

## 基于多方法融合的需求预测与分析

刘帅<sup>1,2</sup>, 曹国忠<sup>1,2</sup>, 张凤伟<sup>1,2</sup>, 朱玉宁<sup>1,2</sup>

(1.河北工业大学, 天津 300130; 2.国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心, 天津 300130)

**摘要:** **目的** 全面准确地获取用户需求, 并对需求类型的判断提出一种可靠的分析方法。**方法** 首先, 利用问卷调查获取显性用户需求, 然后结合专利分析与需求进化定律对动态发展的产品进行隐性需求的预测, 进而通过模糊-Kano模型定量判断需求的类型, 并用隶属函数对灰色区间的需求类型进行研究。**结果** 提出基于多方法融合的需求预测与分析方法, 以桌面式清分扎把机为例, 证实了方法的可行性。**结论** 运用此方法实现了对需求的全面获取、预测与分析, 并为相关产品的设计提供了参考。

**关键词:** 需求; 专利分析; 需求进化定律; Kano模型; 隶属函数; 桌面式清分扎把机

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)04-0221-06

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.04.036

### Demand Forecast and Analysis Based on Multiplex Method Fusion

LIU Shuai<sup>1,2</sup>, CAO Guo-zhong<sup>1,2</sup>, ZHANG Feng-wei<sup>1,2</sup>, ZHU Yu-ning<sup>1,2</sup>

(1.Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China; 2.National Engineering Research Center for Technological Innovation Methods and Tool, Tianjin 300130, China)

**ABSTRACT:** The work aims to fully and accurately acquire customer demands, and propose a reliable analysis method for the judgment of demands type. First, the explicit customer needs were obtained by questionnaire. Then, the implicit demands of dynamically developed products were forecasted in combination with patent analysis and needs evolution laws, and then the type of demands was quantitatively determined with the Fuzzy-Kano model. Moreover, a study on the demands type of the gray interval was carried out by the membership function. A method of demand forecast and analysis based on multiplex method fusion was proposed, and its feasibility was verified with the desktop sorting and bundling machine as an example. The method is applied to achieve the full acquisition, forecast and analysis of demands, and it provides reference for the design of relevant products.

**KEY WORDS:** needs; patent analysis; needs evolution laws; Kano model; membership function; desktop sorting and bundling machine

需求作为产品前期研发的关键, 如何全面、及时并准确地获取用户需求, 是当今社会主要研究的问题之一<sup>[1]</sup>。为使产品能够在市场中获得先机, 除了显性需求的获取外, 还包括隐性需求的预测, 结合生命周期各阶段的特点, 有效提高预测的准确性。用户需求

除具有设计信息外, 还蕴含着用户对需求的期望程度, 对用户需求的分层进行有效地分析和处理, 有利于充分了解用户的真实感知, 为产品开发的后续实施起到指导作用。

收稿日期: 2018-09-22

基金项目: 国家自然科学基金项目(51475137); 河北省自然科学基金项目(E2015202029); 河北省高层次人才资助项目(A201500113); 河北省高校百名优秀创新人才支持计划(SLRC2017030)

作者简介: 刘帅(1992—), 男, 河北人, 河北工业大学硕士生, 主攻产品创新设计、TRIZ等。

通信作者: 曹国忠(1974—), 男, 河北人, 河北工业大学教授、博士生导师, 主要研究方向为产品创新设计、TRIZ、持续设计等。

# 1 用户需求的挖掘与预测

## 1.1 基于专利的生命周期判断

需求的进化受技术水平的制约,在技术发展的不同阶段,以需求为出发点的产品研发策略不同<sup>[2]</sup>,因此,对技术生命周期的判断是准确把握需求的进化方向的前提。

专利作为重要的数据库,完整记录着每个领域中技术的发展过程<sup>[3]</sup>。在技术生命周期的不同阶段,专利申请的类型和数量受客观规律的支配,因此,基于专利分析预测技术的成熟度,公式如下:

$$\text{技术生长率: } V = \frac{a}{A} \tag{1}$$

$$\text{技术成熟系数: } \alpha = \frac{a}{a+b} \tag{2}$$

$$\text{技术衰老系数: } \beta = \frac{a+b}{a+b+c} \tag{3}$$

其中:  $a$  为发明专利申请量,  $b$  为实用新型申请

量,  $c$  为外观设计申请量,  $A$  为过去 5 年发明专利申请量。若  $V$  增加,则说明技术处于成长期;若  $\alpha$  降低,则说明技术处于成熟期;若  $\beta$  降低,则说明技术处于衰退期。

## 1.2 需求进化定律驱动隐性用户需求的挖掘

用户需求包括两类:显性需求和隐性需求<sup>[4]</sup>。对于显性需求有着清晰的认识,可通过市场调查和现有产品的类比获取。对于隐性需求的认识通常是模糊的、未能明确表述的,需要企业努力挖掘才可以显性化,可通过需求进化定律预测得到。

为获得用户青睐,需要在满足显性需求的基础上不断满足隐性需求,才能保证所设计的产品在市场竞争中处于有利地位。根据需求进化定律所指明理想需求进化方向,结合显性用户需求,完成对隐性用户需求的预测<sup>[5-6]</sup>。隐性用户需求提取模型见图 1。

结合技术生命周期各阶段的特点<sup>[7]</sup>与需求进化定律的内在映射机理,得到技术生命周期各阶段需求进化方向的分布图,见图 2。

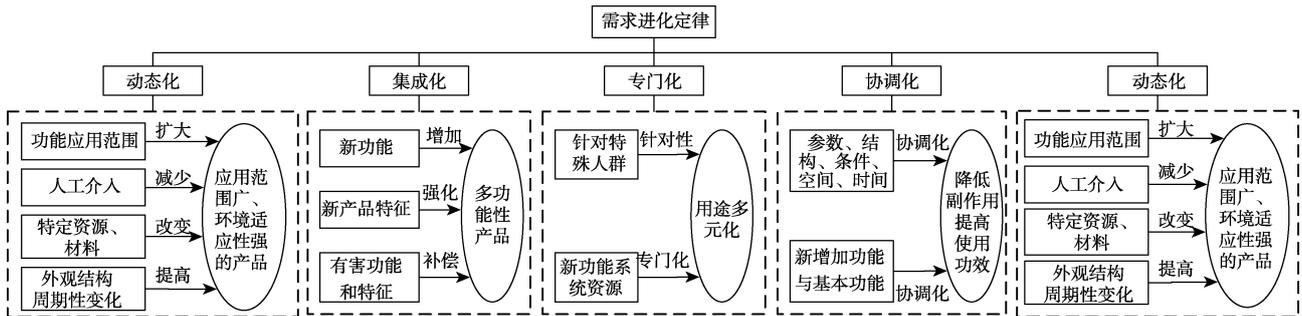


图 1 隐性用户需求提取模型  
Fig.1 The extraction model of implicit customer needs

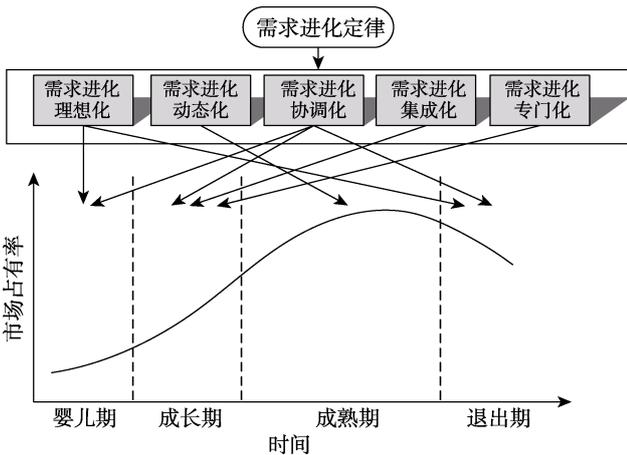


图 2 技术生命周期各阶段需求进化方向的分布  
Fig.2 The distribution of evolution directions of needs at each stage of the technology life cycle

## 2 基于 Kano 模型的需求类型判断

Kano 模型<sup>[8]</sup>将用户需求分为 3 个层次:基本需求、期望需求和兴奋需求,表示用户对产品满意程度变

化的过程,可以帮助设计师识别用户满意的关键因素。

根据 Kano 模型将需求以正反问卷的形式,分别调查用户在面对满足或不满足某项需求时所作出的反应<sup>[9]</sup>。每组正反问题构成一组二维属性归类矩阵,若受访者的作答与矩阵  $Q_{ij}$  中的元素  $a_{mn}$  对应,则  $a_{mn}$  为 1,其余均为 0。通过公式(4)的计算,得出第  $i$  项需求的权重分布,过程如下:

$$Q_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{bmatrix} \tag{4}$$

$$Q_i = \frac{\sum_{j=1}^n Q_{ij}}{n} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{33} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} \\ b_{51} & b_{52} & b_{53} & b_{54} & b_{55} \end{bmatrix} \tag{5}$$

其中: $Q_{ij}$  为第  $j$  份问卷中第  $i$  项需求的作答结果;

$Q_{iw}$  为所有问卷的第  $i$  项需求的统计结果； $n$  为有效问卷的数量。

根据公式(6)计算，得出第  $i$  项需求的各属性因素权数：

$$\begin{cases} A = b_{12} + b_{13} + b_{14} \\ O = b_{15} \\ M = b_{25} + b_{35} + b_{45} \\ I = b_{22} + b_{23} + b_{24} + b_{32} + b_{33} + b_{34} + b_{42} + b_{43} + b_{44} \end{cases} \quad (6)$$

其中：A、O、M、I 分别对应 Kano 模型二维属性归类矩阵中的魅力因素、期望因素、必备因素和无差异。根据各属性因素权数，得出第  $i$  项需求的 Better-Worse 值，公式如下：

$$\text{Better} = \frac{\sum(A, O)}{\sum(A, O, M, I)} \quad (7)$$

$$\text{Worse} = \frac{\sum(O, M)}{\sum(A, O, M, I)} \cdot (-1) \quad (8)$$

Better 值越大，表示满足需求后，用户的满意度越高；Worse 值的绝对值越大，表示不满足需求后，用户的不满意度越高。以 Worse 值的绝对值为横坐标，Better 值为纵坐标，结合 Kano 模型，并利用 Better-Worse 四象限图得出各项用户需求的类型。

### 3 灰色区间内需求类型的模糊划分

根据 Kano 模型四象限图对需求类型进行判断，由于界限附近区域的结果存在模糊性，难以用精确的数学模型去描述需求类型的归属，导致需求类型的判断存在争议性<sup>[10]</sup>。现在 Kano 模型中引入隶属函数<sup>[11-12]</sup>的概念，建立模糊-Kano 模型对界限附近的模糊区域进行分析，提出一种客观的判断方法。

判断灰色区域内的结果相对于第一/四象限的隶属度，首先确定灰色区域在横向的最模糊点： $X$ ； $\mu_A(x)$  代表元素  $x$  属于模糊集合  $A_x$  的程度，其取值范围是  $[0,1]$ 。在范围  $[0, X-0.05]$  内，隶属度为 0；在范围  $[X+0.05, 1]$  内，隶属度为 1。灰色区域向上偏重，为提升创新型，使过渡区间为非线性的上凸型，论域与主值区间为非对称分布。综上所述，最终确定 S 型的隶属函数用升岭型分布描述，隶属函数的公式如下：

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x \leq X - 0.05 \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin 10\pi(x - X), X - 0.05 < x < X + 0.05 \\ 1, X + 0.05 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (9)$$

其中： $X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ ， $x_i$  表示第  $i$  项需求的 Worse 值的绝对值； $n$  表示需求的数量。

判断灰色区域内的结果相对于第一/二象限的隶

属度，方法同上，隶属函数的公式如下：

$$\mu_A(y) = \begin{cases} 0, 0 \leq y \leq Y - 0.05 \\ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin 10\pi(y - Y), Y - 0.05 < y < Y + 0.05 \\ 1, Y + 0.05 \leq y \leq 1 \end{cases} \quad (10)$$

其中： $Y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ ， $y_i$  表示第  $i$  项需求的 Better 值， $n$  表示需求的数量。

最后通过隶属度的计算，清晰描述出需求类型的归属情况，保证数据的客观性。

### 4 实例验证

随着世界经济的发展，现金纸币流通速度快速增长<sup>[13]</sup>。大型清分扎把机作为金融行业的高端机具，常用于后台、金库等场所，实现纸币清分、扎把处理的自动化，但体积大、成本高导致中小型金融机构没有空间和资金去配置该设备<sup>[14-15]</sup>，因此，在保留大型清分扎把机基本功能的前提下，研发一种适用于银行网点、柜台操作的桌面式清分扎把机。

问卷从外观、结构、功能、性能和操作 5 个方面调查用户体验，在中国五大银行中随机抽查样本，共发放问卷 400 份，收回有效问卷 371 份，有效率 92.75%。通过分析有效问卷得到显性的用户需求，见表 1。

通过专利检索与分析平台 (<http://www.zhiihui.com/>) 检索专利，对国内外的 1 294 组专利进行分析并统计，专利申请数量见表 2，由于专利的时滞性，只分析到 2016 年。

用 Matlab 软件分析以上数据，并拟合出  $V$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  的曲线，结果见图 3，2011—2016 年， $V$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$  都呈增长趋势，由此判断桌面式清分扎把机处于成长期。

成长期是生命曲线中增长速率最快的阶段，此阶段的产品系统已有很大的提高。随着产品的使用，用户对产品需求出现差异性，大量的新增功能和品牌效应为此阶段的主要需求。针对成长期的特点，从集成化、专门化、协调化 3 个方向进行创新，拓展系统的附加功能，补偿有害功能，根据特殊群体设计特殊功能，同时协调功能间的作用提升产品性能。得到成长期的清分扎把机的隐性用户需求，见表 3。

整理归纳以上需求，结合模糊-Kano 模型分析需求的类型。本次调查共发放正反问卷 400 份，收回有效问卷 378 份，有效率 94.5%。用户对需求满意度的计算结果见表 4。

经计算， $X = 0.525$ ， $X - 0.05 = 0.475$ ， $X + 0.05 = 0.575$ ； $Y = 0.57$ ， $Y - 0.05 = 0.52$ ， $Y + 0.05 = 0.62$ 。根

表1 清分扎把机的显性用户需求  
Tab.1 The explicit customer needs of sorting and bundling machine

分类	外观	结构	功能	性能	操作
需求	NO.1 操作界面的大小和位置便于操作	NO.6 取钞口的形状要便于取钞	NO.11 进钞口可自动整齐纸币并连续进钞	NO.15 降低卡钞	NO.20 控制面板操作简单
	NO.2 装置的颜色看着舒服	NO.7 各钞口的位置方便操作	NO.12 退钞处纸币可被自动整理并收集	NO.16 装置能耗少	NO.21 装置操作安全
	NO.3 外型的尺寸便于操作	NO.8 降低纸币磨损	NO.13 故障可以被快速找到	NO.17 降低工作过程中的噪声与振动	NO.22 装置移动方便
	NO.4 造型的棱角要圆滑的流线型	NO.9 装置方便维修与清理	NO.14 扎把后的纸钞可被自动捆包装箱	NO.18 装置寿命长	NO.23 站姿、坐姿都可进行操作
	NO.5 与肢体接触的部位采用特殊的材质,增加舒适性	NO.10 装置的重量轻		NO.19 提升装置的效率	

表2 专利申请数量  
Tab.2 The patent application quantity

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
A	-	-	-	-	8	13	16	23	34	37	43	54	74	87	132	175	255
a	0	1	0	1	6	5	4	7	12	9	11	15	23	25	44	65	95
b	9	6	12	10	18	10	20	17	19	31	28	43	28	69	108	88	98
c	0	1	1	1	1	4	0	2	1	1	13	35	26	27	34	29	31

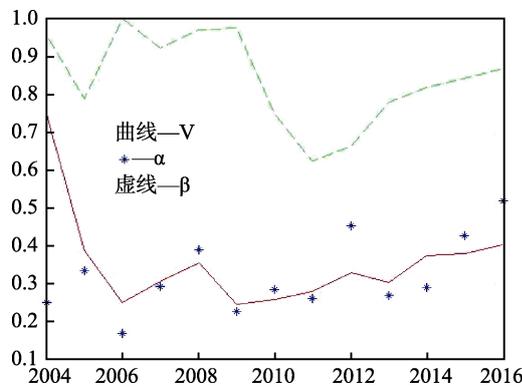


图3 产品生命周期分析  
Fig.3 Life cycle analysis of products

据最模糊点确定象限划分的界限,同时确定模糊区间,通过 Better-Worse 四象限图得出各项需求类型的归属,见图4。

第一象限的5项需求属于期望需求;第二象限的5项需求属于兴奋需求;第三象限的3项需求属于无差异需求;第四象限的14项需求属于基本需求。而落入灰色区间的需求包括:No.19、No.23、No.26 3项需求,现基于隶属函数论证此3项需求类型的归属情况。

以 No.19 需求为例,  $Better = 0.659$ , 且  $0.659 > Y + 0.05$ , 因此  $\mu_A(y) = 1$ ; 而  $Worse = 0.532$ , 且  $X - 0.05 < 0.532 < X + 0.05$ , 当  $x = 0.532$  时,  $\mu_A(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin 10\pi(0.532 -$

表3 清分扎把机的隐性用户需求  
Tab.3 The implicit customer needs of sorting and bundling machine

需求进化定律	序号	产品需求
基于集成化定律的隐性需求预测	No.24	在桌面式清分扎把机内部安装除尘装置
	No.25	合理搭配桌面式清分扎把机的色彩,不同的工作区域采用不同的颜色
	No.26	将操作面板设置为触屏与按键结合的操作方式
基于专门化定律的隐性需求预测	No.27	外观造型上要增加专门的行业特征,例如颜色、标志等
	No.28	与肢体发生接触的零部件,可根据作用来设计特殊造型及采用特殊表面工艺
基于协调化定律的隐性需求预测	No.29	将桌面式清分扎把机按功能进行模块化设计
	No.30	将扎把暂存与散钞暂存的功能合二为一

表 4 Better-Worse 系数  
Tab.4 Better-Worse coefficient

需求序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Better 值	0.334	0.288	0.405	0.368	0.691	0.350	0.302	0.635	0.278	0.297	0.444	0.265	0.659	0.311	0.399
Worse 值	-0.664	-0.595	-0.675	-0.646	-0.643	-0.711	-0.619	-0.675	-0.786	-0.179	-0.701	-0.162	-0.627	-0.243	-0.662
需求序号	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Better 值	0.447	0.714	0.293	0.659	0.336	0.297	0.320	0.587	0.683	0.691	0.730	0.669	0.778	0.714	0.730
Worse 值	-0.637	-0.167	-0.714	-0.532	-0.685	-0.752	-0.701	-0.642	-0.199	-0.579	-0.548	-0.603	-0.128	-0.127	-0.150

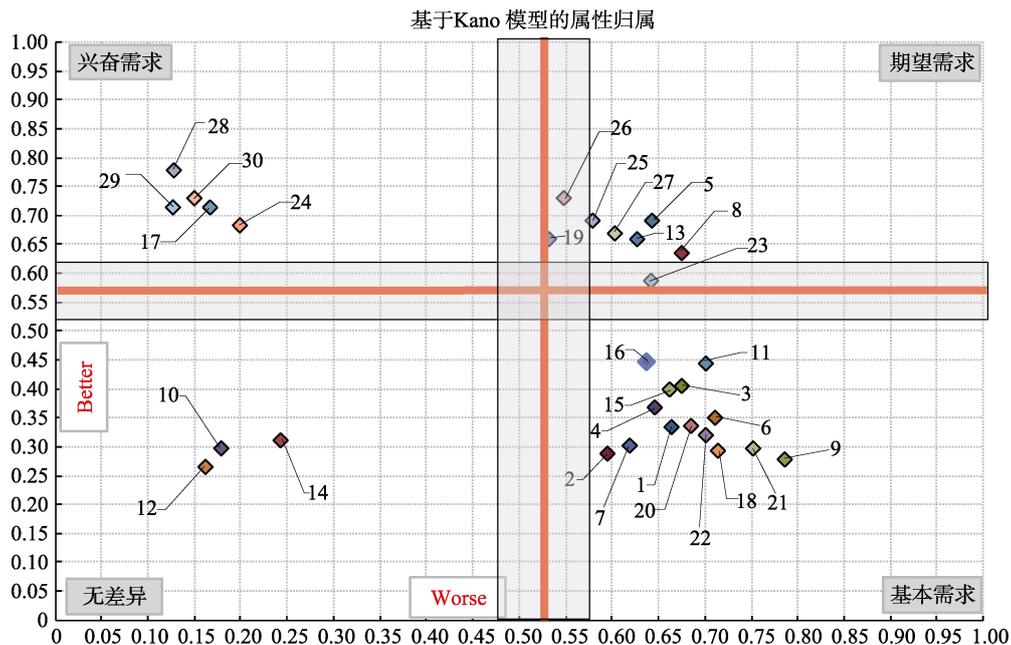


图 4 Better-Worse 四象限  
Fig.4 Better-Worse quadrant

0.525) = 0.609。由此可见，No.19 需求归类为期望需求的隶属度是 0.609，归类为兴奋需求的隶属度是 0.391。

同理，计算 No.23 需求的  $\mu_A(x)=1$ ， $\mu_A(y)=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sin 10\pi(0.587-0.57)=0.755$ ，因此 No.23 需求归类为期望需求的隶属度为 0.755，归类为基本需求的隶属度为 0.245。

同理，计算 No.26 需求的  $\mu_A(x)=\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sin 10\pi(0.548-0.525)=0.741$ ， $\mu_A(y)=1$ ，因此 No.26 需求归类为期望需求的隶属度是 0.741，归类为兴奋需求的隶属度是 0.259。

根据改进后的模糊-Kano 模型完成灰色区间内需求类型的判断。其中，No.19 与 No.26 需求的  $\mu_A(y)=1$ ，且期望需求隶属度大于兴奋需求隶属度，因此两需求类型为期望需求。而 No.23 需求的  $\mu_A(x)=1$ ，且期望需求隶属度大于基本需求隶属度，因此此需求类型为期望需求。

在后续的设计中，根据用户对需求的期望程度可知，基本需求要必须满足；在此基础上去满足用户的期望需求，提升产品的竞争力；最后根据现有技术与市场发展，有选择性地实现兴奋需求，为用户提供多元的功能，满足需求的差异性，以巩固市场地位。

### 5 结语

大量数据表明，许多新产品研发项目的失败，并不是由产品的相关技术造成的，而是在产品的设计初期，由于需求把握不准确导致产品进入市场后不能满足用户的需求。本文通过专利分析判断技术所处的阶段，针对其特点对隐性用户需求进行预测，准确把握产品的发展方向。通过改进的模糊-Kano 模型分析各需求的类型，利用模糊数学中的隶属函数，对四象限图中灰色区间内的需求进行分析，更深层次地判断需求类型的归属问题，降低传统判断方法中的盲目性和随机性。基于需求的类型指导后续的产品设计，使产品迎合消费市场，提高产品在市场中的竞争力。

## 参考文献:

- [1] 谢建中, 杨育, 张晓微, 等. 基于FCM和IGA的广义客户需求分析及其资源配置[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(3): 634—647.  
XIE Jian-zhong, YANG Yu, ZHANG Xiao-wei, et al. Generalized Customer Requirement and It's Resource Allocation Based on FCM and IGA[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(3): 634—647.
- [2] 李春燕. 基于专利信息分析的技术生命周期判断方法[J]. 现代情报, 2012, 32(2): 98—101.  
LI Chun-yan. The Distinguishing Methods of Technology Life Cycle Based on Patent Analysis[J]. Modern Information, 2012, 32(2): 98—101.
- [3] ABBAS A, ZHANG L, KHAN S U. A Literature Review on the State-of-the-art in Patent Analysis[J]. World Patent Information, 2014, 37(4):3—13.
- [4] 彭辉. 基于隐性需求的产品信息表征设计解读[J]. 包装工程, 2015, 36(20): 104—107.  
PENG Hui. Explanation for Product Information Characterization Design Based on Implicit Demands[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(20): 104—107.
- [5] PETROV V. Laws of Development of Needs, TRIZ Journal[EB/OL]. (2016-03-03)[2017-10-14]. <http://www.triz-journal.com>.
- [6] 梁瑞, 张建辉, 檀润华, 等. 已有产品功能创新设计过程模型及应用[J]. 机械工程学报, 2016, 52(23): 50—61.  
LIANG Rui, ZHANG Jian-hui, TAN Run-hua, et al. Design Process Model and Application of the Existing Product Function Innovation[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2016, 52(23): 50—61.
- [7] SUI Z, WANG Z. Technical and Economic Analysis of Pure-Electric Vehicles Based on the Life-Cycle Cost Theory[C]// International Conference on Business Management and Electronic Information. IEEE, 2011: 125—129.
- [8] XU Q, JIAO R J, YANG X, et al. An Analytical Kano Model for Customer Need Analysis[J]. Design Studies, 2009, 30(1): 87—110.
- [9] 杨涛, 杨育, 薛承梦, 等. 考虑客户需求偏好的产品创新设计方案多属性决策评价[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(2): 417—426.  
YANG Tao, YANG Yu, XUE Cheng-meng, et al. Multi-attribute Decision-making Evaluation Method for Product Innovation Design Scheme with Demand Preferences of Customers[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(2): 417—426.
- [10] 王晓墩, 熊伟. 质量功能展开中顾客需求重要度确定的粗糙层次分析法[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(4): 763—771.  
WANG Xiao-min, XIONG Wei. Rough AHP Approach for Determining the Importance Ratings of Customer Requirements in QFD[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(4): 763—771.
- [11] 董炜, 陈卫征, 徐晓滨, 等. 基于可分性测度的模糊隶属函数确定方法[J]. 控制与决策, 2014(11): 2089—2093.  
DONG Wei, CHEN Wei-zheng, XU Xiao-bin, et al. Determination Method of Fuzzy Membership Function Based on Separability Measure[J]. Control and Decision, 2014(11): 2089—2093.
- [12] JIN S W, LI Y P, HUANG G H, et al. Inexact Mixed-Integer Programming with Interval-Valued Membership Function for Sustainable Power-Generation Capacity Planning[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 122(3): 52—66.
- [13] 崔文华, 孙楚凡, 王介生, 等. 基于粗糙集理论的纸币清分机配置规则获取方法研究[J]. 大连理工大学学报, 2014(6): 651—655.  
CUI Wen-hua, SUN Chu-fan, WANG Jie-sheng, et al. Research on Currency Sorter Configuration Rules Acquisition Method Based on Rough Set Theory[J]. Journal of Dalian University of Technology, 2014(6): 651—655.
- [14] 董今彤, 刘佳. 超声波传感器在纸币清分机上的应用[J]. 仪表技术与传感器, 2014(3): 98—100.  
DONG Jin-tong, LIU Jia. Application of Ultrasonic Sensor in the Currency Sorter[J]. Instrument Technique and Sensor, 2014(3): 98—100.
- [15] 苑玮琦, 金灿. 基于结构特征的纸币号码识别方法[J]. 计算机工程与应用, 2014, 50(8): 118—121.  
YUAN Wei-qi, JIN Can. Paper Currency Number Recognition Method Based on Structural Features[J]. Computer Engineering and Applications, 2014, 50(8): 118—121.