

电力输电线路巡检中无人机技术的运用

韩帅

国网山西省电力公司晋城供电公司

摘要:随着我国经济和社会的迅速发展,人们对电力的需求日益增加。由于电力系统大部分位于开阔地带,且线路周边地形条件比较复杂。若继续采用传统的人工方式进行巡检,不但会带来较大的经济费用,而且还会影响巡检的效率和质量。另外,电力输电线路大多位于野外,在自然和人为因素的作用下,线路容易发生损坏。利用无人机航空测量的方法,可以及时准确地定位出问题所在,从而对后续的检修工作起到辅助作用。

关键词: 电力输电线路; 巡检; 无人机技术

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2023.07.072

引言

为适应人民用电的需要,电力输电线路的数目日益增多,分布也日益广泛。很多电力输电线路都处于复杂的地理位置和恶劣的工作环境中,这大大提高了电力输电线路故障发生的概率。为保证电力系统的正常运行,输电线应对故障线路进行检修或更换,所以保证检测工作的高效性显得尤为重要。无人机应用于电力输电线路巡检工作,能使巡检人员对电力输电线路进行故障诊断,大大降低了铁塔攀爬作业的工作量。

一、电力输电线路巡检中应用无人机技术的优缺点

1. 优点

首先,无人机体积小,对起飞和降落地点没有苛刻的要求,且不易受气象条件影响,无人机唯一的要求就是保证四周的视野足够好,地形也要平整。同时,它可以在云下、超低空等环境下进行作业,对局地气候变化不敏感。

其次,无人机在执行任务的时候,效率更高,更方便。在运送无人机设备的过程中,因为它的体积比较小,所以可以通过铁路、公路和航空等方式来运送,并且在将其运达现场之后,就可以进行相关的测量工作。

最后,无人机可以携带高清晰度的视频设备,通过提高成像设备的分辨率加强综合技术的运用,可以达到较好的航空摄影测量效果。一般而言,无人机除了搭载相关的数字摄像机传感器外,还需要搭载GPS和相关的导航装置。目前,由于科学技术的进步,摄像和导航设备也在不断的进步,无人机的集成化程度也在不断的提高。因此,获得的效果数据具有更高的解像度。

2. 缺点

在电力输电线路中引入无人机技术能够有效地解决传统的电力系统运行中存在的低效、浪费人力等问题。目前,无人机巡检技术还处在起步阶段,在使用过程中还存在着一定的缺陷。无人驾驶飞机装备尺寸小、电量小,检测周期短,无法满足长距离输电线路检测的要求。另外,无人驾驶飞机的遥控范围较小,受射程的限

制,无法实现对线路故障的自动辨识。

二、无人机巡检系统及运行

1. 无人机巡检内容

常规的巡视不能有任何差错。针对电力输电线路的实际巡视需求定期进行巡视,并且不是所有的设备都可以使用,要有选择地安装巡视设备,并且可以对可见光、红外测温等项目进行巡视。其中,可视化巡视是指对线路内的导线、绝缘子串、固定螺栓、通道环境和辅助设施等常见的外部异常现象进行监测。红外线测温巡视工作是针对导线压接管、导线线夹和绝缘子等有连接或焊接的地方出现的异常发热现象。故障巡检是指在电力输电线路出现故障时由无人机携带的巡视装置,对线路疑似区域进行全面的故障巡视,以快速准确地查找出故障的根源,并采取相应的保护措施。在工程实践中也能结合实际的电力输电线路运行状态,将巡视的范围扩展到更广的范围,从而更好地对架空线路的其他异常状态进行全面的分析与检查。

2. 无人机巡检系统

(1) 无人机平台和系统。要完成巡检任务,首先要利用无人机的飞行平台和所携带的各种传感器。首先,在数据采集系统方面,数据采集系统是一个非常重要的数据收集和获得平台,这个平台除了包括飞行平台和稳定平台之外,还包括了自动报警和障碍规避系统。这样既能保证无人机的正常运行,又能提升数据信息收集的质量和准确性,从而提升其使用价值。

(2) 数据通信链路系统。在数据通信链路系统中,它的主要任务是接收和发送信号。在进行无人机巡检作业时,必须保证与地面测量、控制站之间的实时数据传输和交互。在巡检作业中,在4~8Mbps的传输速度下,由地面测控员完成数据信息的实时传送。

(3) 地面测量和控制。在电力系统中,地面测控站包括很多子系统。在测控站内设置有数据编译码、分析、感应等功能。地面测控站能及时地管理和监视无人机的实时飞行状况,并能根据飞行过程中的信息采集方

法进行适当的控制。

(4) 地面数据处理系统。地面数据处理系统的功能是对资料进行后处理,并及时地将资料储存起来,从而为资料的应用提供支援。从总体上讲,该系统可以分为三大部分:一是三维可视化系统;二是包括激光、紫外等多种传感器的安全巡检系统;三是各种传感器的数据前处理系统。利用可视化技术,可以对电力输电线路的缺陷和隐患进行及时的判定,从而可以对各种线路的安全状态进行诊断和评价。

3. 无人机操作注意事项

利用无人机对电力输电线路进行巡检时,会遇到建筑物、铁塔、树木等障碍物的干扰。所以对无人机的飞行状态有很高的要求,比如起飞高度,就需要对巡检区内的障碍物进行探测。无人机在高空飞行时应严格保持在距障碍物2.5~5米的高度。为了确保无人机设备的合理作业,提升设备的作业效率,需要提升无人机及相关设备的使用水平和精度。熟悉设备使用说明书,熟记有关参数,熟练掌握使用方法。另外,无人机在正式巡检之前还要对其进行标定,包括飞行高度、返回点、电力告警等关键参数。

三、无人机航测技术在电力输电线路巡检中的应用

1. 线路安全隐患检测技术

在电力系统运行过程中,对电力系统中存在的问题进行了分析,并对其进行了分析。在具体的巡检工作应及时准确地发现有关线路的故障,并采取有针对性的维修措施。在这个过程中可以采用视觉检测、激光雷达检测、红外、紫外线检测等多种检测技术。利用无人机装置来安装摄像头和探测器等设备,通过及时地发送和发送采集到的数据和信息,让地面工作人员能够实时掌握相关的效果和数据。只有通过认真的分析和筛选,才能确定线路中有没有可能出现安全问题。

2. 飞行姿态控制技术

在使用无人机巡检电力输电线路时,若局部气象条件比较恶劣,则会影响到无人机的飞行角度,从而造成偏差。为改善无人机的飞行性能,保证巡线的质量,必须对其飞行姿态进行严格的控制。这才是最重要的。采用LQG控制器,不仅能准确地控制无人机的俯仰和翻转状态,还能使无人机实现悬停操作,从而保证巡检工作的质量。

3. 无线通信技术

一般来讲,无线通信技术可以被称为测量与控制技术。利用测量与控制技术不仅可以对输电线进行远程控制,还可以达到对输电线进行跟踪、定位和信息传输等功能。在远程测量方面,主要是对无人机在飞行过程中的运行状况、相关的设备和仪器的参数进行检测,同时

对设备和飞行状态进行有效的控制。

4. 地面数据处理技术

无人机所收集到的资料和数据会被传送到地面资料处理中心,由技术人员来进行高精度的处理。在这个过程中,要使用红外成像仪和紫外成像仪,POS系统等。通过对所收集到的数据进行分析,能够及时地发现电力输电线路中存在的实际问题,并能准确地判断出线路中的异常情况,为以后的检修工作提供方便。

5. 正射影像采集技术

在对采集效果进行转换和修正时,必须借助CPU的串行运算。

近年来,由于感知器件和感知技术的进步,图像数据的处理变得越来越简单。如果继续采用以往的CPU串行的方法,就不能很好地适应正射图像的采集需求。因此,在对电力输电线路进行安全巡检时必须将相关的遥感设备装载到无人机上,并构建GPGPU模型,从而获得海量的高质量正射图像。在此基础上,利用图像渲染流程,实现了对无人机获取的航空图像的快速修正和修正,从而加快数据采集的速度和效率。

四、无人机在电力输电线路人工检查中的应用

1. 对电力输电线路进行全面检测

无人机在电力输电线路检测中有着巨大的优越性。高性能无人机的硬件由地面接收站和悬浮于无人驾驶飞行器的飞行段两部分组成。设备可一台可视相机对电力输电线路进行拍照,利用模拟信号传送及无线通讯模组将采集到的影像转换成影像。利用专用的检测软件,检测人员能够实时地观察到无人机采集到的图像,从而对电力输电线路的工作状况进行判断。另外,当遇到特殊的安检需求时,检查员可以通过远程控制无人机,帮助无人机规避障碍,快速定位故障点。

另外,该系统还能对搭载在无人机上的可见光相机进行变焦调节。通过远程控制,检查员可以对无人机进行聚焦,从而更加清楚地定位目标。一旦检查完毕,所捕捉到的巡弋影像会储存在电脑中。利用多功能变换头对电力系统进行巡检能够在更换人员的情况下高效地实现巡检,大大减轻了巡检人员的工作量,并能有效避免安全风险。

2. 无人机在应急抢修工作现场勘察中的应用

当前,由于突发事件和自然灾害等因素的作用,电力系统中的传输线路故障频繁发生,对人民用电安全造成了极大的威胁。必须对电力输送线路进行巡检,并进行紧急抢修,然而,因为故障点可能在山区,而且随着夜幕的来临,野外调查变得更加困难,常规的地面照明装置会因为地形的影响而不能正常工作,这给抢修工作带来了很大的困难。在紧急救援调查中使用无人机,也

可以对救援现场设备的损坏情况进行实时拍照，为制定救援计划提供参考，确保救援工作的高效进行。在无人机的帮助下，可以有效地避开摄像头的盲区，确保救援现场的实时监控。对突发事件的信息进行集成，可以有效地整合各种信息资源，推动突发事件的发生和发展。

3. 清除传输线上的异物

传输线内存在着大量的杂质，若不及时清理会造成电力输电线路的断丝，甚至造成人员的人身伤害。为规避以上问题，巡检人员往往需要人工取出异物，这既增加了巡检人员的安全风险，又费时费力。目前采用无人机清除线路内异物的方式主要为携带两束激光，并利用光束的聚光效应来焚烧异物。由于半导体激光器组件出射的激光为并行光束，因此必须采用凸透镜对光束进行聚光，并对光束进行离焦。然而，目前采用的无人机除物方式存在难度大、效率低下等问题，严重制约了无人机对异物的精准清除。将电动水平仪、激光模块和控制模块集成到多旋翼无人机上，巡检人员可以利用云台摄像头观测到异物所在的位置，然后通过GPRS遥控继电器开启激光模组的供电，实现对异物的快速焚烧，同时迅速清除线路内的杂质。

4. 在传输线错误检测中的应用

在传输线错误检测中的应用可以分为三种，包括：雷达探测误差；录像探测误差；红外线误差探测。雷达探测技术能有效地提高传输线的定量化测量精度，而雷达测距设备则能精确测定电力输电线路与周边障碍物的间距，便于维修、施工。在视觉巡检中，巡检人员可利用装有无人机的摄像头，对线路进行拍摄，并将其通过通讯模组传送至地面接收站的电脑。在专用软件的帮助下，巡检人员可以对电力输电线路的实时操作进行分析。红外探测是一种利用红外光来辅助探伤人员进行图像处理的方法，适合于不能用肉眼辨识的探伤方法，是一种极具实用价值的在线探伤方法。

在利用无人机进行电力输电线路检测的时候，为了巡检运行的有效性，保证无人机的工作效率和有效性。无人机起飞和降落的位置要选择好，要避开城市中心，铁路，煤矿等地形复杂的地区，并且要与人员保持适当的距离。无人机在飞行过程中，会遇到高楼、树木等障碍物，所以要对其进行合理的起飞高度调节。因此，必须在离港前对检查区内的高障碍进行测定，并使无人机的飞行高度高于障碍物2.5-5米。为保证无人机设备使用的合理性，检测人员必须认真阅读《设备使用说明书》，熟记有关参数，熟练掌握使用技术。在对无人机进行检测前要对无人机进行标定，其中最重要的参数有无人机的飞行高度、返回点及电量报警等。其中，飞行高度通常设定在120米左右，而智能飞行器的高度则在

50米左右。

(1) 无人机设备接近航迹检测方法。当无人机装置靠近电力输电线路以检测其运行时，一般采用两种飞行方式。一是采用定距飞行的方式。在采用该方法时要选取适当的起飞点和着陆点，对无人机的起飞路线进行检查，并进行无人机的悬停拍摄。采用此接线检测法，各运行参数均为固定值，大大降低了运行误差。二是斜线法。精确的定位到无人机的位置，并从站点出发，对角线方向，逐步靠近检测路径。虽然在提高检测速度的同时该方法能够更快地靠近待检物体，但是操作人员左右手都要同时进行，这就增加了检测的难度，并有可能造成误差。

(2) 无人机检查线路规划。在利用无人机进行检测前，必须对线路进行规划。普通的路线有三角路线和直路线。三角路线更适用于无人机在地面上的水平出线，并且由于齿轮之间的间距比较大，使得无人机装置很难进入到电力输电线路的防护区，并且不会对无人机的正常飞行造成任何影响。然而，在实际的巡检工作中，若采用这种路径规划法就会加大对设备的控制难度。这就要求操作人员具备良好的设备控制能力，并能做出正确的判断与调节。与三角路线相比，直路线更适合在无人机起降面平坦和纵摇比较小的情况。

五、结语

总之，无人机在电力输电线路巡检工作中有着巨大的优势，可有效替代人工作业，实现高效、准确的巡检，大大减轻巡检人员的劳动强度，并能有效降低输电线路的故障率。准确、迅速的检测，可以减少人力和物力的投入，确保检测工作的安全性，对电力行业的科技革新具有重要意义。

参考文献

- [1] 陈泌涯, 范菁. 无人机在输电线路巡检中应用的探索[J]. 电工技术, 2019(3): 80-81.
- [2] 王强. 高压输电线路智能巡检新技术[J]. 科技创新与应用, 2019, 0(27): 157-158.
- [3] 陈静. 图像处理技术在无人机电力线路巡检中的应用[J]. 信息与电脑, 2019, 31(15): 7-8.
- [4] 胡琼. 基于深度卷积神经网络的遥感图像目标识别与检测[J]. 宁夏师范学院学报, 2019, 40(10): 75-79.
- [5] 薛瑾, 姚金杭, 袁鹏. 无人机电力线路安全巡检系统及关键技术[J]. 化工管理, 2019(7): 81-82.
- [6] 刘贞瑶, 高方玉, 姜海波, 蔡光柱, 郭嵘, 何野. 输电线路智能巡检机器人系统的研制及应用[J]. 电力信息与通信技术, 2019, 17(8): 57-62.