

地质灾害治理中的生态工程与自然恢复力结合策略

刘琳子

江苏省矿产地质调查大队 江苏 南京 210000

摘要：本文探讨生态工程与自然恢复力结合在地质灾害治理中的应用。概述二者内涵、特点、作用机制及结合意义；阐述其结合的理论基础、原则与影响因素；介绍植被恢复、土壤改良与修复、地形重塑与水文调控等技术方法；提出实施路径，包括前期评估规划、工程实施与自然恢复协同推进及后期监测管理，以实现地质灾害治理与生态恢复双重目标。

关键词：地质灾害治理；生态工程；自然恢复力；结合策略；生态修复

引言：地质灾害频发对生态系统造成严重破坏，威胁人类生存与发展。生态工程与自然恢复力作为应对地质灾害的重要手段，其有机结合为地质灾害治理与生态修复提供了科学路径。生态工程借助生态学原理与系统工程方法，实现灾害治理与生态修复双重目标；自然恢复力则依托生态系统内在规律，促进受损生态系统的自我修复。本文深入探讨生态工程与自然恢复力结合的理论基础、技术方法及实施路径，旨在为地质灾害治理与生态系统恢复提供理论支持与实践指导。

1 生态工程与自然恢复力概述

1.1 生态工程的内涵与特点

生态工程是基于生态学原理与系统工程方法构建的综合性生产与修复体系。它深入应用生态系统中物种共生、物质循环再生等原理，遵循结构与功能相协调的原则，借助系统工程的最优化方法，精心设计出能促进物质分层多级利用的生产工艺系统。在地质灾害治理领域，生态工程发挥着关键作用。通过构建植被护坡，利用植被根系稳固土壤，减少水土流失；打造挡土墙-植被复合系统，既发挥挡土墙的力学支撑作用，又借助植被的生态修复功能。其突出特点在于强调人与自然的和谐共生，将人类活动纳入自然生态框架。注重生态系统的整体性和可持续性，综合运用生物、工程和管理手段，达成治理地质灾害与恢复生态环境的双重目标。

1.2 自然恢复力的概念与作用机制

自然恢复力是生态系统在遭受外界干扰，如地质灾害等破坏后，所具备的一种内在修复能力。它通过自我调节、自我组织和自我更新等过程，使生态系统逐步恢复到原有状态，或达到一种新的稳定状态。在地质灾害发生后，自然恢复力开始发挥作用。受损生态系统中的植被凭借自身种子库或周边传播的种子自然萌发，逐步恢复植被覆盖；土壤微生物群落凭借其强大的适应性

和繁殖能力进行重建，改善土壤质量；水文循环也会在自然恢复力的影响下逐渐恢复，促进水分在生态系统中的正常循环。其作用机制深深扎根于生态系统的内在规律，像植物的适应性生长、生物群落的自然演替等，在无需或仅需少量人工干预的情况下，实现生态系统的缓慢修复^[1]。

1.3 两者结合的重要意义

生态工程与自然恢复力的有机结合，为地质灾害治理开辟了一条更为科学、可持续的路径。①在地质灾害发生初期，生态工程能迅速响应并发挥关键作用。例如，通过修筑挡土墙、锚固工程等措施稳定滑坡体，有效遏制灾害的进一步发展，防止二次灾害的发生，为后续的自然恢复过程创造安全稳定的环境条件。②而自然恢复力则具有独特的优势，它能在生态工程的基础上，降低长期的维护成本。依靠生态系统的自我调节和修复能力，促进植被自然演替、土壤质量改善等，增强生态系统的稳定性和抗干扰能力，使治理成果更具持久性。③二者相辅相成，优势互补，推动地质灾害治理从单纯的“治标”向“标本兼治”转变，实现生态系统的长期稳定与健康发展。

2 生态工程与自然恢复力结合的理论基础与原则

2.1 理论基础

生态工程与自然恢复力相结合的策略，有着坚实的多学科理论基础。生态学领域，生态演替理论揭示了生态系统从简单到复杂、从低级到高级的动态发展过程，表明生态系统具有一定的自我修复和演替能力，这为利用自然恢复力开展生态修复提供了理论支撑。生物多样性理论强调生物种类丰富度对生态系统稳定性和功能的重要性，不同生物间的相互作用影响着生态系统的物质循环和能量流动，指导我们在生态工程中注重植被恢复和生物群落重建，提升生物多样性。系统科学方面，整

体性原理指出生态系统各组成部分相互关联、相互影响,是一个有机整体,治理时应综合考虑地质、水文、生物等多要素。反馈调节原理则强调生态系统通过自我调节维持动态平衡,在生态工程中要充分利用这一机制,构建协同的治理体系,促进生态系统的恢复与稳定^[2]。

2.2 结合原则

①因地制宜原则:根据不同地质灾害类型、区域地理环境和生态条件,选择适宜的生态工程技术和自然恢复方式。例如,在干旱地区采用耐旱植物进行植被恢复,在湿润地区注重水土保持工程与湿地生态系统的结合。②生态优先原则:始终将生态系统的保护和恢复放在首位,避免因过度工程干预对生态环境造成新的破坏。在工程设计和实施过程中,充分考虑生物多样性保护和生态系统服务功能的提升。③循序渐进原则:认识到生态系统恢复的长期性和复杂性,分阶段、分步骤推进治理工作。初期以生态工程快速控制灾害风险,后期逐步减少人工干预,依靠自然恢复力实现生态系统的稳定和优化。④协同增效原则:通过合理设计生态工程与自然恢复措施,使两者相互促进、协同发挥作用。

2.3 影响结合效果的因素

生态工程与自然恢复力结合的实际效果会受到诸多因素的综合影响。地质条件是关键因素之一,不同地区的地质构造、土壤类型和地形地貌差异显著。例如,在岩石裸露、土层浅薄的山区,地质条件复杂,生态工程措施的实施难度大,像植被种植的成活率会受到极大限制,且易发生水土流失等地质灾害,这增加了灾害治理的难度,也影响了工程措施的适用性和有效性。①气候因素同样不容忽视,气温、降水、光照等气候要素直接影响植被的生长状况和生态系统的恢复速度。干旱地区降水稀少,植被生长缓慢,生态恢复周期长;而降水过于集中地区,易引发洪涝灾害,冲毁生态工程设施。②人类活动对结合效果的影响也十分突出。不合理的资源开发,如过度放牧、滥砍滥伐等,会破坏生态系统的结构和功能;污染排放则会污染土壤和水体,干扰生态系统的自我修复进程,降低生态工程与自然恢复力结合策略的实施效果。

3 生态工程与自然恢复力结合的技术方法

3.1 植被恢复技术

植被恢复技术作为生态工程与自然恢复力结合策略中的核心技术,发挥着不可替代的关键作用。在具体实施过程中,首先需依据当地的生态环境特点,精心挑选本地适生植物物种进行人工种植。本地植物更能适应本地的气候、土壤等条件,成活率和生长状况更佳。通

过构建乔、灌、草复合植被群落,不同层次的植被相互配合,能够形成更为稳固的生态结构,显著增强植被的固土护坡能力,有效减少水土流失和地质灾害的发生。与此同时,要充分利用自然种子库和植物的自然扩散能力。自然种子库蕴含着丰富的植物种子资源,能为植被恢复提供天然的种源。植物的自然扩散能力则有助于植被在不同区域自然生长和蔓延。例如在滑坡治理项目中,初期通过人工种植先锋植物快速稳固坡面,改善生态条件。

3.2 土壤改良与修复技术

土壤作为生态系统的基础,其质量状况对生态系统的稳定与恢复至关重要。地质灾害的发生往往会对土壤造成严重破坏,导致土壤结构受损、肥力急剧下降,进而影响植被生长和生态系统的正常功能。①在土壤改良与修复过程中,生态工程措施发挥着关键作用。客土改良是一种常见且有效的方法,通过引入适宜的外来土壤,改善原土壤的质地和结构。添加土壤改良剂,如有机肥、生物炭等,能够调节土壤酸碱度,增加土壤有机质含量,改善土壤的物理化学性质。②与此同时,充分结合自然恢复力,借助植物根系活动和土壤微生物作用,促进土壤结构的重建和养分的循环。植物根系能够固持土壤,增加土壤孔隙度;土壤微生物则参与有机物的分解和养分的转化。例如,在泥石流堆积区,利用蚯蚓等土壤生物的活动,可有效改善土壤的通气性和肥力,为植被生长创造良好的土壤条件,加速生态系统的恢复进程^[3]。

3.3 地形重塑与水文调控技术

地形重塑与水文调控技术是生态工程与自然恢复力结合策略中的重要环节,对于改善生态环境、促进生态系统恢复具有关键意义。①地形重塑借助生态工程手段,依据不同地形特点进行针对性改造。修筑梯田能有效改变坡面形态,将长坡变为短坡,减缓水流速度,增加雨水入渗时间,从而显著减少坡面径流冲刷,防止水土流失,为植被生长创造相对稳定的坡面环境。鱼鳞坑则是在山坡上挖掘的半月形坑穴,能够拦蓄雨水,增加土壤水分,促进坑内植被生长。②水文调控方面,通过构建湿地、蓄水池等设施,对区域水文条件进行合理调节。湿地具有强大的蓄水和净化水质功能,能够调节地表和地下水位,维持区域水分平衡。蓄水池则可储存雨水和地表径流,在干旱时期为植被生长提供必要的水源。这些工程措施为自然恢复力的发挥提供了稳定的环境基础,有助于促进生态系统的水分平衡和植被健康生长,加速生态系统的恢复进程。

4 生态工程与自然恢复力结合策略的实施路径

4.1 前期评估与规划

在地质灾害治理工作正式开展之前,进行全面且深入的生态环境评估是至关重要的基础环节。这一评估工作需涵盖多个关键方面,首先要精确查明地质灾害的类型,如滑坡、泥石流、崩塌等,并准确测定其规模大小,深入剖析灾害的形成原因,包括自然因素和人为因素。同时,对区域生态系统的现状展开详细调查,了解生态系统的结构、功能以及稳定性状况,还要评估生物多样性水平,明确物种组成、分布和丰富度等信息。基于全面且精准的评估结果,制定科学合理的治理规划。规划要明确生态工程与自然恢复力相结合的具体目标,例如减少水土流失、恢复植被覆盖、提升生态系统服务功能等。确定重点治理区域,根据灾害风险程度和生态脆弱性进行优先级排序。此外,还需制定详细的实施步骤,合理安排各阶段的任务和时间节点,确保治理工作有序、高效推进,为后续的治理工作提供清晰、可行的指导。

4.2 工程实施与自然恢复协同推进

在地质灾害治理的实施阶段,需严格依照前期规划有序推进生态工程建设。例如,针对滑坡易发区域修建挡土墙,其坚固的结构能有效阻挡土体下滑,稳定坡面;在植被恢复困难的地段铺设植被毯,植被毯不仅能为种子提供附着基质,还能起到保水、保温的作用,促进植被萌发与生长。①要高度重视并保留、保护区域内的自然生态要素。原生植被是经过长期自然选择形成的,具有适应本地环境的特性,对维持生态系统稳定至关重要;小型湿地则是众多生物的栖息地,在调节水文、净化水质等方面发挥着关键作用。②由于生态系统处于动态变化之中,在工程实施过程中,需密切关注其变化情况,根据实际情况适时调整工程措施和自然恢复策略。通过灵活调整,使工程措施为自然恢复提供有力支撑,自然恢复力又进一步优化工程效果,确保两者协同发挥作用,实现地质灾害治理与生态系统恢复的双重

目标。

4.3 后期监测与管理

地质灾害治理并非一蹴而就,后期监测与管理是保障治理成效、促进生态系统持续稳定发展的关键环节。需建立一套长期、全面的生态监测体系,运用先进的监测技术和设备,对治理区域的生态指标和灾害风险指标进行实时、精准监测。①生态指标方面,重点关注植被覆盖率的变化,这能直观反映植被恢复情况;定期检测土壤肥力,包括土壤有机质含量、氮磷钾等养分水平,了解土壤质量改善程度;同时,监测生物多样性,统计物种数量和种类变化,评估生态系统的稳定性和健康程度。灾害风险指标则涵盖坡面稳定性、地表径流变化等,以便及时发现潜在的灾害隐患。②依据监测结果,及时采取针对性的管理措施。若发现植被覆盖率下降,需及时补种植被;若工程设施出现损坏,应迅速修复。通过持续的监测与管理,巩固地质灾害治理成果,推动生态系统朝着更加稳定、健康的方向发展。

结束语

综上所述,生态工程与自然恢复力结合策略在地质灾害治理中意义重大。从理论到实践,涵盖了内涵、原则、技术方法及实施路径等多方面。通过前期精准评估规划、中期工程与自然恢复协同推进、后期严密监测管理,形成了一套完整且科学的治理体系。这一策略充分利用生态系统的内在规律与工程技术的优势,不仅能有效控制地质灾害风险,还能促进生态系统长期稳定与健康发展,为地质灾害治理提供了可持续且高效的解决方案。

参考文献

- [1]牛磊,赵志芳,曾诗卉,等.生态文明建设背景下的矿山环境恢复治理研究综述[J].科技资讯,2019(25):31-35.
- [2]曹赫.矿山地质环境恢复治理及综合利用[J].科技创新,2020(9):60-61.
- [3]秦鑫,陈洪凯,等.矿山地质环境保护研究综述[J].人民长江,2019(21):74-79.