

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.10.009

市政给排水厂站BIM正向设计研究与应用

徐亚男¹, 曹雪梅¹, 王晓杰², 姜天凌¹

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074; 2. 四川省生态环境科学研究院, 四川 成都 610041)

摘要: 建筑信息模型(BIM)正向设计是BIM技术在设计阶段应用的最理想模式,也是确保图模一致,设计信息顺利传递至施工与运维阶段,从而延展至城市信息模型(CIM)技术应用的必然选择。对于给排水厂站,因其型式多变、构造复杂,目前国内能将传统CAD设计模式顺利转型为BIM正向设计模式的企业较少。以天津市汾河南道雨水泵站工程为例,在反复实践中总结出一套适用于市政给排水厂站数字化设计的方法,可为同类型项目的BIM正向设计提供参考。

关键词: BIM技术; 正向设计; 市政给排水厂站

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2025)10-0058-07

Application of BIM Forward Design in a Municipal Water Supply and Drainage Station

XU Ya-nan¹, CAO Xue-mei¹, WANG Xiao-jie², JIANG Tian-ling¹

(1. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China; 2. Sichuan Academy of Eco-Environmental Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract: The forward design of building information modeling (BIM) represents the most ideal approach for applying this technology during the design stage. Additionally, it serves as an inevitable strategy to ensure the consistency between drawings and models, facilitate the seamless transfer of design information to the construction and operation maintenance stages, and further extend its application to city information modeling (CIM) technology. For water supply and drainage stations, given their varied types and intricate structures, only a limited number of enterprises in China are currently capable of successfully transitioning from the traditional CAD design approach to the BIM-based forward design methodology. Taking the Fenhe Nandao rainwater pumping station project in Tianjin as an example, a systematic approach for the digital design of municipal water supply and drainage stations was developed through iterative practice. This approach can serve as a valuable reference for the BIM-based forward design of similar projects.

Key words: BIM technology; forward design; municipal water supply and drainage station

BIM技术在国内推广至今已有近20年,建筑设计行业率先进行正向设计探索与应用,且初具成果^[1],随着国家对传统项目的数字化交付要求越来越

越高、范围越来越广,给排水厂站的正向设计需求逐步增多。为实现将数字化设计转换成基本设计方式,以天津市汾河南道雨水泵站工程为例,制订

通信作者: 徐亚男 E-mail: 631024535@qq.com

出一套集合全专业三维设计、出图于一体的 BIM 正向设计流程和方法,从而实现各专业有效协同以及传递正确的模型信息。

1 给排水厂站正向设计的思路方法

BIM正向设计与传统给排水厂站设计的最大区别在于其基于BIM平台可以实现多专业协同设计校核、信息的综合调用及流转^[2]。BIM正向设计是基于传统二维设计的更高效的设计模式^[3],其在继承传统设计模式中要求的制图样式、制图深度、校审流程等优点的同时,还具备专业间协同化、设计可视化、设计信息数字化的优点,可以大大提高二维设计在提资、设计、校审模式下的生产效率^[4]。给排水厂站BIM数字化正向设计流程见图1。

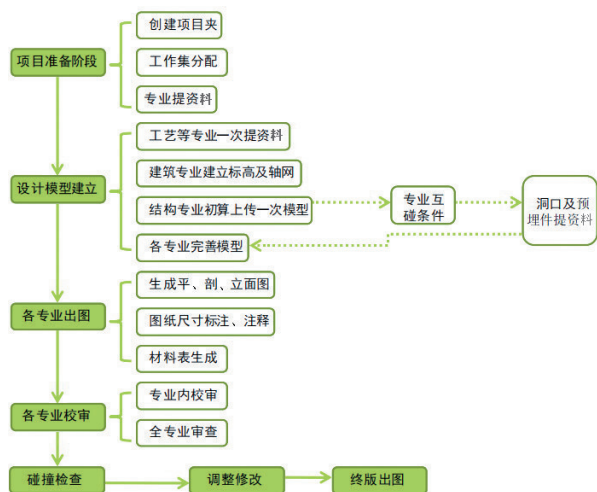


图1 给排水厂站BIM数字化正向设计流程

Fig.1 Process flow chart of BIM digital forward design for water supply and drainage station

2 BIM正向设计实践案例

2.1 工程概况

为响应党中央“打造美丽天津”的要求,落实《天津市城市总体规划(2015—2030年)》,天津市政府正式批准了北辰区城市建设和管理改革计划。汾河南道雨水泵站工程作为计划中的重要一环,其成功实施不仅对北辰区的基础设施建设产生积极影响,而且对整个天津市的城市品质提升具有重要作用。

该项目位于北辰区汾河南道,主要建设内容包括:规模 $27 \text{ m}^3/\text{s}$ 的雨水泵站1座,新设置变配电室及管理用房(框架结构)1座,泵站进水管为双排 $D2\ 800 \text{ mm}$ 混凝土管,室外其他附属工程包括给水

管、污水管、雨水管工程等。

2.2 项目协同总则

BIM 正向设计引入了中心协同模型文件的工作模式,其核心目标在于解决各专业间协作的问题,从而打破传统二维设计中信息无法实时同步的限制。各专业人员在同一中心文件的不同工作集中进行设计,并通过同步更新模型来接收其他专业提资料以及碰撞反馈内容。这一创新模式可以为项目负责人实时提供关于设计进程的信息,不仅提升了设计效率,也为各专业间的协作提供了更高效的渠道。

2.2.1 项目统一定位原则

① 坐标及轴网

在设计中,所有专业模型的原点坐标应在总图、建筑、结构等相关专业确认后,以(0,0,0)作为相对坐标原点,且在设计模型的使用周期内保持不变。建筑专业需依据指定的相对坐标原点建立轴网并在模型中发布,以供各专业建模时参考。总图专业需以各子项的相对坐标原点为基准,进行厂内模型的整合。

② 各专业模型关系及定位表达

所有专业需在公司专为给排水厂站配置的建
模、出图模板中开展设计工作。

有安装要求的构件级模型单元应标明定位点,其位置应便于测量,宜选取安装交界面的特征点。相同类型的模型单元(如墙、梁等)其定位点选取的相对位置应相同,不应出现连接构件一侧以中线为基准、另一侧以边线为基准建立模型的情况。

2.2.2 创建项目协同文件及分配工作集

该项目选用红瓦协同大师软件作为协同设计平台,由项目负责人创建中心协同模型并对参与人员进行权限划分。创建中心协同模型界面见图2。



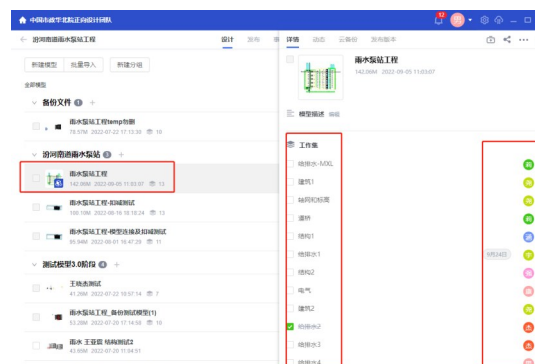
图2 创建中心协同模型界面

Fig.2 Interface of creating a central collaboration model

基于协同设计平台的中心模型,项目负责人及各专业设计人在与其对应的工作集中共同进行三维设计,并在相应工作集下分配人员、划定权限,以满足项目进程调度和管理要求。工作集划分方式见图3。



a. 工作集划分指导



b. 工作集划分界面

图3 工作集划分方式

Fig.3 Method of workset division

2.3 BIM 模型创建

2.3.1 构件命名原则

为保证各专业 BIM 模型构件命名的统一性,对建模过程中构件命名进行规定,具体见表 1。

表1 模型构件命名规则

Tab.1 Naming rules for model components

专业名称	构件类型(大类)	构件类型(小类)	命名规则
给排水	管道		[工艺类别]_[管径 d][图集名称]
	设备		设备类型_设备名称_[设备型号][设备规格]
结构	梁、板、柱、墙	YJK 导入构件	梁:梁_[梁宽 B ×梁高 H]
			板:板_[板厚 l]
			柱:柱_[柱宽 B ×柱高 H]
			墙:墙_[墙厚 t ×墙高 H]
		非 YJK 构件	梁:非 YJK_梁_[梁宽 B ×梁高 H]
			板:非 YJK_板_[板厚 l]
			柱:非 YJK_柱_[柱宽 B ×柱高 H]
			墙:非 YJK_墙_[墙厚 t ×墙高 H]
	基础	柱下独立基础	[YJK]_[#基础编号]_柱下独基_[一阶厚 t_1][二阶厚 t_2]
		条形基础	[YJK]_[#基础编号]_条基_[条基厚 l]
		筏板基础	[YJK]_筏板_[筏板厚 l]
		桩基	[YJK]_[圆/方桩]_钻孔桩_[桩径×桩长]
	非计算模型构件	悬挑渠	悬挑渠_[壁厚 t][底板根部/底板端部]
构造柱		构造柱_[编号]_[柱宽 B ×柱高 H]	
地圈梁		地圈梁_[梁宽 B ×梁高 H]	
建筑	墙	建筑外墙	建筑外墙_[贴面材质][厚度 t]
		建筑内墙	建筑内墙_[贴面材质][厚度 t]
	门窗	建筑门	同施工图命名,例:FM 丙 xxxx
		建筑窗	同施工图命名,例:Cxxxx
电气	设备类	电气设备	构件库设备名_[设备型号]
	电缆类		同施工图命名,例:SCxxxx
暖通	设备类	通风除臭设备	构件库设备名_[设备型号]
	管道类	通风管	通风管_[内径/ B × H][图集名称]
注: 因结构专业引入 YJK 插件辅助结构计算模型导入 Revit 模型中,故计算模型所包含结构构件服从 YJK 默认规则命名。			

注: 因结构专业引入YJK插件辅助结构计算模型导入Revit模型中,故计算模型所包含结构构件服从YJK默认规则命名。

2.3.2 构件剪切优先级原则

①不同材质的模型单元应独立存在,避免相互重叠或剪切,如高强度混凝土不应与低强度混凝土模型单元重叠或被剪切;②混凝土强度相同时,模型单元的优先级顺序为基础>框架柱>框架梁>结构墙(剪力墙、池壁)>结构板(楼板、层间板)>女儿墙>建筑墙>建筑面层,其中优先级较高的模型单元不应与优先级较低的模型单元重叠或被剪切。

2.3.3 模型内容及信息深度要求

① 模型内容深度要求。各专业模型内容深度的具体要求如图2所示。

表2 模型内容深度要求

Tab.2 Requirements of model content depth

专业名称	模型构件类别	内容深度要求
给排水	管道类	管线几何尺寸应与图集中相应数据保持一致并有壁厚
	设备类	设备几何尺寸应与生产商提供的成品信息模型保持一致
结构	楼板	楼板需能反映设计实际厚度
	柱	柱需能反映设计截面实际尺寸
	梁	梁需能反映设计截面实际尺寸
	剪力墙/池壁	墙需能反映设计截面实际厚度
	楼梯	梯板需能反映设计截面实际厚度
建筑	墙体	a. 建筑内/外墙模型应包含核心层及构造层;b. 根据设计需要,应包含必要的内墙装饰面及踢脚线等模型
	面层	a. 建筑面层需反映实际面层厚度;b. 建筑面层需反映工程做法表所对应面层做法
	门窗	a. 建筑门窗应选用通用型产品尺寸;b. 门框、窗框需反映实际设计值
	栏杆	栏杆建模应能反映实际造型及高度信息
	房间	房间装修布置应能反映设计图纸要求,如吊顶、抹面、墙面装饰等,并与设计相符
电气	强电系统	a. 设备、金属槽盒等应具有空间占位尺寸、定位信息等几何信息;b. 影响结构构件承载力或钢筋配置的管线、孔洞等应具有位置、尺寸等几何信息
	智能化弱电系统	a. 全部设备(如冷水机组、水泵、空调机组等)、管线应具有外形尺寸、空间占位尺寸、安装控制间距等几何信息;b. 影响结构的各种竖向管井应具有占位尺寸信息;c. 影响结构的各种孔洞应具有位置及尺寸信息
暖通	空调系统	a. 全部设备(如水泵、水箱等)应具有外形控制尺寸及安装控制间距等几何信息;b. 影响结构的各种竖向管井应具有占位尺寸信息;c. 影响结构的各种孔洞、集水坑应具有位置和尺寸信息

模型内容的深度,即构件的精细程度,是满足各专业提资料及出图需求的关键,会直接决定图纸的质量。在BIM设计中,应遵循图模一致原则,通过合理设置剖切面,生成二维施工图纸。

② 模型信息深度要求。在模型构建中,应确保构件属性栏包含详尽的信息,这些信息不仅有助于形成材料清单、设备表等基础设计资料,而且可以为其他专业设计领域提供有价值的信息支撑。更重要的是,较高的模型信息深度能精确服务于概算工作,为成本核算提供可靠的依据。具体的模型信息深度要求如表3所示。

表3 模型信息深度要求

Tab.3 Requirements of model information depth

专业名称	模型构件类别	内容深度要求
给排水	管道类	应包含管道材质、尺寸等信息
	设备类	应包含设备功率、型号、供应商等信息
结构	楼板	应包含混凝土强度、钢筋等级、板上下皮配筋等信息
	柱	应包含混凝土强度、钢筋等级、柱纵筋、箍筋等信息
	梁	应包含混凝土强度、钢筋等级、纵筋、箍筋、腰筋配筋等信息
	剪力墙/池壁	应包含混凝土强度、钢筋等级、竖向/水平向配筋等信息
	楼梯	应包含混凝土强度、钢筋等级、板上下皮配筋等信息
建筑	墙体	a. 在“类型”属性中区分内墙和外墙;b. 必要的非几何信息,如防火、隔声性能、面层材质做法等
	面层	应包含建筑面层做法所选图集信息
	门窗	应包含门窗型号、材料等信息
	栏杆	应包含材质、图集等信息
	房间	应包含墙面装饰、吊顶等材质信息
电气	强电系统	设备、金属槽盒等应具有规格、型号、材质、安装或敷设方式等非几何信息,大型设备还应具有相应的荷载信息
	智能化弱电系统	
暖通	空调系统	

2.3.4 模型创建与总装

在满足上述要求后,工艺、结构、建筑、电气、暖通专业进行建模,BIM模型搭建效果如图4所示。

在该项目中,选用Autodesk Revit 2020进行建模,利用YJK4.2进行结构分析计算,并采用YJK for Revit 4.2插件实现结构模型的导出。这些软件工具的选择经过了严格评估,能够确保其性能满足研

究需求。

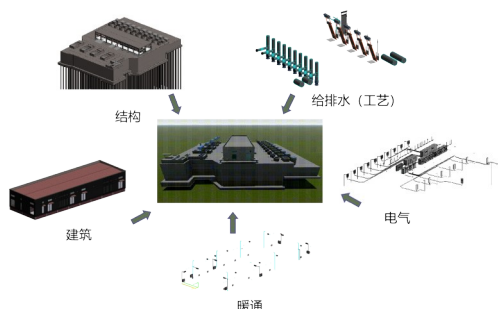


图 4 BIM 模型搭建效果示意

Fig.4 Schematics of BIM model construction

2.4 碰撞检查

BIM 正向设计在传统二维设计基础上实现了生产模式的提升,特别是在解决各专业间的设计协调问题上优势明显。对于单专业,BIM 模型的碰撞检查功能可以进行空间管线模拟排布,不仅在设计的早期阶段解决管线碰撞问题,而且能为施工过程提供指导;对于多专业,可以检测工艺管线与混凝土构件碰撞问题,复核施工图开洞信息,避免施工后改造加洞等问题,从而确保结构安全性并降低不必要的成本。BIM 模型的碰撞检查要求应包括但不限于表 4 中所列类别。

表 4 碰撞检查要求

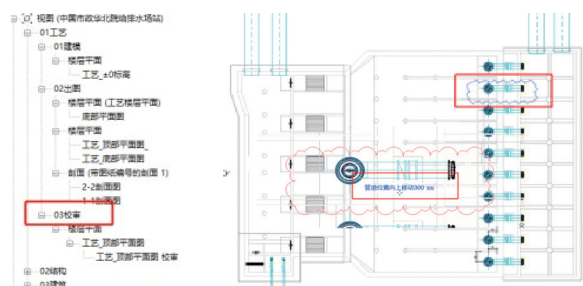
Tab.4 Requirements of collision check

碰撞类别	涉及专业	解释说明
管线综合类	给排水、暖通、电气	在市政水厂中,地下箱体内部管线复杂,易发生碰撞。通过管综类碰撞检查,可在设计阶段有效解决各管线间的空间冲突问题
管件与设备类	给排水、暖通、结构	在地下空间中,设备与管线的布置往往相互影响。管件与设备类碰撞检查有助于在设计阶段预防吊车行进路线与管道的冲突问题
土建预留洞口类	给排水、暖通、结构	大型结构中,洞口设置复杂,尤其在市政水厂项目中,内部池壁众多。若施工后才发现洞口遗漏,加固补救不仅影响结构安全和施工周期,还会增加成本。碰撞检查能有效预防此类问题
设备与土建类	给排水、结构	设备高度在提资料过程中难以体现,但在 BIM 正向设计中,设备高度可以在三维空间中得以展现。碰撞检查有助于避免净高净空问题
管沟与土建类	电气、结构、建筑	电气专业很多电缆沟布置穿越建筑房间,易存在管沟与建筑墙或结构零层梁矛盾问题,碰撞检查可有效反映此类问题并提前解决

2.5 设计校审

2.5.1 设计校对

校对方案示意图 5。



a. “校对”浏览器组织方案

b. 云线批注

图 5 校对方案示意

Fig.5 Schematics of proofreading scheme

设计校对采用 Revit 中直接查看设计文件并进行批注的方式,校对意见直接保存在中心协同模型文件中,可以通过“云线批注”功能批注意见后反提给单体各专业设计人员进行修改。但 Revit 的视图组织复杂,因此在“公司给排水水厂站”视图下添加

“校对”浏览器组织方案,校对人员可以直接在“03 校对”目录下进行校对,保证原始图纸不受干扰,校对意见条理清晰,易于追溯。

2.5.2 设计审核

项目审核采用协同大师的轻量化模型方案,项目负责人可以通过视图整合功能将多个 Revit 模型发布的轻量化内容整合到一起,支持整合三维视图、二维视图和明细表,实现多专业、多单体的轻量化模型同时展示。项目总工在收到模型链接后可以通过 PC 端、移动端访问模型,查看图纸、审核或进行批注,设计人员可以在“事项”功能中查看相应的审核意见,并可以使用“定位”功能进行问题定位,完成修改。

2.6 工程量统计

在 BIM 模型的实际应用中,工程量统计具有举足轻重的地位。精准提取材料数据有助于全面核算各类费用(如材料、加工、运输等),从而确定项目成本。

该项目采用 Revit 自带的明细表功能进行材料统计,导出的部分材料统计表见图 6。

系统类型	系统名称	尺寸	长度	材质	规格/类型
开槽	Y 2	1 800 mm	5.29 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 1	1 200 mm	2.20 m	钢管	02S403 - PN16
开槽	Y 2	1 800 mm	2.09 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 1	1 200 mm	0.17 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 1	1 200 mm	2.08 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 3	125 mm	0.14 m	钢管	GB/T 3091
雨水	Y 5	300 mm	7.72 m	钢管	GB/T 3091
雨水	Y 5	300 mm	3.30 m	钢管	GB/T 3091
雨水	Y 5	300 mm	0.10 m	钢管	GB/T 3091
雨水	Y 5	300 mm	0.19 m	钢管	GB/T 3091
雨水	Y 5	300 mm	1.33 m	钢管	GB/T 3091
雨水	Y 8	2 800 mm	10.60 m	混凝土	04S516
雨水	Y 9	2 800 mm	10.60 m	混凝土	04S516
雨水	Y 10	2 800 mm	5.72 m	混凝土	04S516
雨水	Y 11	2 800 mm	5.72 m	混凝土	04S516
开槽	Y 12	1 800 mm	5.29 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 13	1 200 mm	2.20 m	钢管	02S403 - PN16
开槽	Y 12	1 800 mm	2.09 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 13	1 200 mm	0.17 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 13	1 200 mm	2.08 m	钢管	02S403 - PN16
开槽	Y 14	1 800 mm	5.29 m	钢管	02S403 - PN16
雨水	Y 15	1 200 mm	2.20 m	钢管	02S403 - PN16
开槽	Y 14	1 800 mm	2.09 m	钢管	02S403 - PN16

图 6 材料统计表示意

Fig.6 Schematics of material statistics table

2.7 出图

2.7.1 图纸命名规则

图纸命名规则遵循二维设计中的图纸命名方式,以专业代码形式进行编号。除项目存在特殊要求外,其他均应按照表 5 进行施工图纸命名。

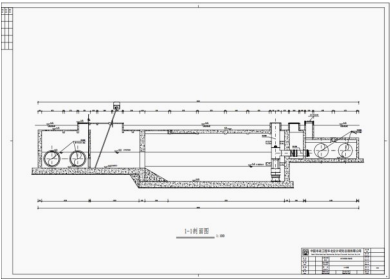
表 5 图纸命名规则

Tab.5 Naming rules for drawing

专业名称	专业代码	命名样例
给排水	S	例:S-01-顶部平面图
建筑	J	例:J-01-立面图及剖面图
结构	G	例:G-01-结构底部模板图
电气	D	例:D-01-动力平面图
暖通	N	例:N-01-通风平面图
注: 表中所示为通用命名方式,如项目存在特殊要求(如加入子项号等),则需从项目整体对图纸编号进行统一命名。		

2.7.2 各专业出图

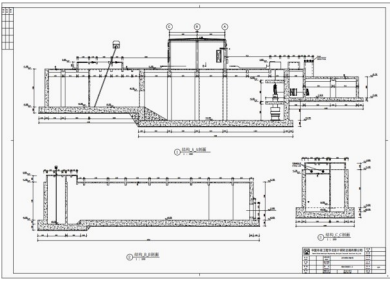
对经过校审修改后的模型进行剖切,在三维视图中调整出图范围及深度,通过调用多种类型标注族进行标注,可以满足传统二维出图要求。各专业出图样式见图 7。



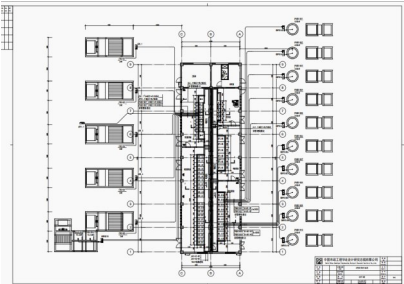
a. 工艺专业(剖面图)



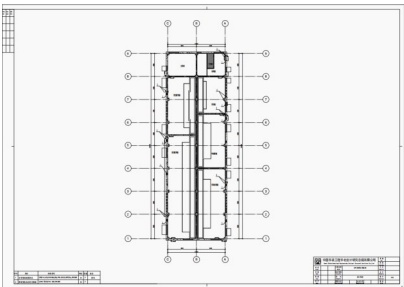
b. 建筑专业(剖面图)



c. 结构专业(剖面图)



d. 电气专业(动力平面图)



e. 暖通专业(通风平面图)

图 7 各专业出图样式示意

Fig.7 Schematics of drawing styles for each profession

3 结语

BIM 技术在市政给排水厂站正向设计中的应用与实践结果表明,BIM 技术不仅能够提高设计整体效率,减少设计错误,节约设计成本,而且其设计决策和可视化功能也极大地提高了设计过程的透明度,从而优化设计成果。BIM 在市政给排水厂站设计中的应用还有很大的发展空间,未来的设计趋势将更加智能化、自动化、个性化,采用 BIM 技术会进

一步提高设计效率 and 设计质量。随着计算机技术的发展,BIM技术也将具有更强的处理大规模、复杂工程设计数据的能力,其与云计算、大数据等新技术的融合,也必将为市政给排水厂站设计带来全新的可能性和机遇。

参考文献:

- [1] 涂敏,刘光胜,杨红兵,等. 建筑给排水BIM正向设计的应用及思考——以长沙黄花国际机场T3航站楼为例[J]. 给水排水,2022,48(12):122-130.
- TU Min, LIU Guangsheng, YANG Hongbing, *et al.* Application and reflection on BIM forward design of building water supply and drainage: taking terminal 3 of Changsha Huanghua international airport as an example [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(12): 122-130 (in Chinese).
- [2] 徐亚男,李芳芳,苏杰,等. ArchiCAD 在污水处理厂施工图三维设计中的应用实践[J]. 中国给水排水, 2016,32(6):56-60.
- XU Yanan, LI Fangfang, SU Jie, *et al.* Application of ArchiCAD in three-dimensional design of sewage treatment plant construction drawings [J]. China Water

& Wastewater, 2016, 32(6):56-60(in Chinese).

- [3] 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).
- [4] 龙程理,李璐,陈燕波,等. BIM技术在武汉南湖初雨处理厂设计中的应用[J]. 中国给水排水, 2021, 37(18):82-87.
- LONG Chengli, LI Lu, CHEN Yanbo, *et al.* Application of BIM technology in the design of Wuhan Nanhu initial rainwater treatment plant [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(18):82-87(in Chinese).

作者简介:徐亚男(1987-),女,天津人,硕士,高级工程师,主要从事给水排水数字化设计及应用工作。

E-mail:631024535@qq.com

收稿日期:2024-01-16

修回日期:2024-02-06

(编辑:沈靖怡)

坚持山水林田湖草沙一体化和系统治理,
构建从山顶到海洋的保护治理大格局