

ICS 号

中国标准文献分类号

CES

团 体 标 准

T/CES XXX• XXXX

智能型特高频局部放电在线监测装置技术规范

Technical specification for intelligent PD on line monitoring device based UHF
Technical
(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III

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 监测装置组成2

 4.1 监测装置组成示意图2

 4.2 传感器单元2

 4.3 射频开关单元2

 4.4 信号处理单元2

 4.5 自检单元2

5 技术要求2

 5.1 通用技术要求2

 5.2 安全性要求3

 5.3 功能要求3

 5.4 性能要求3

6 试验项目及要求3

 6.1 通用技术试验3

 6.2 安全性检查4

 6.3 功能检验4

 6.4 性能试验4

7 检验规则5

 7.1 检验类别5

 7.2 型式试验6

 7.3 出厂试验6

 7.4 交接试验6

 7.5 现场试验6

8 标志、包装、运输和贮存6

 8.1 标志7

 8.2 包装7

 8.3 运输7

 8.4 贮存7

附录A（参考性附录）特高频在线监测装置定期自检原理8

附录B（参考性附录）时域法抗干扰试验方法10

前 言

为提升 GIS 设备特高频在线监测装置技术水平，降低 GIS 设备运行风险，减少人员现场工作量，提出了具有时域抗干扰功能、可自动定位、自动分析缺陷类型、监测装置自诊断等功能的智能化 GIS 设备特高频在线监测装置。

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》的规定起草。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并归口。

本文件起草单位：国网山东省电力公司超高压公司、中国电科院、国网山东省电力公司电力科学研究院、上海交通大学、上海格鲁布科技有限公司。

本文件主要起草人：××××××。

本文件为首次发布。

智能型特高频局部放电在线监测装置技术规范

1 范围

本文件规定了智能型特高频局部放电在线监测装置的组成、技术要求、试验项目及要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于安装在 GIS 设备上的智能型特高频局部放电在线监测装置的设计、生产、选型、检测、试验等。

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 15289 数字存储示波器通用规范

GB/T 191 包装储运图示标志

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

DL/T 1498.4 变电设备在线监测装置技术规范 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

3 术语和定义

DL/T1498.4 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

到达时间差 time difference of arrive; TDOA

两只或多只传感器接收到同一信号的时间之差。

3.2

时域法抗干扰 time-domain anti-interference

依据背景噪音传感器与安装在设备上的传感器检测信号的到达时间差判别并排除干扰信号的方法。

3.3

到达时间差法定位 positioning of TDOA

依据安装在设备上的临近两个传感器检测信号的到达时间差，对放电源自动定位的方法。

4 监测装置组成

4.1 监测装置组成示意图

智能型特高频局部放电在线监测装置宜由传感器单元、射频开关单元、信号处理单元、自检单元、分析诊断单元五部分组成，见图 1。

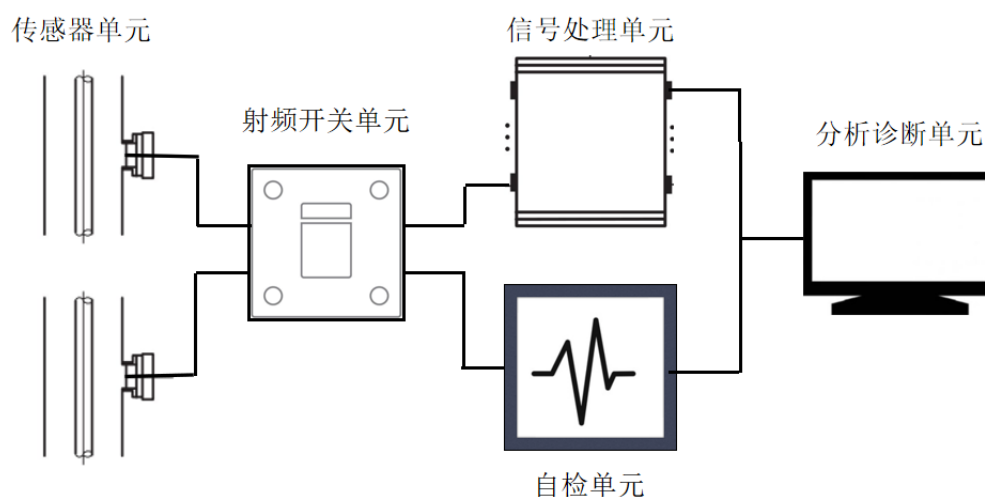


图1 智能型特高频局部放电在线监测装置组成示意图

4.2 传感器单元

用于耦合 GIS 内局部放电产生的电磁信号，包括特高频传感器和射频同轴传输电缆，根据安装方式，特高频传感器分为内置式和外置式两种。根据用途可分为检测传感器与背景噪音传感器两种。

4.3 射频开关单元

用于切换工作模式。检测模式下，传感器单元通过射频开关与信号处理单元连接，进行信号监测；自检模式下，自检单元通过射频开关、传感器单元，将特高频信号发射到 GIS 内部。

4.4 信号处理单元

用于采集传感器单元的输出信号，主要对信号进行滤波、放大、检波、采样等处理，转换为数字信号输出。

4.5 自检单元

可产生频率及功率可变的信号，通过在某一通道注入特高频信号，利用临近通道检测该特高频信号，来实现监测装置传感及信号处理单元完好性自检。

4.6 分析诊断单元

实现局部放电信号的分析、处理及数据存储，可实现时域干扰排除、放电源定位，并具备人机交互、诊断、告警、自检和远程通信等功能。

5 技术要求

5.1 通用技术要求

监测装置的基本功能、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、连续通电性能、可靠性及外观和结构等通用技术要求应符合 DL/T 1498.1 的相关规定。

5.2 安全性要求

监测装置的安全要求应满足 DL/T 1498.4。

5.3 功能要求

5.3.1 监测装置的信号监测时间间隔、数据记录存储、谱图分析、缺陷类型识别、上电自恢复等功能要求应满足 DL/T 1498.4。

5.3.2 应具备在现场复杂电磁环境下，有效抑制和鉴别背景干扰的功能，除具备滤波、屏蔽、识别等抗干扰技术外，应具备时域法抗干扰功能，以保证局部放电信号监测的有效性。

5.3.3 应具备内部放电源自动定位功能，应具备对历史数据的自动定位功能，定位方法应采用到达时间差法。

5.3.4 应具备自检功能。监测装置内置特高频脉冲信号发生器，利用某一通道向 GIS 内部注入特定幅值的特高频电磁波信号，通过监测临近传感器是否收到该信号，实现监测装置整体性自检。监测装置定期自检原理参照附录 A。

5.3.5 应具备报警功能，GIS 内部发生异常放电、监测装置出现功能故障和通信中断时，应能将异常情况报警上传。

5.3.6 应具备偶发信号识别功能，监测装置能够记录和储存被监测设备内部发出的偶发特高频电磁波信号，并将指定时间段内的所有偶发信号绘制出 PRPS 或 PRPD 图。

5.4 性能要求

监测装置的传感器频响特性、检测灵敏度、动态范围、监测有效性、放电类型识别能力、现场测量有效性应满足 DL/T 1498.4。

5.4.1 采样性能

监测装置采样率不低于 100MSa/s。

5.4.2 定位准确度

监测装置自动定位结果距离信号源偏差不超过 30cm。

5.4.3 抗干扰性能

监测装置应具备在现场复杂电磁环境下，有效抑制和排除背景干扰的能力，对外部非放电类干扰的误报率应低于 3%，对外部放电类干扰信号的误报率应低于 10%。

6 试验项目及要求

6.1 通用技术试验

6.1.1 试验环境

试验环境要求应符合 DL/T 1432.4 的相关规定。

6.1.2 通用技术条件试验

通用技术条件试验项目包括基本功能试验、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、连续通电试验、可靠性评定以及结构和外观检查，这些项目的试验方法、试验后监测装置应满足的性能应符合 DL/T 1432.1 的相关规定。

6.2 安全性检查

对监测装置现场安装方式及被监测设备的影响等情况进行检查，当选用内置传感器时需按照 DL/T 1432.4 中的试验方法进行，监测装置的安全性应满足 DL/T 1498.4 的要求。

6.3 功能检验

监测装置的信号监测时间间隔功能检验、数据记录存储功能检验、谱图分析功能检验、缺陷类型识别功能检验、上电自恢复功能检验按照 DL/T 1498.4 进行，结果应符合 5.3.1 中的要求。

6.3.1 自检功能检验

远程控制监测装置内置的校验信号源，通过指定的监测通道向被监测 GIS 设备内部注入等效放电脉冲，监测装置相邻的监测通道应能有效检测到注入信号，结果应符合 5.3.4 中的要求。

6.3.2 报警功能检验

在被监测 GIS 设备或模拟 GIS 试验平台内部预置典型局部放电源，监测装置应能报警并上传异常放电情况，结果应符合 5.3.5 中的要求。

模拟通电和通信突然中断的情况，监测装置应能报警并上传功能、通讯故障情况，结果应符合 5.3.5 中的要求。

6.3.3 偶发信号记录功能检验

使用具备定时功能的校验信号发生器，以特定的占空比（如每 1 分钟工作 1 秒钟）向 GIS 内部注入信号，监测装置应能记录和储存偶发信号，结果应符合 5.3.6 中的要求。

6.4 性能试验

传感器频响特性试验、检测灵敏度试验、动态范围试验、监测有效性试验、放电类型识别试验、现场测量有效性试验按照 DL/T 1498.4 进行试验。

6.4.1 采样性能试验

按照 GB/T 15289 中的试验方法进行，监测装置采样率应满足 5.4.1 要求。

6.4.2 定位准确度试验

可在 GIS 内部内置局部放电源，或内置特高频信号源，或将特高频信号源连接至传感器，通过传感器将信号注入 GIS 来模拟内置局部放电源。监测装置采集数据后，关闭局部放电源或信号源，使用监测装置软件对局部放电源或信号源进行自动定位，定位结果误差应满足 5.4.2 要求。

6.4.3 抗干扰性能试验

按照 DL/T 1432.4 中的试验方法进行，施加应用环境中手机通讯干扰和气体放电灯等常见背景干扰，判断监测装置对各类非放电类干扰信号的辨识和抑制效果，结果应符合 5.4.3 中的要求。

施加应用环境中外部悬浮放电干扰，按照附录 B 的时域法抗干扰试验方法进行，判断监测装置对外部放电类干扰信号的辨识和抑制效果，结果应符合 5.4.3 中的要求。

7 检验规则

7.1 检验类别

产品检验分型式试验、出厂试验、交接试验和现场试验四类，智能型特高频局部放电在线监测装置检验项目按表 1 中的规定进行。

表1 GIS设备局部放电特高频在线监测装置检验项目

序号	检验项目	依据标准	条款	型式试验	出厂试验	交接试验	现场试验
1	结构和外观检查	DL/T 1498.1	5.3	●	●	●	●
2	基本功能检验	DL/T 1498.1	5.4	●	●	●	●
3	测量误差试验	DL/T 1498.1	5.5	●	●	●	●
4	绝缘电阻试验	DL/T 1498.1	5.6.1	●	●	●	*
5	介质强度试验	DL/T 1498.1	5.6.2	●	●	*	*
6	冲击电压试验	DL/T 1498.1	5.6.3	●	●	*	○
7	电磁兼容性性能试验	DL/T 1498.1	5.7	●	○	○	○
8	低温试验	DL/T 1498.1	5.8.2	●	○	○	○
9	高温试验	DL/T 1498.1	5.8.3	●	○	○	○
10	恒定湿热试验	DL/T 1498.1	5.8.4	●	○	○	○
11	交变湿热试验	DL/T 1498.1	5.8.5	●	○	○	○
12	振动试验	DL/T 1498.1	5.9.1	●	○	○	○
13	冲击试验	DL/T 1498.1	5.9.2	●	○	○	○
14	碰撞试验	DL/T 1498.1	5.9.3	●	○	○	○
15	防尘试验	DL /T 1498.1	5.10.1	●	○	○	○
16	防水试验	DL /T 1498.1	5.10.2	●	○	○	○
17	安全性检查	本文件	6.2	●	●	●	●
18	常规功能检验	本文件	6.3	●	●	●	●
19	抗干扰功能检验	本文件	6.3.1	●	●	○	○
20	自动定位功能检验	本文件	6.3.2	●	●	○	○
21	自检功能试验	本文件	6.3.3	●	●	●	●
22	报警功能检验	本文件	6.3.4	●	●	○	○
23	偶发信号记录功能试验	本文件	6.3.5	●	●	○	○
24	传感器频响特性试验	本文件	6.4	●	*	○	○
25	检测灵敏度试验	本文件	6.4	●	*	○	○
26	动态范围试验	本文件	6.4	●	*	○	○
27	监测有效性试验	本文件	6.4	●	*	○	○
28	放电类型识别试验	本文件	6.4	●	*	○	○
29	现场测量有效性试验	本文件	6.4	○	○	●	●
30	采样性能试验	本文件	6.4.1	●	●	○	○

31	定位准确性试验	本文件	6.4.2	●	●	○	○
32	抗干扰性能试验	本文件	6.4.3	●	●	○	○
备注 ●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 型式试验

有以下情况之一时，应进行型式试验：

- a)新产品定型；
- b)连续批量生产的监测装置每四年一次；
- c)正式投产后，如设计、工艺材料、元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- d)产品停产一年以上又重新恢复生产时；
- e)出厂试验结果与型式试验有较大差异时；
- f)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；
- g)合同规定进行型式试验时。

7.3 出厂试验

每台监测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。

7.4 交接试验

在监测装置安装完毕后、正式投运前，由运行单位开展试验，监测装置试验合格后，方可运行。

7.5 现场试验

现场试验是现场运行单位或具有资质的检测单位对现场待测监测装置性能进行的测试。现场试验一般分两种情况：

- a)定期例行校验，校验周期为1~2年；
- b)必要时。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 在线监测装置的显著位置应有下列标志：

- a) 监测装置型号；
- b) 产品全称；
- c) 制造厂全称及商标；
- d) 额定参数；
- e) 出厂年月及编号。

8.1.2 在包装箱的适当位置，应有显著、牢固的包装标志，内容包括：

- a) 生产企业名称、地址；
- b) 产品名称、型号；
- c) 设备数量；
- d) 包装箱外形尺寸及毛重；
- e) 包装箱外面书写“防潮”、“小心轻放”、“不可倒置”等字样，标记应符合 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

8.2.1 产品包装前应进行下列检查：

- a) 产品的合格证书和产品说明书、附件、备品、备件齐全；
- b) 产品外观无损伤；
- c) 产品表面无灰尘。

8.2.2 产品应有内包装和外包装，包装应有防尘、防雨、防水、防潮、防振等措施。

8.3 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操作。运输允许的环境温度为 $-40^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 85%。

8.4 贮存

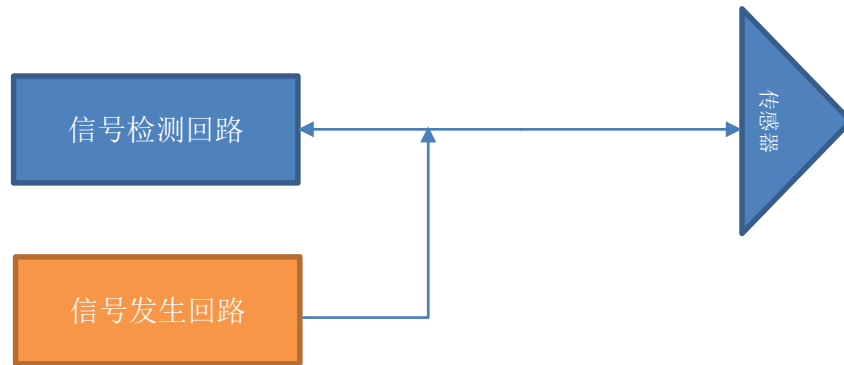
包装好的监测装置应存贮在环境温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 85%的库房内，室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘雨雪的侵蚀。

附录A
(参考性附录)

特高频在线监测装置定期自检原理

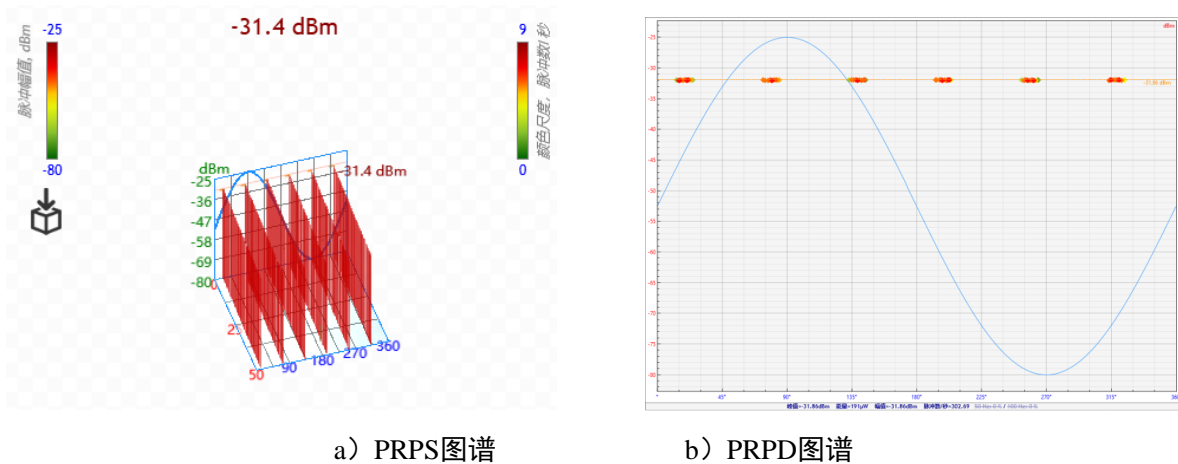
A.1 自检原理

在采集板每个检测通道的输入部分设计一个旁路，与原有的信号检测回路并联。该旁路具备特高频脉冲信号发生功能。正常情况下该旁路开关处于分开状态，传感器接收 GIS 中的特高频脉冲信号送入信号检测回路。当该旁路开关闭合时，发出特高频脉冲信号，同时向信号检测回路和传感器注入特高频脉冲，一方面可以检验该信号检测回路是否工作正常，另一方面，特高频脉冲通过特高频传感器注入 GIS，与相邻的传感器形成交叉检验，可以检测传感器是否工作正常。自检功能的特高频信号检测回路如图 A.1 所示。



图A.1 自检功能的特高频信号检测回路

为了让自检信号具备可识别性，并区别于外部干扰噪声和一般 GIS 局部放电信号，设计自检信号重复率为每工频周期 6 次，每秒脉冲数约 300 个。PRPS 图谱和 PRPD 图谱如图 A.2 所示



图A.2 自检信号图谱

A.2 自检方式

手动自检，即通过软件控制若干通道选通信号发生回路，并观察这些通道及其相邻通道的信号图谱，判断传感器及信号检测回路是否工作正常。

自动自检，即通过定时的方式，令所有通道依次选通信号发生回路，并由软件自动判断此时这些通道及其相邻通道信号的幅值是否达到预设的阈值，以及图谱是否与校验信号图谱吻合。

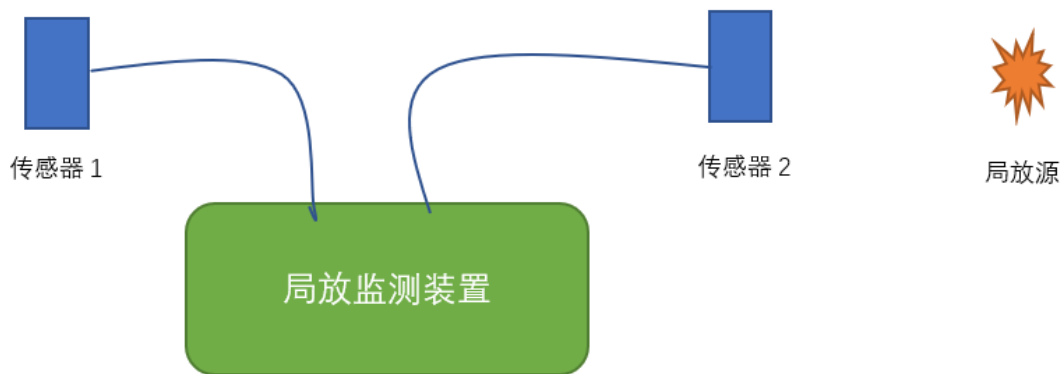
附录B
（资料性附录）
时域法抗干扰试验方法

B. 1 时域法抗干扰原理

监测装置各个检测通道接收到特高频脉冲信号时，与背景噪音通道接收信号进行对比。只在背景噪音通道未检测到信号，或检测通道比背景噪音通道先接收到信号的情况下，记录该信号；而在检测通道比背景噪音传感器后接收到该信号的情况下不记录该信号，从而实现信号方向判断、外部噪声滤除等功能。

B. 2 试验方法

设置两个传感器，距离 5 米。局部放电信号源位于两传感器连接线的延长线上。距离信号源远的传感器（图 B.1 中传感器 1）接入检测通道，距离信号源近的传感器（图 B.1 中传感器 2）接入背景噪音通道，测试此时检测通道接收到的信号能否被自动滤除。时域法抗干扰试验布置示意图如图 B.1 所示。



图B.1 时域法抗干扰试验布置示意图