

Research on the ecological restoration technology of the transmission line corridor under the green power grid guidance

Zhifang Liao

Huaneng Guangxi Clean Energy Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract

Under the background of “double carbon” strategy, the construction of green grid has become an important direction for the transformation and upgrading of China’s power system. As an important part of the power grid, the transmission line inevitably causes disturbance and damage to the ecological environment in the process of construction and operation. The traditional route construction mode has obvious impact on vegetation, soil and water, wildlife habitat, etc., so it is urgent to explore scientific and efficient ecological restoration technology from the perspective of ecological sustainable development. Corridor system analysis based on the concept of green grid development, the main types and causes, summarizes the domestic and foreign application of present situation and development trend, mainly discusses the landform restoration, vegetation restoration, slope stability, ecological landscape reconstruction key technology path, put forward more professional integration, technical coordination and management innovation of the combination of ecological restoration system strategy.

Keywords

green grid; transmission line; ecological restoration; corridor management; environmental protection; technology integration

绿色电网导向下的输电线路走廊生态恢复技术研究

廖志方

华能广西清洁能源有限公司，中国 · 广西 南宁 530000

摘 要

在“双碳”战略背景下，绿色电网建设日益成为我国电力系统转型升级的重要方向。输电线路作为电网的重要组成部分，其走廊区域在建设运行过程中不可避免地会对生态环境造成扰动和破坏。传统的线路建设方式对植被、水土、野生动物栖息地等带来明显影响，亟需从生态可持续发展的角度出发，探索科学高效的生态恢复技术。本文基于绿色电网发展理念，系统分析输电线路走廊生态受损的主要类型及成因，归纳国内外相关技术应用现状与发展趋势，重点探讨了地形地貌修复、植被恢复、边坡稳定、生态景观重构等关键技术路径，提出多专业融合、技术协同与管理创新相结合的生态恢复系统策略。

关键词

绿色电网；输电线路；生态恢复；走廊管理；环境保护；技术集成

1 引言

电力系统的持续扩展和高压输电网络的跨区域建设，使得输电线路走廊对自然生态的干扰日益加剧。作为长距离、高占地的线性工程，输电走廊穿越山地、农田、林地、湿地等多种生态类型区域，对地表植被、地貌结构、水文循环及生物栖息环境等造成不同程度的扰动。尽管现有的环保政策对输电工程的生态影响设定了明确限制，但在实际工程实施过程中，由于建设工艺落后、生态意识不足、管理机制不健全等问题，生态破坏现象仍普遍存在。

绿色电网不仅是一种技术理念，更是一种系统工程，其本质在于实现能源传输的高效、低碳、可持续发展。作为电网工程的重要载体，输电线路走廊的绿色化建设已成为落实生态文明建设与能源战略目标的关键一环。因此，如何在保障输电线路安全稳定运行的同时，科学恢复其沿线生态功能，已成为亟须解决的现实问题。本文将围绕绿色电网导向下的输电线路生态恢复展开系统性研究，综合生态学、工程学、环境科学等多学科理论，提出适用于不同区域、不同生态类型的综合恢复策略，力求为行业提供理论支撑和技术路径。

【作者简介】廖志方（1970–），男，中国江西萍乡人，本科，工程师，从事新能源工程建设研究。

2 输电线路走廊生态破坏现状与特征分析

2.1 典型生态破坏类型

在输电线路建设与运行过程中，常常涉及大范围的施工活动，如清障、场地平整、基础开挖、塔基建设、线路架设及后期运维管理等，这些工程操作直接或间接引发了多种类型的生态破坏。首先，在施工前的清障环节中，原有的地表植被常被大面积铲除，尤其是在林地、草原或灌丛覆盖区域，原有的生态覆盖遭受严重破坏，造成地表生态屏障功能削弱。其次，基础施工过程常导致地表土壤被扰动和压实，土壤结构遭到破坏，透水性降低，土壤微生物环境失衡，进而影响植物再生和生态系统的自我恢复能力。

在地形复杂的山区地带，线路建设常需开山修路、爆破、挖方填方等工程操作，这不仅加剧地质结构的扰动，还可能诱发滑坡、崩塌等地质灾害，严重者可导致周边生态系统结构发生根本性变化。同时，裸露的地表在雨水冲刷作用下极易发生水土流失，形成坡面沟蚀或断面塌陷，对下游水体也可能造成泥沙淤积与水质污染风险。

在湿地、河谷等生态敏感区域，输电线路施工过程中可能涉及对水系的改道、填埋、围堰等活动，破坏原有的水体连通性与水文过程，导致水质下降、水体富营养化、栖息地破碎化等问题。这不仅威胁水生生物生存，也对依赖湿地的鸟类、两栖类和昆虫种群造成生境压缩，最终导致生物多样性下降。

此外，在输电线路长期运行阶段，为保障线路安全与功能正常，运维单位需定期巡检、清障、维修，这些持续性的活动在局部区域形成反复扰动。巡线路径的固定化可能引起“人为踩踏带”现象，使得沿线的生态系统长期处于干扰状态，难以恢复。由于我国不同区域在自然地理特征、生态系统类型及气候条件等方面差异较大，生态破坏的具体类型与表现形式也各不相同，但总体而言，其共性在于生态完整性降低、生物多样性减少以及生态系统稳定性减弱。

2.2 生态破坏的形成机制分析

输电线路建设所导致的生态破坏，从根本上说，是工程活动与自然生态系统之间相互关系失衡的体现。这种失衡并非单一因素造成，而是多重要素交织作用的结果。首先，工程建设活动本身具有极强的空间物理扰动性，无论是塔基开挖、道路施工，还是材料运输与机械作业，都会对地表系统产生直接破坏。一旦干扰原有的生态结构与功能，若没有及时有效的生态补偿与恢复，极易造成生态链断裂或功能退化。

其次，在许多项目实施过程中，生态保护措施未被充分纳入施工管理体系。一些建设单位为压缩工期、节约成本，忽视了生态敏感区避让、临时设施合理布设与生态恢复时序安排，导致生态环境在短时间内受到集中性破坏。即使部分项目在环评阶段提出了保护方案，但由于缺乏强有力的监督与问责机制，这些措施往往难以真正落地执行。

再次，在生态修复技术和手段方面，目前尚存在一定滞后性。许多修复工作仍停留在简单的植被补种、地表覆盖等层面，缺乏系统性设计与本地化适应性。例如，未充分考虑原生植被类型、土壤基质、区域水文条件等因素，使得修复植物成活率低、生态功能恢复不全。此外，缺乏长期生态监测和修复绩效评估，也限制了修复工作的持续优化。

另外，不合理的选线设计和施工组织方式也是加剧生态破坏的诱因之一。部分项目在初期选线阶段未充分考虑避让生态敏感区域，甚至穿越自然保护区、水源保护区、重要生物廊道等生态高敏区，造成不可逆转的生态损害。而施工组织的不合理，如大规模集中作业、随意弃土弃渣等行为，也进一步放大了生态影响范围。

2.3 生态影响的空间分布特征

输电线路生态破坏具有显著的空间分异特征，这种分布差异不仅受区域自然地理条件影响，也与土地利用类型、生态系统结构以及线路密度等因素密切相关。总体而言，输电走廊的生态影响可划分为山区型、平原农业型与林区型三类典型空间分布格局。

在山区地区，输电工程通常需要穿越坡度较大、地质结构松散的山体，工程活动极易诱发滑坡、崩塌等地质灾害，水土流失成为主要生态问题。山地裸露区域扩大，土壤退化和坡面植被破坏共同导致生态系统稳定性下降。在降雨强度大的季风区，这种负面效应尤为明显，形成“建一段，坏一片”的局部生态风险。

在平原农业区，线路建设多涉及耕地占用与农业生产空间的割裂，塔基设置及临时道路往往造成耕地破碎化，影响农业耕作的连续性。同时，机械碾压与施工扰动也可能引发土壤板结、地力下降等问题，削弱农田生态功能与生产能力。

在森林覆盖率较高的林区，输电线路建设则容易形成“绿色屏障破口”。清障作业破坏林带连续性，不仅造成森林面积减少，还切断野生动物的迁徙通道，影响物种间的生态联系与基因流动，进而引发局部生物多样性下降。此外，部分区域因线路密集、建设频繁，生态压力在空间上形成“重叠干扰带”，这种叠加效应使得区域生态系统面临更严峻的退化风险。

因此，准确识别不同区域的生态破坏类型及其空间分布特征，对于科学制定生态保护与恢复策略、实现差异化生态治理具有重要意义。以空间信息技术为支撑，结合生态敏感性评估与线路选址优化，可有效提升输电工程生态管理的精细化水平 [1]。

3 绿色电网背景下生态恢复的理论基础

3.1 绿色发展理念与生态恢复目标融合

绿色发展理念强调资源节约、环境友好与生态优先，其核心是推动经济社会发展方式的系统转型。将绿色理念融

入输电线路生态恢复工作,意味着在恢复过程中不仅要追求生态功能重建,更应关注生态质量提升与景观协调发展,进而实现人与自然和谐共生。生态恢复目标的设定需兼顾工程安全、生态完整与社会接受度,注重系统性、长期性与可持续性。

3.2 生态系统服务功能重建理论

生态恢复的最终目的是恢复生态系统的服务能力,包括水源涵养、土壤保持、物种栖息、生物多样性保护等。输电走廊的生态恢复不仅是对破坏区域的物理修复,更应以生态系统功能重构为核心导向。通过选用本地适生植物种类、优化植被配置、构建生态过渡带等手段,可实现生态系统服务功能的逐步重建与自然演替过程的良性循环[2]。

3.3 多学科融合与系统工程思想的引入

生态恢复过程涉及植物学、土壤学、水文地质学、工程地质学等多个学科领域,需统筹规划、综合施策。系统工程方法可有效整合资源配置、技术应用与管理机制,提升恢复方案的科学性与实施效率。通过构建分区分类、分级管控、动态调整的技术体系,可确保生态恢复项目的全生命周期管理与持续性改进。

4 输电线路生态恢复关键技术路径探索

4.1 地貌整形与边坡稳定技术

地形恢复是生态修复的前置环节,关系到水文过程、土壤结构及植被生长条件的构建。常用技术包括削坡整平、筑坝截水、复垦覆土与岩体锚固等。边坡地区则需根据稳定性分析结果,采用格构植生、抗滑桩、土工格栅等手段提高结构安全性。应结合生态工程理念,在稳定边坡基础上通过植被覆盖促进生态功能恢复,形成工程—生态双重防护体系。

4.2 植被恢复与物种选择策略

植被恢复是生态修复的核心环节。应优先选择本地乡土植物,以确保适应性与生态协调性;在种植方式上采用播撒与栽植相结合的手段,构建多层次、多功能的植物群落结构。同时,需充分考虑物种的抗逆性、景观效果与生态功能,实现草本与灌木、速生与慢生、深根与浅根植物的科学配置。部分地区还可通过人工辅助群落演替,引导生态系统向稳定状态演进[3]。

4.3 生态廊道与动物迁徙通道设计

输电线路走廊常对动物迁徙路径造成干扰,生态廊道建设是恢复生物完整性的有效手段。可在跨越山脊、水体与公路的节点设置生态桥梁、涵洞等设施,为野生动物提供安

全通行通道。此外,通过构建植被连续带、灌丛通道等方式,增强生物通道连通性,减少人为屏障效应。生态廊道的选址与设计应结合地形条件与目标物种活动规律,确保实效性。

5 生态恢复的技术集成与管理机制建设

5.1 多技术融合的系统构建策略

输电走廊生态恢复不能依赖单一技术手段,而需综合水土保持、边坡工程、景观设计与生态学措施,通过技术集成实现整体效果最优。构建标准化、模块化的恢复技术体系,有助于不同区域间经验的复制与推广。同时,应强化技术储备库与案例资源平台建设,为不同类型工程提供可借鉴的模板与指南。

5.2 生态修复全生命周期管理机制

生态恢复不仅是建设期的任务,更需长期管护与效果评估。应在项目前期引入生态影响预测与方案模拟工具,中期落实进度监测与技术调整机制,后期建立覆盖修复效果、物种演替、社会反馈等维度的综合评估体系。通过数字化管理平台,实现数据采集、可视分析与预警联动,为恢复工作提供智能化支持[4]。

6 结语

输电线路走廊生态恢复作为绿色电网建设的重要组成部分,正逐步从辅助性工程环节走向核心功能板块。在绿色发展理念引领下,其技术体系与管理方式正由传统的单一修复转向系统性、多元化生态重构。本文系统梳理了输电线路生态破坏的类型与成因,构建了基于绿色导向的生态恢复理论框架,重点探讨了地形修复、植被重建、动物通道构建等关键技术路径,并提出多技术融合与全周期管理的系统策略。

未来研究应进一步聚焦区域差异性恢复技术优化、恢复成效的量化评估模型构建、生态系统服务功能提升的技术路径深化。同时,也应推动恢复标准的统一化建设与政策机制完善,为我国绿色电网建设提供更加坚实的生态支撑与技术保障。

参考文献

- [1] 李岚峰.绿色之网:彰显现代文明电网特色[N].华北电力报,2011-01-06(001).
- [2] 李岚峰.绿色奥运绿色电网[J].国家电网,2008,(09):42-43.
- [3] 杜舒舒.华东电网公司长三角区域发展战略研究[D].复旦大学,2008.
- [4] 唐忠良.我国电网产业发展的财税支持研究[D].武汉大学,2016.