

论工程机械造型设计决策的认知与行为

谭正棠, 赵江洪

(湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 长沙 410082)

摘要: **目的** 帮助项目决策者和设计师更高效、更顺畅地对工程机械造型设计方案进行评判与沟通。**方法** 以中联重科起重机设计决策过程的语言分析为基础, 研究决策者和设计师对工程机械产品设计的造型认知, 找到认知和语义表达上的差异。**结果** 决策者主要通过主题概念、方案细节、工程工艺构成对工程机械产品的造型进行认知, 在决策过程中存在形态认知与造型理解的碎片化现象。**结论** 研究提出在“决策指标”和“预期意象”之间存在保留式、约束式、启发式3种决策行为及其对应的设计沟通策略。

关键词: 工程机械; 设计决策; 造型认知; 决策行为

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)22-0062-05

The Cognition and Behavior in the Decision-making Process of Engineering Machinery Design

TAN Zheng-tang, ZHAO Jiang-hong

(State Key Laboratory of Advanced Design and Manufacturing for Vehicle Body, Hunan University, Changsha 410082, China)

ABSTRACT: It aims to help the decision-makers and designers evaluate and communicate on engineering machinery design more efficiently and effectively. Based on the linguistic analysis of ZOOMLION crane design evaluating process, it studies the cognitive model of both decision-makers and designers, and researches their differences on cognition, semantic expression, as well as decision-making behavior. The decision-makers' cognition on engineering machinery design mainly consists of three parts, which are "theme concept", the "scheme details" and the "engineering technology". And there exists "fragmentation phenomenon" in their cognition and comprehension on form within the decision-making process. The research gives idea that between the "decision-making index" and the "expected image", there are three kinds of decision-making behaviors, which are the "retained type", the "constraint type" and the "heuristic type", as well as the corresponding design communication strategy.

KEY WORDS: engineering machinery; design decision; modeling cognitive; decision-making behavior

产品造型设计本质上是一个问题求解的过程, 其中包含了“问题”、“解”与“决策”3个作用单元^[1]。决策涉及管理者(领导层)、设计师及工程师3类群体, 其知识结构不同、经验经历各异、利益认知存在偏差。在决策过程中, 存在角色间相对孤立、沟通不畅的现象, 这是导致决策相较于预期目标出现偏差的主要因素, 而决策偏差最终会影响到产品的成败, 因此, 造型设

计决策过程中的认知和行为研究对沟通、驱动和评判设计具有重要意义。

1 设计与决策的认知关系

设计是一个迭代式的问题求解过程^[2]。每一个设计节点和迭代都存在决策问题, 决策在设计流程中既

收稿日期: 2015-06-20

基金项目: 国家973科技计划(2010CB328001); 国家自然科学基金项目(61402159); 湖南省科技计划(2014GK3135); 湖南省自然科学基金(2015JJ4015)

作者简介: 谭正棠(1986—), 女, 湖南人, 湖南大学博士生, 主要研究方向为交通工具设计。

是设计节点的终点,又是起点。在理想情况下,决策将推动着设计循序渐进达到目标。然而,设计参与者之间的认知差异和沟通问题会严重影响决策的效率^[3],甚至使设计偏离预期,因此,明确决策过程与设计过程的关系,研究决策者的造型认知特点,分析决策行为,提出决策过程与设计过程的作用模式,是这里研究的主要内容。

1.1 决策过程中的问题

目前的决策辅助多集中在对设计方案的评判方法上,却忽视了决策与设计间的互动关系。Anders Warell将产品视觉评估分为对几何形状、尺寸、组织结构和表面特征的形态评估,采用表格打分,择优选择的评估方式^[4]。张文智则提出一种双向分析网络程序法,计算各局部权重来选出最佳的方案^[5]。吴真主要通过构造评价问题的正解和负解来实现对问题的综合量化评估^[6]。这些方法多表现为对设计方案的优劣进行排序,或通过数据量化以辅助决策。决策作为一种指令,假定决策目标是准确无误的,设计方案只是对目标的匹配。然而,造型设计本质上是一个不良结构域问题^[7],实际评审中,决策目标往往不清晰,不同角色对造型的理解存在偏差^[8],评审决策无法建立在对造型的充分理解之上,决策沟通存在严重模糊性^[9]和碎片化现象^[10]。

1.2 决策过程中的认知关系模式

这里从工程机械造型项目出发,将决策过程与设计过程视为一对相互影响、交叉互动的关系体,决策者与设计师的认知关系模式见图1。决策者与设计师之间就设计问题应该是一种互动交流、共同驱动设计演化的关系。决策者依据决策指标向设计师提出语义化的设计信息输入,语义输入通过设计师的理解与转化,形成具象化的设计特征,从而将决策指标转化为意象特征。这种设计特征又需要决策者来判断,以确定其是否符合抽象化的语义所表达的期望意象,并据此形成新的语义,反馈给设计师。最终通过多轮的设计迭代,决策指标和意象特征都变得愈加清晰,决策者与设计师建立起共识性的认知基础^[11]。

决策者和设计师之间就产品认知形成的关系,本质上是由各自角色的认知特点所决定的。决策者易于接受语义信息,却难于将语义转化为具体造型意象,也不容易从造型中理解到所表达的意象特征。这正是设计师需要与决策者沟通的地方,将造型意象抽

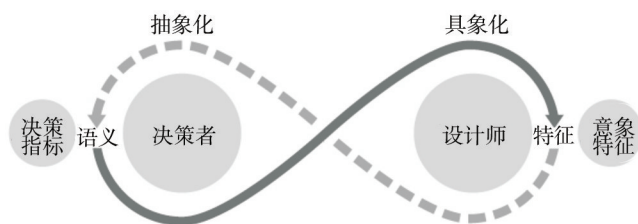


图1 决策者与设计师的认知关系模式

Fig.1 Cognitive relationship model between decision-maker and designer

象化为语义使决策者理解,同时明确决策语义,将其具象化为造型。

1.3 工程机械产品造型决策的特殊性

工程机械产品属于典型的复杂工业产品^[12],产品的决策高层多为工程领域的专家。虽然造型设计本质上是一个多元知识的问题,但是由于领域知识壁垒,造型设计端与产品决策端常常处于彼此独立的状态,导致决策过程的低效率和低质量。

这里旨在通过对中联重科小型起重机设计决策过程的记录及研究,分析决策者的行为特点及其对整个决策过程的影响,并提出决策的行为类型和决策指标,为设计沟通和决策驱动设计提供指导。

2 决策者造型认知与决策过程行为类型分析

2.1 决策者造型认知分析

中联重科小型起重机设计项目共经历了6次评审,按项目流程可划分为概念发散、概念收敛、概念细化、工程实现这4个主要阶段^[13]。研究梳理了各阶段决策者的口语评价,共得到关键评价信息114条。按照评价的内容可分为品牌、风格、车型、部件特征、涂装特征、人机工程、制造工艺、功能防护8个方面。根据决策信息与设计对象的对应关系,将信息归类为主题概念、方案细节、工艺工程3个类别。决策者造型认知评价语句分类统计见表1,概率表示评语在各阶段出现的频率,文字示例部分列举了相关的评价内容。可以分析同一设计阶段的设计评价的侧重点,以及同一类别设计信息在不同设计阶段的分布。

分析发现决策的问题空间集中在:(1)中联重科的品牌,表现为“简约、大气、饱满、运动”的风格,以及20t小型起重机(车型)构成了产品整体的体量设计感觉,形成了决策者对产品定位的主题概念的认知;(2)由产品的部件特征与符合中联品牌的涂装特征构成

表1 决策者造型认知评价语句分类统计
Tab.1 Classified statistic table about modeling cognitive evaluation statements of decision-maker

评审内容		评审阶段				文字示例
		概念	概念	概念	工程	
		发散%	收敛%	细化%	实现%	
主题概念	品牌	1.75		1.75	0.88	提升品牌可识别性,全方位提高品牌识别效果
	风格	2.63	4.39	6.14		在外观造型设计上应“简约、大气、饱满、运动”
	车型		7.02	1.75		符合 20 t 小型起重机经济性的造型要求,这是小款,空间不大
方案细节	部件特征	0.88	4.39	15.79	7.02	配重效果不满意,参考市场上挖机配重效果
	涂装特征	0.88		4.39	5.27	涂装需要识别性强涂装大气,现在吊臂的涂装太散不能一眼看到中联 Logo
工艺工程	制造工艺		1.75	9.65	8.77	扰流板内侧面与 A 柱干涉
	功能防护		1.75	2.63	1.75	排气管在工作中需要散热,否则修理发动机时容易被烫伤
	人机工程	0.88		7.89		有些护板要考虑变成或者增加楼梯

了决策者对于产品造型特征的认知;(3)机械产品由于使用环境的人机工程、功能防护要求,以及影响成本和制造可行性的制造工艺的要求,组成了决策者对工艺工程的认知。

从口语评价的统计结果中发现,决策者对于主题概念的理解存在不同程度的模糊性,而对一些与工程工艺、功能部件相关的细节造型有独立的意见。从各阶段来看,决策者对产品造型的认知体现出碎片化的认知特点,主要反映在难以从整体上把握造型风格,并且对方案的评价难以细致到具体的造型特征,决策语言中具有很大的模糊性,需要设计师对其语义进行解读与加工^[14],才能转化为更有效的设计指导建议。

根据决策者语言的分析发现,决策者在评价中具有延用、约束、比较和衍生 4 种决策语言类型。延用是指决策语言中肯定设计特征的部分,被肯定的内容将延用到下次设计迭代中;约束是指对设计特征给出调整方向或限定设计范围的语言情况;比较是指决策语言中出现其他产品或其他方案与该方案进行对比评价的情况;而衍生是指决策语言在原造型概念上,提出新的或更加具体的建议的情况。这 4 种决策语言是针对决策者与设计师的沟通提出的,在此之上将形成设计师与决策者的认知理解关系以及决策的行为类型,以指导设计的迭代。

2.2 面向决策指标与预期意象的决策行为类型

通过中联重科实际案例研究发现,决策不仅仅是对方案的简单判断,决策与设计是相互影响的关系,决策语言的输入具有帮助产品设计的重要作用。Rosenthal 提出了决策中的“门槛”,对应方案适合继续、终止或保留的 3 种决策行为^[15]。在此基础上,这里

提出在决策过程中决策者的决策指标与设计师的预期意象这两个概念,其中决策指标是指决策者为设计方案提出的造型目标;预期意象是设计师综合决策指标后形成的对设计任务的理解。在决策过程中,决策者根据自身决策指标与设计方案的认知差异提出具体的决策语言,设计师通过决策语言调整预期意象形成后续迭代的设计特征。在决策者与设计师的这种认知转化关系中,依据决策语言的不同可分为保留式、约束式、启发式 3 种决策行为类型。

决策行为类型见图 2,上部为 3 种行为类型,下部为相对应的评审案例,决策者与设计师就设计迭代的认知演化关系,具体分析如下。

1) 保留式决策行为,见图 2a。决策者构建的决策指标与设计师通过决策语言认知形成的“预期意象”相匹配,其决策的内容将延用到下次设计中,成为设计结果的一部分。如在概念收敛阶段中决策者提出的“前脸玻璃上的丝印(Logo)不错,突出了品牌”的决策语言,是决策者通过设计特征(丝印效果)对中联重科品牌形成的正面认知,在决策语言中属于延用关系,设计师的预期意象也得到了保留。该类型在决策中出现频率较低,且多为对方案细节的认可。

2) 约束式决策行为,见图 2b,决策指标与预期意象存在偏差,决策者提出反馈使得设计师修改预期意象,形成新意象并迭代到新一轮的设计结果中。决策者多使用约束型的决策语言,如在概念收敛阶段提出“方案车头过于复杂”,决策与设计处于约束关系。该类决策反馈多为设计方向被限定或采用比较模糊的决策语言,设计师通常需要调整预期方向来构建新意象。该类决策行为类似于指令型,虽然修订了设计方向,形成一定约束,但仍具有很高的模糊性,设计师对

下次迭代的修改较为困难。这一类型在主题概念与工程工艺类别的评审中出现的频率较高。

3) 启发式决策行为,见图2c,决策指标与预期意象间仍有偏差,但生成的设计方案对决策者的造型认知具有启发作用,因此,决策者通过初始方案产生新的想法,或形成更具体的设计要求并通过决策语言传达给设计师。在这种类型下,新的设计意象较易于构建。如决策者提出“前脸的两侧可以加上扰流罩,使前脸更加丰富”。扰流罩、丰富的新语义使设计师很快产生更加符合决策要求的新意象。该类决策语言多为衍生型或比较型,能帮助设计师更快、更准确地定位决策指标所要表达的特征点,并通过衍生和比较获得的信息,快速形成新的意象。在这一类型中,决策者为了表达心中的目标,常常会提出其他品牌的产品,如“类似 grove 品牌的起重机的整体感觉”,因此设计师获得较为清晰的形象信息进行比较,这对设计具有重要的促进作用。同时该类设计的结果也很可能

引起设计方案上的突变。这一类型多在对方案细节的评价上出现。

综上,由于领域知识的不同,决策者在设计的语义表达上存在一定的模糊性与局限性,需要设计师针对不同的决策行为类型对决策语言进行相应的解读;而作为决策者,在评审中应多使用比较型或衍生型的决策语言来充分表达自己的设计意见,以形成启发式的决策行为,帮助设计师快速、准确地把握期望目标,完成形态特征的转化。良性的决策互动,对达成统一的设计共识和成功的设计方案具有重要的作用。

3 决策行为指导下的工程机械产品设计

决策指标是设计师创作过程的核心输入条件。分析决策内容能够准确找到决策指标和预期意象的内在关系,激发设计概念的形成与调整。决策行为指导的起重机产品设计见图3,在设计调整中,设计师需

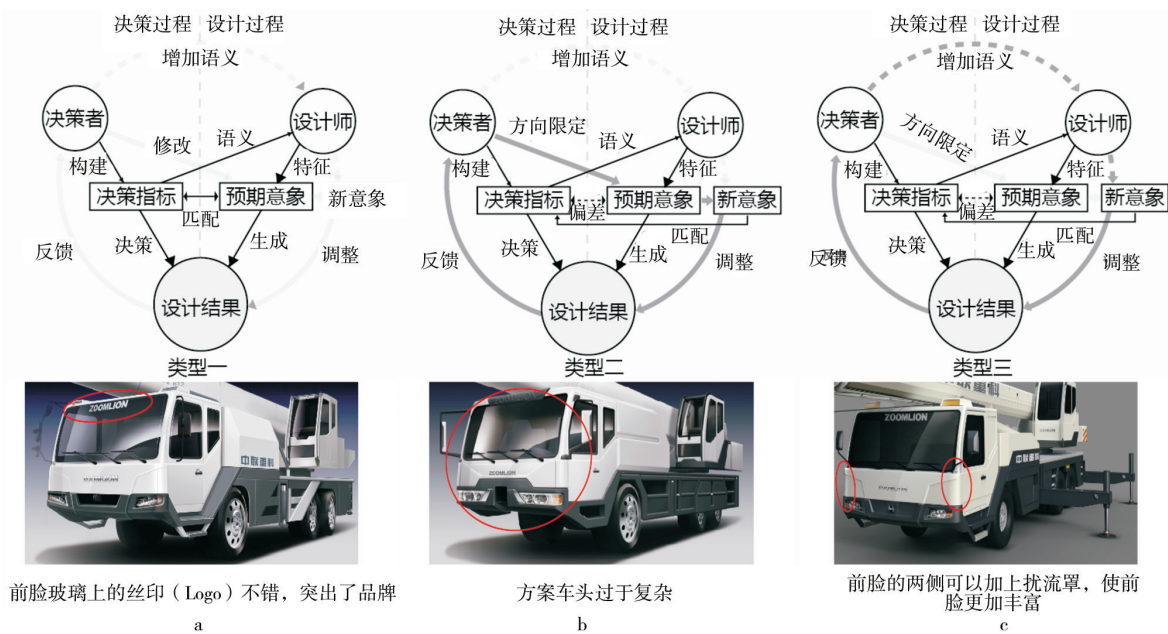


图2 决策行为类型

Fig.2 Types of decision-making behavior

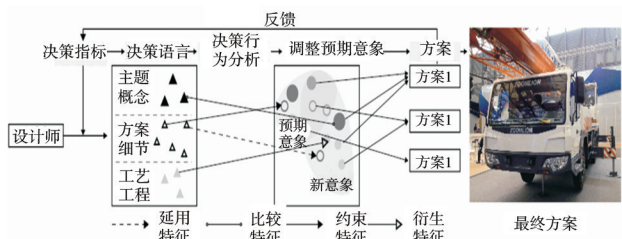


图3 决策行为指导的起重机产品设计

Fig.3 Crane product design under the guidance of decision-making behavior

要分析决策指标、决策语言、决策行为、预期意象4个方面的信息,从而产生设计方案。决策者在评审过程中应努力建立明确的决策指标体系,而设计师在决策指标输入后,应对其决策语言进行层次归类,明确语义针对的概念对象,再按照决策语言的沿用、约束、比较、衍生4种关系,把握到准确的决策反馈,从而采取相应的设计手段,重新构建和调整预期意象,形成新的方案,再交由决策者评审,如此迭代,最终达成设计共识,完成设计迭代。实践中,中联项目决策者针对

工程机械造型,提出“轻卡化”的主题概念,在多次设计迭代后,设计师最终在“时尚轻量化”的卡车体量上,强化饱满与力量的风格意象,形成设计方案,并于2012年成功投产。

4 结语

这里通过工程机械造型设计项目研究决策者对造型认知与决策的特点,指出了决策指标与预期意象在设计决策过程中的作用形式,提出了3种决策行为类型,以及在此基础上的设计沟通与迭代的方法,并应用于设计实践,为提高设计决策过程的效率,提升设计迭代的效果提供了富有价值的参考。鉴于决策过程的复杂性和研究资源的限制,在决策工具、风险控制、流程管理等方面仍有待深入的研究。

参考文献:

- [1] 张成林.基于决策的概念设计过程模型[J].计算机辅助设计与图形学学报,1993,5(2):136—140.
ZHANG Cheng-lin. Conceptual Design Process Model Based on Decision[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 1993, 5(2): 136—140.
- [2] MASHER M L, TANG H H. Co-evolution as a Computational and Cognitive Model of Design[J]. Research in Engineering Design, 2003, 14(1): 47—63.
- [3] 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):5—8.
JING Chun-hui, ZHAO Jiang-hong. The Automobile Modeling Evaluation from the Perspective of Product Experience[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(22): 5—8.
- [4] WARELL A. Towards a Theory: Based Method for Evaluation of Visual Form Syntactics[M]. Lausanne: Millpress, 2004.
- [5] 张文智,卫万里.新产品开发决策之同步SMART2评价模式[J].设计学报,2008,11(2):65.
ZHANG Wen-zhi, WEI Wan-li. The Synchronous SMART2 Evaluation Mode of New Product Development Decision[J]. Journal of Design, 2008, 11(2): 65.
- [6] 吴真.模糊TOPSIS方法在产品评价中的应用——以电热水壶产品设计为例[J].装饰,2014(5):86—87.
WU Zhen. Applying Fuzzy TOPSIS Method in the Evaluation of Products Design: Take the Electric Kettles for Examples[J]. Zhuangshi, 2014(5): 86—87.
- [7] CROSS N. The Nature and Nurture of Design Ability[J]. Design Studies, 1990, 11(3): 127—140.
- [8] 赵丹华.汽车造型的设计意图和认知解释[D].长沙:湖南大学,2013.
ZHAO Dan-hua. Design Intention and Recognition Interpretation of Car Styling[D]. Changsha: Hunan University, 2013.
- [9] 裴植.模糊多属性决策方法及其在制造业中的应用研究[D].北京:清华大学,2011.
PEI Zhi. Study on Fuzzy Decision Analysis Methods and Applications in Manufacturing[D]. Beijing: Tsinghua University, 2011.
- [10] KELLY K. Out of Control: the New Biology of Machines, Social Systems and the Economic World[M]. New York: Basic Books, 1994.
- [11] 赵江洪,谭浩,谭征宇.汽车造型设计:理论,研究与应用[M].北京:北京理工大学出版社,2011.
ZHAO Jiang-hong, TAN Hao, TAN Zheng-yu. Car Styling Design: Theory, Research and Application[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2011.
- [12] 李雪楠,赵江洪.工程机械造型特征与造型语义的一致性研究[J].包装工程,2013,34(2):17—20.
LI Xue-nan, ZHAO Jiang-hong. Study on Consistency of Form Feature and Semantics of Construction Machinery[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(2): 17—20.
- [13] 邹方镇,朱毅.汽车造型设计评价流程与评审系统[J].艺术与设计,2013(8):115.
ZOU Fang-zhen, ZHU Yi. Evaluation Process and System of Automotive Modeling Design[J]. Art and Design, 2013(8): 115.
- [14] 赵丹华,何人可,谭浩.汽车品牌造型风格的语义获取与表达[J].包装工程,2013,34(13):27—31.
ZHAO Dan-hua, HE Ren-ke, TAN Hao. Research on Semantic Acquisition and Expression of Car Brand Styling[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(13): 27—31.
- [15] ROSENTHAL S R. Effective Product Design and Development: How to Cut Lead Time and Increase Customer Satisfaction[M]. Homewood: Business One Irwin, 1992.