

物流工程

模糊综合评价法在绿色快递包装中的应用

徐丽, 王昕怡, 管雪松, 朱南峰, 徐长妍, 李大纲
(南京林业大学, 南京 210037)

摘要: **目的** 解决低碳经济模式下快递包装材料非绿色、缺乏统一标准、回收制度不健全等问题。**方法** 综合运用调研问卷、行为观察、访谈等方法研究“消费者-快递人员-经销商”等三大主体, 通过专家打分选取 9 个相关指标, 基于层次分析法建立快递包装的综合效益模型, 将模糊综合评判与问卷数据相结合, 定量化处理得出消费者对现有包装的评分。**结果** 对于“环保意愿”指标, 消费者最为重视, 权重达 0.682; 对于“循环利用”指标, 消费者最容易忽视, 权重为 0.08; 建立了快递包装综合效益与指标体系的关系式; 得出消费者对现有快递包装的最终评分为 72.53, 满意程度不高。**结论** 从鼓励绿色包装材料的研发、使用, 促进包装减量化、人性化设计, 构建合理的回收系统等方面入手, 可提高快递包装的综合效益, 实现物流包装行业的可持续发展。

关键词: 绿色包装; 低碳经济; 模糊综合评价; 层次分析法

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2019)23-0180-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.23.027

Application of Fuzzy Comprehensive Evaluation in Green Express Packaging

XU Li, WANG Xin-yi, GUAN Xue-song, ZHU Nan-feng, XU Chang-yan, LI Da-gang

(Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problems of non-green express packaging materials, lack of uniform standards and imperfect recycling system under the low-carbon economic model. In the methods of questionnaire, behavior observation and interview, the three main bodies of "consumers-express personnel-distributors" were studied. Nine relevant indexes were selected through experts' scoring. Based on the analytic hierarchy process, a comprehensive benefit model of express packaging was established, which combined the fuzzy comprehensive evaluation with the questionnaire data, and obtained the consumers' scores of the existing packaging quantitatively. Consumers attached the most importance to the indexes of "environmental protection willingness", with a weight of 0.682; for "recycling" indexes, consumers were most likely to ignore, with a weight of 0.08. The relationship between the comprehensive benefits of express packaging and the index system was established. The final score of consumers on the existing express packaging was 72.53, which was not satisfactory. Encouraging the research and development, use of green packaging materials, promoting packaging reduction and humanized design, and building a reasonable recycling system can improve the comprehensive benefits of express packaging and realize the sustainable development of logistics packaging industry.

KEY WORDS: green packaging; low carbon economy; fuzzy comprehensive evaluation; analytic hierarchy process

收稿日期: 2019-09-11

基金项目: 2017 年江苏省高校哲学社会科学研究基金(2017SJB0127); 2019 年教育部人文社会科学研究一般项目(19YJC760132)

作者简介: 徐丽(1979—), 女, 博士, 南京林业大学讲师, 主要研究方向为包装交互设计、木材美学、快递包装。

随着电商模式的推广和网络经济的发展,快递包装回收利用率低及污染环境的弊端逐渐暴露。目前国内对快递包装的研究呈现多元化。就快递包装问题及对策方面而言,2015年胥爱霞^[1]针对网购包装的过度包装、材料不绿色、无有效回收利用机制等问题,提出需要政府部门、快递行业及买卖双方共同参与的解决对策;2017年于含等^[2]针对电商包装的标准化程度低、用户体验不佳等问题,要求进行电商包装全流程的规范化,以提升用户使用体验和回收利用率,实现绿色包装。就快递包装的设计而言,2016年陈曦^[3]基于互联网时代探讨了对传统快递包装设计人性化、交互性、轻量化、简约环保等方面的改良;2018年赵毅平^[4]通过分析快递包装的消费性与功能性,指出快递包装需要在满足保护、运输、存储快递产品的基础上,更要提升消费者的用户体验。

与国内学者相比,国外对绿色包装的研究起源更早。2003年LAMBER^[5]通过经销商和消费者之间的大数据建立了包装回收再利用的数学模型,并通过明确的信息成本和技术性能选择最优解决方案;2008年García^[6]为包装设计提供了一个物流、市场和环境的管理模型,该模型是一个平衡了物流成本和包装功能的定量工具;2014年Ceschin^[7]介绍了产品服务系统的概念,阐述其关于经济、环境和社会伦理之间的潜在利益,表明策略和发展路径是扩大产品服务的有效方法。

虽然国内对绿色包装已日益重视,但是对市场的调研、统计、分析以及量化模型的构建还很少。为解决低碳经济模式下绿色快递包装的问题,文中分别从消费者、快递人员以及经销商的认知特征、行为特征及其差异化等3个方面进行调研,综合运用调研问

卷、行为视察、访谈等方法,分析我国绿色快递包装产品所存在的缺陷并提出可持续发展的绿色快递包装回收模式。同时,采用AHP层次分析法和模糊综合评价法,建立绿色快递包装综合效益评价体系模型,根据评价等级量化分数,为可持续发展快递包装设计方案的完善和实施提供科学理论依据。

1 快递包装现存问题调研

1.1 消费者的基本概况

消费者是电商时代网络购物的主体,在快递包装物回收的过程中也担任着重要角色,消费者对环保公益的参与度及绿色包装的意识直接影响回收利用的进程。推动快递包装物回收工作的有序进行离不开消费者的积极参与。文中采用问卷调查的方法,以各类消费者为调查主体,进行了“消费者的基本概况”的线上、线下问卷调查,共发放问卷400份,回收有效问卷383份,回收率约为95.75%。

消费者群体分类概况见图1。由图1a可见,从职业分类来看,我国98.1%的消费者会选择网购,其中学生占比43.34%,为网购团体的主力军;由图1b可见,从每月收寄快递次数分类来看,65.27%的消费者每月收寄快递次数多为1—5次;15次以上的相对少数,占比为13.84%,说明大部分消费者在网购过程中相对理性,节制消费,但仍有少数消费者网购频率很高。由图1c可知,从收取快递地点来看,学校最多,占比为43.86%,其次分别是社区和单位,这一结果印证了学生群体中网购现象的普遍性。由图1d可知,从取快递方式来看,菜鸟驿站取快递占总

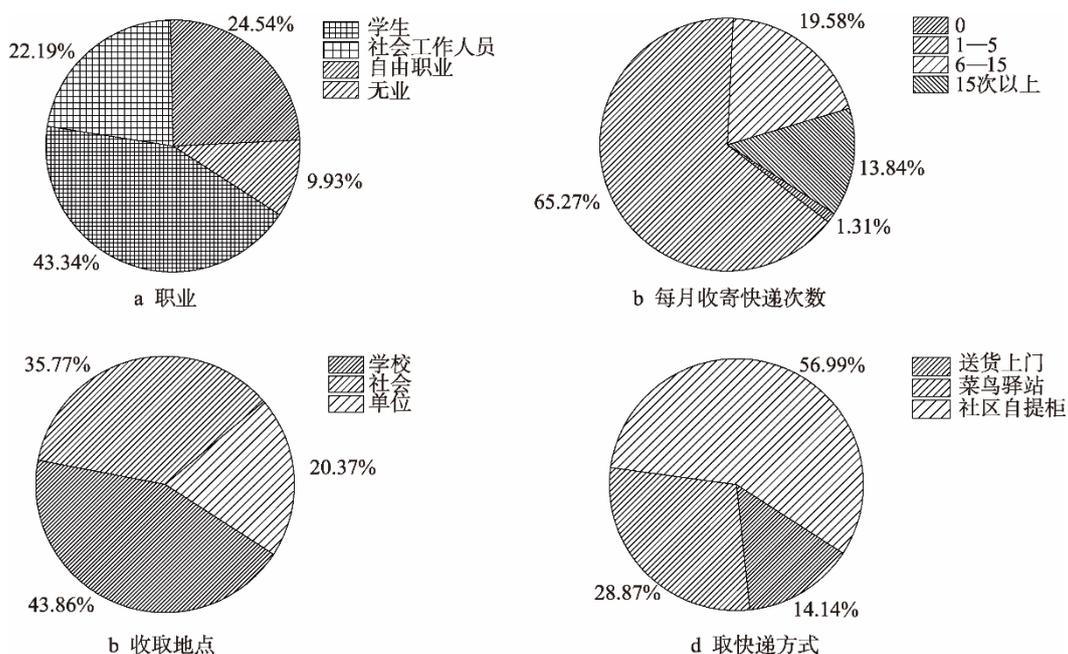


图 1 消费者群体分类概况

Fig.1 Overview of consumer group classification

量的 50.65%，因此在制定策略时，快递点承担的任务不容小觑。

消费者群体调查结果见图 2。由图 2a 可知，消费者收到的快递包装材料多为纸质，如纸箱、纸袋占比为 66.84%，其次为塑料或泡沫材质，占比分别为 38.64%，28.2%；由图 2b 可知，纸质材料虽应用广泛，但也是消费者眼里浪费最为严重的部分，高达 64.75%的消费者认为存在浪费现象。纸制品的回收比其他材料更为方便，所以这一环节的管控显得尤为重要。胶带和塑料袋的浪费分别占 48.04%，37.34%，浪费现象也不容忽视。根据调查结果，消费者在取件过程中遇到的主要问题有快递包装脏、拆件后余下的可利用材料无地方回收和包装尺寸不合适等。

现有快递包装存在问题的调研见图 2c，结果可以看出，在消费者眼中快递包装的主要问题依然在于回收利用率低，不符合低碳经济的理念。快递开启后

外包装处理方式的调查结果见图 2d，可知，仍有 36.03%的消费者选择直接丢弃，其行为严重污染了环境。无论是交由快递公司，还是自己重复邮寄快递使用，亦或是当废品卖、储存收纳等，都是快递包装其他利用价值的体现。

消费者对待快递包装回收利用态度见表 1。在调查过程中，81.46%的消费者表示支持，体现出消费者环保意识的增强，并为后期快递包装的改进提供了极大便利。其余不支持快递包装回收利用的消费者，主要理由有无直接经济利益、回收过程复杂、存在个人隐私问题等。

1.2 消费者群体影响因素分析

消费者是否愿意参与快递包装的回收利用受多重因素影响，由调查结果可知，对消费者产生较大影响的因素如下主要有以下 4 点。

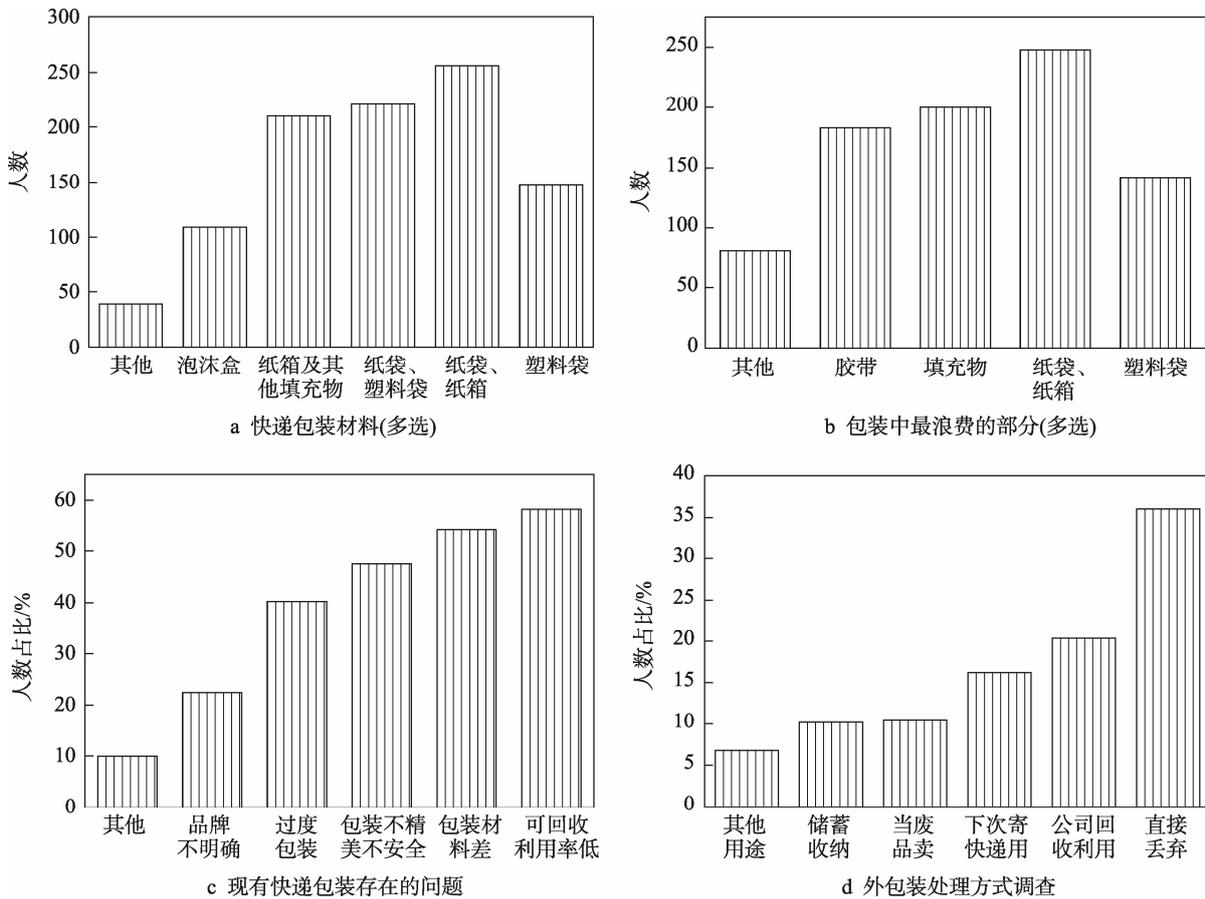


图 2 消费者群体调查结果
Fig.2 Results of consumer group survey

表 1 消费者对待快递包装回收利用态度
Tab.1 Consumers' attitudes towards recycling express packaging

问题	选项	人数	百分比/%
是否支持快递包装回收利用	是	312	81.46
	否	37	9.66
	不关心	34	8.88

1) 环保意识。消费者是否愿意参与回收利用快递包装的行动,以及如何自行对快递包装进行二次利用,均从侧面反映出消费者是否具备环保意识。如孟疆缘^[8]所说,促进消费者对快递包装物的反复利用,即回收行为,对环境保护、绿色低碳理念的推广十分重要,同时提高了消费者的绿色消费倾向以及环保参与意识。

2) 个人隐私。调查中 45.07%的消费者不愿意支持快递包装回收的原因是担心个人信息及其他隐私的泄露。现在快递包装上使用的多为电子面单,关于消费者的个人信息不易清除,出于安全考虑,消费者通常将包装物带回并对个人信息做出适当处理后扔掉,避免不必要的麻烦。

3) 回收过程便利性。我国社会暂无完整的物流回收体系,回收系统的不完善对回收效率的影响较大。社区、学校无定点定时回收站点,给消费者参与快递包装回收带来极大的不便,这也是 36.03%的消费者直接丢弃快递包装的原因之一。

4) 奖励汇报。蔺泓涛^[9]表示尽管一些居民能认识到回收的重要性,但固有的思维和习惯,使其对回收的积极性很难长久维持。调查结果显示,57.75%的消费者是因为无直接经济利益,所以不支持快递外包装回收。适当使用一些激励措施,如积分兑换邮费或享受免邮优惠等,将会促使消费者积极主动地参与到快递回收的过程中。

1.3 快递人员的基本概况

此次调研群体包含 14 名顺丰速运、3 名中通快递、2 名申通快递、2 名 EMS、2 名京东物流、2 名百世快递、1 名天天快递、1 名圆通速递的快递人员。

1.4 快递包装回收再利用现状

根据调查,53.57%的快递包装直接来源于生产厂家,旧包装整改利用率仅为 32.14%,可见快递包装在回收环节还存在着缺陷,同时也由于快递包装材质存在低廉及种类繁多等问题,给回收工作带来了一定困难。此外,对快递人员进行实地采访后还得知,回收过程中存在的主要问题有工作时间紧、工作量大,没有多余仓库储存,回收包装参差不齐,顾客不愿意使用旧包装等。

表 2 快递包装来源调查

Tab.2 Investigation on the source of express packaging

选项	人数	百分比/%
从生产厂家直接购买	15	53.57
对旧包装整改二次利用	9	32.14
其他	4	14.29

1.5 快递人员影响因素分析

1) 工作量大。每个快递人员平均每天需要配送

200 件快递,到达时还需要分拣、录入系统,送货上门服务需要的时间更长。菜鸟驿站的快递需要按区域排号、信息发送,因此快递员每天不仅工作量巨大,时间也十分紧迫,因此,快递人员不愿花费精力进行回收工作。

2) 仓储空间。无论在社区还是学校的快递点,仓储空间总是有限的,每天到达的快递就将空间几乎占满,若考虑回收则会出现空间严重不足的情况。

3) 标准统一。现有包装由于材料差以及没有准确的包装标准,常常导致过度包装,且回收体制的不完善也间接造成了资源浪费。此外,当前绿色包装的成本普遍偏高,缺乏统一的包装标准,对于不同材质的包装其回收利用方式也不同,是环保工作亟待解决的“绿色难题”^[10]。

1.6 经销商调查情况

通过对实地调查走访和线上通话,了解到经销商针对不同规格的商品属性设计了相应包装,导致市面上快递包装品种繁多。多数经销商为了防止产品在运输过程中受到损坏而选择过度包装,对产品层层包裹,不仅给消费者拆快递造成困扰,且造成了资源浪费、环境污染。

2 基于模糊综合评价法的快递包装研究分析

2.1 层次分析法建立指标体系

层次分析法是由美国运筹学家 Satty 提出的一种将定量指标与定性分析相结合的方法,通常为寻找问题的最优方法提供依据。对于复杂的模糊综合数学问题,在模型构建和权重计算方面,其同样具有广泛的应用价值^[11]。

对于快递包装综合效益的评价,受“消费者-快递人员-经销商”等 3 大主体组成系统的综合影响,以及外界因素的干预,从客户即消费者群体角度获取的评分对结果起到主要作用。首先需要提取主要的综合效益影响因素,因素的选取需要注意 3 个要点:具有代表性,应对综合效益指标的变动占有一定权重;具有客观性,影响因素应尽量避免受到人为主观的影响,具有客观稳定性,适用范围广,影响因素应当具有普遍性,对各方面的问题都能涉及。

依照指标选取的代表性、客观性、普遍性原则,通过发放关于快递包装调查(消费者角度)的问卷,分析数据结果,并结合有关专家的评分,文中提出的“改善快递包装,提高综合效益”影响因素指标体系见图 3。同时,针对各指标,给出相应的定义,见表 3。

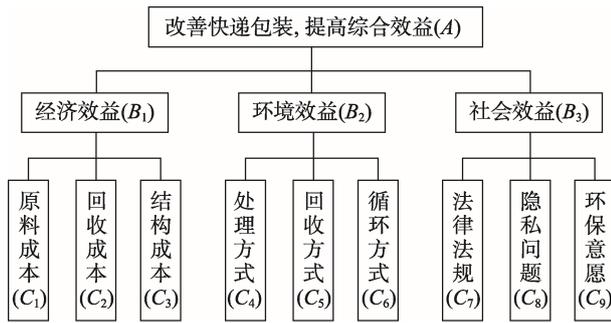


图3 层次分析法指标体系构建
Fig.3 Construction of AHP index system

2.2 计算指标权重及建立评判体系

构造判断矩阵：采用 1—9 标度法构造相应的判断矩阵 $A=(a_{ij})_{n \times n}$ ，见表 4。将指标因素两两比较，从相同到极其重要的每 2 个等级之间可依次使用 2, 4, 6, 8 将其量化，即 a_{ij} 取 1, 3...9 或其倒数。

应用 C 语言理论知识，借助 Python 软件实现编程，在层次分析法的权重理论基础之上，构建“3×3”的数据结构运算模型。通过问卷调查统计结果的原始数据输入，首先筛除不符合一致性或逻辑偏差较大的

数据，然后自动构建判断矩阵，为保证结果的准确性，将行列值精确至小数点后 7 位，进行权重计算和一致性检验，最后输出随机一致性比率、指标数值、检验结果以及各指标权重数值，即为目标权重结果。现以 A-B 层级为例，将计算过程及公式原理阐述如下。

2.2.1 计算准则层的权重

A-B 层级的判断矩阵与一致性检验结果见表 5。由于随机一致性比率 $C_R=C_I/R_I=0.00458/0.58=0.0079 < 0.1$ （其中 R_I 为平均随机一致性指标），因此， B_1, B_2, B_3 相对于 A 的权重为： $(a_1, a_2, a_3) = (0.633, 0.192, 0.175)$ 。

由权重结果可以看出，准则层 3 因素的重要性排序为：经济效益(B_1)>环境效益(B_2)>社会效益(B_3)，从数据结构分析：每提高 1 单位经济、环境、社会效益，给综合效益带来的提升分别达到 63.3%，19.2%，17.5%，经济效益的影响因子超出其余二者的 3 倍，因此按照隶属度原则，提高经济效益起主导和决定性作用。从指标构成分析：由图 3 指标体系可见，构成经济效益的分别为原料、回收和结构成本要素，故在经销商环节应当从源头控制原料成本，节约回收成本，在消费者及快递人员环节应形成良性互动，有效

表 3 各指标名称及定义

Tab.3 Names and definitions of indicators

目标层	准则层	指标层	指标含义
改善快递包装, 提高综合效益(A)	经济效益(B_1)	原料成本(C_1)	指快递包装物所消耗的材料相应的费用。
		回收成本(C_2)	指快递包装在回收过程中需要对参与回收的消费者以及快递人员支付的报酬，以及整改包装的费用。
		结构成本(C_3)	指内外包装尺寸大小以及打开方式的合理优化设计，结构不同所需的材料费用也不相同。
	环境效益(B_2)	处理方式(C_4)	指消费者打开快递后，不具备使用价值的废弃包装物的去向。
		回收方式(C_5)	指快递包装物在回收环节所采用的方式，如快递公司定价定点回收，一次捐出公益基金，消费者兑换积分享受优惠等。
		循环利用(C_6)	指将使用过的包装材料回收再利用，形成循环体系。
	社会效益(B_3)	法律法规(C_7)	快递包装回收环节是国家政府改善环境的重点关注问题，不仅需要道德规范的合理约束，法律法规更加有效地确保公民环保行为的实施。
		隐私问题(C_8)	电子商业迅速发展，物流普及化的同时引发了隐私泄露和非法获取个人隐私的问题，快递包装的设计对于有效保护消费者信息十分关键。
		环保意愿(C_9)	指消费者是否愿意参与快递包装的回收与再利用。

表 4 等级量化标准

Tab.4 Grade quantitative criteria

C_i 与 C_j 比较	相同	稍微重要	明显重要	十分重要	极其重要
a_{ij}	1	3	5	7	9

表 5 A-B 层级的判断矩阵与一致性检验

Tab.5 Judgment matrix and consistency test at A-B level

标准层	B_1	B_2	B_3	权重 W_i	一致性检验
B_1	1	3	4	0.63275	$\lambda_{max}=3.0092$
B_2	1/3	1	1	0.19239	$C_I=0.00458$
B_3	1/4	1	1	0.17485	$R_I=0.58$

注： $C_R=C_I/R_I=0.0079 < 0.1$ ，检验通过

改善现有结构包装，该权重结果对于“经销商-消费者-快递人员”体系的优化具有指导价值。

2.2.2 计算指标层的权重

经济效益判断矩阵以及指标权重的计算，判断矩阵 B_1 的最大特征向量值 W_1 运用和法计算，见式(1)。

$$B_1 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 1/2 & 1 & 2 \\ 1/5 & 1/2 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{列归一}} \begin{bmatrix} 10/17 & 4/7 & 5/8 \\ 5/17 & 2/7 & 1/4 \\ 2/17 & 1/7 & 1/8 \end{bmatrix} \xrightarrow{\text{行和归一}} \begin{bmatrix} 0.59489 \\ 0.27661 \\ 0.1285 \end{bmatrix} \quad (1)$$

即 $W_1 = (\omega_1, \omega_2, \omega_3)^T = (0.595, 0.277, 0.129)^T$ 。

判断矩阵 B_1 的最大特征值：

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(BW)_i}{nW_i} = 3.0092$$

$$\text{一致性指标 } C_1 = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0.00458$$

经济效益判断矩阵见表 6，由于随机一致性比率 $C_R = C_1/R_1 = 0.00458/0.58 = 0.0079 < 0.1$ ，因此可认为 C_1, C_2, C_3 相对于 B_1 的权重为： $(b_1, b_2, b_3) = (0.595, 0.277, 0.129)$ 。针对经济效益层级之下，根据最大隶属度原则，近六成消费者将包装物所耗材料的原料成本置于回收过程的首要位置；消费者对回收成本以及包装物的尺寸结构设计成本等 2 项指标的隶属度分别为 27.7%和 12.9%。观察数据结构，每节约 1 单位的原料成本，可以提升 59.5%的经济效益，因此，要想实现经济效益的提升，最有效的策略是采用绿色包装材料，提高回收效率，节省原料成本。

$$(b_{ij})_{3 \times 9} = \begin{pmatrix} 0.376 & 0.175 & 0.081 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.126 & 0.051 & 0.015 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.014 & 0.041 & 0.119 \end{pmatrix}$$

将指标层所有因素权重进行总排序及总体的一致性检验。

设 $C_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} b_{ij} (j=1, 2, \dots, n)$ ，则层次总排序：

$$(c_1, c_2, \dots, c_9) = (0.595, 0.277, 0.129, 0.656, 0.265, 0.080, 0.082, 0.236, 0.682)$$

组合一致性指标为： $C_R = \sum_{i=1}^m a_i C_{Li} / \sum_{i=1}^m a_i R_{Li} = 0.01131 < 0.1$

即指标层 C_1, C_2, \dots, C_9 相对于目标层 A 的权重为 $(0.595, 0.277, 0.19, 0.656, 0.265, 0.080, 0.082, 0.236, 0.682)$ 。从宏观角度分析：由指标层权重结果可以得出各指标重要性总排序，从而实现各方案对综合效益提升的量化处理。从微观角度分析：各权重数值代表含义即为综合效益提升 1 单位所对应的各指标提升百分比，为物流运输、快递包装行业内部成本控制管理提

表 6 经济效益判断矩阵
Tab.6 Economic benefit judgment matrix

指标层	C_1	C_2	C_3	权重 W_i	一致性检验
C_1	1	2	5	0.59489	$\lambda_{\max}=3.0055$
C_2	1/2	1	2	0.27661	$C_1=0.00277$
C_3	1/5	1/2	1	0.1285	$R_1=0.58$

注： $C_R = C_1/R_1 = 0.00477 < 0.1$ ，检验通过

环境效益和社会效益判断矩阵的指标权重，与经济效益的计算方法及权重分析原理相似，同理可得表 7 和表 8。

表 7 环境效益判断矩阵
Tab.7 Judgment matrix of environmental benefits

指标层	C_4	C_5	C_6	权重 W_i	一致性检验
C_4	1	3	7	0.65555	$\lambda_{\max}=3.0323$
C_5	1/3	1	4	0.26481	$C_1=0.01617$
C_6	1/7	1/4	1	0.07965	$R_1=0.58$

注： $C_R = C_1/R_1 = 0.02789 < 0.1$ ，检验通过

表 8 社会效益判断矩阵
Tab.8 Judgment matrix of social benefits

指标层	C_7	C_8	C_9	权重 W_i	一致性检验
C_7	1	1/3	1/8	0.08199	$\lambda_{\max}=3.0015$
C_8	3	1	1/3	0.23644	$C_1=0.00074$
C_9	8	3	1	0.68157	$R_1=0.58$

注： $C_R = C_1/R_1 = 0.00127 < 0.1$ ，检验通过

经计算可知，上述 3 个判断矩阵的一致性比率 C_R 均小于 0.1，可认为上述 3 个特征向量的权重矩阵为：

供了量化分析，同时提高了“经销商-快递人员-消费者”三位一体回收系统方案的精确度。层次分析法及模糊综合评价模型同样对包装行业的改善发展具有理论价值。

根据权重结果可求得快递包装综合效益与指标体系的关系式，见式(2)。

$$Y = 0.595X_1 + 0.277X_2 + 0.129X_3 + 0.656X_4 + 0.265X_5 + 0.080X_6 + 0.082X_7 + 0.236X_8 + 0.682X_9 \quad (2)$$

上式中， $X_i (i=1, 2, \dots, 9)$ 即为指标层各指标 $C_i (i=1, 2, \dots, 9)$ ， Y 为目标层总目标 A “改善快递包装，提高综合效益”，利用 $A-B$ 及 $B-C$ 层级的权重结果层次分析，定量计算 $A-C$ 层级关系式，该表达式的理论意义在于将总目标细化成 9 个指标综合影响判断，定性指标量化，从而有效解决了回收过程中利用率不高的问题，为今后可持续发展快递包装设计方案的完善和实施提供科学依据。

表9 单因素评判
Tab.9 Single factor judgment

准则层		B_1			B_2			B_3		
指标层		C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
评价等级	H_1	99	100	65	128	110	74	68	107	72
	H_2	100	69	75	89	106	92	102	54	82
	H_3	134	174	215	130	118	188	201	156	206
	H_4	50	40	28	36	49	29	12	66	23

2.3 模糊综合评判

1) 建立因素集, $P=\{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9\}$ 。

2) 建立评判集, $H=\{H_1, H_2, H_3, H_4\}=\{\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差}\}$ 。

3) 单因素评判。关于“快递包装社会效益综合评判指标影响评价”的问卷调查,共发放问卷400份,回收有效问卷数量达到383份,回收率为95.75%。通过对问卷结果数据的整理分析,公众对因素集9个指标的综合评判结果见表9。

4) 由表9建立单因素评判矩阵:

$R=(r_{ij})_{4 \times 9}$, 其中 $r_{ij} = C_{ij} / \sum_{j=1}^4 C_{ij}$, C_{ij} 为第 i 项

因素第 j 种评价的得票数 ($i=1, 2, \dots, 9$; $j=1, 2, 3, 4$)

$$R = \begin{bmatrix} 0.26 & 0.26 & 0.17 & 0.33 & 0.29 & 0.19 & 0.18 & 0.28 & 0.19 \\ 0.26 & 0.18 & 0.20 & 0.23 & 0.28 & 0.24 & 0.27 & 0.14 & 0.21 \\ 0.35 & 0.45 & 0.56 & 0.34 & 0.31 & 0.49 & 0.52 & 0.41 & 0.54 \\ 0.13 & 0.10 & 0.07 & 0.09 & 0.13 & 0.08 & 0.03 & 0.17 & 0.06 \end{bmatrix}^T$$

组合判断权重 $A=(0.595, 0.277, 0.129, 0.656, 0.265, 0.080, 0.082, 0.236, 0.682)$

选择模糊函数 $\sum f(x)$ 进行综合, 可得综合评判:

$$B=A \times R=(0.2529, 0.2268, 0.4101, 0.1058) \xrightarrow{\text{归一化}} (0.254, 0.228, 0.412, 0.106)$$

结合上述评判结果及最大隶属度原则, 结论为“中”。说明现在消费者对于快递包装的综合效益满意程度并不高。把评判集量化得:

$H=\{H_1, H_2, H_3, H_4\}=\{\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差}\}=\{100, 80, 60, 40\}$

评定总分为72.53, 处于中等偏上水平, 仍然存在很大的提升空间。由数据结构分析可知, 消费者群体中25.4%评价为优, 22.8%评价为良, 41.2%评价为中, 10.6%评价为差。由快递包装综合效益与指标体系的关系式可以看出, 亟待改进的为处理方式及环保意愿。由图2d可以看出, 包装物直接丢弃现象严重, 侧面反映出消费者群体的环保意识有待加强。在社区、学校中直接丢弃的垃圾一部分被收废品的人收取变卖, 另一部分则污染环境, 因此提高包装物回收利用效率、减少资源浪费、健全回收系统机制以及增加包装物的选择都是十分必要的手段。

3 问题建议及对策

3.1 加大绿色包装材料的研发使用

为了从源头减少包装材料带来的污染, 鼓励开发新型环保包装材料是实现绿色快递包装的关键。2015年张俊杰^[12]认为大力推广并开发新型绿色包装材料, 从包装设计环节考虑环保结构以及设计可重复使用的物流专用箱是实现可持续发展的关键。

经销商在采购塑料包装时, 应当多考虑塑料是否为全生物降解塑料, 优先选择具有绿色认证资质企业生产的包装材料。同时, 要遵循低碳绿色发展理念, 充分考虑包装产品对生态环境的影响, 因此, 快递人员应当主动向消费者推荐绿色包装^[13]。

相关政府部门可对绿色包装材料的市场价格进行规范, 同时政府可以选择对进行绿色包装材料研发的企业给予财政支持, 以此推动整个行业向绿色化发展。相关行业协会在制定快递包装的规范性标准、定量定性操作化步骤后, 逐步推广轻量化绿色包装, 可以有效避免材料浪费、资源污染现象等, 便于回收体系的循环发展。

3.2 包装减量化

对现有快递包装进行设计改进, 使包装在发挥基本作用的同时, 也符合循环利用的标准, 即快递包装易于拆封, 在拆封过程中不会损坏包装, 不影响包装的下次使用; 快递包装的可折叠性使其便于其回收时的运输与再分发^[14]。

在结构方面, 应考虑可拆卸、易压缩、易折叠等特性, 使之更利于搬运和回收, 同时在快递包装表面材质方面进行改变, 以解决消费者在取件时快递包装不干净的困扰。

苏宁新推出的绿色环保新产品(零胶纸箱)见图4。盒子的两端各设有一次性环保封箱扣, 遵循物理学设计原理, 增强了零胶纸箱的密封性和安全性, 有效避免了消费者的隐私泄露问题。此外, 快递物品取出后, 空的零胶纸箱方便折叠, 减少占地空间, 可由快递人员再带回相应的快递点, 投入二次循环利用。整个过



图 4 零胶纸箱
Fig.4 Zero rubber carton

程将对环境的污染真正降到了最低。

3.3 回收系统设计

一个好的回收系统需要消费者、快递人员、经销商和政府的共同参与。在社区内设立合理的回收点,可以借助 APP 或小程序进行线上预约快递包装回收;同时,校园内学生公寓楼下可设立快递包装回收箱,方便学生投递。自助回收站点或线上预约回收,均可以积分的方式返还至消费者账户,一定积分享受免邮活动或商品兑换,回收系统流程图 5。

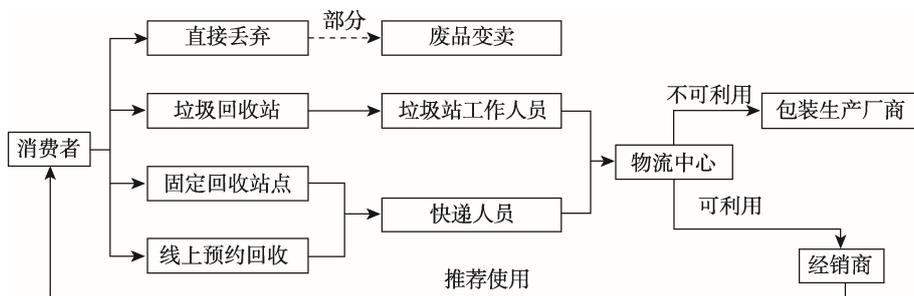


图 5 快递包装的回收系统流程
Fig.5 Process of express packaging recovery system

快递人员可以选择在物流分拨中心的货车即将到达前,到达自助回收站点,将回收的快递包装由货车带回并运送到经销商处,低价卖给经销商。这样既解决了回收快递包装的仓储问题,又可减少经销商的包装成本;快递公司也可以与废品回收站建立联系机制,废品回收站人员在回收时进行快递包装分拣,完整的包装可以交由快递公司收购,提高经济效益^[15]。

对于存在的包装直接丢弃现象,一部分交由学校及社区内捡垃圾的人变卖处理,对于其他废弃包装也应当安排专业清洁人员及车辆处置,确保对环境的污染降到最低。

经销商销售过程中可以推荐消费者使用回收的快递包装,调查结果表明多数消费者只要包装内商品没有损坏,愿意选择二次或多次利用的快递包装,在消费者选择使用旧包装时也可以给予价格优惠。

政府在回收过程中需要起到引导作用,在宣传推广低碳环保概念的同时,制定合理有效的法律法规^[16],适当地介入并监督回收过程,对于愿意配合使用回收包装的快递企业和经销商给予经济上的补贴。

3.4 选择多样化

消费者在电商平台下单购物时,建议快递公司 APP 应该提供给消费者 3 种不同类型的包装产品以供选用:可循环利用型包装,价格最低;二次利用型包装,价格适中;即抛型包装,价格最高。这种方法遵循了消费者利益最大化的目标及低碳经济的理念,

促使消费者更加青睐第 1 种可循环利用包装。这样有助于培养消费者节约环保的思想,促进绿色包装行业的发展^[10]。

4 结语

文中主要阐述了低碳经济模式下我国绿色快递包装产业中存在的问题并进行了初步分析,分别从消费者、快递人员、经销商和政府方面提出了一些有效建议。绿色快递包装产业主要存在的问题有非绿色包装材料、快递包装缺乏统一标准、回收制度不健全等,不仅造成了资源浪费,同样不符合低碳经济和绿色包装的理念,给生态环境带来了巨大破坏。

同时,基于层次分析法建立了快递包装的综合效益模型,通过专家打分选取出影响快递包装效益评价的 9 个因素,然后计算各层级的权重指标,将指标层各因素按权重进行总排序,最后采用模糊综合评价法与问卷数据相结合,定量化处理综合评判分数,得出公众对现有快递包装效益接受程度不高的结论。

针对这些问题,提出了对应的解决方案。首先加大绿色包装材料的研发使用;其次选择包装减量化,并对现有快递包装盒的外观和结构进行设计改进,使其简洁化、轻量化、便捷化及可循环使用;最后构建合理的回收系统,完善消费者、快递人员和经销商之间的互动关系,使快递包装回收再利用成为可能,普遍减少资源浪费及环境污染的现象,遵循低碳绿色原

则,真正实现电商时代下物流包装产业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 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): 126—128.
XU Ai-xia. Express Packaging Problems and Countermeasures in Online Shopping[J]. Logistics Engineering and Management, 2015, 37(6): 126—128.
- [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): 242—246.
YU Han, ZHANG Chang, ZHANG Lei. Problems and Countermeasures of E-commerce Packaging[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(7): 242—246.
- [3] 陈曦. 互联网时代的快递包装设计研究[D]. 长沙: 湖南师范大学, 2016: 22—26.
CHEN Xi. Research on Express Packaging Design in Internet Age[D]. Changsha: Hunan Normal University, 2016: 22—26.
- [4] 赵毅平. 包装与物流: 从形式、功能到生态伦理[J]. 装饰, 2018(2): 19—23.
ZHAO Yi-ping. Packaging and Logistics: from Form, Function to Eco-ethics[J]. Decoration, 2018(2): 19—23.
- [5] LAMBER A J D, BOELAARTS H M, SPLINTER M A M. Optimal Recycling System Design: with an Application to Sophisticated Packaging Tools[J]. Environmental and Resource Economics, 2004, 28(3): 273—299.
- [6] GARCIA A, JESUS P, JOSE C P. Packaging Design Model from a Supply Chain Approach[J]. Supply Chain Management, 2008, 13(5): 375—380.
- [7] CESCHIN F. Product-service System Innovation: a Promising Approach to Sustainability[J]. Springer International Publishing, 2014, 15: 17—40.
- [8] 孟疆缘, 麻潇尹. 高校校园快递包装物回收利用现状调查及对策分析[J]. 现代商贸工业, 2019(9): 34—36.
MENG Jiang-yuan, MA Xiao-yin. Investigation and Countermeasure Analysis on the Recycling and Utilization of Express Packages in Colleges and Universities Campus[J]. Modern Commercial Industry, 2019(9): 34—36.
- [9] 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: 3—5.
LIN Hong-tao. Systematic Dynamics (SD) Study on the Influencing Factors of Express Packaging Waste Recovery in Urban Community[D]. Taiyuan: Taiyuan University of Technology, 2018: 3—5.
- [10] 阮平, 陈丽芳. 快递包装绿色化驱动力研究[J]. 物流科技, 2017, 40(7): 48—51.
RUAN Ping, CHEN Li-fang. Research on Green Driving Force of Express Packaging[J]. Logistics Technology, 2017, 40(7): 48—51.
- [11] 汪应洛. 系统工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001: 130—140.
WANG Ying-luo. System Engineering[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2001: 130—140.
- [12] 张俊杰. 网购时代下快递环保包装解决策略[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 96—99.
ZHANG Jun-jie. Solution Strategy of Express Environmental Protection Packaging in the Age of Online Shopping[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 96—99.
- [13] 戚登林, 王蕊婷. 我国快递业绿色包装问题探讨[J]. 物流科技, 2019, 42(5): 54—56.
QI Deng-lin, WANG Rui-ting. Discussion on Green Packaging of Express Industry in China[J]. Logistics Science and Technology, 2019, 42(5): 54—56.
- [14] 张希建. 快递包装的绿色系统化设计研究[D]. 北京: 北京理工大学, 2016: 14—17.
ZHANG Xi-jian. Research on Green Systematic Design of Express Packaging[D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2016: 14—17.
- [15] 何玥. 低碳经济下快递包装存在的问题及对策[J]. 物流工程与管理, 2018, 40(1): 130—131.
HE Yue. Problems and Countermeasures of Express Packaging in Low Carbon Economy[J]. Logistics Engineering and Management, 2018, 40(1): 130—131.
- [16] 朱宏杰. 绿色包装法律制度研究[D]. 桂林: 广西师范大学, 2019: 15—17.
ZHU Hong-jie. Research on the Legal System of Green Packaging[D]. Guilin: Guangxi Normal University, 2019: 15—17.