

基于正交实验的快递包装循环利用的优化分析

陈思杨, 管幸生, 吴正仲

(福建工程学院 福州, 350118)

摘要: **目的** 分析现有的快递包装循环利用观点, 优化整合快递包装循环利用形式, 调查各个阶段快递回收的流程及其可行性, 整理出成本因素、材料因素、促进因素、社会因素 4 个因素, 对比各因素对快递包装循环利用的影响程度。**方法** 通过去重优化方法和正交实验进行分析, 采用直观分析法和方差分析法进行对比观察, 得出各因素的重要程度。**结果** 对快递包装循环利用的影响从大到小依次为成本因素、材料因素、促进因素、社会因素, 特别是成本因素影响最大, 而社会因素的影响效果并不明显。**结论** 4 项因素的影响度排序可以提高现有的包装循环利用效率, 提高资源利用率, 保护生态环境, 为利用快递包装循环的行业提供更加优化的选择。

关键词: 正交实验; 去重优化法; 快递包装循环利用; 影响因素排序

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)04-0279-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.04.035

Optimization Analysis of Express Package Recycling Based on Orthogonal Experiment

CHEN Si-yang, GUAN Xing-sheng, WU Zheng-zhong

(Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

ABSTRACT: This paper is to analyze the existing views on the express package recycling, optimize and integrate the forms of express package recycling, investigate the process and feasibility of express recycling at each stage, sort out four factors: cost factor, material factor, promotion factor and social factor, and compare the influence degree of each factor on the express package recycling. The analysis was performed by de-duplication optimization methods and orthogonal experiments, and comparative observations were made by visual analysis and analysis of variance, and the importance of each factor was derived. This study showed that the influencing factors of express packaging recycling from large to small are: cost factors, material factors, promotion factors, social factors, especially the cost factors have a very significant impact, but the effect of social factors is not obvious. The order of the influence degree of the four factors is to improve the efficiency of the existing package recycling, improve the resource utilization rate, protect the ecological environment, and provide an optimized selection basis for the future express package recycling industry.

KEY WORDS: orthogonal experiment; de-duplication optimization method; express package recycling; ranking of influencing factors

随着网购的普及和我国人民经济水平的提高, 我国的快递行业经历了飞速的发展。根据智研咨询发布的《2020—2026 年中国快递行业市场消费调查及投资前景分析报告》数据显示, 2013 年至 2019 年, 我国的快递业务量已经连续 6 年稳居世界第一, 超过美、日、欧等发达经济体的总和。随之产生的快递包

装物给环境带来了严重污染, 同时也给社会造成了资源浪费。其中, 快递包装废弃物处理不当、快递包装回收率低是引起环境污染和资源浪费的主要原因^[1]。2020 年 8 月, 市场监管总局、发展改革委、科技部、工业和信息化部、生态环境部、住房和城乡建设部、商务部、邮政局联合印发了《关于加强快递绿色包装

收稿日期: 2021-11-16

作者简介: 陈思杨 (1995—), 男, 浙江人, 福建工程学院硕士生, 主攻机械工程。

通信作者: 管幸生 (1957—), 男, 中国台湾人, 博士, 福建工程学院教授, 主要研究方向为感性设计、文化创意产业。

标准化工作的指导意见》,指导意见围绕快递包装绿色化、减量化、可循环三大要求,提出了未来3年我国快递绿色包装标准化工作的总体目标,列出了标准体系优化、重点标准研制、标准实施监督、标准国际化等4个方面的8项重点任务^[2]。不单是中国,欧洲宣布成立新的财团,旨在通过加速由英国伦敦BP开发的BP Infin-ia增强型回收技术的商业化来解决塑料废物问题。合作关系涉及的业务包括制造、使用、收集和回收聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)塑料包装的业务^[3]。由此可见,快递包装的循环利用已经是全球关注的问题。

近年来,我国越来越关注快递包装的循环利用问题,并且出台了一系列的标准和政策,涉及快递封套、包装袋、包装箱、生物降解胶带、电子运单等各项方面,为支持和引导快递业绿色发展发挥了重要的正面作用。然而,随着快递业的转型和发展,与交通运输业、制造业、物联网等产业不断深度融合,在快递包装循环利用的新材料、新技术、新产品,以及推进快递包装一体化运作等方面,还需要尽快补齐一批急需的标准和政策。企业通过改进技术与管理手段,特别是通过采取循环包装和回收再利用等举措,减少了快递包装的使用量^[4]。例如,顺丰为了减少废弃包装而采用绿色包装^[5];菜鸟的“回箱计划”^[6]。各大研究人员也在对快递包装循环利用进行研究和开发,但大多数只是针对单个产品或是针对政府和企业的激励机制,例如金诗韵、盛建平、关崇山设计的新式标准化和减量化的快递包装^[7];张凌浩、张晴设计的快递终端服务系统的新策略^[8]。Amcor公司推出了AmLite Ultra Recyclable,这是该公司去年宣布的首款用该公司的可持续性高阻隔聚烯烃薄膜制成的包装产品。新型的高阻隔层压板可以包装各种食品,家庭和个人护理及药品,并可以在现有的聚烯烃回收流中进行回收^[9]。这些多为单独提出的理论或是单一的产品,缺少系统性的介绍优化方式。因此,将通过正交实验和去重优化法排列出各个影响因素的重要性,以此分析需要优先考虑的因素。

1 正交实验

正交实验设计(Orthogonal Experimental Design)是研究多因素、多水平的一种实验设计方法,它是根据正交性从实验中挑选出部分有代表性的点进行实验,这些有代表性的点具备了“均匀分散、齐整可比”的特性,因此正交实验设计是分析设计的主要方法,也是一种高效、快速、经济的实验设计方法^[10]。快递包装循环利用是多因素共同影响的结果,因此可以用此方法来研究。

正交实验有以下几个步骤:明确实验目的,确立评价指标;挑选各因素,确定水平数量;选正交表,进行表头设计;明确实验方案,进行实验调查,得到

数据;对实验数据进行统计分析;进行验证实验结果,从而进一步分析。

2 正交实验设计

2.1 实验目的和评价指标

为了排列出各因素对快递包装循环利用的影响程度,实验将把各因素进行不同的组合而成为各项样本,评价指标为选择此样本的人数就代表了此样本的接受程度,即为此样本的大众接受程度。

2.1.1 挑选因素,选定水平

查阅多篇有关论文后发现,很多学者都进行过此方面的研究。英琪、张琛等人研究认为,是人的意识不足及商家的过度包装造成快递包装没有循环利用,这需要通过提高人的思想和出台相应的政策去约束^[11]。钱静楣认为快递包装的成本包括其材料的优化,应该提升新材料的应用^[12]。李璐璐、田立平等认为政府补贴的模式很重要,因此建立了政府补贴分散决策模型^[13]。吴秀兰认为快递纸箱回收的途径需要改善,应该多设立包装纸箱回收点^[14]。陈青云认为快递包装回收意识差、技术落后、成本高,需要政府、快递公司、消费者之间加强沟通与合作^[15]。影响快递包装回收利用的因素有很多,但大体上主要是几个方面的问题,只是不同的细化,要尽可能、全面地去考虑。综合以上的分析,此次实验中大致分为了4个因素:成本因素、社会因素、材料因素、促成因素,见图1。

1) 成本因素。结合现有的资料,大致把其分为3个过程:制造成本、运输成本、回收成本。制造成本为制造快递包装的成本;运输成本为快递包装在快递运输时期的成本;回收成本为快递包装在回收时需要的人力物力产生的成本。为了方便正交实验统计此次实验把成本优化等级数据量化为10、20、30、40。

2) 社会因素。大致可以分为3个方面:人为(道德)、政府(强制)、便利(路程)。人为(道德)是人的素质体现,靠精神约束大众的效果会差一些,但是也要考虑随着生态设计及文明发展,社会因素的影响会增加;政府(强制)是政府意志力的体现,例如自2019年7月1日起,《上海市生活垃圾管理条例》正式实施,上海生活垃圾全程分类迈入“法治时代”^[16],中国各大城市都采取了强制性垃圾分类;便利(路程)是代表便利程度,短的路程更加有利于接受。为了方便正交实验统计,社会因素优化等级也量化分为了10、20、30、40。

3) 材料因素。材料因素是不可忽视的一点,快递包装的材料种样多类,它们可以分为以下3类:纸类、塑料类、其他。因为根据绿色和平组织2019年11月的调查报告,按快递件数计算,纸箱类、塑料袋类和套袋纸箱类分别约占44.03%、33.5%和9.47%,所以把纸箱归为一类,其他包装如金属包装等占比小

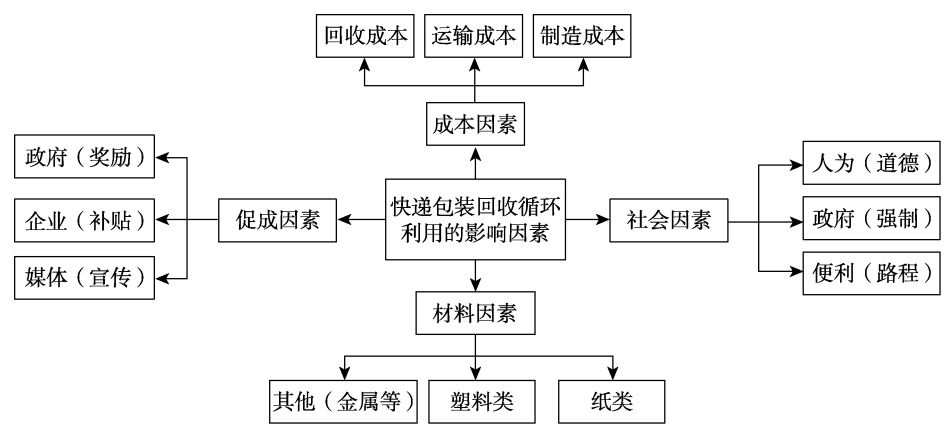


图 1 影响因素的构建
Fig.1 Construction of influencing factors

的直接归为一类。实验把材料因素优化等级也量化划分为 10、20、30、40。

4) 促成因素。有利因素促成因素主要分为 3 个方面：政府（奖励）、企业（补贴）、媒体（宣传）。政府奖励是政府对快递回收效果好的社区、企业进行一定的物质奖励和嘉奖；企业补贴是指企业针对快递包装回收对个人进行补贴；媒体宣传是表扬这种行为，从而在社会传递正能量。为了方便实验把促成因素的优化等级也量化分为了 10、20、30、40。

2.1.2 各因素之间的相互关系

影响因素的相互关系见图 2。正负分别代表正面影响和负面影响，少代表几乎没有影响。

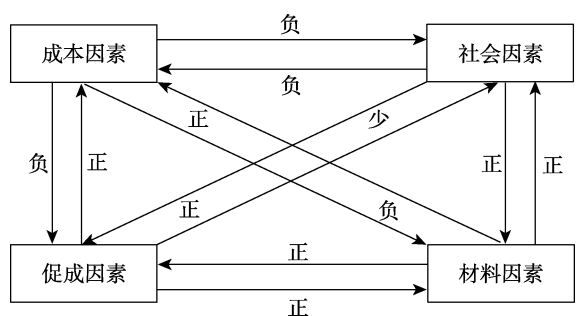


图 2 影响因素的相互关系
Fig.2 Relationship of influencing factors

1) 成本因素和社会因素。成本优化程度代表着成本控制的程度，成本控制可以缩减快递包装回收的开支，但对社会因素来说是负面影响，因为节约开支控制成本对便利程度等肯定造成一定程度的影响。反之政府强制和多设立站点对快递包装的回收成本增加了压力，并且加强文明发展，也需要增加教育和宣传的成本。

2) 成本因素和促成因素。成本优化不利于促成因素，因为各个方面要节约开支以便增加利润。然而，促成因素对成本因素是一种促进作用，政府奖励可以使企业加大成本的投入，企业在流通包装中投入更多的前期投资成本将大大降低后期的物流成本^[17]。

3) 成本因素和材料因素。成本的控制影响了材料的运用，因为一些高级的材料需要的成本价格相对来说会高昂一些，所以成本对材料是负面的影响。然而好的材料会有利于快递包装的循环利用，如可降解的纸、塑料等，从而缩减回收成本，进行相对的优化。

4) 社会因素和促成因素。社会因素和促成因素是相辅相成的作用。人为道德素质的提升、生态设计的进步和政府的相关政策出台会提升媒体的宣传力度和企业的补贴力度。相对于来说，促成因素的企业补贴和政府奖励也会使快递包装回收点的路程更加便利，也会使生态设计更好地发展。

5) 社会因素和材料因素。政府的强制性使材料需要更加的优化，企业会想办法开发新的技术，寻找新的材料。由此可见，材料因素对社会因素的影响微乎其微。

6) 促成因素和材料因素。企业补贴、政府奖励、宣传力度的增大促进了新材料、新技术的发展，新材料的高质量和可循环性也使企业更加愿意去回收。

2.2 表头设计

正交表格是多因素实验的一种形式。通过正交数组，在不开发目标函数的情况下，可以减少实验次数^[18]。因此，要根据因素数和水平数来选择合适的正交表。一般要求，因素数≤正交表列数，因素水平数与正交表对应的水平数一致，在满足上述条件的前提下，可选择较小的表。对于 4 因素 4 水平的实验，实验时最好保留有空列，可以选择 $L_{16}(4^5)$ 。此实验选择 $L_{16}(4^5)$ 的表格。

而表头设计就是将实验因素安排到所选正交表相对应的列中。当实验因数等于正交表的列数时，优先将水平改变较困难的因素放在第 1 列，水平变化容易的因数放到最后 1 列，其余因素可任意安排。将各因素分别安排在正交表 $L_{16}(4^5)$ 上方与列号对应的位置上，一个因素占据一列，不同因素占有不同的列^[19]，表头设计见表 1。

表 1 表头设计
Tab.1 Header design

因素	A	C	空列	D
列号	1	3	4	5

完成表头设计之后，只要把正交表各列上的数字 1、2、3、4、5 分别看成是该列所填因素在各个实验中的水平数，这样正交表的每一行就对应着一个实验方案（包含空列），即个因素的水平组合。实验方案见表 2。

3 调查数据

为了对应实验方案中的 16 组实验，此次研究列取了 16 种实验样本。实验采用线上和线下 2 种调查方式，线上基本上采用 QQ、微信、微博发放问卷的形式，线下则采用随机蹲点的形式，例如公司门口、地铁站、大学城等地点，这可以尽可能地采集到各行各业和各年龄段的想法。为了使实验数据更加精确，实验共发放了 600 份电子问卷、400 份纸质问卷。实验记录见表 3，记录情况见表 4。

表 2 实验方案
Tab.2 Test scheme

实验号	A	B	C	空列	D
1	1	1	1	1	1
2	1	2	2	2	2
3	1	3	3	3	3
4	1	4	4	4	4
5	2	1	2	3	4
6	2	2	1	4	3
7	2	3	4	1	2
8	2	4	3	2	1
9	3	1	3	4	2
10	3	2	4	3	1
11	3	3	1	2	4
12	3	4	2	1	3
13	4	1	4	2	3
14	4	2	3	1	4
15	4	3	2	4	1
16	4	4	1	3	2

表 3 实验记录
Tab.3 Experimental records

实验号	成本因素	社会因素	促成因素	空列	材料因素	选取人数/人	占比/%
1	10	10	10	10	10	0	0
2	10	20	20	20	20	0	0
3	10	30	30	30	30	44	4.4
4	10	40	40	40	40	63	6.3
5	20	10	20	30	40	57	5.7
6	20	20	10	40	30	54	5.4
7	20	30	40	10	20	62	6.2
8	20	40	30	20	10	57	5.7
9	30	10	30	40	20	68	6.8
10	30	20	40	30	10	70	7
11	30	30	10	20	40	74	7.4
12	30	40	20	10	30	77	7.7
13	40	10	40	20	30	94	9.4
14	40	20	30	10	40	97	9.7
15	40	30	20	40	10	78	7.8
16	40	40	10	30	20	80	8

表 4 记录情况
Tab.4 Situation recorded

种类	线上取样			线下取样
	QQ	微信	微博	随机蹲点
发放数量	200 份	200 份	200 份	400 份
有效数量	195 份	200 份	185 份	395 份

经过实际调查发现线上有效问卷数量为 580 份，线下有效问卷数量为 395 份，有效回收率为 97.5%，基本满足实验的需求。

4 统计分析

由以上的调查数据得出极差分析表，见表 5。

表 5 极差分析
Tab.5 Range analysis table

实验号	成本因素	社会因素	促成因素	空列	材料因素
K1	107	219	208	236	205
K2	230	221	212	225	210
K3	289	258	266	251	269
K4	349	277	289	263	291
k1	35.67	73	69.33	78.67	68.33
k2	76.67	73.67	70.67	75	70
k3	96.33	86	88.67	83.67	89.67
k4	116.33	92.33	96.33	87.67	97
R	242	58	81	38	86
主要因素		成本因素>材料因素>促成因素>社会因素			

对正交实验结果的分析，通常采用 2 种方法，一种是直观分析法（或称极差分析法）；另一种是方差分析法。通过实验结果分析可以得到因素主次顺序、优方案等有用信息。

4.1 直观分析法

对正交实验表数据进行直观分析，通过极差散点图及因素趋势图观察得出结论，见图 3—4，以此确定主次因素及优方案。

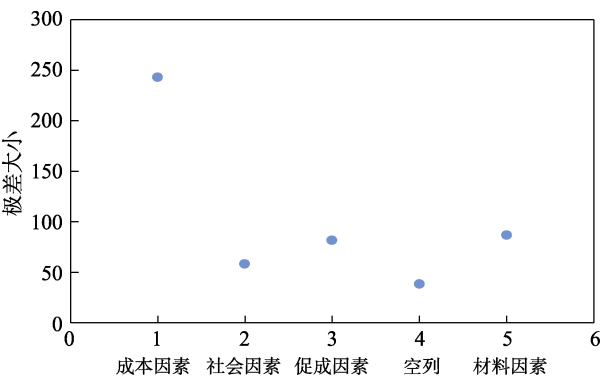


图 3 极差散点图
Fig.3 Scatter plot of range

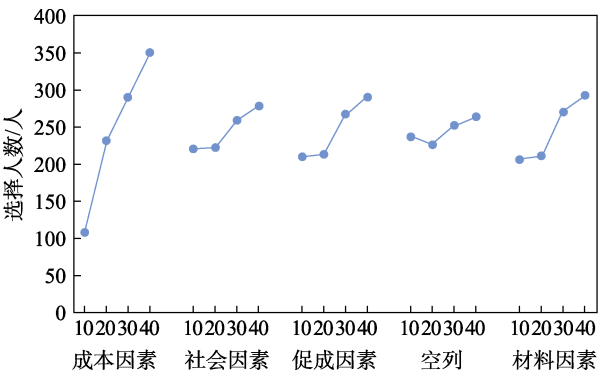


图 4 因素趋势
Fig.4 Factor trend chart

由极差散点图和因素趋势可得出结论：最大的影

响因素为成本因素，其次为社会因素，然后为材料因素，影响因素最小的为促成因素。

4.2 方差分析法

可以用第 2 种方差分析法来检验直观分析法是否一致且正确。过程是计算出各个因素和误差的离差平方和，然后求出自由度、均方、 F 值，最后进行 F 值检验，最后计算离差平方和： $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = 60.9375$ ，

$$T = \sum_{i=1}^n y_i = 975, Q = \sum_{i=1}^n y_i^2 = 70821, P = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 = \frac{T^2}{n} = 59414.0625, \text{ 则 } SS_T = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 = Q - P = 11406.9375.$$

SS_T 即为总离差平方和，它反映了实验结果的总差异，总离差平方和越大，各实验结果之间的差异越大。因素水平的变化和实验误差是引起实验结果之间的差异原因^[20]。

各因素引起的离差平方和。设计因素 A 安排在正交表的某一列上，则因素 A 引起的利差平方和如下：

$$SS_A = \frac{n}{r} \sum_{i=1}^r (k_i - \bar{y})^2 = \frac{n}{r} \left(\sum_{i=1}^r K_i^2 \right) - \frac{T^2}{n} = \frac{n}{r} \left(\sum_{i=1}^r K_i^2 \right) - P = 8003.6875$$

由此类推可得 $SS_B = 609.6875$ ， $SS_C = 1207.1875$ ， $SS_D = 1377.6875$ ，空列 $SS_e = 208.6875$ 。

$$\text{经过验证可得出 } SS_T = \sum_{j=1}^m SS_j.$$

1) 计算自由度

总自由度： $df_T = \text{实验总次数} - 1 = n - 1 = 15$ ，正交表任一列离差平方和对应的自由度： $df_j = \text{因素水平数} - 1 = r - 1 = 3$

2) 计算平均离差平方和 (均方)

$$MS_A = \frac{SS_A}{df_A} = 2667.90$$

由此可以得出 $MS_B=203.23$, $MS_C=402.40$, $MS_D=459.23$, 误差的均方为 $MS_e=69.5625$

3) 计算 F 值

$$F_A = \frac{MS_A}{MS_e} = 38.35$$

由此可得出 $F_B=2.92$, $F_C=5.78$, $F_D=6.60$ 。

4) 显著性检验

对于给定的显著性水平 α , 检验各因素对实验结果有无显著影响。由查表可知, 在这里取 $\alpha=0.10$, 所以得出 $F_{0.10}(3,3)=5.39$ 。比较各个因素的 F 值与临界值 $F_{0.10}(3,3)$ 的大小, 若各因素的 F 值 $>F_{0.10}$, 则此因素对实验结果有显著影响, 反之则影响不显著。总结以上数据可得出方差分析表, 见表 6。

表 6 方差分析
Tab.6 Analysis of variance

T	975				
Q	70 821				
P	59 414.062 5				
SST	11 406.937 5				
方差分析					
差异源	SS	df	MS	F	显著性
成本因素	8 003.687 5	3	2 667.90	38.35	****
社会因素	609.687 5	3	203.23	2.92	*
促成因素	1 207.187 5	3	402.40	5.78	**
空列	208.687 5	3	69.562 5		
材料因素	1 377.687 5	3	459.23	6.60	****
$F_{0.10}(3,3)$				5.39	

由上表可以得出, 除社会因素外的其余各因素, 对影响快递包装回收利用均存在显著性。通过比较 F 的大小可以得出, 各因素的影响程度从大到小依次为成本因素、材料因素、促进因素、社会因素。

极差分析和方差分析 2 种方法得出的效果与结论一致, 符合预期。

5 结语

通过实践调查和正交实验, 以及对比分析完成了此次研究。从中发现, 成本因素依旧是决定快递包装循环利用的最重要的因素。然而也不能忽视材料因素、社会因素和促进因素的重要性。虽然社会因素的影响最低, 但考虑到构建可持续发展型、资源节约型、环境友好型的社会是 21 世纪的时代共同目标, 各行各业都要为此付出努力, 其占比也必定呈上升趋势。因此, 平衡 4 个因素之间的关系, 才能更好地循环利用快递包装。研究提出以下 3 个方面的建议。首先, 政府进行相关的环保宣传并对企业、个人进行一系列的激励措施。政府还可以完善快递包装的循环利用体系, 出台相关的推动政策。其次, 企业应该做好成本控制, 推进快递包装回收点的设立。在政府的引导下将企业的经营成本优化, 同时加大研发投入以提高技术含量, 提高快递包装循环利用率, 寻找盈利模式, 提高民众的参与度, 尽到企业的社会责任。最后, 个

人应该提高自身的意识修养, 积极参与快递包装的循环利用。

参考文献:

[1] 王晶, 朱爱红. 基于 UTAUT 模型的包装回收功能快递柜使用意向实证研究[J]. 包装工程, 2019, 40(17): 131-137.
WANG Jing, ZHU Ai-hong. Empirical Study on the Use Intention of Express Cabinet with Packaging Recycling Function Based on Utaut Model[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(17): 131-137.

[2] 陈和华. 加强快递绿色包装标准化工作[N]. 中国市场监管报, 2020-08-08(001).
CHEN He-hua. Strengthening the Standardization of Green Package for Express Delivery[N]. China Market Regulatory Journal, 2020-08-08(001).

[3] BP Forms Consortium To Recycle PET Packaging[J]. Mill Trade Journal's Recycling Markets, 2020, 58(1): 3-3.

[4] 郑克俊, 张惠娴, 曾华声. 快递包装回收与再利用的激励机制[J]. 环境保护, 2020(6): 117-123.
ZHENG Ke-jun, ZHANG Hui-xian, ZENG Hua-sheng. Incentive Mechanism of Express Package Recycling and Reuse[J]. Environmental Protection, 2020(6): 117-123.

[5] 宋璐君. 顺丰绿色包装应用情况分析[J]. 绿色包装, 2019(10): 54-60.
SONG Lu-jun. Application Analysis of Shunfeng Green

- Packaging[J]. Green Packaging, 2019(10): 54-60
- [6] 吴铭. “回箱计划”下的快递包装回收[J]. 物流技术, 2020, 39(1): 60-64.
WU Ming. Express Package Recycling under the “Return to Box” Program[J]. Logistics technology, 2020, 39(1): 60-64.
- [7] 金诗韵, 盛建平, 关崇山. 快递包装的标准化和减量化设计[J]. 包装工程, 2019, 40(3): 149-155.
JIN Shi-yun, SHENG Jian-ping, GUAN Chong-shan. Standardization and Reduction Design of Express Packaging[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(3): 149-155.
- [8] 张凌浩, 张晴. 新背景下快递终端服务系统的创新策略思考[J]. 包装工程, 2015, 36(22): 71-74.
ZHANG Ling-hao, ZHANG Qing. Innovation Strategy of Express Terminal Service System under the New Background[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(22): 71-74.
- [9] AMCOR L. New Recyclable Packaging[J]. MTJ Recycling Markets, 2019, 57(9): 4-4.
- [10] 柳晓鹏. 基于正交实验的压机叶轮应力优化分析[J]. 内燃机与配件, 2020, 000(2): 46-51.
LIU Xiao-peng. Stress Optimization Analysis of Compressor Impeller Based on Orthogonal Experiment[J]. Internal Combustion Engine and Accessories, 2020, 000(2): 46-51.
- [11] 英琪, 张琛, 武金朋, 等. 制约快递包装回收体系发展的人为因素探讨与对策研究[J]. 绿色包装, 2020(8): 57-60.
YING QI, ZHANG Chen, Wu Jin-peng, et al. Human Factors and Countermeasures to Restrict the Development of Express Packaging Recycling System[J]. Green Packaging, 2020(8): 57-60.
- [12] 钱静楣. 快递包装成本控制及优化[J]. 中国市场, 2019(36): 168-169.
QIAN Jing-mei. Cost Control and Optimization of Express Packaging[J]. China Market, 2019(36): 168-169.
- [13] 李璐璐, 田立平, 李东宁. 考虑差别定价和政府补贴的快递包装回收策略研究[J]. 生态经济, 2020, 36(9): 204-209.
LI Lu-lu, TIAN Li-ping, LI Dong-ning. Study on Express Package Recycling Strategy Considering Differential Pricing and Government Subsidies[J]. Ecological Economy, 2020, 36(9): 204-209.
- [14] 吴秀兰. 快递回收包装材料困境分析与改善[J]. 现代营销(经营版), 2020(2): 42.
WU Xiu-lan. Analysis and Improvement of Express Delivery Recycling Packaging Material Dilemma[J]. Modern Marketing (Business Edition), 2020(2): 42.
- [15] 陈青云. 快递包装回收循环再利用现状及对策研究[J]. 绿色包装, 2020(4): 53-58.
CHEN Qing-yun. Current Situation and Countermeasures of Recycling Express Packaging[J]. Green Packaging, 2020(4): 53-58.
- [16] 陈婉. 垃圾分类各地各有招[J]. 环境经济, 2020(15): 40-42.
CHEN Wan. Waste Classification has Its Own Way[J]. Environmental Economics, 2020(15): 40-42.
- [17] IEEE Advanced Information Technology. Electronic and Automation Control Conference[C]. Haerbing: CAAI Transactions on Intelligent Systems, 2018.
- [18] XI Huan, ZHANG Hong-hu, HE Ya-Ling, et al. Sensitivity Analysis of Operation Parameters on the System Performance of Organic Rankine Cycle System Using Orthogonal Experiment[J]. Energy, 2019, 172(4): 435-442.
- [19] 李云雁, 胡传荣. 实验设计与数据处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.
LI Yun-yan, HU Chuan-rong. Experimental Design and Data Processing[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2018.