

无人机技术在输电工程安全管理中的应用

马合苏提·赛里克 马洪星 买尔旦·买木丁

国网新疆电力有限公司博尔塔拉供电公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要] 电力作为社会基础设施的核心, 支撑着各个行业的正常运行和国家经济的可持续发展。传统的输电工程管理方式存在管理效率低、成本高等问题, 亟待新的技术手段进行改进。无人机技术因其高效、灵活的特点而备受关注, 成为解决传统管理难题的有力工具。因此, 深入了解无人机技术在输电工程中的应用, 对于提高电力系统的管理水平具有重要意义。

[关键词] 无人机技术; 输电工程; 安全管理

DOI: 10.33142/hst.v7i3.11705

中图分类号: TM75

文献标识码: A

The Application of Unmanned Aerial Vehicles Technology in Safety Management of Power Transmission Engineering

MAHESUTI Sailike, MA Hongxing, MAIERDAN Maimuding

Bortala Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

Abstract: As the core of social infrastructure, electricity supports the normal operation of various industries and the sustainable development of the national economy. Traditional transmission engineering management methods have problems of low management efficiency and high costs, and new technological means are urgently needed to improve. Unmanned aerial vehicles have attracted attention due to their efficient and flexible characteristics, becoming a powerful tool to solve traditional management problems. Therefore, a deep understanding of the application of drone technology in power transmission engineering is of great significance for improving the management level of the power system.

Keywords: unmanned aerial vehicles technology; power transmission engineering; safety management

引言

随着社会对电力需求的不断增长, 传统的输电工程管理方式显露出效率低下、成本高昂的弊端。无人机技术崭露头角, 为输电工程安全管理提供了创新的解决途径。本文旨在深入研究无人机技术在输电工程中的应用, 探讨其在规划、施工、巡检以及安全监测中的优势与挑战, 以期提升电力系统安全性提供有益的参考。

1 无人机技术概述

无人机技术, 作为一项飞行器技术的重要分支, 近年来在各个领域的应用日益广泛, 在输电工程安全管理中的角色也备受关注。无人机, 简称“UAV”(Unmanned Aerial Vehicle), 是一种不需要人操控的飞行器, 其操作和导航主要依赖于自身搭载的智能系统。无人机的发展得益于先进的航空、通信和计算技术的蓬勃发展, 使其在输电工程安全管理中展现出独特的优势。这项技术的突出特点之一——其飞行能力的灵活性和机动性。配备先进的传感器和导航系统, 无人机能够在复杂多变的环境中自主飞行, 并以高效的方式获取目标区域的数据。轻巧灵活的结构, 使其能够穿越高空、山脉、河流等多样地形, 迅速覆盖大范围, 为输电线路的监测提供了全新的视角。此外, 无人机的自主飞行和遥感能力, 使其在输电工程中承担了规划、施工、巡检和安全监测等多重任务。高效的飞行速度和机动性,

使得输电线路的规划阶段能够迅速获取地形、环境信息, 为工程设计提供准确的基础数据。在施工阶段, 无人机可用于工地监测、材料运输监控等, 提高了工程的管理效率。在输电线路的巡检和设备监测中, 无人机搭载的高分辨率摄像设备和红外线热成像技术, 可以快速准确地发现潜在问题, 有力支持了输电工程的安全性和可靠性。

2 输电工程的重要性和安全挑战

输电工程是现代社会电力供应的基石, 负责关键的能源传输任务, 稳定供应城市和工业的电力需求, 直接关系到国家经济的可持续发展。其重要性体现在为各行各业提供必要的动力支持, 维系社会正常运行。然而, 这一关键系统同时面临着多重安全挑战, 输电线路和设备分布广泛, 容易受到自然灾害、人为破坏、设备老化等多方面威胁^[1]。这些挑战可能导致系统故障, 引发供电中断对社会带来不可估量的损失。随着电力需求的增长, 输电系统的安全性和可靠性要求日益提高, 加大了安全管理的难度。传统输电工程安全管理存在效率低下、成本高昂、监测手段单一等问题, 迫切需要提升安全水平。引入无人机技术作为一种先进的安全管理手段, 成为解决这些挑战的有效途径。无人机具有灵活性、高效性和多功能性, 为输电工程安全管理带来新的解决思路, 有望在提高安全性、降低风险方面发挥关键作用。通过充分利用无人机技术, 实现全面、

实时监测输电系统，及时预警和处理潜在风险，为保障电力供应的稳定性和可靠性提供有力支持。

3 无人机技术在输电工程安全管理中的优势

3.1 高效性

无人机技术在输电工程安全管理中展现出显著的高效性，成为推动工程管理效能提升的关键利器。首先，无人机的高速飞行和智能路径规划使得输电线路的巡检变得更加迅速高效。相较于传统的巡线方式，无人机能够快速飞越广大的输电线路网络，实现更全面、更快速的巡检，大大节约了时间成本。这种高效性尤为显著，特别是在面临复杂地形、长距离输电线路的巡检任务时。其次，无人机搭载的先进传感器和高分辨率摄像设备，能够实时获取线路及设备的详细信息。这种高效数据采集能力为工程管理提供了精准的基础数据，实现了对输电系统的全方位监测。通过快速获取准确的数据，无人机不仅提高了故障检测的效率，还有助于迅速响应潜在问题，最大限度地减少了电力系统的停运时间。此外，无人机的自主遥控和智能化处理系统，使得操作人员能够实现对无人机的远程操控和监控。这种高效的远程管理模式使得无人机可以在复杂环境中执行任务，提高了工作效率，同时最小化了人员对危险工作环境的直接暴露。

3.2 安全性

在输电工程安全管理中，无人机技术的应用不仅提升了工作效率，更突显了在安全性方面的独特优势。首先，通过无人机代替传统的人工巡检，可以有效降低工作人员的风险暴露。高空、危险地带和恶劣环境往往是传统巡检中存在的危险因素，而无人机的使用可以使操作人员免受这些潜在威胁，提高了工作的安全性。其次，无人机在紧急情况下可以迅速响应，执行风险评估和灾害监测任务。例如，在火灾、风暴等紧急情况下，无人机可以快速准确地监测受影响的输电线路和设备，为灾害评估提供重要数据，帮助制定紧急救援计划，减少灾害对电力系统的影响。其三，无人机搭载的先进传感器和监测设备，能够在输电线路和设备上实时监测温度、湿度、振动等参数，早期发现潜在故障隐患，有助于预防设备的突发故障，提高了输电系统的整体安全性。此外，通过采用密码学、数据加密等技术，无人机在数据传输和存储过程中能够确保信息的安全性，有效应对信息泄露和篡改的风险。

3.3 数据采集和分析能力

无人机技术在输电工程安全管理中的数据采集和分析能力是独特的优势之一，为输电系统提供了全面而精准的信息支持。首先，无人机搭载的高分辨率摄像设备和传感器能够实时、高效地获取输电线路和设备的详细数据。这种高精度的数据采集使得对线路、杆塔、设备状态的监测更为细致，有效发现潜在问题，从而提高了故障检测的准确性。其次，无人机的飞行灵活性和多传感器融合技术，

使其能够执行多维度的数据采集任务。例如，通过搭载红外线热成像设备，无人机可以检测输电线路和设备的温度变化，帮助识别潜在的过载、短路等问题，提前预防可能发生的故障，保障系统的安全运行。同时，无人机还可以实时传输采集到的数据，支持远程监测和实时决策。操作人员可以通过地面控制站实时获取无人机传回的数据，及时掌握输电系统的运行状况，为管理决策提供实时依据。这种实时的数据反馈机制有助于更快速地应对线路异常和设备故障。在数据分析方面，无人机搭载的智能算法和人工智能技术能够对大量的数据进行快速、精准的分析。通过图像识别、模式识别等技术，无人机可以自动识别输电设备的异常情况，为后续的故障诊断和预防提供有力支持。

4 无人机在输电工程安全管理中的应用

4.1 无人机在规划阶段的应用

无人机技术在输电工程的规划阶段发挥了关键作用，为设计和决策提供了精准的地理信息和环境数据。首先，无人机在规划阶段可以执行高效的地形勘测和测量任务。搭载先进的遥感设备，无人机能够迅速而精准地获取输电线路所经过区域的地形数据。这为规划人员提供了详尽的地理信息，包括地势高差、土地覆盖、水体分布等，有助于制定科学合理的输电线路走向。其次，无人机的环境评估功能为规划阶段提供了必要的环境数据。通过搭载气象传感器和其他环境监测设备，无人机能够实时获取气象信息、空气质量、温度等环境参数。这些数据对于评估输电线路周围的生态环境和气象条件至关重要，有助于规划人员在设计过程中考虑到自然环境的影响，提高输电线路的环境友好性。在规划阶段，无人机还可以执行植被覆盖和土地利用的监测任务。通过搭载高分辨率摄像设备，无人机能够对输电线路周边的植被和土地利用情况进行全面监测。这有助于规划人员更好地理解线路经过的地区特征，预防植被对输电线路的影响，并确保线路的通畅和安全。除此之外，无人机还可以在规划阶段进行线路可行性的评估。通过搭载高分辨率摄像设备，无人机能够对线路沿线的基础设施、人口分布等情况进行全面调查，为规划人员提供决策支持。这有助于规划出安全可行的输电线路，避免线路与其他基础设施发生冲突，提高规划的科学性和合理性。

4.2 无人机在施工阶段的应用

无人机技术在输电工程施工阶段的应用涵盖工地监测、材料运输监控等任务，极大地提高了施工管理的效率。首先，无人机通过搭载高分辨率摄像设备实现对施工现场的实时监测，包括施工进度、材料堆放和人员活动等关键信息。这有助于提升管理团队对工地的实时监管能力，确保施工有序进行。其次，无人机在材料运输方面表现出色，通过自主飞行和智能路径规划，能够快速安全地运送所需材料，提高运输效率，减轻人员负担。在运输过程中，无

人机通过传感器和摄像设备监测材料状态,确保运输安全可靠。此外,无人机可用于监测工地的环境影响,通过搭载气象传感器实时监测气象条件,为调整施工计划提供及时数据支持。这些应用使得无人机在输电工程施工阶段发挥了关键作用,为管理团队提供了强大的工具支持。

4.3 无人机在输电线路巡检中的应用

无人机技术在输电线路巡检中的应用极大地提高了效率和精准度,成为现代输电工程安全管理的重要利器。首先,无人机能够迅速而全面地执行输电线路的巡检任务。配备先进的传感器和高分辨率摄像设备,无人机能够在短时间内飞越大范围的输电线路,捕捉线路及其附属设施的详细图像。这种高效的巡检方式相较于传统人工巡线,大幅度缩短了巡检时间,提高了巡检的频率和全面性。其次,无人机在巡检中能够精准识别输电线路的潜在问题。搭载红外线热成像设备,无人机能够检测线路上的温度变化,迅速发现潜在的过载、接触不良等问题,为及时维修和预防故障提供了关键信息。这种精准的故障诊断有助于提高输电系统的可靠性和安全性。在输电线路巡检中,无人机的机动性和灵活性也发挥了关键作用。无人机能够穿越高空、复杂地形和人迹罕至的区域,执行复杂任务,对于常规巡检难以到达的区域提供了全新的视角,确保了线路全面的覆盖。此外,通过无人机搭载的智能算法,可以对大量的巡检数据进行实时分析和处理。无人机能够自动识别输电设备的状态,对异常情况进行报警,减少了对人工干预的依赖,提高了故障诊断的速度和准确性。

4.4 无人机在输电设备巡检中的应用

无人机技术在输电设备巡检中的应用为提高效率、降低风险提供了创新性的解决方案。首先,无人机能够快速准确地执行输电设备的巡检任务。配备高分辨率摄像设备和传感器,无人机可以在较短时间内飞越输电设备所在的区域,捕捉设备的详细图像和数据。相较于传统的人工巡检,无人机能够高效地完成任务,提高了巡检的频率和全面性^[2]。其次,无人机在设备巡检中具备卓越的机动性和灵活性。输电设备分布广泛,有些设备位于难以到达的高空或复杂地形的区域,传统的巡检方式难以覆盖这些区域。而无人机能够轻松穿越这些地区,执行任务,为设备提供了全新的视角,确保了设备全面的巡检。在设备巡检中,无人机还能够应对不同类型的设备,包括变电站、开关设备等。通过搭载不同的传感器和设备,无人机可以对设备的外观、温度、振动等多个方面进行全面监测。这有助于及时发现设备的异常状况,提高了故障检测的准确性。此外,无人机在设备巡检中还能够执行维护和清理任务。例

如,清理设备表面的灰尘、异物等,以确保设备正常运行。这种主动性的维护手段有助于延长设备的使用寿命,提高了输电系统的可靠性。

4.5 无人机在安全监测和预警中的应用

无人机在输电工程的安全监测和预警中发挥着重要的角色,为系统的安全性提供了实时、全面的监测和预警手段。首先,无人机通过搭载各类传感器和监测设备,能够实时监测输电线路和设备的状态。通过高分辨率摄像设备,无人机可以捕捉线路及设备的图像,检测潜在的故障和异常情况。搭载气象传感器,无人机还能够监测气象条件,预测可能对输电系统产生影响的自然灾害,如风暴、雷电等,提供及时的气象预警^[3]。其次,无人机在安全监测中可以执行定期巡查任务,检查设备的运行状况。这有助于及时发现设备的老化、损坏等问题,提前预防潜在的安全风险。通过自主飞行和智能路径规划,无人机可以覆盖大范围的输电网络,确保全面的监测。在预警方面,无人机还可以通过搭载先进的数据分析算法,自动识别设备的异常状况。无人机能够实时将异常信息传送至地面控制站,提醒运维人员及时采取措施。这种实时的、自动化的预警机制有助于迅速应对潜在风险,防范事故的发生。此外,无人机还能够执行紧急巡查任务。在出现突发事件或自然灾害后,无人机可以迅速飞越受影响区域,获取实时的灾情图像,为紧急救援提供关键信息,指导应急响应工作。

5 结语

无人机技术在输电工程安全管理中的应用显著提升了电力系统的安全性和效率。通过全面的规划、施工、巡检以及安全监测预警,无人机实现了对输电线路和设备的高效监测和管理。这一先进技术为电力系统注入了新的活力,提高了整体运行水平,降低了人工操作风险。未来,随着无人机技术的不断创新,相信其在输电工程安全管理中将发挥重要作用,为电力系统的可持续发展提供可靠支持。

[参考文献]

- [1]唐卓,庄梦珂,廖义勇,等.无人机技术在输电工程安全管理中的应用[J].模具制造,2023,23(12):275-277.
 - [2]程登峰,林世忠,尚文迪.输电线路固定翼无人机多目标巡检线路优化[J].自动化仪表,2023,44(12):21-25.
 - [3]韩征.输电线路无人机巡检技术研究[J].光源与照明,2023(10):180-182.
- 作者简介:马合苏提·赛里克(1991.12—),毕业院校:华北电力大学,所学专业:电力系统自动化技术,当前就职单位:国网博尔塔拉供电公司,职称级别:助理工程师。