

电力输电线路巡检中无人机技术的运用

张明煌

(国网冀北电力有限公司秦皇岛供电公司, 河北 秦皇岛 066000)

【摘要】为了保障输电线路的安全稳定运行,满足社会各界的用电需求,本文对无人机巡检技术进行概述,并分析了无人机技术在电力输电线路巡检中的应用优势,同时详细阐述了电力输电线路无人机巡检工作中的关键技术,包括通信技术、遥感技术、激光雷达探测技术。之后提出电力输电线路巡检中无人机技术的运用策略,通过将无人机技术应用在输电线路的全方位检测、线路异物检测、线路错误检测、应急抢修勘察中,减少登高作业,实现正常供电。

【关键词】电力输电线路; 巡检; 无人机技术

引言:

由于电力输电线路大多处在较差的环境下,并且地形地貌复杂,所以对巡检工作的要求非常高,必须及时发现输电线路中可能存在的隐患问题,从而保证对各地区的电力供给。在科学技术的支持下,电力输电线路巡检采用了无人机技术,改善了传统人力资源巡检的方法,大大提高了工作效率和质量,即使在复杂的地理环境下也能对输电线路展开排查。不过在无人机技术应用过程中需要注意保证操作规范,同时详细掌握具体作业方法,通过人工与科技的配合,顺利完成输电线路的巡检工作。

一、无人机巡检技术概述

无人机巡检技术是现代科技下的产物,主要通过相关技术人员操控,无人驾驶飞行来完成相关工作,由于搭载了红外线感测技术、遥感技术等,所以被广泛应用在巡检工作中,可以对危险系数较高或地理环境复杂的区域完成观测工作。在技术人员的操控下对相关物体进行拍摄,并将获取到的数据信息直接传输给操作人员,目前来看无人机巡检技术的应用范围较广,能够有效节省人力资源的应用,同时在信息获取上更为精准。比如在高压输电线路巡检工作中,就可以利用搭载了红外线遥感技术、GPS技术、RS技术的无人机进行检查,准确判断输电线路中的故障问题,为后续维修提供参考依据。

二、无人机技术在电力输电线路巡检中的应用优势

从无人机技术的应用来看,电力输电线路巡检工作效率得到大幅度提高,并且无人机体积小、易控制,可以灵活操控,能在不同区域环境下完成巡检工作,加上成本低等优势,便得到全面推广和使用。在电力输电线路的日常巡检工作中,只需要调动一小部分无人机、人力资源,即可完成细致的巡查工作,与传统巡检技术相比节省了大量成本。无人机巡检每次可使

用4h,支持长达30km的线路,面对复杂地形不会受到影响,获取到的数据信息较为准确,能够有效保障输电线路的安全运行,整体来看无人机技术应用范围广、功能全面,可以快速定位线路故障,具有非常明显的优势。

三、电力输电线路无人机巡检工作中的关键技术

(一) 通信技术

通信技术是无人机巡检技术中的核心,无人机的操控都是由通信技术来实现,比如发布飞行命令、控制飞行高度以及调整飞行路线等,同时还可以获取无人机巡检过程中所拍摄的图像信息,准确判断输电线路中存在的故障现象。由此可见无人机的飞行与通信技术存在直接关联,目前无人机主要采用无线通信技术,在现代科技的支持下通信容量更大、传输距离更远,并且具有较强的抗干扰能力。无线通信技术主要分为微波与移动通信两种,微波通信技术主要采用数字中继器进行数据信息交换,移动通信技术则是为了满足移动终端设备通信需求使用。

(二) 遥感技术

无人机搭载的遥感技术,主要利用电磁波原理,将各种传感设备对远距离目标发出电磁波信号,并获取反射信号,完成处理、分析,最终形成相应的图像,准确判断输电线路故障问题。遥感技术会按照电磁波谱段分为多种类型,如光遥感、红外线遥感、紫外线遥感等,属于综合性技术手段,能够根据实际情况调整,针对性地获取输电线路故障信息。

(三) 激光雷达探测技术

无人机激光雷达探测技术,在应用过程中会朝着探测对象发射激光信号,激光信号则将探测对象的信息进行反射,经过与原来的发射信号对比,即可获取探测对象的位置和距离,包括更为详细的方位、形状等参数。激光雷达探测主要通过激光束实现,具有较

高的分辨率优势，并且支持多个目标同时跟踪，速度分辨率可以达到 10m/s 以内。另外激光雷达探测技术的隐蔽性、抗干扰能力较强，不会受到其他干扰信号影响，距离较近的物体也能实现精准探测分析。另外激光探测系统体积小，不会对无人机的飞行造成影响，能够获取高精度的数据信息，为输电线路的维护管理创造有利条件。

四、电力输电线路巡检中无人机技术的运用策略

（一）输电线路的全方位检测

无人机技术在输电线路巡检工作中有着显著优势，能够对整个输电线路展开全方位检查，准确获取输电线路中的故障信息。目前采用的高性能无人机，配备了可见光摄像头，支持各个方向拍摄输电线路，同时借助系统的模拟信号传输、无线通信模块，把获取到的图像信息转换为视频，利用专业软件操作人员即可查看图像信息，准确判断输电线路的运行状态。除了输电线路的日常巡查工作外，无人机技术还可以应用在特殊线路检查中，技术人员操控无人机避开障碍物，快速精准定位线路故障位置，灵活调整可见光摄像机的焦距，促使获取到的图像更加清晰。由此可见无人机技术在输电线路巡检工作中的潜力巨大，能够完全替代人工检查，有利于提高巡检工作效率，对输电线路的运行进行优化。

（二）清除输电线路上的异物

由于输电线路处在露天环境下，所以有极大概率出现异物从而引发故障，如果不及时清除输电线路上的异物，会造成输电线路击穿与触电风险，因此可以利用无人机技术进行巡查，避免人员检查、清除过程中的安全风险，并且传统人力清除异物的方法效率不高，还会影响检查人员的自身安全。相比之下无人机技术的优势更为显著，在应用过程中通过技术人员操控，无人机搭载两个激光坡度管模块，借助聚光效果将输电线路存在的异物燃烧处理，因激光二极管模块发射出的激光为平行，所以必须搭配凸透镜实现聚焦光效果，处理过程中必须控制好与周边带电设备的距离，同时由于风力影响，导致异物晃动，处理效率降低，因此经过在多旋翼无人机上增加了电动水平仪、激光模块与控制模块的改良，技术人员利用云台摄像机操控并观察异物的详细位置，确保无人机完全对准异物，同时使用 GPRS 远程控制继电器，开启激光模块电源，顺利完成异物燃烧处理工作，保障输电线路的安全稳定运行。

（三）输电线路错误检测工作

1. 传输线路故障检测基本方法。当下在电力输电线路错误检测工作中，主要采用了无人机巡检技术，对可能存在的故障进行排查，在实际应用过程中主要通过三种方法确定传输线路故障。第一，搭载雷达检

测技术，精准度更高，能够准确掌握传输线路信息，并定量测量线路与周边故障之间的距离，为开展维护作业提供有效依据。第二，视频检测技术，通过为无人机安装摄像机，对输电线路进行拍摄，利用通信模块将获取到的照片与视频传输回地面站，检查人员即可通过计算机软件完成分析，判断输电线路是否存在错误故障。第三，红外线检测技术，对于很多较为微小的故障问题，可以利用红外线检测技术进行检查，该技术的优点在于准确判断肉眼无法识别的缺陷，因此在输电线路巡检工作中有着较高的应用价值。在操控过程中需要注意，确定合适的起降点位，尽量避开市中心、铁路与矿区等复杂的地形条件，飞行过程中需躲避高大建筑物、树木等障碍物。

2. 无人机检查航线规划设计。输电线路错误检测工作中，需要提前对无人机检查航线进行规划设计，常见的路径主要包含三角形路径、直线路径。在航线规划设计中，要考虑到各类影响因素，降低无人机设备的控制难度，同时操作人员应精通无人机的控制技术，具备丰富工作经验，这样才能在输电线路巡检工作中做出准确判断和调整。一般来说直线航线比较适用于起飞区域平坦且俯仰较小的航线，若采用无人机设备进行拍摄检查，所选线路应保证平整，具有较少的障碍物。

3. 无人机设备接近航迹检查。在操控无人机接近输电线路时，需要注意采用两种飞行方法：第一种，固定高度飞行，该方法对起飞点和着陆点有着严格要求，同时准确定位起飞点，科学合理地设置起飞高度，具体操作为检查设备起飞路径、执行检查、悬停拍摄，这种方法的核心在于所有操作参数为固定值，有利于减少不必要的错误。第二种，对角线飞行方法，该飞行模式能够提高输电线路检查效率，对角飞行逐渐接近检查对象，需要左手和右手同时进行操作，对技术人员的个人能力有着较高要求。

（四）输电线路应急抢修勘察

电力输电线路运行过程中很可能会出现突发事件或受到自然环境的影响造成故障，为了保证线路的安全稳定运行，必须采取应急抢修工作，无人机技术可以应用在应急抢修现场勘察中，尤其在故障点位相对特殊，处于复杂的地形条件下，加上各类因素干扰，导致现场勘察工作难度增加。无人机技术可以应对不同的地形条件，及时获取输电线路受损信息，为后续抢修提供有力参考，同时还能能为抢修工作争取更多时间，切实保障输电线路的运行安全。随着现代科学技术的发展，无人机的功能性愈发完善，搭载了小型化、轻量化的数字射线成像设备与平台，并与地面工作站进行连接实时传输数据信息，在输电线路抢险工作中，避免了登高作业等风险，推动我国输电线路运维智能

化转型,切实提高了供电质量。

(五) 输电线路精准扫描检测

在输电线路巡检工作中,很多故障隐患需要仔细、精细排查,无人机技术能够较为准确的判断故障,不受外界干扰的条件下收集故障信息。另外整个输电线路较长,其中有很多不容易观察到的设备,存在微小的故障隐患,无人机巡检技术能够准确进行扫描、观测、分析,获取较为精准的数据信息,因此无人机技术不仅可以大范围、全面性检测,同时还支持精准扫描分析。一般来说输电线路巡检多使用弧垂检测技术,该技术需要搭载数码相机、微波发射器、接收器,与地面控制中心的计算机实现连接,数码相机与发射器会安装在无人机旋翼中,能够准确获取检测信息并节约时间。在微小的设备与故障巡检中,可以采取智能与人工相结合的模式,减少人工操作引发的错误,精准获取信息与扫描结果,为输电线路维护提供帮助。

(六) 日常高压输电网络监测

目前无人机技术已经成为高压输电线路日常巡检工作的重要技术,日常巡检主要分为正常巡检、故障巡检两个部分。正常巡检主要根据输电线路实际需求,展开周期性的巡检工作,并且有选择地搭载无人机设备,重点进行可见光与红外测温等项目的巡检作业,可见光巡检作业大多是指针对输电线路导线、绝缘子串、固定螺栓、通道环境等外部易见的异常问题展开排查,红外测温则是针对导线线夹、绝缘子等部位进行发热异常检查。故障巡检是指输电线路出现故障后进行定位、分析,利用无人机搭载的设备对不同线路进行排查,以便确定故障原因和故障点位,巡查过程中会根据实际情况调整范围,以便排查出其他异常现象。

五、电力输电线路巡检中无人机技术的运用要点

(一) 规范作业流程

为了保证输电线路无人机巡查工作效率和质量,应进一步规范作业流程,提高无人机巡检技术的应用水平。首先在巡检开始前应做好准备工作,获取输电线路的信息资料,如线路走向、跨越、地形以及区域气候条件等,为科学合理地设计巡检方案创造良好条件。其次无人机巡检作业过程中要严格按照设计的流程进行,并由专业人员负责考察输电线路,对杆塔、地标等信息核实,并确定无人机的起飞点和降落点,必须保证地形平坦符合作业要求,四周不存在其他信号干扰,避免影响无人机巡检工作质量。操作过程中注意把握输电线路情况,根据获取到的信息展开客观分析,若天气情况较为特殊应制定应急预案,确保无人机设备能够安全返航。无人机返航时需要缓慢降落飞行高度,降落点周边无异常情况,回收无人机后快速切断电源,根据获取到的数据信息填写作业报告。

(二) 掌握作业方法

为了发挥出无人机巡检提出的最大化价值,操作人员必须具有较强的工作经验,详细掌握无人机巡检作业方法,这样才能为输电线路的运行提供保障。由于部分无人机设备受到电池容量限制,无法长时间飞行检测,尤其是多旋翼无人机设备,实际飞行时间较短,所以要有效利用无人机设备的运行时间,切实提高输电线路巡检工作效率。比如明确输电线路巡检工作重点,包括线路内的防雷与绝缘子检查,同时无人机的实际飞行路线必须与设计方案相匹配,拍摄角度较为清晰可靠,满足输电线路巡检要求,飞行过程中也可以根据需求调整速度、高度、角度,利用云台精准控制完成拍摄。

(三) 注重人工配合

无人机巡检技术需要与人工互相配合才能发挥出最大作用。无人机巡检与人工巡检技术各有优势,而且出发点明显不同,可以采取无人机与人工搭配的方式,对输电线路进行巡检和维护。比如地形条件较为复杂的情况下,或输电线路与地面存在较大距离,人工巡检必然存在较高难度,所以应采用无人机巡检技术提高工作效率。在基础、拉线等缺陷中,无人机巡检技术并不具备良好的飞行环境,周边存在较多的障碍物,不满足无人机起飞与降落要求,即可更换为人工巡检技术。总而言之在电力输电线路巡检工作中,两种方法协同运用,能够最大化保证巡检工作质量,促使故障问题得以解决。

结束语:

在社会用电需求不断增加的条件下,电力输电线路越来越长,且输电线路的安全会直接影响到供电质量,日常巡查并及时解决可能存在的隐患问题必不可少,由于传统人工巡查效率低,并且容易受到地形环境限制,在丘陵、高山等地带无法有效检查输电线路,因此要合理引入无人机巡检技术,保证输电线路的运行安全。目前来看无人机技术在输电线路巡检过程中有着明显优势,一方面提高了检查工作效率、降低了人员工作强度;另一方面不会受到地形影响,在绝对安全的条件下,完成输电线路巡检工作,有利于推动我国电力事业发展创新。

参考文献:

- [1] 郑小英. 高压输电线路中无人机电力巡检技术的应用[J]. 自动化应用, 2022, (12): 112-114.
- [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, (06): 154-155.
- [3] 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.
- [4] 王海波. 无人机技术在架空输电线路通道巡检中的应用[J]. 光源与照明, 2021, (04): 141-142.