

虚拟现实技术在工业遗产研学中的应用与创新

崔晓棠 高正阳

郑州轻工业大学, 河南 450001

摘要: 本研究聚焦虚拟现实技术在工业遗产研学中的应用, 基于国内多处工业调研为基础, 构建“建模—脚本—交互”一体化系统架构, 探索数字技术与工业教育融合的新路径。通过沉浸式导览、任务模拟与知识问答模块设计, 平台显著提升了学生参与度与文化认同感。调研数据显示, VR 赋能下的研学形式在教学深度、体验质量与传播效果方面均优于传统模式。研究认为, 虚拟现实不仅增强了工业遗产的教育价值, 也为其数字转化与文化传播提供了可行方案, 具备良好推广潜力。

关键词: 虚拟现实; 工业遗产; 研学教育; 沉浸式学习; 数字转型

DOI: 10.63887/fss.2025.1.5.9

引言

随着我国工业化进程的推进, 工业遗产作为承载城市记忆与文化基因的重要载体, 其保护与再利用逐步进入公共教育与文化传承体系。在美育政策和研学旅行倡导的双重推动下, 工业遗产研学被赋予育人新功能。然而, 当前研学模式仍存在展示方式单一、讲解被动、沉浸感不足等问题, 难以实现有效教学与深度体验。虚拟现实技术凭借沉浸性、交互性和重构性, 为突破传统研学瓶颈提供了新路径。通过三维建模与实时交互, VR 可重现工业作业场景, 提升学生参与度与学习兴趣, 构建个性化、可重复的探究空间。特别是在工业资源丰富但教育数字化程度较低的河南省, VR 赋能有助于实现研学资源均衡化与传播效能最大化。因此, 探索虚拟现实技术在工业遗产研学中的深度融合, 既是技术发展的现实要求, 也是推动区域教育创新与文化再生的重要契机。

1 理论基础与研究综述

1.1 工业遗产研学的教育功能与发展趋势

工业遗产在国家文化价值再利用战略推动下, 其教育功能日益受到关注, 由早期的空间保护逐步转向教学资源开发。作为近现代工业文明的重要物证, 工业遗产在美育、科普和文化认同教育中具有多重价值^[1]。政策层面, 教育部与文

旅部相关文件明确支持美育课程拓展与研学旅行融合, 为工业遗产转化为教学载体提供制度保障。在具体实践中, 遗产空间既是城市历史的实物延伸, 又天然具备跨学科课程内容, 涵盖科技史、工艺流程与劳动文化, 可作为青少年价值观塑造与情感教育的重要媒介。如北京首钢园、上海杨树浦水厂等案例已初步建构起教育功能体系, 但在教学形式与传播效率方面仍存在较大改进空间。

1.2 虚拟现实技术的教育应用特性

虚拟现实技术以其沉浸性、交互性和空间重构优势, 在教育场景中表现出显著成效^[2]。VR 通过建模与传感器技术将复杂工业环境转化为可视、可感、可操作的虚拟空间, 构建任务驱动与认知生成同步的学习流程。在研学实践中, 相较传统参观讲解模式, VR 提供更强的感知刺激、更高的参与热情以及更深的知识保留。其打破时空限制, 整合分散遗产资源, 具有普及性与低成本特点, 适用于教育资源不均衡地区开展沉浸式学习。这种可重复、可升级、可评价的技术系统不仅弥补传统研学的交互短板, 也为构建新型数字教育生态提供支撑。

1.3 国内外融合实践与研究述评

国际上, 德国鲁尔区、英国曼彻斯特等地在工业遗产数字转化方面积累了丰富的经验, 采用虚

拟导览、互动展项等手段，形成跨校园与社区的教育网络^[3]。日本富冈制丝厂则通过 VR 沉浸课程推动学生对工业流程的深度体验。相较而言，我国尚处于探索阶段，虽已有首钢园、798 等案例涉足工业文化与公众传播，但从教育系统视角出发的 VR 平台建设仍显薄弱。当前学界对工业遗产与教育融合的研究多聚焦于政策分析与课程融入，缺乏以“VR 技术+教学交互”为核心的系统研究。特别是在区域性工业资源如河南省等地，关于如何实现本土遗产数字化重构与教育内容交互开发的研究仍属空白。因此，本研究聚焦虚拟现实赋能下的工业遗产研学场景建构，旨在提出理论与实操并重的本土化模型，推动教育数字化与文化传承的深度融合。

2 河南省工业遗产研学基础与数字化需求分析

2.1 区域典型工业遗产概况

河南作为我国重要的中部工业省份，拥有较为完整的传统工业体系，尤其在纺织、装备制造等领域积累了众多具有代表性的工业遗产^[4]。郑州棉纺厂作为“解放区第一纺”，不仅在空间形态上保留了典型厂房结构，还完整保存了棉纺工艺、职工生活区等工业文化系统，具备良好的教育开发基础。洛阳拖拉机厂则是国家“一五”重点项目，其厂区机械设备保存完好，具有较强的技术展示与劳动教育价值。此外，河南省区域地质调查队旧址作为地质科学研究与工业精神的重

要载体，同样具备研学教育、历史文化活化及工业精神传承的多重价值。其保存完好的地质样本、仪器设备及历史文献，为构建沉浸式地质研学场景提供了丰富的素材。这些遗产均具有较高的结构保存度与文化象征意义，适合转化为数字化研学场景，并具备纳入虚拟教学平台的现实条件。

2.2 当前研学模式的问题诊断

当前河南省工业遗产研学的发展仍处于探索阶段，整体呈现出内容设计相对初步、课程体系尚待完善、互动体验有待深化的特征。现有研学多以图片展览与现场讲解为主，虽然能够传递基本的历史背景与工艺信息，但在系统性教学设计和多感官交互体验方面仍有提升空间。其主要受制于教学资源分布不均、教师培训机制尚未成熟，以及部分遗产地在安全、设备和维护方面的客观限制。此外多数遗产地未配备数字平台，缺少可视化、参与式教学机制，学生学习路径单一，同时缺乏美育浸润，难以激发学习热情，也不利于教学效果反馈与评估。

2.3 VR 技术介入的现实驱动

随着沉浸式学习理念兴起，VR 技术凭借其高度互动性和沉浸性，成为工业研学提质增效的重要手段。调研显示，学生与家长普遍对“虚拟工厂漫游”“机械操作模拟”等形式表现出浓厚兴趣，超七成受访者希望通过 VR 亲自体验生产流程、深入理解工业场景。

表 1 学生与家长对 VR 技术应用的调研反馈

调研维度	反馈内容	比例 (%)
对“虚拟工厂漫游”的兴趣	学生与家长普遍表现出浓厚兴趣，认为这种形式能增强对工业场景的理解。	75.3
对“机械操作模拟”的需求	超七成受访者希望通过VR亲自体验生产流程，深入理解工业技术细节。	71.8
对传统静态展示的满意度	多数受访者认为传统静态展示缺乏互动性和深度，难以满足学习需求。	62.4
对VR技术提升学习效率的认可	受访者普遍认为VR能有效重建复杂技术过程，提升学习效率和记忆深度。	83.7

对跨地域资源共享的支持	受访者支持通过虚拟系统实现跨地域资源共享，突破教学场地、师资、交通等限制。	78.9
对VR技术成熟度的信心	受访者对三维建模、语音识别、实时交互等技术手段的成熟度表示认可。	89.5

相较于传统静态展示，VR 能有效重建复杂技术过程，提升学习效率和记忆深度。同时，虚拟系统可实现跨地域资源共享，突破教学场地、师资、交通等限制，提高资源使用效能。从技术层面看，当前三维建模、语音识别、实时交互等手段已广泛成熟，可为构建工业遗产数字研学系统提供稳定支撑。整体来看，VR 技术在河南省工业遗产研学中的介入，不仅顺应教育变革趋势，也回应了学生个性化、趣味化、建构化学习需求，是推进区域教育公平与文化传播现代化的关键切口。

3 虚拟现实赋能工业遗产研学的系统路径

3.1 虚拟研学系统结构设计

在传统工业遗产研学中，受限于空间场地、安全条件及教学组织形式等因素，学生往往只能

进行表层参观与被动接受式听讲，难以实现深度互动与个性化学习。为破解这一教学瓶颈，构建面向虚拟现实环境的研学系统成为提升学习效率与情感联结的重要路径。基于“内容空间化—过程任务化—知识结构化”的理念，虚拟研学系统应由三大核心组成模块构成，即工业场景建模、教学脚本嵌套与用户交互模块。首先，在工业场景建模层面，应对代表性厂区如郑州棉纺厂、洛阳拖拉机厂进行高保真三维重建，复原典型的工艺流程与历史作业场景，形成完整的视觉沉浸空间；其次，在教学脚本设计层，应将课程内容按层次嵌入至空间节点，形成“引导—探索—反馈”的逻辑闭环，保障教学目标的可控与可评；最后，在用户交互层面，应设计多维学习动作，包括虚拟导览、角色代入、任务挑战、知识问答、操作试验等，使学习者可基于自身兴趣与节奏完成沉浸式探究过程。系统整体运行结构如表 1 所示。

表 2 虚拟现实工业遗产研学系统结构框架

模块类型	具体内容与功能
场景建模层	工业遗产三维建模、空间路径导航、工艺流程动态复现、遗产要素标签化
教学脚本层	节点式任务嵌套、学习目标分级、讲解信息叠加、知识生成与构建型反馈机制
交互体验层	角色扮演（如一线工人）、虚拟导览、流程操作模拟、任务闯关、实时答题与评估

表 1 清晰展示了虚拟现实系统在工业遗产研学中的功能配置逻辑，三大模块共同协作，既保障教学内容的完整性与准确性，又强化了学生在数字环境中的主观能动性，使虚拟研学不再是对线下参观的简单模仿，而是具备独立认知系统和学习路径的新型学习形态。

3.2 教学活动与交互场景构建

基于系统架构的逻辑构成，应进一步细化教

学活动内容并结合工业遗产的具体文化符号，构建具象可操作的交互场景。围绕工业劳动、技术流程、工艺理念与社会制度四个研学维度，可开发出多个沉浸式课程模板。例如，在郑州棉纺厂复原空间中设置“棉纺一线工人任务模拟”，学生可通过虚拟手势完成从选棉、纺线、织布到检验的全流程体验；在蒸汽动力主题空间中引导学习者启动机器模拟程序、调节齿轮参数，构建“蒸汽机械操作沉浸体验”；在地质背景较强的洛阳

工业遗址中可设置“地质样本数字实验”，通过虚拟显微镜对矿物切片、土壤剖面等内容进行观察、标注与归类。这些互动场景均可设置成阶段性解锁任务，并与积分系统、知识问答机制配合，形成具挑战性与成就感的学习旅程，全面提升认知维度与情感投入。

3.3 技术融合策略与用户优化机制

为实现虚拟系统稳定运行与良好体验，应综合采用多项技术融合手段与用户友好策略。从技术层面看，可采用三维重建与空间贴图实现厂区的高拟真复原，通过动态动作捕捉与实时运算实现学生的动作识别与反馈；同时引入 AI 语音讲解系统，可在用户驻留特定区域时自动激活历史资料介绍、图文联动提示及语言问答互动，构建人机融合式知识呈现方式。在系统优化方面，应针对用户视觉、动作与学习负荷设置适应调节机制，如导航提示、操作训练环节、语速与语义层级切换功能，以适配不同年龄与认知水平学生的使用需求。进一步还可搭建用户数据反馈模块，对学习路径、操作准确率、答题正确率等核心数据进行实时采集与分析，为教师提供研学评估依据，同时也为系统后续内容更新与难度调整提供量化支撑。综上所述，虚拟现实赋能下的工业遗产研学，不仅是教学手段的转型升级，更是文化传播方式与知识生成逻辑的重构，其系统性与适配性将在未来教育变革中发挥长远作用。

4 应用案例分析：郑州棉纺厂虚拟研学平台实践

4.1 项目背景与实施路径

郑州 A 厂是河南省工业发展史的重要地标之一，作为新中国早期大规模建设的纺织企业代表，曾在 20 世纪五六十年代承担连接中部棉产区与华东消费市场的重要职能^[5]。其厂区保留了较为

完整的工业建筑格局，内部仍保存有车间布局、纺织机械、职工宿舍及宣传标语等文化遗存，体现了当时的生产工艺与社会生活特征。这些要素不仅具备显著的历史文化价值，也为后续的教育利用奠定了良好的物质基础。该场的部分建筑已于 2008 年被认定为市级文物保护单位，并于 2011 年列入市级优秀近现代建筑名录，具备显著的空间可利用性与课程内容开发潜力。

基于现有国内外工业遗产保护与活化利用的实践中，类似遗址往往被视为具有多重教育潜力的场所，既能承载城市工业化发展的记忆，也能作为跨学科研学课程的空间载体，因此本项目基于“工业遗产+研学教育+数字化展示+空间改造+CI 形象提升”的工业遗产活化需求，通过团队对厂区进行了结构扫描与资料收集，明确在数字化展示方面以“虚拟再现工业流程—沉浸研学教育体验”为核心目标，拟通过虚拟现实系统构建在线+离线结合的研学平台，将传统工业遗址转化为“数字化可教学空间”。选取郑州 A 厂作为首个实验基地，不仅有利于带动区域文化教育资源数字化转型，也契合河南省中部研学一体化发展战略，形成示范带动效应。

4.2 系统搭建过程与功能布局

平台建设过程依托三维建模、空间漫游、数据嵌套与 AI 讲解等核心技术，从厂区数字采集、功能区划分、内容分层部署四个阶段逐步推进。首先，在建模层面，运用激光雷达与摄影测绘技术对棉纺厂关键区域如开包车间、纺纱车间、布匹检验区进行了高精度还原；其次，在结构规划中，依据厂区逻辑流程将系统划分为导览入口区、核心工艺区、历史人文区与互动任务区四大板块，每一区域分别嵌套特定教学模块，保证课程目标与空间逻辑一致。下表展示了虚拟研学平台的主要功能模块配置。

表 3 郑州 A 厂虚拟研学平台主要功能模块一览

模块类别	功能内容	技术手段
工艺流程演示	自动播放纺纱流程动画，解说每道工序原理	动态模拟+语音识别
沉浸式体验	学生以角色身份操作织布设备	体感交互+指令编程

、参与布匹质量检测		
历史再现讲解	员工故事还原、历史照片动态切换、文化标语识读	AI讲解+图文叠加
任务挑战互动	设定操作闯关任务，如“调试张力装置”“识别常见纺织故障”	情境驱动+积分机制

该平台通过模块化设计实现技术与教学双向融合，不仅能使学生在虚拟环境中获得操作参与感，也通过沉浸过程完成情境记忆，激发对工业文化与劳动技能的认知兴趣，实现多维度的深度学习体验。

4.3 教育成效初步评估

平台完成初步搭建后，于 2024 年选取部分研学团队包括初中与高职学习学生群体进行实践应

用，同时收集教师、学生及技术运营方三方反馈。调查数据显示，大部分学生对“第一次虚拟操作织布机”和“模拟检验布料质地”表示兴趣浓厚，教师则认为系统在“工艺流程可视化”“历史文化传播力”两个维度表现出明显优势。为进一步量化平台成效，项目组设置了“参与度、互动性、知识掌握、情感认同、技术接受度”五项指标，开展了使用者问卷与访谈评估，结果汇总如下。

表 4 郑州 A 厂虚拟研学平台初步应用反馈评估（n=180）

评估维度	满意度占比（%）	样本反馈说明
参与度	93.4	参与者普遍在任务区停留时间超过15分钟
互动性	89.7	任务操作与闯关环节激发学生持续性探索欲望
知识掌握	85.1	复测问卷中多数学生掌握纺纱步骤与设备名称
情感认同	78.6	多数学生表示增强对“老厂记忆”的理解与尊重
技术接受度	91.2	操作界面友好，系统运行稳定，学习负担适中

从反馈数据看，平台在可视理解与虚拟参与方面获得积极评价，尤其在提升学生主动学习和情感融入方面表现突出。但也存在部分用户在操作过渡时反映导航提示不够清晰、任务难度层次不够多样等问题，需在后续迭代中优化体验路径、增设分级闯关机制与自适应教学辅助模块，以实现更长效、个性化的研学推进。整体而言，郑州 A 厂虚拟研学平台的试点建设验证了虚拟现实技术在工业遗产研学中的可操作性与育人潜能，为其他类型工业遗址的数字教育开发提供了重要参照样本。

5 结论

虚拟现实技术作为一种高度融合感知、交互

与空间重构能力的数字手段，为工业遗产研学注入了全新的教育活力。通过对典型工业场景的三维还原与课程内容的沉浸式设计，VR 不仅突破了传统研学中物理空间、教学形式和资源承载的局限，还显著提升了学习者的参与度与知识吸收深度。实践表明，该技术在引导学生主动建构认知、理解工业文明发展脉络、激发文化认同与工匠精神方面具有显著优势。同时，虚拟研学平台的构建有助于工业遗产的活化再利用与文化价值传播，实现教育功能与社会效益的双向提升。未来应进一步强化技术适配、内容优化与机制拓展，推动“VR+工业遗产”模式在更广范围内深化落地。

参考文献

- [1] 翁春萌, 陈子阳. 文化记忆理论视角下三线工业遗产的活化设计策略研究[J]. 家具与室内装饰, 2024, 31 (01): 108-113.
- [2] 丁小珊. 红色研学视角下三线工业遗产保护与利用路径研究[J]. 文化软实力研究, 2023, 8 (04): 110-120.
- [3] 张小燕, 崔佳德, 周俊鹏, 等. 虚拟现实技术在兵器工业遗产档案文化建设中的应用实践[J]. 机电兵船档案, 2023, (03): 49-51.
- [4] 杨舒越, 何云丽, 胡小强, 等. 虚拟现实技术在江西本土文化中的应用研究[J]. 无线互联科技, 2023, 20 (01): 82-85.
- [5] 席岳婷, 马文博, 张配. 文旅融合视域下工业遗产旅游推动城市更新的作用研究[J]. 经济研究参考, 2025, (01): 130-144.

作者简介:

1. 第一作者: 崔晓棠 (1990-) 女、汉族、黑龙江省哈尔滨、博士候选人、讲师、主要研究领域数字空间、文化遗产保护与再生。
2. 第二作者名字: 高正阳 (1989-) 河南开封人, 管理学硕士, 主要从事战略规划与市场营销策略研究;

课题项目: 1. 河南省社科联年度调研课题: 新质生产力驱动下河南省工业遗产文旅文创融合战略重点及对策研究 (项目编号: SKL-2024-1666)。2. 2023 河南省哲学社会科学规划项目 (青年项目), 数字文旅背景下河南红色旅游发展与文化传承融合机制研究; (项目编号: 2023CYS055) 3. 2020 年度教育部人文社会科学研究项目 “云南白族甲马图像学研究” (20YJA760112)。