 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i6.10634

Front-end Waste Sorting Management Helps Reduce End-of-pipe Treatment Costs

Yuliang Zhao

Sanmenxia Municipal Environmental Health Affairs Center, Sanmenxia, Henan, 472000, China

Abstract

Front-end waste sorting management is crucial for effectively controlling municipal solid waste treatment costs. Implementing mechanisms for source-level sorting guidance, supervision, and resident participation helps reduce the proportion of mixed waste, improve the separation efficiency between recyclables and food waste, and alleviate the burden on downstream sorting and disposal processes. The quality of front-end waste sorting influences transportation planning, disposal method selection, and resource recycling levels, thereby reducing expenses associated with incineration, landfilling, and environmental remediation. Analyzing the intrinsic relationship between front-end waste sorting management and end-of-line disposal costs provides practical insights for enhancing urban waste management frameworks.

Keywords

waste sorting; front-end management; end-of-pipe treatment cost; source reduction; resource recovery

垃圾分类前端管理有助于降低末端处理成本

赵玉亮

三门峡市环境卫生事务中心，中国 · 河南 三门峡 472000

摘　要

垃圾分类前端管理关乎城市生活垃圾处理成本的合理把控，投放源头落实分类指导、监督管控及居民参与相关机制，压缩混合垃圾产生占比，提升可回收物同厨余垃圾的拆分效果，缓解后端分拣处置带来的负荷。垃圾分类前端品质牵动运输调配、处置模式选定与资源再生利用层级，能够缩减焚烧填埋及环境治理产生的各项开支。剖析垃圾分类前端管理同末端处置成本的内在关联，能够为城市垃圾治理架构完善提供现实参照。

关键词

垃圾分类；前端管理；末端处理成本；源头减量；资源化利用

1 引言

城市生活垃圾产出规模逐年上涨，末端处理设施存在运输开支偏高、分拣任务繁重、资源回收利用率偏低等问题，垃圾分类只依托末端处置模式，会加大处理体系承载压力，抬高焚烧填埋与污染治理相关花销。推行前端管控模式，把分类职责划定至垃圾投放源头，可提高生活垃圾分类精准度，削减多余转运及重复分拣工作。探析垃圾分类前端管控给末端处理成本带来的变化，可为健全城市垃圾治理体系筑牢支撑。

【作者简介】赵玉亮（1969–），男，中国河南三门峡人，本科，助理工程师，从事中转站合理布局能显著提升垃圾收运效率研究。

2 垃圾分类前端管理与末端处理成本的关联机制

2.1 源头分类对垃圾处理流程的影响

源头分类重塑生活垃圾纳入处理体系后的整体运行状态，居民投放环节将生活废弃物按可回收物、厨余垃圾、有害垃圾与其他垃圾完成规范分流，收集转运及后续处置环节可依照垃圾固有属性匹配适配工艺，规避混装混运引发的多余作业消耗。厨余垃圾自带高含水率且极易发生腐坏，同其余垃圾混杂堆放会拉高整体湿度数值，干扰焚烧过程热值表现，加重填埋场景渗滤液处置负荷，单独从投放端剥离后可接入厌氧发酵、堆肥等资源再生路径，让后端处置模式贴合垃圾自身属性。

投放前端完成可回收物剥离工作，规避纸张塑料金属玻璃等材质沾染厨余污渍，提升回收物料基础品质，弱化后端人工筛选工作负荷。有害垃圾实行单独收纳存放，阻隔重金属废电池废灯管等有害物质流入焚烧填埋体系，弱化烟气

净化土壤防护与渗滤液治理相关工作压力。源头分类不只是调整居民日常投放习惯，更是把垃圾全流程管控节点前置，让废弃物从产生伊始形成固定流转路径。

2.2 精准投放对运输分拣成本的影响

规范投放能够缩减垃圾收运环节产生的无效流转与重复分拣行为，生活垃圾投放达标程度偏低时，各类废弃物易在收集点位相互混杂，运输车辆遵循既定分类线路开展作业，也无法保障运载垃圾契合分类规范，后续仍要启动人工或机械分拣流程，抬高人力投入、设备运转及场地占用产生的各项开销。垃圾进入收集容器前完成类别辨识与合规投放是规范投放的核心要求，定时定点投放安排、桶边现场引导、智能设备辨识、分类标识升级等举措，可拉近垃圾品类同收运体系之间的适配程度[1]。

可回收物、厨余垃圾及其他垃圾在投放源头维持纯净状态，运输车辆可依照品类直接接驳对应处置终端，省去中转站二次分拣、临时堆放以及现场污染清理等流程。厨余垃圾投放偏差会带入塑料袋、餐盒、金属等异物，磨损破碎、制浆、发酵各类专业设备，拉高前期预处理产生的经济消耗，投放行为合规化可压低异物占比，保障处置设备长期平稳运转。其他垃圾内部掺杂大量可回收物料，会提升焚烧处理体量与车辆运输频次，造成能源资源和运输运力无端消耗。投放源头分类水准得到提升后，收运线路规划、车辆资源调配、分拣作业安排及末端处置工艺可实现顺畅联动，压缩运输流程返工损耗与分拣流程额外经费开支。

2.3 资源回收对末端处置压力的影响

资源回收水平提升可缩减流入焚烧填埋这类末端处置系统的垃圾体量，生活垃圾内含大量具备再生利用价值的纸类塑料金属玻璃及各类织物物料，前端完成这类物料完整分流即可纳入再生资源流通渠道转化为生产用料，规避物料直接送入末端处理设备。可回收物料混杂在生活垃圾中易被厨余渗水油渍及腐败物质侵染，自身利用价值大打折扣，末端处置系统还要承接大量低价值混合垃圾的处置工作。

垃圾体量缩减后焚烧厂区进料负荷得到缓解，炉排运转烟气净化飞灰消纳等环节开支同步回落，填埋场地入库物料减少可拉长设施使用周期，缓解土地资源消耗与渗滤液治理负担。厨余垃圾经资源化加工可生成沼气肥料及有机培植基质，缓解直接焚烧引发的燃烧热值起伏。资源回收可舒缓末端处置承载压力，推动垃圾处理体系脱离传统处置模式转向循环发展方向，让现有处置设施承载匹配自身能力的作业任务。

3 垃圾分类前端管理中的制约因素

3.1 居民分类意识与参与稳定性不足

居民分类认知欠缺会直接拉低前端管理水准，垃圾分类相关制度落地运行难以维系长效平稳状态。部分居民无法清晰区分生活垃圾所属品类，对可回收物、厨余垃圾、有害垃圾和其他垃圾的划分界限缺乏清晰认知，滋生能变卖物品才归属可回收、所有湿垃圾均归为厨余垃圾这类片面看法，拉高日常投放环节的出错比例。不少小区配齐分类收集容器与宣传展示板块，宣传内容仅停留在标语形式，未对常见垃圾归类标准、投放规范及违规投放带来的负面影响做出细化讲解，居民日常投放只能依托自身生活经验自行判别。

居民参与状态波动还会受时段条件、便捷程度及现场监管力度左右，早晚投放高峰缺少专人引导值守，各类垃圾混投情况会出现明显增多态势；垃圾袋破损渗漏、厨余垃圾沥干流程繁琐、可回收物缺少临时存放区域等现实问题，都会弱化居民长期参与垃圾分类的主观意愿。部分居民默认各类垃圾最终都会集中转运处置，无法认清前端分类举措和末端治理成本存在的内在联系，难以主动养成规范投放的生活习惯。

3.2 分类设施配置与管理衔接不充分

分类设施配备不完善会弱化前端分类管理实施成效，居民存有分类意愿也无法做到规范投放。部分小区分类容器布设数量短缺，投放点位规划和居民日常出行路线不相契合，点位偏远、标识不清、箱体破损、容纳空间有限等情况，都会引发垃圾随意丢弃或是不同品类垃圾混装存放。厨余垃圾容器缺少密闭防渗隔味构造，夏季滋生异味蚊虫干扰居民日常投放，可回收物收纳容器容积有限，纸箱塑料瓶这类大件物品只能堆放容器外侧，衍生环境污染问题还加大清运工作难度。

有害垃圾专属投放点位设置隐蔽，废电池过期药品废旧灯管这类废弃物会流入常规垃圾处理渠道。设施运维和清运作业衔接存在脱节，分类容器前端标识设置完备，清运车辆调度作业时段中转流程未同步落实分类标准，催生前端分类后端混装的普遍现象。部分辖区容器站点管护权责划分模糊，保洁人员专业素养欠缺，容器堆满后清理处置存在滞后性，前期分类成效在清运环节出现折损。

3.3 监督反馈机制与成本控制联动较弱

监督反馈体系不完善会让前端分类管理失去持续优化的支撑，也会弱化分类工作对末端处理成本的管控作用。部分地区垃圾分类监督依赖现场巡查、人工提醒及阶段性检查，未对投放准确率、厨余垃圾纯净度、可回收物回收量、其他垃圾减量率等关键指标开展常态化记录，管理部门难以实时判断前端分类质量波动[2]。监督结果仅止步于问题通报，未与收运成本、分拣成本、焚烧量、填埋量及资源化收益开展关联分析，无法凸显前端管理在成本管控中的实际价值。

不少社区虽推行桶边督导，督导信息却未形成系统数据台账，常见错投类型、重点人群、重点时段及重点区域缺乏系统梳理，后续宣传与设施调整失去针对性。反馈渠道不畅通同样影响居民参与成效，居民就分类规则、投放时段、设施损坏、清运混装等问题提出诉求后，处理不及时极易降低其对分类管理的信任度。成本管控需依托精细化数据支

撑，需将前端投放质量与末端处理费用变动进行动态比对。

4 垃圾分类前端管理优化路径与实践成效

4.1 完善分类指导与责任落实机制

完善分类指导可立足实际投放场景，把笼统分类规则转化为居民易懂可落地的操作规范。社区依据日常高频生活垃圾划定细化清单，界定剩饭剩菜、果皮菜叶、快递纸箱、饮料瓶、废旧电池、破损陶瓷、污染纸巾等常见品类归属，投放点位楼栋公告栏及线上渠道同步公示内容，规避居民认知偏差引发投放失误。分类指导不能局限于单次宣传宣讲，贴合早晚投放高峰、节假日垃圾增量、厨余垃圾集中产出时段等现实状况，安排志愿者物业人员网格员开展现场引导工作。

责任落地搭建社区统筹物业执行居民参与收运配合的管理架构，划定分类桶养护、投放秩序管控、投放行为劝导、满溢清理及问题反馈各项工作权责。错投混投现象频发的片区，采用入户沟通楼栋公示积分奖励等形式开展定向引导，清晰的权责划分可稳固前端分类整体品质。社区物业居民及收运单位厘清自身工作边界，围绕投放指引、桶站管护、违规劝导、分类清运多项工作形成联动协作，填补管理漏洞规避工作推诿。

4.2 强化投放管理与资源回收协同

强化投放管理需整合分类投放、分类收集与资源回收构建一体化运行体系，稳住流转环节中已形成的前端分类成效。贴合居民日常作息规律规划投放点开放时段，配备专人在岗值守并落实现场查验，明确厨余垃圾破袋投放、可回收物清洁整理、有害垃圾定点存放等各项操作规范。再生资源回收体系可融入可回收物日常管控流程，社区布设固定回收点位并开通线上预约回收途径，规整纸类、塑料、金属、玻璃、旧衣物等品类存放节奏并定时清运，缩减这类物料混入普通生活垃圾容器的占比 [3-5]。

把控厨余垃圾内部杂质含量，借助沥干水分、剥离外包装、专用容器收纳等举措舒缓后端前期处置负荷。智能称重统计、二维码信息溯源、分类积分登记等手段可融入投放管控流程，登记各片区垃圾产出规模与分类落实情况，为收运频次动态调配提供数据支撑。资源回收实现联动运转，可回收物无需依托后端人工筛选分拣，厨余垃圾留存固有利用价值，普通生活垃圾整体产出规模随之回落。分类投放环节同回收体系形成稳固联动关系，压缩混装转运、重复分拣及低效处置带来的消耗，拉升垃圾全处理链条整体运转水平。

4.3 推动成本核算与治理模式升级

推动成本核算需把垃圾分类前端管理纳入城市垃圾治理成本体系，转变只侧重末端处理费用的管理模式。成本核算范畴涵盖宣传引导、设施养护、现场值守、分类转运、中转分拣、焚烧填埋、污染管控及资源回收收益各环节，依托分类数据与费用数据的对应关联，研判前端投入给末端开支带来的实际影响。社区街道及处理企业建立垃圾分类专项台账，登记厨余垃圾收运量、可回收物收纳量、其他垃圾减量比例、投放错误比例、运输频次与处理费用浮动情况，让成本管控拥有量化参考标准。

治理模式升级依托政府物业回收企业与处理主体间的数据互通和工作协同，破除各环节只顾及自身事务忽视整体开支的固有局限。分类质量达标、减量成效突出的片区，依托财政补助、服务资费调整、资源收益返还等途径建立激励机制，分类成效持续偏低的片区，依托数据反馈调整设施排布、值守人力配置与转运调度方案。成本核算与治理模式深度融合，垃圾分类跳出单纯环境管控范畴，形成贯穿源头减量、资源再生、运输调配及末端减压的精细化治理路径。

5 结语

垃圾分类前端管理是降低末端处理成本的关键，提升居民分类意识、完善投放设施、优化监督反馈，能提高源头分类准确率，减少混合垃圾流入收运处理系统。分类质量提升后，可回收物利用率、厨余垃圾资源化水平及其他垃圾减量效果同步提升，末端分拣、运输、焚烧、填埋及污染治理压力随之缓解。推动前端管理与成本核算、资源回收、治理模式协同，可构建更精细、高效、可持续的城市生活垃圾治理体系。

参考文献

[1] 王晶.环境健康素养、组织支持对农户生活垃圾分类行为的影响研究[D].西北农林科技大学,2025.

[2] 王晓蓓.城市生活垃圾分类治理效能评估及优化研究[D].山西财经大学,2024.

[3] 张旋旋.智能垃圾回收督导系统设计与实现[D].福建工程学院,2023.

[4] 马刚.基于不同政策工具的城市居民生活垃圾分类行为诱导机制研究[D].武汉大学,2022.

[5] 曲源明.智能垃圾分类管理系统[D].中南民族大学,2021.