

产品机能转化需求层级的设计方法研究

姚湘, 袁开祎, 余祥杰

(湘潭大学 机械工程学院, 湘潭 411105)

摘要: **目的** 用一种基于产品机能分析及 Kano 模型的设计方法来优化产品设计与开发流程。**方法** 通过机能分析, 得到产品各机能及次机能, 并将次机能转换成为用户需求, 通过 Kano 模型对用户需求进行分类, 得到不同层级的用户需求后转化成不同层级的设计特征, 以无线路由器的设计为案例, 探讨本方法在产品流程中的有效性。**结论** 该方法能够直观地体现用户对产品不同层级的需求, 有利于优化产品流程, 制定机能设计规范, 明确设计目标, 提高用户满意度。

关键词: 产品设计; 机能分析; 次机能; Kano 模型; 用户需求

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)18-0196-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.18.037

Design Method for Product Enginery Transformed into Hierarchy of Needs

YAO Xiang, YUAN Kai-yi, YU Xiang-jie

(School of Mechanical Engineering, Xiangtan University, Xiangtan 411105, China)

ABSTRACT: The work aims to optimize the product design and development process with a design method based on the product enginery analysis and Kano model. Through the enginery analysis, the product enginery and subordination-enginery were obtained, and the subordination-enginery was converted into the user needs. The user needs were classified based on Kano model. Such needs at different levels were obtained and then transformed into different levels of design features. Taking the design of wireless router as a case, the effectiveness of the proposed method in the product design flow was discussed. The proposed method can intuitively reflect the user's demand for different levels of products, which helps optimize the product design flow, formulate design specifications of enginery, specify design goals, and improve customer satisfaction.

KEY WORDS: product design; enginery analysis; subordination-enginery; Kano Model; user needs

在产品研究方法领域中,宾夕法尼亚大学沃顿商学院教授犹里齐和麻省理工学院斯隆管理学院教授 Steven D Eppinger, 将当今的设计与开发问题分为需求识别、面向制造的设计、原型化和工业设计等一系列流程^[1], 清晰而详尽地提出了一套产品设计与开发流程, 旨在企业或设计者可以将市场营销、设计和制造职能结合起来指导产品设计与开发。当人们高频率的使用和深入了解产品后会发现, 即使再简单的产品也会有或多或少未被充分了解的问题存在, 需要设计者在今后的产品设计与开发中改良与革新。

1 产品机能分析

产品机能分析是分析和说明产品机能结构的一种方法。机能结构是由产品各部件的功能、造型、材料等特点转化而来^[1], 因此, 机能结构描述的是产品本身与各部件的机能以及它们之间的相互关系^[2]。

系统性分析是产品机能分析中的一个层面。设计者通过系统机能模型(见图 1), 构建系统机能模型表格, 可以精确地描述系统元件之间的作用关系^[3],

收稿日期: 2018-06-27

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51505405); 湖南省机械智能产品工业设计中心开放课题(KH010860102); 湘潭大学博士科研启动基金(KZ08039)

作者简介: 姚湘(1982—), 男, 湖南人, 博士, 湘潭大学副教授, 主要研究方向为工业设计。

通信作者: 袁开祎(1991—), 男, 湖南人, 湘潭大学硕士生, 主攻工业设计。

分析产品在使用中发现的问题，在解决问题的过程中，减少或消除有问题的部分，从而达到优化的目的。

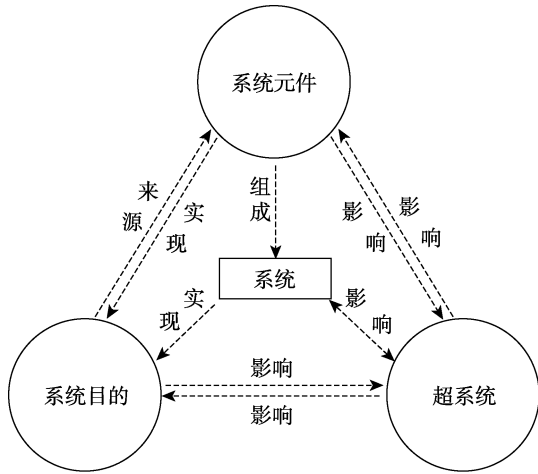


图 1 系统机能模型
Fig.1 System enginery model

部件分析是产品机能分析的另一个层面，将完整的产品打散成各零部件来分析，确定产品的机能以及各零部件所提供的次机能。L Steels^[4]认为机能是对产品的一种简单描述。以一个无线路由器为例，它的机能主要指将有线网络信号转换成无线网络信号并发出；次机能主要指无线路由器中的主板实现信号转换的次机能、天线实现无线信号发送的次机能、散热孔实现散热的次机能、LED 灯实现功能指示的次机能等。

2 Kano 模型

日本狩野纪昭教授认为，用户需求分为用户能够接受的最基本的需求、用户表达出来的需求和用户潜在的需求^[5]。Kano 模型见图 2，可以将产品应该具有的品质需求分为：基本品质、效用品质、振奋品质这 3 种类型^[6]。

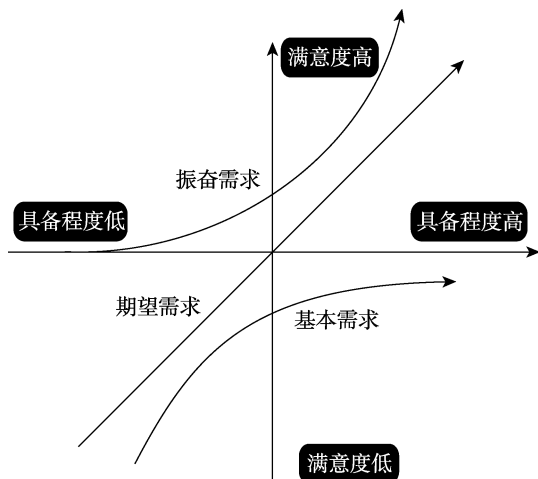


图 2 Kano 模型
Fig.2 Kano model

设计者通过了解用户使用产品的过程来收集和挖掘他们的需求，再从设计的角度，根据实际情况满足用户能接受的最基本的需求、用户表达出来的需求以及用户潜在的需求。

3 产品机能转化需求层级的设计方法流程

美国工程师迈尔斯于 1947 年在价值工程研究中得出一个结论，顾客购买的不是产品本身，而是产品所具有的功能^[7]。日本学者 Mizuno 和 Akao 也在 1966 年提出了质量功能配置方法的概念，并在美国并行工程中得到应用^[8]。随着人们的生活质量不断提高，产品创新已经逐渐由技术驱动转化为顾客需求驱动^[9]，设计者需要避免在产品设计与开发的过程中给予产品本身过多地关注，而应更多地关注产品所提供给消费者的功能。

本文基于以上理论，提出一种产品机能转化需求层级的设计方法。将产品机能分析结果转化为不同层级需求，最后转化不同层级设计特征，优化产品设计与开发的流程，为设计者提供一种新的设计方法与思路作为补充与参考，见图 3。

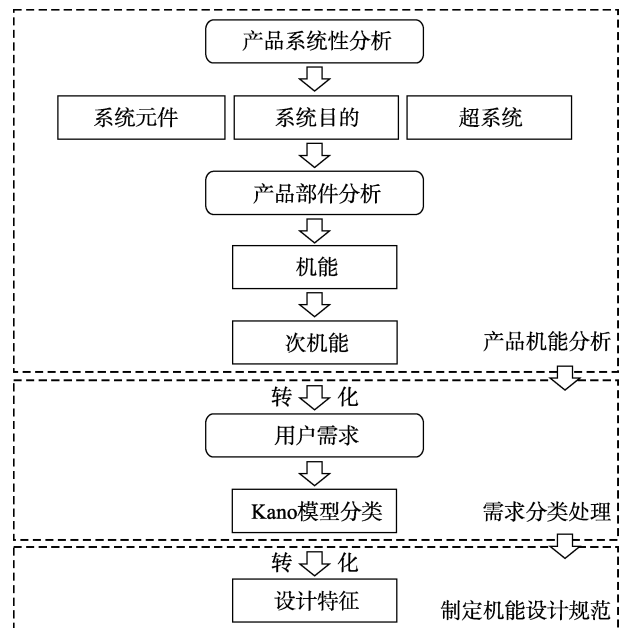


图 3 产品机能转化需求层级的设计方法流程
Fig.3 Design method flow of product enginery transformed into hierarchy of needs

方法的主要步骤如下。

1) 产品机能分析的结果代表消费者对产品机能与各次机能的感受，通过产品机能分析，得到产品机能及次机能。

2) 使用动词加名词的组合形式来描述次机能，并言简意赅的说明此次机能，得出次机能综合表并将次机能转换成为用户需求。

3) 在已获取用户需求的基础上，运用 Kano 模型

对用户需求分类并计算 B, P, E, I, R 权重。根据用户需求重要度排序,将不同层级的用户需求转化为不同层级的设计特征。

4) 制定产品机能设计规范。在已制定的机能设计规范内进行大胆的创新设计。

最后由设计者与开发者结合设计项目实际情况,从而决定关注由较低层级或是侧重较高层级的用户需求转换成的设计特征,在最终决策是导出进行渐循式的改良设计或是激进的创新变革。

4 方法应用

本文以一个无线路由器的设计为案例。由于无线路由器的涉及的零部件较多,且在产品优化上有较大空间,同时面对的消费者群体较广,所以将产品机能转化需求层级的设计方法流程应用在此无线路由器的设计案例中。

4.1 无线路由器产品机能分析

产品机能分析分为系统性分析与部件分析两个

部分。进行无线路由器系统性分析,需要构建系统机能模型,见表 1,有利于清楚地描述产品零部件之间的作用关系,可以协助设计者多方面、多形式地考虑可能的解决方案。

将无线路由器视为一个系统,其主要功能是将有线网络信号转化成无线网络信号并发送给连接的用户,因此,系统目的即为发送无线网络信号。系统内每一个构成部分被称为系统元件,它由产品零部件构成。在无线路由器这个系统中,系统元件包括外壳、主板、内置天线、电源接口、网线接口、开关、散热孔、指示灯等,设计者可以对这些系统元件进行各种程度的改变和控制,通过系统机能模型表可以识别系统某个元件与系统内其他因素发生交互关系的频率较高,这也是后续设计流程中需要着重关注的因素。一个系统与外界保持各种联系,超系统的作用不可忽视,在无线路由器的这个系统中,手、桌子、空气、灰尘等可被认定为超系统。

在部件分析的过程中,设计者可以将产品打散成各个零部件,见图 4,分析每个零部件提供的机能与

表 1 系统机能模型
Tab.1 System enginery model

		系统元件						系统目的				超系统			
名称	外壳	电源接口	网线接口	网线	开关	散热孔	指示灯	主板	天线	发送无线信号	手	桌子	空气	灰尘	
外壳		包裹	包裹		包裹	提供	包裹	保护	保护		接触	放置	接触	积累	
电源接口	附着								动词						
网线接口	附着			容纳					动词						
网线			插入							输入	接触				
开关	附着						控制	控制	控制	控制	接触				
散热孔	附着							散热	散热				排除	积累	
指示灯	附着	显示	显示		显示			显示		显示				积累	
主板	置入	接通	接通		受控	散热	显示		放置	转化			接触		
内置天线	置入							连接		发射			降温		
发送无线信号					受控	散热	显示								
手	拿取			拿取	控制							接触		清理	
桌子	支撑													积累	
空气						降温		降温	降温	降温					
灰尘	跌落			跌落		跌落	跌落					跌落			

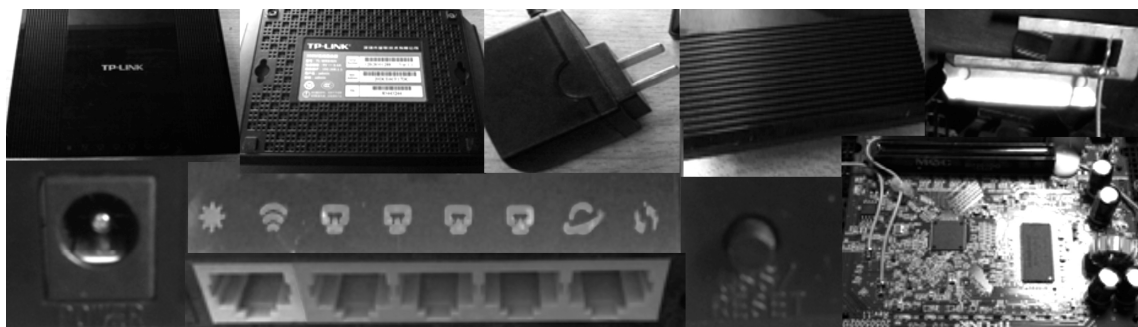


图 4 无线路由器的部件
Fig.4 The parts of the wireless router

诸多次机能。

通过对产品的部件分析，见表 2，得出产品每个

零部件的用途、次机能及发现的问题，并在下一流程整理得出次机能综合表。

表 2 无线路由器部件分析
Tab.2 The parts analysis of the wireless router

序号	部件名称	部件用途	次机能简介	发现的问题
1	外壳	包住所有内部结构并提供产品外观造型	包住结构	占用空间大；顶面积灰严重
2	电源接口	电源线一端的接入口	接入电源	无
3	网线接口	网线一端的接入口	接入网络	端口数量过多，使用频率低
4	开关	控制无线路由器的运行	开启关闭产品	无
5	电源线与网线	附着在外壳结构上，主板 内置天线等通过其散热	提供散热	凹凸格栅散热孔被置于顶部，落灰不易清理
6	底部支撑	为产品提供支撑，使其平稳放置于桌面， 同时升高底面接触面，协助散热	提供支撑 协助散热	平稳放置同时改变横置主板
7	电源电源线	向产品传输运行所需电能	传输电能	造型不美观
8	网线	传输有线网络信号	传输网络信号	不便于收纳
9	主板	产品核心部件，含芯片、滤波器、内存、 电路系统等	转换网络信号	无
10	天线	将无线网络信号发送出去	发送网络信号	造型不美观
11	LED 指示灯	向用户展示产品工作状态	显示工作状态	无

4.2 机能分析结果转换为用户需求

根据产品机能分析的结果整理得到以下次机能综合，见表 3。在表 3 内，使用动词加名词的组合形式来描述次机能，并言简意赅地说明此次机能，这也是无线路由器产品应该具有的功能要素。

表 3 次机能综合
Tab.3 Comprehensive table of subordination-engineery

序号	次机能简介	次机能说明（暨用户需求）
1	包住结构	能包住路由器内部结构并提供良好的外观造型
2	传输电能	向路由器传输运行所需电能
3	接入网络	能将有线网络信号接入路由器
4	开启关闭 路由器	能便捷的控制路由器的开启与关闭
5	提供散热	将路由器运行时产生的热量散发出去
6	提供支撑	能保证路由器稳定的放置
7	转换信号	将有线网络信号转换成为无线网络信号
8	发送信号	能发送无线网络信号
9	显示工作状态	能清楚的显示路由器当前的工作状态

在此步骤中，可以发现次机能已通过次机能说明转换为用户需求。例如，无线路由器外壳次机能，即包住结构；次机能说明，包住无线路由器内部结构并

提供良好的造型。在此步骤中会发现，次机能已通过次机能说明转换成为用户需求，即用户需要无线路由器外壳能够包裹与保护好内部主板、天线等部件，同时需要提供良好的造型。

通过次机能综合表，将罗列的大多数次机能与综合发现的问题相结合，探讨产品的解决方案并将为无线路由器的设计描绘出一个机能轮廓。由产品机能分析可得出用户需求为：产品可将有线网络转换成无线网络并发射信号；外壳包住结构，设计美观；电压转换接头设计美观；散热良好；不易积灰，灰尘易清理；较少占用空间；复位键位置合理；电源开关键位置合理；路由器摆放稳定；信号穿透能力好；路由器工作状态可视；网络端口个数充足；电源线可收纳等。

4.3 需求分类并转化不同需求层级的设计特征

运用 Kano 模型将用户需求分类并以用户所认为的重要性加以排列，得到不同层级的用户需求数据。使用标准化问卷进行调研，设计者可以给每种回答组合予以一个合适的分类属性。其中 B 为基本层级属性；P 为效用层级属性；E 为振奋层级属性；I 为无关属性；R 为与假设相反的看法。针对每个需求配对的问题，被访者得到 25 种可能的回答组合^[10]。将 Kano 问卷（见表 4）的设计分为正反两个问题，答案选项为 5 个，针对使用电脑和网络频率较高的 60 名大学生进行问卷调查。

完成 Kano 问卷调研，设计者将测评问卷进行分析整理，用 Kano 模型的分类方法对回收的问卷进行分类。当设计过程进行到此步骤，设计者可根据得到

的诸多用户需求,提出对应的解决方案,定义对应的设计特征,此时,已分类的用户需求已被转化成不同层级的设计特征。根据问卷中用户不同层级需求所对应不同层级设计特征的比率计算结果,见表5,比率

较高的部分即为Kano分类得出的较高级别的设计特征,便于设计者了解用户对于每个设计特征的认可程度和它们之间的权重关系,并关注和满足不同需求层级所对应的设计特征。

表4 Kano 问卷
Tab.4 Kano questionnaire

序号	用户需求	满意	应该如此	无所谓	可以忍受	不满意
1	对于无线路由器产品,外观设计能够较好包住内部结构,且美观大方,您觉得如何?					
2	对于无线路由器产品,外观设计不能较好包住内部结构,且不够美观大方,您觉得如何?					

表5 设计特征之间的权重关系
Tab.5 The weight relation between design features

设计特征描述	E/%	P/%	B/%	I/%	Total/%	Kano 分类
外壳包住结构并设计美观	17.63	20.35	60.32	1.70	100	B
转换接头设计美观	10.15	48.07	35.41	6.37	100	P
有线网络转换为无线并发送	0.27	7.28	91.13	1.32	100	B
散热良好	55.63	4.62	17.91	1.84	100	E
产品占用空间少	47.52	20.08	25.39	7.01	100	E
产品复位键位置合理	15.32	39.09	38.17	7.42	100	P
电源开关键位置合理	14.07	40.18	36.22	9.53	100	P
无线路由器摆放稳定	7.34	12.91	71.09	9.66	100	B
产品信号穿透能力好	9.34	26.53	63.24	0.92	100	B
路由器工作状态可视	5.67	6.32	87.07	0.94	100	B
网络端口数充足	17.04	43.36	36.75	2.85	100	P
电源线可收纳	33.45	25.17	29.01	12.37	100	E
不易积灰,灰尘易清理	48.73	20.79	13.43	17.05	100	E

通过Kano模型问卷结果,划分设计特征的需求层级,见表6。

表6 设计特征的需求层级
Tab.6 Hierarchy of needs of design features

Kano 需求层级	排序	设计特征
基本品质	1	外壳包住结构并设计美观
	2	有线网络转换为无线网络并发送
	3	无线路由器摆放稳定
	4	产品信号穿透能力好
	5	路由器工作状态可视
效用品质	1	转换接头设计美观
	2	产品复位键位置合理
	3	电源开关键位置合理
	4	网络端口数充足
振奋品质	1	散热良好
	2	不易积灰,灰尘易清理
	3	产品占用空间少
	4	电源线可收纳

4.4 制定机能设计规范

当设计流程进展到此步骤,设计者可根据由次机能转换成的用户需求再转化成的设计特征,制定机能设计规范,见图5。此时,设计者设计的不再仅仅是一款无线路由器,而是一款拥有外观设计美观、能较好包住结构、从有线网络转换到无线网络并发送信号、放置稳定、信号穿透能力强、工作状态可视、不易积灰等特征的产品。设计者可以抛弃脑海中无线路由器原始的模样,在制定的机能设计规范内,结合设计项目实际情况,有选择性地大胆的创新设计以满足不同层级的用户需求。

4.5 无线路由器设计结果

结合项目实际情况,设计者与开发者在已制定机能设计规范内进行创新设计,最大程度地满足由产品机能转换成用户需求并对应设计特征14个中的12个,最终导出无线路由器的设计结果,见图6。

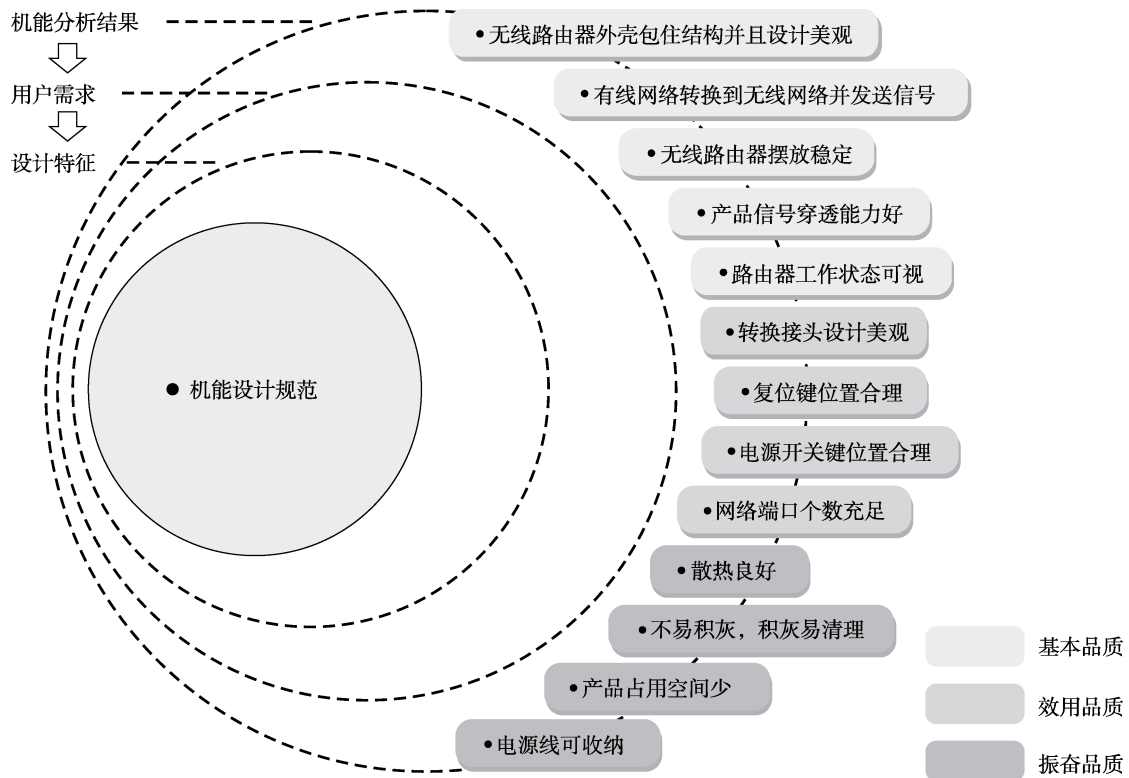


图 5 机能设计规范
Fig.5 Design specifications of engine



图 6 无线路由器设计结果
Fig.6 Design results of wireless router

5 结语

本文提出的产品机能转化需求层级的设计方法,以无线路由器设计为案例,描述了此设计方法的应用步骤与可行性。运用此设计方法的过程中,设计者已经把用户能接受的目标和各零部件设计的可行性纳入考量,能够更科学与直观地收集和分析用户对产品不同层级的需求,并制定机能设计规范,优化产品设计流程。需要注意的是,设计者的创新设计不能随意突破设计规范的限制,才能够使最终的设计成果满足用户需求的同时富于创新性与实现性。

此外,为了降低案例复杂程度,在案例中仅考虑了用户需求程度,在设计项目中还需结合实际情况,如产品结构可行性、制造工艺要求、成本控制、情感因素、产品改良或是完全创新变革等,在机能分析与需求层级的提取角度做更详尽的探讨。

参考文献:

- [1] 卡尔·乌利齐, 斯蒂文·埃平格. 产品设计与开发[M]. 张书文, 译. 台北: 高立图书, 2012.
KARL T U, STEVEN D E. Product Design and Development[M]. ZHANG Shu-wen, Translate. Taipei: Gau Lih Book Co., Ltd, 2012.
- [2] 吕瑟. 基于功能分析与 TRIZ 集成的产品创新设计研究与应用[D]. 广州: 广东工业大学, 2016.
LYU Se. The Research and Application of Product Innovation Design Based on Function Analysis and TRIZ[D]. Guangzhou: Guangdong University of Technology, 2016.
- [3] MANN D L. Hands on Systematic Innovation[M]. Warrenton: IFR Consulting, Inc., 2007.
- [4] STEELS L. Diagnosis with a Function-fault Model[J]. Applied Artificial Intelligence, 1989, 3(23): 213—237.
- [5] KANO N, SERAKU N, TAKAHASHI F. Attractive Quality and Must-be Quality[J]. Journal of the Japanese Society for Quality Control, 1984, 14(2): 39—48.
- [6] 邵家骏. 质量功能展开[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
SHAO Jia-jun. Quality Function Deployment[M]. Beijing: China Machine Press, 2014.
- [7] 罗伯特·斯图尔特. 价值工程方法基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
ROBERT B S. The Basics of Value Engineering Methods[M]. Beijing: China Machine Press, 2007.
- [8] 何月雯, 周丰. 基于 KJ 法及 KANO 模型的产品功能设计方法研究[J]. 轻工机械, 2015, 33(3): 113—118.
HE Yue-wen, ZHOU Feng. Product Functional Research Based on KJ Method and KANO Model[J]. Light Industry Machinery, 2015, 33(3): 113—118.
- [9] 权婧雅. 基于 QFD 和 Kano 的新产品开发模糊前端分析模型研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
QUAN Jing-ya. Research on Fuzzy Front-end Analysis Model of New Product Development Based on QFD and Kano[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2009.
- [10] 姚湘, 胡鸿雁. Kano 模型的产品造型设计情感层次研究[J]. 武汉理工大学学报, 2014(5): 673—676.
YAO Xiang, HU Hong-yan. Emotional Level Research of Product Modeling Design Based on Kano Model[J]. Journal of Wuhan University of Technology, 2014(5): 673—676.