

ICS

备案号:

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T XXXX—XXXX

35kV 及以下高压陶瓷电容传感器 技术规范

Technical specifications for high voltage ceramic capacitance sensor
up to 35kV

(报批稿)

XXXXX-XX-XX 发布

XXXXX-XX-XX 实施

国家能源局

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 使用条件.....5

5 传感器分类.....7

6 电气性能要求.....8

7 机械性能要求.....11

8 其他性能要求.....13

9 试验.....14

10 标志、包装、运输与贮存.....19

附录 A（资料性附录） 高压陶瓷电容传感器基本结构.....22

附录 B（资料性附录） 高压陶瓷电容传感器产品型号命名.....23

附录 C（资料性附录） 陶瓷电容元件试验.....24

附录 D（资料性附录） 外套材料试验.....26

附录 E（资料性附录） 可燃性试验.....28

前 言

本部分按照GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》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。

陶瓷电容传感器已广泛应用于3kV～35kV电力系统中，主要用途有监视设备是否带电、测量设备局部放电、测量系统电压及取能等。为规范陶瓷电容传感器的设计、制造及运行维护，特制定本标准。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力电容器标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：云南电网有限责任公司电力科学研究院、西安交通大学、中国电力科学研究院、南方电网科学研究院有限责任公司、云南电力技术有限责任公司、国网浙江省电力公司绍兴供电公司、西安易升电子有限公司、国网江西省电力有限公司电力科学研究、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、湖北省电力公司、云南电网有限责任公司普洱供电局、重庆大学、华北电力科学研究院有限责任公司、云南电网有限责任公司保山供电局、西安法拉电气有限公司、珠海华网科技有限责任公司。

本标准主要起草人：刘红文、刘学忠、倪学锋、罗兵、王科、张春丽、李电、胡泰山、陈维、孙旻、赵启承、张坚敏、罗闯、杨庆、徐碧川、马鑫晟、孙利雄、张社红、唐明。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市宣武区白广路二条一号，100761）。

35kV及以下高压陶瓷电容传感器技术规范

1 范围

本标准规定了高压陶瓷电容传感器（以下简称传感器）的术语和定义、使用条件、基本分类、电气性能要求、机械性能要求、其他性能要求、试验、标志、包装、运输与贮存。

本标准适用于额定电压35 kV及以下、频率50 Hz的在线监测、电压测量、分压取能等用传感器。

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 包装储运图示标志

GB 311.1 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则

GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）

GB/T 2423.17 电工电子产品基本环境试验规程 试验Ka：盐雾试验方法

GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化

GB/T 2900.16—1996 电工术语 电力电容器

GB/T 3505 产品几何技术规范（GPS）表面结构 轮廓法术语、定义及表面结构参数

GB/T 4787—2010 高压交流断路器用均压电容器

GB/T 5169.16—2017 电工电子产品着火危险试验 第16部分：试验火焰 50W水平与垂直火焰试验方法

GB/T 5465.2 电气设备用图形符号 第2部分：图形符号

GB/T 6062 产品几何技术规范（GPS）表面结构 轮廓法 接触（触针）式仪器的标称特性

GB/T 6553 严酷环境条件下使用的电气绝缘材料 评定耐电痕化和蚀损的试验方法

GB/T 7354 高电压试验技术 局部放电测量

GB/T 16422.2 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分：氙弧灯

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第2部分：测量系统

GB/T 20142—2006 标称电压高于1000V的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子-定义、试验方法及接收准则

GB 20840.1—2010 互感器 第1部分：通用技术要求

GB/T 20840.5 互感器 第5部分：电容式电压互感器的补充技术要求

GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则

GB 50150—2016 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

JB/T 9673 绝缘子产品包装

JB/T 10305—2001 3.6kV~40.5kV高压设备用户内有机材料支柱绝缘子技术

3 术语和定义

GB 311.1、GB/T 2900.16—1996、GB/T 7354 和 GB/T 20840.5 中确立的及以下术语和定义适用于本标准。

3.1

陶瓷电容元件/陶瓷电容器 ceramic capacitance element/ceramic capacitor

由陶瓷电介质和被它隔开的电极构成的器件。

[改写GB/T 2900.16—1996，定义3.1.1]

3.2

陶瓷电容传感器 ceramic capacitance sensor

由一个或多个陶瓷电容元件采用有机材料浇注封装，带有引出端子，用于带电指示、局部放电测量、电压测量和分压取能的传感器。基本结构参照附录A。

3.3

高压端子 high voltage terminal

传感器与电网线路连接的端子。

3.4

输出端子 output terminal

传感器与带电指示回路、局部放电测量回路等连接的端子。

3.5

接地端子 earth terminal

传感器与地连接的端子。

[改写GB/T 2900.16—1996，定义3.1.12]

3.6

（传感器的）高压陶瓷电容器 high voltage ceramic capacitor (of a sensor)

传感器中接于高压端子和输出端子之间的陶瓷电容器。

3.7

（传感器的）低压陶瓷电容器 low voltage ceramic capacitor (of a sensor)

传感器中接于输出端子和接地端子之间的陶瓷电容器，用于电压测量和分压取能用传感器。

注：如低压陶瓷电容器外置，不作为传感器的一部分。

3.8

检测阻抗 detecting impedance

传感器中接于输出端子和接地端子之间的采样元件，用于提取局部放电信号。

注：如检测阻抗外置，不作为传感器的一部分。

3.9

高压陶瓷电容器额定电容 rated capacitance of a high voltage ceramic capacitor

C_{1N}

设计高压陶瓷电容器时所规定的电容值。

3.10

低压陶瓷电容器额定电容 rated capacitance of a low voltage ceramic capacitor

C_{2N}

设计低压陶瓷电容器时所规定的电容值。

3.11

传感器最高电压 highest voltage of a senser

U_m

相对相电压的最高方均根值，据此设计传感器的绝缘以及规定其他特性。

[改写GB 20840.1—2010，定义3.2.2]

3.12

（传感器的）额定电压 rated voltage (of a senser)

U_N

设计传感器时所规定的交流电压（方均根值）。

[改写GB/T 4787—2010，定义3.4]

3.13

额定一次电压 rated primary voltage

U_{PC}

用于传感器标识并作为其性能基准的一次电压值。

注：适用于有低压陶瓷电容器的传感器。

[改写GB/T 20840.5—2013，定义3.2.501]

3.14

额定二次电压 rated secondary voltage

U_{SC}

用于传感器标识并作为其性能基准的二次电压值。

注：适用于有低压陶瓷电容器的传感器。

[改写GB/T 20840.5—2013，定义3.2.502]

3.15

额定频率 rated frequency

f_N

DL/T XXXX—XXXX

设计传感器时所规定的频率。

[GB/T 2900.16—1996，定义2.3.7]

3.16

额定输出 rated output

设计传感器时所规定的视在功率值。

注：适用于电压测量和分压取能用传感器。

3.17

电容偏差 capacitance tolerance

在规定条件下，实际电容与额定电容之间的差值。

[GB/T 4787—2010，定义3.6]

3.18

闪络 flashover

在传感器外部表面上的破坏性放电，使得传感器不同电位金属件间发生电气短接。

[改写JB/T 10305—2001，定义4.5]

3.19

击穿 breakdown

穿过传感器固体绝缘材料的破坏性放电，引起介电强度永久丧失。

[改写JB/T 10305—2001，定义4.6]

3.20

爬电距离 creepage distance

两金属件间沿绝缘表面的最短距离。工作条件下由金属件涉及的距离不应包括在爬电距离之中。

[改写JB/T 10305—2001，定义4.12]

3.21

准确级 accuracy class

电压测量用传感器所给定的测量误差。

3.22

护套 housing

传感器的外绝缘件，提供必要的爬电距离并保护内部元件不受环境侵蚀。

[改写GB/T 20142—2006，定义3.3]

3.23

界面 interfaces

传感器不同材料或不同部件之间的结合面。有机材料封装的传感器中存在各种界面，如：

- 陶瓷电容元件与浇注、灌封树脂之间界面；
- 复合套筒与外套之间界面；
- 外套、套筒与金属附件之间界面；
- 套筒内壁与填充介质之间界面。

[改写GB/T 20142—2006，定义3.6]

3. 24

起痕 tracking

在绝缘材料表面上形成通道并且发展形成不可逆的劣化现象，这种通道在干燥状态下也导电。起痕可产生在与空气相接触的表面上，也可产生在不同绝缘材料间的界面上。

[GB/T 20142—2006，定义3.10]

3. 25

蚀损 erosion

在传感器表面出现材料损失形成非导电性不可逆的劣化现象。蚀损可能是均匀的，也可能是局部的或树枝形状的。

[改写GB/T 20142—2006，定义3.11]

3. 26

支柱绝缘子 post insulator

用来给带电部件刚性固定，并使之对地或其他带电部件绝缘的绝缘子。

3. 27

承力型传感器 bearing type sensor

可作为支柱绝缘子使用的传感器。

3. 28

非承力型传感器 non-bearing type sensor

具备一定的机械性能，不能作为支柱绝缘子使用的传感器。

3. 29

弯曲负荷 bending load

垂直施加于传感器轴线的负荷。

3. 30

拉伸负荷 tension load

水平施加于传感器轴线的负荷。

4 使用条件

4.1 正常使用条件

4.1.1 海拔

海拔高度不超过1000 m。

4.1.2 环境温度

环境温度类别应符合表1的规定。

表1 环境温度类别

类别	最低温度 °C	最高温度 °C
I	-5	50
II	-25	50
III	-40	50
注：选择温度类别时还应考虑运输和贮存条件。		

4.1.3 污秽等级

污秽等级参照GB/T 26218.1的规定，户内不应低于b级，高于b级时制造方应与用户协商确定。

4.1.4 地震

设备能耐受安装地点的地震烈度。

4.1.5 户内其他使用条件

所考虑的其他使用条件如下：

- a) 太阳辐射影响可忽略；
- b) 环境空气无明显灰尘、烟、腐蚀性气体、蒸气或盐的污染；
- c) 湿度条件应符合下列要求：
 - 1) 相对湿度：24 h内平均值不应超过95%，一个月内平均值不应超过90%；
 - 2) 水蒸气压强：24 h内平均值不应超过2.2 kPa，一个月内平均值不应超过1.8 kPa。

注1：在高湿度期间，凝露可能在温度突然变化时出现。

注2：采用特殊设计的壳套，采取适当的通风和加热或使用除湿设备，可防止凝露。

4.1.6 户外其他使用条件

所考虑的其他使用条件如下：

- a) 24 h内环境气温平均值不应超过35°C；
- b) 太阳辐射水平高达1200 W/m²（晴天中午）；
- c) 风压不超过0.7 kPa（相当于风速为34 m/s）；
- d) 应考虑出现凝露或降水；
- e) 覆冰厚度不应超过20 mm。

4.2 特殊使用条件

4.2.1 一般规定

传感器的使用条件与4.1正常使用条件不同时，由用户与制造方协商确定，海拔和温度可参照4.2.2

和4.2.3的规定。

4.2.2 海拔

海拔高度超过1000 m时，外绝缘破坏性放电电压会受到空气密度减小的影响，参照6.2.4的规定。

4.2.3 环境温度

环境温度超出4.1.2所列正常使用条件范围时，优先最低和最高温度范围应规定为：

- a) 严寒气候，-50℃和+50℃；
- b) 酷热天气，-5℃和+60℃。

5 基本分类

5.1 按功能

传感器按功能分为下列类型：

- a) 带电指示型；
- b) 局部放电测量型；
- c) 电压测量型；
- d) 分压取能型。

按功能分类的传感器产品型号命名形式可参照附录B。

5.2 按安装场所

传感器按安装场所分为下列类型：

- a) 户内型；
- b) 户外型。

5.3 按承力大小

传感器按承力大小分为下列类型：

- a) 承力型；
- b) 非承力型。

5.4 传感器应用分类图

传感器应用分类图，可参照图1。

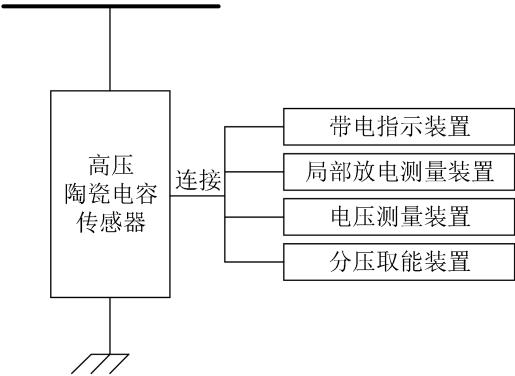


图1 传感器应用分类图

6 电气性能要求

6.1 额定值

6.1.1 额定电压

传感器最高电压及额定电压标准值应优先在表 2 中选取。

表2 传感器最高电压及额定电压标准值 kV

传感器最高电压 U_m (方均根值)	额定电压 U_N (方均根值)
3.6	3
7.2	6
12	10
18	15
24	20
40.5	35

6.1.2 额定一次电压

对单相系统或三相系统线间的单相传感器和三相传感器，额定一次电压值应符合系统标称电压值 3kV、6kV、10kV、15kV、20kV 和 35kV。接在三相系统线与地之间或系统中性点与地之间的单相传感器，额定一次电压标准值应是系统标称电压值乘以 $1/\sqrt{3}$ 。

电压测量和分压取能用传感器，性能应根据额定一次电压确定，额定绝缘水平应根据传感器最高电压确定。

6.1.3 额定二次电压

电压测量用传感器额定二次电压标准值应符合下列要求：

a) 对单相系统或三相系统线间的单相传感器和三相传感器，额定二次电压标准值应采用 1.625 V、2 V、3.25 V、4 V 和 6.5 V。

b) 用于三相系统线对地的单相传感器，额定二次电压标准值应采用 $1.625/\sqrt{3}$ V、 $2/\sqrt{3}$ V、 $3.25/\sqrt{3}$ V、 $4/\sqrt{3}$ V 和 $6.5/\sqrt{3}$ V。

分压取能用传感器的额定二次电压不宜高于 250 V。

6.1.4 额定输出

电压测量用传感器额定输出标准值应采用 0.001 VA、0.01 VA、0.1 VA、0.5 VA、1 VA、2.5 VA、5 VA、10 VA、15 VA、25 VA 和 30 VA。

二次电压不大于 10 V 时，额定输出值宜采用 0.001 VA、0.01 VA、0.1 VA 和 0.5 VA；

二次电压大于 10 V 时，宜采用 1 VA、2.5 VA、5 VA、10 VA、15 VA、25 VA 和 30 VA。

特殊情况下可采用其他值。三相传感器的额定输出为每相额定输出。

注1：增大额定输出会导致可靠性降低、功率消耗增大和价格提高，减小额定输出会增大对电磁干扰的灵敏度。

注2：传感器额定输出之一是标准值并符合一个标准准确级，不排除其他的额定输出可为非标准值，但应符合其他的标准准确级。

分压取能用传感器的额定输出应根据供电负荷确定，由用户与制造方协商确定。

6.1.5 高压陶瓷电容器额定电容

高压陶瓷电容器额定电容优先选取50 pF、100 pF、150 pF、200 pF、250 pF、400 pF、600 pF、800 pF和1000 pF。

6.1.6 低压陶瓷电容器额定电容

低压陶瓷电容器额定电容应根据高压陶瓷电容器额定电容和额定二次电压确定。

6.1.7 额定频率

额定频率的标准值应为50 Hz。用户有要求时，应在订货合同中注明。

6.2 绝缘水平

6.2.1 高压端标准绝缘水平

传感器的高压端标准绝缘水平应符合表3的规定。标准绝缘水平应以传感器最高电压 U_m 为基准。

表3 标准绝缘水平

kV

额定电压 U_N (方均根值)	传感器最高电压 U_m (方均根值)	额定工频耐受电压 (方均根值)	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)	截断雷电冲击耐受电压 (峰值)
3	3.6	18/25 ^a	40	45
6	7.2	23/30 ^a ; 32 ^b	60	65
10	12	30/42 ^a	75	85
15	18	40/55 ^a ; 57 ^b	105	115
20	24	50/65 ^a ; 68 ^b	125	140
35	40.5	80/95 ^a ; 100 ^b	185/200 ^c	220
注：对于户外/线路安装，推荐选用最高的绝缘水平。				
a 该栏斜线上数据为传感器外绝缘在湿燥状态下耐受电压（或称为湿耐受电压）；该斜线下数据为传感器外绝缘在干燥状态下耐受电压（或称为干耐受电压）。				
b 该栏分号“；”之后的为母线承力型传感器的干耐受电压。				
c 该栏斜线下数据仅适用于传感器的内绝缘。				

6.2.2 输出端子

额定电压为20 kV及以下的传感器，输出端子应承受额定短时工频耐受电压3 kV（方均根值）；额定电压为35 kV的传感器，应承受额定短时工频耐受电压5 kV（方均根值）。

6.2.3 统一爬电比距

户外传感器不同污秽等级下的最小统一爬电比距可参照表4确定。

表4 户外传感器不同污秽等级下的最小统一爬电比距

污秽等级	最小统一爬电比距 mm/kV
a	22
b	27.8
c	34.7

d	43.3
e	53.7
注1：传感器外绝缘形状对其表面绝缘的特性有很大影响。 注2：在特别严重污秽条件下，统一爬电比距由用户与制造方协商确定。 注3：对于易受污染的户内型产品，可参照本表选取其表面绝缘的统一爬电比距。	

6.2.4 海拔修正

对于海拔高于1000 m处使用的传感器，绝缘水平按照GB 311.1的要求修正外绝缘耐受电压。

6.3 2 h 工频耐受电压

传感器应承受2倍额定电压 U_N ，持续时间2 h不应发生闪络或击穿。

6.4 局部放电

6.4.1 局部放电量

在施加局部放电测量电压下的局部放电量不应超过表5的规定。

表5 局部放电测量电压和局部放电量

局部放电测量电压（方均根值） kV	局部放电量 pC	
$1.2U_m$	局部放电测量用传感器	5
	带电指示用传感器	10
	电压测量和分压取能用传感器	50
$1.2U_m/\sqrt{3}$	电压测量和分压取能用传感器	20

6.4.2 局部放电熄灭电压

局部放电熄灭电压不应小于 $1.1U_m/\sqrt{3}$ 。

6.5 电容偏差

传感器在额定电压下，实测电容与额定电容之差不应超过额定电容的-10%~+10%。

6.6 介质损耗因数

传感器在10 kV或 $(0.9\sim 1.1)U_N$ 电压下，测得的介质损耗因数不应大于0.5%。

6.7 输出端的最大电流值

传感器对地电压为额定电压时，输出端的电流值不宜大于10 mA，允许偏差应为-10%~+10%。

6.8 温升

1.2倍额定电压 U_N 下，温度稳定时端子和表面温升限值不应大于5 K；1.9倍额定电压 U_N 下，温度稳定时端子和表面温升限值不应大于10 K。

6.9 准确级

电压测量用传感器标准准确级分为0.5、1.0和3.0。在80%~120%的额定电压及功率因数为0.8（滞后）的25%~100%的额定负荷下，额定频率时的电压误差和相位误差不应超过表6的规定。

表6 电压测量用传感器的电压误差和相位误差限值

准确级	电压（比值）误差 ±1%	相位误差	
		±（'）	±crad
0.5	0.5	20	0.6
1.0	1.0	40	1.2
3.0	3.0	不规定	

6.10 陶瓷电容元件性能

陶瓷电容元件性能应满足附录C的要求。

7 机械性能要求

7.1 承力型传感器

承力型传感器的机械性能等级弯曲试验破坏负荷应按传感器直立安装，负荷水平施加于传感器顶部确定。标准值应采用2000 N、4000 N、6000 N、8000 N、10000 N、12000 N、16000 N、20000 N和25000 N。

机械破坏负荷试验时施加负荷应为规定的机械破坏负荷值的 100%。

机械试验宜在四个相互垂直方向上施加规定机械破坏负荷的 50%负荷，也可选择在一个方向上施加规定机械破坏负荷的 70%负荷，也可规定加在传感器顶部表面以上 x mm 处的破坏负荷 P_x ，此负荷值如下式：

$$P_x = P_0 \frac{h}{h + x}$$

..... (1)

式中：

P_0 ——传感器顶部端面的破坏负荷；

h ——传感器高度。

传感器的机械性能应能达到规定的机械破坏负荷。

7.2 非承力型传感器

7.2.1 弯曲负荷

传感器应耐受制造方标称的弯曲负荷值，顶端在 2.5 倍最大允许水平拉力 F 作用下耐受 10 s 而不损坏，并可靠运行。最大允许水平拉力 F 应符合表 7 的规定。

表 7 最大允许水平拉力 F

额定电压 /kV	3~10	15~35
最大允许水平拉 /N	147	294

7.2.2 拉伸负荷

传感器悬挂使用时，应进行拉伸负荷试验。传感器应耐受制造方标称的拉伸负荷值，额定拉伸负荷应至少为传感器自重的15倍；其他要求制造方应与用户协商确定。

传感器应耐受额定拉伸负荷1 min 试验而不损坏。

7.3 弯曲负荷下的偏移测量

承力型传感器应进行弯曲负荷下的偏移测量。在传感器自由端依次施加额定弯曲破坏负荷的20%和50%，传感器顶端受力点偏移值之差应符合表8的规定。

当弯曲负荷解除时，残留偏移应小于传感器高度的0.2%。

表8 弯曲负荷下传感器顶端偏移值之差 mm

传感器高度 <i>h</i>	50%和20%额定弯曲破坏负荷下传感器偏移值之差
$h \leq 200$	$\leq 1.5\% h$
$200 < h \leq 500$	$\leq 1.7\% h$

7.4 测定随温度变化的弯曲强度

承力型传感器应通过机械弯曲破坏负荷试验测定温度变化引起的机械强度变化。

机械弯曲破坏负荷试验应按表9选择的温度确定；未选择时，应使用b类温度范围。

在选择温度范围内，按照表9中规定的三个温度值进行随温度变化的机械弯曲破坏负荷试验。

表9 温度范围及温度值

类别	温度范围 ℃	温度值 ℃
a	-40~+55	-40, +20, +55
b	-20~+75	-20, +20, +75
c	-5~+90	-5, +20, +90

对于选择的每一个温度，应至少在10只传感器上进行机械弯曲破坏负荷试验。从测得的实际弯曲破坏负荷上，计算均值 $\bar{R}$ 和标准偏差*S*：

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n - 1}} \quad \dots \dots \dots (3)$$

式中：

R——每只试验传感器的破坏负荷；

n——在此选择温度下试验传感器的数量。

通过绘制 $\bar{R}$ 对应于温度的点并进一步作出 $(\bar{R} - \alpha S)$ 连线，可以评估特定结构的传感器在选择温度下达到规定的破坏负荷的概率。

“ α ”宜为2，但通过用户与制造方协议可按需要的概率水平选择较高或较低的值。

7.5 顶部金属附件

传感器的顶部金属附件应能耐受最小弯矩 M 。

[illegible]

式中:

P_0 ——传感器顶部端面的破坏负荷;

h ——传感器高度。

在传感器的破坏负荷下, 顶部紧固螺栓应力不应超过 400 N/mm^2 。

8 其他性能要求

8.1 外观

8.1.1 传感器浇注体表面

传感器浇注体表面应光滑、平整、不得有缺料、气孔、裂纹、折痕等缺陷，除合模缝外不允许打磨、加工、修补、涂漆等。表面允许涂具有三防性能的绝缘漆，漆膜应光亮、色调均匀、无花斑及流痕，面漆颜色深浅程度应一致。

8.1.2 传感器复合外套

传感器复合外套缺胶、杂质、凸起等单个缺陷面积不应超过25 mm²，深度不应大于1 mm，凸起表面与合模缝应清理平整，凸起高度不应超过0.8 mm，粘接缝凸起高度不应超过1.2 mm，总缺陷面积不应超过外套总表面0.2%。

8.2 接地

传感器座架接地时，应提供可靠的接地端子，应连接适合于规定故障条件的接地导体，连接处应标有接地符号，接地符号应符合GB/T 5465.2的规定。

8.3 绝缘材料

传感器绝缘件宜采用环氧树脂、硅橡胶、不饱和聚酯玻璃纤维增强模塑料等有机复合材料。绝缘件材料应符合产品标准，原材料进厂时应有检验报告，制造方应对原材料进行进厂检验。

外套材料性能应满足附录 D 的要求。

8.4 密封性能

传感器应有可靠密封，沸水煮法试验后，介质损耗因数变化量不应超过 10%，局部放电量不应超过表 5 的要求。

8.5 耐环境性能

户外传感器应能耐受温度循环试验和盐雾试验作用,户内传感器应能耐受温度循环试验作用。

试验后，传感器应无明显的机械损坏，介质损耗因数变化量不应超过10%，局部放电量不应超过表5的要求。

8.6 可燃性

传感器绝缘材料的燃烧和自熄灭特性应满足附录E的要求。

9 试验

9.1 试验总则

试验分为型式试验、例行试验和交接试验，试验项目及要求应符合表10的规定。

型式试验在每种型号的1台或2台传感器上进行，用来做型式试验的传感器应为经例行试验合格。

例行试验和交接试验在每台传感器上进行。交接试验中的工频干耐受电压试验，试验电压为额定工频干耐受电压值的75%。

传感器所使用的陶瓷电容元件及部分材料性能，用陶瓷电容元件试验、外套材料试验和可燃性试验考核，可参照附录C、附录D和附录E进行。

表10 试验项目及要求

试验项目	型式试验	例行试验	交接试验	技术要求	试验方法
一般检查	√	√	√	8.1、8.2、8.3	9.3.1
工频干耐受电压试验 ^a	√	√	√	6.2	9.3.2
工频湿耐受电压试验 ^a	√	/	/	6.2	9.3.2
雷电冲击耐受电压试验	√	√	/	6.2	9.3.3
截断雷电冲击试验	√	/	/	6.2	9.3.4
2h工频耐受电压试验	√	/	/	6.3	9.3.5
局部放电试验	√	√	/	6.4	9.3.6
电容和介质损耗因数测量	√	√	/	6.5、6.6	9.3.7
输出端的电流测量	√	√	/	6.7	9.3.8
温升试验	√	/	/	6.8	9.3.9
准确度试验 ^b	√	√	√	6.9	9.3.10
机械破坏负荷试验	√	/	/	7.1	9.3.11
弯曲负荷试验	√	/	/	7.2	9.3.12
拉伸负荷试验	√	/	/	7.2	9.3.13
弯曲负荷下的偏移试验	√	/	/	7.3	9.3.14
随温度变化的弯曲强度试验	√	/	/	7.4	9.3.15
密封试验	√	/	/	8.4	9.3.16
温度循环试验 ^c	√	/	/	8.5	9.3.17
盐雾试验 ^c	√	/	/	8.5	9.3.18
注：“√”为必做，“/”为可不做。					
a 户外传感器应进行工频干耐受电压试验和工频湿耐受电压试验，户内传感器仅进行工频干耐受电压试验。					
b 准确度试验包括基本准确度试验和准确度与温度关系试验，型式试验应进行基本准确度试验和准确度与温度关系试验，例行试验和交接试验仅进行基本准确度试验。					
c 户外传感器应进行温度循环试验和盐雾试验，户内传感器仅进行温度循环试验。					

9.2 试验条件

9.2.1 一般试验条件

试验和测量应在下列条件下进行：

传感器的温度应与周围空气温度无显著差别，如需校正，应以+20℃为参考温度。

测量前，传感器应在测试温度下存放24 h以上。

在测量期间，不应使传感器受到气流、阳光直射或可能引起误差的其他影响。

状态恢复应在试验条件下进行，恢复时间应为2 h。

交流电压波形应符合GB/T 16927.1的规定，频率宜为48 Hz～55 Hz，且近似正弦波。

9.2.2 测量设备及准确度

测量设备应符合GB/T 16927.2的规定，所测数值准确度应符合有关试验条款要求。

9.2.3 特殊试验条件

试验条件不满足一般试验条件时，应由用户与制造方协商确定。

9.3 试验方法

9.3.1 一般检查

传感器的一般检查项目如下：

a) 传感器的外观应符合8.1和8.2的要求，使用的绝缘材料应符合8.3的要求；

b) 传感器的端子（引线）极性应正确，并应有正负极的清晰标识；

c) 用量具检查传感器的外形尺寸，应符合设计要求；

d) 接地端子应标有“地”符号，按GB/T 5465.2确定；

e) 测量爬电距离，应符合6.2.3的要求；

f) 除非用户与制造方另有协议，对于未注明公差尺寸应符合 $\pm(0.01d+0.2\text{ mm})$ 的偏差要求，其中 d 为被检查的尺寸，mm。

9.3.2 工频耐受电压试验

9.3.2.1 工频干耐受电压试验

工频干耐受电压试验程序应符合GB/T 16927.1的规定，施加表3中传感器额定电压对应的额定工频干耐受电压，历时1 min。

试验结束后，传感器未发生破坏性放电，则通过工频干耐受电压试验。

9.3.2.2 工频湿耐受电压试验

工频湿耐受电压试验程序应符合GB/T 16927.1的规定，施加表3中传感器额定电压对应的额定工频湿耐受电压，历时1 min。

试验时，可允许闪络一次，但在重复试验时不得再发生闪络。

9.3.3 雷电冲击耐受电压试验

试验电压应按GB/T 16927.1规定的标准雷电冲击波，若因试验设备局限，对于大电容值波前时间可延长至8 μs 。

试验应在正、负两种极性下进行。每种极性应连续冲击15次，不作大气条件修正。

若试验均满足下列要求，则传感器通过试验：

——非自恢复性的内绝缘未发生破坏性放电；

——非自恢复性的外表面绝缘未出现闪络；

——自恢复性的外绝缘出现闪络不超过两次；

——未发现绝缘损坏的其他证据，如在同一电压水平所记录的波形变化。

注：规定施加正、负极性冲击电压各15次是为试验内绝缘和外绝缘而规定的。如果用户与制造方协议了其他试验来检查外绝缘，则雷电冲击次数可以减少到每种极性3次，需做大气校正。

9.3.4 截断雷电冲击试验

试验在雷电冲击耐受电压试验后进行，采用负极性雷电冲击波。

试验电压应按照GB/T 16927.1所规定的标准雷电冲击波，在 $2\mu\text{s}\sim 5\mu\text{s}$ 之间达到峰值后截断。截断回路的布置应使记录冲击波形的反冲值限制在峰值的30%内。应采用合适的间隙使雷电冲击波截断。

施加冲击顺序如下：

——1次全波冲击；

——2次截波冲击；

——14次全波冲击。

全波冲击在截断前后的波形畸变可以显示内部损坏。在评估绝缘性能时，在自恢复性的外绝缘上截波时出现的闪络可忽略不计。

9.3.5 2 h 工频耐受电压试验

试验程序应符合GB/T 16927.1的规定，施加2倍的额定电压 U_N ，历时2 h。若传感器未发生破坏性放电，则通过2 h工频耐受电压试验。

9.3.6 局部放电试验

试验程序和测试设备应符合GB/T 7354的规定，测量回路的灵敏度应能检测出1 pC的放电。试验回路应无放电并能防止外来的干扰。

局部放电试验在传感器高压端工频耐压试验后进行，将电压升至80%工频耐受电压，至少保持60 s，然后将电压依次降到 $1.2U_m$ 和 $1.2U_m/\sqrt{3}$ 局部放电测量电压，在30 s内测出其相应的局部放电量。再逐渐将电压降至放电熄灭时的电压值，在这一放电限值处的试验电压即为局部放电熄灭电压。

局部放电量 and 局部放电熄灭电压应符合6.4的要求。

9.3.7 电容和介质损耗因数测量

电容测量采用的方法应能排除由于谐波和测量电路附件引起的误差。测量准确度应能反映出一个元件击穿量。电容量测量宜采用电桥法。测量方法的不确定度应在报告中给出。

电容和介质损耗因数测量同时进行，测量时的电压为 $(0.9\sim 1.1)U_N$ ，额定电压高于10 kV的可采用10 kV的测量电压。

电容偏差和介质损耗因数应符合6.5和6.6的要求。

9.3.8 输出端的电流测量

在传感器高压端子上施加额定电压，输出端子接地，测量输出端子与地之间的电流，此电流不宜超过6.7的要求。

9.3.9 温升试验

试验宜在环境温度 $+5^{\circ}\text{C}\sim +35^{\circ}\text{C}$ 下进行，传感器的固定应符合安装使用工况。

传感器的接地端子接地，无接地端子的传感器，输出端子接地，分别施加 $1.2U_N$ 和 $1.9U_N$ 工频电压，传感器温度稳定后，其端子及表面温升应符合6.8的要求。

9.3.10 准确度试验

9.3.10.1 基本准确度

试验宜在环境温度 $+5^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ 下进行，施加额定频率的80%、100%和120%额定电压，在25%及100%额定负荷下，测量电压（比值）误差和相位误差，应符合6.9的要求。

9.3.10.2 准确度与温度的关系

传感器应分别在满足性能要求的两个极限环境温度下，施加额定频率的额定电压和100%额定负荷，测量电压（比值）误差和相位误差，应符合6.9的要求。

注：传感器达到温度稳定所需的时间取决于传感器的结构和尺寸。

9.3.11 机械破坏负荷试验

试品应包含所有内部部件，试验前试品应进行局部放电试验。

机械破坏负荷从零迅速而平稳地升到规定破坏负荷的50%，再以每分钟为规定机械破坏负荷的35%~100%的速率升高至7.1规定的破坏负荷。

可通过对传感器自由端施加负荷来检验负荷 P_0 。

可通过使用一个延伸件将负荷分别施加在距传感器顶面以上 $x\text{ mm}$ 或 50 mm 处来检验负荷 P_x 和 P_{50} 。

负荷方向应通过传感器的轴线且与其垂直。

若达到规定机械破坏负荷，则传感器通过试验。

9.3.12 弯曲负荷试验

试品应包含所有内部部件，试验前试品应进行局部放电试验。

试验时，传感器的固定应符合安装使用工况，对顶端施加与传感器轴线垂直的负荷。在30 s~90 s内，均匀而无冲击地升高弯曲负荷至7.2.1规定的试验负荷，并在此负荷下保持10 s。

符合下列条件，则传感器合格：

- 无可见的机械损伤，无开裂、损坏或金属附件产生明显的永久变形；
- 各部件间无明显位移；
- 试验后局部放电量不应超过表5的要求。

9.3.13 拉伸负荷试验

试品应包含所有内部部件，试验前试品应进行局部放电试验。

试验时，传感器的固定应符合安装使用工况，对顶端施加沿传感器轴线方向的拉伸负荷。在30 s~90 s内，均匀而无冲击地升高拉伸负荷至7.2.2规定的试验负荷，并在此负荷下保持60 s。

符合下列条件，则传感器合格：

- 无可见的机械损伤，无开裂、损坏或金属附件产生明显的永久变形；
- 各部件间无明显位移；
- 试验后局部放电量不应超过表5的要求。

9.3.14 弯曲负荷下的偏移试验

试验时传感器安装在刚性的固定底座或框架上。

在传感器的自由端依次施加额定弯曲破坏负荷的20%和50%，测量施加负荷下的传感器顶端偏移值。

当解除弯曲负荷时，残余偏移应小于传感器高度的0.2%。20%和50%额定弯曲破坏负荷下的偏移值之差应符合表8的要求。

9.3.15 随温度变化的弯曲强度试验

试验时传感器安装在刚性的固定底座或框架上，在达到破坏负荷时温度变化不能超过试验温度 ± 5 K。

额定电压20 kV及以下的传感器，传感器和与其接触的试验机活动部件同时加热或冷却。试验机的固定装置使热或冷的传感器在不超过1 min内安装完。

额定电压35 kV的传感器，提供一个使传感器安装在试验机上进行试验时能被加热和冷却的装置。

在传感器需满足两个或三个温度范围时，应在两个或三个范围的极端温度和20°C下进行。

在传感器的自由端施加弯曲负荷，并逐渐增大至传感器破坏，测量机械弯曲破坏负荷。

均值 $\bar{R}$ 和20°C的实测值不小于规定机械破坏负荷，则传感器通过试验。

9.3.16 密封试验

采用沸水煮法检验传感器密封性能，试验应在一个完整的传感器上进行。

密封试验在机械性能试验后进行。

试品为新的、干净的、装配完整的传感器，试验前试品需测量介质损耗因数及局部放电量。

将传感器浸入沸腾的去离子水的溶液中煮42 h，水中NaCl的含量为1 kg/m³。

注1：上述水的特性为试验开始时测量值。

注2：如果用户声称其密封材料无法耐受沸水42 h，经制造厂与用户协商同意，水温（沸水）也可降到80°C（最少只需52 h）。经用户与制造方协商后，也可将52 h扩大到168 h（一周）。

水煮时间到后，传感器应保持在容器中直到水冷却到50°C，并保持这个温度，直到进行验证试验。

所有验证试验应在8 h之内，按下列顺序完成：

——介质损耗因数测量：试验前后变化量不应超过10%；

——局部放电测量：局部放电测量电压下的局部放电量不应超过表5的要求。

验证试验应在已经冷却到室温的试品上进行。仅当需要延迟验证试验时，才有必要让水温保持在50°C直到沸水煮法试验结束。

9.3.17 温度循环试验

试验前试品需测量介质损耗因数及局部放电量。

高温 T_B 至少为+40°C，但不超过+70°C。低温 T_A 至少比高温低85 K，但是低温的最低温度不能低于-50°C。

——温度变化梯度：1 K/min；

——每个温度等级暴露持续时间：3 h；

——循环次数：10次。

一个温度循环过程参照图2，包括下列步骤：

将试验箱中空气温度以1 K/min的速率降低到规定的低温 T_A 。

在箱内温度达到稳定后，试验试品应在低温条件下暴露3 h。

然后将试验箱中空气温度以1 K/min的速率升高到规定的高温 T_B 。

在箱内温度达到稳定后，试验试品应在高温条件下暴露3 h。

然后将试验箱中空气温度以1 K/min的速率降低到试验室环境温度，25°C $\pm$ 5 K。

试验程序应符合GB/T 2423.22的规定。

试验后，传感器无明显的机械损坏，介质损耗因数变化量不应超过10%，局部放电测量电压下的局部放电量不应超过表5的要求。

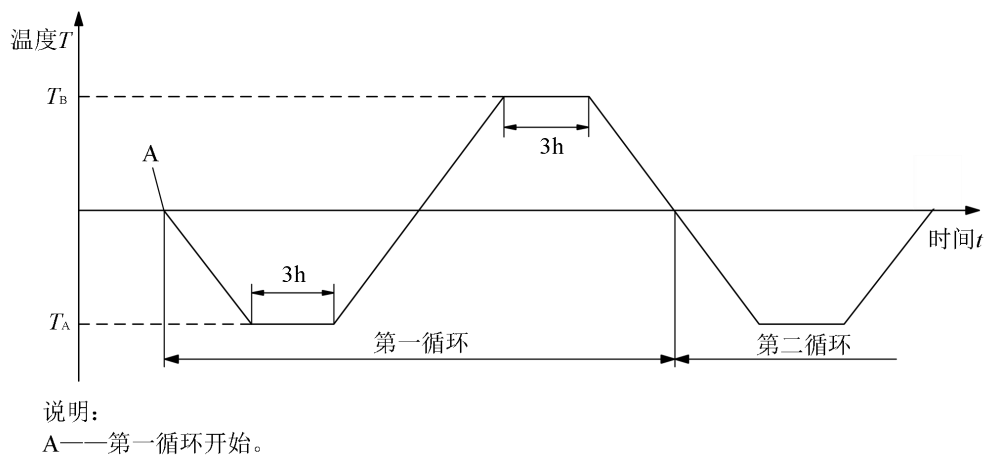


图 2 一个温度循环过程示意图

9.3.18 盐雾试验

盐雾试验前先进行温度循环试验。

试验前试品需测量介质损耗因数及局部放电量。

传感器的固定应符合安装使用工况，传感器之间不应有接触，也不应与其他金属部件接触。

试验箱的温度应维持在 $(35\pm2)^{\circ}\text{C}$ 。

所有的暴露区域应维持盐雾条件，用面积为 80 cm^2 的器皿在暴露区域的任何一点连续收集至 96 h 的雾化沉积溶液，平均每小时收集量在 $1.0\text{ mL}\sim 2.0\text{ mL}$ 之间。至少采用两个收集器皿，器皿放置的位置不应受传感器的遮挡。

在温度 $(35\pm2)^{\circ}\text{C}$ 时，测量器皿内的溶液浓度和 pH 值应分别符合下列要求：

- 盐溶液浓度： $(5\pm1)\%$ （质量比）；
- 盐溶液 pH 值： $6.5\sim 7.2$ 。

a) 对于连续使用的试验箱，每次试验后应对试验过程中收集到的溶液进行测量；

b) 对于不连续使用的试验箱，在试验开始前应进行 16 h~24 h 的试运行。试运行结束后，在试品开始试验前立即测量。还应按 a) 的规定进行测量。

试验结束后，除非有相关规定，试品应在自来水下冲洗 5 min，然后用蒸馏水或去离子水冲洗，晃动或用气流干燥去掉水滴。

清洗用水温度不应超过 35°C 。

试品应在标准恢复条件下放置不少于 1 h，且不超过 2 h。

试验应符合 GB/T 2423.17 的规定。

试验后，传感器无明显的机械损坏，介质损耗因数变化量不应超过 10%，局部放电测量电压下的局部放电量不应超过表 5 的要求。

10 标志、包装、运输与贮存

10.1 标志

传感器应装有铭牌，并固定在明显可见位置，铭牌标志内容应符合表 11 的规定。

表11 铭牌标志

序号	项目	符号 [单位]	带电指示用 传感器	局部放电测量用 传感器	电压测量用 传感器	分压取能用 传感器
1	制造单位名称		○	○	○	○
2	产品名称		○	○	○	○
3	产品型号		○	○	○	○
4	产品编号		○	○	○	○
5	制造年份		○	○	○	○
6	额定频率	f_N [Hz]	○	○	○	○
7	传感器最高电压	U_m [kV]	○	○	○	○
8	额定电压	U_N [kV]	○	○	○	○
9	额定一次电压	U_{PC} [kV]			○	○
10	额定二次电压	U_{SC} [kV]			○	○
11	额定输出				○	○
12	高压陶瓷电容器额定电容	C_{1N} [pF]	○	○	○	○
13	低压陶瓷电容器额定电容	C_{2N} [pF]			○	○
14	准确级				○	
注：○——表示适用。						

10.2 包装

10.2.1 总则

传感器的包装必须保证在运输中，不致因包装不良而损坏，应符合JB/T 9673的规定，并采取防雨、防潮、防锈、防震等措施。包装应符合运输部门的有关规定。

10.2.2 包装箱标识

包装箱外表面应标明下列标志及字样：

- a) 型号、制造方名称及交货合同号；
- b) 收货、发货单位名称及地址；
- c) 净重、毛重、箱体尺寸及“共x箱，第x箱”；
- d) “小心轻放”、“不许倒置”、“请勿受潮”等字样和标记。字样和标记应符合GB/T 191的规定；
- e) 标志和字样应牢固、清晰及整齐；
- f) 起吊位置。

10.2.3 装箱资料

装箱资料应包括下列文件，并应妥善包装，防止受潮：

- a) 装箱清单，包括型号、数量等；
- b) 例行试验报告；
- c) 合格证；
- d) 安装和使用说明书；
- e) 外购件出厂质量合格证明书和技术说明书。

10.3 运输与贮存

传感器在运输和贮存期间应有防蚀措施。

产品在运输过程中应无严重振动、颠簸和冲击现象。

产品应贮存在不超过 40℃ 的干燥洁净的室内，应放在离地面不低 10 cm 的支架上。

复合外套传感器在运输时严禁与酸碱等腐蚀性物品混装，贮存时不应与酸碱等腐蚀性物品混放。

附录 A
(资料性附录)
高压陶瓷电容传感器基本结构

电力用高压陶瓷电容传感器按照功能用途分为带电指示、局部放电测量、电压测量和分压取能传感器，按其安装场所分为户内、户外两种，按其结构分为低压陶瓷电容器/检测阻抗内置和外置两种。

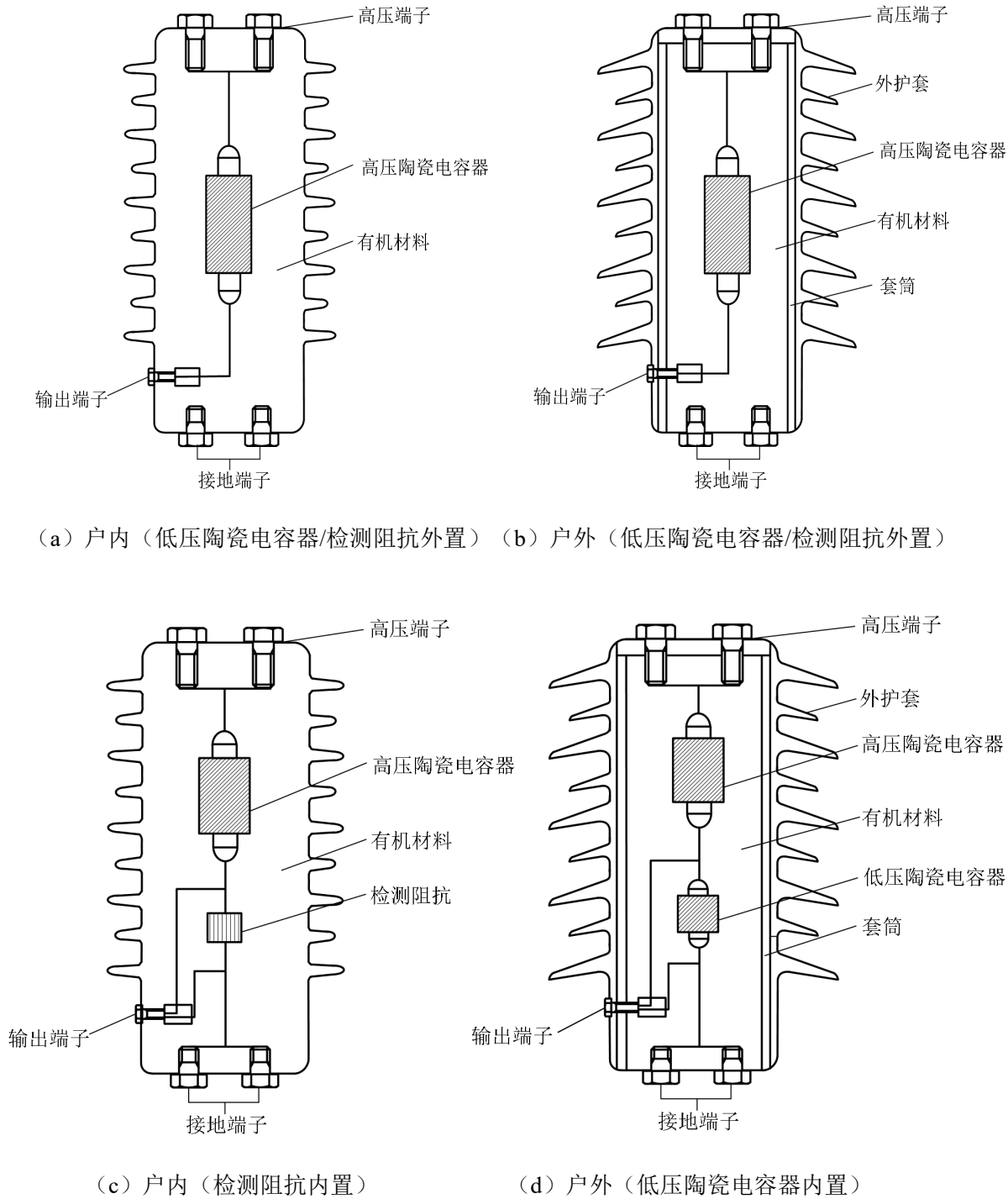


图 A.1 基本结构示意图

附录 B
(资料性附录)
高压陶瓷电容传感器产品型号命名

高压陶瓷电容传感器产品型号组成如图 B.1 所示。

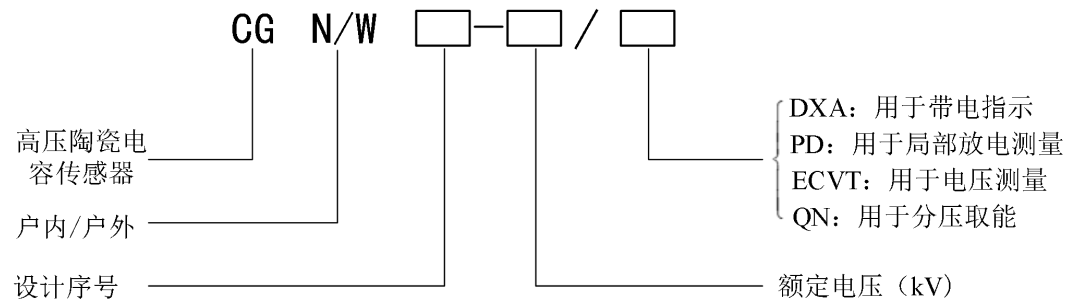


图 B.1 产品型号组成

附录 C
(资料性附录)
陶瓷电容元件试验

C.1 陶瓷电容元件性能

C.1.1 绝缘水平

陶瓷电容元件的绝缘水平应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 陶瓷电容元件绝缘水平 kV

额定电压 (方均根值)	额定工频耐受电压 (方均根值)	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)
3	32	51
6	41/51	80/100
10	54/75	100/115
15	65	125
20	80	160
35	118	240
注：斜线下数据仅用于高海拔型陶瓷电容元件。		

C.1.2 局部放电量

陶瓷电容元件在局部放电测量电压下的局部放电量不应超过表 C.2 的规定。

表 C.2 局部放电的测量电压和允许水平

额定电压 (方均根值) kV	局部放电测量电压 (方均根值) kV	局部放电量 pC
3	6	1
6	10	
10	15	
15	26.4	
20	30	
35	52.5	

C.1.3 电容偏差

陶瓷电容元件在额定电压下，实测电容与额定电容之差不应超过额定电容的-10%~+10%。

C.1.4 介质损耗因数

陶瓷电容元件在 10 kV 或 (0.9~1.1) U_N 电压下，测得的介质损耗因数不应大于 0.5%。

C.2 陶瓷电容元件试验

C.2.1 总则

陶瓷电容元件的工频耐受电压试验、雷电冲击耐受电压试验和局部放电试验应在绝缘油中进行。

试验用绝缘油应透明、无杂质或悬浮物，温度宜为 $+5^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ ，各项指标应符合 GB 50150—2016 中第 19 章的规定。

电容和介质损耗因数测量在 9.2 规定的试验条件下进行。

C.2.2 工频耐受电压试验

工频耐受电压试验应符合 GB/T 16927.1 的规定，施加表 C.1 规定的额定工频耐受电压，历时 1 min。若陶瓷电容元件不发生击穿，则通过试验。

C.2.3 雷电冲击耐受电压试验

试验电压应按 GB/T 16927.1 规定的标准雷电冲击波，在正、负两种极性下进行。每种极性应连续冲击 15 次，不作大气条件修正。

若试验均满足下列要求，则陶瓷电容元件通过试验：

- 非自恢复性的内绝缘未发生破坏性放电；
- 非自恢复性的外表面绝缘未出现闪络；
- 自恢复性的外绝缘出现闪络不超过两次；
- 未发现绝缘损坏的其他证据，如对同一电压水平所记录的波形变化。

注：规定施加正、负极性冲击电压各 15 次是为试验内绝缘和外绝缘而规定的。如果用户与制造方协议了其他试验来检查外绝缘，则雷电冲击次数可以减少到每种极性 3 次，需做大气校正。

C.2.4 局部放电试验

局部放电试验应符合 GB/T 7354 的规定。

局部放电测量电压下的局部放电量应符合表 C.2 的规定。

C.2.5 电容和介质损耗因数测量

电容和介质损耗因数同时测量，测量时的电压为 $(0.9\sim1.1)U_N$ ，额定电压高于 10 kV 的可采用 10 kV 的测量电压。

电容偏差和介质损耗因数应符合 C.1.3 和 C.1.4 的规定。

附录 D
(资料性附录)
外套材料试验

D.1 硬度试验

D.1.1 试验程序

两片同一尺寸的外套材料试样分别从两只传感器外套上裁取，其尺寸、形状和厚度应适应于 GB/T 531.1 规定的硬度测量。如果伞形或厚度不适宜，试样可以专门制作，其制造工艺和参数应与传感器外套相同。

按 GB/T 531.1 规定用邵尔 A 硬度计测量并记录两片试样的硬度，同时测量并记录环境温度。然后，试样应浸没于 GB/T 20142—2006 中 6.2.2.2 定义的沸水中煮沸 42 h，水煮后让试样冷却，并在 3 h 内再次测量其硬度，测量时的温度与煮沸前的温差值不应超过 ± 5 K。

D.1.2 试验评价

前后两次测量的两片试样的硬度值变化均不超过20%。

D.2 加速气候试验

D.2.1 试验程序

从传感器外套上上裁取三片和外套材料一致的式样（如果可能，其上应具有绝缘子的标记）进行试验，传感器外套应按下列试验方法之一经受 1 000 h 紫外光试验。如果所取外套上有标记，应将其直接曝露在紫外光下。

——氙弧法，按 GB/T 16422.2:

- 无光源期方法 A;
- 标准喷射周期;
- 黑色板的温度为 $65^{\circ}\text{C} \pm 3\text{K}$;
- 周围辐射度为 550 W/m^2 。

——荧光紫外外灯，按 GB/T 16422.2:

- I 型荧光紫外灯;
- 曝光时间方法 2。

不允许无水试验。

D.2.2 试验评价

试验后伞裙或外套材料上的标记仍应清晰可辨，不允许有开裂和爆皮等表面劣化。

如对劣化判定有疑问，应测量每片试品的表面粗糙度各两次。裂纹的深度 (R_2 ，按 GB/T 3505 定义) 测量，测量长度至少为 2.5 mm， R_2 不应超过 0.1 mm。

注：GB/T 6062 给出了表面粗糙度测量的细节。

D.3 耐漏电起痕和蚀损

D.3.1 试样

试样可按照 GB/T 20142—2006 中 6.3.1 试验后的传感器（也可在正常生产线上的传感器）上按如下方法取得：

D.3.1.1 裁取胶片

在外套较大伞裙上裁取胶片，胶片表面应没有或存在较小的划伤、凸起、凹坑、气泡、标记、修补痕迹等缺陷。胶片数量应不少于 5 片。

D.3.1.2 修整胶片

将胶片修整成长度不小于 60 mm，宽度 40 mm～50 mm，厚度 2 mm～6 mm 的形状，修整时应尽可能少地裁削胶片，并且进行厚度修整时只能对其一面（一般为倾斜角较大的一面）切削，胶片的边沿可以不是直线，但应在以上规定范围内。

D.3.1.3 压制试样

将裁好的胶片放置于试样制备模具中，放置时应使胶片处于模具中间，未修面紧贴模具底面，然后均匀放置适量胶料（此胶料应与伞裙胶料相同或相近），按混炼胶硫化工艺成型、制样，制备的试样表面应无裂痕，未修整表面中部不应有制样用的胶料，必要时可在待试样亲和界面涂偶联剂。压制的试样尺寸应满足 GB/T 6553 的要求。

D.3.2 安装试样

将未修整面按 GB/T 6553 要求打磨处理。安装时，应将长度方向上裁取胶片较靠近底边的一端联接高压电极，且此电极应在未修整面上，上下电极间至少 65% 的面积应为待试样。

D.3.3 试验评价

符合 GB/T 6553 的要求，试验采用恒压法 A，耐受电压 4.5 kV，蚀损深度不应大于 2.5 mm。试验结果仅当蚀损区域在裁取的伞裙胶片内有效（蚀损深度大于 2.5 mm 的部分可以是制样用胶料），否则应重新补做该号试品。

注：如果传感器的外套裁取不到以上规格的胶片时，应采用正常生产使用的胶料，按正常生产的硫化条件制成符合 GB/T 6553 规定的试样。

附录 E
(资料性附录)
可燃性试验

E.1 试品准备

试验试品包括传感器的外套、有机材料等绝缘材料，并与传感器绝缘材料相同。

试品制备按照GB/T 5169.16—2017第7章的要求，如果不能实现，应使用与模制产品零件相同的制造工艺制作试品；若还不可行，可从成品的有代表性的模制零部件上切割得到试品。

注：如果不能由上述方法制备试品，则考虑使用其他可替代的火焰试验方法。

对于任何切割处理，在完毕后应仔细清楚表面的所有粉尘和微粒，并用细砂纸将切口各棱边打磨平整光滑。条形试品的尺寸为：长 $125\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$ 、宽 $13.0\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ ，首选厚度值包含 0.1 mm 、 0.2 mm 、 0.4 mm 、 0.75 mm 、 1.5 mm 、 3.0 mm 、 6.0 mm 和/或 12.0 mm 。应至少提供最小和最大的厚度。

试品厚度不应超过 13.0 mm ，边缘应光滑，边角半径不应超过 1.3 mm 。

应至少准备20个条形试品。应将两组5个条形试品放在温度 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 10\%$ 的条件下调节至少48 h。试品从状态调节箱中取出后，应在30 min内完成试验。应将两组5个条形试品放在温度 $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的空气循环烘箱中调节至少 $168\text{ h} \pm 2\text{ h}$ ，然后在干燥箱中冷却至少4 h。将试品从干燥箱中取出，在30 min内完成试验。

E.2 试验程序

试品在温度 $15^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ 、相对湿度 $40\% \sim 75\%$ 的实验室环境下进行试验。

按照GB/T 5169.16—2017中第9章试验方法B——垂直燃烧试验的试验程序，对试品施加火焰 $10\text{ s} \pm 0.5\text{ s}$ 后立即完全移出燃烧器，同时启动计时装置开始测定余焰时间 t_1 。观察并记录 t_1 以及是否有颗粒或熔融滴落物，如果有，是否引燃棉垫。

注1：当测定 t_1 时，将燃烧器移至离试品 150 mm 的距离为合适的。

当试品火焰终止时，立即将试验火焰放在试验下方原来的位置，燃烧器管的中心轴线维持在垂直位置，燃烧器顶端在试品残余底棱边之下 $10\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ，维持 $10\text{ s} \pm 0.5\text{ s}$ ，如有必要，按上述移动燃烧器的方式避开熔融滴落物。在第二次施加火焰到试品 $10\text{ s} \pm 0.5\text{ s}$ 后，立即熄灭燃烧器或将其完全移离试样至不会对试品有影响，同时启动计时装置，开始测定试品的余焰时间 t_2 和余灼时间 t_3 （精度到秒）。观察并记录 t_2 、 t_3 和 t_2+t_3 。同时也记录：

- a) 有无任何颗粒或熔融物从试品上滴落，如果有，则是否引燃了棉垫；
- b) 试品是否烧至夹持夹具。

注2：测量并记录余焰时间 t_2 ，然后继续测量余焰时间 t_2 和余灼时间 t_3 （无需重启计时装置）之和。

注3：当测量 t_2 和 t_3 时，将燃烧器撤离到距试品 150 mm 处是合适的。

重复以上程序，直到处理的全部试品试验完毕。每次试验结束后应排除实验室通风橱/试验箱里的物质。

E.3 试验评价

若试品满足下列评判标准，则该材料通过试验。

- 单个试品的余焰时间（ t_1 、 t_2 ） $\leq 10\text{ s}$ ；
- 对于任何处理过的5个试品，总余焰时间 $t_f \leq 50\text{ s}$ ；
- 单个试品在施加了第二次火焰后的余焰时间加上余灼时间（ t_2+t_3 ） $\leq 30\text{ s}$ ；
- 任一试品的余焰和/或余灼未蔓延至夹持夹具；
- 燃烧颗粒或滴落物未引燃棉垫。