

算法造物：AIGC 在陶瓷设计中的数字化研究

田博涵

景德镇陶瓷大学 江西 景德镇 333403

【摘要】：人工智能生成内容技术的持续演进，正在改变陶瓷设计领域沿袭已久的工作方式。本文围绕“算法造物”这一概念展开讨论，从技术基础、应用场景与价值反思三个层面，梳理 AIGC 介入陶瓷设计的具体路径与实际效果。研究发现，AIGC 对陶瓷设计的影响已经从单纯的效率提升，逐步延伸到设计方法层面的结构性调整，其技术根源在于扩散模型与生成对抗网络对陶瓷视觉知识的习得与再生能力。与此同时，工艺约束难以嵌入、文化语义容易流失、设计主体性面临重新定位等问题也随之浮现。基于上述分析，本文提出约束嵌入、人机协同与文化锚定三条优化思路，为陶瓷设计的数字化转型提供一些参考。

【关键词】：AIGC；陶瓷设计；数字化；生成式人工智能；算法造物

DOI:10.12417/3041-0630.26.12.049

引言

陶瓷设计属于工艺美术范畴，长期以来依靠经验积累和师徒之间的口传心授来延续。从拉坯定形到施釉装饰，每一个步骤都离不开匠人对泥料性能、火焰走向和釉面变化的准确把握。这种高度个人化的知识形态，在今天的产业环境中遇到了不小的麻烦。一方面，传统纹饰的整理与转化工作进展缓慢，文化传承的效率始终提不上去；另一方面，设计创新的动力不足，市面上的陶瓷产品越来越像，很难满足消费者对个性化的期待。

人工智能生成内容技术的成熟，给这些老问题带来了新的解题思路。以 Stable Diffusion 为代表的扩散模型，以及以生成对抗网络为核心的生成架构，通过大规模学习陶瓷图像数据，在器型生成、纹饰创新和设计流程改造等方面表现出相当可观的能力。从钦州坭兴陶企业借助通用大模型把设计周期压缩到三天，到龙泉青瓷 AIGC 平台打通从创意到三维模型再到 3D 打印的完整链路，产业实践已经走在了理论总结的前面。

本文使用“算法造物”这个概念，想讨论的不只是 AIGC 作为工具好不好用，更关心算法介入之后，陶瓷设计的知识生产方式究竟发生了什么样的变化。文章将从技术机制、应用范式到价值反思来逐层展开。

1 AIGC 介入陶瓷设计的技术基础与演进逻辑

1.1 从判别到生成：技术路线的转向

人工智能在陶瓷领域的早期应用，主要集中在判别类任务上。比如陶瓷碎片的图像识别与分类、釉面缺陷的自动检测、窑炉温度的智能调控，这些都属于“输入—判断—输出”的线性模式。在这类应用中，AI 扮演的是辅助判断的角色，并没有真正触及设计创造的核心环节。

生成式模型的出现改变了这个局面。生成对抗网络由 Ian

Goodfellow 等人于 2014 年提出，通过生成器与判别器之间的对抗博弈来逼近数据分布^[1]。在陶瓷图像生成任务中，条件生成对抗网络通过引入类别标签或文本描述作为条件变量，实现了对生成方向的定向控制。在文献构建的基于 CGAN 的陶瓷花瓶图像生成研究中，以 15 类典型器型的 9700 张二维图库为训练数据，验证了模型依据用户文本生成对应设计图的能力，生成方案的用户初始选中率达到 20%^[3]。

1.2 陶瓷设计数据的特殊性及其技术挑战

陶瓷设计数据有它自己的脾气，这一点构成了 AIGC 技术应用中最实际的困难。与通用图像数据不同，陶瓷设计数据受到三重约束。第一重是三维结构约束。陶瓷器型不是任意形状的自由组合，拉坯、注浆或 3D 打印各有各的成型限制。一张在二维图像空间里看着顺眼的器型方案，未必真的能做得出来。第二重是材质语义约束。陶瓷的釉色、质感和光影表现，高度依赖烧成条件与胎釉配方之间的交互作用，图像空间中的色彩关系很难直接翻译成釉料配方。第三重是文化编码约束。传统陶瓷纹饰承载着特定的文化语义和象征体系，纹样的组合规则、空间布局和视觉修辞都受到文化惯例的制约。

目前 AIGC 在陶瓷设计中的应用大多还停留在二维图像生成层面，对上述三维约束、材质约束和文化约束的建模能力都还不够充分。这也是生成结果常被设计师评价为“好看但没法用”的根本原因。

2 AIGC 赋能陶瓷设计的应用范式

2.1 纹饰的智能生成与文化再造

纹饰是 AIGC 在陶瓷设计领域最活跃的应用方向。传统陶瓷纹饰的数字化面临两个难题：样本数量有限，风格特征又很难用形式化的语言描述清楚。研究者通过构建多模型组合流程，把数据整理、标签锚定与训练优化纳入统一的生成框架，有效拓展了传统纹饰的样本空间。

以耀州青瓷传统牡丹纹饰为对象的实证研究表明,采用 LORA 模型训练方式,仅需少量样本就能把耀州青瓷牡丹纹饰的风格特征在 Stable Diffusion 中较为精准地重现出来,生成结果在花瓣层叠结构、线条韵律和色彩倾向等维度都与原生纹饰保持了较高的一致性。因此 AIGC 并不是简单地复制传统纹饰,而是通过对风格特征的解构与重组,在保持文化基因可识别的前提下拓展了纹饰的表现空间。

2.2 造型生成与设计流程重构

陶瓷造型的生成任务比纹饰生成更难,原因在于器型的审美价值与其功能合理性、成型可行性之间存在复杂的耦合关系。研究者尝试把延展推理与生成对抗网络结合起来,构建了融合几何特征、色彩属性与语义关联的多模态设计框架。在 3262 张景德镇陶瓷图像上的实验表明,该框架的 Inception Score 达到 5.7,用于评估生成模型图像质量的指标(FID)为 2.13,优于自编码器、变分自编码器和深度卷积生成对抗网络的基线表现,设计效率较人工方式提升约 8 倍。

产业实践层面的进展同样值得关注。坭兴陶企业接入 AI 大模型后,设计师输入主题关键词、器型参数和工艺标准,AI 就能快速生成多套设计方案,设计周期从传统的三到四个月压缩到最快三天^[1]。不过需要指出的是,当前的造型生成仍以二维效果图为主要输出形式,向三维可制造模型的转化环节还存在技术瓶颈。但 AIGC 平面效果图一键生成高精度三维模型并对接陶瓷 3D 打印设备还是在技术路径与设计流程上有了很大的变化。

2.3 个性化定制中的用户参与机制

陶瓷产品的个性化定制长期面临一个结构性矛盾:消费者的个性化需求与设计师的专业表达能力之间隔着一条沟通鸿沟。消费者往往很难用准确的设计语言描述自己的审美偏好,设计师则难以在有限沟通中精准捕捉用户意图。

AIGC 技术的引入,为缓解该矛盾创造了新的可能路径。AI 技术降低了创作的要求,用户可以利用 AI 进行个性化创作,通过定制或者和设计师去沟通,设计师并据此生成与之对应的设计方案,促使用户由被动接纳设计结果转向主动介入设计流程。因此大大缩减了设计师个体设计而忽略了群体性大众的参与与需求机制。

2.4 数字化保护与技艺传承

AIGC 进陶瓷领域,还从设计工具伸向文化遗产数字化存档与技艺传承。计算机视觉、生成式对抗网络、深度学习等 AI 技术手段,在陶瓷技艺的数字化保存、智能化设计革新、文化传播转型等多个层面,展现出其应用价值^[4]。

落到具体项目层面,婺州窑乳浊釉产品的数字化个案可作

一有益参照。项目先测古代婺州窑胎釉化学组成,再结合生成式 AI 做设计,并用 3D 打印制备,贯通从材料分析、设计生成再到实体制造的完整数字化链路。岳州窑的文创实践则把 AIGC、3D 打印和智能温控技术并置,让其原先口口相传的制瓷诀窍变成可记录、可传播的数字化资源。这些案例说明,AIGC 在陶瓷领域的价值,不只在于提升设计效率,更在于它给隐性工艺知识的显性表达搭起一种重要技术媒介。

3 算法造物的边界:技术介入的深层反思

3.1 工艺约束的嵌入困境

AIGC 在陶瓷设计中最根本的局限在于:生成模型习得的是陶瓷图像的视觉分布规律,而不是陶瓷制造的工艺逻辑。模型的优化目标是生成“看起来像陶瓷”的图像,不是“能够被制造出来”的设计方案。这个目标函数与陶瓷设计的实际需求之间存在结构性偏差。

工艺约束的嵌入,需要把成型方式、烧成收缩率、釉面热力学行为等物理参数转化为模型可以理解的条件变量。当前研究中,只有少数工作尝试将工艺参数纳入生成流程。基于数字孪生与 AIGC 双驱动的钧瓷设计系统在这方面做出了有益探索,将烧成成功率作为软提示嵌入 LORA 微调的 Stable Diffusion 模型,实现了创意生成与工艺约束的初步整合。但总体来看,工艺约束的系统化建模仍然是 AIGC 陶瓷设计研究中最薄弱的环节。

3.2 文化语义的衰减与重构

AIGC 对传统纹饰的再生成过程,伴随着文化语义的微妙衰减。当传统纹饰被解构为模型可学习的视觉特征向量时,那些无法被视觉特征充分编码的文化语义——比如纹饰的仪式功能、社会等级象征、吉祥寓意的叙事结构——在生成过程中难免发生损耗。生成结果在视觉形式上可能与原纹饰高度相似,但在文化意涵上却可能已经发生了质变。

这个问题不完全是技术的缺陷,更多是算法逻辑与文化逻辑之间的深层张力。算法追求的是统计意义上的“似真性”,文化传承追求的是意义上的“真确性”,两者的评价标准并不一致。在 AIGC 辅助的陶瓷设计中,如何保持文化语义在生成过程中的有效传递,需要设计者有意地进行文化语义的“锚定”操作,而不能完全依赖模型的自动生成能力。

3.3 设计主体性的再定位

AIGC 的介入还引发了陶瓷设计中主体性问题的重新审视。当算法能够快速生成大量设计方案时,设计师的角色从“方案的创造者”转变为“方案的选择者与优化者”。这种转变既是效率的提升,也是创造性的重新分配。

有一种倾向值得警惕,就是“算法依赖”的滋生——设计

师逐渐丧失对陶瓷材料物性和工艺逻辑的直觉判断力，转而依赖模型的输出作为设计的起点和终点。这种倾向在产业效率导向的语境中尤其容易蔓延。相应地，也有研究者提出“人机协同”的设计范式，强调 AI 承担探索性生成的角色，人类设计师负责审美判断、工艺适配和文化把关。从“算法造物”走向“人机共造”，或许是更为合理的发展方向。

4 优化路径与未来展望

4.1 约束嵌入：从视觉生成到工艺感知

未来 AIGC 在陶瓷设计中的深化应用，需要把工艺约束从外部的人工判断环节嵌入到模型的生成机制内部。具体来说，可以通过多目标条件生成架构，将器型参数（口径、高度、壁厚）、成型方式（拉坯、注浆、3D 打印）和烧成制度（温度曲线、气氛条件）作为条件变量引入扩散模型的去噪过程，使生成方案在产出阶段就具备工艺可行性评估的基础。例如通过构建覆盖窑炉、器型与釉面的多尺度数字孪生体，实现对烧成过程的预测性控制，并将烧成成功概率作为生成质量评估的约束条件。

4.2 文化锚定：构建陶瓷设计的领域知识图谱

文化语义的留存，得在技术侧搭起更成体系的支撑机制。一条比较可行的路，是去建陶瓷设计领域的知识图谱，并将纹饰的视觉特征、文化语义、历史脉络以及工艺关联做结构化编排。已有研究提出，用大规模多模态预训练模型搭建陶瓷设计知识图谱的方法论，借图神经网络和定制化消息传递机制，并

完成跨域创新设计推理。在有了知识图谱作托底之后，AIGC 的生成阶段能拿到文化语义的显式引导，并非只是依赖隐式统计学习。

4.3 人机协同：设计流程的再组织

AIGC 介入整个陶瓷设计流程时，不能简单看成“算法换人”的直线推进，更宜视作设计分工的一种再度编排。在这一新分工里，AI 擅长的是高速搜寻大尺度设计空间的多样可能，设计师的长处则在于对材料物性的直觉体认、对文化语境的深入拿捏，以及对工艺可行性的实践裁断。两者优势能否真正合拢，关键得看设计流程怎么排布——AI 出方案的体量与多样性，得跟设计师的筛选、优化能力对得上号，防止“生成过剩”带来选择疲乏与判断力被冲淡。

5 结语

AIGC 技术正在深度改写陶瓷设计的知识生产方式。由纹饰的智能生成到造型的条件控制，由个性化定制的用户参与到文化遗产的数字化保护，算法正以一种前所未有的姿态嵌入造物环节。不过，陶瓷设计说到底并非只是视觉形式的制造，而更是材料、工艺与文化三者在特定社会语境里的意义凝结。AIGC 给这一凝结过程的重审提供一副技术透镜，可它自身并不能充当陶瓷设计价值源头。未来的陶瓷设计数字化研究，需要在技术能力的拓展与工艺文化逻辑的守持之间保持审慎的张力——让算法去当造物的协作者，而非充当造物意义替代者。

参考文献：

- [1] 张艺,黄兴益.基于 Stable Diffusion 的陶瓷产品生成策略研究[J].中国陶瓷工业,2025,32(4):70-73.
- [2] 孙琦.基于多尺度特征上下文融合的遥感图像超分辨率重建方法研究[D].湖北工业大学,2026.
- [3] 李延,邢英达.基于 CGAN 的陶瓷定制图像生成研究[J].山东陶瓷,2026,49(1):39-44.
- [4] 马浩.谈人工智能对陶瓷艺术设计的影响[J].中国陶瓷工业,2025,32(2):71-74.