



BIM 技术在高桩码头设计阶段的应用

蔡 波^{1,2}

(1. 中交武汉港湾工程设计研究院有限公司, 湖北 武汉 430040;

2. 海工结构新材料及维护加固技术湖北省重点实验室, 湖北 武汉 430040)

摘要: 针对传统的高桩码头二维设计过程存在的不足, 结合盐城港重件码头工程 BIM 技术的实践应用, 从协同服务器搭建、族库建设以及多专业协同 3 个方面详细阐述了 BIM 协同设计方法, 并提出了构件参数化设计、工程量明细统计、复杂节点参数化设计、工程出图标准化的 BIM 设计阶段应用点。研究表明: BIM 技术的应用实现了模型元素信息的联动与共享, 提升了多专业协同的参与度, 工程设计表达的准确性、协同效率也随之提高。

关键词: BIM; 高桩码头; 协同服务器; 模型构件库; 协同设计

中图分类号: U 652.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2021)03-0174-06

Application of BIM technique in the design of high-piled wharf

CAI Bo^{1,2}

(1. CCCC Wuhan Harbor Engineering Design and Research Co., Ltd., Wuhan 430040, China; 2. Hubei Key Laboratory of Advanced Materials & Reinforcement Technology Research for Marine Environment Structures, Wuhan 430040, China)

Abstract: Given the shortcomings of the traditional high-piled wharf two-dimensional design process, combined with the practical application of BIM technology in Yancheng Port's heavy-duty wharf project, this paper elaborates the BIM collaborative design method from three aspects: collaborative server construction, family library construction, and multi-disciplinary collaboration, and puts forward the application points of BIM design stage of component parameterized design, detailed statistics of engineering quantities, parameterized design of complex nodes, and standardization of engineering drawings. Studies have shown that the application of BIM technology has realized the linkage and sharing of model element information, and has improved the participation of multi-disciplinary collaboration, and the accuracy of engineering design expression and collaboration efficiency have also been improved.

Keywords: building information modeling; high-piled wharf; collaboration server; model component library; collaborative design

传统的高桩梁板式码头基于 AutoCAD 二维设计过程中, 主要存在以下问题: 1) 设计过程中存在信息孤岛。各设计专业人员由于缺乏数据信息的集中存储, 设计过程共享脱节, 造成了信息不对称。2) 频繁的二次修改。由于图纸版本升级、设计变更等原因需要反复修改图纸, 而传统 CAD 设计表达是基于过程的设计方法, 设计元素之间不具备联动性, 易导致图纸表达错误。3) 与构件标准化程度高不匹配。国内高桩梁板码头多为梁

板装配式, 但由于缺乏数据库管理, 元素的复用性及制图的效率其实并不高。4) 复杂工艺设备的设计表达不完整。专业及节点交叉处的结构设计复杂, 而现阶段仍采用的是平面表达, 如何以参数化三维参数设计提质增效尤为重要。

BIM 技术以创建工程数据信息为基础, 通过共享同一信息模型来实现对建设项目数据信息的全过程应用及管理。目前在水运工程的全生命周期已取得了一定的基础应用。文曦等^[1]基于水运

收稿日期: 2020-06-15

作者简介: 蔡波(1987—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为港航设计及 BIM 技术应用。

基础设施领域数据交换的需求, 提出适用于水运工程的 IFC 标准; 行业标准《水运工程信息模型应用统一标准》《水运工程设计信息模型应用标准》于 2019 年 10 月相继推出, 为行业的 BIM 技术实践应用提供了技术支撑。高桩码头的生产实践中 BIM 取得了不同方面的重要应用: 毕磊等^[2]通过建立 5D-BIM 模型, 耦合成本信息, 附加时间和成本维度, 实现高桩码头动态、实时的施工进度及成本管控; 高琰哲^[3]详细介绍了参数化驱动建模, 并为高桩码头的桩基布置、现浇节点控制的 BIM 设计提升了效率; 黄黎明等^[4]基于 BIM 技术探索高桩码头给水工程的深化设计应用, 以提升设计工作效率; 陈静等^[5]通过开发 BIM 模型接口, 完成与高桩码头监测系统的对接, 实现 BIM 技术水工建筑物在检测监测中的应用及推广。

BIM 技术通过协同设计平台实现多专业的并行工作, 其可视化、参数化的面向对象的模块式设计方法, 从根本上提升了设计阶段的工作效率及交付成果质量。本文结合盐城港公用重件码头工程实践, 提出了高桩码头协同设计的方法, 并在此基础上对设计阶段的应用点开展深入探讨。

1 工程概况

盐城港公用重件码头工程位于江苏盐城响水县灌河东岸, 距灌河入海口约 4 km。水工结构按照靠泊 5 万吨级船舶设计, 码头结构形式为高桩梁板式, 码头平台尺寸为 206 m×40 m。码头平台设计主要包括桩基、横梁、预制梁板及附属设施。

码头平台排架间距为 7.2 m, 每榀排架采用 11 根 $\phi 1\ 200\ \text{mm}$ PHC 桩, 码头通过 2 座引桥与后方陆域衔接, 1[#]引桥尺度为 60 m×80 m, 2[#]引桥尺度为 9 m×39 m。在码头平台后方 27.5 m 处设置 1 座桅杆吊后臂基础墩台, 基础位于码头平台中间位置, 墩台平面尺寸为 32 m×30 m, 码头整体 BIM 模型见图 1。

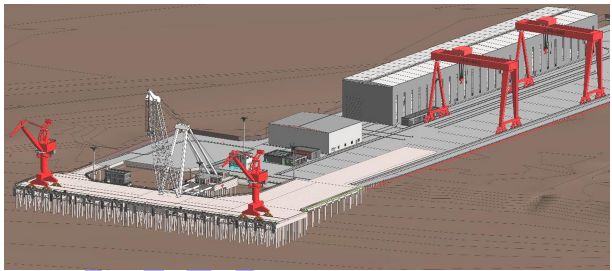


图 1 码头整体 BIM 模型

2 BIM 协同设计

2.1 搭建协同设计服务器

高桩码头 BIM 模型全专业协同设计建模的方法为: 中心文件“工作集”与链接文件相结合。采用网络连接和权限管理的方式, Revit 工作集将所有项目组成员的修改成果以网络共享的方式保存在中央服务器上, 并将更新结果同步反馈给其他成员, 实现数据实时集成、协同共享。

采用 Revit Server 实现跨 Internet 的工作共享服务, 在具备 Web 服务器(IIS)的 Windows Server 2012 或 Windows Server 2012 R2 服务器版本中, 安装 Revit Server 工具(图 2), 即可实现全专业人员访问 Revit Server 服务器上的 Revit 项目中心文件。



图 2 设计协同服务器搭建

2.2 建立构件库

高桩梁板式码头组成构件的标准化程度高，主体结构主要包括桩基、横梁、纵梁、面板、靠船构件、面板等，另外还有车档、防风锚索等工

艺预埋件，橡胶护舷、系船柱、钢爬梯等附属设施，见图 3。为了提高创建 BIM 模型的效率，建立标准构件的族库来实现资源共享，族库具备构件的审核、查询、修改及删除的管理功能。

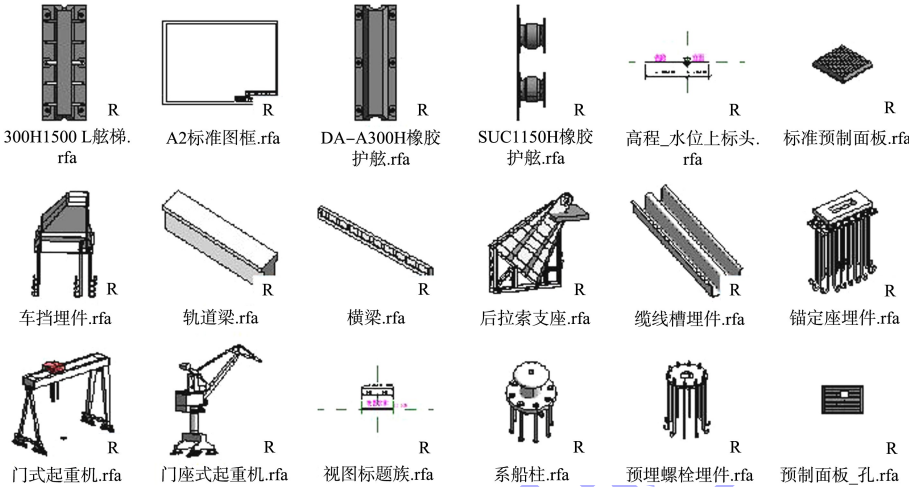


图 3 高桩梁板式码头构件

将基于 Microsoft .NET 4.5 Framework 开发框架的 Visual Studio 作为开发平台，采用 Microsoft SQL Server 数据库技术实现族库的建立，见图 4。入库构件主要包括构件的结构体系、构件入库编码、标识尺寸、构件族等内容。构件修改是针对

构件入库时各主要参数进行修改；构件查询是为了快速查询到对应构件，分为逻辑查询及模糊查询；构件删除是对不再符合要求的构件进行删除，通过构件的编码进行检索并删除，并更新构件库资源，见图 5。

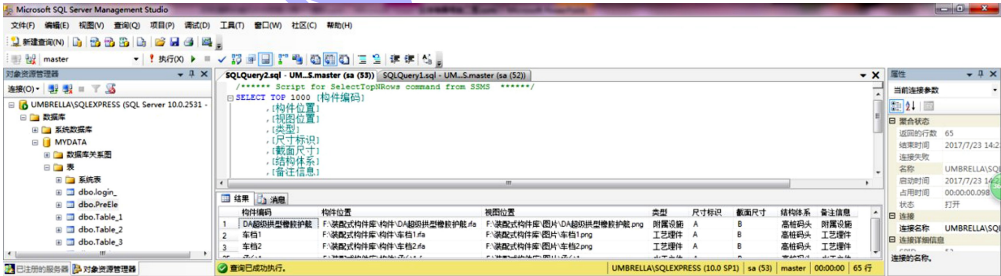


图 4 构件单元数据库建立



图 5 高桩码头构件库管理界面

2.3 多专业协同

高桩梁板式码头设计过程涉及到总图、水工、给排水、港口工艺等专业, 每个专业在设计过程中结合工作分解结构 WBS, 进一步划分设计建模的功能结构单元, 如水工结构进一步分为桩基、横梁、纵梁系、预制面板、附属结构等。通过调用族库的构件单元, 在搭建的协同服务器上共同完成 BIM 模型的建立。

多专业的协同并行设计和方案优化分析, 提高了后续施工的可实施性。在协同服务器上建立了设计任务工作集, 见图 6、7。参与项目的专业设计人员按照实际工作分配, 分别领取各自工作集任务, 服务器通过角色及权限的管理实现模型

单元的信息共享、提高协同设计工作效率。设计阶段建立的 BIM 模型进一步地集成所有的设计信息, 有效地传递到施工阶段, 提高模型信息的复用性, 有效降低模型的生产成本。



图 6 工作集设置

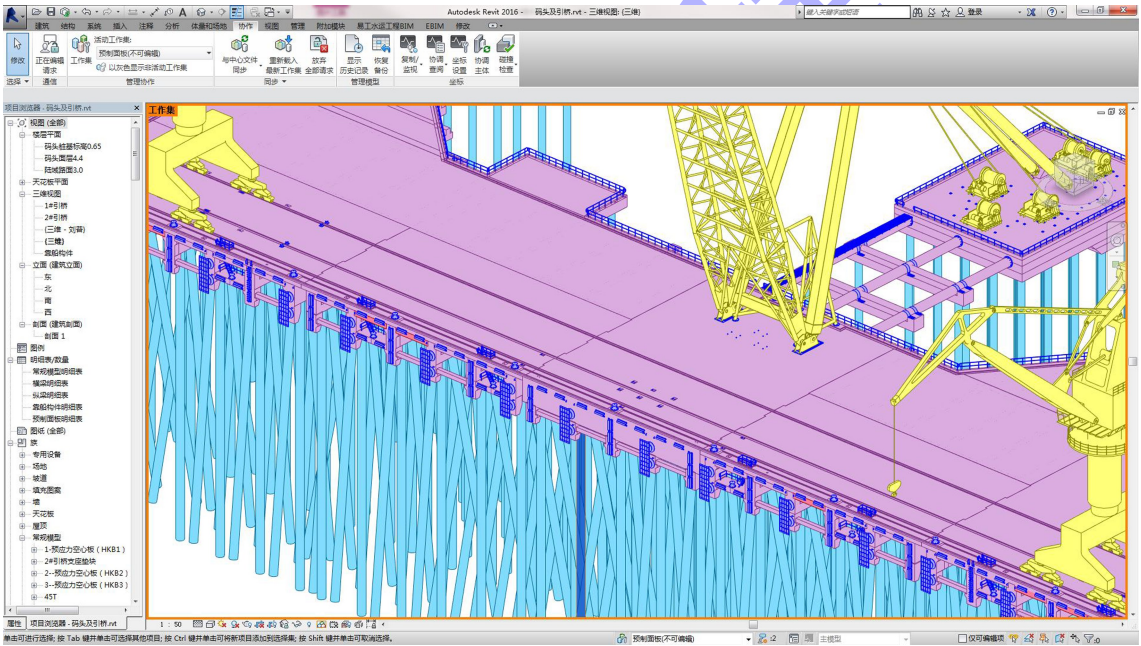


图 7 多专业协同设计

3 设计阶段应用

3.1 参数化设计

在 Autodesk Revit 软件中, 族作为面向对象参数化设计的基本单元, 其插入与修改能使中心模型文件的模型视图、平立剖面、明细统计、图纸等实现同步更新, 保证设计输出成果的协调性、一致性及联动性。参数化设计的理念使设计人员更加专注于设计工作本身, 而不是繁琐的模型及图纸的修改。码头平台前沿电缆槽处的预制面板族见图 8, 标准化族文件的创建过程应规范基本参

数的命名、设定、逻辑关联及测试等基本步骤。对应族参数见图 9, 预制面板位置为多专业交叉处, 预制面板尺寸调整频率较高, 须进行参数化设计, 以方便后续调整修改。

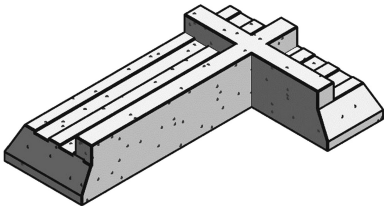


图 8 预制面板(电缆槽处)



图 9 预制面板族参数设置

3.2 工程量统计

明细表统计作为参数化设计的重要体现，通过设定统计表格所需的参数实现实物工程量的关联统计，避免了二维常规设计反复手动调整。方案设计阶段，能快速进行各种方案技术指标的统计分析，如本项目后方陆域堆场的钢材堆场、辅助生产用地、车间用地以及生活辅助区用地等的分配及占比，以初步确定该方案的经济性、合理性。施工图设计阶段能实现精细的工程量统计，如在实体结构配筋中，根据钢筋选型、数量、长度、体积、质量等实现 BIM 模型的关联统计，图 10 为轨道梁的结构配筋的明细统计表。

<轨道梁材料表（单榀梁）>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
构件及钢筋信息				钢筋数量		钢筋长度及体积			钢筋总重量		
主体类别	编号	样式	规格	钢筋直径	数量	合计	钢筋长度	总钢筋长度	钢筋体积	单位长度重量 (kg/m)	总重(kg)
纵梁系	1_a	标准	Φ	28 mm	16	2	7000 mm	56000 mm	34482.12 cm³	4.830	540.96
纵梁系	1_b	标准	Φ	28 mm	2	1	7000 mm	14000 mm	8620.53 cm³	4.830	67.62
纵梁系	2	标准	Φ	20 mm	10	1	7000 mm	70000 mm	21991.15 cm³	2.470	172.90
纵梁系	3	锚筋/箍筋	Φ	12 mm	122	2	5860 mm	357460 mm	40427.77 cm³	0.888	634.85
纵梁系	4	标准	Φ	12 mm	61	1	3030 mm	184830 mm	20903.78 cm³	0.888	164.13
纵梁系	5_a	标准	Φ	10 mm	52	4	920 mm	11960 mm	939.34 cm³	0.617	29.52
纵梁系	5_b	标准	Φ	10 mm	36	3	920 mm	11040 mm	867.08 cm³	0.617	20.44
纵梁系	6	标准	Φ	36 mm	4	4	3390 mm	3390 mm	3450.60 cm³	7.990	108.34
纵梁系	7_a	标准	Φ	22 mm	12	2	7000 mm	42000 mm	15965.57 cm³	2.980	250.32
纵梁系	7_b	标准	Φ	22 mm	2	1	7000 mm	14000 mm	5321.86 cm³	2.980	41.72
纵梁系	8_a	标准	Φ	10 mm	126	14	760 mm	6840 mm	537.21 cm³	0.617	59.08
纵梁系	9	标准	Φ	16 mm	82	2	1280 mm	52480 mm	10551.73 cm³	1.580	165.84
总计: 37					525						

图 10 单榀轨道梁明细统计表

3.3 复杂节点表达

在高桩码头的设计过程中，专业间交叉区域、预留开孔位置、现浇与预制交叉点处的细部构造较为复杂，基于 BIM 的三维可视化、参数化的设计方法，能显著提高设计效率及成果交付质量。图 11 为现浇横梁与预制靠船构件在交叉点处的钢筋布置，通过预定义横梁及靠船构件的多种类型钢筋族，可实现参数化布置的结构设计配筋。

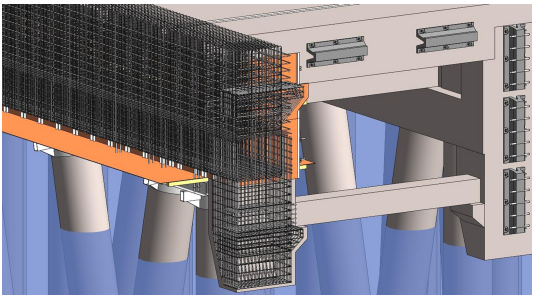


图 11 复杂节点的参数化设计

3.4 工程标准出图

基于 BIM 的参数化设计方法, 图纸作为三维模型成果输出的一部分, 其主体仍然为 BIM 模型, 对于平立剖面、三维视图以及明细统计表均作为附属输出。首先确定项目样板文件, 然后按照标

准统一制定单位级别的图框族、高程标注族、尺寸标注族、文字标识族、线样式等图纸辅助表达的族文件, 以及相关项目设置, 最后在制图过程中调用上述图纸相关的族, 完成出图, 图 12 为轨道梁的标准出图, 其成果输出同样具备关联性。

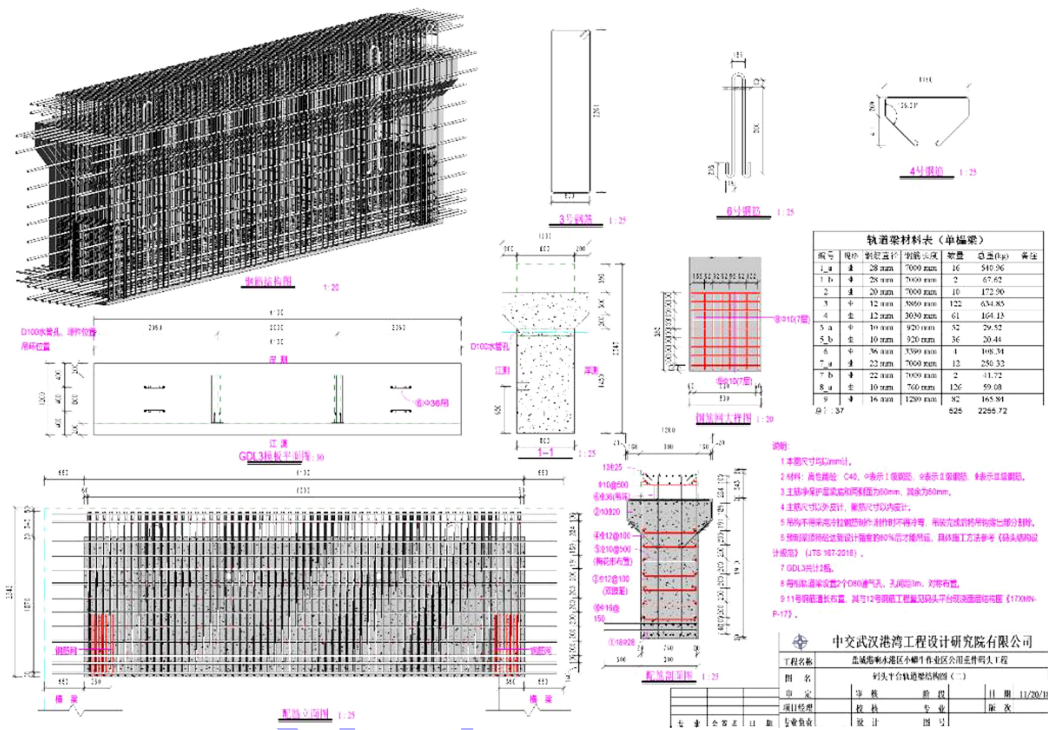


图 12 基于三维 BIM 模型的标准出图

4 结语

- 1)通过自主研发的 Revit 参数化构件管理的数据库, 实现对构件族进行分类存储和集中管理, 便于各专业人员资源共享及构件族调用, 有效避免了重复性的构件制作工作, 为类似项目提供了构件族的素材积累, 同时审核入库也实现了构件族的标准化的。
- 2)采用中心文件的多专业协同设计方法, 提高设计人员之间的信息及数据共享的时效性, 实时获取其它专业设计过程中的调整及更改, 减少设计中反复修改的频率, 大大缩短了设计时间, 提升设计效率及成果交付质量。
- 3)基于 BIM 的协同设计方法, 其最重要的特征为面向模型元素对象的协同设计, 族是实现参数化联动设计的关键, 设计人员可更加专注于设计本身, 以三维 BIM 设计为基础的平立剖视图、

3D 模型、明细统计表等设计成果均为参数化联动输出, 保证了成果输出的准确性及效率。

参考文献:

[1] 文曦,陈青红,邹艳春,等.基于 IFC 的水运基础设施信息模型[J].水运工程,2018(8): 129-134.

[2] 毕磊,于水,丁琼,等.基于 5D-BIM 的高桩码头工程施工进度-成本实时控制[J].水运工程,2017(3): 189-193.

[3] 高琰哲,陶桂兰.基于 Revit 的高桩码头参数化建模应用探索[J].水道港口,2018,39(1): 114-118.

[4] 黄黎明,陈家悦.基于 BIM 技术的高桩码头给水工程深化设计应用[J].土木建筑工程信息技术,2019,11(6): 76-80.

[5] 陈静,杨凯,马瑞鑫,等.BIM 技术在高桩码头监测中的应用研究[J].舰船电子工程,2018,38(11): 8-11,62.