

双碳目标背景下湖泊湿地的生态修复技术

韦 宏

宁夏湿地保护管理中心 宁夏 银川 750000

摘 要: 湖泊湿地是重要湿地类型,对碳减排和缓解气候变暖至关重要。然而,气候变化和人类活动导致其退化,限制了碳汇功能。本文分析了湖泊湿地退化现状与成因,探讨了土地利用变化、生物多样性降低和环境污染对碳汇功能的影响。提出了水环境修复、生物修复、水文修复和生境修复等技术,以提高湿地植物和土壤碳储量。未来应强化相关研究,为实现我国双碳目标提供科学依据。

关键词: 双碳目标背景下;湖泊湿地;生态修复技术

引言: 在全球气候变化和生态环境恶化的背景下,我国提出了碳达峰与碳中和的双碳目标,这对生态保护和修复提出了更高要求。湖泊湿地作为重要的自然生态系统,不仅具有维护生物多样性、调节气候等功能,还是重要的碳汇。然而,湖泊湿地的退化严重制约了其生态功能的发挥。因此,加强湖泊湿地生态修复技术研究,提升其碳汇能力,对于实现双碳目标具有重要意义。

1 湖泊湿地退化现状及成因分析

1.1 湖泊湿地退化现状

湖泊湿地作为地球上珍贵的自然资源,不仅为众多生物提供了栖息地,还在维持生态平衡、调节气候、蓄洪防旱等方面发挥着重要作用。然而,当前湖泊湿地的退化现状令人堪忧。(1)湖泊湿地面积减少与分布变化:在全球气候变暖以及人类不合理利用的双重压力下,湖泊湿地的面积正在不断萎缩。据统计,自20世纪以来,地球上已消失了将近一半的湿地。湖泊湿地的减少不仅意味着湿地面积的缩减,更导致湿地分布格局发生了显著变化。一些原本湿地资源丰富的地区,如今已难觅湿地踪迹;而另一些地区则因湿地退化而面临着严重的生态危机。(2)生物多样性降低与生态系统结构破坏:随着湖泊湿地的退化,生物多样性也遭到了严重破坏。湿地是众多物种的栖息地,其丰富的生物多样性对于维持生态平衡至关重要。然而,由于湿地面积的减少和污染物的排放,许多湿地物种正面临灭绝的威胁。同时,湿地生态系统的结构也遭到了严重破坏,导致湿地功能逐渐丧失。

1.2 成因分析

湖泊湿地退化的成因复杂多样,主要包括全球气候变化、土地利用方式改变、环境污染以及生物资源的过度开发利用等方面。(1)全球气候变化:气温升高和降水模式的变化对湖泊湿地产生了深远影响。气温升高加

速了湿地水域的蒸发,导致湿地面积减少;而降水模式的改变则影响了湿地的水源补给,进一步加剧了湿地的退化。(2)土地利用方式改变:围垦、城市化等土地利用方式的改变是导致湖泊湿地退化的主要原因之一。这些活动直接减少了湿地面积,改变了湿地的自然景观和生态功能。(3)环境污染:水体富营养化、重金属污染等环境污染问题严重破坏了湖泊湿地的生态环境。这些污染物不仅影响了湿地水质,还对湿地生物造成了致命伤害。(4)生物资源的过度开发利用:酷渔滥捕、过度放牧等生物资源的过度开发利用行为严重破坏了湖泊湿地的生态平衡,威胁着湿地的可持续发展。

2 湖泊湿地生态修复技术概述

2.1 生态修复技术分类

(1)生物修复。生物修复借助植物、动物和微生物的自然代谢能力实现污染物去除。植物修复利用水生植物吸收、富集重金属与有机污染物;动物修复依靠滤食性生物净化水体;微生物修复则通过微生物分解污染物,提升水体自净功能,是绿色生态的修复方式。(2)物理修复。物理修复通过机械手段改善湖泊湿地环境,水质净化采用曝气增氧、人工湿地过滤等方式,提升水体溶解氧含量,促进污染物降解;底泥疏浚则清除沉积的污染底泥,减少污染物内源释放,快速改善水体物理性状。(3)化学修复。化学修复利用化学试剂与污染物发生反应,如投加絮凝剂沉淀悬浮物,使用氧化剂分解有机污染物,能在短时间内显著降低污染物浓度,针对性解决特定污染问题。(4)工程修复。工程修复通过建设防护工程、河道改造等措施优化生态环境。生态护岸增强岸坡稳定性,促进水陆生态交流;河道改造改善水系连通性,提升水体流动性,为生态系统恢复创造条件^[1]。

2.2 各种修复技术的优缺点分析

(1)环境友好性与可持续性。生物修复完全依托自

然生态过程,对环境无二次污染,可持续性强,可逐步重建生态系统;物理修复以物理干预为主,环境友好性较好,但未彻底消除污染物,长期可持续性有限;化学修复使用的化学试剂可能造成二次污染,破坏生态平衡,环境友好性与可持续性较差;工程修复若设计不当,易破坏原有生态,环境友好性和可持续性依赖科学规划。(2)成本效益与可操作性。生物修复成本低廉,操作相对简单,但修复周期漫长,见效缓慢;物理修复设备投入大,运行成本高,但操作便捷,能快速改善局部环境;化学修复试剂成本高,需专业人员操作,可操作性低,成本效益欠佳;工程修复前期投资大,建设周期长,技术要求高,成本效益和可操作性受工程规模影响显著。(3)修复效果与长期稳定性。生物修复初期效果不明显,但随着生态系统恢复,修复效果持久稳定;物理修复可迅速改善水质和底泥状况,但污染物未根除,易出现反弹;化学修复短期效果显著,长期稳定性差,可能引发新环境问题;工程修复若设计合理,可实现长期稳定修复,但不合理工程会导致生态退化。

3 双碳目标下的湖泊湿地生态修复技术探讨

3.1 增强湖泊湿地碳汇功能的修复技术

(1)提高植物多样性与生产力,增加土壤有机碳含量。植物作为湖泊湿地生态系统的重要组成部分,在碳固定过程中扮演着关键角色。通过引入多种本土水生植物,如芦苇、香蒲、睡莲等,构建多样化的植物群落,能够显著提高生态系统的稳定性和生产力。不同植物对碳的吸收、转化和储存能力存在差异,多样化的植物群落可充分利用生态位互补原理,提升整体碳汇效率。同时,植物凋落物和根系分泌物不断向土壤中输入有机碳,随着时间推移,土壤有机碳含量逐步增加,有效增强湖泊湿地的碳汇功能。(2)优化湿地植被结构,促进碳固定与存储。合理规划湿地植被的垂直和水平结构,对于促进碳固定与存储至关重要。在垂直方向上,构建挺水植物-浮叶植物-沉水植物的立体植被结构,使不同层次的植物充分利用光照、空间和养分资源,最大化光合作用效率,增加碳吸收。在水平方向上,依据湿地地形、水流等条件,科学布局植被带,形成碳汇功能分区。例如,在水流缓慢区域种植碳固定能力强的植物,形成稳定的碳储存区;在水流较急区域种植耐冲刷植物,保护岸坡的同时辅助碳固定,从而实现湿地生态系统碳固定与存储的优化^[2]。(3)利用微生物活性促进有机物分解与碳循环。微生物是湖泊湿地生态系统中碳循环的重要参与者。通过改善湿地土壤和水体环境,如调节pH值、溶解氧含量等,可增强微生物活性。有益微

生物能够加速有机物的分解,将复杂的有机碳转化为可被植物吸收利用的无机碳,促进碳在生态系统内的循环与转化。此外,一些微生物还能与植物根系形成共生关系,进一步提高植物对碳的吸收和固定能力,从而提升湖泊湿地的碳汇潜力。

3.2 减少碳排放的修复策略

(1)控制水体富营养化,减少温室气体排放。水体富营养化会导致藻类过度繁殖,藻类死亡后分解过程中消耗大量氧气,引发厌氧环境,促使甲烷、二氧化碳等温室气体大量排放。通过控制外源污染物输入,如减少生活污水、农业面源污染等,以及采用生态浮岛、人工湿地等技术净化水体,降低氮、磷等营养物质含量,可有效抑制藻类生长,改善水体环境,减少温室气体排放。同时,水生植物在生长过程中吸收营养物质,进一步缓解富营养化问题,形成良性循环。(2)管理湿地土地利用,减少碳源输入。不合理的湿地土地利用方式,如围垦、过度放牧等,会破坏湿地生态系统,导致土壤有机碳分解,增加碳排放。科学规划湿地土地利用,恢复被侵占的湿地面积,禁止围垦和不合理开发,实施退耕还湿、退牧还湿等措施,能够保护湿地植被和土壤结构,减少碳源输入。此外,合理规划湿地周边的土地利用类型,避免工业污染和城市扩张对湿地的破坏,维持湿地生态系统的完整性,从而降低碳排放。(3)采用低碳材料与工艺进行工程修复。在湖泊湿地工程修复中,传统建筑材料和施工工艺往往能耗高、碳排放量大。采用低碳材料,如再生混凝土、生态透水砖等,以及环保施工工艺,如低噪音、低能耗的机械设备,可显著降低工程修复过程中的碳排放。例如,在生态护岸建设中,使用石笼网、植物纤维毯等生态材料替代传统混凝土,既能满足护岸功能需求,又能减少碳排放,同时为生物提供栖息环境,实现生态修复与低碳减排的双重目标^[3]。

3.3 修复技术的综合应用与案例分析

3.3.1 人工湿地修复案例分析:水质净化与碳汇能力提升

某城市人工湿地修复项目中,综合运用多种修复技术。通过构建多样化的植物群落,种植芦苇、菖蒲等水生植物,提高植物多样性与生产力;优化植被结构,形成立体种植模式;同时,利用微生物菌剂增强微生物活性,促进有机物分解。在减少碳排放方面,严格控制周边污染源,净化水体,防止富营养化。经过一段时间的修复,该人工湿地不仅水质得到显著改善,达到国家地表水Ⅲ类标准,而且通过植物的碳固定和土壤有机碳积累,碳汇能力大幅提升,每年可固定大量二氧化碳,实

现了水质净化与碳汇能力提升的双赢。

3.3.2 生态重建项目评估：生物多样性恢复与碳储存效果

在另一湖泊湿地生态重建项目中，通过实施退田还湖、恢复湿地植被、建设生态廊道等措施，管理湿地土地利用，减少碳源输入；采用低碳的生态护坡和清淤工艺进行工程修复。经过多年的生态重建，湿地生物多样性得到有效恢复，鸟类、鱼类等物种数量显著增加。同时，植被的恢复和土壤条件的改善，使湿地的碳储存能力明显增强，经测算，项目区域内的碳储量较修复前大幅提高，生态系统的稳定性和碳汇功能得到显著提升，为实现双碳目标提供了有力支撑。

4 湖泊湿地生态修复技术的挑战与对策

4.1 技术挑战

(1) 修复技术的高效性与稳定性问题。湖泊湿地生态修复技术的高效性和稳定性是实施过程中的关键挑战。一方面，技术的有效性直接决定了修复工程的成败，而当前部分修复技术存在效率不高、稳定性差的问题，难以在短期内显著改善湿地生态质量。另一方面，由于湖泊湿地生态系统的复杂性和不确定性，技术的稳定性受到多种因素的制约，如气候、水质、土壤条件等，这增加了技术应用的难度。(2) 修复过程中的生态风险与环境影响。在湖泊湿地生态修复过程中，可能引发生态风险和环境影响。例如，不合理的植被恢复可能导致外来物种入侵，破坏原有生态平衡；过度的人为干扰可能加剧湿地退化，甚至造成新的环境问题。此外，修复过程中使用的化学试剂或工程手段可能对湿地生态系统产生负面影响，如土壤污染、水体富营养化等。

(3) 跨区域、跨部门的协调与管理难题。湖泊湿地生态修复往往涉及多个区域和部门的协作与管理。然而，由于行政区划、部门职责等因素的限制，跨区域、跨部门的协调与管理成为一大难题。这可能导致修复工程在实施过程中遇到政策障碍、资金短缺、资源分配不均等问题，从而影响修复效果。

4.2 对策建议

(1) 加强技术研发与创新，提升修复效率与效果。

针对修复技术的高效性与稳定性问题，应加强技术研发与创新，提升修复效率与效果。通过引进国内外先进技术，结合本土湿地特点进行本土化改良，形成适应性强、效率高的修复技术体系。同时，加强基础研究，探索湿地生态系统恢复机制，为技术创新提供理论支撑。

(2) 完善政策法规体系，强化湖泊湿地保护与管理。针对修复过程中的生态风险与环境影响，应完善政策法规体系，强化湖泊湿地保护与管理。制定严格的湿地保护法律法规，明确责任主体和处罚措施，加大对违法行为的打击力度。同时，建立健全湿地保护管理机制，加强部门间协作与信息共享，确保修复工程在合法合规的前提下高效推进^[4]。(3) 加强公众教育与参与，提高湖泊湿地保护意识。针对跨区域、跨部门的协调与管理难题，应加强公众教育与参与，提高湖泊湿地保护意识。通过宣传教育、科普活动等方式，普及湿地保护知识，增强公众对湿地生态价值的认识。同时，鼓励公众参与湿地保护活动，如志愿服务、环保监督等，形成全社会共同关注、共同参与湿地保护的良好氛围。

结束语

综上所述，湖泊湿地的生态修复对于实现双碳目标具有重要意义。通过科学合理的生态修复技术，不仅可以恢复湖泊湿地的生态功能，提升其生物多样性，还能有效增加碳汇，减少碳排放。未来，我们应加强技术研发与创新，完善政策法规体系，强化湖泊湿地保护与管理，同时加强公众教育与参与，共同推动湖泊湿地生态修复事业的发展，为实现双碳目标和生态文明建设贡献力量。

参考文献

- [1] 郝城宇.自然保护区湿地生态修复及保护措施分析[J].新农业,2023,(04):40-41.
- [2] 李威,李吉平,张银龙,等.双碳目标背景下湖泊湿地的生态修复技术[J].南京林业大学学报,2022,(06):57-58.
- [3] 曾掌权,张灿明,李姣,等.湿地生态系统碳储量与碳循环研究[J].中国农学通报,2021,(06):88-89.
- [4] 姜加虎,黄群,孙占东.长江流域湖泊湿地生态环境状况分析[J].生态环境,2020,(12):124-125..