

基于RFM与K-Means的智能家电消费者画像与营销策略研究

——以石头科技京东平台数据为例

周欣悦

南京邮电大学管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2026年7月14日; 录用日期: 2026年7月28日; 发布日期: 2026年9月10日

摘要

随着智能家居市场的快速发展, 扫地机器人作为代表性智能家电产品, 其消费群体规模日益扩大, 消费需求呈现多样化与分层化趋势。本研究基于石头科技扫地机器人在京东平台的消费数据, 结合RFM客户价值模型与K-Means聚类算法对消费者行为特征进行分析, 以探究消费者的行为差异, 为企业精准营销提供数据支撑。研究发现: 消费者可划分为高价值品质偏好型、中等性价比导向型与低价格敏感型三类群体, 并基于评论内容、购买时间偏好及对促销活动的响应差异, 分析各类群体的行为特征。研究结论为智能家电企业实施精准营销、优化产品定位及加强客户关系管理提供了数据支撑与方法参考。

关键词

扫地机器人, 消费者行为, RFM模型, K-Means聚类, 用户画像

Research on Consumer Profiling and Marketing Strategy of Smart Home Appliances Based on RFM and K-Means

—A Case Study of Roborock Technology's JD Platform Data

Xinyue Zhou

School of Management, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing Jiangsu

Received: July 14, 2026; accepted: July 28, 2026; published: September 10, 2026

Abstract

With the rapid development of the smart home market, robotic vacuum cleaners, as representative smart home appliances, have seen a continuous expansion in their consumer base, while consumption demands have become increasingly diversified and stratified. Based on the consumption data of Roborock robotic vacuum cleaners on the JD platform, this study combines the RFM customer value model and the K-Means clustering algorithm to analyze consumer behavior characteristics and explore behavioral differences among consumers, so as to provide data support for enterprises to implement precision marketing. The study finds that consumers can be divided into three categories: high-value quality-oriented consumers, medium-value cost-performance-oriented consumers, and low-value price-sensitive consumers. This paper further analyzes the behavioral characteristics of each group based on review content, purchase time preferences, and differential responses to promotional activities. The research conclusions provide data support and methodological references for smart home appliance enterprises to carry out precision marketing, optimize product positioning, and strengthen customer relationship management.

Keywords

Robotic Vacuum Cleaner, Consumer Behavior, RFM Model, K-Means Clustering, User Profiling

Copyright © 2026 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

随着人工智能、物联网等数字技术的深度融合与快速迭代，智能家居产业正迎来爆发式增长期。扫地机器人作为智能清洁领域的代表性产品，凭借其解放人力、提升生活效率的核心价值，已逐渐从可选消费品向家庭刚需品转变，市场规模持续扩大，消费群体日益多元。然而，在信息过载、产品同质化加剧的背景下，消费者的需求呈现出显著的个性化、分层化与动态化特征，传统的模式化营销模式已难以满足企业精细化运营的需求。如何通过数据挖掘技术深入洞察消费者行为特征，实现精准用户分群与差异化策略制定，已成为智能家电企业提升市场竞争力的关键命题。

现有关于智能家居消费行为的研究虽已涵盖技术采纳、感知价值、决策机制等多个维度，但仍存在两方面局限：其一，研究视角多聚焦于理论模型推导或小规模问卷调查，缺乏对电商平台海量真实交易数据的实证分析，难以全面反映数字时代消费者的实际行为模式；其二，对用户分群的探讨多基于单一维度，未能充分结合客户价值与行为特征进行多维度聚类，导致企业难以制定针对性的营销策略。

为弥合上述研究缺口，本研究选取行业领先品牌石头科技在京东平台的消费数据作为样本，通过融合 RFM 客户价值模型与 K-Means 聚类算法，并结合消费者评论、购买时序及促销响应等多元数据进行消费者画像，进行智能家电行业的实证案例研究。本研究旨在为石头科技及同类智能家电企业提供基于数据驱动的、可直接应用于业务实践的市场洞察与决策参考。

2. 文献综述

2.1. 网络消费行为研究

网络消费行为研究伴随电子商务模式的演进而不断深化，呈现出从单一因素影响向多维度交互作用

的转变。早期研究主要关注网络消费者与传统消费者的行为差异,强调时间成本、购物便利性、价格优势及个性化服务等外部因素对购买决策的主导作用[1][2]。然而,随着社交电商、直播带货等新业态的兴起,研究视角逐渐转向消费者心理机制与外部情境的交互影响。张翔和张立畅指出,在“网络造节”背景下,社会价值与情感价值对消费行为的促进作用已超过传统质量价值[3];丁文剑基于计划行为理论发现,社交电商中主观规范、感知行为控制及个人创新意识对购买意愿的影响更为显著[4];沈燕和赵红梅则证实,直播场景中的实时互动是激发冲动性购买的核心情境因素,但时间压力等传统调节变量的效应有所弱化[5]。

综上,随着电子商务模式从传统形态向社交电商、直播带货等新业态演进,对于网络消费行为的研究已形成“感知价值-社会规范-互动情境-信息信任”的多重驱动框架。这一框架为本研究从多维视角解析扫地机器人消费者的决策逻辑提供了坚实的理论基础。

2.2. 智能家居市场的消费行为研究

智能家居消费行为研究近年来逐步突破传统技术接受模型(TAM)的局限,向用户画像、决策机制与营销策略响应的整合性框架拓展。

在消费者特征与需求分层方面,现有研究普遍认为智能家居消费主力呈现年轻化、高学历、高收入特征,且集中分布于一二线城市,购买动机以提升生活便利性与安全性为核心[6]。进一步研究发现,需求存在显著异质性:年龄、性别差异会造成产品功能偏好分化(年轻男性偏好娱乐影音系统,年长群体及女性更关注健康管理)[7];同时,家庭结构也对智能家电产品的采纳与使用行为具有重要影响[8]。但高昂的价格仍是阻止消费者购买的核心因素,性价比由此成为消费者进行购买决策的关键变量[9]。

在决策机制层面,现有研究多强调体验整合与风险感知的核心作用。除产品兼容性等客观因素外,社会关系、隐私关注及个体差异等主观心理因素显著影响采纳意愿[8]。其中,“线下体验+线上购买”模式中,线下体验通过降低感知风险、提升感知质量,对线上购买形成链式正向驱动,且不同价格敏感度消费者呈现“阶段递延”或“阶段跨越”的差异化决策路径[9]。此外,基于用户评论的语义分析表明,清洁、导航、续航等核心性能与优质客户服务带来的情感体验共同构成满意度基础,消费决策逻辑已从单一功能比较转向全流程体验综合考量。

尽管现有研究已构建较为完善的智能家居消费行为分析框架,但仍存在实证数据局限性:多数成果依赖问卷调研或小样本案例,缺乏基于电商平台大规模真实交易数据的量化分析,导致研究结论的实践指导力不足。本研究正是基于这一缺口,利用石头科技京东平台消费数据,通过RFM模型与K-Means聚类算法的结合,对扫地机器人消费者进行多维度分群与行为特征刻画,以期为企业精准营销提供更直接的实证支撑。

3. 研究方法

3.1. RFM 模型

本研究采用RFM客户分类模型,对石头科技扫地机器人现有消费者进行分类,为后续的消费者分析做铺垫。

RFM模型是一种用于评估客户价值的数据分析方法,本研究根据消费者最近一次交易时间与当前时间间隔(Recency)、一定时间内的购买频次(Frequency)、以及购买金额(Monetary)三个指标数据,见图1,来区分、预测和判断消费者对品牌的贡献度[10]。

RFM模型根据每个指标数据的平均值,将每个客户的三个指标与平均值进行比较。如果对应字段的值小于均值,则权值为0,否则为1。据此,客户按价值可分为八种类型,具体分类标准如下表1所示。

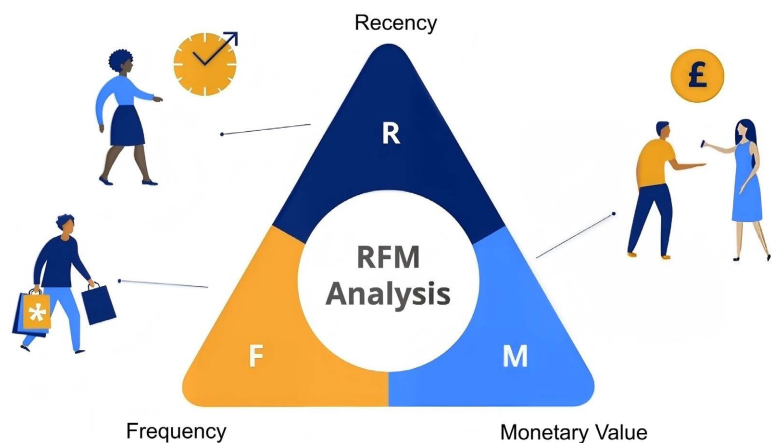


Figure 1. RFM model
图 1. RFM 模型

Table 1. RFM model analysis table
表 1. RFM 模型分析表

R 值	F 值	M 值	客户类型
0	1	1	重要保持客户
1	1	1	重要价值客户
0	0	1	重要挽留客户
1	0	1	重要发展客户
0	1	0	一般保持客户
1	1	0	一般价值客户
0	0	0	一般挽留客户
1	0	0	一般发展客户

3.2. K-Means 聚类分析

本研究进一步采用 K-Means 聚类分析对消费者进行分类分析，并据此分析其购买决策过程的差异性。

K-Means 聚类分析是一种基于距离的聚类算法，其核心思想是将数据集划分为 K 个簇，每个簇由其内部所有数据点的均值(即簇心或中心)表示[11]。算法通过迭代过程，将数据点分配给最近的簇中心，并重新计算簇心，直至满足终止条件(如簇中心不再显著变化或达到预定的迭代次数)。

4. 数据采集及预处理

4.1. 数据采集

本研究选取京东(JD.com)电商平台作为数据来源。京东作为中国领先的 B2C 在线零售平台之一，市场份额巨大，用户基础广泛，其消费数据具有较高的代表性，能够有效反映目标消费群体的行为特征。并且，石头科技(Roborock)在京东平台设有官方旗舰店，确保了数据来源的权威性与准确性。

数据采集工作借助八爪鱼采集器完成。本研究爬取了石头科技官方旗舰店在 2024 年 8 月至 2025 年 2 月日期间与扫地机器人产品相关的消费者购买记录与评论信息。采集的数据字段主要包括：订单号、用

户 ID、购买时间、商品名称、型号系列、价格、支付金额、会员等级、评价内容、评价星级等。经过数据清洗(如去重、处理缺失值、剔除无效订单),最终获得 4823 条有效订单记录,涉及 2915 个独立用户 ID。

4.2. 数据预处理与 RFM 模型应用

为应用 RFM 模型与 K-Means 聚类,本研究先对采集到的原始数据进行预处理。

RFM 指标计算: 基于用户 ID 聚合,计算每位用户的 R (距分析截止日的最近购买天数)、F (总购买频次)、M (总支付金额)。根据 R、F、M 各自的平均值,将每个用户的三个指标二值化(高于均值为 1,否则为 0),具体结果如图 2 所示,并依据表 1 的 RFM 模型分析表对用户进行价值分类。

Ab group_会员	# Frequency	# Recency	# Monetary	Ab binaryRFMClass	Ab RFMClass
b***j	1	56.0	4079.0	000	0
u***q	11	13.0	38149.0	110	6
巧***心	1	62.0	4249.0	001	1
灰***0	1	80.0	4759.0	001	1
大***s	1	12.0	4879.0	000	0
C***皮	1	14.0	4879.0	000	0
卷***u	1	35.0	3569.0	000	0
琪***1	1	18.0	3569.0	000	0
红***3	1	29.0	3569.0	000	0
大***哥	1	9.0	3059.0	000	0
春***知	1	34.0	3484.0	000	0
7***e	2	49.0	6458.0	100	4
C***9	2	110.0	6473.0	101	5
金***1	2	110.0	7583.0	111	7

Figure 2. Aggregated data results
图 2. 聚合数据结果

特征工程: 为进行 K-Means 聚类,从订单数据中提取并构建了 5 个聚类特征变量:产品价格、产品系列(分类变量,包括 G/V/P 等)、产品型号、会员等级(分类变量)。

数据编码与标准化: 对产品系列、会员等级等分类变量采用独热编码,将其转换为二值特征向量,以避免聚类算法误读类别间的序列关系;对产品价格、产品型号(如型号中的数字可能隐含代际信息)等数值型变量,采用 Z-score 标准化,以消除不同特征量纲的影响,确保各特征在聚类分析中具有同等的重要性。

5. 消费者行为特征分析

消费者购买决策始于其对现状与期望状态间差距的认知。在智能家居市场快速发展的背景下,消费者对扫地机器人的需求日趋多元化。本章节首先对消费者基础信息进行描述性统计分析,进而结合 RFM 模型与 K-Means 聚类方法,对石头科技扫地机器人的消费者市场进行细分研究。

5.1. 消费者基础信息描述性分析

基于前人对石头科技家用清洁机器人的差异化营销策略研究，消费者基础信息描述性分析可精简整合如下：

消费者群体以中青年为核心，男性(54%)略多于女性(46%)。婚姻状况以已婚为主(78%)，反映家庭场景需求显著。收入层面，个人月收入集中于 10,000~20,000 元区间(43.75%)，经济基础较好。地域分布高度集中于一、二线城市(合计 73.2%)，三、四线及以下占比不足三成，体现经济发展水平与购买力的强关联[12]。

综上所述，石头科技扫地机器人的核心消费者画像可概括为：以中青年、收入水平较高、居住于一、二线城市的已婚人士为主。企业应深入洞察该核心群体的偏好与需求，以巩固并扩大市场份额。

5.2. 基于 RFM 模型的消费者价值分类分析

本节对石头科技电商平台的消费数据进行处理，并运用 RFM 模型对消费者进行价值划分。根据表 1 的分类标准为用户赋予 RFM 类别标签，其分布情况如图 3 所示。

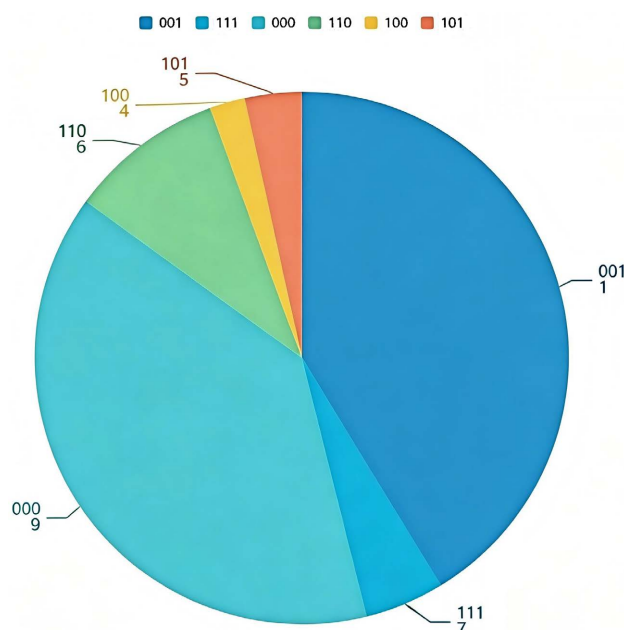


Figure 3. Consumer value segmentation analysis based on the RFM model
图 3. 基于 RFM 模型的消费者价值分类分析

如图 3 所示，石头科技扫地机器人用户的价值分布呈现出多元化特征。其中，“一般挽留客户”(RFM 编码：000)与“重要挽留客户”(RFM 编码：001)占比最高。作为耐用消费品，扫地机器人的复购周期通常较长，多数家庭短期内不会重复购买，因此“一般挽留客户”占比较高与市场实际情况相符。“重要挽留客户”则表现为“高价值、低频率”的消费特征，其购买决策过程通常更为审慎，涉及较长时间的信息搜集、产品比较与品牌评估。

5.3. 基于 K-Means 聚类的消费者画像绘制

本研究进一步利用 K-Means 聚类算法对消费者进行画像刻画。基于所获取的消费者购买数据，选取产品价格、产品系列、产品型号、是否参与补贴活动及会员等级等 5 个变量作为聚类因子，以划分具有不同特征的消费者群体，从而更深入地理解其需求差异。具体分析步骤如下：

步骤一：基于肘部法确定聚类数 K

当聚类数 K 小于真实类别数时，增加 K 值会显著提升簇内聚合度，导致簇内误差平方和(SSE)急剧下降。当 K 值达到真实类别数后，继续增加 K 值所带来的聚合度提升回报迅速减小，SSE 的下降幅度将明显放缓并趋于平缓。因此，SSE 随 K 值变化的曲线通常会呈现“肘部”形态，该拐点对应的 K 值即为较优的聚类数目。本研究通过肘部法确定，如图 4 所示，最优聚类数 $K = 3$ 。

步骤二：K-Means 聚类模型训练

对预处理后的数据进行特征选择，确定用于聚类的特征列，并设置算法参数进行模型训练，得到初步聚类结果。

步骤三：聚类结果汇总分析

对聚类结果进行分组统计，获取各类别的样本数量分布信息，结果如图 5 所示。

通过对聚类结果与各聚类因子进行相关性分析，发现聚类类别与产品价格、产品系列以及是否参与补贴三个因素相关性较高(具体见图 6)，相关系数分别达到 0.56、0.66 和 0.53。基于此，本研究对得到的 3 个聚类进行特征分析。

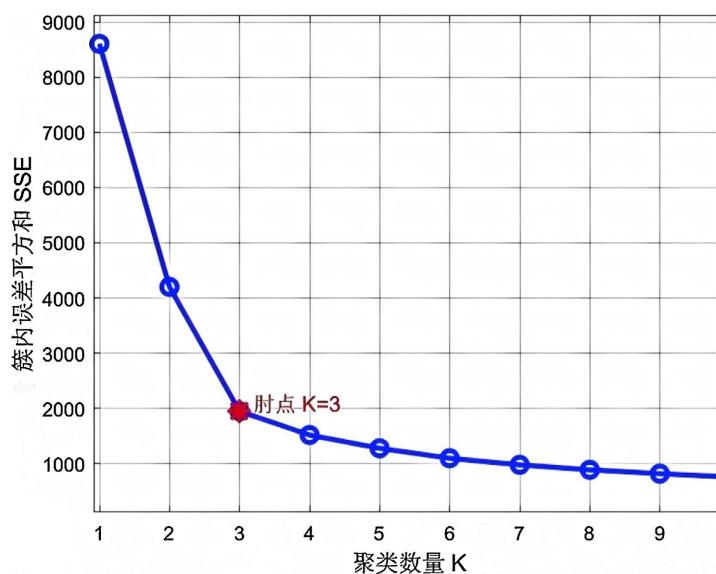


Figure 4. Optimal cluster number selection via the elbow method

图 4. 基于肘部法的最优聚类数确定

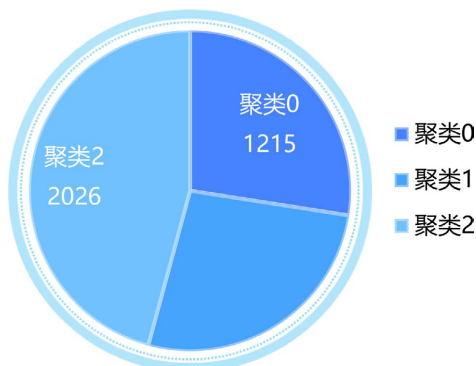


Figure 5. Cluster proportion results

图 5. 聚类占比结果

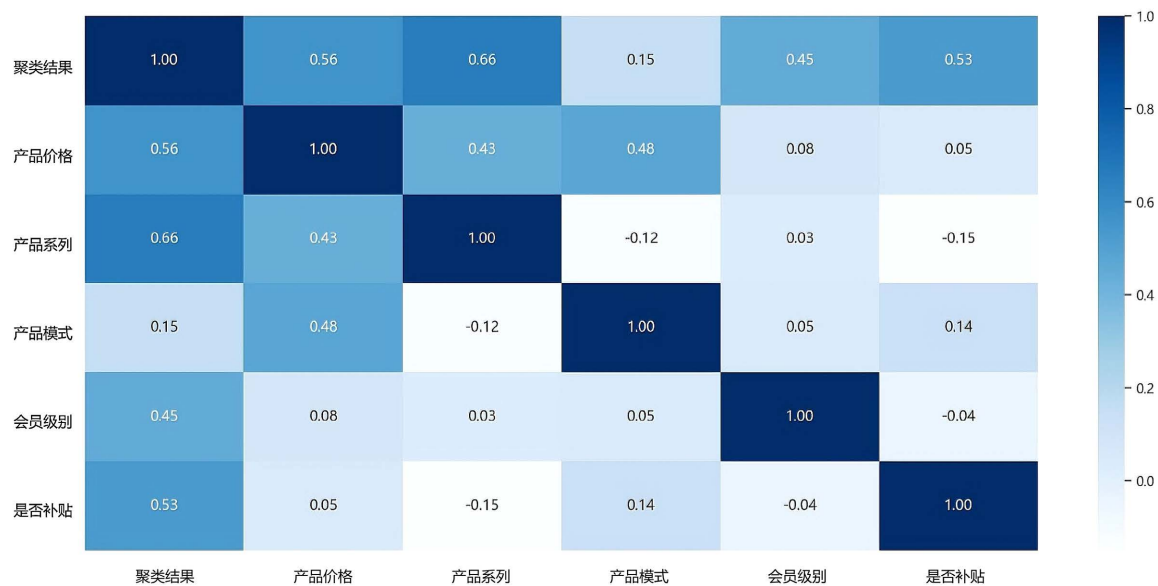


Figure 6. Correlation analysis
图 6. 相关性分析

聚类 0 (高价值品质偏好型, 占比 15.2%): 购买均价最高(约 4800 元), 全部集中在 G 系列产品, 对补贴活动参与度最低, 表明其对特定高端品牌的高度偏好, 且对价格不敏感。

聚类 1 (中等性价比导向型, 占比 52.1%): 购买均价中等(约 3750 元), 其中有 84.01%的消费者选择了 V 系列产品, 对促销活动有一定响应。这表明该群体更注重产品的性价比与实用功能。

聚类 2 (低价格敏感型, 占比 32.7%): 购买均价最低(约 2870 元), 且高达 94.17%的消费者选择了 P 系列产品, 对补贴活动参与度最高。这反映出该群体对价格具有较高的敏感性, 其购买决策主要基于满足基本清洁功能与成本控制。

结合前述描述性统计分析与 K-Means 聚类结果, 可将石头科技扫地机器人的消费者群体大致归纳为以下三类, 具体如图 7:

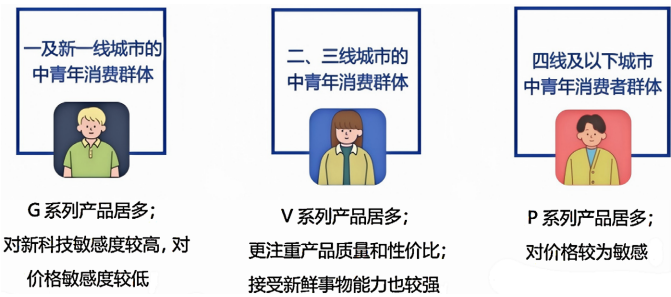


Figure 7. Consumer persona
图 7. 消费者画像

6. 结论与建议

6.1. 研究结论

本研究基于京东平台的石头科技扫地机器人消费数据, 运用描述性统计、RFM 模型与 K-Means 聚类方法, 对消费者行为特征进行分析。结论如下:

在消费者基本特征方面，石头科技扫地机器人的核心消费群体以中青年人群为主，具备较高收入水平，主要集中于一、二线城市，且以已婚群体占比最高。该群体整体呈现出对智能家电接受度高、注重生活品质与家庭清洁效率的特征。

在客户价值结构方面，消费者价值分布呈现多元化特征，其中一般挽留客户与重要挽留客户占比最高，表明扫地机器人作为耐用消费品，具有单次购买金额较高、使用周期长、复购频率低的典型品类属性。

在消费群体细分方面，依据产品价格、产品系列、消费偏好等维度，可将消费者划分为三类具有显著差异的群体：第一类为高价值品质偏好型消费者，倾向于选购 G 系列高端产品，注重技术性能与使用体验，价格敏感度较低；第二类为中等性价比导向型消费者，主要选择 V 系列产品，重视产品实用性与综合性价比；第三类为价格敏感实用型消费者，以 P 系列为主要购买对象，高度关注基础功能与终端价格，对政策补贴与优惠活动响应积极。

6.2. 营销建议

基于以上结论，本研究为石头科技及其同类智能家电企业提出以下针对性营销建议：

6.2.1. 差异化产品与市场策略

(1) 针对高价值品质偏好型消费者(聚类 0)

该群体购买均价约 4800 元，均选择 G 系列高端产品，对补贴与促销活动参与度最低，评论高频聚焦避障精准度、复杂家居适配、地毯越障、防缠绕等核心性能痛点，购买时间集中于新品首发期、品牌会员日及大促预售首日，对价格不敏感但对技术体验要求严苛。

营销层面，新品发布应重点宣导避障精度、越障能力、防缠绕结构的升级数据与实测效果，直接回应评论集中反馈的痛点；触达时间优先锁定新品预售期与大促首日，开放优先购与专属锁单通道；促销方式以免费上门安装、官方延保、终身配件折扣、专属客服等高价值权益为主，弱化直降与满减等常规优惠；渠道上联合科技类 KOL 开展极限场景测评，在线上高端会员专区与线下高端商圈举办私享品鉴会，增强用户忠诚度。

(2) 针对中等性价比导向型消费者(聚类 1)

该群体购买均价约 3750 元，大多数消费者选择 V 系列产品，评论高频关注续航时长、噪音水平、清洁力、耗材成本、日常实用性，购买时间集中于 618、双 11 中期及周末晚间，对套装优惠、满减、以旧换新等活动响应度最高，重视综合使用成本。

营销层面，产品宣传聚焦长续航、低噪音、易维护等高频需求，在详情页明确标注续航、分贝、耗材更换周期与成本数据；触达节点聚焦大促中期与晚间休闲购物时段，推送居家清洁场景化内容；促销以机器 + 耗材组合套餐、老用户升级补贴、同价位性能对比为核心，强化性价比感知；渠道上联合家居类博主开展真实户型实测，在京东主站突出性能参数与实用场景，提升决策效率。

(3) 针对低价格敏感型消费者(聚类 2)

该群体购买均价约 2870 元，绝大多数消费者选择 P 系列，评论高频强调基础清洁、操作简便、低价够用、省电耐用，购买时间集中于百亿补贴、秒杀日及月末节前清仓期，对限时直降、补贴、拼团等低价活动高度敏感。

营销层面，产品宣传聚焦基础清扫稳定、简单易用、低成本，弱化非必要智能功能；触达与活动布局优先锁定京东秒杀、百亿补贴、限时直降档期，节前集中推送低价提醒；促销以限时低价、入门款 + 基础耗材包为核心，突出刚需与高性价比；渠道面向下沉市场投放低成本解决家务痛点的短视频，联动社区团购与本地生活平台，降低决策门槛。

6.2.2. 精细化客户关系管理

(1) 针对“重要挽留客户”(RFM: 001)

该类用户呈现高金额、低频次特征,属于耐用消费品核心单次高价值用户,评论关注长期质量与售后保障,复购周期长。企业应按使用周期推送配件更换提醒与专属折扣券,每年开放以旧换新专属通道并提供老用户补贴,邀请其加入高端用户社群,享受优先售后、新品内测等专属权益,延长用户生命周期价值。

(2) 针对“重要保持客户”(RFM: 011)

该类用户高金额、高频次、品牌忠诚度高,多为家庭复购或送礼场景,重视服务体验与身份认同。可在生日与节日赠送定制礼品与专属福利,邀请参与产品改进调研并将建议纳入迭代反馈,提供家庭多机管理与场景化解决方案,强化情感绑定与归属感。

(3) 针对“重要发展客户”(RFM: 101)

该类用户低金额、高频次,多购买入门款且具备升级潜力,关注性价比提升路径。应定向推送 P 系列至 V 系列的升级指南,突出性能提升与体验改善,提供老用户专属升级补贴,结合真实用户升级前后对比案例激发需求,推动向中高端产品迁移。

6.2.3. 渠道与宣传优化

高价值品质偏好型用户聚焦京东高端会员专区、科技媒体与线下高端家居体验店,内容以技术参数、极限场景测评、避障导航实测为主;中等性价比导向型用户覆盖京东主站、小红书家居板块与抖音生活账号,内容侧重户型实测、续航噪音对比、长期使用成本分析;低价格敏感型用户侧重京东秒杀与百亿补贴频道、下沉市场短视频平台及社区团购渠道,内容突出低价、基础功能与简易操作,实现全人群、全渠道精准触达。

基金项目

本研究受到江苏省高等学校大学生创新创业训练计划项目(CXXZD2025078)资助。

参考文献

- [1] 叶文. 网络消费者购买行为分析[J]. 上海大学学报(社会科学版), 2001(4): 51-55.
- [2] 田剑, 冯鑫明, 祁丽. 电子商务环境下消费者行为分析[J]. 华东经济管理, 2001, 15(1): 90-92.
- [3] 张翔, 张立畅. 网络造节背景下消费者感知价值与消费行为分析[J]. 商业经济研究, 2020(13): 71-74.
- [4] 丁文剑. 计划行为理论下社交电子商务消费者行为分析[J]. 商业经济研究, 2019(3): 50-53.
- [5] 沈燕, 赵红梅. 基于情境理论的消费者冲动性购买行为分析——以淘宝直播秒杀为例[J]. 经营与管理, 2018(8): 124-130.
- [6] 郑昕怡. 江苏地区 421 家庭智能家居产品调研与消费者评价因子分析[J]. 设计, 2019, 32(17): 116-118.
- [7] 张露心, 曹阳. 物联网背景下智能家居市场的发展前景——基于消费者行为调查的分析[J]. 全国流通经济, 2021(7): 6-8.
- [8] 李季, 王莹, 马璞. 万物互联与消费者行为的研究评述和展望[J]. 管理科学, 2021, 34(5): 3-15.
- [9] 杨栩, 孟明明, 李宏扬. 智能家居联动场景下消费者线下体验对线上购买行为的链式影响机制研究[J]. 商业研究, 2022(4): 67-75.
- [10] 余方超, 徐雷, 张国锋, 等. 基于 RFMI 模型的家电产品定制服务的客户价值研究[J]. 制造业自动化, 2023, 45(1): 91-94, 100.
- [11] 贾瑞玉, 李玉功. 类簇数目和初始中心点自确定的 K-Means 算法[J]. 计算机工程与应用, 2018, 54(7): 152-158.
- [12] 谢雪玲. S 公司家用清洁机器人的差异化营销策略研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连海事大学, 2023.