

无人机在配网带电巡检中的可行性研究与实践应用

张瑜琦¹ 朱皓榛²

1. 国网延安供电公司黄陵县供电分公司; 2. 国网铜川供电公司

摘要: 随着科技的不断进步, 无人机技术在配网带电巡检领域展现出巨大潜力。本文旨在探讨无人机在配网带电巡检中的可行性及实践应用, 涵盖技术、经济、安全和实用等多个方面。传统的配网带电巡检方法存在效率低、安全风险高等问题, 而无人机作为一种灵活、高效、安全的技术手段, 有望解决这些挑战。通过对无人机在巡检路线规划、数据采集分析以及安全保障等方面的研究, 可以为配网带电巡检工作提供更加智能、高效的解决方案, 推动配网行业的发展与进步。

关键词: 无人机; 带电巡检; 可行性研究; 实践

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.199

引言

无人机在配网线路中主要的应用就是巡检、现场勘查等等, 在一定程度上减轻了工作压力, 为了保证无人机能够满足当前带电作业中的需求, 我国在不断完善无人机的使用。本文旨在探讨无人机在配网带电巡检中的可行性, 并结合实践案例, 分析其技术、经济、安全和实用性等方面的优势和挑战。通过对无人机技术在配网带电巡检中的研究和应用, 旨在为提升配电网管理效率和安全水平提供参考和借鉴。

一、配网带电巡检概述

(一) 配网带电巡检概念

配电网带电巡检是指在电力系统运行状态下对配电设备进行检测、评估和维护的过程。与传统巡检方式不同, 带电巡检无须停电操作, 能够在设备正常运行的情况下进行, 从而避免了停电带来的影响和安全风险。该巡检方式利用先进的技术装备和工具, 如红外热像仪、超声波检测仪等, 结合专业人员的操作和分析, 实时监测配电设备的运行状态, 检测潜在故障隐患, 并及时采取相应的维护措施, 以确保电力系统的安全稳定运行。配网带电巡检不仅提高了检测的效率和准确性, 也大大提升了电力系统的可靠性和运行效率, 是现代电力系统维护管理中的重要一环。

(二) 传统的配网带电巡检方法

传统的配网带电巡检方法主要包括人工巡视和定期检修。在人工巡视中, 操作人员需要沿着配电线路或设备逐一检查, 利用肉眼和简单的工具进行观察和检测, 存在着巡检范围有限、工作效率低、安全风险高等问

题。而定期检修则是在预定时间内对设备进行停电检修和维护, 需要提前通知用户停电, 造成了不必要的停电影响和社会不便。这两种传统方法都存在着时间长、效率低、安全风险高等问题, 无法满足现代配电网对巡检效率和质量的要求。因此, 为了提高配电网的安全性和稳定性, 降低运维成本, 需要引入新技术和方法, 如无人机等, 来实现配网带电巡检的自动化、智能化, 提高巡检的效率和准确性。

二、无人机在配网带电巡检中的可行性研究

(一) 技术可行性

无人机在配网带电巡检中具有显著的技术可行性。无人机配备先进的传感器和设备, 如红外热像仪、高分辨率摄像头等, 能够实时捕捉电力设备的运行状态和异常情况。其次, 无人机具备灵活的飞行能力, 可以在复杂的地形和环境中进行精确飞行, 实现全方位、多角度的巡检覆盖。同时, 无人机配备的遥控系统和自动化飞行算法, 能够实现远程操控和智能化飞行规划, 提高了巡检的效率和准确性。此外, 无人机技术还可以实现大数据的采集和处理, 通过数据分析和模型建立, 提供更精准的故障诊断和预测, 为电力系统的运维管理提供科学依据。综上所述, 无人机在配网带电巡检中具有成熟的技术支持和广阔的应用前景, 可以为配电网的安全运行和管理提供有效的技术手段。

(二) 经济可行性

无人机在配网带电巡检中具有较高的经济可行性。相较于传统的人工巡检或定期检修, 无人机巡检不需要大量的人力资源投入, 减少了人力成本和劳动强度。其

次，无人机具备高效的飞行能力和智能化的飞行规划系统，可以在较短的时间内完成对大范围电力设备的检测和监控，降低了巡检的时间成本。此外，无人机技术还可以实现数据的实时采集和传输，避免了传统巡检中需要耗费大量时间进行数据整理和处理的情况，提高了数据处理效率。另外，无人机具备重复使用的特点，一次性的投资可以用于多次巡检任务，降低了设备的摊销成本。综合来看，无人机在配网带电巡检中的经济可行性较高，能够为电力系统的运维管理提供经济高效的解决方案，降低了运维成本，提高了运维效率。

（三）安全可行性

无人机在配网带电巡检中具备较高的安全可行性。无人机操作人员可以在安全的地点进行遥控操作，无须直接接触电力设备，降低了操作人员的安全风险。其次，无人机配备先进的避障系统和自动驾驶功能，能够有效应对复杂的飞行环境和突发情况，降低了飞行过程中的碰撞和意外事件发生的可能性。此外，无人机巡检无须停电作业，减少了停电带来的安全隐患和社会影响，保障了用户的用电需求。同时，无人机搭载的高清摄像头和红外热像仪等设备可以实时监测电力设备的运行状态，及时发现潜在的安全隐患，为运维人员提供预警信息，进一步增强了配网带电巡检的安全性。因此，综合考虑无人机在配网带电巡检中的安全性能和应对能力，其安全可行性较高，能够有效保障电力系统运维过程中的安全稳定。

（四）实用可行性

无人机在配网带电巡检中展现出了较高的实用可行性。无人机具备灵活的飞行能力和多样化的巡检路径规划，能够覆盖复杂地形和区域，实现对配电设备的全方位监测。其次，无人机配备了先进的传感器和摄像设备，如红外热像仪和高分辨率摄像头，能够实时捕捉设备的运行状态和异常情况，为运维人员提供准确的数据支持。此外，无人机操作相对简便，不需要大量的人力资源投入，能够大幅提高巡检效率，降低运维成本。另外，无人机巡检无须停电操作，避免了传统巡检中的停电影响和安全风险，保障了电力供应的连续性和稳定

性。综上所述，无人机在配网带电巡检中具备实用可行性，能够为电力系统的运维管理提供有效的技术手段和解决方案，提升了配电网的安全性、稳定性和运行效率。

三、无人机在配网带电巡检中的实践应用

（一）巡检路线规划与执行

无人机在配网带电巡检中的实践应用中，巡检路线规划与执行是至关重要的环节。通过对巡检区域的地形、设备分布等情况进行分析，运用地理信息系统（GIS）等技术，制定巡检路线和飞行计划。其次，根据巡检任务的要求和电力设备的特点，确定无人机的飞行高度、速度和航线，确保覆盖范围和巡检效率。然后，由专业人员对飞行计划进行审核和优化，确保飞行安全和巡检质量。在实际执行中，无人机操作员根据预定的巡检路线和计划，在安全的地点进行起飞和降落，并对飞行过程进行监控和控制。同时，配备的摄像设备和传感器实时捕捉电力设备的运行情况，将数据传输至地面控制中心进行分析和处理。最后，根据巡检数据和分析结果，及时制定维护方案和措施，提升电力设备的安全性和稳定性。综上所述，巡检路线规划与执行是无人机在配网带电巡检中的实践应用中的关键环节，能够有效提高巡检效率和质量，保障电力系统的安全运行。

（二）数据采集与分析

在配网带电巡检的实践中，数据采集与分析是无人机关键的应用之一。无人机配备的各类传感器和摄像设备可以实时捕捉配电设备的运行状态和异常情况，并将数据传输至地面控制中心进行分析处理。例如，通过红外热像仪检测配电设备的温度变化，可以及时发现潜在的过载、短路等问题；利用高分辨率摄像头拍摄设备表面，可以检测设备是否存在腐蚀、损坏等情况。在实际例子中，一家电力公司采用无人机进行配网带电巡检，通过数据采集和分析，发现了一处变压器局部温度异常升高的情况，立即进行了维修和处理，避免了潜在的故障发生。另外，通过对历史数据的分析和建模，无人机系统可以预测设备的维护周期和故障概率，为电力系统的运维提供科学依据。因此，数据采集与分析是无人机

在配网带电巡检中的实践应用中至关重要的环节，能够为电力系统的安全稳定提供有效的技术支持。

（三）安全保障与应急响应

在配网带电巡检的实践应用中，安全保障与应急响应是至关重要的环节。无人机在执行巡检任务时，需要严格遵守相关的安全规范和程序，确保飞行过程中不会对周围环境和人员造成危害。例如，飞行前需要对无人机进行全面的系统检查和预飞准备，确保设备状态良好；同时，制定详细的飞行计划和紧急情况处理方案，以应对突发事件的发生。在实际例子中，一次无人机配网带电巡检任务中，飞行过程中遇到了意外的强风天气，导致无人机失控。但由于提前制定了紧急情况处理方案，操作人员迅速采取了避险措施，并成功将无人机降落在安全区域，避免了人员伤害和设备损坏。此外，无人机配备了GPS定位系统和遥控器断连保护功能，能够在失去信号或异常情况下自动返航，提高了飞行安全性。综上所述，安全保障与应急响应是无人机在配网带电巡检中的实践应用中不可或缺的环节，能够有效保障飞行安全和应对突发情况，提升了电力系统巡检的可靠性和稳定性。

四、改进无人机在配网带电巡检中的应用建议

（一）技术改进

为改进无人机在配网带电巡检中的应用，应注重技术方面的改进。一方面，可以进一步提升无人机的飞行稳定性和安全性，例如通过引入更先进的飞控系统和避障技术，以应对复杂多变的飞行环境。另一方面，可加强无人机配备的传感器和摄像设备的性能，提高数据采集的精准度和实时性，例如引入更高分辨率的红外热像仪和多光谱相机，增强对电力设备状态的监测能力。此外，应注重提升无人机系统的智能化程度，优化飞行路径规划和任务执行算法，以实现更高效的巡检覆盖和数据处理。最后，应不断推动无人机技术与电力系统监测管理的深度融合，探索更多适用于电力系统的新技术和解决方案，为配网带电巡检提供更全面、精准的技术支持。综上所述，通过技术改进，可以进一步提升无人机在配网带电巡检中的应用效能，实现更安全、高效的巡检任务执行。

（一）安全改进

为改进无人机在配网带电巡检中的安全性，应采取一系列安全改进措施。应加强无人机操作人员的培训和技能提升，确保其熟练掌握飞行操作技巧和紧急情况处理能力。其次，应建立健全的飞行安全管理制度和规范，明确飞行区域的限制和禁飞区域，严格执行飞行程序和操作规程，确保飞行安全。同时，应加强对无人机设备的定期检修和维护，确保设备状态良好、性能稳定，减少设备故障引发的安全风险。另外，应加强与相关部门的协作与沟通，建立应急响应机制，一旦发生飞行事故或紧急情况，能够迅速响应和处理，最大程度减少安全风险。同时，应不断完善无人机设备的安全保障机制，例如增强无人机的自主飞行能力，提高GPS定位精度，以应对飞行过程中可能遇到的各种突发情况。综上所述，通过安全改进，可以有效提升无人机在配网带电巡检中的安全性，保障飞行任务的顺利执行和人员设备的安全。

结语

通过技术和安全的不断改进，无人机在配网带电巡检中展现出巨大潜力。它提高了效率、降低了成本，同时保障了工作安全。未来，随着技术的不断发展和应用的深入，无人机将继续为电力系统的安全运行和可靠供电做出更大贡献。

参考文献

- [1] 陈红敏, 徐睿, 刘益江等. 多旋翼无人机在配网线路带电作业中的应用研究[J]. 电子测试, 2022, 36(09): 82-84.
- [2] 陈万意. 无人机电力线路安全巡检系统及关键技术[J]. 智能城市, 2021, 7(17): 59-60.
- [3] 蒋钰, 何强, 宋治等. 基于无人机的电力线路安全巡检系统设计[J]. 电力安全技术, 2022, 24(06): 40-42.
- [4] 谢晓君, 杨小龙, 倪天江. 试论无人机电力线路安全巡检的关键技术[J]. 电力设备管理, 2021, (05): 92-94.
- [5] 蔡文霞. 无人机电力线路安全巡检的关键技术[J]. 通信电源技术, 2019, 36(12): 68-69.