

基于随机森林-SHAP 模型的大学生可降解外卖包装溢价支付行为研究

孙晓宇 谢健*

(广东东软学院 信息管理与工程学院, 广东 佛山 528000)

摘要: 校园外卖包装问题突出, 可降解包装推广受阻。基于此背景, 本研究以大学生为对象, 通过分层随机抽样获取 600 份数据。通过计划行为理论与规范激活理论, 界定了环保行为理念、购买意愿为链式中介变量, 再构建线性回归等 5 种机器学习模型对比, 综合拟合效果择优选择随机森林模型, 结合 SHAP 可解释性分析进行特征重要性排序进而筛选自变量, 最终构建以绿色包装知识、个体规范、可降解包装质量为自变量, 环保行为理念、购买意愿为链式中介, 可降解包装接受度及溢价支付行为为因变量的研究模型。开展回归及链式中介分析, 研究表明, 绿色包装知识、个体规范、可降解包装质量既能直接提升大学生溢价支付行为, 也可通过“环保行为理念→购买意愿”链式中介提高溢价支付行为。

关键词: 溢价支付; 机器学习; SHAP 可解释性分析; 链式中介效应

DOI: <https://doi.org/10.65196/tw8s2p45>

引言

党的二十大报告明确提出推动绿色发展、加快实施全面节约战略,《循环经济发展“十五五”规划》《固体废物污染防治“十五五”规划》要求强化塑料废弃物源头管控,大力推广可降解替代材料,落实双碳发展目标。2025 年我国外卖订单量超 2200 亿单,校园外卖占比超 32%,年包装废弃物超 350 万吨。尽管可降解包装普及率逐年提升,但增速缓慢,校园中传统不可降解包装占比仍高达 75%。大学生对可降解包装认知表层化,溢价接受度低。针对这一现象,本文聚焦大学生群体,研究其可降解包装接受度及溢价支付行为,为绿色校园建设、外卖商家与平台优化定价及推广策略、政府完善行业规范提供数据支撑,助力破解校园包装污染难题,推动青年环保意识转化为实际消费行为。

一、文献综述

(一) 溢价支付行为研究

溢价相关概念最早诞生于金融领域,指交易价格高出证券票面价值的差额,溢价机制能够对市场供给方形成监督与激励约束^[1],支付行为是经济学的基础变量,指消费者可承受的价格上限^[2],来自消费领域的文献整合二者,界定溢价支付的定义,例如 Delvecchio 和 Smith 对比同类产品,提出溢价是消费者感知产品附加价值后,自愿支付的价格^[3]。另一类文献品牌、心理层面分析溢价支付的成因。Blackstone 指出溢价支付行为仅存在于具备市场竞争力的品牌消费场景,是消费者为偏好品牌额外付出的成本^[4];Chaudhuri 进一步提出,消费者对特定品牌的内在喜爱,是催生溢价支付意愿的主观根源^[5]。随着研究深化,学者转向个体心理感知维度,Aaker 证实产品喜爱度等情感因素会显著推动消费者接受溢价^[6]。

(二) 绿色消费驱动机制

计划行为理论指出行为态度会共同作用于个体消费行为。规范激活理论强调,个体对环境损坏后果的认知能够唤醒内在道德规范,进而产生亲环境行为^[7]。学界围绕个体环保消费行为逐步

作者简介: 孙晓宇(2005-),女,本科生,研究方向为信息管理与信息系统。

谢健(1994-),男,硕士,讲师,研究方向为数据分析。

通讯作者: 谢健

形成计划行为理论、规范激活理论两大独立分析框架，分别从感知态度、内在道德规范两条路径解释绿色消费决策。劳可夫等、Mishra P 依托计划行为理论相关逻辑，证实环境知识是驱动绿色消费的关键前置因素^{[8][9]}；潘驰、郭志达从产品属性维度拓展，提出可降解包装的综合使用体验会直接影响消费者接纳意愿^{[10][11]}。李杨、宋晨迪、张红肖运用规范激活理论开展实证，验证个体道德规范对大学生亲环境行为存在显著正向作用^{[12][13][14]}。Laroche Michel 进一步补充，环境感知、产品品质两类要素能够有效提升绿色产品购买意愿^[15]。Mishra P 整合前述变量开展实证，证明绿色包装知识、环境态度、个体规范均可正向推动消费者溢价支付行为，为可降解包装消费领域提供了成熟的理论基础^{[16][17]}。

（三）绿色消费链式传导机制研究

计划行为理论提出外部认知、产品感知通过环境态度影响购买意愿，最终作用于消费行为，购买意愿是连接心理感知与真实行为的中介。王国猛、郝晓丹搭建“认知-态度-意愿-行为”链式传导逻辑，明确环保行为理念和意愿的中介作用^{[18][19]}。李文超证实了外部刺激唤醒个体规范，形成稳定环保价值理念，再催生环境消费意愿，构成链式传导逻辑^[20]。盛光华开展本土化拓展，指出环境价值观属于远端心理中介，消费意愿为近端中介，二者形成不可颠倒的阶梯式传导链条，单一中介模型无法完整解释绿色消费转化全过程^[21]。

（四）机器学习与 SHAP 可解释分析在消费行为研究中的应用

传统回归与链式中介仅能识别线性关系，难以捕捉消费行为的非线性、交互特征。随机森林、LightGBM 等机器学习模型预测精度更高，但存在黑箱缺陷；而 SHAP 可解释框架能够量化每个变量的独立边际贡献，借助可视化图表区分不同感知水平下的作用差异，挖掘人群行为异质性^[22]。目前该方法多见于农产品研究，在溢价支付场景中应用较少，同时少有研究将机器学习与计划行为、规范激活理论的链式中介框架相结合。

本文以高校大学生为对象，聚焦校园外卖可降解包装场景，首先纳入人口统计、绿色认知、消费意愿等多类变量，通过多模型对比+SHAP 工具筛选核心影响因素；再融合计划行为、规范激活理论构建模型，弥补现有研究在研究场景、变量筛选方法、双理论融合分析三方面的不足。

二、研究设计与数据来源

（一）抽样方法

采用分层抽样法展开调研，按照大一：大二：大三：大四=1:1:1:1 的比例分层分配问卷，同时覆盖 1500 元以下、1501 元-2000 元、2000 元以上三类月生活费群体。

（二）问卷设计

本文的关键变量包括绿色包装知识、个体规范、可降解包装质量、购买意愿、环保行为理念、对包装接受度及溢价支付意愿，量表是在成熟量表的基础上进行设计的，针对这几个变量采用 3-5 个题项测量。调查问卷分为两部分，第一部分包括人口统计学的题项，如性别、年级、月生活费、点外卖频率；第二部分是关键变量对溢价支付的测量题项，按照 5 级李克特量表测量。

（三）问卷发放及数据收集

在正式调查前，本文进行小范围的预调查，筛选掉不合理的题目后，各变量分析结果显示信效度良好。正式调查通过线上和线下发放，线上主要通过问卷星平台发放，线下在各高校发放。共回收问卷 672 份。剔除存在缺失值、有效填写时间小于 60 秒、同一问卷多为同一个答案，获得有效问卷 600 份，问卷有效回收率为 89.3%。

人口统计学特征如下：性别上男生占比 45.33%、女生占比 54.67%；年级覆盖大一至大四，分别为 141 人、176 人、169 人、114 人；月生活费分组：1500 元及以下 213 人（35.5%）、1501-2000 元 220 人（36.67%）、2000 元以上 167 人（27.83%）；每周外卖频次 1 次及以下 126 人、2-4 次 352 人、5 次及以上 122 人。样本分层均衡，覆盖不同消费预算与外卖使用频率群体，代表性良好，可用于后续实证检验。

三、基于机器学习算法的研究模型构建

首先依托计划行为理念与规范激活理论界定链式中介变量，再将人口统计、消费行为、绿色认知、产品感知多维度指标全部纳入初始变量集，通过对比五种算法择优，结合 SHAP 分析量化各变量影响程度，筛选核心自变量，最终搭建链式中介模型并提出假设。

（一）基于计划行为理论和规范激活理论确定中介变量

计划行为理论的核心逻辑是：认知因素会影响个体内在态度，进而形成行为意愿，最终作用于实际消费行为；规范激活理论则指出，环境认知会唤醒个体内在道德规范，塑造稳定环保价值观，进而产生亲环境消费意愿。基于上述两个理论的链式传导逻辑，确定一阶中介变量为环保行为理论，二阶中介变量为购买意愿。环保行为理念是长期形成的环境价值观，由产品品质、道德规范等外部因素塑造，是外部因素转化为消费意向的中间心理载体；购买意愿是环保理念落地为支付行为的直接桥梁。

（二）多机器学习模型对比与最优模型筛选

为科学地筛选自变量，本文选取线性回归、决策树、随机森林、KNN、LightGBM 五类模型开展拟合对比。各模型基础原理如下：

线性回归：传统经典统计模型，通过构建自变量与因变量的线性方程拟合数据，输出标准化系数直观反映变量线性影响强度，适合探究变量单调线性关联，但无法捕捉非线性、交互作用。

决策树：单棵树模型，依靠分层划分样本构建预测规则，结构简单易解读，但模型复杂度不受约束时极易出现严重过拟合。

随机森林：集成树模型，通过多棵独立决策树投票综合预测结果，搭配固定随机种子、正则参数与十折交叉验证可有效抑制过拟合，兼顾非线性捕捉能力与模型稳定性。

KNN：基于样本距离的惰性学习模型，依靠邻近样本均值完成预测，对数据分布敏感，高维问卷数据下拟合精度有限。

LightGBM：梯度提升树模型，逐层迭代优化残差提升预测精度，运算效率高，但本研究样本规模下整体拟合效果略弱于随机森林。

本文全部变量均为连续变量，属于回归预测任务，因此选择判定系数 R^2 、均方误差、均方根误差、平均绝对误差作为模型拟合判定标准， R^2 反映模型对溢价支付变异的解释程度，取值越接近 1 代表解释力越强；均方误差、均方根误差、平均绝对误差用于衡量预测值与真实观测值的偏差，三项指标数值越低，模型预测精度越高。

将数据的 80% 作为训练集，20% 的数据作为测试集，各模型拟合指标：

表 1 各模型系数

模型	判定系数 R^2	均方误差	均方根误差	平均绝对误差
线性回归	0.8633	0.2128	0.4613	0.3523
决策树	0.6527	0.7353	0.5500	0.6527
随机森林	0.8701	0.2022	0.4496	0.3421
KNN	0.8554	0.2251	0.4745	0.3488
LightGBM 模型	0.8627	0.2137	0.4623	0.3535

随机森林模型的判定系数最大，误差最小，拟合效果最优，能够更好地处理变量间的非线性关系。因此选择随机森林模型和 SHAP 解释性分析方法筛选自变量。

（三）基于随机森林模型和 SHAP 解释性分析方法的自变量筛选

为了筛选最合适的自变量，将性别、年级、月生活费、近三月外卖消费频率、绿色包装知识、个体规范、可降解包装质量、环保行为理念、购买意愿全部纳入初始变量集，择优选择自变量。

SHAP 值表示固定其余变量不变，单一变量对溢价支付行为的独立边际贡献，纵轴变量自上而下按平均 SHAP 绝对值由高到低排序，代表变量对可降解包装溢价支付行为的影响强弱，横轴为 SHAP 值，正值表示正向影响溢价支付行为，负值表示负向影响溢价支付行为。为进一步明确变量的影响方向与个体异质性，绘制 SHAP 影响蜂群图：

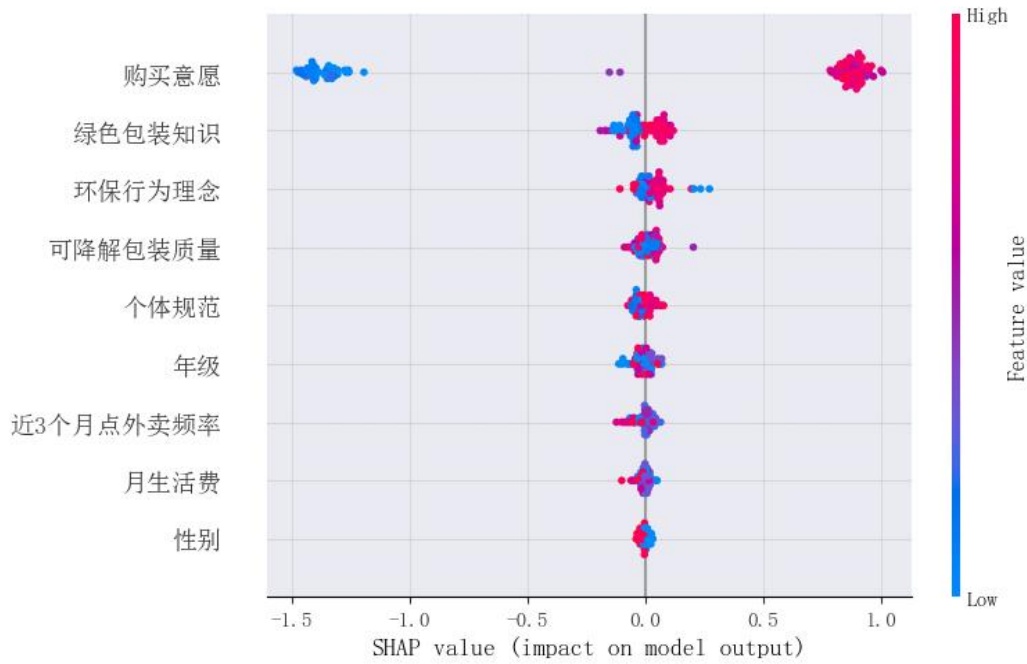


图1 SHAP 变量重要性排序图

各变量对溢价支付行为的影响强度存在显著差异：购买意愿的 SHAP 值最大，是影响溢价支付行为最强的变量；绿色包装知识、环保行为理念、可降解包装质量、个体规范也起到正向驱动作用；年级、性别、月生活费、外卖频率的几乎无影响。

为进一步分析核心变量对溢价支付行为的影响规律，本文绘制关键变量箱线图。横轴表示变量的不同取值水平，纵轴为 SHAP 值。SHAP 值为正表示该变量对溢价支付行为具有驱动作用，SHAP 值为负表示具有抑制作用，箱线位置越高表明该变量水平对溢价支付行为的推动作用越强。

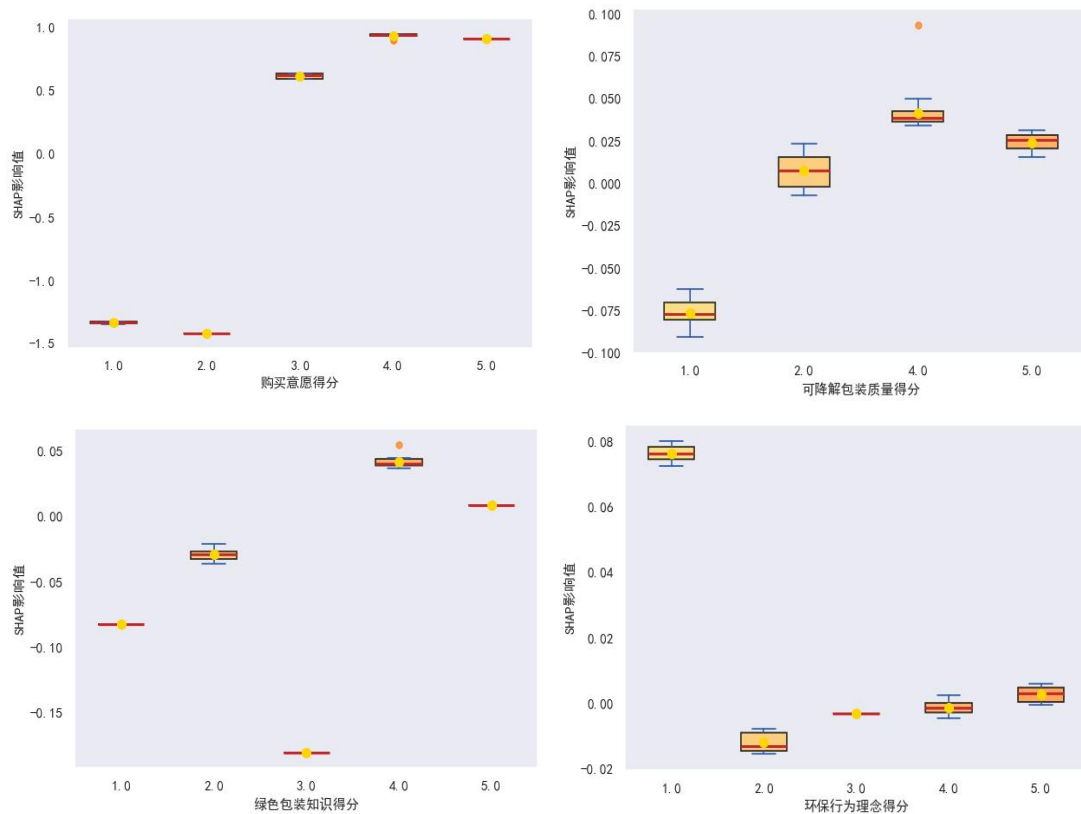


图2 重要变量箱线图

购买意愿呈明显的正向关系，得分低抑制溢价支付行为，得分高大幅提升支付行为。可降解包装质量得分越高，对溢价支付行为的正向作用越强，在 4 分时正向影响达到峰值。从环保行为理念箱线图可以看出，该变量得分为 1 时 SHAP 值最高，2 分时 SHAP 值小于 0，中等偏低的环保理念会抑制支付意愿；3 分趋近于 0，几乎无明显作用；4、5 分正向影响溢价支付行为。

虽然购买意愿对溢价支付的影响力最大，但它是中介变量，是受包装质量、环保认知等外部因素影响后才产生的想法，并不是最开始的驱动因素，因此选择 SHAP 值第二、第四、第五的绿色包装知识、可降解包装质量、个体规范作为因变量。

（四）研究模型的构建

基于上述分析，构建研究模型如下，自变量为绿色包装知识、个体规范和可降解包装质量，链式中介变量为环保行为理念、购买意愿，因变量为溢价支付行为。

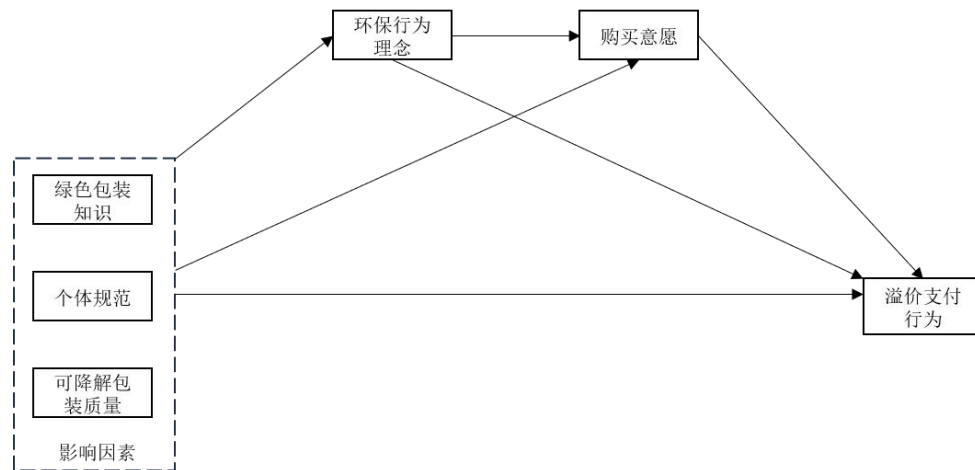


图 3 研究模型图

（五）研究假设的提出

消费者的绿色包装知识可通过消除认知模糊、强化价值感知，正向影响环保行为理念。因此提出假设：

- H1：绿色包装知识正向显著影响溢价支付行为；
- H2：个体规范正向显著影响溢价支付行为；
- H3：可降解包装质量正向显著影响溢价支付行为；
- H4：环保行为理念和购买意愿在绿色包装知识和溢价支付行为中起到链式中介作用；
- H5：环保行为理念和购买意愿在个体规范和溢价支付行为中起到链式中介作用；
- H6：环保行为理念和购买意愿在可降解包装和溢价支付行为中起到链式中介作用；

四、数据分析

（一）信度分析

信度能够反映出整个问卷的可靠水平。通过 SPSS 软件对有效数据进行信度分析的结果如下：

表 2 问卷整体数据信度

变量	Cronbach' s Alpha 系数	项数
绿色包装知识	0.924	5
个体规范	0.936	6
可降解包装质量	0.884	3
环保行为理念	0.873	3
购买意愿	0.913	4
可降解包装溢价支付行为	0.911	4
总体信度	0.983	25

变量整体的 Cronbach' s Alpha 系数大于 0.8，说明有较高的信度。

(二) 效度分析

对问卷进行效度分析时，一般采用 KMO 和巴特利特球形度进行检验，具体的检验结果如下。

表 3 问卷整体效度分析

KMO 和巴特利特检验		
KMO 取样适切性量数。		.992
	近似卡方	15930.906
巴特利特球形度检验	自由度	300
	显著性	.000

KMO 值为 0.992，Bartlett 球形度检验显著性小于 0.05，到达显著水平，量表效度好。

(三) 相关分析

为了了解变量之间是否有关系，下面进行相关分析：

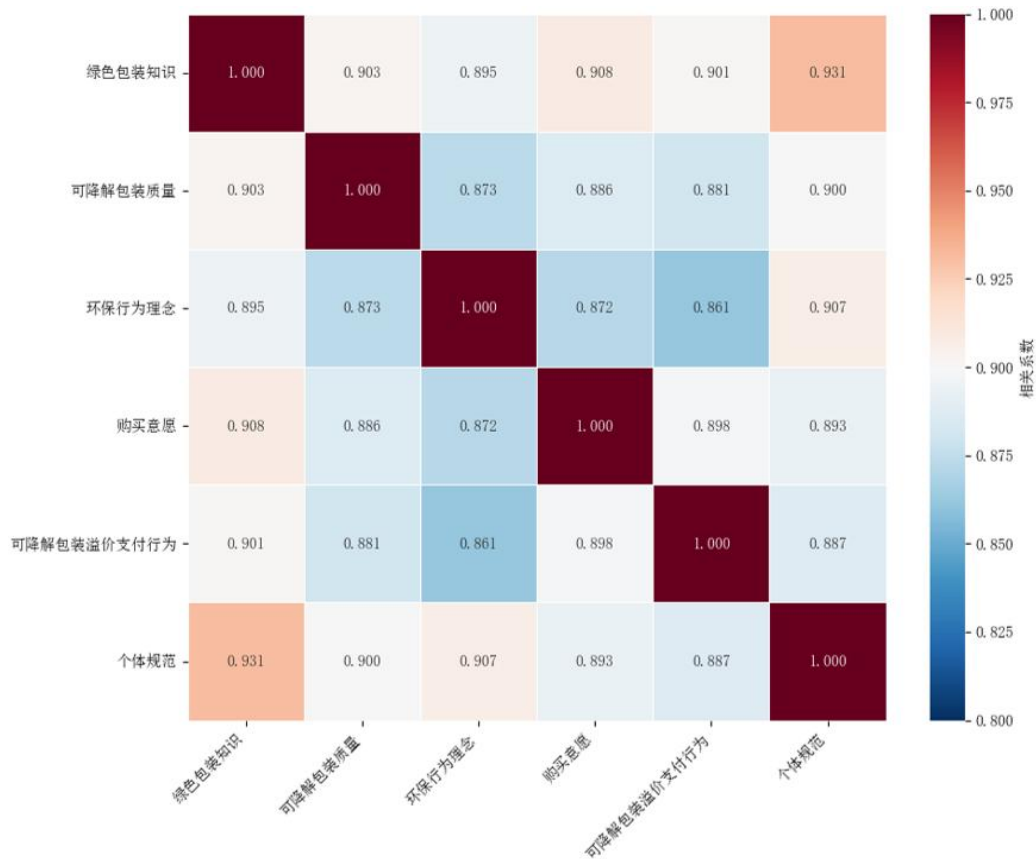


图 4 相关关系热力图

由 Pearson 相关分析结果可知，各变量均呈显著强正相关（ $0.861 \leq r \leq 0.931$ ），符合预期，可进行回归与中介分析。

(四) 回归分析

根据以上相关分析，变量之间存在着正相关关系，但需通过回归分析来计算具体的影响程度。以溢价支付行为作为因变量，绿色包装知识、个体规范和可降解包装质量作为自变量进行回归分析，建立以下模型：

$$\text{溢价支付行为} = \beta_0 + \beta_1 * \text{绿色包装知识} + \beta_2 * \text{个体规范} + \beta_3 * \text{可降解包装质量} + \varepsilon \quad (1)$$

使用 SPSS 得到以下计算结果：

表 4 溢价支付行为和自变量的回归分析

	未标准化系数		标准化系数	t	p	共线性统计		R^2	调整 R^2	F
	B	标准错误	Beta			容差	VIF			
常量	.083	.058		1.442	.050					
绿色包装知识	.430	.050	.424	8.647	.000	.110	9.071	0.843	0.842	532.506
个体规范	.240	.050	.232	4.800	.000	.114	8.792			
可降解包装质量	.282	.040	.289	7.039	.000	.158	6.339			

因变量：溢价支付行为

$R^2=0.843$ ，因变量在 84.3%程度上解释溢价支付行为的变化原因，且通过 F 检验（ $F=532.506$ ， $p<0.05$ ），VIF 均小于 10，自变量不存在多重共线性，模型较好。除此之外，计算出回归系数 $\beta_0=0.083$ ， $\beta_1=0.430$ ， $\beta_2=0.240$ ， $\beta_3=0.282$ ，将以上系数代入公式（1）：

溢价支付行为=0.083+0.430*绿色包装知识+0.240*个体规范+0.282*可降解包装质量 （2）

由此可见，绿色包装知识、个体规范、可降解包装质量对可降解包装溢价支付行为存在显著正向影响。因此，以下假设成立：H1、H2、H3。

（五）链式中介效应的检验

使用 SPSS-PROCESS 的模型 6，以绿色包装知识（ X_1 ）、个体规范（ X_2 ）、可降解包装质量（ X_3 ）分别为自变量，环保行为理念（ M_1 ）、购买意愿（ M_2 ）为链式中介变量，对包装的接受度及溢价支付（ Y ）行为作为因变量，进行 5000 次 Bootstrap 抽样，设定 95%置信区间^[23]。

三组变量对应的标准化路径系数分别见图 6、图 7、图 8：

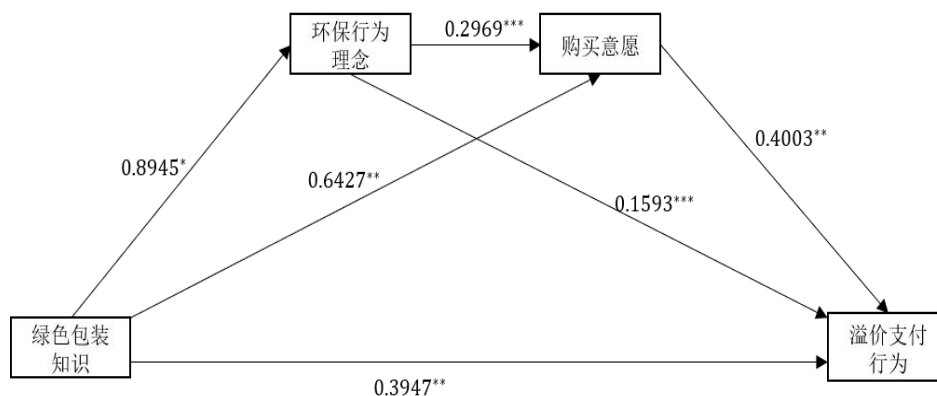


图 5 绿色包装知识链式中介路径系数图

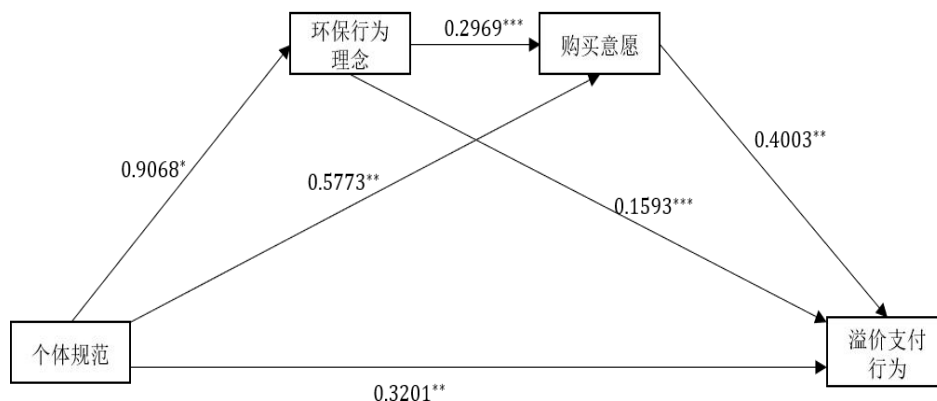


图 6 个体规范链式中介路径系数图

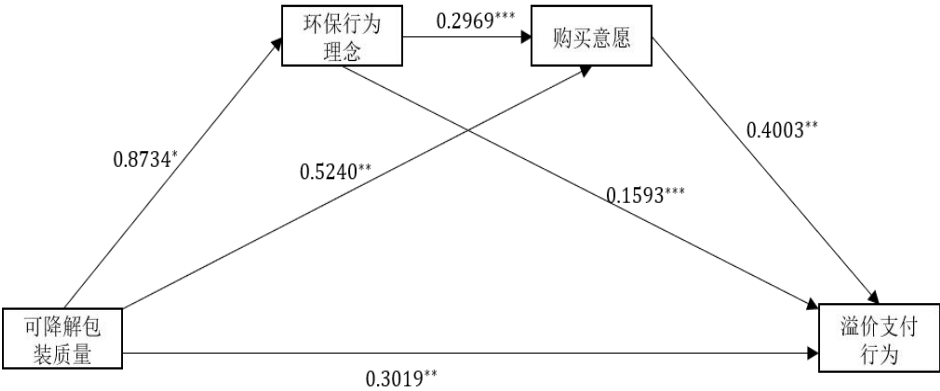


图 7 可降解包装质量链式中介路径系数图

为量化总效应、直接效应与各类间接效应的大小，汇总以下表：

表 5 三个自变量对接受度和溢价支付行为的直接效应和总效应

变量名称	效应	路径	Effect	SE	t	p	LLCI	ULCI
绿色包装知识	直接效应	$X_1 \rightarrow Y$	0.3947	0.0435	9.0774	0.000	0.8660	0.9357
	总效应	$X_1 \rightarrow Y$	0.9009	0.0177	50.7548	0.000	0.8660	0.9357
个体规范	直接效应	$X_2 \rightarrow Y$	0.3201	0.0440	7.2735	0.000	0.2336	0.4065
	总效应	$X_2 \rightarrow Y$	0.8868	0.0189	46.9124	0.000	0.8496	0.9239
可降解包装质量	直接效应	$X_3 \rightarrow Y$	0.3019	0.0385	7.8471	0.000	0.2263	0.3774
	总效应	$X_3 \rightarrow Y$	0.8806	0.0194	45.4367	0.000	0.8425	0.9186

注：LLCI 为估计值 95%区间的下限，ULCI 为估计值 95%区间的上限（下同）

表 6 可降解包装质量对接受度和溢价支付行为的间接效应

效应	变量名称	路径	Effect	BootSE	BootLLCI	BootULCI
间接效应	绿色包装知识	$X_1 \rightarrow M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow Y$	0.1063	0.0236	0.0657	0.1574
		$X_1 \rightarrow M_1 \rightarrow Y$	0.1425	0.0356	0.0757	0.2135
		$X_1 \rightarrow M_2 \rightarrow Y$	0.2573	0.0373	0.1804	0.3282
	个体规范	$X_2 \rightarrow M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow Y$	0.1500	0.0304	0.0957	0.2138
		$X_2 \rightarrow M_1 \rightarrow Y$	0.1426	0.0376	0.0689	0.2176
		$X_2 \rightarrow M_2 \rightarrow Y$	0.2741	0.0309	0.2107	0.3321
	可降解包装质量	$X_3 \rightarrow M_1 \rightarrow M_2 \rightarrow Y$	0.1647	0.0229	0.1217	0.2112
		$X_3 \rightarrow M_1 \rightarrow Y$	0.1754	0.0367	0.1032	0.2485
		$X_3 \rightarrow M_2 \rightarrow Y$	0.2386	0.0290	0.1835	0.2965

注: BootLLCI 指 Bootstrap 抽样 95%区间下限, BootULCI 指 Bootstrap 抽样 95%区间上限(下同)

由表 5, 三大自变量的总效应均显著为正, 说明三者对包装接受度及溢价支付行为均存在促进作用。直接效应也显著, 说明三大自变量直接正向作用于对包装接受度及溢价支付行为。

表 6 显示, 每个自变量的三条间接效应路径的 95%置信区间都不包括 0, 因此三条路径都存在, 即自变量通过“环保行为理念→购买意愿”的链式路径对因变量产生间接影响。因此假设 H4、H5、H6 成立。

环保行为理念和购买意愿在三条路径中均发挥部分链式中介作用, 即自变量既直接影响因变量, 又通过“环保行为理念→购买意愿”的链式路径对因变量产生间接影响。

(六) 假设检验结果

通过链式中介作用分析和回归分析得到假设通过情况, 如下:

表 7 研究假设通过结果

假设符号	研究假设	是否支持
H1	绿色包装知识正向显著影响溢价支付行为	是
H2	个体规范正向显著影响溢价支付行为	是
H3	可降解包装质量正向显著影响溢价支付行为;	是
H4	环保行为理念和购买意愿在绿色包装知识和溢价支付行为中起到链式中介作用	是
H5	环保行为理念和购买意愿在个体规范和溢价支付行为中起到链式中介作用	是
H6	环保行为理念和购买意愿在可降解包装质量和溢价支付行为中起到链式中介作用	是

五、结论与建议

本研究发现: 绿色包装知识、个体规范、可降解包装质量均显著正向影响溢价支付行为, 联合解释力达 84.3%, 其中绿色包装知识驱动作用最强; 三类因变量不仅能直接作用于溢价支付行为, 还分别经由环保行为理念—中介、购买意愿—中介、“环保行为理念→购买意愿”链式中介三条路径产生传导效应。同时 SHAP 可解释性分析结果显示变量存在分段差异化影响: 绿色包装知识、可降解包装质量、环保行为理念低分值阶段易抑制溢价意愿, 达到中等及以上水平后激励作用明显增强, 反映出认知与产品体验达到临界值后, 学生环保消费意愿才会充分释放; 而性别、年级等变量对溢价支付行为的影响微弱, 不足以形成显著行为分层差异。本研究证实计划行为理论、规范激活理论适用于大学生绿色消费研究, 厘清了可降解包装溢价的多层传导路径, 同时说明机器学习结合 SHAP 可以更精准筛选关键影响因素。

高校应开展可降解包装环保科普, 加强可降解包装科普并完善回收激励机制, 夯实学生环保认知; 外卖商家需降低包装成本、提升包装质量, 缓解学生加价抵触; 外卖平台应设置绿色订单专区、环保订单奖励; 政府需出台校园专属行业标准, 常态化抽检劣质包装, 加强质量监管并联合高校、外卖平台精准推送环保宣传, 四方共同推动校园外卖绿色转型。

参考文献:

- [1] Launer E, Klein S, Leffler U, et al. Entwicklungspolitische Korrespondenz[J]. Entwicklungspolitische Korrespondenz, 1982:2-39.
- [2] Anderson E W. Customer satisfaction and price tolerance[J]. Marketing Letters, 1996, 7(3):265-274.
- [3] Delvecchio D, Smith D C. Brand-extension price premiums: The effects of perceived fit and extension product category risk[J]. Journal of the Academy of Marketing Science, 2005, 33(2):184-196.
- [4] Blackston M. Price Trade-offs as a measure of Brand Value [J]. Journal of Advertising Research, 1990, 30(4):3-7.
- [5] Chaudhuri A, Holbrook M B. Product-class effects on brand commitment and brand outcomes: The role of brand trust and brand affect[J]. Journal of Brand Management, 2002, 10(1):33-58.
- [6] Aaker D.A. Managing Brand Equity: Capitalizing on the Value of a Brand Name[M]. New York: The Free Press, 1991.
- [7] 王丽丽, 张晓杰. 城市居民参与环境治理行为的影响因素分析——基于计划行为和规范激活理论[J]. 湖南农业大

学学报(社会科学版),2017,18(6):92-98.

- [8] 劳可夫.消费者创新性对绿色消费行为的影响机制研究[J].南开管理评论,2013,16(04):106-113+132.
- [9] 虞佳丽.环境知识与环境态度、环境行为的关系研究[D].华东理工大学,2013.
- [10] 潘驰,郭志达.绿色包装的消费者接受意愿影响机制研究[J].包装工程,2019,40(03):136-142.
- [11] 孙洋.外部线索对消费者绿色购买决策的影响机理研究[D].内蒙古科技大学,2025.
- [12] 李杨.基于规范激活理论的消费者环保型产品购买意愿形成机理研究[D].吉林大学,2014.
- [13] 宋晨迪.规范激活模型在环保行为中的应用研究[D].四川师范大学,2014.
- [14] 张红肖.大学生亲环境行为及其影响因素研究[D].天津师范大学,2017.
- [15] Laroche, Michel, Bergeron, et al. Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products.[J]. Journal of Consumer Marketing, 2001.
- [16] Mishra P, Jain T, Motiani M. Have Green, Pay More: An Empirical Investigation of Consumer's Attitude Towards Green Packaging in an Emerging Economy[M]// Essays on Sustainability and Management. Springer Singapore, 2017.
- [17] 杨柳.消费者对绿色快递包装溢价支付行为研究[D].首都经济贸易大学,2021.
- [18] 王国猛,黎建新,廖水香,等.环境价值观与消费者绿色购买行为——环境态度的中介作用研究[J].大连理工大学学报(社会科学版),2010,31(04):37-42.
- [19] 郝晓丹.绿色包装的公众接受意愿研究[D].大连交通大学,2018.
- [20] 李文超,邵婧.消费者环保服装购买行为的影响因素研究——基于计划行为理论和规范激活理论[J].中国管理科学,2025,33(6):233-244.
- [21] 盛光华,岳蓓蓓,葛万达.环境价值观驱动中国居民绿色消费行为的链式多重中介模型[J].数量经济研究,2020,11(1):101-118.
- [22] 张晓腾.基于 LightGBM-SHAP 融合模型的网约车服务质量研究[D].大连交通大学,2025.
- [23] 唐文静.排球项目运动干预对高中生主观幸福感的影响:领悟社会支持和心理资本的链式中介作用[D].扬州大学,2025.

Research on College Students' Willingness to Pay a Premium for Degradable Takeout Packaging Based on Random Forest-SHAP Interpretable Model

SUN Xiaoyu, XIE Jian*

(School of Information Management and Engineering, Neusoft Institute Guangdong, Foshan 528000,
Guangdong, China)

Abstract: Takeout packaging pollution on university campuses remains a severe issue, hindering the popularization of degradable packaging. Against this backdrop, this study takes college students as the research object and collects 600 valid samples via stratified random sampling. Integrating the Theory of Planned Behavior and the Norm Activation Theory, this paper defines environmental protection behavioral belief and purchase intention as chained mediating variables. Five machine learning models including linear regression are constructed and compared; the random forest model with optimal fitting performance is selected, and SHAP interpretable analysis is adopted to rank feature importance and screen independent variables. Ultimately, a research model is established, which takes green packaging knowledge, personal norms and degradable packaging quality as independent variables, environmental protection behavioral belief and purchase intention as chained mediators, and acceptance of degradable packaging and premium payment

behavior as dependent variables. Regression analysis and chained mediation tests are conducted. The results show that green packaging knowledge, personal norms and degradable packaging quality can directly promote college students' premium payment behavior, and also exert indirect positive impacts on premium payment behavior through the chained mediating path of "environmental protection behavioral belief → purchase intention".

Keywords: Willingness to Pay a Premium; Machine Learning; SHAP Interpretability Analysis; Chained Mediation Effect