

# 基于数字孪生技术的高校智慧图书馆空间重构研究

庄育栋

广东艺术职业学院 广东 广州 510075

**摘要:** 随着数字化浪潮的推进,数字孪生技术正逐步渗透至各领域。本文聚焦于高校智慧图书馆空间重构研究,旨在探讨如何运用数字孪生技术,构建图书馆的虚拟映射模型,实现空间资源的优化配置与高效利用。通过模拟分析、实时监测与智能调控,本研究致力于打造一个既满足师生多元化需求,又具备高度灵活性与可持续性的智慧图书馆空间,为高校图书馆的转型升级提供新思路与实践路径。

**关键词:** 数字孪生技术;智慧图书馆;空间重构

引言:在信息技术飞速发展的当下,高校图书馆正面临从传统服务模式向智慧化转型的迫切需求。数字孪生技术,凭借其强大的虚拟映射与实时交互能力,为图书馆空间重构提供了创新方案。通过构建图书馆的数字孪生体,可精准模拟空间使用状况,预测读者行为趋势,进而实现空间布局的动态优化与服务资源的智能调配。本研究旨在探索数字孪生技术在高校智慧图书馆空间重构中的应用路径,以期提升图书馆的服务效能与用户体验,推动其向更高层次的智慧化发展。

## 1 数字孪生技术与高校智慧图书馆空间重构理论基础

### 1.1 数字孪生技术核心内涵与高校适配性

(1) 核心定义:数字孪生技术通过数字化建模实现物理实体与虚拟空间精准映射,依托全生命周期数据联动达成动态感知、仿真预判与智能优化。其在高校场景的核心价值是搭建“物理图书馆-虚拟图书馆-师生需求”三维联动体系,技术架构深度对接教学科研需求:物理层对应馆内实体场馆与设施;数据层聚焦师生借阅、科研需求等特色数据;模型层构建高校适配型虚拟空间模型;应用层落地教学支撑、科研服务等核心场景。(2) 理念内核:数字孪生并非单纯技术叠加,而是“用户为中心”空间服务重构理念的载体,通过虚实融合打破物理边界,提供全场景个性化服务。其核心支撑理念包括数据驱动需求匹配、虚实协同体验升级、动态适配资源配置,与高校图书馆“服务教学科研、培育学术素养”的核心使命高度契合。

### 1.2 高校智慧图书馆空间重构核心内涵

(1) 功能重构:突破传统“文献存储+借阅”定位,重构为集自主学习、科研协作、教学辅助、文化传承于一体的复合型学术空间,强化教学科研适配性,增设学科专属区、研讨空间等,实现功能与人才培养、科研需求的精准对接。(2) 服务重构:以师生全生命周期需求

为导向,推动服务从“被动响应”转向“主动预判”,基于师生画像提供个性化服务,依托实时数据动态优化服务流程,提升响应效率。(3) 体验重构:聚焦师生使用痛点,通过虚实融合优化体验,实现借阅、预约等服务无感化办理;打造沉浸式学术场景,助力师生融入学术氛围,提升空间使用获得感与归属感<sup>[1]</sup>。

### 1.3 数字孪生驱动高校图书馆空间重构的核心机理

(1) 虚实协同映射:构建物理与虚拟空间实时双向联动机制,既复刻空间实体,又精准捕捉师生行为轨迹与需求反馈,形成“物理状态-虚拟镜像-需求感知”闭环,为重构提供精准依据。(2) 需求动态适配:依托虚拟模型深度分析师生行为与空间使用数据,预判不同时段、学科的需求变化,为空间功能调整与资源调配提供决策支撑,保障服务与需求实时匹配。(3) 师生主体参与:以师生行为数据为核心驱动,通过虚拟模型仿真重构方案体验效果,吸纳师生反馈优化设计,并基于使用偏好自适应调整空间布局与服务配置,彰显“以师生为中心”理念。

## 2 高校智慧图书馆空间数字孪生模型的构建理念与框架

### 2.1 模型构建的核心理念

高校智慧图书馆数字孪生模型构建需坚守“教学科研适配、师生体验优先、柔性动态调整”三大核心理念。首先,模型需深度契合高校学科布局与教学科研规律,针对不同学科师生的需求差异构建差异化空间映射;其次,以提升师生使用体验为出发点,简化操作流程、强化个性化服务支撑;最后,保障模型的柔性适配能力,能够快速响应学期周期、教学安排、科研项目等变化带来的空间需求调整,实现空间资源的高效利用。

### 2.2 模型整体框架设计

(1) 五层协同框架:构建“感知-传输-处理-建模-

应用”的五层协同框架,精准对接高校场景需求。感知层部署适配高校环境的采集设备,重点捕捉师生行为、空间环境、设施状态等核心数据;网络层依托校园网、5G等技术构建稳定传输通道,保障教学科研高峰期数据传输顺畅;数据层聚焦高校特色数据处理,整合学科资源数据、师生画像数据、教学科研关联数据等,通过标准化处理提升数据质量;模型层构建贴合高校图书馆功能的虚拟映射,精准复刻学科阅览区、研讨空间、教学辅助区等核心区域;应用层落地教学支撑、科研服务、学风建设等特色应用场景,形成完整的服务闭环。(2)核心功能模块:围绕高校需求设置三大核心功能模块。空间状态适配模块实时监测各区域使用状态,重点关注学科专属空间、研讨空间等核心区域的负荷情况;师生需求分析模块整合借阅记录、空间预约、科研项目关联数据等,构建精准的师生画像,挖掘教学科研相关需求;资源动态适配模块基于需求分析结果,智能调配馆藏资源、空间资源、服务资源,保障教学科研需求的及时响应<sup>[2]</sup>。

### 2.3 模型验证与优化方向

(1) 适配性验证:重点验证模型对高校教学科研需求的适配程度,通过对比虚拟模型预判的需求数据与实际师生需求情况,评估模型的需求匹配精度。针对适配性不足的部分,结合学科特色、教学安排等优化模型参数,提升模型对高校场景的适配能力。(2) 服务效能验证:监测模型支撑下的空间使用效率、服务响应速度等核心指标,通过问卷调查、师生访谈等方式收集使用反馈。针对师生反映的问题优化模型功能,如调整空间预约流程、优化资源推荐精度等,提升模型的服务效能。

## 3 基于数字孪生技术的高校智慧图书馆空间重构实践路径

### 3.1 契合高校需求的空間功能动态优化

(1) 学科导向的空间柔性划分:依托数字孪生模型的实时感知与仿真能力,结合高校学科布局与教学科研规律,实现空间功能的柔性调整。针对文科、理科、艺术类等不同学科师生的需求差异,构建学科专属柔性空间:如为艺术类师生设置兼具作品展示、创作研讨功能的专属区域,配备专业照明、展示架、多媒体创作设备等;为理科师生设置实验数据处理区,配套高性能计算设备、数据存储设备等;针对跨学科科研团队,通过虚拟模型仿真协作需求,快速整合不同区域资源,搭建临时跨学科协作空间,保障科研工作顺利推进。同时根据学期周期调整空间功能,如开学季增设新生引导专区,考前季优化复习空间布局,提升空间与教学科研节奏的适配性<sup>[3]</sup>。(2) 案例:基于师生需求的动态座位资源配置:借

助数字孪生模型整合校园卡数据、空间预约数据、实时人员密度数据,生成师生使用热力图,精准呈现各区域座位使用状态。针对考前复习季座位紧张问题,通过模型仿真优化座位调配方案,推出“预约优先+动态分流”模式:师生可通过校园系统提前预约座位,系统根据实时人流数据引导未预约师生前往空闲区域;同时基于历史数据预判高峰时段,提前调整临时座位布局,增设临时复习区,配备折叠桌椅、充电设备等,最大化满足师生复习需求。

### 3.2 聚焦教学科研的资源智能适配策略

(1) 学科资源的精准调配与推送:利用数字孪生技术整合馆藏资源数据、学科建设数据、师生借阅数据,构建学科资源动态调配模型。针对不同学科的教学科研需求,精准调配馆藏资源:为重点学科优先配置核心文献、专业数据库等资源,为新兴学科补充前沿研究资料;在资源推送方面,基于师生画像实现“教学-科研-资源”的精准匹配,如为授课教师推送课程相关的教学参考资料,为科研团队推送前沿学术文献、科研数据,为学生推送课程配套资料、学科拓展读物,提升资源对教学科研的支撑效能。(2) 虚实资源的协同联动:依托数字孪生模型搭建实体资源与数字资源的协同平台,实现二者的深度联动。师生借阅实体文献时,系统自动推送相关的数字资源,如电子书籍、学术论文、教学视频等;浏览数字资源时,可快速查询馆内对应实体资源的位置与借阅状态,实现“虚实互补”的资源获取体验。同时针对高校线上线下混合教学需求,优化资源服务模式,支持实体资源的数字化复制、数字资源的线下打印等服务,保障教学科研的连续性<sup>[4]</sup>。

### 3.3 贴合师生需求的个性化服务场景打造

(1) 师生画像驱动的个性化场景构建:基于数字孪生模型整合的师生数据,构建多维度师生画像,细分不同群体需求,打造个性化服务场景。针对学生群体,区分新生、毕业生、考研学生等不同类型:为新生打造适应性引导场景,通过虚拟导览熟悉图书馆布局与服务,推送新生必备的馆藏资源与使用指南;为毕业生打造论文写作支持场景,提供文献检索、格式排版、查重咨询等一体化服务;为考研学生设置静音复习专区,配套专属座位、充电设备、考研资料等。针对教师群体,打造教学科研支撑场景,提供课程资源建设、科研文献保障、学术交流空间预约等定制化服务;为科研团队提供专属协作空间,配套数据处理、成果展示等服务,助力科研效率提升。(2) 虚实融合的沉浸式服务体验:依托数字孪生模型的三维可视化能力,结合校园智慧服务平台,打

造沉浸式服务场景。新生可通过校园APP查看图书馆虚拟模型,提前了解空间布局、资源分布,在线预约新生引导服务;师生可通过虚拟模型在线预约空间、查询资源,实现“线上预判-线下体验”的无缝衔接。针对艺术类高校特色,打造虚拟艺术作品展示场景,将师生艺术作品数字化后融入虚拟图书馆,实现线上展览、线下品鉴的联动,同时为艺术创作提供灵感交流空间,彰显高校文化特色。

#### 4 高校智慧图书馆空间重构的现实挑战与应对策略

##### 4.1 核心挑战分析

(1) 数据安全与师生隐私保护挑战:数字孪生技术应用需采集大量师生身份信息、行为数据、科研信息等敏感数据,这些数据在流转过程中存在泄露、滥用的风险。尤其高校科研数据、师生个人隐私关乎核心权益,一旦出现安全问题,将影响师生信任,阻碍重构工作推进。

(2) 学科适配与需求精准对接挑战:高校学科门类多样,不同学科师生的空间需求、资源需求差异显著,如何通过数字孪生模型精准捕捉不同学科的个性化需求,实现空间服务与学科特色的深度适配,是当前面临的核心难题。

(3) 管理模式与队伍建设挑战:传统图书馆管理模式以部门分工为主,难以适应数字孪生驱动的跨场景、跨部门协同需求;同时馆员队伍的数字素养、学科服务能力不足,缺乏既懂图书馆业务又熟悉数字技术的复合型人才,难以支撑智慧化服务场景的运营。

##### 4.2 针对性应对策略

(1) 构建安全可控的数据管理体系:坚守“隐私优先”原则,建立高校特色数据安全规范。明确采集范围,仅收集服务必需的师生数据;采用加密传输、安全存储等技术保障数据流转安全;建立使用审批机制杜绝敏感数据违规使用;依托校园数据安全平台定期检测排查,

筑牢安全防线。(2) 建立学科协同的需求适配机制:构建“图书馆-学院-师生”三方协同体系,为各学科配备专属馆员,深入对接教学科研需求并转化为重构与资源配置指标;通过数字孪生模型仿真适配效果,广泛吸纳师生意见优化方案,建立动态反馈机制及时调整配置,保障学科适配精准性。(3) 推动管理模式与队伍建设转型:优化管理模式,组建跨部门协同团队,整合业务、技术等核心力量,明确权责实现全流程协同;制定馆员数字素养提升计划,开展数字孪生技术、学科服务等专项培训;引进复合型人才,鼓励与高校教师合作,全面提升智慧化服务能力,适配发展需求。

##### 结束语

本文深入探讨了数字孪生技术在高校智慧图书馆空间重构中的应用,通过构建虚拟映射模型,实现了对图书馆空间的精准模拟与动态优化。实践表明,该技术能有效提升空间利用率,满足师生多元化需求,推动图书馆向智慧化、个性化方向发展。未来,随着技术的不断进步,数字孪生将在图书馆空间管理中发挥更大作用,助力打造更加高效、舒适、可持续的智慧学习环境,为高校教育信息化发展贡献力量。

##### 参考文献

- [1]王东波.基于数字孪生的智慧图书馆应用场景构建[J].图书馆学研究,2021,(07):28-34.
- [2]赖永忠.全民阅读背景下高校图书馆数字资源建设探析[J].数字与缩微影像,2025,(01):21-23.
- [3]孙全胜.数字孪生技术赋能城市公共空间规划的作用机制和实现路径[J].中国名城,2025,39(2):83-87.
- [4]曹文,黄田,孙思敏.复杂适应+数字孪生支持的城市空间发展规划研究[J].湖南城市学院学报(自然科学版),2025,34(2):54-60.