

基于BIM可视化的综合管理平台构建与关键技术探索

张庆威

(奥意建筑工程设计有限公司)

【摘要】随着智慧城市建设的深入推进，建筑信息模型（BIM）技术与物联网（IoT）、大数据、人工智能等新一代信息技术的融合，正深刻改变着传统建筑运维管理的模式与效率。传统运维模式存在信息割裂、依赖二维图纸、响应滞后、管理粗放等问题，难以满足现代大型复杂建筑精细化、智能化运维的需求。构建一个集三维可视化、实时数据监控、智能分析决策于一体的BIM综合管理平台，能够有效提升建筑运维的透明度、响应速度和管理效率，是实现建筑资产保值增值和可持续发展的关键支撑。

【关键词】建筑信息模型（BIM）；三维可视化；运维管理；物联网；智慧建筑

中图分类号：TU17

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.042

Construction of a BIM Visualization-Based Integrated Management Platform and Exploration of Key Technologies

ZHANG Qing-wei

(A+E Architectural Engineering Design Co., Ltd.)

【Abstract】With the in-depth advancement of smart city construction, the integration of Building Information Modeling (BIM) technology with new-generation information technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, and artificial intelligence is profoundly transforming the modes and efficiency of traditional building operation and maintenance (O&M) management. Traditional O&M models suffer from issues like information fragmentation, reliance on 2D drawings, delayed responses, and extensive management, making it difficult to meet the demands for refined and intelligent O&M of modern large-scale complex buildings. The development of a BIM-based integrated management platform, which incorporates 3D visualization, real-time data monitoring, and intelligent analysis and decision-making, can effectively enhance the transparency, responsiveness, and management efficiency in building O&M. It serves as a crucial support for achieving the preservation and appreciation of building assets and sustainable development.

【Keywords】building information modeling (BIM); 3D visualization; operation and maintenance (O&M) management; internet of things (IoT); smart building

1 引言

建筑业作为国民经济重要支柱,正从大规模建设向精细化运营管理转型。建筑运维周期长、成本高,管理水平直接影响建筑使用功能、能耗、运营成本及用户体验。

传统运维管理面临信息断层严重、可视化水平有限、运维模式被动以及系统间协同不足等挑战。BIM技术凭借其三维可视化、信息整合与过程仿真等优势,为解决上述问题提供了新路径。通过将BIM与物联网、云计算及大数据分析相结合,构建基于BIM的可视化运维平台,将静态建筑模型升级为承载实时运维数据的“数字孪生”,实现物理建筑与数字空间融合。该平台不仅能直观呈现建筑环境、

设备资产及其运行状态,更能依托数据智能分析,实现设备预测性维护、能源精细化管理与应急事件快速联动,从而推动运维管理从“被动响应”转向“主动防控”,从“依靠经验”升级为“智能决策”。

2 BIM与可视化运维管理理论基础

BIM是应用于工程设计、建造、管理的数据化工具,通过对建筑数据化信息化模型整合^[1],实现全生命周期信息共享和传递。其在建筑运维阶段的应用价值主要体现在信息集成传递、空间资产及运维过程可视化、应急指挥推演,预测性维护支持。

功能完善的BIM综合管理平台以轻量化模型为基座,融合多源数据,提供沉浸式三维交互体验、全要素智能监控与预警机制及数据驱动的决策辅助。

3 基于BIM的运维管理平台总体设计

3.1 平台定位与目标

基于BIM可视化的运维管理平台定位是以轻量化BIM模型为三维信息载体,集成物联网实时数据,面向建筑运营管理方的“一站式”智能运维决策支持中心。核心目标包括:可视化,构建建筑“数字孪生”,实现物理世界数字映射和直观呈现;集成化,打破子系统信息壁垒,实现数据互联互通和统一管理;智能化,利用数据分析和智能算法提供预警诊断等决策辅助;移动化,支持PC端和移动终端访问,满足管理人员随时随地掌握建筑运行状态的需求。

3.2 平台整体架构设计

平台采用数据层、服务层、应用层与表现层的分层架构,各层级通过标准化接口实现数据传递与功能调用,保障系统扩展性与模块化(见图1)。

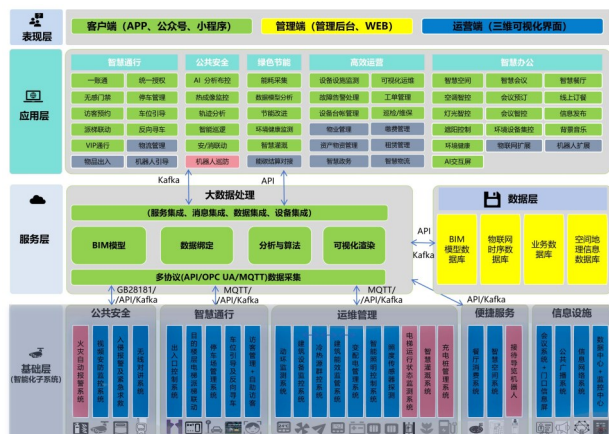


图1 BIM可视化综合管理平台架构

3.2.1 数据层,是平台的基础

数据层为基础支撑,含轻量化的BIM模型数据库(模型粒度满足LOD300和LOD400的要求),物联网时序数据库(存储实时运行数据、状态数据和报警数据),业务数据库(存储资产信息、运维工单、巡检记录等业务数据)及空间地理信息数据库。

3.2.2 服务层:提供核心数据处理和能力支撑

BIM模型服务负责模型轻量化转换、在线渲染、空间计算、信息查询等;数据集成服务,通过API、OPCUA、MQTT等标准协议采集数据并进行清洗、转换和集成;数据绑定服务,将物联网数据点与BIM模型中具体设备关联绑定,实现数据与模型对应;分析与算法服务,提供数据统计分析、报警规则引擎、

能耗分析、预测性维护算法等;可视化渲染服务,基于WebGL等技术,实现三维模型实时渲染和交互。

3.2.3 应用层与表现层

应用层封装设备监测、能耗管理、报警管理、运维管理、查询管理、应急联动等业务功能模块,供表现层调用。表现层基于Web的三维可视化界面,提供导航菜单、内容展示区、多种查看模式等,支持用户进行三维交互和数据操作。

3.3 界面与交互设计

平台遵循“直观高效、场景驱动”原则,方便用户访问核心功能并获取关键信息。

导航菜单设计:菜单结构采用“分系统、分楼层”双重逻辑,集成“数据总览”“设备监测”“能耗管理”“运维管理”“报警总览”及“综合查询”等核心功能入口,清晰划分业务与空间维度,使运维人员能够根据实际工作场景,快速定位并进入所需功能模块。

多样化查看模式:平台提供“隐藏建筑”“行走模式”“漫游模式”与“展示模式”等灵活视图模式选项,适配不同需求。例如,检查隐蔽管线或设备布局时,“隐藏建筑”模式能有效屏蔽外部结构干扰,突出显示关注目标;而“行走模式”则以第一人称视角,为用户提供沉浸式虚拟巡检体验,增强空间感知真实性。

4 平台核心功能模块详细设计与实现

4.1 三维浏览与导航模块

作为用户与平台交互首要入口,采用WebGL三维图形引擎开发,对轻量化BIM模型进行材质、光照处理还原建筑真实效果,支持鼠标缩放平移旋转、键盘控制视角移动,提供快速定位与多模式切换功能。

4.2 设备监测与数据交互模块

支持设备全生命周期可视化管理,具备状态实时感知、数据动态展示及远程控制能力,实现从感知到执行闭环运维。“设备监测”界面左侧三维模型与右侧分类菜单、统计图表联动,点击设备自动定位并弹出含资产信息、实时数据等信息卡,设备状态以颜色编码显示,支持对可控设备进行远程操作。

4.3 报警定位与信息推送模块

通过三维空间精准定位与多维度信息集成提升应急响应速度与准确性。报警触发时,三维场景自动聚焦至报警点位并以红色闪烁效果高亮标识故障

设备,同步弹出详情窗口,可关联调取监控视频、系统图等信息,重大报警能自动触发预设应急预案。

4.4 能耗管理模块

聚焦能源精细化管理与持续优化,对接计量装置实时采集能耗数据。提供能源总览看板展示整体能耗,通过饼图、曲线图分析用能占比和趋势,还可在BIM模型上以热力图可视化呈现各区域能耗。

4.5 运维管理模块

将运维工单与BIM空间位置绑定,实现运维任务的全过程闭环管理。运维工单在BIM模型对应位置以图标呈现并标识状态,可与具体设备、标准巡检路线及维护规程关联,支持维修人员通过移动端接收任务、更新状态、上传现场照片,系统自动分析工单关键绩效指标,为优化维护策略提供数据支持。

4.6 查询管理模块

提供高效综合检索功能,支持用户按设备名称、型号、安装位置或关键字进行精确或模糊查询,结果以列表形式呈现,并在三维场景中自动定位并高亮显示,同时智能分析展示其周边关联设备与管线。

5 平台关键技术实现路径

5.1 BIM模型轻量化技术

原始BIM设计模型文件体积庞大,无法直接用于Web端实时渲染,轻量化是关键第一步。通过几何简化、信息提取重构及格式转换实现,目标是在保证精度的前提下显著缩减模型体积,确保在普通网络环境下流畅加载和浏览。

5.2 物联网数据集成与绑定技术

物联网传感器数据与BIM模型对象的正确关联是“数字孪生”动态更新核心。通过统一数据接入规范,用标准协议采集各子系统数据。难点在于建模或平台实施阶段,为待监控设备定义唯一“编码”,物联网平台对应数据点配置相同“编码”,借共享编码体系建立映射。

5.3 三维可视化渲染与交互技术

利用WebGL结合开源或商业图形引擎,在浏览器实现硬件加速的高性能三维渲染。通过射线投射技术实现鼠标点击选中三维对象的功能,为可交互对象添加事件监听,触发信息显示或控制操作。

5.4 数据融合与智能分析技术

平台构建统一数据模型,融合BIM静态属性、物联网实时数据及运维业务数据形成信息闭环。支持灵活配置复杂报警逻辑,基于设备历史数据用机器学习算法构建故障预测模型,实现预测性维护。分析历史能耗与外部环境参数关联性,自动生成优化运行策略,实现能效优化。

6 结语

本文围绕基于BIM可视化技术的智慧建筑运维管理平台,展开系统性研究与设计工作。平台以轻量化BIM模型为三维空间基底,通过集成物联网实时数据,成功构建对应物理建筑的“数字孪生体”,并在此基础上实现三维可视化浏览、设备实时监测、智能报警定位、能耗综合分析及运维工单管理等核心功能。

研究证实,该平台能够将传统运维中晦涩难懂的二维图纸与零散的表格数据,转化为直观、交互性强的三维动态场景,从而显著降低运维管理的技术门槛,大幅提升了信息获取与决策制定的效率。这不仅是技术工具的迭代升级,更深层次地推动了运维管理理念的革新,驱动行业从依赖个人经验的被动响应模式,转向基于数据的主动预防与智能化决策新模式。

尽管此类平台在推广落地过程中,需应对前期投入、数据标准统一、技术融合及组织适配等多重挑战,但其在降低长期运营成本、提升建筑安全能级、实现资产保值增值等方面释放的巨大潜在效益,使平台投入具备明确的战略价值。可以预见,随着BIM、物联网、人工智能等关键技术的持续成熟及成本优化,基于BIM可视化的运维管理平台必将成为未来智慧建筑的标配,为建筑行业数字化转型与可持续发展注入核心动能。

参考文献

- [1] 王芳. 建筑给排水工程设计中BIM的应用探索[J]. 居舍, 2019 (13): 76.