

嘉兴市三元路新建工程 EPC + BIM 综合应用

黄俊炫 张守军 戚静东 李紫秋 李昕

(上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司,上海 200092)

【摘要】嘉兴市三元路新建工程项目实施面向设计施工全过程的 EPC + BIM 综合应用模式,结合 BIM 软件的自主研发和 BIM 协同平台的定制开发,实现了 BIM 模型和信息的渐进集成,从而推动设计过程优化,提升施工管理水平,有效解决了设计与施工衔接的信息整合难题,最终达成“多快好省”目标,可供其他 EPC 工程项目参考借鉴。

【关键词】 BIM 技术; EPC 模式; 综合应用; 渐进集成

【中图分类号】 TU17 **【文献标识码】** A

【版权声明】文集数据被中国知网重要会议论文全文数据库(CPCD)收录,被本刊录用并在中国知网网络首发正式出版,严禁侵权转载。

引言

BIM 代表着一种新的理念和实践,是一种创新的建筑设计、施工和管理方法^[1]。在建设工程领域,通过应用 BIM 技术,能够实现工程项目全生命周期各阶段、各参与方、各专业之间的信息交换、共享和协同工作,实现项目全过程的精细管理,能够为项目全过程的各类决策提供科学依据^[2]。但在实际工程实践中,BIM 技术应用还存在诸多障碍和问题,比如施工企业不能利用上游的模型信息^[3]、单阶段应用 BIM 技术的效益不明显^[3]、跨阶段应用缺乏有效管理集成^[4]等,亟需推行 BIM 综合应用模式^[4]。

EPC 总承包模式与 BIM 技术的结合,即 EPC + BIM,正在成为一种常见的 BIM 综合应用模式。尽管其整体满意度还有较大提升空间^[5],但利用 BIM 技术可以提升企业 EPC 项目管理水平^[6],同时总承包模式使得设计单位与施工单位的目标和利益一体化,有利于消除跨阶段模型信息传导不畅和管理集成的难题。在 EPC + BIM 综合应用模式下,模型和信息并不是静态或一次成型的,而是随着工程从前期方案到初步设计、施工图设计、施工等各个阶段的不断发展而逐步演进和集成,最终整合形成一套比较完善的信息模型。

嘉兴市三元路新建工程项目就是按照 EPC + BIM 的渐进集成思想,实施了面向设计施工全过程的 BIM 综合应用,结合 BIM 软件的自主研发和 BIM 协同平台的定制开发,有效解决了设计与施工衔接的信息整合难题。

1 三元路 BIM 应用概况

1.1 工程概况

嘉兴市三元路新建工程地处城区北部骨干路网和古运河人文旅游带,西起建国北路,东至东方路,主线道路全长 1.704km,沿线设有三座中型跨河桥梁(见图 1)。该工程是嘉兴市重点工程项目之一,总投资约 2.58 亿元,2017 年 11 月 20 日开工,已于 2019 年 9 月 30 日建成通车,总工期约 700 天。

三元路工程工期紧要求高,采用设计施工总承包模式,业主对 BIM 技术应用非常重视,明确提出需要采用 BIM 技术应用,并在招标文件中列出了具体要求。

1.2 BIM 总体策划

针对标书要求和工程特点,本项目在实施初期就策划了完整的 BIM 应用解决方案,明确了应用内容、流程、标准、组织、计划及具体应用措施等,并按照策划内容组织实施过程管理,顺利实现了设计与

【作者简介】 黄俊炫(1974-),男,高工,道桥院 BIM 所副副总工,主要研究方向:BIM 技术应用与研究,BIM 软件产品研发;张守军(1988-),男,工程师,研发工程师,主要研究方向:BIM 软件产品研发。

施工全过程的 BIM 综合应用(见表 1)。



图 1 嘉兴市三元路新建工程总览图

表 1 三元路 BIM 综合应用内容

序	实施阶段	BIM 应用内容
1	组织策划	组建团队、需求调研和培训编制 BIM 标准和实施大纲
2	搭建平台	软件硬件采购、部署协同平台上线试运行、定制开发正式运行、数据录入
3	BIM 建模	分专业创建 BIM 模型多专业合模检查、模型导入平台
4	设计阶段	同步开展辅助设计、优化和复核项目可视化展示、虚拟现实漫游
5	施工阶段	图档资料管理、施工组织模拟进度管理、工程量统计质量安全文明管理
6	其他	BIM 技术支持服务、总结验收

1.3 软件自研应用

如图 2 所示,笔者所在单位基于达索平台自主研发 SMEDI-RDBIM 软件^[7],基于欧特克平台自主研发道路软件 RADS 和桥梁设计软件 SMEDI-BD-BIM(以前名称为 Para3D^[8]),并使用这些自研软件进行正向设计和三维建模,再组合使用其他软件开展 BIM 应用,并实现了各软件之间的模型和信息共享。

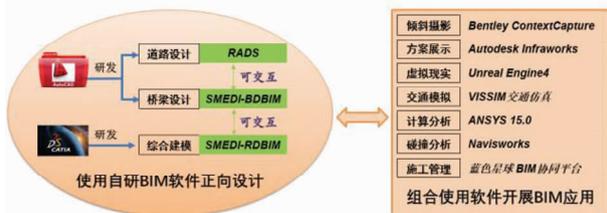


图 2 BIM 软件自研及应用

1.4 协同平台定制

本项目 BIM 应用实施的关键是针对项目个性化特点和需求,与上海蓝色星球公司合作,在蓝色星球 BIM 协同平台 V3.0 版基础上定制开发了三元

路 BIM 协同平台(见图 3)。

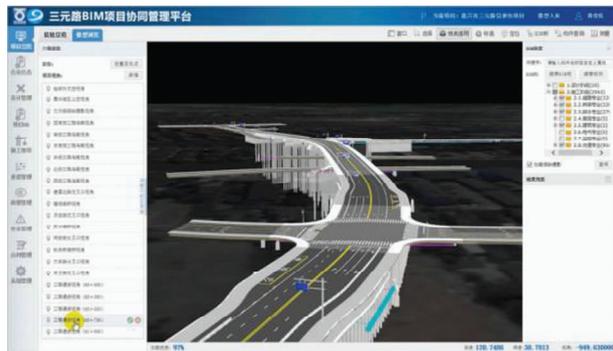


图 3 三元路 BIM 协同平台的用户界面

蓝色星球 BIM 协同平台是基于 BIM + GIS 开发的面向工程参建各方的施工项目管理软件,包含项目总览、设计、施工、进度、质量、安全、合同、投资、系统等管理功能模块,支持对各类静态或动态数据的录入和修改,可把 BIM 软件创建的模型和信息,按照时间关系导入 5D 数据库(3D 模型 + 1D 时间 + 1D 内容),实现对模型和信息的统一整合和管理,为设计阶段和施工阶段的 BIM 应用提供平台支持。

由于本目标书对资料管理、工程量统计、文明施工、以及手机应用有特定要求,因此需要进行定制开发和整合,形成项目级的三元路 BIM 协同平台。该平台通过集中采购软硬件设备,在项目部现场部署 1 台服务器和 10 个客户端,支持 PC 内网、外网和手机端的多端协同使用。

1.5 EPC + BIM 综合应用模式

EPC + BIM 综合应用模式(见图 4)的核心是 WBS 任务分解,即以工作包为基本单位、以 BIM 构件为基础单元,通过两者的关联,实施基于 BIM 协同平台的图档资料、工程进度、工程量统计、质量安

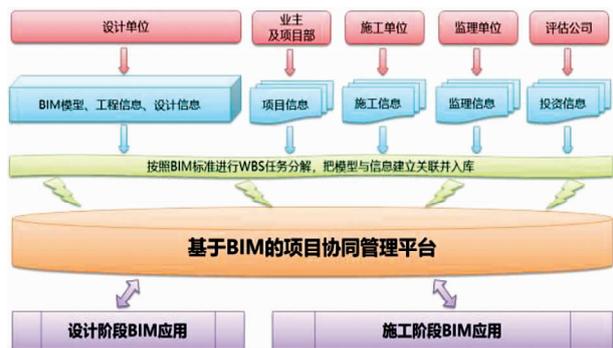


图 4 EPC + BIM 综合应用模式

全文明等过程管理,按照 BIM 应用内容和计划进行具体任务分工,落实责任人和配合人员,最终实现基于 BIM 的项目精细化管理,达成“保证质量,降低成本,提升效益”的目标。

2 BIM 模型创建

2.1 构件化建模方法

EPC + BIM 模式适宜采用设计施工一体化的构件化建模方法,即以构件为中心,构件是信息共享和工作包关联的基础单元。该方法要求通过构件分级创建和组合形成模型,其中设计阶段构件拆分的精细度需要考虑到施工阶段的模型应用需求。模型构件精细度要求达到 LOD3.0 ~ 4.0,几何表达精度为 G3 等级,信息深度为 N3 等级。

本项目设计阶段先对各专业工程进行构件化拆分建模,施工阶段再对部分构件进行深化,并补充其他附属构件模型。不同专业可根据其专业特点和需要,使用相应 BIM 软件进行建模,最终导入到 BIM 协同平台中进行合成。

2.2 分专业拆分建模

本项目模型按照构件分级拆分,形成模型层级结构树。以桥梁专业为例,依次逐级展开的节点顺序为“项目→专业→桥梁→分部→分项→构件(版本)”。其中(版本)可缺省,即默认设计阶段版本,如果有施工阶段版本则该节点名称需添加后缀“(施工)”,并可包含下一级构件。

道路、桥梁、排水、交通、电气、监控专业使用 SMEDI-RDBIM 软件进行正向设计及建模(见图 5)。道路专业应考虑施工阶段的分段、分幅需求进行构件拆分,还应补充道路建筑限界模型,用于净空检查。桥梁专业应按施工阶段的分部、分项要求进行构件拆分。

建筑、景观专业分别使用 Revit,3ds Max 进行建模,其中墙、梁、板、柱、灯具、家具、乔木等应按构件建模,绿化草皮等可把局部路段或区域合并为构件进行建模。

2.3 渐进集成深化

EPC + BIM 构件化建模方法强调了按施工阶段深度要求拆分形成模型层级结构树,实际上也是一种“统筹规划、分步实施”的建模方法,用于实现模型的渐进集成和深化。

(1)统一编码:每个构件都有唯一的编码,即包

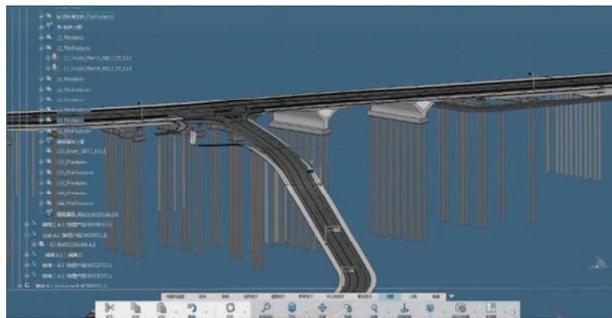


图 5 使用 SMEDI-RDBIM 进行设计建模

含层级节点的全名称,如“三元路项目\桥梁专业\穆湖溪桥\PO5 墩\桩基\3#桩”,导入协同平台后在数据库中也会有唯一的对应编号。

(2)渐进集成:模型统一通过 IFC 文件格式导入协同平台进行共享和集成。三元路 BIM 协同平台支持设计、施工阶段的多批次渐进集成,即对于不同批次中重名节点进行构件替换,不重名节点则新增构件。另外构件信息还可通过 Excel 文件按照节点名称匹配方式批量导入,从而实现整个项目模型层级结构树的增、删、改、查操作。在不同阶段还可按需提取模型层级结构树中的部分节点集合进行对应的 BIM 应用。

(3)模型深化:EPC + BIM 模式的大部分构件在设计阶段就达到了施工深度要求,还有少部分构件则可通过添加版本,实现跨阶段深化。例如,道路路面模型在设计阶段只需进行分段、分幅,但在施工阶段还要进一步深化拆分为面层、三渣层、宕渣层,其中深化后的面层节点全称例如“三元路项目\道路专业\三元路\K0 + 346.247 ~ 435.520 路段\左幅\路面(施工)\面层”。施工阶段的进度、工程量、质量安全文明等信息应关联到这些深化拆分后的子节点上。

3 设计阶段 BIM 应用

3.1 方案展示和验证

本项目使用倾斜摄影得到周边环境模型,可在 Infraworks 软件与 BIM 模型融合,快速进行方案展示,计算场地平整土方量及拆迁影响范围,检查桥型与周边景观的契合度。

图 6 所示方案整体简洁朴素,结构轻盈,与当地文化与自然景观融洽,验证了“水、桥、城融为一体”的设计理念。



图 6 设计方案与周边环境的融合展示

3.2 虚拟现实设计优化

基于 BIM 多专业合成模型,结合虚拟现实(VR)新技术手段,制作了整个工程项目的交互式漫游场景,对景观设计方案进行以下多处优化(见图 7)。



图 7 桥下广场景观虚拟现实设计优化

(1)通过沉浸式漫游体验,验证了桥下广场的景观设计方案;

(2)根据虚拟代入体验结果,优化了部分浮雕、灯光及绿化的细节设计;

(3)桥梁下部通过以浮雕、绿化覆盖、夜景亮化等方式优化,弱化了与文物本体的正面冲击,使之与古运河整体风貌相协调。

3.3 交通仿真优化

利用 SMEDI-RDBIM 从 BIM 模型中提取车道信息,通过插件把模型和信息导出到 VISSIM 交通仿真软件,开展了多维度交通评价以及方案优化设计(见图 8)。

(1)通过仿真指标反馈,路网中车辆运行状况良好(平均延误 32.10s,平均速度 28.23km/h),行人交通组织有序;

(2)验证了双向 4 车道设计方案,符合规划定位,与现状已建段匹配,满足远期交通流量需求。

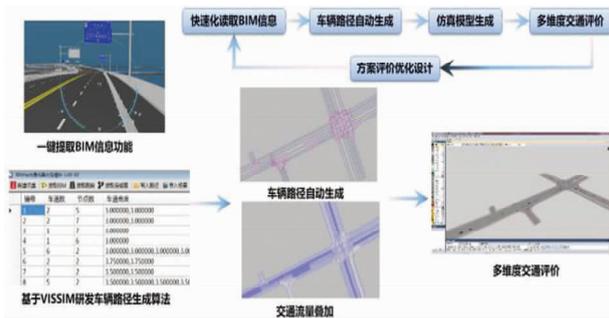


图 8 基于 BIM 的交通仿真设计优化

3.4 辅助设计及复核

(1)辅助设计出图:通过组合使用 SMEDI-BD-BIM、RADS、BridgeWise 以及管立得等软件,辅助部分道路、桥梁及管线自动化快速出图,其中 SMEDI-BDBIM 软件对桥梁总图和构造图的出图率可达到 80% 左右;

(2)结构设计优化:桥梁专业在设计过程利用 BIM 模型进行结构分析、计算及优化;

(3)综合碰撞检查:使用 Navisworks 软件对路桥及管线模型进行合模和碰撞检查,发现问题及时进行设计调整和优化;

(4)建筑限界复核:对道路沿线的建筑限界进行复核,确保车辆通行净空;

(5)工程量复核:桥梁专业利用 BIM 模型提取主要构件工程量,并与设计进行对比和复核。

4 施工阶段 BIM 应用

4.1 基于 BIM 的图档资料管理

图档资料管理是 BIM 协同平台的基础模块,可根据不同用户角色进行权限设置,用于各类图纸和文档等资料的动态管理。BIM 协同平台支持下列资料与工作包和 BIM 构件建立关联,便于资料和三维模型的双向选取和动态查看。

(1)业主资料:工程前期、用地、审批、立项、招投标等文件;

(2)项目部资料:工程准备、施工过程、工程竣工等文档;

(3)设计图档:工程各专业设计图纸及文档;

(4)监理资料:监理规划、细则、例会、审核等。

4.2 基于 BIM 的工程进度管理

工程进度管理是 BIM 协同平台最为实用的功能模块,用于对工作包分解、施工进度计划及完成

情况进行管理,为项目进度优化和压缩工期发挥重要作用(见图9)。BIM 协同平台支持工作包和 BIM 构件的“多对多”关联,使得进度信息也成为 BIM 构件信息的一部分,实现了进度信息的渐进集成。

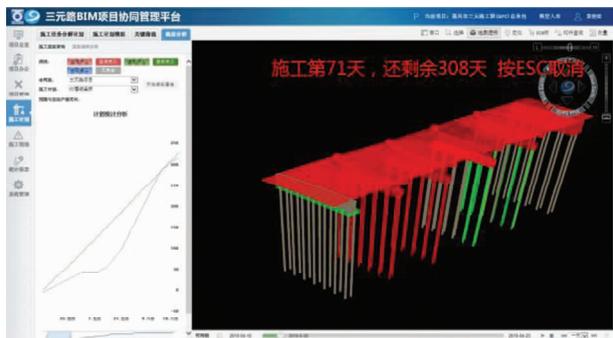


图9 基于 BIM 的进度管理和偏差分析

(1)施工模拟:模拟项目施工进度安排,检查进度计划合理性;

(2)进度跟踪:动态跟踪工作包进展,施工单位录入实际时间,监理单位在线审批;

(3)进度查询:随时查询工作包的进展状态;

(4)关键路径:列出位于关键路径的重点工作包,进行突出标注;

(5)偏差分析:对计划进度和实际进度进行对比,列出投资追赶曲线图,并使用颜色区分不同 BIM 构件进度偏差。

4.3 基于 BIM 的工程量统计

工程量统计是 BIM 协同平台中业主日常最关注的功能模块,其中自动化生成的工程量统计是实时动态的,可作为工作汇报的重要依据。本项目工程量统计的个性化需求比较多,专门对以下功能进行了定制开发。

(1)附加工程量信息:可输入工程量的分类、数量、以及单价,并与工作包和 BIM 构件逐项进行关联。

(2)分类汇总统计:根据实际进度数据,对已完成工程量进行汇总统计,还可展开查看详细的子级分类统计。

(3)周报月报统计:选择指定统计日期区间,进行周报统计或月报统计。

(4)清单月报报审:在每月月报统计的基础上,按照工程量清单和业主指定报审格式,补充和合并各项其他费用,在 BIM 协同平台中进行月报报审流转。

4.4 基于 BIM 的质量安全文明管理

质量安全文明管理也是 BIM 协同平台的常用功能模块,有利于督促落实施工措施,促进现场隐患问题的整改和闭环,为确保工程无质量和安全事故提供有效的动态管理手段。

(1)内业资料管理:对施工过程质量、安全、文明施工的相关内业资料(施管表、质评表、质检表、检验批、安全制度、消防管理、安全检查与验收、施工机械、绿色施工等)进行统一管理,可与 BIM 构件和工作包关联。

(2)现场隐患管理:及时跟踪现场质量、安全、文明施工等隐患问题,落实责任人采取整改措施,通过监理现场检查进行闭环。

5 应用效果

本项目是个典型的设计施工总承包工程,通过 EPC + BIM 综合应用提升了项目整体管理水平,促成了工程各项管理目标的实现,获得了以下经济及社会效益。

(1)多:打通嘉兴市区东西向交通动脉,昔日断头路,今朝变通途,创造了嘉兴市当地的“多个第一”(第一个实施 BIM 平台的市政工程、第一个采用 EPC 模式的市政工程、第一个竣工的百年百项重大工程)和“多方满意”(政府、建设方、群众)。

(2)快:由于市区建筑动迁、运河通航审批等因素,开工仪式后工程延迟了近半年才全面施工。但是后期通过设计、施工和 BIM 综合优化,最终按期实现了通车,缩短实际工期近 200 天。

(3)好:无质量和安全事故,保质保量完成了工程内容,达成浙江省安全文明标化工地,并已申报“钱江杯优质工程奖”。

(4)省:在设计阶段,通过 BIM 技术进行综合协调优化,降低工程总投资,相对同类工程节省总投资约 10%。在施工阶段,通过 BIM 平台进行综合管控,提高效率降低成本。

6 总结

嘉兴市三元路新建工程采用 EPC + BIM 综合应用模式,通过以下四个方面 BIM 应用亮点,实现了 BIM 模型和信息的渐进集成和有效应用,可供其他 EPC 工程项目参考借鉴。

(1)应用自研 BIM 软件:基于自研软件进行正

向设计和建模,满足精细化建模和设计出图要求。

(2)定制项目级协同平台:深度定制开发 BIM 协同平台,以工作包和 BIM 构件关联为核心,实现进度、质量、安全、文明施工以及资料等信息关联和协同管理,解决项目信息集成难题。

(3)跨越设计、施工阶段:通过可视化,及时展示工程进展;通过协调检查,减少变更和返工量;通过仿真模拟,验证设计施工方案;通过优化复核,为设计施工提质增效;通过辅助出图,提高设计效率和质量。

(4)融合 BIM 与其他新技术:利用倾斜摄影与 BIM 技术将周边环境与工程方案融合和展示;利用虚拟现实的代入式体验优化设计细节,为工程项目汇报提供新手段。

参考文献

[1] 祝元志. 数字技术再掀建筑产业革命? ——BIM 在建筑行业的应用、前景与挑战[J]. 建筑, 2010(3): 10-22, 4.

- [2] 李云贵,邱奎宁,王永义. 我国 BIM 技术研究与应
用[J]. 铁路技术创新, 2014(2): 36-41.
- [3] 马智亮. 我国建筑施工行业 BIM 技术应用的现状、问题及对策[J]. 中国勘察设计, 2013(11): 39-42.
- [4] 何清华,钱丽丽,段运峰,李永奎. BIM 在国内外应用的现状及障碍研究[J]. 工程管理学报, 2012, 26(1): 12-16.
- [5] 王开军. BIM 技术在 EPC 项目中的综合应用满意度研究[D]. 清华大学, 2017.
- [6] 杜开明,钱婷婷. 利用 BIM 技术提升企业 EPC 项目管理水平[J]. 重庆建筑, 2014, 13(11): 73-75.
- [7] 袁胜强,欧阳君涛,刘钊. 基于 3D Experience 平台的市政交通 BIM 系统的研发及应用[C]. 第三届全国 BIM 学术会议论文集. 中国建筑工业出版社数字出版中心, 2017, 116-121.
- [8] 黄俊炫,顾民杰,刘鑫,蔡梦非,赵鹏. 二维三维一体化桥梁 BIM 软件的开发应用[C]. 第三届全国 BIM 学术会议论文集. 中国建筑工业出版社数字出版中心, 2017, 110-115.

The Comprehensive Application of EPC + BIM in Sanyuan Road Engineering in Jiaying City

Huang Junxuan, Zhang Shoujun, Qi Jingdong, Li Ziqiu, Li Xin

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute, Shanghai 200092, China)

Abstract: The Sanyuan Road Engineering in Jiaying City adopts a BIM comprehensive application mode based on EPC for the entire process of design and construction, combined with the custom development of BIM software and collaborative platform, which realizes the dynamic and gradual integration of BIM models and information. At the same time, the BIM application promotes the optimization of the design process and improves the construction process management. Eventually, based on the EPC + BIM mode, the problems of project information integration between design and construction process have been solved effectively.

Key Words: BIM Technology; EPC mode; Comprehensive Application; Gradual Integration