



# 中国博物馆 数字技术应用 及案例研究 年度报告

## 2025

Annual Report on Digital Technology Application  
and Case Study in Chinese Museums

**DSC-CMA**

中国博物馆协会  
博物馆数智化专业委员会  
Digitalization and Smartization Committee,  
Chinese Museums Association

中国博物馆协会博物馆数智化专业委员会 编

# 中国博物馆数字技术应用及案例研究 2025 年度报告

Annual Report on Digital Technology Application  
and Case Study in Chinese Museums

(中国博物馆协会资助项目)

---

## 《中国博物馆协会数字技术应用及案例研究年度报告》编辑委员会

主 编：王奇志

执行主编：岳小莉

副 主 编：（以项目组排名为序）

张晓婉、张莅坤、龚玉武、刘健、马丹、毛若寒、王思渝、于壮、丁晓宏、庄颖、夏宇欣

委员：（以姓氏笔画为序）

王奇志、王洪、方晴筠、朱亚蓉、庄颖、李延强、李华飙、李婷、杨金泉、杨玲、杨海平、何也、何慧、宋燕、张立峰、张园、张远华、张莅坤、张晓婉、茅艳、岳小莉、赵卓、俞天秀、姚宇江、徐森、郭春媛、郭舒琳、黄青松、黄晓雷、龚玉武、褚逊、翟红志、谭珊珊、薄春燕

专家顾问：刘曙光、胡锤、祁庆国

## 《中国博物馆协会数字技术应用及案例研究年度报告》编辑工作组

编 辑：张莅坤、张晓婉、孟思弘

英文翻译：史文心

美术编辑：马丹

---

# 中国博物馆数字技术应用及案例研究

## 2025 年度报告

Annual Report on Digital Technology Application  
and Case Study in Chinese Museums

中国博物馆协会博物馆数智化专业委员会 编

# 目录

引言	1
----	---

综述篇	9
-----	---

以观众为中心的博物馆：数智化趋势下的可持续发展	朴俐娜 夏宇欣 王思渝 朱梦妮 胡阅 白湘怡	11
-------------------------	------------------------	----

数据驱动的观众分析：南京博物院的实证研究、总结与展望	夏宇欣 张盼 张晓婉 张莅坤	29
----------------------------	----------------	----

数字技术如何重塑博物馆的策展逻辑	毛若寒	51
------------------	-----	----

以数据要素为驱动，开创博物馆数字化建设的新局面	刘健	57
-------------------------	----	----

案例篇	69
-----	----

“数字敦煌”建设	丁晓宏	71
----------	-----	----

董其昌数字人文展示系统	刘健	84
-------------	----	----

知识图谱技术在博物馆藏品信息资源管理中的应用	庄颖 叶祎珮 刘曦	94
------------------------	-----------	----

江苏省博物馆藏品档案管理系统	茅艳 沈晓峰	100
----------------	--------	-----

数字技术在博物馆展览中的探索与实践——以“数说犀尊”展览为例	管欣鑫 李华飙	112
--------------------------------	---------	-----

“物华天宝——数字文物之美”案例解析	张莅坤 张晓婉 刘佳	122
--------------------	------------	-----

《观天下·坤舆万国全图》VR 大空间沉浸式展览案例	张莅坤 张小帆 崔小英 高杰 徐小虎 任彦磬 连凯	132
“以观众为中心”视野下的“运河上的舟楫”展览分析	朴俐娜 王思渝	146
“丽人行”数字展览案例	毛若寒 蔡琴	156
山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承创新实践案例	龚玉武 高玥珺	170
面向公众服务的博物馆数据体系构建与应用	张晓婉	182
从数据积累到价值释放：三星堆数字化建设的探索与实践	张淞	198
数字孪生赋能智慧文博：“透明展厅”案例深度解析	龚玉武	212
南京城墙遗产数字记录、监测与展示的创新应用案例	金连玉 肖发华	220
“亚述之王：亚述巴尼拔”特展交互式展示与传播	屠焕赞	236
参考文献		246
参考案例		254
作者简介		260
专家审读意见		264

# 引言

上世纪 80 年代，以敦煌数字化为标志的中国文化遗产数字化保护工作正式开启。经过近 40 年的发展，信息技术、通信技术和数字技术已在博物馆中得到广泛的应用，并且随着智慧博物馆概念的普及，正在更全面深入地融入到博物馆的保护、管理和服务等各项核心业务中。另一方面，同样是上世纪 80 年代，国际博物馆协会（International Council of Museums, ICOM）《魁北克宣言》的发布（1984 年）正式拉开了新博物馆学运动的序幕，由此将国际博物馆界的关注点由物拓展到人，即强调广泛、全面的公众导向。其后，“为公众服务”也成为国际博协对博物馆定义中的重要内容。

年报旨在从理论和实践两个方面论述和示范现阶段数字技术应用是如何以不同方式与博物馆的新发展理念相结合的。考虑到年报对时间的限制，在案例选择和内容编排上，放弃对全面、完整性的追求，以中国博物馆协会博物馆数智化专委会行业观察者的视角对近 2-3 年国内博物馆界出现的具广泛共识的、有相对代表性和创新性的案例进行分析和研究。当这些案例汇聚到一起时，我们发现，这些案例在博物馆实际需求的面对上也不约而同的指向了年报工作开展之初的设想，即我们试图跳出就事论事的层面，希望借助不同时期出现（涌现）的典型案列来重新审视数字技术与博物馆的关系。如果说，博物馆正在经历从以物为中心到以公众为中心的转变，那么，毋庸置疑的是，数字技术在这一变革的进程中发挥着不可替代的（甚至是越来越重要的）作用。数字技术正以不同的方式改变着博物馆的方方面面，也由此重塑了博物馆的公共形象及其在社会发展中的作用和价值。

基于上述思考，年报在结构上分为综述篇和案例篇两个部分。其中，综述篇选择了近几年博物馆界较为关注的“以观众为中心”、“数字策展”、“数据要素”等几个关键词，从理论上分别进行论述；案例篇则着眼于数据的角度对相关案例进行了分类，即藏品数据建设、藏品数据利用和场馆数据利用等。结合博物馆的新发展理念和数字技术的发展现状，可以将上述内容和结构的选择理解为，随着博物馆与社会的关系愈加紧密（博物馆将不仅是文化遗产的守护

者，更是促进个体成长、激发文化创新、联结过去与未来的社会枢纽），更多的力量加入到对适应于博物馆发展的相关理论、方法的建构和应用中；同时，更多的博物馆已经认识到藏品数据和场馆数据的规模、质量及其价值的挖掘在博物馆数字化转型中的不可或缺，并直接影响着博物馆在文化遗产价值阐释和传播中的效果和可持续性。

感谢来自高校的学者、众多博物馆一线专业人员和专委会成员的客观分享，使我们在全面了解相关领域研究成果的基础上，借助对具体案例客观、深入的分析，进一步加强对数字技术在博物馆中应用的认识：有序地提升博物馆数字技术应用的成效、更好的满足公众对博物馆的期望，需要在深入理解博物馆业务内涵的同时对数字技术有更为全面的了解，而非简单的复制或模仿。博物馆千馆千面，博物馆的数字化应用成果也应各美其美，这是我们努力的方向，当然，这仅仅只是一个开始。

## 关于理论研究

从案例出发，针对目前数字技术在博物馆中的应用热点进行理论和方法层面的提炼。

《以观众为中心的博物馆：数智化趋势下的可持续发展》（第一章）围绕数字技术在博物馆观众学习、体验等场景中的应用和评价，创新性地将博物馆学中“以观众为中心”的相关理论与积极心理学中 PERMA 模型的评价指标相结合，提出了具指导性和操作性的理论和方法，并通过相关的实际案例加以印证。具体而言，这一研究将以观众为中心的理念解构为与博物馆教育场景相适应的五个维度——“阐释与学习”、“沉浸与多感官体验”、“互动与参与”、“社会关照”和“观众研究”，继而在数字技术参与的这些应用场景的设计与实施的全过程中，引入积极心理学中的五个核心要素（积极情绪（Positive Emotion）、投入（Engagement）、人际关系（Relationship）、意义（Meaning）和成就（Accomplishment））作为评价其有效性的依据（即确保每一次技术介入均能实现公众在认知、情感或社会关照维度的增益）。其中，五个维度环环相扣，共同勾勒出博物馆语境下数字技术应用的本质目标：从拓展认知边界到激活情感投入，从赋能主体实践到强化伦理责任，最终指向博物馆与公众的持续对话。

《数据驱动的观众分析：南京博物院的实证研究、总结与展望》（第二章）可以视为是第一章所述研究成果在博物馆观众研究中的应用与实践。这一研究基于南京博物院数字化运营与数据采集系统的持续建设，取得了以下两项有价值的成果：（1）通过对多维数据深入挖掘与

系统分析的初步尝试，同时参考相关权威研究与规范，构建了数据采集系统的智能化升级路径，即“单点试验—系统联动—平台治理—闭环智能”，以此实现数据采集从工具化应用走向体系化赋能的路径演进。（2）提出了数据驱动观众分析的组块式框架。该框架以积极心理学优势理论与 PERMA 模型作为体验质量的解释支架，形成从数据采集、关联分析到观众画像与情感体验 / 观展行为预测、再到运营与服务优化的完整链条，推动了将博物馆的运营、教育与社会目标转化为可测量、可诊断、可干预的观众分析体系的有效落地。

《数字技术如何重塑博物馆的策展逻辑》（第三章）着眼于对数字策展底层逻辑的理解，即数字展本质上属于信息设计的范畴，是通过信息的选择、组织、可视化呈现、多元路径的设计，再通过人机交互或人知交互的方式，达成对信息的了解、理解或是对知识的建构。结合近年来博物馆数字展示中较为流行的两种策展机制（资源驱动型和主题驱动型），重点分析和论述了数字技术对博物馆策展的深刻影响——数字技术的应用，使得“物”的存在形态被重构、“物”所蕴含或关联的信息被彰显，“物”与“物”之间的关系被揭示，由此，极大的拓展和丰富了博物馆的“叙事”内容和“叙事”形式，并提供了公众参与的更多可能。这种对“物”的深化感知与对“叙事”的多元建构，使得两种传统的策展范式得以焕发新的活力。带着这一观点，本文以年报中的相关案例为研究对象（即国家博物馆的“数说犀尊”、南京博物院的“物华天宝 - 数字文物之美”、以及浙江省博物馆的“丽人行”），较为深入地剖析了数字技术在数字展览策展中的应用逻辑、叙事方式与价值生成路径，并审视其带来的优势与挑战。

综述篇的最后一章则回到博物馆数字技术应用的基础——数据。在人工智能技术飞速发展的当下，无论是大数据，还是深度学习以及人工智能大模型，都是构建在数据空间之上，新的数据基础设施正在形成过程中。与之相适应，以“物和数”为中心也正成为博物馆信息化建设和发展的一个新的转向。《以数据要素为驱动，开创博物馆数字化建设的新局面》（第四章）聚焦博物馆的数据建设，基于作者多年来在藏品数据建设和展示利用中的实践与思考，全面阐述了数据建设的必要性，并结合相关经验给出了适合国内博物馆特点的数据建设路径，再以故宫博物馆、敦煌研究院、上海博物馆和南京博物院所开展的相关工作为例，介绍了数据要素在国内博物馆研究和展示中的探索应用现状。当然，在实际工作开展中，数据要素能够在博物馆中催生出怎样的应用、发挥怎样的作用，既取决于博物馆对自身业务场景和数据价值的理解，也取决于不断实践的推动。

## 关于案例研究

《中国博物馆数字技术应用与案例分析年度报告》共提供了15个案例，每一个案例为一章，分别由各个案例的项目执行人从策划和实施等角度解析数字技术的具体应用，这些案例分别对应着数字技术在博物馆三个典型业务场景中的应用，即藏品数据建设（包括藏品数字资源建设的拓展与深化）、藏品数据利用（包括藏品数据的分析与可视化呈现、基于藏品数据的数字展示）和场馆数据利用（包括博物馆多源数据的融合、博物馆数据的协同与开放），同一类别的案例按照发布或实际开展的时间先后进行排序。

### 1. 藏品数据建设部分

数智时代背景下，数据已成为最重要的生产要素，以藏品为核心的数据规模和数据质量正成为衡量博物馆高质量可持续发展能力的一个重要维度。藏品数据建设这一部分，选择了四个案例，内容涵盖石窟类遗址和可移动文物，数据建设形式则包括了自建和共建两种途径。

数字敦煌案例（第一章）较为完整地呈现了数字技术在文化遗产保护中的应用场景和发展路径。从石窟壁画和彩塑的抢救性数据采集、影像还原、三维重建，到面向全球的数据开放，并进一步开启包括基础数据平台、智能处理系统、知识服务体系三大核心板块的数字人文研究体系的完整构建；从数据建设到数据利用，再至数据分析和研究，近40年的持续努力，背后也清晰的折射出技术发展的脉络（网络技术 - 数字技术 - 区块链技术 - 人工智能技术），以及文博领域相关从业者对数字技术的理解和应用能力的不断提升。

另外两个案例，董其昌数字人文展示系统（第二章）和故宫数字文物库藏品数据的知识组织研究及其应用（第三章）则通过对单项技术的应用探索，验证了其在博物馆面向公众提供文化服务中的创新可能。项目所展示的应用成果表明，与传统的受限于时空的单一叙事相比较，知识图谱、机器学习、数据可视化、人智交互等数字、数智技术的利用可以帮助博物馆的受众以一个更完整、客观的视角来认识和了解博物馆的藏品，以及这些藏品之间存在的显式或隐式关系之下所蕴含的历史、文化、科技等诸多方面的承继或影响，基于语义的理解和交互又显著地拉近了博物馆和受众的距离。

事实上，上述三个案例的提供者：敦煌研究院、上海博物馆和故宫博物院也是中国博物馆开展藏品数据建设最早的机构，这些最新成果让我们看到了数据长期积累的价值。

江苏省文物局开展的江苏省博物馆藏品档案管理系统（第四章）则体现出数据建设理念的创新和实施过程中在省级层面制度保障的先行必要。“业务+管理”双端一体化平台的构建使得长期以来文博行业所追求的数据共建共享的愿景得以有效落地；同时，更带来管理层面的显著效益，在全国率先实现了——全省国有博物馆藏品管理系统100%普及、全省藏品数字化资源“一张网”实时动态监管、完成全省藏品元数据标准编制、构建百万级全省文物高质量数据集、推动省级文物数据资源展示利用平台建设，并有效实现了文物保护专项资金的降本增效。

## 2. 藏品数据利用部分

展览展示是博物馆的一项重要职能，随着数字技术的发展，其对博物馆展览展示能力的整体提升发挥着日益重要的作用。从案例的数量上也不难发现这是近年来国内博物馆实践较多、数字技术应用较为多样化的一类场景。根据案例所依托的数据基础及其对策展理念的影响，我们将选择的六个案例分成两类，即“一物一展”和“主题式展览”。

数说犀樽（第五章）、物华天宝-数字文物之美（第六章）和坤舆万国全图VR大空间（第七章）三个案例的共性在于，都是基于已完成的馆藏重要藏品的相关数据资源，聚焦单件文物，结合各自对文物活化利用、应用场景，以及对可选数字技术的适配性的理解所展开的探索和实践。在展示介质上，成熟数字展示设备的组合使用、定制集约式单一展示装置与可穿戴式设备的不同选择，在完成对文物进行全面深入阐释的同时，也反映了博物馆语境下对观众体验的多样理解。

“主题式展览”部分的三个案例分别为运河上的舟楫（第八章）、丽人行（第九章）和山水江南（第十章），在数字资源的利用方式上则是主题导向式的，即根据叙事的不同环节和要求聚合相关的数字资源。区别于传统博物馆展览因受限于展示空间或藏品规模所导致的对叙事完整性和叙事深度的可能影响，数字技术和藏品数字资源的支撑使得展览主题在内容的完整性和阐释的深度上都得到了极大的拓展，也使得围绕同一主题的多元叙事成为可能。此外，这几个案例在技术形式上的不同选择也较好的体现了技术如何有效的服务于内容的需要：运河上的舟楫通过打造深度沉浸式的空间让观众穿越时空体验运河所带来的美好生活，较好地实现了抽象主题的具象化感知；丽人行通过跨馆际、跨领域数据的持续整合，使得这一源于中国古代女性图像的展览在内容和形式上得以不断丰富和发展，主题的时代性特征和更多用户的参与则使得博物馆的展览更好的融入了现代生活，较好的诠释了文化遗产的创造性转化和创新性发展；山水江南则是将数字技术应用到具有较高专业门槛的中国山水画艺术普及的挑战中，在馆藏书

画既有研究成果的基础上，借助沉浸式的视听技术较为全面、生动的呈现了江南文人山水画发展的历史脉络、代表性人物与其作品的特点、以及创作者所秉持的艺术哲学思想，为博物馆有效开展系统性知识的普及提供了有参考价值的借鉴。

### 3. 场馆数据利用部分

近年来，随着智慧博物馆相关示范项目的建设，更多博物馆开始加入到这一努力中。但在实际落地过程中，由于不同博物馆在场馆数字基础设施、藏品特点等诸多方面存在较大的差异，使得博物馆整体智慧化的推进工作离预期尚有不小的差距。如何针对自身特点找到适合的切入点成为实现这一目标必须面对的思考。这部分提供的四个案例分别对应着不同类型的场馆——老馆与新馆、综合性博物馆与遗址类博物馆，他们的实践和思考或许可以为其他博物馆相关工作的开展提供有益的启发。

为全方位收集观众反馈、系统性提升公众服务质量，南京博物院于2018年的“世界巨匠——意大利文艺复兴三杰”特展中，尝试搭建了面向观众数据分析的展览可视化运营数据统计监测系统（第十一章）。系统整合多源数据，并由此在策展人、展览部、信息中心和开放中心等多个业务部门及个人之间建立联动，有效促进了业务数据的打通与利用。通过对采集数据的关联分析与深度挖掘，为展厅路线布设、展厅人员配置优化、文创产品销售策略等管理决策提供了有力的数据支撑，并显著提升了观众的参观体验和满意度。以此为契机，南京博物院渐次打通整合了公众服务管理、数字资源展示、文物藏品环境监测等十余个信息系统，并于2023年构建了集“观众行为分析”“开放运营管理”“科学研究”“年鉴媒体”等功能为一体的关联性数据可视化平台。2025年正式启动了南京博物院智慧化转型的相关工作。

三星堆博物馆的藏品和场馆数智化工作同步于其新馆的建设，尽管积累了大量的藏品数据和观众数据，但由于相关专业人员的匮乏，这些数据大多仍停留在存储层面，其价值难以得到及时挖掘和有效利用（第十二章）。为此，三星堆博物馆另辟蹊径，尝试改变博物馆的相关角色定位，即从“数字资源的保管者”拓展为“数字资产的整合者与开放枢纽”。通过整合内部数据资源、搭建标准化数据底座，为包括公众在内的所有参与方提供统一的数据入口，力图搭建“数字资产”与“社会力量（含公众）”之间的连接桥梁，为激活博物馆的数据、推动博物馆数字化转型提供了新的思路。

新型数字基础设施与传统信息化基础设施的融合是新馆建设过程中需要面对的共性问题。

2024年，上海博物馆以东馆实践为例，基于建筑信息模型（BIM），将数字孪生技术应用于博物馆相关业务的深度融合，提出了“透明展厅”的建设理念（第十三章）。通过建立数字孪生底座、部署智能预警系统、制定数据标准化接口，实现了集展厅管理、展柜管理与展品管理于一体的完整的智慧管理体系，实现了博物馆相关业务从“经验管理”到“数据驱动”、从“被动响应”到“主动预警”、从“部门壁垒”到“协同共享”的跃迁式发展。

南京城墙遗产数字记录、监测与展示的创新应用案例（第十四章）的开展早于十多年以前，多年城墙遗址监测所积累的数据被恰当地应用南京城墙博物馆的各项业务中。进一步的，随着对城墙遗址保护工作不断深入的理解，这些数据又借助新媒体平台实现了文化遗产价值的跨时空传播，并建立起遗址保护工作与观众的链接，有效地促进了文化遗产保护成果的全民共享，为数字技术助力遗址保护、展示、阐释和传播提供了有价值的思考和示范。

“亚述之王：亚述巴尼拔”特展交互式展示与传播（第十五章）是需求驱动技术创新的具有代表性的案例。该展是苏州博物馆与大英博物馆“世界文明史”合作系列的第三期展览，聚焦对大众而言较为陌生的主题——新亚述时期国王亚述巴尼拔。为此，如何在观展中自然引入主题、激发观众兴趣与探索欲，成为本次展览设计的核心任务，而具体到技术层面则需要解决褪色/残缺彩绘的原貌还原和多源考古信息的整合与可视化两个难题，以及如何弥合文物“可读性”与公众认知的鸿沟。最终，多种数字技术的应用或创新，将晦涩的亚述文明转化为直观体验，使“亚述”这个陌生概念变得亲近可感，尤其是3D mapping动画技术的使用，使得本次展览在文物保护、文化传播、产业带动与教育普及等方面均取得了显著成效。这一案例呈现了博物馆场域中需求推动技术发展的应用场景，为我们深入理解博物馆与技术的关系提供了直观的参考和借鉴。



# 综 述 篇

以观众为中心的博物馆：数智化趋势下的可持续发展

数据驱动的观众分析：南京博物院的实证研究、总结与展望

数字技术如何重塑博物馆的策展逻辑

以数据要素为驱动，开创博物馆数字化建设的新局面

SUMMAR  
ARTICLE



# 以观众为中心的博物馆：数智能化趋势下的可持续发展

朴俐娜<sup>1</sup> 夏宇欣<sup>2</sup> 王思渝<sup>1</sup> 朱梦妮<sup>1</sup> 胡阅<sup>1</sup> 白湘怡<sup>3</sup>

(1、北京大学考古文博学院 2、河北师范大学教育学院 3、北京大学中文系)

近年来，尤其随着《以观众为中心：博物馆的新实践》一书被翻译为中文版之后，“以观众为中心”的呼声愈发常被听到。博物馆从“以藏品为中心”向“以观众为中心”的范式转移（paradigm shift），蕴含着从“物本位”到“人本位”的深刻变革，体现为知识权威转向意义协商、单向传播转向对话建构、静态展示转向体验生成<sup>1</sup>。结合20世纪后半叶以来博物馆教育与观众研究的整体趋势<sup>2</sup>，本文认为，“以观众为中心”的范式转型并非是一蹴而就的，它至少应该包含了以下五个方面的维度：阐释与学习构成认知内核，回答观众如何理解与建构意义；沉浸与多感官体验形塑情感基调，回应何种情境能激发深度体验；互动与参与构建社会性赋能机制，帮助观众成为文化实践的主体；社会关照确立伦理基准，确保博物馆包容多样性的主体；而观众研究则提供反馈闭环，使博物馆持续校准其与公众的关系。上述五个维度分别对应博物馆实践中的认知机制、体验机制、参与机制、伦理机制与反馈机制，呈现出由认知建构、情感体验到社会参与与伦理反思的递进关系，其协同运作构成以观众为中心的实践逻辑。

数智能化技术与以观众为中心的理念构成了动态耦合系统。技术革新为博物馆履行社会使命提供全新工具，而人文导向则规范技术应用边界，确保数智赋能真正服务于文化遗产的活化传播与公众参与。具体而言，唯有以人的认知规律与情感需求为价值锚点，数智技术才能真正转化为有意义的参观体验；观众多样化的认知需求与参与诉求，又为技术创新提供了应用场景与迭代方向。因此，从观众理解与体验出发的技术整合，是实现文化遗产“活化”与博物馆社会价值持续焕新的关键路径。

---

1. Black G. Transforming Museums in the Twenty-first Century[M]. London: Routledge, 2012.

2. 相关研究可以参考 Zhao X, Feng N. A brief history of museum visitor studies in China[J]. Curator the museum journal, 2025(0): 1-10; Hooper-Greenhill E. The educational role of the museum[M]. 2nd ed. London: Routledge, 1999; Hein G E. Learning in the museum[M]. London: Taylor & Francis, 1998; Falk J H, Dierking L D. Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning[M]. Walnut Creek: AltaMira Press, 2000; Sandell R. Museums, society, inequality[M]. London: Routledge, 2002; Simon N. The participatory museum[M]. Santa Cruz: Museum 2.0, 2010.

同时，心理学研究的介入既能够为观众体验的优化提供实证依据，又能够为博物馆教育构建理论支撑。例如，积极心理学关注人类的积极情感、积极特质和积极组织，致力于通过优势发掘提升个体健康与幸福感<sup>1</sup>。积极心理学中的优势理论与 PERMA 模型共同构建了一个系统性的分析框架，旨在深入理解幸福的生成机制，并强调通过积极情绪、投入度、意义感、成就感和人际关系这五个维度来提升个体的整体幸福感水平<sup>2</sup>。这种优势视角与“以观众为中心”理念高度契合，为技术赋能提供了兼具理论深度与实践价值的分析工具。

基于此，本文拟从阐释与学习、体验与沉浸、互动与参与、社会关照及观众研究五个维度，系统梳理我国博物馆观众转型的理论进展与实践创新，剖析机遇与挑战，并探讨在面临这些挑战之时，以积极心理学为代表的心理学思想能够发挥怎样的作用。借此，以期为实现博物馆使命担当、职能发挥与技术创新的动态平衡提供理论参考与实践指引。

---

1. Seligman M E P, Csikszentmihalyi M. Positive psychology: an introduction[J]. American psychologist, 2000, 55(1): 5-14; Petrovic V. Positive psychology and positive orientation[J]. Exercise and quality of life, 2010, 2(2): 21-30; Lee Duckworth A, Steen T A, Seligman M E P. Positive psychology in clinical practice[J]. Annual Review of Clinical Psychology, 2005, 1(1): 629-651.

2. Raney A A. Key theories and concepts from positive psychology[M]// Introduction to positive media psychology. New York: Routledge, 2020: 36-53; Sandler K. Analysis of factors that predict positive emotion and well-being using continuous tracking[J]. Virginia journal of business, technology, and science, 2023, 3; Wagner L, Gander F, Proyer R T, et al. Character strengths and PERMA: investigating the relationships of character strengths with a multidimensional framework of well-being[J]. Applied research in quality of life, 2019, 15(2): 307-328.

## 一、阐释与学习：从知识传递到共同建构

博物馆教育功能的实现不能脱离“阐释”，即通过转化文物信息构建与公众的连接，Freeman Tilden 将其定义为“揭示关系的教育活动”<sup>1</sup>。现代阐释学的数次转型推动博物馆范式从“权威叙事”转向“多元对话”，周婧景提出博物馆阐释属于探索型而非独断型，其关键在于允许观众基于理解创建个性化意义<sup>2</sup>。这种阐释转型契合了20世纪后半叶“学习型社会”对终身教育的要求<sup>3</sup>，共同推动对博物馆教育功能的理解从“实物教育”转向“观众学习”<sup>4</sup>。

这种转型植根于建构主义知识观与情境学习理论。前者强调知识并非单向灌输，而是由学习者在原有经验基础上主动生成<sup>5</sup>；后者则主张学习是个体在特定社会文化情境中的互动过程<sup>6</sup>。这两者的共通之处在于，均将学习视为一种主动的意义建构及其与环境的深度交互。这一学习观为博物馆阐释转型提供了理论基础：通过教育性阐释、参与式阐释等方式，博物馆得以弱化单向的权威叙事，将阐释过程转化为支持观众理解、参与与意义建构的学习实践。由此，博物馆教育功能在理念取向与实施路径上同步发生转变，逐步呈现出以学习为导向的特征。

总体来说，“阐释”和“学习”这两个概念并不完全等同；但它们在博物馆学领域内的发展都将博物馆更大程度引向了“以观众为中心”的一侧。表1从不同维度整理了两者的契合。

表1- 博物馆阐释与学习的契合关系

维度	子维度	具体内容
理论逻辑的同构性	认识论基础	阐释学转型（权威阐释→教育阐释→参与式阐释）与学习理论的发展（知识传递→建构学习→社会参与）均以建构主义理论为内核，强调知识学习的情境性与不同主体间的互动关系。这种深刻的理论关联构成了现代博物馆教育和知识生产模式的基础。

1. Tilden F. *Interpreting Our Heritage*[M]. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1957.

2. 周婧景, 严建强. 阐释系统: 一种强化博物馆展览传播效应的新探索 [J]. 东南文化, 2016,(02):119-128.

3. 潘林荣. 学习型社会与博物馆教育的创新 [J]. 东方博物, 2004,(02):121-126.

4. Hooper-Greenhill E. *Museums and education: Purpose, pedagogy, performance*[M]. Routledge, 2007.

5. Hein G E. *Learning in the Museum*[M]. routledge, 2002.

6. Falk J H, Dierking L D. *The museum experience*[M]. Routledge, 2016.

维度	子维度	具体内容
实践层面的 共生性	批判性转向	都在不同程度上受到新博物馆学后现代批判视角的影响。
	20 世纪中后期	阐释转型：展览设计从分类陈列转向主题叙事 <sup>1</sup> 。 博物馆学习理论的发展：建立专职教育部门，开发学校课程衔接项目；催生“探索式展厅”（Discovery Rooms） <sup>2</sup> 。
	21 世纪	阐释转型：数字技术赋能阐释能力，社区参与推动阐释权转移 <sup>3</sup> 。 博物馆学习理论的发展：“公众科学”项目将学习扩展为社会行动 <sup>4</sup> ； 欧盟“LEM 项目”（2010–2013）推动 30 国博物馆建立跨代际学习网络 <sup>5</sup> 。
制度层面的 相互强化	国际标准制定	ICOM 2007 年《伦理准则》修订同时纳入“参与式阐释”（第 4.3 条）与“学习核心化”（第 2.5 条） <sup>6</sup> 。

1. Yang X. Research on the intervention of interaction design in digital media exhibition design[J]. Advances in social science and culture, 2025, 7(1): 153; Kang X, Medvegý G, Zhou Y. Narrative design of modern exhibition spaces[J]. Pollack Periodica, 2023, 18(2): 164-169; Van Orden V. Exhibiting tragedy: Museums and the representation of September 11[J]. Journal of Museum Education, 2006, 31(1): 51-62.

2. Hein G E, McCray K H. Museum Education[J/OL]. Anthropology, Oxford Bibliographies Online, Oxford: Oxford University Press, 2020-06-24; Anderson D, de Cosson A, McIntosh L. Research informing the practice of museum educators: diverse audiences, challenging topics, and reflective praxis[M]. Rotterdam: SensePublishers, 2015; Sun Z, Wang K, Li Z. Construction of educational resources and design of learning activities in facilitating museum education[C]//2019 International Joint Conference on Information, Media and Engineering (IJCIME). Osaka, Japan, 2019: 414-418.

3. Lenz Kothe E. Mapping invitations to participate: An investigation in museum interpretation[J]. International Journal of Art & Design Education, 2016, 35(1): 86-106; Bowen S J, Rowling H C, Kirk D. Story Inspiration Station: Deeper Engagement with Museum Objects via Participatory Interpretation[J]. ACM Journal on Computing and Cultural Heritage, 2025.

4. Toogood M. Engaging publics: biodiversity data collection and the geographies of citizen science[J]. Geography Compass, 2013, 7(9): 611-621.

5. Hsieh H J. Museum lifelong learning of the aging people[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2010, 2(2): 4831-4835.

6. International Council of Museums (ICOM). ICOM Code of Ethics for Museums[EB/OL],2024. Available: <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/code-of-ethics/>.

维度	子维度	具体内容
风险与挑战	评估体系融合	当代博物馆同时采用阐释效果评估与学习成效评估 <sup>1</sup> 。
	权威性 与包容性的冲突	当博物馆阐释涉及争议历史时，“多元对话”理想可能遭遇学术严谨性挑战 <sup>2</sup> 。
	技术依赖风险	沉浸式数字阐释可能异化为“技术奇观”，削弱深度学习的社会性本质 <sup>3</sup> 。

国际上，与阐释和学习理论相关联的、在文化政策上最为明显的发展动态之一，便是“馆校合作”愈发成为了博物馆学界常提的呼声。

从理论上来看，“馆校合作”融合了体验学习理论（Experiential Learning Theory）与情境认知理论（Situated Cognition Theory）<sup>4</sup>。这一发展受到约翰·杜威（John Dewey）实用主义教育哲学中“从做中学”（Learning by Doing）原则的深刻影响<sup>5</sup>，同时在新博物馆学对传统权威叙事的批判性反思推动下<sup>6</sup>，从单向度的知识传输转向双向建构的知识共同体（Epistemic Community）。

1. Qi W, Zou N, Zhang Y. The Innovative Design of Museum Education System in China based on Visitor Perception Analysis[J]. Journal of Museum Education, 2024: 1-13; Adams M. Museum Evaluation[J]. Journal of Museum Education, 2012, 37(2): 25-36.

2. Laely T. The Museum of Other People: From Colonial Acquisitions to Cosmopolitan Exhibitions: by Adam Kuper, London, Profile Books, 2023, 415 pp[J]. 2024; Sanders S R, Cope M R, Frerichs T J. Confronting Colonial Narratives: How Destination Museum Exhibits Can Sustainably Engage with Social Justices Issues[J]. Tourism and Hospitality, 2025, 6(2): 58.

3. Xiong Z, Liu Q, Huang X. The influence of digital educational games on preschool Children's creative thinking[J]. Computers & Education, 2022, 189: 104578; Constantiou I, Joshi M, Stelmaszak M. Organizations as digital enactment systems: A theory of replacement of humans by digital technologies in organizational scanning, interpretation, and learning[J]. Journal of the Association for Information Systems, 2023, 24(6): 1770-1798.

4. Monk D F. John Dewey and adult learning in museums[J]. Adult learning, 2013, 24(2): 63-71; Lowell V L, Tagare D. Authentic learning and fidelity in virtual reality learning experiences for self-efficacy and transfer[J]. Computers & Education: X Reality, 2023, 2: 100017; Chaturvedi S, Purohit S, Verma M. Effective teaching practices for success during COVID 19 pandemic: Towards phygital learning[C]/Frontiers in Education. Frontiers Media SA, 2021, 6: 646557.

5. Ansbacher T. John Dewey's experience and education: Lessons for museums[J]. Curator: The Museum Journal, 1998, 41(1): 36-50.

6. Ross M. Interpreting the new museology[J]. Museum & Society, 2004, 2(2): 84-103; Lorente J P. The development of museum studies in universities: from technical training to critical museology[J]. Museum management and curatorship, 2012, 27(3): 237-252.

从实践上来看，我国馆校合作呈现出明显的阶段性特征<sup>1</sup>：1990-2010年为探索期，多为单向度的参观活动和碎片化的教育项目；2010-2020年进入体系化建设，以“博物馆进校园”工程和校本课程共建为主；2020年至今则迈向深度融合发展，在制度化建设、学科化整合和数字化转型三个维度实现突破。在此过程中，馆校合作涌现多元创新探索，如上海博物馆“文物里的中国智慧”教育项目基于数学核心素养设计文物探究课程，苏州博物馆数字教育研究项目为特殊教育需求群体提出无障碍服务方案，敦煌研究院“数字敦煌”进校园用VR技术还原莫高窟场景。这些典型案例从学科融合、特殊关怀、数字赋能等维度，共同推动馆校合作模式的创新升级。

当前，在中国特色社会主义教育体系下，馆校合作已成为博物馆更大程度接受学习理论的核心引擎之一。为了更好地把握政策红利、技术革新与教育需求带来的发展机遇，积极应对馆校合作碎片化、评估体系缺失、城乡资源不均等挑战，势必需要超越单一的“馆校合作”模式，构建涵盖学校、家庭、社区的“社会学习生态”，让博物馆成为终身学习的核心枢纽。这一目标不仅需要博物馆自身的范式变革，更依赖于教育体系、技术部门与社会力量的协同共进。

在此背景下，更有必要重新审视其背后的心理学基础，例如，积极心理学将传统的缺陷补偿转为优势激活，通过PERMA模型重构参观者的学习体验<sup>2</sup>。事实上，我国受学习理论影响的博物馆实践项目中已有积极心理学的体现：国家博物馆“美之道”文化项目精选高颜值文物构建线上线下双线导览，以“美”激活观众积极情绪（Positive Emotion）；吴文化博物馆“博物馆学校”针对全年龄段开发170多门分众化课程，通过AR实景剧本游等形式培育成就感（Accomplishment）；南京博物院无障碍服务通过多感官体验促进社会融合（Relationship）；苏州博物馆“数研博物馆”利用AI、AR、几何画板等技术将数学课程与文物融合，通过同伴学习深化意义感（Meaning）。这些案例共同印证：优势理论、PERMA模型等积极心理学工具能有效利用数字技术推动资源活化，实现从单向知识传输到受众优势激活的转型。

---

1. Ross M. Interpreting the new museology[J]. *Museum & Society*, 2004, 2(2): 84-103; Lorente J P. The development of museum studies in universities: from technical training to critical museology[J]. *Museum management and curatorship*, 2012, 27(3): 237-252.

2. Yan Y. Exploration and reflection: The concept and practice of children's esthetic education development from the perspective of chinese museum-school cooperation[J]. *Journal of Museum Education*, 2024, 49(4): 470-485.

## 二、沉浸与多感官体验：技术应用与人文价值的平衡

“沉浸”源于拉丁词“immersio”（原意“浸入”），现指观众被特定情境吸引而忘我的“时空在场”状态，其建构依赖于身体、叙事与感官系统的协调激活。现象学为理解感官—空间关系提供了理论基础，梅洛-庞蒂在《知觉现象学》中提出“身体不是与世界分离的对象，而是我们经验世界的方式本身”<sup>1</sup>，意味着空间是被触摸、聆听与嗅闻的感知场域，观众通过具身感知主动建构意义。

对博物馆而言，激活观众多重感官可增强“身体在场感”，在空间中建立深层情感与认知连接。沉浸与多感官体验不仅是技术升级，其价值在于重构观众的角色——从信息接收者转为体验共创者，最终实现文化传递的民主化与情感化。我国博物馆在借助数字技术实现沉浸与多感官体验方面取得了显著成就，通过叙事与技术的融合创新，构建博物馆的公共性、促进观众的共鸣与深理解。下表选取国内博物馆近年来的代表性实践案例，具体呈现这一创新路径。

表 2- 沉浸与多感官体验的代表性案例

案例	推出时间	核心技术 / 特点	互动设计	创新点 / 意义
香港故宫文化博物馆“‘纹’以载道——故宫博物院沉浸式数字体验展”	2025 年 5 月	巨幕投影、地面投影；复调叙事；构建“数字茧房”	肢体动作触发纹样变化；自由组合设计数字纹样；探索隐藏文化信息	“体验式利用”文化遗产公众教育新模式；博物馆成为数字资产创造者
上海博物馆东馆“满庭芳菲·卡地亚的艺术魔力”展	2024 年 11 月	AI 策展（cAI™ 模型 <sup>2</sup> 生成视觉图景）；实体化 AI 图像；“反身沉浸”	多感官体验；空间移动触发情境沉浸	AI—工艺—叙事三位一体驱动沉浸模型；脱离视觉中心主义，构建“可居住的 AI 幻境”
良渚博物院	2020 年至今	AR 智能导览眼镜（Rokid）；空间计算、视觉识别；《良渚可视化大百科全书》	语音 / 手势 / 眼神操作；差异化讲解路径（儿童 / 学术模式）；AR 复原古城生活场景	互动式文化叙事；提升知识可及性与文化普惠性；全球数字文化共享

1. 梅洛-庞蒂. 知觉现象学 [M]. 陈嘉映等译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2001: 192.

2. 为蔡国强及其团队开发的多模态 AI 大模型, 见 <https://caiguoqueiang.com/projects/>.

案例	推出时间	核心技术 / 特点	互动设计	创新点 / 意义
消失的法老——胡夫金字塔沉浸式探索	2023年5月 -2025年	金字塔实地全息扫描; 1:1建模; 哈佛大学吉萨考古项目担任学术指导; 自由行走式VR; 750 m <sup>2</sup> 空间; 70人同场; 多项目并行运营	多人同场; 可见同伴虚拟形象; 猫神叙事导览; 自由漫游; 500+衍生文创; 多媒体展区	开创国内大空间VR文旅先河; 沉浸式消费新场景标杆; 本土VR原创作品启蒙者
龟兹魏晋古墓遗址博物馆	2024年7月	VR、全息剧场、交互投影; 裸眼3D文物展示; “沉浸式漫步剧场”	“考古之眼”互动装置; VR虚拟墓葬空间探索; 文物修复模拟操作	“原址展示+数字还原”模式; 多感官“考古现场式”体验
哈佛大学 CAMLab × 汉魏洛阳故城博物馆 “数字洛阳”	2025年7月	多通道环绕投影; 空间音频; LiDAR扫描与PBR物理渲染	身体移动触发视听内容; 多线程叙事; AI辅助背景研究	数字人文公共空间转化; 构建“文化气候”艺术时空; 学术研究转化为沉浸式艺术体验

然而，沉浸式与多感官体验技术背后潜藏着技术应用与人文价值失衡的隐患。部分技术难题也尚未完全解决。例如投影悬空展示常存在质感还原度低、画面拉伸失真、互动形式单一等不足；VR引发眩晕感、交互性有限、缺乏实际社交互动等问题影响观众实际体验。总体来看，博物馆展览需要以文化内核为根基，避免技术异化。过度依赖感官刺激可能弱化文物背后的文化深度，导致体验的娱乐化。

积极心理学视角同样可以为上述议题提供解决思路，通过统整积极情绪（Positive Emotion）与心流体验（Flow）来弥合技术与人文的鸿沟。积极情绪扩展与建构理论认为<sup>1</sup>：积极情绪通过“扩展”个体的认知范围来增加思维-行动库的多样性<sup>2</sup>，随后通过“建构”机

1. Fredrickson B L. What good are positive emotions?[J]. Review of general psychology, 1998, 2(3): 300-319.

2. Fredrickson B L. The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions[J]. American psychologist, 2001, 56(3): 218.

制积累持久性资源，包括社会、智力和心理资本，从而增强长期适应力与幸福感<sup>1</sup>。此外，心流理论<sup>2</sup>强调个体在高度专注、技能与挑战平衡的活动中获得沉浸式体验，表3分析了多感官博物馆的策展设计和观众体验优化所具有的高度的适配性<sup>3</sup>。

未来应在展览设计中引入积极情绪扩展与心流理论来指导技术运用，促进观众在沉浸中达到专注投入（Engagement）状态<sup>4</sup>，推动“体验开放性”服务于“文化严谨性”——观众从被动接收者转为主动共创者，在情感与认知的双重沉浸中实现对文化的感知。

表 3- 心流体验产生条件与多感官博物馆体验设计的适配性

心流产生条件	多感官博物馆的对应策略
清晰目标	展览叙事明确（如“坤舆万国全图 VR 大空间”以解读明代文化交流、地理探索为核心叙事），互动任务指引（如寻宝游戏、解谜线索）。
即时反馈	触觉 / 听觉交互装置的实时响应（如“丽人行”展中靠近墙面区域触发交互动画），增强控制感。
技能 - 挑战平衡	分层设计互动难度（如儿童简易拼图 vs. 成人复杂机械组装），避免挫败或无聊。
深度专注	沉浸式环境（如“德寿宫遗址数字化体验”的 CAVE 空间）减少干扰，强化感官投入。
掌控感与自主性	观众自选探索路径（如非线性展览布局）、可调节的多感官刺激强度（如音量 / 亮度调节）。
时间感扭曲	动态光影、叙事节奏控制（如“山水江南”数字展以不同乐器、民乐定调、诗歌、吟唱及自然拟声等音效凸显不同时代特点）延长观众停留时间。

1. Fredrickson B L. The broaden - and - build theory of positive emotions[J]. Philosophical transactions of the royal society of London. Series B: Biological Sciences, 2004, 359(1449): 1367-1377.

2. Csikszentmihalyi M. Beyond Boredom and Anxiety: The Experience of Play in Work and Games[M]. San Francisco: Jossey-Bass, 1975.

3. Kalch A, Bilandzic H. Flow theory[M]//The international encyclopedia of communication. Wiley, 2010; Heo S B, Park H. A study on the use method of realistic media in experiential exhibition space from the perspective of flow of Mihaly Csikszentmihalyi[J]. Korea Institute of Design Research Society, 2025, 10(2): 497 - 512.

4. Fang Y, Chung Y. Interplay of immersion, absorption, and flow in virtual reality: Based on experience economy theory and flow theory[J]. Journal of Global Fashion Marketing, 2025, 16(2): 212-230; Song H, Zeng W, Wu M. Understanding exhibition image in digital exhibitions: an application of cognitive appraisal theory[J]. Asia Pacific Journal of Tourism Research, 2023, 28(7): 667-681; Jiao-qiang X U, Su-zhong F. Research and Application of Flow Theory in Science Exhibition[J]. Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications (Social Sciences Edition), 2012, 14(5): 16.

### 三、互动与参与：鼓励主动投入、缔造情感联结

“互动”概念植根于教育学与传播学的建构主义思想，皮亚杰与维果茨基指出知识通过个体与环境互动建构的过程<sup>1</sup>，为博物馆教育提供了去中心化、彰显观众能动性的理论视角。胡珀-格林希尔将其引入展陈批判领域，强调互动是观众主动建构意义、解构博物馆知识权威的重要途径<sup>2</sup>。妮娜·西蒙（2010）进一步将互动拓展为“参与式博物馆”的基石，主张“优质互动设计应使观众不仅能改变认知，更能重塑展览本身”<sup>3</sup>。互动实践历经操作型、认知型、社会性互动三个阶段演进<sup>4</sup>，2021年欧洲“SPICE”项目推出“共创策展工具包”<sup>5</sup>，赋能社区成员在线提交、阐释并组织文化物件，标志着互动从“介入式参与”迈向“制度化权力共享”，强调社群内部知识生产、记忆建构与权力协商。

“参与”理念受乔治·海因的建构主义教育模型影响颇深<sup>6</sup>。妮娜·西蒙将参与式文化机构定义为“观众能围绕机构内容进行创作、分享及对话的场所”<sup>7</sup>，将公众参与模式归纳为贡献型、合作型、共同创造型、招待型四类<sup>8</sup>，其核心差异体现为参与者介入深度与自主性的阶梯式提升。因此，“参与式”并非特定博物馆类型，而是渗透于博物馆实践的要素。迄今，“参与式博物馆”理念已形成国际潮流，彼得·冯·门施誉之为“博物馆第三次革命的核心命题”<sup>9</sup>。数字技术的进步不断提高着“互动”与“参与”的要求并推动其发展，成为二者演进的重要动力。

如表4所示，我国博物馆领域在践行“参与式项目”上已有丰富实践，其发展机遇主要体现在以下三方面：一是技术创新赋能沉浸式体验，VR、AR等数字技术可提升观众参与度与学习效果；二是强调“参与式体验”，观众角色向共创者转变；三是社交互动的重要性凸显。

1. 皮亚杰.《教育科学与儿童心理学》[M]. 杜一雄、钱心婷等译. 北京: 教育科学出版社, 2018.

2. 艾琳·胡珀-格林希尔.《博物馆与知识的塑造》[M]. 南京: 译林出版社, 2019.

3. 妮娜·西蒙.《参与式博物馆: 迈入博物馆2.0时代》[M]. 喻翔译. 杭州: 浙江大学出版社, 2018: 40.

4. 妮娜·西蒙.《参与式博物馆: 迈入博物馆2.0时代》[M]. 喻翔译. 杭州: 浙江大学出版社, 2018: 40.

5. SPICE项目组. 通过文化参与实现社会凝聚、参与与包容 [R/OL]. 欧洲委员会资助研究项目, 2021. Available: <https://www.heritageresearch-hub.eu/project/spice/>.

6. 乔治·海因.《学在博物馆》[M]. 李中、隋荷译. 北京: 燕山出版社: 41.

7. 妮娜·西蒙.《参与式博物馆: 迈入博物馆2.0时代》[M]. 喻翔译. 杭州: 浙江大学出版社, 2018: 3.

8. 妮娜·西蒙.《参与式博物馆: 迈入博物馆2.0时代》[M]. 喻翔译. 杭州: 浙江大学出版社, 2018: 199-201.

9. Meijer-van Mensch, L é ontine, and Peter van Mensch. New Trends in Museology. Celje: Muzej novejš e zgodovine, 2011, pp. 12 - 13.

表 4- 参与式项目的代表性案例

展览 / 项目名称	时间范围	参与类型	核心内容与特点	技术 / 工具应用	主要成果与意义
上海玻璃博物馆儿童馆常设展	2021 至今	合作型	通过“天才玻璃梦想家”项目征集儿童画作转化为玻璃雕塑；结合户外空间、游戏手册等打造低门槛参与模式。	互动装置、游戏手册、玻璃制作体验平台	培养儿童对博物馆的喜爱与归属感，推动儿童玻璃博物馆迭代更新；但公益性与开放性待提升。
杭州博物馆“粮道山 18 号 - 计划”	2021.11.13-2022.2.13	合作型	线下特展呈现博物馆收藏史，线上小程序赋予观众策展权，通过“策展小白到高级策展人”升级体系提升参与感。	“人人都是策展人”小程序（含社交、策展海报生成功能）	重新定义博物馆与观众关系，成为“持续开放的文化实践过程”；但线上功能依赖线下特展语境，后续演变为临展“常驻”附属活动。
故宫博物院“数字故宫”建设	2019 至今	合作型	构建官网与小程序集成平台，涵盖服务（订票、导览）、收藏（数字文物库、全景故宫）、展示（线上展览）、教育（小游戏、APP）等功能；通过多平台矩阵（公众号、抖音等）分层输出知识，如《每日故宫》侧重美育、“数字多宝阁”支持深度研究。	数字化平台（官网、小程序）、APP（每日故宫、口袋工匠等）、AR 导览、虚拟展览	数字文物库，开放 186 万件藏品信息，实现科普、教育、研究多维度公众参与。
杭州博物馆“百万收藏”藏品征集活动与“百万收藏：一座博物馆收藏一座城”特展	2021 启动至今	共同创造型	系统征集市民捐赠物品，特展设置动态展区与联合策展机制，形成“征集 - 展示 - 再征集”的持续生长模式。	“百万收藏@杭博”小程序（投稿、审核、展示全功能）、线上线下结合征集平台	活态记录城市记忆；公众深度参与收藏、展示全流程，推动向“市民共建”转型。

此外，观众互动与参与的实践仍面临诸多挑战：参与式博物馆学的基本原则和实践形式尚未形成共识，机构在应对观众需求变化、人口多样化及数字化革命方面进展缓慢<sup>1</sup>；技术应用面临成本与人才双重瓶颈；技术驱动的人机交互往往让观众沉浸于个体数字体验，实则以牺牲真实的社会互动为代价<sup>2</sup>；观众构成不断细分，需通过高频关键词分析、情感分析等手段深度挖掘观众需求<sup>3</sup>。因此，政策与策略需动态适应观众参与需求，优化博物馆与社会互动的方法。

为应对上述挑战，尤其是在为平衡技术驱动的设计创新与满足个体心理需要而寻求应对之策时，可以积极心理学的 PERMA 模型为指导，探索从积极情绪培养、心流体验设计、人际关系构建、意义感激发、成就反馈机制五个维度入手，建构具有普适性的组块式设计体系<sup>4</sup>，灵活嵌入现有的互动设计、参与式项目之中，于潜移默化中实现对观众深度参与的心理激励。

---

1. Robinson H. Curating good participants? Audiences, democracy and authority in the contemporary museum[J]. *Museum Management and Curatorship*, 2020, 35(5): 470–487; Arnaboldi M, Diaz Lema M L. The participatory turn in museums: The online facet[J]. *Poetics*, 2021, 89: 101536.

2. Suchkov D, Krasnenko O. Interactivity and immersion of modern cultural practices: the museum audience as a co-author[J]. *National academy of managerial staff of culture and arts herald*, 2025; Yi K, Zhou Z, Wu Y, et al. Empathic connectivity of exhibition technology and users in the digital Transformation: An integrated method of social network analysis and LDA model[J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2023, 56: 102019.

3. Yi K, Zhou Z, Wu Y, et al. Empathic connectivity of exhibition technology and users in the digital Transformation: An integrated method of social network analysis and LDA model[J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2023, 56: 102019; Anderson S. Visitor and audience research in museums[J]. *The Routledge handbook of museums, media and communication*, 2019: 80-95.

4. Pohlmeier A E. Positive design: New challenges, opportunities, and responsibilities for design[C]//International conference of design, user experience, and usability. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013: 540-547.

## 四、社会关照：关注多元人群、回应社会议题

博物馆承担着关注多元人群、回应社会议题的社会责任，在推动社会公平、增强社会凝聚力等方面发挥着不可替代的作用<sup>1</sup>。中西方博物馆在这一领域目标一致，但具体发展路径则因历史、文化语境及治理结构上的不同而存在显著差异：理论上，西方基于社会学与文化多样性，关注社会阶级和文化身份各异的多元人群的主动性介入，聚焦社会公正、移民包容等议题，反思博物馆是否真正成为承载多元文化身份协商的民主化空间<sup>2</sup>；中国则在逐步加强博物馆社会关照功能和教育功能的进程中，注重文化认同与社会稳定的平衡。实践中，西方通过社区参与及展览策划促进包容；中国则结合国家政策、依托地缘特色，以专题展览、数字技术推广传统文化，强化社会教育与服务，下表为这一方面的代表性案例。

表 5- 博物馆社会关照的典型案列

	北京市规划展览馆国家无障碍环境展示馆	浙江省博物馆“丽人行”展览品牌
核心议题	无障碍环境建设与人权保障，回应残障群体“可见性”与“自主参与”需求	性别平等与女性历史叙事，引入性别视角
实践重点	1. 物理空间无障碍（色彩设计、高低位服务台、触觉导览设施等） 2. 信息服务创新（多感官体验、智能导览机器）	1. 性别视角策展 2. 线上线下融合（云展览、虚拟策展大赛、沉浸式数字展）
数字化应用	AI 大模型导览应用（拍照识别展品、语音交互）、智能机器人（手语翻译、导航）、多模态替代方案（触觉替代视觉、文字替代声音）	云展览（跨机构资源整合、主题词检索）、虚拟微策展大赛（三维超媒体技术平台）、沉浸式数字展（裸眼3D、压力感应交互、数字人文平台）
社会意义 / 成果	推动残障群体从“被动接收者”转为“主动探索者”，重构文化公平	形成“展览—学术—公众”动态生长生态，促进女性历史叙事的当代转化与公众参与

尽管中国大陆博物馆在社会关照方面取得了显著进展，但仍面临着挑战：区域发展不平衡导致博物馆社会关照服务的地域差异；缺乏对多元人群需求的深入研究和数据支撑，服务与需求匹配的精细化程度不足；理论发展不成熟，“博物馆伦理学”“参与式策展”等引入概念与跨学科合作处于起步阶段，技术创新与社会功能融合的路径不明确。

对此，可引入积极心理学、社区心理学的学科视角，提供创新性的理论支撑并有效衔接社会功能的实现路径。积极心理学以全人群福祉为核心、倡导培育积极心理资本<sup>1</sup>，与博物馆构建包容性体验的使命高度契合；博物馆通过呈现克服逆境的真实叙事，间接促进观众的心理韧性与职业适应性的正向发展<sup>2</sup>。在意义建构维度，积极心理学视意义感与成就感为幸福核心要素；博物馆通过构建历史、文化、艺术与个体经验的意义联结，强化观众的身份认同与社群归属<sup>3</sup>，并可通过以观众为中心的设计理念满足残障人士等特殊群体的差异化需求<sup>4</sup>。社区心理学致力于联合社区成员与跨领域专业力量，创新干预策略以实现个体与社群的共同福祉；博物馆承载着社区资源枢纽、文化认同载体、社会心理支持平台的多重功能，依托社会包容性设计赋能多元社群，促进社会网络的有机联结与群体凝聚力提升<sup>5</sup>。

---

1. Seligman M E P, Csikszentmihalyi M. Positive psychology: An introduction[M]//Flow and the foundations of positive psychology: The collected works of Mihaly Csikszentmihalyi. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014: 279-298; Afzal A, Atta M, Malik N I. Role of positive psychological capital in prediction of emotions and subjective wellbeing among adolescents[J]. Journal of the Indian Academy of Applied Psychology, 2016, 42(1): 72.

2. Šveb Dragija M, Jelinčić D A. Can museums help visitors thrive? Review of studies on psychological wellbeing in museums[J]. Behavioral Sciences, 2022, 12(11): 458; Nosè M, Compri B, Cristofalo D, et al. From art to mental health: exploring the impact of a museum-based intervention on psychological well-being[J]. Frontiers in Psychology, 2025, 16: 1591056.

3. Sârbu A, Tomiuc A, Iliescu A A. The museum as a catalyst of community. Case study: The exhibition imagining futures: Urban comics from artivistory collective at the art museum in Cluj-Napoca[J]. Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Historia Artium, 2023, 68(1): 115-140; Bezv T, Vasylevska T. Museum practices as a tool for shaping national identity and social consolidation[J]. Political Studies, 2025, 1(9): 116-136.

4. Ibrahim A. The role of museums, design accessibility and community concerns: a case study of the State Bank of Pakistan Museum & Art Gallery[J]. Journal of community archaeology & heritage, 2022, 9(1): 57-67.

5. Whelan M, Ghosh I, Bell L, et al. How and to what extent did the Coventry City of Culture 'City Host' volunteer programme affect the volunteers' mental wellbeing? A qualitative study[J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 2044; Wood E H, Jepson A, Stadler R. Doing and feeling together in older age: self-worth and belonging through social creative activities[J]. Ageing & Society, 2023, 43(9): 2190-2210.

## 五、观众研究：多模态、全流程的评估反馈体系

博物馆观众研究是一个内涵复杂并动态演变的领域，涵盖涉及博物馆及其实际、潜在和虚拟观众的一系列不同形式的研究和评估，聚焦于不同类型博物馆内外公众对博物馆的体验、态度与看法<sup>1</sup>。在世界范围内，其发展历程可以概括为三个阶段<sup>2</sup>：① 19 世纪末至 20 世纪上半叶：基于行为心理学形成亲身体验、行为观察等方法，聚焦博物馆与无差别观众的交流；② 20 世纪 60、70 年代：1965 年美国正式教育评估程序推动其从战后复兴，专门机构应运而生，研究开始系统化；③ 20 世纪 80、90 年代至今：强调“观众导向”，研究重点从“非正式学习情况考察”转向“展览有效性评估”，引入认知心理学、市场营销学、环境心理学等多学科手段，侧重观众心理与分众需求；国际专业协会持续涌现，推动观众研究深度嵌入博物馆全流程决策。

西方观众研究扎根行为主义心理学与教育技术、注重理论构建，中国观众研究则受市场营销与管理学科影响更深，呈现“实践先行、理论滞后”特征。中国大陆观众研究自 1980 年代起步至今，经历了四个发展阶段<sup>3</sup>：①起步探索（1980 年代中-1990 年代中）：引入西方理论，开展人口统计学与满意度分析；②范式确立（1990 年代末-2008 年）：以吉林大学团队为代表，推动定量分析标准化，整合福克的“互动体验模型”等西方理论；③快速扩张（2008-2018 年）：2008 年施行“免费开放政策”，研究从高校主导转向博物馆自主实践，引入 PMM、RFID、热成像等技术；④反思深化（2018 年至今）：聚焦理论创新，澄清概念差异，推动从“数量增长”迈向“质量成熟”。这一进展体现在研究成果上，是继 2008 年发表文章数量大幅增长后呈现出数字技术驱动下“技术-体验-行为”整合的研究范式变革，数据来源多元化、研究方法多样化<sup>4</sup>，取得了如表 6 所示的一系列研究进展。

---

1. Hooper-Greenhill E. Studying visitors[M]// Macdonald S. A companion to museum studies. Malden: Blackwell Publishing Ltd, 2006: 368.

2. 周婧景, 沈雨晨. 展览评估与展览评选研究述略: 展览评价的专业化探索 [J]. 博物院, 2024,(05):33-43.

3. Zhao X. Insights from Visitor Studies: A purpose-oriented model for museums[M]. Taylor & Francis, 2024.

4. 赵星宇. 试析中国的博物馆观众研究发展脉络——基于“观众研究”“观众评估”与“理论方法”的视角 [J]. 自然科学博物馆研究, 2020,5(04):20-30+94.

表 6- 反思深化阶段博物馆观众研究的探索与进展

进展	应用情境（举例）	典型案例 / 代表性研究
一、数据来源的多元化	<p>1.1 多模态数据采集技术 / 行为数据自动捕获：通过物联网（IoT）、蓝牙定位、Wi-Fi 追踪等技术实时采集观众物理行为数据。</p> <p>1.2 网络与社交媒体数据挖掘：利用数据挖掘技术分析数字足迹。</p> <p>1.3 跨平台数据关联：关联电子问卷数据（人口属性、主观反馈）与客观行为数据（参观路线、导览点击量）。</p>	<p>1. 上海博物馆数据中心以空间信息为主线整合多源数据，进行图层叠加（环境信息、观众定位、展品信息），支持参观热点、停留时间、社交行为等多维度分析。</p> <p>2. 以北京 teamlab 无相艺术空间等十二家代表性数字博物馆为研究对象，基于 LDA 模型<sup>1</sup>对在线评论进行文本挖掘，揭示现有数字博物馆情感体验问题。</p> <p>3. 厦门华侨博物院在线评论人际网络分析，挖掘集体认同与社区联系。</p>
二、研究方法的多样化	<p>1.1 多模态数据采集技术 / 行为数据自动捕获：通过物联网（IoT）、蓝牙定位、Wi-Fi 追踪等技术实时采集观众物理行为数据。</p> <p>1.2 网络与社交媒体数据挖掘：利用数据挖掘技术分析数字足迹。</p> <p>1.3 跨平台数据关联：关联电子问卷数据（人口属性、主观反馈）与客观行为数据（参观路线、导览点击量）。</p>	<p>4. 南京博物院智慧导览系统关联“观众属性 - 行为特征 - 主观评价”数据库，通过“行为自动捕获（蓝牙定位、触屏交互）+ 动态建模（热力图、聚类分析）+ 实时反馈”，动态研究“客观行为 + 主观反馈”。</p> <p>5. 上海博物馆基于人像识别算法搭建智能客流分析平台，从而优化资源配置和安全管理；阿姆斯特丹国立博物馆使用眼动追踪技术记录个体观众对艺术品的注意力分配。<sup>2</sup></p> <p>6. 塞浦路斯理工大学的 Museum Affinity Spaces（MAS）项目在虚拟学习环境的设计与评估中，融合教育理论、博物馆研究与数字系统建模，通过多模态学习与参与机制的协同分析，助力多元背景学生多素养发展并激发其学习心流体验。</p>

当前，博物馆观众研究主要面临着以下几个方面的挑战：①技术应用与理论框架的碎片化：聚焦特定技术的短期效果，缺乏对技术类型的长期影响追踪；理论模型不一致，跨学科概念整合不足。②数据整合与标准化难题：多源数据的采集与分析缺乏统一标准，隐私保护与数据安全问题凸显。③技术落地与体验均衡的矛盾：新技术投入与效益转化不确定，非受控在线环境中观众信息吸收效率低，技术应用与观众需求脱节。④研究方法与客群覆盖的局限：定量研究为主，质性洞察不足；眼动追踪等新兴方法应用范围有限。

1. 详情请见：寇瑞冰，易露露. 基于 LDA 模型的数字博物馆评论情感体验分析 [J]. 丝绸, 2025, 62(08): 10-20

2. 纪艺玮，龚玉武，翁昌欣. 基于人像识别算法的上海博物馆客流分析平台建设经验与启示 [J]. 信息与管理研究, 2025, 10(03): 17-31.

## 结语

博物馆与观众的关系正经历一场深刻的范式转移——从以文物为中心的权威叙事，转向以观众为中心的意义共建。这一转变不仅重新定义了博物馆的公共文化职能，更确立了观众作为文化参与者和意义构建者的核心地位。

基于上文所述的趋势，我们可以重新审视数智化技术在其中扮演的角色。我们不难发现，数智技术正以其独特的交互性、沉浸感和智能化优势，赋能博物馆中观众学习和体验的各个环节，推动“以观众为中心”理念的全面落地。例如，在阐释与学习维度，数智技术将静态文物转化为可交互的阐释对象，支持观众自主建立个性化意义关联；在沉浸与多感官体验维度，技术营造具身化的感知场域，实现观众的情感共鸣与深度理解；在互动与参与维度，数智共创平台与线上策展工具等技术支撑消解权威叙事，赋予观众文化生产者的能动角色；在社会关照维度，数智技术助力博物馆识别并回应不同群体的差异化需求，推动文化服务的精准化与公平性；在观众研究维度，多模态数据的收集与分析构建动态反馈机制，使博物馆得以动态转换服务方式，使观众从被研究对象转变为博物馆持续对话的共建伙伴。

五个维度环环相扣，共同勾勒技术服务的本质目标：从拓展认知边界到激活情感投入，从赋能主体实践到强化伦理责任，最终指向博物馆与公众的持续对话。然而，技术的深度融合也伴随着多重挑战。例如，如何在沉浸体验中保持文化深度，在互动设计中维系真实联结，在数据应用中平衡创新与伦理，在技术普及中缩小数字鸿沟，都是需要持续探索的课题；并且，数智技术在上述不同趋势当中的应用明显是不均衡的，在沉浸、互动等更为前台显性的环节，数智技术明显更受重视，在教育、社会关照等更凸显博物馆质量的环节或观众研究等更后台的环节，数智技术的应用仍相对受限；数智技术的使用缺失了目的性，例如上文反复提及的积极心理学等思想尚未真正渗透到数智技术的开发与应用当中。

面向未来，博物馆要实现“以观众为中心”的可持续发展，需加强多学科合作，构建技术与人文深度融合的文化生态，确保每一次技术介入均能实现公众在认知、情感与社会维度的增益。在技术与人文的协同作用中，博物馆将不仅是文化遗产的守护者，更是促进个体成长、激发文化创新、联结过去与未来的社会枢纽。



# 数据驱动观众分析： 南京博物院的实证研究、总结与展望

夏宇欣<sup>1</sup> 张盼<sup>1</sup> 张晓婉<sup>2</sup> 张莅坤<sup>2</sup>

(1、河北师范大学教育学院 2、南京博物院)

## 一、引言

在博物馆观众研究语境中，“数据驱动”并非简单地收集更多数据，而是指以结构化与非结构化数据为基础，运用统计分析、机器学习与自然语言处理等方法，对观众行为、偏好与体验进行客观、系统的刻画与解释，并将由此产生的洞察持续反馈至展览策划、服务设计与运营管理之中 (Provost & Fawcett, 2013; Witten et al., 2016)。相较于依赖经验判断的传统路径，数据驱动研究强调以证据替代假设，通过可检验的分析结论降低主观偏差与选择性解释 (Shmueli, 2010)；同时强调多源数据的整合联动 (Parry, 2007; Tallon & Walker, 2008; Yoon & Wang, 2014)，以及动态更新与近实时分析，以捕捉需求波动与场馆运行状态的变化 (Provost & Fawcett, 2013)。需要指出的是，数据驱动并不等同于“技术优先”，其有效运行必须以健全的数据治理为前提，在目的限定、最小必要、告知同意与安全管理等方面满足法律法规与相关标准要求，从而为公众信任与可持续应用提供制度保障 (全国人大常委会, 2021a, 2021b; 国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会, 2020; Nissenbaum, 2004)。

在上述研究框架下，博物馆观众数据具有值得特别关注的双重属性：其一为“行为性”，体现为可观测的空间移动、停留与互动等过程性记录 (Yalowitz & Bronnenkant, 2009; Kuflik et al., 2011)；其二为“文化消费性”，即观众的选择与评价深受文化背景、审美取向与价值判断影响，使数据呈现更强的语境依赖性与解释复杂性 (Falk, 2009; Falk & Dierking, 2016)。这一双重属性带来的方法与治理挑战，要求研究在技术上支持多模态数据融合，在建模上兼顾解释性与可用性，在组织层面建立可执行的数据治理与合规框架 (ICOM, 2017; NEMO, 2020; Arts Council England, 2023)。据此，观众分析的目标可进一步分为三个由表及里的层次：第一，行为层回答观众“做了什么”，侧重对参观模式进行量化刻画与预测，利用票务、空间轨迹、停留时长与互动日志等数据支持展线优化、人流组织与资源调度 (Damala et al., 2008; Kuflik et al., 2011; Yalowitz & Bronnenkant, 2009; Falk &

Dierking, 2016)；第二，情感层关注观众“感受如何”，通过评论与问卷文本的情绪分析，或在合规前提下结合表情、语音与生理信号等多模态数据，评估兴趣、困惑与满意度等体验状态，为内容呈现与服务体验改进提供依据 (Jarrier & Bourgeon-Renault, 2012; Packer & Ballantyne, 2016; Nah et al., 2020)；第三，意图层进一步解释观众“为什么/想要什么”，通过文本挖掘、主题分析与行为聚类等方法推断参观动机、主题偏好与未满足需求，从而支撑个性化推荐、教育活动设计以及中长期策展与运营策略制定 (Kotler & Kotler, 1998; Kelly, 2004; Falk, 2009; 宋向光, 2015)。

就我国实践而言，博物馆数据驱动的游客分析已在行为层与运营优化方面形成较为明显的进展，合规意识亦在快速提升 (李康、张晓云, 2020)。然而，在多源数据的融通联结、以及面向体验与学习效果的可量化框架方面，仍缺乏系统性探索与可复制的方法路径。基于此，本研究旨在构建并检验一套面向博物馆场景的“数据驱动观众分析”框架：以多源数据为证据基础，在合规前提下实现对观众“行为—体验—意图”的系统刻画，并将分析结果稳定转化为可执行、可评估的展览与运营决策的依据。

为确保框架的可检验性与外推价值，案例机构需同时满足四项条件：①具备较为完备的观众触点与业务链条，能够覆盖到馆前、在馆中与离馆后的关键环节；②具有多源数据的可获得性与可联结性（至少包括票务/预约等结构化数据与反馈文本等非结构化数据，并具备扩展至过程行为数据的条件）；③存在客流波动、人群分层、空间承载与体验优化等高频且高影响的管理问题，使数据分析具备明确的应用靶点与验证场景；④具备相对成熟的数据治理与跨部门协同基础，以支持从数据采集、处理、建模到决策落地的闭环运行。基于上述标准，南京博物院在资源规模、公共服务任务强度、观众结构多样性与数字化建设基础等方面具有较强的典型性与研究可行性，因而被选为本报告的案例研究对象。

此外，南京博物院数据采集系统建设经历了从单点试验到全局协同的智能化升级，并逐步走向技术能力与业务流程深度融合的创新路径。概要而言，2018年“意大利文艺复兴三杰”特展时期，南博首次引入展览可视化运营数据统计与监测系统。该系统通过客流摄像机、经授权与合规使用的识别设备与轨迹分析算法，采集观众排队时长、展品停留时间、观展动线等关键运营数据，并与票务、排班、文创管理等系统建立数据关联，初步形成跨业务的分析能力。2023年起，针对前期“数据孤岛”和协同不足的问题，南博对公众服务、数字展示、文物保护等十余个业务系统进行整合，构建关联数据可视化平台、持续升级数据系统。覆盖“观众—展览—文物”的运营数据闭环的逐步成型，标志着数字化运营由工具化应用迈向体系化赋能，

也为本项用户研究的开展积累了丰富的数据资源。

综上所述，本研究采用南京博物院可视化运营数据统计与监测系统所采集的数据进行观众分析，涉及五种类型的数据，①人口统计学信息：性别、所在年龄段（每10年划分为一个年龄段）、所属地域；②行为数据：观众平均停留时长（全院、历史馆、特展馆）；③情感与体验数据：观众微笑人数（全院、历史馆、特展馆）；④环境数据：场馆内温度、湿度（每日）；⑤内容与运营数据：目前集中采集的是2018年“世界巨匠——意大利文艺复兴三杰”特展中的藏品数据、业务数据，日常售检票系统、人员排班系统、文创管理等相关业务系统产生的数据，以及2023年起投入运营的关联性数据可视化平台中“开放运营管理”模块下的数据。

## 二、多源数据的实证分析

多源数据的实证分析是博物馆观众研究从经验驱动转向科学决策的核心方法论，其关键在于通过多维度数据的交叉验证与深度挖掘，揭示观众行为的内在逻辑与服务优化的可行性路径。以下是借助基本描述统计分析、基于机器学习算法和文本分析等方法对前文所述五种类型的数据进行联合分析的结果。

### 1. 基于描述统计掌握基本运营情况、观众构成与观展行为

#### 1.1 意大利文艺复兴三杰展运营统计监测数据汇总与分析

##### （1）投入产出

从表1可见，特展实现了约274.03万元的正向贡献，ROI（基于成本的回报率） $\approx 74.8\%$ ，毛利率约42.8%，财务表现总体良好（显著超过收支平衡点）；特展成本高度集中在陈列部（约84%）；票务仍为主要收入来源，但文创贡献占总收入的25%，属于较高水平，显示文创是本次特展的重要增值渠道，文创/票务比（每付费观众文创消费占比，以票价40.28元为基础） $\approx 13.54/40.26 \approx 33.6\%$ ；人均服务强度（按检票人次口径）为每个“人次”平均负责约36名到场观众。

表1- 特展运营数据汇总表

项目	数据	指标
总成本	366.34 万元	
陈列部项目本成本	307 万元	陈列部成本占比：83.82%
文创部成本	52.04 万元	文创部成本占比：14.21%
社服部导览制作成本	7.3 万元	社服导览制作成本占比：1.99%

项目	数据	指标
总销售	640.37 万元	毛利（营收净额）=640.37-366.34=274.03 万元
门票销售总金额	479.3 万元	ROI（基于成本的回报率）= 274.03/366.34=0.748021= 0.7479
文创销售总金额	161.07 万元	销售毛利率=274.03/640.37=0.4279 文创平均消费=161.07 万元 /11.9 万张 ≈ 13.54 元 / 人（按每付费观众计算）
票务信息	640.37 万元	
门票销售总张数	119000 张	平均票面收入 =479.3 万元 /11.9 万张 ≈ 40.28 元 / 张
门票检票总张数	133614 张， 其中已检销售票 126305 张 （含接待门票），已检赠票	
各部门 投入人力	3679 人次	人均服务强度 =133614/3679 ≈ 36.3 检票 人次 / 人次
陈列部	418 人次	
社会服务部	1044 人次	
保卫处	1044 人次	
文创部	487 人次	
物业部	374 人次	
志愿者	312 人次	

## （2）观众构成

从表 2 可见，本次特展贡献了馆内同期近 15% 的参观量，具有明显的流量拉动效应；超过 93% 的观众为付费购票人群，说明本次特展的票务变现能力较好；观众以年轻人（青年占比 87.33%）和女性为主（女性占比 61.7%，明显高于男性），说明展览在吸引年轻女性方面表现突出；中年及老年观众参与较少（合计约 9.7%），表明本次特展对家庭 / 亲子与老年市场的触达较弱。

表 2- 特展观众构成

项目 （一级维度）	项目 （二级维度）	统计数据	
展期内观展人数	南京博物院 特展馆	总参观人数	896198 人
		总参观人数	133706 人
		购买票观众	125305 人
		使用赠票观众	7309 人
		办公室接待观众	92 人

项目 (一级维度)	项目 (二级维度)	统计数据	
特展观众构成	性别分布	男性	38.29%
		女性	61.71%
	年龄分布	少年	2.97%
		青年	87.33%
		中年	7.63%
		老年	2.07%

### (3) 观众行为

从表3可见,该展在节日期间能吸引大量观众并带来较好销售(12月25日转化率为展期内总转化率的1.93倍、12月27日文创销售额最高),观众停留时间适中但以短时集中观看为主,重点展品平均观看时间在1分钟左右,符合大众展览的注意力时长。此外,展厅有短时拥挤风险(693人同时在展厅),且存在高峰日(元旦);约三分之二的观众按推荐路线参观,说明展线设计基本有效;基于表情检测的正向情绪占比为37.29%,未过半数。

表3-特展观众行为数据统整

项目 (一级维度)	项目 (二级维度)	统计数据	备注	
特展转化率	展期内的总转化率	14.92%	转化率:南京博物院观众中参观特展的人数占比 单日最高转化率28.86% 2018年12月25日(圣诞节)	
特展馆观众	最高实时展厅人数	693人同时在展厅	2019年2月24日15时44分	
	单日最高参观人数	3619人	2018年12月31日(元旦)	
	单日文创最高销售金额	6.1567万元	2018年12月27日	
	平均排队时间	1分50秒	以销售金额作为体现观众购买行为的指标	
	平均参观时间	35分47秒		
	重点展品围观人数与平均观看时间			不足:缺少非重点展品平均围观人数与平均观看时间的数据,如有,则可以进行分析观众行为是否符合预期,对未来策展改进可以有怎样的启发。
	倚靠十字架的基督	59人,50秒		
	美丽公主	46人,61秒		
	圣家庭	52人,65秒		
	按展线参观比例	68.01%		
微笑观众占比	37.29%		以微笑比例作为反映观众积极情绪体现的指标	

## 1.2 数据可视化平台投入运行以来的基础数据汇总与分析

### (1) 参观人数

2019-2025年（截至2025年8月）月均参观人数显示：疫情期间（2020年）客流骤降56.1%，随后经历断断续续的恢复与波动，至2023年迎来显著反弹（较2022年增长220.5%），此后2024年与2025年（1-8月）继续保持高位，且均显著超出2019年同期水平，表明展馆在疫情后实现了客流的强劲恢复与增长（表4）。

表4-2019-2025年的月均参观人数及相比去年同期的增长幅度

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025年1月-8月
月均参观人数 (总访客 / 月份数)	264164	115923	150461	115382	369785	435834	441525
相比前一年的涨幅	—	-56.12%	29.79%	-23.31%	220.49%	17.86%	1.31%

### (2) 观众构成：性别与年龄分布

相比疫情前（2019年）：男性观众占比略有下降；20岁以下儿童青少年占比呈现上升趋势；综合2019年至2025年的数据来看，6、7、8三个月（暑期）的女性/男性观众比明显高于其他月份（表6）。2019-2025年期间，占比位居前三的年龄段始终是：① [20,30)、② [30,40)、③ [10,20)；除2025年1-8月外的其他历年，20到40岁之间的中青年观众占比均超过50%。

表5-不同性别与不同年龄观众在总观展人数中的占比(%)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025年1月-8月
性别	男	43.3%	44.8%	43.1%	43.9%	40.0%	41.8%
	女	56.7%	55.2%	56.9%	56.1%	60.0%	58.2%
年龄	(0,10)	5.3%	6.0%	6.7%	9.0%	5.5%	8.4%
	(10,20)	16.3%	13.7%	13.1%	17.3%	14.6%	21.2%
	(20,30)	32.7%	37.4%	38.1%	33.8%	38.1%	25.9%
	(30,40)	20.1%	20.4%	20.6%	20.3%	19.4%	19.2%
	(40,50)	13.1%	11.1%	10.1%	10.8%	11.2%	13.6%
	(50,60)	6.7%	6.7%	6.8%	5.5%	6.6%	6.2%
	(60,70)	4.2%	3.3%	3.3%	2.5%	3.3%	3.7%
	≥70	1.6%	1.3%	1.3%	0.9%	1.4%	1.7%

表 6- 女性参观者人数 / 男性参观者人数

月份	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 年	历年平均
1	1.33	1.31	1.16	1.15	1.32	1.50	1.31	1.30
2	1.27	—	1.15	1.16	1.66	1.35	1.30	1.32
3	1.24	1.01	1.34	1.15	1.62	1.44	1.37	1.31
4	1.37	1.04	1.46	1.00	1.61	1.48	1.42	1.34
5	1.32	1.12	1.38	1.08	1.52	1.43	1.34	1.31
6	1.33	1.15	1.40	1.32	1.53	1.53	1.49	1.39
7	1.34	1.34	1.47	1.36	1.58	1.58	1.46	1.45
8	1.35	1.36	—	1.36	1.48	1.48	1.38	1.40
9	1.28	1.22	1.18	1.32	1.40	1.37	—	1.30
10	1.32	1.26	1.23	1.29	1.44	1.40	—	1.32
11	1.27	1.20	1.12	1.20	1.54	1.44	—	1.31
12	1.18	1.16	1.07	1.03	1.35	1.30	—	1.18

从表 7 可见，南京博物院的观众年龄构成的月度特征主要表现为：工作日与非假期月份以 20-30 岁为主（占比通常 38%-44%），而在学校假期（尤其 7-8 月暑期及 1-2 月寒假 / 春节）观众构成明显向家庭与学生倾斜，10-20 岁占比在暑期上升至 24%（远高于其他月份），0-10 及 40-50 也在暑期显著增加，提示暑期观众以亲子 / 研学团体为主。

表 7- 不同月份下各年龄段人数在总观展人数中的占比（%）

月份	10 岁以下	[10, 20)	20, 30)	[30, 40)	[40, 50)	[50, 60)	[60, 70)	70+
1	7.9%	16.5%	35.6%	19.9%	11.4%	4.9%	2.9%	1.0%
2	8.5%	15.3%	28.1%	21.7%	13.9%	7.0%	4.0%	1.4%
3	5.3%	10.3%	41.2%	20.6%	9.4%	7.6%	4.0%	1.5%
4	5.6%	10.4%	41.6%	19.7%	9.2%	7.5%	4.2%	1.7%
5	6.0%	9.7%	40.9%	21.1%	9.4%	7.3%	4.0%	1.6%
6	5.6%	17.4%	38.8%	18.2%	10.2%	5.9%	2.8%	1.2%
7	8.6%	24.7%	24.6%	19.7%	14.1%	4.6%	2.7%	1.0%
8	9.5%	24.2%	21.5%	20.8%	15.7%	4.5%	2.7%	1.1%
9	5.0%	10.4%	39.5%	19.8%	12.3%	7.9%	3.4%	1.6%
10	5.8%	11.6%	38.6%	20.8%	10.2%	7.6%	3.8%	1.7%
11	4.5%	12.8%	38.3%	20.3%	10.3%	8.3%	3.9%	1.6%
12	4.5%	11.0%	43.8%	20.3%	9.4%	7.0%	2.9%	1.1%

综上，在观众构成方面，南京博物院女性观众长期占多数（2019：56.7%；2025年1-8月：58.2%），显示本院在女性群体中的吸引力持续稳定。年龄上以年轻群体为主，但结构发生微调：2025年儿童与青少年（0-10、10-20）占比显著上升至8.4%与21.2%，而20-30岁占比从2019的32.7%下降至25.9%。上述变化可能源自近年加强的亲子/研学项目与面向青少年的活动，亦或与数据采集口径及季节性因素有关。因此有必要对2025年增长的青少年/儿童来源进行复盘并强化亲子与研学产品，同时对20-30岁群体进行行为洞察与精准营销以提升其复访率。

### （3）观众构成：地域分布

从表8可见，自2019年以来，南京博物院的观众来源呈现“本地为基、外省分散”的特征。2022年江苏省（含南京）观众占比出现显著上升，达到42.4%（同期南京占比18.3%），可能是疫情防控与本地推广活动共同作用的结果；随后2023年起占比回归并趋于平稳，表明跨省旅游恢复且客源更加分散。港澳台与国际来源长期占比极低（均小于1%）。

表8- 观众来源地区占比（%）

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025年1月-8月
港澳台	0.5%	0.1%	0.1%	0.2%	0.1%	0.3%	0.4%
江苏省	27.9%	29.7%	30.9%	42.4%	19.4%	18.2%	17.7%
南京市	9.1%	10.6%	10.8%	18.3%	4.3%	4.0%	4.1%
其他	18.8%	19.1%	20.1%	24.1%	15.2%	14.1%	13.6%
上海市	2.2%	2.0%	1.7%	1.0%	2.6%	2.8%	2.2%
浙江省	6.9%	5.0%	4.6%	3.4%	9.1%	8.7%	8.6%
其他	61.8%	62.9%	62.5%	53%	68.6%	69.6%	70.7%
国外	0.6%	0.2%	0.1%	0.1%	0.2%	0.4%	0.4%

### （4）观众行为：驻留时长

从表9可见，自数据可视化平台投入运行以来，南京博物院整体观众平均驻留时长多数月份集中在2.5-3.5小时区间。历史馆驻留时长约2.0-3.0小时，特展馆较短（约1.6-2.5小时）。2023年9月单月全院平均4.44小时为明显异常值，经初步排查可能与当期大型活动或数据采集口径变化相关，需进一步核实。场馆差异稳定，特展馆驻留时长通常明显低于历史馆，提示特展参观路径或内容导致停留更集中/更短，而“专业历史内容”可能吸引需求明确的观众深度沉浸。此外，特展馆观众驻留时间呈现逐年上升趋势，历史馆则基本稳定。

表 9- 驻留时长 (小时)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2022 年	全院	—	—	3.66	3.30	3.18	3.50	3.71	3.67	3.32	3.17	2.97	2.85
	历史馆	—	—	3.13	2.15	2.02	2.01	1.98	2.04	1.82	1.75	1.67	1.63
	特展馆	—	—	2.49	2.29	2.04	2.01	2.02	2.02	1.71	1.83	1.73	1.66
2023 年	全院	3.58	3.59	3.27	2.67	3.17	2.49	2.45	2.85	4.44	3.35	2.97	2.90
	历史馆	2.31	2.44	2.57	2.14	2.61	1.71	2.55	2.95	2.24	1.25	1.84	2.02
	特展馆	1.91	2.07	2.11	1.91	2.93	2.08	2.02	2.77	3.30	1.60	2.05	2.11
2024 年	全院	3.05	2.82	3.02	—	—	3.11	3.03	3.03	2.91	2.94	2.87	—
	历史馆	2.05	2.19	2.02	—	—	2.26	2.32	2.37	2.33	2.47	2.41	—
	特展馆	2.29	2.36	2.25	—	—	2.35	2.37	2.39	2.36	2.43	2.39	—
2025 年	全院	3.01	2.90	2.88	2.95	2.95	2.97	3.06	3.05	2.90	2.93	—	—
	历史馆	2.26	2.33	2.32	2.37	2.44	2.44	2.53	2.58	2.39	2.53	—	—
	特展馆	2.51	2.38	2.33	2.46	2.50	2.50	2.49	2.46	2.35	2.39	—	—

### (5) 观众行为：微笑率

从表 10 可见，2023-2024 年期间全院微笑率总体在 60%–85% 的区间波动：2023 年年初显著较高（约 80%+），年中下降到 65% 左右，年末又回升至 70% 左右；2024 年春季（4–5 月）出现明显峰值（75%–76%），夏季（6–8 月）出现低谷（65% 左右），年底回升到 70% 左右；2025 年前 8 个月呈缓慢下降（从 71% 下降到 66%）。历史馆的微笑人数占比在不同年份 / 月份波动较大（2023 初期较高 15%，2024/2025 多数月份集中在 3%–11% 范围且某些月份有峰值）。特展馆的微笑率总体较低且呈下降趋势，2023 年基本在 6%–13% 之间，2024–2025 年多数月份在 3%–6% 左右并逐步下滑。特展馆与历史馆的差距在 2025 年 7-8 月份尤为突出，在此期间，历史馆微笑率达到特展馆的三倍以上（表 11）。

表 10- 微笑人数在拍摄总人数中的占比 (%)

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2023 年	全院	85%	78.1%	78.1%	71.9%	68.7%	67.0%	65.1%	63.7%	65.2%	46.8%	70.1%	72.9%
	历史馆	15.4%	15.0%	15.0%	8.3%	3.3%	6.5%	5.6%	5.5%	6.9%	5.2%	3.5%	3.8%
	特展馆	13.1%	12.0%	12.0%	11.3%	9.4%	7.3%	6.5%	5.6%	7.7%	7.1%	5.4%	6.7%
2024 年	全院	71.7%	70.6%	70.6%	76.0%	75.3%	66.3%	65.9%	65.8%	67.3%	68.7%	70.7%	—
	历史馆	3.8%	3.7%	3.7%	—	—	11.5%	8.9%	9.0%	9.4%	10.9%	11.6%	—
	特展馆	5.6%	5.6%	5.6%	—	—	4.5%	3.6%	3.7%	3.9%	4.2%	4.6%	—
2025 年	全院	71.6%	70.7%	70.7%	68.7%	67.4%	66.7%	66.0%	66.1%	—	—	—	—
	历史馆	10.4%	9.2%	9.2%	9.2%	9.0%	8.9%	10.0%	11.2%	—	—	—	—
	特展馆	5.8%	5.5%	5.5%	5.4%	5.2%	4.0%	3.2%	3.1%	—	—	—	—

表 11- 历史馆微笑人数 / 特展馆微笑人数

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2023 年	1.18	1.28	1.25	0.73	0.36	0.89	0.86	0.99	0.90	0.73	0.66	0.57
2024 年	0.67	0.78	0.67	—	—	2.54	2.48	2.46	2.40	2.60	2.51	—
2025 年	1.80	1.82	1.69	1.71	1.74	2.25	3.11	3.62	—	—	—	—

## 2. 基于描述统计掌握基本运营情况、观众构成与观展行为

### 2.1 观众情感体验的预测模型建构

以微笑率作为观众积极情感体验的代表性指标。依据全院微笑率（全院微笑人数占总拍摄人数的比率）将博物馆开放日划分为高、中、低三组，微笑率分布及分类阈值如图 1 所示。

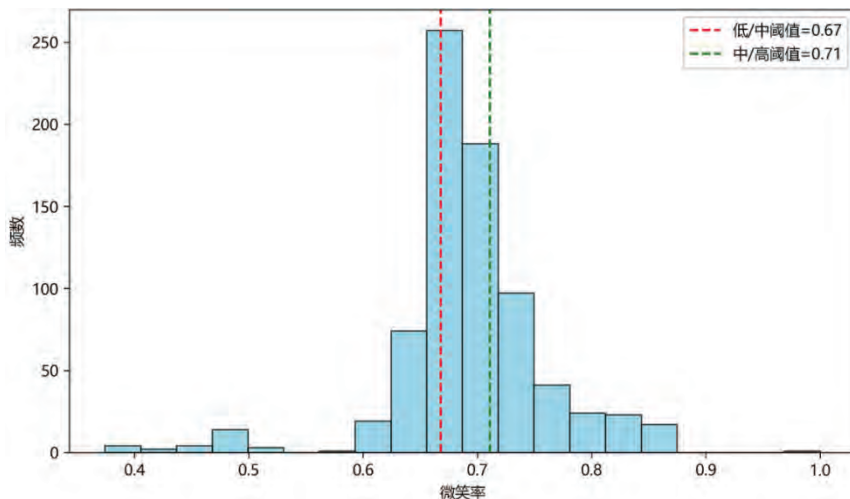


图 1- 微笑率分布及三分类阈值

作为预测变量的输入数据来自数据可视化平台导出的人口统计学资料、观众行为数据及环境数据。其中，人口统计特征涵盖观众的性别、年龄、地域分布等信息，环境数据包括观展日室内温度与湿度、观展年份、观展季节、观展日是否为节假日，行为数据包括观众驻留时长、特展馆微笑人数、历史馆微笑人数。

通过 K 近邻 (KNN)、支持向量机 (SVM)、决策树 (DT)、朴素贝叶斯 (NB)、逻辑回归 (LR) 等算法构建分类模型。所有数据分析均通过 Jupyter Notebook 完成，同时使

用了 Phyton 工具包。为避免过拟合，将 80% 的总样本纳入训练过程，其余 20% 纳入测试。每个模型的准确率、查准率、查全率和 F1 分数，定义如下：准确率 =  $(TP+TN) / Total$ ，查准率 =  $TP / (TP+FP)$ ，查全率 =  $TP / (TP+FN)$ ，F1 分数 =  $2 * TP / (2 * TP + FP + FN)$ 。真阳性 (True Positive, TP) 指实际为正类且被模型正确预测为正类的样本，假阳性 (False Positive, FP) 指实际为负类但被模型错误预测为正类的样本，假阴性 (False Negative, FN) 指实际为正类但被模型错误预测为负类的样本，高查准率意味着预测模型为正类的结果中误判较少 (FP 低)，高查全率意味着模型能有效捕捉大多数正类样本 (FN 低)，F1 分数的取值范围在 0 到 1，分数越高表示机器学习模型的性能越好 (Powers, 2011)。

对比采用不同算法建构的分类模型指标，并基于算法特点，结合考虑博物馆用户数据的复杂、多维特性，以及未来多模态数据的建模适用性，最终选择支持向量机算法生成预测模型。所生成的最优模型中信息增益最高的前 10 个特征如表 12 所示。该结果提示：为提高观众观展中的积极情绪体验，尤其需要重视观展时节的影响、历史馆与特展馆的观众体验，以及中青年群体与 10-20 岁青少年观众的观展体验。

表 12- 最优模型的重要特征

位序	特征	SHAP 重要性
1	观展季节	0.1129
2	观展年份	0.0436
3	历史馆微笑人数	0.0349
4	[40, 50) 年龄段的观众人数	0.0345
5	[10, 20) 年龄段的观众人数	0.0324
6	特展馆微笑人数	0.0298
7	[20, 30) 年龄段的观众人数	0.0286
8	南京市观众人数	0.0264
9	上海市观众人数	0.0201
10	是否节假日	0.0189

注：SHAP 重要性 (SHAP Importance) 是基于 SHAP 值 (SHapley Additive exPlanations) 的一种特征重要性评估方法，用于解释机器学习模型的预测结果。它通过量化每个特征对模型输出的贡献程度，帮助理解模型的决策逻辑。

## 2.2 基于聚类分析构建用户画像

基于聚类分析构建用户画像是通过无监督学习将用户划分为具有相似特征的群组（聚类），再结合业务逻辑为每个群组定义标签化描述，最终形成可解释的用户分类体系。但由于数据采集系统尚不支持生成包含每位观众多维信息的数据集，因此采用 K-means 聚类算法对博物馆开放日进行分群，据此识别观众结构相似的开放日类型，进而对博物馆观众的类型特征加以推衍。

聚类特征向量的构建综合了人口统计学信息（观众性别、地域来源与年龄区间的分布）、行为数据（全院及特展馆与历史馆的观众平均驻留时长）以及情感数据（全院及特展馆与历史馆的观众微笑人数 / 比例）以及开放日特征（是否周末、是否节假日、所属月份 / 季节）等多维度指标。最终识别出五类具有显著差异的类型（ $k=5$ ）。对数据系统记录的总计 769 个开放日的具体聚类结果与命名、特征向量表现及核心观众特点分析如表 13 所示。

表 13- 博物馆开放日聚类结果

聚类类别	聚类个数 (占比)	命名	特征向量表现	核心观众特点分析
1	194 (25.23%)	平日高满意常态型 (本地常访)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 拍摄到的日均微笑频次为 7 万( 全院), 在 5 组中位居第 2 ( 从高到低排序);</li> <li>✓ 观众日均驻留时间 2.45 小时( 全院), 为 5 组中最短; 在历史馆与特展馆的日均驻留时间没有显著差异;</li> <li>✓ 工作日为主, 节假日极少;</li> <li>✓ 地域分布上南京 / 江苏占比突出;</li> <li>✓ 性别平衡( 略偏男), 以 20-40 岁为主。</li> </ul>	满意度高、可以日常观展、没有特别聚焦的观展主题 与需求【 <b>核心关键词: 平日、本地 / 周边、体验好、稳定客流</b> 】
2	119 (15.47%)	节假日高流量亲子型 (特展驱动)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 历史馆与特展馆微笑比例高但波动大 ( 体验差异化);</li> <li>✓ 观众平均停留时间为 2.94 小时, 属于中高水平; 在历史观与特展馆的日均驻留时间没有显著差异;</li> <li>✓ 0-20 岁观众占比高;</li> <li>✓ 假日占比最高。</li> </ul>	主要在周末 / 节假日观展, 较多的青少年 + 家庭群体 【 <b>核心关键词: 节假日、青少年 + 亲子、特展兴趣高</b> 】

聚类类别	聚类个数 (占比)	命名	特征向量表现	核心观众特点分析
3	207 (26.92%)	淡季深度体验型 (成人学习)	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ 高微笑日占比较高, 历史馆与特展馆被拍摄到的微笑频次较少但表现均衡;</li> <li>√ 日均访客人数在 5 组中最少 (拍摄总人数为日均 1.2 万);</li> <li>√ 观众日均驻留时间 3.15 小时, 为 5 组中最高; 在历史观与特展馆的日均驻留时间没有显著差异;</li> <li>√ 年龄分布较为均衡;</li> <li>√ 工作日为主, 节假日较少。</li> </ul>	<p>表现出明显的深度参观特征, 以满足成人自主学习需要为特色。</p> <p><b>【核心关键词: 工作日、成人、深度参观、体验好】</b></p>
4	191 (24.84%)	研学·历史深度型	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ 在 5 组中 10-20 岁之间的青少年观众占比最高;</li> <li>√ 高微笑日占比在 5 组中最低;</li> <li>√ 观众在历史馆日均驻留时间为 2.21 小时, 高于特展馆的日均驻留时间 (2.09 小时);</li> <li>√ 周末占比极高。</li> </ul>	<p>观众有明显的观展倾向(历史主导), 学生居多, 情绪体验相对来说不够轻松愉悦。</p> <p><b>【核心关键词: 团体、研学、历史馆停留长】</b></p>
5	58 (7.54%)	深度文化兴趣型 (历史偏好·中青年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>√ 20-40 岁占比显著更高;</li> <li>√ 历史馆微笑人数 / 特展馆微笑人数显著高于其他各组; 微笑率较低;</li> <li>√ 节假日、周末占比最高;</li> <li>√ 观众在历史馆日均驻留时间为 5 组中最高 (2.53 小时)。</li> </ul>	<p>观众表现出更强的文化 / 历史偏好, 中青年居多, 深度参观但体验“严肃”。</p> <p><b>【核心关键词: 中青年、历史偏好、停留最长、文化类深度访客】</b></p>

### 3. 基于文本分析解读观众体验

基于大众点评平台, 采集了在 2025 年 6 月至 11 月间的 2110 条关于南京博物院观展体验的有效用户评论数据。在完成数据清洗后, 首先进行探索性数据分析 (包括高频词统计、关键词统计等), 然后采用隐含狄利克雷分布 (Latent Dirichlet Allocation, LDA) 模型进行主题建模分析, 以挖掘评论中的潜在语义主题。

### 3.1 高频词与关键词统计

高频词统计侧重于词语的绝对出现频率，可以快速发现共性话题 / 热点，回答“观众最常提到什么”的问题（表 14）。TF-IDF 关键词（Term Frequency-Inverse Document Frequency）是自然语言处理（NLP）中用于衡量词语在文档中重要性的经典统计方法，侧重于词语的区分性与独特性，适用于挖掘特色内容，回答“哪些内容真正有信息量 / 是关键内容”的问题（表 15）。两者的结合应用本质上是“广度 + 深度”的分析策略（表 16）。

通过对观众评论文本的高频词与 TF-IDF 关键词对比分析发现（表 16）：“民国馆”与“镇馆之宝”既是高频讨论点，也是本馆的差异化卖点；而“预约 / 排队”相关词 TF-IDF 值最高，说明预约体验是区分正负口碑的关键因素。此外，“讲解”一词尽管出现频率不高，但区分度高，表明讲解质量对观众体验有放大效应。

表 14- 高频词统计

排序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
高频词	民国馆	文物	历史馆	展品	提前 预约	逛	镇馆之宝	特别	时间	感觉
词频（归一化频次）	1.00	0.94	0.91	0.73	0.69	0.59	0.51	0.50	0.49	0.48

排序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
高频词	排队 预约	值得	诉求 排队	历史	过程	挺	建议	约	打卡	交通 停车
词频（归一化频次）	0.48	0.48	0.47	0.47	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.38

表 15- 关键词统计

排序	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
高频词	预约	民国	提前	讲解	排队	历史	文物	镇馆之宝	展品	打卡
TF-IDF 值	0.22	0.10	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06

排序	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
高频词	艺术馆	金兽	特展	三大	小粉	拍照	停车	展厅	诉求	藏品
TF-IDF 值	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03

表 16- 高频词与关键词的结合对比

词语	频次排名	TF-IDF 排名	分析结论
民国馆	1	2	普遍关注，且高度差异化（南博独特特征）
文物	2	7	普遍关注，但非独特特征
历史馆 / 历史	3（历史馆） 14（历史）	6（历史）	历史馆是热点话题，但非独特特征
展品	4	9	普遍关注，但非独特特征
提前 预约	5	1（预约），3（提前）	普遍关注且高度差异化，需重点优化
排队 预约	11	1（预约），5（排队）	“排队预约”相对低频，但“预约”高度差异化，且“排队”的差异化水平也较高，因此仍需关注并优化
镇馆之宝	7	8	普遍关注，但非独特特征
讲解	—	4	低频但高度差异化，有必要予以关注并优化

### 3.2 带社区检测的高频词语义共现网络图

带社区检测的高频词语义共现网络图是一种基于图模型的文本分析方法：将语料中出现频率较高的词作为节点、以词在一定语境中共同出现的次数或强度作为加权边，构建共现网络。在该网络上进一步应用社区检测算法，可将语义或语境联系更紧密的词划分为若干社区，每个社区通常对应一个潜在主题、概念簇或话题子域。该类可视化不仅能突出网络中的核心高频词与承担跨社区连接作用的“桥梁词”，

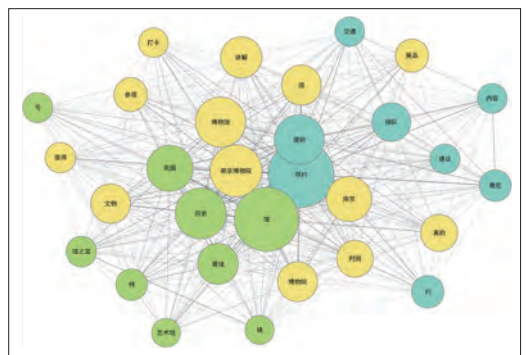


图 2- 带社区检测的高频词语义贡献网络

还可展示词间关系强度、主题边界与结构层次，便于主题识别与结构理解，并可用于关键词抽取、主题标签构建、文本摘要及舆情分析等任务。

基于大众点评平台的 2110 条有效评论数据，我们构建了如图 3 所示高频词语义共现网络图。其中节点大小表示词频或中心性，连线粗细表示在同一语境中共现的强度。社区（不同颜色）表示在评论语料中经常一起出现、主题相关性强的词集合。根据这些集合可以把观众的关注点划分为不同维度（内容 / 体验 / 可达性等），并对社区含义做出基本解读（表 17）。

表 17- 社区含义解读与可能应用

社区	关注维度	典型词	含义解读	管理 / 研究意义
社区 A (绿色部分)	内容与学术 / 展览核心	展览、文物、历史、 馆藏、艺术、展厅、 展品等	社区 A 集中反映了游客对博物馆本体 - 展览内容、文物质量、历史价值与学术性等方面的讨论。评论里常把“展览 - 文物 - 历史”这类词同时提到，说明用户在评价时把内容体验作为主要关注点。	可用于识别受欢迎的展览主题、判断馆藏展示是否被认同、提炼代表性关键句以做宣传或策展参考；结合情感分析可判断内容满意度。
社区 B (黄色部分)	参观体验与服务感受	讲解、讲解员、打卡、 参观、导览、值得、好、 推荐等	社区 B 反映的是游客的现场体验与服务类评价，包括是否有讲解 / 导览、游览感受、拍照打卡场景与整体推荐意向。词间高频共现说明体验要素常与是否“值得参观”、“服务如何”一起被提及。	提示提升讲解质量、互动项目、展区设计与打卡点布局会直接影响口碑；可据此优化讲解路线、志愿者 / 讲解员的配置与社媒宣传点。
社区 C (青蓝色部分)	出行与预约 / 票务 / 动 线 (可达性 与组织)	票、预约、排队、 时间、交通、入口、 售票等	社区 C 体现访客在评论中对外部可达性和参观准备事项的关注：如何买票、是否需要预约、排队等待时长、开放时间与交通便利性等常被一起讨论。说明运营与接待组织是影响游客体验的重要维度。	提示博物馆在票务、预约系统、开闭馆时间和交通指引上的可优化空间；可作为改善客流控制与服务流程的依据。

### 3.3 主题建模分析

采用 LDA (Latent Dirichlet Allocation) 主题模型对所有评论文本进行建模分析。LDA 是一种无监督机器学习算法，其核心目的是从大量文本数据中自动提取隐含的主题结构，即将文档表示为多个主题的概率分布，每个主题则由一组相关词语构成。这有助于识别文本中的主要讨论焦点，便于后续的主题挖掘和分类。

在建模过程中，需要通过评估指标来确定最优主题数。具体来说，主题一致性 (Topic Coherence) 用于衡量主题内部词语的语义相关性，值越高表示主题越连贯、易于解释；困惑度 (Perplexity) 则反映模型对未知数据的预测能力，值越低表示模型泛化性能越好。通过综合评估这两个指标的平衡关系 (例如，在主题一致性与困惑度之间寻求最优折衷)，并参考前期高频词统计、关键词云可视化及文本抽样检视的结果，经多次模型验证后确定最优主题数  $k=2$ 。

进一步分析发现，虽然“预约”作为关键词同时出现在两个主题中，但其语义角色存在本质差异：主题 1 中的“预约”多与“历史”“民国”“特展”共现，反映特定展览的准入规则；主题 2 中的“预约”常与“进不去”“提前半天”共现，指向预约操作的体验。因此将主题 1 界定为“展览内容”，体现观众对展陈本身的评价，主题 2 界定为“服务管理”，反映观众对服务的反馈。该分类方案既保证了主题内部的内聚性，又确保了主题间的有效区分度，并可匹配南京博物院“内容 - 服务”的实际业务分类，便于后续的针对性优化。

## 三、观众分析对博物馆实践的启发

前文以南京博物院 2018 年“意大利文艺复兴三杰”特展及 2023 年以来常态化运营期间的多源数据为样本，从“行为—情感—意图”三个层次展开逐层分析，验证数据驱动分析框架的有效性与落地价值。

首先，行为层的描述统计分析揭示了观众运营的基本规律 (以三杰展为例)：①节假日 (如圣诞节、元旦) 流量与销售转化显著提升，提示需针对性强化节日运营策略；②观众对重点展品注意力集中 (平均约 1 分钟)，提示策展优化应侧重于核心展品呈现形式；③超 2/3 观众遵循推荐路线，展线设计基本有效，但仍需提升引导性；④高峰时段存在短时拥挤风险，提示需加强客流调控与预约分流；⑤文创销售与节日场景联动效果突出，提示未来可深化场景化文创营销。

其次，情感层的分析建基于观众微笑人数统计、观众预测模型建构和大众点评上的观众反馈文本（共收集有效样本 2110 条）。尤其具有启发性的结果是：①三杰展中，正向情绪占比未过半（37.29%），提示需增强互动体验或情感共鸣设计；②情感预测模型显示，观展季节、历史馆微笑人数、[40,50] 年龄段观众占比为观众积极情绪的核心影响因素；③“预约 / 排队”为 TF-IDF 最高关键词，是口碑分化核心因素，提示应完善分时预约、智能分流机制，减少观众等待焦虑；④结合语义共现网络分析，针对“交通停车”“排队诉求”等服务类问题，应考虑优化配套设施与引导流程，以提升观众的整体体验。

最后，意图层的挖掘通过 k-means 聚类算法识别出平日高满意常态型（25.23%）、节假日高流量亲子型（15.47%）等五类访客日类型，反映了本地常访、特展驱动等差异化需求，提示博物馆可以将“访客日类型”作为运营基本单元，为不同日型对应的核心观众提供差异化供给：平日本地常访日重在服务标准化、会员与复访运营；节假日亲子高流量日以分时预约、容量控制、动线与亲子配套为先，降低拥堵损耗，并以特展承担拉新；淡季成人学习与研学深度日强化定时导览、讲座工作坊与团体预约分流，保障深度体验；历史偏好中青年日提供高阶解读与专题路线，提升内容转化与文创客单。并可考虑将年度资源按日型占比分配，实现淡季做内容与口碑、旺季保承载与转化的闭环。

此外，LDA 主题建模分析将评论文本划分为“展览内容”和“服务管理”两大主题，且与南京博物院“内容 - 服务”的实际业务分类直接匹配。这提示博物馆可基于用户反馈的主题分布，明确资源投入优先级——例如，针对“展览内容”主题强化文化价值输出，针对“服务管理”主题提升流程体验，实现业务与用户需求的精准对接。

## 四、总结与展望

前文以南京博物院 2018 年“意大利文艺复兴三杰”特展及 2023 年常态化运营期间的多源数据为样本，从“行为—情感—意图”三个层次展开逐层分析，验证数据驱动分析框架的有效性与落地价值。

### 1. 从单点试验到全链条闭环：数据采集系统的智能化升级路径

基于南京博物院数字化运营与数据采集系统的建设历程，结合前文对多维数据进行深入挖掘与系统分析的初步尝试，并且参考有关数字化转型分阶段理论、数据治理与中台方法、智慧

博物馆 / 数字孪生思路，以及博物馆观众数据处理的隐私合规要求等权威研究与规范，我们归纳提出了“单点试验—系统联动—平台治理—闭环智能”四阶段框架（见表 18），用以刻画数据采集从工具化应用走向体系化赋能与全链条闭环的演进路径，从而为后续指标选取、系统能力对标与阶段性评价提供统一分析坐标奠定基础。

表 18- 数据采集系统智能化升级的四阶段框架

阶段	阶段定位	目标	典型数据	跃迁条件
阶段 1 单点试验期	单场景验证、局部可用	在特展 / 重点展厅等高价值场景中完成“可采—可看—可用”，证明数据价值。	观众行为：排队时长、停留时长、动线轨迹；基础客流统计；（可选）简单分时分区数据。	1) 明确跨部门共用指标与数据需求 2) 建立最基本的数据接口 / ETL 3) 确定合规边界与授权机制 4) 形成从试点到常态的运维机制与预算保障
阶段 2 系统联动期	多系统关联、跨业务分析	从“单点可用”走向“跨业务可用”，支持运营协同决策。	行为数据 + 运营数据：售检票、分时预约、排班、文创销售、活动记录等；（可扩展）空间 / 点位信息。	1) 建立统一数据标准与指标体系（数据字典） 2) 主数据管理（展览 / 展品 / 空间 / 人员 / 设备编码） 3) 数据权限与责任分工机制 4) 从“以专项分析为导向的临时取数 / 手工汇总模式”转向“自动汇聚”
阶段 3 平台治理期	统一平台与治理，体系化赋能	业务系统，实现自动汇聚、跨域互联、持续更新，降低人工介入。	五类数据逐步成型： ①人口统计（性别 / 年龄段 / 地域）②行为（停留等分馆指标）③体验（如微笑人数等）④环境（温湿度等）⑤内容与运营（展品 / 展览、票务、文创、开放运营等）	1) 将预警纳入流程引擎：告警—工单—处置—复盘 2) 建立闭环 KPI（响应时间、闭环率、优化成效） 3) 强化数据安全与合规审计内生性 4) 为预测优化准备训练数据与评估机制

阶段	阶段定位	目标	典型数据	跃迁条件
阶段 4 闭环智能期	业务闭环 + 智能优化, 常态化运营	形成“监测—预警—处置—评估—迭代”闭环, 实现可解释的智能决策与持续优化。	在阶段 3 的基础上: 引入更多时空粒度数据、外部变量(天气、节假日、交通、活动热度)、设备运行数据; 沉淀处置记录与复盘数据作为“策略/模型训练集”。	1) 流程再造与制度固化(岗位职责、SOP、考核) 2) 隐私与合规体系(分级分类、最小必要、脱敏、审计) 3) 模型治理(版本、评估、漂移监测) 4) 跨系统联动机制常态化(指挥调度、应急预案)

## 2. 从理论整合到实践落地：数据驱动观众分析的组块式框架

在总结南京博物院多源数据实践的基础上，我们进一步提出了图 3 所示的组块式框架，用于将博物馆的运营、教育与社会目标转化为可测量、可诊断、可干预的观众分析体系。框架自上而下依次连接“目标层—核心体验/行为机制层—分析信息模块—数据与算法工具箱”，并以积极心理学优势理论与 PERMA 模型作为体验质量的解释支架。通过该结构，博物馆可在不同数据基础与管理需求下灵活组合模块，形成从数据采集、关联分析到观众画像与情感体验/观展行为预测、再到运营与服务优化的闭环路径。



图 3- 数据驱动观众分析的组块式框架 (目标—机制—干预—方法)

注：优势理论主张识别并运用个体优势，相较弥补缺陷，更能提升主观幸福感与投入度，并带动积极适应与持续成长。PERMA 模型将幸福感拆解为五个可培育维度：积极情绪 P、投入 E、人际关系 R、意义 M、成就 A。基于优势激活的观展设计可在 PERMA 五维形成联动提升、优化观展体验。

## 参考文献:

- Arts Council England. (2023). Let's create: Strategy 2020–2030 (updated guidance and delivery plans). <https://www.artscouncil.org.uk/>
- Damala, A., Cubaud, P., Bationo, A., Houlier, P., & Marchal, I. (2008). Bridging the gap between the digital and the physical: Design and evaluation of a mobile augmented reality guide for the museum visit. Proceedings of the 3rd International Conference on Digital Interactive Media in Entertainment and Arts (DIMEA 2008), 120–127. <https://doi.org/10.1145/1413634.1413658>
- Falk, J. H. (2009). Identity and the museum visitor experience. Left Coast Press.
- Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2016). The museum experience revisited. Routledge.
- ICOM. (2017). ICOM code of ethics for museums. International Council of Museums. <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/code-of-ethics/>
- Jarrier, É., & Bourgeon-Renault, D. (2012). Impact of museum visit experience on perceived value and willingness to pay: The moderating role of museum image. *International Journal of Arts Management*, 14(2), 34–46.
- Kelly, L. (2004). Evaluation, research and communities of practice: Program evaluation in museums. *Archival Science*, 4(1–2), 45–69. <https://doi.org/10.1007/s10502-005-6990-3>
- Kotler, N., & Kotler, P. (1998). Museum strategy and marketing: Designing missions, building audiences, generating revenue and resources. Jossey-Bass.
- Kuflik, T., Stock, O., Zancanaro, M., Gorfinkel, A., Jbara, S., Kats, S., Sheidin, J., Kashtan, N., & Uzan, O. (2011). A visitor's guide in an active museum: Presentations, communications, and reflection. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 3(3), Article 11. <https://doi.org/10.1145/1921614.1921617>
- Nah, S., Eschenbrenner, B., DeWester, D., & Jeon, S. (2020). The impact of visitor-generated content on museum visitors' experiences: A text mining approach. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 11(1), 35–52. <https://doi.org/10.1108/JHTT-02-2018-0016>
- NEMO. (2020). Digital transformation in museums: A review. Network of European Museum Organisations. <https://www.nemo.org/>
- Nissenbaum, H. (2004). Privacy as contextual integrity. *Washington Law Review*, 79(1), 119–158.
- Packer, J., & Ballantyne, R. (2016). Conceptualizing the visitor experience: A review of literature and development of a multifaceted model. *Visitor Studies*, 19(2), 128–143. <https://doi.org/10.1080/10645578.2016.1144023>
- Parry, R. (2007). Recoding the museum: Digital heritage and the technologies of change. Routledge.
- Powers, D. M. W. (2011). Evaluation: From precision, recall and F-measure to ROC, informedness, markedness and correlation. *Journal of Machine Learning Technologies*, 2(1), 37–63. <http://david.wardpowers.info/BM/index.htm>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data science for business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking. O'Reilly Media.
- Shmueli, G. (2010). To explain or to predict? *Statistical Science*, 25(3), 289–310. <https://doi.org/10.1214/10-STS330>
- Tallon, L., & Walker, K. (Eds.). (2008). Digital technologies and the museum experience: Handheld guides and other media. AltaMira Press.
- Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). Data mining: Practical machine learning tools and techniques (4th ed.). Morgan Kaufmann.
- Yalowitz, S. S., & Bronnenkant, K. (2009). Timing and tracking: Unlocking visitor behavior. *Visitor Studies*, 12(1), 47–64. <https://doi.org/10.1080/10645570902769208>
- Yoon, S. A., & Wang, J. (2014). Making the invisible visible in science museums through digital technologies. *Computers in Human Behavior*, 31, 233–243. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.09.016>

国家市场监督管理总局，国家标准化管理委员会.(2020). 信息安全技术个人信息安全规范 (GB/T 35273—2020). 中国标准出版社.

全国人民代表大会常务委员会.(2021a). 中华人民共和国数据安全法. <http://www.npc.gov.cn/>

全国人民代表大会常务委员会.(2021b). 中华人民共和国个人信息保护法. <http://www.npc.gov.cn/>

李康, & 张晓云.(2020). 智慧博物馆建设背景下的观众大数据分析与运营决策研究. 图书馆论坛, 40(10), 90 - 98.

宋向光.(2015). 博物馆观众研究: 理论与方法. 文物出版社.

# 数字技术如何重塑博物馆的策展逻辑

毛若寒  
(浙江大学艺术与考古学院)

策展，作为博物馆的核心职能，本质上是围绕“物”（藏品）进行知识建构与文化阐释的创造性活动，其目标是建立藏品与公众之间的意义连接。传统上，这项工作主要遵循两种基础范式：一是“资源驱动”，即从馆藏文物本体出发，以其物理属性、历史价值为逻辑起点，侧重于对文物本身的解读与展示；二是“主题驱动”，即从特定的思想议题或学术问题出发，文物作为阐释议题的证据与素材，侧重于构建叙事和引发思辨。数字技术与博物馆策展的结合，其深层逻辑在于它重构了“物”的存在形态与“叙事”的构建方式。通过高精度数字化，可以将实体文物转化为可计算、可关联、可再创的“数字孪生”，极大地拓展了“资源驱动”的深度与广度；同时，借助互联网与交互技术，打破了物理时空限制，为跨地域资源整合、非线性叙事和公众参与提供了可能，从而解放了“主题驱动”的想象力与影响力。正是这种对“物”的深化感知与对“叙事”的多元建构，使得两种传统范式得以焕发新的活力，并演化出更为复杂和高效的实践范式。

聚焦数字技术重塑博物馆策展新范式，本文选取近年来国内博物馆界较受关注的几个数字展览为研究对象，即国家博物馆的“数说犀尊”、南京博物院的“物华天宝”、以及浙江省博物馆的“丽人行”，希望以此为镜鉴，剖析数字技术在数字展览策展中的应用逻辑、叙事方式与价值生成路径，并审视其带来的优势与挑战。

## 一、深耕于“物”：数字技术赋能下的“资源驱动”策展模式

在博物馆的策展实践中，“资源驱动”是一种基础性的工作思路，意指从馆藏文物资源本身出发，通过深入研究其物质属性与历史价值，来生发和构建展览主题。数字技术的深度介入，为这一传统模式注入了新的活力，其核心在于将文物视为一个多维度的信息综合体，通过系统性的数据采集、处理与应用，实现对文物价值更深入、更多元的阐释。中国国家博物馆的“数说犀尊”展览和南京博物院的“物华天宝”数字平台，是这种思路下两种侧重点不同的实践案例。

## 1. “数说犀尊”：一件文物的多模态数字叙事

中国国家博物馆的“数说犀尊”展览的起点是对西汉错金银云纹铜犀尊进行全面的科学数据采集。文博团队运用高精度三维扫描获取了器物表面的精细形态，并通过 X 光探伤等技术探查其内部结构，如铸造垫片和盲芯的存在。这些数据经过分级处理，形成研究级、展示级等不同用途的数字资产，为后续阐释奠定了基础。它意味着策展的“资源”内涵发生了根本性变化：从一件实物文物，扩展为一个包含其物理形态、内部结构、材质成分等全要素的高精度数字孪生体。这个数字孪生体，成为后续所有阐释、互动与传播的绝对核心与可信来源。

展览的内容构建紧密围绕这些数据发现展开。在“巧夺天工”单元，互动屏幕上演示的铸造工艺动画，其分步细节直接依据内部扫描数据还原，将抽象的范铸法原理与文物实体证据联系起来。“匠心独运”单元则通过三维模型数据的数学分析，可视化了器物造型中符合特定比例关系的部位，为探讨其美学规律提供了直观参照。甚至展览结尾对智慧博物馆技术平台的展示，其本身也是对支撑整个展览的数据采集、环境监测等过程的呈现。这种从数据到知识的转化路径，体现了展览叙事对文物本体信息的深度依赖。在互动体验上，展览尝试通过 AOA 定位导览、AR 互动、可触摸的 3D 打印模型等技术手段，将数据解读转化为观众的具身体验。例如，导览设备能根据观众位置自动推送信息，并可引导其从数字展厅前往“古代中国”展厅观察实物，形成虚实联动的观展路径。

## 2. “物华天宝”：一群文物的数字知识生态整合

相比之下，南京博物院的“物华天宝”项目则展现了“资源驱动”在广度整合与系统化知识建构上的探索。其核心是构建一个覆盖书画、陶瓷、金属器等多类别海量馆藏的结构化知识系统。该项目并非简单地进行数字化存档，而是基于“物本位”理念，通过高精度三维采集和知识图谱技术，将文物数据转化为一个包含“实体 - 属性 - 关系”的语义网络。例如，平台将一件文物与其相关的人物、时间、空间、工艺、风格等要素进行系统归纳与连接，构建了覆盖 9 项客观结构化指标和 6 项主观描述性指标的知识本体框架，形成了包含 230 项指标、2.3 万余知识点的高密度知识数据库。

该项目的驱动力体现在为多场景的活化利用提供坚实的数据与知识基础。在线下，其“数字文物魔方”装置以三维模型为主载体，构建了集观赏、互动、导览于一体的平台。装置正面采用高分辨率 LED 屏实现裸眼 3D 效果，背部 OLED 屏幕则承担图形化知识解读功能，支持对文物进行多层次、多语义的展开。在线上，专题网站与微信小程序构建了集三维展示、语义

关联导航于一体的多终端内容生态。其知识系统支持语义检索和可视化路径探索，观众可从一件文物出发，展开其背后的历史背景、同类藏品与时代工艺，实现“可感→可知→可悟”的阶梯式认知。更重要的是，“物华天宝”的知识系统具有良好的可拓展性与协同能力。通过开放数据本体与 API 接口，可与其他博物馆资源进行语义对接，具备构建行业级数字文化知识基础设施的潜力。其技术架构已为文物修复辅助、教育课程设计等领域提供重要支撑，推动知识体系向更广泛社会功能扩展。

这种“资源驱动”的数字策展新模式，其核心优势在于将阐释牢固地建立于科学数据与系统化知识之上，显著提升了内容的客观性、深度与可复用性。首先，在阐释的客观性与深度上，该模式实现了从经验判断到数据实证的飞跃。以“数说犀尊”为例，高精度的内部扫描数据使其铸造工艺的动画复原不再是艺术想象，而是有科学依据的视觉论证；对造型比例的数学分析，则将传统的美学品评转化为可视化的规律探讨。这使展览叙事超越了表层的形式欣赏，深入到制造逻辑、技术思想等更本质的层面。其次，在知识的系统化与可复用性上，如“物华天宝”项目所构建的结构化知识图谱，将原本孤立的文物信息转化为相互关联的语义网络。这不仅为公众提供了非线性、可自主探索的认知路径，实现了从“观看一件文物”到“理解一个文化脉络”的升华，更关键的是为馆校合作、文创开发、智慧导览等下游应用提供了标准化、可机器理解的数据基石，极大拓展了文物数字资源的价值链。

当然，在肯定其优势的同时，也需审慎地考量其在实践中面临的一些值得注意的方面。其一，是较高的实施门槛与资源依赖性。高精度的数据采集、复杂的知识图谱构建与沉浸式互动体验的开发，需要持续的专业技术支持和资金投入，这对博物馆的资源整合与长期规划能力提出了相应要求。其二，需关注技术呈现与人文内涵之间的平衡。在利用数字手段进行深度阐释时，需留意避免因过度追求技术的视觉冲击力，而弱化了对文物所承载的历史语境与文化意蕴的深入解读，确保技术服务于内容的核心价值。其三，其最终效果与馆藏资源数字化的基础工作质量密切相关。原始数据的准确性、完整度以及知识框架设计的合理性，是构建高质量数字叙事的前提，这要求在前端投入充分的准备与考量。此外，从模式特性来看，“资源驱动”在叙事视角的广度与公众参与的开放性上，也存在其特定的适用范围。其叙事逻辑通常围绕本馆既有的数字化资源展开，在主动回应跨学科、跨机构的前沿议题时，其灵活性相较于“主题驱动”模式可能有所不同；同时，公众在此模式中更多是深度体验者，其作为内容共创者的角色尚有进一步探索的空间。

## 二、聚合于“题”：数字技术赋能下的“主题驱动”策展模式

与从具体馆藏资源出发的“资源驱动”模式不同，“主题驱动”模式的核心在于率先确立一个具有现实关怀和学术潜力的思想主题或文化议题，然后以此为中心，主动地、跨时空地搜寻、聚合与组织各类相关资源来构建叙事、回应问题。数字技术的介入，极大地强化了这种围绕主题进行资源聚合与叙事构建的能力，使“主题驱动”模式从传统的、受限于实物可得性的线性陈列，转向为一种能够激发批判性思考、促进公众参与式解读的动态文化实践。浙江省博物馆的“丽人行”系列项目正是这一深刻转型的典范。

“丽人行”项目的起点并不是某件镇馆之宝，而是一个宏大的学术与文化议题，也就是如何系统梳理与多维度阐释中国古代女性图像的演变脉络、社会功能及其背后的文化内涵。这一主题本身具有强烈的现实关联性和学术开放性。在数字技术的全面赋能下，其策展实践实现了根本性的范式革新。首先，它实现了从“实物聚合”到“数字资源集成”的跨越。传统实体展览若想展现如此宏大的主题，需要协调借展大量分散于全国各馆的珍贵书画，流程复杂且成本高昂。“丽人行”则通过数字化手段，突破了这一物理限制，最终汇集了来自国内外 50 余家文博机构的数千件女性主题藏品数字资源，构建了一个前所未有的专题数字资源库。这种基于主题的大规模、跨机构数字资源集成，为深度叙事提供了实体展览难以企及的素材广度和灵活性。

在此基础上，项目的叙事方式也从“线性陈列”转变为“可探索的多维知识网络”。实体展览的叙事往往受限于展厅物理空间，呈线性展开。而“丽人行”云展览则利用数字平台的超链接与交互特性，构建了立体的、非线性的内容结构。它并非简单地将画作图片在线罗列，而是以“态浓意远”“绣罗翠微”“云幕椒房”等逻辑模块组织内容，观众可以按时代、题材、空间、社会身份等多种维度进行自主探索，形成个性化的观展路径和理解框架。这使得策展人设定的主题转化为一个观众可主动参与建构的“认知地图”，叙事的主导权部分地从策展人移交给了观众。

更进一步，数字平台催生了从“权威阐释”到“参与式解读与知识再生产”的转变。“丽人行”项目不仅呈现了策展团队的专业研究，还通过虚拟微策展大赛、线上论坛、观众留言互动等方式，积极引入艺术史、性别研究、服饰史等不同领域学者的观点，并鼓励公众特别是高校学生成为内容的共创者。这使得展览不再是一个封闭的知识灌输体系，而成为一个开放的、可生长的讨论场域，促进了围绕主题的知识再生产与意义共创，真正让主题“活”在持续的对

话之中。

最终，这一切变革深化了观众的体验目标，使其从视觉观看升华为沉浸体验与情境化的审思。“丽人行”通过高清细节放大、场景动画复原、乃至线下沉浸式数字展中的具身交互，试图超越静态的图像展示，重构历史情境，引导观众不仅“观看”古代女性，更去“感受”其生活空间，并“思考”其社会境遇。这种深度体验旨在激发情感共鸣与批判性思考，将历史话题与当代观众的自我认知联系起来。

这一模式的优势是显著且富有革新意义的。其最核心的优势在于极大地解放了策展的叙事能力与思想深度。它允许策展团队不再受限于本馆藏品的数量与类型，能够基于一个前沿的学术议题或社会关切（如性别视角、跨文化交流、环境变迁等），主动地、跨时空地聚合全球范围内的相关数字资源，从而构建出视角独特、内容宏大的叙事。“丽人行”能够汇聚 50 余家机构的藏品，深入探讨中国古代女性群像，正是这种叙事能力解放的明证。其次，该模式有力地促进了知识的开放与公众的深度参与。数字平台天然的交互性、可扩展性，与“主题驱动”本身的开放性是天然契合的。通过虚拟策展大赛、线上论坛、社交媒体互动等方式，“丽人行”成功地将话语权部分让渡给公众，使展览从一个权威阐释的终点，转变为一个激发讨论、共创知识的起点，真正实现了文化生产过程的民主化。最后，该模式有效提升了博物馆品牌的社会影响力与当代相关性。一个紧扣时代脉搏的代表性叙事主题，配合数字传播的广覆盖与强互动，能够迅速引发社会共鸣，使古老的文物与当代人的生活和思考产生深刻连接，从而显著增强博物馆的文化辐射力与社会价值。

然而，这一模式的实践也面临着不容忽视的挑战与局限性。首要的挑战在于实施的复杂性与对跨学科协作的高度依赖。一个成功的“主题驱动”项目，不仅需要策展人的学术眼光，还极度依赖强大的技术支持（如数字资源聚合平台、交互体验设计）、海量的版权协调与清晰的合作机制。这对其项目管理、资金投入和团队构成提出了远高于传统展览的要求。其次，存在着主题阐释与学术严谨性之间的平衡难题。为了吸引更广泛的公众并引发共鸣，策展方在主题阐释上可能倾向于强调戏剧性、故事性或当代关联，这有时会面临简化复杂历史语境、过度解读或牺牲学术深度的风险。如何在不失学术厚度的前提下实现生动传播，是一个持续的挑战。再者，项目的可持续性与长期运营存在压力。与实体展览有明确的展期不同，“丽人行”这样的数字项目往往被期望能长期在线、持续更新。这背后是持续的内容维护、技术升级和社区运营成本，对博物馆的长期投入能力构成了考验。最后，对实物本体“光韵”的削弱也可能成为一个争议点。尽管数字呈现提供了无与伦比的访问便利和阐释角度，但观众与独一无二的、承

载着历史痕迹的文物原件之间的那种直观的、震撼的审美体验，在数字环境中不可避免地会被稀释。

综上所述，数字技术并非简单地替代或颠覆传统的策展逻辑，而是作为一种强大的赋能工具，深刻重塑了“资源驱动”与“主题驱动”这两种基本范式的实践形态与价值内涵。“深耕于物”的模式，通过构建文物的高精度数字孪生与结构化知识系统，将阐释的锚点深植于科学数据，极大地提升了博物馆知识生产的客观性、系统性与可复用性，为文物价值的深度挖掘奠定了坚实基础。而“聚合于题”的模式，则凭借其强大的资源聚合与叙事构建能力，打破了实体与机构的边界，使博物馆得以围绕前沿议题激发公众的参与式解读与知识共创，显著增强了其思想引领能力与社会影响力。二者并非相互排斥，而是构成了数字时代策展实践的一体两面：“资源驱动”为阐释提供了可信的深度与科学的尺度，是博物馆立身的根基；“主题驱动”则拓展了叙事的广度与思想的活力，是博物馆连接时代、服务社会的翅膀。未来的智慧博物馆建设，关键在于根据具体的藏品基础、学术目标与社会需求，灵活运用乃至有机融合这两种模式，使技术之“器”更好地服务于文化遗产与价值传播之“道”，最终推动博物馆从文物的守护者，演进为激发公共文化创新与对话的引领性平台。

# 以数据要素为驱动， 开创博物馆数字化建设的新局面

刘健

(上海博物馆 数智化专委会顾问)

在数智化社会，数据已成为推动社会发展的重要驱动力。2020年4月，中共中央、国务院发布了《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》，将“数据要素”定义为继土地、劳动力、资本、技术之后的第五大新型生产要素。作为人类文化记忆的保存和传播机构，知识生产、管理和传播是博物馆的一个基本属性，其大量的藏品资源数据、观众行为数据、管理运行数据等作为文化领域的重要数据要素，其潜在价值有待于进一步挖掘。在这一过程中，数据也将开始从支撑性、辅助性角色转变为核心生产要素，成为博物馆发展新质生产力，重塑知识生产方式和知识创新模式的关键因素之一。从信息论的角度，数据、信息和知识间存在关联性，也即“数据是一组有意义的符号，它是信息的载体，是知识的来源；信息赋予了数据含义，信息消除了不确定性；知识从实践、经验中得到，它由数据记录，从信息中提炼。”因此，2024年，国家数据局等十七个部门印发的《“数据要素×”三年行动计划（2024—2026年）》就要求“通过多元数据融合，以量变引发质变，创造新的信息和知识，催生新业态新模式”，这是数智化时代对博物馆提出的新的要求，也是博物馆顺利实现数字化转型的必由之路。若是我们同意以数据要素为代表的新质生产力将为博物馆本身带来质的改变，而非仅是效率的提升；那么，这种改变应该是对博物馆思维和业务模式的一种颠覆，博物馆也将由此形成自身新的业务生态和成长形态。

## 一、博物馆数据建设的现状

从2000年左右国内博物馆进行大规模数字化建设开始，在此建设的过程中积累了大量数据资源，仅全国移动文物普查中，登录文物照片就达5000万张，数据总量超过了140TB。一方面。随着博物馆业务的范围的扩大，比如博物馆收藏和研究的对象不断扩容，不但在数量上持续层累，类型也有所新增，在各种新的数字记录手段不断涌现，各种非物质信息或虚拟信息也进入了博物馆收藏和研究的视野，导致了数据资源的不断增长。另一方面，数字技术的发展也使传统的博物馆传播方式发生了巨大的转变，如藏品信息的传播开始能够以脱离实物介质却

仍保持其实证性的方式进行。因此，当博物馆的各类数据：藏品数据、业务数据、管理数据、研究数据、观众数据等一一被纳入采集的视野，并成为数据库中的沉淀数据以后，如何激活，用好这些数据，发挥它们的价值，就成为很多博物馆尤其是数字化从业人员经常思考的问题，博物馆的数据建设已成为当务之急。

要做好数据建设，就必须对博物馆数据的特点有所了解。作为一个保有重要文化资源的机构，一般来说，博物馆的数据具有多源性、专业性、公共性和权威性的特点。多源性是指博物馆数据来源分散；公共性是指博物馆数据基于机构性质应属社会共有；专业性是指博物馆的数据是博物馆各业务专业领域的组合；权威性是指博物馆数据具有专业研究的支撑，可以确保数据质量的权威性。当然，专业意味着博物馆的数据具有了进一步价值挖掘的空间。比如博物馆的藏品数字资源可以经过治理后为用户获取信息、学习系统知识提供良好素材，其社会价值无疑是巨大的；又比如观众的参观行为数据及各类交互行为的数据，反映了观众的兴趣爱好和行为习惯，对博物馆基于观众画像的个性化服务等应用具有重要的服务应用价值；此外，各类业务产生的管理统计数据、设施设备的监测优化数据等等则可以为提升管理效能提供效能价值。如果从大的方面去区分，博物馆的数据大致可分为藏品数据（包括藏品本体数据、研究数据、测试数据等）、业务管理数据（包括展览数据、教育活动数据、运营管理类数据、经营类数据等）、公共服务数据（包括观众数量和观众行为的数据、导览讲解服务的数据、传播推广类数据等）和社会数据（包括舆情数据、观众反馈数据、社会机构与博物馆相关的研究数据等）这五大类。

目前，这五类数据在具体的应用层面的一般状况如下：藏品数据，博物馆大多以藏品管理数据库的方式提供藏品信息给博物馆的各项业务工作使用，如学术研究、陈列展览、教育传播等，仅有如故宫等极少数的大馆开始了从数据管理型数据库往知识库方向推动的尝试；在业务管理数据和公共服务数据方面，已有一些馆以数据中心或数据平台的形式进行展示并供领导做决策的参考，也有一些馆已开始利用观众数据进行观众行为的观测、分析及模型的建立，比如南京博物院，2007年就依靠馆内的电子票务系统，通过观众身份信息的收集，来开展对观众的研究；社会数据则被利用来对博物馆本身的行为（业务或管理）起导正的作用，比如社会上各种与博物馆相关的榜单在一定程度上起到了导向的作用。但在应用中浮现出的一个重要问题是系统林立，各行其是，除了形成数据孤岛外，也很难在业务或生态上形成合力。另外，在博物馆数字化的进程中，数据质量不高及由此带来的运用效果不彰也是一个突出问题，这不仅影响了数字化内容的准确性和可靠性，也直接影响了博物馆优秀数字文化作品的产出。博物馆藏品类型庞杂的特点也给博物馆藏品数据的标准化描述和元数据建设带来困扰，同时这也就为机器识读和

人工智能的运用带来了障碍，为数据的梳理和挖掘形成了壁垒。故此，博物馆的数据治理已成为燃眉之急。要解决以上困境，博物馆的数字化建设就应该尽快从数字化走向数据化：如果说，数字化是将一个物体、图像、声音、文本或者信号等物理形态的资源转换为一系列数字格式的表达形式；那么，数据化就是指通过数据的结构化、规范化，实现机器对信息的可理解；同时对数字化的信息通过分析、挖掘等手段获取有用价值，实现对业务的指导性作用。在业务工作中可以依靠数据发现问题、解析问题、解决问题，从而为博物馆业务的数据驱动打下基础。数据化可以看作是数字化的一个高级阶段，也是通往智能化的一个过渡阶段。

## 二、博物馆数字化建设从数字化走向数据化的必要性

### 1. 是博物馆数字化建设发展创新的需要

从 20 世纪 80 年代中期开始，中国博物馆的数字化建设已走过了四十个年头。其中的很大一部分当然是二维或三维的文物数字化采集工作，以单体而言，敦煌研究院经过近 30 年的努力，已经完成 290 个洞窟数字化采集，179 个洞窟壁画图像处理，45 身彩塑和 7 处大遗址的三维重建，形成了超过 300TB 的数字资源。那么，这些长期采集加工所形成的数字资源如何让它发挥应有的作用，这正是目前博物馆数字化建设亟待突破的一个瓶颈，而突破瓶颈，发展创新的一个很重要的一个方式就是需要走向数据化。如果说，数字化主要还是一种信息状态的转化，就是把物体信息转变成数字信息；那么，数据化则主要在于对数字信息的处理和分析，即对信息进行结构化、颗粒化处理，使之成为标准化数据对象，同时从这些数字信息中提取有价值的信息，进行分析、关联，甚至重组。有了数据的基础，依靠数据平台，博物馆的数字化建设才能更上一层楼，产生新的应用和新的基于数据的产品，也为博物馆结合人工智能技术进一步发展为智能化奠定基础。

### 2. 是博物馆在数字时代实现知识生产和分享功能的需要

知识生产和传播是博物馆的一个基本属性。现代博物馆的出现，一定程度上就是为了满足人们对客观世界的好奇而形成的认知要求，博物馆也就此形成了基于知识公共化的业务流程，即对物的收藏、研究和展示，这同时就是一个知识的积聚、生产、管理、传播、共享的过程。在数字化社会，以及博物馆公共性的场域下，博物馆的知识生产的主体无疑也应该包括在这一场域的活动人群所进行的知识生产活动，由此产生出社会公众参与其中的博物馆公共知识生产机制与生态。数据化时代的到来，以经过发掘整理的数据，尤其是整合后的研究型数据资源为博物馆知识生产和传播提供了新的维度和组织模式。数据的价值来自流动、共享，来自数据间

的关联、融合；博物馆数字资源数据化不仅可以避免同内容的重复采集、无意义的数据分析等问题，也将为数字化平台上的专业知识交流、学术研究等提供有效支持，成为以数据化思维和优质资源支撑博物馆知识生产、共享传播链体系得以完善的关键。同时，通过众包等形式，数据化平台还能成为博物馆知识社会化生产的一个重要选择。

### 3. 是博物馆数据应用、交换规范化、标准化的需要

在数字化阶段的博物馆数据资源采集一般多由各自的博物馆自行开展，各馆依循自己不同的数字化标准进行采集和数据管理，数据的收集和整理过程过于依赖于个人经验和能力，缺乏统一的标准和规范。结果是，许多有价值的数据散落在不同的部门和系统中，难以有效利用。缺乏统筹整合，也没有统一的数据标准，尤其是图像数据的交换和互操作框架，导致了即使在博物馆业内也无法通过平台进行数字资源的分类、整合、交换，不但在一定程度上阻碍了博物馆数据共享的步伐，使数据的利用效率降低，利用方式倾向于传统和粗放，也为各馆的数据产品开发应用带来了极大的困难。而数据化则是以建立充分的数据标准体系来进行维系的。这个数据标准体系针对博物馆所拥有的数据流程给出采集、管理、交换、应用等各种操作层面的标准化定义，以达到在最大程度上实现数据操作的有序性，从而指导博物馆数据化的实践，并有效解决当前大数据环境下博物馆所面临的数据治理难题，构筑数字资源从数据到知识的价值实现方式。这里所说的数据操作不仅限于对数据进行描述、加工、交换，也包含围绕数据生命周期所进行的数据传输、存储、保护再利用等操作步骤。如果说博物馆数据化是博物馆数据信息进行治理的过程，那么，这个数据标准体系只有在博物馆数据化的过程才能得以逐步建立和完善。

## 三、博物馆数据要素的建设路径

### 1. 正视博物馆数据基础薄弱的现实

如前所述，博物馆数据格式多样、存储分散、描述简陋、标准缺位，这些都造成了博物馆数据基础的薄弱，给博物馆数据和业务再利用造成诸多不便，是困扰国内博物馆数字化发展的核心问题。在博物馆领域数字化应用较为成功的主要还是数据基础建设比较强的大馆，其中故宫博物院在数字化建设之初就建立了统一的数据标准，并持之以恒地坚持了二十年连续、规范的采集；敦煌研究院的数据采集工作则已历经三十年之久，并且也形成了一套自有的数据标准和规范。遗憾的是，像故宫和敦煌这样雄厚优质的数据基础在国内博物馆中凤毛麟角，大部分馆的数字化采集工作流于粗放，标准随意，规范控制更不严格，数据质量不高。而从全国范围

看，比较完善的数据规范长期未能确立，导致各博物馆数据建设各自为政，不具备交换和互操作的基础。博物馆数据基础薄弱的原因是多方面的。首先是文物藏品数量庞大而且类型复杂，且都具有脆弱、稀缺的特征，基于保护性的原则，这些藏品出入库都有繁杂的手续，采集也必须有专业人员现场监督，采集方式也需要根据藏品的不同类型而随时调整，相对于模态比较单一的图书文献类数据的采集困难程度大大增加，采集效率也很低。这也是为什么只有故宫、敦煌这样的大型馆才有能力保持长期投入和持续采集的缘故。其次博物馆藏品资源本身都是非结构化的，是由多件 / 组个体汇聚而成的庞大而离散的集合，建立统一的元数据标准难度较大，始终难以形成既能涵盖绝大部分藏品类型，结构又相对明晰易操作的元数据标准。此外许多藏品具有超长的历时性，描述歧义十分常见，也为数据的标准化带来了很大的问题。然而博物馆数据建设最大的阻碍并非来自这些客观因素，而在于缺乏开放的心态。数据建设内生性过强，数据系统封闭程度高，数据孤岛林立，是博物馆数据基础薄弱更关键的原因。事实上，经过多年的数字化建设，虽然数据质量和标准不一，但各馆也基本建成了各自的数据系统，如能尽量开放，对于博物馆数字化的建设仍具有很大的推动作用。

## 2. 构建面向数据要素价值属性的博物馆数据链

数据要素本来是一个市场经济的概念，在将数据清洗、加工成可机读、可生产使用的资源，并使其流通进入社会化大生产的过程，这是数据要素化的基本过程。博物馆数据要素化也可理解为将博物馆各类数据通过采集、清洗、加工、利用这一动态化演进的过程。这一过程不仅涉及博物馆数据的采集、存储、处理与分析，还涵盖数据的价值利用、共享开放以及交易流通等多个环节。博物馆数据经过挖掘和分析，可以提升资源的利用率，并可能产生新的应用模式或应用场景。现在由于缺乏统一的数据标准、良好的数据组织方式和有效的数据流通体系，博物馆的数据处理和应用效率不高，致使数据价值难以充分释放。要解开这一困境的途径在于依照价值链的原则，将数据的采集、加工、流通、应用等环节紧密联系起来；同时，通过优化顶层设计、改善数据采集手段、创新数据加工方式、促进数据有序流动等方法，构建出面向要素优化配置的数据链，形成数据链全要素的体系化布局。其中最主要的是提升数据的治理和加工能力，确保增强数据的准确性、相关性、实时性、多样性，支持数据的关联、比对、分类和聚合，引入时空数据挖掘、链式数据分析、多源异构的数据融合等新技术，充分释放数据价值，为深化数据应用及今后的人工智能应用提供必要的支撑，为博物馆的数字化转型和高质量发展夯实数据根基。

在这一工作中，主管部门的组织规划和长期推动具有决定性的作用。考察国内外成功的数

数字化项目，多数都有政府或者强大机构规划和组织的背景。如台湾地区的数位典藏计划，由其科技部门规划组织，制定统一标准后进行了持续十年的大规模采集。2012年持续至今的“欧洲时光机”项目，是欧盟委员会选择的战略性大规模研究计划之一；我国图书馆系统数据基础设施建设的三大公共数字化工程，也是由原文化部、财政部共同发起并组织实施的。这些成功的工作，对博物馆数据建设具有很强的借鉴意义。又比如针对数据庞杂异构的问题，如能在主管部门的统筹组织下协同努力，根据各馆的资源特点和优势整合力量进行元数据标准和语义化数据的建设，既形成由上至下，覆盖基本要素的通用数据标准，又建构自下而上，能专门灵活适应各门类藏品描述的领域数据标准，并解决数据的映射交换问题，则可以极大地推动数据建设的发展。应当指出的是，这一工作的核心在于各馆数据的互相开放，以及对已形成的各种标准的复用和映射，这可以在很大程度上优化工作流程，提高工作效率，节省经济和人力成本。

### 3. 面向未来人工智能的数据要素价值释放

所谓数据要素价值释放，就是要将数据资源的价值利用到最大，实现价值效益的最大化。数据作为未来博物馆发展的主要驱动力，蕴含着丰富的内在价值。但数据价值的释放有赖于新一代数字技术尤其是人工智能与数据内容的深度融合。这方面最典型的莫过于博物馆藏品的多维度的价值阐释。过去博物馆数字化主要是通过数字采集将实物资源转化为数字资源，但对数字资源的开发利用却考虑的较少，这也是博物馆数字化建设始终徘徊在博物馆工作的外围，而难以进入业务核心，成为推动博物馆突破既有瓶颈，创新发展的根本力量的原因之所在。近来，数字人文等方法的介入，则为人们多学科、多元化挖掘和开发博物馆的数字资源提供了新的视野和可能。由于数字资源联接的广泛性，也使得对藏品的多维度解读，揭示其内涵的多元性成为一种可能。众所周知，博物馆藏品的信息往往具有多维性的特点，很多显性的信息可以“一目了然”，比如颜色、造型、纹饰、质地等等，但更多的信息可能是在可见范围之外的，我们姑且称之为隐式信息。在线下实体展览中，信息传播并非通过人与人之间的直接交流，而是依靠对异构的实物媒介进行有目的排列和展示来完成的，参观者可获得的信息基本以显性信息为主。但受限于空间的物理边界和实物本身的状况，有一些显性信息如绘画长卷中的跋文、器物内底内容等也常常处于一种“真实的不完整”状态，需要依靠一系列辅助形式如展板、装置等加以补充。而数字阐释的优势则恰恰在于时空的无远弗届。而且数字阐释还可以将附着于实体上的知识剥离、解构和重组，能够更全面、多维地反映出展品的深层信息和隐性信息。2015年，上海博物馆网站推出的文物介绍专栏《每月一珍》，集中针对单体文物进行深度阐述和介绍，基于对展示对象的充分研究，尽可能地穷尽各维度的信息，进行全景式的展示。在内容构成上，涉及展品的流传经历、时代背景、使用方式、制作技法、文化背景、历史意义、美学特点等各

方面，容量大，角度多，务求全面细致地传播信息。同时在介绍中坚持科学严谨的专业态度，对一些未有定论的问题以开放式的并列展示面向观众，不做灌输式的单向教育。在表现形式上，每个专题都力求专业的论述可视化、通俗化以帮助理解，如运用了文物的 X 光透视图、三维扫描模型等说明器物的制作特点，运用同类器物的细节类比等解释其发展渊源等。同时，充分发挥多媒体综合传播的优势，使文物可亲可近，调动观众的多感官接收信息，充分认知。这种通过对大量异构数据进行语义理解、知识链接、关联分析，挖掘数据中所蕴含的巨大的潜在价值，同时构建面向不同应用场景的知识图谱，实现“数据—信息—知识—智慧”的递进，力求使科学知识具有更高的可达性，不单是目前博物馆数据价值发挥的一条途径，也是未来充分运用人工智能技术实现数据要素释放的必要基础和前提。

#### 4. 推动博物馆数据开放获取机制的形成

近年来，随着数字社会的发展，国际上博物馆的数字资源开放获取的趋势已经显现的越来越明显。反观国内文博界数字资源开放的进程明显落后于其他社会公共文化机构，这种情况的延续也必将对博物馆数据要素的价值提升产生不利的后果。从某种角度来说，博物馆数据只有通过开放共享、流通交换，从而进入更广阔的社会数据应用生态体系后，与其他更多的数据形成联动，才能在价值释放上产生倍增效应。

博物馆的数据资源走向开放首先是现代博物馆的基本属性，即它的公共性所决定的。1683年，牛津大学阿斯莫林博物馆向公众开放标志着现代博物馆的诞生，其现代性的主要标示就是它的公共性，即博物馆首先是处于公共领域的。公共性成为现代博物馆所坚持的一个根本性原则。以后的各个不同时期的博物馆的定义都明确体现了这一点。当然，从现代博物馆的发展历史考察，每一个阶段公共性的体现可能都会有所侧重，但公共性中最重要的公开性原则基本是与博物馆的现代化进程紧密相连的。其次，数据开放是博物馆自身发展的需要。博物馆数据资源开放可有助于让更广泛的社会人士参与有关博物馆的业务建设，成为促进博物馆业务创新的一股新动力，是提升自身业务水平的需要。同时，也是进行专业类型数据规范，利于垂直领域数据深度利用的需要。另外，数据开放还是博物馆和社会协同发展的需要。即使在数字社会博物馆已经落后很多，但还是需要努力赶上社会发展的步伐。2015年11月20日，在巴黎举办的联合国教科文组织第三十八届大会上通过了《关于保护与促进博物馆和收藏及其多样性、社会作用的建议书》，其中特别提到：“信息与通讯技术发展带来的变化为博物馆保管、研究、遗产及相关知识的创造和传播等工作提供了机遇。成员国应支持博物馆分享和传播知识，确保博物馆能够获取此类技术，以帮助其更好地实现主要职能。”在现代数字社会中，传播的途径、

方法和手段已呈现出日益多元化趋势，传播的机制也更倾向于多维度的，其中必然还包含了公众不同的参与反馈的方式。在数字社会中，博物馆要放下“知识权威”的架子，赋予公众更多的“文化权利”，只有公众才知道自己需要什么，能够判断传播内容是可用的。如果能让他们拥有开放的数据以及相关的知识工具、就可以打破博物馆在某种程度上的思维盲点和资源不足，激发公众自身的服务创新能力，成为博物馆传播的助力者和赋能者，使公众成为博物馆传播的创新合作伙伴。

总之，为了回应社会各界呼吁，维护博物馆基本原则，满足社会发展以及博物馆自身转型提升等的需要，博物馆都有必要解放思想，对自身的数据的开放问题做进一步的思考，以更好的为激发数据要素价值服务。

#### 四、数据要素在博物馆研究和展示中的探索应用

随着当前公众博物馆热的不断涌现，如何充分挖掘博物馆的数据潜能，利用数字技术进行传统知识服务的拓展与转型；尤其是对较大规模的藏品数据进行专业化和精细化的知识提取、转换和呈现，实现多模态数据的多层次、多维度立体展示与传播，开拓博物馆知识服务的广度与深度，增加藏品知识传播的多样性和可及性，以此提升博物馆整体服务能级，打造中华优秀传统文化传播的新质生产力，这是很多博物馆都在思考的问题，一些博物馆则在这方面做出了一些可贵的创新性探索应用。

作为国内博物馆数字化建设的标杆单位的故宫博物院，无疑是其中的领军者。故宫在藏品系统构建之初，就建立了一套非常有效的标准化采集和录入流程，并同步制定了藏品描述元数据规范及控词表。藏品描述元数据参考国家文物局藏品信息指标体系，并结合故宫博物院的管理实际及文物部门对文物信息资源采集、保存、使用的业务需求，制定了针对不同门类藏品的33个描述元数据规范，同时制定了元素控词表，其中部分元素词表又和文物类别相关联，不同类的文物拥有不同的词表内容。这些控词表在文物管理系统的运行中发挥了很大的作用，有效提高了检索、定位、发现及利用文物信息资源的效率。在藏品影像方面，故宫也制定了相关的元数据规范，确保了在长达十余年的数据采集中实现了所有大类和251个文物小类，多达75万件藏品180余万张影像数据的标准化全覆盖。这些基础工作为故宫博物院长期以来的数据应用奠定了坚实的基础，使得故宫在利用数字资源进行应用开发时得心应手。依托于本馆巨量优质的藏品数据，2020年，故宫探索利用知识图谱技术突破关键词精确匹配这一通用检索模式的局限。受文化和旅游部“文化艺术和旅游研究项目信息化发展专项”资助，故宫开展

了“应用于人工智能搜索的可移动文物‘概念参考模型’研究”，构建了一款面向中国古代可移动文物知识组织的本体模型——“中国古代可移动文物概念参考模型”（Ancient Chinese Artifacts Conceptual Reference Model，简称 CRM-ACA）作为“中国古代可移动文物知识图谱”的顶层框架，同步构建的与其配合使用的“中国古代可移动文物叙词表”汇集了24,000余个词汇，覆盖藏品类型、物件类型、图案与纹样、颜色、形制、过程与技术、主题、人物等维度，以支撑持续进行的人机协同藏品信息标注和数据富化。目前，故宫已利用这一模型对2,500件文物及其相关概念进行了标注，使用户可以在数字文物库中由点及面，由一至多地获得更为丰富的资源。

敦煌研究院也认识到相关的主题数据库存在资源组织方法以传统的元数据和分类法为主，资源的语义特征缺乏深度描述和揭示，资源之间的语义关联不足，资源组织体系的知识单元粒度不够细致，知识服务模式也较为单一，缺乏语义检索和数据挖掘功能，无法支撑知识的自动发现等问题，因此在2020年开展了“智慧数据”的建设。智慧数据（Smart Data）旨在基于大数据的规模庞大、格式多样、流动速度快、易变性、真实性等特征，通过提供可操作的信息和完善决策以实现数据价值（Value），在表现上具有可解释性、自描述机制以及可溯源性的特点。它是信息资源的高级编码方式与组织形态，在数据的结构化、语义化和关联化程度相比现有信息资源组织程度更高，更能满足人文研究的现实需求。敦煌的智慧数据建设借助元数据、主题词表、本体、语义增强、关联数据、知识图谱等技术，以及海量的敦煌研究文献和敦煌数字资源，探索敦煌文化遗产智慧数据集的结构、功能、形式以及构建路径和方法，并通过集成平台开展数据共享和智慧服务。主要建设内容包括敦煌壁画主题词表构建与关联数据发布，敦煌石窟本体及相关数据模型研究，图像深度语义标注方法研究，设计并开发图像数字资产管理系统、文化遗产图像交互式数字叙事系统，以及实现敦煌石窟知识图谱的构建与应用服务。

上海博物馆多年前就认识到通过数据组织知识可以更为全面深入地反映藏品的外延与内涵，从而真正地关注到数字人文领域并进一步开展相关实践。2018年的“董其昌数字人文”项目中，上博通过文本分析、图像分析、时空分析、社会关系分析、地理信息技术（GIS）等数字人文方法打造了一个完全以数据为基础的叙事作品，创造了一种崭新的博物馆资源展示和知识传播方式——系统与元素并置，宏大叙事与个案描述融合，可学习，可探索，可重构。这一项目的实施，标志着国内博物馆数字人文实践的正式启动，至今仍是最具研究意义的经典案例。2021年的“‘宋徽宗和他的时代’数字人文专题”中，上博探索将数据研究的范围拓展到更为广泛的领域，以人、事、物与时空、社会面的结合实现数据的知识化、结构化和可视化的呈现。为此专门梳理了上博藏品管理系统中书画类文物采用的本地标准化术语，映

射国际文物领域元数据标准《艺术品描述类目》（CDWA），分别构建了针对宋代书画类文物的本体、主题分词词表，通过分析文物相关的人、时、事、地、物等概念属性，建立书画文物知识概念模型，并进一步形成《书画类文物知识组织表达模型规范》行业标准文稿，初步构建了书画文物的知识图谱。2023年，上博又将数字人文实践的目光投向了博物馆的藏品研究领域，开发了“民国纸币研究”系统，通过对民国纸币的数字化、数据的结构化、专业化标注及智能分析及聚合，打破传统研究的瓶颈，探索纸币研究的新范式。该系统通过建构纸币专业研究数据的系统表达模型，制定相应的元数据标准，采用YOLO v4模型结合AI人工智能和OCR图文识别技术，搭建具有民国纸币图片特色的元素检测识别算法运用模型，实现了对纸币数据标准化录入；图片特征机器学习、标注、识别、聚类；专题数据关联；主题数据集创建；研究资料抓取及多模态检索功能，成为国内第一个专门面向藏品研究的数字人文应用系统。

南京博物院是国内博物馆中最早开展数字化展示的单位之一，经过多年持续的发展，已建成体系完备的数字化信息系统，数字化基础扎实。多年来，南京博物院更积极地在数字展示的实践上进行探索，推出的“物华天宝—数字文物之美”项目，持续在线上线下以“一物一展”的精品文物数字展为探索途径，针对现场及移动端不同的应用场景分别进行文物的裸眼3D和高精3D虚拟展示，以新颖的交互体验与数字知识传播相结合。该装置在价值挖掘上构建丰富的文物知识数据库，在展示中融入结构化的图形知识解读，阐释文物的纹饰之美、雕镂之精、建造之奇，通过深挖文物知识体系，全面提高了文物活化利用的水平。2025年7月10日，南博自主策划、自主运营的“观天下·坤舆万国全图”虚拟现实大空间数字沉浸式展开运营。展览深度挖掘“镇院之宝”——明《坤舆万国全图》所蕴含的独特文化元素、符号。展览内容紧扣明代历史背景，深植江苏地域文化，联动院藏“明大报恩寺琉璃塔拱门”“明寿山福海纹炉”等二十余件珍贵文物，融入“郑和下西洋”、英国仿照明大报恩寺琉璃塔修建邱园宝塔等中外交流事件，生动阐释了《坤舆万国全图》所蕴含的天文地理知识、文明互鉴故事及海上丝绸之路内涵，为观众带来了耳目一新的体验。

在当今人类快速迈入数智化社会之际，数据要素能够在博物馆中催生出怎样的应用、发挥怎样的作用，既取决于博物馆对自身业务场景和数据价值的理解，也取决于不断实践的推动。而数据化则将是博物馆由数字化迈向智慧化路上的一个重要节点，对博物馆的数字化转型具有重要意义，同时也是博物馆融入数字社会的一种必然。





# 案例篇

—

## 藏品数据建设

“数字敦煌”建设

董其昌数字人文展示系统

知识图谱技术在博物馆藏品信息资源管理中的应用

江苏省博物馆藏品档案管理系统

CASE  
CHAPER

# 数字敦煌

敦煌研究院  
2016

从文物数字化到文物数字资源的开放，从文物数据保存到数据活化利用，数字敦煌案例呈现出文物数字资源的可持续积累是文化价值挖掘与展示传播的先觉条件和必要基础，而文物数据的开放则为数据的活化利用带来了诸多想象空间和无限可能。

# “数字敦煌”建设

丁晓宏  
(敦煌研究院文物数字化研究所)

## 一、项目背景

古代丝绸之路的繁荣兴盛，促进了东西文明交融互鉴，催生了敦煌石窟的千年营建、千年积淀，为全人类留存了一座集建筑艺术、彩塑艺术、壁画艺术于一身，文化内涵博大精深，艺术形象美轮美奂的文化艺术宝库，成为中华优秀传统文化的杰出代表。

敦煌石窟艺术是集建筑、雕塑、绘画于一体的立体艺术，具有珍贵的艺术和历史、考古价值，是世界上现存规模最大、连续修建时间最长、内容最丰富的佛教石窟群。是丝绸之路沿线国家人民共同的历史文化遗产，是“丝绸之路精神”的典型代表，是我国与丝绸之路沿线国家开展文化交流的良好桥梁。充分发挥敦煌石窟人类文明交流互鉴和多元融合文化优势，能够促进我国与丝绸之路沿线国家在文化遗产领域的交流与合作，促进文化交流和民心相通。

敦煌莫高窟，俗称千佛洞，坐落在河西走廊西端的敦煌。它始建于前秦建元二年，从十六国时期至元代，前后延续约千余年，有洞窟 735 个，壁画 4.5 万平方米、泥质彩塑 2400 余身，是世界上现存规模最大、内容最丰富的佛教艺术地。1961 年，莫高窟被中华人民共和国国务院公布为第一批全国重点文物保护单位之一。1987 年，莫高窟被列为世界文化遗产。

但是作为不可移动文物的敦煌石窟，石窟本体的劣化态势日趋严重，自然因素与人为因素的影响使珍贵石窟艺术逐渐退化且不可逆转，敦煌石窟的保护面临着严峻的挑战。利用先进的计算机数字化技术永久的、高保真的保存敦煌壁画和彩塑的珍贵资料，成为必然趋势。

上世纪 80 年代末，时任敦煌研究院常务副院长的樊锦诗首次提出“数字敦煌”概念，利用计算机数字化技术永久地、高保真地保存敦煌壁画彩塑的珍贵资料。在国家科委、国家文物局、甘肃省科委等各级组织的支持下，敦煌研究院与相关单位开始了石窟寺数字化保护的探索与研究，开始推进实施敦煌石窟的数字化保护，逐步建成了完整的高质量敦煌石窟数字化档案，形成了海量的数字资源。

2019年8月，习近平总书记视察敦煌研究院，对敦煌文化遗产保护和数字化工作做出了重要指示，并提出了明确的目标——“要通过数字化、信息化等高新技术手段，推动流散海外的敦煌遗书等文物的数字化回归，实现敦煌文化艺术资源在全球范围内的数字化共享。”“努力把研究院建设成为世界文化遗产保护的典范和敦煌学研究的高地。”中央深改委和国办等机



图1- 敦煌研究院与美国西北大学在数字化工作现场试验

构陆续出台的政策性法规与文件，也细化了实施的路径和措施。在新形势下，研究院基于雄厚的敦煌学研究成果，充分利用海量丰富的石窟数字资源，经过深度挖掘和创新性转化，实现了数字资源的全球开放共享，推动了敦煌文化在国际间的传播与弘扬，助力中华优秀传统文化走向世界。

## 二、项目计划

“数字敦煌”项目整体计划：

- (1) 针对敦煌石窟所有洞窟，进行现状调研和需求分析；
- (2) 对敦煌石窟所有洞窟壁画、彩塑、洞窟结构、大遗址进行数字化采集、加工、存储，建立完整的数字档案，实现敦煌石窟的永久保存；
- (3) 构建石窟数字资源管理平台，对数据进行组织分类；
- (4) 挖掘数据进行创意转化，实现数据资源的永续利用。

## 三、项目实施

### 1. 现状与需求调研

敦煌莫高窟开凿至今已经近1600多年了，受到自然因素的影响，壁画自身存在空鼓、酥碱、空鼓、裂隙等各种病害。同时，随着文化旅游的快速发展，与日俱增的游客参观，让洞

窟内的环境发生了变化，给文物保护带来了一定的压力。为了有效缓解自然因素与人为因素的双重压力，敦煌研究院提出了敦煌石窟数字化保护的构想，利用计算机技术保存敦煌文物信息。敦煌研究院组织了数字化技术、敦煌学研究、考古测绘、文物保护、旅游开放等方面的专家和技术人员，对敦煌石窟的保存现状、病害情况、洞窟内容及价值、数字化需求等开展了详细的调研。各个领域的专家从各自的专业角度，对洞窟的结构特点、完整性、洞窟内容、年代、历史价值、艺术价值、文化价值等方面进行了调研分析，将洞窟分为不同等级，确定和规划了实施数字化保护的机制和目标。

## 2. 数字化技术的探索与研究

敦煌研究院联合国内外高校和科研院所，通过申报和承担甘肃省科委、国家科委、国家“863”项目等多项有关敦煌壁画数字化技术研究和攻关项目，如甘肃省科委“八五”重点科技攻关项目的“敦煌壁画的计算机贮存与管理系统的研究”，国家“九五”重点科技攻关项目“濒危珍贵文物信息的计算机存贮与再现系统”，国家“863”项目“曙光天演 PowerPC 工作在文物保护中的应用”，国家科技支撑项目“基于三维和沉浸式展示文物数字展示关键技术研究”、“文化遗产动态表现与影视系统技术研究”和“丝绸之路（中国段）文化遗产资源地理信息系统及文化旅游服务集成技术研发与应用示范”等，探索石窟寺数字化保护的关键技术和方法。敦煌石窟集壁画、建筑和彩塑于一体，数字化保护的文物类型包括了壁画、彩塑、建筑结构、大遗址等，涉及的技术包括图像采集、图像加工、三维扫描、三维重建等不同技术。敦煌研究院组织专业技术人员对国内外数字技术进行了详细的调研。通过大量的调研和分析，针对壁画二维图像确定了利用正射摄影方法采集壁画图像，利用图像拼接技术完成壁画整幅的融合的技术方法；针对彩塑和建筑结构，确定了三维扫描和纹理拍摄相结合，以及结构光的三维重建方法。敦煌研究院将形成的数字化机制和技术方法在敦煌莫高窟进行了测试实践，基本满足了数字化保护的要求，为后期实施大规模数字化保护工程奠定了基础。

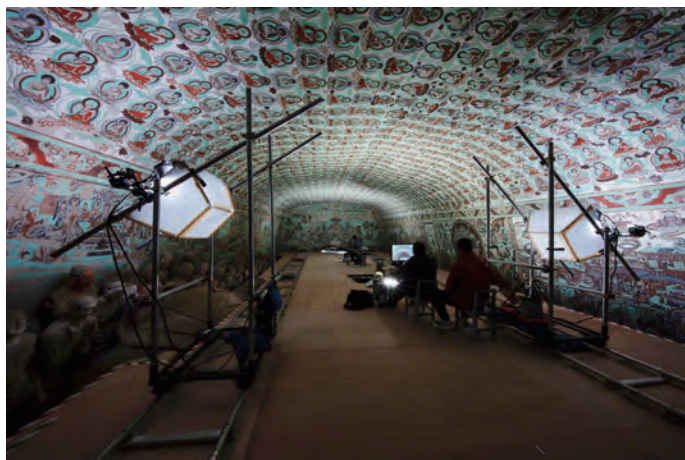


图 2- 莫高窟第 148 窟数字化工作现场

### 3. 组建专业的数字化团队

2006年4月，敦煌研究院在摄录部和保护研究所图像室的基础上成立了数字中心，组建了专业的数字化技术团队，主要承担敦煌石窟及相关文物的数字化技术研究与应用工作。数字化团队专业涉及计算机、摄影、艺术设计、多媒体、档案管理、软件工程等多个领域，并通过人才引进和继续培养来壮大数字化人才队伍。2012年，敦煌研究院成立了实施数字化工程的科技企业。2014年因业务工作需要“数字中心”更名为“文物数字化研究所”，主要工作是承担不可移动文物和可移动文物的数据采集、加工、存储、传输、交换和展示等方面数字化关键技术研究。数字化专业技术团队达到了130余人。



图 3- 数字化团队工作现场

### 4. 规模化实施数字化保护

根据现状调研和整体规划分步实施的方案，敦煌研究院开始规模化实施敦煌石窟数字化保护工程。按照洞窟时代、结构、体量、价值等，对洞窟进行了分类和排序，根据洞窟的分类和排序，制定详细的数字化保护方案，计划每年完成20个洞窟的数字化保护工程。针对形成的数字资源，采用分布式云存储建设的方案，建设高性能、高安全性的存储及备份系统，并在异地进行备份，实现数据读取速度更快、业务数据保护更加可靠、资源利用率高、运维管理更方便更高效、后续扩容更快更简单、投资成本更低等目标。

## 5. 数字资源的挖掘与转化

文化遗产数字化的目的首先是为了永久保存壁画信息，但是更重要是如何利用这些数据，充分展现壁画的艺术价值。在保护好文物数字化数据的前提下，针对不同的应用领域，如何将尘封的数据鲜活起来，注入新的生命活力，在高品质还原文物本体的同时，精心设计、艺术加工、拓展思路、凭添氛围、加强利用、再创辉煌。敦煌研究院充分利用海量数字资源，经过挖掘和转化，根据应用场景，形成丰富的展示展品，进而将数据信息转化为视觉艺术，将丰富多彩的文化资源以不同空间数据处理和独特的数字化成果展示等手段，转化为多元异构、内涵深刻的数字文化成果。石窟寺数字化内涵是虚拟与现实的结合，更是科技与艺术的融合，以可视、可感、可听、可触的多种数字展陈方式呈现在公众面前，打破原有的固定的环境界限，最终营造石窟艺术多元、异构的文化内涵和观赏氛围。



图 4- 敦煌研究院数据机



图 5- 敦煌艺术走出莫高窟 - 数字敦煌展

## 四、项目成果

### 1. 数字化保护成果

截止 2025 年 12 月 31 日。完成敦煌研究院院辖石窟壁画数字化采集 323 个洞窟，壁画数字化图像处理 210 个洞窟，三维空间结构扫描 251 个洞窟，彩塑三维重建 103 身，大遗址三维重建 16 处，全景漫游节目制作 227 个。

## 2. 数字化标准制定

2016年，敦煌研究院承担国家科技支撑计划项目：“文物数字化保护标准体系及关键标准研究与示范”，联合浙江大学、武汉大学等高校和科研机构，根据敦煌研究院多年来针对石窟寺进行数字化保护形成的技术和经验，经过不断的分析和总结，制定了《石窟寺二维数字化采集与加工》《石窟寺三维数字化采集与加工》国家文物局行业标准，并于2024年7月1日颁布实施，填补了文物数字化行业的标准空白。

## 3. 数字资源的开放共享

2016年5月1日，“数字敦煌”资源库正式上线；2017年9月，“数字敦煌”资源库英文版上线，敦煌研究院首次通过“互联网+”的形式向全球免费共享敦煌石窟30个精品洞窟的高清数字化图像及全景漫游。数字敦煌资源库上线，是敦煌数字化实现里程碑中一个重要的项目，全世界的观众都可以通过一个网站，点击，选择，进入古老中国的历史中。人类文明的宝库，在科技的加持下，真正实现了永远保存。截至2024年，访问用户遍布中国、美国、英国、韩国、日本、意大利、俄罗斯、加拿大、法国、西班牙等全球78个国家，累计访问量超过2300万余人次。

为了能让敦煌文化爱好者、研究者看到、用到数字敦煌资源库，2022年12月8日，敦煌研究院联合腾讯公司打造的“数字敦煌·开放素材库”正式上线，构建了全球首个基于区块链的数字文化遗产开放共享平台，莫高窟等石窟遗址及敦煌藏经洞文献的6500余份高清数字资源档案通过素材库向全球开放，为学者、文化爱好者以及艺术创意者打造“一站式”的敦煌文化共享平台，用户可以通过平台获得所需资源的敦煌研究院官方授权，同时也可以将自己的创作成果上传到平台，进行共创开发，推动了文物数字资源的有效利用和可持续发展，实现文化资源的安全高效流动，是文博领域内一次全新的探索，也是一次创新性发展、创造性转化的卓越实践。



图 6- 数字敦煌资源库首页

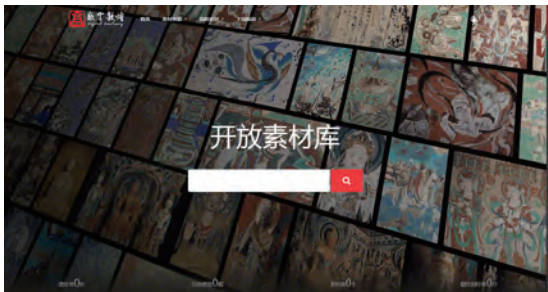


图 7- 数字敦煌开放素材库首页

敦煌研究院联合腾讯共同打造沉浸式的线上文物互动展——“数字藏经洞”，围绕藏经洞的历史以及多件重点文物背后的文化故事，打造“全真”的数字场景体验，将历史中的故事、人物、场景一一再现，通过数字化手段，让海内外的敦煌文物得以新的方式重聚、重塑、重现、重生，系统于 2023 年 4 月 18 日正式上线。同时，敦煌研究院将与腾讯共同邀请法国吉美博物馆、法国国家图书馆、大英图书馆等馆藏藏经洞文物的海外文博单位成为项目的官方合作机构，为未来技术延展开拓合作空间，用数字技术连接全球博物馆的馆藏敦煌文物。



图 8- 数字藏经洞云游戏

敦煌研究院依托“数字敦煌藏经洞文物完整数字目录整理与展示平台”及“敦煌遗书数据库”等既有数字化成果，正式启动构建“数字藏经洞数据库”（一期），本数据库平台通过集成经文本加工系统与元数据录入系统，突破性地实现文物图像的拼接与残卷缀合；利用知识图谱技术构建多维关联数据库，支持跨媒体检索与可视化呈现；引入人工智能辅助校对机制，构建“机器预标注-专家审核-模型迭代优化”的闭环工作流，实现经卷文字的智能识别与校对；集成 Deepseek 等国产大语言模型，开发出集白话转译、多语互译于一体的智能解读功能；基于深度学习算法构建敦煌学知识图谱，辅助关联经卷内容与相关研究文献、历史影像等跨模态数据，实现学术资源的多维度重组。本数据库以基础数据平台、智能处理系统、知识服务体系三大核心板块构建起了完整的数字人文研究体系。



图 9- 数字藏经洞云游戏

#### 4. 数字敦煌展览展示

数字敦煌展览展示敦煌研究院通过对数字化资源深度的价值挖掘、艺术挖掘，素材提炼，再经过数字化团队潜心研究，精心策划，借鉴互助，呈现了一个主要涵盖实景洞窟复制、沉浸式展示、彩塑三维重建、主题投影展示、虚拟漫游体验、多媒体展示等多种展示内容，结合了科技、艺术、文化的综合性展览。从 2014 年至 2025 年，敦煌研究院共举办和参与了 50 场国内外数字化展览。

敦煌研究院与华为合作，成立了文化遗产虚实融合技术实验室，开始了科技与艺术融合领域广泛而深入的技术研究和应用实践，共同探索文物保护科技创新，支撑敦煌研究院数字化成果活化利用。2020 年 4 月 8 日，敦煌研究院与华为联合推出了全新的莫高窟洞窟窟外虚拟展示游览技术。基于“数字敦煌”的海量数字化成果，采用华为最新发布的人工智能河图平台打造超感知影像，通过厘米级的空间识别技术，将敦煌学研究成果、数字敦煌高精度壁画图像和洞窟三维模型制作的虚拟数字内容与真实的莫高窟实景实时融合在一起，在莫高窟创造了一个虚拟孪生世界。同时在河图平台上线了 30 个洞窟的虚拟漫游体验以及九色鹿、飞天、九层楼大佛等莫高窟经典形象等虚拟 AR 体验。既实现了景区的实景导览，又创造了一种全新的洞窟数字游览方式，使得游客即便不进入洞窟，也能利用 AR 技术欣赏到完整的壁画内容，为

古老的敦煌文化赋予新的生命力量。基于双方深入的合作，2021年10月20日敦煌研究院推出“飞天”专题游览线路，为前来参观敦煌莫高窟的游客提供虚实融合的全新感受。新推出的“飞天”专题游，通过实体洞窟与虚拟体验有机穿插的展示方式，以壁画中“飞天”在不同朝代的演变历程为主线，辅以精细化的专业讲解服务，旨在为游客提供更好的参观体验，以体系化的内容让游客更好地领略莫高窟的艺术魅力和文化价值。目前已经完成“飞天”专题游线路设计，内容制作，游客围绕飞天主题，在欣赏8个实体洞窟的同时，借助手持终端体验3个洞窟的虚拟飞天场景、2个虚拟全景洞窟、9身不同朝代的飞天集锦以及2部有关文物保护和文物数字化的影片。



图 10- 数字藏经洞云游戏

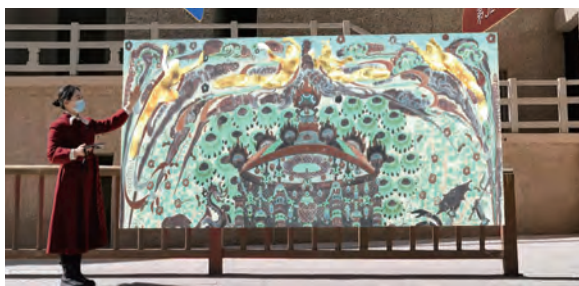


图 11- “飞天”专题游虚拟展示



图 12- 寻境敦煌 - 数字沉浸展

敦煌研究院联合腾讯公司，综合应用三维建模技术、游戏引擎的物理渲染和全局动态光照、VR 虚拟现实场景等前沿游戏技术，制作电影级数字还原 CG 画面，配以音乐元素、文字讲述、旁白音频等内容，1:1 高精度立体还原莫高窟第 285 窟，结合创意新颖、操作便携的网页交互方式，观众可以佩戴 VR 设备、跟随能量体「摩灵」指引，身临其境“走进”洞窟，360 度自由探索洞窟细节，打破时空束缚，穿越到 1400 多年前精妙绝伦的壁画世界，还可以“上升”到窟顶，与“雷公”等 40 余位“众神”飞跃云端、一同奏响天乐，并且能够身临其境参与壁画故事情节，感受古时洞窟中曾被照亮的场景。VR 体验后，游客还将有机会录制一段「虚拟拍摄」纪念视频，在臻彩云境技术的渲染下完成“真人+虚拟场景”视频打卡，把“虚拟体验”留在现实。让游客走进数字洞窟，身临其境的感受洞窟氛围，获得视觉、听觉的沉浸式交互体验，深入了解敦煌石窟丰富多彩的文化艺术。

## 5. 创新旅游开放新模式

为了缓解日益增长的游客数量和文物保护之间的矛盾，敦煌研究院实施了国家发改委批准立项的“敦煌莫高窟保护利用工程”，其中莫高窟数字展示中心是这个项目中重要的组成部分，它是利用“数字敦煌”项目成果，制作而成的球幕电影《梦幻佛宫》以及巨幕电影《千年莫高》，借助当代先进的数字技术和多媒体展示手段，向观众呈现敦煌莫高窟绚丽多彩的石窟艺术经典与气势恢宏的历史文化背景，使观众在进入洞窟之前就能与敦煌莫高窟进行全方位、近距离的“亲密接触”，进而适量减少现有开放洞窟的数量，缩短游客在洞窟内的滞留时间，减轻参观活动对石窟遗址造成的压力，缓解敦煌莫高窟旅游开放与文物保护之间的矛盾，实现世界文化遗产敦煌莫高窟“永久保存、永续利用”的目标。



图 13- 莫高窟数字展示中心球幕影院



图 14- 数字敦煌文创产品

## 6. 推动文化产业发展

敦煌研究院结合现有的文化弘扬形式以及敦煌当地的旅游资源优势，充分满足人们日益增长的文化需求，以敦煌文化为核心，深度挖掘敦煌艺术内涵，创新出以文化展销、o2o、IP 授权为主的多种形势相结合的数字敦煌资源库文化产业模式。目前，已开发约六大类 50 余种文化衍生品，近三年收益超过千万元的经济效益。研发的文创产品随展销售，观众在欣赏敦煌艺术大展的同时，还能将精美的敦煌文化产品带回家留存纪念，满足各层次的需求，延伸了展览的意义，创造一定的经济效益。

## 7. 荣誉与获奖

文物数字化团队荣获“第 28 届中国青年五四奖章”“2022 年甘肃工人先锋号”荣誉称号。“多元异构的敦煌石窟数字化保护关键技术研发与应用推广”项目 2020 年获得“甘肃省科技进步一等奖”；“数字敦煌”先后入选世界互联网大会“携手构建网络空间命运共同体精品案例（2022 年）”、国家文物局“文物事业高质量发展十佳案例（2023 年）”和《中国 - 上合组织国家数字领域合作案例集（2023 年）》；“数字藏经洞”入选《世界互联网大会文化遗产数字化案例集（2025）》。

# 五、项目经验

## 1. 充分利用合作开展科研，提升数字化保护

文物数字化的实施，需要研发和改进多种适用于不可移动文物的数字化设备和技术，建议文博单位要和高校和科研院所积极开展合作，优势互补，在探索和实践的过程中解决出现的各种难题。

## 2. 建设专业化、复合型数字化人才队伍

数字化保护人才培养也至关重要，多种文物类型的数字化保护，需要具备多种交叉学科，目前没有高校开设文物数字化保护的学科和相应的专业，需要文博单位加大对数字化人才的引进和自身的培养，建设一支高素质、专业化的数字化团队，才能推动数字化保护的进程。

## 3. 加强对数字化资源的活化利用

对于形成的数字化资源，要积极开发利用，不断的挖掘和创作，活化资源，将其充分利用

到文物保护研究的各个方面，并且可以通过文化产业的开发，创造一定的经济价值，进而反哺数字化科研，加快数字化技术的研发和更新。在技术、人才、资源利用等各方面有了不断的发展，文物数字化保护才能走得更好、走得更远。

## 六、展望

“数字敦煌”将立足时代发展，聚焦国家重大战略需求，利用前沿技术与人文结合，依托近三十年来敦煌石窟数字化成果，构建一个数字化、集成化的大型石窟数字化及敦煌研究数字资源保障体系、综合服务平台，将敦煌文化和数字化保护技术推广辐射至全球，成为国际学术界和大众共享敦煌文化的权威传播平台，在实现永久保存敦煌文物的同时，为学术研究和多元利用提供无限可能，推动中华优秀传统文化在国际间的交流互鉴和网络文化的繁荣发展，有力促进网络空间国际交流合作，共享世界文化遗产的知识内涵，显著提升中华文化国际影响力，助力推动人类文明的进步。



## 董其昌数字人文展示系统

上海博物馆  
2018

“以展览主题为切入点，拓展、深化藏品数据相关的内容，由此构建的垂类数据集以及以此形成的与主题相适应的数据关系构建的机器学习机制，为后续的相关研究提供了必要的数据基础和算法储备。这一案例为博物馆从单类别藏品着手，逐步构建适合自身藏品特色和利用场景的可能途径提供了借鉴。”

# 董其昌数字人文展示系统

刘 健

(上海博物馆)

## 一、项目综述

“董其昌数字人文展示系统”（下称董其昌项目）是上海博物馆在 2017 年开始研发的一个数据可视化项目，也是国内博物馆行业中第一个基于数字人文理念所做的开拓性实验。项目以明代著名书画家董其昌为本体，依托上海博物馆丰富的藏品资源和雄厚的研究基础，以专题数据为核心，知识组织为手段，围绕董其昌的生平与创作，运用多种数字人文工具，针对展场辅陈和线上传播不同的场景打造了一个跨模态、可视化、可发现的数字化应用，该应用推动了国内博物馆数字人文应用的发展。2018 年底，该系统在上博《丹青宝筏——董其昌书画艺术大展》中推出并上线上海博物馆官网，收到了观众和业内人士的广泛好评。

## 二、项目背景

作为面向未来的博物馆，必须面对数字时代而生的新一代。当博物馆管理，传播等方面通过数字化手段或渠道开始焕发活力的时候，作为博物馆核心工作的博物馆研究和展示如何更好利用数字技术去进行工作？这是我们在当时思考数字化发展方向时的一个重要思考。其实，数字人文作为人文科学领域的一个新的实践正在引起越来越多的人的关注，也涌现出了许多有意义的成果。但在博物馆界，似乎还少有人认识到，数字人文可以为博物馆的研究、展示、传播等多个方面所带来新的机遇。上海博物馆自开展数字化建设以来，一贯将内容的建设放在一个突出的地位，并希冀以此形成自己的特色。多年来，我们也一直在关注数字人文研究的发展情况，期望能将它作为以数字化技术真正推动博物馆业务提升的一个突破口。我们认识到：数字化时代信息数量几何级数的增长和传播方式的迅速转型，对传统的博物馆业务构成了前所未有的挑战。数字人文技术的兴起从认识论和方法论层面为博物馆业务升级提供了新的范式，并能

够涵盖博物馆业务收藏、研究及展示的全流程，对实现博物馆业务的数字化转型具有重要的意义。因此，积极参与并在其中寻找博物馆的新的发展空间也就成为博物馆数字化工作的题中应有之义。可以预期的是：利用数字人文的方法和手段，推动资源、技术与研究的深度融合，不但能够突破目前博物馆数字化建设的瓶颈，为博物馆的各项业务提供新的强劲推力，尤其为博物馆的传播拓展新的边界和产生新的创新思维。同时，随着人工智能技术的成熟，数字人文的应用还将逐步丰富博物馆研究的方法论体系，拓展了博物馆研究人员的学术视野，为研究范式的转变提供一种新的思路。

众所周知，知识生产和传播是博物馆的一个基本属性。现代博物馆的出现，一定程度上就是为了满足人们对客观世界的好奇而形成的认知要求。但当国内的博物馆数字传播以卖萌，追逐热点为时尚；以赢得流量、吸引打卡为追求，博物馆作为一个知识生产和传播的机构的初衷却有可能在无形中被消解。作为一个有担当的博物馆，在数字时代，就亟需运用数字技术进行文物知识生产模式的改革和组织服务模式的创新，以利于用文物数字资源讲好中国故事、让文物真正“活”起来。因此，如何从知识传播的角度，为博物馆的数字传播和展示找到另外一条出路，是当时的一种秉于博物馆初心的必然选择。我们延续了上博网站的传统，依旧以数字化的知识阐释为依归来进行这一尝试，试图让博物馆数字化的文化魅力体现在知识阐述的传播过程中，体现在观众对知识的发现和解读、体现在知识认识与体验的欢乐中。我们相信：在数字时代，博物馆的核心业务终将与数字技术结合，创新出融合多种学科、以技术协力人文所产生的全新的业务形态，让传统的知识体系和数字化的知识系统在博物馆中形成竞争性的多层次知识结构，并由此给社会提供一种新的选择，进一步的满足人们对知识探索、学习和创新的需要。在这方面，数字人文给我们提供了一种很好的思路和方法。它可以使博物馆的知识以一种有组织、有体系的方式来进行表达与传播；同时，数字资源网络化运作的特性，也让博物馆的数字化阐释，有可能由原来的单一的专家视角，向包括来自社会大众在内的多视角转变；可视化技术的介入，也使得这种阐释变得更有意思，更容易理解和有吸引力。以上的综合的因素促成了董其昌项目的破茧而出。

### 三、项目目标

董其昌项目的实践，是试图打通博物馆藏品研究与公共展示业务之间的壁垒，成为博物馆业务立足研究、面向展示，贯通内部业务与公共服务的最新生长点，是数字人文这一新型研究及展示方法与博物馆学结合的一次大胆尝试，其目标观众是具有一定文物基本知识的博物馆爱好者。董其昌项目在结构上以明代著名书画家董其昌的创作为基点，围绕他的生平、行旅、交游、

创作、辨伪等各个方面进行资料数据的整理和融汇，并将其放置在明代历史变化的进程中，同时以西方艺术的发展作为参照物，通过各类数字分析工具来剖析他们之间的各种关联，绘制出相关的各种可视化图谱，从而为探讨相关文化艺术脉络寻找一个方法上的突破和数字人文视角的响应。

## 四、项目解析

董其昌（1555--1636），是明代末年杰出的书画家、艺术理论家、书画鉴定家和收藏家。他的书画创作和书画理论对后世影响甚巨。作为一个扮演着多重角色，又有着复杂经历的明代文人，他的人生可谓丰富多彩。要从数字人文的角度对他做研究和展示，在进行设计时，就必须对他的人文脉络进行梳理。数据是我们进行这项工作的基础，我们在项目建设之初即广泛进行了藏品图像数据及其相关数字资源的采集，包括上海博物馆所收藏的董其昌书画作品以及所做的相关研究成果，首期建设收集了董其昌绘画作品 260 幅、书法作品 230 幅、高清影像 500 张以上、董其昌的作品文本 50 万字、论著 70 篇左右等。我们首先在项目开始之初就确立了一个方向，即抓住数字展示的优势和特长，从一般专业研究人员或实物展示关注不多的一些人文脉络入手，来展现董其昌对于书画创作的认知过程、画艺精进的心路历程以及收藏鉴赏的文人趣味。同时，围绕着文人活动这一中心，在数字人文方法上以社会网络关系和历史地理信息作为两个主要立足点，辅之以人工智能技术的应用，从多个层面来做探究和展示。我们根据董其昌年谱、著述等文本资料的和他遗留的作品，逐步梳理出对他的书画生涯产生影响的鉴藏、交友、纪游、传承等多个人文脉络。从而首次以可视化的形态为董其昌的研究设计了一个“主体—表达—时代”的综合维度，并通过与董其昌相关的时、地、人、事之间的广泛数据关联，力图呈现出数据汇聚后所呈现的某些特有的规则，使之成为对董其昌书画实践历程、艺术理念、艺术成就及其对中国艺术史重大影响的一次全面梳理和展现。以下从栏目角度大致介绍如下：

### 1. 董其昌大事年表

作为一个历史人物的展示项目，关于他的生平事迹显然是不可回避的重点。董其昌生平专题以可视化列表的形式将董氏 82 年的人生经历逐年开列，并汇集其纪年作品数据形成曲线相参照，详细地展现了董氏求学、仕宦和艺术创作的历程，反映了个人经历与其艺术的关系。同时在这张年表中容纳了董氏所生活年代的重大历史事件和文化艺术事件，试图以一种更为广阔的视野考察社会环境和文化思潮对董其昌艺术理念及创作的影响。更进一步，这张年表还罗列了同时期欧洲社会与文艺的重大事件，将中国艺术史置于整个世界艺术史的框架中予以观照，比较同一时代不同文明间社会制度、文化走向与艺术发展的不同理念和方式，希望观众由比较

中发现中国艺术乃至文化的独特性及其在世界历史中不可或缺的地位。在这张年表中，我们可以看到董其昌所生活的晚明社会由盛而衰，由安定到动荡的发展趋势，也可观察到董其昌所生活的江南地区相对稳定繁荣的社会环境给予他的比较安适的创作氛围。我们可以看到晚明思想、文学、戏曲发展的蓬勃图景，也可以了解到董其昌在文人画领域集古大成，继吴门画派而起，引领一时之风气的地位。与此同时，欧洲轰轰烈烈的大航海运动与此起彼伏的宗教战争，由此而推动的文艺复兴与西方艺术传统的确立，也为我们打开了瞭望同一世界不同风景的窗口。这种基于大数据搜集、分析、组织和呈现的数字化展示，是数字人文研究方法在博物馆业务中应用的生动实例。它最大限度地利用了专业研究的深度信息，并以一种扁平化的方式加以直接反映，既可俯瞰全局，又能谛视细节，是系统与元素的并置展示，宏大叙事与个案描述的互相融合。此外，它以一种适于“阅读”的方式与展馆中付诸实物观赏的“董其昌与他的时代”展示主题相呼应，让观众在实证的观看与分析的阅读中互相印证，得以深入和多元地理解展览的意义。

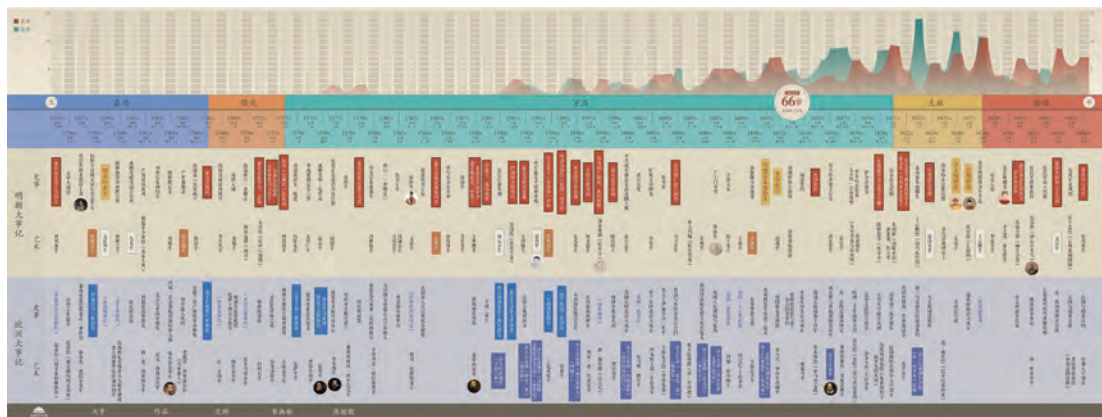


图1- 董其昌项目“董其昌大事年表”界面

## 2. 董其昌人物关系设计

人物社会关系和地理位置的数据分析是数字人文研究中最常用的方式，这种方法也被应用于董其昌社交网络的呈现。董其昌一生交友广阔，他对画史谱系的解读、作品的创作、书画理论的产生和提高很大一部分都与其交际的过程密切相关。因此，对董其昌的人物关系进行梳理对理解他的创作和传承、书画理论及影响都有着至关重要的作用。我们根据历史文献的记录、董氏书画题跋的记载汇聚了董其昌 136 位关系人的数据，依照他们与董其昌的关系类型、亲密程度进行分类，同时关联他们的地理分布做出了可视化的展示。这一展示将抽象的数据逻辑

辑转化为直观的视觉逻辑，形象地反映出董其昌作为晚明一代文宗广阔的人际范围及其偏好的交往取向，他的艺术师承与艺术影响，他社交网络的主要地理分布。从这个专题的数据展示来看，董其昌的社交圈主要以家族、官场和文艺界为主，而又以文艺之交最为丰富，反映出他在艺术界的地位及活跃程度，而这些社交关系非常突出地集中于松江、苏浙一带江南文人圈，为我们管窥董其昌艺术鲜明的江南文化特色、松江画派的崛起和理解他艺术思想形成的背景提供了思考的线索。在进行关联设计时，在数据标准体系方面，我们初步采纳了国际文献工作委员会之概念参考模型 (CIDOC- CRM)、艺术与建筑索引典 (AAT) 等相关标准，并在董其昌人物关联关系的基础上，初步建立基于 Linked Data 的明清文人书画本体系统和元数据体系，体系分成公共指标和定义指标两个层面。

在董其昌的师友中，陈继儒是尤其特殊的一位。他与董同乡同里，总角相交，80年间情同手足，在书画创作上及艺术观点上与董保持高度的默契，是董氏画风及董氏理论的重要追随者和推崇者。在本次展览中，亦专门选择了他与董其昌合作的书画作品来反映两人在艺术上的共同追求，然而囿于展览的整体结构，未能对二人的交往作进一步的展现。而配合展览的数字展示屏则以其与董其昌的一生交游为个案，罗列了两人交往的事件年谱，详尽反映了当时文人间的交往状态、交往方式及其对互相艺术、思想的作用与影响。



图 2- 董其昌项目“董陈关系年表”界面

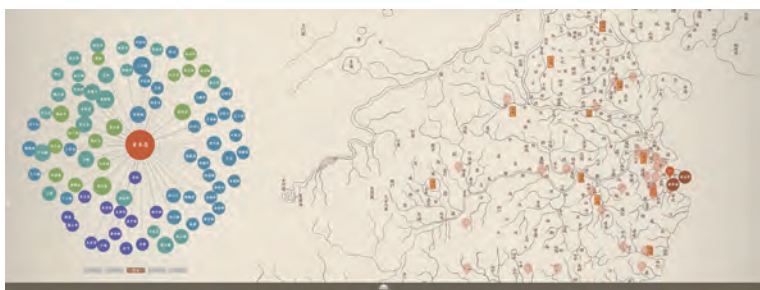


图 3- 董其昌项目“董其昌人物关系网络”界面

### 3. 董其昌纪游活动的设计

买舟载书，逐流读画是宋代米芾以来文人士大夫钟情的艺术行为，也是明清时期书画鉴赏家和艺术家日常观赏和创作的流行形式。他们经常购置画舫悠游于山水之间，一边领略造化的神奇，一边体会笔墨的精神，点画丹青，濡染云烟。董其昌也曾经多次坐船游历山水，在途中鉴赏书画并进行艺术创作。正如董氏自己所说：“读万卷书，行万里路，胸中脱去尘浊，自然丘壑内营”，他的许多书画创作灵感均来自躬身亲行于自然间的体会，即所谓“外师造化，中得心源”。关于董其昌的这种情境式艺术实践活动，傅申先生曾著有专文论述，而本次画展数字展示中的书画船栏目，正是根据他的研究成果，以动态的形式加以展现。我们收集了董其昌历年的出行活动和路线数据，并以明代舆图为蓝本，用可视化手段再现当时这一充分表达了文人趣味性的活动，并联系作品的产生情况，对明代文人纪游这一现象对书画创作推动给出量化的依据。展示通过动画的形式再现了董其昌几次重要的书画船活动——路线、行程、途中的鉴



图 4- 董其昌项目“书画船”界面

赏和创作活动，反映了他在特定的艺术环境中进行创作时的状态，为深入了解董其昌的绘画艺术做出了专业性的引导。

### 4. 董其昌作品与辨伪的设计

作为一个著名书画家，董其昌的书画作品的展示理所当然是一个重点。其时，博物馆展览的特点就是一个实物性和科学性并重的活动，展品的选择与呈现以知识的科学建构为基础，知识的准确性与科学性以展品的实物性为保障。成功的展览绝非仅仅是宝物的罗列炫耀，而是展品物质及文化内涵的阐释和传导。然而传统的实物展示具有天然的局限，空间的物理限制和实物本身的情况，往往使展品处于一种“真实的不完整”状态，难于使观众全面、清晰地获得展品所蕴含的信息。比如书画展品中大量巨型手卷和立轴的全幅展示，基于有机材料的照度设置对参观效果的影响等都是长期困扰此类展览的问题。数字化展示的运用显然能够弥补这种局限。这次董其昌项目利用数字大屏对董其昌的重要作品进行高清展示，并按照展品特点分列横屏和竖屏，使观众可于一屏之内尽览长卷的全貌和细节——原作、题跋、印鉴、装裱巨细靡遗；体会立轴原始尺幅与放大效果之间的差别——构图的经营与笔墨的变化俱入眼底，转而对照展

厅中的实物，显然更便于领会作品的精髓。博物馆展品包含了多种物质与文化的信息，既有“一目了然”的显性信息，也有可见范围之外的隐性信息，而后者尤其是关于实物的研究信息往往是理解展览的关键所在。然而传统的实物展示以静态陈列为主，很难将层次复杂的研究信息全面地加以表现，需要借助各种辅助手段的加持。本项目中，针对书画研究中重要的藏品辨析问题特设学术探讨和解读专栏，以可视化、可互动的形式将书画辨析研究的过程进行了完整的展示。在两本几乎相同的《烟江叠嶂图》的辨析中。利用数字化高清展示的优势采用全卷比对、局部比对等方式引导观众发现问题，探索问题，加深对作品的理解，自主寻找答案，同时也为专业人员现场近距离解读研究细节，阐述学术观点带来了极大的便利。而在《古诗十九首》辨析三部曲的多媒体互动专栏中，则依据研究者的研究方式，以问题为导向深入递进地展示藏品辨析、寻真的完整过程，使观众不仅“看到”了展品面貌，更“知道”了展品的内涵，不仅“知道”了研究的结论，更“明白”了获得结论的方法和过程，化可见为可知，打通了博物馆研究与展示间的无形之墙。



图 5- 董其昌项目“董其昌作品展示”界面



图 6- 董其昌项目“董其昌画作双胞案”界面

## 5. 项目在技术上的创新

本项目是国内文博界首次将人工智能引入到书画研究的范例，这也是当时古代书画研究中的一个首创。基于图像数据（包括二维和三维的）进行数字人文研究，是与博物馆的实物性特点相吻合的，也将是今后博物馆数字人文研究能否有所发展的关键所在。在这一项目中，我们利用博物馆所具有的大量高清图像数据，借助精准的图像识别技术，并结合机器学习等 AI 领域的概念，力图在对董其昌书画作品数字图像本体及绘画元素做分析的基础上，采用文献与画作之间的对照关联，并进而形成绘画元素的样本模型等，以此来进行一些相关的研究和展示。

我们采用深度模型卷积网络 CNN，通过多层次、不同尺度图像的卷积操作和池化（pooling）操作提取深度视觉特征来进行这项工作。经过算法调优，机器学习已经基本稳定，已能通过图像识别初步提取了山、树、房、亭、矾头、船等数十类特征元素上千个，并在此基础上进一步实现了机器的自动标注，为以后中国书画基于绘画元素的聚类分析（如技法同纪年的关系）、相似度匹配、特征发现、书画再创作、机器学习策展等应用提供了量化的依据和一定的基础。虽然采用机器学习来进行博物馆图像研究这条路注定遥远，人工智能所存在的无限可能，不能不使我们心存敬畏并预设其在博物馆的通路。当然，能否通过人工智能发现一些靠人力所未曾发现的问题，这是我们做数字人文所孜孜以求的。展示数据的力量，通过数据去引导发现，在发现的过程中去形成创造，并以创造成果造福于社会，这可能才是我们做数字人文的意义之所在。



图 7- 董其昌项目“画面元素机器学习”界面

## 五、项目的总结与展望

董其昌项目通过文本分析、图像分析、时空分析、社会关系分析、地理信息技术 (GIS) 等打造的一个完全以数据为基础的叙事作品，也创造了一种崭新的博物馆资源展示和知识传播方式——系统与元素并置，宏大叙事与个案描述融合，可学习，可探索，可重构。2018 年年底，“董其昌数字人文综合展示系统”配合《丹青宝筏——董其昌书画艺术大展》推出，这种基于大数据搜集和分析来组织和呈现信息，以一种“可阅读”的方式传播给观众，给观众以耳目一新的感觉；在同年举办的第八届中国博物馆及相关产品与技术博览会（简称“博博会”）上，这一案例随即也以其新颖的表现形式引起了业内的广泛关注，成为数字人文在国内博物馆界实践正式启动的标志，显著提升了博物馆业界对数字人文这一新学术领域的认知和兴趣，对推动了博物馆数字人文研究起到了重要的推动作用。这一案例后来还相继还获邀参加了“数字中国建设峰会”、“中国国际智能产业博览会”等大型展会，取得了良好的成效。

在本项目成功展示之后，国内博物馆数字化建设也一度也涌现了数字人文的小浪潮，但由于大多仅仅将其窄化为数字化展示的一种手段，忽略了其数据挖掘、分析、关联、聚合等数据加工的作用，更忽略了它对博物馆业务方法的创新和思维方式的开拓，未能从数字技术和人文学科相融合去认识它的意义，故而这一局面并未能得以持续。从我们的实践经验出发，要做好数字人文类项目，大致需要有以下考量：

1. 需要有对博物馆数字化建设的正确认知。博物馆的数字化必须要符合博物馆这一机构的性质和特点，而不能陷入技术本位的误区；博物馆数字化除了需要面对和回应社会的需求之外，更重要的是推动博物馆自身的改革和发展，即博物馆的数字化转型，而不是仅仅是浮于表面的光影秀场或引流的工具。

2. 需要形成比较好的数据基础。数字人文项目所用的数据不一定追求量大，而是需要从应用的实际出发去做好数据的收集；更为重要的是在搜集的基础上需要对数据进行必要的处理，使之成为科学的规范化的数据。

3. 在项目建设的人员构成中，需要有对博物馆知识内容和博物馆的基本业务情况有一定了解的成员存在，这是数字人文的学术背景所决定的，也是由此所产生的博物馆知识化数字产品所必须的。

4. 项目的视觉设计人员，最好具有良好的美学修养，对博物馆本身即藏品的特性有所理解，如此才有可能设计出符合博物馆文化底蕴和特色的数字产品。

5. 在目前的人工智能时代，当然应该更好的利用好新技术所赋予我们的便利。比如在数据的搜集、整理流程中，在主题和框架的形成过程中，甚至在具体的创作方式上，都可以有人工智能的用武之地。但是，在目前文博领域相关专业模型还不成熟的情况下，对通用大模型的应用我们也必须保持一定的警觉，在应用的过程中防止滥用和误用的情况发生。

当然，从长远来看，虽然还有一些基本问题仍有待廓清，一些基础建设也任重道远，实践应用未成规模，总体上仍未形成自有的理论路径和应用范式。但未来随着学术界和业界在这一领域的不断深入和开拓，数字人文学科与博物馆学的结合势必越来越紧密，将为博物馆业务的创新注入新的活力。

## 基于故宫数字文物库藏品数据的 知识组织研究及其应用

故宫博物院  
2023

该项目基于故宫多年积累的丰富的藏品数字资源，通过将语义化技术、知识图谱以及跨领域数据融合应用于其中，不仅为大语言模型等人工智能技术应用提供了优质的数据资源，也为文化遗产的数据价值挖掘提供了强有力的技术支撑。该项目的实践为有较好藏品数字资源基础的博物馆开展文化遗产数字化转型、有效提升文物信息资源的管理效率和服务能力提供了有益的参考。

# 知识图谱技术在博物馆藏品信息资源管理中的应用 ——以故宫博物院“中国古代可移动文物知识图谱” 为例

庄颖 叶祎珮 刘曦  
(故宫博物院)

## 一、项目背景

文化遗产领域正面临如何利用新技术提升信息资源管理和利用效率的挑战。博物馆作为文化遗产的重要承载地，其藏品信息资源的高效管理和利用对文化传承具有关键作用。然而，传统藏品信息管理方式难以高效处理海量数据，满足多样化用户需求。随着大数据、人工智能等新技术发展，为解决这些问题带来了新机遇。本案例聚焦知识图谱技术在博物馆藏品信息资源建设方面的应用，旨在提升博物馆藏品信息资源的获取和利用效率，促进博物馆官方网站藏品信息资源管理和服务模式的转型升级。

## 二、项目计划与目标

项目旨在构建“中国古代可移动文物知识图谱”，通过知识图谱技术实现文物信息资源的数字化、知识化和智能化管理。具体目标包括：建立基于国际标准的文物知识表达本体模型，实现文物信息的结构化组织和语义关联，提升文物信息资源的管理效率和服务能力，为博物馆数字化转型提供技术支撑和实践参考。

## 三、实施过程

### 1. 技术架构设计

项目采用自上而下的标准化方法，基于国际标准 ISO 21127:2023，依托“中国古代可移动文物概念参考模型”（CRM-ACA）与受控词表结合实现。CRM-ACA 作为扩展本体，确保知识图谱语义表达与国际文献工作委员会 CIDOC CRM 保持一致，实现国际标准化和互操作性。受控词表规范术语，解决同义词、上下位词的层级关系问题；CRM-ACA 本体模型深入定

义术语间复杂关系，支持计算机理解和推理。

### 2. 数据资源建设

将博物馆非结构化数据转化为结构化知识，通过知识图谱技术将自由文本中关键信息转化为可计算的三元组数据，形成结构化数据。这不仅解决了文本多样性和主观性带来的数据异质性问题，还提高了数据可检索性和跨平台兼容性，满足了博物馆领域对海量文本数据高效处理的需求。

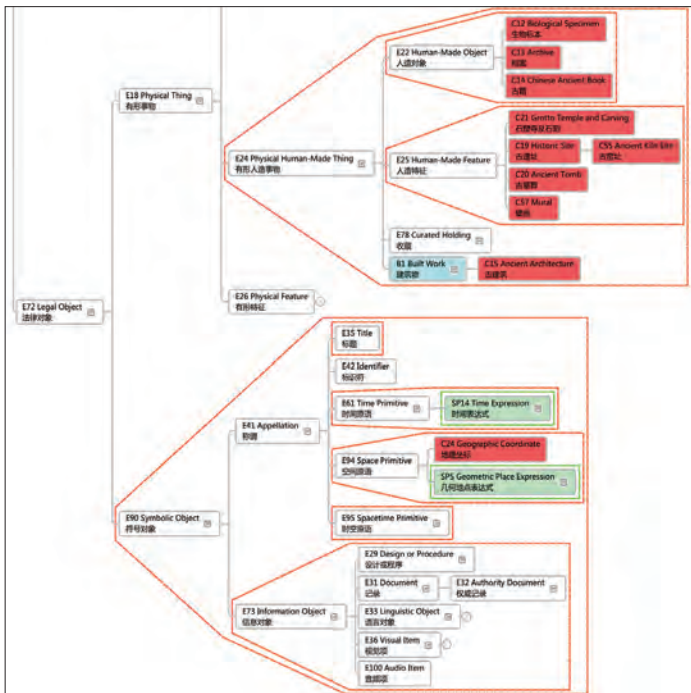


图 1- 中国古代可移动文物概念参考模型” (CRM-ACA) 局部

### 3. 智能标注系统开发

基于受控词表开发智能标注程序，以系统化方式对自由文本形式的文物描述信息进行不同分面标注。程序将文物信息按“图案与纹样”“物件类型”“过程与技艺”等分类，通过关键词识别和匹配，自动生成符合知识图谱需求的标注结果。目前知识图谱已包含 10 万件文物信息，超过 41 万个三元组数据。

### 4. 服务接口与平台建设

通过“中国古代可移动文物知识图谱”管理平台对外统一提供数据服务，实现文物信息的关联检索和系统化获取。外部用户可通过接口获取藏品的各维度结构化数。标注行为依托受控词表，遵循国际“建筑与艺术索引典”等领域权威

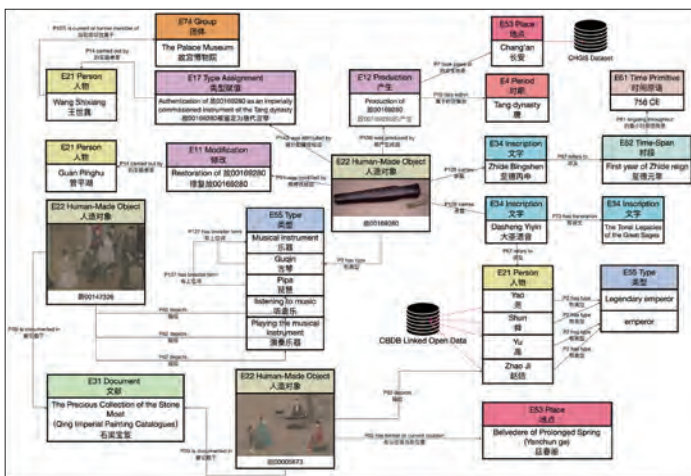


图 2- “大圣遗音”琴的知识表示

叙词表开放数据，实现同义词、关联概念和多语言数据拓展建设。

## 四、项目结果

### 1. 管理效率得到改善

基于知识图谱技术，能够对特定主题文物进行快速标注、关联，并提供外部服务支持。在 2024 年鼓浪屿故宫外国文物馆“钟鼓喤喤：故宫博物院藏宫廷乐器展”中，利用知识图谱技术结合 MIMO（乐器类权威数据库）受控词表，对 50 余件参展宫廷乐器进行了知识组织和数字交互内容构建，展示了宫廷乐器体系和乐器使用规范，有助于观众对清代宫廷乐器的理解。



图 3- 知识图谱管理平台中的实例建设



图 4- “钟鼓喤喤：故宫博物院藏宫廷乐器展”藏品页



图 5- “钟鼓喤喤：故宫博物院藏宫廷乐器展”乐器文物知识关联可视化探索

### 2. 建设水平有所提升

2024 年 8 月，故宫博物院依托知识图谱标注成果，在较短时间内开发了“数字文物库·文物新视界”主题交互展示项目，在第十届中国博物馆及相关产品与技术博览会成功展示。该项目通过“智趣百科”“匠心巧艺”“宫廷潮范儿”等主题，对一万余件文物进行了聚类关联，体现了知识图谱技术在大规模文物信息组织与展示中的实用性，最终获得博览会数智化专题展区“最佳数字展示案例”奖。

### 3. 对外服务能力得到扩展

经过3年持续建设,到2024年10月,知识图谱在服务能力方面有所提升,通过纳入领域权威叙词表及开放数据集,扩展了故宫博物院“数字文物库”文物信息资源开放平台的服务功能。目前平台支持英文检索、主题探索等功能,为国际用户提供更便捷的访问体验,促进了馆际文物资源在统一框架下的关联与整合。



图6-“数字文物库·文物新视界”主题交互展示项目在博览会数智展区现场

## 五、经验总结

文化遗产信息资源建设赋能新质生产力,需通过信息资源知识化,提升其作为生产要素的潜力。一方面,知识化的文化遗产信息资源可转化为高质量数据资产,形成文化产品和知识服务,直接进入市场创造价值;另一方面,这些信息资源还能作用于技术、决策、管理等其他要素,通过创新和数据关联增强智慧化水平。通过科学管理与创新,文化遗产信息资源逐渐融入生产过程,促进其历史与现实双重价值的释放。

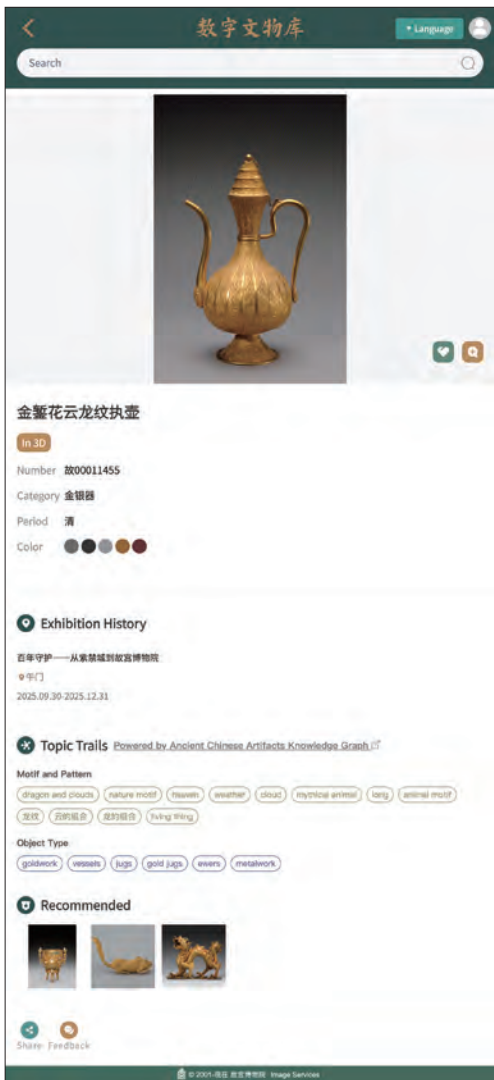


图7-升级后的“数字文物库”文物信息页支持英文检索和标签探

## 六、未来展望

故宫博物院将继续推进知识图谱技术应用深化，重点完善数据集成与智能分析功能，扩展数字资源整合范围和深度。同时，通过持续引入权威档案及知识库，进一步增强文物知识体系丰富性和精准性，全面提升博物馆在文化遗产保护、传承和社会服务方面的能力。本案例为文化遗产数字化转型提供了有益实践参考，为馆际文物信息资源在统一框架下的整合与联动奠定了基础，故宫博物院将继续为推动文化事业创新发展贡献更大力量。

# 江苏省博物馆藏品档案管理系统

—— 江苏省文物局 ——

通过构建“业务+管理”双端一体化平台,实现了文物收藏单位(业务端)与文物主管部门(监管端)的数据同源、标准统一及实时交互,破解了文博领域长期存在的“数据孤岛”与“重复填报”难题。本案例为省域文物主管部门在降低管理成本、加速文物系统的信息化建设提供了示范样本,为推动更多领域实现数据要素的高效配置与创新发展提供了可复制、可推广的经验。

# 江苏省博物馆藏品档案管理系统项目

茅艳 沈晓峰

(苏州博物馆)

## 一、项目背景

为贯彻国务院办公厅《“十四五”文物保护和科技创新规划》“建设国家文物资源大数据库”的指导精神，充分落实“加强文物资源大数据应用、文物数字化保护以及文物数据管理”的目标，江苏省文物局将“文物系统博物馆藏品信息管理平台建成率达到100%”的预期性建设目标写入《江苏省“十四五”文物事业发展规划》中，并于十四五期间委托苏州博物馆启动了“江苏省博物馆藏品档案管理系统项目”建设，将该项目作为加快推动全省博物馆藏品管理数字化、智慧化、信息化建设的重要举措，服务于全省国有博物馆及省、市文物主管单位。

## 二、项目目标

### 1. 构建面向全省文物收藏单位的藏品信息化管理基础平台。

针对省属、地市、区县级博物馆的不同业务特点，规范全省藏品管理标准，统筹打造“博物馆数字化藏品管理系统”，打通博物馆内部藏品数据通路，确保基层博物馆藏品管理与高质量文物数据供给能力。厘清全省藏品家底，建设完整的藏品数字档案，实现全省国有藏品全生命周期、全业务流程的数字化管理及资源利用目标。

### 2. 为省市级文物主管单位提供全省国有文物（藏品）动态看板。

建设“博物馆藏品档案动态管理平台系统”，实时同步并汇总统计全省博物馆藏品静态档案及动态业务数据，宏观体现全省藏品收藏、流转、保护、利用等管理情况，实现文物主管单位对全省国有藏品数据的实时监管与精准掌控。

### 3. 汇总全省藏品信息及数字资源，形成全省藏品资源总库。



图1-项目整体建设架构

为进一步盘活、利用、传播全省藏品(文物)资源提供数据总库支撑,实现全省藏品数据“供得出、流得动、用得好”的目标。

### 4. 合理高效利用资金。

通过统筹建设开发,实现“花小钱、办大事”的资金使用效果,达到降本增效的项目建设目标。

## 三、项目实施

该项目建设周期为2022年10月-2023年12月,由江苏省文物局指导,苏州博物馆联合第三方承建单位共同设计、开发、实施,于2024年1月正式上线启用,2025年底完成全省备案国有博物馆藏品盘核建档工作。为保障项目顺利落地,项目团队主要从以下几方面着手开展工作:

#### 1. 深入调研:

项目启动前,先后2次以问卷方式调研了全省300余家备案博物馆的数字化基础配套、信息化管理现状、数据采集及利用等情况,全面掌握了全省博物馆数字化工作现状与需求。项目建设期间,多次与博物馆、文物局交流,明确系统功能需求与数据接口规范,协调解决各类基础资源支撑问题。

## 2. 专家论证:

组织全省国有博物馆藏品保管负责人、数字化专家对系统功能需求、建设原则、业务痛点问题、藏品指标项、藏品相关业务流程及表单等内容进行充分论证。参会单位包括省文物局、南京博物院、扬州中国大运河博物馆、南京市博物总馆、苏州博物馆、徐州博物馆、常州博物馆、南通博物苑、扬州博物馆等，确保了系统设计开发的标准化与规范性。

## 3. 标准起草:

项目实施过程中，编制江苏省藏品档案元数据标准，规范含数据字典等在内的 54 张元数据表，逾 600 个元数据指标项，明确藏品指标项（18 个核心指标项、9 个重要指标项、近百个一般指标项）、业务表单及相关业务流程（涉及业务审批流程及表单 30 余个、藏品全生命周期管理相关指标项上百个）。

序号	编号	元数据	定义	字段长度	来源或参考
1	A0101	原名	文物在现收藏单位总登记帐上的原有名称，或其他使用过的名称。	200	WW/T 0017-2013 馆藏文物登记规范
2	A0102	名称	经审核认定的馆藏文物科学、准确、规范的名称。名称含时期年代、作者、产地、工艺技法、文饰题材、质地、器形等特征内容。	200	WW/T 0017-2013 馆藏文物登记规范
3	A0201	藏品基本部类	根据藏品的文化属性、自然属性等情况，可分为文物藏品、标本藏品和模型藏品、复制品藏品。	50	博物馆藏品信息指标体系规范(试行)文物博发[2001]81号
4	A0211	文物类别	各博物馆现行分类办法确定的文物藏品的类别。	100	博物馆藏品信息指标体系规范(试行)文物博发[2001]81号
5	A0212	标本类别	自然标本根据相关学科分为岩矿标本、古生物标本、植物标本、动物标本和人体标本等。	40	博物馆藏品信息指标体系规范(试行)文物博发[2001]81号

表 1- 江苏省文物藏品档案基础元数据示例（部分）

## 4. 统一培训与部署:

为全省 13 市 163 家博物馆的近千人次提供了多轮技术培训与支持，组建线上技术支撑群，持续优化系统功能。系统统一部署于江苏省文旅厅数智中心政务云，并进行了国产化适配，确保系统的安全性。

## 5. 专业运维保障:

配合江苏省博物馆馆藏文物的盘核建档工作，为 163 家博物馆配备专业技术团队，进行馆藏文物数据整理、导入操作及指导，并为一些基础相对薄弱或馆藏量大的单位重点进行藏品数据的对接工作。

## 6. 全流程技术支持：

专业技术运维团队从项目筹建到“应用平台”成功落地，已熟练掌握“数据整理、数据清洗、业务流程”等各项关键步骤，并积累了丰富的运维经验。在基层文博单位进行项目建设的过程中，专业技术运维团队提供全流程技术支持，保证基层用户“会用、好用、愿用”，避免出现“应用平台”只建设不使用的情况，有效破解了基层文博单位专业技术薄弱问题。

## 四、项目结果

### 1. 实现全省国有博物馆藏品管理系统 100% 普及。

通过馆藏系统实现了藏品档案录入、业务审批等全流程标准化管理，有效解决了基层单位“数据孤岛”和管理标准不统一等问题，实现了文物全生命周期管理及馆内藏品数据资源共享，完成全省博物馆信息化、数字化建设闭环。



图 2- 博物馆藏品管理系统对藏品全生命周期进行精细化管理



图 3- 博物馆内部藏品数据流通、资源共享

### 2. 实现全省藏品数字化资源“一张网”实时动态监管。

通过全省国有藏品数据看板平台智能分析模块，对全省藏品增减、流转、保护利用情况全面汇总，实时生成藏品业务超时预警、藏品利用率等可视化报表，助力文物主管部门实现了对全省藏品静态数据及动态信息的实时查看与监管，形成了高效协同的管理机制。



## 5. 为构建全省文物数据资源展示利用平台打好基础。

基于全省各地区、各博物馆的文物资源数据总库成果，便于建成基于互联网的虚拟展示利用平台，为社会公众提供集查询、鉴赏、研究于一体的统一技术路径。

## 6. 有效实现文物保护专项资金降本增效。

通过统筹开发，项目建设成本可控，大大降低资金投入，并统一提供专业运维服务；系统化流程有效释放人力效能，各馆工作效率提高至少 30%，将人力投入转向高附加值工作（如修复、策展等）；全省国有博物馆藏品管理信息化系统全覆盖周期明显缩短，极大加速了文物系统信息化管理进度。



图 8- 实现全省国有博物馆藏品信息化管理

## 五、经验总结

### 1. 理念创新

从向博物馆要数据，转变为向博物馆提供工具和平台以及服务，以获取数据，加速实现全省藏品数据总库构建。通过全省统建方式，极大节省项目建设及后期运维成本，快速实现全省国有博物馆藏品管理信息化全普及。

## 2. 组织创新

形成江苏省文物局指导、苏州博物馆执行、江苏省文旅厅数智中心资源配置、全省专家指导的多方协作模式，推动项目落地。江苏省文旅厅数智中心提供的包括政务云服务器、存储、数据库、各类安全产品等在内的基础资源环境，有效保障了系统运行的可行性、稳定性、持续性。

## 3. 技术创新

采用 SaaS 服务平台、微服务分布式存储等技术架构，支持百万量级数据实时同步，并充分考虑负载与冗余，预留国有行业博物馆等更多用户数量拓展。

(1) 项目部署于政务云内网，需通过 VPN 进行专用通道访问（支持短信登录身份核验服务），参照三级等保要求建设，使用的密码服务满足二级密码模块要求的商用密码软硬件，包含 SSL VPN 安全网关、数据库透明加密系统、传输透明加密系统、国密浏览器等。

(2) 兼顾国产化信创环境，先后完成了包括国产鲲鹏 CPU、国产海光 CPU、国产麒麟操作系统、国产达梦 DM8 数据库（含数据库、读写分离集群软件、数据库备份软件）等在内的过程信创适配。

(3) 系统上线前完成了第三方数据安全扫描及系统安全审计，系统启用后，每月对系统进行安全扫描，发现问题及时整改。

(4) 政务云环境资源：

运行资源：包括应用服务器、批处理服务器、数据库服务器、文物看板服务器、同步服务器等共计 12 台，均不低于 16 核配置，内存为 32GB-64GB，硬盘容量 1TB-10TB 不等；安全防护服务器 6 台，对象存储 50TB（首年总量 200TB，根据实际用量动态配置）；

安全体系：基于网络三级等保安全要求，配备了包括国密 SSL VPN 综合安全网关（搭建安全网络）、主机安全系统、漏洞扫描系统、防火墙系统、web 应用防护系统、SSL 证书（用于加密网络传输）、数据库与对象存储实时加密设备（加密速率 5G/s）、

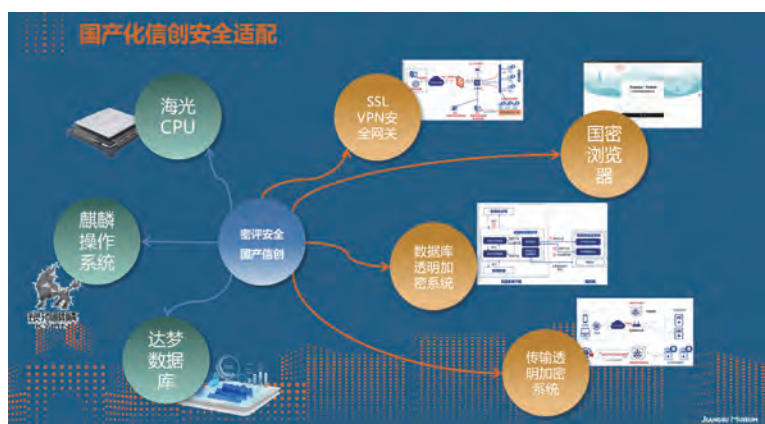


图 9- 国产化安全信创环境

传输透明加密系统（Web 应用数据透明加密）、数据库审计系统与日志审计系统、实体 CA 证书（运维人员身份鉴别）、国密浏览器（运维人员远程登录系统）、基于国产化数据库的数据灾备与异地灾备机制等多种技术手段，且均采用国产化自主知识产权、成熟稳定的主流安全体系产品。

### 4. 模式创新

系统未建，标准先行。将全省藏品管理标准化成果融入系统，实现全省藏品“管理标准统一、流程规范统一、业务表单统一”，确保数据质量。技术团队加强与用户的需求沟通，经专家组解读答疑后，及时将包括鉴定、定级、数据修改、档案归档在内的业务问题转换为技术解决方案，持续更新、嵌入系统，确保系统功能与实际场景需求保持高度一致。

### 5. 管理创新

实现馆藏文物全生命周期流程科学安全管理。对藏品征集入馆（入藏）、鉴定、数据采集、登记建档、出库归库、藏品退出等各环节责任人和工作内容全程跟踪记录、实行痕迹化管理。对文物出入库房手续不完备、出借文物逾期不归库等情况实时警告提示，实现藏品信息可查询、行程可跟踪、状态可监控；实现多维度、深层次的文物管理数据监

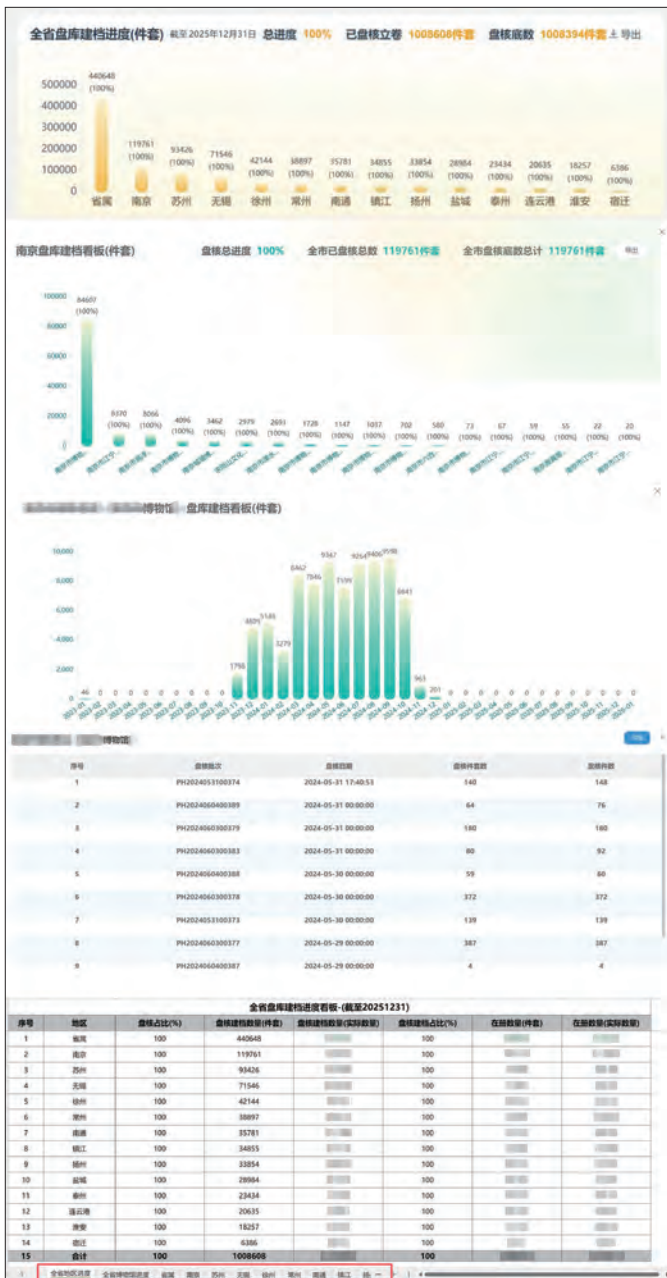
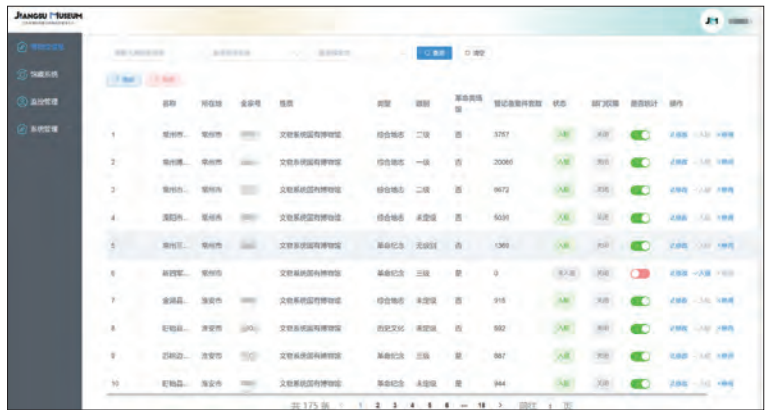


图 10- 对全省藏品业务数据实现高难度、高时效监管，支持各类汇总统计数据、业务表单导出

管。通过“藏品档案管理平台”构建了涵盖藏品全生命周期的多维度监管体系，包括来源、出库、保护利用、展览类型、禁止出境、革命文物、出库用途、文物档案等多个监管维度，监管颗粒度细化至具体业务单号、业务清单、等级文物数量等层面，实现了文物管理的精细化、智能化。

## 6. 规模创新

截至 2025 年底，启用本项目系统的国有收藏单位及文物主管部门 177 家（文物收藏单位 163 家，13 个地市局及江苏省文旅厅），共计开通账号 867 个，收录全省百万级藏品数据总量。涉及用户规模、文物（藏品）高质量数据规模、数字资源规模，均创国内先例，推动了江苏省文物数字资源的高效整合与价值释放。



序号	名称	等级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	藏品数量	状态	账号数量	数据量	操作
1	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	3757	应用	1000	1000	查看详情
2	苏州博物馆	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	20000	应用	1000	1000	查看详情
3	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	9672	应用	1000	1000	查看详情
4	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	6031	应用	1000	1000	查看详情
5	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	1369	应用	1000	1000	查看详情
6	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	0	未应用	1000	1000	查看详情
7	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	916	应用	1000	1000	查看详情
8	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	602	应用	1000	1000	查看详情
9	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	887	应用	1000	1000	查看详情
10	南京博物院	国家一级	文物系统应用情况	档案系统应用情况	844	应用	1000	1000	查看详情

图 11- 已入驻平台并通过平台参与盘库建档行动的国有收藏单位共计 163 家

## 六、经验总结

本项目确保了文物数据的安全存储与共享利用，通过精准监管降低了管理成本，加速了文物系统的信息化建设，推动了文物事业创新发展，为省域文物收藏单位（业务端）与文物主管部门（监管端）实现数据同源、标准统一及实时交互提供了示范样本，有助于推动更多领域实现数据要素的高效配置与创新发展。

自项目完成建设以来，已形成显著的示范效应和创新引领作用，江苏省文物局也在不断深化成果转化应用，推动关键技术成果在更广范围推广复制，着力打造可借鉴的“江苏方案”，为形成全国性的文物总目及文物动态大数据平台提供了鲜活案例。



# 案例篇

## — 藏品数据利用

数字技术在博物馆展览中的探索与实践——以国家博物馆“数说犀尊”展览为例

“物华天宝——数字文物之美”案例解析

《观天下·坤舆万国全图》VR 大空间沉浸式展览案例

“以观众为中心”视野下的“运河上的舟楫”展览分析

浙江省博物馆“丽人行”数字展览案例

山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承——上海博物馆数字化创新实践案例

CASE  
CHAPER

## “数说犀尊”

中国国家博物馆  
2023

中国国家博物馆基于“智慧国博”建设过程中积累的丰富的数字化成果,将之通过数字技术、智能交互、数据分析等手段展示给广大观众,以“一物一展”的形式,推出了“数说犀尊”展览。一方面通过数字技术直观呈现文物高清细节和科学研究成果,让观众通过视、听、触、互动等方式多维度深入感受犀尊承载的价值,从单纯的参观者变成探索者、参与者;另一方面将博物馆数字化的“后台”展现在观众眼前——在展厅内再现文物采集、应用场景和综合运行平台,通过对人、物、环境的透彻感知、融合分析,实现智能管理。

# 数字技术在博物馆展览中的探索与实践—— 以“数说犀尊”展览为例

管欣鑫 李华飙  
(中国国家博物馆)

## 一、项目背景

近年来，中国国家博物馆围绕“透彻感知、泛在互联、智慧融合、自主学习、迭代提升”五大技术路线建设“智慧国博”<sup>[1]</sup>。透彻感知通过物联网、计算机视觉等先进技术构建感知体系，全面覆盖馆内文物、观众、库房、设备、展厅及空间等实体，实时获取情景态势并形成海量多模态数据资源，完成实体空间到数字空间的映射；泛在互联依托物联网、5G和Wi-Fi等先进技术，打造无处不在的网络，部署大容量、利用率高、弹性扩展的私有云，构建涵盖博物馆全量多源异构数据的大数据中心，确保数据高效安全传输与存储，最终实现人、物、数据的全域互联；智慧融合以大数据中心为支撑，通过对数据进行融合、挖掘及智能分析的技术路径，依托感知获得的海量数据及相关先进技术的可靠保障，构建博物馆的综合管理、核心业务、运维保障等应用体系，最终通过综合运行平台实现数据可视化展示与动态智能决策管控；自主学习主要是指通过聚类、归纳、演绎、比较等方法对运营主体与外界环境多轮感知和互动产生的海量数据进行深度挖掘，从多维数据中识别关联关系，将有价值的沉淀为知识体系，实现从数据到知识、从知识到智慧的升华，赋予博物馆思考、理解、推理和解释能力，最终形成感知智能向认知智能的迭代升级；迭代提升依托持续感知互联融合的学习机制，提升博物馆智慧水平，动态优化智慧运维管理流程，实现智慧博物馆建设。这五条技术路线形成了一个由下至上、循环递进的整体架构：透彻感知是源头，泛在互联是通路，智慧融合是枢纽，自主学习是核心智能，迭代提升是持续演进。它们之间构成一个完整的闭环系统，推动博物馆从“数字化”走向“智慧化”，最终实现文物保护、展示与传播的深度创新。

中国国家博物馆在“智慧国博”的建设过程中积累了丰富的数字化成果，深入挖掘文物多元价值和深厚内涵，将成果通过数字技术、智能交互、数据分析等手段展示给广大观众，推出了“数说犀尊”展览，这也是“智慧国博”在创新展览展示方式方面所做的有益探索。

## 二、“数说犀尊”展览实践

中国国家博物馆为广大观众提供智慧展览观展体验，共同见证和推动智慧博物馆建设进程，切身感受古老历史文物在新时代焕发的新活力，推动中华优秀传统文化创造性转化、创新性发展。中国国家博物馆建设的“数说犀尊”展览是将数字技术的理论和关键技术在一个空间内进行集中的呈现，以观众看得见、摸得着、听得懂的方式，让博物馆里的文物“数”起来、“动”起来、“智”起来、“火”起来，在文物识别、文物研究、文化传播等方面，突破实体文物的展示限制，满足群众参与文物研究、文物鉴赏的多元化需求。

### 1. 整体思路

“数说犀尊”展览以“一物一展”的形式，从出土经历、功能特点、铸造和装饰工艺、造型美学等方面对西汉错金银云纹铜犀尊（以下简称“犀尊”）这件国宝级文物进行全方位解读，并突破常规展陈手段，综合运用高清 3D 扫描、超高清显示、人工智能、红外感应、到达角度测距 (Angle-of-Arrival, AOA) 定位<sup>①</sup>、增强现实、环境监测等技术，一方面通过数字技术直观呈现文物高清细节和科学研究成果，让观众从单纯的参观者变成探索者、参与者，从视、听、触、互动思考等多维度深入感受犀尊承载的价值；另一方面在展厅内再现文物采集、应用场景和综合运行平台，通过对人、物、环境的透彻感知、融合分析，实现智能管理。

### 2. 关键技术呈现

#### (1) 透彻感知

对物、人、环境的透彻感知是博物馆数据的基础。在“数说犀尊”展览中，首先展示了对文物感知的成果，在展览的第一部分“制器尚象”中，通过文物高精度 3D 采集建模技术产生的数据<sup>[2-3]</sup>，经过 3D 打印，将五件中国国家博物馆馆藏不同时期代表性鸟兽尊，呈现在观众面前，成为可触摸的文物模型（如图 1 所示），观众可查看其细节。该技术还为文物的修复及数字化长期保存提供了支撑。

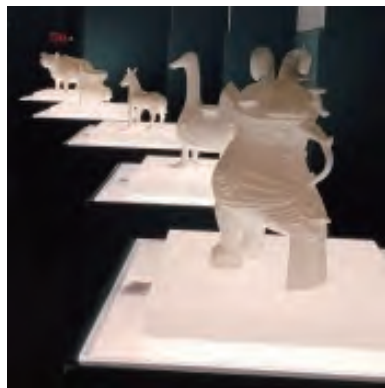


图 1- 3D 打印 5 件鸟兽尊

<sup>①</sup> AOA 是一种基于信号到达方向的高精度定位技术，核心原理是通过天线阵列测量信号相位差计算角度，结合三角测量法实现亚米级定位精度。



图 2- 犀尊的黄金分割定律和费波纳契函数

在展览的第三部分“匠心独运”中，通过将犀尊与真实犀牛进行对比，立体展示犀尊造型艺术和功能美学，依托 3D 打印技术呈现犀尊造型中所蕴含的黄金分割定律与费波纳契函数，如图 2 所示。

物联网技术在智慧展览中的应用使展馆内的各种设备、传感器及管理系统实现了高度的互联互通，不仅提升了展览的运营效率，还增强了观众的参观体验。以“数说犀尊”展览为例，通过使用物联网技术实施采集与分析，确保展览顺畅运行，提升设备管理和故障预警准确度。展览中的电子屏幕、温 / 湿度系统、互动展示设备等均接入综合运行平台，实现实时数据共享。

通过大数据分析，“数说犀尊”展览能够更加精准地理解观众的行为与需求，从而为后续优化展览的内容和形式，提升观众的参与感和满意度。

自 2023 年 5 月至 2024 年 5 月，“数说犀尊”展览内使用导览仪共计 72877 人次，其中导览内容收听达 471795 次，AR 展项的互动计 183053 次。“数说犀尊”导览仪 AR 展项的互动情况统计见表 1。

AR 展项	互动次数
出土时各器物位置	80398
DIY 绘犀尊	65227
错金银工艺	37428

表 1- “数说犀尊”导览仪 AR 展项的互动情况统计

数据显示，出土时各器物位置 AR 展项更吸引观众，该展项不仅有位置展示的知识内容输出，还有与观众的互动，相较于纯互动的 DIY 绘犀尊和纯视频内容输出的错金银工艺，更吸引观众。

## (2) 泛在互联

展厅内部署了无线局域网及有线网络，可以将展厅内采集到的数据汇聚到国博私有云平台上进行存储、治理、运算。

展览的第二部分“巧夺天工”，通过4块互动屏（如图3所示）展示了铸造工艺、锈蚀结构、构造透视和元素解析。此外，还在整幅墙面绘制犀尊外形及其云纹，选取部分位置通过“小孔成像”给观众放大呈现错金银纹饰细节。同时，通过互动设备将“数说犀尊”展览中的西汉错金银云纹铜犀尊与陈列文物原件的“古代中国”展览联动起来，使观众的视野从一个展览延伸到多个展览，在感悟历史的同时，切身体会到数字技术带给博物馆的无限可能。



图3-“数说犀尊”4块互动屏

## (3) 智慧融合

2022年，中国国家博物馆在国内博物馆行业率先建成了博物馆综合运行工作平台，实现了博物馆关键要素由物理空间到数字空间的映射。作为智慧博物馆的缩影，展览第五部分“智周万物”的可视化大屏，为展厅实现动态运维、保障文物安全、优化观展环境、提升展览体验提供有力数据参考，让数据赋能“智慧展览”建设<sup>[4-5]</sup>。



图 4-“数说犀尊”综合运行平台

#### (4) 自主学习

在“数说犀尊”的展览中自主学习主要体现在文物数据的深度挖掘。通过对文物三维扫描、高清采集、元素解析等形成的大量数据进行聚类、比对与推理，可以识别出不同文物之间的关联关系，例如造型、纹饰、工艺流程上的相似性，进而辅助学术研究。展览第五部分“智周万物”展示了文物采集和利用的完整流程。该部分陈列了四台设备，分别是多样性文物智能采集三维扫描平台、混合现实文物智能展示装置、多感官沉浸式交互显示全息金字塔、面向大量陶制文物碎片的虚拟修复智慧应用。

多样性文物智能采集三维扫描平台（如图 5 所示）由文物外观采集模块、关节臂机器人、大直径旋转平台组成，两侧机械臂承载的文物外观数据采集模块在文物两侧同时进行采集，环绕文物旋转 180 度即可实现文物外观的完整采集<sup>[6]</sup>。该设备可实现文物形状与纹理数据的同步采集与合成，可在数分钟内完成文物的外观采集，大幅提升了文物三维数据的采集效率。



图 5- 多样性文物智能采集三维扫描平台

多感官沉浸式交互显示全息金字塔（如图 6 所示）集成了场景感知的虚拟物体真实感渲染技术和多通道智能化协

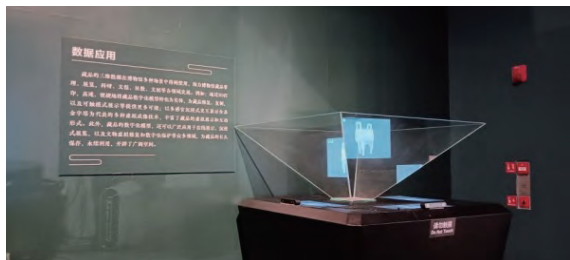


图 6- 在多感官沉浸式交互显示全息金字塔

同交互技术<sup>[7]</sup>。该设备使用 4 个深度相机捕获并提取当前真实场景的深度信息及用户的眼动手势信息，使用一个全景相机捕获并提取当前真实场景的光照信息，然后将当前真实场景的深度信息和光照信息以及用户的眼动手势信息传给工作站。工作站基于场景感知的虚拟物体真实感渲染技术对虚拟文物进行虚实融合绘制，基于智能协同交互技术让用户可以和虚拟文物自然交互。

同时还体现在展览运维与管理的优化。自主学习能够对馆内环境监测数据（温湿度、光照、人流量等）进行模式识别，逐步建立环境调控与人流疏导的知识模型。未来可通过学习人流高峰期的变化规律，提前发出预警并自动调整限流措施，不仅保障了文物安全，也改善了观众舒适度。

#### （5）迭代提升

展览第三部分“匠心独运”以沉浸式多媒体互动展示云纹知识图谱（如图 7 所示）。云纹作为一种重要的装饰元素，有着几千年的发展历史，随着时间的推移、王朝的更迭、人们审美心理的转换，每个历史时期的云纹样式，都融入了其时代基因和时代风貌。该图谱展示从远古时期到清代云纹的演进脉络并将相关纹饰与中国国家博物馆馆藏文物相关联，通过人工智能和大数据的手段为观众提供互动，观众可以随手画出云纹样式，由系统智能匹配出相应的纹饰名称。



图 7- 云纹知识图谱

### 3. 社会效益

《“数说犀尊”智慧展厅》入选“2024 年文化和旅游数字化创新示范案例”。“数说犀尊”智慧展览通过将室内精准定位、环境检测、高清三维扫描、增强现实、观众画像、知识图谱等关键技术与展览的叙事线充分融合，系统阐释文物蕴含的科技价值，该展览建设团队也因此获评“全国科普工作先进集体”。

自开展以来，央视新闻、北京新闻、新华社、新京报、中国文物报、科技日报、中国新闻网、光明日报等多家新闻媒体对展览进行报道。“数说犀尊”展览作为运用数字技术诠释文物的成

功案例，“数说犀尊”展览借助数字化手段，更好的展示了中华优秀传统文化的独特魅力。自2023年6月开展以来，“数说犀尊”展览接待了来自国内外多家博物馆和文博培训机构参观学习，培养了具备数字技术应用能力的博物馆人才，为博物馆数字化转型提供保障。如图8所示，“数说犀尊”展览的月均接待游客量13万余人，使观众更直观地了解文物价值，提升文物保护意识，增强公众对文物保护工作的理解和支持。“数说犀尊”展览成功打造了“犀尊”IP，提升了中国国家博物馆的文化品牌价值，为后续文化产品的开发和推广奠定了基础。2025年1月平均每天参观“数说犀尊”游客人数统计如图9所示。



图8- 截止到2025年3月28日参观“数说犀尊”游客人数统计



图9- 2025年1月平均每天参观“数说犀尊”游客人数统计

### 三、结论与展望

“数说犀尊”展览通过透彻感知、泛在互联、智慧融合、自主学习、迭代提升五大技术路线与 VR、AR、大数据、人工智能等先进技术的融合，不仅丰富了展览的表现形式，提升了展示内容的交互性和观众的沉浸体验，也推动了文化遗产保护与展示方式的现代化转型。智慧展览不仅仅是展示平台，还通过技术手段实现了文化内容的更好传播与讲解，增强了文化自信，使文化展示更具时代感和吸引力。“数说犀尊”展览的成果表明技术与内容的有机结合是展览成功的关键。只有将文化内容与技术手段巧妙融合，才能真正创造出既有深度又有广度的展示效果。“数说犀尊”将传统文物与现代科技相结合，为观众呈现了一个充满互动性、沉浸感和参与感的展览。不仅吸引了年轻观众，也吸引了更多国际观众的目光，进一步推动了文化的全球传播。“数说犀尊”智慧展厅的成功实践，为未来智慧展厅的建设提供了宝贵的经验和借鉴。未来更多的博物馆和展览馆能够通过智慧展厅的建设，推动文化传播的数字化转型，让文化遗产在数字时代焕发新的生机与活力。

“数说犀尊”的遗憾是，未能实现对于展厅人流舒适度的自主学习与临界值设定，以及人流量的提前预警的规划功能的迭代提升。其主要原因是展厅的承载力一直未达到上限，出现限流的情况。智慧展厅不仅要注重先进技术的应用，更要探索如何将技术与文化的创新展示相结合。通过对技术的创新应用和数据驱动的模式，实现传统文化与现代科技的深度融合，推动文化的创新性传播和全球化发展。未来，智慧展厅的建设应继续关注技术创新、个性化服务、绿色发展与跨界融合，为观众提供更加丰富、多元、互动的参观体验，推动文化产业的持续创新与升级。

## 参考文献

- [1] 王春法. 关于智慧博物馆建设的若干思考 [J]. 博物馆管理, 2020,(03):4-15.
- [2] 李洋. 博物馆文物三维数据采集技术探析 [J]. 博物馆管理, 2020,(03): 80-89.
- [3] 李华飙. 馆藏文物三维模型的数据质量评价方法研究 [J]. 博物馆管理, 2020,(04): 5-10.
- [4] 王开. 博物馆个性化用户画像的构建及其应用 [J]. 信息技术与信息化, 2020,(01):11-16.
- [5] 马玉静. 博物馆观众画像构建应用与实践探讨——以中国国家博物馆为例 [J]. 博物馆管理, 2021, (04):15-26.
- [6] Cheng Bin, Zhao Junli, Duan Fuqing. Material Reflectance Property Estimation of Complex Objects Using an Attention Network [C]. VR Workshops 2022: 632-633.
- [7] Dai Danqing, Shi Xuehuai, Wang Lili, et al. Interactive Mixed Reality Rendering on Holographic Pyramid [C]. 2022 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), IEEE, 2022: 483-492.

# 物华天宝

南京博物院  
2023

同样属于“一物一展”的类型，为达成观众从感知到认知、从体验到理解，进行了有价值的努力和尝试，是进一步深化和拓展藏品数据应用的新探索。首先，在藏品数据建设层面，从单一藏品的本体信息出发，由点及面，构建与物有关的知识全景；其次，在藏品数据利用层面，将藏品相关的知识进行合理解构以满足符合观众认知特点的多维度分层获取知识的学习场景需求，在观众的探索行为中实现文物数字资源从“图像活化”向“知识活化”的进阶；最后，基于上述理解和认识，完成了定制化的数字装置和展示系统的设计与研发，实现了在有限的空间中同时满足对文物本体的沉浸式展示和对文物所蕴含的知识的可视化表达。

# “物华天宝——数字文物之美”案例解析

张莅坤 张晓婉 刘佳

(南京博物院)

## 一、项目背景

近年来，在社会对文化日益多元化需求的推动下，博物馆正进入到一个以数字化转型为特征的快速发展时期，并经历着从“保管机构”向“文化枢纽”的角色兼顾，即以物为中心的收藏、研究者拓展到以观众为中心的文化阐释和文化体验提供者。显然地，快速发展的数字技术为这一转变提供了可能。

在过去的十多年，在国家政策和资金的大力支持下，更多的博物馆开展了藏品数字化和数字化展示利用的相关工作，积累了较大的数据规模和一定的藏品数字化展示利用的经验。然而，随着新技术的深入应用，行业痛点也日益凸显。尽管技术驱动的采集工作成效斐然，但普遍存在着“重采集，轻利用”、“重技术，轻内容”的结构性偏差。这导致大量珍贵的数字化成果往往止步于图像、三维模型与基础元数据层面，成为缺乏深度语义关联和上下文信息的“沉寂”数据孤岛，使得数字文物资源陷入“可视而不可用”的状况之中——文物数字资源难以真正服务于深度的学术研究、叙事化展览展示、有效的公众教育和创新性文创开发。

针对这一现状，南京博物院于2023年重点打造了数字化项目——“物华天宝——数字文物之美”，旨在基于“物的文化中介性—知识的语义建模—公众的参与式再生产”的三重理论，通过高精度三维采集、知识图谱构建及语义关联技术，将文物数据转化为结构化知识网络；依托线上线下多场景应用，实现“可感—可知—可悟”的阶梯式认知与公众参与式知识再生产。并由此探索出藏品数据有效利用的可行路径，即以“物”为基础、知识系统为核心、技术为桥梁、用户参与为驱动的路径，为推动文物资源从“图像活化”向“知识活化”跃升，为解决“重采集，轻利用”、“重技术，轻内容”的文博领域结构性偏差提供可复制的创新模式。这一项目也彰显着南京博物院对博物馆展览的新的认识理念——“通过特定形式”，“为观众认识事物创造条件”，“让观众感受惊奇，获得审美体验，深化理解”，“进而调动自主学习的积极性”。

## 二、案例解析

### 1. 最初的探索——错金银铜牛灯三维模型

早在 2000-2001 年期间，南京博物院信息化团队运用当时前沿的三维模型搭建技术，对东汉错金银铜牛灯进行了三维还原、结构拆解、功能演示，打造了国内第一件数字文物——东汉错金银铜牛灯三维文物，用数字点亮了这盏汉代的“缸灯”，燃起灯火并展示它的环保净化烟尘的功能。这件作品被教育部收入现行大学教材《博物馆学概论》中。随后南京博物院和上海博物馆合作，将这一技术应用到更多青铜器的三维重建中，特别是对青铜浇铸成型过程的动画式数字解读。此后相当一段时间，受限于当时的技术条件和开发成本等多种因素，如文物数字建模拼接靠人工、纹理纹饰精度差、运算与存储资源昂贵、展示插件兼容性差，类似的文物三维数字化工作没有得到持续性开展，其在博物馆保护、研究、展示业务中的应用价值也难以得到真正的体现。

到了 2022 年，随着数字技术的进一步发展，以及前文提到的博物馆以“观众”体验为中心的知识生产与互动模式的新定位。南京博物院数字化团队认为时机已经成熟，重启了中国第一件数字文物“东汉错金银铜牛灯”的再制工作，以高精度创意三维动画配合特效包装，打造了“汉光熠熠——南京博物院藏错金银铜牛灯之美”数字展示作品。本次数字化展示全方位展现了汉代错金银铜牛灯的文物之美，并通过拆解灯具结构，依次介绍错金银铜牛灯在环保、工艺、纹饰

和人体工学等领域的特殊价值，同时展现南京博物院在考古发掘、文物保护、陈列艺术等方面的综合研究成果，突出错金银铜牛灯的工艺及纹饰、灯具结构，以及各部分的工作原理，以精美生动的数字动画，拉近千年文物与观众的距离，带领观众了解错金银铜牛灯的精湛工艺与艺术特色，一瞥汉代先民的智慧。作品一经发布即备受关注，并于同年获得国家文物局“文明瑰宝 互鉴使者”全媒体传播作品推介工作优秀项目奖。



图 1- “汉光熠熠——南京博物院藏错金银铜牛灯之美”数字展示作品

## 2. 展示系统探索：“物华天宝——数字文物魔方”展示装置项目

南京博物院研发团队基于“数字铜牛灯”项目的成功经验，秉持“一物一展”的理念，以精品文物数字展为切入点，打造了“物华天宝——数字文物魔方”展示项目。项目采用高精度采集设备，针对 94 套共 143 件珍贵文物实施“一物一策”的定制化采集方案，单件文物采集精度优于 0.1 毫米，平均单张文物贴图数据超过 6700 万像素，最终形成 5.31TB 的高质量文物数字资产。

在“可感—可知—可悟”的知识建构框架指导下，展示装置的内容开发围绕每一件文物展开系统化研究，依托史料文献与文物本体信息，从结构形式、材质纹理、装饰纹样、历史语境、工艺技术、发展脉络乃至同类器物的传承演化等多个维度进行深度解析。基于这些研究成果，团队构建了完整的图形化知识表达体系，通过高保真的三维建模与语义拆解，将复杂的文化信息转化为结构化、可交互的认知单元，形成以数字文物为核心的复合型知识图景。

在技术实现层面，展示系统以三维数字文物模型为主载体，构建了一套集观赏、互动、导览于一体的新型数字展示平台。装置正面采用高分辨率折型小间距 LED 屏，实现裸眼 3D 效果，突出文物的空间感与细节呈现；背部则布设六块 OLED 屏幕，承担信息交互与图形化解读功能，可对多个单体文物进行多层次、多语义的知识展开。系统支持“一物一展”机制，每一件文物均具备独立的交互界面与知识结构，突出文物个性与语境关联。

为适配观众的非线性认知路径，系统采用“壁纸级”高清定角度影像与“短句短语”式信息提示相结合的展示逻辑，将复杂知识切分为轻量化、易吸收的信息片段，在引发关注文物之美感体验的同时实现自然的知识迁移。非菜单式交互机制进一步强化了系统的探索性与开放性，观众无需遵循固定路径，而是在自由点击、滑动、旋转等操作中，以自身兴趣为线索展开“意义生成”的过程。无论其探索的深度或广度如何，每一次交互都构成一段完整的观展体验，体现出数字展示系统“由物发问、因感入知、以知致悟”的核心路径逻辑。

在实际操作中，团队依据文物材质、尺寸与复杂度，制定“一物一策”的个性化采集方案。例如，针对南朝石刻、古建构件等大型不可移动文物，采用多源融合的结构光扫描与激光雷达建模技术；而对玉器、金银器等小型高反光藏品，则采取多角度摄影测量与微距纹理重建相结合的方法。通过定制化的异构技术组合，不仅提升了数据精度与适用性，也为行业数字化标准提供了范例。

系统创新性地嵌入了展厅位置索引功能，观众可通过导览图实现虚实联动：既可由数字展示引导至实体文物进行对比观赏，也可在参观实物后返回装置深理解。这一机制有效构建了数字与实体展览的知识闭环，显著提升了展览的可读性、亲和力和教育效果。



图 2- “物华天宝——数字文物魔方”展示装置

### 3. 知识系统数字重构：从数据采集到语义关联

在后续的工作中，南京博物院研发团队并未止步于数据资产的积累，而是通过构建面向知识系统的数字重构路径，借助知识图谱技术，团队以“实体—属性—关系”为核心构建模型，将文物与其相关的人物、时间、空间、工艺、风格等要素进行系统归纳与语义连接。

知识图谱作为连接文物数字资源与用户需求的桥梁，不仅提升了文物数据管理与利用的效率，更为文化遗产的研究、展示与传播开辟了新路径，是推动文博行业数字化转型的关键基石。知识图谱在文博数字化内容建设中具有显著优势，有效促进了文物数字资源的整合、管理和活化利用。它通过构建文物及相关实体（如人物、地点、事件、工艺等）的结构化语义网络，实现了分散异构数据的统一管理，使文物信息嵌入多维关系网中，支持跨馆藏和跨领域的深度挖掘与综合利用，提升数据价值和可用性。同时，知识图谱增强了文物资源的智能检索与推荐能力。相比传统关键词检索，知识图谱支持语义和关系的复杂查询，精准捕捉用户模糊或多

条件检索意图,实现文物及其关联知识的精准定位。其关系推理功能揭示文物间潜在文化脉络,拓展探索路径,丰富文化认知。

此外,知识图谱促进数字文物内容的再利用和多场景应用。通过关联文物工艺、历史背景、艺术特色及制作人物等知识点,为策展设计、数字展览、学术研究、公共教育和文创开发提供丰富知识支持,发挥数字资源的社会经济效益。它亦支持数字修复与文化遗产,实现文物数字内容的创新延展。更重要的是,知识图谱构建了开放共享的协同创新平台,依托统一的本体标准和开放接口,促进博物馆及文化机构间数据互联互通,打破信息孤岛,推动文化遗产跨区域、跨学科协同共享,提升公共文化服务的公平性和覆盖面。

为支撑该系统运行,团队联合陈列部、典藏部与研究人员,围绕展览策划需求,建立了覆盖9项客观结构化指标(如材质、形制、功能)和6项主观描述性指标(如艺术风格、文化意涵)的文物知识本体框架,并对近百件珍贵藏品进行数据建模,构建出包含230项指标、2.3万余条知识点的高密度知识数据库。

该知识系统不仅实现了藏品间的语义聚合与关联推理,还支持语义检索、可视化路径探索、主题聚合等前端功能。观众可从一件文物出发,逐步展开其背后的历史背景、相关人物、同类藏品与时代工艺,从而跳脱“看图说话”式的浅层浏览,进入“以物为媒”的深度探索。

同时,该系统还充分考虑公众理解力与交互习惯之间的平衡。在界面设计中避免信息爆炸式堆叠,采用图谱引导、弱菜单化、路径可调节等方式,让用户基于自身兴趣进行探索,促进意义生成的共建过程。这种非线性、互动性强的展示策略,不仅提高了用户黏性与参与感,也更符合解释学关于“理解生成”的过程性与开放性观点。

更重要的是,该知识系统具有良好的可拓展性与协同能力。通过开放数据本体与API接口,可与其他博物馆资源进行语义对接,具备构建区域性、行业级乃至国家级数字文化知识基础设施的潜力。其技术架构与应用路径,已为文物修复辅助、文创开发、教育课程设计等领域提供重要支撑,推动知识体系向更广泛社会功能扩展。可以说,南京博物院以“物本位”为核心,围绕数据采集、知识建构与语义展示构建起一套系统性的数字重构路径,不仅纠偏了技术主导倾向,遏制了娱乐化误区,更为行业提供了可复制、可落地的知识图谱应用范式。其经验表明,知识系统建设是实现文物活化、观众认知深化与文化价值创造的关键环节,应成为博物馆数字化未来发展的战略重点。

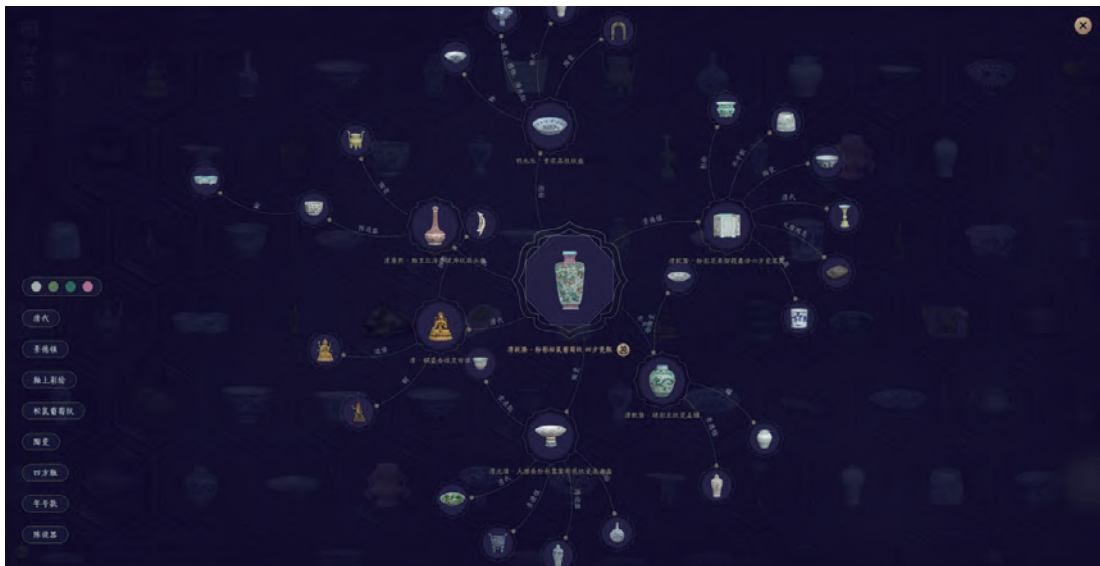


图 3- 数字文物知识图谱

#### 4. 公众的参与式知识再生产：线上 + 线下活化利用实践

围绕“线上 + 线下”的融合路径，本项目探索出一套以文物数字资源为核心、以公众参与为导向的创新实践体系。

在线下场景中，“物华天宝——数字文物魔方”装置融合裸眼 3D、三维建模、多模态交互识别技术，实现文物的高精度可视化和互动解读。该装置不仅能够将复杂文物知识通过图形化方式转化为直观、可操作的体验内容，还支持实时的导览与导航服务，年均使用频次高达 292 万次，充分体现了公众的数字参与热情。在“博物馆奇妙夜”等主题活动中，团队进一步突破空间限制，利用艺术馆建筑本体进行文物主题的光影投影演绎，制作三维文物叙事影片、裸眼 3D 数字影像及绘本视频，营造出沉浸式、叙事性、可感知的数字文物新体验，有效拓展了文物传播的文化边界。

在线上，推出“物华天宝——数字文物之美”专题网站与微信小程序，构建起集三维文物展示、语义关联导航、知识图谱结构化解读于一体的多终端内容生态。该平台采用 H5 轻量化、模块化架构，使数字展览更易于复制、部署与更新，全年访问量突破 500 万次。其中国宝级文物知识图谱云展览达 13 套，南朝石刻及专题特展云展览共计 6 套，累计访问用户超过 370 万人次。“以数见物”的策略亦推动了南京博物院的文物教育资源广泛应用于“进学校、进社区、进展会”的系列社会教育活动中。



图 4- 数字文物建筑投影灯光秀

“线上+线下”的融合路径，体现了以“物”为中心的知识系统向以“人”为导向的认知生态的重构。在强调实体文物知识表达的同时，通过技术中介将公众引入文物理解的多层语境，打破专家中心主义与单向知识灌输逻辑，帮助公众自主选择并构建与此文物相关的知识体系。参与式数字展览不仅是观众知识的接收终点，更是文物意义共建、文化传承共创的起点。

### 5. 数字技术驱动“无界博物馆”：多场景数字化活化利用实践

南京博物院借助数字技术，从展览、教育到无障碍服务进行多场景数字化实践，不仅打造了“无界博物馆”，更重构了博物馆公共文化服务的角色与边界。

在江苏省文化和旅游厅“数见苏韵·家门口看大展”数字巡展活动中，南京博物院提供标准化的裸眼 3D 折幕装置和数字资

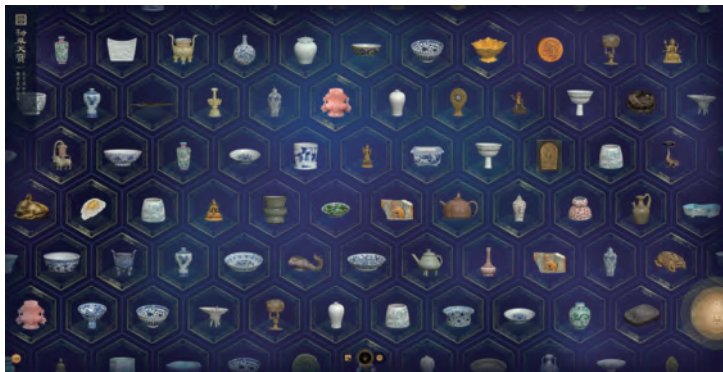


图 5- “物华天宝”网站首页

源支持，推动“大馆带小馆”机制落地，实现在地文化资源的共享与激活。从2024年9月—2025年7月，数见苏韵·家门口看大展”活动以“数字展+珍贵文物+文创艺术”展示相结合的形式已走过全江苏省13个设区市，分为“见物——让文物活起来”“见展——让文化活起来”“见证——让遗产活起来”“见面——把博物馆带回家”等板块，将优秀文博资源送达基层。209.7万人次观众在家门口欣赏国宝文物，其中连云港市博物馆举办的“数见苏韵·家门口看大展”连云港站展览，单日接待观众数量突破4.2万人，刷新江苏省备案博物馆单日接待量的最高纪录。以“屏”为媒、以“数”见物是巡展的一大特色，数字技术在展览展示与文物活化利用方面贯穿始终，助力文物“活现”。

在教育场景中，南京博物院积极构建“南博‘云’学堂”“中华文物我来讲”“探索南博镇院之宝”等数字教育品牌，将“玉润中华”“错银铜牛灯”“竹林七贤模印砖画”等文物的三维数据与语义知识点转化为结构化学习资源，支撑分众化课程开发。项目促进了馆校、馆社协同共建，以数字文物为核心纽带连接教育系统与公共文化系统，探索文物资源在教学、研究、社群营造中的二次赋能路径。

更进一步，南京博物院将文物数字化延伸至无障碍文化服务，与江苏省残联、中国盲文手语研究与应用中心、南京特殊教育师范学院等机构联合开展“可达性文化产品”开发项目。



图6- 数字文物裸眼3D折幕展示装置

通过三维打印与触感雕刻技术辅助视觉障碍人群感知文物纹饰，使用高对比度影像增强技术服务视觉障碍用户，开发手语导览内容服务听障观众，切实拓展了文化平权与包容性服务边界，为特殊群体提供了可感、可参与、可理解的文化数字产品。

南京博物院在上述博物馆公共文化服务领域的实践，成为更多博物馆可参考和借鉴的重要样本。

### 三、案例总结

围绕数字文物活化这一目标，南京博物院以“物的文化中介性—知识的语义建模—公众的参与式再生产”的理论框架为指导，以“物华天宝——数字文物之美”项目为例，探索出具可操作性、可拓展的创新模式。实践表明，文物数字活化的本质在于回归文物作为文化意义中介的核心属性，通过结构化语义关联打破“数据孤岛”，以知识系统为引擎驱动资源价值释放；而“物本位—知识重构—用户参与”的深度耦合是突破“可视不可用”瓶颈的关键。该模式成功构建了“博物馆+公众+社区+教育”与“博物馆知识+展览+展会+文创+新媒体传播”等链接，从而为展览、教育、研学、文创、传播提供高品质的服务供给，为文博行业的数字化发展提供了宝贵的经验。但是这一方案也面临一些可能的风险和不足，如技术迭代与设备维护带来的高成本、采集过程中的文物安全风险、观众不断提高的互动体验要求、数据治理与共享机制标准缺位等问题。这些问题还有待进一步在学术研究和行业实践中共同探寻解决方案。

# 坤輿万国全图

南京博物院  
2025

LBE VR 大空间是近两年来文旅行业的技术应用热点。作为国内博物馆第一个自主开发的此类项目，以《坤輿万国全图》为展示对象则具有了更大的挑战。项目组立足于南博收藏和南京这一地理位置，深度挖掘了《坤輿万国全图》及另外 27 件院藏文物（如明大报恩寺琉璃塔拱门）的内涵，结合明代重大历史事件、明代南京自然和人文景观，通过三大篇章、六个场景和十八个分镜，带领观众在 30 分钟内完成了一场跨度超过四百年的时空穿越，沉浸式了解明代历史背景下中外文明的交流互鉴。这一案例较好的诠释了“内容 + 体验”这一代表未来文化阐释和呈现的方向。

## 《观天下·坤舆万国全图》VR 大空间沉浸式展览案例

张莅坤 张小帆 崔小英 高杰 徐小虎 任彦馨 连凯  
(南京博物院)

在数字经济时代，跨越领域界限、突破技术认知壁垒、推动内容与技术的深度融合，已经成为博物馆拓展发展空间的重要路径之一。博物馆展览语言与大空间叙事语言之间既有相通之处，也存在差异。作为国内首个博物馆原创大型项目，南京博物院策划推出的“观天下·坤舆万国全图”大空间沉浸式展览，集中体现了当前大空间项目在文物构建、沉浸体验、全景叙事与30分钟观看市场等方面的典型特征。项目以《坤舆万国全图》这一核心文物为基础，在故事情节、场景分镜、角色台词、节奏转场与观众引导等多个维度，积极探索传统展览理念与VR大空间数字叙事逻辑的融合路径。



图1-“观天下·坤舆万国全图”VR大空间沉浸式展览海报

## 一、项目背景

### 1. 政策背景与博物馆热

当前，国家层面持续推动文化数字化发展。文旅部 2020 年《关于推动数字文化产业高质量发展的意见》明确提出实施文化产业数字化战略；2022 年工信部等五部门联合发布《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划》，探索在文化旅游领域实施“VR/AR 沉浸式旅游体验”工程。在此背景下，江苏省于 2024 年 9 月出台《关于推动省直博物馆高水平开放高质量发展的若干政策措施》，以机制创新推动全省博物馆从“量的增长”向“质的跃升”转变。伴随“博物馆热”持续升温，头部博物馆供需矛盾日益凸显：2024 年全国博物馆观众达 14.91 亿人次，同比增长 15.4%；南京博物院年接待量 568 万人次，增长 13.6%。面对持续增长的文化需求，如何将“流量”有效转化，优化文化产品与服务供给，以文化赋能经济社会发展，已成为南博面临的重要课题。

### 2. 市场与技术环境剧变

VR 大空间技术（LBE）依托高精度空间定位、实时渲染、多模态交互，将虚拟内容与物理空间深度融合，创造出虚实交织的沉浸式体验。目前该领域已趋于成熟，实践案例呈爆发式增长，但也普遍存在作品质量参差、“重技术轻内容”“重产品轻运营”等问题，“劣币驱逐良币”现象日益明显。在多重不确定因素制约下，博物馆行业难以下决心躬身入局，大多选择与外部项目合作运营、票房分成，而非直接投入研发。然而，商业化 VR 作品往往与博物馆所要求的文物考证严谨性存在冲突。面对这一轮技术浪潮，博物馆应如何应对，已成为南京博物院亟需回应的重要命题。

### 3. 题材优势

在南京博物院四十三万件/套文物藏品中，策展团队选择“镇院之宝”《坤舆万国全图》（1608 年彩色摹绘本）作为 VR 大空间展的核心题材。《坤舆万国全图》刻印于明代万历三十年（1602 年），是现存时代最早、内容最完整、信息最丰富的中文世界地图。南博所藏摹本尺幅宏大（3.8 米 × 1.92 米），图文内容极为丰富，涵盖椭圆形世界全图、九重天图、天地仪图、日月食图等天文地理插图，以及散布于各大洲与海洋中的 10 艘航船、23 种异兽，并标注地名逾千处，附有大量说明文字。该图开创了世界地图绘制的先河，标志着中西方地理知识的交汇融合，具备不可替代的文献与史料价值。此外，《坤舆万国全图》内容与 VR 大空间技术高度适配。

VR 系统凭借六自由度全景叙事、支持观众“边走边看”的特征，而文物本身所具备的海量图文信息具有丰富数字资产开发可能，“人在图中走”是一个具有代入感的叙事切入点以及内容和技术的适配点。2025 年南博推出“观天下·大明的世界”实体特展，作为“文物里的中华文明特性国际表达讲好中国故事”系列展览之一，该展以宏观与微观相结合的视角呈现明代中国人的世界观，而《坤舆万国全图》是其中最具代表性的展品之一。此次上线的“坤舆万国全图 VR 大空间展”和“观天下·大明的世界”实体展览相衔接，其数实结合的展览模式是南博让文物“活起来”的积极探索。



图 2- 南京博物院藏《坤舆万国全图》

## 二、展览策划

### 1. 从困境到破局

面对在 VR 大空间领域零认知基础的困境，南京博物院组建了跨部门专班，确立了将项目严格纳入博物馆展览逻辑、以自身文物藏品为核心、以数字技术为叙事驱动的根本原则。团队对 12 个国内外标杆案例开展深度调研，系统构建起从技术实现、内容创作到运营管理的完整认知体系，并高效完成了从市场分析、策展方案到预算评审的全套支撑方案。这一过程成功预估了项目核心



图 3- 南京博物院“观天下·大明的世界”特展

风险，也推动团队实现了从“零基础”到“准专业”的能力蜕变，为项目的科学决策与顺利落地奠定了坚实基础。

## 2. 首要核心在贯彻博物馆展览策划的基本逻辑

项目深度挖掘了《坤舆万国全图》及另外 27 件馆藏文物(如明大报恩寺琉璃塔拱门)的内涵，结合明代重大历史事件、明代南京自然和人文景观，从“大明看世界，世界看大明”的双向视角阐释明代历史背景下的中外文明交流互鉴。通过“观天下”“涉沧溟”“通四海”三大篇章，及“舆图天地阔”“扶摇九重天”等六个场景 18 个分镜，带领观众在 30 分钟内“上天、入地、下海”，完成一场跨越四百多年的沉浸式时空穿越。

项目的重点在于如何将博物馆展览的专业性、教育性（导向、科学、传播、创新、审美等原则）与 VR 技术的娱乐性（交互、沉浸、想象）有机结合，并寻求两者之间的平衡点。以《坤舆万国全图》为中心，从其蕴含的“天与地”“地与海”“海与船”“船与人”“人与图”的自然与人文关系出发，推导出“可上天”“可入地”“可下海”的宏大、多元又富有细节的叙事方向；根据其历史背景确立以“观天下”为主题的内容脚本，以明永乐时期的“郑和下西洋”航海壮举和“南京大报恩寺琉璃塔”为重点展示“大明的世界”；根据意大利传教士利玛窦和明代士大夫李之藻等在地图上记录的撰文注解及丰富的地理信息，确定了“文明交流互鉴”的叙事主旨。



图 4-“郑和下西洋”船队场景

### 3. 空间叙事能力增强了 LBE VR 体验逻辑

VR 大空间是集数字、物理、心理与社会空间于一体的集合，在 VR 大空间展览中，空间既是叙事载体也是叙事的构成要素。基于“空间即叙事”的核心理念，“坤舆万国全图”VR 大空间展尝试将展览语言转化为空间叙事语言。以“地图”“航海”“交流”为关键词，策展团队自主完成了展览文本和故事脚本，包括“观天下”、“涉沧溟”、“通四海”三个篇章、六幕场景和 18 个分镜；在设计环节，通过将实体展览的“部分—单元—小节”及电影叙事结构“序幕—开端—发展—高潮—结局—尾声”转化为 VR 大空间中的“场景—分镜—道具”，构建出以单件文物 IP 为核心的博物馆 VR 叙事语言，并凸显其交互性、沉浸性、想象性的特征，有效地将观众从物理空间拉入到“穿越”四百年时空的数字空间，并帮助观众在 30 分钟的有限时长内达成对主题内容的了解和体验。

### 4. 去 NPC<sup>①</sup>化的观众新代入体验模式沉浸感更强

VR 叙事与传统叙事方式一样需注重代入感、节奏控制、内容吸引力与动线引导，以避免出现无字幕叙事中观众注意力分散等问题。这需要综合运用剧情、场景、转场、角色、道具、台词与音效等多种手段。其中，角色塑造与台词设计尤为关键——既要串联空间与情节，保障叙事连贯，又需融入虚拟环境，避免打断用户的沉浸体验。项目摒弃了 VR 大空间常用的“数字人讲解员”导览模式，在数字人身份设置上尝试“去讲解员”模式，通过精心设计六位具有特定身份的剧中角色的对话与旁白，在“无字幕叙事”环境中有效集中观众注意力，并自然传递核心知识。这种尝试让观众跟随剧情自由参观以获得更多的沉浸感，与博物馆实体展览中用展览语言和语音导览引导观众自由参观的观展方式异曲同工。

剧中共设置了六幕场景中的六个角色。裱画师、利玛窦、李之藻在场景一和场景二中，通过对话向观众阐释《坤舆万国全图》所蕴含的天文地理知识，让观众了解到文物相关知识。火长在场景三和场景四中以极具亲和力的画内台词，与观众产生互动，引导观众在甲板、礼品房、司针密室中探寻大明远洋的秘密。约翰·纽霍夫和狮羊兽在场景五和场景六中承担着从探秘到解密的关键作用，其中，狮羊兽被赋予“剧中人+旁白者”的双重身份，以其第二人称的画外音贯穿六大场景，成为连贯整个空间叙事、引导观众“入图”与“出图”的核心线索。

<sup>①</sup> 非玩家角色 (non-player character, 简称 NPC)，游戏术语，游戏中的角色类型，与玩家角色相对，指的是电子游戏中不受真人玩家操纵的游戏角色，这个概念最早源于单机游戏，后来这个概念逐渐被应用到其他游戏领域中。

### 三、实施过程

在“坤舆万国全图”VR展览的具体推进过程中，策展团队在展览的内容呈现和技术应用中，都面临着全新的挑战。在内容呈现上，如何在有限的沉浸体验中，实现深度的文化叙事与教育功能是一个核心难点；在技术运用中，如何克服技术瓶颈，规模化生产高质量、风格统一的数字内容，并保障稳定的沉浸体验是策展团队要面临的首要问题。

#### 1. 内容呈现

难点主要表现在以下三个方面。一是在VR展览30分钟的时长限制下，既要保证《坤舆万国全图》历史、地理信息的完整知识传递，又要避免内容流于表面的场景叠加。二是在赋予观众“自由漫步”探索权的同时，如何确保其能跟随核心叙事主线，不错过关键内容。三是如何将严谨的文物考证（如郑和宝船结构、牵星板用法）转化为既准确又具有视觉冲击力的VR场景。

面对这样的难题，策展团队因症施策，以创新思路开拓可行路径。首先，采用强故事线驱动来解决叙事时长与体验时长之间的矛盾，以“一天一夜”为时间轴，通过“观天下-涉沧溟-通四海”的篇章式结构，将知识要点有机融入一个连贯的探险故事中，使观众在剧情推进中自然吸收信息；其次，创新性地采用“去讲解员”式的角色引导系统从而平衡沉浸自由与叙事引导，通过利玛窦、火长等六个剧中角色的画内对话与画外音，自然承担起知识讲解、情节推进和行动指引的功能，实现“无痕”却有效的叙事引导；最后，将科研与创作深度融合，在严格遵循历史考据的基础上，运用好莱坞影视级特效（如Houdini引擎）和8K超高清画面，将学术数据转化为“九重天”粒子特效等视觉奇观，实现知识性、艺术性与震撼体验的统一。

#### 2. 技术运用

难点主要体现在以下四个方面。

一是在传统方式下，将不同年代、风格的文物数据统一呈现于VR场景中，需大量人工重新建模、上色，效率极低（单件文物需1—2天），且难以保证视觉一致性。面临如此挑战，策展团队创造性应用AIGC技术结合LoRa技术<sup>①</sup>。通过AI workflow，输入文物特征数据，批

<sup>①</sup> LoRa (Long Range) 是一种低功耗广域网 (LPWAN) 通信技术，由 Semtech 公司开发，主要用于物联网 (IoT) 应用中需要远距离通信、低功耗、高可靠性且低数据速率的场景。



图 5- 应用 AIGC 技术制作数字内容

量生成风格高度统一的 VR 数字资产,由此将单件文物的创作时间从 1—2 天缩短至 1 小时以内,并成功解决了离散风格文物数据的视觉整合难题。

三是长时间佩戴 VR 设备易导致眩晕和疲劳,影响观众体验效果。策展团队采用“轻便头显+精准时长”的体验设计,使用更轻便的设备,并将体验时长精准控制在 30 分钟的市场主流区间内,有效缓解生理不适,同时通过大空间 XR 技术确保“完全沉浸”的核心体验需求。

四是数字内容容易被单一项目锁定,无法实现可复用性。为此,构建可复用的高精度数字资产库,本项目生成的数字资产精度远超出当前显示需求,旨在为未来所有数字应用提供高质量的“数据基础”,实现一次投入、长期复用,从根本上推动博物馆数智化应用的可持续发展。



图 6- 轻便头显设备

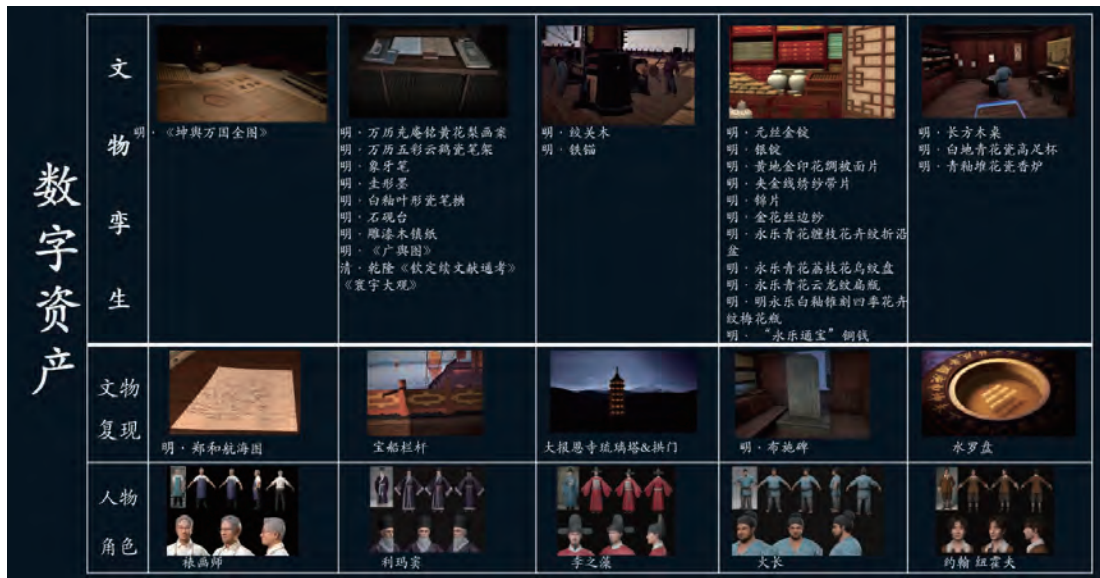


图 7- 高精度数字资产库

### 四、运营体验

此次 VR 大空间展览创新采用“直投自建”模式，通过掌握内容、技术与数字资产的主导权，实现了项目的深度定制与可持续运营，从 2025 年 7 月 10 日开展至 12 月 31 日，共接待 12.48 万观众，单日最高运营记录超 2800 人次，总收入超 2600 万元。在运营层面，结合南博“大观厅”的空间特征，为提升接待能力，降低运营风险，项目通过“双厅异图”的空间设计方案：将整体的“回”字形空间中的行走体验空间分为 370、380 平方米两个空间，由于两个空间形状有



图 8- 智能运营播控系统

区别，故团队对 VR 内容的地图做出相应调整，设计了两条不同的动线来匹配。两个独立运行区域，既将接待能力提升至 170 人 / 小时，又实现了故障隔离与运营韧性；同时，开发的智能播控系统可以实现设备状态与观众进度的实时监控、三分钟快速组队，并通过数据驱动的内容优化保障体验流畅。

为弥补 VR 体验无法拍照的传播短板，项目在线下打造了系列主题艺术装置与知识解读设施，形成完整的打卡传播链条；并通过覆盖公交、地铁、商圈、高铁、院线等八大场景的立体宣传矩阵，持续推高展览热度，构建了虚实联动、运营高效、传播有力的博物馆数字化创新模式。



图 9- 南京博物院 VR 大观厅主展厅外装置图

## 五、博物馆 VR 大空间展览未来发展构想

团队基于国内外博物馆 VR 展览案例和南博“坤舆万国全图 VR 大空间展”的分析，对博物馆 VR 大空间展览的未来发展提出以下几点构想。

第一，持续深耕内容，强化叙事表达。VR 大空间展览应以学术严谨性为不可退让的底线，其核心在于内容阐释，而非单一的技术呈现，内容的学术性、思想性与表现力构成此类沉浸式

展览的根基。在资源有限的情况下，博物馆可通过精准投入、技术适配、模式创新实现“成本优化”而非“品质妥协”。国外案例的成功经验证明，高投入并非保证学术严谨的唯一途径；学术深度和严谨性并非仅能依赖高成本，还可以通过跨学科协作机制保障内容和体验的质量。国内实践则显示，依托本土技术、复用资源、政策支持，构建低成本高质量模式是可行的。博物馆应将内容创作置于项目的核心地位，持续投入更多资源进行学术研究与创新转化，确保VR内容的准确性、IP的深度挖掘价值以及对公众的吸引力。最终，博物馆通过“学术聚焦+技术分级+模式多元”的多元模式，让VR展览在保持文化传承严谨性的同时多角度呈现文化遗产的内涵。

第二，加强跨界合作，探索多元模式与创新，确保可持续运营。鉴于VR展览前期的高投入及复杂的运维，博物馆可积极探索多元化的商业模式，以实现项目的可持续发展。在传统门票收入的基础上，可考虑拓展包括与展览内容相关的数字文创产品开发、IP授权、教育课程开发、企业赞助等渠道，避免“重建设轻运营”的风险。同时，博物馆应继续深化与企业、高校、研究机构等的合作，在合作中注重主导权与知识产权归属管理，确保博物馆具备足够的项目主导力与内容衍化能力，并通过跨学科、跨行业协作，聚合各方优势资源，推动VR大空间展览在技术、内容及运营模式上的创新，实现双向可持续发展。在此基础上，博物馆还可进一步探索“虚实结合”路径，既发挥博物馆实体空间与实物藏品的独特优势，又可通过VR技术实现传统展陈难以呈现的空间构造、时间变化与行为交互，从而突破实体展览在维度表达上的限制。将VR展览纳入实体展览的策划，成为新型混合策展方式，在物理空间与虚拟空间之间构建流动顺畅、逻辑清晰的观展旅程，不仅可以增强观众的沉浸感与参与感，还可以在数字空间中揭示实体文物与视听资料难以直接呈现的知识内涵与文化意向。

第三，优化观众体验，提升技术稳定性。博物馆应持续关注并解决VR体验中的技术难题，特别是大空间追踪的稳定性、多用户同步的流畅性以及设备佩戴的舒适度。注重技术精良并非最终目的，而是实现沉浸体验的手段。博物馆也需考量设备舒适性。观众大多为不具备VR专业知识或不熟悉头显设备的用户，博物馆应确保设备轻便易用，避免技术障碍影响其观展情绪。博物馆可定期收集观众的行为数据和反馈，针对眩晕、内容滞后、音画不同步等问题进行技术优化和体验设计调整，例如控制单次体验时长、动态视角补偿等，确保体验的舒适性和愉悦性，最终达到技术“隐身”、体验“显性”的效果，让观众沉浸于展览创设的文化情境中。

第四，制定行业标准，引领规范发展。当下数字技术在文化领域与博物馆的应用仍处于缺乏有针对性的规范或标准不统一的阶段，需制定科学、系统的行业标准。部分具备实践经验

的大馆应发挥引领作用，应积极参与或推动相关行业标准的制定，包括技术规范、内容制作流程、观众体验评估、数据安全与隐私保护、版权管理等，这将有助于提升行业整体发展水平；各级文化主管部门、行业协会、学术机构等也应积极参与指导与评估，建立公开的质量认证机制和评估指标体系，为公众提供可信任的 VR 展览选择依据。

此外，博物馆还要关注数据价值，实现智能策展，可充分利用 VR 技术收集的观众量化数据，建立完善的数据分析体系；通过对观众行为、偏好、学习效果的深入分析，构建精准的用户画像，为未来的策展运营提供科学依据，实现真正的智能策展和个性化服务，从而持续优化展览效果和观众体验。

## 六、结语

“坤舆万国全图 VR 大空间展”是南博在数字文化赋能背景下，通过文物 IP 激发文化活力，以期实现创造性转化、创新性发展的积极尝试。展览的 IP 选择、目标观众定位以及内容策划、空间叙事和角色台词等均遵循博物馆展览策划原则，而观众交互性、沉浸性、想象性的获得则通过 VR 大空间叙事语言来实现，是博物馆在实体展览策划的熟悉领域寻求 VR 大空间数字展览突破的有益探索。

在博物馆文物、展览与 VR 大空间的结合中，原创内容是核心，数字技术为手段。博物馆如何为文物 IP 注入新内涵，如何借助先进的数字技术凸显中国优秀传统文化的精髓，在展览的内容生产、技术研发和终端布局之间找到最佳契合点，让观众在虚实交融中体验生活、体验艺术、体验历史，并有获得感、满足感，是数字文化赋能让文物“活起来”、让文旅消费“旺起来”需要探讨的重要方面。“坤舆万国全图 VR 大空间展”就像一块试金石，尝试叩开文化与数字、文物与数字、博物馆与数字相结合的大门。无论是创新需求还是跨界挑战，数字经济时代赋予博物馆更多探索服务边界的可能，而“边界”本身就是值得探讨的问题。

国内外成功的博物馆 VR 展览实践证明，博物馆 VR 大空间展览的核心竞争力在于“文化 IP 的深度挖掘 + 技术的适度应用 + 运营的自主可控”，这为其他博物馆提供了从内容到技术、从运营到责任的全链条参考借鉴。展望未来，博物馆 VR 大空间展览将进一步深化文化与技术的融合，呈现出更加多元化和智能化的发展趋势。随着 XR 技术的不断成熟，特别是 MR 技术的普及，观众可以在实体展厅中与叠加的虚拟文物和历史场景进行自然互动，模糊现实与虚拟的界限。AIGC 的广泛应用将使展览内容更加动态、个性化，实现“千人千面”的定制化体

验。同时，VR 大空间展览有望与“元宇宙”（Metaverse）深度融合，构建多用户共享的虚拟文化空间，促进全球范围内的文化交流与互动。最终，博物馆 VR 大空间展览将不仅仅是技术的展示，更是文化传播的创新载体，它将以更具沉浸感、互动性和情感连接的方式，让文化遗产真正“活起来”，为人类文明的传承与发展贡献新的力量。



## 运河上的舟楫

南京博物院  
2021

围绕“中国大运河舟楫”这一主题，讲述大运河舟楫的演变等相关知识与故事，并展示其所带来的南北文化融合与古今美好生活。这一主旨下，展览以“舟楫”为载体，在藉由多媒体数字技术所营造的光影交错的虚拟空间中，观众关于运河的记忆被唤醒，并由此生发出与运河生活有关的共同情感。区别于艺术展的意向感知，展览中的所有内容均基于严谨的史料考证，是数字技术助力博物馆从“展示”走向“阐释”、再至“在场体验”的具代表性的探索和实践。

# “以观众为中心”视野下的“运河上的舟楫”展览分析

朴俐娜 王思渝

(北京大学考古文博学院)

## 一、展览基本概况

“运河上的舟楫”是关于中国大运河舟楫主题的多媒体互动体验展，以实体体验结合数字多媒体虚拟体验的方式，讲述大运河舟楫的演变、舟楫的类型等相关知识与故事，展示大运河舟楫带来的南北文化融合与古今美好生活，是扬州中国大运河博物馆展览体系中富有特色的专题展厅之一。

“舟楫展”策展之初的展览主题为融静态展、互动展、数字展于一体，通过深入浅出的知识传达、恰到好处的科技运用，以新兴展陈手段展示大运河舟楫带来的文化融合与美好生活。展览旨在构建“专业+科技”的展陈新模式。<sup>[1]</sup>



图 1- 运河上的舟楫展厅入口处

进入展厅，浮现在定制纱幕上的前言文字映入眼帘。主题浮雕的设计灵感取自《康熙南巡图》第六卷中运河与长江的交汇口，画面呈现扬州、运河古镇瓜洲、镇江金山等。南北间、海内外的船只在此交汇，再现了古代运河上千帆云集的盛况。

展览主要围绕两部分空间展开，第一部分为运河上的百舸千帆船模展示，基于大量的口述访谈、实地调研和文献研究，联合非遗团队做出 78 艘船模，高低错落地悬浮于人行通道两侧的蓝色背景之上，宛在水中央。展示运河舟楫的演变、舟楫的类型以及古代绘画作品中的舟楫，通过船模与多媒体智能交互传播大运河船舶知识体系，传递美好生活。从古往今来的近百种舟楫切入，分为“乘风破浪”“百舸争流”“两岸繁绘”三单元，层层递进讲述古代舟楫的演变、功能类型以及舟楫为生活带来的便利。图文、船模、触摸屏与 AR 互动相结合的展示手段，为观众带来体验丰富、内容翔实的参观感受。

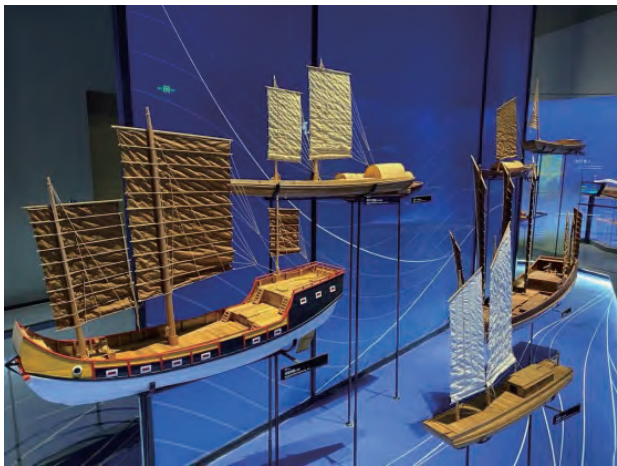


图 2- 部分船模细节

第二部分为沙飞船实体体验与多媒体虚拟体验。在代表皇帝生活的龙舟与代表百姓生活的沙飞船之间，策展团队选择了沙飞船，经过大量的史料研读，从内饰到外形都保证了最高的还原度，通过数字多媒体融合，展示内容从沙飞船体验拓展到大运河古今时光穿梭，力求将观众带到古代运河的生活场景中。本展厅空间净高近 17 米，现场 1:1.4 复原一艘 20 米长的康熙时期的沙飞船，观众可以进入船舱参观体验。进入复原的大型沙飞船，观众可以感受到船舱的内部结构，也可以站在甲板上，观看古代运河 360°环幕视频。视频重构了古代运河南北延线城市风貌、百姓生活和政治经济往来等内容，选取了大运河江南段中杭州和苏州、江淮段中扬州和淮安以及京津段的天津和北京三大空间分布中六座城市的典型风貌，重构运河城市空间布局。通过还原古代画作和相关老照片中的真实场景，选取每个城市有历史意义的名胜建筑穿插入场景中，最终形成三段影片，以特殊渲染处理方式使用 25 台投影机实现了沉浸式体验空间的建构。观众站在甲板上，体感是船实际穿行于大运河之中。整个体验过程，空间由狭窄到宽敞，展示手法从实景到虚拟，为观众带来沉浸式感受。从沙飞船的空间中走出后，观众可以通过墙上的小窗从另一视角观察整个沙飞船及其环绕型屏幕，这是对于复原的沙飞船本身作为“物”的展示。



图 3- 站在沙飞船甲板上沉浸式体验的观众

展览空间错落有致，参观流线丰富有趣，体验方式多元独特，展览不同层面的设计都很好地阐释了主题。展厅空间是现代博物馆展览与沉浸式古代场景的结合，在流线型的参观模式中，充分利用空间层高特征，带来独特的参观视角，打破参观的视线限制，营造丰富的观展体验。展厅和内部设施的建造过程被拍摄成一部纪录片，安排在尾厅播放，传递了舟楫的文化价值，展现了运河文化传承保护中舟楫的重要性。墙面描绘的沙飞船建造图纸，让观众感受到非遗的魅力。

## 二、从展示走向阐释

带来的影响之一，便是从“展示”走向“阐释”。所谓的“阐释”，简言之，其强调博物馆将物的信息通过一定的手段来转化为人能够理解的意义与内涵，让物真正地接近人。周婧景(2016)等<sup>[2]</sup>提出的展览阐释系统的核心要义在于“把与展览传播相关的各种重要元素——人、物和媒介，构成互相关联的整体”，该理论体系认为阐释系统的构建应当基于博物馆物和

人的研究。当人在博物馆从被动接受信息转向主动探索信息时，博物馆阐释就真正实现了“探索型阐释”。换言之，“阐释”思想的发展意味着，“物”和“观众”两个维度的并重。这也进一步意味着，“阐释”需要大量考虑观众需求，同时，“阐释”也对以物为中心的知识体系有着高需求。“运河上的舟楫”展可以被视为在数字化背景下妥善处理这二者关系的一个代表性案例。

首先，在“物”的问题上，大运河博物馆在建造之初面临博物馆空间大但文物少的显著困境，在建馆之时数字技术就成为了一个必选而非可选。在这样的情况下，怎样让数字技术更好地融入展览而不显得突兀或喧宾夺主就成为了策展人与技术团队最关心的问题。在建馆之初，大运河博物馆与相关团队就制定了以物为中心，数字技术融入到环境辅助展厅的原则，目标还是为了让没有文物的博物馆在叙事上能够最大限度地还原历史，并阐释博物馆的主题内涵。在本展览策划初始，策展人团队是从建构以物为基础的知识体系开始的，目标是从从庞杂的大量史料文献中选取与物有关、且同时是观众最感兴趣的内容，转化为有趣的展示形式，即对知识体系的阐释。这一目标的实现首先基于通过大量的史料文献的研读与整理形成结构化的知识聚合，确保整场展览的内容建立在充分的知识基础上。

其次，在“物”和“观众”的平衡上，“运河上的舟楫”并不是将文献知识直接学术化的呈现给观众，而在此基础上精简提炼知识体系，通过对展线、空间、模型等策展手段的综合运用（而非单一依靠数字化技术），将这一知识体系应用于实际的展品以及辅助的图文展板最终传递给观众，这是对于内容的改良运用。观众在参观体验时首先接触到展品与展厅中的文字，对其内涵产生兴趣后进一步通过AR等科技辅助手段探知，从而更完整的获得策展团队提炼出的知识体系。这样的先后顺序，既充分尊重了博物馆的“物”性，又充分考虑了观众的信息获取习惯。



以 78 艘船模为例，最终以展厅内“舟楫百科”触摸屏呈现在观众眼前的是四个知识点建立起的船模知识体系，分别是动力方法、制作依据、船只性质和使用航域。分别点击这四个知识点，观众可以快速关联到相同类别的船只，形成直观的横向对比。此外，每艘船的建造原型都标注了文献出处和参考图示，真正感兴趣的观众可以在这一触摸屏上停留非常长的时间，仔细了解每艘船的信息。而另一数字设备 AR 互动展项则是让船模的知识点动起来的方法，在触摸屏和展板文字输出科普内容的同时，AR 增强现实技术生动趣味地调动了观众的兴趣，将 AR 互动屏旋转对准某一船只，屏幕上会浮现出小人在船上的实际使用场景。而这一使用场景的复原也并非空穴来风，而是从知识体系中提取出了每艘船的不同功能，从画作中提取出了人在船上的实际场景。

得益于史料的精细化筛选所建立的知识体系，展览传递出的信息在某种意义上是“绝对”正确的，这在沙飞船的复原及其环幕展览空间与配套视频上有更突出的体现。大运河的流域太大，流经的城市众多，难以在总时长 6 分钟的视频中完整展现，而选取单个城市单一流域则难以代表大运河的流域文化完整性。策展人选取的方式是重构了整条河段，



图 4- 展厅内互动屏幕



图 5- 展厅视频中大运河北京段部分节选

以江南、江淮和京津三个南北迥异的大场景为基本脉络，融合了杭州、苏州、扬州、淮安、天津和北京六座典型城市的风貌与代表性建筑以及城市空间布局。策展团队从古画与文献资料中提取六座城市民居建筑的知识点，观察到江南的面水型与接水型建筑，江淮地区的青砖白缝与小合院，京津地区的红色门窗与卷棚悬山顶。同时在每个城市的运河实际沿线区域选取多个有历史意义的名胜建筑穿插在场景中，包括店面招牌、运河上不同的舟楫以及各个城市不同的特色故事甚至是所有岸边行走的人都是来源于古画和历史文献的提取。这一切最终呈现为三段两分钟，总长六分钟的视频，供观众站在船头观看。观众能实际看到的每一个细小的内容都来源于严谨的学术知识体系，而探知知识的不同方式也是趣味性阐释系统的体现。

### 三、基于“感官教育学”的沉浸式体验

上文中提到，阐释需要考虑“物”的同时也考虑“观众”。数字化技术的发展往往能在对“观众”的考虑上带来一系列形式上的创新。在警惕技术沙文主义的同时，我们也没有必要拒绝技术给我们带来的福利。对于没有“物”的博物馆，数字技术能带来的沉浸和多感官体验往往成为展览中的点睛之笔。安德里亚·威特科姆提出的“感官教育学”主张博物馆应将身体感知作为教育介入的重要手段，认为博物馆可以通过“非线性、情感性、具身性的教育路径”重建观众与知识之间的联结。<sup>[3]</sup> 沉浸式展示不仅优化观众体验，也重塑了博物馆的文化功能。

“运河上的舟楫”展览在最初就确立了技术服务于情绪与展览完整性的主基调。从进入展厅开始，蓝色的纱幕与背景墙在人走进展厅之时就营造了水元素的气氛，参观通道两边高低错落悬浮的78艘船模也犹如行驶在浩瀚长河之中。除此之外，最值得一提的还是沙飞船实体体验及其椭圆形多媒体虚体体验的沉浸感。数字展沉浸体验的真实感必须在设计制作中尽量去除技术痕迹，这是数字展示技术与展览内容、空间整体融合的要点和难点。舟楫展深化设计中，在数字沉浸式展区的介入方式上做了创新，摒弃了常规的数字展示方式，没有把巨幕数字展示放置在一眼可见的展厅核心位置，而是在兼顾传统展陈叙事方式的前提下，巧妙地重构空间和展线，将数字展合理的“藏”在展线中，有序地展开叙事，牵引观众的注意力和情绪进行知识传递，保证展览整体融合后的观众参观获得感。整个环幕空间呈一个狭长的椭圆投影面，媒体内容的渲染方式和投影融合是一个巨大的难题。如果采用普通的球景摄像机渲染则两侧画面会出现极大的变形。故而媒体制作时在船头与两侧画面渲染中增加了渐变的变形曲线，使得画面在船头可以有中心透视的视口，渐变到两侧则接近于正交视口的渲染方式，最终营造了船头处具有纵深感的沉浸式漫游体验，又保持了两侧画面体现运河两岸半景画式的视觉效果，让船头与船舱内的视觉体验既不相同又融为一体。特殊的渲染方式也使得本来比较狭窄的显示

空间通透起来，让沙飞船仿佛行驶在一个无限延展延伸的运河之上。创造了平远、深远、高远的空间层次感与艺术感。从设备上，最终使用环幕上 19 台投影机加上水面上 6 台投影机共 25 台投影机实现了超三个 IMAX 标准巨幕，营造沉浸感。



图 6- 沙飞船甲板及周围投影幕布

#### 四、探索型阐释的核心：与“物”互动

形式的创新除了沉浸式的体验，探索型阐释的核心就是让观众主动探索，与“物”互动。“互动”最初被用于描述观众对展品的“反应行为”，其内在逻辑源自教育学与传播学中的建构主义思想。美国博物馆学家妮娜·西蒙（Nina Simon）将参与式文化机构（participatory cultural institution）定义为一个“观众能够围绕其内容进行创作、分享并与其他人交流的场所”<sup>[4]</sup>。无论是展厅中的触摸屏、AR 互动、沙飞船本体体验和多媒体沉浸体验都创造了交互性较强的观展方法。“舟楫百科”用四个知识点建立起船模的知识体系，通过触摸屏展示舟楫模型相关的知识点内容，为感兴趣的观众提供深入了解的渠道，形成更全面的了解。

AR 互动让船模的知识点“动起来”，在输出科普性内容的同时，AR 增强现实技术的生动趣味性有效地调动起观众的兴趣，在现场有大量观众结伴而行，围着屏幕一同观看并展开讨论，这有助于知识点的有效传达，也是互动与参与的体现。运河地图、饮宴与戏曲是沙飞船相关的趣味互动，增强沉浸感。沙飞船作为一种游船，与饮宴、戏曲有着密切的关系，互动展项让观众感受沙飞船的独特属性，同时呈现运河文化的广度与深度。

展览动线的设计也具有一定的互动参与感，观众从走进展厅的时候起，沉浸式的氛围让观众感到走到了临水近处，在一定程度上，成为了运河岸边的“人”，而“人”的存在更丰富了展览的内涵——运河临水近处是人家，曾在船上工作的也是当时的普罗大众。沙飞船的复原更是让观众在展厅内实现了物理意义上的上船，走过船舱，走上甲板，这走动探索的过程本身就是一种“在场”的体现。



图 7- 沙飞船内部陈设

## 五、基于细节的观众服务

除了上述内容和形式上的创新外，“运河上的舟楫”展可以被视为一场“以观众为中心”的代表案例，也源于其中有许多服务于观众的小细节。事实上，在展览整体设计中，观众观展体验感始终是策展时考虑的重要内容。<sup>[5]</sup> 整场展览适宜各年龄层人群观看，沙飞船及多媒体虚拟体验区域可以临时关闭，其他区域在动线设计上配备了升降电梯，同时步道为缓慢上升的斜坡，整体无障碍化良好，行动不便或乘坐轮椅的观众也可以观看船模展示的部分。船头与舱内的视觉体验既不相同，又融为一体，将沉浸式目标完美呈现。为保证观众安全，同时保持整体沉浸式的体验，大船四周放弃使用护栏防护，在沙飞船水位线四周焊接了一整片几乎肉眼不可查觉的金属投影网，投影画面透过网状结构投射到网面和地面上，形成双层影像，使人产生沙飞船真的行驶在水面上的错觉之余，投影网还可承载一个成年人在上面缓步移动而不损坏，万一有人不慎跌落，也提前有了足够的安全保障。为防止人群拥挤，该展览在船模展厅外就有控流措施，在进入沙飞船区域外侧也设有闸机，船舱内人数小于 30 时才会放行。在沙飞船体验结束后，二层挑空长廊的尽头不阻碍人员流动处设有一块屏幕，让观众在下船后可以观看到完整的沙飞船非遗制作，同时也不会影响正常的观看动线与秩序。

## 六、总结与余论

以“观众为中心”的博物馆数字化，其核心是从“我们想展示什么”转向“观众需要、想体验或是能理解什么”。在“运河上的舟楫”展览中，主要可以体现为：从静态观看到动态体验、从知识灌输到故事探索以及从单向接收到共创分享，以“虚”的体验带来“实”的感知<sup>[6]</sup>。其中“物”的重要性则尤为突出。“以观众为中心”的数字化不是抛弃实物，而是“赋能”实物，让实物开口说话，并与观众建立更深层次的连接。策展逻辑从“以物为本”的线性叙事，转变为“以观众体验为中心”的“物-数-人”的星状叙事，引导观众构建自己的独特认知。“运河上的舟楫”展本来无一“物”，78艘船模和复原的沙飞船是策展团队制作出的“物”，这样的“物”带来的是更有效的知识传递与更沉浸式的体验。

以观众为中心的博物馆数字化，不是用虚拟世界取代物理世界，而是搭建一座桥梁，连接观众的现代心智与文物的历史灵魂。物是古老的灵魂，而数字化是让它能被现代人理解和共情的语言与表情。策展人的角色，也因此从转变为一个体验的导演和对话的促成者。最终目的，是让每一位观众都能在这场跨越时空的对话中，找到属于自己的、鲜活的、难忘的共鸣。

---

### 参考文献

- [1] 徐小虎,朱聿靖.博物馆沉浸式数字化展览的新实践——以“运河上的舟楫”展为例[J].文物天地,2024,(12):94-98.
- [2] 周婧景,李无言.博物馆阐释中几个基本问题辨析[J].故宫博物院院刊,2023,(11):114-125+150.
- [3] Andrea Witcomb, “Understanding the Role of Affect in Producing a Critical Pedagogy for History Museums”, *Museum Management and Curatorship*, vol. 28, no. 3, 2013, pp. 255—271.
- [4] [美]妮娜·西蒙《参与式博物馆：迈入博物馆2.0时代》，喻翔译，杭州：浙江大学出版社，2018年
- [5] 徐小虎,朱聿靖.博物馆沉浸式数字化展览的新实践——以“运河上的舟楫”展为例[J].文物天地,2024,(12):94-98.
- [6] 张莅坤,田甜.构建博物馆数字沉浸式展览的研究与实践——以“运河上的舟楫”展览为例[J].中国博物馆,2022,(01):67-72.DOI:CNKI:SUN:GBWG.0.2022-01-014.

## “丽人行”数字展

浙江省博物馆  
2021

主题式展览。从藏品出发，以主题为导向，聚合跨机构的数字资源，构建数据之间的关联，系统展现中国古代女性图像的整体演变脉络，从而实现文化叙事的完整度和深度。数字技术的介入为这一愿景的达成提供了新的路径。进一步的，线上线下的双向互动，将书画资源转化为可感知、可参与、可传播的文化体验，为行业提供了题材类藏品活化利用的示范。

# “丽人行”数字展览案例

毛若寒<sup>1</sup> 蔡琴<sup>2</sup>

(1、浙江大学艺术与考古学院 2、浙江省博物馆)

## 一、项目背景

传统博物馆展览中，女性题材书画类藏品的呈现长期面临碎片化困境。这类藏品分散于人物画、风俗画、闺阁小品等不同门类，包括唐代仕女图、宋代闺阁写生、明清女性画家自画像等不同类型。受限于实体展厅的物理空间与策展逻辑，这些作品往往只能以孤立单件或小规模集群形式陈列，难以系统展现中国古代女性图像的整体演变脉络。数字技术的兴起为破解这一难题提供了全新路径。随着“数字人文”“云展览”等理念在博物馆界的实践深化，通过超高清采集、关联解读、沉浸体验等数字技术，实现馆藏文物与相关知识的系统性聚合与创造性转化，成为博物馆资源活化的重要方向。

在此背景下，“丽人行”项目于2021年3月8日正式启动。项目创新性地以线上云展览形式率先落地，联合南京博物院、安徽博物院、首都博物馆、中国国家博物馆等31家单位，在浙江省博物馆官网推出“丽人行——中国古代女性图像云展览”。展览以1000余件中国古代女性图像文物为主要展示对象，分为“态浓意远”、“绣罗翠微”、“云幕椒房”、“逝水流年”、“闺阁芳菲”五个单元，系统呈现了中国古代女性的相貌、衣着、生活技能、生活空间与个人才艺。不同于传统“实体展先行、数字展跟进”的模式，该项目以线上平台为起点，通过数字化技术打通云策展、线上互动等环节，后续逐步延伸至多馆协同的虚实联动展、公众参与的虚拟微策展及线下数字沉浸展，最终形成完整的数字策展闭环。

浙博的项目诉求聚焦于三个方面：一是通过数字化手段打破女性题材书画的物理壁垒，实现跨机构、跨时代的资源聚合，构建完整的女性题材书画资源体系；二是以书画的物质特征为根基，用数字化技术解析笔法、构图、色彩等外在特征，关联时代审美、女性生活状态等内在文化内涵，形成有逻辑的文化叙事；三是通过线上线下的双向互动，将书画资源转化为可感知、

可参与、可传播的文化体验，最终塑造具有辨识度的博物馆数字文化品牌，为行业提供“书画藏品活化与可及性提升”的参考范式。

该项目建立在长期的学术积累基础上。策展团队自2000年起就开始关注女性话题，系统梳理相关学术知识，收集了1000多条关于中国古代女性研究的学术成果。同时，项目积极响应国际博物馆界对女性主题的关注趋势，将中国传统文化艺术纳入全球性的性别议题讨论，展现了博物馆在数字化转型过程中的创新思维与文化担当。

## 二、项目计划

“丽人行”项目构建了以“资源聚合 - 关联解读 - 转化落地 - 品牌生长”为核心的多层目标体系，形成从女性题材书画藏品到文化品牌的完整价值链条。

在资源整合层面，项目计划通过跨机构合作实现大规模数字资源整合。具体目标包括联合国内外45家文博机构，系统收集1000余件中国古代女性图像文物数字化资源；建立标准化图像数据库，涵盖书画、织物、饰品等多类型文物；构建包含作者简介、款识钤印、画面描述等多维度的文物信息解读体系。这一阶段的重点是通过数字化技术打破地域限制，实现分散资源的系统性聚合。

在关联解读层面，项目致力于构建深度知识关联体系。收录女性主题相关学术论文856篇、著作186部，国内外女性主题相关展览150个；开发画面内容主题词检索功能，实现基于画面内容元素的智能检索；建立学术研究板块，为专业学者和普通观众提供研究线索和学习园地。这些举措旨在通过学术资源的系统整合，提升展览的知识深度和阐释维度。

在转化落地层面，项目规划了多形态的展示转化路径。包括开发“丽人行”云展览小程序，集成智能定位导览、虚拟展厅等功能；打造线下数字沉浸展，建立具有示范性的数字人文平台和沉浸式数智展示空间；举办虚拟微策展大赛，邀请参赛者运用三维超媒体技术平台进行创意策展。通过这些方式实现数字资源的多场景应用和价值转化。

在价值延伸层面，项目着眼于可持续的品牌建设。通过定期更新学术研究成果和展览内容，保持项目的时代性和影响力；建立用户行为分析机制，实现展览内容的动态优化；形成“线上聚合 - 线下转化 - 双向对流”的闭环运作模式，推动“丽人行”从单一展览发展为具有辨识度的文化品牌。最终目标是打造智慧博物馆建设范例，为行业提供可复制的数字策展实践方案。

### 三、项目实施

#### 1. 平面图文的“云展览”

2020年新春，新冠疫情肆虐，展览纷纷转为线上举办，从最初的迫不得已仓促上阵，到逐渐成为一种常态，线上展览改变的不仅仅是博物馆的展示模式，更深层的策展模式也正在发生变化，业内更期待看到的是，它能否成为一种有效的知识生产方式。在技术层面，尽管“云展览”实现越来越不成问题，但在实现阶段大多数“云展览”项目仍是从线下实体展览从拍照、建模到上线。在屏幕上看这样的“云展览”，只是一个替代之选，而且任何展览空间无论是电脑端或手机端，全部呈现为平面，即便建模的3D空间，所以一旦线下展览开放，它的意义也许只归于留档的作用。

2021年3月8日，“丽人行——中国古代女性图像云展览”上线，基于从“物”到“像”的逻辑事实，选择图像性显著的书画类文物作为云展览的展示素材，利用数字化技术打通云策展、线上互动等环节，跨地域整合展示了32余家博物馆馆藏的上千幅古代女性题材画作，围绕博物馆的收藏、研究、展示、文创、传播等功能，1000余幅中国古代女性图像展现古代女性的世界，并集成展品图库、学术研究、陈列展览、文创展示、问卷调查和观众留言等功能为一体，形成创新型综合性云展览模式。

展览主体由7部分组成（图1），除“策展人说”和“结语”外，主体内容分为5个单元，从不同视角观察和解读，让古代女性生动鲜活、多元立体地呈现，进而探讨当代女性的自我价值。第1单元“态浓意远”以历史时间为线索，选取从战国至明清历代女性题材绘画中的代表作品，梳理不同时期图像中体现的女性特点，并从中折射对应时代的社会风貌。第2单元“绣罗翠微”分为“梳妆粉黛”“簪珥璎珞”两个小节，揭开古代女性的“面纱”，从妆容、首饰、衣着等细节展现古代佳人的风采，也可从中窥见古代社会审美语境下，“女为悦己者容”与自身修养追求所形成的审美导向。第3单元“云幕椒房”



图1-“丽人行”线上展览主界面

分为“丽居静好”“名山胜水”两个小节，着眼于“空间”的角度，从室内的闺阁天地到户外的园林山川，展示了男女活动空间差异所反映的时代背景，以及女性内部在活动空间上的阶层差异。第4单元“逝水流年”分为“琴棋诗画”“相夫教子”“素手女红”三个小节，从琴棋诗画的精神寄托、相夫教子的生活常态、女红劳作的生产图景全面展现古代女性的生活内容，也可从中体会古代女性在娱乐方式、身份认知及空间活动中所呈现的时代特征与生活局限。第5单元“闺阁芳菲”分为“才媛闺秀”“才情风雅”“才思隽秀”三个小节，汇集散落在漫长历史与浩繁画卷中的女性画家及其画作，其中既有名媛闺秀、职业画家，也有青楼女子，展现了不同阶层女性画家的艺术成就。

展品图库除了传递基本信息，还包括作者简介、款识钤印、画面描述等多方面的解读，并新增了重点展品的语音讲解。学术研究包括论文、论著、展览，为专业学者深入研究和普通观众自主学习提供线索。共收录女性主题相关论文 856 篇、女性主题相关著作 186 部、国内外女性主题相关展览 150 个。文创展示收录女性主题相关文创产品 283 件。

2022年3月8日升级2.0版本的云展览，新增13家国内外博物馆的图像，并推出画面内容主题词检索、包含了45家国内外博物馆的1500余幅女性图像，可根据画面内容元素进行主题词检索和展品解读深入。语音讲解等功能，让展览真正常看常新、永不落幕。2023年9月，又升级3.0版本的云展览，会员体系接入智慧工程的会员中心，用户行为的埋点，沉浸式数字展互动屏版式调整。“丽人行”云展览小程序也升级：会员体系接入智慧工程的会员中心，用户行为的埋点，直播栏目调整为沉浸式数字展介绍，沉浸式数字展预约接入。女性主题相关论文、女性主题相关著作、国内外女性主题相关展览、女性主题相关文创产品都同步增加。

在云展览持续迭代、积累丰富资源与经验的基础上，“丽人行”系列展览进一步突破线上线下的边界，推动策展模式向多馆协同、虚实融合升级，于是推出了多馆协同的“虚实联动展”。

## 2. 多馆协同的“虚实联动展”

2022年3月8日，“丽人行——中国古代女性图像展”主展在浙江省博物馆西子湖畔启幕，同步联动安徽博物院“绿鬓朱颜——明清时期女性题材绘画展”、江西省博物馆“瓷姬——女性主题艺术展”、苏州博物馆“江南佳丽——苏州博物馆藏仕女画展”、湖州博物馆“美人如画——十九至二十世纪东亚女性人物画艺术展”，形成“1+4”主馆加分馆的多馆协同展览模式（图2）。此次多馆联动的核心逻辑的是依托数字技术打破地域与馆藏边界，让技术服务于策展叙事的完整性，实现多馆资源的协同赋能。



图 2- 五馆联动展览海报

浙博主展作为核心，精选 160 余件（组）女性题材画作，并配套展出 80 余件（组）古代女性饰品、服饰、生活用品等实物，分“闺闼风韵”“云幕椒房”“庭院春深”三个单元排布展线，从外在形象、生活空间、多维身份三个维度推进策展叙事。而数字技术全程为这一叙事逻辑提供支撑：为让观众清晰捕捉展品细节、理解策展意图，策展团队通过数字手段制作女性图像局部放大图版，实现细节可视化；针对重点展品《摹随园十三女弟子湖楼请业图卷》，采用数字动态展示技术，生动还原清代袁枚授业雅集盛景，同时借助数字化检索与梳理技术，唤醒图像背后的馆藏关联。最典型的例证是孙云凤。在辨认出画中人物后，策展团队溯源发现浙江省博物馆本就收藏有孙云凤的画作，却因其生平背景不详而长期未展。由此，展览不仅让画中人“活”了过来，更让馆藏中真实的作品“走”了出来，实现了画内（图像）与画外（实物）的互证。

数字技术更是多馆协同策展的核心纽带，直接支撑“虚实联动”的策展理念落地。浙博主展厅专门设置多媒体互动屏，依托数字技术实现五馆云上实时联动，让现场观众无需奔波即可同步了解其他四馆展览内容，打破地域局限；同步推出配套小程序，整合智能定位导览、虚拟展厅、文物解读、互动反馈等多重功能，为观众提供个性化观展服务，既解决了多馆联动下的观展便捷性问题，也推动观众从被动观展向主动参与转变，让技术服务于公众观展体验与策展传播效率的双重提升。

此外，数字技术还助力策展实现古今衔接，深化策展内涵：展览专门设置当代女性艺术家空间，借助数字展示技术展出三位不同年龄段女性艺术家的作品，搭建古典与当代的对话桥梁；在文创产品展示区，通过数字技术整合七家博物馆的女性主题文创，将古代女性生活元素与当代生活链接，让策展叙事延伸至线下生活。同时，展览配套的虚拟微策展大赛等活动，也依托数字技术降低公众参与门槛，让公众成为策展叙事的共创者，进一步丰富多馆协同策展的生态。

### 3. 众创参与的“虚拟微策展”

为进一步激活公众参与热情，让“两人行”的策展叙事更具多元性和生命力，在多馆协同“虚实联动展”推进的同时，同步发起了众创参与的“虚拟微策展”活动，让策展从专业领域走向大众视野。“两人行虚拟微策展大赛”是2022年5·18国际博物馆日“博物馆的力量”主题下发起的虚拟策展比赛，旨在增强社会公众参与度，寻找博物馆的力量。该大赛的主题为——“我眼中的古代丽人”，也就是要求策展人找到今天的我与古代的“她”之间的联系，明确了每个策展人的思路可以不必相同。这一主题为参赛者提供了一个既充满创意又富有挑战性的平台。通过这一主题，参赛者们有机会将自己对古代丽人的理解、思考和创意展示出来，为博物馆的力量注入新的活力和动力。

在比赛过程中，采用了“记忆剧场”理念和“亿间教室”三维超媒体技术平台，让公众积极参与展览空间化和可视化建构，分享自己对“古代丽人”的理解、思考和创意展示，为博物馆力量的激发提供新舞台。其中，“记忆剧场”理念是一种通过技术手段将历史和文化元素进行可视化呈现的方式，帮助人们更好地理解和传承文化遗产。而“亿间教室”三维超媒体技术平台则是一个集成了多种可视化技术的统一策展工具，可以帮助策展人快速打造不同虚拟展览场景所需的超媒体展览空间。

值得一提的是，亿间教室沉浸式学习空间作为统一的策展工具在此次数字策展比赛中使用，其集成的可视化技术非常丰富，包括记忆宫殿、涂鸦笔记、思维导图、思考地图、视觉笔记等多种可视化技术，这些技术可以帮助策展人更好地表达自己的创意和想法，同时兼容视频、声音、动图、PDF、PPT、H5页面、网页链接等多种类型媒介的综合使用，可快速打造不同虚拟展览场景所需的超媒体展览空间，使得策展过程更加丰富多彩，充分激发使用者策展的热情和能力，为观众带来更加立体生动的观展体验。

本次“两人行虚拟微策展大赛”通过运用先进的三维超媒体技术和多种可视化技术，使

得公众能够更加直观、深入地理解和感受古代丽人的历史文化价值。通过公众的积极参与和共享创意，使得博物馆的力量得以更广泛地传播和更深入地挖掘。这种新型的策展方式和参与模式，无疑将为未来的博物馆事业带来更多的机遇和发展空间。

随着云展览、多馆联动展、虚拟微策展的持续推进，“丽人行”系列在数字技术应用和策展理念上不断沉淀，进而迈向更具沉浸感、体验感的策展新阶段，推出了具身感知的“线下数字沉浸展”，实现数实融合的深度升级。

#### 4. 具身感知的“线下数字沉浸展”

2023年8月在浙江省博物馆之江新馆推出线下数字展（图3），打造数字人文平台和沉浸式数智展示空间。“丽人行”沉浸式数字展是中国博物馆行业内首个由云上展览到线下实体展发展而来的沉浸式数字展览，展览分为《倾听》艺术装置、《丽人行》沉浸式美术影片、《探秘》沉浸式场景交互及《丽人行》数字人文大屏探索等四个体验部分构成。该项目历时3年经由策展、设计、原创音乐、美术、数字艺术、数字人文等多个专业的国内一线专家、团队共同打造。

展览核心依托各类数字技术打造沉浸式体验：通过数字影像构筑凝固空间，将古代女性图像呈现在中心五米五高的立方体内，搭配光影效果实现地面画面真实感，完成原创裸眼3D创意；解构不同时代扇元素并进行数字化夸张呈现，既体现时空与丽人的关联，也营造开放式观赏体验，同时成为观众打卡亮点。



图3-“丽人行——中国古代女性图像”沉浸式数字展海报

《丽人行》沉浸式美术影片（图4）借助数字叙事手法，以“走近——走进——出走”三幕结构，通过服饰、场景的数字化动态切换，呈现古代女性群像及时代特征，其中褪去华饰等场景的数字呈现，直观传递人性回归自我的内涵。影片创作充分依托数字技术实现场景渲染、情绪表达，让两性观众都能实现情感共鸣。



图 4- 《丽人行》沉浸式美术影片

影片体验结束后，空间通过数字技术无缝切换为交互游览模式（图 5），设置郊野、庭院、闺房三种沉浸式互动场景，借助门、帘、扇的智能数字切换，结合图像捕捉识别技术，实现地坪与墙面的互动体验（时长 15 分钟）。墙面交互采用夜间数字场景设计，所有图像元素均由古画解构重组，通过粒子动画技术，实现观众靠近时萤火虫聚拢、点亮区域并触发人物出场动画的效果；地面交互通过 3D 建模技术，模拟观众行走于水面泛起涟漪的效果，与墙面视觉逻辑呼应，构建真实的数字空间体验。

线下数字沉浸展的成功落地，推动“丽人行”系列展览进一步拓展边界、深化内涵，在后续的展览中持续延续数实融合、古今联动的策展逻辑，实现系列展览的迭代升级。



图 5- 《探秘》沉浸式场景交互

在2024年举办的“丽人行——近现代女性生活图志展”中，这一逻辑得以进一步跨越时空，演进为“以古启今，以今观古”。近现代展不再局限于古代图像，而是通过大量展示近代女性在教育、革命、社会参与方面的影像、实物及艺术品，清晰呈现了女性意识觉醒与角色变迁的历程。它既为古代图像提供了深刻的历史参照和批判性视角，也彻底回应了女性从历史客体走向自我定义的主体性进程，将整个“丽人行”系列的议题从艺术鉴赏升华为深刻的社会与历史思辨。

继近现代展实现议题深化后，“丽人行”系列展览进入品牌化、创新性发展的全新阶段，2025年上海电影博物馆的巡展便是这一阶段的重要标志。2025年10月1日在上海电影博物馆开幕的“丽人行——中国历代女性图像数字艺术展”，则标志着该系列进入全新的“以创续脉”阶段。作为一场数字艺术巡展，它延续并活化“丽人行”积累的学术与展陈IP，核心是利用数字艺术和传统美术电影的语言，对古代图像进行创造性的再阐释。

“丽人行”系列展览，从云端发芽，到线下生根，再到全面开花，数实结合，相互转化，相互赋能，构建出具有辨识度、影响力与生命力的“丽人行”展览品牌，形成了信息丰富多维、功能分众多元、线上线下联动、观众互动分享、动态优化完善的创新型、生长型展览品牌的培育模式，或可对面向未来的博物馆展览策划提供一种新的思路。

## 四、项目结果

“丽人行”项目通过系统化的数字策展实践，取得了以下四个方面的显著成果：

### 1. 资源整合与传播成效

项目实现了从云展览1.0到3.0的持续升级，合作单位从最初的32家文博机构扩展到接近50家，整合的女性图像数字资源从1000余幅扩展至1500余幅。学术资源库持续扩充，收录女性主题相关论文856篇、著作186部、国内外相关展览案例150个，文创产品283件。线上展览获得广泛访问，同时通过“1+4”多馆联动模式（浙江省博物馆主馆+四家分馆）实现线上线下协同传播。2023年8月在之江新馆推出的线下数字沉浸展，通过数字影像、交互装置等技术创新，为观众带来多维度的观展体验。

## 2. 策展模式创新验证

项目成功构建了“云展览 - 虚实联动 - 虚拟微策展 - 线下沉浸”的递进式发展路径。2022年举办的“丽人行虚拟微策展大赛”，面向海内外高校在校生，运用三维超媒体技术平台，邀请参赛者以“我眼中的古代丽人”为主题进行创意策展。这种创新模式突破了传统展览的时空限制，使数字展览成为持续迭代的知识生产与文化传播载体，为行业提供了可参考的协作与参与范式。

## 3. 文化价值与观众反馈

项目突破了传统女性题材展览的叙事框架，通过设置当代女性艺术家展区（展出施慧、潘汶汛、刘禹君三位艺术家的作品），举办女性论坛、“在浙博遇见古代的自己”沉浸体验等配套活动，将古代女性图像文物转化为探讨性别议题、链接当代现实的媒介。展览文字和场景设计中融入思辨性观点，构建了兼具艺术审美与身份审思的博物馆阐释空间，有效缩短了古代文物与当代观众的心理距离。

## 4. 行业示范效应

项目形成的“数实结合、相互赋能”的展览品牌培育模式，为行业提供了可借鉴的数字化实践案例。通过建立女性题材书画数字资源联盟、举办公众虚拟微策展活动、开展跨界合作等举措，构建了多方参与的文化生态。其“生长型展览品牌”理念被纳入高校数字人文课程案例，推动博物馆数字化成果向教育、研究等领域延伸，为博物馆数字化转型提供了实践参考。

# 五、经验总结

“丽人行”系列展览的团队对数字技术的理解与应用始终围绕“技术服务策展核心、赋能文化价值传递”展开，形成了一条区别于单纯技术堆砌或单件文物深度解析的差异化路径。主要经验可从以下三方面解析：

### 1. 理解数字技术：作为“策展生态的构建者”

项目数字技术定位为构建跨域、动态、开放的博物馆策展生态的核心支撑。一方面，通过超高清扫描、标准化元数据标注等技术，将分散于多家文博机构的女性题材书画资源整合为统一数字资源库，实现“多物聚合”的资源利用模式。另一方面，依托数字技术实现策展的持续

迭代，通过用户行为分析等技术手段，动态优化展览内容与展示方式，形成数据驱动的策展生长机制。

## 2. 技术与策展的关系：支撑多维度叙事升级

项目实践表明，数字技术应适配策展逻辑而非反之，其核心价值在于支撑多维度、思辨性、古今联动的叙事升级。具体体现为：一是技术支撑从题材展示到议题链接的叙事深化，通过思辨性文字与画作关联，引导观众从艺术欣赏转向对社会文化内涵的思考；二是技术支撑从馆方主导到公众共创的叙事开放，通过三维超媒体平台等工具降低策展门槛，使公众成为叙事的共创者，形成多元视角碰撞。

## 3. 技术赋能的核心路径：以虚实融合打破边界

项目通过数字技术实现博物馆三大功能的升级：在资源利用上，形成“一源多用”的赋能模式，同一数字资源库同时支撑展览展示、学术研究、文创开发等多重需求；在公众服务上，通过智能导览、多馆联动等技术设计，实现从被动观展到主动参与的转变；在文化传播上，将古代题材与当代社会议题相链接，使博物馆成为连接历史与当下的公共文化空间。

综上，“两人行”的经验本质是以数字技术重构策展逻辑，通过打破资源、地域、专业与时代的边界，在多物聚合、持续生长、公众共创的策展生态中，推动博物馆从收藏展示机构向文化生态构建者转型。这种路径与聚焦单件文物深度解读的“一物一展”模式形成互补——前者依托跨馆协同实现主题叙事的全面性，后者作为数据利用形式的拓展服务于精细化叙事需求，两者共同构成博物馆数字化赋能的多元路径。

# 六、项目挑战与展望

## 1. 项目现存挑战

第一，跨馆资源协同的标准化难题。项目在整合多馆资源过程中面临数字资源采集标准不统一的问题。各参与机构在图像精度、元数据规范等方面存在差异，导致资源联动展示时需要额外进行数据适配与信息补全，增加了协作成本。这一挑战反映出行业缺乏同类题材数字资源的统一标准规范。

第二，数字技术迭代与运营成本的平衡。随着数字技术的快速发展，项目需要持续优化线

上平台性能和线下互动体验，这涉及硬件更新、软件开发等投入。同时，数字资源库的日常维护和用户数据分析需要长期的技术支持，如何在保证展览质量的同时控制运营成本成为重要课题。

第三，数字展览的长效吸引力维持。随着数字展览形式的普及，公众对创新体验的期待不断提升。项目需要持续挖掘资源价值，创新展示形式，以避免观众新鲜感消退。维持展览的长期吸引力成为项目可持续发展的重要挑战。

## 2. 项目未来展望

第一，深化跨馆资源生态建设。未来可推动建立行业标准规范，降低跨馆协作成本。同时考虑拓展资源类型，纳入更多与女性文化相关的数字资源，构建更完整的数字资源生态体系。

第二，推动数字技术的轻量化应用。探索适合不同规模场馆的技术解决方案，开发成本效益更高的数字展具。优化线上平台功能，提升移动端访问体验，使数字展览更易于普及推广。

第三，优化分众化内容呈现。建立分层内容体系，为不同观众群体提供差异化内容服务。通过个性化推荐等技术手段，实现精准内容推送，平衡学术深度与大众接受度。

第四，拓展品牌价值延伸。依托项目已有影响力，开发教育课程资源，将数字内容与艺术教育相结合。总结项目经验形成可推广的案例，为行业提供参考，进一步扩大项目影响力。



## 山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承

上海博物馆  
2024

数字技术的快速发展为在博物馆场域下面向公众普及中国艺术史成为可能。上海博物馆以馆藏江南文人山水画为切入点，开展了《山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承》项目，通过对中国山水画艺术的数字化表现、艺术史的动态空间转译，以及“活态文化”传播的升级，将江南文人山水画的历史脉络、艺术精髓以及创作思想以更加生动的方式呈现给观众。内容方面，提炼出五代至清五朝山水画风格流变规律，建立了“700年叙事时间线”；技术方面，采用25K投影融合系统(近500m<sup>2</sup>包围式画面)+AIGC水墨解析模型+多深度相机人体跟踪；艺术方面，呈现“纸砚山水”空间哲学。三位一体，构建出一种可持续、可扩展、有深度的数字文化传播新模式，展现了文化遗产数字化展示领域的巨大潜力。

# 山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承 ——上海博物馆数字化创新实践案例

龚玉武 高玥珺  
(上海博物馆)

在全球化与数字化浪潮交织的 21 世纪，文化遗产的传承与传播正经历一场前所未有的深刻变革。中国，作为一个拥有五千年文明的国度，其丰厚的文化资产如何在新时代焕发生机，如何借助现代科技手段实现创造性转化与创新性发展，已成为国家文化战略的核心议题之一。2024 年，上海博物馆推出的“山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承”项目，它不仅仅是一次技术驱动的展览创新，更是一场关于文化 DNA 的数字解码、一场关于美学精神的时空对话。

## 一、展览基本概况

“山水江南”项目的启动，是国家战略、行业需求、文化价值与技术发展四重动力共同作用的结果。其中：

### 国家文化战略的需求

近年来，国家高度重视中华优秀传统文化的传承与发展，并将文化数字化上升为国家战略。《关于推进实施国家文化数字化战略的意见》明确提出，到“十四五”时期末，基本建成文化数字化基础设施和服务平台，形成线上线下融合互动、立体覆盖的文化服务供给体系。上海博物馆作为国家级重点博物馆，积极响应这一号召，其“山水江南”项目是对接国家战略、履行文化使命的主动作为，体现了文博机构在新时代的担当。

### 文博行业的内在诉求

传统博物馆的展陈模式，尤其在面对中国古代书画这类以“意境”和“笔墨”为核心的艺术形式时，常面临瓶颈。静态的、置于玻璃展柜中的珍贵绢本或纸本画作，其光线保护要求与

观众沉浸体验之间存在天然“矛盾”；其深厚的学术内涵与普通观众的知识背景之间存在理解“鸿沟”；其“澄怀观道”的美学追求与快节奏的现代生活方式之间存在体验“隔阂”。如何破解“展不出、看不懂、体验浅”的难题，成为整个行业亟待突破的焦点。

### 江南文化的价值重估

江南文化，是中华文明图谱中一颗璀璨的明珠，而文人画则是其精神内核最精妙的视觉化表达。从五代董源的“平淡天真”到元代倪瓒的“逸笔草草”，再到明代以沈周、文徵明为代表的“吴门画派”以及清代“四王”的摹古创新，江南山水画构建了一套完整、深邃的美学体系。它不仅是技艺的展现，更是哲学、文学与人格修养的融合。在全球化语境下，系统梳理并创新传播江南文化，对于增强文化自信、提升国家文化软实力具有不可替代的价值。

### 技术成熟的客观条件

近年来，超高分辨率投影、人工智能生成内容（AIGC）、空间定位与交互等数字技术日趋成熟，成本也逐渐可控。这在博物馆场景中构建大规模、高精度、强互动的沉浸式环境提供了技术可行性。上海博物馆敏锐地抓住了这一技术窗口期，决定在其崭新的东馆打造一个引领未来的常设数字展厅。

## 二、项目目标

上海博物馆为“山水江南”项目设定了多层次、系统化的目标体系，旨在超越简单的“技术秀”，构建一个可持续、可扩展、有深度的数字文化传播新模式。

### 1. 艺术目标：破解数字时代的水墨美学难题

项目首要解决中国水墨画数字化再现的核心问题——即如何用像素化的数字语言，精准传递水墨“墨分五色”“计白当黑”“气韵生动”的玄妙意境。这不仅是一个技术问题，更是一个美学课题。项目旨在确立一套符合中国画美学原理的数字表现标准，确保数字化后的山水画不失其“笔精墨妙”的灵魂。

## 2. 学术目标：构建可视化的艺术史叙事脉络

项目力图打破学术研究与公众认知之间的“壁垒”，构建一条从五代至清，跨度近七百年的江南山水画风格流变“时间线”。通过动态的、空间化的视觉叙事，将枯燥的史论知识转化为可感知、可理解、可记忆的沉浸“旅程”，让观众能直观把握董源、巨然、倪瓒、沈周、文徵明、董其昌、四王等大师的艺术贡献与历史关联。

## 3. 体验目标：打造“身心合一”的沉浸场域

项目追求的不是被动观看，而是主动“栖居”。它旨在打造一个名为“纸砚山水”的无边界沉浸式剧场（图1）。通过环绕式巨幕、镜面反射、曲面投影与定制声场等，模糊虚拟与现实的边界，让观众仿佛行走于山水画卷之中，实现“可观、可游、可居”，从感官到心灵，实现与古人精神的深度共鸣。

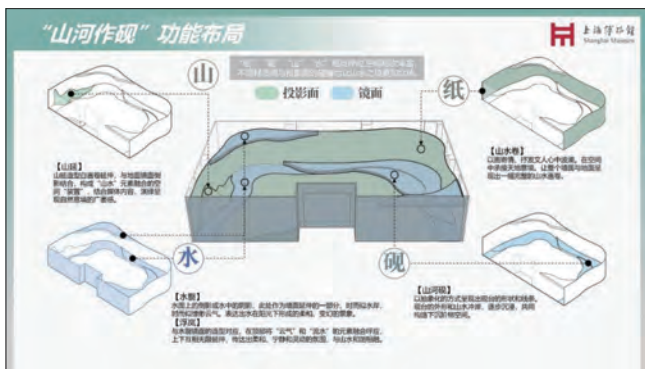


图1- 以“纸砚山水”为概念的无边界沉浸式剧场

## 4. 传播目标：实现文化的“活态”传承与广泛普及

项目旨在通过创新的形式，特别是吸引年轻一代和家庭观众，降低中国古代艺术的理解难度，激发其自主探索的兴趣。通过免费预约，最大化社会效益，使高端文化资源为最广泛的公众所共享，培养对中国传统文化有深度认同感和自豪感的新时代观众，实现文化的代际传承。

这些目标相互关联、层层递进，让沉淀于故纸堆中的古代文人画，在数字空间中“活”起来，并重新融入当代生活。

## 三、项目实施

“山水江南”项目的实施，是一个跨学科精密协作、将宏大构想有效落地的复杂系统工程，它经历了严谨而富有创造性的四个阶段。

## 1. 学术研究与展陈构建

上海博物馆策展团队结合多年的研究成果，不仅梳理了各个时期代表性画家的风格特征，更深入挖掘了画作背后的哲学思想、文学典故与个人情怀。基于此，团队构建了“700年叙事时间线”这一核心内容框架。同时，提出了“纸砚山水”的空间哲学理念，将展览空间本身视为一方砚台，投影画面如同在纸上晕开的墨迹，镜面象征着水面倒影，共同构成一个微观的、意象化的山水世界。在这一阶段，确保了项目学术的严谨性与概念的独创性。

## 2. 技术研发与系统集成

为实现策展理念，上海博物馆组建了联合技术攻关团队。核心技术框架包括：（1）视觉呈现系统：采用了25K分辨率的超高清多通道投影融合技术，覆盖近500平方米的墙面与地面，确保了山水画细节的极致还原，即使是枯笔飞白、墨色层次也能清晰可辨；（2）AI智能生成与解析系统（AIGC）：开发了专用的“水墨解析模型”，该模型通过对海量古代山水画真迹进行深度学习，量化解析出“皴法”“墨色浓淡”“构图规律”等参数，并能在生成二创内容时，严格遵循这些古典美学规则（图2）；（3）交互感知系统：采用多台深度相机进行全场人体跟踪，能够实时感知观众的位置、移动和姿态，这使得与“数字大师”（见图3）互动、画面随人流线产生微妙变化等高级交互成为可能，且无需观众佩戴任何设备，体验自然流畅。



图2- 结合多种AI模型调整参数“还原”《夏山图卷》



图3- 现场与观众互动的16位“数字大师”

## 3. 内容创作与艺术制作

该项目实现了学术、艺术与技术的深度融合。如，（1）视觉内容生产：团队根据学术框架，利用AIGC工具辅助，创作了海量的动态水墨视觉素材。这些素材并非将古画简单动画化，而

是基于对画意的理解，进行云气流动、溪水潺潺、树叶微颤等符合自然规律与画理的动态设计，赋予静态画卷以呼吸感与生命力；(2)“数字大师”角色塑造：项目“复活”了董其昌、沈周、文徵明等 16 位画坛巨擘，通过考据历史文献中的相貌描述、同时代人物画风格，并结合 AI 画像生成技术，塑造了既符合历史想象又具亲和力的数字



图 4- 定制化建声系统满足各种声音在空间内的完美呈现

人形象，通过实时渲染与行为交互技术，他们能与观众进行“对话”，成为引导观众进入艺术史的“活”的数字向导（图 3）；(3) 跨界声音设计：这是提升沉浸感的关键一步。与上海音乐出版社合作，团队根据五代、宋、元、明、清不同时期山水画的审美气质，量身创作了融合古琴、箫、琵琶等民族乐器与现代电子音效的原创音乐与音景；同时，定制化的建声系统确保了声音在特殊的镜面与曲面空间中也能实现均匀、清晰的传播，避免回声干扰（图 4）。

#### 4. 测试优化与运营筹备

在向公众开放前，项目进行了多轮内部测试与专家评审，对画面的流畅度、交互的灵敏度、声音的协调性、参观流线的合理性进行了反复打磨。同时，制定了详细的运营方案，包括免费的线上预约平台、志愿者培训、现场安全教育等，确保观众能获得安全、有序、高品质的观展体验。

### 四、项目成效

“山水江南”沉浸式数字展自开幕以来，取得了远超预期的综合效益，充分证明了其创新模式的成功。

#### 1. 显著的社会效益与公众影响力

开展 15 个月，展览已成功接待观众超过 40 万人次，参观者中青少年和年轻家庭的比例较高（图 5）。免费预约模式体现了文化惠民的原则，引发了持续的预约热潮。在社交媒体上，

上博“山水江南”数字展等话题积累了数千万阅读量，观众自发分享的短视频、图文攻略形成了持续的“自来水传播”，让其迅速成为沪上乃至全国的文化新地标。



图 5- 展厅现场

## 2. 深刻的文化认知与认同效应

观众反馈显示，该沉浸式数字展极大地改变了他们对传统山水画的“刻板”印象。许多观众表示，通过这种“走入画中”的体验，他们第一次真切地感受到了何为“意境”，何为“笔墨精神”，并对江南文化所蕴含的“诗意栖居”的人生态度产生了强烈共鸣。展览结束后，不少观众主动搜寻相关书籍、纪录片，或前往同一楼层的书画展厅寻找原作，形成了“数字导览—激发兴趣—深度探索”的良性学习循环，有效提升了公众的文化素养。

## 3. 高度的行业认可与专业奖项

在专业领域，“山水江南”项目获得了权威认可。在“第十届中国博物馆及相关产品与技术博览会”上，荣获“最佳数字展示案例”奖，在2025年世界互联网大会上，成功入选《世界互联网大会文化遗产数字化案例集（2025）》。业界专家评价，其为文博数字化树立了新的美学标准，实现了技术应用与学术内涵的高水平平衡。全国多家兄弟博物馆前来考察交流，其经验被广泛借鉴，为推动行业的高质量发展发挥了积极作用。

## 4. 潜在的产业协同与IP开发前景

尽管作为公益性的常设展，其本身不产生门票收入，但其强大的品牌效应和流量吸引力为后续的IP开发与产业合作打开了广阔空间。基于“山水江南”美学风格的数字藏品、动态壁纸、文创衍生品、出版物以及线下主题空间合作等都已提上日程。在将一个学术性极强的艺术门类转化为一个具有巨大市场潜力的文化IP，为博物馆“公益带动产业，产业反哺公益”的可持续发展新路径的探索提供了有价值的案例示范。

## 五、经验总结

“山水江南”项目的成功并非偶然，其背后蕴含着一套可供行业借鉴的方法论。

### 1. 坚持“学术为体，技术为用”的根本原则

项目始终将学术研究置于引领地位，技术是实现学术思想和艺术表达的工具，而非目的。无论是“700年叙事线”的构建，还是AIGC模型参数的设定，都建立在扎实的史学、艺术学研究基础上。这有效避免了数字展览“形式炫酷，内容空洞”的问题，确保了文化传播的准确性与内涵度。

### 2. 构建“跨学科、无边界”的协作生态

项目的落地依赖于文博专家、艺术设计师、软件工程师、声学专家、音乐家等多个领域的精英组成的“跨界团队”。上海博物馆以开放的心态，与先进的科技企业深度合作，发挥各自所长，从策划之初就引入技术视角，实现了“策展-设计-研发”的一体化并行推进，极大地提升了创新效率与成果质量。

### 3. 追求“多维感知、身心沉浸”的体验设计

项目拓展了视觉的单一维度，创造性地将声音、空间、光影乃至观众动线均纳入整体设计。视觉与听觉的叙事同步，“数字大师”的拟人化交互，共同构建了一个强大的“沉浸场”，调动了观众的全身心参与，从而实现了从“信息传递”到“情感共鸣”的升华。

### 4. 践行“文化惠民、开放共享”的传播策略

免费开放的策略，打破了经济门槛，最大化地释放了项目的公共文化服务属性。同时，主动拥抱社交媒体传播规律，通过高视觉冲击力和互动性的内容，激发了公众的二次创作与分享热情，形成了“裂变式”的传播效应，实现了文化影响力的大幅增长。

### 5. 激活“场景驱动，双向赋能”的创新循环

项目深刻印证了“社会需求是技术迭代的最佳催化剂”。为了精准再现江南美学的精妙意境与深厚文脉，项目对AIGC、沉浸式音频、交互引擎等技术提出了远超常规的“文化精度”要求。

这种来自丰富场景的、具体而微的需求，成为了技术团队进行定向攻关与适应性创新的最强动力，推动了技术本身在文化领域的深化应用与成熟。另一方面，迭代升级后的技术，又为文物价值的深度挖掘与创造性转化提供了更强大的工具，让曾经静默的文物真正地“活”起来，走入当代生活。如此，形成一个“需求牵引技术，技术赋能文化”的可持续创新闭环。

## 六、展望

“山水江南”是上海博物馆数字化转型过程中一个备受瞩目的新起点。面向未来，一条更为广阔的创新之路正在铺展。

### 1. 技术迭代与体验深化

未来，将持续引入 VR（虚拟现实）、AR（增强现实）、MR（混合现实）以及光场显示等下一代技术。观众或可佩戴轻便设备，在虚拟世界中“拿起”虚拟的毛笔，在数字山水间进行摹写；或可通过 AR 眼镜，在自家书房里欣赏一件“悬浮”于空中的三维化书画作品；亦或可通过“山水江南”线上 VR 版本，如互联网元宇宙平台，让全球任何地方的观众都能随时随地“置身”于这个数字山水世界。AI 技术将进一步进化，从风格模仿走向意境创造，甚至能与观众进行关于艺术哲学的深度对话等。极大拓展受众边界，服务于国家文化“走出去”战略，成为讲述中国故事、传播中华美学的强大数字载体。

### 2. IP 体系构建与产业生态培育

未来，将系统化地运营“山水江南”这一文化 IP，通过国内外巡展、品牌授权、联名开发等方式，将其美学价值转化为一系列高品质的数字文创产品、影视作品、教育课程乃至主题文旅项目，构建一个完整的文化创意产业链，实现社会效益与经济效益的统一。

### 3. 推动行业标准与助力中外文化交流互鉴

上海博物馆计划将在“山水江南”项目中积累的技术标准、制作流程与管理经验进行梳理、总结，并积极与国内外同行分享，为推动人类文明在数字时代的共同繁荣贡献自己的智慧与经验。

## 结语：

上海博物馆“山水江南”项目，将深刻的文化理解与前沿技术加以有机融合，成功地实现了对中国文人画这一经典文化遗产的“数字活化”。实践表明，数字技术绝非冰冷代码的堆砌，而是可以成为延续文明薪火、温润人类心灵的强大力量；借助数字技术，中国的文化遗产可以绽放出更加绚烂的光彩。这条“活态传承”之路，正通向一个值得我们共同期待的未来。



# 案例篇

—

## 场馆数据利用

面向公众服务的博物馆数据体系构建与应用

从数据积累到价值释放：三星堆数字化建设的探索与实践

数字孪生赋能智慧文博：上海博物馆东馆“透明展厅”案例深度解析

南京城墙遗产数字记录、监测与展示的创新应用案例

CASE  
CHAPER

## 数据驱动的观众分析：南京博物院的实践路径

南京博物院  
2018

基于数据的观众分析是近年来国内博物馆备受关注的数字技术应用领域，并且在行为层与运营优化方面取得了较为明显的进展。然而，在多源数据融合，以及面向观众体验与学习效果的可量化框架方面，仍缺乏系统性探索与可复制的方法路径。基于此，本研究旨在构建并检验一套面向博物馆场景的“数据驱动的观众分析”框架：以多源数据为证据基础，在合规前提下实现对观众“行为—体验—意图”的系统刻画，并将分析结果稳定转化为可执行、可评估的展览与运营决策。

# 面向公众服务的博物馆数据体系构建与应用

张晓婉

(南京博物院)

随着数字技术的迅猛发展，我国已进入高度信息化、智能化的崭新发展阶段，数字技术从不同角度、不同层面为决策的科学性、精准性以及整体效能的显著提升提供了有力支撑：大数据分析凭借强大的数据处理与挖掘能力，能从海量繁杂的数据中精准提炼有价值的信息；人工智能（artificial intelligence, AI）依托深度学习、机器学习等前沿算法，实现了对复杂问题的智能分析与决策；物联网则通过各类传感器设备的互联互通，构建了万物皆可感知、万物皆可互联的智能网络。在数字化时代，博物馆的日常运营和公众服务模式也发生了深刻变革。从观众进入博物馆开始，到馆内参观、参与互动活动，再到离馆后的反馈评价，每一个环节都会产生大量的数据，这些数据涵盖了观众的年龄、性别、地域、参观时间、参观路线、停留时长、兴趣偏好等多维度信息。博物馆需对积累的观众数据进行深度剖析和价值挖掘，精准把握观众的需求和行为模式，为优化管理决策提供可靠依据，进而提升观众的参观体验。为全面提升服务品质，让数字化建设真正惠及每一位观众，南京博物院（以下简称“南博”）在面向公众的数据建设方面开展了一系列探索，如特展可视化运营数据统计监测系统建设、数据可视化平台建设、智慧化建设可行性研究等，积累了一些经验，可供同行借鉴。

## 一、面向公众的博物馆数据建设

2018年11月，为全方位收集观众反馈、系统性提升公众服务质量，南博在“世界巨匠——意大利文艺复兴三杰”特展中，首次尝试搭建了面向观众数据分析的展览可视化运营数据统计监测系统。该系统联动策展人、展览部、信息中心、开放中心等多方数据生产的业务部门及个人，通过调用实时人流量摄像机、人脸识别摄像机、观众聚集量摄像机、图形运算超脑、定制统计软件等，集中采集展览中的观众数据、藏品数据、业务数据、环境数据，运用人脸识别、聚集量监测、轨迹跟踪等技术算法，结合售检票系统、人员排班系统、文创管理等相关业务系

统产生的数据进行提取与关联分析。此次创新实践采用自主研发算法，通过设备联动和系统集成，确保了数据采集的精准性、分析的智能化和展示的直观性，有效促进了业务数据的打通与利用。该系统精确掌握了观众排队时长、平均停留时间、重点展品参观时长、特展观众转化率等数据，通过对采集数据的有效分析与深度挖掘，为展厅路线布设、展厅人员配置优化、文创产品销售策略等提供了有力的决策支撑，显著提升了观众的参观体验和满意度。但遗憾的是，各部门、各业务系统间尚未建立完善的实时数据链路，业务数据报表仍需人工汇总核验，数据体系化建设仍有待完善。

2023年，鉴于可视化运营数据统计监测系统的不足，为进一步提升数据治理与利用能力，促进大数据辅助管理决策的应用。南博数字化建设团队深入调研全院已有十多个子系统与各业务部门工作流程，打通整合了公众服务管理、数字资源展示、文物藏品环境监测等十余个信息系统。经智能数据汇总与治理，构建了集“观众行为分析”“开放运营管理”“科学研究”“年鉴媒体”等功能为一体的关联性数据可视化平台。



图 1- 南京博物馆数据可视化平台

该平台紧扣场馆开放需求，运用物联网、生物特征识别、大数据等技术，精准采集并呈现观众行为关键性数据要素指标。为确保数据安全、数据质量及数据分析的有效性，系统设置预

处理环节提升数据可用性。例如，通过标签分类对观众属性进行标准化划分（按照年龄分为未成年人、成年人），并完成数据脱敏，严格遵守数据保护法规，对观众身份相关信息进行加密或匿名化处理，在保护观众隐私的同时确保数据使用合规安全。平台通过多样化工具与技术实现数据的深度挖掘与直观呈现，支撑决策优化。在可视化工具方面，集成多维度数据展示功能，支持动态筛选与钻取分析，便于管理人员实时掌握观众数据变化与展览效果，提升数据应用的便捷性与时效性。在分析技术方面，采用聚类分析对观众属性及行为数据进行群体划分，识别不同类型观众的特征，为个性化服务提供依据；运用趋势预测模型基于历史数据预测未来观众流量的变化，提升开放运营决策的科学性。平台通过业务数据的集成应用、智能分析及简洁的界面设计，具备了强大的易用性，便于业务决策层时刻关注数据，实时优化资源配置，实现精细化管理，为观众高质量参观保驾护航。平台自正式上线运营以来，积累了大量观众行为数据，包括观众参观数据、特展数据及精细化的观众画像信息等。通过对这些数据的深度挖掘与系统分析，全面掌握了观众流量的动态变化趋势、年龄和地域分布情况以及参观满意度等数据，不仅为南博深入调研观众需求、掌握观众行为规律提供了依据，更为优化展览布局设计、提升服务质量和辅助运营决策奠定了坚实的数据支撑基础。

## 二、观众行为分析与决策优化

### 1. 观众行为分析

#### 1.1 近年观众人数分析

2023-2025年（截至7月），总参观人数呈增长态势，2023年为1309.70万人，2024年增至1428.24万人，2025年（前7月）达982.15万人，若下半年保持节奏，全年有望再创新高。

历史馆：2024年较2023年增长约105.26万人，反映内容或运营优化吸引更多观众。

特展馆2023-2024年从641.41万人微增至654.69万人，增长相对平缓。

2025年虽仅统计7个月，但总参观人数已接近2023年全年，显示增长加速。

#### 1.2 历年观众年龄分布分析

2023年，观众总人数：392.1831万人。其中0~20岁：61.15万人；20~30岁16.10万人；3~40岁80.89万人；40~50岁46.54万人；50-60岁：28.33万人；60岁以上：14.28万人。2023年各月份不同年龄段分布图如下图所示：

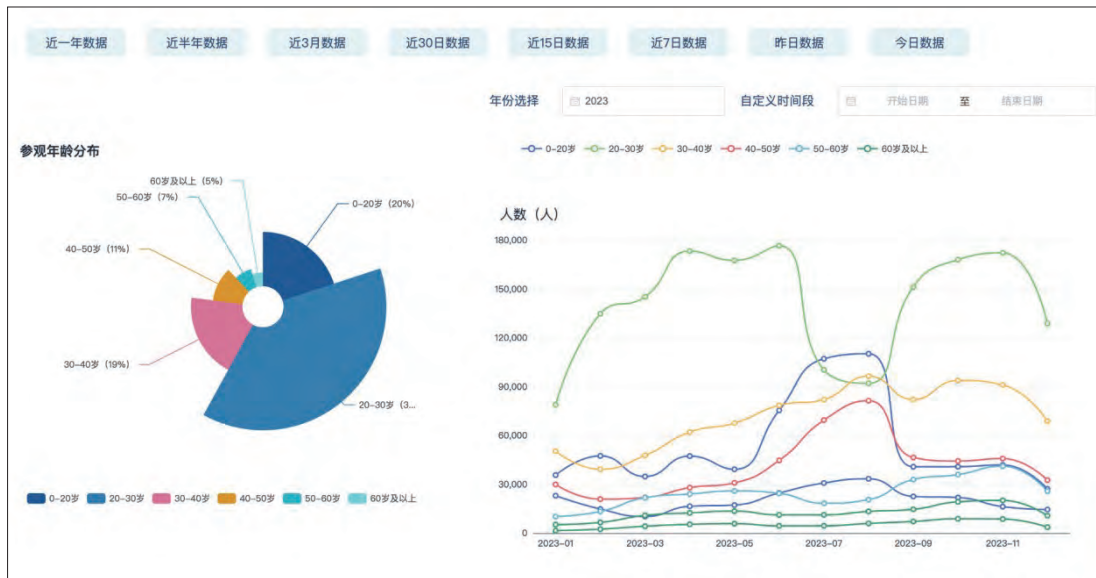


图 2-2023 年全年观众年龄分布

2024 年，观众人数：439.2849 万人。其中 0~20 岁 69.61 万人；20~30 岁 16.28 万人；30~40 岁：98.20 万人；40~50 岁：56.81 万人；50-60 岁：34.65 万人；60 岁以上：17.21 万人。

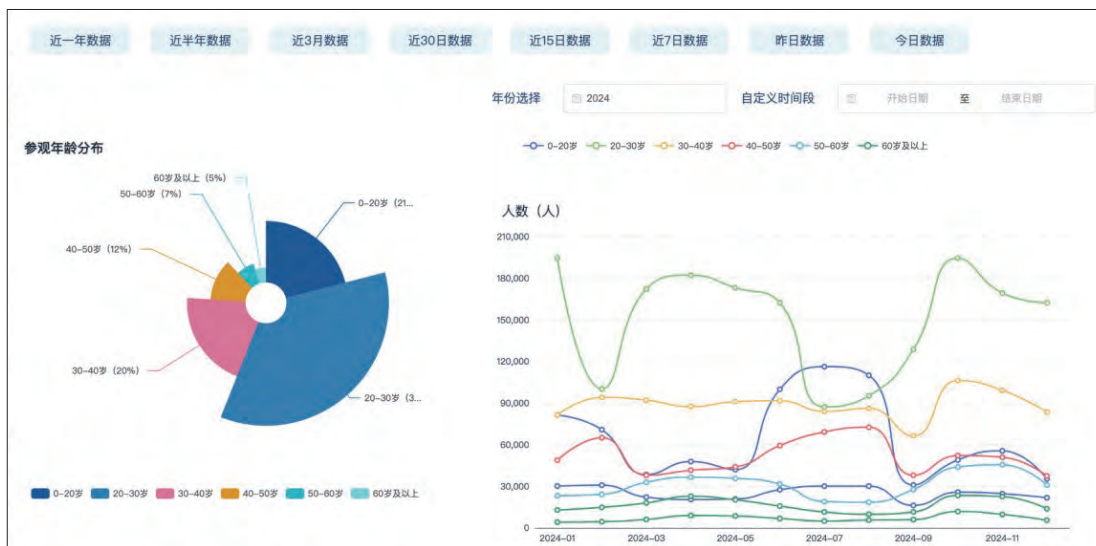


图 3-2024 年全年观众年龄分布

2025年截至7月31日，观众总人数：287.1659万人。其中0~20岁：61.70万人；20~30岁：91.30万人；30~40岁：60.32万人；40~50岁：39.71万人；50~60岁：21.58万人；60岁以上12.57万人。

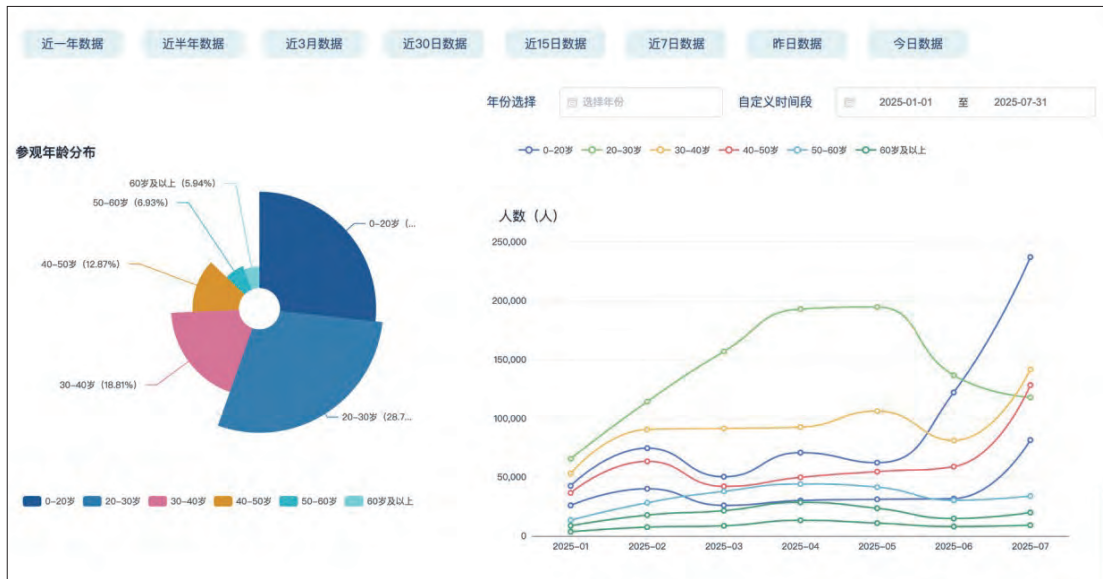


图 4-2025 年全年观众年龄分布情况

从 2023 - 2025 年数据分析，各年龄段参观人数整体呈增长态势，反映场馆吸引力逐年提升，游客规模扩大。20~30 岁始终是核心群体，人数峰值、波动幅度均领先其他年龄段。

20-30 岁：各年份均为“流量担当”，2023 - 2025 年呈现“春秋季节高峰、寒暑假 / 年末低谷”规律，契合学生 / 职场新人假期安排。

0-20 岁：人数随 20-30 岁波动，2023 - 2025 年寒暑假有小高峰，2025 年 7 月人数暴增，需强化“亲子互动 + 研学教育”场景。

30-40 岁：整体稳定，2023-2025 年与 20-30 岁趋势协同，说明多为“家庭同行”或“社交”需求。

40-50 岁、50-60 岁、60 岁以上：人数少但逐年增长，2023-2024 年集中在春秋季节，偏好传统、深度内容；2025 年略有提升，未来建议继续优化“老年友好服务”。

### 1.3 观众地域分析

2023 年，江苏省观众占比 19.44%，人数为 86.51 万人。其中南京市：占比 4.26%，人数为 18.95 万人。浙江省观众占比 9.07%，人数为 40.35 万人，是重要的省外观众来源地。上

海市观众占比 2.65%，人数为 11.78 万人。国外观众占比 0.15%，人数为 0.67 万人。港澳台观众占比 0.14%，人数为 0.63 万人。

2024 年，江苏省观众占比 18.17%，人数为 95.74 万人，虽然占比略有下降，但参观人数有所增加。其中南京市观众占比 4.03%，人数为 21.23 万人。浙江省观众占比 8.65%，人数为 45.57 万人。上海市观众占比 2.83%，人数为 14.92 万人。国外观众占比 0.39%，人数为 2.04 万人，占比和人数较 23 年大幅上升。港澳台观众占比 0.34%，人数为 1.78 万人，占比和人数比上一年显著增加。

2025 年至 7 月 1 日，江苏省观众占比 17.70%，人数为 64.23 万人，其中南京市的观众占比 4.23%，人数为 15.34 万人。浙江省观众占比 8.37%，人数为 30.39 万人。上海市观众占比 2.36%，人数为 8.55 万人。国外观众占比 0.39%，人数为 1.40 万人。港澳台观众占比 0.39%，人数为 1.40 万人，占比进一步上升。

地域分布规律：“省内为基，周边辐射”，2023-2025 年，江苏省观众占比常年居首（2023 年 19.44%、2024 年 18.17%、2025 年 17.7%），说明本地及省内观众是“基本盘”。南京是省内第一来源：作为省会，南京市观众占比稳定在 4% - 18% 区间，既是“主场优势”体现，也反映城市文化消费的核心地位。

周边省份协同增长：浙江、上海长期位列二、三名，2023-2025 年浙江观众占比保持 8%-9%，上海维持 2% - 3%，说明“长三角区域联动”效应明显，跨城观展需求持续释放。

境外 / 港澳台观众：占比极低（长期 < 0.5%），但 2024-2025 年有增长趋势。

#### 1.4 观众驻留时长

2023 年，博物院平均停留时长：03 时 10 分；特展馆平均停留时长：02 时 12 分。历史馆平均停留时长：02 时 19 分。

2024 年，博物院平均停留时长：02 时 58 分；特展馆平均停留时长：02 时 21 分；历史馆平均停留时长：02 时 16 分。

2025年，博物院平均停留时长：02时57分；特展馆平均停留时长：02时26分；历史馆平均停留时长：02时23分。

通过观众驻留时长分析可以看出，“4小时以上”深度观众占比逐年提升，反映观众从“走马观花”转向“深度沉浸”。特展馆、历史馆平均时长从2023年2小时，提升至2025年2.2~2.3小时，说明观众驻留更聚焦“优质内容场馆”，无效停留减少。特展馆平均停留时长逐年提升，“1小时以内”短期停留占比高。历史馆平均停留时长稳定在2小时左右，“1-2小时”区间客流占比相对高，说明其“专业历史内容”吸引有明确需求的观众。

### 1.5 展馆区域热度排行

系统按各展区观众密度情况进行区域热度排行。从实时人数数据可近似反映观众密度，能深度挖掘展区运营的吸引力逻辑、观众需求差异。

### 1.6 群体画像分析

从图6数据可以看出，历史馆作为核心场馆，拍摄总人数与微笑人数基数大，说明受众覆盖面广且存在稳定。从数据趋势看，春秋季节（2024年9-11月、2025年3-5月）微笑人数与拍摄人数同步增长，反映这两个时段观众对历史馆内容接受度高。同时历史馆微笑人数长期高于特展馆，体现历史馆展陈、讲解等服务更易引发观众积极情绪。推测观众对系统性历史文化内容有天然认同感，沉浸于历史叙事时易产生愉悦感。节假日（2025年1月）虽拍摄人数激增，但微笑人数增长幅度相对平缓，需关注大客流下的观众体验问题，如排队、拥挤可能影响观众情绪。



图5- 区域热度排行

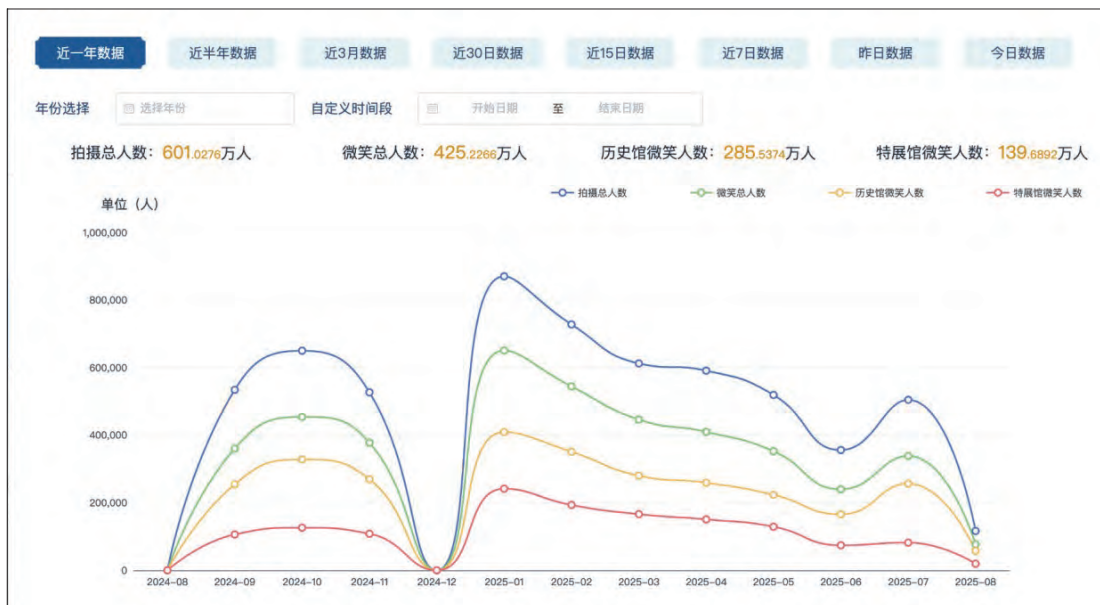


图 6- 近一年观众微笑指标折线图

## 2. 观众结构变化趋势预测

结合近几年观众数据（门票系统、特展数据）以及全国博物馆观众结构变化规律，预计未来 3～5 年呈现以下趋势：

### 2.1 年龄结构

青年观众持续占比最高：20～30 岁群体是核心力量，尤其是文化体验型、社交分享型观众占比将继续提升；亲子家庭稳步增长：伴随周末亲子出行习惯，6～12 岁儿童及其父母的来馆频率提高，周末与节假日高峰更集中；银发观众潜力释放：60 岁以上群体受健康意识提升和文化养老政策影响，平日观展比例将提升。

### 2.2 地域结构

本地观众保持稳定：江苏省内及周边城市“一日游”与“半日游”模式仍是主流，占比 20% 以上；省外游客增长空间大：高铁、航线便利及长三角旅游一体化推动，预计省外游客年均增幅 2%～5%；国际观众回暖：受入境旅游政策优化影响，港澳台、日韩游客有望逐步回升。

### 3. 数据驱动运营策略优化

#### 3.1 展览设计优化

基于观众画像数据，针对不同年龄、兴趣和文化背景的群体，设计差异化的展览内容。例如，为青少年设计更多互动游戏和沉浸式体验，为银发观众提供带有详细讲解的文化故事。根据实时反馈和观众行为数据，定期评估展览内容的吸引力，快速调整和更新展品主题或讲解内容，保持展览新鲜感和参与度。结合南博其他展区及周边文化资源，打造主题连贯、内容丰富的跨展览体验，增强观众深度参与感。结合参观动线数据，优化展厅路径设计，设置合理的缓冲区和引导标识，避免拥堵同时提升观展舒适度。根据停留时长分析，调整展品组合和摆放位置，重点展品设置于关键节点，提升整体展览节奏感和观赏体验。

#### 3.2 服务策略优化

布设数字化服务装置：推广移动端的智能导览和问答助手，推荐适合的展览路线和相关活动，提升观众自主探索的便捷度。

导览及信息设施优化：提升导览系统覆盖率和准确性，增加智能问询点和自助服务终端，提高观众信息获取效率。

#### 3.3 运营决策辅助

##### (1) 人员调配

科学排班与灵活调度：根据日常及节假日客流预测，合理安排导览员、安保和服务人员，设置高峰时段应急调配方案，确保服务质量与安全保障。

多岗位交叉培训：提升工作人员多功能能力，灵活应对现场突发状况，提升整体运营弹性。

通过观众行为热力图，识别出热门展览区域与冷门区域，合理调整展览布局，引导人流分散，提升参观体验。同时，利用大数据分析观众偏好，为未来的展览策划与展品选择提供数据支持，实现展览内容的精准推送与个性化推荐。

##### (2) 资源配置

动态资源调整机制：根据展览热度和运营成本定期评估资源投入效果，优先保障高影响力展览的宣传与运营支持；技术资源升级：持续引入智能硬件与数据分析平台，推动展陈与运营的数字化升级，提高管理效能。

### 三、总结与构想

综上，南京博物院数据可视化平台秉承“背靠系统面对人、用数据解放人”的核心目标，将场馆视频画面、展厅观众分布、文物环境数据、观众参观动态以及安全要素警示等实时信息集成于“一张图”之中，实现全方位、实时与历史数据相结合的直观展示。这一创新举措不仅为利用大数据辅助决策、深化观众结构与行为分析、强化文物环境预警等提供了坚实的管理支撑，还显著提升了博物院管理层对观众动态及结构特征的实时洞察能力，有力推动了管理模式的转型，即从依赖经验转向数据驱动。平台的创新之处主要体现在以下几个方面：

#### 1. 技术与业务需求深度融合：

在整体设计与建设过程中，平台注重显示层的信息化呈现、趋势层的图表化分析以及证明层的数据关联化应用，旨在为构建高度可靠的数据决策体系打下坚实基础。平台从技术出发，最终实现去技术化，以直观、可信的信息可视化方式呈现关键数据。

#### 2. 数据中台实现多系统无缝接入：

预约系统、人流监测系统、文物环境系统、停车系统等多系统数据被有效整合，确保了观众行为分析数据的准确度高达98%，为博物院提供了全面、精准的数据支持。

#### 3. UI设计追求极致扁平化：

平台在用户界面设计上精益求精，注重易用性和上手度，充分考虑了南京博物院决策者和管理部门的使用习惯。同时，支持PC、PAD、投屏等多种展示形式，满足不同场景下的使用需求。

#### 4. 预警与视频监控实现自动化、高可信度：

平台能够实时预警预约观众数量、重点展区观众密度、重点文物聚集度、文物环境温湿度、展柜光照度以及有害气体分析等关键指标，并实现自动消警、分级告警。同时，关联摄像头实时呈现影像，为直观验证和监测提供了有力支持。

#### 5. 年度运营数据有效呈现：

平台按年度对南京博物院的开放运营、科学研究、年鉴媒体等运营数据进行系统梳理和有效呈现，用数据为南博画像，通过年度数据类比展示发展态势，为博物院的长期发展提供了数据支持。

## 6. 公众隐私保护技术处理得当：

在使用观众特征识别技术时，平台仅记录识别后的特征统计信息，并进行分类统计，不保留任何观众生物特征和隐私信息。这一做法严格符合国家法律法规要求，最大限度地平衡了公众隐私保护与博物馆实际需求之间的关系。

近十年来，“博物热”持续升温、热度不减，随之而来的开放压力也与日俱增。当下，博物馆普遍面临着观众服务需求不断升级、管理效能与精细化水平亟待提升以及文化传播模式创新变革等多重挑战。在此背景下，2025年起南博始终紧跟时代步伐、积极响应需求，不断稳步推进数据可视化平台升级工作。数据可视化平台成功升级为“南京博物院开放运营数智化平台”，在原有模块改造升级的基础上，还重点增设“智慧消防”、“视频监控”模块，实现了场馆监测、消防预警、能耗管理等环节的全流程打通，构建起统一可视的“一张图”管理新模式。平台全面支撑场馆运营的“一屏通览、一网统管、分级预警、多端联控”，显著提升了整体运营效能与安全响应能力，为博物馆的高质量发展与智慧化转型注入了新的活力。



图 7- 南京博物院开放运营数智化平台

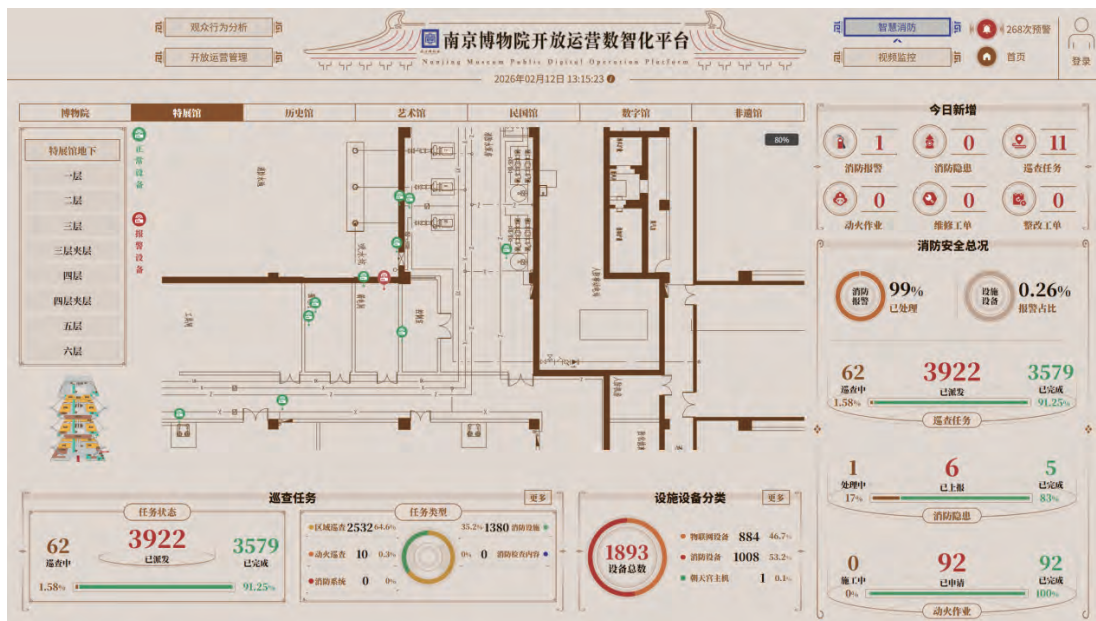


图 8- 智慧消防模块



图 9- 智慧消防模块中“巡查任务列表”



图 10- 视频监控模块

2025年，南博还在现有信息化、数字化建设基础上，正式启动“南京博物院智慧化可行性研究咨询设计项目”。该项目以南博智慧化转型为目的，梳理全院业务与流程再造，绘制南博核心业务全景图，识别智慧化改造关键节点。按照“1+3+N”智慧博物馆架构理念，规划1个底座（构建云网端一体化数字基础设施）、3个中台（业务中台搭建系统技术接口与数据整合、物联网中台搭建全院物联感知与设备协同中枢、AI中台搭建博物馆智能体与算法库）、N个场景（按照运营、管理、服务、保护等维度设计应用场景）。项目围绕提升管理效能、促进观众体验全面升级展开实施。在提升管理效能方面，打通南博现有运行子系统，规划18个业务部门信息系统需求，整合文物保护、安防监控、能耗管理、办公协同等多源数据，基于国家一级博物馆评估指标，构建“一屏通览、一网统管、分级预警、多端联控”的智慧运营平台，实现办公协同、场馆监测、安防预警、能耗管理等全业务流程的数字孪生（digital twin）可视化，推动管理决策科学化、资源调配精准化、风险防控智能化。在此基础上，南博充分利用数字技术对公众服务体系进行重构，如通过智能动线规划、热力分区动态管理、AI导览分流和云端在线展示，实现观众需求的实时感知与个性化响应，显著提升参观便捷性、互动性与沉浸感，打造“线上+线下”融合的智慧化文化体验。

国家政策的指引、社会发展的迫切需求以及博物馆为公众服务的理念等多方因素，是博物馆数据建设发展的动力。从发展逻辑来看，博物馆数据建设既蕴含着偶然性的机遇（如特定技

术突破或社会热点事件的触发催生新的数据应用场景），又承载着必然性的历史使命（如数字化时代全面到来，数据建设成为博物馆适应时代发展、提升自身竞争力的必由之路）。回顾南博的数据建设进程，其发展脉络清晰且具有探索性与实践性：数据建设以单一展览为切入点，通过初步收集观众在特展中的参观行为等相关基础数据，为展览优化提供依据，开启了对公众数据利用的初步探索；而后逐步拓展数据建设，构建起涵盖文物管理、展览运营、观众服务等各业务环节的数据采集与分析体系，形成完整数据闭环，为资源优化配置及服务品质提升提供了有力的数据支撑；当下正积极向智慧化转型，力求实现智慧化文物保护、展览个性化推荐、观众精准服务等目标，推动博物馆文化传播与服务模式创新升级。在博物馆数据建设中，审慎把握技术应用与业务需求之间的平衡至关重要。业务是目的，技术是手段，二者相辅相成、缺一不可。若过度侧重技术而忽视业务实际需求，可能导致数据建设华而不实；反之，若对新技术应用畏首畏尾，博物馆会在数字化建设浪潮中掉队。博物馆应以积极的态度探索新技术的创新与合理应用，为公众提供更便捷、贴心的参观体验，为文化遗产的保护与传承提供科学有效的解决方案，为弘扬中华优秀传统文化搭建更广阔的平台。



## 从数据积累到价值释放： 三星堆数字化建设的探索与实践

三星堆博物馆  
2024

博物馆藏品和场馆数智化工作的持续开展积累了大量藏品数据和观众数据，这些数据大多停留在存储层面，未能通过分析挖掘反哺文物研究、展览优化与服务提升，从而导致数字化建设与实际业务需求脱节，数据价值未能得到应有的释放。针对这一共性问题，三星堆博物馆尝试改变博物馆的相关角色定位，即从“数字资源的保管者”拓展为“数字资产的整合者与开放枢纽”，通过整合内部数据资源、搭建标准化数据底座，为包括公众在内的所有参与方提供统一的数据入口，力图搭建“数字资产”与“社会力量（含公众）”之间的连接桥梁，为博物馆数字化转型提供新的思路。

# 从数据积累到价值释放： 三星堆数字化建设的探索与实践

张 淞

(三星堆博物馆)

## 一、引言

当前，博物馆行业正加速迈入数字化时代，数字化建设已成为博物馆实现文物保护升级、展览形式创新、公共文化传播的核心路径。多数博物馆已开展基础数字化工作，如搭建官网、开发导览小程序、推进文物数字化采集等，但普遍面临一些问题如：数据标准不统一，不同系统（如文物管理系统、游客服务系统、安防系统）的数据格式、分类逻辑存在差异，形成“数据孤岛”；数据价值未释放，大量积累的文物数据、游客数据仅停留在存储层面，未能通过分析挖掘反哺文物研究、展览优化与服务提升，导致数字化建设与实际业务需求脱节。

在此背景下，三星堆博物馆作为承载古蜀文明的核心场馆，于2022年启动新馆建设与智慧化升级工作，提出“对内可管、对外可用”的建设理念，尝试针对行业上述共性问题探索可行的解决方案，为博物馆数字化转型提供参考。

## 二、三星堆博物馆数字化建设的初步思考与总体规划

### 1. 对自身数字化角色定位的初步思考

在数字化建设启动阶段，三星堆博物馆首先对自身角色进行了梳理，尝试跳出“仅靠自身完成所有数字化工作”的传统路径，初步明确角色方向：不局限于“数字资源的保管者”，更希望成为“数字资产的整合者与开放枢纽”。

三星堆认为，单一博物馆的技术能力、资源储备存在局限，难以独立覆盖数字化保护、研究、传播、利用的全场景需求。而社会层面存在多元参与主体——既有具备技术优势的科技企业、创意能力的文创团队、研究能力的学术机构，更有对古蜀文明充满兴趣的公众。基于此，三星

堆博物馆初步设想：自身无需承担“全能执行者”的角色，而是聚焦“核心枢纽”职能，通过整合内部数据资源、搭建标准化数据底座，为包括公众在内的所有参与方提供统一的数据入口，尝试搭建“数字资产”与“社会力量（含公众）”之间的连接桥梁。

## 2. 对数字化建设关键问题的初步预判

基于“整合数据、开放数据”的初步设想，三星堆博物馆在建设初期，对推进过程中可能面临的关键问题进行了预判，核心聚焦“对内协作”与“对外适配”两大维度：

### （1）对内：数字化部门与业务部门的协作效率问题

博物馆意识到，数据整理需覆盖文物、展览、游客服务、安防等多个业务领域，而不同业务部门有各自的工作逻辑与数据标准（如文物部门侧重文物年代、材质等学术数据，运营部门侧重游客流量、停留时长等服务数据）。



图 1- 三星堆智慧博物馆架构设计

初步预判可能面临以下两个主要问题：

1、协作机制不明确：数字化部门与业务部门的职责划分、沟通流程未清晰界定，易出现“数据需求传递滞后”“数据标准理解偏差”等问题，导致数据整理效率低下；

2、业务数据梳理难度大：部分业务部门的历史数据（如早期文物记录、手工统计的游客数据）存在格式不规范、信息不完整的情况，需业务部门深度参与补全与核验，但如何平衡业务部门日常工作与数据梳理任务，仍需探索可行方案。

## （2）对外：数据开放接口的实用性与适配性问题

围绕“向公众及市场开放数据”的设想，博物馆初步预判，核心问题在于“如何让开放的数据真正被利用”，而非仅完成“数据上架”：

1、接口标准适配性不足：若开放接口的技术标准（如数据格式、调用协议）与市场主流需求（如科技企业常用的 API 规范、文创开发常用的模型格式）不匹配，会导致外部主体“想用时用不了”，无法实现有效复用；

2、数据开放的“度”与“效”难平衡：开放数据需兼顾安全性（如部分文物细节数据需限制权限）与实用性（如公众或企业获取的数据需满足基础使用需求），如何划定开放范围、设置权限等级，确保数据既安全又能真正支撑外部应用，仍需进一步明确。

## 三、三星堆博物馆数字化建设的具体实施路径

围绕“对内可管、对外可及”的数据开放体系目标，三星堆博物馆从“内部数据整合”与“外部数据开放”两大维度推进具体实施，其中内部实施以“业务主导需求、数据部门定标准”为核心原则，重点解决业务系统与数据底座的协同衔接问题。

### （1）对内：以“业务主导需求、数据定标衔接”为原则，构建统一数据存算体系

为避免“数据部门干预业务”“业务系统脱离数据标准”的问题，博物馆明确划分业务部门与数字化部门的核心职责，以“业务提需求、数据定规则”的逻辑，推进数据全量接入统一存算平台。

1、明确权责边界：业务部门主导业务需求，数字化部门聚焦数据标准

1.1、业务部门：自主提出业务系统功能需求，主导业务逻辑设计

各业务部门基于自身核心工作，独立提出业务系统的功能需求——例如，游客服务部门围绕“提升票务效率与游客入园体验”，提出“智慧票务系统”需求（含线上购票、刷证入园、退票改签等功能）；文物保管部门围绕“文物出入库与状态管理”，提出“文物保管系统”需求（含文物入库登记、出库审批、保存环境监测数据记录等功能）。业务部门全程主导业务系统的逻辑设计，确保系统能直接解决实际工作痛点，数字化部门不介入业务功能的决策与设计。

1.2、数字化部门：不干预业务逻辑，仅深入数据层制定衔接标准

数字化部门核心工作聚焦“数据层面的规则制定与衔接保障”，不从业务角度判断系统功能合理性，仅从“数据能否接入、能否复用”出发，提供两大核心支撑：

输出“数据存算架构标准”。明确数据存算平台的技术架构（如存储格式、接口协议、数据传输加密规则），要求业务系统（无论新建或改造）需兼容该架构，确保系统产生的数据能顺畅接入平台；

定“数据流通规则”。明确业务系统数据的“输出字段要求”（如票务系统需输出“订单号、购票人信息、入园时间、票种”等核心字段）、“更新频率要求”（如实时订单数据需秒级同步至存算平台，日结数据需当日 24 点前同步），确保接入数据的完整性与时效性。

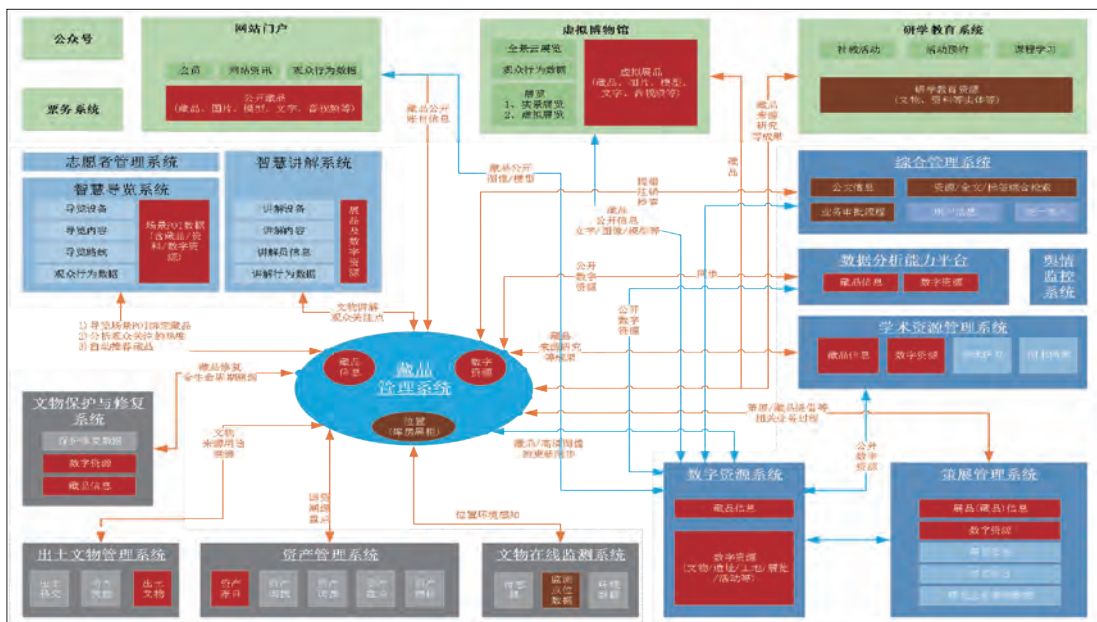


图 2- 三星堆博物馆数据流图

2、搭建统一数据存算平台，明确技术衔接要求

2.1、平台核心定位：作为博物馆内部所有业务数据的“统一归集枢纽”，不承担业务系统的功能开发，仅负责数据的接收、存储、清洗与调用，支持结构化（如票务订单数据）、非结构化（如文物高清影像）、半结构化（如文物修复报告）等多类型数据的兼容存储

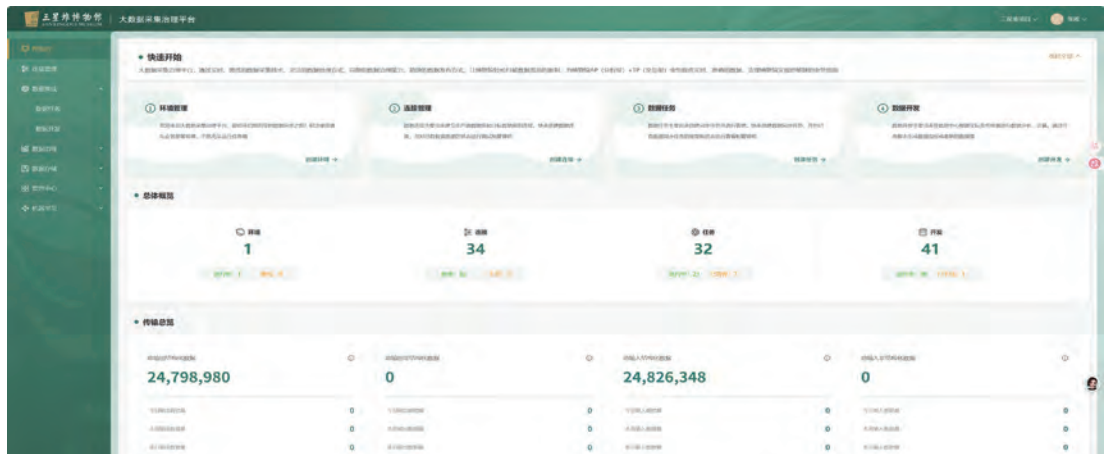


图 3- 三星堆博物馆数据开发平台

2.2、技术衔接要求输出：数字化部门向业务系统合作的技术公司（或内部开发团队）提供《数据接入技术规范手册》，明确具体要求——

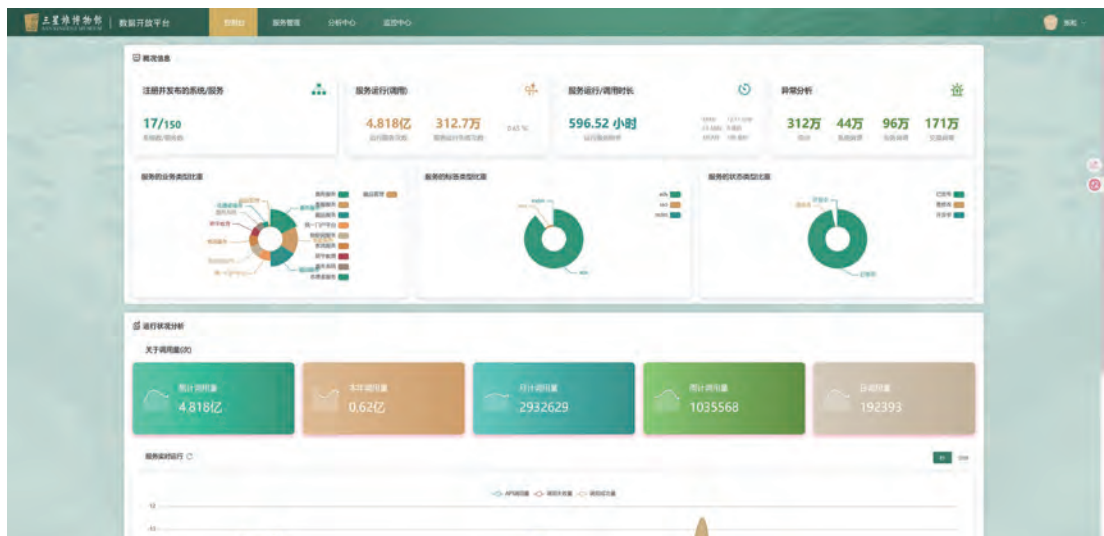


图 4- 三星堆博物馆数据开发平台

接口协议：统一采用 RESTful API 协议，确保不同技术栈的业务系统均可对接；

数据格式：结构化数据统一为 JSON/CSV 格式，非结构化数据（如图片、视频）需符合指定分辨率（图片不低于 300DPI、视频不低于 1080P）与编码标准（H.264 视频编码、JPEG 图片编码）；

接入校验：平台设置自动校验机制，对字段缺失、格式错误的数据实时返回报错信息，由技术公司根据规范整改，数字化部门提供技术支持，确保数据“一次接入成功”。

### 3、典型实践：三星堆数字资源管理平台的搭建与应用

在统一数据存算平台的基础上，针对早期“数据分散在多部门、协作困难”的问题，博物馆进一步搭建“三星堆数字资源管理平台”，形成数据整合与部门协作的典型案列。

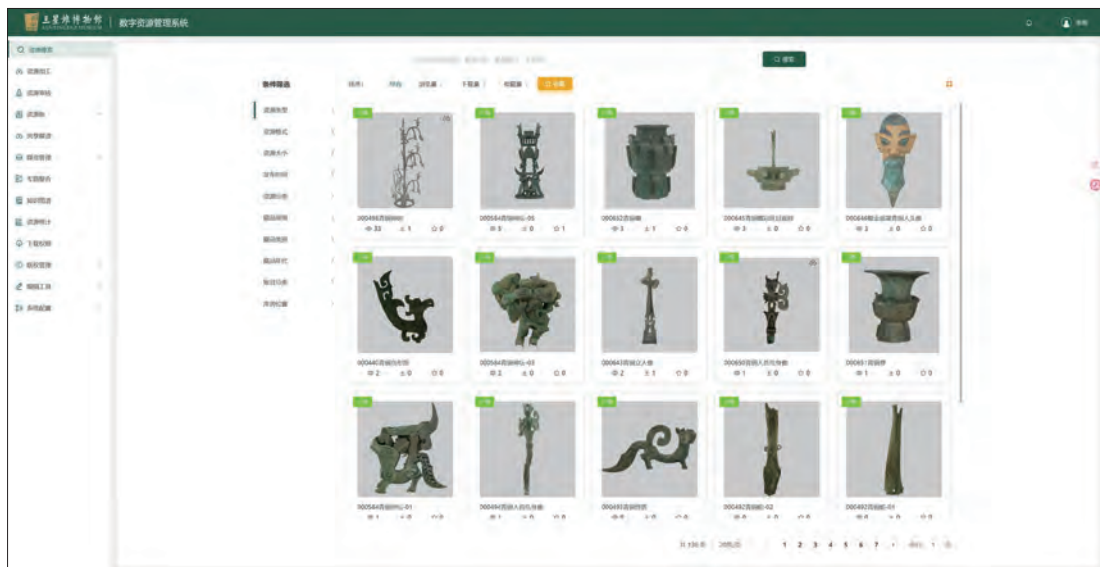


图 5- 三星堆博物馆数字资源管理系统

3.1、建设背景：此前，博物馆核心数字资源存在“部门分割”问题——文物数字图片（如青铜器高清影像）主要存储于文物保管部，媒体宣传素材（如展览宣传视频、新闻图片）归属宣传推广部，文创开发相关资源（如文物元素设计稿）则分散在办公室、产业发展部。这些资源均围绕博物馆核心文物产生，但因归属不同部门，文物保管部受保管责任限制无法主动开放数据，各部门间调用资源需反复沟通协调，协作效率低下。

3.2、平台核心设计：以“文物核心资源”为统一目录（如按“青铜礼器”“玉石器”“黄金器”等文物类别划分主目录），整合原分属多部门的数字资源，实现三大核心功能：

多部门协同访问：各部门可根据权限查看、下载所需资源（如宣传推广部可直接下载文物高清影像用于展览宣传，产业发展部可调取文物元素设计稿用于文创开发），无需跨部门申请；

全流程留痕管理：记录资源的“查看、下载、使用”操作日志（含操作人、操作时间、使用用途），确保数据流转可追溯；

明确安全权责：按部门、岗位设置资源访问权限（如文物保管部拥有资源修改权限，其他部门仅拥有查看/下载权限），同时标注资源使用规范（如商用需审批、非商用可直接使用），平衡数据共享与安全管理。

3.3、应用效果：平台上线后，各部门资源调用时间从“平均3天”缩短至“实时获取”，避免了重复采集、跨部门协调的成本，有效提升了内部协作效率，同时实现了核心数字资源的“统一管理、安全复用”。

## （2）对外：聚焦“公众服务”与“行业协作”，构建数据开放与应用体系

在解决数据标准统一、平台搭建等基础问题后，三星堆博物馆明确对外数据开放的核心方向——围绕“服务公众游客”与“赋能文博行业市场”两大核心业务，立足“数据开放者”定位，将数据接口交给市场，由市场开发贴合游客需求的数字化服务，而非博物馆直接开发服务功能。其中，面向公众游客的开放实践，核心是通过搭建“基础地图平台”与“知识图谱平台”，输出标准化数据接口，解决“产品/设备知游客位置、知场景知识”的关键问题，为市场服务创新提供基础支撑。

### （1）基础支撑：构建C端统一认证体系，实现“一次注册、全场景访问”

针对外部用户访问博物馆各类对外平台（如公众服务小程序、数字资源开放平台、官方商城）时“需重复注册账号、记忆多套密码”的问题，三星堆博物馆参照内部B端统一登录的逻辑，搭建“C端统一认证体系”，明确用户身份管理的核心规则：

**统一账号体系：**用户仅需在“三星堆博物馆”官方平台（小程序/官网）完成一次注册，即可生成唯一“三星堆数字账号”，该账号可直接登录所有对外服务场景——例如，公众用同一账号可登录小程序查看地图导航、登录数字资源平台查询文物知识、登录官方商城购买文创；文创企业用同一账号可申请数字资源授权、提交文创成果、查看授权进度，无需在不同平台重复注册。

**多元便捷登录与权限关联：**支持微信、支付宝、手机号等主流方式快捷注册/登录，降低用户操作门槛；同时将账号与“用户角色”绑定（如“普通公众”“文创开发者”“研究机构”），不同角色登录后自动匹配对应权限（如“文创开发者”账号登录数字资源平台时，可看到资源申请入口，而“普通公众”账号仅能查看开放的基础知识），实现“账号与权限同步”。

**核心价值：**解决外部用户“账号管理繁琐”的痛点，提升跨平台访问效率；同时通过统

一账号记录用户行为（如公众的参观偏好、创作者的资源使用记录），为后续“个性化服务推送”（如向喜欢青铜文物的公众推荐相关展览）、“精准资源授权”奠定基础。

## （2）面向公众游客：输出“空间+知识”接口，解决“知位置、知内容”核心问题

博物馆认为，面向公众的数字开放，本质是为市场主体提供“精准匹配游客需求”的基础数据——让服务产品/设备既能“知道游客在哪”，也能“知道这个位置能提供什么知识与服务”。基于此，重点搭建两大平台并开放接口：

### 1、基础地图平台：输出亚米级定位接口，解决“产品/设备知游客在哪”的问题

平台技术与数据支撑：新馆建设阶段即完成全场景空间数据采集与设备部署——室外采用GPS+北斗双模定位，室内预埋全量AoA（到达角定位）基站，实现园区及展厅的亚米级（误差≤1米）定位；同时整合展厅分布、设施位置（卫生间、文创商店）、实时人流数据，形成动态更新的空间数据库。

开放核心接口：向合作市场主体开放“实时定位接口”与“空间信息接口”包括：

2、实时定位接口：支持产品/设备调用游客当前坐标（如“展厅3-展位12”精准位置），明确游客所在空间；

3、空间信息接口：返回游客当前位置关联的空间数据（如该展位对应的展厅主题、周边设施距离），辅助产品/设备判断场景属性。

4、知识服务平台：输出文物关联数据接口，解决“产品/设备知位置有什么知识服务”的问题

平台数据构建：以“文物/空间”为核心节点，整合文物基础数据（年代、材质）、考古背景、科普解读、关联服务（如该文物对应的文创产品、互动体验项目），构建“位置-知识-服务”关联网络（如“展厅3-青铜神坛展位”节点，关联“神坛祭祀功能解读”“3D修复视频”等信息）。

**核心价值：**让市场开发的服务产品能根据游客位置，自动匹配并推送对应知识与服务，避免“信息与场景脱节”，实现精准服务。

随着“位置+知识”接口的开放，预期将推动第三方服务公司开发更多精准化、个性化的游客服务，例如：

**AI 导览设备：**通过定位接口确定游客位置，调用知识图谱接口推送对应文物知识和画面（如青铜神坛的拼接还原），同步播放解读语音；

**个性化推荐小程序：**基于游客停留位置（如在黄金面具展位停留超3分钟），推送关联知识（面具制作工艺）与服务（同款文创折扣、相关讲座预约）；

**亲子互动产品：**结合定位接口设计“文物寻宝路线”，调用知识图谱接口生成适合儿童的简易文物知识问答，提升家庭游客参与感。

### （3）面向文博行业市场，构建数字资源开放平台，赋能创作与协作

在服务公众游客的基础上，三星堆博物馆针对文博行业市场（如文创开发者、研究机构、媒体团队）的需求，将对内的“数字资源管理平台”进行标准化封装，构建“三星堆数字资源开放平台”。平台核心是在确保数据安全与版权合规的前提下，通过技术赋能与知识关联，解决“资源可追溯、关联可查询”的问题，进而依托三星堆文创热度，推动资源与创作、市场的深度衔接。



图 6- 基于地图和知识的游客服务程序设计



图 7- 三星堆知识服系统后台



图 8- 地图服务与文物知识图谱直接关联

1、平台建设逻辑：“技术 + 权责”双重保障，确保开放合规

2、技术层面：以安全追溯技术为核心支撑

平台整合三大关键技术，解决数据开放后的“安全与追溯”问题。

区块链技术：为每一件开放的数字资源（如文物高清影像、3D 模型）生成唯一“数字身份标识”，记录资源的“开放时间、授权对象、使用用途、二次传播轨迹”，确保全流程可追溯，防止未经授权的篡改与滥用；

数字水印与图像识别技术：对开放的图像、模型资源嵌入隐形数字水印（含博物馆标识与资源 ID），同时通过图像识别技术监测网络传播的资源，若发现违规商用（如未授权用于商品包装），可快速定位来源；

分级权限控制技术：沿用对内数据管理的权限逻辑，按“资源敏感度”与“用户资质”设置访问权限（如普通创作者可获取文物基础影像，合作机构可申请高精度模型），确保核心数据（如文物修复细节）不泄露

3、权责层面：明确产业发展部为核心授权主体

平台不替代业务部门的权责，而是将“数据开放的审批、授权、合规监管”统一归口至产业发展部：

4、法律层面：由产业发展部审核申请方的资质（如企业营业执照、文创开发许可），签订数据使用协议，明确商用范围与版权归属；

5、业务层面：由产业发展部对接申请方的具体需求（如文创团队需某类纹饰素材、研究机构需某批文物的考古数据），协调内部业务部门（如文物保管部、研究部）确认资源可开放范围，确保开放的资源既满足市场需求，又符合文物保护与研究规范。

**平台核心价值：**解决“追溯”与“关联”，衔接创作与市场资源使用全流程可追溯，降低版权风险

针对行业内“数字资源滥用、溯源难”的问题，平台通过区块链与水印技术，实现“从开放到使用的全链路追溯”——例如，某文创企业申请使用“青铜神坛纹饰”素材后，平台会记录“企业名称 - 使用用途（文创书签设计） - 素材下载时间”，若该素材被擅自用于其他

商品（如服装印花），可通过图像识别与区块链记录，快速追溯至该企业，解决版权纠纷取证难的问题。这一功能与敦煌、腾讯探元平台的追溯逻辑一致，确保三星堆数字资源的合规使用。

#### （4）资源关联关系可视化，打破“单一文物认知”

针对创作者“仅熟悉大立人、青铜大面具等热门文物，对其他文物及关联关系了解不足”的问题，平台深度融合知识图谱平台的数据，实现“资源-知识”的联动：

创作者搜索某件文物（如“玉璋”）时，平台不仅提供该文物的数字资源（高清影像、尺寸数据），还会通过知识图谱推送“关联文物”（如同一坑位出土的“玉璧”）、“关联背景”（如玉璋的祭祀用途与玉璧的搭配关系），帮助创作者挖掘非热门文物的价值；

平台计划未来升级“多模态知识图谱”，除文物与文物的关联外，新增“文物与纹饰”“文物与场景”的关联（如“青铜神树的云雷纹纹”关联“顶尊跪坐人像的云雷纹”），开放对应的多模态资源（如纹饰矢量图），帮助创作者打破单一素材限制，激发多元灵感。

#### （5）衔接市场：沉淀文创成果，吸引创新主体

依托当前三星堆文创产品的市场热度，平台在基础资源开放后，进一步实现“创作成果沉淀”与“创新主体聚合”：

文创成果沉淀：将经授权开发的文创产品（如文物主题文具、数字藏品）信息同步至平台，标注“使用的数字资源来源”（如“该书签设计源自青铜神坛纹饰素材”），形成“资源-创作-产品”的闭环展示，既为其他创作者提供参考，也强化公众对“正版文创”的认知；

创新主体聚合：通过平台吸引更多具

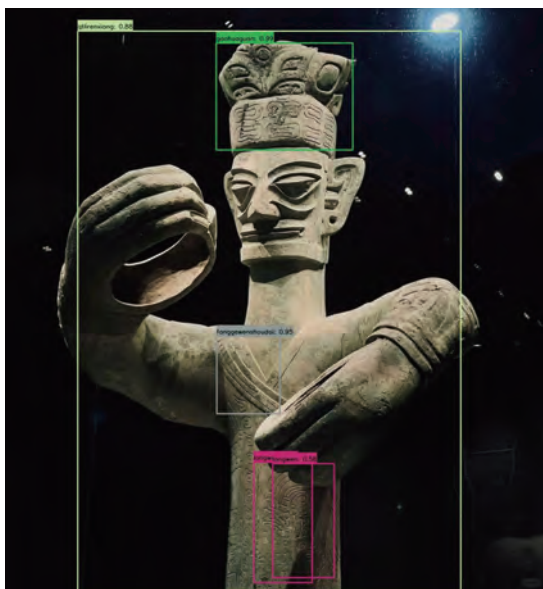


图9- 基于 yolo 模型的三星堆文物纹饰识别研究

备创造力的企业（如文创设计公司、数字媒体团队、IP运营机构）入驻，提供“资源申请 - 授权审批 - 成果展示”的一站式服务。例如，某新兴文创团队可通过平台快速获取文物素材、完成授权流程，开发后将产品信息上传至平台，借助三星堆的品牌影响力提升曝光，最终形成“博物馆提供资源、企业输出创意、市场反馈成果”的良性循环，助力打造更多优质文创产品与版权授权案例。

## 四、现存不足与未来展望

### （1）数字化建设中的现存不足

尽管三星堆博物馆在“以数据为核心”的数字化建设中已形成明确路径与实践成果，但在推进过程中，仍面临文博行业数字化转型的共性挑战，具体体现在以下三方面：

#### 1、多主体协作的协同效率待提升

数字化建设涉及内部多业务部门（文物保管、产业发展、宣传推广等）、外部多参与主体（科技企业、文创团队、研究机构），虽已建立基础协作机制，但在跨主体衔接中仍存在“权责边界模糊”的问题。例如，在推进“数字资源开放平台与外部文创企业对接”时，需协调产业发展部（授权）、数字化部门（技术支持）、文创企业（需求落地）三方，但因部分流程（如资源授权后的效果反馈）未明确责任主体，易出现“需求响应滞后”“问题推诿”的情况，导致协作效率未达预期，尚未形成完全顺畅的“数据 - 创作 - 市场”协同链路。

#### 2、数字化建设的可持续资金与资源保障不足

数字化建设（如数据存算平台升级、多模态知识图谱开发）需长期持续的资金投入，当前资金主要依赖阶段性项目拨款，缺乏稳定的长效资金机制；同时，随着数据量持续增长（如文物高精度扫描数据、游客行为数据），数据存储、算力支撑、技术迭代的成本逐年上升，现有资源配置难以完全匹配“数据持续整合与开放”的长期需求，可能影响后续数据底座的扩展性与接口服务的稳定性。

#### 3、复合型人才储备与培养滞后

数字化建设需要“懂文博业务 + 懂数据技术 + 懂市场运营”的复合型人才，当前博物馆内部团队以文博专业背景为主，数据治理、技术对接等工作多依赖外部技术公司；虽已尝试与高校合作培养专项人才，但人才培养周期长、流动性大，短期内难以形成稳定的内部人才梯队，

导致部分数据标准优化、接口需求调研等工作推进缓慢，影响数字化建设的自主可控性。

## （2）面向未来的发展展望

2022 年以来，三星堆凭借新馆开放与考古成果“爆发”，成为公众关注的文化 IP。博物馆计划以此为契机，在现有“对内统一数据底座、对外开放数据接口”的基础上，进一步推进数据价值深化，最终实现“数据集服务”模式，为 AI 时代的文化应用做好准备。

### 1、短期目标：完善现有数据体系，提升协作与保障能力

针对多主体协作问题，优化“跨部门 / 跨主体协作流程手册”，明确每个环节的责任主体、时间节点与反馈机制（如设立“协作对接专员”，统筹内外部需求）；

探索“政府拨款 + 社会合作 + 文创反哺”的多元资金模式（如通过优质文创收益提取部分资金用于数字化建设），同时引入云服务弹性算力，降低长期资源成本；

加快复合型人才培养，通过“内部培训 + 外部引进”结合的方式，组建专门的数据治理与接口运营团队，提升数字化建设的自主推进能力。

### 2、长期目标：构建“数据集服务”模式，对接 AI 时代需求

在完成数据整合与体系完善后，三星堆博物馆计划逐步从“单一数据接口开放”升级为“结构化数据集服务”：

按“应用场景”梳理现有数据，形成标准化数据集（如“古蜀文明文物基础数据集”“博物馆游客行为分析数据集”“文物纹饰多模态数据集”），每个数据集明确数据范围、格式标准、使用权限，方便 AI 企业、研究机构直接获取“可用于模型训练、学术研究”的结构化数据；

针对 AI 技术需求，重点打造“多模态文物数据集”（整合文物图像、3D 模型、考古音频解说、学术文本等多类型数据），支持 AI 在“文物修复辅助”（如 AI 基于数据集识别文物残缺部位）、“个性化文化服务”（如 AI 基于数据集生成定制化科普内容）、“文创创新设计”（如 AI 基于纹饰数据集生成新的设计方案）等场景的应用；

最终实现“以数据集支撑 AI 发展，以 AI 激活文化价值”的闭环——让三星堆的数字资产成为 AI 时代文化创新的“基础原料”，推动古蜀文明以更多元、更智能的形态融入公众生活，同时为国内博物馆数字化转型提供“数据驱动、对接未来”的实践样本。

## 数字孪生赋能智慧文博： “透明展厅”案例

上海博物馆  
2024

新型数字基础设施与传统信息化基础设施的融合是新馆建设过程中需要面对的共性问题，上海博物馆以东馆实践为例，在成功建设 BIM（建筑信息模型）的基础上，创新性地将数字孪生技术与文博业务深度融合，提出融合展厅管理、展柜管理与展品管理的博物馆“透明展厅”建设理念。通过建立数字孪生底座、部署智能预警系统、制定数据标准化接口，构建了一套完整的智慧管理体系，实现了博物馆相关业务从“经验管理”到“数据驱动”、从“被动响应”到“主动预警”、从“部门壁垒”到“协同共享”的跃迁式发展，为文博机构提供了一个完整可行的数字化转型方案。这一项目的成功实施让我们进一步认识到，数字化转型不仅是技术升级，更是服务理念、管理模式和运营机制的全方位革新。

# 数字孪生赋能智慧文博： “透明展厅”案例深度解析与行业前瞻

龚玉武

(上海博物馆)

## 一、项目背景：文化新基建战略下的博物馆数字化转型使命

在当前国家文化发展战略的宏大背景下，博物馆数字化转型已成为文化新基建的核心内容。党的二十届三中全会《中共中央关于进一步全面深化改革推进中国式现代化的决定》提出，构建新型基础设施规划和标准体系，健全新型基础设施融合利用机制，推进传统基础设施数字化改造，拓宽多元化投融资渠道，健全重大基础设施建设协调机制。近年来，随着新一代信息通信技术演进发展，新型信息基础设施的功能和类型更加多样，体系结构更加复杂，与传统基础设施的融合趋势更加凸显。在融合过程中难统筹、难融合、不协同、不平衡等发展问题日益突出；同时，新型信息基础设施之间跨区域、跨网络、跨行业层面发展不协调的问题和区域分化现象也逐渐显现，设施的安全和绿色水平仍待进一步提高。

传统博物馆在长期发展过程中积累了一系列亟待解决的痛点问题。首先，在文物保护方面，传统人工巡检方式难以满足政策要求的环境监测精度，特别是对温湿度敏感的书画、青铜器等文物，面临着因环境波动导致的文物保护风险；其次，在藏品管理方面，多数博物馆尚未建立完整的数字档案体系，缺乏数字孪生映射，容易发生展品错位现象，同时也难以形成有价值的文化大数据资产；再者，在运营管理方面，传统模式难以符合智慧博物馆星级评定中关于三维可视化运维的硬性指标要求。

面对这些挑战，上海博物馆致力于推动数字化转型，提升治理能力，创新性地提出建设智慧博物馆“3M”体系，即基于覆盖全生命周期的藏品保护（AIM）、基于场馆运营可视化的智慧管理（BIM）和基于观众体验度的智慧服务（CIM）一体化系统，而“透明展厅”建设则是其中的关键性创新工作。

## 二、项目规划：构建四位一体的智慧管理新体系

该项目旨在成功建设BIM的基础上，提出融合展厅管理、展柜管理与展品管理的博物馆“透明展厅”建设理念，构建一个完整而先进的智慧管理体系，可以概括为四个维度。



图 1- 透明展厅建设理念

### 基础建设：打造数字孪生底座

构建BIM 4.0级全要素模型，集成建筑结构、展柜设备与文物三维数据，形成物理展厅的精准数字映射。通过展柜单体化建模与分层管理技术，实现实体空间与数字空间的动态同步，为后续的各项智能管理应用奠定坚实基础。

从技术实现角度而言，这一底座需要整合多种数据源，包括建筑信息模型、展柜位置分布、文物影像数据、展厅环境信息、设备运行参数等，形成标准化的统一数据集。

### 运营管理：部署智能预警中枢

重点部署智能预警中枢，建立主动式维护机制。融合环境传感器、客流监测设备采集的多源数据，构建智能分析模型。当展柜温湿度等环境参数偏离文物保护的预设阈值时，系统能够自动触发报警，模型自动标注风险展柜位置，并通知相应处置负责人，这种智能预警功能将传统的故障响应速度从小时级压缩至秒级，彻底改变传统被动巡检模式，大大提升了文物保护的安全性和及时性。

### 协同创新：打通跨部门数据壁垒

建立统一的数据交换标准和应用接口，实现文博、工程、安保、陈展、文物保管等部门系统协同。文博部门能够直接调用藏品总号更新展品环境信息等档案，工程部门可以实时获取展柜设备运行状态，陈展部门则可以通过直观的拖拽操作完成数字换展，确保线下实物展陈线上数字孪生同步，并留痕换展记录，安保部门可以实时下载展品信息，以此为清单巡检展厅等。这种协同机制实现了国家政策要求的业务流、数据流、决策流的三流合一，极大提升了整体运营效率。

### 可持续发展：设计标准化数据接口

用标准化、模块化思路设计系统架构，以上海博物馆东馆为先行先试场所，将来会进一步在北馆建设以及人民广场馆改造时，通过模型统一接入，并预留了充分的扩展能力。从长远来看，这种标准化和模块化的设计，有利于未来系统的升级扩展和一体多馆的互联互通，并能为其他场馆开展应用提供参考和借鉴。

## 三、实施路径：“展厅、展柜、展品”三层管理逻辑

项目实施采用了分阶段循序渐进的推进策略，体现了系统化、科学化的管理思路。

首先，完成建筑结构、设备系统、展陈布局等资料收集与基础建模；随后，开展文保、工程、安保、陈展等需求调研与业务分析，在此基础之上，进一步叠加展厅、展柜数字模型并开发平台功能；最终，进行系统部署、上线运行以及应用培训等。此外，建立了完善的数据维护和模型更新机制，确保系统长期稳定运行。

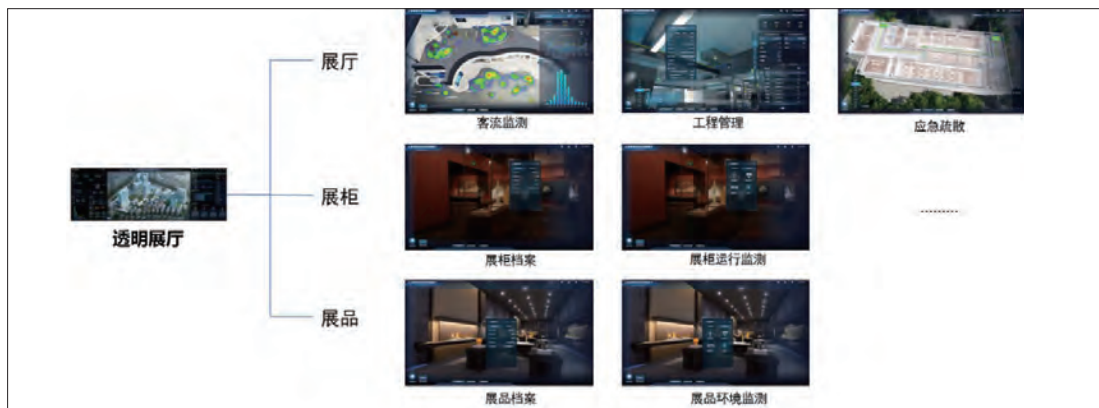


图 2- 平台功能开发路径

如图 2 所示，按照“展厅、展柜、展品”的三层管理逻辑，采用了模块化、标准化的方法，科学组织了平台功能开发实施路径。这种逻辑不仅符合博物馆业务开展的实际需求，也确保了系统架构的合理性和扩展性。

#### 四、成果展示：数字化转型的显著成效与创新价值

“透明展厅”建设在多个方面取得了显著成果，这些成果不仅体现在技术创新上，更体现在实际应用价值上。

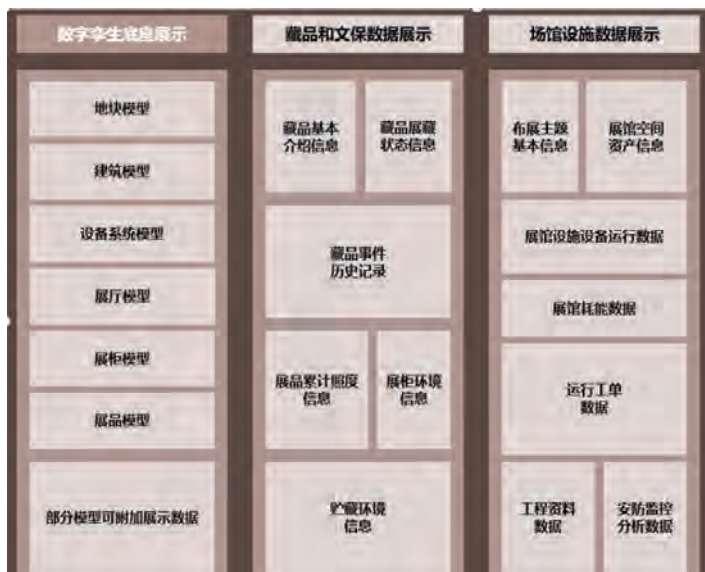


图 3- 透明展厅系统结构

如图 3 所示，透明展厅结构包含了从基础数据层到应用展示层的完整架构。

在模型建设方面，以东馆 BIM 为基础，这个模型建设包括近 1000 多个房间的划分和现场核对检查，500 多个点位装饰工程完成封吊顶前的全景拍摄，近 100 个空调机房的现场检查，以及 3 万余个弱电系统 BA 点位的查验和编码录入。

在数据接入方面，实现了多源异构数据的全面整合。如表 1 所示，接入了包括展柜与展品信息档案、环境监测数据、空调运行数据、客流数据等物联网或系统数据。这些数据的完整接入和有效融合，为透明展厅的各项智能应用提供了数据支撑。

在数据接入方面，实现了多源异构数据的全面整合。如表 1 所示，接入了包括展柜与展品信息档案、环境监测数据、空调运行数据、客流数据等物联网或系统数据。这些数据的完整接入和有效融合，为透明展厅的各项智能应用提供了数据支撑。

在软件开发方面，构建了功能完善的透明展厅平台。其包含了 24 项核心功能，分为展厅数字档案、展厅客流数据查询、展厅机电系统三维查询、展厅安全与应急管理、展厅环境管理、展柜透明化管理、展品透明化管理等七大模块。

展厅管理层面：如图 4 所示，展示了在展文物数量、展柜数量、多媒体数量、展厅面积、

数据分项		数据来源
展柜与展品信息档案	展柜编号	陈列设计部
	展柜编号	保管部
	展品名称	
	展品类别	
	展品二维图像	信息中心
	展品三维模型	
	展品与展柜关系	相关陈展部门
	多媒体展项	
环境监测数据	温度	文博科技中心
	湿度	
	CO <sub>2</sub>	
	PM2.5	
	PM10	
	TVOC	
展柜与展品信息档案	开关状态	工程部
	温度	
	湿度	
客流数据	全馆实时 / 累计人数	信息中心
	各展厅实时 / 累计人数	
	展厅客流热力图	
	观众停留时长	

表 1- 接入数据详情

展厅介绍、展品清单等信息，也实现了展厅环境的实时监测和可视化展示。用户可以通过点击各区域监测详情列表，查看指定区域的实时环境信息和历史环境数据。用户可点击多媒体信息，查看多媒体分布位置以及播放内容，可点击展柜信息，查看展柜分布位置以及展柜编号、其中展品数量、现有展品清单等。

展柜管理层面：如图 5 所示，用户可以查看模型上的展柜标签，获取展柜环境详情，包括当前温度、湿度、二氧化碳、PM2.5、PM10、TVOC 等信息，还可以查看该展柜环境的监测历史记录。展柜的环境监测详情包括正常和报警两种，所有数据均



图 4- 展厅管理

为实时联动更新，用户可以查看单个展柜的监测传感器台账、环境变化趋势图和环境监测报警记录等。此外，开柜监管功能可记录展柜开启和关闭的完整过程，包括开启时间、开启时长与监控截图。用户可以查看具体时间段内的开启记录，这些记录分为已关联事件和未关联事件，保卫部门可通过事件录入功能记录事件日期、执行人、监督报备开柜记录与实际开柜事件进行关联，提升展柜管理的可查询、可追溯能力。



图 5- 展柜管理



图 6- 展品管理

展品管理层面：如图 6 所示，用户可查看在展文物数量、展品类别、展品清单、是否有 2D 或 3D 数字资源等信息。在展品管理层面，系统提供了数字换展功能，

用户可通过弹窗查看展柜详情，并进行该展柜的展品更换操作，数字换展可联动藏品管理系统，导入检索到的藏品信息与图像，并进行数据同步，也支持录入非藏品管理系统中的外借或未入库展品，系统支持展品的可视化模拟摆放，待确认后可记录下换展时间、换展人、换展历史等信息。用户可查看展厅、展柜中在展的藏品名称、藏品编号、展品类别等信息，并能导出展品清单，供相关业务部门线下核对。

## 五、经验总结：创新驱动与实用保障

“透明展厅”的建设实现了管理模式的重重大创新。作为基于覆盖全生命周期的藏品保护（AIM）的核心，透明展厅深度融入整个智慧上博 3M 体系架构，实现了数据与业务的横向打通与纵向贯穿，将“展厅、展柜、展品”这三层关键要素的管理在统一的数字孪生体上进行融合，多个业务部门可以基于同一模型协同工作，实现了从单点管理到全局智能的模式转变。

“透明展厅”的建设切实解决了博物馆运营中的实际问题。通过建立数字孪生底座，构建了数据源的统一可信路径，促进了跨部门数据共享，通过传感器网络实时捕捉微环境波动、模型自动标注风险展柜位置，在总控大屏实现三维空间穿透式监管，实现了管理能级的跨越式提升，系统有效解决了传统人工记录导致的展品定位、环境监测等失序问题，推动博物馆从经验管理向数据驱动的数字化转型。

## 六、未来展望：从透明展厅到智慧文博生态的发展之路

项目将持续推进运营模式的创新升级，基于已建成的数字孪生平台，将开展精准的观众行为分析，通过展厅环境监测数据和展品陈展分布信息，深入理解观众的参观偏好和行为特征。数据分析结果将为展览策划、空间布局优化、场馆运营管理等提供科学依据，推动博物馆从“供给导向”向“需求导向”转变。

今后，还将进一步建立完善的长效运营机制。一方面，在队伍建设上，需要培养兼具文博专业知识与数字技术能力的复合型人才，为系统的持续优化提供智力支持。另一方面，在运维体系方面，要建立快速响应、持续迭代的运维机制，确保系统能够适应不断变化的需求。

### 结语：开创智慧文博新纪元

东馆“透明展厅”项目的成功实践，标志着上海博物馆数字化转型进入了一个全新的发展阶段。这个项目不仅构建了技术先进的智慧管理平台，更重要的是探索出了一条符合文博特色的数字化发展新路径。其创新性地将数字孪生技术与文博业务深度融合，实现了从“被动响”到“主动预警”、从“经验管理”到“数据驱动”、从“部门壁垒”到“协同共享”的发展变革。

该项目的示范意义不仅体现在技术创新层面，更体现在对文博行业发展模式的探索与实践。通过建立数字孪生底座、部署智能预警系统、打通部门数据壁垒、构建标准化接口体系，为文博机构提供了一个完整可行的数字化转型方案。其成功的实施经验表明，数字化转型不仅是技术升级，更是管理模式、服务理念和运营机制的全方位革新。

展望未来，随着技术的不断进步和应用的持续深化，“透明展厅”项目将继续发挥其示范作用。在人工智能、大数据、物联网等新技术的推动下，智慧文博建设将迈向更高水平，实现更精准的文物保护、更高效的运营管理、更优质的公众服务。

## 南京城墙遗产数字记录、监测与展示的创新应用

南京城墙保护管理中心  
2024

超过十年的城墙遗址监测数据的积累，对南京城墙博物馆的各项业务工作起到了有力的支撑作用。进一步的，基于对遗址保护工作的深刻理解，以“云享城墙”建立起遗址保护工作与观众的链接，促进了文化遗产保护成果全民共享，实现了文化遗产价值跨时空传播，为数字技术助力遗址保护、展示、阐释和传播提供了有价值的思考和示范。

# 南京城墙遗产数字记录、监测与展示的创新应用

金连玉 肖发华  
(南京城墙博物馆)

## 一、项目背景

南京城墙始建于公元 1366 年，全长 35.267 公里，现存长度 25.091 公里，是世界上现存规模最大、保存最完好的城市城墙。南京城墙作为中国乃至东亚地区古代城市城墙集大成者，蕴含着丰富的历史、文化、科技、艺术、军事等价值，是人类重要的物质文化遗产。1988 年，南京城墙被列为全国重点文物保护单位，2024 年底，以南京为牵头城市的“中国明清城墙”项目第三次被国家文物局列入《中国世界文化遗产预备名单》。

南京城墙博物馆是一座以城墙为主题的专题博物馆，其最大、最重要的馆藏，即是馆外的南京城墙。因此，南京城墙博物馆数字化工作并不局限于展馆之内，而是主要围绕着馆外的南京城墙开展，针对文物本体保护范围较长、环境较为复杂、展览展示手段单一等诸多问题，结合科技手段，从保护、管理与展示等多方面进行创新尝试，以数字技术助力文化遗产保护与传承。

## 二、项目目标

为了保护好城墙本体，传承好、阐释好遗产价值，南京城墙博物馆（下称南京城墙）以数字记录、科学监测、活化利用为抓手，打造南京城墙“一张图”文物数据资源管理平台、南京城墙监测预警平台、“云享城墙”南京城墙云景区互动与体验平台，使南京城墙得到科学、有效的保护，并为相关保护、管理等工作获得可靠的数据支撑。同时，促进文化遗产保护成果全民共享，实现文化遗产价值跨时空传播。

### 1. 南京城墙“一张图”文物数据资源管理平台

该平台旨在利用数字技术，以“一张图”建设为总体思路，以建成南京城墙文物数据资源管理平台为最终目标，利用三维激光扫描、倾斜摄影等数字化技术，对南京城墙现存约 25 公里的京城城墙本体进行测绘、扫描、建档、建库。同时，依托地理信息系统（GIS），打造南京城墙文物数据资源管理平台，为南京城墙保护和管理提供精准的数据支持。

### 2. 南京城墙监测预警平台

该平台旨在依托互联网、物联网、大数据和通信技术等，在 25.1 公里南京城墙全线安装自动化监测设备，不间断监测城墙本体存在的本体位移、膨胀、沉降、裂缝等病害，并将监测图像接入监测预警信息中心，实现对城墙本体病害的全天候、多维度的遗产信息观察记录，为城墙申遗与保护工作注入新动能。

### 3. “云享城墙”——南京城墙云景区互动与体验平台

该平台是南京城墙博物馆基本陈列《旷世城垣——南京城墙历史文化陈列》的线上延伸，旨在有效整合南京城墙展示资源，利用互联网传播技术和展示技术，丰富南京城墙遗产价值传播手段，打破文化遗产价值传播时空壁垒。同时，重点加强公众互动体验，充分发挥文化遗产的社会效益。

## 三、项目实施

南京城墙通过建立文化遗产数字档案，铺设自动化监测预警设备，设计在线展示平台，围绕保护、研究、展示等工作需求，实现文化遗产保护与传承。并且，项目在开展过程中，始终围绕“申遗”工作阶段性需求，配合博物馆新馆建设、预防性保护体系搭建，不断提升保护利用管理水平。

### 1. 南京城墙“一张图”文物数据资源管理平台

遗产数字记录与数字档案建设，是指利用数字技术对文化与自然遗产的构成、历史、现状和使用情况开展采集、分析、储存、发布等工作，以满足文化遗产档案建设，是实现文化遗产保护与传承的基础。南京城墙从 2019 年开始，逐步以数字技术采集、记录文化遗产相关信息。2022 年，完成对南京城墙文物本体现状信息采集，并整合前期城墙铭文数据库资源、卫星地图、

历史照片、人防工事等多元数据，利用 GIS 地理信息系统，搭建南京城墙“一张图”资源管理平台，建立南京城墙文化遗产数字档案，为城墙保护、修缮与管理等工作提供精准数据支持。

该项目的实施主要分为方案设计、文物全维度数据资源建库、文物资源管理平台三个阶段，具体实施路线如下：

### （1）方案设计阶段

围绕申遗档案建设需求，同时结合项目实时进度，梳理项目建设内容。同时，分别从建设内容、进度、人力资源投入、项目管理等角度编制项目施工方案，并开展方案评审工作。

### （2）南京城墙文物全维度资源建库阶段

完成三大类十小类文物数据搜集、采集、制作和接入及整合。在数据资源建设中提供完善的工程实施保障，包括人员准备、设备准备、后勤保障、相关的技术培训，并制定问题解决机制，确保工作按照既定的进度计划顺利实施，最终形成文物数据成果，以及文物数据资源相关的质量检查报告、工作总结报告、技术总结报告和问题记录报告等各类成果文档。

对以上采集到的数据进行文物资源数据库设计与建库，具体包括数据库的概念设计、逻辑设计和物理设计，进行数据质检与入库。要求建成数据结构合理、数据结构完整、数据结构安全的数据库，为确保数据之间的关联性，可以容许数据存在一定的冗余度，并为后续留有一定的扩展空间。

### （3）南京城墙文物资源管理平台建设阶段

根据软件工程学相关的方法论，完成平台的需求分析、设计、编码、构建，进行平台集成和测试，完成平台部署、使用与上线，最终完成甲方组织的项目验收、结项。要求在平台搭建过程中，保证框架合理、业务划分清晰、访问流畅、且功能模块易于扩展，确保系统具有一定可靠性和可维护性。

## 2. 南京城墙监测预警平台

文化遗产是历史的见证，是不可再生、不可替代的宝贵资源，应始终将保护放在第一位。南京城墙环绕南京市地面一周，与人们的生活紧密相连，城墙的保护工作不仅是传承城墙文化遗产价值的重要基础，也是保障百姓生命安全，筑牢文物安全防线的重要举措。虽然从立法

层面已经制定、颁布了《南京城墙保护管理办法》《南京城墙保护条例》，编制《南京城墙保护规划》，然而南京城墙矗立于南京市地面已逾 650 年，已出现了臃胀、裂缝、沉降，甚至局部坍塌等问题，亟待利用科技手段，提升南京城墙科学保护水平，延续城墙的遗产生命。

南京城墙监测预警平台主要分为三步实施：测绘监测、传感器监测及监测数据集成。具体如下：

### （1）测绘监测

利用测绘技术定期对南京城墙进行稳定性监测。监测主要分为两部分：全站仪监测和三维激光扫描监测。全站仪监测：①基准网布防，作为城墙稳定观测的工作基点，为其它各外部监测系统提供基准，用以监测其稳定性和城墙的绝对位移量。②选择能体现形体变化表征以便于监测部位，布设形变监测点。③使用全站仪固定站点、仪器进行观测，获得监测点的相对三维坐标，通过重复获取多期监测数据，分细城墙的局部变形情况。三维激光扫描监测：通过对城墙的三维激光扫描，获取监测对象高精度三维坐标、形成点云数据，再通过一系列专业的业内处理，生成三维模型。经对同一区域多次扫描及计算结果，可判断风化、剥落病害发育情况及发育速度，为城墙病害研究、保护工程的开展提供数据支撑。

### （2）传感器监测

针对南京城墙病害多、类型复杂的特点，对危险性较高的病害安装了传感器进行监测。臃胀病害监测采用的是多维度变形测量装置。该设备基于连续测斜原理，由数个长度为 1 米的刚性传感器分节构成，传感器之间头尾串联形成一个阵列传感器，传感器节点之间采用可自由弯曲的柔性节连接，每节传感器都可以监测该区域 XY 二维方向位移值，从而达到监测城墙臃胀形变的效果。裂缝病害监测采用振弦式裂缝计。该设备的振弦式传感器构件与一个经过物理处理并消弭应力的绷簧连接，绷簧两头分别与钢质振弦、传递杆相连，产生在钢质振弦上的张力与拉力成比例，裂缝的开合度通过数据差异准确地体现出来。沉降病害监测采取静力水准系统，使用高精度磁性位移传感器来测量被监测点沉降的变化。多台磁浮子液位传感器由一根通液管和通气管连接在一起，传感器输出为数字接口，当监测位置产生相对于基准点沉降或抬升时，监测位置储液灌液位相继发生变化，液位变化带动内部的浮子随之改变并被内部的敏感器件所感应输出数据。传感器设备监测采用物联网技术、5G 技术，具有数据自动采集、实时传输等特点，能够提高文化遗产监测的时效性。

### (3) 信息化支撑

南京城墙监测平台利用多数据源管理整合能力，将已有的监测设备，相关业务数据统一集成管理，提高数据源丰富性和多维性，使监测成果更详实更广泛。项目基于中国世界文化遗产监测预警总平台监测云，根据南京城墙日常人工巡查的工作内容及特点，研制南京城墙人工巡查 APP，定制南京城墙人工巡查任务，通过手机 APP 采集监测项的病害照片、文字信息、人工测量信息等监测数据，直接获取日常巡查数字化监测的数据内容、数据采集时间、采集人及数据位置。人工巡查利用智能通讯设备、巡查 APP 以及定位技术，既解决了传统人工巡查数据数字化问题，也保证了数据的及时性和精准度，同时提升了采集工作的信息化水平，真正做到智能管理、责任到人、精准巡查的要求。

## 3. “云享城墙”南京城墙云景区数字化互动与体验平台

为配合南京城墙博物馆基本陈列展览《旷世城垣——南京城墙历史文化陈列》，同步打造基于微信小程序的云端展示平台。该平台围绕“游城”、“探索”、“参与”三大功能，以“触摸南京千年文脉，凸显城墙人文气息”为主旨，借助数字孪生、数字共生、虚拟现实等数字化技术，实现南京城墙文化遗产价值在线展示与传播。具体步骤如下：

### (1) 围绕展示需求，确定平台基本框架，并进行美工设计

在“云享城墙”设计之初，设计团队就明确要利用成熟、易于落地的数字技术，结合公众使用智能手机的习惯，深挖南京城墙文化遗产价值。通过对南京城墙的文化遗产价值与历史内涵进行梳理，选取了南京城墙最具特色，并且最适合利用智能手机传播的价值特点，即南京城墙是现存规模最大的城市城墙、14 世纪重要的防御工事、与遗产地居民紧密相连。通过结合 3D、H5、VR 等技术，设计城墙概况、城墙简史、城墙之美、游玩攻略、3D 游城、城墙防御大作战、“颗粒归仓”城砖回收展示等 16 个内容版块。围绕南京城墙的人文气息、展现古今风貌变迁，与遗产地居民产生良性互动等内容，形成知识传递的重点，使得公众在使用智能手机的时候，就可以看到城墙、了解城墙，并且和城墙紧密互动。

### (2) 3D 互动地图设计、全线 25 公里 VR 采集及重点城门建模

“3D 游城”是整个平台的核心内容，旨在为观众提供身临其境的云游体验，在 3D 建模和 VR 全景的基础上，以多种形式和互动展现城墙全景全貌。在手绘南京城墙地图上标注出 26 个线上游览的重要点位，观众点击城门图标后，可通过 VR 全景和 3D 两种方式进行线上参

观游览。其中 10 个现已不存或无法拍摄 VR 影像的重要点段，以图文详情和语音讲解的形式介绍，照片呈现古今对比效果。通过专业的取景设备对 25 公里的南京城墙进行实景采集，并在南京城墙实景航拍的基础上，利用 3D 建模技术，搭建 3D 城墙地图，成为线上“云游城墙”的基础载体。

### (3) 平台优化、试运营、正式上线

平台实施方案经多位文博专家多次把关，几经优化。并进行试运营并根据观众反馈，对平台进行二度优化、调整，直至正式上线。为了应对在线人数达到高峰阈值，制定《在线人数高峰应急方案》《服务器异常宕机应急方案》。同时，为了保证平台安全运行设置防火墙及网络管理，并通过数据加密、解密、数据备份等技术手段实现平台数据安全。

## 四、项目阶段性成果

### 1. 南京城墙“一张图”文物数据资源管理平台

南京城墙“一张图”文物资源管理建设项目利用三维激光扫描、倾斜摄影等数字技术，对 25.1 公里的南京城墙本体进行测绘、扫描、建档、建库，同时借助 BIM 精细化建模，对



图 1- 南京城墙“一张图”文物数据资源管理平台主页

保存有重要历史信息的重点城墙段、重要城门及水关涵闸进行精细化三维激光扫描，实现南京城墙全维度文物数据信息采集。

对神策门（6000 平方米）、东水关（8000 平方米）、中华门（8000 平方米）三处具有代表性的城门、水关的建筑物结构进行精细化三维扫描，获取文物空间三维点云数据和影像数据，建立 BIM 模型，并绘制平立剖面图，更直观的了解文物的结构样貌、基本尺寸，为城墙的建造模拟、历史还原、保护研究等提供精细的数据支撑。全段城墙三维激光点云数据总量 73.4 亿个点，包括城墙本体外立面、内立面、城墙两侧各 80 米范围内环境景观范围，涉及平面面积约 320 万平方米。

同时，在数据资源采集的基础上，基于地理信息系统（GIS）打造了南京城墙“一张图”文物资源管理平台。平台融合了城墙文物本底数据、周边大环境数据和专题业务数据，收集、整合了南京城墙文物本体、历史现状与未来多维度、多尺度信息，实现南京城墙从点到面、从静态到动态等多方位的拓展，探索南京城墙三维应用场景，利用三维分析工具为新建项目审批管理、城墙保护修缮工程管理进行初步量算，实现南京城墙全生命周期管理。

## 2. 南京城墙监测预警平台

南京城墙监测预警平台依托互联网、物联网、大数据和通信技术等，在 25 公里的南京城墙全线安装 263 套自动化监测设备，不间断监测 1575 个点位，并将监测图像接入拥有 8 个子系统、57 个功能模块的监测预警信息中心。从城墙本体到景观环境，从日常巡查到专项工程，从客流动态到舆情信息，平台包含了 19 类监测内容 61 个具体指标，完整覆盖 5.4 平方公里监测区域，实现了全天候、多维度的遗产信息观察记录。平台集监测与基础数据的采集、审核与管理、动态监测与预警、数据分析与评估、工作监管与业务管理于一体，完善了“保护管理信息化、监测过程开放化、日常巡查智能化、动态趋势可视化、数据采集多元化”监测预警保护体系。

同时，通过在城墙本体安装的多维度变形监测计和测缝计，每隔几个小时，会将城墙的位移、温度等数据传回后台，如果有异常，系统会有提示，巡查人员会到现场实地踏勘排除隐患。自 2021 年投入使用以来，通过对城墙本体位移、膨胀、沉降、裂缝等数据及时采集并分析，监测城墙本体及周边环境实时变化，排查了上千个风险点，筑牢了城墙文物安全防线。2021 年 10 月，南京城墙监测预警平台全面接入中国世界文化遗产监测预警总平台，为城墙申遗与保护工作注入新动能。



### 3. “云享城墙”南京城墙云景区数字化互动与体验平台

“云享城墙”数字化展示与互动平台以微信小程序为载体，实现南京城墙文化遗产价值的在线传播与展示。观众通过滑动智能手机，就可以看见城墙、了解城墙与城墙亲密互动，极大弥补了南京城墙线路长、观众无法一次尽览的不足。

其中，3D游城是“云享城墙”的亮点所在。3D游城立足南京是“世界文学之都”的定位，以凸显南京城墙人文气息为切入点，利用3D建模+全景VR+三维动画等数字化技术，以明代《洪武京城图志》山川图为框架，将与南京城墙有关的诗文、古画创意串联，打造了多段书香氛围浓厚的沉浸式互动空间场景。观众可以穿越回古代，与文人骚客一起边吟诗作赋、边畅



图 2- 南京城墙监测预警平台主页

游城墙，近距离、多元角度感受南京城墙人文气息，触摸南京千年文脉。

因此，“云享城墙”通过挖掘南京城墙文化遗产价值，整合多种展示资源，以成熟、适度的数字技术，在线传播、展示南京城墙文化遗产的突出普遍价值。并且，作为博物馆线下展览的重要补充，拓宽展览的可及性，丰富文化遗产传播渠道，提升了南京城墙的公众关注度。



图 3- “云享城墙”南京城墙云景区数字化互动与体验平台

## 五、经验总结

### 1. 通过文物数字记录，为业务工作提供支撑

南京城墙“一张图”文物资源管理平台利用数字技术及信息技术，记录、保存文物数据信息资源，整合各类记忆、数字资源，实现“离散数据”到“关联数据”的转化，以此形成最早的南京城墙文化遗产数字档案，实现了遗产地文化遗产全生命周期管理。同时，为南京城墙博物馆业务工作开展提供强有力地支撑，真正为南京城墙博物馆高质量发展赋能。其中，平台中收录的超过 18 万块铭文城砖，作为我馆藏品的重要组成部分，在申报国家一级馆时发挥强大效能。在 2024 年 5 月 18 日，南京城墙博物馆顺利获评国家一级馆。

### 2. 科技助力遗产保护，夯实博物馆高质量发展基础

为了保护好南京城墙本体，夯实南京城墙高质量发展基础，南京城墙利用科技手段对城墙本体位移、膨胀、沉降、裂缝等数据及时采集并分析，监测城墙本体及周边环境实时变化，实现“变化可监测、风险可预报、险情可预控、保护可提前”的预防性保护目标，筑牢城墙文物安全防线。

### 3. 关注公众需求，提升遗产公众参与度与满意度

关注公众需求，通过提供具有南京城墙特色的文旅产品，积极拉进城墙与人的互动，增进观众对文化遗产的关注及了解，唤起观众保护意识，吸引普通公众参与到遗产保护与传承中，推动文化遗产全民共享。经过持续创新实践，南京城墙取得可喜成绩。2024 年共接待游客 667.41 万人次，同比增长 18.8%；其中南京城墙博物馆接待游客共计 41.8 万人次，同比增长 47.8%。同时，南京城墙的参观流量辐射周边，比如老门东景区及大报恩寺遗址公园。公众参与性强、满意度高。

## 六、未来展望

在科技助力南京城墙文化遗产保护与传承的工作实践中，我们认为，技术应用应立足明确的业务需求，以适度的技术集成为遗产地与博物馆解决业务工作遇到的实际问题。未来，南京城墙将继续深化数字赋能，拓展文化遗产保护维度，构建可持续共享的文化遗产新生态。

## 1. “一张图”平台的深化与智能化

### (1) 助力完成南京城墙遗产真实性评估

文化遗产真实性与完整性，是南京城墙申遗工作的基础。南京城墙持续整合南京城墙历年维修档案、精细扫描数据、考古发掘材料等，完善城墙文化遗产数字档案建设。并基于“一张图”平台，梳理城墙本体保护修缮历程，完成南京城墙真实性评估，助力南京城墙申遗。

### (2) 数据深度挖掘与知识图谱构建

在现有“关联数据”基础上，利用人工智能（AI）和大数据分析，深度挖掘 18 万+ 铭文城砖及其他文物数据的隐含信息（如城砖产地、烧制工艺、城墙点位坐标），建立以城砖铭文为基础的元末明初江南农村基层社会组织关系网络，构建更复杂的“知识图谱”，为学术研究、保护决策、展览叙事提供深度支持。

### (3) 平台开放与协同共享

积极探索在保障数据安全前提下，向研究机构、其他遗产地适度开放数据接口或建立协作网络，促进“中国明清城墙”乃至更广泛文化遗产领域的学术交流与保护经验共享，提升平台的文化辐射力。

## 2. 科技保护的创新化与体系化

### (1) 多技术融合监测预警

结合物联网（IoT）、卫星遥感（InSAR）、无人机倾斜摄影、分布式光纤传感等更多元的技术手段，构建覆盖更全面、精度更高、反应更灵敏的“天空地一体化”智能监测预警体系。实现对城墙本体微小形变、内部结构变化、周边环境影响的立体化、实时化感知。

### (2) 数字孪生与模拟仿真

基于高精度测绘和监测数据，构建南京城墙的“数字孪生体”。在虚拟空间中模拟自然灾害（如暴雨、地震）、人为活动（如游客压力）对城墙的影响，进行保护方案的预演和优化，极大提升保护决策的科学性和前瞻性。

### (3) 全生命周期管理的精细化与预测化

计划整合更多维度的数据（环境、游客、保护干预记录等），结合 AI 模型，实现对遗产状态、保护需求的更精准评估与预测，优化资源配置，实现更主动、更精细化的监测预防性保护。

### 3. 公众参与的多元化与深度化

#### (1) 沉浸式与个性化体验升级

利用 VR/AR/MR、元宇宙等技术，在南京城墙内外打造更沉浸、更互动的体验场景（如“虚拟登城”、“城砖故事互动”、“历史场景重现”）。基于“云享城墙”平台数据，开发个性化导览推荐系统，满足不同观众的兴趣需求。

#### (2) “云参与”与共创平台建设

拓展线上参与渠道，开发基于“云享城墙”平台的公众参与模块。例如：开放部分城砖铭文数据库供公众参与释读或信息补充（众包模式）；设立线上“保护建议征集”、“城墙故事分享”平台；开发寓教于乐的文化遗产保护类小程序或游戏，进一步提升文化遗产保护公众参与度。

#### (3) 教育体系化与社区深耕

将城墙文化深度融入地方中小学教育体系，开发系列化、标准化的课程与活动。加强与周边社区（如老门东社区）的合作，鼓励居民成为“城墙文化传播志愿者”或“守护者”，形成根植于社区的长期保护力量。将“参观流量”有效转化为“保护力量”和“文化认同”。

南京城墙的未来，将是数字技术深度赋能、科技保护智慧前瞻、公众参与活力充沛、价值影响深远广泛的图景。它不再仅仅是历史的见证者，更将成为运用最前沿科技守护文明瑰宝的创新实践场，连接古今、沟通中外的文化对话平台，以及全民共建共享的精神家园。其探索与实践，必将为中国乃至世界文化遗产的保护、传承与可持续发展提供宝贵的“南京方案”和“城墙智慧”。





# 案例篇

## 需求驱动的技术创新

“亚述之王：亚述巴尼拔”特展交互式展示与传播

CASE  
CHAPTER

## “亚述之王：亚述巴尼拔”特展交互式展示与传播

苏州博物馆  
2024

“亚述之王：亚述巴尼拔”是苏州博物馆与大英博物馆“世界文明史”合作系列第三期展览，聚焦对大众而言较为陌生的主题——新亚述时期国王亚述巴尼拔。为此，如何在观展中自然引入主题、激发观众兴趣与探索欲，成为本次展览设计的核心任务，而具体到技术层面则需要解决褪色 / 残缺彩绘的原貌还原和多源考古信息的整合与可视化两个难题，以及如何弥合文物“可读性”与公众认知的鸿沟。最终，多种数字技术的应用或创新，将晦涩的亚述文明转化为直观体验，使“亚述”这个陌生概念变得亲近可感，尤其是 3D Mapping 动画技术的使用，使得本次展览在文物保护、文化传播、产业带动与教育普及等方面均取得了显著成效。这一案例呈现了博物馆场域中需求推动技术发展的应用场景，为我们深入理解博物馆与技术的关系提供了直观的参考和示范。

# “亚述之王：亚述巴尼拔”特展交互式展示与传播

屠焕赟

(苏州博物馆)

## 一、项目背景

“亚述之王：亚述巴尼拔”特展是苏州博物馆与大英博物馆“世界文明史”合作系列的第三期展览，聚焦新亚述时期国王亚述巴尼拔，从城市建设、宫廷生活、帝国统治等多个角度，致力于还原亚述末期的艺术风格与历史面貌。

相较于系列前两期的古罗马、古希腊主题，“亚述”在国内长期以来多作为世界文明展览的分支存在，内容依附于“两河流域”与“世界文明”的框架，仅作为宏观知识体系的补充，极少被作为独立主题进行深入阐释。如何在大众认知中打破对这一陌生主题的隔阂，实现双向沟通，在观展中自然引入主题、激发观众兴趣与探索欲，是本次展览设计的核心任务。

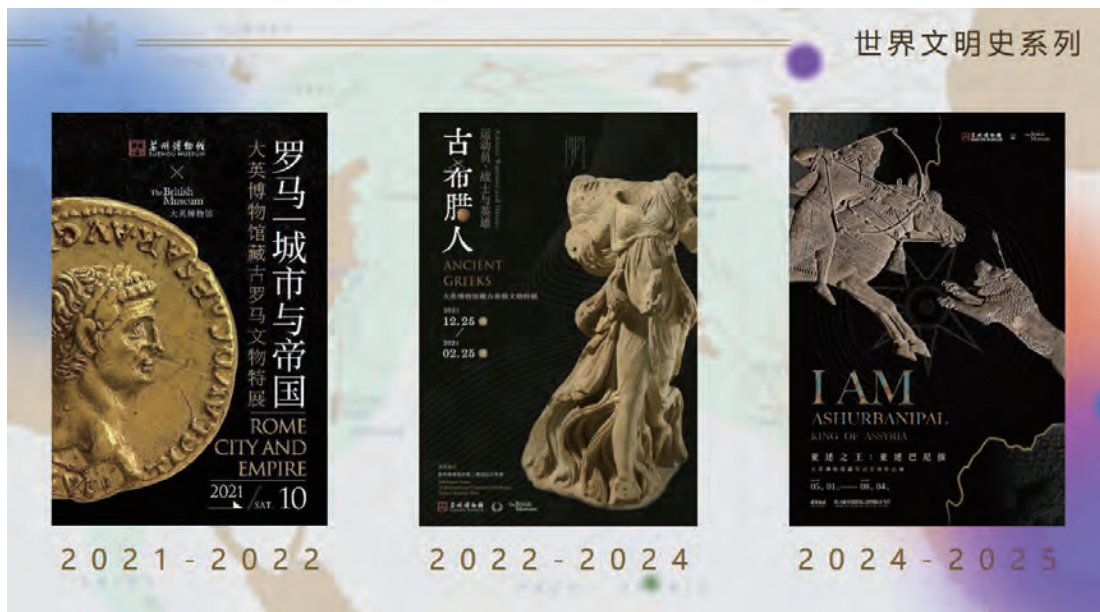


图 1- 苏州博物馆世界文明史系列展览海报

本次展览面临三重挑战。一是“亚述”主题认知壁垒高，国内长期作为世界文明分支简略呈现，大众对其历史脉络、艺术特色缺乏系统了解，独立展陈易显晦涩；二是传统同类展览多以“文物陈列+文字说明”的单向输出为主，难以激活观众对陌生主题的探索欲，存在“引入难、互动弱”的沟通障碍；三是技术适配难度大，亚述泥板等文物因高吸水性、表面粗糙，3D Mapping 投影易受纹理干扰导致校准偏差，且彩绘颜料光谱复杂，非接触式复原需平衡扫描精度与文物保护，交互式装置的体感识别、实时投影联动也需攻克设备协同难题。

## 二、项目目标

本项目的主要目标是：通过创新的展示形式，将数字技术应用到展厅中，在交互的过程中引导观众突破亚述文明的认知壁垒，让原本晦涩的亚述文明变得通俗易懂，增强大众对亚述文明的认知与理解；解决褪色、残缺彩绘的原貌还原问题，整合多源考古信息并实现可视化呈现，填补现存状态与历史原貌的信息断层，确保复原结果科学完整；通过覆盖多年龄段的数字互动环节，搭建文物与公众之间的沟通桥梁，降低各个观众群体对文物的理解门槛，让观众能够更直观地感知和接受亚述文明的历史信息与艺术价值；在实现良好展示效果的同时，最大限度地保护文物，避免传统展示或修复方式对文物造成损伤；在文物本体保护之外，内容创作环节重视以学术研究成果为依据，同时选用适配性强、技术成熟的实现方式，确保内容的严谨性与呈现的可靠性。

## 三、项目实施

前期筹备阶段，联合专家、文保部门对泥板等文物进行全维度记录，建立数据库，明确文物的材质、纹理、彩绘状况等信息，为后续技术方案的制定提供依据。同时，收集考古发掘数据、文献记载及科技检测结果等多源信息，为彩绘复原和内容呈现奠定基础。



图 2- “亚述之王：亚述巴尼拔” 特展海报

技术研发阶段，针对文物残缺区域，结合考古文献与 AI 图像修复算法补全线条或图案；通过分析检测获取颜料原始成分与色彩数据，还原每处彩绘的原始色彩数值，保障文物纹样的完整性与历史真实性，并生成带完整色彩信息的数字彩绘图层。



图 3- 体感互动“猎狮记”创作稿局部

在方案设计阶段，展览陈列设计团队综合考量西馆观众的构成特征、各章节的内容属性及多元叙事视角，并充分兼顾因体量过大而无法实物展出的重要文物，创新构建了一套融合体感互动、3D Mapping 色彩复原与泥板数字解码三大板块的交互式体验系统。



图 4- 体感互动“猎狮记”展区布局

互动体验项目“猎狮记”“亚述王和他的朋友”“亚述奇遇记”结合了苏州博物馆西馆观众年龄结构的调研结果，针对低年龄段观众占比较高的特征，以亚述文明相关故事传说为创作蓝本。其中，体感互动装置“猎狮记”“亚述王和他的朋友”在顶部配置工程投影机及红外感应设备，观众步入指定感应区域后，即可触发相应动画内容，实现沉浸式互动体验。



图 5- 体感互动：“亚述王和他的朋友”动画设计稿



图 6- 体感互动：“亚述王和他的朋友”展区

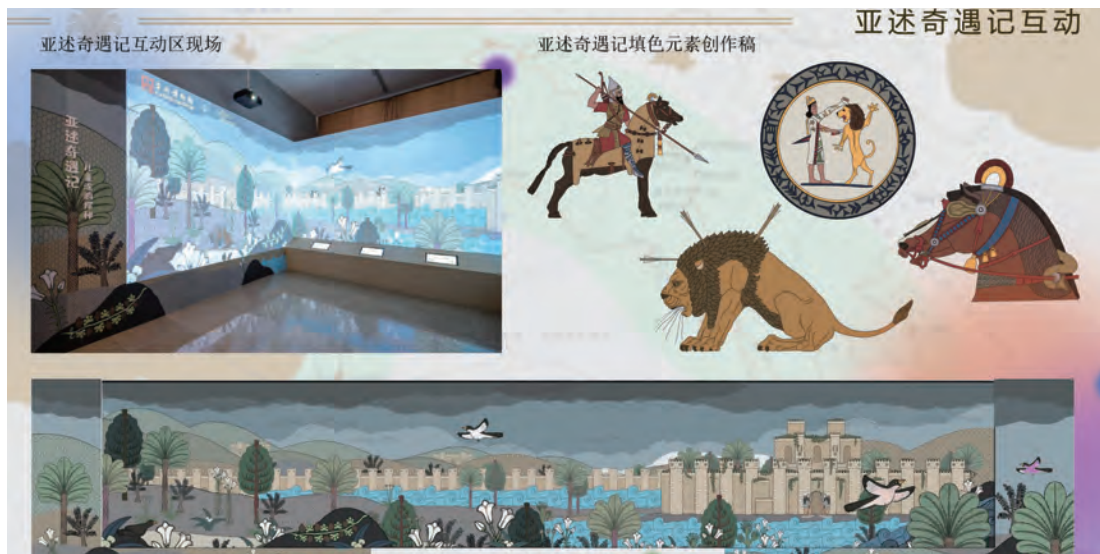


图 7- 涂鸦互动“亚述奇遇记”创作稿

涂鸦互动装置“亚述奇遇记”以泥板“尼尼微城”为原型，采用 4 台工程投影机、3 台 21.5 寸触摸一体机以及音响装置构建了涂鸦互动，在填色互动的同时通过图像和声音的变化营造晴天雨天的氛围，后台观众互动统计，可以实现展项互动数据的采集汇总，进行人流量分析。



图 8- 涂鸦互动：亚述奇遇记 展区布局

3D Mapping 动画技术使用上，设计选取描述了代表亚述科技成果的“亚述巴尼拔的宫殿”泥板、代表亚述审美的“宫殿地毯”泥板以及代表亚述信仰的“赛贝蒂诸神”泥板，采用工程投影机将复原色彩直接投射在泥板表面，在保护文物的同时，将一个鲜活的多姿多彩的新亚述帝国呈现在观众面前。

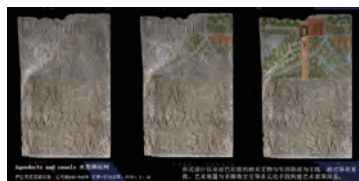


图 9- 3D Mapping 动画技术复原“水渠和运河”泥板色彩



图 10-3D Mapping 动画技术复原“纺织品”泥板色彩



图 11-3D Mapping 动画技术复原“塞贝蒂诸神”泥板色彩

泥板数字解码依托文物扫描与动画制作技术，采用86寸商业显示器及工程投影机，以“动画与文物相结合”的呈现方式，对“花园聚会”“猎狮”“提尔图巴战役”三块泥板内容进行可视化拆解与重构。针对因尺寸过大而无法实物展出的重要泥板，通过动画展开系统解读，有效拉近文物与观众的距离，丰富展览的叙事层次与观展体验。



一张饰有雕刻人物和跃狮的长榻上  
carved couch decorated with human figures and leaping lions

图 12- 泥板数字解码：亚述国王的花园聚会



图 13- 泥板数字解码：猎狮



图 14- 动画及文物并置陈列方式



一位亚述将军向他的臣民介绍埃兰的新国王乌曼尼加什  
An Assyrian general presents the new king of Elam

图 15- 泥板数字解码：提尔图巴战役

“亚述巴尼拔的图书馆”展区通过数字解码与空间叙事的融合，营造沉浸式历史场景。展区采用三台工程投影机进行弧形屏幕拼接，形成环绕式影像界面，使观众仿佛置身于古代亚述的智慧殿堂。投影内容以楔形文字泥板、图书馆布局及学术活动为核心，通过文物图像与文字解读结合，生动呈现亚述巴尼拔对知识的搜集与整理，增强了展览的叙事感染力与教育价值。

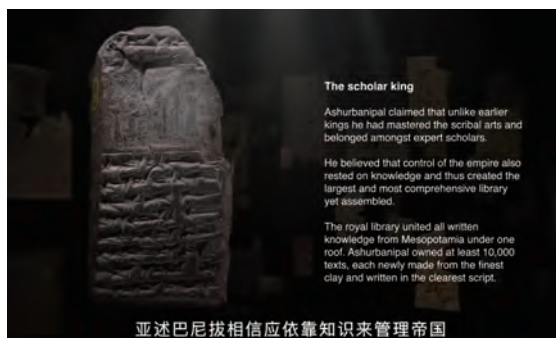


图 16- 泥板数字解码：亚述巴尼拔的图书馆



图 17- 沉浸式体验：亚述巴尼拔的图书馆

硬件选型与协同设计方面，基于不同展项的内容特性与展示需求，进行硬件设备的定制化选型，优先选用技术成熟、稳定性强的设备型号。同时，实现硬件与配套的视频播放系统、同步播放系统协同，达成“数据—模型—投影”的联动。

开展前，通过红外标记点建立投影设备与泥板的空间坐标映射关系；引入实时校准机制，确保投影图案与泥板表面纹理、纹样位置完全重合。将复原后的彩绘图层及动态动画与三维网格模型绑定，生成适配立体表面的“纹理映射动画”，避免凸起处拉伸、凹陷处压缩。对系统进行连续运行 7 天的测试，对投影偏移率、色彩一致性及动画流畅度进行检测，及时发现并解决问题。根据测试结果，对技术方案、硬件参数等进行优化调整，确保系统稳定运行和展示效果达标。

展览落地与日常维护方面，按照设计方案完成展厅布置、设备安装与调试，正式开展后，每日检查设备状态与环境参数，定期校准投影位置、检测泥板状态，保障展览的顺利进行。同时，通过后台系统采集观众互动数据，进行人流量等相关分析。

## 四、项目成效

本项目以 3D Mapping 技术为核心的新技术介入，构建了非接触式虚拟复原与互动展示新模式，在彻底规避传统实体修复及频繁展示对文物造成物理损伤风险的同时，大幅提升了展陈的互动性与传播力，实现了文物保护与文化传播的协同共赢。

打破了传统同类展览“文物陈列 + 文字说明”的单向信息输出模式，针对彩绘褪色、剥落的浮雕文物，通过 3D Mapping 技术将精准复原的彩绘图案投射至文物表面，真实再现文物原本的色彩与纹样魅力。整个过程无需对文物本体进行任何接触性操作，最大限度保留了文物的原始状态，为文物长期保护提供了技术支撑。这种“虚拟复原 + 实体文物”的展示形式，有效激发了观众的好奇心与探索欲，实现了文物保护与展示效果的协同共生，打造出“展示—互动—教育”深度融合的新型展览模式，显著提升了展览的吸引力与感染力。

教育普及方面，特展依托 3D Mapping 为核心的新技术，构建了非接触式虚拟复原与互动展示新模式，为观众尤其是青少年群体打造了沉浸式学习场景。展厅设置的互动区域，允许小朋友通过简单操作，将自己绘制的图案以投影形式“融入”亚述城市场景，在趣味互动中直观认知亚述文化元素。原本晦涩难懂的亚述历史与文化知识，借助生动形象的数字化展示形式变得通俗易懂。同时，教育引导员可将投影展示内容与讲解话术深度结合，通过可视化呈现强化知识传递效果，有效激发了青少年对世界多元文化的探索兴趣，显著提升了文化知识普及的效率与质量。

在展示效果上，3D Mapping 技术的应用让亚述代表性浮雕艺术焕发新生，经技术还原色彩后，浮雕所承载的战争、城市、建筑、神祇等亚述时期核心题材场景得以生动再现。基于文物本体与文献解读构建的交互式体验系统，精准覆盖不同年龄段观众需求，让观众直观感受亚述文明的鲜活魅力，有效提升了文化传播的穿透力。据统计，展览期间累计接待观众超 250 万人次，观众平均停留时长达到 45 分钟，充分印证了新技术驱动下展览的强大吸引力，显著扩大了亚述文化的传播范围与影响力。

亚述展的展陈与数字技术应用的设计荣获第二十二届（2024 年度）全国博物馆十大陈列展览精品“国际及港澳台合作奖”，成为中外文化交流的标杆。其“立体投影 + 动画解析技术在不损伤文物前提下，让历史原貌重现”的创新实践获得业内高度评价。“亚述之王”特展交互式展示与传播入选《世界互联网大会文化遗产数字化案例集（2025）》展示利用方向优秀案例。

## 五、经验总结

在实施过程中，本项目坚持以下原则：首先是本体优先原则。以文物特性定义技术边界，先对文物进行全维度体检建立数据库，再反向匹配技术方案，确保技术参数适配文物耐受范围，避免因技术先行而损害文物；其次是遵循非接触协同原则，通过非侵入式技术实现“保护-展示”零冲突，技术上采用无物理接触方案，场景上实施“虚实分流”，形成双轨体系。

我们通过本次的实践意识到，非接触式复原技术优势明显，主要体现在以下几个方面：投影实现了虚拟复原，避免传统物理修复对文物的干扰，为脆弱文物的展示与保护提供了新路径；数据驱动的精准还原模式成效显著：借助光谱分析、文献数字化等手段，结合 AI 图像修复算法，将色彩数据转化为精准参数，确保了彩绘复原的准确性，相比传统依赖修复师经验的方式，误差大幅降低；三维动态贴合展示提升了观众体验：通过三维建模与实时校准，使投影精准贴合文物立体表面，支持动态动画呈现，让观众能更直观地感受文物的原始风貌与细节。

## 六、展望

未来，我们将在展览中对该交互式体验系统进行进一步提升，希望能够结合 AR/VR、传感器等技术，构建“沉浸+交互”的立体叙事空间，让观众能够通过手势控制“剥离”虚拟彩绘层查看泥板原始纹理，或通过移动终端调取某一纹样的历史背景，进一步深化“展示-互动-教育”的融合模式，彻底打破传统“被动观看”的局限。该技术的应用领域具有广阔前景，除了泥板这类平面藏品，还可拓展至青铜器、壁画、遗址等其他类别陈列中。例如，可将青铜器的铸造过程制作成动画投射于展柜，或让壁画褪色区域随手势滑动逐步还原色彩，在遗址上用投影方式呈现遗址原貌、功能区、场景复原等，为更多文化遗产的展示与传播提供创新思路。通过持续的技术迭代与内容深化，我们期待推动博物馆从“知识传播者”向“文化体验的共创者”转型，为观众开启通往历史深处的全新路径，实现文化遗产在数字时代的活化与再生。



## 参考文献

- [1] Black G. Transforming Museums in the Twenty-first Century[M]. London:Routledge,2012.
- [2] Zhao X, Feng N. A brief history of museum visitor studies in China[J]. Curator the museum journal, 2025(0): 1-10.
- [3] Hooper-Greenhill E. The educational role of the museum[M]. 2nd ed. London: Routledge, 1999.
- [4] Hein G E. Learning in the museum[M]. London: Taylor & Francis, 1998.
- [5] Falk J H, Dierking L D. Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning[M]. Walnut Creek: AltaMira Press, 2000.
- [6] Sandell R. Museums, society, inequality[M]. London: Routledge, 2002.
- [7] Simon N. The participatory museum[M]. Santa Cruz: Museum 2.0, 2010.
- [8] Seligman M E P, Csikszentmihalyi M. Positive psychology: an introduction[J]. American psychologist, 2000, 55(1): 5-14.
- [9] Petrovic V. Positive psychology and positive orientation[J]. Exercise and quality of life, 2010, 2(2): 21-30.
- [10] Lee Duckworth A, Steen T A, Seligman M E P. Positive psychology in clinical practice[J]. Annual Review of Clinical Psychology, 2005, 1(1): 629-651.
- [11] Raney A A. Key theories and concepts from positive psychology[M]// Introduction to positive media psychology. New York: Routledge, 2020: 36-53.
- [12] Sandler K. Analysis of factors that predict positive emotion and well-being using continuous tracking[J]. Virginia journal of business, technology, and science, 2023, 3.
- [13] Wagner L, Gander F, Proyer R T, et al. Character strengths and PERMA: investigating the relationships of character strengths with a multidimensional framework of well-being[J]. Applied research in quality of life, 2019, 15(2): 307-328.
- [14] Tilden F. Interpreting Our Heritage[M]. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 1957.
- [15] 周婧景, 严建强. 阐释系统: 一种强化博物馆展览传播效应的新探索 [J]. 东南文化, 2016,(02):119-128.
- [16] 潘林荣. 学习型社会与博物馆教育的创新 [J]. 东方博物, 2004,(02):121-126.
- [17] Hooper-Greenhill E. Museums and education: Purpose, pedagogy, performance[M]. Routledge, 2007.
- [18] Hein G E. Learning in the Museum[M]. routledge, 2002.

- [19] Falk J H, Dierking L D. The museum experience[M]. Routledge, 2016.
- [20] Ross M. Interpreting the new museology[J]. *Museum & society*, 2004, 2(2): 84-103.
- [21] Hein G E. Progressive education and museum education: Anna Billings Gallup and Louise Connolly[J]. *Journal of museum education*, 2006, 31(3): 161-173.
- [22] Yang X. Research on the intervention of interaction design in digital media exhibition design[J]. *Advances in social science and culture*, 2025, 7(1): 153.
- [23] Kang X, Medvegy G, Zhou Y. Narrative design of modern exhibition spaces[J]. *Pollack Periodica*, 2023, 18(2): 164-169.
- [24] Van Orden V. Exhibiting tragedy: Museums and the representation of September 11[J]. *Journal of Museum Education*, 2006, 31(1): 51-62.
- [25] Hein G E, McCray K H. Museum Education[J/OL]. *Anthropology*, Oxford Bibliographies Online, Oxford: Oxford University Press, 2020-06-24.
- [26] Anderson D, de Cosson A, McIntosh L. Research informing the practice of museum educators: diverse audiences, challenging topics, and reflective praxis[M]. Rotterdam: SensePublishers, 2015.
- [27] Sun Z, Wang K, Li Z. Construction of educational resources and design of learning activities in facilitating museum education[C]//2019 International Joint Conference on Information, Media and Engineering (IJCIME). Osaka, Japan, 2019: 414-418.
- [28] Lenz Kothe E. Mapping invitations to participate: An investigation in museum interpretation[J]. *International Journal of Art & Design Education*, 2016, 35(1): 86-106.
- [29] Bowen S J, Rowling H C, Kirk D. Story Inspiration Station: Deeper Engagement with Museum Objects via Participatory Interpretation[J]. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*, 2025.
- [30] Toogood M. Engaging publics: biodiversity data collection and the geographies of citizen science[J]. *Geography Compass*, 2013, 7(9): 611-621.
- [31] Hsieh H J. Museum lifelong learning of the aging people[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2010, 2(2): 4831-4835.
- [32] International Council of Museums (ICOM). ICOM Code of Ethics for Museums[EB/OL],2024. Available: <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/code-of-ethics/>.
- [33] Qi W, Zou N, Zhang Y. The Innovative Design of Museum Education System in China based on Visitor Perception Analysis[J]. *Journal of Museum Education*, 2024: 1-13.

- [34] Adams M. Museum Evaluation[J]. *Journal of Museum Education*, 2012, 37(2): 25-36.
- [35] Laely T. *The Museum of Other People: From Colonial Acquisitions to Cosmopolitan Exhibitions*: by Adam Kuper, London, Profile Books, 2023, 415 pp[J]. 2024.
- [36] Sanders S R, Cope M R, Frerichs T J. Confronting Colonial Narratives: How Destination Museum Exhibits Can Sustainably Engage with Social Justices Issues[J]. *Tourism and Hospitality*, 2025, 6(2): 58.
- [37] Xiong Z, Liu Q, Huang X. The influence of digital educational games on preschool Children's creative thinking[J]. *Computers & Education*, 2022, 189: 104578.
- [38] Constantiou I, Joshi M, Stelmaszak M. Organizations as digital enactment systems: A theory of replacement of humans by digital technologies in organizational scanning, interpretation, and learning[J]. *Journal of the Association for Information Systems*, 2023, 24(6): 1770-1798.
- [39] Monk D F. John Dewey and adult learning in museums[J]. *Adult learning*, 2013, 24(2): 63-71.
- [40] Lowell V L, Tagare D. Authentic learning and fidelity in virtual reality learning experiences for self-efficacy and transfer[J]. *Computers & Education: X Reality*, 2023, 2: 100017.
- [41] Chaturvedi S, Purohit S, Verma M. Effective teaching practices for success during COVID 19 pandemic: Towards phygital learning[C]//*Frontiers in Education*. Frontiers Media SA, 2021, 6: 646557.
- [42] Ansbacher T. John Dewey's experience and education: Lessons for museums[J]. *Curator: The Museum Journal*, 1998, 41(1): 36-50.
- [43] Lorente J P. The development of museum studies in universities: from technical training to critical museology[J]. *Museum management and curatorship*, 2012, 27(3): 237-252.
- [44] Yan Y. Exploration and reflection: The concept and practice of children's esthetic education development from the perspective of chinese museum-school cooperation[J]. *Journal of Museum Education*, 2024, 49(4): 470-485.
- [45] Song L, Huang Z, Cao L, et al. Exploring Students' Learning Experiences Under the China-Korea Cooperative Teaching Model: A Positive Psychology Perspective[J]. *Behavioral Sciences*, 2025, 15(3): 374.
- [46] Wehmeyer M L. Positive psychology, strengths-based and inclusive practices, and disability[M]//*Applied positive school psychology*. Routledge, 2022: 180-191.
- [47] 梅洛-庞蒂. 知觉现象学 [M]. 陈嘉映等译. 北京: 生活·读书·新知三联书店, 2001.
- [48] Fredrickson B L. What good are positive emotions?[J]. *Review of general psychology*, 1998, 2(3): 300-319.

- [49] Fredrickson B L. The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions[J]. *American psychologist*, 2001, 56(3): 218.
- [50] Fredrickson B L. The broaden-and-build theory of positive emotions[J]. *Philosophical transactions of the royal society of London. Series B: Biological Sciences*, 2004, 359(1449): 1367-1377.
- [51] Csikszentmihalyi M. *Beyond Boredom and Anxiety: The Experience of Play in Work and Games*[M]. San Francisco: Jossey-Bass, 1975.
- [52] Kalch A, Bilandzic H. Flow theory[M]//*The international encyclopedia of communication*. Wiley, 2010.
- [53] Heo S B, Park H. A study on the use method of realistic media in experiential exhibition space from the perspective of flow of Mihaly Csikszentmihalyi[J]. *Korea Institute of Design Research Society*, 2025, 10(2): 497-512.
- [54] Fang Y, Chung Y. Interplay of immersion, absorption, and flow in virtual reality: Based on experience economy theory and flow theory[J]. *Journal of Global Fashion Marketing*, 2025, 16(2): 212-230.
- [55] Song H, Zeng W, Wu M. Understanding exhibition image in digital exhibitions: an application of cognitive appraisal theory[J]. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 2023, 28(7): 667-681.
- [56] Jiao-qiang X U, Su-zhong F. Research and Application of Flow Theory in Science Exhibition[J]. *Journal of Beijing University of Posts and Telecommunications (Social Sciences Edition)*, 2012, 14(5): 16.
- [57] 皮亚杰.《教育科学与儿童心理学》[M]. 杜一雄、钱心婷等译. 北京:教育科学出版社, 2018.
- [58] 艾琳·胡珀-格林希尔.《博物馆与知识的塑造》[M]. 南京:译林出版社, 2019.
- [59] 妮娜·西蒙.《参与式博物馆:迈入博物馆2.0时代》[M]. 喻翔译. 杭州:浙江大学出版社, 2018.
- [60] SPICE 项目组. 通过文化参与实现社会凝聚、参与与包容 [R/OL]. 欧洲委员会资助研究项目, 2021. Available: <https://www.heritageresearch-hub.eu/project/spice/>.
- [61] 乔治·海因.《学在博物馆》[M]. 李中、隋荷译. 北京:燕山出版社, 2012.
- [62] Meijer-van Mensch, Léontine, and Peter van Mensch. *New Trends in Museology*. Celje: Muzej novejše zgodovine, 2011.
- [63] Robinson H. Curating good participants? Audiences, democracy and authority in the contemporary museum[J]. *Museum Management and Curatorship*, 2020, 35(5): 470-487.

- [64] Arnaboldi M, Diaz Lema M L. The participatory turn in museums: The online facet[J]. *Poetics*, 2021, 89: 101536.
- [65] Suchkov D, Krasnenko O. Interactivity and immersion of modern cultural practices: the museum audience as a co-author[J]. *National academy of managerial staff of culture and arts herald*, 2025.
- [66] Yi K, Zhou Z, Wu Y, et al. Empathic connectivity of exhibition technology and users in the digital Transformation: An integrated method of social network analysis and LDA model[J]. *Advanced Engineering Informatics*, 2023, 56: 102019.
- [67] Anderson S. Visitor and audience research in museums[J]. *The Routledge handbook of museums, media and communication*, 2019: 80-95.
- [68] Pohlmeier A E. Positive design: New challenges, opportunities, and responsibilities for design[C]//*International conference of design, user experience, and usability*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013: 540-547.
- [69] ВОРОТНИКОВА, Е., VOROTNIKOVA, E. Socio-cultural aspects of museum service[J]. *Services in Russia and abroad*, 2017, 11(4): 35-43.
- [70] Djordjic D, Milutinovic J. Museum as an institution of social inclusion[J]. *Kultura*, 2017, 154: 315-334.
- [71] Sarraf V. Museus para a Igualdade-Diversidade e Inclusão Como as premissas da Acessibilidade Cultural corroboram com a Função Social dos Museus[J]. *Cadernos de Sociomuseologia*, 2022, 63(19): 21-30.
- [72] Bevz, T, Vasylevska, T .Museum practices as a tool for shaping national identity and social consolidation[J]. *Political Studies*, 2025, 1(9): 116-136.
- [73] Lu M, Wahid W B A, Zainol A S Z, et al. Cultural identity and sustainable engagement: a social psychological analysis of eco-cultural souvenir design in northwest China[J]. *Environment and Social Psychology*, 2025, 10(3).
- [74] Markina L. The role of historical and archaeological museums as social institutions in the formation and popularization of historical and cultural memory (Zhoukoudian museum, China)[J]. *Skhid*, 2021, (2): 26-30.
- [75] Yu Q. From cultural display to political subject: citizenship and museum education in contemporary China[J]. *British Journal of Sociology of Education*, 2025, 46(6): 793-814.
- [76] 宋向光. 促进“认同”是当代博物馆的重要任务 [J]. *东南文化*, 2011,(04):9-13.

- [77] Seligman M E P, Csikszentmihalyi M. Positive psychology: An introduction[M]//Flow and the foundations of positive psychology: The collected works of Mihaly Csikszentmihalyi. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014: 279-298
- [78] Afzal A, Atta M, Malik N I. Role of positive psychological capital in prediction of emotions and subjective wellbeing among adolescents[J]. Journal of the Indian Academy of Applied Psychology, 2016, 42(1): 72.
- [79] Šveb Dragija M, Jelinčić D A. Can museums help visitors thrive? Review of studies on psychological wellbeing in museums[J]. Behavioral Sciences, 2022, 12(11): 458.
- [80] Nosè M, Compri B, Cristofalo D, et al. From art to mental health: exploring the impact of a museum-based intervention on psychological well-being[J]. Frontiers in Psychology, 2025, 16: 1591056.
- [81] Sârbu A, Tomiuc A, Iliescu A A. The museum as a catalyst of community. Case study: The exhibition imagining futures: Urban comics from artivistory collective at the art museum in Cluj-Napoca[J]. Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Historia Artium, 2023, 68(1): 115-140.
- [82] Bevz T, Vasylevska T. Museum practices as a tool for shaping national identity and social consolidation[J]. Political Studies, 2025, 1(9): 116-136.
- [83] Ibrahim A. The role of museums, design accessibility and community concerns: a case study of the State Bank of Pakistan Museum & Art Gallery[J]. Journal of community archaeology & heritage, 2022, 9(1): 57-67.
- [84] Whelan M, Ghosh I, Bell L, et al. How and to what extent did the Coventry City of Culture ‘City Host’ volunteer programme affect the volunteers’ mental wellbeing? A qualitative study[J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 2044.
- [85] Wood E H, Jepson A, Stadler R. Doing and feeling together in older age: self-worth and belonging through social creative activities[J]. Ageing & Society, 2023, 43(9): 2190-2210.
- [86] Hooper-Greenhill E. Studying visitors[M]// Macdonald S. A companion to museum studies. Malden: Blackwell Publishing Ltd, 2006: 368.
- [87] 周婧景, 沈雨晨. 展览评估与展览评选研究述略: 展览评价的专业化探索 [J]. 博物院, 2024, (05): 33-43.
- [88] Zhao X. Insights from Visitor Studies: A purpose-oriented model for museums[M]. Taylor & Francis, 2024.

- [89] 赵星宇. 试析中国的博物馆观众研究发展脉络——基于“观众研究”“观众评估”与“理论方法”的视角 [J]. 自然科学博物馆研究, 2020, 5(04): 20-30+94.
- [90] Brigaud E, Bachelard L, Vidal J, Michel A, Blanc N. Quels apports de la réalité virtuelle à l'apprentissage? L'art comme domaine d'investigation[J]. Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 2021, 28(2).
- [91] Gentès A, Jutant C. Nouveaux médias au musée: Le visiteur équipé[J]. Culture & Musées, 2012, 19: 67-91.
- [92] Pioletti A M, Favro M. Media: un projet digital pour la narration du patrimoine local de la Vallée d'Aoste[J]. Le Globe. Revue genevoise de géographie, 2024, 164: 87-104.
- [93] Navarro N, Renaud L. Fantasmagorie du musée: vers une visite numérique et récréative[J]. Culture & Musées, 2020, 35: 133-163.
- [94] [EB/OL]. « L'Horizon de Khéops », un voyage en réalité virtuelle au cœur de la grande pyramide de Gizeh, 2022-09-23. [https://www.cnc.fr/creation-numerique/actualites/lhorizon-de-kheops--un-voyage-en-realite-virtuelle-au-coeur-de-la-grande-pyramide-de-gizeh\\_1796802](https://www.cnc.fr/creation-numerique/actualites/lhorizon-de-kheops--un-voyage-en-realite-virtuelle-au-coeur-de-la-grande-pyramide-de-gizeh_1796802)
- [95] ICOM CECA. Musées – Éducation – Action culturelle: Les fondements du Comité pour l'Éducation et l'Action culturelle (CECA)[M]. Paris: ICOM CECA, 2022. <https://ceca.mini.icom.museum/fr/publications/icom-education/>
- [96] Moissinac J-C, Wadhwa P. Data&Musée: de nouveaux usages sémantiques du big data culturel en France[J]. Histoire de l'art, 2021, 87: 195-204.
- [97] Verband der Museen der Schweiz (AMS), Association des musées suisses, Associazione dei musei svizzeri. Réseaux sociaux et musées: Aides à la décision[M]. Zurich: Association des musées suisses AMS, 2014: 1-6. <https://www.museums.ch/>



## 参考案例

[1] 上海博物馆“文物里的中国智慧”教育项目(2025)

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/f8QcpdIgBgSD93wUzN5QrA>

<https://mp.weixin.qq.com/s/1BKx3y61-wHnb9gjgWvzmg>

[2] 苏州博物馆“数研博物馆”项目

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/eLFeIE0cWZzIXo2vaklhVA>

[https://mp.weixin.qq.com/s/D3gpofszek8fatdr\\_0sx1w](https://mp.weixin.qq.com/s/D3gpofszek8fatdr_0sx1w)

[3] 敦煌研究院“数字敦煌”进校园

资料来源:

[https://mp.weixin.qq.com/s/D1jW7x-haXf6Fw8ggF\\_C7g](https://mp.weixin.qq.com/s/D1jW7x-haXf6Fw8ggF_C7g)

[4] 国家博物馆“美之道”文化项目(2025)

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/mG6xy-fPvwH74bYIWK1CrQ>

<https://hainan.ifeng.com/c/8lF7oGzV3Qf>

[5] 吴文化博物馆博物馆学校

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/5Hj1wYSL6A1sUg2poZGJFg>

[6] 南京博物院的无障碍服务馆校合作(2024-2025)

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/tP1EcgGUFQ3PfwHFrcT9gg>

<https://mp.weixin.qq.com/s/gFSbeMzPYdlaGfpFKW5G0w>

[7] 香港故宫文化博物馆“‘纹’以载道——故宫博物院沉浸式数字体验展”

资料来源:

<https://www.dpm.org.cn/show/369714.html>

<https://baike.baidu.com/item/“纹”以载道——故宫博物院沉浸式数字体验展/65687498>

[8] 上海博物馆东馆“满庭芳菲·卡地亚的艺术魔力”展

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/weaR9W9ktggGdu5T0n2STA>

<https://mp.weixin.qq.com/s/tqfrfat6wR7ENRdmwheU0A>

<https://mp.weixin.qq.com/s/w0NWNvNjXtVvFyAO9W-kDA>

[https://mp.weixin.qq.com/s/gMss638xs\\_CU5AizXAOZuQ](https://mp.weixin.qq.com/s/gMss638xs_CU5AizXAOZuQ)

[9] 良渚博物院

资料来源:

“良渚博物馆”微信公众号

<https://mp.weixin.qq.com/s/fiCBzqRIsBOaZuvsVMEkaQ>

<https://mp.weixin.qq.com/s/zi8tbjIWhZncQRmKVB7QSg>

[https://mp.weixin.qq.com/s/Qk8z7t1meAqsuX1D0\\_gSug](https://mp.weixin.qq.com/s/Qk8z7t1meAqsuX1D0_gSug)

[10] 龟兹魏晋古墓遗址博物馆

资料来源:

[https://mp.weixin.qq.com/s/oPMUc1\\_2OEh\\_80lCnvkdew](https://mp.weixin.qq.com/s/oPMUc1_2OEh_80lCnvkdew)

<https://mp.weixin.qq.com/s/DXnkouf4KMLx-thQ-jF-Ng>

<https://mp.weixin.qq.com/s/glp5gruWN9HipJoq7gRNRQ>

<https://mp.weixin.qq.com/s/JKW4uOtdeJL3WBrHuAUqg>

[11] “消失的法老”——胡夫金字塔沉浸式探索

资料来源:

<https://sh.cctv.com/2023/05/17/AR TI0C5a4BRogMpJ8xDdadMC230517.shtml>

<https://mp.weixin.qq.com/s/YL491RiSTlbyPuIt3RGhLg>

<https://mp.weixin.qq.com/s/rh03fuEAMJIVJIEJBkP1kw>

[https://mp.weixin.qq.com/s/Qqhw1r\\_VV2xuOaVMgI6AbQ](https://mp.weixin.qq.com/s/Qqhw1r_VV2xuOaVMgI6AbQ)

[12] 哈佛大学 CAMLab × 汉魏洛阳故城博物馆:《数字洛阳》(沉浸与多感官体验)

资料来源:

<https://art.team-lab.cn/e/tokyo/>

[https://mp.weixin.qq.com/s/5h9DC5ZB\\_Hfrm05W99byJg](https://mp.weixin.qq.com/s/5h9DC5ZB_Hfrm05W99byJg)

周孟楠. 数字交互艺术作品特征及影响分析——以 teamLab 数字艺术博物馆为例 [J]. 美与时代 (上), 2023, No.1016(12):116-119.

张振宇. 媒介文化视阈下的 teamLab 数字艺术创作研究 [D]. 东北师范大学, 2023. DOI:10.27011/d.cnki.gdbsu.2023.000850.

[13] 南京博物院“观天下·坤舆万国全图”展

资料来源:

徐小虎. 博物馆 VR 大空间展览路径探析——基于南京博物院“观天下·坤舆万国全图”展的调研及思考 [J]. 东南文化, 2025, (04):140-148.

[14] 浙江省博物馆“丽人行”展览品牌

资料来源:

蔡琴. 昨日重现, 与现实思索交相映照:“丽人行——中国古代女性图像云展览”的创新实践 [J]. 国际博物馆 (中文版), 2021, 72(Z2):145-155.

毛若寒, 李吉光. 博物馆云展览的生成与生长——关于浙江省博物馆“丽人行”展览实践的思考 [J]. 艺术评论, 2022, (09):53-62.

蔡琴. 数实融合创新展览模式:“丽人行——中国古代女性图像云展览”解析 [J]. 艺术与民俗, 2024, (01):6-14.

蔡琴:《丽人行:浙江省博物馆“中国古代女性图像展”策展笔记》, 杭州:浙江大学出版社, 2024年。

源流运动微信公众号“观展 | 以文物呈现女性议题——浙江省博物馆“丽人行:中国古代女性图像云展览”, 2021年05月13日。

中国艺术报微信公众号“丽人行!”, 2022年04月26日。

艺术市场情报站微信公众号“宜学斋笔谈 || 博物馆线上展览的传播方式探究——以浙江省博物馆举办“丽人行”策展比赛为例”, 2025年05月22日。

[15] 杭州德寿宫遗址博物馆

资料来源:

[https://mp.weixin.qq.com/s/jSeyRM9sOXHz7\\_vpyq3igQ](https://mp.weixin.qq.com/s/jSeyRM9sOXHz7_vpyq3igQ)

[16] 上海博物馆“山水江南：中国文人画的沉浸式数字活态传承”数字展

资料来源:

<https://mp.weixin.qq.com/s/Q8rGcV6CajPo1u-YpmiWmQ>

[17] 上海玻璃博物馆儿童馆常设展

资料来源:

上海玻璃博物馆视频号《儿童节快乐 | 你相信神奇动物的存在吗?》(2025.5.20)

[https://mp.weixin.qq.com/s/ErD0TKL8X29\\_huauwhwPVg](https://mp.weixin.qq.com/s/ErD0TKL8X29_huauwhwPVg)

[https://mp.weixin.qq.com/s/M52FomSewxvR8\\_5\\_QiDXkg](https://mp.weixin.qq.com/s/M52FomSewxvR8_5_QiDXkg)

[18] 杭州博物馆“粮道山 18 号 - 计划”

资料来源:

[https://mp.weixin.qq.com/s/YDMV\\_ZTR5IuaJtxFaJHJ6g](https://mp.weixin.qq.com/s/YDMV_ZTR5IuaJtxFaJHJ6g)

杭州博物馆 杭小博微信公众号『粮道山 18 号』- 计划专辑

<https://www.163.com/dy/article/GMGMBTUG0521ISHJ.html>

<https://mp.weixin.qq.com/s/IRxLHuJa6MPaczLk1yP6CA>

<https://mp.weixin.qq.com/s/qc9bUxfWdhR-n2ghzsLUIw>

[19] 故宫博物院“数字故宫”建设

资料来源:

<https://www.dpm.org.cn/Home.html>

[https://www.dpm.org.cn/classify\\_detail/259756.html](https://www.dpm.org.cn/classify_detail/259756.html)

故宫博物院微信小程序、The Palace Museum 出品系列 APP

[20] 杭州博物馆“百万收藏”藏品征集活动与“百万收藏：一座博物馆收藏一座城”特展资料来源：

<https://mp.weixin.qq.com/s/dpiOm8njCu6I2xCEQ-6c9Q>

<https://mp.weixin.qq.com/s/8wAiWPpvWjXXBsmaXmsQ5g>

<https://mp.weixin.qq.com/s/rrrI8NBhahjJaqXmSyrGOg>

“杭州博物馆 杭小博”微信公众号相关推送

杭州博物馆“百万收藏@杭博”小程序

部分资料来源于杭州博物馆馆长王英翔，杭州博物馆策展人、藏品部副主任董艳芳、宣教部主任陈晶于北京大学《博物馆教育》课程上的分享

[21] 北京市规划展览馆国家无障碍环境展示馆

资料来源：

北京市规划展览馆官网“大美中国无障碍——国家无障碍环境展示馆”

骆燕. 中国全民友好型无障碍文化传播的实践与探索——以国家无障碍环境展示馆基地为例 [J]. 新闻传播学刊, 2024, 1(04): 17-28.

UAD 浙大设计微信公众号“UAD·万象 | 重磅！我院设计落成“国家无障碍环境展示馆”！”，2024年08月29日。

中国国际科技交流中心微信公众号“国家无障碍环境展示馆正式开放用科技扫除残疾人生活障碍”，2024年08月30日。

联合国教科文组织微信公众号“对话联合国教科文组织东亚地区办事处主任兼代表夏泽翰教授：拥抱多元，构建全民共享的发展型无障碍社会”，2025年05月19日。

[22] 上海博物馆数据中心观众研究

资料来源：

徐耀琦. 大数据下的博物馆可视化数字中心建设 [J]. 软件产业与工程, 2016, (05): 10-13.

刘健. 博物馆大数据运用初探——以上海博物馆数据中心项目为例 [J]. 文物保护与考古科学, 2017, 29(03): 97-103.

陈晴. 大数据分析在博物馆场景中的应用——以上海博物馆数据中心为例 [J]. 科学教育与博物馆, 2018, 4(03): 188-199.

[23] 数字博物馆情感体验分析

资料来源:

寇瑞冰, 易露露. 基于 LDA 模型的数字博物馆评论情感体验分析 [J]. 丝绸, 2025, 62(08): 10-20.

[24] 厦门华侨博物院在线评论人际网络分析

资料来源:

Wan Y N, Forey G. Exploring Collective Identity and Community Connections: An Interpersonal Analysis of Online Visitor Reviews at the Overseas Chinese Museum (2012-2023)[C]//Forum for Linguistic Studies. Bilingual Publishing Group, 2024, 6(5): 149-170.

[25] 南京博物院“法老·王”“帝国盛世”特展智慧导览观众调查

资料来源:

郑晶. 基于智慧导览的博物馆观众调查、分析与探索——以南京博物院“法老·王”“帝国盛世”特展为例 [J]. 东南文化, 2019, (03): 110-117+127-128.

郑晶、高梦琛著, 南京博物院编: 《2019 年度南京博物院观众调查报告》, 南京: 江苏凤凰文艺出版社, 2020 年。

[26] 上海博物馆客流分析平台

资料来源:

纪艺玮, 龚玉武, 翁昌欣. 基于人像识别算法的上海博物馆客流分析平台建设经验与启示 [J]. 信息与管理研究, 2025, 10(03): 17-31.

[27] 阿姆斯特丹国立博物馆眼动追踪技术

资料来源:

<https://www.tobii.cn/resource-center/customer-stories/navigating-museum-narratives-with-eye-tracking>

[28] 塞浦路斯理工大学 Museum Affinity Spaces (MAS) 项目

Savva S. Museum Affinity Spaces: The Potential of a New Framework for Multiliteracies and the Flow Experiences of Children in Virtual Learning Environments[J]. MW19 Conference Proceedings, 2020.

## 作者简介

### 王思渝

北京大学考古文博学院助理教授、研究员  
参与多场数字化相关的展览项目策划，  
主要研究方向包括新博物馆学、博物馆展览研究。

### 朴俐娜

北京大学考古文博学院 2024 级博士研究生  
主要研究方向包括博物馆学、文化遗产阐释等。

### 朱梦妮

北京大学考古文博学院 2024 级硕士研究生  
研究方向博物馆学。

### 胡阅

北京大学考古文博学院 2023 级本科生

### 白湘怡

北京大学中国语言文学系 2023 级本科生  
辅修文物与博物馆学。

### 夏宇欣

河北师范大学心理学系副教授  
博士毕业于北京师范大学心理学院、硕士毕业于中国人民大学信息系；  
国家二级心理咨询师；  
主要研究领域为情绪调节、压力管理。

### 张盼

河北师范大学心理学系副教授，俄亥俄州立大学、纽约大学博士后  
长期致力于心理学与计算建模，机器学习交叉领域的研究。

## 毛若寒

浙江大学艺术与考古学院“百人计划”研究员，博士生导师  
重点研究博物馆策展与传播、文化遗产数字化、博物馆评估等议题。

## 丁晓宏

敦煌研究院文物数字化研究所副所长，副研究员  
中国文物保护技术协会石窟和土遗址保护技术专业委员会委员  
主要从事敦煌石窟文物数字化关键技术研究，数字敦煌展览、展示的策划与设计。  
参与完成的《多元异构的敦煌石窟数字化保护关键技术研发与应用推广》项目，  
荣获 2020 年甘肃省科学技术进步一等奖。

## 刘健

中国博物馆协会博物馆数智化专委会顾问  
上海博物馆研究馆员，原信息中心副主任  
1984 年毕业于上海大学文学院历史系考古与博物馆学专业，同年进上海博物馆工作，  
2000 年开始从事博物馆数字化工作，  
在数字化管理、传播、展示等方面取得了创新性的成果。

## 庄颖

中国博物馆协会博物馆数智化专委会常委  
故宫博物院数字与信息部副主任，副研究馆员  
自 2008 年起从事博物馆线上服务运营、数字产品研发与实施、  
数据管理与服务体系构建等方面的实施及管理工作。

## 茅艳

中国博物馆协会博物馆数智化专委会副主任委员  
苏州博物馆副馆长，研究员级高级工程师，二级研究员。  
从事智慧博物馆建设 20 余年，  
重点研究信息技术与博物馆藏品管理、展览展示及观众服务方面的应用。

## 沈晓峰

苏州博物馆高级工程师  
从事博物馆数字化、智慧化建设工作长达 18 年，  
重点研究博物馆多媒体设计与制作、数字化展览展示。  
拥有苏州大学计算机应用专业硕士研究生学位。

### 管欣鑫

中国国家博物馆数据管理与分析中心工程师

馆藏资源活化技术文化和旅游部重点实验室成员

主要参与智慧国博建设，参与6项国家级、省部级科研项目，

申请多项软件著作权，发表论文10余篇。

### 李华枫

中国博物馆协会博物馆数智化专委会常委

中国国家博物馆数据管理与分析中心主任、正高级工程师

担任馆藏资源活化技术文化和旅游部重点实验室主任

中国电子学会文化遗产数字化标准化专业委员会主任

全国博物馆学名词编写委员会委员

主要负责智慧国博建设，承担了10余项国家级、省部级科研项目，

包括国家重点研发计划“文物数字资源管理与利用标准体系研究”等。

### 张莅坤

中国博物馆协会博物馆数智化专委会秘书长

南京博物院图书信息部主任，从业26年，数字策展人，擅长博物馆数字信息化建设。

主要策划了“运河上的舟楫”、“物华天宝—数字文物之美”项目，

作为主创之一参与了“坤舆万国全图VR大空间”项目。

### 张晓婉

中国博物馆协会博物馆数智化专委会秘书

南京博物院馆员，主要从事博物馆信息系统架构、智慧博物馆研究。

### 龚玉武

中国博物馆协会博物馆数智化专委会副秘书长

上海博物馆信息中心主任

中国博物馆协会博物馆数智化专业委员会副秘书长，研究馆员

重点研究智慧博物馆建设、文物数字化保护与科技考古。

### 张淞

三星堆博物馆信息化负责人，馆员

主导三星堆智慧博物馆项目，从事文化遗产数字化保护与智慧化服务领域，在博物馆数字化建设、智慧票务系统研发及申遗相关数字化支撑工作中积累了丰富实践经验，致力于以数字技术赋能三星堆文化遗产的活化与传播。

### 高明珺

上海博物馆副研究馆员

长期从事多媒体采集制作以及多媒体展项集中控制管理等工作，重点研究博物馆数字化展示和多媒体交互应用。

### 金连玉

南京城墙博物馆副馆长、研究馆员

研究方向包括文化遗产数字化保护与传承、博物馆展览展示、城市及手工业考古等。她拥有北京大学考古学及博物馆学专业博士学位，现在南京师范大学从事在职博士后研究。

### 肖发华

南京城墙博物馆基础业务部副主任

主要从事文化遗产保护与活化利用工作，并在此领域有较为丰富的经验。

### 屠焕赞

苏州博物馆副研究馆员、高级工程师，博物馆专业设计师

长期从事博物馆展览设计工作，主持设计的多个展览获得国家及省市级奖项，多项自主研发的展具获得国家知识产权局颁发的外观设计专利及实用新型专利。

### 岳小莉

中国博物馆协会博物馆数智化专委会副秘书长

中国民族博物馆信息中心主任，副研究馆员

长期从事智能信息处理相关的研究和技术转化工作，2013年至今专注于博物馆信息化工作，主要研究兴趣包括博物馆数字资源利用和数字博物馆。

# 《中国博物馆数字技术应用及案例研究年度报告》 审读意见

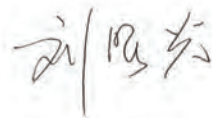
刘曙光

(中国博物馆协会专家委员会主任)

我非常欣喜地看到这份年度报告。首先，我认为这反映了中国博物馆协会数智化专业委员会组建以来有序推动相关工作、加强自身建设的积极成果；也反映出该专委会在各个会员单位乃至整个博物馆行业数智化领域的号召力和影响力。其次，本报告也反映了近年来各地博物馆在数智化实践中产生的在技术应用层面具有示范性，在理念创新、服务提升、管理优化等方面具有开创意义的优秀案例，是内容最全面、系统性最好的一份工作研究报告集，汇集了当前阶段我国博物馆信息化与智能化建设最新成果，还有在工作过程中形成的思考与观察——它们或许有所不同，但都是博物馆人在不同条件下积极实践的成果。

我认为，本报告对今后博物馆进一步深化数字化转型、推动事业高质量发展具有重要的参考价值 and 指导意义，建议尽快公开出版发行。

希望专委会秘书处不断总结经验，更好地组织各会员单位更有针对性地开展研究和实践，把博协数智化专委会建设得更好！



2026年2月27日

# 《中国博物馆数字技术应用及案例研究年度报告》 审读意见


胡锺

(中国博物馆协会数智化专业委员会顾问)

本报告是中国博物馆行业自推进数智化转型以来，所推出的内容最全面、结构最系统、代表性最强的一份工作研究报告集。本报告有针对性地联合多所高校的学者，围绕博物馆数字化发展中的关键议题展开深入研讨，并形成多篇具有理论深度与前瞻性的学术论文；同时，报告编撰团队精心遴选近年来各地博物馆在实践中产生的优秀案例，这些案例不仅在技术应用层面具有示范性，更在理念创新、服务提升、管理优化等方面展现出独到的开创性意义，是对当前阶段我国博物馆信息化与智能化建设成果的一次系统性检阅和集中展示。本报告对今后全行业进一步深化数字化转型、推动事业高质量发展具有重要的参考价值和指导意义，建议尽快公开出版发行。

数字技术在推动博物馆从“以物为中心”向“以公众为中心”的范式转变过程中，发挥着不可替代的支撑与引领作用。以数据要素为核心驱动力，已成为当前博物馆数智化建设的重要方向。对数字化基础——“数据”的认知，也已从早先侧重于文化资源数据的采集与利用，逐步扩展至对观众行为数据、场馆运营数据、安全防护数据等全面采集与深度融合应用。借助物联网、云计算和人工智能等技术，博物馆得以实现对多项业务数据的实时感知与智能分析，为构建高拟真度的“数字孪生博物馆”奠定基础，从而对传统博物馆的运营管理思维与服务模式进行了积极而有益的探索。

在数字技术的全面赋能下，全新的策展理念逐渐成熟，不再局限于初期对技术形式的表层模仿，转而注重有意识地运用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、混合现实（MR）等多维媒体技术，重构历史语境与文化场景。通过高度沉浸的展陈形式增强与观众的互动，引导观众步入“实情实景”，在体验中深化对传统艺术内在精神的感知，理解中华文化遗产的历史脉络与当代价值。这一切，不仅提升了公共文化服务的质量与水平，也进一步丰富了博物馆学理论的内涵，推动了现代博物馆事业的整体进步。



二零二六年二月二十七日

# 《中国博物馆数字技术应用及案例研究年度报告》 审读意见

祁庆国

(北京博物馆学会副理事长)

该报告既基于40年来博物馆数字化建设的成果及经验积累，又侧重近两三年的突出成果，报告整体聚焦博物馆行业高质量发展的重大课题，体现出数智化专委会对博物馆高质量发展规律性问题的深入思考。

报告中的入选案例是经过广泛调研筛选出来的，基于这些代表性案例的实践以及数智化专委会同仁的理论思考，所归纳并研讨的问题，从基础层面的数据，到服务对象——观众的研究，到展览策划与实施，再到博物馆运行体系，总结出数智技术应用带来博物馆服务面貌与品质深刻改变的突出成果和重大进展，并基本梳理出今后该领域工作的着力点和发展路径。

所以，该报告的成功出版，具有深远意义。衷心希望此项工作继续得到各方各级领导和全国博物馆同仁的大力支持，使之持续下去。



2026年2月25日春节后





“扫码获取报告电子版”