



# 团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

## 光电集成式内置局部放电传感器

Optical-electric integrated internal sensors used for partial  
discharge detection

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 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 设计与结构 ..... 2

    4.1 基本原理 ..... 2

    4.2 组成部件 ..... 2

    4.3 型式 ..... 2

5 技术要求 ..... 3

    5.1 工作条件 ..... 3

    5.2 安全性要求 ..... 3

    5.3 外观要求 ..... 3

    5.4 性能要求 ..... 3

6 试验方法 ..... 4

    6.1 试验条件 ..... 4

    6.2 安全性检查 ..... 4

    6.3 外观检查 ..... 5

    6.4 性能试验 ..... 5

7 检验规则 ..... 5

    7.1 检验类别 ..... 5

    7.2 型式实验 ..... 6

    7.3 出厂试验 ..... 6

8 包装、运输和贮存 ..... 6

    8.1 包装 ..... 6

    8.2 运输 ..... 6

    8.3 贮存 ..... 6

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》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。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会电力不停电检修技术与装备工作组归口。

本文件起草单位：国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、中国电力科学研究院有限公司、上海交通大学、复旦大学、华北电力大学、国网浙江省电力有限公司衢州供电公司、国网浙江省电力有限公司宁波供电公司、河南平高电气股份有限公司、国网浙江杭州市富阳区供电有限公司。

本文件主要起草人：陈孝信、王绍安、徐华、邵先军、刘浩军、郑一鸣、梁云、钱勇、盛戈皞、周小丽、王玉昆、臧奕茗、郑宇、姜炯挺、刘国清、李泽、潘超、魏建巍、周童浩、李斐然、姜雄伟。

本文件为首次发布。

# 光电集成式内置局部放电传感器

## 1 范围

本文件规定了光电集成式内置局放传感器的设计与结构、技术要求、试验方法、检验规则及包装、运输和贮存。

本文件适用于气体绝缘金属封闭开关设备、变压器等电力设备中光电集成式内置局部放电传感器的设计、生产、采购和检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 1094.1 电力变压器 第1部分：总则
- GB/T 1094.3 电力变压器 第3部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
- GB/T 2410 透明塑料透光率和雾度的测定
- GB/T 7674 额定电压72.5kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备
- GB/T 12564 光电倍增管总规范
- GB/T 15597.1 塑料 聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）模塑和挤塑材料 第1部分：命名系统和分类基础
- GB/T 20967 无损检测 目视检测 总则
- DL/T 1432.1 变电设备在线监测装置检验规范 第1部分：通用检验规范
- DL/T 1432.4 变电设备在线监测装置检验规范 第4部分：气体绝缘金属封闭开关设备局部放电特高频在线监测装置
- DL/T 1498.1 变电设备在线监测装置技术规范 第1部分：通则

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **局部放电 partial discharge; PD**

导体间绝缘仅被部分桥接的电气放电。

注：这种放电可以在导体附近发生也可以不在导体附近发生。

### 3.2

#### **局部放电光信号 optical signal of partial discharge**

局部放电发生时，对外产生的光辐射。

### 3.3

#### **光电转换 photoelectric conversion**

将光信号转换成电信号的过程。

### 3.4

#### **塑料光纤 plastic optical fiber**

以高透明聚合物如聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）作为芯层材料，聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、氟塑料等作为包层材料的光导纤维。

### 3.5

#### 荧光光纤 **fluorescent optical fiber**

在塑料光纤的芯层中掺入微量荧光物质(如稀有元素、荧光染色剂等)形成的一种特殊光纤,具有选择性吸收特定波段光信号的特性,当光从侧面或端面入射进纤芯时,芯层中的发光材料被激发而发射荧光。

### 3.6

#### 有效高度 **effective height**

在给定的频率点上电磁耦合模块的电压响应与入射电场强度的比值。

### 3.7

#### 透光率 **luminous transmittance**

透过试样的光通量与射到试样上的光通量之比,用百分数表示。

### 3.8

#### 阳极光照灵敏度 **anode luminous sensitivity**

光电转换模块的阳极输出电流除以入射于光阴极的光通量所得的商。

## 4 设计与结构

### 4.1 基本原理

光电集成式内置局部放电传感器由电磁场耦合模块和光耦合模块件作为传感元件,采用特定工艺进行集成封装,并内置于气体绝缘金属封闭开关设备(以下简称GIS设备)、变压器等电力设备中。当电力设备内部产生局部放电时,电磁场、光场等物理量发生变化引起前端传感元件感应并输出相应变化,经光电转换等处理后以电信号的方式传输至后端采集与处理单元进行分析,获得被测电力设备内部局部放电情况,反映设备绝缘状态。

### 4.2 组成部件

光电集成式内置局部放电传感器一般由电磁场耦合模块、光耦合模块、光电转换模块、集成盖板、和信号线缆组成,如图1所示。其中电磁场耦合模块和光耦合模块固定于集成盖板上,并通过集成盖板内置于设备内部;光信号通过光纤与外部的光电转换模块连接,电信号通过电缆传往后端采集处理单元。

### 4.3 型式

#### 4.3.1 电磁场耦合模块

电磁场耦合模块应采用局部放电特高频传感器,可根据集成需求进行适当改造。

#### 4.3.2 光耦合模块

光耦合模块宜采用荧光光纤式或导光管式,其导光材料宜采用聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),应符合GB/T15597.1的要求。

#### 4.3.3 光信号接口

光信号接口宜采用FC/APC型或SC/APC型。

#### 4.3.4 电信号接口

电信号接口宜采用N型或BNC型。

#### 4.3.5 外部电源

如需外部电源供电,宜采用交流220V或直流48V供电。

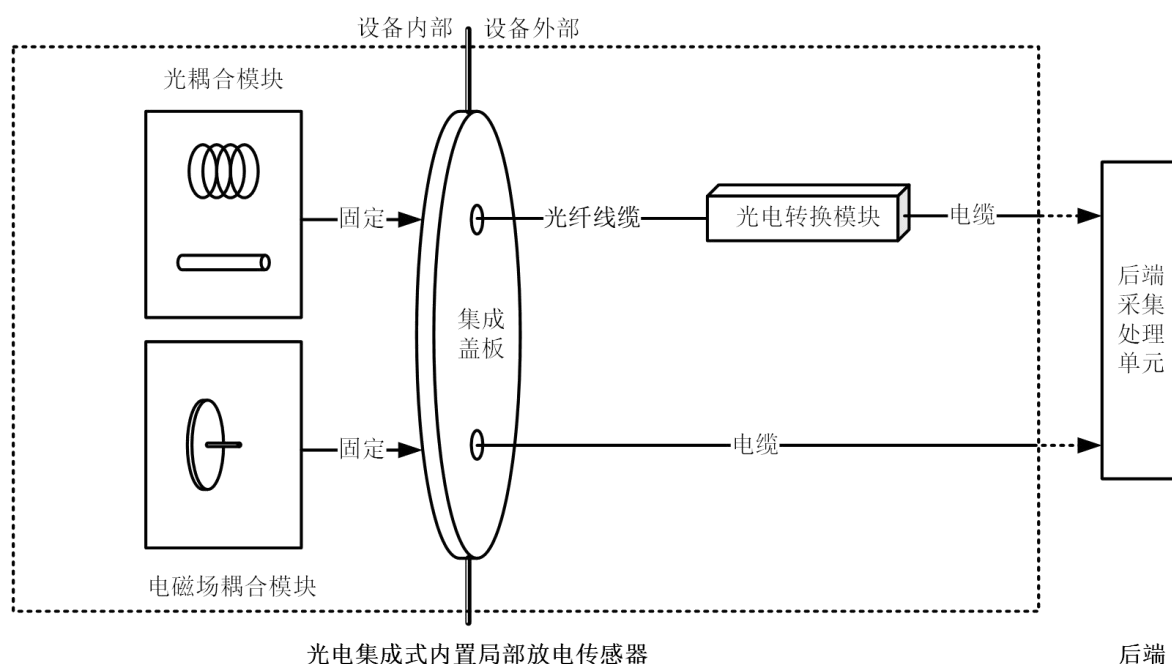


图1 光电集成式内置局部放电传感器结构图

## 5 技术要求

### 5.1 工作条件

光电集成式内置局部放电传感器应能在下列条件下正常工作：

- a) 工作环境温度：-25℃~+45℃（户内）或-40℃~+70℃（户外）。
- b) 环境相对湿度：5%~95%。
- c) 大气压力：80kPa~110kPa。
- d) 设备内部压力：≥1MPa或设备故障情况下压力释放装置的动作压力。

### 5.2 安全性要求

5.2.1 光电集成式内置局部放电传感器的接入不应改变被监测电力设备的电气连接方式，不影响密封性能、绝缘性能及机械性能等各项性能指标。

5.2.2 光电集成式内置局部放电传感器应在电力设备生产厂制造时安装，应保证传感器的尺寸、结构与被监测电力设备相匹配，设计使用寿命不少于被监测电力设备，并连同电力设备本体一起进行出厂试验。传感器的密封工艺和材料要求不应低于电力设备。

5.2.3 光电集成式内置局部放电传感器的传感元件及集成盖板应可靠接地，传感器的电信号输出端具备过电压保护功能，不应危及人身和设备安全。

5.2.4 光电集成式内置局部放电传感器应使用抗腐蚀、对人身和环境无危害且机械性能良好的材料。

### 5.3 外观要求

光电集成式内置局部放电传感器的外观应光滑平整，无凹陷、毛刺、裂纹、变形、污渍等影响寿命和使用的损伤；金属零部件不应有锈蚀和其他机械损伤；紧固件应无松动；引出线缆表面无老化龟裂现象。

### 5.4 性能要求

#### 5.4.1 电磁场检测范围

电磁场耦合模块的电磁场检测范围应包含300MHz~1500MHz的频带。

#### 5.4.2 光检测范围

光耦合模块的光检测范围应在200nm~800nm波长范围内，对于用在SF<sub>6</sub>气体绝缘电力设备中的传感器宜包含350nm~500nm波长范围。

#### 5.4.3 电磁耦合频响特性

电磁耦合模块的频响特性采用有效高度进行表示，在300MHz~1500MHz频带内平均有效高度应不小于9mm，且最小有效高度应不小于2mm。

#### 5.4.4 光耦合模块（导光管式）透光率

采用导光管式的光耦合模块，在光检测范围内的透光率应 $\geq 90\%$ 。

#### 5.4.5 光耦合模块（荧光光纤式）激发特性

采用荧光光纤式的光耦合模块，其激发光谱范围应落在光检测范围内，对于用在SF<sub>6</sub>气体绝缘电力设备中的传感器激发光谱范围宜落在350nm~500nm范围内。

#### 5.4.6 光电转化模块光谱响应范围

光电转化模块光谱响应范围应不小于光检测范围。

注：当使用荧光光纤式光耦合模块时，光电转化模块光谱响应范围还应不小于荧光光纤发射光谱范围。

#### 5.4.7 光电转化模块阳极光照灵敏度

在工作电压下，光电转化模块阳极光照灵敏度应 $\geq 150$  A/lm。

#### 5.4.8 其他通用性能要求

光电集成式内置局部放电传感器的绝缘性能、电磁兼容性能、环境适应性能、机械性能、外壳防护性能等通用技术要求应符合DL/T 1498.1的相关规定。

### 6 试验方法

#### 6.1 试验条件

除非另有规定，正常试验大气条件不应超出下列范围：

a) 环境温度：+15℃~+35℃（户外试验不做要求）。

b) 相对湿度：25%~75%。

c) 大气压力：86kPa~106kPa。

注：对大型设备或基于某种原因，设备不能在上述条件下进行试验时，应把实际气候条件记录在检验报告中。当有关标准要求严格控制环境条件时，应在该标准中另行规定。

#### 6.2 安全性检查

##### 6.2.1 通用检查

对光电集成式内置局部放电传感器现场安装方式及对被监测电力设备的影响等情况进行检查，应符合5.2的要求。

##### 6.2.2 用于GIS设备时的试验检查

当光电集成式内置局部放电传感器用于GIS设备时，安全性检查应包括如下内容：

a) 气体密封性试验。传感器安装后，应连同GIS试验平台或被监测GIS设备一起进行气体密封性试验，试验类型、试验方法及试验判据参照GB7674执行；

b) 绝缘试验。传感器安装后，应连同GIS试验平台或被监测GIS设备一起进行绝缘试验与局部放电检测试验，试验类型、试验方法及试验判据参照GB7674执行；

c) 压力试验。传感器应视为GIS设备外壳的一部分开展压力试验，试验类型、试验方法及试验判据参照GB 7674执行。

##### 6.2.3 用于变压器设备时的试验检查



当光电集成式内置局部放电传感器用于变压器设备时，安全性检查应包括如下内容：

a) 绝缘试验。传感器安装后，应连同变压器试验平台或被监测变压器设备一起进行绝缘例行试验，试验类型、试验方法及试验判据参照GB/T 1094.3执行；

b) 压力密封试验。传感器安装后，应连同变压器试验平台或被监测变压器设备一起进行压力密封试验，试验类型、试验方法及试验判据参照GB/T 1094.1执行；

### 6.3 外观检查

用目检法检查产品加工质量和表面质量，目检法应按GB/T 20967的规定执行，应符合5.3的要求

### 6.4 性能试验

#### 6.4.1 电磁耦合频响特性试验

按DL/T 1432.4规定的试验方法进行，采用GTEM小室检测电磁耦合模块的频响特性，试验时光电集成式内置局部放电传感器应作为整体进行测试，应带手孔工装和过电压保护器。有效高度应符合5.4.3的要求。

#### 6.4.2 透光率试验

按GB/T 2410规定的试验方法进行，将导光管作为试样放置在积分球窗口处，测试入射和透射光通量之比。透光率应符合5.4.3的要求。

#### 6.4.3 光谱响应范围

按GB/T 12564规定的试验方法进行，宜将光电转化模块联合光耦合模块共同开展试验，若不具备条件亦可单独对光电转化模块开展试验。光谱响应范围应符合5.4.6的要求。

#### 6.4.4 阳极光照灵敏度

按GB/T 12564规定的试验方法进行，宜将光电转化模块联合光耦合模块共同开展试验，若不具备条件亦可单独对光电转化模块开展试验。光谱响应范围应符合5.4.7的要求。

#### 6.4.5 通用性能试验

通用性能试验项目包括绝缘性能试验、电磁兼容性能试验、环境适应性能试验、机械性能试验、外壳防护性能试验，按DL/T 1432.1规定的试验方法进行，结果应符合5.4.8的要求。

## 7 检验规则

### 7.1 检验类别

产品检验分为型式试验和出厂试验，检验项目按表1中的规定进行。

表1 光电集成式内置局部放电传感器检验项目

序号	检验项目	试验条款	型式试验	出厂试验
1	安全性检查	6.2	●	●
2	外观检查	6.3	●	●
3	电磁耦合频响特性试验	6.4.1	●	※
4	透光率试验	6.4.2	●	○
5	光谱响应范围	6.4.3	●	○
6	阳极光照灵敏度	6.4.4	●	※
7	绝缘电阻试验	6.4.5	●	●
8	介质强度试验	6.4.5	●	●
9	冲击电压试验	6.4.5	●	●

10	电磁兼容性能试验	6.4.5	●	○
11	低温试验	6.4.5	●	○
12	高温试验	6.4.5	●	○
13	恒定湿热试验	6.4.5	●	○
14	交变湿热试验	6.4.5	●	○
15	振动试验	6.4.5	●	○
16	冲击试验	6.4.5	●	○
17	碰撞试验	6.4.5	●	○
18	防尘试验	6.4.5	●	○
19	防水试验	6.4.5	●	○
注：●表示规定必须做的项目；○表示规定可不做的项目；※表示根据客户要求选做的项目。				

## 7.2 型式实验

型式试验是制造厂对其产品设计、制造工艺和技术性能的验证。用户在订货时应要求制造方提供产品有效的型式试验报告。

当出现下列情况之一时，应进行型式试验：

- 新产品定型；
- 连续批量生产的装置每4年一次；
- 正式投产后，如设计、工艺、材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能；
- 产品停产一年以上又重新恢复生产时；
- 出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- 国家技术监督机构或受其委托的技术检验部门提出型式试验要求时；
- 合同规定进行型式试验时。

## 7.3 出厂试验

每台装置出厂前应在正常试验条件下逐个按规定进行例行检验，检验合格后，附有合格证，方可允许出厂。

# 8 包装、运输和贮存

## 8.1 包装

产品包装应根据元器件的要求和储运条件进行包装设计。包装应符合防潮、防尘、防震的要求。包装箱应标明制造商名称、产品名称、产品型号、检验日期、生产批次和包装数量。包装箱外应标有“小心轻放”“干燥”等运输标志，标志应耐久清晰。包装箱内应有装箱清单、产品合格证及相关随机文件。

## 8.2 运输

产品应适用于陆运、空运、水(海)运，运输装卸应按包装箱上的标准进行。运输允许的环境温度为-40℃~+70℃，相对湿度不大于85%。

## 8.3 贮存

包装好的装置应贮存在环境温度为-25℃~+55℃、相对湿度不大于85%的库房内，室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘、雨雪的侵蚀。