

数字孪生可视化技术在新型智慧园区中的应用

刘献云

浙江众诚智能信息有限公司 浙江 杭州 310012

摘要：智慧园区作为城市发展的重要组成部分，其智能化管理水平的提升对于优化资源配置、提高运行效率具有重要意义。数字孪生可视化技术以其强大的数据整合与处理能力，以及对物理世界的全面映射能力，为智慧园区的建设和管理提供了有力支持；本文旨在深入探讨数字孪生可视化技术在智慧园区的应用及其应对策略，以期智慧园区的可持续发展提供有益参考。

关键词：数字孪生；可视化技术；新型智慧园；应用

引言：数字孪生可视化技术作为信息技术关键力量，正推动各行业数字化转型；本文阐述其在智慧园区中的应用及重要性，该技术通过构建数字孪生体，实现物理对象的全面实时监测与优化。介绍其基本概念，包括高保真建模、实时数据驱动和双向交互性，并分析在园区规划、基础设施管理、能源优化、安防监控及运营决策中的应用，为提高效果，提出加强数据治理与安全、技术标准化与创新、人才培养与引进等策略。

1 数字孪生可视化技术概述

数字孪生可视化技术，作为新一代信息技术的重要组成部分，正逐步成为推动各行各业数字化转型的关键力量。该技术通过将现实世界的物理对象或系统以数字化的形式进行精确复制，即构建数字孪生体，进而实现对物理对象的全面、实时、动态的监测、分析和优化；数字孪生可视化技术的核心在于其强大的数据整合与处理能力^[1]。它能够集成来自物联网、大数据、云计算等多个领域的的数据源，构建出高度逼真、实时更新的数字模型，这些模型不仅包含了物理对象的几何形状、结构特征等基本信息，还融入了丰富的运行数据、环境参数以及用户行为等多维度信息，从而实现了对物理世界的全面映射。在可视化方面，数字孪生技术采用了先进的图形渲染和交互技术，使得用户能够通过直观的图形界面，轻松浏览、分析和操控数字孪生体。

2 数字孪生可视化技术特点

2.1 高保真建模

数字孪生可视化技术具备“复刻”物理实体的超凡能力，在新型智慧园区中，园区内错综复杂的建筑架构、精妙繁复的机械设备、异彩纷呈的生态景观等。均可以在虚拟空间中得以高精度还原，这种高保真建模技术，通过先进的图形渲染和三维建模技术，实现了对物理实体在几何形状、结构特征、纹理材质等方面的精确

复制。误差微乎其微，使得虚拟模型与物理实体在视觉和物理特性上高度一致，为后续精准剖析与模拟演练提供了坚如磐石的模型基础。通过虚拟模型，管理人员可以更加清晰地了解园区的布局、设备分布、环境状况等，为园区的规划、管理和优化提供了有力支持。

2.2 实时数据驱动

数字孪生可视化技术仰仗物联网等前沿技术，搭建起了数据实时采集与高速传输的“快车道”。在新型智慧园区中，各类传感器、摄像头等物联网设备被广泛应用于园区的各个角落，实时采集园区的各类数据，如温度、湿度、光照强度、人流密度、能耗数据等，这些数据经过处理后，被实时传输到数字孪生可视化平台中，确保虚拟模型时刻“映照”物理实体的当下状态。一旦物理对象发生任何变化，如设备突发故障、环境参数骤变、人员流动异常等，虚拟模型都能够即刻“感知”并同步更新。管理人员可以通过数字孪生可视化平台，实时查看园区的各类数据和状态信息，及时发现并处理异常情况。这种实时数据驱动的特性，使得数字孪生可视化技术能够实现对园区的全面、实时、动态的监测和管理，提升了园区的运行效率和安全水平。

2.3 双向交互性

数字孪生可视化技术不仅为用户开辟了获取园区信息的“视窗”，更赋予了其操控虚拟模型的“权限”。在新型智慧园区中，管理人员可以通过数字孪生可视化平台，远程调控设备的启停、精细调整系统参数等操作，这些指令下达后，物理实体能够同步响应，真正实现虚拟与现实的双向奔赴^[2]。双向交互性使得数字孪生可视化技术成为了一种高效、便捷的管理工具；管理人员可以通过虚拟模型对园区进行模拟演练和优化设计，然后将优化方案直接应用到物理实体中，这种虚拟与现实的无缝对接，不仅提高了管理的灵活性和便捷性，还降

低了管理成本和时间成本。

3 数字孪生可视化技术在智慧园区的应用分析

3.1 园区规划与设计

3.1.1 虚拟建模与仿真优化

园区建设前期,数字孪生可视化技术宛如一位“虚拟规划师”,精心构建园区的虚拟全景蓝图,将土地利用、建筑布局、道路交通、绿化景观等规划要素一一具象化。规划者借此“虚拟沙盘”,能够直观洞察不同规划方案对空间利用效率、交通流畅程度、采光通风效果等关键指标的影响,进而展开多方案的“选优竞赛”。例如,通过模拟全年不同时段的光照轨迹,精准调校建筑朝向与间距,最大化引入自然采光,削减照明能耗;借助交通流仿真工具,精细优化道路宽度、路口几何设计与停车场布局,有效疏解交通拥堵“症结”。

3.1.2 公众参与与沟通

将数字孪生模型打造为公众参与园区规划的“互动平台”,以鲜活生动的可视化形式向居民、企业、专家等各方利益相关者展示园区规划远景。公众借助线上交互界面,仿佛身临其境般畅游未来园区,针对功能分区合理性、公共设施配套完备性、生态环境营造适宜性等焦点议题畅所欲言,提出真知灼见。这一过程不仅让园区规划更趋科学、民主,贴合民意,更显著提升规划方案的认可度与落地成功率。

3.2 基础设施管理

3.2.1 建筑设施实时监控

针对园区内办公楼、厂房、仓库等各类建筑,数字孪生可视化平台借助传感器网络织就的“感知密网”,实时监测建筑结构安全、设备运行状态、能耗动态等关键信息。并将这些数据与建筑三维模型深度融合,以醒目的图标、色彩渐变等可视化手段直观呈现建筑各部位的“健康状况”。一旦墙体裂缝“悄然现身”、电梯故障“警报拉响”、空调系统“运转异常”,管理人员可凭借可视化界面迅速定位故障源头,精准调取详细参数,及时安排维修养护作业,确保建筑设施的平稳运行,延长使用寿命。

3.2.2 地下管网智能运维

面对园区纵横交错的地下管网系统,涵盖供水、排水、供电、通信等“生命线”管网,数字孪生可视化技术化身“地下管家”,构建其三维地理信息模型,并与实时监测数据紧密绑定。通过可视化操作界面,管网的走向布局、连接节点、阀门位置以及压力、流量、泄漏等运行工况一目了然,运维人员无需“掘地三尺”,即可远程掌控管网“脉搏”,提前洞察潜在故障隐患,在爆管、

漏电等紧急状况突发时,迅速制定抢修方案,精准调度抢修资源,大幅压缩故障修复时长,降低运营成本^[3]。

3.3 能源管理与优化

3.3.1 能源消耗实时监测与分析

在智慧园区的能源管理“版图”中,数字孪生可视化系统通过广泛部署智能电表、水表、气表以及各类能源传感器,搭建起能源数据实时采集的“天罗地网”,并将能源消耗数据与园区建筑、设备、生产工艺等用能单元精准关联。以可视化图表(柱状图、折线图、热力图等)为“放大镜”,清晰呈现不同区域、不同时间段的能源消耗走势,深度剖析能源消耗构成与分布特征,助力管理人员快速“揪出”能源浪费“元凶”,如闲置设备空转、不合理照明管控、空调系统过度冷热调节等。

3.3.2 能源优化策略制定与实施

基于能源监测与分析“成果”,数字孪生模型摇身一变成为能源优化的“模拟实验室”。通过调整设备运行参数、优化能源分配策略、推广节能技术应用等举措,在虚拟环境中先行“预演”能源消耗变化,精准评估节能效益。例如,模拟不同季节、不同生产负荷下的空调系统精细控制方案,探寻最佳温度设定、新风配比与启停时机组合,实现能源的高效利用,驱动园区整体能耗稳步下降,为节能减排目标注入强劲动力。

3.4 安防监控与应急响应

3.4.1 全域安防态势感知

数字孪生可视化平台携手高清摄像头、人脸识别设备、入侵检测传感器等安防“利器”,构筑起园区全域安防监控的“铜墙铁壁”。将实时采集的人员、车辆、物资流动信息与园区三维地图深度融合,以动态图标、轨迹追踪等可视化形式鲜活呈现安防态势;管理人员端坐指挥中心,即可实时“俯瞰”园区各个角落的动态画面,精准掌控人员进出、车辆行驶、可疑行为等安防关键信息,实现园区安防状况的全方位掌控。

3.4.2 应急事件模拟与响应

当火灾、地震、恐怖袭击等紧急事件“不期而至”,数字孪生可视化技术瞬间“切换”至应急响应“战斗模式”。凭借预先设定的应急演练场景与智能算法模型,快速模拟事件发展态势,如火灾蔓延路径、人员疏散最优路线、救援力量高效部署方案等;管理人员依据模拟“作战图”,在可视化界面一键下达应急指令,精准调度消防、医疗、安保等救援力量,实时跟踪救援进展,确保在最短时间内有效遏制突发事件,守护园区人员生命财产安全。

3.5 运营决策支持

3.5.1 数据融合与可视化分析

数字孪生可视化系统宛如一座“数据汇聚枢纽”，整合园区内经济、产业、人口、环境等多元数据“洪流”，运用数据挖掘、机器学习等前沿技术深度“萃取”有价值信息，并以直观可视化图表（柱状图、折线图、热力图等）为载体呈现给决策者。例如，深度剖析园区企业产业分布格局、产值增长轨迹、就业人数波动变化等，为产业政策精准制定、招商引资策略科学调整提供坚实数据支撑；动态展示园区环境质量指标（如空气质量、水质、噪声等）时空演变，辅助环境管理决策优化升级^[4]。

3.5.2 决策模拟与评估

数字孪生模型在此环节变身决策者的“决策实验室”，针对不同运营决策方案开启模拟“实验之旅”。比如，在斟酌引入新产业项目时，全面模拟该项目对园区土地利用、交通流量、能源消耗、生态环境等方面的潜在影响，严谨评估项目可行性与隐藏风险。通过对比不同方案模拟结果，择优敲定决策路径，提升园区运营管理的科学性与前瞻性，为园区可持续发展领航掌舵。

4 提高数字孪生可视化技术在智慧园区的应对策略

4.1 加强数据治理与安全保障

在智慧园区的建设中，数据是数字孪生可视化技术的核心，为了确保数据的准确性和可靠性，必须构建全方位的数据质量管理体系。这一体系应从数据采集的源头开始，即“正本清源”，对传感器进行严格的校准，确保数据采集的准确性。为了进一步提升数据质量，可以巧妙地运用数据清洗、修复和验证等技术工具，这些工具能够自动识别并修正数据中的错误和异常值，提高数据的完整性和一致性。此外，还应加强数据安全保障，建立完善的数据加密和访问控制机制，防止数据泄露和非法访问。

4.2 推进技术标准化与集成创新

数字孪生可视化技术的发展离不开技术标准化和集成创新的推动，为了促进不同技术之间的互联互通，应积极投身数字孪生相关技术标准的制定工作。这包括推动接口规范、数据格式等统一化进程，为技术间的无缝

对接提供有力支持；在推进技术标准化的同时，还应注重集成创新。采用微服务架构和中间件技术等先进技术手段，对现有系统进行解耦与重构，这不仅能够实现数字孪生可视化系统与旧有系统的柔性对接，还能够提升系统的可扩展性和灵活性。凭借集成创新，我们可以打造一体化的智慧园区解决方案，为园区的智能化管理提供有力支持。

4.3 加强人才培养与引进

人才是数字孪生可视化技术持续创新与发展的关键驱动力，为了培养更多具备跨学科知识和技能的数字孪生专业人才，高校和职业院校应当具有前瞻性地专业布局，强化与数字孪生技术相关的专业设置。这些专业应涵盖数字孪生技术、数据科学、计算机科学等多个领域，通过开设一系列相关课程，为学生提供全面而深入的专业知识和技能培训；除了高校和职业院校的教育培养，园区管理部门和企业也应承担起在职培训的责任。通过组织专业培训、技术研讨会、实战演练等活动，不断提升现有人员的技术应用能力和业务素养。

结语：综上所述，数字孪生可视化技术在智慧园区的应用中展现出巨大的潜力和价值。通过构建数字孪生体，实现对物理对象的全面监测、分析和优化，不仅提高了园区的运行效率和安全水平，还为园区的规划、管理和决策提供了有力支持。然而，要充分发挥数字孪生可视化技术的优势，还需加强数据治理与安全保障、推进技术标准化与集成创新以及加强人才培养与引进等方面的工作。

参考文献

- [1]王可飞,郝蕊,卢文龙,等.基于BIM的铁路数字孪生工程研究现状及展望[J].铁路技术创新,2021,(04):45-51.
- [2]王宇婷,杨晓波.数字孪生技术的实例应用[J].甘肃科技纵横,2021,50(08):4-6+24.
- [3]王楠,徐斌,邱明.数字孪生概述及其应用展望[J].电信快报,2021,(08):6-9+12.
- [4]徐燕.海洋平台结构数据完整性管理及应用研究[J].现代制造技术与装备,2022,58(05):216-218.