

城市生活垃圾分类收集体系优化与运行机制研究

陈昊 刘霞 姜海鹏 李义顺

摘要: 随着我国城镇化进程加快和居民消费水平提升,城市生活垃圾产生量持续增长,分类收集体系的完善程度直接影响后续处理处置效率和资源化水平。文章在分析我国城市生活垃圾分类收集现状与问题的基础上,从源头分类投放、中间分类收集转运、末端分类处置三个环节系统构建了分类收集体系的优化框架。针对分类收集效率低、混装混运、居民参与度不高等突出问题,提出了基于撤桶并点+定时定点的投放模式优化、基于物联网技术的智能收集系统设计、基于全链条监管的运行机制优化等策略。

关键词: 城市生活垃圾; 分类收集; 体系优化; 运行机制

前言

近年来,我国城市生活垃圾产生量持续攀升。据住房和城乡建设部统计,2025年全国城市生活垃圾清运量已超过2.8亿吨,较2015年增长约35%。大量混合收集的生活垃圾不仅增加了末端处理负担,还造成可回收资源浪费和二次环境污染。2019年起,全国地级及以上城市全面启动生活垃圾分类工作,46个重点城市率先实施强制分类。然而,分类收集体系在实际运行中仍面临分类投放准确率低、混装混运现象突出、居民参与动力不足等问题,制约了分类效果的充分发挥。因此,研究城市生活垃圾分类收集体系的优化路径与运行机制,旨在构建高效、经济、可持续的生活垃圾分类治理模式。

一、我国城市生活垃圾分类收集现状与问题

(一) 分类收集体系的基本构成

城市生活垃圾分类收集体系是一个贯穿“源头—中途—末端”的全链条系统。源头分类投放环节指居民、单位等产生者在投放点按照分类标准将垃圾投入相应容

器,是分类收集的起点,其准确率直接影响后续环节的效率。中间分类收集转运环节指环卫作业人员使用专用车辆将各投放点的分类垃圾分别收运至中转站或处理设施,该环节的核心要求是“专车专运”,避免混装混运。末端分类处置环节指不同类型垃圾进入对应的处理设施(可回收物进入资源回收中心、厨余垃圾进入生化处理厂、有害垃圾进入危废处理厂、其他垃圾进入焚烧厂或填埋场),实现资源化和无害化处置。上述三个环节环环相扣,任何一个环节的“混装”都会导致前端分类努力失效。因此,分类收集体系的完善必须实现全链条的闭环管理。

(二) 主要问题分析

(1) 源头分类投放准确率不高

居民分类意识和习惯尚未普遍形成,调研数据显示,即使在上海等先行城市,居住区分类投放点混投率仍在15%~30%之间。部分居民对分类标准理解不清,如将纸巾、塑料袋等投入厨余垃圾桶;部分居民为图方便,将整袋垃圾未经分类直接投入任一桶内。此外,投放点设施不完备、标识不清晰、环境脏乱等也影响居民分类意愿。

(2) 混装混运现象依然存在

分类收集的核心要求是专车专运,但受制于收运能力不足、成本压力大等因素,部分区域仍存在混装混运现象。居民前端分类投放后,环卫车辆将不同类别垃圾混装在同一车厢内运输,严重挫伤居民分类积极性。据调查,约65%的居民表示“如果知道后端会混运,就不愿意花时间分类”。收运体系与前端分类不匹配,成为制约分类效果的关键瓶颈。

作者简介:

陈昊(1990.03—),男,汉族,硕士研究生学历,高级工程师,主要从事环境卫生方面的研究工作。

刘霞(1991.04—),女,汉族,硕士研究生学历,中级工程师,主要从事环境卫生方面的研究工作。

姜海鹏(1998.02—),男,汉族,本科学历,中级工程师,主要从事环境卫生方面的研究工作。

李义顺(2000.01—),男,汉族,本科学历,助理工程师,主要从事环境卫生方面的研究工作。

(3) 可回收物回收体系不完善

可回收物具有资源价值，但受回收价格波动影响，低价值可回收物回收率偏低。传统废品回收站存在环境脏乱、管理不规范等问题，而规范的“两网融合”回收点覆盖率不足。

(4) 分类收集设施与标准不统一

不同城市、不同区域的分类收集容器设置标准不统一，颜色、标识、容量差异大，给居民分类投放和跨区域收运带来困扰。部分老旧小区空间有限，无法满足“四分类”容器摆放要求。

表1 城市生活垃圾分类收集主要问题汇总

问题环节	主要表现	影响程度
源头分类投放	混投率15%~30%，分类意识不强	★★★★★
中间分类收运	混装混运，专车专运率不足	★★★★☆
可回收物回收	低价值可回收物回收率低	★★★☆☆
设施标准	容器标准不统一，布局不合理	★★★☆☆
监管机制	全链条追溯难，缺乏有效考核	★★★★☆

二、分类收集体系优化策略

(一) 源头投放环节优化

(1) 撤桶并点+定时定点模式

传统分散式垃圾桶管理成本高、监督难度大。“撤桶并点”是指撤销楼道口、单元门前的分散垃圾桶，集中设置标准化分类投放点（通常每300~500户设置1处）。定时定点投放是指规定每日固定投放时段（如上、下午各2小时），非投放时段关闭投放点或安排志愿者值守。

该模式的优势在于，集中投放便于督导员现场指导，提升分类准确率；减少垃圾桶数量，降低管理成本；便于后续收运车辆定点作业。上海、宁波等城市实施后，分类准确率从40%~50%提升至70%~85%。实施过程中需注意：投放点选址应充分考虑居民步行距离（建议不超过150米），定时时段应根据居民生活习惯设置（如早7:00~9:00、晚18:00~20:00），并为上班族等特殊群体提供误时投放或预约投放服务。

(2) 智能化投放设施

智能分类回收箱采用人脸识别、刷卡或扫码开启，自动记录居民分类投放行为并给予积分奖励。箱体配备满溢报警装置，当容器达到设定容量时自动通知收运人员。部分智能箱还集成称重系统，可实时统计各类垃圾重量，为分类效果评估提供数据支撑。智能箱电池续航7~10天，通信方式采用4G/NB-IoT，满溢报警触发阈值为80%容量。深圳、杭州等城市在试点小区部署后，可回收物分出量提升30%~50%。

(3) 分类督导与宣传教育

在集中投放点设置专职或志愿者分类督导员，在投放高峰时段现场指导居民分类。督导员配备分类夹子、手套、便携秤等工具，对未分类或分类错误的垃圾进行

现场分拣和指导。同时，通过入户宣传、小区微信群、分类积分兑换等方式持续开展宣传教育。研究表明，持续6个月以上的督导+宣传组合措施，可使分类准确率提升25~35个百分点。

(二) 中间收运环节优化

(1) 建立专车专运收运体系

按照“四分类”标准配置专用收运车辆：厨余垃圾收运车、可回收物收运车、有害垃圾收运车、其他垃圾收运车。车辆应安装GPS定位和车载称重系统，实时监控收运路线和作业量。收运频次：厨余垃圾每日收运1~2次（高温季节增加），其他垃圾每日收运1次，可回收物每周收运2~3次，有害垃圾每月收运1次或预约收运。

(2) 优化收运路线与中转站布局

应用地理信息系统和运筹优化算法，根据各投放点垃圾产生量、收运频次和车辆容量，动态规划收运路线。通过ArcGIS网络分析模块计算最短路径，配合实时交通数据避开拥堵路段，可降低收运成本15%~25%，减少车辆空驶率。中转站应具备分类暂存功能，不同类别垃圾分区存放，配备除臭和渗滤液收集系统。厨余垃圾中转站应配置冷藏设施以防止发酵产生异味。

(3) 两网融合体系建设

两网融合指生活垃圾收运网与再生资源回收网的融合。在社区层面设置固定或流动回收点，由专业回收企业定期上门回收可回收物（纸板、塑料瓶、金属、玻璃、泡沫、旧衣物等）。采用互联网+回收模式，居民通过手机App或小程序下单预约上门回收，或使用智能回收箱自助交投。回收价格参考市场行情动态调整，对玻璃瓶、泡沫箱等低价值可回收物给予适当补贴，以便提高回收率。

表2 分类收运车辆配置标准

垃圾类别	车辆类型	涂装颜色	关键配置	收运频次
厨余垃圾	密闭式厨余车	绿色	防渗漏、称重系统	1~2次/日
可回收物	厢式货车/封闭三轮	蓝色	分区装载	2~3次/周
有害垃圾	危废专用车	红色	防泄漏、标识	1次/月
其他垃圾	压缩式垃圾车	灰色	GPS、车载称重	1次/日

(三) 末端处置环节优化

分类收集的最终目标是实现垃圾分类处置和资源化利用。厨余垃圾进入厌氧发酵处理厂或好氧堆肥厂，生产沼气、有机肥或土壤改良剂。处理工艺：预处理（破碎、分选）→厌氧发酵（中温35~38℃或高温55℃，停留时间20~30天）→沼气净化利用→沼渣脱水制肥。可回收物进入再生资源分拣中心，经人工+机械分选后压缩打包，送往对应再生加工厂。有害垃圾进入危废处理中心，按类别进行稳定化、固化或安全填埋。其他垃圾进入焚烧发电厂或卫生填埋场。分类收集后，厨余垃圾纯度提高，厌氧发酵产气率可提升20~30%；可回收物回收率提高，减少原生垃圾填埋量；有害垃圾单独收运处理，降低环境风险。

三、分类收集运行机制研究

(一) 多元主体协同机制

分类收集体系的运行涉及政府、企业、社区、居民等多方主体。政府承担规划制定、设施投入、监管考核等职责，采用PPP模式引入社会资本参与分类设施建设和收运服务。街道、社区负责辖区内分类宣传、督导员招募管理、分类实效考核等工作。物业公司负责投放点日常保洁、容器维护、配合收运作业，将分类工作纳入物业服务合同，明确责任和奖惩。回收企业负责可回收物的回收、分拣和资源化利用，建立“点—站—场”三级回收网络（社区回收点、街道中转站、区分拣中心）。居民是分类投放的实施主体，通过积分奖励、红黑榜公示等机制激励其正确分类。

(二) 激励约束与考核机制

正向激励方面，建立覆盖全链条的激励机制。对居民采用绿色账户积分制：正确分类投放获取积分，可兑换生活用品、话费、物业费等。积分规则：每次正确投放厨余垃圾获5~10分，可回收物按重量折算积分，积分抵现比例为100积分≈1元。对物业公司实行“以奖代补”：分类成效达标的物业公司获得额外补贴（每户每

月5~10元），优秀小区授予“垃圾分类示范小区”称号并给予奖励。对收运企业实施绩效考核：分类纯净度、收运及时性、投诉率等与收运服务费挂钩（未达标扣除5%~15%费用）。反向约束方面，通过《固体废物污染环境防治法》《生活垃圾管理条例》等法规明确分类义务和罚则。个人未按规定分类投放可处50~200元罚款，单位处5000~50000元罚款。在投放点安装视频监控，对多次违规投放行为进行取证并依法处罚。

结语

总而言之，城市生活垃圾分类收集体系的优化，核心在于构建一套覆盖源头、中途、末端全链条的高效运行机制。分类收集不是简单的容器更换或口号宣传，而是涉及设施配置、收运调度、技术支撑与制度设计的系统性工程。优化分类收集体系，需要科学规划投放点布局，合理配置收运装备，打通可回收物资源化路径。运行机制方面，应明确政府、企业、社区、居民四方责任，建立正向激励与反向约束相结合的考核体系，利用信息化手段实现全流程监管。唯有体系优化与机制完善双轮驱动，方能推动城市生活垃圾分类收集从“有形覆盖”走向“有效运行”，实现垃圾减量化、资源化、无害化的治理目标。

参考文献

- [1]周菁.探析城市生活垃圾分类收集管理[J].皮革制作与环保科技, 2022, 3(23): 140-142.
- [2]张宏明.城市生活垃圾分类收集困境与纾解建议[J].环境与发展, 2020, 32(12): 28-29.
- [3]范志远.中国城市生活垃圾分类收集对策探讨[J].当代旅游, 2019, (12): 119.
- [4]杜欢政, 刘飞仁.我国城市生活垃圾分类收集的难点及对策[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2020, 41(01): 134-144+2.