

基于韧性理念的海岸带生态修复规划方法及应用

李玲

(南京大学城市规划设计研究院有限公司, 江苏 南京 210000)

【摘要】海岸带作为地球生命线的独特脉络,承载着丰富而繁复的生态系统。在人类文明与自然界的交汇点,它不仅是生物多样性的宝库,更是经济发展与社会福祉的重要支柱。然而,随着人类活动的加剧与气候变化的影响,这一脆弱的生态边界正面临前所未有的威胁。韧性理念的提出,不仅是对生态系统管理智慧的深化,也是对未来生态修复路径的探索与指引。基于此,本文将韧性理念融入海岸带生态修复规划中,以期环境保护和经济发展的平衡提供思路和解决方案。

【关键词】韧性理念; 海岸带生态修复; 规划方法及应用

海岸带生态修复是指在受损的海岸带地区采取一系列的措施和策略,以恢复其原有的生态结构和功能,增强生态系统的服务能力,这一过程不仅涉及对受损植被、水质、土壤和生物多样性的恢复,还包括对生态过程和生境的重建,如潮汐作用、河口交换和生物栖息地的连通性。海岸带生态修复的最终目标是实现一个自我维持、抵御外来干扰的健康生态系统,同时兼顾社会经济和文化价值。在采用基于韧性的规划方法时,这一过程将更注重生态系统的适应性管理和未来变化的预测,旨在构建一个既韧性强又生命力旺盛的海岸带生态系统。

一、韧性理念概述

韧性理念作为研究社会-生态复杂系统的核心概念,在陆海统筹中扮演着重要角色,提供了衡量和评估复杂系统相互作用的有效手段。这一概念的核心在于理解和处理非线性系统的状态转换和突变过程,特别是在面临环境和社会变化时的适应性和恢复能力。韧性研究依托适应性循环理论,将注意力集中于生态系统的动态变化,探索生态系统如何经历不同阶段——从增长和积累到释放和重组,并在这一过程中适应或抵御外部变化的压力。通过构建指标和算法,韧性研究不仅能够对复杂系统的关键要素进行综合考量,还能识别系统的预警点或阈值,从而实现了对耦合系统动态的深入分析。

在陆海统筹生态管理的背景下,韧性的应用显得尤为重要。陆海统筹是一种综合性的管理策略,旨在协调陆地和海洋环境之间的相互作用和影响,以实现生态系统的长期可持续性。韧性理念为这一策略提供了坚实的理论基础,帮助管理者理解和预测社会-

生态系统在面对各种干扰时的响应和变化。通过关注系统的非线性特征和动态变化,韧性研究强调在管理决策中考虑系统的整体性和互连性,促进对复杂生态系统更加深入的认识。这种基于系统动态和适应性的视角,为识别和应对生态系统可能的风险点提供了新的思路和方法,从而有效地指导着陆海统筹的实践,确保生态系统的健康和韧性。

二、基于韧性理念的海岸带生态修复规划方法

(一) 规划原则与框架

海岸带生态系统由土地、水和生物多样性等关键要素组成,这些要素在围填海区域、滨海湿地、自然岸线、河口和海岛等地形地貌中相互作用,形成了独特的生态过程。基于陆海生态过程、跨系统威胁以及社会-经济相互作用的认识,规划需从区域间、洄游动物栖息地间、淡水与咸水间以及土地利用和海域使用间的统筹考虑,确保空间要素的全面统筹。此外,通过构建陆海一体化生态网络,可以有效地统筹区域陆海生态安全格局,同时针对养殖和工厂排污等跨系统威胁,规划应基于水质、水量和不透水面之间的相互作用,从水质阈值和韧性评价的角度,实现从传统的控制污染物总量和浓度向提升水质阈值的转变。

可持续与适应性管理原则要求规划不仅要注重当前生态系统的恢复,也要预见未来的变化和挑战。在可持续的视角下,规划应兼顾生态、经济和社会三个维度,力求在增强生态系统韧性的同时,促进地区经济发展和社会福祉。适应性管理则强调规划的灵活性和动态性,以适应生态系统和社会经济条件的不断变化。这要求规划者在整个规划实施过程中,持续监测生态系统状态,评估规划效果,并根据实际

情况及时调整管理策略和措施。通过这种反馈机制，可以确保海岸带生态修复工作能够有效应对未知的未来挑战，增强生态系统的长期健康和稳定。

（二）规划步骤与方法

1. 生态系统韧性评估

在基于韧性理念的海岸带生态修复规划中，生态系统韧性评估是一个关键步骤。这一过程涉及对海岸带生态系统的能力进行深入分析，即其在面对各种环境变化和人类活动压力时，能够保持或迅速恢复其结构、功能和过程的能力。生态系统韧性评估首先需要确定评估的关键指标，这些指标可能包括生物多样性、生态系统服务功能、生态结构的完整性以及物质和能量的循环过程。这些指标的选择应反映出海岸带生态系统的复杂性和多功能性，能够全面捕捉其在面对压力时的响应和适应能力。接着，采用定量和定性的方法来评估这些指标，包括但不限于生态模型、遥感技术和地理信息系统（GIS），这些工具能够提供生态系统状态的详细快照，帮助理解其动态变化。此外，生态系统韧性评估还应包括对潜在的干扰和压力的识别，如气候变化、海平面上升、人类开发活动等，这些因素可能对生态系统的韧性造成影响。

在评估过程中，重点应放在识别和理解那些可能引发系统状态突变的临界点或阈值。通过监测和分析这些关键变量，可以提前预警可能的生态系统崩溃或重大变化，从而为生态修复和管理决策提供科学依据。此外，生态系统韧性评估也需考虑时间尺度的因素，不同的生态过程和响应可能在不同的时间尺度上发生，因此评估方法需要能够捕捉这些时间上的变化。综合这些评估结果，可以帮助规划者更好地理解海岸带生态系统的当前状态，以及在未来各种情况下的潜在变化路径。

2. 目标设定与策略制定

在海岸带生态修复的规划过程中，目标设定与策略制定是实现韧性提升的核心环节。目标设定开始于对海岸带生态系统的深入理解，包括其自然属性、历史条件、当前状况以及未来潜在的变化趋势。确立的目标应具体、可度量，并且能够反映出生态系统健康与韧性增强的双重愿景。这些目标不仅涵盖生物多样性的保护和生态功能的恢复，还应包括提高生态系统对未来压力的适应能力，例如抵御海平面上升、极端气候事件和人类活动的影响。在确立目标的过程中，也需充分考虑地区社会经济的需求和预期，确保生态修复工作与地方发展目标的一致性，从而赢得更广泛的社会支持和参与。

策略制定则是将这些目标转化为实际行动的过程。需要基于生态系统韧性评估的结果，识别关键的干预点和潜在的管理措施，这些措施应能够有效地恢复或增强生态系统的关键功能和结构。策略应采用系统化的方法，考虑各种生态、社会和经济因素的相互作用，并在此基础上制定一系列综合的管理措施。具体包括恢复自然生境、改善水质、控制污染源、管理海岸线开发和提高公众参与度等。在策略制定过程中，还需要考虑到不确定性和变化，采用灵活的管理方法以适应环境和社会经济条件的变化。此外，制定策略时还应构建有效的监测和评估机制，确保策略实施的效果能够被及时捕捉和评价，必要时进行调整和优化。

3. 实施方案与监测评估

实施方案与监测评估是基于韧性理念的海岸带生态修复规划中的关键组成部分，它们确保了规划目标的有效执行和持续改进。实施方案是策略制定后的具体行动计划，它详细描述了所需的步骤、时间表、责任分配和资源配置。为了有效执行，实施方案必须具备灵活性，以适应环境变化和新的科学发现，同时还应确保各利益相关方的积极参与和协作。此外，方案中应包含风险管理计划，以预见并应对可能的挑战 and 不确定性，确保生态修复工作的顺利进行。实施过程中，持续的沟通和教育也至关重要，它们有助于提高公众意识，增强社区参与，并促进各方对项目目标的理解和支持。

监测评估则是对实施方案执行效果的持续跟踪和审视。监测是一个系统的过程，涉及收集和分析数据，以评估生态系统状态、修复进度和目标达成情况。监测结果不仅提供了关于生态修复效果的直接信息，还能够揭示生态系统动态和潜在的问题，为未来的管理决策提供依据。评估则是基于监测数据对实施方案和策略效果进行综合分析的过程，它考察了实施方案是否有效地达成了预定目标，并分析了实施过程中的经验、教训和改进空间。通过定期进行评估，可以确保生态修复项目在遇到问题时能够及时调整和优化，从而不断提升其效率和效果。

三、基于韧性理念的海岸带生态修复应用

（一）人工礁石建设与滨海湿地重建

人工礁石建设与滨海湿地重建是基于韧性理念的海岸带生态修复中的两项关键技术。人工礁石建设旨在通过人造结构物模仿自然礁石的生态功能，为海洋生物提供新的栖息地，促进生物多样性并增强生态系统的结构复杂性。这些结构物不仅为多种鱼类

和无脊椎动物提供庇护和繁殖场所，还能改善水质，促进海洋生态平衡。人工礁石的设计和布置需考虑到当地的海洋环境特征和生物需求，确保它们能够有效地融入周围的自然环境，并实现长期的生态功能。滨海湿地重建则关注于恢复和保护滨海湿地生态系统，这些地区通常是生物多样性的热点，同时提供诸如洪水调节、水质净化和碳储存等重要的生态服务。通过重新引入潮汐活动，种植本土植物，以及重塑湿地地形，滨海湿地重建旨在恢复这些区域的自然水文循环和生态结构，增强其对气候变化和人类活动的适应能力。实施这些技术时，需要综合考虑地形、气候、生物和社会经济等多种因素，确保恢复活动的科学性和适应性。人工礁石建设和滨海湿地重建都应基于充分的科学研究和实地调查，以确保所采取的措施能够有效地恢复生态系统功能，同时最小化对现有环境的干扰。此外，这些技术的成功实施还需要与地方政策和规划紧密结合，确保长期的维护和管理。

（二）生物工程防波堤与沙丘稳定

生物工程防波堤与沙丘稳定是海岸带生态修复中应用广泛的两种技术，旨在利用自然和半自然的方法来保护和恢复海岸线，增强其对风化、侵蚀和海平面上升的抵抗力。生物工程防波堤通常涉及使用植被、岩石、木材或其他天然材料来构建防护结构，这些结构能够减缓波浪和潮流的冲击力，保护背后的土地不受侵蚀。与传统的硬质防波堤相比，生物工程防波堤不仅能够有效地吸收和分散波能，还能提供生物栖息地，促进生物多样性。沙丘稳定则是通过种植耐盐、根系深厚的植物来固定移动的沙丘，防止风蚀和水蚀。植被的根系能够牢牢锁定沙粒，同时其茎叶可以减少风速，捕捉更多的沙粒，从而逐渐形成稳定的沙丘系统。这些稳定的沙丘不仅是重要的自然防线，减少内陆地区受到的风沙侵袭和海水侵入，而且提供了生物多样性丰富的栖息地。实施这些技术时，精确的设计和周到的规划至关重要。需要根据海岸线的特定条件和环境特征，如潮汐范围、波浪强度、土壤类型和生态系统类型，来选择合适的物种和材料，并确定最适宜的建设位置和方法。此外，持续的维护和管理也是确保这些技术长期有效的关键，例如定期监测植被生长状况，补种受损的植被，以及修复受损的结构。

（三）适应性海岸线规划与生态走廊建设

适应性海岸线规划与生态走廊建设是基于韧性理念，旨在应对海岸带挑战和促进生态健康的关键策略。适应性海岸线规划关注于制定灵活、动态的管

理方案，以应对海平面上升、极端气候事件和人类活动等带来的不断变化的威胁。这种规划方法不仅考虑到了海岸线的物理和生物特征，还整合了社会经济因素，确保解决方案在生态上可行、经济上合理且社会上可接受。通过综合评估潜在风险和脆弱性，规划者可以确定关键的干预区域，制定缓解措施，并为未来的变化制定应急计划。这可能包括建设自然或半自然的防护设施，恢复和保护重要的自然生境，以及重新规划易受影响区域的土地使用。

生态走廊建设则专注于创造和维护生物多样性的连通性，为物种迁移和基因交流提供通道，从而强化生态系统的整体韧性和恢复力。生态走廊通过连接孤立的自然区域，如公园、保护区和自然保留地，使得动植物能够在更广阔的范围内移动和扩散，从而适应环境变化和生存压力。在海岸带生态修复中，生态走廊的建设需要综合考虑地形、土地利用、生物栖息地的类型和分布，以及预期的气候变化影响。通过恢复河流、湿地和沿岸植被，以及建立绿色基础设施，如绿带和生态桥梁，可以有效地促进生态走廊的功能，提供一个更为健康和连贯的生态网络。

结束语

随着科学技术的进步和生态意识的增强，海岸带生态修复将继续演进，融入更多创新的理念和方法。基于韧性的规划和管理策略必将更加精细化和系统化，更好地应对环境变化和社会需求。生态系统的健康与人类福祉紧密相连，持续的努力和智慧的投入，将为子孙后代留下一个更加坚韧、生机勃勃的海岸带生态系统。

参考文献：

- [1] 翟法. 侵蚀性海岸带生态保护修复实践 [J]. 水利规划与设计, 2023, (11):139-145.
- [2] 孙笑丛. 基于海绵城市理念的海岸带生态及景观修复策略研究 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (22):223-225.
- [3] 蔡玛潇. 海岸带生态修复规划指标体系研究 [D]. 导师: 刘冬燕. 上海师范大学, 2023.
- [4] 陈火春, 楼毅, 刘诚, 左宗贵. 对我国海岸带生态保护与修复的思考 [J]. 林业调查规划, 2022, (05):96-99.
- [5] 李杨帆, 向枝远, 杨奕, 王泉力, 李艺. 基于韧性理念的海岸带生态修复规划方法及应用 [J]. 自然资源学报, 2020, (01):130-140.