

浅谈物联网时代避雷器智能监测的发展方向

张毅 余彬彬 吴友强 周德清
(温州益坤电气股份有限公司)

摘要：现阶段智能避雷器的提出受到了业界的广泛关注，希望通过避雷器与智能监测的融合，将监测到的避雷器运行数据，通过物联网无线远程传输至数据处理平台，运用大数据进行对比、分析，识别隐患并给出风险预警。此愿景一旦实现，电力检修人员就可在收到风险预警后，快速对潜在的隐患做出处置，将风险扼杀在初期，可确保电力生产的安全。本文通过对目前避雷器在线监测器的现状进行分析，相信在物联网和智造两大行业的助力下，未来避雷器智能监测将会出现不一样的发展局面。

关键词：避雷器；智能监测；无线远程；物联网

0 引言

目前在线监测器作为市面上最常见的避雷器监测仪器，在一定程度上可以发现避雷器存在的潜在缺陷和问题，但也存在诸多不足之处，如需要电力工作人员到现场抄表、记录，鉴于这个原因工作人员无法做到对避雷器的实时监控。另外数据收集后还需要对数据进行分析，无形当中也增加了作业难度。而基于物联网的智能监测可有效克服上述传统避雷器在线监测器的不足，可将采集的数据通过物联网上传至数据处理平台，再运用大数据对数据进行对比、分析，识别隐患并给出风险预警。通过加装智能监测可有效降低电力运维的难度。

1 现阶段在线监测器的现状

在线监测器作为目前避雷器的重要监测手段，在

其使用过程中陆续暴露出一些缺陷：

- 1) 受限于避雷器安装场所多为户外，导致在线监测器长期处于露天环境，容易出现表盘老化或密封性能不良，造成监测器损坏而无法观察的情况；
- 2) 由于在线监测器配置的电流表多采用机械式指针，在其运行过程中一旦出现热变形或机械卡死等原因容易造成卡针，出现无法正确显示泄漏电流数值的情况；
- 3) 在线监测器配置的动作计数表多采用机械结构，动作时容易出现卡死现象而导致无法正常计数；
- 4) 在线监测器多数需要维护人员到达现场抄录放电动作次数和泄漏电流的数值，有些特殊场所可能人员无法抵达，还需要借助望远镜或无人机前往观察；
- 5) 受限于在线监测器的质量问题，维护人员无法通过在线监测器显示的数据进行有效判别。

2 避雷器智能监测的发展趋势

鉴于目前在线监测器客观存在的问题，相信在物联网和智造行业的助力下，未来智能监测将朝以下方向发展。

2.1 传输方式由有线转为无线

目前避雷器智能监测多采用 RS485 接口有线连接方式连入后台经中转后实现数据上传，但该场景只适合变电所等特定场合，对于线路或偏远区域，还是无法绕开避雷器在线监测器无法远距离传输的弊端。目前信号覆盖范围广且能实现无线远距离数据传输的技术主要有 LoRa、NB-IoT（窄带物联网技术）和 GPRS。相对于传统网络 GPRS 而言，LoRa 和 NB-IoT 都属于物联网领域的新兴技术，都具有低功耗的特点，未来会有更大规模、更多类型上的应用。

2.2 供电方式由有源转为无源

现阶段绝大多数避雷器智能监测都是通过外接直流电源取能并实现数据传输，未来该供电方式将朝无源方向发展，实现绿色环保、低功耗等目标。目前通过避雷器的泄漏电流、太阳能电池板或内置电池等方式取能是可行的。就发展趋势而言，通过避雷器的泄漏电流进行储能是最为理想的，可有效杜绝太阳辐射不足而导致的智能监测无法工作和更换电池带来的繁琐工作。

2.3 安装方式由外置转为内置

现阶段出现的智能监测多为外置式安装，该监测装置可不受尺寸限制，且更换方便。但也存在一定的弊端，需要考虑外部环境因素。而内置式监测装置则需要集成到避雷器腔体内部，结构上要求监测装置更加小巧，但不需要考虑外部环境因素，还具有一定的技术壁垒。

3 避雷器的监测方向

从避雷器的故障模式及故障机理出发分析认为未

来避雷器智能监测单元将主要围绕压力监测、温湿度监测、电流监测、冲击放电电流监测这几个方面来实现。

3.1 压力的监测

目前电力系统中 35kV 及以上电压等级的瓷外套避雷器在制造过程中多采用氦质谱检漏仪检漏法对其密封性能进行检测，密封检测完成后向内部充入高纯度的氮气，并确保内部压力比外界环境高 10~30kPa，俗称微正压技术。微正压技术可有效预防外部潮气入侵避雷器内部的可能，同时填充的惰性气体可增加避雷器内部的绝缘性能，提高避雷器运行的可靠性。但随着避雷器运行年限的增加，避雷器密封件受各种环境因素影响会出现疲劳老化导致其密封性能下降，此时避雷器内部的氮气会往外界环境泄漏，该过程中外部湿气会侵入避雷器内部造成避雷器绝缘性能下降甚至发生爆炸。而运用智能监测单元可对避雷器内部的压力进行实时监测，及时发现避雷器内部压力的变化并上传数据处理平台，数据处理平台通过数据对比分析，可发出风险预警，便于维护人员及时更换避雷器排除隐患。

3.2 温湿度的监测

对于采用绝缘管或瓷外套结构且内部存在空气的避雷器而言，可在避雷器内部置入智能监测单元对避雷器内部的温湿度进行监测。因为上述结构类型的避雷器在组装过程中会有温湿度的特定要求。智能监测单元在定期上传监测数据交由数据处理平台进行分析，一旦发现避雷器内部温湿度超过限定值可发出风险预警，以便于维护人员做好下一步准备。

3.3 泄漏电流和阻性电流的监测

泄漏电流和阻性电流作为避雷器的重要性能指标，在一定程度上可反映避雷器的状况。当避雷器长期使用过程会受外部环境作用、运行工况以及外部伞裙积污和对地杂散电容引发的电场分布不均时可出现

电阻片老化和密封性能下降导致的内部受潮。在此期间避雷器的泄漏电流和阻性电流会显著上升，此时通过监测泄漏电流以及阻性电流变化趋势，可及时发现隐患，避免事故发生。

3.4 冲击放电电流的监测

冲击放电电流的监控可在放电动作次数、冲击电流大小和动作时间上实现。通过收集上述数据，可以及时了解避雷器的状况，为避雷器周期运行维护计划的制定提供依据，同时也可对即成的故障提供分析数据。

4 避雷器智能监测的技术攻关方向

相对于内置式而言，外置式避雷器智能监测由于其不受空间限制，兼容性更强，目前已初具雏形。而内置式避雷器监测装置则因研制难度高，还处于起步阶段。目前面临着以下问题有待技术攻关。

4.1 取能方面

虽然内置式智能监测可以通过避雷器的泄漏电流取能，但受限于泄漏电流的大小无法做到实时对外发送数据，只可能采用定期方式发送。但如果在通过泄漏电流取能的同时结合内置电池的供电方式，那么很大程度上可以缩短数据发送的周期。

4.2 信号传输方面

由于内置式智能监测集成于避雷器内部，可能会受避雷器外套及其他部件的影响造成信号衰减或屏蔽。另外高压电场产生的无线电可能会干扰信号的传输，这就需要智能监测发送的信号具有良好穿透和抗电磁干扰能力。

4.3 使用寿命方面

由于内置式智能监测集成于避雷器内部，因此更换存在难度，对于高电压等级的避雷器设计寿命要求30年，在实际运行中也能实现20年以上甚至更久，这就需要对内置监测单元的使用寿命进行验证，以符合预期效果。此外还需要验证避雷器动作导致发热是

否会影响监测模块的可靠性及使用寿命。

5 现阶段避雷器智能监测应用

目前避雷器智能监测基本上还属于小范围的试点，还未全面普及，主要应用于电力和铁道等典型示范性工程当中。如京雄城际雄安智能化全地下牵引变电所、延安750kV智能变电站、特高压直流换流站等场所的避雷器加装智能监测，证实都达到预期的效果。

6 结束语

通过上述分析认为，一旦避雷器智能监测装置的实现将带来不可想象的便利，电力检修人员只需在线上就可实时掌握避雷器运行状态，在很大程度上提高风险识别准确度的同时降低了运维难度。当然通过分析也发现避雷器智能监测装置还有一系列问题有待技术攻关，但推崇智能、绿色、环保的今天，相信在将来终会全面替代传统的在线监测器，并广泛应用于电力及铁道等系统中，为国家的电力发展添砖加瓦。

参考文献

- [1] 左中秋, 吴成成, 黄佳瑞, 等. 内置式金属氧化物避雷器在线监测装置设计[J]. 电瓷避雷器, 2024(1): 29-35.
- [2] 弥潇. CT型避雷器智能在线监测装置的研究[J]. 电瓷避雷器, 2013, 136(2): 59-63, 68.
- [3] 赵冬一, 胡淑慧, 王兰义, 等. 智能变电站用金属氧化物避雷器在线监测技术的研究发展[J]. 电瓷避雷器, 2013(5): 66-72.
- [4] 刘浩. 基于改进雷击跳闸率计算方法的配电线路防雷方案评估系统的研究[D]. 广州: 华南理工

(下转第76页)

(上接第 71 页)

- 大学, 2019.
- [5] 严有祥, 卢南剑, 崔璨, 等. 电缆用避雷器在线监测系统研制与应用 [J]. 供用电, 2016, 33 (10): 77-80.
- [6] 周阳轩. 带间隙氧化锌避雷器状态巡检系统开发 [D]. 长沙: 长沙理工大学, 2018.
- [7] 邓育平, 肖文, 刘明放, 等. 延安 750kV 智能变电站避雷器在线监测的设计研究 [J]. 陕西电力, 2012 (7): 73-76
- [8] 李茂峰. 玉林串补站 MOV 现场试验与测量技术研究 [D]. 重庆: 重庆大学, 2014.
- [9] 孔珍珍, 贾一凡, 张小勇. 交流无间隙复合外套金属氧化物避雷器认证评价浅析 [J]. 质量与认证, 2020 (9): 64-66.
- [10] 陈诗杰, 凌霞, 梁嘉伟. 一种变电站 GIS 设备综合报警单元在线监测装置及方法: 中国, CN113253038A[P]. 2021-08-13.
- [11] 余亚东, 陈富国, 寇新民, 等. ± 500 kV 高压换流站直流侧避雷器在线监测装置的研制 [J]. 电瓷避雷器, 2018 (6): 105-109.
- [12] 王宏伟, 张利民, 姜建平, 等. 特高压站避雷器泄漏电流在线监测和分析系统 [J]. 电瓷避雷器, 2019 (6): 67-72.
- [13] 李佳奇, 李斌, 刘碧琦, 等. 避雷器电位分布及温度分布无线检测系统 [J]. 电瓷避雷器, 2018 (4): 16-21, 36.
- [14] 屈延师, 郭凯, 张高峰, 等. 物联网技术在特高压变电站中的应用 [J]. 山东电力技术, 2020, 47 (1): 40-43.

(收稿日期: 2024-04-11)