



江苏园博园（一期）项目 BIM+ CIM 全生命期智建慧管关键技术

张润东 孙晓阳 颜卫东 边辉 于建伟 于鑫
中国建筑第八工程局有限公司，上海 200135



摘要

江苏园博园（一期）项目是江苏省第十一届园艺博览会的会址，项目集成了“特”、“智”、“大”、“难”等特点。BIM 为项目规划阶段、设计阶段、施工阶段及运维运营阶段提供全过程、全专业、全要素的应用，辅助解决了超大复杂项目的多专业协同、复杂地形处理、废旧建筑改造等难题。项目利用建筑机器人和数字化加工技术，解决了复杂多曲面现代木结构屋面系统和艺术砌体墙的精细化构件加工和装配式施工难题。通过 BIM+GIS 模型整合，形成区域级 CIM 整合模型，统筹项目规划设计，模拟解决项目建筑选址、道路方案比选、西气东输管线保护等应用。同时，基于 BIM+GIS 数据开发了园博园运维管理平台和 CIM 级智慧园博运营管理平台为项目运营阶段持续赋能。

关键词：BIM，CIM，GIS，多专业协调，智慧园博平台

1. 工程概况

1.1 项目概况

江苏园博园（一期）项目是江苏省第十一届园艺博览会的会址，本届园博会是全面贯彻落实习近平新时代中国特色社会主义思想的重要举措。项目占地面积345万平方米，是江苏省“生态修复、城市织补”的“双修”示范工程，依托工业遗产、矿坑资源、山林植被等特色资源，打造的复杂山体环境大型园艺博览建筑景观群项目，是一个大型地标性文旅工程（图1）。项目涵盖一个标志性建筑、两大现代技术手段、三大入口、四大花园、五个五星级精品酒店、六大配套设施等项目（图2），总建筑面积31万平方米。项目涵盖28个建筑单体、254万㎡绿化面积等，项目建设合同额超过126亿元。项目采用市政、景观、房建综合EPC工程总承包模式。



图1 江苏园博园项目总览图



图2 江苏园博园项目——123456工程

1.2 项目重难点

项目集成了“特”、“智”、“大”、“难”等特点。

“特”：项目选址原为水泥厂旧址，须对遗留矿坑生态恢复，对工业遗址修复改造，对淤泥泥潭生态治理，同时项目集合江苏省十三个市的历史，对历史著名园林重建再造。

“智”：项目运用3D打印、砌筑机器人、全自动机床加工等智慧建造技术；运用四大BIM+智慧平台，以运营为导向智慧管；依托园博超脑打造业内首例人工智能主导运营的智慧园区系统。

“大”：项目面积大：占地面积345万平方米；项目体量大：项目涵盖28个建筑单体、20km市政道路、4.3km火车轨道、254万㎡

绿化面积等；影响大：项目权利打造永不落幕的园博园，构筑华东旅游核心目的地。

“难”：项目专业多、业态全，崖壁处理、矿坑修复、工业遗址修复、山体水系治理等施工难点均是前所未有的挑战。

1.3 BIM建设规划及目标

智慧园博与BIM技术融合策划，组织专家评审多阶段论证，保障标准体系落地实施。建立五方参与的BIM工作总体流程，贯穿项目全生命期。项目在前期确定了“一套模型基础、两项数据支撑、三个阶段应用、四大平台智慧管”的BIM建设规划。建立“一次建造，两个园博、一个中心，全域管控、立体运维，极致体验”的BIM及CIM建设目标。

2. 智能建造——全生命期BIM应用

2.1 存量模型与增量模型

江苏园博园（一期）项目基于BIM+GIS技术在动态规划决策下从规划、设计、施工到竣工阶段，进行数字孪生园博建设。BIM模型涵盖4大类工程：市政道路工程、轨道交通工程、园林景观工程、建筑工程，包含20多个专业BIM模型，共计312个单体BIM模型；园区BIM整合模型累计更新超90个版本。

2.2 场地分析及多专业协同

(1) 场地分析及模拟

在规划阶段中对不同高程的利用、竖向空间及景观组织和地面排水及防洪等进行分析，辅助规划设计。对不同高程的利用、竖向空间及景观组织和地面排水及防洪等进行分析，辅助规划设计。分析园博园风环境的优点与问题，为园博园的各个单体建筑方案设计提出风环境设计的相关策略。

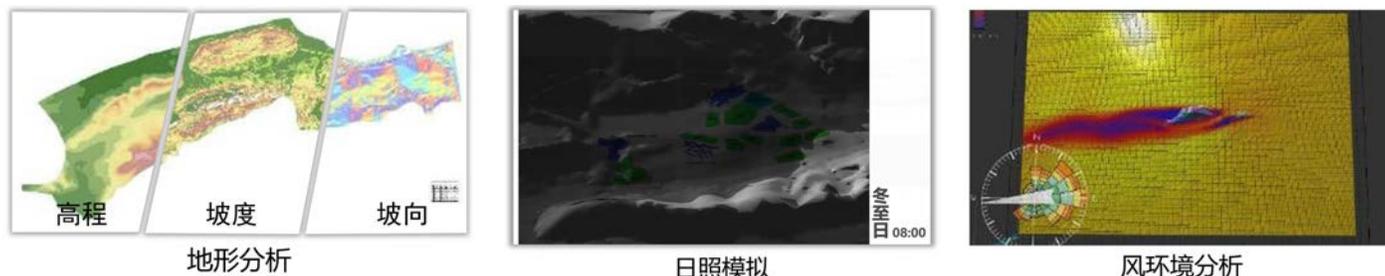


图3 场地分析及模拟

(2) 多专业协调及碰撞检查

项目通过Autodesk InfraWorks和Navisworks软件整合全专业BIM模型及GIS地形数据，针对室外综合管网、市政道路、小火车轨道、房屋建筑、综合机电等进行碰撞分析，定期发布分析报告，及时反馈至设计调整优化，前置管理解决施工中存在的碰撞风险，保障项目各专业工程之间的交叉施工。典型的碰撞优化有：市政管线间碰撞、小火车桩基与地下管线间的碰撞、硬质景观与管线的碰撞及大小市政对接等。

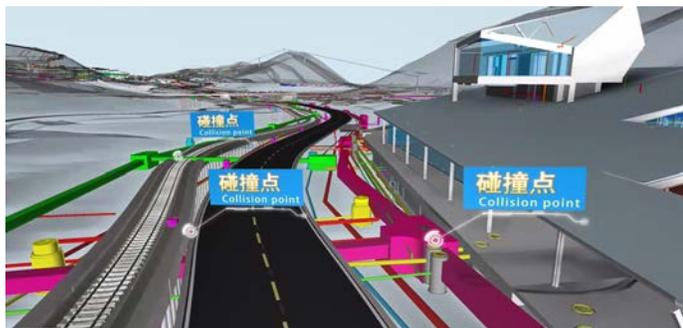


图4 市政管网、道路、小火车轨道等多专业碰撞分析

2.3 一张蓝图管理

(1) 基于CIM级模型实现“多规合一、一张蓝图”管理

项目整合全专业BIM模型及GIS地形数据，形成区域级CIM模型，统筹园区各类空间性规划，将划定城镇、农业、生态空间以及生态保护红线、永久基本农田、城镇开发边界（三区三线）以及其他前置条件整合在模型中，即“多规合一”，实现园博园“一张蓝图”管理。

(2) 视域分析辅助建筑选址

紫东阁为项目标志性建筑，东来金陵的新起点。在BIM+GIS整合模型中对紫东阁两个选址方案进行视域分析，选址A位于城市展园对面，选址B位于园博园最东侧。设定7个高铁乘客观测点，6个出入口观测点，13个主要景观观测点，仿真论证，辅助方案决策。通过对比分析，确定选址B为紫东阁规划位置。

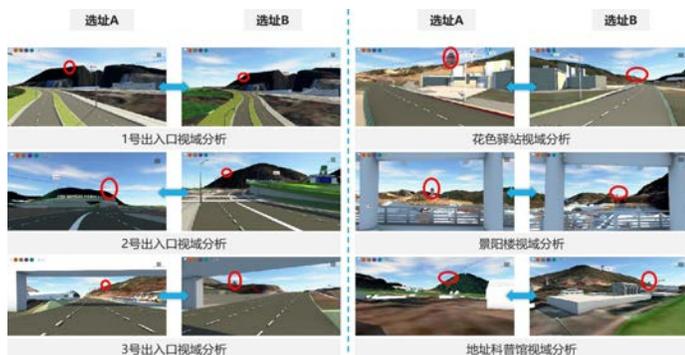


图5 紫东阁选址方案视域分析（部分）

(3) 西气东输管线保护风险点发布

西气东输管线横穿项目，是项目设计及施工中重点关注的影响因素和危险源。通过创建西气东输BIM模型与园区BIM+GIS模型整

合，检测西气东输周边可能存在的风险点，为各部门、各参建单位提供各专业与西气东输管线碰撞分析报告。模拟新建市政管线的西气东输区域的施工方案，合理安排施工，保证西气东输管线安全运行。



图6 西气东输管线风险点位置示意图

2.4 BIM深化贯通设计施工

(1) 工业遗址建筑改造

通过三维激光扫描仪采集工业遗存建筑点云数据，结合勘察数据逆向建模，精准确定既有建筑、钢构件尺寸及空间信息，避免后期因结构碰撞、尺寸冲突等原因造成返工。整合新建建筑，深化既有建筑改造方案、新旧建筑界面处理方案等，保证新旧建筑有机结合。



图7 主展馆工业遗址三维激光扫描点云模型



图8 主展馆逆向建模模型

(2) 园林复杂地形塑造

地形塑造室古建筑园林营造的重要工作，城市展园所在位置场地起伏较小，对于园林内部地形塑造有一定难度。项目在城市展园总体地形中切分各园林红线内的地形，拆分单体园林内的设计地形数据深化地形，根据景观图纸信息及现场实际地形调整单体园林内部地形塑造，满足设计需求。完成地形塑造后，将地形数据输出为三维可视化交底模型及等高线地形CAD图纸，用于现场地形塑造施工。

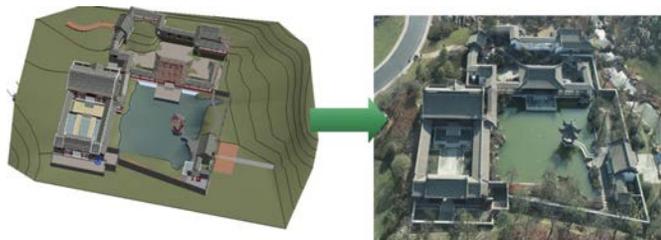


图9 BIM深化园林地形指导现场施工

(3) 现代木结构BIM应用

城市展园13个园林建筑为木结构，但各园林建筑风格不同，从明清风格到六朝时期风格均有涉及，表达江苏省13个城市传统园林片段和文化记忆。项目依照图纸1:1建立BIM模型，充分展示各古建筑单体的设计意图，全面支撑设计交底和技术施工交底。同时，建立古建筑构件族库，积累形成文旅特色的古建筑专业BIM族库。

南京园标志性建筑为景阳楼，采用了现代木套钢结构设计。现代木套钢结构是一次现代建造技术与传统古建造型相结合的大胆尝试，既能保证高层建筑结构的抗震、耐火、耐久要求，也可以有效避免伸缩开裂，同时木柱与钢构可以交叉施工，大幅度节约工期。项目使用BIM技术对钢木结构建立精细化模型，对重要节点进行深度设计，提前将钢结构和木结构节点处深化至指导施工精度。同时对景阳楼主体结构的重要施工工序进行模拟，用于技术交底，减少返工。

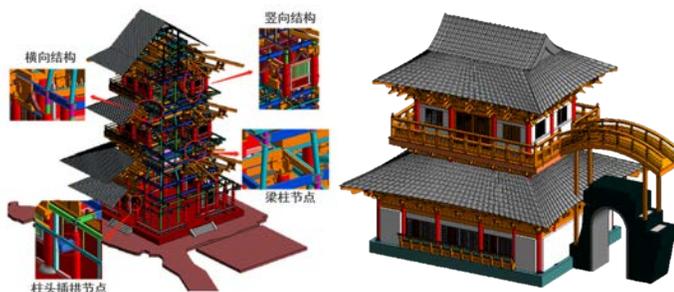


图10 景阳楼BIM模型爆炸图和多层景楼BIM模型

2.5 智能建造解决项目难题

(1) BIM+GIS技术应用

项目利用正射图进行方案汇报、大小市政对接、预放线、施工质量控制、管井点位复核等，解决超大场地定位放线、校核放线、单体建筑红线管控等难题，提高施工效率。

倾斜摄影技术可以高精度三维点云数据采集。项目通过定期采集现场点云数据，为项目提供高精度测量数据、土石方收方计算、现场进度管控、古建筑孪生数据库采集等支持。

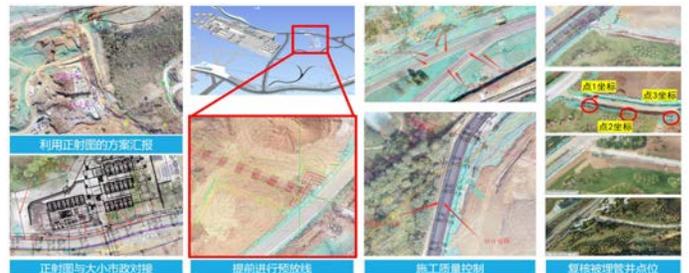


图11 正射影象技术应用

(2) BIM+砌筑机器人应用

丽笙酒店房间阳台隔墙采用艺术墙体设计，每堵墙排砖不同，整体形成特有艺术造型，人工砌筑难度大，艺术效果难把控。项目采用BIM+砌筑机器人技术，参数化排砖建模，砌筑机器人工厂分单元砌筑，现场直接装配施工，保证艺术墙体效果。

项目通过BIM技术对艺术墙体装配砌筑工序进行模拟，梳理工序关系，形成三维交底库支撑技术方案交底，指导现场施工。



图12 艺术砌体墙完工效果

图13 机器人砌筑单元墙体

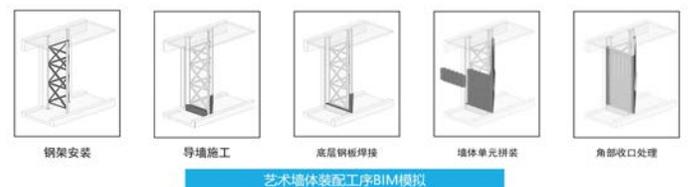


图14 BIM模拟墙体砌筑施工工序

(3) BIM+数字化加工技术应用

丽笙酒店屋顶为多曲面木架构，中庭位置为钢结构+胶合板异形木结构+膜结构，其构造较为特殊。采用RHINO- Grasshopper-TEKLA配合的深化设计的工作流，前端对接建筑师方案模型，后端对接工厂生产制造构件。超过3000根木梁形式类似各不相同，采用参数化设计，保证输出成果和构件加工的质量。

项目研发了多曲面胶合木檩条数字化加工技术，将大型木构件拆解成适应数控机床设备加工(<2.5米)和机器人加工(>2.5米)的尺寸，解决了胶合木檩条精确、高效制作难题。机器人系统的介入取代了工人读图和放线的传统生产过程，同时提升了切割、打孔、铣削、开槽效率和准确性。经实践分析，大尺度木结构的加

工过程耗时减少40%-60%，单台机器人的产能可替代掉2-3个熟练技工。



图15 BIM+数字化加工技术应用

3. 智慧管理——CIM级智慧园博管理平台

3.1 建设期间双平台管理

项目建设期间，为业主自主研发的江苏园博园协同管理平台进行智慧管理，包括包含驾驶舱、会务管理、进度管理、资料管理、设计协同、全景浏览等14项功能、41项子功能。

中建八局BIM协同管理平台主要包括BIM模型、资料管理、质量管理、安全管理、计划管理、设计管理六大模块，PC端实现项目信息、管理流程制定，Web端实现数据可视化监控，手机端实现现场数据实时采集，工程数据实时查看，实现多部门、多专业间的协同工作。



图16 基于BIM技术的运维管理平台

3.2 运维运营双平台实现智慧园博

(1) 基于BIM的运维管理平台

项目基于BIM+FM+IoT技术打造综合运维管理平台，为项目提供空间使用分析、环境与能耗分析、工单综合分析、设备类型与故障分析等各类统计交叉融合分析、为项目运维决策提供更准确的信息。

以BIM模型为载体对建筑全生命周期及设施设备全生命周期管理模式、FM资产管理模式，基于BIM成果深度集成建筑动态运维信息，实现跨系统数据整合，形成数字化资产，让资产管理更加灵活便捷，溯本求源，有据可依。

(2) 智慧园博运营管理平台

CIM级智慧园博运营管理平台基于超脑计算、BIM、人工智能、5G等技术研发，保障项目从建设好走向运营好。平台建设内容有7项运营相关系统，8项游客体验系统和20项基础管理系统。建设大数据集成+时空数据计算平台，利用大数据和AI从数据中获取知识解决旅游行业问题，提供点、线、面结合的顶层设计，所有子系统的时空数据集成至园博超脑平台，执行AI模型，对各管理业务线进行分析和判断。从解决旅游行业痛点出发提供开放式的生态平台，赋能整个园博园。指挥中心可以通过多主题界面的宏观数据实时查看园区状态。平台特色功能有：AI客流量过载预警及疏导、刷脸游园、空域安全系统、AR导览及虚拟体验等。



图17 智慧园博运营管理平台 (1)



图18 智慧园博运营管理平台（2）

4. BIM应用总结

BIM技术在本项目的应用结合了全球地理信息系统（GIS）技术，整合全专业BIM模型，很好地为项目解决超大场地带来的多专业协同的难题，提前为项目发布专业的风险提示，避免现场大量的返工，保证项目安全高效履约。同时，项目使用BIM技术为业主提供了充分的规划设计阶段的论证和多方案对比，提高业主决策速度，保障现场施工进度合理平稳推进。在古建建筑群中探

索使用了BIM技术，对现代木包钢结构、复杂卯榫节点进行深化设计，辅助技术方案交底，大大提高了现场项目管理质量。在其他应用中，BIM技术充分发挥了其可视化、模拟性、协调性、优化性等的特性，为超大体量复杂文旅特色项目提供了BIM技术解决方案。基于BIM+GIS的运维管理平台和CIM级智慧园博运营管理平台为项目运营持续赋能，打造项目全生命期智慧管。

参考文献

- [1] 李进军, 蔡忠祥, 张其林, 岳建勇. 基于BIM的三维激光扫描技术在复杂山地基础协同设计中的应用[J]. 建筑结构. 2020,50(18)
- [2] 张鹏飞, 上海世博绿色智慧生态园区运维管理分析[J]. 绿色建筑. 2017,9(06)
- [3] 王继红. BMI技术在木结构建筑设计中优化作用探析[J]. 居舍. 2020,(18)
- [4] 委玉奇. BIM技术在木结构建筑中的应用——评《装配式木结构设计施工与BIM应用分析》[J]. 林产工业. 2019,56(12)
- [5] 车登科. GIS+BIM技术在某特色小镇建设中的应用[J]. 中国建筑金属结构. 2021,(03)
- [6] 张珂, 赵金宝, 陆峰, 李志国. 砌体墙砌筑机器人结构稳定性分析及优化[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版). 2021,37(02)
- [7] 王海龙, 高将. 海南某星级酒店项目机电管线综合设计探讨[J]. 安徽建筑. 2019,26(03)
- [8] 卢勇东, 杜思宏, 庄典, 包阳, 金星, 周欣, 石邢. 数字和智慧时代BIM与GIS集成的研究进展:方法、应用、挑战[J]. 建筑科学. 2021,37(04)
- [9] 吴伟,原波,曹雪菲,钟启勇. BIM技术在山地异型结构施工中的应用[J].建筑技术. 2013(01)
- [10] 汤毅, 张勤, 潘健, 杨林明, 谷月. BIM对机房装配化施工的探索与应用[J]. 安装. 2020,(06)



欧特克大视界

咨询热线：400 056 5020

Autodesk、Autodesk 标识是 Autodesk, Inc. 和/或其子公司和/或其关联公司在美国和/或其他国家或地区的注册商标或商标。所有其他品牌名称、产品名称或者商标均属于其各自的所有者。Autodesk 保留随时调整产品和服务供应、规格以及SRP的权利，恕不另行通知，同时 Autodesk 对于此文档中可能出现的印刷或图形错误以及其他错误不承担任何责任。© 2021 Autodesk, Inc. 保留所有权利 (All rights reserved)。

