绕组的电流方均根值。

2.1.32**额定电阻负荷 (R_p)**

武汉鼎升电力自动化有限责任公司 整理 <http://www.kv-kva.com>

2015-7

二次所接电阻性负荷的额定值，单位为欧姆（Ω）。

2.1.33

二次绕组电阻（ R_{ct} ）

二次绕组直流电阻，单位为欧姆（Ω），校正到75℃或其他规定的温度。

2.1.34

复合误差

在稳态下，下列两者之差的方均根值：

- a) 一次电流瞬时值；
- b) 实际二次电流瞬时值乘以额定电流比，且一次电流和二次电流的流向与端子标志的规定相一致。

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来表示：

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

式中：

K_n ——额定电流比；

I_p ——一次电流方均根值；

i_p ——一次电流瞬时值；

i_s ——二次电流瞬时值；

T ——一个周波的时间。

2.1.35

多电流比电流互感器

利用一次绕组各段的串联或并联连接，或采用二次绕组抽头的方法来获得多个电流比的电流互感器。

2.2 测量用电流互感器的补充定义

2.2.1

测量用电流互感器

对指示仪表、积分仪表及其类似电器提供电流的电流互感器。

2.2.2

额定仪表限值一次电流（IPL）

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

2.2.3

仪表保安系数（FS）

额定仪表限值一次电流与额定一次电流之比。

注1：须注意如下事实，即实际仪表保安系数是受负荷影响的。

注2：在系统故障电流通过电流互感器一次绕组时，互感器仪表保安系数越小，由互感器供电的电器就越安全。

2.2.4

二次极限感应电势

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向量和三者的乘积。

注1：用此方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，是为了对保护用电流互感器采用与11.6和12.5条相同的试验方法。经制造厂与用户协商亦可采用其它方法。

注2：计算二次极限感应电势时二次绕组电阻应换算到75℃。

2.3 保护用电流互感器的补充定义

2.3.1

保护用电流互感器

对保护继电器提供电流的电流互感器。

2.3.2

额定准确限值一次电流

互感器能满足复合误差要求的最大一次电流值。

2.3.3

准确限值系数 (ALF)

额定准确限值一次电流对额定一次电流之比值。

2.3.4

二次极限感应电势

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向量和三者的乘积。

2.3.5

PR级保护用电流互感器

一种限制剩磁系数的电流互感器，在某些情况下也可规定二次回路时间常数值和/或绕组电阻的限值。

2.3.6

饱和磁通 (ψ_s)

铁心由非饱和状态向全饱和状态转变时的磁通峰值，且认为它是位于该铁心的B—H特性曲线上的、当B值上升10%时H值便上升50%的那一点。

2.3.7

剩磁通 (ψ_r)

铁心在切断励磁电流3min后剩余的磁通，此励磁电流值应足够大，以便能产生2.3.6条所定义的饱和磁通 (ψ_s)。

2.3.8

剩磁系数 (K_r)

比值 $K_r = 100 \times \psi_r / \psi_s$ ，用百分数 (%) 表示。

2.3.9

额定二次时间常数 (T_s)

互感器二次回路的时间常数值，是由励磁电感和漏电感之和 (L_s)，及二次回路电阻 (R_s) 得出：

$$T_s = L_s / R_s$$

2.3.10

励磁特性

当一次绕组和其它绕组开路时，施加于电流互感器二次端子上的正弦波电势方均根值与励磁电流方均根值之间的关系，可用曲线图或表格来表示。由这些数值涵盖的范围应足以确定从低励磁值直到额定拐点电势值的励磁特性。

2.3.11

PX级保护用电流互感器

一种低漏抗的电流互感器。当已知其二次励磁特性、二次绕组电阻、二次负荷电阻和匝数比时，便足以确定其与所接继电保护系统有关的性能。

2.3.12

额定拐点电势 (E_k)

当互感器所有其它端子均开路时，施加于二次端子上的额定频率正弦波电势最小方均根值，当此值增加10%时，其励磁电流方均根值增加至（但不大于）50%。

注：实际拐点电势将是≥额定拐点电势。

2.3.13

额定匝数比

所要求的一次匝数与二次匝数之比。

示例 1：1 / 600（一次匝数为 1，二次匝数为 600）。

示例 2：2 / 1200（互感器的匝数比值与示例 1 相同，但其一次匝数为 2）。

2.3.14

匝数比误差

实际匝数比与额定匝数比之差，用百分数表示：

$$\text{匝数比误差}(\%) = \frac{\text{实际匝数比} - \text{额定匝数比}}{\text{额定匝数比}} \times 100$$

2.3.15

计算系数 (K_s)

由用户给定的一个系数，表示互感器在电力系统故障时出现的包括安全系数在内的额定二次电流 (I_m) 倍数，且互感器应满足在达到该系数时所要求的性能。

3 正常和特殊使用条件

关于环境条件分类的详细内容见 IEC 60721 标准系列。

3.1 正常使用条件

3.1.1 环境温度

环境温度分为三类，见表1。

表1 温度类别

类 别	最低温度 ℃	最高温度 ℃
-5 / 40	-5	40
-25 / 40	-25	40
-40 / 40	-40	40

注：在选择温度类别时，贮存和运输条件亦应考虑在内。

3.1.2 海拔

海拔不超过1000m。

3.1.3 振动或地颤

由电流互感器外部原因引起的振动或地颤均可不考虑。

3.1.4 户内电流互感器的其它使用条件

应考虑的有关使用条件如下：

- 日照辐射影响可以忽略；
- 环境空气不受灰尘、烟、腐蚀性气体、蒸汽或盐雾等明显污染；
- 湿度条件如下：
 - 24h 期间测得的相对湿度平均值不超过 95%；
 - 24h 期间水蒸汽压力平均值不超过 2.2kPa；
 - 一个月内相对湿度平均值不超过 90%；
 - 一个月内水蒸汽压力平均值不超过 1.8kPa；

在上述条件下，凝露可能会偶尔出现。

整理 <http://www.kv-kva.com>

2015-7

注 1: 在高湿度期间, 凝露可能在温度突然变化时出现。

注 2: 为了保证能承受高湿和凝露的作用, 防止绝缘击穿或金属件锈蚀, 电流互感器应按此使用条件设计。

注 3: 为了防止凝露可采用特殊设计的外壳, 也可采用适当的通风和加热设备或使用除湿设备。

3.1.5 户外电流互感器的其它使用条件

应考虑的有关使用条件如下:

- a) 24h期间测得的环境气温平均值不超过35℃;
- b) 日照辐射最大为1000W/m² (晴天中午);
- c) 环境空气可能有灰尘、烟、腐蚀性气体、蒸汽或盐雾污染。污秽等级见表7;
- d) 风压不超过700Pa (相当于风速为34m/s);
- e) 应考虑凝露和沉积的产生。

3.2 特殊使用条件

当电流互感器可能用在不同于3.1条的非正常使用条件下时, 用户应参照下面的标准内容提出要求。

3.2.1 环境温度

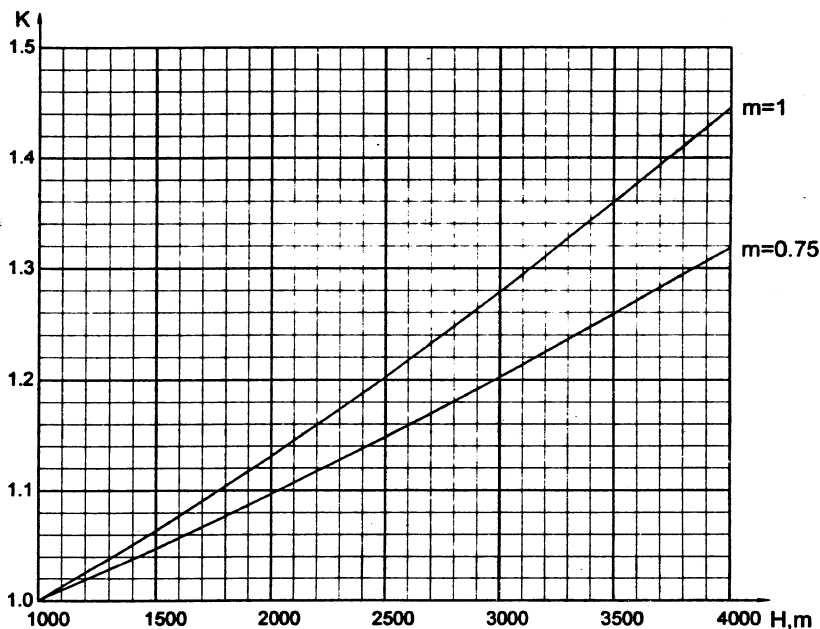
当安装处环境温度明显超出3.1.1条规定的正常使用条件时, 最高和最低温度的优选范围应为:

严寒气候, -50℃~40℃;

酷热气候, -5℃~50℃。

在某些暖湿气流频繁出现的地区, 甚至可能出现因温度突然变化而导致室内也产生凝露。

注: 在有某些强辐射的日照情况下, 可采取适当措施 (如搭蓬、吹风等, 或者降低负载) 以免超过规定的温升。



系数 K 可用下述公式计算:

$$K = e^{m(H-1000)/8150}$$

式中:

H 海拔, m

$m=1$ 适用于工频和雷电冲击电压

$m=0.75$ 适用于操作冲击电压

图1 海拔校正系数

3.2.2 海拔

安装处海拔超过1000m时，在标准大气条件下的弧闪距离应由使用处要求的耐受电压乘以按图1查得的海拔校正系数K确定。

注：内绝缘的绝缘强度不受海拔影响，外绝缘的检查方法应由制造厂与用户协商。

3.2.3 地震

技术要求和试验方法均在考虑之中。

3.3 系统接地

所考虑的接地系统如下：^{译注1}

- a) 中性点绝缘系统（见2.1.19）；
- b) 共振接地系统（见2.1.22）；
- c) 中性点接地系统（见2.1.24）；
 - 1) 中性点直接接地系统（见2.1.20）；
 - 2) 中性点阻抗接地系统（见2.1.21）。

4 额定值

4.1 额定一次电流标准值

4.1.1 单电流比互感器

额定一次电流标准值为：10A, 12.5A, 15A, 20A, 25A, 30A, 40A, 50A, 60 A, 75A以及它们的十进位倍数或小数。有下标线者为优先值。

4.1.2 多电流比互感器

额定一次电流的最小值，采用4.1.1条所列的标准值。

4.2 额定二次电流标准值

额定二次电流标准值为：1 A, 2 A和5 A。优先值为5 A。

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。

4.3 额定连续热电流

额定连续热电流的标准值为额定一次电流。

当规定连续热电流大于额定一次电流时，其优先值为额定一次电流的120%到150%和200%。

4.4 额定输出的标准值

额定输出不超过30VA的标准值为：2.5VA, 5.0VA, 10VA, 15VA和30VA。为了适应使用的需要，可以选择高于30VA的输出值。

注：对一台互感器来说，如果它的额定输出之一是标准值且符合一个标准的准确级，则在規定其余的额定输出可以是非标准值，但要求具有另一个标准准确级。

4.5 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4.5.1条和4.5.2条的规定。

4.5.1 额定短时热电流 (I_{th})

应对互感器规定一个额定短时热电流 (I_{th})（见2.1.28^{译注2}）。

4.5.2 额定动稳定电流 (I_{dyn})

额定动稳定电流 (I_{dyn})，通常为额定短时热电流 (I_{th}) 的2.5倍。如与此值不同（见2.1.29^{译注3}）时，则应在铭牌上标明。

4.6 温升限值

当电流互感器流过的一次电流等于额定连续热电流，并带有对应于额定输出的负荷，且其功率因数为1时，电流互感器的温升应不超过表2所列限值。此限值是根據第3章使用条件列出的。

译注1：原文将2.1.19、2.1.20、2.1.21、2.1.22、2.1.24分别误为2.1.20、2.1.21、2.1.22、2.1.23、2.1.25。

译注2：原文误为2.1.25。汉鼎升电力自动化有限责任公司 整理 <http://www.kv-kva.com> 2015-7

译注3：原文误为2.1.26。

如果环境温度超过3.1条所列值，表2的允许温升值应减去环境温度所超出部分的温度值。

如果规定互感器用在海拔1000m以上的地区，而试验是在海拔低于1000m处进行时，应将表2中所列的温升限值按工作地点超出1000m海拔高度后的每100m减去下述数值。

- a) 油浸式互感器 0.4%;
- b) 干式互感器 0.5%。

绕组温升受其本身绝缘或周围介质的最低绝缘等级所限制的。各绝缘等级的最高温升如表2所列。

当互感器装有储油柜，且油面上的空间充有惰性气体或呈全密封状态时，储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，储油柜或油室的油顶层温升应不超过50K。

在铁心或其它金属件表面所测得的温升值，应不超过它们所接触或靠近的绝缘材料按表2所列的相应温升限值。

表2 绕组的温升限值

绝缘等级 (按IEC 60085)	温升限值 K
浸于油中的所有等级	60
浸于油中且全密封的所有等级	65
填充沥青胶的所有等级	50
不浸油或不充沥青胶的各等级:	
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。

5 设计要求

5.1 绝缘要求

这些技术要求适用于所有型式的电流互感器绝缘。对气体绝缘电流互感器，可能要补充一些技术要求（正在考虑中）。

5.1.1 一次绕组的额定绝缘水平

电流互感器一次绕组的额定绝缘水平以其设备最高电压 U_m 为依据。

对于无一次绕组且自身无一次绝缘的电流互感器， $U_m=0.72kV$ 。

5.1.1.1 对设备最高电压 $U_m=0.72kV$ 或 $1.2kV$ 的绕组，其额定绝缘水平由额定工频耐受电压确定，按表 3 选择。

5.1.1.2 对设备最高电压 $U_m=3.6kV$ 及以上但低于 $300kV$ 的绕组，其额定绝缘水平由额定雷电冲击耐受电压和额定工频耐受电压确定，应按表 3 选择。

对于同一 U_m 值有两种绝缘水平时，按IEC 60071-1选择。

表3 设备最高电压 $U_m < 300\text{kV}$ 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	—
1.2	6	—
3.6	10	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
123	185	450
	230	550
145	230	550
	275	650
170	275	650
	325	750
245	395	950
	460	1050

注：对于暴露安装，推荐选择最高的绝缘水平。

5.1.1.3 对设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组，其额定绝缘水平由额定操作和雷电冲击耐受电压确定，应按表 4 选择。

对于同一 U_m 值有两种绝缘水平时，按 IEC 60071-1 选择。

表4 设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 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
420	1050	1300
	1050	1425
525	1050	1425
	1175	1550
765	1425	1950
	1550	2100
注 1: 对于暴露安装, 推荐选择最高的绝缘水平。		
注 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电压水平可能需要调整。		

5.1.2 一次绕组绝缘的其它要求

5.1.2.1 工频耐受电压

对设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组, 应能承受按表5选择的与雷电冲击耐受电压相对应的工频耐受电压。

表5 设备最高电压 $U_m \geq 300\text{kV}$ 互感器一次绕组的额定工频耐受电压

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

5.1.2.2 局部放电

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8.2.2条的程序施加预加电压之后, 在表6规定的局部放电测量电压下, 局部放电水平不应超过表6规定的限值。

表6 局部放电测量电压及允许水平

系统接地方式 ^{译注4}	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 (接地故障因数 ≤ 1.4)	U_m $1.2U_m/\sqrt{3}$	10 5	50 20
中性点绝缘或非有效接地系统 (接地故障因数 > 1.4)	$1.2U_m$ $1.2U_m/\sqrt{3}$	10 5	50 20

注1: 如果系统中性点的接地方式未指明时, 则按中性点绝缘或非有效接地系统考虑。
注2: 局部放电的允许值也适用于非额定值的频率。

5.1.2.3 截断雷电冲击耐受电压

如另有规定, 一次绕组还应能承受截断雷电冲击耐受电压, 其峰值为额定雷电冲击耐受电压的115%。

注: 经制造厂和用户协商, 其试验电压值可以降低一些。

5.1.2.4 电容值和介质损耗因数

本技术要求仅适合于 $U_m \geq 72.5\text{kV}$ 的油浸式电流互感器一次绕组的绝缘。

电容值和介质损耗因数($\tan \delta$)应是指在额定频率和电压范围为 $10\text{kV} \sim U_m/\sqrt{3}\text{kV}$ 的某一电压值下的测量值。

注1: 本试验的目的是检查产品的一致性。允许变化的限值可由制造厂和用户协商确定。

注2: 介质损耗因数取决于绝缘结构, 且与电压和温度两个因数有关。在电压为 $U_m/\sqrt{3}$ 和环境温度下, 通常不超过0.005。

5.1.2.5 多次截断雷电冲击

如另有规定, $U_m \geq 300\text{kV}$ 的油浸式电流互感器的一次绕组应能耐受多次截断雷电冲击, 以检验对运行中可能出现的高频电压作用的承受能力。

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断准则, 故本标准仅在附录B对可能采用的试验程序给出一些信息。由制造厂验证有关结构是否满足要求。

注: 结构的考核应特别针对承载暂态电流的内部电屏和连接部分。

5.1.3 段间绝缘要求

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

5.1.4 二次绕组的绝缘要求

二次绕组绝缘的额定工频耐受电压应为 3kV (方均根值)。

5.1.5 匝间绝缘要求

绕组匝间绝缘的额定工频耐受电压应为 4.5kV (峰值)。

对某些型式的互感器, 根据8.4条的试验程序, 可允许采用较低的试验电压值。

注: 由于所采用试验程序的影响, 波形可能产生严重畸变。

5.1.6 外绝缘要求

5.1.6.1 污秽

对易受污染的带有陶瓷绝缘子的户外型电流互感器, 表7列出了给定污秽等级下绝缘子的最小标称爬电比距。

译注4: 原文中为中性点接地系统(接地故障因数 ≤ 1.5), 中性点绝缘或非有效接地系统(接地故障因数 > 1.5), 与2.1.24条定义相左。

表7 爬电距离

污秽等级	最小标称爬电比距 mm / kV ^{1) 2)}	爬电距离 弧闪距离
I 轻	16	≤3.5
II 中	20	
III 重	25	≤4.0
IV 严重	31	

1) 指相对地之间的爬电距离与设备最高电压的相间电压方均根值之比 (见 IEC 60071-1)。

2) 有关爬电距离的其它信息和制造公差见 IEC 60815。

注 1: 绝缘子的形状对其表面绝缘的特性有很大的影响。

注 2: 根据运行经验, 在极轻度污秽地区标称爬电比距可小于16mm/kV, 但最小约为12mm/kV。

注 3: 根据运行经验和/或实验室试验结果, 在特别严重污秽条件下, 标称爬电比距取31mm/kV可能不够, 可选取更大的爬电距离, 但在某些情况下可能需要考虑冲洗的可能性。

5.1.7 无线电干扰电压 (RIV) 要求

本要求适用于安装在空气绝缘电站中 $U_m \geq 123\text{kV}$ 的电流互感器。

在7.5条所规定的试验和测量条件下, 其在 $1.1U_m/\sqrt{3}$ 下的无线电干扰电压值应不大于 $2500\mu\text{V}$ 。

5.1.8 传递过电压

本要求适用于:

——电流互感器一次绕组 $U_m \geq 72.5\text{kV}$;

——无一次绕组且与 $U_m \geq 72.5\text{kV}$ 电气设备 (例如: GIS、变压器、电缆) 配套的电流互感器。

由一次传递到二次端子上的过电压值, 在9.4所述的试验和测量条件下, 不应大于表16所列值。

注 1: 其波形特征, 系代表了开关操作所引起的电压振荡。

注 2: 其它的传递过电压限值可由制造厂与用户协商确定。

A类冲击波要求, 适用于空气绝缘变电站用的电流互感器; B类冲击波要求, 适用于气体绝缘金属外壳全封闭组合电器 (GIS) 用的电流互感器。

表16所列且按9.4条所规定方法测得的传递过电压峰值限值, 对接到二次绕组的电子设备确有足够的保护效果。

表16 传递过电压限值

冲击波类型	A	B
施加电压峰值 (U_p)	$1.6 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_m$	$1.6 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_m$
波形特征:		
——常规波前时间 (T_1)	$0.5 \times (1 \pm 20\%) \mu\text{s}$	—
——半值时间 (T_2)	$\geq 50 \mu\text{s}$	—
——波前时间 (T_1)	—	$10 \times (1 \pm 20\%) \text{ns}$
——波尾时间 (T_2)	—	$> 100\text{ns}$
传递过电压峰值限值 (U_i)	1.6kV	1.6kV

5.2 机械强度要求

这些要求仅适用于 $U_m \geq 72.5\text{kV}$ 的电流互感器。

表8列出了电流互感器应能承受的静载荷。这些数值包含了由风力和结冰引起的载荷。

规定的试验载荷是指可施加于一次绕组端子任意方向的载荷。

表8 静态承受试验载荷

设备最高电压 U_m kV	静态承受试验载荷 F_R	
	N	
	I 类载荷	II 类载荷
$72.5 \leq U_m \leq 100$	1250	2500
$123 \leq U_m \leq 170$	2000	3000
$245 \leq U_m \leq 362$	2500	4000
$U_m \geq 420$	4000	6000

注 1: 在日常运行条件下, 作用载荷的总和不应超过规定承受试验载荷的50%。
 注 2: 电流互感器应能承受很少出现的剧烈的动态载荷 (例如: 短路), 它不超过静态承受载荷的1.4倍。
 注 3: 在某些应用中, 可能要求一次端子具有防旋转的能力, 试验时施加的力矩值应由制造厂与用户协商确定。

6 试验分类

本标准所规定的试验分为型式试验、例行试验和特殊试验。

型式试验:

对每种型式的一台互感器所进行的试验, 用它验证按同一技术规范制造的互感器均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也可认为是有效的。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。

6.1 型式试验

下列试验是型式试验, 其详细说明见有关条文。

- 短时电流试验 (见 7.1);
- 温升试验 (见 7.2);
- 雷电冲击试验 (见 7.3.2);
- 操作冲击试验 (见 7.3.3);
- 户外式互感器的湿试验 (见 7.4);
- 误差测定 (见 11.4 和/或 12.4, 11.6, 12.5 和 14.3);
- 无线电干扰电压 (RIV) 测量 (按 7.5)。

除另有规定外, 所有的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6.2条规定的全部例行试验。

6.2 例行试验

每台互感器均应进行下述试验。

- 端子标志检验 (见 8.1);
- 一次绕组工频耐压试验 (见 8.2.1);
- 局部放电测量 (见 8.2.2);
- 二次绕组工频耐压试验 (见 8.3 或 14.4.4);
- 绕组段间工频耐压试验 (见 8.3 或 14.4.4);
- 匝间过电压试验 (见 8.4 或 14.4.5);
- 误差测定 (见 11.5 和/或 12.4, 11.6, 12.6 和 14.4)。

试验顺序未标准化, 但误差测定应在其它试验完成后进行。//www.kv-kva.com

2015-7

一次绕组的重复工频耐压试验应以规定试验电压值的80%进行。

6.3 特殊试验

下列试验按制造厂同用户之间协议进行。

- a) 截断雷电冲击试验 (见9.1) ;
- b) 电容值和介质损耗因数测量 (见9.2) ;
- c) 一次绕组多次截断雷电冲击试验 (见附录B) ;
- d) 机械强度试验 (见9.3) ;
- e) 传递过电压测量 (见9.4) 。

7 型式试验

7.1 短时电流试验

对于短时热电流 (I_{th}) 试验, 互感器的初始温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

本试验在二次绕组短路下进行, 所加电流 I 及其持续时间 t 应满足 (I^2t) 不小于 (I_{th}^2) , 其中 t 值应在 $0.5\text{s}\sim 5\text{s}$ 之间。

动稳定试验应在二次绕组短路的情况下进行, 施加的一次电流的峰值至少有一个不小于额定动稳定电流 (I_{dyn}) 。

动稳定试验可以与上述热稳定试验合并在一起进行, 但要求第一个主峰值电流不小于额定动稳定电流 (I_{dyn}) 。

如果试验后的互感器在冷却到环境温度 ($10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$) 后, 能满足下列要求, 则应认为互感器通过了本试验:

- a) 无可见的损伤;
- b) 退磁后, 其误差与本试验前的差异不超过其准确级误差限值的一半;
- c) 能承受住 8.2, 8.3 和 8.4 规定的绝缘试验, 但其试验电压或电流为规定值的 90%;
- d) 经检查, 紧贴导线表面的绝缘无明显的劣化现象 (例如: 碳化) 。

如果一次绕组对应于额定短时热电流 (I_{th}) 的电流密度不超过如下所述值, 则d)项检查可不进行。

——180A/mm², 铜绕组的导电率不低于 IEC 60028 标准规定值的 97%;

——120A/mm², 铝绕组的导电率不低于 IEC 60121 标准规定值的 97%。

注: 经验表明, 对于A级绝缘, 只要一次绕组对应于额定短时热电流的电流密度不超过上述值, 则运行中对热额定值的要求一般均能得到满足。因此当符合上述要求时, 可按用户和制造厂之间的协议取消此项检查。

7.2 温升试验

为了验证互感器是否符合4.6条的要求应进行本试验。试验中, 当每小时温升的变化不超过1K时, 应认为互感器已经达到了稳定的温度。

试验场地的环境温度应为 $10^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 。

为进行本试验, 互感器的安装应代表其运行时的安装状态。

如果适用, 绕组温升应采用电阻法测量, 但对电阻值很小的绕组, 可以采用热电偶法测量。

绕组以外的其它部件的温升, 可用温度计或热电偶测量。

7.3 一次绕组的冲击试验

7.3.1 概述

冲击试验应按IEC 60060—1的规定进行。

试验电压应施加在一次绕组各个出线端子 (短接在一起) 与地之间, 其座架、箱壳 (如果有) 和铁心 (如果要求接地) 以及所有二次绕组端子均应接地。

冲击试验通常包括施加参考冲击电压和额定冲击耐受电压。参考冲击电压应为额定冲击耐受电压的50%~75%。冲击电压的波形和峰值应予记录。

参考冲击电压和额定冲击耐受电压下的波形之间的变异, 可作为试验中绝缘损坏的证据。

为了改善示伤能力,可记录对地电流的波形作为电压记录波形的补充。

7.3.2 雷电冲击试验

根据设备最高电压和规定的绝缘水平,其试验电压值应为表3或表4中列出的相应值。

7.3.2.1 $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组

试验应在正和负两种极性下进行。对每一极性应连续冲击15次,不须作大气条件校正。

如果每一极性下的试验都满足下列要求,则互感器通过了本试验:

- 非自恢复性的内绝缘不出现击穿;
- 非自恢复性的外绝缘不出现闪络;
- 自恢复性的外绝缘出现闪络不超过2次;
- 未发现绝缘损坏的其它证据(例如:所记录波形的畸变)。

注:规定施加15次正极性和15次负极性冲击,是为了试验外绝缘。如果用户和制造厂协商同意用其它试验方法检查外绝缘,则雷电冲击次数可减少到每种极性3次,且不须作大气条件校正。

7.3.2.2 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组

试验应在正和负两种极性下进行。每一极性应连续冲击3次,不须作大气条件校正。

如果每一极性下的试验都满足下列要求,则互感器通过了本试验:

- 不发生击穿;
- 未发现绝缘损坏的其它证据(例如:所记录波形的畸变)。

7.3.3 操作冲击试验

根据设备最高电压和规定的绝缘水平,其试验电压值应是表4中所列出的相应值。

该试验应在正极性下进行,连续施加15次冲击,应作大气条件校正。

对户外式互感器,本试验应在潮湿状态下进行(见7.4)。

如果满足下列要求,则互感器通过了本试验:

- 非自恢复性的内绝缘不出现击穿;
- 非自恢复性的外绝缘不出现闪络;
- 自恢复性的外绝缘出现闪络不超过2次;
- 未发现绝缘损坏的其它证据(例如:所记录波形的畸变)。

注:冲击时出现了试验室墙壁或天花板的闪络应不予计及。

7.4 户外式互感器的湿试验

淋雨方法应按IEC 60060-1。

对 $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组,其试验应在工频电压下进行。施加的电压值是根据设备最高电压取表3中的相应工频耐受电压值,并应作大气条件校正。

对 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组,其试验应在正极性操作冲击电压下进行。施加的电压值是根据设备最高电压和额定绝缘水平取表4中列出的相应操作冲击电压值。

7.5 无线电干扰电压(RIV)测量

装有附件的整台电流互感器,应保持干燥、清洁,且在其温度大致等于试验室环境温度时进行本试验。

根据本标准,试验是在下列大气条件下进行:

- 温度: $10^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$;
- 压力: $0.87 \times 10^5 \text{Pa} \sim 1.07 \times 10^5 \text{Pa}$;
- 相对湿度: $45\% \sim 75\%$ 。

注1:经用户和制造厂之间协商同意,试验可以在其它大气条件下进行。

注2:IEC 60060-1所述的大气条件校正系数,不适用于无线电干扰试验。

试验连接线及其端头不应成为无线电干扰源。

模拟运行条件的一次端子屏蔽罩,应能避免出现严重的放电。推荐使用带球形端头的圆管作连接线。

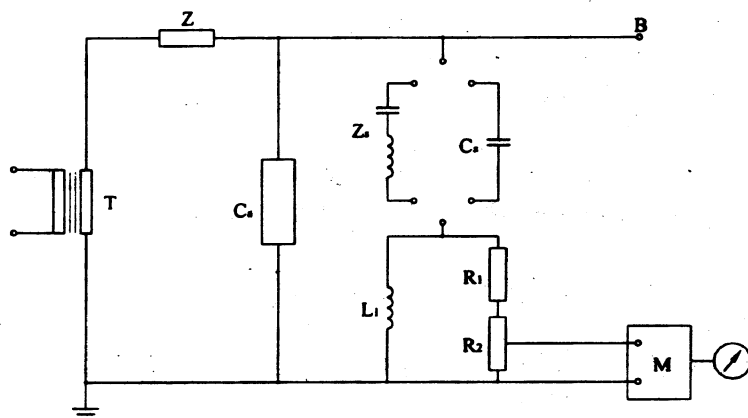
试验电压应施加于试品 (C_s) 一次绕组的一个端子与地之间。箱壳 (如果有)、座架、铁心 (如果要求接地) 和所有二次绕组端子均应接地。

测量线路 (见图6) 应符合CISPR 18-2标准的规定。宜将测量线路调谐到0.5MHz~2MHz范围内, 并记录此测量频率。试验结果值应用 μV 表示。

在图6中, 试验导线和地之间的阻抗 [$Z_s + (R_1 + R_2)$] 应为 $300\ \Omega \pm 40\ \Omega$, 且在测量频率下的相角不超过 20° 。

也可用电容器 C_s 代替滤波阻抗 Z_s , 其电容值为1000pF通常是足够的。

注3: 可能需要一个特殊设计的电容器以避免共振频率过低。



IEC 978/2000

关键词

C_s ——试品;

Z ——滤波器;

B——无电晕终端;

M——测量装置;

$Z_s + (R_1 + R_2) = 300\ \Omega$;

T——试验变压器;

Z_s 、 C_s 、 L_1 、 R_1 、 R_2 见 CISPR 18-2.

图6 无线电干扰电压 (RIV) 测量线路

滤波器 Z 在测量频率下应呈现较高的阻抗值, 以使工频电源与测量线路隔开。在测量频率下, 适合的阻抗值为 $10000\ \Omega \sim 20000\ \Omega$ 。

无线电干扰背景噪音水平 (由外界电磁场和高压试验变压器产生的无线电干扰) 应比规定的无线电干扰水平至少低6dB (最好低10dB)。

注4: 应注意防止邻近物体对互感器试品、试验电路和测量线路产生干扰。

测量仪器和测量线路的校正方法见CISPR 18-2。

应施加预加电压 $1.5U_m/\sqrt{3}$ 并保持30s。

然后, 约在10s内将电压降至 $1.1U_m/\sqrt{3}$, 保持30s后, 测量该电压下的无线电干扰电压。

如果在 $1.1U_m/\sqrt{3}$ 电压下的无线电干扰水平不超过5.1.7条的规定限值, 则认为本项试验合格。

注5: 经制造厂与用户协商同意, 上述的RIV试验可以用施加上述预加电压和测量电压时的局部放电测量来代替。

按8.2.2条进行局部放电测量试验时所采取的防止外部放电的任何措施 (即屏蔽) 均应取消。此时, 平衡试验电路亦不适用。

虽然尚无RIV的 μV 值与局部放电的pC值之间的直接换算关系式, 但如果受试互感器在 $1.1U_m/\sqrt{3}$ 电压下的局部放电水平不超过300pC, 则认为本项试验合格。

8 例行试验

8.1 端子标志检验

验证端子标志的正确性（见10.1）。

8.2 一次绕组的工频耐压试验和局部放电测量

8.2.1 工频耐压试验

工频耐压试验应按IEC 60060-1进行。

试验电压应根据设备最高电压取表3或表5中的相应电压值。加压时间应为60s。

试验电压应施加在短路的一次绕组与地之间。试验时，短路的二次绕组、座架、箱壳（如果有）和铁心（如果有一个专用的接地端子）均应接地。

8.2.2 局部放电测量

8.2.2.1 试验线路和测试设备

所用试验线路和测试设备应符合IEC 60270的要求。试验线路实例如图2~图4所示。

所用仪器应是测量视在电荷 q 的皮库（pC）值的。校正应在试验线路中进行（见图5）。

宽频带测试仪的带宽至少应为100kHz，其上限截止频率不大于1.2MHz。

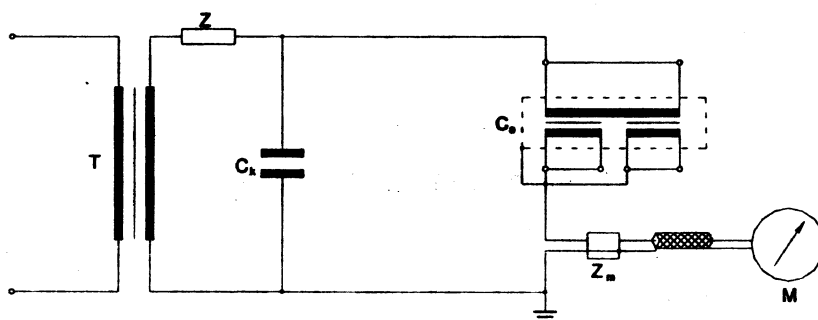
窄频带测试仪的谐振频率应在0.15MHz~2MHz范围内，最好在0.5MHz~2MHz的范围内。但如可能，其测量应在灵敏度最高的频率下进行。

测量灵敏度应能测出5pC的局部放电水平。

注1：噪声应远低于灵敏度，已知的外部干扰脉冲可以忽略。

注2：为抑制外部噪声，采用平衡试验线路（见图4）是适用的。

注3：当采用电子信号处理和复原技术降低背景噪声时，背景噪声可通过改变其参数显示出来，因此能检测出重复出现的脉冲。



T——试验变压器；

C_s ——被试互感器；

C_k ——耦合电容器；

M——局部放电测量仪器；

Z_m ——测量阻抗；

Z——滤波器（如果 C_k 是试验变压器的电容，则没有 Z）

图2 局部放电测量试验线路

在工频耐压试验后的降压过程中使电压达到局部放电测量电压。

程序B:

局部放电试验是在工频耐压试验结束之后进行。先将电压上升到预加电压值,其值为额定工频耐压值的80%,至少保持60s,然后不间断地降低到规定的局部放电测量电压。

除另有规定外,采用哪一种试验程序由制造厂自行决定。所用的试验方法应在试验报告中列出。

8.3 一次绕组和二次绕组的段间以及二次绕组的工频耐压试验

试验电压分别按5.1.3和5.1.4所规定的相应值选取,并将其依次施加于短接在一起的各二次绕组之间或二次绕组各段的出线端子与地之间,持续时间为60s。

座架、箱壳(如果有)、铁心(如果有专用的接地端子)和所有其它绕组或绕组段的出线皆应连在一起接地。

8.4 匝间过电压试验

匝间过电压试验应按下述某一程序进行。

如无其它规定,选择哪一程序由制造厂决定。

程序A:

二次绕组开路(或接一台阻抗值较高的峰值电压测量装置),对一次绕组施加频率为40Hz~60Hz(按IEC 60060—1)的实际正弦波电流,持续时间60s,其方均根值等于额定一次电流(或者按11.3中的额定扩大一次电流,如果有)。

如果在达到其额定一次电流(或额定扩大一次电流)之前,试验电压已经达到4.5kV(峰值),则应限制施加的电流。

程序B:

一次绕组开路,在各二次绕组端子之间施加规定的试验电压(以某一合适的频率),持续时间60s。只要二次电流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,如果在额定二次电流(或额定扩大二次电流)时得到的电压值低于4.5kV(峰值),则以达到的电压作为试验电压。

当试验频率超过两倍的额定频率时,其试验时间可少于60s,并按下式计算:

$$\text{试验时间}(s) = \frac{\text{两倍额定频率}}{\text{试验频率}} \times 60$$

但最少为15s。

注:匝间过电压试验不是验证电流互感器是否适合于二次绕组开路运行的试验。电流互感器不应在二次绕组开路时运行,因为这样可能出现过电压和过热的危险。

9 特殊试验

9.1 一次绕组的截断冲击试验

试验应仅用负极性进行,且以下述方式与负极性雷电冲击试验结合进行。

电压应是标准的雷电冲击波在 $2\mu\text{s}$ ~ $5\mu\text{s}$ 处截断,截断冲击波电路的布置应使实际试验冲击波的反极性峰值限值约为峰值的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3或表4的相应值。

截断冲击试验电压值应按5.1.2.3的规定。

雷电冲击试验电压施加的顺序如下:

a) 对 $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组:

——1次全波冲击;

——2次截断冲击;

——14次全波冲击;

b) $U_m \geq 300kV$ 的绕组:

- 1 次全波冲击;
- 2 次截断冲击;
- 2 次全波冲击。

以截断冲击前后所施加全波冲击波形的变化作为其内部损伤的指示。
截断冲击时, 在自恢复性外绝缘上出现的闪络不应纳入绝缘性能的评价之中。

9.2 电容值和介质损耗因数测量

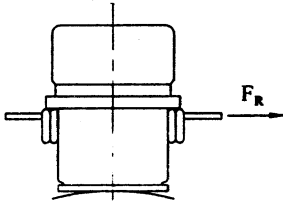
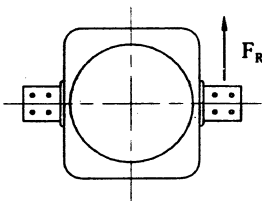
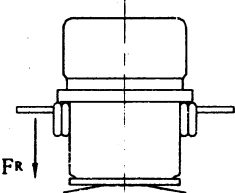
电容值和介质损耗因数测量应在一次绕组工频耐压试验后进行。
试验电压应施加在短路的一次绕组端子与地之间, 通常, 短路的二次绕组端子及所有屏蔽和绝缘的金属箱壳均应接入测量电桥。如果电流互感器有一个专用的装置(端子)供测量用, 则其它低压端子应短路, 并与金属箱壳一起接地或接到测量电桥的屏蔽。

注: 在某些情况下, 有必要将电桥的其它点接地。
本试验应在电流互感器所在的环境温度下进行。该温度值应予记录。

9.3 机械强度试验

本试验的目的是为了证实电流互感器能满足5.2条所规定的要求。
互感器应装配完整, 且垂直地安装在刚性固定支架上。
油浸式电流互感器应注满规定的绝缘油, 并承受运行时的工作压力。
对表9所示的每一种情况, 施加规定试验载荷的持续时间均应为60s。
如果不出现损坏的迹象(变形、破裂或泄漏), 应认为电流互感器通过了本试验。

表9 一次端子上试验载荷的施加方式

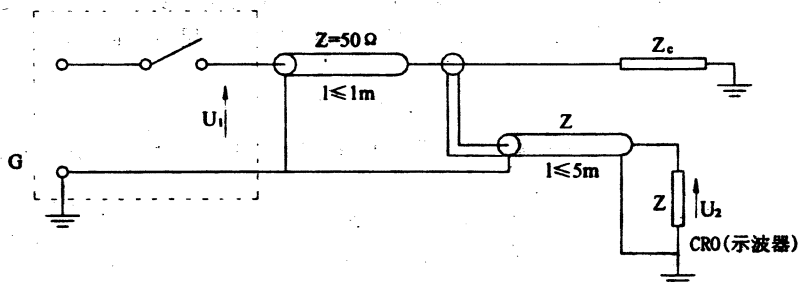
各端子的水平方向	
	
各端子的垂直方向	
注: 试验载荷应施加于端子的中心位置。	

9.4 传递过电压测量

低压冲击波 (U_1) 应施加在一次绕组任一端子与地之间。

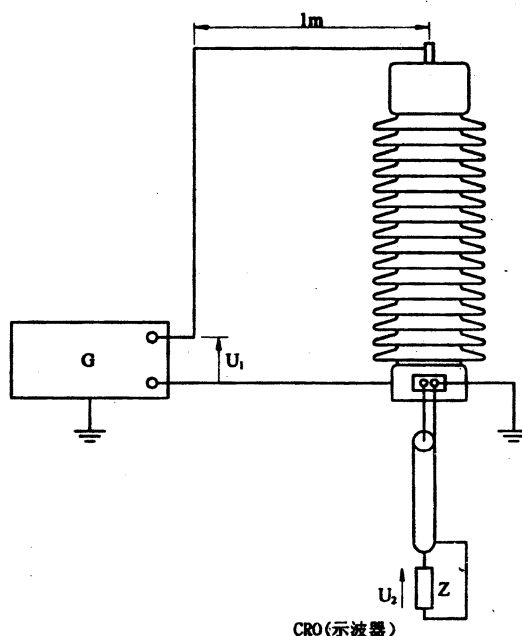
对用于金属外壳全封闭式组合电器 (GIS) 中的单相电流互感器, 应按图 7 通过一根 $50\ \Omega$ 同轴电缆施加冲击波。GIS 的外壳应按运行方式接地。

对用于其它场合的电流互感器, 其试验线路应按图 8 所示。



IEC 2687/02

图 7 传递过电压测量：试验线路及 GIS 试验布置



IEC 2688/02

图 8 传递过电压测量：一般试验布置

拟接地的二次绕组端子应与座架等连接在一起接地。

传递电压 (U_2) 测量应在开路的二次端子上进行, 通过一根 $50\ \Omega$ 同轴电缆和其终端接入一台具有

输入阻抗为 $50\ \Omega$ 且带宽不低于 100MHz 的示波器读取电压峰值。

注：经制造厂与用户协商，可采用其它避免测量受到干扰的试验方法。

如果电流互感器有多个二次绕组，则应依次对每一个二次绕组进行测量。

在二次绕组具有中间抽头时，只需在与总匝数对应的出头端进行测量。

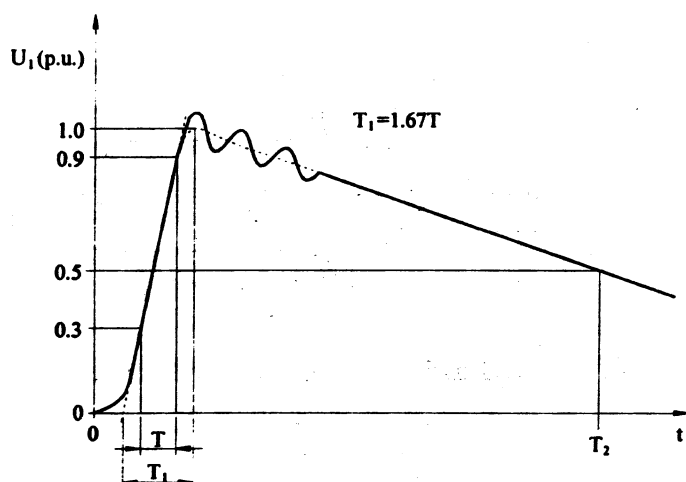
当将规定的过电压 (U_p) 施加在一次绕组上时，传递到二次绕组上的过电压 (U_s) 应按下式计算：

$$U_s = \frac{U_2}{U_1} \times U_p$$

当峰值有振荡时，须绘制平均曲线，并以平均曲线的最大值作为 U_1 的峰值（见图 9）来计算传递过电压。

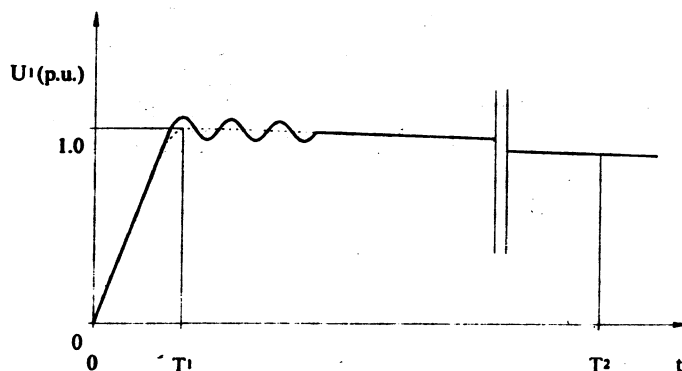
注：电压波形的振荡峰值和振荡频率可能会对传递电压有影响。

如果传递过电压不超过表16所列的限值，则认为电流互感器通过了本试验。



A 类波形

IEC 2689/02



B 类波形

IEC 2688/02

图 9 传递过电压测量：试验波形

10.1 端子标志——一般规则

接线端子标志应表示出：

- 一次绕组和二次绕组；
- 绕组段（如果有）；
- 绕组和绕组段的极性关系；
- 中间抽头（如果有）。

10.1.1 标志方式

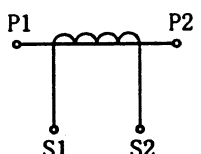
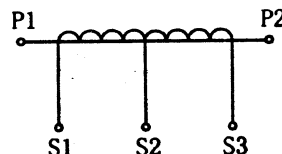
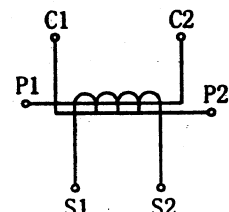
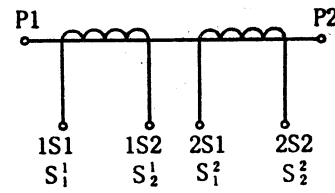
接线端子标志应清晰、牢固，标在端子表面或其近旁。

标志应由字母及随后的数字或字母前的数字（必要时）组成。字母应为大写印刷体。

10.1.2 标志内容

电流互感器的接线端子标志应如表10所示。

表10 端子标志

一次端子		
二次端子	图1 单电流比互感器	图2 二次绕组有中间抽头的电流互感器
一次端子		
二次端子	图3 互感器一次绕组分为两段供串联或并联	图4 互感器有两个二次绕组，且各有自身铁心 (二次端子有两种标志方式供选用)

10.1.3 极性关系表示

标有P1、S1和C1的所有端子，在同一瞬间具有同一极性。

10.2 铭牌标志

每台电流互感器的铭牌至少应标志出下列内容：^{译注5}

- 制造厂名或其它容易识别制造厂的标志；
 - 序号和型号，最好两者都有；
 - 额定一次电流和额定二次电流，即：
 $K_n = I_{pn} / I_{sn}$ A （例如： $K_n = 100/5$ A）；
 - 额定频率（例如：50Hz）；
 - 额定输出和其相应的准确级以及在本标准后面部分所规定的补充信息（见 11.7 和/或 12.7、13.5 和/或 14.5）；
- 注：如合适，还应标出二次绕组的类别（例如：1S, 15VA, 0.5级；2S, 30VA, 1级）。
- 设备最高电压（例如：1.2kV 或 145kV）；
 - 额定绝缘水平（例如：6/-kV* 或 275/650 kV）。

注：项f)和项g)可以合并为一个标志（例如：1.2/6/-kV*或145/275/650 kV）。

所有内容应牢固地标志在电流互感器本体上或标志在可靠固定于互感器上的铭牌上。

此外，如果有空位，应标志出如下内容：

h) 额定短时热电流 (I_{th}) 和额定动稳定电流，后者只在不等于 2.5 倍额定短时热电流时才标出（例如：13kA 或 13/40 kA）；

i) 如果不是 A 级的绝缘耐热等级；

注：如果用了多种等级的绝缘材料，应标出限制绕组温升的那一种。

j) 带有两个以上二次绕组的互感器，应标明每个绕组的用途及其相应的端子；

k) 额定连续热电流（例如： $I_{cn}=150\%$ ）。

11 测量用电流互感器的补充要求

11.1 测量用电流互感器准确级的标称

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百分数来标称。

11.1.1 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。

11.2 测量用电流互感器的电流误差和相位差限值

对0.1—0.2—0.5和1级，在二次负荷为额定负荷的25%到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11所列限值。

表11 测量用电流互感器（0.1级～1级）电流误差和相位差限值

准确级	在下列额定电流 (%) 下的电流误差 (±%)				在下列额定电流 (%) 下的相位差							
					± (′)				± 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
1.0	3.0	1.5	1.0	1.0	180	90	60	60	5.4	2.7	1.8	1.8

对于 0.2S 和 0.5S 级，在二次负荷为额定负荷的 25% 到 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 12 所列限值。

对于准确级为 0.1—0.2—0.2S，且额定负荷不大于 15VA 的电流互感器，可以规定其负荷扩大范围。当二次负荷为 1VA 到 100% 额定负荷之间的任一值时，其电流误差和相位差不应超过表 11 和表 12 所列限值。

对于 3 级和 5 级，在二次负荷为额定负荷的 50% 到 100% 之间的任一值时，其额定频率下的电流误差应不超过表 13 内所列限值。

供试验用的二次负荷，其功率因数应是 0.8（滞后）。当负荷小于 5VA 时，允许功率为 1.0。任何情况下，试验负荷不小于 1VA。

注 1：对于额定二次电流为 1A 的电流互感器，可协商规定负荷限值低于 1VA。

注 2：用于电能测量的准确级，可能有此要求。

注 3：有关在较低电流值下进行误差测量的可能性（试验设备和所得结果的不确定性），目前尚无充分的经验。

注 4：对于任何位置的外部导体，当其与电流互感器之间的间隔距离不小于设备最高电压 (U_m) 所要求的空气绝缘距离时，则规定的电流误差和相位差限值通常是适用的。

对于特殊的使用情况，其中包括低电压大电流状态，应由制造厂与用户作专项协商解决。

对于采用二次绕组抽头的多电流比电流互感器，除另有规定，其准确级要求是指最大的电流比。

注：在要求最大的电流比的同时，制造厂还应给出其它（电流比）抽头下的对应准确级和额定负荷。

表12 特殊用途的测量用电流互感器电流误差和相位差限值

准确级	在下列额定电流 (%) 下的电流误差 (±%)					在下列额定电流 (%) 下的相位差									
						± (′)					± crad				
						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

表13 测量用电流互感器（3级和5级）电流误差限值

准确级	在下列额定电流 (%) 下的电流误差 (±%)	
	50	120
3	3	3
5	5	5

对3级和5级的相位差限值不予规定。

11.3 电流扩大值

准确级为0.1级到1级的电流互感器可以标有额定电流扩大值，只要它们满足以下两点要求：

- 额定连续热电流应为额定扩大一次电流值，它用额定一次电流的百分数表示；
- 额定扩大一次电流下的电流误差和相位差应不超过表 11 所列的对 120%额定一次电流规定的限值。

11.4 测量用电流互感器误差的型式试验

对0.1级到1级的电流互感器，为验证其是否符合11.2条的要求，型式试验应分别在25%和100%额定负荷下（最小1VA）且按表11中的每一电流值进行。

对于额定一次电流扩大值超过120%的电流互感器，应以额定一次电流扩大值代替120%额定一次电流值进行试验。

对3级和5级的电流互感器，应分别在50%和100%额定负荷下（最小1VA），按表13所列的两个电流值进行试验。

11.5 测量用电流互感器误差的例行试验

误差测量的例行试验原则上与11.4条型式试验相同，但只要在类似互感器型式试验中证实了减少测试点仍符合11.2条的要求，则允许在例行试验中减少电流和/或负荷的测试点。

11.6 仪表保安系数

型式试验可用下述间接法进行：

在一次绕组开路的情况下，对二次绕组施加额定频率的实际正弦波电压，其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})，用其与额定二次电流 (I_{sn}) 和仪表保安系数FS乘积之比的百分数表示时，其复合误差应等于或大于额定值即10%：

$$\frac{I_{exc}}{I_{sn} FS} \times 100 \geq 10$$

如果对此测量结果有疑问时，须用直接法进行核对试验（见附录A），并以其结果为准。

注：间接试验法最大的优点是不需要大电流（例如：额定一次电流为3000A和仪表保安系数为10时，达30000A），也不必制作能承受50A电流的负荷。间接法试验不存在一次返回导体的影响。在运行条件下，这种影响只能使复合误差加大，这正是测量用电流互感器供电的安全性所需要的。

11.7 测量用电流互感器的铭牌标志

铭牌应标志出符合10.2条规定的相关内容。

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11.3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%）。

对于额定负荷不大于15VA、且其负荷扩大范围下限为1VA的电流互感器，其下限负荷值应标在额定负荷之前（例如：1VA~10VA 0.2级）。

注：铭牌可标志出电流互感器能满足要求的电流比、输出和准确级的多个组合（例如：15VA 0.5级—30VA 1级）。

此时，还可以采用非标准的输出值（例如：15VA 1级—7VA 0.5级，见4.4条的注）。

12 保护用电流互感器的补充要求

12.1 标准准确限值系数

其标准准确限值系数为：5—10—15—20—30。

12.2 保护用电流互感器的准确级

12.2.1 准确级的标称

保护用电流互感器的准确级是以其额定准确限值一次电流下的最大复合误差的百分数来标称的，其后标以字母“P”（表示保护用）。

12.2.2 标准准确级

保护用电流互感器的标准准确级为：5P和10P。

12.3 保护用电流互感器的误差限值

在额定频率及额定负荷下，其电流误差、相位差和复合误差不应超过表14所列限值。

表14 保护用电流互感器误差限值

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		额定准确限值一次电流下的复合误差 %
		(')	crad	
5P	±1	±60	±1.8	5
10P	±3	—	—	10

为测定电流误差和相位差，试验时所用负荷的功率因数是0.8（滞后），但当负荷小于5VA时，允许功率因数为1.0。

为测定复合误差，试验时所用负荷的功率因数应在0.8（滞后）到1之间，由制造厂自行确定。

12.4 保护用电流互感器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12.3条的要求。

12.5 复合误差的型式试验

a) 应采用直接法试验来验证复合误差是否符合表14所列限值。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自行确定在0.8（滞后）和1之间的任一值（见附录A）。

试验可以在与交货产品相类似的电流互感器上进行，可以采用降低强度的绝缘，但应保持相同的几何位置。

注：对有很大的一次电流和一次绕组为单匝贯穿式的电流互感器，为模拟运行条件，应考虑一次返回导线与电流互感器之间的距离问题。

b) 对于具有实际上为连续环形铁心，二次绕组均匀分布或绕组抽头各段呈均匀分布，一次导线位于中心或一次绕组呈均匀布置的电流互感器，只要一次返回导线的影响小到可以忽略不计，可以用下述间接法试验代替直接法试验。

在一次绕组开路，并对二次绕组施加额定频率下的方均根值等于二次绕组极限感应电势的实际正弦波电压时，测量二次电流。

当用额定二次电流和准确限值系数乘积的百分数来表示所得到的励磁电流时，不应超过表 14 所列出的复合误差限值。

注 1：在计算二次极限感应电势时，可假设二次绕组阻抗等于室温测得的二次绕组电阻并换算到 75℃ 时的电阻值。

注 2：用间接法测定复合误差时，不必考虑匝数比和额定电流比之间存在的差异。

12.6 复合误差的例行试验

所有符合 12.5 条 b) 项的电流互感器，其例行试验与型式试验相同。

对其它电流互感器，也可采用测量励磁电流的间接法试验，但需对其结果乘一校正系数，此系数是由同一类型电流互感器（见注 2）上的直接法试验结果和间接法试验的结果对比得出的，只要其准确限值系数和负荷条件均相同。此时，制造厂应持有试验证明书。

注 1：上述校正系数等于直接法测得的复合误差与 12.5 条 b) 项间接法测得的励磁电流之比，此励磁电流是用额定二次电流和准确限值系数乘积的百分数表示；

注 2：所谓“同一类型电流互感器”是指不管电流比如何，其安匝数相同，且几何布置、磁性材料和二次绕组皆相同的互感器。

12.7 保护用电流互感器铭牌标志

铭牌应按 10.2 条的规定标出相应内容，其额定准确限值系数应标在相应的输出和准确级之后（例如：30VA 5P10）。

注：当电流互感器能满足输出和准确级及准确限值系数的多个组合要求时，均可将它们标出。

示例：（15VA 0.5 级）或（15VA 0.5 级）

（30VA 1 级） （15VA 1 级 扩大值 150%）

（30VA 5P10 级） （15VA 5P20 级）。

13 PR 级保护用电流互感器的补充要求

13.1 标准准确限值系数

标准准确限值系数见 12.1 条。

13.2 PR 级保护用电流互感器的准确级

13.2.1 准确级的标称

准确级是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百分数来标称的，其后标以字母“PR”（表示低剩磁保护用）。

13.2.2 标准准确级

低剩磁保护用电流互感器的标准准确级为：5PR 和 10PR。

13.3 PR 级保护用电流互感器的误差限值

13.3.1 电流误差、相位差和复合误差

参见第 12.3 条。其误差限值见表 15。

表 15 PR 级保护用电流互感器的误差限值

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		额定准确限值一次电流下的复合误差 %
		(')	crad	
5PR	±1	±60	±1.8	5
10PR	±3	—	—	10

13.3.2 剩磁系数 (K_r)

剩磁系数 (K_r) 应不大于 10%。

注：铁心磁路中插入一个或多个非磁性间隙，可以作为限制剩磁系数的一种方法。

13.3.3 二次回路的时间常数 (T_s)

如有要求，其值应由用户提出。

13.3.4 二次绕组电阻 (R_{ct})

如有要求,其最大值应由制造厂与用户协商确定。

13.4 PR级保护用电流互感器电流误差和相位差的型式试验和例行试验

PR级保护用电流互感器除须进行第6章规定的试验外,还应增加下述例行试验:

13.4.1 剩磁系数 (K_r) 测定

应测定剩磁系数 (K_r), 验证其满足10%的限值。

其测定方法参见IEC 60044-6标准的附录B。

13.4.2 二次回路的时间常数 (T_s) 测定

应测定二次回路时间常数 (T_s)。测定值与规定值之差应不大于30%。如有需要可参见IEC 60044-6标准的附录B。

13.4.3 二次绕组电阻 (R_{ct}) 测定

应测定二次绕组的电阻。如测定时的温度不是75℃或者不是其它规定的温度时,要进行合适的校正。此校正后的值即是 R_{ct} 的额定值。

注: 确定二次回路电阻 ($R_s = R_{ct} + R_b$) 时, R_b 是额定电阻性负荷; 对于PR级电流互感器, R_b 等于按12.3条测定电流误差和相位差时所用负荷的电阻分量。

13.5 PR级保护用电流互感器的铭牌标志

13.5.1 主要标志

见10.2条和12.7条。分别用准确级“5PR”和“10PR”代替准确级“5P”和“10P”。

13.5.2 特殊标志 (当有要求时)

- 二次回路时间常数 (T_s);
- 温度为75℃时的二次绕组电阻 (R_{ct})。

14 PX级保护用电流互感器的补充要求

14.1 PX级保护用电流互感器的性能规范

对于PX级保护用电流互感器的性能, 应有如下规定:

- 额定一次电流 (I_{pn});
- 额定二次电流 (I_{sn});
- 额定匝数比。匝数比误差 (ε_t) 不大于 $\pm 0.25\%$;
- 额定拐点电势 (E_k);
- 在额定拐点电势和/或在其指定百分数下的最大励磁电流 (I_ϕ);
- 温度为75℃时的二次绕组最大电阻 (R_{ct});
- 额定电阻性负荷 (R_b);
- 计算系数 (K_x)。

注: 额定拐点电势通常用下式确定:

$$E_k = K_x \cdot (R_{ct} + R_b) \times I_{sn}$$

14.2 PX级保护用电流互感器的绝缘要求

14.2.1 二次绕组绝缘要求

对于额定拐点电势 $E_k \geq 2kV$ 的PX级电流互感器, 其二次绕组绝缘应能承受额定工频耐受电压5kV (方均根值), 60s; 对于额定拐点电势 $E_k < 2kV$ 的PR级电流互感器, 其二次绕组绝缘应能承受额定工频耐受电压3kV (方均根值), 60s。

14.2.2 匝间绝缘要求

对于额定拐点电势 $E_k \leq 450V$ 的PX级电流互感器, 其匝间绝缘的额定耐受电压应按8.4条确定; 对于额定拐点电势 $E_k > 450V$ 的PX级电流互感器, 其匝间绝缘的额定工频耐受电压峰值应为下列二者中的较低值: 规定拐点电势方均根值的10倍, 或10kV峰值。

注：对于某些超高压（EHV）系统，可以按制造厂与用户之间的协议，取更高的峰值电压限值。

14.3 PX级保护用电流互感器的型式试验

PX级保护用电流互感器的型式试验，除按7章的规定外，还应增加下述试验。

14.3.1 低漏抗型的验证

为了证明电流互感器是低漏抗结构，须用图样说明该电流互感器具有实质上的连续的环形铁心，且铁心的非磁性间隙（如果有）为均匀分布，二次绕组绕线为均匀分布，一次绕组导体呈中轴对称，以及其壳体外相邻相和邻近的其它各相导体对电流互感器的影响可以忽略。如果这些图样不能使制造厂和用户共同认可互感器是满足低漏抗结构要求的，则应按附录A中的A5或A6的规定，用其中一种直接法进行试验。在二次电流为 $K_x \cdot I_{sn}$ 和二次负荷为 R_b 的情况下，对整个二次绕组进行复合误差的测定，若直接法测得的复合误差小于根据二次励磁特性算出的复合误差的1.1倍，则认为低漏抗结构得到验证。

注：某些型式的电流互感器进行直接法复合误差试验时，所需的一次电流值可能超出制造厂正常具备的设备能力。

此时，可根据制造厂与用户之间的协议，允许在较低的一次电流下进行本试验。

14.4 PX级保护用电流互感器的例行试验

PX级保护用电流互感器的型式试验，除按8章的规定外，还应增加下述试验。

14.4.1 额定拐点电势（ E_k ）和最大励磁电流（ I_k ）

将额定频率下的、其值为额定拐点电势（ E_k ）的正弦电压施加到二次绕组上，其它所有绕组均开路，测量其励磁电流值。

然后将此电压提升10%，且其励磁电流增加不应大于50%。所有的测量均用方均根值测量仪表进行。由于被测参数具有非正弦波的特性，应当用峰值因数 ≥ 3 的方均根值测量仪表进行测量。

励磁特性曲线图，至少应绘至额定拐点电势处。在额定拐点电势和其任一指定百分数下的励磁电流（ I_k ）值应不大于其额定值。测量点的数量应由制造厂与用户协商确定。

14.4.2 二次绕组电阻（ R_{ct} ）测量

应测量整个二次绕组的电阻。其校正到温度为75℃下的值时应不超过规定值。

14.4.3 匝数比误差（ ε_t ）测量

应按IEC 60044-6标准附录E的规定进行匝数比误差测定，匝数比误差应不超过14.1条中c)项的规定。

注：经用户和制造厂之间协商同意，可用接入负荷为零时的比值误差测量的简化试验来代替。

14.4.4 绝缘试验

为了验证PX级保护用电流互感器是否满足14.2.1条的要求，须进行本试验。试验方法见8.3条。

14.4.5 匝间绝缘试验

为了验证PX级保护用电流互感器是否满足14.2.2条的要求，须进行本试验。试验方法见8.4条。

14.5 PX级保护用电流互感器的铭牌标志

14.5.1 主要标志

见10.2条。

14.5.2 特殊标志

- a) 额定匝数比；
 - b) 额定拐点电势（ E_k ）；
 - c) 在额定拐点电势和/或在其指定百分数下的最大励磁电流（ I_k ）；
 - d) 温度为75℃时的二次绕组最大电阻（ R_{ct} ）；
- 如用户有要求，还可标志出下述项目：
- e) 计算系数（ K_x ）；
 - f) 额定电阻性负荷（ R_b ）。

附录 A (标准件) 保护用电流互感器

A.1 向量图

如果有一台电流互感器本身和其负荷均只有线性的电元件和磁元件，且一次电流为正弦波，则所有电流、电压和磁通均为正弦波，因而其性能可用图 A.1 的向量图来表示。

在图 A.1 中， I_s 表示二次电流。它系通过二次绕组阻抗及负荷的电流，从而决定了所需感应电势 E_s 及磁通 Φ 的幅值与方向，磁通 Φ 和感应电势 E_s 的向量是相互垂直的。该磁通是由励磁电流 I_e 产生的，又分为与磁通平行的磁化分量 I_m 和与电压平行的损耗（或有功）分量 I_w ；二次电流 I_s 和励磁电流 I_e 的向量和为 I''_p ，它代表除以匝数比（二次匝数与一次匝数之比）后的一次电流。

这样，当一台电流互感器的匝数比等于额定电流比时，按 2.1.10 条的定义， I_s 和 I''_p 的长度差与 I''_p 的长度之比，即是其电流误差；按 2.1.11 条的定义，两者的角度差 δ 即是其相位差。

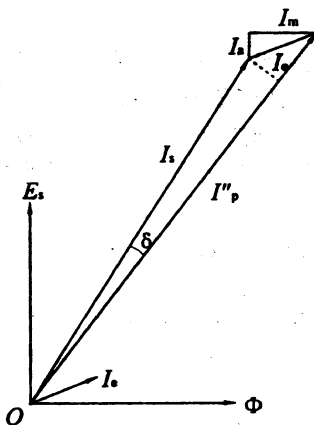


图 A.1

A.2 匝数补偿

当匝数比不等于（一般小于）额定电流比时，这种电流互感器被称为“带有匝数补偿”。故在其性能计算时，须区别一次电流除以匝数比的 I''_p 和一次电流除以额定电流比的 I'_p 。无匝数补偿时， I''_p 等于 I'_p ；如果有匝数补偿时，则 I''_p 不等于 I'_p 。因此， I''_p 用于向量图，而 I'_p 则用来确定电流误差。可以看出匝数补偿会影响电流误差（可有意用来对误差进行调整）。然而 I'_p 和 I''_p 的向量方向仍相同，因此匝数补偿对相位差无影响。

由此可见，匝数补偿对复合误差的影响将小于对电流误差的影响。

A.3 误差三角形

图 A.2 是图 A.1 上部的放大图。为了实用，假定相位差小到可以认为向量 I_s 与向量 I''_p 是平行的，则可以看出 I_e 和 I''_p 的投影是与 I_e 同相分量 (ΔI) 很接近，故可用 ΔI 地代替 I''_p 与 I_s 之间的算术差，从而得出电流误差。同理， I_e 的垂直投影分量 (ΔI_q) 可以用来表示相位差。

由此还可看出：按 2.1.34 条定义，在上述假定条件下，励磁电流 I_e 除以 I''_p 等于复合误差。

这样，对无匝数补偿的电流互感器，在其向量图表示正确的情况下，其电流误差、相位差和复合误

差构成一个直角三角形。

在此三角形之中，斜边代表复合误差，它取决于包括负荷与二次绕组在内的总负荷阻抗的大小，而电流误差和相位差之间的分配关系则取决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_e 同相，即两者功率因数相等时，相位差为零。

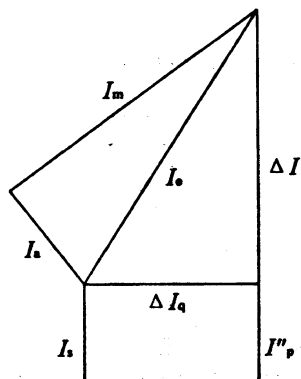


图 A.2

A.4 复合误差

因为电流互感器的非线性的条件使励磁电流和二次电流出现了高次谐波（见图 A.3），所以复合误差并不适用向量图表示，在这种情况下应用复合误差的概念就显得尤为重要。

因此，复合误差应采用 2.1.34 条^{译注6}的定义，而不是简单地按图 A.2 取电流误差和相位差的向量和。

由于二次绕组中出现了高次谐波而一次绕组却不存在高次谐波（本标准认为在通常情况下一次电流为正弦波）的原故，复合误差亦即代表实际电流互感器与理想电流互感器的差别。

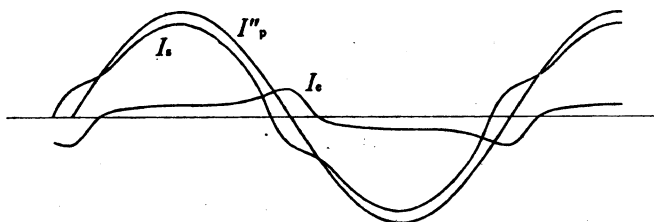


图 A.3

A.5 复合误差的直接法试验

图 A.4 中是一台匝数比为 1/1 的电流互感器。其一次侧接正弦电流源，二次侧接线性负荷 Z_B ，再（按图示）接一块电流表，使一次电流和二次电流都流经该电流表，但方向相反。在这种接线方式且一次电流为正弦波的情况下，最终通过电流表的综合电流即等于励磁电流，按 2.1.34 条^{译注7}定义，其方均根值与一次电流方均根值之比即是电流互感器的复合误差，通常用百分数表示。

因此，图 A.4 是直接测量复合误差的基本线路。

译注 6：原文误为 2.1.31 条。

译注 7：原文误为 2.1.31 条。

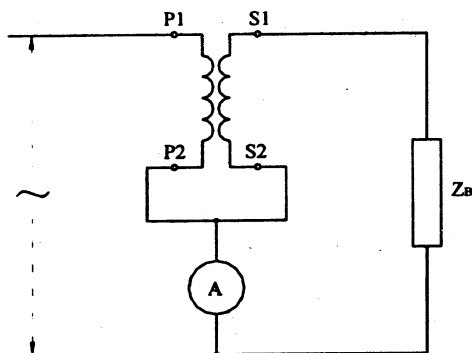


图 A. 4

图A.5表示额定电流比不等于1的电流互感器进行直接测量复合误差的基本线路，且两台电流互感器的额定电流比相同。假定基准电流互感器N在较有利的运行状态（接最小负荷）下的复合误差小到可以忽略不计，而被试电流互感器X接有额定负荷。它们均由同一个正弦波电流电源供电，并接入一电流表测量两个二次电流之差，在此条件下，电流表 A_2 的电流方均根值与电流表 A_1 的电流方均根值之比即为被试电流互感器的复合误差，通常用百分数表示。

用此方法必须确知基准电流互感器N在使用状态下的复合误差小到可以忽略不计。如果其复合误差不可忽略时，则不能使用此方法，因为复合误差的性质很复杂（波形畸变），基准电流互感器N的任何复合误差都无法用来对试验结果进行校正。

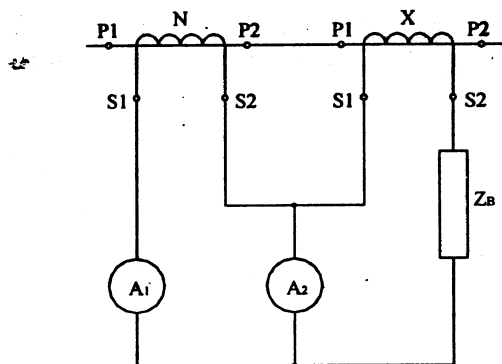


图 A. 5

A. 6 直接测量复合误差的其它方法

另外还有其它方法也可以用来测量复合误差，图A.6即是其中之一。

图A.5所示的方法要求有一台基准电流互感器N，其额定电流比与被试电流互感器X相同，其在准确限值一次电流下的复合误差应小到可以忽略不计。而图A.6所示的方法能使标准的基准电流互感器N和N'在其额定一次电流或在接近其额定一次电流下使用。当然，这些基准电流互感器的复合误差也必须小到可以忽略不计，不过，在此情况下的这种要求比较容易得到满足。

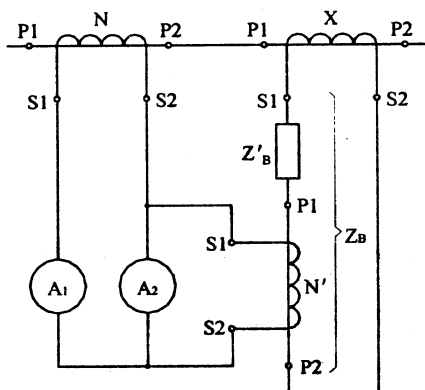


图 A. 6

在图A.6中，X是被试电流互感器，N是一台标准的基准电流互感器，其额定一次电流与被试电流互感器X的额定准确限值一次电流（试验在此电流下进行）为同一数量级，而N'也是一台标准的基准电流互感器，其额定一次电流与被试电流互感器X在额定准确限值一次电流下的二次电流为同一数量级。应注意基准电流互感器N'也是被试电流互感器X的负荷 Z_B 的一部分，因此在确定负荷 Z'_B 时必须将它计入。 A_1 和 A_2 是两块电流表，须注意： A_2 测量的是基准电流互感器N和N'两个二次电流之差。

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

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

在上述条件下，电流表 A_2 的电流方均根值与电流表 A_1 的电流方均根值之比即是互感器X的复合误差，通常用百分数表示。

注：注：当使用图A.5和图A.6所示的方法时，应注意要选用低阻抗的电流表 A_2 。因为该电流表上的电压降（就图A.6而言要除以互感器N'的电流比）构成被试互感器X的负荷电压的一部分，从而使该互感器的负荷有所减少。同理，此电流表的电压却使互感器N的负荷增大。

A.7 复合误差的应用

复合误差的数值绝不会小于电流误差和相位差（用厘弧表示）的相量和。

因此，复合误差通常表示为电流误差或相位差的最大可能值。

在过电流继电器运行中，应特别注意电流误差，而在相敏继电器（例如：方向继电器）的运行中，则应特别注意相位差。

在差动继电器的运行情况下，必须考虑所有电流互感器的复合误差的组合。

限制复合误差还有另一个优点，即最终能限制二次电流中的谐波分量，这对于某些类型继电器的正确运行是必须的。

附录 B

(信息件)

多次截断冲击试验

本试验应采用在峰值附近截断的负极性冲击波。

电压骤降的视在时间按 IEC 60060-1 测量, 约为 $0.5\ \mu\text{s}$ 。其线路布置应使所记录波形的反极性峰值约为该冲击波峰值的 50%。

施加的截断雷电冲击电压峰值约为额定雷电冲击耐受电压的 60%。

为了使损伤能够被明确地发现, 应按约每分钟施加一次冲击的速率, 至少施加 100 次冲击。

在试验前和在试验后的第三天, 应分别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, 但现在尚不能给出具体数值。然而, 当 H_2 和 C_2H_2 明显增多时, 则表示绝缘有损伤。

取油样的程序可按 IEC 60567 的规定。

分析程序和故障诊断可按 IEC 60599 的规定。
