



BIM 技术在大型集装箱码头工程设计中的应用

陆晶晶, 徐俊, 刘社豪, 邹桐

(中交第三航务工程勘察设计院有限公司, 上海 200032)

摘要: 上海国际航运中心洋山深水港四期工程是国内首个全自动化集装箱码头, 以此为依托, 针对 BIM 技术在集装箱码头工程设计中应用的问题进行总图、水工、机械等相关专业 BIM 技术应用的研究, 将 BIM 技术与传统二维设计模式相融合, 采用欧特克 BIM 系列软件以及探索者 BIM 协同平台, 得出全自动化集装箱码头 BIM 总体设计技术路线, 重点对 BIM 协同设计平台的应用流程以及设计相关专业的 BIM 应用方法进行探讨, 为全自动化集装箱码头从传统二维设计向基于 BIM 技术全生命周期设计应用的转变提供参考。

关键词: BIM; 三维协同设计; 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(2018)06-0036-04

Application of BIM in large container terminal design

LU Jing-jing, XU Jun, LIU She-hao, ZOU Tong

(CCCC Third Harbor Consultants Co., Ltd., Shanghai 200032, China)

Abstract: Phase IV of Yangshan project is the first fully automated container terminal in the world. Based on this, aiming at the problem of BIM applied in container terminal design, we take the research on general plan, hydraulic structure, mechanical design and other related professional field. We also put the BIM technology into traditional two-dimensional design mode, and get a fully automated container terminal BIM overall design technology route by the use of Autodesk BIM series software and Explorer BIM collaborative platform, especially focusing on the application process of BIM collaborative design platform and the BIM application method. It provides a reference for fully automated container terminal to transform from traditional two-dimensional design to BIM-based full life-cycle design application.

Keywords: BIM; 3D collaborative design; container terminal

BIM 建筑信息模型 (building information modeling) 是以三维数字技术为基础, 集成了建筑工程项目各种相关信息的工程数据模型。BIM 作为一种全新的理念和技术, 不同类型的工程项目都可以在 BIM 平台找到自己亟待解决问题的方法^[1], 国家“十三五”建筑信息化发展纲要亦将 BIM 技术纳入了研究内容。

在水运工程等基础设施领域, 目前国内 BIM

应用尚处于起步阶段。近年来, 我国水运行业随着“一带一路”走向世界的同时, 凸显了技术和管理水平的不足, 项目的复杂性不断增加, 对设计水平的要求越来越高, 传统二维设计模式的局限性不断放大。BIM 技术的全面应用必将对水运行业的进步产生无可估量的影响^[2]。洋山深水港区四期工程作为一项我国技术最先进、规模最大的全自动化集装箱码头工程, 在国内外具有极大

收稿日期: 2017-11-15

作者简介: 陆晶晶 (1985—) 女, 硕士, 高级工程师, 从事水运工程结构设计、BIM 技术应用研究。

的影响力^[3]。本文通过实现 BIM 技术在洋山四期工程中的全面应用,探索了 BIM 技术在大型集装箱码头设计过程中的应用模式,从而实现 BIM 集装箱码头项目团队建设、实践经验上的突破,为类似集装箱码头的 BIM 设计提供参考。

1 集装箱码头 BIM 应用特点

相对于常规的建筑工程,集装箱码头设计相关专业除了结构、给排水、电气、暖通等,还涉及水文、航道、机械等专业,因此集装箱码头工程设计对各专业的配合、协同要求比较高。参考国内外学者对 BIM 的定义,集装箱码头工程 BIM 设计的特点如下:

1) 各专业设计结构种类繁多。为了满足集装箱码头及堆场各种使用功能需要,一个工程中的构筑物可能就有几十种、甚至上百种,使用传统的二维设计方法,不仅工作量极大而且质量不易控制。

2) 结构形式复杂。集装箱码头工程中的构筑物结构样式,不仅要满足其功能要求、还要考虑其空间布置、荷载条件,同时随着大型工艺设备的不断发展,其基础结构也变得形态各异,而传

统二维设计中平面、断面的表达方式,很难全面、清晰、直观地将其展示给建设单位以及现场施工人员,影响项目方案的确定以及实施。

3) 设计变更频繁。全自动化集装箱码头专业协同要求极高,码头及堆场预埋件体量巨大,水工结构、道路堆场等关键专业的设计处于设计流程的末端,需要根据上游专业的变更,及时调整平面布置以及结构方案,而对于以点、线为设计基本单位的二维设计方法来说,可谓是牵一发而动全身,重复劳动工作量大。

2 工程概况

洋山四期工程是在建世界规模最大、技术最先进的自动化码头。总用地面积 223 万 m^2 ,利用规划岸线 2 770 m,共建设 7 个 5 万~7 万吨级集装箱泊位及配套工作船码头。其中集装箱码头长 2 350 m、宽 37 m,采用桩帽节点高桩梁板式结构,水工结构按照靠泊 15 万吨级集装箱船设计。洋山四期工程设计吞吐能力初期达到 400 万标准箱/a,远期将达到 630 万标准箱/a,可满足多艘大型集装箱船同时靠泊,工程总投资约 139.8 亿元。总平面布置如图 1 所示。

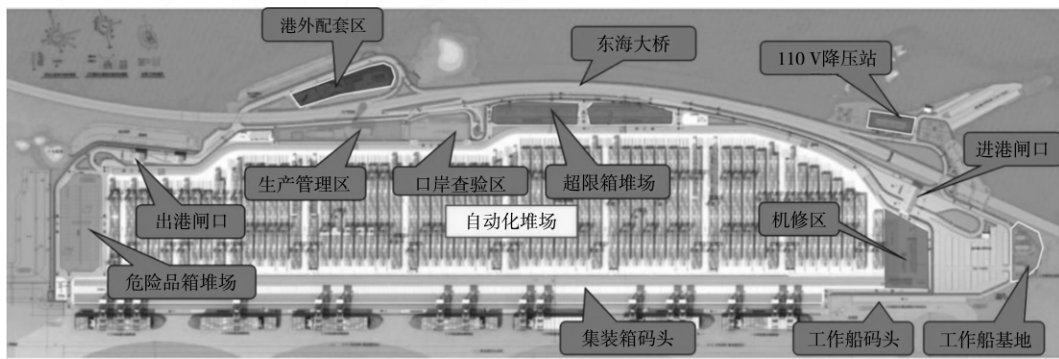


图 1 洋山四期自动化集装箱堆场平面布置

3 BIM 设计总体技术路线

3.1 BIM 设计相关软件

集装箱码头工程设计专业类型复杂,相关专业设计内容不同,所需的 BIM 系列软件亦不同,主要可分为 5 类:

1) Autodesk Revit: 用于水工结构、道堆、给排水等需要对实体构件进行 BIM 建模的专业。

2) Autodesk Civil 3D: 用于总平面布置、道路、堆场等地形平面相关 BIM 建模的专业。

3) Autodesk Navisworks: 用于管线综合、施工模拟等。

4) Lumion: 用于总体 BIM 模型汇总、规划阶段快速演示等。

5) 探索者三维设计协同管理平台: 用于工程

项目所有专业设计文件的管理、协同。

3.2 总体设计技术路线

洋山四期工程属于超大规模集装箱港区项目,并不适用于纯工作集的工作模式,而应采用工作集—外部链接—工作集的工作模式。本文基于 BIM 技术的特点以及高桩码头及堆场传统二维设计关键点,以洋山四期工程为背景,提出了如下大型集装箱码头 BIM 总体设计技术路线^[4],如图 2 所示。

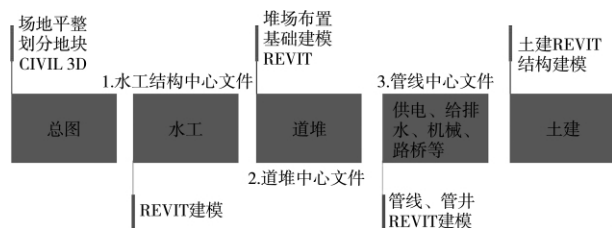


图 2 大型集装箱码头 BIM 设计技术路线

4 主要专业 BIM 应用

4.1 BIM 协同平台应用

BIM 三维协同平台的应用是贯穿 BIM 设计全过程的核心之一,本文选用探索者三维协同设计管理平台作为洋山四期项目 BIM 协同设计应用的管理平台。探索者三维协同平台可以和各专业 BIM 设计软件无缝连接、数据共享、协同作业,提高项目管理水平,有效把控设计质量,主要工作流程见表 1。

表 1 探索者协调平台 BIM 工作流程

| 步骤 | 工作内容 | 说明 |
|----|-------------|--|
| 1 | 新建项目 | 新建需要开展 BIM 设计的工程项目,输入工程名称、设计阶段、相关专业、设计人员等信息 |
| 2 | 人员、权限设置 | 建立对应工程参与人员的名单,包括登录名称、姓名、部门、专业、权限等信息 |
| 3 | 各专业互提资料 | 设计人员根据各专业之间互相配合的要求,在协同管理平台内部互提资料 |
| 4 | 新建 REVIT 项目 | 在明确了各专业的设计内容以后,直接从探索者协同平台内启动 REVIT 软件,在此基础上进行 BIM 设计 |

4.2 设计相关专业 BIM 应用

4.2.1 结构相关专业

根据 BIM 系列设计软件的特点,在集装箱码

头工程中,水工、道堆、路桥以及土建等专业均属于结构设计建模类专业,选用 Autodesk Revit 作为主体 BIM 设计软件,主要 BIM 设计应用流程如图 3 所示。

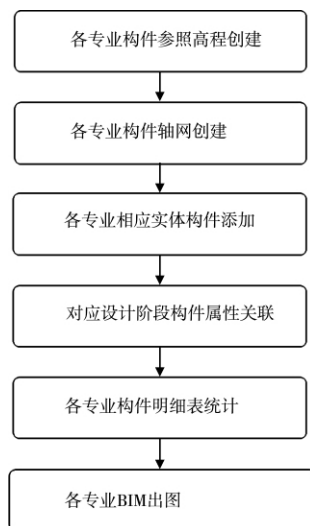


图 3 Revit 设计应用流程

以水工专业集装箱码头上部结构为例,水工专业 BIM 设计人员完成码头顶面高程创建后,逐个添加桩帽、纵梁、横梁、面板等实体构件,关联相关属性信息,即可完成上部结构 BIM 设计,如图 4 所示。

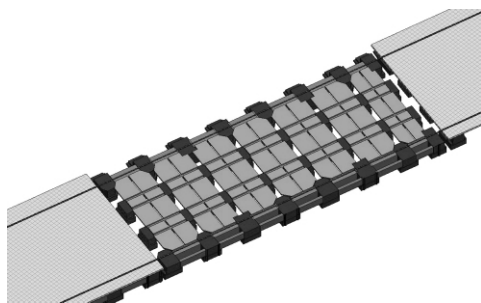


图 4 集装箱码头上部结构 BIM 模型

各专业在完成 BIM 设计建模后,由于 BIM 设计模型中的每个构件均与实际吻合,可通过 Revit 根据最终成果导出构件明细统计表以及个设计阶段图纸,很大程度上节省了统计、汇总、校审的工作量。

在结构 BIM 模型完成的基础上,可采用 Revit 的配筋功能对主要标准构件进行三维配筋设计,钢筋的锚固长度、弯钩样式均符合规范要求,大大提高结构的准确性以及绘图标准化。同时现

场施工可直接提取钢筋样式进行放样, 实现从方案、到设计再到施工全方位的质量控制。洋山四期工程某轨道槽基础以及箱角基础的结构 BIM 配筋设计如图 5 所示。

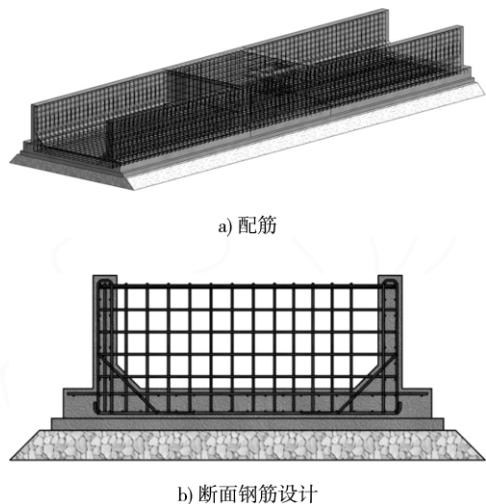


图 5 B 形联合基础配筋及断面钢筋设计

4.2.2 管线相关专业

全自动化集装箱码头地下预埋管线众多, 管线相关专业的 BIM 设计同样基于 Revit 软件平台开展, 具体方法同结构专业建模。在全部管线完成后, 必须对管线进行碰撞检查。BIM 技术可以把设计人员从繁琐的管道碰撞检查工作中解放出来, 减少校核审查时间, 确认碰撞无误后, 由计算机生成明细表, 可很大程度地减少工程量统计的时间。

本工程选用 Navisworks 软件进行管线碰撞检查。设计人员可选择两个不同的管道系统或管道与其他结构件进行碰撞检查。若有碰撞发生, 只要在列表中选择该碰撞, 软件就会将视点移到碰撞位置, 如图 6 所示。

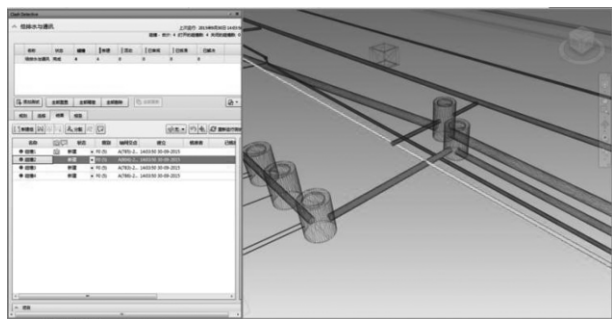


图 6 管线碰撞检查

图 6 中共 4 处碰撞发生, 对 4 处碰撞修改完成后, 再次进行碰撞检查, 确定无碰撞后即可绘制平面布置如图 7 所示。

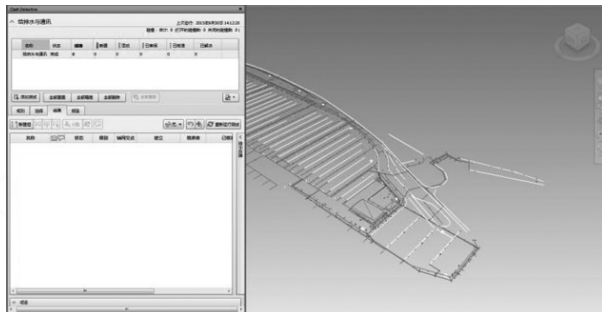


图 7 管线碰撞检查确认无误

4.2.3 供电、机械工艺等配套专业

供电、机械工艺等专业在运用 BIM 技术进行设计的过程中, 主要是采用 Revit 软件完成照明灯塔、配电柜、电缆井、码头岸桥和车档等专业相关构件的设计建模, 若发现与其他专业有碰撞时, 应及时沟通协调 (图 8)。各相关专业设计完成后, 统计设备材料等工程量信息。

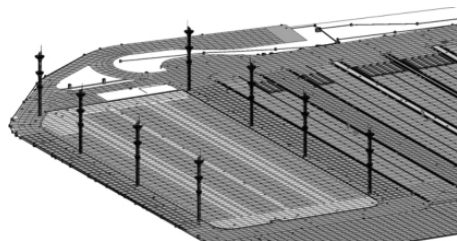


图 8 堆场某区照明灯塔布置

4.2.4 各专业 BIM 模型汇总

各专业的 BIM 模型均可以直观地体现各专业的的设计内容, 考虑到项目从规划到实施过程中, 往往需要对建成以后的总体效果进行汇报演示, 本工程选用 Lumion6.5 对各专业 BIM 设计文件进行汇总。洋山四期工程总体 BIM 设计效果展示如图 9 所示。



图 9 洋山四期工程 BIM 设计效果

(下转第 45 页)

限进行展示。

2) PC 端业务登录、权限识别和业务处理。PC 端在通过 CA 认证后发送应用指令,调用 WEB 应用服务,通过 WEB 应用服务调用 SSL 应用,而 SSL 服务后续的处理逻辑过程与移动端处理过程是一样的。PC 端展示的内容根据解密解压后授予的页面权限进行展示^[4]。

3 结论

1) 信息系统安全架构体系由网络硬件安全架构和软件安全架构两大体系组成,其中硬件层次端架构设计包括终端设备、网络设备以及后台数据设备的安全架构体系建立,软件系统架构设计包括用户层、中间层和数据层级的安全架构体系构建,其中对中间层进行两次划分,真正隐藏了后台的运算逻辑,屏蔽了后台数据的关键信息。

2) 构建私有 CA 认证体系,实现对输入、输出数据的加密,通过 SSL 数据传输协议进行安全传输,使非法客户无法访问系统,合法客户使用数据能够安全有效地进行传输,真正实现了港口信息系统安全、可靠、有效的数据传输。

3) 采用分层级的方法构建的信息系统安全架构体系,可以通过升级软硬件系统,灵活应对未来新的入侵及新型病毒的攻击。

参考文献:

- [1] 张明德. PKI/CA 与数字证书技术大全[M]. 北京: 电子工业出版社,2015.
- [2] 克里斯·桑德斯. 网络安全监控: 收集、检测和分析[M]. 北京: 机械工业出版社,2015.
- [3] 贾铁军. 网络安全技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社,2014.
- [4] 伊万·里斯蒂奇. HTTPS 权威指南[M]. 北京: 人民邮电出版社,2016.

(本文编辑 郭雪珍)

(上接第 39 页)

5 结语

1) 通过对 BIM 本质的研究,为基于 BIM 技术的大型集装箱码头设计模式的探索奠定了坚实的理论基础。

2) 充分利用 BIM 技术参数化、可视化、协同性等特点,提升了大型集装箱码头设计的精度和深度,优化了传统的设计工作模式。

3) 以 Autodesk BIM 系列软件为技术支持,根据大型集装箱码头工程的特点,为各专业提出了一套完整的 BIM 设计技术路线和解决方法,为大型集装箱码头 BIM 技术应用的推广提供了有力的

技术保障。

参考文献:

- [1] 何清华,钱丽丽,段运峰,等. 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.
- [2] 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+232.
- [3] 刘广红,程泽坤,罗勋杰,等. 洋山四期工程全自动化集装箱码头总体布置[J]. 水运工程,2016(9): 46-51.
- [4] 王学锋,吴鹏程,赵渊,等. 基于 BIM+理论的船闸工程建设新模式[J]. 水运工程,2015 (12): 123-127.

(本文编辑 王璁)