

可重复利用的快递包装回收模式研究

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2021.05.004

何 波 段雪苇

重庆大学
经济与工商管理学院
重庆 400030

摘 要:针对可回收快递包装盒的回收问题,探讨了物流公司和电商平台两种回收模式下,物流公司和电商平台的决策问题,得出了两种回收模式下的最优回收率、可回收包装盒使用比例、物流公司最优利润以及电商平台最小成本。通过算例分析讨论了可回收包装盒潜在市场规模、成本和回收努力成本系数,对物流公司利润以及电商平台成本的影响。研究表明:包装盒回收率与回收努力成本系数有关;在电商平台回收模式下,电商平台使用可回收包装盒的比例较高;在物流公司回收模式下,包装盒回收率较高,物流公司能获得更高利润。

关键词:可回收;快递包装盒;回收模式;物流公司;电商平台

中图分类号:F713.2

文献标志码:A

文章编号:1674-7100(2021)05-0027-08

引文格式:何 波,段雪苇.可重复利用的快递包装回收模式研究[J].包装学报,2021,13(5):27-34.

1 研究背景

2020 年我国快递业务量已突破 800 亿件,快递行业每年产生纸类废物超过 900 万 t,塑料废物约 180 万 t,并呈现快速增长的趋势^[1-2]。在人们享受网络购物便捷的同时,快递包装造成了严重的资源浪费和环境污染^[3]。2020 年底,国家发展和改革委员会、国家邮政局等 8 部门联合发布的《关于加快推进快递包装绿色转型的意见》明确提出,要以技术创新和模式创新驱动快递包装绿色转型,通过推广可循环包装产品,采取可循环快递包装新模式等,推动企业形成产业联盟,加强快递包装回收,实现快递包装绿色化、减量化和可循环。当前,越来越多的企业推出可回收快递包装盒。例如,苏宁物流针对快递包装绿色化的“青城计划 2.0”落地郑州,已投放 20 000 多个^[2]绿色循环包装;京东物流推出可以循环使用 20 次以上

的“青流箱”已经在多个城市使用^[2];灰度环保公司在“生产供应方-销售方-消费者”链条上提供快递循环箱。

近年来,学者们对快递包装回收问题进行了大量研究。例如:钱婧雯^[4]、姚雨清等^[5]分析了快递包装回收存在回收成本高、回收意愿不足、市场回收网络不健全和公众参与率低等问题。朱磊等^[6]提出共享循环包装箱的回收有自主回收、联合回收和委托回收 3 种模式。慕晶晶^[7]运用聚类分析方法对快递包装回收中心进行了等级划分。韩伟伟等^[8]研究了数量模糊、时间模糊、丢弃率模糊 3 种环境下的快递包装逆向物流网络设计。

在包装尺寸大小对产品定价的影响方面,S. Gupta 等^[9]研究了在消费不确定条件下,生产商的包装尺寸决策以及定价决策问题。罗子灿等^[10]研究了零售商回收模式下收益共享契约和包装尺寸决策问

收稿日期:2021-07-25

基金项目:教育部人文社科基金资助面上项目(21YJA630024);重庆市自然科学基金资助面上项目(cstc2021jcyj-msxm0237)

作者简介:何 波(1977-),男,湖南长沙人,重庆大学教授,博士生导师,主要从事物流与供应链管理研究,

E-mail:heboo@163.com

题。S. Jain^[11]研究了企业包装尺寸对解决消费者自我控制的条件,对产品定价影响以及消费者和社会福利问题。O. Koenigsberg等^[12]研究了企业产品的包装尺寸和价格决策问题,并考虑了产品使用期限、消费者使用比率、包装尺寸和产品可变成本之间的关系。

在闭环供应链回收模式选择问题方面,公彦德等^[13]对比分析了物流外包和自营两种混合回收模式。张玉豪等^[14]探索了制造商主导下的3种双回收渠道模型的最优决策问题。陈建华等^[15]研究了零售商主导下的双回收渠道模型的最优决策问题。朱晓东等^[16]建立了制造商、分销商和线上回收商的博弈模型。倪明等^[17]对比分析了制造商和零售商共同回收、制造商和第三方共同回收、零售商和第三方共同回收3种双渠道回收模型。

在外部因素对回收的影响方面,汪明月等^[18]的研究表明,政府的奖励机制能提高废旧产品的回收率以及制造商利润和声誉。欧阳恋群等^[19]研究了环境税费水平对快递服务商回收决策的影响。何海龙等^[20]研究了政府补贴、监管力度、处罚力度及消费者满意度对电商企业实施回收的影响。聂佳佳等^[21]对比分析了政府实施碳排放约束政策和无碳排放约束下,零售商负责回收闭环供应链的定价与回收决策问题。姚锋敏等^[22]探讨了在3种不同回收渠道下,考虑政府回收补贴和零售商的企业社会责任(corporate social responsibility, CSR)对闭环供应链的影响,得出有政府回收补贴下最优决策为制造商负责回收的结论。温小琴等^[23]的研究表明,企业社会责任和较高的政府回收奖励会促进生产企业选择自行回收的模式。

与上述文献不同的是,本文考虑了电商平台作为回收主体的情形,研究两种回收模式:1)物流公司回收模式:物流公司作为回收主体,决定可回收包装盒的回收率。2)电商平台回收模式:电商平台作为回收主体,决定可回收包装盒的回收率。探讨两种回收模式下的最优决策问题,并详细分析各参数对可回收包装盒的回收率、使用比例以及物流公司利润和电商平台成本的影响,以期能为包装回收的参与者提供决策参考。

2 问题描述

考虑一个电商平台(用E表示)和一个物流公司(用L表示)组成回收主体。物流公司生产并提供可回收快递包装盒,电商平台既可以选择物流公司

提供的可回收包装盒,也可选择其他供应商提供的普通包装盒。假设普通包装盒只能使用一次,不可再次回收使用;而可回收包装盒可以回收再次使用,且可回收包装盒只由物流公司生产,其他供应商只生产普通包装盒。物流公司与电商平台均可以作为回收方,对使用过的包装盒进行回收,并且回收方决定可回收包装盒的回收率。

在回收过程中,回收方需要支付回收成本 $\rho^2 k_i$,其中 ρ 为回收率, k_i ($k_i > 0$)为回收努力成本系数, $i \in \{E, L\}$ 。回收成本的表达式 $\rho^2 k_i$ 表明,回收成本的增量随着回收率的增加而增加。将普通包装盒的价格归一化为1,可回收包装盒的价格 $p = A - \gamma - \rho$,其中 A 为可回收包装盒的潜在市场规模, γ 为电商平台使用可回收包装盒的比例。可回收包装盒的价格函数表明,价格 p 随着回收率 ρ 的增加而下降,也随着使用可回收包装盒比例 γ 的增加而下降。

设电商平台对快递包装盒总需求量为 Q ,为了简化分析,令 $Q=1$ 。为保证物流公司的目标函数曲线为凹,假设 $k_i > \frac{1}{4}$,该条件表明,回收努力成本系数不能太小,如果太小,各方都将回收包装盒。为保证计算的回收率为正数,假设 $A < 3c$,该条件表明,目前的生产技术以及回收难度决定了可回收包装盒的潜在市场规模不会太大。

本文的常用变量及意义如表1所示。

表1 常用变量及意义
Table 1 Variables and relevant meanings

变量	意义
ρ	可回收包装盒的回收率, $\rho \in [0, 1]$
γ	电商平台使用可回收包装盒的比例, $\gamma \in [0, 1]$
k_i	回收努力成本系数, $k_i > 0, i \in \{E, L\}$
A	可回收包装盒的潜在市场规模, $A > 0$
c	可回收包装盒的成本
Q	包装盒的总需求量
C_E	电商平台的成本
π_L	物流公司的利润

3 回收模式模型分析

本节将讨论物流公司、电商平台分别作为回收方情形下的决策问题,并对均衡解进行分析。

3.1 物流公司回收模式

物流公司负责回收包装盒并决定包装盒的回收率 ρ ,电商平台决定使用物流公司的可回收包装盒比例

γ 使得总成本最小化。

电商平台的目标函数为

$$C_E = \min_{\gamma} \{ (A - \gamma - \rho)\gamma Q + (1 - \gamma)Q \}, \quad (1)$$

其中第一项表示电商平台使用物流公司的可回收包装盒的费用, 第二项表示使用普通包装盒的费用。

物流公司的目标函数为

$$\pi_L = \max_{\rho} \{ (A - \gamma - \rho)\gamma Q - c(\gamma - \rho)Q - \rho^2 k_L \}, \quad (2)$$

其中第一项表示销售可回收包装盒的收益, 第二项表示可回收包装盒的净成本, 第三项表示物流公司回收包装盒的回收费用。

采用逆向归纳法对式(1)和式(2)求解。首先, 给定回收率 ρ , 根据式(1)对使用比例 γ 进行优化, 得到 $\gamma(\rho)$ 并将其代入式(2), 得到用回收率 ρ 表示的利润, 再对其进行求解, 可得命题1。

命题1 物流公司作为可回收包装盒回收主体的

情形下, 最优回收率 $\rho^* = \frac{3c - A}{4k_L - 1}$, 最优利润为

$$\pi_L^* = \frac{(A - 1)(A - 2c + 1)}{4k_L - 1} k_L + \frac{9c^2 - 2(2A + 1)c + 1}{16k_L - 4};$$

电商平台使用可回收包装盒的最优比例

$$\gamma^* = \frac{A - 3c}{2(4k_L - 1)} + \frac{A - 1}{2}, \text{ 最小成本为}$$

$$C_E^* = \frac{4(A^2 - 2A + 5)}{(4k_L - 1)^2} k_L^2 + \frac{2(A - 3Ac + 3c - 5)}{(4k_L - 1)^2} k_L + \frac{9c^2 - 6c + 5}{4(4k_L - 1)^2}.$$

证明 将式(1)对 γ 求导并注意到 $Q=1$, 得

$$\frac{\partial C_E}{\partial \gamma} = -1 - 2\gamma + A - \rho, \text{ 令 } \frac{\partial C_E}{\partial \gamma} = 0, \text{ 解得 } \gamma = \frac{A - \rho - 1}{2}.$$

将 $\gamma = \frac{A - \rho - 1}{2}$ 代入式(2)得

$$\pi_L = -\frac{4k_L - 1}{4} \rho^2 + \frac{3c - A}{2} \rho + \frac{A^2 - 2Ac + 2c - 1}{4}. \quad (3)$$

将式(3)对 ρ 求导得 $\frac{\partial \pi_L}{\partial \rho} = -\frac{4k_L - 1}{2} \rho + \frac{3c - A}{2}$,

$$\text{令 } \frac{\partial \pi_L}{\partial \rho} = 0 \text{ 得 } \rho = \frac{3c - A}{4k_L - 1}.$$

将式(3)对 ρ 求二阶导并注意到假设 $k_L > \frac{1}{4}$,

$$\text{得 } \frac{\partial^2 \pi_L}{\partial \rho^2} = -\frac{4k_L - 1}{2} < 0.$$

因此, $\frac{\partial \pi_L}{\partial \rho} = 0$ 时的解 $\rho = \frac{3c - A}{4k_L - 1}$, 是 π_L 取得最

大值的最优解 $\rho^* = \frac{3c - A}{4k_L - 1}$, 即最优回收率。

将 ρ^* 代入 $\gamma = \frac{A - \rho - 1}{2}$, 得到电商平台使用可回

收包装盒的最优比例 $\gamma^* = \frac{A - 3c}{2(4k_L - 1)} + \frac{A - 1}{2}$ 。

最后将 ρ^* 、 γ^* 代入式(1)和式(2), 得电商平台的最小成本为

$$C_E^* = \frac{4(A^2 - 2A + 5)}{(4k_L - 1)^2} k_L^2 + \frac{2(A - 3Ac + 3c - 5)}{(4k_L - 1)^2} k_L + \frac{9c^2 - 6c + 5}{4(4k_L - 1)^2};$$

物流公司的最优利润为

$$\pi_L^* = \frac{(A - 1)(A - 2c + 1)}{4k_L - 1} k_L + \frac{9c^2 - 2(2A + 1)c + 1}{16k_L - 4}.$$

证毕。

推论1 $\frac{\partial \rho^*}{\partial A} < 0$, $\frac{\partial \gamma^*}{\partial A} > 0$; $\frac{\partial \rho^*}{\partial c} > 0$, $\frac{\partial \gamma^*}{\partial c} < 0$;

$$\frac{\partial \rho^*}{\partial k_L} < 0, \frac{\partial \gamma^*}{\partial k_L} > 0.$$

证明 因为 $\rho^* = \frac{3c - A}{4k_L - 1}$ 、 $\gamma^* = \frac{A - 3c}{2(4k_L - 1)} + \frac{A - 1}{2}$,

$k_L > \frac{1}{4}$ 、 $A < 3c$, 所以有:

$$\frac{\partial \rho^*}{\partial A} = -\frac{1}{4k_L - 1} < 0, \frac{\partial \gamma^*}{\partial A} = \frac{1}{2(4k_L - 1)} + \frac{1}{2} > 0;$$

$$\frac{\partial \rho^*}{\partial c} = \frac{3}{4k_L - 1} > 0, \frac{\partial \gamma^*}{\partial c} = -\frac{3}{2(4k_L - 1)} < 0;$$

$$\frac{\partial \rho^*}{\partial k_L} = -\frac{4(3c - A)}{(4k_L - 1)^2} < 0, \frac{\partial \gamma^*}{\partial k_L} = \frac{2(3c - A)}{(4k_L - 1)^2} > 0.$$

证毕。

推论1表明: 可回收包装盒的潜在市场规模 A 增加时, 回收率 ρ 会下降, 而使用可回收包装盒的比例 γ 反而上升。这是由于当包装盒的潜在市场规模越

高时,作为可回收包装盒的销售方物流公司有动机降低回收率而增加可回收包装盒的销售;电商平台则会提高可回收包装盒的使用比例以减少后续购买包装盒的成本支出。

当可回收包装盒的成本 c 增加时,回收率 ρ 会提高,电商平台使用可回收包装盒的比例 γ 反而下降。这是由于可回收包装盒的生产成本较高时,回收方为了降低成本,有动机去提高包装盒的回收率。由于成本增加,电商平台就会选择普通包装盒代替可回收包装盒,导致使用可回收包装盒的比例下降。

当物流公司的回收努力成本系数 k_E 增加时,回收率 ρ 会下降,使用可回收包装盒的比例 γ 会提高。这是因为回收努力成本系数越大,说明回收包装盒的难度越大,则回收率就会下降;而电商平台不负责回收,故使用可回收包装盒的比例会增加。

3.2 电商平台回收模式

电商平台负责回收包装盒,并决定可回收包装盒的回收率 ρ 和使用可回收包装盒的比例 γ 。此时电商平台的目标函数为

$$C_E = \min_{\gamma, \rho} \{ (A-\gamma)\gamma Q + (1-\gamma)Q - \rho Q + \rho^2 k_E \}, \quad (4)$$

其中第一项表示使用可回收包装盒的费用,第二项表示使用普通包装盒的费用,第三项表示使用可回收包装盒可节约的成本,第四项表示电商平台回收包装盒的回收费用。

物流公司的目标函数为

$$\pi_L = \max_{\rho} \{ (A-\gamma)\gamma Q - c\gamma Q \}. \quad (5)$$

对式(4)和式(5)求解后,可得到命题2。

命题2 电商平台作为可回收包装盒回收主体的

情形下,最优回收率 $\rho^* = \frac{1}{2k_E}$, 电商平台使用可回收

包装盒的最优比例 $\gamma^* = \frac{A-1}{2}$, 最小成本为

$$C_E^* = -\frac{1}{4k_E} + \frac{A^2 - 2A + 5}{4};$$

物流公司的最优利润为

$$\pi_L^* = \frac{(A-1)(A-2c+1)}{4}.$$

证明 首先在给定 ρ 的条件下,将式(4)

对 γ 求导并注意到 $Q=1$, 得 $\frac{\partial C_E}{\partial \gamma} = -1 - 2\gamma + A$, 令

$\frac{\partial C_E}{\partial \gamma} = 0$, 解得 $\gamma = \frac{A-1}{2}$ 。将 $\gamma = \frac{A-1}{2}$ 代入式(4)得

$$C_E = k_E \rho^2 - \rho + \frac{A^2 - 2A + 5}{4}. \quad (6)$$

将式(6)对 ρ 求导,得 $\frac{\partial C_E}{\partial \rho} = 2k_E \rho - 1$, 令

$$\frac{\partial C_E}{\partial \rho} = 0 \text{ 得 } \rho = \frac{1}{2k_E}.$$

将式(6)对 ρ 求二阶导,得 $\frac{\partial^2 C_E}{\partial \rho^2} = 2k_E > 0$ 。

因此, $\frac{\partial C_E}{\partial \rho} = 0$ 时的解 $\rho = \frac{1}{2k_E}$, 是 C_E 取得最

小值的最优解 $\rho^* = \frac{1}{2k_E}$, 即最优回收率。相应地,电

商平台使用可回收包装盒的最优比例 $\gamma^* = \frac{A-1}{2}$ 。

将 $\rho^* = \frac{1}{2k_E}$ 、 $\gamma^* = \frac{A-1}{2}$ 代入式(4)和式(5),

得到电商平台的最小成本为

$$C_E^* = -\frac{1}{4k_E} + \frac{A^2 - 2A + 5}{4};$$

物流公司的最优利润为

$$\pi_L^* = \frac{(A-1)(A-2c+1)}{4}.$$

证毕。

推论2 $\frac{\partial \rho^*}{\partial k_E} < 0$, $\frac{\partial \gamma^*}{\partial A} > 0$ 。

证明 $\frac{\partial \rho^*}{\partial k_E} = -\frac{1}{2k_E^2} < 0$, $\frac{\partial \gamma^*}{\partial A} = \frac{1}{2} > 0$, 证毕。

推论2表明:当电商平台的回收努力成本系数 k_E 增加时,回收率 ρ 会下降,这是因为电商平台的回收努力成本系数越大,说明回收包装盒的难度越大,那么回收率就会下降。当可回收包装盒的潜在市场规模 A 增加时,电商平台使用可回收包装盒的比例 γ 就会增加,这是由于电商平台出于成本的考虑,通过使用可回收包装盒能减少后续购买包装盒的成本支出,故电商平台会增加可回收包装盒的使用比例。

4 回收模式数值分析

由于两种回收模式下的均衡解 C_E^* 和 π_L^* 过于复

杂, 本节通过具体的数值形式进一步直观对比分析均衡解情况。基于各参数的实际意义以及基本假设, 对各参数取值如表 2 所示。

表 2 相关参数取值

Table 2 Parameter assignments

参数	A	c	k_L	k_E
取值	10	4	1.5	1.5

4.1 两种回收模式下的均衡结果对比分析

将表 2 中的参数取值代入 3.1 和 3.2 节中所得最优解的表达式, 得到两种回收模式下的均衡结果, 如表 3 所示。

表 3 两种回收模式下的均衡结果

Table 3 The optimal results of the two recycling modes

	物流公司回收模式	电商平台回收模式
ρ^*	0.40	0.33
γ^*	4.30	4.50
C_E^*	19.49	21.08
π_L^*	6.95	6.75

表 3 中的结果表明: 物流公司作为回收主体情形下, 可回收包装盒的回收率较高, 物流公司的利润较高; 电商平台使用可回收包装盒的比例较低, 电商平台的成本也较低。电商平台作为回收主体情形下, 可回收包装盒的回收率较低, 电商平台使用可回收包装盒的比例较高, 电商平台的成本较高; 物流公司的利润较低。

因此, 由物流公司负责包装盒回收时, 包装盒的回收率会显著提高, 且回收率越高, 物流公司的利润越高, 从而更有利于快递包装绿色化转型。

4.2 参数灵敏度分析

在其它参数不变的情况下, 电商平台的成本 C_E 与可回收包装盒的潜在市场规模 A 的变化关系如图 1 所示。由图 1 可知, 当可回收包装盒的潜在市场规模很小 (0~2) 时, 电商平台的成本会随着潜在市场规模的增大而下降。当潜在市场规模处于中间范围 (2~12) 时, 电商平台的成本会随着潜在市场规模的增大而上升, 且物流公司回收模式下的成本小于电商平台回收模式下的。当潜在市场规模很大 (12~20) 时, 电商平台的成本随着潜在市场规模的增大而上升, 但物流公司回收模式下的成本大于电商平台回收模式下的。

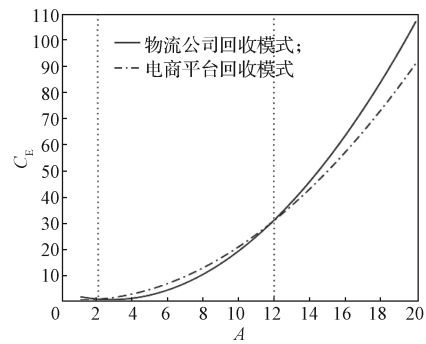


图 1 C_E 与参数 A 的关系

Fig. 1 The relationship between C_E and parameter A

在其它参数不变的情况下, 物流公司的利润 π_L 与可回收包装盒的潜在市场规模 A 的变化关系如图 2 所示。由图 2 可知, 当可回收包装盒的潜在市场规模相对较大 (5~20) 时, 物流公司的利润将随着潜在市场规模的增大而增加; 在物流公司回收模式下, 物流公司的利润大于电商平台回收模式下的; 仅在 $A=12$ 时, 两种回收模式下物流公司的利润相等。

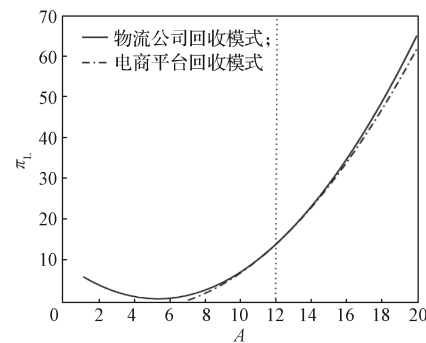


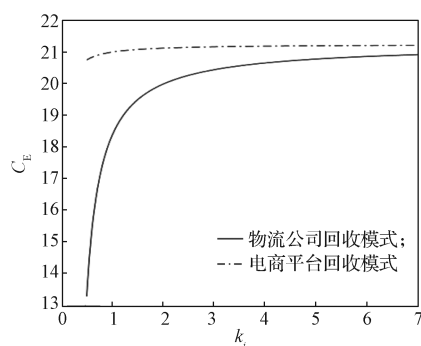
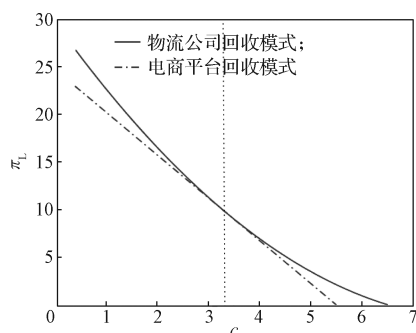
图 2 π_L 与参数 A 的关系

Fig. 2 The relationship between π_L and parameter A

在其它参数不变的情况下, 电商平台的成本 C_E 与回收努力成本系数 k_i 的变化关系如图 3 所示。由图 3 可知, 电商平台的成本与回收努力成本系数成正比, 并且物流公司回收模式下, 电商平台的成本更低。当回收努力成本系数增加到一定程度时, 两种回收模式下电商平台的成本都将趋于稳定值。

在其它参数不变的情况下, 物流公司的利润 π_L 与可回收包装盒的成本 c 的变化关系如图 4 所示。由图 4 可知, 当包装盒的成本增加时, 物流公司的利润随之下降, 并且在电商平台回收模式下, 物流公司的利润小于物流公司回收模式下的, 仅在 $C = \frac{10}{3}$ 时,

两种回收模式下物流公司的利润相等。

图 3 C_E 与参数 k_i 的关系Fig. 3 The relationship between C_E and parameter k_i 图 4 π_L 与参数 c 的关系Fig. 4 The relationship between π_L and parameter c

5 结论

本文讨论了物流公司与电商平台分别作为回收主体的两种回收模式下,可回收包装盒回收率与电商平台使用可回收包装盒比例的决策问题,并通过具体数值的形式比较分析两种回收模式下,物流公司的最优利润及电商平台的最小成本。可得如下结论:

1) 可回收包装盒回收率随着回收方的回收努力成本系数的增加而下降,电商平台使用可回收包装盒比例随着可回收包装盒的潜在市场规模的增大而上升。

2) 在物流公司回收模式下电商平台使用可回收包装盒的比例大于电商平台回收模式下的使用比例。

3) 数值比较的结果表明,在物流公司回收模式下,包装盒的回收率较高,物流公司利润也较高,有利于加快实现快递包装盒绿色化转型,但这种模式下电商平台的包装盒使用比例较低。因此在包装盒回收过程中,需要通过提高回收技术来降低回收难度,或者通过政府补贴的方式降低回收成本,从而提高包装盒的回收率;同时也需要采取相应措施激励电商平

台提高可回收包装盒的使用比例。

本文对可回收快递包装盒的回收问题进行了探讨,并得出了一些相关的结论,在后续的研究中,可对以下情形作进一步的探讨。

1) 多家物流公司同时提供可回收包装盒;

2) 引入政府补贴,对包装盒回收方以及使用包装盒的企业给予不同的补贴,以提高可回收包装盒使用比例;

3) 由于使用普通包装盒会造成资源浪费和环境污染,可以在回收模型中引入浪费成本和污染成本等参数。

参考文献:

- [1] 温 焜. 多方协同推动快递包装绿色转型 [EB/OL]. [2021-07-19]. http://www.ce.cn/cysc/stwm/gd/202103/26/t20210326_36413248.shtml.
WEN Kun. Multi-Party Collaboration to Promote the Green Transformation of Express Packaging [EB/OL]. [2021-07-19]. http://www.ce.cn/cysc/stwm/gd/202103/26/t20210326_36413248.shtml.
- [2] 郝瑞铃. 物流企业成本大、快递箱回收难! 快递包装“绿色化”还得迈过几道坎? [EB/OL]. [2021-07-19]. http://www.expressboo.com/detail_8456_3.html.
HAO Ruiling. Logistics Companies Have High Costs and It Is Difficult to Recycle Express Boxes! How Many Hurdles Have to Be Made to "Green" Express Packaging? [EB/OL]. [2021-07-19]. http://www.expressboo.com/detail_8456_3.html.
- [3] 梁 倩. 绿色转型加速快递包装继续“瘦身” [EB/OL]. [2021-07-19]. http://www.xinhuanet.com/fortune/2021-01/21/c_1127006677.html.
LIANG Qian. Green Transformation Accelerates, Express Packaging Continues to "Slim Down" [EB/OL]. [2021-07-19]. http://www.xinhuanet.com/fortune/2021-01/21/c_1127006677.html.
- [4] 钱婧雯. 共享经济下循环包装箱的分析研究 [J]. 物流工程与管理, 2021, 43(5): 114-116.
QIAN Jingwen. Analysis and Research on Recycling Packaging Boxes in Sharing Economy [J]. Logistics Engineering and Management, 2021, 43(5): 114-116.
- [5] 姚雨清, 曹 度, 王栩烨, 等. 基于信息共享与价值共创的快递包装回收模式探究 [J]. 中国市场, 2021(10): 163-164.
YAO Yuqing, CAO Du, WANG Xuyue, et al. Research on Express Package Recycling Model Based on

- Information Sharing and Value Co-creation[J]. China Market, 2021(10): 163-164.
- [6] 朱磊, 李梦烨, 杜艳平, 等. 快递业循环包装共享系统及其回收模式研究[J]. 物流技术, 2017, 36(9): 21-26, 51.
- ZHU Lei, LI Mengye, DU Yanping, et al. Study on Recycling Mode of Sharing System about Circulating Packaging for Express Delivery Industry[J]. Logistics Technology, 2017, 36(9): 21-26, 51.
- [7] 慕晶晶. 基于聚类分析的快递包装回收中心等级划分研究[J]. 物流工程与管理, 2020, 42(11): 131-133.
- MU Jingjing. Research on Classification of Express Packaging Recycling Centerbased on Cluster Analysis[J]. Logistics Engineering and Management, 2020, 42(11): 131-133.
- [8] 韩伟伟, 罗茵琪. 不确定条件下快递包装回收的逆向物流网络优化研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版) 2021, 23(3): 13-23.
- HAN Weiwei, LUO Yinqi. Layout of Reverse Logistics Network for Express Packaging Recovery in Uncertain Conditions[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications (Social Sciences Edition), 2021, 23(3): 13-23.
- [9] GUPTA S, PRAKHYA S, RAKSHIT K. Consumer Uncertainty and Pack Size[J]. SSRN Electronic Journal, 2014. doi:10.2139/ssrn.2431163.
- [10] 罗子灿, 崔杰, 罗定提, 等. 零售商回收模式下收益共享契约和包装尺寸决策研究[J]. 包装学报, 2020, 12(6): 59-69.
- LUO Zican, CUI Jie, LUO Dingti, et al. Revenue Sharing Contract and Packaging Size Decision Under Retailer Recycling Model[J]. Packaging Journal, 2020, 12(6): 59-69.
- [11] JAIN S. Marketing of Vice Goods: A Strategic Analysis of the Package Size Decision[J]. Marketing Science, 2012, 31(1): 36-51.
- [12] KOENIGSBERG O, KOHLI R, MONTOYA R. Package Size Decisions[J]. Management Science, 2010, 56(3): 485-494.
- [13] 公彦德, 杨君歆, 任丽媛. 混合回收模式下物流成本分摊与物流策略选择[J]. 工业工程与管理, 2021, 26(3): 168-176.
- GONG Yande, YANG Junxin, REN Liyuan. Logistics Cost Allocation and Logistics Strategy Selection under Hybrid Recycling Mode[J]. Industrial Engineering and Management, 2021, 26(3): 168-176.
- [14] 张玉豪, 张涛. 零售商风险规避对双回收渠道闭环供应链决策的影响[J]. 管理学报, 2021, 18(4): 587-596.
- ZHANG Yuhao, ZHANG Tao. The Impacts of Retailer's Risk Aversion on Decision Strategies of Dual Recycling Channel Closed-Loop Supply Chains[J]. Chinese Journal of Management, 2021, 18(4): 587-596.
- [15] 陈建华, 梅俊晓, 曹菁菁. 零售商主导闭环供应链混合回收渠道选择决策[J]. 计算机集成制造系统, 2021, 27(3): 954-964.
- CHEN Jianhua, MEI Junxiao, CAO Jingjing. Decisionmaking of Hybrid Recycling Channels Selection for Closed-Loop Supply Chain with Dominant Retailer[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2021, 27(3): 954-964.
- [16] 朱晓东, 吴冰冰, 王哲. 双渠道回收成本差异下的闭环供应链定价策略与协调机制[J]. 中国管理科学, 2017, 25(12): 188-196.
- ZHU Xiaodong, WU Bingbing, WANG Zhe. Closed-Loop Supply Chain Pricing Strategy and Coordination Mechanism Under the Difference of Dual-Channel Recycling Cost[J]. Chinese Journal of Management Science, 2017, 25(12): 188-196.
- [17] 倪明, 张族华, 郭军华, 等. 不确定需求条件下双渠道回收闭环供应链回收模式比较[J]. 系统工程, 2017, 35(2): 60-68.
- NI Ming, ZHANG Zuhua, GUO Junhua, et al. Comparison of the Recycling Model of Closed-Loop Supply Chain for Double-Channel Recycling under Uncertain Demands[J]. Systems Engineering, 2017, 35(2): 60-68.
- [18] 汪明月, 李颖明, 史文强, 等. 不同环境规制下企业废旧产品回收的动态决策研究[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(1): 103-118.
- WANG Mingyue, LI Yingming, SHI Wenqiang, et al. The Dynamic Analysis and Simulation of Different Government Regulations in Product-Recovery Supply Chain[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2020, 40(1): 103-118.
- [19] 欧阳恋群, 黄帝, 丁建勋. 环境税费政策下快递包装材料回收利用的最优决策及社会福利分析[J]. 运筹与管理, 2021, 30(4): 54-60.
- OUYANG Lianqun, HUANG Di, DING Jianxun. Optimal Decisions on the Cycle Utilization of Express Packaging Materials and Social Welfare Analysis under Environmental Tax Policy[J]. Operations Research and Management Science, 2021, 30(4): 54-60.
- [20] 何海龙, 李明琨. 有限管制下快递包装逆向物流三方博弈行为分析[J]. 工业工程与管理, 2021, 26(1): 157-164.

- HE Hailong, LI Mingkun. A Tripartite Game Analysis on Reverse Logistics of Express Packaging Under Restricted Control Policies[J]. Industrial Engineering and Management, 2021, 26(1): 157-164.
- [21] 聂佳佳, 王 拓, 赵映雪, 等. 碳排放约束下再制造闭环供应链回收策略 [J]. 管理工程学报, 2015, 29(3): 249-256.
- NIE Jiajia, WANG Tuo, ZHAO Yingxue, et al. Collecting Strategies for the Closed-Loop Supply Chain with Remanufacturing in the Constraint of Carbon Emission[J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2015, 29(3): 249-256.
- [22] 姚锋敏, 闫颖洛, 刘 珊, 等. 政府补贴下考虑 CSR 投入的闭环供应链回收及定价决策 [J]. 运筹与管理, 2021, 30(6): 69-76.
- YAO Fengmin, YAN Yingluo, LIU Shan, et al. Recycling and Pricing Decisions for Closed-Loop Supply Chain Considering Corporate Social Responsibility Investment under Government's Subsidy[J]. Operations Research and Management Science, 2021, 30(6): 69-76.
- [23] 温小琴, 董艳茹. 基于企业社会责任的逆向物流回收模式选择 [J]. 运筹与管理, 2016, 25(1): 275-281.
- WEN Xiaoqin, DONG Yanru. A Study on Recycling Mode Selection in the Reverse Logistics with Consideration of Corporate Social Responsibility[J]. Operations Research and Management Science, 2016, 25(1): 275-281.
- (责任编辑: 邓光辉)

Research on Recycling Mode of Reusable Express Packaging

HE Bo, DUAN Xuewei

(School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Aimed at the issue of recyclable express packaging, the decision-making under two recycling modes of logistics company and e-commerce platform was discussed. The optimal recycling rate, the optimal proportion of express packaging used, the optimal profits for the logistics company and the minimum cost for the e-commerce platform under the two recycling modes were investigated. The impacts of the potential market size, boxes cost and recycling effort cost factor on the profits of the logistics company and the cost of the e-commerce platform were discussed through numerical simulation. The study showed that the recycling rate was related to the recycling effort cost factor. Under the e-commerce platform recycling mode, a higher proportion of recyclable express packaging was used by e-commerce platform, while under the logistics company recycling mode, the recycling rate was higher and the logistics company made higher profits.

Keywords: recyclable; express packaging; recycling mode; logistics company; e-commerce platform