AI赋能大运河河北段传统文化智慧导览与虚拟场景构建路径探讨

邹 浩 王晗蕊

沧州师范学院马克思主义学院，河北 沧州 061001

摘 要：基于文化数字化的战略背景，为更好地促进大运河河北省段文化遗产的保护和文旅产业的发展，本文对AI技术与传统文化的融合之路进行探究。对其物质和非物质文化遗产的价值和数字化现状进行研究和分析，并在AI图像识别，语音交互和动态建模的基础上搭建智能标注导览系统，多语种讲解模块和历史场景虚拟复原系统。研究发现，AI技术能够打破传统导览的限制，增强文化体验和传播效能。由此可知，AI推动下智慧导览和虚拟场景构建为运河沿线优秀传统文化活态传承和现代化表达提供新范式，有助于文化遗产保护和文旅创新发展深度融合。

关键词：AI赋能；大运河河北段；传统文化智慧导览；虚拟场景构建

DOI：10.64649/yh.shygl.2025020014

0 前言

大运河河北段是我国古代水利工程中的优秀代表，在文化数字化战略不断加快的时代语境中，其中所蕴含的历史记忆和文化基因迫切需要现代化技术赋能。传统导览模式受单向信息输出和静态展示形式的限制，很难满足大众不断提升的文化体验需求。而人工智能技术借助深度学习算法，三维建模和智能交互设计等技术，可以准确捕捉文化遗产时空特征并重构历史场景的真实性和感染力。探索AI技术大运河河北段传统文化深度结合，建设既有学术严谨性又有用户友好性的智慧导览和虚拟场景体系，这对于促进文化遗产保护和文旅产业高质量发展，有着十分重要的现实意义。

1 大运河河北段传统文化价值概述

大运河河北段是京杭大运河中至关重要的一脉，从隋唐时期就肩负着纵贯南北的使命，经历几千年的风霜，它既是古漕运交通中的“黄金水道”，又沉淀成立体的历史文化经典。它贯穿廊坊、沧州、衡水等多地，串联燕赵大地风土人情，是中原文化，边塞文化和江南文化交汇枢纽[1]。

在物质文化遗产方面，大运河河北段可以说是一座古建筑“露天博物馆”。广府古城作为典型代表，其周长4.5公里的城墙巍峨耸立，城门上的“永年”匾额历经明清两代风雨，至今仍透露出厚重威严。城内街巷格局较好地保存棋盘式布局特征，府衙、书院和民居建筑高低错落，青砖灰瓦之间隐藏北方古城建筑智慧。南运河上游连镇谢家坝采用特殊的糯米浆拌灰土夯筑技术，大坝经百年一遇的洪水冲刷后仍保持牢固，并与周围砖雕码头及古桥一起形成一个完整的水利工程体系。泊头码头遗址现存的石板坡道与系船石柱，表面刻满历代船工留下的勒痕，无声诉说着当年“旄先后，商贾如云”的漕运盛况。

在优秀传统文化方面，河北段则出现百花齐放的繁荣局面。吴桥杂技起源于汉代，发展至今已形成蹬技、顶技、口技等十大类、500多个节目。吴桥国际杂技艺术节以其独有的“天桥把式的”表演手法，成功地将武术、舞蹈和杂技融为一体，每年都能吸引全球顶级艺术家共同参与竞技。沧州武术作为国家级非遗，孕育出八极、劈挂、燕青等五大武术门派，仅沧州地区就有武术馆校180余所，习武人口超60万。河北梆子因其高昂而激昂的唱腔而广受赞誉，其中《穆桂英挂帅》和《宝莲灯》等经典剧目融合大量燕赵地区的方言特色，中断了近二百年的“北派斗龙舟”民俗活动也于2025年端午节期间在大运河沧州段南川楼码头恢复举办，充分展示该地区深厚的文化底蕴。这些项目和运河两岸庙会，灯会，船工号子以及其他民俗活动交相辉映，形成独具特色的大运河河北段文化样态。

2 大运河河北段传统文化数字化发展现状

伴随着数字技术浪潮对文化遗产领域的席卷，大运河河北段数字化进程也在摸索着向前发展。初始阶段，相关机构主要主要采用传统的影像记录技术，通过高分辨率摄影和4K视频的采集，成功构建一个包含超过2万张照片和500小时视频的基础数据库。但是这种静态的存储方式却面临着多重的困境：纸质档案的管理效率不高，一些珍贵影像由于保存条件的制约而褪色和破损；单张图片展示很难还原古建筑空间关系和历史场景，参观者透过屏幕看去，感受不到砖石纹理和建筑尺度所产生的震撼力[2]。

三维建模技术在最近几年的应用中取得新的突破。广府古城成为首个完成核心区域数字

化复原的城市，它运用激光扫描技术收集超过千万个点云数据，并成功构建一个精度高达毫米级的 3D 模型。游客可以透过 VR 眼镜“漫步”在古城的街道上，观察建筑榫卯结构和彩绘细节。但此类技术还存在着明显的不足：建模成本较高，单个古建筑的建模费用就达到几十万元；静态模型文化叙事功能缺失，不能积极主动地解释建筑后面的历史故事。就非遗数字化而言，虽然录制一大批河北梆子经典作品，吴桥杂技表演视频等，但其传播渠道仅限于地方电视台和短视频平台上，缺少系统性的融合，很难产生文化品牌效应。根据文旅部门的数据显示 ,2023 年河北段的非物质文化遗产数字内容在线上的曝光度不超过 1 亿次，这与故宫、敦煌等顶级文化 IP 存在显著的差异。

3 AI 技术在传统文化导览与场景构建中的作用

3.1 智能交互与个性化服务

基于 AI 技术的运用，能够全面改造、完善文化导览中的互动方式，如，以 Transformer 架构为核心的自然语言处理系统可以对旅游者带方言口音提出的复杂问题进行实时解析。例如，当游客用沧州方言询问“这个老码头本来咋个运粮咧”，系统可快速调用漕运历史数据库，以图文并茂的形式展示漕船构造、装卸流程与运河管理制度。机器学习算法从 APP 端对旅游者的点击行为和停留时长进行数据分析，从而构建个性化偏好模型 [3]。

3.2 数据处理与内容生成

AI 技术对于高效处理大量文化数据提出一种全新的解决方案。图像识别技术配备 OCR 光学字符识别功能，能够自动区分古籍中的繁体字和草书，从而将文献整理的效率提高 80%。以《畿辅通志》运河水利记录为例 ,AI 系统可以在三小时之内完成全文转录和关键词提取工作，人工操作则需要一周时间。生成式对抗网络（GAN）能够通过研究数万张古老的历史照片和考古记录，真实地再现已经消失的运河景色。。

表 1：AI 技术在大运河文化应用中的功能与示例表

AI 技术类型	应用功能	在大运河文化中的具体应用示例
自然语言处理（NLP）	多语言交互、情感分析	支持中、英、日等 12 种语言导览，识别游客提问中的情感倾向调整讲解风格
机器学习算法	预测游客行为、智能调度	基于人流数据预测热门景点拥挤时段，推送错峰游览建议
图像识别技术	文物病害检测、风格迁移	通过 AI 算法识别古建筑裂缝、褪色等病害，生成虚拟修复对比图
生成式对抗网络（GAN）	场景复原、虚拟角色生成	复活消失的运河节庆活动，生成古代商贩、船工等虚拟 NPC

4 AI 赋能大运河河北段智慧导览与虚拟场景构建路径

4.1 基于 AI 图像识别构建河北段运河古迹智能标注导览系统

在数字化浪潮席卷各个领域的今天，文化遗产保护和传承也需要紧跟时代步伐，融合前沿技术。大运河河北段所承载的历史底蕴深厚，古迹也非常多，但旅游者在旅游时往往很难快速而准确地辨识和理解古迹的含义。基于 AI 图像识别技术的智能标注导览系统的建设就成破题之计 [4]。

在执行的过程中，成立一个由历史（考古）学、政治（社会）学、计算机信息技术、地理信息系统、视觉传达设计等多个学科的专家组成的合作团队，并组织专门的研讨会来制定统一的数据收集标准和操作流程。通过多光谱成像设备获取古迹不同光谱的特征信息，并使用激光扫描技术建立古迹三维模型，实现古迹表面纹理和结构形态等数据的毫米级高精度获取，同步构建包括地理坐标，影像资料，三维模型等古迹三维点云数据库。采用迁移学习策略，在 ImageNet 预训练模型的基本框架下，根据运河古迹独特的建筑风格和雕刻纹样的特点进行二次训练，通过对 YOLOv7 算法中锚框尺寸和损失函数权重进行调整，构造一种适合运河古迹识别专用 AI 模型。在开发移动端导览 APP 的过程中，整合增强现实（AR）技术。当游客使用 APP 进行古迹扫描时，系统会自动调用数据库中的历史复原模型、考古研究成果和其他动态信息通过 AR 技术叠加到实景画面中进行“实景加虚拟”交互式导览，使旅游者在参观过程中，对古迹文化价值有一个更加直观和深刻的了解。

4.2 运用 AI 语音交互技术打造多语种沉浸式运河故事讲解模块

伴随着全球化进程加快，旅游中跨文化交流日益频繁。大运河河北段作为一个重要文化旅游胜地，吸引着各国游客前来观光。但是语言上的障碍往往会妨碍旅游者对运河文化的深刻理解。利用 AI 语音交互技术创建的多语种沉浸式运河故事讲解模块可以有效地解决这一难题。

在此基础上，建构以语言学专家和民俗学研究者为主体的专业文本创作队伍，并采用文献研究法和田野调查法等研究方法，对运河文化资源作较为系统的梳理，以叙事学理论为依

据，对故事情节设置、人物塑造和叙事节奏进行优化，从而形成一个覆盖历史故事，民间传说和风土人情的分级故事文本体系。利用神经机器翻译（NMT）这一技术，在 Transformer 的框架下，专门针对与运河有关的专业术语，例如漕运和闸坝等，进行深入研究，构建双语对照知识库并不断进行语料训练，以促进翻译准确和专业。本文介绍情感计算模型并对不同语种表达情感过程中语音韵律特征进行分析，同时结合 WaveNet 声纹合成技术产生富有情感表现力的解释音频，使得解释更加生动、自然。

4.3 借助 AI 动态建模实现大运河河北段运河历史场景虚拟复原与漫游

大运河河北段经历历史长河的沧桑，许多昔日繁华景象现在只能靠文字记载来想象。在 AI 动态建模技术的支持下，可以对河北段运河进行虚拟复原和漫游，使历史“活”起来。构建一个跨时间和空间的数据融合系统，广泛地收集地方志、古代地图、历史照片和旧档案等非结构化的数据，并运用光学字符识别（OCR）技术将这些文字信息转换为可编辑的数据格式，通过地理配准技术，实现历史信息向现代地理坐标系的准确映射[5]。

同时，利用基于物理的渲染（PBR）技术，并结合历史文献对建筑材料如青砖，木材和石材等的记录来模拟砖石风化痕迹、木材腐朽的过程及不同材料在各种光照条件下所产生的光影效果。搭建多智能体仿真系统并以社会网络分析模型为基础，分析历史时期运河沿岸居民、商贾和漕运工人中不同人群之间的社会关系、对行为模式进行模型构建，并利用算法来驱动虚拟环境中的角色进行动态互动，例如商品交易和日常工作场景。研发基于 WebGL，支持 PC 端浏览器，移动端 APP 和 VR 设备多端适配的轻量化漫游平台，旅游者可以通过手势识别和语音指令自由地控制游览视角，并在虚拟场景内设定关键触发点，当游客到达指定位置时，自动触发相关历史事件的剧情，给游客以深层次文化体验。

4.4 依托 AI 大数据分析优化运河沿线智能导览路线规划算法

到大运河河北段旅游，旅游者常常期待能够规划一条效率高、能够覆盖多个重要景区的线路。在 AI 大数据分析的支持下对运河沿岸智能导览路线规划算法进行优化，能够满足旅游者的这一要求。

构建多源异构数据融合平台通过 API 接口访问交通部门实时路况数据，景区票务系统实时客流数据和社交媒体平台游客评价信息，利用 Apache Flink 框架实现上述实时数据的清洗，去重和格式转换的预处理操作。依据多目标优化的理论框架，构建一个结合长短期记忆网络（LSTM）和注意力机制的游客行为预测模型，并对众多游客的历史轨迹数据进行深入分析，以揭示不同的年龄和性别特点、爱好人群游览喜好模式为文化古迹喜好型和自然风光喜好型。

5 结语

在数字技术和文化遗产保护深入交织的时代背景下，大运河河北段传统文化现代化转译需要以技术赋能和创新驱动为支撑。AI 技术具有数据处理高效性，场景构建逼真性和交互体验智能性等特点，为运河文化基因解码提供一种崭新的手段。通过智能导览系统精准赋能和虚拟场景沉浸式建构等方式，既实现历史场景活化再现，又为大众与文化遗产之间搭建一座全新的对话桥梁。这一技术和文化深度耦合不仅打破传统保护模式，也是全球化传播格局下文化话语权重塑的重要途径。

参考文献：

[1] 李爱民，尚海永，刘倩，等．大运河文化带（河北段）非物质文化遗产生态保护现状研究 [J]. 唐山师范学院学报，2025,47(03):64-67+132.

[2] 高雪莲．大运河河北段非遗研学旅行产品开发问题及对策研究 [J]. 沧州师范学院学报，2025,41(01):6-8+112.

[3] 梁巍，王保超．大运河文化带河北段的建设意义及创新研究 [J]. 沧州师范学院学报，2025,41(01):1-5+20.DOI:10.13834/j.cnki.czsfxyxb.2025.01.019.

[4] 张薇，王凤春，万虹麟，等．大运河（河北段）土地利用变化驱动生态服务功能演变及权衡 / 协同分析 [J/OL]. 地球物理学进展，1-17[2025-06-28].

[5] 黄宇璐．大运河非遗赋能铸牢中华民族共同体意识：机制、现状与进路——以大运河文化带河北段为例 [J]. 河北省社会主义学院学报，2025,(01):81-88.

作者简介：邹浩（1988.4—），男，汉族，河北沧州，博士，讲师，主要从事中华优秀传统与思想政治教育研究。

项目信息：本文系 2023 年河北省社会科学基金项目，大运河河北段红色文化资源整合及开发路径研究，项目编号 :HB23JY053 的研究成果。