

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.18.013

基于Revit的污水处理厂BIM正向设计研究及应用

王晓杰¹, 徐亚男², 姜天凌², 王 春¹, 田晓刚¹, 孟祥磊²

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

摘 要: 针对传统二维设计在甘泉堡天银纺织园配套污水处理厂工程总承包(EPC)项目中存在的设计变更频繁、工期紧、任务重、专业协同效率低等问题,采用基于Revit软件及协同平台的BIM正向设计,实现全专业三维可视化集成设计与高效协同。在正向设计过程中,定制了项目样板,对模型定位原则、文件拆分方法、模型及构件命名规则和模型配色规范进行了统一规定;基于整合模型进行碰撞检测并进一步优化设计,实现自动出图和工程量计算。此外,模型承载着大量工程信息,可为后续建设智慧施工平台和智慧型污水处理厂奠定基础。未来,随着BIM技术的进一步成熟和BIM标准的逐步完善,BIM正向设计将成为工程行业从信息化走向智慧化的重要支撑。

关键词: 污水处理厂; 正向设计; BIM技术; Revit软件; 二次开发

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2025)18-0081-07

Research and Application of BIM-based Forward Design in Wastewater Treatment Plant Projects Using Revit Software

WANG Xiao-jie¹, XU Ya-nan², JIANG Tian-ling², WANG Chun¹, TIAN Xiao-gang¹, MENG Xiang-lei²

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

Abstract: BIM-based forward design using Revit software and the collaborative platform was carried out in light of the challenges encountered in the traditional two-dimensional design process of the Ganquanbao Tianyin textile park supporting wastewater treatment plant engineering general contracting (EPC) project, including frequent design modifications, a compressed project timeline, heavy workloads, and limited inter-disciplinary collaboration efficiency, enabling integrated three-dimensional visual design and enhancing coordination efficiency across all disciplines. During the forward design process, a customized project template was developed, and unified standards were established for model positioning principles, file splitting methods, naming conventions for models and components, and color coordination guidelines. Based on the integrated model, collision detection was performed to further optimize the design, thereby enabling automated drafting and accurate calculation of engineering quantities. In addition, the model contained a substantial amount of engineering information, which can serve as a foundation for the future development of a smart construction platform and an intelligent wastewater treatment facility. As BIM technology continues to mature and relevant standards are progressively

通信作者: 王春 E-mail: 1060854725@qq.com

refined, BIM-based forward design is expected to become a key enabler for the engineering industry's transition from informatization to intelligent operations.

Key words: wastewater treatment plant; forward design; BIM technology; Revit software; secondary development

市政项目具有高度综合性,在建设过程中需多专业协同配合。然而,由于设计变更频繁,需反复调整,常面临工期紧、任务重等挑战^[1-2]。为解决这些难题,BIM技术凭借其协同性、可视化、传递性、模拟性等特点,在市政工程领域得到广泛应用。目前,BIM技术在项目全生命周期的集成应用方面已取得一定进展,部分设计人员尝试将BIM正向设计运用到实际项目中^[3-4]。BIM正向设计是指以三维模型为数据源完成工程各阶段设计任务,设计师从方案设计阶段开始,逐步深化各专业设计模型,并利用BIM模型进行设计优化、工程量计算、造价控制及施工指导等应用。此外,由于BIM模型承载全生命周期信息,其数据可无缝传递至施工及运维阶段,因此,保持设计信息的完整性和传递性是BIM正向设计的核心要点。

1 项目简介

甘泉堡天银纺织园配套污水处理厂工程总承包(EPC)项目位于乌鲁木齐高新区甘泉堡工业园天银纺织园内,建设单位为甘泉堡经济技术开发区(工业区)规划技术服务中心,园区服务企业涉及新材料、煤化工、机械、建材、化工等领域。污水处理厂规模 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,分3期建设,每期 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2 正向设计技术路线

2.1 项目样板

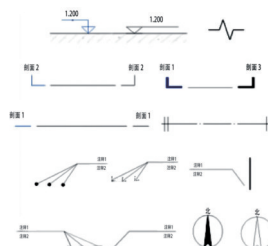
从Revit建模和出图成果出发,制作Revit样板文件。对包括文字、线宽、线样式与线性图案、填充样式、剖面符号、管道系统图层颜色、设备族和标注族、图框等内容进行设置、制作与载入,并按照专业和工作流程进行项目浏览器组织。根据不同单体的特点,可以预先加载该单体所需的设备、结构族库,并借助二次开发的方式对族库进行管理,便于设计人员调用。项目样板设置见图1。



a. 嵌入《钢制管件》(02S403)标准图集



b. 企业自主开发设备族及管理工具



c. 自定义企业标准注族

图1 项目样板设置示意

Fig.1 Schematic of project template setting

2.2 一般规定

① 定位原则

该项目以A轴与1轴交点为原点,采用统一的轴网进行定位。

② 文件拆分

模型文件按照分解层级进行拆分,拆分原则见表1。

表1 模型文件拆分原则

Tab.1 Principle of model file splitting

分解层级	污水处理厂工程
第1级	项目整体
第2级	依据建(构)筑物单体进行划分
第3级	按照专业对建(构)筑物单体进行划分
第4级	分专业按照构件功能进行划分

③ 命名规则

a. 模型命名:包含工程阶段、单体名称、交付日期、模型版本等字段信息,字段内部以半角连字符“-”连接,字段之间以下划线“_”分隔。工程阶段代码规定见表2。

表2 工程阶段代码规定

Tab.2 Code regulation for project phase

工程阶段	代码	工程阶段	代码
方案设计	FS	施工阶段	SG
初步设计	CS	竣工验收阶段	JG
施工图设计	SS	运维阶段	YW
施工深化设计	SH		

b. 构件命名:以“专业_构件名称”命名,如需添加其他自定义信息,以下划线“_”分隔,并在构件命

名的基础上,对构件进行编码。

c. 模型配色规范性

该项目工艺管道系统配色规范见表3,土建二、三维表达样式见表4。

表3 工艺管道系统配色规范

Tab.3 Color coordination guidelines of process pipes

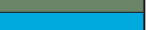
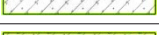
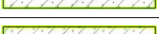
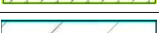
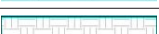
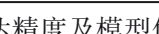
工艺系统	RGB	色块	工艺系统	RGB	色块
工艺污水管	0,140,70		沉淀管	112,90,0	
工艺污泥管	112,90,0		混合管	0,140,70	
工艺溢流管	112,48,160		絮凝管	253,199,3	
工艺气管	0,176,240		斜管冲洗管	0,112,192	
工艺加药管	253,199,3		后混凝管	253,199,3	
工艺放空管	112,48,160		渍水排放管	50,71,125	
厂区给水管	125,250,0		产水管	100,130,100	
厂区污水管	0,140,70		膜吹管	0,176,240	
厂区雨水管	0,0,255		压缩空气管	0,176,240	
厂区再生水管	0,112,192		除臭管	255,255,0	
进水管	0,140,70		给水管	125,250,0	
冲洗管	0,112,192		浓缩管	112,90,0	
提升管	0,140,70		制备药剂及投加稀释管	155,0,100	
排渣管	191,143,0		制备储存管	155,55,55	
出水管	112,48,160		投送管	253,199,3	
除砂管	191,143,0		进风管	255,100,0	
污泥回流管	112,90,0		出风管	155,85,85	
混合液回流管	153,55,5		放空管	112,48,160	
曝气管	0,176,240		配水管	0,140,70	

表4 土建二、三维表达样式

Tab.4 Two-dimensional and three-dimensional expression styles of civil engineering

模型类别	模型名称	剖面样式	三维表达样式
墙	池壁		
	渠道		
板	垫层		
	基础		
	底板		
	池板		
	顶板		
	盖板		
	覆土		

④ 模型几何表达精度及模型信息深度

模型几何表达精度等级划分如表5所示。模型几何表达精度可分为4个等级,该项目统一采用G4等级。

模型信息深度等级划分见表6。该项目统一采用N4等级的模型信息深度。

表5 模型几何表达精度等级划分

Tab.5 Classification of model geometric expression accuracy

等级	代号	模型几何表达精度要求
1级	G1	满足二维化或符号化识别需求
2级	G2	满足空间占位、主要颜色等粗略识别需求
3级	G3	满足建造安装流程、采购等精细识别需求
4级	G4	满足高精度渲染展示、产品管理、制造加工准备等高精度识别需求

表6 模型信息深度等级划分

Tab.6 Classification of model information depth

等级	代号	模型信息深度要求
1级	N1	模型描述、项目信息、组织角色等信息
2级	N2	在N1基础上,增加材质、性能或属性等信息
3级	N3	在N2基础上,增加生产、安装信息
4级	N4	在N3基础上,增加资产和维护信息

2.3 协同流程

该项目选用红瓦协同大师作为协同平台,采用Revit软件建模,通过YJK4.2进行结构分析计算。污水处理厂BIM正向设计与传统二维设计一致,要求工艺专业首先提资,工艺专业需确定构筑物内部

的净尺寸,并添加其他专业需要的设备参数信息,然后将工艺模型提资给到结构专业,结构专业开展计算分析,调整后形成中心模型,设计人员基于协同平台中心模型在各专业的工作集下进行三维设计。协同工作流程见图2。

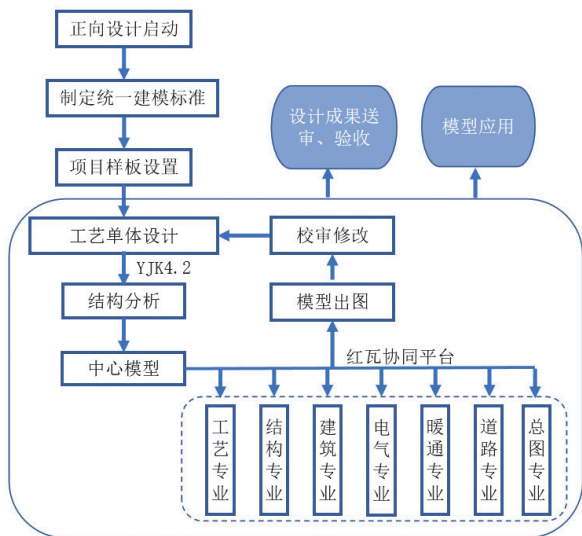


图2 协同工作流程

Fig.2 Collaborative work flow

2.4 出图

2.4.1 平、立、剖面图

为使 Revit 出图效果符合公司污水处理厂出图标准,设置企业出图样板,提高出图效率。该项目定义多种图纸类型样板并得到较好的应用,如工艺基础样板、工艺管线样板、系统图样板、剖面图样板等,具体见图3。

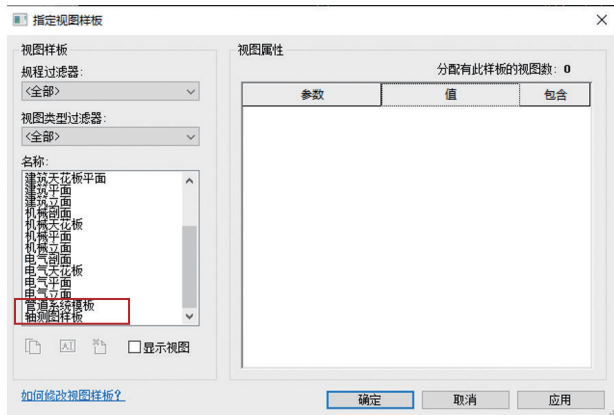


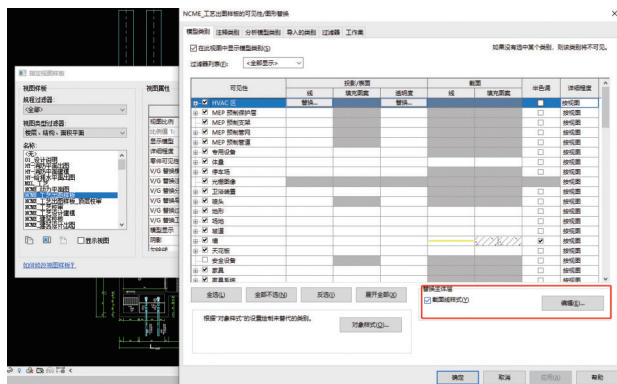
图3 企业出图样板定制示意图

Fig.3 Schematic of customized template for enterprise drawings

设计人员可对出图样板中“视图比例”“显示模型”“详细程度”“可见性/图形替换”及“视图范围”等

进行设置。需要特别注意的是“视图比例”,应在开始出图时确定好图纸的比例,以防后期进行不必要的图面调整。

出图过程中最重要的是根据出图范围和深度进行图元显示控制,具体见图4。



a. 分类控制



b. 单个控制

图4 图元显示控制示意

Fig.4 Schematic of element display control

图元显示的管件层级有3种:①全局性控制。对“对象样式”进行设置,在该层级下,全局性的视图均会按照对象样式的设置规则显示。②分类控制。对“可见性/图形替换”进行设置,在该层级下,可以对某一类构件的显示效果进行设置。③单个控制。当同类族文件有些需要显示、有些需要隐藏时,可以对单个构件的显隐性进行控制。此外,当部分构件位于设置的视图范围之外时,可以用 Revit 软件自带的“平面区域”功能,调整局部的显示范围,使此类构件得以显示。

2.4.2 轴测图及原理图

基于已完成的模型,可以在 Revit 软件上直接生成三维轴测图,配合平面图能够更直观地表达设计意图。将模型切换为 3D 视图,锁定方向,拾取相应

的工作平面,可通过自定义标注组对三维轴测图进行标记。Revit软件无法直接自动生成原理图,需通过视图下的“绘图视图”或“图例”工具手动创建原理图。

2.5 材料表

目前Revit软件自带的材料表格式尚不符合公司标准样式,需通过二次开发手段创建标准材料表样式。Revit软件二次开发生态较为成熟,常用的开发方法有基于Revit软件提供的Dynamo图形开发和基于C#语言的二次开发。基于Dynamo图形开发对编程语言功底要求较低,开发人员可将主要精力放在Dynamo“电池图”的层级和串联逻辑上,因此,在该项目中选择采用Dynamo图形开发自定义符合公司标准样式的材料统计表。

3 BIM正向设计技术应用

3.1 模型创建

在协同设计过程中,需借助大量自定义企业族库构件规范模型搭建,这些构件具有统一的命名规则、丰富的几何信息和非几何信息。如Revit软件自带的开洞功能仅能形成物理上的开洞效果,其属性仅含几何信息,在统计洞口时较为困难,而通过自定义洞口族文件,可以有效进行属性统计。自定义洞口属性统计见图5(a),开洞效果见图5(b)。建模过程中根据项目阶段,各专业对模型和信息深度进行统一规定,保证出图质量,各专业总装后的单体模型示意图见图5(c)、(d)。

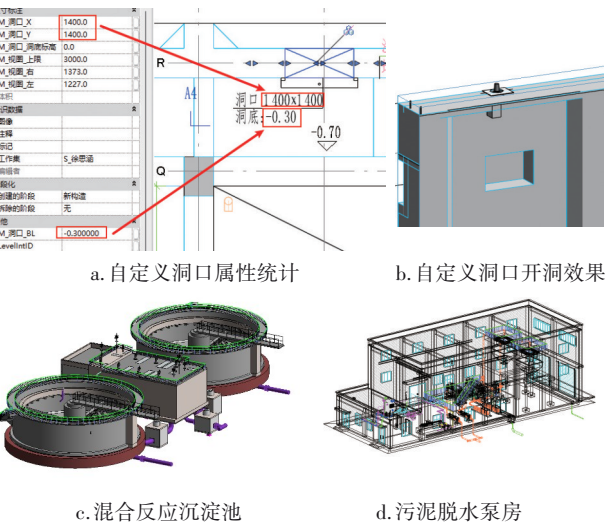


图5 BIM模型创建示意

Fig.5 Schematic of BIM model creation

3.2 碰撞检测

将各专业模型整合后,检测建(构)筑物主要专业在平、立剖面的构件冲突,对设计空间进行碰撞检测分析。基于检测报告对模型进行优化设计:①工艺专业碰撞检测,根据检测结果调整管综。②专业间碰撞检测,检查工艺管线与土建构件是否存在碰撞问题,复核洞口位置及大小。部分碰撞检测示意图见表7。

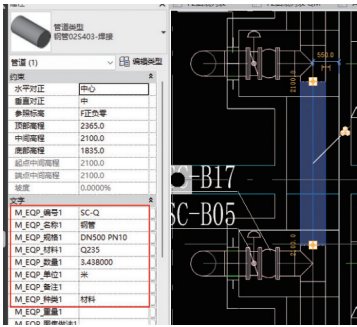
表7 部分碰撞检测示意

Tab.7 Schematic of partial collision detection

碰撞检测冲突示意		问题描述及解决方案
结构-工艺		问题描述:结构开孔与工艺管道碰撞; 解决方案:调整结构开洞位置
工艺-建筑		问题描述:吊车轨道与墙冲突; 解决方案:调整吊车轨道
结构-工艺		问题描述:盖板未开孔; 解决方案:对盖板进行开孔
建筑-结构		问题描述:女儿墙与柱冲撞; 解决方案:调整女儿墙与柱的位置
建筑-结构		问题描述:楼梯与墙冲撞; 解决方案:调整楼梯位置

3.3 材料表

依据各专业算量规则对各单体进行拆分和数据提取,基于模型提取的工程量可以与模型保持联动。在优化后的模型中通过Dynamo创建符合企业标准的材料统计表,主要步骤如下:①添加构件属性信息;②添加明细表的字段;③创建过滤器并添加过滤条件;④使用Python编程语言设置排序。图6为通过Dynamo添加的构件属性信息及定制的材料统计表。



a. 构件属性信息

A	B	C	D	E	F	G
编号	名称	规格	材料	单位	数量	备注
SC-F	离心泵接管	DN200×400	Q235	个	3	
SC-F	离心泵接管	DN600×400	Q235	个	2	
SC-F	法兰	DN200 F810	Q235	个	3	
SC-F	法兰	DN400 F810	Q235	个	8	
SC-F	法兰	DN600 F810	Q235	个	9	
SC-F	法兰盲板	DN600	Q235	个	1	
SC-F	等径三通	DN600×600	Q235	个	2	
SC-F	钢管	DN400 F810	Q235	米	28	
SC-F	钢管	DN600 F810	Q235	米	16	
SC-PCX	异径三通	DN600×150	Q235	个	5	
SC-PCX	异径三通	DN600×600	Q235	个	10	
SC-PCX	法兰	DN600 F810	Q235	个	19	
SC-PCX	法兰	DN600 F810	Q235	个	20	
SC-PCX	等径三通	DN150	Q235	个	5	
SC-PCX	等径三通	DN600	Q235	个	9	
SC-PCX	钢制法兰盘	DN150 F810	Q235B	个	21	
SC-PCX	钢管	DN150 F810	Q235	米	43	
SC-PCX	钢管	DN600 F810	Q235	米	8	
SC-PCX	钢管	DN600 F810	Q235	米	84	

b. 材料统计表

图6 构件属性信息及材料统计表

Fig.6 Component attribute information and material statistics table

3.4 出图

3.4.1 平、立、剖面图

通过剖切工具进行平、立、剖面出图,使用企业自定义标注族对图面进行标注,各专业可通过最终版模型出图。出图过程中,借助出图模板对图面进行调整,使图面效果符合表达意图和出图标准。当模型发生调整时,剖切的二维图纸会自动与模型保持联动,因此基于Revit软件的正向设计在保证二、三维一体化的同时,也保证了图模一致性。此外,借助ReCAD插件可将所有布图合并至CAD的空间模型,在导出过程中可分别设置视图/图纸的文字是否转换为.shx单线字体,并进行图层分类及映射,符合传统二维出图习惯。混合反应池平、剖面示意图见图7。

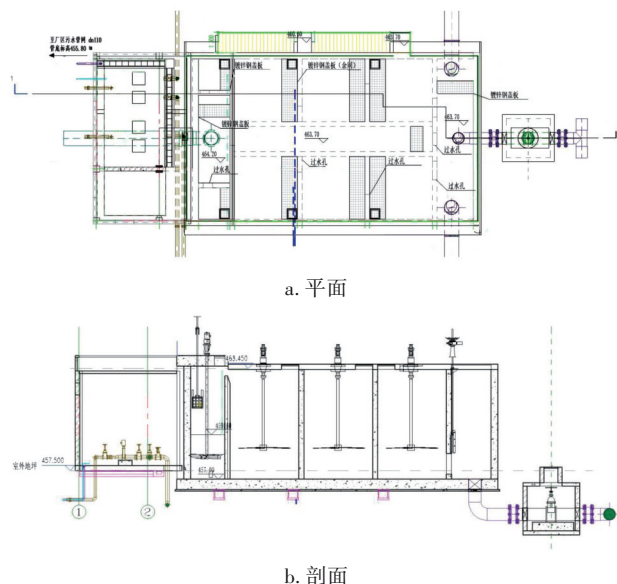
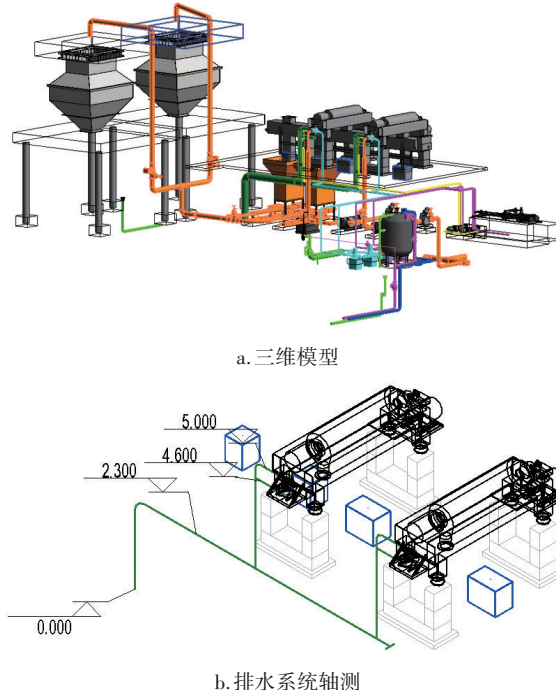


图7 混合反应池平、剖面示意

Fig.7 Schematic of plan and cross-section of the mixed reaction tank

3.4.2 轴测图

基于三维模型可直接提取工艺三维轴测图。以污泥脱水机房为例,其工艺三维模型见图8(a)。在视图样板处选择提前定义的轴测图样板,通过“可见性/图形替换”面板下的“过滤器”工具筛选出各管道系统图;使用标注工具拾取工作面进行标注,可以直观地表达各工艺管线系统。污泥脱水机房工艺排水系统轴测示意图见图8(b)。

图8 污泥脱水机房工艺三维模型及排水系统轴测示意图
Fig.8 Three-dimensional model and drainage system axonometric schematic of sludge dewatering room

3.4.3 原理图

借助Revit软件绘制原理图的优势在于设备图例通过设备三维族库直接生成,且可与设备族保持联动,能够有效表达设计人员意图。采用Revit软件绘制原理图的具体步骤如下:

- ① 使用详图线工具绘制图纸边界,如297 mm×420 mm(A3图面);
- ② 将需要绘制原理图的设备族拖动进来,根据需求选择不同视图生成设备图例;
- ③ 使用详图线工具将不同设备图例按照一定逻辑进行连接;
- ④ 使用文字工具添加注释;
- ⑤ 使用符号工具添加“箭头”之类的符号,工艺管线的折断可以通过“拆分图元”命令实现。生

成的双膜车间化学清洗原理示意图9。

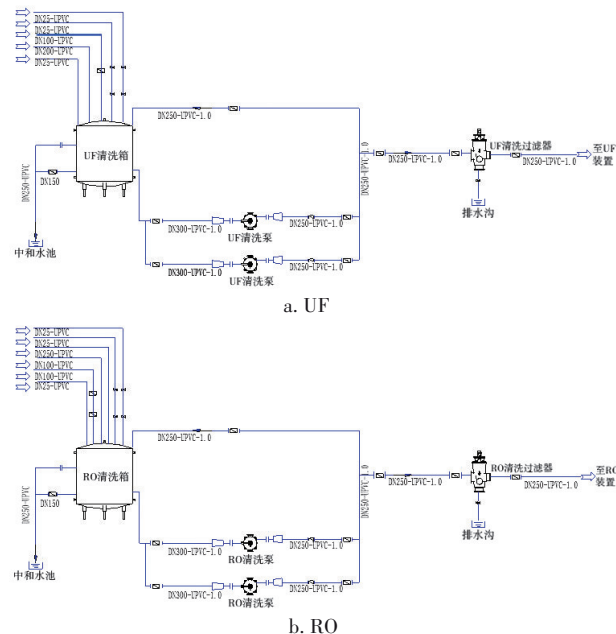


图9 双膜车间化学清洗原理示意

Fig.9 Schematic of chemical cleaning principle in dual-membrane workshop

4 结语及展望

4.1 正向设计技术总结

在正向设计过程中,定制项目样板,对模型定位原则、文件拆分方法、模型及构件命名规则和模型配色规范进行统一规定;协同设计过程中,选用合适的协同平台并进行全专业正向协同设计。基于三维模型进行碰撞检测,并进一步优化设计,及时对错漏碰缺问题进行调整,降低工程后续建设潜在成本;利用模型进行自动出图以及工程量统计,提高了工作效率;模型承载着大量工程信息,为后续建设智慧施工平台和智慧型污水处理厂奠定基础。

4.2 展望

采用BIM技术进行污水处理厂正向设计能够减少专业协同不及时引起的错漏碰缺等问题,且正向设计模型精度高,携带大量工程信息,这些信息能够在项目全生命周期进行传递,使模型得到高效应用。未来,随着BIM技术的进一步成熟以及BIM标准的逐步完善,BIM正向设计技术将成为工程行

业从信息化走向智慧化的重要支撑。

参考文献:

- [1] 李文秋,王晓杰,徐亚男,等. 基于 Bentley 二次开发的污水厂提标改造“BIM+”集成技术应用[J]. 中国给水排水,2023,39(20):77-82.
LI Wenqiu, WANG Xiaojie, XU Yanan, *et al.* Application of “BIM+” integrated technology for upgrading and renovation of wastewater plant based on Bentley’s secondary development[J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(20): 77-82(in Chinese).
- [2] 姜天凌,徐亚男,沈辰楠,等. BIM参数化技术在污水处理厂三维设计中的应用[J]. 给水排水,2020,46(s1):235-237.
JIANG Tianling, XU Yanan, SHEN Chennan, *et al.* Application of BIM parameterization technology in 3D design of sewage treatment plant [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46 (s1) : 235-237 (in Chinese).
- [3] 王彦祥,何琴,颜炳魁,等. BIM技术在深基坑和栈桥正向设计中的应用[J]. 建筑技术,2024,55(2):143-145.
WANG Yanxiang, HE Qin, YAN Bingkui, *et al.* Application of BIM technology in the forward design of deep foundation pit and trestle [J]. Architecture Technology, 2024, 55(2): 143-145(in Chinese).
- [4] 李兵,方玉妹,汪深,等. 基于 BIM 技术的医院室外管网正向设计应用[J]. 中国给水排水,2021,37(20):71-75.
LI Bing, FANG Yumei, WANG Shen, *et al.* Application of BIM technology in forward design of hospital outdoor pipe network [J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(20): 71-75(in Chinese).

作者简介:王晓杰(1993-),女,河南鹤壁人,硕士,工程师,主要从事市政给水排水工程设计、BIM技术及智慧市政研究、水污染防治及水生态保护修复等工作。

E-mail:2398847763@qq.com

收稿日期:2024-04-03

修回日期:2024-05-21

(编辑:沈靖怡)