

电力输电线路运行维护策略探析

张 琪 李晗沛

国网河南省电力公司许昌供电公司 河南 许昌 461000

摘要：电力输电线路作为电力系统的核心组成部分，其安全稳定运行对电力供应至关重要。本文通过分析输电线路的自然灾害、人为因素及设备老化等常见故障及原因，提出一系列运行维护策略，包括强化防雷保护、定期多元化巡视、加强电缆维护管理、提升智能化水平和建立健全风险防控机制等。同时，强调加强线路走廊环境保护与沟通的重要性，确保电力输电线路安全、可靠、高效运行，以保障社会经济生活的电力需求。

关键词：电力输电线路；运行维护；策略

引言：电力输电线路作为电力传输的骨干网络，其运行状况直接关系到电力系统的稳定与安全。面对自然灾害频发、人为因素干扰及设备老化等挑战，如何有效维护电力输电线路成为电力行业亟待解决的问题。本文旨在深入探析电力输电线路运行维护策略，通过综合分析与实践探索，提出切实可行的维护措施，以保障电力供应的连续性和可靠性，为社会发展提供坚实的能源保障。

1 电力输电线路的基本概述

1.1 电力输电线路的定义与分类

电力输电线路，作为电力系统中不可或缺的一环，承担着将发电厂产生的电能高效、安全地输送至变电站及最终用户的重要任务。根据铺设方式的不同，输电线路主要分为架空线路和地下电缆线路两大类。架空线路通过高耸的杆塔支撑导线，形成空中输电走廊，具有建设成本低、易于维护等优点，但易受自然环境影响。而地下电缆线路则将导线埋藏于地下，有效避免了外界环境的干扰，提升了城市美观度，但建设成本较高，维护难度也相对较大。输电线路的主要组成部分包括导线、地线（避雷线）、绝缘子、杆塔（或电缆沟）、金具等。导线负责传输电能，地线则起到防雷保护作用；绝缘子将导线与杆塔或地面隔离，确保电气绝缘；杆塔或电缆沟作为支撑结构，确保线路的稳定性；金具则用于连接和固定各部件，形成完整的输电系统。

1.2 电力输电线路的重要性

电力输电线路的重要性不言而喻。首先，它是电力系统稳定运行的关键环节。一旦输电线路发生故障，将直接导致电能传输中断，影响电力系统的整体运行稳定性和安全性。因此，保持输电线路的畅通无阻是维护电力系统稳定运行的基础。其次，电力输电线路对社会经济生活具有深远影响。电能作为现代社会不可或缺的能源之一，广泛应用于生产、生活的各个领域。从工业生

产中的自动化生产线到家庭生活中的照明、取暖、娱乐设备，都离不开电力的支持。因此，确保电力输电线路的安全可靠运行，对于促进社会经济发展、提高人民生活水平具有重要意义。

1.3 电力输电线路运行维护的基本要求

为了确保电力输电线路的安全可靠运行，必须遵循以下基本要求：（1）安全性要求。在运行维护过程中，必须始终把人员安全放在首位。采取有效的安全防护措施，确保运维人员的人身安全；同时，加强设备的安全管理，防止因设备故障引发的安全事故。（2）可靠性要求。要求电力输电线路在运行过程中具有较高的可靠性，即能够持续稳定地传输电能。这要求运维人员加强设备的巡检和维护工作，及时发现并消除潜在故障隐患；同时，制定科学合理的检修计划，确保设备的正常运行状态。（3）经济性要求。在满足安全性和可靠性的前提下，应尽可能降低运行维护成本。这要求运维人员合理规划资源使用，提高工作效率；同时，积极探索和应用新技术、新工艺和新设备，降低运行维护成本。

2 电力输电线路常见故障及原因分析

2.1 自然灾害引起的故障

（1）雷击故障及其原因分析。雷击是输电线路最常见的自然灾害之一，特别是在雷电活动频繁的地区，雷击故障的发生率更高。当雷电击中输电线路时，会产生巨大的瞬时电压和电流，导致导线熔断、绝缘子击穿或避雷器失效等严重后果。雷击故障的原因主要包括：一是线路走廊的地理环境复杂，雷电活动频繁；二是输电线路的防雷设计不够完善，如避雷线布置不合理、接地电阻偏高等；三是设备的防雷性能不足，如绝缘子抗雷击水平低、避雷器性能退化等。（2）大风、暴雨等天气对输电线路的影响。大风、暴雨等恶劣天气也会对输电线路造成严重影响。大风可能导致导线舞动、杆塔倾斜

甚至倒塌；暴雨则可能引发洪水、泥石流等自然灾害，损坏输电线路的支撑结构和绝缘子。此外，雨水和湿气还会加速金属部件的腐蚀和绝缘子的老化过程，进一步降低输电线路的可靠性^[1]。

2.2 人为因素造成的故障

(1) 施工破坏与偷盗行为。在输电线路沿线区域进行的各种施工活动，如道路建设、建筑施工等，往往会对输电线路造成破坏。施工机械的高空作业可能误碰导线，造成短路或断线；施工挖掘可能损坏电缆或杆塔基础。此外，一些不法分子为了谋取私利，会偷盗输电线路的金属部件，如塔材、导线等，导致线路无法正常运行。(2) 线路周边居民的不当行为。线路周边居民的一些不当行为也可能引发输电线路故障。例如，在输电线路下方放风筝、焚烧秸秆等，可能导致风筝线缠绕导线或火焰引发线路短路；在输电线路附近植树造林或种植高杆作物，可能随着树木生长而触碰导线，造成故障。

2.3 设备老化与设计缺陷

(1) 设备长期使用导致的老化问题。随着使用时间的推移，输电线路上的设备会逐渐老化，出现性能下降、绝缘性能减弱等问题。例如，绝缘子在长期风吹日晒下会出现裂纹、老化，导致绝缘性能下降；金具在长期受力作用下会发生疲劳断裂；导线在长期运行中会受到腐蚀和磨损，截面积减小，电阻增大。这些老化问题都会增加输电线路的故障风险。(2) 线路设计不合理引发的故障。线路设计不合理也是导致输电线路故障的重要原因之一。例如，线路走廊选择不当，可能会穿越易受雷电侵袭或风灾严重的地区；杆塔结构设计不合理，可能无法承受恶劣天气下的风力或重力作用；导线截面选择不当，可能会导致在重负荷下发热严重，加速老化过程。此外，设计过程中未充分考虑未来负荷增长和电网发展需求，也可能导致线路容量不足或接线方式不合理等问题。

3 电力输电线路运行维护策略探析

3.1 强化输电线路的防雷保护措施

(1) 防雷导线的加设与应用。防雷导线是提升输电线路防雷能力的重要手段之一。通过在输电线路的关键部位加设避雷线或耦合地线，可以有效引导雷电电流入地，降低雷电对导线的直接冲击。此外，采用具有优良防雷性能的导线材料，如高导电率、低损耗的铝包钢绞线，也能在一定程度上增强线路的防雷能力。同时，应定期对防雷导线进行检查和维护，确保其处于良好状态。(2) 重点区域的防雷策略。针对雷电活动频繁或地形复杂的区域，应制定更为严格的防雷策略。这些策

略可能包括增加避雷线的数量、采用更高级的避雷装置（如避雷针、避雷器等）、调整杆塔高度和接地电阻等。通过精细化设计和管理，可以显著降低这些区域的雷击故障率。(3) 接地电阻的控制与优化。接地电阻是影响输电线路防雷效果的重要因素。降低接地电阻可以有效减少雷电电流在入地过程中的电压降，从而减轻雷电对设备和导线的冲击。因此，应定期对输电线路的接地装置进行检查和维护，确保其接地电阻符合规范要求。同时，对于土壤电阻率较高的地区，可以采取换土、深埋接地极、添加降阻剂等措施来降低接地电阻^[2]。

3.2 定期开展多元化的巡视工作

(1) 日常巡视、故障巡视与特殊巡视的结合。巡视工作是发现和解决输电线路隐患的重要手段。应建立日常巡视、故障巡视与特殊巡视相结合的巡视体系。日常巡视应定期进行，以检查线路的运行状态和周围环境变化；故障巡视则应在发生故障后及时进行，以便快速定位故障点并采取恢复措施；特殊巡视则针对特定情况进行，如恶劣天气、重要节假日等。(2) 巡视工作的技术创新与管理创新。随着科技的不断进步，巡视工作也应不断创新。可以利用无人机、机器人等新技术进行巡视，提高工作效率和安全性；同时，还可以引入大数据、人工智能等技术对巡视数据进行深度挖掘和分析，提前发现潜在隐患。在管理方面，应建立科学的巡视计划和考核机制，确保巡视工作的质量和效率。(3) 远程巡视系统的构建与应用。远程巡视系统是输电线路智能化巡视的重要手段。通过在输电线路安装高清摄像头、传感器等设备，可以实时监测线路的运行状态和周围环境变化。运维人员可以通过远程监控平台查看巡视画面和数据，及时发现和处理问题。这不仅可以降低巡视成本和提高效率，还可以减少运维人员的工作强度和安全风险。

3.3 加强输配电线路的电缆维护与管理

(1) 警示标志的设置与管理。在电缆线路沿线设置醒目的警示标志和提示语，提醒人们注意保护电缆线路不受破坏。同时，应定期对警示标志进行检查和维护，确保其清晰可见并起到警示作用。(2) 电缆盘与设备的日常检查与维护。电缆盘和设备是电缆线路的重要组成部分，其运行状态直接影响整个电缆线路的可靠性和安全性。因此，应定期对电缆盘和设备进行检查和维护，包括检查电缆外皮是否破损、接头是否松动、设备是否运行正常等。发现问题应及时处理并记录相关信息以便后续分析和改进^[3]。(3) 施工工艺与施工质量的控制。在电缆线路的建设和改造过程中，严格控制施工工艺与

施工质量是确保电缆线路长期稳定运行的基础。首先,应选择符合国家标准电缆材料和设备,确保其质量可靠。其次,在施工过程中,应严格按照施工图纸和技术要求进行施工,避免野蛮施工和违规操作。最后,对关键施工环节应进行质量监督和检测,确保施工质量符合规范要求。同时,建立健全的施工档案和质量追溯体系,便于后续维护和管理。

3.4 提高运行维护的智能化水平

(1) 引入智能监测与预警系统。智能监测与预警系统是提升输电线路运行维护智能化水平的关键。该系统通过安装在线监测设备(如温度传感器、振动传感器、图像识别摄像头等),实时收集输电线路的运行数据和状态信息。利用大数据分析和人工智能技术对这些数据进行处理和分析,可以实现对输电线路状态的远程监控和智能诊断。一旦发现异常情况或潜在隐患,系统将自动发出预警信号,提醒运维人员及时采取措施处理。

(2) 数据记录与分析的无纸化、信息化。推动数据记录与分析的无纸化、信息化进程,可以有效提升输电线路运行维护的效率和准确性。通过建立统一的信息化管理平台,将巡视、检测、维修等各个环节产生的数据集中存储和管理。利用信息化手段对数据进行快速处理和智能分析,可以及时发现线路运行的规律和问题,为运维决策提供有力支持。同时,无纸化记录还可以减少纸质文档的使用,节约资源,符合环保要求。

(3) 新技术与新设备的引进与应用。随着科技的不断发展,新技术和新设备层出不穷。在输电线路运行维护中,应积极引进和应用新技术、新设备,提升运维水平。例如,利用无人机进行高空巡检,可以大幅提高巡检效率和安全性;利用红外热像仪进行设备温度监测,可以及时发现设备过热等异常情况;利用激光测距仪进行线路测量,可以提高测量精度和效率。这些新技术、新设备的应用将为输电线路的智能化运维提供有力保障。

3.5 建立健全的风险防控机制

(1) 风险评估与风险防控策略的构建。建立健全的风险评估与风险防控机制是确保输电线路安全稳定运行

的重要保障。通过定期对输电线路进行风险评估,识别出潜在的风险因素和安全隐患。根据风险评估结果制定相应的风险防控策略,明确防控目标和措施。同时,建立风险防控责任制和考核机制,确保各项防控措施得到有效执行和落实。

(2) 应急预案的制定与实施。制定科学合理的应急预案是应对突发事件和减少损失的重要手段。根据输电线路的特点和运行环境,制定相应的应急预案。预案应明确应急组织机构、应急响应流程、应急资源调配等内容。定期组织应急演练和培训活动,提高运维人员的应急反应能力和处置能力。在突发事件发生时迅速启动应急预案并按照流程进行处理以最大程度地减少损失和影响。

(3) 运维人员的专业培训与奖惩机制。运维人员的专业素质和能力直接关系到输电线路的运行维护水平。因此应加强对运维人员的专业培训和技能提升工作。定期组织技术讲座、实操演练等活动提高运维人员的专业知识和技能水平。同时建立健全的奖惩机制对表现突出的运维人员进行表彰和奖励;对违反规定或工作不力的运维人员进行批评和处罚以激发运维人员的工作积极性和责任心从而确保输电线路的安全稳定运行。

结束语

综上所述,电力输电线路的运行维护是确保电力系统稳定供电的关键环节。通过实施有效的防雷保护、多元化巡视、电缆维护管理、智能化水平提升及风险防控机制建设等策略,可以显著提升输电线路的安全性和可靠性。未来,随着技术的不断进步和管理的持续优化,电力输电线路的运行维护将更加高效、智能,为经济社会的发展提供更加坚实的电力支撑。

参考文献

- [1]黄忠.输电线路运行维护及故障排除技术措施分析[J].河南科技,2019(32):155-157.
- [2]张嘉文.论输电线路运行维护智能化管理的措施[J].数字通信世界,2020(04):27-28.
- [3]王晶.加强输电线路运行维护管理的措施[J].通信电源技术,2020,35(07):57-58.