

# 循环经济视角下高校快递包装物回收模式优化研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2018.02.013

邹筱<sup>1</sup> 付亚洲<sup>1,2</sup>  
李玉琴<sup>1,2</sup>

1. 湖南工业大学  
商学院

湖南 株洲 412007

2. 湖南工业大学

湖南省包装经济研究基地

湖南 株洲 412007

**摘要:** 为了优化现有回收模式, 提出高校后勤部门与校园快递代理点协同回收快递包装物模式, 运用 Stackelberg 博弈构建模型求出最优快递包装物价格和回收率的关系式, 并分析两者的主要影响因素。高校可以通过改变奖惩力度, 来控制快递代理点及后勤部门对快递包装物的回收率; 采用教育和奖惩相结合的方式提高学生回收意识, 充分调动学生的积极性, 以保障高校环境清洁, 促进资源循环利用。

**关键词:** 循环经济; 快递包装物; 回收模式优化

**中图分类号:** F760.3; TB484

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1674-7100(2018)02-0080-07

## 0 引言

近年来, 由包装废弃物引发的环境污染与资源浪费问题引起了人们的高度关注。2016年我国快递业务量完成313.5亿件, 同比增长51.7%, 全年快递业包装箱使用量达86亿个, 每天因回收不当而产生的快递包装废弃物量非常巨大, 资源浪费严重。大学生作为网购主力军, 由于缺乏资源回收意识, 以及校园内还没有形成完善的回收模式, 从而导致快递包装物在校园中的废弃现象愈发严重。

在国外, 包装废弃物回收的主要方法是政府建立产品生命周期内的责任分担机制, 并在具体实施过程中根据本国国情建立不同的包装废弃物回收系统, 如德国建立的 *Duales System Deutschland* 废弃物回收系统, 负责对整个系统中所有的废弃物进行回收、分类、处理及循环使用<sup>[1]</sup>。P. D. Giovanni 等<sup>[2]</sup>针对制造商回收渠道选择的问题, 建立不同的回收模型, 并得出了制造商将回收业务外包的条件。

国内学者则从包装废弃物回收渠道<sup>[3]</sup>、模式选

择<sup>[4]</sup>、回收成本及利润等方面深入剖析, 将奖惩机制、Stackelberg 博弈法、循环共生经济理念<sup>[5]</sup>运用在混合回收模式中, 为高校快递包装物回收决策<sup>[6]</sup>提供了大量的理论依据。翁静雯等<sup>[7]</sup>以福州大学旗山区为例, 着眼于快递包装材料的循环利用, 采用网络问卷、实地调研等方法了解大学生、快递公司、各级代理点等对快递包装材料的处理方法, 并探讨校园内建立非营利性废弃物回收站的可行性。连泽杰等<sup>[8]</sup>从循环经济和快递包装物回收模式的可行性出发, 提出一种高校快递包装物回收新模式, 以助力循环经济的发展。

因此, 高校应努力提高学生的回收意识并建立完善的回收模式, 这是高校快递包装物实现循环利用、减少包装废弃物污染的关键。目前对高校快递包装物回收的研究以理论研究居多, 且现有研究尚未形成完整体系。

本文拟在程诚, 邹筱等<sup>[9-10]</sup>研究的基础上, 从循环经济角度出发, 以高校各相关主体为切入点, 通过分析快递包装物回收模式的现状及存在的问题, 提

收稿日期: 2017-10-23

基金项目: 湖南省包装经济研究基地基金资助项目(2017BZJJ07), “绿色包装与安全”专项研究基金资助项目(2017ZBLZ01), 教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(16YJAZH085), 湖南省哲学社会科学基金资助项目(17YBA142)

作者简介: 邹筱(1976-), 女, 湖南株洲人, 湖南工业大学教授, 博士, 主要从事物流管理与集群经济方面的教学与研究, E-mail: 7805463@qq.com

出可优化视角并建立回收模式运作流程图。最后运用 Stackelberg 博弈法对高校快递包装物优化后的回收模式进行探讨, 并尝试构建理论-实证模型, 以期从最优包装物价格等路径为快递代理点制定最优收发价格提供理论指导, 同时也为高校在快递收发高峰期能快速解决短时间内出现的大量包装废弃物问题及有效提高其回收率提供理论依据。

## 1 回收现状及存在的问题

### 1.1 现有回收模式及流程

传统的快递包装物回收模式有 2 种运作方式: 一是线性运作, 大部分快递包装物都在终端环节被用各种方式处理掉, 其回收运作可以看作一种线性发展状态, 相关企业对回收后的快递包装物未采取有效的处理措施, 回收运作处于无序化自行发展状态; 二是松散协作, 对快递包装物的回收数量与期限没有严格的限制, 在回收过程中对于回收地点、回收人员、回收时间等都有很大的不确定性, 相关协同运作常常处于无序或松散的无计划状态。

目前各高校回收模式相对松散、粗犷, 对回收中的各环节缺乏针对性的关注, 其具体流程如图 1 所示。从图 1 可以看出, 高校快递包装物由快递固定代理

点及移动代理点带入校内, 再由取件人员将其带入校园各区域, 最后经过垃圾箱等途径进入回收环节。上述的 2 种回收运作模式都不能满足目前高校快递包装物的回收需求。

为进一步了解此回收模式中涉及的包装废弃物问题及影响回收的外部因素, 连泽杰等<sup>[8]</sup>以河北经贸大学为例进行快递包装物回收问卷调查。分析结果发现, 快递包装物的材料多是以木浆为原料的纸质类或塑料类, 且收到的快递中, 包装物完好的占 41.5%, 偶尔破损的占 35.73%, 这说明大多数快递包装物的完整度较好, 具备回收再利用的基本条件; 但是 42.94% 的学生没有回收意识, 83.57% 的学生不选择当场拆封, 55.62% 的学生将快递包装物当作垃圾丢掉, 67.15% 的学生比较喜欢在宿舍建立回收站点<sup>[9]</sup>。以上数据充分说明高校快递包装物资源浪费与环境污染等问题的严重性以及现有模式回收困难的原因, 对现有回收模式进行优化已迫在眉睫。

综合问卷调查及现有研究成果可知: 回收模式是影响高校快递包装物回收能否有效进行的关键, 回收率是反映其回收效果的直观体现, 而快递收发价格的高低直接影响快递包装物回收中学生受益程度, 也是提高学生回收意识的关键激励因素。

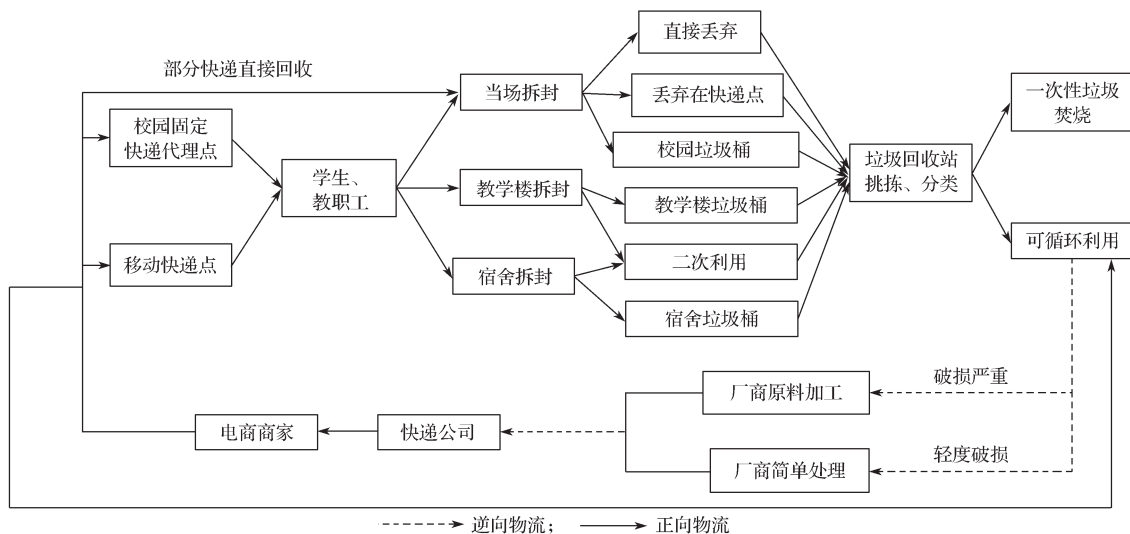


图 1 现有高校快递包装物回收模式流程图

Fig. 1 Current express package recycling model in colleges

### 1.2 存在的问题

高校快递包装物回收存在的问题可归纳为以下 4 个方面。第一, 当前大学生自觉回收快递包装物意识薄弱, 包装废弃物丢弃地点广泛、不确定性强; 多数快递包装物通常混在垃圾中一并扔掉, 造成快递包装

物二次损坏现象严重。第二, 快递包装物参差不齐、材料各异, 高校包装废弃物回收需要由分散的各个点集中并经多次汇合才有可能进行后续的回收处理, 增加了垃圾回收者分类回收的难度, 且回收收益小于回收成本。第三, 快递代理点对包装物回收宣传力

度不够,不主动、不愿意回收现象明显;学生对快递拆封的不规范、不合理导致快递包装物损坏变形,进一步降低了回收收益。第四,高校尚未意识到包装废弃物回收的重要性,回收效果不明显,未建立专门的回收机制、回收渠道,不能较好提高包装废弃物回收率;高校后勤部门不参与回收,致使快递包装物的回收工作没有强有力的监督体系,各回收环节衔接不紧密,回收难度加大、包装废弃物泛滥。为解决现有模式中出现的严重制约高校快递包装物回收的4种问题,本文拟从包装物流通的系统视角对回收模式提出优化。

## 2 回收模式优化

### 2.1 优化视角的选择

在高校快递包装物回收过程中,上下回收环节之间信息传递不畅,严重制约回收效率,导致回收整体成本上升。回收中各方利益关系处理不当既制约回收效率的提升,又制约循环经济的发展。在快递包装物回收负外部性日益增多的情况下,高校应从整体上考虑,选择回收率高、对学生有利的回收模式,加强对快递代理点约束的同时,也要努力寻找更好的方法解决包装物回收存在的问题。

通过调查研究发现,取件人员从取快递到拆开包装物再到包装物回收整个过程中存在真空环节。在此过程中取件人员一般随自身意愿对快递包装物进行处理或丢弃,其受外界环境及自身主观因素影响较大,该环节有序则回收易,无序则回收难,且更易造成二次损坏而不利于包装物的循环再利用。目前的回收模式未给予真空环节足够地重视,忽略了其对快递包装物回收的重要性。

基于高校背景下,本文拟将该真空环节设为回收源头,作为回收模式优化的关键环节,并提出快递代理点与高校后勤部门协同回收的模式,通过实施奖惩机制对两者进行约束。旨在进一步优化回收模式,增强回收意识,在提高回收效率的同时,从源头上降低高校快递包装物污染。除此之外,还要进一步完善回收模式优化视角,建立高校快递包装物回收闭环供应链协同模式,包括取快递、拆包装、垃圾回收点或专门快递包装物回收点、后勤整理、集合分类等。供应链环境下包装物回收是一个系统化的整体,只有回收活动中各环节之间紧密相扣,环环相连,回收运行才能更加完整协调。

### 2.2 优化回收模式运作流程

基于前面提出的高校后勤部门与快递代理点协同回收模式,优化其运作流程如图2所示。

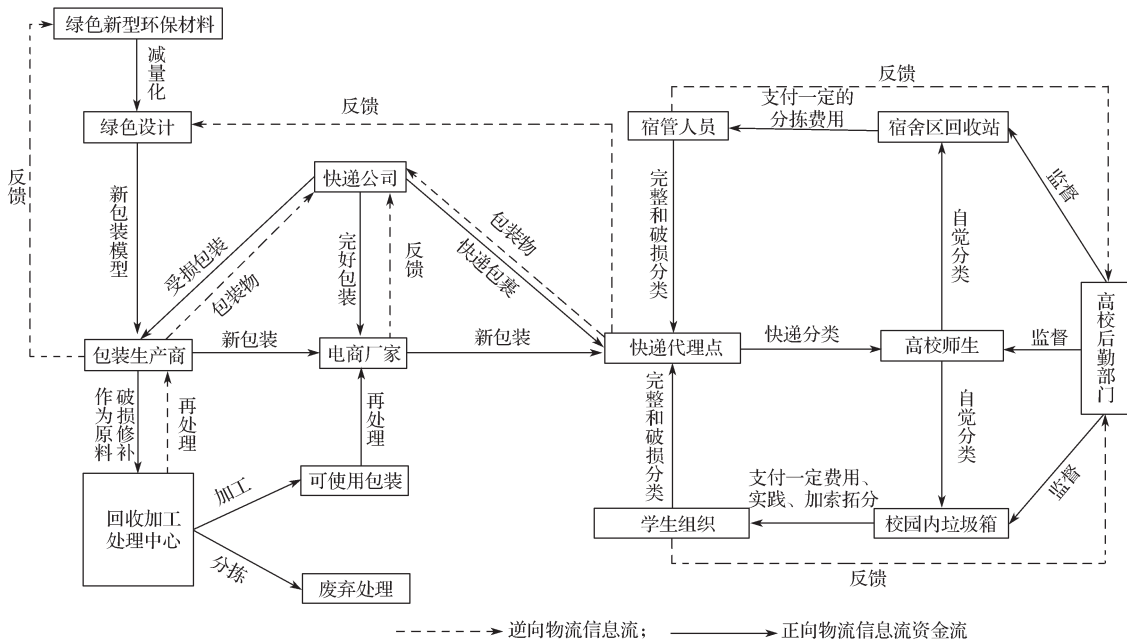


图2 高校快递快递包装物回收模式优化运作流程图

Fig. 2 Optimization operation flow chart of package recovery mode of express delivery in colleges

增加高校后勤部门的监督管理功能,将宿舍管理 人员也纳入到回收队伍中,由他们负责宿舍区域的回



收工作。学生则负责组织校园及教学区分散快递包装物的回收,并将收集分类后的快递包装物与快递代理点统一汇合。最后由后勤部门与校外回收企业议价、商定协议后支付回收人员相应费用。

为使优化后的回收模式能够有效运行,同时也使高校更好维护校园环境、促进循环经济发展,本研究通过协调参与回收工作的高校后勤部门、快递代理点、学生组织等之间的关系,并对优化的回收模式进行博弈建模分析。

### 3 基于 Stackelberg 博弈法优化分析

#### 3.1 模型概述

高校快递包装物回收模式优化模型是指在快递闭环供应链的逆向回收环节中,回收结构以快递代理点与高校后勤部门协调、竞争的回收模式,其协同回收模式如图3所示,其中:

M 为包装生产商; A 为快递代理点; L 为高校后勤部门。快递代理点与高校后勤部门在协同回收中既有竞争又有合作,但更多的是合作。

快递市场竞争激烈,各高校内都有多家代理点,他们之间的竞争已不单靠价格取胜,更多的是靠服务和品牌效应。快递代理点与高校后勤部门协同回收不仅在一定程度上降低了基础设施投入成本,两者建立长久的战略伙伴关系还可以通过后勤部门来扩大对快递企业的宣传,增强校内影响力。另一方面在当前提倡降低成本的大环境下,合作回收快递包装物增强了与校外回收企业的谈判筹码,更能在回收价、回收周期等方面获得更多的优势。两者协同能促进大量快递包装物的主动回收,减轻高校后勤部门工作量的同时,也为后勤回收人员、学生组织提供额外经济来源,因此两大主体具有长期协作回收动力的保障,更有利于维持协同回收模式的长久运行。

相关协调机制的研究为高校后勤部门与快递代理点长期有效竞合关系的稳定性提供了理论指导。叶佑林等<sup>[11]</sup>在前人研究的基础上引入收入-费用共享机制并建立了闭环供应链模型以验证该机制能保障混合回收渠道的稳定性。郝新军<sup>[12]</sup>针对供应链系统双渠道协调问题,运用博弈论、契约理论,通过构建

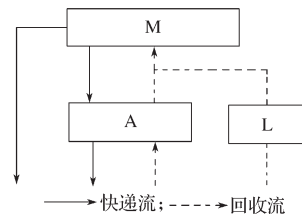


图3 协同回收模式

Fig. 3 Synergetic recovery mode

模型、数值算例分析验证了补偿契约-成本分摊可以实现双方混合回收的协调。

本文利用 Stackelberg 博弈法构建了混合闭环供应链模型,并对其结果进行分析。

#### 3.2 问题描述及符号说明

##### 3.2.1 符号说明

A+L 表示快递回收点与高校后勤部门协同回收的闭环供应链模式。

$C_M$  表示生产商生产快递包装物的单位成本。

$C_r$  表示生产商用回收包装物进行生产或修复的单位成本。

$C_f$  表示生产商收购包装物时,给快递企业或高校后勤管理部门的单位支付费用。

$r$  表示快递代理点回收包装废弃物给学生的单位支付费用,或表示后勤部门给后勤回收人员或学生组织的单位支付费用。

$w$  表示新快递包装物的批发价格,是生产商决策变量。

$p$  表示快递代理点的快递包装物价格。

$D(p)=\alpha-\beta p$ ,  $D(p)$  表示快递包装物需求函数,  $\alpha$  表示市场均衡时(潜在市场)的需求量,  $\beta$  表示消费者对价格的敏感度,  $\alpha$  和  $\beta$  均为正的参数,且  $\alpha > \beta p$ 。

$\lambda_A, \lambda_L$  分别指快递代理点、高校后勤部门快递包装物的回收率,且  $0 < \lambda_A + \lambda_L = \lambda_{A+L} < 1$ 。

该回收模式中快递包装物的回收量为回收率与市场需求函数的乘积,如快递代理点对快递包装物回收量为  $\lambda_A D(p)$ 。

$\prod_j^{A+L}$  表示在快递代理点和高校后勤部门协同回收模式下  $j$  获得的利润,其中  $j$  可取 M、A、L。

##### 3.2.2 研究假设

由于生产商、快递代理点较多,高校后勤部门较复杂,利益分配复杂,需简化回收模式的计算公式,因此本文作出如下假设。

**假设1** 回收的快递包装物均可用于再生产,并且回收再生包装与新包装在质量、价格、功能上无差异且供应链成员之间的信息对称。消费者对回收再生包装与新包装具有同等的接受度。

**假设2** 在该回收闭环供应链中,生产商对高校后勤部门、快递代理点的回收有足够的市场控制力,能够充当 Stackelberg 领导者,全部回收两者所回收的包装废弃物,且参与成员作决策都以自身利益最大

化为主要目的。

**假设 3** 生产商进行回收快递包装物是有利润的, 即  $\Delta = C_M - C_r$  且  $\Delta - C_r > 0$ ; 快递代理点、高校后勤部门回收是有利润的, 即  $C_f - r > 0$ 。

**假设 4** 借鉴 Savaskan 的假设, 则回收模式的基本回收成本可写为  $I = \lambda^2 \tau$ , 其中  $I$  表示对回收进行的投资额, 假定  $\tau$  为生产商、快递代理点、高校后勤部门等为快递包装物回收管理和宣传等设计的规模参数, 且都相同。

**假设 5** 设定生产商从包装物回收中获得的单位利润小于快递代理点与后勤部门所获利润, 即  $\Delta - C_f < C_f - r$ 。

**假设 6** 学校对快递代理点与后勤部门进行奖惩, 最低回收率为  $\lambda_0$ , 单位给予奖惩力度为  $\varphi$ , 可得奖惩机制为  $\varphi(\lambda - \lambda_0)D(p)$ 。当回收率小于  $\lambda_0$ , 接受惩罚; 反之接受奖励。

### 3.3 构建协同回收优化模型

在快递代理点与高校后勤部门协同回收模式 (A+L) 下, 由生产商制定快递包装物的批发价  $w$ , 根据快递代理点及高校后勤部门对  $w$  作出的不同反应来确定  $p, \lambda_A$  和  $\lambda_L$ 。由上述假设可知生产商、快递代理点和高校后勤部门的利润函数分别为:

$$\Pi_M^{A+L} = [w - C_M + (\lambda_A + \lambda_L)(\Delta - C_f)](\alpha - \beta p),$$

$$\Pi_A^{A+L} = [p - w + \lambda_A(C_f - r) + \varphi(\lambda_A - \lambda_0)](\alpha - \beta p) - \tau \lambda_A^2,$$

$$\Pi_L^{A+L} = [\lambda_L(C_f - r) + \varphi(\lambda_L - \lambda_0)](\alpha - \beta p) - \tau \lambda_L^2.$$

首先, 求出快递代理点利润函数关于  $p$  和  $\lambda_A$  的一阶偏导数如下:

$$\frac{\partial \Pi_A^{A+L}}{\partial p} = \alpha - \beta p - \beta(p - w + \lambda_A(C_f - r) + \varphi(\lambda_A - \lambda_0)),$$

$$\frac{\partial \Pi_A^{A+L}}{\partial \lambda_A} = (\alpha - \beta p)(C_f - r + \varphi) - 2\lambda_A \tau.$$

令上述 2 个一阶偏导数为 0, 联立方程组, 求得快递代理点的包装物价格  $p$  及回收率  $\lambda_A$ :

$$p = \frac{\alpha \beta C_f^2 - 2\alpha \beta C_f r + 2\alpha \beta C_f + \alpha \beta r^2 - 2\alpha \beta r \varphi}{\beta(\beta C_f^2 - 2C_f \beta r + 2\beta C_f \varphi + \beta r^2 - 2\beta r \varphi + \beta \varphi^2 - 4\tau)} +$$

$$\frac{\alpha \beta \varphi^2 - 2\lambda_0 \tau \beta \varphi - 2\tau \alpha - 2w \tau \beta}{\beta(\beta C_f^2 - 2C_f \beta r + 2\beta C_f \varphi + \beta r^2 - 2\beta r \varphi + \beta \varphi^2 - 4\tau)},$$

$$\lambda_A = \frac{r\alpha - C_f \alpha - \varphi \alpha + w C_f \beta - w r \beta + w \varphi \beta +}{\beta C_f^2 - 2C_f \beta r + 2\beta C_f \varphi + \beta r^2 - 2\beta r \varphi +}$$

$$\leftarrow \frac{\varphi^2 \lambda_0 \beta + C_f \varphi \lambda_0 \beta - r \varphi \lambda_0 \beta}{\beta \varphi^2 - 4\tau}.$$

同理, 求出后勤部门的利润函数关于  $\lambda_L$  的一阶偏导数如下:

$$\frac{\partial \Pi_L^{A+L}}{\partial \lambda_L} = (\alpha - \beta p)(C_f - r + \varphi) - 2\tau \lambda_L.$$

令偏导数为 0, 并将包装物价格  $p$  代入, 求得后勤部门的回收率:

$$\lambda_L = \frac{\alpha(C_f - r + \varphi)}{2\tau} + \frac{[2\beta(\alpha C_f r + r\varphi + \lambda_0 \tau \varphi + w\tau) +}{2\tau(\beta C_f^2 - 2\beta C_f r + 2\beta C_f \varphi +}$$

$$\leftarrow \frac{2\tau \alpha - \alpha \beta(2C_f \varphi + r^2 + \varphi^2)](C_f - r + \varphi)}{\beta r^2 - 2\beta r \varphi + \beta \varphi^2 - 4\tau}.$$

## 4 结论与建议

### 4.1 结论

根据以上推导, 再对该回收模型进行分析, 可得出以下结论。

1) 快递代理点与高校后勤部门协同回收模式下, 通过构建模型求出快递代理点在其达到最大利润时, 快递包装物价格为:

$$p = \frac{\alpha \beta C_f^2 - 2\alpha \beta C_f r + 2\alpha \beta C_f + \alpha \beta r^2 - 2\alpha \beta r \varphi}{\beta(\beta C_f^2 - 2C_f \beta r + 2\beta C_f \varphi + \beta r^2 - 2\beta r \varphi + \beta \varphi^2 - 4\tau)} +$$

$$\frac{\alpha \beta \varphi^2 - 2\lambda_0 \tau \beta \varphi - 2\tau \alpha - 2w \tau \beta}{\beta(\beta C_f^2 - 2C_f \beta r + 2\beta C_f \varphi + \beta r^2 - 2\beta r \varphi + \beta \varphi^2 - 4\tau)}.$$

快递代理点的回收率为:

$$\lambda_A = \frac{r\alpha - C_f \alpha - \varphi \alpha + w C_f \beta - w r \beta + w \varphi \beta +}{\beta C_f^2 - 2C_f \beta r + 2\beta C_f \varphi + \beta r^2 - 2\beta r \varphi +}$$

$$\leftarrow \frac{\varphi^2 \lambda_0 \beta + C_f \varphi \lambda_0 \beta - r \varphi \lambda_0 \beta}{\beta \varphi^2 - 4\tau}.$$

此时, 高校后勤部门可以根据包装物价格确定其回收率:

$$\lambda_L = \frac{\alpha(C_f - r + \varphi)}{2\tau} + \frac{[2\beta(\alpha C_f r + r\varphi + \lambda_0 \tau \varphi + w\tau) +}{2\tau(\beta C_f^2 - 2\beta C_f r + 2\beta C_f \varphi +}$$

$$\leftarrow \frac{2\tau \alpha - \alpha \beta(2C_f \varphi + r^2 + \varphi^2)](C_f - r + \varphi)}{\beta r^2 - 2\beta r \varphi + \beta \varphi^2 - 4\tau}.$$

2) 由  $p$  的关系式可知: 快递代理点的快递包装物价格  $p$  受到多种因素影响, 包括奖惩力度  $\varphi$ 、管理和宣传规模  $\tau$ 、生产商回收包装物所支付的费用  $C_f$  等。

3) 在回收管理和宣传规模  $\tau$  一定的情况下, 高校可以根据自身的实际情况, 在快递收发高峰期可以通过调整奖惩力度  $\varphi$ , 控制校内快递包装物的流量, 以保护校园环境。

为控制校内包装废弃物、贯彻国家循环经济总体方针, 高校除了引入奖惩机制, 以完善快递包装物回收模式外, 还应从快递包装物到达收件人手中及到达再加工处, 这 2 个关键环节进行优化。

#### 4.2 建议与不足

针对上述研究结论与存在的问题, 提出以下 3 点建议。

第一, 学校出台相关快递包装物回收管理制度, 加大宣传力度。快递包装物的回收工作需要投入一定的人力和物力, 虽然短期内不能给高校带来明显的经济效益, 但高校应积极响应国家循环经济发展战略号召, 并主动承担保护环境的社会责任, 且从长远看, 经济效益也能逐渐体现。具体实施办法如下: 1) 张贴校园海报、举办宣传活动、协调回收过程中出现的问题并制定具体要求和标准, 以促使快递包装物的回收再利用能够顺利进行; 2) 健全相关的监督保障制度, 比如制定宿舍楼之间、各学院所属区域间的可回收快递包装物丢弃、回收评比细则, 根据回收情况给予相应的奖惩, 加大宿舍、学院管理人员对快递包装物回收的重视; 3) 通过校规制度规范可再利用资源回收行为, 使其成为各部门的责任和义务, 建立良好的包装废弃物回收环境。

第二, 完善包装物回收处理方法, 加大扶持力度。在日益完善的供应链环境下, 不仅要解决校内快递包装物的回收问题, 更要解决现阶段快递包装物的最终处理问题。校内快递包装物回收后需要对其进行判断分拣、微处理, 因基础设施所限, 回收工作人工成本高、效率低, 没有标准且稳定的保障, 很难提高校内回收主体的积极性。当地政府应给予相应的政策扶持, 比如要求回收单位针对高校快递包装物回收制定明确的计划, 并给予相应的免税或税收返还等优惠政策, 以保障其积极性。

第三, 加强校内师生的循环经济意识。高校快递包装物的回收虽然受到高校工作体制的制约, 但是回收率的高低归根结底取决于高校师生对环保的认识程度和参与回收的态度, 以及是否主动使用再回收的快递包装物。高校后勤部门和校园快递代理点在回收中更多的是发挥引导作用, 师生自身提高对快递包装物回收的认识才是快递包装物回收的关键, 其环保意识强弱直接决定了包装回收率的高低。要从源头上提高师生的配合意识, 除包装物设计上加大宣传循环效应外, 还可通过快递代理点鼓励取件人当场拆封、

正确拆封; 校内成立环保社团加大宣传, 营造良好的回收环境等。

高校相关政策支持与保障, 加强校内外回收问题的衔接沟通, 增强高校师生的循环经济意识, 高校快递包装物的回收工作便可顺利进行。此外, 该回收模式优化研究中还存在着不足之处, 比如把高校后勤部门参与回收获得的社会效应定量化, 研究高校后勤部门与高校快递代理点协同回收的现实可操作性, 在回收主体中加入校内废旧物拾荒者, 求出各回收主体利润公式并尽可能地加入实证研究等, 这些问题有待在接下来的研究中继续探讨。

#### 参考文献:

- [1] 赵宝元, 施凯健, 孙波. 国外包装废弃物回收系统的比较分析及启示[J]. 生态经济, 2009(3): 103-106. ZHAO Baoyuan, SHI Kaijian, SUN Bo. Comparative Analysis of Foreign Discard Packaging Waste Recovery System and Enlightenment[J]. Ecological Economy, 2009(3): 103-106.
- [2] GIOVANNI P D, ZACCOUR G. A Two-Period Game of a Closed-Loop Supply Chain[J]. European Journal of Operational Research, 2014, 232(1): 22-40.
- [3] 张浩, 钟宁, 张智光, 等. 国外快递包装物回用与处理系统的建设经验与启示[J]. 资源开发与市场, 2017, 33(10): 1231-1235. ZHANG Hao, ZHONG Ning, ZHANG Zhiguang, et al. Inspiration and Experience of Foreign Express Packaging Recycling and Processing System Construction[J]. Resource Development and Market, 2017, 33(10): 1231-1235.
- [4] 易余胤, 梁家密. 奖惩机制下的闭环供应链混合回收模式[J]. 计算机集成制造系统, 2014, 20(1): 215-223. YI Yuyin, LIANG Jiami. Hybrid Recovery Model for Closed-Loop Supply Chain Under Premium and Penalty Mechanism[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2014, 20(1): 215-223.
- [5] 刘国秋, 黄小勇, 贾扬蕾. 循环共生经济下包装物逆向物流回收模式研究[J]. 企业经济, 2014(4): 23-27. LIU Guoqiu, HUANG Xiaoyong, JIA Yanglei. Research on Reverse Logistics Recycling Model of Packaging in the Cycle of Symbiotic Economy[J]. Enterprise Economy, 2014(4): 23-27.
- [6] 梁喜, 马春梅. 不同混合回收模式下闭环供应链决



- 策研究[J]. 工业工程与管理, 2015, 20(4): 54-60.  
LIANG Xi, MA Chunmei. Research on Decisions of Closed-Loop Supply Chain Under Different Hybrid Recycling Modes[J]. Industrial Engineering and Management, 2015, 20(4): 54-60.
- [7] 翁静雯, 葛樊亮, 阳富强. 高校快递包装废弃物的回收与利用[J]. 价值工程, 2017, 36(14): 81-85.  
WENG Jingwen, GE Fanliang, YANG Fuqiang. Recovery and Utilization of Express Packaging Waste in Universities[J]. Value Engineering, 2017, 36(14): 81-85.
- [8] 连泽杰, 丁红娜, 李梓茗, 等. 循环经济下高校快递包装物回收模式及其技术可行性的研究: 以河北经贸大学为例[J]. 经贸实践, 2017(1): 118-120.  
LIAN Zejie, DING Hongna, LI Ziming, et al. Study on the Recycling Mode and Technical Feasibility of the Express Package in the Circular Economy: Take Hebei University of Economics and Business as an Example[J]. Economic and Trade Practice, 2017(1): 118-120.
- [9] 程 诚, 曹陈英, 陈 倩. 循环经济视角下高校快递包装回收模式的选择研究[J]. 物流工程与管理, 2017, 39(7): 50-53.  
CHENG Cheng, CAO Chenying, CHEN Qian. Study on the Selection of Express Packing Recycling Mode in Colleges and Universities from the Perspective of Circular Economy[J]. Logistics Engineering and Management, 2017, 39(7): 50-53.
- [10] 邹 筱, 李玉琴. 基于循环经济理论的快递包装回收体系构建[J]. 包装学报, 2016, 8(4): 60-66.  
ZOU Xiao, LI Yuqin. Construction of Express Package Recovery System Based on Theory of Circular Economy[J]. Packaging Journal, 2016, 8(4): 60-66.
- [11] 叶佑林, 吴文秀. 混合回收渠道的闭环供应链协调模型研究[J]. 科技管理研究, 2010, 30(17): 227-230.  
YE Youlin, WU Wenxiu. Coordination Research for Closed-Loop Supply Chain Under the Condition of Hybrid Recycling Channels[J]. Science and Technology Management Research, 2010, 30(17): 227-230.
- [12] 郝新军. 双渠道销售与回收的闭环供应链协调机制研究[J]. 统计与信息论坛, 2015, 30(6): 87-92.  
HAO Xinjun. Coordination Research on Closed-Loop Supply Chain with Dual-Channel Sale and Dual-Channel Recovery[J]. Statistics & Information Forum, 2015, 30(6): 87-92.

## Optimization of Package Recycling Mode of Express Delivery in Colleges from the Perspective of Circular Economy

ZOU Xiao<sup>1</sup>, FU Yazhou<sup>1,2</sup>, LI Yuqin<sup>1,2</sup>

(1. School of Business, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China;

2. Hunan Province Packaging Economic Research Base, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

**Abstract:** In order to optimize the existing recycling mode, the express package mode was proposed that the logistics department and the campus express agent cooperate in recovery operation. The optimal relationship between the price and the recovery rate of the express packaging was calculated by using Stackelberg game model with the analysis of their main influencing factors. Universities could control the recovery rate of express agents and logistics departments by changing the degree of rewards and punishments. Education, rewards and punishments could be combined to improve students' awareness of recycling, and fully mobilize their enthusiasm, so as to protect the environment of colleges and promote the recycling of resources.

**Keywords:** circular economy; express package; recovery optimization in pattern