

数字化建模技术在雕塑创作中的启发与应用

胡钢

昆明城市学院, 云南 昆明 650106

DOI:10.61369/ETI.2025050007

摘 要： 伴随着数字化建模技术的兴起，手工艺制模形式已经逐步转化为由“数码技术创新式生产”替代的数字技术新模式。该课题借助行业统计分析技术对包括三维建模、扫描优化、3D打印等新技术在雕塑制作过程中多方面的综合运用效果进行了全面分析研究，重点考察其对形态创新、交互性提升与多维整合等方面的应用探讨。

关 键 词： 数字化建模技术；雕塑创作；启发；应用

Inspiration and Application of Digital Modeling Technology in Sculpture Creation

Hu Gang

Kunming City College, Kunming, Yunnan 650106

Abstract： With the rise of digital modeling technology, the traditional handicraft modeling form has gradually transformed into a new digital technology model replaced by "innovative production of digital technology." This topic comprehensively analyzes and studies the comprehensive application effects of new technologies including 3D modeling, scanning optimization, and 3D printing in the sculpture production process with the help of industry statistical analysis technology. It focuses on exploring its application in morphological innovation, interaction improvement, and multidimensional integration.

Keywords： digital modeling technology; sculpture creation; inspiration; application

数字技术的影响越来越广泛，也使雕塑成品制作从“实体手工式”逐步演变到“实体手工+虚拟模拟式”的生产模式^[1]。传统的雕塑作品基于雕塑家的手作能力和对实体材料的塑造能力，且作品完成后耗时较长，完成一件大型雕塑甚至需要耗时几个月，而且人工制作无法实现对复杂形体，如多层穿插结构的有效表达，误差区间为5%—10%、且无法达到大批次生产并保持同一水平等方面的局限^[3-3]。但是伴随着数字化模型搭建技术的应用，有效解决了以上弊端：通过 ZBrush/Maya 等三维制模软件完成不受束缚的雕塑工作和参数化的设计；通过三维扫描技术将实体物体转换为虚拟物体，误差精度为 0.1mm；由雕塑家在虚拟空间中运用数字技术软件对雕塑造型进行多方位尝试或生成，并从中得到启发与灵感，通过 3D 打印技术将数据实体化后进行验证。

一、数字化建模技术基础认知

在如今科学技术不断飞跃发展的背景下，数码化制作技术越来越作为雕刻创作中的重要手段来使用，这不仅仅优化了传统雕刻的制作手段，更给创作者带来了更多的创作灵感。此技术最主要的内涵就是将新技术的数码应用在雕刻艺术中，运用电脑软件、硬件设备对整个雕刻作品做出数码化制作^[5]。

（一）数字化建模的核心定义与内涵

从定义上来说，数字化建模其实是雕塑创意思维转化到数字模型的过程中。它与传统的手工建模方式有着很大的不同。手工建模过程是通过艺术家们本身的能力和动手能力，用实体物质制作而成的。无法追溯和修改，而数字化建模过程是可随意修改：在任何时刻都可以修改数字模型或调整，不会损害原有作品；多媒体兼容：数字化模型可以在多种软件与各种设备上切换使用，有利于与其他科技相融合；准确性：它可以呈现出很高的细致程度，这是手工技术都无法达到的细致化^[6]。

（二）技术发展脉络

数字化建模的方式已经经历从2到3的进化阶段。在21世纪80—90年代，二维设计的程序得以应用于艺术创作之中，标志着雕塑制造已实现数字化进程。艺术家可借助此类二维程序绘图、构思，从而实现制作流程的数字化^[7]。随着电脑硬件的提升和图形处理软件的发展，至21世纪初期，三维建模设计程序得以推广使用。该程序赋予了雕塑家更直接简便的工具，可在虚拟空间中不被束缚地制作并修改三维模型。其中最为重大的科技事件是 ZBrush 的出现，在 ZBrush 的高效率建模下大大提升了建模效率和水平，对于复杂度高的三维模型结构，制作起来更加容易^[8]。除此之外，Maya、Blender 软件也在逐渐更新换代的过程中不断发展进步，这也促进了三维建模技术在雕塑制造上的应用^[9]。

（三）核心工具矩阵

高精度扫描仪等配套设备要求分辨率高、扫描速度快以获取实体模型数据，工作站要求图形处理、计算能力强。核心工具矩阵见下表1。

表1 核心工具矩阵统计表

软件名称	核心功能	适用场景
Maya	具备强大的动画、建模和渲染功能	适用于大型项目、影视动画中的雕塑建模
ZBrush	专注于高精度的数字雕刻和细节处理	适合创作精细的雕塑作品
Blender	开源免费，功能全面，有丰富的插件	适合初学者和小型项目

二、数字化建模的核心技术环节解析

将雕塑设计环节进行数字化建模，则涉及多个关键技术环节，其逻辑紧密联系，贯穿了由设计者主观意图到实物产品之间的各环节^[10]。下面对其关键技术环节进行解剖与分析。

（一）三维建模技术

建模是数字雕塑创作的基础，它把艺术家的设想由抽象思维化为数字模型的具体形态。目前普遍使用的三维建模方法主要有参数化建模、曲面建模、网格建模，每种方法都有优缺点和适用场景。见下表2。

表2 三维建模技术

建模类型	技术特点	适用场景	优点	缺点
参数化建模	通过定义参数和约束关系来创建模型，模型可根据参数变化自动调整	规则结构的雕塑，如建筑雕塑、几何造型雕塑	修改方便，可快速生成系列模型	不适合复杂自由形态的建模
曲面建模	侧重于创建光滑、连续的曲面，能精确表现物体的外形	具有复杂纹理和曲线的雕塑，如人物雕塑、动物雕塑	能实现高度逼真的效果	对建模者技术要求高，操作复杂
网格建模	使用多边形网格来构建模型，灵活性高	各种类型的雕塑，尤其是需要大量细节的作品	可处理复杂形状，便于细节添加	数据量较大，处理速度可能较慢

三维建模的一般流程为：首先绘制概念草图，明确雕塑的大致形态和风格；接着进行几何构建，利用上述建模技术创建基本的模型框架；最后进行细节优化，添加纹理、材质等，使模型更加逼真。

（二）三维扫描与数据处理

激光扫描技术和结构光扫描技术是三维扫描技术常用于实物艺术品转化为数字化艺术手段，激光扫描是用激光发射打在目标上，利用返回时间记录对应物体的三维数据，具有较高精准性，针对较大的石刻雕塑的扫描。结构光扫描技术是将固定的光形投影到被扫描物品表面，根据该光形的变化提取物品的三维表面数据，具有更高精准性，适合体积小、立体感强的文物或艺术品。然而从实际效率来考虑，还是要将扫描数据先做好前期处理，如排除杂光、去噪、平滑，再提高数据品质，对于损坏的雕像我们可以运用修补技术数字修复^[11]。例如，有一个文物修复项目，项目人员通过三维扫描器获取残缺雕像的数字副本，并且对残缺的进行数据清理和修复，在计算机中成功再现了雕像的原貌，为我们研究、展出提供了重要依据。

（三）3D打印技术

3D打印技术能将数字模型转化为实体雕塑，常见的有SLA、SLS和FDM技术。见下表3。

表3 3D打印技术

3D打印技术	材料适配性	适用场景
SLA（光固化成型）	整合树脂材料，可制作精细件	小型、精细的雕塑作品
SLS（选择性激光烧结）	适合金属、尼龙等粉末材料，用于制作结构件	具有一定强度要求的雕塑
FDM（熔融沉积成型）	适合塑料等丝状材料	对精度要求不高的大型雕塑

打印精度对雕塑细节的表现至关重要。高精度的打印能呈现出细腻的纹理和复杂的结构，但可能会增加打印时间和成本。艺术家需要根据作品的需求选择合适的打印技术和精度。

三、数字化建模技术在雕塑创作中的启发与应用研究

（一）数字化建模技术对雕塑行业的市场驱动数据分析

1. 行业规模与增长趋势

据《2020—2025中国雕塑产品数据监测研究报告》显示，2025年中国雕塑年产值预计约64.7亿美元，这其中35%的增加值可能是由基于数字建模技术的创新产品所带来的，其在总产值中的占比比2020年提高了12%^[12]。产业年复合增长率预期达6%，超越了全球整体产业水平（见表4）。

表4 不同年份行业数据

年份	市场规模（亿美元）	数字化技术驱动占比（%）	年增长率（%）
2020	48.9	35	3
2021	51.3	38	5
2022	54.0	41	5.3
2023	57.2	44	6
2024	60.6	47	6.1
2025	64.7	50	6.3

2. 应用领域渗透率

数字化建模技术已渗透至公共艺术、商业装饰、文化遗产修复三大核心领域（表5）：

表5 数字化建模技术渗透率

应用领域	2025年市场规模（亿美元）	数字化技术渗透率（%）	典型场景
公共艺术（城市雕塑）	12.5	42	会泽金街“斑铜历史长卷”数字雕塑（32米，2024年落成，带动区域旅游收入增长28%）
商业装饰	8.2	38	张氏斑铜创意产业园“斑铜生活美学馆”（年销售额300万元，定制化数字雕塑占比45%）
文化遗产修复	4.1	55	敦煌莫高窟壁画数字雕塑复制品（精度达0.1mm，修复周期缩短60%）

（二）数字化建模的核心技术与创作革新分析

1. 建模技术体系

通过“三维建模－扫描优化－3D打印”的数字化建模方式可以解决将设计到生产的整个过程中雕刻作品的数字化处理。

（1）三维建模：参数化与自由雕刻的融合。利用maya、rhino等软件设定几何参数（如曲线曲率和结构应力），即可生成规则或半规则形态的快节奏制作模式（如建筑装饰雕塑），使传

统的手工制造效率提升40%^[12]。借助于 ZBrush、Blender 等软件实现自由雕刻式建模，可以在细节部位（如头发或是衣服褶皱）实现细微的处理，从而实现传统手绘手法无法达到的极细腻切割（如武汉《未来城》中的赛博雕塑所呈现的悬浮结构）或者多材质混搭运用，如金属材料与树脂材质拼接而成的活动连接点^[13]。

（2）三维扫描与数据优化。激光扫描、结构光扫描方法能够快速构建实体数字化模型，并通过应用 MeshLab 等去噪平滑法进行破损部分的修补，从而对文化遗产进行复制提供了技术支撑，如敦煌壁画数字雕塑复制品精度小于0.2%^[14]。

（3）3D打印：数字模型的实体化突破。SLA（光固化）、SLS（选择性激光烧结）、FDM（熔融沉积）技术分别适配不同需求（表6）：

表6 不同3D打印技术适配度及需求分析

3D打印技术	材料适配	精度（mm）	适用场景
SLA	树脂、陶瓷	0.05-0.1	精细雕塑（如人物面部表情、微型装饰）
SLS	金属（钛合金、不锈钢）、尼龙	0.1-0.2	结构承重雕塑（如城市地标性大型装置）
FDM	ABS、PLA	0.2-0.4	快速原型验证（如设计草稿的低成本实体化）

2. 创作思维革新：从“静态”到“动态交互”

创新结构：通过数字化模型构建能够生成传统手工难以加工出的形状（如飞升和多面扭曲等）等，如2024年武汉市虚拟雕刻比赛获奖作品《CyberWing》，运用参数化的设计方法生成8级穿孔结构，其重量仅为传统铜雕塑的1/3，但其强度提升了20%^[15]。

运用 VR 与 AR 的技术手段，人们可以通过手势或语言与雕像进行互动，如在北京798艺术区的《梦境》数字雕塑中，人们走近时，其自动打开“花瓣”并播放背景音乐等，把传统观看的时长提升到12分钟。

（三）传统雕塑与数字化雕塑的效率与成本差异数据分析

通过对比传统手工雕塑与数字化雕塑的核心指标（表7），可见数字化技术在效率、精度、个性化方面具备显著优势。

表7 不同雕塑指标对比

对比维度	传统手工雕塑	数字化雕塑
创作周期（大型雕塑）	6-12个月	2-4个月（含3D打印）

参考文献

[1] 奚斌. 浅谈数字化背景下雕塑艺术的创作和呈现 [J]. 艺术科技, 2020, 33(10): 87-90.

[2] 张滨, 林寅含. 参数化建筑造型技术在仿生景观雕塑中的应用——以作品《洞》为例 [J]. 建筑与文化, 2022(7): 264-265.

[3] 杨夏凉. 数字技术在当代雕塑创作中的应用研究 [D]. 景德镇陶瓷大学, 2024.

[4] 曾睿, 李智, 国桂环. 基于激光点云的雕塑三维可视化应用研究 [J]. 电脑编程技巧与维护, 2025, 10(1): 3-7.

[5] 张俊礼. 智能化技术在竣工测绘验收工作中的运用研究 [J]. 智能建筑与工程机械, 2024, 6(1): 89-91.

[6] 罗飞. 贴近摄影测量在文物保护中的运用——以广西南宁明花山岩画为例 [J]. 南方国土资源, 2021, 8(7): 39-41, 46.

[7] 贺安伟. 基于3DMax技术的雕塑数字化创作流程及其艺术效果展示 [J]. 家庭影院技术, 2024, 332(6): 76-79.

[8] 崔龄誉, 汤力. 基于三维摄影技术的雕塑类文化遗产数字化复原技术研究 [J]. 艺术科技, 2024, 37(3): 65-67.

[9] 李品, 郭兵要. 数字化技术在城市雕塑中的运用 [J]. 区域文化艺术研究, 2023, 9(1): 263-267.

[10] 白榕. 数字化技术在民间人物雕塑新形态模具设计中的应用研究 [J]. 模具技术, 2024, 11(2): 69-75.

[11] 杨海峰, 温清琳. 数字化技术支持下的高中美术雕塑课程教学模式探究 [J]. 艺术教育, 2024(7): 196-199.

[12] 冯鹏翔. 融合与转换——数字化造型技术在雕塑艺术创作中的应用研究 [J]. 动漫先锋, 2024(1): 110-112.

[13] 鹿中一. 基于数字技术语境下的动画雕塑应用研究——以 GK 原型为例 [J]. 模型世界, 2023, 8(3): 32-34.

[14] 刘建理. 技术与艺术的共融：回望中国电影数字化的三个阶段 [J]. 电影文学, 2023, 9(8): 71-74.

[15] 何月明, 徐欣月. 数字化设计在陶瓷雕塑创作中的应用研究 [J]. 雕塑, 2024, 5(3): 70-71.

成本（万元/吨）	15-20（人工+材料损耗）	8-12（设计迭代成本降低60%）
精度（mm）	±2-5（依赖工匠经验）	±0.1（数字模型+3D打印）
个性化定制能力	受限（批量生产误差大）	（数字模型可快速调整细节）
文化遗产复刻误差率	1-3%（手工临摹）	0.2%（三维扫描+数字修复）

四、结束语

综上所述，通过数字化程度的全面提升、造型的灵活性、互动式的创新体验，数字建模技术正在有效的融入雕塑家的创作工程中，在通过手作或者直接数字建模形成3D模型后雕塑家可根据自身需求通过技术手段对手工创作中无法企及的精细部分作出修整，甚至对基础形中手作阶段无法调整留下的遗憾做出改变，在改变的过程中，通过软件的充分运用可达到手作阶段无法尝试的效果，这将给雕塑家带来启发与突破，通过3D打印方式转化为实物后进行验证，由此整个雕塑过程就是一个数字模型的循环过程，有效地拓展艺术创作的表现空间。

随着科学技术的发展，人工智能及人工智能的多元融合也会使数字化建模获得更多发展机会。在技术发展的道路上，人工智能逐步应用于自动化建模及智能化优化等方面，运用机器学习，依据大量塑造的数据实现自动产生独特形式的功能，给艺术家们提供更多不同的灵感来源。智能化的优化功能也能实现自动分析塑件的结构强弱，以确保作品的安全稳固。再者就是数字双胞胎技术也会在塑造的寿命周期管理过程中发挥巨大作用，通过数字技术制作出与实物对称的数字模型，数字双胞胎模型可以实时反映塑造的状态，如温度、湿度等外部因素对塑造的影响，从而进行识别隐患问题及快速地采取防护措施，从而使塑造的保管效果及品质得到大力提升，其使用寿命也大大得以延长。