

高压开关柜局部放电在线监测装置 技术规范

Technical specification for partial discharge on-line monitoring device of high
voltage switch-gear

2022 - 10 - 10 发布

2022 - 12 - 09 实施

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 产品分类..... 2

5 技术要求..... 2

6 试验方法..... 5

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》的规定起草。

本文件由国网新疆电力有限公司电力科学研究院提出。

本文件由国网新疆电力有限公司归口并组织实施。

本文件起草单位：国网新疆电力有限公司电力科学研究院、国网新疆电力有限公司、中国电力科学研究院有限公司、新疆农业大学、国网新疆电力有限公司哈密供电公司、国网陕西省电力有限公司电力科学研究院、西安亚能电气有限责任公司、华北电力大学、保定赛瑞电力科技有限公司、国网新疆伊犁伊河有限责任公司、陕西公众智能科技有限公司、新疆信息产业有限责任公司、中国计量大学。

本文件主要起草人：张陵、秦志敏、王洁、金铭、李金良、赵普志、杨柱石、陈文涛、陈刚、许广虎、杨利民、张立成、董新胜、罗文华、高飞、杨宁、孙帆、石迎彬、张亚飞、王长云、孙建明、王崇、詹仲强、公多虎、丁德、刘振国、于海、宋辉、丁杨、张小刚、石建华、王学鹏、赵涛、陶善宏、郭怀东、张武卫、李刚、马捍超、艾红、赵红军、马超、张朋越。

本文件实施应用中的疑问，请咨询国网新疆电力有限公司电力科学研究院。

对本文件的修改意见，请反馈至国网新疆电力有限公司电力科学研究院（乌鲁木齐市恒达街200号）、国网新疆电力有限公司（乌鲁木齐市南湖东路68号）、新疆维吾尔自治区市场监督管理局（乌鲁木齐市新华南路167号）。

国网新疆电力有限公司电力科学研究院 联系电话：0991-2918140；传真：0991-2918140；邮编：830011

国网新疆电力有限公司 联系电话：0991-2926664；传真：0991-2926664；邮编：830002

新疆维吾尔自治区市场监督管理局 联系电话：0991-2818750；传真：0991-2311250；邮编：830004

高压开关柜局部放电在线监测装置 技术规范

1 范围

本文件规定了高压开关柜局部放电在线监测装置(以下简称“装置”)的组成、产品分类、技术要求、试验方法等的要求。

本文件适用于12 kV ~ 40.5 kV高压开关柜局部放电在线监测装置的研制、生产、检验和订货。

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 2887—2011 计算机场地通用规范

GB 3100 国际单位制及其应用

GB/T 3101 有关量、单位和符号的一般原则

GB/T 4208—2017 外壳防护等级(IP代码)

GB 4793.1 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB/T 6587—2012 电子测量仪器通用规范

GB/T 9361—2011 计算机场地安全要求

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2016 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.8—2006 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验

DL/T 860(所有部分) 变电站通信网络和系统

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

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

绝缘体中只有局部区域发生的放电,而没有贯穿施加电压的导体之间,可以发生在导体附近,也可以发生在其他地方,主要指高压电力设备。

3.2

在线监测 on-line monitoring

在不停电的情况下,对电力设备状态进行连续或周期性地自动监视检测。

3.3

局部放电在线监测装置 partial discharge online monitoring device

通过安装或放置在电力设备表面或附近空气中的局部放电传感器,对被测设备的局部放电信号进行检测的装置。

3.4

特高频 ultra high frequency (UHF)

频率为300 MHz~3000 MHz的频段。

3.5

超声波 ultrasonic

电力设备内部局部放电产生20 kHz以上的声波。局部放电检测范围20 kHz~100 kHz。

3.6

暂态地电压 transient earth voltage (TEV)

电力设备内部局部放电脉冲激发的电磁波在设备金属外壳(接地线)中上产生的瞬时对地电压,激励的频率在3 MHz ~ 100 MHz之间。

4 产品分类

4.1 便携型局部放电在线监测装置

应具备5.4.1中所述的基本功能要求,用于快速不停电安装,平时处于休眠状态。在固定时间点(或召唤唤醒)采集局部放电信号,定时发送监测数据。

4.2 固定型局部放电在线监测装置

应具备5.4.1中所述的基本功能要求,用于停电安装,在线运行。

5 技术要求

5.1 工作条件

5.1.1 使用环境

应满足以下使用环境条件:

- a) 环境温度: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 5%~90%;
- c) 大气压力: 80 kPa~110 kPa。

5.1.2 工作电源

应满足以下条件:

- a) 直流电源: 5 V~24 V 电池;纹波电压不大于 1%;连续工作时间 2 年以上;
- b) 交流电源: 220(1±10%) V, 频率 50(1±5%) Hz。

5.1.3 安装环境

应符合以下要求:

- a) 装置的使用地点应无爆炸危险、无腐蚀性气体及导电尘埃、无严重霉菌、无剧烈振动源;
- b) 不存在超过规定的电磁干扰;
- c) 有防御雨、雪、风、沙、尘埃及静电的措施;

- d) 场地安全应符合 GB/T 9361—2011 中第 4.1.2 条的要求, 接地电阻应符合 GB/T 2887—2011 中第 5.8 条的规定;
- e) 环境温度: $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 传感器性能要求

5.2.1 特高频传感器

应满足以下性能要求:

- a) 频带范围: $300\text{ MHz}\sim 3000\text{ MHz}$;
- b) 平均有效高度: 在 $300\text{ MHz}\sim 1500\text{ MHz}$ 频带内平均有效高度不应小于 8 mm , 且最小有效高度不应小于 2 mm 。同时应提供 $1500\text{ MHz}\sim 3000\text{ MHz}$ 的平均有效高度测试数据;
- c) 检测灵敏度: 传感器的检测灵敏度应不大于 7.6 V/m (17.6 dB/m);
- d) 动态范围: 传感器的动态范围在增益不变的同等条件下应不小于 40 dB 。

5.2.2 超声波传感器

应满足以下性能要求:

- a) 检测频带: $20\text{ kHz}\sim 100\text{ kHz}$;
- b) 灵敏度: 峰值灵敏度应不小于 60 dB(V/(m/s)) , 均值灵敏度应不小于 40 dB(V/(m/s)) ;
- c) 线性度误差: 不大于 $\pm 20\%$ 。

5.2.3 暂态地电压传感器

应满足以下性能要求:

- a) 频率范围: $3\text{ MHz}\sim 100\text{ MHz}$;
- b) 测量量程: $0\text{ dBmV}\sim 60\text{ dBmV}$;
- c) 线性度误差: 不大于 $\pm 20\%$;
- d) 脉冲计数: 脉冲计数误差不应大于 $\pm 10\%$ 。

5.3 通用技术要求

5.3.1 结构和外观

应满足以下要求:

- a) 局部放电在线监测装置机箱外壳应无明显缺陷, 电镀、氧化层、漆层等涂层良好, 不应有起层、剥落现象。外壳应无锐口、尖角等;
- b) 面板上各种量与单位的文字符号应符合 GB 3100 及 GB 3101 的要求, 印刷或刻字应清晰, 且不应被擦掉;
- c) 按钮操作应灵活可靠, 无卡死或接触不良现象;
- d) 宜采用磁吸安装在开关柜上。

5.3.2 绝缘电阻

正常试验环境下, 局部放电在线监测装置交流电源回路对机壳在 500 V 试验电压下的绝缘电阻不应小于 $100\text{ M}\Omega$ 。

5.3.3 介质强度

正常试验环境下，局部放电在线监测装置交流电源回路对机壳之间的绝缘应能够承受50 Hz、2 kV交流电压，历时1 min。试验期间不应发生闪络和击穿。试验后，被试装置性能应能满足5.2中的各项要求。

5.3.4 静电放电抗扰度

装置能承受的静电放电抗扰度应符合GB/T 17626.2—2018表1中4级的静电放电抗扰度试验。

5.3.5 射频电磁场辐射抗扰度

装置能承受的射频电磁场辐射抗扰度应符合GB/T 17626.3—2016表1中3级的射频电磁场辐射抗扰度试验。

5.3.6 工频磁场抗扰度

装置能承受的工频磁场抗扰度应符合GB/T 17626.8—2006表1中5级的工频磁场抗扰度试验。

5.3.7 温度

装置能承受的温度应符合GB/T 6587—2012表1中Ⅱ组的温度试验。

5.3.8 湿度

装置能承受的湿度应符合GB/T 6587—2012表1中Ⅱ组的湿度试验。

5.3.9 振动

装置能承受的振动应符合GB/T 6587—2012表1中Ⅱ组的振动试验。

5.3.10 冲击

装置能承受的冲击应符合GB/T 6587—2012表1中Ⅱ组的冲击试验。

5.3.11 运输

装置能承受的运输应符合GB/T 6587—2012表8中流通条件等级为2级的运输试验。

5.3.12 外壳防护性能

装置能承受的外壳防护性能应符合GB/T 4208—2017中4.2条规定的外壳防护等级IP51的要求。

5.3.13 可靠性

装置的设计应充分考虑其工作条件，要求在5.1中所述的条件下长期可靠工作，平均无故障工作时间不应小于2000 h。

5.4 功能要求

5.4.1 基本功能要求

装置应满足以下要求：

- a) 能够实现局部放电的测量，并显示暂态地电压、超声波、特高频（至少一种）信号强度；
- b) 具有放电脉冲计数功能；
- c) 具备报警阈值设置功能及告警功能；

- d) 若使用电池供电,连续使用时间不少于2年,并显示电池电量信息;
- e) 监测数据应具备定期/定时发送、响应召唤、主动报送等某一类数据传输方式。

5.4.2 高级功能要求

装置应满足以下要求:

- a) 具有图谱显示功能,如实时图谱、相位图谱等;
- b) 具有抗外部干扰的能力,如检测信号的硬件滤波和数字滤波等;
- c) 具有多通道同步测量功能,通道数宜不少于4个,可以对不同通道的测量数据进行比对分析;
- d) 具有典型缺陷类型识别诊断分析和放电源定位功能;
- e) 采用符合DL/T 860要求的通信协议。

6 试验方法

6.1 试验环境

除环境影响试验之外,其他试验项目应在如下试验环境中进行:

- a) 环境温度: 15 °C ~ 35 °C;
- b) 相对湿度: 25% ~ 75%;
- c) 大气压力: 80 kPa ~ 110 kPa。

6.2 特高频传感器性能试验

6.2.1 幅频特性试验

按DL/T 1432.4的规定和方法,对装置进行特高频传感器幅频特性试验。

6.2.2 检测灵敏度试验

按DL/T 1432.4的规定和方法,对装置进行特高频传感器检测灵敏度试验。

6.2.3 动态范围试验

按DL/T 1432.4的规定和方法,对装置进行特高频传感器动态范围试验。

6.3 超声波传感器性能试验

6.3.1 检测灵敏度试验

超声波传感器的灵敏度试验接线如图1所示。试验试块宜采用钢质材料(热轧钢A36),试块厚度宜不小于250 mm。声发射换能器放置于试块一侧的中心点,并连接到声发射系统。标准测量系统和被测传感器对称放置于试块的另一侧。传感器与试块之间添加耦合剂。声发射系统输出一组脉冲宽度不小于1 μs、幅值不小于5 V的脉冲信号,频率为20 kHz~100 kHz之间的某一频率值,测得被测传感器和标准传感器的频率响应 $U(f)$ 、 $S(f)$ 。测传感器的灵敏度 $D(f)$ 按式(1)计算。

$$D(f) = S_0(f) \cdot U(f)/S(f) \cdots \cdots (1)$$

式中:

$D(f)$ ——被测传感器的灵敏度;

$S_0(f)$ ——标准传感器的标定灵敏度;

$U(f)$ ——被测传感器的频率响应;

$S(f)$ ——标准传感器的频率响应。
由被测传感器的灵敏度 $D(f)$ 得到其峰值灵敏度 $D(f_m)$ 和均值灵敏度，应满足5.2.2中的要求。

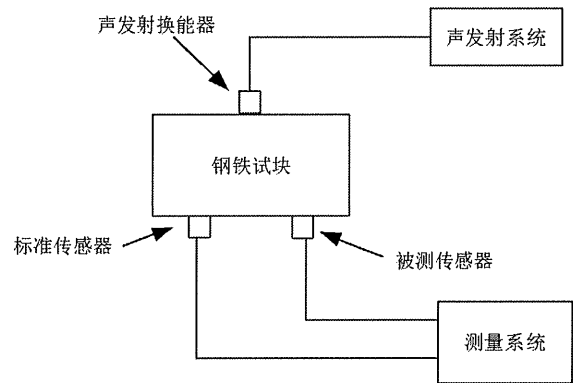


图1 超声波传感器灵敏度试验接线图

6.3.2 线性度误差试验

6.3.2.1 接线如图 2 所示，测试时设置声发射系统输出正弦信号的频率固定为 f 。测试频率宜选择被测传感器的主谐振频率。

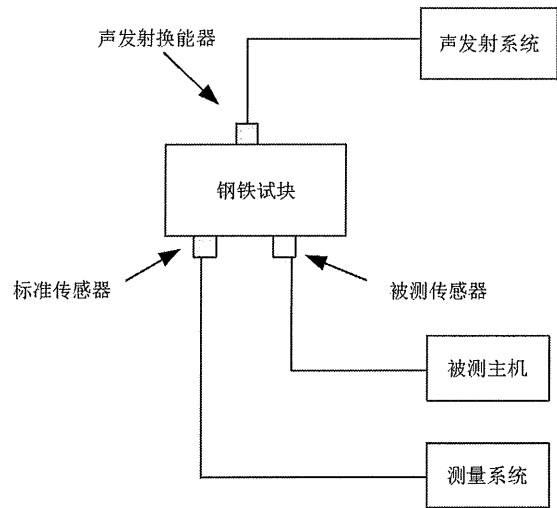


图2 超声波传感器线性度误差试验接线图

6.3.2.2 调节声发射系统幅值使装置示值接近满量程，记录标准测量系统的输出峰值电压和装置输出值 A 。依次降低声发射系统幅值，使标准测量系统输出电压峰值为 $U=(0.8、0.6、0.4、0.2)$ ，记录局部放电超声波检测仪输出的响应示值 A 。各测量点的线性度误差按照式 (2) 计算，满足 5.2.2 中的要求。

$$\delta_i = \frac{A_\lambda - \lambda A}{\lambda A} U \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 δ_i ——线性度误差；
 A_λ ——被测传感器输出值；
 λ ——系数；

A——被测传感器最大输出值。

6.4 暂态地电压传感器性能试验

6.4.1 线性度误差试验

测试接线图如图3所示。测试时设置信号发生器输出正弦信号的频率固定为3 MHz ~ 50 MHz之间的某一频率值，调节信号幅值使局放仪输出 ≥ 30 dB，记录信号发生器峰值电压 U 和局放仪满度值 A ；依次降低信号幅值至 λU ， $\lambda=(0.8、0.6、0.4、0.2)$ ，记录局放仪输出的相应示值 A_λ 。各测量点的非线性误差按式（3）计算：

$$\varepsilon_l = \frac{A_\lambda - \lambda A}{\lambda A} U \times 100\% \quad (3)$$

式中：

ε_l ——线性度误差；

A_λ ——被测传感器输出值；

λ ——系数；

A ——被测传感器最大输出值。

注：线性度误差 ε_l 不应大于 $\pm 20\%$ 。

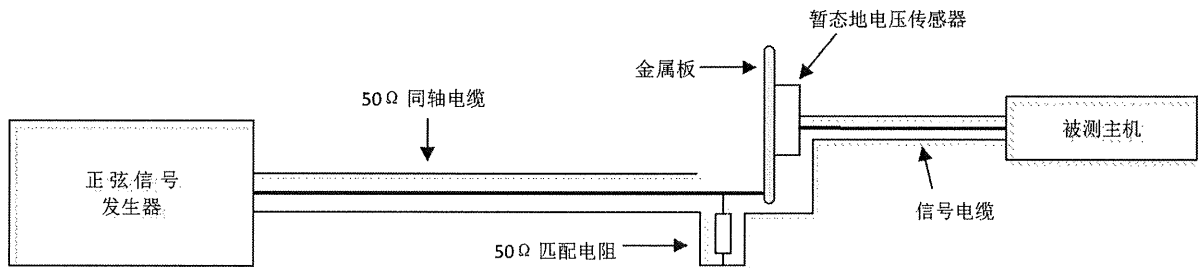


图3 暂态地电压传感器线性度误差试验接线图

6.5 通用技术条件

6.5.1 结构和外观试验

按照5.3.1的要求逐项进行试验。

6.5.2 绝缘电阻试验

根据5.3.2的要求，使用500 V的兆欧表进行试验，测量时间不少于1 min。

6.5.3 介质强度试验

根据5.3.3的要求，局部放电在线监测装置处于非工作状态，按照GB 4793.1的规定，在交流电源回路与机壳之间进行介质强度试验。试验电压2 kV，历时1 min。

6.5.4 静电放电抗扰度试验

按照GB/T 17626.2—2018的规定，并在下列条件下进行：

- a) 装置在正常工作状态；
- b) 接触放电或空气放电；
- c) 在外壳和工作人员经常可能触及的部位；

- d) 试验电压：接触放电8 kV，空气放电15 kV；
- e) 正负极性放电各10次，每次放电间隔至少1 s；
- f) 在施加干扰的情况下，装置应能正常工作。

6.5.5 射频电磁场辐射抗扰度试验

按照GB/T 17626.3—2016的规定，并在下述条件下进行：

- a) 局部放电在线监测装置在正常工作状态；
- b) 频率范围：80 MHz～3000 MHz；
- c) 试验场强：10 V/m；
- d) 在施加干扰的情况下，装置应能正常工作。

6.5.6 工频磁场抗扰度试验

按照GB/T 17626.8—2006的规定，并在下述条件下进行：

- a) 装置在正常工作状态；
- b) 磁场强度：100 A/m；
- c) 在施加干扰的情况下，装置应能正常工作。

6.5.7 温度试验

按GB/T 6587—2012的规定和方法，对装置进行组别为Ⅱ组的温度试验。

6.5.8 湿度试验

按GB/T 6587—2012的规定和方法，对装置进行组别为Ⅱ组的湿度试验。

6.5.9 振动试验

按GB/T 6587—2012的规定和方法，对装置进行组别为Ⅱ组的振动试验。

6.5.10 冲击试验

按GB/T 6587—2012的规定和方法，对装置进行组别为Ⅱ组的冲击试验。

6.5.11 运输试验

按GB/T 6587—2012的规定和方法，对装置进行流通条件等级为2级的运输试验。

6.5.12 外壳防护性能试验

试验要求和试验方法按GB/T 4208—2017的要求进行。
