

中青年教师精粹

基于语义约束的产品形态群化设计

贺雪梅^{1,2}, 吉晓民¹, 段瑞龙², 鹿丹琼²

(1. 西安理工大学 机械与精密仪器工程学院, 西安 710048; 2. 陕西科技大学 设计与艺术学院, 西安 710021)

摘要: **目的** 小产品设计领域, 保证同一或相似功能、众多形态的多样化设计, 以及保证产品语义形象的统一性和递归性, 解决以上开放与约束之间的冲突是研究的目的。**方法** 首先, 基于消费者对功能相似小产品的多样化需求, 提出了产品形态群化的概念, 进而对其设计方法进行研究, 建立了基于语义约束的产品形态群化设计模型; 其次, 分析了从语义解构到语义输出的完整过程, 并建立了设计分析的漏斗模型、语义分解有向图模型及特征群化维恩图模型; 最后, 以承德避暑山庄旅游纪念品为例, 验证该方法的有效性。**结论** 该方法解决了小产品衍生设计中形态特征和用户需求的语义匹配问题, 并以实例验证了方法的可行性。

关键词: 语义约束; 语义解构; 特征群化; 形态群化

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)16-0138-04

Product Form Grouping Design Based on Semantic Constraint

HE Xue-mei^{1,2}, JI Xiao-min¹, DUAN Rui-long², LU Dan-qiong²

(1. School of Mechanical and Precision Instrument Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China; 2. The College of Design and Art, Shaanxi University of Science & Technology, Xi'an 710021, China)

ABSTRACT: In the field of small products design, there is conflict between ensuring diversified design based on the same or similar functions and many forms with ensure uniformity and recursion of product semantics image. It aims to solve the above conflict between opening and constraint. First, the new concept about product form grouping is proposed based on the diverse needs of consumers to the similar function small products, and then research its design method. A product form grouping design model based on semantic constraint is established. The secondly, it analyzes the complete process from the semantic deconstruction to the semantic output, and it establishes the design analysis funnel model, the semantic association directed graph model and feature grouping Venn diagram model. Finally, the effectiveness of the method is verified by taking the Chengde Mountain Resort tourism souvenirs as an example. The method solves the semantic matching of form features and user needs in the derivative product design, and a case is completed to illustrate the validity of the method.

KEY WORDS: semantic constraint; semantic deconstruction; feature grouping; form grouping

随着现代设计方法以及敏捷制造技术的发展, 面对多样化的消费选择, 产品平台、产品族、产品种群、产品系列化设计等概念成为越来越多的学者研究的热点。侯亮等人针对当前产品族动态演进机制和系统化创新方法研究的不足, 提出了模块化产品族在技术层次上的创新演进方法, 在技术重要度预测和新功能模块, 即技术关联矩阵的基础上, 以平台比率为依据, 通过计算概念化产品族中功能模块的多样性程度, 获得了概念化产品族规划方案^[1]。赖荣桑等人从宏观和

微观两个层面, 分析了产品族动态演进的过程, 提出了制造企业产品族演进的3个创新策略, 即再设计策略、扩展设计策略和升级设计策略, 为大规模定制生产模式的制造企业提升产品族自主创新水平提供了理论和实践参考^[2]。其他很多学者也都围绕产品形态设计进行了很多讨论和研究, 但相对来说比较泛化, 缺乏系统的理论指导^[3-6]。

综上, 对以产品平台为核心的产品族设计以及形态设计演化研究较多, 它可以满足消费者对相似功能的多

收稿日期: 2016-03-27

基金项目: 陕西省教育厅专项项目(14JK1088); 陕西省科技计划项目(2015GY056)

作者简介: 贺雪梅(1975—), 女, 陕西人, 博士生, 陕西科技大学副教授, 主要从事产品设计及设计方法方面的研究。

样化需求，而对以产品形态为基本单元的产品衍生缺乏系统性的研究，尤其是在特定消费语义约束的条件下，如何构建产品形态多元化的设计体系，并在此过程中保证形态设计的一致性问题。基于此，提出产品形态群化的概念，并基于产品语义学的概念和理论，以产品语义约束为设计主线，细化从产品语义解构到语义输出过程中的每个环节，并建立相应的操作模型，为面向特定语义的产品形态群化设计创建具体可行的设计流程和范式，解决产品形态特征群化过程和用户感性需求的情感匹配和关系映射。

1 模型建立

1.1 形态群化及其表达

群化，在百度百科的概念解释为“万物的变化”。在设计领域，群化多用于平面设计中，指基本单元重复构成的一种特殊表现形式。在产品设计领域，同类的概念有泛化与演化等^[7]。以产品形态为基本语义单元，提出产品形态群化的概念，即以产品基本形态为核心平台，并在此基础上进行形态演化，产生更多且在给定阈值范围内的形态输出结果，以满足多样化的消费需求，其表达式为：

$$F(X) = \bigcup_{i=1}^n f(X_{p1})f(X_{p2}) \cdots f(X_{pn}) \geq f(X_{pi}) \quad (1)$$

其中： $X_{pi} \in P, i=1, 2, 3, \dots, n$ ； X_{pi} 为群化空间集合； $F(X)$ 为目标函数； P 为语义约束集； $f(X_{pi})$ 为产品在特定语义约束下特征群化的操作函数。

1.2 产品语义约束

产品语义是产品符号学的基本概念，是研究人造物体在使用环境中的象征特性。产品语义概念将设计因素深入到消费者的心理和精神因素，主要通过产品造型的尺度、形状、比例及其相互之间的构成关系营造出一定的产品氛围，使人产生夸张、含蓄、趣味、愉悦、轻松、神秘等不同的心理情绪，使消费者产生某种特定的心理体验，从而建立起一定的产品形象。而语义约束是描述产品对象所必须满足的特定语义关系^[8]。

1.3 基于语义约束的产品形态群化设计流程

对于特定语义约束的形态群化设计目标，一般需经过以下步骤来完成设计任务：设计分析、语义定位、语义分解、特征获取、特征群化以及群化设

计。基于语义约束的产品形态群化设计模型见图 1。

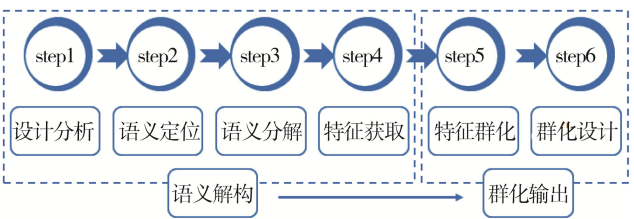


图 1 基于语义约束的产品形态群化设计模型

Fig.1 The model of product form grouping design based on semantic constraint

2 研究过程分析

2.1 语义解构过程分析

2.1.1 设计分析

设计分析是对特定设计任务的基本探索和解构，从设计分析到设计定位是一个开口从大到小的漏斗模型。设计分析漏斗模型见图 2，决定了设计信息的发展趋势和最终走向。设计分析的内容包括：竞品调研与分析、产品痛点与机会缺口分析、用户需求与分析、产品的条件约束分析、产品语义分析等，所采用的方法和工具包括：问卷调查、深度访谈、焦点小组以及人物角色等。分析结果以图表和文字的方式记录与表达，并作为最原始的设计信息保存封装入库。

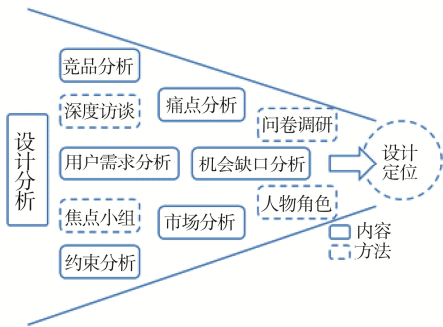


图 2 设计分析漏斗模型

Fig.2 The funnel model of design analysis

2.1.2 语义定位

基于以上设计分析漏斗模型，结合特定设计目标物应具有的产品气质、使用情境、文化情境以及设计团队对设计项目的全局把握，从产品语义的角度出发，得出设计目标的基本语义定位，比如力量、科技、飞翔、萌动等知觉语义，又如萌、甜、爱、乐等情感语义。语义定位基本确定了目标产品的消费语义需求，即确定了语义需求的阈值和边界，确保了产品的后续形态群化设计不会发生大的偏差。

2.1.3 语义分解

语义分解是在语义定位的基础上,对特定的语义词汇进行二次分解,二次分解以语义场概念为理论依据,以语义词汇之间的递归性和投射法则为原则进行。分解之后的语义场中的语义词汇是对原语义定位更加细致的描述和递归,对于特定设计目标来说,语义分解的结果更加接近或逼近于最终输出结果,其表达式可用以下非空集合描述:

$$SD=(X_{D1}, X_{D2}, X_{D3}, \dots, X_{Di}, \dots, X_{Dn}) \quad (2)$$

其中: $1 \leq i \leq n$, n 为语义场的数量空间。语义分解的形式以语义网络为基础展开完成。语义网络是自然语言理解及认知科学领域研究中的一个概念,20 世纪 70 年代初由西蒙提出,用来表达复杂的概念及其之间的相互关系,语义网络是一个有向图,其顶点(或节点)表示互相关联的概念,而边则表示这些概念间的语义关系,从而形成一个由节点和弧组成的语义网络描述图^[9]。语义分解有向图见图 3。

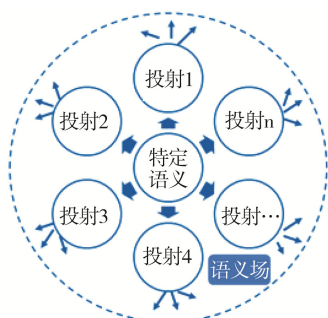


图 3 语义分解有向图

Fig.3 The directed graph of semantic decomposition

2.1.4 特征获取

以前述语义场为基本描述空间,由焦点小组讨论、以语义模糊聚类的方式获取满足消费需求的关键语义特征 $A=(A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_n)$,确定形态群化的基本方向,该语义特征也以形容词的形式出现,并形成相应的设计信息保留并存储于设计资料库。

2.2 群化输出过程分析

2.2.1 特征群化

特征群化是指将关键特征 A 进行细化分解和具体描述,并在此基础上寻找支持最佳语义特征 A 的造型语素,造型语素是形态群化设计结果最具体的、可刻画的语义描述,以备后续形态群化设计编码,其目的在于按照既定目标逼近理想的、更多的输出结果。特征群化用以下非空集合表达:

$$MA_1=(MA_{11}, MA_{12}, MA_{13}, \dots, MA_{1i}, \dots, MA_{1n})$$

$$MA_2=(MA_{21}, MA_{22}, MA_{23}, \dots, MA_{2j}, \dots, MA_{2m})$$

$$MA_3=(MA_{31}, MA_{32}, MA_{33}, \dots, MA_{3k}, \dots, MA_{3l})$$

...

$$MA_n=(MA_{n1}, MA_{n2}, MA_{n3}, \dots, MA_{nh}, \dots, MA_{np})$$

其中: $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq m$, $1 \leq k \leq l$, ..., $1 \leq h \leq p$, 且, $i, j, k, \dots, p$ 分别为关键特征群化的空间数量。维恩图,也称韦恩图,于 1880 年由维恩在其论文中首次采用,用来表示元素集及其关系重叠区域的图示^[10]。基于特征群化过程是层次推进关系以及各层次之间的所属关系,这里采用累积维恩图的方式来进行特征群化。特征群化维恩图见图 4。

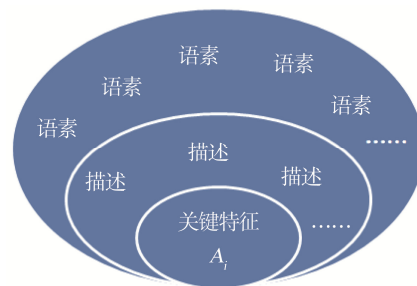


图 4 特征群化维恩图

Fig.4 Wenn graph of feature grouping

2.2.2 群化设计

基于以上特征群化维恩图,关键特征的造型语素基本确定。特征设计的目标是把这些造型语素进行合理编码的设计转译过程,并最终得出相应的满足消费感性需求的形态群化设计结果,而这些输出结果解也正是满足特定语义的层层解构并群化设计的结果。

3 实例验证

以设计团队面向承德避暑山庄开发的玩偶系列旅游纪念品为例进行验证。

3.1 语义解构

承德避暑山庄是清代皇帝避暑和处理政务的场所,是典型的清代皇宫园林。本次设计基本要求是面向八旗文化的玩偶系列纪念品开发。根据项目组周密的前期竞品调研分析、市场分析、机会缺口分析、特定消费群体的消费需求调研分析等,结合设计团队对设计项目的全局把握和解读,最终确定设计语义定位为“萌”(后续群化设计主题为“萌小旗”)。并以“萌”为基点进行语义分解,“萌”语义分解有向图见图 5,通过语义模糊聚类并经焦点小组讨论,最终选取“可爱”为关键特征进行特征群化。

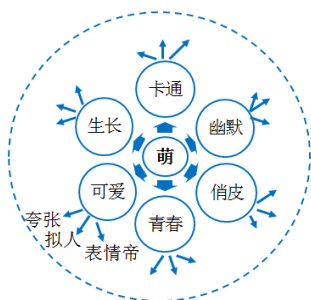


图5 “萌”语义分解有向图

Fig.5 The directed graph of "cute" semantic decomposition

3.2 群化输出

结合以上分析，对“可爱”关键特征进行群化分析，列举与其相关的特征描述并最终细化为相应的造型语素，如“可爱”=迷彩娃娃，表情帝，做鬼脸，造型夸张，比例失调，体量迷你，憨态可掬……最终确定的造型语素为“迷彩娃娃”、“表情帝”为基点完成形态群化设计，最终形态群化设计方案（部分）见图6—9。

图6 “萌小旗”百变大咖
Fig.6 "Mini cute qi" verify
biggie图7 “萌小旗”迷彩表情帝
Fig.7 "Mini cute qi" tumbler
ball pen camouflage expres-
sion emperor图8 “萌小旗”圆珠笔
Fig.8 "Mini cute qi" ball pen图9 “萌小旗”不倒翁圆珠笔
Fig.9 "Mini cute qi" tumbler
ball pen

4 结语

多样化的消费需求和快速制造成型技术促进了形态群化设计的快速发展，尤其在外形变化丰富、成本较低、刺激感性消费的小产品领域内更是如此。一方面需要保证同一或相似功能、众多形态的多样化输出和选择，另一方面需要保证产品形象的统一性和递归性，开放和约束共存，这是这里研究的出发点。主要探讨了产品衍生设计中形态特征和用户需求的语义匹配问题，提出了产品形态群化的概念，进而对其设计

方法进行研究，建立了基于语义约束的产品形态群化设计模型，分析了从语义解构到语义输出的完整过程，并建立了设计分析的漏斗模型、语义分解有向图模型及特征群化维恩图模型，最终以承德避暑山庄旅游纪念品设计为例进行了方法验证。

参考文献：

- [1] 侯亮, 王浩伦, 穆瑞, 等. 模块化产品族演进创新方法研究[J]. 机械工程学报, 2012, 48(11): 55—64.
HOU Liang, WANG Hao-lun, MU Rui, et al. Research on the Evolution & Innovation for Modular Product Family[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2012, 48(11): 55—64.
- [2] 赖荣桑, 侯亮, 吴永明, 等. 制造企业产品族演进及其创新策略[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(10): 94—97.
LAI Rong-shen, HOU Liang, WU Yong-ming, et al. The Evolution of Product Family and Its Innovation Strategy in Manufacturing Enterprises[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2013, 30(10): 94—97.
- [3] 于帆. 形态主导产品创新设计[M]. 合肥: 合肥工业大学出版社, 2011.
YU Fan. Form the Leading Product Innovation Design[M]. Hefei: Hefei University of Technology Press, 2011.
- [4] 邱佳佳, 杨艳石. 基于元形态主导的产品创新设计方法研究[J]. 包装工程, 2014, 35(10): 46—50.
QIU Jia-jia, YANG Yan-shi. The Product Innovation Design Method Based on Ancestral Form[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(10): 46—50.
- [5] AHMAD S, CHASE S C. Style Representation in Design Grammars[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2012, 39: 486—500.
- [6] 蔡念, 张国宏, 楼朋旭. 基于形状和纹理的外观专利图像检索方法[J]. 山东大学学报(工学版), 2011, 41(2): 1—4.
CAI Nian, ZHANG Guo-hong, LOU Peng-xu. Image Retrieval for a Design Patent Based on Shape Feature and Texture[J]. Journal of Shandong University(Engineering Science), 2011, 41(2): 1—4.
- [7] 于健昕. 工程机械产品形态设计与语义传达研究[D]. 长沙: 中南大学, 2014.
YU Jian-xin. Design and Construction Machinery Products Form Semantic Communication Research[D]. Changsha: Central South University, 2014.
- [8] 倪瀚, 刘洋. 基于心理因素的产品语义细分[J]. 包装工程, 2015, 36(24): 61—64.
NI Han, LIU Yang. Product Semantics Segmentation Based on Psychology[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(24): 61—64.
- [9] 顾复, 张树有. 基于语义网络的产品建模及配置方案搜索[J]. 浙江大学学报, 2010, 44(9): 1692—1698.
GU Fu, ZHANG Shu-you. Semantic-web-based Product Modeling and Configuration Searching Method[J]. Journal of Zhejiang University(Engineering Science), 2010, 44(9): 1692—1698.
- [10] 卢兆麟, 张悦, Fritz Frenkler. 基于映射关系的产品设计DNA描述方法研究[J]. 机械设计, 2014, 31(9): 1—6.
LU Zhao-lin, ZHANG Yue, FRENKLER F. Study on Description Method of Product Design DNA Based on Mapping[J]. Journal of Machine Design, 2014, 31(9): 1—6.