

BIM 在市政 EPC 项目实施全过程中的应用与实践

王彦祥¹, 何琴², 颜炳魁³

(1. 中国市政工程西南设计研究总院有限公司, 四川 成都 610081; 2. 西华师范大学
环境科学与工程学院, 四川 南充 637009; 3. 天津市市政工程设计研究院, 天津 300392)

摘要: 以海榆东线市政道路改造工程为例, 从施工图设计到施工全过程, 推进 BIM“实景模型 + 设计模型”、“设计模型 + 量化分析”的创新应用。“BIM + EPC”组合有效地延长了模型的生命周期。外部因素导致工程变更时, 基于模型提出优选解决方案进行施工组织设计调整, 缩短问题处理时间; 实景建模的创新应用保证各方信息传递的真实度, 优化设计流程, 改善了设计质量; 原水工程针对设计模型的量化分析确保输水稳定性, 交互式操作有效地提高了工作效率; 在施工过程中结合实景模型与量化分析对模型进行了动态调整, 有效地提高了材料周转速度, 节省资金, 保证项目进度。

关键词: 建筑信息模型; 采购 - 设计 - 施工总承包; 实景建模; 生命周期

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2018)14 - 0046 - 04

Application and Exploration of BIM in Municipal EPC Project

WANG Yan-xiang¹, HE Qin², YAN Bing-kui³

(1. Southwest Municipal Engineering Design & Research Institute of China, Chengdu 610081, China;
2. College of Environmental Science and Engineering, China West Normal University, Nanchong 637009,
China; 3. Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute, Tianjin 300392, China)

Abstract: Take retrofit project of Haiyu east line municipal road as an example, from design to construction, the innovative application of Building Information Modeling was promoted including “reality + design” and “design + quantitative analysis”. “BIM + EPC” assemble could effectively prolong the life cycle of the model. When there was project change caused by external environment, we can propose the optimal solutions and adjust the construction management plan based on model. Then the processing time was shortened. The innovative application of reality model could guarantee authenticity of information transmission, optimize design process, and improve the design quality. For raw water transmission pipeline project, the quantitative analysis of the design model could ensure the water supply stability; the interactive operation could effectively improve the working efficiency. During the construction process, after the model was didactically adjusted with the help of reality model and quantitative analysis, the material turnover rate could be improved; and the capital could be saved; the project schedule could be ensured.

Key words: building information modeling; engineering procurement construction; reality model; life cycle

1 EPC 项目的特点与 BIM 应用现状

在市政公用工程领域, EPC 总承包模式是目前大型项目中常采用的一种运作模式。较传统承包模式而言, 该模式强调及发挥设计在整个工程建设过程中的主导作用, 通过设计主导推动建设方案的不断优化; 该模式可以有效克服设计、采购、施工相互制约和相互脱节的矛盾, 合理衔接各阶段工作, 解决施工方案中实用性、技术性、安全性之间的矛盾。

另一方面, 市政公用工程 EPC 项目有如下制约因素: 施工周期相对较长, 工程建设过程中地形地貌、地下管线及施工环境等可能发生变化, 最初的基础信息失效可能引发变更。存在设计部门与项目部异地办公的情形, 对现场情况的表述及设计文件的理解, 各方均难以保证信息传递的完整性及真实度, 进而导致问题解决周期长、处理效率低。EPC 项目常包括多个子项, 专业之间联系紧密, 协同配合要求高。项目基础资料多、图纸繁杂, 但蓝图更多地表现本专业内容, 对基础资料利用程度低, 难以评估项目与周边环境的关系; 各专业设计之间交互性较差, 专业间相互关系及影响表达不够直观, 复杂节点的设计意图难以展示, 同时根据现有的二维图纸查阅资料较为繁琐, 施工组织设计预判性差。

同时, 市政公用工程领域施工存在露天作业、交叉作业多、受气候及自然条件影响大的特点。前述因素下, EPC 承包商责任大、风险高, 因此在承接总承包工程时必须考虑管理投入成本、利润和风险等因素。在保证工程质量、控制进度同时保证施工安全的前提下, 如何节省资金、创造利润是企业必须考虑的问题。结合项目需求, BIM 凭借通过精细化建造与信息化管理, 越来越多地应用于 EPC 项目。

随着科技水平的进步和硬件处理能力的提升, BIM 软件的功能逐渐完善, 细分专业配套齐全。BIM 发展趋向于“实景模型 + 设计模型”、“设计模型 + 量化分析”、“设计模型 + 建造模拟”等, 使用深度从“翻模”逐渐过渡到正向设计与运维及资产管理, 实现最终的数字化及模型的全生命周期, 项目类型全面涵盖基础设施。

目前 BIM 在工程建设项目中应用深度不一, 也存在一定的瓶颈。主要体现为咨询公司在设计阶段完成模型后, 受软件平台选择、人才储备^[1]、施工条件变化及变更等因素影响, 施工单位根据自身需求可能弃用或新建模型; 模型未能及时更新的情况下,

寿命周期缩短, 导致费效比较高; 不同专业模型间数据格式可能存在差异, 格式转换过程中有可能出现信息损失。EPC 建设模式下, 采用“BIM + EPC”组合可以较好地取长补短, 提高项目的综合收益。

2 BIM 在 EPC 项目中的应用

海棠湾海榆东线市政道路改造工程设计施工总承包 (EPC) 项目为典型的市政公用工程综合项目, 建设内容包括藤桥西河段至海岸大道路口段范围内道路 (9.42 km)、桥梁 (涵)、交通、给排水、照明、绿化、综合管廊 (7.77 km) 及青田水厂原水输水管改造工程 (2 × 19.5 km), 合同工期为 910 d。

① 项目面临的挑战与困难

项目中标后进场踏勘发现由于多种因素导致施工环境发生较大变化, 原有基础资料不能完全适用; 在道路改造范围内, 施工前的管线创验显示地下管线较物探图更为繁多; 项目背山临海, 地质条件复杂, 早雨季节地下水位波动大; 设计管线种类多, 地下管网复杂; 条带状施工面给施工组织设计及项目管理带来挑战等。

② EPC 项目选择 BIM 的可行性分析

相对于二维图纸, BIM 对各专业设计表现生动直观, 不同专业设计方案之间相互关系清晰明了; 模型存储有大量构配件信息, 同时模型空间占位小; 模型导出后, 可以在施工现场使用便携移动端对图纸及模型进行查阅, 即时对比设计与施工的差异, 快速解决问题; 对于复杂节点的设计具有较强的处理能力, 快速表达设计意图; 不同专业之间的模型具有较强的交互能力, 借助于协同管理平台, 在设计及施工阶段可以高效地进行方案评估及设计变更处理。

③ “BIM + EPC”结合组合应用技术创新

结合 EPC 项目的特点, 本工程依托 Bentley 公司相关软件对主要建设子项进行模型创建, 并对“实景模型 + 设计模型”、“设计模型 + 量化分析”进行创新实践。通过航拍创建点云并使用软件 Context Capture 构建实景模型, 将实景模型与设计模型总装后评估设计与周边环境的关系 (见图 1), 如管廊出线位置优化、道路放坡对周边住户的影响、排水箱涵接入接出点位的选取等。实景建模与设计模型的组合方式可快速评估设计方案的合理性, 降低施工过程中方案调整的几率。对于施工周期较长的项目, 及时更新实景模型, 可在施工前结合设计模型进行预判性优化, 保证作业面及流水施工, 减少不必要

的损失。工程受外界条件影响需要进行变更时,借助实景模型,可以高真实度地传递现场信息,设计人员远程协助时可以有效节省时间并加快处理流程。该工作模式对设计流程产生了较大影响,对未能常驻施工现场的设计人员提供了较好的辅助工具。



图1 实景模型与设计模型结合

Fig. 1 Combination of reality model and design model

本工程包含双排 DN1 400 的原水压力输水管道,单线距离为 19.5 km。将设计模型与分析软件 HAMMER 相结合,评估设计方案的输水稳定性。在施工过程中,管道高程受环境条件及周边建(构)筑物和地下管线等影响需要进行调整并对输水安全性进行复核。BIM 对管网综合及交叉碰撞检测具有较高的处理效率^[2](见图 2),调整后的管道数据导入 HAMMER 中进行数值模拟与分析,根据分析结果决定管道高程调整范围,改善设计质量并缩短处理问题需要的时间。

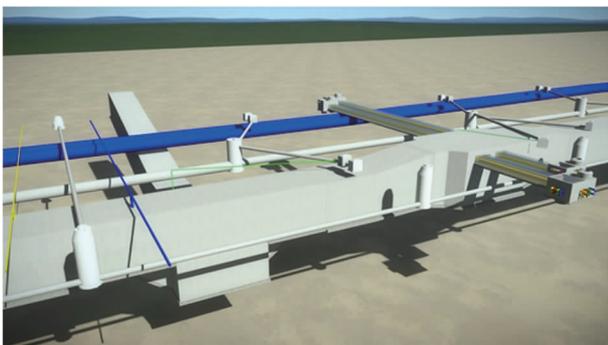


图2 地下管网设计

Fig. 2 Underground pipeline network design

由于施工面呈长条带状,地质条件复杂,通过 gINT 构建动态地质剖面(见图 3),随着工作的需求增补地勘孔位,将地质剖面与设计文件相结合,结合地质剖面及地下水位评估季节性施工的安全风险,选择性地使用顶管、明开槽或者地基处理施工方法,降低雨季及台风对工程造成的影响。

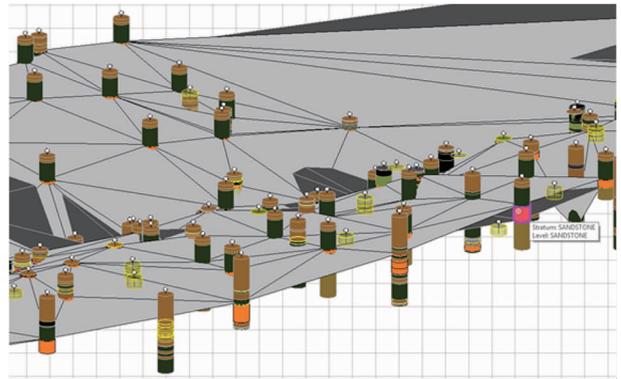


图3 动态地质剖面

Fig. 3 Dynamic geology section

BIM 可以将设计与施工进行有效结合^[3],施工前可以根据总装模型判断施工的先后顺序,优化施工组织设计,避免工序反复。EPC 项目施工过程中基于 BIM 模型进行数值化方案对比分析可以获取较大收益。以原水管道节点的支墩与弯头为例,本工程原水管道采用承插接口的 PCCP 管道,节点采用焊接钢管进行连接,支墩提供反力并起管道保护作用(见图 4)。将水锤分析软件 HAMMER 提供的节点水压及受力数据交由结构专业核算,发现由于钢管具有一定的延展性,焊接方式提供了更好的受力状态,加长弯头两侧的钢管长度可以有效降低支墩体量。采取优化方案后(见图 5),加长钢管长度并取消支墩,钢管长度增加带来成本提升,但是土方开挖及钢板桩支护量大幅度降低,材料及机械设备的周转率提高,省去支墩浇筑及养护工序,缩短施工周期,可以实现流水作业,整体收益更高。能有效降低雨季开槽施工的损失,提高收益率。



图4 原水管道及支墩施工

Fig. 4 Raw water pipeline and construction of buttress

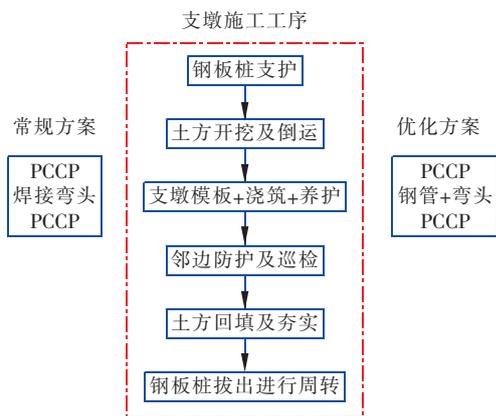


图5 支墩施工流程

Fig. 5 Flow chart of buttress construction

④ BIM在EPC项目中应用的意义

随着工程建设进度的推进,BIM在该项目中持续发挥重要作用。针对EPC项目,设计人员在借助BIM调整设计流程,缩短变更周期的同时,有效提升了设计质量,工作效率得到改善;施工阶段,BIM能起到较好的施工预判作用,合理安排工序实现流水施工,加快施工进度;针对现场出现的问题,基于模型提出高质量的解决方案,快速调整施工组织设计,有效降低因停工造成的损失;对于部分工程,结合BIM通过进行数值分析,对工序及设计方案进行优化,缩短工期或节省资金。

3 EPC建设模式下BIM应用费效比

对于仅提供设计咨询的项目,通常在设计图纸交付时,模型即结束生命周期,该阶段时间较短,费效比高,导致模型更多地用于管线碰撞检测与部分节点效果展示,模型深度及精细程度有待深化,不能很好地发挥BIM应有的价值。

EPC模式下,设计与施工紧密相连,随着工程的开展,模型根据现场条件进行动态调整,通过BIM不断深化设计,模型反映设计变化的同时又能服务于施工,有效地延续模型的使用寿命^[1]。借助虚拟现实与模型分析等技术,实现使用方式及投入产出上的转变,提高BIM在EPC项目中发挥的效益。

4 结论及建议

① 对于市政公用工程,“EPC+BIM”组合可以有效降低项目施工风险,节约资金,保证施工进度,同时延续模型生命周期。

② 通过“实景模型+设计模型”对设计方案进行评估,降低环境影响,可以改善设计质量,提高

工作效率,保证信息传递真实性,同时对于设计工作流程起到正反馈作用。

③ “设计模型+量化分析”组合可以有效降低设计风险,更好地应对因外部条件导致的变更。

参考文献:

- [1] 朱艳花. 总承包企业BIM技术应用准备与基于BIM技术的EPC项目管理[J]. 工程建设与设计,2017,(18):175-177.
Zhu Yanhua. Preparation for BIM technology application in general contracting enterprises and EPC project management based on BIM technology[J]. Construction & Design for Project,2017,(18):175-177(in Chinese).
- [2] 胡纯,沈文,谌少军. BIM技术在给水厂工程中的运用[J]. 武汉轻工大学学报,2016,35(4):103-106.
Hu Chun, Shen Wen, Chen Shaojun. The application of BIM technology in water plant project[J]. Journal of Wuhan Polytechnic University,2016,35(4):103-106(in Chinese).
- [3] 苏小超,蔡浩,郭东军,等. BIM技术在城市地下空间开发中的应用[J]. 解放军理工大学学报:自然科学版,2014,15(3):219-224.
Su Xiaochao, Cai Hao, Guo Dongjun, et al. Application of BIM technology in development of city underground space[J]. Journal of PLA University of Science and Technology: Natural Science Edition,2014,15(3):219-224(in Chinese).



作者简介:王彦祥(1988-),男,山东潍坊人,硕士,工程师,从事BIM在市政领域的应用与研究、固体废物资源化处理和处置及市政给排水工程设计工作。

E-mail:wyxcqu@126.com

收稿日期:2017-11-03