感官沉浸视域下陕西红色遗址 AR 研学地图叙事设计研究

曾　敏[1]　杨　蕾[2]
（1. 陕西国际商贸学院信息工程学院
2. 陕西国际商贸学院马克思主义学院）
DOI：10.65285/JYLLYJ.V2I6.004

摘　要：本文结合陕西红色遗址研学开展的现实条件，借助感官沉浸理论与 AR 地理空间定位技术，探讨研学地图叙事设计的可行路径。研究参考梅洛－庞蒂知觉现象学与感官民族志相关成果，把实景叠加、空间音效、身体动作反馈整合到同一叙事框架；在技术层面采用 ARCore Geospatial API 搭配 WebAR 的双端实现方案，选取延安革命旧址群作为实例开展叙事设计。研究发现，依托多感官触发搭建的节点叙事，可以在遗址现场形成伴随行走过程的沉浸式研学体验。
关键词：感官沉浸；红色遗址；AR 研学地图

A Study on the Narrative Design of AR Study Tour Maps for Red Sites in Shaanxi from the Perspective of Sensory Immersion

Min Zeng[1], Lei Yang[2]
1. School of Information Engineering, Shaanxi International Business University
2. School of Marxism, Shaanxi International Business University

Abstract: Combined with the practical conditions of study tours at red sites in Shaanxi, this paper discusses feasible paths for the narrative design of study tour maps with the help of sensory immersion theory and AR geospatial positioning technology. Referring to Merleau-Ponty's phenomenology of perception and relevant achievements of sensory ethnography, this study integrates real-scene overlay, spatial sound effects and body motion feedback into one narrative framework. At the technical level, a dual-terminal implementation scheme combining ARCore Geospatial API and WebAR is adopted, and the Yan'an Revolutionary Site Cluster is selected as an example for narrative design. The research shows that node narratives built based on multi-sensory triggers can form an immersive study tour experience accompanying walking at the site.
Keywords: sensory immersion; red sites; AR study tour maps

前言：

2024 年 11 月修订通过、2025 年 3 月 1 日起施行的《中华人民共和国文物保护法》明确规定，国家加强文物保护信息化建设，鼓励开展文物保护数字化工作，推进文物资源数字化采集和展示利用，为革命文物的数字化采集、展示与活化利用提供了法律支持。国家文物局、教育部等部门持续推动革命文物融入“大思政课”资源建设，鼓励运用 AR 等数字交互手段传播红色文化，这为红色遗址研学的数字化转型提供了政策支持。[1]

陕西保存了数量众多的红色旧址。以延安为例，全市登记在册的革命旧址共计 445 处，是全国革命旧址数量最多的城市之一，其中已经维修保护的革命旧址有 46 处；宝塔山、杨家岭、枣园、王家坪等旧址构成开展现场研学的空间载体。陕西省文物局组织实施“陕西革命旧址云上展”项目，遴选 100 个特色鲜明的革命旧址，运用 5G、VR、视频云等技术手段进行 720 度全景式展示；延安革命纪念馆搭建线上数字展馆、馆内上线“AR 小青马”互动项目，观众佩戴设备后即可与虚拟角色互动，沉浸式感受革命历史。这些实践积累了三维模型、影像与音频素材，但大多属于单点独立展示，缺少面向研学群体、兼顾多感官体验的地图叙事体系。

当前不少红色 AR 导览产品仍存在叙事零散的问题，多数依靠图像识别触发简单图文讲解，AR 技术仅充当电子解说工具，忽略了研学参与者在现场的身体感受，难以实现红色文化的深度传递。感官沉浸理论关注参观者身体知觉与空间环境之间的互动，契合遗址现场研学的场景特点。

一、感官沉浸理论基础与 AR 研学地图叙事维度

（一）感官沉浸理论内涵

梅洛－庞蒂在《知觉现象学》中提出，身体是人感知外部世界的媒介，知觉不只是意识对感官信息的加工，而是人处于空间环境中形成的整体性感受。这套观点跳出只重视视觉的传统思路，强调身体在场对文化体验的作用。人类学领域的感官转向研究进一步拓展知觉研究范围，主张同时关注视觉、听觉、动觉、触觉等多种感官，不再把视觉当作文化体验的唯一途径。

置于红色遗址研学场景中考察，感官沉浸意味着研学

参与者无需隔着距离观看历史展板，而是通过行走、驻足、转身、操作手机等动作，主动融入遗址空间。AR 技术的价值，是把虚拟历史信息叠加在真实场景之上，让多种感官信息在同一空间共同发挥作用，参与者依靠自身感受重建对红色历史的记忆。[2] 遗址周边山体环境、窑洞空间、山间风声，还有徒步带来的身体感受，都可以纳入叙事内容，打破传统红色研学静态观看的局限。

（二）AR 研学地图多感官叙事通道

结合 AR 技术呈现特点，研学地图叙事分为视觉、听觉、动觉三条协同通道。三条通道不是各自独立运行，而是跟随使用者位置变化同步配合，共同构建沉浸式的叙事场景。

一是视觉叙事通道。将虚拟历史人物、复原后的旧址场景、研学路线提示叠加到手机拍摄的实景画面。可以在遗址空间绑定三维复原场景、历史影像、文字注释等内容，还原特定历史时段的空间样貌，建立真实旧址和虚拟历史场景之间的视觉联系。

二是听觉叙事通道。借助空间音频播放历史录音片段、环境音效和人物旁白。声音带有空间方位属性，使用者转动手机或者移动位置时，声源方向、混响效果和音量随之改变，形成听觉层面的沉浸感，弥补视觉叙事存在的不足。

三是动觉叙事通道。以行走、爬坡、转身这类身体动作作为叙事启动条件，搭配手机震动、步速识别等功能联动叙事内容。把研学参与者的身体活动变成推进故事的开关，实现以身体行动唤起历史叙事，有效提升参与者的代入感。

（三）时空叙事逻辑

陕西红色遗址分散在不同地理点位，记录 1935 年中央红军进驻陕北到 1947 年中共中央撤离延安这段历史。AR 研学地图采用时间主线搭配空间节点的叙事结构。地图底层搭建连续的时间线索，每一处旧址对应一段特定历史时期，研学参与者走到旧址节点附近，对应时段的叙事内容自动开启；离开节点范围，叙事内容平缓淡出，路段保留轻度背景音效维持叙事氛围。这种结构既区别于普通的电子导航地图，也能避免不同旧址的数字内容相互割裂，让参与者在行走过程中，通过身体感知历史时间的流动。

二、感官沉浸导向下 AR 研学地图技术架构设计

（一）空间定位方案选型

早期 AR 导览普遍采用图像识别触发内容，需要在现场张贴识别标识，户外光照变化、物体遮挡都会降低识别效果，并不适合延安大面积露天遗址群。相比之下，地理空间 AR 方案整合 GPS、陀螺仪、加速度计与图像特征点匹配，获取使用者实时经纬度、海拔与朝向，在卫星信号与传感器条件良好时可达到数米级定位精度，能够支持遗址群尺度的空间锚点布设。

需要说明的是，ARCore Geospatial API 依赖谷歌视觉定位服务，在中国大陆地区的可用性受到限制，不宜作为境内落地的主选方案。本文将其作为技术参照：国内应用建议优先选用华为 AR Engine 等国产地理空间 AR 方案，技术原理相近，且适配国内手机使用环境与网络条件。无论采用何种方案，开发人员均可在地理坐标系内设置空间锚点，将三维模型、音频、叙事脚本绑定到旧址对应坐标位置，现场只需对少量点位开展校准工作。

（二）双端系统架构设计

考虑到研学群体使用手机性能参差不齐，采用 WebAR 轻量化端和原生 App 端两套方案。Web 端依托 three.js、8th Wall 框架开发，不需要下载安装软件，学生扫码就能访问，支持查看遗址概况、预览研学路线、浏览全景画面，多用于课前预习或者异地线上研学。App 端基于 Unity 引擎开发，完整实现实景 AR 叠加、空间音频、资源离线缓存功能，适合学校组织的集中现场研学活动。

三维模型采集采用“无人机航拍 + 地面摄影测量”相结合的方式，对窑洞院落等旧址外部空间，通过无人机环绕航拍完成影像采集；对室内场景，采用地面多机位环绕拍摄。采集影像经 RealityCapture 生成高精度网格模型，再参照国内革命文化遗产数字化项目的通用规范，用 Blender 简化模型面数、压缩纹理，得到适配网络展示需求的低精度模型，降低资源占用。系统采用流式加载机制，使用者靠近节点时再加载对应资源，减少手机内存压力。

（三）空间音频与叙事触发数据结构

音频模块使用空间化音频引擎实现 HRTF 双耳音效，可让声音具备清晰方位感，同时针对不同空间区分设置混响参数。窑洞室内、院落空地、山间道路设置不同声学参数，使用者位置变动时，声源距离、混响效果自动调整，营造听觉沉浸效果。

系统底层用 JSON 文件统一存储全部叙事节点信息，包含节点编号、地理位置、触发半径、历史时段、视觉资源地址、音频素材、叙事脚本、触发方式等字段。程序持续比对使用者实时坐标与锚点坐标，当两者距离小于设定的触发半径，叙事内容开始播放。这套数据结构支持教师自行修改叙事文本、调整触发范围，方便结合校本研学课程进行二次调整。

三、延安红色遗址 AR 研学地图叙事节点设计实践

（一）研学主题路线规划

以延安革命旧址群为载体，设计三条主题研学路线，适配不同思政教学目标；各路线步行里程与研学时长可由学校按课时安排灵活调整。

路线一：中央领导机关转战主题线。串联凤凰山旧址、杨家岭旧址、枣园旧址，按照 1937—1947 年时间顺序呈现中共中央驻地变迁，全程步行串联，研学总时长约 3 小时，侧重展现党中央在延安的奋斗历程。1942 年延安文艺座谈会召开于杨家岭中央办公厅，其叙事内容在本路线杨家岭节点中一并呈现。

路线二：军事与统一战线主题线。覆盖王家坪八路军总部旧址、中共中央西北局旧址，围绕敌后军事指挥、统一战线建设开展叙事。

路线三：红色文艺创作主题线。以桥儿沟鲁艺旧址为核心，串联延安文艺纪念馆，讲述延安文艺创作实践与文

艺思想建设。三条路线点位互不重复，学校可以根据教学需求灵活选用。

（二）单节点多感官叙事案例

选取杨家岭中共七大会场旧址，说明多感官协同叙事的落地方式。

视觉层面上，研学参与者走到会场建筑前方 15 米范围，系统启动 AR 场景叠加，手机实景画面还原 1945 年中共七大会议现场，虚拟代表人物、讲台场景叠加在真实会址之上。虚拟人物采用简易动画，优先还原历史氛围，不追求影视级写实效果。

听觉层面则播放经过整理的会议录音片段，为音频叠加窑洞室内混响效果。使用者转动手机时声源方向同步变化，营造身处会场的听觉感受。

动觉层面上，使用者进入院落时手机震动提示；沿石阶登上会场平台，步数达到设定数值后，自动播放大会开幕词片段。把攀登台阶这一身体动作作为叙事启动条件，改变单纯听讲的模式，形成身体层面的沉浸式体验。

（三）虚拟向导形象与素材规范设计

项目借鉴延安革命纪念馆推出 AR 互动项目“小青马”，通过虚拟形象讲述革命故事，该项目已经落地投入使用，观众佩戴设备后即可与虚拟角色互动，实现了历史与科技的深度融合。本项目开发时，素材使用严格遵守史实要求，档案馆留存的历史录音可以剪辑为空间音频素材；没有原始录音留存的场景，采用旁白搭配自然环境音效，不虚构人物对话，保证历史叙事真实可信，避免史实偏差。

四、AR 研学地图在陕西红色研学中的应用路径与育人价值

（一）嵌入思政课堂闭环

AR 研学地图并非独立的数字产品，而是服务于“大思政课”现场教学的载体，搭建预习、现场研学、课后拓展三段式教学流程。课前阶段，教师借助 Web 端发布研学任务，学生浏览旧址点位，预习相关历史背景；研学现场，学生分组完成 AR 交互任务，记录感官感受与研学发现；课后阶段，依托行走轨迹、AR 叙事素材撰写研学报告，开展主题讨论，把现场体验转化为理论思考。无法前往延安实地研学的学生，也可以使用 WebAR 全景模拟功能开展线上学习，作为课堂补充资源。

（二）盘活陕西红色文物数字化存量资源

陕西各地文博机构已经完成大量旧址三维扫描、全景影像采集工作，但是各类数字资源分散保存在不同场馆平台。AR 研学地图搭建统一的资源挂载框架，将现有数字资源绑定到地理坐标锚点，建立标准化元数据，实现跨场馆资源复用，减少重复开展数字化采集的成本，推动“陕西革命旧址云上展”这类存量资源转化为研学教学素材。

（三）适配当代青少年学习特征

当代青少年习惯使用移动设备获取信息，阅读长篇展板文字的意愿不强。AR 研学地图把较长的历史叙事拆分为 1 ~ 2 分钟的轻量化片段，搭配虚拟人物对话、小型研学任务，契合青少年的交互习惯，有望提升学生的参与主动性；相关效果仍需通过教学试点加以检验。感官沉浸叙事重视现场身体体验，帮助学生跳出符号化的红色叙事，建立对革命历史的共情。[3]

结语：

感官沉浸视域下陕西红色遗址 AR 研学地图叙事设计，并不以展示数字技术效果为目标，而是借助 AR 空间锚定技术，调动多种感官通道，把研学参与者的身体体验作为红色叙事载体。本文以延安革命旧址群为案例，搭建感官沉浸叙事框架，完成技术架构、主题路线与叙事节点的设计，形成一套可落地的 AR 研学地图方案。政策层面，革命文物数字化、“大思政课”建设为项目推进提供支撑；资源层面，陕西已有的红色数字成果为项目落地提供素材基础。

参考文献：

[1] 良警宇 , 罗秋宇 . 革命文物融入“大思政课”的建设机理与实践路径 [J]. 中国青年社会科学 ,2024,43(1):44-54.

[2] 张圆刚 , 杨帆 , 朱迅 . 文旅融合视角下文博场馆的数字叙事建构研究——以上海博物馆特展“金字塔之巅”为例 [J]. 华中师范大学学报 (自然科学版),2026,60(4):643-655.

[3] 杨丽娟 , 吴吉婷 , 禹锐 . 体验视角下数字展陈技术对游客满意度影响的路径研究——以成都博物馆为例 [J]. 成都理工大学学报 (社会科学版),2025,33(5):78-95.

基金项目：本论文为 2026 年陕西省大学生创新训练计划项目《基于 AR 技术的陕西红色文化沉浸式研学地图开发与实践》，项目编号：S202613123060。

作者简介：

曾敏（2006 年 5 月 -）、女、汉族、江西吉安人、陕西国际商贸学院信息工程学院本科在读、专业：计算机科学与技术。

杨蕾（1984 年 3 月 -），女，汉族，陕西西安人，硕士，陕西国际商贸学院马克思主义学院，副教授，研究方向为思想政治教育。