

国家计量技术规范
《输变电设备在线监测装置校准规范 特高频局部放电在线监
测装置》
编制说明

国网浙江省电力有限公司电力科学研究院

2022年5月

《输变电设备在线监测装置校准规范 特高频局部放电在线监测装置》

编制说明

1. 工作内容

1.1 任务来源

国家计量技术规范《输变电设备在线监测装置校准规范 特高频局部放电在线监测装置》（以下简称“本规范”）是根据国家市场监督管理总局《关于下达2021年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知》（市监计量〔2021〕50号）而编制的，由全国电磁计量技术委员会高压计量分技术委员会归口组织编写工作。

本部分为首次制定。

1.2 工作概况

国网浙江省电力有限公司电力科学研究院自2017年建立特高频局部放电在线监测装置检测试验装置以来，一直开展特高频局部放电在线监测装置的计量检测工作。通过上述工作的开展，较全面掌握了当前国内外此类测试仪技术情况。

本规范由国网浙江电科院牵头组织，华北电力科学研究院有限责任公司、国家高电压计量站、国网重庆电力公司电力科学研究院、广东电网有限责任公司电力科学研究院、中国长江电力股份有限公司、国网浙江省电力有限公司检修分公司7家单位负责起草。

1.3 工作过程

(1) 2021年10月，全国高压计量分技术委员会下发了《关于成立2021年

国家计量技术规范制定工作组的通知》，编制工作组正式成立；

(2) 2021年11月29日，组织召开了编制工作组启动会议并对规范初稿进行了讨论，对各单位下步任务分工进行明确，对初稿修改内容进行了说明，具体修改意见见第一次会议纪要；

(3) 2021年11月至2022年2月，工作组开展了调研与试验验证工作；并形成了征求意见稿。

(4) 2022年3月27日，组织召开了第二次起草工作会议，并对征求意见稿进行了讨论，对各单位下步任务分工进行明确，对初稿修改内容进行了说明，具体修改意见见第二次会议纪要。

(5) 2022年4月至2022年5月，根据专家的审查意见，对征求意见稿进行了讨论和修改。

2. 编写原则和主要内容

2.1 编写原则

本规范为首次制定，编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性和规范性”的原则，严格按照JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编制，并与相关标准协调统一。

2.2 主要内容

按照国家计量技术规范编制要求，本规范内容结构上共分为九章，分别是第一章范围、第二章引用文件、第三章术语和计量单位、第四章概述、第五章计量特性、第六章校准条件、第七章校准项目和校准方法、第八章校准结果表达及第九章复校时间间隔。

2.3 编制目的及要解决的问题

绝缘故障时造成电力设备停运故障的主要原因之一，而局部放电是绝缘故

障发生初期的主要特征之一，特高频局部放电检测技术作为一种抗干扰性能佳、灵敏度高、易识别缺陷类型以及可实现放电源定位的局部放电检测方法，在气体绝缘金属封闭开关设备（以下简称 GIS）设备和变压器设备的在线监测和故障诊断中有着良好的应用效果。

目前，我国对于特高频在线监测装置检验标准主要有：

DL/T 1432.4-2017 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 1498.4-2017 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

虽然国内发布了该装置的行业校验规范和产品标准，但是仍缺乏国家标准层面的量传体系，此外，现有相关标准只关注特高频传感器的检测灵敏度这一单一性能指标，缺乏整体且全面评价特高频在线监测装置的技术规范，导致近年来入网的 GIS 在线监测装置质量良莠不齐，出现了多起因内置传感器自身放电导致的异常事件和漏气、内部断线、存在高感应电等情形，严重限制了特高频局放在线监测技术的发展，也威胁着 GIS 的安全稳定运行。随着能源互联网建设的推进和状态感知体系的发展，局放在线监测的工作模式将趋于节点化、智能化、互联化。

因此，有必要在现有标准体系的基础上，提出特高频局放在线监测装置计量技术规范，规范特高频局放在线监测装置的计量校准方法。

3. 重要条文内容的解释

3.1 范围

规定了本规范只适用特高频局部放电在线监测装置（以下简称装置）的校准。

3.2 引用文件

本部分引用的文件包括：

DL/T1694.1-2017 高压测试仪器及设备校准规范 第 1 部分：特高频局部放电在线监测装置。

3.3 概述

为方便使用人员更好地理解局部放电在线监测装置的工作机理，对其基本原理、结构和用途等进行了描述。

3.4 计量特性

本规范计量特性项目是在参考现有校准规范计量特性要求的基础上，结合现场故障诊断工作实际来制定的。

DL/T 1694.1-2017 高压测试仪器及设备校准规范 第 1 部分：特高频局部放电在线监测装置规定计量特性为：上下限截止频率、幅值线性误差、脉冲重复率误差、灵敏度、短时稳定性。

JJF(浙)1111-2015 特高频法局部放电测试仪校准规范规定计量特性为：上下限频率、幅值线性误差、灵敏度、连续工作稳定性。

编制组参考现有校准规范，并综合考虑仪器仪表/装置校准规范通用计量特性、在线监测装置性能重点关注项目以及现场故障诊断实际，确定本规范计量特性项目为上下限频率、幅值线性。

(1) 上下限频率

上下限频率是局放在线监测装置是否准确的最基本的要求。特高频监测装置的检测频带通常为 300-3000MHz，通过对现有常见监测装置（调研对象主要包括：英国 DMS、上海莫克、保定天威新城、杭州西湖电子、北京博电新能、上海华乘、北京迪扬、厦门红相、上海格鲁布等 9 家）频带进行调研，所有的特高

频局部放电测试用传感器的中心频率（频带）都在包括 300MHz ~ 1500MHz，其中典型的 GIS 用特高频传感器的频响宽度一般为 300MHz ~ 1500MHz。上下限频率是否符合特高频上下限频率以及差异将直接影响到在线监测装置信号测量的质量和效果，因此放在校准项目的第一项。

为确定检测频率误差范围，编制组在实验室对应用较为普遍的 LAU、PDMS-1000G、LAU 等 4 款在线监测装置进行了上下限频率校准。实验室环境下，测试上下限频率误差最大为 14.7%，因此规定实验室校准上下限频率最大允许误差一般不超过 $\pm 15\%$ ，因此，在 5.1 节上下限频率示值误差要求以及 7.2.2 节示值误差试验中，对实验室校准上下限频率最大允许误差要求不超过 $\pm 15\%$ 。此项要求也与 DL/T 1694.1-2017 高压测试仪器及设备校准规范 第 1 部分：特高频局部放电在线监测装置说法保持一致。

（2）幅值线性

幅值线性主要考察局部放电在线监测装置当绝缘缺陷逐渐严重时，能在检测数值上呈现出缺陷的劣化趋势。此项指标对于评判局部放电在线监测装置对不同严重程度缺陷的检测能力有重要意义，因此作为本规范计量特性之一。为确定幅值线性误差范围，编制组在实验室应用较为普遍的 LAU、PDMS-1000G、LAU 等 4 款在线监测装置进行了幅值线性校准。实验室环境下，幅值线性误差最大为 14.5%。因此，规定实验室校准最大允许误差一般不超过 $\pm 15\%$ ；这也是综合考虑了 DL/T1694.1-2017 高压测试仪器及设备校准规范 第 1 部分：特高频局部放电在线监测装置和试验验证情况及调研情况得出的。

3.5 校准条件

(1)环境条件参照 JJG1005-2019 的参比条件进行制定；

(2)校准设备及辅助设备配置要求主要结合测试仪的技术特性。实验室校准

主要设备包括：标准射频信号发生器（可包含信号源及功放）、标准脉冲发生器数字示波器、传递标准（电场探头或单极探针）、镜面单锥 TEM 小室（或 GTEM 小室）。

3.6 校准方法

校准项目包括：“上下限频率”、“幅值线性误差”，为确保被校准装置的基本性能，在校准前准备工作中，规定了需进行“外观及通电检查”、“通信检查”“灵敏度检查”和“短时稳定性检查”。

3.6.1 校准前准备

（1）外观及通电检查：采用目测法进行外观检查，检查内容包括装置本体和功能单元外观情况，包括接地端钮和接地标识；装置面板或铭牌是否明确标明名称、型号、测量范围、最大允许误差、制造厂名称、出厂日期、出厂编号等信息；通电检查：装置通电后，显示屏、指示灯应正常，各单元应正常工作。

（2）通信检查

针对特高频局部放电在线监测装置在现场应用过程中发生过通讯故障，导致在线监测装置无法正常运行的情况，编制组在本规范中加入的通讯功能检查项目，要求装置各组成单元（包括测量传感器、智能电子设备单元及状态接入控制器单元等）应通信正常。

（3）灵敏度检查

灵敏度是局部放电在线监测装置对信号响应能力的评判，为确定灵敏度最大值范围，编制组在实验室对应用较为普遍的 LAU、PDMS-1000G、LAU 等 4 款在线监测装置进行了幅值线性校准。实验室环境下灵敏度最大值 -71.2 dBm，同时基于目前用户评价较好的制造商传感器以及市场调研，规定灵敏度应不大于 -57dBm（备注：对于阻抗为 50Ω 的系统，-57dBm=20dBmV=0.1mV）。

(4) 短时稳定性检查

局部放电在线监测装置需要对输变电设备进行长期持续监测，在监测期间装置的稳定性是保障装置测量数据准确的基础，而短时稳定性正是考量局部放电在线监测装置稳定性能的重要参数。为确定短时稳定性误差范围，编制组在实验室和变电站现场对应用较为普遍的LAU、PDMS-1000G、LAU等4款在线监测装置进行了短时稳定性误差范围校准，同时基于目前用户评价较好的制造商传感器以及市场调研情况，规定将被校装置开机连续工作4h，注入一定的标定信号，检查检测仪各项功能是否正常，并记录刚开机和连续工作4h后的信号幅值，幅值的变化一般不超过 $\pm 5\%$ 。

3.6.2 上下限频率

本项目主要为了考察装置标称的测量上下限频率，通过测量上下限频率相对误差对装置进行评价，根据被校装置频率选择辅助设备（GTEM小室适合频率300MHz-1.5GHz，镜面单锥TEM小室适合300MHz-3GHz），在保持输出幅值不变的情况下，设置标准射频信号发生器输出频率为被校装置上下限截止频率的中间值，并调节标准射频信号源输出频率在中间值附近找到被校装置输出幅值最大且相对平稳区域的频率点，以此频率点为中心频率，设置标准射频信号发生器正弦波脉冲调制信号输出频率为被校装置的中心频率，调节特高频信号幅值使被校装置处于幅值的70%左右。保持该点电场强度不变，用被校传感器替代电场探头，向下调节正弦波信号频率，使被校装置显示值降幅达到6dB，记录此时信号源的频率作为被校装置的下限频率调节标准射频信号发生器输出，以被校装置显示值70%左右、降幅6dB作为实测值。同理，从被校装置中心频率点往上增加频率值，找出并记录上限频率，而后与装置标称上下限截止频率比较，并计算误差。

3.6.3 幅值线性度

本项目主要为了考察装置对不同幅值输入信号的响应情况，确保装置既能有效反应大幅值放电量，又能有效检测出小幅值放电。根据被校装置上下限频率选择GTEM小室或镜面单锥TEM小室（GTEM小室适合频率300MHz-1.5GHz，镜面单锥TEM小室适合300MHz-3GHz），在被校装置频率测试范围内，取上下限频率和中心频率3个频率点进行幅值校准。记下被校装置最大示值B以及射频信号发生器标准值A。依次降低输入信号至原信号的 λ_i 倍， λ_i 的选取可根据被校装置的幅值测量上限的25%、50%、75%、100%及测量下限值，其它校准点可根据实际需要进行增补。需要特别注意的是，校准和计算过程中，如有对数形式的值，则需要换算到线性坐标系，附录A给出了具体的换算方法。

4. 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

本规范与现行法律、法规、政策没有抵触，与现行有效的相关标准协调。

5. 贯彻规范的要求和措施建议

在本规范的贯彻过程中应组织各省市、自治区、直辖市电力科学研究院、计量检测机构等从事局部放电在线监测装置校准工作的技术人员和仪器制造企业相关人员学习宣贯，对相关技术条款进行详细明确解读，保证条款内容执行的正确性和规范性，从而保证此类仪器量值的统一准确。

6. 主要试验验证情况及预期达到的效果

本规范主要由国家高电压计量站、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、华北电力科学研究院有限责任公司、中国长江电力股份有限公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院、国网浙江省电力有限公司超高压分公司承担试验，验证规范各项技术条款功能和参数制定的合理性。

已经开展的试验验证项目如下

序号	试验项目	
1	外观及工作正常性检查	
2	通信检查	
3	灵敏度检查	
4	短时稳定性检查	
2	计量性能 试验	上下限频率
3		幅值线性

由各单位提供的试验数据和报告表明，规范编制条款制定合理，可操作性较强。

7. 规范名称与计划项目名称发生变化的主要原因

无变化。

2022年3月30日

编制工作组