

基于 QFD 的外卖包装设计顾客需求分析模型构建

张冬¹, 王贵容², 李志刚¹

(1.成都理工大学 管理科学学院, 成都 610059;

2.航空工业成都飞机工业(集团)有限责任公司, 成都 610000)

摘要: **目的** 为满足企业在疫情下对外卖产品包装质量提供更加准确的改进方向和快速决策争取宝贵时效, 提出一种基于 QFD 研究框架的包装设计模型。**方法** 该模型在传统 QFD 的基础上运用粗糙集获取顾客需求初始权重, 避免需求分析过程中的主观弊端, 再结合 Kano 模型将顾客需求进行分类, 最终确定顾客的需求重要度。**结果** 通过模型分析得出了前 3 个需要重点改进的顾客需求, 分别为有防疫提示、包装严实、一次性开启, 其最终重要度分别为 0.22, 0.21 和 0.18。**结论** 运用该模型可以使外卖包装设计更加准确地满足客户需求, 同时也为外卖包装服务质量的改进提供了合理的工具方法。

关键词: QFD; 外卖包装; 顾客需求; 粗糙集; Kano 模型

中图分类号: TB482 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2021)05-0216-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.05.028

Customer Demand Analysis Model of Takeaway Packaging Design Based on QFD

ZHANG Dong¹, WANG Gui-rong², LI Zhi-gang¹

(1.School of Management Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2.Aviation Industry Chengdu Aircraft Industry Group Co., Ltd., Chengdu 610000, China)

ABSTRACT: The work aims to propose a packaging design model based on the QFD research framework, in order to provide more accurate improvement direction for the packaging quality of takeaway products sold by enterprises under the COVID-19 and make quick decisions for precious efficiency. Based on traditional QFD, the model used rough set to obtain first-level priority for customer requirements. In order to avoid subjectivity in the demand analysis, the Kano model was also used to classify customer demands, which finalized the priority of customer demands. Through analysis by the model, three key customer demands required to be improved in takeaway packaging under the COVID-19 were obtained: epidemic prevention tips, secure packing, and non-refillable material, with priority of 0.22, 0.21 and 0.18, respectively. This model allows the design for takeaway packaging to meet customer demands more accurately and also provides reasonable method for improving the service quality of takeaway package.

KEY WORDS: QFD; takeaway packaging; customer demand; rough set; Kano

外卖食品解决了大众最基本的饮食需求, 多元化的外卖类型又弥补了自我烹饪较为单一的饮食结构。随着外卖品牌的增多, 外卖包装从最基本的食材包

装, 到现在融入品牌情感的设计, 商家不仅向消费者传递品牌理念, 也与顾客产生了互动。突发的新冠疫情对外卖行业产生了较大影响, 如何在疫情下满足顾

收稿日期: 2020-08-16

基金项目: 四川省系统科学与企业发展研究中心重点项目(Xq18B05)

作者简介: 张冬(1991—), 男, 成都理工大学硕士生, 主攻工业工程。

通信作者: 李志刚(1962—), 男, 博士, 成都理工大学教授、博导, 主要研究方向为工业工程理论与方法。

客对外卖包装的需求,成为了目前商家面临的重要问题。这就要求外卖行业积极应对突如其来的困难,不断满足变化的顾客需求,拓宽思路,创新发展。

在产品包装的研究中,从用户体验角度出发,一些学者通过案例分析法在服务设计、设计美学、心理学、消费行为等^[1]多学科理论基础上,对外卖包装的结构、材料、文化传承和品牌形象进行探讨^[2],提出从视觉识别、材质安全、增强互动和延长包装附加值等方面对包装进行设计。卢雪璠等^[3-4]将宜人设计理念运用到外卖包装设计中,在包装结构的设计、美观度、可视性以及通用性上,通过对外卖包装开启前、中、后的宜人性和环保性等方面进行了创新。苑琳等^[5]通过理论政策研究,将绿色环保理念植入外卖包装的设计中,从原材料选材、包装结构设计等方面提出了相关建议。其次,在外卖包装的设计方法上,质量功能展开(QFD, Quality Function Deployment)作为一套质量管理体系,可以从设计、生产等方面充分满足顾客需求,加之其开发周期短、设计改动次数少、开发费用低,使得 QFD 受到企业的青睐。如兰爽^[6]应用 QFD 的基本流程,以易拉罐设计为实例,采用 KLEE 法确定顾客需求的权重,建立了产品规划、零件规划 2 级质量屋,验证了 QFD 在包装设计上能够更加快速、准确地设计出符合市场需求的产品,同时也能提高产品的质量和增强市场营销能力^[7]。Mahmoud 等^[8]将质量功能展开(QFD)框架与三角模糊数(TFNS)相结合来确定工程特性的重要程度,该方法在解决不同领域的模糊决策问题和在产品开发、人机工程设计等领域的应用中,被证明是一种很有前途的工具。Xu 等^[9]在质量功能展开理论框架下提出了加权区间粗糙数方法。白彦伟等^[10]在卫星包装箱的设计和开发过程中,引入质量功能展开(QFD)技术,应用层次分析法(AHP)定量识别顾客需求重要度,建立了产品规划质量屋,表明应用 QFD 可有效提高产品的质量和顾客的满意度。Dyah^[11]证明了联合分析和 QFD 这 2 种方法相结合对产品开发、市场细分和在 HOQ 过程的早期阶段权衡客户需求均有效果。

综上,虽然相关的研究证明了可以采用 QFD 方法获取顾客需求,但对于如何避免在获取需求过程中的主观性以及顾客需求分类却鲜有提及,这就会造成顾客需求间的线性关系对结果的影响^[12]。大多数关于外卖包装的研究成果是基于理论的定性讨论和改进建议,采用定量方法研究的成果较少,且方法的应用操作性不高。基于此,文中提出在外卖包装设计中应用 QFD 方法进行顾客需求确定。

1 顾客需求重要度确认及系数调整

属性简约粗糙集相对正域方法首先需要构建粗糙集信息系统(IS)^[13],在 IS 中,所有属性(又称

为知识)的集合为 C ,每行数据即为论域,初始粗糙集信息系统(IS)在属性集 C 中的论域不重复,即分类关系唯一^[14]。在信息系统(IS)计算过程中,在剔除某一个属性值 C_i ($C_i \in C$)后,IS 的分类关系计算的绝对值变化越大,属性值 C_i 在该 IS 中越重要;反之,绝对值变化越小,该属性 C_i 在该 IS 中越不重要,即:对任意一个属性(知识) C_i ($C_i \in C$),从 C 中剔除属性 C_i ,如果 $\text{card}(\text{pos}_C(C)) - \text{card}(\text{pos}_{C-\{C_i\}}(C))$ 值越大,表明剔除属性 C_i 对属性(知识)集 C 的分类能力越大^[15],即 C_i 对 C 越重要,定义如下。

给定的信息系统 $S = (U, C)$,论域 U ,属性(知识)集 C ,设定任意一属性(知识) $C_i \in C$,重要度 γ_i 的计算公式为^[16]:

$$\gamma_i = \gamma(C_i) = \frac{\text{card}(\text{pos}_C(C)) - \text{card}(\text{pos}_{C-\{C_i\}}(C))}{\text{card}(U)} \quad (1)$$

其具体计算方法如下所述。

1) 通过问卷获得原始数据。根据调研、数据爬取等方式获取顾客需求,并将顾客需求划分为 n 个维度,即属性(知识) $C = (C_1, C_2, C_3, \dots, C_n)$,并通过顾客需求重要度问卷获得属性(知识) C 的论域。

2) 构建信息系统(IS)。通过问卷获得 k 项有效顾客评价,结合条件属性(知识)集 C ,构建粗糙集信息系统(IS),每项顾客评价其分值为 1~5,分别表示非常不重要、不重要、一般、重要、非常重要。

3) 计算属性(知识) C_i 的依赖度。即依次剔除属性(知识) C_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$)后, $C-\{C_i\}$ 对属性集 C 的依赖度:

$$\beta_{C_i} = \beta_{C-\{C_i\}} = \frac{|\text{pos}_{C-\{C_i\}}(C)|}{|U|} \quad (2)$$

4) 计算属性(知识) C_i 的重要度。采用式(3)计算属性(知识) C_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) 对属性集 C 的重要度:

$$\gamma(C_i) = \beta_C(C) - \beta_{C-\{C_i\}}(C) \quad (3)$$

获得顾客需求重要度后,在顾客需求的维度下对企业满足顾客需求的优势能力进行评估。该评估一般通过质量小组在顾客需求的属性中对自身以及竞争对手的产品或服务进行打分。一般使用 1~5 进行评估,分值越高代表顾客对产品或服务越满意。同时,质量小组依据评估确定自身产品或服务优化中须达到的目标分值,即目标质量^[17]。通过对顾客需求的满足程度和目标分值,可得质量提升率(R_i),计算公式为:

$$R_i = \frac{N_i}{M_i} \quad (4)$$

式中: R_i 为第 i 项顾客需求质量提升率; N_i 为第 i 项顾客需求的目标质量; M_i 为第 i 项顾客需求满足能力。

2 顾客需求的 KANO 模型重要度调整

QFD 方法结合 Kano 模型的 Better-Worse 系数方法可以帮助企业更好地分析顾客实际需求趋势,识别关键需求^[18]。

日本质量管理学大师卡诺博士提出了卡诺 (Kano) 模型,该模型最突出的优势在于以用户满意度为前提,对产品或者服务相关属性的顾客满意程度进行分类^[19],将顾客需求分为 5 个层次:基本需求 M (Must-be Requirements) 又称必备质量,即顾客认为这些属性和功能满足其必须具备的基本条件;期望需求 O (One-dimensional Requirements) 又称一元质量,以满足顾客的期望值为导向;兴奋需求 E (Excitement Requirements) 又称魅力质量,即产品或者服务超出顾客的期望值;无差异需求 I (Indifferent Requirements) 又称无关质量,即无论产品或者服务是否具备某些属性或者功能,都不会影响顾客的满意度和逆向需求 R (Reverse Requirements) 又称反向质量无差异,完全不希望产品或者服务具有的属性和功能。

Kano 模型见图 1。

运用 Kano 模型的 Better-Worse 系数方法需要 4 个步骤,应用 2 个表(Kano 分类评价表和 Better-Worse 卡诺分类表)。

1) 结合顾客需求设计 Kano 调查问卷。Kano 问

卷需要对顾客每项需求进行正反两方面的提问。设计好问卷后,需要对问卷进行预调研测试,若获得逆向需求较多,表明问卷在设计过程中存在问题,需要及时对问卷进行修正。问卷通过满意、理应如此、保持中立、可以忍受和满意度等量值进行设计。

2) 收集问卷,对顾客需求进行分类。收集到用户 Kano 需求后,通过 Kano 分类评价表将收集到每项顾客需求正反两方面的数据出现频数填写到分类评价表中,见表 1。表 1 中 Q 为问题需求, E 为兴奋需求, O 为期望需求, M 为基本需求, R 为逆向需求, I 为无差异需求)。

3) 计算 Better-Worse 系数。在 Kano 模型中,普遍采用 Better-Worse 系数确定属性的受影响程度。运用该方法首先要求得顾客需求 C_i 在选择 M, O, E, I 的比例,公式为:

$$B_i = \frac{E_i + O_i}{E_i + O_i + M_i + I_i} \quad (5)$$

$$W_i = -1 \times \frac{M_i + O_i}{E_i + O_i + M_i + I_i} \quad (6)$$

式中: B_i 为满意度系数 (增加顾客需求 C_i 后); W_i 为不满意系数 (减少顾客需求 C_i 后)。通常 B_i 为正数,越接近于 1,表示提供该需求对用户满意度提升的影响效果越大,提升该属性能更好满足顾客需求。 W_i 为负数,越接近于 -1,表示不提供该需求对用户

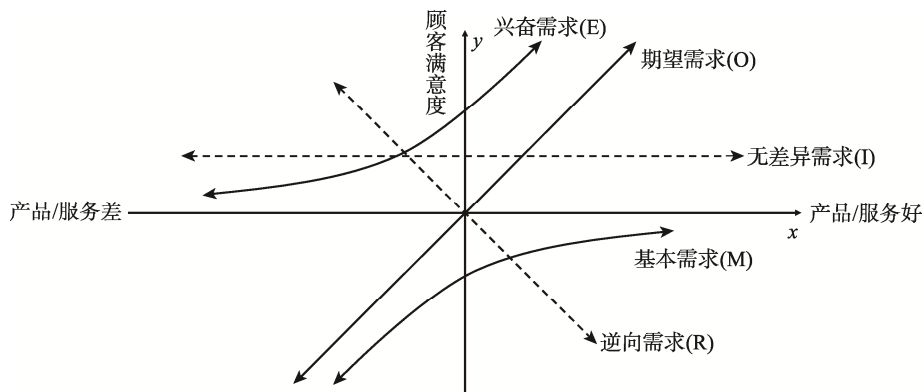


图 1 Kano 模型

Fig.1 Kano model

表 1 Kano 分类评价

Tab.1 Kano classification evaluation

顾客某一需求	反面问题				
	满意	理应如此	保持中立	可以忍受	不满意
满意	Q	E	E	E	O
理应如此	R	I	I	I	M
保持中立	R	I	I	I	M
可以忍受	R	I	I	I	M
不满意	R	R	R	R	Q

注: 每项顾客需求频度最大值所对应的 Kano 层次分类即为该顾客需求的 Kano 分类

满意度下降的影响效果越大,强化该属性能更好满足顾客需求。

4) 获取顾客需求最终重要度。根据 better-worse 系数特性,系数绝对分值较高顾客需求 C_i 需要优先考虑,结合分类属性 k 值,可求得顾客需求 C_i 的卡诺质量提升率 R_j ,即经过 Kano 模型修正后的水平提高率。公式为:

$$R_j = \left(\max(|B_i|, |W_i|) \right)^{\frac{1}{k}} \times R_0 \tag{7}$$

式中: R_0 为质量提升率; k 为 Kano 模型对属性的分类值。

文中规定若顾客需求 C_i 分类为兴奋需求 (E),则 $k=2$; 顾客需求 C_i 分类为期望需求 (O), $k=1$; 顾客需求 C_i 分类为基本需求 (M), $k=0.5$ 。

由此可得到修正后的顾客需求卡诺质量提升矩阵:

$$K=(R_1, R_2, \dots, R_n)^T \tag{8}$$

顾客需求调整后重要度向量等于粗糙集重要度向量乘以修正后的顾客需求卡诺质量提升矩阵,计算公式为:

$$D=(d_1, d_2, \dots, d_n) \tag{9}$$

$$d_i = \gamma(C_i) \times K \tag{10}$$

最后对调整后的重要度进行归一化,得到最终重要度,形成顾客需求 Kano 模型重要度调整表,归一化计算公式为:

$$F_i = \frac{d_i}{\sum_{i=1}^m d_i} \tag{11}$$

3 模型验证

2020 受疫情影响,餐饮业受到巨大重创,面对突如其来的不利形势,成都本土 LZ 卤制品外卖品牌应用 QFD 方法在疫情下快速开发新型外卖包装,以便更好地满足顾客需求。

设计小组通过抓取饿了么和美团外卖平台的顾客评价收集关于包装的原始数据、顾客电话咨询、在线问卷等方法,确定了顾客初始需求。通过 KJ 法(亲

和图法),确定了 4 个一级指标:可识别性 (CR_1)、互动性 (CR_2)、安全性 (CR_3)、环保性 (CR_4),以及 8 个二级指标:包装美观 (CR_{11})、品牌标识清晰 (CR_{12})、有防疫提示 (CR_{21})、随餐赠品 (CR_{22})、一次性开启 (CR_{31})、包装严实 (CR_{32})、使用环保包装 (CR_{41})、方便餐后收拾 (CR_{42})。

通过对目标市场和目标顾客进行分析,选取了外卖送餐员、第三方商户推广运营师、“试吃官”、外卖点餐客户等人群作为调研样本,通过粗糙集重要度问卷,获取顾客的声音 (VOC)。该次调研数据样本量为 27 个,剔除重复问卷,实际计算样本量为 25 个,数据的论域为 $\{1,2,3,4,5\}$,其本身就为离散化数据可以直接用于粗糙集分析,形成顾客需求粗糙集信息系统 (IS)。

在构建的信息系统 (IS) 上,求每个属性对整个属性集 C 的依赖度,对于条件属性 CR_{11} ,由式 (2) 可得到, CR_{11} 的依赖度为:

$$pos_{C-\{C_i\}}(C)=\{(2),(3),(4),(6),\dots,(25)\}$$
$$\beta_{C-\{C_{11}\}} = \left\{ \frac{card\left(pos_{C-\{C_i\}}(C)\right)}{card(U)} \right\} = 0.84$$

计算顾客需求 C_{11} 的重要度:

$$\gamma(C_i) = \beta_C(C) - \beta_{C-\{C_i\}}(C) = 1 - 0.84 = 0.16$$

同理,可求得其余属性重要度为: $\gamma(C_{12})=0.08$, $\gamma(C_{21})=0.28$, $\gamma(C_{22})=0.32$, $\gamma(C_{31})=0.36$, $\gamma(C_{32})=0.4$, $\gamma(C_{41})=0.24$, $\gamma(C_{42})=0.28$ 。

质量小组成员首先选定了 2 个竞争对手。竞争企业 1 是武汉 ZHY,至 2019 年该企业外卖受欢迎度排名第 1。竞争企业 2 是成都本地的店铺新秀 YB,2019 年订单总量仅次于文中企业。对文中企业和 2 家竞争企业在满足顾客需求属性的维度上进行打分。最后小组成员根据竞争评估表对 LZ 卤制品外卖品牌的目标值设定进行讨论,目标值的设定必须考虑 LZ 品牌顾客需求能够达到的目标以及准备达到的目标,并根据式 (4) 最终求出质量提升率,见表 2。

根据调研结果,按照 Kano 模型对顾客需求进行划分,见表 3。

表 2 LZ 品牌市场竞争性评估
Tab.2 Evaluation of LZ brand market competitiveness

顾客需求	包装美观 (CR_{11})	品牌标识清 晰(CR_{12})	有防疫提 示(CR_{21})	随餐赠品 (CR_{22})	一次性开 启(CR_{31})	包装严实 (CR_{32})	使用环保包 装(CR_{41})	方便餐后收 拾(CR_{42})
LZ 企业	3.41	4.28	1.34	3.59	3.59	3.52	3.66	3.89
竞争企业 1	4.21	4.52	2.02	3.2	3.48	3.22	4.03	4.11
竞争企业 2	4.35	3.89	1.15	4.11	2.75	3.74	3.17	3.95
目标质量	4.21	4.28	2.48	4.22	4.19	4.52	4.12	4.19
质量提升率	1.23	1	1.85	1.18	1.17	1.28	1.13	1.08

表 3 Kano 模型对顾客需求的分类
Tab.3 Classification of customer demand by Kano model

顾客需求	在样本中所占比例/%						样本数量	Kano 类别
	E	O	M	I	R	Q		
包装美观(CR ₁₁)	31	18	44	7	0	0	45	M
品牌标识清晰(CR ₁₂)	9	38	36	18	0	0	45	O
有防疫提示(CR ₂₁)	42	38	13	7	0	0	45	E
随餐赠品(CR ₂₂)	24	42	22	11	0	0	45	O
一次性开启(CR ₃₁)	49	36	13	2	0	0	45	E
包装严实(CR ₃₂)	24	62	9	4	0	0	45	O
使用环保包装(CR ₄₁)	18	29	47	7	0	0	45	M
方便餐后收拾(CR ₄₂)	40	36	18	7	0	0	45	E

根据表 3 结果按照最大比例确定对应的 Kano 分类类型, 通过式 (5—6) 计算可得顾客需求 C_i 的 Better-Worse 系数: $B_i = 0.49$, $W_i = -0.62$ 。

同理, 可得顾客需求的 Better-Worse 卡诺分类表, 见表 4。

根据式 (7) 可得, 基于竞争性分析的 Kano 模型顾客需求修正后的水平提高率为:

$$R_1 = (\max(|0.49|, |-0.62|))^2 \times 1.23 = 0.48$$

可以得到修正后的顾客需求卡诺质量提升矩阵:

$$K=(0.48, 0.73, 1.66, 0.78, 1.07, 1.11, 0.64, 0.94)^T$$

通过式 (9) 可求得顾客需求最终的重要度向量:

$$D=(0.0754, 0.0377, 0.1321, 0.1509, 0.1698, 0.1887, 0.1132, 0.1321)$$

顾客需求最终归一化, 得到顾客需求 Kano 模型重要度调整表, 见表 5。

表 4 顾客需求的 Better-Worse 卡诺分类
Tab.4 Better-Worse Carnot classification of customer demands

顾客需求		Better Worse 卡诺分类		
可识别性	包装美观 (CR ₁₁)	0.49	-0.62	M
	品牌标识清晰 (CR ₁₂)	0.47	-0.73	O
互动性	有防疫提示 (CR ₂₁)	0.80	-0.51	E
	随餐赠品 (CR ₂₂)	0.67	-0.64	O
安全性	一次性开启 (CR ₃₁)	0.84	-0.49	E
	包装严实 (CR ₃₂)	0.87	-0.71	O
环保性	使用环保包装 (CR ₄₁)	0.47	-0.76	M
	方便餐后收拾 (CR ₄₂)	0.76	-0.53	E

表 5 顾客需求 Kano 模型重要度调整
Tab.5 Importance adjustment of Kano model for customer demand

顾客需求 (CR)		Kano 分类	粗糙集重要度	LZ 企业	竞争企业 1	竞争企业 2	目标质量	质量提升率	修正后的质量提升率	最终需求重要度
可识别性	包装美观 (CR ₁₁)	M	0.0754	3.41	4.21	4.35	4.21	1.23	0.48	0.0365
	品牌标识清晰 (CR ₁₂)	O	0.0377	4.28	4.52	3.89	4.28	1.00	0.73	0.0280
互动性	有防疫提示 (CR ₂₁)	E	0.1321	1.34	2.02	1.15	2.48	1.85	1.66	0.2210
	随餐赠品 (CR ₂₂)	O	0.1509	3.59	3.2	4.11	4.22	1.18	0.78	0.1196
安全性	一次性开启 (CR ₃₁)	E	0.1698	3.59	3.48	2.75	4.19	1.17	1.07	0.1841
	包装严实 (CR ₃₂)	O	0.1887	3.52	3.22	3.74	4.52	1.28	1.11	0.2123
环保性	使用环保包装 (CR ₄₁)	M	0.1132	3.66	4.03	3.17	4.12	1.13	0.64	0.0735
	方便餐后收拾 (CR ₄₂)	E	0.1321	3.89	4.11	3.95	4.19	1.08	0.94	0.1250

如图 2 所示,方便直观地展现了顾客需求初始粗糙集重要度和 Kano 模型对顾客需求修正后的对比变化。

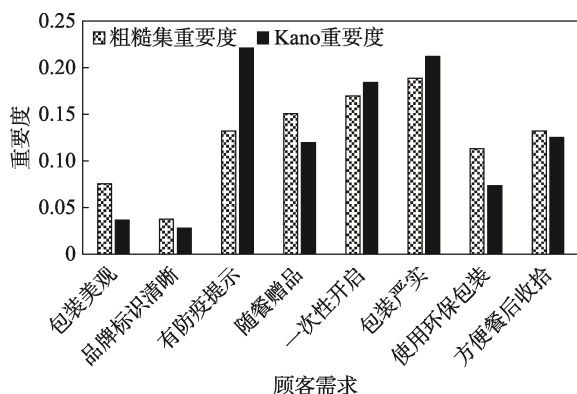


图 2 粗糙集重要度和 Kano 模型修正重要度对比
Fig.2 Comparison of importance of rough set and Kano model revision

通过 Kano 模型修正后的顾客需求重要度从大到小排序依次为:有防疫提示(CR_{21})、包装严实(CR_{32})、一次性开启(CR_{31})、方便餐后收拾(CR_{42})、随餐赠品(CR_{22})、使用环保包装(CR_{41})、包装美观(CR_{11})、品牌标识清晰(CR_{12})。

从图 2 中可知、有防疫提示(CR_{21})对顾客需求满意度提升最大、其改进的重要程度相对更为重要,因此,如何体现企业关怀的防疫提示,必然成为企业重点关注和资源主要投入的方向。设计小组针对有防疫提示(CR_{21})的需求,对 LZ 卤制品外卖品牌设计了带有防疫提示的纸餐盘,同时兼顾了方便餐后收拾(CR_{42})这一顾客需求。在外卖包装安全性方面,包装严实(CR_{32})和一次性开启(CR_{31})重要度比较大,因此,在疫情防控期间,做好包装防护避免食品污染也需要企业进行较高的关注。对于可识别性上包装美观(CR_{11})和品牌标识清晰(CR_{12})给与一定关注即可,保持原有整体设计风格不变的情况下,进行细节的调整即可。

4 结语

文中在梳理 QFD、外卖包装设计等相关理论成果的基础上,运用 QFD 构建了外卖包装设计顾客需求分析模型,重点研究了获取顾客需求重要度的属性简约粗糙集相对正域法和 Kano 模型 Better-Worse 系数的集成方法。其主要结论如下所述。

1) QFD 方法在外卖包装设计上具有较高的合理性和可操作性,能够系统性地获取及调整顾客需求重要度,能够更好地将顾客需求与企业预期改进目标相结合,进而避免了因顾客主观意愿导致的需求不准确。

2) 数据样本能够准确反应顾客需求。需求数据

样本来源于真实客户需求,同时使用粗糙集克服了顾客需求不确定的或者不完备的缺陷,样本空间能够解决研究问题,具有较高的匹配度,其评价的结果具有一定的科学性。

3) 属性简约粗糙集相对正域法和 Kano 模型 Better-Worse 系数的集成方法能够避免顾客需求的线性关系对需求重要度的影响,同时能够对顾客需求进行更准确的分类,使得结论能够更加客观和准确。

4) 验证了 QFD 在产品包装设计上的优势。运用 QFD 理论能够快速获取顾客需求指标以及计算指标权重的优势,在突发事件下企业能以最快速度满足快速变化的顾客需求,同时质量功能展开在兼顾顾客需求的同时结合了企业竞争分析,可以更加准确地反应顾客需求重要度,为企业提高服务质量提供更加准确的改进方向。

参考文献:

- [1] 王安霞, 侯贺维. 以用户体验为中心的外卖食品包装创新设计研究[J]. 包装工程, 2020, 41(10): 186—192.
WANG An-xia, HOU He-wei. Innovation Design of Takeaway Food Packaging Centered on User Experience[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(10): 186—192.
- [2] 杨芬. 基于消费体验的中式外卖包装设计[J]. 绿色包装, 2019(9): 73—76.
YANG Fen. Chinese Takeaway Packaging Design Based on Consumer Experience[J]. Green Packaging, 2019(9): 73—76.
- [3] 卢雪璠. 关于纸质包装开启方式的宜人性设计探讨[J]. 艺术科技, 2017, 30(7): 244.
LU Xue-fan. Discussion on the Amenity Design of the Opening Mode of Paper Packaging[J]. Art Science and Technology, 2017, 30(7): 244.
- [4] 孙炳新, 马涛, 韩春阳, 等. 创新型思维在食品包装设计中的应用[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2009, 11(3): 283—285.
SUN Bing-xin, MA Tao, HAN Chun-yang et al. On Application of Innovative Thinking in Packaging Design[J]. Journal of Shenyang Agricultural University(Social Sciences Edition), 2009, 11(3): 283—285.
- [5] 苑琳, 乔洁. 基于环保理念下的外卖包装设计优化[J]. 包装与设计, 2020(6): 112—113.
FAN Lin, QIAO Jie. Optimization of Takeout Packaging Design Based on Environmental Protection[J]. Package & Design, 2020(6): 112—113.
- [6] 兰爽. QFD 在包装设计中的应用研究[J]. 包装工程, 2011, 32(5): 53—55.
LAN Shuang. Application Research of OFD in Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 53—55.

- [7] KRSTIC J D. Using Possibility of QFD Method for Development of the "Ready-to-go" Package[J]. *Acta Graphica Journal for Printing Science & Graphic Communications*, 2014, 25(1), 37—46.
- [8] MAHMOUD M, RASHA O, AHMAD A M. An integration of a QFD model with Fuzzy-ANP Approach for Determining the Importance Weights for Engineering Characteristics of the Proposed Wheelchair Design[J]. *Applied Soft Computing Journal*, 2020, 90: 106—136.
- [9] XU Xun, ZHENG Pai, XIE Sheng-quan. A Weighted Interval Rough Number Based Method to Determine Relative Importance Ratings of Customer Requirements in QFD Product Planning[J]. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2019, 30(1): 3—16.
- [10] 白彦伟, 乔凤斌, 王瑾, 等. 质量功能配置在卫星包装箱开发中的应用[J]. *上海航天*, 2014, 31(S1): 122—125.
BAI Yan-wei, QIAO Feng-bin, WANG Jin et al. Application of Quality Function Deployment on Packaging Device for Satellite[J]. *Aerospace Shanghai*, 2014, 31(S1): 122—125.
- [11] DYAH L W. The Importance of Take-out Food Packaging Attributes: Conjoint Analysis and Quality Function Deployment Approach[C]// *ICASCE 2013, Jakarta*, 2014, 68: 1—7.
- [12] 耿秀丽, 徐轶才. 基于云模型 QFD 的产品服务系统工程特性重要度分析[J]. *计算机集成制造系统*, 2018, 24(6): 1494—1502.
GENG Xiu-li, XU Yi-cai. Analysis of Engineering Characteristics Importance Degree of Product Service System Combining Cloud Model and QFD[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2018, 24(6): 1494—1502.
- [13] SHARMA H, DUA A, SINGH M, et al. Fuzzy Rough Set Based Energy Management System for Self-sustainable Smart City[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 82(3): 3633—3644.
- [14] XIE Zhi-yuan, DU Liang, LYU Xiao-jun et al. Evaluation and Analysis of Battery Technologies Applied to Grid-Level Energy Storage Systems Based on Rough Set Theory[J]. *Transactions of Tianjin University*, 2020, 26(3): 228—235.
- [15] CHEN L H, KO W C, TSENG C Y. Fuzzy Approaches for Constructing House of Quality in QFD and Its Applications: A Group Decision-Making Method[J]. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2013, 60(1): 77—87.
- [16] LI Hua, LI De-yu, ZHAI Yan-hui, et al. A Novel Attribute Reduction Approach for Multi-label Data Based on Rough Set Theory[J]. *Information Sciences*, 2016, 367: 827—847.
- [17] 邢进阁, 耿立沙, 燕建芬, 等. 体育用品可持续设计方法排序研究[J]. *数学的实践与认识*, 2019, 49(14): 254—262.
XING Jin-ge, GENG Li-sha, YAN Jian-fen, et al. Study on the Ordering of Sustainable Design Method of Sports Product[J]. *Mathematics in Practice and Theory*, 2019, 49(14): 254—262.
- [18] 张付英, 姜向敏, 王宏浩. 基于模糊理论的 QFD 用户需求分析方法研究[J]. *天津科技大学学报*, 2017, 32(1): 56—61.
ZHANG Fu-ying, JIANG Xiang-min, WANG Hong-hao. Analysis Method of Customer Requirements for QFD Based on Fuzzy Theory[J]. *Journal of Tianjing University of Science & Technology*, 2017, 32(1): 56—61.
- [19] 耿秀丽, 徐士东, 叶春明. 考虑定量 KANO 分析的产品功能需求优化设计[J]. *计算机集成制造系统*, 2016(7): 1645—1653.
GENG Xiu-li, XU Shi-dong, YE Chun-ming. Optimal Design Method of Product Function Requirements Considering Quantitative KANO Analysis[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2016(7): 1645—1653.