

在线评论数据挖掘视角下的产品改良设计研究

李江泳, 张伟

(湘潭大学, 湘潭 411105)

摘要: **目的** 互联网大背景下, 从在线评论数据挖掘的视角, 探索产品改良设计方法。**方法** 通过 python 爬虫工具抓取特定产品的在线评论, 对数据进行预处理、分词与词性标注之后, 应用 Apriori 算法挖掘用户高频关注的产品属性。并应用 SO-PMI 算法计算各属性综合评价值, 通过分析属性评价值, 确定产品存在的问题。再应用 TRIZ 分析, 选出产生矛盾的工程参数, 查找矛盾矩阵, 得到创新原理解。最后结合具体问题将其转化为改良设计方案, 完成改良设计。以天猫旗舰店的一款销量较好的宜兴紫砂壶的在线评论为实例研究, 抓取评论数据, 挖掘用户关注的紫砂壶属性, 并计算出属性评价值。发现紫砂壶存在造型同质化和断水性差的问题, 运用 TRIZ 理论的抽取原理和曲面化原理解决问题, 完成紫砂壶的改良设计。**结论** 从评论数据中能够挖掘到更加全面、具体、直观的用户对产品的反馈信息, 更好地辅助产品的改良设计。

关键词: 产品改良设计; 在线评论; Apriori 算法; SO-PMI 算法; TRIZ

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)06-0135-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.06.019

Product Improvement Design from the Perspective of Online Comment Data Mining

LI Jiang-yong, ZHANG Wei

(Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

ABSTRACT: In the context of the Internet, from the perspective of online comment data mining, explore product improvement design methods. The python crawler tool is used to capture the comment data of a specific product. After data pre-processing and word segmentation, the Apriori algorithm based on the association rule is applied to mine the product attributes that the user focuses on, and the SO-PMI algorithm is used to calculate the evaluation value of each attribute, according to the product. Attribute evaluation value, analyze the problems of products, apply TRIZ theory to determine the technical parameters of the research, find out the applicable innovation principle by querying the contradiction matrix, and solve the design problems of product existence. The case study takes the online commentary of an Yixing teapot in Tmall's "Changtao Flagship Store" as an example. Climb the comment data, explore the attribute of the teapot that the user pays attention to, and calculate the attribute evaluation value, and find that the shape of the teapot is homogeneous. The problem of poor water quality and water cutoff is solved by using the extraction principle and surface modification principle of TRIZ theory to complete the improved design of the teapot. From the review data, we can dig into more comprehensive, specific and intuitive feedback from users on products, and better design of auxiliary products.

KEY WORDS: product improvement design; online review; Apriori algorithm; SO-PMI algorithm; TRIZ theory

“以人为本”的设计理念是产品设计的基本原则^[1], 围绕使用者本身进行的设计是一切设计的本源。在产

品改良设计过程中, 依据消费者需求优化、改善现有产品, 是明确改良设计目标的重要途径。当前经济发

收稿日期: 2020-12-15

基金项目: 汽车动力与传动系统湖南省重点实验室, 长株潭国家自主创新示范区专项 (2018XK2302, 2017XK2107)

作者简介: 李江泳 (1979—), 男, 湖南人, 硕士, 湘潭大学讲师, 主要研究方向为产品设计理论研究、产品设计与开发。

通信作者: 张伟 (1990—), 女, 河北人, 湘潭大学士硕士生, 主攻文化创意产品设计。

展快速、消费者需求不断变化,但设计师仍旧采取问卷调查、用户访谈等方法,这些方法往往使调查者处于被动调查状态,使得获取的用户需求数据对调查对象具有较强的依赖性^[2],容易导致调查结果失真。当前,正处于互联网和电子商务的时代,网络购物行为日益普及,海量的用户评论蕴含着丰富的信息数据源。这些数据包含了大量的用户对产品属性的评价,并且具有真实性和及时性的优势,对产品改良设计具有很高的参考价值^[3]。在 BezRate 网站关于消费者对于线上评论看法的调查中发现,超过一半的受访者在购物之前会认真浏览相关产品的在线评论,他们认为在线评论比专家的意见更有借鉴价值^[4]。利用数据挖掘技术能够从在线评论数据中,快速提取出有助于产品改良设计的信息,帮助设计师充分了解产品优缺点,更好地辅助产品改良设计^[5]。

1 在线评论数据挖掘相关概念

1.1 数据挖掘概述

数据挖掘是从大量的数据中,提取隐藏在其中且具有潜在价值、人们事先不可知的知识和信息的过程;是在机器学习、人工智能方法的基础上发展而来的,主要包括数据收集、存取、数据处理、统计分析等多方面的内容^[6]。

1.2 在线评论数据与产品改良设计

产品改良设计是指对市场上已有的传统产品进行的进一步充实、改善和优化的再开发设计过程^[7]。在线评论数据中包含了用户对产品属性的观点和看法,应用数据挖掘技术可以挖掘用户关注的产品属性,并了解用户对产品属性的整体情感倾向,能够获得更加全面、具体的用户反馈信息,支持产品改良设计方案的制定。

2 在线评论数据挖掘视角下的产品改良设计方法

2.1 产品属性挖掘与各属性评价价值计算

用户关注的属性及属性评价价值的获取主要包括

以下步骤:首先,应用数据挖掘技术得到用户关注的产品属性;然后,综合分析用户关注属性所在句子的情感倾向,量化计算得到属性评价价值;最后,分析属性评价价值,确定产品存在的问题。在线评论数据挖掘模型见图 1。

2.1.1 评论数据爬取与预处理

采用 python 爬虫工具抓取网上评论数据后,需要对数据进行预处理,达到应用 Apriori 算法进行知识获取研究的标准。数据清洗内容主要包括:(1)文本去重,删除系统的自动回复,多次出现的同一评论,可以保留一条;(2)短句删除,太短的句子中没有较多的信息可以被挖掘,不具有分析价值;(3)删除特殊字符,将文本中的表情、数字、字母等删除。

2.1.2 数据分词与词性标注

采用中文分词工具 ICTCLAS3.0,标注本研究的在线评论数据的分词与词性。

2.1.3 产品属性挖掘方法

2.1.3.1 构建属性词典

由于在线评论语料口语化严重,较少采用专业术语,同一个产品特征的描述方式有很多种,所以需要归纳评论中出现的词汇。

2.1.3.2 Apriori 算法

基于关联规则的 Apriori 算法是数据挖掘中的常用方法,用于从大量数据中集中寻找存在联系的项集集合。事件(或属性) X 的支持度 $SUPP(X)$ 可由以下公式得到:

$$\begin{cases} SUPP(X) = \frac{N(X)}{N} \\ N(X) = \sum_{i=1}^N I_i(X) \end{cases} \quad (1)$$

其中: X 为事件(或属性), N 为数据集总长度, $SUPP(X)$ 为 X 的支持度, $I_i(X)$ 为第 i 项出现 X 的示性函数。若 $SUPP(X)$ 达到事先设定的支持度阈值,则项集 $\{X\}$ 为频繁项集,即用户高频关注的产品属性。

2.1.4 产品属性评价价值计算

计算产品属性评价价值,即以属性词出现的句子为

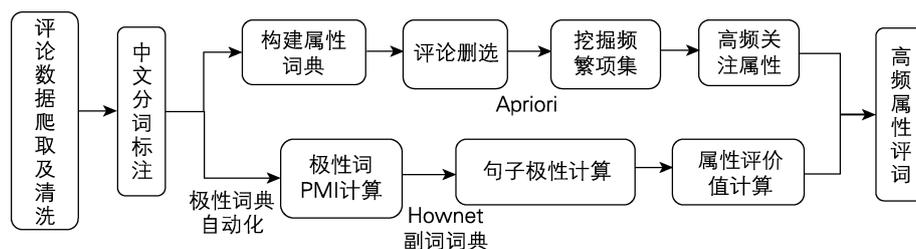


图 1 在线评论数据挖掘模型

Fig.1 Online review data mining method flow

注:此处将高频关注属性挖掘与高频属性得分计算并列表示,是因为高频关注属性挖掘是在评论水平(或 id 水平)上讨论的,而属性得分是在句子水平讨论的

单位进行分析计算,综合分析句子中出现的情感词极性^[8]。SO-PMI 算法^[9]是常用的属性评价价值计算方法。一个完整的句子包括极性词、副词、否定词这三种词性。SO-PMI 算法全面分析了这三种情感词在句意表达上的作用,并有相应的公式来计算句子的极性程度,从而得到产品属性的综合评价价值。句子极性程度表示发表评论者,在句子中所表达的情感方向(褒或贬)及强度。极性词是句子的主体部分,携带了句子所要表达的主要信息,包括名词、动词、形容词这三种词汇;而副词和否定词是在极性词的基础上,对句子做出进一步修饰的成分。

2.1.4.1 极性词程度的量化计算

极性词典自动化,是目前应用最广泛的极性词程度量化方法。该方法依据极性词典中已知极性强度的词汇,通过对比分析量化,从而得到未知词汇的极性强度。词汇 W 的极性强度计算公式 $score(W)$ 如下:

$$\begin{cases} score(W) = N_+ \frac{\sum_{w_+ \in W_+} PMI(W, w_+) - \sum_{w_- \in W_-} P(W, w_-)}{N_+ - N_-} \\ P(W, w) = \log_2 \frac{p(W, w)}{p(W)} \end{cases} \quad (2)$$

其中: N_+ 为词典中褒义词的总数, N_- 为词典中贬义词的总数, $P(W, w)$ 为词汇 W 和 w 同时出现在同一句的概率,实际操作中一般以频率为其估计值。

原始 SO-PMI 算法的计算公式中没有分母项,按照 PMI 与 $score(W)$ 计算公式,如果已知的 N_+ 和 N_- 词汇量差距过大,可能会导致正负向词汇的累计得分出现偏差。对于词汇量小的一方,误差影响会更大,取平均值能一定程度上减少这种偏差。

2.1.4.2 程度副词和否定词计算

分析计算副词和否定词对句子的极性影响,需要借助 HowNet 词典,将程度副词大致分为四个层级:极量 ($d=1.5$)、高量 ($d=1.2$)、中量 ($d=0.8$)、低量 ($d=0.6$),若句子中未出现程度副词,则 ($d=1$);若句子出现否定词,则 $I(deny)=-0.5$,否则 $I(deny)=1$ 。计算公式为:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^m score(w_i) \times d \times I(deny) + \sum_{j=1}^n score(w_j) \times d \times I(deny)}{m+n} \quad (3)$$

其中: m 为正向极性词总数, n 为负向极性词总数。

2.1.4.3 产品属性综合评价价值计算

首先,计算各属性词汇所对应的全部句子的极性强度;然后,加权平均,即得到属性的综合评价价值,计算公式为:

$$w_a = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n} \quad (4)$$

其中: w_a 为属性 a 的综合评价价值, S_i 为属性 a 的第 i 个属性特征句的极性强度。

2.1.5 结果分析及问题发现

根据以上方法计算出产品各属性评价价值,并通过分析属性评价价值发现产品存在的问题,最终确定改良设计的目标。

2.2 应用 TRIZ 进行产品改良设计

TRIZ 理论为人们创造性地发现和解决问题提供了系统的理论方法和工具^[10]。是目前在各个领域使用最广泛的发现和解决问题的工具^[11],能够不断发现产品存在的问题,并给出解决方法,从而促进产品不断优化。本文首先应用 TRIZ 理论分析产品存在的问题,并找到产生矛盾的两个工程参数,然后对照矛盾矩阵表找到解决该问题的发明原理,最后结合具体问题,将其转化为产品的改良设计方案。应用 TRIZ 进行产品改良设计流程见图 2。

2.3 基于在线评论的产品改良设计模型

首先通过应用数据挖掘技术获取用户关注的产品属性;然后利用 SO-PMI 算法计算属性综合评价价值,分析属性评价价值,确定产品存在的问题;并应用 TRIZ 理论得到创新原理解的方法的具体阐述,构建基于在线评论的产品改良设计模型;最终以此指导在线评论数据挖掘视角下的产品改良设计。产品改良设计模型见图 3。

产品的改良设计是不断迭代、更新和优化的过程,唯有如此循环往复地优化产品,才能使其不断地接近和满足快速变化的消费者需求。

3 实例研究——“宜兴紫砂壶”的改良设计

3.1 “宜兴紫砂壶”的数据挖掘与结果分析

3.1.1 用户评论数据爬取与预处理

本文选取天猫“畅陶旗舰店”的一款“宜兴纯手工紫砂壶”作为改良设计对象。首先,采用爬虫工具抓取“宜兴纯手工紫砂壶”的在线评论共有 5 687 条。然后,对这些评论进行预处理,主要清洗以下评论内容:(1)字符长度小于 4 的评论,如“东西不错”、“好评”、“基本满意”等,这些评论由于字符过短,



图 2 应用 TRIZ 进行产品改良设计流程
Fig.2 Process for applying product design improvements using TRIZ

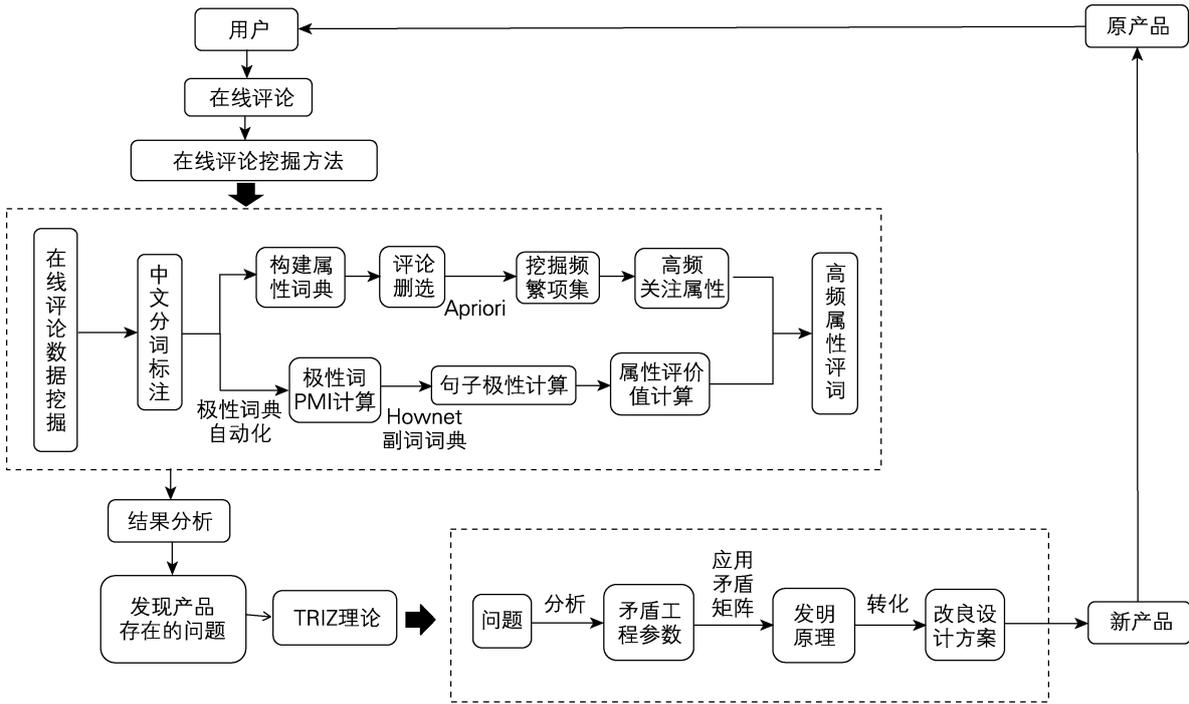


图3 产品改良设计模型

Fig.3 Product improvement design process

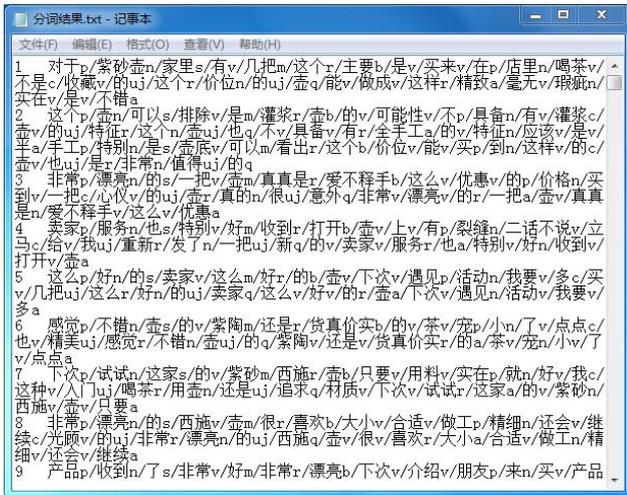


图4 部分词性标注结果

Fig.4 Part of the part-of-speech tagging results

包含的产品信息不完整，对于产品改良设计没有帮助，所以予以删除；（2）重复出现的评论，观察其是否为水军复制评论，斟酌处理；（3）对评论进行繁简体转换，删除文中的表情等特殊字符。最后，数据清洗后剩余共计 1 656 条评论。

3.1.2 数据分词与词性标注

将预处理之后的数据进行分词与词性标注，部分词性标注结果见图 4。观察分词结果发现，出现频次较高的词性主要是名词、动词、副词、形容词，因此在计算极性词强度部分，将所有出现频次高的属性看作极性词，减少信息损耗。

表 1 属性词典
Tab.1 Attribute dictionary

属性	个数/个	举例
造型	56	外观、款式、样子、外表、样式、形状、形……
质感	16	手感、表面、质地……
色彩	8	颜色、色差、色泽、成色……
材料	30	泥、泥料、紫砂、用料、材质、选料、瓷质、瓷、料子……
尺寸	10	大小、容量、水量……
工艺	22	做工、手工、灌浆、全手工、手艺、技艺……
质量	46	品质、结实、漏水、密闭性……
出水	8	速度、速度快、出水量……
断水	26	利索、断流、利落、流口水、流水线……
内涵	16	特征、韵味、格调、风格……

3.1.3 用户高频关注属性挖掘

3.1.3.1 属性词典构建

数据分词之后，将得到的词汇进行筛选、整理、归纳，最终构建形成包含 238 个词汇的属性词典，见表 1。

3.1.3.2 Apriori 算法

运用 Apriori 算法的目的是挖掘用户重点关注的紫砂壶属性。在应用 Apriori 算法之前，以构建的属性词典为依据，对评论数据进行再次筛选清洗。如果评论中包含属性词典中已有的词，那么认为这条评论

表 2 紫砂壶属性用户关注频次统计
Tab.2 Tea ware characteristics user attention frequency statistics

外在层次属性		中间层次属性		内在层次属性	
特征	频次/次	特征	频次/次	特征	频次/次
材料	283	工艺	391	内涵	14
造型	274	质量	359	—	—
质感	129	出水	162	—	—
色彩	98	断水	46	—	—
尺寸	55	—	—	—	—

讨论了用户关注的属性，是有效评论；否则认为该评论属于无效评论，予以删除。处理后剩余 1017 条有效评论数据。应用 Apriori 算法从得到的有效评论数据中挖掘频繁项集，这里设置支持度阈值 $supp(x)=0.1$ 。本文只提取了用户关注的茶壶的单项特征，不考虑茶壶特征之间的关联，因此，不考虑置信度。

从产品设计角度出发，根据文化创意学者林荣泰提出的“文化产品属性—设计思考转换”的设计方法^[12]，将挖掘得到的紫砂壶属性分为三个层次：外层、中层、内层。外层对应有形的、物质的文化层次，主要包括造型、颜色、材质；中层对应使用行为仪式习惯的文化层次，主要包括工艺、功能；内层对应意识形态的文化层次，包括文化寓意、精神情感。以此为依据，统计挖掘到的紫砂壶属性的评论频次和占比，紫砂壶属性用户关注频次统计见表 2，各层次属性占比见图 5。

3.1.4 紫砂壶属性评价价值计算

在实际的数据分析过程中，由于 SO-PMI 算法是以句子为单位进行分析计算的，所以在分词前先将所有评论数据按句切割。本次分析中认为，以“。”、“？”、“！”三个符号结尾的句子代表一个完整的句子，按照这种处理方法得到了 2 163 个句子。在此基础上应用 SO-PMI 算法，得到用户关注的紫砂壶属性得分。紫砂壶各属性评价价值分布见图 6。

3.1.5 结果分析及问题发现

结合图 5 和表 2 可以看出，在紫砂壶的属性中，用户关注度最高的是中间层次属性，占 53%；其次是外在层次属性，占 46%；内在层次属性关注度最低，仅为 1%。整体来看，所有属性的占比中，工艺、质量、材料是关注度最高的三个属性；内涵、尺寸是关注度最低的属性。

从图 6 中可以看出，在用户关注的所有属性中，整体评价价值较高，有个别属性的评价价值偏低。如果把各属性评价价值分为三个区间： $N \geq 0.4$ （表示满意）、 $0.4 > N \geq 0.2$ （表示还算满意）、 $N < 0.2$ （表示不满意），则可以看出，质感、工艺是用户满意的属性，说明宜兴纯手工紫砂壶的手工艺名不虚传；而色彩、材料、

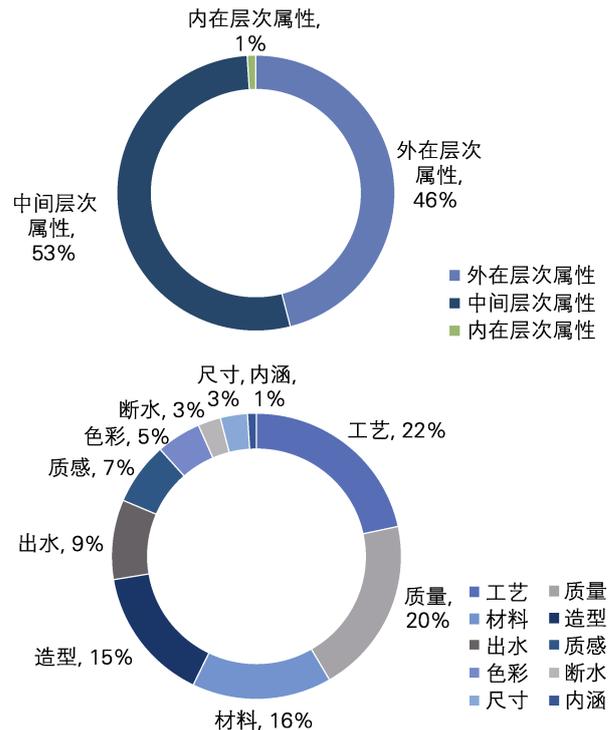


图 5 各层次属性占比
Fig.5 Proportion of attributes at each level

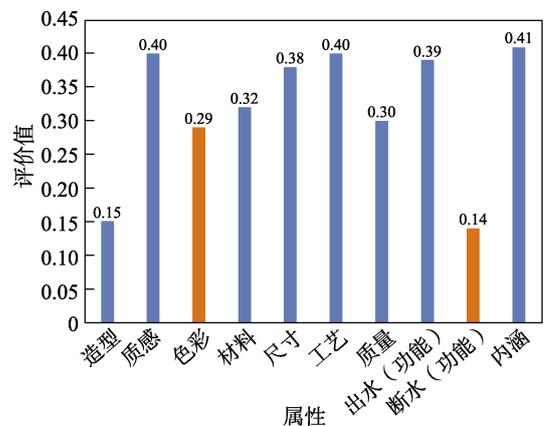


图 6 紫砂壶各属性评价价值分布
Fig.6 Mean value distribution of comprehensive evaluation of tea attributes

出水、质量、尺寸是还算满意的属性；但造型、断水性评价价值明显低于其他属性，说明用户对造型、断水性表现出不满，这两项是紫砂壶存在的问题。再查看其相关评论数据，大多数用户评论紫砂壶造型缺乏特色，即造型同质化严重；断水不利落，即为断水性差。

3.2 应用 TRIZ 进行紫砂壶改良设计

根据分析，本次宜兴紫砂壶的改良设计主要针对造型、断水性进行改良，其他用户满意的产品属性特征保持不变。

3.2.1 紫砂壶造型改良设计

3.2.1.1 问题描述

造型同质化严重。

表3 问题及可用原理
Tab.3 Problems and innovative principles that can be exploited

问题	创新原理序号	创新原理名称
造型同质化	7	嵌套原理
	2	抽取原理
	35	参数改变原理

表4 问题及可用原理
Tab.4 Problems and innovative principles that can be exploited

问题	创新原理序号	创新原理名称
断水性较差	13	逆向思维原理
	14	曲面化原理
	15	动态特性原理
	7	嵌套原理

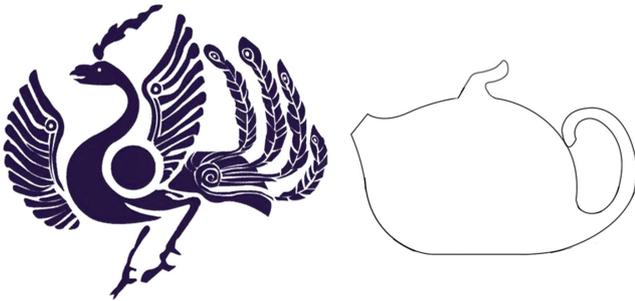


图7 紫砂壶改良设计造型提取
Fig.7 Optimization of tea set extraction

3.2.1.2 应用矛盾矩阵, 确定适用原理

解决造型同质化问题, 避免与其他茶壶在视觉上产生相似性。为增强其外观造型的独特性, 以造型所要表达的文化寓意为切入点, 选取恰当的文化元素, 并提炼文化符号, 用于产品造型改良设计中, 但要注意不能因为文化符号的过度运用而导致产品体积的增加。因此, 通过分析, 得到改进的参数为“12(形状)”, 避免恶化的参数为“8(静止物体的体积)”, 查找矛盾矩阵表获取创新原理解。问题及可用原理见表3。

3.2.1.3 获取解决方案

通过对比分析, 应用参数“2”抽取原理, 抽取文化元素并进行提炼概括, 抛弃局部特征后, 将其作为茶壶的基本造型元素。

3.2.1.4 开展造型改良设计

调研文化资源: 在茶具的发展过程中, 禅宗思想始终渗透其中, 不论是在造型、材料还是色彩的运用上, 都体现了禅宗文化的精髓^[13], 禅宗文化最大的特点就是尊重自然, 具有追求质朴、返璞归真的思想。紫砂壶作为传统茶具的重要组成部分, 更能体现此文化。因此, 本文选取禅宗文化元素来开展产品造型改良设计。

选取文化元素: 选用中国古代神话中的灵兽“朱雀”作为造型改良设计的灵感来源。朱雀, 亦名“朱鸟”, 源于远古星宿崇拜, 是代表炎帝与南方七宿的南方之神, 属火, 色赤, 是祥瑞的象征。其形态优雅简洁, 长尾、展翅、头上有立起的羽冠, 具有轻盈俊逸的形态美和矫健傲气的气势美, 具有较高的艺术审美价值。因此, 以朱雀为文化元素的提取对象, 将其形态特征融入到紫砂壶的造型改良设计中。

提取造型: 提取朱雀图案, 并以符号化的方式运用到紫砂壶外观的设计中。选取生动奔放、昂首伫立的朱雀图案, 高度提炼其优雅的外形轮廓, 强调其头部立起的羽冠和优美有力的羽尾特征, 舍弃或精简朱雀的足部和翅膀, 最后得到朱雀的外形轮廓。紫砂壶改良设计造型提取见图7。

3.2.2 紫砂壶使用功能改良设计

3.2.2.1 问题描述

断水性差。

3.2.2.2 应用矛盾矩阵, 确定适用原理

解决茶壶断水性差的问题。断水性差主要表现在断水不利落, 即出水之后, 会有茶水从茶壶的流口流出。好的紫砂壶的断水性要即倾即止, 简洁利落。影响一款茶壶断水性的主要因素在两方面: (1) 与出水口离壶底的直线距离有关, 直线距离和断水性成正比; (2) 与茶壶的壶流长度和流口的形态有关, 壶流的长度要长且流口末端要向上扬。

根据分析, 对比原茶壶的设计, 茶壶的壶流短且直, 流口造型圆而钝, 这是造成茶壶断水性较差的重要原因。因此为了改善茶壶的断水性, 要从壶嘴的形态入手, 增加壶流的长度。然而增加壶流的长度会导致茶壶形态的变化, 因此改善参数和恶化参数分别为“4(静止物体的长度)”、“12(形状)”, 查找矛盾矩阵, 得到以下原理。问题及可用原理见表4。

3.2.2.3 获取解决方案

通过对比分析, 应用创新原理参数“14”曲面化原理, 将短而直的壶流造型特征用曲面代替, 改善紫砂壶的断水性。

3.2.2.4 开展断水性改良设计

对紫砂壶的壶流部分整体形态进行改良, 对壶流部分进行曲面化处理, 曲面化处理会增加壶流的长度, 能够与壶身圆润的形态相融合, 在改善紫砂壶断水性的同时不损坏其整体造型, 使其实用性和艺术性相得益彰。紫砂壶断水性改良设计见图8。

3.2.3 改良设计方案生成

根据以上原理对紫砂壶的造型和断水性进行了改良设计, 最终得到紫砂壶的改良设计方案。在造型上, 将朱雀的特征完整再现于紫砂壶中, 提取朱雀优

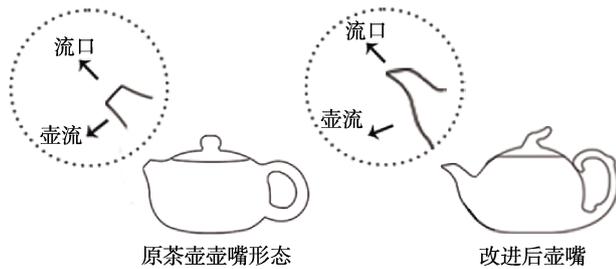


图 8 紫砂壶断水性改良设计

Fig.8 Water-breaking optimization of the spout



图 9 紫砂壶改良设计效果

Fig.9 Tea set optimization design renderings

雅形态，并应用到紫砂壶的外形轮廓中，同时将朱雀头上的羽冠和尾部特征分别作为壶体的壶盖和把手部分的设计，增强了紫砂壶的造型特色；在其功能断水性上，将紫砂壶的壶流部分进行曲面化设计，改善其断水性。与原紫砂壶的设计相比，增强了其断水性和造型设计特色。紫砂壶改良设计效果见图 9。

4 结语

从在线评论数据挖掘视角出发，采用数据挖掘技术，从在线评论中获取产品属性信息，将消费者的需求转化为原产品各个属性的评价价值，发现产品存在的缺陷与不足，并通过 TRIZ 理论有效解决产品存在的问题，最终构建产品改良设计模型。在线评论挖掘视角下的产品改良设计方法，提升了消费者需求的真实性、有效性和及时性，促使产品的改良升级目标更加具有针对性，最终提升了产品改良设计的效率和产品的用户满意度。

参考文献：

- [1] 伽略特, 范晓燕. 用户体验要素: 以用户为中心的产品设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
GALLOT, FAN Xiao-yan. User Experience Elements: User-centered Product Design[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2011.
- [2] GROVES R M. Nonresponse Rates and Nonresponse Bias in Household Surveys[J]. Public Opinion Quarterly,

2006, 70(5): 646-675.

- [3] 陈曼仪, 苏宇, 谢菲. 基于微博平台的在线评论有用性研究——产品设计角度[J]. 信息通信技术, 2015, 9(6): 73-79.
CHEN Man-yi, SU Yu, XIE Fei. The Usefulness of Online Comments Based on Weibo Platform: Product Design Perspective[J]. Information and Communication Technology, 2015, 9(6): 73-79.
- [4] QI J, ZHANG Z, JEON S, et al. Mining Customer Requirements from Online Reviews[J]. Information & Management, 2016, 53(8): 951-963.
- [5] HANKIN L. The Effects of User Reviews on Online Purchasing Behavior across Multiple Product Categories[D]. California: University of California, 2007.
- [6] JIA Wei-han, KAMBER M, JIAN Pei, et al. 数据挖掘: 概念与技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
JIA Wei-han, KAMBER M, JIAN Pei, et al. Data Mining: Concepts and Techniques[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2007.
- [7] 郭永艳, 徐力. 《产品改良设计》课程改革与创新教育研究[J]. 设计, 2018(2): 124-125.
GUO Yong-yan, XU Li. Curriculum Reform and Innovation Education of Product Improvement Design[J]. Design, 2018(2): 124-125.
- [8] 王克勤, 毋凤君. 面向产品设计改进的在线评论挖掘[J]. 计算机工程与应用, 2019, 55(19): 235-245.
WANG Ke-qin, PEI Feng-jun. Online Comment Mining for Product Design Improvement[J]. Computer Engineering and Applications, 2019, 55(19): 235-245.
- [9] TURNEY P D, LITTMAN M L. Measuring Praise and Criticism: Inference of Semantic Orientation from Association[J]. Acm Transactions on Information Systems, 2003, 21(4): 315-346.
- [10] 孙东阳. TRIZ 理论在旅游纪念品设计中的应用[J]. 包装工程, 2017(12): 260-264.
SUN Dong-yang. Application of TRIZ Theory in the Design of Tourist Souvenirs[J]. Packaging Engineering, 2017(12): 260-264.
- [11] 孙志学, 张乐, 陈晨. 基于 TRIZ 理论的家用电冰箱抽屉改良设计[J]. 包装工程, 2018, 39(14): 18-22.
SUN Zhi-xue, ZHANG Le, CHEN Chen. Improved Design of Household Refrigerator Drawers Based on TRIZ Theory[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(14): 18-22.
- [12] 徐启贤, 林荣泰. 文化产品设计程序[J]. 设计学报, 2011, 16(4): 1-18.
XU Qi-xian, LIN Rong-tai. Design Program of Cultural Products[J]. Journal of Design, 2011, 16(4): 1-18.
- [13] 陆小泥. 禅宗文化对当代茶器具设计的影响[J]. 福建茶叶, 2016, 38(11): 166-167.
LU Xiao-ni. The Influence of Zen Culture on the Design of Contemporary Tea Sets[J]. Fujian Tea, 2016, 38(11): 166-167.