



# EPC模式下海外自动化集装箱码头工程 BIM技术应用

王 帅, 杨林虎, 蔡 伟

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

**摘要:**新一轮信息革命浪潮正在推动港口建设向智慧化转型升级。针对海外自动化集装箱码头工程建设质量要求高、多语言环境沟通效率低、交叉作业面多且干扰大等难题,依托工程实例,开展EPC模式下BIM技术在项目设计和施工阶段一体化应用研究,挖掘BIM技术在直观性、协同性、优化性及信息完备性等方面的应用优势。结果表明,BIM技术能够为高质量建设海外自动化集装箱码头工程提供技术支持,在提升工程质量、提高沟通效率、积累数字资产等方面具有重要的应用价值。

**关键词:** BIM; EPC模式; 海外工程; 自动化集装箱码头

中图分类号: U 656.1+35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)10-0323-05

## Application of BIM technology in overseas automated container terminal project under EPC mode

WANG Shuai, YANG Lin-hu, CAI Wei

(CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Beijing 100007, China)

**Abstract:** A new wave of information revolution is promoting the transformation and upgrading of port construction to intelligence. Aiming at the difficulties of high construction quality requirements, low communication efficiency in multilingual environment, and serious interference disturb in cross-operation areas of overseas automated container terminal project, based on an practical project, we carry out the integrated application research of BIM technology in the project design and construction stage under EPC mode, and excavate the application advantages of BIM technology in the aspects of intuition, coordination, optimization and information completeness. The results show that BIM technology can provide technical support for high-quality construction of overseas automated container terminal projects, and has important application value in improving project quality, improving communication efficiency and accumulating digital assets.

**Keywords:** BIM; EPC mode; overseas project; automated container terminal

近年来,工程建设EPC(设计、采购、施工)模式在国内快速发展,随着“一带一路”倡议的深入推进,海外港口EPC项目也不断增多<sup>[1]</sup>。除常规人员素质要求高、国际标准体系下设计及报批复杂、施工质量要求高等之外,海外自动化集装

箱码头工程建设还面临多语言环境沟通效率低、工程精度控制要求高、交叉作业面多且干扰大等多方面挑战,采用常规技术手段解决新问题往往力不从心。随着BIM(建筑信息模型)技术的出现,利用先进手段推动港口建设向智慧化转型升级已

收稿日期: 2021-06-08

作者简介: 王帅(1983—),女,博士,高级工程师,注册土木工程师(港口与航道工程),从事水运、市政工程BIM技术应用与研发。

成为新的发展趋势<sup>[2]</sup>。本文基于巴基斯坦某自动化集装箱码头堆场二期工程的应用实践,全面阐述和总结在 EPC 模式下 BIM 技术在项目设计和施工阶段一体化应用的过程与方法,为类似工程 BIM 应用提供参考。

## 1 应用概况

### 1.1 工程概况

工程位于巴基斯坦卡拉奇市,是该国第一个自动化集装箱码头堆场项目。二期堆场占地约 30 万 m<sup>2</sup>,预计二期堆场建成后,港区集装箱吞吐量将达到 310 万 TEU。工程建设内容包括集装箱堆场与房建等相关设施,具体包含:道路堆场、给排水、消防、污水、电气和控制系统管网、辅助建筑物、铁路、孤岛电站、冷藏箱架和其他配套设施等。

### 1.2 BIM 技术应用优势

本项目建设面临 5 大突出挑战:1) 自动化集装箱码头信息化程度高,与现有一期运营码头接口点众多,施工调试过程避免对运营项目造成干扰;2) 综合性强,地下管网系统复杂,各系统管

线密集,相互干扰大;3) 施工项次繁杂,分区块交工,工期紧迫;4) 采用英标体系,建设质量要求高;5) 涉及乌尔都语、英语、汉语等多语言环境,当地工人文化水平偏低,跨文化交流障碍问题突出。据此,利用 BIM 技术的直观性、协同性、优化性及信息完备性等优势解决上述难题<sup>[3-4]</sup>,将 BIM 技术应用于本 EPC 项目设计和施工,最大程度发挥一体化应用价值。

## 2 BIM 实施策划

### 2.1 BIM 实施工作流程

为充分发挥工程建设过程中 BIM 应用实施效果,在项目启动之初便开展系统的实施策划。主要步骤包括:识别项目 BIM 应用重点和难点、确定 BIM 应用目标、明确 BIM 工作范围及内容、策划 BIM 实施流程、明确成员在项目中的角色和责任、规划 BIM 实施所需的基础资源等。本项目 BIM 建模应用内容基本涵盖港口工程所有项次,主要实施工作流程如图 1 所示。编制《BIM 实施工作方案》等一系列项目 BIM 应用标准,用以指导和规范 BIM 工作开展。



图 1 BIM 实施工作流程

### 2.2 BIM 应用目标及重点

#### 2.2.1 BIM 应用目标

制定总体应用目标:

- 1) 通过 BIM 模型进行直观展示,解决海外大

型 EPC 项目因多语言、跨文化交流、文化水平较低等因素带来的交流效率低下问题,提高沟通效率,加快设计报批进程。同时,在一定程度上减少中方人员外出交流频次,保证海外工作人员人

身安全。

2) 通过建立港口工程参数化构件库以及软件二次开发, 解决 BIM 应用过程中标准化程度高、重复性大、耗费时间长的建模问题, 提高协同设计效率。

3) 通过 BIM 一体化应用, 解决集装箱堆场管线碰撞问题, 减少后期设计变更, 提高设计品质; 通过将施工阶段问题前置, 优化方案, 减少施工中的潜在返工, 从根本上节约工期、降低建设成本。

4) 通过 BIM 模型创建与应用形成数字化资产, 为自动化集装箱码头信息化建设和后期运营提供基础条件。

## 2.2.2 各阶段工作重点

设计阶段发挥 BIM 在三维设计方面优势, 工作重点包括: 1) 建立项目 BIM 实施标准体系; 2) 开展 BIM 协同设计, 基于协同平台并按照项目统一的 BIM 标准, 建立满足项目应用要求的各专业 BIM 模型; 3) 应用 BIM 技术进行模型碰撞检查, 防止设计错误传递到施工阶段或造成安装工程的返工; 4) 利用 BIM 模型对设计理念和方案进行充分展示。

施工阶段充分使用设计阶段 BIM 成果, 并按分部分项工程进一步深化分解模型, 开展深化应用, 工作重点包括: 1) 开展施工模型深化并连接集成、录入施工计划数据、施工过程信息、检验批信息等, 以 BIM 模型为载体集成施工信息, 实

现建造信息的实时查询; 2) 实现移动端可视化交底, 模型轻量化后传输到移动设备, 进行移动式项目管理, 提高交流效率和管理效率; 3) 建立管网、道路工程的施工工艺库, 进行施工工艺模拟; 4) 开展施工工序和进度模拟, 进行计划进度与实际进度的对比, 及时调整进度计划, 辅助进度管理。

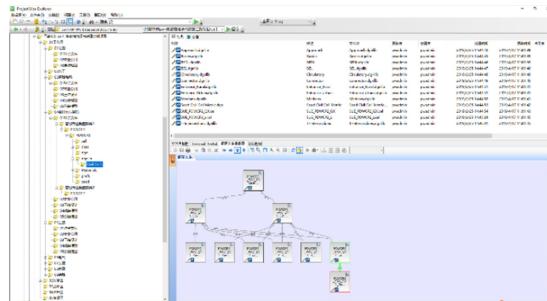
## 3 设计施工一体化 BIM 应用

### 3.1 BIM 协同设计建模

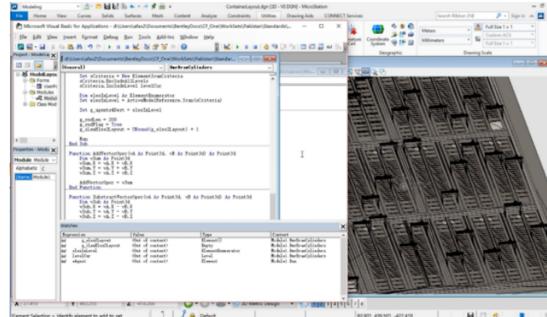
利用 Bentley 平台实现 BIM 协同设计建模, 部分建模规则见图 2<sup>[5]</sup>。其中利用 ProjectWise 平台开展多专业协同设计, 并结合其公共数据环境集中托管的功能, 实现了建模标准的统一管理和流程的集中控制<sup>[6]</sup>; 利用 MicroStation 及 OpenRoads Designer 软件建立参数化构件库, 实现道路及堆场、交通工程等模型的建立, 同时通过二次开发手段实现了集装箱、工艺机械设备的快速放置, 有效提升建模效率(图 3)。此外, 利用 SUDA 软件模块, 实现给排水、电气等管线的参数化建模, 完成地下管线综合模型的搭建; 利用 ProStructures 软件实现水工和土建结构的三维配筋; 利用 OpenBuildings 软件实现辅助建筑物模型的搭建; 利用 OpenRail ConceptStation 软件实现铁路的方案设计。各专业模型创建完毕之后, 按照“模型文件→结构组装→专业分装→项目总装”的顺序进行模型装配, 形成整个项目的总装模型, 如图 4 所示。



图 2 本项目部分 BIM 建模规则



a) 协同设计平台



b) 快速建模二次开发

图 3 BIM 协同设计建模界面



a) 陆域整体模型



b) 地下管网模型

图 4 BIM 模型成果

### 3.2 设计施工一体化应用成果

基于 EPC 模式的管理优势，开展贯穿设计和施工阶段的一体化 BIM 应用，如图 5 所示。将“设计模型、施工模型、工程实体”相互对应起来，确保 BIM 模型和工程实体的一致性，解决港口项目因综合性强、碰撞问题突出、设计变更频繁导致的效率低下、工程延误等问题，将施工阶段问题前置到设

计阶段解决，提高海外项目设计品质。

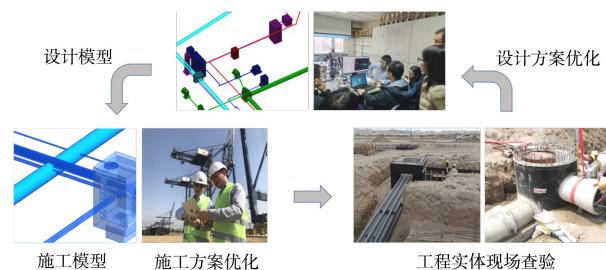


图 5 设计施工一体化 BIM 应用

设计阶段基于 BIM 模型并结合 VR (虚拟现实)漫游技术，对方案进行模拟分析，直观展示自动化集装箱码头工程复杂结构的空间特征，并直接获取模型相关信息；同时，开展管网综合及碰撞检测、构件的三维配筋和出图、工程量快速统计等应用，克服传统设计弊端，对设计模型进行“错漏碰缺”直观检测，及时进行方案调整和设计优化，典型应用见图 6。

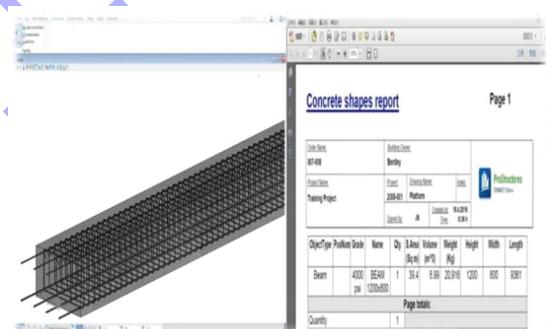


图 6 构件三维配筋及材料统计界面

施工阶段结合移动端应用，通过 BIM 模型与业主和咨询工程师进行高效沟通，直观表达设计意图，加快报批进程，解决了海外 EPC 项目多语言、跨文化交流障碍问题；同时，利用 BIM 技术对项目重点及难点进行施工工序和进度模拟，优化施工组织设计，最大程度节约工程成本，保证各区块节点工期，如图 7 所示。

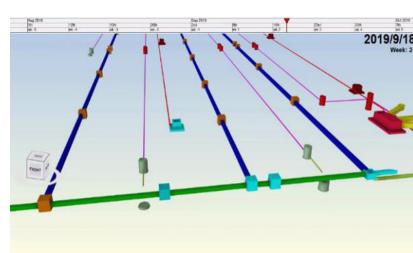


图 7 项目 4D 施工进度模拟界面

本工程搭建了 BIM+GIS(地理信息系统)数字化管理平台(图 8), 以模型为载体, 实现了设计和施工阶段工程信息的集成, 项目竣工后可形成数字化资产, 为自动化集装箱码头信息化建设和后期运营维护提供数据支撑。

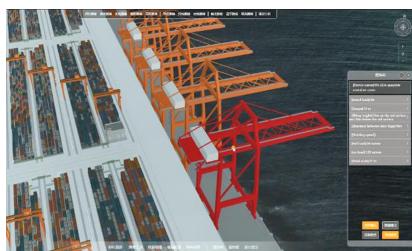


图 8 BIM+GIS 数字化管理平台界面

#### 4 结论与展望

1)本文依托海外工程实例, 探索 BIM 技术在海外多语言环境下 EPC 项目中的一体化应用模式, 克服了传统沟通效率低下等问题, 体现 BIM 技术对于提升工程质量、提高沟通效率、积累数字资产等方面的重要价值。

2)开展基于 BIM 的三维协同设计建模及深化应用, 解决了传统二维模式下, 因专业间缺少高效协调手段而导致的管线碰撞和设计变更频繁等问题, 有效提升设计效率和成果质量, 满足英标体系和自动化集装箱码头高标准设计要求。

3)按照各区块施工要求和分部分项技术要求,

(上接第 322 页)

3)泊位数量确定情况下, 7 万吨级双向航道工程实施引起的港航系统通过能力提升主要有两方面: 3 个航道拓宽随着航道拓宽里程不断增加, 港航系统通过能力由 1 500 万 t 增加至 2 500 万 t; 根据预测船型, 船舶大型化可提升港航系统通过能力 1 000 万~1 300 万 t。

4)根据仿真研究结论, 航道拓宽方案 1 的总投资及煤炭码头通过能力提升每吨所需投资均最省, 同时不涉及山东用海、航道横流较小、后期维护费用小。因此, 经综合比选推荐采用该航道拓宽方案。

应用 BIM 技术进行施工虚拟建造, 将施工问题前置, 减少潜在返工次数, 保证工期要求。

4)通过 BIM 模型创建与应用, 形成数字化资产, 集成了设计和施工阶段项目信息, 为后期自动化集装箱码头的运营提供基础条件。后续将进一步探索 BIM 及其他信息技术在自动化集装箱码头工程全生命期的应用价值, 为不断提升海外工程项目的建设品质贡献力量。

#### 参考文献:

- [1] 权会利, 袁雪峰. 海外 EPC 项目设计管理的要点[J]. 施工企业管理, 2020(12): 90-91.
- [2] 柳长满, 张传捷, 陈微波, 等. 国内沿海自动化集装箱码头关键技术发展趋势[J]. 中国港口, 2021(1): 17-23.
- [3] 武婕, 吴国松. 关于 BIM 对促进水运行业发展的进一步思考[J]. 中国水运(下半月), 2014, 14(6): 80-81.
- [4] 林陈安攀, 陈良志, 钱原铭. BIM 技术在某集装箱码头设计中的应用[J]. 港工技术, 2020, 57(2): 71-76.
- [5] 丁琼, 王帅, 于水, 等. 基于 Bentley 平台的水运工程项目 BIM 建模实施方法研究[J]. 中国水运(下半月), 2018, 18(6): 67-68.
- [6] 王帅, 芦志强, 丁琼, 等. BIM 协同设计在水运工程项目中的应用探索[C]//中国土木工程学会. 自动化集装箱码头应用技术交流会论文集. 北京: [出版者不详], 2015: 123-129.

(本文编辑 王璁)

#### 参考文献:

- [1] 中交水运规划设计院有限公司. 黄骅港煤炭港区 7 万吨级双向航道一期工程工程可行性研究[R]. 北京: 中交水运规划设计院有限公司, 2020.
- [2] 长江航道规划设计研究院, 中交天津港航勘察设计研究院有限公司. 航道工程设计规范: JTS 181—2016 [S]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2016.
- [3] 吴澎. 深水航道设计: 国际航运协会《进港航道设计导则》[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.
- [4] 吴澎, 商剑平. 沿海港口航道通过能力仿真模型研究[J]. 中国港湾建设, 2010, 30(S1): 42-45.
- [5] 邓小瑜, 李引珍, 赵亚玲. 港口航道通过能力研究综述[J]. 水运工程, 2011(3): 10-15.

(本文编辑 王璁)