

# 垃圾分类治理数字化转型的实践与启示

马璇

中共重庆市南岸区委员会党校，重庆市，401336；

**摘要：**垃圾分类治理的数字化转型，已经成为推动城市精细化管理、提高环境治理效能的重要途径。本文以重庆市南岸区铜元局街道为实证研究对象，详细论述数字化技术在垃圾分类全流程管理中的具体应用及运行过程。该街道通过部署智能投放系统、构建一体化数据监测平台、创新居民数字化参与和激励机制，初步形成了覆盖前端投放、中端收运、后端分析的智慧治理模式。经过实践证明，数字化手段可以有效地提高分类投放的准确率、优化收运资源配置的效率、增强居民参与的内生动力，从而系统性地破解传统管理模式中存在的一些监管盲区、数据孤岛、公众参与度不够等问题。本文总结提炼出该市区域垃圾分类数字化治理可以被复制、推广的经验，为同类城市推进垃圾分类的数字化提供借鉴。

**关键词：**垃圾分类；数字化转型；智慧治理；铜元局街道

**DOI：**10.69979/3041-0673.26.05.039

城市生活垃圾分类是改善人居环境、实现资源可持续利用的重要方式。在传统的管理实践中，主要依靠人工巡查、定点督导等方式，存在监管难以持续、数据统计滞后、居民参与积极性不高等现实困境。以物联网、大数据、人工智能为代表的数字技术，给创新垃圾分类治理模式赋予了新的可能。重庆市南岸区铜元局街道最先开始了系统的数字化转型探索，把智能感知、数据分析、移动互联等技术深入到分类投放、收运管理、居民参与等各个环节当中。本文主要对垃圾分类智慧化、精准化的实施路径与实践成效进行梳理，分析转型过程中关键要素和保障机制，以期为推动我国城市垃圾分类治理的智慧化、精准化发展提供案例支撑和实践启示。

## 1 垃圾分类治理面临的现实困境

### 1.1 传统管理模式的局限性

垃圾分类管理长久以来依靠人工监督和现场检查的方式进行，但是该种模式在实践中暴露出很多不足。督导人员不能做到全天候在岗，居民的投放行为不能得到持续有效的监督。管理部门对于各个投放点的运行状况没有实时的掌握，问题发现滞后造成处理效率低下。数据统计主要依靠纸质记录和人工汇总，信息传递链条过长，准确性、及时性都得不到保证。缺少科学依据地管理资源配置，造成人力物力的投入带有盲目性，从而产生资源浪费和管理空白并存的矛盾局面。

### 1.2 居民参与机制的薄弱环节

居民是垃圾分类的主体，居民的参与程度直接关系

到分类的效果。目前的激励手段单一，大多数社区只有积分兑换之类简单的激励方式，缺乏吸引力，也难以保持长期的参与度<sup>[1]</sup>。分类知识传播渠道狭窄，宣传教育仅停留在发资料、张贴海报层面，居民对分类标准的认识模糊。投放便利性不足，部分点位设置不合理，投放时间限制很严格，加大了居民的参与难度。反馈渠道不畅，居民的建议、诉求不能及时反馈给管理部门，使居民的参与积极性降低。

### 1.3 数据应用与决策支撑不足

垃圾分类管理形成了大量的基础数据，但是这些数据的价值没有被完全释放出来。各个不同环节的数据分散存放在不同的部门、不同的系统里面，没有建立起统一的数据归集以及关联分析机制。管理者不能从大量的数据中获得有用的信息，不能准确地掌握分类质量变化趋势、居民参与规律、设施运行状态等重要指标。决策更多依靠经验判断，缺少数据支撑，使政策的针对性、精准度受到影响。缺少对典型案例和成功经验的系统整理，优秀的做法不能快速地推广复制。

## 2 数字化转型技术架构及实施途径

### 2.1 智能投放系统的建设与应用

铜元局街道在各个居民小区垃圾投放点安装了具有身份识别、自动称重、图像采集、满溢检测和语音提示功能的智能回收箱。居民投放垃圾的时候需要通过刷取专用的智能卡或者用手机APP、微信小程序扫描箱体二维码来验证身份，才能打开对应的分类投放口。系统

自动把本次投放行为和用户的账号关联起来。箱体内设高精度称重传感器，实时记录每次投放垃圾的重量，箱体上装有摄像头，对投放的垃圾进行拍照，图像识别算法可以对垃圾种类做出初步判断并做记录，数据实时上传。每个箱体内都装有超声波或者红外传感器来检测内部容量，在垃圾量达到预设阈值（例如容量的85%）的时候，系统会自动向清运调度平台发出报警信号，提示及时清运。现场配置的监控摄像头，给纠正非投放时段乱扔、错误投放等行为提供了一种追溯的方式。

## 2.2 数据监测平台的构建与运行

街道创建起垃圾分类智慧管理平台，该平台借助物联网关把辖区内的所有智能投放设备、收运车辆的GPS和称重数据全部纳入其中。平台采取的是“数据接入、清洗存储、分析应用”三者并行的模块化架构。从前端传来的是实时的数据，经过网络传输到云端服务器之后，系统会自动对数据进行格式校验、去除异常值并做结构化的处理。管理人员可以通过平台驾驶舱，用地图点位、数据图表等形式，实时看到所有的投放点设备状态、垃圾存量、分类准确率（采用图像识别抽样的方式）、收运车辆的位置。平台自带数据分析模型，自动产生包括各个社区（网格）每天、每周、每月投放量趋势、居民参与率、分类质量排名等统计报表。系统里还设有一个预警中心，可以自定义规则（比如某一点位连续两小时内满溢、某个用户经常错投等），自动向指定的网格员或者物业人员发送预警工单，实现闭环处理。

## 2.3 居民参与的数字化激励机制

街道开发并推广了“绿色生活”手机应用。居民在APP里输入物品名称就可以很快地查到它的分类归属。居民每次在智能箱体上正确的投放入口，系统会根据投放重量及类别计算出环保积分，并计入到其APP账户中。积分可以在APP内商城中兑换日用品、话费券或者抵扣部分物业费，兑换申请线上提交、线下领取或者直接到账。APP设有个人、楼栋、小区三级的环保贡献排行榜，定期更新。同时APP是发布信息、进行互动的平台，会定时发送分类知识图解、政策解读短视频、社区活动通知等。居民可以使用APP内“我要建议”或者在线客服窗口的方式，随时对设备故障进行反映，并提出自己的改进建议，管理后台接到信息之后要在规定的时间内做出响应并解决问题，处理结果反馈给居民。

## 3 数字化转型的实践成效与典型案例

### 3.1 分类质量的显著提升

铜元局街道在数字化改造之后垃圾分类准确率有很大提高。智能设备图像识别、称重功能给投放行为带来技术约束，误投错投现象大为减少。数据显示，试点社区可回收物、厨余垃圾的纯净度比改造前有较大的提高，减少后端处理负担<sup>[2]</sup>。实时监测系统可以使得管理人员及时找到分类质量的薄弱环节，并且可以有针对性的开展宣传和督导工作，从而达到改进的目的。视频追溯功能对于不规范的行为起到了很好的震慑作用，居民的分类意识和自律性持续提高。数字化手段把分类标准转变为可以量化的操作指标，居民从“不会分”到“分得清”的转变更快实现。

### 3.2 管理效能的优化提升

数字技术重新构建了垃圾分类的管理流程，运行效率得到了很大的提高。满溢预警系统依据实际需求来灵活调配清运车辆，从而避免固定频次清运所导致的空跑浪费以及清运不及时的情况发生。管理平台完成任务分配、过程监督、结果反馈全流程的线上管理，各个流程的负责人明确并且可以追溯。督导人员通过移动终端接收工作指令、上报现场情况、查询历史数据，工作模式由原来的被动巡查变为现在的主动响应。通过数据分析可以得出不同的时段、不同的点位的投放情况，为设施的布局及人员的班次安排提供依据。管理决策由经验主导转变为数据主导，政策的针对性、有效性大大提高。

### 3.3 居民参与度的持续提高

数字化激励机制激发居民参与垃圾分类的内生动力。移动应用的便捷性降低了参与的门槛，查询分类、积分兑换、互动交流等操作在手机上随手可及。可视化积分累积、排名展示，给分类行为即时给予正向反馈，增加居民的成就感、荣誉感。线上社区营造出浓厚的分类氛围，居民之间互相交流经验、分享心得，形成示范带动效应<sup>[3]</sup>。就老年人这一群体而言，街道采取智能卡投放方式，并且缩减操作步骤，保证各个年龄段的居民均能轻松加入。数字化让垃圾分类由强制变成自觉，参与居民数量稳步上升，持续参与比例也提高了不少。

## 4 数字化转型主要要素及保障措施

### 4.1 技术选型与系统集成

技术选择的时候,铜元局街道采用的是“稳定可靠、适度超前、经济实用”这样一个原则。智能设备选用经过市场验证的成熟的物联网模组和传感器,保证数据采集的准确性以及设备在户外环境中长期稳定的工作。管理平台采用的是以微服务为载体的开放式架构,在设计之初就留有标准的数据接口,保证将来可以和市级数字城管平台、街道“一网统管”平台等开展数据交换及功能对接。网络传输采用4G、5G和有线宽带互相备份的方式来保证数据的上传通道是畅通的。平台界面设计以用户为主,去掉不必要的复杂的功能,对街道、社区各级管理人员进行分层次、多次的实操培训,使他们容易掌握。在方案规划阶段就要求供应商提供后续功能扩展接口,防止因为技术锁定而造成升级困难。

## 4.2 数据安全与隐私保护

街道制定了《垃圾分类数据安全管理办法》,对居民的身份信息、投放行为数据、积分数据等实行分级分类管理,对不同类型的数据设定不同的访问权限和审批程序。系统使用实名认证、动态口令、权限最小化分配等多层的身份鉴别及访问控制手段。居民个人信息在传输、存储的过程中都经过了加密处理。数据采集严格按照“最小必要”的原则,只采集与垃圾分类管理有关的信息(用户ID、投放时间、重量、图像特征等),不采集无关的个人隐私。定期委托第三方专业的机构做系统的渗透测试以及安全评估,及时发现并修补存在的漏洞。另外,制定了数据安全事件应急预案,对数据泄露、篡改等安全事件的发现、报告、处置及上报流程做出了明确规定。

## 4.3 组织协同与制度保障

街道成立以分管领导为组长,城管办、社区发展办、党政办、相关社区和环卫服务企业负责人为成员的垃圾分类数字化工作专班,统筹推进项目实施。专班确定各方的职责,城管办负责平台的监管和协调工作,社区负责宣传动员、居民注册引导及现场秩序维护工作,环卫企业负责设备日常维护、清运及时响应的工作,物业公司配合做好点位管理工作。街道出台的有《垃圾分类数字化运营管理规范》以及相应的考核细则,把平台数据上报准确率、设备在线率、问题工单处理及时率、居民满意率等指标,作为对相关科室、社区以及第三方服务企业月度、年度绩效考核的重要依据。创建街道级数据

共享周例会制度,打破各部门之间信息壁垒。把数字化系统硬件维护、软件升级、网络服务等年度运维费用纳入街道财政预算,保证系统长期稳定运行<sup>[4]</sup>。

## 5 进一步深化数字化转型的思考

### 5.1 拓展数字化应用场景

未来要将数字化应用拓展到垃圾分类的全部环节。在收运环节推广智能车辆与路径规划系统,做到作业可视化、高效化。处理环节要同末端设施数据接洽,及时取得各类垃圾处理量以及资源化信息。探索利用区块链来创建起源于源头直至末端的可信追溯链。可以将垃圾分类同碳账户、环保积分等体系衔接起来,从而拓展居民参与行为的价值<sup>[5]</sup>。并借助虚拟现实等技术,开发沉浸式宣教场景,提高垃圾分类知识传播的吸引力、体验感。

### 5.2 强化数据价值挖掘

深度挖掘数据为提高治理能力打下了基础。要搭建统一规范的分类数据仓库,汇聚多来源、多类型的数据资源。利用大数据、人工智能技术实现垃圾产生量预测、居民投放行为分析、管理效能评价等功能。经由相关性分析,探寻垃圾形成同居民行为,季节改变等要素之间的内在规律,从而辅助决策<sup>[6]</sup>。可以在保证安全的前提下,逐步实现数据资源的开放共享,以推动研究和应用创新。同时建立基于数据分析的持续改进机制,把数据洞察变成改进措施。

### 5.3 促进区域协同与经验推广

垃圾分类治理具有区域性特点,要加强跨区域协调合作。推动不同地区在标准规范、技术平台、数据资源等各方面互相承认、互通有无,避免重复投入和信息壁垒<sup>[7]</sup>。以组织经验交流、现场观摩等手段,促使先进的模式、成熟的办法迅速传播。总结可以复制的数字化解决方案,形成可以推广的案例库和操作指南。推广时要联系地方实际情况做出适应性改动,保证技术方案切实可行。另外还要加强同高校、科研机构、科技企业的合作,跟进行业技术发展动态,不断推进分类治理模式的革新和治理效能的改善<sup>[8]</sup>。

## 6 结束语

铜元局街道实践表明,垃圾分类数字化转型破解了传统模式的监管薄弱、数据孤岛、居民参与不足等问题,

通过智能投放、数据平台、数字激励大大提高了分类准确度、管理效能和居民参与。这是一次技术引进,更是一种管理理念、运行机制、组织协同的全面变革,其成效要靠技术、制度、宣传、社会动员齐头并进才能实现,给城市环境治理现代化提供可操作的路径。未来应当拓展数字化在全链条中的应用,深化大数据和AI挖掘预测决策的价值,加强跨区域合作避免重复建设,推动技术、管理、公众参与的融合,使治理走向智慧化、精准化、可持续化,为绿色宜居城市的建设赋能。

### 参考文献

- [1] 亓红帅,王悦,陈怀平.新质生产力视角下互联网使用对农户人居环境治理参与的影响[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2025,25(06):142-151.
- [2] 吕维霞,刘丰玮.WSR理论视域下社区生活垃圾分类效果提升路径——基于16个社区的模糊集定性比较分析[J].理论探讨,2025,(01):104-115.
- [3] 蒋培.乡村环境治理智能化的逻辑审思——以垃圾分类智能管理为例[J].学术交流,2022,(06):147-158.
- [4] 吴宁,付成宇.中国农村生活垃圾治理及其优化[J].福建师范大学学报(哲学社会科学版),2024,(03):56-65+170.
- [5] 刘曼琴,尹今格,李玲玲.数字技术赋能生态文明建设:以城市生活垃圾分类为例[J].中国软科学,2024,(06):66-78.
- [6] 潘丹,张仪月,陈苏.财政分权、金融分权与农村人居环境治理[J].中国农业大学学报,2025,30(05):248-261.
- [7] 侯利文.社区治理的民情基础——以上海市生活垃圾分类治理实践为例[J].求索,2023,(04):129-136.
- [8] 徐文海,王安琪.生活垃圾处理设施治理的法治逻辑[J].同济大学学报(社会科学版),2022,33(06):115-124.