

“双碳”目标下城市废弃物循环利用创新项目研究

许 诚 陈昱光 赵雪媛

北京城市学院, 北京 101309

摘要: 随着碳达峰、碳中和战略目标的全面实施, 我国的城市治理体系正朝着更加绿色低碳、循环可持续的方向进行深度转型; 而城市废弃物则是伴随城镇化发展产生的产物, 在收运、处置全过程会产生大量的温室气体, 成为城市碳排放的重要组成部分之一, 也是极具开发潜力的再生资源载体。传统的城市废弃物处置方式主要采用填埋、焚烧等方式处理, 具有碳排放强度大、资源利用率低、二次污染严重、产业链不完善等问题, 无法满足双碳发展以及无废城市的需要。因此, 本文围绕城市废弃物循环利用创新项目建设这一主题展开深入的研究工作, 基于循环经济、低碳发展等相关理论分析了双碳背景下的废弃物循环利用项目的价值、发展现状及面临的现实困境, 从技术和运营层面、治理层面、数字化等方面探讨了该项目的发展创新思路并提出全方位的保障措施, 从而实现城市废弃物由“末端无害化处置”到“全链条资源化、低碳化的循环”, 挖掘固废领域的碳减排潜力, 培育绿色低碳产业的新业态, 为城市落实双碳目标、推进无废城市建设提供了有益借鉴。

关键词: 双碳目标; 城市废弃物; 循环利用; 固废资源化; 低碳项目建设

0 引言

2030 年碳达峰、2060 年碳中和的战略部署, 是我国推动经济社会系统性的绿色变革、应对全球气候变暖的重要举措, 意味着我国的发展方式由过去以高碳为主的粗放式增长向低碳集约式的高质量发展转变; 城市作为人口聚集地、产业集中区以及碳排放最密集地区之一, 是实现双碳目标的主要载体, 其中城市废弃物治理是城市低碳转型过程中不可忽视的重点内容。目前, 随着我国城镇化的不断推进, 城市生活垃圾、厨余垃圾、建筑垃圾、园林废弃物、废旧织物等各种类型的城市废弃物每年产生量不断增加, 在传统的处理模式下其弊端逐渐显现出来。

城市废弃物循环利用创新项目是衔接双碳目标和无废城市建设的有效抓手, 在建立“源头减量、精准分类、高效转化、再生利用”全链条闭环的基础上可以减少固废处置产生的碳排放, 盘活城市的再生资源, 发展绿色循环经济产业。目前, 我国大部分城市已经开展了废弃物资源化利用试点工作, 但是总体上还处在起步阶段, 存在技术创新不够、分类体系不健全、市场化运营弱、缺乏碳减排核算体系以及各方协同治理不足等突出问题, 难以充分发挥其低碳效益及经济效益。因此, 本文对双碳目标下的城市废弃物循环利用创新项目建设路径和优化策略进行深入的研究, 以帮助城市实现生态效益、经济效益和社会效益协同发展。

1 核心概念与理论基础

1.1 双碳目标核心内涵

双碳目标包括了碳达峰和碳中和两方面内容: 其中碳达峰指的是一个地区或国家的温室气体排放量在某个时间点上达到了历史最高值之后开始逐步下降的过程, 意味着以高碳发展为主的模式已经结束; 而碳中和则是指通过节能减排、资源循环、碳汇吸收、碳封存等多种手段来抵消由人们生产生活所造成的温室气体排放, 并使排放与吸收相平衡的一种状态。双碳转型的关键在于促进全行业的、全领域的低碳转变, 城市固废领域中的转型关键是在减少废弃物处置过程中的直接碳排放的基础上, 依靠资源循环代替原生资源进行生产, 从而降低其全生命周期内的隐含碳排放, 实现固废治理与碳减排相结合的目标。

1.2 城市废弃物循环利用内涵

城市废弃物是指城市生产生活中所产生的各种固体废弃物, 包括生活垃圾、厨余垃圾、建筑垃圾、园林废弃物、废旧纺织品等等; 而废弃物循环利用不同于传统的无害化处理方式, 它严格遵守减量化、再利用和资源化的 3R 原则, 抛弃了以往“产生——处置——废弃”线性的治理思路, 在对废弃物进行技术加工、模式创新的基础上, 把原本被污染的废弃物转化成再生骨料、有机肥、再生纤维、清洁能源等各种可以再次使用的资源, 并形成闭环循环体系, 达到减少污染物、增加资源价值以及降低碳排放的目的。

1.3 循环经济理论

循环经济是指不同于传统的线性经济发展方式的一种绿色发展的经济形态, 在其过程中注重对资源进行高效的使用和循环再生, 从而用最少的资源消耗和环境代价获得最大化的经济

社会效益；在双碳背景之下，循环经济不仅是一种重要的生态环境保护手段，也是碳减排的核心途径。而城市废弃物循环利用创新项目则是循环经济在城市治理领域中的具体落地形式，通过对各种固废资源的有效整合，打通了从回收加工再到利用的一整条产业链，解决了资源浪费以及环境污染两大问题，并成为城市低碳可持续发展的重要支撑。

2 双碳目标下城市废弃物循环利用创新项目建设价值

2.1 助力碳减排，夯实城市双碳建设基础

城市废弃物处置也是城市碳排放重要来源之一，填埋产生甲烷和焚烧产生二氧化碳，是固废领域的主要温室气体排放源。而循环利用创新项目的实施可以对各种类型的废弃物进行源头分流，大大减少了进入填埋场、焚烧厂的固废量，从而直接削减了温室气体直接排放，并且再生资源替代原生资源也可以带来巨大的间接减排效果，如使用建筑垃圾再生骨料代替天然砂石，能够减少矿山开采以及石料加工带来的高碳排放；用厨余垃圾制作有机肥取代化工化肥，则能降低化工产业碳排放等，从各个方面帮助城市落实碳减排的目标。有研究显示，完善的城市废弃物循环体系可以使城市固废领域的碳减排率达到30%以上，低碳效应十分明显。

2.2 盘活再生资源，缓解城市资源供给压力

城镇化的建设和城市产业的发展对于砂石、有机质、纺织原料等资源的需求量很大，在原生资源的开采和加工过程中成本很高且碳排放量较大；而城市中的各种废弃物则是“放错了地方的优质资源”。通过创新循环利用项目可以实现各类固废的精细化、高值化转化，把建筑垃圾、厨余垃圾、废旧物资变成城市建设、农业生产和工业生产的再生原材料，形成城市内部的资源循环体系，减少城市对外部原生资源的依赖性，实现资源自给自足，缓解资源短缺的压力。

2.3 优化生态环境，降低传统处置污染风险

传统的固废填埋、焚烧模式具有突出的环境隐患：填埋会产生渗滤液污染土壤和地下水，在堆积中容易产生恶臭气体，影响人居环境；而焚烧则易产生二噁英、粉尘等污染物，造成大气污染。通过循环利用创新项目的实施，可从源头进行固废减量及分类处置，大大减少了末端处置规模，从根本上降低了二次污染的风险，有利于改善城市的生态环境以及人居质量，有助于建设生态宜居的城市。

2.4 培育绿色产业，激活城市经济新动能

废弃物循环利用创新项目的实施是绿色低碳产业的一部分，在项目落地后可以带动垃圾分类收运、资源化加工、再生产品

的销售以及碳核算咨询等相关产业链的发展，并产生大量的绿色就业机会；此外，项目以市场化的形式进行运营并带来资源价值提升，打破了以往固废治理依靠政府补贴的单一方式，成为绿色经济的增长点，促进城市的产业结构向绿色低碳转型升级。

3 城市废弃物循环利用项目发展现状与现存问题

3.1 项目发展现状

近年来，在无废城市的建设和双碳战略的推动下，我国各个大城市纷纷布局废弃物循环利用项目，并相继建成了厨余垃圾处理中心、建筑垃圾资源化基地和再生资源分拣产业园等一系列设施，初步形成了固废资源化的处置体系；同时，数字化技术也逐渐应用于固废治理中，如智能分类设备、物联网收运系统以及全流程溯源平台的应用，一些试点城市还尝试了固废碳核算、碳交易的新模式，实现了项目的低碳效益市场转化。总体而言，我国的城市废弃物循环利用已经由单一的无害化处置，逐步转向资源化、低碳化、智能化的方向发展，但是其项目建设整体水平还有待提高。

3.2 项目现存突出问题

第一，源头分类质量偏低，原料稳定性不足。精准分类是实现废弃物高效循环利用的前提条件之一，但是现阶段居民和商户垃圾分类意识参差不齐，混投混放情况普遍存在，低值可回收物分流率较低；混杂的废弃物大幅提高了分选加工的成本，并降低了再生产品的品质，造成资源化生产线运行效率低下，严重影响了循环项目的稳定运营；

第二，核心技术存在短板，低碳转化效能不足。目前大多数中小型循环项目的技术工艺比较传统，精细化分选、高值化再生、低碳降解等关键技术普及率不高，设备运维成本较高且耗能较大，一些项目资源化转化率偏低，甚至出现了“低碳项目高能耗”等问题。此外，废弃物全生命周期碳核算技术还未得到普及，在大部分项目中还不能准确地量化其碳减排效益，难以与碳市场进行交易，低碳的价值得不到有效发挥。

第三，产业链闭环不完善，市场化运营能力弱。目前的废弃物循环产业存在着产业链上的断点问题，在前端分类和中端加工以及后端销售之间衔接不够顺畅；再生骨料、有机肥、再生纤维等产品的市场认可度不高，并没有强制性的采购政策支持，市政工程、工业生产大多选择使用原生材料，造成再生产品滞销积压现象严重；大多数项目过于依靠政府财政补贴，市场化盈利方式较为单一，可持续性运营的能力较弱；

第四，多元协同机制缺失，治理效能不足。城市废弃物治理涉及到多个政府部门（如：城管、生态环境、发改、住建），

各个部门之间的权责交叉、协同不足，存在审批流程繁杂、监管标准不一的问题；此外，政府与企业、社区、科研机构联动不足，科研成果转化速度慢，社区源头治理激励机制不健全，多元共治体系未建立起来。

4 双碳目标下城市废弃物循环利用创新项目建设路径

4.1 项目定位创新：构建多品类协同处置一体化体系

打破传统的单一品类的废弃物处理方式，建设综合性的城市废弃物循环利用产业园，统筹承接生活垃圾可回收物、厨余垃圾、建筑垃圾、园林废弃物等多种类型的固废进行协同处置和梯级利用，在工艺上相互补充、互相抵消，利用厨余垃圾、园林废弃物厌氧发酵所产生的沼气为整个园区生产和生活提供电力及热能，减少项目的自身能耗以及碳排放量，并且对建筑垃圾进行精细化的加工成为再生骨料用于市政道路、海绵城市的建设中去，可回收物则可以加工成工业再生原料形成全品类、闭环式的循环体系。并且把碳减排作为项目建设的核心考核指标之一，使治理的目标由单纯的“减量化”，转向“低碳化、资源化、效益化”。

4.2 技术创新：低碳工艺升级+数字化智慧赋能

一方面，推进资源化技术的低碳升级，在传统工艺上淘汰高能耗、低效率的技术，推广应用低能耗厌氧发酵、精细化分选、生物降解、高值化再生等先进技术和设备，促进废弃物由简单的回收转向高附加值的再生利用，提高资源化的转化率和产品的质量；针对低值可回收物、有机固废等处置难点问题，加强政产学研联合攻关，破解关键技术难题，减少处置过程中的能耗及碳排放。另一方面，搭建数字化智慧管控平台，通过物联网、大数据、区块链技术对废弃物投放、收运、处置、产品出厂全过程进行数据自动采集、实时追溯，并建立全生命周期碳核算体系，准确测算项目的碳减排量，实现碳效益可监测、可核查，为开展碳交易、碳普惠落地提供数据支持。

4.3 运营模式创新：构建市场化可持续发展机制

构建“政府引导、企业主体、市场运作、多元收益”运营模式：政府加强顶层设计和政策扶持力度，并做好行业监管工作，减少项目的审批环节，出台绿色采购的政策，明确市政工

程、绿化项目优先采购再生产品的规定，打通再生产品的销售路径；以企业为主体进行项目生产和加工以及产品推广等，提高企业的市场化运营水平；创新收益模式，不再单纯依靠补贴支持，建立“再生产品销售收入+碳资产交易收益+绿色政策补贴”，通过碳市场的建设来实现碳减排量的市场化变现，增强项目的盈利能力和可持续性。

4.4 源头治理创新：夯实项目资源化基础

以循环项目建设为抓手，联动社区、机关单位、商超企业进行源头分类减量。建立分类激励机制，采取积分兑换、碳账户积分等方式，调动居民分类投放的积极性；对商户、企业开展专项指导，推动其生产生活的废弃物源头减量。依托项目建设的低碳科普展厅，开展垃圾分类、循环经济、双碳知识科普宣传，提高公众低碳环保意识，从源头上减少垃圾混投的现象发生，保证后端资源化项目的原料品质和稳定性。

5 结论与展望

双碳目标下，推进城市废弃物循环利用创新项目建设，是城市实现减污降碳协同增效、推动无废城市建设、培育绿色低碳产业的关键之举；城市废弃物循环利用打破传统的末端治理模式，在全链条上进行资源化和低碳化的改造，既能够有效削减固废处置碳排放，盘活城市再生资源，改善生态人居环境，又可以激活绿色经济的新动能，实现生态效益、经济效益和社会效益协同发展。目前，我国的城市废弃物循环利用项目仍然存在分类体系不完善、核心技术落后、市场化运营弱、多元治理不足以及数字化程度低等众多困境。未来需要立足于双碳的战略要求，从项目的定位、技术、运营、治理等方面开展创新升级，打造多品类协同处置、数字化智慧赋能、市场化可持续运营的新型循环利用体系，并建立完善的政策、资金、人才、风险等方面的保障机制，打通废弃物循环利用全产业链闭环。在碳市场机制不断健全和完善、低碳技术不断迭代更新、公众环保意识不断提升的情况下，城市废弃物循环利用产业将会朝着高值化、智能化、低碳化、市场化的方向继续深入发展，持续释放出固废领域的碳减排潜力，为我国如期实现双碳目标、推动城市的绿色高质量发展提供了坚实的支撑力量。

参考文献：

- [1] 李静, 罗强. 双碳目标下固废综合利用与环保协同发展路径研究[J]. 中国资源综合利用, 2026, 44(7): 196-198.
- [2] 赵琴, 木人. “双碳”目标下矿产资源开发与可持续利用路径研究[J]. 中国金属通报, 2026, (4): 18-20.
- [3] 冯世舜. “双碳”目标下建筑工程绿色施工管理的关键环节研究[C]//广西网络安全和信息化联合会. 第十四届工程技术管理与数字化转型学术交流会议论文集(上册). 2025: 282-283.

[4]王家梁, 韩丹萍, 王灵玲, 等. “双碳”目标下杭州市园林废弃物循环利用现状及对策[J]. 现代园艺, 2025, 48(20):158-160.

[5]董立刚. 双碳背景下废旧轮胎循环利用措施研究[J]. 中国轮胎资源综合利用, 2025, (6):34-36.

作者简介: 许诚 (1992—), 男, 汉族, 籍: 湖南, 单位名称: 北京城市学院, 学历: 硕士研究生, 职称: 助教, 主要研究方向: 舞蹈教育。

陈昱光 (2007—), 男, 汉族, 籍: 山东, 单位名称: 北京城市学院在读, 学历: 本科在读, 主要研究方向: 舞蹈教育。

赵雪媛 (1994—), 女, 满族, 籍: 北京, 单位名称: 北京城市学院, 学历: 硕士, 职称: 助教, 主要研究方向: 舞蹈教育方向。

基金项目: 北京城市学院大学生创新创业训练计划项目资助, 编号: S202611418067。