

# 输电线路智能巡检系统的应用研究

金 鹰

(国网湖北省电力有限公司通城供电公司, 湖北 咸宁 437400)

**摘 要** 输电线路运行环境复杂多变, 出现故障将会使供电受到影响, 也有引发电力事故的可能性, 所以要加强对线路的巡检, 排查潜在隐患, 第一时间处理存在的故障, 以此确保输电安全可靠。传统输电线路巡检以人工定期巡线为主要方式, 存在效率低的问题, 而且易受到地形地貌的限制。智能巡检具有智能化与高效化的特点, 在输电线路中应用, 能够突破自然环境影响与限制, 还能促进巡检效率与质量提升。本文对于输电线路巡检的研究, 主要从智能巡检系统应用视角出发, 首先分析了应用的必要性和优势, 其次对系统如何设计与实际应用进行探讨, 希望对于电企输电线路巡检有值得参考之处。

**关键词** 输电线路; 智能巡检系统; 巡视功能; 检测功能; 缺陷模块

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)09-0058-03

输电线路是电力基础设施, 主要负责将电能从发电厂输送到用户端, 是确保可靠与持续供电的重要保障。输电线路在露天环境中, 易于受到各种因素的影响出现故障, 如果不能做好巡检, 未能及时发现和解决, 将会使供电无法正常进行, 对生活与生产用电产生影响, 也存在较大的安全风险。过去线路巡检以人工为主, 具有耗时长与劳动强度大的问题。智能巡检是一种新型巡检方式, 综合了无人机、大数据技术、可视化技术、智能技术、无线传输技术等, 在输电线路巡检中合理应用, 可使得巡检智能化、高效化、流程化、动态化、可视化, 输电线路巡检的效率和质量会提高, 这样就能及时发现线路运行隐患进行处理, 强化线路运行安全与可靠性, 为更好地输送电能保驾护航。

## 1 智能巡检系统应用必要性与优势

输电线路有两种类型, 一种是电缆线路, 另外一种则是架空输电线路, 从我国的输电线路情况看, 以架空输电线路为主。这类线路受自然环境干扰和影响大, 常常会因为树木、鸟害、雷击等出现运行故障, 还会因为人类生产活动与各类建设发生故障。这种情况下输电线路运行维护与管理难度大, 既要防止自然环境对线路产生破坏, 又要防范人类活动对线路运行造成影响。一般情况下, 电企会安排人工巡检, 要求开展相关的检测与检修工作, 如果巡检人员专业能力不足和责任心不强, 存在巡检不到位, 未能发现隐患和问题, 将会引发线路故障, 导致电能输送中断和诱发事故。此外, 巡检人员对于输电线路问题判断具有主观性, 缺乏准确性, 未从根本上解决缺陷的情况下,

也会使得线路输送电能出现问题。

随着我国供电需求不断增长与输电线路越来越密集, 传统人工巡检方式已经不能满足要求, 必须要加强新技术与新设备的应用。智能巡检系统具有自身优势, 在输电线路巡检中应用, 能够解决传统巡检各种问题和突破自然环境限制。智能巡检下可自动与智能检测, 采用GPS技术精准定位, 确定故障点, 然后实时传输相关信息, 并与GIS结合, 针对数据信息展开分析处理, 在快速发现问题同时, 防止错检与漏检。智能巡检具有电子化、标准化、信息化的特点<sup>[1]</sup>, 可自动与准确记录线路缺陷与问题, 效率十分高, 而且剪准确性强, 可为故障诊断与处理提供可靠依据。智能巡检中可数据信息会自动存储, 也支持查询与分析, 也可自动生成报表, 由此实现对巡检全过程监督, 从排查检测到发现再到解决。此外, 智能巡检能够实时监控与调度, 具有实用性与可靠性强的优势, 同时可减少了对巡检人员的需求与节约巡检成本, 与现代化巡检需求高度契合, 故而要加强对智能巡检系统的应用研究。

## 2 智能巡检系统设计

### 2.1 依据业务需求进行设计

电企要做好输电线路智能巡检系统设计, 一方面要结合《专业移动巡检需求规范》, 另一方面要依据线路实际情况与业务需求, 综合分析考量基础上系统的架构。智能巡检系统需构建不同模块, 共同构成一个完整系统, 支持与促进输电线路实时与智能化巡检<sup>[2]</sup>。一般情况下, 系统既要建立人机协同智能运检

管理与控制平台,又要建立人巡智能移动终端与无人机智能操控终端,还要满足线路隐患、故障、缺陷智能分析的要求,通常要由智能分析软件负责该项工作。智能巡检系统功能要齐全,契合无人机巡检要求,并要引入视频在线监测设备,以及与智能运检中心联系起来,能够对输电线路问题和故障进行识别。

智能巡检系统要满足非功能性需求,既要确保性能稳定,又要易于操作与实用性强,数据存储可靠性高。设计中智能巡检系统性能指标需要从可用性、可靠性、响应实时性等方面考虑。易用性需要结合安装与升级、用户交互界面、使用操作、系统支持、维护等方面考量。数据存储可靠则需要防范不可逆故障,导致系统巡检相关数据丢失或错误。智能巡检系统实际应用之中,将会获取两种数据<sup>[3]</sup>,一种是结构化数据,另外一种是非结构化数据,前者包含巡检记录、问题与缺陷记录,后者则涉及塔杆图片、缺陷图片等。针对结构化数据,应当将其传入数据库中,采用数据冗余技术和可用存储技术;非结构化数据要传入文件系统进行保存,同时要采用冗余技术,通过这种办法确保数据不会丢失、破坏、恶意篡改。

## 2.2 系统框架确定

智能巡检系统总体架构要从多个方面分析和考虑,一般要由两个部分构成,一个是 PC 端,另外一个智能终端,不同部分需要满足对功能的需求。PC 端要提供数据服务、通信服务、地图服务,每个功能为一个模块。工作人员可通过系统查询到所需要的数据信息,并且可更好地进行数据管理。服务功能具体来说主要涉及查询巡检记录与缺陷记录,此外应当具备定位信息管理功能,以及要执行消缺任务与支持轨迹回放。PC 端平台巡检系统是由不同层级构成的,主要有支撑层、功能支撑层、数据层、应用层、UI 层<sup>[4]</sup>。支撑层包含硬件、软件、网络,这里要注意软件应为第三方提供的;功能支撑层以功能支撑系统为主,依靠的是本地数据库管理工具;数据层除了中心数据库,还包含空间数据库与平面数据文件;应用层有巡检管理、数据管理、统计分析、缺陷管理等;UI 层为巡检系统 PC 端平台。

导航终端软件体系结构设计包含智能终端平台、应用 API 层、智能终端硬件平台、安卓操作系统、数据库等。智能终端确定十分重要,必须要与 PC 平台具有匹配性,有助于巡检现场数据采集。巡检系统架构要设置应用软件,既包含导航定位和数据管理,又涉及缺陷采集和消除管理以及地图信息管理。智能巡检系

统不同模块要实现功能,依赖于数据支持,所以数据库设计尤为关键,需要采用开源软件,比如 SQLite。

## 3 智能巡检系统实际应用

### 3.1 基本流程与方式

输电线路智能巡检要先进行基准定位,在第一次巡视线路以及巡视新线路过程中,采集相关的数据信息,包含设备位置信息与属性信息,然后进行利用。一般情况下设备位置信息要生成工作地图,为后期巡检提供指导,属性信息则要用于巡视设备管理。完成这项工作以后,针对输电线路展开日常巡检,先要借助 GPS 接收器掌握位置信息,紧接着要将其与原始定位信息对比,同时要将被发现的缺陷记录,传入 PDA 中,这样就能更好地处理,主要依靠的是桌面巡检系统。日常巡检基本流程为登录桌面巡检系统,制定巡检任务,登录移动巡检系统,将巡检任务下载到 PDA 中<sup>[5]</sup>。日常巡检任务生成以后,需要制定巡检计划,在实际巡检前可优化和调整。巡检任务正式下传以后,工作人员要到达现场,并要手持 PDA,在移动巡检系统中掌握巡检相关的情况,依照规定进行巡视与检测。这里要注意,巡检任务执行之中,一定要对任务进行判断,确定属于日常巡检还是基准定位。

一般情况下有多个巡检点,日常巡检要抵达每个巡检点,通过 GPS 定位,同时要结合 PDA,由此确定位置坐标,调取数据库中信息,将获取的坐标与原始坐标比较,通过这种办法确定巡检对象和及时到位。实际巡检中要对所有的设备检测真实与全面地记录相关情况。对于发现的缺陷,在系统中选择标准缺陷库,智能记录相关的信息。巡检任务完成以后,工作人员要借助 PDA 将所有的信息上传,通常要传到桌面巡检系统,然后分析处理,自动生成报表。

### 3.2 巡视功能的应用

输电线路需要进行日常巡视,但是分为不同种类,有特殊巡视,也有状态巡视、例行性巡视、故障巡视。智能巡检系统应用下采取人工巡视与无人机巡视结合的方式。实际巡视要做好线路区段的定义,也要确定好周期,具体需要依据巡视类型和方式确定,然后由负责该项工作班组进行巡视。此过程中要应用终端导航功能,借助 GPS 定位获取位置信息,然后自动连接高德地图,为工作人员进行导航,协助快速达到线路位置。工作人员达到现场方式可进行选择,不同方式均可进行导航。巡检人员距离杆塔比较近时,切换模式,了解地形图,这样可更好地找到能够快速到达杆塔所在处的线路。工作人员到达现场以后,应当登录系统,

点击到位登记,自动记录所在位置,并选择巡视的方式。智能巡视系统管理人员可查询到相关信息,距离规定的位置20米以内,则视为合格,否则系统自动显示为红色。

工作人员在实际巡视中要打开终端APP,自动记录巡视的轨迹,方便后台查询,能够更好地进行巡视管控。输电线路巡视要确定好周期,在当前周期快要到达的时候,需要在系统中进行查询,明确周期所包含的线路有没有全部巡视完成。期间假如存在未完成巡视任务的情况,管理人员要反馈和提醒,并要将巡视周期完成情况在线记录与考核,最终纳入绩效管理,与工资与福利待遇挂钩,以此增强工作人员巡检积极主动性。智能巡检系统应用可实现对工作人员巡视监督,防止未依照要求进行巡视,为了应付虚报数据状况出现。

### 3.3 检测功能的应用

输电线路巡检之中,检测是最为重要的,能够从中发现潜在的缺陷,提前进行检修和处理,降低线路运行故障出现率,还可使线路保持高效运行状态。输电线路检测要红外测温,还要对绝缘子盐灰密与零值测试,同时要对接地电阻测量。智能巡检下线路检测可进行在线检测,实时检测与测量,由此掌握线路的实际情况,及时发现问题进行处理。线路检测要针对杆子倾斜度展开,通过观测明确具体状况,防止存在问题导致事故发生。各类检测项目要确定好周期,严格执行相关要求,同时要记录数据信息。

移动巡检检测功能应用之下,接地检测更为方便,可实现对所有杆塔接地数据的采集,从中排查出存在问题和不合格的,增强线路运行安全性,也可为防雷工作开展提供依据。红外测温技术支持下采集大量成像数据,从中发现缺陷,针对发热设备安排检查与修理,达到消缺目的,可最大程度地防止输电线路运行事故。当前智能巡检系统检测模块植入了芯片,可对线路运行远程监测与采集数据,并传回系统中心,在保存的同时进行分析,掌握导线振动、杆塔倾斜的状况,有针对性地及时处理,有助于检测效率与成效提升。

### 3.4 缺陷模块应用

智能巡检系统之中,缺陷模块功能极为重要,对于移动与智能巡检影响很大。输电线路巡检主要是为了发现缺陷,从根本上进行消除。传统模式下巡检缺陷发现,主要依靠的是安排工作人员发现缺陷,然后用纸质单子记录,具有一定的风险,比如记录不准确和不规范,或者是纸质缺陷单丢失等情况,将会产生严重后果。智能巡检系统应用以后,巡检发现缺陷可

自动与智能化记录,可直接将相关的照片与信息传入录入端APP中,全面、准确、规范地记录各种缺陷,防止出现问题。

管理人员可在后台对缺陷数据进行分类和统计,并根据需求分析处理,为线路检修与决策提供可靠依据。缺陷模块构建和应用可实现对线路缺陷全过程追溯,也能更好地进行管理与控制,在分析与研究下明确缺陷实际状况与性质,以及确定好等级,结合具体情况部署好消缺事宜,监督消缺进度与提醒。

### 3.5 无人机巡检

输电线路采用无人机巡检具有效率高、成本低、受限制少、灵活性强的优势。无人机巡检要安装红外探测设备,还要利用可见光,使其结合巡检任务飞行,在此期间自主进行轨迹记录与数据信息采集。无人机巡检获取数据,采用缺陷分析软件和可见光点云处理,将掌握输电线路运行实际状况,发现缺陷和消除缺陷。

无人机巡检要确定好使用的无人机型,经常使用的有无人直升机、固定翼无人机等,各自具有优缺点,所以要结合巡检实际需求选择。利用无人机巡检可针对线路树障和通道,也可针对杆塔进行巡检,巡检会更加智能化与精细化。

## 4 结语

综上所述,输电线路稳定与高效运行极为重要,是确保供电正常进行与减少不必要能耗、促进供电经济与社会效益提升的关键保障。智能巡检系统架要以提高巡检效率与质量,第一时间发现缺陷和隐患,自动记录和分析,为输电线路问题及时解决,确保运行始终保持安全与稳定状态为目的。系统既要自动收集、记录、存储巡检数据,促进巡检无纸化记录,又要支持查询与智能分析处理,以及增强巡检结果准确性,最大程度地避免错检和漏检。

### 参考文献:

- [1] 顾泽林. 输电线路无人机巡检智能管理系统的研究与应用[J]. 工程技术研究,2019,04(14):128-129.
- [2] 赵登洋. 输电线路智能巡检系统的开发及应用窥探[J]. 科技风,2013(23):102.
- [3] 董倩,王素珍,韩冬,等. 输电线路智能巡检系统中GPS技术的研究与应用[J]. 微型机与应用,2013,32(16):8-10.
- [4] 王晓兵. 智能巡检系统在线路运行中的应用研究[J]. 低碳世界,2013(14):73-74.
- [5] 孙文欣. 唐山供电公司输电线路智能巡检故障定位系统应用研究[D]. 北京:华北电力大学,2013.