

基于MLP和SHAP值的白酒消费者粘性影响因素分析

李珍玲¹, 徐盼盼¹, 谭伟杰^{2*}, 晏福²

¹贵州大学数学与统计学院, 贵州 贵阳

²贵州大学大数据产业发展应用研究院, 贵州 贵阳

收稿日期: 2023年8月20日; 录用日期: 2023年10月12日; 发布日期: 2023年10月23日

摘要

本文以白酒消费者为对象, 通过调查问卷收集消费者的相关数据。首先, 构建了需求频次、品牌效应、消费意愿三个维度下的21个指标的白酒消费者粘性指标评价模型; 其次, 通过多层感知机模型, 用10折交叉验证寻找出29个神经元个数, 进而计算白酒消费者粘性影响因素的重要性并进行排序; 最后, 利用SHAP值对白酒消费者粘性的影响因素进行相关性和协同性分析。实验结果表明, 需求频次、品牌效应以及消费意愿三个维度所占的权重分别为37.57%、31.58%和30.84%, 且将需求频次、品牌效应和消费意愿三个维度结合起来的共同作用对白酒消费者粘性的提高至关重要。本文通过对不同影响因素进行分析, 并在此基础上提出关于白酒产品的改进建议, 可以通过针对性的市场营销和产品定位策略来提高消费者的粘性。

关键词

消费者粘性, 多层感知机, SHAP值

Analysis of the Influencing Factors of Liquor Consumer Stickiness Based on MLP and SHAP Values

Zhenling Li¹, Panpan Xu¹, Weijie Tan^{2*}, Fu Yan²

¹School of Mathematics and Statistics, Guizhou University, Guiyang Guizhou

²Guizhou Big Data Academy, Guizhou University, Guiyang Guizhou

Received: Aug. 20th, 2023; accepted: Oct. 12th, 2023; published: Oct. 23rd, 2023

*通讯作者。

文章引用: 李珍玲, 徐盼盼, 谭伟杰, 晏福. 基于 MLP 和 SHAP 值的白酒消费者粘性影响因素分析[J]. 运筹与模糊学, 2023, 13(5): 5283-5299. DOI: 10.12677/orf.2023.135530

Abstract

This paper takes liquor consumers as the object and collects relevant data of consumers through questionnaires. Firstly, we construct liquor consumer stickiness evaluation index mode, which consists of three dimensions, demand frequency, brand effect and consumption intention. Secondly, using a multi-layer perceptron model, 29 neuron counts were identified through 10-fold cross-validation in order to determine the importance and ranking of factors affecting the consumer stickiness in white wine consumption. Finally, we used the SHAP value to analyze the correlation and synergy of the factors affecting the stickiness of liquor consumers. The experimental results show that the weights of demand frequency, brand effect and consumption intention are 37.57%, 31.58% and 30.84% respectively, and the combination of the three dimensions is crucial to the improvement of liquor consumers' stickiness. Based on the analysis of different influencing factors, this paper puts forward some suggestions on the improvement of liquor products to improve the stickiness of consumers through targeted marketing and product positioning strategies.

Keywords

Consumer Stickiness, Multi-Layer Perceptron, SHAP Value

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在当今竞争激烈的白酒市场中，企业如何提高品牌的忠诚度和市场份额成为了一个关键的挑战。其中消费者的粘性是一个重要的概念，它代表了消费者与品牌之间建立起的持久关系和购买倾向，所以了解消费者粘性的形成机制和影响因素，可以为企业制定更精准的市场营销策略和增强品牌忠诚度提供重要的指导。近年来，机器学习和解释性模型的发展为消费者行为研究提供了全新的方法和工具。多层感知机(MLP)作为一种常见的深度学习模型，在消费者行为分析中展示了惊人的预测能力。而 SHAP 值作为一种解释性工具，可以帮助理解模型对于预测结果的贡献和影响。本文将 MLP 和 SHAP 值结合运用于白酒消费者粘性的分析，进一步深入探究粘性形成的机制和关键因素。

本文旨在研究基于 MLP 和 SHAP 值的白酒消费者粘性分析，通过深入挖掘白酒消费者的行为数据和消费决策过程，以建立高度准确的模型，并通过解释性分析探究各个因素对于粘性的贡献程度和影响机制。通过这种方法，揭示消费者背后的决策因素、需求特点以及不同因素对粘性的影响程度，为企业提供精准的市场推广策略和品牌管理决策提供指导，促使企业制定更具针对性的市场推广策略，以此来推动品牌忠诚度和市场份额的增长。

本文结构安排如下：首先，在引言部分介绍白酒消费者粘性的重要性和研究背景；第二部分将回顾相关的研究文献，从市场竞争环境、消费者行为和购买决策等方面探讨白酒消费者粘性研究的现状；第三部分将详细介绍使用 MLP 和 SHAP 值进行消费者粘性分析的数据和方法；第四部分将呈现研究结果，分析关键因素和粘性影响的见解；第五部分本文将解读研究结果的意义，以及提出相关提高白酒消费者粘性的建议。

2. 文献综述

消费者粘性是指消费者对产品的参与程度以及脱离产品的阻碍程度,研究消费者粘性的影响因素有助于产品方提升产品与消费者的契合度。目前,国内对产品粘性的研究多集中于以下四个方面:网络消费[1][2]、品牌营销[3]、平台建设[4]以及金融市场[5],对食品消费粘性的研究相对较少[6][7]。留存分析模型[8]和技术接受(TAM)模型[9]是分析消费者粘性以及用户满意度的常见方法,罗昕楠[10]基于 TAM 模型在社交电商环境下探究了社交平台用户粘性的影响因素;由军强[1]在考虑感知风险的中介效应的背景下对 O2O 渠道整合与消费者的粘性进行了实证研究;付饶[6]等基于随机森林模型以及指数分析模型研究了茶叶消费者粘性的影响因素;岑敏[4]和易加斌等[11]通过问卷调查的方式研究了电子商务平台的用户粘性。

对于白酒消费的研究,目前多集中于研究白酒的质量影响因素[14]、品牌价值的评估[12][13][14][15]、营销战略的优化[16][17],而对于白酒消费者的粘性分析却相对欠缺。了解白酒消费者对白酒产品的期望,解决消费者粘性问题,不断提升消费者满意度和持续购买意愿对白酒产商来说显得至关重要。

基于以上现状,本文以研究白酒消费者粘性为目的,构建了白酒消费者粘性评价指数模型。并运用 MLP 模型计算各指标的影响权重,进一步计算出白酒消费者粘性,并利用 SHAP 值评估了模型结果。最后,通过模型结果对白酒的消费及生产提出合理的可行性建议。

3. 调查方法及模型构建

3.1. 调查对象及范围

本次调查旨在全面收集广大消费者的白酒购买和饮用情况。本文通过线上调查问卷的方式,调查全国范围内的白酒消费者的消费习惯和偏好,共收到 1204 份问卷,其中有效问卷 984 份,有效率为 81.70%。具体问卷设计如表 1 所示:

Table 1. Questionnaire setting and option setting

表 1. 问卷设置及选项设置

问题	选项
您购买白酒的主要用途是?	送礼; 自己喝; 商务请客; 日常聚餐; 其他
您购买白酒的主要途径是?	商超; 饭店; 酒吧; 网购; 酒专营店; 厂家直购; 其他
您喜欢哪种白酒的促销方式?	买酒赠酒; 买酒赠礼品; 打折; 参与活动
如要购买白酒, 您主要注重以下哪方面?	包装; 品牌; 厂家; 广告; 度数; 价格; 口感; 其他
您喜欢什么包装类型的酒?	坛装酒; 封装酒; 定制酒
您日常每月在购买白酒上消费情况如何?	50 元以下; 50~100 元(包含 50 元); 100~300 元(包含 100 元); 300~500 元(包含 300 元); 500~1000 元(包含 500 元); 1000 元及以上(包含 1000 元)
您主要购买什么品质的白酒?	低端(价格在 100 元以下); 中端(价格在 100~300 元); 次高端(价格在 300~700 元); 高端(价格在 700~2000 元); 超高端(价格在 2000 元以上)
您对白酒的饮用频率是?	几乎每天都喝; 一周 1~4 次; 一月 1~3 次; 一年 1~5 次; 不喝
您喝酒是出于什么原因?	宴请宾客; 美容养颜; 舒筋活血; 宣泄情绪; 壮胆耍酷; 习惯性饮酒
您偏爱哪种香型的白酒?	清香型(如山西汾酒); 浓香型(如泸州老窖); 酱香型(如贵州茅台); 米香型(如桂林三花酒); 兼香型(如玉泉酒、白沙液、白玉边); 其他香型

Continued

您现在多消费的白酒品牌有	贵州茅台; 五粮液; 水井坊; 泸州老窖; 郎酒; 西风; 其它
白酒的品质中, 您最看重	风格; 香气; 味道; 其他
您在购买白酒时, 对于品牌产品的态度是	尽量选择品牌产品, 质量有保障; 偏爱品牌产品; 无所谓品牌; 品牌的质量也不一定好; 其他
您认为酒的外包装应该突出什么	与现代时尚风格相适应; 突出酒产地的文化氛围; 主打传统中国风; 其他
您更喜欢白酒酒瓶的哪种材质?	玻璃瓶; 陶瓷瓶; 塑胶瓶; 其他
您偏爱什么度数的白酒?	低度(40度以下); 中度(40~50度); 高度(51~68度); 特高度(68度以上)
您希望每瓶白酒的规格是多少?	100 ml 以下; 100~300 ml (包含 100 ml); 300~500 ml (包含 300 ml); 500 ml 及以上(包含 500 ml)
您认为一款受欢迎的白酒应该具备	制酒工艺; 品牌知名度; 产品包装; 价格结构; 广告投放力度; 品牌诉求; 价格体系管理; 分销网点数量(购买便利)
如果有一款新品牌酱香型白酒, 口感醇厚、价格实惠、设计精美, 你愿意尝试吗	非常不愿意; 2; 3; 4; 非常愿意
您的性别是? [单选题]	男; 女
您的年龄是? [单选题]	18~25; 26~35; 36~45; 46~55; 56 及以上
您的职业:	事业单位人员; 公司职员; 工人农民; 离退休人员; 教师; 学生; 其他
您的月可支配收入是? [单选题]	1000 以下; 1000~2000; 2000~3000; 3000~4000; 4000 以上

3.2. 研究方法

3.2.1. 问卷调查法

通过设计合理化的问卷, 在全国范围内调查白酒消费者的白酒购买情况, 以确保调查者的多样性, 全面了解广大消费者白酒饮用及购买的情况。

3.2.2. 信度、效度检验

问卷的信度检验是用于衡量样本的回答结果是否可靠, 最常用的指标是 Cronbach 信度系数。效度检验就是问卷设计的有效性和准确性来衡量问题的设计是否合理, 通常用 KMO 值和 Bartlett 球形度检验来判断。本文利用 Python 软件对问卷进行信效度分析。

3.2.3. 多层感知机(MLP)模型

多层感知机(MLP)也叫人工神经网络(ANN), 除了输入输出层, 它中间还包含多个隐层, 最简单的 MLP 只含一个隐层, 即最底层是输入层, 中间是隐藏层, 最后是输出层, 并且多层感知机层与层之间是全连接的。多层感知机分为多层感知机分类器和回归两个主要的模型, 其应用非常广泛, 图像分类、预测等领域均有涉及, 并且有着十分优秀的性能。本文利用多层感知机回归模型计算白酒消费者粘性的权重。

3.2.4. SHAP 值检验

SHAP 值是一种用于解释机器学习模型预测结果的方法。它基于合作博弈论中的 SHAPley 值概念, 为每个特征分配一个对应的影响力权重, 能够用于解释该特征对预测结果的贡献。

SHAP 值通过考察不同特征在特征排列中的重要性来计算。在一次预测中, 每个特征都可能对预测

结果产生不同的影响。SHAP 值通过将每个特征添加到一个组合中，然后计算每个特征的特定贡献来计算这种影响。

具体而言，SHAP 值根据以下原则计算：

- ① 被考虑排列组合的特征集合包含了不同特征子集的所有组合。
- ② 对于每种特征子集，计算预测结果的期望值。
- ③ 对于每个特征，计算它在不同特征子集中的特定贡献。
- ④ 计算每个特征的 SHAP 值作为其特定贡献的平均值。

SHAP 值的优势在于它能够对单个特征对预测的解释，并且数值上的 SHAP 值越大，意味着该特征对预测结果的影响越大。通过理解每个特征的重要性，可以获得对机器学习模型预测结果背后的因果关系更深入的理解。与特征重要性相比，SHAP 值最大的优势是其能对于反映出每一个样本中的特征的影响力，而且还表现出影响的正负性。本文使用 SHAP 值解释多层感知神经网络(MLP)得到的特征重要性，进一步评估白酒消费者粘性指数模型的性能。

3.3. 模型构建与指标选取

3.3.1. 留存分析模型

留存分析是一种常用于分析消费者对产品参与情况以及活跃程度的分析模型，对于进行初次行为的用户，考察其中有多少人会进行后续行为。通过留存分析模型分析产品对消费者的价值，是衡量产品对用户价值高低的一种重要方法。留存方式主要分为以下三类：

- ① N-day 留存：即用户再进行初始行为后的第 N 天完成回访。
- ② Unbounded 留存：即 N 天内留存，N 天内累计完成回访行为的用户。
- ③ Bracket 留存：即自定义观察期留存。与 N-day 留存和 Unbounded 留存不同，Bracket 留存的观察期可以由使用者根据自己的希望划分，不受固定时间度量的限制。

3.3.2. 技术接受模型(TAM)

技术接受模型认为感知有用性和感知易用性是主要的两个决定因素。其中，感知有用性反映了消费者使用一个产品对其工作业绩的提高程度，感知易用性反映了用户使用产品的难易程度。技术接受模型如图 1 所示：

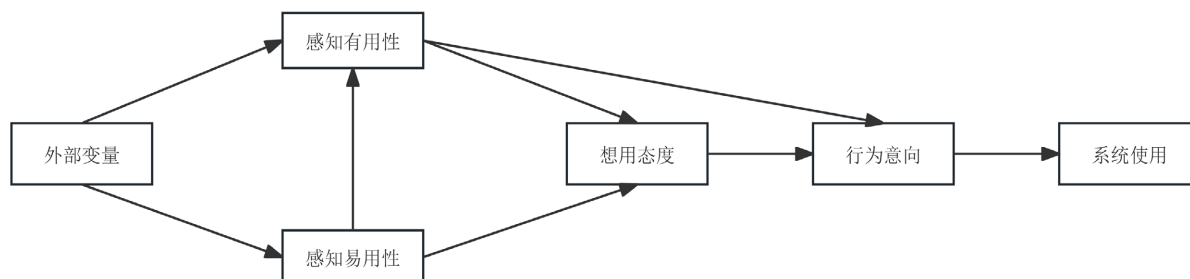


Figure 1. Technology acceptance model

图 1. 技术接受模型

3.3.3. 白酒消费者粘性指数改进模型

本文以白酒消费者的需求频次，即消费者喝酒的频率，白酒的品牌效应以及消费者消费意愿，作为对白酒消费者粘性的评价指标。在文献[4]的基础上改进粘性评价公式：

$$Cs_i = f_i \cdot (1 + p_i) \cdot \frac{d_i}{365} + \varepsilon_i \tag{1}$$

其中， Cs_i 为第*i*个被调查者对白酒产品的粘性， f_i 为第*i*个被调查者对白酒的需求频次，即白酒消费者每月的消费次数，反映了消费者的喝酒频率及其对酒的需求程度； p_i 为白酒品牌对第*i*个被调查者的品牌效应，消费者根据品牌喜好选择相应的白酒，反映了消费者对品牌的喜好与忠诚度； d_i 为第*i*个被调查者对白酒的消费意愿，即消费者一年对白酒的费用支出，反映了消费者对白酒的消费态度和消费能力； ε_i 为随机干扰项。其中，消费者对白酒的感知有用性、感知易用性和可替代性共同影响着消费者的需求频次；白酒产品的产品质量、价格因素和品牌影响共同影响着白酒的品牌效应；消费者对白酒的购买意愿、转移成本、专业素养和社会属性共同影响着用户的消费意愿。

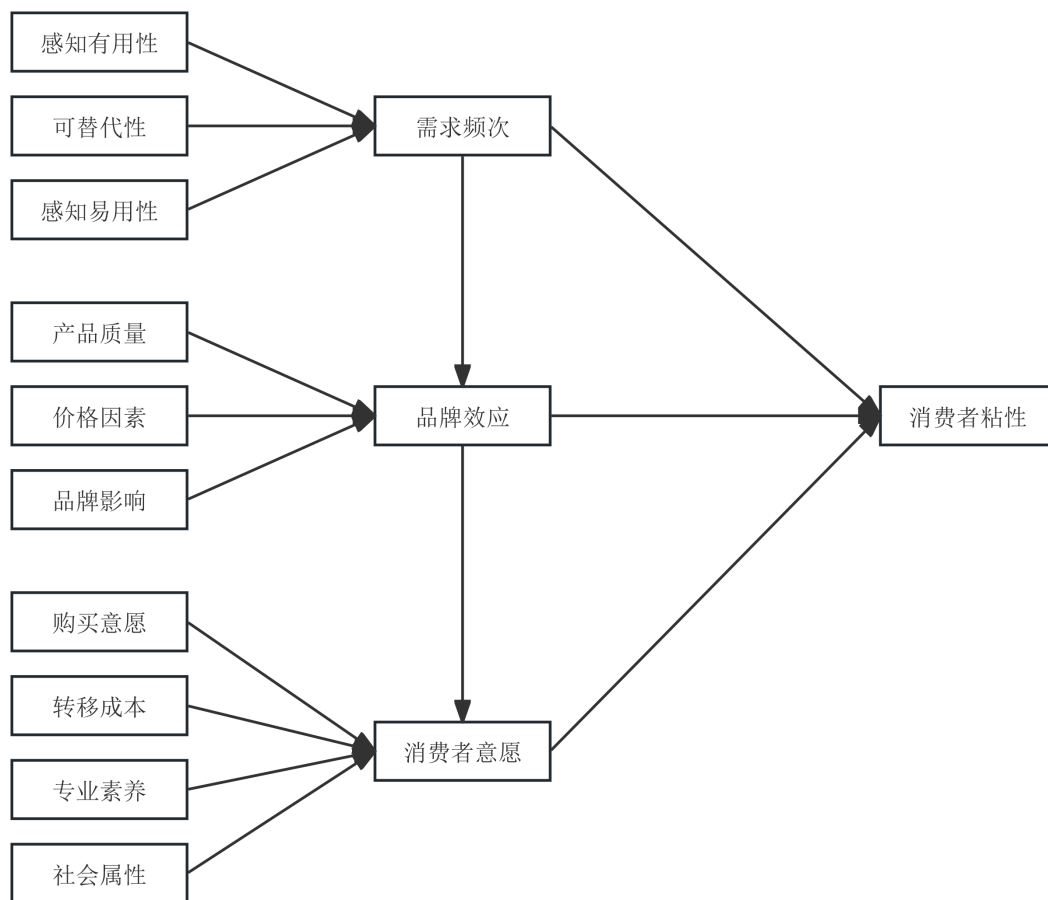


Figure 2. Improved model of liquor consumer stickiness index (T-CSI)
图 2. 白酒消费者粘性指数(T-CSI)改进模型

3.3.4. 白酒消费者粘性指标选取

在图 2 所示的白酒消费者粘性指数(T-CSI)改进模型中，需求频次、品牌效应和消费者意愿这三个维度为消费者粘性指标评价的一级指标，与其对应的潜变量称为二级指标，二级指标对应的问卷中的对应问题称为三级指标。表 2 为白酒消费者粘性模型指标体系的分层结构，其中三级指标的得分根据被调查者的选择得出，二级指标由三级指标计算得出，最终得到由 21 个变量观测指标组成的白酒消费者粘性评价指标体系。

Table 2. Hierarchical structure of model index system
表 2. 模型指标体系的分层结构

分析维度	二级指标	三级指标
需求频次	感知有用性	X ₁ 购买目的
		X ₂ 购买用途
品牌效应	可替代性	X ₃ 白酒种类
		X ₄ 饮用频率
	感知易用性	X ₅ 白酒度数
		X ₆ 制酒工艺
	产品质量	X ₇ 产品包装
		X ₈ 白酒酒瓶材质
	价格因素	X ₉ 价格结构
		X ₁₀ 价格体系管理
	品牌影响	X ₁₁ 品牌态度
		X ₁₂ 品牌知名度
消费意愿	购买意愿	X ₁₃ 购买意愿
		X ₁₄ 每月白酒消费
	转移成本	X ₁₅ 自用或公用白酒数量
		X ₁₆ 购买渠道
	专业素养	X ₁₇ 白酒品质
		X ₁₈ 白酒香型
	社会属性	X ₁₉ 用户年龄
X ₂₀ 用户职业		
X ₂₁ 用户收入		

4. 白酒消费者粘性综合评估

4.1. 白酒消费者粘性影响因素重要性计算

4.1.1. 数据检验

本文对收集到的问卷进行信度和效度检验。利用 Cronbach's α 系数来衡量, 通过 Python 计算得到 Cronbach's α 系数为 0.9695, 说明选择出的变量具有很强的可靠性。KMO 统计量取值 0.9843, 代表问卷的结构设计较好。Bartlett 球形检验近似卡方为 75792.595, 自由度为 861。并且 Bartlett 球形检验 P 值近似为 0, 这说明变量间具有相关性, 并验证了本部分对与白酒消费者粘性随机干扰项的正态性假定。

4.1.2. 模型指标定义

由于本文所选取的三级指标多为类别变量, 难以作为粘性因素直接带入模型计算, 因此将三级指标重新定义取值后作为样本特征进行建模, 如下表 3 所示:

Table 3. Model indicators and their values
表 3. 模型指标及其取值

模型指标	指标取值
X ₁	所选择的饮酒目的越多, 感知有用性越强; 取值范围为: 1~5。
X ₂	所选择的购买用途越多, 感知有用性越强; 取值范围为: 1~5。
X ₃	所选择的种类越多, 白酒可替代性越强; 取值范围为: 1~7。
X ₄	频率越高数值越高, 感知易用性越强; 其中不喝取值为 0, 每天都喝取值为 7。
X ₅	度数越高数值越高, 产品质量越高; 取值范围为: 1~4。
X ₆	看重制酒工艺取值为 1; 不看重取值为 0。
X ₇	看重包装取值为 1; 不看重取值为 0。
X ₈	看重酒瓶材质取值为 1; 不看重取值为 0。
X ₉	取值为所选频数的中位数, 价格越高数值越高, 价格因素的影响越强。
X ₁₀	该变量取值为被调查者选择的白酒价格体系管理的选项, 每种价格管理体系对应的数值不同。
X ₁₁	该变量取值为被调查者对白酒品牌态度的选项, 每种态度对应的数值不同。
X ₁₂	每种知名度对应的数值不同, 知名度越高, 其品牌影响力越强。
X ₁₃	接受意愿越强所对应的数值越高, 购买意愿越强; 非常愿意取值为 5, 其余选项依次减 1。
X ₁₄	该变量取值为被调查者选择的选项中位数, 每月消费越高, 其转移成本越高。
X ₁₅	所选择的数量越多, 其转移成本越高; 取值为所选个数。
X ₁₆	所选择的选项数量越多其转移成本越高; 取值为所选个数。
X ₁₇	所选择的选项品质越高, 其专业素养越高; 低端取值为 1, 其余选项依次加 1。
X ₁₈	不同的香型其取值不同: 清香型 1; 浓香型 2; 酱香型 3; 米香型 4; 兼香型 5; 其他香型 6。
X ₁₉	被调查者在 18~25 岁, 则指标取值为 1, 其余选项依次加 1。对应的取值越高, 社会属性越强。
X ₂₀	事业单位人员 1; 公司职员 2; 工人农民 3; 离退休人员 4; 教师 5; 学生 6; 其他 7。
X ₂₁	被调查者平均月收入在 1000 元及以下, 则指标取值为 1, 其余选项依次加 1。收入越高其取值越高, 社会属性越强。

本文得到变量之间的皮尔森相关系数, 并画出了热力图, 如图 3 所示, 颜色越接近红色说明相关性越弱, 可以发现变量 X₁ 购买目的与变量 X₁₄ 每月白酒消费、X₁₅ 购买白酒数量、X₁₆ 白酒购买途径和 X₁₇ 白酒品质相关性最强。除此之外还有, X₂ 白酒用途和 X₃ 白酒品牌与 X₅ 白酒度数、X₈ 白酒酒瓶材质、X₁₁ 对白酒品牌产品的态度和 X₁₈ 白酒香型相关性最强。

4.1.3. 参数选择与模型优化

将样本划分训练集和测试集, 训练集占全部样本的 80%, 测试集占全部样本的 20%, 并对全部样本进行归一化处理。在构建神经网络模型时, 参数的优化对提升模型的性能十分重要, 因此需要寻找最优的神经元个数。本文画出了神经元个数与对应模型的 R² 相关系数的折线图, 如图 4 所示。从图中可知当神经元个数为 29 时, 模型性能最优。同时利用 10 折交叉验证对这个结果进行验证, 结果相同, 说明多层感知神经网络模型有 29 个神经元时, 模型拟合效果最好。此时, 模型的 MSE 为 22.439, R² 相关系数为 0.9921, 可视化 29 个神经元权重如图 5 所示, 第 1 个、第 5 个、第 9 个、第 12 个、第 20 个、第 23 个、第 25 个和第 29 个神经元的权重较大。

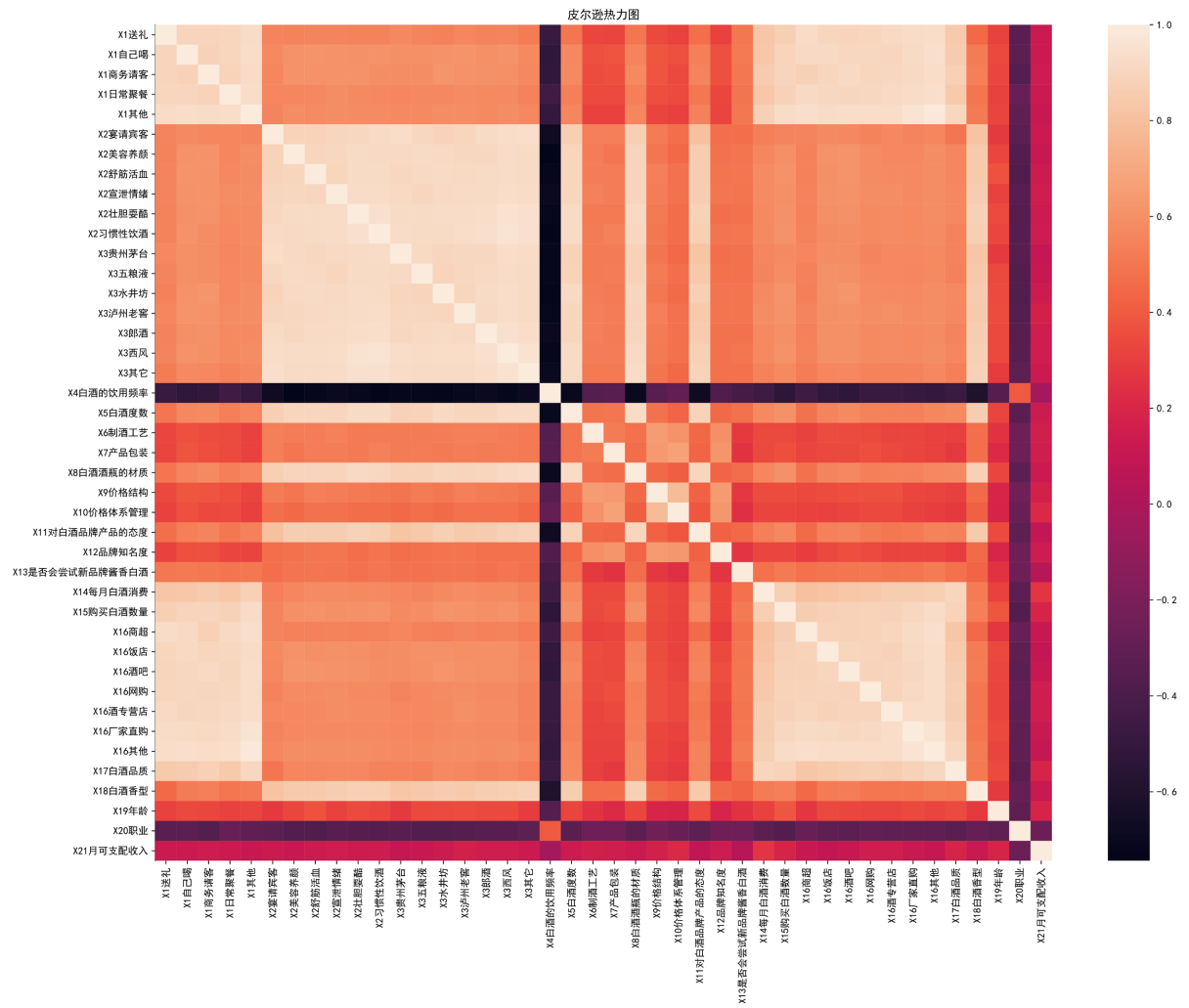


Figure 3. Thermal diagram of the factors affecting the stickiness of liquor consumers
图 3. 影响白酒消费者粘性因素的热力图

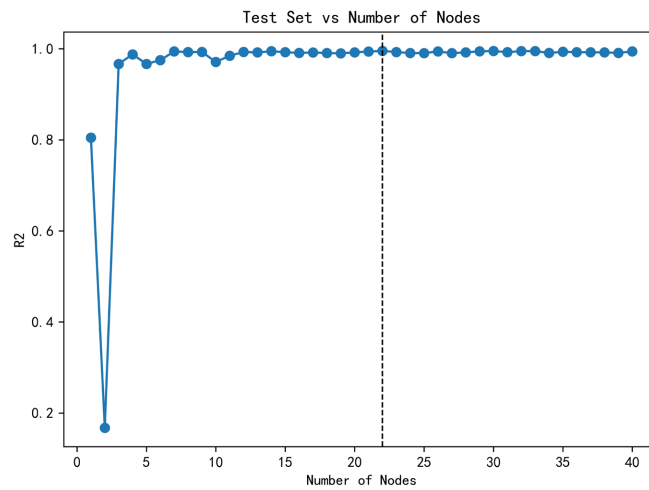


Figure 4. Find the line chart of the optimal number of neurons and R² correlation coefficient
图 4. 寻找最优神经元个数与 R² 相关系数的折线图

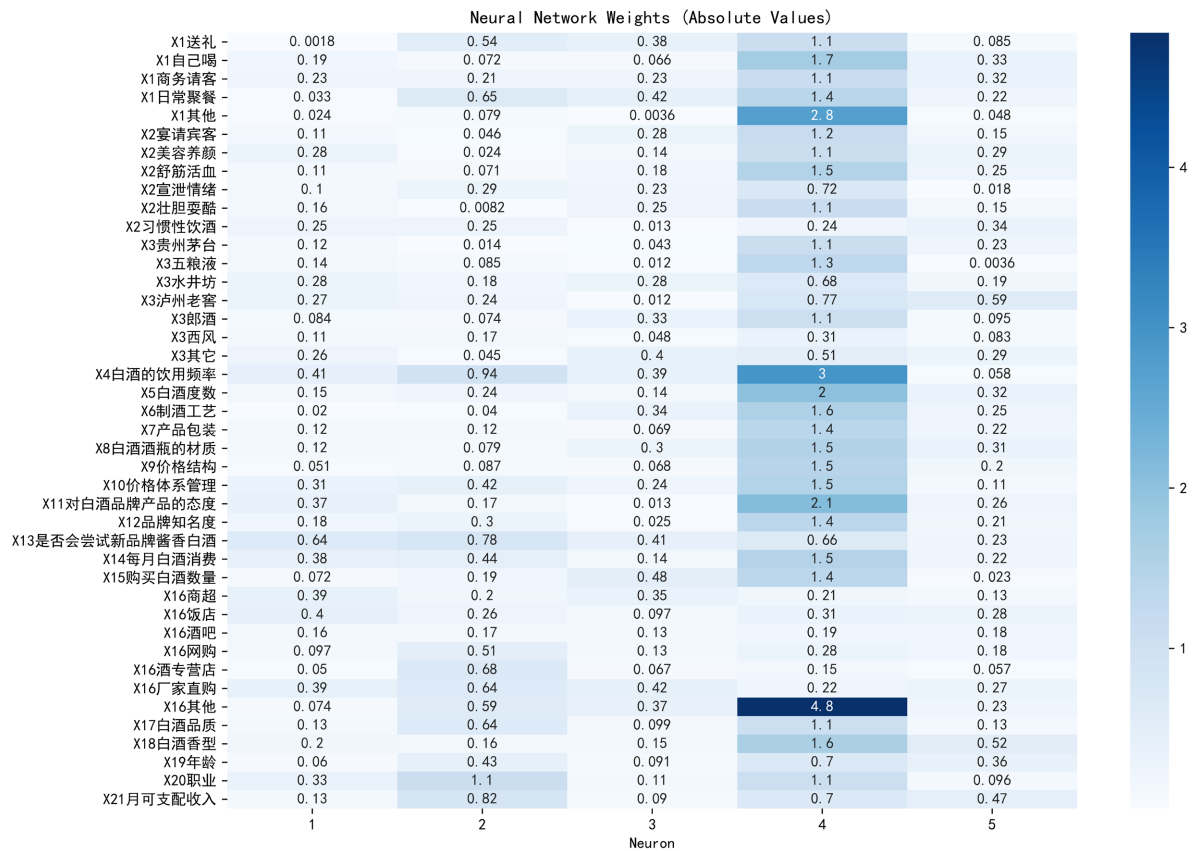


Figure 5. Visualization of 29 neuron weights
图 5. 29 个神经元权重可视化

4.1.4. 白酒消费者粘性影响因素重要性计算

将 29 个神经元的权重求绝对平均值，最后以此作为该特征即白酒消费者粘性某一影响因素的重要性程度值。最终计算得出的各影响因素重要性及排序如表 4 和图 6 所示。

Table 4. The hierarchical structure of the model index system
表 4. 模型指标体系的分层结构

分析维度	重要性	二级指标	重要性	三级指标	重要性
需求频次	0.375746	感知有用性	0.191847	X ₁ 购买目的	0.059618
				X ₂ 购买用途	0.132229
		可替代性	0.141881	X ₃ 白酒种类	0.141881
		感知易用性	0.042018	X ₄ 饮用频率	0.042018
品牌效应	0.315826	产品质量	0.143342	X ₅ 白酒度数	0.03461
				X ₆ 制酒工艺	0.036791
				X ₇ 产品包装	0.041913
				X ₈ 白酒酒瓶	0.030027
		价格因素	0.095380	X ₉ 价格结构	0.048027
				X ₁₀ 价格体系管理	0.047353
		品牌影响	0.077104	X ₁₁ 品牌态度	0.037293
				X ₁₂ 品牌知名度	0.039810

Continued

	购买意愿	0.014158	X ₁₃ 购买意愿	0.014158
			X ₁₄ 每月白酒消费	0.032814
	转移成本	0.134645	X ₁₅ 自用或公用白酒数量	0.020656
			X ₁₆ 购买渠道	0.081175
消费意愿	0.308429		X ₁₇ 白酒品质	0.027798
	专业素养	0.070433	X ₁₈ 白酒香型	0.042635
			X ₁₉ 用户年龄	0.025925
	社会属性	0.089193	X ₂₀ 用户职业	0.030456
			X ₂₁ 用户收入	0.032812

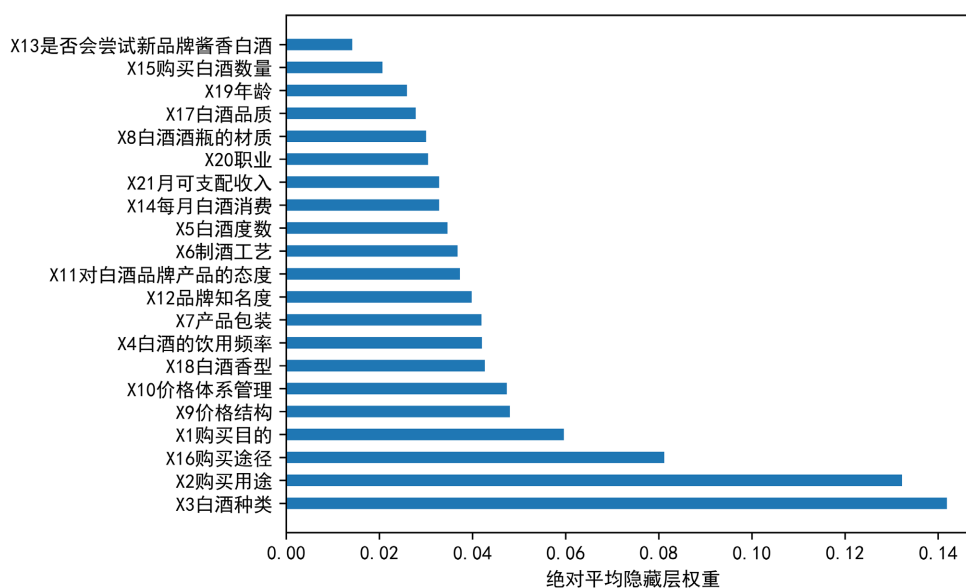


Figure 6. The importance ranking of the influencing factors of liquor consumer stickiness

图 6. 白酒消费者粘性影响因素重要性排序

4.2. 各维度下白酒消费者粘性影响因素综合分析

4.2.1. 需求频次对白酒消费者粘性的影响

需求频次对粘性的影响权重为 0.375746，在三个维度中占比最大。在需求频次的重要性中，感知有用性程度所占比重最大，这是因为消费者对于白酒需求的多元化，可见消费者最为关注的是白酒的购买目的和用途。其中，在需求频次的三级指标中，白酒的种类重要性最高，说明消费者最为在意白酒的种类，白酒种类会直接影响消费者的购买频次和欲望；其次，在需求频次维度中与白酒种类差距最小的是白酒购买用途，可见对于大多数消费者来说，白酒的品牌和用途非常重要。

4.2.2. 品牌效应对白酒消费者粘性的影响

品牌效应对消费者粘性的影响权重为 0.315826，在三个分析维度中处于中间位置。在这个维度中，消费者主要受到产品质量的影响，说明消费者非常注重产品质量，质量好的产品能激起消费者的购买欲望。其中，产品包装和制酒工艺重要性最高，产品包装较好的白酒必然更受消费者的青睐，并且制酒工艺也是消费者比较看重的一点，制酒工艺好的白酒必然口感会更优秀，随之愿意为之买单的消费者当然更多；其次是价格因素，其中的两个指标权重之间并没有区别；最后是品牌影响，根据权重可见消费者

购买白酒时比较考虑品牌因素，再加表 4 中白酒种类的权重较高，说明消费者比较看重白酒品牌和种类。

4.2.3. 消费意愿对白酒消费者粘性的影响

白酒消费者意愿的对消费者粘性的影响权重为 0.308429，是三个分析维度中最低的。在消费意愿中，消费者的转移成本和社会属性对粘性的影响权重较高；白酒消费者转移成本越高，越不会消费其它白酒品牌的产品，对原白酒品牌的粘性程度越高；消费者的社会属性越高，说明消费者购买白酒的需求越高，对白酒的粘性也越高。消费者对白酒的专业素养对粘性的影响较小，说明是否会品鉴白酒，并不会导致消费者粘性产生很大变化。

4.3. 基于 SHAP 值的白酒消费者粘性影响因素分析

4.3.1. 白酒消费者粘性影响因素的相关性分析

本文使用 SHAP 值解释多层感知神经网络(MLP)计算出的特征重要性。在每个消费者粘性的预测中，每个指标都可能对预测结果产生不同的影响。SHAP 值的优势在于它能够对每个指标对消费者粘性的解释，并且 SHAP 值越大，意味着该指标对消费者粘性的影响程度越大。与特征重要性相比，SHAP 值最大的优势是 SHAP 能计算出每一个样本的各个指标对粘性的影响力以及影响的正负性。

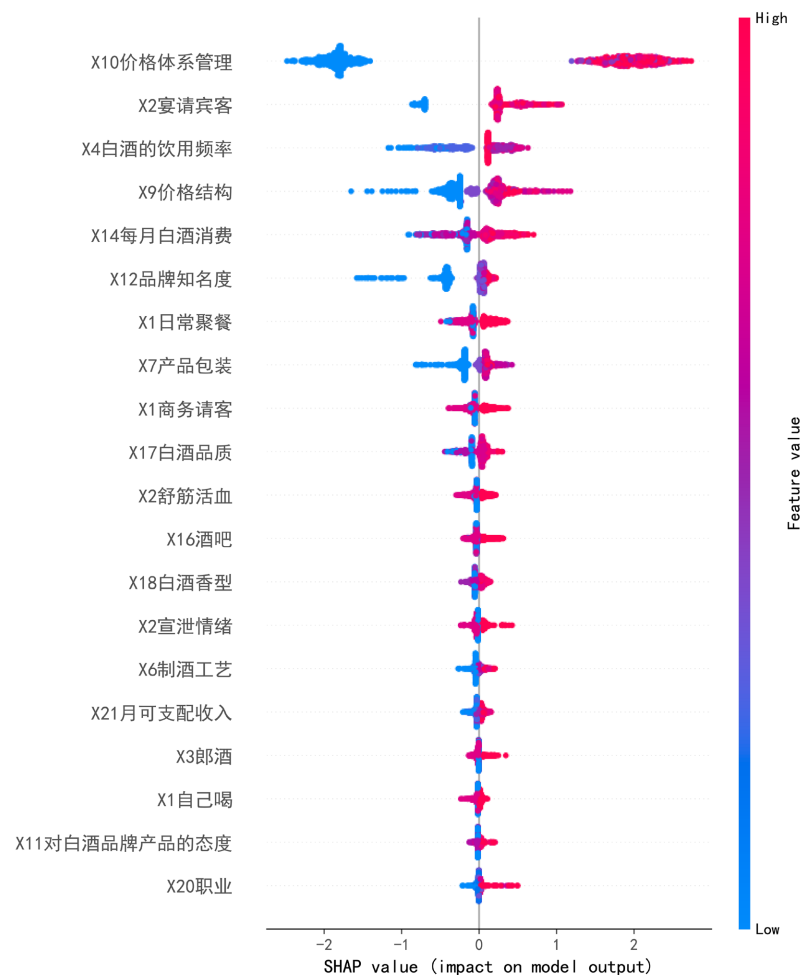


Figure 7. Visualization of the overall SHAP value

图 7. 整体 SHAP 值的可视化

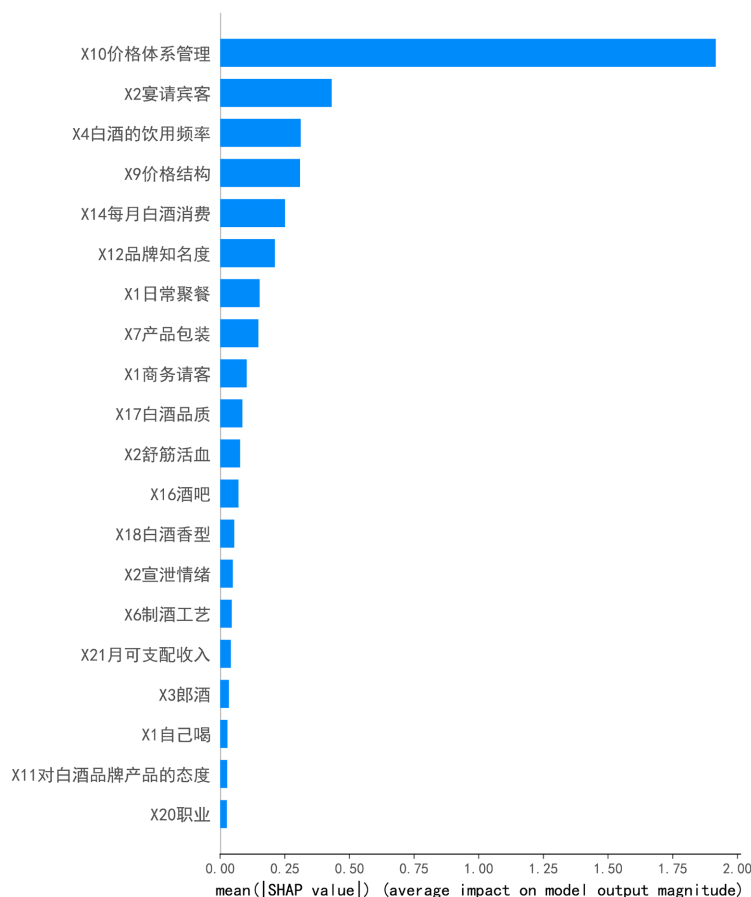


Figure 8. The relative importance of the indicators affecting the stickiness of liquor consumers

图 8. 各影响白酒消费者粘性的指标相对重要性

图 7 是对特征进行整体 SHAP 值的可视化，图中每一行代表一个特征，横坐标为 SHAP 值。一个点代表一个样本，颜色越红说明特征本身数值越大，颜色越蓝说明特征本身数值越小；图 8 是各影响白酒消费者粘性的指标相对重要性排序。由图 8 可知，影响白酒购买因素对白酒消费者粘性特征综合评价价值影响相对重要性排序依次为价格体系管理、喝酒目的、白酒的饮用频率、价格结构、每月白酒消费、品牌知名度、买酒用途、产品包装、白酒品质、白酒香型、制酒工艺、月可支配收入、职业。同时由图 7 可以看出，各影响白酒消费者粘性的因素中除每月白酒消费、买酒用途、喝酒目的、白酒品质、购酒场合、白酒香型外，其余指标 SHAP 值均呈明显的“蓝左红右”的分布态势，与白酒消费者粘性呈正相关。各指标重要性排序为绝对值的均值，不排除某些综合低影响指标在部分区间的影响较显著。如职业虽数值显现为对白酒消费者粘性影响不显著，但影响较低的职业 SHAP 值大多聚集于 0 附近，对白酒消费者粘性消极影响较小，而影响较高的职业 SHAP 值提升较快，较高的职业水平对白酒消费者粘性较为显著。

4.3.2. 白酒消费者粘性影响因素的协同作用

树模型实现了快速、精确的两两交互计算，这将为每个预测返回一个矩阵，其中主要影响在对角线上，交互影响在对角线外。影响白酒消费者购买白酒的因素对白酒消费者粘性的影响非简单相加，SHAP 解释结果包括指标主要影响以及其他指标对其的交互影响，当 SHAP 交互作用大于 0 时，认定两者存在协同作用，即该指标对白酒消费者粘性影响在另一指标同时作用下有所提升。由 SHAP 交互作用总览图

(图 9), 可知影响白酒消费者购买白酒的因素间交互影响(非对角线)整体低于主要影响(对角线), 因此分析上述 SHAP 均值大于 0.5 的白酒消费者粘性有显著影响的指标与其交互作用最强的其他因素之间协同作用关系(图 10), 获取指标间交互作用值大于 0 的区间部分, 得出两指标共同作用提升区间。

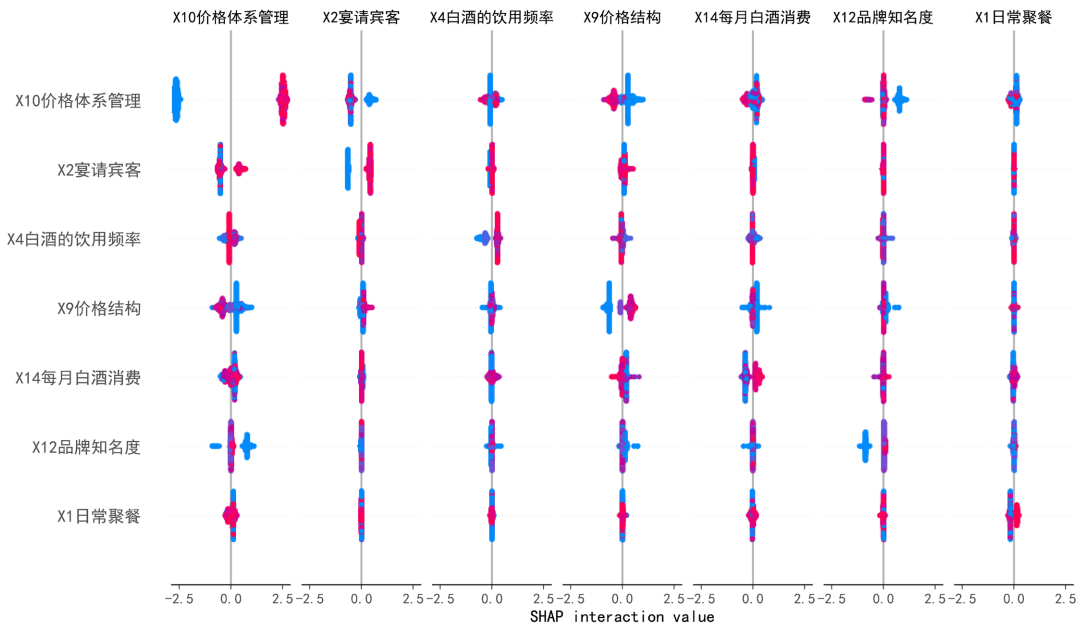
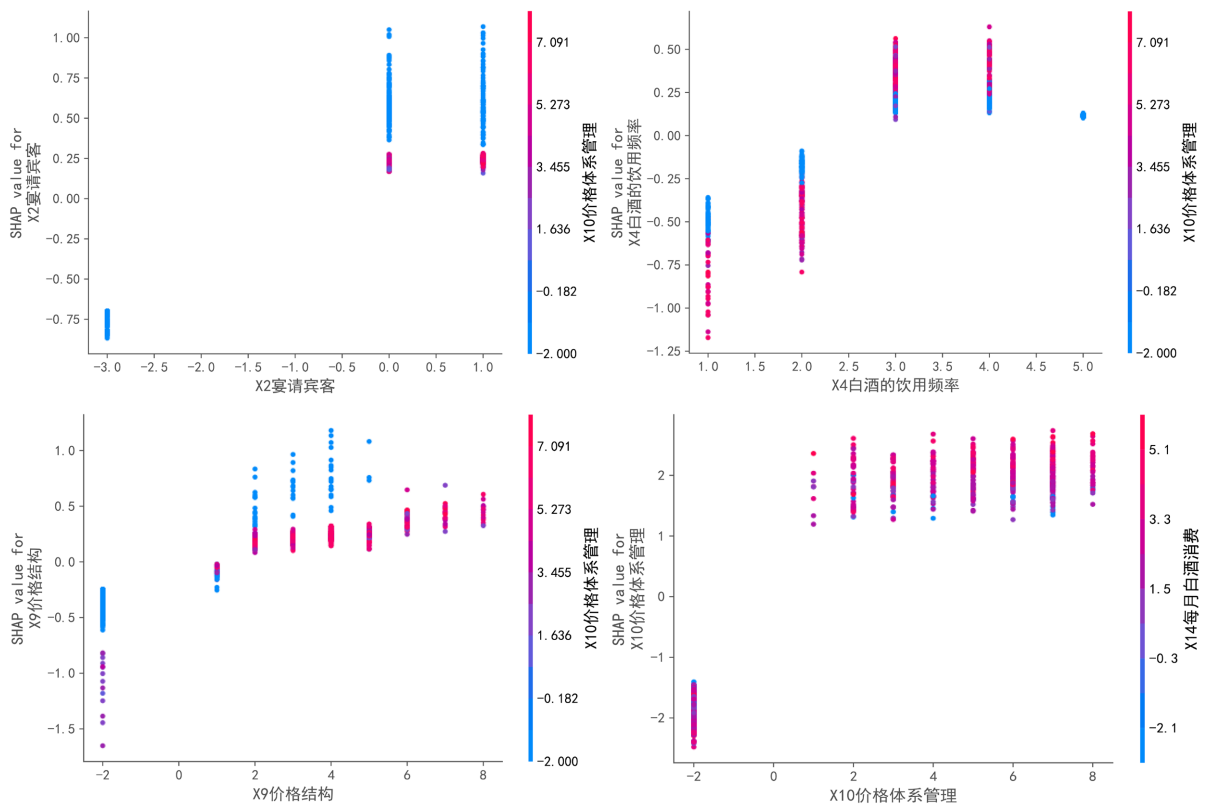


Figure 9. SHAP interaction overview
图 9. SHAP 交互作用总览图



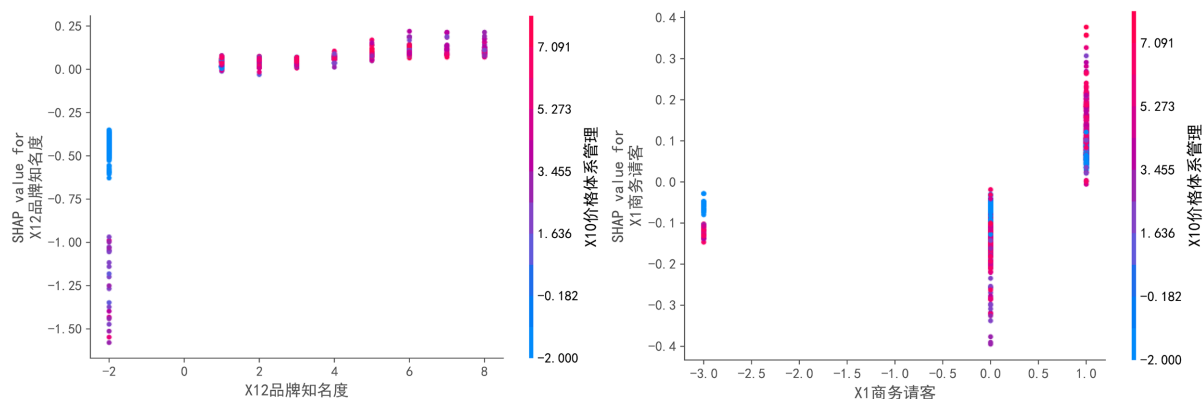


Figure 10. The synergistic relationship between price system management and other factors

图 10. 价格体系管理和其他因素之间协同作用关系

在需求频次、品牌效应和消费意愿的这三个维度中，品牌效应维度中的价格体系管理的特征重要性最强，因此本文主要关注与价格体系管理交互作用较强的指标，分别是宴请宾客、白酒的饮用频率、价格结构、每月白酒消费、品牌知名度以及日常聚餐。其中宴请宾客、日常聚餐、白酒的饮用频率都属于需求频次，价格结构和品牌知名度属于品牌效应，每月白酒消费属于消费意愿。所以将需求频次、品牌效应和消费意愿三个维度结合起来的共同作用对白酒消费者粘性的提高至关重要。

5. 总结与建议

5.1. 总结

本文分别从需求频次、品牌效应以及消费意愿三个维度分析了影响白酒消费者粘性的因素，构建了 MLP 和 SHAP 的白酒消费者的粘性分析模型，该模型以 MSE 为 22.439， R^2 相关系数为 0.9921 的较高准确性反映了影响因素的具体评价指标与粘性之间的关系。并且对已经构建好的模型的所有神经元的权重变为数据框进行可视化，结果可以得出，需求频次、品牌效应以及消费意愿三个维度所占的权重分别为 37.57%、31.58% 和 30.84%。

其中感知有用性程度对于白酒需求频次的重要性最大，占比 19.18%，消费者最关注白酒的购买目的和用途，白酒种类对需求频次有最大影响。品牌效应对消费者粘性的影响权重处于中间位置，消费者主要受产品质量的影响，其中产品包装和制酒工艺对消费者影响最大，价格和品牌因素也会影响消费者购买决策。白酒消费者意愿对消费者粘性的影响权重最低，但是转移成本和社会属性对粘性的影响较高，转移成本越高，消费者越不愿转向其他品牌，消费者的社会属性越高，对白酒的粘性程度也越高。

综上所述，消费者在购买白酒时最重要的考虑因素是感知有用性所属的需求频次，其次是品牌效应和消费者意愿。但考虑这三个维度的交互作用时，这些因素结合起来对白酒消费者粘性的增加最为重要。

5.2. 相关建议

5.2.1. 针对需求频次

定制化产品能够增加消费者对品牌的粘性，通过收集消费者的数据和了解其喜好，便于推出定制化的白酒产品，能更好地满足消费者个性化的需求，提高其对品牌的忠诚度。同时，通过优化包装设计，突出产品特色和酒的品质，也能增加消费者的购买欲望和粘性。建议多元化白酒产品种类、了解消费者对白酒种类的需求、提供多样化的产品，满足不同消费者的口味和需求，以增加购买频次和欲望。与此同时强调产品用途和价值，向消费者传达白酒的多种用途和价值，例如作为礼品、社交聚会的必备品，

强调白酒的实用性和社交属性。

5.2.2. 关于品牌效应

建立品牌认知度和信任度是提升消费者粘性的重要因素之一，可以通过增加品牌的宣传和参与各类展会等方式来提高品牌的认知度，而且提供高品质的产品和优质的售后服务也是关键，以增加消费者对产品的信任度，注重产品质量，确保产品质量的稳定和高品质，这对于消费者购买欲望和忠诚度是至关重要的。同时优化产品包装和制酒工艺，设计吸引人的产品包装，加强对制酒工艺的宣传，提升消费者对产品的认知和好感度。还要建立强大的品牌影响力，通过提供真实的品牌故事和历史，塑造独特的品牌形象和价值观，以增加消费者对品牌的认同和忠诚度。

5.2.3. 考虑消费意愿

与消费者建立良好的互动关系是提高消费者粘性的有效策略。了解消费者的需求和偏好，并针对性地推出符合需求的产品和服务，不断调整和优化，以提高消费者的满意度和粘性。开展会员制度并提供优惠服务可以激励消费者的购买积极性和忠诚度。建议提高消费者转移成本，提供会员制度、优惠折扣和增值服务等，减少消费者转向其他品牌的动力，增加消费者粘性。而且可以考虑提供专业素养培养机会，例如举办白酒品鉴活动、培训课程等，帮助消费者提升对白酒的专业素养和品鉴能力，增加对品牌的认同度。

基金项目

本研究由国家自然科学基金(No. 72261005)资助。

参考文献

- [1] 由军强. 新零售背景下 O2O 渠道整合与消费者粘性的相关性: 考虑感知风险的中介效应[J]. 商业经济研究, 2023(6): 47-50.
- [2] 李永涛. 大数据营销对消费者的负面效用: 表现、成因与防范[J]. 商业经济, 2022(4): 58-61.
<https://doi.org/10.19905/j.cnki.syj1982.2022.04.047>
- [3] 贾微微. 社会网络环境下网络品牌粘性构建的复杂结构路径——消费者共创视角[J]. 技术经济与管理研究, 2017(6): 19-24.
- [4] 岑敏. 网络社区 B2C 电子商务平台用户粘性影响因素研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2017.
- [5] 黄卉, 沈红波. 信用卡市场利率粘性和消费者行为研究综述[J]. 上海金融, 2011(6): 86-90.
- [6] 付饶, 王书博, 刘智权, 等. 基于随机森林模型的茶叶消费者粘性影响因素分析[J]. 中国茶叶, 2022, 44(1): 37-43.
- [7] 殷淑娥, 田伟. 体验感知视角下线上零售业特性影响消费者消费意向的机制研究[J]. 商业经济研究, 2023(10): 51-55.
- [8] 马翔, 邵嗣杨, 刘凡. 配电物联网数据留存与价值数据延伸处理方法研究[J]. 电子设计工程, 2021, 29(5): 108-113. <https://doi.org/10.14022/j.issn1674-6236.2021.05.023>
- [9] 覃红霞, 李政, 周建华. 不同学科在线教学满意度及持续使用意愿——基于技术接受模型(TAM)的实证分析[J]. 教育研究, 2020, 41(11): 91-103.
- [10] 罗昕楠. 社交电商环境下线上互动对用户粘性的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 东北财经大学, 2022.
<https://doi.org/10.27006/d.cnki.gdbcu.2022.001510>
- [11] 易加斌, 纪淑娴. 基于畅体验的消费者网络购物行为的实证研究[J]. 统计与决策, 2011(21): 51-54.
<https://doi.org/10.13546/j.cnki.tjyjc.2011.21.027>
- [12] 彭胜志, 段敏. Sinobrand 模型在我国白酒企业品牌价值评估中的改进[J]. 商业经济, 2020(4): 48-49+84.
<https://doi.org/10.19905/j.cnki.syj1982.2020.04.018>
- [13] 张剑渝, 徐杨, 李金哲. 白酒品牌价值评估与提升路径研究——以五粮液为例[J]. 中国酿造, 2021, 40(10):

231-234.

- [14] 武亚帅, 王俊山, 陈菲燕, 等. 白酒饮用冲突下的矛盾分析[J]. 中国酿造, 2022, 41(7): 233-242.
- [15] 陈力朋, 郑玉洁, 徐建斌. 消费税凸显性对居民消费行为的影响——基于情景模拟的一项实证研究[J]. 财贸经济, 2016(7): 34-49. <https://doi.org/10.19795/j.cnki.cn11-1166/f.2016.07.003>
- [16] 范思源. 我国高端消费品的营销策略优化——以白酒行业为例[J]. 现代商业, 2019(25): 31-32. <https://doi.org/10.14097/j.cnki.5392/2019.25.012>
- [17] 郭旭, 周山荣. 新市场环境下中国酱香型白酒营销策略研究[J]. 中国酿造, 2018, 37(8): 203-207.