

基于网络评论情感分析和 QFD 的产品改进设计

王琴¹, 刘毅²

(1.华南理工大学设计学院, 广州 510006; 2.广东省工业设计创意与应用研究重点实验室, 广州 511442)

摘要:目的 分析产品在线网络评论, 准确评估用户的使用反馈和需求信息, 用于产品改进设计。方法 用网络爬虫采集购物网站的商品评论数据, 引入百度 AI 开放平台的自然语言处理技术, 对清洗后的评论数据进行情感分析, 计算每条评论的情感极性, 结合 Nvivo 文本分析和人工筛选, 得到准确的用户评价。在质量功能展开 (QFD) 中, 评论分析的结果用于产品的目标质量规划, 根据质量屋得出的技术特性相对重要度, 选择应重点改进的技术属性。结果 该方法发现了产品需要改进的多个重要设计问题, 以无线手持吸尘器为例, 对比传统调研方法的分析结果, 验证该方法的有效性。结论 对网络评论大数据的 AI 情感分析结合 QFD, 能发现产品需要改进的大部分问题, 具有重要的参考价值, 能为产品改进设计提供新方法。

关键词: 网络评论; 情感分析; QFD; 改进设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)24-0169-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.24.019

Product Improvement Design Based on Sentiment Analysis of Online Reviews and QFD

WANG Qin¹, LIU Yi²

(1.South China University of Technology, Guangzhou 510006, China;

2.Guangdong Key Laboratory of Industrial Design Creativity and Application Research, Guangzhou 511442, China)

ABSTRACT: Online product reviews are analyzed to accurately assess user feedback and demand information for product improvement design. Using web crawler to collect online reviews of shopping websites. The natural language processing technology of Baidu AI open platform was introduced to conduct sentiment analysis on the comment data after cleaning, calculate the emotional polarity of each comment, and combines with the text analysis of Nvivo software and artificial selection to get accurate analysis of user comments. In quality function deployment (QFD), the results of online reviews analysis are used in the target quality planning of the product, and according to relative importance of technical attributes obtained from the house of quality, the technical attributes to be improved are selected. This method finds out several important design problems that need to be improved. Taking the wireless handheld vacuum cleaner as an example, the effectiveness of this method is verified by comparing the analysis results of traditional research methods. AI sentiment analysis of online reviews combined with QFD can find most of problems that need to be improved, which has important reference value and can provide new methods for product design improvement.

KEY WORDS: online reviews; sentiment analysis; QFD; improvement design

用户在电商平台购物, 对商品做出评价, 分享使用体验。产品评论能够帮助潜在消费者判断产品或服务

是否满足需求, 进而做出合理的购买决策, 也能够促进企业针对用户评论中产品或服务的不足做出针

收稿日期: 2021-09-22

基金项目: 广东省科技计划项目 (2017B030314169)

作者简介: 王琴 (1979—), 女, 湖北人, 博士, 华南理工大学设计学院副教授, 主要研究方向为产品设计用户研究。

通信作者: 刘毅 (1976—), 男, 广东人, 硕士, 广东省工业设计创意与应用研究重点实验室副教授, 主要研究方向为交互设计。

性的改进^[1]。情感分析 (Sentiment Analysis) 也称为观点挖掘, 分析人们对主题、产品、服务等要素的看法、评价、态度、情感等^[2]。高效而准确的用户评论情感分析, 对产品的改进升级具有决策参考价值, 能广泛运用于设计前期、设计评估及定制化设计领域。如何科学高效地分析产品网络评论数据, 使其转化为设计要求, 是企业开发改进产品的关键。

1 文献综述

网络评论分析首先在商业、计算机、信息科学领域兴起, 设计领域中网络评论的大数据分析已被用来识别用户需求和偏好。司光耀等实时获取多种信息载体中的大体量用户需求, 利用大数据分析工具和粗糙集获取不同语义层次的用户需求类型的权重^[3]。JIN J 等设计算法, 根据商品评论确定 QFD 中工程特征的优先级^[4]。KIM H S 通过对大数据的文本分析、因子分析、回归分析找出洗衣机的主要设计因素^[5]。ZHANG L 构建了基于语义分析的结构化偏好模型, 通过目标特征选择模型确定改进的产品特征^[6]。LI X 等研究指出, 产品的负面和正面在线评论有重要的内容和影响^[7]。现有研究主要集中在文本挖掘技术、算法, 评论数据在产品中的应用性研究比较少, 在产品发展决策方面难以发挥良好的作用。

情感分析从在线评论中获得用户的意见, 包括客观的事实和主观的情绪态度, 如情感识别、情感提取、观点抽取等内容^[2]。对文本进行情感分析, 可以通过算法、编程、软件或网络服务实现。算法或编程对分析者的技术要求较高, 使其在设计实际应用中受限。然而, 近年国内发展的人工智能平台如百度 AI、腾讯 AI 等, 能实时高效地对文本数据进行准确评估, 谢秋逸等用百度 AI 开放平台对住宿顾客满意度及需求进行分析^[8]。本研究引入开放的百度智能云平台, 评论数据采用自然语言处理 (Natural Language Processing, NLP) 分析技术, NLP 包括情感分析、评论观点抽取等, 通过对电商评论进行情感倾向性分析, 将不同用户对同一商品的评论内容按情感极性予以分类展示^[9]。设计分析人员能直接通过 AI 平台, 高效便捷地获得评论数据情感分析结果。

质量功能展开 (Quality Function Deployment, QFD) 最早作为一项质量管理体系, 由日本学者 Akao 等在 20 世纪 60 年代提出, 它通过亲和图、质量屋等方法, 将客户需求转化为相应的技术要求, 并以此设计、生产能充分满足客户需求的产品^[10]。王秋惠等将 QFD 用于餐馆服务机器人的设计^[11]。吕中意等建立了基于 QFD 的复杂产品外观设计基础需求模型和增强需求模型^[12]。

产品的网络评论有重要价值, 但少有人研究如何将网络评论转化为设计要求。针对该问题, 本研究引进人工智能服务平台作为技术手段, 对产品网络评论

大数据进行准确评估, 结合 Nvivo 软件的文本分析, 明确在线评论中的顾客评价和需求信息, 通过 QFD 模型将顾客需求转化为设计要求。以某品牌手持式吸尘器为例, 验证该方法的有效性。

2 研究方法

2.1 研究设计

数据采集与清洗, 通过爬虫软件抓取网站上的产品评论信息, 用 python 对采集到的评论数据进行清洗。在百度 AI 开放平台, 将清洗后的评论数据用 NLP 进行情感分析, 计算出每条评论的情感极性, 将结果导入 SPSS 进行描述统计, 得出正向评价、负向评价、中性评价的评论所占比例。将全部评论文本分为两部分, 正向评论和中性/负向评论, 用 Nvivo11 结合人工筛选分析文本结构, 得出顾客需求的关注点。在 QFD 中, 顾客需求及需求重要度排序采用焦点小组和 KJ 法, 顾客评论的分析结果用于确定规划质量特征, 依据顾客需求重要度和质量屋的关系矩阵, 计算技术特性重要度, 进而确定应改进的技术特性。为评估该方法的有效性, 用传统分析方法研究用户对产品的评价。将两种方法得出的结果进行比较, 对该方法进行验证。基于网络评论情感分析和 QFD 的产品改进设计流程见图 1。

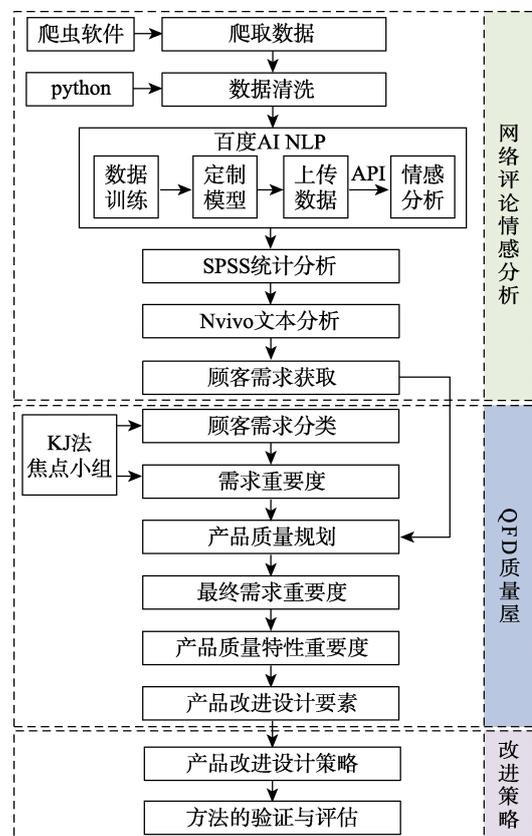


图1 基于网络评论情感分析和 QFD 的产品改进设计流程
Fig.1 Flow chart of product optimization design based on online review sentiment analysis and QFD

2.2 实验过程

2.2.1 数据采集

以某品牌手持式吸尘器为例,爬取某电商平台的产品评论数据,由于该平台限制了评论的显示数量,所以爬取到该商品全部显示评论共 1 885 条。经过 python 数据清洗,删除重复、无效的评论信息及无意义的符号,得到有效评论 1 502 条,保存为 txt 格式文件。

2.2.2 评论数据的情感分析

为了更准确地分析用户评论数据,在百度 AI 开放平台,选择控制台中“自然语言处理”的“情感倾向分析定制”模块。定制版情感倾向分析接口,在通用模型的基础上,通过上传特定应用场景的正负向情感语料来训练和调优模型,对清洗后的评论数据进行 AI 情感分析,给出自动情感倾向性判断(积极、消极、中性),以及相应的置信度。

根据评论数据,随机选取正向语料和负向语料各 100 条,按照平台要求进行标准化,上传正负向情感语料训练模型,得到定制模型准确率为 90.91%,模型生效后,通过 API 接口的方式进行调用。将清洗后的评论用定制版模型分析,结果保存为 csv 格式文件并导入 excel 中。根据百度 NLP 情感极性评估结果,2 为正向,1 为中性,0 为负向,每条评论对应有情感极性判断,在 SPSS 中对评估结果进行描述统计。

为了发现产品的不足和分析产品的优势,筛选出了情感极性为 0 的负向评论、情感极性为 1 的中性评论及情感极性为 2 的正向评论。在 Nvivo11 软件中分别对文本进行质性分析,将无意义词汇加入停用词表,选择同义词分组,以最小长度为 2 个字符的形式进行词频的统计分析,高频词表示顾客需求的关注点。由于用户评价倾向性不同,需要结合 word 人工筛选对全部评论数据再进行文本分析,将非结构化的文本以结构化的方式呈现结论。

2.2.3 建立 QDF 质量屋

QFD 中的第一个矩阵是产品计划质量屋,将顾客需求转换为技术特征^[13]。顾客需求及重要度为质量屋的左墙,技术特性与设计属性为天花板,顾客需求与技术特性的关系矩阵为房间,质量规划为右墙,技术特性重要度和技术特性目标值为地下室。

顾客需求采用了 5 名用户的焦点小组访谈和 KJ 法,以 5 分量表进行评分,获得顾客需求相对重要度

CR_i 。在产品质量规划中顾客需求的最终重要度,要考虑竞争对手和产品规划质量。对照产品价格和销量选择竞品,由 3 名设计专业人士对网络评论情感分析结果和文本内容,进行市场竞争性评估。质量水平提高率 R_i 是目标质量设定值对本产品评价价值的比率。产品特性 S_i 体现顾客最关注的需求,是市场营销卖点,取值重要为 1.5,一般重要为 1.2,普通为 1。计算最终顾客需求重要度 W_i ,公式如下:

$$W_i = CR_i \times R_i \times S_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

顾客需求和技术特性的关系数字为 K_{ij} , 是第 i 个顾客需求和第 j 个技术特性之间关系符号对应的数值,关系矩阵由焦点小组讨论得出。用◎表示表示强相关、○表示中等相关、△表示弱相关,参考文献[14]、[15]取值◎:○:△=9:3:1。

根据文献[16]通过计算得到技术特性重要度 T_j ,公式如下:

$$T_j = \sum_{i=1}^m K_{ij} \times W_i, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

质量屋底部是设定的技术特性目标值、技术特性重要度和归一化得出的技术特性相对重要度,完成 QFD 质量屋主要部分的构建,根据技术特性相对重要度选择应重点改进的技术特性。

2.2.4 验证

为验证该方法识别顾客需求的有效性,与传统的用户调研方法进行比较研究。请典型用户和设计师组成焦点小组,采用问卷法和焦点小组访谈法,发现产品改进的设计问题。问卷法邀请 10 名用户和 5 名产品设计师,年龄为 22~40 岁,要求用户在指定时间内操作使用产品,然后根据质量屋左墙为顾客需求项填写满意度,问卷采用李克特量表的 1~5 分级评价,其中 1 表示非常不满意,5 表示非常满意。焦点小组对产品的使用体验和改进建议进行讨论。

3 研究结果

3.1 对评论数据的分析

百度 AI 情感分析结果示例见表 1,对情感分析描述统计结果由表 2 可知。对该产品的正向评价占 76.9%,负向评价占 21.1%,中性评价占 2%,说明大部分用户评价是正向肯定态度,一定量用户持负向评价,少量用户持中性评价。

对不同情感极性的评论进行分析,结合人工筛选

表 1 百度 AI 情感分析结果示例
Tab.1 Baidu AI emotion analysis results example

评论	Positive_prob	Negative_prob	置信度	情感极性
“做工精致,外观漂亮,吸力不太大,挺好”	0.998	0.002	0.996	2
“两档吸力,比保温杯大点,滤网可换可水洗”	0.462	0.538	0.240	1
“整体可以,就是时间太短,用一会就没电”	0.309	0.691	0.313	0

得出高频词。在中性/负向评论和正向评论中,吸力、噪音、便捷、除尘、续航都是用户的关注点,为了区分这些词汇的具体情感倾向,需要进一步文本内容分析。小巧、颜值、好看属于产品外观,均为正向评价,网络评价文本中出现的高频词见表3。

全部评论数据以结构化的方式呈现,合并关联词后,用户关注的产品要素为吸力、方便、噪音、续航、除尘、外观、吸头。其中吸力、方便、外观为正向评价,噪音、除尘效果同时有正向和负向评价,充电续航为负向评价。对全部网络评论数据的文本分析见表4。

3.2 对产品改进设计的分析

在QFD质量屋中将顾客需求转化为工程质量特性,矩阵运算得到的质量特性重要度在质量屋的底部,QFD质量屋分析见表5。质量特性相对重要度高的是吸尘效果和电池,这是产品改进的设计目标。根据评论文本内容,结合顾客需求列表,从3个方面改进,分别是吸头配件、显示电量、提高电池容量增加续航时间,产品改进设计建议见表6。

3.3 与其他研究方法的比较

采用传统的用户调研方法对质量屋左墙的客户需求进行评分,各项的统计平均分结果见表7。焦点小组讨论后得出的产品改进设计建议见表8。

根据传统问卷调研方法的评分结果,正向评价中满意度在3以上的有吸力、集尘杯易清洁、滤芯更换、造型简约、握持舒适省力;负向评价中满意度在3以

下的有噪音低等6项,其中满意度在2以下的是充电、电量显示和续航时间,该结论与表3、表4结论接近。焦点小组讨论得出的产品改进设计建议有5项,其中

表2 对情感分析描述统计结果
Tab.2 Descriptive statistics of the results of sentiment analysis

情感极性	频率	百分比/%
0	317	21.1
1	30	2.0
2	1 155	76.9
合计	1 502	100

表3 网络评价文本中出现的高频词
Tab.3 Frequently used words in online reviews

中性及负向网络评论		正向网络评论	
单词	计数	单词	计数
吸力	162	吸力	703
续航	119	方便	392
噪音	72	噪音	276
充电	55	便捷	270
除尘	50	除尘	250
便捷	46	续航	186
灰尘	39	小巧	166
方便	38	颜值	72
电池	21	好看	42
吸头	12		

表4 对全部网络评论数据的文本分析
Tab.4 Text analysis of all online review data

产品要素		具体内容出现次数	参考点示例
吸力	吸力	865	“吸力大小:小档一般,大档吸力十足”
	方便	430	“吸附力也可以,车里和办公桌用很方便”
便捷	便捷	316	
	噪音	噪音	348
声音		48	“噪音大小:就是声音有点大”
电池	续航	305	“续航能力:续航差了点,充电慢了点”
	电池	34	“就是电池有点不耐用,很快就没电了”
	充电	116	
除尘	除尘	300	“除尘效果:细小地方都可以清洁”
	灰尘	99	“车内除尘,电脑主机除尘”
外观	外观	52	“轻便小巧颜值高,吸力再大点就好了”
	小巧	170	“外观美观,随手放车里,适用超级方便”
	颜值	81	
吸头	吸头	25	“吸的时候和吸口保持完全贴合才能有效果” “止逆阀经常无法关闭,吸进去的灰尘跑出来”
	吸口	6	
	吸嘴	3	
	吸管	4	
	吸尘口	3	

表 5 QFD 质量屋分析
Tab.5 QFD analysis

用户需求	重要度	质量特性								竞争性评估		质量规划			顾客需求
		造型尺寸	体积重量	吸尘效果	马达动力	价格	使用寿命	噪音	电池	本产品	竞品	计划质量	水平提高率	产品特性点	
吸力强	5			◎	◎	○		○	◎	4	5	4	1.0	1.0	5.0
集尘杯易清洁	3									3	3	3	1.0	1.0	3.0
滤芯更换	2			○		△	◎			3	1	3	1.0	1.0	2.0
造型简约	3	◎	◎			△		△	△	5	2	5	1.0	1.2	3.6
吸头	3	△		◎			○			2	2	3	1.5	1.2	5.4
握持舒适省力	4	◎	◎	○					△	3	2	4	1.3	1.0	5.3
噪音低	3			△	○	○		◎		3	4	3	1.0	1.0	3.0
显示电量	4	△		△					△	1	3	4	4.0	1.5	24.0
充电快	2		△			○	△		◎	2	3	3	1.5	1.2	3.6
续航时间	4			○	○	○	○		◎	1	2	3	3.0	1.5	18.0
价格实惠	3		○	△	○	◎	○	○	○	3	2	3	1.0	1.0	3.0
质量设计目标值		<300*65 mm	<0.6 kg	配多个刷头	>10 kPa	190-230 元	5 年	<70 dB	2 500 mAh						
质量特性重要度		109.7	92.9	199.6	117.0	121.4	100.8	54.6	281.3						
质量特性相对重要度		10.2	8.6	18.5	10.9	11.3	9.4	5.1	26.1						

表 6 产品改进设计建议

Tab.6 Suggestions on product optimization design

质量特征	用户需求	产品分析	改进设计
吸尘效果	吸头	吸头配件少	配多个毛刷吸头
电池	电量显示	电量无显示	增加机身电量显示
	续航时间	强力档续航时间短	提高电池容量

3 项与表 6 接近。因此得出结论，网络评论 AI 情感分析和 QFD 的方法，与传统的用户调研方法比较，结果大部分一致，验证了该方法的有效性和实用性。

4 讨论

产品网络评论数据量庞大，是用户需求信息的重要来源之一，反映了顾客对现有产品的看法、态度及使用体验，能为下一步产品升级指出改进方向，具有重要的价值。

表 7 用户对产品满意度评估

Tab.7 User satisfaction assessment of the product

用户需求	评价结果
吸力强	3.33
集尘杯易清洁	3.40
滤芯更换	3.20
使用吸头	2.87
造型简约	4.20
握持舒适省力	3.13
噪音低	2.60
显示电量	1.60
充电快	1.80
续航时间	1.60
价格实惠	2.67

表 8 焦点小组讨论的改进设计建议

Tab.8 Design improvement proposed by Focus groups

产品质量特性	用户需求	现有产品分析	改进设计建议
吸尘效果	吸头	毛刷吸头不易清洗，配件少	搭配多个毛刷吸头配件
	集尘杯	吸进去的灰尘会从集尘杯掉出	改进集尘杯的止逆阀
电池	电量显示	电量无显示	增加机身电量显示
	续航时间	强力档续航时间短	提高电池容量电池快充
造型尺寸	握持舒适省力	电源开关位置低，不易操作	调整电源开关位置

网络评论的 AI 分析,并不能完全代替传统的调研方法。虽然网络评论能反映大量的顾客需求,但是不能覆盖全部的设计问题。其一因为用户评论的时效性,通常用户购买后不久就进行评论,有些问题如止逆阀松动,短时间内用户不易察觉,评论中虽偶尔出现,但频率不高。其二由于网络评论数据来源单一,所以缺乏对产品细节的推敲和人因测试,比如电源开关的位置与操作舒适度问题,实际运用中需要加入典型用户调研访谈、用户行为观察、人因分析等,才能得出具体的产品改进设计方案。

本研究的局限性在于,商品的在线评价会受到其他因素干扰,如商家的奖励等干预会影响评论的客观性;并且对文本的大数据分析受限于计算机自然语言处理技术算法的发展。

5 结语

本研究探讨了如何将网络评论数据应用于产品改进设计,基于实验结果得出以下结论:首先,引入人工智能平台能便捷地对评论数据进行情感分析,分析结果能为产品改进提供重要参考;其次,网络评论数据结合 QFD 分析,能发现大部分的产品设计问题,将反馈的顾客需求转化为需要改进的技术和设计属性;最后,通过网络评论并不能发现全部的设计问题,在实施产品改进设计时,应当同时应用传统的设计研究方法。本研究适用于各种形式的产品评论,包括商品网页、直播弹评等,也能运用于不同的设计领域。

参考文献:

- [1] 宋君, 战洪飞, 余军合. 基于网络评论数据的产品设计综合评价模型的构建[J]. 计算机应用与软件, 2019, 36(1): 88-93.
SONG Jun, ZHAN Hong-fei, YU Jun-he. Construction Of Product Design Comprehensive Evaluation Model Based on Web Reviews Data[J]. Computer Applications and Software, 2019, 36(1): 88-93.
- [2] GUERRERO S J, OLIVAS J A, ROMERO F P, et al. Sentiment Analysis: A Review and Comparative Analysis of Web Services[J]. Information Sciences, 2015, 311: 18-38.
- [3] 司光耀, 王凯, 李文强, 等. 基于大数据和粗糙集的产品需求分析方法研究[J]. 工程设计学报, 2016, 23(6): 521-529.
SI Guang-yao, WANG Kai, LI Wen-qiang, et al. Product Demand Analysis Method Based on Big Data and Rough Set[J]. Chinese journal of Engineering Design, 2016, 23(6): 521-529.
- [4] JIN J, JI P, LIU Y. Prioritising Engineering Characteristics Based on Customer Online Reviews for Quality Function Deployment[J]. Chinese journal of Engineering Design, 2014, 25(7-9): 303-324.
- [5] KIM H S, NOH Y. Elicitation of Design Factors through Big Data Analysis of Online Customer Reviews for Washing Machines[J]. Journal of Mechanical Science and Technology, 2019, 33(6): 2785-2795.
- [6] ZHANG L, CHU X, XUE D. Identification of the to-be-improved Product Features Based on Online Reviews for Product Redesign[J]. International Journal of Production Research, 2019, 57(8): 2464-2479.
- [7] LI X, WU C, MAI F. The Effect of Online Reviews on Product Sales: A Joint Sentiment-Topic Analysis[J]. Information & Management, 2019, 56(2): 172-184.
- [8] 谢秋逸, 周年兴, 轩源, 等. 基于百度 AI 开放平台的北京市共享住宿顾客满意度及需求层次研究[J]. 南京师大学报(自然科学版), 2021, 44(1): 64-70.
XIE Qiu-yi, ZHOU Nian-xing, XUAN Yuan, et al. Degree of Customer Satisfaction and Hierarchy of Needs of Beijing Shared Accommodation in Beijing Based on Baidu AI Open Platform[J]. Journal of Nanjing Normal University(Natural Science Edition), 2021, 44(1): 64-70.
- [9] 百度大脑. 百度 AI 开发平台[EB/OL]. (2021-02-1) [2021-10-11]. <https://ai.baidu.com>.
Baidu Brain. Baidu AI Development Platform[EB/OL]. (2021-02-01)[2021-09-20]. <https://ai.baidu.com>.
- [10] 陈媛, 宋端树, 辜俊丽. 集成 QFD/TRIZ/AHP 的产品创新设计模式研究[J]. 包装工程, 2017, 38(20): 150-155.
CHEN Yuan, SONG Duan-shu, GU Jun-li. Product Innovation Design Method Integrated with QFD/TRIZ/AHP[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(20): 150-155.
- [11] 王秋惠, 杨悦. 基于 QFD 与 RAHP 的餐馆服务机器人人因工程设计[J]. 图学学报, 2019, 40(4): 739-745.
WANG Qiu-hui, YANG Yue. Methods of Human Robot Ergonomics Design of Restaurant Service Robot Based on QFD and RAHP[J]. Journal of Graphics, 2019, 40(4): 739-745.
- [12] 吕中意, 杨波, 黄峰. 基于 QFD 的复杂产品外观设计与改进[J]. 机械设计, 2019, 36(11): 119-126.
LYU Zhong-yi, YANG Bo, HUANG Feng. Appearance Design and Improvement of Complex Products Based on QFD[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(11): 119-126.
- [13] FRANCESCHINI F, MAISANO D. A New Proposal to Improve the Customer Competitive Benchmarking in QFD[J]. Quality Engineering, 2018, 30(4): 730-761.
- [14] HAN D I D, JUNG T, TOM DIECK M C. Translating Tourist Requirements into Mobile AR Application Engineering through QFD[J]. International Journal of Human: Computer Interaction, 2019, 35(19): 1842-1858.
- [15] DAI J, BLACKHURST J. A Four-phase AHP-QFD Approach for Supplier Assessment: a Sustainability Perspective[J]. International Journal of Production Research, 2012, 50(19): 5474-5490.
- [16] CHAN L K, WU M L. A Systematic Approach to Quality Function Deployment with a full Illustrative Example[J]. Omega, 2005, 33(2): 119-139.