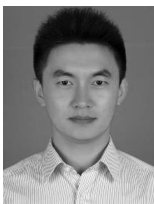


Civil 3D 在港口工程 BIM 协同设计中的应用



杨彪, 章旭, 陈家悦, 陈良志, 覃杰

(中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510290)

摘要: 与传统二维设计相比, 三维 BIM 设计具有更好的可视化效果和更高的设计精度。在港口工程设计中, 采用 Civil 3D 软件创建与地形相关的土石方类 BIM 模型, 并基于 Vault 平台开展多专业协同设计, 可以实现对 Civil 3D 模型对象的“零件级”管理, 保证专业间模型的动态关联, 提高设计过程中的沟通协调效率, 提升设计成果的质量和精度。基于 Vault 平台的 Civil 3D 协同设计解决方案可为港口工程 BIM 应用提供参考。

关键词: 港口工程; BIM 协同设计; Civil 3D; Vault 平台

中图分类号: U 652.7

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2022)07-0230-05

Application of Civil 3D in BIM collaborative design of port engineering

YANG Biao, ZHANG Xu, CHEN Jia-yue, CHEN Liang-zhi, QIN Jie
(CCCC-FHDI Engineering Co., Ltd., Guangzhou 510290, China)

Abstract: Compared with traditional two-dimensional (2D) design, 3D BIM design has a better visualization effect and higher design precision. In port engineering design, the software Civil 3D is used to create terrain-related BIM models of earthwork and carry out multi-disciplinary collaborative design on the basis of the Vault platform. This technical solution can achieve the “component-level” management of Civil 3D models, ensure the dynamic association of models among disciplines, improve the efficiency of communication and coordination in the design process, and improve the quality and precision of design results. The Civil 3D collaborative design solution based on the Vault platform can provide a reference for BIM applications in port engineering.

Keywords: port engineering; BIM collaborative design; Civil 3D; Vault platform

近年来, 建筑信息模型 (BIM) 技术在工程建设各领域的应用日渐成熟, 应用 BIM 技术可以提高工程设计的质量和效率, 有效控制成本和工期, 辅助项目管理和运维, 在工程建设的全生命周期内发挥关键作用^[1], BIM 技术所带来的经济和社会效益, 已得到业界广泛认可。三维协同设计是 BIM 技术在设计阶段应用的重要技术手段, 可以将传统设计的串行工作模式转变为协同设计的并行模式, 不同专业基于协同平台同时开展设计建模工作, 并针对整体设计方案进行三维可视化实时校审, 有效解决设计过程中的沟通和协调问题,

提高项目的设计质量和效率^[2]。

不同的 BIM 设计软件具有不同的建模机理和功能特点, 适用于不同的工程类型。一款合适的建模软件不仅可以提高建模效率, 还能有效保证模型信息的可传递性, 提高 BIM 模型的利用率。在港口工程 BIM 实践中, Civil 3D 软件体现出其独特的技术优势, 主要适用于与地形相关的工程场景, 如疏浚开挖、陆域回填、地基处理、防波堤、护岸、场区道路、雨水管网等。本文以某港口工程为例, 采用 Civil 3D 软件开展 BIM 建模工作, 并基于该软件的数据共享方式, 探索一条适合港

收稿日期: 2021-12-08

作者简介: 杨彪(1989—), 男, 高级工程师, 从事港口工程设计及 BIM 咨询工作。

口工程 BIM 协同设计的解决方案。

1 工程概况

某 LNG 项目配套码头工程位于广东省深圳市,拟通过填海造地形成面积约 25.4 万 m^2 的接收站陆域场地,设计交工标高 5.7 m,护岸长度约 1 400 m。项目配建 1 座 LNG 专用卸船泊位,呈蝶形布置,码头面设计高程 9.5 m,水域设计底高程 -14.8 m。建设内容还包括 1 座工作船码头、1 座取排水口和 1 座火炬平台。项目总体渲染效果见图 1。

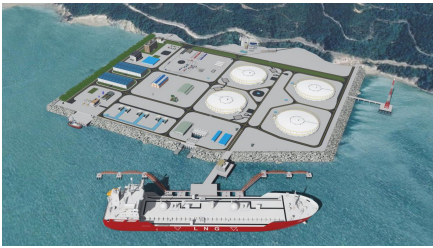


图 1 项目渲染效果

项目 BIM 建模内容包括三维地形地质、港池航道疏浚、斜坡式护岸及基槽开挖、陆域形成及地基处理、取排水口、码头结构、火炬平台、排水明沟、配套水电管线及消防设施等。根据各单位工程特点,BIM 建模分为土石方类和构件类 2 种形式,其中土石方类工程在建造工期和成本预

算中占主导地位,拟采用 Civil 3D 软件进行建模,实现设计方案的三维可视化表达,提高工程量的统计精度^[3-4]。此外,土石方类工程设计的参与专业较多,包括勘测、总图、水工、岩土、给排水等,专业间设计边界条件交叉多,互提资料流程繁琐,导致传统设计方式沟通协调效率较差。拟通过 BIM 协同设计方式优化提资流程,提升沟通效率,缩短设计周期^[5]。

2 Civil 3D 数据共享方式

利用 Civil 3D 软件开展 BIM 协同设计工作,首先要熟悉该软件的 3 种数据共享方式: Vault 共享、数据快捷方式和外部参照^[6],表 1 总结了 3 种数据共享方式的原理、特点和适用情况。在 BIM 应用实践中,模型数据共享具有动态关联的特性,为工程设计提供便利,应根据项目实际情况选择合适的共享方式,主要考虑因素包括项目体量及复杂性、项目团队人数和项目数据的安全性等。经过对比发现,基于 Vault 平台的数据共享方式具有数据安全性强、协同和数据管理效率高、文件历史版本可追溯等优势,适用于中大型项目团队和复杂项目;而数据快捷方式适用于小型项目团队和简单项目;外部参照不适用于协同工作。

表 1 Civil 3D 数据共享方式

数据共享方式	原理和功能	优势	局限	适用情况
Vault 共享	<ul style="list-style-type: none"> 完整的针对图形、模型对象和项目文档的服务器级别数据管理系统; 配合多级权限机制,实现对象级别的模型数据共享; 通过 Civil 3D 附加模块登陆 Vault,实现模型对象的参照引用,并可保证模型间的动态关联 	实现对 Civil 3D 对象的“零件级”管理,数据安全性强,协同和数据管理效率高,历史版本可追溯	需设置管理员、指定项目人员权限、创建文件架构、定制流程等,管理成本较高	适用于中大型项目团队和复杂项目
数据快捷方式	<ul style="list-style-type: none"> 可实现对象级别的模型数据共享; 从源文件创建 Civil 3D 对象的数据共享方式,在当前文件中创建数据参照来实现模型数据的传递; 可使用“提升数据参照”功能将参照对象提升为可以编辑的独立对象 	可编辑源对象并同步反映到当前文件中	需在源文件和目标文件均操作,项目复杂时协同策略把握难度较大	适用于小型项目团队和简单项目
外部参照	<ul style="list-style-type: none"> 标准的 AutoCAD 功能,可以将其他图形的全部内容作为仅显示对象插入到当前图形中; 可实现 AutoCAD 图元的参照,如水深测点、地物信息等; 可实现 Civil 3D 对象的参照,如曲面、路线、道路等 	操作简单	链接安全性较低,且仅显示对象,无法编辑参照图形中的源对象数据	不适用于 BIM 协同工作

Vault 采用“服务器+客户端”的基本架构^[7],1 个 Vault 服务器可以与多个 Vault 客户端配合使用,实现多站点同步的协同设计工作,见图 2。

Vault 服务器主要由 Web 服务器、数据库和文件存储 3 部分组成,客户端提供独立应用端(胖客户端)、Web 端(瘦客户端)和附加模块客户端等服

务器访问方式。在数据安全性方面，Vault 使用双闸式安全控制，将对象安全性与状态安全性相结合，用户必须具有角色权限，以及基于对象和状态的权限，才能访问 Vault 对象。此外，Vault 还具有校审流程、快速检索、物料清单、批量打印、文件命名等功能，可以有效提高设计效率，保证设计成果的准确性和规范性。

管理，包括点、曲面、路线、纵断面、道路、管网、压力管网和图幅组等^[8]。建模时可以直接从 Vault 平台参照 Civil 3D 对象，而不需要参照源模型文件，且被参照的模型对象与源文件保持动态关联。Vault 平台对 Civil 3D 对象的“零件级”管理使 Civil 3D 的数据共享更加精细和便捷。

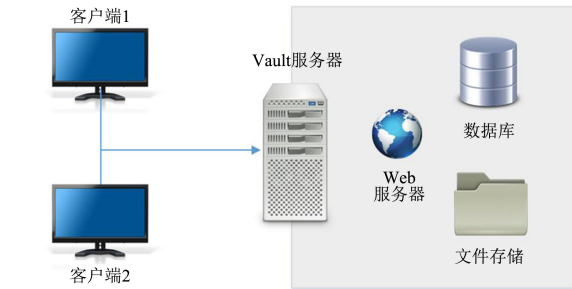


图2 Vault 数据共享基本架构

3 Vault 协同设计原理与优势

Vault 通过附加模块客户端与 Civil 3D 界面紧密集成，进而实现 Civil 3D 模型对象的“零件级”管理，即对象级别的模型数据共享。设计人员将模型文件检入 Vault 平台的同时，可以选择模型对象进行共享，Vault 会根据对象类别自动进行分组

将 Vault 平台部署在云服务器上，不仅可以满足基于 Civil 3D 软件的多站点协同设计，还可以有效保障项目文件的安全性和历史版本管理，实现项目各参与方的数据共享，提高沟通效率，Vault 协同设计平台界面见图 3。Vault 强大的数据管理能力及其与 Civil 3D 软件的高度集成，使其在 BIM 协作的数据管理和交互设计中具有得天独厚的优势。基于 Vault 平台的 Civil 3D 协同设计思路如下：首先指定 Vault 服务器和数据库，并在数据库中创建项目，根据专业和角色创建用户并设定权限，各专业根据工程项目分区及上下游关系开展协同设计工作，确定 Civil 3D 模型对象的参照引用关系，保证模型间的动态关联特性，最后利用 Navisworks 软件从 Vault 平台链接各专业模型进行总装。

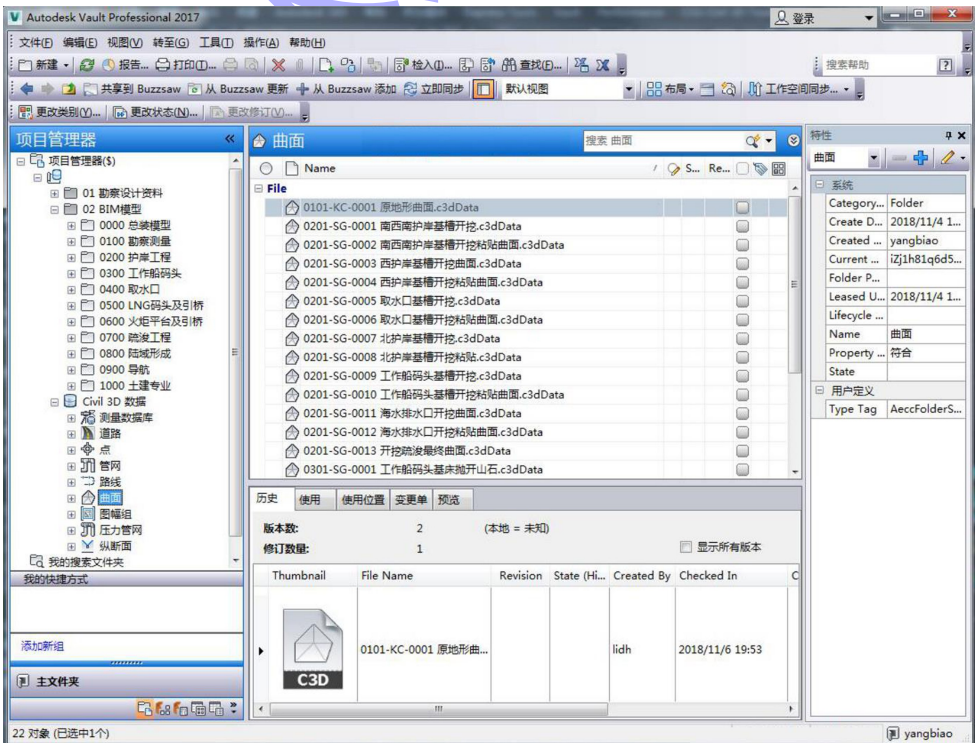


图3 Vault 协同设计平台界面

4 协同设计应用

本项目建设规模较大,协同专业较多,适合采用 Vault 平台开展多专业协同设计工作。根据 Vault 协同设计原理,结合项目实际设计建模需求,制定 Civil 3D 多专业协同设计基本流程,见图 4。各专业建模完成后需及时将模型成果检入到 Vault 平台,并共享相关 Civil 3D 对象供其他专业建模参照引用。

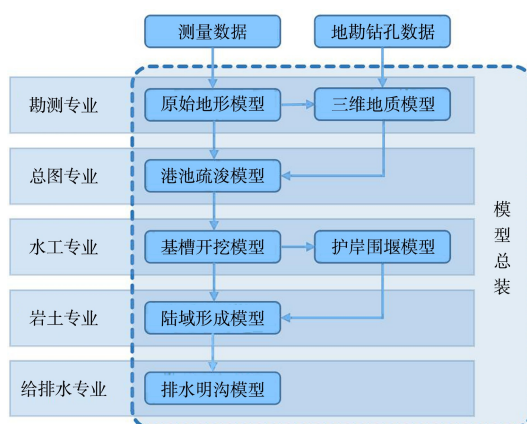


图 4 Civil 3D 多专业协同设计基本流程

1) 勘测专业根据勘察测量资料创建原始地形模型和三维地质模型。利用 Civil 3D 的曲面功能创建原始地形模型,利用地质模块(geotechnical module)创建三维地质模型,并结合原始地形对地质模型表层进行修正。

2) 总图专业从 Vault 平台参照原始地形和地质模型进行港池疏浚设计。根据港池疏浚边界、设计标高和疏浚坡比,利用 Civil 3D 的放坡功能创建港池疏浚模型,并可通过模型快速生成施工图纸,利用放坡体积工具提取疏浚工程量。

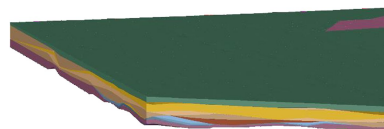
3) 水工专业从 Vault 平台参照疏浚后的地形模型进行护岸基槽开挖设计,并在开挖模型的基础上进行护岸围堰结构设计。根据基槽设计标高、底宽和开挖坡比,利用 Civil 3D 的放坡功能创建开挖模型,结合三维地质模型实现按土质分类统计开挖量。利用 Civil 3D 的纵断面、装配、道路等功能创建护岸围堰模型,并可利用采样线和横断面图功能批量生成护岸断面图,利用计算材质功能快速统计护岸工程量。

4) 岩土专业从 Vault 平台参照疏浚开挖后的地形模型和护岸围堰模型进行陆域形成和地基处理设计。利用 Civil 3D 的曲面和放坡功能,根据回填方案分区创建陆域形成模型和地基处理(堆载预压)模型,并利用体积面板工具统计回填工程量。

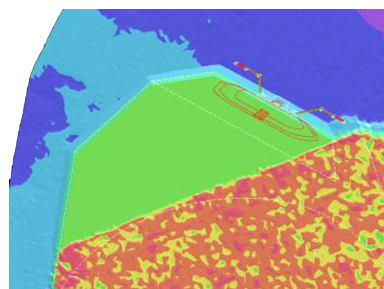
5) 给排水专业从 Vault 平台参照陆域形成后的地形模型,进行排水明沟设计。利用 Civil 3D 的纵断面、装配、道路等功能创建排水明沟,可由模型批量生成断面图,快速统计工程量,通过纵断面可以调整排水坡度、设计跌水等。

6) 各专业 BIM 模型创建完成后,利用 Navisworks 软件进行模型总装。该软件可以将模型的各类属性信息完整保留和传递,通过软件附加模块端口登陆 Vault 平台,直接从平台上链接 BIM 模型,实现同坐标系统下模型的完美拼装,且总装模型会随着各专业模型的变更而自动更新。

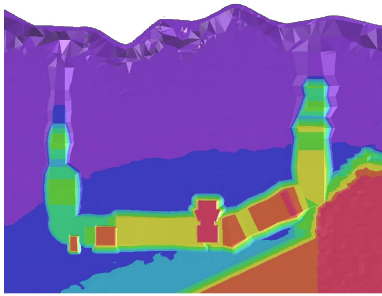
本项目利用 Civil 3D 软件强大的三维建模功能,完成土石方类工程的 BIM 建模工作,各专业模型见图 5。通过 BIM 模型的三维可视化特性优化设计方案,并基于 BIM 模型实现图纸的快速生成和工程量的精确统计,进而提升设计成果的质量和精度。利用 Vault 平台的服务器级别数据管理功能,完成 Civil 3D 协同设计工作,实现由传统串行设计模式向多专业并行设计模式的转变,保证各专业模型间及各专业模型与总装模型间的动态关联,优化专业间的提资流程,提高沟通效率,进而缩短设计周期。



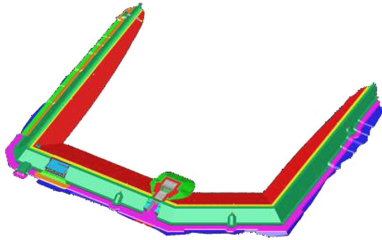
a) 三维地质



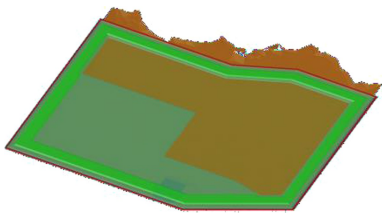
b) 港池疏浚



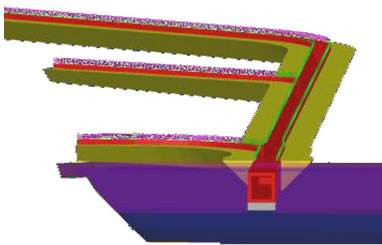
c) 基槽开挖



d) 护岸结构



e) 陆域形成及地基处理



f) 排水明沟

图 5 Civil 3D 模型展示

5 结论

1) Civil 3D 软件具有 3 种数据共享方式: Vault

共享、数据快捷方式和外部参照。其中 Vault 平台具有服务器级别的数据管理功能,特别适用于中大型项目团队和复杂项目,且对 Civil 3D 软件集成性很高,可实现对模型对象的“零件级”管理。

2) Civil 3D 软件具有强大的三维建模能力,特别适用于与地形相关的土石方类工程。本项目使用该软件高效精确地完成了地形地质、疏浚开挖、护岸结构、陆域形成、地基处理和排水明沟等模型的创建。

3) 本项目基于 Vault 平台进行 BIM 协同设计,采用多专业并行工作模式,上下游专业模型动态关联,可有效提高专业间的沟通和协调效率,提升设计成果的质量和精度。

参考文献:

[1] 杨彪,侯勇,李家华,等. Civil 3D 在深圳 LNG 项目护岸设计中的应用[J]. 水运工程, 2019(9): 201-205.

[2] 倪寅. BIM 技术在水运工程中的应用[J]. 水运工程, 2018(4): 128-133, 166.

[3] 张生喜. 基于 BIM 技术的土石方工程应用[J]. 甘肃科技, 2020, 36(18): 101-102.

[4] 黄智,杨彪. BIM 在海外某港口疏浚工程中的应用[J]. 水运工程, 2020(11): 147-150.

[5] 柴国威,詹坤豫. 港口设计中 BIM 技术应用探讨[J]. 港工技术, 2020, 57(5): 83-87.

[6] 刘洋. AutoCAD Civil 3D 在工程设计中的数据共享方法[J]. 科技创新与应用, 2013(25): 86.

[7] 李良,李岩松,郑威. Autodesk Vault 在上海天文馆项目管理中的应用[J]. 土木建筑工程信息技术, 2015, 7(6): 61-66.

[8] CYNDY D, ISHKA V. Mastering AutoCAD Civil 3D 2016[M]. San Rafael: Sybex Inc., 2016. (本文编辑 王传瑜)

(上接第 216 页)

[10] 尹剑平,甘茂辉. 株洲航电枢纽船闸混凝土施工模板工艺[J]. 水运工程, 2010(5): 138-141.

[11] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑施工模板安全技术规范: JGJ 162—2008[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.

[12] 中国建筑科学研究院. 建筑结构荷载规范: GB 50009—2012[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.

[13] 李夫仲,郝浩,边峰. 基于 ABAQUS 的下闸首结构应力

变形三维非线性有限元分析[J]. 水运工程, 2018(2): 111-116, 122.

[14] 代礼红,卢文蕾,魏伟. 安谷船闸坞式结构三维有限元分析[J]. 水运工程, 2009(5): 108-113.

[15] 中交第一航务工程局有限公司. 水运工程质量检验标准: JTS 257—2008[S]. 北京: 人民交通出版社, 2008.

(本文编辑 武亚庆)