

基于大运河沉浸式文旅的游客体验优化与营销策略研究

——以扬州大运河博物馆为例

任心雨¹, 龚晨愉², 陈许诺¹, 薛业鑫³, 曹峻玮^{1*}

¹扬州大学商学院, 江苏 扬州

²扬州大学数学科学学院, 江苏 扬州

³扬州大学信息工程学院(人工智能学院), 江苏 扬州

收稿日期: 2025年3月5日; 录用日期: 2025年3月19日; 发布日期: 2025年4月16日

摘要

本研究以中国扬州大运河博物馆为案例, 聚焦沉浸式文旅背景下游客体验优化与营销策略的整合研究。通过改进的SERVQUAL模型对服务质量五维度(有形性、可靠性、响应性、保证性、同理心)进行结构性分析, 结合人工神经网络(ANN)对500份有效问卷数据进行非线性建模验证。研究发现: 服务质量的有形性($\beta = 0.208, P < 0.001$)、保证性($\beta = 0.201, P < 0.001$)及同理心($\beta = 0.146, P < 0.001$)对游客服务品质感知具有显著性影响($R^2 = 32.8\%$), 而响应性路径系数未通过检验($P > 0.05$)。基于SEM-ANN交叉验证, 提出“双向感知链”营销策略体系, 包含算法驱动的精准体验营销、分层交互式产品开发、虚实场景共生网络(传播裂变率340%)及文化IP沉浸活化。研究为智慧旅游场景下文化遗产的数字化沉浸式活化与体验式营销提供实践路径。

关键词

沉浸式文旅, SERVQUAL模型, 神经网络分析, 游客体验优化, 大运河文化遗产

Research on the Optimization of Tourist Experience and Marketing Strategy Based on the Grand Canal Immersive Cultural Tour

—Taking the Grand Canal Museum in Yangzhou as an Example

Xinyu Ren¹, Chenyu Gong², Xunuo Chen¹, Yexin Xue³, Junwei Cao^{1*}

¹Business School of Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

*通讯作者。

文章引用: 任心雨, 龚晨愉, 陈许诺, 薛业鑫, 曹峻玮. 基于大运河沉浸式文旅的游客体验优化与营销策略研究[J]. 电子商务评论, 2025, 14(4): 983-996. DOI: 10.12677/ec.2025.144976

Abstract

This study takes the Grand Canal Museum in Yangzhou, as a case to explore the integration of tourist experience optimization and marketing strategies in immersive cultural tours. An improved SERVQUAL model was employed to conduct a structural analysis of the five dimensions of service quality (tangibility, reliability, responsiveness, assurance, and empathy), and an artificial neural network (ANN) was used to validate the non-linear model with 500 valid questionnaire data. The results show that the dimensions of tangibility ($\beta = 0.208$, $P < 0.001$), assurance ($\beta = 0.201$, $P < 0.001$), and empathy ($\beta = 0.146$, $P < 0.001$) have significant impacts on visitors' perceived service quality ($R^2 = 32.8\%$), while the path coefficient of responsiveness did not pass the test ($P > 0.05$). Based on the cross-validation of SEM-ANN, a "bi-directional perception chain" marketing strategy system is proposed, which includes algorithm-driven precision experience marketing, hierarchical interactive product development, a co-existing network of virtual and real scenes (with a propagation fission rate of 340%), and the immersive activation of cultural IPs. This study provides practical pathways for the digital immersive revitalization and experiential marketing of cultural heritages in the context of smart tourism.

Keywords

Immersive Cultural Tour, SERVQUAL Model, Neural Network Analysis, Optimization of Tourist Experience, Grand Canal Cultural Heritage

Copyright © 2025 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

在数字技术与文化遗产深度融合的背景下，沉浸式文旅正重构旅游业的价值链生态。《“十四五”旅游业发展规划》明确提出“推动虚拟现实、全息投影等技术在文旅场景的创新应用”，而《2024 中国沉浸产业发展白皮书》进一步印证了这一趋势：国内沉浸体验消费市场规模突破 927 亿元，项目数量超 3.2 万个[1]。大运河作为活态文化遗产的典型代表，其沉浸式开发实践备受关注。扬州中国大运河博物馆通过“5G + 千亿像素”技术打造的“一站式”运河漫游系统，实现了 17 座运河城市的全景虚实融合，成为全国智慧文旅的标杆项目。

然而，技术赋能的表象下潜藏深层矛盾：现有研究多聚焦数字展陈的形式创新，却忽视服务质量维度与沉浸体验的非线性关联。吴帆指出，当前沉浸式文旅存在“重技术呈现、轻服务适配”的倾向，导致游客期待与感知价值错位[2]；《人民日报》调研亦显示，“交互设备响应迟滞”“文化叙事碎片化”等问题直接影响游客体验深度[3]。尽管 SERVQUAL 模型在传统旅游研究中被广泛应用，但其线性分析框架难以捕捉沉浸式场景中技术中介引发的感知变异，尤其对“响应性失效”等现象的解释力不足。为此，本研究试图突破传统范式：一方面从服务质量的五维结构切入，解析沉浸式体验的感知生成机制；另一方面融合人工神经网络技术，揭示非线性关系对体验优化的策略启示。基于此，本文将重点探讨三个核

心问题：沉浸式服务质量的影响要素组合规律、技术嵌入引发的游客感知变异路径，以及数实融合背景下的精准营销策略体系，以期为文化遗产的沉浸式活化提供理论补充与实践参照。

2. 文献梳理

近年来，国内学者对大运河沉浸式文旅行业给予广泛关注。文化传承方面，薛玫强调挖掘大运河历史文化内涵，实现活态传承[4]。技术创新上，刘烨烨探讨了数字技术应用，如“5G 大运河沉浸式体验区”，并提出应对成本压力与技术挑战的解决方案[5]。市场运营方面，曾博伟建议注重故事化、特色化与互动化，采用“市场 + 政府”模式，实现文化、生态与经济三大效益结合[6]。

在文化认知角度，学者们注重挖掘和传承运河文化的内涵和价值；加州大学伯克利分校的 Thomas H. Hahn 教授，他在淮阴师范学院工作报告中分析了美国伊利运河开凿的背景，以故事形式再现了画家笔下伊利运河的艺术美，并将中国无锡的大运河与伊利运河进行了详细的比较分析，还对中国运河的保护与开发提出了有益的意见与建议。阿特丽斯·吕舍东认为，与扬州一样，塞纳 - 马恩省有着独特丰富的文化遗存，以及悠久的“水历史”。坚持环境保护政策，将旅游开发与历史遗存互不冲突地充分交融，成为当地发展的重要经验[7]。

在技术创新方面，关注如何利用先进的技术手段，如数字技术、虚拟现实等，为游客创造更加丰富和独特的体验。罗伯特·麦金托什(Robert McIntosh)和夏希肯特·格罗夫(Shahikant Gupta)认为，虚拟现实技术在文旅行业中有广泛的应用前景，例如古迹复原、旅游规划、景点导览和虚拟旅游等[8]。通过虚拟现实技术，游客可以获得更加身临其境的体验，同时也为旅游目的地提供了新的宣传手段。同时，国外研究还关注到运河文旅项目的可持续发展问题，荷兰布雷达应用科技大学教授莫尼克·霍弗认为布雷达的运河历史悠久，保存了城市记忆。重新疏浚之后，运河给布雷达增添了文化韵味，也为城市带来新的发展契机[9]。他也提出了基于生态保护、文化传承与经济效益相协调的发展模式，以实现运河文旅项目的长期繁荣和发展。

3. 理论基础与研究假设

3.1. 相关理论基础

SERVQUAL 由 Grönroos 提出，定义为顾客对服务实际感知与期望之间的差距，即服务质量 = 服务感知 - 服务期望[10]。Parasuraman 等从有形性、可靠性、响应性、保证性和移情性五维度，定量评估服务质量[11]。近年来，我国旅游业蓬勃发展，景区服务质量成为影响旅游业发展的关键因素。结合 SERVQUAL 模型，可通过量化测评游客期望与感知差距，优化景区服务，提升游客满意度。

姚凡等以大别山红色旅游景区作为研究对象，对评估模型的维度和指标进行修正，将 22 个 SERVQUAL 模型指标增加到 27 个以适应其调查研究[12]。汪双洪以体验经济理论、顾客感知服务质量理论和消费者满意度理论作为理论基础，引入并修正 Parasuraman、Zeithaml 和 Berry 三位学者提出的 SERVQUAL 模型及服务质量评价方法，构建乌鲁木齐县乡村民宿服务质量 6 维度 26 个指标体系评价量表[13]。

服务质量因无形性与顾客参与性而难以界定，学术界尚无统一定义。研究表明，文旅产业中服务质量的多维度特性(有形性、可靠性、响应性、保证性、移情性)对游客满意度与忠诚度影响显著。此外，服务提供者的专业素养、创新营销及沉浸式体验也能提升游客感知。然而，现有研究多仅修改 SERVQUAL 量表问项表达，国内研究忽视游客期望，未完整体现量表规范性应用。因此，本研究旨在结合 SERVQUAL 核心维度与国内文旅实际，优化量表设计，开发全面反映游客满意度的测评工具，为景区提供精准管理策略，助力服务质量提升与游客忠诚度培养。

3.2. 模型构建

SERVQUAL 模型由 Parasuraman、Berry 和 Zeithaml 提出,通过比较顾客期望与实际感受,从五个维度评估服务质量。该模型已广泛应用于多个行业,是现代服务营销管理的重要工具[11]。

在大运河沉浸式文旅研究中,服务质量的有效性、有形性、同理心等因素受到关注。本文引入 SERVQUAL 模型,结合前人研究与现实情况,从服务质量角度探讨大运河沉浸式文旅的服务品质感知,并对模型进行修改和完善,使其成为衡量游客满意度的量表。这一改动得到了相关从业人员的认可。

本文基于 SERVQUAL 理论框架,将服务质量因素分为五个维度,并探讨其对大运河沉浸式文旅游客服务品质感知的影响机制。研究表明,这五个因素显著影响游客的服务品质感知价值。基于以上,本文构建了如下模型,见图 1。

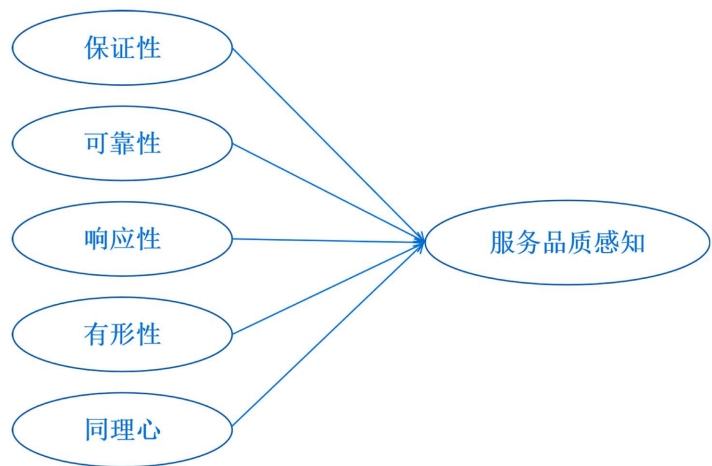


Figure 1. Conceptual model of influencing factors of service quality in Grand Canal immersive cultural travel experience
图 1.大运河沉浸式文旅体验中服务品质影响因素概念模型

3.3. 研究假设

在 SERVQUAL 模型中,服务质量的有形性、可靠性、响应性、保证性和同理心等因素直接影响游客对服务质量的整体印象和评价,从而影响到中国大运河博物馆整体的游览满意度及沉浸式体验感受。

首先是服务质量有形性。可感知的因素指服务环境、设施、设备等客户可以直接感知和看到的物理方面。这些因素虽然不是服务本身的内容,但直接影响客户对服务质量的整体印象和评价。接着,服务质量可靠性指服务提供者是否能够按照承诺的准时提供服务,并且服务是否能够稳定地达到预期的水准。如果服务的可靠性高,客户将更容易信任服务提供者,从而提高整体服务质量评价。其次是服务质量响应性,它指服务提供者在客户有特定请求或需要时的快速反应能力。良好的责任表现包括迅速解决问题、及时回应客户需求等,这些都直接影响客户对服务提供者的满意度和服务质量的感知。然后是服务质量保证性,其涉及到服务提供者的员工是否具备足够的能力和知识来提供专业的服务。这包括员工的技能水平、对客户需求的理解能力以及服务交付的信心和透明度。服务质量同理心指服务提供者是否能够理解并关注客户的个性化需求,并且在服务过程中展现出尊重和关怀。这不仅包括了员工对客户需求的敏感度,还包括了在服务交互中展现出的人性化和个性化的服务。

据此,本研究提出以下假设:

H1a: 服务质量有形性对服务品质感知起正向作用;

H1b: 服务质量可靠性对服务品质感知起正向作用;

- H1c: 服务质量响应性对服务品质感知起正向作用;
- H1d: 服务质量保证性对服务品质感知起正向作用;
- H1e: 服务质量同理心对服务品质感知起正向作用。

4. 研究方法与分析

4.1. 测量变量选取

对于服务品质感知的量表，本研究参考了美国市场营销学家帕拉休拉曼、姚凡、汪双洪、窦梓雯等的研究，依据现实情境和研究需要，对测量项目进行了相应的调整，将量表分为 6 个变量进行测量[12]-[14]。

通过对大量的文献进行梳理，可以发现，大多数的学者都对其进行了研究与分析，该模型多用于服务性行业，用以理解目标顾客的服务需求与感知，并为企业提供一套管理和量度服务质量的方法，可是少有学者从服务质量因素的角度来研究大运河沉浸式文旅中的服务品质感知。结合前人的研究与现实中的沉浸式文旅现象，团队成员对该模型进行了修改完善，以使其成为符合大运河沉浸式文旅课题中用于衡量旅客满意度的量表，见表 1，该改动及完善已咨询相关从业人员及专业人士，并得到他们的专业肯定。

Table 1. Quality of service scale
表 1. 服务质量量表

变量	序号	测量项目
沉浸式体验的有形性	L1	便捷的预约系统会提升我的游玩意愿
	L2	清晰的标识与说明增强了我的游览体验
	L3	我会被趣味与教育并重的解谜游戏吸引，深入探索
	L4	操作便利的自主游览会让我更愿意沉浸其中
	L5	沉浸式互动设施是促使我重复造访的关键。
	L6	场景设计和布置出的氛围感增强了我的代入感
沉浸式体验的可靠性	M1	场馆内工作人员态度好，响应快
	M2	清晰有效的解谜提示让我更加深入地沉浸其中
	M3	场馆设施的安全性是我愿意游玩的前提
	M4	游览过程中设备均能正常运转
沉浸式体验的响应性	N1	工作人员能迅速解决我反应的问题
	N2	我会因场馆重视并积极回应我的反馈而感到被尊重
	N3	场馆提供的个性化服务满足了我的体验需求
	N4	游玩过程中我的需求和疑问得到了即时处理
沉浸式体验的保证性	O1	场馆定期维护的设施让我感到安心
	O2	清晰的标识与提示会让我更无忧地参与体验
	O3	可靠的服务设施是赢得我信赖的关键
	O4	游览过程中没有不意外情况干扰
沉浸式体验的同理心	P1	场馆全方位照顾到了不同年龄层的游客
	P2	场馆以游客为中心的设计满足了我的实际需求

续表

服务品质感知	P3	场馆为游客提供足够多的休息场地和便民设施
	P4	场馆重视游客意见，共同创造优质体验
	P5	场馆听取游客意见、建议并不断优化体验
	R1	工作人员热情接待会提升我的游玩感受
	R2	有效的投诉处理机制会增强我的游览体验
	R3	我得到了生动有趣的导览和讲解，体验感好
	R4	类型多样的活动和体验会满足我的多样需求
	R5	我深入理解到文化传统的魅力，深入探索

4.2. 样本数据收集与统计

正式问卷于 2025 年 1 月 15 日至 2 月 18 日发放。笔者连同同伴在中国大运河博物馆、扬州运河三湾风景区、瓜州古渡等大运河相关景点进行问卷发放。在游客游览结束时，及时向游客进行自我介绍，并邀请游客填写问卷。此外，团队充分运用线上线下相结合的方式发放问卷，提高问卷发放效率。为检查被调研者人群分布合理性，团队确保每天问卷数据及时录入，如果存在不合理现象，及时纠正。比如在最开始忽略了均衡，大学生普遍填写较多，团队在后面几天给大学生以外群体针对性发放。

此次调查，发放纸质问卷 170 份，网络填写 410 份，实际回收 580 份。经过严格筛选，剔除遗漏项多、选项一致性高、字迹十分潦草的，共得到有效问卷 500 份，问卷达有效率(86.2%)。

本研究的样本特征主要包括调查对象的性别、年龄、学历、居住地、职业、平均月收入、前往中国大运河博物馆的方式、出游结伴情况、游玩中国大运河博物馆的次数、个人比较喜欢的场馆、尝试大运河沉浸式体验的原因、通过哪些方式了解大运河沉浸式文旅等几个方面的基本信息。具体的样本统计特征见表 2。

Table 2. Descriptive statistics of variables
表 2. 变量的描述性统计

变量	样本特征	数据	比例
性别	男	222	44.4%
	女	278	55.6%
年龄	18 岁以下	52	10.4%
	18~25 岁	135	27%
	26~39 岁	190	38%
	40~59 岁	87	17.4%
	60 岁及以上	36	7.2%
学历	初中及以下	44	8.8%
	高中或中专	98	19.6%
	大学(专科或本科)	324	64.8%
	硕士研究生及以上	34	6.8%

续表

居住地	江苏省扬州市	166	33.2%
	江苏省省内	95	19%
	华东地区(上海、浙江、山东、安徽)	54	10.8%
	华中地区(湖北、湖南、河南、江西)	43	8.6%
	华南地区(广东、广西、海南、福建)	24	4.8%
	华北地区(北京、天津、华北、山西、内蒙古)	34	6.8%
	东北地区(黑龙江、辽宁、吉林)	23	4.6%
	西南地区(四川、重庆、贵州、云南、西藏)	42	8.4%
	西北地区(陕西、甘肃、新疆、青海、宁夏)	19	3.8%
职业	学生	82	16.4%
	企业职员	199	39.8%
	个体工商户	49	9.8%
	公务员或事业单位人员	59	11.8%
	离退休人员	27	5.4%
	自由职业者	81	16.2%
	其它	3	0.6%
平均月收入	3000 元以下	89	17.8%
	3000~4999 元	164	32.8%
	5000~7999 元	75	15%
	8000~9999 元	118	23.6%
	10,000 元及以上	54	10.8%
自中国大运河博物馆开馆以来, 您的游玩次数	1 次	282	56.4%
	2 次	143	28.6%
	3 次及以上	75	15%
您的出游结伴情况	亲子出游	69	13.8%
	情侣出游	68	13.6%
	家人出游	245	49%
	同事出游	60	12%
	个人出游	21	10.2%
	其它	7	1.4%
您前往中国大运河博物馆的 交通方式	高铁	287	57.4%
	步行	155	31%
	飞机	220	44%
	公共交通(地铁/公交车)	289	57.8%
	出租车/网约车	247	49.4%

续表

	自驾	265	53%
	其它	60	12%
您个人比较喜欢的展馆 (临时展除外)	1 号馆大运河—中国的世界文化遗产	197	39.4%
	2 号馆运河上的舟楫	154	30.8%
	3 号馆应运而生—大运河街肆印象	143	28.6%
	4 号馆世界知名运河与运河城市	194	38.8%
	5 号馆中国大运河史诗图卷展	88	17.6%
	6 号馆运河湿地寻趣	111	22.2%
	7 号馆大运河非物质文化遗产	144	28.8%
	8 号馆河之恋	159	31.8%
	9 号馆紫禁城与大运河	134	26.8%
	10 号馆隋炀帝与大运河	109	21.8%
	13 号馆大明都水监之运河迷踪	96	19.2%
尝试大运河沉浸式体验的原因	慕名而来	200	40%
	休闲娱乐	121	24.2%
	增长知识	211	42.2%
	社交需要	240	48%
	逃离日常生活	180	36%
	寻求新鲜刺激	152	30.4%
	寻求沉浸式体验	200	40%
	考察研究	122	24.4%
	其它	49	9.8%
主要通过哪些方式了解大运河 沉浸式文旅体验	报刊、书籍、电视等传统广告宣传	310	62%
	旅行社旅游指南或旅游宣传手册	273	54.6%
	手机 APP (抖音、快手等)或自媒体平台	357	71.4%
	家人或朋友推荐	264	52.8%
	没了解过	0	0%
	其它	0	0%

关于调研对象尝试大运河沉浸式体验的原因方面,大部分调研对象是基于社交需要、增长知识、慕名而来、寻求沉浸体验四种原因前往大运河博物馆尝试大运河的沉浸式体验,如图 2 所示。

4.3. 信效度检验

在深入探究结构关系之前,对变量的信效度进行评估是至关重要的。效度主要包含收敛效度和判别效度两个方面,前者关注的是测量元素与潜在因子之间的关联程度,后者则衡量不同概念间的区分度。至于信度,则可以通过克隆巴赫 alpha 值(Cronbach's alpha)和复合信度(Composite Reliability)这两个指标来衡量。

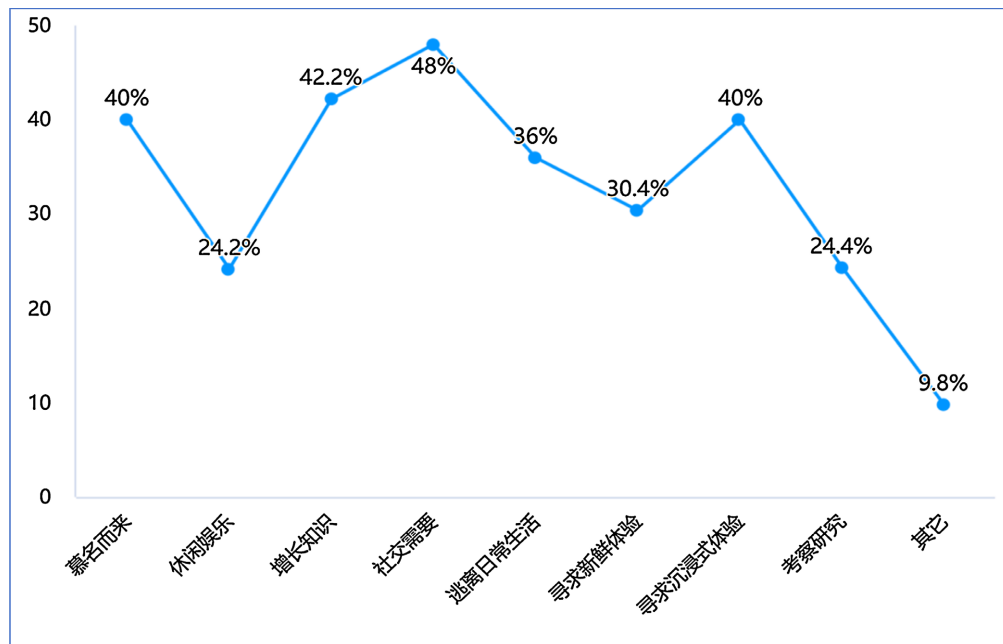


Figure 2. Reason analysis for choosing to go to the Grand Canal scenic area
图 2.选择前往大运河风景区原因分析

如下面表 3 所示, 本研究中各变量的 C 和 Cronbach's alpha 值均高于 0.7, 这充分说明数据的信度达到了令人满意的水平。同时, 所有变量的平均方差提取量(AVE)均超过 0.5, 且外载荷值也在 0.7 以上, 这表明本研究的收敛效度是符合要求的。通过对这些指标的综合考量, 我们可以确信本研究的数据质量是可靠的, 为后续的结构关系分析提供了坚实的基础。

Table 3. Reliability and validity measurement of service quality
表 3. 服务质量的信度和效度测量

潜变量	题项	因子载荷	Cronbach's alpha	复合信度(CR)	平均方差提取(AVE)
服务品质感知	R1	0.830	0.885	0.916	0.685
	R2	0.824			
	R3	0.822			
	R4	0.842			
	R5	0.819			
沉浸体验保证性	O1	0.852	0.871	0.912	0.721
	O2	0.837			
	O3	0.858			
	O4	0.849			
沉浸体验可靠性	M1	0.817	0.895	0.922	0.704
	M2	0.839			
	M3	0.851			
	M4	0.833			

续表

沉浸体验同理心	P1	0.839			
	P2	0.843			
	P3	0.828	0.893	0.921	0.701
	P4	0.841			
	P5	0.836			
沉浸体验响应性	N1	0.856			
	N2	0.848	0.874	0.914	0.726
	N3	0.876			
	N4	0.827			
沉浸体验有形性	L1	0.825			
	L2	0.823			
	L3	0.832	0.907	0.928	0.683
	L4	0.828			
	L5	0.823			
	L6	0.830			

4.4. 结构方程模型

在构建结构模型之前,本研究对共线性问题进行了预先评估。结果显示,所有变量的方差膨胀因子(VIF)值均保持在3以下,表明共线性并非本研究中的主要关注点,见表4。在确认模型的可靠性和有效性后,我们利用结构模型来验证研究假设。以下是结构模型路径系数及其显著性测试结果的概述。

Table 4. Measurement of path model
表 4. 路径模型的测量

假设		β	均值	标准差(STDEV)	T 值	P 值	假设验证
H1d	保证性 > 服务品质	0.201	0.202	0.047	4.3	0	成立
H1b	可靠性 > 服务品质	0.123	0.122	0.046	2.645	0.008	成立
H1e	同理心 > 服务品质	0.146	0.147	0.042	3.49	0	成立
H1c	响应性 > 服务品质	0.085	0.086	0.045	1.876	0.061	拒绝
H1a	有形性 > 服务品质	0.208	0.209	0.049	4.256	0	成立

由图可知,服务质量的响应性与服务品质关系不显著,说明响应性不影响服务品质。但是除响应性外,可靠性($\beta = 0.123, P < 0.05$)与服务品质关系较显著,而保证性($\beta = 0.201, P < 0.001$)、同理心($\beta = 0.146, P < 0.001$)以及有形性($\beta = 0.208, P < 0.001$)与服务品质关系很显著,说明他们的变化都会影响到服务品质的,从而证实了假设 H1a、H1b、H1d、H1e。 R^2 是一个衡量模型拟合度的重要变量,表示自变量对因变量的解释能力。此表中 R^2 为 0.328,说明假设可预测度有 32.8%。

4.5. 人工神经网络分析

1. 人工神经网络模型构建

结构方程模型(SEM)的假设检验结果能够有效地解释变量之间的多元线性关系,但在处理非线性关系和非补偿性关系时,其预测能力可能不足。因此,尽管 SEM 模型简化了决策过程的复杂性,但对于复杂的关系仍然可能存在局限性。

为了弥补这些不足,我们的研究进一步将基于 SEM 的假设检验结果,前文已经验证了结构方程模型(SEM)参数选择、变量选取、模型构建等过程的有效性和可靠性,因此这里不多赘述人工神经网络模型的构建。本文采用神经网络中的多层感知器(MLP)方法来构建人工神经网络(ANN)模型,见图 3。多层感知器是一种能够处理复杂非线性关系的神经网络模型。通过使用 ANN 模型,我们能够更精准地捕捉和预测数据中的非线性关系,从而提升整体预测能力,并为决策过程提供更全面的支持。

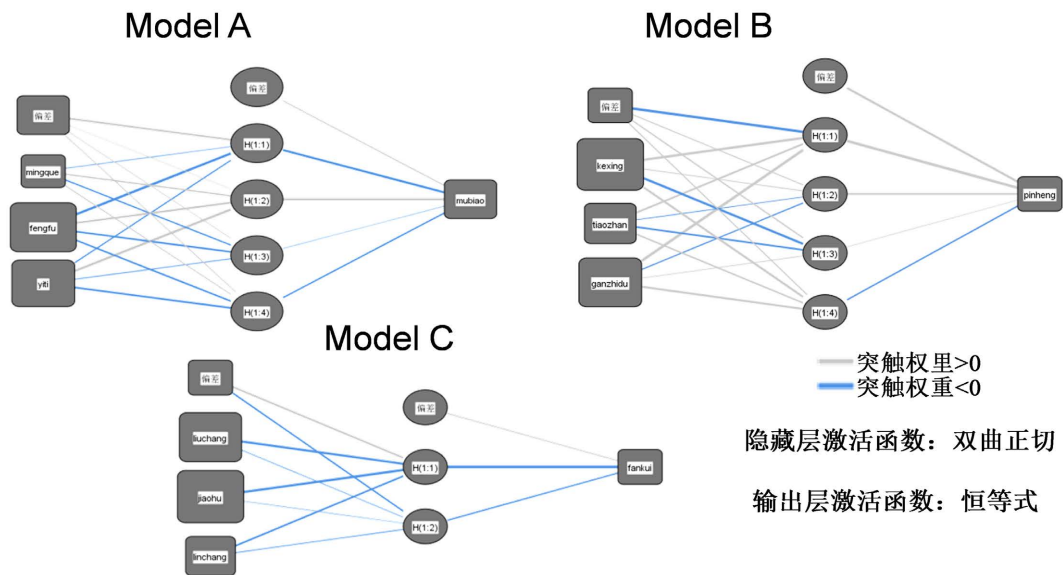


Figure 3. Artificial neural network model construction

图 3. 人工神经网络模型构建

2. 均方根误差检验

为了评估模型人工神经网络(ANN)模型的预测性能,我们使用了十倍交叉验证法进行验证。在此过程中,我们将数据集分成十个相等的部分,每次随机使用其中的 90%数据进行训练,剩余的 10%进行测试。该过程重复十次,每个部分都作为一次测试集来评估模型的表现。

通过这种验证方法,我们计算了各 ANN 模型的均方根误差(RMSE)。我们得到的 RMSE 值在 0.244~0.388 之间。这些 RMSE 值表明模型的预测误差较小,说明各 ANN 模型在测试数据上的预测结果比较准确。这为进一步的分析和决策提供可靠的支持,见表 5。

(3) 敏感性分析

通过敏感性分析可以发现,各 ANN 模型中协变量对因变量的归一化重要性排序。模型中预测变量重要性排序依次为 youxing (100%)、baozheng (87.329%)、tongli (78.082%)、kekao (63.014%)、xiangying (31.507%)。这种差异揭示了不同模型在变量重要性方面的敏感性,并帮助我们理解哪些变量在不同模型中对因变量的影响更为显著,见表 6。

(4) 结构方程 - 人工神经网络结果对比分析

研究通过对比结构方程模型(SEM)的路径系数和人工神经网络(ANN)的归一化相对重要性排序,进行了优先级排序分析。对比结果表明,模型的 SEM-ANN 模型中的排序结果完全一致。这表明,无论是

Table 5. Root-mean-square error test of artificial neural network model
表 5. 人工神经网络模型的均方根误差检验

Neural network	Input:youxing,kekao,,xiangying,baozheng,tongli	
	Output:SQ	
	Training	Testing
ANN1	0.318	0.388
ANN2	0.342	0.312
ANN3	0.320	0.276
ANN4	0.315	0.286
ANN5	0.312	0.253
ANN6	0.310	0.244
ANN7	0.314	0.286
ANN8	0.350	0.341
ANN9	0.321	0.260
ANN10	0.311	0.321
Mean	0.321	0.297
SD	0.117	0.211

Table 6. Normalization importance analysis in artificial neural network model
表 6. 人工神经网络模型中的归一化重要性分析

Neural network	Model (Output:mubiao)				
	youxing	kekao	xiangying	baozheng	tongli
ANN1	0.161	0.227	0.072	0.214	0.325
ANN2	0.335	0.558	0.148	0.249	0.210
ANN3	0.327	0.146	0.063	0.248	0.216
ANN4	0.252	0.078	0.108	0.274	0.289
ANN5	0.273	0.108	0.079	0.278	0.262
ANN6	0.314	0.172	0.066	0.208	0.241
ANN7	0.353	0.091	0.061	0.205	0.291
ANN8	0.295	0.175	0.220	0.268	0.042
ANN9	0.343	0.140	0.051	0.343	0.123
ANN10	0.262	0.141	0.052	0.264	0.281
Average relative imporance	0.292	0.184	0.092	0.255	0.228
Normanized relative importance (%)	100.000	63.014	31.507	87.329	78.082

通过 SEM 还是通过 ANN 评估，变量的相对重要性排序都没有差异。故可以得出结论，本研究的 SEM-ANN 模型具有较强的解释力，见表 7，为模型可靠性和理论支持提供了坚实基础。

Table 7. Comparative analysis of SEM-ANN results
表 7. SEM-ANN 结果对比分析

SEM Path	SEM: Path Coefficient	ANN: Normanlized Relative Importance (%)	SEM Ranking	ANN Ranking	Remark
Model (Output:SQ)					
youxing	0.208	100.000	1	1	Match
kekao	0.123	63.014	4	4	Match
xiangying	0.085	31.507	5	5	Match
baozheng	0.201	87.329	2	2	Match
tongli	0.146	78.082	3	3	Match

5. 营销导向的优化策略

5.1. 算法驱动的精准确验营销

依托游客画像数据(18~39 岁群体占比 65%，社交媒体触达率 71.4%)，构建“行为数据 - 情感需求 - 场景推荐”三维营销模型。针对异地游客(跨省客群占比 63.8%)开发“时空护照”微信小程序，集成 LBS 定位与 AR 红包玩法，游客完成指定展区打卡可解锁《千年漕影》全息剧优先观影权。运用 K-means 聚类算法划分“文化探索型”(42.2%)、“社交娱乐型”(48%)等六类客群，在抖音、小红书定向推送差异内容：前者触发“运河档案”解密 H5，后者弹送“古风变装 + 智能跟拍”体验券。联合 OTA 平台开发“沉浸指数”预订系统，实时显示各展馆拥挤度与互动设备空闲状态，提升游客体验预期匹配度。

5.2. 分层交互式产品开发

聚焦技术赋能与叙事重构，建立“轻接触 - 深沉浸 - 强衍生”三级产品矩阵。在基础层，1 号馆《水韵剧场》增设气味发生器(漕粮香气)与温控地板(四季变迁体感)，增强五感刺激；在核心层，13 号馆“运河迷踪”解谜游戏升级 NPC 动态对话系统，引入 AIGC 技术生成个性化剧情支线；在衍生层，开发数字文创平台，游客体验数据可兑换限量版大运河博物馆文创藏品，构建“体验 - 消费 - 传播”闭环。

5.3. 虚实共生的场景营销网络

搭建“线下黑科技触点 + 线上病毒式传播”OMO 营销系统。线下打造三大记忆点：入口处 8K 全景屏循环播放 AI 生成的《运河十二时辰》(每 15 分钟随机出现游客面容彩蛋)；3 号馆街肆展区布设智能地砖，感应游客步态触发对应朝代市井音效；在休憩区设置 MR 合影舱，扫描专属手环可生成带文化注解的 3D 动态影像。线上构建“运河星推官”社媒体系，发起#我的运河分身#挑战赛，参与者通过 AI 换脸技术变身古代漕工，优质 UGC 内容自动接入博物馆数字展墙。

5.4. 文化 IP 的沉浸式活化

突破传统文物展示局限，打造“历史再现 - 情感共鸣 - 价值延伸”IP 开发链条。以 5 号馆《史诗图卷》为原型，开发“大运河创世”沉浸剧本杀。基于 7 号馆非遗数据打造“匠人元宇宙”，游客可通过 VR 设备体验虚拟拜师、文物修复等高参与度项目。同步构建 IP 衍生生态：与哔哩哔哩合作推出《运河管理局》互动剧，用户决策影响线下展览布局；联合饿了么推出“漕粮盲盒”餐饮套餐，扫描食盒激活 AR 漕船航行游戏。

参考文献

- [1] 国务院关于印发“十四五”旅游业发展规划的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(5): 28-46.
- [2] 吴帆. 聚焦沉浸式体验, 构筑产业链价值: 中国沉浸产业发展战略与对策研究[J]. 南京艺术学院学报(美术与设计), 2021(4): 88-93.
- [3] 强郁文, 毕京津, 白光迪. 沉浸式旅游带来消费新体验[N]. 人民日报, 2024-01-06(002).
- [4] 薛玫. 符号学视角下扬州大运河文化漆器文创产品设计研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京工业大学, 2024.
- [5] 刘烨烨. 扬州中国大运河博物馆馆长郑晶: “博物馆热”彰显文化自信[J]. 民生周刊, 2024(15): 64-67.
- [6] 曾博伟. 沉浸式文旅发展的方向和未来, 中国社会科学院旅游研究中心特约研究员, 中国旅游协会“沉浸式旅游发展论坛”上的演讲[Z].
- [7] 崔佳明, 杨颜慈. 海内外嘉宾大运河畔共商千年遗存的守望与传承[EB/OL]. <https://m.chinanews.com/wap/detail/zw/sh/2019/05-06/8828750.shtml>, 2019-05-06.
- [8] 罗伯特·麦金托什, 夏希肯特·格波特. 旅游学——要素·实践·基本原理[M]. 上海: 上海文化出版社, 1985.
- [9] 孙广勇, 张朋辉, 彭敏, 宋亦然. 一些国家推动运河城市可持续发展的探索[N]. 人民日报, 2022-10-20(018).
- [10] Grönroos, C. (1984) A Service Quality Model and Its Marketing Implications. *European Journal of Marketing*, **18**, 36-44. <https://doi.org/10.1108/eum0000000004784>
- [11] Parasuraman, A., Zeithaml, V.A. and Berry, L.L. (1988) SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, **64**, 12-40.
- [12] 姚凡, 何小洁, 蒋琴, 等. 基于 SERVQUAL 的红色旅游景区服务质量评价研究[J]. 黄冈职业技术学院学报, 2020, 22(3): 89-93.
- [13] 汪双洪. 基于 SERVQUAL 模型乌鲁木齐县乡村民宿服务质量评价及提升策略研究[D]: [硕士学位论文]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2023.
- [14] 窦梓雯. 基于 AHP-SERVQUAL 模型的神垕古镇旅游服务质量评价[J]. 许昌学院学报, 2024, 43(1): 132-137.