

基于BIM的数据中心数字孪生

Research on Digital Twin Cloud Platform
Technology for Data Center Based on BIM

云平台技术研究

许俊¹,牛建生¹,田阿康¹,高健¹,张勇¹,梁晨²(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司,北京 100048;2. 广东科学技术职业学院,广东 广州 510640)

Xu Jun¹, Niu Jiansheng¹, Tian Akang¹, Gao Jian¹, Zhang Yong¹, Liang Chen²(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd., Beijing 100048, China; 2. Guangdong Polytechnic of Science and Technology, Guangzhou 510640, China)

摘要:

针对应用模块在数据中心设计、运营过程的数据流通问题,提出一种基于BIM的数据中心数字孪生云平台技术方案。该方案将设计阶段的模型数据有效地转移到运维阶段。通过对BIM模型进行轻量化、数字化处理,以及对实时数据的辨识,构建机房场景模型与实体的虚实映射,从而赋能第三方业务应用,为数据中心的节能降碳提供一个新方向。

关键词:

数据中心;数字孪生;建模仿真;BIM

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.12.002

文章编号:1007-3043(2023)12-0007-05

中图分类号:TU17

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Focusing on the data flow problem of application modules in the data center design and operation process, it proposes a digital twin cloud platform technology scheme for data centers based on BIM, which effectively transfers model data from the design stage to the operation and maintenance stage. Through the lightweight and digital processing of BIM model and the identification of real-time data, the virtual-real mapping between the scene model and the entity in the data center computer room is constructed, thereby enabling third-party business applications, providing a new direction for the energy saving and carbon reduction of data centers.

Keywords:

Data center; Digital twin; Modeling and simulation; BIM

引用格式:许俊,牛建生,田阿康,等. 基于BIM的数据中心数字孪生云平台技术研究[J]. 邮电设计技术,2023(12):7-11.

0 引言

随着信息技术、新基建等概念成为社会的热点,以及越来越多的终端客户开始在网络上进行工作和生活活动,对数据中心容量的无限需求将促使数据中心的规模快速增长^[1]。据统计,2021年全国数据中心能源消耗达到2 166亿kWh,占全国总用电量的2.6%^[2];预计到2035年,中国数据中心和5G基站的总用电量将达到6 951~7 820亿kWh,将占中国全社会用电量的5%~7%^[3]。为了加快重点设施绿色升级,工信

部等国家部门制定了相关政策,要求到2025年全国新建大型、超大型数据中心PUE降到1.3以下、改建核心机房PUE降到1.5以下^[4-5]。然而,由于当前设计、建造、运行和管理等环节大多处于粗放状态,数字化智能化程度不高,数据中心普遍处于高能耗现状,这与日益增长的节能需求和精细化控制形成矛盾。随着新基建、双碳等政策的实施和东数西算工程的全面启动,推动数据中心建设运营朝着智能化、精细化方向演进的发展需求已经迫在眉睫。

1 数据中心数智化管理的发展趋势

前期数据中心的数字化管理基本上处于场景数

收稿日期:2023-10-30

据可视化阶段,缺乏对机房状态的深入分析、预测、优化与决策的管理体系^[6-9]。这主要由于数据中心体量大、拓扑复杂,问题本身难度高,同时早期技术发展不足以支持对海量数据的采集、挖掘与分析^[10]。然而,随着新一代计算机与人工智能技术的迅速发展^[11-12],行业内开始逐步探索将数字孪生技术与现有系统、设备相结合,为数据中心的节能减碳提供新的解决方案^[13-15]。

数字孪生技术应用的核心在于在数字空间构建虚拟孪生体,实现与物理实体的精确映射,从而为后期运维业务应用提供数据支撑。数据中心运营过程中全专业数据的准确性和实时更新是智慧运营的基础性和重要性基座,关系到运营效果真实性。数据中心运营涉及到空间、电力、制冷等多专业资源数据,由于运维人员职业素养参差不齐,无法及时维护平台的数据,长此以往导致运维数据不准确,需要研究根据实际情况动态更新和生成模型的方法。近年来,BIM技术在数据中心领域的应用逐步走向深入,但是均以解决设计、施工阶段的痛点为主,尚未有效地应用到运维阶段,其本身具备的多专业数据资源、信息精确等技术优势有待进一步充分利用^[16-17]。如果能够

据的辨识能力,以驱动模型的动态更新,将有效解决因设计、运维阶段割裂而导致的核心能耗问题。

综上所述,本文提出一种基于BIM的数据中心数字孪生云平台技术,通过对BIM模型进行轻量化、数字化处理,融合现场动环数据实现数据中心机房场景的数字孪生,从而实现数据中心设计、运营过程的数据流通。

2 基于BIM的数字孪生云平台的关键技术

基于BIM的数据中心数字孪生云平台实现了工程设计模型在运维阶段的复用,为数字孪生应用提供了三维模型服务与基础平台架构。

数字孪生模型构建的技术路线如图1所示。平台在支持数据中心园区、机房进行数字化管理应用时,具备以下技术优势。

- a) 云平台支持 Revit 模型格式的转换和模型的轻量化,从而使 Revit 模型能在网页端还原。
- b) 实现了模型信息的标准化与数字化,提高模型加载速度,降低硬盘空间等资源的占用。
- c) 通过实际场景的自动更新,场景模型实现了数字孪生的虚实映射,从而确保模型的真实性与有效性。

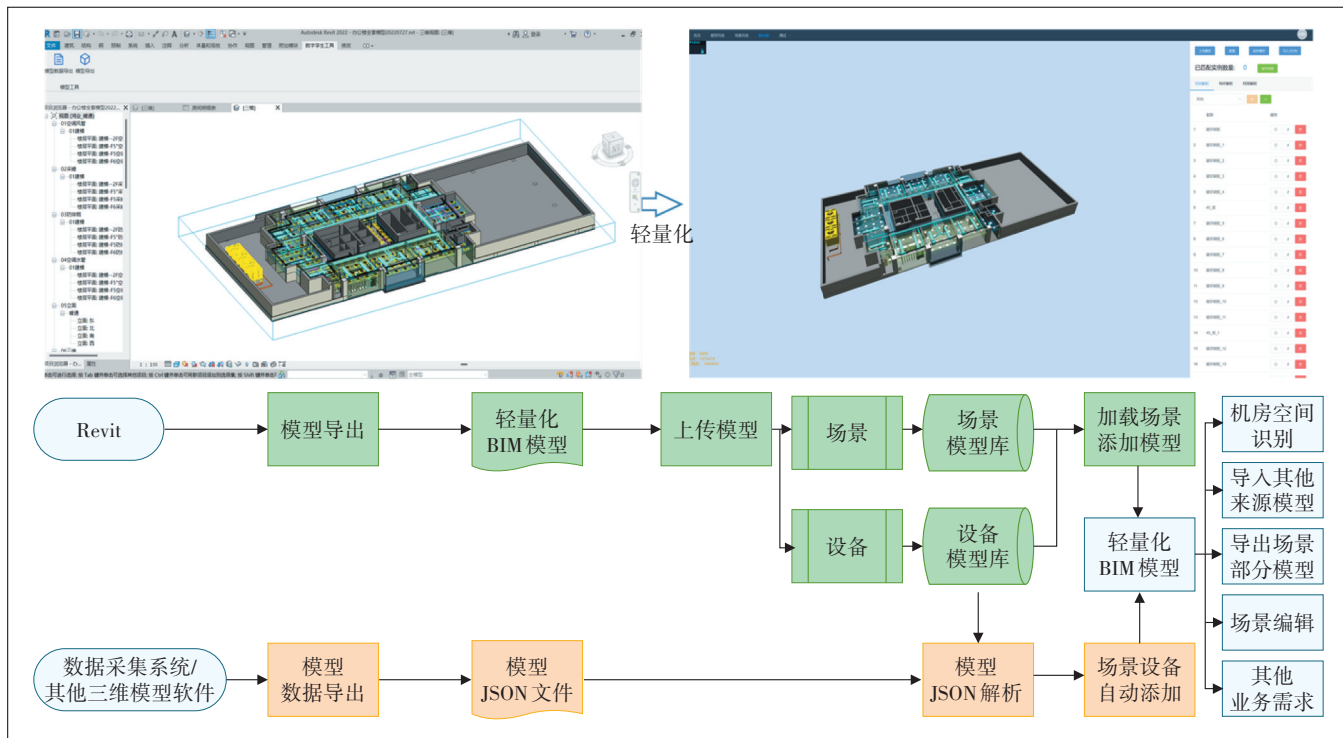


图1 数字孪生模型构建的技术路线

2.1 BIM模型轻量化

数字孪生云平台中的BIM模型轻量化功能复用了设计阶段的Revit模型,极大地减轻了重复建模的工作负担。轻量化模块主要分为2个部分:Revit客户端的轻量化插件和Web端的解析入库。

a) Revit客户端的轻量化插件。通过RevitAPI提供的接口及解析出的模型数据,将模型输出为通用的glb/gltf格式。

b) Web端的解析入库。通过Three.js在Web端加

载、渲染Revit导出的模型,根据解析信息将模型及其数据上传到中央模型库(设备模型库与场景模型库)。

通过对BIM模型的轻量化处理,在降低模型复杂性和数据量的同时,保留了关键的模型几何、位置、空间、材质、属性信息与业务属性,从而具备与第三方业务平台进行对接的能力。根据不同的业务需求提供相关数据信息,将有效解决各运维应用模型独立存在且难以互通的问题。BIM模型轻量化流程如图2所示。

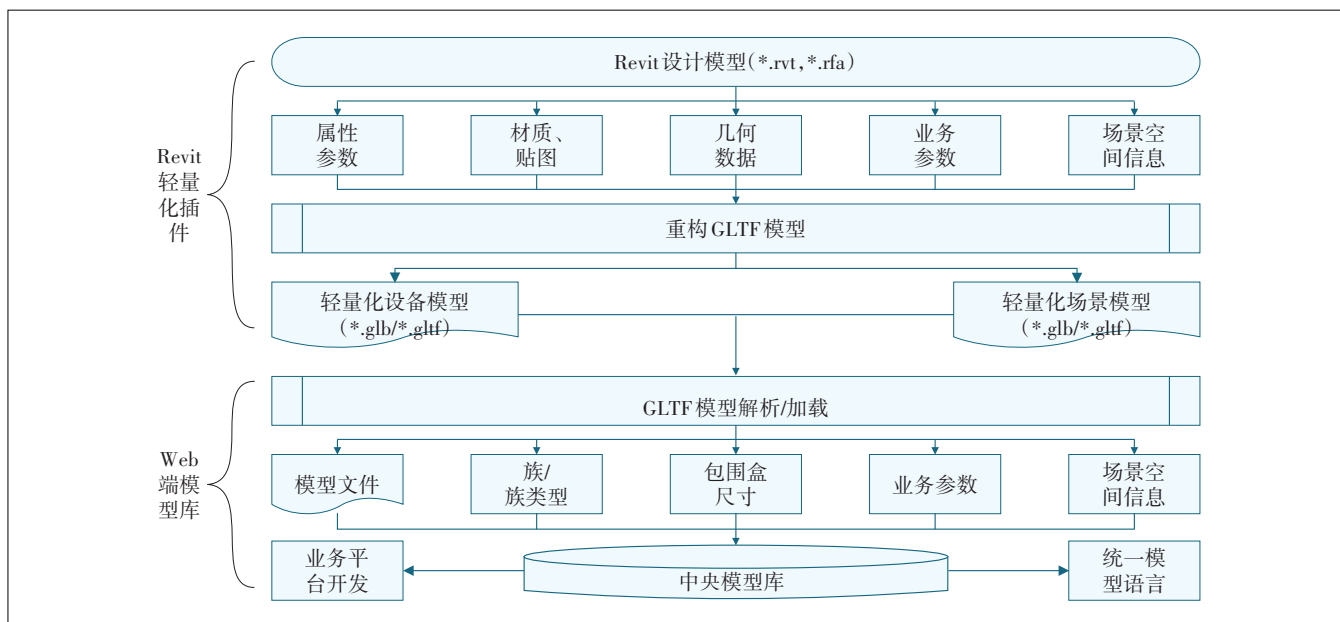


图2 BIM模型轻量化流程

2.2 场景模型标准化、数字化及快速构建

通过对轻量化模型进行解析,将场景数据与设备数据上传至中央模型库进行统一管理,从而实现模型的数字化与标准化处理。我们能够对轻量化后的设计模型进行精细分类,并按照模型库的规范将其分模型储存起来,以便后续的调用和管理。此外,得益于模型的数字化和标准化流程,场景模型的快速构建为数字孪生的虚实映射提供了强有力的工具支撑,从而极大地提升了构建虚实映射所需模型的效率和质量,相应流程如图3所示。基于数据采集系统或三维建模软件获得相应场景的模型数据文件,经解析后得到场景内模型类型和模型的空间位置信息;利用这些信息从模型库调取相应的模型并放到正确的空间位置上,在网页端复原Revit中设计的场景。

2.3 基于动环数据的数字孪生机房场景虚实映射

数字孪生机房场景的虚实映射能够解决机房内

设备变动平台模型未能及时更新导致的数据滞后问题。目前常用的方法为基于物联网技术或基于视觉算法的数字孪生虚实映射,但这些方案成本较高且效果一般。为了解决这一问题,本技术对基于动环数据的数字孪生虚实映射方案进行深入研究。通过对动环数据的解析,可以实现数字孪生虚实映射的高效实施,降低成本,提高映射效果,具体技术路线如下:

a) 从动环数据中提取数据,获取设备和传感器的位置信息。

b) 利用SVG布局工具进行布局,并存储为JSON数据。

c) 接入中央模型库,利用JSON数据和场景自动化构建数据生成场景模型。

基于中央模型库的构件实例,通过对接机房数据采集系统来驱动场景模型的实时更新,有效地解决了多次人工建模、翻模等过程中导致模型信息遗漏等问

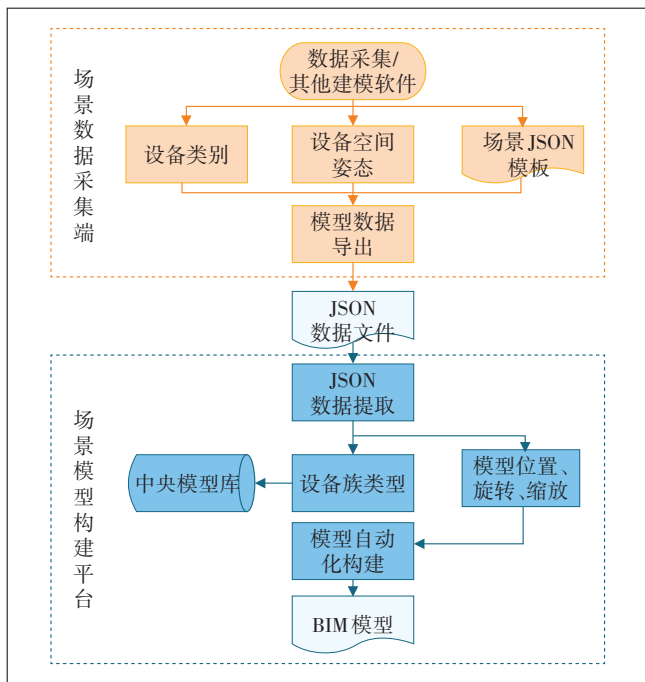


图3 场景模型快速构建

题,为实现“一模多用”提供了可能。基于动环数据的虚实映射如图4所示。

3 基于BIM的数字孪生云平台的应用场景

3.1 园区、机房场景可视化展示

虚幻引擎(UE)平台在处理复杂、特效、模型渲染质量要求高的场景方面具有较大优势,但对性能要求较高;threejs平台则对服务器性能要求较低,技术相对成熟且灵活,但在场景较大或模型复杂时,会因性能限制影响用户体验。因此,为了满足实际需求场景和

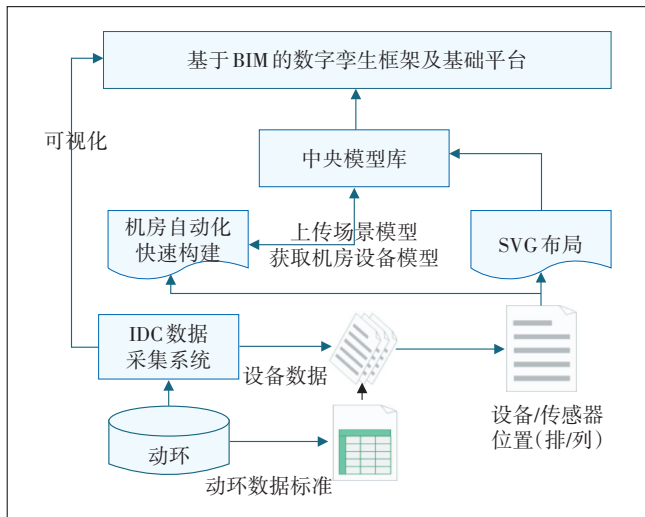


图4 基于动环数据的虚实映射

用户选择,需要将两者有机地结合起来,找到性能和渲染效果的平衡点,以较低的性能实现高质量的渲染效果。本文以某联通水土园区为例,在云平台上构建试点数字孪生模型,并采用UE+threejs方案,实现了对园区场景与数据中心内部机房场景的可视化展示,服务端渲染和具体效果如图5、图6所示。

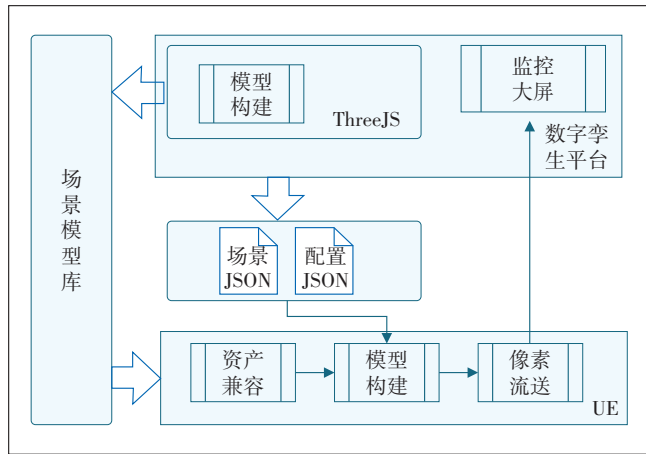


图5 服务端渲染

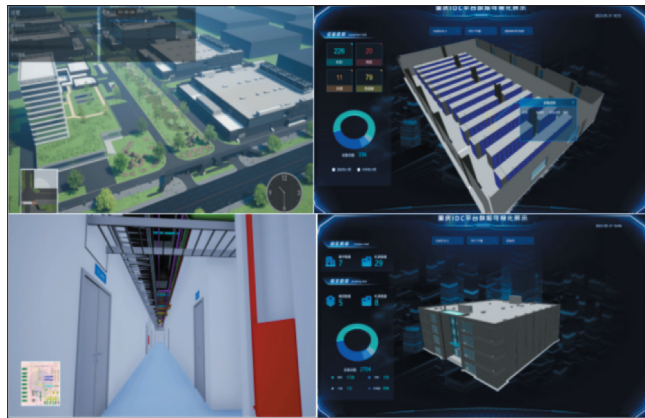


图6 可视化渲染效果

3.2 支撑第三方业务应用

相比于传统的视图模型,数字孪生模型包含了更多信息,如几何、空间等,并通过虚实映射保证数据的真实性与有效性。除了能够支持数据中心室内外场景的可视化展示,数字孪生模型更重要的是可以为第三方业务应用提供数据支撑。

近年来,数字化技术对机房的高效运行产生了深远影响,其中气流组织仿真与设备数字化是主要技术手段之一。机房内部气流组织的合理性直接关系到数据中心制冷系统的能耗和IT设备的性能,因此对机

房进行CFD仿真是一项必不可少的工作。数字孪生模型包含了各机房内部布局信息、机柜、末端空调等各类设备位置、几何与运行工况数据,为气流组织仿真模拟提供了必要的基础数据。此外,气流组织仿真可以分析和检测房间内部是否有过热设备、热点,为优化机柜合理布局、设定空调送回风温度等提供优化依据。通过将云平台与气流组织仿真应用进行对接,可以实现仿真数据与模型数据的双向联动,为节能调优决策提供辅助支持。

数据中心能耗涉及的环境因素与设备运行参数众多,仅凭人为经验进行调控往往会导致能耗大幅提升,难以满足当前政策对节能率的精细化要求。近些年,利用AI技术对制冷系统与设备进行调优和实现低碳运行已经成为一种新的节能方向。云平台具有数据中心各类设备的实时数据、历史数据,这些数据可以用于AI节能调优算法的数据处理、数据分析、数据挖掘和模型搭建。AI技术输出诸如冷却泵和冷冻泵的开启数量与频率、冷水机组运行数量和进出水温度、精密空调温度设定值等最优策略,并将这些策略对接到数字孪生模型。经过专家验证后,这些优化信息将会同时作用于物理实体。通过云平台与AI节能调优应用进行联动,实现数字孪生体的双向信息交互,这将有助于实现制冷系统精确按需制冷、集中管理、寻优控制、自动调整,从而有效改善数据中心目前的核心效能问题。

4 结束语

针对应用模块在数据中心设计、运营全过程的数据流通问题,本文提出一种基于BIM的数据中心数字孪生云平台技术方案,该方案通过对BIM模型进行轻量化、数字化处理后接入现场数据,实现数字孪生体的生成和对实时数据的辨识,从而构建实时机房场景的虚实映射。一方面,本方案将设计阶段的BIM模型数据有效地转移到运维阶段,改善了当前各类运维场景模型格式无法兼容、重复工作、信息丢失以及存在安全隐患等诸多问题;另一方面,平台模型的不断更新可以有效地赋能第三方业务应用的功能运行,有助于提升生产效率以及精细化、智能化水平,为数据中心的节能降碳提供一个新的方向。

参考文献:

[1] 方正梁. 加速数据中心低碳绿色高效发展[N]. 人民邮电, 2023-

04-12(3).

[2] 朱子恒,张策,丁肇豪,等. 数据中心纳入全国碳排放权交易市场机制研究[J/OL]. [2023-09-27]. https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=_AqZbjAWWJQsML595-DTEb1IJYTBt3pq2UWz2Opbt-eAgntgV2Vp1ynuv54l-n_n79-PvWGrh6-_rUqTT44uP-cwL_q47rfh_qF_Qc4zXDHGpvXaClXqxmQ==&uniplatform=NZKPT&language=gb.

[3] 绿色和平. 中国数字基建的脱碳之路:数据中心与5G减碳潜力与挑战(2020-2035)[EB/OL]. [2023-09-25]. <https://www.doc88.com/p-80259587308384.html>.

[4] 工业和信息化部. 工业和信息化部关于印发《新型数据中心发展三年行动计划(2021-2023年)》的通知[EB/OL]. [2023-09-25]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/txs/wjfb/art/2021/art_12cc04dc9daf4d57a7038811a57383b6.html.

[5] 信息通信发展司. 工业和信息化部等七部门关于印发信息通信行业绿色低碳发展行动计划(2022-2025年)的通知[EB/OL]. [2023-09-25]. https://www.miit.gov.cn/jgsj/txs/wjfb/art/2022/art_f843aa7e249445bbbf3e6796f6ab7236.html.

[6] 王从阁. 动环监控系统在数据中心的应用和发展[J]. 智能城市, 2021, 7(14): 167-168.

[7] 张国晶,寇远博,邱泽宇,等. 基于数据中心的动环监测平台的研究与实现[J]. 软件, 2021, 42(10): 16-18.

[8] 黄宏聪. DCIM建设与数据中心基础设施管理[J]. 科技资讯, 2018, 16(25): 8-9.

[9] 吴旭光,蔡俊彬,吴楠. 基于AI技术的新一代DCIM管理系统[J]. 通信电源技术, 2020, 37(4): 32-38, 41.

[10] 贺晓,许俊,胡孝俊,等. 数据中心机房设计运行全过程数字孪生关键技术及体系架构[J]. 邮电设计技术, 2022(12): 9-13.

[11] 袁景凌,钟珞,杨光,等. 绿色数据中心不完备能耗大数据填补及分类算法研究[J]. 计算机学报, 2015, 38(12): 2499-2516.

[12] 丁瑞华,崔承刚,王逸轩,等. 基于深度强化学习的数据中心空调系统优化控制[J]. 低温与超导, 2022, 50(9): 79-85, 100.

[13] 赵德宁,李舒涛,吴劲松,等. 基于BIM的数字孪生智慧机房管理系统[J]. 电子技术与软件工程, 2020(10): 169-170.

[14] 郑品迪. 数字孪生数值模拟平台实现数据中心节能降耗分析[J]. 现代信息科技, 2022, 6(12): 78-82.

[15] 刘虹,冯江,阮前,等. 基于数字孪生与AI仿真技术的数据中心能耗优化研究与实践[J]. 长江信息通信, 2022, 35(9): 203-205.

[16] 陈燕,黄耀庆. 超大型数据中心项目BIM深度应用研究[J]. 施工技术(中英文), 2022, 51(11): 22-26, 36.

[17] 张金辉,王克勇,邱汉杰,等. BIM在国内数据中心的应用状况分析[J]. 电信快报, 2018(11): 37-39, 42.

作者简介:

许俊,高级工程师,学士,主要从事数据中心研究咨询设计工作;牛建生,高级工程师,硕士,主要从事数据中心基础设施设计研究工作;田阿康,助理工程师,硕士,主要从事软件平台研发工作;高健,助理工程师,硕士,主要从事数据中心数字孪生研究工作;张勇,高级工程师,硕士,主要从事数字孪生研究和可视化技术开发工作;梁晨,高级工程师,学士,主要从事建筑数字孪生研究工作。