

BIM+智慧工地在钦州港自动化集装箱码头 施工阶段的应用

邓秋楠

(广西钦州保税港区盛港码头有限公司, 广西 钦州 535008)

摘要: 针对自动化集装箱码头项目施工过程中存在工程体量大、地下综合管网复杂、交叉作业面多且干扰大、施工管理难度大等问题, 依托钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区9#、10#泊位工程实例, 进行施工阶段“BIM+智慧工地”的应用研究, 挖掘BIM技术可视化、模拟性、参数化等特性的应用优势。结果表明: 将BIM技术应用于施工阶段方案模拟及技术交底、智能沉箱生产管理系统和智慧工地系统等方面, 有效提升工程施工安全、质量、进度及成本控制信息化管理水平, BIM技术推动港口建设向智慧化转型升级。

关键词: BIM技术; 应用; 施工; 管理

中图分类号: U 656+35

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)10-0223-05

Application of “BIM + smart sites” in construction stage of automated container terminal in Qinzhou Port

DENG Qiu-nan

(Guangxi Qinzhou Free Trade Port Shenggang Wharf Co., Ltd., Qinzhou 535008, China)

Abstract: The construction process of automated container terminal projects is exposed to problems such as a large project volume, complex comprehensive pipeline networks underground, many cross working planes, great interference, and difficult construction management. On the basis of the project example of Berths No. 9 and 10 in the southern operation area of the Dalangping Port Area, Qinzhou Port, this paper explores the application of “BIM + smart sites” in the construction stage and excavates the application advantages of such characteristics of BIM technology as visualization, simulation, and parameterization. The results indicate that the application of BIM technology in scheme simulation and technical disclosure in the construction stage, the intelligent caisson production management system, and the intelligent site system can effectively improve the information management level of the safety, quality, schedule, and cost control in engineering construction. Thus, BIM technology can promote the transformation and upgrading of port construction to intelligence.

Keywords: BIM technology; application; construction; management

随着我国城市数字化和信息化进程的推进, BIM技术的应用逐步涉及建筑工程建设以外的其他领域^[1]。2018年3月颁布的《交通运输部办公厅关于推进公路水运工程BIM技术应用的指导意见》建立了BIM技术应用相关标准体系, 为BIM技术在水运工程领域的应用指明了发展方向^[2], 推动

港口建设向智慧化转型升级^[3]。

近年来, 国内BIM技术在水运工程中的应用初见成效。在船闸工程施工管理方面, 利用BIM技术的可视化、模拟性和优化性特征进行施工技术交底、碰撞检查、精细化质量管理、工程风险管理, 提高船闸工程施工质量及安全管理水平^[4]。

收稿日期: 2022-05-20

作者简介: 邓秋楠(1998—), 女, 助理工程师, 从事港口工程建设管理工作。

在高桩码头桩基施工过程中，基于 BIM 模型进行桩基碰撞检验，优化桩基净间距，模拟沉桩过程，确定合理沉桩施工方案，确保高桩码头桩基顺利完成施工^[5]。珠海液化石油气(LPG)高桩码头工程通过 BIM 技术软件及动态监控手段对工程的工程量、工期、材料及施工安全进行控制，从而实现施工成本有效控制^[6]。

与传统集装箱码头不同，自动化集装箱码头工程量大，管线布设复杂，施工交叉作业面多且干扰大，对工程的施工管理有着较高的要求，采用常规技术手段解决这些问题往往力不从心。本文以钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 9#、10#泊位工程为例，总结自动化集装箱码头施工阶段“BIM+智慧工地”的应用过程与方法，有效提升施工安全管理、进度及成本控制、质量控制等管理水平，为 BIM 技术在类似工程施工阶段的应用提供参考。

1 工程概况

钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 9#、10#泊位工程位于广西钦州保税港区内的南端，紧邻 8#泊位南侧延长线。工程建设 2 个长度为 783 m 的自动化集装箱泊位，陆域面积约 63.2 万 m²，码头设计年通过能力为 160 万 TEU，工程总投资约 40.5 亿元，可靠泊 20 万吨级集装箱船。工程建设内容主要包括沉箱重力式码头、疏浚工程、水工

建筑物、道路堆场工程、导助航工程等。

钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 9#、10#泊位工程是北部湾港智慧港口建设的标志性项目，创新性地采用 U 形装卸工艺布局方案，外集卡和智能导引运输车(intelligent guided vehicle, IGV)均可进堆场，增加集装箱装卸的交互点，显著提高堆场的装卸效率。

2 应用优势

钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 9#、10#泊位工程为 20 万吨级自动化集装箱泊位，工程体量大，管线布设复杂，交叉作业面多且干扰大；人、机、料等各种资源的投入强度高于常规项目，项目施工管理难度大。

利用 BIM 技术的可视化、协同性、优化性及参数化等优势，通过施工方案模拟、可视化技术交底、进度推演、智慧工地管理系统等应用，丰富施工管理手段，提升项目智慧化、信息化管理水平，有效解决了本工程建设难点。

3 BIM 组织架构

BIM 组织架构见图 1，建设单位总体把控 BIM 技术应用方向及成果交付标准、统筹全局，设计和施工单位负责具体应用的实施，监理单位参与管理，分工明确、管理科学。

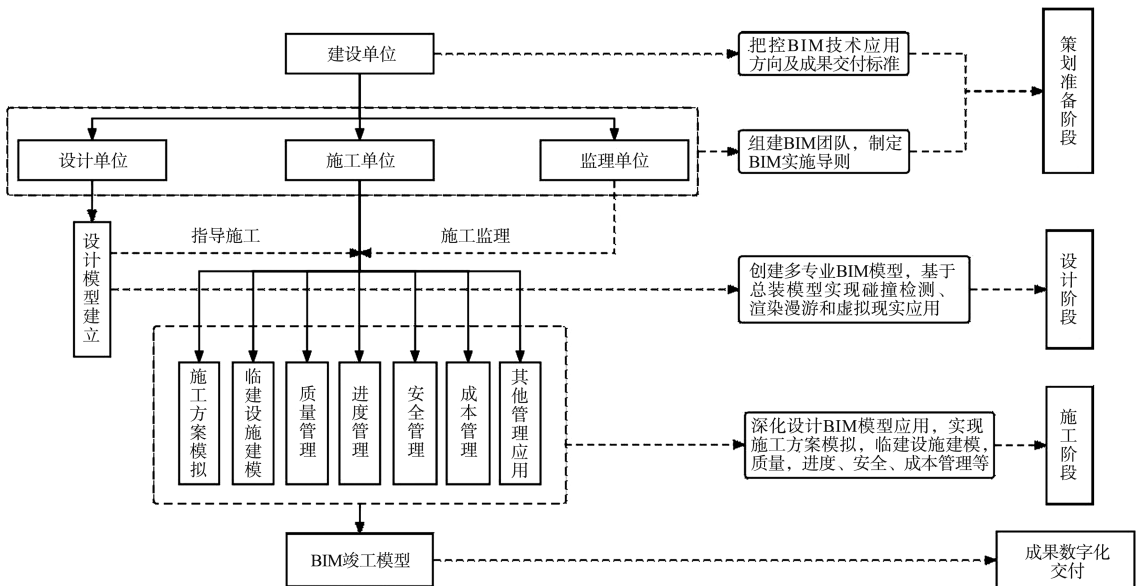


图 1 BIM 组织架构

4 BIM 应用方案

策划准备阶段, 项目建设单位明确了 BIM 成果交付具体要求, 设定关键时间节点, 施工单位根据成果交付标准组建 BIM 团队、制定 BIM 实施导则, 包含 BIM 人才培养计划、BIM 技术制度汇编、BIM 技术保证措施、人员保证措施和资金保证措施等, 确保 BIM 工作有序开展。

工程施工阶段, 基于设计 BIM 模型开展深化应用, 结合智慧工地管理系统, 辅助指导施工、实现施工方案模拟, 临建设施三维场布, 动态管理进度、质量、安全、成本等, 现场实时监控、无人值守地磅等。

工程建设完成后, 创建 BIM 竣工模型, 并将模型、平台及其他相关成果进行整体数字化交付。

5 BIM 应用成果

5.1 施工方案模拟及技术交底应用

本项目沉箱预制采用了墙段钢筋分段预绑扎整体吊装工艺, 利用 BIM 技术进行钢筋整体吊装施工过程可视化模拟(图 2), 对施工方案的安全性、施工机械的运行方式、施工方法和工序等进行方案可行性论证。利用 BIM 技术可视化特点,

对施工中的重点、难点和工艺复杂的施工区域进行 4D 可视化演示, 明确施工工艺及标准, 降低施工技术人员理解难度, 避免因人为理解误差而导致的施工偏差, 提前发现并解决复杂技术问题, 管控风险, 提升项目安全管理水平。

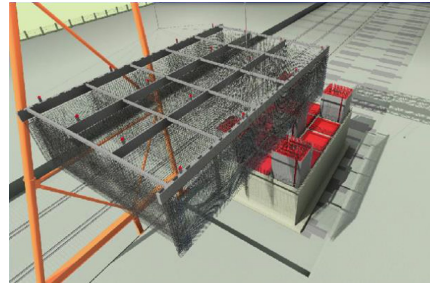


图 2 钢筋整体吊装可视化模拟

5.2 智能沉箱生产管理系统应用

将 BIM 模型导入到 Unity 3D 中, 利用 Unity 访问后台数据指令, 完成场景搭建。施工现场设置 RFID 芯片采集前端数据, 利用物联网技术开发专用生产管理系统(图 3), 通过专用扫码仪器随时记录沉箱每道工序的名称、作业时间、当前状态等施工数据并保存到云端, 数据驱动模型可视化模拟现场进度, 实现沉箱预制数字孪生、项目施工信息化管理。



图 3 智能沉箱生产管理系统

5.3 钢筋翻样插件应用

采用基于 BIM 自主研发的钢筋下料系统, 实现钢筋模型的自动加工和精细化管理, 使切割钢筋科学长短搭配, 实现套料最优、废料最少。本

项目钢筋利用率达到 99.2%, 真正发挥 BIM 技术在施工中的作用, 有效节约成本。钢筋翻样插件应用见图 4。

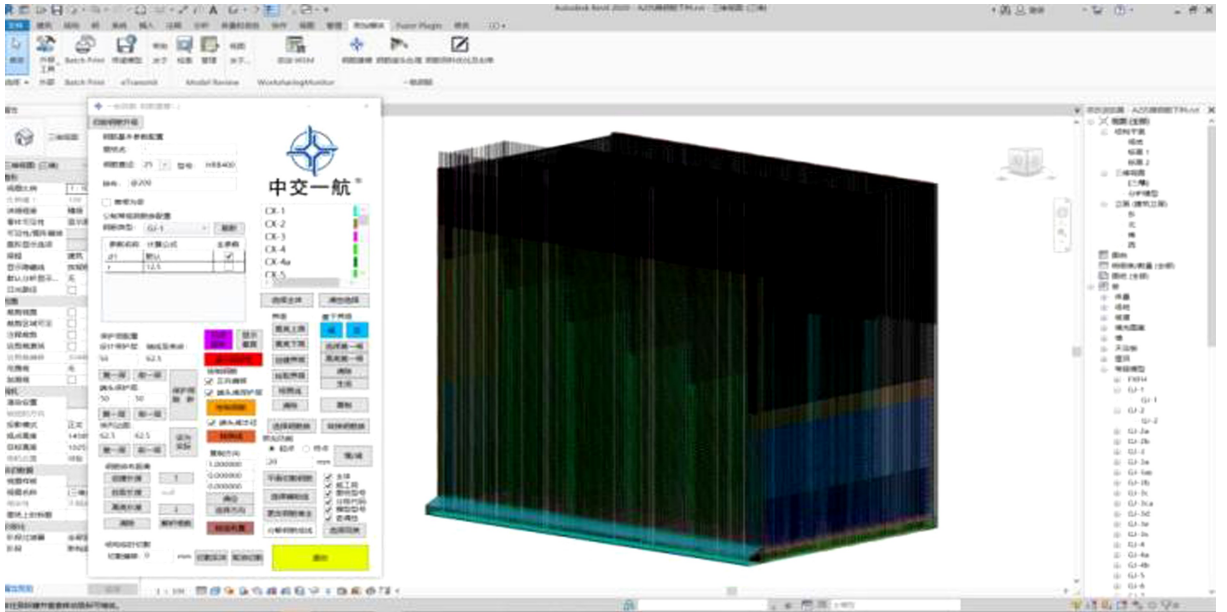


图 4 钢筋翻样插件应用

5.4 智慧工地系统应用

1) Dynamo 应用。本项目排水板数量多, 且布局区域成矩形分布, 施工阶段利用 Dynamo 可视化编程工具, 处理模型批量放置、模型编码等重复性高的工作, 实现批量导出设计坐标及工程量, 方便了现场技术人员进行坐标定位, 工程量统计等工作, 提高施工效率。

流程及验收内容, 将验收的结果生成检验批资料, 实现检验批资料自动批量制作、自动储存的功能, 避免资料丢失、提升项目信息化管理水平。

2) 进度推演。利用 Fuzor 软件将施工进度计划与 BIM 模型挂接, 进行 4D 施工进度模拟, 管理人员可通过进度推演分析进度编排是否合理, 便于及时编排和调整进度计划。通过 Revit 和 P6 软件的二次开发, 形成人、机、料等资源与进度的一体化管理平台, 实现数据互通, 具有辅助进度计划编制和辅助进度管理等直接功能, 可作为中枢数据平台, 为其他 BIM 应用点提供时间数据, 驱动其他 BIM 应用点落地管理。

4) BIM+GIS 平台。基于“BIM+GIS”的方式, 通过相关电子地图软件, 下载高分辨率点云数据作为基础地形测量资料, 准确反映地形的几何信息和纹理信息, 创建基础地形模型, 通过平台进行模型数据发布整合, 形成项目“BIM+GIS”的可视化展示效果。项目管理人员可查询坐标、距离、面积等相关数据, 对模型进行显隐、剖切、模型定位、分屏展示等操作, 便于项目管理讨论及分析。

3) 快速制作检验批。通过 excel 建立标准的检验批格式样板, 将 BIM 模型与资料挂钩, 利用 BIM 管理平台的信息存储与信息共享的功能, 制定验收

5) 智慧工地管理平台。自主开发智慧工地管理平台(图 5)采用 BIM 技术+智慧工地系统的先进管理理念, 利用 BIM 技术结合图形轻量化引擎技术构建平台基础框架, 对模型进行轻量化处理, 实现在网页端和移动端 BIM 模型快速浏览, 精细化、信息化、科学化管理施工过程, 打通各阶段信息壁垒。



图 5 智慧工地管理平台

5.5 智慧工地管理平台应用

安全管理方面。通过施工现场视频监控模块, 管理人员可随时随地查看现场是否存在习惯性违章行为、反复性隐患等, 遇突发情况或管理存在争议时, 可追溯监控录像, 提高项目施工安全管理能力。

质量控制方面。将施工原材料、质检人员、施工过程等信息关联至 BIM 模型, 实现动态化质量追溯、现场流程化质量管理, 丰富项目质量管理手段、提升项目质量管理水平。

进度管理方面。将施工进度计划与 BIM 模型进行整合, 以 4D 的形式清晰展示工程进度安排, 可根据现场施工实际进度合理调整施工计划及资源投入。

劳务及物资验收管理方面。在 4D 模型基础上添加人、机、料、费用等信息, 实现项目整体的 5D 模拟, BIM 模型关联资料作为验收的基本条件和构件是否完工的依据, 方便项目管理人员直观了解项目建造过程的费用和投资情况。

6 结论

1) 依托钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 9#、10#泊位工程实例, 探索 BIM 技术在自动化集装箱码头项目施工中的应用, 体现了 BIM 技术对于提

升项目管理水平、实现信息化管理及积累数字化成果、提升工程质量等方面的重要价值。

2) 钦州港大榄坪港区大榄坪南作业区 9#、10#泊位工程 BIM 技术的成功应用, 提高了项目建设的数字化、信息化管理水平, 丰富了项目管理手段, 充分展现了 BIM 技术在自动化集装箱码头项目施工阶段应用的优越性。后续将进一步探索 BIM 技术在自动化集装箱码头项目全生命期的应用价值。

参考文献:

- [1] 曾宪沂, 陶鑫. BIM 技术的应用现状和发展趋势[C]//北京力学学会第二十七届学术年会论文集. 北京: 北京力学学会, 2021: 1192-1194.
- [2] 唐鑫, 泉金, 陈正鹏. BIM 技术在港口设计中的应用研究[J]. 工程质量, 2021, 39(06): 30-33.
- [3] 王帅, 杨林虎, 蔡伟. EPC 模式下海外自动化集装箱码头工程 BIM 技术应用[J]. 水运工程, 2021(10): 323-327.
- [4] 孟成成, 孔增增. BIM 技术在船闸工程质量管理中的应用[J]. 工程建设与设计, 2022(9): 240-242.
- [5] 邢红熙. BIM 技术在高桩码头桩基施工中的应用[J]. 城市建筑, 2019, 16(23): 110-111.
- [6] 张月. 基于 BIM 技术的高桩码头施工成本控制方法研究[D]. 重庆: 重庆交通大学, 2018.