

# 高电压设备在线监测技术在智能电网中的研究与实施

王 超

(南京九维测控科技有限公司)

**摘 要:** 随着智能电网的发展,高电压设备在线监测技术在智能电网中的研究与实施成为当前热门的研究方向。本文从智能电网、高电压设备在线监测技术以及二者之间的关系三个方面进行论述和分析。首先,介绍了智能电网的概念和特点,包括信息化、自动化和可靠性等方面。其次,详细阐述了高电压设备在线监测技术的基本原理和分类,包括机械故障监测、电气故障监测和热故障监测等。最后,探讨了高电压设备在线监测技术在智能电网中的应用,包括故障预警、状态评估和优化运行等方面。通过对现有研究成果的综述和分析,不难发现,高电压设备在线监测技术在智能电网中具有重要作用,能够提高电网的可靠性和安全性,并且有助于优化电网的运行和维护。在未来的研究和实施中,应进一步完善监测技术、建立合理的数据分析模型,并加大在实际工程中的应用推广力度。

**关键词:** 智能电网; 高电压设备; 在线监测; 应用研究

## 0 引言

随着电力行业的快速发展和电网规模的不断扩大,高电压设备的安全运行和可靠性成为智能电网建设中亟待解决的问题。传统的离线检测和维护方式已经无法满足对电网设备状态实时监测、故障预警和优化运行的需求。因此,研究高电压设备在线监测技术成为加强电网管理和提高电网运行效率的关键。在智能电网中,高电压设备在线监测技术可以通过实时监测设备的电气、机械和热学参数,及时发现设备异常和故障,减少事故的发生,提高电网的可靠性和安全性。此外,在线监测技术还可以对设备进行状态评估,为维修和保养提供科学依据,延长设备的使用寿命,并且可以提供数据支持进行电网优化调度。



图1 高电压设备在线监测装置

然而,在实施高电压设备在线监测技术中仍存在一些挑战,包括传感器技术、数据采集与传输、大数据分析处理等方面的问题。如何选择合适的传感器并保证信号稳定性、如何实现数据的实时采集和传输、如何建立高效的数据分析模型等都需要进一步研究和探索。因此,本文旨在系统地研究和分析高电压设备在线监测技术在智能电网中的应用。通过对相关研究成果进行综述和分析,揭示高电压设备在线监测技术在智能电网中的重要作用,并探讨未来在该领域的研究和实施方向。相信本文的研究成果将为智能电网的建设和高电压设备的安全运行提供有力支持。

## 1 智能电网的特征

智能电网作为现代电力系统的发展方向,具有一系列独特特征和广阔前景。首先,智能电网注重信息化与电力系统的融合,通过网络通信技术和智能感知装置,实现对电力系统各个环节的实时监测与控制,提高电力系统的安全性和可靠性。其次,智能电网强调能源的优化配置与管理,通过智能化的能源调度与市场机制,实现电力、热力、气体等多能源的协同运行和高效利用,提高能源资源的利用率。另外,智能电网倡导灵活性与可持续发展,通过分布式发电、可再生能源和储能技术的应用,实现电力系统的去中心化和能源供应的可持续性,促进清洁能源的推广和使

用。此外，智能电网还强调用户参与互动，通过用户侧的智能电能计量、智能传感等技术手段，实现用户对能源的主动管理和参与，形成电力系统与用户之间的互动与共赢。目前，智能电网的研究进展已经涉及到了智能感知技术、大数据分析、物联网、人工智能等多个领域，并取得了一系列创新成果。然而，在实际落地过程中，仍然面临着技术标准统一、安全保障、数据隐私等挑战和问题，需要进一步深入研究与解决。因此，未来的发展方向应该注重技术创新与应用推广，加强国际合作与经验交流，推动智能电网的建设与普及，为能源转型与可持续发展提供技术支持和解决方案。

2 智能电网中在线监测技术的研究与应用

智能电网作为电力系统的升级版本，旨在实现多方面的优化与智能化控制。在智能电网中，在线监测技术是一项至关重要的研究和应用领域。通过在线监测技术，可以实时获取电网运行状态数据，并进行综合分析和处理，以提高电网的安全性、可靠性和效率。在线监测技术主要通过传感器设备和通信网络实现对电网各个环节的监测。包括对发电机组、输电线路、变电站等各个环节进行数据采集和监测。当前常见的电网设备监测状态参量见表1所示。

表1 常见电网设备监测状态参量

监测设备	监测参量	应用价值
变压器	顶层与底层油温	过热、老化
	绕组温度	过热、老化
	局部放电	放电性缺陷
	油含水量	绝缘受潮
	油中溶解气体	放电或过热性缺陷
SF <sub>6</sub> 断路器 (含GIS)	气体温度	电气接触不良 (GIS)
	气体含水量	受潮缺陷
	气体压力	密封/受潮缺陷
	局部放电	放电性缺陷 (GIS)

通过实时监测，可以及时发现电网设备的异常情况和故障信息，从而提前采取措施进行修复或调整，以减少潜在的系统故障和事故发生。在智能电网中，在线监测技术还可以帮助实现对电力需求的精确预测和管理。通过监测用户的用电数据和需求模式，结合天气、季节、人口等因素进行分析，可以有效预测电力负荷的变化趋势，以便为电力系统的调度和供应做出相应的调整。在线监测技术在智能电网中的应用还包括对电力设备的健康状况进行远程监测和评估。通过监测设备的运行参数和性能指标，可以及时发现设

备的故障或损坏情况，并提供相应的维护和修复建议。这样可以减少因设备故障引发的停电事故，提高电力系统的可靠性和稳定性。

3 在线监测技术在智能电网中的具体应用

3.1 GIS设备在线监测

在智能电网中，GIS设备在线监测是一项目前已较为普及的应用技术。通过GIS在线监测，可以及时发现设备故障，提前消除潜在缺陷，避免突发事故停电，系统供电更加安全可靠所。GIS在线监测技术包括对GIS局部放电、GIS气体压力、密度及微水含量，以及GIS室中SF<sub>6</sub>气体的泄露报警等基本单元；并可扩展GIS温度、SF<sub>6</sub>分解物及开关动作特性等的在线监测。通过GIS在线监测，可以实现对电力设备的运行状态和性能指标的远程监测和评估。通过在GIS系统中建立相关数据模型和算法，可以对电力设备的运行参数进行实时采集，并进行数据分析和处理。通过这些数据，可以判断设备是否存在异常或故障，并及时采取修复措施，保障电力系统的连续供电。同时，GIS在线监测还可以辅助进行电力设备的巡检和维护工作，提高工作效率和减少人力成本。

3.2 避雷器在线监测

在线监测技术在智能电网中广泛应用，其中之一是避雷器在线监测。避雷器作为保护电力设备和输电线路免受雷击损害的关键组件，在电网中起着重要作用。然而，长期以来，避雷器的工作状况往往无法实时监测和评估，因此无法及时发现避雷器的故障或老化情况。在线监测技术的引入解决了这一问题。通过在避雷器上安装传感器和数据采集设备，并与智能电网系统相连接，可以实时、准确地监测避雷器的工作状态。这种在线监测系统可以实时采集避雷器的电气参数、动作次数、绝缘状态等关键指标，并通过数据分析和处理技术进行实时评估和预警。一旦避雷器出现异常，系统将及时发出警报并通知相关人员，以便迅速采取措施，修复或更换避雷器，从而确保电力设备和输电线路的安全运行。在线监测技术的应用不仅提高了避雷器的可靠性和稳定性，还有效降低了故障率和维护成本，为智能电网的安全稳定运行提供了有效支持。

3.3 容性设备在线监测

电压互感器和电流互感器作为电力系统中重要的电容型设备，用于提高电网的功率因数和稳定供电。然而，由于长期运行和环境变化的影响，这些容性设备也可能出现老化、漏电和内部故障等问题。传统的定期检测方法往往无法及时发现这些问题，导致容性

设备可能引发安全隐患。而在线监测技术的引入解决了这一问题。通过在容性设备上安装传感器和数据采集设备，并与智能电网系统相连接，可以实时、连续地监测容性设备的工作状态。在线监测系统可以采集容性设备的电流、电压、温度等关键参数，并通过数据分析和处理技术计算出介质损耗角，对容性设备的绝缘状态进行实时评估和预警。一旦绝缘受损，系统将立即发出警报并通知相关人员，以便及时进行维修或更换。这种在线监测技术不仅提高了容性设备的可靠性和性能，还有效降低了故障风险和维护成本，为智能电网的稳定运行提供了有力保障。通过实时监测和预警，可以及时采取措施，确保电容器的安全运行，提高能源利用效率。

3.4 变压器设备在线监测

作为电力系统中不可或缺的重要设备，变压器承担着电能的传输和分配任务。然而，由于长期运行和环境因素的影响，变压器容易发生故障，如温升异常、局部放电、绝缘老化等问题。传统的定期检查方法往往无法实时监测变压器的工作状态，导致潜在隐患得不到及时发现和解决。在这种情况下，在线监测技术的引入显得尤为重要。通过在变压器上安装传感器和数据采集设备，并与智能电网系统

相连接，可以实时、连续地监测变压器的运行情况。在线监测系统能够采集变压器的电流、电压、温度、湿度等关键参数，并利用数据分析和处理技术进行实时评估和预警。一旦变压器出现异常，系统会立即发出警报并通知相关人员，以便及时采取措施进行维修或更换。通过在线监测技术，变压器的故障率得以降低，维护成本也得到有效控制，确保智能电网的稳定运行。在线监测技术在变压器设备中的应用，可以提供可靠的数据支持和预警功能，帮助运营人员及时发现潜在问题并采取措施，延长设备寿命，提高智能电网的运行效率和安全性。

3.5 未来智能电网中高电压设备在线监测技术的展望

未来智能电网的发展趋势将聚焦于高效、可靠和安全的能源供应。在这样一个背景下，高电压设备在线监测技术将扮演至关重要的角色。高电压设备是电力系统最核心的组成部分，其运行状态直接影响着电力系统的稳定性和可靠性。传统的高电压设备监测往往需要人工巡检或定期维护，这种方法存在着时间成本高、维护频率低以及无法实时监测等问题。而未来智能电网中的高电压设备在线监测技术将通过物联网、大数据和人工智能等先进技术的结合，实现对高电压设备的实时、全面、准确的监测。首先，未来的

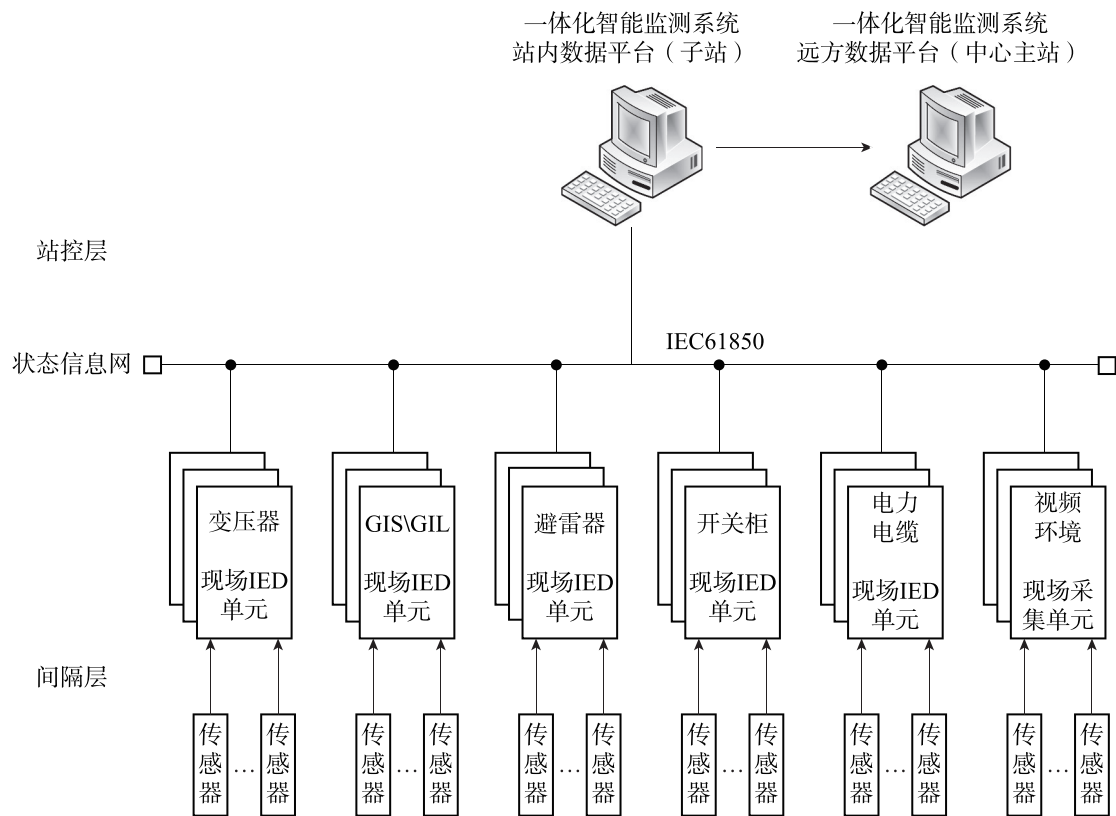


图2 未来智能变电站系统架构

(下转第33页)



时无法进行断线或者断股点精确定位,风电场扇叶避雷线在线监测系统利用模块相互配合,主动发送、采集、计算、数学处理可实现扇叶避雷线短线点或者断股点的精确定位,可大大减少风机不必要的停运时间。

### 参考文献

- [1] 岳彦山,武静,袁维瀚,等.陆地上风电叶片雷击损伤研究[J].江苏科技信息,2020,37(33):36-38.
- [2] 邓桥.风电厂风机防雷技术发展研究[J].科技与创新,2021(1):155-156.
- [3] 王金元.风力发电系统防雷技术改进分析[J].通信电源技术,2019,36(12):96-97.
- [4] 于翔.风电机组结构防雷性能分析[J].建筑工程技术与设计,2021(9):2047.
- [5] 闫江燕,马宇飞,于万水,等.大型风机叶片雷击多

通道电弧气爆损伤的实验[J].中国电机工程学报,2019,39(12):3569-3578.

- [6] 闫江燕.风机桨叶的雷击电弧热效应与机械爆裂机制[D].北京:华北电力大学,2018.
- [7] 闫江燕,张黎,李庆民,等.风机桨叶用PVC和巴塞木雷击电弧损伤的分子模拟研究[J].中国电机工程学报,2017,37(1):292-301.
- [8] 迟震.脉冲反射法电缆综合故障定位研究[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2013.
- [9] 王金明,马高晨.基于风力发电机桨叶避雷线断线检测系统研究[J].绿色科技,2020(6):233-234.
- [10] 林圣,何正友,陈鉴,等.基于行波时频特征的单端故障测距方法[J].电网技术,2012,36(1):258-264.
- [11] 廖凯,何正友,李小鹏.基于行波固有频率的高压直流输电线路故障定位[J].电力系统自动化,2013,37(3):104-109.

(收稿日期:2023-08-28)

(上接第26页)

高电压设备在线监测技术将利用物联网技术,通过传感器和通信设备实现对高电压设备的远程监测。这意味着监测设备可以随时随地获取高电压设备的运行数据,并实时传输到监测中心进行分析和处理。其次,未来的高电压设备在线监测技术将借助大数据技术,对海量的数据进行分析 and 挖掘。通过对历史数据的分析,可以提取出高电压设备的工作规律和健康状态,从而实现故障的预测和预警,避免潜在的安全风险。最后,未来的高电压设备在线监测技术将结合人工智能技术,实现对高电压设备的智能判断和自动诊断。通过建立精确的模型和算法,可以对高电压设备的异常情况和故障进行准确识别,并及时采取相应的措施进行修复或者替换,从而提高电力系统的可靠性和稳定性。在技术成熟的前提下,可扩展对配电设备诸如开关柜、电缆等开展状态全监测,从而实现对整个变电站电气设备的在线监测,最终实现无人值守的智能化方案,真正成为智能电网的坚强组成。

## 4 结束语

高电压设备在线监测技术在智能电网中的研究与实施具有重要的意义和应用前景。通过实时监测设备的电气、机械和热学参数,可以及时发现设备异常和故障,提前预警并减少可能的事故风险,从而提高电网的可靠性和安全性。在线监测技术还可为设备的状态评估提供科学依据,为维修和保养工作提供指导,延长设备的使用寿命。此外,通过数据分析和处理,

还可以为电网的优化调度提供支持,提高电网的运行效率和经济性。然而,在实施过程中仍需面对传感器技术、数据采集与传输、大数据分析与管理等方面的挑战,需要进一步研究和改进。因此,未来的研究和实施应该致力于完善监测技术,建立合理的数据分析模型,推动在线监测技术在实际工程中广泛应用和推广。通过不断探索和创新,高电压设备在线监测技术将持续发展并为智能电网的建设和高电压设备的安全运行作出更大贡献。

### 参考文献

- [1] 徐同山,曹兵团.电力工程技术在智能电网建设中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(4):4.
- [2] 郁静.基于智能电网建设中电力工程技术应用研究[J].华北电力技术,2013(12):25-27,40.
- [3] 刘耀根,孙涛,刘晓丽.光纤在线监测系统的研究和实现[J].华北电力技术,2013(12):25-27,40.
- [4] 许海燕.智能电网中电力设备及其技术发展分析[J].工业c,2021(3):23-23.
- [5] 钱锡颖,王一帆,陆琛杰,等.对智能电网中智能传感器的技术探讨[J].电力与能源,2019(6):40.
- [6] 宣黎,杨维君.智能电网技术在电力系统规划中的应用[J].集成电路应用,2023,40(3):162-163.
- [7] 温从众,沈雅峰,丁迅.智能电网监测传感器设计与研究[J].传感技术学报,2023,36(2):210-217.

(收稿日期:2023-08-24)