

山区输电线路运维难点及巡检优化措施分析

作者：张春森

身份证号：530324199701142119

摘要：山区输电线路是区域电力输送的核心骨架，线路多穿越山林沟壑、地形复杂区域，长期受恶劣气象、复杂地质、植被遮挡等多重因素影响，运维难度远高于平原线路。相较于常规输电线路，山区线路故障突发率高、隐患隐蔽性强、巡检作业风险大，传统人工巡检模式难以适配现代化电网运维需求。本文系统梳理线路运维核心难点，剖析当前巡检工作存在的短板与不足，结合电力行业最新运维技术与实践经验，探究科学可行的巡检优化措施。旨在破解山区线路巡检效率低、隐患排查不彻底、运维安全性差等问题，提升山区输电线路运行稳定性与运维精细化水平，为山区电网安全长效运维提供理论与实践参考。

关键词：山区输电线路；线路运维；巡检难点；智能巡检；运维优化

一、引言

随着电网建设范围持续延伸，大量高压、超高压输电线路深入山区腹地，承担着偏远地区电力输送与电网互联互通的重要职能。山区地形起伏大、植被茂密、交通闭塞，叠加雷雨、覆冰、大风等复杂气象影响，输电线路易产生树障、导线破损、杆塔倾斜等病害，直接影响电网供电稳定性。

传统山区输电线路运维依赖人工徒步巡检，不仅作业强度大、安全风险高，还存在巡检盲区多、隐患排查滞后等问题。优化山区输电线路巡检模式、完善运维体系，是降低线路故障发生率、提升电网供电可靠性的关键举措，对保障山区电力稳定供应具有重要现实意义。

二、山区输电线路运维环境特征

（一）地形地貌复杂，作业条件受限

山区输电线路多沿山脊、山谷布设，杆塔点位分散、线路高差显著，多数陡峭区段无通行道路，运维车辆难以抵达。工作人员仅能徒步巡检，作业耗时久、

效率低，陡峭山体易引发坠落、滑倒等安全隐患，大幅提升了山区线路运维的作业难度与安全风险。

（二）气象环境恶劣，故障诱因多元

山区局部小气候特征突出，昼夜温差大、强对流天气频发，冬季易出现线路覆冰、凝露，夏季暴雨、大风易诱发山体滑坡等灾害。恶劣气象会持续侵蚀导线、绝缘子、金具等设备，造成绝缘老化、机械性能衰减，极易引发线路跳闸、短路、接地等故障，持续增加线路运维压力。

（三）植被覆盖密集，通道隐患突出

山区山林植被繁茂，树木生长速度快，线路通道内高杆植被易贴近导线，形成树障隐患。长期以来，树障引发的线路放电、短路跳闸是山区输电线路最频发的故障类型。同时茂密植被会遮挡线路设备，遮挡巡检视线，导致人工巡检难以发现细微破损、隐性缺陷，造成隐患长期留存。

三、山区输电线路核心运维难点

（一）人工巡检效率低下，存在大量巡检盲区

山区复杂地形极大限制了人工巡检的覆盖范围，茂密林区、悬崖峭壁、深谷河段等特殊区段，人工难以抵达巡检，形成长期巡检盲区。传统人工巡视方式在寻找发现通道树障、导线风偏隐患和地质沉降等方面显得力不从心，无法实现线路全线无死角排查。同时人工巡检受人员经验、视线、天气影响较大，细微裂纹、隐性破损等缺陷极易被遗漏，隐患排查精准度不足。

（二）隐患隐蔽性强，故障溯源治理难度大

山区输电线路隐患具备极强的隐蔽性与突发性，设备绝缘老化、杆塔基础微沉降、地线锈蚀等问题无法通过肉眼识别。故障发生后，受地形、交通、天气条件限制，运维人员难以快速到场溯源抢修，延误最佳处置时机，导致故障影响扩大，增加运维成本。

（三）运维作业风险高，应急处置能力不足

山区巡检、抢修作业多处于高空、陡坡、密林区域，作业环境复杂，存在高空坠落、山体滑坡、野生动物侵扰等多重安全风险。同时山区交通不畅，抢修物资、设备运输困难，突发故障后的应急响应速度慢。极端天气下道路封堵、通讯中断，进一步降低应急处置效率，难以快速恢复线路供电。

四、当前山区线路巡检工作现存问题

（一）巡检模式单一固化，智能化程度偏低

现阶段部分山区输电线路仍以传统人工巡检为核心模式，无人机、智能监测设备等新技术普及应用不足。巡检工作依赖人工经验，标准化、智能化水平低，无法适配山区大范围、复杂化的线路运维需求，难以实现线路状态的实时、动态管控。

（二）巡检机制不完善，运维责任落实不到位

山区线路巡检缺乏差异化、精细化的巡检机制，不同地形、不同工况线路的巡检频次、巡检标准无明确区分。常规区段与高危区段巡检频次一致，易出现高危区段巡检不足、普通区段重复巡检的问题。同时巡检台账记录不规范，隐患排查、整改、复盘闭环机制不健全，同类隐患反复出现。

（三）运维人员专业能力有待提升

山区巡检作业对人员专业技能、应急处置能力、安全防护能力要求更高，但部分基层运维人员缺乏山区复杂工况的巡检经验，对隐性缺陷识别、特殊故障处置的专业能力不足。同时常态化技能培训缺失，导致运维人员难以适配智能化巡检设备操作与新型故障处置需求。输电线路运维人员专业素养参差不齐，是制约山区电网运维质量提升的关键人为因素。

五、山区输电线路巡检优化措施

（一）构建空天地一体化智能巡检体系

依托无人机巡检、激光雷达扫描、在线监测装置，搭建空天地一体化智能巡检模式，替代传统单一人工巡检。利用无人机对山区险峻区段、密林区段开展全

覆盖巡检，搭载高清摄像头与红外设备，精准识别导线破损、绝缘子污损、树障隐患等问题。通过智能化设备弥补人工巡检短板，消除巡检盲区，全面提升巡检效率与精准度。

（二）建立差异化分级巡检机制

结合线路地形、气象条件、故障频次开展分级分类管控，将线路划分为高危、中危、常规三个等级。针对滑坡多发、覆冰严重、树障密集的高危区段，增加巡检频次，重点排查地质隐患与设备缺陷；针对常规区段落实常态化巡检。通过差异化巡检模式，合理分配运维资源，提升巡检工作的针对性与实效性。

（三）完善隐患闭环治理与台账管理

建立巡检排查、隐患登记、整改处置、复查验收的全闭环管理机制，对巡检发现的各类隐患分类建档、动态跟踪。定期清理线路通道树障，加固松动杆塔基础，及时更换老化破损设备。同时完善巡检台账，记录隐患位置、类型、整改措施与完成情况，定期复盘分析故障规律，从源头规避同类隐患重复发生。

（四）强化人员培训与应急运维建设

常态化开展山区巡检专业技能培训，重点强化智能设备操作、隐性隐患识别、极端天气应急处置等技能训练，提升运维人员综合业务能力。同时完善山区应急运维体系，提前储备抢修物资，优化物资运输通道，制定暴雨、覆冰、滑坡等极端场景的应急方案，缩短故障处置时长，保障线路快速恢复供电。

六、结语

山区输电线路受地形、气象、植被等多重因素制约，存在运维难度大、巡检盲区多、隐患隐蔽性强、应急处置难等突出问题，传统人工巡检模式已无法适配现代化运维需求。为提升山区电网运维质量，需打破传统巡检局限，依托智能化技术构建一体化巡检体系，建立差异化分级巡检与隐患闭环治理机制，强化人员能力与应急保障建设，有效降低线路故障发生率，切实保障山区电网安全稳定长效运行。

参考文献

- [1] 姚磊,马立博,杜觉晓. 立体巡检+集中监控模式在山区输电线路运检中的应用[J]. 农村电气化,2025(08):19-22.
- [2] 田磊. 高压输电线路运检工作技术难点与应对方法[J]. 水电水利,2025(11):78-81.
- [3] 朱玮,蒋晓磊. 复杂山区环境下输电线路运维风险防控研究[J]. 电力设备管理,2024(15):102-104.
- [4] 周雪婧,陆璐. 气象因素对山区高压输电线路运维的影响及优化策略[J]. 电力与能源进展,2025(05):249-253.