

陶瓷雕塑数字化造型设计与制造研究

王玉鹏，毛青

景德镇艺术职业大学，江西 景德镇 333000

DOI: 10.61369/SSSD.2025160035

摘 要： 科技的发展使得设计与制造的模式多样化，但就陶瓷雕塑而言，由于材质的特殊性，在设计与制造方面多有局限。作为中华文化的代表性艺术形式，对陶瓷雕塑的设计与制造进行研究具有双重意义：一方面是对陶瓷造型设计方式的创造性突破，另一方面是对传统陶瓷工艺与现代数字技术结合的制造技术创新。本文从造型设计与数字化制造两个维度，旨在深入剖析该领域的发展现状、面临的问题及创新路径，通过理论与实践相结合的方式，探索传统陶瓷雕塑与数字化技术深度融合的新模式，为陶瓷雕塑行业的可持续发展提供理论支持与实践指导。

关 键 词： 陶瓷雕塑；数字化设计；数字化制造；融合创新

Research on Digital Modeling Design and Manufacturing of Ceramic Sculptures

Wang Yupeng, Mao Qing

Jingdezhen Ceramic Institute of Vocational and Technical University, Jingdezhen, Jiangxi 333000

Abstract： The development of technology has diversified the modes of design and manufacturing. However, in terms of ceramic sculpture, due to the special nature of the material, there are many limitations in design and manufacturing. As a representative art form of Chinese culture, studying the design and manufacturing of ceramic sculpture has dual significance: on one hand, it represents a creative breakthrough in ceramic modelling design, and on the other hand, it is an innovation in manufacturing technology that combines traditional ceramic craftsmanship with modern digital technology. This paper examines the development status, challenges and innovative pathways in this field from the perspectives of modelling design and digital manufacturing. By combining theory and practice, it explores new models for the deep integration of traditional ceramic sculpture with digital technology, providing theoretical support and practical guidance for the sustainable development of the ceramic sculpture industry.

Keywords： ceramic sculpture; digital design; digital manufacturing; integrated innovation

引言

陶瓷雕塑作为中国传统文化的重要组成部分，其历史可追溯至商代。历经商周原始青瓷的古朴、汉代陶俑的生动、唐代三彩的绚丽、明清瓷塑的精巧，在数千年的发展中形成了独具东方美学特质的工艺体系与艺术风格，不仅是中华民族精神文化的载体，更是世界文明史上的重要文化遗产。在全球数字化浪潮的推动下，传统手工艺正经历着前所未有的技术变革，传统的陶瓷雕塑设计与制造方式面临着诸多挑战。

在此背景下，陶瓷雕塑的数字化转型升级不仅关乎技艺传承，更是传统文化创造性转化的重要实践^[1]。本研究在理论与实践相结合的基础上，首先对陶瓷雕塑造型演变及其数字化转变进行了广泛而深入的整理与总结，进而以设计为导向，提出了在陶瓷雕塑领域适用于大多数生产的“设计+制造”的数字化创新模式，该模式是具体问题的解决思路与生产制造过程中的工程技术在跨学科的知识下，将复杂的数字生成整合细化得出的结果。本课题立足于数字化设计与制造技术发展的前提，主要探讨传统陶瓷雕塑和数字化陶瓷雕塑造型的设计与制造的融合应用。

一、陶瓷雕塑的技术更迭

陶瓷雕塑是陶瓷装饰的一种，最早的陶瓷雕塑出现在商代，是中国陶瓷艺术的初期阶段。商代晚期和西周时期，陶瓷制作技

术多为精细的雕刻工艺，是青铜器的鼎盛时期。唐宋时期，陶瓷雕塑以釉彩装饰为主，技艺达到巅峰，唐三彩和青瓷为代表^[2]。到近现代，陶瓷雕塑的制作技艺在传统工艺的基础上不断探索新形式。以景德镇为代表的传统产瓷区，至今仍保留着完整的工艺流

基金项目：本文系2024年度景德镇艺术职业大学校级科研课题《陶瓷雕塑数字化造型设计与制造》，（课题编号：JVUA202424）研究成果。

程,包括泥料制备、手工塑形、施釉装饰、高温烧制等环节。这种工艺体系虽然能创造出极具艺术价值的作品,但在生产效率、造型复杂度等方面存在一定局限。其制作高度依赖“手随心动”的经验型创作模式,这种模式虽能孕育出极具艺术价值的传世之作,也存在明显局限。手工塑形难以精准实现复杂的拓扑结构与对称形态,造型复杂度受限,其成品质量受工匠状态、环境因素影响较大,难以实现标准化与规模化生产^[3]。此外,随着老一代工匠逐渐老龄化,传统技艺面临“后继乏人”的传承困境,许多珍贵的工艺技法仅靠口传心授,缺乏系统的数字化记录与传承载体,存在失传风险。

21世纪以来,随着计算机辅助设计(CAD)、三维扫描、3D打印等技术的发展,陶瓷雕塑领域开始出现数字化变革。这一转变主要体现在三个层面:在设计环节,参数化建模软件使复杂造型成为可能;在制作环节,数控设备提高了成型精度;在传承环节,数字建档技术实现了工艺的标准化记录^[4]。2023年在景德镇举办的主题为“陶瓷促进世界交流;陶瓷贸易连接世界”展会,展会中通过3D建模生成的数字模型,对相关数据建档,再由3D打印技术转化为陶瓷实物,突破了传统手工陶艺的塑形局限,在陶瓷领域的应用成果显著。

值得注意的是,这种技术转型并非对传统的替代,而是形成了“数字+手工”的混合创作模式,为传统工艺的传承与创新提供了新的可能性。

二、数字化造型设计的技术体系

陶瓷雕塑中,数字化造型设计技术体系是以数字模型为核心,数字创作为手段,数字制造为出口,贯穿了由创意构思到实物实现的过程^[5]。数字化设计工具为陶瓷雕塑带来了革命性的创作可能。设计师可以通过数字工具在虚拟环境中进行反复试验与调整,建立形态生成算法,快速迭代设计方案。

数字模型是数字化造型设计技术体系的核心,而3D建模技术的引入恰恰改变了传统设计流程。例如,在创作一款“仿生莲花”陶瓷雕塑时,艺术家通过虚拟工作台调整花瓣的弧度、层次与纹理细节,系统会同步生成3D模型,且支持随时回溯修改,若对某一层花瓣的形态不满意,可直接“撤销”上一步操作,无需像传统手工那样推倒重来^[6]。目前,使用该方式进行陶瓷雕塑设计的设计师不在少数,这种技术既保留了手工创作的直觉性,又具备了数字编辑的精确性,展现了“数字手塑”在艺术表达上的独特价值。

数字创作作为陶瓷雕塑的手段,不仅提高效率,更重要的是拓展了造型设计的边界。与传统手工设计相比,大幅缩短了设计周期,且使传统意象获得现代表达。清华大学陶瓷艺术设计系开发的“瓷韵”系统,已与景德镇多家陶瓷企业合作开展传统纹样创新设计项目。以景德镇“青花云纹陶瓷雕塑”开发为例,设计师首先通过系统导入传统云纹的基础数据库,然后输入设计需求参数:如“云纹形态抽象度60%、纹样密度每平方厘米8个单元、适配圆形雕塑表面”^[7]。系统在30分钟内自动生成20组不同的云

纹造型方案,设计师从中筛选3组进行微调,最终确定的方案通过数字化雕刻设备直接在陶瓷坯体上成型。相较于传统手工绘制云纹,该系统将设计周期缩短至1-2天,且纹样的对称性、一致性显著提升。

数字化造型设计不仅改变了传统的设计流程,还引入了“设计+制造”的创新模式。通过跨学科合作,将艺术、工程与材料科学相结合,设计师能够在数字化平台上实现从概念到成品的无缝衔接^[8]。尤其是计算机辅助设计和三维建模技术的运用,使得艺术家能够在虚拟环境中进行自由创作,从而大大提高了创作的效率和精度。

三、数字化制造的技术突破

陶瓷雕塑中数字化设计研究以数字制造为出口。3D打印技术是陶瓷雕塑数字化制造的核心技术之一,它能够实现复杂形状的精准再现,缩短制作周期,降低人力成本。现如今,陶瓷3D打印技术已发展出多种成熟工艺,在陶瓷雕塑中常用的是逐层粘接法——喷墨粘结成型技术;以及直接成型法——光固化技术。

喷墨粘结成型技术,适用于复杂镂空结构。采用喷墨粘结成型技术生产镂空系列陶瓷雕塑,设计嵌套镂空结构的造型,这类造型因传统手工注浆工艺的模具限制无法实现^[9]。首先,利用CAD软件完成镂空结构的数字建模,重点优化镂空单元的尺寸与分布密度,确保烧制时坯体不易开裂;然后,采用陶瓷专用3D打印机,以氧化铝陶瓷粉末为原料,分层喷射粘结剂成型,每层厚度控制在0.15mm,一件高30cm的作品打印时间约8小时;打印完成后,并进行脱脂、烧制与釉料匹配处理。该产品的成品率的提升依赖于粘结剂的开发,有一定技术难度。

光固化技术,成型速度快,尺寸精度高。故宫博物院在“数字文物”项目中,将数字化制造技术应用于陶瓷雕塑文物的复制与修复。以“清代粉彩观音瓷塑”的修复为例,首先,通过三维激光扫描获取文物的完整数字模型,清晰还原文物的形态、纹饰及观音左手手指缺失部分;然后,设计师基于数字模型,参考同时期同类文物的造型特征,利用CAD软件完成缺失手指的数字补全设计,确保补全部分与原文物风格一致;接着,采用光固化3D打印技术,以陶瓷光敏树脂为原料,打印出1:1的手指修复件,并进行脱脂、烧制与釉料匹配处理;最后,修复师将打印的修复件与原文物进行拼接、打磨与着色,完成修复^[10]。该实践不仅实现了文物修复的高精度与可逆性,还为文物复制提供了新路径。

最富创新性的实践在于数字技术与传统工艺的有机结合。先用3D打印制作原型,再翻模进行传统注浆;或在数字成型的基础上进行手工修饰。这种混合模式既发挥了数字技术的精确性,又保留了手工的温度感,代表了未来发展的主流方向。另外,3D打印技术既是一种成型技术,也是一种装饰技术,它可以直接打印出具有编织肌理的器皿造型,同时也可以打印平面化的肌理装饰于其他造型上。综合来看,3D打印的形态是可变的,在陶瓷艺术创作中的应用十分多元,具有较好的应用前景。

尽管数字化技术带来了诸多优势,但在陶瓷雕塑的实际应用

中仍面临一些挑战，如材料适配性、工艺稳定性以及传统工艺与数字化技术的融合问题。

四、传统与现代的实践融合创新

在现代社会，传统工艺美术的价值并未因时间的流逝而消减，反而在新的语境中焕发新的生命力。它们被赋予了新的审美意义和实用功能，成为现代设计的重要灵感源泉。例如，设计师们将传统图案融入现代家居设计，使得空间充满历史的韵味，同时也满足了现代人对于个性化和文化认同的需求。此外，通过数字化技术，传统工艺得以跨越时空，让更多人得以欣赏和学习，促进了文化的传承和交流。

陶瓷雕塑的数字化设计与制造，是传统工艺基因与现代数字技术深度融合的典范，既破解了传统陶瓷雕塑在造型、效率、传承上的多重困境，又为这一古老艺术形式注入了面向未来的创新活力。从研究成果来看，在数字化造型设计维度，以3D建模技术实践以及清华大学“瓷韵”系统为代表的技术实践，打破了“虚拟创作与手工直觉脱节”的壁垒，参数化算法让传统纹样的现代表达高效可行，使陶瓷雕塑的造型边界从“手工可达”拓展至“创意可及”。在数字化制造维度，3D打印技术攻克了传统工艺难以完成的复杂镂空、梯度材料造型难题，“数字+传统”的混合制造模式则平衡了技术效率与手工温度。更为重要的是，数字化技术并非对传统工艺的替代，而是构建了“传承+创新”的新路径：通过三维扫描与数字建档，故宫博物院“数字文物”项目实现了陶瓷雕塑文物的高精度保护与活化利用，避免了传统技艺“口传心授”的失传风险。

五、总结

陶瓷雕塑的数字化转型是一个持续演进的过程，需要艺术

家、工程师、文化学者的共同努力。只有在尊重传统的基础上创新，才能实现这一古老艺术的当代复兴。

当前，陶瓷雕塑的数字化转型仍面临亟待突破的挑战：陶瓷3D打印材料的多样性不足，目前主流材料为氧化铝、氧化锆，难以满足艺术创作对釉料色彩、肌理的丰富需求；数字化设备的成本较高，高端陶瓷3D打印机单价超百万元，限制了中小工作室的应用；传统工匠的数字技术接受度有待提升，这些问题仍需后续研究持续探索。

展望未来，陶瓷雕塑数字化设计与制造的发展，需聚焦四个核心方向：一是构建“陶瓷数字工艺大数据库”，整合传统纹样、工艺参数、材质特性等数据资源，实现行业共享复用；二是开发陶瓷艺术专用数字工具，降低数字技术的使用门槛，让艺术家无需复杂编程即可完成参数化设计；三是深化“数字技术与传统工艺的融合深度”，探索“数字雕刻+手工施釉”“虚拟烧制+传统窑火”等更具艺术价值的混合创作模式；四是推动跨学科协同创新，联合艺术院校、科研机构、陶瓷企业，攻克材料、设备、工艺上的技术瓶颈。

从文化价值层面来看，陶瓷雕塑的数字化转型不仅是技术层面的升级，更是中华文化创造性转化、创新性发展的生动实践，它让陶瓷雕塑这一承载着中华民族审美基因的艺术形式，在数字化时代既能保留“东方美学特质”，又能具备“全球创新表达”的能力，从而在世界文明交流互鉴中展现更强的文化影响力。未来，随着技术的持续迭代与行业共识的逐步形成，陶瓷雕塑必将在“传统与现代”的共生中，实现更为辉煌的当代复兴，成为传统文化与数字文明融合发展的标杆。

参考文献

- [1] 郑开明, 陈春华. 现代陶瓷雕塑产品设计研究 [J]. 艺术科技, 2014, 27(01): 152.
- [2] 彭学晶. 现代陶瓷雕塑产品设计研究 [J]. 中国地名, 2020, (05): 32+34.
- [3] 吴怀宇. 3D打印—三维智能数字化创造 [M]. 电子工业出版社, 2014.
- [4] 王超. 3D打印技术在传统陶瓷领域的应用进展 [J]. 中国陶瓷, 2015(12): 6-11.
- [5] 刘晓明, 戴亮. 陶瓷产品设计中数字化设计技术的应用特点与策略分析 [J]. 鞋类工艺与设计, 2022, 2(12): 80-82.
- [6] 张盛. 数字雕塑技法与3D打印 [M]. 清华大学出版社, 2019.
- [7] Smith J. Digital Ceramics: New Frontiers in 3D Printing[M]. London: Thames & Hudson, 2021.
- [8] 陈思颖. 参数化设计在陶瓷创作中的应用研究 [D]. 中国美术学院, 2022.
- [9] 王超. 陶瓷3D打印技术发展报告 [R]. 景德镇陶瓷研究院, 2023.
- [10] 廖判明. 数字化时代下工艺美术传统元素与现代设计的融合研究 [J]. 丝网印刷, 2025, (16): 121-123.DOI:10.20084/j.cnki.1002-4867.2025.16.036.