

Q/CSG

中国南方电网有限责任公司企业标准

Q/CSG1209033.3-2021
代替 Q/CSG1209011-2016

计量用互感器技术规范
第3部分：计量用组合互感器

2021-9-30 发布

2021-9-30 实施

中国南方电网有限责任公司 发布

目 次

前 言..... II

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 技术要求..... 1

5 结构要求..... 4

6 试验..... 6

7 包装、运输与贮存..... 10

8 运行质量管理要求..... 10

9 全生命周期管理..... 10

10 寿命要求..... 11

编制说明..... 12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

按照中国南方电网有限责任公司实现电能计量“标准化、电子化、自动化、智能化”的战略目标要求，参考国家和行业标准，结合目前和未来的应用需求，组织编写了《计量用互感器技术规范》。《计量用互感器技术规范》分为四个部分：

- 第 1 部分：10 kV/20kV 计量用电流互感器；
- 第 2 部分：10 kV/20kV 计量用电压互感器；
- 第 3 部分：计量用组合互感器；
- 第 4 部分：计量用低压电流互感器。

本部分为《计量用互感器技术规范》的第 3 部分。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国南方电网有限责任公司标准化部提出、归口管理。

本文件主编单位：广东电网有限责任公司计量中心、南方电网数字电网研究院有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、云南电网有限责任公司计量中心。

本文件主要起草人：张鼎衢、许卓、宋强、招景明、石少青、彭策、林聪、何子昂、张乐平、王保帅、李伟坚、渠智毅、高磊、杨祥勇、杨路。其中第 1-6 章节由张鼎衢、许卓、宋强、招景明主要编写，第 7-8 章节由石少青、彭策、林聪、何子昂、张乐平、王保帅主要编写，第 9-10 章节由李伟坚、渠智毅、高磊、杨祥勇、杨路主要编写，编写说明由张鼎衢、许卓、宋强主要编写。

本文件代替 Q/CSG1209009-2016 《计量用组合互感器技术规范》，与 Q/CSG1209009-2016 相比，除编辑性修改外主要变化如下：

- 增加了运行变差、仪表保安系数、额定连续热电流的术语和定义（见 3.3、3.4、3.5）；
- 增加了互感器的型号命名方法以及环境类别和严酷等级（见 4.1、4.2）；
- 精简了额定一次电流标准值（见 4.3.2）；
- 增加了互感器在运行条件下和实验室参比条件下的误差限值要求（见 4.5.2）；
- 统一了外形和尺寸，细化了接线端子、安装底板、铁心及线圈、铭牌及变比标识等要求（见 5.1、5.2、5.3、5.4、5.5）；
- 增加了电子标签的材质、尺寸及试验要求（见 5.6、6.3.25）；
- 调整了试验分类及试验项目，增加了不合格类别的分类和判别依据（见 6.1、6.2）；
- 增加了短路承受能力、温升限值、着火、弹簧锤、底板载荷等考核互感器材质的试验要求（见 6.3.17、6.3.18、6.3.23、6.3.24）；
- 增加了湿热、辐照、长霉、盐雾等特殊使用条件下的试验要求（见 6.3.19、6.3.20、6.3.21、6.3.22）；
- 增加了互感器运行质量、全生命周期及包装、运输与贮存的要求（见 7、8、9）；

本文件正式颁发后，原 2016 年版本作废。

本文件由中国南方电网有限责任公司市场营销部负责解释。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国南方电网有限责任公司标准化部（广东省广州市黄埔区科翔路 11 号南网科研基地，510663）。

计量用互感器技术规范 第 3 部分 计量用组合互感器

1 范围

本标准规定了 10kV/20kV 计量用组合互感器（以下简称组合互感器）的技术要求、试验方法、检验规则以及技术监督等要求。本标准适用于中国南方电网有限责任公司范围内用户侧 10kV/20kV 电能计量用组合互感器的生产、订货、验收与技术管理。

本技术规范未作明确规定的內容，必须符合相关的国家和行业标准的要求。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB/T 1804	一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
GB/T 2423. 3	电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 Cab: 恒定湿热试验
GB/T 2423. 16-2008	电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 试验 J 及导则: 长霉
GB/T 2423. 17	电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 试验 Ka: 盐雾
GB/T 2423. 24	电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 试验 Sa: 模拟地面上的太阳辐射
GB/T 2423. 55	电工电子产品环境试验 第 2 部分 试验方法 试验 Eh: 锤击试验
GB/T 5169. 11	电工电子产品着火危险试验 第 11 部分 灼热丝/热丝基本试验方法: 成品的灼热丝可燃试验方法
GB/T 13384	机电产品包装通用技术条件
GB/T 20840. 1-2010	互感器 第 1 部分: 通用技术要求
GB/T 20840. 2-2014	互感器 第 2 部分: 电流互感器的补充技术要求
GB/T 20840. 3-2013	互感器 第 3 部分: 电磁式电压互感器的补充技术要求
GB/T 20840. 4-2015	互感器 第 4 部分: 组合互感器的补充技术要求
JJG 1165-2019	三相组合互感器检定规程
JJG 1021-2007	电力互感器检定规程
DL/T725-2013	电力用电流互感器使用技术规范
DL/T726-2013	电力用电磁式电压互感器使用技术规范
DL/T1497-2016	电能计量用电子标签技术规范

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本标准:

3.1

三相电压互感器 Three-phase voltage transformer

一种一次绕组具有三个线路端子的供三相系统使用并形成一体的电压互感器。

3.2

计量用组合互感器 Metering combined instrument transformer

由三相电磁式电压互感器和三台单相（或两台单相）电磁式电流互感器组合并形成一体的计量专用互感器组（通常亦称为：高压计量箱）。

3.3

运行变差 Run variation

三相组合互感器受环境、运行工况的影响使误差发生的变化。它可以由环境温度、剩磁、过负荷等引起。

3.4

仪表保安系数 Instrument security factor

额定仪表限值一次电流与额定一次电流之比值。

3.5

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且温升不超过规定值的一次电流值。

4 技术要求

4.1 型号命名方法

组合互感器的型号命名方法如图 1 所示。

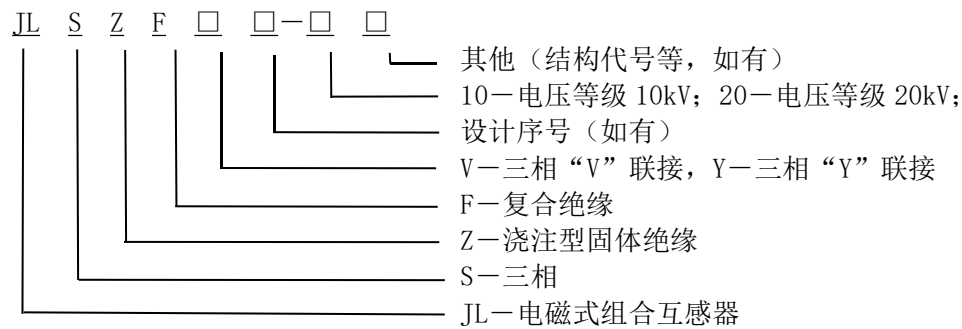


图 1 计量用组合互感器的型号命名方法

4.2 环境类别和严酷等级

组合互感器环境类别和严酷等级要求如下：

- a) 海拔高度（常规）：≤1000 m，符合 GB/T 20840.1-2010，4.2.2 要求。
- b) 环境温度：-25℃～55℃。
- c) 湿度：RH≤95%；若为户外型考虑凝露或降水，符合 GB/T 20840.1-2010，4.2.5 要求。
- d) 日照辐射（户外）：符合 GB/T 20840.1-2010，4.2.5 要求。
- e) 霉菌（户外）：符合 GB/T 2423.16-2008 第 8 章“严酷等级”28 d 要求。
- f) 盐雾（户外）：符合 GB/T 2423.17-2008 要求。
- g) 如有特殊使用条件必须标注 T 级，并满足 GB/T 20840、GB/T 2423 系列标准的要求。

4.3 电气要求

4.3.1 额定频率

50 Hz±0.5 Hz

4.3.2 额定一次电流、电压

4.3.2.1 额定一次电流：推荐的额定一次电流标准值见表 1。

表 1 推荐的额定一次电流标准值

额定一次电流标准值（A）						
15（10）	30	50	100	200	400	600
注 1：根据实际情况在上述标准值范围内选择； 注 2：优先选择括号外的标准值，10A 仅适用于计量点容量不大于 173kVA 的情况。						

4.3.2.2 额定一次电压：10kV、10/√3 kV、20kV、20/√3 kV。

4.3.2.3 额定扩大一次电流倍数的标准值：1.2、1.5、2。

4.3.3 额定二次电流、电压

4.3.3.1 电流互感器的额定二次电流为：5A、1A。

4.3.3.2 电压互感器的额定二次电压为：100V、100/√3 V。

4.3.4 额定二次负荷

4.3.4.1 每相电压互感器的额定二次负荷为：10VA、15VA，下限负荷为 2.5VA，额定功率因数为 0.8（感性）。

4.3.4.2 每相电流互感器的额定二次负荷见表 2。

表 2 电流互感器的额定二次负荷值

额定二次电流：5（A）		额定二次电流：1（A）	
额定负荷（VA）	下限负荷（VA）	额定负荷（VA）	下限负荷（VA）
15	3.75	2.5	1
注：额定功率因数为 0.8（感性）。			

4.3.5 电压互感器铁心的磁饱和裕度

4.3.5.1 额定一次电压为 10kV、10/√3 kV 的电压互感器在承受 2 倍的额定电压时，其铁心应不饱和。

4.3.5.2 额定一次电压为 20kV、20/√3 kV 的电压互感器在承受 1.5 倍的额定电压时，其铁心应不饱和。

4.3.6 电流互感器额定仪表保安系数标准值

5、10

4.4 绝缘要求

4.4.1 绝缘电阻

一次绕组对二次绕组的绝缘电阻应大于 1500MΩ，二次绕组之间和二次绕组对地的绝缘电阻应大于 500MΩ。

4.4.2 额定绝缘水平

4.4.2.1 一次绕组的额定绝缘水平和耐受电压见表 3。

表 3 组合互感器的额定绝缘水平和耐受电压（kV）

额定电压 （方均根值）	设备最高电压 （方均根值）	额定短时工频耐压 （方均根值）	额定雷电冲击耐受电压 （峰值）
10	12	42/30，（28）	75，（60）
20	24	65/50，（50）	125，（95）
注 1：额定短时工频耐压斜线上的数据为设备外绝缘干状态之耐受电压，额定雷电冲击耐受电压为设备内绝缘耐受电压。			
注 2：不接地的电压互感器感应耐受电压采用斜线下的数据，括号内的数据适用于直接接地系统。			

4.4.2.2 电压互感器接地端子的工频耐受电压：当一次绕组的接地端子与底座绝缘时，应能承受额定短时工频耐受电压 3kV（方均根值）。

4.4.2.3 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）。

4.4.2.4 电流互感器匝间绝缘要求：电流互感器二次绕组匝间绝缘应能承受短时工频耐压 4.5kV（峰值）。对某些型式（如低安匝）的电流互感器，可允许采用较低的试验电压。

4.4.3 局部放电水平

组合互感器的局部放电水平应不超过表 4 的规定值。

表 4 允许的局部放电水平

系统中性点接地方式	互感器类型	局部放电测量电压（kV）	局部放电（固体绝缘） 允许水平（视在放电量）pC
中性点绝缘或非有效接地系统	电流互感器和接地式电压互感器	$1.2U_m$ $1.2U_m/\sqrt{3}$	50 20
	不接地式电压互感器	$1.2U_m$	20
中性点有效接地系统	电流互感器和接地式电压互感器	U_m $1.2U_m/\sqrt{3}$	50 20
	不接地式电压互感器	$1.2U_m$	20
注 1：若系统中性点接地方式未指明，则按中性点绝缘或非有效接地系统考虑。			
注 2：局部放电最大允许水平也适用于非额定值的频率。			
注 3： U_m 为设备最高电压。			

4.5 准确度等级和误差要求

4.5.1 准确度等级

4.5.1.1 电压互感器的准确度等级为 0.2 级。

4.5.1.2 电流互感器准确度等级为 0.2S 级。

4.5.2 误差限值

在运行条件下，电压互感器、电流互感器误差限值应符合表 5、6 的要求。在实验室参比条件下，电压互感器、电流互感器误差限值应符合表 7、8 的要求，实验室参比条件下温度为 10℃~35℃，相对湿度小于 80%。

表 5 电压互感器运行条件下的误差限值

等 级	负 荷	比值差，±% （在下列额定电压百分数时）			相位差，±′ （在下列额定电压百分数时）		
		80	100	120	80	100	120
0.2	额定值和下限值	0.2	0.2	0.2	10	10	10
注：负荷的下限值一律为 2.5VA。							

表 6 电流互感器运行条件下的误差限值

准确等级	电流百分数（%）	1	5	20	100	120
0.2 S	比值差（%）	±0.75	±0.35	±0.2	±0.2	±0.2
	相位差（′）	±30	±15	±10	±10	±10
注：电流互感器的基本误差以退磁后的误差为准。						

表 7 电压互感器实验室参比条件下的误差限值

等 级	负 荷	比值差，±% （在下列额定电压百分数时）			相位差，±′ （在下列额定电压百分数时）		
		80	100	120	80	100	120
0.2	额定值和下限值	0.16	0.16	0.16	8	8	8
注：负荷的下限值一律为 2.5VA。							

表 8 电流互感器实验室参比条件下的误差限值

准确等级	电流百分数 (%)	1	5	20	100	120
0.2 S	比值差 (%)	± 0.6	± 0.28	± 0.16	± 0.16	± 0.16
	相位差 (′)	± 24	± 12	± 8	± 8	± 8

注：电流互感器的基本误差以退磁后的误差为准。

4.5.3 电流互感器的变差

电流互感器在 5%~120% I_n 时比值差和相位差的变差，应不超过相应等级的 2 个修约间隔，且其上升和下降时的误差均应符合表 8 的要求。

注：修约间隔——修约间隔为：比值差 0.02%；相位差 1′。

4.5.4 误差的重复性

4.5.4.1 电流互感器在 20% I_n 时重复测量 6 次以上，其比值差和相位差的实验标准差应 \leq 1 个修约间隔。

4.5.4.2 电压互感器在 100% U_n 时重复测量 6 次以上，其比值差和相位差的实验标准差应 \leq 1 个修约间隔。

4.6 运行变差影响

4.6.1 极限工作温度下的误差

极限工作温度下测得的误差与室温条件下的误差相比，变化应不超过表 5、6 规定测量点误差限值的 1/4。

4.6.2 剩磁影响

电流互感器充磁处理前后的误差之差，不得超过表 8 中允许误差限的 1/3，且充磁处理前后的误差均应满足表 8 的要求。

4.6.3 过负荷能力

电流互感器应能在 150%的额定一次电流下长期运行，并且其比值差 $\leq \pm 0.24\%$ ，相位差 $\leq \pm 12′$ 。

4.7 电压和电流的相互影响

电压和电流的相互影响要求如下：

a) 当电流互感器在 1%~150%额定电流之间工作，电压互感器在 80%~120%额定电压之间，负荷在规定的范围内时，其比值差和相位差应满足表 7 的要求。

b) 当电压互感器在 80%~120%额定电压之间工作，电流互感器的电流在 1%~120%额定电流之间，负荷在规定的范围内时，其比值差和相位差应满足表 8 的要求。

4.8 电压互感器的短路承受能力

电压互感器在额定电压励磁下时，应能承受持续时间为 1 s 的外部短路的机械效应和热效应而无损伤。

4.9 电流互感器的温升限值

在额定连续热电流及额定二次负荷阻抗下，在 4.2 规定的环境温度和海拔高度下长期工作，绕组的温升不应超过 75K，其它部位的温升不应超过 50K。

5 结构要求

5.1 外观

组合互感器的外观要求如下：

a) 组合互感器应采用复合绝缘形式，采用热固性树脂通过浇注和固化工艺制造，在固化树脂器身外覆盖硅橡胶保护层，并设有用于吊装的部件，具备便于人工搬运的把手。材料应具有良好的电气、机械和阻燃性能，并具有良好的耐候性及憎水性，表面应平整、光洁、色泽均匀，器身颜色宜采用灰白色。

b) 组合互感器爬电比距为 31mm/kV。

5.2 接线端子及标志

5.2.1 一般要求

接线端子（包括：埋入嵌母、接线压片、接线螺钉、一次导体）应使用电阻率不超过 $1 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ 铜或铜合金制成，黄铜件表面宜镀镍或锌。互感器一、二次接线端子按减极性标注，一、二次接线端子极性标志应同时浇注或用激光蚀刻出，字体清晰。一次端子标志字高不小于 15 mm（若为两元件，B 相一次端子标志字高不小于 6 mm），二次接线端子字符高度不小于 5 mm。

5.2.2 二次螺栓

二次螺栓应满足以下要求：

a) 二次接线端子的螺钉直径应为 6mm，螺钉头为外六角加十字/一字槽通用；

b) 出厂时二次螺栓配置弹簧垫圈和平垫圈，并拧紧埋入螺母中（拧紧程度应保证运输后不松动），表面应光洁、无油污；

- c) 埋入螺母的端面高出树脂面 1~2mm，表面平整清洁，符合电气接触要求；
- d) 当二次螺栓以 1.5 倍压平弹簧垫片的力矩拧紧及松开时，埋入螺母不松动；
- e) 电流互感器二次接线端子的螺钉应有足够的裕度压接两根 4mm² 的电流单芯单层绝缘铜导线。

5.2.3 防护罩

组合互感器一次和二次接线端子均应有防护罩，并满足以下要求：

- a) 具有足够的机械强度；
- b) 二次防护罩能进行封印，满足不破坏封印就无法拆除防护罩的要求；
- c) 在防护罩不拆除的情况下，使用常规工具无法接触接线端子。

5.3 安装底座和接地标志

5.3.1 安装底座

安装底座应满足以下要求：

- a) 组合互感器应有用于安装固定的底座。
- b) 底座应使用钢板制造，表面应进行防腐蚀处理，底座周围应设置吊装的吊环。
- c) 在正常安装状态下，10kV 电压互感器安装底座应能承受 2000 N 的垂直与水平拉力；20kV 互感器安装底座应能承受 4000 N 的垂直与水平拉力。

5.3.2 接地螺栓及接地标识

组合互感器应有接地螺栓或接地板，接地处应有平坦的金属表面，并在其附近有明显的接地标识（例如：用“≡”或“E”符号标示）。接地螺栓或螺丝直径不小于 8mm。

5.4 外形和尺寸

组合式互感器的外形和尺寸要求如下：

- a) 外形尺寸公差满足 GB/T 1804 的 v 级要求，安装配合尺寸公差满足 GB/T 1804 的 m 级要求；
- b) 二次端子在螺栓紧固状态下，高度不一致不应超过 2mm；
- c) 垂直形位公差不应超过 3mm。

5.5 铁心及线圈

组合互感器的铁心及线圈应满足以下要求：

- a) 互感器的铁心应相互独立。
- b) 电流互感器一次和二次线圈应使用耐热等级为 E 级及以上的漆包线绕制。
- c) 电压互感器一次和二次线圈应使用耐热等级为 F 级及以上的漆包线绕制。

5.6 铭牌及变比标识

组合互感器的铭牌及变比标识应满足以下要求：

a) 铭牌材质为铝或不锈钢，应采用激光蚀刻、内容清晰，并具有条形码或二维码，可防紫外线辐射，在使用寿命期内不褪色、易读取。主铭牌应固定在互感器二次端子盖板上，应能防撬、防伪，包含但不限于以下内容：变比、编号、产品名称、生产厂家、订货单位、型号、等级、容量、生产日期、制造标准、接线图。副铭牌应垂直固定在互感器底座上，应能防撬、防伪，包含但不限于以下内容：变比、编号、产品名称、生产厂家、订货单位、型号、等级、容量、生产日期、制造标准。

b) 组合互感器应有电子标签，宜粘贴固定在互感器二次接线端面上方。在电子标签封装表面用光学方法加工条形码或二维码标牌。电子标签宜选用改性 PC 等硬质材料，尺寸、内容如图 2 所示，内容应清晰、对比度高，电子标签应满足 DL/T 1497-2016 的要求。同时，互感器必须有材质为铝或不锈钢的条形码或二维码标牌，采用铆钉或粘贴固定在底座上，内容清晰。

c) 在组合互感器的器身显著位置，应用激光蚀刻出电压和电流的变比、资产编号，其字体高度应不小于 20mm。

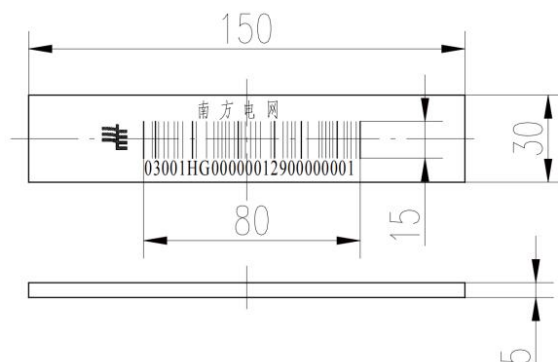


图 2 组合互感器电子标签样式

6 试验

6.1 试验分类

6.1.1 出厂检验

由制造单位对所生产的每个产品进行检验，试验项目包括但不限于表 9 要求的内容，检验合格后应出具检验合格证。

6.1.2 全性能试验

6.1.2.1 全性能试验是为验证产品的性能是否达到本标准要求而进行的试验，适用于对招标前产品的性能评定。全性能试验的样品数不少于 3 台，当被试产品的所有项目都试验合格才认为该型号组合互感器的全性能试验合格，否则认为全性能试验不合格。

6.1.2.2 全性能试验应由网省公司指定的检测机构进行。

6.1.3 抽样验收试验

6.1.3.1 抽样验收试验由订货单位根据每批次产品到货数量的多少随机抽取 3 台以上（含 3 件），5 台以下（含 5 件）的样品进行试验。如果被试样品的所有试验项目都合格，则认为该批次组合互感器到货验收合格。如果被试样品有不合格的项目，则认为该批次组合互感器到货验收不合格。

6.1.3.2 每种不同批次和不同的规格产品应单独进行抽样验收试验。

6.1.4 安装前检验

对通过批次验收的组合互感器，在安装前都应按照要求的检定项目进行全部检定，检定方法可参照《JJG1021-2007 电力互感器》，但其误差应符合 4.5.2 条的要求。

6.2 试验项目

组合互感器的试验项目和项目不合格类别的分类如表 9 所示。标识为“+”号的试验项目为必须进行的试验项目，标识为“-”的试验项目不作要求。

其中，A 类不合格权值为 1.0，B 类不合格权值为 0.6，C 类不合格权值为 0.2。对于一个样本的某个检测项目发生一次或一次以上的不合格，均按一个不合格计。一个样本检测出现 A 类项目不合格或其他类项目不合格权值累计大于或等于 1.0 时，该样本检测结果判为不合格。

表 9 试验项目

序号	名称	出厂试验	全性能试验	抽样验收试验	安装前检验	不合格类别
1	外观检查	+	+	+	+	C
2	绕组极性检查	+	+	+	+	A
3	绝缘电阻测量	+	+	+	+	A
4	工频耐压试验	+	+	+	+	A
5	二次绕组匝间绝缘强度试验	+	+	+	-	A
6	感应耐压试验	+	+	-	-	A
7	雷电冲击耐压试验	-	+	-	-	A
8	局部放电试验	+	+	+	-	A
9	参比条件下的误差试验	+	+	+	+	A
10	电流互感器的变差	-	+	-	-	A
11	极限工作温度下的误差试验	-	+	-	-	B
12	误差重复性测试	-	+	-	-	A
13	剩磁误差试验	-	+	-	-	A
14	电流互感器过负荷能力测试	-	+	+	-	A
15	电压互感器铁心磁饱和裕度试验	-	+	+	-	A
16	仪表保安系数试验	-	+	-	-	C
17	短路承受能力	-	+	-	-	B
18	温升试验	-	+	-	-	B
19	湿热试验 (T)	-	+	-	-	B
20	辐照试验 (T)	-	+	-	-	B
21	长霉试验 (T)	-	+	-	-	B
22	盐雾试验 (T)	-	+	-	-	B
23	着火危险试验	-	+	-	-	B
24	底板载荷试验	-	+	-	-	C
25	电子标签试验	-	+	+	-	B

注 1：“+”表示必须进行的试验项目，“-”表示不强制的项目。

注 2：“T 级”表示环境类别和严酷等级为 T 级的组合互感器。

注 3：若特殊使用条件，特别标注的环境要求应在全性能试验中增加相应的试验项目进行检验。

6.3 试验方法

6.3.1 外观检查

6.3.1.1 外观检查包括外观、装配质量、零部件表面处理、铭牌、接线端子、外形尺寸以及产品技术条件规定的其它项目检查，结果应满足第5章要求。电子标签应进行读写验证。

6.3.1.2 试品应与其铭牌及所有经规定程序批准的图样要求一致。

6.3.2 绕组极性检查

推荐使用互感器校验仪检查绕组的极性。根据互感器的接线标志，按照比较法线路完成测量接线后，升起电压、电流至额定值的5%以下试测，用校验仪的极性指示功能或误差测量功能，确定互感器的极性。

6.3.3 绝缘电阻试验

用2500 V绝缘电阻表进行测量。测量前检查绝缘电阻表处于良好状态，在测量前后应对被试互感器进行充分放电，以确保设备和人身安全。绝缘电阻表准确度等级不低于10级。

6.3.4 工频耐压试验

6.3.4.1 一次端工频耐压试验按照 GB/T 20840.2-2014，7.3.2 内容进行试验。

6.3.1.2 二次端工频耐压试验按照 GB/T 20840.1-2010，7.3.6 内容进行试验。

6.3.5 二次绕组匝间绝缘强度试验

匝间过电压试验按照 GB/T 20840.2-2014，7.3.204 内容进行试验。试验前后，电流互感器的误差变化量不超过表6规定值的1/4。

6.3.6 感应耐压试验

感应耐压按照 GB/T 20840.3-2013，7.3.2.303 的要求进行试验，试验前后，电压互感器的误差变化量应不超过表5规定值的1/4。

6.3.7 雷电冲击耐压试验

试验应在正、负两种极性下进行。应施加每一极性连续冲击15次，试验电压应施加在一次绕组各端子（连接在一起）与地之间，电压、电流互感器接地端及所有二次接线端子均应接地。试验后被试样品应无可见损伤，试验后被试样品误差应满足表5、6要求。

6.3.8 局部放电试验

局部放电试验方法参见 GB/T 20840.1-2010，7.3.3、GB20840.3-2013，7.3.3 内容。

6.3.9 参比条件下的误差试验

宜采用 JJG 1165-2019，6.2.2.4 的方法测量试品误差，组合互感器出厂时在室温下的误差应控制在表7、8给定的误差限值以内。

6.3.10 电流互感器的变差测试

被试样品不进行退磁，记录在电流上升和下降时的误差，两者在同一试验点的误差之差应符合4.5.3条的要求。试验时的负荷点和误差测试时相同，负荷为额定值。

6.3.11 极限工作温度下的误差试验

极限工作温度下的误差试验方法如下：

a) 将被试样品置于试验箱中，分别使箱内温度达到产品允许工作环境温度的上限值及下限值，并在极限温度下保持足够的时间，使互感器在箱内达到热平衡；

b) 保持时间不少于2 h，在温度保持期间，箱内温度的变化不超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ ；

c) 按 JJG 1021-2007，6.3 进行误差测量；

d) 测得的误差与室温条件下的误差相比，变化应不超过表5、6规定测量点误差限值的1/4。

6.3.12 误差重复性测试

被试样品按照误差测试接好线，电流互感器在 $20\%I_n$ 时重复测量6次以上，电压互感器在 $100\%U_n$ 时重复测量6次以上。每次测量不必重新接线，但应该断开电源。其实验标准偏差S按以下公式（1）计算：

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2} \quad (1)$$

注1：式中n为测量次数； γ_i 为第i次测量时的误差； $\bar{\gamma}$ 为各次测量误差的平均值。

注2：试验时的负荷为额定值。

6.3.13 剩磁误差试验

6.3.11.1 按 JJG 1021-2007，6.3.6.2 的试验方法对被试样品进行剩磁误差试验，测得的误差变化应不超过表8误差限值的1/3。

6.3.11.2 若充磁后剩磁误差的测量结果超出允许值，应重复测量，直到连续的二次测量结果偏差小于基本误差限值的 1/10。

6.3.11.3 试验时要求直流纹波系数不大于 5%，负荷点和误差测试时相同，负荷为额定值。

6.3.14 电流互感器过负荷能力测试

6.3.12.1 测量点为 150%额定一次电流。当被检电流互感器 150%额定电流点在标准装置的测量范围内，可以采用直接测量。如果超过标准装置的测量范围，可以采用等安匝法或负荷外推法间接测量，测量方法参见 JJG1021-2007，6.3.8.2。

6.3.12.2 试验负荷为额定负荷，测量结果应符合第 4.6.2 条规定。

6.3.15 电压互感器铁心磁饱和裕度试验

电压互感器铁心磁饱和裕度试验可按照如下两种方法进行：

a) 在额定负荷下加 200%的 U_n 测试被试样品的误差，其比差应 $\leq \pm 0.24\%$ ；角差 $\leq \pm 12'$ 。

b) 电压互感器的一次空载，在二次绕组施加二次额定工频电压，测量此时的励磁电流的有效值 I_{c1} ，然后将二次施加的电压升至 2 倍（对 20kV 的为 1.5 倍）的二次额定电压，再测量其励磁电流的有效值 I_{c2} 。两个电流之比应不大于 15（即： $I_{c2}/I_{c1} \leq 15$ ）。电流测试应使用 1.5 级及以上的电流表在低电位端测量，测试接线如下图所示。

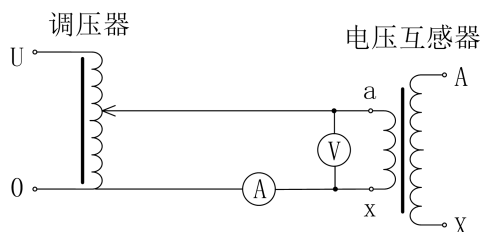


图 3 电压互感器铁心磁饱和裕度测试接线图

说明：

1——试验时，除被试电压互感器一、二次端子外，其余悬浮端子和底座皆应接地。

注：图中“V”为交流电压表，“A”为交流电流表。

6.3.16 仪表保安系数试验

仪表保安系数试验方法如下：

- 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电压；
- 当其方均根值等于二次极限感应电势时，测量励磁电流；
- 用所得励磁电流为分子，额定二次电流与仪表保安系数的乘积为分母，其值应等于或大于 10%；
- 试验使用的电流表和电压表应为交流真有效值表，示值误差不超过 $\pm 3\%$ 。

6.3.17 短路承受能力

试验时电压互感器的初始温度为 $5^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 。电压互感器应在一次侧短路，二次接线端子之间励磁。短路试验应进行一次，历时 1 s。短路实施时，施加于电压互感器端子上的电压方均根值应不低于其额定电压。试验结果应符合 GB/T 20840.3-2013，7.2.301 要求，试验前后，其误差变化量不得超出相应准确度等级限值的 1/3，且无结构和电气方面的损伤。

6.3.18 温升试验

温升试验方法如下：

a) 周围空气温度保持在 $10^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ 范围，在试验过程中环境温度变化不超过 10K。环境温度至少采用三只温度计测量。将温度计均匀地分布在被试样品周围，浸入容积不小于 1000 mL 的盛满变压器油的杯内，放置在被试样品高度的 1/2，离开被试品的距离为 1.5m，温度计保证免受气流和热辐射的影响。周围空气温度以这些温度计测量的平均值为准；

b) 被试样品按实际安装状态放置，一次绕组通以额定扩大一次电流（推荐 1.2 倍），电源频率在 49.5 Hz \sim 50.5 Hz 之间，波形畸变率不大于 5%，二次绕组接入额定负荷，被试样品通电直至试品温升稳定为止。温度以靠近铁心的器身表面温度为准，如果在试验后期每 2h 内温度上升值不超过 1K 时，认为被试样品各部分温升达到稳定；

c) 温升试验时，一次导体单根长度不得小于 1.5m，电流密度不超过 5 A/mm²。在距离互感器一次电流接头 0.75m \sim 1m 处的导体温度与电流接头温度之差不超过 3K；

d) 电流互感器的铁心、一次导体及其它金属结构零件表面温度可采用酒精温度计或适当的（不受磁场影响的）热电偶或电阻型温度计测量，并使其测温端与被测部位可靠接触；

e) 电流互感器一次绕组和二次绕组的平均温升采用电阻法测量:

1) 加电前测量线圈电阻 R_{θ_1} 及周围介质温度 θ_1 , 以靠近铁心表面温度为准;

2) 施加指定电流, 直到被试样品温度达到稳定状态;

3) 切断电源, 立即测量线圈电阻; 此后在 8min~10min 内, 每隔相等时间 (30 s~60 s) 依次测量线圈电阻为 R_1 、 R_2 、 R_3 ... 其后过 5min~10min 测一个参考值 R_n ;

4) 取切断电源瞬间 $t=0$, 在半对数坐标纸的横坐标上标出 t_1 、 t_2 、 t_3 ...、 t_k 点, 纵坐标上标出对应的 $(R_1 - R_n)$ 、 $(R_2 - R_n)$ 、 $(R_3 - R_n)$ 、... $(R_k - R_n)$ 点。用直线拟合方法绘出线圈电阻变化曲线, 如图 3 所示。此直线延长与 R 轴交点即为 $t_0 = 0$ 时的 $R_0 - R_n$ 值。已测得 $t=0$ 时线圈电阻 R_0 , 线圈温升可用式 (2) 计算。

f) 温升试验时使用的温度计和热电偶的测量误差不应超过 ± 0.5 K。

$$\Delta\theta = \frac{R_0}{R_{\theta_1}} (235 + \theta_1) - (235 + \theta_2) \quad (2)$$

注: $\Delta\theta$ 为线圈温升, R_0 为切断电源瞬间的线圈电阻, R_{θ_1} 为加电前测量的线圈电阻, 235 为铜导线电阻温度系数的倒数。

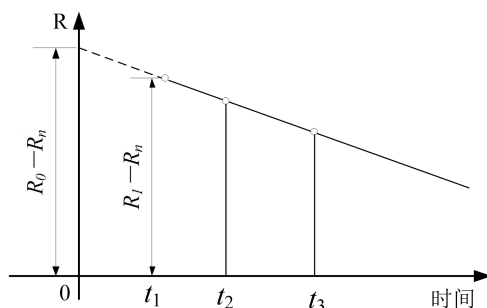


图 4 用半对数坐标图解电阻法

6.3.19 湿热试验

环境严酷等级 T 级的组合互感器应按 GB/T 2423.3 的方法进行试验, 试验周期为 10d, 温度 (40 ± 2) °C、湿度 $(93 \pm 3)\%$ RH, 湿热试验后, 被试样品在温度为 25 °C~40 °C, 相对湿度为 75 %及以下的环境条件下进行 2 h 的恢复处理, 然后在 30 min 内进行检测, 检测要求如下:

a) 外观检查, 被试样品外观应无损伤;

b) 测量绝缘电阻, 测量结果满足 4.4.1 要求;

c) 工频耐压试验, 试验电压为正常使用条件下规定耐压值的 80 %, 试验过程中应无击穿或闪络等现象产生;

d) 误差试验按 6.3.9 的方法进行, 测量结果不得超过表 5、6 规定的误差限值。

6.3.20 辐照试验

环境严酷等级 T 级的组合互感器应按 GB/T 2423.24 规定的试验程序 B 进行 10d×24h 的辐照试验, 试验后的产品进行以下检测:

a) 外观检查, 被试样品外观应无损伤;

b) 测量绝缘电阻, 测量结果满足 4.4.1 要求;

c) 工频耐压试验, 试验电压为正常使用条件下规定耐压值的 80 %, 试验过程中应无击穿或闪络等现象产生;

d) 误差试验按 6.3.9 的方法进行, 测量结果不得超过表 5、6 规定的误差限值。

6.3.21 长霉试验

环境严酷等级 T 级的组合互感器外露于空气的绝缘零部件应按 GB/T 2423.16 的规定进行 28 d 的长霉试验, 试验后的长霉程度不超过 2 a 级的规定。

6.3.22 盐雾试验

环境严酷等级 T 级的组合互感器的金属电镀件和化学处理件应按 GB/T 2423.17 的规定进行盐雾试验。试验时的持续时间为 24h, 试验结束恢复后的应进行一下检测:

a) 外观检查, 被试样品外观应无损伤;

b) 测量绝缘电阻, 测量结果满足 4.4.1 要求;

c) 工频耐压试验, 试验电压为正常使用条件下规定耐压值的 80 %, 试验过程中应无击穿或闪络

等现象产生。

6.3.23 着火危险试验

6.3.20.1 按 GB/T 5169.11 进行试验, 试验选用 $850\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的灼热丝, 对组合互感器树脂材料和二次接线端子罩端分别进行, 当不能对整机进行试验时可切割一块树脂材料样块进行试验, 样块厚度应不小于 10mm。

6.3.20.2 试验时, 灼热丝应尽可能保持水平, 灼热丝顶部大约以 $10\text{ mm/s} \sim 25\text{ mm/s}$ 的速率接近和离开样品, 临近接触时应将接近速率减少到接近零以确保冲击力不超过 $1.0\text{ N} \pm 0.2\text{ N}$; 保持灼热丝接触样品时间 $30\text{ s} \pm 1\text{ s}$, 同时限定灼热丝进入或贯穿样品的深度在 $7\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 。接触时间到后, 将灼热丝和试验样品慢慢分开, 以避免试验样品任何进一步受热和有任何空气流动可能对试验结果的影响。

6.3.20.3 试验时样品不应出现明火。若出现明火, 则灼热丝离开时应迅速熄灭。

6.3.24 底板载荷试验

固定安装底板(底座), 分别从与安装底板(底座)水平及垂直两个方向上对器身中部施加规定大小的持续力, 10 kV 组合互感器施加 2000 N, 20 kV 组合互感器施加 4000 N, 持续时间为 1 min, 样品应无变形或断裂现象。

6.3.25 电子标签试验

电子标签应按照 DL/T 1497-2016, 6.6、6.7 要求进行通信试验和通信规约试验。

7 包装、运输与贮存

7.1 包装

包装应满足以下要求:

- a) 组合互感器的包装应保证产品及其组、部件和零件在整个储运期间不致损坏及松动;
- b) 组合互感器的包装还应保证在整个储运期间不致遭受雨淋;
- c) 产品包装及包装箱的标志应符合 GB/T 13384 的规定。

7.2 运输

组合互感器各个供电气连接的接触面在储运期间有防锈蚀措施, 在运输过程中无严重振动、颠簸和冲击现象发生。

7.3 贮存

在有包装状态下, 组合互感器运输及临时贮存的基本环境条件按 4.2 的要求。在无包装状态下, 组合互感器应存储在室内, 温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$, 空气相对湿度不大于 85%, 且在空气中不应有引起腐蚀的有害气体和其它有害介质。

7.4 随机文件

组合互感器的随机文件包括: 产品合格证、出厂检验记录、安装使用说明书(包括产品及组件的外形尺寸图和安装使用说明书等)。

组合互感器制造单位在交货时应保证每批互感器使用单位代码正确, 产品序列号连续。在组合互感器箱外醒目位置应注明该箱互感器的制造厂名、生产日期、型号规格、变比、组合互感器的资产编号、资产条码等信息。

8 运行质量管理要求

8.1 故障统计分析

按制造单位、产品型号等信息, 分类统计互感器故障类型、故障次数、故障原因、故障率, 并及时将统计分析结果上报上级主管部门进行汇总、统计, 分析查找影响互感器质量的关键因素, 及时消除故障隐患, 并定期发布统计分析结果。

8.2 技术服务

技术服务应满足以下要求:

- a) 制造单位应协助产品使用方进行现场试验调试、试运行和验收, 在产品整个寿命周期实行“三包”, 提供必要的维修及服务; 负责提供设备接线图及必要的技术文件及图纸等; 负责对用户维护人员、运行人员进行必要的培训, 并提供培训资料。
- b) 接到产品使用方的服务要求后, 制造单位应在 12h 内作出响应, 48h 内按要求派人到指定地点提供服务。
- c) 对于不能及时提供相应服务的, 应及时填写不良技术服务记录。

9 全生命周期管理

中国南方电网有限责任公司各省公司应建立健全互感器全生命周期信息化管理系统, 建立互感器检验、故障处理信息记录, 及时汇总全性能试验、抽样验收试验、安装前检验、监督抽检、周期检验的检

测结果及相关信息并上报南方电网公司市场营销部,作为该互感器制造单位的供货品质参数记录在案和后续招标过程中的评价依据。

10 寿命要求

产品的设计和材料的选用应保证互感器使用寿命 ≥ 20 年。

《计量用互感器技术规范 第3部分：计量用组合互感器》

编制说明

目 次

1 任务来源与工作简要过程.....1

2 编制原则及主要内容.....1

3 标准编制目的.....1

4 借鉴国内、外先进标准的情况.....2

5 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性..... 2

6 贯彻标准的要求和措施建议.....2

7 代替或废止现行企业标准的建议.....2

8 重要内容的解释和其它应予说明的事项.....2

9 标准中强制性和影响面较大的内容说明.....2

10 标准名称与计划项目名称发生变化的主要原因..... 2

1 任务来源与工作简要过程

1.1 任务来源

本项目是根据南方电网有限责任公司生产技术部 2019 年 11 月 27 日发布的《关于下达 2020 年公司技术标准制修订计划的通知》（南方电网生技【2019】21 号文），计划编号：技标技标 2020-109，项目名称“计量用互感器技术规范”进行制定；归口单位：南方电网有限责任公司生产技术部；负责起草单位为：广东电网有限责任公司计量中心等。

1.2 标准编制工作的简要过程

1.2.1 本标准计划于 2021 年 12 月完成，编制工作如期完成。

1.2.2 标准编制简要过程

2020 年 2 月，由广东电网责任有限公司计量中心等单位参加成立编写小组，对该标准的编写原则和主要内容等问题进行研讨。

2020 年 3 月，编制了《计量用互感器技术规范》标准大纲，并召开大纲评审会议，根据大纲审查意见修改了标准大纲。

2020 年 9 月，形成了《计量用互感器技术规范》初稿，并经过内审和修改，形成征求意见稿。

2021 年 1 月，以腾讯视频会议（会议号：565336288）形式召开送审稿审查会，并通过审查。收到会审意见 7 条，采纳 7 条。

2021 年 3 月，完成报批稿及相关材料的编写。

1.3 参编单位及工作组成员

本系列标准中，计量用组合互感器技术规范主编单位：广东电网有限责任公司计量中心、南方电网数字电网研究院有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、云南电网有限责任公司计量中心。

本系列标准中，计量用组合互感器技术规范主要起草人：张鼎衢、许卓、宋强、招景明、石少青、彭策、林聪、何子昂、张乐平、王保帅、李伟坚、渠智毅、高磊、杨祥勇、杨路。其中第 1-6 章节由张鼎衢、许卓、宋强、招景明主要编写，第 7-8 章节由石少青、彭策、林聪、何子昂、张乐平、王保帅主要编写，第 9-10 章节由李伟坚、渠智毅、高磊、杨祥勇、杨路主要编写，编写说明由张鼎衢、许卓、宋强主要编写。

2 编制原则及主要内容

2.1 标准编制原则

a) 先进性原则。认真研究现行有效的 IEC 标准、国家标准、行业标准，同时满足国家最新互感器系列标准、检定规程、技术规范等要求，适应互感器计量技术、质量管理及集中检定流水线技术的发展对计量用互感器的使用需求。

b) 实用性原则。标准将采用分散与集中讨论的形式，分析各网省公司实际需求以及计量管理工作对计量用互感器的功能要求。

c) 可靠性原则。结合公司计量用互感器质量评价工作和运行质量抽检工作，规范计量用互感器的检验规则和运行质量管理要求，从技术上提高计量用互感器可靠性。

d) 统一性原则。标准充分借鉴吸收计量用互感器故障分析、国内外计量用互感器性能比对等研究成果，规范、统一计量用互感器的功能配置及技术要求。

2.2 标准的主要内容

本标准系列中，计量用组合互感器技术规范共分 10 章，分别是：

第 1 章 范围。

第 2 章 规范性引用文件。

第 3 章 术语和定义。

第 4 章 技术要求。

第 5 章 结构要求。

第 6 章 试验。

第 7 章 包装、运输与贮存。

第 8 章 运行质量管理要求。

第 9 章 全寿命周期管理。

第 10 章 寿命要求。

3 标准编制目的

2019 年国家相继发布了《测量用互感器型式评价大纲》、《三相组合式互感器检定规程》等标准，通过修编南网计量用互感器系列技术标准，能够适应行业内互感器型式评价、互感器检定的新要求，进一步规范互感器术语、定义，统一材料及工艺等型式要求，明确互感器电气、绝缘、试验等要求，增加

环境条件、包装运输和储存、运行质量管理等要求，有助于提升互感器产品质量和管理水平，确保计量准确性和设备运行可靠性，完善计量管理体系，推动南方电网公司计量工作健康、有序发展。

另一方面，公司互感器集中检定流水线技术逐渐成熟，在流水线的技术与生产运行过程中对互感器设计与生产的规范性、结构的统一性提出了严格的要求，通过修编南网计量用互感器系列标准，规范外形尺寸、端子接线、铭牌、电子标签等要求，能够使互感器从外形结构上满足自动化检定需要，提高检测工作效率，提升互感器管理的规范化、标准化水平，促进南方电网公司互感器集中检定流水线技术发展。

4 借鉴国内、外先进标准的情况

按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第一部分：标准的结构和编写规则》、GB/T 20000.2-2009《标准化工作指南 第2部分：采用国际标准》和 DL/T 800-2012《电力企业标准编制导则》的要求和规定编写标准内容。

本标准参考了 GB/T 20840 互感器系列标准、GB/T 2423 电工电子产品环境试验系列标准、JJG 1021-2007《电力互感器检定规程》、JJG 1165—2019《三相组合互感器检定规程》、DL/T726—2013《电力用电磁式电压互感器使用技术规范》、DL/T725-2013《电力用电流互感器使用技术规范》、JB/T5472-1991《仪用电流互感器》中的环境条件，电气、绝缘、试验要求，包装运输和储存等内容。

5 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

符合现行法律、法规、政策及相关标准相关规定。

6 贯彻标准的要求和措施建议

组织标准宣贯会或技术讨论会，对标准条文做出详细解释。持续跟踪标准实施过程中的技术问题，及时对标准相关内容做出修订。

7 代替或废止现行企业标准的建议

代替 Q/CSG1209009-2016《计量用组合互感器技术规范》。

8 重要内容的解释和其它应予说明的事项

8.1 额定一次电流

结合用户报装容量、配变容量、互感器的计量准确性以及互感器实际使用、去库存等需求，计量用组合互感器技术规范在 2016 版标准的基础上精简了额定一次电流标准值，选取原则如下：

- a) 高供高计存在一个计量点对应多台变压器的情况，因此按照计量点容量段选择 CT 额定一次电流；
- b) 为减少 CT 规格，一种 CT 规格应尽可能涵盖较宽的计量点容量段；
- c) 对于部分计量容量段的下限容量可能存在大变比的情况，在该容量段提供优选值和备选值；
- d) 当计量点的实际输出为下限容量的 10%时，其折算后的电流应在 CT 额定电流的 5%左右，同时 CT 的实际二次输出电流应满足电表计量要求；
- e) 当计量点的实际容量为上限容量时，应小于 CT 按照额定一次电流折算后的额定视在功率。

8.2 误差限值

结合互感器误差曲线特性、生产工艺水平等，本标准规定：在实验室参比条件下，计量用组合互感器在各测试点的误差限按照检定规程（JJG1021）要求误差限的 0.8 倍进行控制。

8.3 试验

为全面考核互感器的材质、计量性能、绝缘性能、特殊条件环境下性能等，计量用组合互感器技术规范增加了温度附加误差、温升限制、短路承受能力等考核互感器铁芯、绕组性能的试验项目及要求，增加了着火、弹簧锤、地板载荷等考核互感器材质的试验项目及要求，增加了互感器在特殊使用条件下（湿热、辐照、长霉、盐雾）的试验项目及要求。同时，增加了不合格类别的分类。

9 标准中强制性和影响面较大的内容说明

无。

10 标准名称与计划项目名称发生变化的主要原因

无。
