

## 基于层次语义特征的复杂产品工业设计研究

欧静, 赵江洪

(湖南大学, 长沙 410082)

**摘要:** **目的** 为实现复杂产品工业设计多层语义整合与创新, 促进多学科知识共享与协同, 提高产品品质。**方法** 基于产品符号学和认知语义学理论, 提出产品工业设计层次语义概念, 基于复杂产品开发流程与信息加工理论, 构建层次语义工业设计过程情境模型。使用感性工学、动作分析等科学表义方法和产品语义学比喻的艺术表义方法提取特征, 构建具体设计情境。**结论** 得到了复杂产品图标语义特征、指示语义特征、象征语义特征及其关联, 通过系谱轴与比邻轴情景区间中特征要素构成的设计线索和遗传组合、突变、隐喻的策略指导设计, 取得良好的实践效果。

**关键词:** 层次语义; 特征; 情境; 复杂产品

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)10-0065-05

## Complex Products Industrial Design Based on Multi-Hierarchy Semantics Features

OU Jing, ZHAO Jiang-hong

(Hunan University, Changsha 410082, China)

**ABSTRACT:** It aims to achieve multi-hierarchy semantics integration and innovation, promote multi-disciplinary knowledge sharing and collaboration, improve product quality in industrial design of complex product. The concept of Multi-Hierarchy Semantics is proposed based on semiotics and cognitive Semantics. Hierarchy semantics design process scenario model is constructed based on complex product development process and information processing theory. Specific design scenarios are constructed of multi-hierarchy semantic features by scientific methods of kansei engineering, motion analysis and artistic methods of product semantics metaphor. Icon feature, index feature, symbol feature and their relevance of complex product are obtained. The design cues and strategies are made up of features in paradigm and syntagmatic scenarios to guide practical design process and make good design works.

**KEY WORDS:** multi-hierarchy semantics; features; scenario; complex product

设计活动是一个追求和创造意义的“人为事物”的过程, 语义是对典型意义的研究与表达。在特定语义驱动下, 通过自然语言和视觉符号特征的双重编码方法, 形成“形义配对体”<sup>[1]</sup>对意义的显性化表达, 是信息转化为知识的重要认知过程。通过语义的特征分解、组合和变换构建情境可以引导不同类型的知识创新。复杂产品工业设计中需要综合考虑

产品结构、需求、制造、管理等多层次语义信息, 《中国制造 2015》规划强调, 在实现复杂产品功能意义创新的同时, 要加强其工业设计情感意义的表现。通过多层次语义组成的社会文化信息模型, 即情境模型, 可以建立不同学科间逻辑思维方式沟通的桥梁, 可以引导设计策略, 实现产品良好的人机互动和体验<sup>[2]</sup>, 实现复杂产品工业设计民族品牌的创新。

收稿日期: 2016-01-09

基金项目: 国家 863 计划(2012AA111802); 湖南省自然科学基金(2015JJ4015); 国家科技支撑项目(2012BAH85F00、2012BAH85F01)

作者简介: 欧静(1981—), 女, 湖南人, 湖南大学助理教授, 主要研究方向为人机工程学、产品设计开发。

### 1 产品设计语义研究相关理论

传统产品设计语义研究源于符号学。皮尔斯提出“语义三角”<sup>[3]</sup>, 研究所指、能指、指涉物三者的关系, 即使用适当的产品符号来表达客观事物的意义。克里彭多夫提出产品语义学研究, 特别关注人造物造型在使用情境中的象征特性及应用, 常使用比喻、诗意象征等手法, 对语义进行编码与解码<sup>[4]</sup>。如丽萨·克诺设计的电话簿款式的电话答录机, 阿勒萨德罗·蒙蒂尼设计的“Annag”女佣开瓶器, 菲利普·斯塔克设计的外星人榨汁机等, 均是经典设计作品。这类设计强调个人情感的艺术表达, 追求产品功能与使用情境的统一, 但不同用户对意义理解的多维性和不确定性, 往往造成产品使用的困惑。

随着信息科学的发展, 产品设计语义研究结合认知心理学、计算机、数理统计等多学科领域知识, 使用科学方法提取产品特征对语义进行精确表达。如感性工学结合统计学与语义差异法, 研究用户对产品意象的认知规律, 将感性因素用典型特征进行表达<sup>[5]</sup>。形状文法总结产品的品牌形象特征, 通过生成和修改法则引导特征变化, 并实现计算机辅助设计的过程<sup>[6]</sup>。也有研究通过构建视觉和语义特征双重线索引导设计策略<sup>[7-8]</sup>, 这类通过认知和逻辑研究的科学表义方式, 体现了设计意义的相对稳定性、动态性和共享性特点。

复杂产品是以技术驱动为主的产品, 设计过程中需要整合多学科知识。多层次知识交流最终以“特征”为载体显性化表达, 但缺少语义信息的特征容易造成认知的障碍和典型数据的丢失。通过艺术与科学的表义方式, 对不同层次的复杂产品设计语义的特征提取, 可以把工业设计领域内众多隐性知识显性化表达, 可以将复杂产品设计问题分解与细化为层次语义, 通过不同层次语义特征间的关联构建情境, 实现知识共享和引导特征变换策略, 最终实现设计的创新。

### 2 复杂产品设计层次语义与特征表达

罗兰·巴特将意义划分为具象的外延意义和抽象的内涵意义两个层次。皮尔斯使用图标、指示、象征3类符号来表达意义<sup>[9]</sup>, 语言学中词汇是最小的意义单位。符号表义具有不确定性, 而词汇表义具有广泛的共识性。产品语义可视为各层意义下视觉符号表象与自然语言概念的“形义配对体”, 其核心

特征及关系集成为“语义特征”。语义特征具有实体化和解析化的特点, 是领域知识的载体和设计交流的媒介。产品设计语义层次及其特征表达见图1(文中图片均由笔者绘制)。

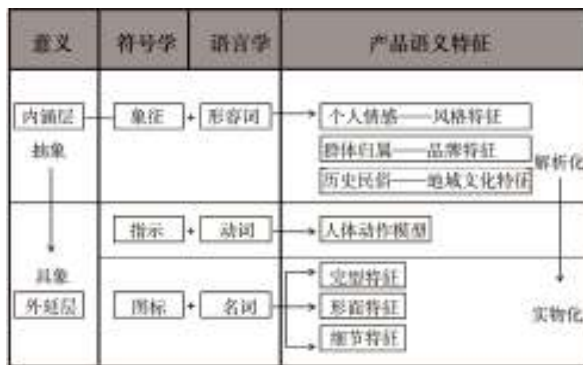


图1 产品设计语义层次及其特征表达

Fig.1 Multi-hierarchy semantics and features of product design

图标语义特征反应复杂产品部件或领域术语的外延意义, 偏于实体化表达。使用产品“形色质”的2D或3D视觉符号和拓扑关系, 结合名词和形容词形式表达意义。图标语义特征可通过形态分析法将产品分解为完形、形面、细节的典型层次特征组合<sup>[10]</sup>来深入表达意义。

指示语义特征表示人与产品交互过程中操作行为对产品时空或状态的变化, 偏向解析化的外延意义表达。通过任务分析法和产品运动部件分析, 得到用户具体动作的人体模型和部件运动轨迹, 结合动词和名词形式引导人机交互的合理方式和舒适区域。

象征语义特征表示社会文化环境下人对产品形成的心理情感表征和联想的内涵意义。根据人类情感差异性和共通性特点, 象征语义可以细分为个人情感、群体归属、历史民俗3个层次, 分别对应产品的风格语义、品牌语义及地域文化语义。特征表达偏向解析化, 常通过叙事性的方法如意象尺度图与情境板等, 结合形容词和名词形式来表达意义。以往的复杂产品设计中, 象征语义一般侧重于风格与品牌特征的表达, 较少涉及地域文化特征因素, 而其正是现今我国复杂产品品牌提升需要考虑的重要因素之一。

### 3 复杂产品层次语义交互设计过程情境模型构建

象征语义是工业设计师表义的重点, 但其抽象和解析性使其难以与具象的指示语义和图标语义建立直接的特征映射关系, 不利于复杂产品工业设计过程中多学科的知识共享与协同。以复杂产品开发

流程与心理学信息加工流程两类理论为基础，笔者构建了层次语义交互设计过程情境模型，把层次语义交互设计过程划分为语义获取、语义表达、语义综合和语义评估 4 个层次，应用感性工学等科学表义和产品语义学等艺术表义方法，逐层深入提取语义特征构建情境，使用清晰的设计线索来引导设计。层次语义交互设计过程情境模型见图 2。



图 2 层次语义交互设计过程情境模型

Fig.2 Multi-hierarchy semantics interaction design process scenario model

语义获取是获取产品与用户需求信息的阶段。通过工程师对产品结构和功能部件的分析得到图标语义；提取用户完成任务操作过程中的动作行为和产品运动部件的轨迹得到指示语义；通过工程师、设计师和用户等多角色，对竞争产品及企业意象调查综合得到象征语义。

语义表达是结合多角色语义认知差异性对信息进行编码，形成层次语义特征及关联的阶段。一则通过感性工学和人机工程动作分析等科学编码形式，建立语义与产品特征间明确的映射关系。如运用感性工学建立意象知觉图的象征语义整体特征，DFA<sup>[11]</sup>方法分解完形、形面、细节层次的图标语义特征，动作分析法得到指示语义特征。二则通过“线索”或“文脉”的艺术性编码形式，建立语义与特征间的间接关联，如隐喻、情境板、故事板等得到地域文化特征。

语义综合是设计师通过不同层次语义特征构成的情境，来认知和创建新产品的阶段。系谱轴是复杂产品中核心产品形成的情境区间。使用组合遗传、突变策略提取要素至上而下的创建方案，使用隐喻

策略提取要素至上而下的创建方案。比邻轴是在核心产品形成后通过组合遗传同类特征，得到配套产品的情境区间<sup>[12]</sup>。

语义评估是通过多角色参与的层次分析法和美学公式<sup>[13]</sup>等数值评价法与专家建议的非数值评价法，对轮次方案进行修改，确保语义传达的有效和正确性，并得到满意的设计。

## 4 大族激光切割机设计案例

激光切割机是典型的复杂产品，配件繁多，形态各异，而大族激光是典型的民族企业和行业龙头。研究利用层次语义特征理论对企业产品进行开发，在设计过程中将多重意义整合传达，缩短了开发周期，得到了意义与技术并存的创新产品，在国际各大展会展出并获得了良好的市场业绩，这里将以此为例详细解析层次语义的交互设计过程。

### 4.1 语义获取

获取产品与用户需求信息。对本企业及市场竞争品牌的激光切割机案例进行结构、功能分析，可把切割机分为机床主体、激光器、冷水机、电器柜等组合设备。其中设计核心为机床主体，可分为防护罩、门、窗、把手、数控面板、标识、色彩、材质等工业设计要素和关键类型，形成图标语义。对切割机活动部件运动方式进行分析得到部件运动轨迹，对切割机使用流程任务进行分析，将操作者动作分解为装配、定位、控制和观察 4 个环节，综合形成指示语义。以 OSGood 提出的活力、评价、性质 3 类标准，选取 14 对描述激光切割机风格语义的形容词，对 28 个典型企业人员和用户进行企业内外的意象调研，可将“强大民族，走向世界”的企业品牌语义分解为稳固、精致、统一、现代、高端、科技、独特的风格语义，及“鱼跃龙门”的地域文化语义。层次语义获取见图 3。

### 4.2 语义表达

通过层次化语义特征表达及关联让意义显性化，层次语义特征表达及交互见图 4。首先使用感性工学中的语义差异和因子分析方法，构建了风格语义整体特征。对多维风格语义形容词和产品案例建立关联，得到了二维意象知觉图，在知觉图中选出了符合企业风格语义的案例集。再者使用 DFA 方法

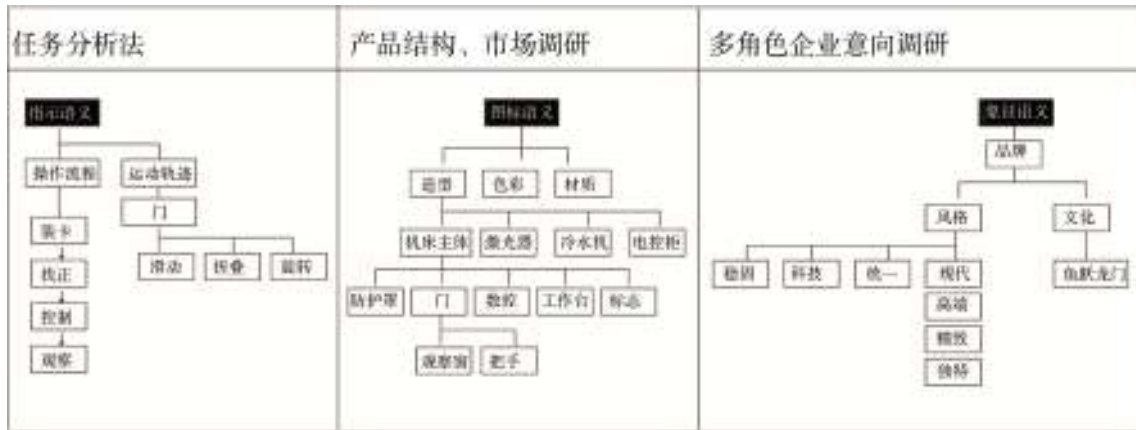


图3 层次语义获取

Fig.3 Obtainment of multi-hierarchy semantics

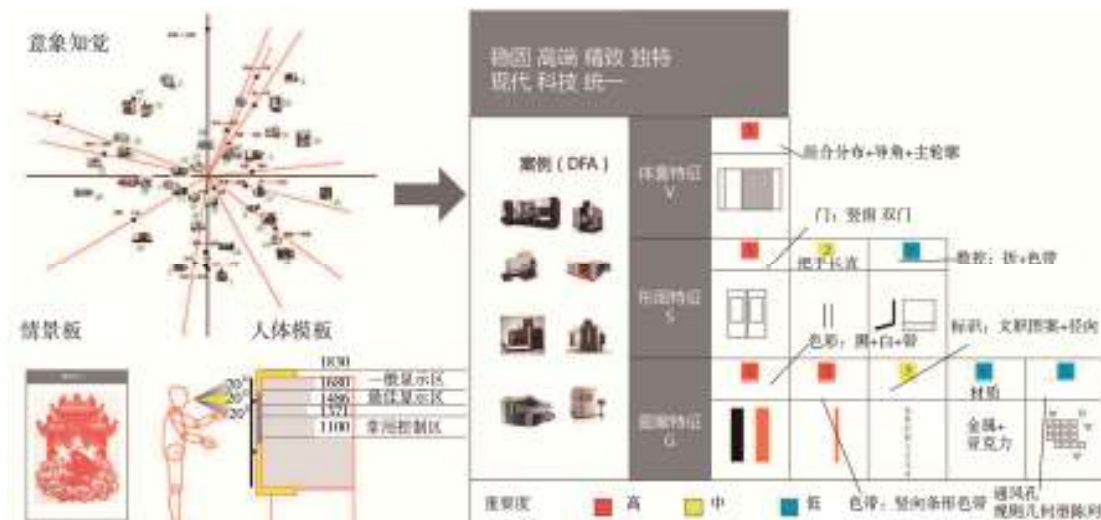


图4 层次语义特征表达及交互

Fig.4 Expression of multi-hierarchy semantics features and their interaction

提取了案例的典型特征，分解为完形、形面、细节层的图标语义特征。其次通过情境板构建地域文化语义整体特征，提取了视觉语言细节特征。最后结合二维人体模版和部件运动轨迹，提出了机床操作舒适使用方式数据和部件类型的指示语义特征，综合建立了象征语义—指示语义—图标语义间关联。

### 4.3 语义综合

通过层次语义特征提供的设计线索和策略，构建特定主题情境形成创新意义产品的过程，语义综合情境区间及策略见图5。系谱轴情境中通过风格特征引导下完形、形面、细节三层次图标语义特征的遗传和组合，地域文化语义特征中鲤鱼的隐喻及鱼鳍元素的提取与应用，指示语义特征中以技术为主导引发的门的运动方式的突变等策略，可以得到3类系列共8个方案的设计。比邻轴情境下优化的核

心产品成为新的基因特征，采用组合遗传的解构和重构、专家建议和领域知识的修改策略，最终得到了激光切割机的家族化产品系列。



图5 语义综合情境区间及策略

Fig.5 Integration of multi-hierarchy semantics scenarios and strategies

### 4.4 语义评估

通过层次分析法和开放式问卷整合的检核表形式，综合参考设计中多角色参与人员意见，得到不同轮次设计方案优劣权重以及修改建议。通过美度公式  $M=O/C$  和色彩样本得到系列产品配色的细节修改，AHP 及美度评估见图 6。

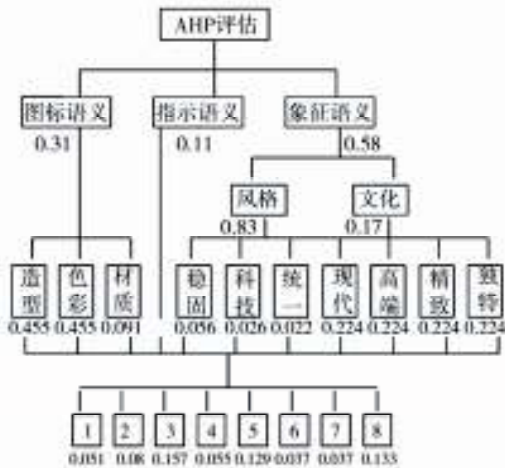


图 6 AHP 及美度评估

Fig.6 Evaluation of AHP and aesthetics measure

### 5 结语

基于产品符号学和认知语义学理论，提出了产品工业设计层次语义概念，基于复杂产品开发流程与信息加工理论，构建了层次语义设计过程情境模型。在模型框架下，针对复杂产品使用感性工学方法，得到了二维意象感知图的象征语义特征，使用 DFA 方法得到了完形、形面、细节三层次图标语义特征，通过动作分析和人体模版得到了指示语义特征，情境板构建了地域文化特征。通过系谱轴和比邻轴两类情境区间使用遗传、变异、隐喻等设计线索与策略，综合考虑了各类特征要素进行设计创新。使多角色人员参与和辅助设计，提高了产品设计品质，得到了良好的市场业绩。该研究为基于层次语义设计过程情境模型开发计算机辅助设计系统奠定了基础，从而可更好地实现多学科无障碍知识沟通和设计共享。

#### 参考文献：

[1] LANGACKER R W. Foundation of Cognitive Grammar:

Theoretical Prerequisites[M]. Palo Alto: Stanford University Press, 1999.

[2] NORMAN D A, ROBERTO V. Incremental and Radical Innovation: Design Research VS Technology and Meaning Change[J]. Design Issues, 2014, 30(1): 78—96.

[3] 张凌浩. 符号学产品设计方法[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.

ZHANG Ling-hao. Design Method of Semiotics[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2011.

[4] 周春晖, 陈园, 王冠博. 产品的诗意构建[J]. 包装工程, 2013, 34(4): 79—83.

ZHOU Chun-hui, CHEN Yuan, WANG Guan-bo. Construction of Poetry in Products[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(4): 79—83.

[5] NAGAMACHI M. Kansei/Affective Engineering[M]. Boca Raton: CRC Press, 2011.

[6] MCCORMACK C. Speaking the Buick Language: Capturing, Understanding, and Exploring Brand Identity with Shape Grammars[J]. Design Studies, 2004(25): 1—29.

[7] 梁峭, 赵江洪. 基于视觉和语义特征的汽车品牌造型设计线索[J]. 包装工程, 2014, 35(8): 26—34.

LIANG Qiao, ZHAO Jiang-hong. The Automobile Brand Design Cue Based on Visual and Semantic Features[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(8): 26—34.

[8] 胡飞. 战略性产品语言: 产品语言的策略还原[J]. 装饰, 2005(4): 42—43.

HU Fei. The Adaptive Existence of Design Strategy from Science[J]. Zhuangshi, 2005(4): 42—43.

[9] 陈浩, 高筠. 语意的传达[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.

CHEN Hao, GAO Yun. Semantic Communication[M]. Beijing: China Building Industry Press, 2009.

[10] 谭正棠, 赵江洪. 基于线型特征和图形特征的品牌产品识别设计[J]. 包装工程, 2014, 35(24): 17—21.

TAN Zheng-tang, ZHAO Jiang-hong. Brand Product Identification Design Based on Line Feature and Graphic Feature[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(24): 17—21.

[11] 卢兆麟, 汤文成, 薛澄岐. 一种基于形状文法的产品设计 DNA 推理方法[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2010, 40(4).

LU Zhao-lin, TANG Wen-cheng, XUE Cheng-qi. Method of Design DNA Reasoning Based on Shape Grammar[J]. Journal of Southeast University(Natural Science Edition), 2010, 40(4).

[12] FLSKE J. 传播符号学理论[M]. 台北: 远流出版社, 1997.

FLSKE J. Communication Semiotics Theory[M]. Taipei: University Press, 1997.

[13] 欧静, 赵江洪. 基于色彩调和理论的数控机床色彩评价研究[J]. 包装工程, 2007, 28(1): 158—160.

OU Jing, ZHAO Jiang-hong. Research of Color Design Aesthetics Evaluation on NC Machine Tools[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(1): 158—160.