

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.18.015

BIM 技术在武汉南湖初雨处理厂设计中的应用

龙程理, 李璐, 陈燕波, 吴迪, 白快
(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430014)

摘要: 武汉南湖初雨处理厂是武汉市南湖水环境提升工程中的核心子项工程。初雨处理厂临湖布置,采用叠合结构半地理的形式,存在临湖超大深基坑、工艺工况复杂、需要绿建模拟等设计难点。设计过程采用建筑信息模型(BIM)技术进行建模辅助设计,通过 BIM 应用使项目设计质量、协同沟通和设计周期等方面均得到了提升。阐述了项目设计过程 BIM 技术的相关重点应用及应用过程,为初雨处理厂的 BIM 设计提供经验。

关键词: BIM; 初雨处理厂; 深基坑; 叠合结构; 绿建分析

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)18-0082-06

Application of BIM Technology in the Design of Wuhan Nanhu Initial Rainwater Treatment Plant

LONG Cheng-li, LI Lu, CHEN Yan-bo, WU Di, BAI Kuai
(Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430014, China)

Abstract: Wuhan Nanhu initial rainwater treatment plant is the core sub-project of the South Lake water environment improvement project. The initial rainwater treatment plant is arranged next to the lake and adopts a superimposed structure semi-buried form. The project is facing several design difficulties, such as large and deep foundation pits adjacent to the lake, complex process conditions and green building analysis requirement. In the design process, building information modeling (BIM) technology was employed to assist the modeling design, and project design quality, collaborative communication and design cycle were improved through the application of BIM. Relevant key points and application process of BIM technology in the design process were summarized, which provides experience for BIM design of initial rainwater treatment plant.

Key words: BIM; initial rainwater treatment plant; deep foundation pits; superimposed structure; green building analysis

工程建设数字计算及计算机应用技术发展可以分为三个历程,即人工时代、键盘时代和集成时代。人工时代和键盘时代强调人与工具的交互,集成时代强调基于 BIM 技术平台,以信息为纽带,项目参建各方之间的交互。信息集成时代,物联网(IoT)、云计算、人工智能(AI)等数字信息技术促进了各行各业的发展。在市政工程领域,为了提高综合效益,

BIM 技术在工程设计、施工和运行维护全过程被提倡和推广应用。从国家政策到项目执行,BIM 技术的应用在市政工程领域,尤其是大型项目的设计中,显得愈发重要。无论是设计、施工企业甚至是业主都逐渐认识到它给工程实施带来的好处^[1]。

初雨处理厂是为控制面源污染,对初期雨水进行调蓄和处理的工程设施。在长江大保护以及城镇

污水处理提质增效三年行动方案的推进下,目前城市雨污分流改造工作如火如荼,初期雨水面源污染的处理和处置逐渐成为水环境综合整治的核心问题之一。目前,大多数初期雨水通过调蓄池收集,但由于占地和造价,调蓄池无法兼顾高重现期暴雨,因此高重现期降雨造成的溢流污染不可避免。在调蓄的基础上增加初雨溢流污染削减设施,并根据排放水体的现状水体水质标准和规划水体水质标准,确定削减后的初雨排放标准,可以有效控制初雨溢流污染,减少面源污染,提升环境效益。

初雨处理厂通过调蓄池实现初雨调蓄,同时通过采用相应的工艺处理高重现期降雨所产生的溢流污染。由于初雨处理厂通常建设在管网末端,紧临受纳水体,同时为了有效控制初雨溢流污染,达到预期年径流总量控制率,调蓄池体积往往较大。初雨处理厂的建设往往伴随着景观要求高、用地紧张、地质条件复杂、地下水位高、深基坑等建设难点。针对上述特点的大综型复杂项目设计,采用BIM技术辅助设计,可以有效提高设计质量、缩短设计周期。

1 工程简介

1.1 工程概况

南湖位于武昌区东南部,水域面积约7.7 km²,周

边商圈林立,高校科研院所众多。南湖现状水质污染问题备受各方关注。

南湖初雨处理厂设计规模为25×10⁴ m³/d,其中均质池+调蓄池设计规模为9×10⁴ m³,初雨处理厂见图1。



图1 南湖初雨处理厂

Fig. 1 Nanhu initial rainwater treatment plant

初雨污染处理以物化处理为主,初期雨水经过均质调蓄后,将超量雨水通过粗格栅提升泵房提升至上层雨水处理设施进行处理,主要单体构筑物包括细格栅曝气沉砂池、加砂高效澄清池、斜板浓缩池、调理池、污泥脱水车间等。南湖初雨处理厂工艺流程见图2。

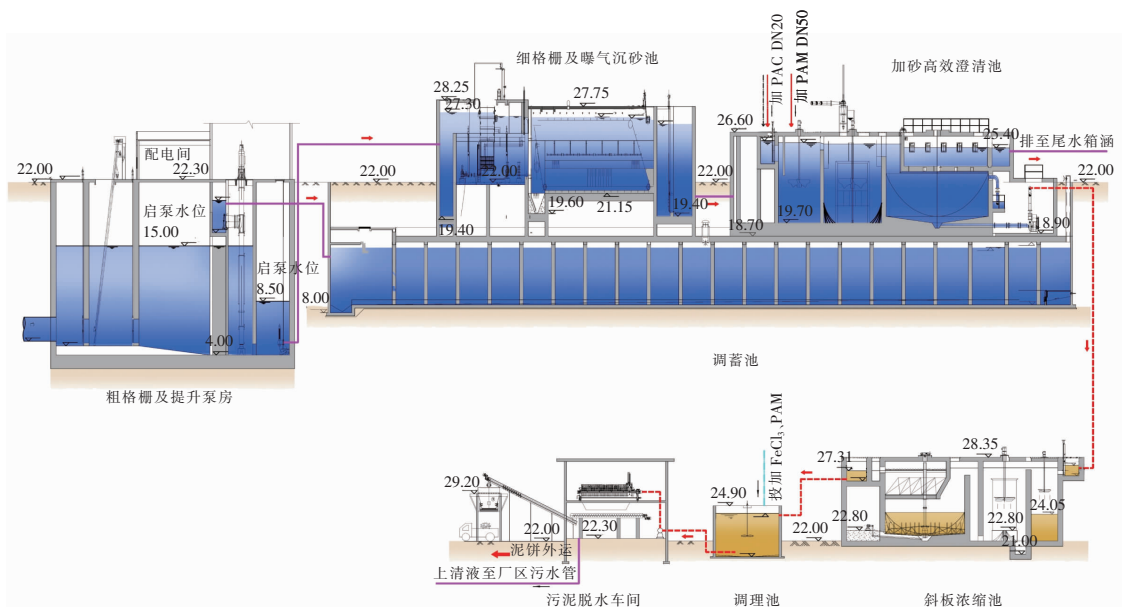


图2 南湖初雨处理厂工艺流程

Fig. 2 Process flow of Nanhu initial rainwater treatment plant

本项目选址临湖,用地紧张;且临湖建设有限高要求,景观要求较高。故项目采用均质池+调蓄池

全地理,上层叠合综合楼及其他单体的结构形式。南湖初雨处理厂叠合结构见图3。

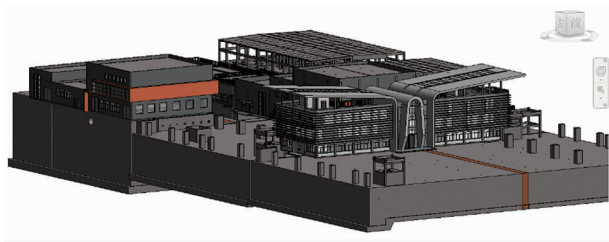


图3 叠合结构

Fig. 3 Superimposed structure

1.2 项目难点

由于初雨调蓄池体积大、埋深大,且上层还需叠合单体构筑物;同时项目选址临湖,地下水位较高,地质情况复杂,故项目存在以下难点:

① 均质池有效容积 $24\,000\text{ m}^3$, 土建尺寸为 $76.60\text{ m} \times 59.40\text{ m} \times 8.00\text{ m}$ 。调蓄池有效容积 $66\,000\text{ m}^3$, 土建尺寸为 $96.30\text{ m} \times 118.80\text{ m} \times 8.00\text{ m}$ 。均质池及调蓄池上方还需叠合细格栅曝气沉砂池、加砂高效澄清池、斜板浓缩池、调理池、污泥脱水车间、加药间以及综合楼等。同时根据设计工况,在不同降雨重现期以及单场降雨的不同历时,调蓄池内水位差变化较大,低水位抗浮及高水位荷载均需兼顾。因此,结构需要详细建模进行分析计算。

② 初雨处理厂基坑紧临南湖,开挖面积约 $2 \times 10^4\text{ m}^2$,最大开挖深度达 23.1 m ,地质情况复杂,存在既有土方超载、不对称荷载、高承压水、淤泥质软弱土层等不利因素,对基坑设计要求高。

③ 项目选址周边均为南湖沿岸绿化用地,需要与沿岸湖景有机结合,尤其是临湖综合楼,建筑造型理念需要与南湖环境契合;同时综合楼采用大量建筑幕墙,对绿建设计也有较高要求,综合楼建筑造型理念为“南湖水暖百鸟飞”(见图4)。



图4 综合楼

Fig. 4 Comprehensive building

2 BIM 技术应用

2.1 工具选取

目前市政工程 BIM 设计主流软件平台有 A 平

台(Autodesk)、B 平台(Bentley)和 D 平台(Dassault)以及图软公司的 ArchiCAD 等。各平台的性能和侧重均有所不同,需要结合项目特点进行选择。

本工程为初雨处理厂工程,属于点状工程,工程内容包含块状区域内的单体建(构)筑物以及管线综合,可采用 A 平台作为本项目的 BIM 设计平台。结合一些辅助软件工具可实现相应的 BIM 应用,如结构分析、绿建分析、碰撞检查等。本工程 BIM 设计所采用的主要设计软件见图5。



图5 软件一览

Fig. 5 Software overview

2.2 BIM 设计流程

BIM 设计之前,需要进行 BIM 项目策划书以及 BIM 项目实施标准的编写。项目策划书主要包括项目的基本资料、子项拆分、各专业各单体的设计校核负责人等。实施标准对 BIM 实施的环境、目的、流程、规则进行明确,具体包括软件的使用版本、BIM 成果内容、BIM 信息交换标准流程、文件及模型的命名规则、颜色规则等。

前期准备工作完毕后,进入具体 BIM 设计流程, BIM 设计思路见图6。

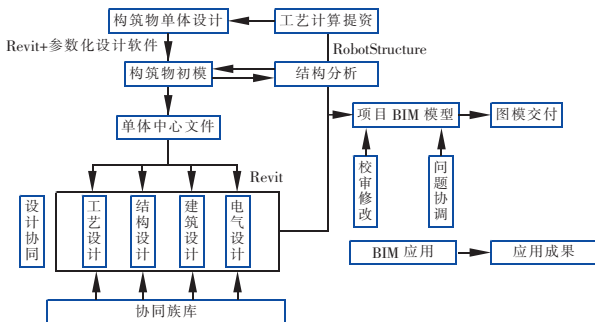


图6 BIM 设计流程

Fig. 6 BIM design process

具体步骤如下:①根据基础资料,工艺专业首先进行总体设计,根据进出水质、处理规模确定工艺单体的处理负荷、停留时间、面积、有效水深等设计参数;②根据工艺提供参数梳理整理出建模参数,如单

体内各功能子空间的净空以及长、宽、高等,壁厚、板厚等缺省参数可根据经验预赋参数值;③将参数导入基于 Revit 二次开发的插件中,通过参数化自动生成单体模;④单体初模由结构专业导入 Robot 结构分析软件中,结合工艺提供的单体设计水位等条件以及地勘资料进行有限元分析计算,调整模型直至计算通过,根据计算结果自动生成计算书并返回单体模型作为中心文件;⑤各专业(工艺、电气、建筑、结构)在中心文件的基础上采用协同平台进行深化设计;⑥深化模型进行专业内校审以及专业协同校审,其间会采用 BIM 应用辅助校审工作,如碰撞检查、净空分析、绿建分析、检修模拟等,BIM 应用过程生成的视频、报告文件均作为 BIM 应用成果;⑦根据终板模型生成二维图纸,为避免过度建模,通常 BIM 模型可达到初步设计深度,施工图需要根据施工图审查需要,在生成的二维图纸上继续补充完善细节。

各单体模型见图7,单体建模后,根据项目标准中统一的坐标系和高程系进行模型整合。

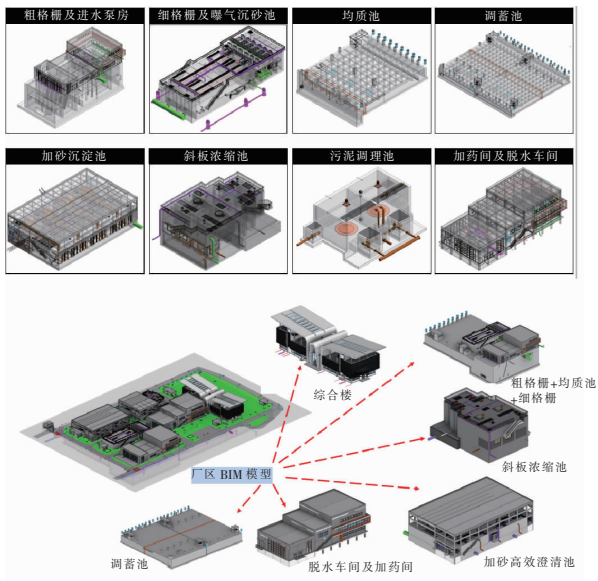


图7 单体模型及整合

Fig.7 Single model and integration

初雨处理厂基坑 BIM 设计根据测量和地勘数据可以分别在 Civil 3D 中生成现状地形曲面以及三维地质模型。

结合厂区设计方案进行厂区平整、土方平衡等模拟分析,再根据单体模型耦合三维地质,在三维地质模型中进行基坑支护详细设计,基坑 BIM 设计见图8。

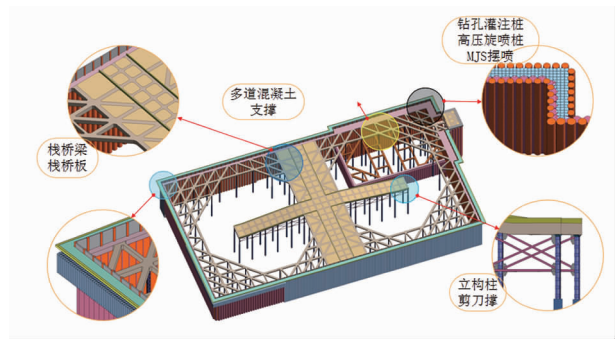


图8 基坑设计

Fig.8 Foundation pit design

2.3 BIM 技术应用

在 BIM 设计过程中,为解决工期紧、结构复杂、绿建模拟等设计重点、难点,采用相关软件插件进行相应 BIM 应用。

① 参数化建模

参数化建模是在 Revit 上二次开发的插件,通过工艺计算书提取建模参数,经 Excel 表导入 Revit 中快速建模,生成单体初模。建模过程见图9。

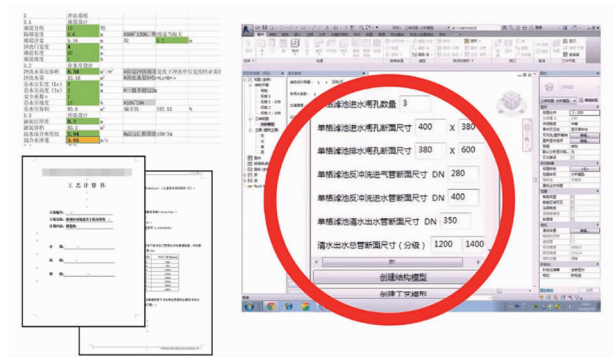


图9 参数化建模

Fig.9 Parametric modeling

② 结构分析

结构有限元分析过程见图10。

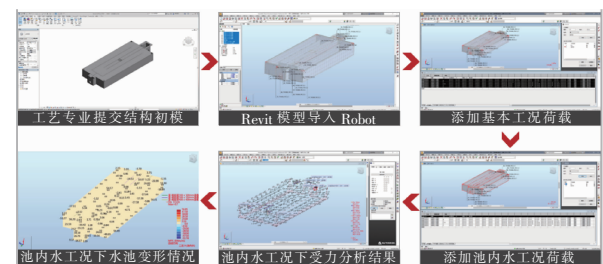


图10 结构分析

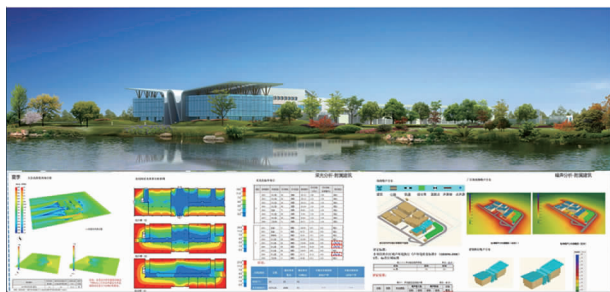
Fig.10 Structural analysis

单体初模处理后导入 Robot,根据工艺条件以及

地质条件预加荷载后进行结构有限元分析,对初模的缺省参数如壁厚、板厚、柱截面、柱间距等进行计算调整,调整完毕后返回单体模型作为各专业的提资模型。

③ 绿建分析

由于项目选址于南湖湖畔,建筑限高的同时对景观要求也较高。为实现“南湖水暖百鸟飞”的造型理念,综合楼采用大量幕墙,需要通过绿建模拟对建筑的通风、噪声、采光等绿建性能进行计算分析。根据模拟结果,综合楼周边由于临湖,湖面开阔水面反射,加之综合楼采用大量幕墙,局部房间采光存在过亮问题。设计通过增加遮阳格栅等方式进行了优化。绿建分析过程及结果见图 11。



楼层	房间编号	房间类型	采光等级	采光类型	房间面积	采光系数 C(%)	采光系数标准值(%)	是否满足
2	2001	走廊	V	侧面	108.94	4.07	1.10	满足
	2002	走廊	V	侧面	60.72	1.29	1.10	满足
	2003	楼梯间	V	侧面	26.04	3.37	1.10	满足
	2004	办公室	III	侧面	343.99	2.30	3.30	满足
	3001	办公室	III	侧面	178.49	10.69	3.30	过亮不宜
	3002	办公室	III	侧面	178.45	10.16	3.30	过亮不宜
	3003	办公室	III	侧面	138.97	4.99	3.30	满足
	3004	办公室	III	侧面	62.77	13.21	3.30	过亮不宜
	3005	卫生间	V	侧面	46.68	4.32	1.10	满足

图 11 绿建分析

Fig. 11 Green building analysis

④ 碰撞检查

碰撞检查结果见图 12。

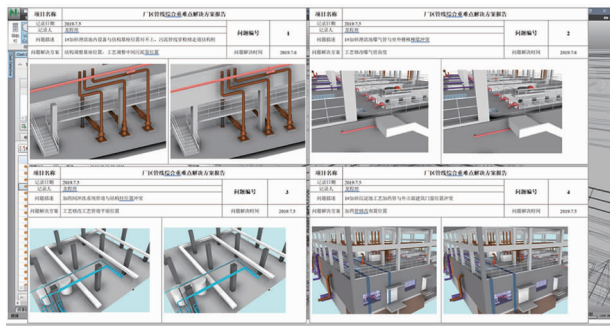


图 12 碰撞检查

Fig. 12 Pipeline collision inspection

BIM 出图前对专业间管线、设备和构件进行硬软碰撞的检查、预留孔洞检查,通过软件协调,及时发现问题及对管线设计做出反馈^[2],根据检查结果自动生成碰撞检查报告,避免因设计失误而导致返工,造成浪费。

⑤ 项目协同

本项目为 EPC 项目,项目实施过程存在大量协同对接工作,通过 BIM 技术应用,各方基于统一可视化模型进行沟通,提高了沟通质量和沟通效率,本项目尝试将 BIM 模型应用于基坑支护方案专家评审中,获得了较好的反馈。基坑专家评审过程见图 13。

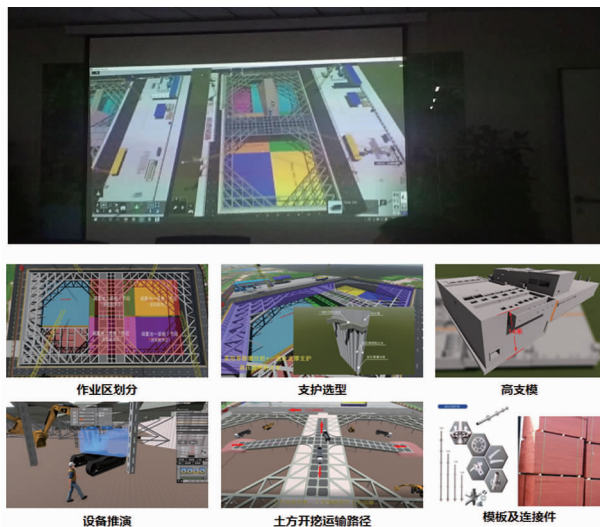


图 13 基坑专家评审

Fig. 13 Expert review for foundation pit

3 总结与展望

3.1 BIM 技术应用过程的问题与总结

南湖初雨处理厂临湖布置,采用叠合半地理的结构形式,存在临湖超大深基坑、工艺工况复杂、需要绿建模拟等设计难点。通过采用 BIM 技术,上述问题得到了不同程度的解决,在过程中也总结了一些心得与体会。

① 项目策划书的编制

项目策划书属于项目工作分解结构(WBS),是为了更好地管理和推进项目。对于 BIM 而言,项目的拆分需要符合拟采用 BIM 软件的性能和特点,根据子项和专业进行合理拆分有利于 BIM 设计的推进。BIM 设计负责人可按子项和专业划分设计任务及设计权限分配^[3-4]。

② 关于项目标准

制定完善的项目建模标准并严格执行,对模型的质量和建模效率至关重要。对于单一项目、单一参与方,标准重要性并不突出,但是本项目模型递交施工单位进行延展应用时,发现设计单位与施工单位的企业标准存在一些差异,这些差异导致施工阶段一些 BIM 应用无法直接使用设计模型,需要对模型进行二次加工。而项目标准正是为了 BIM 信息模型能够更加高效地在阶段间传递,成为数据资产。基于项目本身特性而确定的模型构件拆分原则是目前 BIM 应用的重点、难点。所以在项目开展设计前就应该结合项目特点以及施工应用确定 BIM 模型中子模型和模型单元的拆分,这样才能在施工阶段更好地利用设计模型进行 BIM 应用。

③ 关于族库

族库的建立通常复杂而繁琐,本项目沿用之前积累族库。原族库按专业和构件种类进行储存,使用效果并不理想:族库中部分族重复、命名格式不统一、构件检索不够智能方便。所以族库的搭建需同步建立存储、检索、引用、评价、修改优化等一整套闭环管理机制。结合互联网技术,可加入标签、关联使用频次统计等功能,强化族库的检索和修改能力,使族库更智能方便,可直接提高建模质量和效率。

④ 关于出图

BIM 模型可直接生成二维图纸,但是否由模型直接生成全套施工图纸仍有待商榷。对于建(构)筑物主体,BIM 模型可生成施工图深度图纸,但对于工艺专业部分细部大样,若要由 BIM 模型直接导出详图,会大大增加建模成本,容易导致过度建模;而且工艺系统图、电气系统图以及自控接线图也无法通过 BIM 模型直接导出。所以在实际项目中可根据项目特点和业主要求确定建模深度,施工图可在 BIM 模型导出图纸上进行深化加工,不宜盲目追求一步到位。

3.2 BIM 技术展望

随着 BIM 技术的发展,BIM 技术在工程领域正被大力推广和应用。人们对于 BIM 技术的价值体现不再满足于简单的建模与出图,而更注重数据信息在阶段间、阶段内、专业间、专业内的传递和交换。在设计阶段,BIM 技术是为了更合理的设计;在施工阶段,BIM 技术是为了更安全高效的管理;在运维阶

段,BIM 技术是多源数据信息的载体,是数据孪生的桥梁。因此只有 BIM 数据更好地传递和交换,形成可持续的数字资产,才能发挥 BIM 技术的价值,贯穿项目全过程全生命周期,助力智慧城市发展。

参考文献:

- [1] 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).
- [2] 熊曦,丰汉军. 浅析三亚财经国际论坛永久会址给排水设计 BIM 技术应用[J]. 给水排水,2017,43(4):74-78.
XIONG Xi, FENG Hanjun. Application of BIM technology in water supply and drainage system design of the permanent meeting venue of Sanya International Finance Forum[J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43(4): 74-78 (in Chinese).
- [3] 朱记伟,郑思龙,刘建林,等. 基于 BIM 技术的城市综合管廊工程协同设计应用[J]. 给水排水,2016,42(11):131-135.
ZHU Jiwei, ZHENG Silong, LIU Jianlin, et al. Application of collaborative design in urban utility tunnel based on BIM[J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(11): 131-135 (in Chinese).
- [4] 吴冬毅,王广华,何则干,等. 深层隧道排水工程 BIM 建模及展示的应用研究[J]. 中国给水排水,2017,33(8):20-25.
WU Dongyi, WANG Guanghua, HE Zegan, et al. Application research on the modeling and display of deep tunnel drainage project based on the BIM technology[J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(8): 20-25 (in Chinese).

作者简介:龙程理(1990-),男,广西玉林人,硕士,工程师,给排水设计师,主要研究方向为给排水市政工程设计、BIM 设计、暴雨模型计算、智慧水务等。

E-mail:bleying@163.com

收稿日期:2020-10-06

修回日期:2020-11-02

(编辑:孔红春)