

型面数字化设计对于提升汽车内饰感知品质的研究

赵伟¹, 明守政², 金静强²

(东风汽车公司技术中心造型部, 武汉 430058)

摘要: **目的** 研究型面数字化设计阶段的汽车内饰感知品质提升办法。**方法** 在汽车造型开发流程引入汽车感知品质控制, 基于竞品案例与数据分析, 将感知评价问题转化为数字化设计中的线、面及部件配合关系方面的感性及理性认识, 形成型面数字化设计中的质量改进措施; 并介绍了上述办法在某车型造型设计中的应用过程及感知品质改善结果。**结论** 将感知品质的控制提前至型面数字化设计阶段, 并形成控制办法, 可从设计源头提升汽车内饰感知品质, 是一种切实可行的质量控制途径。

关键词: 型面设计; 感知品质; 造型数字化设计; 虚拟可视化

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)24-0096-06

Improving Perceived Quality of Automotive Interior in Surface Design

ZHAO Wei, MING Shou-zheng, JIN Jing-qiang

(Design Dept, Dongfeng Motor Corporation Technical Center, Wuhan 430058, China)

ABSTRACT: A research on improving the perceived quality of the interior parts in digital surface modeling stage is provided. It introduces PQ management in car styling process, and converts evaluation problem into perceptual and rational understanding of lines, surface and DTS in digital modeling based on benchmark research and data analysis, which come into new measures on quality improvement in surface modeling; and furthermore, an actual case is provided. Perceived quality control method of surface design is a practical way to improve the quality of the interior from the source.

KEY WORDS: surface design; perceived quality; digital modeling; virtual reality visualization

感知品质是指客户通过“看、听、摸、闻”等感知手段, 对产品品质及特性方面的感受^[1]。在国内汽车消费市场竞争日益激烈, 消费观念日趋成熟和理性的环境下, 上述感知品质在汽车产品属性中有着愈加重要的地位。近年来, 各大汽车厂商将汽车感知品质作为前期研发过程中越来越重要的因素考量^[2-4], 但汽车感知品质问题的控制还存在不足之处, 尤其体现在汽车内饰方面。首先, 内饰感知

品质的评价包含大量主观因素, 无法使用一般方法进行量化和跟踪; 其次, 一辆汽车的设计周期通常为 36 个月左右, 部分感知品质问题在工业化后期才暴露^[5], 调整花费的时间和成本较大。

基于以上背景, 将感知品质评价体系引入早期的设计阶段迫在眉睫; 而造型设计中的数字化平台能够对汽车外部、内饰以及其他细节部件的形状、颜色、纹理等直接考察, 同时兼顾各类工程约束条

收稿日期: 2016-08-31

基金项目: 东风汽车公司技术中心造型品质提升研究专项

作者简介: 赵伟 (1983—), 男, 河北人, 东风汽车公司技术中心造型部型面设计主管工程师, 主要研究方向为汽车造型相关理论与技术。

件^[6], 这样就能相对客观且量化地预测后期的感知品质表现, 并快速反馈与改进, 因此, 研究造型数字化设计阶段的感知品质提升方法十分必要。

1 造型数字化设计流程中的感知品质控制问题

随着虚拟可视化技术的发展, 现有的造型开发流程中, 计算机造型数字化设计的快速、精确等优势得以体现^[7-9], 感知品质评价能够从型面设计阶段就开始介入。利用曲线、曲面、部件的构建, 以虚拟数字模型为载体, 在验证模型制作前主动对造型进行感知品质控制, 该过程要求型面设计师在进行数字化形体创作中, 须具备感知品质的感性和理性的认识, 对后期可能出现的感知品质问题提前预判, 并予以解决, 造型设计开发流程中的感知品质控制见图 1。

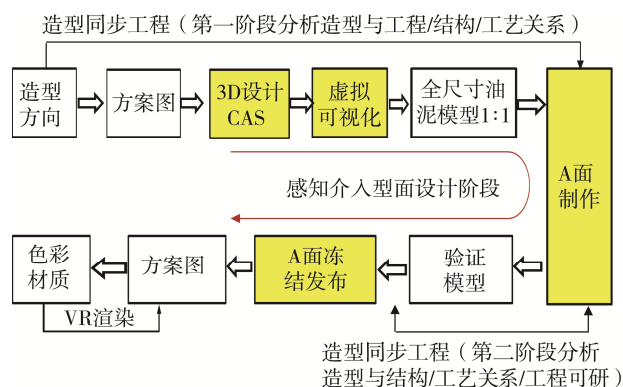


图 1 造型设计开发流程中的感知品质控制
Fig.1 Perceived quality control in car styling stage

由上述可知, 型面阶段的内饰感知品质控制, 主要集中在感知评价中“看”的部分, 即静态的视觉品质的体现, 但较之于直接可控的造型意图的立体化实现, 其对感知品质的控制还存在如下挑战。首先, 设计师的主观判断贯穿于型面制作过程中, 缺少统一的型面数字化设计感知评判标准; 其次, 型面的起伏走势、特征强弱程度等感知项多是凭感觉、经验来处理, 缺少系统的型面参考竞品分析, 在与软性工程问题的博弈中缺乏依据。由此可见, 在感知质量介入型面设计的过程中, 引入曲线、曲面及配合关系为介质, 将感知质量问题转化为型面数字化设计的具体可控要素, 该介质得以有效运用的前提, 在于型面设计中对应的感性与理性认识的建立。

2 型面数字化设计中的感性认识和理性认识

从感性和理性两方面, 按照权重关系考察型面数据中的每一根线、面、部件的内部与外部关系, 将感觉上的因素具体化显现。

2.1 基于线的感知品质把控要素

在型面数字化设计过程中, 将特征线拆分成基础线和过渡线。对于基础线条, 从多个视角看主要特征能够挺拔流畅有力量。设计中基础线条的视觉品质感受见图 2, 定义基础线时, 其弧度表现是感知品质的重要一环, 视觉上“平直有力”的线条并非几何意义上的直线, 而是对微小的弧度有着精巧的控制, 把握不当则使特征呆板, 易产生产品廉价感。

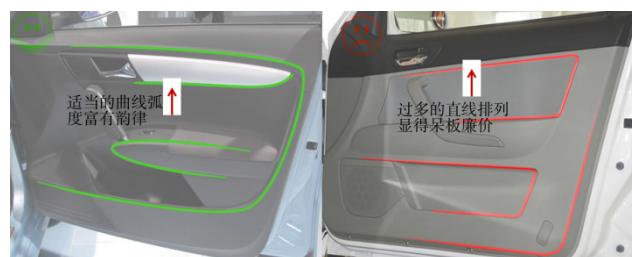


图 2 设计中基础线条的视觉品质感受
Fig.2 The visual quality feeling of the base lines

上述基础线通过过渡线予以连接。过渡线的位置由基础线理论交点决定, 协调好基础线和过渡线的位置关系, 让两者主次分明且保持视觉平衡, 过渡线的位置与线型处理见图 3。如果不注意过渡曲线产生的逻辑关系, 就会导致产品特征不稳定感和过渡处的凹陷感。过渡线的线型由两边基础



图 3 过渡线的位置与线型处理
Fig.3 The position and the shape of the transitional curves

线的走势共同决定。在衔接特征基础线与过渡线时,需要给予基础线连接处一定的过渡变化趋势,使得过渡线能够衔接自然且光顺,避免生硬起翘的过渡。

除了线条本身外,线与线之间的关系也直接影响到感知品质;位置形成相对关系的线条需要彼此协调,避免相邻线型出现不规则的比对,造成视觉的不稳定与廉价感。

2.2 基于面的感知品质把控要素

相对上述明显的线条特征,曲面的起伏则间接给客户传达了微妙的视觉感受;客户对于内饰的饱满、厚实、整洁、洗练等不同感受,往往都是通过对曲面起伏有意识地控制来传达出的感知效果所决定。丰富的曲面变化基于已有的成熟产品断面线分析,展现出合适的饱满度、张力与较强的立体感,塑造出生动的形体感觉;设计师通过曲面的转折、压边处理手法,同时给予转折夹角均匀且规律的变化,能增加立体感,提升感知品质;例如两曲面的理论交线的渐消处理手法,可展现富于变化的视觉感受,而不是沉闷、机械性的曲面变化。

上述线与面的处理,都由一套型面检查标准作约束。型面检查标准是造型数字化建模阶段感知品质的判断依据。型面设计师利用软件中光束来分析检查部件曲面的光顺性,基于这种光照分析方法给设计师提供比较直观的表面品质感受^[10]。通过模拟部件产品的环境反射,来体现部件的表面品质的效果,发现问题。光照方式基本有两类,阴影模式与斑马线高光反射检查部件表面缺陷见图4。

第1类为阴影光照方式,主要看面的阴影模式下是否出现了阴影,光线走势是否合理。第2类为高反射光检查方式,用一组平行光源投射在部件表面,由部件自身表面形体走势引起投射光在表面反射出的高光走势。光顺的曲面斑马线排布呈现出规律性,反映自然合理的形体变化;反之,若部件表面如果存在局部凹陷、扭曲,反射的高光就会变得扭曲。

2.3 基于部件的感知品质把控要素

除上述线与面的因素外,部件之间的间隙面差

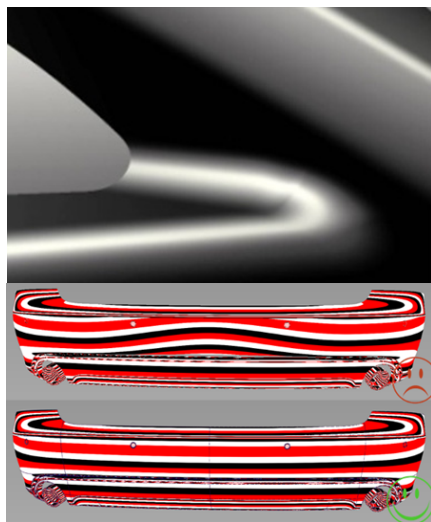


图4 阴影模式与斑马线高光反射检查部件表面缺陷
Fig.4 Shading and iso angle mode to check the surface defect of the parts

配合关系则从更直接的层面影响感知品质。首先,定义车型外观内饰区域的评价维度级别,即站在客户的角度对可视评价区域的敏感程度作分级。其次,在定义每一处配合间隙面差名义值的同时,划分其重视级别程度。

对于间隙面差的定义,在满足工程制造部门要求的最小名义值时,通过型面处理技巧,以客户主视角为型面数据感知评价的视角方向(同时兼顾其他视角),改善局部型面优化视觉间隙,调整局部型面的面差值,可以让部件之间的间隙达到视觉上的和谐一致,这样就能规避最终车型上出现的间隙面差感知品质不佳,也就是常说的做工不好的问题。

由于产品各个部件配合情况受制造精度和质量的限制,同时也受制于产品自身结构设计,若不加控制则暴露出大量感知品质的缺陷,这需要型面设计师用巧妙的型面处理方式,将因制造条件限制导致的零部件配合问题隐藏在视觉感受不明显之处,压边方式隐藏分模线及错开十字分件规避工艺风险见图5。

对于产品的分模线外漏问题,设计师可以通过改变搭接配合处理方式,在产品分件处通过型面上压边处理手法,增加部件边缘的厚实感,同时将分模线藏进分缝深处。

产品中各个部件的分件方式也需要处理技巧,有些处理方式对制造工艺提出了较高安装定位要求,如果定位精准度或部件制造精度有限,极易



图 5 压边方式隐藏分模线及错开十字分件规避工艺风险
Fig.5 Edge pressing to hide parting line and stagger placing to avoid process defects

造成视觉感受品质感不佳的问题，巧妙的型面设计分件方式能够减弱视觉缺陷。例如“十字”搭接方

式要求部件每条边都对齐搭接，要求制造装配十分精准，且“十字”位置也常为视觉的关注点，因此在部件搭接时需要避免类似分件情况，调整为错开搭接方式，减轻制造工艺难度的同时提升感知品质。

3 某车型感知品质提升案例分析

某车型内饰仪表板型面设计阶段的初版 CAS 数据，其中控面板造型品质总体评价不佳，需要提升，但在提升过程中存在两方面问题。第一，感觉上的“造型品质不佳”具备抽象性，实际修改时不知从何入手；第二，各种问题相互穿插，主次不清，修改时易顾此失彼，造成工作反复。为解决上述问题，引入基于型面制作的内饰感知品质评价体系，见图 6。

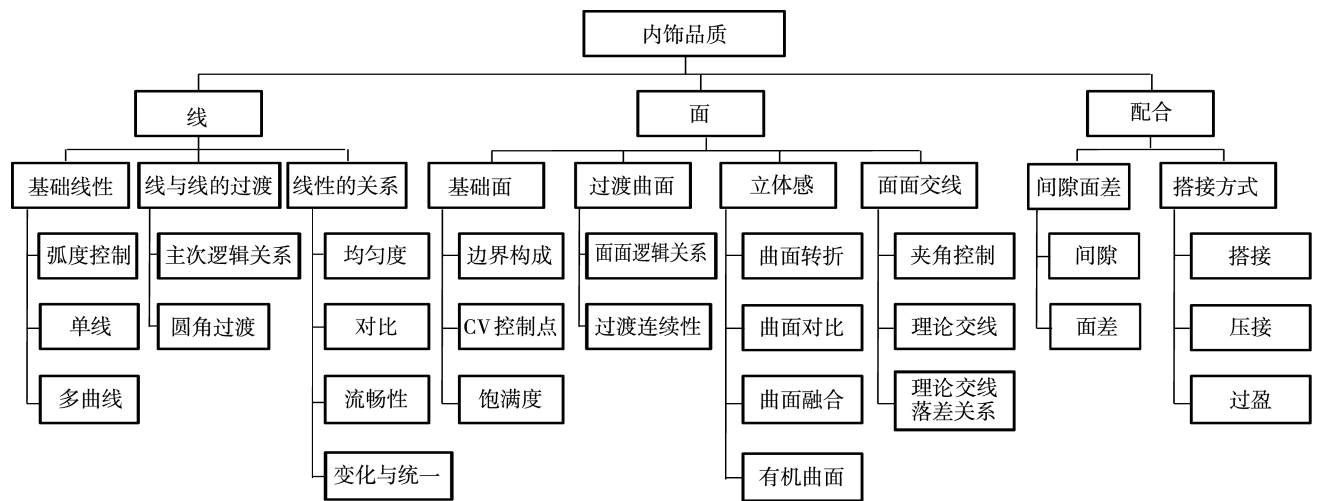


图 6 基于型面制作的内饰感知品质评价体系
Fig.6 The interior PQ evaluation system based ondigital surface modeling

该评价体系的作用在于，将主观的、较为抽象的感知品质语言，转化为可量化的型面制作品质提升办法。首先，将上述内饰仪表板中的重点感知评价问题项进行线、面及配合方面的因素分解，对于共同涉及到两个因素以上的综合问题，则需对各因素作权重的量化；其次，对于已分解的问题的单一因素再做细化，例如线的问题，需要同时考虑线本身、线线关系、线之于面的影响；配合的问题，则需要依次从配合位置、搭接方式、配合值 3 个方面作细节方案上的调整；在上述两步骤充分分析后，即能形成指导型面优化的具体办法。当然，该办法建立在造型意愿的接受与工程可行的基础之上。

例如主仪表中控面板的空调出风口，采用上述

方法进行分析，空调出风口两方面问题，可从以下两方面予以提升：第一，之于“线”方面，空调出风口边框线性扭曲；第二，之于“面”方面，空调出风口侧部翻边宽窄不一。

此处视觉主特征涵盖空调叶片、边框、中控边界、按键边界等多个线条相互配合，且此处面的体现在形式上也主要是为特征线作支撑，因此此处线较之于面有更高的权重，即在调整过程中，以线的质量作为主要改善对象，辅以面的优化。

对于问题 1，可分解为图 6 中的基础线性，即单线，与线性的关系，即均匀度，对比这样的细化的具体目标；即在调整该处线性时，不光要注意到线条本身的表现，还要考虑该线作为空调出风口侧

边元素，与其他边框的匹配性。

对于问题 2，可以分解为图 6 中的过渡曲面，即面面逻辑关系，与面面交线，即理论交线落差关系两个具体目标；侧部翻边宽窄不一，主要原因在于主仪表副驾侧大面与中控翻边面理论交线未控制到位，面面逻辑关系表现在：需要调整主仪表该

处基础面，使得该处桥接面走势与中控面板大面走势相匹配；作此调整后，需进一步控制桥接面与翻边面的理论交线，翻边面本身也会作少量调整，即优化上述理论交线落差关系。

将上述问题细化分解后，对 3D 数据予以优化。型面可优化项控制见表 1。

表 1 型面可优化项控制
Tab.1 Control table of surface items which can be optimized

	曲率	CV 点	高光	阴影	连续性	间隙面差	断面分析
线性	可控	可控			可控		
型面	可控	可控	可控	可控	可控		
圆角	可控	可控	可控	可控	可控		
分模线隐藏					可控	可控	可控
部件配合性					可控	可控	可控
遮蔽性						可控	可控

线性的调整方面，可控制项包括曲率、CV 控制点及线间连续性，即减少曲率的不规则突变、CV 点呈现出均匀变化的关系。型面的优化，除以上几点可控外，还需控制高光及阴影的表现。该空调出风口的问题进行以上线与面的调整后，还需兼顾部件之间的搭接配合关系，涉及到分模线的隐藏、部件配合性及遮蔽性。

经过如上线、面以及配合 3 个方面的调整，得到中控面板空调出风口优化后的效果，见图 7，为优化前后的效果比对。在保持原有造型意愿的基础

上，提高了该处感知品质。进而表明，可以通过感知评价体系介入型面数字化设计阶段的方式，从设计源头提高感知品质。

4 结语

本文介绍的型面数字化设计对于提升汽车感知品质的方法来源于多个实车开发项目的型面品质提升过程，具备较强实践基础；但随着造型风格趋于多样化，客户对感知品质的要求越来越严苛，开发周期越来越短，感知质量体系介入型面数字化阶段的方式与方法将会更加灵活。在后续更多新车型的开发过程中，将对该方法作进一步优化。

参考文献：

[1] 余秀慧, 张振宇, 杨宇光, 等. 感知品质管理在汽车自主开发中的应用[J]. 上海汽车, 2010(7):28—32.
YU Xiu-hui, ZHANG Zhen-yu, YANG Yu-guang, et al. The Application of Perceived Quality Management in Self-developed Vehicles[J]. Shanghai Auto, 2010(7): 28—32.

[2] 朱毅, 赵江洪. 基于原型理论的汽车造型认知研究[J]. 包装工程, 2014, 35(6): 26—30.
ZHU Yi, ZHAO Jiang-hong. Research on Automobile Styling Based on Prototype Theory[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(6): 26—30.

[3] 张丹. 浅析结合 JDPower 调查管理汽车感知品质[J]. 技术经济, 2013(9): 38—40.
ZHANG Dan. Analysis of Perceived Quality Manage-

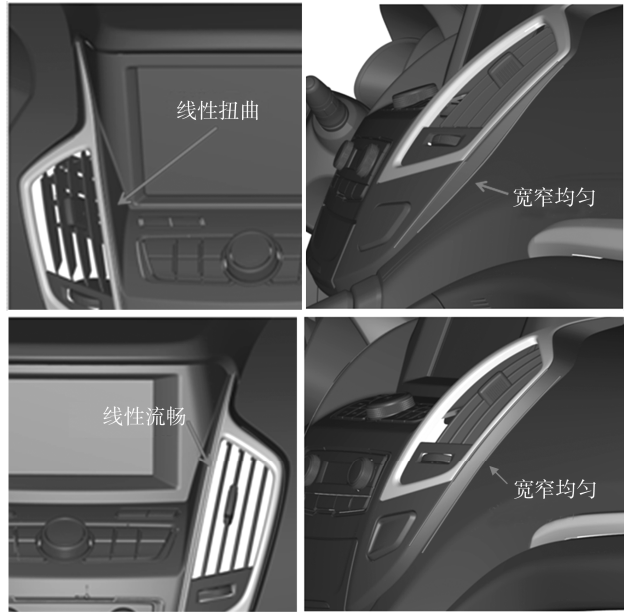


图 7 空调出风口优化前后的效果
Fig.7 The visual effects of the air-conditioning outlet before&after optimization

- ment of Vehicles Combined with JDPower Items[J]. Technical Economy, 2013(9): 38—40.
- [4] 崔庆泉. 汽车尺寸感知品质评价的研究与应用[J]. 汽车工程师, 2014(3): 13—15.
- CUI Qing-quan. Research and Practice on Automotive Dimensional Perceived Quality Assessment[J]. Automotive Engineer, 2014(3):13—15.
- [5] 杨宇光. 汽车外观静态感知品质控制方法[J]. 汽车技术, 2007(2): 25—29.
- YANG Yu-guang. The Static Perceived Quality Control Method to Vehicle Appearance[J]. Auto Technology, 2007(2): 25—29.
- [6] 江漫清. 解读数字化汽车造型设计技术[J]. CAD/CAM 与制造业信息化, 2009(7): 50—53.
- JIANG Man-qing. The Research of Digital Auto Styling Design Technology[J]. CAD/CAM & Manufacture Informatization, 2009(7): 50—53.
- [7] 景春晖, 赵江洪. 产品体验视角下的汽车造型评价研究[J]. 包装工程, 2014, 35(22): 17—21.
- JING Chun-hui, ZHAO Jiang-hong. The Automobile Modeling Evaluation from the Perspective of Product Experience[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(22): 17—21.
- [8] 明守政, 金静强. 从草图到初期数模的汽车造型设计方法研究[J]. 包装工程, 2013, 34(6): 59—63.
- MING Shou-zheng, JIN Jing-qiang. The Method Study from Sketch to Frankenstein CAS Model[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(6): 59—63.
- [9] 张帅峰. 基于 ThinkDesign 的汽车三维手绘造型系统的外部实现的设计[D]. 长春: 吉林大学, 2011.
- ZHANG Shuai-feng. External Design of Three-dimensional Modeling System for Hand-painted Vehicle Based on Think Design[D]. Changchun: Jilin University, 2011.
- [10] 武振锋, 贾凡. 基于 CATIA 的轿车前翼子板曲面造型与质量分析[J]. 汽车技术, 2011(1): 54—56.
- WU Zhen-feng, JIA Fan. Analysis of Curved Surface Styling and Quality of Car Front Fender Based on CATIA[J]. Automobile Technology, 2011(1): 54—56.