

[无人机]

配电网无人机智能巡视模式建设

文/徐 睿 刘 云
南通电力设计院

PMS3.0是以电网资源业务中台为核心，覆盖“三区四层”的全新数字化架构。在PMS3.0数字化转型及中台战略的背景下，结合PMS3.0配电目前已经实现的功能架构，建设配电网无人机专业微应用群，实现无人机业务应用在线化、移动化、透明化和智能化目标。

近些年，随着国民经济的快速发展，配电网建设规模实现了几何级飞跃，供电可靠性要求越来越高。配电网线路长、分布面积广、接线复杂，在日常线路巡检中具有较大的难度，借鉴无人机在输电线路巡视中的优势，将无人机应用到配电网巡视中，开展无人机+人工协同巡检方式，将有助于提升配电网运维精细化管理水平。利用无人机进行配电网的巡检工作，可有效避免出现意外事故，用来执行危险系数大、工作强度高的巡视任务，满足在野外巡视配电网架空线的要求。同时能够有效避免不利影响和人员伤亡，减少资源浪费，使巡检工作更为精细且工作效率高，大大提高配电网架空线的巡视工作质量，杜绝更多配电网架空线路的安全隐患，提高电力行业与无人机的智能化和信息化水平。

配电网无人机推广概况

1. 应用背景

在PMS3.0数字化转型及中台战略的背景下，结合PMS3.0配电目前已经实现的功能架构，重点解决当前应用中痛点和难点问题，建设配电网无人机专业微应用群，实现无人机业务应用在线化、移动化、透明化和智能化目标。目前存在的问题有：现场安全管控能力欠缺，无法监控无人机飞行作业情况，存在误入非适航区的风险；缺陷图像全流程管

理未贯通，无人机巡检图像与人工智能平台未有效融合；巡检产生的缺陷数据无法贯通流转至PMS，导致缺陷无法同源维护；终端与平台数据交互受限，内外网交互通道不通畅，巡检任务、航迹文件和视频图像等数据未实现线上数据贯通，人工参与度过高。

2. 应用目标

遵循PMS3.0总体架构，建立全省统一的配电网无人机巡检管控平台，实现巡检计划查勘、巡检任务下派、巡检图像自动关联、人工智能分析和异常明细推送等主体业务功能，实现业务规范化、作业智能化、管控信息化及管理精益化。

3. 应用介绍

遵循PMS3.0总体架构，对配电网无人机巡检模块进行业务改造、中台化改造，将地市一级部署的配电网无人机巡检应用向省公司、地市两级应用演进，建立全省统一的配电网无人机巡检管控平台，基于业务中台、技术中台提供的共享服务，支撑配电设备台账自动获取、巡视计划查勘管理、巡检作业任务管理，实现巡检图像智能识别、检测策略辅助制定、巡视任务下发及巡视图片存储等主体业务功能，从业务场景出发，以专业需求和问题为导向，实现业务操作便捷化、移动化，数据访问透明化，应用辅助智能化，支持配电网无人机巡检应用数字化落地。

配电网无人机管理体系

1. 配电网无人机管理架构

遵循PMS3.0总体架构，结合业务中台与技术中台提供的共享服务，支撑配电设备台账信息获取、巡检工单自动生成、巡视计划管理及巡视任务派发等业务；基于互联网大区，实现无人机巡检作业安全管控、巡检计划辅助制定、灵活自主巡检、作业安全动态监控、图像数据实时交互及人工智能缺陷识别等主体业务功能，利用互联网大区与互联网间通信的便利性，实现无人机自主巡检的全流程线上流转。

2. 配电网无人机业务流程

配电网无人机管控平台对任务查勘、作业计划、作业任务、图像分析及异常记录等重要环节深入分析，以推进无人机自主巡检作业规模化、缺陷识别智能化为手段，完善无人机自主巡检模式，优化和规范无人机巡检作业流程，实现配电专业传

统人工巡视模式向以无人机为主的自主巡检模式转变，实现了配电网无人机巡检业务规范化、作业智能化和管理信息化，同时实现了无人机巡检全过程管控总体目标。

配电网无人机巡检应用场景

1. 通道巡检

搭载可见光设备在线路正上方按预设路径飞行，采用正射影像或倾斜摄影的方式，采集线路通道内的图像信息，主要用于发现线路保护区内的建筑、施工、异物及树障等环境变化。利用无人机挂载激光雷达设备，实现架空线路通道高效精确净空排查，能够准确获取到配电网架空线路周围所有障碍物的信息，有效解决了配电网架空线路快速精确判断树线距离、交跨距离及通道环境等难题。通道巡检如图1所示。



图1 通道巡检

2. 精细化巡检

精细化巡检利用无人机对配电线路杆塔、通道及其附属设施进行全方位高效率巡视，可发现螺栓、销钉等无法通过人工地面巡检发现的缺陷。巡检主要对配电线路杆塔、导地线、绝缘子串、金

具、通道环境、基础、接地装置及附属设施八大单元进行检查。根据线路运行情况和检查要求，选择性搭载相应的检测设备进行可见光巡检、红外巡检等。精细化巡检如图2所示。

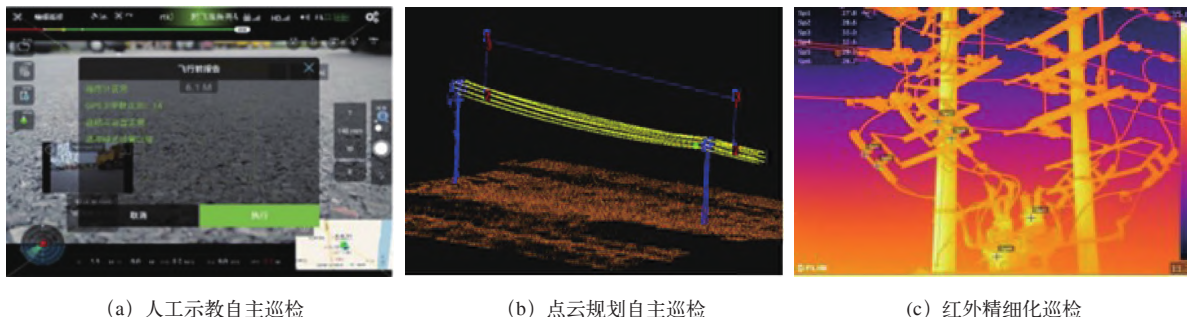
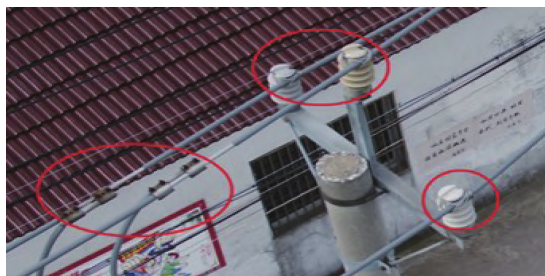


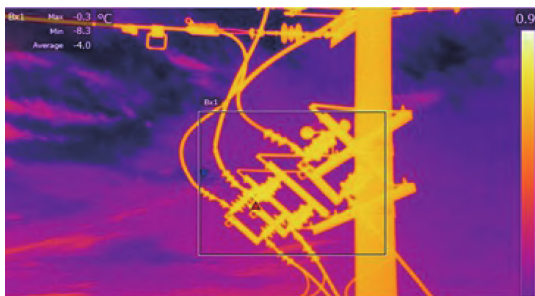
图2 精细化巡检

3. 故障巡检

故障巡检是为了查明线路上发生故障接地、跳闸的原因,找出故障点位置并查明故障情况。对于故障巡检,人工巡检效率高于无人机巡检效率,无人机巡检质量高于人工质量。根据调度故障通知、线路或设备故障指示器及人工巡检结果等缩小故障巡视范围。首先进行线路故障普查工作,然后再开展旋翼无人机、人机协同精细化巡检工作,可快速高效地发现故障位置;如发生瞬时或者暂态性故障,故障危害程度较低,暂不影响线路运行,查找故障位置时间较为充足,可利用旋翼无人机开展故障查找作业。故障巡检如图3所示。



(a) 可见光故障巡检



(b) 红外故障巡检

图3 故障巡检

4. 工程验收

工程验收时,配电网架空线路运维管理单位需要对架空线路电杆基抗、电杆、拉线、导线、横担、金具、绝缘子、接地工程及交叉跨越等项目进行验收,其中有大量的关键点需要进行高空检查。在传统的验收过程中,验收人员在勘察现场时往返于各杆塔基础和关键点之间,由于地形、环境等因素,大量时间被浪费在路上。此外,验收人员需爬杆验收等,存在安全风险。无人机具有机动灵活、近距离检测线路设备等优势,应用于配电架空线路验收工作,可以提高验收效率,降低人工工作量和

事故发生概率。

配电网无人机发展计划

1. 配电网无人机数字化提升

基于设备巡检频次、无人机续航半径等要素,研究无人机网格化智慧布点算法,实现无人机放飞全域智慧布点,对域内所有配电架空线路进行网格化管理,进一步提升无人机巡检效率和自动化水平。同时综合考虑驻点内人员承载能力以及无人机续航能力,制定无人机巡检策略,研究最优路径规划算法,基于拓扑线路图实现最优路径规划,提升现场作业的执行效率,最终依托系统实现车辆导航与空间导航的协同规划。

2. 配电网全寿命周期无人机应用

通过先进的智能路径规划算法、高智能化的机巢,实现网格区域内的最优巡检,提升配电网无人机综合调度能力,构建无人机网格化智慧巡检体系,实现巡检任务快速响应,拓展业务应用场景,打造规划设计→施工验收→日常运维→故障巡检的配电网设备全寿命周期的巡检应用模式。

3. 深化人工智能算法研究

将持续深化研究海量巡检数据智能处理、缺陷自动识别技术,基本建成全面覆盖自主巡检、自主分析、智能决策的智慧巡检体系,实现配电网架空线路无人机巡检覆盖率100%,自主巡检率100%,无人机巡检缺陷智能识别率80%及人工替代率70%。

结束语

在10 kV架空配电线路中应用无人机,要充分发挥无人机技术的优势,打造更加合理的控制平台,更好地满足配电网工作的基本需求,辅助开展更多的业务,减少人员操作的作业风险,优化工作质量和效率,为配电网供电安全可持续发展奠定坚实基础。EA

(收稿日期:2022-11-08)

参考文献

- [1] 杨鑫,周攀,李斌,等.无人机在10 kV配电线路智能巡检中的应用[J].科技创新导报,2021,18(10):102-106,247.