

# 基于 Kruskal-Wallis 算法的卫生巾市场消费现状与需求分析

朱金桂, 高坚国, 陈心语, 詹富婕, 刘芸, 周大镛, 林培琪

惠州学院 数学与统计学院, 广东 惠州 516007

DOI:10.61369/ASDS.2026010014

**摘要：** 在当前居民收入水平不断提升与健康消费理念持续升级的背景下，结合《“健康中国2030”规划纲要》的政策引导，本文聚焦于卫生巾市场在趋于饱和的背景下仍频现质量安全问题的现实，围绕行业实现高质量发展这一目标展开探讨。通过实施问卷调查与实地走访，研究构建了多维度分析体系，采用多元非线性回归、Borda 排序法、K-means 聚类及随机森林模型进行综合解析。研究结果显示，卫生巾市场已进入稳定阶段，增长动力主要来自产品升级，消费结构呈现高端化转变趋势，而安全监管仍是当前的核心难点。据此，本文提出应强化卫生巾质量标准的完善与关键指标的监督、促进产品创新与环保材料应用、推进精细化市场划分与精准营销策略、并提升社会对女性健康议题的关注程度等建议。

**关键词：** 卫生巾市场；K-means 聚类；推荐模型；Kruskal-Wallis 算法

## Analysis of Consumption Status and Demand in the Sanitary Napkin Market Based on the Kruskal-Wallis Algorithm

Zhu Jingui, Gao Jianguo, Chen Xinyu, Zhan Fujie, Liu Yun, Zhou Dazhuo, Lin Peiqi  
School of Mathematics and Statistics, Huizhou University, Huizhou, Guangdong 516007

**Abstract：** With the growth of residents' income and the upgrade of health consumption, coupled with the policy support from the "Healthy China 2030" plan, this paper focuses on the high-quality development of the sanitary napkin market against the backdrop of market saturation and frequent quality and safety incidents. Through questionnaire surveys and field visits, this paper constructs a multidimensional analysis framework and employs multiple nonlinear regression, Borda count, K-means clustering, and random forest models for analysis. The results indicate that the sanitary napkin market size is stabilizing, growth relies on product upgrades, consumer structure is shifting towards high-quality products, and safety regulation remains a key challenge. Based on these findings, this paper recommends strengthening the standardization of sanitary napkin quality and the regulation of key indicators, promoting product innovation and the use of eco-friendly materials, implementing refined market segmentation and precision marketing, and enhancing social attention to women's health issues.

**Keywords：** sanitary napkin market; K-means; recommendation model; Kruskal-Wallis algorithm

## 引言

随着我国居民收入提升与健康消费理念升级，城镇居民人均可支配收入年均增长7.14%，医疗保健消费支出复合增长率达14.04%，健康消费规模预计“十四五”末期突破18万亿元，为卫生巾市场奠定坚实基础。我国女性人口达6.89亿，卫生巾市场渗透率近100%，叠加国家政策推动行业标准化发展，行业增长潜力显著。但2024年以来，卫生巾“集体塌房”、翻新售卖等质量问题频发，长度虚标、pH值不达标等乱象引发广泛健康焦虑，市场供给与女性对安全高品质产品的需求严重脱节。

本文通过调研消费现状与需求特征，剖析行业痛点与优化路径，为产品研发、标准完善及政策制定提供数据支撑，助力健康中国建设，保障女性健康权益，推动行业高质量发展。

### 作者简介：

朱金桂，惠州学院数学与统计学院本科在读，研究方向为数学与应用数学；  
高坚国，惠州学院数学与统计学院本科在读，研究方向为应用统计学；  
陈心语，惠州学院数学与统计学院本科在读，研究方向为数据科学与大数据；  
詹富婕，惠州学院数学与统计学院本科在读，研究方向为应用统计学；  
刘芸，惠州学院数学与统计学院本科在读，研究方向为应用统计学；  
周大镛，惠州学院数学与统计学院，教授，硕士生导师，研究方向为数据挖掘；  
林培琪，惠州学院数学与统计学院，辅导员，研究方向为思想政治。

一、文献综述

卫生巾市场的研究主要涉及产品性能、安全标准、消费者心理及健康影响等方面。国内研究多聚焦于渗透率、功能改进及有害物质检测，探索产品创新与安全性保障。学者甘陆卓睿与何峰（2025）指出，卫生巾凭借高渗透性与便利性，已成为女性生活必需品<sup>[1]</sup>。李燕京（2024）认为，尽管市面上有宣称抑菌、香氛、草本等功能的卫生巾，但这些未必具备实际健康效益，消费者应更多关注吸收性能与皮肤友好性<sup>[2]</sup>。

在安全性研究方面，邢飞、颜怀玉等（2023）通过 HS-GC-MS 检测卫生巾中55种挥发性有机化合物（VOCs），建立了完善的定量分析体系，为有害物质监测提供了技术基础<sup>[3]</sup>。王琦等（2023）发现部分产品仍含微量芳香族化合物，提示在环保方面亟需改进<sup>[4]</sup>。郑靖（2020）警示，使用劣质卫生巾可能导致细菌滋生、瘙痒、异味等健康问题，甚至影响生殖健康<sup>[5]</sup>。这些研究揭示了卫生巾安全性与女性健康之间的紧密关系。

随着消费者健康意识的提高，市场逐渐从功能竞争转向健康与舒适导向。陈华蕾等（2022）强调，热湿舒适性能是评价卫生巾舒适性的重要指标，并通过产品测试提出改进建议<sup>[6]</sup>。我国卫生巾的标准体系也在持续完善。GB/T 8939-2018新增甲醛与荧光物质检测指标，优化了吸收性能和背胶测试方法<sup>[7]</sup>；GB 15979-2024《一次性使用卫生用品卫生要求》也正在加速实施<sup>[8]</sup>。目前，主要包括强制性国标 GB 15979-2024和推荐性国标 GB/T 8939-2018，体现了我国在生产规范方面的不断优化<sup>[9]</sup>。

国际研究更多关注公共健康与可持续性問題。Van Eijk 等（2021）综述了44项研究，发现可重复使用卫生巾（RMP）在低收入和中等收入国家逐渐普及，并在防渗漏与皮肤刺激率方面优于传统布料产品，但其推广仍受清洁条件的限制<sup>[10]</sup>。Blignaut 等（2025）从材料与环境角度指出，一次性卫生巾中的非降解塑料与邻苯二甲酸酯对环境与女性健康构成潜在威胁，呼吁发展可降解材料，以平衡性能与环保性<sup>[11]</sup>。

现有研究多从有害物质检测、国家标准适用性及宏观政策建议角度进行探讨，然而与女性实际健康需求的结合尚显不足。由于卫生巾是直接接触女性敏感部位的日常必需品，其质量安全直接关系到女性健康。从健康视角出发，研究其市场消费现状和消费者需求，具有重要现实意义。

在市场规模持续扩大的背景下，回应女性消费者的真实需求，提升产品质量与行业创新水平，已成为推动卫生巾市场发展的核心议题。本文旨在通过健康导向的市场调研，精确对接消费需求，并提出发展建议，推动行业的可持续发展。

二、调查方案设计及实施

（一）调查内容

本调研聚焦于女性消费者的个体特征、消费行为、需求偏好及市场反馈四个核心维度。在个体特征层面，涵盖15-49岁女性的年龄段、职业类型、所在地区等基础信息，并整合初潮年龄、月经周期规律性、经期不适症状等生理指标，为细分群体识别奠定基础；消费行为层面重点收集卫生巾更换频率、常用品牌、产品类型及购买渠道等数据，以揭示消费习惯规律；需求偏好层面

通过量表量化消费者对吸收性、舒适度、材质安全性等8项关键属性的重视程度，同时调研对特殊功能（如防过敏、有机材料）的需求及支付意愿；市场现状部分则关注产品质量痛点、现有产品不足及未来发展趋势，全面映射市场供需矛盾。

（二）调查方法

本调研采用多源数据融合策略，通过文献调查、问卷调查与深度访谈相结合的方式提升数据可信度。文献调查法即在前期系统梳理国内外卫生巾行业报告、政策文件等，明确研究框架与变量定义。问卷调查法作为核心手段，团队采用线上电子问卷与线下纸质问卷并行发放的形式，覆盖学生、职场女性、自由职业者等多元群体；抽样设计基于配额抽样原则，参照国家统计局人口结构比例分配样本，在95%置信度、5%极限误差下，经设计效应调整及回答率修正，最终确定样本量为550份（有效回收527份，有效率95.8%），确保地域、年龄与职业的均衡代表。深度访谈法则选取惠州惠城区市大型商超、社区及高校作为实地调研点，通过访谈记录店员、消费者对产品体验的深层反馈，辅以现场观察记录购买行为与货架陈列，弥补问卷数据的局限性，形成三角验证。

（三）问卷设计

问卷设计遵循“模块化、逻辑化、用户友好”原则，并在预调查阶段（发放100份，回收93份）进行初步测试，依据反馈优化题目表述与选项设置，如增加注意力测试题以提升数据质量。正式问卷分为四个模块：基本信息模块通过分类变量与矩阵量表收集人口学数据与月经生理指标；使用行为模块通过多选和频率量表收集更换习惯、品牌选择等数据；需求偏好模块通过 Borda 排序法与李克特量表量化产品需求；市场评价模块结合开放题和矩阵题收集产品质量反馈与改进建议。

（四）问卷信效度检验

预调查信度检验结果如表1所示，各维度的  $\alpha$  系数均高于0.7 结果表明问卷内部一致性良好。

表1：预调查信度检验		
变量	Cronbach's $\alpha$ 系数	项数
健康意识与风险认知	0.711	11
消费行为与品牌偏好	0.795	22
产品需求与改进方向	0.892	33
质量与价格关系	0.732	2
总体	0.868	68

正式调查信度检验结果如表2所示。相比于预调查，正式调查多项类别 Cronbach's  $\alpha$  系数大于0.8，表示本问卷有较好的信度，具有较高的内部一致性。

表2：正式调查信度检验表		
类别	Cronbach's $\alpha$ 系数	项数
使用体验	0.847	8
购买行为	0.715	5
产品认知与期望	0.821	12
总体	0.873	25

本调查的信度检验通过因子分析验证结构效度，预处理后进行 KMO 测度与 Bartlett 球形检验。

预调查信度检验结果如表3所示，KMO 值为0.838 (>0.8)，Bartlett 球形检验 p 值为0.000\*\*\* (\*\*\* 代表10% 的显著性水平)，说明变量间存在显著相关性，支持因子分析，问卷具有较好的结构效度。

表3：预调查效度检验结果表		
KMO 值	0.838	
Bartlett 球形度检验	近似卡方	227.108
	df	28
	P	0.000***

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别代表 1%、5%、10% 的显著性水平

正式调查效度检验结果如表 4 所示，KMO 值进一步提升至 0.875，验证了问卷结构效度优异，能够准确测量目标变量。

表 4：正式调查效度检验结果表		
KMO 值	0.875	
Bartlett 球形度检验	近似卡方	1262.239
	df	326
	P	0.000***

综上，正式调查具有更好的结构效度，问卷设计科学合理，信效度指标均符合学术标准，为后续数据分析提供可靠基础。

### 三、卫生巾市场发展及消费现状

#### （一）基于非线性回归的市场规模预测

##### 1. 建立卫生巾价格以及销量的回归预测模型

为了分析卫生巾行业在成熟期的增长趋势，本研究基于 2010 至 2025 年中国卫生巾市场的核心年度数据，构建了两条非线性回归预测路径：分别描述价格与销量的变化趋势。具体而言，因变量包括卫生巾的平均单价（单位：元 / 片）与年销量（单位：亿片），自变量则涵盖了影响价格与销量的关键因素，如女性人口总量（单位：亿人）、国际原油均价（单位：美元 / 桶）、木浆（漂白阔叶浆 / 针叶浆）价格（单位：元 / 吨）等成本与需求侧的变量。此外，为了验证模型的有效性，本文同时构建了线性基准模型，并采用 2010 至 2022 年数据作为训练集，2023 至 2025 年数据作为预测集，报告了模型的拟合优度指标，包括  $R^2$  与 RMSE 等。

模型设定价格模型与销量模型均采用含交互项的非线性形式：

$$P = \gamma_0 + \sum_{i=1}^3 \gamma_i Z_i + \sum_{i=1}^3 \gamma_{i+3} Z_i^2 + \sum_{1 \leq i < j \leq 3} \gamma_k Z_i Z_j \quad (1)$$

$$Q = \beta_0 + \sum_{i=1}^3 \beta_i Z_i + \sum_{i=1}^3 \beta_{i+3} Z_i^2 + \sum_{1 \leq i < j \leq 3} \beta_k Z_i Z_j \quad (2)$$

其中， $P$  为卫生巾平均价格， $Q$  为卫生巾销量  $Z_1$  为木浆产量， $Z_2$  为石油价格， $Z_3$  为女性人口。交互项系数  $k$  按  $i, j$  组合顺序编号。

表 5：回归模型系数估计表		
系数项	价格模型 ( $\gamma$ )	零售量模型 ( $\beta$ )
截距项	0.6743	116980.1698
$Z_1$	0.0350	3313.2227
$Z_2$	-0.0034	-1394.4506
$Z_3$	0.0271	1629.1369
$Z_1^2$	0.0433	4168.8817
$Z_2^2$	0.0076	239.8618
$Z_3^2$	-0.0054	-840.5300

$Z_1 Z_2$	0.0040	-450.3201
$Z_1 Z_3$	-0.0027	-1167.0108
$Z_2 Z_3$	-0.0005	359.2940

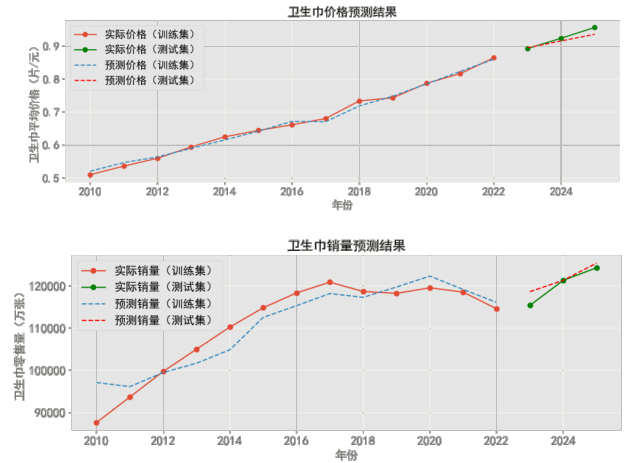


图 1：卫生巾销量及单价预测对比（2010–2025）

##### 2. 拟合优度与基准对比

与线性回归模型相比，非线性回归模型在价格方程和销量方程上均表现出显著的拟合优度提升。具体来说，非线性回归模型的  $R^2$  值分别达到了 0.89 和 0.85，而 RMSE 则分别降至 0.04 和 150（单位与因变量一致），显著优于线性基准模型。这表明，非线性模型在捕捉历史波动和市场结构变化的过程中，具有更强的稳健性和精确度。具体拟合优度比较结果见表 6。

表 6：非线性与线性模型的拟合优度比较				
模型	价格方程 $R^2$	销量方程 $R^2$	价格 RMSE	销量 RMSE
线性回归	0.72	0.68	0.08	280
非线性回归	0.89	0.85	0.04	150

基于非线性回归模型的估计结果，卫生巾行业的增长动力呈现出“成本—价格—结构升级”的多层次耦合效应。上游原油和浆价通过非线性传导作用，影响终端价格，并在不同市场阶段展现出“压制 / 放大”效应。在女性人口趋于稳定的背景下，销量对价格和结构升级的敏感度逐渐降低，进而形成“价格温和上升、销量小幅波动”的市场成熟期格局。

#### （二）基于 Mann–Whitney 检验的消费者画像与偏好差异

本研究通过 Mann–Whitney U 检验，基于“购买决策关键属性”（吸收性能、舒适度、材质、透气性、价格、品牌知名度、环保性、长度 / 厚度），分析了不同地区、年龄与职业群体之间的偏好差异。使用 Kruskal–Wallis 秩和检验方法对群体差异进行了初步判定，若存在显著差异，再通过 Mann–Whitney U 检验进行两两比较，并报告了相应的  $p$  值。

##### 1. 总体差异

通过检验发现，不同群体之间在关键属性上的偏好存在显著差异。具体而言：首先，不同地区消费者在品牌知名度的重视程度上存在显著差异 ( $p = 0.02$ )。其次，不同年龄段群体对环保性（如有机材质）的关注度存在显著差异 ( $p = 0.03$ )。最后，不同职业群体在透气性上的偏好也存在显著差异 ( $p = 0.025$ )。其他

属性在相应分组下未出现显著差异，具体见表7。

表7：不同群体在关键属性上的总体差异（KruskalWallis p 值）

特征	位置（p）	年龄（p）	职业（p）
吸收性能	0.067611346	0.700832097	0.062058096
舒适度	0.69893057	0.441957935	0.339451807
材质（纯棉、网面）	0.433017565	0.447073122	0.742347635
透气性	0.14680651	0.628160277	0.025312953
价格	0.316361288	0.978759398	0.409097162
品牌知名度	0.02359599	0.845514156	0.525034272
环保性	0.206419096	0.038273449	0.833061974
长度、厚度	0.66333947	0.882780138	0.866244589

## 2. 结果解读与行业建议

秩和检验结果表明，消费者在职业、地区和年龄等维度上对关键属性的偏好存在显著差异，反映出消费情境和身份特征对产品选择的影响。首先，自由职业者更关注卫生巾的透气性，产品应强调透气性和舒适性，并通过量化测试降低体验不确定性。其次，一线城市消费者依赖品牌知名度和口碑效应，而非一线城市的消费者则更注重性价比和产品效果验证。因此，企业应在一线市场加强品牌信任，通过权威认证和专家评测，在二三线市场则应聚焦高性价比和真实用户评价。最后，年轻群体对环保性和可持续材料更为敏感，偏好有机材质和可回收包装。针对这一趋势，企业应突出环保特性，并加强供应链透明度，以提升产品的可信度。

### （三）基于集成学习的用卫生巾推荐模型

在搭建推荐模型之前，数据处理工作已经完成。考虑到本次问卷收集的数据属于中等规模，团队计划首先进行数据标准化，同时利用 UMAP 来进行降维，将数据精准化处理，并运用 K-means 聚类算法完成用户分群操作，核心目的是依据用户的行为特征，划分出具有相似偏好的群体，最后使用随机森林模型完成推荐模型的搭建。

对应分析法的具体步骤如下：

采用 Z-score 标准化对原始数据进行处理，此方法将不同量纲的特征统一到均值为 0、标准差 1 的分布中，公式为：

$$Z=\frac{\mathbf{k}-\mathbf{\acute{o}}}{\mathbf{\acute{o}}}\tag{3}$$

其中， $\mathbf{\acute{i}}$  为特征均值， $\mathbf{\acute{o}}$  为标准差。通过标准化达到消除数值范围差异对模型的影响。

为了从问卷数据中提取关键特征、降低多重共线性带来的噪声并提升后续模型精度，团队采用无监督降维方法 UMAP 代替传统 PCA 模型。UMAP 兼顾数据局部与全局结构保留，且适配大规模问卷数据的特征筛选需求，通过量化特征对降维后数据结构的影响程度，筛选出核心关键特征，最终提取结果如下表8。

表8：主要特征和其贡献值

特征	贡献度
虫卵	0.989192
有异味	0.968716
价格与质量的改善	0.953347
职业类型	0.947433

假冒伪劣产品	0.946978
您是否知晓使用不合格卫生巾会导致皮肤过敏、细菌滋生感染、妇科疾病	0.946651
订阅制服务与精准配送	0.946283
形状与内裤不合	0.944397

基于 K-Means 聚类算法，团队将用户划分为 0-9 共 10 个类群，并把算法输出的 0-9 簇标签作为新特征列融入原始数据，以此建立用户分群与行为特征之间的关联。下图展示了每个用户簇对各款卫生巾的评分偏好情况。

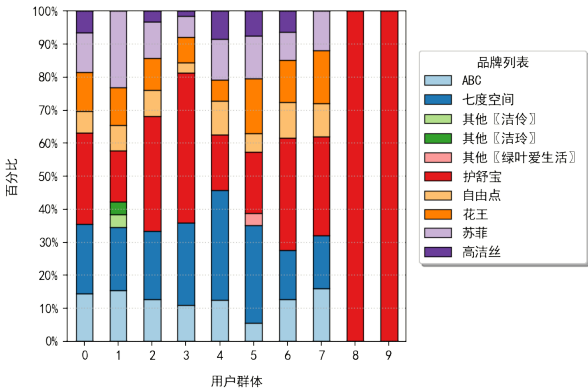


图2：不同用户群体对于卫生巾品牌使用偏好

结合前文分析所得的用户行为特征与聚类分群结果，团队通过预测用户对卫生巾产品的满意度，进而实现个性化推荐目标。本部分选用集成学习框架下的随机森林模型，将聚类标签纳入特征体系，以此增强模型的解释性与预测性能。

将数据集按 8:2 的比例划分为训练集和测试集。将使用原有数据以及加入聚类标签的数据作为特征输入模型，并做出仅使用原始数据来进行对比训练，结果如下表9所示，结果显示使用聚类标签的效果更佳。

表9：加入聚类标签前后准确率对比

数据集	准确率
原始数据	25.58%
加入聚类标签	75.58%

在本次模型构建过程中，团队将推荐对象划分为 9 类消费群体。这 9 类消费者多维度均呈现出显著的差异化特征，为后续精准营销落地与产品迭代优化提供了坚实的数据支撑。具体量化详情如下表 10 所示。

表10：消费者群体量化表

消费者群体	年龄标准	预算标准	渠道标准	问题标准	需求标准
价格敏感型学生党	2	2	2	6	6
职场品质追求者	6	8	6	5	7
环保健康倡导者	7	6	8	5	7
经期问题困扰者	4	4	7	8	8
传统品牌忠诚用户	8	4	2	6	6



特殊需求专业户	7	8	7	5	7
大流量焦虑群体	5	4	4	7	7
健康风险规避者	6	8	8	6	6
科技尝鲜先锋派	3	8	9	5	7

#### 四、结论与建议

##### （一）结论

###### 1. 市场增长放缓，消费群体趋于稳定

当前卫生巾市场面临的主要问题之一是市场增长放缓。女性总人口增长的放缓导致了新增消费者的不足，无法依赖人口红利来推动市场扩展。特别是在2018至2023年期间，中国女性人口的复合年增长率不足0.4%，使得卫生巾行业的消费群体趋于稳定，整体市场规模的扩张受到了限制。

###### 2. 市场渗透率接近饱和，新增用户空间有限

另一个突出的问题是市场渗透率已接近饱和，几乎所有适龄女性都已开始使用卫生巾。根据《中国生活用纸年鉴》2017年的数据，卫生巾的渗透率接近100%，行业几乎没有新增用户的空间。因此，企业只能依赖现有消费者来维持市场份额，难以通过用户拓展来驱动进一步的 growth。

###### 3. 消费结构向高端倾斜，低端产品面临生存压力

随着消费者生活水平的提升，市场的消费结构逐渐向高端产品倾斜。高端卫生巾的市场份额从2012年的15% 上升至2022年的35%，这导致了传统低端产品的需求逐渐减少，品牌竞争也愈加激烈。中低端企业面临着生存压力，必须寻找新的竞争策略来适应市场的变化。

###### 4. 质量安全问题频发，行业信任危机加剧

质量安全问题的频繁曝光加剧了公众对卫生巾行业的健康焦虑，行业的信任危机也日益凸显。荧光增白剂残留、活虫污染等

问题的出现，以及监管缺失和标准滞后，导致消费者对产品的安全性产生了质疑。这种情况不仅影响了品牌形象，也加剧了消费者的警惕性，进一步削弱了市场的信任度。

##### （二）建议

###### 1. 推动产品升级与消费频次提升

针对市场增长放缓的问题，企业应推动产品的升级与消费频次的提升。通过多元回归预测模型优化供需平衡，预计2023年至2029年市场零售规模的增长率将保持在0.2% 至0.5% 的区间。企业可以通过提升现有产品的附加值和满足消费者个性化需求，促进消费者的复购，从而在稳定的市场环境中实现小幅增长。

###### 2. 加强质量监管与标准化，保护消费者权益

为了应对市场渗透率接近饱和的问题，行业应加强质量监管与标准化，尤其要配合新国标（GB 15979-2024）的实施，进一步细化生产标准，如内吸收层长度、PH 值等方面。企业应从单纯的利润导向转向更加注重消费者权益的方向，确保产品的高质量和安全性，这样能够在饱和市场中保持竞争力。

###### 3. 推动产品创新与个性化发展，满足多样化需求

为应对消费结构向高端倾斜的趋势，企业应推动产品创新与个性化发展。针对不同用户群体（如价格敏感型学生、职场女性的品质追求者、环保健康倡导者等），推出定制化产品。同时，开发更多天然环保材料，满足日益多样化的消费者需求。通过这些创新，企业能够在高端市场中获得更大份额，并解决低端市场逐渐萎缩的问题。

###### 4. 加强市场细分与精准营销，提升品牌形象

针对行业信任危机，企业应加强市场细分与精准营销。根据不同消费者群体（如学生群体的价格敏感性、职场白领对品质的需求等），进行定向推广。同时，企业应加大对女性月经卫生问题的关注，推动“月经贫困”和“月经羞耻”话题的讨论，提升社会责任感。通过提供健康环保的产品，企业不仅能提升品牌形象，还能在竞争激烈的市场中建立消费者的信任。

#### 参考文献

[1] 甘陆卓睿, 何峰. 基于女性消费心理的卫生用品情感化包装设计研究 [J]. 中国包装, 2025, 45(01): 49-52.

[2] 李燕京. 这些“加料”的卫生巾值得买吗 [N]. 中国消费者报, 2024-08-22(003).

[3] 邢飞, 颜怀玉, 罗佳, 等. 顶空-气相色谱-质谱法测定卫生巾中55种挥发性有机物的含量 [J]. 理化检验-化学分册, 2023, 59(03): 315-320.

[4] 王琦, 颜怀玉, 孙中岩, 等. 顶空气相色谱-质谱联用法测定卫生巾中3种二甲苯同分异构体 [J]. 山东纺织科技, 2023, 64(04): 25-28.

[5] 郑靖. 预防妇科疾病, 从科学护理私处开始 [J]. 幸福家庭, 2020, (06): 35.

[6] 陈华蕾, 王林林, 肖爱民. 卫生巾热湿舒适性评价与预测 [J]. 产业用纺织品, 2022, 40(05): 29-36.

[7] 洁. 《卫生巾(护垫)》等4项生活用纸制品国家标准发布 [J]. 福建轻纺, 2018, (06): 6.

[8] 王小月. 卫生巾市场不平静相关标准正在修订 [N]. 中国消费者报, 2024-11-29(003).

[9] 牛煜辉. 新国标实施, 告别“卫生巾焦虑” [N]. 中国人口报, 2025-08-20(007).

[10] Van Eijk A. M., Jayasinghe N., Zulaika G., et al. Exploring menstrual products: A systematic review and meta-analysis of reusable menstrual pads for public health internationally[J]. PLOS ONE, 2021, 16(9): e0257610.

[11] Blignaut J., Visser H. G., Erasmus E., et al. Sanitary pads—composition, regulation, and ongoing research to address associated challenges[J]. Journal of Materials Science, 2025, 60(31): 13109-13155.