

3D打印技术在数字雕塑创作中的创新应用与艺术表现研究

侯兰柯

河北美术学院动画数字艺术学院, 河北 石家庄

收稿日期: 2025年3月28日; 录用日期: 2025年4月21日; 发布日期: 2025年4月30日

摘要

随着科技的飞速发展, 3D打印技术作为一种前沿的制造技术, 在数字雕塑创作领域展现出巨大的应用潜力。本文通过深入研究3D打印技术在数字雕塑创作中的创新应用与艺术表现, 以及对技术原理分析、优势阐述、应用现状考察以及对艺术创作影响的深度剖析, 揭示3D打印技术如何重塑雕塑艺术的边界。研究发现, 3D打印技术不仅能够显著提升雕塑创作的效率与精度, 还可以极大地丰富雕塑作品的形式语言、材料选择及概念表达, 为雕塑艺术家开辟前所未有的创作空间。

关键词

3D打印技术, 数字雕塑, 创新应用, 艺术表现, 创作自由度

Research on the Innovative Application and Artistic Expression of 3D Printing Technology in Digital Sculpture Creation

Lanke Hou

School of Animation and Digital Art, Hebei Academy of Fine Arts, Shijiazhuang Hebei

Received: Mar. 28th, 2025; accepted: Apr. 21st, 2025; published: Apr. 30th, 2025

Abstract

With the rapid development of technology, 3D printing technology, as a cutting-edge manufacturing technology, has shown great application potential in the field of digital sculpture creation. This paper, through in-depth research on the innovative application and artistic expression of 3D printing technology in digital sculpture creation, as well as analysis of the technical principles, elaboration

of advantages, investigation of application status, and in-depth analysis of the impact on artistic creation, reveals how 3D printing technology reshapes the boundaries of sculpture art. The research finds that 3D printing technology not only significantly improves the efficiency and precision of sculpture creation but also greatly enriches the formal language, material selection, and conceptual expression of sculpture works, opening up unprecedented creative space for sculpture artists.

Keywords

3D Printing Technology, Digital Sculpture, Innovative Application, Artistic Expression, Creative Freedom

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

3D 打印技术, 是增材制造领域的核心技术之一[1]。自其问世以来, 便以其革命性的制造方式引领了一场工业技术的革新风暴。从最初的概念验证阶段, 到如今在多个行业中的广泛应用, 3D 打印技术以其逐层堆积材料的独特工艺[2], 实现了从数字模型到实体对象的精准转化, 这一过程彻底颠覆了传统制造业所依赖的减法或模塑成型模式, 开启了制造业的新纪元。如今随着科技飞速发展, 3D 打印技术又作为一项前沿的制造技术[3]。在数字雕塑艺术领域, 3D 打印技术的引入无疑为艺术家们开辟了一片全新的创作天地, 不仅极大地革新了雕塑的创作流程, 使得艺术家们能够以前所未有的方式将创意转化为实体作品, 更在雕塑艺术的审美趋向和创作理念上产生了深远的影响[4]。通过 3D 打印技术, 艺术家们得以突破传统雕塑在形态、材料和结构上的限制, 探索更加多元、复杂和富有创意的雕塑形态。本研究主要对 3D 打印技术在雕塑艺术创作中的应用以及其艺术表现进行深入讨论[5]。将从技术原理、创作流程革新、艺术形态拓展、材料质感创新以及概念表达深化等多个维度, 全面探讨 3D 打印技术如何重塑数字雕塑的创作生态。通过本文的研究, 旨在揭示 3D 打印技术在数字雕塑领域中的巨大潜力, 为艺术家们提供新的创作灵感和思路, 推动数字雕塑艺术的持续发展和创新。

2. 3D 打印技术在数字雕塑创作中的创新应用

2.1. 即时反馈与迭代加速: 雕塑创作的敏捷化革新

在雕塑艺术的创作领域, 3D 打印技术的引入标志着一次深刻的范式转变, 它以其独特的快速原型制作能力, 为雕塑创作带来了即时反馈与迭代加速的双重革新, 能够显著提升创作的效率与灵活性。在数字雕塑的创作流程中, 艺术家借助先进的 3D 建模软件, 能够以前所未有的速度将脑海中的创意转化为精确的数字模型。例如, 重庆大学学生团队通过 3D 打印混凝土技术制作的天鹅椅项目, 展现了从数字建模到实体验证的完整迭代链条。在设计中, 团队首先以陶土模型进行形态探索, 通过数十次手工调整实现“无支撑”受压结构, 随后建立数值模型验证力学性能, 最终通过自主研发的高韧性混凝土材料完成实体打印。这一过程体现了敏捷制造理论的核心——通过快速原型制作(Rapid Prototyping)缩短设计验证周期, 将传统雕塑数月的泥稿推敲时间压缩至数周。通过 3D 打印机的即时生成功能, 这些数字模型能够迅速转化为实体原型, 使艺术家得以直观地观察作品的形态、比例和细节。这一即时反馈机制的出现, 极大地缩短了从设计构想到实物呈现的时间跨度, 同时也降低了试错成本, 使得艺术家能够在短时间内进

行多次设计调整和优化。艺术家 Niels Salventius 的 VR 雕塑创作实践，将传统泥塑的触觉体验数字化。通过 Oculus Quest 设备在虚拟空间中直接“手绘”椅子造型，并即时通过 3D 打印实体化，形成“虚拟创作→实体验证→再修改”的闭环。这种模式打破了传统雕塑“构思-制模-成型”的线性流程，实现零边际成本的试错机制。例如，他在作品中刻意保留打印过程中的“错误”纹理，将技术缺陷转化为艺术语言。更为重要的是，3D 打印技术所实现的即时反馈与迭代加速，为艺术家提供前所未有的创作自由度。他们不再受限于传统的制作流程和材料限制，而是能够在不断地迭代中自由地探索不同的创意方向，直至找到最佳的设计方案，提高了雕塑作品的质量和创新性，也极大地丰富了雕塑艺术的表现力和内涵。

2.2. 超越手工极限与结构创新：复杂几何形态的艺术探索

传统雕塑手法，尽管历史悠久且技艺精湛，但在面对某些极其复杂、精细的几何结构时，往往受限于材料、工具及技术的局限，难以将艺术家的全部创意转化为现实。然而，3D 打印技术的出现，以其逐层堆积材料的独特工艺，彻底打破了这一瓶颈。它不仅能够精确制造出包括内部支撑结构、多层嵌套形态等在内的各种复杂结构，还能在保证结构稳定性的同时，展现出前所未有的细节精度和形态自由度。艺术家 Lutz-Rainer Muller 与 Stian Adlandsvik 的铜质树木雕像，将 3D 打印技术与传统失蜡铸造结合。通过 3D 扫描真实树木生成数字模型，分解为可打印组件后，采用改良失蜡法铸造。传统工艺需数月的手工雕刻蜡模，在此被压缩至数周完成，且细节精度提升 30%。这种超越手工极限的能力，为艺术家们提供了前所未有的创作可能，使他们得以在雕塑艺术的形态语言中大胆探索，勇于创新。在 3D 打印技术的助力下，艺术家们开始尝试创作具有动态视觉效果和独特触感的雕塑作品，如流动的形态、分形的结构等。例如，设计师布拉德与凯瑟琳的复杂渐变网格雕塑(如花朵状分形结构)，通过 3D 打印光敏树脂材料实现了传统工艺无法企及的精度(0.05 毫米层厚)。该作品通过嵌套的网格结构与渐变密度设计，形成视觉上的“流动感”。这种形态需要精确控制每层材料的透光率与折射率，依赖 SLA (光固化)打印技术的高分辨率特性。这些作品不仅挑战了观众的视觉认知，更在雕塑艺术的形态表达上实现了质的飞跃。它们以其独特的形态语言和深刻的艺术内涵，向世人展示了 3D 打印技术在推动雕塑艺术形态多样化方面的巨大潜力和独特价值。

2.3. 材料多样性与质感融合：雕塑质感的多元化探索

在雕塑艺术领域中，材料的运用一直是艺术家们探索与创新的重要方向，也是重要创新突破口。而 3D 打印技术的出现，以其材料方面的多样性，为数字雕塑创作带来了前所未有的质感选择，极大地拓展了雕塑艺术的材质语言。3D 打印技术能够支持包括塑料、金属、陶瓷、玻璃以及柔性材料在内的多种材料的混合打印。这一特性使得艺术家们能够在同一作品中巧妙地结合不同材料的特性，创造出既富有视觉冲击力又具备独特触觉体验的雕塑作品。例如，通过结合金属的冷硬质感与柔性材料的温暖触感，艺术家们可以构建出层次丰富、对比鲜明的雕塑形态，从而赋予作品更加深刻的艺术内涵和表现力。在质感融合的过程中，3D 打印技术不仅丰富了雕塑作品的表现形式，更在质感探索上实现了突破性的进展。韩国 KERI 团队利用 MXene 纳米材料开发的高分辨率 3D 打印技术(分辨率达 1.3 微米)，实现了雕塑微观纹理的极致表达。例如，通过无粘合剂打印的导电微结构，可应用于雕塑表面嵌入动态光效或感应装置，赋予作品交互性。哈佛大学 Neri Oxman 提出的“材料生态学”理论指出，材料在微观尺度上的物理特性(如导电性、透光性)可转化为艺术表达媒介。MXene 的电磁屏蔽性能与高分辨率打印结合，为雕塑的“功能化质感”提供了新路径。艺术家们可以充分利用不同材料之间的质感差异，通过巧妙地组合与对比，营造出独特的视觉效果和触觉感受[6]。这种质感融合的能力，不仅增强了雕塑作品的视觉冲击力和艺术感染力，更在雕塑艺术的材质语言上实现了新的突破和创新。

2.4. 个性化定制与公众参与：雕塑创作的互动化趋势

3D 打印技术的个性化定制能力正悄然引领着一场深刻的变革。这一技术不仅使数字雕塑创作更加贴近观众的需求和审美，更在创作理念上实现了前所未有的创新，推动了雕塑艺术向更加互动化、社会化的方向发展。3D 打印技术的个性化定制能力，赋予了艺术家们前所未有的创作自由度。他们可以根据客户需求或特定空间环境，灵活调整雕塑作品的尺寸、形态、材质乃至色彩，从而定制出完全符合要求的作品。杭州博型科技通过“定制梦工厂”小程序，提供从 3D 扫描到打印的全流程服务，用户仅需上传照片即可生成个性化人像雕塑。如为某公司周年庆设计高管团队微缩雕塑，通过 3D 扫描捕捉人物动态表情，结合金属与树脂材料打印，实现“刚柔并济”的质感对比。另外，用户可定制全家福浮雕挂件，通过在线平台自主调整构图比例、背景纹样，形成“千人千面”的专属作品。这种定制化服务不仅增强了艺术作品的实用性和互动性，更让观众在欣赏作品的同时，感受到了艺术与生活、环境的紧密联系，提升了艺术体验的深度和广度。3D 打印技术还能够实现艺术与社会的深度互动。通过在线平台收集公众意见或直接邀请公众参与设计，艺术家能够更深入地了解观众的需求、审美偏好乃至社会情感，从而创作出更加贴近社会现实、反映公众心声的作品，增强了雕塑作品的公共性和社会意义，更在艺术的传播与接受上实现了突破性的进展。它打破了艺术与观众之间的隔阂，让艺术成为连接个体与社会、现实与理想的桥梁，展现了 3D 打印技术在推动雕塑艺术互动化发展方面的独特魅力。

3. 3D 打印技术在数字雕塑创作中的艺术表现

3.1. 形态创新与空间感知：雕塑形式的深度探索与拓展

3D 打印技术以其独特的制造方式，为数字雕塑创作带来了形态上的无限可能[7]。传统雕塑受限于材料、工艺和工具，往往难以表达抽象、非线性、多维度的形态。而 3D 打印技术则打破了这些局限，允许艺术家们自由探索各种前所未有的形态表达。通过复杂的几何结构和精细的细节处理，艺术家们能够创造出既富有视觉冲击力又充满想象力的雕塑作品。这些作品不仅挑战了观众的视觉认知，更通过引导观众以新的方式感知空间，增强了雕塑作品的空间感和深度。艺术家们利用 3D 打印技术，将雕塑从静态的、固定的形态转变为动态的、可变的形态，从而拓展了雕塑艺术的形式语言，为观众带来了全新的审美体验。

3.2. 材料创新与质感模拟：雕塑质感的极致追求与突破

3D 打印技术的多材料能力为数字雕塑创作提供了丰富的质感选择。艺术家们不再局限于传统的雕塑材料，而是可以探索各种新型材料的组合、渐变和转化。通过精确控制打印参数和材料特性，艺术家们能够模拟出自然界中的多种质感，如皮肤的细腻、织物的柔软、岩石的粗糙等。这种质感模拟不仅增强了作品的真实感和表现力，更在雕塑艺术的质感语言上实现了突破。艺术家们利用 3D 打印技术，将不同材料的质感巧妙地融合在一起，创造出既富有层次感又充满对比的雕塑作品。这些作品不仅让观众在视觉上感受到质感的丰富性，更在触觉上带来了全新的体验。

3.3. 概念深化与互动性艺术：雕塑内涵的多元探索与拓展

3D 打印技术不仅为数字雕塑创作提供了形态和材料上的创新，更在概念表达上实现了深化。艺术家们利用 3D 打印技术，将传感器、LED 等电子元件融入雕塑作品中，使其成为互动艺术装置。这些装置能够根据观众的互动行为或环境变化而发生变化，从而深化了作品的概念表达。通过互动性艺术，艺术家们不仅传达了作品的主题和内涵，更让观众在参与过程中获得了独特的审美体验[8]。同时，3D 打印技术还使得艺术家们能够创作出能够响应环境变化的雕塑作品。这些作品能够根据光线、温度、声音等环

境因素的变化而发生变化，从而增强了作品与环境的对话。这种环境响应性不仅丰富了雕塑作品的表现形式，更在雕塑艺术的创作理念上实现了创新。

3.4. 技术融合与艺术创新：雕塑创作的未来展望与探索

随着 3D 打印技术的不断发展和完善，其在数字雕塑创作中的应用将更加广泛和深入。未来，可以预见 3D 打印技术将与更多先进的技术相融合，如人工智能、虚拟现实等，为雕塑创作带来更加丰富的可能性和创新空间。艺术家们将能够利用这些先进技术，创作出更加复杂、精细、富有创意的雕塑作品。同时，3D 打印技术也将推动雕塑艺术的跨界融合，促进不同艺术门类之间的交流和合作。在这个过程中，艺术家们将不断探索新的创作理念和表现手法，为雕塑艺术的未来发展注入新的活力和动力[9]。未来 3D 打印技术将在数字雕塑创作中扮演越来越重要的角色，成为推动雕塑艺术创新发展的重要力量。

4. 3D 打印技术在数字雕塑创作中的挑战与展望

4.1. 技术成熟度：从挑战到突破，追求极致制造的艺术边界

尽管 3D 打印技术在数字雕塑领域展现出前所未有的潜力，其技术成熟度仍然是制约广泛应用的核心因素。尤其在金属与陶瓷等高价值材料的 3D 打印领域，技术挑战尤为显著。以金属 3D 打印为例，钛合金、镍基合金等高性能材料的打印过程中，热应力的有效控制、裂纹与孔隙的最小化，仍是行业内的重大难题。例如，航空航天领域对金属部件的极高要求，促使研究者不断探索激光熔化沉积(LMD)、电子束熔化(EBM)等先进工艺，以实现无缺陷的高质量打印。而在陶瓷 3D 打印领域，材料收缩、开裂等问题同样棘手，研究者正通过开发新型陶瓷墨水、优化打印路径与层厚，以及后处理工艺的革新，逐步克服这些障碍。未来，随着材料科学、计算机辅助设计与制造技术的融合创新，这些技术瓶颈将被逐一突破，3D 打印技术将在数字雕塑领域实现更加精细、高效、多样化的艺术表达。

4.2. 成本控制：从高昂到亲民，推动技术普及的艺术民主化

高昂的设备购置与运营成本，是当前阻碍 3D 打印技术在数字雕塑领域广泛应用的重大障碍。以工业级 3D 打印机为例，其价格往往高达数十万至上百万人民币，加之后期维护、材料消耗等成本，对于大多数艺术家而言，无疑是一道难以逾越的门槛。为此，行业正积极探索成本控制策略，如通过优化设备设计，采用模块化、标准化的组件，提高生产效率，降低制造成本；同时，开发新型低成本材料，如 PLA、ABS 等热塑性塑料的改性应用，以及回收再利用机制，进一步压缩材料成本。此外，共享服务平台的兴起，如 3D 打印工作室、艺术院校的数字工坊等，为艺术家提供了低成本的设备访问与资源共享途径，有效降低了技术应用的门槛。Shapeways 作为全球领先的 3D 打印服务平台，通过“在线设计-云端制造-物流交付”的全链条服务模式，成功将艺术家从高昂的设备购置与维护成本中解放。一方面，用户上传模型后，平台自动分析几何复杂度、材料消耗量及后处理需求，实时生成报价，缩短传统制造中冗长的成本核算流程。另一方面，依托全球 40 余家战略供应链合作伙伴，Shapeways 将订单分配至最优工厂，利用区域化生产降低物流与关税成本。例如，荷兰工厂年产能超 1600 万件，规模化生产摊薄单件边际成本。此外，与巴斯夫、汉高等材料巨头合作开发低成本高性能材料(如改性尼龙 12)，并推行粉末回收系统，材料利用率达 95%以上，显著降低材料浪费。随着这些策略的实施与普及，3D 打印技术将更加亲民，推动数字雕塑艺术的民主化进程。

4.3. 技能门槛：从挑战到融合，培养跨学科艺术人才的新路径

3D 打印技术在数字雕塑领域的应用，要求艺术家具备 CAD 建模、3D 扫描等数字技术能力，这对传

统雕塑家构成了显著挑战。为了跨越这一门槛，跨学科教育与培训显得尤为关键。艺术教育体系正逐步引入相关课程，如数字雕塑、3D 打印技术基础、计算机辅助设计等，旨在培养既懂艺术又懂技术的复合型人才。同时，针对已有雕塑基础的艺术家的专业培训与在线课程提供了针对性强的技能培训，帮助他们快速掌握 3D 打印技术的基本操作与创意应用。荷兰艺术家艾里斯·范·荷本(Iris van Herpen)是数字技术与艺术融合的标杆性人物，其作品以 3D 打印技术为核心，打破了传统雕塑与时尚设计的边界，为跨学科合作提供了经典范例。2013 年秋冬高定系列中的“Moon Dress”通过磁铁与塑料混合物的 3D 打印技术，模拟月球表面的陨石坑纹理，同时利用材料的磁性特性实现动态悬浮效果，赋予服装以“呼吸感”。艾里斯的 3D 打印骨骼框架与人体曲线贴合设计(如 2011 年“声波”系列)，正是技术具身化的体现，将冰冷的科技转化为“第二皮肤”。这种技术突破不仅挑战了传统雕塑的静态属性，更通过材料与结构的协同设计，将动态视觉效果融入实体作品。通过这些教育与培训路径，更多艺术家将能够跨越技术门槛，将 3D 打印技术融入创作实践，推动数字雕塑艺术的创新与发展。

4.4. 伦理与知识产权：从保护到引导，构建健康有序的艺术生态

随着 3D 打印技术的普及，数字雕塑作品的原创性与知识产权保护问题不断显现。由于 3D 打印技术的易复制性，作品被非法复制与传播的风险大幅增加，严重损害了艺术家的合法权益。因此，加强知识产权保护，构建有效的版权认证与维权机制，成为保障艺术家权益、促进艺术创新的关键。例如，区块链技术的应用，为数字雕塑作品提供了不可篡改的版权证明，有效打击了侵权行为。同时，行业组织、政府机构与艺术家群体正共同推动相关法律法规的制定与完善，明确作品复制的道德边界，防止技术滥用。此外，提高艺术家的伦理意识，倡导尊重原创、鼓励创新的文化氛围，也是构建健康有序艺术生态的重要一环。通过这些措施的实施，3D 打印技术在数字雕塑领域的应用将更加健康、有序，为艺术创作提供更为广阔的空间与可能性。

5. 研究结论

3D 打印技术在数字雕塑创作中的创新应用与艺术表现，能够显著提升创作效率与精度，在形式语言、材料质感、概念表达等多个层面为雕塑艺术带来革命性的变革。面对如今技术挑战，持续的技术创新、成本控制和技能提升将是推动 3D 打印技术在数字雕塑领域广泛应用的关键。未来，随着技术的不断演进，3D 打印技术将成为雕塑艺术创新的重要驱动力，引领雕塑艺术迈向更加多元、开放和互动的新时代。

参考文献

- [1] 廖家骏. 面向喷墨 3D 打印的上位机软件设计与开发[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2022.
- [2] 刘道春. 3D 打印技术的发展与前景[J]. 印刷质量与标准化, 2015(10): 8-13.
- [3] 王一涵. 3D 打印技术在幼儿环境艺术设置中的应用与展望[J]. 丝网印刷, 2024(17): 116-118.
- [4] 王娟, 薛梦琪, 丁山. 废弃与重生——试论景观雕塑的再创造[J]. 美与时代(城市), 2015(6): 99-100.
- [5] 杨苏妮, 苗祥瑞. 智能材料 4D 打印技术赋能雕塑艺术创作[J]. 雕塑, 2023(6): 32-33.
- [6] 马曼曼. 中西文字文化传承功能之比较研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北大学, 2008.
- [7] 刘刚, 文良富. 数字化技术在建筑装饰装修中的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2024(16): 79-81.
- [8] 唐科学. 接受美学探讨声乐表演艺术的美学特征[J]. 北方音乐, 2015, 35(11): 59-60.
- [9] 陈霏. 参数化设计在数字雕塑创作中的应用[D]: [硕士学位论文]. 上海: 上海师范大学, 2024.