

Big Data Power Transmission Flight Patrol Efficiency Improvement Strategy Analysis

Yu Cui Jian Li Hongrui Wu

State Grid Heilongjiang Harbin Power Supply Company, Harbin, Heilongjiang, 150000, China

Abstract

With the continuous expansion of the transmission network scale, the traditional flight inspection technology gradually exposes the problems such as low data processing efficiency and strong manual dependence, which is difficult to meet the inspection needs of modern transmission lines. However, with the rapid development of big data technology, the introduction of this technology has brought new opportunities for this field. Through real-time data collection, intelligent analysis and predictive maintenance, the efficiency and reliability of flight patrol can be significantly improved. This paper analyzes the current situation and challenges of the traditional flight patrol, discusses the specific application strategies of big data technology in the flight patrol, and looks into the future development direction of big data in the aspect of improving the efficiency of transmission flight patrol combined with the actual cases.

Keywords

big data; transmission line; flight patrol technology

大数据助力输电飞巡效率提升策略分析

崔宇 李剑 吴泓锐

国网黑龙江省哈尔滨供电公司, 中国·黑龙江 哈尔滨 150000

摘要

随着输电网络规模的不断扩大,传统的飞行巡检技术逐渐暴露出数据处理效率低下、人工依赖性强等问题,难以满足现代输电线路的巡检需求。然而大数据技术迅猛发展,这一技术的引入为这一领域带来了新的机遇,通过实时数据收集、智能分析与预测性维护,可以显著提升飞巡的效率与可靠性。论文深入分析了传统飞巡的现状与挑战,探讨了大数据技术在飞巡中的具体应用策略,并结合实际案例,展望了大数据在提升输电飞巡效率方面的未来发展方向。

关键词

大数据; 输电线路; 飞巡技术

1 引言

输电线路是电力系统的命脉,其安全与稳定运行关系到整个社会的正常运转。随着电网规模的日益扩大,输电线路的巡检工作变得更加复杂和繁重。传统的飞巡技术虽具备一定的效率优势,但由于依赖人工操作,受限于天气、时间等因素,且数据处理方式相对滞后,难以充分保障输电线路的安全运行。大数据技术的迅速发展,尤其是数据采集、处理与分析能力的提升,为输电飞巡提供了新的突破口。通过对巡检数据的深入挖掘和实时分析,大数据技术可以有效提升飞巡效率,并提供更为精准的决策支持。

2 传统输电飞巡技术概述

2.1 飞巡的工作流程

传统输电飞巡技术的工作流程通常包括任务规划、飞行巡检和数据处理三个主要环节。在任务规划阶段,巡检人员根据输电线路的分布、天气条件以及飞行器性能,制定巡检路线。接着,飞行器(通常是直升机或无人机)按照规划好的路径对输电线路进行巡检,获取线路及周边环境的图像和视频数据。巡检结束后,工作人员会对飞行过程中获取的数据进行整理、筛选,并结合经验和技术分析巡检数据,以识别可能存在的线路故障或潜在隐患。然而,传统飞巡流程中,数据的采集和处理主要依赖人工,存在效率低下、误判率高等问题,且巡检时间和频率往往受制于天气和人力资源的限制。因此,尽管飞巡技术提高了巡检覆盖面,但在面对大规模复杂电网时显得力不从心。

2.2 工具与设备的使用

传统输电飞巡技术中,工具与设备的使用对巡检效率

【作者简介】崔宇(1990-),男,中国山东平度人,本科,工程师,从事输电飞巡研究。

与安全性起着关键作用。常用的飞巡工具包括直升机和无人机，前者具有较强的稳定性和续航能力，适用于广域输电线路巡检；而无人机则因其灵活性和操作简便，逐渐成为主流选择。配备在这些飞行设备上的高分辨率摄像头、红外热像仪等传感器，用于捕捉输电线路及其周边环境的图像、视频及温度数据，帮助检测线路故障及设备老化。尽管这些工具提升了巡检的覆盖范围和效率，但其操作仍然高度依赖于人工干预，尤其是在数据分析与解读环节，缺乏智能化手段。设备本身在极端天气条件下的稳定性也存在局限，可能导致巡检任务中断。为应对这些问题，提升工具的智能化水平，结合大数据技术进行自动化分析与故障预测，已成为未来飞巡设备发展的重要方向。

3 当前飞巡面临的主要挑战

3.1 数据收集和处理效率低

当前的巡检方式主要依赖人工操作和经验判断，尽管配备了高分辨率摄像设备和传感器，飞巡时获取的数据量巨大，但这些数据的实时处理能力仍然不足。大量图像、视频以及传感器信息需要手动整理和分析，这不仅耗时长，且存在人为错误的风险。同时，数据的多样性和复杂性增加了处理的难度。不同类型的设备产生的数据格式不统一，使得数据整合与分析效率大打折扣。在实际操作中，巡检人员往往面对的是数以万计的图像和视频片段，每一帧数据都可能隐藏着输电线路的微小故障，而这些异常的识别往往依赖人工筛选。这种方式不仅效率低下，而且容易出现漏检或误检，严重影响输电线路的安全性和维护的及时性。此外，由于传统的数据处理流程较为滞后，飞巡过程中无法做到实时监测和分析。飞行器获取的数据通常要在任务结束后才能进行后期处理，导致巡检无法实现快速反馈与响应。在飞巡过程中，如果无法及时识别出潜在风险，线路可能会继续运行于隐患之中，增加了故障发生的概率。这种滞后的数据处理方式与现代输电网络对巡检效率的高要求之间形成了明显的矛盾，亟须通过新的技术手段来加以改进。

3.2 人工巡检的天气与时间限制

由于飞巡通常依赖直升机或无人机等航空器，这些设备在恶劣天气条件下的稳定性和安全性无法得到保障。例如，强风、大雾、暴雨等极端天气会影响飞行器的操控和传感器的正常工作，导致巡检任务无法顺利进行。尤其在山区、海岸等地理环境复杂的区域，气候条件的不确定性更加剧了飞巡的难度。长期的天气影响甚至可能导致飞巡任务的延误，从而增加线路故障隐患。时间的限制也同样对人工巡检形成了约束。人工飞巡通常需要在白天进行，以确保操作的可见度和安全性，夜间飞行则因为视野受限和操作风险增加而被限制。然而，输电线路的运行是24小时不间断的，夜间线路故障的风险同样存在。如果巡检仅限于白天，那么对于夜间的潜在隐患就无法及时发现和处理，这种时间差带来

的滞后性可能加剧故障的扩散。此外，季节变化也对巡检效率产生影响。例如，在冬季，许多输电线路分布的高海拔地区会因积雪封山而无法进行正常巡检，甚至在短时间内完全中断巡检工作。长期的巡检空窗期使得输电线路隐患积累，增加了故障发生的概率。

3.3 问题识别与响应的及时性

输电线路往往跨越大面积的地形，数据采集覆盖广泛，但对问题的识别和处理仍然存在滞后性。飞巡过程中获取的海量数据需要依赖人工或有限的算法筛选，特别是对于一些细微的设备异常或隐患，传统方法难以及时发现，这使得故障风险难以在早期阶段得到有效控制。即使通过巡检发现了潜在问题，问题的反馈与响应也常常面临延迟。由于飞巡任务通常涉及多个部门与团队，数据从采集、传输到分析、反馈往往需要多个环节的协同处理。在这个过程中，任何一个环节的延误都会影响最终的响应时间，错过最佳的维护或修复时机，可能导致故障进一步扩大，增加电网运行的不稳定性。时间是保障输电安全的关键因素，但传统巡检模式往往难以做到实时响应，尤其是在发现问题后的处理上存在信息流转缓慢的现象。这种延迟不仅体现在地理上的距离，更反映在信息传递的层级和速度上。一些突发性问题，例如短路、设备老化引发的隐患，如果无法在第一时间识别并反馈给相关团队，可能会引发更为严重的电力事故^[1]。这种问题识别与响应的不及时性，直接影响了输电网络的稳定性，成为制约电网飞巡效率提升的重大瓶颈。

4 大数据在输电飞巡中的应用策略

4.1 数据收集与管理

传统的输电巡检数据收集方式多依赖人工，数据量小且分散，无法全面反映输电线路的运行状态。而随着大数据技术的引入，飞巡设备可以通过高清摄像头、红外探测器、激光雷达等多种传感器，全天候、全方位地采集海量数据，包括线路的图像信息、温度、电流、湿度等环境参数。这些数据不仅能够覆盖输电线路的多个维度，还能够捕捉到传统人工巡检方式难以察觉的细微异常。然而，数据的规模和复杂性也带来了新的挑战。如何对海量数据进行高效的管理和处理，成为大数据应用中的关键问题。数据在被采集之后，需要快速进行存储、分类和整理，以确保后续分析的有效性。如果数据管理不当，冗余信息和噪声数据可能会大幅增加分析成本，导致巡检效率下降。因此，构建一个高效、可靠的输电数据管理系统尤为重要。这个系统不仅要能够实时处理和存储来自不同设备的多源异构数据，还需要具备一定的智能化水平，能够自动过滤无关信息，并对重要数据进行优先标记和分类。另外，数据的时效性和准确性也是输电飞巡中必须考虑的因素。飞巡任务采集的数据量庞大且多变，数据的管理系统如果不能快速响应和处理，巡检的实时性将大打折扣。这种滞后会直接影响输电线路的维护和检修，增加了

故障发生的风险。因此，在数据收集与管理中，如何提高系统的响应速度，保障数据的精度与有效性，是提升输电飞巡效率的核心要求。通过有效的数据收集与管理，不仅能够提升巡检任务的精度，还能为后续的分析 and 预测提供可靠的数据基础。这个环节的优化对于整个输电系统的智能化发展具有重要意义，也是未来输电飞巡效率提升的重要突破口。

4.2 数据分析与决策支持

面对海量的飞巡数据，单纯依赖人工分析已无法应对复杂的输电线路运维需求。大数据技术的引入，使得飞巡数据的分析能力大幅提升，从数据中提取价值的过程变得更加智能化、精确化。通过高级分析模型、机器学习算法以及人工智能技术，能够从复杂的、多维度的飞巡数据中迅速挖掘出潜在的隐患模式，并预测未来可能出现的故障风险。大数据分析不仅能够提高故障识别的效率，还能通过历史数据的回溯与对比，帮助识别出设备老化或异常变化的趋势。例如，基于过去多次巡检数据的对比分析，可以发现某些输电设备的温度、振动等参数在逐渐升高，尽管这些变化可能在单次巡检中未被察觉，但通过多次数据叠加分析，这些细微的变化会逐渐凸显，成为预测故障的有力依据。这样的分析能力，极大提高了对问题的前瞻性判断，从而为运维决策提供了强大的支持。不仅如此，大数据分析还能根据不同地区、不同季节的历史数据，生成针对性的运维策略。通过对比线路在不同气候条件下的表现，决策系统能够为巡检人员提供更加个性化的巡检方案^[2]。这种个性化的巡检策略能够有效减少不必要的巡检次数，优化人力资源配置，提升巡检效率。在决策支持方面，基于大数据分析的结果能够提供更加智能、科学的辅助决策建议。借助大数据分析平台，输电企业的管理层能够实时获取电网运行的全局视图，并迅速作出精准的运维决策。特别是在突发事件或紧急故障处理中，大数据分析能够通过实时数据流的分析，帮助快速定位问题并生成最佳解决方案，缩短故障处理时间，减少电网损失。大数据分析 with 决策支持在飞巡中的应用，已成为现代输电网络智能化管理的核心动力，为输电系统的稳定运行提供了坚实的技术保障。

4.3 效率提升的具体策略

通过充分利用数据采集、分析与反馈的全流程，大数据能够将传统飞巡模式中的低效环节加以优化，使巡检效率得到质的飞跃。飞巡任务中的数据处理速度直接影响着巡检效率。大数据技术的引入使得实时分析成为可能。在飞巡过

程中，数据可以通过云端或本地数据中心进行实时传输和处理，而不是传统的批量数据收集后再进行后续处理。这意味着，在飞巡的同时，后台系统可以对巡检数据进行即时分析，迅速识别潜在的设备异常。这一策略使得巡检人员能够在发现问题的第一时间作出反应，避免了长时间的数据滞后和潜在隐患的积累。数据的精确性和针对性大幅提升了资源的合理配置。大数据系统能够通过历史数据的分析，生成更加精准的巡检路线规划，优先巡检高风险区域或重点设备，减少无效的巡检工作。这不仅减少了人力和物力的浪费，也显著提高了巡检任务的针对性和有效性。智能化的巡检调度和资源配置，使得企业能够在同样的人力和时间投入下，实现更多的巡检目标，进一步提升了整体效率。此外，大数据技术使得故障预测成为现实，通过对设备运行数据的长期监控和分析，能够提前预判潜在的设备问题。这一策略的实施减少了突发故障的发生频率，使巡检从“事后维修”逐步转向“事前预防”，大幅降低了因故障造成的停电或设备损坏成本。这种前瞻性的维护方式不仅提升了系统运行的可靠性，也从根本上减少了巡检任务的频次和强度，进一步推动了效率的提升。在大数据的助力下，输电飞巡的整体效率得到了显著提升。从数据的实时处理到精准巡检的执行，再到故障预判的实施，每一个环节都体现了技术与实际需求的深度结合，大数据带来的智能化变革已经成为推动输电行业飞巡效率提升的核心驱动力^[3]。

5 结语

大数据技术为输电飞巡带来了全新的解决方案，不仅突破了传统巡检技术的局限性，还为输电线路的维护和故障排查提供了更智能、更高效的手段。通过优化数据收集与分析流程、应用机器学习等前沿技术，飞巡效率得以显著提升，并能实现更加精准的预警与维护措施。未来，随着大数据技术的不断完善和深化应用，输电飞巡将在效率和安全性方面实现更大的突破，推动电力行业的智能化与可持续发展。

参考文献

- [1] 张家盛,梁进兴.基于深度学习的无人机巡检架空输电线路金具锈蚀缺陷检测方法[J].湖南电力,2022,42(5):75.
- [2] 陈宇.输电线路巡检现状与智能化趋势[J].商品与质量:学术观察,2011(12):302-305.
- [3] 刚涛,冬吕,海伦,等.无人机技术在输电线路巡检中的研究与应用[J].水电科技,2024,7(6):113-116.