

# 方案驱动的产品造型设计迭代模式

段正洁<sup>1</sup>, 谭浩<sup>2</sup>, 赵江洪<sup>2</sup>

(1.湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082;

2.湖南大学 设计学院, 长沙 410082)

**摘要:** **目的** 研究实际产品造型设计项目中的设计迭代新模式。**方法** 通过对实际设计案例的剖析,界定了设计方案与设计目标的范畴,梳理了产品造型设计中的设计方案与设计要求的关系,重构了两者在设计迭代时序里的位置和作用。**结果** 结合“解驱动”的设计范式理论,描述了方案驱动的产品造型设计迭代模式。**结论** 方案驱动是设计迭代创新的有效机制之一。

**关键词:** 方案驱动; 设计方案; 设计要求; 迭代; 产品造型设计

**中图分类号:** TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)24-0119-05

## The Iterative Model of Product Form Design Driven by Scheme

DUAN Zheng-jie<sup>1</sup>, TAN Hao<sup>2</sup>, ZHAO Jiang-hong<sup>2</sup>

(1.State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacture for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China; 2.School of Design, Hunan University, Changsha 410082, China)

**ABSTRACT:** It aims to study the new model of iterative design in practical product design project. Through the analysis of the actual design case, it defines the design scheme and the design brief, combs the relationship between design scheme and design brief, reconstructs the position and role in the iterative sequence. Combined with the theory of "solution drive", it describes an iterative model of scheme drive. Scheme driven is one of the effective mechanisms of iterative innovation.

**KEY WORDS:** scheme driven; design scheme; design brief; iteration; product form design

设计过程是一个由问题状态向解决方案状态的迭代过程<sup>[1]</sup>。由于产品造型设计具有高不确定性、高复杂性<sup>[2]</sup>,对其过程的研究偏重动态的过程<sup>[3]</sup>,在设计目标与解决方案之间展开反复迭代的设计求解。一般的说,产品造型设计是使产品具有美的外观形式的创造性活动,产品的形态、色彩、肌理、材质等要素构成了它所特有的信息系统,通过这个信息系统传达出设计意图和创作理念<sup>[4]</sup>。设计方案则是这一信息的载体,通过其物理属性全面的表现产品信息系统。本文以某自主品牌摩托车设计项目为例,通过梳理产品造型设计迭代过程,分析设计方案与设计要求两者的相互作用机制,对产品造型设计模式进行探索性研究。

## 1 产品造型设计迭代模式

迭代是指针对序列变量轮流重叠逐次逼近目标对象的过程,广泛用于问题求解和产品开发中。设计迭代是指根据产品开发过程中新出现的信息对前面完成的任务进行返工,以使最后的结果更加完善,设计中的每一次迭代都在上一次迭代基础上展开,通过渐次迭代对设计数据的重用、修改和增强使方案渐趋完善<sup>[5]</sup>。

在迭代式的产品造型设计过程中,存在决策者和设计师两类设计主体<sup>[6]</sup>。决策者通常由用户、专家、管理者等组成,在设计活动中把握设计方向提出设计

收稿日期: 2017-08-21

基金项目: 国家 973 科技计划(2010CB328001); 国家自然科学基金项目(51605154); 湖南省重点研发计划(2016GK2010)

作者简介: 段正洁(1981—),女,陕西人,湖南大学博士生,主要研究方向为产品造型设计、设计方法和设计策略。

要求。在实际设计项目中,设计要求通常是口语化的描述性词汇、比喻以及设计对象同类产品中较优秀者的实物、图片等。这些由零散信息源组成的要素,为设计师展开设计提供了方向性的引导,构成设计要求。设计师根据设计对象的特点结合外部约束条件对于上述零散信系进行解构,梳理成为可用的设计信息,生成设计方案。设计要求与设计方案是互动交叉的关系体。针对设计要求展开设计的过程,是一个设计问题求解的过程,生成的设计方案可视作设计的解<sup>[7]</sup>,两者间反复迭代进行设计求解,见图1。

## 2 方案驱动的产品造型设计案例分析

本项目基于成熟的125CC踏板型摩托车生产技

术,是典型的以造型设计为主要诉求的实际产品设计项目。本文基于设计评价和造型特征迁移<sup>[8]</sup>的方法对设计过程进行分析。由于摩托车外观部件数量较多且结构复杂,本文选取侧护板造型设计中的3次方案迭代过程作为研究对象进行案例剖析。造型方案效果见图2,step1到step3为3次迭代的造型设计方案。

1) step1。设计任务提出时,仅有对产品边界的模糊约束,即“设计一款全新造型的125CC踏板型摩托”。此时,决策者对于目标状态并不明确,无法提出具体的设计要求。在设计方向不确定的情形下,设计师通过对大量相似产品的造型分析以及自身经验进行初始方案设计。设计方案的获得主要依靠设计师的主观判断和创意能力,见图3。

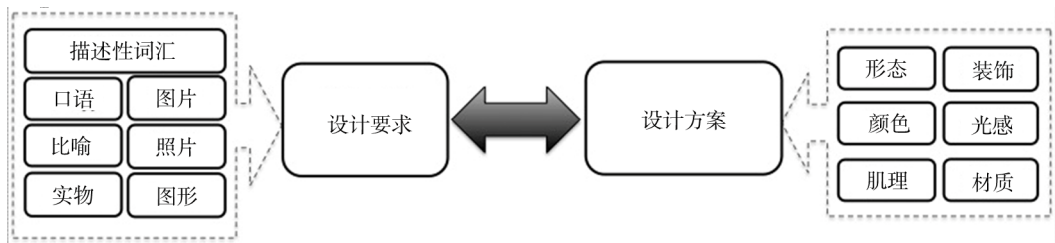


图1 产品造型设计迭代模式  
Fig.1 Iterative model of product design

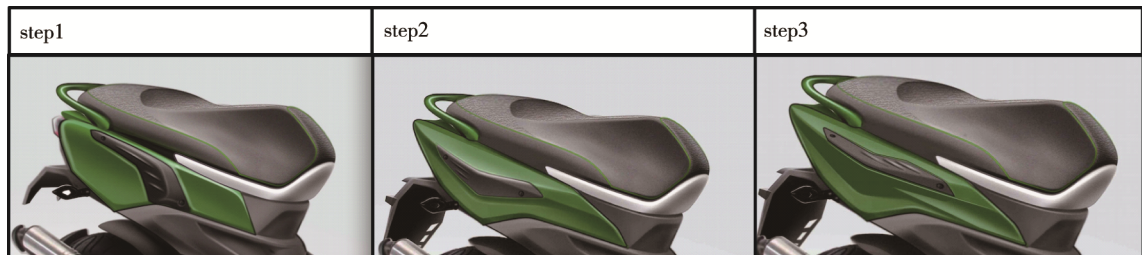


图2 摩托车侧护板造型设计方案  
Fig.2 Design scheme of side shield for scooter



图3 初始造型设计方案  
Fig.3 The initial design scheme

2) step2。初始的设计方案对于决策者具有“启发式”作用。决策者收到并理解初始设计方案传达的形象信息,结合市场信息及设计对象的外部约束条件,经过分析讨论,逐渐产生较为明晰的设计方向,即“年

轻并具有活力”。继而对设计方案进行评价,提出若干评价意见。如“整体设计缺乏动感”,“造型过于平整、呆板”,“装饰件占的面积太大了”等。设计师将评价中口语化的语言信息进行需求转化,抽取为结构

化的语言形式<sup>[9]</sup>。Ryd 等人认为由需求和需要翻译而来的设计要求能够驱动产品设计<sup>[10]</sup>。本轮提取的设计要求为：流线型、活力、小（装饰件）。该设计要求指导造型特征的迁移变异，生成新的设计方案。新设计方案的造型特征变化见图 4：护板轮廓线采用平滑曲线，两端尖锐；通过增加面的转折变化的方式丰富型面造型；装饰件缩小、且形状采用流线造型与整体风格一致。特征 a 更符合流线型风格并具活力感；特征 b 则是通过型面变化体现活力特征；而“小”、“流线型”共同影响特征 c 的变化。通过以上造型特征，设计方案与设计要求相吻合。

3) step3。决策者结合上一轮评价再次对新方案提出若干意见，如“造型还是不够丰富”、“有点软”，“装饰件的位置挡住了面的转折”等。设计师从新意见中提取设计要求：丰富、硬朗、顺畅（面型）。该设计要求继续指导造型特征的迁移变异，再次生成新的

设计方案。设计方案中的造型特征变化见图 5：外部轮廓保持流线型风格；增加型面的转折，护板中间的棱线锐利鲜明；装饰件位置上移，避免与折面位置相交。特征 a 延续第二轮设计方案风格；增加型面变化丰富造型，并采用强化特征线的方式满足硬朗风格的要求；通过调整装饰件位置凸显“顺畅”的型面；使得造型特征与设计要求相吻合。

在多次设计迭代后，设计师最终完成设计方案，于 2015 年 12 月成功投产，并获得了外观设计专利。

通过上述案例的分析，可以认为设计流程（见图 6）：在设计方向不明确的情况下，以初始设计方案作为设计行为的开端，推进展开设计活动。其中，设计目标由评价的口语化信息及转化后的设计要求共同构成。决策者作为决策主体对设计方案作出评价、提出需求；设计师作为设计主体将评价转化成有价值的设计要求，并进行造型方案设计。

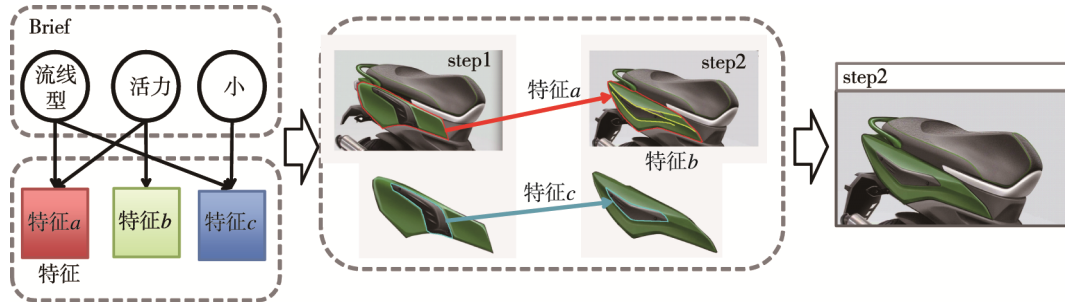


图 4 设计迭代中的造型特征变化 1  
Fig.4 Change of shape feature in design iteration1

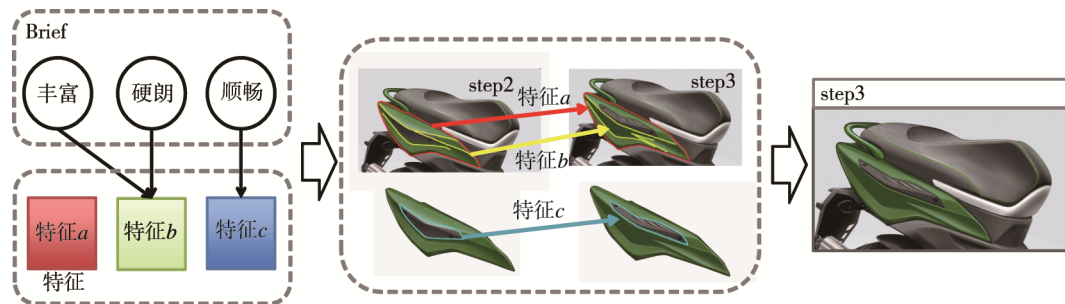


图 5 设计迭代中的造型特征变化 2  
Fig.5 Change of shape feature in design iteration2

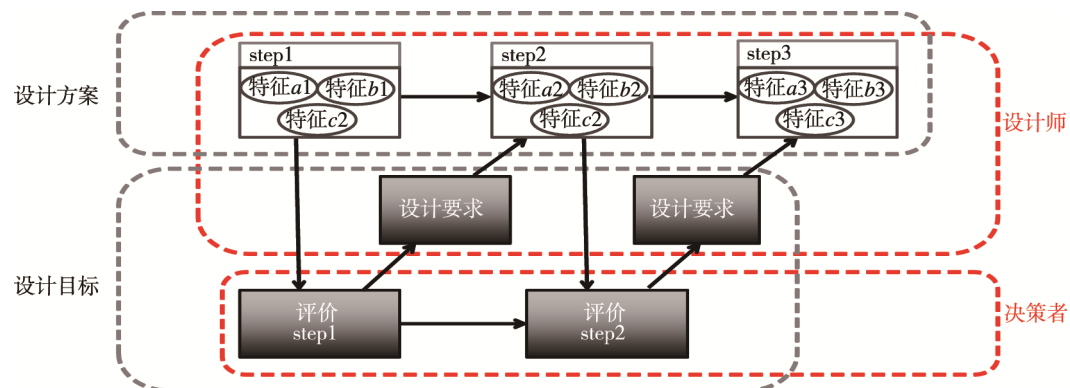


图 6 侧护板造型设计流程  
Fig.6 Design process of the side shield

### 3 方案驱动的产品造型设计迭代模式的形式化表达

马赫认为,所谓创造性的设计理念可以看作是由“设计问题”和备选“解决方案”通过迭代过程演变而来<sup>[11]</sup>。设计是一个搜索设计问题空间和解决方案空间的进化过程,在问题的要求和解决方案之间周期性振荡,直到满意的解决方案出现<sup>[12]</sup>。

采用马赫的计算理念, Cross 等以人的创造力在设计过程中的特殊行为为研究对象,提出创意设计在协同进化过程中会出现“创造性的飞跃”的解决方案,见图 7。模型中,受问题空间  $P(t+1)$  驱动首先获得包含局部解“ $\Delta$ ”的解空间  $S(t+1)$ ;设计师通过“联想”“突发奇想”等跳跃性思维获得解“ $\diamond$ ”,从而拓展解空间  $S(t+1)$  形成解空间  $S(t+2)$ ;解空间  $S(t+2)$  又驱动重构了问题空间  $P(t+2)$ 。可以认为解空间不依赖于问题空间存在,而是拓展了问题空间<sup>[13]</sup>。Cross 将这种协同进化中解空间在某阶段产生突变的情形,称之为“解驱动的设计范式”<sup>[14]</sup>。

产品造型设计是创意驱动的设计活动。造型设计的专家知识、经验与其他领域(如产品可靠性、工艺

性等)的专家知识与经验相比,具有更大的不确定性和模糊性。在这种情况下,问题的初始状态(造型设计的要求)、问题的目标状态(产品造型的结果)以及问题的操作方式(造型设计的规则)都不明确<sup>[15]</sup>。设计师在开始设计前通常无法获得完整的关于设计目标(Design Target, 简称 T)的描述,设计采取的策略是结合以往的设计经验对设计任务进行分析研究获得设计方案(Design Scheme, 简称 S)。初始方案主要来源于设计师的创意,以方案唤醒设计要求,使目标状态逐渐明晰,驱动设计过程的演变。

方案驱动的设计迭代模式见图 8,初始方案  $S(n)$  通过创意思维获得,并以此作为一次完整设计行为的开端。首次出现的设计目标  $T(n)$  则来源于对  $S(n)$  的评价和判断。随着设计过程的推进,  $T(n)$  作为具有针对性的设计要求,推动设计迭代产生新方案  $S(n+1)$ 。继而采用对  $S(n+1)$  的评价结果来修正重构了设计目标  $T(n+1)$ 。而  $T(n+1)$  则再次推动设计迭代产生新设计方案  $S(n+2)$ 。设计方案与设计目标迭代演变,直至获得满意的设计方案。基于 Cross 的理论,可以认为这种以设计方案驱动设计目标,并逐轮次迭代的模式是方案驱动的设计迭代模式。

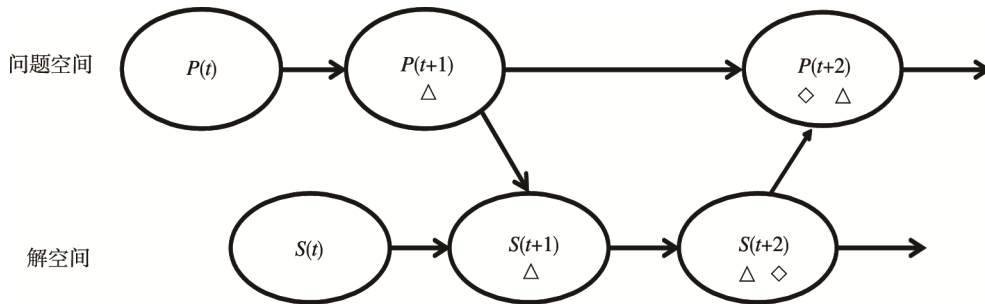


图 7 Cross 的协同进化模型  
Fig.7 Co-evolution model from Cross

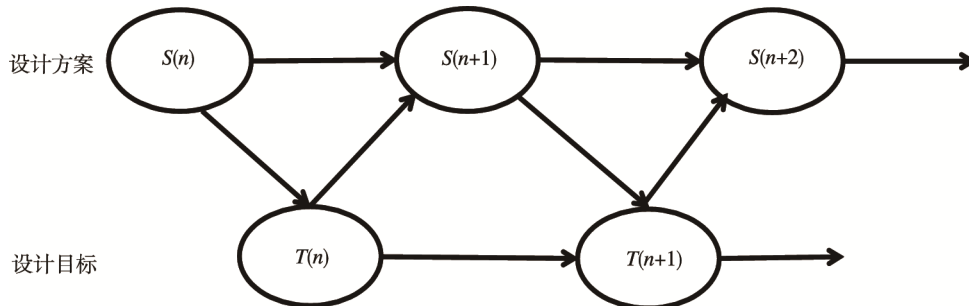


图 8 方案驱动的设计迭代模式  
Fig.8 The design iterative model of scheme driven

### 4 结语

从协同进化的观点来看,设计创新中存在一个变化的“问题空间”和“解空间”即所谓协同进化就是认为设计是“问题空间”与“解空间”的迭代演变<sup>[16]</sup>。在本文所讨论的方案驱动的产品造型设计迭代模式中,设

计方案迭代进化的同时,设计目标的迭代也在逐轮次展开。可将方案驱动的迭代模式视作一种协同进化的特例,是设计迭代创新的有效机制之一。由于产品造型设计的复杂性、实际设计项目的多样性,还可进一步研究多种设计问题下的设计迭代模式,为设计者提供更好的支持和辅助。

## 参考文献:

- [1] 冯培恩, 张帅, 潘双夏, 等. 复合功能产品概念设计循环求解过程及其实现[J]. 机械工程学报, 2005, 41(3): 135—144.  
FENG Pei-en, ZHANG Shuai, PAN Shuang-xia, et al. Cyclic Solving Process and Realization of Composite Product Concept Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2005, 41(3): 135—144.
- [2] RASEGARANSK C. The Evolution, Challenges, and Future of Knowledge Representation in Product Design Systems[J]. Computer-aided Design, 2012, 45(2): 204—228.
- [3] 王巍. 汽车造型的领域知识描述与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2007.  
WANG Wei. Domain Knowledge Description and Application of Automotive Form[D]. Changsha: Hunan University, 2007.
- [4] 郗建业, 李成. 论产品造型设计中的最小信息单位[J]. 包装工程, 2006, 27(7): 59—63.  
QIE Jian-ye, LI Cheng. Least Information Units in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(7): 59—63.
- [5] 王汉友, 吴琨. 基于快速成型的遥控器设计迭代[J]. 机电产品开发与创新, 2009, 22(4): 86—90.  
WANG Han-you, WU Kun. The Design Iteration of Remote Control Based on RP[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2009, 22(4): 86—90.
- [6] 谭正棠, 赵江洪. 论工程机械造型设计决策的认知与行为[J]. 包装工程, 2015, 36(22): 62—64.  
TAN Zheng-tang, ZHAO Jiang-hong. The Cognition and Behavior in the Decision-making Process of Engineering Machinery Design[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(22): 62—64.
- [7] 陈宪涛. 汽车造型设计的领域任务研究与应用[D]. 长沙: 湖南大学, 2009.  
CHEN Xian-tao. Research and Application of Domain Task in Automobile Styling Design[D]. Changsha: Hunan University, 2009.
- [8] 赵丹华, 赵江洪. 汽车造型特征与特征线[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 115—117.  
ZHAO Dan-hua, ZHAO Jiang-hong. Automobile Modeling Features and Characteristic Lines[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 115—117.
- [9] 赵丹华, 何人可, 谭浩, 等. 汽车品牌造型风格的语义获取与表达[J]. 包装工程, 2013, 34(10): 27—30.  
ZHAO Dan-hua, HE Ren-ke, TAN Hao, et al. Research on Semantic Acquisition and Expression of Car Brand Styling[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(10): 27—30.
- [10] RYD N. The Design Brief as Carrier of Client Information during the Construction Process[J]. Design Studies, 2004, 25(3): 231—249.
- [11] MAHER M L, POON J. Modelling Design Exploration as Co-evolution[J]. Computer Aided Civil and Infrastructure Engineering, 1996, 11(3): 195—209.
- [12] WILTSCHNIG S, CHRISTENSEN B T. Collaborative Problem-solution Co-evolution in Creative Design[J]. Design Study, 2013, 34(5): 515—542.
- [13] CROSS N, DORST K. Creativity in the Design Process: Co-evolution of Problem-solution[J]. Design Study, 2001, 22(5): 425—437.
- [14] ZENG Y, CHENG G D. On the Logic of Design[J]. Design Study, 1991, 12(3): 137—141.
- [15] 谭浩, 赵江洪, 王巍, 等. 产品造型设计思维模型与应用[J]. 机械工程学报, 2006, 24(5): 98—102.  
TAN Hao, ZHAO Jiang-hong, WANG Wei, et al. Thinking Model and Application of Product Form Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2006, 24(5): 98—102.
- [16] MAHER M L, TANG H H. Co-evolution as a Computational and Cognitive Modle of Design[J]. Design Study, 2003, 14(1): 47—64.