



智能型特高频局部放电在线监测装置 技术规范

国网山东超高压公司
2022 年 8 月11





目录 CONTENTS

一、背景

二、编制原则

三、主要内容

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：CPEM





一、背景

(1) 背景

特高频在线监测技术在GIS设备局部放电监测方面具有显著优势。然而，传统特高频在线监测装置，抗干扰手段有限，对外部放电类干扰误报频繁；无法对放电源定位，只能报警后由人员到现场进行定位；需定期对装置进行检测，以避免装置自身故障。这些都限制了特高频在线监测技术的推广。在这种情况下，国网山东超高压公司联合上海交通大学、上海格鲁布研制了智能型特高频在线监测装置，解决了现有在线监测装置的不足。





一、背景

(1) 背景

该装置在现有监测装置基础上，采用高性能检波器与高采样率，增加了到达时间差法抗干扰、到达时间差法自动定位、通道完好性自检、对偶发信号识别预警等功能，极大的提升了在线监测装置的性能。为推广该技术，提升特高频在线监测装置技术水平，减少GIS设备局部放电误报、漏报问题，编写了**智能型特高频局部放电在线监测装置技术规范**。





一、背景

(2) 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本标准由国网山东省电力公司超高压公司、中国电力科学研究院、国网山东省电力公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、上海交通大学、上海格魯布科技有限公司、成都恒锐智科数字技术有限公司、上海驹电电气科技有限公司共同负责起草。





一、背景

(2) 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

主要成员：冯新岩、赵廷志、孙佑飞、毛琨、杨晓滨、史伟波、许渊、任敬国、李龙龙、乔木、李杰、王辉、李超、张海杰、丁晶、张达、卢志海、崔勇、沈道义、王名森、李承振、刘晗、李晏

所做的工作：国网山东省电力公司超高压公司（冯新岩）总体负责协调、文稿起草、修改，中国电科院（许渊）理论研究，国网山东电科院（李杰）、上海交通大学（王辉）、上海格鲁布科技有限公司（沈道义）负责技术指标数据支撑。其它人员对文件进行审查修改。





二、编制原则

(1) 编制原则

以问题为导向，针对现有在线监测存在问题，列出改进提升措施。推动新技术应用。

(2) 与现行标准的关系

本文件参照了标准《DL / T 1498. 4-2017 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》，在满足该标准功能、性能要求基础上，增加了到达时间差法抗干扰、到达时间差法自动定位、通道完好性自检等术语、功能要求、性能要求及检验方法等内容。





三、主要内容

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，作为该装置设计、生产、选型、检测、试验等的依据，其他变电设备参照执行。





三、主要内容

2. 规范性引用文件

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

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





三、主要内容

3. 术语和定义

本文件共提出了5个术语和定义

3.1、智能型特高频局部放电在线监测装置 intelligent PD online monitoring device based on UHF

具备到达时间差法自动定位、到达时间差法抗干扰、放电类型自动识别以及监测通道完好性自检功能的特高频局部放电在线监测装置。





主要内容

3. 术语和定义

3.2 到达时间差 time difference of arrive; TD0A

两只或多只传感器接收到同一局部放电特高频信号的时间之差。

3.3 到达时间差法自动定位 PD locationing based on TD0A

依据局部放电特高频信号传播至安装在设备上的临近两个传感器检测信号的到达时间差，对放电源进行自动定位的方法。



3.4 到达时间差法抗干扰 anti-interference based on TD0A

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。



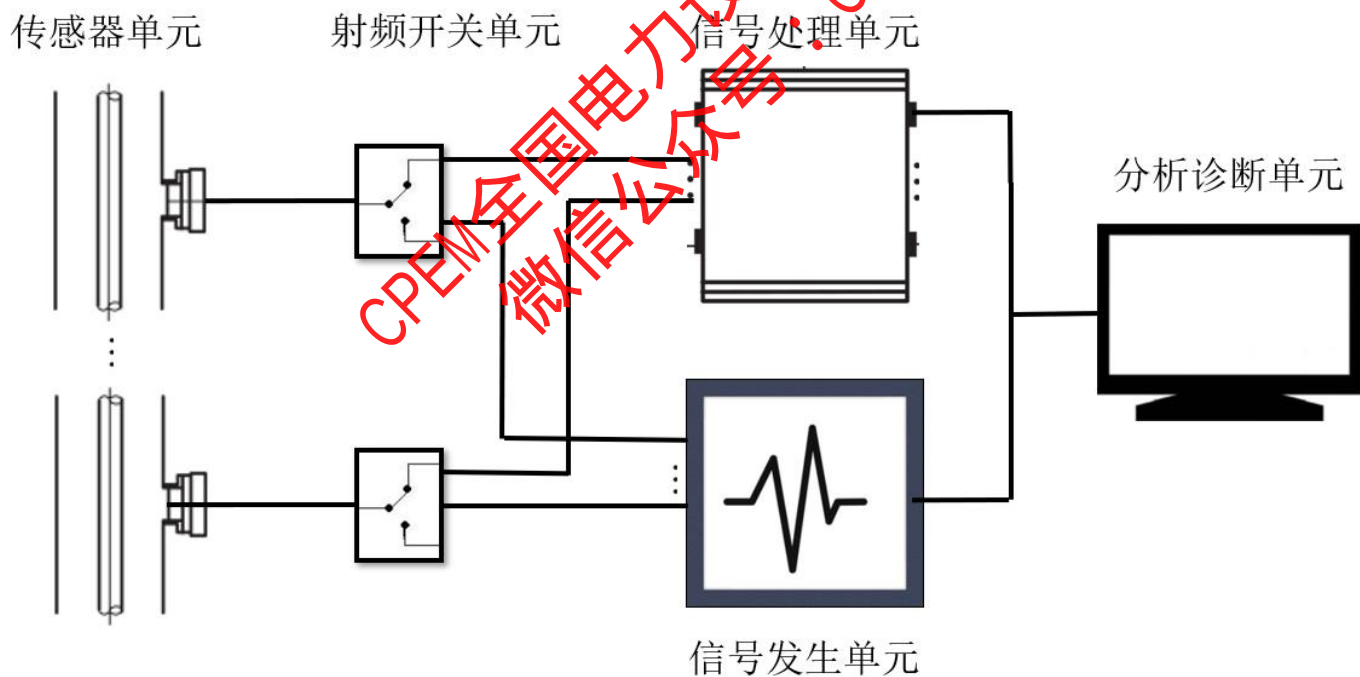
3.5 通道完好性自检 self-test of channel integrity

通过依次向各通道发出特高频信号注入GIS，并检查相邻的其他监测通道是否正常接收到该信号，自动完成对所有监测通道是否正常工作检验的方法。



4. 装置组成

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**、**信号发生单元**、**分析诊断单元**五部分组成。





4. 装置组成

4.1 传感器单元。用于耦合GIS内部局放产生的电磁信号，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，可分为内部局放传感器与外部噪声传感器两种。

4.2 射频开关单元。用于切换工作模式。监测模式下，传感器单元通过射频开关与信号处理单元连接，接收特高频信号以实现局部放电监测；自检模式下，传感器单元通过射频开关与信号发生单元连接，将信号发生单元产生的特高频信号发射到GIS内部，以实现装置的通道完好性自检。





主要内容

4.3信号处理单元。用于采集传感器单元的输出信号，并对信号进行滤波、放大、检波、采样、量化、参数计算等处理，将处理结果以数字信号形式输出。

4.4信号发生单元。可产生频率及功率可变的特高频信号，该信号可通过射频开关单元和传感器单元注入GIS。此时可通过检查临近传感器单元是否检测到该特高频信号来实现监测装置传感器单元及信号处理单元的完好性自检。

4.5分析诊断单元。实现局部放电信号的分析、处理及数据存储，可实现基于到达时间差法的外部噪声排除、基于到达时间差法放电源自动定位，并具备人机交互、局放类型识别、诊断、告警、通道完好性自检和远程通信等功能。





主要内容

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 。

CPEM全国电力设备管理网
微信号: CPEM





主要内容

5.技术要求

5.3功能要求

5.3.1 应具备参数设置、数据分析诊断功能。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，应具备到达时间差法抗干扰功能，以保证局部放电信号监测的有效性。

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





主要内容

5.技术要求

5.3功能要求

5.3.4应具备通道完好性自检功能。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，实现监测装置通道完好性自检。监测装置定期自检原理参照附录A。

5.3.5应具备报警及上传功能。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。





主要内容

5.技术要求

5.3功能要求

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。

5.3.7应具备安全存储数据功能。装置异常时应能够正确建立事件标识，保证记录数据的安全性，不应因电源中断、快速或缓慢波动及跌落丢失已记录的动态数据；不应因外部访问而删除动态记录数据；不提供人工删除和修改动态记录数据的功能。





主要内容

5.技术要求

5.4性能要求

5.4.1基本性能

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。

5.4.2采样性能

监测装置采样率不低于100 MS/s。

5.4.3自动定位准确度

监测装置自动定位结果距离信号源偏差不超过0.5 m。

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：CPEM





主要内容

5.技术要求

5.4性能要求

5.4.4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（如手机通信干扰、雷达干扰等）的误报率应低于3%，对外部放电类干扰（如外部电晕放电、外部悬浮放电）的误报率应低于10%。

5.4.5信号发生单元性能

信号发生单元产生的特高频信号脉冲上升沿不应高于1 ns，脉冲宽度不应高于500 ns，脉冲重复率应为电网频率的整数倍，信号功率不应低于0 dBm。





主要内容

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. 试验项目及要求

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 1498.4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。

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：CPEM





主要内容

6. 试验项目及要求

6.3 功能检验

6.3.1 基本功能检验

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。

6.3.2 抗干扰功能检验

在被监测GIS设备或模拟GIS试验平台附近设置干扰源，检查装置识别和滤除干扰信号能力以及是否具备到达时间差法抗干扰功能，结果应符合5.3.2中的要求。





主要内容

6. 试验项目及要求

6.3 功能检验

6.3.3 自动定位功能检验

在被监测GIS设备或模拟GIS试验平台设置放电信号源，检查装置是否具备对该放电信号的自动定位功能，以及定位方式是否采用到达时间差法，结果应符合5.3.3中的要求。

6.3.4 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. 试验项目及要求

6.3 功能检验

6.3.5 报警上传功能检验

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。





主要内容

6. 试验项目及要求

6.3 功能检验

6.3.6 偶发信号识别功能检验

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 min 输出1 s）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。

6.3.7 数据存储功能检验

装置正常或非正常运行一定时间后（可人为模拟不同工况运行条件），检查装置内部存储的数据，结果应符合5.3.7中的要求。





主要内容

6. 试验项目及要求

6.4 性能试验

6.4.1 基本性能试验

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。

6.4.2 采样性能试验

采样率性能按照GB/T 15289中的试验方法进行，监测装置应能保存和显示所采集的特高频信号波形数据，采样率应满足5.4.2要求。

中国电力设备管理网
微信号: CPEM





主要内容

6. 试验项目及要求

6.4 性能试验

6.4.3 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5.4.3要求。





主要内容

6.4.4 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5.4.4中的要求。

施加应用环境中外部悬浮放电干扰，按照附录B的到达时间差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5.4.4中的要求。

6.4.5 信号发生单元性能试验

使用同轴电缆将装置射频开关单元输出连接至高速示波器（采样率不低于5 GS/s，带宽不低于1 GHz），将射频开关单元切换为自检模式，使用高速示波器采集和测量接收到的特高频信号脉冲参数，应符合5.4.5的要求。





主要内容

7. 检验规则

8. 标志、包装、运输和贮存

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号：CPEM





主要内容

附录A 特高频在线监测装置定期自检原理

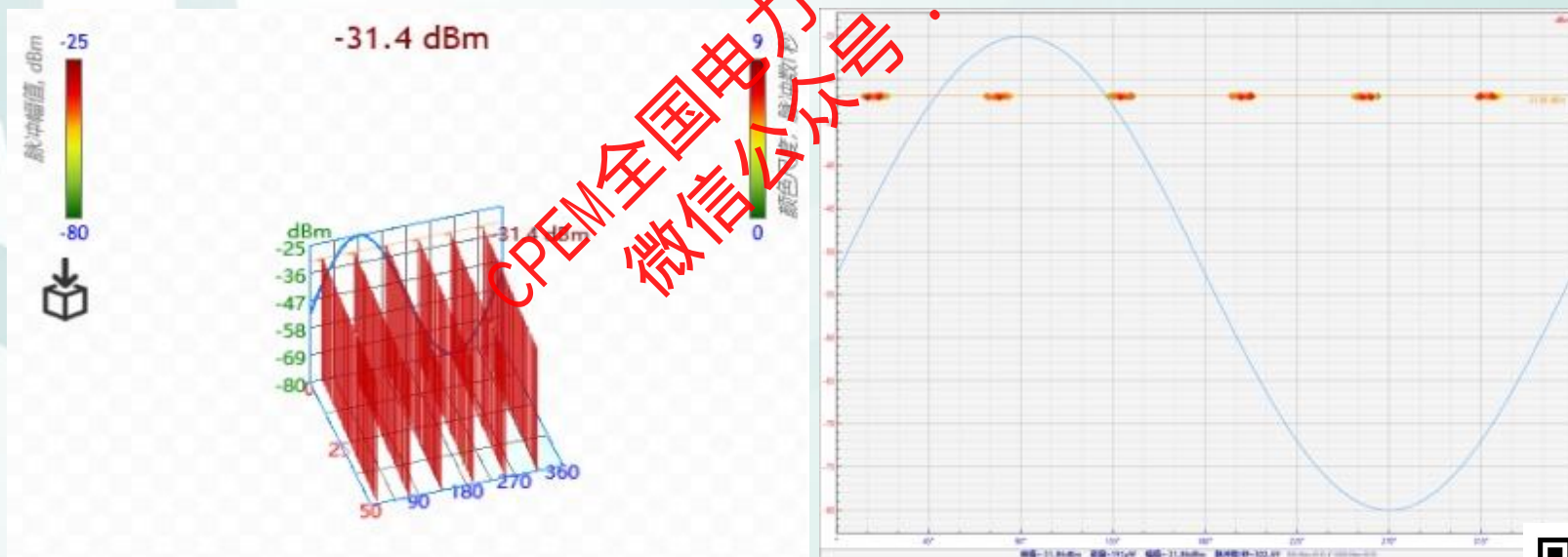
在信号处理单元的每个监测通道的输入部分设计一个旁路，与原有的信号检测回路并联。该旁路具备特高频脉冲信号发生功能。正常情况下该旁路开关处于分开状态，传感器接收GIS中的特高频脉冲信号送入信号检测回路。当该旁路开关闭合时，发出特高频脉冲信号，同时向信号检测回路和传感器单元注入特高频脉冲，一方面可以检验该信号检测回路是否工作正常，另一方面，特高频脉冲通过传感器单元注入GIS，与相邻的传感器单元及信号处理单元形成交叉检验，可以检测相邻的传感器单元和信号处理单元是否工作正常。





主要内容

为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，每秒冲数300个。





主要内容

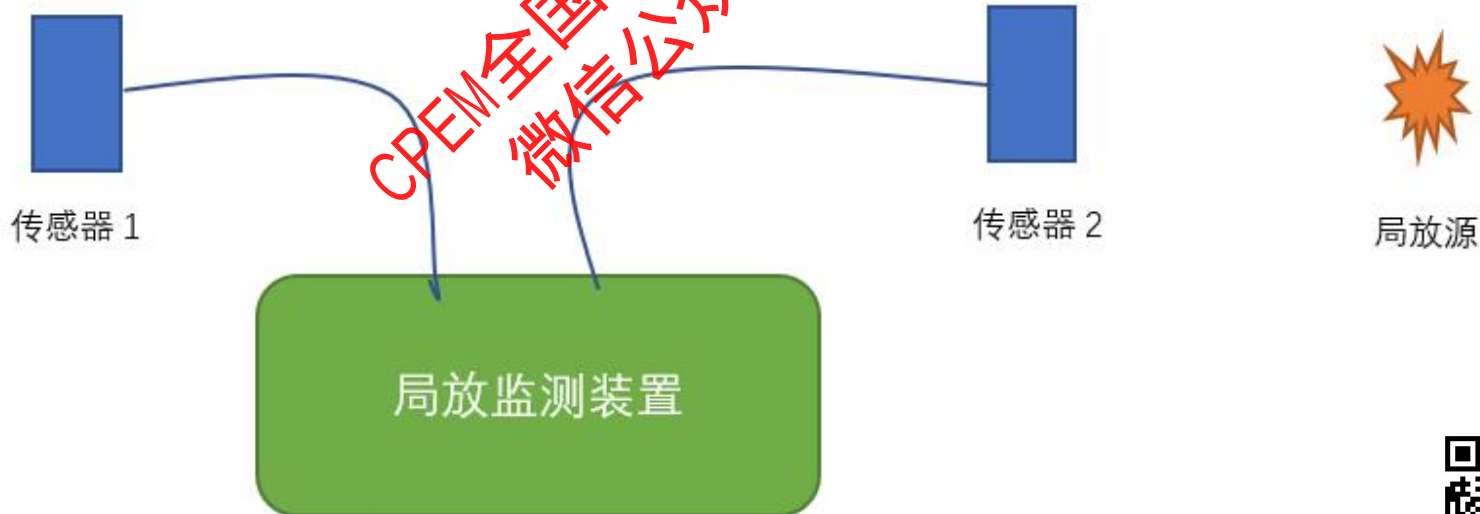
附录B 到达时间差法抗干扰试验方法

监测装置各个监测通道接收到特高频脉冲信号时，与背景噪声通道接收信号进行对比。只在背景噪声通道未检测到信号，或监测通道比背景噪声通道先接收到信号的情况下，记录该信号；而在监测通道比背景噪声通道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、滤除外部噪声的功能。设置两个传感器，距离5 m。局部放电信号源位于两传感器单元连接线的延长线上。



附录B 到达时间差法抗干扰试验方法

距离信号源远的传感器单元（图B.1中传感器1）接入监测通道，距离信号源近的传感器单元（图B.1中传感器2）接入背景噪声通道，测试此时监测通道接收到的信号能否被自动滤除。到达时间差法抗干扰试验布置示意图如图B.1所示。





谢谢！

CPEM全国电力设备管理网
微信公众号: CPEM

