

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.16.011

BIM辅助污水处理厂协同设计及信息集成平台研究

袁明昕¹, 韦海瑞¹, 钟 炜², 张 东²

(1. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000; 2. 天津理工大学 管理学院, 天津 300384)

摘 要: 为解决污水处理厂构筑物单体数量繁多、工艺管道系统复杂等特点所导致的设计冲突及设计效率低下问题,提出基于协同设计理念的设计流程体系及理论方法,系统论述结合BIM技术的协同设计模式对复杂系统和多专业协同设计的重要性,并探索以信息集成平台为基础辅助后期运维的关键技术和实施路径。以实际工程项目为研究对象,利用协同设计的工作模式集成各专业综合设计信息,可显著提高污水处理厂的设计质量及多专业之间的协同效率,并通过集成设计参数提升运维质量。

关键词: 建筑信息模型; 污水处理厂; 协同设计; 设计流程体系; 信息集成平台

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)16-0066-05

BIM Aided Collaborative Design and Information Integration Platform of Wastewater Treatment Plant

YUAN Ming-xin¹, WEI Hai-rui¹, ZHONG Wei², ZHANG Dong²

(1. Institute of Exploration Techniques, CSGS, Langfang 065000, China; 2. School of Management, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: To solve the problems of design conflict and low design efficiency caused by large number of building monomers and complex process plumbing systems in wastewater treatment plant, a design flow system and theoretical method based on collaborative design concept was proposed. The importance of collaborative design mode combined with BIM technology for complex system and multi-specialty collaborative design was systematically discussed, and the key technology and implement approach for assisting post operation and maintenance based on information integration platform were explored. The collaborative design mode was employed to integrate comprehensive design information of various specialties in practical engineering projects, which significantly improved the design quality of wastewater treatment plant, the collaborative efficiency among multiple specialties, and the operation and maintenance quality through the integration of design parameters.

Key words: building information model; wastewater treatment plant; collaborative design; design flow system; information integration platform

基金项目: 天津市智能制造专项资金项目(20201195); 教育部人文社科规划基金项目(20YJAZH141)

通信作者: 钟炜 E-mail: 895638705@qq.com

1 协同设计在污水厂设计中的价值分析

传统污水厂设计工作难以表达复杂工程和复杂节点,且容易在专业之间形成信息孤岛并引发设计冲突。国内外应用基于BIM的协同设计理念^[1-2]解决设计冲突问题由来已久,Liu等^[3]认为BIM影响着通用的协作方式,通过对建设项目协作性的实证分析探讨了协同设计的重要性。李犁^[4]开发了基于BIM的协同设计平台,并在平台上集成了工程概预算、建筑结构模型转换等功能,拓展了协同设计的应用价值。污水厂工程场地紧张、工艺设备多、结构复杂、工艺调整频繁且结构内部空间非常紧凑^[5]。为此,对项目应用BIM技术建立信息集成平台以增强信息协同,通过协同设计和碰撞冲突分析可解决设计中的不协调问题,结合渲染漫游进行三维交互条件下的设计方案模拟优化与运维巡查推演,并通过信息集成平台将设计与施工和运维衔接,使得BIM设计成果在协同管理中发挥更大作用。

2 污水处理厂协同设计流程体系

基于BIM的污水厂协同设计流程体系分为方案协同设计、模块化集成设计、设计冲突检测优化三个阶段^[6](见图1)。在方案协同设计阶段,各设计专业之间以工作集和模型链接的协同设计模式对方案模型进行细化设计,通过三维模型发现施工图纸问题,及时出具设计变更报告并辅助前期方案设计图纸会审。在模块化集成设计阶段,应用BIM技术通过各工艺单元参数化模型文件的创建将各专业设计的模型链接成一个整体,各专业设计人员的信息可以同步更新,并形成反映设计进度与设计优化成果的优化报告。同时,在协同设计中建立数据信息共享机制,各专业设计人员通过在模型中设置所需的设备部件和管线信息并分配参数,可在第一时间了解其他专业的设备参数、设计进度和设计冲突等信息,并进行工艺管道系统的碰撞检测优化,使设计流程更加合理,信息传递更加流畅。

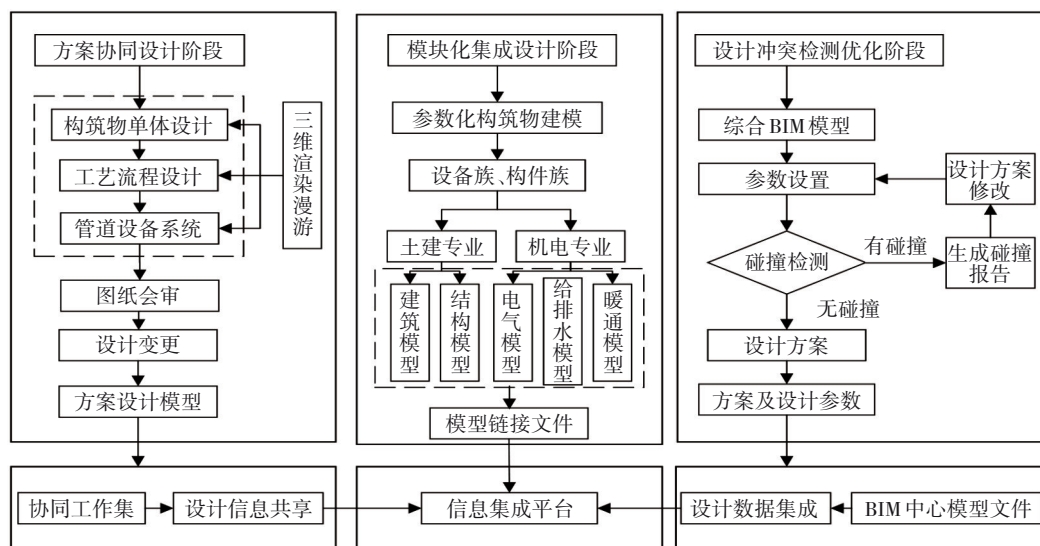


图1 BIM辅助污水处理厂设计流程示意

Fig.1 Schematic diagram of BIM aided wastewater treatment plant design process

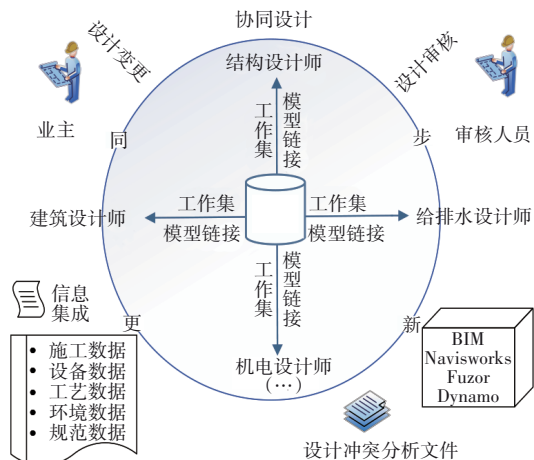
3 信息集成平台构建

应用上述协同设计流程体系可充分发挥BIM技术在信息整合、数据共享等方面的价值和优势,实现大型污水厂的全生命周期信息管理,各专业设计师通过建立工作集和模型链接的协同设计模式,基于工程大数据集成服务器实现设计信息的同步更新,便于进行设计审核、设计变更并形成设计冲突分析文件。同时,构建基于BIM的信息集成平台,通过广域网与局域网相结合的方式实现项目各

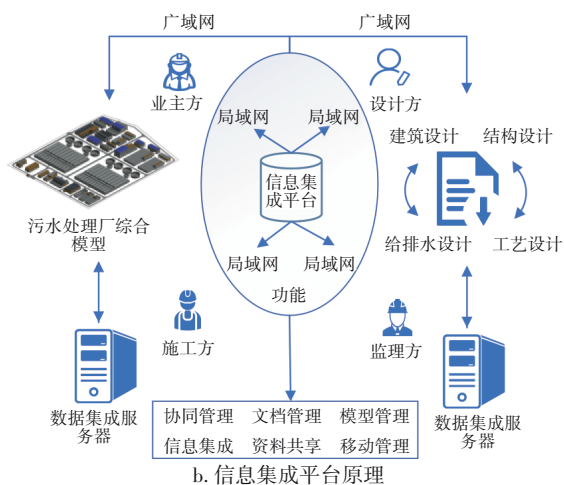
参与方的数据共享,将施工、设备、工艺和设计方案等数据进行整合,促使设计信息在项目全生命周期内的有效集成,协同设计与信息集成平台原理见图2。

通过信息集成平台可以对项目模型、构件库、族库、设备库等数据进行集成存储,项目各参与方基于平台进行协同管理、文档管理、模型管理、移动管理等工作,具有分布性、交互性与动态性的特点。在进行复杂空间下的管线综合深化设计过程中,利

用信息集成平台提取所需的各专业模型,在软件中完成冲突分析和碰撞检测并导出冲突分析报告,然后经过平台分享给各专业负责人进行冲突调整,最终确定冲突问题解决方案,各方确认模型无误后更新原有模型文件,并可以通过扫描二维码来进行移动端模型浏览,其平台原型如图3所示。



a. 协同设计原理



b. 信息集成平台原理

图2 协同设计与信息集成平台原理

Fig.2 Principle of collaborative design and information integration platform



图3 信息集成平台原型

Fig.3 Prototype diagram of information integration platform

4 工程实例

七台河市污水处理厂项目位于黑龙江省七台河市江河融合绿色智造产业园区,占地面积约 $12 \times 10^4 \text{ m}^2$,包括进水泵房、生活污水格栅、工业污水格栅、初沉池、中和脱气池、AO生化池、二沉池、综合加药间、高效混凝沉淀池等多个单体,工程处理规模 $6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

该项目工期紧、任务重、单体多、覆盖面广,设计难点是区域内构筑物繁多紧凑,高度集约化、模块化,各工艺流程相互制约、管线交叉复杂,室外包含工艺管、污水管、雨水管、污泥管、再生水管等多种管线,管线综合系统易发生碰撞冲突且相关的接口孔洞、预埋件精度要求高,每个工艺流程的单体构筑物都涉及给排水管道、建筑、结构、机电、工艺等多个专业工程,厂区基于BIM的总体效果图如图4所示。



图4 基于BIM真实比例模型的污水厂效果图

Fig.4 Effect diagram of wastewater treatment plant based on BIM true scale model

4.1 多专业协同设计模式构建

在进行污水处理厂多专业协同设计时,采用基于BIM的中心文件协同、文件链接协同和文件集成协同的混合协同设计模式,在局域网的基础上创建中心模型文件并由BIM总设计师进行各专业之间的图元权限分配。例如在污水处理车间的协同设计过程中,结构专业通过中心文件分配建筑专业的建筑工作集,重复利用柱、墙、楼梯等图元构件协同进行土建模型的搭建,并将土建模型与机电模型进行链接,建筑专业可以在此基础上核准管道口、井口、风口等洞口尺寸,结构专业也可以校核机电设备的设备基础、设备荷载等相关设计参数的合理性,各专业设计人员通过修改本地模型映射到中心模型文件实现同步更新,具体协同设计过程如图5所示。

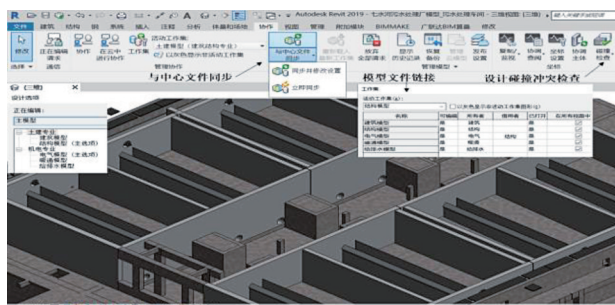


图5 多专业协同设计过程示意

Fig.5 Schematic diagram of multi-specialty collaborative design process

4.2 构件族参数化集成设计

由于污水处理厂工艺流程复杂,有关的工艺设备族众多,大量的构件族都需要自行定制。因此,在进行设计时,为便于平台整合数据,实现一模多用、多方信息输出、多软件信息交互共享和进行基于模型的各方协调,将各工艺流程的构件族进行参数化的模型设计,利用参数化手段将项目各构筑物通过调整尺寸实现模型的参变,所形成的单元构件族、共享参数信息和参数化模型文件可以作为项目平台信息流的基础,将各工艺构件族的设计模型文件链接到工艺流程的设计模型文件中,最后与整个场地设计模型文件进行链接,实现快速建模和模型复用,其模块化集成设计示意图见图6。

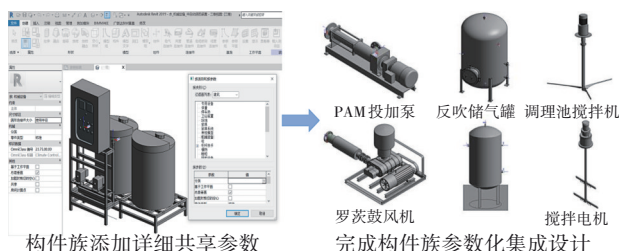


图6 参数化集成设计示意

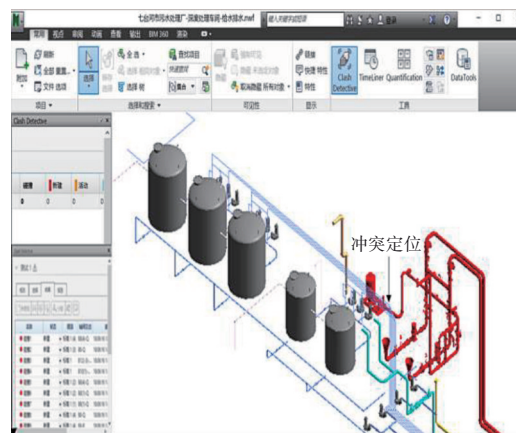
Fig.6 Schematic diagram of the parametric integrated design

4.3 基于BIM的管线设计冲突分析

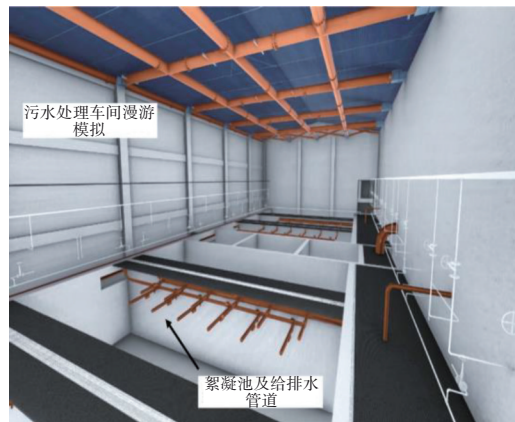
项目管道具有复杂、施工难度大等特点,包括工艺连接管、污水管、雨水管、给水管、再生水管、污泥管、加药管、热力管、电力管等多种管线类型,应用BIM技术进行三维可视化调整,将模型数据导入Navisworks软件平台检测冲突碰撞点,解决设计冲突问题,并利用Fuzor软件进行整体的可视化漫游检查,合理安排各子专业的交叉问题。在本项目应用过程中,将经过模块化集成设计的构筑物模型以

模型文件链接的形式搭建整体的项目样板,包括管线的基本信息设置、各构筑物单体的坐标定位信息、各构筑物常用族的预加载、视图样板一致性设置、工艺管道系统设置等多种集成信息,在碰撞检测前各专业对各自系统的管线进行配色,以区分各工艺管道系统,避免碰撞检测重复。

完成碰撞检测前的准备之后,按照各专业在空间上的垂直分布,将工艺管道系统导入Navisworks软件平台进行设计冲突检测,依据工艺管道系统中所确定的碰撞构件类型、名称及ID编码可迅速对碰撞冲突位置进行检测定位,并按照碰撞涉及专业指定相应设计人员进行协同设计修改,通过协同设计平台进行剖面分析及测量,避免了管线碰撞导致的设计冲突。同时,结合Fuzor软件以人的视角对各工艺单元进行三维漫游检查,对实际工艺处理场景进行沉浸式模拟,通过模拟设计人员以任意角度漫游进行实景视觉与感官体验,对比体验评价以校验设计方案。设计冲突分析与漫游模拟见图7。



a. 设计冲突分析



b. 漫游模拟

图7 设计冲突分析与漫游模拟

Fig.7 Design conflict analysis and roaming simulation

4.4 基于信息集成平台的污水处理厂运维管理

通过搭建信息集成管理平台实现设计协同管理,通过二、三维联动使专业之间的数据、信息可视化共享,设计人员可以实现跨部门、跨专业分享交流成果,进行设计评审或设计冲突分析,并及时更新原有模型信息。同时,通过B/S结构的模型浏览引擎,项目所有参与者都可以通过浏览器或移动终端查看BIM模型且无需安装特定的软件,通过整合模块化的构筑物模型集成了项目的信息,将工艺设备的尺寸、安装、成本、维修记录等信息链接到BIM模型当中,并加入时间维度将模型信息、日常维护信息、实时运行信息进行集成管理。通过信息集成平台,项目管理人员可以实时接收与调用各工艺管道及设备的运行信息,一旦发生运行故障可以在BIM模型当中即时定位显示,并可以通过链接的信息集成平台调出相关详细设计信息辅助及时进行维修管理。因此,信息集成平台以BIM信息模型、数字化移交、数据集成、虚拟交互为手段,为污水处理厂运维作业、安全管控等业务提供全景监管监测、全程数据追踪、全局信息集成管理,将大大提高运维管理效率。

5 结语

采取实际污水处理厂项目进行协同设计的实践应用,通过协同设计的工作模式,各专业设计师任务和职责分工明确,使得设计工作实现并行进行、即时更新,避免了设计工作的“信息孤岛”现象,而且降低了后期出现设计变更洽商的几率,保证了设计的有效性。同时,基于多元数据的信息集成平台可以辅助污水处理厂进行综合运维管理,将设计参数与运维管理深度融合,使设计数据可以更加精准地服务于运维管理,提高了运维管理的准确性和高效性。

参考文献:

- [1] 徐亚男,刘纯甫,马放,等. BIM技术在污水处理厂设计中的应用[J]. 中国给水排水,2016,32(8):55-58.
XU Yanan, LIU Chunfu, MA Fang, *et al.* Application of BIM technology to sewage treatment plant design[J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(8): 55-58 (in Chinese).
- [2] 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).
- [3] LIU Y, VAN NEDERVEEN S, HERTOOGH M. Understanding effects of BIM on collaborative design and construction: an empirical study in China [J]. International Journal of Project Management, 2017, 35(4): 686-698.
- [4] 李犁. 基于BIM技术建筑协同平台的初步研究[D]. 上海:上海交通大学,2012.
LI Li. The Preliminary Research on Building Collaborative Platform Based on BIM Technology [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 2012 (in Chinese).
- [5] 杨麒麟. 基于BIM的可视化协同设计应用研究[D]. 成都:西南交通大学,2016.
YANG Qilin. Applied Research on BIM-based Collaborative Visualization Design [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2016(in Chinese).
- [6] BARENDREGT R, LAMO Y, RABBI F. A bottom up approach for synchronous user interaction design and workflow modelling [J]. Procedia Computer Science, 2016, 98: 340-347.

作者简介:袁明昕(1975-),男,河北唐山人,大学本科,高级工程师,研究方向为地质勘探和开挖技术工艺方法,主持或参加多项科研项目并取得创新性成果,曾获省部级二等奖1项、多项发明和实用新型专利、地矿部级二等奖及河北省发明金奖。

E-mail:895638705@qq.com

收稿日期:2021-03-29

修回日期:2021-09-02

(编辑:孔红春)