

## 电力系统无人机巡检输电线路技术

吴松涛

广东电网能源发展有限公司, 广东 广州 514200

[摘要]我国电网规模不断扩大,电力行业发展前景良好。但是在具体发展中仍存在阻碍,尤其是智能巡检方面。针对此问题,文章具体分析了电力系统无人机巡检输电线路技术包含的工作内容,存在的优势与不足以及具体的应用场景,旨在保证工作人员的安全,提高工作效率。通过全面剖析技术,为电力系统智能巡检提供了有益的参考和指导,推动电力系统智能化和自动化的发展,为电力行业的可持续发展贡献力量。

[关键词]电力系统;无人机巡检;输电线路技术

DOI: 10.33142/hst.v7i6.12512

中图分类号: TM75

文献标识码: A

## Unmanned Aerial Vehicle Inspection Technology for Transmission Lines in Power Systems

WU Songtao

Guangdong Power Grid Energy Development Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 514200, China

**Abstract:** The scale of Chinese power grid continues to expand, and the development prospects of the power industry are promising. However, there are still obstacles in the specific development, especially in the area of intelligent inspection. In response to this issue, the article specifically analyzes the work content, advantages and disadvantages, and specific application scenarios of unmanned aerial vehicle inspection of transmission lines in the power system, aiming to ensure the safety of workers and improve work efficiency. By comprehensively analyzing the technology, it provides useful reference and guidance for intelligent inspection of the power system, promotes the development of intelligence and automation in the power system, and contributes to the sustainable development of the power industry.

**Keywords:** power systems; drone inspection; transmission line technology

### 引言

在现代社会中,电力系统扮演着至关重要的角色,它是支撑着社会经济运行和人民生活的基础设施之一。而输电线路则是电力系统的血脉,负责将发电厂产生的电能输送到各个用户端,保障了电力供应的稳定性和可靠性。然而,随着电力系统规模的不断扩大和电力需求的增长,传统的人工巡检方式逐渐暴露出效率低下、安全风险高等问题,难以满足现代电力系统对巡检精度和频率的要求。在这一背景下,电力系统无人机巡检技术应运而生。无人机作为一种新兴的巡线工具,具有灵活、高效、安全等诸多优势,成为了电力系统巡检的重要手段之一。通过搭载各种传感器和相应的数据处理系统,无人机能够对输电线路进行高空巡检、图像拍摄、数据采集和实时监测,实现了对输电线路状态的全面、准确的感知和评估。与传统的人工巡检方式相比,无人机巡检技术不仅可以大幅提高巡检效率,降低巡检成本,还能够有效降低人员伤害和安全事故的发生率,为电力系统的安全运行和维护提供了新的解决方案。本文将对电力系统无人机巡检输电线路技术进行研究和探讨,通过全面剖析无人机巡检技术的优势和特点,以及其在电力系统巡检中的应用场景和未来发展方向,旨在为电力系统的安全运行和可持续发展提供更为科学、高效的技术支持。

### 1 电力系统无人机巡检的意义

电力系统无人机巡检作为一种现代化的技术手段,具有重要的意义和价值。首先,电力系统是现代社会运行的重要基础设施,而输电线路作为电力系统的主要组成部分之一,其正常运行对于维持社会稳定和经济发展至关重要。因此,及时、准确地发现和排除输电线路存在的隐患和故障,对于确保电网的安全稳定运行具有重要意义。传统的巡线方式存在诸多局限性,如工作效率低、安全风险高、成本较高等问题。而引入无人机技术后,可以有效地解决这些问题。无人机具有灵活、快速、安全的特点,可以实现对输电线路的全面覆盖和快速检测,大大提高了巡线效率和检测精度。同时,无人机巡检可以减少人员作业中的安全风险,降低了人力和物力的投入成本,具有显著的经济效益。另外,随着无人机技术和传感器技术的不断发展,无人机巡检技术已经具备了更高的智能化和自动化水平,能够实现对输电线路的高效监测、数据采集和分析处理,为电力系统的维护和管理提供了更加可靠的技术支持<sup>[1]</sup>。因此,电力系统无人机巡检不仅能够提高电网运行的可靠性和安全性,还能够降低维护成本、提高工作效率,为电力系统的可持续发展和社会经济的稳定增长做出重要贡献。

### 2 传统巡线方式存在的问题

传统的巡线方式在输电线路检测中存在着诸多问题。

首先,传统巡线方式通常依赖于人工巡线,这种方式存在着工作效率低、周期长的缺点。人工巡线需要大量的人力物力投入,而且需要在户外恶劣环境下进行操作,不仅工作效率低下,而且存在一定的安全风险。其次,传统巡线方式受到天气条件和地形地貌的限制,不能够实现全天候、全天时的监测。特别是在恶劣天气条件下,如大雨、大风、暴雪等情况下,人工巡线更是难以进行,导致了对线路状态的盲目和延误。此外,传统巡线方式还存在着检测精度低、数据处理不及时等问题。人工巡线往往无法对线路进行全面、深入的检测,容易忽略一些细微的隐患和问题。而且,传统巡线方式采集到的数据需要经过人工整理和处理,过程繁琐,且容易出现误差。

### 3 电力系统无人机巡检技术的发展现状

#### 3.1 无人机技术的应用

电力系统无人机巡检技术的发展现状表现在无人机技术的广泛应用上。随着无人机技术的不断成熟和发展,无人机已经成为电力系统巡线领域的主要工具之一。无人机具有飞行灵活、操作简便、成本低廉等优势,因此在电力系统巡线中得到了广泛的应用。首先,无人机的飞行灵活性使其能够轻松实现对输电线路的全面覆盖和快速检测。无人机可以在空中自由飞行,无须受到地形地貌等限制,能够飞越山脉、河流等地形障碍,轻松到达传统巡线方式难以到达的地区,从而实现了对输电线路的全方位监测。其次,无人机的操作简便性使其成为了普通工作人员也能够掌握的检测工具。相较于传统的巡线方式需要操作人员具备专业技能和经验,无人机的操作门槛相对较低,只需进行简单的培训即可上手操作,大大降低了巡线人员的培训成本和时间成本。此外,无人机的成本相对较低,一次性投入相对较小。虽然无人机的购置和维护成本较高,但是相对于传统的人力巡线方式,长期来看,无人机巡检的成本还是较低的,而且无人机具有较长的使用寿命和较低的运营成本,为电力系统的长期维护和管理提供了经济上的保障。

#### 3.2 传感器技术在无人机巡检中的应用

电力系统无人机巡检技术的发展现状中,传感器技术在无人机巡检中的应用起到了关键作用。传感器是无人机巡检的核心装备之一,通过各种类型的传感器实现对输电线路状态的实时监测和数据采集。首先,高清摄像头是无人机巡检中最常用的传感器之一。配备高清摄像头的无人机可以对输电线路进行高清影像拍摄,捕捉细微的线路缺陷和异常情况。通过高清摄像头,巡线人员可以实时观察到输电线路的情况,发现线路异常情况,及时采取措施进行处理。其次,红外线摄像头在无人机巡检中也得到了广泛应用。红外线摄像头可以检测输电线路的温度分布情况,发现潜在的线路过温和短路等问题。这种技术能够帮助巡线人员及时发现线路的异常情况,预防火灾和事故的发生,

提高线路的安全性和稳定性。此外,雷达和激光雷达等传感器也在无人机巡检中得到了应用。雷达技术可以穿透树木和植被,探测地面以下的线路情况,帮助发现线路地下敷设的问题;而激光雷达则可以实现对线路的三维扫描和测量,提供更加准确的线路数据。

#### 3.3 数据处理与分析技术的进展

随着无人机技术的普及和传感器技术的不断提升,大量的线路数据被快速采集到,然而如何高效地处理和分析这些数据成为了一个挑战。数据处理与分析技术的进展使得大量的线路数据可以被快速、准确地处理和分析。首先,自动化的数据处理算法和软件系统大大提高了数据处理的效率和精度。这些算法可以对数据进行自动识别、分类和清洗,去除噪音和干扰,从而提取出线路运行状态的关键信息。其次,机器学习和人工智能等技术的应用为数据分析提供了更加智能化的手段。通过对大量历史数据的学习和分析,机器学习算法可以预测线路的故障和异常情况,提前进行预警和预防<sup>[2]</sup>。而人工智能技术则可以实现对数据的深度挖掘和分析,发现数据之间的潜在关联和规律,为决策提供科学依据。此外,云计算和大数据技术的发展也为数据处理和分析提供了更大的空间和可能性。云计算平台可以提供高效的数据存储和计算能力,为大规模数据处理提供了便利条件。而大数据技术则可以实现对海量数据的快速查询和分析,为电力系统的管理和决策提供了更加丰富的数据支持。

### 4 电力系统无人机巡检技术的关键技术与方法

#### 4.1 无人机型与配置

电力系统无人机巡检技术的关键技术之一是无人机型与配置。在进行巡检任务时,选择合适的无人机并进行有效的配置是确保任务顺利完成和数据准确获取的基础。首先,无人机的选型应考虑到巡检任务的具体要求和环境条件。不同类型的无人机具有不同的飞行性能、载重能力和飞行时间,因此需要根据实际需求选择合适的机型。例如,对于需要长时间飞行和覆盖大面积区域的巡检任务,应选择具有长续航时间和较大飞行半径的无人机;而对于需要在复杂环境下飞行和进行精细检测的任务,则需要选择具有稳定飞行性能和精准操控能力的无人机。其次,无人机的配置也至关重要。配置包括无人机本身的硬件设备和软件系统。在硬件设备方面,应根据巡检任务的需要选择适当的传感器和载荷设备,如高清摄像头、红外线摄像头、雷达、激光雷达等,以及配备相应的通信设备和电池等。在软件系统方面,应配置相应的飞行控制系统、数据采集系统和数据处理软件,确保无人机能够完成任务并将获取的数据准确地传输和处理。

#### 4.2 传感器选择与布设

传感器在无人机巡检中扮演着至关重要的角色,能够实时采集线路的各种参数和数据,为巡检任务提供必要的

信息支持。首先,传感器的选择应根据巡检任务的具体要求和线路特点来确定。不同类型的传感器具有不同的功能和应用场景,例如,高清摄像头可用于拍摄线路影像、红外线摄像头可用于探测线路温度、雷达可用于穿透植被探测地面情况等。因此,根据巡检需求,选择适当类型的传感器至关重要<sup>[3]</sup>。其次,传感器的布设也需要精心设计。传感器的布设位置应考虑到线路的特殊情况和巡检需求,以保证数据的全面性和准确性。例如,在输电塔附近设置摄像头传感器,可以实时监测塔身和绝缘子的状况;在导线上方设置红外线摄像头,可用于检测导线的温度变化,发现潜在的故障隐患等。同时,传感器的布设应考虑到无人机的飞行安全和稳定性,避免传感器设备对无人机飞行造成干扰或安全隐患。

### 4.3 数据采集与处理

在进行巡检任务时,无人机通过各种传感器采集到的大量数据需要经过有效的处理和分析,以提取有用的信息并支持后续的决策和措施。首先,数据采集是无人机巡检的第一步。通过配备各种类型的传感器,无人机可以实时获取到线路的各种参数和情况,如图像、温度、湿度、振动等。这些数据涵盖了线路的各个方面,为后续的分析和处理提供了丰富的信息源。其次,数据处理是数据采集的重要延续。通过先进的数据处理技术,对采集到的数据进行清洗、校正、整合和分析,从中提取出有用的信息。例如,利用图像处理技术对拍摄到的线路图像进行识别和分析,检测出线路的缺陷和异常情况;利用数据挖掘和机器学习技术对采集到的温度、振动等数据进行分析,发现线路的潜在故障风险等。此外,数据处理还包括对数据的存储和传输。巡检任务中产生的大量数据需要进行有效的存储和管理,以便后续的查询和使用。同时,为了保证数据的及时性和准确性,还需要设计合理的数据传输方案,将采集到的数据及时传输到地面控制中心或云端服务器进行处理和分析。

### 5 电力系统无人机巡检技术的发展趋势

电力系统无人机巡检技术正处于快速发展的阶段,未来有着广阔的发展前景。其发展趋势主要体现在以下几个方面:首先,技术智能化和自动化程度将不断提高。随着人工智能、机器学习和自动化技术的不断发展,无人机巡检系统将更加智能化和自动化。未来的无人机将具备更强的自主飞行能力和智能分析能力,能够实现自主规划巡检路线、自动识别线路异常和故障,并及时报警或采取应急措施,从而大大提高了巡检效率和准确性。其次,多源数据融合与综合分析将成为发展趋势。随着传感器技术和数据处理技术的不断发展,未来无人机将不仅能够采集图像数据,还可以获取多种类型的数据,如红外线数据、声波数据、电磁数据等。通过将多种数据进行融合和综合分析,

可以更全面地了解线路的运行状态和健康状况,为电力系统的安全运行提供更加全面的保障。另外,大数据和云计算技术的应用将进一步推动无人机巡检技术的发展。大数据技术可以帮助处理和管理海量的巡检数据,提高数据的利用率和价值。而云计算技术则可以提供高效的数据存储和处理能力,实现对数据的实时监控和远程管理,为无人机巡检系统的智能化和规模化提供了有力支持。最后,安全性和隐私保护将成为无人机巡检技术发展的重点。随着无人机巡检技术的普及和应用范围的扩大,安全风险和隐私泄露等问题也日益凸显<sup>[4]</sup>。未来的无人机巡检系统将更加重视数据安全和隐私保护,加强对数据的加密和传输安全,保护用户的隐私权和信息安全,确保无人机巡检技术的可持续健康发展。

### 6 结语

随着我国电网规模的不断扩大和电力行业的持续发展,电力系统无人机巡检技术作为一种创新的巡检工具,已经在电力系统的运维和管理中发挥了重要作用。本文通过对电力系统无人机巡检输电线路技术的研究和探讨,深入剖析了其工作内容、优势与不足以及应用场景。在未来,随着科技的不断进步和技术的不断创新,电力系统无人机巡检技术将迎来更加广阔的发展空间。我们有理由相信,随着技术的不断成熟和应用的不断推广,电力系统无人机巡检技术将更加智能化、自动化和高效化,为电力系统的安全运行和维护提供更加可靠的保障。然而,我们也要清醒认识到,电力系统无人机巡检技术在实际应用中仍然存在一些挑战和问题,如技术标准的不统一、设备成本的高昂、数据隐私和安全等方面的风险。因此,我们需要进一步加强技术研究和标准制定,提高无人机巡检技术的稳定性和可靠性,保障其在实际应用中的安全性和有效性。希望通过我们的不懈努力,电力系统无人机巡检技术能够为电力行业的发展和电力系统的安全运行做出更大的贡献。

#### [参考文献]

- [1]张波. 电力系统无人机巡检输电线路技术[J]. 中国高新科技, 2021(17): 79-80.
- [2]冯新江, 林泽科, 陈岳贤, 等. 无人机电力巡检系统研究[J]. 机电信息, 2021(5): 1-4.
- [3]董素河. 输电线路智能无人机巡检的研究及应用[J]. 石化技术, 2019, 26(8): 350-351.
- [4]郑健. 输电线路智能巡检系统的设计与实践[D]. 江西: 南昌大学, 2020.

作者简介: 吴松涛(1994.4—), 男, 毕业院校: 电子科技大学; 所学专业: 供用电技术, 当前就职单位广东电网能源发展有限公司, 职务: 项目管理, 职称级别: 助理工程师/高级工。