

架空输电线路新型运检模式的分析与探讨

王褚

(国网西藏电力有限公司超高压分公司 西藏 850000)

摘要：目前，无人机技术在输电线路巡检中应用成为一大研究热点，无人机的应用，导致架空输电线路运检的生产力、生产关系和人员之间的匹配度出现变化，且运检过程的隐患点、危险点数量不断增加，安全防护体系面临更大压力。在此背景下，传统的架空输电线路运检模式已经无法满足需求。基于此，探究新型运检模式得到广泛关注。保证运检模式更为直观深入感知输电线路状态、科学掌控核心资源、环境信息等，借助现代化技术实现智能化运检是重点。文章在此提出结合现代无人机技术，提出一种架空输电线路运检模式，旨在为现存的运检问题有效解决提供更多参考。

关键词：架空输电线路；运检模式；无人机；通道环境信息

引言：在电力系统中，架空输电线路作为重要的能源传输通道，其安全稳定运行直接关系到社会经济的发展和人们的生活。然而，传统的运检模式在应对日益庞大、复杂的输电线路网络时显得力不从心。为了提高运检的效率和精准度，结合新技术提出新型运检模式成为必然趋势。在现代化技术支持下，无人机技术日益成熟。无人机具备智能识别、远程操控等优势，在特殊环境中可以在保证运检质量基础上显著提升运检效率。因此，以该方法取代传统、繁琐、面临挑战多的人工巡检方式有现实意义。文章在此提出一种基于无人机技术的新型运检模式，这一方法不仅可以创新性提升运检效率，还能更为智能的实时监测输电线路各区域，及时发现潜在问题并提出有效处理措施，最大限度降低安全风险。

1 架空输电线路运检现状分析

文章以山东省某市为基础进行阐述。随着城市化进程持续推进，该市单体 10000m² 以上的建筑工地数量不断增加，自从 2015 年以来，数量接近 300，等到 2021 年，建筑工地数量增加到 700，几乎增加一倍以上。与此同时，架空输电线路保护内隐患点数量、危险点数量也保持增加状态。无形中为线路运检带来更大挑战，防护压力显著增大。此时，运检人员对输电通道感知的需求和原有巡检模式下的通道影像时效存在矛盾的问题日益突出，成为困扰相关人员及部门的难题之一。且相关人员数量由于多种限制，人员增长速度难以跟上输电线路隐患点和危险点增多速度，也就是依靠现有人员难以实时完成输电线路运检任务。这就导致很多信息难以实现实时动态更新，且部分信息则是由属地单位和护线人员提供的，此背景下，很难保证信息不出现失误^[1]。

另外，随着新技术日益更新发展，架空输电线路运检模式也发生变化，如今正处于“两个替代”转型时期，所谓的“两个替代”是指视频监控替代人工完成输电通道巡检；无人机代替人工完成本体巡视。上述现象导致

运检人员结构发生变化，具备视频监控轮训及无人机监管能力的人才极为匮乏，现有的人员难以充分满足新型运检模式需求。具体来看，当前，运检模式可以细化为如下三个层面：第一，视频监控得到应用，但语音同传功能并没有得到普及，因此，输电线路运检时，仍需要依靠人工辅助完成巡视，并通过设定响应圈等方法，辅助保证架空输电线路安全；第二，视频监控和语音同传功能得到进一步应用，借助现代化技术，在施工之前全面进行现场勘查，全面管控施工过程，尽可能降低由于施工导致的意外事故；第三，风险管控和安全评估得到应用。对输电线路环境因素风险分析持续开展，且综合评估输电通道健康状态，预先估计容易发生的故障，并制定预防性治理措施和故障排查方案。上述三个层面，体现了架空输电线路从被动向主动转变的过程，但想要充分达成第三层面目标，需要进一步加强输电通道巡视时效性管理。

2 架空输电线路新型运检模式构建

当前，大数据、人工智能、无人机等技术得到迅速发展，为社会产业变革提供关键力量。进入新时期之后，架空输电线路运检也基于各种各样的新技术支持发生转变。想要实现输电线路运检革新，除了夯实的理论基础外，适宜新时期需求的新型运检模式也是重点，这是解决传统运检模式存在不足、真正促进输电线路运检呈现智能化管控的基础^[2]。

2.1 新型运检模式概述

文章在此结合传统运检模式存在的不足，以无人机等技术为基础，提出一种新型运检模式。其主要组成包括四项要素：第一，每日视频轮巡，为相关人员提供输电线路运行状态的主要途径；第二，每周属地或者护线通道轮巡，辅助视频轮巡掌握输电线路运行状态；第三，每月无人机穿线飞行轮巡，这是有效排查风险隐患的保障；第四，每年无人机本体巡检轮巡，最大限度

保证运检工作的质量，避免出现问题的保障策略。

2.2 每日视频监控拍轮巡

视频监控拍在输电线路运检中发挥重要作用，借助先进设备，可以智能化采集输电线路周围环境信息及线路信息，改变传统的巡检模式存在的不足。其最大优点在于可以用设备替代人力完成输电线路通道巡视，在提升巡视效率的同时，节约人力、物力。传统的人工巡视模式下，为了保证输电线路运行安全，“一天一巡”是常规频次，这需要耗费大量人力才能保证质量，而借助视频监控拍可以实现 15min 一拍，无需人工负责便可以远程获取相关信息，此时巡视效率得到大幅度提升^[3]。

基于此，重视视频监控拍的优势和重要性，从科学性和规范性角度入手，构建更为全面的视频监控拍轮巡管理机制和流程，并构建辅助决策系统，可以高效辅助输电线路运检工作高效开展。但需要注意，现阶段由于实践经验缺失，在底层架构方面仍存在不足，例如视频监控拍存在盲区等，这导致获取到资料信息不够全面，因此，需要采取辅助手段保证运检工作的全面性和系统性。一般情况下，通过保证视频监控拍格式统一、形式有序编号等方法确保相关人员可以明确输电线路运检状态；通过同杆并驾标识，提升线路条理性，并重视设备运行状态管理，定期对监控设备运行状态进行检查和维护，且动态对设备进行扩容，针对已经无法正常作业的设备及时进行更换，这也是保证视频监控拍科学开展的关键。另外，发挥设备主人制的优势，每日开展 2 次设备主人的视频监控拍轮巡，对特殊地点和场所，重点进行视频监控拍，可以有效预防风险发生。

2.3 每周属地、护线通道轮巡

新型运检模式下，属地/护线通道巡视发挥重要作用。定期开展属地/护线通道轮巡，可以辅助运检人员更为深入了解输电线路运行状态。目前主要应用移动巡检技术进行属地/护线轮巡，但从实际效果来看，由于监管体系不完善，仍存在形式化问题，这严重影响输电线路运行安全^[4]。

属地/护线是通道防护的生命线，也是保证在 20min 内快速响应的基础，因此，提升巡视质量、提供夯实的数据支撑是重点任务。新提出的运检模式设定每周进行一次属地/护线通道轮巡，向相关部门上报符合标准的照片、图像等信息，确保输电线路防护决策科学合理。需要注意以下三方面内容：第一，每周报送的图像资料等信息，必须符合标准化要求，且定期更改巡视次序，最大限度保证信息资料具备参考价值；第二，获取图像信息资料时，应尽可能保证从不同角度拍摄图片，有效预防风险；第三，设定图像资料管理的第一责任人为设备主人，负责每周开展设备缺陷分析诊断和通道隐患排查

工作，并基于分析结果，为下一期的通道轮巡工作提供指引，如确定监管重点区域、重点位置等，进一步提升输电线路运检的质量。

2.4 每月无人机穿线飞行轮巡

新型运检模式下，无人机占据重要地位。此时每月无人机穿线飞行轮巡占据核心位置。无人机具备可以远程操控、适用范围广泛、高效、快速等优点，灵活运用无人机，可以从高空视角查找输电线路运行缺陷，排查风险隐患。

具体来看，在设定无人机穿线飞行轮巡时应注意以下几项内容：第一，每日开展固定线路穿线飞行，然后按照月度周期依次执行，借助无人机高空作业优势，近距离排查树木、鸟巢等危险地点；第二，护线员到岗到位检查，对杆塔、拉线等进行核查，并对固定区域进行重点监管；第三，开展穿线飞行中的自主飞行需要结合通道巡检和本体巡检工作开展，并结合采集的通道影像等信息资料，为输电线路运安全防护决策制定奠定坚实基础^[5]。

2.5 每年无人机本体巡检轮巡

新型运检模式下，无人机本体巡检也发挥重要作用。在巡检中保证相关设备安全也是重点。现阶段，随着输电线路里程不断增加，设备投运时间也不断延长，无形中增大设备本体巡检时长和压力。传统模式下，一般借助望远镜、人工登杆等方式排查输电杆塔的缺陷，而如今可以借助无人机完成检查任务。

一般情况下，借助无人机每周、每月对输电杆塔本体进行巡检，人工巡检方式发挥辅助作用。同时，发挥设备主人的作用，通过从思想层面提升相关人员的关注度，确定设备主人日常重视设备主体巡检任务^[6]。

2.6 新型运检模式流程分析

结合上文对其中重点内容的阐述，提出的新型运检模式运行流程如下图 1 所示。

结合图 1 来看，通过视频监控拍、属地/护线轮巡、无人机穿线飞行和无人机本体巡检可以系统掌握输电线路状态，及时采集相关信息，并通过智能化整理保证提出的信息为输电线路防护决策制定提供支持，为一线员工有效预防风险、排查安全隐患提供保障。

3 新型运检模式成效分析

架空输电线路运检工作评估指标中，故障跳闸数量是重点。在此以该指标为基础，结合山东省某市输电线路运检工作，验证提出的新型运检模式的应用效果^[7]。

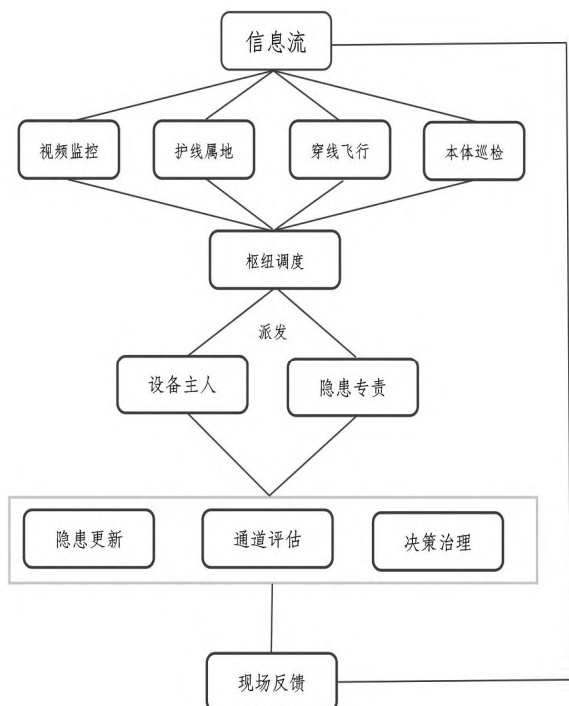


图1 新型运检模式流程图示

研究区域从2012年以来,逐年来发生的输电线路故障跳闸数量如下图2所示。

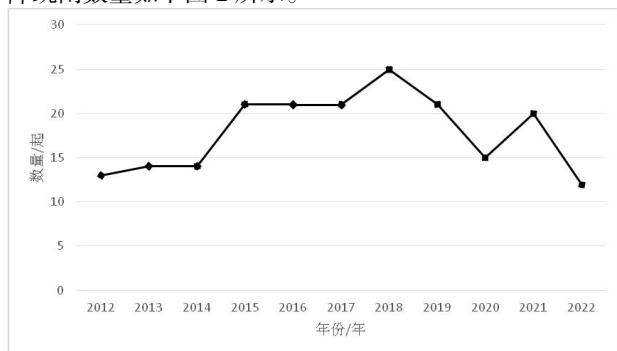


图2 线路跳闸故障数据统计图示

结合上图来看,从2012年开始,随着城市持续化建设不断推进,输电线路相关设施建设不断开展,且此时由于技术等限制,运检工作开展存在不足,这均导致架空输电线路跳闸故障数量呈现上升状态,从2012年的12起到2018年的25起,数量增加接近1倍左右。针对这一情况,该市当年对输电线路运检模式进行优化,从实际情况出发,针对以往采集的故障区域信息、故障类型等数据,有序落实鸟害治理、防雷治理及施工报备等措施,自从上述策略应用之后,跳闸故障数量得到遏制,自从2018年之后,故障数量呈现下滑趋势,但从实际来看,跳闸故障仍是一大难点。等到2020年,故障跳闸数量出现反弹现象,又再次呈现上升状态,深入分析发现,

主要原因包括以下几方面:架空输电线路里程增加;危险点、隐患点增多以及输电线路巡检智能建设持续推进,但相关人员数量不足。上述因素仍导致输电线路面临较大的运检压力。

为了解决这一问题,在2021年,该市采用文章提出的新型运检模式替代传统运检方案,借助现代化技术弥补传统方法存在的不足,通过视频监控、无人机等,更为全面采集输电线路运行信息,并借助属地感知通道状态和护线感知通道状态提供的信息,保障输电线路运检实现安全化、智能化转变。经过1年的实践,到了2022年,故障跳闸数量呈现下降趋势,且从员工角度和日常工作开展角度进行分析,故障跳闸次数下降到12次,相较以往9年发生次数来看,效果明显,从中可知,新型运检模式具备优势。

结语

综上所述,文章结合实际,以山东省某市为基础,详细探究架空输电线路新型运检模式的主要组成内容和运检流程。新运检模式的提出不仅将实现对输电线路的全面监测,也积极应用现代化技术优势优化运检过程,提高检测的准确性和实用性。尤其是与无人机技术的结合,使得原本难以触及的高空区域也能被全面覆盖,从而更全面地保障输电线路的安全稳定运行。希望本文研究,可以为电力输电线路巡检工作智能化发展提供更多参考。

参考文献:

[1] 杨小龙,袁翰青,孙辰军,等. 架空输电线路弧垂及覆冰的在线监测[J]. 哈尔滨理工大学学报,2023,28(2): 99-107.

[2] 杨东,帅力,张梁. 架空输电线路的防冰与除冰技术[J]. 电气技术与经济,2023, 43(1):96-97.

[3] 孙宏彪. 500 千伏输电线路导地线无人机自主智能巡检研究[J]. 魅力中国,2021, 17(22):353.

[4] 苏晓. 构建适应城市发展的架空输电线路运检新模式[J]. 科技视界,2021, 11(27):183-184.

[5] 毛唯物. 架空输电线路新型运检模式的研究与应用[J]. 电脑采购,2020, 24(13):28-30.

[6] 肖东宇,韩学深,曾祥峰. 小型多旋翼无人机在架空输电线路巡检应用探索[J]. 建筑工程技术与设计,2020, 8(22):2209.

[7] 凌健,余昌佳,潘灵敏,等. 基于物联网感知的智慧输电线路运检技术[J]. 湖北电力,2021,45(3):55-59.