

面向思维约束的产品造型概念设计

王沈策, 胡斌梁, 许功元, 李夏东

(湖南科技大学, 湘潭 411201)

摘要: **目的** 针对概念设计思维的发散特性, 基于约束理论的思想流程, 在产品造型概念设计过程中引入思维约束理论, 解决方案设计繁琐及控制难度较大的问题。**方法** 对思维约束在产品造型概念设计中的可行性进行分析, 从用户的角度归纳个体差异化、群体公共化和功能技术化3类导向模式。然后详细论述思维约束在产品造型概念设计中的系统性、理念导向性、层次性和时序性, 形成约束体系。**结论** 面向思维约束的产品造型概念设计方法, 由产品情景构建、产品概念定位约束形成概念约束环节, 通过约束环节中约束要素的解构, 进行造型方案设计。以案例应用进行验证, 理论在降低造型概念设计思维流程的复杂性方面具有可用性, 为产品造型概念设计提供参考。

关键词: 思维约束; 概念设计; 造型设计; 约束环节; 约束要素

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)02-0124-05

Conceptual Design of Product Modeling with Thinking Constraints

WANG Shen-ce, HU Bin-liang, XU Gong-yuan, LI Xia-dong

(Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

ABSTRACT: It aims to introduce the thinking constraint theory into product-modeling conceptual design process based on thinking process of constraint theory regarding the divergent characteristic of conceptual design thinking, to solve the problems of tedious project design and relatively more control difficulties. The feasibility of thinking constraints in product modeling conceptual design is analyzed, three kinds of constraint patterns including individual differentiation, group publicity and function technicalization are concluded from users' perspectives. And then, the systematicness, idea direction, hierarchy and time sequence of thinking constraints in product modeling conceptual design are discussed in detail to form constraint system. Regarding the conceptual design method of product modeling with constrained thinking, constraint link is formed by product scenario constraints and product concept positioning, to form modeling conceptual design routine through conceptual constraint system as well as to guide modeling scheme design. Case application is adopted for verification, it is practical to reduce the complexity of modeling conceptual design thinking process in theory, to provide reference for conceptual design of product modeling.

KEY WORDS: thinking constraints; conceptual design; modeling design; constraint link; constraint elements

产品概念设计是从问题出发到生成方案的过程, 具有序列化目标的产品设计特殊形式, 也是一种反复迭代优化的设计方法^[1]。思维表现为发散、模糊、抽象的特性, 从开发过程看, 产品造型概念设计是对理想化趋势的判断, 通过产品造型形式进行实体化表达

的过程。现有研究大多集中于问题导向的设计过程, 以求解、评价关系建立用户需求模型, 以获取合理的设计方案^[2-4]。然而, 研究仍存在以下不足: (1) 社会发展导致生活形态变革, 针对用户需求的导向模式研究较少; (2) 对于概念设计方案生成的方法复杂繁

收稿日期: 2017-11-15

基金项目: 国家自然科学基金(51272196); 湖南省教育厅科学研究资助项目(16C0651); 湖南省教育科学“十三五”规划课题(XJK17BTW008)

作者简介: 王沈策(1978—), 男, 黑龙江人, 博士生, 湖南科技大学讲师, 主要研究方向为现代设计理论与方法, 产品开发过程中的人机交互、体验、造型和服务设计。

琐,缺乏可用性。就以上问题,引入约束理论的思维流程,对需求导向的造型概念设计进行研究,探讨思维约束在产品造型概念设计中的特性,并构建面向约束思维的产品造型概念设计方法。

1 产品造型概念设计与思维约束

约束理论是由艾利·高德拉特提出,发展至今,已经超越了生产管理的范围,成为逻辑化与系统化解问题的思维流程^[5]。其核心是把系统中最薄弱的环节称之为约束条件,很多设计理论的研究学者借鉴约束理念,不断解决系统(系列)设计中的关键问题,实现设计的优化^[6]。

产品造型概念设计中思维约束是一种导向性的连续需求(问题)定位,是对约束条件进行收敛的过程。特别是在物质条件丰富与科学技术快速发展的条件下,人们对需求(问题)的理解也在发生变化,从满足基本需求的实用性到代表身份、地位、财富的象征性,再延伸到公共意识的觉醒,需求(问题)整体呈现多样化。思维约束可归纳为 3 种导向模式,其一是个体差异化,设计过程围绕用户的需求、问题、情感、文化、审美和体验等约束条件,由用户直接或间接购买产品,商业化、产业化和创新方向等由用户主导,在物质条件得到满足后,强调对用户精神域的研究。随着 3D 打印技术的成熟和完善,以用户为中心的个性差异化定制必将成为发展趋势。其二是群体公共化,存在广义用户群体,并具有公共服务属性,用户只享有功能、便利和服务的同时不占有产品的权属,如公共设施中的路灯、座椅、公交候车亭和垃圾桶等,也可以是公共服务性质的设计趋势或设计思想,带有群体、公益属性,以服务为核心。其三是功能技术化,由于特定的功能需要,产生技术先进与功能齐全的产品,这类产品往往需要对操作人员进行培训,才能完成作业要求,如进行隧道和地铁施工的盾构机,在矿山机械领域的煤炭开采机械产品等。产品的作业环境特殊,甚至较为危险的情形,产品的安全性、可靠性和准确性等要求较高。

2 产品造型概念设计中的思维约束特征

思维约束是定位造型概念设计中的主要约束条件,并解构为约束环节和约束要素,约束环节是由约束要素构成,具有系统性、理念导向性、层次性和时序性。

2.1 思维约束的系统性

产品造型概念设计思维约束的系统性是约束环节和约束要素的关联体系。产品外观形态、色彩和结构等是物化的重要载体,表达造型的审美、体验、情

感和趣味化等要素^[7],这些要素构成约束系统中的基本单位,即约束要素。由于思维约束的本质是对思维流程的定位,所以相关约束要素采用组合或连续构成形式,被称为约束环节。

2.2 思维约束的理念导向性

产品概念设计是对问题的求解过程,基本流程为发现问题(需求)、分析问题(需求)和解决问题(需求),最终形成方案集合。理念是概念设计的一种特殊形式,也是对诉求的理想化描述和方案评价的重要指标。理念对造型设计形成约束,包含产品的材质、造型结构和造型元素等,如绿色环保产品的开发理念,决定造型设计的材料和产品可回收性。同时,理念的差异性区分不同品牌的重要条件。

2.3 思维约束的层次性

从产品系统构成的角度,产品造型概念设计思维约束条件具有层次性特点,即同一个约束条件具有层级差别,如仪表台造型是由人机分析、交互设计和界面设计等构成,形成次级约束,因此,约束的层次性表现为一种设计结果和目的性,构成设计中的约束环节,由主要约束分解出的约束条件构成约束要素。

2.4 思维约束的时序性

思维约束的时序性是代表具有时间先后的次序关系。从问题或用户需求出发,由品牌、社会背景、文化背景形成产品概念设计思维理念,通过产品的功能、结构、技术等进行表达,形成设计方案。约束条件在设计过程中需要按照次序进行处理,如以造型结构可靠性为目的,首要解决的是造型结构约束问题,造型风格成为次要约束,形成思维约束的时序关系。

3 面向思维约束的产品造型概念设计

面向思维约束的产品造型概念设计是通过约束环节和约束要素的匹配,构成具有定位作用的设计路线,指导设计人员进行方案设计。由产品情景构建、产品概念定位约束形成概念约束环节,通过约束环节中约束要素的解构,进行造型方案设计,见图 1。



图 1 面向思维约束的产品造型概念设计

Fig.1 Product modeling conceptual design based on thinking constraints

3.1 产品情景构建

产品情景构建具有可视化、过程推理和属性定位的作用^[8],构建产品使用环境、操作环境和作业情景等,对情境中的人—机—环境系统进行分析。依托实

际调研采集的图形和图像表达预期的状态,界定和判断情境中产品可能存在的功能、结构、造型等一系列的产品属性,提炼约束要素。产品概念造型设计的情景构建,采用语义学方法^[9],对关键词进行分析,获取高频词汇,然后根据高频词汇选取相关图形和图像,通过相关性图像构建情景板,确定产品的行业、类型和作用等约束内容。产品情景也是沟通工程技术、销售和管理等人员的有效手段。

3.2 产品概念定位约束

根据约束的理念导向特征,对造型理念定位分析,确定主要约束条件,从而定位目标人群、环境要素、品牌策略和技术路线等约束的层级关系。如以用户为中心的模式定位家用煮蛋器造型设计,两口之家与三代同堂,在用户喜好和使用环境方面对造型的约束差异较大。

3.3 产品概念约束环节

结合产品情景构建、产品概念定位约束,将相关约束要素进行组合、分类,构成约束环节,在约束模式框架下,通过造型设计中的多个约束环节构成概念约束体系,形成概念设计路线。决定产品的具体功能属性。如电动轮自卸车作业过程的约束环节,由装载—运输—驻车—卸载等连续动作构成,因此,约束了造型中底盘、液压、车斗和驾驶室的基本结构关系。

3.4 造型约束要素

由于产品造型由多方面因素决定,造型风格与造型元素是构成整体形态的基本单位^[10],通过对比同类

或相关产品的造型,对发展趋势进行分析。可采用意象尺度法,对不同风格的产品图片进行分类,根据意象尺度图中产品的分布情况,确定产品的大致风格及其组成元素。如从品牌的角度来看,产品识别、特征识别和品牌文化等也是造型设计的重要约束要素。可从产品系列方面着手,一是以企业现有产品造型为基础,从品牌识别的角度进行提炼;二是非系列产品,可从独创性角度进行造型元素的提炼,使产品具有独特的造型风格。

3.5 方案设计

最后,采用工业设计方法,结合计算机辅助设计的方法展示造型方案。特别是对产品的外观、结构、材质、色彩和使用场景等实际情况进行模拟,可以直观感受产品的整体效果。

4 应用案例

针对大型室内场馆的地面和手扶电梯区域的卫生问题,研发多功能室内清扫概念车。基于思维约束进行造型概念设计,采用网络收集、现场调研和用户访谈等手段,对造型概念设计进行初步分析。产品面向大型室内场馆的地面、手扶电梯区域的卫生清扫作业,替代人力清扫的作业模式。采用关键词语义的方法,对调研所得的情景图形进行分类,将高频次图形构建成产品情景,见图2。由产品情境可见,在大型室内场所,特别是商场的电梯区域卫生清扫工作难度较大,并存在客流多、人员密集和清扫安全隐患等问题。



图2 产品情景

Fig.2 Product scenario board

多功能室内清扫概念车除具有普通清扫设备的功能外，从提高卫生作业效率、降低工作人员劳动强度和提高安全性的角度，产品概念定位为多功能化的微型卫生清扫机械，在电梯运行期间可进行电梯扶手和电梯踏板的清扫工作。从电梯梯面和扶手两个方面对该产品概念进行约束，梯面清洁方面，对产品外观系统的造型、结构、功能等要素进行设

计，实现梯面清洁的高效率和彻底清洗的功能；扶手方面，提出扶手清洁和梯面清洁一体化的概念，扶手清洁机作为子体与整机相连，可以自由拆卸，实现扶手清理中的消毒、清洗和梯面清洗。以直—曲、硬—柔为造型意象语义约束，见图 3，定位产品造型约束要素为大曲面转折、圆润小巧、尖锐力量，见图 4。



图 3 意象尺度分析
Fig.3 Image scale analysis



图 4 造型约束要素
Fig.4 Modeling constraint elements

最后，采用造型表现方法，对产品造型方案进行构思表达。通过对草图方案的优化，以计算机辅助设计的手段，表现多功能室内清扫概念车造型，优化方案草图方案见图 5。并将多功能室内清扫概念车进行使用场景模拟，见图 6。

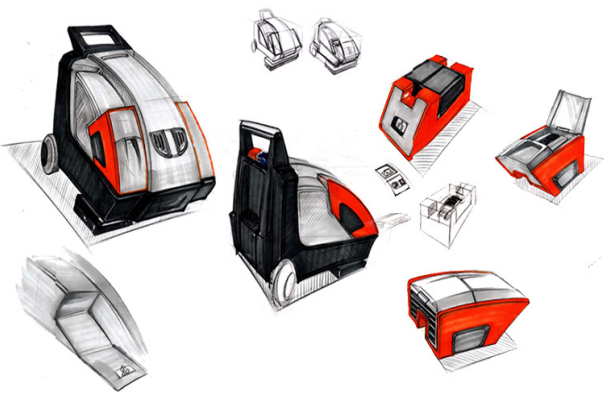


图 5 构思草图
Fig.5 Conceptual sketch



图 6 效果图与使用情景表现
Fig.6 Renderings and usage scenarios

5 结语

从管理学的角度引入约束理论的核心思想，提出面向思维约束的产品造型概念设计。核心是通过思维流程的约束，将发散的产品造型概念进行收敛，降低设计过程概念生成的繁琐性，即从问题出发，由约束环节和约束要素定位造型中的相关概念。在设计应用方面，多功能室内清扫概念车造型设计是以问题—

概念—功能—造型为核心构成概念约束环节,结合产品语义、意象分析和情景板等工具,逐步将思维转化为造型约束要素,初步验证理论的可行性。

参考文献:

- [1] ZHENG Hao, FENG Yi-xiong. An Integrated Cognitive Computing Approach for Systematic Conceptual Design[J]. Journal of Zhejiang University-Science A(Applied Physics & Engineering), 2016, 17(4): 286—294.
- [2] 罗仕鉴, 李文杰, 傅业焄. 消费者偏好驱动的 SUV 产品族侧面外形基因设计[J]. 机械工程学报, 2016, 52(2): 173—181.
LUO Shi-jian, LI Wen-jie, FU Ye-tao. Consumer Preference-driven SUV Product Family Profile Gene Design[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2016, 52(2): 173—181.
- [3] 李奋强, 常慧贞, 郭延鑫, 等. 基于顾客满意度的产品概念设计评价研究[J]. 包装工程, 2016, 37(24): 17—21.
LI Fen-qiang, CHANG Hui-zhen, GUO Yan-xin, et al. Evaluation of Product Conceptual Design Based on Customer Satisfaction[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(24): 17—21.
- [4] 张建辉, 檀润华, 张争艳, 等. 计算机辅助创新技术驱动的产品概念设计与详细设计集成研究[J]. 机械工程学报, 2015, 50(23): 1—11.
ZHANG Jian-hui, TAN Run-hua, ZHANG Zheng-yan, et al. Research on the Integration of Product Concept Design and Particular Design Driven by CAI Technology[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2015, 50(23): 1—11.
- [5] 姜杰, 李彦, 麻广林. 基于约束理论的系统化创新思维方法[J]. 机械设计, 2009, 26(10): 18—22.
JIANG Jie, LI Yan, MA Guang-lin, et al. Systematized Innovative Thinking Method Based on Constraint Theory[J]. Journal of Machine Design, 2009, 26(10): 18—22.
- [6] 徐锋, 纪杨建, 祁国宁, 等. 基于低碳与成本约束的机电产品包装概念设计[J]. 机械工程学报, 2014, 48(10): 199—205.
XU Feng, JI Yang-jian, QI Guo-ning, et al. Packaging Conceptual Design of Mechanical and Electrical Products Based on Low-carbon and Cost Constraint[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2014, 48(10): 199—205.
- [7] 王沈策. 基于产品识别的矿山机械造型设计研究[J]. 机械设计, 2015, 32(8): 109—112.
WANG Shen-ce. Mining Machinery Modeling Design Based on Product Identity[J]. Journal of Machine Design, 2015, 32(8): 109—112.
- [8] 欧静, 赵江洪. 基于层次语义特征的复杂产品工业设计研究[J]. 包装工程, 2016, 37(10): 65—69.
OU Jing, ZHAO Jiang-hong. Complex Products Industrial Design Based on Multi-Hierarchy Semantics Features[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(10): 65—69.
- [9] 张梅, 段建勇. 概念与属性间语义约束知识的获取方法研究[J]. 语言文字应用, 2012, 22(1): 133—140.
ZHANG Mei, DUAN Jian-yong. The Constraint Knowledge Extraction from the Concept and Its Attributions[J]. Applied Linguistics, 2012, 22(1): 133—140.
- [10] 苏建宁, 赵慧娟, 王瑞红, 等. 基于支持向量机和粒子群算法的产品意象造型优化设计[J]. 机械设计, 2015, 32(1): 105—109.
SU Jian-ning, ZHAO Hui-juan, WANG Rui-hong, et al. Product Image Form Optimization Design Based on Support Vector Machine and Particle Swarm Optimization[J]. Journal of Machine Design, 2015, 32(1): 105—109.