

生成式人工智能赋能产品设计的创新应用路径

周雨晴

山东工商学院, 山东 烟台 264005

[摘要] 生成式人工智能正在改变产品设计的信息处理、概念生成和工程优化方式。文章分析其在需求洞察、方案发散、结构优化、原型验证和设计表达中的作用, 结合公开工程案例讨论效率提升与性能改进, 并识别生成偏差、方案同质化、工程约束、知识产权和责任划分等问题。研究提出以设计师主导、知识库支撑、工具链协同和多维评价为核心的实施路径, 为企业形成可验证、可追溯的产品设计创新机制提供参考。

[关键词] 生成式人工智能; 产品设计; 设计创新; 人机协同; 生成式设计

DOI: 10. 64635/ja. 2026. 1439 中图分类号: TB472 文献标识码: A

Application Paths of Generative Artificial Intelligence in Empowering Product Design Innovation

Zhou Yuqing

Shandong Technology and Business University, Yantai, Shandong 264005, China

Abstract: Generative artificial intelligence is changing the ways in which information processing, concept generation, and engineering optimization are carried out in product design. This paper analyzes its role in demand insight, scheme divergence, structural optimization, prototype verification, and design expression. Combined with publicly available engineering cases, it discusses efficiency improvement and performance enhancement, and identifies problems such as generation bias, scheme homogenization, engineering constraints, intellectual property rights, and responsibility allocation. The study proposes an implementation path centered on designer leadership, knowledge base support, toolchain collaboration, and multidimensional evaluation, providing reference for enterprises to form a verifiable and traceable product design innovation mechanism.

Keywords: generative artificial intelligence; product design; design innovation; human-machine collaboration; generative design

引言

产品设计承担着连接市场需求、技术能力与商业价值的任务。传统流程依赖用户调研、设计师经验和多轮试制, 面对需求变化加快、产品复杂度上升及研发周期压缩时, 容易出现信息整理负担重、方案搜索范围有限、跨专业沟通成本偏高等问题。生成式人工智能具备自然语言理解、图像与三维内容生成、知识检索及多模态推理能力, 可在较短时间内组织海量信息并形成多个候选方案, 为产品设计提供新的技术条件。

卢兆麟等指出, 智能设计正由单点辅助转向数据、算法与设计流程融合, 其核心价值在于拓展设计空间并重构设计决策方式^[1]。冯玉泉认为, AIGC 可参与工业设计的灵感激发、造型生成和方案表达, 同时仍受语义理解、工程适配及原创性等因素制约^[2]。产品设计中的生成技术大致包含两类: 一类依托大模型生成文本、图像、视频和三维内容, 另一类依据材料、载荷、尺寸及制造工艺等约束搜索结构方案。二者都

能提供候选解, 但前者偏向语义与形态探索, 后者偏向工程计算与性能优化。研究其应用路径, 需要兼顾创意效率、工程可行性和治理规范。

1 生成式人工智能赋能产品设计的作用基础

1.1 技术能力与设计对象

生成式人工智能通过学习文本、图像、三维模型和工程数据中的分布规律, 根据提示词、草图、参数或约束条件生成新内容。在需求研究阶段, 大语言模型可归纳访谈记录、售后反馈和公开评论, 提取高频痛点及潜在场景。在概念阶段, 文生图、草图生图和三维生成工具可把语义描述转化为视觉方案。在工程阶段, 生成式设计算法可根据强度、重量、成本和加工方式搜索满足条件的结构。产品设计对象因而由单一造型扩展到需求信息、功能架构、交互流程、零部件结构及设计说明。

技术价值并不等同于直接替代设计师。模型擅长大规模组合、快速变体和模式归纳, 设计师更擅长目标界定、价值判断、情境理解及责任承担。产品创新

依赖二者互补：算法扩大候选空间，设计师提出问题、设置边界、筛选方案并完成工程确认。

1.2 产品设计创新的价值机制

第一，扩大创意搜索范围。设计师可通过多轮提示、参考图控制和参数调整，在统一设计语言下获得多种形态、材料及色彩组合，降低早期构思对个人经验的单一依赖。第二，缩短信息转化链路。调研资料可较快转化为用户画像、需求清单和概念描述，文字、草图与效果图之间的转换也更连贯。第三，促进性能导向创新。约束驱动的生成式设计能够在复杂条件中搜索轻量化、少部件或低材料消耗方案。第四，改善跨专业协作。可视化原型与结构候选解为设计、工程、市场和供应链团队提供共同讨论对象，减少抽象表达造成的理解偏差。

这些价值成立的前提是输入数据可靠、设计目标清晰、评价指标可量化。提示模糊或约束缺失时，方案数量虽多，决策质量未必同步提高。生成速度只有与验证能力结合，才能转化为稳定的创新绩效。

2 生成式人工智能在产品设计中的应用场景

2.1 用户需求洞察与机会发现

企业可把经脱敏处理的访谈文本、客服记录、退货原因和产品评论导入分析流程，由模型完成主题聚类、情绪归纳和需求关联。设计人员再结合样本结构与具体场景复核结论，识别显性问题背后的功能缺口。例如，消费者对“操作复杂”的反馈可能涉及界面层级、按键识别、说明方式和学习成本，模型可形成初步问题树，帮助团队定位调研重点。

生成模型还能构建设想场景，辅助发现边缘用户需求。老年人、儿童及特殊作业人员的能力差异可转化为交互约束，再生成对应的操作流程和界面草案。该环节的重点是发现机会而非替代实地研究。训练数据偏差、虚构信息和少数群体样本不足都可能扭曲需求结论，因此原始证据、模型归纳和人工解释需分别保存。

2.2 概念生成与方案发散

概念阶段具有较高的不确定性，生成式人工智能可依据功能、品牌、风格、人群和成本等条件快速输出命名、故事板、情绪板、造型草图及交互脚本。设计师可通过“生成—评价—修订”循环逐步收敛方案，也可要求模型沿不同技术路线提出相互独立的概念，避免早期固定于单一方向。

高质量方案依赖结构化提示。提示内容可包含设计目标、目标用户、应用场景、硬性限制、评价维度

和禁止项。参考图和企业设计语言库可增强风格一致性，负面约束可减少不适宜元素。概念筛选宜采用功能价值、原创程度、品牌适配、技术可行性、可持续性和预期成本等指标，防止仅凭视觉吸引力作出判断。

2.3 结构优化、原型验证与设计表达

在结构设计中，工程师输入载荷、固定点、材料、制造方式及安全系数，算法生成满足约束的几何结构。通用汽车与 Autodesk 开展的座椅支架项目生成了 150 余个有效方案，最终结构把 8 个零件整合为 1 个，质量降低 40%，强度提高 20%^[3]。空中客车公开的仿生舱内隔断案例显示，该结构较传统方案减重 45%，约为 30 kg，同时保持所需结构强度^[4]。公开数据表明，生成技术在轻量化和部件集成方面具有现实价值。

表 1 生成式设计典型工程案例的公开数据

项目	候选方案或结构变化	量化结果	数据来源
通用汽车座椅支架	生成 150 余个有效方案，8 个零件整合为 1 个	质量降低 40%，强度提高 20%	Autodesk 官方案例 [3]
空中客车仿生舱内隔断	采用仿生网格结构	减重 45%，约 30 kg，保持所需强度	Airbus 官方资料 [4]

表中案例属于约束驱动的生成式工程设计，与文生图模型的工作机制不同，二者在产品开发中可以衔接。前端模型生成用户场景、造型方向与功能设想，工程工具完成结构搜索，数字样机和仿真系统验证强度、热性能、装配及工艺。设计表达环节还可生成效果图、演示动画和说明文本，提高评审材料的一致性。任何生成结果在量产前仍需经过计算验证、样机测试和合规审查。

3 生成式人工智能赋能产品设计的现实问题

3.1 生成偏差与创新同质化

模型输出受训练数据和提示方式影响。数据中存在的审美偏好、文化刻板印象及样本失衡可能延续到设计方案中。多个团队采用相近模型、提示模板和流行风格时，产品外观容易趋同，表面丰富与实质创新之间出现偏差。模型还可能生成不存在的材料特性、部件关系或用户事实，若团队直接采纳，错误会沿设计链路扩散。

控制风险需要保留证据链。需求结论需能追溯到

原始调研材料,性能参数需来自标准、试验或可靠数据库,创意方案需经过相似性检索和专家评价。企业也可建设品牌专属语料、案例库和设计规则库,在通用模型基础上形成差异化知识基础。

3.2 工程约束、知识产权和责任边界

图像方案具备视觉完整性,并不代表结构可制造。曲面连续性、材料厚度、模具脱模、装配公差、维修空间及供应链能力都可能限制方案落地。若创意环节与 CAD、CAE 和制造数据相互割裂,生成结果会停留在展示层面。

知识产权风险同样突出。训练数据来源、参考图授权、生成内容相似性和成果归属均需记录。企业内部尚未公开的图纸、成本数据和用户资料若直接提交到开放模型,可能带来商业秘密与隐私风险。责任划分也需清晰,模型只能提供建议,设计负责人、工程审核人员和批准主体仍需对关键决策签字确认。

4 产品设计创新的人机协同机制

4.1 任务分配与设计师主导

合理的人机分工可按“目标—生成—评价—验证—决策”展开。设计师定义问题、用户价值和约束条件,模型承担资料归纳、变体生成及初步比较,专业人员完成审美判断、工程校核和伦理审查,项目负责人依据证据作出决策。涉及安全、健康、儿童及公共服务的产品,需要提高人工审核等级。

设计师角色也会由单纯方案绘制转向问题定义、信息编排和系统整合。能力结构需增加提示设计、数据理解、模型边界识别及跨专业沟通,同时保留手绘、建模、材料工艺和用户研究等基本功。缺少专业知识时,快速生成反而可能掩盖错误。

4.2 知识库、模型和工具链协同

企业可建立分层知识体系。基础层包含标准、专利、材料、工艺和历史项目数据。规则层包含品牌语言、设计规范、成本边界及禁限用要求。案例层保存成功方案、失败原因和试验结果。模型通过检索增强方式调用经审核的知识,输出内容附带来源标识和版本信息。

工具链需连接需求管理、生成模型、CAD、CAE、产品生命周期管理和项目审批系统。概念参数传递到工程模型,仿真结果再反馈到生成环节,形成闭环迭代。接口采用统一的数据格式与命名规则,可降低重复录入和版本冲突。

4.3 多维评价与过程追溯

方案评价可设置用户价值、创新性、工程可行性、

经济性、环境影响和风险六类指标。早期阶段强调创意覆盖和需求匹配,中期强调结构、材料、成本与工艺,定型阶段强调可靠性、合规性和全生命周期表现。不同阶段采用不同权重,可避免单一指标主导决策。

过程追溯记录模型版本、提示内容、参考资料、参数设置、生成时间、人工修改和批准结果。重要节点保存原始输入与候选方案,便于复核知识产权、定位质量问题并积累组织经验。追溯机制也能把一次性生成活动转化为可复用的设计资产。

5 生成式人工智能赋能产品设计创新的实施路径

5.1 分阶段应用路径

第一阶段选择低风险、高频任务开展试点,如评论归纳、情绪板生成、草图变体和文案辅助,并以周期、返工率、方案采纳率和人工投入评估效果。第二阶段把模型接入企业知识库和设计规范,选取单一产品线建立需求到概念的协同流程。第三阶段连接 CAD、CAE 与产品生命周期管理系统,把结构优化、仿真反馈和版本管理纳入统一链路。第四阶段形成跨部门平台,统一数据权限、模型准入、质量门槛和审计记录。

试点项目宜具备数据基础较好、目标清楚、风险可控和成果可衡量等特征。评价不能只统计生成数量或出图速度,还需观察有效方案比例、开发周期、样机次数、性能改善、成本变化及用户满意度。只有业务指标得到稳定改善,技术投入才具备扩展依据。

5.2 组织能力和治理保障

企业可组建设计、工程、数据、法务和安全人员参与的联合团队,建立模型选型、数据分级、内容审核、知识产权检查及退出机制。公开资料、内部资料和敏感资料采用不同访问权限,关键设计数据优先在受控环境中处理。外部模型服务需明确数据保留、成果归属和安全责任。

人才培养宜以真实项目为载体。培训内容包含生成工具操作,也包含需求研究、工程验证、版权意识和风险识别。组织考核关注问题解决质量与协作贡献,避免以生成数量替代创新绩效。对高价值项目建立人工批准点,对高风险输出安排双人复核,并定期检查模型漂移、知识库过期和权限异常。

6 结语

生成式人工智能为产品设计提供了更广的方案搜索空间和更快的信息转化能力,其价值覆盖需求洞察、概念生成、结构优化、原型验证与成果表达。公开工程案例已呈现轻量化、部件集成和性能改善成效,规

模化应用仍依赖可靠数据、工程工具链和明确责任机制。企业宜坚持设计师主导，分阶段推进场景试点、知识整合、系统连接与治理建设，以真实验证数据筛选方案，以过程记录保障可追溯性。生成能力与专业判断形成稳定协同后，产品设计创新才能由局部提效发展为持续的组织能力。

【参考文献】

[1] 卢兆麟, 宋新衡, 金昱成. AIGC 技术趋势下智能设计的现状与发展 [J]. 包装工

程, 2023, 44(24): 18-33. DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2023.24.003.

[2] 冯玉泉. AIGC 在工业设计上的应用与思考 [J]. 包装工程, 2024, 45(8): 337-345.

[3] AUTODESK. General Motors: Generative Design in Car Manufacturing[EB/OL]. (2018-05-03)[2026-07-30].

[4] AIRBUS. Pioneering Bionic 3D Printing[EB/OL]. (2016-03-03)[2026-07-30].