设计决策视角下 VR 博物馆的推广困境与优化路径

邹建伟

景德镇陶瓷大学 江西 景德镇 333403

【摘　要】：伴随着文化数字化战略推进，VR 在博物馆展陈中应用增长，但不少项目初期示范后陷入常态化运营困难与推广可持续性不足。既有研究多从硬件、资金或单一受众体验解释，较少关注设计学维度与受众技术接受机制。本文结合扩展技术接受模型（TAM）与媒介可供性理论，以设计决策通过影响受众感知易用性与可供性结构进而制约 VR 博物馆推广效果为框架，分析其交互设计、内容架构与叙事模式。研究发现，主流 VR 交互隐含特定身体预设，对老年群体等非典型用户形成可供性障碍；开发初期的技术锁定与元数据标准缺失，导致资源复用困难与跨机构互操作性不足；强制性沉浸叙事压缩观众自主解读空间。据此提出具身包容性交互、跨域资源标准化互联、AIGC 辅助感知叙事设计等路径，为博物馆数字化建设提供参考。

【关键词】：虚拟现实；数字博物馆；设计决策；技术接受模型；媒介可供性

DOI:10.12417/3041-0630.26.13.039

引言

在国家文化数字化战略下，博物馆正经历数智化转型。VR 以多感官、沉浸式特性打破静态陈列时空限制，成为优化展陈、提升公共文化服务的手段。但不少公立博物馆 VR 项目在初期示范成功后，面临常态化运营困难：高造价设备难以持续运营，非节假日使用率偏低，维护成本与使用频次之间存在较大落差。李佳和姚翔翔基于扩展 TAM 的实证研究发现，VR 展览的互动性对感知享乐和感知有用性具有正向影响，但对感知易用性未产生显著正向影响；沉浸性仅对感知有用性有正向影响，对感知易用性和感知享乐未产生显著正向影响[1]。这一结论提示，VR 展览推广效果不仅取决于互动与沉浸特性，还可能与用户对技术界面的易用性感知及其背后的设计决策有关。传统研究多将 VR 视为客观技术工具，未触及技术界面背后设计决策，也较少关注底层架构封闭与标准化缺失导致的数据孤岛与资源复用困境。本文以设计决策通过影响感知易用性与可供性结构制约推广效果为框架，分析交互设计、内容架构与叙事模式，揭示其作用机制。

1 理论基础：设计决策、技术接受与媒介可供性的交汇

1.1 设计决策的隐性权力属性

本文所称设计决策，指 VR 博物馆在交互范式、内容架构、数据标准与叙事机制上的约束性选择，包括交互层、架构层与叙事层。数字展览中技术并非中立媒介，而是被设计出来的产物。体验不佳往往源于交互与移动机制，成本高且难维护的往往是封闭软件架构。设计决策实质是对受众参与权和意义建构权的隐性分配。当设计假定用户具备某种身体能力或认知习惯时，不满足该预设的群体便被系统性边缘化。

1.2 扩展技术接受模型（TAM）的阐释力

扩展 TAM 指出，用户对新科技系统的接受度与使用意愿，核心由感知易用性和感知有用性决定。在博物馆 VR 情境中，感知易用性可操作化为学习成本、操作负荷、身体负荷、导航清晰度与容错性；感知有用性可操作化为知识获取、文化认同、临场感与实地参观意愿。李佳、姚翔翔研究表明，互动性、沉浸性与临场感影响感知有用性、易用性与享乐体验，并促进使用及实地参观意愿；但互动性对感知易用性无正向影响，沉浸性只对感知有用性有正向影响，且感知易用性对感知有用性的影响未获支持。可见，即使画面精美、沉浸感提升，若操作复杂费力，感知易用性仍难改善，并可能阻断持续使用意愿。设计决策构成推广障碍的路径，正是通过影响感知易用性而非感知有用性实现。

1.3 媒介可供性视角的传播学支撑

从传播学的角度看，虚拟博物馆展览的有效传播依赖技术界面提供的可供性。李颖以生产可供性、社交可供性、移动可供性为框架指出，生产可供性可通过多模态资源整合与用户参与式内容生产提升感知体验与文化阐释深度，社交可供性可依托实时互动推动单向传播转向多维对话[2]。周葆华、汤清扬通过 VR 实验发现，能动可供性能够提升受众对文化遗产的认同和关注，但仅在低水平上显著，而高水平的能动可供性更有利于促进虚拟游览替代实地参观的意愿[3]。这说明，VR 能动可供性并非越高越好。它提供行动可能与限制，其效果取决于用户能否识别利用；若与用户特征错位，则可能削弱体验、形成壁垒。

2 VR 交互设计的具身原型与代际排斥

2.1 主流 VR 系统的身体预设与使用门槛

当前主流 VR 博物馆交互系统多采用 PC 连接式与独立式

头戴显示器，设计隐含特定“身体预设”；需双手操作多按键手柄，同时还需要一定的身体协调能力，导致我们的假想用户为具备较高眼手协调能力的年轻数字原住民；对不具备该能力的群体，系统可供性结构从一开始即构成使用门槛。而在使用设备的时候，可能会出现头显遮挡视线，以及操作者在共用空间里沉浸使用设备时易引发碰撞，并且长期佩戴也可能产生疲劳与不适。

2.2 老年群体的技术接受与可供性障碍

老年参观者具身经验特征常被概括为前庭神经系统和感觉运动整合能力退化。然而，Jochmann 等（2025）随机试验发现，老年参与者在感觉运动不匹配条件下的 VR 晕动症状并未高于年轻群体，年轻参与者 SSQ 得分反而更高；三组干预之间 SSQ 得分无显著差异[4]。这提示老年群体 VR 障碍更多来自交互可供性错位，如手柄复杂、移动非自然、时长缺乏弹性，而非单纯前庭生理易感性。代际数字鸿沟在博物馆 VR 中首先是设计问题，其次才是生理问题。

2.3 具身包容性交互的改进方向

代际差异首先卡在操作上。VR 若要求记按键、做组合动作，老年用户往往放弃。更合适的做法，是让交互回到看、指、点头这类日常动作。移动可用定点瞬移、视线引导，少用连续位移，以减轻眩晕。不过，凝视并不稳，时间一长眼睛累；手势也要学，老人未必愿意。与其押注单一路径，不如同时保留几种交互方式，让用户自己挑。门槛低了，易用感才会起来。

3 内容架构的“设计锁定”与资源整合机制

3.1 传统架构的“一次性”模式与技术局限

不少博物馆 VR 项目上线不久就停摆，问题常出在内容资产的组织方式。早期开发喜欢把高精度文物 3D 模型、特定游戏引擎和硬件底层逻辑绑在一起，形成强耦合。这样做的后果，是资产被锁在某个平台，难以迁移。在换平台时，文物的历史语义、参数数据很容易丢失，不能够很好的保留。而眼下也缺少通用工具，让非技术用户自己搭建沉浸式 VR 博物馆，并半自动同步模型信息。再加上原生 VR 包体庞大，传播和分发都受限。

3.2 跨部门数据壁垒与碎片化困境

宏观数字化建设中，管理权限分散，建设各自为政。不同部门在元数据著录项目、文件存储格式与资源分类维度上缺乏统一标准，系统间接口规范与协议标准存在差异，形成大量“信息孤岛”。跨区域、跨层级文化科普资源难以有效流通共享，整体复用率偏低，造成重复投入与浪费。计莹在红色文化科普资源整合研究中提出，应建立覆盖全品类资源的标准化采集与分类编码机制，制定涵盖资源唯一标识、核心元数据著录规则、文件存储格式要求在内的统一元数据标准规范，并构建跨部门跨区域的数据互联互通机制[5]。该思路对博物馆 VR 资源标准化建设具有参考价值，国际上 Dublin Core、CIDOC CRM、VRA Core 等标准可为元数据架构设计提供参照。

3.3 数智化资源标准化与自主可控路径

为应对设计锁定与数据壁垒，可探索以下整合机制。第一，标准化采集与解耦机制。项目招标阶段宜要求核心文物资产以开源中立格式独立封存，实现数据表现层与特定交互逻辑层“解耦”。制定涵盖资源唯一标识与存储格式的统一元数据标准，构建多级分类编码体系。国际上，CIDOC CRM 作为 ICOM 国际文献工作委员会开发的形式化本体，已广泛用于博物馆数据语义关联描述，支持文物材质、尺寸、来源及关联地点、人物、事件等结构化映射。国内博物馆可借鉴并结合馆藏特点建立本土化元数据框架。第二，知识关联重构。综合运用自然语言处理、实体识别等人工智能技术，构建知识本体框架与知识图谱，实现分散资源语义级融合与智能聚合推荐。第三，自主运营与混合协作模式。完全外包易致供应商锁定，完全自建对多数博物馆也面临技术与运维约束的难题。更务实的是混合模式：核心数字资产与底层数据由博物馆自主掌控，外围交互模块和体验设计通过合同与外部团队协作，在合同中明确开放接口规范与数据交付标准，保障核心数字资产长期演化与自主可控。

4 沉浸叙事设计中的策展权力与大空间重构

4.1 强制式叙事的权力效应

传统博物馆之所以吸引人，很大程度在于观众能自己走、自己看。而 VR 沉浸感越强，设计者对声画的控制也越深。但有不少数字 VR 仍以物为中心，视角被锁死，旁白不能跳过，观众本该自己琢磨意义，现在只剩被动观看。叙事性强的展览需要引导，这没问题，但并非所有 VR 都得完全自由漫游。真正的问题在于，很多项目的叙事控制并非内容表达所必需，而是技术架构限制或设计惯性所致。

4.2 大空间 VR（LBE VR）的实践探索

博物馆策展正从单向输出转向以人为中心的多向协作。大空间沉浸式 VR 可能打破强制叙事，多名观众能在开阔场地中走动，定位系统支持多人互动，社交性也随之增强。徐小虎在南京博物院“观天下·坤舆万国全图”VR 大空间展的调研中指出，国内已有多家博物馆推出大空间沉浸式 VR 体验项目。其中，南博该展在 2025 年 7 月 10 日—8 月 20 日，在 750 平方米的展厅空间内，共计 59 000 人次体验，单日最多体验人数达 2100 人次[6]。从数据看，大空间 VR 承载力可观，但其提升自主性与社交互动的潜力能否兑现，还得看内容设计、定位精度、场地管理和晕动控制。若只把大空间当技术卖点，叙事和交互

仍走单向线性老路，参与感和互动质量就难有起色。

4.3 AIGC 辅助叙事与体验时长管理

要兼顾沉浸深度和身体负担，未来策展可留意两点。其一，AIGC 辅助内容生成。用生成式人工智能，让虚拟场景按观众位置、注视点和互动行为实时生成个性化内容，策展会更灵活，也更有针对性。但博物馆用 AIGC，伦理和法律麻烦不少：训练语料多为大规模爬取，权利状态说不清；没有人类参与的 AI 生成物，版权也难获保护。算法偏见、少数群体缺席、AI 幻觉造成历史失真，同样不能轻看。因此边界要划清：核心历史叙事和文物阐释仍由策展团队审核，AIGC 只做场景生成、个性化推荐等辅助环节。其二，体验时长要科学管理。VR 容易引起不适，单次不宜过长，具体还得按内容类型、受众和技术条件分众调整。

5 结语

设计决策与技术架构统筹影响 VR 博物馆推广效果。单纯追求技术展示与视觉效果堆叠，难以替代具有知识深度的叙事设计。博物馆需认识技术背后的可供性限制与设计决策效应，坚持“以人为本”策展理念。未来宜通过具身包容性交互缩小代际数字鸿沟，通过跨域资源标准化整合改善信息孤岛，并依托大空间技术与 AIGC 合理融合重构文化体验。同时审慎处理 AIGC 版权归属、内容准确性与算法偏见等伦理问题，明确人类策展团队在核心叙事中的主导地位。可探索线上线下虚实联动等运营模式，但需注意公益属性与商业边界。本文分析表明，VR 博物馆推广困境不能仅归因于技术成本或受众接受度，设计决策在交互、架构与叙事层面的隐性分配同样构成关键变量。未来可通过实证检验具身包容性交互与标准化资源整合对感知易用性的影响。

参考文献：

[1] 李佳,姚翔翔.基于扩展技术接受模型的博物馆 VR 展览用户体验研究[J].包装工程,2025,46(4):250-261.

[2] 李颖.可供性视角下虚拟博物馆展览的传播路径[D].南京艺术学院,2025.

[3] 周葆华,汤清扬.远观抑或近玩:虚拟现实能动可供性对文化遗产认同与参与影响的实证研究[J].国际新闻界,2024,46(12):30-54.

[4] Elisabeth Jochmann,Thomas Jochmann,Maximilian Weber,et al.Impact of sensorimotor mismatch on virtual reality sickness and user experience:age-related differences in a randomized trial.[J].Journal of neuroengineering and rehabilitation,2025,22(1):143.

[5] 计莹.数智技术驱动红色文化科普资源整合机制与创新利用路径研究[J].信息系统工程,2026,(8):131-134.

[6] 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,(4):140-148.