

# 高校快递包装物回收模式的系统化构建与优化路径研究

陈香兰

(无锡城市职业技术学院, 江苏 无锡 214000)

**摘 要** 高校快递量激增带来大量包装废弃物, 成为校园环境治理难题。本文梳理“现场循环”“联盟回收”“智能回收”三类主流模式: 如集美大学通过“拆包—回收—共享”体系, 纸箱回收率达 50%, 年节约超 3 万元; 徐州“绿色物流联盟”跨校协作使垃圾减量 25%; AI 分拣、无人中转等智能系统将分拣效率提升至 98%。当前主要瓶颈在于参与率低、设施不足与标准缺失。基于此, 本文提出“激励—技术—制度”三维优化路径: 构建碳账户与积分激励, 部署智能终端与动态调度, 落实《快递暂行条例》与包装标识规范, 推动高校快递包装物回收向系统化、高效化发展, 以为促进城市循环经济提供参考。

**关键词** 高校快递包装物回收模式; 绿色物流; 循环经济; 校园环保

**中图分类号**: F252; TP27

**文献标志码**: A

**DOI**: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.28.028

## 0 引言

中国快递业务量已连续 11 年居全球首位, 2024 年突破 1 750 亿件。高校人均快递使用量为社会平均的 2 至 3 倍, 校园快递包装废弃物日均超 200 吨, 其中纸箱占 60%、塑料填充物占 30%。由于回收机制缺失, 大量包装物被直接丢弃, 尤其塑料难以降解, 造成长期污染。据测算, 每回收 1 吨纸箱可减少 3.5 吨二氧化碳排放, 节约约 17 棵树木<sup>[1]</sup>。

高校具备封闭性、人口密集、管理统一等优势, 是推进快递包装物回收的理想场所。2016 年, 中国药科大学设立“绿色行动包材回收区”, 率先开展系统化回收。在《推进快递业绿色包装工作实施方案》《快递暂行条例》等政策推动下, 高校回收模式不断创新, 有望成为城市“无废体系”的关键节点<sup>[2]</sup>。

但现有研究多聚焦单一环节, 缺乏系统分析。本文从流程设计、技术应用与制度创新三方面, 探索高校快递包装物回收的模型构建与优化路径, 推动校园绿色物流的可持续发展。

## 1 高校快递包装物回收的典型模式与比较

当前, 高校快递包装物回收已形成三类主流模式, 各具特色, 适用于不同场景(见表 1)。

### 1.1 现场循环模式: “即拆即收”的一站式闭环

以“菜鸟驿站”为代表, 在站点设拆包台与分类区, 引导学生现场拆解并分类投放。集美大学“绿动拆包区”

设有专用回收筐, 完好纸箱可免费寄件, 破损纸箱由社团改造成工艺品。该模式日均回收纸箱 300 余个, 占快递总量 12%~15%; 每年节省纸箱采购成本超 3 万元(单价 0.7~0.8 元)。“集大 e 家”积分系统可兑换寄件优惠, 形成“回收—奖励—再参与”的循环。适用于日均件量超 2 500 的高校驿站, 依赖高流量与现场引导。

### 1.2 联盟回收模式: 跨校协作的资源网络

为破解单校资源分散问题, 徐州多所高校联合发起“校园绿色物流联盟”。江苏师范大学环保社团联合中国矿业大学、徐州工程学院等, 按片负责宿舍楼, 以 0.2 元/个回购纸箱, 集中捐赠快递公司循环使用, 塑料包装送厂再生。两周内回收纸箱 2 000 余个、塑料包装 120 余斤, 垃圾减量约 25%, 获中通、申通等免费运输支持。该模式通过共享运输与设施降低成本, 适合高校密集区域, 依赖稳定企业合作和社团组织力。

### 1.3 智能回收模式: 技术赋能的无人化操作

淮南田家庵区部署无人中转站, 配载重 1 吨、容积 6 m<sup>3</sup> 的自动驾驶回收车, 日运行 20 趟, 运输成本降低约 30%。前端设 230 组智能回收柜(覆盖 220 个小区), APP 记录废弃物重量与种类; 后端 AI 视觉机械臂分拣, 精度达 98%。该模式具备高校复制潜力, 宿舍区可设回收柜, 结合学分或碳积分激励, 提高学生参与率与系统效率<sup>[3]</sup>。

表 1 三种高校快递包装物回收模式对比

| 模式类型   | 代表案例       | 关键机制         | 回收率               | 适用场景       |
|--------|------------|--------------|-------------------|------------|
| 现场循环模式 | 集美大学菜鸟驿站   | 即拆即收 + 积分激励  | 日均回收率 12% ~ 15%   | 大型高校快递站点   |
| 联盟回收模式 | 徐州高校绿色物流联盟 | 跨校协作 + 校企合作  | 区域垃圾减量 25%        | 高校密集的城市区域  |
| 智能回收模式 | 淮南田家庵区分拣中心 | 无人中转 + AI 分拣 | 分拣精度 98%，成本降低 30% | 智慧校园建设成熟区域 |

## 2 技术驱动的回收创新设计

科学技术正深刻重构回收产业底层逻辑。智能再生资源回收系统基于“感知—决策—执行”三层架构，推动回收模式向高效智能转型。

### 2.1 感知层：回收物的数字化映射

为实现包装废弃物的精细化管理，实践中尝试部署多模态传感器系统，赋予每件包装“数字身份”。其中，AI 视觉识别系统尤为关键，借助卷积神经网络（CNN）自动识别纸箱瓦楞结构、塑料薄膜、气泡膜、泡沫缓冲材料等材质。浙江大学应用后识别准确率从 70% 提升至 90% 以上，显著提高回收物纯净度与再利用价值。

此外，动态称重与智能容量监测也至关重要。嵌入式重量传感器可实时计量投放重量，超声波探测器监测空间容量并自动预警，避免资源浪费。数据（种类、重量、箱体充盈度、位置）通过物联网上传至云端，后端生成高精度热力图，用于清运路径优化、设施配置与需求预测，助力系统智能、低碳发展。

### 2.2 决策层：数据驱动的智慧管理

系统可识别废弃物的时间周期与空间分布规律，预测增量并动态调度。江苏师范大学应用后，提前预警“双十一”后宿舍区纸箱堆积高峰，校方调整志愿者安排，整体回收效率提升 60%，有效防止站点爆仓。

在路径优化方面，系统融合 Dijkstra 最短路径算法与实时交通信息，根据流量、施工及回收点状态，为无人回收车动态规划最优路线。实测显示，非高峰行驶时间减少 18%，拥堵或管制下最多节省 42%。该策略兼顾效率与减碳目标。

### 2.3 执行层：循环包装的技术突破

在包装端，创新集中于循环利用与源头减量。海南邮政采用食品级聚丙烯（PP）制成可折叠循环箱，卡扣结构替代胶带，平均可循环使用超 50 次，抗压强度  $\geq 800$  kgf，单次流转成本较传统纸箱低 30% 以上。该箱已广泛应用于高校录取通知书、毕业证书等高频寄递，单校年均减少一次性纸箱超 2 万只。

浙江大学联合快递企业推进“胶带瘦身计划”，将宽度由 60 mm 压缩至 45 mm，优化缠绕方式减少用量 25%；并推广轻量化三层瓦楞纸箱，通过优化楞型与复

合工艺，在保强度前提下将克重降低 40%。结合电商“原装直发”，新纸箱使用率由行业 35% 降至 10% 以下<sup>[4]</sup>。

前端设计革新不仅降低了资源消耗与处理成本，也提升了回收物再生价值，推动产业链迈向循环经济。

## 3 高校推广面临的核心挑战

尽管模式与技术不断创新，高校快递包装物回收仍面临三大核心问题。

### 3.1 参与意愿与行为割裂

虽有 92% 的学生认同回收的重要性，但实际持续参与率仅 35%，存在显著“认知—行为”落差。

一是便利性不足。回收点多设于快递驿站，每校平均仅 2.3 个，距宿舍区步行 800 m（约 12 分钟）。研究表明，步行超 10 分钟时，回收意愿下降 78%，反映“最后一公里”缺失严重制约行为转化。二是激励机制弱。集美大学积分系统仅覆盖 15% 寄件需求，兑换流程复杂；纸箱回购价为 0.2 元/个（约为校外回收站的 25%），73% 的学生更愿“直接卖废品”。

破解路径为“双轨驱动”：一方面扩大宿舍区智能回收柜覆盖，服务半径控制在 200 m 以内；另一方面引入动态定价机制，拓展积分适用至餐饮、自习室预约等高频场景，提升参与积极性。

### 3.2 设施建设与运维成本

1. 智能设备推广受限于投入高、运行难。一台集成 AI 识别与称重模块的设备造价 2 ~ 3 万元，2 000 人宿舍区需 4 ~ 5 台，初期投入超 10 万元，加上五年周期运维（年均设备价 15%），总成本超 15 万元，远超多数高校环保预算。

2. 在运营方面，高校智能转运普及率不足 5%，仍依赖人工清运。环保社团流动性大，年更替率达 65%，影响服务稳定性。如中国矿业大学 2024 年换届期间，因交接不畅，12 个回收点闲置率达 47%，致 3.2 吨可回收物被迫填埋。

3. 建议构建“政企共建 + 校内协作”机制：设备可通过分批采购并由企业承担 40% 费用；运营由“专业公司 + 学生社团”共管，引入区块链固化交接流程，保障持续运转。

3.3 标准缺失与协同障碍

1. 操作端，九大快递企业使用超 200 种纸箱，尺寸差异 ±42%、克重波动 150 ~ 500g/m²，需专人识别匹配，日均作业时间增加 3.6 小时，人工成本上升约 20%。  
 2. 政策端，《绿色包装规范》要求塑料包装减量 30%，但 2024 年高校监测显示仍占比 34%，较 2020 年仅降 4%。可降解材料价格为传统的 2.8 倍，破包率升至 5.7%，替换率低于 10%。

应借鉴欧盟经验推进三项改革：一是制定强制性包装标准（如德国将纸箱限定为 8 种型号）；二是实施生产者责任延伸制度（征收生态税补贴回收端）；三是推行绿色采购机制，将高校采购与环保认证挂钩，打破“标准空转—成本转嫁—回收低效”循环。

4 优化路径：构建“激励—技术—制度”三维体系

破解高校回收困境亟需系统性方案，兼顾短期激励与长效机制建设（见表 2）。

4.3 健全标准与协同制度

制度创新应重点突破三方面：一是包装标识统一，强制快递企业在外包装标注材质代码（如“ZB-01”），AI 分拣准确率提升至 95%。内江市已纳入地方立法。二是推动校企合作。借鉴江苏师范大学模式，由快递企业负责清运，学校提供场地与志愿者，环保部门按回收量 0.3 元 / 公斤给予税收抵扣，形成多方共赢。三是严格政策执行。落实 2025 年《快递暂行条例》，对高校网点使用不可降解塑料包装行为处以 2 000 ~ 5 000 元 / 次罚款，强化制度约束，推动源头减量。

5 结论：从校园闭环到城市循环

高校快递回收模式已形成现场循环、联盟协作与智能化三类路径，分别在降本、提效与扩大覆盖面上发挥作用。然而，学生参与不稳定、设备运维成本高、标准化缺失等问题仍制约其长效发展。未来应构建“源头减量—智能回收—资源再生”的闭环体系：源头推

表 2 高校快递包装物回收优化路径的实施要点

| 优化维度 | 具体措施                 | 预期效果            | 执行主体           |
|------|----------------------|-----------------|----------------|
| 行为激励 | 建立碳账户机制、兑换校园礼品       | 参与率提升 30% ~ 40% | 高校信息中心、环保社团    |
| 技术赋能 | 宿舍区布设 AI 回收柜；引入无人清运车 | 人工成本降低约 50%     | 后勤集团、物流企业      |
| 制度保障 | 强制包装标识；企业回收配额制度      | 分拣效率提升至 95%     | 邮政管理局、生态环境主管部门 |

4.1 设计行为激励机制

提高环保行为转化率的关键在于构建多层次、可持续的激励体系。在即时反馈层面，可将“碳账户”嵌入校园数字系统，如接入支付宝“蚂蚁森林”API，回收一次计入 10 g 绿色能量，累计 2 000 g 可兑换多肉或环保文具。浙江大学紫金港校区试点后，日均投递量由 173 次增至 242 次，参与率提升约 40%。在长效层面，可将回收行为纳入学分体系，开设 1 学分的“绿色实践”通识课，规定学期内累计回收 50 次（每次 ≥ 0.5 kg）并认证者可获 0.5 学分。中国药科大学试点两学期后，已有 612 人完成认证，实现环保与学术双赋能<sup>[5]</sup>。

4.2 推广轻量化智能终端

为破解部署瓶颈，可采用阶梯式技术路径。初级方案对现有设施低成本改造，增设 RFID 芯片（≤ 200 元）与称重模块，实现基础数据采集。徐州工业职业技术学院试点后，回收点位密度提升至原有的 3 倍。进阶方案引入淮南式无人清运系统，采用“宿舍夜间集货—驿站日间补箱”的潮汐模式，单台自动驾驶车即可满足 5 所万人高校清运需求，设备利用率为传统模式的 2.6 倍，显著提升效率。

广可循环箱与减量胶带，回收端部署 AI 识别与无人清运，资源化端衔接造纸厂与塑料厂。2025 年实施的《再生资源分拣中心建设和管理规范》为高校标准化提供政策支持。高校具有组织集中、便于试点的优势，应以智能技术与制度激励为抓手，推动校园微循环向城市复制扩展。徐州高校联盟等实践表明，当学生将环保行为延伸至社会，校园绿色行动可上升为全民环保实践。

参考文献：

[1] 中国教育后勤协会. 2019 校园快递行业发展报告 [EB/OL]. <http://www.chinacacm.org/content/6165.html>, 2019-12-23.  
 [2] 陈丽莉. 基于大数据的高校快递包装回收系统设计研究：以衡阳师范学院为例 [J]. 绿色包装, 2022(10):78-82.  
 [3] 陈善涛, 邹浩. 智慧物流下高校快递包装回收问题研究：以湖南财政经济学院为例 [J]. 中国市场, 2020(30):6-9.  
 [4] 张晶蓉, 吴雅婷, 张彦雨, 等. 高校快递包装回收模式的经济性比较及选择 [J]. 物流科技, 2020, 43(09):55-61.  
 [5] 景明. 中国药科大学首建快递包装回收区 [EB/OL]. 央广网, [http://js.cnr.cn/2011jsfw/shgj/20161227/t20161227\\_523402412.shtml](http://js.cnr.cn/2011jsfw/shgj/20161227/t20161227_523402412.shtml).