

碳中和目标下生态环境低碳发展路径探索

李明均 周 琪

新疆生产建设兵团第一师生态环境监测站 新疆 阿拉尔 843300

摘 要：碳中和目标驱动下生态环境低碳转型已成为社会经济可持续发展的关键议题。本文围绕生态系统碳汇能力提升、产业结构低碳化调整、城乡生态空间优化以及低碳技术创新应用四条路径展开系统论述，梳理自然生态系统固碳增汇、产业生产过程节能降碳、城乡基础设施绿色升级与技术成果转化落地的内在逻辑，探讨多维路径协同推进生态环境低碳发展的可行方案，为构建兼顾生态效益与经济效益的低碳发展格局提供理论参照。

关键词：碳中和；生态环境；低碳发展；碳汇能力；技术创新

引言：全球气候变暖加剧背景下，碳中和目标对生态环境系统提出了更为严苛的低碳转型诉求。生态环境领域碳排放来源广泛，涵盖自然生态系统碳收支失衡、产业生产过程高碳排放以及城乡建设活动资源消耗等多个层面，单一维度的减排手段已难以应对复杂的碳排放格局。探寻多路径协同的低碳发展方案，统筹自然碳汇培育、产业结构调整、城乡空间优化与技术创新驱动，是推动生态环境系统向低碳方向稳步转型的现实需要。

1 生态系统碳汇能力提升路径

1.1 自然生态系统碳汇培育

自然生态系统碳汇培育以森林、草原、湿地等核心碳库为重点，通过优化生态系统结构、减少人为干扰等举措，持续提升生态系统的固碳效率^[1]。作为陆地生态系统中最主要的碳库，森林的固碳潜力挖掘关键在于植被多样性的保护与恢复，需推动单层纯林向异龄复层混交林转型，不断优化林分组成结构，进而增强生态系统固碳的稳定性与可持续性。针对草原碳汇培育，应结合草原不同退化阶段的具体特征，采取差异化的调控措施，通过补播乡土草种、科学优化放牧强度与周期等方式，恢复草原植被覆盖度，改善土壤通气性与肥力条件，提升土壤有机碳的储存能力。湿地碳汇培育的核心的是保护湿地水文过程的完整性，维持湿地水位的动态平衡，减少人为开发利用造成的碳释放，充分发挥湿地在碳封存中的独特优势，进一步挖掘水生与陆生植被协同固碳的潜在空间。

1.2 生态系统碳汇巩固与优化

生态系统碳汇的巩固与优化，需立足现有碳汇基础，通过科学的可持续管理措施，维持碳汇稳定性的同时，挖掘存量碳汇的提升潜力。对于森林生态系统，应推行近自然经营策略，合理调控林分密度与年龄结构，促进成熟林的自然更新，实现碳汇增量积累与生态系统健康发展的有

机平衡。同时，要强化生态系统风险防控体系建设，搭建全方位的碳汇监测网络，有效防范火灾、有害生物入侵等自然与人为因素对碳汇的破坏，提升生态系统的抗干扰能力与自我修复能力。此外，还需优化碳汇管理模式，整合零散的生态资源，推动碳汇资源的数字化、精细化管理，实现碳汇存量稳定与增量提升的统一，更好地适配全球高质量碳汇发展的整体趋势。

1.3 碳汇相关生态修复技术应用

碳汇相关生态修复技术的应用，以科技赋能为核心，重点实现退化生态系统修复与碳汇能力提升的精准衔接，依托生态修复理论与技术创新，持续提升碳汇效益。一方面，要研发并推广适用于不同气候与地理区域的植被恢复技术，针对沙地、低质低效人工林、退化湿地等典型退化场景，构建“植被恢复—土壤改良—生态调控”的综合性修复技术体系，切实提高植被成活率与固碳效率。另一方面，应用数字化监测技术，融合卫星遥感、物联网、大数据等现代技术手段，实现碳汇动态的精准监测与数据实时更新，为修复措施的优化调整提供科学的数据支撑。同时，开发土壤碳汇提升专项技术，通过生物炭基微生物肥料应用、土壤养分精准调控、秸秆还田优化等方式，改善土壤理化性质，增强土壤有机碳的封存能力。此外，推动修复技术与可持续经营理念深度融合，形成“修复—固碳—管护”的闭环运行模式，最大限度发挥生态修复的碳汇效益，推动退化生态系统碳汇能力的持续恢复。

2 产业生态低碳转型路径

2.1 产业结构低碳化调整

产业结构低碳化调整的核心是优化产业布局、推动产业类型升级，通过淘汰高碳低效产业、培育低碳高效产业，实现产业结构向绿色低碳转型^[2]。针对高耗能产业，重点推进优化升级，引导传统高碳产业向精细化、

高端化发展,依托技术迭代降低单位产出碳排放强度,逐步压缩其规模占比,确保发展与生态环境承载能力适配。同时,培育壮大低碳新兴产业,聚焦节能环保、新能源、新材料等兼具生态与经济效益的领域,推动其规模化、集群化发展,提升在产业体系中的比重,形成高碳产业收缩、低碳产业扩张的良性格局。此外,结合区域资源禀赋与生态承载能力优化产业空间布局,合理规划产业功能区,避免高碳产业集中布局带来的生态压力,实现产业发展与生态承载的动态平衡。

2.2 产业生产过程低碳改造

产业生产过程的低碳改造,聚焦生产全流程的节能降碳,通过技术升级、工艺优化、能源替代等方式,减少生产环节的碳排放,提升生产环节的碳利用效率。在生产工艺方面,推动绿色化升级,坚决淘汰落后的高碳生产工艺,推广节能高效、低碳环保的生产技术,优化生产流程中的能源消耗与物料循环,减少生产过程中的碳泄漏与无效碳排放。在能源利用方面,推进能源结构的低碳替代,逐步降低化石能源的使用比例,扩大可再生能源在生产用能中的应用范围,推动光伏、风电、氢能等清洁能源与生产过程深度融合,提升生产用能的清洁化水平,缓解能源消耗带来的碳排放压力。同时,强化生产过程的能耗管控,搭建生产能耗精准监测体系,精准识别高耗能环节,通过精细化管理与技术改造,降低单位产品能耗,实现生产过程碳排放量的精准管控与持续下降。

2.3 低碳产业模式构建

低碳产业模式的构建,核心在于产业发展模式的创新,通过产业链协同、循环利用、绿色赋能等方式,构建可持续的低碳产业发展模式,推动产业低碳化与生态化深度融合。推动产业链低碳协同发展,打通产业链上下游的低碳衔接环节,实现上游原材料供应、中游生产加工、下游产品消费全链条的碳减排,优化产业链资源配置,推动产业链整体实现低碳化升级。构建产业循环发展模式,推动生产过程中废弃物的资源化利用,完善废弃物回收利用体系,实现物料循环、能源循环与碳循环的有机统一,减少生产过程中废弃物排放与碳释放,提升产业资源利用效率。此外,强化低碳技术与产业模式的深度融合,推广合同能源管理、碳足迹管理等新型低碳模式,推动产业发展从“末端减排”向“源头控碳”转变,提升产业低碳发展的可持续性,构建兼具生态效益、经济效益与社会效益的低碳产业发展体系。

3 城乡生态低碳建设路径

3.1 城市生态低碳布局优化

城市生态低碳布局优化,重点从空间架构层面调整用地配比与功能排布,依托国土空间规划逻辑,重塑城市可持续生长格局^[3]。合理调配城市各类用地比例,适度扩大绿色开敞空间规模,加大绿地、林地及生态廊道的布设范围,增强城区植被群落的固碳涵养功能。优化城市功能组团分布形态,引导各类产业与生活功能适度集聚,减少日常出行活动产生的能源消耗,降低大范围分散布局造成的资源浪费。梳理城区内部生态脉络,串联零散分布的绿化斑块与水系资源,构建连续贯通的生态骨架,提升城区内部空气流通与环境自净能力。严格控制城市无序外延扩张节奏,依托现有建成空间开展存量提质改造,减少新增建设用地带来的资源投入与排放负荷,推动城市发展向集约型、低碳型转变。

3.2 乡村生态低碳发展构建

乡村生态低碳发展的构建,立足乡村乡土自然基底禀赋,依托原生生态资源,夯实乡村低碳发展的基础。调整乡村农业生产组织方式,普及环境友好型种养模式,合理控制农资投入强度,降低农业生产活动带来的碳排放负荷。优化乡村生活起居相关的资源利用方式,引导村民开展生活废弃物分类收纳与循环处置,推动田间秸秆、养殖废弃物等实现就地资源化利用,减少随意堆放处置产生的碳释放。守护乡村原有山水林田肌理,维持乡土植被群落的自然生长状态,保留原生生态缓冲地带,保障区域内部碳循环的平稳运转。引导乡村建设活动遵循自然地势走势,避免大规模土方改动与植被损毁,维持乡村原有生态结构的完整性,以原生生态优势支撑乡村低碳发展进程。

3.3 城乡生态低碳基础设施完善

城乡生态低碳基础设施完善,聚焦公共配套体系的绿色升级,打通城乡之间设施共建共享的发展脉络,推动城乡低碳建设协同推进。更新城区传统公用配套体系,对供水、供电、供暖等公用系统开展节能化升级改造,选用低能耗运行设备,降低日常运维过程中的能源消耗。补齐乡村基础配套短板,逐步铺设清洁能源供给网络与生活污水集中处置设施,提升乡村基础配套的绿色化标准,缩小城乡建设层面的发展差距。优化全域交通路网布设逻辑,完善各级路网衔接体系,适配绿色出行方式的通行需求,降低机动出行带来的碳排放增量。打通城乡设施联动共建渠道,推动城区成熟的绿色配套服务向乡村延伸辐射,统筹全域设施规划建设标准,确保基础配套体系全程适配城乡生态低碳建设的整体步伐。

4 生态低碳技术创新与应用路径

4.1 低碳技术研发方向聚焦

生态环境领域的低碳技术研发,需紧密围绕碳中和整体发展诉求,聚焦生态循环运转与能源清洁更替两大核心方向,开展深度探索与研究^[4]。在理论研究层面,可围绕自然生态维系过程中的碳循环调控开展深耕,深入挖掘生态系统自身物质循环的内在规律,依托基础学科理论支撑,开拓全新的技术研发维度。在能源利用环节,技术探索应聚焦传统用能模式的革新升级,探索清洁能源替代传统能源的适配路径,充分挖掘自然能源转化利用的潜在空间。在生态污染治理领域,相关技术研发需转向低碳化发展思路,转变传统治理模式的能耗投入方式,探索污染治理与碳减排相互协调的技术路径。同时,科研体系应加强跨学科知识的交融互通,整合环境科学、能源工程、生态修复等多领域知识体系,为低碳技术的迭代升级搭建坚实的理论基础。研发布局需贴合生态环境长期发展需求,契合自然演化节奏与人文发展规律,确保技术研发成果能够适配生态空间长效运维的实际需求。

4.2 低碳技术转化与推广

低碳技术要从科研层面走向实际应用,关键在于搭建完整的落地流转体系,打破学术研究与现实应用之间的衔接壁垒。科研机构可联动社会研发平台,构建完善的成果流转渠道,打通技术成型、中试试验到实际落地的各个环节,缩短先进低碳技术投入实际应用场景的时间周期。社会行业载体应主动接纳新型低碳技术,结合自身发展特质,吸纳适配的技术类型,完成生产运营模式的低碳化更新。行业内部可搭建技术共享交流平台,促进成熟的低碳理念与技术方法在行业内流转扩散,带动整个行业发展模式向低碳方向转型。此外,社会服务体系需配套完善技术落地所需的支撑条件,优化技术普及过程中的配套服务内容,降低新型技术推广过程中遇到的各类阻碍。同时,营造良好的市场发展环境,引导社会主体主动接纳低碳技术带来的发展转变,逐步转变固有发展思维,为低碳技术的大范围普及创造有利条件。

4.3 低碳技术与生态保护融合应用

低碳技术的实际落地,应深度融入生态保护全流程,

以技术力量赋能自然生态空间的长效养护与良性更迭。在生态修复工作中,可引入新型低碳手段,参与植被养护、水土涵养等关键环节,以低能耗、低排放的方式,完成受损生态空间的修整与复原。在生态空间日常管护中,依托低碳设备与技术方法,替代传统运维模式,降低管护流程产生的能源消耗与碳排放总量。在区域生态规划布局中,融入低碳技术应用思维,将技术适配性纳入生态空间整体规划考量范围,实现生态格局搭建与低碳发展节奏的相互适配^[5]。在自然生态资源开发利用过程中,借助低碳技术规范开发方式,在守住生态承载底线的前提下,提升资源利用的集约程度。值得注意的是,技术融入生态保护的过程中,需遵循自然发展的内在逻辑,结合不同地域的生态特质,调整技术应用形式,确保技术赋能与自然演化保持协调统一的发展步调。

结束语

碳中和目标为生态环境低碳发展指明了方向,自然生态系统碳汇培育、产业结构绿色调整、城乡空间低碳优化与技术创新驱动四条路径相互支撑、缺一不可。提升生态系统固碳能力为低碳转型提供自然基础,产业低碳化改造压缩人为碳排放源,城乡绿色建设拓展低碳实践场景,技术创新则为上述路径提供持续动力。各参与主体需在多维路径上协同发力,推动生态环境低碳发展从理念走向实践,助力碳中和目标稳步实现。

参考文献

- [1]周泰,贺芷晴.低碳经济视角下区域物流—经济—生态环境协调发展研究[J].生态经济,2025,41(9):87-90,159.
- [2]杨利娟,杨鑫,郑秀萍,等.生态环境监测数据赋能低碳经济的协同发展机制研究[J].皮革制作与环保科技,2026,7(2):78-80.
- [3]李杨.低碳经济发展对生态环境保护的影响和启示[J].清洗世界,2025,41(8):131-133.
- [4]邓一新.荒漠化治理对全球生态环境可持续发展和绿色低碳发展的影响研究[J].低碳世界,2024,14(2):19-21.
- [5]王慧,杨亚柳.低碳视角下安徽省物流业与生态环境协调发展研究[J].宿州学院学报,2024,39(11):49-54.