

水土保持碳汇林建设与发展研究

胥剑宇

吉林省蛟河市林业局

摘要: 水土保持碳汇的途径主要包括植物碳汇、土壤碳汇和水体碳汇。水土保持碳汇林是以植物碳汇为核心的森林碳汇方式,通过植物的光合作用,吸收大气中的二氧化碳(CO₂),实现森林碳储,为碳达峰、碳中和做好充足的措施准备。本文通过对水土保持碳汇作用机理的深入解析,提出了水土保持碳汇林建设与发展几项建议,包括强化发展规划、统一计量体系、建立考评机制、健全补偿制度、增强科技支撑以及加大宣传力度。旨在通过这些措施,有效提升水土保持碳汇林的功能和效益,助力实现生态与经济的双赢。

关键词: 水土保持碳汇林;建设;发展;植物碳汇

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.10.215

一、引言

在全球气候变暖问题日益严峻的背景下,水土保持碳汇林作为一种有效的生态治理手段,正逐渐受到广泛关注。水土保持碳汇林不仅有助于减缓水土流失,保护土壤资源,还能通过植物的光合作用吸收大气中的二氧化碳,实现碳的固定和储存,减缓全球变暖的速度。当前,水土保持碳汇林的建设与发展面临着多方面的挑战。一方面,城市化进程的加快,土地资源的压力日益增大,水土保持碳汇林的建设空间受到一定限制。另一方面,碳汇林的建设和管理需要投入大量的人力、物力和财力,而现有的补偿机制和技术支撑体系尚不完善,制约了碳汇林事业的快速发展。深入研究和探索水土保持碳汇林的建设与发展策略,对于促进生态经济的可持续发展具有重要意义。

二、水土保持碳汇的主要途径

(一) 植物碳汇

植物碳汇是水土保持碳汇的主要途径之一。植物通过光合作用吸收二氧化碳,并将其转化为有机物质储存在体内。这些有机物质在植物死亡或分解后,会部分转化为土壤有机碳,从而实现碳的固定和储存。

(二) 土壤碳汇

土壤碳汇是另一个重要的碳汇途径。土壤中的有机碳主要来源于植物残体、根系分泌物以及微生物的分解产物^[1]。通过保持土壤的稳定性和肥力,增加土壤有机质的含量,可以提升土壤的碳汇能力。此外,合理的土地利用和农业管理措施也能够促进土壤碳的固定和储存。

(三) 水体碳汇

水体碳汇则主要通过水体生态系统的生物地球化学过程实现。水体中的浮游植物通过光合作用吸收二氧化碳,并将其转化为有机物质。这些有机物质在食物链中传递并最终沉积在底泥中,形成水体碳汇。同时,水体中的微生物也参与了碳的转化和储存过程。

三、水土保持碳汇林建设与发展

(一) 强化碳汇林业发展规划

制定科学的水土保持碳汇林发展规划是碳汇林建设

的基础。规划应明确碳汇林建设的目标、布局和重点任务,确保碳汇林建设的系统性和可持续性。同时,规划还应考虑不同地区的自然条件和生态环境特点,制定符合实际的建设方案。

1. 明确碳汇林建设的目标

需结合当地实际情况,明确碳汇林建设的目标,如碳汇量增长预期、生态环境改善指标以及社会效益目标等。目标的设定既要有前瞻性,又要具备可操作性,确保碳汇林建设能够持续、稳定地推进。

①确定碳汇量增长预期。要收集和分析当地过去一段时间内的碳汇量数据,了解碳汇量的变化趋势和影响因素,以便预测未来碳汇量的可能变化。利用生态学、林学等相关学科的知识,建立植被生长与碳汇量之间的数学模型。通过输入不同的树种、生长条件、管理措施等参数,预测未来一段时间内碳汇量的增长情况。考虑当地政策导向、技术进步等因素对碳汇量增长的影响。例如,新的水土保持技术、碳汇计量方法的改进等都可能促进碳汇量的增长。结合上述分析,设定一个既符合实际又具有挑战性的碳汇量增长预期目标范围,确保目标具有一定的弹性,以适应未来可能出现的不确定因素。

②确定生态环境改善指标。关注碳汇林建设中生物多样性的变化情况,包括物种丰富度、种群密度等指标。通过保护和恢复生物多样性,提升生态系统的稳定性和服务功能。设定水土流失控制的具体指标,如土壤侵蚀量减少率、泥沙含量降低等。通过实施有效的水土保持措施,减少水土流失,保护土壤资源。关注碳汇林建设对水质的影响,设定水质改善指标,如水体透明度增加、污染物浓度降低等。通过植被恢复和水体净化措施,提升水质,保护水资源。综合考虑碳汇林建设对生态系统整体服务功能的影响,如气候调节、空气净化、休闲游憩等。通过提升这些功能,实现生态环境质量的全面提升。

2. 合理安排碳汇林的布局

碳汇林的建设,应根据不同地区的自然条件和生态环境特点,科学选择适合当地生长的树种和植被类型。

还应考虑土地利用现状和未来发展趋势，确保碳汇林的建设与区域发展规划相协调。

①碳汇林布局的原则。优先考虑生态系统的完整性和稳定性，选择对生态环境有利的区域进行布局。根据不同地区的自然条件和生态环境特点，选择适宜的树种和植被类型。确保碳汇林的建设既符合当前需要，又有利于未来的可持续发展。

②根据自然条件和生态环境特点进行布局。可以利用GIS等技术手段，分析地形地貌特征，如山地、平原、河流等，确定适合碳汇林建设的区域。根据气候条件，如降水、温度等，划分不同的气候区，选择适应各气候区的树种和植被类型。对不同区域进行生态敏感性评估，避免在生态脆弱区域进行大规模的碳汇林建设。

③考虑土地利用现状和未来发展趋势。应详细了解当前土地利用状况，包括耕地、林地、草地等的分布和面积，避免与现有土地利用发生冲突。结合区域发展规划，预测未来土地利用的变化趋势，确保碳汇林的建设与未来土地利用需求相协调。对现有土地进行整合和优化，将闲置土地、低效土地等纳入碳汇林建设考虑范围，提高土地利用效率。

④确保与区域发展规划相协调。应定期与区域发展规划部门召开协调会议，共同商讨碳汇林建设的布局和规划。将碳汇林建设纳入区域发展战略中，作为推动区域生态文明建设的重要举措。结合区域产业特点，协同推进碳汇林建设与农业、林业、旅游等产业的融合发展。

3. 明确碳汇林建设重点任务

明确各项建设任务，可以确保各项建设工作有序开展，形成合力推动碳汇林建设的深入发展。碳汇林建设的核心任务应包括以下几方面：

①研发与推广先进的林业碳汇经营模式与技术，深入挖掘增汇潜力，以科技创新推动碳汇林的高效发展。

②完善林业碳汇的计量与监测体系，强化森林碳汇的精确计量能力，为科学决策提供可靠的数据支持。

③研究并试点区域林业碳汇补偿机制，基于碳汇贡献实施精准补偿，激发碳汇林建设的积极性。

④创新森林碳汇交易模式，破解交易中的瓶颈问题，推动碳汇市场的健康发展。

⑤探索金融支持机制，实现林业碳汇价值的多元化转化与利用。

⑥建立国有林场碳账户体系，精准核算森林碳汇，提升碳汇林的管理水平。

⑦研究森林旅游、森林康养等生态产品的价值核算与经营开发机制，拓展碳汇林的综合效益。

（二）统一森林碳汇计量体系

建立统一的森林碳汇计量体系是评估碳汇林碳汇能力的重要手段。通过采用科学的方法和技术手段，对碳汇林的碳汇能力进行准确评估和监测，可以为政策制定和决策提供科学依据^[2]。此外，统一的计量体系也有利于不同地区之间碳汇能力的比较和交流。

1. 制定统一的计量标准与规范

应结合国内外碳汇计量的先进经验和技术标准，制定符合本国国情和森林特点的碳汇计量准则，明确计量原则、方法和流程。确定统一的碳汇计量单位，如每公顷森林的年碳汇量，以确保不同地区和项目之间的数据可比较。

2. 研发与推广适用的计量方法和技术

可以依托科研机构 and 高校，开展森林碳汇计量技术的研发和创新，提高计量的准确性和可靠性。将经过验证的成熟技术进行推广应用，降低计量成本，提高计量效率。

3. 建立碳汇数据监测与管理系统

在碳汇林建设区域设立固定的监测站点，定期收集碳汇数据，确保数据的连续性和完整性。建立碳汇数据管理系统，对收集到的数据进行整理、分析和存储，形成全面、系统的碳汇数据库。

4. 加强培训与指导

针对碳汇计量人员和技术人员开展培训活动，提高其专业技能和素质，确保计量工作的准确性和规范性。为碳汇林建设单位提供技术指导，帮助其掌握正确的计量方法和技术，提高碳汇计量的质量。

5. 强化监督与考核

对碳汇计量工作进行定期检查和监督，确保其符合统一的标准和规范。对碳汇计量结果进行考核评估，对表现优秀的单位和个人进行表彰和奖励，对存在问题的进行整改和提升。

（三）建立碳排放综合考评机制

建立包括水土保持碳汇林在内的碳排放综合考评机制，有助于全面评估碳汇林在减少碳排放方面的贡献。通过将碳汇林的碳汇能力纳入地方政府的考核体系，可以推动地方政府加大对碳汇林建设的投入和支持^[3]。考评机制还能够激励社会各界积极参与碳汇林建设，形成合力推动碳汇林事业的发展。

该考评机制的首要目标是客观、准确地衡量碳汇林在减少碳排放方面的实际成效，以此为依据推动碳汇林事业的健康发展。公正、公开、公平是基本原则，最重要确保数据的真实性和可比性。考评范围应涵盖所有与碳汇林建设相关的活动，包括但不限于碳汇林的规划、建设、管理以及维护等。考评对象则包括地方政府、企事业单位、社会组织以及个人等所有参与碳汇林建设的主体。

考评指标体系是碳排放综合考评机制的核心部分，应由多个相互关联、相互补充的指标组成^[4]。这些指标应能够全面反映碳汇林的碳汇能力、生态效益、经济效益以及社会效益等多个方面。具体来说，可以包括碳汇量、碳汇增长率、森林覆盖率、生物多样性、土壤保持能力、水源涵养能力、空气质量改善程度、经济效益增长率等指标。

考评方法应综合考虑定性与定量分析相结合的原则，采用科学的方法和技术手段进行数据采集、分析和

处理。

考评结果应作为地方政府绩效考核的重要依据之一，与地方政府的政绩挂钩。对于在碳汇林建设中表现突出的地方政府和企事业单位，应给予表彰和奖励；对于表现不佳的，则应采取相应的惩罚措施，如限期整改、减少财政支持等。

（四）健全碳汇林建设补偿制度

建立健全的碳汇林建设补偿制度，可以调动社会各界参与碳汇林建设的积极性。通过对参与碳汇林建设的单位和个人给予合理的经济补偿，可以弥补他们在建设过程中的投入和损失，激励他们继续投身于碳汇林事业。补偿制度还可以吸引更多的资金和技术投入碳汇林建设，推动碳汇林事业的快速发展。

1. 明确界定补偿的对象和范围。主要包括参与碳汇林建设的单位和个人，如造林者、护林员、林业企业等。补偿范围则涵盖碳汇林建设的各个环节，包括林地流转、造林绿化、抚育管理、森林防火、病虫害防治等方面的投入和损失。

2. 补偿标准与计算方法。补偿标准应根据不同地区的实际情况、碳汇林的生态效益和经济效益等因素综合确定。计算方法则可以采用基于碳汇量、造林成本、生态效益等因素的综合评估方法，确保补偿的公平性和合理性。

3. 补偿资金来源与使用。资金来源可以包括政府财政拨款、社会捐赠、碳交易市场收入等多种渠道^[5]。资金使用应严格按照规定的用途进行，主要用于对补偿对象的直接经济补偿、碳汇林建设的技术研发和推广、碳汇林管理和维护等方面，确保资金使用的透明度和有效性。

4. 补偿申请与审批流程。补偿对象应按照规定的程序和要求，向相关部门提交补偿申请，并提供必要的证明材料。相关部门应及时对申请进行审核，并在规定的时间内作出审批决定，确保补偿申请的及时处理和审批结果的公正性。

5. 监督与评估机制。监督机制应包括对补偿资金使用情况的定期检查和审计，确保资金使用的合规性和有效性。评估机制则应对补偿制度的实施效果进行定期评估，包括评估补偿对象的满意度、碳汇林建设的成效以及生态环境改善情况等方面，为制度的完善和优化提供依据。

（五）增强碳汇林管理科技支撑

加强碳汇林管理的科技支撑是提高碳汇林建设质量和效益的关键。通过引进和推广先进的水土保持技术和碳汇监测技术，可以提高碳汇林的固碳能力和稳定性。利用现代科技手段对碳汇林进行智能化管理，可以提高管理效率和质量，降低管理成本。

1. 造林

如通过智能化监测系统，分析不同区域的土壤、气候等条件，为造林提供科学的树种选择和规划建议。系统可以根据生态适应性、生长速度、碳汇能力等因素，

推荐最适宜的树种组合。系统可以利用遥感技术实时监测造林区域的植被覆盖情况，对比规划图和实际造林进度，确保造林工作按计划进行。通过无人机或地面传感器，系统可以定期收集造林后的树木生长数据，分析成活率，及时发现并处理生长不良或死亡的树木。

2. 营林

智能化监测系统可以持续监测树木的生长状况，包括树高、胸径、冠幅等参数，为管理者提供树木生长趋势的实时数据。系统通过图像识别和数据分析，能够及时发现病虫害迹象，并发出预警，帮助管理者及时采取防治措施，减少病虫害对碳汇林的影响。系统可以监测林区的土壤侵蚀、水土流失等情况，为水土保持措施的实施提供科学依据。通过监测林区内的温度、湿度、风速等气象数据，系统可以评估火险等级，并在发现火情时及时报警，协助管理者进行应急响应。

3. 碳汇

智能化监测系统可以定期收集林区的碳汇数据，通过科学算法计算碳汇量，为碳汇储备的评估和经营提供依据。基于系统的长期监测数据，可以为林区的碳汇储备经营提供决策支持，包括确定最佳的采伐周期、采伐量以及后续的补种计划等。在参与碳交易或国际碳汇认证时，系统提供的数据可以作为客观、公正的证明，有助于提升碳汇林的市场价值和国际认可度。

结束语

综上所述，水土保持碳汇林的建设与发展对于促进生态与经济的协调发展具有重要意义。通过强化发展规划、统一计量体系、建立考评机制、健全补偿制度、增强科技支撑以及加大宣传力度等措施，可以有效提升水土保持碳汇林的功能和效益，为实现碳中和目标、推动生态文明建设做出积极贡献。但是在实际工作中，要密切关注碳汇林的建设与管理情况，在造林、营林的过程中，采用科学的技术手段，对林木的生长及森林中其他植被的生长予以有效监测，确保第一时间发现问题，采取措施有效解决，保证森林植被的健康生长，实现森林碳储目标，为碳达峰及碳中和助力。

参考文献

- [1] 余新晓, 贾国栋, 郑鹏飞. 碳中和的水土保持实现途径和对策[J]. 中国水土保持科学, 2021, 19(6): 138-144.
- [2] 于天任, 逯非, 杨师帅, 等. 退耕还林工程不同造林类型温室气体收支与净碳汇——以中国中南及华东地区为例[J]. 水土保持通报, 2022, 42(5): 337-347, 359.
- [3] 唐钊. 林业碳汇收益扶持机制研究[J]. 农村经济与科技, 2020, 31(23): 103-106.
- [4] 孙美美, 宋变兰, 时伟宇, 等. 黄土丘陵区刺槐、辽东栎林生态系统碳汇功能特征[J]. 水土保持研究, 2020, 27(2): 55-61.
- [5] 王松伟, 郭忠升. 全球变化背景下碳汇林研究进展[J]. 林业科技通讯, 2020(9): 8-11.