

无人机在特高压输电线路巡检中的应用研究

唐宇 夏舜禹 关钦中

国网黑龙江省超高压公司 黑龙江 150000

摘要: 随着现代信息技术以及通信技术的迅猛发展,越来越多的前沿科学技术开始融入人们的日常生产生活中。而无人机与智能化控制技术之间的相互融合,也为一些特殊工种的开展提供了新的可能。目前,将无人机应用在线路的巡检中,已经成为了一种常态化的操作方式,尤其是对于一些风险较高的特高压输电线路进行检查的过程中,无人机在其中更是扮演着不可取代的重要角色。但现有的无人机巡检技术在应用过程中依然存在着过度依靠人为控制、影像数据利用率相对较低等多方面问题。因此,如何能够更好地发挥无人机在特高压输电线路巡检过程中的应用价值更显得意义重大。

关键词: 无人机技术; 特高压输电线路; 巡检实践

引言

在中国经济发展速度不断加快的背景下,不同行业对于电力能源的需求量正在不断地增加,以此为背景,许多远距离、大规模以及特高压的输电线路构建的比例在不断地增加。目前,中国的特高压输电线路存在着分布点众多、规模相对较大、线路经过地形多元、线路运行环境恶劣等多方面的运行特征。尤其是针对一些条件较为恶劣的地区来说,特高压线路在运转的过程中,长期地暴露在露天的状态下,容易受到外部自然环境、本身材料老化、人为因素带来的影响而出现线路磨损、线路断裂等多方面的问题,而想要确保电力的顺利供应,就需要加强对于这些线路的巡检,才能在第一时间针对老化或故障的线路进行维修工作。而传统的人工巡检模式工作量巨大,并且在一些规模较大的特高压输电线路构建区域巡检的效率极低^[1]。随着现代科技的融入和发展,无人机技术开始被逐渐地引入到特高压输电线路的巡检工作中,这种技术不会受自然环境和地质环境的影响,能够在第一时间上传巡检的数据信息,具有检测安全性较高、巡检周期短等多方面的优势。因此,进一步探究无人机技术在特高压输电线路巡检工作中的实践应用,更成为了解决特高压输电线路巡检问题的关键切入点。

1. 无人机输电线路巡检系统的概述

无人机技术在特高压输电线路中的巡检以及维护工作中的应用,极大地提升了这项工作在开展过程中的安全性和整体效率。尤其是在一些较为偏远或地质结构较为复杂的区域,单纯地依靠人为巡检是远远无法完成巡检工作的,

而利用无人机操作,不仅能够让巡检工作的范围持续地过大,同时还不会受到外界雨雪天气或地形复杂等因素所带来的影响。

总的来说,无人机的输电线路巡检系统是一个相对复杂的体系,其中,不仅仅包含了无人机的运行,还包括对于输电线路、路径遥感、气象气候、通信网络、地理信息、图像识别、信息传递、图像深度处理这一系列的流程和体系。在无人机控制的过程中,更是涉及到了关于无人机的飞行控制方法、稳定控制手段、无人机数据链条的通信衔接、信息导航、机载遥感应用、快速对焦摄像技术和故障诊断等多个方面的尖端领域,可以说,该系统的运行实现了跨领域和跨技术之间的跨界融合。而随着现代智能技术与无人机技术之间的相互应用,无人机在运行过程中的操作能力变得更加高效,即使是远距离地跨越山河也易如反掌。除此之外,在输电线路检测的过程中,还能够实现对于远距离铁塔、线路支架、导线质量、绝缘情况、防震锤、悬垂线夹等多个部位的快速摄像以及故障诊断功能,通过收集这些线路设备的故障状况,为后台管理者实现对于电力线路的维护和管理提供了有效的数据参考。

2. 无人机电力巡检的主要内容

目前,在无人机电力巡检系统中,可以根据不同的检测目标,将检测的内容大致分为通道巡检、精细化巡检、故障诊断、特殊区域巡检这几大类型。其中,精细化的巡检主要是针对一些特殊区域的线路以及其附属的设备进行检查。通道巡检工作的开展,检测的主要对象就是在地线运行过程

中黏附的异物、杆塔在运行过程中存在的异物、线路通道区域下方存在的一些违章建筑、植被、违章的通道等等。故障诊断则是要在高效率巡检的情况下，快速地找到故障区域，通过现场的拍摄查看设备与其他正常设备之间存在的区别，便于后台维修管理人员第一时间识别故障问题。特殊的巡检则是在一些特殊的自然灾害状况下响应特殊需求所展开的巡检工作。比如，某些高压线路经过的区域发生了地震、泥石流等灾害之后，需要采用无人机针对灾情，对线路所带来的影响进行专项的巡检工作。通常情况下，在高压电力线路的巡检工作开展的过程中，通道巡检工作和精细化的巡检工作，需要根据设备以及线路目前的运行周期进行灵活的调节。而故障的诊断以及特殊的巡检任务，则是根据具体的故障或特殊的自然灾害需求所展开的^[2]。

传统的无人机电力巡检模式相对较为单一，甚至还需要操作人员手动后台控制无人机飞行器，从而调节无人机的云台拍摄角度，让可曝光的影像资料更加的完善和多元。但是这种巡检方式在获取数据信息和影像资料时，也存在以下三个方面的缺陷。第一，考虑到在数据采集的过程中，对于后台的控制人员在控制精度方面提出了极为严格的要求，因此，通过手工控制的模式，在数据采集时所获取的数据信息也存在不精确的问题。第二，传统的无人机数据获取模式采集到的数据信息大多数都是一些显性的数据信息，而针对一些隐性数据信息则不可量化，无法为后续线路的故障评估提供准确的数据参考。第三，采集之后所获取的许多影像资料都是无用的，如果无法实现对这些影像数据信息的应用挖掘，依然不利于后续数据信息的深度应用。根据以上所描述的问题，现如今的无人机高压电力线路的巡检系统，采用了更加智能化的控制手段，在数据信息采集时，地理位置以及云台角度都是提前预设好的，这样就能够有效地避免由于人为操控引发的数据采集偏差问题。除此之外，还可以结合航飞设计的具体情况以及GPS信息系统，生成具有可数据性和可量化的正射影像，便于后台管理人员针对数据信息进行分析。

3. 无人机技术在特高压电力线路巡检工作中的实践应用

以中国某800kV特高压直流输电线路工程为例，该特高压直流输电线路工程在运行的过程中，就应用了无人机巡检技术。本次工程跨越的区域地形极为复杂，具有地形交叉、地质状况多元等多方面的特征，传统的人工巡检模式不仅消

耗了大量的人力物力，同时，巡检所得出的数据结果还具有时效性较差、巡检效率较低的问题。而通过无人机巡检技术在该工程中的实践应用，有效地解决了传统人工操作所存在的各类型问题，并通过实现对于上传数据影像和数据成果的深度分析，实现了对于该工程中各类型故障问题的管理和维护工作。

3.1. 精细巡检实践

在该工程中的精细巡检工作在开展时，主要包括针对杆塔本体存在的问题、杆塔连接地基、杆塔接地质量、绝缘子设备、导线线路金属设备的运行状况、其他附属设施状况的巡检工作。此次采用的是智能化无人机巡检的方式，在巡检过程中提前就收集了关于已知线路穿过区域的路径状况，收集到的信息主要包括杆塔设备所处的地理位置、线路经过的路径、杆塔高度等等，并且将这些数据信息提前根据程序输入到了无人机的飞行控制系统中，确保无人机能够按照预先设定好的程序到达指定位置进行影像数据的采集。不仅如此，考虑到在电网运行过程中对于运行安全性的要求，为避免无人机在定点拍摄时出现定位偏差的问题，此次的精细化巡检工作还采用了无人机程序自动控制模式以及人工操控模式相互融合的方法。当无人机已经按照程序飞行进入到指定的区域范围之后，后台管控人员就会获取无人机的飞行目标，在距离拍摄目标15米的位置，就会切换到人工操控的形式，通过人为调节进一步调整云台拍摄的角度，然后根据具体的巡检任务和巡检要求拍摄相关影像。这种半自动化的无人机巡检模式在巡检数据的获取上更具有保障，同时也确保了对于一些高难度区域的巡检安全性，在降低巡检人员劳动难度的情况下，拍摄到的故障影像和缺陷问题也更加清晰^[3]。

3.2. 通道巡检实践

通道巡检的相关内容主要包含了对于高压电力线路在走廊区域安全距离范围内是否存在下层的违章建筑、植被交叉、违章通道、污染问题、地基坍塌等情况。但是，在无人机巡检的过程中，如果仅仅依靠无人机采集到的原始影像数据，很难直接判断出其中存在的一些危险信号，同时也无法帮助后台的维护人员分析线路的走向与危险源头之间的相对关系。在这种情况下，无人机在通道巡检应用的过程中，不仅仅要采用原始摄影技术回收相关的影像数据，与此同时，还应当通过提前预设航飞目标，针对航空摄影测量所生

成的正射影像进行判断和分析,这样就能够判断电力线路在通道内与一些违章建筑、危险源头之间的距离、交叉的面积等等,帮助后台的巡检人员快速了解在电力线路通道内部存在着危险源头和安全隐患。而这样的数据信息还可以为后续出现安全事故之后处理纠纷提供重要的参考凭据,有效地减少了一些不必要违章建筑所引发的民事纠纷问题。比如,在此次的通道巡检工作中,就发现在某一段区域的特高压电力线路下方施工作业与感恩塔之间的距离过近,距离仅为8.57米。除此之外,施工线路之下还穿越了一定量的棚户区,穿越区域的棚户面积为23.56平方米。

3.3. 故障诊断以及特殊巡检实践

相比于日常的精细化巡检和通道巡检工作来说,故障的诊断以及特殊巡检工作属于在特殊情况下为应急需求而展开的。巡检的内容也更具有针对性,因此,故障的诊断以及特殊巡检工作对于无人机技术的应用要求更高。在巡检过程中,不仅仅要注重对于上文所描述的半自动化巡检方式进行应用,通过这种半自动化的精细巡检模式,能够初步获得在特高压电力线路运行过程中存在的一些末端缺陷影像,通过获取一些高清的正射影像获取通道环境信息。与此同时,还应当根据现场的情况进行高清拍摄,通过高清的视频影像或实时图传和直播的方式,能够帮助后台的维护管理人员更全面地判断特高压电力线路,在运行过程中存在的各种故障问题。当一些特殊自然灾害发生时,也能够便于后台的应急管理人员快速地针对现场的状况做出响应。

3.4. 无人机巡检数据信息的有效应用

通常情况下,无人机在特高压线路巡检过程中所收回的数据信息、生成的影像图片分辨率相对较高,图片的观察基本是较为清晰的,而图片的传回基本也是瞬时的,具有数据多元、图片清晰、回收信息效率较高等多方面的特征。首先,地理信息系统的综合应用平台就可以根据无人机所在区域所传回的地理位置信息,将遥感影像资料和电网在此区

段所建设的基础数据信息进行对一的对比和管理,通过这样的方式就可以实时地了解到目前无人机拍摄区域的具体杆塔所在的地理位置。其次,无人机在运行过程中所生成的正射影像图,还可以对应相关联的基础地理信息,并且对该信息进行实时的更新。再次,如果在历史巡查过程中所获取的一些影像资料或数据信息,在检测过程中存在不足的问题,还可以利用无人机的高效旅行件,实现对这些历史数据信息的更新,从而完成对于特高压电力线路的多维度管理和数据信息的查询。最后,无人机巡检数据信息的获取,还能够帮助后台管理人员及时了解杆塔或其他设施在运行过程中存在的缺陷或隐患,并了解这些隐患与风险源头的相对空间位置。通过无人机所获取的数据信息,及时判断线路所在的路径区域、杆塔所属的编号、线路存在的隐患类型等等。

4. 结语

综上所述,无人机巡检技术与地理信息系统的管理平台的应用为无人机巡检过程中的影像资料获取和后续的数据分析提供了更加有效的操作方案,通过对无人机所获取的数据信息以及图片信息进行集成化的深度分析,帮助后台管理人员快速判断线路在运行过程中存在的风险,便于后台维护管理人员及时作出响应。

参考文献:

- [1] 袁健. 无人机在高压输电线路巡检中的应用[J]. 电子技术, 2022, 51 (06): 154-155.
- [2] 谷波, 黄伟, 马立, 曹铖, 孟浪. 特高压输电线路巡检无人机安全技术研究[J]. 国网技术学院学报, 2020, 23 (01): 28-30.
- [3] 万康. 无人机在山区高压输电线路隐患巡检中的应用[J]. 南方农机, 2019, 50 (23): 269-270.

作者简介:

唐宇(1990.4-),男,汉族,硕士研究生,籍贯黑龙江巴彦,工程师,研究方向:超高压输电线路,无人机巡检。