

## 基于QFD的汽车造型设计特性优先度评价方法

张芳兰<sup>1,2</sup>, 杨明朗<sup>1</sup>, 刘卫东<sup>1</sup>

(1. 南昌大学, 南昌 330031; 2. 燕山大学, 秦皇岛 066004)

**摘要:** **目的** 为了客观准确地获取设计前期汽车造型设计的重点方向, 提出一种改进的QFD质量屋矩阵评价方法, 进行汽车造型设计特性优先度分析。 **方法** 在该方法中, 运用访谈、问卷调查、数理分析方法获取顾客满意需求及重要度, 并采用Cronbach  $\alpha$  系数进行信度检测, 确保数据结果的可靠性, 依据汽车形态特征群确立其造型设计特性。通过顾客需求与汽车造型设计特性关系矩阵计算出设计特性分值。 **结论** 确立了汽车造型设计特性优先度, 从而证明了方法的可行性。

**关键词:** 汽车造型; 质量功能展开方法; 质量屋; 设计特性; 优先度; 顾客满意需求

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)24-0059-04

### Evaluation of Automobile Form Design Characteristics Priority Based on QFD

ZHANG Fang-lan<sup>1,2</sup>, YANG Ming-lang<sup>1</sup>, LIU Wei-dong<sup>1</sup>

(1. Nanchang University, Nanchang 330031, China; 2. Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

**ABSTRACT: Objective** To obtain the critical direction of automobile form objectively and accurately in early design phase, an improved house of quality matrix of QFD was proposed for analyzing automobile form design characteristics priority. **Methods** In this method, interviews, questionnaire and statistical analysis were used to gain customer satisfaction needs and importance. Cronbach's coefficient alpha was conducted for testing in order to gain reliable data. According to the group of automobile form characteristics, design characteristics were established. The score of the design characteristics were calculated by correlation matrix of customer satisfaction needs and design characteristics. **Conclusion** The final automobile form design characteristics priorities are acquired to prove the feasibility of the method.

**KEY WORDS:** automobile form; quality function deployment; house of quality; design characteristics; priority; customer satisfaction needs

在汽车开发前期设计阶段, 通过汽车造型设计特性优先度的有效获取, 可以准确获取造型设计的正确方向, 避免造成后期开发中的人力与成本浪费。设计特性优先度的确定过程, 存在较多的主观与模糊判断因素<sup>[1]</sup>。顾客对于汽车外形会有许多需求, 各项需求会与多个设计特性有关。将顾客需求转化为设计特性的方法大多是定性的<sup>[2]</sup>; 设计过程中获取的信息是

有限的, 往往误差较大<sup>[3]</sup>, 这些因素均加大了设计特性优先度确立的模糊性<sup>[4]</sup>。另外, 质量功能展开方法 (Quality Function Deployment, QFD) 是将顾客需求转化为工程特性的有效方法。QFD质量屋可以将顾客需求与工程特性的关联度及工程特性的自相关性直观展现<sup>[5-7]</sup>。目前, 在顾客需求与工程特性关系的评价过程中, 有采用简单数字标度法<sup>[8]</sup>、三角模糊数或梯形

收稿日期: 2014-08-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71161018); 燕山大学青年教师自主研究计划课题(14SKB012)

作者简介: 张芳兰(1980—), 女, 陕西人, 博士生, 燕山大学副教授, 主要从事产品创新设计理论与方法、人机工程学等方面的研究。

模糊数<sup>[9]</sup>、模糊线性回归<sup>[10]</sup>等方法,但是为了获取必要的数,需要投入大量的时间与成本。

## 1 QFD方法

### 1.1 传统QFD核心工具

传统QFD方法的核心工具是质量屋,见图1,具体包括以下部分。(1)左墙:顾客需求及顾客需求重要度。(2)天花板:产品技术工程特征。(3)房间:顾客需求到产品技术工程特征的关系矩阵与映射关系。(4)屋顶:产品技术工程特性之间的自相关程度。(5)右墙:顾客竞争性评估矩阵。(6)地下室:技术竞争评估矩阵。

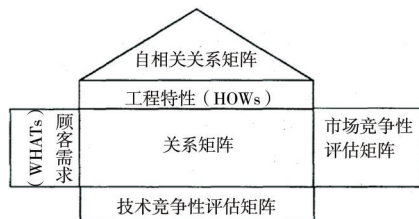


图1 质量屋

Fig.1 House of quality

### 1.2 改进的质量屋矩阵

在传统QFD质量屋的基础上,为了更加方便准确地获取产品设计特性的优先度,提出一种改进的质量屋矩阵,见表1。其中: $CSN_i$ 代表顾客满意需求; $C_i$ 为顾客满意需求的重要度分值。采用1-2-3-4-5分别代表极为不重要、不重要、一般、重要、极为重要5种重要度级别。其中: $PDC_j$ 代表产品设计特性; $P_{ij}$ 表示顾客满意需求 $CSN_i$ 与产品设计特性 $PDC_j$ 之间的相关程度。采用0-1-3-5分别代表无关联、弱相关、中相关、强相

表1 改进的质量屋矩阵

Tab.1 A modified HoQ matrix for design priority analysis

顾客满意需求 及重要度分值		产品设计特性		
		$PDC_1$	$PDC_2$	$PDC_j$
$CSN_1$	$C_1$	$P_{11}$		
$CSN_2$	$C_2$		$P_{22}$	
$CSN_i$	$C_i$			$P_{ij}$
产品设计特性分值		$S_1$	$S_2$	$S_j$
产品设计特性优先度				

关。 $S_j$ 代表产品设计特性整体得分,计算公式为:

$$S_j = \sum_{i=1} C_i P_{ij} \quad (1)$$

产品设计特性优先度是改进的质量屋矩阵的关键输出,可以据此确定产品开发的设计重点,以便于实现较短周期内利用有限的设计资源尽可能提升用户满意度。顾客满意需求与重要度是改进的质量屋矩阵的关键输入。通过用户与专家访谈的方法,广泛获取关于产品造型的顾客满意需求指标的原始描述。专家将重复及相近的指标进行删除与归纳,初级筛选后确立的各项指标采用5点量表法进行重要度分析,运用问卷调查与SPSS数理统计分析完成。问卷采用1-2-3-4-5正向给分并运用SPSS数理统计获取各项指标的平均值与标准差,从而确立各项指标重要度。另外,对评测结果采用Cronbach  $\alpha$ 系数进行信度检测。若最终各项指标的 $\alpha$ 系数大于0.7,则符合信度要求,并将指标与总数相关系数小于0.4的需求进行筛选,最终结合指标的重要度均值获得顾客满意需求重要度评级。

## 2 面向质量屋矩阵的汽车造型设计优先度

### 2.1 顾客满意需求获取及重要度

针对汽车造型设计问题,通过访谈收集了24项关于汽车造型的顾客满意需求指标的原始描述,分别是1流线型、2比例合适、3好看、4前脸美观、5唤起愉悦感、6民族文化、7功能与形式统一、8整体与局部协调、9比例协调、10个性化、11象征、12时尚、13彰显品位、14女性柔美、15男性阳刚、16造型语意、17简洁、18时代感、19设计美学、20可爱型、21高情感、22现代感、23仿生、24硬朗型。专家将重复与相似的指标进行初级筛选,确立6项顾客满意需求:美学需求2,3,4,8,9,19;象征需求6,11,13,16,23;人机需求5,17,21;功能需求7;吸引力需求10,12;款风需求1,14,15,18,20,24。设定60份问卷进行顾客满意需求重要度评价。为了提高问卷信度,一方面,将问卷发放给40位设计专家、10位经验型用户与10位无经验型用户,年龄跨度在18~70岁之间,共包括30位女性与30位男性。另一方面,采用SPSS软件计算6项顾客满意需求的均值、标准差及Cronbach  $\alpha$ 系数,见表2。各项指标的 $\alpha$

表2 顾客满意需求重要度数理统计结果

Tab.2 Results of statistical analysis for customer satisfaction needs rating

用户满意需求	均值	标准差	指标与总数相关系数	删除指标后的α系数
美学需求	4.57	0.53	0.725	0.925
象征需求	4.13	1.17	0.516	0.833
人机需求	3.93	0.63	0.703	0.887
功能需求	3.27	1.23	0.347	0.764
吸引力需求	3.25	0.77	0.643	0.712
款风需求	4.53	0.95	0.597	0.847

系数大于0.7,符合信度要求,但是,功能需求指标与总数的相关系数小于0.4,因此将被删除,从而确保数据的有效性。最终获得顾客满意需求为:美学需求4.57,款风需求4.53,象征需求4.13,人机需求3.93,吸引力需求3.25。

## 2.2 汽车造型设计特性确立

汽车造型分为4个形态特征群,依次为前视特征群、侧视特征群、后视特征群和顶视特征群<sup>[11-12]</sup>,每个特征群中包含的主要设计特性如下:前视特征群有前车窗尺度与形态、前车灯形态语意、进气格栅形态、引擎盖曲面走势、前脸形态语意、车前视轮廓;侧视特征群有车门开启形式、腰线曲率、车侧窗尺度与形态、后视镜、车门把手形式、车侧视轮廓、车侧视曲面走势、车裙摆线方位、车侧灯形态与方位;后视特征群有车后窗尺度与形态、车后灯形态语意、车后视轮廓、车后视曲面走势;顶视特征群有天窗尺度、车顶视轮廓。

## 2.3 最终汽车造型设计特性优先度

依据改进的QFD质量屋矩阵进行汽车造型顾客满意需求与设计特性相关矩阵构建,获得最终设计特性优先度,见表3。通过整理得到汽车造型设计特性

表3 基于质量屋矩阵的汽车造型设计特性优先度

Tab.3 The modified HoQ matrix for automobile form design characteristics priority

顾客满意需求及重要度	汽车造型设计特性																				
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u
美学需求	3	3	5	3	5	5		5	5	1	5	3	3		1	3	3	1	1	1	
款风需求				5	5	3	5	5				3	5	5				3	5	1	
象征需求		5	3		5												5				
人机需求	5						5		5	5	3				5	5				5	
吸引力需求	3	3	3	5	3	3	5	3	3	1	1	3	3		1	1	3	3		1	
设计特性分值	43.11	44.11	44.99	52.61	76.9	45.19	58.55	55.25	42.25	22.9	19.61	46.19	46.11	36.36	19.65	27.47	37.61	37.05	36.97	24.22	12.35
设计特性优先度	10	9	8	4	1	7	2	3	11	18	20	5	6	15	19	16	12	13	14	17	21

注:a前车窗尺度与形态;b前车灯形态语意;c进气格栅形态;d引擎盖曲面走势;e前脸形态语意;f车前视轮廓;g车门开启形式;h腰线曲率;i车侧窗尺度与形态;j后视镜;k车门把手形式;l车侧视轮廓;m车侧视曲面走势;n车裙摆线方位;o车侧灯形态与方位;p车后窗尺度与形态;q车后灯形态语意;r车后视轮廓;s车后视曲面走势;t天窗尺度;u车顶视轮廓。

优先度,见表4。

## 3 结语

针对顾客需求及重要度的获取采用访谈、问卷调

研、数理分析方法,并依据Cronbach α系数进行信度检测,因此,数据结果具有可靠性。通过改进的质量屋矩阵能够客观且准确地确立设计特性优先度。汽车造型设计特性中的前脸形态语意、车门开启形式、腰线曲率、引擎盖曲面走势、车侧视轮廓、车侧视曲面

表4 汽车造型设计特性优先度

Tab. 4 Automobile form design characteristics priority

排序	设计特性	分值	排序	设计特性	分值	排序	设计特性	分值
1	前脸形态语意	76.9	8	进气格栅形态	44.99	15	车裙摆线方位	36.36
2	车门开启形式	58.55	9	前车灯形态语意	44.11	16	车后窗尺度与形态	27.47
3	腰线曲率	55.25	10	前车窗尺度与形态	43.11	17	天窗尺度	24.22
4	引擎盖曲面走势	52.61	11	车侧窗尺度与形态	42.25	18	后视镜	22.9
5	车侧视轮廓	46.19	12	车后灯形态语意	37.61	19	车侧灯形态与方位	19.65
6	车侧视曲面走势	46.11	13	车后视轮廓	37.05	20	车门把手形式	19.61
7	车前视轮廓	45.19	14	车后视曲面走势	36.97	21	车顶视轮廓	12.35

走势、车前视轮廓、进气格栅形态、前车灯形态语意、前车窗尺度与形态、车侧窗尺度与形态等排序位居前列,具有较高的设计优先度,是汽车造型设计的重点设计方向。

#### 参考文献:

- [1] CHAN L K, WU M L. Quality Function Deployment: a Literature Review[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(3): 463—497.
- [2] CRISTIANO J J, LIKER J K, WHITE C C. Customer-driven Product Development through Quality Function Deployment in the US and Japan[J]. Journal of Product Innovation Management, 2000, 17(4): 286—308.
- [3] QI Wu. Fuzzy Measurable House of Quality and Quality Function Deployment for Fuzzy Regression Estimation Problem[J]. Expert Systems with Applications, 2011(38).
- [4] 王增强, 李延来, 蒲云. 基于混合语言变量的工程特性优先度确定方法[J]. 中国机械工程, 2013, 24(20).  
WANG Zeng-qiang, LI Yan-lai, PU Yun. Priority Rating Determination of Engineering Characteristics Based on Mixed Linguistic Information[J]. China Mechanical Engineering, 2013, 24(20).
- [5] 陈国强. 基于质量功能展开方法的电动自行车设计优先度研究[J]. 包装工程, 2012, 33(6): 35—37.  
CHEN Guo-qiang. Research on Priority Design of Electric Bicycle Based on Quality Function Deployment[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(6): 35—37.
- [6] 余伟伟, 帅茨平, 周惠兰. QFD和TRIZ集成在儿童玩具车概念设计中的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(7): 65—68.  
YU Wei-wei, SHUAI Ci-ping, ZHOU Hui-lan. QFD and TRIZ Integrated in the Children's Toy Car[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(7): 65—68.
- [7] 梁晶晶, 李瑞琴, 罗维, 等. QFD在药品泡罩包装机开发中的应用研究[J]. 包装工程, 2011, 32(5): 91—93.  
LIANG Jing-jing, LI Rui-qin, LUO Wei, et al. QFD in the Pharmaceutical Blister Packaging Machine Development[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(5): 91—93.
- [8] HARDING J A, POPPLEWELL K, FUNG R Y K. An Intelligent Information Framework Relating Customer Requirements and Product Characteristics[J]. Computers in Industry, 2001, 44(1): 51—65.
- [9] KWONG C K, CHEN Y, BAI H, et al. A Methodology of Determining Aggregated Importance of Engineering Characteristics in QFD[J]. Computers & Industrial Engineering, 2007, 53(4): 667—679.
- [10] SENER Z, KARSAK E E. A Combined Fuzzy Linear Regression and Fuzzy Multiple Objective Programming Approach for Setting Target Levels in Quality Function Deployment[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(4).
- [11] 张慧妹, 王婧菁, 张宇, 等. 基于工业设计的节能环保汽车设计与研究[J]. 包装工程, 2011, 32(4): 111—113.  
ZHANG Hui-shu, WANG Jing-jing, ZHANG Yu, et al. Design and Research on Clean-running Vehicles Based on Industrial Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(4): 111—113.
- [12] 赵丹华, 赵江洪. 汽车造型特征与特征线[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 115—117.  
ZHAO Dan-hua, ZHAO Jiang-hong. Automobile Form Feature and Feature Line[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 115—117.