

基于原型理论的产品造型风格创新设计方法研究

林丽, 李智美

(贵州大学 机械工程学院, 贵阳 550025)

摘要: **目的** 为解决产品造型风格创新设计过程中存在模糊性、不确定性和缺乏创新性等问题, 提出应用原型理论思路从原型角度展开的产品造型风格创新设计。**方法** 首先基于感性意象对产品造型风格进行具象分类; 其次运用设计形态分析结合离散度分析提取产品造型风格原型特征; 再次通过联合分析获取产品造型要素权重从而确定关键风格原型特征; 最后结合形状文法对产品造型风格进行创新设计。**结果** 以优雅型汽车前脸作为研究对象, 设计方案在延续产品造型风格的基础上, 继承和创新了部分形状特征, 形成全新的汽车前脸。**结论** 设计方案的评估结果表明该方法在产品造型风格创新设计中的可行性和实用性。

关键词: 原型理论; 产品造型风格; 设计形态分析; 形状文法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)08-0042-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.08.006

Innovative Design Method of Product Modeling Style Based on Prototype Theory

LIN Li, LI Zhi-mei

(School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

ABSTRACT: In order to solve the problems of ambiguity, uncertainty and lack of innovation in the process of product modeling style innovation design, this paper conducts a study of innovative design methods for product styling from a prototype perspective based on prototype theory. By introducing the prototype theory approach, it provides guidance for the whole process of innovative design of product styling from a macro view. Firstly, product styling is classified based on perceptual imagery; Secondly, design morphology analysis is combined with dispersion analysis to extract prototypical features of product styling, and the weights of shape elements in product styling are analyzed through joint analysis to identify the prototypical features of key styles; Lastly, in combination with shape grammar, it carries out innovative design of product styling. Taking the elegant car front face as the research object, its design scheme inherited and innovated some of the shape features on the basis of the continuation of the product style, forming a brand new car front face. The evaluation result of the design scheme shows the feasibility and practicability of this method in the innovative design of product style.

KEY WORDS: prototype theory; product styling; design morphology analysis; shape grammar

随着用户对产品要求的不断提升,特别是对消费类产品的需求不仅体现在实用功能上,还体现在对产品造型风格的审美要求上,当产品的实用功能和造型风格完美结合时才更能获得消费者的喜爱^[1]。产品造

型风格作为消费者与设计师之间交流的重要信息基础,是产品创新设计成功的关键要素之一。然而,在传统的产品设计研究领域中,产品造型风格创新设计一般由设计者凭借自身对产品的认知,将自己的设计

收稿日期: 2021-12-10

基金项目: 国家自然科学基金(51865003); 贵州省科技计划(黔科合基础-ZK[2021]重点 055); 黔科合平台人才计划([2018]5781); 贵州大学培育项目(贵大培育[2019]06)

作者简介: 林丽(1973—),女,博士,教授,主要研究方向为产品设计、感性工学、传统文化创意设计。

通信作者: 李智美(1996—),女,硕士生,主攻工业设计及理论。

意图映射到新产品设计中,该过程存在自主性、模糊性与不确定性等因素,难以形成一套科学合理的创新设计方法^[2]。因此产品造型风格创新设计方法的构建应在避免上述问题的基础上,既要快速设计满足用户的风格需求,又要在产品创新过程中保持设计风格的延续性,提升设计效率,从而提升消费者的满意度。为此赋予产品独特的造型与风格,以塑造消费者理想的产品成为研究的热点问题。

国内外学者从多方面对其进行了研究:申泽^[3]、卢兆麟^[4]、Liu^[5]等构建了产品设计 DNA 遗传与变异模型,以此分析产品风格的形成及创新过程;Chan 等^[6]深入研究了各种风格产品之间相似度测量方法;杨延璞等^[7]基于产品族造型研究,提取样本形态元素,由此生成众多设计方案。此外,许多学者采用意象尺度法^[8-10]研究产品风格,对产品形态要素进行分解,并从设计师的角度出发,发展新的产品造型形态。上述研究为产品风格创新设计提供了多种思路和途径。然而,现有研究还存在一定的缺陷:多关注于产品造型风格的遗传或是基于历史样本的重组与部分修改,较少研究产品造型风格的过渡性与创新性;大多数产品造型风格创新设计依赖于设计师自身的经验和灵感,未从原型理论支持视角对产品造型风格创新普适性设计方法进行研究。

在产品造型设计中,同一类型的产品,甚至不同类型的产品都存在着原型,其影响着整个产品家族,亦影响造型的潜在规则^[11]。基于原型理论的产品创新设计相关研究包括:楚东晓等^[12]结合认知心理学的原型理论,基于原型的启发创造出与原型相似却不同的设计风格;张中义等^[13]引入原型理论,构建可以反映共性认知的形态原型;Zhang 等^[14]分析了藏语文化元素,并依据原型理论,完成了产品的创新设计。上述相关研究从各方面反应了原型存在的真实性,同时也验证了原型是一种相对比较稳定的认知结构,其具有遗传性、过渡性和创新性等特点,与现有研究相比,原型理论可为产品造型创新设计在继承原有产品风格的基础上,实现具有过渡性和创新性的产品风格提供了可靠的理论基础和指导。

文中将原型理论引入产品造型风格创新设计中,采用设计形态分析提取产品造型风格的原型特征,通过联合分析获取关键的原型特征,结合形状文法生成基于产品造型风格原型的产品造型创新设计方案,并以优雅型汽车前脸造型的创新设计予以验证。

1 产品造型风格创新设计方法

美国心理学家罗施在 20 世纪 70 年代中期经过一系列研究之后提出了原型理论,罗施的原型理论指出原型不是单指某事物个体的简单复制造型,而是指整合了事物相关形式或模式的具有强典型性的特征^[15],可见原型是在知识和经验的基础上对认知客体进行

高度概括的心理表征,是在类型成员中最有代表性、最突出的成员。有的心理学家将原型理解为用户心中最初的无意识的印象,从产品设计角度分析,原型就是用户对产品无意识的认识,由此通过相关的设计方法将原型转换成真实存在的产品特征进行产品创新设计,能更有效地迎合用户的喜好。产品造型风格创新设计的过程可以理解为引导用户对原型进行感知的一个过程,而产品造型的原型构建则依托于对已存客观产品造型的获取和表达。原型理论是以原型特征为研究对象的一种设计方法体系,其基本思路为,产品类型研究(具象)-原型特征提取(抽象)-形式创新(具象)3 个主要阶段。

产品造型风格原型是指类风格特征原始的形状,其表达了类风格特征的形成规则与形式^[16],即依据已有的产品归纳出一系列具有代表性的特征。Aldo Rossi 等^[17]学者主要从形态学的角度提取产品的原型特征,将其还原为基本几何形的构成法则,因此文中产品造型风格原型特征提取主要以产品形状为基础。基于原型理论的产品造型风格创新设计方法流程如下,步骤见图 1。

1) 产品造型风格分类,基于感性意象对产品风格进行分类。

2) 产品造型设计形态分析,分解产品造型要素并列举形状特征,确定代表性形状特征。

3) 风格原型特征的提取,对代表性形状特征进行离散度分析,提取分布较稳定的形状特征。

4) 形状要素获取,通过联合分析研究造型要素的权重排序,进而获取关键原型特征。

5) 产品造型创新设计,在获取关键原型特征基础上对产品造型进行创新设计。

1.1 产品造型风格分类

基于原型理论的产品造型风格创新设计方法中首先要解决分类的问题,以保证原型特征提取更加具有针对性^[16]。现有的产品风格分类中,对产品造型设计风格与用户风格感知关系不大,文中主要从用户对产品风格的感知角度出发,基于感性意象对产品造型风格进行分类,过程如下。

1) 收集并筛选产品意象词汇。

2) 建立产品意象形容词关联,基于问卷调查及因子分析筛选出具有代表性的感性词汇。

3) 产品风格分类的建立,采用 K-均值聚类分析完成产品风格分类的划分。

1.2 产品形状特征提取步骤

产品的风格通过造型表现被用户感知,从而揭示出造型所传达的象征意义,原型特征则是具有典型性的造型特征。产品造型风格原型特征的提取是原型理论思路的核心阶段,也是产品创新设计的一个过渡阶段,其目的是使新产品在创新的同时可以继承原产品

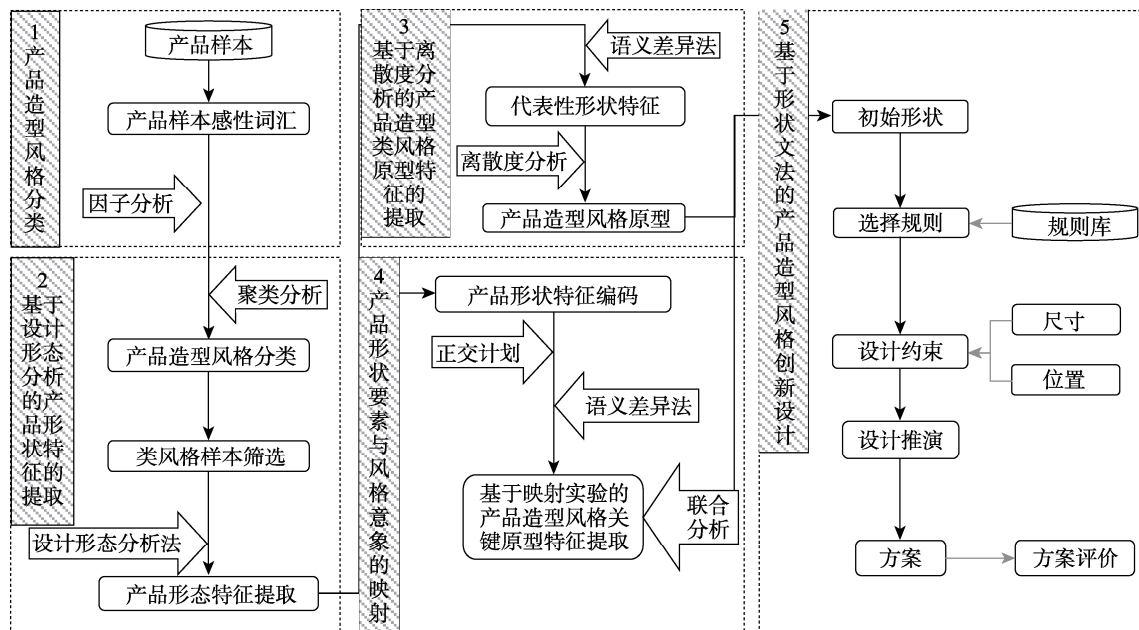


图1 基于原型理论的产品风格创新设计方法流程框架

Fig.1 Process framework of product style innovative design method based on prototype theory

的风格。根据研究类型收集类风格的样本图片。为避免色彩对产品造型意象的影响,在研究过程中将样本作灰度处理,通过语义差异法挑选出具有代表性的产品样本。

为维持产品造型风格的生命力,提供更有效的创新设计指导,现有研究主要通过设计形态分析^[18]获取造型风格特征,并应用到新产品中。设计形态分析法作为产品造型特征提取方法,能够有效地帮助设计师提取产品的造型特征,以获取具有代表性的造型风格特征。因此将设计形态分析运用到原型特征的提取过程,具体应用过程如下^[19]。

步骤1:逐一列举出产品造型的形状特征;

步骤2:将产品样本与各个形状特征进行一一对照并进行打分,每项分值记为式(1):

$$\bar{X}_{ijk} = \frac{\sum_{k=1}^n X_{ijk}}{n} \quad (i, j, n \geq 1 \text{ 且为整数}) \quad (1)$$

式中: $\bar{X}_{ijk}$ 表示第 i 个产品样本的 j 特征所有调查结果的平均值; j 表示产品样本编码; i 表示形状特征编码; n 表示参与试验的人员数。

步骤3:最后通过累计的分数确定产品造型风格中的代表性形状特征。每行总分值(该项风格特征的总分值)记为式(2),每列总分值(该样本风格特征总分值)记为式(3)。

$$G_i = \sum_{j=1}^n X_{ijk} \quad (i, j, n \geq 1 \text{ 且为整数}) \quad (2)$$

$$G_j = \sum_{i=1}^m X_{ijk} \quad (i, j, n \geq 1 \text{ 且为整数}) \quad (3)$$

1.3 产品造型类风格原型特征的提取

基于上述代表性形状特征,将标准差系数作为比较的指标,对其进行离散度分析,得到各形状特征在样本中的分布情况(式4)。

$$V_\sigma = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\% \quad (4)$$

式中: V_σ 表示标准差系数; σ 表示标准差; $\bar{x}$ 表示样本特征评价值的平均值。

比较各样本形状特征的标准差系数,从中提取分布比较稳定的形状特征,即产品造型风格的原型特征 $J = \{j_1, j_2, \dots, j_m\}$, 其中 J 表示原型特征集合。

1.4 产品造型要素与风格意象的映射

1.4.1 产品形状特征编码

根据设计形态分析结果,对所获得的产品形状特征进行编码,并将其转化为二维平面概括性图形。

1.4.2 基于映射实验的产品造型风格关键原型特征提取

1) 样本选择。采用数理统计中的正交计划减少待测产品数量,从而减少实验过程中的样本数量。根据所得的产品形状特征,通过 SPSS 正交计划生成待测试样本。

2) 实验实施。选择相关受试者。基于产品相关感性词汇建立李克特量表评分问卷,要求受试者根据自己的感受对正交计划所生成的待测试样本打分。

3) 结果分析。由实验得到被测试对象对待测试产品在感性意象上的评分均值,结合正交计划对收集到的量表数据进行联合分析^[2,21],其输出结果为各造

型要素在该感性意象中所占的权重和各形状特征的贡献率。通过上述结果分析,即可得到产品造型风格关键原型特征。

1.5 基于形状文法的产品造型风格创新设计

形状文法作为原型理论思路的形式创新阶段方法,其优势在于能够很好地继承原型特征并生成大量创新设计,从而突出原型特征过渡性的特点,促进原型特征的深度创新设计。形状文法(Shape Grammar)可以使产品造型风格根据设计的要求,依据语法规则生成新的产品造型并维持原产品的造型风格^[22]。目前,形状文法已被成功运用于多个领域^[7,23],经大量专家学者的验证得出通过形状文法可以使新产品在继承原有造型风格的基础上,使产品造型具有创新性,对产品造型风格原型特征的传承和创新具有很大意义。基于形状文法的产品造型风格创新设计流程图见图 2。

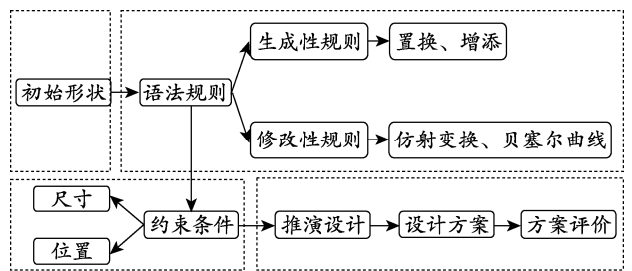


图 2 基于形状文法的产品风格创新设计方法流程图
Fig.2 Flow chart of product style innovative design method based on shape grammar

2 案例验证

汽车前脸是最能体现汽车风格差异的地方,也是决定消费者是否愿意购买一辆车的主要标准^[24]。因此文中将汽车前脸作为研究的对象。



图 3 优雅型汽车前脸样本
Fig.3 Elegant car front face sample

2.1 获取汽车前脸造型风格类型

1) 通过论文、网站等收集和筛选出 55 对汽车前脸意象词汇及 68 张汽车前脸样本,经语义差异法筛选出 30 对代表性意象词汇与 36 张代表性汽车前脸图片样本。

2) 建立汽车意象形容词关联,基于上述 30 对意象词汇与收集的 36 张汽车前脸样本结合制作问卷并收集资料统计,采用主成份分析法对资料矩阵降维处理,共性因子的选择采取凯莎原则(各题平均共同性最好在 0.7 以上)筛选出 6 对意象词汇。

3) 通过 K-均值聚类对 6 个因子分析(见表 1),数值越高表明访问者对该因子的认同度越高,考虑因子特征和形容词的概括性将聚类 2 中优雅的、女性的合为一个因子,以及聚类 3 中热情的、活泼的合为一个因子。综上所述,汽车前脸造型风格可分为大众型、热情型、优雅型、豪华型 4 类。

表 1 最终聚类中心
Tab.1 Final clustering center

形容词汇	聚类 1	聚类 2	聚类 3	聚类 4
优雅的	-0.166 66	0.936 57	0.181 86	-0.718 06
活泼的	0.521 21	0.121 63	0.631 46	-0.864 49
热情的	0.603 19	-0.112 16	0.766 01	-0.821 78
大众的	0.656 59	-0.364 63	-0.772 75	0.240 68
豪华的	0.825 60	0.406 65	-0.572 17	-0.614 11
女性的	0.602 71	0.742 40	0.194 21	-0.067 43

2.2 汽车前脸形状特征的提取

依据汽车前脸分类结果,考虑到目前汽车市场的女性用户数量剧增,根据调查显示多数女性用户更偏向于优雅型汽车,因此文中以优雅型汽车前脸为例,判别上述 36 个样本所属的类型,由此筛选出 12 个优雅型汽车前脸样本,见图 3。

结合文献^[24-25]及专家对汽车前脸样本的造型要素分析,将汽车前脸的造型要素主要分为前大灯、进气格栅、前引擎盖、雾灯等 4 个部分,各造型要素对应的形状特征共 15 种。制作样本设计形态分析问卷,让 43 位被测试对象根据 5 点法进行打分,运用式(1)得出每个特征所有调查结果的平均值。再经式(2)~(3)得出每项特征在汽车前脸样本中的总分值和每个汽车前脸样本具备的优雅风格特征总分值。

其调查结果经整理见表 2。

1) 样本。有 6 个样本的形状特征评价价值总分超过平均值,样本 11 是特征表现最强的汽车前脸样本。

2) 形状特征。有 8 项形状特征的评价价值总分超过平均值。为突出形状特征的代表性,取总分值超过均值 20%的形状特征作为实验对象(共 6 项),形状特征编码分别为 3(36.25)、4(29.75)、5(27.875)、9(28.25)、10(26.625)、12(26.5)。

表 2 汽车前脸设计形态分析结果
Tab.2 Analysis results of car front face design form

造型要素	形状特征编号	形状特征	样本 1	样本 2	样本 3	样本 4	...	样本 11	样本 12	总分
前大灯	1	圆形	0.375	1	1.125	0.5	...	0.75	1.125	12.75
	2	不规则椭圆形	1.375	1.5	2.375	2.625	...	1.75	3.625	20.25
	3	不规则四边形	4.625	3.125	4.375	3	...	4	1.75	36.25
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
雾灯	11	不规则五边形	2.5	0.25	1	1.5	...	0.25	0.25	12.875
	12	不规则四边形	1.625	0.75	3	3.25	...	3.5	1.875	26.5
	13	不规则三角形	0.625	0.875	0.375	0.875	...	2	2	15.875
	14	不规则梯形	0.625	0.5	0.875	1.375	...	1.625	2.25	15.875
	15	椭圆形	0	0	0	0	...	0	0	5
总计			27.75	27.25	28.625	29.25	...	29.75	27	

2.3 汽车前脸造型类风格原型特征的提取

对以上 6 项代表性形状特征进行离散度分析,由式(4)得到形状特征在样本中的分布情况,分布偏向稳定的形状特征即为汽车前脸造型风格的原型特征,结果见表 3。

表 3 6 项特征的离散度分析结果
Tab.3 Dispersion analysis results of 6 features

形状特征编号	形状特征	标准差系数
3	前大灯不规则四边形	0.400 7
4	进气格栅不规则梯形	0.560 6
5	进气格栅不规则六边形	0.898 5
9	前引擎盖不规则梯形	0.524 6
10	前引擎盖不规则六边形	0.547 3
12	雾灯不规则四边形	0.502 4

根据分析结果,以标准差系数低于 60%为原则,提取汽车前脸造型风格原型特征。如分布最为稳定的前大灯不规则四边形、进气格栅不规则梯形、前引擎盖不规则梯形、雾灯不规则四边形作为优雅汽车前脸造型的原型。

2.4 汽车前脸造型要素与风格意象的映射

2.4.1 汽车前脸形状特征编码

在归纳出的各造型要素对应形状特征的基础上,编码汽车前脸形状特征,见表 4。

2.4.2 汽车前脸造型风格关键原型特征提取

1) 样本选择。汽车前脸主要由 4 个造型要素组成,根据每个造型要素的形状特征,可以组合出 $3 \times 4 \times 3 \times 5 = 180$ 种汽车前脸造型。采用正交设计减少待实验汽车前脸样本数量,将汽车前脸样本从 180 种减少到 25 种。结果见表 5。

2) 实验实施。邀请 24 位被测试对象,基于 25 个汽车前脸待测试样本结合感性意象建立 5 点量表评分问卷。要求被测试对象基于问卷,根据自己对样本的真实感受完成语义差异法量表。

3) 实验结果分析。统计得到被测试对象对样本在感性意象上的评分均值,将汽车前脸样本评价价值输入 SPSS 中,结合正交计划进行联合分析,从而获得各汽车前脸形状要素在优雅意象中所占权重,如表 6 所示。

综上所述,各造型要素根据权重排序为: $\Phi_B > \Phi_D > \Phi_A > \Phi_C$ 。由此得出,汽车前脸原型特征中,进气格栅不规则梯形、雾灯不规则四边形是最为关键风格原型特征,前大灯不规则四边形次之,前引擎盖不规则梯形占比最小。

2.5 汽车前脸造型类风格设计推演

2.5.1 初始形状确定

依据汽车前脸造型风格原型特征提取结果结合映射实验,在汽车前脸造型风格创新设计过程中,应

表 4 汽车前脸形状要素与形状特征
Tab.4 Shape elements and shape features of car front face

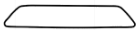
造型要素	形状特征				
A. 前大灯					
	a1: 圆形	a2: 不规则椭圆形	a3: 不规则四边形		
B. 进气格栅					
	b1: 双肺形	b2: 不规则梯形	b3: 不规则四边形	b4: 不规则六边形	
C. 前引擎盖					
	c1: 不规则梯形	c2: 不规则扇形	c3: 不规则六边形		
D. 雾灯					
	d1: 不规则四边形	d2: 不规则五边形	d3: 不规则梯形	d4: 不规则三角形	d5: 椭圆形

表 5 正交计划形成待实验汽车前脸样本
Tab.5 Orthogonal plan to form the car front face sample to be tested

待实验样本	前大灯	进气格栅	前引擎盖	雾灯
1	圆形	不规则梯形	不规则梯形	不规则三角形
2	圆形	不规则梯形	不规则六边形	不规则梯形
...	...	...	...	...
23	不规则四边形	不规则梯形	不规则六边形	不规则三角形
24	不规则四边形	不规则六边形	不规则六边形	椭圆形
25	不规则四边形	不规则梯形	不规则扇形	不规则五边形

表 6 各造型要素在优雅意象评价上的权重和形状特征的贡献率

Tab.6 The weight of each modeling element in the evaluation of elegant image and the contribution rate of shape features

造型要素	形状特征	贡献/%	权重/%
A 前大灯	a1 圆形	$\sigma_{a1} = -0.068$	24.339
	a2 不规则椭圆形	$\sigma_{a2} = -0.438$	
	a3 不规则四边形	$\sigma_{a3} = 0.506$	
...	...	...	...
D 雾灯	d1 不规则四边形	$\sigma_{d1} = 0.153$	26.449
	d2 不规则五边形	$\sigma_{d2} = 0.101$	
	d3 不规则梯形	$\sigma_{d3} = -0.195$	
	d4 不规则三角形	$\sigma_{d4} = 0.005$	
	d5 不规则椭圆形	$\sigma_{d5} = -0.064$	

在关键风格原型特征（进气格栅、雾灯、前大灯）塑造强烈的风格，其中将汽车前脸造型风格关键原型特征作为形状文法的初始形状，并对初始形状进行编码，见图 4。

2.5.2 语法规则的选取

为继承汽车前脸原有的造型风格，对汽车前脸关键风格原型特征采用放射变换和贝塞尔曲线方法进行非精准性的变形，使其更大程度地继承了汽车前脸

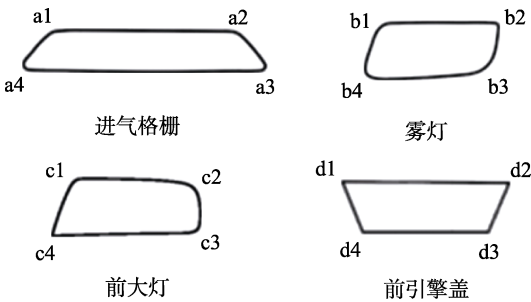


图 4 初始形状
Fig.4 Initial shape

风格。再通过生成性规则（置换、添加）对权重因子小的前引擎盖进行创新设计，即 $R=\{\text{仿射变化、贝塞尔曲线变换、置换、添加}\}$ 。

2.5.3 确定约束条件

通过对汽车前脸的结构分析，确定其主要的约束为：汽车前脸的长高之比为 $1<L/H<2$ ；汽车前脸前大灯位置在前脸上方；进气格栅位于汽车前脸中下部。

2.5.4 推演设计

通过形状文法基本规则，运用计算机辅助设计软件对初始形状进行矢量图处理。

按照形状文法规则形式定义 $\alpha \rightarrow \beta$ ，初始形状用 I 来表示，另外用 R 表示设计规则，阿拉伯数字则表示不同变化的区分，例如贝塞尔曲线变化 R_{b1} 、 R_{b2} 。变

化后的形状用 I_{1h} 表示, 1 代表进气格栅, h 角标表示为变换后的进气格栅, 其他形状以此类推。

对 I_1 、 I_2 、 I_3 执行 R_f 、 R_b 语法规则, 各自生成几种图形。同时对 I_4 执行 R_z 、 R_t 语法规则, 再生成几种图形。具体规则变化见图 5。

2.5.5 设计方案

根据制定的形状文法规则, 依据汽车前脸初始推

演的形状对图形进行形状重组, 形成种类庞大的产品设计方案。邀请经验丰富的设计师依据美感和可实现性并结合问卷调查提取 4 种产品组合进行造型设计方案, 见图 6。

以方案一为例的设计方案为, 贝塞尔曲线变形 1 项: 前大灯。放射变换 2 项: 进气格栅、雾灯。置换 1 项: 前引擎盖。重组方案见表 7。

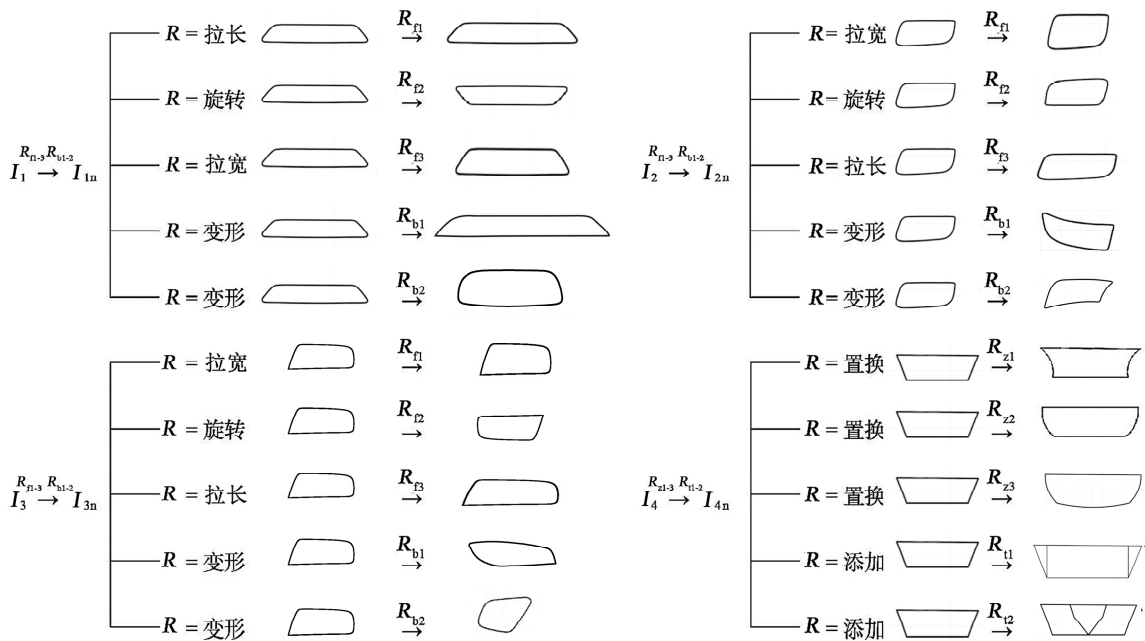


图 5 初始形状规则变化
Fig.5 Regular change of initial shape

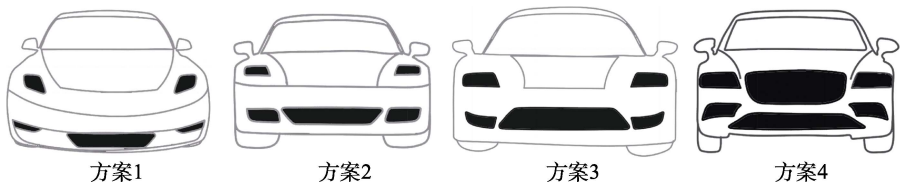


图 6 4 款汽车前脸初步方案
Fig.6 Preliminary scheme of 4 kinds car front face

表 7 方案 1 汽车前脸造型重组方案	
Tab.7 Car front face modeling reorganization scheme	
造型	语法规则
进气格栅	$R = \text{旋转}$  R_2 
雾灯	$R = \text{拉长}$  R_3 
前大灯	$R = \text{变形}$  R_{b2} 
前引擎盖	$R = \text{置换}$  R_{z3} 

2.5.6 创新方案评价

采用 5 阶 SD 法对 4 款新方案调查问卷评价。评价结果显示, 4 款方案的优雅意象风格分值都在平均分以上, 验证设计符合要求, 方案 1 风格符合程度最高, 说明该方法可以有效延续产品造型风格, 并得到产品的新设计方案。

3 结语

通过原型理论方法思路 (产品类型-原型提取-形式创新) 来指导产品造型风格的创新设计流程。运用设计形态分析、离散度分析提取汽车前脸造型类风格的原型特征为: 前大灯不规则四边形、进气格栅不规则梯形、前引擎盖不规则梯形、雾灯不规则四边形。运用 SPSS 中的正交计划结合联合分析对优雅型汽车前脸造型要素进行权重排序, 得到关键原型特征, 并将其应用到形状文法创新设计中, 既突出原型特征的过渡性又保证了创新设计过程中风格的继承性与创新性。以“优雅型”风格为例, 验证了文中所提出的方法, 并对汽车前脸进行了创新, 进一步评估了创新方案, 证明了研究所提出的方法具有可行性。针对原

型特征研究依托于大量历史样本的调研,对新产品的创新具有局限性,单一原型特征与其他因素之间的关系需要进一步探究,以保证研究的科学性和正确性。

参考文献:

- [1] 汪海波, 薛澄岐, 余晓流, 等. 面向造型设计的产品风格推导模型构建[J]. 安徽工业大学学报(自然科学版), 2011, 28(3): 250-253.
WANG Hai-bo, XUE Cheng-qi, YU Xiao-liu, et al. Derivation Model of Product Style for Shape Design[J]. Journal of Anhui University of Technology (Natural Science), 2011, 28(3): 250-253.
- [2] 傅业焘, 罗仕鉴. 面向风格意象的产品族外形基因设计[J]. 计算机集成制造系统, 2012, 18(3): 449-457.
FU Ye-tao, LUO Shi-jian. Style Perception-Oriented Product Family Shape Gene Design[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2012, 18(3): 449-457.
- [3] 申泽, 张斌, 聂书法. 基于模糊理论的产品设计 DNA 分析辅助设计系统开发[J]. 机械设计, 2013, 30(8): 102-105.
SHEN Ze, ZHANG Bin, NIE Shu-fa. Development on CAD System of Product Design DNA Analysis Based on Fuzzy Theory[J]. Journal of Machine Design, 2013, 30(8): 102-105.
- [4] 卢兆麟, 薛澄岐, 汤文成, 等. 工业设计中基于风格特征的产品设计 DNA 研究[J]. 机械设计, 2010, 27(7): 7-14.
LU Zhao-lin, XUE Cheng-qi, TANG Wen-cheng, et al. Research on Product Design DNA Based on Stylistic Feature in Industrial Design[J]. Journal of Machine Design, 2010, 27(7): 7-14.
- [5] LIU Shi-jia, TANG Yun-kai, LUO Shi-jian. A Study of Product Family Design DNA Based on Product Style[C]// 2009 IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design. Wenzhou: IEEE, 2009: 377-382.
- [6] CHAN C S. Can Style Be Measured? [J]. Design Studies, 2000, 21(3): 277-291.
- [7] 杨延璞, 陈登凯, 余隋怀, 等. 基于形状文法的泛族群产品形态设计[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(9): 2107-2115.
YANG Yan-pu, CHEN Deng-kai, YU Sui-huai, et al. Pan-Ethnic-Group Product Form Design Based on Shape Grammar[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19(9): 2107-2115.
- [8] 苏建宁, 李鹤岐. 基于感性意象的产品造型设计方法研究[J]. 机械工程学报, 2004, 40(4): 164-167.
SU Jian-ning, LI He-qi. Method of Product Form Design Based on Perceptual Image[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2004, 40(4): 164-167.
- [9] 邝俊生, 江平宇. 基于感性工学的产品客户化配置设计[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2007, 19(2): 178-183.
KUANG Jun-sheng, JIANG Ping-yu. Product Configuration Design with Customization Mode Based on Kansei Engineering[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2007, 19(2): 178-183.
- [10] 谭征宇, 赵江洪, 孙守迁. 基于意象尺度的数控机床造型风格意象认知研究[J]. 中国机械工程, 2006, 17(5): 519-523.
TAN Zheng-yu, ZHAO Jiang-hong, SUN Shou-qian. Research on Style Image Cognition of NC Machine Tools Based on Image Scale[J]. China Mechanical Engineering, 2006, 17(5): 519-523.
- [11] 胡晓涛. 产品设计中的原型研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2005.
HU Xiao-tao. The Research of Prototype in Product Design[D]. Changsha: Hunan University, 2005.
- [12] 楚东晓, 赵江洪. 基于原型的产品形态设计研究[C]// 2005 年国际工业设计研讨会暨第十届全国工业设计学术年会. 武汉: 2005:52-55.
CHU Dong-xiao, ZHAO Jiang-hong. Research on Prototype-based Product Form Design[C]// 2005 International Industrial Design Symposium and the 10th National Annual Conference on Industrial Design. Wuhan: 2005:52-55.
- [13] 张中义, 王家民, 吉晓民, 等. 基于认知原型的形态衍生方法[J]. 包装工程, 2017, 38(12): 78-82.
ZHANG Zhong-yi, WANG Jia-min, JI Xiao-min, et al. Derivative Method of Form with Cognitive Prototype[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(12): 78-82.
- [14] ZHANG Shu-tao, AN Zong-lin, SU Peng-fei, et al. Research on Design of Tibetan Cultural and Creative Products Based on Prototype Theory[J]. E3S Web of Conferences, 2020, 179(1): 2113.
- [15] 李文佳. 汽车前灯原型特征与造型设计研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2015.
LI Wen-jia. Research on Prototype Features and Form Design of Automobile HeadLamp[D]. Changsha: Hunan University, 2015.
- [16] 景楠, 方海, 张秦玮. 基于类型学的产品风格创新设计研究[J]. 机械设计, 2015, 32(4): 121-125.
JING Nan, FANG Hai, ZHANG Qin-wei. Research of Product Style Innovative Design Based on Typology[J]. Journal of Machine Design, 2015, 32(4): 121-125.
- [17] ROSSI A, VENUTI L. A scientific autobiography[J]. Journal of Behavioral Economics, 1984, 15(4):105-129.
- [18] PERSON O, SCHOORMANS J, SNELDERS D, et al. Should New Products Look Similar or Different? the Influence of the Market Environment on Strategic Product Styling[J]. Design Studies, 2008, 29(1): 30-48.
- [19] 黄佳智, 董石羽. 基于 DFA 的 CRH 高速列车外观造型基因提取及应用研究[J]. 包装工程, 2021, 42(14): 249-255.
HUANG Jia-zhi, DONG Shi-yu. Application and Extraction of Exterior Appearance Gene of CRH High-Speed Train Based on DFA[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(14): 249-255.

(下转第 100 页)