

气候变化对水土保持影响的研究进展

樊保卫

洛南县水土保持工作站 陕西 商洛 726100

摘要: 气候变化作为全球性环境问题,对水土保持产生深远影响。本文系统梳理了气候变化对水土保持的影响研究进展,剖析其影响机制,涵盖土壤物理化学性质改变、植被生长分布变化、水资源动态调整及水土保持工程稳定性等方面。研究表明,气温升高、降水模式转变和极端天气频发加剧了土壤侵蚀,改变植被生态功能,冲击传统水土保持工程。针对这些挑战,提出优化措施布局、强化工程管理、推广适应技术等策略,为应对气候变化、提升水土保持能力提供科学依据与实践指导。

关键词: 气候变化;对水土保持;影响研究;进展

引言: 近年来,全球气候变化趋势显著,极端天气事件增多、气温持续上升、降水格局改变,对生态环境造成巨大冲击。水土保持作为维护生态平衡、保障农业生产和水资源可持续利用的关键环节,与气候变化密切相关。气候变化不仅直接影响土壤、植被和水资源,还会削弱水土保持工程的效能,威胁区域生态安全。深入研究气候变化对水土保持的影响机制,探索有效的应对策略,对缓解生态环境压力、实现人与自然和谐共生具有重要意义。并通过总结相关研究成果,分析气候变化对水土保持的影响,并提出针对性的应对建议,以期对相关领域的研究和实践提供参考。

1 气候变化概述

1.1 气候变化的定义

气候变化指气候平均状态统计学意义上的巨大改变,或持续较长一段时间(通常为30年或更长)的气候变动。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)将其定义为直接或间接归因于人类活动,引起大气成分改变,进而导致的气候改变,同时包含自然气候变率所产生的变化。它不仅涉及气温、降水等要素的变化,还涵盖大气、海洋、陆地生态系统等多维度的动态演变,对全球生态环境和人类社会产生深远影响。

1.2 气候变化的原因

气候变化是自然因素与人为因素共同作用的结果。自然因素包括太阳辐射变化、火山活动、地球轨道变动等,这些因素会周期性影响地球能量收支,引发气候波动。而近百年来,人类活动成为气候变化的主导因素,工业革命后,化石燃料的大量燃烧致使二氧化碳、甲烷等温室气体排放剧增,森林砍伐和土地利用变化减少了植被对二氧化碳的吸收,改变了地球碳循环,增强了温室效应,从而加速全球气候变暖进程。

1.3 气候变化的主要表现

1.3.1 气温变化

全球平均气温呈显著上升趋势。据IPCC报告,相较于工业化前水平,2011-2020年全球地表温度升高约1.09℃,且陆地增温速度比海洋更快。过去几十年间,多个地区出现极端高温事件,如2021年北美多地遭遇“热穹顶”现象,加拿大不列颠哥伦比亚省部分地区气温突破50℃,打破历史纪录,这种异常升温对生态系统和人类健康造成严重威胁。

1.3.2 降水变化

全球降水格局发生显著改变。一方面,中高纬度地区和热带部分地区降水增加,而亚热带地区降水减少;另一方面,降水的时空分布更不均匀,暴雨、干旱等极端降水事件频发。例如,中国南方地区暴雨频次和强度增加,洪涝灾害风险上升,北方部分地区干旱加剧,水资源短缺问题愈发严峻,影响农业生产和生态系统稳定。

1.3.3 极端天气事件增加

气候变化导致极端天气事件频率和强度不断攀升。除极端高温和降水异常外,飓风、台风、强风暴等灾害性天气活动更趋频繁。如2017年大西洋飓风季,“哈维”“艾尔玛”“玛丽亚”等超强飓风接连来袭,给美国、加勒比海地区带来毁灭性打击;2023年,我国多地遭遇强对流天气,短时强降雨、雷暴大风等灾害严重破坏基础设施,威胁人民生命财产安全^[1]。

2 气候变化对水土保持的影响机制

2.1 气候变化对土壤的影响

2.1.1 土壤物理性质的变化

气候变化下,气温与降水异常对土壤物理性质产生多维度影响。持续高温使土壤水分以更快速度蒸发,土壤逐渐脱水,孔隙结构被破坏,原本紧密的土壤颗粒排

列变得松散。当遭遇暴雨时,缺乏稳固结构的土壤难以抵御雨水冲击,大量土壤颗粒随水流流失,土壤容重增加,蓄水保墒能力下降。

2.1.2 土壤化学性质的变化

温度与降水的波动重塑着土壤化学环境。温度升高加速了土壤有机质的矿化分解,大量氮、等养分以气体或淋溶形式流失,致使土壤肥力衰退。降水模式的改变也影响着土壤酸碱平衡,频繁的酸雨会降低土壤pH值,抑制土壤微生物活性,破坏土壤中有益菌群结构,干扰养分转化与循环过程。在沿海地区,海平面上升引发海水倒灌,大量盐分渗入土壤,造成土壤盐渍化,改变土壤离子组成,破坏土壤胶体稳定性,使土壤保水保肥功能受损,加剧了土壤退化,不利于水土保持工作的开展。

2.1.3 土壤侵蚀过程的改变

气候变化通过调整降水特征显著改变土壤侵蚀模式。暴雨频率和强度的增加,使得雨滴对土壤表面的击溅作用更为剧烈,直接破坏土壤团聚体,形成更多细小颗粒,为径流侵蚀创造条件。地表径流流量和流速的增大,进一步增强了对土壤的搬运能力,大量土壤被冲刷流失。而长期干旱导致土壤干裂、疏松,一旦降雨,表层土壤极易被冲刷,引发突发性水土流失。

2.2 气候变化对植被的影响

2.2.1 植被生长与分布的变化

气候变化使植被生长环境发生显著改变。气温升高延长了植物的生长季,但也可能因热量条件超出植物适宜范围,导致部分植物生长受限甚至死亡。降水分布不均加剧了区域干旱程度,水分不足抑制植物光合作用与养分吸收,影响生长发育。热量和水分条件的变化,促使植被分布区域发生迁移,如高纬度和高海拔地区的植被带向更高纬度和海拔推进,而低纬度干旱地区植被分布范围收缩,这种变化打破了原有的生态平衡,影响植被对土壤的保护作用,进而改变水土保持格局。

2.2.2 植被覆盖度的改变

在部分地区,气候变暖使热量条件改善,降水增加,有利于植被生长,植被覆盖度有所提升;但在更多地区,干旱加剧、极端高温频发,导致植被枯萎、退化,甚至死亡,植被覆盖度显著下降。例如,在我国西北干旱半干旱地区,长期干旱化趋势致使草地退化严重,植被覆盖度降低,地表裸露面积增大,土壤失去植被的庇护,风蚀和水蚀加剧,极大削弱了区域水土保持能力。

2.2.3 植被根系对土壤稳定性的影响

气候变化通过影响植被根系发育,改变土壤稳定

性。干旱胁迫下,植物为获取水分,根系会向更深层土壤生长,但长期干旱可能导致根系活力下降,甚至死亡。高温也会抑制根系的正常生理活动,影响根系对土壤的固持作用。此外,植被覆盖度降低使得根系数量减少,根系网络对土壤的加固和束缚作用减弱,土壤颗粒更易松动,在降水或风力作用下,土壤易发生侵蚀。

2.3 气候变化对水资源的影响

2.3.1 降水变化对地表径流的影响

气候变化导致降水时空分布失衡,对地表径流产生显著影响。降水模式趋向极端化,暴雨频次与强度增加,短时间内大量雨水无法被土壤充分吸纳,迅速形成地表径流,致使河流水位暴涨,洪水灾害风险加剧。而在降水减少的区域,地表径流总量降低,河流流量减小,部分中小河流甚至出现断流现象,影响区域水资源供应。北方地区降水减少,黄河部分河段时常面临水量不足问题,这种不均衡的径流变化,不仅威胁水资源安全,还改变了水流对土壤的冲刷模式,加剧水土流失风险。

2.3.2 气温升高对蒸发与蒸腾的影响

气温持续升高加速了水体的蒸发与植物的蒸腾过程。一方面,地表水体蒸发量显著增加,湖泊、水库等水域面积缩小,水资源储量减少。另一方面,植物在高温环境下蒸腾作用增强,消耗更多水分,进一步加剧区域水分流失。在干旱半干旱地区,气温升高使蒸发蒸腾加剧,土壤含水量持续降低,植被生长受抑制,生态系统更加脆弱。

2.3.3 极端气候事件对水资源的影响

极端气候事件频发严重干扰水资源系统。暴雨引发的洪涝灾害不仅直接冲毁水利设施,还将大量泥沙带入河道、水库,淤积库容,降低水资源调蓄能力;干旱灾害则使地下水位下降,河流水量枯竭,影响生活、生产用水供应。此外,台风、飓风等极端天气伴随的风暴潮,会导致海水倒灌,污染沿海地区淡水资源,破坏区域水资源生态平衡。

2.4 气候变化对水土保持工程的影响

2.4.1 工程设施的稳定性

气候变化引发的极端气候事件严重威胁水土保持工程设施的稳定性。暴雨导致的强降雨和洪水,会对堤坝、拦沙坝等工程设施产生强大冲击力,易引发结构裂缝、基础淘刷甚至溃坝风险。长期干旱使土壤干缩开裂,影响梯田、鱼鳞坑等工程基础的稳固性,降低其抗侵蚀能力。

2.4.2 工程效益的变化

气候变化改变了水土保持工程原有的运行环境,致

使工程效益发生波动。降水模式的改变,使得部分地区降雨与工程蓄水、排水设计不匹配,如暴雨超出拦蓄设施容量,干早期又难以满足灌溉需求,降低了工程的防洪、蓄水和灌溉效益。植被因气候变化退化,减少了对工程的协同保护作用,土壤侵蚀加剧,工程拦截泥沙、固坡护岸的效果减弱。

2.4.3 工程维护与管理的挑战

气候变化给水土保持工程的维护与管理带来新难题。极端天气增加了工程设施损坏的频率和程度,传统的定期维护模式难以应对突发的设施损毁,需投入更多人力、物力进行应急抢修。水文、气象条件的不确定性增大,要求管理部门实时监测并动态调整工程运行策略,但现有监测设备和技术水平有限,难以精准预测极端事件对工程的影响^[2]。

3 应对气候变化的水土保持策略

3.1 优化水土保持措施布局

在降水集中、洪涝风险高的长江中下游地区,可增设分洪蓄洪区,配合生态护岸工程与滨水植被带,削减洪峰、减缓流速,增强对土壤的保护;在黄土高原干旱半干旱区域,推广鱼鳞坑、水平沟等集雨工程,搭配滴灌技术,并种植柠条、沙柳等耐旱植物,构建立体防护体系。同时,以流域为单元进行整体规划,如黄河流域通过上中下游协同治理,上游涵养水源、中游拦沙固土、下游疏浚河道,实现水土保持措施的空间联动与功能互补,提升综合治理效能。

3.2 加强水土保持工程设计与施工

在工程设计阶段,提高标准,例如西南山区的拦沙坝设计,充分考虑极端降雨引发泥石流的风险,采用钢筋混凝土框架结构,增强抗冲击能力;利用GIS和BIM技术进行工程选址与结构优化,模拟不同气候场景下工程的运行状态。管理上,建立智能监测系统,实时监测工程设施位移、渗漏等情况,如三峡库区通过布设传感器网络,及时预警潜在风险。定期评估工程效益,依据气候变化趋势调整运行参数,如干早期增加水库蓄水调节,暴雨期提前泄洪,确保工程长期稳定运行。

3.3 推广适应气候变化的植被建设技术

推广适应气候变化的植被建设技术,需从品种选育与种植模式创新入手。选育抗逆性强的植物品种,如在西北荒漠地区推广梭梭、红柳等耐旱固沙植物,在华南

多雨地区种植水翁、落羽杉等耐湿树种。采用混交林、多层植被群落等种植模式,如在华北山地营造油松-刺槐混交林,提升植被群落稳定性与生态功能。针对退化植被区,运用微生物菌剂改良土壤,结合精准水肥管理,促进植被恢复。

3.4 发展智慧水土保持

智慧水土保持借助新一代信息技术实现精准治理。利用物联网传感器,实时采集土壤含水量、坡面位移、气象数据等信息,如在水土流失重点区域布设智能监测设备,数据实时上传至云平台。结合卫星遥感和无人机技术,定期获取大范围区域的植被覆盖、地形变化情况,进行动态分析。运用人工智能算法构建水土流失预测模型,提前3-7天预测暴雨引发的土壤侵蚀风险。开发智慧管理平台,整合工程、监测、决策等功能,实现远程控制灌溉系统、自动调度拦水设施,提升水土保持工作的智能化、精细化水平,降低人力与管理成本。

3.5 强化多方协作与公众参与

强化多方协作与公众参与是水土保持的重要支撑。相关部门加大资金投入,设立专项基金支持水土保持项目,并牵头组织科研机构与高校开展技术攻关,研发新型生态修复材料与技术。企业通过合作模式积极参与工程建设,如在京津冀地区承建生态护坡工程,实现经济效益与生态效益双赢。开展“水土保持进校园”“生态志愿者招募”等多样化科普活动,提升公众对水土保持重要性的认知^[3]。

结束语

综上所述,气候变化对水土保持的影响已成为全球性生态挑战。温度升高、降水格局改变及极端天气频发,深刻影响土壤、植被、水资源与水土保持工程,加剧水土流失风险。尽管当前已形成优化布局、智慧治理等应对策略,但气候变化的复杂性与不确定性仍带来诸多难题。

参考文献

- [1]寸玉康.浅述气候变化对水土保持生态建设的影响[J].建筑设计及理论,2021.245-246
- [2]杨峰.气候变化背景下水土保持策略的创新与优化研究[J].建筑科学,2024.276-278
- [3]谭天金.气候变化对农业植保的影响及适应策略[J].建筑技术科学,2025.314-315