

## AR 技术支撑下的环艺景观空间数字孪生构建与应用

丁沛\*

安徽工程大学 安徽芜湖

**【摘要】**在数字技术与城市建设深度融合的当下，环艺景观空间的智能化升级成为行业发展的核心诉求。数字孪生技术凭借对物理空间的精准映射与动态模拟，为景观空间的全生命周期管理提供了全新可能，而 AR 技术的沉浸式交互特性则进一步打破了虚拟与现实的壁垒，赋能景观空间的可视化呈现与高效运营。本文立足环艺景观空间的功能需求与发展痛点，以 AR 技术为支撑，探讨数字孪生模型的构建逻辑与实现路径，剖析其在景观设计优化、运维管理升级及用户体验提升等场景的应用价值，为推动环艺景观行业的数字化转型提供理论参考与实践借鉴。

**【关键词】**AR 技术；环艺景观空间；教学研究

**【基金项目】**安徽省教育厅高校人文社科研究重点科研项目（2022AH050954）：AR 数字模式在设计学实践领域的移植应用

**【收稿日期】**2025 年 12 月 15 日 **【出刊日期】**2026 年 1 月 16 日 **【DOI】**10.12208/j.sdr.20260007

### AR technology-supported construction and application of digital twins in environmental art landscape design

Pei Ding\*

Anhui Polytechnic University, Wuhu, Anhui

**【Abstract】** Under the deep integration of digital technology and urban development, the intelligent transformation of environmental art landscape spaces has become a critical imperative for industry advancement. Digital Twin Technology, through its precise mapping and dynamic simulation of physical environments, offers groundbreaking possibilities for full lifecycle management of landscapes. Meanwhile, Augmented Reality (AR) technology, with its immersive interactive capabilities, further dissolves the boundaries between virtual and physical realms, empowering visual representation and efficient operation of landscape spaces. This paper, grounded in the functional requirements and developmental challenges of environmental art landscape design, explores the construction logic and implementation pathways of Digital Twin models supported by AR technology. It systematically analyzes their application value in scenarios such as design optimization, operational management upgrades, and enhanced user experiences, aiming to provide theoretical frameworks and practical insights for advancing the digital transformation of the environmental art landscape industry.

**【Keywords】** AR technology; Environmental art landscape spaces; Teaching research

数字化转型浪潮推动环艺景观行业向精准化、智能化升级，传统景观设计与运维模式存在空间感知不足、数据联动滞后等痛点。数字孪生技术实现物理空间与虚拟模型的实时映射，AR 技术则凭借沉浸式交互优势打破虚实壁垒，二者融合为景观空间

优化提供新路径。当前，城市更新与智慧文旅发展对景观空间的数字化服务需求激增，亟需以 AR 技术为支撑构建环艺景观数字孪生体系，这一背景为相关研究的开展奠定了现实基础与应用价值。

1 AR 技术支撑下的环艺景观空间数字孪生构建

\*通讯作者：丁沛（1979-）男，汉族，安徽淮北人，讲师，博士研究生在读，从事环境设计、虚拟空间设计研究。

## 与应用意义

AR 技术与数字孪生的融合应用,对环艺景观空间发展具有重要理论与实践意义。理论层面,可丰富景观数字化设计理论体系,明晰 AR 技术赋能数字孪生构建的技术逻辑与适配路径,填补相关交叉领域研究空白。实践层面,能破解传统景观设计可视化不足、运维管理低效等难题,通过虚实融合实现设计方案精准优化、运维风险实时预警。同时,可提升公众景观体验的沉浸感与互动性,为智慧城市、文旅融合背景下的景观空间升级提供可行方案,助力行业数字化转型。

## 2 AR 技术支撑下的环艺景观空间数字孪生构建与应用难点

### 2.1 景观要素数字建模精度把控困难

景观要素数字建模精度把控困难是构建过程中的首要技术瓶颈。环艺景观空间包含植物、水体、地形、构筑物等多元动态要素,自然植物的生长形态、季相变化以及水体的流动态势等均具有不规则性与动态性。传统建模技术难以精准捕捉这些要素的细微特征与动态规律,若建模精度不足,会导致数字孪生模型与物理空间存在偏差,直接影响后续 AR 虚实融合的真实性与应用效果,而过度追求高精度又会大幅增加建模复杂度与时间成本,形成精度与效率的矛盾。

### 2.2 AR 虚实融合场景实时同步滞后

AR 虚实融合场景实时同步滞后制约应用体验的提升。数字孪生模型需实时映射物理景观空间的状态变化,这要求 AR 技术实现虚拟模型与物理环境的毫秒级同步。但实际应用中,环境光照变化、遮挡物干扰、硬件计算能力限制等因素,均会导致图像采集、数据传输与渲染显示环节出现延迟。这种滞后性会使 AR 叠加的虚拟信息与真实景观错位,不仅破坏用户的沉浸式体验,还可能在景观运维预警、应急处置等关键场景中引发误判,影响应用的可靠性。

### 2.3 孪生数据动态更新维护成本较高

孪生数据动态更新维护成本较高成为长期运营的阻碍。环艺景观空间处于持续变化中,植物生长、设施损耗、环境参数波动等均需通过数据更新反映到数字孪生模型中。数据更新需依赖大量传感器实时采集、专业人员定期校准以及算力资源支撑,后续还需建立完善的数据管理体系保障数据质量。无

论是硬件设备的购置与维护,还是专业技术人员的人力成本,均会形成高额的前期投入,这对于多数景观项目而言,难以实现持续的资金与资源保障,制约数字孪生体系的长效运行。

### 2.4 设计需求与技术实现衔接错位

设计需求与技术实现衔接错位影响项目落地成效。环艺景观设计师更侧重空间的功能实用性、美学价值与人文内涵,其设计需求多以感性化、具象化的形式呈现,而技术研发人员聚焦于 AR 技术与数字孪生的技术可行性、实现路径与性能优化。两者之间缺乏有效的沟通协同机制,导致设计需求难以精准转化为技术参数,技术方案也可能无法充分契合景观设计的核心诉求。这种衔接错位易造成项目研发方向偏差,增加返工成本,甚至导致最终成果无法满足实际应用需求。

比如,在《环艺设计与数字技术协同实践》这节课中,教师需要设置“社区口袋公园 AR 数字孪生设计”项目,先引导设计类学生梳理口袋公园的儿童活动功能、老年休憩功能及景观美学需求,形成包含空间尺度、植物配置、设施布局的设计需求清单;再组织技术类学生梳理 AR 可视化、数字孪生建模的技术参数与实现边界。随后,指导两类学生开展需求对接研讨,将“儿童活动区 150m<sup>2</sup>”“配置 3 株乔木”等设计需求转化为具体技术参数,构建协同对接标准。最后,按照标准推进项目设计与技术实现,教师全程跟踪指导,根据实践中出现的问题优化标准细则。

### 2.5 跨学科技术协作机制尚未完善

跨学科技术协作机制尚未完善限制整体发展效能。AR 技术支撑下的环艺景观空间数字孪生构建与应用,需整合环艺设计、计算机技术、数据科学、物联网工程等多个学科的知识与技术。当前,各学科领域存在研究边界清晰、技术标准不统一的问题,缺乏常态化的跨学科协作平台与协同创新机制。不同学科团队在技术融合、数据共享、成果转化等环节存在壁垒,难以形成技术合力,导致项目研发过程中出现技术冲突、流程脱节等问题,阻碍了数字孪生技术在环艺景观领域的深度应用与创新发展。

## 3 AR 技术支撑下的环艺景观空间数字孪生构建与应用路径

### 3.1 研发高精度景观要素建模技术

研发高精度景观要素建模技术层面,教师可采

用“理论拆解-技术适配-实践校验”的方法论。先引导学生系统拆解景观要素构成,明确植物、水体、构筑物等不同要素的建模核心参数与精度要求;再结合环艺专业需求筛选适配的三维扫描、摄影测量等技术,建立“要素类型-技术选型-参数设置”的对应范式;最后通过校企合作搭建实践平台,指导学生以真实景观项目为样本开展建模实训,通过多轮实测数据比对优化建模流程,形成可推广的高精度景观建模技术方案。

比如,在《景观要素三维建模实务》这节课中,教师需要以校园中心景观广场为实训载体,先讲解广场内香樟树木、跌水景观、景观亭等核心要素的建模精度标准,再指导学生运用激光三维扫描技术采集景观亭构件数据,借助摄影测量技术捕捉香樟树枝干形态与叶片纹理,随后通过 Blender 软件进行模型重构。过程中,教师需重点指导学生对比不同技术采集的数据精度差异,通过实测尺寸与模型数据的多轮校准,优化建模参数,帮助学生掌握高精度景观要素建模的实操方法。

### 3.2 优化 AR 虚实场景实时同步算法

教师可践行“问题导向-算法筛选-迭代优化”的指导方法。先结合 AR 景观应用场景,梳理出光照干扰、遮挡冲突等导致同步滞后的核心问题;再基于问题匹配特征点匹配、姿态估计等适配算法,指导学生分析不同算法的适用场景与性能短板;随后构建算法测试数据集,组织学生通过控制变量法开展对比实验,记录不同环境下的同步误差数据,基于实验结果迭代优化算法参数,形成适配环艺景观空间的实时同步算法优化体系。

比如,在《AR 景观虚实融合技术应用》这节课中,教师需要以城市滨水景观带为应用场景,先引导学生识别滨水区域光照变化剧烈、水面反光干扰等导致同步滞后的关键问题,再介绍 SIFT、ORB 两种特征点匹配算法的原理与适用场景。随后,组织学生搭建包含不同光照条件、遮挡场景的测试数据集,指导学生运用 Unity3D 引擎分别搭载两种算法进行 AR 虚实融合测试,通过记录不同场景下的同步延迟时间与错位误差,对比分析算法性能,最终指导学生基于测试结果优化算法参数,提升滨水景观场景下 AR 虚实同步的稳定性。

### 3.3 搭建孪生数据动态更新管理平台

师可采用“需求拆解-架构设计-流程规范”的方

法论。先引导学生调研环艺景观运维全周期数据需求,明确植物生长、设施损耗等动态数据的采集频率、存储格式与应用场景;再指导学生依据需求设计“数据采集-传输-存储-分析-更新”的平台架构,筛选适配的传感器与数据处理技术;最后制定数据质量校验标准与更新流程规范,通过模拟景观项目运维场景,指导学生完成平台功能测试与流程打磨,确保平台能精准对接景观数字孪生的动态数据管理需求。

比如,在《景观数字孪生数据管理实务》这节课中,教师需要以城市公园运维为核心需求,先引导学生调研公园内樱花林生长状态、健身设施损耗、环境温湿度等数据的采集需求,明确樱花树直径每月采集一次、设施损耗每周巡检记录、温湿度实时采集的具体要求。再指导学生设计包含传感器数据采集模块、云端存储模块、数据更新模块的平台架构,选型合适的温湿度传感器与高清摄像头。随后,制定数据完整性、准确性的校验标准,组织学生模拟公园运维场景,测试平台数据采集、传输、更新的全流程,优化数据更新触发机制,确保平台能精准支撑公园数字孪生模型的动态更新。

### 3.4 建立设计技术协同对接标准

教师可践行“双向梳理-标准构建-实践验证”的指导方法。先分别引导设计类学生梳理环艺景观设计的功能、美学等核心需求,技术类学生梳理 AR 与数字孪生技术的实现边界与参数要求;再组织跨方向学生开展需求与技术的双向匹配研讨,提炼出共性对接要点,构建“设计需求编码-技术参数映射-成果校验指标”的协同标准;最后以课程设计项目为载体,指导学生按照标准开展协同实践,根据实践反馈优化标准细则,形成可落地的设计技术协同对接规范。

### 3.5 构建跨学科技术协作共享机制

构建跨学科技术协作共享机制时,教师可采用“资源整合-机制设计-平台搭建”的方法论。先整合环艺设计、计算机技术等多学科的教学资源与科研成果,梳理各学科在景观数字孪生构建中的核心能力与协作节点;再指导学生设计“跨学科课题申报-分工协作-成果共享”的协作机制,明确各学科的职责边界与沟通流程;最后搭建跨学科教学实践平台,设置融合性课题任务,组织多学科学生组队开展实践研究,通过平台实现资源共享与成果转化,完善

跨学科协作共享机制的实践落地路径。

比如,在《跨学科景观数字孪生项目实践》这节课中,教师需要整合环艺设计、计算机科学与技术、物联网工程三个专业的教学资源,设置“校园景观数字孪生系统构建”跨学科课题。先明确各专业职责:环艺专业负责景观功能与美学设计,计算机专业负责 AR 算法与系统开发,物联网专业负责传感器数据采集方案设计。再指导学生制定课题申报流程、定期沟通机制与成果共享细则,搭建线上协作平台实现设计方案、技术代码、数据资料的实时共享。过程中,教师组织跨专业研讨会协调解决技术融合问题,最终推动各专业协同完成项目,落地跨学科协作共享机制。

AR 技术支撑下的环艺景观空间数字孪生构建与应用,为行业数字化转型提供了有效路径。其通过攻克建模精度、虚实同步等核心难点,依托技术研发、平台搭建、协同机制等实践策略,实现了景观设计、运维与体验的全面升级。这一融合模式不仅丰富了环艺景观数字化理论体系,更通过教学实践形成了可落地的技术与协作范式,为提升景观空间建设质量与运营效能提供了坚实支撑,彰显了数字技术赋能传统行业的重要价值。

### 参考文献

[1] 王艺. 基于 AR 技术的环境艺术设计课程教学模式构建与实践[J].玩具世界,2025,(09):218-220.

- [2] 李超德. 从技术环境与艺术关系的嬗变看 AI 时代设计风格[J].湖南包装,2025,40(04):4.
- [3] 张秋梦. 虚拟现实与增强现实技术在环境艺术设计中的协同性[J].家庭影院技术,2024,(18):65-68.
- [4] 张钟荀. 普遍性主体的危机:从艺术展示空间到技术环境[J].湖北美术学院学报,2023,(04):63-70.
- [5] 汪涛. 浅析信息技术环境下小学生艺术核心素养的培养策略[J].安徽教育科研,2023,(25):94-96.
- [6] 胡鑫雨,蔡东娜. 基于现实环境的 AR 动画叙事探索[J].设计,2022,35(23):32-34.
- [7] 李鸿明. 信息技术环境下高职艺术设计教学模式和教学方法的创新研究[J].美术教育研究,2015,(08):142-143.
- [8] 黎田田. 数字技术环境下的传统影像语言艺术研究[J].大众文艺,2014,(03):166.

版权声明:©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS