

基于可信性的汽车造型设计方法研究

王贞¹, 赵江洪²

(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 设计艺术学院, 长沙 410082)

摘要: **目的** 研究汽车造型设计与工程设计的可信性。**方法** 将计算机软件领域的可信性概念引入汽车造型辅助设计, 剖析工程与造型的约束关系和整合思路, 探讨基于参数化的辅助设计可信性。**结论** 通过研究辅助设计的发展方向和关键技术对汽车造型设计的影响, 提出基于可信性的辅助汽车造型概念设计的方法。

关键词: 汽车; 汽车造型; 工程设计; 可信性; 设计数据一致性

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)08-0030-05

The Automobile Styling Design Approach Based on Trustworthiness

WANG Zhen¹, ZHAO Jiang-hong²

(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: **Objective** To study the trustworthiness between automobile styling design and engineering design. **Methods** It adopted the trustworthiness theory from computer software domain into the domain of automotive aided design to analyze constraint and integration between engineering and styling, and to discuss trustworthiness in aided design based on parameterized. **Conclusion** Through the research on development direction of aided design and key technologies in automotive design, it presented the styling design approach of aiding automobile styling conceptive design based on trustworthiness.

KEY WORDS: automobile; car styling; engineering design; trustworthiness; consistency of design data

CAD技术是造型设计与工程设计不可或缺的技术工具。在汽车造型设计领域, CAD工具主要集中在设计方案的模型构建、虚拟现实、工程分析等汽车研发的设计中后期阶段, 对于设计前期的有效辅助工具为之甚少, 特别是对于设计前期的概念设计辅助。这里试图从可信性的角度, 整合工程知识并开

发应用于汽车造型设计前期的辅助工具, 有效地辅助设计师完成造型方案设计任务, 并使设计方案符合设计预期。

可信性概念源于计算机软件领域, 广义可信性是指系统中实体的行为总以预期方式达到既定目标, 并得到用户的信任^[1]。这里讨论的设计可信性是

收稿日期: 2013-11-16

基金项目: 国家863计划(2012AA111802); 国家973科技计划(2010CB328001)

作者简介: 王贞(1985—), 男, 湖南株洲人, 湖南大学博士生, 主要研究方向为汽车造型设计。

指设计行为或结果与设计预期的一致性。设计可信性研究的目标是统一的设计信息模型、设计数据的一致性、设计数据存储传输一体化和设计管理信息的一体化^[2]。可信性问题是目前CAD领域的难题之一,造型设计与工程设计的信息模型、设计数据的一致性这里是研究的主题。

1 设计一体化技术

在工业设计领域,产品设计是一个不确定性、复杂性和反复迭代的设计求解过程^[3],设计的过程和目标具有不精确性的特点。设计是一个设计目标驱动的反复迭代的思维发散和收敛的过程。目前,造型设计和工程设计始终处于分离和数据一致性低的状态,缺乏知识整合和设计一体化技术。

在汽车研发流程中,造型设计师和工程师的沟通“障碍”由来已久,导致重复性和迭代优化失效,大大延缓了汽车开发进度。谭浩等人认为,自下而上的工程设计思维和自上而下的造型设计思维^[4]是两者存在较大差异和沟通障碍的原因,也可以理解为是“从局部到整体”和“从整体到局部”的设计方法的差异,这两者本质上是知识结构、求解策略、决策方式的差异,因此,融合两者设计思维的设计工具研究具有重要的理论和实践意义。

造型设计与工程设计在设计思维上存在较大的差别。造型设计师的思维主要是强调创造力和想象力的发散性思维方式,而工程师的思维偏向强调推理性和精准性的逻辑性思维方式。认知科学的研究发现语义和视觉存在非常强烈的关联,具体表现为造型设计师经常采用图形化意象表达创意思考,在造型设计师的草图和笔记中经常可以发现^[5],而工程师的则明显偏向数据性和约束性描述。在现代汽车设计开发过程中,造型阶段的设计草图、效果图、数字模型在与工程的工作衔接中,造型数据的可信性程度降低,而工程师重新构建数字模型则降低造型设计的美学属性,有效地整合两种思维特点提高设计可信性是目前的研究重点。

现代汽车造型设计是多学科、多任务、多层次的创造性活动,而创造力(包括创造活动)是一种知识资源^[6]。为了使设计达到设计预期,提高设计的一体化和精确性,需要正确的知识表达和高效的决策支持的

计算机辅助工具。

2 汽车造型设计的可信性

造型设计的可信性,即通过造型设计工具有效地辅助设计师完成设计目标并符合预期,而设计符合预期不仅取决于造型,也取决于工程,可以理解为设计知识和工程知识的一致性。在造型设计工作中,从设计概念草图到工程设计阶段,工程和造型知识对美学知识的协调与处理都会影响设计目标的质量,造成设计结果和目标一致性问题。必须指出的是,设计可信不仅是一个学术问题,而且对于设计流程、设计管理和多角色设计协调具有重要的实际意义,影响设计质量和设计效率。

工业设计本质上是具有一定逻辑结构的创造性活动,设计问题解决的能力与效率取决于设计过程中任务的合理组织及其与相关信息、知识的耦合程度。造型设计和工程设计的知识既紧密关联,同时又是矛盾的,造型知识和工程知识在协调和迭代的过程会造成流程的回退,导致开发周期延长,因此必须在两者之间找到合理有效的平衡与解决机制。

汽车设计开发过程中造型设计受到多方面因素的影响,可以折射出研发团队的技术、造型、管理、配套等关键人员的集体协作、创新能力。设计研发流程中的可信性见图1,传统流程中概念设计阶段工程知识和参数支撑的缺失,导致了设计方案的可信失效;而在可信流程中,在概念设计阶段融合工程知识、参数支持的方法,可以有效地提高设计的可信性,保证设计行为以预期方式达到既定目标。

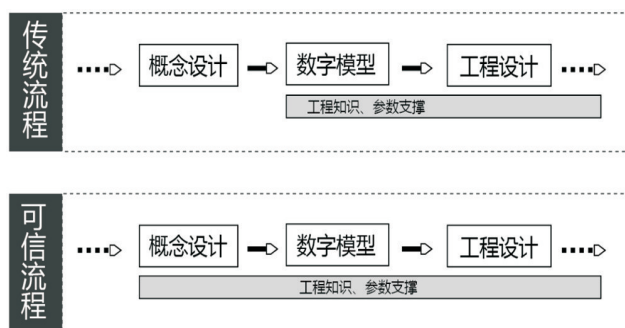


图1 设计研发流程中的可信性

Fig.1 The trustworthiness in design and RD process

3 基于可信性的汽车造型设计框架

在汽车设计领域,有效地整合造型与工程知识服务于流程是一重大需求趋势,设计流程的可信性需要建立一个基于设计团队信息衔接和领域知识的信息模型^[3],从而保证知识流迭代优化的可控性与精确性。提高造型设计效率和质量的重要因素有:(1)对设计前期概念阶段的CAD有效支持;(2)工程设计知识的整合^[7],因此,建立基于整合造型与工程的可信设计框架,以参数化为基础建立辅助汽车概念设计的可信信息模型,是解决设计可信性问题的有效途径。

造型设计与工程设计之间存在着相互关联、约束和促进的微妙关系。汽车设计的概念设计阶段是设计求解任务中最关键、最具创造力、最不可控的环节,其发散性和多目标性的特点,需要与工程知识相关联的可信信息模型来进行约束。基于可信性的汽车造型设计框架见图2。可信信息模型会辅助设计师了解工程硬点,形成造型设计的基本“空间”和“轮廓”,同时不限制概念设计的发散,以提高设计的可信性与可行性。

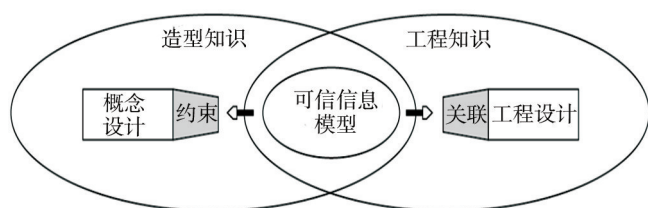


图2 基于可信性的汽车造型设计框架

Fig.2 The automobile styling framework based on trustworthiness

4 基于参数化的可信性设计方法

可信性在设计领域可以理解与信息数据的一致性,即保证设计目标与设计预期的耦合。汽车造型与工程设计存在的内部知识关系得出设计变量中的可控关系^[8],通过内嵌可信信息模型为整体设计流程提供协调服务,改进汽车设计领域协同效率。可信性设计方法采用信息的动态适应调整^[9],即不同阶段的设计参数发生变化时,其他环节的相关联或约束的数据也会作出相对应的同步适应变化,从而保证复杂设计任务信息数据的一致性。

通过整合汽车工程与造型知识的约束性与关联

性,在汽车前期概念设计阶段,将工程层的约束类参数和造型层的形态类知识,在设计流程中进行灵活的关联与约束,建立基于可信的设计引导性系统。系统在设计前期将设计输入的底层参数实现层次化与可视化,并通过互动性的界面对造型设计进行引导性辅助。造型设计师前期进行汽车概念设计时有基于工程参数、硬点的参数图示作为创意可信支撑,通过设计调整得到参数轮廓、底层草图,减少依靠经验的不精确性,有效地保证设计方案的工程合理性。可信性设计方法模型见图3。参数轮廓和参数图示之间可以相互进行同步迭代和优化,提高前期造型设计的多样性。底层硬点数据也会对设计调整作限定性操作与反馈,维护设计输入的指导性作用。设计师可以灵活地调整参数或图形得到初步最优解,快速有效地完善初步构思,然后在此基础上进行创意发挥并完成设计方案。基于可信性设计方法的核心思想是,在汽车设计前期辅助造型设计创意提供有效的底层工程支撑,为造型方案的后继工程细化设计提供顺利的衔接通道,提高设计一致性,缩短设计开发周期。

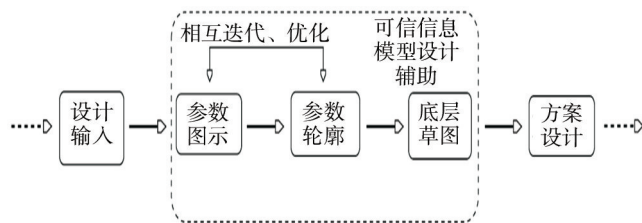


图3 可信性设计方法模型

Fig.3 The model of trustworthy design approach

可信性设计方法在设计前期提出了一套设计辅助机制,以此为基础开发“可信性设计辅助系统”,对可信性设计方法进行细化并辅助设计实践。将可信信息模型作为设计方法中的保障机制,有效地使造型与工程知识形成良好的衔接与对应关系,并嵌入到设计前期流程中,以减少设计工作流程中造型与工程的矛盾和冲突,提高造型和工程设计的优化效率。

5 可信性设计辅助系统

“可信性设计辅助系统”是基于可信性设计方法模型开发的一个软件。针对汽车造型前期概念设计的输入和输出过程,系统将设计信息分为造型类数

据、关联类信息、约束类信息3种。可信性设计辅助系统的原型模块分解见图4。

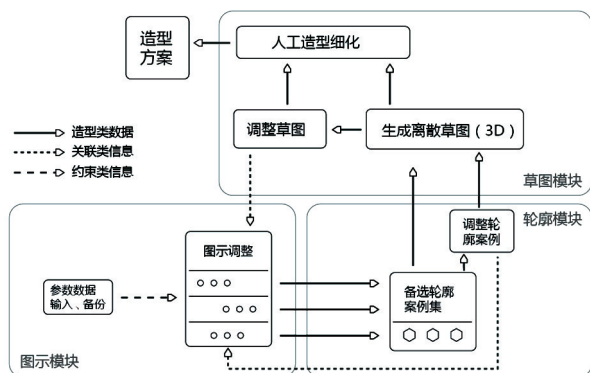


图4 可信性设计辅助系统的原型模块分解

Fig.4 Prototype modules decomposition of trustworthiness CAD system

在汽车造型原型理论的研究和汽车整体造型特征参数化表达的基础上^[10],系统地以工程参数和造型特征的对应关联为底层框架,通过图示模块、轮廓模块和草图模块,初步实现了从参数化输入到造型方案输出的计算机辅助设计过程,保证造型方案的可信性。可操作的参数化车身图示界面见图5a,设计师通过调整图中的控制点得到整体车身轮廓,调整范围限定在工程输入参数域范围,整体车身的线性方向和角度可以精确的控制和调整。

参数化整体车身图示的输出生成基于NURBS的离散造型特征线,辅助造型设计草图的发散,同时跟工程输入数据维持高度的黏性关联。车身离散特征线图示界面见图5b,车身侧面轮廓图包含汽车造型的主要数据和形态特征,基于可信数据生成的车身离散特征线同时具有工程参数和造型元素的特性。保持关联性是便于设计师对整体造型数据的随时调整,可以辅助设计方案的多样性。离散造型特征线是基于非均匀B样条基函数的曲线,设计师可以通过调整控制点获得车身侧面造型线型,线型会关联底层数据进行自动纠错调整,保持线型调整的可信度。

车身侧面轮廓线调整之后生成三维空间初步草图,三维空间草图特征线通过控制离散曲线的显示明度突出线条的空间前后关系,调整摄像机角度和透视大小来控制线型的视觉效果,这是为了适应设计师造型发散阶段时偏向夸张透视的特点,同时强化概念设计方案的视觉冲击力。三维空间离散特征线界面见

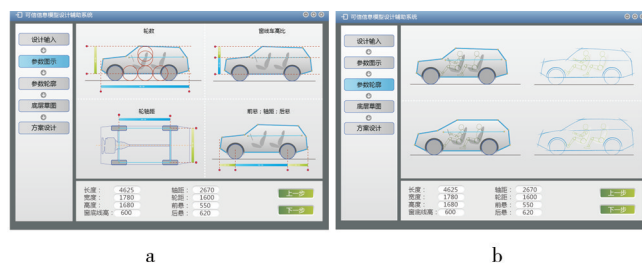


图5 可操作的参数化车身和离散特征线图示界面

Fig.5 The interface of operational car body based on parameterization and discrete lines

图6。设计系统辅助造型设计师在透视角度的概念草图上进行创作,提高设计师创意活动的效率与质量,使设计方案的草图可信。

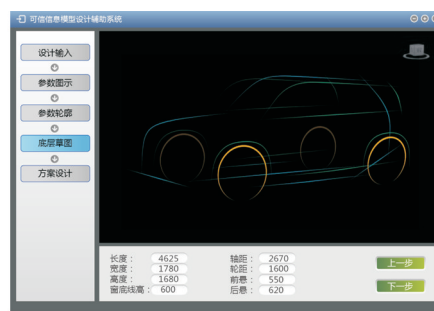


图6 三维空间离散特征线界面

Fig.6 The interface of three-dimensional discrete feature lines

基于参数化的可信设计方法是将工程知识和造型知识进行整合,采用图示化的方式辅助设计师进行汽车造型创意设计,注重底层参数化和表层图示化,同时保证造型概念设计的发散性特点,从而有效地辅助造型设计创新行为,提高设计活动的可信度。本系统在湖南大学与东风柳汽SUV造型开发合作项目中得到初步应用,项目成果风行景逸X5得到企业的认可并于2013年量产,见图7。



图7 东风柳汽SUV设计应用案例

Fig.7 The case of SUV styling in DFLZ

6 结语

现代设计注重系统的设计方法与知识结构的创新,以及设计流程的综合创新。造型设计和工程设计作为现代汽车设计开发过程中两大重要部分,整合学科知识辅助创新设计是学科发展的必然方向。基于可信性的造型设计方法是综合造型和工程知识,在汽车设计前期有效地辅助了设计师进行创新,使设计方案具备了工程数据的支撑,降低了依靠经验的不精确性,增加了创意方案的工程可靠性和制造可行性。

参考文献:

- [1] LAPRIE J C. Dependability of Computer Systems: Concepts, Limits, Improvements[C]//Software Reliability Engineering, 1995:2—11.
- [2] RUSMAN E, VAN B J, SLOEP P, et al. Fostering Trust in Virtual Project Teams: Towards a Design Framework Grounded in a Trustworthiness Antecedents (TWN) Schema [J]. International Journal of Human-computer Studies, 2010, 68(11):834—850.
- [3] CHANDRASEGARAN S K, RAMANI K, SRIRAM R D, et al. The Evolution, Challenges, and Future of Knowledge Representation in Product Design Systems[J]. Computer-Aided Design, 2012, 45(2):204—228.
- [4] 谭浩. 产品造型设计思维模型与应用[J]. 机械工程学报, 2006, 42:98—102.
- [5] TAN Hao. Thinking Model and Application in Product Form Design[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2006, 42:98—102.
- [5] PAIVIO A. Images in Mind: the Evolution of a Theory[M]. New York: Harvester Wheatsheaf, 1991.
- [6] GOEL A K, VATTAM S, WILTGEN B, et al. Cognitive, Collaborative, Conceptual and Creative: Four Characteristics of the Next Generation of Knowledge-based CAD Systems: a Study in Biologically Inspired Design[J]. Computer-Aided Design, 2011, 44:879—900.
- [7] KRAUSE F L, CIESLA M, STIEL C, et al. Enhanced Rapid Prototyping for Faster Product Development Processes[J]. CIRP Annals—Manufacturing Technology, 1997, 46(1): 93—96.
- [8] 陈亮, 王伟. 产品多学科协同设计中的一致性维护方法[J]. 中国机械工程, 2010(12): 1447—1452.
- CHEN Liang, WANG Wei. Consistency Maintenance in Multidisciplinary Collaborative Product Design[J]. China Mechanical Engineering, 2010(12): 1447—1452.
- [9] MACIASZEK L A. An Architectural Style for Trustworthy Adaptive Service Based Applications[C]//Business System Management and Engineering. Springer Berlin Heidelberg, 2012:109—121.
- [10] 王贞, 谭征宇. 基于整体性认知的汽车造型特征研究[J]. 包装工程, 2013, 34(24):51—54.
- WANG Zhen, TAN Zheng-yu. Research on Vehicle Modeling Features Based on Holistic Cognition[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(24):51—54.
- [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 Form Feature and Feature Line[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] 朱毅. 汽车造型语义研究与设计流程构建[D]. 长沙: 湖南大学, 2009.
- ZHU Yi. Semantic Study on Automobile Form and Design Process Configuration[D]. Changsha: Hunan University, 2009.
- [11] 邹方镇, 朱毅. 立象以尽意——论现代汽车造型的意象塑造与加工[J]. 装饰, 2012(12):88—89.
- ZOU Fang-zhen, ZHU Yi. Set up the Imagery to Express Connotation: Research on Shaping and Processing the Imagery for Automobile Design[J]. Zhuangshi, 2012(12):88—89.

(上接第29页)

University, 2012.

- [3] 谭征宇, 王贞. 汽车品牌的造型特征标定与识别模式构建[J]. 装饰, 2013(4):119—120.

TAN Zheng-yu, WANG Zhen. Demarcation of Form Feature and Structure of Pattern Recognition on Automobile Brand[J]. Zhuangshi, 2013(4):119—120.

- [4] ROELLIG L. Designing Global Brands: Critical Lessons[J]. DMI, 2001, 12(4):39—45.
- [5] KARJALAINEN T M. It Looks Like a Toyota: Educational Approaches to Designing for Visual Brand Recognition[J]. International Journal of Design, 2007(1):67—81.
- [6] BOUCHENOIRE J L. Steering the Brand in the Auto Industry [J]. DMI, 2003, 14(1):9—18.
- [7] 梁峭, 赵江洪. 汽车造型特征与特征面[J]. 装饰, 2013(11): 87—88.
- LIANG Qiao, ZHAO Jiang-hong. Automobile Modeling Features and Characteristic Surface[J]. Zhuangshi, 2013(11): 87—88.