

电力系统高压设备局部放电诊断研究

邓波

(广西北港金压钢材有限公司, 广西 北海 536000)

摘要: 基于状态的监测和诊断对确保不同高压设备的有效可靠运行十分重要。在线局部放电监测技术更是评估绝缘健康状况的关键方法之一, 通过正确检测、识别和解析局部放电信号, 可以扩大高压设备局部放电状态监测的效益。基于无线传感器构建了智能局部监测框架用于估计高压设备的绝缘劣化程度, 提高电力系统的整体性能。

关键词: 高压设备; 无线传感器; 智能局部监测

中图分类号: TM85 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0711(2024)05(上)-0188-02

在电力系统中, 绝缘退化是导致各种电气元件失效的主要原因。在高压设备的正常运行过程中, 电场应力都会均匀地分布在电极之间的健康绝缘层上。然而, 当绝缘体含有某些缺陷(杂质、空洞、气泡或电树)时, 电极之间的绝缘体上就会产生分布不均匀的电场应力, 在特定的外加电压水平下会发生局部放电, 当电场强度足够高, 为电荷穿透绝缘材料提供了动力, 引发绝缘材料进一步损失。局部放电检测是一种用于评估电气设备健康状况的重要技术手段。在电气设备运行过程中, 由于各种内外部因素, 设备绝缘系统可能会出现损伤或弱点, 局部放电现象便随之产生。通过局部放电检测可以及时发现并监测潜在的故障区域, 以便在故障发展成严重问题前采取相应的维修措施。

1 局部放电在线测量技术

在大多数情况下, 局部放电表现为持续时间非常短

的电流或电压脉冲。这些脉冲高度依赖施加的电压、介质材料的性质和环境条件。局部放电主要分为表面放电、内部(空穴和树枝)放电和电晕放电三大类。评估放电严重程度和绝缘状况信息可以采用局部放电起始电压、累积表观电荷、累积能量函数、平均放电电流、放电功率和二次速率。局部放电监测系统如图1所示, 包括三部分: 传感器采集、特诊提取和数据分析。通过传感器采集不同的可测量现象来监测局部放电活动, 包括热、振动、光、气体分解和电磁辐射的发射, 将原始局部放电信号转换为一组可识别的区分性特征并进行提取, 统计特征、时间分辨局部放电特征和相位分辨局部放电特征进行了量化。在传感器数据采集时, 可以使用非常规电磁耦合技术来提高局部放电信号的检测范围, 如箔电极和电流传感器方法。基于射频检测和分析技术的无线局部放电传感器为高压设备的硬连线传感器提供了一种

应用。这对于长距离输送管道运行效果的保障、水、油、气等的良好供应以及社会经济的发展都将起到非常积极的促进作用。

3 结语

因此, 确保长距离输油输气管道的稳固与安全, 防止其在运行中遭受腐蚀带来的泄漏风险, 阴极保护电流的稳定性起着至关重要的作用。在这一过程中, 以集磁环法为基础的检测系统显得尤为重要。集磁环法的应用原理为这类检测提供了科学依据, 因此, 细致研究并优化这一技术的使用, 对完善系统设计和提升实际应用效果具有重大影响。广泛深入应用并不断提升这套检测系统, 对于保障远距离输送管道的稳定运作至关重要, 这不仅能确保能源和其他物料的连续供应, 也对整个社会的经济进步和发展产生深远影响。

参考文献:

- [1] 李佳轩, 刘涛, 杨晨璐等. 长输管道阴极保护电流流失解决措施研究与应用[J]. 全面腐蚀控制, 2023, 37(08): 1-7+31.
- [2] 王洁琳. 基于轻轨杂散电流长输管道阴极保护电位优化的研究[D]. 西安石油大学, 2023.
- [3] 侯岩光. 基于集磁环法的长输管道阴极保护电流检测系统研究[D]. 中国石油大学(北京), 2022.

※ 他干扰信号不会影响结果的准确性。

2.4 实验结果和相关分析

为了进一步确保该电流检测系统的应用效果, 本次通过上述的实验数据与误差分析可知, 这套系统在捕获阴极保护电流时, 表现出极高的检测精准度, 几乎与专业设备不相上下。在实践中应用这套系统, 对管道的阴极保护电流进行细致监控, 无疑将极大地提升管道防腐工作的有效性。仔细监控阴极保护电流和相应的防腐状况, 不仅展现了系统的卓越性能, 而且为确保长输管道的稳定运作, 提供了一个得力的技术支点。这就是我们将精湛工艺融入科技成果中的最佳例证, 彰显了对品质和精确度的执着追求。在对水、油、气等的长距离输送管道进行质量与安全管理的进程中, 防腐保护与防腐检测是一项关键内容。尤其是对于阴极保护形式的长距离输送管道, 相关单位更应该通过合理的技术措施来做好阴极保护电流检测工作, 以此来有效确定其保护情况, 及时发现相应的问题, 并使其得到及时处理。在此过程中, 基于集磁环法的长距离输送管道阴极保护电流检测系统便可发挥出良好的检测作用。基于此, 一定要加强该系统的应用研究, 明确集磁环法的主要应用原理, 并将其合理应用到该系统中, 实现整体系统的科学设计与

经济高效的替代方案。无线电接收器用于检测和测量局部放电事件期间 1 ~ 1000ns 电流脉冲发出的电磁信号，无须安装任何额外的硬件。电磁局部放电信号类似于经典的衰减振荡，带宽范围从 50 ~ 1000MHz，取决于故障的类型和结构。然而，由于环境中的高频衰减金属结构，该带宽通常被限制在 50 ~ 800MHz。它们能够提供局部放电活动的实时监控，并可用于预测性维护。然而，无线局部放电传感器在电力系统资产状态监测中的应用仍然受到干扰和噪声，覆盖范围有限，易受网络攻击等问题的限制。

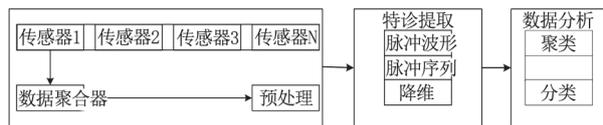


图1 局部放电在线检测系统

2 智能局部放电在线监测系统

为了保证先进电力系统的可靠运行，绝缘健康状况的评估是评估高压直流输电系统寿命和故障概率的重要依据。在传统局部放电测量技术的基础上，集成多种检测方法和传感器，通过机器学习和数据挖掘技术，对局部放电信号的自动识别和分类，构建智能局部放电在线监测系统，实现对电力设备全面、准确的监测，发展完善的局部放电在线监测系统，实现对电力设备从设计、制造、运行到退役的全过程管理，通过实时监测和数据分析，为设备维护和管理提供科学依据。

构建一种使用智能局部放电传感和监测系统的方法对于安装在偏远地点的高压设备是必不可少的。如图2所示，通过引入智能电网概念，智能局部放电在线监测系统由四部分构成：传感器数据采集单元、先进信号处理单元、信号传输单元和检测控制中心单元，利用无线局部放电传感器可以对局部放电监测系统进行升级，以实现高压虚拟环境的智能状态监测和服务应用。处理器使用耦合电容器、高频CT或电磁耦合器与传输系统一起测量局部放电电压或电流脉冲，通过数据聚合器聚合各个传感器采集的信号，送到先进信号处理单元，经过滤波、对数放大后，检测信号峰值，经过数模转换后，同步到发射器。模拟信号经空口到达无线传输单元的接收器。通过对大量局部放电信号进行深度学习，引入迁移学习等策略，利用已有的识别模型加速新型电气设备局部放电信号的识别和分类，训练出高效的识别模型，可以自动识别出局部放电信号，并对其进行分类，为电气设备的故障诊断提供有力支持。

此外，智能手机可以通过电力系统中兼容的本地通信使用无线传感器获取高压设备的局部放电数据来用于计算，便于工作人员实时获取设备信息。图2中带有备用电池的传感器数据采集单元可以独立安装在电力系统的各种现场组件上，也可以作为网络安装。局部放电传感器与其他状态监测设备的集成是关键一环，会影响测量电量，从

而减少执行现场测量所需的时间和成本。为了准确地检测局部放电故障，高速数据转换率是必不可少的。然而，使用快速数据转换会导致传感器的成本增加、功耗高和效率低下。因此，设计高效率、低功耗的传感器显得尤为重要。智能传感器采集的现场组件的局部放电数据可以存储，并通过无线传输系统传输到监控中心。然而，海量数据的通信也是一项任务。采用先进的信号处理技术可以解决无线传感器计算能力有限和能量受限的问题。能够在很长一段时间内在特定带宽上获得局部放电能量，并且该放电能量会被转换为局部放电特诊，上传检测控制中心。

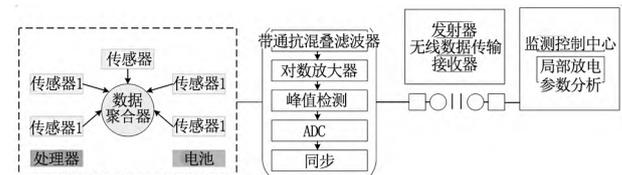


图2 智能局部放电监测系统

该系统能够应用于变电站在线现场试验，在记录缺陷时进行分析和记录。同时，它将在必要时向资产管理公司报告相关信息。此外，还将局部放电探测器与能量清除系统集成在一起，使设备能够从变电站环境中自我供电。

3 结语

为了有效监测高压设备的绝缘状况，本文提出了一种智能局部放电在线监测系统。该系统主要由传感器、数据采集与处理、通信模块和监控中心组成。传感器用于实时采集高压设备绝缘系统的局部放电信号，数据采集与处理模块对采集到的信号进行滤波、放大、模数转换等处理，将处理后的数据传输至监控中心。监控中心通过对大量数据的分析与处理，可以实时掌握高压设备的绝缘状况，并及时发现绝缘劣化趋势。本文提出的智能局部放电在线监测系统对于保证高压设备的高可靠性具有重要意义。通过对绝缘缺陷的有效识别和监测，我们可以提前发现和预防潜在的安全隐患，提高电力系统的整体性能和稳定性。在未来的发展中，智能监测技术将继续完善和优化，为高压设备的安全运行提供更加可靠的保障。

参考文献:

- [1] 陈向荣, 洪泽林, 朱光宇等. 高温下电压稳定剂对交联聚乙烯电树枝化及局部放电特性的影响 [J]. 电工技术学报, 2023, 38(3):577-586.
- [2] 简政, 郝建, 刘青松等. 典型缺陷油纸绝缘套管的高压频域介电和局部放电特性差异 [J]. 高电压技术, 2022.
- [3] 燕洁. 高压电力电缆局部放电检测方法要点研究 [J]. 电力设备管理, 2023(13):289-291.
- [4] Klein L, Seidl D, Fulneček J, et al. Antenna contactless partial discharges detection in covered conductors using ensemble stacking neural networks[J]. Expert Systems with Applications, 2023, 213: 118910.
- [5] 袁建军, 欧阳本红, 夏荣等. 高压电缆局部放电在线监测装置有效性测评方法研究及现场应用 [J]. 高电压技术, 2023, 49(S01):17-23.