

# 高压输电线路中的运检技术策略分析

阿吉木·艾尔肯 梁伟 周群

国网新疆电力有限公司博尔塔拉供电公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

**[摘要]** 随着社会经济的不断发展和电力需求的增加, 高压输电线路正肩负着愈发重要的任务。然而复杂多变的自然环境、线路设备的老化和损耗, 以及不可预知的事故风险, 对高压输电线路的安全运行构成了严峻挑战。为了及时发现和解决潜在问题, 提高线路的可靠性和安全性, 运检技术的不断创新和提升势在必行。深入研究高压输电线路运检技术策略, 以为电力系统的安全稳定运行提供更为科学有效的解决方案。

**[关键词]** 输电线路; 运检技术; 绝缘子

DOI: 10.33142/hst.v7i3.11706

中图分类号: TM75

文献标识码: A

## Analysis of Operation and Inspection Technology Strategies in High Voltage Transmission Lines

AJIMU Aierken, LIANG Wei, ZHOU Qun

Bortala Power Supply Company of State Grid Xinjiang Electric Power Co., Ltd., Bortala Mongolian Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

**Abstract:** With the continuous development of the social economy and the increasing demand for electricity, high-voltage transmission lines are shouldering increasingly important tasks. However, the complex and ever-changing natural environment, aging and loss of line equipment, and unpredictable accident risks pose serious challenges to the safe operation of high-voltage transmission lines. In order to timely detect and solve potential problems, improve the reliability and safety of the line, continuous innovation and improvement of operation and inspection technology are imperative. Conduct in-depth research on the operation and maintenance technology strategies of high-voltage transmission lines to provide more scientific and effective solutions for the safe and stable operation of the power system.

**Keywords:** transmission lines; operational inspection technology; insulator

### 引言

电力作为现代社会的生命线, 高压输电线路作为电力系统的重要组成部分, 稳定运行对保障电力供应的可靠性至关重要。为了确保高压输电线路安全、高效地运行, 运检工作成为电力系统管理的重要环节。运检技术的不断发展和创新对提升电力系统运行水平具有重要意义。

### 1 高压输电线路概述

高压输电线路作为电力系统的重要组成部分, 在电力能源传输中扮演着关键的角色。主要任务是将发电站产生的高压电能输送至远距离的用电地点, 以满足日益增长的电力需求<sup>[1]</sup>。高压输电线路通常由输电塔、导线、绝缘子等组成, 具有较高的电压等级, 以降低输电过程中的电能损耗。这类输电线路的运行环境常常严峻, 涉及到各种地理地貌和气象条件。因此, 高压输电线路的设计与建设需要充分考虑地理特征和气象因素确保稳定运行。在现代电力系统中, 为了提高输电效率和可靠性, 还采用了先进的监测与控制技术, 使得对线路运行状态的实时监测成为可能, 从而更好地应对不同环境条件和工作负荷。

### 2 运检技术概述

运检技术作为电力系统运行和维护的关键组成部分, 旨在提高设备的可用性、降低故障率以及确保电力系统的

安全稳定运行。该领域涵盖了多种先进的技术手段, 以有效监测、诊断和维护高压输电线路的状态。首先, 运检技术包括了定期的检查与维护工作。通过制定科学合理的巡检计划和设备维护策略, 可以定期对高压输电线路进行全面检测, 确保设备运行在良好状态, 及时发现并解决潜在问题。其次, 运用先进的在线监测与故障诊断技术, 对高压输电线路实施实时监测。通过引入高精度的传感器和数据分析算法, 系统能够在早期发现线路异常, 有助于及时采取措施, 防范故障的发生。此外, 运检技术还包括运用先进技术手段, 如机器学习和智能化设备。机器学习技术可以通过对大量历史数据的学习, 预测设备未来的运行状态, 从而制定更精准的维护计划。智能化设备的引入, 如无人机技术, 能够实现对线路的远程巡检提高工作效率。

### 3 高压输电线路运检的挑战

#### 3.1 天气和环境因素

高压输电线路运检面临的首要挑战之一是天气和环境因素的不确定性。线路所处的自然环境可能包括高温、低温、强风、暴雨等极端天气条件, 这些因素直接影响着设备的性能和可靠性。在极端天气下, 线路设备可能受到过载、过热等问题的威胁, 从而增加了潜在故障的风险。另外, 地理环境的多样性也是一个考验, 一些线路可能跨

越高山、河流等地势复杂的地区，这给运检工作带来了一定的困难。对于这些特殊地区，传统的巡检手段难以覆盖全面，需要采用更先进的技术手段，如无人机、遥感技术等，以确保全面监测线路的状态。因此，天气和环境因素对运检工作提出了高要求，需要综合考虑不同季节和地理条件下的变化，制定相应的应对策略。这可能包括合理的巡检周期安排、设备的防护措施加强，以及运用先进的监测技术来实时掌握线路的运行状况，从而更好地应对天气和环境因素带来的挑战。

### 3.2 高压输电线路的复杂性

高压输电线路的复杂性是运检工作中不可忽视的另一重要挑战。这种复杂性体现在多个方面，首先是线路本身的结构复杂性。高压输电线路通常包括众多的输电塔、导线、绝缘子等组件，这些组件的复杂排列和相互连接使得对整个系统的全面了解变得相当困难。其次，线路的长距离输电性质增加了运检的难度。线路可能跨越数百至数千公里的范围，使得传统的巡检方式难以实现全面监测。这就需要借助先进的技术手段，如遥感技术、无人机巡检等，以更高效、全面地覆盖线路的各个部分。此外，高压输电线路常处于不同电压等级下运行，每个电压等级都有其独特的工作特性和监测需求。因此，运检工作需要综合考虑不同电压等级下的各项因素，确保对线路全面而深入地了解。

### 3.3 安全和可靠性要求

安全和可靠性是高压输电线路运检的核心要求。由于高压输电线路涉及到电能的大规模传输，任何运行中的故障都可能导致严重的安全隐患和电力系统的可靠性降低。首先，安全要求着重于对线路的设备、结构和运行状态进行全面而深入的监测。确保高压输电线路的各个组件不受外部因素的损害，防范潜在的事故风险，保障电力系统的人员安全和设备完整性。其次，可靠性的要求表现为对线路运行状态的及时响应和维护。采用先进的监测技术，如实时数据分析、在线故障诊断等手段，以迅速发现潜在问题，提前预防可能的故障。这有助于减少线路的停运时间，提高电力系统的可用性和可靠性。为满足这些要求，运检工作需要借助先进的技术手段和全面的管理策略。定期的设备检修、全面的巡检计划、高效的在线监测系统，以及紧急故障响应机制，都是确保高压输电线路安全和可靠运行的关键步骤。只有在安全和可靠性的基础上，电力系统才能够持续稳定地为社会供电，满足日益增长的电力需求。

## 4 高压输电线路运检技术中的应对策略

### 4.1 定期检查与维护

定期检查与维护作为高压输电线路运检的核心策略，通过系统的、有计划的操作，旨在保障线路设备的长期可靠运行。首先，制定科学合理的巡检计划是定期检查与维护的基础，巡检计划需综合考虑线路的特性、运行环境、

设备寿命等因素，明确巡检周期、巡检路线和巡检方式。这有助于全面而高效地覆盖线路的各个关键部位，确保对整个系统的全面监测。其次，设备检测是巡检的重要环节。借助先进的检测设备，如红外热像仪、超声波检测仪等，对线路的关键组件进行非侵入性检测。这有助于发现设备的潜在问题，如电气热异常、松动、腐蚀等，为后续的维护工作提供准确的数据支持。在物理检查阶段，巡检人员需对输电塔、导线、绝缘子等进行详细而系统的检查。特别关注设备的结构完整性、外观状况、腐蚀情况等，确保设备在各种自然环境下都能正常运行。电气性能检测是保障高压输电线路正常运行的重要环节。通过测量电压、电流、绝缘电阻等参数，判断线路的电气性能是否符合设计要求。及时发现潜在的电气问题，采取相应的维护措施，有助于提高线路的可靠性。最后，定期的设备维护是定期检查与维护的关键一环。维护工作包括紧固螺栓、替换老化部件、清理绝缘子表面等。这有助于延长设备的寿命，减少故障的发生，提高电力系统的可用性。通过科学合理的巡检计划、设备检测、物理检查、电气性能检测以及维护工作，定期检查与维护策略能够全面而深入地确保高压输电线路设备的正常运行，为电力系统的安全稳定提供有力支持。

### 4.2 优化绝缘子材料的选择和更换策略

优化绝缘子材料的选择和更换策略是高压输电线路运检中的重要环节，旨在提高线路的绝缘性能，降低故障风险。这一策略需要全面考虑绝缘子材料的性能、环境条件以及设备寿命等因素。首先，绝缘子材料的选择至关重要，在面临不同环境和工作电压等级的情况下，需仔细评估不同绝缘子材料的电气性能、机械强度和耐候性等特性。高性能、耐电压、耐污秽等特点的绝缘子材料能够有效提高线路的绝缘性能，减少故障风险。此外，考虑到各类污染因素对绝缘子的影响，选择具有自洁作用的特殊涂层或材料，有助于降低绝缘子表面的污秽积聚，维护其长期稳定运行<sup>[2]</sup>。其次，制定合理的更换策略是确保线路可靠性的关键，不同类型的绝缘子材料具有不同的使用寿命和老化特性，因此，建议制定基于实际使用情况和环境条件的更换计划。通过定期的绝缘子状态评估和性能测试，及时发现老化或受损的绝缘子，有针对性地进行更换，以防范潜在的故障。在更换绝缘子时，应采用标准化的工艺流程，包括拆卸、清理、检测和安装等步骤。确保更换过程中不会对其他线路设备产生负面影响，避免引入新的问题。

### 4.3 在线监测与故障诊断

在线监测与故障诊断是高压输电线路运检的关键策略，核心目标是实现对线路运行状态的实时监测、及时故障诊断，以提高系统的可用性和可靠性。这一策略结合了先进的传感技术和数据分析手段，为运检工作注入了智能化和预测性的元素。首先，在线监测系统的建设是实现高

效运检的基础,通过在关键位置安装高精度的传感器,如电流传感器、振动传感器、温度传感器等,实时采集线路运行时的各种参数。这有助于对线路的电气性能、机械振动、温度分布等多方面进行全面监测,确保对潜在问题的及时发现。其次,数据分析与算法在在线监测与故障诊断中扮演着至关重要的角色,通过应用大数据分析、机器学习等先进技术,对传感器采集的海量数据进行实时处理和诊断,可以识别出线路中的潜在故障迹象。例如,通过监测电流波形的变化、振动的异常,系统可以提前预警可能的设备故障,使得运检人员能够采取相应的维护措施,从而避免事故的发生。在线监测系统的优势还在于能够实现线路运行状态的连续跟踪,通过建立设备的历史数据和趋势分析,可以预测设备的寿命和未来可能的故障模式,为维护计划的制定提供更为精准的依据。

#### 4.4 运用先进技术手段

在高压输电线路运检中,运用先进技术手段是提升效率和可靠性的重要战略。这涵盖了多个方面的技术应用,旨在将最新科技融入运检流程,提高对线路状态的监测和维护水平。首先,机器学习技术的应用在运检中发挥着关键作用。通过分析历史数据,机器学习模型可以学习线路的运行模式和潜在故障模式。这使得系统能够预测可能的故障,制定更加精准的维护计划,从而实现预防性维护,降低线路故障风险。其次,智能传感设备的采用也是先进技术在运检中的重要体现。具有自主诊断和通信功能的传感设备能够实现实时监测,并在发现异常时主动报警。这种智能传感技术不仅提高了对线路状态的实时感知,还降低了对人工干预的依赖,提高了运检的自动化水平<sup>[3]</sup>。此外,无人机技术在高压输电线路运检中也有广泛应用,通过搭载高分辨率摄像头和传感器的无人机,可以对线路进行快速而全面的巡检。这种方式不仅提高了巡检的效率,还能够轻松覆盖线路难以到达的地区,实现对线路全方位的监测。最后,远程监控和控制系统是先进技术在高压输电线路运检中的重要组成部分。通过建立远程监控系统,可以实现对线路设备的远程实时监测和控制。这为运检人员提供了更灵活、便捷的操作手段,能够及时响应线路状态的变化。

#### 4.5 提升技术人员水平

提升技术人员水平是高压输电线路运检中至关重要的一环,直接关系到运检工作的质量和效果。为确保技术人员具备应对复杂线路运行情况的能力,多方面的培训和发展措施应该得到重视。首先,技术人员需要具备深厚的专业知识。随着电力系统和运检技术的不断发展,持续的专业培训是必要的。培训内容应包括电气工程、高压输电

线路设计和运行原理、先进的运检技术等方面。通过不断学习新知识,技术人员能够保持对行业最新发展趋势的敏感性,更好地应对线路运行中的新问题和挑战。其次,实践经验的积累是提升技术水平的关键。在现场工作中,技术人员能够接触到各种实际情况,这有助于他们将理论知识应用到实际中。培养技术人员的实际操作技能,让他们能够灵活应对各类设备和线路状况,提高问题解决的效率。另外,团队协作和沟通能力也是技术人员必备的素养。高压输电线路运检往往需要多个岗位的人员协同工作,技术人员需要能够与其他专业人员有效沟通,共同解决复杂的技术问题。培养团队协作意识和沟通技能,有助于提高整个运检团队的综合水平。最后,随着数字化技术的普及,技术人员需要具备信息技术和数据分析的基本能力。掌握先进的软件工具和数据分析方法,能够更好地应用于在线监测、故障诊断等方面,提高运检工作的智能化水平。

#### 5 结语

高压输电线路运检是电力系统安全稳定运行的重要环节,也是保障电力供应可靠性的关键步骤。在面对复杂多变的环境和线路运行条件时,运检策略的科学合理性至关重要。定期检查与维护作为基础策略,通过有计划的巡检和设备维护,确保线路设备的正常运行,减少故障风险。优化绝缘子材料的选择和更换策略,则着眼于提升线路的绝缘性能,延长设备寿命,降低故障概率。在线监测与故障诊断策略引入了先进的传感技术和数据分析手段,实现对线路状态的实时监测和故障的早期诊断。运用先进技术手段则涵盖了机器学习、智能传感设备、无人机技术等应用,使运检工作更为智能化和高效。最后,提升技术人员水平通过专业培训、实践经验积累、团队协作能力和信息技术的应用,确保运检团队具备应对复杂情况的能力。在未来,随着科技的不断进步,高压输电线路运检策略将继续演进,更多创新技术将被引入,为电力系统的安全可靠运行提供更为全面的保障。通过不断优化运检策略,我们能够更好地应对电力需求的增长,确保电力供应始终稳定可靠。

#### 【参考文献】

- [1]张媛媛.超特高压输电线路运维管理中的问题及解决方法[J].自动化应用,2023,64(2):128-129.
  - [2]张震.高压输电线路中的运检技术策略分析[J].电子技术,2023,52(6):354-355.
  - [3]李程.特高压输电线路在线监测技术应用[J].农村电气化,2023(11):3-5.
- 作者简介:阿吉木(1994.10—),毕业院校:哈尔滨工程大学,所学专业:电气工程及其自动化,当前工作单位:国网博尔塔拉供电公司,职称级别:助理工程师。