

【选题策划：基于 TRIZ 的产品创新设计】

基于冲突解决理论的产品造型设计方法研究

曹国忠^{1,2}, 张曙^{1,2}, 解秋蕊¹

(1.河北工业大学, 天津 300401; 2.国家技术创新方法与实施工具工程技术研究中心, 天津 300401)

摘要: **目的** 针对 TRIZ 中冲突解决理论在产品造型设计中的应用进行研究。**方法** 以产品造型设计中的冲突为起点, 将冲突解决理论中的工程参数和发明原理进行分类并重新定义。**结论** 提出基于冲突解决理论的产品造型设计方法。经实例验证, 该方法能够有效解决产品造型设计中的冲突, 使产品的外观造型和功能结构和谐统一, 在提升用户体验的同时, 提高产品设计人员的设计能力和效率。

关键词: TRIZ; 冲突解决理论; 产品造型设计

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)14-0001-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.14.001

Product Modeling Design Method Based on Conflict Resolution Theory

CAO Guo-zhong^{1,2}, ZHANG Shu^{1,2}, XIE Qiu-rui¹

(1.Hebei University of Technology, Tianjin 300401, China; 2.National Engineering Research Center for Technological Innovation Methods and Tool, Tianjin 300401, China)

ABSTRACT: It aims to research the application of conflict resolution theory of TRIZ in product design. Taking the conflict in product modeling design as the starting point, it reclassifies and redefines the engineering parameters and inventive principles of TRIZ. It proposes a process model of product design based on TRIZ conflict resolution theory. The examples show that the method can effectively solve the conflict in product design, and build the harmony between the product appearance, function and structure. In addition, it also could enhance the user experience, at the same time, and improve the designer's capability and efficiency.

KEY WORDS: TRIZ; conflict resolution theory; product design

“工业设计”诞生于“手工业经济”向“产业化经济”演进的过程中^[1]。从现代设计诞生以来, 关于设计中形式与功能关系的争论就一直存在。受大规模工业化的影响, 设计大师米斯的口号“少即是多”一经提出就备受推崇, 从现代主义一直到国际主义, 功能永远是设计的第一要素。由于战后的动荡与科学技术的发展, 后现代主义以及以波普风格为代表的流行风格逐渐风靡起来, 取代了现代主义, 它们追求形式的表现与纯粹的装饰, 这种形式主义的风潮虽然极具探索性, 但由于其违背了工业生产的经济法则, 很快就衰退了^[2]。在其之后的新现代主义以及多种设计风格, 则是在设计的形式与功能博弈后的多元化探索。

而如今, 工业设计中的功能与形式早已不是简单的对立关系了, 两者的和谐统一是现代工业产品设计的趋势。本文引入 TRIZ 中的冲突解决理论, 以期解决工业产品设计过程中造型与结构融合时所产生的冲突, 在保证产品实现功能的同时, 通过造型设计, 保证产品在市场中的竞争力。

1 冲突解决理论

TRIZ 是苏联发明专家 G.S.Altshuller 等人在分析世界上大量高水平专利的基础上提出的, 该理论认为产品创新的核心是解决设计中的冲突, 产品设计中的冲突是出现问题的根本原因, 因此在产品设计和改进

收稿日期: 2018-03-21

基金项目: 国家自然科学基金 (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: 曹国忠 (1974—), 男, 河北人, 博士, 河北工业大学教授, 主要研究方向为产品创新设计、TRIZ、可持续设计。

的过程中,必须发现并解决冲突,而不是采用折中的方法来平衡问题的双方,这是 TRIZ 理论之所以能从根本上解决问题的关键^[3-4]。

G.S.Altshuller 将冲突分为 3 类,即管理冲突、物理冲突和技术冲突。管理冲突具有暂时性,不属于传统 TRIZ 的研究内容,物理冲突是指一个物体或系统中的一个子系统有相反的、矛盾的需求,而技术冲突是指一个作用同时导致有用及有害两种结果,常表现为一个系统中两个子系统之间的冲突,物理冲突往往隐含在技术冲突中^[5-6]。本文主要围绕产品造型设计中的冲突展开,这些冲突大多都属于技术冲突,针对技术冲突,TRIZ 理论提出用 39 个通用的工程参数描述冲突,用 40 条发明原理来给冲突的解决提供方向,并通过冲突矩阵把它们联系起来^[7-8]。通过转换与类比,用发明原理为特定的问题提供解的方向。技术冲突解决原理示意图见图 1。

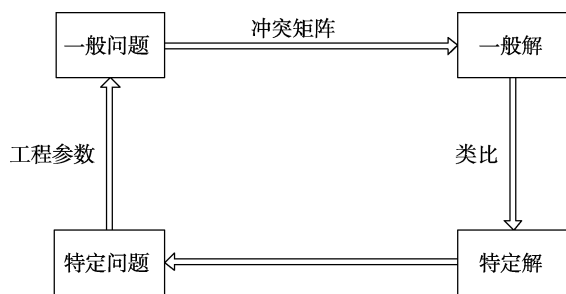


图 1 技术冲突解决原理
Fig. 1 Technical conflict resolution principle

2 产品造型设计中的冲突与解决

2.1 产品造型设计中冲突的来源

工业设计自产生之初就是为了优化生产关系,协调社会各工种、各专业、各利益集团间的矛盾,通过提高效率促进经济发展的学科,是一种横向思维、系统整合的方法^[1]。由此可见,工业设计是一门横跨多个领域的综合学科^[9],也是连接各个学科的纽带,这样在设计过程中势必会有一个融合的过程,由于不同学科所涵盖的知识领域不一样,所以在融合的过程中会有一些冲突显现出来,这些冲突的解决,其实也就是工业设计的目的。

产品设计并不是简单的外观设计,它涉及了一个产品整个的开发过程,包括产品前期的调研规划,到概念的提出,以及系统设计和详细设计,到最后产品的生产、包装等各个方面,产品设计参与了每个过程,并将它们联系了起来。基于此,可以将工业设计中的冲突分为两个方面,一个是内部冲突,即工业产品自身不同元素之间的冲突;另一个是外部冲突,即产品与市场、成本、加工、销售等其他元素的冲突。本文主要对工业设计中的内部冲突进行研究,特别是产品

的外观造型与功能、结构方面的冲突。产品的外观造型设计涉及到美学、心理学和人机工学等学科,具有一定的主观性,这些主观因素难以量化,与产品的功能结构等客观因素容易产生冲突,面对这些冲突,设计人员往往只能凭借自身经验解决,没有相关的理论和方法帮助解决此类问题。

2.2 产品造型设计中工程参数的分类

传统意义上 TRIZ 中的冲突解决理论主要解决产品内部结构、功能之间的冲突,因此在工程参数的描述和使用上比较偏向结构设计,描述外观和造型的相关工程参数很少,而且很多造型和外观的参数过于抽象,很难直接描述为标准的工程参数,除此之外,冲突矩阵中的发明原理很多也无法直接运用在工业产品设计中,这两个问题是冲突解决理论在产品造型设计中运用的最大障碍。为了解决这两个问题,需要将产品造型设计中的冲突进行分类,并将冲突解决理论中的工程参数和发明原理按照工业设计的知识进行再描述。

工业设计的主要目的是解决产品与人之间的问题,这是它与工程设计最大的区别^[10],“人”是工业设计的出发点和目的,人的感受是产品设计的依据和评价标准。设计是为大众服务的,产品设计的目的是为了使人们的生活更加便捷和美好^[11]。从人和产品的关系层面思考,影响产品造型设计的冲突主要有两个,产品与人的冲突以及产品自身的冲突,由此引申出了 3 个设计的要素,即产品的外观造型因素、产品的功能结构因素以及用户感受因素,然后再将冲突解决理论中的工程参数经过筛选、再描述后依照这 3 个方面进行分类,见表 1。

表 1 产品外观设计中的工程参数分类
Tab.1 Classification of engineering parameters in product design

分类依据	工程参数
外观造型	静止产品或零部件的长度、可移动产品或零部件的长度、静止产品或零部件的面积、可移动产品或零部件的面积、静止产品或零部件的体积、可移动产品或零部件的体积、产品的外观形状
功能结构	静止产品或零部件的重量、可移动产品或零部件的重量、产品结构的稳定性、产品结构的强度、功能或零部件的数量、产品的可制造性、产品的复杂程度
用户感受	可靠性、可操作性、可维修性、适应性和多用性、自动化程度

2.3 产品造型设计中的冲突解决方法

在经典 TRIZ 中使用冲突矩阵时,需要将问题定

义,按照标准的工程参数重新描述,转化为冲突的改善一方和恶化一方,通过冲突矩阵查找出推荐的发明原理,给出解的方向,如果所有可能的解都不满足需求,还要对冲突进行重新定义,这个过程非常复杂。本文围绕产品的外观设计对冲突进行分类,每组冲突都代表了两组工程参数之间的冲突,将每组工程参数分别作为改善参数和恶化参数,通过查找冲突矩阵,把对应的发明原理整理为一个数据库,将得出的发明原理按照出现频率进行降序排列,这样就能简化冲突的求解过程,只需找到问题所属的分类,就可以直接找出对应的发明原理。

通过对设计要素和工程参数的分类,在产品造型设计中的冲突主要分为以下 3 类,一是产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突,该类冲突只涉及到外观造型类的工程参数,共有 21 个发明原理,共计出现 79 次;二是产品外观造型与产品功能结构的冲突,涉及到外观造型类工程参数和功能结构类工程参数,

共有 37 个发明原理共计出现了 277 次;三是产品外观造型与用户感受的冲突,涉及到了外观造型类工程参数和用户感受类工程参数,共有 30 个发明原理共计出现 194 次。考虑到实际的使用情况,将每类冲突中出现频率最高的前 10 个发明原理进行降序排列,产品外观设计中的发明原理使用频率见表 2。

产品造型设计中三类冲突涉及到了除发明原理 21(紧急行动)之外的 39 个发明原理,但很多发明原理只出现了一次,3 类解决冲突的发明原理出现频率最高的前 10 个很多都是重复的,不重复的发明原理只有 16 个,这说明在 TRIZ 中解决该类冲突时很多原理是相通的,这也大大减少了发明原理的选用难度。将这 16 个发明原理按照产品外观造型设计的角度重新描述,结合实例,能够使产品设计人员更好地理解这些发明原理,帮助他们解决产品外观设计时所产生的冲突。产品外观设计中的发明原理见表 3。

表 2 产品外观设计中的发明原理使用频率
Tab.2 The frequency table of inventive principle in product design

冲突类型				发明原理（出现次数）							
产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突	4 (11)	7 (10)	14 (8)	35 (6)	15 (5)	17 (5)	1 (4)	2 (4)	10 (4)	29 (4)	5 (3)
产品外观造型与产品功能结构的冲突	1 (25)	29 (24)	40 (19)	14 (18)	15 (18)	35 (18)	13 (14)	26 (14)	28 (14)	2 (11)	10 (11)
产品外观造型与用户感受的冲突	15 (22)	1 (20)	16 (18)	35 (14)	13 (12)	29 (11)	14 (9)	10 (8)	2 (7)	4 (7)	17 (7)

表 3 产品外观设计中的发明原理
Tab.3 The inventive principle in product design

序号	名称	原理解释	产品实例	说明
1	分割	将产品分为相互独立的部分	半挂牵引车	代替大型卡车,减少损耗
		将产品分为可以组装及拆卸的部分	模块化家具	便于生产,节省资源
		增加产品相互独立部分的程度	百叶窗	可调控光照强度
2	分离	将产品的干扰部分分离出去	空调	将压缩机放在室外减少噪音
		将产品中的关键部分分离出来	灯具包装	提高易碎部分包装强度
4	不对称	将产品形状由对称变为不对称	不对称漏斗	防止飞溅和堵塞
		增加产品不对称程度	汽车轮胎	一侧强度大,增加抗冲击能力
5	合并	在空间上合并产品相连或相似操作	滚筒洗衣机	将洗衣机洗衣与甩干功能合并
		在时间上合并产品相连或相似操作	混水阀	便于调节水的温度
7	嵌套	使产品的一部分穿过另一部分	推拉门	节省空间
10	预操作	按照产品功能进行提前设计	不干胶邮票	减少使用步骤
13	反向	将产品某部分操作改为相反操作	翻转型窗户	在室内也可以清洁窗户
		产品运动部分静止,静止部分运动	跑步机	用户相对于地面静止
14	曲面化	产品直线平面部分用曲线曲面代替	拱桥	增加桥的强度
		产品中采用球形、螺旋部件	游戏手柄	用球形遥感代替 4 个方向按键
		用旋转运动代替直线运动	旋转门	保持室内温度
15	动态化	使产品部件自动调整,达到最佳性能	可调节座椅	满足不同用户群体的需求
		产品的各部件之间可改变相对位置	滑盖手机	体积小,操作方便
		如果部件是刚性的,使其可移动	电梯	电梯代替楼梯,节省空间

续表

序号	名称	原理解释	产品实例	说明
16	不足作用	如果产品很难达到所要求，可以降低需求，简化设计	门框	高度一般采用 95 百分位人机数据，满足大多数人需求
17	维数变化	增加产品部件的维数 将产品用多层排列代替单层排列 使产品的部件倾斜或改变其方向	三维扫描仪 立体车库 自卸车	扫描立体物体 节省空间，增加使用效率 自动卸货，减少人工成本
26	复制	产品中用光学和图像复制所需信息 用红外线和紫外线复制相关部件	录像带 紫外探伤仪	用影像资料还原场景 紫外线可以达到无损探伤
28	代替	用感官交互方式代替产品机械部件 用电场磁场等代替产品机械部件	声控灯 电磁靶	代替传统机械开关，节能方便 射击后靶盘中可自动恢复
29	气动液压	用气动或液压部件代替固体部件	充气床垫	节省空间，使用舒适
35	性状变化	改变产品零部件的物理状态 改变产品零部件的柔性 改变产品零部件的颜色 改变产品零部件的纹理	液化气 减震器 手机按键 耳机	气体液化，便于运输 缓冲刚性部件压力，更安全 绿色代表拨打，红色代表挂断 两侧用不同纹理便于区分左右
40	复合材料	产品的某些部件用复合材料制成	书包背带	布料与海绵混合提高舒适度

3 基于冲突解决理论的产品造型设计过程模型

经典 TRIZ 中的冲突解决过程模型的应用一直存在两个难点——工程参数的转化和发明原理的选用。为了帮助产品设计人员更方便地利用冲突解决理论解决产品造型设计中的问题，形成了基于冲突解决理论的产品造型设计过程模型，见图 2。该过程模型首先是发现产品造型设计中的问题，定义问题中存在的

冲突，确定冲突的类型，然后依照所属分类按照降序试用发明原理解决冲突，如果不能解决，则需要重新定义冲突；如果可以解决，则可完善后续设计，完成产品的创新设计。

新模型用冲突的分类代替了参数转化的过程，用简单直观的方式解决了工程参数难以标准化的问题。在发明原理的选用上，则用改良后的发明原理使用频率表代替了以前庞杂的冲突矩阵，同时将发明原理按照产品造型设计的角度重新描述，降低了发明原理的选用难度。与经典 TRIZ 中的冲突解决过程模型相比，新模型具有更强的便利性与针对性，能够使产品设计人员直接利用该模型解决产品造型设计中的冲突。基于冲突解决理论的产品造型设计过程模型见图 3。

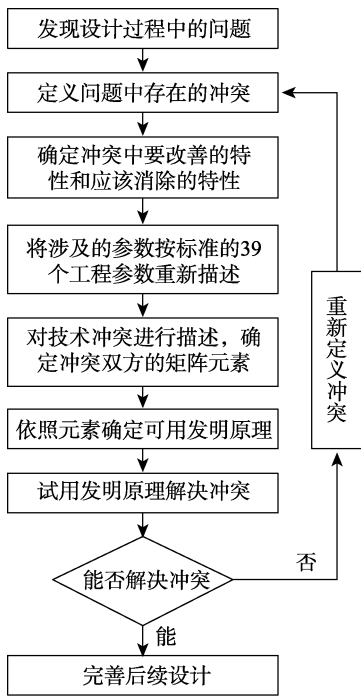


图 2 经典 TRIZ 中的冲突解决过程模型
Fig.2 Conflict resolution process model in classic TRIZ

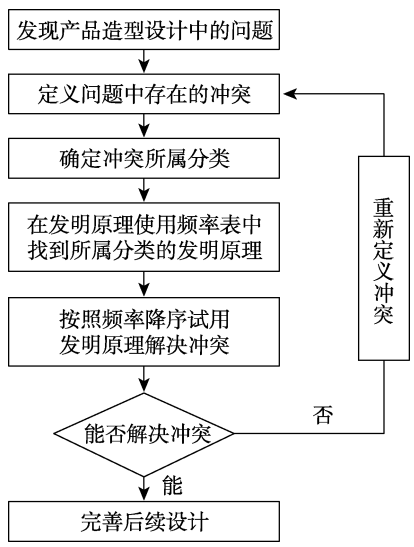


图 3 基于冲突解决理论的产品造型设计过程模型
Fig.3 Product design process model based on conflict resolution theory

4 应用案例——砧板的改良设计

4.1 现有产品的问题

现有砧板基本都是长方体或圆柱体块，材质多为木头，这种砧板在使用过程中存在很多问题，主要有以下几方面：（1）砧板面积有限，只能处理少量食材，同时处理多种食材或大量食材时，就需要把切好的食材放置在其他容器里再进行操作，步骤繁琐且浪费资源；（2）由于砧板表面基本为平面，将砧板上的食材倒入锅中的时候，很容易洒在外面；（3）许多食材需要在砧板上处理后再清洗，需要借助其他器具，操作复杂；（4）受砧板造型所限，现有产品功能单一，应该考虑产品使用环境与用户使用情景来适当增加新的功能，如食材的称重、辅助切菜等功能；（5）砧板造型规整单一，没有把手，用户很难单手将砧板拿起，而且盘子大多为圆形，放在矩形的砧板旁接触面积很小，食材很难从砧板上直接放入盘子内，容易洒出。

4.2 冲突的确定及分类

上述问题都涉及到了砧板的造型设计，需要将问题分析后确定产品设计中存在的冲突以及冲突的类型。（1）砧板面积的问题所涉及到的冲突是产品的外观造型与用户可操作性的冲突，步骤过多降低了可操作性，其原因是产品外观单一与功能需求多样的冲突，最终确定是产品外观造型与产品功能结构和用户感受的冲突；（2）砧板上食材倒入锅中容易洒出的问题是因为砧板要求为平面才能更好地切菜，而食材倒入锅中时需要砧板的曲面或者夹角来防止食材洒出，是产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突；（3）处理后的食材清洗复杂问题所涉及到的冲突是产品的外观造型与用户可操作性的冲突，清洗后需要滤水，而砧板的木质材料在做成多孔结构时很难保证强度，直接采用其它材质会破坏产品外观的一体性，这属于产品外观造型与功能结构的冲突；（4）功能单一的问题主要是由于砧板外观造型规整，新的功能很可能会使产品造型变得复杂，影响用户对产品的认知程度，属于产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突；（5）砧板难拿起和食材放入盘子中时容易洒出的问题是产品外观的完整性、规整性与外观的缺口之间的冲突，属于产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突。

4.3 确定发明原理和最终方案

通过对问题的分析和问题对应的冲突进行分类，需要依据发明原理使用的频率表来降序选择发明原理解决问题，砧板改良设计中的冲突及发明原理见表 4。

针对砧板面积有限，单次处理食材量过少的问题，采用发明原理分割和动态化结合解决。虽然砧板的操作面积有限，但砧板的高度有很大空间能够利用，运用分割原理将砧板分为两部分，上部操作面继

表 4 砧板改良设计中的冲突及发明原理
Tab.4 The conflict and invention principle in the design of the chopping board

现有产品问题	冲突类型	拟选用的发明原理
砧板面积有限，单次处理食材量过少	产品外观造型与产品功能结构的冲突	1 分割
	产品外观造型与用户感受的冲突	15 动态化
食材倒入锅中时容易洒出	产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突	4 不对称
处理后的食材清洗复杂	产品外观造型与产品功能结构的冲突	40 复合材料
	产品外观造型与用户感受的冲突	1 分割 15 动态化
功能单一	产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突	4 不对称 17 维数变化
砧板难以拿起	产品外观造型与自身物理尺寸形状的冲突	4 不对称
食材难以直接放入盘内		

续切菜，下部分割出一个容器，将切好的菜盛放在里面，再运用动态化原理改为抽拉式设计，在不破坏产品造型完整性的前提下，减少操作步骤，节省空间，具体效果见图 4a。针对砧板食材倒入锅中时容易洒出的问题，在保证砧板平面操作区域的同时，将砧板左上的不常用部分按照不对称原理设计一个凹陷，在上部设计一个小的凸起，形成夹角防止食材洒出，具体效果见图 4b。

针对处理后的食材清洗复杂的问题，在砧板下部分割出一个抽拉式的容器，用来清洗食材，再运用发明原理复合材料将容器内部滤水部分设计为塑料材质保证强度，外部使用木材保证砧板外观的一体性，具体效果见图 4c。

针对砧板功能单一的问题，考虑加入电子秤功能，根据维数变化原理，增加砧板的纵向维数和产品空间的利用率，再运用不对称原理设计不同的把手造型区分产品不同的使用状态，凹陷还能保护电子秤的显示屏，防止磨损，具体效果见图 4d。

针对砧板难以拿起和食材放入盘子中时容易洒出的问题，只需要在砧板的非操作面按照不对称原理设计一个凹槽，将就能很方便的将砧板拿起，该凹槽可将盘子一侧放入，防止食材放入盘内时洒出，具体效果见图 4e 和 4f。

这几个问题所涉及到的冲突都和产品的外观造型有关，采用推荐的发明原理解决问题，能够消除产品设计中造型因素与其它因素的冲突，在提升用户体验的同时，使产品的外观造型和功能结构和谐统一，从而形成砧板的改良设计方案，见图 5a 和图 5b。



图4 砧板改良设计细节

Fig.4 Chopping board improved design detail chart



图5 砧板改良设计效果

Fig.5 Chopping board improved design renderings

5 结语

TRIZ 作为一种系统化的设计方法体系,可以应用于不同的情景,这点已经在诸多领域被证明。本文研究了 TRIZ 中冲突解决理论在产品造型设计中的应用,探索性地提出基于冲突解决理论的产品造型设计

方法,有效地解决了产品造型设计中的冲突,使产品的外观造型和功能结构达到和谐统一。同时该方法简化了冲突解决理论在产品造型设计中的使用流程,操作简便,丰富了产品创新设计的知识方法,提高了设计人员的设计能力和产品的市场竞争力。

参考文献:

- [1] 柳冠中. 设计: 人类未来不被毁灭的“第三种智慧[J]. 创意与设计, 2014(5): 4—8.
LIU Guan-zhong. Design: the Third Wisdom to Save Humans from Destruction[J]. Creation and Design, 2014(5): 4—8.
- [2] 王受之. 世界现代设计史[M]. 北京: 中国青年出版社, 2002.
WANG Shou-zhi. A History of Modern Design[M]. Beijing: CHINA Youth Publishing Group, 2002.
- [3] 檀润华. TRIZ 及应用: 技术创新过程与方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.
TAN Run-hua. TRIZ and Applications: The Process and Methods of Technological Innovation[M]. Beijing: High Education Press, 2010.
- [4] 贺雪梅, 李隆真, 梁金生. TRIZ 冲突解决原理在饮水机设计中的应用[J]. 包装工程, 2015, 36(14): 60—63.
HE Xue-mei, LI Long-zhen, LIANG Jin-sheng. Application of TRIZ Contradiction Solving Principles in Water Dispenser Design[J]. Packing Engineering, 2015, 36(14): 60—63.
- [5] 付敏, 范德林, 李锐. 基于 TRIZ 和 AD 的集成创新设

- 计模型及其应用[J]. 机械设计, 2014(3): 10—14.
- FU Ming, FAN De-lin, LI Rui. Integrated Innovation Design Model Based on TRIZ and AD and Its Application[J]. Journal of Machine Design, 2014(3): 10—14.
- [6] 崔憧遥, 张简一, 杜强, 等. TRIZ 理论的 40 个发明原理在儿童家具设计中的应用[J]. 包装工程, 2017, 38(2): 175—179.
- CUI Chong-yao, ZHANG Jian-yi, DU Qiang, et al. Application of 40 Inventive Principles of TRIZ Theory in the Children's Furniture Design[J]. Packing Engineering, 2017, 38(2): 175—179.
- [7] 刘征, 潘凯, 顾新建. 集成 TRIZ 的产品生态设计方法研究[J]. 机械工程学报, 2012(11): 72—77.
- LIU Zheng, PAN Kai, GU Xin-jian. Research on Product Ecological Design Method Integrating TRIZ[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012(11): 72—77.
- [8] STRATTON R, MANN D. Systematic Innovation and the Underlying Principles Behind TRIZ and TOC[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003, 9(13): 120—126.
- [9] 赵丹华. 产品造型情感类型与情感价值的研究框架[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 1—8.
- ZHAO Dan-hua. Research Framework of Emotion Classification and Value of Product Modeling[J]. Packing Engineering, 2016, 37(20): 1—8.
- [10] 丁玉兰. 人机工程学[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2004.
- DING Yu-lan. Ergonomics[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2004.
- [11] 许世虎, 曾婧. 析产品设计中形式与功能之和谐[J]. 包装工程, 2010, 31(10): 4—6.
- XU Shi-hu, ZENG Jing. Harmony between Form and Function in Product Design[J]. Packing Engineering, 2010(10): 4—6.