

The Application of Intelligent Technology in Operation and Maintenance of High Voltage Transmission Lines

Lihua Sun

Zhongwei Power Supply Company of State Grid Ningxia Electric Power Co., Ltd., Zhongwei, Ningxia, 755000, China

Abstract

The construction of intelligent grid puts forward higher requirements for fine operation and maintenance of transmission lines. The paper analyzes the problems existing in 35KV-220KV high-voltage transmission lines, and discusses the specific application of new intelligent inspection technology in operation and maintenance of high-voltage transmission lines, namely: mobile intelligent inspection terminal, UAV inspection technology, cross-barrier inspection robot and GIS + GPS intelligent inspection and navigation system, for reference.

Keywords

high-voltage transmission lines; intelligent inspection technology; patrol inspection robot; UAV inspection

浅谈智能巡检新技术在高压输电线路运行维护中的运用

孙立华

国网宁夏电力有限公司中卫供电公司, 中国·宁夏 中卫 755000

摘要

智能电网建设对于输电线路的精细化运维提出了更高的要求。论文对35KV-220KV高压输电线路运行维护作业存在的问题分析,并围绕移动智能巡检终端、无人机巡检技术、穿越越障巡检机器人、GIS+GPS智能巡检导航系统四个层面,探讨了智能巡检新技术在高压输电线路运行维护中的具体运用,以供参考。

关键词

高压输电线路; 智能巡检技术; 巡检机器人; 无人机巡检

1 引言

目前,中国高压输电线路的巡检采用的都是人工巡检的方式,巡线工人利用望远镜和红外热像仪在地面上观测输电线路设备的运行情况,有些时候也需要攀登数十米高的杆塔进行登塔检查,或者利用专用的飞车在输电线路上来行走巡检,发现设备的损坏情况,及时安排线路维护和检修,确保输电线路的安全运行。但是这种人工巡检的工作方式有许多缺点,比如巡检的周期长,危险性高,劳动强度大,维护成本高,受自然天气影响大等。另外,输电线路通常都建设在野外,如果巡检的线路在深山、沙漠或沼泽地中,那么就很难保证人工巡检的质量,造成输电线路的管理处在不可控的状态。因此,为提高巡检效率,近年来开始出现了无人机巡检、机器人巡检、线路智能巡检导航等新技术,并实际应用于高压输电线路巡检,且取得了较好的巡视效果。

【作者简介】孙立华(1985-),男,中国宁夏青铜峡人,本科,工程师、高级技师,从事输电线路运维与检修研究。

2 智能巡检新技术在高压输电线路运行维护中的具体运用

2.1 移动智能巡检终端

2.1.1 移动作业终端

移动智能巡检终端是一种基于平台的智能线路运维管理系统,利用技术与模块可在网络环境下实现精确定位。巡检人员需在巡视前一日登录手机应用,输入巡视任务执行人、选定对应任务类型、设定任务起始时间,即可查看到对应线路的巡视轨迹与巡视记录,待到达规定巡视时间后系统将自动提醒巡视任务开始;巡检人员在到达线路杆塔位置后,需在系统中选取线路本体、附属设施、通道环境等巡视内容,对照线路具体部位的标准化图片进行缺陷信息的填写,便于后续随时调阅设备的缺陷信息,并将其同步至软件系统中存储;通常不同杆塔的线路存在个体差异,对此需在检查某一杆塔时点击其余杆塔,获取到杆塔的前后档距、呼高等参数,并进行线路周边物体距离的记录;巡检人员还可利用GPS定位导航实现不同杆塔标准坐标与地图的有机关联,用于绘制、上传实时行走路线,寻求最优行走路线,实现巡视路径的实

时查看与导航^[1]。

2.1.2 后台监管客户端

由管理员利用后台客户端查询巡视任务完成度、线路具体缺陷状况并下达新的巡视任务，结合巡视人员的行走路线筛选最优路径，实现新增树障的动态更新，并将数据分析报告进行导出，以此为巡视任务分配提供参考依据。

2.1.3 服务器

由服务器负责接收 GPS 定位信息，对照数据库实现对相应塔杆设备巡视状况的完整记录，与缺陷库信息进行对比、划定具体危险等级，将监管客户端下达的任务命令上传至移动智能终端处，并实现对巡视到位情况的扫描与发送，接收管理人员的命令，进而选取数据库中的信息实现动态更新^[2]。

2.2 无人机巡检技术

2.2.1 滤波

滤波是指将传导耦合中的电磁干扰能量滤除，并维持线路中工作电平的技术。针对从天线部分耦合进来的能量，可以在天线等外部接口处使用带通滤波器，并对接收信号进行滤波匹配；对于从外部线路耦合进来的能量，可采用电源滤波器。常用的电磁干扰滤波器为铁氧体磁环滤波器。铁氧体磁环可视为一个阻值随频率变化的电阻。根据电磁波频率特点可以选用镍锌铁氧体或锰锌铁氧体，前者的高频特性优于后者。铁氧体的磁导率越高，其低频时的阻抗越大，高频时的阻抗越小。所以，在抑制高频干扰时，宜选用镍锌铁氧体；反之则用锰锌铁氧体。也可在同一束线路上同时套上锰锌和镍锌铁氧体，这样可以抑制的干扰频段较宽。

2.2.2 精细扫描

之所以精细扫描，是因为要保证整体线路的安全，如一些设备比较小精细，必须进行充分的观察才能确定其是否处在正常状态，如绝缘子、接地装置等。这次精细扫描是要将设备地理位置、铁塔高度等作为信息指标，输入到无人机系统中，使其能够摆脱传统手工操作带来的一些弊端，实现更精细的图片以及数据采集。为了保证无人机可以无限接近电线电网，具体的可控制采用了人工和智能结合方式^[3]。具体操作中首先利用 GIS、GPS 技术，让无人机飞到目标上方 15m，然后再通过手工操作调整云台角度以及接近目标，然后以具体巡检任务确定采取所需信息以及图片视频。

2.2.3 通道监测

通道监测于此项工作来说，主要是监测线路走廊一定半径内是否出现违规建筑及工程。另外，高压电线通过的通道是否出现严重污染，设置的排水防洪措施是否被毁坏，如有铁路桥梁是否发生变形损毁。只是通过无人机智能手段去监测拍摄，难以得到符合电力企业所需要的数据资料，自然也就不能针对性给出具体的解决措施。因此，无人机管道检测工作环节除了对无人机所生成的影像进行采集，同时还要配置对应的数据航飞设计，使其能够生成具体的正射影像，从

而方便电力企业进行面积、距离测量，让检修人员可以根据这些对管道内的状况进行判断，提高故障处理效率。而且无人机所拍摄的这些数据可以作为证据，来进行具体责任的落实，降低了纠纷发生的概率。

2.2.4 故障排查和特殊任务

这两种功能模式和平日巡检存在一定差别，二者需要围绕故障和具体的特殊任务而展开。线路巡检的工作要求中有针对性和现实性，这就给巡检工作带来难度。在具体操作上采用“手工操作+智能操作”模式，来获得具体的缺陷，以正射影像功能将具体的环境信息予以记录，同时要实现在线数据传输，让现场的情况第一时间传到巡检人员眼前，方便其做出正确及时的修理方案。

2.2.5 管理和应用无人机巡检数据

无人机拍摄的影像像素高、角度灵活，同时还能存储大量的相关数据。对这些数据影像进行统一管理，是提高应用效率的关键。

第一，无人机所在的地理位置信息，可以被 GIS 系统纳入进来，使其数据和具体设备所在地址形成统一的对照关系，从而方便今后故障点的确认。

第二，为了提高管理水平，可以将无人机拍摄影像和具体的设备、地址信息综合起来，形成具体的坐标。

第三，无人机每一次巡检产生的数据都要与之前数据对比，做到整条电线（改为线路）整个电网的信息随时处在最新状态。

第四，无人机拍摄历史资料要进行时间为指标的存储，方便动态了解线路电网的故障发展规律。

第五，通过其数据来具体判别杆塔数据，将杆塔隐患分析结果和具体编号、线路路径、具体位置等综合起来，提升杆塔的管理水平。

2.3 穿越越障巡检机器人

2.3.1 系统组成

穿越越障巡检机器人系统呈分布式结构，主要由以下三部分组成：

其一是终端层，包含本体机械结构、太阳能充电站、地线道路改造结构，为机器人在巡检过程中的越障创设了良好的前提，并且在机器人电量不足时可自动移动到太阳能充电站进行电能补给。

其二是基站层，主要为地面控制基站，用于发送指令、接收状态信息、视频监控等。

其三是通信层，主要由无线网络移动站、无线路由器组成，用于提供数据传输服务。

2.3.2 在线补给电能

巡检机器人在输电线路长时间、远距离运行需要定期获取电能补给，因此将太阳能充电站建立在杆塔上，将太阳能板安装在杆塔顶端、利用蓄电池存储电能，待机器人运

行至杆塔附近且检测到自身电量不足时,即可利用充电对接装置进行充电。在充电对接装置的设计上,其内部呈现为弹性楔形结构,利用弹簧、弹性簧片等实现充电头、充电座之间的可靠接触,巡检机器人可用其头部位置安装的霍尔传感器进行信号检测与识别,以此实现与充电对接装置的成功对接,进入到充电模式中。

2.3.3 自主运行控制

将输电线路的杆塔类型、杆塔间距等结构参数格式化后存储至数据库内,在巡检机器人运行时只需为其提供起止杆塔的位置,即可实现机器人巡检路径的自动规划,并生成障碍物列表信息。同时,该巡检机器人设有自动往返功能,符合输电线路的单向延伸需求,只需向其传达参数信息即可实现全局自主控制。该巡检机器人的整体运行流程为:首先令机器人上线,由地面基站生成机器人巡检规划,向其传输起止杆塔、返回杆塔等巡检参数;其次,待机器人接收到参数信息后,基于线路数据库进行自动匹配、生成障碍物列表,并自动完成过障规划的编制与存储;最后,待机器人正式巡检运行时,从数据库中调取过障规划,即可实现机器人的自主行走、过障,并将生成的日志存储至数据库中,供机器人进行自主恢复、离线分析。将该巡检机器人应用于某全长为 20km 的 220kV 输电线路中,将整体输电线路划分为 10 个线路段,采用 2 台工作基站进行机器人在不同线路段工作状态的交替监控,仅耗时 4h 即完成整体巡检工作,且成功寻找到线路存在的压接管弯曲变形、相线塔头螺栓缺失、防震锤表面老化锈蚀等安全隐患,实现了无盲区巡检的作业目标。

2.4 GIS+GPS 智能巡检导航系统

采用 GIS 技术完成基础数据建库,生成涵盖杆塔经纬度坐标、基础数据、线路等信息的 GIS 图层,在可视化区域变化的情况下可自动重新加载,提高图层数据显示速度。同时,采用 GPS 技术建立巡检导航、巡检定位子系统,标注巡检路标点地图,当在终端输入杆塔编号后即可获取到对应杆塔在地图上的位置、生成巡检路径,还可实现人员位置分布状态的定时定位,利用电子地图即可查询到工作人员所处的位置点。当智能巡检导航系统进入到工作模式后,由巡检人员完成工作时间的自定义,系统自动开启数据网络与 GPS 模块,保障定位功能的正常运行。

3 结语

综上所述,在高压输电线路的巡检环节,应用现代化智能巡检技术可以有效提高工作效率,并弥补了传统巡视管理模式的缺陷,使电网的安全稳定性得到了进一步提升。因此,电力企业应不断加强对智能巡检技术的应用,从而促进中国电力行业的进一步发展。

参考文献

- [1] 苗俊,尤志鹏,袁齐坤,等.高压输电线路智能巡检新技术探讨[J].中国设备工程,2019(21):109-110.
- [2] 李倩竹,杜永永,杨阳.无人机智能巡检在输电线路中的应用与发展研究[J].四川电力技术,2020(3):53-56.
- [3] 吴凯东,缪希仁,刘志颖,等.基于泛在物联网的输电线路智能巡检技术综述[J].电器与能效管理技术,2020(3):1-7.

(上接第 51 页)

动输电线路运维一体化管理,还应加强对输电线路检修工作人员的技术培训工作,从而确保其能够掌握最先进的运行检修技术,并能够对各种智能化信息装置设备熟练操作,有效提升输电线路运维一体化管理水平。此外,供电企业在实际进行输电线路检修一体化管理时,还应树立先进的经营理念,开阔眼界,实时了解掌握当下最先进的现代化智能检修技术、信息技术等,并能够将这些技术引入线路检修一体化管理中,从而有效提升输电线路检修一体化管理质量水平。

5 结语

输电线路检修问题已经存在并且亟待解决,人工检修已经不能适应中国快速发展的电力网路,因此实施线路检修一体化管理尤为重要。几十年来的线路检修,为线路检修

打下了知识储备的基础。同时,科学技术不断发展,信息技术和传感技术的发展,为实行一体化管理提供了技术支持。要建立一体化的管理系统,要运用很多先进的智能技术,要建立完善的信息库,才能使一体化管理系统顺利安装完成,从而提高线路维修的效率,避免浪费财力和物力,促进电力行业更快更好发展。

参考文献

- [1] 杨仕鸿.输电线路运行检修一体化管理模式研究[J].现代工业经济和信化,2019,9(1):108-109.
- [2] 郭瑞红.输电线路运行检修一体化管理措施分析[J].通信电源技术,2019,190(10):267-268.
- [3] 鲍电.略议输电线路运检一体化管理模式[J].中国电力企业管理,2019,554(5):74-76.