

## 输电线路智能运检变革落地及深化模式

牛光辉 梁官清 卢永亮

国网正定县供电公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]**人们的日常生活和社会活动已经离不开电力的支撑,供电企业为了保证电力的供应数量和供应质量,对电网系统不断地进行改造和构建。输电线路作为电网系统中关键的电力设施,承担着电力稳定输送的作用,其安全性和稳定性直接关系到了电力的输送质量。由于输电线路的特殊性,范围广、区域地形复杂,电力企业的工作人员对输电线路的运维和检修,尤其是对输电线路,做不到全部检查,传统的运维检修已经不能满足现阶段输电线路的要求。随着科技的发展,无人机出现并运用到输电线路的运维和检修中,极大地减轻了电力企业工作人员对输电线路运维检修的工作量,运维检修工作效率有了很大提升,降低了输电线路的故障率,有助于促进电网系统朝着智能化、自动化的方向进一步发展。

**[关键词]**输电线路;智能运检;深化模式

DOI: 10.33142/sca.v6i2.8589

中图分类号: TM75

文献标识码: A

### Landing and Deepening Mode of Intelligent Transportation and Inspection of Transmission Lines

NIU Guanghui, LIANG Guanqing, LU Yongliang

State Grid Zhengding Power Supply Company, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** People's daily life and social activities are inseparable from the support of electricity. In order to ensure the supply quantity and quality of electricity, power supply enterprises constantly transform and construct the power grid system. As the key power facilities in the power grid system, transmission lines bear the role of stable power transmission, and their safety and stability are directly related to the quality of power transmission. Due to the particularity, wide range and complex regional terrain of transmission lines, the staff of power enterprises can't check all the transmission lines, especially the transmission lines, and the traditional operation and maintenance can't meet the requirements of transmission lines at this stage. With the development of science and technology, unmanned aerial vehicle (UAV) appears and is used in the operation and maintenance of transmission lines, which greatly reduces the workload of power enterprise staff in the operation and maintenance of transmission lines, greatly improves the efficiency of operation and maintenance, reduces the failure rate of transmission lines, and helps to promote the further development of power grid system in the direction of intelligence and automation.

**Keywords:** transmission lines; intelligent transportation inspection; deepening mode

供电企业为了满足人们不断增长的电力需求,不断地进行电力建设,电力系统建设中涉及到的安装种类居多,例如变电站建设、输电线路安装以及其他,在这其中输电线路安装其涉及的范围最广、安装难度较大,也是电力系统建设中最重要的一环。输电线路建设时,需要融合输电线路塔安装技术、架线安装技术等多项技术的融合,各项技术综合进行,才能够完成输电线路系统建设。不仅如此,在输电线路建设时极易受到其他环境因素的影响,因此需要加强对输电线路安装时的安全管理,以提升电力系统建设质量,保证其能够顺利完成相应的指标。

#### 1 输电线路无人机运检关键技术

##### 1.1 自主巡检技术

早期的无人机应用在输电线路的运维和检修方面时,是依靠电力企业的地面运检工作人员对无人机进行远程操控的。但是不同的运维操作人员对无人机操控的熟练度以及技能方面存在着不确定性,对操作人员的专业技能要求也比较高。即便是同一操作人员在不同的时间段操作无

人机获得的输电线路检修效果也是不稳定的。因此,无人机对输电线路进行巡检,必须采用自主巡检技术。自主巡检技术的发展目前在电力企业的使用有两种,即:激光雷达(LiDAR)技术和实时动态高精度定位(RTK)技术,这两种技术目前使用比较广泛。激光雷达技术实现了对输电线路信息的快速获取,采用三维点云数据对飞行线路进行规划,综合无人机的飞行状态参数、姿态数据和无人机本身搭载的激光雷达,实现自主巡航和运维检修。实时动态高精度定位技术采用的是流动站和基准站的方式进行差分定位,采用这种技术的无人机在进行输电线路的运维检修时受限于基站之间的距离和网络传输的问题。因此,需要建立多个基站来保证信号传递的安全性和稳定性,满足无人机的自主巡检。

##### 1.2 故障定位和缺陷识别技术

输电线路在日常运行过程中经常会受到多方面的因素影响导致其产生故障,输电线路在出现故障时,无人机需要结合电力企业的其他装置对架空输电线路的故障情

况进行快速了解、分析和判断。同时,在无人机进行飞行的过程中还要综合检修人员的相关信息,关联相应的作业工单等信息。在发生故障时快速反应,将一次故障缩小到最小范围。无人机在进行运维检修时,要对输电线路进行缺陷识别。输电线路的缺陷包括输电线路、塔杆、导地线、绝缘子、基础以及其他附属设施。在对这些装置进行检查时,无人机要识别其可能存在的缺陷,如输电线路塔可能存在着腐蚀点或者存在着断裂情况、输电线路的绝缘层损坏等。

### 1.3 作业安全管控

电力企业使用无人机进行输电线路的运维检修时,为了防止无人机在飞行过程中出现“黑飞”的现象,在无人机上安装飞行数据记录器。飞行数据记录器能够独立于无人机进行飞行数据的记录,且无法被人为更改。飞行数据主要包括飞行时间、地点以及路径等。通过GPS或者是北斗卫星对其路径进行记录,通过数据传输将无人机的实时数据传递到地面监控平台,同时为了保证无人机飞行的安全性无人机设置有安全监控,当其飞行数据与允许的飞行数据出现不同时,就会发起报警信息,实现对其作业的全过程监控。无人机巡检模块还需要具备对巡检区域周围地理环境以及气候环境进行监测,全方位地考察输电线路的实时情况,对其进行巡检,并严格按照电力企业的巡检制度和巡检计划执行。

## 2 输电线路状态检修设计

### 2.1 输电线路状态检修信息系统设计

#### 2.1.1 GPS 巡视系统以及地理信息系统

GPS技术、GIS技术逐渐成熟并广泛应用于各个领域。因此,技术人员在实际设计系统时,将GPS技术与移动智能端相结合,巡视人员在实际工作中可以通过移动设备直接获取输电线路准确位置,同时智能端也可以将现场实时情况传回到管理中心。GIS系统在实际运行过程中可以有效实现对目标地区气象环境、设备外绝缘设备配置以及设备盐密值等进行综合统计与分析,并依照最终结果绘制相应的污区分布图,为线路运维部门开展工作提供必要的信息支持。同时系统在实际运行过程中可以根据所输入的参数自动形成相应数据统计图表,并绘制出分布图,最大限度地降低工作人员的工作强度。

#### 2.1.2 输电线路生产管理系统

案例工程中,技术人员为实现对辖区内输电线路进行实时监测,构建出线路日常管理系统,包括设备管理和生产运作管理两个模块。实际运行过程中,两个模块会通过DB2以及SDE进行系统数据库相互调阅查询,并依托海量实时数据构建出相应的输电线路状态信息库,最终实现输电线路日常运行信息化管理。

使用者可以通过系统提供的多种入口获取相应的输电线路数据信息,从基本档案入手,可以得到包括统计资料在内的各种线路数据,还可以在地图上定位显示查询的

线路。通过对地图进行可视化定位,可以获得与线路有关的资料。在系统设计时就考虑到,要确保数据的一致性和完整性,并在开发过程中将此作为重点内容。因此,用户在使用过程中,不会出现数据丢失的现象。

### 2.2 专家模块设计

#### 2.2.1 系统功能

电力传输线的状况检查专家系统具有如下的作用:

(1) 数据资料查询。电力线故障诊断专家系统安装在企业生产管理平台内,用户可以通过网络实时了解各种数据和运行状况。(2) 传输线的状态参量。该系统可实现资料输入(单一输入、大量输入)功能、修改功能、数据查询功能(单位查询、批量查询、历史查询、当前数据查询)以及数据显示、数据打印、数据输出等功能。(3) 智能化诊断功能。在装备的操作状况方面,运用了专家系统、神经网络等智能技术实现对故障进行判断、诊断并提供维修意见。具有准确快速的优点,能够有效提升整体判别能力。(4) 对决策的智能化预报与支撑。依据装置的历史资料和工作条件,对其今后的操作进行预报。并据此对其工作状态进行调节,以确保其正常运转。(5) 对失效或灾难进行分析。在设备出现事故或灾难时,对事故原因进行分析,并估算损坏程度等。

#### 2.2.2 输电线路状态检修专家系统

输电线路状态检修专家系统的主要功能是对MIS系统中的数据进行调用,其中包含了盐度试验的数据,红外温度测量的结果;对杆塔、金具、绝缘子的信息及巡查中的缺陷进行检查。通过对线路状态的分析,实现对线路故障的智能诊断,并对其运行状况作出预测,提供相应的决策支持。

## 3 输电线路电气设计模式优化策略

### 3.1 重视前期勘测工作

目前,为了保证输电线路电气设计更为科学,需要进行早期勘测和测绘工作,掌握输电线路施工工地的各类数据信息,如自然条件、环境条件等。为电气设计提供借鉴和根据。比如,在规划电气设备时,设计师首先调研工程建筑附近地区,剖析电气设备线路的设计方案,掌握工程建筑区域内的突发情况,在设计方案中予以考虑,并且规范使用配置财力物力等有关资料,以获得最大的利润。并依据输电线路施工工地,清查类似自然环境地域共性问题,在本设计方案中获得目的性可靠性的设计。如输电线路施工工地温度差比较大,处在暴风雨自然环境地域,设计者应注意生态环境对线路的影响,采用拆换工程材料、避雷等举措,提升输电线路的防御力,确保输配电线路电力传输的稳定。这样不但能够提升输电线路的设计方案,还能够使可靠性设计的内容更加地可行性,最后做到合理防止常见问题,确保电力传输的稳定安全。

### 3.2 科学选择架空路径

在输电线路电气设计中,架空线路路径的选择是一项

必需的工作，也是后面电气设计工程的施工核心工作。在线路设计方案进行前，工作人员须对线路通过地域展开调查，尤其是地貌和交通调查。沿途交通出行相对性复杂，工程施工难度系数较低。在架空路径的设计里，要集中控制系统路径的总数，切记不能把路径配备得太多，使资源被浪费。在情况较好的时候，输电线路的路径布局应尽量选地理位置优越、阻碍物少的地域，进一步降低施工和后面维修的难度系数。在科学技术发展的现代化，要加强各种各样新技术的应用。输电线路的建立需要使用现代化大型机械。万一出现交通不方便的情况下，就难以把有关机器设备运往施工工地，从而大大地危害到工程进度。

### 3.3 完善线路结构设计

线路的选择是线路结构设计的重要环节，线路所选择的合理化是有关系到输电线路构造的合理性。一般来说，设计者在规划输电线路时，必须充分考虑铺设工程项目的2个主要任务，即合理性和效益性，在尽量减少拥堵区域内的与此同时减少场所补偿花费。从线路铺装自然环境、技术性、成本等层面充分考虑。并组织技术专家不断论述线路结构设计的计划方案，保证线路结构设计的合理性。此外，输电线路构造设计必须设计师特定导线横截面、同轴电缆、绝缘配合等。方案设计中要确保线路结构设计的准确性。

### 3.4 完善输电线路防雷设计

在输电线路的设计中，防雷设计工作是必不可少的，尤其是对于偏僻山区和空旷地带架设的输电线路，如果缺少了科学的输电线路防雷设计方案，输电线路的防雷安全性就会明显减弱。在电力工程输电线路的防雷设计过程中，设计人员需要全面审查输电线路的工程结构图纸，优化输电线路的防雷结构布局。目前，输电线路的防雷设计通常选择输电线路绝缘接地和安装避雷线的方案。需要合理调整输电线路杆塔的接地形式，并为输电线路配备完整的避雷针。避雷线应当布置在适当部位，以优化输电线路的综合防雷性能。输电线路的防雷保护设施应当具备良好的接地运行效果，从而在根本上防范输电线路发生突发性的雷击短路故障。在布置输电线路的防雷设备的过程中，要检查防雷设备外观是否完整、输电线路的绝缘层是否存在缺损等。

### 3.5 输电线路绝缘设计

输电线路绝缘设计的基本要求是合理选择输电线路的绝缘子片数和绝缘子的布置形式，并且要严格限定输电线路杆塔的空隙间隔。需要根据输电线路的导线型号选择输电线路绝缘子的规格型号并设置输电线路的空气间隙，以保证输电线路导线和输电线路绝缘之间的良好匹配。此外，需要实时监测输电线路在不同时段的工频电压波动状况，防止输电线路在遭遇雷击的情况下发生大范围的跳闸事故。

### 3.6 加强环境风险防范

在电力系统输电线路安装过程中工作人员要加强对

周围施工环境的检查，尤其是针对居民和周围环境的影响，同时结合周围的交通情况制定相对应的实施方案。例如在施工周围设立相应的标识牌，保证施工周围的安全程度，同时建立一定的可跨越架体，既可以保证周围的交通安全又不影响交通，保证了施工能够在安全不影响其他的条件下顺利进行。当增加临时用电时，在考虑整体布局的情况下，保证输电线路安装能够更加地科学合理。综合而言就是施工单位在施工时要做好一定的安全防护措施，保证在施工时能够在安全、正常的条件下进行。

### 3.7 定时定期地进行巡检维护

输电线路安装完成后需要对其进行后期的维护工作，定时定期进行维护是保证输电线路建设安全、稳定运行的必要工作。输电线路由于其工作环境的特殊性，长期暴露在自然环境之中，并且经常会遇到恶劣天气的影响，尤其是雷电、雨雪的天气，都有可能对输电线路产生损坏。这就需要工作人员定时定期地对输电线路进行巡检，当发现其周围中的建筑或者是树木影响到其正常运行时要及时地进行协调处理，防止产生更大的故障。还有就是巡检中要及时地检查输电线路的状态，当发现其出现绝缘皮损坏现象时，要及时地进行汇报检修，加强对输电线路的运维工作。

## 4 结论

输电线路建设是电力系统建设的重要组成部分，输电线路建设的质量直接影响着今后电力输送的安全性和稳定性。输电线路安装技术和管理是保证输电线路建设质量的关键因素，只有切实做好建设中的各项任务，才能够保证输电线路能够快速、安全地投入到实际使用当中，加快我国电力事业的发展。

### 【参考文献】

- [1] 宋敬良, 岳国良, 何瑞东, 等. 输电线路智能监控系统重复报警自动抑制模型应用分析[J]. 河北电力技术, 2021, 40(3): 82-86.
  - [2] 何涛, 刘婧, 刘畅. 机器智能在电力运检全过程中的应用研究[J]. 电力与能源, 2021, 42(1): 65-67.
  - [3] 郑健. 输电线路智能巡检系统的设计与实践[D]. 江西: 南昌大学, 2020.
  - [4] 刘云辉. 基于云原生的智能运检管控系统实现概述[J]. 数字通信世界, 2020(10): 77-78.
  - [5] 李凯, 徐梅根, 汤国锋, 等. 输电线路无人机远程自主巡检关键技术研究与应用[J]. 江西电力, 2020, 44(4): 37-40.
  - [6] 郝宝欣, 郭嵘. 基于高效协同的智能运检管理体系研究与实践[J]. 企业改革与管理, 2020(3): 33-34.
- 作者简介: 牛光辉(1979.8-), 毕业院校: 东北农业大学, 所学专业: 电气化及其自动化, 当前就职单位: 国网正定县供电公司, 职务: 员工, 职称级别: 助理工程师。