

集装箱码头设计施工一体化 BIM 应用

芦志强, 苏东升, 崔峰

(中交水运规划设计院有限公司, 北京 100007)

摘要: 当下 BIM 技术在工程领域发展迅速, 为水运工程建设领域的变革带来了一次全新机会。针对目前水运工程 BIM 应用实例较少、设计施工一体化应用程度较低等问题, 文中对高桩码头设计施工一体化 BIM 技术应用进行了探索和总结。通过多专业集成应用、各参与方协同应用、跨阶段的综合应用, 以及针对性的平台开发和工具开发, 实现了高桩码头建造各专业的协同、信息模型的可视化和优化, 为水运工程管理提供了一种科学、有效的手段。

关键词: BIM; 水运工程; 高桩码头; 数字化移交平台

中图分类号: U652

文献标志码: A

文章编号: 2095-7874(2018)08-0036-04

doi: 10.7640/zggwjs201808008

Integrated BIM technology application for design and construction of container terminals

LU Zhi-qiang, SU Dong-sheng, CUI Feng

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

Abstract: At present, BIM technology is developing rapidly in engineering field, which brings a new opportunity for the reform of waterway engineering construction. In view of the lack of BIM application examples and low application degree of integrated design and construction, we explored and summarized the application of integrated BIM technology in the design and construction of high pile wharf. Through multi professional integration application, collaborative application of various participants, cross stage comprehensive application, and targeted platform development and tool development, we realized the collaboration of various specialties of high pile wharf construction and the visualization and optimization of information model, which provides a scientific and effective means for the management of water transportation engineering.

Key words: BIM; water transportation engineering; high piled wharf; digital transfer platform

1 研究背景

交通运输部“十三五”科技规划将 BIM 技术推广列入重点工作之一。目前, 各省市对 BIM 技术应用开展了相应探索, 如上海中心大厦、深中通道、深圳前海、北京城市副中心、北京中国尊等项目应用^[1-5]。2016 年, 交通运输部将某港区集装箱码头 6—10 号泊位项目列入标准化示范项目。借此契机, 建设单位对此项目 6 号及 7 号泊位开展 BIM 综合应用探索, 实现 BIM 技术在设计施工一体化管理中的特有价值。

该项目拟新建 2 个 20 万吨级和 3 个 15 万吨级专业化集装箱泊位 (码头水工结构兼顾 20 万吨级), 码头岸线总长 2 150 m, 通过 6 座引桥与堆场相连, 设计年通过能力 430 万 TEU, 工程总投资 79 亿元。本次 BIM 技术应用的工程范围为 6 号、7 号泊位 (第 1 至第 13 结构段) 码头平台、7—8 号引桥, 内容包括水工结构、工艺设备、地质、电气、给排水以及水上建构筑物等。

2 应用目标

2.1 总体目标

通过 BIM 技术在本项目设计与施工过程中的一体化应用, 满足业主方和项目管理团队进行动态项目管理的需求, 实现项目数字化管理、提升

收稿日期: 2018-05-18 修回日期: 2018-06-03

作者简介: 芦志强 (1974—), 男, 河北人, 高级工程师, 从事港航工程和 BIM 应用管理研究。E-mail: luzhiqiang@pdwt.com.cn

项目建造品质,为码头数字化运营创建应用平台、提供数据基础、预留扩展接口,打造全生命周期BIM在水运工程应用的示范工程。

2.2 主要内容

实施内容分为四部分,建立BIM设计模型、搭建BIM应用平台、实施施工过程BIM管理、提炼标准规范。

1) 设计建模及优化,形成设计模型:建立工程范围内各专业设计BIM模型,通过优化和深化设计,预判实施风险。

2) 平台开发和标准制定,形成协同工作机制:开发数字化移交平台,实现施工阶段的“读、写、查、批”等管理功能;制定各阶段工作规则,统一数据交换格式,实现各应用阶段内的横向协同以及两个阶段之间的纵向协同。

3) 施工配合及过程管理,形成竣工模型:施工单位在设计模型的基础上,利用数字化移交平台,不断深化和应用BIM模型,在进度、质量和费用管理等方面开展探索性应用,提高工程建设品质。

4) 实施效果评估,形成项目或企业规范:BIM技术是一套社会技术体系,需要各参与者遵循一定规则,充分发挥潜在价值。通过应用效果分析,对实施过程中有益做法进行总结,提炼升华技术成果。

3 研究成果及实施效果

3.1 设计建模与应用

1) 各专业模型

设计阶段分别建立地质、结构、电气、给排水、装卸工艺的分装模型,实现了各专业设计成

果和地质条件的三维可视化。特别是创建了水工结构配筋模型,对桩、桩帽、节点、纵横梁等进行三维配筋,配筋结构直观可见,钢筋量统计方便快捷,深化了三维设计成果。

2) 整合模型

为了实施各专业碰撞检查,提前发现工程实施风险,需要将各专业设计模型组装为一个整体,分别对各专业间的互提条件和空间布置进行检查复核。模型组装如图1所示。

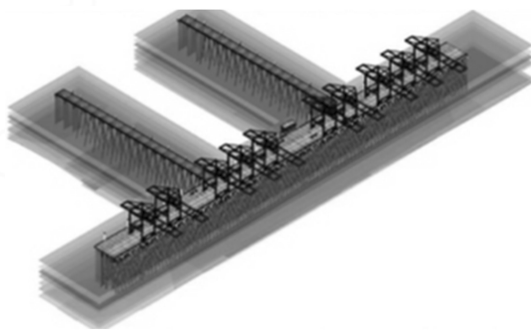


图1 组装模型

Fig. 1 Assembly model

3) 模型应用

利用整合模型,在设计阶段开展了整合检查、冲突检测与管线综合、工程量复核、二维出图等应用,为消除实施风险、提高设计质量发挥了一定的作用。

通过剖切整合模型,生成平面、立面、剖面等二维图形,核对建筑和结构的构件在平面、立面、剖面位置是否一致,以消除设计中不统一的错误。

实施了基桩碰撞检查、沉桩碰船检查和管线孔洞支撑检查,见图2。

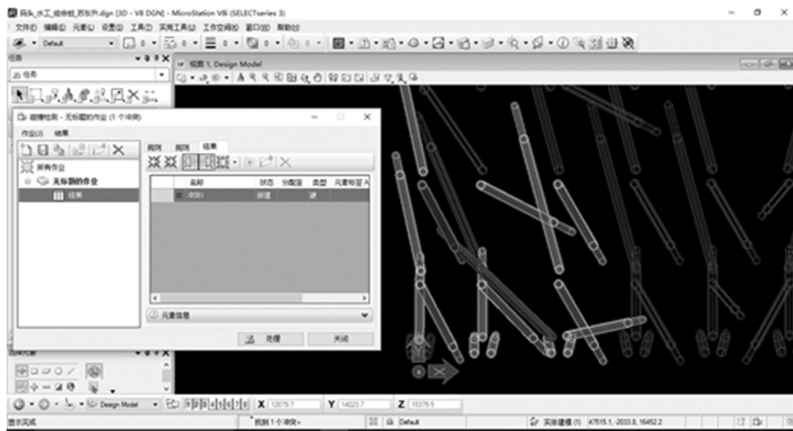


图2 码头基桩碰撞检查

Fig. 2 Collision inspection of wharf pile foundation

通过 BIM 模型提取相应部位工程量，采用 C# 语言编写程序，对 BIM 模型进行工程量统计和复

核，工程量清单复核表，为计划和计量提供辅助参考，见图 3。

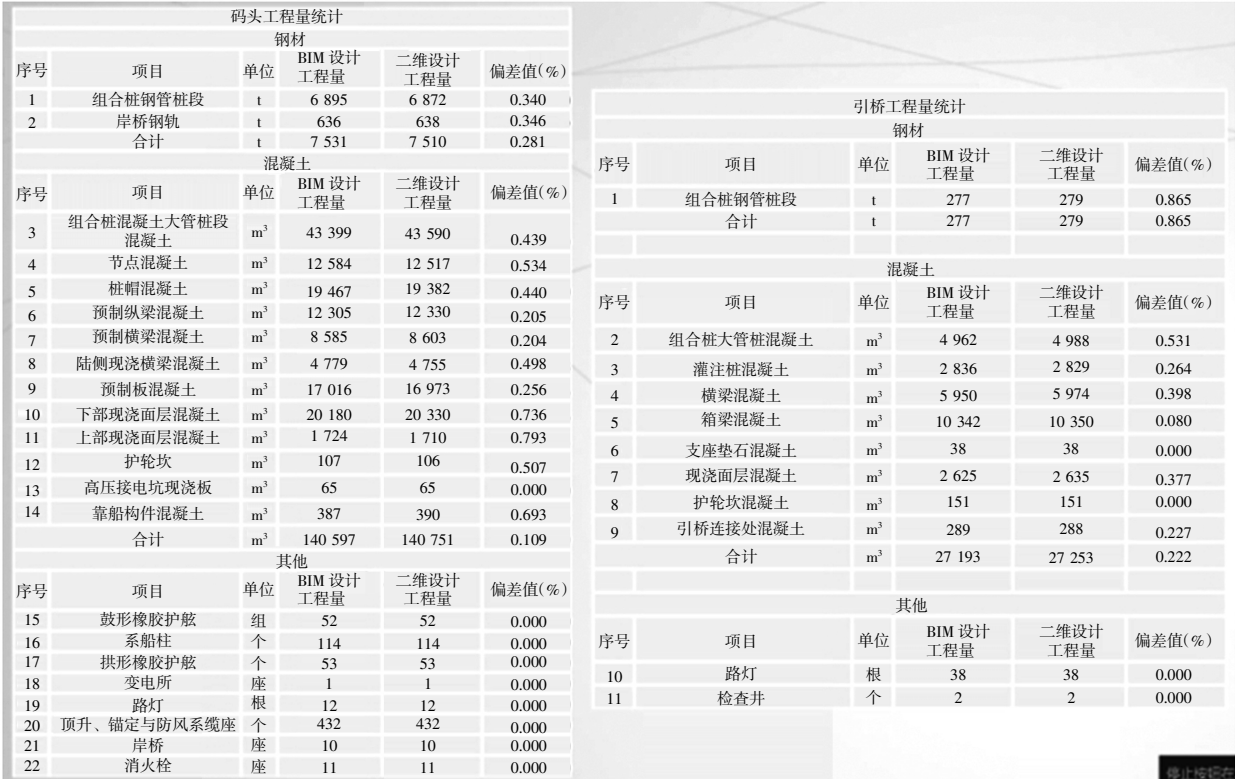


图 3 工程量统计
Fig. 3 Quantity statistics

在建立完成的三维模型基础上抽取二维图纸。将建立好的 BIM 进行轻量化导出，将几何模型和属性数据进行分离，同时将模型转换为可以在控件上展示的模式。

3.2 施工交底与配合

可视化设计成果在施工技术交底中的价值非常明显，在交流和处理技术问题时，大幅提高沟通效率和精准度。

另外，针对高桩码头沉桩施工的设计配合过程，本项目开发了桩基与地质的联动模型，该模型能够直观查询桩基在各个土层中的入土深度，实现了桩基承载力自动计算，通过与设计桩力自动比对，输出比对结果和相关参数的取值，内置于 BIM 工作平台中，为设计代表决策沉桩停锤提供参考数据，可用于沉桩的施工配合全过程。具体应用为：

- 1) 显示或查询每根基桩内力设计值。
- 2) 剖切基桩和地质的组合模型任意断面，显示各土层层位信息和侧摩阻、端阻力数据、基桩

位置信息。

3) 计算已沉基桩实际承载力，程序自动与桩力设计值比对，给出检验结果，为设计代表提供决策支持。

4) 对任意基桩的任意入土深度，程序自动计算承载力设计值。为设计代表解决异常沉桩情况提供快速数据支持。

3.3 平台功能设计与开发

数字化移交平台是将设计模型无损传递到施工阶段并实施过程管理的重要载体。该平台针对 BIM 开发了“读”、“写”、“查”、“批”等功能，集成 BIM 模型、进度、质量、图纸、人员等信息，通过权限和流程设置，实现施工过程中的进度、质量、费用的过程管理。

该系统采用前后台分离的架构编写，有效简化了系统逻辑关系，提升了开发效率。系统前台图形界面基于 Untiy3d 平台构建，采用异步加载技术，有效解决了大容量的模型文件读取过程中造成的使用卡顿问题。同时，应用多线程技术，

使后台运行于单独的线程上, 集中处理比较耗时的文件读取工作和前台提交的异步请求, 充分发挥了现代多核心 CPU 的效能。此外, 后台采用面向接口编程技术, 提升了系统的可扩展性, 使系统通过少量的开发工作, 即可较快地切换多种数据源。

本数字化平台取 Bentley 平台^[6]及 Unity3D^[7]各家技术之长, 将模型与应用的深度融合, 实现的系统功能包括工程概况、综合查询、进度管理、费用管理、质量管理和系统维护。主界面如图 4 所示。



图 4 数字化移交平台主界面

Fig. 4 Digital transfer platform main interface

1) 综合查询

针对模型可实现整体模型查询、专业模型查询、典型构件和典型节点查询, 通过选择时间节点和查询条件, 将查询结果显示在模型和数据框中, 相应信息也可下载打印。

2) 进度管理

通过交互 4 个时间参数: 计划开始时间、计划完成时间、实际开始时间及实际完成时间, 将 BIM 设计模型与施工进度挂接, 进行施工进度分析和管理的。

3) 质量管理

本项目质量管理包括沉桩偏差管理、构件安装偏差管理、码头水工建筑物的变形观测以及桩基检测管理。质量偏差以报警弹窗与高亮模型方式显示, 实现项目质量信息集成。

4) 费用管理

通过录入构件信息, 可查询施工作业模型中已完成构件工程量信息, 并自动统计工程量清单, 形成报表。同时, 将满足合同约定的计量、计价规范要求的价格测算分摊至各施工构件, 利用工程量统计的结果, 自动统计不同时期进度款参考

值, 为进度款支付提供决策支持。

3.4 相应标准制定

在本项目的实践过程中, 从过程管理与成果控制等方面, 衍生出诸多值得记录及借鉴的书面材料。经过多轮归纳、总结、筛选后, 形成了 BIM 实践不同阶段的相应标准, 包括《设计阶段 BIM 实施导则》、《BIM 建模标准》、《BIM 成果交付标准》等, 从顶层构建了适应自身发展的 BIM 体系架构。

4 收获与体会

4.1 选择适宜的软件

搭建软硬件环境是实现 BIM 应用目标的基本条件。目前软件技术和工程管理体制下, 短期内很难实现全生命期 BIM 应用。本项目设计建模选用 Bentley 系列产品, 能够实现软件间数据无损传递和轻量化应用, 达到复核二维设计成果、辅助深化设计方案、提前发现并解决复杂技术问题的目的。

4.2 制定实用的规则

本项目制定了工作流程、模型层级、文件命名、建模标准等行为规范, 复用性较强的元件创建规则, 跨阶段应用的模型唯一 ID 编码规则, 提高了模型创建效率, 为模型应用和传递奠定了沟通基础, 为施工过程管理和后续数据应用创造了一致性的规范条件。

4.3 开展针对性开发

目前水运工程 BIM 应用尚处于起步探索阶段, 本项目二次开发的指导思想是“有所为、有所不为”, 针对建模效率、数据传递等问题, 开展了构件快速布置、桩基承载力计算、移交平台开发方面的探索, 突出问题导向, 效果显著。

5 结语

该项目的 BIM 应用是 BIM 在水运行业的一次新突破。

1) 建模规范, 应用点多。对设计模型的层级划分、ProjectWise 协同平台的运用、元件库的建立及构件编码等方面进行了研究, 实现了模型整合、碰撞检测、设计二维抽图、三维地质建模、三维配筋建模及工程量复核等方面的应用。

2) 二次开发应用深入。结合实际需要开发了快速放置构件、桩基承载力自动计算等程序, 开发了数字化移交平台。

(下转第 48 页)

利用效率,节省人力资源,提高模型准确性。

3.2 培养 BIM 设计团队的协同能力

目前尚未颁布关于 BIM 国标设计标准,因此在项目建模启动初期要建立完善的 BIM 设计标准,例如专业分类、文件归档、系统命名、管道颜色等。完善工作流程,提高团队协同能力,建立适合自身团队发展的工作准则。将 BIM 技术培训、项目应用和项目总结形成体系,逐步建立 BIM 设计团队以及严谨而高效的工作流程。

4 总结与展望

港珠澳大桥东人工岛主体建筑机电设备专业管线繁多,净空要求高,设计周期长,负一层侧壁预留孔洞无法更改,在众多局限条件下完成管线综合难度大。本项目在 BIM 技术的支持下提高了图纸的准确性,在多维度的空间下模拟真实管道的路由走向,相比传统 CAD 二维图纸更能表达现场真实工况,并可协助施工单位解决复杂的机电安装节点。

利用 BIM 技术能显著提高施工效率及准确性。建议项目前期做好相关技术准备与模型定位,

让 BIM 技术进一步融入到项目管理中,最终推动 BIM 技术的推广。

参考文献:

- [1] GB 50015—2003,建筑给排水设计规范[S].
GB 50015—2003, Code for design of building water supply and drainage[S].
- [2] GB 50016—2014,建筑设计防火规范[S].
GB 50016—2014, Code for fire protection design of buildings[S].
- [3] GB 50067—2014,汽车库、修车库、停车场设计防火规范[S].
GB 50067—2014, Code for fire protection design of garage, motor repair shop and parking area[S].
- [4] GB 50268—2008,给水排水管道工程施工及验收规范[S].
GB 50268—2008, Code for construction and acceptance of water and sewerage pipeline works[S].
- [5] GB 50974—2014,消防给水及消火栓系统技术规范[S].
GB 50974—2014, Technical code for fire protection water supply and hydrant systems[S].
- [6] GB 50898—2013,细水雾灭火系统技术规范[S].
GB 50898—2013, Technical code for water mist fire extinguishing system[S].
- [7] GB 50981—2014,建筑机电工程抗震设计规范[S].
GB 50981—2014, Code for seismic design of mechanical and electrical equipment[S].

(上接第 39 页)

3) 总体实施效果良好。从实施效果来看,稳定提升了设计成果质量,提高工作效率 15%以上,施工管理的可视化、信息集成度、响应及时性大幅提升。

目前, BIM 在水运行业应用还处于起步阶段,随着 BIM 在水运行业的普及范围逐步扩大,如何降低建设和运维成本,实现全生命期 BIM 应用,将成为发展新阶段需要重点考虑的问题。

参考文献:

- [1] 陈继良,张东升. BIM 相关技术在上海中心大厦的应用[J]. 建筑技艺, 2011(S1):104-107.
CHEN Ji-liang, ZHANG Dong-sheng. BIM in Shanghai Center Tower[R]. Architecture Technique, 2011(S1): 104-107.
- [2] 王帅,鲁盛,张浩,等. Bentley 数字化平台在人工岛 BIM 设计过程中的应用[J]. 中国交通信息化, 2017(12):139-143.
WANG Shuai, LU-Sheng, ZHANG Hao, et al. Application of BIM technology in design phase of artificial island based on Bentley digital platform[J]. China ITS Journal, 2017(12): 139-143.
- [3] 李桦,孟凡艺,段宗哲,等. BIM 技术在深圳前海市政工程中应用[J]. 城市住宅, 2016, 23(8):11-15.

LI Hua, MENG Fan-yi, DUAN Zong-zhe, et al. Application of BIM technology on Shenzhen Qianhai municipal project[J]. City & House, 2016, 23(8): 11-15.

- [4] 陈静,王青娟. 智慧建造助力城市副中心建设[J]. 施工企业管理, 2017(4):46-47.
CHEN Jing, WANG Qing-juan. Intelligent technology boosts subcenter construction[J]. Construction Enterprise Management, 2017(4): 46-47.
- [5] 赵雪锋,姚爱军,刘东明,等. BIM 技术在中国尊基础工程中的应用[J]. 施工技术, 2015(6):49-53.
ZHAO Xue-feng, YAO Ai-jun, LIU Dong-ming, et al. Application of BIM technology in China Zun Tower foundation engineering[J]. Construction Technology, 2015(6): 49-53.
- [6] 刘彦明. 基于 Bentley 平台的铁路桥梁 BIM 设计系统[J]. 铁路技术创新, 2017(1):12-14.
LIU Yan-ming. Railway bridge BIM design system based on Bentley platform[J]. Railway Technical Innovation, 2017(1): 12-14.
- [7] SHEN Z, JIANG L, GROSSKOPF K, et al. Creating 3D web-based game environment using BIM models for virtual on-site visiting of building HVAC systems[J]. Construction Research Congress, 2012: 1 212-1 221.