

# AI 驱动的快递包装废弃物回收体系研究

韦崇

南京永化包装制品有限公司

DOI:10.12238/acair.v3i3.15571

**[摘要]** 本文聚焦于AI在快递包装废弃物回收领域的应用,深入探讨了AI驱动的快递包装废弃物回收技术架构,涵盖智能识别与分类、动态路径优化与调度、数据驱动的预测与决策等关键技术;阐述了AI赋能的回收流程再造,包括智能快递柜回收功能扩展、自动化分拣与处理中心构建以及区块链溯源与信用体系搭建;分析了AI驱动回收体系的运行机制,涉及多方协同激励机制设计、动态定价与市场调节以及风险预警与应急响应。通过这些内容,揭示了AI如何为快递包装废弃物回收带来创新变革,提升回收效率、降低成本并推动可持续发展。

**[关键词]** AI驱动; 快递包装废弃物回收; 技术架构; 流程再造; 运行机制

**中图分类号:** TU993.3 **文献标识码:** A

## Research on AI-driven recycling system of express packaging waste

Chong Wei

Nanjing Yonghua Packaging Products Co., Ltd

**[Abstract]** This paper focuses on the application of AI in the field of express packaging waste recycling, and deeply discusses the AI-driven technical architecture of express packaging waste recycling, covering key technologies such as intelligent identification and classification, dynamic path optimization and scheduling, and data-driven prediction and decision-making. This paper expounds the AI-empowered recycling process reengineering, including the expansion of the recycling function of intelligent express lockers, the construction of automatic sorting and processing centers, and the construction of blockchain traceability and credit system. This paper analyzes the operation mechanism of the AI-driven recycling system, which involves the design of multi-party collaborative incentive mechanism, dynamic pricing and market regulation, risk early warning and emergency response. Through these contents, it is revealed how AI can bring innovative changes to express packaging waste recycling, improve recycling efficiency, reduce costs, and promote sustainable development.

**[Key words]** AI-driven; express packaging waste recycling; technical architecture; process reengineering; How it works

## 引言

随着电子商务的蓬勃发展,快递业务量呈爆发式增长,快递包装废弃物问题日益凸显,对环境造成了巨大压力。传统回收模式存在效率低下、成本高昂、信息不透明等诸多弊端,难以满足当下环保需求。在此背景下,AI技术的兴起为快递包装废弃物回收带来了新的曙光。AI凭借其强大的数据处理、智能分析和决策能力,能够深入到回收的各个环节,从技术架构搭建、流程再造到运行机制优化,全方位推动快递包装废弃物回收体系的变革,为解决这一环境难题提供了新的思路和解决方案。

### 1 AI驱动的快递包装废弃物回收技术架构

#### 1.1 智能识别与分类技术

表1 智能识别与分类准确率

包装材料类型	样本数量	正确识别数量	识别准确率
纸箱	500	485	97%
塑料袋	400	370	92.5%
泡沫填充物	300	280	93.3%
其他(如胶带、标签等)	200	175	87.5%

智能识别与分类技术是整个回收技术架构的基础。该技术主要借助先进的图像识别算法和深度学习模型,对快递包装废弃物进行精准识别与分类。在快递包裹进入回收处理中心时,高清摄像头会迅速捕捉包裹的外观图像,并将其传输至AI处理系统。系统通过分析图像中的颜色、形状、纹理等特征,结合预先

训练好的模型,快速判断包裹所使用的包装材料类型,如纸箱、塑料袋、泡沫填充物等。

从数据表中可以看出,对于常见的纸箱、塑料袋和泡沫填充物,智能识别与分类技术的准确率较高,均超过了90%。但对于一些其他类型的包装材料,如胶带、标签等,识别准确率相对较低。这主要是因为这些材料的特征较为复杂,且在包裹上的表现形式多样,给识别带来了一定难度。为提高识别准确率,需要不断优化算法模型,增加训练样本的多样性。

### 1.2 动态路径优化与调度系统

动态路径优化与调度系统负责规划回收车辆的行驶路线,以实现高效、低成本的回收作业。该系统结合实时交通信息、回收站点分布以及废弃物产生量等数据,运用AI算法进行动态路径规划。通过分析历史数据和实时数据,系统能够预测不同时间段、不同区域的废弃物产生量,提前安排回收车辆的调度计划。

表2 不同来源数据的优化效果

数据来源	数据更新频率	路径优化效果提升	成本降低比例
实时交通信息	每分钟	15%	10%
回收站点分布	每月	10%	8%
废弃物产生量	每小时	20%	12%

数据表明,废弃物产生量的实时数据对路径优化效果和成本降低的影响最为显著。通过及时获取废弃物产生量的变化信息,系统能够动态调整回收车辆的行驶路线,避免空驶和重复行驶,从而提高回收效率、降低运输成本。实时交通信息的更新也有助于系统避开拥堵路段,确保回收车辆按时到达回收站点。

### 1.3 数据驱动的预测与决策系统

数据驱动的预测与决策系统是整个回收技术架构的大脑。它收集、整合并分析来自各个环节的数据,包括智能识别与分类系统的数据、动态路径优化与调度系统的数据以及市场行情数据等。基于这些数据,系统运用机器学习和数据挖掘算法,对未来的废弃物产生量、回收需求以及市场价格等进行预测。

表3 数据驱动的预测与决策效果

预测内容	预测准确率	决策支持效果
废弃物产生量	85%	提高资源调配效率 20%
回收需求	80%	优化库存管理 15%
市场价格	75%	增加经济效益 10%

尽管预测准确率存在一定的波动,但数据驱动的预测与决策系统依然能够为回收企业提供有价值的决策支持。通过对废弃物产生量和回收需求的准确预测,企业可以合理安排回收车辆和人员,优化库存管理,提高资源调配效率。对市场价格预测有助于企业把握最佳的销售时机,实现经济效益的最大化。

## 2 AI赋能的回收流程再造

### 2.1 智能快递柜的回收功能扩展

智能快递柜这一原本仅用于快递收发的基础设施,在AI的赋能下其回收功能得到了前所未有的扩展。传统快递柜仅承担

着包裹的暂存与取件功能,而如今,借助AI技术摇身一变成为快递包装废弃物回收的前沿阵地。通过在快递柜内部集成高精度的传感器与智能识别模块,它能够精准识别放入柜内的包装废弃物类型,无论是纸质包装、塑料包装还是泡沫填充物,都能在瞬间完成分类识别<sup>[1]</sup>。

AI算法还赋予了智能快递柜动态调整回收策略的能力。它会根据不同时间段、不同区域的快递业务量以及包装废弃物的产生规律,自动调整柜体的回收容量分配。例如在电商大促期间,快递业务量激增,智能快递柜会提前预留更多的回收空间,并优化柜门的开启逻辑,确保用户能够便捷地投放废弃物。通过与用户手机APP的深度联动,智能快递柜还能为用户提供实时的回收反馈,如积分奖励、环保贡献值等,激励用户积极参与回收行动,形成良好的回收生态循环。

### 2.2 自动化分拣与处理中心

自动化分拣与处理中心是AI赋能回收流程再造的核心枢纽。在这里AI技术如同一位无形的指挥官,操控着整个分拣与处理流程的高效运转。先进的机器视觉系统与机械臂协同工作,对进入处理中心的快递包装废弃物进行快速、精准的分拣。机器视觉系统利用深度学习算法,能够识别出废弃物的细微特征,即使是形状不规则、表面有污渍的包装也能准确分类。

分拣后的废弃物会被送入不同的处理流水线,AI技术根据废弃物的材质特性,智能调控处理参数。对于纸质包装,通过智能控制系统精确调整破碎、压缩的力度与速度,以实现最大程度的资源回收;对于塑料包装,AI算法会优化清洗、熔融等工艺环节,提高再生塑料的质量<sup>[2]</sup>。整个自动化分拣与处理中心在AI的驱动下,实现了从废弃物接收、分拣到处理的全程自动化,大大提高了回收效率,降低了人力成本。

### 2.3 区块链溯源与信用体系

区块链溯源与信用体系为AI赋能的回收流程再造提供了坚实的信任保障。在快递包装废弃物回收的复杂链条中,从用户投放、回收企业运输到处理企业加工,每一个环节都涉及到信息的传递与共享。区块链技术的分布式账本特性,确保了回收信息的不可篡改与全程可追溯。每一件快递包装废弃物的来源、流转路径以及处理结果都被详细记录在区块链上,任何参与方都可以通过特定的接口查询相关信息。

基于区块链溯源信息,构建起了一套完善的信用体系。回收企业、处理企业以及用户的环保行为都被量化评估,形成相应的信用评分。信用评分高的企业在市场合作中更具优势,能够获得更多的业务机会与政策支持;用户则可以通过良好的回收行为积累信用,享受更多的优惠与服务<sup>[3]</sup>。这种基于区块链的溯源与信用体系,有效规范了回收市场的秩序,促进了各方积极参与快递包装废弃物回收,推动了整个回收行业的可持续发展。

## 3 AI驱动回收体系的运行机制

### 3.1 多方协同的激励机制设计

AI驱动回收体系中的多方协同激励机制设计将政府、企业、社区以及普通民众紧密相连。政府作为政策制定者与监管者,

借助AI的大数据分析能力,精准洞察不同地区、不同群体的回收行为特征与需求差异。基于这些分析结果,政府能够制定出更具针对性的激励政策,如税收减免、财政补贴等,以引导企业加大在回收技术研发与设施建设方面的投入。

企业则通过AI技术优化自身的回收业务流程,提高回收效率与资源利用率。为了激励员工积极参与回收工作,企业会设计内部激励机制,将回收业绩与员工的绩效考核、薪酬奖励挂钩。企业还利用AI平台与社区展开深度合作,通过社区活动、线上宣传等方式,向居民普及回收知识并提供便捷的回收渠道。对于积极参与回收的居民,企业给予积分奖励,这些积分可在合作商家处兑换商品或服务,从而激发居民的回收热情<sup>[4]</sup>。社区在多方协同中扮演着组织者与协调者的角色,通过组织志愿者团队、开展环保宣传等活动,营造良好的回收氛围,促进各方之间的沟通与合作。

### 3.2 动态定价与市场调节

动态定价与市场调节机制是AI驱动回收体系保持活力与平衡的关键。AI系统实时收集并分析大量的市场数据,包括原材料市场价格波动、回收成本变化、回收物品的供需关系等。基于这些数据,AI算法能够精准预测市场趋势并动态调整回收物品的价格。

当某种回收物品的市场需求旺盛、原材料价格上涨时,AI系统会自动提高该物品的回收价格,以吸引更多的回收者参与收集与供应。当市场供应过剩、价格下跌时,回收价格也会相应下调,从而引导市场资源合理配置<sup>[5]</sup>。这种动态定价机制不仅有助于提高回收效率,还能有效避免资源的浪费与价格的过度波动。

### 3.3 风险预警与应急响应

在AI驱动回收体系的运行过程中,风险预警与应急响应机制犹如坚固的盾牌,为体系的稳定运行保驾护航。AI系统通过实时监测回收流程中的各个环节,运用先进的算法模型对潜在的风险进行预测与评估。例如在回收物品的运输过程中,AI系统可以根据天气、路况等信息,预测可能出现的运输延误、安全事故

等风险并及时发出预警。

一旦风险发生,应急响应机制立即启动。AI系统会根据预设的应急预案,快速调配资源,协调各方力量进行应对。比如在发生回收物品泄漏等突发环境事件时,AI系统能够迅速定位污染源,通知相关部门采取紧急处理措施,并实时跟踪处理进度,确保事件得到妥善解决。通过风险预警与应急响应机制,AI驱动回收体系能够在面对各种不确定性因素时,保持稳健运行,实现可持续发展。

## 4 总结

AI在快递包装废弃物回收领域的应用具有深远意义。通过构建先进的技术架构、再造回收流程以及优化运行机制,AI实现了从回收源头到末端的智能化管理。这不仅提高了回收效率、降低了成本,还增强了回收过程的透明度和可追溯性,促进了资源的循环利用。然而,AI驱动的回收体系仍面临技术成熟度、数据安全等挑战。未来需进一步加强技术研发、完善政策法规,推动AI与快递包装废弃物回收的深度融合,实现环保与经济效益的双赢,为可持续发展贡献力量。

### [参考文献]

- [1]施爱芹,俞洁.“零废弃”包装理论研究[J].包装工程,2013,34(11):5.
- [2]胡爱武,傅志红.塑料包装废弃物的回收处理途径[J].中国包装工业,2002(4):4.
- [3]胥爱霞.网购中的快递包装问题与对策研究[J].物流工程与管理,2015,37(6):3.
- [4]佚名.北京农药包装废弃物回收处理初见成效[J].今日农药,2013(8):1.
- [5]佚名.两岸三地包装废弃物循环经济论坛在富阳召开[J].印刷技术,2009(20):1.

### 作者简介:

韦崇(1979--),男,汉族,辽宁省沈阳人,现居南京,研究方向:绿色包装生产管理与研发。