

语义约束下的军用越野车仿生造型设计研究

徐雪倩, 周宪*, 覃娇娇, 徐艳玲

西安工业大学设计学院, 陕西西安, 中国

*通讯作者

【摘要】本文基于“语义约束”构建了一套系统化的军用越野车仿生造型设计方法, 解决军用越野车的仿生设计生物选择固化、语义表达模糊等问题。首先构建仿生生物样本库, 打破了仿生设计只选择“攻击性动物”的固有模式, 提出温和型生物同样具有仿生价值; 其次通过语义差异法构建军车语义空间, 随后运用图像处理技术对生物关键特征进行提取与简化, 为后续融合提供可操作的形态语言; 在语义约束下结合 Morphing 技术完成仿生形态与军车造型的融合, 实现“形”与“意”的一致性表达; 最后通过模糊综合评价法与眼动实验结合的科学化方案评价, 实现从自然形态到军用装备造型的逻辑化转译的研究。研究成果不仅构建了军用越野车仿生造型的系统逻辑, 也提高了装备的视觉表现与象征价值。

【关键词】军用越野车; 仿生设计; 语义; 造型; 象征意义

1. 引言

军用越野车作为战术机动核心装备, 其造型特征具有鲜明的象征与文化属性, 而我国军用越野车长期以“功能胜于形态”为导向, 仿生造型设计多使用固有生物进行造型设计, 外观形象符号性较弱, 国际识别度不足[1]。因此, 在当前军事强国文化竞争与国防品牌建设背景下, 军车形态由“功能结果”向“文化符号”转型迫在眉睫。

2. 军用越野车仿生造型与语义研究

2.1 军用越野车造型研究

在军事装备体系中, 军用越野车作为军队常用的一款载具, 具有高度战术灵活性和强通过能力, 主要用于复杂地形环境下执行多种任务。与普通民用越野车相比, 军用越野车不仅具备优越的越野性能, 其在造型上的视觉强化, 也往往能反映军队的形象和军人的士气。

仿生设计作为军用越野车造型设计的一种常用手法, 其通过对动物形态的模仿, 不仅能体现动物的“形”, 增强军车的野性与灵动, 还能借助其整体的“态”, 反应动物自身含有的“攻击性”、“力量感”等语义, 然而现有用于军用越野车的仿生造型设计, 多使用固有生物类型进行造型设计, 一定程度缩窄了造型设计思路, 同时在仿生造型设计过程中过于强调动物自身特性所表现出来的语义, 而忽略越野车作为一种流动的军事视觉符号, 不仅应反映用户对造型的真实诉求, 更需承载国家军事形象的深层文化

意涵。

基于罗兰·巴特的符号三层次理论, 仿生造型不应停留在“表象”层面对动物形态特征的直接模拟, 也不仅是对力量、威慑等“语义”层面的符号指涉, 更应进一步上升至“象征”层面, 通过造型符号构建国家军事精神、组织价值与文化认同, 使军用越野车成为具有文化深度和国家象征意义的视觉符号载体。

2.2 仿生造型研究现状

在军用越野车的造型设计中使用仿生设计的灵感源于纷繁复杂的自然世界, 其本质并非对生物外形的简单复制, 而是一种基于自然系统的可分析、可转化、可验证的设计逻辑。通过对自然形态的视觉、触觉等感官感知, 以及人们既有经验与文化联想的介入, 从而能够在产品中引发心理共鸣与情感认同, 实现更具生命力与感染力的造型表达。

在军用越野车的造型创新中, 仿生设计不仅仅是一种造型手段, 更是一座连接自然与工程、感性与理性之间的桥梁。然而, 当前仿生设计实践中仍存在显著不足。当在当前军用越野车的仿生设计存在明显的对象固化问题。设计师往往倾向于选择攻击型动物, 而忽略一些温和型生物, 从而限制了造型创新的空间, 缩窄了造型设计思路。同时, 仿生设计也面临语义表达力不足的难题, 像“攻击性”、“力量感”这类风格语义, 往往源于用户的感知经验与视觉联想,

导致语义传达力不强、造型意图模糊[2]。

因此，提升仿生设计的逻辑合理性与语义表达效率，是推动其从“自然模仿”走向“战略表达”的关键路径，也是军用越野车形态创新的重要突破口。

2.3 语义研究

语义是指通过造型语言中可识别的视觉元素来传递特定风格、情感、文化内涵与功能语境的一种设计表达方式，它代表着设计者希望用户在看到产品外观时所感知到的“象征意义”、“情感取向”与“文化归属”。

在军用越野车前脸设计研究中，应将视觉风格与造型语言作为前脸设计的重要导向因素，通过对灯具、格栅等局部的语义分析，增强整车的识别性与战术气质表达[3]。

语义作为造型设计语言的重要组成，通过将用户感知的抽象意象转译为具体造型语言，设计师得以实现语义意图的传达，它决定了用户在感知阶段所形成的“语义映像”。例如在汽车轮毂的参数化设计中引入语义控制，通过对轮毂造型的语义归纳（如“动感”、“科技”等），结合参数化建模技术，实现了基于语义感知的造型生成[4]。

3. 实践应用价值

本研究在军用越野车的形态设计中引入仿生思维，并结合语义的约束系统进行造型控制，旨在提升军用越野车造型的野性与灵动特质。此外，不仅可以促进装备造型设计的体系化发展，还能在“造型+文化”相融合的设计价值体系中占据更为突出的地位。

借助自然界中生物的结构与姿态特征，可有效赋予车辆更强的造型表现力。同时，通过语义约束进行仿生设计，实现从感知意图到造型特征的精准转化，推动产品语义学、仿生美学与军工设计之间的深度融合，为国家军事装备系统化、可识别化、美学标准化建设提供了设计维度的重要支撑。

另一方面，军用越野车作为高频出现在公众视野中的军事装备，承载国家军事实力与军队文化形象，具有象征意义的造型设计有助于建立统一的军事视觉语言，增强军队形象的专业性与精神感召力，也有助于激发军人荣誉感与士气，体现现代军队的文化归属与视觉识别系统。

4. 军用越野车仿生造型设计流程

4.1 仿生生物样本库构建

生物库的建立是仿生设计的前提和基

础，系统收集自然界中具有设计转化潜力的动物形态特征信息，形成仿生资源基础。该环节有助于为后续仿生对象的筛选与形态提取提供科学、丰富的形态资源，构建具备设计转化潜力的自然原型数据库。

在现有研究中，许多仿生设计常常依赖设计师个人经验进行动物选择，导致取材“猎豹一虎一狼”等攻击型生物类型高度固化，使仿生设计呈现审美同质化、创新空间受限的现状。此外，传统生物参考材料多为平面图像，缺乏形态语义的深度分析，不利于设计方向的精准控制。因此，有必要打破经验式仿生模式，建立具备“语义—形态”关联体系的专业生物库。

生物样本库的构建不仅是动物图像的简单集合，而是以“形态—行为—象征”三类信息为核心，整理的一个包含生物轮廓线稿、局部特征描述、语义标签、潜在设计映射关系的综合数据库，每个生物就是一个独特的“生物卡”。

自然界生物种类繁多，也有一些外观可爱温顺的动物，那么这类生物形态不能用作军用越野车造型设计吗？当然可以。“熊猫”表面上给人温和、圆润的印象，但从专业设计角度，它非常适用于军用越野车的仿生造型设计。从形态看，熊猫标志性的黑眼圈具有强识别性，可抽象转化为前大灯周围的镂空结构、灯组外扩的包覆式黑色装饰板等，可使军车具备高识别度前脸与稳重的视觉聚焦感。在语义层面，“力量型”不是只有攻击，可以表现可靠、可信赖、不具攻击性的力量感。在象征层面，熊猫是中国特有的文化符号，具有极高识别度，国民高认同度，可以提升军车的文化传播属性，在国际任务中强化国家形象标识。

完善的生物库不仅拓宽了仿生设计的灵感来源，也为造型设计提供了稳定的素材基础，使设计能够跳出传统“虎豹狼”等固有仿生思路，真正实现自然形态资源的全面利用。

4.2 确定仿生生物

仿生对象的选择决定了后续造型方向，是整个仿生造型设计流程的关键之一，其目标在于从庞大的动物样本库中筛选出既符合用户语义认知，又具备视觉转译价值的自然原型。在初步构建生物库的基础上，通过设计问卷调查的方式对所收录的典型生物进行筛选与评价，让目标群体从感知层面对动物

形态做出评价，通过数据分析筛选出公众认知中最适配的生物原型。

在已有的仿生研究中，动物选择往往由设计师的直觉主导，不仅缺乏用户视角，也容易导致生物选择的固定化或单一化，导致仿生对象难以体现公众认知和文化象征意义。在问卷中，参与者根据力量感、攻击性、稳定性等语义分类的动物大类，对典型动物进行评分，从而构建出“生物形态—语义印象”的感知关联。这样得到的仿生对象不仅在视觉印象上更接近公众对军车的理解，也使设计起点更贴近用户实际的心理认知，有利于提升造型最终的接受度。通过这种方式选定的生物，既具有自然象征意义，又具备文化共识，为仿生设计提供了充分的合理性与认同基础。

4.3 语义构建、解析与约束

语义作为连接造型与情感的重要桥梁，是产品造型中最核心的认知环节，在军车设计中尤其关键，因为其不仅影响视觉识别，也承载着军事文化与象征属性。然而，现有造型语义研究中常存在语义词汇零散、造型映射模糊的问题，导致设计意图难以准确落实。尤其在军用车辆领域，语义体系的缺失会造成造型风格碎片化、缺乏整体战略表达。

语义在本研究中的定义是通过可识别的造型元素将军用越野车应具备的“力量”“威严”“防护”“攻击性”等抽象意象转化为可操作的设计目标。为了将语义体系进一步作用到军用越野车上，使造型设计具有明确的方向，通过语义差异法（SD法）构建军用越野车的语义空间，对与军车风格相关的两极形容词（如“硬朗—柔和”“威严—亲和”“攻击—防御”“沉稳—灵动”）进行数据化处理，例如下表1，关于军用越野车造型的语义词汇。通过对目标用户的问卷数据进行分析，提取典型语义维度，如力量感维度、防护性维度、攻击性维度等。

在此基础上，构建“造型—语义”映射矩阵，将视觉元素（如轮廓曲线、灯组形态）与语义词（如“动感”、“科技”）建立对应关系[4]。例如：“硬朗”对应大角度转折结构，“攻击性”对应锐角形态与向前倾斜的姿态等[5]。从而将模糊的风格意象转化为可控指标，为仿生特征的提取和融合提供约束，也使整个造型过程具有可控性与一致性，确保最终呈现的造型风格符合军车的视觉定位又

具有军事视觉象征。

表 1.军用越野车造型的语义词汇

强悍—轻巧	硬朗—柔和	粗犷—纤细	野性—温顺	厚重—轻盈
稳定—灵活	力量感—沉稳感	坚毅—娇弱	机械感—生物感	紧凑—松散
方正—圆润	压迫感—亲和力	稳重—活泼	勇猛—平和	激进—稳健
强壮—轻薄	复杂—简洁	棱角—圆滑	威严—平实	原始—现代
视觉重心低—视觉重心高	密实—松散	装甲感强—装甲感弱	机动感—静态感	锋利—柔和
协调的—突兀的	科技感—简约感	醒目的—低调的	稳定的—灵活的	方正的—圆润的

4.4 生物形态提取与简化

生物形态提取与简化是仿生设计中最重要中介过程，其定义是对生物复杂外形进行分析、拆解、提炼与抽象，使之转化为可应用于产品设计的结构元素[6]。

在明确了仿生生物与设计语义之后，需要将自然界生物复杂的形态转化为军用越野车设计能够运用的造型元素。由于现在多数仿生设计停留在生物形态的完全模仿，因此本研究结合图像分析与形态学方法，对生物的轮廓、结构特征与局部显著区域进行逐层拆解与提炼，将自然形态简化为具有可操作性的设计语言[7]。首先进行生物特征识别，通过线稿提取、轮廓分析、特征点标记等手段锚定生物最具识别性的局部结构。然后通过简化优化法剥离无关信息，保留关键线条与结构逻辑，使其形态可被使用[8]。并结合计算机图像处理技术对生物形态进行结构化简化，为后续的形变融合提供稳定输入。

4.5 仿生生物与军用越野车的造型融合

造型融合是将前期成果转化为具体设计语言的关键环节。在完成语义建构与仿生形态提取之后，使用语义对于生物形态的演变进行约束，再基于图像变形技术 Morphing 进行仿生生物形态与军用越野车造型融合，进行军用越野车造型形变，实现产品造型与仿生生物的协调统一。这一过程是实现“形”与“意”一致的关键步骤，有助于提升整车的辨识度与象征意义。

在融合过程中，语义体系发挥了重要的指导作用。例如，当目标语义强调“攻击

性”时，融合过程中将优先强化生物特征中的锐角、前倾姿态等部分；当目标是“防御性”时，则强调厚重、包覆式的形态表达。通过这种方式，仿生特征与军车造型形成具有逻辑性的对应关系，避免了简单拼贴式的仿生效果。最终的融合结果不仅具备鲜明的生物象征性，也保持了造型的严谨性，使军用越野车呈现出既具力量感与视觉效果，成为具有文化意义的军事符号。

4.6 造型方案设计与评估

造型融合完成后，进入方案生成与系统评估阶段，通过草图绘制、三维建模与渲染等方式生成多套造型方案，采用模糊综合评价法与眼动实验技术，避免依赖主观经验的评估方式使判断更加科学化与规范化[9]。

眼动跟踪数据的造型评价方法，以用户实际视觉关注数据为依据，探索感性认知与造型设计之间的量化关系，为设计优化提供了客观数据支持，推动了造型设计从经验走向科学[10]。模糊综合评价通过多指标体系对方案进行定量分析，包括力量感、识别性、稳定性等语义指标。两者结合不仅提升了评价结果的准确性，也提供了对造型优化方向的进一步指导。

5. 结论

本研究围绕“语义约束下的军用越野车仿生造型设计”展开系统探讨，从自然形态资源的构建，到语义的构建、分析与约束，再到仿生形态的提取、融合与最终方案评估，形成了一套较为完整的仿生造型方法路径。研究不仅突破了传统仿生设计中生物选择固定化、仿生设计造型模仿浅层的局限，也在语义方面进行了方法创新，使军用越野车具有一定的象征意义。

总体而言，本研究在军事装备造型设计方法上提供了一种新的视角与路径：以自然生物为灵感来源，让设计师在选取仿生对象时不再局限于攻击性生物，打破固有思维，

同时以语义为设计约束，以用户感知为价值判断，使仿生造型更贴近真实使用者对军车的视觉期待，从而提升军用越野车的造型美感与文化象征力。未来的研究仍可进一步拓展生物数据库的类型维度，将仿生策略与车辆空气动力学、结构防护性能等技术进行更深层融合，以推动军用装备造型设计向着更加科学化、多维化和体系化的方向发展。

参考文献

- [1] 张鹏. “勇士”军用轻型越野车产品定型与造型设计[D].中央美术学院, 2008.
- [2] 李志超.汽车造型中的产品语意解析[C].中国汽车工程学会, 2023: 70-74.
- [3] 张旭峰, 周力辉.军用越野车前脸风格塑造手段研究[C].中国汽车工程学会, 2017: 1669-1672.
- [4] 黄瑞.基于风格语义的汽车轮毂参数化设计与应用研究[D].华东理工大学, 2022.
- [5] 张志远, 段齐骏.汽车造型要素与风格语义的映射关系研究[J].西部皮革, 2021, 43(02): 61-63.
- [6] 罗仕鉴, 张宇飞, 边泽, 等.产品外形仿生设计研究现状与进展[J].机械工程学报, 2018, 54(21): 138-155.
- [7] 孟帆.基于形态仿生的汽车造型设计研究[D].济南: 齐鲁工业大学, 2021.
- [8] 许永生, 赵秦琨, 支锦亦, 何静.基于生物形态简化优化法的产品仿生设计研究[J].包装工程, 2021, 42(18): 188-193.
- [9] Park S, Kim J, Lee H, et al. Development of a Quantitative System for Subjective Evaluation of Tracked Vehicle Crew Jackets[J]. Fashion and Textiles, 2022, 9(1): 15.
- [10] 卢兆麟, 李升波, 徐少兵, 等.基于眼动跟踪特征的汽车造型评价方法[J].清华大学学报(自然科学版), 2015, 55(07): 775-781.