

ICS 29.020
K 04

CES

团 体 标 准

T/ZDG 018—2018

配电网 10kV 及 20kV 交流传感器技术条件

Technical specifications for current and voltage
transducers in 10kV and 20kV distribution networks

2018—02—06 发布

2018—02—09 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 使用条件.....	3
4.1 温度和湿度.....	3
4.2 海拔高度.....	3
4.3 耐污秽等级.....	3
4.4 日照辐射.....	3
4.5 风力.....	3
4.6 地震.....	3
4.7 系统接地方式.....	3
5 额定值和性能要求.....	3
5.1 电流传感器的额定参数.....	3
5.2 电压传感器的额定参数.....	4
5.3 额定频率.....	4
5.4 温升限值.....	4
5.5 绝缘要求.....	4
5.6 局部放电水平.....	5
5.7 暂态特性要求.....	5
5.8 极性.....	5
5.9 误差及准确度等级.....	5
5.10 参比条件与运行变差.....	7
6 结构要求.....	8
6.1 一般机械要求.....	8
6.2 绝缘表面.....	8
6.3 最小空气间隙和绝缘爬距.....	8
6.4 接线盒.....	8
6.5 接线端子.....	8
6.6 铭牌.....	9
7 试验项目和试验方法.....	9
7.1 试验分类.....	9
7.2 设计试验项目.....	9
7.3 出厂试验和型式试验项目.....	9
7.4 试验方法.....	10
8 使用和贮存寿命及可靠性要求.....	16
9 检验规则.....	16
9.1 设计试验.....	16
9.2 出厂试验.....	16
9.3 型式试验.....	16
9.4 周期试验.....	17

10 包装、运输与贮存.....	17
附录 A（资料性附录）.....	18
附录 B（规范性附录）.....	20
附录 C（资料性附录）.....	21
参考文献.....	22
编制说明.....	22

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国电工技术学会提出。

本标准起草单位：江苏省配用电与能效工程技术研究中心、中国电力科学研究院、国网电力科学研究院、河海大学、国电南瑞科技股份有限公司、许继集团有限公司、江苏省电力科学研究院、上海置信电气股份有限公司、天津平高智能电气有限公司、浙江华采科技有限公司、西安高研电器有限责任公司、北京瑞奇恩互感器设备有限公司、大连北方互感器集团有限公司、南京新宁光电工程有限公司、浙江天际互感器有限公司、武汉和沐电气有限公司、河北润志电气有限公司、上海紫通信息科技有限公司。

本标准主要起草人：王乐仁、沈兵兵、李澍森、赵江河、蔡月明、吴小钊、丁永生、刘易雄、高少军、刘安琪、王 坤、孙 健、韩 冰、朱海峰、王仁焘、田永志、余宏伟、叶 飞、赵 勇、尤文峰。

配电网 10kV 及 20kV 交流传感器技术条件

1 范围

本文件规定了配电网使用的 10kV 和 20kV 交流传感器的型号命名、技术要求、试验项目、试验方法、检验规则、使用寿命和可靠性要求、包装及存储条件。

本文件适用于 10kV 和 20kV 配电网馈线及柱上开关和环网柜安装使用的基于电磁感应原理的电流传感器和基于阻抗分压原理的电压传感器的设计、制造和试验。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温 (IEC 60068—2—1:2007, IDT)

GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温 (IEC 60068—2—2:2007, IDT)

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db：交变湿热（12h+12h 循环）(IEC 60068—2—30: 2005, IDT)

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka 盐雾 (IEC 60068—2—11: 1981, IDT)

GB/T 2423.24—2013 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及其试验导则 (IEC 60068—2—5: 2010, IDT)

GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Fc：振动（正弦）(IEC 60068—2—6: 1995, IDT)

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）

GB/T 4208—2008 外壳防护等级（IP 代码）(IEC 60529: 2001, IDT)

GB/T 4796—2008 电工电子产品环境条件分类 (IEC60721—1: 2002, IDT)

GB/T 5169.16—2008 电工电子产品着火危险试验 第 16 部分：试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法 (IEC 60695—11—10: 2003, IDT)

GB/T 7354—2003 局部放电测量 (IEC 60270: 2000, IDT)

GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第 1 部分：一般试验要求

GB/T 16927.2—2013 高电压试验技术 第 2 部分：测量系统

GB/T 17215.941—2012 电测量设备 可信性 第 41 部分：可靠性预测 (IEC 62059—41:2006 IDT)

GB/T 20840.1—2010 互感器 第 1 部分：通用技术要求 (IEC 61869—1 2007 MOD)

GB/T 20840.2—2014 互感器 第 2 部分：电流互感器的补充技术要求 (IEC 61869—2 2012 MOD)

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 (IEC 61869—3 2011 MOD)

GB/T 20840.5—2013 互感器 第 5 部分：电容式电压互感器的补充技术要求 (IEC 61869—5 2011 MOD)

GB/T 32856—2016 高压电能表通用技术要求

JJG 313—2010 测量用电流互感器

JJG 314—2010 测量用电压互感器

DL/T 1155—2012 非传统互感器技术条件

3 术语和定义

GB/T 20840.1—2010、GB/T 20840.2—2014、GB/T 20840.3—2013、GB/T 20840.5—2013、DL/T 1155—2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

非传统互感器 non-traditional current and voltage transformers

非传统电流互感器和非传统电压互感器的合称，是一种由电阻器件、电容器件及电磁器件之一或复合组成的弱信号输出的电流、电压比例变换装置，与传统互感器（由GB/T 20840.2—2014界定的电流互感器，GB/T 20840.3—2013界定的电磁式电压互感器，GB/T 20840.5—2013界定的电容式电压互感器）有相同的测量范围和准确度。（参见DL/T 1155—2012）。

3.2

交流电流传感器 ac current transducers

一种可覆盖测量与保护量程的非传统电流互感器，能满足其额定一次电流测量级与保护级的全部误差要求。以下简称电流传感器。

3.3

交流电压传感器 ac voltage transducers

一种可覆盖测量与保护量程的非传统电压互感器，能满足其额定一次电压测量级与保护级的全部误差要求。以下简称电压传感器。

3.4

交流传感器 ac current and voltage transducers

交流电流传感器和交流电压传感器的合称。

3.5

三相电压传感器相电压误差 error of phase voltage for a three phase voltage transducer

三相电压传感器在施加三相对称电压（正序及负序）时的误差。

3.6

零序电压传感器零序电压误差 error of zero sequence voltage for a zero sequence voltage transducer

三相电压传感器在施加三相零序电压时的误差。

3.7

三相电压传感器相电压的零序误差 error of phase voltage by zero sequence voltage for a three phase voltage transducer

三相电压传感器在施加三相零序电压时的误差。

3.8

零序电压传感器三相电压误差 error of zero sequence voltage by symmetrical three phase voltages for a zero sequence voltage transducer

零序电压传感器在施加三相对称电压（正序及负序）时的误差。

4 使用条件

4.1 温度和湿度

产品按使用环境温度分为三类，不同类型产品的使用应符合相应环境温度和湿度的规定：

I类：-5℃~55℃；

II类：-25℃~40℃；

III类：-40℃~40℃。

户外型产品使用环境1个月内测得的平均相对湿度不大于90%；户内型产品使用环境24小时内测得的平均相对湿度不大于90%；气密型产品的相对湿度不超过30%。

4.2 海拔高度

气密型：不超过50m；

普通型：不超过1000m；

高原型：不超过4000m。

4.3 耐污秽等级

气密型 I级；

户内型： II级；

户外型： IV级。

污秽等级分类按GB/T 4796—2008。

4.4 日照辐射

产品按耐受日照辐射程度分为两类，不同类型产品的使用应符合相应日照辐射程度的规定：

户内型：无要求；

户外型：日照幅射达到1000W/m²（晴天中午）时应予考虑。

4.5 风力

产品按耐受风力级别分为两类，不同类型产品的使用应符合相应风力级别的规定：

普通型：1min平均风压不超过700Pa（相当于风速不超过34m/s）；

增强型：1min平均风压超过700Pa。

4.6 地震

产品耐受地震烈度为8级。

4.7 系统接地方式

中性点有效接地系统及中性点非有效接地系统均可使用。

5 额定值和性能要求

5.1 电流传感器的额定参数

5.1.1 额定一次电流

额定一次电流标准值为10A、15A、20A、30A、50A、75A及它们的十进倍数。

5.1.2 额定二次电压

额定二次电压标准值为1V和0.2V。

5.1.3 额定电流扩大倍数

额定电流扩大倍数为1.2、1.5和2。额定连续热电流等于额定一次电流与额定电流扩大倍数的乘积。

5.1.4 额定负荷

额定二次负荷电阻标准值为 1kΩ、2kΩ、5kΩ、10kΩ、20kΩ、50kΩ、100kΩ，实际负荷电阻值与额定负荷电阻值的偏差不应超过±10%。

5.1.5 额定短时电流

产品应规定额定短时热电流和额定动稳定电流值。额定动稳定电流为额定短时电流的 2.5 倍。

5.1.6 保护准确限值及保护准确限值系数

电流传感器的保护准确限值为 5P 和 10P，保护准确限值系数为 10、15、20、25、30。

5.2 电压传感器的额定参数

5.2.1 额定一次电压

额定一次电压标准值为 $10\text{kV}/\sqrt{3}$ 和 $20\text{kV}/\sqrt{3}$ 。

5.2.2 额定二次电压

额定二次相电压标准值为 $3.25\text{V}/\sqrt{3}$ ，额定二次零序电压（三相）标准值为 6.5V。

5.2.3 额定电压因数

连续工作状态的额定电压因数为 1.2，故障工作状态的额定电压因数为 1.9。

5.2.4 额定负荷

电压传感器二次额定负荷为 0VA 或标称值为 20kΩ、50kΩ、100kΩ、200kΩ、500kΩ、1MΩ 和 2MΩ 之一的负荷电阻。

额定二次负荷为 0VA 时，实际负荷阻抗不应小于 5MΩ；额定负荷电阻等于或小于 2MΩ 时，实际负荷电阻值与额定负荷电阻值偏差不应超过电压传感器比值误差限值的 2 倍。

5.2.5 保护准确限值

电压传感器的保护准确限值为 3P。

5.3 额定频率

额定频率为 50Hz。

5.4 温升限值

在规定的额定连续热电流、额定频率和规定负荷下，电流传感器各部分的温升不超过 45K。

在规定的连续工作的额定电压因数、额定频率和规定负荷下，电压传感器各部分的温升不超过 45K。

5.5 绝缘要求

5.5.1 额定绝缘水平

交流传感器的额定绝缘水平按表 1 规定。

5.5.2 二次回路绝缘耐受电压

交流传感器的二次回路如果与一次回路是电气隔离的，则二次回路之间、二次回路与接地的箱壳、夹件等元件及地之间的短时工频耐受电压为 3kV（方均根值）。

表 1 交流传感器一次回路绝缘水平

设备额定电压 (方均根值) kV	工频耐受电压 (方均根值) kV	雷电冲击耐受电压 (峰值) kV	截断雷电冲击耐受电压 (峰值) kV
10	30/42	75	85
20	50/65	125	140

注1：斜线下的数值适用于绝缘干试验。

注2：电流传感器不进行截断雷电冲击耐受电压试验。

5.5.3 绝缘电阻

电流传感器一次回路对二次及地的绝缘电阻 10kV 产品不低于 100MΩ，20kV 产品不低于 200MΩ。电流传感器与一次回路电气隔离的二次回路之间以及二次回路对地之间的绝缘电阻不低于 100MΩ。

5.6 局部放电水平

交流传感器的局部放电水平在表 2 规定。

表 2 局部放电试验电压及局放量限值

设备额定电压（方均根值）kV	测量回路	预加电压（方均根值）kV	测量电压（方均根值）kV	局部放电允许水平 pC
10	相对地	33.6	14.4	20
20		52	28.8	20

注：局部放电在50Hz的电压下试验。

5.7 暂态特性要求

5.7.1 电流传感器

- a) 频带宽度大于 2kHz;
- b) 二次回路时间常数不超过 0.6s。

5.7.2 电压传感器

- a) 一次侧在雷电电压作用后，二次侧经过20ms后的冲击电压信号衰减到10%以下。
- b) 一次施加额定电压，二次接入额定负荷，当一次电压从额定值陡降到接近零，二次侧电压在20ms内下降到不大于额定二次输出峰值电压的10%。
- c) 一次侧在电压非过零时刻分闸产生直流残压时，二次侧经过20ms后直流分量衰减到10%以下。
- d) 一次电压从额定值突然升到额定电压因数（1.9倍）时二次电压在最初的20ms内的过冲量不大于10%，并在100ms内达到稳态值。
- e) 一次施加120%额定电压，二次开路运行，然后二次短路后迅速开路，二次电压峰值在额定频率的第十个周波内恢复到接近短路前的正常值，偏差不大于±10%。

5.8 极性

交流传感器极性为减极性。

5.9 误差及准确度等级

5.9.1 电流传感器

电流传感器的电流/电压变换误差（传递比误差） $\varepsilon_{I,V}$ 按下式规定：

$$\varepsilon_{I,V} = \frac{K_{I,V}U_s - I_P}{I_P} \times 100\% \quad (1)$$

电流传感器的相位误差 $\delta_{I,V}$ 定义为一次电流相量与二次电压相量的相位差，单位为“°”。相量方向以理想电流传感器的相位差为零且电流传感器二次负荷的时间常数可忽略来决定，当二次电压相量超前一次电流相量时，相位差为正，反之为负。

电流传感器复合误差 $\varepsilon_{C,I}$ 定义为：

$$\varepsilon_{C,I} = \frac{1}{I_p} \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (K_{I,V} u_s - i_p)^2 dt} \times 100\% \quad (2)$$

(1) 式及 (2) 式中各电气量的定义为:

$K_{I,V}$ —— 额定一次电流与额定二次电压之比;

I_p —— 一次电流方均根值;

i_p —— 一次电流瞬时值;

u_s —— 二次电压瞬时值;

T —— 一个周波的时间;

参比条件下准确度 0.5S/5P 级、1S/5P 级以及 1/10P 级电流传感器的误差按表 3 规定。

表 3 参比条件下电流传感器的误差限值

准确等级	电流百分数	1	5	20	100	额定一次连续热电流	额定保护限值倍数电流
0.5S/5P	比值差 (±%)	1.5	0.75	0.5	0.5	0.5	—
	相位差 (±′)	90	45	30	30	30	—
	复合误差 (%)	—	—	—	—	—	5
1S/5P	比值差 (±%)	3	1.5	1.0	1.0	1.0	—
	相位差 (±′)	180	90	60	60	60	—
	复合误差 (%)	—	—	—	—	—	5
1/10P	比值差 (±%)	—	3.0	1.5	1.0	1.0	—
	相位差 (±′)	—	180	90	60	60	—
	复合误差 (%)	—	—	—	—	—	10

5.9.2 电压传感器

电压传感器的变换误差 (比值差) f_U 按下式定义:

$$f_U = \frac{K_U U_S - U_P}{U_P} \times 100\% \quad (3)$$

(3) 式中:

K_U —— 额定一次电压与额定二次电压之比;

U_P —— 一次电压方均根值;

U_S —— 二次电压方均根值。

电压传感器的相位误差 δ_U 定义为一次电压相量与二次电压相量的相位差，单位为“°”。相量方向以理想电压传感器的相位差为零来决定，当二次电压相量超前一次电压相量时，相位差为正，反之为负。参比条件下准确度 0.5/3P 级和 1/3P 级的电压传感器的测量误差按表 4 规定。

表 4 0.5/3P 级和 1/3P 级电压传感器的误差限值

准确等级	电压百分数	2%	5%	20%~120%	190%
0.5/3P	比值差 (±%)	6	3	0.5	3
	相位差 (±′)	240	120	20	120
1/3P	比值差 (±%)	6	3	1.0	3
	相位差 (±′)	240	120	40	120

注1：表中数值适用于相电压误差和零序电压误差。
 注2：三相带零序电压传感器的相电压零序误差按3P级要求。
 注3：零序电压的三相电压误差按3P级要求。

5.10 参比条件与运行变差

5.10.1 参比条件

交流传感器在表 5 参比条件下的误差称为基本误差。交流传感器的基本误差应满足表 3 和表 4 规定。

表 5 交流传感器误差试验参比条件

环境温度	相对湿度	电源频率	二次负荷	电源波形畸变系数	环境电磁场干扰强度	外绝缘
15℃~35℃	≤85%	50Hz±0.5 Hz	额定负荷~下限负荷	≤5%	不大于正常工作接线所产生的电磁场	清洁、干燥

5.10.2 电流传感器在运行工况下受到影响因素作用产生的误差变化不应超过表 6 的规定。

表 6 影响因素单独作用下电流传感器的变差限值

影响因素	环境温度	工作磁场	磁误差
变差限值	基本误差限值的 1/4	基本误差限值的 1/10	1) 基本误差限值的 1/4 (适用于相电流传感器); 2) 保护限值的 1/4 (适用于零序电流传感器)。

注：磁误差在额定热电流下测量。

5.10.3 电压传感器在运行工况下受到影响因素作用产生的误差变化不应超过表 7 的规定。

表 7 影响因素单独作用下电压传感器的变差限值

影响因素	环境温度	邻近效应	工作接线	频率
变差限值	基本误差限值的 1/2	基本误差限值的 1/4	基本误差限值的 1/10	基本误差限值的 1/6

6 结构要求

6.1 一般机械要求

交流传感器应为固体绝缘结构，阻燃等级为 UL94 V-0 级，应能保证在规定使用条件下不发生爆裂和燃烧危险。表面金属部件的镀层、漆层应均匀、牢固，内部部件应可靠固定，10kV 产品一次电压端子和接地端子的螺纹直径不小于 6mm，20kV 产品一次电压端子和接地端子的螺纹直径不小于 8mm。

6.2 绝缘表面

交流传感器的绝缘表面不应有裂纹、起泡、脱落等缺陷，并具有憎水性。

20kV 户外型产品相邻大伞裙之间距离不宜小于 55mm，最小不得小于 50mm；10kV 户外型产品相邻大伞裙之间距离不宜小于 45mm，最小不得小于 40mm。伞倾角应在 8°~18°范围。小伞裙（若有）的伸出长度不超过大伞裙伸出长度的 1/2。非户外型产品对伞型不作规定。

6.3 最小空气间隙和绝缘爬距

交流传感器的最小空气间隙和绝缘爬距按表 8 规定。

表 8 最小空气间隙和绝缘爬距

额定电压 kV		气密型	户内型	户外型
10	最小空气间隙 mm	100	125	200
	最小绝缘爬距 mm	150	300	350
20	最小空气间隙 mm	145	180	300
	最小绝缘爬距 mm	315	435	525

6.4 接线盒

交流传感器若配置有接线盒，其防护等级（IP）应符合以下规定：

- 1) 户外型产品不低于 IP55；
- 2) 户内型产品不低于 IP54；
- 3) 气密型产品不低于 IP20。

6.5 接线端子

交流传感器的接线端子应有清晰易见的标志，其中三相电流一次极性端及母线型产品一次屏蔽引线端子用 AP1、BP1、CP1 标志，二次电压端子用 AS1—AS2、BS1—BS2、CS1—CS2 按减极性标志；三相电压一次端子用 A、B、C 标志，一次接地端子用 N 标志，二次电压端子用 a—n、b—n、c—n、d—n 按减极性标志；交流传感器的接地端子用 N 或接地符号“≡”标志。

交流传感器的二次输出使用有绝缘外套的屏蔽信号电缆引出，芯线截面不少于 0.5mm²，长度不超过 1m 或按约定。信号电缆超过 1m 时，产品的误差应在带实际使用电缆的状态下测量。

电压传感器一次接线端子和电流传感器一次电流线孔应能承受表 9 规定的静态试验载荷。静载荷可从任意方向施加。

表 9 交流传感器静态试验载荷

额定电压/kV	静态试验载荷/N	
	馈线型	配套型
10	250	100
20	400	160

6.6 铭牌

交流传感器应有牢固地附在产品底座可见表面的铭牌，铭牌内容应包括：

- a) 制造厂名或商标；
- b) 产地及认证标志；
- c) 产品型号；
- d) 产品制造所依据的标准代号；
- e) 准确度等级及额定负荷（负荷电阻）；
- f) 额定一次电流（及额定连续热电流）和额定二次电压及额定二次零序电压（适用于电流传感器），或额定一次电压和额定二次电压及额定二次零序电压（适用于电压传感器），其中额定连续热电流用括号在额定一次电流后标志；
- g) 产品顺序号和制造年月，顺序号还应标志在产品壳体上易观察的位置。

7 试验项目和试验方法

7.1 试验分类

交流传感器试验分为设计试验、出厂试验和型式试验三类。

7.2 设计试验项目

交流传感器设计试验项目在表 10 中规定。

表 10 交流传感器设计试验项目

序号	项目名称	标准条文	试验方法
1	电流传感器截止频率上限测量	5.7.1a)	用正弦变频电流发生器通过等安匝法输入一次电流，用宽频有效值电压表或示波器测量传感器的二次输出。
2	电流传感器二次回路时间常数测量	5.7.1b)	一次短路，用方波电流发生器通过绕在铁心上的激磁绕组输出方波电流，二次输出端子接示波器或记录仪测量。
3	电压传感器冲击电压衰减响应测量	5.7.2a)	一次侧施加雷电波电压，二次输出端子接示波器或记录仪测量。
4	电压传感器工频衰减响应测量	5.7.2b)	一次侧施加额定电压，二次接入额定负荷，二次输出端子接示波器或记录仪测量。
5	电压传感器直流残压响应测量	5.7.2c)	一次侧施加方波电压，二次接入额定负荷，二次输出端子接示波器或记录仪测量。
6	电压传感器输入振荡特性测量	5.7.2d)	一次电压从额定值突然升到额定电压因数值（1.9 倍），二次接入额定负荷，二次输出端子接示波器或记录仪测量。
7	电压传感器输出振荡特性测量	5.7.2e)	一次施加 120%额定电压，二次接入额定负荷，，然后二次短路后迅速开路，同时二次输出端子接示波器或记录仪测量。

注：交流传感器的暂态特性通常可以通过电路计算得到，允许根据不同的交流传感器结构使用电路计算方法或仪器试验方法。

7.3 出厂试验和型式试验项目

出厂试验和型式试验包括的项目在表 11 中规定。

表 11 交流传感器出厂试验和型式试验项目

序号	出厂试验	型式试验	标准条文	规范性标准
1	外观检查	外观检查	6.1、6.2、6.3、6.4、 6.5、6.6	7.4.1
2	交流耐受电压试验 (湿试验除外)	交流耐受电压试验 户外型产品绝缘湿试验	5.5.1 5.5.2 7.4.2	GB/T 16927.1—2011 GB/T 16927.2—2013 GB/T 20840.3—2013
3	局部放电试验	局部放电试验	5.6 7.4.3	GB/T 7354—2003
4	误差试验	误差试验	5.9 7.4.4	JJG 313—2010 JJG 314—2010
5		冲击电压试验	5.4.1 7.4.5	GB/T 16927.1—2011 GB/T 16927.2—2013
6		电流传感器复合误差试验	5.9.1 7.4.4.3	GB/T 20840.2—2014
7		运行变差试验	5.10 7.4.6	DL/T 1155—2012 GB/T 2423.2—2008 GB/T 2423.1—2008
8		电流传感器短时电流试验	5.1.5 7.4.7	GB/T 20840.2—2014
9		户外型产品交变湿热试验	4.1 7.4.8	GB/T 2423.4—2008
10		户外型产品盐雾试验	4.3 7.4.9	GB/T 2423.17—2008
11		户外型产品日照辐射试验	4.4 7.4.10	GB/T 2423.24—2013
12		防护等级试验	6.4 7.4.11	GB /T 4208—2008
13		防火阻燃试验	6.1 7.4.12	GB/T 5169.16—2008
14		机械强度试验	6.5 7.4.13	GB/T 32856—2016
15		振动试验	4.6 7.4.14	GB/T 2423.10—2008

7.4 试验方法

7.4.1 外观检查

- a) 检查产品表面金属部件镀层、漆层是否均匀、牢固，内部部件是否可靠固定，一次与接地端子的螺纹直径是否不小于 6mm（10kV 产品）或 8mm（20kV 产品）；
- b) 检查产品的绝缘表面是否有裂纹、起泡、脱落等缺陷，是否有憎水性；
- c) 检查产品的伞裙形状和大小是否符合 6.2 条规定；
- d) 检查产品的绝缘爬距和最小空气间隙是否符合 6.3 条规定；
- e) 检查产品配置的接线盒（若有）是否符合 6.4 条规定；
- f) 检查产品的接线端子和二次引线是否符合 6.5 条规定；
- g) 检查产品的铭牌是否符合 6.6 条规定。

7.4.2 交流耐受电压试验

产品的交流耐受电压试验按GB/T 16927.1—2011第6章的规定进行，试验频率50Hz。试验电压应从接近于零的某个值在10s~20s内逐渐地升高至耐压值的75%，停留约10s后继续均匀地在10s~20s内升到规定值，并在规定值保持1min。试验中应避免试验电源的突然接通和分断。试验过程中应无击穿或闪络等放电现象产生，当回到初始工作状态时，产品的误差变化量不超出表3和表4限值的1/2。

只对户外型产品进行湿试验。试验按GB/T16927.1—2011的4.4规定操作，使仪表处于淋雨试验状态。试验时用合适的喷嘴在试验部位产生垂直分量和水平分量1mm~2mm/min的降水量，雨水电阻率校正到20℃时数值应为 $(100\pm 15)\Omega\cdot m$ 。

试验程序参见GB/T16927.1—2011的4.4.2和4.4.3。进行湿试验时，允许闪络一次，但在重复试验时不应再发生闪络。

7.4.3 局部放电试验

局部放电试验使用的设备和试验方法应符合GB/T7354—2003的要求，试验采用测量视在放电量方法，局放仪信号通道的带宽不小于100kHz，局放仪的工作频率范围应能覆盖40kHz~400kHz。

测量一次端子对地电容很大的产品时，宜使用电容量与产品相近的耦合电容器，并使用适当的耦合阻抗，尽量保持原来的测量频带不变。

试验可以在交流耐受电压试验后期的降压过程中进行，当电压降低到规定的局部放电测量电压时，在30s内完成局放量测量，然后试验电压回零。也可以在交流耐受电压试验结束后，重新回升电压到耐受电压值的80%，保持时间不小于60s，再不间断地降到规定的局部放电测量电压，在30s内完成局放量测量，然后试验电压回零。

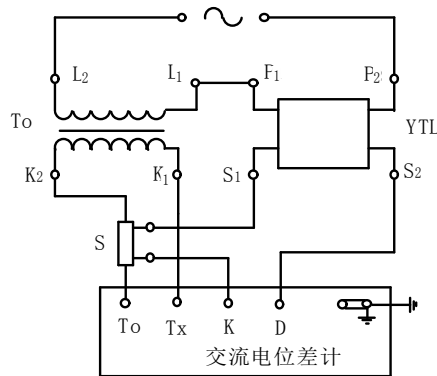
测得的局部放电量不应超过20pC。

7.4.4 误差试验

7.4.4.1 误差试验应在表5规定的参比条件下进行。

7.4.4.2 电流传感器的误差试验

电流传感器的误差试验使用比较法，误差测量装置使用准确度不低于2级的交流电位差计，试验原理电路如图1所示。图中电流传感器YTL二次电压比较回路使用的标准电压是标准电流互感器 T_o 的二次电流在低感分流器S上的电压降。试验时交流电位差计内置的交流检流计串接在其差压回路K—D上，调节交流电位差计内置的电流/电压微差源，使检流计指示平衡，差压回路电流等于零。微差源是按电流/电压变换比例刻度的，可以直接通过微差源示值读出电流/电压变换的百分误差。图6中标准器 T_o 的电流比例准确度不低于0.02级，分流器S的准确度不低于0.05级。 T_o 和S组合后得到的电流/电压比名义值应等于电流传感器的额定电流/电压变换比。



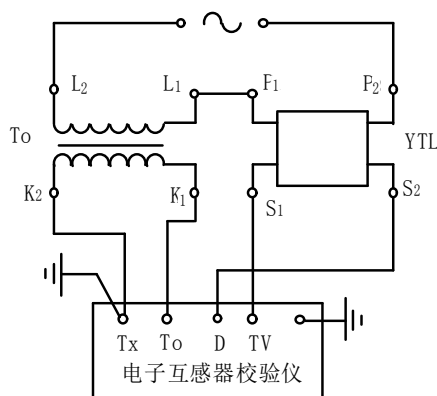
图中： T_o —电流比例标准器，可以由标准器级联组合而成；

YTL—电流传感器；S—低感分流器。

图1 电流传感器误差试验原理电路（1）

试验时按图1电路和表3对电流传感器的各相进行分相误差测量。零序电流传感器试验时把三相的一次母线并接，再按图1电路测量。试验后可以得到三相和零序电流/电压变换的比值差与相位差。

允许使用其它原理的电流/电压变换器误差测量装置，只要测量结果与图 1 方法测量结果的偏差不超过同一测量点误差限值的 1/5。图 2 是使用基于数字采样和数字处理的电子互感器校验仪测量电流传感器误差的电路。



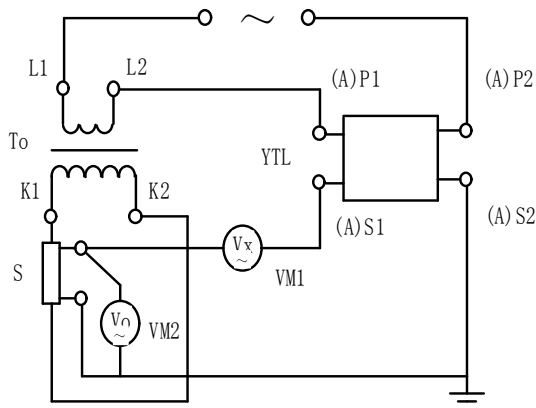
图中：To—电流比例标准器，可以由标准器级联组合而成；
YTL—电流传感器。

图 2 电流传感器误差试验原理电路（2）

7.4.4.3 电流传感器复合误差测量

电流传感器复合误差测量使用差值法，误差测量装置使用交流有效值电压表。试验原理电路如图 3 所示。图中电流传感器 YTL 二次电压比较回路使用的标准电压是标准电流互感器 To 的二次电流在低感分流器 S 上的电压降，准确度不低于 1 级。图中 Vo 和 Vx 是 2 级及以上准确度的交流有效值电压表，若 Uo 为电压表 VM2 示值，Ux 为电压表 VM1 示值，则复合误差为： $\epsilon_{C,I} = -\frac{U_x}{U_0}$ 。

VM2 示值，Ux 为电压表 VM1 示值，则复合误差为： $\epsilon_{C,I} = -\frac{U_x}{U_0}$ 。



图中：To—电流比例标准器，可以由标准器级联组合而成；
YTL—电流传感器；S—低感分流器；
VM1,VM2—交流有效值电压表。

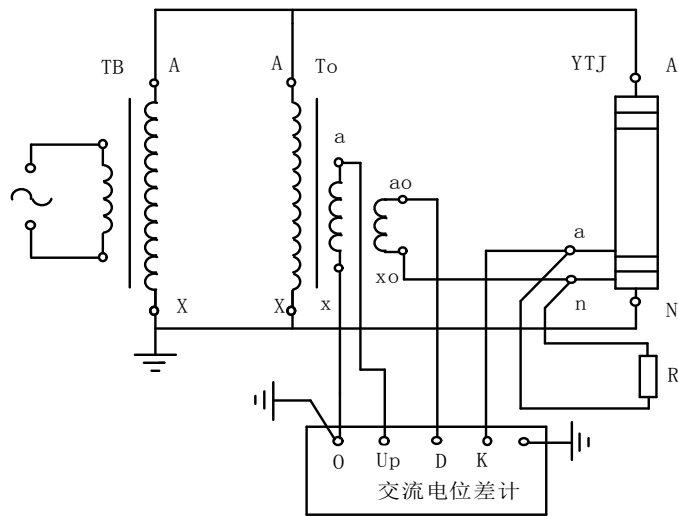
图 3 电流传感器复合误差试验原理电路

试验时按图 3 电路和表 3 对电流传感器的各相分别进行复合误差测量。测量时必须把零序电流传感器输出短路，然后把一次电流平稳地升到额定一次电流与额定保护限值电流倍数的乘积，在此电流下测量复合误差。零序电流传感器试验时宜把三相一次母线并接，再按图 3 电路测量。

7.4.4.4 电压传感器误差试验

电压传感器的误差试验使用比较法，误差测量装置使用准确度不低于 2 级的交流电位差计。试验原理电路如图 4 所示，图中电压传感器 YTL 二次电压比较回路使用的标准电压是标准电压互感器 To 的二次电压 a0—x0，试验时交流电位差计内置的交流检流计串接在其差压回路 K—D 上，调节交流电位差计内置的电压微差源，

使检流计指示平衡，这时差压回路电流等于零。微差电压源是按电压变换比例刻度的，可以直接通过微差电压源示值读出电压变换的百分误差和相位差。图4中标准器To的比例绕组a0-x0的电压比例准确度不低于0.05级，其电压比名义值应等于电压传感器YTJ的额定电压比。



图中：TB——试验变压器；To——电压比例标准器，可以由标准器级联组合而成；

YTJ——电压传感器；R——电压传感器二次负荷电阻。

图4 电压传感器误差试验原理电路（1）

独立式三相电压传感器只进行相电压误差试验，试验按图4电路分相进行。试验时把没有接入试验回路的其它相的一次电压端子接地，二次相电压输出端子接额定负荷。有条件的试验室也可施加三相电压试验。

零序电压传感器（独立式及三相带零序）应进行零序电压误差试验和零序电压的三相电压误差试验。零序电压误差试验按图4电路进行。试验时把三相的一次电压端子连接在一起施加零序电压，二次零序电压输出端子及二次相电压输出端子（若有）接额定负荷。零序电压的三相电压误差试验按图4电路分相进行。试验时把没有接入试验回路的其它相的一次电压端子接地，二次相电压输出端子（若有）及二次零序电压输出端子接额定负荷。

三相带零序电压传感器应进行相电压误差试验和相电压零序误差试验。进行相电压误差试验时，把零序二次电压输出端子短路，二次相电压输出端子接额定负荷，再按图4电路分相进行误差试验。没有接入试验回路的其它相的一次电压端子应接地。有条件的试验室也可施加三相电压试验。相电压零序误差试验按图4电路分相进行，试验时把三相的一次电压端子连接在一起施加零序电压，二次相电压输出端子及零序二次电压输出端子接额定负荷。

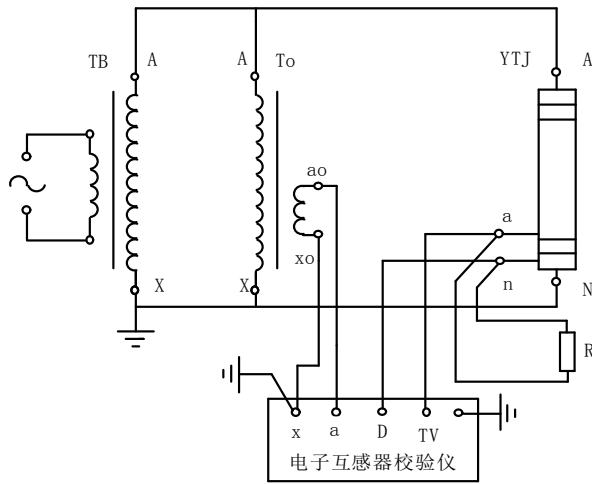
试验得到的比值差与相位差应满足表4规定。

允许使用其它原理的电压比例变换器误差测量装置，只要测量结果与图4方法测量结果的偏差不超过同一测量点误差限值的1/5。图5是使用基于数字采样和数字处理的电子互感器校验仪测量电压传感器误差的电路。为减小校验仪测量回路负荷引入的附加误差，应选用TV-D端口的输入阻抗达到10MΩ以上的校验仪。

7.4.5 冲击电压试验

产品的冲击电压试验使用GB/T 16927.1-2011的6.2和7.2规定的标准电压波形，其中标准雷电冲击电压是波前时间 T_1 为1.2μs，半波峰值时间 T_2 为50μs的双指数波；标准雷电冲击截波是标准雷电冲击波经过2μs~5μs被外部间隙截断产生的电压波。实际试波形与标准波形的偏差应符合GB/T 16926.1-2011的6.1.5和7.1.4的要求。

试验时应使用符合GB/T 16927.2-2013第9章认可的测量装置来测量试验电压峰值和冲击电压波形。为了得到合格的试验波形，先要在低于50%耐受电压的试验电压下调校冲击电压发生器的波头和波尾电阻，然后在耐受电压的50%~75%进行试验并记录，把它作为参考波形。冲击耐受电压下波形对参考电压下波形的变异，可以作为绝缘损坏的判断依据。



图中：TB——试验变压器；To——电压比例标准器，可以由标准器级联组合而成；
YTJ——电压传感器；R—电压传感器二次负荷（电阻）。

图5 电压传感器误差试验原理电路（2）

对产品施加 5 次正极性，峰值等于 4.2 规定值的雷电冲击电压。试验时接地端子及底座以及没有施加电压的端子应接地。

完成正极性雷电冲击电压试验后，再以负极性施加 1 次雷电冲击电压，随后施加 2 次雷电截波电压，然后再施加 4 次雷电冲击电压，各次电压峰值等于 4.2 规定的耐受电压值。试验时接地端子及底座以及没有施加电压的端子应接地。

试验中如果没有发生击穿或闪络，当回到初始工作状态时产品误差变化量不超出误差限值的 1/2，则认为产品试验合格。

7.4.6 运行变差试验

1) 高温试验

试验按 GB/T 2423.2—2008 的相关要求，并在下列条件下进行：

- 试验 Bb；
- 温度：按本文件 4.1 条规定，偏差不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 试验时间：16h。

达到规定温度后，进行一次误差试验；试验结束前再进行一次误差试验，其变化应不超过误差限值的 1/2。

2) 低温试验

——试验按 GB/T 2423.1—2008 的相关要求，并在下列条件下进行：

- 试验 Ab；
- 温度：按本文件 4.1 条规定，偏差不超过 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；
- 试验时间：16h。

达到规定温度后，进行一次误差试验；试验结束前再进行一次误差试验，其变化应不超过误差限值的 1/2。

3) 电流传感器工作磁场干扰试验

使用某相电流传感器在图 1 的测量状态下进行误差测量，计算当邻近两相无电流和通以相同百分比电流时比值差和相位差的变化，结果不应超过该电流测量点误差限值的 1/10。应分别对 A、B、C 三相进行试验。

4) 零序电流传感器磁误差试验

用适当长度的一次电流导体从产品的 AP1 电流母线孔穿入，再从产品的 CP1 电流母线孔穿出，通以额定一次热电流；用误差不大于 5% 的交流毫伏表测量产品零序电压输出，测得值与零序额定二次电压之比应不超过零序电流传感器保护限值系数的 1/4。

注：例如当母线通过额定一次热电流 600A 时，测得零序电压输出 0.005V，若零序电压额定输出为 0.2V，则磁误差为 2.5%，没有超过 10P 级误差限值 10% 的 1/4。

5) 电压传感器环境电场影响试验

在实验室条件下，用高度等于试品高度 70%~80% 的接地金属屏靠近试品，金属屏垂直于地面放置，10kV

产品宽度为 200mm，与试品的空气间隙为 125mm；20kV 产品宽度为 350mm，与试品的空气间隙为 180mm，偏差不超过±5%。分别在放置金属屏和不放置金属屏状态测量电压传感器的误差，金属屏在任意位置产生的误差变化应不超过误差限值的 1/4。

注：空气间隙指弧闪距离。

6) 电压传感器环境磁场影响试验

在实验室条件下，用适当长度的一次电流导体紧靠电压传感器底座通过，被试电压传感器施加额定一次电压，在电流导体施加额定电流，分别测量电流施加前后电压传感器的误差变化量，电流导体在任何方向状态下产生的误差变化应不超过误差限值的 1/10。

7) 电压传感器频率变差试验

用变频装置产生 50.5Hz 和 49.5Hz 电源电压，测量产品误差，测量结果与 50Hz 下测得的误差值偏差应不超过误差限值的 1/6。

如果能提供产品电路计算得到的频率变差值，可以不进行该项试验。

7.4.7 短时电流试验

只对附有一次电流导体的电流传感器进行短时电流试验，试验时电流传感器的二次输出端子应处于短路状态。

动稳定电流和热稳定电流施加方法和试验结果判据按 GB/T 20840.2—2014 的 7.2.201 进行。

7.4.8 交变湿热试验

按 GB/T 2423.4—2008 规定，在下列条件下进行：

- 试品在非工作状态；
- 交变方式：方法 1；
- 上限温度：按本文件 4.1 条规定，偏差不超过±2℃；
- 不采取特殊措施排除表面潮气；
- 循环次数：6 个周期。

此项试验结束后 24h，试品应经受下列试验：

- 按 5.2.2 进行交流耐压试验，试验电压为交流耐压的 80%；
- 误差试验合格；
- 目测检查，应无可见的影响功能特性的腐蚀痕迹。

7.4.9 盐雾试验

试验按 GB/T 2423.17—2008，在下列条件下进行：

- 试品在非工作状态；
- 盐液浓度：(5±1)%；
- 试验箱内温度：35℃±2℃；
- 试验 Ka，共进行 96h。

试验后试品应接受目测检验，外观特别是标志的清晰度应无改变，应无可见的影响功能特性的腐蚀痕迹，并能通过按 5.2.2 条进行的交流耐压试验，试验电压为交流耐压的 80%。

7.4.10 日照辐射试验

对户外型产品进行日照辐射试验。试验按 GB/T 2423.24—2013 规定，在下列条件下进行：

- 试品在非工作状态；
- 试验程序 A（照光 8h，遮暗 16h）；
- 上限温度：55℃±3℃；
- 试验时间：10 个循环（10 天）。

试验后试品应接受目测检验和误差试验，外观特别是标志的清晰度应无改变，误差试验合格。

7.4.11 防护等级试验

根据 IP 防护等级按 GB/T 4208—2008 进行安全和防尘防水试验。

7.4.12 防火阻燃试验

按 GB/T 5169.16—2008 第 9 章进行 V-0 等级的垂直燃烧试验。

试验时把外壳材料制成的符合标准的试验样片置入 50W 水平与垂直火焰试验燃烧室进行点火试验。试样

在离开燃烧器火苗的 10s 内，试样上的余焰应熄灭。

7.4.13 接线端子机械强度试验

用适当方法把试品安装在试验台上，按表 9 同时对三相的一次接线端子或电流孔各施加同方向的水平载荷，试品应无可觉察的变形。把载荷方向改为向上，试品的一次接线端子应无位移，器身应无可觉察的变形。

7.4.14 振动试验

振动试验按 GB/T 2423.10—2008 规定，在下列条件下进行：

- 试品在非工作状态下，无包装；
- 试验 Fc；
- 位移幅值：1.5mm；
- 加速度幅值：5m / s²；
- 振动频率：1Hz~35Hz；
- 施加方向：垂直方向（z 轴），横向（x 轴），纵向（y 轴）；
- 作用时间：每个方向上的振动时间不少于 10min，总计不少于 30min。

试验后试品不应有机械损伤，内部各配合件及紧固件不应有松动、变形和断裂。并能符合本标准其它条款要求。

8 使用和贮存寿命及可靠性要求

8.1 产品的贮存和使用年限不少于 15 年。

8.2 产品的年平均失效率水平标准值为 0.1%和 0.2%。在产品出厂及使用年限内，产品的平均年失效率应不超过表 12 规定。

表 12 交流传感器年平均失效率限值

出厂（运行）年限			1	2	3	4	5	6	7	8
平均失效率水平	0.1%/年	平均失效率限值 %/年	0.1	0.106	0.115	0.124	0.135	0.148	0.163	0.182
	0.2%/年		0.2	0.212	0.230	0.248	0.270	0.296	0.326	0.364
出厂（运行）年限			9	10	11	12	13	14	15	—
平均失效率水平	0.1%/年	平均失效率限值 %/年	0.206	0.238	0.281	0.343	0.439	0.610	0.980	—
	0.2%/年		0.412	0.476	0.562	0.686	0.878	1.22	1.96	—

9 检验规则

9.1 设计试验

设计试验在产品样机完成后进行一次，如果产品电路结构发生改变，需要重新进行设计试验。

9.2 出厂试验

产品出厂前，制造厂检验部门按本标准及有关技术文件逐台进行试验，试验合格产品应打印加封。

9.3 型式试验

型式试验是为验证产品的性能及指标是否达到设计要求而进行的试验。在新产品投产前及在产品的结构、工艺或主要原材料有所改变，可能影响其符合本标准和产品技术条件要求时应进行型式试验。参与型式试验的试品应是已经进行过全部出厂试验项目并且合格的新产品。每项试验的试品数量为 2 台。进行型式试

验时，应先完成出厂试验项目，再进行附加项目试验。

当全部试品按表 10 的所有项目都试验合格才认为该产品的型式试验合格，否则认为型式试验不合格。

9.4 周期试验

周期试验是在产品稳定生产后，为保证产品质量所进行的定期试验。

周期试验每 3 年进行一次。其试验项目与型式试验相同。进行周期试验的产品应从出厂检验合格的成批产品中任意抽取。抽样方案选定如下：

a) 一般情况应按 GB/T 2829—2002 选择判别水平 I，不合格质量水平 RQL=20%的二次抽样方案，即 $n=6$ ：

$$[n, A_c, R_e] = \begin{bmatrix} 6 & 0 & 2 \\ 6 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

b) 在产品年产量小于 40 台的情况下，可按 GB/T 2829—2002 选择判别水平 I，RQL=30%的二次抽样方案，即：

$$[n, A_c, R_e] = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 2 \\ 4 & 1 & 2 \end{bmatrix} \quad (2)$$

在试验时，如表 10 中有一项试验不合格，则判定该试品不合格，如各项试验都合格，才认为该产品试验合格。

9.5 可靠性验证试验

可靠性验证试验是验证产品工作可靠性是否达到产品年失效率水平要求而进行的试验。在新产品定型投产前及在产品的结构、工艺和主要原材料有所改变，可能影响产品可靠性水平时，应进行可靠性验证试验；在稳定生产后，为保证产品能维持可靠性指标，每 3 年~5 年应进行一次可靠性验证试验。

产品出厂前的可靠性分析和预测试验参照 GB/T 17215.941—2012 进行。出厂后的可靠性验证试验参照附录 C 进行。

10 包装、运输与贮存

10.1 交流传感器的包装应保证产品在运输过程中不因正常的运输颠簸和装卸而损坏，在运输和贮存时不受雨淋。

10.2 包装箱的标志应符合 GB191—2008 规定。

10.3 产品应有下列出厂文件：

- a) 产品合格证
- b) 出厂试验报告
- c) 安装使用说明书

内容应包括产品的电路原理图，交接试验、安装、运行以及维护的注意事项。叙述语言应具备可操作性，内容应具有完备性，不会因为内容缺失或错误影响产品正确使用。

- d) 备件和附件明细表
- e) 售后服务实施说明

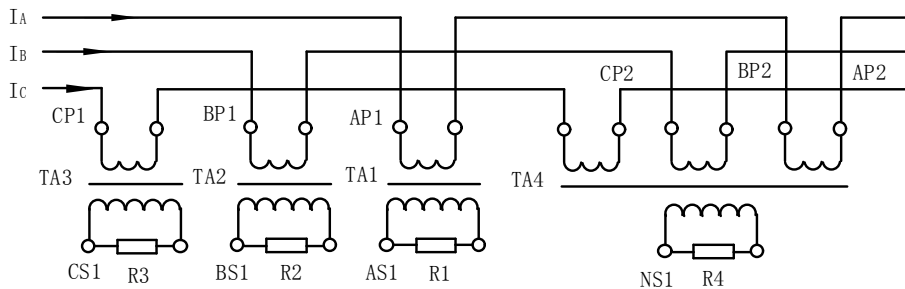
出厂文件应妥善包装，防止受潮。

10.4 在无包装状态下长期贮存时，应放置在室内，温度为 $-5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，空气相对湿度不大于 80%，且在空气中不应有引起腐蚀的有害气体和其它有害介质。

配电网 10kV 及 20kV 交流传感器电路原理图

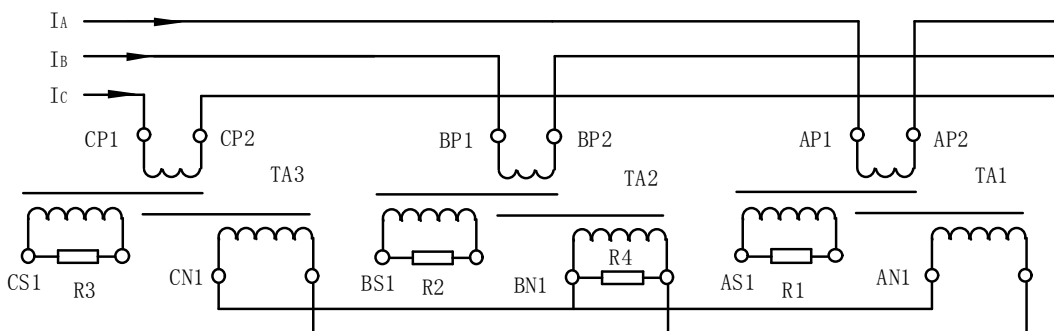
A.1 基于电磁感应原理的三相电流传感器原理电路见图 A.1 和图 A.2。图 A.1 电路中的零序电流传感器采用三相磁势合成方式，图 A.2 电路中的零序电流传感器采用三相电流合成方式。

三相电流传感器可视为三台单相电流传感器和一台零序电流传感器的组合，因此本标准也包括单相电流互感器和零序电流互感器。



图中：TA1—A 相电流互感器；TA2—B 相电流互感器；
TA3—C 相电流互感器；TA4—零序电流互感器；
R1—A 相二次电流负荷；R2—B 相二次电流负荷；
R3—C 相二次电流负荷；R4—零序二次电流负荷。

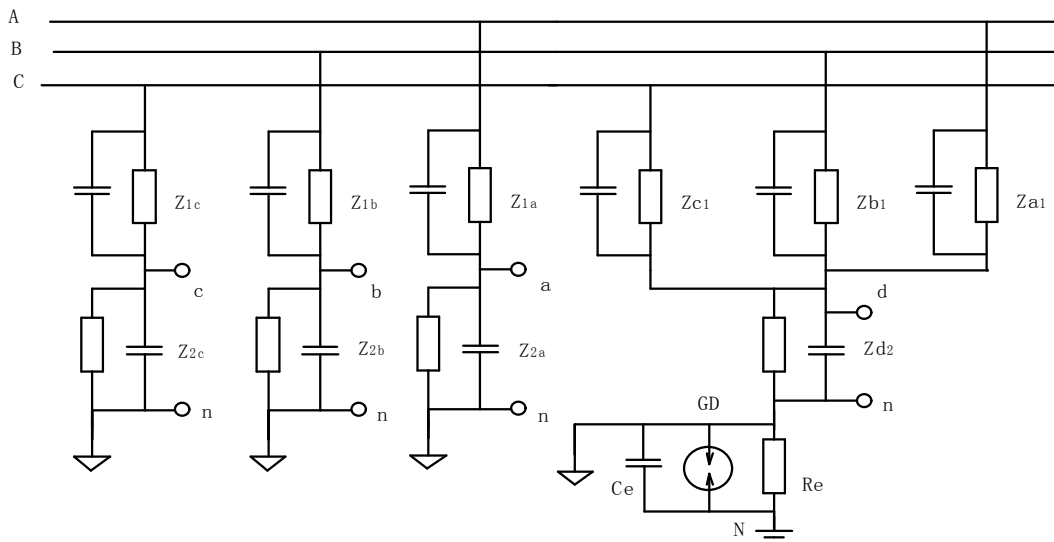
图 A.1 磁势合成三相电流传感器原理电路



图中：TA1—A 相电流互感器；TA2—B 相电流互感器；
TA3—C 相电流互感器；R1—A 相二次电流负荷；
R2—B 相二次电流负荷；R3—C 相二次电流负荷；
R4—零序二次电流负荷。

图 A.2 电流合成三相电流传感器原理电路

A.2 基于阻抗分压原理的三相电压传感器原理电路见图 3。图中接地电阻 R_e 和接地电容 C_e 的作用是减少信号屏蔽线两端接地电位差引起的干扰，通常选用 $50\Omega \sim 100\Omega$ 的电阻和 $0.2\mu F \sim 1\mu F$ 的电容。接地电阻电容两端应并联气体放电管 GD，推荐使用额定放电电压 150V 以下，最大放电电流 5kA 以上的产品。这个接地支路并非必不可少，在不影响设备安全和接地干扰的前提下可以直接接地或经屏蔽电缆接地。如果二次电压采用微型电压互感隔离输出，也不需要使⤵用接地支路，而是直接接地。除此之外，图 A.3 电路还可以适当改动，各相把两支高压臂阻抗合并为一支。

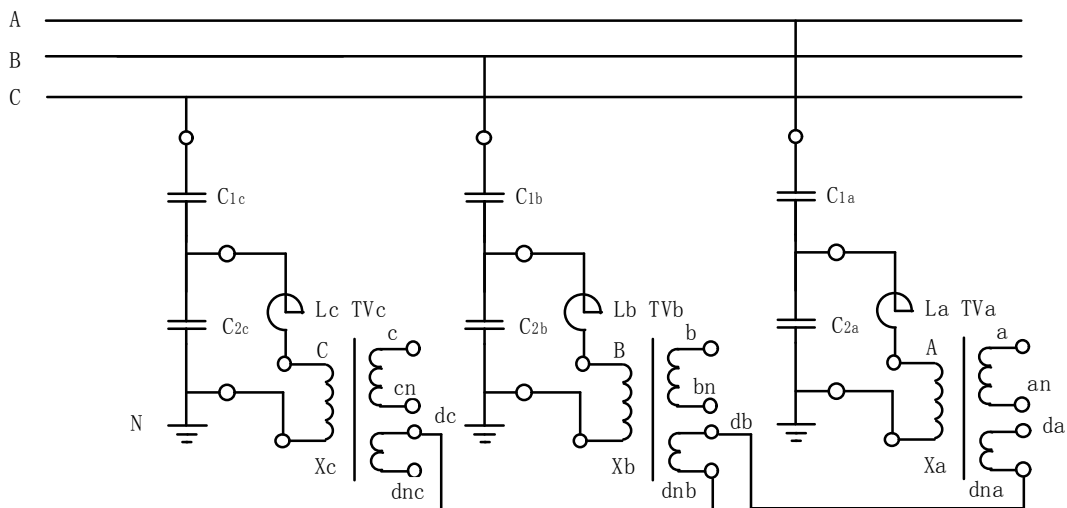


图中：Z1a—A相高压臂阻抗；Z2a—A相低压臂阻抗；Z1b—B相高压臂阻抗；
Z2b—B相低压臂阻抗；Z1c—C相高压臂阻抗；Z2c—C相低压臂阻抗；
Za1、Ab1、Zc1—零序高压臂阻抗；Zd2—零序低压臂阻抗；
Re—接地电阻；Ce—接地电容；GD—气体放电管。

注：图中各相的n端子与信号屏蔽线的低电位引线（双芯线，屏蔽无绝缘包覆时）或屏蔽外皮（单芯线，屏蔽外皮包覆绝缘时）连接。

图 A.3 阻抗分压型三相电压传感器原理电路

A.3 图 A.4 是 CVT 型三相电压传感器原理电路。用三台接地的电容式电压互感器输出三相电压信号，零序电压信号由三相零序电压绕组的电压输出叠加产生。



图中：C1a—A相高压臂阻抗；C2a—A相低压臂阻抗；C1b—B相高压臂阻抗；
C2b—B相低压臂阻抗；C1c—B相高压臂阻抗；C2c—B相低压臂阻抗；
La—A相补偿电抗器；TVa—A相电压调节器；Lb—B相补偿电抗器；
TVb—B相电压调节器；Lc—A相补偿电抗器；TVc—C相电压调节器。

图 A.4 CVT 型三相电压传感器原理电路

配电网 10kV 及 20kV 交流传感器型号命名规则

B.1 配电网 10kV 及 20kV 交流传感器的型号命名规则如图 B.1 所示。

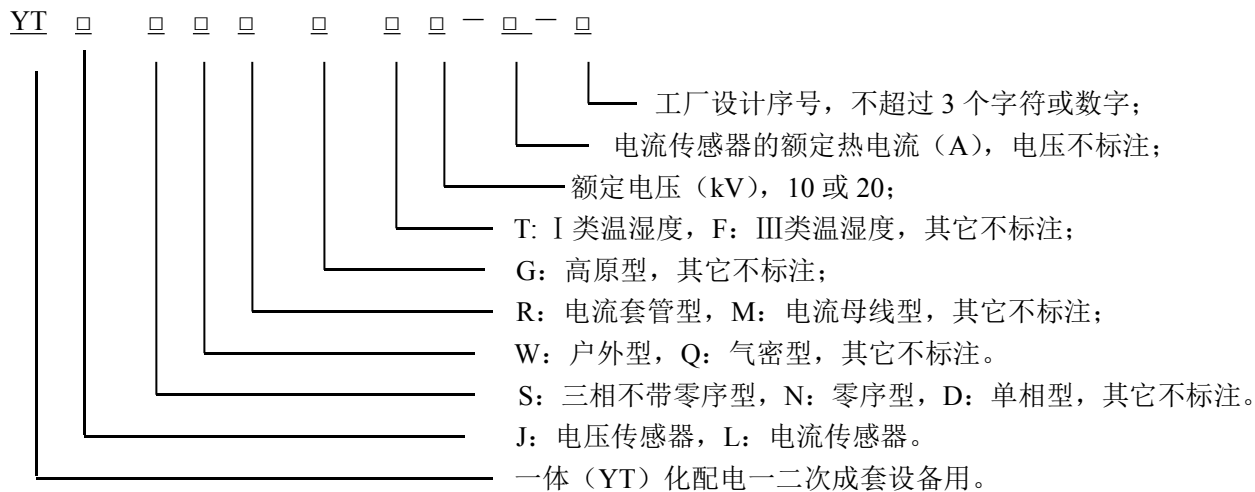


图 B.1 配电网 10kV 及 20kV 交流传感器型号命名规则

附录 C (资料性附录)

配电网 10kV 及 20kV 电压传感器可靠性试验

C.1 总则

本附录用于实验室通过加速老化试验方法验证按本标准制造的产品可靠性是否达到年失效率 0.2%。

本附录的统计方法参照 GB/T 32856—2016 《高压电能表通用技术要求》的附录 C“可靠性验证试验统计方案和可靠性参数估计”。

C.2 试验参数

C.2.1 正常运行条件

电压：额定一次电压 U_n (10kV/ $\sqrt{3}$ 或 20kV/ $\sqrt{3}$)；

温度：-15℃~40℃。

C.2.2 加速老化条件

电压：1.5 U_n ；

温度：室温~90℃，24 小时一个循环；

加速系数： $2^{\frac{90-40}{10}} = 2^5 = 32$ 。

C.3 试品数量

11 只

C.4 试验时间

进行 4 个月加速寿命试验，等效 128 个月试验，13 台共 1664 个月合 138 年。

C.5 失效判据

误差变化超过限值±150% 范围。

C.6 统计分析

C.6.1 计算检验下限

年平均失效率 λ 对应的检验下限 $\theta_1 = \frac{0.2231}{\lambda}$ ，取 $\lambda=0.2\%$ ，并把所得结果取 2 位有效数字，得到 $\theta_1=110$ (年)。

C.6.2 设定检验水平

选定试品失效数为 $r=2$ ，生产方风险 α 和订购方风险 β 均按 0.2 选取。

C.6.3 计算达到拒收要求的的累计试验时间 T1：

$$T_1 = \frac{\theta_1}{2} \chi_{1-\alpha, 2r}^2 = \frac{110}{2} \times 0.467 = 24.7(\text{年})$$

C. 6. 4 计算达到接收要求的试验时间 T_0 :

$$T_0 = \frac{\theta_1}{2} \chi_{\beta, 2r}^2 = \frac{110}{2} \times 2.426 = 133.4(\text{年})$$

C. 6. 5 计算累计试验时间 T :

$$T = \sum_{k=1}^m t_k + \sum_{n=m+1}^N t_n$$

式中 m 为试验中已发生失效的样品数, t_k 为第 k 台样品从投运到失效的运行时间, N 为试验样品总数, t_n 为未发生失效样品从投运到统计截止时的运行时间。

C. 6. 6 试验结果处理

若累计试验时间 T 等于 24.7 年, 失效数达到或超过 2, 停止试验并拒收该批产品, 否则继续试验; 当累计试验时间等于 133.4 年, 失效数不超过 2, 认为符合年失效率 0.2% 要求。

参考文献

无

编制说明

1 任务来源和编写工作过程

2016 年 9 月, 国家电网公司运维检修部组织编写了《10kV 一体化柱上变台和配电一二次成套设备典型设计及检测规范》, 并由中国电力出版社出版发行。这个规范总结了当前世界上先进的智能化配电开关设备的成功经验, 提出适合我国配电网的一体化配电成套设备的概念。对于加快我国智能配电网的建设具有划时代的意义。顺应电力技术发展的潮流, 国网公司运维检修部的创新计划得到开关行业和互感器行业以及电力自动化行业的积极响应, 纷纷投入了新产品的研究试制以及样机试验, 取得一个又一个技术成果, 形势一片大好。

为了对已经取得的成果进行阶段性总结和交流, 2017 年 5 月, 全国输配电技术协作网在南京召开了一二次配电设备融合讨论会, 组织了电力企业、互感器企业和开关及继保产品企业参加, 对 10kV 电流电压传感器样机在设计、制造、试验和使用中存在的问题进行了分析讨论, 交换了意见。会议决定成立第一工作组, 合作解决相关问题。工作组经过讨论, 决定在浙江华采科技有限公司编写的 10kV 电流电压传感器产品标准文件《一体化配电一二次成套设备 10kV 电流传感器设计及检测细则》以及《一体化配电一二次成套设备 10kV 电压传感器设计及检测细则》的基础上组织编写配电网电流电压传感器团体标准。

2017 年 6 月, 经 EPTC 配电自动化专委会配电设备一二次融合专项工作组讨论研究, 在上海组织召开“10kV 电压/电流传感器设计与检测技术规范”相关标准编写研讨会, 参加研讨会的有来自河海大学、中国电力科学研究院、国网电力科学研究院、中国电工技术学会、江苏电力科学研究院、国电南瑞科技股份有限公司、上海置信电气股份有限公司、浙江华采科技有限公司、南京新宁光电工程有限公司、北京瑞奇恩互感器设备有限公司、西安高研电器有限责任公司、大连北方互感器集团有限公司、上海紫通信息科技有限公司、EPTC 配电自动化专委会等专家和技术人员。会议讨论了浙江华采科技有限公司编写的设计及检测细则, 认为可以在这两个细则的基础上编写输配电行业的交流传感器技术标准。编写小组决定在 2017 年 8 月完成报审稿, 作为团体标准上送标准化管理部门审定。

2 标准编写原则

1) 产品的使用不能影响配电网的安全经济运行

根据电网公司供电的质量标准, 城镇的供电可靠性指标应高于 99.5%。目前配电网的电能计量装置、负荷控制、接地保护、短路保护装置, 均使用电力互感器作为一次电流、电压变换器。电力行业标准 DL/T 725—2000《电力用电压互感器订货技术条件》和 DL/T 726—2000《电力用电流互感器订货技术条件》对产品质量提出的要求是, 它们在电网安装后的使用期限不得少于 10 年。电力互感器是使用电工材料制造的产品,

但其故障率与材料的预期使用年限并不等同，实际的年失效率除了需要根据材料在使用期间的老化耗损速度估算外，还要考虑电网的偶然事故发生概率，习惯上用运行在电网的某类产品每年发生的失效数除以投入运行的产品总数计算出年平均失效率。根据各地电力公司的不完全统计，目前我国配电网电力互感器的平均失效率水平约为 0.1%/年。

配电网 10kV 和 20kV 交流传感器需要安装在配电网使用。基于弱输出电流互感器原理和阻抗分压原理的交流传感器产品与传统的电力互感器相比，在动态范围、节能环保，材料循环使用等方面有明显的改进，在节约材料和安装灵活两方面尤其突出。电阻器和电容器虽然一直应用在电力设备中，但作为独立的高压分压器通常要使用油浸绝缘或气体绝缘封装，固体绝缘产品很少用于高电压电网。固体绝缘的缺点是制造过程中容易产生内部绝缘缺陷，例如气泡和裂纹，通常固体绝缘产品的局部放电水平难以达到要求，这对于产品的使用寿命和运行可靠性都有很大影响。但这并不是说固体绝缘就不能达到需要的可靠性，以环氧树脂浇注的 10kV 和 20kV 电流互感器和电压互感器为例，从上世纪 80 年代开始规模使用，经过四十多年的努力，目前产品的质量已达到世界平均水平，包括高铁用的车顶电压互感器，也使用了中国制造的产品。因此只要认真负责进行产品的设计、制造、检验与使用，在配电网使用固体绝缘的交流传感器不会存在技术上的问题。但是也要考虑到阻容型产品与电磁型产品在材料上的区别，一般来说，铁心和铜线的老化特性要比电阻膜和电容膜好，但作为电子元器件，电阻和电容的可靠性达到 $10^6\text{h}\sim 10^7\text{h}$ 并不特别困难。只要在电阻电容材料的选用和封装材料的选用上注意，就可以达到需要的可靠性。

国家标准 GB/T 32856—2016《高压电能表通用技术要求》把可靠性要求写入标准，这是一个有益的尝试。高压电能表的传感器实际上就是交流电流电压传感器，把交流传感器产品的可靠性作为技术要求有利于产品的推广使用。

2) 产品的量程和准确度应能满足配电网测量和继电保护装置及电力自动化系统需要

配电网安装的交流传感器主要用途是给测量和继电保护装置及电力自动化系统提供电网的电流和电压信号。过去对信号的要求一是要准确，二是要有驱动功率，因为信号供给的对象通常是电工仪表和电磁继电器。一般来说一台电工仪表或电磁继电器需要的驱动功率大约是 5VA~7.5VA，按驱动二台计算，容量需要 15VA。所以只能使用电磁式电流电压互感器。现在二次仪表和自动装置已经电子化，不再需要传感器提供驱动功率，所以使用弱输出电流互感器和阻容分压器也可以满足配电网测量和继电保护装置及电力自动化系统对信号功率的要求。

在测量准确度方面，由于已经有高压电能表进行电能计量，交流传感器不需要考虑电能计量的功能，准确度有 0.5 级已经足够。在量程覆盖方面，弱输出电流互感器通常选择 1V 量级的额定输出，10 倍电流时二次输出也只有 10V，不需要特别进行仪表保安设计，这样一台电流传感器就可以覆盖全部测量与保护的电流量程。阻容分压器没有电磁式电压互感器铁心磁饱和问题，很容易从 2% 的额定电压工作到 190% 的额定电压因数电压。一台电压传感器也可以全部覆盖测量与保护电压量程。

继电保护装置及电力自动化系统还要求传感器有暂态信号变换能力。配电网雷击引起的相间短路产生的弧光放电电流脉冲宽度只有数 ms；配电路带有变压器或高压电机负荷时，高压开关合闸会产生近似半波的激磁电流；雷击引发相对地短路时会产生振荡放电电流以及引起电压陡降等等。继电保护需要读取这些非正弦信号。国际大电网学会（CIGRE）有如下建议：电流互感器用于保护时，对一次信号的响应时间应不大于 5ms，信号延时不大于 5 μs ，动态响应范围不小于 1200: 1，频带宽度大于 2kHz，二次回路时间常数应不超过 0.3s~0.6s。电压互感器用于保护时，一次侧在雷电波或操作波作用后，二次侧经过 20ms 后的冲击电压信号应衰减到 1/10 以下，在 60ms 内衰减到误差限值信号以下。二次输出对一次侧阶跃电压信号的响应时间应不大于 60ms，当一次电压从额定值陡降到接近零，二次侧电压在 5ms 内应下降到不大于额定二次输出峰值电压的 0.5%。当一次侧在电压非过零时刻分闸产生直流残压时，二次侧经过 5ms 后直流分量应衰减到 5% 以下，并在 60ms 内衰减到误差限值信号以下。一次电压从额定值突然升到额定电压因数（1.5 倍或 1.9 倍）时二次电压在最初的 5ms 内的过冲量不大于 5%，并在 60ms 内达到稳态值。二次负荷突然从额定值变到 1/4 额定值，或者从 1/4 额定值变到额定值，在 5ms 后电压的误差不应超过 5%，并在 20ms 内达到稳态值。电压互感器响应的信号频带不小于 25Hz~2kHz，在 0.25Hz~45Hz 范围输出电压应随频率成正比下降。电压互感器短时过载到 150% 后恢复正常负荷时，二次电压不得有超过 20% 的暂态电压，并在 60ms 内达到稳态值。

CIGRE 的这些要求是针对大电网的，配电网使用的交流传感器可以根据配电网的实际需要选用其中一

些项目，只要不影响配电网的继电保护装置及电力自动化系统的正常功能就可以了。

3) 产品安装使用简易方便

交流传感器是目前使用的电流电压互感器的替代产品，能够直接接入配电网使用。因此首先要与电磁式电压互感器和高压电流互感器一次侧的电气参数相同，包括额定一次电压、电流。额定一次交流和雷电冲击绝缘水平等。

交流传感器的二次信号输出电压要与目前使用的信息采集装置，包括开关智能控制器的信号输入电压量程一致，使得不需要使用中间信号变换器就可实现传感器与二次智能设备的连接。

还需要考虑产品能承受一定的机械负荷，不需要另外进行机械支撑。具有通用的一次接线端子和接地端子，便于安装在线路上。

4) 标准文本便于阅读和操作

在配电网 10kV 和 20kV 交流传感器标准中，有大量内容引用各种专业的国家标准和行业标准的条文。为了便于那些使用交流传感器标准的人员阅读和操作，编写时尽可能地把其它标准的有关内容直接写入交流传感器标准之中，而不是采用标准条文编号引用方式。在篇幅增加不多的情况下节省了阅读和理解标准需要的时间，使标准颁布施行以后开展标准宣贯更方便，使从事交流传感器产品设计、制造和试验的人员能节省工作时间。

3 标准的主要内容

1) 范围

标准规定了配电网使用的 10kV 和 20kV 交流传感器的型号命名、技术要求、试验项目、试验方法、检验规则、使用寿命和可靠性要求、包装及存储条件。

标准适用于 10kV 和 20kV 配电网馈线及柱上开关和环网柜安装使用的基于电磁感应原理的电流传感器和基于阻抗分压原理的电压传感器的设计、制造和试验。

标准除了对交流传感器在 50Hz 稳态下的电流与电压比例变换准确度提出要求，满足对一次侧的交流电流电压量值正确测量的需要外，还兼顾了 10kV 和 20kV 配电网电力自动化系统对一次侧发生的非正弦和非周期的电流、电压的过程信息采集的要求，并据此对电流电压传感器产品提出了包括动态范围和暂态响应性能在内的交流信号变换特性要求。可以认为，按本标准生产的产品除可以满足一体化配电成套设备要求外，还可以满足未来 10kV 和 20kV 配电网电力自动化系统对交流传感器的要求，以后不需要另行编写专为配电网电力自动化系统使用的交流传感器标准。因此使用“配电网 10kV 和 20kV 交流传感器技术条件”的名称在技术上是可行的，使用上是合理的，对配电网的智能化进程是有前瞻性的。

工业产品的生产和使用应符合经济合理的原则，对于配电网柱上开关和环网柜安装使用的交流传感器来说，电流传感器性价比最高的结构是套管型或母线型电流互感器与二次负荷电阻组合电路，电压传感器性价比最高的结构是阻抗分压器及带电磁单元的组合电路。因此标准只推荐这两种电路结构。具体地说，标准适用于 10kV 和 20kV 配电网馈线及柱上开关和环网柜安装使用的基于电磁感应原理的电流传感器和基于阻抗分压原理的电压传感器的设计、制造和试验。

2) 原理电路及型号命名

标准中提供交流传感器原理电路的目的是使制造标准产品时可以节省技术投入，生产企业不需要重复进行原理设计，也便于对新制造的产品进行设计评估，

交流电流传感器有图 1 和图 2 两种电路，两种电路各有优缺点。从原理上来说，图 1 电路适合于额定一次电流小的产品，图 2 电路适合于额定一次电流大的产品。产品设计人员可以根据需要选用。

图 3 电路是三相交流电压传感器，由三台相电压分压器和一台零序电压分压器组成。通常分压器的低压臂末端是接地的，二次输出信号通过信号屏蔽电缆引出。在很多现场情况下进行信号处理的控制器与电流电压传感器安装在不同的接地位置，信号屏蔽线的两端会分别接到不同的接地点，两个接地点的地电位如果存在差别，会使接地点的电位差叠加到二次信号上，产生接地干扰。按电力设备 20kA 短路接地电流引起 2kV 的电压降计算，设备的接地电阻为 0.1Ω，正常运行时地电流按 5A 计算，压降大约有 0.5V。屏蔽电缆外皮按

0.5mm²计算,每 m 电阻约 0.04Ω,15m 电缆的电阻是 0.6Ω,两点接地的 0.5V 压降有 85%降到地屏蔽外皮上,并叠加到信号输入端,会使 3.25V 的输出产生 13%的误差。要避免发生接地干扰,一种方法是规定只能在传感器侧或控制器侧一点接地,但这样的规定往往会引起误操作。最常发生的事故是接地型电压互感器的 N 端子因为出厂时没有固定接地,使用时只要不接地,通电后就会发生互感器烧毁事故,这种情况过去经常发生,以后也会发生。为了设备和生产安全,还是规定传感器侧固定接地为好。所以标准规定在传感器侧用 50Ω~100Ω 的电阻接地。但经电阻接地后如果传感器受到雷电波冲击,在接地电阻上产生的压降会很大,有可能超过 2kV 的绝缘水平,因此需要并联气体放电管保护。暂态保护器件也可以选择压敏电阻,但压敏电阻不适合交流过电压保护,因为压敏电阻功耗功率小,可靠性低。气体放电管就不存在这个问题,但响应时间是亚微秒级,为此必须调整分压型电压传感器接地阻抗的时间常数。计算表明,要把接地的 RC 电路的时间常数调整到 10⁻⁵s,应并联 0.2μF~1μF 的电容器。气体放电管可按配电网的保护水平选用,标准推荐使用额定放电电压 80V~150V,最大放电电流 5kA 以上的陶瓷外壳的产品。但这并非不能变通,如果现场的情况是使用短电缆或电缆两端使用同一个接地点,在不影响设备安全和接地干扰的前提下可以直接接地或经屏蔽电缆接地。这个接地支路并非必不可少。图 3 电路的优点是相电压与零序电压信号由两个独立分压电路提供,不会相互干扰。但如果受安装位置限制,两组高压臂阻抗体积过大时,也可对图 3 电路作适当改动,使各相的两只高压臂阻抗可以共同。

图 4 电路使用三台电容式电压互感器(CVT)的相电压绕组和零序电压绕组组成具有三个相电压信号输出和零序电压信号输出的三相电压传感器。组合时,三台 CVT 的三个相电压绕组各自输出所在相的相电压,三台 CVT 的三个零序电压绕组按同极性串联方式联接后输出三相零序电压。由于电压调节器需要比较大的励磁电流,一次回路的电容电流需要有 20mA 以上才能保证传感器正常工作。目前变电站普遍使用的 110kV 及以上电压等级的电容式电压互感器一次回路电容电流典型值是 0.3A~0.5A,比起本标准使用的 CVT 的电容电流要大至少一个数量级。

型号命名的法则是使用目前互感器行业习惯的字母代号,J 表示电压互感器,L 表示电流互感器。然后是区分不带零序或只有零序及单相的字母,分别用 S、N 和 D 表示。如果 J 或 L 后没有字母 S、N 或 D,则表示有三相带零序输出。这样规定的好处是按本标准生产的大多数产品可以省去型号的一个字母。随后的一个字母表示安装环境,仍按习惯,W 表示户“外”,Q 表示“气”体密封,户内的不使用字母。接着是电流互感器的结构标识,分为套管型 R 和母线型 M,这样的表示方式在互感器行业已经习惯。电压传感器结构类型就不表示了,原因是电流传感器的这两种绝缘结构区别很大,安装方式完全不同,需要特别提醒。而阻抗分压型的电压传感器和 CVT 型电压传感器绝缘结构基本相同,安装时只有体积上的区别。后面是电压等级 10(kV)或 20(kV),如果是电流传感器,还需要加上额定一次热电流值,单位 A。最后是制造厂的标识符号。产品的分类标识则使用了 YT,表示是“一体”化配电一二次设备使用的产品,T 还含有变比器(Transformer)的意思在内。

3) 使用条件

产品的使用条件包括环境温度和湿度、海拔高度、耐污秽等级、日照辐射、风力、地震、系统接地方式等。

交流传感器用于电网,其使用环境条件与传统互感器是一样的,因此应全部满足 GB/T 20840.1—2010《互感器 第一部分 通用技术要求》的环境要求内容。

GB/T 20840.1 要求运行环境的上限温度都是 40℃,在实际使用条件下,南方地区会超过这一温度,因此对于第一类环境条件的上限温度从 40℃提高到 55℃,与 DL/T 1155—2012 有相同的环境要求。

海拔高度增设了高原型 1000m~4000m。因为我国西北部地区的海拔普遍超出 1000m,如呼和浩特 1023m,贵阳 1071m,银川 1112m,兰州 1573m,西宁 2261m,昆明 1891m,拉萨 3658m。

4) 额定值和性能要求

包括额定一次电流和电压、额定二次电压和负荷、额定短时电流、保护限值系数、保护限值电流倍数、额定电压因数、额定频率、温升限值、额定绝缘水平、暂态要求、误差及准确级、运行变差等。

电流传感器的一次额定电流标准值选用了国家标准 GB/T 20840.2《互感器 第 2 部分 电流互感器》一次电流标准值中的优选值。额定二次输出电压采用了国家电网公司运维检修部 2016 年 9 月发布的《10kV 一

体化柱上变台和配电一二次成套设备典型设计及检测规范》中的额定二次电压输出值 1V 和 0.2V。

GB/T 20840.2 的额定一次电流扩大倍数标准值有 1.2、1.5 和 2，运维检修部的规范统一取 2。考虑到配电网安装的电流传感器除了用于开关外还有其它用途，还是按习惯使用 1.2、1.5 和 2 的电流扩大倍数为好。

GB/T 20840.8 《互感器 第 8 部分 电子式电流互感器》规定的二次负荷电阻标准值是 2k Ω 、20k Ω 、2M Ω ，DL/T 1155 《非传统互感器技术条件》没有规定额定二次负荷电阻标准值，只是给出 1k Ω ~100k Ω 范围。为了便于产品互换，规定标准值是必要的，但标准值也要方便产品设计，GB/T 20840.8 限定的标准值可供选择的数值太少，影响产品设计的灵活性，不好用。本标准按 1、2、5 的优选序列给出了 1k Ω 、2k Ω 、5k Ω 、10k Ω 、20k Ω 、50k Ω 、100k Ω 的标准值，给设计人员提供方便。根据本标准给出的电流传感器的原理电路，二次负荷电阻实际上是电流互感器二次负荷的一部分，设计时是需要进行误差配合的。具体来说，在选用二次负荷电阻标准值时，必须根据分压电路器件参数计算一下，当二次负荷电阻发生 $\pm 10\%$ 的变化时会引起多大的附加误差，如果二次负荷电阻变化不会造成误差超限，则这样的配合是合格的。

电压传感器的一次额定电流标准值选用了 GB/T 20840.7 《互感器 第 7 部分 电子式电压互感器》一次电压和二次电压标准值。与国家电网公司运维检修部 2016 年 9 月发布的《10kV 一体化柱上变台和配电一二次成套设备典型设计及检测规范》中的额定二次电压输出值 3.25V 和 6.5V/3 相同。

GB/T 20840.7 推荐的二次负荷标准值是 0.001VA、0.01VA、0.1VA、0.5VA。DL/T 1155 《非传统互感器技术条件》没有规定额定二次负荷电阻标准值，只是给出 1k Ω ~100k Ω 范围。从标准的使用方便程度来说，给出 VA 值不如限定电阻值好，但电阻值如何规定才合理是要研究一下的。本标准的电压传感器是阻抗分压器或电容式电压互感器，带负荷能力差，如果按电磁式电压互感器那样把二次负荷范围规定为额定功率容量的 25%到 100%，是不现实的。如果规定实际负荷电阻与额定负荷电阻偏差的百分数不超过产品误差限值的 2 倍则容易实现。其好处是简化了二次电子电路前置放大级设计，因为可以选用 50 k Ω 量值等级的电阻作为电子放大器的输入电阻，不需要使用高阻输入特性的芯片，容易保证电路有足够的抗干扰水平。标准仍保留有 0VA 的二次负荷选项，如果选用这类传感器，应使用高阻输入电路。

本标准涉及的交流电流传感器是套管型或母线型，正常运行时发热主要是二次电流在二次绕组电阻上的压降，为了保证准确度，二次导线截面都比较大，二次电阻一般在 1 Ω 量级，而额定的二次电流一般不超过 1A，因此功耗在 1W 量级。电压传感器正常运行时发热功率近似等于一次电压与一次阻性电流乘积，一次阻性电流一般不超过 0.2mA，功耗一般也在 1W 量级。考虑传感器的热阻大致在 1 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 量级，正常运行时传感器器身温升在 1 $^{\circ}\text{C}$ 量级。不会超过 10 $^{\circ}\text{C}$ 。因此本标准规定温升并不是用于限制运行中的发热或功耗，而是设计产品时用以规范材料的耐热性能。在交流电流传感器中，需要把漆包线的工作温度限制在 120 $^{\circ}\text{C}$ 以下，在交流电压传感器中，需要把聚丙烯膜电容器的工作温度限制在 110 $^{\circ}\text{C}$ 以下，如果限制交流传感器的最高使用温度为 110 $^{\circ}\text{C}$ ，减去最高环境温度 55 $^{\circ}\text{C}$ ，可以规定温升为 55K。为留有裕度，标准取 GB/T 20840.1 中的 6.4.1 条的表 6 定义的 Y 级的 45K 作为温升限值。

交流传感器用于电网，其使用电气条件与传统互感器是一样的，因此交流传感器如果与传统互感器有相同的绝缘结构，其绝缘水平也应满足 GB/T 20840.1—2010 《互感器 第 1 部分 通用技术要求》的要求。包括外绝缘与内绝缘在内，都要能通过包括工频耐受电压和雷电冲击耐受电压，雷电截波耐受电压，局部放电，绝缘电阻等试验。

随着制造水平的提高，电力部门对配电网电力设备的局部放电水平提出了更高的要求，这一要求往往出现在招标文件中，具体来说是把 1.2Um 下的局部放电水平从 50pC 提高到 20pC。考虑到今后交流传感器产品容易被用户接受，同时技术上也能实现，标准把交流传感器的绝缘水平作了适当提高，做到与招投标的要求一致，规定 1.2Um 下的局部放电水平为 20pC。

本标准界定的交流电流传感器与传统的电流互感器有相同的绝缘结构，因此绝缘电阻也参照传统电流互感器要求。如果交流电压传感器采用电容式电压互感器结构，则绝缘电阻也参照传统的电容式电压互感器要求。但是 GB/T 20840.2 《互感器 第 2 部分 电流互感器》和 GB/T 20840.5 《互感器 第 5 部分 电容式电压互感器》没有提出绝缘电阻的要求，为此本标准参照电力行业标准 DL/T 727—2000 《互感器运行检修导则》对绝缘电阻提出规定。

阻抗分压型的交流电压传感器一次回路有直接接地的规定，因此不要求测量一次回路对地的绝缘电阻，由于其一次回路与二次回路不隔离，也不要求测量一次回路与二次回路之间的绝缘电阻。

国际大电网学会提出的电流电压互感器的暂态特性要求适用于大电网，至少是 110kV 以上的输电网。对

于配电网来说，有些要求是不必要的。因此本标准根据配电网的实际需要从大电网的全部暂态要求中选出了
一些配电网必要的项目。

传感器的暂态特性试验比较专业，同时本标准涉及的传感器可以视为集中参数的线性电工器件，适合按传统的电工电路计算。这样就不必要对所有试验项目都进行产品验证试验，多数项目可以根据电路结构和器件参数计算，自行设计试验方法。考虑到这一点，标准把暂态特性试验作为设计试验，并且允许用计算结果对交流传感器的暂态特性进行评估。

由于不受负荷容量限制，交流传感器可以有更大的动态范围，一台传感器可以兼有测量与保护两种功能，这是互感器领域的技术进步。电力网使用的传统互感器改成交流传感器后，理论上需要定义新的准确度等级。从技术层面来说，给相应准确度赋以一个新的符号并不困难，但也需要考虑行业习惯，不宜转弯过急，作为过渡，本标准用传统准确度等级组合的方法定义交流传感器的准确度等级。具体方法是把测量级写在前面，保护级写在后面，中间用斜杠划开。传感器按一次电流或电压的百分数划分测量级工作范围和保护级工作范围，在各自的工作范围内测量级和保护级的准确度要求仍参照 GB/T 20840 的规定不变。

交流传感器的基本误差是在参比条件下确定的，参比条件一般就是实验室条件。在实际运行的工况下，交流传感器的误差会增加。因此常常有这样的情况，在实验室测量检验合格的若干台仪表，在现场比对时，各台示值的差别超出了误差控制范围。一般来说，如果运行变差超出基本误差限值的 1/2 就有问题了，说明产品的技术标准有不妥之处，没有注意到运行变差的存在。

已知的交流传感器的运行变差主要包括：运行状态下的器身温度；一次电流和电压中的谐波和非周期分量；电网频率；设备的安装状态，环境的电磁场干扰等。这些影响因素都可以通过理论计算和实验设计进行测量和评估。

磁误差是电流传感器运行变差中比较主要的成份，不应该忽略。在互感器技术领域，习惯做法是把电磁式互感器的误差按发生机理分解为励磁误差，负荷误差与磁误差。励磁误差指一次回路励磁电流引起的误差，负荷误差指二次回路电压（对电流互感器）或二次回路电流（对电压互感器）引起的误差，磁误差则指由于铁心漏磁通引起的误差。磁误差产生的原因是铁心材料和磁路不均匀，磁导率低（特别表现在磁饱和区）以及电流导体在铁心内腔分布不均匀。对于套管型和母线型的相电流传感器来说，电流导体引入的磁误差是可以忽略的，但对于磁势叠加型零序电流传感器，三相电流导体在零序铁心中的分布很分散，铁心漏磁严重，会引入相当大的磁误差。

零序电流传感器的磁误差按定义是施加最大的对称三相电流，然后测量二次输出，计算测得的二次电流与额定电流下的二次电流百分比，作为磁误差。按国家计量检定规程 JJG 1021《电力互感器》要求，磁误差不应超过基本误差限值的 1/4。如果按三相电流操作，需要使用一台标准电流互感器监测三相电流叠加后的零序电流，并要把它调节到接近等于零，操作起来很不方便。互感器行业习惯上采用双极电流方法测量最大磁误差，选择最靠近铁心，而且距离最大的两个电流母线位置通以大小相等，方向相反的最大电流。计算测得的二次电流与额定电流下的二次电流百分比，作为最大磁误差。本标准采用了后一种方法，只要最大磁误差得到控制，实际磁误差也必然得到控制，一定可以满足一二次融合规范的要求。

5) 结构要求

包括一般机械要求、绝缘表面、最小空气间隙和绝缘爬距、接线盒、接线端子、铭牌等。

高压击穿放电的路径有两种，一是穿透高低压电极之间的绝缘介质，二是沿着绝缘表面爬电或闪络放电。交流传感器的安装使用环境与接地型高压电流、电压互感器相当，因此交流传感器的绝缘爬距和弧闪距离宜参照接地型高压电流、电压互感器的技术要求选用，即参照 GB 20840.1—2010《互感器 第1部分：通用技术要求》。表1中的爬电比距乘上设备的最高电压后得到爬距。设备最高电压可取额定电压的1.15倍。

表 1 绝缘表面最小爬电比距

污秽等级	最小爬电比距标称值 mm/kV	爬电距离/弧闪距离
I 轻	16	≤3.5
II 中	20	
III 重	25	≤4.0
IV 特重	31	

交流传感器是三相组合设备，工作接线包括三相高压母线，因此三个高压端子之间的绝缘气隙要符合架空线的要求。与之配合的标准有两个，户内的是 GB/T 16934—2012《电能计量柜》，户外的是 DL/T 5352—2006《高压配电装置设计技术规程》。交流传感器标准中的绝缘气隙根据这两个标准确定，具体数值在表 2 给出。

表 2 最小空气间隙和绝缘爬距

额定电压 kV		气密型	户内型	户外型
10	最小空气间隙 mm	100	125	200
	最小绝缘爬距 mm	150	300	350
20	最小空气间隙 mm	145	180	300
	最小绝缘爬距 mm	315	435	525

爬距和气隙虽然使用了两个不同的标准，但它们仍然保持协调。以 10kV 为例，取 II 级污秽爬电比距 25mm/kV 计算， $25\text{mm/kV} \times 12\text{kV} = 300\text{mm}$ ，再计算爬电距离/弧闪距离， $300\text{mm}/125\text{mm} = 2.4$ ，小于规定的 3.5。作为高压电力设备来说，能正常承受的过电压是有限的，例如 10kV 线路的雷电过电压只设定为 75kV，线路遭受雷击后，安装在线路上的避雷器应当在 50kV 左右动作，泄放雷电流。避雷器泄放雷击电流有一个特点，就是绝缘可以在数微秒内恢复，不会触发线路的过电流保护动作。如果避雷器失效或雷电流超过避雷器的最大泄放电流，线路上会出现毫秒时间的过电压，按照设计要求，气隙应该击穿，使雷电流通过大气泄放，但闪络放电产生的电弧通常不能在一到二个周波内熄灭，这样会造成供电线路短路，产生工频过电流，线路保护动作，线路开关跳闸分断，造成短时停电。电力自动化系统会在线路跳闸后随即启动自动重合闸程序，如果只是简单的闪络事故，绝缘会自行恢复，重合闸成功，线路恢复正常供电。

6) 试验项目和试验方法

包括试验分类、设计试验项目、出厂试验和型式试验项目、试验方法等。

为便于标准的使用，表 10 给出了设计试验项目和相应的试验方法，表 11 给出了出厂试验项目、型式试验项目以及相应的要求和试验规范。在下文还对各个试验项目进行具体的程序和方法说明，其详细程度可以不必检索相应的规范性标准。

设计试验主要用于验证设计是否合理，针对的是样机而不是产品本身，因此多数产品标准都不包括设计试验内容。本标准考虑到交流传感器的暂态特性是一个重要参数，不宜忽略，习惯上除了暂态电流互感器外，其它互感器没有暂态特性的试验要求，但可以根据互感器的结构推算其暂态性能。交流传感器用于配电网的测量和保护，是一种新的器件，还没有很多经验，结构上也各种各样，特别是电压传感器使用了电阻电容电感元件，它们的组合会对频率特性产生影响，因此有必要进行暂态特性验证。暂态试验对于互感器产品来说是新的试验，在没有成熟的经验之前不宜过于强调，作为设计试验是比较合适的，把这项工作交给制造企业掌握，可以调动企业的积极性，有利于完善产品的设计。

标准推荐用单相法进行误差试验，这并不意味着排斥三相方法。在检定规程 JJG 1021《电力互感器》中，规定三相电压互感器用三相法试验，原因是这种结构的电压互感器三相绕组使用同一个铁心，各相磁路是连通的。在施加单相电压时的磁路状态与施加三相电压时的磁路状态并不相同，因此不能用单相试验的结果叠加得到三相试验结果。但如果相间干扰不严重，也可以使用单相试验，然后考虑测量运行变差。只要运行变差可以控制，误差也就可以控制，这样单相试验方法也是可行的，施加起来比较方便，还可以降低试验设备的成本。

标准界定的相电流传感器使用弱输出电流互感器，在编写高压电能表通用技术要求时，计算过在标准规定的相间距离下，600A 相电流引入的邻近导体电流干扰不会超过误差限值的 1/4。因此只要验证一下实际的影响量就可以了，不必使用三相电流试验。

标准界定的相电压传感器使用阻抗分压电路，各相之间的电磁耦合后很小，在这种情况下也没有必要用三相电压进行误差试验，同样可以考虑用单相测量，用运行变差控制三相电压干扰或者称为环境电场干扰。

电流互感器的磁误差通常可以把通以额定一次电流的电流导体从铁心中穿进穿出折返，测量铁心绕组上

产生的感应电势来评估。为了确定一个铁心的磁误差最大值，试验时折返电流导体在铁心中的距离应尽量分开，然后通以额定安匝电流并测量二次绕组的感应电势，这个电势与额定电流下二次绕组在额定下限负荷时的感应电势之比就是磁误差。根据前面分析，可以把零序电流传感器的二次电压输出视为是信号电压输出与磁误差电压输出的叠加，其中的磁误差电压是运行变差，可以通过折返导体方法确定。磁误差按 JJG 1021《电力互感器》的要求，应限制在误差限值的 1/4 之内。

零序电流传感器通常是 1/10P 级，为了配合中性点经消弧线圈接地电力系统，它的额定一次电流的典型值通常只有 20A，设计的扩大电流倍数只有 10。从电网的运行情况来看，除非线路配置异常，一般也不可能出现更大的零序电流。因此零序电流传感器也只需要按 10P10 试验。根据定义，零序电流等于 A 相电流、B 相电流和 C 相电流的矢量和，因此测量零序电流传感器误差时，可以把三相电流母线并接，按 1/10P 级分别测量 1%~200%额定一次电流下的比值差和相位差以及额定一次扩大电流倍数下的复合误差。

零序电流传感器的运行变差应当在最大相电流下测量，因为这是零序电流传感器可能的工作状态。具体操作是用适当长度的一次导体从产品的 AP1 电流母线孔穿入，再从产品的 CP1 电流母线孔穿出，通以额定一次扩大电流；用误差不低于 5%的交流毫伏电压表测量产品零序电压输出。根据本标准，零序电流传感器的额定输出是 0.2V，10P 级的误差限值为 10%，其 1/4 为 2.5%，0.2V 的 2.5%是 0.005V。也就是说，如果这时测得的电压不超过 0.005V，零序电流传感器的磁误差是合格的。

电压传感器的邻近效应包括电场影响和磁场影响，电场影响由带电导体或接地导体与器身间的电容耦合产生，可以用金属屏模拟试验。磁场对通常的电阻电容分压器影响主要是在环路上产生的感应电势，数值不大。但如果电压传感器使用了厚膜电阻，则在磁场下会发生半导体的磁阻效应。其机理是半导体材料中的载流子在磁场中受到洛伦兹力作用，改变了半导体材料中的电流分布，从而改变了电阻值。在不明确电压传感器是否使用厚膜电阻的情况下，规定进行环境磁场影响试验是必要的。

7) 使用、贮存及可靠性要求

作为工业标准，《配电网 10kV 和 20kV 交流传感器技术条件》需要在产品制造时就考虑其应用效果，应用效果包括两个方面的要求，一是技术性能优秀，二是使用方便。对交流传感器来说，技术性能的优秀表现在测量的准确性，特别是采用整体误差调校的方法保证了使用时也有可靠的测量精度。使用的方便就要分别来说了，一方面交流传感器体积和重量要比传统的高压电流电压互感器小，安装工作随之简化，甚至可以与开关设备共箱安装。但使用方便还有另一个概念，就是免维护程度要高。如果一台设备需要经常维护或者可靠性低，即使性能指标再高，也难以被用户接受。因此交流传感器在设计制造时就要考虑免维护的问题，要做到在使用期限内，设备都能可靠工作而无需进行内部维护，就象一只绝缘子一样，只要定期表面清扫就可以了。

交流传感器使用时的维护所参照的技术标准有 DL/T 596—2005《电力设备预防性试验规程》的第 7 章“互感器”，以及 DL/T 448—2000《电能计量装置技术管理规程》。

DL/T 596—2005 要求每 1~3 年对互感器进行一次绝缘电阻、绝缘介质损耗、油色谱、交流耐压、局部放电（只对 20kV~30kV 固体绝缘互感器）等试验。

DL/T 448—2000 在 7.3“现场检验”有如下规定：

1) 高压互感器每 10 年现场检验一次，当现场检验互感器误差超差时，应查明原因，制订更换或改造计划，尽快解决，时间不得超过下一次主设备检修完成日期。

2) 运行中的电压互感器二次回路电压降应定期进行检验。对 35kV 及以上电压互感器二次回路电压降，至少每两年检验一次。当二次回路负荷超过互感器额定二次负荷或二次回路电压降超差时应及时查明原因，并在一个月内处理。

3) 运行中的低压电流互感器宜在电能表轮换时进行变比、二次回路及其负载检查。

从电网上拆下交流传感器并不像从电表箱拆下电表那样简单，交流传感器是高压电力设备，拆换一般需要停电作业，因此必须在保证交流传感器测量差错率不超标的前提下，简化交流传感器的技术管理，这就需要提高设备的可靠性。换句话说，假如一批交流传感器，使用 5 年后拆下检验，合格率达到 99.5%以上，以后每年拆下检验均能达到同样合格率，不就可以一直用到寿命周期吗？如果能生产出这样的交流传感器，装上去不就是可以省去每年的检验和维护工作吗？

按《配电网 10kV 和 20kV 交流传感器技术规范》生产的交流传感器，对电网的非正常运行具有足够的

抗衡能力，可以认为除了人为因素和超出运行工况的环境外，按标准生产的交流传感器的失效机理为材料在电应力和热应力下的老化。为了估算老化对失效率的影响，可定义老化度对可用性的影响指数 K ， $K = e^{-\frac{t}{T}}$ ，上式中 T 为使用寿命，投运时可取 $T=15$ 年， t 为剩余的运行或贮存时间，也用年作单位。计算平均曲线时舍去头尾一年，可以算出第 1 年的可用性指数为 0.935，失效率指数为 0.065；...，第 15 年的可用性指数为 0.368，年平均失效率指数为 0.632。以第一年的失效率指数为基数，可计算出运行后每年的失效比，如表 3 所示。

表 3 按 T=15 年计算的年平均失效率指数和失效比

出厂（运行）年限	1	2	3	4	5	6	7	8
年平均失效率指数	0.065	0.069	0.074	0.080	0.087	0.095	0.105	0.118
失效比	1	1.06	1.14	1.23	1.34	1.46	1.62	1.82
出厂（运行）年限	9	10	11	12	13	14	15	—
年平均失效率指数	0.133	0.154	0.181	0.221	0.283	0.393	0.632	
失效比	2.05	2.37	2.78	3.4	4.35	6.05	9.72	

若产品的使用寿命为 15 年，年平均失效率为 0.1%或 0.2%，可以计算运行后每年的平均失效率，如表 4 所示。从表 4 可见，当运行到第 9 年末，年平均失效率 0.1%的产品实际的年平均失效率已上升了 100%。应考虑退出运行。

表 4 配电网 10kV 及 20kV 交流传感器年平均失效率限值

出厂（运行）年限			1	2	3	4	5	6	7	8
平均失效率水平等级	0.1%/年	平均失效率限值 %/年	0.1	0.106	0.115	0.124	0.135	0.148	0.163	0.182
	0.2%/年		0.2	0.212	0.230	0.248	0.270	0.296	0.326	0.364
出厂（运行）年限			9	10	11	12	13	14	15	—
平均失效率水平等级	0.1%/年	平均失效率限值 %/年	0.206	0.238	0.281	0.343	0.439	0.610	0.980	—
	0.2%/年		0.412	0.476	0.562	0.686	0.878	1.22	1.96	—

8) 检验规则

包括设计试验、出厂试验、型式试验、周期试验、可靠性验证试验。

规定了上述检验工作在产品生产过程中的安排的实施要求。

9) 包装、运输与贮存

包括包装要求、包装标志、附带的出厂文件、产品贮存的环境条件等。

10) 附录 A 可靠性试验

可靠性是工业制造的一个老问题，经过人们长期的研究，已经有一套相对成熟的方法对产品的可靠性进行评估。这得益于概率与统计学的发展，当把一种随机的现象作为群体进行研究时，个体的异常行为一般不影响整体的特性。

附录 A 的试验和统计方法参照 GB/T 32856—2016 《高压电能表通用技术要求》的附录 C“可靠性验证试验统计方案和可靠性参数估计”。而这个文件的内容又是来自国家军用标准 GJB 899A—2009 《可靠性鉴定和验收试验》。GJB 899A 适用于以下类别设备：

- 1 类 地面固定设备
- 2 类 地面移动设备
- 3 类 舰载设备
- 4 类 喷气式飞机设备
- 5 类 涡轮螺旋桨飞机和直升机设备
- 6 类 空中发射武器和组合式外持及其设备。

5 采标情况

本标准采用互感器的国家标准和电力行业标准的具体方法及情况见表 1。

表 1 《配电网 10kV 和 20kV 交流传感器技术规范》采标明细表

序号	条文编号	内容	依据的现行标准	说明
1	4.1	使用条件：温度与湿度	DL/T 1155—2012 之 4.1	采用。增加“相对湿度不超过 30%”（气密型）。
2	4.2	使用条件：海拔高度	DL/T 1155—2012 之 4.2	采用。增加 50m 档（气密型）。
3	4.3	使用条件：耐污秽等级	DL/T 1155—2012 之 4.3	第 3 档（重）未采用。
4	4.4	使用条件：日照辐射	DL/T 1155—2012 之 4.4	采用。
5	4.5	使用条件：风力	DL/T 1155—2012 之 4.5	采用。
6	4.6	使用条件：地震	DL/T 1155—2012 之 4.6	6 级未采用。
7	4.7	使用条件：系统接地方式	DL/T 1155—2012 之 4.7	采用并兼容。
8	5.1.1	额定一次电流	GB/T 20840.2—2014	只选优先值。

			之 5.201	
9	5.1.2	额定二次电压	GB/T 20840.8 — 2007 之 5.4.2	只选用 0.2V 和 1V。
10	5.1.3	额定电流扩大倍数	GB/T 20840.8 — 2007 之 5.1.2	只选用 1.2、1.5、2。
11	5.1.4	额定二次负荷	GB/T 20840.8 — 2007 之 5.4.3	2MΩ未采用,增加 1kΩ、(2kΩ)、5kΩ、10kΩ、(20kΩ)、50kΩ、100kΩ的标准值
12	5.1.5	额定短时电流	GB/T 20840.2 — 2014 之 5.204.1	采用。
13	5.1.6	保护限值	GB/T 20840.2 — 2014 之 5.6.202.2	采用。
14	5.2.1	额定一次电压	GB/T 20840.7 — 2007 之 5.1.1	采用。
15	5.2.2	额定二次电压	GB/T 20840.7 — 2007 之 5.1.2	只选用其中的 3.25V 和 6.5V
16	5.2.3	额定电压因数	GB/T 20840.7 — 2007 之 5.3	采用。
17	5.2.4	额定负荷	DL/T 1155 — 2012 之 5.2.4	扩大电阻范围到 2MΩ, 规定 20kΩ、50kΩ、100kΩ、200kΩ、500kΩ、1MΩ、2MΩ为标准值, 并规定偏差。
18	5.2.5	保护限值系数	GB/T 20840.7 — 2007 之 13.4	采用。
19	5.4	温升限值	GB/T 20840.1 中的 6.4.1	采用 Y 级。
20	5.5.1	额定绝缘水平	GB/T 20840.1 — 2010 之 5.2, 5.3.3.2	采用。
21	5.6	局部放电水平	GB/T 20840.1 — 2010 之 5.3.3.1	按不接地互感器 20pC 要求。
22	5.7	暂态特性要求	DL/T 1155 — 2012 之 5.8	除 5.8.2a)e)外全部采用。
23	5.9	误差及准确度等级	GB/T 20840.7 — 2007 之 12.4, 12.5, 13.4, 13.5; GB/T 20840.8 — 2007 之 12.1, 12.2, 13.1	电流传感器采用 0.5S, 1, 5P, 10P; 电压传感器采用 0.5, 1; 3P。电流增加 1S。
24	5.10	参比条件及运行变差	JJG 1021 — 2007 之 4.2, 4.4	电流除剩磁、高压漏电流、等安匝, 电压除一次导体磁场, 其余采用。电流一次导体磁场

				改为磁误差。
25	6.3	最小空气间隙和绝缘爬距	GB/T 16934—2012 之 6.1.4；DL/T 5352—2006 之 8.1。	采用 10kV 和 20kV 内容。
26	6.5	电压接线端子机械载荷。	GB/T 32856—2016 之 5.4	未采用。另规定电压传感器 10kV 端子 100N，20kV 端子 160N。
27	7.4.4	误差试验	JJG313—2010，JJG314—2010	采用。用比较法线路和交流电位差仪器测量。
28	7.4.6	环境电场影响试验	DL/T 1155—2012 之 8.12.4	提高严酷度，10kV 距离从 200mm 减小到 125mm，20kV 从 300mm 减小到 180mm。
29	7.4.6	磁误差试验	JJG 1021—2007 之 4.4	等安匝法改为磁误差。
30	8	使用和贮存寿命及可靠性要求	GB/T 32856—2016 之 9.2。	年平均失效率水平提高到 0.1%和 0.2%。
31	附录 C	电压传感器可靠性试验	GB/T 32856—2016 之附录 C。	采用作为试验方法。

6 贯彻标准的要求和措施建议

《配电网 10kV 和 20kV 交流传感器技术条件》是继 GB/T 32856—2016《高压电能表通用技术条件》之后，配电网使用非传统电流电压互感器的一个尝试。

自二十世纪八十年代开始，我国的电力部门开始对二次设备进行电子化和数字化改造。在电力自动化设备方面使用基于电子电路和数字电路的自动装置代替电磁继电器控制装置，电力系统远程监测控制使用光纤通讯和微机系统取代载波通讯与机电式设备集成的系统。这时使用传统的互感器便会出现大马拉小车的现象，不但造成资源的浪费，而且增加了互感器的误差。二十世纪七十年代发展起来的非传统互感器适应了这一变化，其二次输出采用弱输出和数字输出，具有节约资源和能源的优点，符合现代社会的产业政策，应用范围不断扩大和发展。这种发展趋势引起了国际大电网学会（CIGRE）的关注，为了对这种新一代的交流传感器在电网中的使用进行总结并实施正确的引导，国际大电网学会委托多个国家的电力系统专家成立非传统互感器 34.03 工作组，进行了为期一年的调查研究，1978 年国际大电网学会（CIGRE）的 34.03 工作组提交了关于非传统互感器的技术文件《Non-conventional current and voltage transformers》。非传统互感器指的是结构和输出与传统互感器不一样的互感器，也就是不采用 IEC 60044—1 电流互感器《Current Transformers》，IEC 60044—2 电磁式电压互感器《Voltage Transformers》，IEC 60044—5 电容式电压互感器《Capacitive Voltage Transformers》三个标准的互感器。研究报告总结了在电网上使用非传统互感器的经验，提出了在电网上特别是在大电网上使用非传统互感器需要满足的技术要求。

考虑到国际电工委员会已于 1999 年和 2002 年颁布了电子式互感器的两个标准，因此今天我们使用非传统互感器这一名称时就不宜再包括电子式互感器了，而是专指用电子器件组成的互感器。我国正在进行数字化变电站和智能电网的建设，非传统互感器完全可以在这一领域发挥作用。2012 年 DL/T 1155—2012《非传统互感器技术条件》正式颁布施行。DL/T 1155 在“非传统互感器”的英文译名上使用“Non-Traditional”而不是“Non Conventional”，也同步做了区别。采用非传统互感器技术设计制造的 6kV~35kV 直接接入式高压电能表随后也有了国家标准即 GB/T 32856—2016《高压电能表通用技术要求》。高压电能表使用的高压电流电压传感器原则上也可以用于配电一二次成套设备，代替原来使用的电流互感器和电压互感器。目前在高压电能表技术的支持下，10kV 交流传感器已经成功地应用到配电网一体化结构的柱上开关和环网柜中，

大大提高了柱上开关和环网柜的集成度，减小了安装空间，节省了制造成本，促进了配电网智能化水平和安全经济运行。

认为高压电能表的电流电压传感器原则上也可用于一体化配电成套设备，这是从正常运行对一次电流电压测量的要求来说的。从专业角度来说，两者的差别还是挺大的，其中之一是继电保护需要动态范围非常大的交流传感器，其中之二是继电保护需要有适当暂态响应能力的交流传感器，例如电流传感器动态测量范围达到 1000: 1，电压传感器动态范围达到 200: 2，这两个参数表示电流传感器在额定一次电流的 1%到 1000%都需要输出可靠的电流测量信号，电压传感器在额定一次电压的 2%到 200%都需要输出可靠的电压测量信号。而高压电能表的电流传感器一般只要求在额定一次电流 1%到 120%的电流下给出正确的电流测量信号以及额定一次电压 80%到 120%的电压下给出正确的电压测量信号。除以正弦稳态信号之外，交流传感器还需要有暂态特性要求，才能给配电网的继电保护装置提供正确的开关操作信号。