

物流工程

考虑企业效益下的校园快递包装回收系统仿真研究

刘庆国, 高妍南

(哈尔滨商业大学 管理学院, 哈尔滨 150028)

摘要: **目的** 研究考虑企业效益下高校快递包装回收系统的系统优化问题, 以改善高校校园因快递包装造成的环境污染。 **方法** 针对大学校园快递包装的回收特点, 应用第三方企业回收的包装回收模式, 引入包装破损率对包装进行分类回收, 考虑再生效益对回收系统的影响, 利用系统动力学方法建立校园环境下的快递包装回收模型。进一步, 从快递包装平均重量与校企合作水平出发, 设计4个不同仿真方案, 通过 Vensim PLE 仿真软件对模型进行验证, 分析了影响快递包装回收效果的主要因素, 并对主要影响因素进行了敏感性分析。 **结果** 实例验证可知, 仅减小快递包装的平均重量对于高校快递包装回收现状改善效果不明显。通过增大校企合作水平影响因子、简化快递包装、提升学生环保意识相结合, 可使校园被废弃包装量、废弃包装填埋量降低, 企业回收效益明显, 校企合作更加紧密。 **结论** 提高校企合作水平可以显著改善快递包装的回收效果, 提升企业效益, 同时减少包装平均重量可以有效控制校园废弃包装的累积速率与填埋量, 对于发展绿色物流具有重要意义。

关键词: 系统动力学; 快递包装回收系统; 第三方回收企业; 企业效益

中图分类号: TB488 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)21-0151-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.21.022

Simulation Research on Campus Express Packaging Recycling System Considering Enterprise Benefits

LIU Qing-guo, GAO Yan-nan

(School of Management, Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

ABSTRACT: The work aims to study the system optimization problem of the express delivery packaging recycling system in universities in consideration of enterprise benefits, so as to improve the environmental pollution caused by express packaging in university campuses. According to the recycling characteristics of express delivery packaging in university campus, the packaging recycling mode recovered by third-party enterprises was applied, and the packaging damage rate was introduced to classify and recycle the packaging. Considering the influence of regeneration benefit on the recycling system, the express packaging recycling model under the campus environment was established by system dynamics. Further, from the average weight of express packaging and the level of cooperation between schools and enterprises, four different simulation schemes were designed, and the model was verified by Vensim PLE simulation software, and the main factors affecting the recycling effect of express packaging were analyzed, and the sensitivity analysis of the main influencing factors was carried out. The example verification showed that only reducing the average weight of express packaging was not obvious for the improvement of the status of express delivery packaging in colleges and universities.

收稿日期: 2019-05-29

基金项目: 黑龙江省大学生创新创业训练计划 (201610240014)

作者简介: 刘庆国 (1997—), 男, 哈尔滨商业大学物流工程专业本科生。

通信作者: 高妍南 (1982—), 女, 博士, 哈尔滨商业大学讲师, 主要研究方向为供应链协同智能决策与优化。

By increasing the influence factor of school-enterprise cooperation level, simplifying express packaging, and enhancing students' environmental awareness, the amount of discarded packaging and waste packaging in the campus could be reduced, the recycling efficiency of enterprises was obvious, and the cooperation between schools and enterprises was closer. Increasing the level of school-enterprise cooperation can significantly improve the recycling effect of express packaging and improve the efficiency of enterprises, and reducing the average weight of packaging can effectively control the cumulative rate and landfill volume of abandoned packaging in campus, which is of great significance to the development of environmental logistics.

KEY WORDS: system dynamics; express packaging recycling system; third-party recycling enterprise; enterprise profits

据国家邮政局统计:2019年1—2月,全国快递服务企业业务量累计完成72.8亿件,同比增长21.9%,业务收入累计完成947亿元,同比增长20.3%;2月全国快递服务企业业务量完成27.6亿件,同比增长38.7%,业务收入完成350.2亿元,同比增长21%,全国快递服务业务量持续强劲增长^[1]。随着电子商务的快速发展,大学校园作为数万大学生生活的场所,每天都会产生大量的快递包装物,而现有的大学校园快递包装的回收体系并不完善,仍存在快递包装废弃物回收难问题。建立科学、系统、可持续的校园快递包装回收体系,对于降低快递包装废弃量、加强资源回收利用与环境保护具有重要意义。

在电商迅速崛起的时代,电商包装逆向回收系统成为了研究热点。于含、刘诗雅等深入分析电商包装问题现状,并提出了相应的解决措施^[2-3];乔洁等提出优化包装设计以实现包装废弃物源头减量^[4];Guy M. Robinson等通过调查得出结论,大规模宣传回收理念具有明显的积极作用,更多人认识回收的必要性,是实现回收目标的前提^[5]。Kiriaki M. Keramitsoglou等探讨了影响公众参与态度的因素以及与回收计划特征相关的因素,提出了公众参与设计回收计划,从而改善回收效果^[6]。在电商包装回收系统的构建方面,目前研究人员多是针对回收模式与改善回收效果的措施进行研究:乐雄平将现有电商企业包装回收模式归纳为以垃圾回收站、包装生产商、第三方物流企业为主导的3类,并提出“自营物流”回收模式可降低包装物的环境污染^[7];李正军等对现有包装回收模式进行了分析,得出了第三方企业统一回收模式更加方便的结论^[8];汪梓懿等通过对高校快递包装回收的流程进行了再造和优化,以提高高校快递包装回收水平^[9]。国外A. J. Spicer等讨论并比较了3种实施扩展生产者责任(EPR)的方法:OEM回收、汇集回收、第三方回收,得出了第三方回收是实现EPR计划目标最有效方法的结论^[10]。

国内结合系统动力学的回收系统研究,多集中在电子电器产品领域^[11-12],对包装废弃物回收领域的研究为数不多。赵林等采用系统动力学方法分析了不

同返利金比例与环保税额对废弃塑料托盘回收率与回收利润的影响^[13];周亚蓉提出了仅考虑包装回收效果的校园快递包装回收系统动力学模型^[14];蔺泓涛将城市社区快递包装废弃物的回收作为研究对象,构建了城市社区快递包装废弃物回收影响因素因果关系图和存量流量图的系统动力学模型^[15]。国外Elina Dace等开发了系统动力学模型,以分析通过提高回收率来提高产品包装材料效率的政策机制,并介绍了各种政策工具在提高包装材料效率和回收率以及减少填埋率方面的应用效果^[16];Huaqing Guo等提出了一种量化干预对住宅废物相关行为影响的系统动力学模型,研究了激励和社会规范如何以交互方式影响废物处理行为,帮助政策分析人员确定最有前途的干预措施^[17];Roberto Poles使用系统动力学仿真建模方法为再制造建立生产和库存系统,探索了再制造的动态过程,并评估了系统改进策略^[18]。

快递包装的回收离不开回收企业的参与,回收企业作为包装逆向物流的重要环节,对实现包装的再利用与再制造有着重要意义。回收企业的效益水平决定了以第三方回收企业为主导的包装回收体系的可行性大小,而现有研究并未涉及包装回收体系中回收企业的效益问题。如何实现企业正常盈利兼顾良好的回收效果,需要进一步探讨。区别于其他包装回收研究视角,文中主要采用系统动力学定性定量结合研究方法,引入包装破损率、再生效益,研究考虑企业效益下的校园快递包装回收系统优化问题,对校园快递废弃包装物的回收系统进行仿真分析。

1 系统的描述与假设

1.1 快递包装回收系统描述

快递包装由包装生产企业制造售给快递企业,用于商品的防摔保护。经过一定的物流延迟,商品到达客户手中,拆下的快递包装多数变成废弃物。

研究对象是基于第三方包装回收企业的校园快递包装回收系统。高校快递包装回收系统由包装生产企业、快递企业、在校师生、回收企业与高校共同构

成, 见图 1。被废弃的快递包装被回收之后, 回收企业会对快递包装进行 2 次分拣: 一次分拣用于辨别包装是否可以直接投入循环使用, 将完整度好的包装以较低价格销售给快递企业, 其余包装进入二次分拣; 二次分拣用于辨别包装是否具有再生价值, 具有再生价值的包装销售给包装生产企业, 不具有再生价值的包装填埋处理。

包装回收企业与学校在包装回收领域的合作水平, 决定了校内快递包装回收基础设施的铺设密度, 校方对环保意识宣传力度, 以及回收企业对包装回收行为的激励力度。校企合作水平愈高, 受其影响的因素水平愈高, 学生环保意识也就愈强。文中着重研究校企合作水平、包装物平均重量对废弃包装回收效果与包装再生效益的影响。

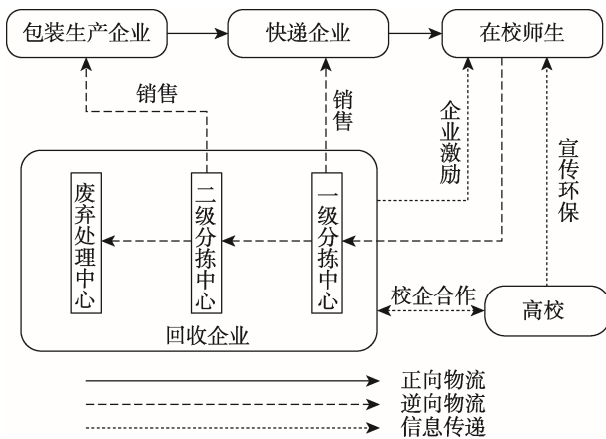


图 1 快递包装回收流程

Fig.1 Flow chart of express packaging recycling system

1.2 基本假设

为研究方便, 对系统作如下合理假设: 消费者的购买力, 电商企业的发货能力, 快递公司的运输效率, 废弃包装回收厂家的回收能力, 以及包装的再生产能力, 均能满足模型的需要; 假定包装生产企业具备包装再造的能力与需求, 快递企业具有对低成本包装的需求; 不考虑废弃包装回收过程中的人力资源成本、运输成本和固定资产投资, 只考虑再生成本、再生效益、直接利用效益。

2 系统动力学模型的构建

2.1 模型描述

根据快递包装随产品流动到废弃处理的过程, 校园快递包装回收系统模型由废弃包装物的回收、废弃包装物的分拣、包装生产企业再制造、校企合作 4 个部分组成, 各项生产活动间均有一定的时间延迟。

1) 废弃包装物的回收。校园网络消费订单量积

存取取决于订单的发货速率与在校大学生实际网络订单下达速率, 快递公司的日平均工作量也影响发货速率。快递包裹到达校园快递营业站点, 并由师生取回拆解, 将包裹外包装丢弃或投掷到回收站点, 废弃包装产生。回收企业定期到校园进行废弃包装的回收, 被回收包装物成为回收企业库存。将回收企业回收的废弃包装在整体废弃包装的占比定义为包装回收率。

2) 废弃包装物的分拣。引入包装完整率与破损率, 衡量废弃包装的可再利用与可再制造的比例, 包装完整率与学生环保意识水平正相关。回收企业对累积的快递包装物库存进行分拣, 针对包装完整度不同的包装进行分类处理, 将完整度较高的包装集中销售给快递企业重复使用, 完整度较低的包装销售给包装制造企业再制造。回收企业的利润来源主要是对废弃包装的分拣并分销给不同企业所产生的增值。

3) 包装生产企业再制造。包装生产企业低成本收购损坏程度较高的废弃包装物, 再加工成其他具有增值能力的包装产品, 形成再生效益。

4) 校企合作。回收业务合作企业效益来自废弃包装的直接利用效益与再生效益, 回收业务效益增量带来企业实力的增长。效益增量与校企合作水平影响因子共同作用于校企合作水平, 学生环保意识与校企合作水平正相关, 回收率、包装完整率与学生环保意识正相关, 最终形成系统闭环。

由此构建系统动力学流程图, 见图 2。

2.2 系统动力学方程式

根据快递包装流动过程, 利用 Vensim PLE 仿真软件进行校园快递包装回收体系的系统动力学建模, 相关变量的系统动力学方程如下所述。

- 1) 需求量波动=RANDOM NORMAL(20, 50, 35, 5, 5)。
- 2) 实际需求量=需求量波动+大学生网络消费平均需求量。
- 3) 销售率=实际需求量。
- 4) 校园订单量=INTEG(销售率 - 发货率, 500)。
- 5) 发货率=MIN(校园订单量, 快递公司平均工作量)。
- 6) 被废弃包装量=INTEG(SMOOTH(发货率 - 回收率, 物流延迟+发货延迟)包装平均重量, 125)。
- 7) 学生环保意识=校企合作水平。
- 8) 回收率=被废弃包装量 × 校园快递包装基本回收率(1+学生环保意识)/回收延迟。
- 9) 快递包装回收库存=INTEG(回收率 - 不可直接利用包装分拣速率 - 可直接利用包装分拣速率, 23)。
- 10) 可直接利用包装分拣速率=包装完整率 × 快递包装回收库存/分拣延迟。

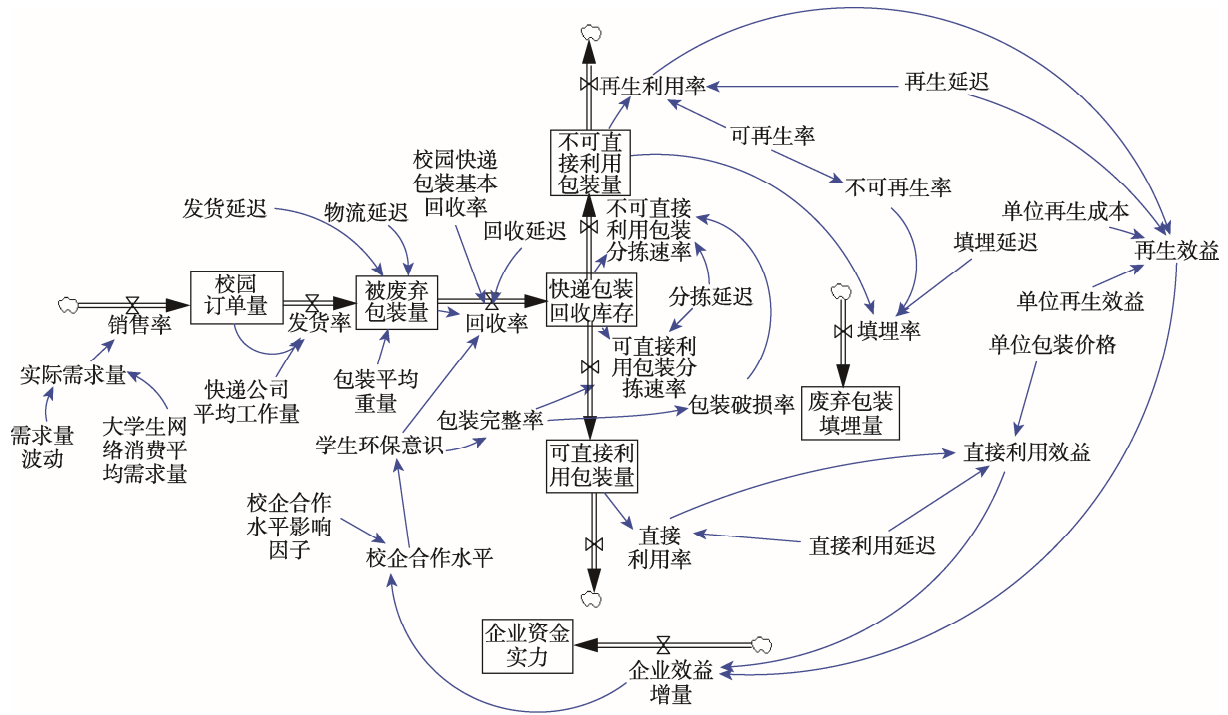


图2 快递包装回收体系 SD 流程图
Fig.2 SD flow chart of express packaging recycling system

11) 可直接利用包装量=INTEG(可直接利用包装分拣速率 - 直接利用率, 5)。

12) 直接利用率=可直接利用包装量/直接利用延迟。

13) 直接利用效益=单位包装价格 × 直接利用率 × 直接利用延迟。

14) 包装破损率=1 - 包装完整率。

15) 不可直接利用包装分拣速率=快递包装回收库存*包装破损率/分拣延迟。

16) 不可直接利用包装量=INTEG(不可直接利用包装分拣速率 - 再生利用率, 18)。

17) 不可再生率=1 - 可再生率。

18) 再生利用率=不可直接利用包装量 × 可再生率/再生延迟。

19) 填埋率=不可直接利用包装量 × 不可再生率/填埋延迟。

20) 废弃包装填埋量=INTEG(填埋率, 0)。

21) 再生效益=再生利用率(单位再生效益 - 单位再生成本)/再生延迟。

22) 企业效益增量=(再生效益+直接利用效益)/1000。

23) 企业实力=INTEG(企业效益增量 × 10, 1000)。

24) 校企合作水平=企业效益增量 × 校企合作水平影响因子。

3 仿真分析

3.1 模型参数设定 (以哈尔滨商业大学为例)

假设校园快递包装基本回收率为 15%^[19], 将包装完整率表示成学生环保因子的表函数, 包装完整率=WITH LOOKUP(学生环保因子)=Lookup([(0, 0.1) - (10, 0.95)], (0, 0.1), (1, 0.2), (2, 0.3), (3, 0.4), (4, 0.5), (5, 0.59), (6, 0.66), (7, 0.71), (8, 0.76), (9, 0.8), (10, 0.82), (10, 0)), units : Dmnl。模型的基础数据均来自哈尔滨商业大学、包装企业与电商企业实际调研数据, 其中在校大学生数 7000 人, 网络消费需求为每天 700 单, 快递包装的平均质量为 0.3 kg。仿真时间范围为 0~300 d, 步长为 1。

3.2 仿真方案设计

针对校企合作水平影响因子、包装物平均质量对快递包装逆向物流回收系统优化问题进行研究, 并分别以校企合作水平影响因子、包装物平均质量为变量, 设计 4 个对比仿真方案, 用于分析校企合作水平的高低、包装物自重的大小对快递包装逆向物流体系的影响。

方案 1: 原始方案。方案中的各个变量均为系统内部因素制约, 不受外界任何干扰。

方案 2: 校企合作方案。即在原始方案的基础上, 适当增加校企合作水平影响因子, 将校企合作水平影

表 1 模型相关变量值
Tab.1 Related variable values of model

变量名称	变量值	单位
INITIAL TIME	0	d
FINAL TIME	300	d
TIME STEP	1	d
大学生网络消费平均需求量	700	件
校园订单量初值	500	件
快递公司平均工作量	800	件
快递发货延迟	0.5	d
快递物流延迟	3	d
快递包装平均质量	0.3	kg
校园快递包装基本回收率	0.15	Dmnl
快递包装回收延迟	2	d
包装分拣延迟	3	d
包装直接利用延迟	10	d
单位包装价格	1	元/kg
包装可再生率	0.6	Dmnl
包装再生延迟	10	d
废弃包装填埋延迟	2	d
废弃包装单位再生成本	0.2	元/kg
废弃包装单位再生效益	0.8	元/kg
校企合作水平影响因子	0.3	Dmnl

响因子调整为 0.5，探究校企合作水平的提高对于校园快递包装逆向物流体系的影响。

方案 3：快递包装轻量化方案。即在原始方案的基础上适当降低快递包装物平均重量，降低快递过度包装的程度，将包装平均质量调整为 0.2 kg/件，探究快递包装的简化程度对校园快递包装逆向物流体系的影响。

方案 4：综合方案。加强学校与快递包装回收企业、快递企业的包装回收业务合作，并倡议快递包装生产企业简化快递包装，实现快递包装生产企业源头控制与校园末端回收治理相结合，对快递包装回收实现综合调控。

3.3 仿真结果及分析

将快递包装逆向物流回收体系中的校园被废弃包装量、快递包装回收库存、废弃包装填埋量、企业效益增量、企业实力、校企合作水平等主要变量，作为评价包装逆向物流系统的指标，仿真分析将围绕上述评价指标展开。各方案的仿真结果见图 3。

对比各个方案，不难发现包装回收系统的回收效果主要受校企合作水平影响因子的影响。

方案 2 在增大校企合作水平影响因子后，校企在快递包装回收领域的业务合作水平提高，学校大力宣

传包装的环保回收，回收企业在校内提供完整的包装回收服务与相应的激励措施，在校生环保意识提升，快递包装回收效果明显改善，被废弃包装量较方案一大幅下降，快递包装回收库存增长速度降低，可直接利用的废弃包装量增加，回收企业的效益增量明显增加，企业实力增长速度增大，但废弃包装的填埋量依然维持高水平。

方案 3 降低包装平均质量后，被废弃包装量的累积速率得到有效控制，废弃包装填埋量减少，但没有降低校园被废弃包装的累积水平，回收企业回收效益不高，校企合作不紧密，没有从根本上优化快递包装回收系统。

方案 4 在增大校企合作水平影响因子的同时简化快递包装，学生环保意识提升，所产生的被废弃包装量相较于单纯提高校企合作水平影响因子的方案 2 改善许多，降低了校园被废弃包装量、废弃包装填埋量的同时，企业回收效益明显，校企合作更加紧密。说明快递包装生产企业源头控制与校园末端回收治理相结合的方法，取得了良好的回收效果。

3.4 敏感性分析

通过上述仿真方案的结果得知，校企合作水平影响因子是废弃包装回收效果的主要影响因素，因此对

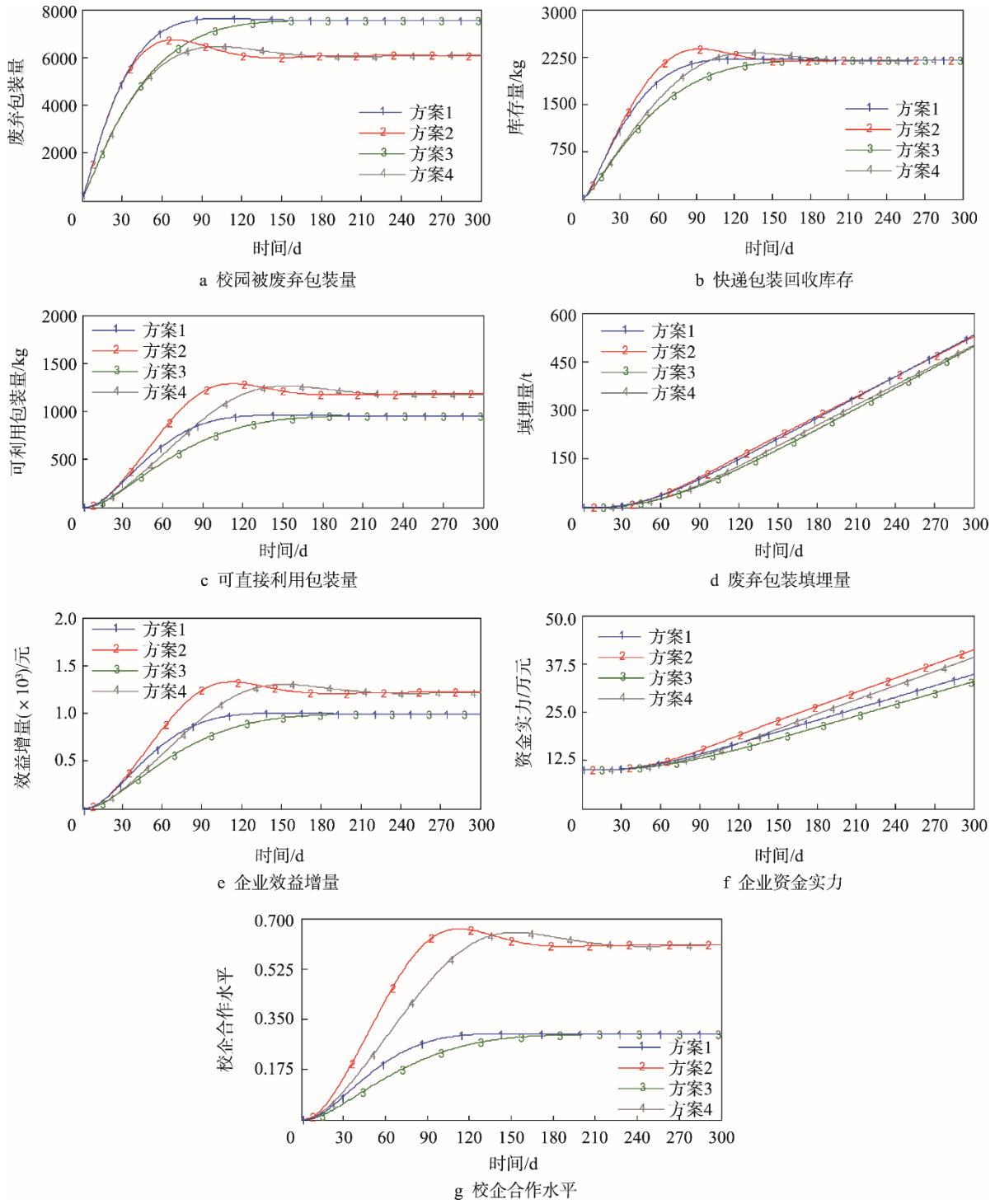


图3 各方案的评价指标仿真结果

Fig.3 Simulation result of evaluation indexes in each scheme

校企合作水平影响因子进行回收效果的敏感性分析是必要的。将校企合作水平影响因子分别设置为 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 等 5 种水平, 并将被废弃包装量、企业效益增量作为敏感性指标, 以反映不同校企合作水平下回收效果、企业效益的差异。分析结果见图 4 和图 5。

通过分析比较 5 种不同校企合作水平下的敏感

性指标变化可知, 随着校企合作水平的提升, 废弃包装量下降明显, 企业效益增量显著增加。校企合作水平每提升 0.1 校园内废弃包装量累积水平下降约 800 件, 企业效益增加约 1000 元。说明随着校企在废弃包装回收业务领域合作的逐步展开, 校园内废弃包装物得以有效回收, 环境明显改善, 同时回收企业获得了更高的收益。

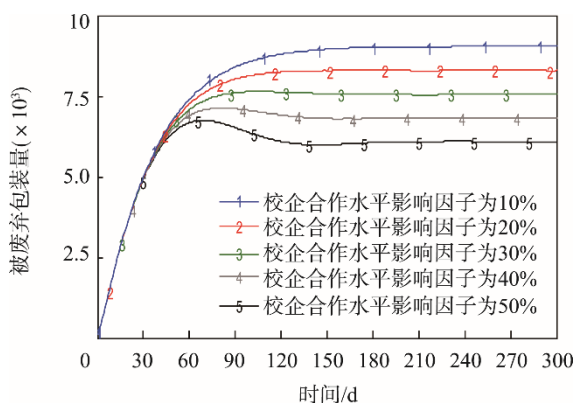


图4 废弃包装量敏感性分析

Fig.4 Sensitivity analysis of discarded packaging

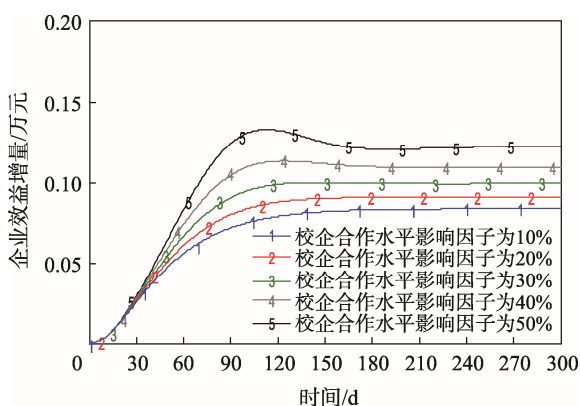


图5 企业效益增量敏感性分析

Fig.5 Sensitivity analysis of enterprise benefit increment

4 结语

提出在企业效益视角下,结合系统动力学对校园快递包装回收系统进行了仿真分析,并根据包装平均质量与校企合作水平的变化对回收水平的影响,对校园快递包装回收活动提出了以下建议。

1) 校园废弃快递包装回收水平整体取决于学生环保意识的高低。校企合作水平愈高,学生环保意识愈高。学校与企业应加强合作,增大校园环保理念的宣传力度,建立快递包装分类及回收激励机制,鼓励学生及快递企业对快递包装分类回收。

2) 相关部门制定实施电商绿色包装、减量包装标准,推广应用绿色包装技术和材料,推进快递物流包装物减量化,可以从包装流通源头控制校园废弃包装量,减少环境污染。

参考文献:

[1] 国家邮政局. 2019年2月中国快递发展指数报告[EB/OL]. (2019-03-06) [2019-05-04]. http://www.spb.gov.cn/xw/dtxx_15079/201903/t20190306_1784599.html. State Post Bureau. February 2019 China Express De-

velopment Index Report[EB/OL]. (2019-03-06) [2019-05-04]. http://www.spb.gov.cn/xw/dtxx_15079/201903/t20190306_1784599.html.

- [2] 于含, 张昶, 张蕾. 电商包装存在问题及对策[J]. 包装工程, 2017, 38(7): 228—232.
YU Han, ZHANG Chang, ZHANG Lei. The Problems and Counter Measures of E-commerce Packaging[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(7): 228—232.
- [3] 刘诗雅, 冯洪炬, 向红, 等. 电商物流包装存在的问题与对策[J]. 包装工程, 2015, 36(5): 144—148.
LIU Shi-ya, FENG Hong-ju, XIANG Hong, et al. Problems and Solutions for E-Commerce Logistic Packaging[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(5): 144—148.
- [4] 乔洁, 冯从从. 优化包装设计实现废弃物源头减量[J]. 包装工程, 2018, 39(18): 34—38.
QIAO Jie, FENG Cong-cong. Optimized Packaging Design to Achieve Waste Source Reduction[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(18): 34—38.
- [5] ROBINSON G M, READ A D. Recycling Behaviour in a London Borough: Results from Large-Scale Household Surveys[J]. Resources Conservation and Recycling, 2005, 45(1): 70—83.
- [6] KERAMITSOGLOU K M, TSAGARAKIS K P. Public Participation in Designing a Recycling Scheme Towards Maximum Public Acceptance[J]. Resources, Conservation & Recycling, 2013, 70(none): 55—67.
- [7] 乐雄平. 电商企业包装物逆向物流回收模式研究[J]. 商业经济研究, 2016(14): 73—74.
LE Xiong-ping. Research on Reverse Logistics Recycling Model of E-commerce Enterprise Packaging[J]. Journal of Commercial Economics, 2016(14): 73—74.
- [8] 李正军, 赵凤. 包装废弃物逆向物流运营模式分析[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(10): 21—23.
LI Zheng-jun, ZHAO Feng. Analysis on Operation Mode of Reverse Logistics for Packaging Waste[J]. Logistics Engineering and Management, 2018, 40(10): 21—23.
- [9] 汪梓懿, 张雪斌, 姜大立, 等. 基于智慧物流的高校快递包装回收流程再造与优化研究[J]. 包装工程, 2018, 39(23): 20—24.
WANG Zi-yi, ZHANG Xue-bin, JIANG Da-li, et al. Reengineering and Optimization of College's Express Package Recycling Process Based on Intelligent Logistics [J]. Packaging Engineering, 2018, 39(23): 20—24.
- [10] SPICER A J, JOHNSON M R. Third-party Remanufacturing as a Solution for Extended Producer Responsibility[J]. Journal of Cleaner Production, 2004, 12(1): 37—45.
- [11] 王腾飞. 基于系统动力学的闭环供应链电子废弃物回收模式研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2018.
WANG Teng-fei. Research on the Recycling Mode of E-waste in Closed-loop Supply Chain Based on System Dynamics[D]. Harbin: Harbin University of Science and Technology, 2018.

- [12] 魏宝红. 基于系统动力学的废旧家电产品回收逆向物流研究[J]. 物流技术, 2015, 34(14): 170—173.
WEI Bao-hong. Study on Reverse Logistics for Worn-out Household Appliances Recycling Based on System Dynamics[J]. Logistics Technology, 2015, 34(14): 170—173.
- [13] 赵林, 顾巧论. 基于系统动力学的废弃塑料托盘回收利用仿真分析[J]. 天津职业技术师范大学学报, 2018, 28(3): 52—58.
ZHAO Lin, GU Qiao-lun. Simulation Analysis of Recycling Waste Plastic Pallets Based on System Dynamics[J]. Journal of Tianjin University of Technology and Education, 2018, 28(3): 52—58.
- [14] 周亚蓉. 基于系统动力学的校园快递包装回收体系研究[J]. 中国物流与采购, 2017(8): 76—77.
ZHOU Ya-rong. Research on Campus Express Packaging Recycling System Based on System Dynamics[J]. China Logistics & Purchasing, 2017(8): 76—77.
- [15] 蔺泓涛. 城市社区快递包装废弃物回收影响因素的系统动力学 (SD) 研究[D]. 太原: 太原理工大学, 2018.
LIN Hong-tao. Research on System Dynamics (SD) about Influential Factors of Express Packing Wastes Recycling in Urban Community[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2018.
- [16] DACE E, BAZBAUERS G, BERZINA A, et al. System Dynamics Model for Analyzing Effects of Eco-design Policy on Packaging Waste Management System[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2014, 87: 175—190.
- [17] GUO H, HOBBS B F, LASATER M E, et al. System Dynamics-based Evaluation of Interventions to Promote Appropriate Waste Disposal Behaviors in Low-income Urban Areas: A Baltimore Case Study[J]. Waste Management, 2016: S0956053X16302513.
- [18] POLES, ROBERTO. System Dynamics Modelling of a Production and Inventory System for Remanufacturing to Evaluate System Improvement Strategies[J]. International Journal of Production Economics, 2013, 144(1): 189—199.
- [19] 陈静. 快递包装物总体回收率不到 20%需建立环保激励机制[C]// 对接京津——经济强省 绿色发展论文集, 2018.
CHEN Jing. The Overall Recovery Rate of Express Packaging Materials is Less than 20% and Environmental Incentives Need to be Established[C]// Docking Beijing-Tianjin: a Strong Economic Province Green Development Proceedings, 2018.