

高海拔地区配电网通道治理的生态化策略研究

肖丁文 卫志强 洛桑朗杰 达娃卓玛 罗 雯

国网西藏电力有限公司经济技术研究院 西藏 拉萨 850000

摘 要：高海拔地区，特别是西藏等生态脆弱区域，在配电网通道治理过程中面临着保障电力输送安全与保护生态环境的双重挑战。本文通过分析当前配电网通道治理中存在的问题，提出了一系列生态化治理策略，包括科学合理的灌木修剪方案、有效的植被恢复策略，以及多部门协作和生态补偿机制。旨在实现配电网运维安全与高原生态保护的和谐统一，为高海拔地区配电网的可持续发展提供理论支持和实践指导。

关键词：高海拔地区；配电网通道治理；生态保护；生态治理；植被恢复

引言：随着全球能源需求的增长和电力基础设施的不断扩展，高海拔地区的配电网建设日益重要。在配电网通道治理过程中，如何平衡电力输送安全与生态环境保护成为亟待解决的问题。因此，研究高海拔地区配电网通道治理的生态化策略具有重要的现实意义。

1 高海拔地区配电网通道治理现状分析

1.1 通道治理的必要性

高海拔地区配电网通道内的树木和易燃物对电网安全运行构成严重威胁。树木生长可能导致线路短路、放电等故障，影响电力供应的稳定性和可靠性。同时，易燃物在干燥、大风、雷击等恶劣天气条件下容易引发火灾，威胁电网设施的安全。例如，在西藏部分山区，树木迅速生长并搭接在线路上，遇到恶劣天气时，树枝触碰线路导致跳闸事故频发。因此，定期对通道内的灌木进行治理是保障配电网安全稳定运行的必要措施。

1.2 现有治理方式及存在的问题

目前，高海拔地区配电网通道治理主要采用人工砍伐树木和清理易燃物的方式。在树木清理方面，通常采取直接砍伐靠近线路的树木，这种方式虽然能迅速消除安全隐患，但对生态环境具有较大的破坏性。藏区生态脆弱，大量砍伐树木可能导致水土流失加剧、生物多样性减少等问题。对于易燃物的处理，主要采用焚烧或集中清运的方式。焚烧会造成空气污染，且在高海拔地区难以控制，易引发更大范围的火灾；集中清运则需消耗大量人力、物力和财力，且在一些交通不便的地区难以及时实施。

1.3 通道治理面临的挑战

1.3.1 树木生长的威胁

尽管高海拔地区树木生长相对缓慢，但其仍对配电网安全运行构成威胁。随着树木生长，树枝可能逐渐接近或触碰配电网线路，在恶劣天气条件下引发线路短

路、跳闸等故障。此外，高大乔木的根系可能破坏配电网杆塔基础，增加倒杆等风险事故。

1.3.2 易燃物引发的安全隐患

高海拔地区植被以灌木为主，其中不乏易燃物种。在干燥季节，这些灌木一旦遇到火源极易引发大面积火灾，对配电网设施和周边生态环境造成严重破坏。同时，高海拔地区地形复杂、人员密度小，火灾发现和救援难度大，火势难以控制^[1]。

1.3.3 生态环境的治理难题

高海拔地区生态环境脆弱，植被生长缓慢，自我修复能力差。在配电网通道治理过程中，传统的树木清理和易燃物处理方式会对生态环境造成不可逆转的破坏，如水土流失加剧、生物多样性减少等，焚烧易燃物还会产生大量有害气体，污染空气并破坏土壤结构。

2 西藏生态保护需求分析

2.1 生态地位的重要性

西藏地处青藏高原，是我国重要的生态安全屏障，被誉为“地球第三极”和“亚洲水塔”。这里是众多大江大河的发源地，如长江、黄河、雅鲁藏布江等，西藏拥有除南北极之外最丰富的冰川资源，是巨大的固体水库，高原上星罗棋布的湖泊也是重要的淡水资源储备，这些冰川和湖泊对调节河流径流、维持下游地区的水资源供应至关重要，同时其独特的地形和气候深刻影响着区域乃至全球的水循环过程，是亚洲季风系统的重要驱动力之一；西藏拥有丰富的生物多样性，因其高海拔、强辐射、低温缺氧等极端环境，西藏孕育了大量独特的、适应高原环境的野生动植物物种，如藏羚羊、野牦牛、藏野驴、黑颈鹤、雪豹、冬虫夏草、多种高山花卉等。在涵养水源、保持水土、防风固沙、维护生物多样性等方面发挥着关键作用，对于维护中国西部乃至全国的生态安全格局至关重要，所以保护好西藏的生态环

境，是对于维护全球生态平衡和保障国家生态安全具有不可替代的作用。

2.2 政策法规对生态保护的要求

我国政府高度重视西藏的生态保护工作，出台了一系列严格的政策法规。要坚持生态保护第一，筑牢生态安全屏障，持续改善生态环境质量，积极应对气候变化，强化环境风险防控，推动绿色低碳发展，提升监测监管能力，构建现代环境治理体系，推进新时代生态文明建设。依据政策要求，所有开发活动须严格遵循以下核心原则：

（1）生态优先刚性约束：任何工程必须服从生态保护红线、环境质量底线和资源利用上线管控；（2）系统性屏障修复：重点强化冰川、冻土、江河源区及高原湖泊生态系统的整体保护与修复；（3）风险源头防控：严控开发强度，禁止生态敏感区无序建设，落实生物多样性保护举措；（4）绿色低碳闭环：项目实施需同步规划生态修复措施，确保资源节约与环境影响最小化^[2]。

2.3 生态保护与民生改善的关系

良好的生态环境是当地居民生存发展的根基，保护生态能推动旅游业等绿色产业发展，为居民创造更多就业与增收机会，还能保障水资源、粮食安全，提升生活质量。一方面，严格保护冰川、湿地、草原等生态系统，能直接为农牧民提供清洁水源、畜牧草场和耕地资源；生物多样性保护促进藏药材、特色农畜产品等生态产业发展，形成可持续增收途径。另一方面，加强水源地保护，杜绝污染开发，保障农牧区安全饮水，解决水源性公共卫生问题；维护冻土带、防治荒漠化，稳定青稞种植带，筑牢粮食安全根基。因此，配电网通道治理中，平衡生态保护与运维安全，就是守护生态以保障居民生存与发展权。项目设计优先采用生态化施工技术，减少草场破坏；运营阶段通过智能化监测降低干扰，形成“生态安全-电力保障-民生改善”的良性循环，推动当地经济社会可持续发展与民生改善。

3 生态化治理策略体系

3.1 灌木修剪方案

3.1.1 修剪原则

一是安全优先原则：严守电力设施保护区。灌木修剪首要保障配电网安全运行。电力设施保护区（如架空线路边线外延伸10-30米范围）禁种高大乔木或深根系灌木，仅可栽植低矮花灌木（如金露梅、沙棘），确保自然生长高度与导线垂直距离达安全限值（如10kV线路 ≥ 1.5米，220kV线路 ≥ 5米）。新建线路穿越林区，依法砍伐规定宽度通道（如110kV线路通道宽度 ≥ 25米），通道内禁新植树木，仅保留草坪或低矮灌木。

二是生态适应性原则：尊重高原脆弱环境。以生态保护为核心，减少过度修剪，遵循灌木生长规律，采用科学方法。修剪或补植选用耐寒、耐旱、浅根系乡土灌木（如红柳、垫状杜鹃），维持自然分枝形态，避免过度人工造型。施工前后做好草皮养护，确保成活率；生态敏感区采用“轻修疏剪”，保留枯枝；老化灌丛分批次轮替修剪；注重保护灌木生态功能，维护当地生态系统稳定。

三是技术规范原则：标准化修剪与防护。依据不同地区地理环境、气候条件及灌木种类、生长状况制定个性化修剪方案。分层控高修剪注意防风结构，对易倒伏灌木截顶促侧枝。不同电压等级有相应动态调整修剪高度标准^[3]。

电压等级动态调整修剪高度如表所示

电压等级	水平安全距离	垂直安全距离
10kV	≥ 1.5m	≥ 1.5m
220kV	≥ 5m	≥ 5m
500kV	≥ 6m	≥ 6m

3.1.2 修剪时间

藏区灌木修剪需统筹高原生态规律、电力安全要求及政策规范。冬季是多数灌木适宜修剪时间。春季5月初冻土消融、灌木萌芽，可控制新生枝方向；6月雨季前完成修剪，减少伤口感染风险，避开虫害高发期。生长期（7-8月）动态监测，对速生灌木即时修剪；强降雨后48小时内排查易倒伏灌木。秋季9月疏剪过密枝、病弱枝，增强抗风雪能力；切口涂抹愈合剂防冻裂；10月底前结束作业，避免剪口冻伤及土壤硬化。

特殊场景修剪时限：紧急清障全年即时响应，自然灾害后依据《电力法》第53条立即砍伐并报备林业部门（30日内完成备案）；故障预防性砍伐，当灌木与导线距离不足安全值50%，无论季节即刻修剪；新线路投运前强制清理，施工完成后1个月内清除保护区内高危灌木，确保通道宽度达标（如500kV线路通道 ≥ 20米）。

3.1.3 修剪方法

一是疏剪：去除过密、交叉、重叠、枯萎枝条，改善通风透光条件，促进生长。注意保留主干枝条，避免过度修剪。二是短截：剪短枝条，去除顶端优势，刺激侧芽萌发，增加横向面积。根据灌木种类、生长情况、海拔、气候等因素确定短截程度，生长旺盛的可重剪，生长弱的应轻剪。三是整形修剪：结合配电网通道实际情况和景观要求，使灌木形成规则形状，如矩形、球形等。注意保持自然形态，避免不可逆转损伤。四是修剪后的处理：及时清理修剪后的枝条，可利用的回收制作有机肥料或燃料，无法利用的按环保要求处理；对修剪

后的灌木适当养护,如浇水、施肥;制定计划定期检查恢复情况,确保存活率。

3.2 植被恢复策略

3.2.1 物种选择

植被恢复优先选择本土植物。本土植物适应藏区环境,适应和抵抗能力强,能快速生长繁殖,避免外来物种入侵,维护生态系统完整性和稳定性。如可选择金露梅、银露梅、高山柳、沙棘等本地灌木物种;除考虑适应性外,兼顾生态功能。优先选择具有保持水土、涵养水源、提供栖息地等功能的植物,促进生态系统自我形成和改善。

3.2.2 恢复方式

在生态环境破坏较轻、自然条件较好的区域,通过封禁保护,减少人为干扰,让生态系统自我修复。成本低,能保留自然性和原始性,但恢复过程慢,在藏区需较长时间见效果;对生态环境破坏严重、自然恢复困难的区域,采取人工播种和种植、定期施肥、按时浇水等措施。因地制宜选择栽植品种,注意种植密度和方式,做好后期管理和养护,及时除草、防虫、防病。

3.2.3 恢复时间与进度安排

植被恢复是长期过程,藏区特殊环境使恢复时间更长。配电网通道治理完成后应尽快启动植被恢复工作。恢复初期注重植被生长状况和存活率,加强养护管理;植物生长后根据情况调整管理措施。将恢复过程分为短期、中期和长期,制定详细计划,划分时间节点,定期监测评估恢复效果,及时调整计划安排。

4 生态化治理的协同机制

4.1 信息共享与沟通

建立配电网运维与生态保护部门间的信息共享与沟通渠道。在灌木修剪前中后期,运维部门及时向生态保护部门反馈修剪方案,涵盖时间、地点、面积、方法等;生态保护部门则提供植被相关的技术指导与专业建议。通过搭建信息共享平台,加强双向沟通,实现协同合作,避免信息不畅,提升双方工作效率,确保灌木修剪与生态保护工作有序推进。

4.2 时间与空间的协调

从时间上,合理规划植被修剪与恢复时间节点,避免同时大规模开展工作,减轻生态负担。如冬季修剪草灌,春季植被恢复,利用季节优势让生态系统自我调整。空间上,结合配电网通道实际,科学划分修剪与恢复区域。敏感区域优先自然恢复,减少人工干预;隐患大区域优先修剪。通过时空结合,实现草灌修剪与植被恢复科学有序,保障生态平衡。

4.3 技术融合与创新

融合创新草灌修剪与植被恢复技术。修剪后的草灌粉碎再利用,混入土壤改良剂覆盖地表提升有机质、激活种子库;保留健康果实枝条收集种子补播退化区;通道外围轮作药材,修剪灌丛提供环境提高产量、增加牧民收入^[4]。同时,探索新技术的运用,如用无人机巡视采集数据、采用生物技术促进植被生长,减少对灌木植被的影响,降低生态系统恢复压力。

4.4 建立多部门协作机制

配电网通道治理涉及电力、林草、环保等多部门,需建立协作机制。电力部门明确治理目标,负责通道安全运维;林草部门在修剪、恢复、选种、栽植、养护等方面提供技术支持;环保部门监督治理对生态的影响,确保符合环保要求。各部门通过信息共享、协同决策,实现通道治理与生态保护有机结合,保障治理工作高效、科学、持续开展。

4.5 引入生态补偿机制

为平衡配电网运维企业与生态保护利益,引入生态补偿机制。电力企业通道治理破坏生态环境时,建立合理补偿机制,资金用于植被恢复、养护、监测等保护工作。该机制激励电力企业积极参与生态化通道治理,推动经济效益与生态效益双赢。通过此机制,可将灌木修剪从“被动”变“主动”,实现海拔4500米以上区域修剪废弃物零外运、生态修复自循环,为高寒地区基建生态管理提供范例。

结束语

高海拔地区配电网通道治理的生态化策略研究,立足西藏等生态脆弱区域实际,直面保障电力输送安全与保护生态环境的双重挑战。通过剖析现状、明确生态保护需求,构建了涵盖灌木修剪、植被恢复及协同机制的全面策略体系。有助于实现生态安全、电力保障与民生改善的和谐统一,助力当地经济社会迈向绿色、可持续的高质量发展之路。

参考文献

- [1]李万智,白小奇,施念等.考虑储能可靠性的高海拔地区变电站站用储能配置研究[J].能源与环保,2020,42(12):130-136.
- [2]唐榕,韩秀芳.高海拔地区电气设计在西藏某变电站中的应用[J].小水电,2020,(06):21-23.
- [3]尼平,张永华,达娃伦珠,等.高海拔重雷区配电网综合防雷研究[J].电气应用,2022,41(5):23-27.
- [4]蒋礼清,杨金东,杨延军,等.高海拔偏远地区农村电网电压质量问题分析[J].湖南电力,2022,42(3):13-19.