

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.22.009

BIM及数字化用于仙居县污水处理二期EPC工程

赵立佳¹, 刘涛¹, 汪波², 汪孝力¹, 张四维¹, 韩万玉¹

(1. 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司, 浙江 杭州 311122; 2. 杭州余杭水务控股集团有限公司, 浙江 杭州 311100)

摘要: 仙居县污水处理二期EPC工程中,以Bentley MicroStation为基础设计平台、Bentley ProjectWise为协同设计平台,利用Bentley AECOSim、Bentley OpenPlant Modeler和Bentley InRoads为专业设计软件,Bentley Navigator为校审和碰撞检查软件,Bentley Synchro为4D施工进度模拟软件,Bentley LumenRT为后期渲染软件,实践了BIM技术在水务EPC项目中的应用,并在景观绿化方案优化、三维出图、4D施工进度模拟、设备安装模拟等方面进行了创新应用。后续在项目建设阶段通过搭建BIM管理平台动态更新项目建设过程中产生的数据信息,实现了工程资料的数字化移交。

关键词: BIM; 污水处理厂; 数字化移交

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)22-0054-07

Application of BIM and Digitalization Technologies in Xianju County Wastewater Treatment Plant Phase II EPC Project

ZHAO Li-jia¹, LIU Tao¹, WANG Bo², WANG Xiao-li¹, ZHANG Si-wei¹,
HAN Wan-yu¹

(1. PowerChina Huadong Engineering Corporation Limited, Hangzhou 311122, China;

2. Hangzhou Yuhang Water Holding Group Corporation, Hangzhou 311100, China)

Abstract: BIM technologies, such as Bentley MicroStation as the basic platform, Bentley ProjectWise as the collaborative design platform, Bentley AECOSim, Bentley OpenPlant Modeler and Bentley InRoads as the professional design software, Bentley Navigator as the calibration and collision inspection software, Bentley Synchro as the 4D construction schedule simulation software and Bentley LumenRT as the post rendering software, were applied in the Xianju County wastewater treatment plant phase II EPC project, and innovative applications were made in landscape greening scheme optimization, 3D drawing generation, 4D construction progress simulation, and equipment installation simulation. In the subsequent project construction stage, a BIM management platform was built to dynamically update the data information generated in the project construction process, so as to realize digital transfer of engineering data.

Key words: BIM; wastewater treatment plant; digital transfer

在仙居县污水处理二期EPC工程设计及建设阶段采用了BIM技术,包括可视化设计、多专业协

同设计及碰撞检测、湿地景观方案的比选、施工方案模拟以及基于BIM管理平台的建设过程管理,最

通信作者: 赵立佳 E-mail: zhao_lj@hdec.com

终实现工程资料的数字化移交,不仅解决了传统二维设计中出现的各专业设计信息交流不畅、整体性不强等问题,还带来了一定经济效益。

1 工程概况

仙居县污水处理二期工程位于仙居县杨府工业集聚区,占地面积为14.7 hm²,工程规模4×10⁴ m³/d,旨在保护永安溪流域水资源,完善城市基础设施,保证社会经济可持续发展,为仙居县实现污染物减排任务提供基础保障。工程总投资3.4亿元。项目先后获得台州市建设工程“括苍杯”奖、浙江省市政金奖示范工程、浙江省建设工程“钱江杯”优质工程奖、电建集团“优质工程奖”、首届全国水利行业BIM应用大赛金奖等多个奖项。仙居县污水处理二期工程BIM总装模型效果图见图1。

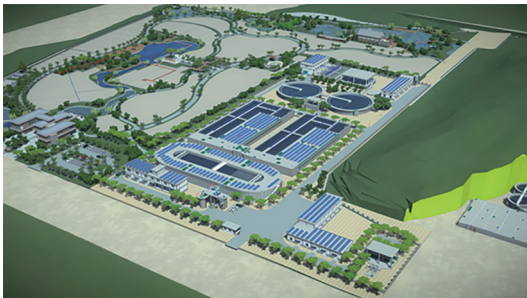


图1 基于BIM总装模型的污水厂效果图

Fig.1 Effect drawing of WWTP based on BIM

工程内容包括污水厂二期、污水厂一期工程改扩建、人工湿地及光伏工程。污水处理流程见图2。

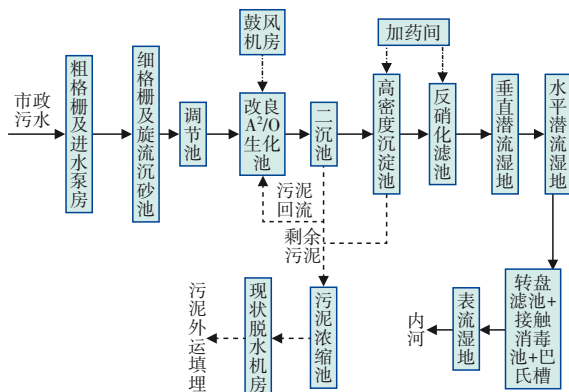


图2 工艺流程

Fig.2 Process flow diagram

2 BIM实施技术路线

2.1 明确BIM目标

仙居县污水处理二期工程体量大、专业涉及面

广、协同配合要求高、工期紧,根据项目实际情况,制定如下BIM目标^[1-2]:①通过模型的合理化检查、碰撞检查、布置方案可视化展示,更好地优化设计方案,减少返工和重复劳动,加快工程进度。②通过模型自动生成工程量报表,精确提供工程量,减少统计的工作量,方便成本管理。③通过BIM施工方案模拟和施工进度模拟,提前对方案和进度进行可视化预览,有效提升施工质量。④各专业在同一个协同设计平台上进行设计,更好地进行专业配合,提升效率。⑤通过本项目建立完善的设备元件库,实现数据再利用。⑥建立数字化平台并将BIM数据库导入平台,提升后期管理水平。

2.2 BIM实施技术路线

本项目实施技术路线:建模准备→设计阶段BIM应用→模型轻量化→施工阶段BIM应用

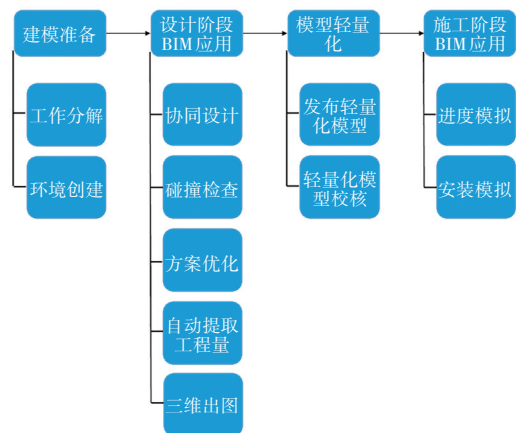


图3 BIM实施技术路线

Fig.3 BIM implementation technology roadmap

3 BIM应用实践

3.1 建模准备

① 建模工作分解。该项目体量大、涉及专业多,建模前进行合理的工作分解能有效提高建模效率。因此根据设计图纸,首先将工作分解成工艺、结构、建筑等专业,再将各专业的整体建模工作分解成各个功能单体的建模工作,帮助BIM技术人员厘清建模思路。

② 创建工作环境。BIM设计涉及专业人员众多,为了方便文件管理以及保证项目模型的一致性,需要提前在协同设计平台创建项目文件,配置

项目环境,从而统一建模参数,规范文件管理,加强设计标准化。项目文档构架见图4。

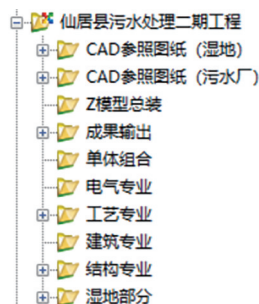


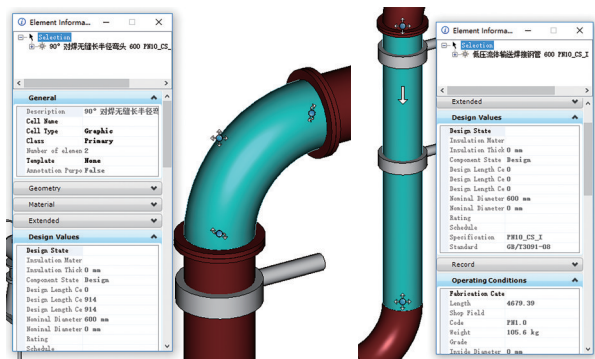
图4 项目文档构架

Fig.4 Project document architecture

3.2 设计阶段

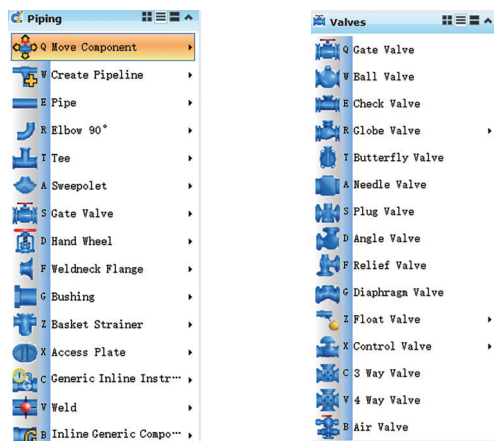
① 协同设计。各专业在同一协同设计平台 ProjectWise 进行建模工作,最后将所有模型统一整合至一个总装文件。其中工艺、结构、建筑专业需要详细建模,达到 LOD300 精度,其他模型作为辅助只需确保尺寸、位置准确,可简化构建。

Bentley OpenPlant Modeler 软件自带参数化设备元件库,包括参数化管道,参数化弯头、三通、大小头、法兰等 40 多种常用管件,参数化闸阀、球阀、蝶阀、空气阀等 10 多种常用阀门,以及水泵、储存罐等参数化设备(见图 5)。但是该软件自带参数化设备元件库也有两个缺陷:一是参数化的管道管件阀门元件库规格偏少,如管道规格都在 DN1 000 以内;二是参数化机械设备种类少并且模型过于简单,与厂家实际生产的机械设备外观相差较大。因此,本项目根据实际需求,首先对管道管件阀门元件库进行扩充,其中管道规格扩充至 DN2 000,这可以大大提高建模效率及精度,也是后期应用的基础。然后利用机械设备厂家资料,对水泵、鼓风机、格栅等工艺大型设备进行非参数化建模,并建立水务项目设备库(见图 6),实现再利用。



a. 参数化弯头

b. 参数化管道



c. 参数化管件

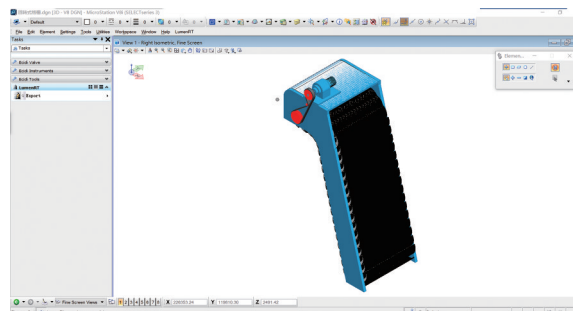
d. 参数化阀门

图5 参数化元件库

Fig.5 Parameterized component library



a. 工艺设备库



b. 格栅设备模型

图6 设备库

Fig.6 Equipment library

② 模型检查。利用BIM技术对各专业构件进行碰撞检查,能够直观、准确地筛选出空间位置不合理的部位。

Bentley 软件具备进行碰撞检测并生成报告的功能。

在本项目的建模过程中,先对一些明显的碰撞(见图7)、不合理的地方进行优化,待建模完成,再用软件对整体模型进行碰撞检查,生成检测报告并形成解决方案,减少了后期返工修改的情况,极大地提高了设计效率。

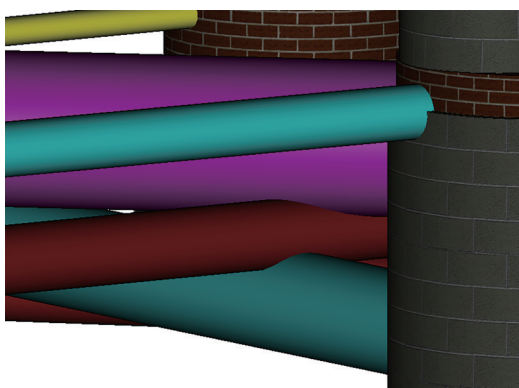
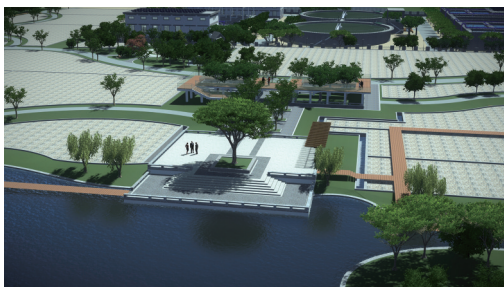


图7 管道碰撞

Fig.7 Pipeline collision

③ 方案优化。本工程设计中增加了人工湿地,大大提高了绿化面积比例及植物种类,而景观绿化的实际效果也是业主关注的重点。但是传统的二维景观绿化图纸很难将布置效果可视化地展现出来,为了满足业主的需求,对景观绿化方案进行了仿真模拟(见图8),直观地展示给业主,通过与业主当面交流优化,保证了厂区景观绿化设计的整体优越性。



a. 湿地周围景观绿化布置



b. 综合楼周围景观绿化布置

图8 景观绿化布置

Fig.8 Landscape greening layout

④ 自动提取工程量。利用 Bentley AECOSim 提取土建材料工程量清单,自动统计混凝土量、门窗数量等,利用 Bentley OpenPlant Modeler 提取工艺材料工程量清单,自动统计管道长度、管件阀门数

量等(见图9),能有效减少统计工程量并且数据准确。后续对导出的数据进行进一步整理,协助项目进行工程概算及概算管理。

[illegible]

a. 土建工程量

[illegible]

b. 工艺材料工程量

图9 工程量清单

Fig.9 Bill of quantities

⑤ 三维出图。传统二维设计图纸无外乎平面图、剖面图、详图、管道系统图等,设计人员的疏忽可能会造成平、剖面图之间及各剖面图之间表达不一致^[3]。本项目部分构筑物利用BIM模型生成平剖面图纸(见图10),图纸精确可靠。设计人员利用BIM直接生成的图纸进行后期调整完善,从而减少绘图工作量。

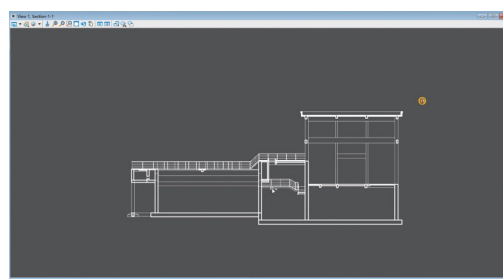
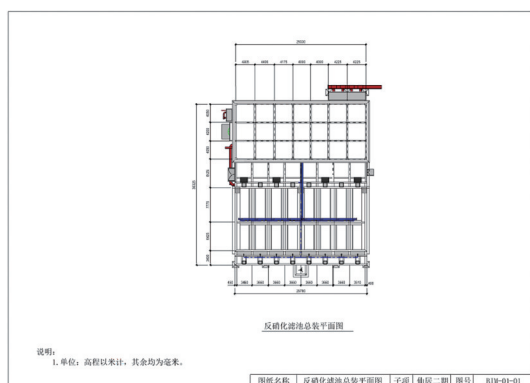


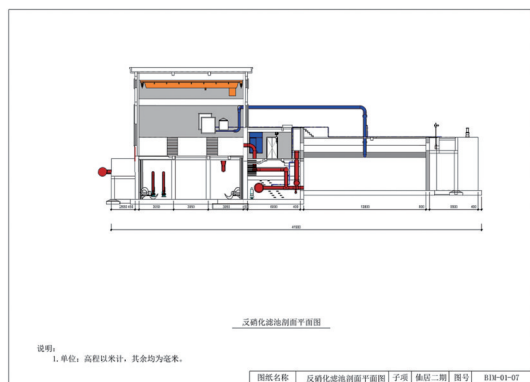
图 10 反硝化滤池剖面图

Fig.10 Section diagram of denitrification filter

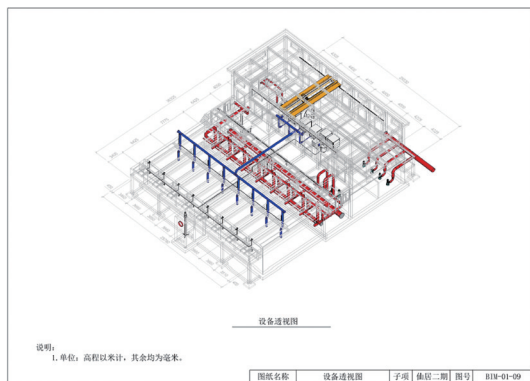
除了产生传统二维图纸,本项目还通过 BIM 技术生成平剖面彩图、轴测图以及设备透视图,这些图纸具备直观、质量可靠的特点,能够更好地辅助生产,帮助业主、施工人员等非专业人员更好地理解图纸。以反硝化滤池为例,生成平剖面彩图、轴测图以及设备透视图(见图 11),不但能直观了解结构尺寸,还能清晰看到内部设备布置。



a. 平面 BIM 彩图



b. 剖面 BIM 彩图



c. 设备透视图

图 11 反硝化滤池 BIM 彩图

Fig.11 BIM color drawing of denitrification filter

3.3 模型轻量化

模型源文件往往存在内存大、对电脑配置要求较高、运行缓慢的缺点,会降低后期处理效率并影响非 BIM 技术人员的使用体验。因此,本项目利用 Bentley 软件自带功能将模型 .dgn 源格式文件通过发布 i-model 转换成 .i.dgn 格式的轻量化模型文件,大大减少了模型内存(见图 12),提升后期应用效率。

名称	类型	大小
1粗格栅及进水泵房(工艺)	DGN 文件	24,617 KB
1粗格栅及进水泵房(结构)	DGN 文件	3,633 KB
2细格栅及旋流沉砂池(工艺)	DGN 文件	10,921 KB
2细格栅及旋流沉砂池(结构)	DGN 文件	14,584 KB
3厌氧水解池(工艺)	DGN 文件	2,171 KB
3厌氧水解池(结构)	DGN 文件	4,420 KB
4改良A2O生化池(工艺)	DGN 文件	11,244 KB
4改良A2O生化池(结构)	DGN 文件	84,065 KB
5二沉池(工艺)	DGN 文件	1,673 KB

a. 模型轻量化前文件内存

名称	类型	大小
1粗格栅及进水泵房(工艺).dgn.i	DGN 文件	1,801 KB
1粗格栅及进水泵房(结构).dgn.i	DGN 文件	3,602 KB
2细格栅及旋流沉砂池(工艺).dgn.i	DGN 文件	1,771 KB
2细格栅及旋流沉砂池(结构).dgn.i	DGN 文件	3,812 KB
3厌氧水解池(工艺).dgn.i	DGN 文件	687 KB
3厌氧水解池(结构).dgn.i	DGN 文件	1,932 KB
4改良A2O生化池(工艺).dgn.i	DGN 文件	5,919 KB
4改良A2O生化池(结构).dgn.i	DGN 文件	4,556 KB
5二沉池(工艺).dgn.i	DGN 文件	470 KB

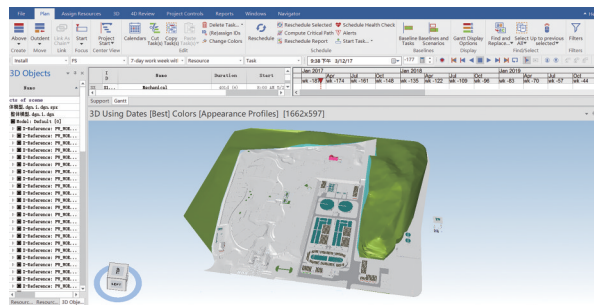
b. 模型轻量化后文件内存

图 12 模型轻量化前、后内存对比

Fig.12 Comparison of memory before and after model lightweight

3.4 施工阶段

① 施工进度模拟。本工程以进度计划表为基础,采用 Bentley 公司的 Synchro 软件对整个项目的进度计划进行 4D 模拟(见图 13)。



a. 模型导入 Synchro 软件



b. 4D 模拟图

图 13 施工进度模拟

Fig.13 Construction schedule simulation

通过 4D 模拟直观的表达方式,协助计划员发现并修正进度计划中的浮空建造等不合理部分,并让

项目人员更直观地了解整个项目的施工进度计划,保证施工进度及和施工质量。

② 设备安装模拟。大型设备安装顺序普遍繁琐,施工人员往往难以清晰地理解整个安装顺序,因此帮助施工人员学习设备安装流程也是项目关注的重点。

以本项目设备安装区域比较集中的高密度沉淀池为例,对其中的刮泥机、斜管填料、集水槽、搅拌器等大型设备进行了仿真安装模拟(见图 14),详细介绍了这些设备的整体安装程序以及每种设备单独安装时各组成构件的安装顺序,整个过程清晰易懂,提高了现场安装的质量和效率。

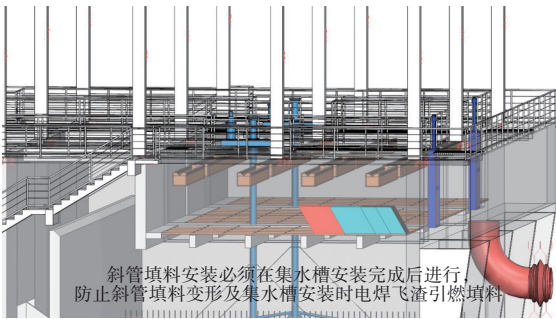


图 14 设备安装模拟

Fig.14 Equipment installation simulation

4 BIM 数字化平台应用

设计 BIM 模型在施工阶段进行了进一步应用,基于 WebGL 平台——Bimium,建立了仙居污水处理厂二期工程数字化平台系统,实现了三维 BIM 模型的 Web 端轻量化发布及工程设计、施工、设备相关资料文档的在线管理功能,作为工程建设期内总承包单位、监理单位及业主单位数字化管理工具,实现了基于 BIM 模型和数字化技术的智能化管控。

4.1 系统功能架构

系统由两大部分构成,即工程数据中心、业务应用及在线服务(见图 15)。工程数据中心是实现数据存储、共享和流转的基石,用于管理、存储和控制项目相关的信息,为业务系统提供工程信息服务,同时,工程数据中心也是系统的基础框架,其通过采用 RESTful 架构风格的 SOA 架构、OAUTH 认证机制,以 RESTful API 为数据载体,确立了系统集成的规范和接口,为业务系统的集成奠定基础。业务应用及在线服务是构建在基础框架之上的结合污水处理厂工程项目的实际需要的业务应用和信息服务。

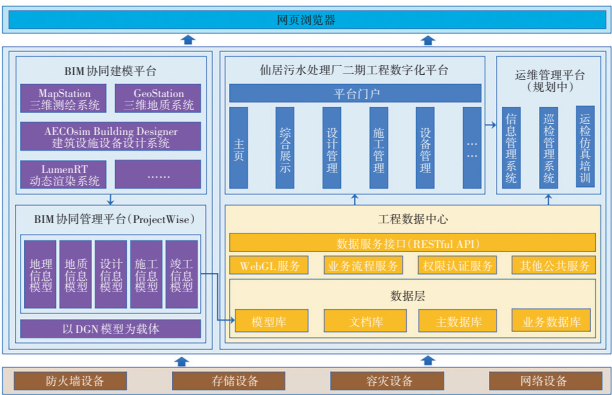


图 15 BIM 数字化平台系统功能架构

Fig.15 Functional architecture of BIM digital platform system

4.2 综合展示模块

综合展示模块的主要功能为展示污水厂三维总装模型(见图 16)。平台依托 Bentley WebGL 技术对复杂三维模型进行在线展示,不仅提供放大、缩小、平移、旋转等基本操作,而且具备立方体剖切、区域放大、透明显示、空间漫游、空间测量等功能。

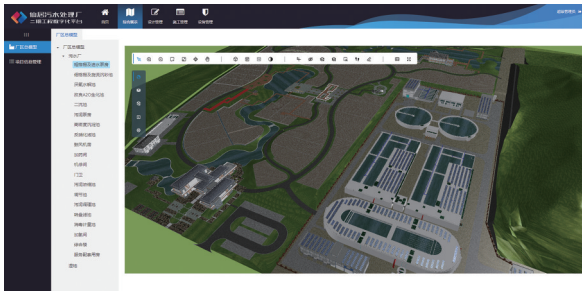


图 16 污水厂厂区总装模型页面

Fig.16 General model page of wastewater treatment plant

4.3 设计管理模块

设计管理模块的核心功能包括:项目各单体模型的查看、各类设计文件的在线预览、碰撞检查视频在线查看等(见图 17)。



图 17 设计管理模块页面

Fig.17 Design management module page

该模块包括设计模型、设计文件与竣工模型三个子模块。各参建单位可通过不同的终端(如笔记本、平板电脑或手机等)随时查看设计模型和各类设计文件(支持主流文档格式、图片和视频)。设计文件类型分为设计批复、设计报告、碰撞检查、设计图纸与设计联系单5类。

4.4 施工管理模块

施工管理模块的主要功能为将施工方案、各种报检资料、进度管理等过程资料进行平台化管理(见图18),在线预览施工总平面布置模型、在线管理施工方案和施工进度相关文档及视频文件。



图18 施工管理模块页面

Fig.18 Construction management module page

4.5 设备管理模块

设备管理模块主要功能为对工程涉及的设备信息进行在线管理。设备信息从采购阶段即开始进行跟踪录入,包括设备的参数、生产厂家、供货进场时间、安装现场照片及相关报验材料等信息。

Bentley AECOSim 可以将模型导出为“IFC2x3”格式文件以及 COBie 数据表,是 Bentley 软件重要的数字化移交技术。

5 结语

本项目 BIM 应用从信息整合的角度出发,将

BIM 模型作为参建各方的信息载体,每个参与方的工作都与 BIM 模型或平台进行关联,从而解决传统设计、施工模式中的信息孤岛问题。项目竣工后,将数字化成果移交给业主,业主可进一步开发运维阶段的应用。

参考文献:

- [1] 朱利民,王姣. BIM 技术在春柳河污水处理厂工程设计中的应用实践[J]. 中国给水排水, 2016, 32(4): 40-43, 47.
ZHU Limin, WANG Jiao. Application of BIM technology to design of Chunliu River wastewater treatment plant[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(4): 40-43, 47(in Chinese).
- [2] 何关培. 施工企业 BIM 应用技术路线分析[J]. 工程管理学报, 2014, 28(2): 1-5.
HE Guanpei. Construction company BIM technological route analysis[J]. Journal of Engineering Management, 2014, 28(2): 1-5(in Chinese).
- [3] 李芳芳,徐亚男,苏杰,等. BIM 技术在海水淡化工程设计中的应用实践[J]. 中国给水排水, 2017, 33(10): 78-80, 84.
LI Fangfang, XU Yanan, SU Jie, et al. Application of BIM technology in seawater desalination project design [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(10): 78-80, 84(in Chinese).

作者简介:赵立佳(1982-),男,黑龙江佳木斯人,硕士,正高级工程师,主要研究方向为城市给排水技术。

E-mail:zhao_lj@hdec.com

收稿日期:2021-09-24

修回日期:2021-10-14

(编辑:孔红春)

绿水青山就是金山银山