

数字孪生赋能下传统园林遗产的活态传承与艺术再生路径

张欣缘（硕士，江西应用科技学院建筑学院讲师）

摘要：数字孪生技术为传统园林遗产的保护与传承提供了新的技术可能，但园林艺术的核心在于“意境”——一种难以量化的整体性审美体验。本文探讨数字孪生赋能下园林艺术活态传承与美学再生的可行路径。研究认为，高精度三维扫描、点云处理与BIM建模能够构建园林的高保真数字孪生体，并且精确记录物质形态的技术已经成熟。然而，意境的数字化转译面临根本性的美学难题。在艺术再生层面，数字孪生支持的空间拓扑分析与参数化设计，可用于太湖石“瘦、漏、透、皱”的量化记录、匾额楹联碑刻等文化图层的语义化组织，以及传统装饰图案的参数化衍生。本文进而提出数字孪生园林系统的实施框架，涵盖多模态数据协同、实时渲染与物理反馈机制，并就技术再现与艺术意蕴之间的张力提出平衡策略。

关键词：数字孪生；传统园林遗产；活态传承；艺术再生；空间重构

一、数字孪生技术与传统园林遗产保护的融合背景

数字孪生技术与传统园林遗产保护的结合，源于文化遗产保护领域系统性困境与技术创新的交汇。在全球化与城市化进程中，园林遗产面临两重压力：物理空间限制使本体监测在时空覆盖上不足，传统测绘手段难以捕捉微尺度生态变化与人文活动的动态交互；信息传递的断裂则使保护知识体系趋于碎片化，营造技艺、植物配置等隐性知识在代际传递中不断衰减。

数字孪生通过构建物理实体与虚拟模型的实时映射，为上述困境提供了新的解题思路。该技术以多源数据融合为底座，集成物联网传感、三维激光扫描与地理信息系统，结合机器学习实现园林状态的推演与预测。近五年来，数字孪生与园林遗产保护的交叉研究增长迅速，反映了学界对技术赋能模式的认可。

然而，需要明确技术介入的终极目标不是为园林构建一套数字档案，而是为园林艺术在当代的理解与未来的传承拓展可能性。这一判断构成了本文“技术—美学”双重视角的出发点。

二、数字孪生技术在园林遗产保护中的应用现状

（一）国内外数字孪生园林案例比较

当前，国内外数字孪生园林实践已呈现多元态势，在技术集成深度与文化适应性上差异明显。国内以苏州园林数字孪生项目为代表，依托高精度三维激光扫描与GIS协同，实现了空间形态、植物群落与变迁的动态监测，但数据采集频率与计算资源限制了实时分析能力。英国邱园的系统侧重生态过程模拟，通过IoT传感器与机器学习对植物环境进行预测性维护，创新性突出，但运维成本高昂。日本京都寺庙园林的实践强调禅宗美学的AR转译，实现游客与虚拟园林的沉浸式交互，却在历史真实性验证上仍有技术盲区。

国内案例在空间精度上具备优势，但缺乏跨学科整合机制；国外案例虽技术成熟度较高，却面临文化语境适配性挑战。这些差异反映出数字孪生技术在不同文化体系下的应用路径分化，其核心矛盾在于技术理性与人文价值的平衡。未来研究需进一步探索数字孪生与非物质文化遗产保护的协同机制，构建更具文化敏感性的技术框架。

（二）数字孪生技术在园林遗产保护中的技术瓶颈

数字孪生技术在园林遗产保护中的应用仍面临三重技术瓶颈。其一，数据采集精度与完整性的矛盾——园林复杂空间结构与精细构件要求毫米级精度，但激光雷达与摄影测量技术在植被覆盖区域易产生点云噪声与纹理失真，致使几何保真度难以满足文化遗产数字化领域对数据精度的严格要求。其二，模型实时性与计算资源之间存在显著张力——气象、人流、材料老化等多源异构数据需与物理模型实时耦合仿真，但边缘计算与分布式渲染技术尚难以支撑高并发的时空同步更新，导致动态响应延迟超出可接受阈值。其三，多尺度信息融合面临语义鸿沟——从微观构件损伤到宏观生态演化需跨尺度协同分析，但现有建模方法在跨尺度语义映射中存在信息熵损失，难以实现全要素数字化表达。上述瓶颈共同表明，数字孪生技术在园林遗产保护中仍处于概念验证阶段，距规模化应用尚有距离。

三、传统园林艺术的美学特征与价值认知

传统园林艺术作为中华文明“天人合一”哲学思想的物化呈现，在世界园林艺术之林中独树一帜。它以小见大、借景寓情，创造了“虽由人作，宛自天开”的艺术境界。理解这一艺术本体的美学特征与价值结构，是探讨数字孪生技术如何赋能其活态传承与艺术再生的理论前提。

（一）园林艺术的意境美学与哲学根基

中国古典园林素有“凝固的诗，立体的画”之誉，其美不在孤立的建筑或花木，而在整体性的“意境”。中国古典美学将空间视为“道”的显现媒介，园林通过对空间的艺术化处理，引导审美心理从有到无、从实到虚的超越。

从哲学渊源看，园林美学深受儒道双重影响。老庄的“唯道集虚”与“气韵生动”渗透于造园理念之中，意境的实现则依靠“隐秀”手法。造园家对景观感受方式有着分层设计——“观物取

象”“立象尽意”直至“得意忘象”，这种从具象到抽象、从形似到神似的递进，构成了园林艺术的本质特征。“言、象、意”框架下，园林意境由浅入深、以实出虚，通过虚实关系的组合与诗词言意的传达，塑造了“步移景异、虚实相生”的空间叙事。

（二）园林艺术的核心价值维度

传统园林作为中华文明的重要物质与精神载体，其文化内涵与价值可通过多维评估体系进行系统性解构。运用层次分析法构建评估指标体系，可将园林价值解构为三个相互关联的维度。

文化价值体现为典章制度、民俗活动等非物质文化遗产的承载功能。苏州园林不仅是物质空间的集合，更是文人雅集、昆曲表演等文化实践的发生场域。园林中的厅堂、水榭、戏台等空间，其设计本身就预设了特定的文化活动——这种“空间—活动”的共生关系构成了园林文化价值的核心。

历史价值体现于建筑形制、植物配置等物质遗存的时代特征。颐和园的晚清皇家园林规制、拙政园的明代文人园林格局，每一处园林都是特定历史时期社会观念、审美趣味与营造技术的物质凝结。数字孪生技术对历史信息的精确记录，实质上是对这一历史价值层级的系统性保存。

艺术价值则通过造园技艺、空间组织等美学表达得以彰显。留园“冠云峰”的组景艺术、环秀山庄的叠山技法、拙政园“与谁同坐轩”的空间经营——这些艺术成就不但体现在可见的形态上，更深藏于造园者的匠心运思与审美判断之中。实证研究表明，基于该体系的量化评估能揭示园林遗产的核心价值构成，如拙政园的文化价值权重达 0.42，显著高于其历史价值（0.31）与艺术价值（0.27），印证了其作为文人精神家园的深层文化属性^[1]。

（三）数字孪生再现园林艺术美学的可能性与边界

上述美学特征与价值结构，为数字孪生技术

介入园林艺术保护设定了双重命题：技术上能否再现，以及美学上应否再现。

就技术可能性而言，高精度三维激光扫描与点云处理技术已能够以毫米级精度记录园林的空间形态与细部特征。狮子林假山实现了毫米级数字孪生，隐匿于太湖石肌理中的“24 色谱”得以公之于众。江南私家园林叠山皴法的三维数字化研究也表明，点云能够不受光影效果及透视关系的影响，对假山表面的物理信息进行识别与记录。这表明，数字孪生技术在物质形态的精确再现层面已具备充分的技术基础。

然而，园林艺术的精髓在于“意境”——一种超越物质形态的整体性体验。数字模型可以精确记录“象”，却难以捕捉“意”；可以复现“实”，却难以传达“虚”。传统园林的当代转化不是形式复刻，而是以文化为魂、科技为翼的创造性跨越。数字孪生应定位为“工具”而非“目的”——其价值不在于制造完美的复制品，而在于为园林艺术的当代理解开辟新的可能。Guo 等以“西蜀园林的典型代表——三苏祠”为研究对象，探索数字技术在园林“纪念性研究与量化保护”中的应用，认为数字技术能够推动中国古典园林的研究与保存。这一研究亦表明，技术手段的有效性最终取决于其对遗产文化价值的传递程度^[2]。

四、活态传承的理论基础与艺术再生路径

（一）“活态传承”的概念界定与特征

“活态传承”作为园林保护的动态范式，核心是通过持续的社区参与和文化实践，实现遗产价值的当代延续。与静态保存不同，它强调遗产在当代语境中的适应性转化——本质上是文化遗产与使用者之间的互动共生。文化记忆理论视域下，活态传承是集体记忆的再生产：苏州园林文人雅集以现代文创延续，扬州个园竹文化从赏玩转向生态教育，岭南园林在城市化中拓展功能，都是例证。张志腾、李渝婵以“兰州青城古镇建筑遗产”为对象，通过“虚拟仿真交互展示、增强现

实交互体验及移动端小程序设计开发”等数字化路径，探索了古镇建筑遗产活态传承的实践方法^[3]。颐和园·德和园大戏楼的数字化展演，虽未直接使用数字技术，却典型体现了传统与现代的辩证探索。

（二）数字孪生对“活态传承”的赋能机制

数字孪生技术通过构建“虚拟—实体”的动态映射关系，为传统园林遗产的活态传承提供了全新的理论支撑与实践路径。从系统动力学视角看，数字孪生通过多源数据融合与实时交互，建立了园林遗产的信息物理系统，实现了物质空间与虚拟空间的协同演化。这种映射关系不仅涵盖了园林的空间句法结构，还包括了历史文脉、生态特征等非结构化数据的深度整合，从而形成完整的数字孪生体。

在赋能机制层面，数字孪生通过三层传导路径实现活态传承的突破。在数据采集层，利用激光雷达扫描与地理信息系统技术，构建厘米级精度的三维模型，解决了传统记录方式的空间局限性。在交互体验层，通过增强现实与混合现实技术，使游客能够沉浸式体验园林的历史变迁过程。例如，在拙政园的案例中，用户可通过虚拟叠加功能对比观赏明代原貌与当代景观。最终，在动态更新层，基于物联网传感网络的实时数据反馈，实现园林遗产的预防性保护与适应性管理。这种赋能机制不仅突破了传统传承模式的时空约束，更通过多方参与的协同传承模式，使园林遗产在当代语境下实现艺术再生的动态平衡。

（三）基于数字孪生的园林空间重构技术

数字孪生为园林空间重构提供了高精度支撑。空间句法分析与三维建模协同，可解构园林空间结构并实现历史形态的参数化重组。BIM 与 GIS 的融合使拓扑关系与几何属性的数字化捕捉成为可能——前者提供构件级别的精准建模，后者赋予空间以地理坐标与文化语境，二者的协同为空间重构奠定了数据与方法论的双重基础^[4]。

在技术实现层面，参数化设计与算法生成构成了空间重构的核心逻辑。Yu 探讨了“‘一带一路’背景下广东省传统艺术类非物质文化遗产所面临的机遇与挑战”^[5]。例如，通过遗传算法优化空间布局，可在保留传统园林轴线秩序的基础上，植入现代功能模块。同时，点云数据与激光扫描技术的应用，确保了重构过程中历史信息的完整性。

从艺术史角度看，数字孪生驱动的空间重构不仅是技术复制，更是对“艺术观看方式”的重新发明。传统园林审美依赖于身体的在场与时间的绵延——“步移景异”需真实行走体验，“四时之景”需时节更替的体味。数字孪生则打破了这一物理限制，使用户能够在虚拟空间中自由切换视角、回溯历史、叠加信息图层，从而获得超越单一时空维度的审美体验。

（四）园林艺术元素的数字化表达与艺术创新

太湖石美学的数字化呈现。太湖石作为中国古典园林叠山的核心材料，其“瘦、漏、透、皱”的美学标准凝聚了传统文人对自然之美的独特理解（图1）。这一审美范畴长期以来依赖于造园者的直观判断与经验积累，缺乏客观的量化描述。数字孪生技术通过高精度三维激光扫描与点云数据处理，使太湖石的形态参数——包括表面曲率、孔洞分布、纹理走向等——得以精确记录与量化分析。狮子林假山的数字孪生实践表明，毫米级扫描可揭示隐匿于太湖石肌理中的色彩层次与纹理细节，使传统鉴赏中“肉眼可见”与“心领神会”之间的模糊地带获得了技术性的澄清。张氏等（2026）提出的生成式 AI 框架进一步表明，通过对语义点云的分割与生成式补全，可以将静默的几何数据转化为有文化叙事能力的数字资产，使太湖石的美学特征从“可视”走向“可述”^[6]。这种数字化呈现并非以数据替代审美判断，而是为审美经验的传承与传播提供了更为精准的媒介。



图1 苏州留园“冠云峰”充分体现了太湖石“瘦、漏、透、皱”的审美标准

园林匾额、楹联与碑刻的数字化保存与传播（图2）。园林中的匾额、楹联、碑刻不仅是建筑装饰，更是园林“诗画同源”审美范式的重要载体。书条石上的诗文、厅堂中的对联、假山上的题刻——这些文字与书法共同构成了园林的“文化图层”，与空间形态形成互文关系。环秀山庄的数字孪生项目已完成对书条石、碑刻、雕塑、匾额等园林要素的高清数据采集。在此基础上，进一步的工作应着力于构建“文字—空间—历史”的语义关联——将匾额楹联的内容与其所在空间的文化功能、历史语境进行数据化的知识组织，使数字孪生模型不仅记录“写了什么”，更呈现“为何写于此”“如何被阅读”的文化语境。



图2 苏州拙政园“与谁同坐轩”及其匾额

园林花窗、铺地与雕饰的图案艺术与参数化衍生（图3）。园林花窗的冰裂纹、海棠纹、万字纹，铺地的鹅卵石拼花、雕饰的吉祥图案——这些装饰艺术元素构成了园林视觉体验的微观层次。传统上，图案的设计与制作依赖于匠人的手工技艺与师徒传承，其知识体系具有高度的经验

性与封闭性。数字孪生技术通过高精度影像采集与图案识别算法，可将上述装饰元素转化为可检索、可比较、可衍生的数字图库。基于网师园历史时空图景的实验性设计表明，“冰裂纹”几何图形的三维数字生成及对山石云起之形态的空间再现，可用经典的树种构成一处文化装置。这种从“图案记录”到“图案再生”的转化，为传统装饰艺术的当代创新提供了方法论支持。



图3 苏州沧浪亭花窗

在叠山理水的艺术再现中，数字孪生依托 BIM 与 GIS 的集成平台，构建地形地貌的拓扑关系模型，通过流体动力学算法模拟水体运动的物理特性，结合分形几何理论生成符合传统审美意趣的假山形态。以留园“冠云峰”为例，通过三维激光扫描获取的高精度点云数据，结合有限元分析验证其结构稳定性，再通过程序化生成技术衍生出具有相似美学特征的新型山石组合方案。这种数字化表达不仅突破了传统园林艺术的时空限制，更通过参数化设计与生成艺术，实现了从“形似”到“意似”的创造性转化。

（五）数字孪生驱动的园林体验设计

数字孪生技术通过构建园林遗产的高保真虚拟映射，为用户提供了多维度的沉浸式体验设计路径。在用户体验研究框架下，可综合运用情境访谈与眼动追踪等方法，深度解析游客对园林空间叙事、文化符号及美学意境的认知需求，进而构建以“虚实共生”为核心的设计范式。例如，通过 AR 叠加技术将《园冶》中的造园理论可视化，使静态的叠山理水转化为动态的交互式演示，用户可通过手势操作实时调整虚拟水系流向，直

观理解“虽由人作，宛自天开”的造园哲学。

在虚实交互层面，数字孪生系统通过多模态传感技术实现用户行为与虚拟园林的实时响应。基于情感计算模型，能够精准捕捉用户在游览过程中的审美共鸣点，动态调整光影、声景等环境参数，形成个性化的感知增强回路。苏州拙政园的案例显示，采用该技术的体验方案使游客对园林“移步换景”美学的理解深度显著提升，文化符号的识别准确率大幅提高。

数字孪生技术不仅改变了园林艺术的呈现方式，更深刻重塑了观众与园林艺术之间的“对话关系”。从接受美学的视角审视，传统园林的审美体验以“静观”为主导模式——观者在园中行走、驻足、凝视，在空间的展开与时间的流逝中体味意境。这是一种以“身体在场”为前提的、单向度的审美接受。数字孪生技术引入后，审美体验从“观看”转向“沉浸”，从“单向欣赏”转向“交互参与”。三山五园主题特展的实践提供了典型案例：特展通过三维实景建模精准复原皇家园林鼎盛格局，借助跨媒介叙事全景再现三山五园的营建智慧，并生成高仿真数字人与观众进行互动问答。在这一场景中，观众不再是被动的“观看者”，而是主动的“参与者”。拙政园“拙政问雅”夜游项目亦表明，数字光影技术可以让见山楼墙面“生长”出《园冶》记载的古木奇花。这种虚实交融的体验设计，既非对传统园林的简单复刻，也非对数字技术的盲目崇拜，而是在尊重园林艺术精神内核的前提下，探索传统美学与当代媒介的创造性对话。

五、数字孪生园林系统的构建与实施

（一）园林数字孪生体的建模方法

构建园林数字孪生体需采用多尺度建模与参数化设计，从宏观格局到微观构件实现精准映射。数据采集阶段以激光雷达与无人机倾斜摄影获取高精度点云，结合 GIS 进行空间拓扑分析。针对单体建筑与植物群落，引入 BIM 与植物生长模型

(L-system)，将斗拱模数、年轮结构等传统营造知识转化为可计算参数。语义建模层面，以本体论构建园林元素的知识图谱，将亭台楼阁、花木水石关联为具有文化意义的语义网络（如将“曲水流觞”典故与实际水系参数关联），使模型承载历史语境，并以有限元分析验证结构的稳定性。

（二）多源数据融合与实时交互技术

数字孪生园林系统的构建依赖于多源异构数据（GIS、BIM、IoT）的深度集成与实时交互。其实施路径包括：通过时空对齐算法解决不同数据源的时空分辨率差异；利用贝叶斯网络进行数据关联性分析以剔除冗余信息；借助卡尔曼滤波等算法修正模型与传感数据间的偏差（如苏州拙政园数字化项目，便以此确保毫米级几何精度）。上述方法共同构建了从“数据采集—关联分析—偏差修正”的闭环融合流程，为高保真数字孪生体的生成提供了技术基础。

（三）数字孪生园林系统的应用场景

在教育展示中，系统依托 GIS 与 AR 实现历史文脉的可视化呈现，如动态再现拙政园“与谁同坐轩”的建造工艺，用户通过虚拟漫游体验明代造园哲学。在虚拟修复环节，整合材料科学与结构力学模型，以颐和园长廊彩画为例，通过光谱分析与色彩映射模拟不同修复方案对颜料老化的影响，并结合有限元分析预测结构稳定性。在游客管理方面，可借助物联网与机器学习技术实时预测人流密度、优化导览路径——杭州西湖十景景区的实践表明，该技术有效降低了高峰时段的拥堵率。

六、数字孪生赋能园林遗产保护的挑战与对策

（一）技术层面的实施难点

数字孪生在园林保护中的实施面临四重难点。一是成本与人才：高精度设备采购维护昂贵，对操作人员的跨学科素养要求高。二是数据异构与标准缺失：环境传感、历史文献、游客轨迹等数据在格式与语义上难以统一，缺乏成熟的标准化框架。三是动态维护的算力瓶颈：材料老化、生

态演替等非线性变化要求算法持续校准，计算复杂度指数级增长。四是系统可靠性与容错：极端天气或高并发下，分布式架构面临延迟与数据完整性风险。破解之道在于计算机科学、测绘学、建筑学与艺术学的协同攻关。

（二）文化遗产与创新平衡的思考

数字孪生实现了园林的数字化存档与动态监测，为文化遗产提供了技术支撑；但过度依赖技术可能导致文化内涵被简化。某些数字模型虽精确复现了空间布局，却因缺乏对“虽由人作，宛自天开”造园哲学的深度解析，使虚拟体验与真实体验产生偏差。

平衡需依托多维评估框架。平衡计分卡可从文化价值、技术可行性、社会接受度及可持续性四个维度量化分析；德尔菲法通过多轮专家征询识别关键矛盾、形成共识。在拙政园数字化项目中，专家团队采用德尔菲法论证了“技术赋能需以文化阐释为核心”的原则。更深层地，数字孪生应被视为工具而非目的——康孟珍等提出的“平行圆明园”解决方案，将“ACP 理论”（描述智能—预测智能—引导智能）应用于圆明园运营管理——通过描述智能构建虚拟圆明园，利用预测智能进行大规模计算实验，借助引导智能和平行执行突破地域边界，实现对圆明园的智能管理^[7]。这一理念表明，数字孪生应成为连接历史与未来的桥梁，而非替代历史本身的复制品。

（三）未来发展趋势与展望

人工智能与深度学习的嵌入将提升数字孪生模型的动态仿真精度，强化学习可实现园林生态系统长期演变的精准预测。元宇宙的兴起将拓展数字孪生的边界，公众可通过沉浸式虚拟空间参与园林的虚拟修复与再创造，区块链技术则确保数字资产的唯一性与可追溯性。到 2030 年，混合现实技术有望实现物理园林与虚拟空间的实时映射，使保护从被动维护转向主动干预。周娟娟在阐述“数字技术赋能文化遗产保护传承与发展

的深层次内涵”基础上，提出数字技术可通过“便捷性传播、创造性转化和创新性发展”三条路径赋能文化遗产^[8]。数字孪生与物联网的深度融合将催生“感知—分析—决策—执行”的闭环体系，以传感器网络实时采集结构健康数据，结合数字模型实现风险预警与寿命预测。

七、结语

数字孪生技术与传统园林艺术的融合，代表了文化遗产保护从“静态保存”向“活态传承”的范式演进。本研究的核心判断是：数字孪生在物质形态的精确再现上已较为成熟——高精度三维建模、参数化设计与动态仿真能够精准捕捉园林的空间、植物与细部；但园林艺术的本质在于“意境”，其“言—象—意”的审美结构对技术介入提出了超越物质层面的要求。技术可以记录“象”，却难以捕捉“意”；可以复现“实”，却难以传达“虚”。

在艺术再生层面，数字孪生通过对太湖石美学的量化记录、匾额楹联碑刻的语义化组织、装饰图案的参数化衍生，为园林艺术的当代理解与创新表达提供了新工具。三山五园数字再生展览与拙政园“拙政问雅”夜游项目的实践表明，当技术以尊重园林艺术精神内核为前提，数字孪生将能够在“再现”与“再造”之间找到平衡——既不是传统的复刻，也不是技术的炫示，而是在传统美学与当代媒介之间建立创造性对话。

当前，技术应用仍面临精度与实时性的张力、多尺度融合的复杂性等瓶颈。更根本的挑战在于如何在技术理性与人文价值之间保持平衡，让数字孪生始终作为工具而非目的。未来，数字孪生将与人工智能、元宇宙深度融合，但其方向应是以维护园林艺术的文化主体性为前提，实现传统园林艺术的创造性转化与创新性发展——让千年园林的美学意境在数字时代获得鲜活的现代表达。

参考文献

[1] 孙磊磊, 陈荣山, 孙东灵, 等. “活态遗产”:

苏州园林文化遗产数字化传承与创新模式研探[J]. 中国名城, 2023, 37(8): 74-80.

[2] Guo L, Ma W J, Gong X Q, et al. Digital preservation of classical gardens at the San Su Shrine[J]. Heritage Science, 2024, 12: 66.

[3] 张志腾, 李渝婵. 兰州青城古镇建筑遗产活态传承的数字化路径研究[J]. 美术文献, 2023(4): 120-122.

[4] Chen S F. Analysis of the ecological protection and inheritance path of intangible cultural heritage enabled by digital technology——Take the national intangible cultural heritage “Cuo Taiji” as an example[J]. Journal of Sociology and Ethnology, 2023, 5(10): 136-143.

[5] Yu W X. Research on inheritance and development of intangible cultural heritage of traditional art in Guangdong province under the background of "One Belt One Road"[C]// Proceedings of the 2021 International Conference on Economics, Education and Social Research. London: Francis Academic Press, 2021: 1-5.

[6] Zhang S W, Li X F, Guo R, et al. From Point Clouds to Digital Narratives: A Generative AI Framework for Immersive Media Reconstruction and Cultural Storytelling of Classical Garden Heritage[C]// Proceedings of ACM Workshop on Generative AI and Digital Media (GADM 2026). New York: ACM, 2026.

[7] 康孟珍, 邱文忠, 陈自富, 等. 平行圆明园: 从数字孪生园林到元宇宙智慧遗址公园[J]. 智能科学与技术学报, 2022, 4(3): 301-307.

[8] 周娟娟. 数字技术赋能文化遗产的保护传承与发展[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版), 2022, 25(3): 8-12.