国土空间生态修复工程的技术创新

米玉坤

阜城县自然资源和规划局 河北 衡水 053000

摘要：国土空间生态修复工程旨在优化国土空间格局，提升生态系统稳定性。针对长期高强度开发导致的生态系统退化问题，技术创新成为关键。当前，需加强生态修复技术研究力度，结合“山水林田湖草生命共同体”理念，实现不同要素间的有机连通。通过研发针对性修复技术、充分利用土地资源、构建创新平台及推动技术成果转化等措施，可有效提升生态修复效果。未来，应持续探索新技术、新材料，加强国际合作，以促进国土空间生态修复工程的持续发展。

关键词：国土空间；生态修复工程；技术创新

引言：随着人类活动的不断增加，国土空间生态系统面临着前所未有的挑战，生态系统退化、生物多样性丧失等问题日益凸显。为应对这些挑战，国土空间生态修复工程显得尤为重要。技术创新作为推动生态修复工程发展的关键力量，不仅有助于提升修复效率和质量，还能实现生态、经济、社会的协同发展。因此，深入研究国土空间生态修复工程的技术创新，探索科学、高效的修复方法和技术手段，对于构建生态文明、推动可持续发展具有重要意义。

1 国土空间生态修复工程概述

1.1 定义与内涵

1.1.1 国土空间生态修复工程的概念

国土空间生态修复工程是指为实现国土空间格局优化、生态系统健康稳定和生态功能提升的目标，针对长期受到高强度开发建设、不合理利用和自然灾害等影响造成生态系统严重受损退化、生态功能失调和生态产品供给能力下降的区域，采取工程和非工程等综合措施进行生态恢复、生态整治、生态重建和生态康复的过程。

1.1.2 目标、原则与主要任务

其目标在于恢复生态系统健康稳定状态，提高生态环境质量，并提升生态系统服务功能。原则上，应遵循生态系统演替规律和内在机理，基于自然地理格局，并适应气候变化趋势。主要任务包括详细诊断国土空间生态系统的病症、病因和病理，在此基础上进行生态安全格局修复、生态基础网络修复、生态景观修复和空间要素综合修复。

1.2 主要类型与特点

1.2.1 主要类型

国土空间生态修复工程的主要类型包括矿山地质环境生态修复工程、水环境和湿地生态修复工程、退化污

染废弃地生态修复工程、海洋海岛海岸带生态修复工程、生物多样性和景观生态修复工程以及山水林田湖草生态修复工程等。此外，还包括国土综合整治修复工程和城乡居住地生态修复工程。

1.2.2 特点与实施难点

这些工程普遍具有修复规模大、区域性强、工程类型多、技术复杂、修复时间长和综合效益显著等特点。实施难点在于涉及利益主体多、诉求复杂以及矛盾协调难等问题。例如，矿山环境治理工程需要处理地貌重塑、水体修复等多重任务，同时面临技术挑战和资金压力。水环境和湿地生态修复工程则强调保护水生生态系统和湿地生物多样性，但在实施过程中可能受到人类活动和自然因素的双重影响。因此，需要国家的引导和统筹协调，并充分发挥当地政府的组织保障作用，调动各类市场主体积极性，广泛吸纳群众参与。

2 国土空间生态修复工程的技术现状与挑战

2.1 技术现状

2.1.1 主要技术手段

当前，国土空间生态修复工程主要采用的技术手段涵盖多个方面，包括生态系统调查评价技术与装备、工程建设技术与装备、化学处理方法与技术、生物处理方法与技术，以及生态修复效果评价技术等。这些技术手段的应用旨在实现国土空间格局优化、生态系统稳定和功能提升。在具体实践中，如矿山环境治理工程会采用土体重构、地貌重塑和水环境治理等综合措施。同时，针对不同区域的生态环境问题，还会采取种植林草、引水漫灌、节水灌溉等生态技术手段，以恢复和改善生态系统^[1]。

2.1.2 应用效果与局限性

这些技术手段在应用中取得了一定的成效，如成功

恢复了一些受损的生态系统，提高了生态产品的供给能力。然而，也存在局限性。例如，过度依赖人工干预可能导致生态系统适应性降低，生物多样性保护不足，以及后期维护成本高等问题。此外，部分技术手段在实施过程中可能对周边生态环境造成二次破坏。

2.2 面临的挑战

2.2.1 技术创新方面存在的问题

当前，国土空间生态修复工程在技术创新方面面临诸多问题。其中，修复理论与方法研究不足是制约技术创新的关键因素之一。各地区对山水林田湖草生命共同体的认识不足，仍沿袭传统的思维方式，导致重大工程实施效果打折。此外，技术体系不完善也是亟待解决的问题，各地区的生态修复方法大多分散于各部门和机构中，存在技术规范不协调、不连接的情况。

2.2.2 对生态修复工程实施的影响

这些问题对生态修复工程的实施产生了深远影响。首先，修复理论与方法的不足导致工程在实施过程中缺乏科学指导，难以达到预期效果。其次，技术体系的不完善使得各部门和机构在合作中难以形成合力，影响了工程的整体进度和质量。最后，这些问题还可能导致工程在实施过程中出现资源浪费和环境污染等问题，进一步加剧了生态环境的压力。

3 国土空间生态修复工程的技术创新途径

3.1 加强理论研究与方法创新

(1) 提倡深入研究生命共同体理念。生命共同体理念强调生态系统中各要素之间的相互关联和整体性。针对我国复杂多变的生态环境，我们需要深入研究这一理念，将其转化为具体可操作的生态修复理论与方法。这意味着在生态修复实践中，不仅要关注单一生态要素的恢复，更要注重生态系统整体结构和功能的重建，以及生态要素之间的有机联系。通过深入的生命共同体研究，我们可以探索出更加符合我国实际国情的生态修复策略，实现生态系统的可持续恢复和良性循环。(2) 强调跨学科、跨专业合作。生态修复工程涉及生态学、地理学、环境科学、工程学等多个学科领域，需要跨学科、跨专业的知识整合和技术创新。通过加强不同学科之间的合作与交流，我们可以打破传统学科壁垒，实现知识和技术的交叉融合。例如，将生态学原理与工程技术相结合，可以研发出更加高效的生态修复技术；将地理信息科学与遥感技术应用于生态监测，可以提高监测的精准度和时效性。跨学科、跨专业的合作不仅有助于技术创新，还能提升生态修复工程的整体效能和可持续性^[2]。

3.2 构建完善的技术体系与标准

(1) 提出建立国土空间生态修复工程技术体系与标准的必要性。随着生态修复工程的深入开展，建立一套科学、系统、全面的技术体系与标准显得尤为重要。技术体系与标准不仅是指导生态修复工程实施的重要依据，也是保障工程质量和生态安全的关键。通过构建技术体系与标准，可以规范修复技术的选择与应用，提高工程的科学性和可操作性；同时，有助于评估修复效果，监测生态变化，确保修复目标的实现。(2) 构建技术体系与标准的路径与方法。构建国土空间生态修复工程技术体系与标准，应从以下几个方面入手：一是开展广泛的调研和评估工作，了解国内外生态修复技术的最新进展和成功经验，梳理技术分类、适用范围和技术参数；二是结合我国实际情况，制定科学合理的技术标准和规范，明确修复技术的选择原则、实施步骤和监测方法；三是加强标准的宣传和培训力度，提高社会各界对标准的认知度和执行力；四是建立标准的动态更新机制，根据生态修复实践的需要和技术的发展变化，及时修订和完善标准体系。

3.3 研发新材料与新设备

(1) 传统材料与设备在生态修复中的局限性。传统材料与设备在生态修复中存在诸多局限性，如环境适应性差、资源消耗大、维护成本高、修复效率低等问题。这些问题限制了生态修复工程的实施效果和可持续性。因此，研发新材料与新设备成为提升生态修复效能的关键。(2) 新材料与新设备的研发方向与应用前景。新材料与新设备的研发应聚焦于提高修复效率、降低资源消耗、增强环境适应性等方面。在材料方面，可以研发具有生态友好性、可降解性、高强度等特性的新型材料，用于土壤改良、水体净化、植被恢复等生态修复领域。在设备方面，可以开发智能化、自动化程度高的生态修复设备，如无人机监测与修复系统、智能灌溉系统等，提高修复的精准度和效率。这些新材料与新设备的应用将极大推动生态修复技术的进步和产业的发展。

3.4 搭建技术创新平台与合作机制

(1) 强调搭建技术创新平台的重要性。搭建技术创新平台是推动生态修复工程技术创新的关键举措。通过平台的建设，可以汇聚产学研用各方力量，形成协同创新、资源共享的良好生态。技术创新平台不仅可以为科研人员提供实验和测试条件，促进新技术的研发和应用；还可以为企业提供技术转移和成果转化的平台，加速科技成果的商业化进程。同时，平台还可以作为人才培养和交流的基地，为生态修复领域输送高素质的人才^[3]。(2) 提出建立政府、企业、高校与科研机构等多方参与

的合作机制。为了推动国土空间生态修复技术的持续创新和发展,我们需要建立政府、企业、高校与科研机构等多方参与的合作机制。政府可以发挥政策引导和资金支持作用;企业可以发挥市场需求和产业化优势;高校与科研机构可以发挥知识和人才支撑作用。通过多方合作与协同攻关,我们可以形成强大的创新合力,推动生态修复技术的快速发展和应用推广。

4 推动国土空间生态修复工程技术创新的政策建议

4.1 加强政策引导与支持

(1) 制定和完善相关政策。首先,国家及地方层面应出台一系列针对性强、操作性好的政策文件,为生态修复工程技术创新提供坚实的制度保障。这些政策应涵盖技术研发、成果转化、市场推广等多个环节,确保创新活动能够在明确、稳定的政策框架下有序进行。同时,政策还需关注创新链上下游的衔接,促进产学研用深度融合,形成协同创新的良好氛围。(2) 发挥政策激励作用。政策在激励市场主体参与、优化资源配置等方面具有不可替代的作用。具体而言,可通过税收优惠、资金补贴、项目优先审批等方式,鼓励企业、高校、科研机构等多元主体积极参与生态修复工程技术创新。此外,还应建立科学合理的创新成果评价体系,对在技术创新中取得突出成绩的单位和个人给予表彰和奖励,进一步激发全社会的创新活力。

4.2 加大资金投入与融资渠道创新

(1) 分析资金投入现状。目前,生态修复工程资金主要来源于政府财政拨款和项目专项基金。然而,随着生态修复任务的日益艰巨和复杂,单一的资金来源已难以满足大规模、长期性的技术创新需求。同时,部分地方因财政压力较大,对生态修复工程的投入力度有限,导致技术创新活动受到制约。(2) 加大政府投入与吸引社会资本参与。为解决上述问题,一方面,中央和地方政府应进一步加大对生态修复工程的财政投入力度,确保关键技术研发和重大示范项目能够顺利实施。另一方面,应积极拓宽融资渠道,通过设立生态修复产业投资基金、发行绿色债券等方式,吸引社会资本积极参与生态修复工程技术创新。此外,还可探索建立政府与社会资本合作(PPP)模式,实现资金、技术、管理等资源的有效整合和优化配置^[4]。(3) 创新融资方式。在融资方式上,应鼓励金融机构创新金融产品和服务模式,为生

态修复工程技术创新提供多样化的融资支持。例如,可开发针对生态修复项目的长期贷款、信用担保、风险投资等金融产品,降低企业融资成本和时间成本。同时,还应加强金融监管和风险控制,确保生态修复工程技术创新活动在稳健的金融环境中进行。

4.3 加强人才培养与团队建设

(1) 强调人才培养的关键作用。在生态修复工程技术创新领域,既需要掌握扎实专业知识的研究人员,也需要具备丰富实践经验的工程师和技术工人。因此,应加强相关学科建设和人才培养力度,培养一批既懂理论又懂实践的高素质人才。同时,还应注重人才的国际化培养,鼓励优秀人才到国外学习交流,吸收国际先进技术和理念。(2) 加强人才培养、引进与团队建设。在人才培养方面,可通过设立奖学金、助学金、科研启动资金等方式,吸引更多优秀学生投身生态修复工程技术创新领域。在人才引进方面,应建立灵活的人才引进机制,为高层次人才提供具有竞争力的薪酬、福利待遇和职业发展机会。在团队建设方面,应鼓励跨学科、跨领域的团队协作,促进知识、技术和经验的交流与共享。同时,还应加强团队建设和管理能力培训,提高团队的整体素质和战斗力。

结束语

综上所述,国土空间生态修复工程的技术创新,是实现生态系统健康、稳定与功能提升的关键。通过跨学科合作、新材料研发、创新平台搭建等多措并举,我们已取得显著进展。未来,需持续探索与实践,优化技术体系,促进成果转化,加强国际合作,共同应对生态挑战。我们有理由相信,在科技创新的引领下,国土空间生态修复工程将为地球的可持续发展贡献力量,开创人与自然和谐共生的美好未来。

参考文献

- [1]何涛.国土空间规划中综合整治与生态修复优化策略分析[J].绿色中国,2025,(11):109-110.
- [2]时文卿.国土空间生态修复工程的技术创新[J].工程建设与设计,2020,(13):125-126.
- [3]王志芳,高世昌,苗利梅.国土空间生态保护修复范式研究[J].中国土地科学,2020,(03):37-38.
- [4]曹小曙.全域土地综合整治与国土空间生态修复[J].中学地理教学参考,2022,(08):81-82.