

国家计量技术规范
《输变电设备在线监测装置校准规范
金属氧化物避雷器在线监测装置》
编制说明

国家高电压计量站

2022年4月

《输变电设备在线监测装置校准规范

金属氧化物避雷器在线监测装置》

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 金属氧化物避雷器在线监测装置》（以下简称本部分）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 工作过程

《输变电设备在线监测装置校准规范 金属氧化物避雷器在线监测装置》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、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网河北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公司、广东电网有限责任公司电力科学研究院 6 家单位负责起草。

工作过程如下：

(1) 2021年7月，国家市场监督管理总局计量司下达编制工作计划；

(2) 2021年8月，开展了编制工作组成员单位申报；

(3) 2021年10月11日，全国高压计量分技术委员会下发了《关于成立《互感器负荷箱通用技术条件》等十项行业标准起草工作组的通知》，宣告了编制

工作组的成立;

(4) 2021年11月26日,组织召开了编制工作组启动会议(线上)并对标准初稿进行了讨论,形成了会议纪要,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;

(5) 2021年12月至2022年1月,开展了调研与试验验证工作;

(6) 2022年2月25日,召开征求意见稿讨论会。在指导老师的帮助下,牵头单位根据会议意见完成了征求意见稿的修订完善,最终形成了征求意见材料;

(7) 2022年3月31日,召开编制工作组第二次起草工作会议,根据标委会审查组的预审查意见,对征求意见材料进行了讨论和集中编制;

(8) 2022年4月,各单位根据第二次会议意见,进行补充调研及试验验证,完善了征求意见材料;

(9) 2022年4月26日,征求意见材料通过评审,正式进行征求意见;

(10) X年X月X日至X日,召开第三次工作会议,对征求意见进行了集中处理,并形成送审材料。

2.编写原则和主要内容

2.1 编写原则

本部分为首次制定,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,本部分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、第三章术语和定义、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

金属氧化物避雷器（MOA）具有保护可靠性高、通流容量大、陡波响应特性良好等优点，因而被广泛应用。它由若干片氧化锌阀片被紧密封在避雷器外套组成。氧化锌阀片具有非常优异的非线性特性：在电网运行电压下，它的电阻很大，流过氧化锌阀片的泄漏电流一般在几个毫安，因此避雷器相当于绝缘体。在线路受雷电侵入过电压或操作过电压时，避雷器电阻瞬间变得很小，流过避雷器的电流超过数千安培，释放过电压能量，从而防止了过电压对输变电设备的侵害。

在运行情况下，流过金属氧化物避雷器的主要电流为容性电流，而阻性电流只占很小一部分。但当内部老化、受潮等绝缘部件受损以及表面严重污秽时，容性电流变化不多，而阻性电流却大大增加，因此通过测量金属氧化物避雷器阻性电流的变化，就可以了解金属氧化物避雷器的运行状况，及时发现避雷器是否进水受潮以及检测阀片是否老化或劣化等。一般来说，金属氧化物避雷器的阻性电流值在正常运行情况下约占全电流的 10% ~ 20%。如果测试值在此范围内，一般可判别该金属氧化物避雷器运行良好；如阻性电流值占全电流的 25% ~ 40%，需密切关注其变化趋势，并做数据分析判断；如阻性电流值占全电流的 40% 以上时，可以考虑退出运行，进一步分析故障原因。因此，金属氧化物避雷器在线监测装置通过检测阻性电流，可实现对避雷器的运行情况的实时评估。

由于金属氧化物避雷器针对不同电压等级，型式和结构差异多样，相应的监测装置也有所区别。目前，国内外市场上产品众多、技术参数参差不齐、溯源方法不统一，严重影响金属氧化物避雷器在线监测装置测量数据的准确性和

可信性。目前缺乏针对金属氧化物避雷器在线监测装置的国家计量技术规范，迫切需要对金属氧化物避雷器在线监测装置开展统一的量值溯源，把相关校准工作纳入常态化管理。

指导金属氧化物避雷器在线监测装置开展有效的校准工作是编写本规范的主要目的。本校准规范的起草将有效解决金属氧化物避雷器在线监测装置的量值溯源问题。金属氧化物避雷器在线监测装置校准规范，能确保相关在线监测装置量值统一，进而保障电网的安全运行，满足相关行业生产实际的需要。

3.主要试验验证情况及预期达到的效果

本部分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、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网河北省电力有限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承担试验，确认推荐方法的可行性，并验证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包括：实验室（离线）环境下的参考电压、全电流、阻性电流、相位角校准；避雷器在线监测装置对含不同谐波分量情况下的全电流、阻性电流测量能力比对验证试验。由各单位提供的试验数据和报告表明，标准编制条款制定合理，可操作性较强。其中，工作组在变电站现场采用了附录A中的校准方法开展校准工作，试验数据表明，附录A编写的电流清零法及阻性电流增量叠加比较法可完成装置的在线校准工作，全电流、阻性电流校准结果具备溯源性。

4. 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况

本部分未涉及到国际建议，也没有国际建议采纳情况。

本部分的校准方法与 DL/T 1561—2016《避雷器监测装置校准规范》推荐的方法原理上一致。本部分与之相比，补充了采用标准表的校准方法、细化了标

准装置的主要技术指标，并详细表述了“电流清零法”及“阻性电流增量叠加比较法”两类现场校准的环境条件、校准接线及校准步骤。

5. 与现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

本部分与现行法律、法规、政策没有抵触，与现行有效的相关标准协调。本部分中有关金属氧化物避雷器相关术语表述与 GB/T 2900.12—2008《电工术语 避雷器、低压电涌保护器及元件》、GB/T 11032-2020《交流无间隙金属氧化物避雷器》中协调一致。本文件所推荐的校准方法与 DL/T 1561—2016《避雷器监测装置校准规范》中推荐方法在原理上一致。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据

根据本部分的编写过程及征求意见情况补充，暂无。

7. 贯彻标准的要求和措施建议

在本部分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、在线监测装置制造厂家等从事相关装置检验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，从而保证此类在线监测装置的统一准确。

8. 废止现行有关标准的建议

本部分发布后，没有相关标准需废止。

9. 重要条文内容的解释

9.1 范围

本规范适用于金属氧化物避雷器在线监测装置的校准，不适用于避雷器放电计数器的校准。通常，避雷器监测装置分为两类，一类为避雷器放电计数器，其功能是测量避雷器阀片通过的全电流并对雷击次数进行计数。第二类是阻性电流在线监测装置，通过测量参考电压与避雷器阀片通过的全电流，显示

通过避雷器的全电流及阻性电流。由于第一类装置可以随时拆卸，并通过专用测试仪器进行校准，校准方法比较简单且有现行标准。因而，本部分针对第二类在线监测装置的校准进行规定。

9.2 概述

为方便使用人员更好地理解此类在线监测装置的工作机理，对其基本原理、结构等进行了描述，并说明了应用场景。

9.3 计量项目

金属氧化物避雷器在线监测装置通过测量参考电压与全电流，并通过两者的相位关系计算得到阻性电流值。结合现场故障诊断工作实际和技术调研报告，金属氧化物避雷器在线监测装置在进行避雷器绝缘故障监测时，主要关注的技术指标包括参考电压、全电流、阻性电流、相位角。

根据调研情况，目前市场上的金属氧化物避雷器在线监测装置，各参数测量范围如下：参考电压：10V~120V；全电流：0.1mA~50mA；阻性电流：0.1mA~50mA，相位角：0°~90°。该测量范围与金属氧化物避雷器实际的运行参数相适应，同时覆盖大部分市场上的金属氧化物避雷器在线监测装置校准需求，因此本部分选择上述参数作为校准的计量项目。

参考电压、全电流、阻性电流、相位角参数的最大允许误差参考了 DL/T 1561—2016《避雷器监测装置校准规范》条款 4.2 的规定，与其保持一致。

9.4 校准条件

(1)实验室校准环境条件参照电学实验室的校准参比条件进行制定，并参考了同类电力在线监测装置的校准规范中相关条款；现场校准环境条件参考 GB/T 35697-2017《架空输电线路在线监测装置通用技术规范》条款 6.1 工作条件 I 级的要求，并在附录中给出。

(2)标准装置推荐采用标准功率源（或功率源+标准功率表），其电压电流之间的相位可调，电压、电流输出范围能覆盖被校准对象的量程。参考 DL/T 1561—2016《避雷器监测装置校准规范》条款 4.2 的规定，标准装置的最大允许误差应能满足不超过对应参量最大允许误差 1/5 要求。

9.5 校准方法

(1)参考电压

注入标准参考电压信号，记录标准值与显示值，计算测量误差。选择10V、57.7V、100V、120V四个校准点，能覆盖金属氧化物避雷器在线监测装置的电压测量范围，并兼顾最常见的二次侧参考电压信号值（57.7V）。

实验室环境下的标准参考电压信号可通过标准功率源提供（标准源法），也可通过功率源和标准功率表组合实现（标准表法）。

(2)全电流

注入标准参考电压信号与全电流信号，记录标准值与显示值，计算测量误差。选择的校准点能覆盖金属氧化物避雷器在线监测装置的全电流测量范围，并与实际工况下流过避雷器的全电流范围相适应。现场全电流校准可参考附件A的方法进行。

实验室环境下的标准全电流信号可通过标准功率源提供（标准源法），也可通过功率源和标准功率表组合实现（标准表法）。

考虑到现场校准时需消除避雷器背景泄漏电流的影响，而通用标准装置如标准功率源通常不具备该功能，因而实际现场校准时标准装置可由具备信号采样、调理、放大功能的功率放大器和标准功率表组成。

考虑到金属氧化物避雷器实际运行时流过的全电流含有谐波分量，含有谐波的全电流信号更贴近现场工况。然而含有谐波分量的标准全电流信号实现比较复杂，溯源不便，因而编制工作组对目前市场主流金属氧化物避雷器在线监测装置对不同谐波分量的全电流及阻性电流测量能力进行了比对验证。结合实

际现场工况，将谐波次数分别设为3、5、7次，谐波含量分别设为0%、5%、10%，验证结果表明，谐波分量对避雷器在线监测装置的全电流及阻性电流测量性能的影响在最大允许误差范围内可以忽略。因而本规范的校准方法中不考虑含谐波分量的全电流及阻性电流校准。

(3)阻性电流

注入标准参考电压信号与全电流信号，并调整两者之间的相位关系，记录阻性电流标准值与显示值，计算测量误差。选择的校准点能覆盖金属氧化物避雷器在线监测装置的阻性电流测量范围，并与实际工况下流过避雷器的阻性电流范围相适应。参考金属氧化物避雷器实际运行及金属氧化物避雷器在线监测装置的调研情况，结合监测装置不同阻容比测量能力的校准需求，校准阻性电流时参考电压选取57.7V或100V，全电流选取测试仪阻性电流的5倍或全电流测量能力上限。现场阻性电流校准可参考附件A的方法进行。

实验室环境下的标准阻性电流信号可通过标准功率源提供（标准源法），也可通过功率源和标准功率表组合实现（标准表法）。

(4)相位角

注入标准参考电压信号与全电流信号，并调整两者之间的相位关系，记录相位角标准值与显示值，计算测量误差。选择的校准点能覆盖金属氧化物避雷器在线监测装置的相位角测量范围。参考金属氧化物避雷器实际运行及金属氧化物避雷器在线监测装置的调研情况，结合监测装置不同阻容比测量能力的校准需求，校准相位角时参考电压选取57.7V或100V，全电流选取5mA或测试仪全电流测量能力的上限值。现场相位角校准可参考附件A的方法进行。

实验室环境下的标准相位角信号可通过标准功率源提供（标准源法），也可通过功率源和标准功率表组合实现（标准表法）。

9.6 复校时间间隔

根据国网、南网公司调研情况与工作实际情况，本部分建议监测装置投运后的复校时间间隔，结合监测装置的工作状态和被监测主设备检修计划综合确

定。

2022年5月9日

编制工作组