

国土空间生态修复工程的技术创新研究

张然

秦皇岛荣丰工程技术有限公司，河北 秦皇岛 066000

[摘要]随着生态文明建设的不断深入，国土空间生态修复已成为推动高质量发展和实现可持续发展的重要途径。然而，传统修复模式存在技术单一、系统性不足和生态效益不显著等问题，无法满足新时代国土空间治理的实际需求。为此，文中以技术创新为研究视角，从工程实践出发，探讨国土空间生态修复工程的技术创新路径。研究认为，基于系统性思维的修复理念、数字化与智能化技术的应用以及绿色低碳技术的推广，是推动国土空间生态修复实现高效、可持续发展的关键。通过构建多元技术协同创新体系，不仅能够提升生态修复的科学性和可操作性，还能在保障生态安全、提升环境质量和促进社会经济协调发展方面发挥积极作用。文中的研究为今后国土空间生态修复工程的理论完善与实践探索提供了重要参考。

[关键词]国土空间；生态修复；技术创新；绿色发展；可持续性

DOI: 10.33142/ect.v3i11.18365 中图分类号: X171.4 文献标识码: A

Research on Technological Innovation of National Land Space Ecological Restoration Project

ZHANG Ran

Qinhuangdao Rongfeng Engineering Technology Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei, 066000, China

Abstract: With the continuous deepening of ecological civilization construction, ecological restoration of national territory has become an important way to promote high-quality development and achieve sustainable development. However, traditional restoration models have problems such as single technology, insufficient systematicity, and insignificant ecological benefits, which cannot meet the practical needs of land and space governance in the new era. Therefore, the article takes technological innovation as the research perspective and explores the technological innovation path of national spatial ecological restoration engineering from the perspective of engineering practice. Research suggests that the restoration concept based on systematic thinking, the application of digital and intelligent technologies, and the promotion of green and low-carbon technologies are key factors in promoting efficient and sustainable development of national spatial ecological restoration. By building a diversified technology collaborative innovation system, not only can the scientificity and operability of ecological restoration be enhanced, but it can also play a positive role in ensuring ecological security, improving environmental quality, and promoting coordinated socio-economic development. The research in the article provides important references for the theoretical improvement and practical exploration of future national spatial ecological restoration projects.

Keywords: national land space; ecological restoration; technological innovation; green development; sustainability

引言

国土空间是经济社会发展和生态文明建设的基本载体，也是人类赖以生存的根本空间。近年来，随着城市化进程的加快和工业化规模的扩大，土地退化、水土流失、生物多样性减少等生态环境问题日益突出，严重制约了区域生态安全与社会经济的可持续发展。为应对这些挑战，国家高度重视国土空间生态修复工作，将其作为实现“双碳”目标和构建人与自然和谐共生格局的重要战略举措。然而，目前的生态修复工程在实施过程中仍存在技术手段

单一、系统整合不足以及长期效益不显著等问题，亟需通过技术创新予以突破。数字化、智能化和绿色低碳等新兴技术的快速发展，为国土空间生态修复提供了新的机遇和手段。本文旨在系统探讨国土空间生态修复工程中的技术创新路径，分析其应用前景与现实挑战，以期为相关领域提供理论支持和实践指导。

1 国土空间生态修复的内涵与发展需求

1.1 国土空间生态修复的基本内涵

国土空间生态修复是指在自然过程与人工干预的共

同作用下,通过系统性治理与生态工程措施,恢复受损生态系统的结构与功能,提升生态服务能力。其核心目标不仅在于修复表层环境,更在于重建生态系统的自我调节能力和可持续发展潜力。

1.2 生态修复工程的主要任务与方向

生态修复工程的主要任务包括治理土地退化、水土流失与矿山生态破坏,修复湿地与河流生态系统,改善生物多样性与生态服务功能等。当前的发展方向逐渐从单一问题治理转向区域整体系统修复,强调自然恢复与工程措施的有机结合。

1.3 发展需求的现实背景

我国正处于经济转型与生态文明建设的重要时期,生态修复不仅是环境保护的需要,也是落实国家战略、促进社会经济协调发展的必要选择。因此,探索更加高效、低碳和可持续的技术路径,是国土空间生态修复工程发展的必然需求。

2 传统生态修复模式的局限性分析

2.1 修复手段单一化问题

在长期的生态修复实践中,许多工程过度依赖单一技术路径,例如通过种植耐旱植物实现绿化,或仅采用土壤改良剂改善土质。这些方法在短时间内确实能够带来一定的景观改善或表层生态功能恢复,但缺乏系统性与综合性,难以应对复杂多变的生态环境需求。生态系统是由土壤、水体、植被与生物群落相互作用构成的整体,仅靠单一手段往往忽略了系统内部的循环与调节机制,导致修复结果不稳定。当外部条件发生变化,如气候波动或人为干扰时,单一修复措施很容易失效,甚至出现二次退化。长期来看,这种“头痛医头”的修复模式无法显著提升生态系统的整体健康水平。

2.2 系统整合与长期效益不足

在许多修复工程的实践中,往往倾向于以短期成效作为主要目标,例如通过种植草坪或栽种景观植物来迅速改善视觉效果,使项目在短时间内呈现“焕然一新”的景象。然而,这类以表层植被覆盖为核心的“表面修复”,并未触及生态系统功能恢复的深层次需求。真正的生态修复不仅包括外在景观的改善,更在于水土保持、土壤质量提升、生物多样性恢复及能量循环的优化。如果忽视这些系统性要素,生态系统在外部环境变化或人为干扰下极易再次退化,无法保证长期稳定性。短期的修复看似有效,却可能掩盖深层问题,延缓真正的生态安全建设。

2.3 管理与技术应用水平的不足

在生态修复的实际推进中,不少项目存在规划不科学、

实施缺乏长远视角的问题。部分工程在前期设计阶段忽视了生态系统的整体性和复杂性,导致修复目标设定笼统,措施缺乏针对性。与此同时,动态管理机制的缺失,使得修复过程无法根据生态环境的变化进行及时调整,形成“一次性设计、静态执行”的模式,难以保证长期效果。技术应用水平的不足也是制约因素之一,部分修复工程仍依赖传统手段,缺乏对大数据、物联网和人工智能等现代技术的有效利用,无法实现对生态系统状态的实时监测与动态优化。

3 国土空间生态修复中的技术创新路径

3.1 基于系统性思维的综合修复理念

技术创新的关键在于理念的革新,而理念更新的首要任务是树立系统思维。在生态修复过程中,土地、水体、植被和生物多样性并非孤立存在,而是构成了一个相互作用、彼此依赖的有机整体。只有从系统工程的高度出发,才能真正实现多要素的协同治理。通过将生态工程与综合治理相结合,可以在修复过程中兼顾土壤改良、水资源调控、植被恢复和物种多样性保护,使生态系统整体功能得以提升。这种理念不仅能够避免“头痛医头、脚痛医脚”的碎片化修复模式,还能促进不同生态要素间的良性循环与动态平衡。

3.2 数字化与智能化技术的应用

大数据、物联网与人工智能等新一代信息技术的融合应用,正在为生态修复注入强大动力。这些技术能够实现对生态环境的实时监测与动态分析,全面掌握水体、土壤、植被及生物多样性等关键要素的变化趋势,为修复工程提供科学依据。通过智能建模与仿真,可以对不同修复路径进行虚拟实验,提前预测实施效果,减少试错成本,提升工程的可行性和可控性。数字孪生技术的引入更是让修复过程具备前瞻性,它能够在虚拟环境中模拟多种修复方案的运行情况,并对长期影响进行动态预测,从而为管理者制定科学决策提供支撑。借助人工智能的学习与优化能力,还能在修复过程中不断调整参数,实现自适应与优化运行。

3.3 绿色低碳技术的推广应用

在“双碳”目标的战略背景下,生态修复工程不仅要注重生态系统的恢复与提升,更应将绿色低碳理念贯穿全过程。通过引入生态基质修复技术,可以有效改善土壤结构,增强土壤的固碳与生态功能;在工程材料方面,推广节能环保型新材料,减少传统高能耗建材的使用,从源头降低碳排放;在能源利用环节,积极引入太阳能、风能等可再生能源,为修复设施提供清洁动力,减少对化石能源的依赖。与此同时,还可以通过构建低碳运维体系,推动

修复项目在实施和后期管理中保持高效节能状态。

4 多元技术协同创新的实践模式

4.1 跨学科技技术融合

生态修复工程本质上是一项复杂的系统性工程，涉及生态学、地理学、环境科学、工程学等多个学科领域。不同学科在理念、方法和技术上各有优势，通过跨学科的深度融合，可以为修复方案提供更加全面的支撑。生态学能够揭示生态系统的结构与功能规律，为修复目标的设定提供科学依据；地理学则能够在空间尺度上进行分析与规划，优化生态格局与功能布局；环境科学能够评估污染源与环境风险，提出治理对策；工程学则为各类修复措施提供具体的实施路径与技术保障。通过将这些学科成果进行有机整合，修复工程能够实现从单一问题治理向系统化、综合性治理的转变，不仅提升了修复的科学性和有效性，还推动了工程的长远可持续发展。

4.2 产学研协同创新机制

在国土空间生态修复的进程中，产学研结合被视为提升技术创新能力与成果转化效率的有效路径。高校与科研机构具备理论研究与技术攻关的优势，能够在基础原理、修复机制及新材料研发等方面不断突破，而企业则拥有丰富的实践经验和应用场景，能够将科研成果快速转化为实际工程技术。通过建立紧密的合作机制，三方能够形成优势互补，共同聚焦土壤修复、生态重建、智慧监测等关键技术的研发，推动创新成果在实际工程中的落地应用。在此过程中，不仅提升了修复技术的实用性与可靠性，也大大增强了其推广价值。更重要的是，这种合作模式能够促进科研人员与企业技术人员的互动交流，推动学科交叉与知识共享，为生态修复行业培养更多兼具理论素养和实践能力的复合型人才，从而形成可持续的创新动力和发展合力。

4.3 区域性综合试点与推广

在国土空间生态修复的推进过程中，因地制宜是实现治理成效的关键。不同地区在地形地貌、气候条件和生态问题上存在显著差异，修复措施若一刀切，往往难以取得理想效果。因此，有必要开展区域性综合试点，将典型地区作为实验场，集中探索适应当地自然条件和社会环境的修复路径。在试点过程中，通过对水土流失治理、矿山生态修复、湿地保护和植被恢复等不同领域的综合探索，积累经验并不断优化技术方案。经过反复验证与改进，逐步形成一套具有普遍指导意义和操作价值的修复模式。在此基础上，可在更大范围内推广应用，从而实现不同区域生

态系统的整体改善与功能提升。这种模式不仅能提升生态修复的科学性与针对性，还能为国家层面的生态文明建设提供坚实的实践依据与范例，推动生态系统质量的全面提升。

5 国土空间生态修复技术创新的前景与挑战

5.1 发展前景的广阔性

随着生态文明理念的不断深入，国土空间生态修复已不再是单一的环境治理工程，而是国家战略中的重要组成部分。修复工作的推进不仅关系到自然生态系统的健康运行，也关乎社会经济的可持续发展和人民群众的生活质量。在这一过程中，技术创新将成为推动修复进程的核心动力。通过引入大数据、遥感监测、人工智能和无人机巡查等先进手段，可以实现对生态系统状态的实时监控和精准评估，从而为修复方案的制定和实施提供科学依据。智能化技术的应用则使修复措施能够根据环境动态变化进行实时调整，提升工程的适应性和长期效果。同时，绿色低碳理念的融入将确保修复过程更加可持续，避免在治理中产生新的生态压力。未来，国土空间生态修复将在精准化、智能化和可持续化的方向上不断深化，为建设人与自然和谐共生的现代化国家提供坚实支撑。

5.2 面临的现实挑战

生态修复技术的发展虽然展现出广阔的前景，但在实际应用中仍存在诸多制约因素。数据不足是突出问题，生态系统的长期监测和动态评估需要大量可靠的数据支撑，而在部分地区，数据采集不完整或精度不足，导致修复方案缺乏科学依据。技术标准不统一也是亟待解决的难题，不同地区在修复目标、操作流程和评估指标方面差异较大，缺乏统一的规范与指导，造成技术推广难度增加。投入成本偏高使得部分修复项目难以长期维持，尤其是在欠发达地区，资金不足严重制约了修复工作的深入开展。人才匮乏进一步加剧了这一困境，既懂生态学理论又掌握新技术的复合型人才数量有限，难以满足大规模推广的需求。要突破这些瓶颈，需要政府、科研机构和企业的协同努力，从数据共享、标准制定、资金保障和人才培养等方面形成合力，推动修复技术的持续创新与应用落地。

5.3 未来优化与提升方向

未来的生态修复工作需要在科学研究和技术创新的双重支撑下不断深化。加强基础研究有助于揭示生态系统演变规律和修复机理，从而为实践提供更加科学的依据。在技术层面，需持续推进数字化、智能化与绿色低碳技术的深度融合，借助遥感监测、大数据分析和人工智能等手段，实现生态修复的精准诊断与动态管理，提升整体效率

和可持续性。同时，建立和完善生态修复标准体系，将不同地区、不同生态类型的修复要求进行规范化，为行业提供统一的技术参考和操作规范。在保障层面，政策支持与资金投入不可或缺，政府应出台相关扶持措施，并通过多元化资金渠道为修复项目的研发与推广创造条件。通过科研、技术、政策与资金的协同作用，生态修复才能在保障环境安全与促进绿色发展的进程中发挥更加长远和全面的作用。

6 结论

国土空间生态修复是实现生态文明建设和可持续发展的重要举措，而技术创新则是提升修复工程成效的关键。本文通过对传统修复模式的局限性分析，提出了以系统性思维、数字化智能化技术和绿色低碳理念为核心的创新路径，强调了多元技术协同的重要性。研究表明，只有在理

念、技术和机制多方面协同推进的情况下，才能实现国土空间生态修复的长效性与可持续性。未来，相关研究应进一步强化跨学科融合与实践探索，为构建人与自然和谐共生的国土空间提供坚实技术支撑。

[参考文献]

- [1] 张华. 国土空间生态修复工程的技术路径与创新思考[J]. 生态经济, 2022(6):45-52.
 - [2] 李强. 数字化背景下的生态修复工程技术创新研究[J]. 中国生态文明, 2021(9):33-39.
 - [3] 王丽. 多元协同视域下的国土空间生态修复模式探析[J]. 环境科学与管理, 2023(3):70-78.
- 作者简介：张然（1993.12—），男，汉族，毕业学校：中国地质大学长城学院，现工作单位：秦皇岛荣丰工程技术有限公司。