

# 突破性汽车造型设计的决策因素及其百年权重变化

邵景峰<sup>1,2</sup>, 杨志刚<sup>1</sup>, 黄乐清<sup>2</sup>, 黄英之<sup>2</sup>, 石建亮<sup>2</sup>

(1. 同济大学汽车学院, 上海 201804; 2. 上汽集团创新研究开发总院 设计中心, 上海 201804)

**摘要:** 研究了影响突破性汽车造型设计决策的主要因素, 以及各个时期影响突破性汽车造型设计的权重。方法上从设计决策者视角, 使用证据三角法(大师访谈、案例分析、文献搜集)筛选出 17 个影响突破性汽车造型设计的因素, 调研多位在全球具有 15~60 年经验的专家教授, 使用因子分析提取因子, 并运用层次分析法与优序图法得到百年突破性汽车造型设计的权重变化趋势。结果表明, 汽车突破性造型设计的决策因素按次序受到用户心理与审美, 营销策略, 生产技术与材料, 动力布置, 经济与社会这 5 大因素影响, 且权重在过去百年里从紊乱到趋于稳定。

**关键词:** 突破性汽车造型设计; 设计决策; 设计创新; 产品生命周期

中图分类号: U462.1

文献标志码: A

## Decision-making Factors of Breakthrough Car Styling Design and Epochal Characteristics

SHAO Jingfeng<sup>1,2</sup>, YANG Zhigang<sup>1</sup>, HUANG Leqing<sup>2</sup>, HUANG Yingzhi<sup>2</sup>, SHI Jianliang<sup>2</sup>

(1. School of Automotive Studies, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. Design Center, SAIC Motor R&D Innovation Headquarters, Shanghai 201804, China)

**Abstract:** This paper studies the main factors influencing breakthrough automobile styling design decisions and the weights in each period, in order to assist the decision makers of automobile design to select breakthrough automobile styling. From the perspective of design decision-makers, evidence triangulation was used to screen out 17 factors affecting breakthrough car styling design, and several experts and professors with 15~60 years of experience worldwide were investigated. Factor analysis was used to extract the factors. The tendency of the weight of breakthrough automobile styling design is

obtained by using analytic hierarchy process (AHP) and sequence diagram method. The results show that the decision factors of automotive breakthrough styling design are affected by the following 5 factors: user psychology and aesthetics, marketing strategy, production technology and materials, dynamic arrangement factor, economy and society. Their weights have gone from chaotic to stable over the past century.

**Key words:** breakthrough car styling design; decision-making; product life cycle; design innovation

自 2020 年 6 月 10 日, 特斯拉凭借着约合 1 900 亿美元的市值超过丰田, 各大互联网与科技企业纷纷入局新能源汽车产业。受到政策、技术、能源等多方面影响<sup>[1-3]</sup>, 汽车设计决策者面临着比以往更多维度的信息进行设计决策。因此通过确定影响汽车突破性造型设计的决策因素及其过去长期以来的权重, 把握影响汽车造型趋势变化, 辅助突破性设计决策成为当前研究的重点。

研究影响突破性汽车造型设计的决策因素前, 首先明确定义突破性汽车造型设计。突破性创新最早来源于熊彼特谈到的“创造性的破坏”<sup>[4]</sup>。2014 年, Noman 提出从创新力度的维度, 创新分为突破性创新与渐进性创新。另一方面, Jea 提出设计创新图谱, 从传统产品服务设计到隐性的对市场定位, 商业模式都属于设计创新的范畴<sup>[5]</sup>。由此, 本文定义汽车突破性造型设计为: 伴随突破性汽车产品产生, 体现了前所未有设计特性或设计特征相似但是设计体现了不同的市场定位或成本策略或是设计体现出创新战略意图的设计可视化。

在过去百年间, 大量成功的突破性设计在企业

收稿日期: 2021-09-22

第一作者: 邵景峰(1976—), 男, 高级工程师, 工学硕士, 主要研究方向为汽车造型设计、设计决策。

E-mail: shaojingfeng@saicmotor.com

通信作者: 黄乐清(1987—), 女, 工学硕士, 主要研究方向为设计战略与产品创新。

E-mail: zhigangyang@tongji.edu.cn



中产生,为企业竞争力做出巨大贡献<sup>[6-8]</sup>。大量学者对影响突破性创新以及设计创新的因素进行研究。例如,基于iNPD产品开发过程,研究者从SET(社会—经济—技术)三个维度分析突破性产品的机会缺口。社会因素中具体和汽车有关的人口结构、政治环境的因素。经济因素受整体经济形势以及实际拥有可支配收入这些方面的影响也受到了讨论<sup>[9]</sup>。在高价值制造业,技术推动也是他们在全世界市场竞争的一个重要竞争优势。2017年,Jeon Hoo Na提出设计创新图谱,优秀的设计需要设计师对制作工艺的深刻掌握,设计管理者对设计战略管理,设计方法和设计价值的掌握,执行CEO对企业战略的理解,以及政策策划者对企业政策的研究才能做出具有创新性的设计<sup>[5]</sup>。新材料的和新工艺的研发,以及从汽车的角度上,新能源都包含在技术因素对汽车造型的影响<sup>[10]</sup>。在Nestad的设计创新模型中,市场战略也是组织创新的一种隐性创新<sup>[11]</sup>。2008年,Cropley提到了大众审美与创造力的关系与评价<sup>[12]</sup>。2015年,Toh等人提出设计的稳健性、新颖性、生产成本和有效性在非正式设计概念选择中均起关键作用<sup>[13]</sup>。2006年,Change以汽车为例,研究了消费者对车的潜意识愿望的表达模型,解释了消费心理对汽车设计的重要性<sup>[14]</sup>。

然而基于西蒙的有限理性分析,设计决策者很难在决策时考虑所有因素。上述综述中往往或是侧重于行业的市场社会经济变化,或是用户的审美以及功能需求,没有进行一个适合于设计决策者的整合逻辑。因此,笔者希望通过显性化周围设计管理者的隐性知识与方法,以百年来的突破性汽车造型设计为案例对实现突破性设计的决策因素这个空白的领域进行研究。

## 1 研究方法 with 过程

### 1.1 整体研究流程

研究包含4个关键步骤。首先,使用证据三角形法来筛选出影响突破性汽车造型设计的因素,证据三角形法是由巴顿提出,将不同途径的资料相互印证,从而验证同一个事实或现象的方法<sup>[15]</sup>。本文通过对专家的定性访谈,汽车案例收集(档案、新闻、杂志、评论、设计开发故事等)以及公司的内部专家头脑风暴三方不同资料来源的内容整合筛选出较为准确的影响因素。与此同时,探索出突破性设计案例的一般模式,确定筛选的案例选择需要具备3个条

件:①体现了前所未有设计特性;②特征相似但是设计体现了不同的市场定位、成本策略、技术策略;③设计体现出新产品的创新意图<sup>[16]</sup>。第二步,邀请专家填写半结构性访谈问卷,即对步骤一中收集到的影响因素的打分。笔者通过收集突破性造型设计案例,请专家对其影响突破的因素程度打分。收集到的数据通过统计学中的因子分析,确保得到的因素是准确且互相独立的,帮助未来设计管理者做出决策时明确关注于主要影响因素。在第三步,将问卷中获取的影响突破性汽车造型设计案例的影响因素以时间为划分,计算并绘制了以时间为横轴,突破性汽车造型影响因素权重百分比为纵轴的百年权重变化趋势图,用于研究影响因素的权重变化反映整个产业生命周期中,不同因素在不同时期分别起哪些作用。在最后一个阶段,通过开放性话题与专家们讨论未来将会有哪些因素或者影响汽车造型的发展,以及现在的汽车造型设计正处于被什么因素影响的阶段。图1是整个研究框架。

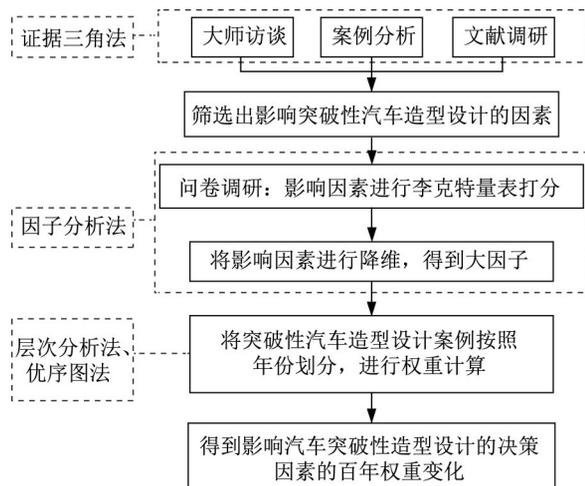


图1 突破性造型设计的影响因素研究框架

Fig.1 Research framework of influencing factors of breakthrough car styling design

### 1.2 研究参与者及问卷设计

选取相关领域中平均工作20年以上的16位汽车设计领域的专家参与半结构性访谈问卷调查。其中,8位曾亲身参与了突破性汽车设计,做过多次设计决策并成功决策,另外,有5位汽车设计领域的教授与资深编辑参加了本次研究。研究问卷的主题包括:①汽车百年历史中,哪些汽车对造型设计发展做出了突出贡献,以及促成这些汽车造型诞生的影响因素②过去在做设计方案展示的时候,会重点沟通哪些影响因素?③未来会有哪些新的因素影响汽车

造型的发展及其原因。问卷的第一第二题以李克特量表的形式,让填写者按重要程度对第一阶段得到的影响因素中打分<sup>[17]</sup>。最终得到专家对于突破性设计的影响因素分级量化的数据,便于后期进行因素的重要程度分析。第三题则是非结构性的开放问题,让用户填写影响未来的设计因素,为调研的后期讨论和未来新的研究作铺垫。

### 1.3 数据定量分析方法

所有从半结构性访谈中收集到的数据将采用 SPSS (statistical product and service solutions) “统计产品与服务解决方案”软件,以及 SPSSAU 网页。并使用其中因子分析的方法来筛选确实影响汽车突破性设计的因素<sup>[18]</sup>,以及 AHP 层次分析与优序图法来进行影响因素的权重计算。其中,因子分析中的主成分分析是首先被用来将社会经济指标合并成一个单一的指数<sup>[19]</sup>,基本思想是通过降维总结影响因变量的主要因素。问卷中将汽车突破性造型设计为因变量,李克特量表进行打分的 17 个影响决策的因素为自变量,进行因子分析,从而实现因素降维。由于本次的研究的数据为专家打分,收集数量不多,但

权威性较高,因此选用了适合专家打分的两两比较得出权重的方法。其中,AHP 层次分析<sup>[20]</sup>和优序图法<sup>[21]</sup>被较为广泛使用,同时适合这次的实验数据。但由于专家打分法更多的是用于因素排序,其本身权重值有一定误差,因此选用这两种方法同时进行权重计算,并进行对比分析(见表 1)。

表 1 优序图法与层次分析法的方法对比

Tab.1 Method comparison between procedure chart awith analytic hierarchy process

方法	优序图法	层次分析法
判断矩阵 $n \times n$	$a_{ij} = \begin{cases} 0 & (A_i < A_j) \\ 0.5 = k(A_i = A_j) & \\ 1 & (A_i > A_j) \end{cases}$	$a_{ii} = k = 1 a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} (i, j = 1, 2, \dots, n) a_{ij} = \frac{A_i}{A_j}$
检验	互补检验	一致性检验
权重	按行求和最终得到特征向量。而最大特征根最后分别能求得特征向量值,权重值,最大特征根和 CI 值。	

在构建判断矩阵时,有可能会出逻辑性错误,针对一致性指标  $C_R$  的计算上,  $C_R = C_I / R_I$ ,  $R_I$  值直接查表得出。一致性检验使用  $C_R$  值进行分析,  $C_R$  值小于 0.1 则说明通过一致性检验(见表 2)。

表 2 随机一致性  $R_I$  表格

Tab.2 Random consistent  $R_I$  table

$n$ 阶	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$R_I$ 值	0.52	0.89	1.12	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49	1.52	1.54	1.56	1.58	1.59	1.594 3
$n$ 阶	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$R_I$ 值	1.606 4	1.613 3	1.620 7	1.629 2	1.635 8	1.640 3	1.646 2	1.649 7	1.655 6	1.658 7	1.663 1	1.667 0	1.669 3	1.672 4

## 2 研究结果

通过使用前文研究方法,得到影响汽车突破性造型设计的因素及其百年权重变化:

(1)突破性汽车造型设计受到经济与社会因子、生产技术与材料因子、动力布置因子、营销策略因子以及用户心理与审美因子 5 个方面的大因素影响。

(2)通过对突破性案例的分析发现,用户心理与审美因素总体上占据了最高的重要性。在过去百年的发展,汽车突破性造型的整体权重变化是一个从紊乱到逐渐平稳的过程,反映出设计决策者在做出决策时考虑的重要因素逐渐趋同的过程。

### 2.1 影响因素的搜集与三角定性验证

经过资料,大师访谈和专家小组脑暴这三方的证据分析互相印证,筛选出 17 个的影响汽车突破性造型因素,通过结合多位接受访谈专家提到了一些影响突破性汽车造型设计的影响因素,专家小组搜集的案例

以及文献资料,互相证明,形成证明三角。这些因素分别为政策法规、人口结构、消费心理、审美趋势、经济状况、收入水平、空气动力学、能源形式、车身布置、冲压技术、新材料、市场策略、产品策略、成本控制、设计管理技术、设计哲学、设计方法/工具。

### 2.2 新影响因素的降维及因子定量分析

#### 2.2.1 因子分析计算结果

虽然通过证据三角法已经证明影响因素的重要性,为了确保得到影响突破性汽车造型设计的因素是准确且互相独立的,即不存在互相包含,重合度大等明显相关情况,同时辅助未来设计管理者做决策时关注于更高维度的影响因素。研究者使用因子分析提炼了影响因素组成,使决策者能在决策时从更高维度,整体的重要程度做出符合当时时期的判断。

将问卷中专家们填写的量表数据进行因子分析, KMO 检验和巴特利球体检验, KMO 检验值为  $0.729 > 0.7$ , 巴特利球体检验显著性水平  $P <$

0.001,符合因子分析的条件。利用总方差分析将因子重新归类,特征值大于1因素的将被归结为确实影响突破性汽车设计因素。由表4可知通过因子分析提取出5个大因素,累计方差贡献率达到69.627%,相对反映了整体信息。根据各因子反映的原始变量的信息特征进行命名,最终得到了5个新的大影响因素,分别取名为:经济与社会、生产技术与材料、动力布置、营销策略以及用户心理与审美。

表4 旋转后的因子载荷矩阵及因子提名

Tab.4 Factor load matrix and factor nomination after rotation

因子命名	因子包含变量	旋转后的因子载荷	累计贡献率
经济与社会	收入水平	0.802	20.625
	人口结构	0.798	
	经济状况	0.781	
	成本控制	0.669	
	设计哲学	-0.567	
用户心理与审美	政策法规	0.567	35.253
	审美趋势	0.826	
	消费心理	0.717	
	设计驱动	0.672	
动力布置	空气动力学	0.832	48.356
	能源形式	0.762	
	车身布置	0.568	
生产技术与材料	设计方法	0.886	60.603
	新材料	0.618	
	冲压技术	0.557	
营销策略	产品策略	0.899	69.627
	市场策略	0.628	

## 2.2.2 因子分析新因素解释

### (1) 经济与社会因子(Socioeconomic factor)

经济具体指宏观的经济形势以及微观的个人家庭的经济状况(即人口结构和收入水平的综合因素)。本文将经济与社会因子定义为:经济状况、人口结构、成本控制,设计哲学,收入水平和政策法规的整体构成。在具体对原因素的关系验证中,人口结构与政策法规,经济状况和收入水平都有强正相关,相关系数为0.650,0.678和0.660。人口结构与成本控制有中等程度的相关性,系数为0.570。这说明任何经济收入或社会政策方面的因素都离不开人口结构这个基本因素。案例中,TOYOTA RATA就是丰田针对城市化进程,从越野家族中推出的紧凑型城市SUV。另一方面,经济状况与成本控制也有一定的正相关,相关系数为0.523。这一点与专家多次提到金融危机、石油危机等因素影响很多突破性车型的出现相符。

(2) 生产技术与材料因子(Manufacturing technique and material factor)

生产技术与材料因子主要生产技术与材料因子主要由设计方法、冲压技术和新材料主要构成。它主要代表着设计汽车造型时使用的辅助工具及途径(如,CAD,建模还是油泥模型等),汽车外壳的材料以及对应的成型技术的变化。相关性分析中,新材料与冲压技术的相关性为0.455,具有一定正相关。印证了专家在造型案例中提到轻量化(AUDI 100 C3)、曲面玻璃(Ford Sierra)、全玻璃座舱(Corvette Indy)等的新材料。新材料和设计方法的相关性为0.459,具有正相关。自90多年前设计Buick-Y-Job时首次应用油泥模型,到如今虚拟技术对前期汽车模型的掌握,各种设计方法都运用了新材料增加了汽车设计的效率与创新自由度。冲压技术与设计方法的关系较弱。

(3) 动力布置因子(Power train and package factor)

空气动力与能源因子主要由能源形式、空气动力学和车身布置因素构成。空气动力学和能源形式有强正相关性,相关系数为0.607。空气动力学被研究的缘由即提升动力性能,降低风阻,后来又有一定的美学意义。因此空气动力学与能源形式关系也十分紧密。车身布置作为汽车(car)的整体设计,因考虑了能源形式中发动机或电机的位置而改变车型姿态,因此两者也有一定关系,且两者相关系数为0.424。

(4) 营销策略因子(Marketing strategy factor)

营销策略因子由市场策略和产品策略组成。在相关性分析中,市场策略与产品策略的相关系数为0.515,具有中等程度的正相关性。因此在因子分析中被归结为营销策略因子。而Christensen也提出,具有突破性创新的机构必须要注意其规模要与目标市场规模相匹配<sup>[22]</sup>,这与Carlopio提出的观点不谋而合。他提出,研究者需要分析市场,竞争行业以及公司的内部资源和能力,来重新定位自己<sup>[23]</sup>。这意味着企业进行突破性创新时,应时刻考虑自身的企业类型,再考虑在市场中适合自己的产品策略。

(5) 用户心理与审美因子(User psychology and aesthetic factors)

用户心理与审美因子由审美趋势、设计驱动、消费心理组成。相关性分析中,消费心理与审美趋势有较大正相关性,相关系数为0.612。设计驱动与审美趋势的相关性为0.420,仍具有一定的正相关性。这与案例中提到Airflow的热销与消费者对空气动力学中流线型的审美相关,这种具有未来感与速度

感的线条给消费者心理带来了正面的形象。这也符合Bruce等人提到的,消费者对形式的满意程度是决定产品成功与否的重要因素<sup>[24]</sup>。另一方面,公司对消费者的审美引导则是另一方面,以公司提出的设计理念也会一定程度上引导着消费者心理,包括雷克萨斯LF提出的L-finesse美学。

### 2.3 影响突破性设计决策因素的百年权重趋势分析

在确定影响突破性汽车造型设计的5大因素

后,研究者将114个案例车型按设计年份排序,从1925年到2026年,以10年为一类,分成10大类,通过因子分析所得的5大因素的数据,使用AHP层次分析法(表5)与优序算法(表6),构建判断矩阵进行权重计算,并通过一致性检验分析( $C_R < 0.1$ )。为了进行比对,将每个大因素的百分比变化观察得更清楚,研究者将两个表制成了可视化图表(图2)。

表5 使用AHP层次分析法得到的每10年的因素权重百分比

Tab.5 Percentage weight of factors for each 10 years obtained using AHP

影响因素	权重百分比/%									
	1926—1935	1936—1945	1946—1955	1956—1965	1966—1975	1976—1985	1986—1995	1996—2005	2006—2015	2016—2019
经济与社会(S)	20.34	18.85	18.83	20.11	17.83	17.33	16.93	14.90	15.65	12.56
用户心理与审美(U)	32.07	21.88	26.27	26.11	26.65	23.56	26.79	28.82	29.49	28.31
动力布置(P)	16.41	13.70	18.87	19.82	18.91	21.83	17.52	15.37	16.20	15.13
生产技术与材料(M)	18.92	24.54	18.07	13.34	17.16	17.30	19.33	20.06	17.79	20.84
营销策略(C)	12.27	21.04	17.96	20.61	19.45	19.98	19.44	20.85	20.87	23.17
MAX	U	M	U	U	U	U	U	U	U	U
MIN	S	P	S	M	M	M	P	P	P	P

表6 使用优序图法得到的每10年的因素权重百分比

Tab.6 Percentage weight of factors for each 10 years obtained using Procedure Chart

影响因素	权重百分比/%									
	1925—1935	1936—1945	1946—1955	1956—1965	1966—1975	1976—1985	1986—1995	1996—2005	2006—2015	2016—2019
经济与社会(S)	28.00	12.00	20.00	20.00	12.00	12.00	4.00	4.00	4.00	4.00
用户心理与审美(U)	36.00	28.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
动力布置(P)	12.00	4.00	28.00	12.00	20.00	28.00	12.00	12.00	12.00	12.00
生产技术与材料(M)	20.00	36.00	12.00	4.00	4.00	4.00	20.00	20.00	20.00	20.00
营销策略(C)	4.00	20.00	4.00	28.00	28.00	20.00	28.00	28.00	28.00	28.00
MAX	U	M	U	U	U	U	U	U	U	U
MIN	S	P	S	M	M	M	P	P	P	P

对比AHP层次分析法与优序图法的权重数据可得,优序图法与AHP层次分析法得出的权重趋势结果相近。由于AHP层次分析法使用的是数据相比进行统计,而优序算法是通过数据判断,以0、0.5、1的方式进行统计,两者数学比较方法的不同,因此AHP层次分析法得到的结果更加连续,而总体大趋势则是优序图算法更加明显。本次分析使用趋势更加明显的优序图做后续分析。

最终可以得出,从5大因子在百年的变化来看,用户心理与审美因子在百年中一直处于最重要的位置(优序图法数据:36%,28%,36%,36%,36%,36%,36%,36%,36%,36%)。生产技术与材料因子,以及经济与社会因子在设计探索时期处于比较重要的位置,但在中期设计发展期时影响力逐渐下降,

生产技术与材料的影响力在设计成熟期有所回升。

从因素的整体变化来看,百年发展中,突破性汽车造型设计的影响因素权重变化是一个从紊乱到逐渐平稳的过程,使得突破性汽车造型设计发展呈现出三大阶段性特征:

(1)1925—1965年间,汽车处于混沌的设计探索期。各种汽车设计百花缭乱,影响突破性汽车造型设计的影响因素权重变化极大,每十年因素的重要性改变极大。这意味着此时每个方面的因素的发展对汽车都是突破性的创造。

(2)1965—1995年间,汽车造型设计进入发展时期。影响因素的权重变化趋势明显变缓,用户心理与审美因素占35%,居于首位。营销策略因子的比重上升至第二位。动力布置与能源因子的重要性降低

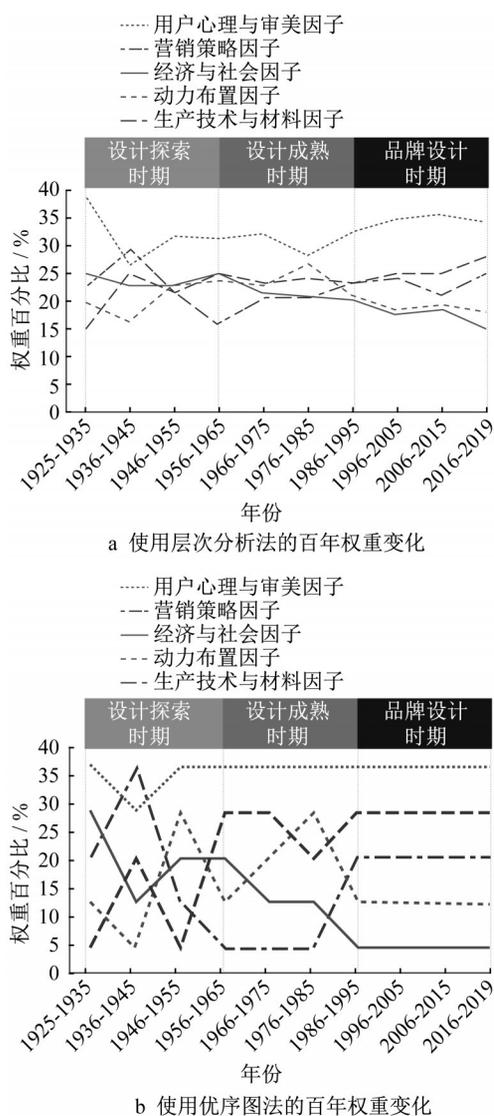


图2 两种方法研究突破性汽车造型影响因素的百年权重变化  
Fig.2 A hundred years weight change of influencing factors of breakthrough car design in two ways

至第三,生产技术与材料因子在这个时期影响较小。证明这个时期的动力技术发展进入成熟期,对造型设计的影响降低,但仍在发展阶段,动力系统的提升让消费者形成性能的概念。更多的设计师开始从用户需求的角度去设计汽车外观,企业逐步意识到指定合适的营销策略能让消费者对产品更深的印象。

(3)自1995年以来近40年来,汽车设计进入成熟期。满足用户心理与审美需求对实现突破性汽车设计有着最重要的影响,稳定于第一位。而公司使用何种营销策略则对实现突破性汽车设计起着第二位的作用。生产技术与材料发展的重要性大于空气动力与能源因素,处在第三第四位。而经济与社会因素在近30年,对突破性汽车设计的影响最小。这意味着汽车设计的权重已经基本定型,各公司开始

通过品牌来巩固消费者心里形象。

突破性造型的影响因子权重呈现阶段性特征,反映了传统燃油车已经历了设计探索时期(1925—1955)、设计发展时期(1955—1995)、设计成熟时期(1995—2020)。

### 3 讨论

#### 3.1 关于新因素的讨论

回顾前文文献综述,过去突破性汽车产品产生的因素往往从几个维度解释影响突破性产生的因素。有的是从市场进入条件的角度,即Cagan与Vogel在《创造突破性产品》中年提到的SET因素<sup>[9]</sup>。有的是从汽车设计开发可行性的角度,即产品实现角度,即空气动力学,动力布置,还有则是制造业企业组织的角度,类似成本预算、决策效率,也有从消费者审美的角度讨论用户的需求,更要从设计师角度具有前瞻性的设计风格。研究者发现,从实际案例的沟通中,设计决策者经常会因受到环境中被夸大的某个因素影响权重做出不理性决策。本次研究邀请富有经验的设计决策者使用定量打分的方式,基于百年间的突破性汽车案例得到5个大影响决策因素,即经济与社会、生产技术与材料、动力布置、营销策略以及用户心理与审美。

影响因素的提炼结果可以从以下几个角度考量。首先,经济与社会因素在统计分析下能为一个结合的大因素,很可能是由于在汽车行业两者相关性的紧密性,使得两者不能剥离为两个独立的因素来看待。另一方面,作为伴随着突破性产品产生的突破性造型设计,除了要考虑外部的经济社会与当时的技术,更要考虑如何与成熟公司原本的品牌形象相结合的产品策略。因此,从内部企业可实现的产品策略对突破性造型设计的影响角度,更加考虑营销策略因素。当外部SET因素都满足时,公司可以实现的营销策略以及符合用户心理与审美的因素仍然以较大的权重影响着突破性汽车造型设计本身的产生。最终实现或前所未有设计特性,或设计特征相似但是设计体现了不同的市场定位,或是成本策略,乃至设计体现出创新战略意图的设计可视化<sup>[7]</sup>。

#### 3.2 百年影响因素权重变化对未来影响

通过研究影响突破性汽车造型设计的因素的权重变化来解释了三大时期形成的原因,此结果符合产品生命周期理论<sup>[25]</sup>。整体来看,它反映了近几十年并未在出现产生巨大影响力打破权重的比例。这说明设计决策者考虑的因素与重点已经基本趋近,

表明传统汽车设计的同质化的趋势越来越明显,未来汽车设计在技术上,用户需求上等各方面处于新旧交替的突破性创新阶段。权重变化的趋势图还能得到以下推论:

(1)研究虽然并未展现出产品生命周期中衰退期的部分,但是结合全球2020年汽车销量,燃油汽车销量出现下滑,与之相比全球电动车销售逆风增长43%。纯电动汽车和插电式混合动力汽车的销量占全球汽车市场的4.2%,这一比例高于2019年的2.5%。本文通过影响因素的权重计算验证了汽车突破性造型设计已经经历了产品生命周期的进入探索期,发展期与成熟期,结合现阶段的销量数据,预示了传统燃油车已经进入衰败期的发展颓势。

(2)通过数据结果者证明突破性汽车造型设计自始至终是在满足用户心理与审美为前提,仅有技术驱动却没有意义创新的产品设计很难实现突破性成功。这也是许多具有前瞻性的研究者试图基于用户对汽车造型的评价来筛选符合用户需求的造型设计<sup>[26]</sup>。本研究更进一步,从富有经验的设计决策者出发,挖掘他们过去设计突破性汽车造型的经验,显性突破性汽车造型设计的设计决策因素。这种通过专家给成功实现突破性创新的产品打分的方式去量化影响突破性汽车造型设计因素,第一次在汽车设计行业进行尝试并验证。比起向用户求证,它更具有专业性与前瞻性,给未来评价突破性汽车造型,做出最满意的设计决策提供新的思路。

(3)结合本文研究与专家对未来趋势的判断,未来汽车突破性造型将受5大影响因素影响并发生改变:从用户心理与审美的角度,由于一线城市空间的有限,拥挤的道路使得完备的公共交通反而是更便利的出行方式。汽车的所有权类型会发生改变。而对于直面消费者的汽车公司,其品牌意义愈发重要,汽车越来越趋近于一个产品用于体现用户的价值观。而一个能够体现出强烈情感的轮廓将会被认为是一种优秀的造型设计。社会与经济方面,政府也会持续推出适合新能源汽车发展的政策。从动力布置方面,电动能源,自动驾驶的发展都会影响汽车突破性造型设计的产生。且这些技术的变化将会打破传统审美对造型的评价,形成新的高端车身比例姿态评价。在生产技术与材料方面,材料的可持续性也会是被考量<sup>[35]</sup>并产生溢价的新高端重点。

## 4 总结

本文以从事汽车行业的设计决策者的视角,确定影响突破性汽车造型设计的5大决策因素,经济与社会因子、生产技术与材料因子、动力布置因子、营销策略因子以及用户心理与审美因子。发现了百年来,影响汽车突破性造型设计的影响因素权重由混沌紊乱到逐渐稳定。用户心理与审美是影响产生突破性汽车造型设计的最大因素,高于动力布置影响。并通过影响突破性汽车造型的影响因素权重变化反映出传统燃油车设计从一开始的设计探索期,设计成长期,到达设计成熟期,并通过销量数据显示出现传统汽车设计行业正处于从成熟期向衰败期的转变。对未来设计管理者对突破性汽车造型设计的决策把控做出了巨大的贡献。

在方法上,从专业资深从业者的角度,使用统计学的因子分析显性化周围同样资深设计决策者的经验,研究了突破性汽车造型设计的影响因素,通过AHP层次分析法与优序图法对百年的汽车案例进行量化分析。与传统通过调研用户研究对汽车造型的感受相比,本文从设计决策者的角度运用设计科学,量化了设计决策者的隐性知识,在方法上更具有前瞻性与客观性,可以有效将设计创新与管理决策相结合,对于未来影响突破性汽车造型设计的具体影响因素也进行了讨论与预测。此方法对未来其他制造行业的研究具有借鉴意义。

本文首先分析出影响汽车突破性造型决策的因素,使得设计决策者可以全面的兼顾考量所有的影响决策的因素,又指出了燃油汽车的历史符合产品生命周期已处于成熟乃至衰败的阶段。更通过反映影响因素的权重配比给设计决策者一个决策的参考。它通过将百年间的权重分段,体现了一个整体的变化趋势。另一方面,研究也存在一些不足。由于各国的汽车发展阶段会有时间上的落差,因此对于突破性汽车案例在时间阶段的权重体现可能产生一定偏差。

### 作者贡献声明:

邵景峰:与行业设计决策者进行案例分析,汽车突破性造型设计定义以及整体研究方法制定;

杨志刚:汽车设计中空气动力学、成本预算等方面对汽车造型设计决策影响研究;

黄乐清:创新案例研究,案例分析,设计决策研究,问卷整合分析;

黄英之:突破性案例研究,问卷处理,案例数据处理;

石建亮:案例分析及整合。

### 参考文献:

- [1] MECKLING J, NAHM J. When do states disrupt industries? Electric cars and the politics of innovation [J]. *Review of International Political Economy/Political Economy*, 2018, 25(4): 505.
- [2] VILLAREAL A. The social construction of the market for electric cars in France: politics coming to the aid of economics [J]. *International Journal of Automotive Technology And Management*, 2011, 11(4): 326.
- [3] DIKMEN M, BURNS C M. Autonomous driving in the real world: Experiences with tesla autopilot and summon [C]// *Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces And Interactive Vehicular Applications*. [S.l.]: Association for Computing Machinery, 2016: 225-228.
- [4] SPENCER A S, KIRCHHOFF B A. Schumpeter and new technology based firms: Towards a framework for how NTBFs cause creative destruction [J]. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 2006, 2(2): 145.
- [5] NA J H, CHOI Y, HARRISON D. The design innovation spectrum: An overview of design influences on innovation for manufacturing companies [J]. *International Journal of Design*, 2017, 11(2): 13.
- [6] FRASER H M A. Designing business: New models for success [J]. *Design Management Review*, 2009, 20(2): 56.
- [7] NEUMEIER M. The designful company [J]. *Design Management Review*, 2008, 19(2): 10.
- [8] TRUEMAN M, JOBBER D. Competing through design [J]. *Long Range Planning*, 1998, 31(4): 594.
- [9] CAGAN J M, VOGEL C M. Creating breakthrough products: revealing the secrets that drive global innovation [M]. [S.l.]: FT Press, 2012.
- [10] GUAN J Z. Discussion of energy and automobile styling [C]// *Applied Mechanics and Materials*. [S. l.]: Trans Tech Publication, 2013: 863-867.
- [11] HARRIS M, COX J. Total innovation: why harnessing the hidden innovation in high-technology sectors is crucial to retaining the UK's innovation edge [M]. [S.l.]: NESTA, 2008.
- [12] CROPLEY D, CROPLEY A. Elements of a universal aesthetic of creativity. [J]. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 2008, 2(3): 155.
- [13] TOH C A, MILLER S R. How engineering teams select design concepts: a view through the lens of creativity [J]. *Design Studies*, 2015, 38: 111.
- [14] CHANG H C, LAI H H, CHANG Y M. Expression modes used by consumers in conveying desire for product form: A case study of a car [J]. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 2006, 36(1): 3.
- [15] YIN R K. Case study research: design and methods [M]. *Applied Social Research Methods Series*, 2009.
- [16] FU Y, ZHANG H. Breakthrough Innovation: Conceptual Definition and Comparison [J]. *Quantitative and Technical Economics Research*, 2004, 3(6): 73.
- [17] NEMOTO T, BEGLAR D. Likert-scale questionnaires [C]// *JALT 2013 Conference Proceedings*. [S.l.]: JALT, 2014: 1-8.
- [18] YONG A G, PEARCE S. A beginner's guide to factor analysis: Focusing on exploratory factor analysis [J]. *Tutorials in quantitative methods for psychology*, 2013, 9(2): 79.
- [19] KRISHNAN V. Constructing an area-based socioeconomic index: a principal components analysis approach [EB/OL] [2021-08-26] <https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=9ba9131288be26de0bf878bf3f86713e>.
- [20] GOEPEL K D. Implementation of an online software tool for the analytic hierarchy process (AHP-OS) [J]. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 2018, 10(3): 467.
- [21] MOODY P E. Decision making: proven methods for better decisions [M]. [S.l.]: McGraw-Hill, 1983.
- [22] CHRISTENSEN C M. The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail [M]. [S.l.]: Harvard Business Review Press, 2013.
- [23] CARLOPIO J. Strategy by design: A process of strategy innovation [M]. [S.l.]: Strategy by Design. Springer, 2010.
- [24] BRUCE M, WHITEHEAD M. Putting design into the picture—the role of product design in consumer purchase behavior [J]. *Journal of the Market Research Society*, 1988, 30(2): 147.
- [25] RINK D R, SWAN J E. Product life cycle research: A literature review [J]. *Journal of Business Research*, 1979, 7(3): 219.
- [26] LIN C J, CHANG C C, LEE Y H. Evaluating camouflage design using eye movement data [J]. *Applied Ergonomics*, 2014, 45(3): 714.