

瓦楞纸箱包装设计需求分析映射方法

石宇强¹, 吴隔格¹, 张涛²

(1. 西南科技大学, 绵阳 621000; 2. 浙江九鼎投资集团有限公司包装研究院, 杭州 310000)

摘要:目的 介绍在瓦楞纸箱包装设计需求分析中将顾客需求映射至产品关键属性的方法。方法 详细分析瓦楞纸箱包装设计需求映射具体过程,即用层次分析法(AHP)对顾客需求重要度排序,运用质量功能配置(QFD)和AHP完成顾客需求重要度向产品技术需求的映射,综合完成产品技术需求向产品关键属性需求的映射。结果 结合实例说明了顾客需求能够有效映射为产品关键属性。结论 该方法能够达到需求映射的目的。

关键词: 瓦楞纸箱; 包装设计; 层次分析法; 质量功能展开

中图分类号: TB482 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2015)17-0039-05

Requirement Mapping Method in Corrugated Cardboard Box Packaging Design

SHI Yu-qiang¹, WU Ge-ge¹, ZHANG Tao²

(1. Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621000, China;

2. Packaging Institute of Jiuding Group, Hangzhou 310000, China)

ABSTRACT: A method for packaging design requirement mapping was introduced in this paper. Specific flow of requirement mapping in corrugated carton packaging design was analyzed in details, namely, the importance of customer requirements(CR) was sorted by AHP, the mapping of CR importance into product characteristics(PC) was completed based on QFD and AHP, finally the comprehensive mapping of PC into key properties requirements of the product was accomplished. Examples showed that CR could be effectively mapped into key properties requirements of the product. The results showed that the method was capable of mapping requirement during the packaging design process.

KEY WORDS: corrugated cardboard box; packaging design; AHP; QFD

包装设计理论强调顾客需求^[1]对设计的作用。需求分析对于包装设计起到引导性的作用,即顾客需求应融合到产品设计中^[2]。首先需要将客户需求映射为技术需求,然后将技术需求特征逐步分解到产品的关键属性,最终通过箱型、纸板代号、楞型等体现出来。文献[3]提供了包装设计的普遍思路,但是对于技术需求映射不够具体。文献[4]阐述了质量屋的生成过程,但是存在技术要求优先级的变迁问题。对此,文中以质量功能配置及层次分析法为主线,建立瓦楞纸箱包装设计需求分析映射方法。

1 顾客需求映射方法

顾客需求在早期设计中带来信息不确定性和模糊、主观性的问题^[5]。顾客需求向技术属性映射之前,首先需要确定顾客需求的层次结构,其次根据顾客需求间的相关关系确定需求重要度排序,作为技术属性质量屋的重要输入信息。文中采用AHP确定顾客需求^[6]重要度,方法如下所述。

1) 确定需求权重,采用1~9表示相对重要度,构

收稿日期: 2014-11-14

作者简介: 石宇强(1974—),男,彝族,四川宁南人,西南科技大学副教授,主要研究方向为工业工程、知识管理。

建判断矩阵。归一化处理后得到权重矢量 $\omega_{\kappa}^{(n)}$,其中 $\sum_{\kappa=1}^n \omega_{\kappa} = 1$,并且计算一致性^[7]指标 Z 与比率 F ,其中 $Z = \frac{\lambda - n}{n - 1}$, $F = \frac{Z}{\xi} < 0.1$,其中 ξ 表示高阶随机一致性指标, λ 表示判断矩阵的特征根。

2) 根据构建的顾客需求层次结构计算组合重要度^[8]。假设构建层次有 k 层,则最下层(第 k 层)对于最上层的组合重要度 $W_k = \omega_k \omega_{(k-1)} \cdots \omega_2 \omega_1$ ^[9]。

将上述方法输出的最终顾客需求重要度映射到技术需求,输出技术需求重要度排序^[10]。文中采用 QFD 作为映射方法,方法如下所述。

1) 确定质量屋(HOQ)的关系矩阵。根据顾客需求重要度,列出纸箱包装设计的技术特性参数。根据顾客需求与技术特性参数的相互关系^[7],确定 HOQ 的关系矩阵。用矩阵 R 表示技术属性的关系矩阵

$$R = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ r_{n1} & \cdots & r_{nn} \end{pmatrix} \tag{1}$$

式中: r 取值为{9,3,1,0},表示相应的关系为{强,中,弱,无}。

2) 竞争性评估。竞争性评估由已有设计 Y 、竞争产品设计 J 、目标质量 Q 、提升值 T 、卖点 M 等要素组成,其中 $T=Q/Y$,通过竞争性分析确定最终顾客需求重要度。绝对客户需求度 $G_g^{(n)} = W_k^{(n)} \times T \times M$,相对客户需求度 $G_r = G_g / \sum_{i=1}^n G_g$ 。

3) 输出技术属性最终重要度 W_n , $W_n = |G_r \times R_{n \times n}|$ ^[7],根据 W_n 的大小进行重要度排序。

2 技术需求特性映射方法

技术需求映射为关键属性,采用 1 节中提到的 HOQ 方法,此处不再赘述,只列出计算公式:关键属性重要度 $W_g = |R_{n \times n} \times W_n|$,其中 $R_{n \times n}$ 表示关键属性的关系矩阵。

3 实例研究

以某型号手机为例,通过统计分析客户需求,首先确定基本顾客需求 A,功能要素 B_1 ,工艺性 B_2 ,环境要素 B_3 ,成本要素 B_4 ,通过专家意见和顾客调查细化顾客需求准则,建立顾客需求层次见图 1。

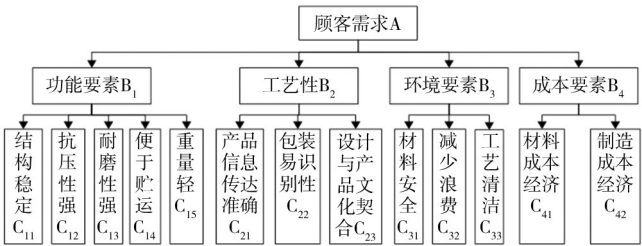


图 1 顾客需求
Fig.1 Customer requirements

3.1 顾客需求映射方法

顾客需求特性通过产品工程特性体现出来,其映射方式主要是运用 QFD 中 HOQ 的概念,该方法运用于瓦楞纸箱包装设计中^[11],具有可行性和实用性。

3.1.1 构建判断矩阵

图 1 中的顾客需求层次结构,根据不同权重建立各阶层的判断矩阵见表 1—5。

表 1 A-B 判断矩阵
Tab.1 A-B Judgment matrix

A	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
B ₁	1	3	3	2
B ₂	1/3	1	2	1/2
B ₃	1/3	1/2	1	1/3
B ₄	1/2	2	3	1

表 2 B-C₁₁判断矩阵
Tab.2 B-C₁₁ Judgment matrix

B ₁	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
C ₁₁	1	2	2	3	3
C ₁₂	1/2	1	1	2	2
C ₁₃	1/2	1	1	2	2
C ₁₄	1/3	1/2	1/2	1	2
C ₁₅	1/3	1/2	1/2	1/2	1

表 3 B-C₂₁判断矩阵
Tab.3 B-C₂₁ Judgment matrix

B ₂	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃
C ₂₁	1	2	2
C ₂₂	1/2	1	1
C ₂₃	1/2	1	1

根据判断矩阵,计算重要度向量 ω_{κ} 和各自的最

表4 B-C_{3i}判断矩阵
Tab.4 B-C_{3i} Judgment matrix

B ₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃
C ₃₁	1	2	3
C ₃₂	1/2	1	2
C ₃₃	1/3	1/2	1

表5 B-C_{4i}判断矩阵
Tab.5 B-C_{4i} Judgment matrix

B ₄	C ₄₁	C ₄₂
C ₄₁	1	1
C ₄₂	1	1

大特征根 λ_{κ} ,并计算指标 Z ,判断比率 F 是否在0~0.1范围内,见表6。

表6 重要度计算与一致性检验结果
Tab.6 Importance calculation and consistency test results

κ	1	2	3	4	5
$\omega_{\kappa}^{(5)}$	0.46	0.36	0.5	0.54	0.5
	0.16	0.22	0.25	0.3	0.5
	0.11	0.21	0.25	0.16	
	0.28	0.12	0.09		
$\lambda_{\kappa}^{(5)}$	4.063	5.070	3	3.01	2
$Z_{\kappa}^{(5)}$	0.021	0.014	0	0.005	0
$\xi_{\kappa}^{(5)}$	0.89	1.12	0.52	0.52	0
$F_{\kappa}^{(5)}$	0.023	0.013	0	0.009	0

由表6看出, $F_{\kappa}^{(5)} < 0.1$,一致性检验通过,得到如表7所示的顾客需求重要度总排序,基于上述结果,建立顾客需求重要度三层排序层级^[7],各层权重逐次降低。

表7 顾客需求重要度总排序
Tab.7 Total sorts of customer requirement importance

B	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₄₁	C ₄₂
B ₁ (0.45)	0.36	0.22	0.21	0.12	0.09	—	—	—	—	—	—	—	—
B ₂ (0.16)	—	—	—	—	—	0.5	0.25	0.25	—	—	—	—	—
B ₃ (0.11)	—	—	—	—	—	—	—	—	0.54	0.3	0.16	—	—
B ₄ (0.28)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	0.5
权重	0.162	0.099	0.0945	0.054	0.041	0.08	0.04	0.04	0.06	0.03	0.017	0.14	0.14
排序	1	3	4	7	8	5	9	9	6	10	11	2	2

注:括号内的数字表示准则B₁,B₂,B₃,B₄相对于目标层A的权重。

一层:结构稳定、材料成本经济、制造成本经济、抗压性好、密封性好、产品信息传达准确。

二层:材料安全、便于贮运。

三层:质量轻、包装易识别性、工艺设计与产品文化契合、减少浪费、工艺清洁。

根据顾客需求重要度三层排序层级,确定纸箱技术需求主要有:结构设计D₁、材料选择D₂、装潢设计D₃、密封设计D₄、尺寸设计D₅、强度设计D₆。其次,确定顾客需求^[7]与技术需求间的相互关系,其中,●表示强关系,○表示中等关系,△表示弱关系。文中选择一个同类竞争设计。根据竞争性评价充分展示自身设计的优势,最终确定顾客的最终需求重要度,输出技术需求^[6]重要度,见表8。

3.2 技术需求特性映射方法

根据表8输出的技术需求重要度作为关键属性规划与决策的依据。运用QFD的方法,将技术属性

映射到以下关键属性^[12]:箱型选择E₁;内装物尺寸E₂、数量E₃、排列方式E₄、质量E₅;纸板原纸种类E₆、纸板类别E₇、纸板代号E₈、纸板厚度E₉、楞型E₁₀^[13];衬件E₁₁;堆码层数E₁₂;外露体印刷E₁₃^[11-14]。具体过程此处不再赘述,最终得到表9的关键属性质量屋。

通过关键属性HOQ排序,可确定该手机产品包装设计关键属性所需解决的核心属性层级。E₉,E₂,E₁₀,E₁,E₈,E₃作为第1级关注属性;E₇,E₁₁,E₄,E₅作为第2级关注属性;E₈,E₁₂,E₁₃作为第3级关注属性。

顾客需求最终映射为关键属性指导包装设计^[15]。根据顾客需求成本要素分析,确定包装材料为纸箱包装。根据表9输出的重要度结果,确定该手机的包装设计为瓦楞纸箱包装,设计参数见图2,并且确定最终箱型为02型瓦楞纸箱,继承瓦楞纸箱包装的所有属性。其中,强度检验使用的APM,Makee,Kellicult瓦楞纸抗压强度计算公式。

表 8 瓦楞纸箱技术需求质量屋
Tab.8 Corrugated cardboard box quality houses of technical requirements

		技术需求						竞争力评价							
		重要度	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	已有设计	竞争设计	目标质量	提升值	卖点	最终顾客重要度	
A	B ₁	C ₁₁	0.162	●	△			●	●	4	4	4	1	2	0.28
		C ₁₂	0.099	●	●			●	●	5	4	5	1	2	0.15
		C ₁₃	0.095	○	△		●	○		4	5	5	1.3	2	0.20
		C ₁₄	0.054	●	○		●	●	●	5	4	5	1	1	0.07
		C ₁₅	0.041	△	○			○	○	4	4	4	1	2	0.06
	B ₂	C ₂₁	0.080			●				4	4	4	1	1	0.10
		C ₂₂	0.040			●				4	4	4	1	1	0.06
		C ₂₃	0.040			●				4	4	4	1	1	0.05
	B ₃	C ₃₁	0.059		●					5	5	5	1	2	0.10
		C ₃₂	0.033	●	●	●	○	○	△	5	5	5	1	1	0.04
		C ₃₃	0.018			●				4	4	4	1	1	0.02
	B ₄	C ₄₁	0.140		●			○		4	4	5	1.3	1	0.25
		C ₄₂	0.140	○	●	○	○	○	○	4	4	5	1.3	1	0.25
技术重要度	绝对重要度		3.8	4.9	2.0	2.0	4.2	3.3							
	相对重要度		0.19	0.24	0.99	0.1	0.2	0.16							
	排序		3	1	6	5	2	4							

注：●表示强关系；○表示中等关系；△表示弱关系。

表 9 关键属性质量屋
Tab.9 The quality houses of key properties

	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇	E ₈	E ₉	E ₁₀	E ₁₁	E ₁₂	E ₁₃
D ₁	●	●			●		●	●		●			
D ₂	△	△				△	●			○			●
D ₃	○	○			○			○		○	△		
D ₄	●	●	●	●					○		●		
D ₅		●	●		●	●		●	●	●	○	●	
重要度	3.96	4.31	3.91	2.43	2.34	1.58	3.88	3.96	4.85	4.25	3.75	1.48	0.88
排序	4	2	5	8	9	10	6	4	1	3	7	11	12

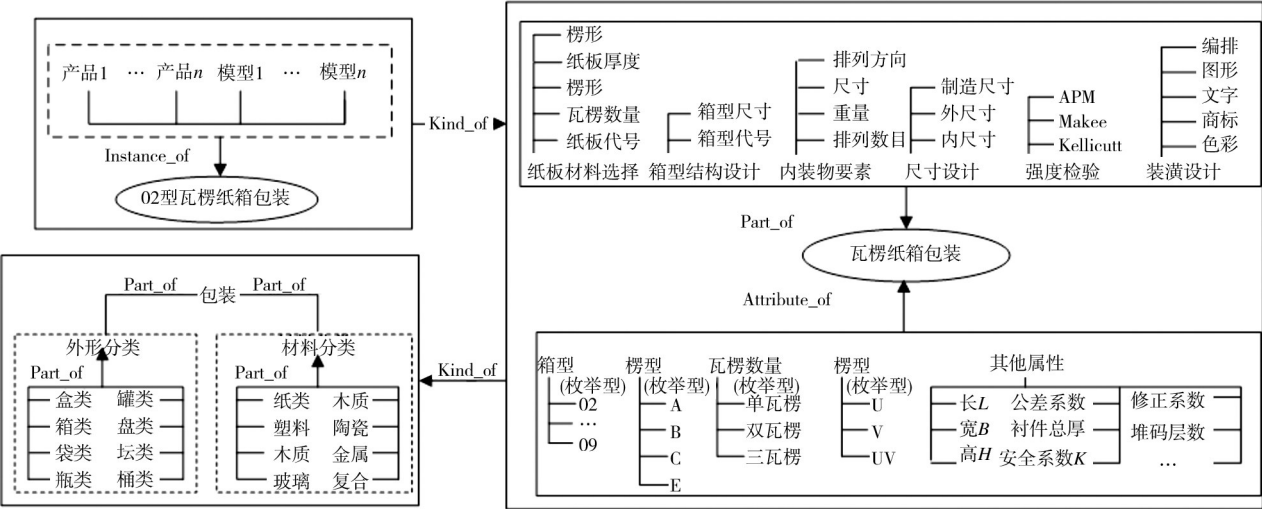


图 2 包装设计设计参数
Fig.2 Design parameters of the packaging design

4 结语

运用AHP和QFD为瓦楞纸箱包装设计需求分析映射提供了一种普遍的方法,为设计关键技术的确提供了科学的研究依据。下一步将研究如何运用该映射方法的结果于方案设计中,将用户需求转化为更直观的解决方案。

参考文献:

- [1] 王美清,唐晓青. 产品设计中的用户需求与产品质量特征映射方法研究[J]. 机械工程学报,2004,40(5):136—140.
WANG Mei-qing, TANG Xiao-qing. Mapping Customer Requirements to Product Quality Characteristics[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2004,40(5):136—140.
- [2] 陈以增,唐加福,侯荣涛,等. 基于质量屋的产品设计过程[J]. 计算机集成制造系统-CIMS,2002,10(8):757—761.
CHEN Yi-zeng, TANG Jia-fu, HOU Rong-tao, et al. Product Development Process Based on House of Quality[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2002,10(8):757—761.
- [3] 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 QFD in Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2011,32(5):53—55.
- [4] 郭基联,王卓健,朱绍强. QFD与FMEA相结合的需求重要度确定方法[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2009,10(6):10—14.
GUO Ji-lian, WANG Zhuo-jian, ZHU Shao-qiang. Acquisition Method for Consumers Requirements Importance Based on Combination of QFD and FMEA[J]. Journal of Air Force Engineering University (Natural Science Edition), 2009,10(6):10—14.
- [5] GUO Yuan, HU Jie, PENG Ying-hong. A CBR System for Injection Mould Design Based on Ontology: A Case Study[J]. Computer Aided Design, 2012,44(6):496—508.
- [5] 王玉,左敦稳,薛善良,等. 基于CBR的自动开箱机相似设计推理技术研究[J]. 中国制造业信息化,2012,41(17):32—35.
WANG Yu, ZUO Dun-wen, XUE Shan-liang, et al. Research on Rapid Design of Automatic Case Erecting Machine Based on Case-based Reasoning[J]. Manufacture Information Engineering of China, 2012,41(17):32—35.
- [6] 钟欣,王玫,王杰. 基于层次分析法的电子产品概念设计评价研究[J]. 包装工程,2008,29(11):108—111.
ZHONG Xin, WANG Mei, WANG Jie. Research on AHP-based Evaluation of Electronic Product Conceptual Design[J]. Packaging Engineering, 2008,29(11):108—111.
- [7] 李延来,姚建明,焦明海. 基于BSC的质量屋中工程特性最终重要度确定方法[J]. 机械工程学报,2010,46(4):177—185.
- LI Yan-lai, YAO Jian-ming, JIAO Ming-hai. Methodology for Determining the Final Importance Ratings of Engineering Characteristics in House of Quality Based on BSC[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2010,46(4):177—185.
- [8] 萨日娜,张树有,袁乐森. 面向制造装备加工工艺与性能需求转换的质量屋依赖与反馈模型[J]. 机械工程学报,2012,48(15):164—172.
SARINA, ZHANG Shu-you, QIU Le-miao. Quality House Model with Dependence and Feedback for Manufacturing Equipment Process and Performance Requirements Conversion[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012,48(15):164—172.
- [9] SRINATH S, WEN F L. Development of a Supporting Tool for Sustainable FMCG Packaging Designs[J]. Procedia CIRP, 2014,15:395—400.
- [10] 庞继红,张根保,周宏明,等. 基于粗糙集的数控机床精度设计质量特性反向映射研究[J]. 机械工程学报,2012,48(5):101—107.
PANG Ji-hong, ZHANG Gen-bao, ZHOU Hong-ming, et al. Study on Reverse Mapping of Accuracy Design Quality Characteristics for Numerical Control Machine Based on Rough Set[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012,48(5):101—107.
- [11] 王霜,戴跃洪,何忠秀. CIMS机制下瓦楞纸箱CAD系统开发[J]. 包装工程,2006,27(2):133—134.
WANG Shuang, DAI Yue-hong, HE Zhong-xiu. Corrugated Cardboard Box CAD System Based on CIMS[J]. Packaging Engineering, 2006,27(2):133—134.
- [12] 孙德强. 瓦楞纸箱设计系统的研究与开发[J]. 包装工程,2004,25(3):67—68.
SUN De-qiang. Study and Development of the Corrugated Paper Box Design System[J]. Packaging Engineering, 2004,25(3):67—68.
- [13] 张琴,许莉钧,张丽,等. 瓦楞纸箱尺寸的优化设计[J]. 包装工程,2012,33(7):58—61.
ZHANG Qin, XU Li-jun, ZHANG Li, et al. Optimal Design of Corrugated Box Dimension[J]. Packaging Engineering, 2012,33(7):58—61.
- [14] 王梅,李克天,赵荣丽. 基于VBA技术的瓦楞纸箱结构设计软件的开发[J]. 包装工程,2009,30(8):64—66.
WANG Mei, LI Ke-tian, ZHAO Rong-li. Development of Corrugated Box Structural Design Software Based on VBA Technology[J]. Packaging Engineering, 2009,30(8):64—66.
- [15] 刘志峰,阳斌,刘涛,等. 基于QFD的变速箱再制造设计要素分析[J]. 组合机床与自动化加工技术,2010,6(1):4—9.
LIU Zhi-feng, YANG Bin, LIU Tao, et al. Analysis Base on QFD on Design for Remanufacturing of Gear-box[J]. Modular Machine Tool & Automatic Manufacturing Technique, 2010,6(1):4—9.