

架空输电线路无人机巡检研究及应用

梁大合

(中国铝业股份有限公司广西分公司热电厂, 广西 平果 531400)

摘要: 为了全面提高遥控无人机巡检工作效率和无人机巡检的质量, 结合某集团公司下属分公司的输电架空线路项目, 系统提供无人机远程巡检监控服务。探讨了遥控无人机远程巡检服务这一新的技术, 对该分公司供电系统输电架空线路遥控无人机的巡检工作概况, 系统结构组成, 无人机远程巡检工作的主要关键技术等分析, 无人机巡检系统技术方案应用等方面对其展开探究, 对架空输电线路无人机巡检工作具有参考价值。

关键词: 无人机; 架空输电线路; 巡检

中图分类号: TM75

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2023)12-0046-03

1 某集团公司输电线路无人机巡检概况

项目整体上为某集团公司下属分公司提供输电线路巡线服务能力, 具体建设内容包括输电线路数据采集、输电线路三维可视化、系统功能模块设计研发、系统部署实施并为某集团公司下属分公司提供专业的保障服务。

该分公司热电厂主要负责高压输供电, 巡线、维护检查均通过人工进行, 其中电力部分巡检部位在人迹难至的地方, 只能通过望远镜等巡检, 不仅人力成本高、员工劳动强度大, 而且存在隐患发现不及时和员工野外作业的安全风险。无人机巡检电力作业是国家电网保障输电线路可靠稳定正常运行的重要安全基础。而无人机网络巡检则作为在信息时代一个新兴起式的无线巡检技术, 且可不受其他环境因素影响的影响就可进行多方位、多角度快速完成无线巡检安全作业, 因而在工程实际现场应用实践中使用也逐步得到了一线巡检工作人员的广泛认可。

2 系统组成

2.1 无人机平台

无人机巡检遥控应用, 目前在我国实际市场情况比较普遍, 我国常见或使用的民用遥控无人机设备类型主要是无人遥控驾驶民用直升机, 与现在国内的传统无人遥控驾驶形式飞机上操作的遥控, 民用直升机结构特点极为相似, 区别点表现为无人遥控驾驶工作人员一般只凭可实现遥控设备对其驾驶飞机进行远程和自动远程操控, 设备体积尺寸明显偏大, 由多个相对独立主旋翼系统所综合构成, 可进行高机动远航程任务和无人机的高速精细巡查任务等空中作业^[1]。

2.2 数据获取系统

无人机平台系统的结构设计和主要工作目的, 是为了实现能够综合搭载使用各种机载传感器、POS、稳定飞行平台、避障及着陆辅助系统装备等机载各类系统机械设备。具体产品结构分类如下: ①传感器, 如红外及夜视红外成像、激光红外扫描、光学夜视成像相机、野外成像仪系统等传感器产品; ②POS, 可支持实时数据帮助机场相关工作指挥人员对无人机设备的具体位置信息等进行精确的测定, 提高了系统设备系统安全及飞行的状态稳定性, 从而就能有力保障获得了飞行最终判定结果的无人机实时监测成像及信息、质量、安全系统、安全可靠; ③避障自动识别雷达系统, 通过机载雷达传感器系统, 能够实现对保障设备及飞行活动路线系统设计, 规避产生影响的低空各类危险障碍物, 位置动态变化过程进行更为全面准确且快速跟踪定位或跟踪探测, 以有效实现空中安全飞行服务保障, 工作过程系统运行中任何具有潜在安全隐患的安全风险因素自动规避^[2]。

2.3 地面测控站

主要业务功能简述如下: ①辅助现场工作维护人员对无人机飞行器的日常飞行活动状态数据进行全天候实时动态监测管理和飞行操作的控制数据处理; ②控制各种传感器设备对数据或信息资源的有效获取和方式转换; ③为无人机进行空中领航。

2.4 数据通信链

通常应包括机载中的各种信号的接收天线和地面信号接收发射系统设备、地面雷达测控发射站网中的各类信号天线接收设施和雷达信号接收发射装置设

备、通信链路中继接收设备系统等。主要作用是为保障无人机设备系统与地面雷达测控基准站网之间的空中数据传送通信网络的高可靠性。

2.5 建设目标

测控地区控制航线的目标在于保证任务能够顺利完工,根据区域编制网址网络,建立专用的信号坐标,确保无人机执行任务阶段可以清楚感知其具体位置,对于路线核实具有重要作用。在测控工作不断开展的过程中,与常规探测的环境不同,会受到恶劣天气的影响。无人机遥感技术可以保证恶劣天气下勘测的准确性,根据测控的需求对地形高程进行有效控制,确保测控范围实现全覆盖。航线确定后可以明确具体飞行高度,确保勘测数据与实际影像重合,减少测控误差,保障测控的精准性。

利用系统,可以做到整个户外巡线的无死角巡检,大幅提升巡检范围和巡检频次;而且通过无人机定时、定线路自动巡检,实现无人自动巡检。能大幅提高巡检效率、质量,及时发现电气线路隐患,降低人力成本和消除安全风险。

基于网络数据安全保障,实现厂区数据不出园,提供园区边缘计算系统服务能力;实现应用的本地访问能力。

3 无人机巡检的关键技术分析

项目具体建设内容包括输电线路数据采集、输电线路三维可视化、系统功能模块设计研发、系统部署实施并为甲方提供专业的保障服务。其中所需提供的服务内容如下。

3.1 输电线路数据无人机采集

利用无人机开展热电厂架空输电线路激光点云数据采集,一共完成 13 条架空线路数据,共计 340 余基塔。分别是:平铝 I 回、平铝 II 回、矿山 35kV-1、矿山 35kV-1T 接、矿山 35kV-II、矿山 35kV 联络线、303 线路、304 线路、水源 1 线、水源 2 线、化工气保线、赤泥 I 期、赤泥 III 期。数据成果主要是 13 条架空输电线路的激光点云原始数据、杆塔台账数据、线路台账数据等。架空输电线路的激光点云数据轻量化处理,主要包括杆塔模型轻量化、导线轻量化、植被轻量化处理。

3.2 无人机管控巡检平台

搭建无人机巡检管控平台,功能模块包括热电厂架空输电线路三维可视化、智慧线路管理、设备管理、巡检计划管理、成果管理、系统设置 6 大模块。

三维可视化:将外业采集的激光点云数据,经过内

业轻量化处理后,加载到平台,实现数据快速浏览、加载,可对数据进行查看等操作^④。

智慧线路管理:支持对输电线路、杆塔单元和线路缺陷进行管理。

设备管理:本模块管理无人机巡检的各个需求部分,对无人机、云台摄像机、电池以及无人机飞手进行归纳、管理。

巡检计划管理:巡检管理是对无人机或人工巡检任务进行制定、管理、分发的综合模块。分为巡检计划功能栏和航线管理功能栏。

成果管理:实现对巡检计划产生的成果进行管理,包括照片、视频、航迹。

4 无人机巡检系统技术

4.1 HTML5 技术

HTML 标准第 5 代版本主要有如下发展特点:首先,强化了提高了 Web 网页浏览器的表现及性能。其次,追加引入了支持本地数据库的访问等向 Web 网页应用扩展的一系列新功能。广义论及 HTML5 新标准时,实际指涉的内容将仅仅是包括引入了包括 HTML、CSS 语言和 JavaScript 技术等在内的另一套新技术语言的组合。能够大幅地减少网页浏览器中那些对于需要插件支持的丰富性网络扩展和应用的扩展服务,并且还将会提供包括了更多的能实现更加快速有效的增强网络扩展及应用的扩展功能的标准集^④。

4.2 jQuery 技术

jQuery 是一个相当优秀的轻量级 JavaScript 框架,同时,它自身又可兼容了各种 CSS3,还能同时兼容了目前各种浏览器框架(Opera 9.0+, IE 6.0+, Safari 2.0+, FF 1.5+)等等。jQuery 技术能够帮助使用户同时也都能更为快速和更方便高效地处理各种 HTML 网页和处理 documents、events,实现各种动画效果,并且可更加方便而高效地被用来直接为网站设计开发管理人员提供基于各种 AJAX 应用的交互。jQuery 浏览器还有一个比较强大的技术优势那就是,文档中的说明和内容很全,而且能把各种应用和方法描述得非常详细^④。

4.3 Java 技术

Java 作为编程语言也是现代一门高级的面向对象编程语言,不仅充分广泛地吸收借鉴了包括 C++ 语言在内里所有的和其他的各种现代编程语言优点,还同时似乎也摒弃了那些在 C++ 等编程语言体系里难以比较全面理解诸如多态变量的继承、指针的映射等诸多复杂抽象概念,使得 Java 语言更加具有强大的功能优点和更易操作这两个突出的特征^④。

5 无人机巡检系统技术方案应用

5.1 总体架构

热电厂架空输电线路无人机巡检管控平台总体架构主要分为：基础设施层、数据存储管理层、平台层、应用层。

5.2 技术架构

基础设施层：部署各类采集（控制）终端实现设备状态和环境状态的精准感知，边缘物联代理对下通过适配多类型协议，汇聚各类采集终端数据，包括网络、服务器设施等。

存储层：实现结构化和非结构化的数据联合存储。

服务层：各类服务公共组件，业务服务以及基础服务等。

接口层：对视频、图像、无人机等视频图像类终端装置进行接入管理、数据处理、设备管理和安全管理。

应用层：以微应用方式对多源数据进行融合分析及共享，实现高级应用和辅助决策，支撑设备专业运行维护、缺陷管理、故障研判、抢修等业务应用的快速、灵活迭代。

5.3 技术选型原则

先进性原则：顶层设计要充分借鉴当前国内、国际的主流技术，整体设计上要保持在同行业的适度超前。

开放性原则：顶层设计的整体架构应能够支撑企业发展面临的功能扩展、功能迭代变化的需求，能够有效支撑企业业务的快速变化，而不影响基本的系统架构。

适用性原则：满足企业的个性化需求。

5.4 应用的技术规范

本项目使用 Java 开发平台，数据库采用 Oracle/MySQL，应用服务器采用 Weblogic/SG-UPAD 框架技术。

5.5 功能设计

电网巡检中应用的无人机主要依据平台来进行分类，其中主要包含以下几类，分别是固定翼、大中小型的无人机（通常是电动多旋翼）。飞行速度比较快、续航时间比较长且有着极广的作业范围是固定翼无人机最主要的特点，而其缺点是很难实现定点悬停的观测与照相，并且起降的条件也较为苛刻。现阶段，可靠且成熟的大中型无人机较为稀缺，但是电动多旋翼的无人机因集成技术的难度比较低，所以我国此类机型的生产厂家相对更多，并且该类无人机有着低成本、易携带、高集成和易维护等优点，缺点则为载荷偏小且巡航时长较短。因为我国配电系统中设备数量较多且设备之间的距离比较小，同时系统结构过于复杂，所以借助小型的无人直升机来进行配电网架空输电线路的无人

机综合巡检有着极为显著的优势。

在巡检架空电线路设备运行情况时，使用无人机技术以减轻巡线员工的作业负担。通过可见光或者热红外等查找故障点及其他异常情况。红外热成像无人机技术，不损伤检测对象即可获取检测对象的实时动态，可减少人工误差，适于高温、低温、雨天等环境。利用无人机可见光传感器获得线路设备和通道的可见光影像，通过提取相应的特征和模板，从而实现电力线路巡检中杆塔、导地线、绝缘子和金具状态的自动识别和检查。

搭建无人机调度平台，主要通过网络远程监控无人机的运行情况，解决现有的无人机只能通过现场来观看无人机数据的不足。平台具备扩展功能，可以在排泥库巡库和赤泥坝巡坝工作中。

6 结语

架空输电线路无人机巡检研究及应用项目建设整体上符合项目前期规划设计内容的需要，满足中国铝业公司广西分公司热电厂的业务需要，能够较好地支撑热电厂架空输电线路巡检业务开展，通过无人机技术能够有效减少巡检人员工作量，保障生产安全、巡检安全。生产使用部门要严格按照操作说明进行作业，发现异常及时与供应商技术人员联系，无人机巡检属于系统性的专业技术，切勿让未经过培训的人员独自操作。整合现有开发团队技术能力，设立专门的用户交互技术小组，通过有前端开发工作经验的开发人员带领，形成自己的交互体验理论，培养后续有此能力的人员。

参考文献

- [1] 邵瑰玮,刘壮,付晶,等.架空输电线路无人机巡检技术研究进展[J].高电压技术,2020,46(1):14-22.
- [2] 陈剑刚,姚璞,杨俊武,等.无人机在架空输电线路巡检中的应用研究[J].湖南电力,2019,39(5):74-77.
- [3] 吴立远,毕建刚,常文治,等.配网架空输电线路无人机综合巡检技术[J].中国电力,2018,51(14):97-101,138.
- [4] 陈利明,刘伟东,李源源,等.无人机系统在架空输电线路巡检业务中的应用[J].测绘通报,2017(9):169-172.
- [5] 曾友林.配电网架空线中无人机巡视应用探究[J].科技风,2017(6):254-256.
- [6] 王柯,彭向阳,陈锐民,等.无人机电力线路巡视平台选型[J].电力科学与工程,2020,6(27):46-47.
- [7] 王卫良.基于配电网架空线中无人机巡视应用分析[J].时代农机,2019,46(10):93-94,99.

作者简介：梁大合（1972—），男，壮族，广西天等人，本科，助理工程师，主要从事工业企业电气设备管理工作。