

数字化赋能博物馆藏品管理与展示的策略

方一锋

浙江自然博物院, 浙江 杭州

收稿日期: 2026年2月5日; 录用日期: 2026年4月15日; 发布日期: 2026年4月24日

摘要

随着数字技术在文化领域的持续深入应用, 博物馆在藏品管理与展示传播中的职能结构正在发生深刻变革。文章以浙江自然博物院为研究对象, 聚焦其在智慧库房保护、数字档案构建、知识图谱重组以及沉浸式展陈系统等方面的探索实践, 系统分析数字化赋能下博物馆在管理逻辑、展示机制与观众交互模式中的转型路径, 以为博物馆数字化升级提供理论支撑与实践借鉴。

关键词

数字化赋能, 智慧博物馆, 参与式展示, 数字人文, 知识图谱

Strategies for Collection Management and Display of Digital Enabling Museum

Yifeng Fang

Zhejiang Museum of Natural History, Hangzhou Zhejiang

Received: February 5, 2026; accepted: April 15, 2026; published: April 24, 2026

Abstract

With the continuous and in-depth application of digital technology in the field of culture, the functional structure of museums in collection management and display communication is undergoing profound changes. This paper takes Zhejiang Natural History Museum as the research object, focusing on its exploration and practice in the aspects of smart warehouse protection, digital archives construction, knowledge map reorganization and immersive exhibition system, and systematically analyzes the transformation path of museums in the management logic, display mechanism and audience interaction mode under the digital empowerment, in order to provide theoretical support and practical reference for the digital upgrading of museums.

Keywords

Digital Empowerment, Smart Museum, Participatory Display, Digital Humanities, Knowledge Graph

Copyright © 2026 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

在国家“数字中国”建设以及智慧文化发展宏观战略的持续推动之下，以“智慧管理”、“数字博物馆”与“沉浸式体验”为典型代表的创新实践路径正不断深入以及拓展，为博物馆领域革新资源配置方式、提高公共科普服务效能，并且实现文化知识的创造性转化和再生产，开辟出了前所未有的理论视野以及实践可能[1]。在“新博物馆学”(New Museology)与“数字人文”(Digital Humanities)的理论交汇点上，博物馆的社会角色已从传统的“物之库”转向“知识交互的枢纽”。浙江自然博物院作为国家一级博物馆，始终处于行业前沿，积极在藏品数字化全流程管理、智慧化系统搭建以及展陈叙事和体验的体系化重塑等方面，进行了一系列具有前瞻性以及示范性的探索。基于此，本文以浙江自然博物院的具体实践作为深度研究案例，系统地剖析数字化技术如何从根本上重塑博物馆在藏品管理、知识组织以及展示传播中的内在逻辑和协同结构，而且探讨它实现价值创新的可行路径，希望能对当前“数字赋能”背景之下的博物馆整体转型，给出具备理论洞见以及实践参照意义的分析和启示。

2. 构建智慧化库房动态防控体系

当前博物馆藏品管理正朝着数字化、智慧化方向转型，但藏品从入库到展示的全链路数据流转仍缺乏清晰的逻辑框架。本文构建的藏品全生命周期管理业务框架，可实现藏品数据的高效流转与价值深度挖掘，从表 1 可以看出，藏品管理是一个闭环的业务流程，每个阶段的输出都是下一个阶段的输入，而知识图谱引擎作为核心枢纽，串联起藏品的保管与应用环节。

Table 1. Collection lifecycle management business cabinet

表 1. 藏品全生命周期管理业务框架

业务阶段	核心模块	关键输入	核心输出	核心价值
1. 入库与数字化建档	实物藏品、数字孪生档案	实物藏品、藏品来源凭证(如移交信息、捐赠证明)、藏品基础信息表。	数字孪生档案(含高清影像/3D模型、元数据)、藏品基础数据库、藏品唯一身份编码。	实现藏品的数字化留存与标准化管理，为后续环节提供基础数据支撑。
2. 智慧化保管与监测	智慧库房 AIoT 系统	实时环境数据(温度、湿度、光照强度、空气质量等)、藏品状态数据(如是否有损坏、是否有虫蛀等)。	状态更新数据、预警与调控指令、库房环境监测报告。	保障藏品存储环境安全，实现库房的智能化、精细化管理。
3. 知识组织与关联	知识图谱引擎	数字孪生档案、外部知识(如历史文献、考古发现、同类藏品数据等)、藏品研究数据。	结构化知识包、藏品关联网络图谱、藏品知识图谱数据库。	挖掘藏品深层价值，构建藏品间的关联网络，为多场景应用提供知识支撑。

续表

4. 多场景应用与展示	科研平台、展示引擎	结构化知识包、藏品数字档案、观众需求数据。	个性化科研内容、沉浸式展示内容 (AR/VR/Web)、文创产品设计方案、科研成果报告。	满足科研人员研究需求, 为公众提供丰富的互动体验, 提升藏品传播力。
5. 反馈与优化闭环	数据分析与 AI 模型	观众行为与评价数据(如观众在某个展柜前的停留时长、对某个 AR 展示的互动频率、观众评价等)、科研人员反馈数据、藏品管理数据。	优化建议、藏品管理优化方案、展示内容优化方案。	基于用户反馈持续优化藏品管理与展示策略, 形成业务迭代闭环。

在传统博物馆库房管理中, 环境调控多依赖静态设定与人工巡检, 响应周期长、精度波动大, 难以满足对高敏感材质标本的长期稳定保存需求。AI (人工智能)物联网技术的深度介入, 为智慧库房系统的构建提供了技术支撑, 让博物馆管理逻辑从“环境控制”向“风险感知-预警干预”转变, 形成以感知精度、响应速度和调度能力为核心的保护机制[2]。数字技术的融入推动了博物馆藏品管理逻辑的深层转变。原有以物理空间为核心的实物管理体系, 逐步让位于“实体+数据”并行运行的双轨机制。具体来说, 以 RFID (射频识别技术)、三维扫描、环境传感等为代表的数字技术被引入库房日常管理环节后, 藏品的位置定位、状态监测与出入库流过程实现了数字化闭环管理。

以浙江自然博物院为例: 在库房部署分布式传感器阵列, 包括高精度温湿度探头(误差 $\pm 0.5\%$)、pH (氢离子浓度指数)值监测仪及挥发性有机物检测单元。该系统以每秒 10 次的频率采集环境数据, 实时追踪藏品的保存状态。例如, 当湿度波动超过 $\pm 5\%$ (壳体脆化临界点)或 pH 值低于 6.2 (酸蚀风险阈值)时, AI 算法自动触发微环境调节装置, 将库房湿度稳定在 45%~55%黄金区间。在此环境调控决策中, 系统引入了基于 LSTM (长短期记忆网络)的时序预测模型。该模型以本院过去十年的馆藏微环境变化与标本状态记录作为训练数据集, 能够提前 2~4 小时预测温湿度漂移趋势, 使环境预警准确率从传统静态阈值法的 75%提升至 96.5%。监测系统的引入使得温度、湿度、光照和振动等影响藏品稳定性的外部变量被纳入动态调节体系, 系统可根据预设参数自动调整保存条件, 提升了对贝类、鸟类皮毛、昆虫标本等敏感材质的保护能力。在此基础上, 高精度采集技术为藏品生成结构化数据, 为后续的虚拟复原、研究建模与展示开发提供了基础素材。管理活动因此从纯粹的物理保障向数据驱动的资源运营转型, 博物馆内部围绕藏品的管理、保护与利用逐步形成了“存储-监测-利用”一体化的工作机制[3]。

3. 全维度数字化档案与知识图谱重组

3.1. 多维数据采集与储存

对馆藏 10,748 件陆生淡水贝类标本来开展了系统性的二维高清影像采集工作, 借助非接触式摄影技术, 选用最高 6000 万像素的分辨率以及 $\Delta E < 1.5$ 的专业级色彩还原度, 精准地记录下了壳体纹理、螺层结构等微观形态特性, 进而构建起了可溯源的视觉数据库。在这个基础之上, 进一步针对 512 件珍稀标本实施了高精度三维激光扫描建模, 其模型精度达 0.1 毫米级, 可以把壳体结构的 360°旋转观察与精确测量实现, 并且将所有数字化成果跟采集地坐标、生境类型、保护等级等多维度元数据相关联, 构建出了结构化的知识图谱。在存储与管理方面, 依托文物资源与智慧管理双系统协同运作, 实现了元数据 99.2% 的完整度, 还支持按学名、采集地、年代等 12 个维度的毫秒级智能检索, 完成了从藏品入库、保管至研究、出展的全流程数字化追溯。在利用方面, 项目严格运用 Darwin Core (达尔文核心)标准进行语义化关

联与数据规范化处理，预留了对接全球贝类数据库(如 Mollusc DB2.0)的标准化接口，极大地推动了科研协作与数据共享，目前已直接支撑发表 SCI 论文 7 篇，极大程度上提升了馆藏贝类标本的科研价值以及开放利用水平(见表 2)。

Table 2. Technology application and achievements in various stages of shellfish collection management
表 2. 贝类藏品管理各阶段技术应用及成果

阶段	技术应用	贝类藏品应用成效
采集	非接触式高清摄影 + 3D (三维空间)激光扫描	完成 10,748 件二维采集(分辨率达 6000 万像素，色彩还原度 $\Delta E < 1.5$)，512 件三维建模(精度 0.1 毫米级，可 360° 旋转观察壳体结构特征)
存储	双系统协同(文物资源 + 智慧管理)	元数据完整度达 99.2%，支持按学名、采集地、年代等 12 个维度的毫秒级检索，实现从入库到展出的全流程追溯
利用	Darwin Core 标准语义关联	预留接口对接全球贝类数据库(如 Mollusc DB 2.0)，实现科研协作，已支撑发表 SCI 论文 7 篇

3.2. 双系统协同管理与效率量化

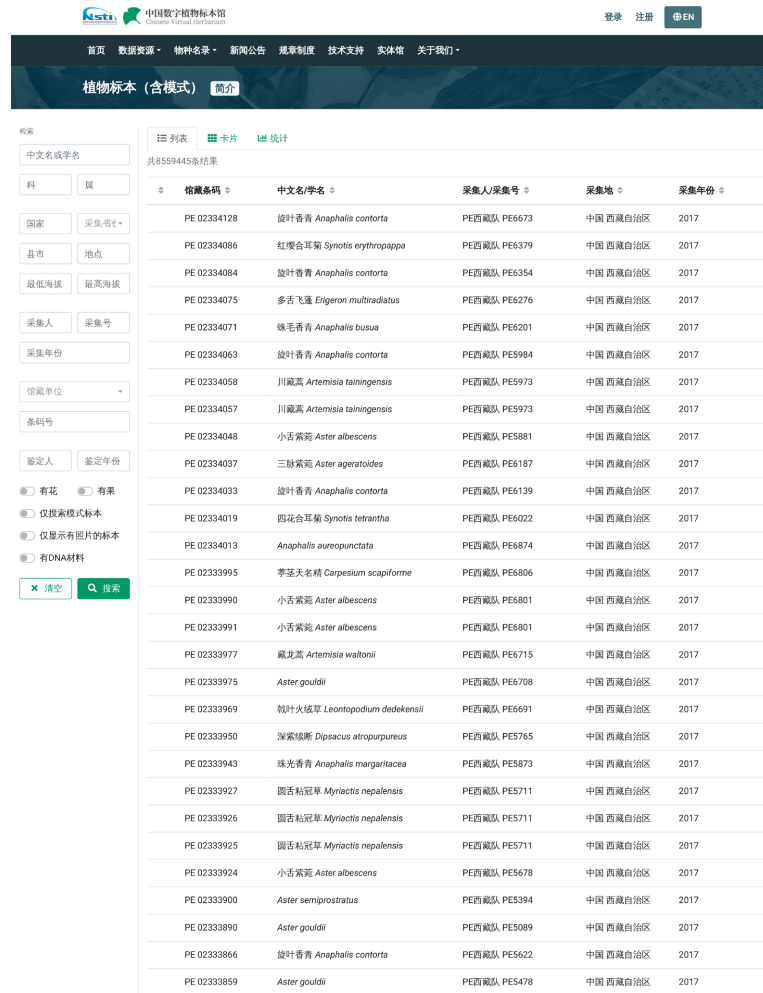


Figure 1. Retrieval interface of digital herbarium of Zhejiang natural museum
图 1. 浙江自然博物院数字植物标本馆检索界面图

通过“文物数字资源管理系统”与“智慧化藏品管理系统”实现跨平台数据同步，支持科研人员按物种分布、濒危等级等维度快速检索与分析。通过引入数字化管理，对比传统纸质卡片或单机版档案，单件标本的平均调取与检索时间从原本的约 15 分钟大幅缩减至 1.2 秒，年度藏品盘点效率整体提升了逾 300%。浙江自然博物院近年来建设的“数字植物标本馆”平台，以 3238 种，20215 号浙江种子植物标本的高清图像、生态照片与分类信息为基础，构建起包括采集时间、地理位置、植物形态描述等多维数据，数据已共享至“国家植物标本资源库”，用户可在网页端进行缩放浏览、图文联读，借助多媒体资料实现由“看物”向“知物”的认知跃升(图 1)。

3.3. 升华：大数据知识图谱，激活藏品知识生产

构建知识图谱的核心在于突破传统数据库线性存储的局限，将藏品的材质、用途、产地、历史背景等信息以语义方式进行关联重组，让每一件藏品不再是孤立存在的记录单元，而是嵌入在一个动态拓展的知识网络中[4]。以浙江自然博物院的古生代植物化石为例，网络的覆盖不仅应该涵盖物种分类、生态环境与演化路径，还可以同时关联其采集地的地层信息、该时期的气候背景、形态特征演化节点以及与之共存的生物类群，从而形成完整的生态语境。

更为关键的是，知识图谱的建立为馆内外的多元服务提供了统一的数据基础。在展示端，知识图谱可转化为观众可视、可感、可互动的认知路径，支持多语义、多维度的讲解与导航，增强展览的可理解性和参与性[5]；在科研端，图谱为标本查询、演化研究、区域分析等工作提供了结构化支撑，同时也便于博物馆之间开展数据联动与资源共享。由此可见，知识图谱不仅重组了藏品之间的内在联系，更重塑了从科研到科普、从采集到传播的整体知识流动方式。

4. 重塑多维展示传播体系，拓展文化体验的时空边界

4.1. 实体空间的沉浸式增强

实体空间的沉浸式增强，并非简单增加声光电效果，而是借助数字技术，对传统展陈中难以呈现的自然过程进行空间化重构，使观众能够在有限的展厅尺度内，获得对宏观地学现象的直观理解[6]。浙江自然博物院围绕这一目标展开多项实践。“地幔之旅”三维体验装置(图 2)就通过三屏影像的联动设计与透视关系控制，在实体空间中模拟从地壳向地幔深入的视觉路径，将原本只能依靠文字和示意图说明的地球内部结构，转化为可被感知的连续场景。

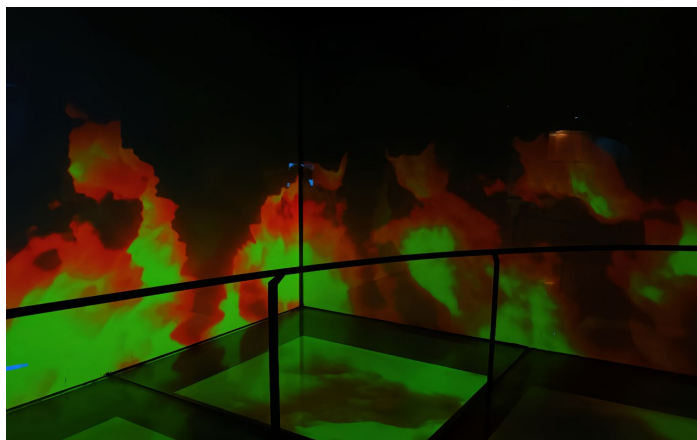


Figure 2. Image of 3D experience device of Zhejiang natural museum
图 2. 浙江自然博物院三维体验装置影像图

4.2. 虚拟空间的体系化拓展

虚拟空间的体系化拓展应跳出以往将数字平台仅作为实体展览辅助载体的传统想法，着力构建起逻辑紧密、叙事连贯，又有高度沉浸感和参与感的交互式体验体系。它的核心价值是，借助扩展现实(XR)、实时渲染、数字孪生和智能交互等先进技术，系统地打破实体场馆在物理空间、开放时间以及藏品保护这些方面的客观限制，进而重塑公众，尤其是数字原生代，与自然历史、科学知识之间的认知连接模式[7]。这样的建设不但达成了文化信息在物理空间层面上的无限延伸(比如复原已经消失的生境、模拟贝类演变进程)，还在时间维度上做到了对历史场景的重现、对当下生态的实时展现以及对未来可能性的探究推演，最后形成一个能够自行成长、持续发展，并深入融入教育、科研和公众服务当中的动态数字文化生态系统。

4.3. 叙事路径的沉浸式设计

虚拟空间的建设重点价值，靠着技术应用这个立场观察，核心是打破物理场所的限制，重塑人与自然认知的联系，借助数字技术，博物馆的叙事结构正向用户行为驱动的途径式叙事方向转变[8]，浙江自然博物院 AR 馆的实践说明，AR 系统凭借故事节点串联不同的虚拟场景，观众可以靠着手势、站位或者选择等行为，逐步地解锁侏罗纪森林、火山喷发、极地迁徙等场景内容。为客观地检验此类叙事形式的成效，院方于 2025 年与浙江大学艺术与考古学院联合开展线上《数字化展陈观众体验问卷调查》工作，本次调查共分发了 100 份问卷，样本由浙江自然博物院跟浙江大学共同招募，详细包含学生群体、中年观众还有亲子家庭里的青少年观众三类，最终回收 100 份有效样本。有效的样本数据显示，89.4%的受访者表示 AI 导览明显地减少了地学知识的理解门槛；对比数据发现，观众停留 AR 展区的平均时间较传统的图文展区延长了约 18 分钟，同样，参加问卷调查的观众对“是否愿意使用”AI 导览的接受度有明显差异，年轻的群体(18~35 岁)接受度较高(约 79%)，但对“设备体验”(操作复杂度、画面流畅度)要求严格，且对“内容更新频率”较为关注。年长的观众(55 岁以上)接受度相对较低(约 41%)，多数有技术适应方面的困难。

最近几年，数字技术深度地博物馆展示，助推了“数字策展”变成博物馆学以及数字人文交叉的新兴研究方向，毛若寒与夏子禾(2025)凭借元理论观点，系统地解构跟建构了博物馆数字策展的含义、脉络跟特征，清晰地界定数字策展是依赖数字化的媒介，围绕文化价值跟知识价值增值这一重点的导向，针对文物藏品数据资源实行专业的内容筛选、主题统筹、叙事设计及展示表现的实践活动[9]。该研究给出的“数据奠基 - 展示创新”重点演进逻辑，靠着宏观理论框架的立场，清晰地显示了博物馆数字化发展的内在途径，即由基础的藏品数字化资源建设，逐步地走向沉浸式体验、互动式叙事这样的展示形式创新，这一逻辑给理解浙江自然博物院 AR 馆的实践给予了理论支撑。同样的，该研究归纳的“增强型融合”“重构型表现”“共创型生产”三类数字策展实践形式，凭借类型学分析的思路给浙江自然博物院 AR 馆故事节点串联虚拟场景、设立用户行为驱动的叙事结构给予了详细的分析工具，也印证了该馆数字策展实践的探查方向。

数字策展的落地实践，离不开技术手段与博物馆详细场景的准确适配，技术应用框架思路来说，毛若寒(2026)《依据“技术 - 场景”框架的博物馆人工智能应用分析》报告里，针对性地给出了“场景导向的技术适配”重点原则[10]。这一原则主张博物馆的技术应用绝非单纯追求技术的前沿性跟炫酷感，而是必须跟博物馆特有的文化场景、展览主题、观众认知习惯还有展厅空间氛围深度地融合，让技术变成服务于文化传播以及知识科普的工具，这一原则从技术应用跟内容传播的平衡观点，直接地呼应了本文关注的重点问题，即怎样利用 AR 技术创造“侏罗纪森林”“火山喷发”等沉浸式的体验的时候，保证技术的易用性与内容的可理解性，实现“技术易用性”以及“内容普惠性”的平衡，避免技术喧宾夺主而

削弱文化传播跟知识科普的重点效果，这也是博物馆数字化展陈设计阶段必须考量的关键问题。这说明，设计阶段需要思考：追求技术创新的时候，怎样凭借互动帮助观众理解知识内容、完成整合，助推博物馆展陈朝“场景体验-行为驱动-知识吸收”的复合传播机制演进，这是必须思考的重点问题。

5. 数据化转型的局限反思与比较

(1) 高昂的资金门槛与持续维护技术的费用。高质量的三维扫描与 AR 交互开发需要持续的资金投入，且软硬件设备的迭代周期较短，后期的系统维护、数据清洗与云存储成本往往超出初期预算。许多中小型博物馆因此仅停留在试点层面，难以全面推广。

(2) 技术驱动还是理念驱动？：实践中存在“为技术而技术”的倾向，数字化项目炫目但与核心展览叙事、教育目标脱节。如何保证技术为人文、教育服务的初衷不偏离，是根本性挑战。

(3) “数字鸿沟”的隐忧：过度复杂的交互装置或 APP 访问路径，可能将不熟悉数字设备的老年观众、弱势群体排除在博物馆服务之外，这与博物馆的公共性和普惠性理念相悖。

(4) 同质化风险：不少数字展项停留在“VR 看物”、“屏幕触控”的表面互动，内容模式和交互逻辑趋同，缺乏基于自身藏品特质的个性化创意，造成观众审美疲劳。

(5) 相较于国内外著名智慧博物馆，自然类博物馆面临着独特的挑战(表 3)。人文历史类 IP 具有较强的故事延展性和大众文化基础，而自然类标本(如贝类、昆虫等)的数字化建模不仅对纹理精度要求极高，且科学普及的认知门槛更高。因此，如何在保证科学严谨性的前提下，将枯燥的分类学数据转化为大众喜闻乐见的数字文化产品，仍是未来需要重点突破的瓶颈。

Table 3. Comparison of smart museums at home and abroad

表 3. 国内外智慧博物馆比较

	故宫模式	圣淘沙岛名胜世界博物馆	浙江自然博物院模式
核心策略	文化优先：重文物数字孪生与历史场景再现，数字化服务于文化解读。	技术管理优先：突出 AI 客流调度、动态票务系统与精准营销分析，服务于商业运营效率。	科普体验优先：聚焦自然现象可视化和沉浸式体验，以互动叙事驱动知识科普。
优势	文化内涵深厚，数字产品 IP 价值高，用户忠诚度强。	运营效率高，商业回报快，资源调度高度灵活。	体验感强，教育效果好，尤其适合科学现象与历史场景的复现。
局限挑战	技术与文化叙事的融合深度不足，系统更新迭代成本与维护难度高。	对技术外部采购依赖性强，前期投入巨大；容易陷入对技术的过度崇拜，忽略博物馆的文化公共属性。	资金密集型，初期投入过高(单馆改造或超千万)；对内容创意团队的复合能力要求极高。

6. 结语

综上所述，在“数字人文”与“新博物馆学”的理论视野下，数字化技术在博物馆的应用，正处于由工具性“赋能”向结构性“重塑”迈进的关键阶段。博物馆中的应用，已不再局限于提升管理效率或丰富展示形式，更在于从 AI 物联网管理的智慧库房，到知识图谱驱动的动态知识系统，再到 AR 叙事营造的沉浸体验，数字技术正在深刻重组博物馆的收藏、研究和传播结构。然而，技术本身并非目的。在“新博物馆学”的人文关怀视野下，未来的智慧博物馆建设必须警惕陷入“技术决定论”的陷阱。数字工具的引入不应仅仅追求效率与新奇，更应在理念上呼应“数字人文”的终极关怀——通过算法与技术媒介，更好地诠释文化、服务公众、启迪思想。这要求在三个层面建立动态平衡：

(1) 平衡技术前沿与文化深度：确保每一项数字应用都根植于藏品自身的文化、科学价值，成为解读

和传递其核心故事的有效媒介[10]。

(2) 平衡数据精度与人文温度：在构建精密数据库与智能系统的同时，保护与传递博物馆蕴含的情感记忆、历史温度与探索精神[9]。

(3) 平衡资源投入与社会效益：在高昂的资金投入面前，始终以公共利益最大化为准绳，警惕效率追求侵蚀公共文化服务的普惠性与公平性[7]。

只有建立起这种动态平衡，博物馆才能真正超越“数字化”的表象，也使其展示活动更具结构性、引导性与参与性，从而形成以数据为基础、体验为媒介、知识为目标的综合传播路径。完成从传统空间到可互动、有感知、能迭代的数字文化生命体的范式跃迁，使其在数字时代更好地履行连接历史、现在与未来的神圣职责。

参考文献

- [1] 袁西. 浅析数字化赋能博物馆藏品管理和展示[J]. 收藏与投资, 2025, 16(8): 108-110.
- [2] 魏尊宇, 唐金具. 浅析数字化赋能博物馆藏品管理和展示[J]. 收藏, 2024(1): 145-147.
- [3] 李晓璐, 郑霞, 李华飙, 等. 元宇宙赋能博物馆藏品数字资源利用模式初探[J]. 博物馆管理, 2023(4): 65-73.
- [4] 张超. 数字化赋能博物馆藏品管理和展示[J]. 文化产业, 2023(27): 118-120.
- [5] 郑霞, 王依然. 博物馆藏品管理与研究的数字化: 现实意义与研究路径[J]. 中国博物馆, 2025(2): 28-35+133.
- [6] 名贺. 博物馆藏品管理的数字化创新实践[J]. 收藏, 2024(3): 144-146.
- [7] 张晶晶. 博物馆藏品数字化管理探索——以安徽省地质博物馆为例[J]. 文物鉴定与鉴赏, 2024(1): 62-65.
- [8] 封冰. 博物馆藏品管理的数字化创新实践[J]. 电子技术, 2023, 52(2): 354-355.
- [9] 毛若寒, 夏子禾. 博物馆数字策展: 内涵、脉络与特征[J]. 故宫博物院院刊, 2025, 43(5): 30-43, 146-147.
- [10] 毛若寒. 基于“技术-场景”框架的博物馆人工智能应用分析[R]. 北京: 中国博物馆协会, 2026.