

# 基于全息空间数字孪生的智慧园区 可视化平台设计与应用

陈瑶 韦炜初 鲍资元 吴帅

广西壮族自治区自然资源遥感院

**摘要：**在数字化、智能化飞速发展的时代，随着城市化进程的不断加速，智慧园区作为智慧城市建设的重要组成部分，正在得到越来越多的关注和应用，成为产业升级和经济发展的新引擎。而基于全息空间数字孪生的智慧园区可视化平台作为一种新兴的技术手段和解决方案，运用三维可视化技术实现园区的整体建模和渲染，融合物联网、大数据和人工智能等先进技术，将园区安防、设施、能耗、调度等工作纳入可视化平台中，实现数据可视化、实时监测和统一管控，形成智慧园区全息、全域数字空间，有效提升园区运作、管理、服务等水平，为完善全息空间数字孪生技术在智慧园区的应用提供新的思路，丰富智能化应用。

**关键词：**数字孪生；智慧园区；可视化平台

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.07.100

## 引言

随着物联网、大数据、云计算以及人工智能、生物识别、GIS等新一轮信息技术的迅速发展，城市建设和行业发展都加速向着智慧化、数字化、科技化靠拢，园区作为城市的核心单元，智慧园区建设已成为当今城市规划和社会发展的关注焦点，数字化建设和智能化管理的诉求愈加强烈。数字化管理是通过实现多维度业务数据汇聚、融合、共享，从而让园区运维可以更加高效、便捷地进行一体化管理，而可视化技术的应用使得园区运维工作更加直观、易于理解，为管理者提供了更加全面、准确的决策依据。当前大部分智慧园区没能充分发展自身产业，主要是建设过程中存在三大核心问题：第一，缺乏对智慧园区理念及内涵的科学统一认识；第二，缺乏有效的顶层设计理论和方法；第三，缺乏可持续发展的动力机制和长效的运营发展模式<sup>[1]</sup>。基于全息空间数字孪生的智慧园区可视化平台通过结合地理位置信息、实际建筑模型采样、物联网信息采集和云计算等技术对园区进行统一规划，融入新的业务算法、整合多源数据、强有力的信息流链环，通过场景化的构建，搭建一套全新的、面向未来的智能可视一体化系统平台。

## 一、行业发展背景

据相关数据显示，我国智慧园区行业市场规模逐年增长，作为智慧城市建设中的重要一环，在园区智慧化建设需求持续高速增长的推动下，预计2025年我国智慧园区行业市场规模将超2000亿元，整个智慧园区行业前景广阔！《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》的第五个篇章明确提出了“加快数字化发展，建设数字中国”的主题。

《国家“十四五”规划纲要》明确提出要“探索建设数字孪生城市”，为数字孪生城市建设提供了国家战略指引。此后，国家陆续印发了不同领域的“十四五”规划，涵盖总体规划、信息技术、工业生产、自然资源、建筑工程、水利应急等领域，为如何利用数字孪生技术促进经济社会高质量发展做出了战略部署。在国家对于数字化转型、双碳战略及新基建的顶层设计下，加之物联网、5G、数字孪生以及大数据等的快速发展，全国各地都在积极加快产业升级提速换挡、大力发展数字经济，都为智慧园区建设提供了鲜明的产业背景。

目前，我国园区正在从传统园区向新区过渡，在形式上从低级向高级，由单一向综合园区发展的趋势<sup>[2]</sup>，传统园区在往智慧化转型升级的过程中需要结合数字孪生、大数据与人工智能等新兴技术的最新发展趋势，智慧园区建设旨在突破现有园区信息系统孤立现状<sup>[3]</sup>，促进园区内技术融合、资源共享、业务协同以及实时状态反馈，向智慧化、创新化、生态化的方向进行转变。

## 二、全息空间数字孪生的概念和原理

全息空间数字孪生综合运用虚实交互反馈、数据融合分析、决策过程迭代优化等技术手段，实现从物理实体到虚拟数字模型之间的交互融合和智能控制，是数字化的技术构建和现实世界一一映射的孪生体。主要目标是通过创建一个高度可视化、可交互的虚拟模型，从而实现物理世界与数字世界“双系统”协同运行、数据实时交互，预知现实世界动向。使用户能够深入理解和操作真实世界的物体或系统。

全息空间数字孪生的实现基于以下原理：

（一）数据采集和传感器技术。通过物联网技术，实时获取真实世界中物体的运行状态和行为，例如温度、湿度、压力、振动等。这些数据通过传感器进行采集，然后通过物联网技术传输到数字孪生模型中进行处理和分析。

（二）数学建模和仿真。数字孪生技术基于物理模型、传感器更新、历史和实时数据的融合，对现实世界中的对象进行动态仿真。这种仿真能够实时反映现实世界中的变化，为决策者提供更准确、及时的信息，以优化决策过程。

（三）实时数据传输和处理。通过实时的数据传输和处理，数字孪生平台能够及时地反映现实世界中的变化和事件，并在虚拟模型中进行相应的更新和调整，帮助用户更好地应对处理各种复杂情况。

（四）直观的可视化界面和良好的交互性工具。通过数据采集结合新型测绘技术，对园区进行全要素数字

化和语义化建模，形成全空间一体化并且相互关联的数据底座模型。用户可以在精细化模型上进行互动和操作，观察、探索和修改模型，并从中获取实时反馈和决策支持。

全息空间数字孪生技术实现了物理世界和数字世界的深度融合，使人们更好地理解 and 优化复杂系统，提升运营效率。通过融合遥感、地理信息、物联网、人工智能等新兴信息技术，数字孪生可实现城市和资源的数字化映射和虚拟仿真，帮助优化管理决策，降低运作成本和风险，为相关系统赋能，产生巨大经济和社会效益。

### 三、智慧园区的概念及建设意义

智慧园区集成了信息技术、物联网、大数据、人工智能等先进技术，将传统园区与数字化、智能化技术相结合，设备和系统相互连接和交互，实现数据的共享和协同工作，建设高效、可持续、宜居的城市园区。基于城市数字孪生感知化、互联化、平台化、一体化的手段，实时接入园区IoT设备、资产、能源、设施及环境等数据，建立基于园区实时运行状况的数字孪生场景，融合园区数字孪生、运用管理、业务管理为一体，实现对园区总体情况、设备运维、物业管理、安全管控、运营服务等全要素、全流程可查、可管、可控、可追溯，打造“安全、智慧、绿色”的园区，提升园区的社会和经济价值，开创智慧园区的立体多维管理新模式，从而实现园区经济可持续发展的目标。

通过智慧园区建设，能有效盘活经济运行数据，把这些基础数据变成“活数据”，让数据“采得全”、“看得见”、“用得着”、“管得好”，提供园区经济大数据的应用及服务。通过对现实世界的全息空间数字孪生，形成行业、区域、产业多维度的分析，及时了解园区经济运行情况，完善产业空白，形成产业链闭环。利用数字化、智能化手段，有效推动企业服务精准化、精细化，促进园区内企业经济健康发展，进一步增强政府相关部门工作的及时性、主动性、预见性。

### 四、智慧园区可视化平台设计与架构

#### (一) 总体设计理念

全息空间数字孪生智慧园区可视化平台将用户、空间、设备等数据在云端数字空间构建出全生命周期的动态孪生体<sup>[4]</sup>，建立虚实世界之间的双向映射，实现数据的互联互通，形成园区全域数字空间，使得园区运作、管理、服务由实入虚，可在虚拟空间的进行仿真建模、现象演化、智能操控、智能决策等，开辟新型智慧园区的建设和治理新模式，为未来智能应用搭建提供数据支撑、平台支撑，如图1所示。

#### (二) 总体架构

基于数字孪生的设计理念，考虑业务数据与业务逻辑、平台和应用之间逻辑关系，通过灵活的物联网框架，采用数据处理技术对动态数据和各要素关系实现统一管理，平台进行可视化、体系化设计，模块功能性与拓展度兼顾充分的灵活性，满足不同场景的特殊要求和功能。平台共划分为采集层、数据层、数据中台层、应用层、展示层和显示层等6个方面，如图2所示。

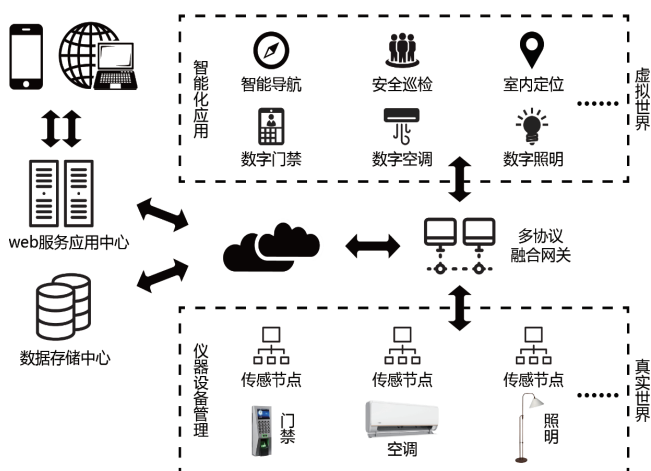


图1 数字孪生智慧园区整体设计理念

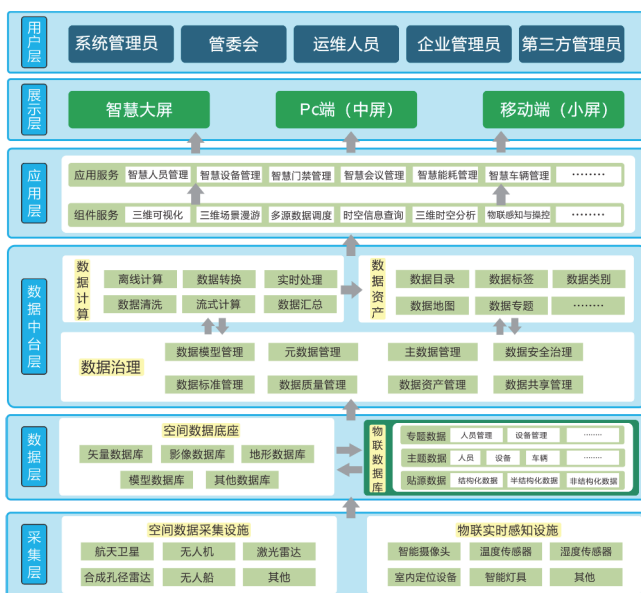


图2 数字孪生智慧园区系统架构

#### 1. 采集层

数据采集层用于收集来自各个传感器、采集设备和智能设备的实时数据。这些数据包括环境数据（如温度、湿度、空气质量等）、设备状态（如路灯、摄像头、电表、水表等）以及其他感知数据，通常使用物联网技术进行数据传输和通信。

#### 2. 数据层

数据层负责接收和存储来自采集层的数据，并进行有效的管理和组织。这包括数据的存储、索引、查询和备份等操作。常见的数据存储与管理技术包括关系型数据库、分布式数据库、数据仓库等。

#### 3. 数据中台层

平台服务层提供各种功能和服务，以支持智慧园区平台的运行和应用。联合园区内各部门、各设备以及各系统统一接入、权限管理以及数据的处理分析，利用消息服务、实时服务有效支撑智慧园区的整体运营情况，还可以集成第三方应用程序和服务，以扩展平台的功能。

和灵活性。

4. 应用层

应用层通过各种模块和界面，向用户提供不同功能和服务，涵盖了应用服务和组件服务等方面，将云计算、大数据、物联网等先进技术集成于一体，系统联动管理服务园区各个领域，实现各专业子系统之间的互操作、快速响应与联动控制<sup>[5]</sup>。这些应用可以根据智慧园区的实际需求进行定制和扩展，所以平台的扩展性和升级性也是必须考虑的因素，以适应未来的技术和需求的变化。

5. 展示层和用户层

平台可实现多用户、多终端操作管理界面，不同的用户可以根据自己的需求定制个性化的管理界面和功能模块，可以更好地支持园区的协同工作和管理工作，提高工作效率和准确性，推动园区的可持续发展。

(三) 全息空间数字场景的三维建模

通过基础数据采集、模型数据处理及数字化模型制作、场景开发与特效处理、平台应用集成等4个板块，实现园区全要素数字化和虚拟化、园区全状态实时化和可视化，形成物理维度上的实体世界和信息维度上的虚拟世界共生共存、虚实交融的园区实景。

为实现1:1还原现实物理实体的数字孪生模型的生产，精细化建模的参考数据需要具备正确反映尺寸比例、精准表达纹理特征和清晰呈现功能作用的三大特点。目前可使用的成熟的三维建模生产技术，二维图纸数据、倾斜摄影实景三维模型与激光点云三维模型等作为参考数据。对于倾斜三维模型以及激光点云模型无法清晰表达的物体信息，如井盖、小路灯、指示牌等，以及物体细节信息，则采用实地考察或相机取景。

场景开发与特效处理、平台应用集成，通过UE软件的二次开发为前提，多层次实时渲染呈现数字孪生体的能力。既可以渲染宏大开阔的城市场景，又可展示地理信息局部特征，实现城市全貌大场景到城市细节，再到城市实时视频的多层次渲染，真实展现城市样貌、自然环境、城市细节、城市实时交通等各种场景，实现空间分析、大数据分析、仿真结果等可视化，如图3所示。

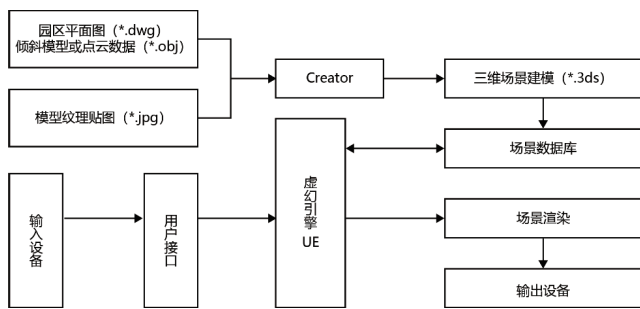


图3 场景开发的主要流程

五、发展和展望

智慧园区在未来将实现更大的发展和应用，成为数字化转型、智能化运营管理、绿色可持续发展、人性化服务体验和创新发展的载体和平台。

(一) 数字化转型加速：随着云计算、大数据、物联网等技术的发展，智慧园区将加速实现数字化转型，成为城市发展的重要引擎。园区内的各种设施、设备和资源都将实现数字化，通过智能化管理平台实现数据共享和协同工作，提高园区的运营效率和服务水平。

(二) 智能化运营管理：智慧园区将通过智能化运营管理实现园区的可持续发展。智能化运营管理包括智能安防、智能能耗管理、智能楼宇管理、智能交通管理等方面，通过智能化运营管理，可以提高园区的安全性、舒适性和节能性，为园区内的企业和员工提供更好的工作环境和生活环境。

(三) 绿色可持续发展：随着环保意识的提高，智慧园区将更加注重绿色可持续发展。通过采用节能环保技术、绿色建筑材料等，打造低碳、环保、可持续发展的园区，为城市的可持续发展做出贡献。

(四) 人性化服务体验：智慧园区将更加注重人性化的服务体验。通过提供智能化、便捷化的服务，如智能导览、智能客服等，提高园区内企业和员工的满意度和归属感，增强园区的吸引力和竞争力。

(五) 推动创新与创业的生态系统建设：智慧园区提供孵化器、创业平台和科技企业支持，为创新创业者提供机会和资源。这将促进科技创新和产业升级，在园区中孕育和培育出更多的创新企业和高科技产业。

结束语

智慧园区的数据管理与分析涉及采集、聚合、建模、可视化等多个步骤，通过对实时数据的处理、组织和分析，为园区管理者提供决策支持，帮助优化资源利用、改善环境和提升园区居民的生活质量，在社会提质增效、节能降耗等方面扮演着重要角色。从整体上看，我国产业园区规模庞大，尤其是传统产业园智慧化改造还存在诸多难题，园区智慧化道路仍任重道远。园区智慧化是行业大趋势，相关部门和企业还要携手推进，实现涵盖“科技赋能、泛在感知、便民利企、精细高效、绿色节能”为一体的智慧园区。

参考文献

[1] 罗珊珊, 冷佳. 基于数字孪生机房的三维可视化监控系统的设计与实现[J]. 计算技术与自动化, 2021, 40(01): 135-139.

[2] 高磊. BIM技术在智慧园区全周期的应用研究[J]. 中国建设信息化, 2022(06): 71-73.

[3] 栾宇, 李月. 智慧园区关键技术与解决方案研究[A]. 中国移动研究院、中国通信学会天线与射频技术委员会、天线系统产业联盟. 中国移动5G天线产业技术研讨会论文集[C]. 中国移动研究院、中国通信学会天线与射频技术委员会、天线系统产业联盟: 《计算机工程与应用》编辑部, 2020: 96-98.

[4] 郑猛. 数字孪生的智慧建筑系统平台设计[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(03): 140-142.

[5] 吴晓晖, 陈玥, 张丽娟, 赵春晓, 吴一博. 智慧园区的架构设计[J]. 智能建筑, 2019(02): 64-66, 70.