

碳中和背景下湿地生态系统恢复重建 及碳汇效益评价分析

魏力^{1,2}

1. 陕西省土地工程建设集团有限责任公司; 2. 陕西地建土地勘测规划设计院有限责任公司

摘要: 随着碳中和的战略日益受到重视, 湿地作为重要的碳汇和生态系统, 在其中扮演着不可忽视的角色。本文首先对碳中和背景下湿地生态系统的保护要求进行了全面分析, 其次探讨了湿地生态系统所面临的挑战, 然后提出了可持续土地利用规划、水资源管理、促进湿地生态旅游和可持续发展、科技创新等减排增汇措施。通过对这些问题的综合研究, 旨在为湿地生态系统的可持续发展和碳中和目标的实现提供理论支持和实践参考。

关键词: 碳中和; 湿地生态系统; 恢复重建; 碳汇效益; 评价分析

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2023.09.236

湿地作为生态系统中的重要组成部分, 不仅具有丰富的生物多样性, 还在全球碳平衡中发挥着重要的作用, 然而在人类活动的不断发展和气候变化的影响下, 湿地生态系统面临着日益严峻的挑战。为了实现碳中和的目标, 保护和恢复湿地生态系统成为当务之急。本文通过对湿地碳中和问题的深入研究、探讨科学有效的管理和保护措施, 以促进湿地的健康发展, 提高其在碳汇中的贡献。

一、碳中和背景下对湿地生态系统的保护要求

在碳中和的背景下, 对湿地生态系统的保护提出了迫切而重要的要求, 湿地作为生态系统的重要组成部分, 不仅在维持地球生态平衡方面发挥着关键作用, 而且在碳循环和气候调节中扮演着不可或缺的角色。首先, 湿地生态系统是重要的碳汇, 能够吸收并贮存大量碳, 湿地中的植被和土壤层通过生物过程, 如光合作用和分解, 将大气中的二氧化碳固定并转化为有机碳。因此, 在碳中和的战略下, 保护湿地生态系统就相当于保护一个潜在的巨大碳汇, 有助于减缓大气中温室气体的积累, 从而减缓气候变化的速度。其次, 湿地对维持水文平衡和生物多样性具有不可替代的作用, 湿地能够吸收并储存降雨水分, 防止洪水和干旱的发生, 为周围生态系统提供水资源, 对于农业、城市发展和人类居住区的可持续发展至关重要^[1]。此外, 湿地是众多植物和动物的栖息地, 保护湿地就是在保护这些生态系统的多样性和稳定性。

二、碳中和背景下湿地生态系统所面临的挑战

在碳中和的大背景下, 湿地生态系统面临着一系列严峻的挑战, 这些挑战直接影响着其稳定性和功能。首

先, 城市化和农业扩张导致湿地的大面积消失和破坏, 土地开发活动使湿地失去原有的生态结构, 削弱了其作为自然碳汇的能力, 也降低了湿地在调节气候和保持水文平衡方面的效能。其次, 气候变化对湿地生态系统产生了直接和间接的影响, 气温上升、降水模式变化以及极端天气事件的增加, 都可能导致湿地的水文特征发生变化, 进而影响湿地植被和生物多样性, 这种变化可能威胁湿地的稳定性, 减缓其对碳的吸收和固定能力, 从而降低湿地作为碳汇的贡献。第三, 非法捕捞、过度开发和污染是湿地面临的另一组挑战, 人为活动直接破坏湿地生态系统的健康, 破坏植被、破坏水质, 威胁湿地中的生物多样性。这不仅减少湿地对碳的固定能力, 还可能导致湿地失去其原有的生态功能^[2]。

三、碳中和背景下湿地生态系统恢复及重建思路

在碳中和的背景下, 湿地生态系统的恢复和重建至关重要, 以最大限度地发挥其在碳汇和生态服务中的潜力。第一, 实施湿地生态修复工程, 包括修复湿地植被、恢复水文特征, 以还原湿地的自然状态, 其涉及植被的重新引入、水源的管理、湿地土壤的修复等措施, 以增加湿地的生态健康和稳定性。第二, 制定科学合理的土地规划政策, 限制湿地的开发和破坏。通过严格的土地管理, 确保湿地区域的完整性和稳定性, 减少非法开发行为对湿地的负面影响。第三, 开展适应气候变化的策略, 以应对湿地面临的气温上升、降水模式变化等挑战。这可能包括改善湿地水文管理, 确保湿地可以适应气候变化导致的环境变化。第四, 鼓励当地社区参与湿地生态系统的保护和恢复。通过提供相关的培训和教育, 增强公众对湿地重要性的认识, 推动社区自主参与

湿地的管理和保护^[3]。第五，建立完善的湿地监测和评估体系，以定期评估湿地生态系统的健康状况和碳汇效益。这有助于及时发现问题并采取相应的管理和修复措施。第六，加强国际合作，共同应对湿地生态系统的挑战。信息共享、技术转让以及跨国合作可以提高湿地生态系统管理和恢复的效果，特别是在跨境湿地生态系统的保护方面。

四、碳中和背景下湿地生态系统的碳汇效益评价分析

（一）湿地生态系统的碳储存潜力评估

在进行碳汇效益评价时，首先需要对湿地生态系统的碳储存潜力进行评估。通过测量湿地植被和土壤中的碳含量，可以确定湿地在吸收和储存大气中碳的能力。这包括湿地植被的生物质碳、土壤有机碳等关键指标的测定，为碳中和战略提供基础数据。

（二）碳储存与湿地健康的关联分析

分析湿地碳储存与湿地健康状况之间的关联性。健康的湿地生态系统通常具有更高的碳储存能力，因为良好的生态状态有利于植被生长和有机碳的固定。通过评估湿地的生物多样性、水文特征和土壤质量等因素，可以深入了解碳汇效益与湿地健康的关系^[4]。

（三）湿地对碳排放的调节作用评估

湿地不仅是碳汇，还在一定程度上调节碳排放。对湿地生态系统的碳汇效益评价还需要考虑湿地对周围环境中碳的调节作用。例如，湿地可以减缓有机物的分解速率，降低温室气体排放。因此，湿地的保护和恢复对于整体的碳平衡具有重要作用。

（四）气候变化对碳汇效益的影响分析

考虑气候变化对湿地碳汇效益的潜在影响。气温升高、降水模式变化等因素可能对湿地生态系统产生直接或间接的影响，影响其碳吸收和储存能力。通过气候变化模型和监测数据，可以评估未来气候变化对湿地碳汇效益的可能影响。

（五）湿地生态系统恢复项目的效果评估

最后，对实施的湿地生态系统恢复项目进行效果评估。评估项目的成果，包括湿地植被的恢复情况、水文特征的改善、碳储存能力的提升等。这有助于了解实际行动对碳汇效益的影响，为未来的湿地生态系统管理提供经验教训。

五、碳中和背景下湿地生态系统的减排增汇措施探究

（一）可持续土地利用规划

合理的土地利用可以避免过度开发，减少土地利用变化对湿地碳储存的负面影响，这需要综合考虑农业、城市发展和生态保护的需求，以达到碳中和的目标。可持续土地利用规划首先需要充分考虑湿地生态系统的完整性，包括了解湿地的生物多样性、水文特征、植被类型等关键因素。通过了解湿地的自然状态，规划者可以确定合适的土地利用方式，以最大限度地保护湿地的生态功能。其次，过度开发可能导致湿地生态环境的破坏，减少湿地的面积和质量，进而削弱其在碳汇中的作用，通过设立合理的用地界限、引入土地保护政策，可持续土地利用规划可以有效地防止过度开发，确保湿地的长期可持续利用。第三，通过科学合理的规划，可以确保农业活动不对湿地产生负面影响。采用环保的农业实践，避免化学农药和过度的灌溉，有助于维护湿地的水质和生态平衡。最后，城市化是当代社会的趋势，但城市发展也常常伴随着土地的过度利用和生态系统的破坏，在可持续土地利用规划中，需要考虑城市的发展需求，并通过引入绿色基础设施、建立生态廊道等手段，确保城市与湿地的协同发展。这不仅有助于碳中和，还能提升城市居民的生活质量。

（二）水资源管理与湿地生态平衡

适当的水位和水质对于湿地生态系统的稳定和碳储存至关重要，通过科学的水资源管理，可以提高湿地的水文特征，有助于增加湿地的碳汇效益。首先，水位和水质是湿地维持生态平衡的关键因素，水资源管理的目标之一是确保湿地处于适当的水文条件下，以维护湿地的生态健康。过低或过高的水位可能对湿地植被和生物多样性造成负面影响，因此需要科学合理地调控水位。其次，湿地的水文平衡涉及水的输入、输出、存储和流动等多个方面，通过监测湿地的水文平衡，可以更好地理解水资源的动态变化，及时发现潜在的问题，为水资源管理提供科学依据，合理的水文平衡有助于维持湿地的稳定性，提高其抵抗自然和人为干扰的能力。第三，通过使用现代技术，如遥感、水文模型等，可以更精准地监测湿地的水资源状况，科学的水资源管理也包括了对降雨、地下水和河流水的合理利用，以维持湿地的水

文平衡。第四，湿地的水位对植被生长、鸟类繁殖等生态过程具有至关重要的影响。水位过高可能导致根系缺氧，水位过低则可能导致湿地干旱，透过水资源管理，可以调控湿地水位，确保适宜的水位范围，维持湿地的生态平衡。最后，湿地的水文特征直接影响其碳汇效益。适宜的水文条件有助于湿地植被的生长和有机碳的固定。通过科学的水资源管理，可以提高湿地的水文特征，增加湿地的碳储存能力，从而提高湿地的碳汇效益。

（三）促进湿地生态旅游和可持续经济发展

开发生态旅游项目可以提高当地居民对湿地的保护意识，同时通过生态旅游带来的经济效益，支持湿地生态系统的维护和管理。首先，湿地生态旅游具有丰富的潜力，吸引游客探索独特的湿地生态环境。通过合理规划和开发生态旅游项目，可以引导游客在保护湿地的同时体验自然之美。湿地中的丰富生物多样性、湖泊和沼泽地的景色，都为游客提供了独特的观赏和学习机会，促使他们对湿地的保护产生更深层次的认识。其次，生态旅游项目为游客提供了与自然互动的机会，通过导游、解说员和展示中心等手段，可以向游客传递湿地生态系统的重要性，以及保护湿地对于维护生态平衡的关键作用。这有助于提升游客的环保意识，使他们更加重视湿地的保护与可持续利用。第三，生态旅游不仅有助于提高当地居民的收入，还为当地创造就业机会。通过吸引游客，开发生态旅游项目可以促进当地经济的发展。这种可持续的经济发展模式能够提高居民的生活水平，同时又在湿地保护和管理中形成经济的可循环利用，实现了经济与生态之间的平衡。第四，为了促进湿地生态旅游，需要投资于基础设施的建设和服务水平的提升。包括建设生态步道、观景平台、信息中心等设施，以提升游客的体验。

（四）科技创新与湿地管理

利用先进的科技手段有助于实时监测湿地的健康状况、碳储存情况，提高管理的精准性，科技创新也可以在湿地管理中引入新的方法，以最大限度地发挥湿地的生态服务功能。首先，遥感技术是一种非常有力的工具，可以用来监测湿地的动态变化，卫星和飞机搭载的遥感仪器能够提供高分辨率的影像，使管理者能够追踪湿地的空间分布、植被覆盖变化等情况。通过定期获取遥感影像，可以实时监测湿地的健康状况，及时发现潜

在的问题，并采取相应的管理和保护措施。其次，生态模型是一种数学工具，可以模拟湿地生态系统的各种过程。通过建立湿地生态模型，管理者可以更好地理解湿地生态系统的内在机制，预测不同管理干预的影响。这有助于制定更为科学合理的管理策略，优化湿地的生态效益，特别是在碳汇效益方面的提升。第三，科技创新可以实现对湿地碳储存情况的实时监测。通过使用先进的碳监测技术，如激光雷达和红外线遥感，可以准确测量湿地植被和土壤中的碳含量。这有助于及时评估湿地的碳储存能力，为制定碳中和战略提供精准数据支持。最后，科技创新还可以引入新的管理方法，以最大限度地发挥湿地的生态服务功能。例如，通过利用智能传感器监测湿地水质、温度和湿度等参数，可以实现对湿地生态系统的实时监测和管理，新技术与方法有助于更精准地了解湿地的状况，实施有针对性的管理措施。

结语

综上所述，湿地生态系统在碳中和背景下的保护和管理是一项复杂而紧迫的任务。通过对湿地碳汇效益和减排增汇措施的全面研究，本文为湿地生态系统的可持续发展提供理论和实践的支持。可持续土地利用规划、水资源管理、生态旅游、科技创新等方面的探讨，为湿地管理者和决策者提供了多层次、多角度的思考。

参考文献

[1] 刘耀迪, 肖钰蕙, 华坤. 碳中和背景下湿地碳汇的现状研究及未来趋势[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(13): 185-186, 192.

[2] 周启星, 李晓晶, 欧阳少虎. 关于“碳中和生物”环境科学的新概念与研究展望[J]. 农业环境科学学报, 2022, 41(1): 1-9.

[3] 贾国栋, 张龙齐, 余新晓. 生态修复的固碳机制、实现途径及碳中和对策[J]. 水土保持通报, 2022, 42(5): 393-397.

[4] 徐斌, 万宇轩. 生态建设助力碳中和的难点与路径[J]. 可持续发展经济导刊, 2023(1): 46-49.

项目基金: 陕西省土地工程建设集团内部科研项目: 土地工程碳汇资源开发及利用创新团队 项目编号: DJNY 2022-TD

作者简介: 魏力(1987.9-), 女, 陕西子长人, 硕士研究生, 土地工程高级工程师, 从事土地工程及环境治理等相关工作。