

面向多场景体验的攀枝花文旅数智行程规划平台研究

——植物解说、古树识别与花期经济协同设计

刘歆茹, 王家彬, 王杰平, 龙成*

攀枝花学院生物与化学工程学院, 四川 攀枝花

收稿日期: 2025年12月24日; 录用日期: 2026年3月2日; 发布日期: 2026年3月13日

摘要

攀枝花植物生态旅游资源存在“体验浅层、服务割裂、技术悬浮”等核心问题, 研究从体验科学、空间智能和协同设计等交叉角度, 核心载体为运用协同设计方法论将植物解说、古树识别、花期经济等多个场景体验有机融合起来的“数智行程规划平台”, 并拟借助智能算法对多源生态和文化数据进行时空优化配置以产生个性化动态行程, 以期将沉睡资源转变为深度沉浸式体验的解决方案, 促进技术应用、生态内容和文旅消费深度融合, 为区域智慧文旅发展提供创新模式。

关键词

智慧旅游, 文旅融合, 古树名木, 季节性旅游

Research on Panzhihua Cultural Tourism Digital-Intelligent Itinerary Planning Platform for Multi-Scenario Experience

—Collaborative Design of Plant Interpretation, Ancient Tree Identification and Flowering Period Economy

Xinru Liu, Jiabin Wang, Jieping Wang, Cheng Long*

College of Biology and Chemical Engineering, Panzhihua University, Panzhihua Sichuan

Received: December 24, 2025; accepted: March 2, 2026; published: March 13, 2026

*通讯作者。

文章引用: 刘歆茹, 王家彬, 王杰平, 龙成. 面向多场景体验的攀枝花文旅数智行程规划平台研究[J]. 林业世界, 2026, 15(2): 257-263. DOI: 10.12677/wjf.2026.152031

Abstract

The plant ecotourism resources in Panzhihua are confronted with core problems, such as “shallow experience, fragmented services, and disconnected technology”. From the interdisciplinary perspectives of experience science, spatial intelligence, and collaborative design, this research takes as its core carrier a “digital-intelligent itinerary planning platform” that organically integrates multiple scenario experiences (including plant interpretation, ancient tree identification, and flowering period economy) by applying the collaborative design methodology. It intends to leverage intelligent algorithms to perform spatiotemporal optimal allocation of multi-source ecological and cultural data, thereby generating personalized and dynamic itineraries. The research aims to transform dormant resources into solutions for in-depth immersive experiences, promote the in-depth integration of technological applications, ecological content, and cultural tourism consumption, and provide an innovative model for the development of regional smart cultural tourism.

Keywords

Smart Tourism, Integration of Culture and Tourism, Ancient and Famous Trees, Seasonal Tourism

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

当前，国家正实施以新质生产力驱动产业创新以及区域发展战略，在这一背景下资源型城市的绿色转型以及生态价值的实现已成为关键性议题，作为典型干热河谷资源型城市的攀枝花市，也是国家级全域旅游示范区，正从“工矿基地”向“阳光康养旅游目的地”转型，其核心在于将原本制约城市发展的干热河谷生态本底转变成为高质量生态文旅发展的资本。本文聚焦探寻攀枝花地方生态文旅资源，通过数字化协同探索文旅产业创新特有路径，是对国家战略的微观践行，也是对资源型城市可持续发展命题的现实回应。

攀枝花城市独特性和研究紧迫性源自三个核心事实：其一，拥有天然的“金沙江干热河谷生态实验室”，该“实验室”所处极端环境孕育出攀枝花特有的乡土植物区系，这既是深度开发生态文旅产品的科学依据，同时也是该领域的核心限制条件。其二，攀枝花市正在由“钢铁之城”转变为“阳光康养旅游目的地”，要把生态资源转变成沉浸式产品以注入新的发展动力。其三，攀枝花市肩负探寻干热河谷生态特色地区转型范例的使命，在实践中能够形成别于他地的竞争优势从而提供可借鉴的“攀枝花智慧生态文旅模式”。

尽管攀枝花市在自然科学的植物生态领域业已取得相关成果，但还尚未将自然科学认知、社会科学以及数字技术创新性地协同起来并将其转化为文旅产品和服务，因而缺乏构建服务于城市转型和产业升级模型的完整价值转化闭环。攀枝花孕育了独特干热河谷生态本底且承受着转型压力，本研究以此为“试验场”具有很强的针对性和现实意义，拟探究资源型城市如何凭借跨学科协同以及数智技术创新将生态资源价值转变为文旅发展动能，并给予攀枝花型的解决办法，以期为其余干热河谷地区的智慧生态文旅奉献“攀枝花模式”。

2. 攀枝花智慧文旅现状分析及困境

国内智慧旅游研究已从初期的信息化建设迈入具体资源文化和深度融合的创新阶段，在成渝地区双

城经济圈建设的大背景之下,区域智慧文旅以及区域协同发展已然成为了备受瞩目的研究热点[1],有研究探寻借助大数据以及语义识别技术构筑“旅游机会图谱”,为区域旅游协同给予了数据驱动的剖析新途径[2],其次,生态资源的数字化解说与活化:生态资源中的植物、古树等旅游价值转化的研究日趋深入,早期研究已关注如何通过构建植物数据库剖析游客偏好,进而规划解说策略以增强生态研学教育的效果。然而,前沿探索更加强调技术的深度介入,例如,通过增强现实(AR)技术开发植物标本馆的虚拟游览已被证实能够显著提高用户的保护素养[3],国际上针对该领域展开的可持续旅游以及智能系统等方面起步要相对较早,其理论及技术模型更为完备。现有研究多聚焦于生态保护与旅游发展的融合,旨在实现协同绿色旅游与遗产保护的双重目标。例如,基于树木年轮学等方法对遗产树进行科学鉴定与标注,并以其为核心构建绿色旅游体系,正被视为区域可持续发展的有效路径[4][5]。与此同时,国际先进案例强调通过“慢游”及深度观察活动(如“放大镜下的生态旅游”)的设计,引导游客关注苔藓等微小生物,通过融合生物文化教育增强其生态感知,进而促进其深度游览体验以及对生态环境教育的接受效果。景区通过构建个性化推荐算法模型(整合用户画像、实时情境及多维度内容以实现体验精准匹配)开展智能旅游推荐,将同一景区的不同线路或小景点转化为游客的独特游览体验。但是,攀枝花市仍面临本地植物资源价值挖掘维度单一、文旅、科普与数字技术协同平台缺失、尚未形成智能文旅驱动的产品范式等诸多问题。

2.1. 本地植物资源本底研究扎实,但价值挖掘停留于单一维度

攀枝花独特的干热河谷生态环境孕育了具有重要价值的植物资源。目前,已针对国家一级保护植物攀枝花苏铁建立了永久监测样地,并对其种群分布格局及开花物候特征(通常在4月至6月)开展了系统性研究[6]。同时,乡土观赏植物资源的调查、筛选与繁育应用工作也在推进[7],椰枣等特色经济林的引种试验持续进行[8]。全市登记在册的古树名木资源已得到有效保护,并初步形成了如板栗古树主题公园等将古树保护与乡村旅游[9]、科普研学相结合的实践模式。然而,现有研究多集中于物种保护、农学繁育或孤立景点建设层面,属于自然科学或单一项目范畴,尚未将这些分散的资源点状分布从多场景体验产品的视角进行系统性串联与知识化重组。

2.2. 数字技术在文旅科普中的应用已有雏形,但未形成协同平台

数字技术在植物科普与游览体验提升中的应用已成为明确趋势,其技术路径亦初步得到验证。为树木悬挂含“数字身份证”的二维码、游客通过扫码获取图文及视频解说的模式,已获得较高公众接受度;北京等地植物园通过高精度三维建模、AR增强现实及虚拟数字人构建沉浸式科普游览系统的实践,亦证实此类技术在提升互动性与趣味性方面的有效性[10]。但当前技术应用多为分散的“点状”创新,仅服务于单个景区或植物园;AR解说、二维码导览等工具各自独立,尚未形成依据游客个性化需求、实时位置及植物物候动态,智能规划并串联多个资源点的“中枢大脑”——数智行程规划平台。

2.3. 文旅融合的产业实践开始探索,但缺乏智能驱动的产品范式

攀枝花积极推动生态资源转化为旅游产品,当前主要通过依托攀枝花苏铁“年年开花、岁岁含苞”的独特景观资源及“双色睡莲”等季节性绽放景观资源,吸引市民游客打卡观光;涌现出板栗古树公园[9]等多功能生态文化胜地示范项目,将古树保护、特色产业与乡村旅游相融合。但现有产品多为静态公园、节庆观光等类型,体验设计较为粗糙;因未基于植物资源的时间(物候)、空间(分布)、文化(故事)三维属性,通过数据算法动态生成个性化深度体验线路,难以实现从“被动观光”向“主动探索”的转变,进而无法推动体验升级与消费深化。本研究以填平这一鸿沟为核心定位,旨在构建“数据中台+智能算

法”平台，对分散的植物资源、物候及文化数据进行数字化建模并建立语义关联，为不同游客智能生成融合“植物解说、古树识别、花期经济”的个性化主题行程，以此探索生态资源高附加值转化的系统性范式。

3. 文旅数智行程规划平台搭建

3.1. 核心架构设计：融合数据与业务的多层平台

基于攀枝花本地早期旅游智能化系统研究[11]，采用分层架构构建有效整合数据、智能与服务的数智平台。数据资源层聚焦多源异构数据整合，涵盖植物物种与物候数据库、古树名木数字档案(包含位置、树龄、文化故事等信息)、花期预测模型数据、游客兴趣标签及实时位置信息等，作为平台的“数字土壤”，将零散的自然与文化资源标准化、结构化，为后续价值挖掘奠定基础。智能引擎层部署核心算法模型，包括基于植物性状与物候的个性化推荐算法、考虑时间与空间约束的多目标路径规划算法及古树识别图像识别模型(如对接腾讯云等 AI 服务)，作为平台的“智慧大脑”，将复杂的资源匹配与行程优化问题转化为可计算的社会需求解决方案，具备社会科学价值。应用服务层提供多场景交互界面，包括供游客使用的微信小程序/APP(集成“规划、导览、解说、分享”功能)及供管理者与政府使用的数据可视化后台(用于资源监测、线路热度分析及决策支持)，作为平台的“服务窗口”，直接体现以用户为中心的设计理念，实现数字资源与真实体验的连接。

3.2. 关键功能模块：实现协同设计的三大支柱

其次，“植物解说、古树识别与花期经济”的协同通过具体功能模块实现。其中，古树识别与数字解说模块旨在将古树从静态“观赏对象”转变为动态“文化触媒”，技术上可参考杭州“一树一码”智慧园林平台[12]与攀枝花市“一树一码”身份管理模式，为每株古树建立涵盖生长监测数据与历史人文故事的数字档案[13]；游客通过小程序扫描树木或二维码，可获取精准植物学信息，还能触发 AR 场景聆听“树的故事”，进而实现科技守魂、文脉新生的效果。

花期经济与动态规划模块旨在解决季节性旅游中的“信息不对称”与产品单一问题，技术上可参照攀西“智慧花房”精准环境监测与数据采集模式，构建凤凰花、蓝花楹、特色果蔬花等本地特色花卉的花期预测模型。该模型基于机器学习时序预测框架(如 LSTM、随机森林回归、梯度提升树 GBRT)，核心是整合“环境因子 + 物候历史数据 + 植物生理特征”，构建多输入 - 单输出(输入为影响因子，输出为始花期/盛花期/谢花期时间)的预测模型。关键输入特征包括：气象因子(日均温、积温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 有效积温、日照时长、空气湿度、降水数据，来自气象部门或物联网传感器)；物候历史数据(目标花卉近 5~10 年的始花/盛花日期、花期持续天数，来自林业部门监测数据)；植物生理特征(特定花卉的生长周期参数，如萌芽到开花的积温阈值，来自植物物种数据库)；辅助因子(海拔、土壤湿度、极端天气事件的校正参数)。针对干热河谷“极端环境”特性，引入注意力机制 LSTM (Attention-LSTM)，强化积温、干旱天数等关键因子的权重，提升预测鲁棒性；针对小众特色花卉(数据量少)，采用迁移学习，基于同科属花卉的训练模型参数初始化，减少本地数据依赖；结合平台“数据闭环”逻辑，模型支持接入实时气象数据，通过在线学习(Online Learning)动态调整预测结果，适配突发环境变化。若数据积累不足，可先采用统计回归模型(如多元线性回归、逻辑回归)作为基础版本，核心输入为“积温 + 日照时长 + 历史花期”，快速实现初步预测，后续通过数据回流迭代优化为机器学习模型。平台可基于该预测模型动态推荐当季赏花最佳地点，并以“花”为主题智能串联周边农家乐、果品采摘、文创集市等消费节点，将“美丽资源”转化为“美丽经济”产业链[14]。

多场景行程规划作为平台枢纽功能，其核心在于协同设计算法，需综合处理来自前述模块的多源数

据,包括游客兴趣偏好(研学、摄影、康养等)、实时位置、可用时间,以及古树位置、开花情况、景点人流等限制条件;可参考“湾里趣玩”小程序“AI伴游”功能的实现逻辑——该功能依托大语言模型与海量数据库,可快速生成个性化一键预订行程方案,本平台将此能力专项应用于生态文旅领域,实现了从“景点推荐”到“主题性深度体验设计”的突破。

该行程规划算法为多目标优化算法,目标函数可表示为:

$$\max F = \omega_1 \times E - \omega_2 \times T - \omega_3 \times C$$

其中: F 为综合行程价值(需最大化); $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ 为权重系数(可根据游客偏好调整,如研学游客设 ω_1 更大,经济型游客设 ω_3 更大);各维度指标定义如下:

体验值(E):行程与游客需求的匹配度 + 资源独特性。计算方式为:兴趣匹配分(基于游客标签与景点属性的语义相似度,0~10分) $\times 0.4$ + 资源稀缺性分(古树树龄等级:千年 = 5分,百年 = 3分;花期观赏期稀缺性:短花期 = 4分,长花期 = 2分) $\times 0.3$ + 实时体验分(景点当前人流密度:低密度 = 3分,高密度 = 1分;花卉开花率:盛花期 = 5分,初花期 = 3分) $\times 0.3$ 。

时间成本(T):行程总耗时(含交通 + 游览)。计算方式为:交通时间(基于实时路况计算景点间通勤时间) + 游览时间(根据景点类型预设基准时长,如古树公园 = 60分钟,花卉观赏点 = 40分钟,允许游客自定义调整),单位:分钟。

经济成本(C):行程相关总支出。计算方式为:交通费用(公交/自驾/打车的预估费用) + 门票费用(景点门票、体验项目费用) + 附加费用(餐饮、停车费等,可选择是否纳入),单位:元。

算法需满足以下硬约束与软约束,确保行程可行性与合理性:

(一) 硬约束(必须满足)

1、时间约束:总行程耗时 \leq 游客预设可用时间(如“周末1天 = 480分钟”);景点游览时段需在其开放时间内(如古树公园 8:00~18:00);花卉观赏点的游览日期需在预测的花期窗口内(始花期 \leq 游览日 \leq 谢花期)。

2、空间约束:基于游客实时位置,优先推荐半径 R 内的景点(R 可自定义,如市区 = 20 km,周边 = 50 km);景点间交通路线需为实际可达路径(对接地图 API 的路径规划接口,排除封闭道路)。

3、资源约束:热门景点当前人流密度 \leq 最大承载量(由管理后台实时更新);古树周边游览路线需符合保护要求(如禁止进入核心保护区,游览时长 \leq 预设上限)。

(二) 软约束(优先满足,提升体验)

1、重复游览约束:避免在同一行程中推荐相同或高度相似的景点(如同一类型的花卉观赏点 ≤ 2 个)。

2、节奏适配约束:游览强度均衡(如高强度景点/徒步路线后,安排低强度景点/休憩点)。

3、消费适配约束:总经济成本 \leq 游客预设预算阈值(允许浮动 10%,由游客选择是否严格约束)。

3.3. 平台运作流程:从数据到体验的价值闭环

林业、文旅、气象等部门数据及物联网传感器数据经平台汇入并结构化处理,构建具有攀枝花特色的“植物-生态-文化”知识图谱。当游客提出“周末亲子研学”等需求时,智能引擎层启动工作流程,将需求标签与知识图谱进行匹配,并调用算法模型,从多组潜在方案中生成若干优化方案。这些方案拟以图文、地图形式呈现给游客,且具备灵活调整特性[15]。游客实地游览时,可通过小程序获取基于位置的语音解说、古树识别、AR合影、消费优惠券推送等全流程服务。游客的轨迹、停留时长、互动反馈等数据将回流至数据资源层,用于算法优化与线路效益评估,进而形成“数据-服务-新数据”的闭环(图1)。

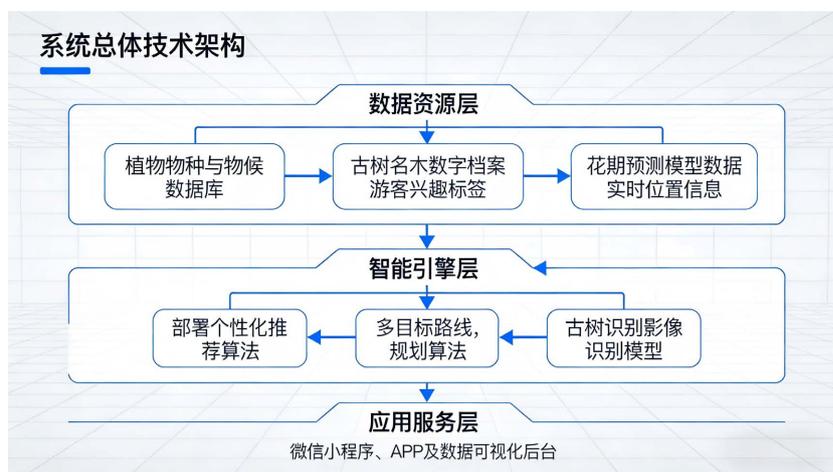


Figure 1. Overall technical framework of platform system
图 1. 平台系统总体技术构架

3.4. 研究视角与社会效益

平台搭建过程既是社会技术实验，也是对资源转型城市攀枝花区域文旅发展问题的系统性探讨。其核心议题围绕依托数字技术重组生态资源、文化故事、市场需求等生产要素展开，形成个性化主题线路等新产品形态与沉浸式导览等新服务模式，这一逻辑与“新质生产力”驱动产业创新的核心要义高度契合。而创新的核心维度在于“协同设计”方法论的实践应用，而非单项技术的简单叠加。统一数字界面的构建可有效消解自然资源保护、农业经济、文化遗产与旅游消费之间的固有隔阂，推动生态价值、文化价值向经济价值与社会价值的高效高质量转化，这一转化路径与智慧文旅服务平台“资源整合、个性化服务、体验提升”的核心定位高度契合。此外，攀枝花学院在川滇民族文化数字化与传播领域的研究积累与实践经验，可为平台注入兼具地方文化特色的技术基因。

4. 结语

基于攀枝花市战略转型背景，本研究拟构建面向多场景体验的文旅数智化行程规划平台，解决其独特生态资源价值转化不足问题。核心创新在于以“协同设计”为方法论，整合植物解说、古树识别与花期经济，在“数据资源 - 智能引擎 - 应用服务”三层架构下，探寻从资源数字化到主题行程智能生成的系统路径，进而为破解资源型城市生态文旅发展碎片化、同质化困境提供兼具理论意义与实践价值的“攀枝花方案”，推动“新质生产力”理念在该领域具象为创新实践，直接支撑管理决策、产品创新与深度体验。尽管算法优化、运营机制等维度仍需后续实证研究深化，但本框架为后续融合多元技术、文化内容及区域协同奠定基础，旨在为中国特色生态文旅高质量发展贡献力量。

基金项目

大学生创新创业项目“AI 赋能下基于园艺疗法的学生积极心理品质一体化培育研究：个性化路径构建与效能评估”。

参考文献

- [1] 刘丽君, 王芳, 赵炳军. 智慧旅游驱动京津冀区域旅游协同发展机理与路径[J]. 企业科技与发展, 2019(4): 32-33.
- [2] 刘建伟. 成渝城市群旅游机会图谱构建研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆理工大学, 2023.
- [3] Sari, M.S., Setiawan, D., Fitriyati, U., Firdaus, Z., Anggarani, D.A., Kusmayadi, C.T., *et al.* (2024) Implementation of

- Augmented Reality Herbarium Malangensis Website Tour to Enhance Conservation Literacy. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*, **10**, 238-253. <https://doi.org/10.22219/jinop.v10i2.33938>
- [4] Nguyen, O.T., Van Vu, T. and Le, N.C. (2023) Dendrochronology for Labeling Heritage Trees toward Green Tourism and Sustainable Development—A Case Study in Tay Giang District (Quang Nam, Vietnam). In: Nguyen, A.T., Pham, T.T., Song, J., Lin, Y.L. and Dong, M.C., Eds., *Contemporary Economic Issues in Asian Countries: Proceeding of CEIAC 2022, Volume 2*, Springer, 435-454.
- [5] Turo, A., Ojeda, J., Caviness, T., *et al.* (2021) Field Environmental Philosophy: A Biocultural Ethic Approach to Education and Ecotourism for Sustainability. *Sustainability*, **13**, 1-22.
- [6] 国家林业和草原局政府网. 攀枝花西区开展样地监测守护苏铁“物种基因库” [EB/OL]. <https://www.forestry.gov.cn/c/www/lczzzy/605763.jhtml>, 2025-01-16.
- [7] 张国先, 李静, 叶光志, 等. 金沙江干热河谷区原生观赏植物筛选与繁育应用[J]. 攀枝花学院学报, 2019, 36(5): 1-6.
- [8] 国家林业和草原局政府网. 四川攀枝花椰枣科研种植基地落地[EB/OL]. <https://www.forestry.gov.cn/c/www/dfdt/621652.jhtml>, 2025-04-21.
- [9] 攀枝花市人民政府. 攀枝花打造首个板栗古树主题公园[EB/OL]. <http://www.panzhihua.gov.cn/zwgk/gzdt/bdyw/10201270.shtml>, 2025-03-24.
- [10] 绿色新闻网. 信息学院(人工智能学院)和艺术学院教师团队受邀参加第十一届北京市公园科普游园会[EB/OL]. <http://news.bjfu.edu.cn/lxxy/f4f1bc2943bb43cea63bc7c2715dde8b.html>, 2025-05-30.
- [11] 吴晓萍, 杨武年, 李国明. 基于移动 GIS 的攀枝花市旅游智能化系统研究[C]//国际遥感大会(ICRS 2010). 杭州, 2010: 385-388.
- [12] 浙江省林业局. 千年连理绽芳华杭州东岳双楸开启“时空对话”——杭州创新古树保护体系赋能生态文化共富 [EB/OL]. http://lyj.zj.gov.cn/art/2025/4/22/art_1285504_59097479.html, 2025-04-22.
- [13] 人民网. 攀枝花市全面加强古树名木管理工作聚力守护“绿色活化石” [EB/OL]. <http://sc.people.com.cn/n2/2024/0628/c407319-40894932.html>, 2024-06-28.
- [14] 人民网. 花开三问: 一座“智慧花房”的攀西答卷[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1849292349652863828&wfr=spider&for=pc>, 2025-11-20.
- [15] 香港商报网. “湾里趣玩”不止于工具更是湾区生活新方式[EB/OL]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1851220751856718644&wfr=spider&for=pc>, 2025-12-12.