

佳兆业金融大厦施工总承包 BIM 技术应用

李攀 王尚宁 朱超 罗烨钦 廖裕海 万钟 吴雅婷

(中国建筑第四工程局,广州 510000)

【摘要】佳兆业金融大厦施工总承包项目设计初期采用 BIM 技术全过程深化设计,有效规避了设计初期容易出现的疏漏以及在前期利用 BIM 技术把控成本。采用 BIM 技术提升总承包管理能力,加强项目信息化沟通,应用施工管理数据平台将项目的进度、技术、物资、安全、质量等信息进行采集并集成,实现项目的可视化、精细化管理。作为局级重点工程推广项目,致力于应用 BIM 技术探索新型总承包管理之路,开启 BIM + 总承包项目管理的新型模式,为超高层建筑从传统建造转变为全过程 BIM 智慧建造管理目标研究作出贡献。

【关键词】超高层工程;协同管理;钢结构预拼装; BIM; 全过程

【中图分类号】TU17 **【文献标识码】**A

【版权声明】本文被《土木工程信息数据库》、中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录上网,未经授权严禁登载。

1 工程概况

1.1 项目简介

佳兆业金融大厦项目位于深南中路与上步南路交叉口西南部,占地面积约 1.4 万 m²,总建筑面积约 17.5 万 m²。由一栋 52 层超甲级办公楼,6 层商业裙楼和 4 层地下室组成。项目建筑高度 258m,工程确保达到鲁班奖质量标准,建成后将成为佳兆业集团总部大厦。项目使用的新技术多,技术处理难度大,专业分包多,施工作业交叉面广,工序穿插困难,工期履约风险高,成本管控难度大,由此在施工总承包管理中引入 BIM 技术,已探索信息总承包管理之路,打造四局和丰隆集团的 BIM 标杆。

1.2 工程特点和难点^[1]

(1)施工难。作为佳兆业集团总部大厦新址,包含一座超甲级办公楼,技术处理难度大,使用新技术较多,技术方案复杂,需使用 BIM 进行深化和仿真模拟。

(2)难管理。项目专业分包多,作业交叉面广,工序穿插困难,施工过程设计变更多,总承包管理难度大,工期履约风险大,成本管控难度大。



图 1 佳兆业金融大厦项目效果图

(3)品质高。项目竣工之后成为佳兆业集团总部大厦,要求工程确保获得鲁班奖。作为局级重点工程推广项目,致力于应用 BIM 技术探索新型总承包管理之路,作为佳兆业集团总部战略新址,承载佳兆业高端项目 BIM 样板基地,致力于打造四局和佳兆业 BIM 标杆项目。

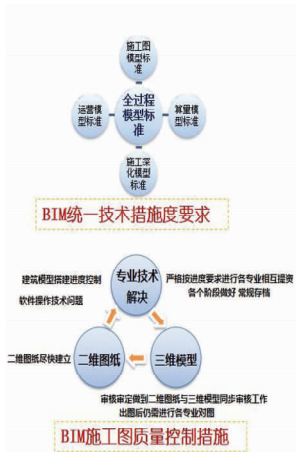
【作者简介】 李攀(1980 -),男,高级工程师,主要研究方向:施工技术、质量以及科技创新管理;王尚宁(1993 -),男,助理工程师, BIM 技术工程师,主要研究方向:施工技术、 BIM 技术研究以及科技创新管理;朱超(1995 -),男,助理工程师, BIM 技术工程师,主要研究方向:施工技术、 BIM 技术研究以及科技创新管理。

2 BIM 组织与应用环境

2.1 建立全过程项目统一技术措施

(1)本项目采用统一的全过程模型标准,其中包括算量模型标准、施工图模型标准,施工深化模型标准,运营模型标准;在模型精度上按照专业细分成一级子项、二级子项,根据施工图设计的构件信息具体要求到尺寸、型号、编号的准确度,从模型上实现精细化管理,有效避免了前期的建模错误与疏漏,保证了全过程模型的准确性与协同性。

(2)执行严格的 BIM 施工图质量控制措施,实现同步审核二维图纸与三维模型,出图后进行各专业细节核对,并做好相关的常规存档。三维模型建立后严格按照进度要求进行各专业提资,有效地通过 BIM 模型实现成本管控。



模型精度要求					
专业	一级子项	二级子项	施工图设计		
			几何信息	属性信息	材料信息
结构	柱	柱头	精确几何形状、尺寸、连接方式	柱头编号、截面尺寸、标高、定位标高、混凝土强度等级/型号	
	梁	梁头	精确几何形状、尺寸、连接方式	梁头编号、截面尺寸、标高、定位标高、混凝土强度等级/型号	
	板	板头	精确几何形状、尺寸、连接方式	板头编号、截面尺寸、标高、定位标高、混凝土强度等级/型号	
	墙	墙头	精确几何形状、尺寸、连接方式	墙头编号、截面尺寸、标高、定位标高、混凝土强度等级/型号	
MEP	风管	风管头	精确几何形状、尺寸、连接方式	风管头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
	水管	水管头	精确几何形状、尺寸、连接方式	水管头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
	桥架	桥架头	精确几何形状、尺寸、连接方式	桥架头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
	电缆	电缆头	精确几何形状、尺寸、连接方式	电缆头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
建筑	外墙	外墙头	精确几何形状、尺寸、连接方式	外墙头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
	内墙	内墙头	精确几何形状、尺寸、连接方式	内墙头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
	楼板	楼板头	精确几何形状、尺寸、连接方式	楼板头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	
	楼梯	楼梯头	精确几何形状、尺寸、连接方式	楼梯头编号、截面尺寸、标高、定位标高、材料、规格	

图 2 BIM 实施策划

2.2 BIM 应用目标

- (1)设计阶段—运用 BIM 模型先行的设计概念,复杂空间的运用多系统协同设计。用 revit 建立建筑结构机电等专业模型,模型经过多方参与沟通审核修改再进行出图,确保出图率以及精确率达到 95% 以上,其中钢结构设计出图率 100%。
- (2)施工阶段—建立精度为 LOD400 以上的竣工模型作为后期建筑运营的模型基础,施工模型挂接施工进度计划以及资金管理计划进行具有可指导性的 5D 施工模拟,达到施工、资金管理流动可视化。
- (3)运维阶段—项目施工过程中的信息采集入库,并利用项目 BIM 竣工模型作为信息储存的向导,进行绿色节能数据化管理。结构与机电的模型进行空间分析,确保施工现场空间分析标准达到运营要求。

2.3 BIM 应用软硬件配置

2.4 BIM 综合应用内容汇总

项目 BIM 综合应用主要在技术管理、商务管理和现场管理三个方面,其中技术管理从项目开工前就开始应用,在传统的工作上增加模型创建、图纸与模型对比审查、模型深化设计、施工模拟等内容,严格做到 BIM 先行和 BIM 指导施工;在商务管理方面,日常的施工测算、资源协调和成本控制借用广联达相关软件,打破传统的手算与现场协调,利用信息化技术,力求达到现场成本控制精细化,资源利用合理化;在现场施工管理方面,在传统的施工层面增加样板模型引路原则,实施新的三维交底

4、BIM应用软硬件配置

二、BIM实施组织介绍

名称	硬件配置型号	数量/台	序号	软件名称	软件用途
戴尔数据服务器	戴尔数据服务器 戴尔 (DELL) PowerEdge R720 服务器, 双英特尔® 至强® E5 CPU 64GB内存 RAID 5阵列, 2T硬盘 8块, 总工12T内存, 备份6T, 操作系统:windows serve 2008.R2	1	1	Tekla v20.1	钢结构建模软件
戴尔工作站戴尔 Precision T3610	处理器: 英特尔® Xeon E5-1607 v2 显卡: Nvidia Quadro K5000 (1 GB / Nvidia) 双显示器: 戴尔DELD04E DELL E2213 (22 英寸) 主板: 戴尔 09M8Y8 (英特尔 Ivytown DMI2 - X79 PCH -) 操作系统: Windows 7 旗舰版 64位 (简体中文) 内存: 16 GB (三 8GB DDR3 1600MHz) 硬盘: 希捷 ST1000DM003-1CH162 (1 TB / 7200 转/分)	8	2	Autodesk Revit 2018	建筑、结构、机电专业三维设计软件; 建筑漫游、给排水、电气、管线综合碰撞检查设计应用软件
戴尔移动工作站 M6800	处理器: 英特尔® 酷睿™ i7-4910MQ 处理器 (四核 2.80GHz, 3.80GHz Turbo, 6MB 47W, 含HD显卡 4600) 显卡: Nvidia® Quadro® K4100M 4GB GDDR5 操作系统: WWindows 7 旗舰版 64位 正版系统(简体中文)	1	3	Navisworks Manage 2018	三维设计数据集成, 软件空间碰撞检测, 项目施工进度模拟展示专业设计应用软件
平板电脑	尺寸: 9.7英寸; 分辨率: 2048×1536; 核心数: 三核心; 处理器: 苹果A8X; 系统内存: 2GB; 存储容量: 16GB;	2	4	Sketchup	现场三维模拟, 辅助施工部署, 场地规划
			5	广联达土建 钢筋算量软件	土建工程、钢筋工程量预算软件
			6	广联达 BIM 5D平台	BIM集成协同工作平台
			7	Lumion 8.0	场地模型、施工样板、效果渲染及施工模拟
			8	Fuzor	4D施工模拟

图 3 BIM 配置

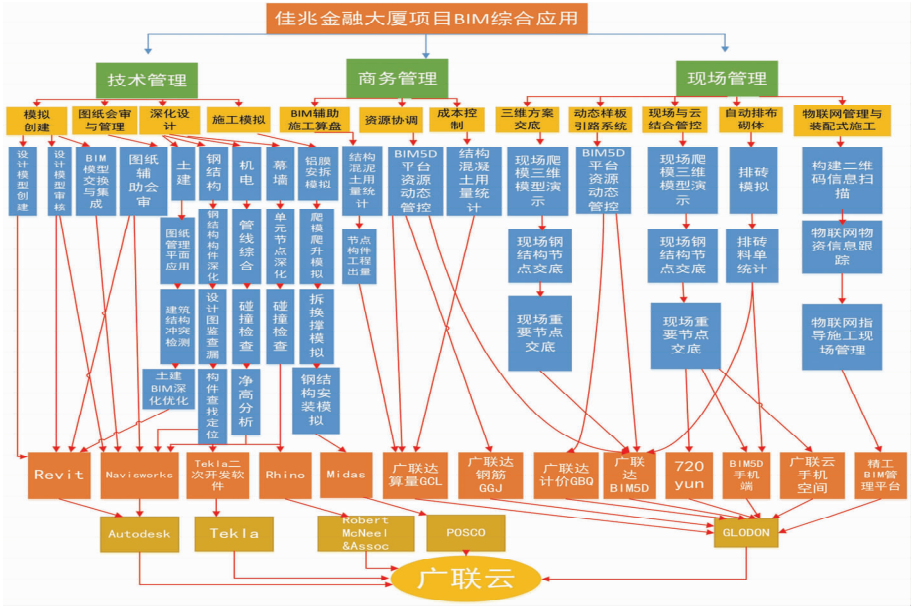


图 4 BIM 综合应用分解图

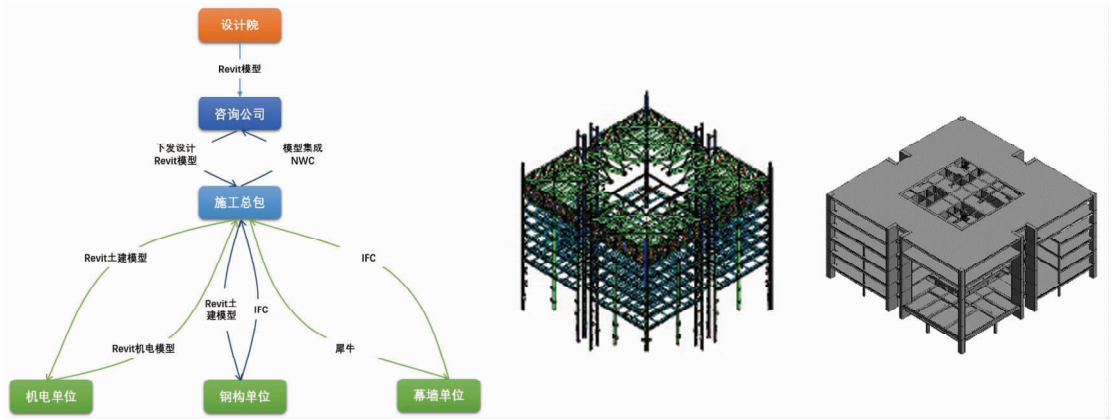


图 5 模型协作流程

技术,在现场结合云平台的条件下帮助现场施工,实现现场施工的信息化管理。通过收集多个平台的各种成果和信息,最后统一用广联云集管理,达到现场施工、技术、商务等多方面的综合管理。

3 BIM 深化设计主要应用

3.1 场地分析和形体推敲

在方案设计阶段创建基地模型,利用 BIM 技术结合 GIS 及 Fuzor 对任务书的条件进行判断、整理、分析自然地形和建筑环境。场地分析完成后,将任务书中的建筑指标进行深入分析,确定建筑设计的基本框架。把功能、形体、环境紧密地联系在一起,在此基础上建立一个合适的体量模型容纳具体的

功能,并通过运行 Fuzor 分析,达到最佳的设计效果^[2]。

3.2 BIM 模型数据交换与集成

在设计院移交 BIM 模型的基础上,通过优化深化,向各分包提供模型精度为 LOD400 的施工模型,同时接收各分包专业模型,进行模型集成,完成了模型 BIM 模型数据的交换与传递。

3.3 设计模型深化优化

经各方商定塔楼核心筒采用铝膜的施工工艺。在施工前通过 BIM 建立铝模模型并进行设计深化以及施工深化,并利用铝模三维模型对现场工作人员进行重难点施工的技术交底,通过 720 全景技术展示铝模样板模型,现场粘贴二维码让现场人员时

刻通过模型进行施工详细合理的组织^[3]。

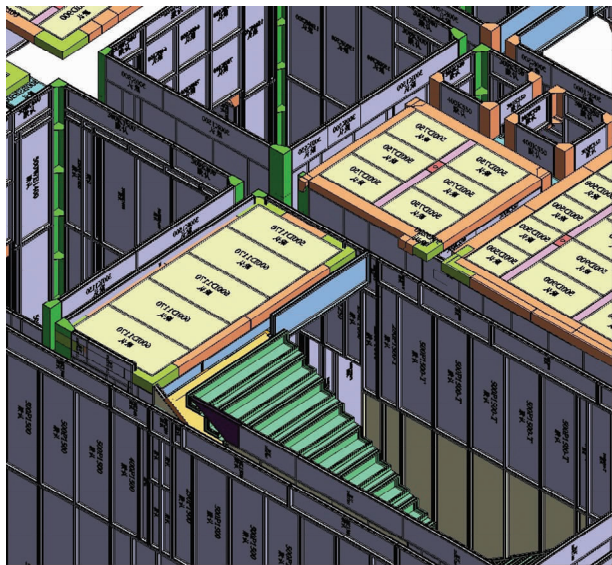


图 6 铝模模型深化

在钢结构节点深化方面,在牛腿与钢筋连接位置以及钢结构与混凝土结构连接位置等节点,充分发挥了 BIM 深化设计优势。在深化钢结构牛腿的过程中发现劲性柱的纵筋无法连接到牛腿焊接的套筒,经与设计院沟通,将原套筒位置焊接一块同牛腿加劲板的钢板,钢筋与钢板通过焊接 10d 的长度连接,解决了该类问题。再者,模型审核时发现塔楼混凝土梁的钢筋与劲性钢结构柱碰撞,梁筋无法穿过钢结构钢板,经与设计沟通,在钢结构腹板或翼缘处开设穿筋孔或者通过焊接套筒解决,设计深化过后达到模型指导现场施工的效果。

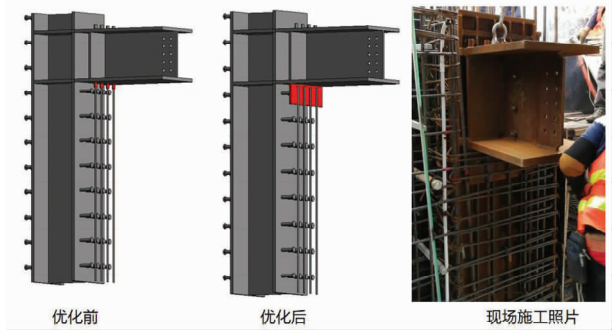


图 7 钢结构牛腿设计优化

3.4 综合管线协调与优化、深化方案比选

利用 BIM 模型优化管线深化设计,合理布置管线,预留洞口,净高分析,输出管线图纸。地下三层设备走廊管线深化前后对比,深化前净高为 2 200,

深化后净高为 2 750^[5]。

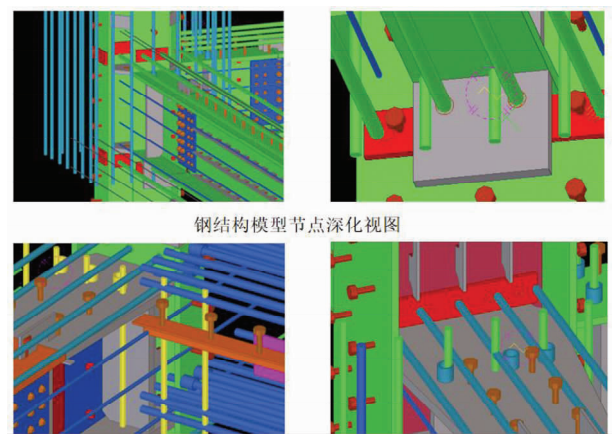


图 8 钢结构节点深化

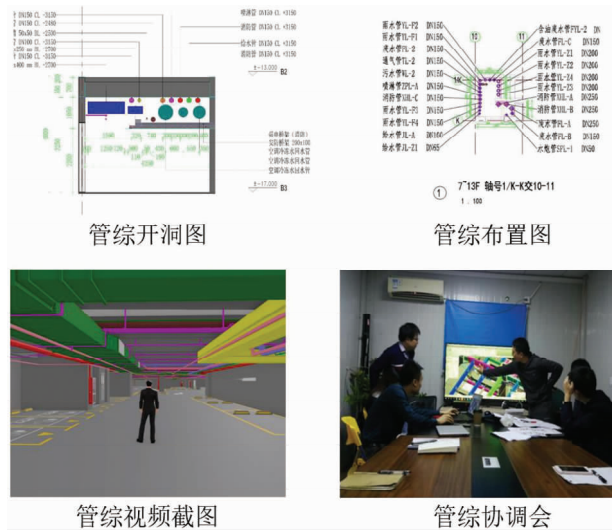


图 9 管综深化

4 BIM 施工主要应用^[6]

4.1 结构与临时支撑冲突检测

项目基坑支护形式采用地连墙 + 三道混凝土内支撑的形式,钢管桩与结构的梁柱碰撞较多,经 Navisworks 检测,发现 150 处碰撞;支撑梁板和现浇混凝土板净空检测,净高只有 1.35m,提前发现问题并提出解决方案。

4.2 机电应用

施工前利用 BIM 技术对工程施工中管道设备进行碰撞检查以及净空分析,避免施工过程中影响管线排布净高,减少拆改。在施工阶段,实时根据设计变更修改结构模型并根据结构变更调整管线

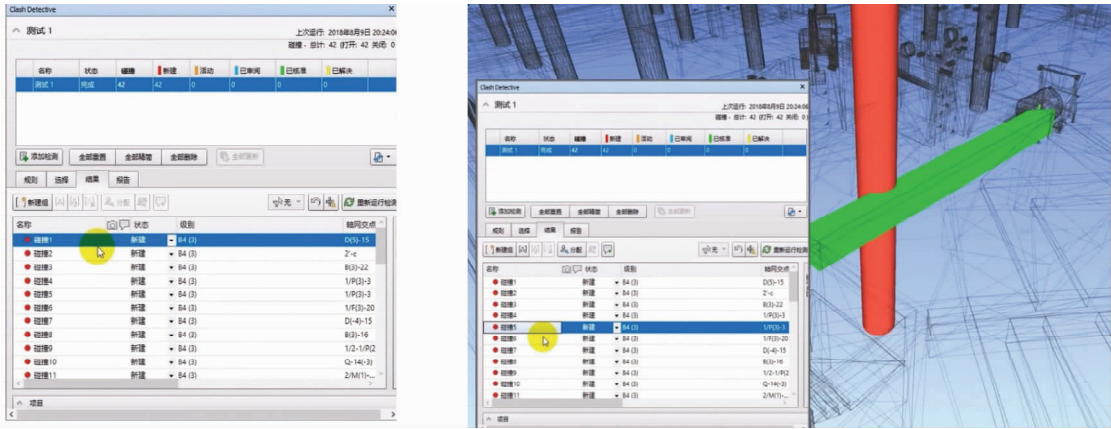


图 10 碰撞检测报告分析

排布方案,对项目在现场设备管线专业的精细化施工提供指导^[7]。

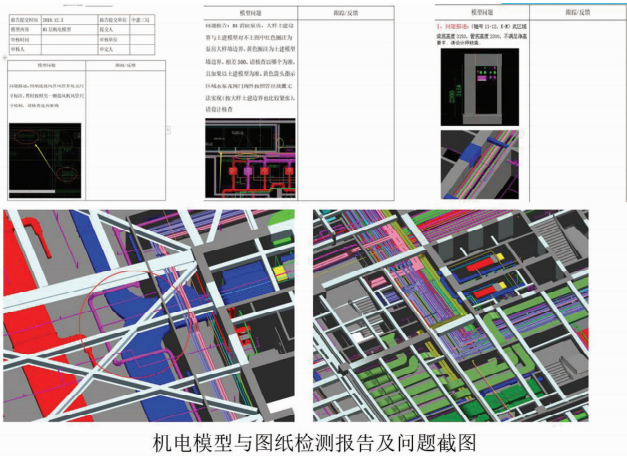


图 11 机电模型审核报告

4.3 幕墙应用

(1)对幕墙特殊交接位置(如交叉金属装饰条)建立初步模型,通过选取节点深化,将难以想象的

空间拼装关系实体化,从而确定现场拼装所需材料,深化过后的模型精度达到 LOD200^[8]。

(2)利用 BIM 软件进行幕墙板块建模,快速分析与主体结构的碰撞关系,并通过软件针对幕墙单元进行构件预拼装,不仅能校验施工图的组装合理性,更能直接输出构件加工图,直接输入数控加工设备加工。从设计方案至单元组装安装提供一体化的质量控制。

4.4 基于 BIM 的现场管理

4.4.1 信息化施工管理

对外形造型独特、结构结点复杂的质量样板,通过三维图片、三维动画进行交底;使复杂的结构清楚、直观地呈现出来,能有效避免因误读图纸而造成的返工,提高了现场人员识图效率。

另外,项目还采用广联达 BIM5D 软件进行施工现场砌体的自动排砖并出量、出图,使用广联达 BIM5D 管理平台管理现场的施工信息并帮助现场施工。

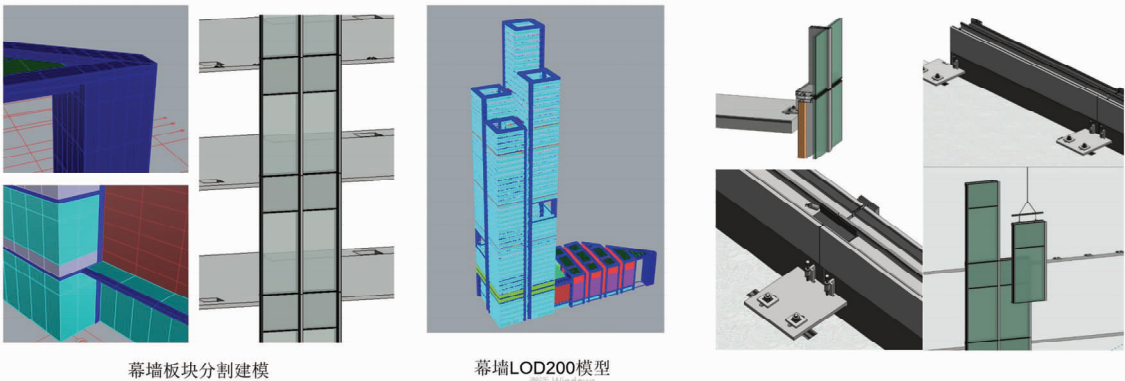


图 12 幕墙模型深化与模拟安装

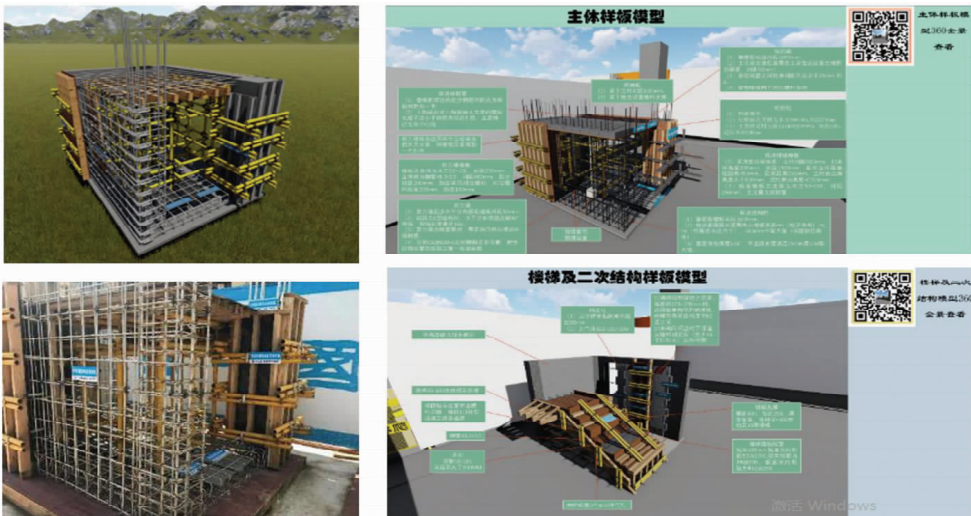


图 13 样板模型及 720 全景图

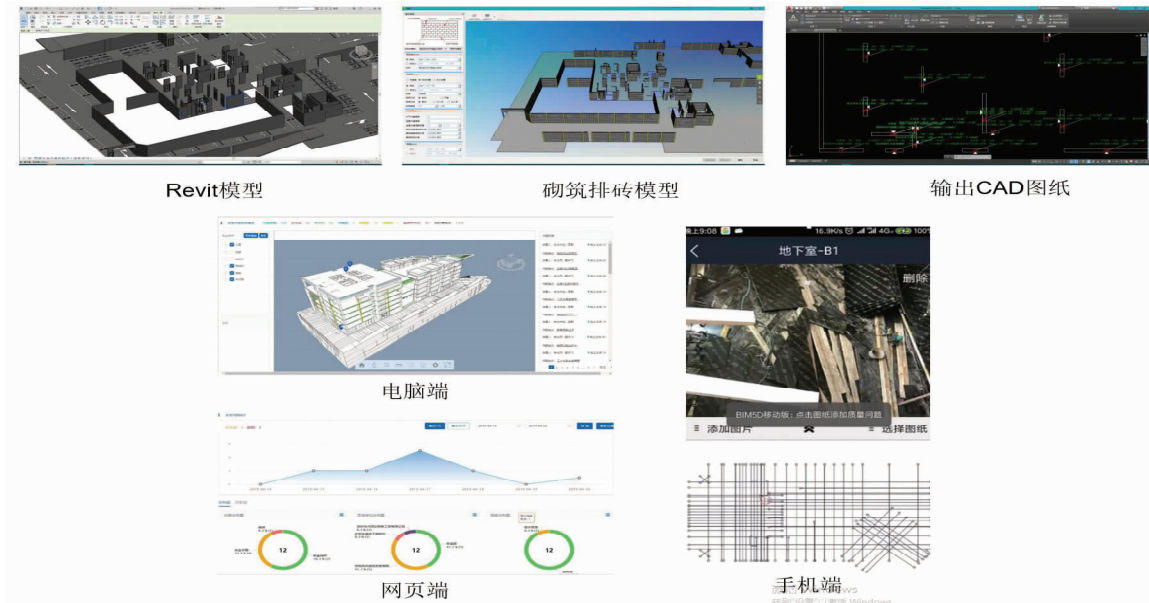


图 14 自动排砖与 BIM5D 平台应用

4.4.2 技术方案编制

高支模施工方案利用广联达 BIM 模板脚手架软件,导入已经建立的 RVT 模型或者广联达土建 GCL 模型,输入模架参数后,自动计算整个模架体系安全性,可自动生成模架计算书和方案,提高了高支模施工方案的编制和可靠性。

5 创新性应用

5.1 爬模三维深化设计

本项目核心筒外采用先进的爬模施工技术代

替了传统的爬架技术,相比较而言,爬模技术更安全,也更利于施工,但由于成本较高而少用于一般的民用建筑,在项目各方的商讨下决定采用爬模技术,一方面在周边复杂的地理环境下更能保证施工质量,另一方面在有限的场地和较高的操作难度上可以节约工期,同时也能最高程度上保证工人的操作安全,由于国内并没有大面积采用爬模,故爬模施工时的安全性与可操作性成为了检验的重点。

在设计阶段利用 ANSYS 软件将各个关键的构件的数据录入后形成有限元分析模型,针对每一个构件的受力稳定性、强度进行分析,通过分析结果

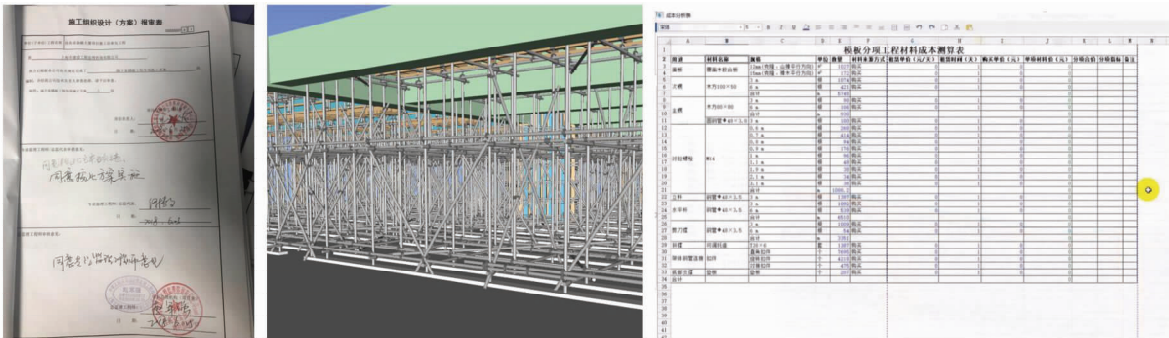


图 15 高支模方案编制

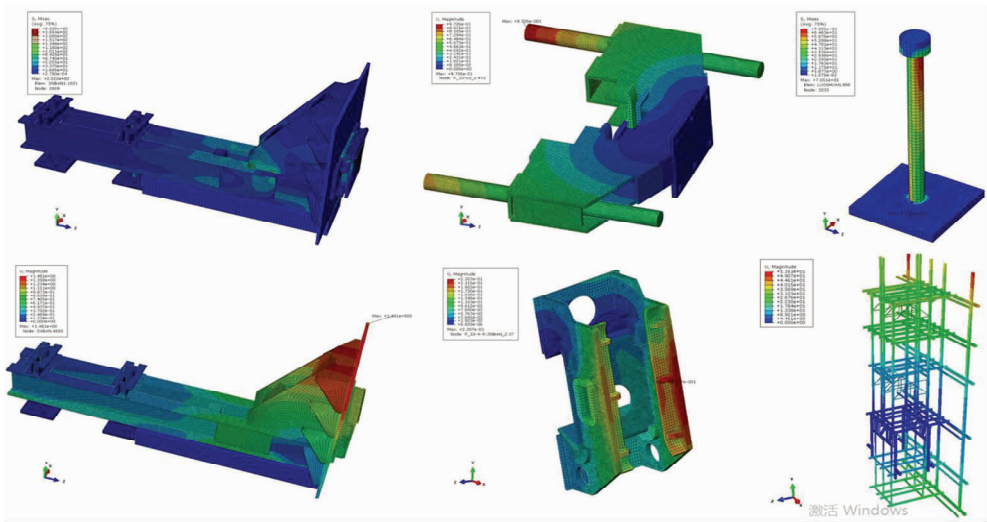


图 16 爬模构件分析

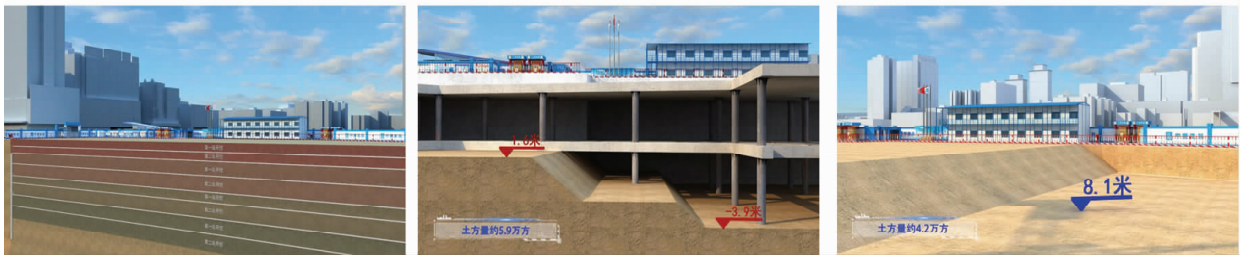


图 17 土方开挖模拟

进行调整,保证每一个关键构件在施工时的安全性,然后进行局部整合并分析,如安全通道处的上下楼梯,先通过软件进行每一块踏板的受力稳定和扶手位置、高度的验算分析,根据分析结果调整后组合并对通道整体分析验算,通过验算结果确定是否可行。局部通过验算分析后,将每一层作为一个整体进行验算,最后将每一层爬模进行组合,设置各项参数后进行有限元分析计算,根据最后的分析结果编写施工方案和加工爬模构件。

5.2 土方平衡

项目周边环境复杂,由于地下连续墙邻近地铁,土方开挖时会影响到地连墙,地方政府、上级单位和业主特别重视,故土方开挖阶段的工作开展起来较为繁琐。

为保证施工,首先在土方开挖前,利用无人机搭载多台传感器,同时从垂直、倾斜多个不同角度采集项目地形影像,结合软件功能在电脑端形成场地模型,运用软件模拟开挖顺序并确定土石方开挖

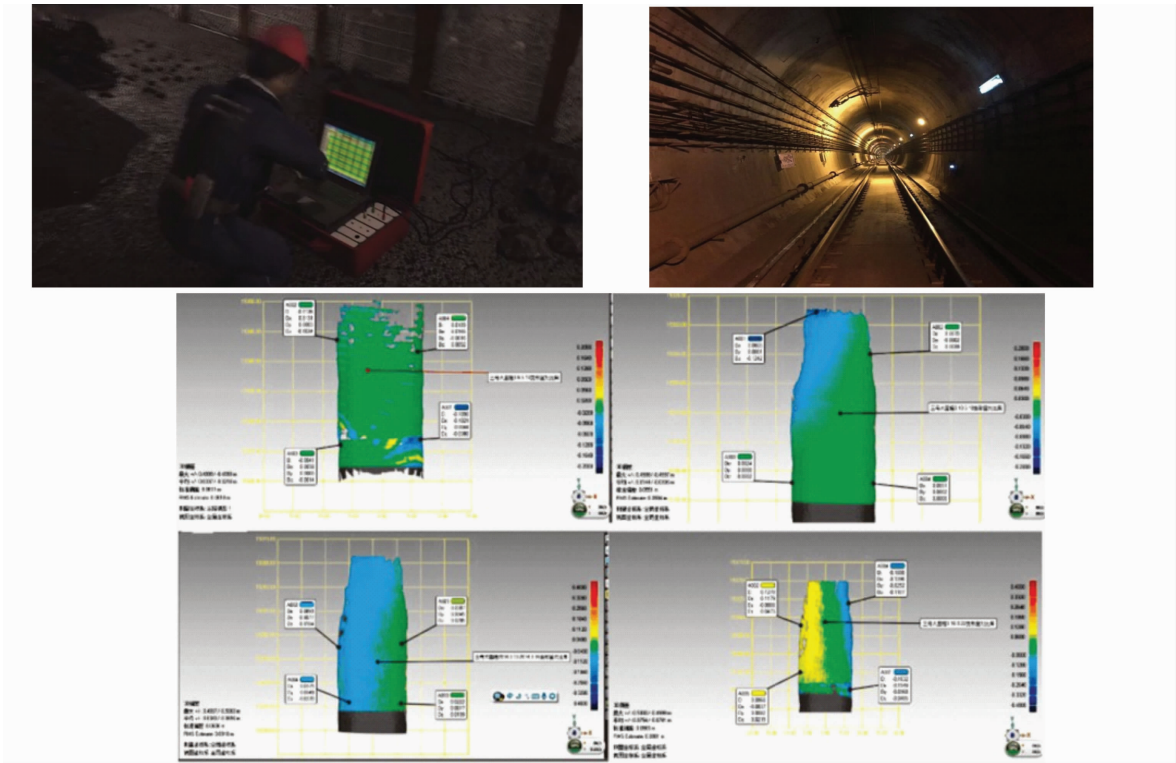


图 18 地铁监测与基坑监测

方案及土石方开挖工程量。

5.3 点云技术应用

项目基坑北侧 1m 位置为深圳地铁 1 号线,先通过点云技术收集地铁表面大量的密集点的三维坐标、反射率和纹理等信息,通过电脑生成地铁的三维模型,在地铁和紧邻的地连墙安装相关仪器时刻监测,定时定点上传监测数据,并在模型中体现,若出现沉降值过高第一时间发出警报,项目目前无一次超过预警值,达到基坑监测、地铁车站及轨行区监测的目的。

5.4 虚拟现实 VR、AR 应用

为帮助项目管理人员更好地了解即将施工的区域,项目设置独立的 VR 体验区,预先将项目的整体模型导入 VR 体验主机内后,利用 VR 技术可直接漫游本项目的模型。后期将机电模型导入结构实体中,经过轻量化处理后上传至 BIM5D 平台,通过 AR 虚拟成像技术,可在地下室没有网络的情况下通过手机扫描查看机电模型。

5.5 钢结构 BIM 应用

为提高钢构件加工整体精度匹配和现场安装效率,建立标准的建模工作以及相关科技工作流



图 19 VR 与 AR

程,利用先进的三维激光扫描仪进行三维数据采集,最后把扫描模型数据和 BIM 模型数据进行对比分析,得出预拼装检测报告,对腰桁架钢结构进行虚拟预拼装,得出虚拟预拼装检测数据,指导工厂加工。通过此技术项目钢结构实现了工厂预制化,管理精细化,过程经济化^[10]。

本项目从钢结构材料采购、工厂加工、构件跟踪、现场施工全程采用精工钢构 BIM 对钢构件进行全程跟踪控制。软件后台会根据现场进度情况



图 20 钢结构工厂预拼装

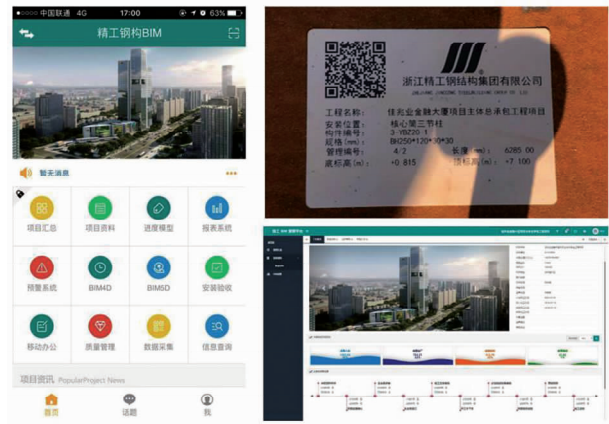


图 21 钢结构构件跟踪

对成品入库、出库、进场验收、安装完成生成钢构的工程量及百分率。

6 项目 BIM 应用总结

6.1 应用总结

项目由建设方为主导的 BIM 全过程管理,利用模型集成设计阶段,施工阶段以及运维阶段的数据信息,所有信息实现集成共享,实现高度集成的数字化、信息化管理模式。BIM 执行团队以 BIM 模型作为执行作业的基础,充分利用 BIM 专业软件及其延展开发的软件工具,在该工程项目设计过程初期,对此 BIM 模型之 3D 模型,进行一些必要的数量计算程序,产出一套(或部分重要工项)准确的工程数量估算和成本估算,并能快速因应项目可能的变更修改,而将反映在成本增减的影响马上呈现出

来,避免预算超支,以节省时间和金钱的过程。这个过程也可以让设计人员及时从设计调变中随时观察到成本的影响,可以有效遏制由于过度修改项目而造成预算超支。施工阶段配合设计单位进行施工图深化,较好地解决传统二维设计下无法避免的错、漏、碰、撞等现象。

项目竣工之后作为佳兆业集团总部大厦将应用 BIM 技术于运维管理当中,建造阶段的竣工模型会不断的精细化完善,把大厦的运维信息集成于模型当中,实现信息的共享以及运维痕迹的可视化。团队将后期运维阶段利用平台信息处理与大数据分析,实现设备的检测,动态交互以及将 AV, AR, MR, GIS 等技术 with BIM 进行融合,充分实现 BIM 信息的价值视为后期研究的重点。

6.2 应用心得

BIM 不仅仅是把 CAD 换成 REVIT(3DMAX 等)这么简单,很多人对 CAD 软件运用得十分熟练,发展到 BIM 技术的时候,很多人只是把它看做是一项简单的软件操作,这种观念是错误的。BIM 软件体系是覆盖了建筑项目全生命周期的各个专业与环节,并不是单一软件厂商可以做到。其次三维设计与平面设计有着本质的区别,需要技术人员从绘图习惯、设计观念上进行转变,需要用三维模型生成平面图,而摒弃了先绘制二维图纸再联想成三维实体。

BIM 技术使得一次性出图效率、概预算精度以及施工管理的精细化大幅提高,对于 BIM 的理解以及应用的意义决定了个人与企业在今后实践中能

取得多大成绩。就目前行业应用状况与建筑行情来看,对于 BIM 软件的重视程度远远高于 BIM 本身。学习 BIM 与应用 BIM 还是应当从理念入手,通过 BIM 训练自己建立一种更科学更接近于真实建造过程的思维方式。

参考文献

[1] 张灿,李万章,韩小鹏,等. BIM 在建筑施工中的深度应用—2019 年中国北京世界园艺博览会生活体验馆工程[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(1): 55-62.

[2] 白雪海,许蓁. 虚拟·体验·互动——Fuzor 软件在建筑设计教学中的综合性应用[C]//2015 年全国建筑院系建筑数字技术教学研讨会.

[3] 杨新,焦柯,鲁恒,等. 基于 BIM 的建筑正向协同设计平台模式研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(4): 28-32.

[4] 孔庆生,余建春,赫发宝. 杭州下沙礼拜堂钢结构质量创优管理[J]. 土木建筑工程信息技术, 2014, 6(2): 84-87, 110.

[5] 李惠,何爱利. BIM 技术在建筑设备专业设计中的软件应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2013, 5(6): 101-106.

[6] 郑小云. BIM 技术在设计优化及智慧工地建设的应用研究[D]. 浙江大学, 2018.

[7] 李佳蔚. 基于 BIM 技术的机电实验分析方案[J]. 土木建筑工程信息技术, 2012, 4(4): 47-50.

[8] 胡轶,康志宏,曹乐,等. 北京中关村科技园—丰台创新中心项目 BIM 技术综合应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(4): 7-12.

[9] 黄良辉. 基于 BIM5D 的南方花园施工项目成本控制应用研究[D]. 兰州交通大学, 2017.

[10] 骆鹏飞,王强强,赵切,等. 北京新机场旅客航站楼及综合换乘中心钢结构工程 BIM 应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2019, 11(2): 1-5.

BIM Application in Construction General Contracting Project
of Kaisa Financial Mansion

Li Pan, Wang Shangning, Zhu Chao, Luo Yeqin,
Liao Yuhai, Wan Zhong, Wu Yating

(China Construction Fourth Engineering Division Co., Ltd., Guangzhou 510000, China)

Abstract: From the early stage of the design, the general contracting project of Kaisa Financial Mansion has adopted the BIM technology to accomplish the detailed design of the whole process, effectively avoiding the omissions that are easy to appear in the early stage of design and controlling the cost by BIM application in the early stage. Application of BIM technology is able to improve the general contracting management ability, to strengthen the information communication of the project, and to collect and integrate the progress, technology, materials, safety, quality and other information of the project with the construction management data platform, so as to realize the visualized and refined management of the project. As a key engineering promotion project at the bureau level, it is committed to exploring a new way of general contracting management by applying BIM technology, opening a new mode of BIM + general contracting project management, and contributing to the research on the goal of intelligent BIM construction management in the whole process of super high-rise building transformation from traditional construction.

Key Words: Super High-Rise Project; Collaborative Management; Preassembly of Steel Structure; BIM; Whole Process