

特高压输电线路在线监测技术应用分析

何寿根

常州爱特科技股份有限公司, 江苏 常州 213022

摘 要： 特高压输电线路是电力传输的骨干网络，承担着大容量、远距离的电能输送任务，对于保障国家能源安全 and 经济发展具有举足轻重的地位。然而，特高压输电线路往往跨越广袤的地域，穿越复杂多变的环境，面临着众多潜在的威胁和挑战。因此，对特高压输电线路进行实时、有效的在线监测，对于预防故障、提高运行可靠性具有重要意义。

关 键 词： 特高压输电线路；线路检测；技术应用

Analysis on the Application of Online Monitoring Technology for Extra-high Voltage Transmission Lines

He Shougen

Changzhou AITE Technology Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu 213022

Abstract： Extra-high voltage (UHV) transmission lines are the backbone network of power transmission, undertaking the task of large-capacity, long-distance power transmission, and are pivotal to guaranteeing national energy security and economic development. However, UHV transmission lines often span vast areas and traverse complex and changing environments, facing many potential threats and challenges. Therefore, real-time and effective online monitoring of UHV transmission lines is of great significance for preventing failures and improving operational reliability.

Keywords： extra-high voltage transmission line; line inspection; technical application

引言

近年来，随着科技的飞速发展，特高压输电线路在线监测技术也取得了长足的进步。这些技术利用先进的传感器、通信和数据处理手段，对线路的状态进行实时监测和分析，为运维人员提供及时、准确的信息，帮助他们快速发现并解决问题。在特高压输电线路在线监测技术的应用中，传感器技术扮演着至关重要的角色。这些传感器能够实时监测线路的电压、电流、温度、湿度等关键参数，并将数据实时传输到监控中心。通过分析这些数据，运维人员可以了解线路的运行状态，预测可能发生的故障，并制定相应的应对措施。

一、特高压输电线路在线监测技术概述

特高压输电线路作为现代电力系统的重要组成部分，其稳定运行对于保障国家能源安全 and 经济发展至关重要。在线监测技术作为确保特高压输电线路安全、可靠运行的关键手段，近年来得到了广泛的关注和应用。在线监测技术通过实时采集、传输和分析特高压输电线路的运行数据，能够及时发现潜在的安全隐患和故障，为运维人员提供有力的决策支持。该技术涵盖了多种监测手段，如温度监测、振动监测、图像识别等，能够全面反映线路的运行状态。在实际应用中，特高压输电线路在线监测技术通过安装在线路上的传感器和监测设备，实现对线路运行状态的实时监控。这些设备能够实时采集线路的温度、张力、振动等关键参数，并通过无线通信技术将数据传输至监控中心。监控中心通过

对这些数据的分析处理，可以及时发现线路的异常情况，并采取相应的措施进行干预，从而避免事故的发生。此外，特高压输电线路在线监测技术还具有智能化、自动化的特点。通过引入人工智能、大数据等先进技术，该技术能够实现对线路运行状态的智能分析和预测，为运维人员提供更加精准、高效的决策支持^[1]。

二、特高压输电线路在线监测技术应用范围

特高压线路要想实现稳定运行，需要借助在线监测技术进行实时监测，及时准确查找隐患，解决问题，但在实际使用时需要注意在线监测技术的应用范围。

1. 导线覆冰监测：在线监测技术的应用则是确保其稳定运行的关键手段之一。其中，导线覆冰监测更是关键环节。在极端

气候条件下，导线上的覆冰会导致重量增加，影响线路张力，严重时甚至可能导致线路断裂，对电力供应造成巨大影响。因此，导线覆冰监测技术的应用显得尤为重要。该技术通过安装在输电线路上的传感器，实时采集导线覆冰情况的数据，并传输至监控中心。监控中心对这些数据进行分析处理，可以准确判断导线覆冰的程度和发展趋势，及时预警并采取相应措施，防止因覆冰导致的线路故障。此外，导线覆冰监测技术还能帮助电力企业更科学地制定应急预案和运维策略，提高电网的抗灾能力和运行可靠性。可以说，这一技术的应用，为特高压输电线路的安全稳定运行提供了有力保障^[2]。

2. 导线风偏监测：特高压输电线路在线监测技术中的导线风偏监测，是一项具有广泛应用前景的先进技术。在电力系统中，导线风偏是影响线路安全稳定运行的重要因素之一。通过导线风偏监测，可以实时获取导线在风力作用下的偏移情况，从而有效预防线路因风偏引发的故障。导线风偏监测技术的应用范围广泛，不仅适用于平原地区的输电线路，还能适应山地、高原等复杂地形的线路监测。同时，在台风、冰雹等极端天气条件下，该技术更能发挥其优势，实时监测导线的偏移情况，为线路的安全运行提供有力保障。此外，导线风偏监测技术还可以与其他在线监测技术相结合，形成一套完整的输电线路监测系统。通过综合分析各种监测数据，可以更加准确地判断线路的运行状态，及时发现潜在的安全隐患，并采取有效的措施进行处理，从而确保电力系统的稳定运行和可靠供电^[3]。

3. 杆塔倾斜监测：特高压输电线路作为电力传输的重要通道，其安全稳定运行至关重要。在线监测技术的应用，特别是杆塔倾斜监测，为线路的实时状态监测提供了强有力的支持。杆塔倾斜监测是特高压输电线路在线监测技术的重要应用之一。该技术通过安装高精度传感器，实时监测杆塔的倾斜角度和位移变化，从而准确判断杆塔的稳定性和在风力、地震等自然因素影响下，杆塔可能出现倾斜或位移，通过倾斜监测，可以及时发现这些问题，并采取相应措施进行处理，避免事故的发生。此外，杆塔倾斜监测还能对线路的维护和管理提供重要数据支持。通过对监测数据的分析，可以了解杆塔的变化趋势，预测可能存在的问题，为线路的预防性维护提供依据。同时，这些数据还能对线路的优化设计提供参考，提高线路的可靠性和经济性。

4. 绝缘子污秽监测：绝缘子污秽监测是特高压输电线路在线监测技术应用的重要领域之一。绝缘子污秽监测主要通过通过对绝缘子表面的污秽程度进行实时监测，及时发现并处理潜在的绝缘隐患。通过采用先进的传感器技术和数据处理算法，能够准确测量绝缘子表面的污秽程度，并根据监测数据制定相应的清洁和维护计划。这不仅提高了绝缘子的运行可靠性，也降低了因污秽导致的线路故障风险。此外，绝缘子污秽监测还有助于实现特高压输电线路的智能化管理。通过实时监测和数据分析，能够预测绝缘子污秽的发展趋势，为线路的预防性维护提供有力支持。同时，在线监测技术还可以与其他智能系统相结合，实现线路的自动化巡检和故障预警，进一步提高特高压输电线路的运行效率和安全性。

5. 线路舞动监测：输电线路受到自然现象影响会出现晃动，会对线路杆塔稳定性造成影响，严重情况下会出现线缆之间的连接部件损坏、脱落等情况，导致不良后果。通过特高压输电线路在线监测技术对线路的舞动现象进行远程在线监测，通过对输电线路的绝缘子、应力及周围自然环境的各种参数进行分析，准确核算线路的舞动对输电线路造成的影响大小，发现问题及时处理，保证线路的稳定可靠运行^[4]。

三、特高压输电线路在线监测技术实现方式

随着特高压在线监测技术的不断发展，未来在输电线路中使用的监测技术必然越来越多，也会更加成熟，下文对常见的在线监测技术实现方式进行一一分析。

1. 光纤传感技术：特高压输电线路在线监测技术是确保电网安全稳定运行的关键手段，其中光纤传感技术以其独特的优势成为了重要的实现方式。光纤传感技术基于光的传输特性，通过布置在特高压输电线路上的光纤传感器，实现对线路状态、环境参数等的实时监测。具体而言，光纤传感技术利用光纤作为传感元件，通过光的干涉、散射等效应来感知线路上的物理量变化。当线路受到外力作用或环境因素的影响时，光纤传感器的光信号会发生变化，这些变化经过光电转换和信号处理，即可得到反映线路状态的实时数据。光纤传感技术具有灵敏度高、抗电磁干扰能力强、传输距离远等优点，特别适用于特高压输电线路这种复杂多变的监测环境。通过光纤传感技术，可以实现对线路温度、应力、振动等关键参数的实时监测，为电网的安全运行提供有力保障。

2. 电磁传感器：特高压输电线路是电力传输的重要组成部分，其运行状态的实时监测对于保障电力系统的安全稳定运行至关重要。电磁传感器作为一种先进的在线监测技术，为特高压输电线路的安全监测提供了有力支持。电磁传感器通过感应特高压输电线路周围的电磁场变化，实现对线路状态的实时监测。这种传感器具有灵敏度高、响应速度快的特点，能够准确捕捉线路运行过程中的微小变化。通过实时监测数据，可以及时发现线路可能存在的故障隐患，如导线断裂、绝缘破损等，从而采取有效措施进行修复，避免事故的发生。同时，电磁传感器还具有安装方便、维护简单的优点。它可以直接安装在输电线路的塔架上，无需对线路进行改动，不会对线路的正常运行造成影响。此外，传感器的维护也非常简单，只需定期检查其工作状态，确保数据传输的准确性和稳定性即可^[5]。

3. 图像处理技术：特高压输电线路是电力传输的重要通道，其运行状态的实时监测对于保障电力供应的稳定性和安全性至关重要。在众多的在线监测技术中，图像处理技术以其独特的优势，成为了实现特高压输电线路在线监测的重要手段。图像处理技术主要依赖于先进的图像采集设备和算法。首先，通过在特高压输电线路路上安装高清摄像头，能够实时捕捉线路的运行画面。这些摄像头具备高灵敏度、高分辨率的特性，即使在恶劣的天气条件下，也能捕捉到清晰的图像。随后，利用图像处理算法对采集到的图像进行处理和分析。这些算法能够识别出图像中的关键

信息，如线路的形态、绝缘子的状态、导线的摆动幅度等。通过对比正常状态下的图像和实时监测到的图像，可以及时发现线路的异常情况，如绝缘子破损、导线舞动等。^[6]此外，图像处理技术还可以结合其他传感器数据，如温度、湿度等，对特高压输电线路的运行状态进行更全面的评估。这种多源信息的融合处理方式，能够提高监测的准确性和可靠性。

四、特高压输电线路在线监测技术的应用

1. 输电线路周围气象监测

特高压线路通常是穿过户外复杂的地域环境，并且长时间野外运行，因此有必要对输电线路附近的气候条件指标进行实时采集。在气象检测中，主要是实现雷电的技术检测，定位是重点，是基于雷电出现时候所产生的电磁辐射信号以及雷电波来定位的。通过分析雷电出现的电磁信号强弱来确定雷电出现时间及位置，最终呈现出来雷电路动态图，以便更好的预防雷电等自然现象对大自然及人类生活环境的破坏^[7]。当前国际主要运用时差雷电的定位和定向雷电的测量技术对雷电进行位置监测。两种监测方式主要是探测雷电电流的大小及波形参数进行数据分析。

同时还可以对线路周边的环境指标进行监控，包括温度、湿度、风速、风向、雨量、日照等。每一个环境监测站都需要做好输电线路的探测，保证线路周边环境的完全掌握，预测长时间内环境的变化对线路正常运行的影响，及时把影响降低到最小范围内。并且区域内的监测点要及时分析周边线路环境气象要素的变化情况，实时和总站对接，为总站评估整体气象灾害提供足够的信息资料^[8]。

2. 输电线路导线振动监测

特高压输电线路在长期微风振动过程中，容易发生疲劳断股现象，从而影响线路的正常运行。这种断股现象不容易被发现，但是长期的作用下会对线路造成严重损坏，产生不可估量的后果。因此在线路监测过程中需要实时监测微风振动现象，监测线路的弯曲振幅值或振动频率，对振动数据进行详细的记录分析，同时对线路的寿命及运行情况做详细的分析，为线路正常运行保

驾护航^[9]。

3. 输电线路的状态监测

特高压输电线路分布面积广，为了保证线路的安全运行，需要对每一段线路进行全方位的监控。比如在市人流密度大的环境下，可以采用视频监控来监测线路周围环境，在视频监控的帮助下对线路及区域进行实时监测；在野外环境中可以运用传感器实施监控线路的运行状态，配合气象监测数据对输电线路进行实时监控，发现问题及时处理。

五、特高压输电线路在线监测技术应用优势

1. 提高监测精度：在线监测技术可以实时采集和处理线路状态信息，避免了传统巡检方式中人为因素导致的误差，提高了监测精度。

2. 提高监测效率：在线监测技术可以实现对多条输电线路的同时监测，减少了人力投入和巡检周期，提高了监测效率。

3. 提前预警和预防故障：在线监测技术能够实时监测线路状态，一旦发现异常情况即可及时发出预警，提醒运维人员进行处理，从而避免了故障的发生和扩大^[10]。

4. 数据化管理和决策支持：在线监测技术可以将监测数据转化为图像或报表形式，方便运维人员进行分析和决策。同时，通过对大量数据的积累和分析，可以为线路的运维管理提供数据支持和决策依据。

六、结束语

综上所述，特高压输电线路在线监测技术的应用对于保障线路的安全稳定运行具有重要意义。通过实时监测和分析线路的运行状态和周围环境信息，可以及时发现并处理潜在的安全隐患，提高线路的可靠性和稳定性。未来随着技术的不断发展和进步，相信在线监测技术在特高压输电线路的运行管理中将发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 黄小浪. 1000kV 特高压输电线路在线监测管理平台的应用解析 [J]. 农村电气化, 2022(12):81-82.
- [2] 吴俊, 肖海涛, 侯新文, 等. 特高压输电线路在线监测技术的应用 [J]. 中国科技投资, 2019(22):102.
- [3] 郑文鹏. 试论特高压输电线路状态监测技术的应用 [J]. 低碳世界, 2019,9(11):95-96.
- [4] 汪世平, 丁志刚, 李吉, 等. 特高压输电线路监测终端取能技术的研究与应用 [J]. 浙江电力, 2021,40(11):46-53.
- [5] 周梦麟. 特高压输电线路在线监测技术的应用 [J]. 大众用电, 2021,36(02):67-68.
- [6] 刘成立. 特高压输电线路 V 型串设计关键问题研究 [J]. 低碳世界, 2023,13(11):82-84.DOI:10.16844/j.cnki.cn10-1007/tk.2023.11.035.
- [7] 魏寅孔, 李振华, 李振兴, 徐艳春, 邱立, 许修齐. 特高压直流输电线路合成电场的天气影响因素及预测模型 [J]. 科学技术与工程, 2023(09): 3769-3778.
- [8] 程杰, 李吉鹏. 特高压输电线路状态监测分析 [J]. 光源与照明, 2023(01): 210-212.
- [9] 朱世忠. 浅谈交流特高压输电线路技术 [J]. 中国高科技, 2023(21): 105-107.
- [10] 张媛媛. 超特高压输电线路运维管理中的问题及解决方法 [J]. 自动化应用, 2023(S2): 128-129+132.