

无人机在高压线路巡检中的关键技术及应用

孙兆键

国网山东省电力公司烟台供电公司 山东 烟台 264000

摘要:现阶段,无人机在电力行业得到广泛运用后,越来越多的供电公司开始将无人机应用到高压输电线路的日常巡检中。从实践应用效果来看,用无人机代替人工完成巡检任务,不仅能显著提高作业效率,而且还能及时发现隐蔽的故障,对提高检修效果,以及后续高压输电线路故障的维修提供了技术支持。因此,本文介绍了高压巡线无人机的关键技术,分析了无人机在高压线路巡检方面的应用。

关键词:高压线路巡检;无人机;关键技术;应用分析

随着无人机技术的飞速发展,它们在架空输电线路上的应用越来越广泛,发挥出了越来越大的作用。为了提升架空输电线路的运行效率和质量,以满足当今社会对安全可靠的要求,线路运检人员应该积极探索和利用无人机技术,以实现日常巡检的有效监控,从而推动行业的可持续发展。随着科技的迅猛发展,无人机技术已经取得了巨大的成就,并被广泛应用于各个领域。无人机的硬件和软件设备也日益完善,特别是在输电线路的检测方面,它们可以有效地克服传统检测方式的局限性,及时发现线路运行中的潜在危险,特别是在恶劣的天气状况和复杂的地形环境下,能够迅速收集现场信息,减少维护人员的损失,极大地提升了检测的效率。

1 无人机电力巡检技术的特点

无人机是一种无人驾驶的飞行器。它融合了雷达技术,红外技术,还有其他先进的技术,可以对高压输电线路进行远距离的巡检。利用其自身的高技术特性,对某些观察到图像进行解析、拍照,再将图像发送给操作驾驶员,使其能够通过遥感图像对当地的真实状况有一个更为深刻、完整的认识,以便制定相应的工作计划和巡检方案。在目前的发展中,由于无人机具有许多常规手段所无法具备的优势,因此无人机的使用非常的频繁,特别是在军用领域^[1]。例如,它可以节约大量的人力、物力,并且获取更多的详细的情报。而正是因为如此,它才会被应用到商业上,例如在高压电线巡检的使用上。无人机想要保证安全的飞行,就必须使用红外技术。

2 高压线路巡检中无人机应用的重要性

无人机技术主要是利用无线电技术远程控制不载人飞行器,因其具备易控制、小巧灵活、成本低等优势,所以在各领域都获得了广泛运用,特别是在巡检输电线路中的应用效果更加理想。将无人机运用于输电线路巡检中,能够很大程度提升巡检效率,降低企业对巡检作

业的资金投入,在巡检期间仅需使用较少的无人机和工作人员,不像以往的人工巡检作业耗时、费力。在人工巡检时会使用高空架线,所以直接提升了资金投入。无人机进行巡检可一次性使用4h,开展3km长的线路巡检,基本是30个巡检工作者24h的工作量,并且处于繁杂地势时不会受到影响,不但有效减少了作业时间,还降低了巡检费用,给企业提供更多的经济利益。使用无人机巡检输电线路,能够更加精准地发现故障,还能够第一时间反馈给有关部门检查。无人机还能够排查输电线路附近的建筑和树木,避免发生违规违章的植被及建筑,进而更好的保障输电线路运行的安全性,避免恶劣环境严重影响线路巡检^[2]。

3 无人机巡检的核心技术分析

3.1 图像预处理技术

(1)图像预处理:对无人机倾斜摄影获取的图像进行切分、去噪、纠正等预处理操作,提高后续处理的准确度和效率。(2)特征点提取:利用计算机视觉算法提取出每张图像中的特征点,并对其进行匹配,以实现三维建模。(3)点云处理:将无人机倾斜摄影获取的数据转换成点云格式,对点云数据进行滤波、去除噪点、采样、配准、重建等处理操作。(4)模型生成:利用点云数据生成三维建模模型,可采用多种方法,如多视图立体匹配、三角网格生成、体素填充等。(5)后处理:对生成的三维模型进行后处理,包括纹理映射、网格优化、贴图等操作,以提高模型质量和视觉效果。(6)分析与应用:根据需求对三维模型进行分析和应用,如计算体积、提取特征、导入到GIS系统中等。

3.2 无线通信技术

在输电线路无人机巡检中,通信技术是关键技术之一,无人机飞行中控制高度、发布指令、调整线路,同时把其巡检期间采集的图像视频输送至数据中心,并

准确分析这些信息数据, 尽早发现输电线路中的故障问题。所以, 通信技术和无人机能否顺利完成飞行任务有直接关系。现阶段, 通信技术主要包括电力电缆、无线、光纤等通信技术。其中电力电缆通信技术将电力传输线当做输送信号通道, 把信号加载至电力线中, 达到高速传输数据、语音等信息。此技术较为成熟, 具有很高的安全性。光纤通信技术是将光波当做传输载波, 把光纤当做传输媒介, 以此来传输信息数据。光纤通信系统的组成为中继器、光纤、光发信机、耦合器等。光纤通信技术的优势包括传输距离远、通信容量大、保密性高以及抗干扰性强等。无线通信技术分为两种, 分别是移动与微波的通信技术, 其中微波通信技术是通过数字中继器来交换信息数据, 把信息加载至微波载体中, 利用电波空间传输信息。移动通信技术是为了达到各类移动终端设备的通信需求^[3]。当前, 国内移动通信技术已进入了5G时代, 移动通信速度及水平都有了大幅度提升。

3.3 红外和紫外传感器技术

在高压输电线路的运行中, 经常会出现接头盒、接线夹发热的现象。如果温度过高不仅会缩短设备的使用寿命, 而且还有较大概率引起电力火灾事故, 给高压输电线路的正常运行带来严重影响。因此, 在无人机电力巡检中, 可以在无人机上搭载红外成像传感器, 这样当无人机进行巡检时就可以及时发现输电线路温度异常的零部件。除此之外, 地面操作人员在接收到无人机反馈的温度异常信息后, 还能通过自动对焦等操作方式, 进一步获取更加丰富的热图数据, 并在电子地图上标记出故障点的位置坐标, 方便后续设备检修工作的开展。同样的, 对于输电线路和电气设备之间存在的电晕放电情况, 也可以利用无人机搭载紫外成像传感器的方式进行监测。这些高灵敏度传感器的应用, 能够使无人机电力巡检的效率和质量得到进一步的提升。

3.4 激光雷达探测技术

此项技术主要是对探测目标发出激光信号, 然后把探测目标的信息数据发送回来之后, 和初始的发射数据进行对比, 通过处理后能够取得探测目标的方位、距离、形状等信息。激光雷达技术通过激光束来探测, 能够使分辨率大大提升, 且能够同时跟踪几个目标, 速度分辨率可达10m/s内。激光雷达探测技术具有抗干扰力强、隐蔽性好、可接受区域小、系统口径小等优势, 因此其他干扰信号难以进入到接收机。激光雷达探测设备能够完成零高度作业, 就算是距离近的物体也能够完成探测。激光雷达探测系统所需的设备质量轻、体积小, 能够满足无人机线路巡检的需求。激光雷达探测技术能够

采集到高密度、高精度的云空间信息, 同时使用分辨率较高的相机进行拍摄, 之后通过计算机软件获取相机的参数, 创建三维模型, 确定电力线路故障的方位、距离及位置等信息, 促使线路巡检作业的质量与效率得到提升, 不用巡检人员对线路进行逐个检查, 就能够很好地完成巡检作业任务。

3.5 故障检测技术

通常情况下, 受雷击悬垂绝缘子串放电之后, 导线和横担一侧的绝缘子损伤最严重, 且横担侧挂点金具间连接位置会出现明显的烧伤痕迹, 或导线和悬垂线夹存在显著的放电痕迹, 如果装置了均压环, 则其表面的烧伤痕迹也非常明显。如果耐张杆塔没有跳线串, 通常横担侧若干绝缘子烧伤后跳线放电, 如跳线弧垂太大也可顺着绝缘子串放电。而以上位置都有一定的视角盲区, 人工难以利用高倍望远镜在地面巡检发现。就算是人员登检, 也只能检查杆塔侧金具和绝缘子串, 仍然无法查看剩余位置。下面是利用多旋翼无人机查找220kV线路雷击故障的案例。2015年, 某供电企业220kV二回线出现跳闸故障, 检修部门使用无人机来巡视故障。通过巡检之后, 发现故障出现于档距中央导线和地线放电, 两条线路上的烧伤痕迹比较明显。塔型2GTB2-J4-60的74和75号塔, 60m呼高的耐张杆塔, 杆塔处于199.7m海拔的丘陵, 因为杆塔很高, 施工相对困难, 且安全风险较大, 单位安排无人机巡检。操作人员在山脚和杆塔间距100m左右的地方选择空地来开展故障检测作业, 利用一个架次10min左右的检测作业, 精准且清楚地拍摄到档距中央地线和导线的两个放电点^[4]。

3.6 视觉跟踪技术

输电线路稳定运行时, 应对视觉跟踪技术的运用引起高度重视, 具备巡视特定电力对象, 快速地定位和跟踪电力巡检, 实现自动导航, 用均值漂移理念判断出图像中某一视频序列的实际部位, 使得巡检人员能够对故障进行全局性思考后, 转为局部性分析, 快速确定问题, 同时采用针对性措施来处理。无人机技术是在图像处理 and 自动控制两种技术的基础上建立的。为了能够迅速完成视觉跟踪任务, 巡检人员应开展以下作业: 利用无人机搭建计算平台, 第一时间掌握目标图像数据, 进一步实现目标检测任务。通过对飞行器设备的控制, 使无人机设备稳定飞行至目标正面, 利用目标检测算法确定其初始位置, 从而实现多个目标的同步跟踪。和地面摄像头信息数据进行联合, 利用跟踪系统中具备的自动识别技术, 锁定目标, 使得无人机设备实现高强度、自动化的跟踪。

4 无人机电力巡检技术面临的问题

虽说无人机是不需要驾驶员进行驾驶的飞行器，但毕竟是需要工作人员的操控。所以，它的工作依然受到了很大的限制。在工作人员操作的时候，如果出现粗心大意，就会造成电线的故障。这不仅没有给高压输电线路的巡检带来便利，而且可能带来更加严重的安全隐患。所以，采用这种无人机电力巡检技术对高压传输线进行探测时，会有一些的不确定性。而且，对于监测数据的整理和归纳，也是一件非常困难的事情。由于缺少对所采集的资料的有效的处理方法和策略，无法为后续的检验工作提供有力的保证。同时，在无人机巡检的时候，仍会出现很多难以预测的问题。所以，有必要对无人机巡检技术进行改进，并对当前出现的问题进行分析和处理，从而达到更好的巡检目的^[5]。

5 无人机巡检技术在高压输电线路中的应用策略

5.1 精确扫描

在高压输电线的运行系统中，既有易于观测的装置，又有大量难以观测的细小装置。所以，在无人机巡检的时候，一定要用精确的扫描仪来观察和解析每一个细小的仪器。所以，在高压输电系统里面，要做到更加准确的探测，就必须要对大面积的仪器进行探测，同时还要对细小的仪器进行扫描和分析。在大规模的探测中，可以采用无人驾驶飞机的曲线垂向探测技术。它是利用无人驾驶技术对曲线垂直高度进行测量的一种方法。在无人机巡检的过程中，工作人员会在无人机的螺旋桨上加装一台摄像机和一台信号发射机，然后将它们连接到无人机的控制台上，再将它们连接到地面上的电脑和指挥中心。在地面的控制室和无人机的微波仪连接在一起，这样的测量方法可以有效提高无人机的工作速度，既节省了大量的时间，也确保了巡检的准确性^[6]。在进行小型设备的扫描时，可以采用人工巡检和智能化自动巡检相结合的方式，将目标的数据输入到无人机的电子信息系统中。通过这种方法，可以极大地降低人为因素引起的意外，并能得到准确的设备数据和图像扫描结果。该方法既能确保高压输电线的巡检精度，又能减轻

巡检工人的工作负担。

5.2 无人机巡检数据的分析和整理

使用无人机技术之后，监控的区域会变得更大，准确率也会更高，而且还能够将监控到的信息保存起来。这些资料在高压电线的探测中非常有用。所以，为了更好地发挥系统的作用，它可以将每一次巡检的次数和结果都与以前的记录进行比较。这样才能准确的知道这架飞行器的状况，然后再进行相应的调节，确保它能够正常工作。利用该信息数据对高压线杆塔进行具体识别，将风险评估的结论与具体位置和线路路径结合，从而提高杆塔的安全管理能力。

结束语

随着技术的发展，越来越多的电力企业正在采用无人机来完成架空输电线路的巡检，而不再依赖传统的手工操作，从而实现智能化的飞行。在探索线路的过程中，为了达成最佳效果，必须先让无人机飞至指定的高度，并且根据实际情况精确地调节拍摄角度。海量数据处理、巡检缺陷图像自动识别等前沿技术的不断进步，无人机巡检的应用将得到极大的提升，从而有效地解决实际生产中的问题，确保输电线路的安全可靠运行。

参考文献

- [1]陈荣,徐浩.高压输电线路的无人机电力巡检技术研究[J].电子测试, 2021(20):92-94.
- [2]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.
- [3]刘冲,马晓昆,郑宇.基于5G技术的无人机在输电线路巡检的应用[J].电力信息化, 2021(4):44-49.
- [4]田河,邝凡,巫伟中,等.电力输电线路巡检中无人机技术的运用[J].电子技术与软件工程, 2021(17):210-211.
- [5]林旭鸣.架空输电线路无人机巡检技术研究进展[J].电力设备管理, 2021(5):27-28.
- [6]蔡文博.输电线路运维应用无人机巡检的作用[J].电力系统装备, 2021(7):53-54.