

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2022.06.025

BIM技术用于合肥市第六水厂提升改造工程

彭尧, 柳彬彬, 朱波, 李家胜

(合肥供水集团有限公司, 安徽 合肥 230011)

摘要: 合肥市第六水厂提升改造工程包含 $30\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 常规处理扩建及 $90\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 深度处理,具有工程体量大、单体数量多、处理工艺复杂等特点。该工程依托Revit平台,利用BIM技术提供了可视化模型成果。通过碰撞检查、虚拟漫游、设备管理等功能实现水厂的高质量建造、优化设计、减少变更返工等情况,并为后续水厂智慧运管打下基础。依托BIM模型展示平台,使用网址或二维码实现对BIM模型的简单快捷访问,进一步拓展了BIM模型的使用场景。在该工程中,BIM技术的利用提升了工程实施质量及信息化集成水平,可为同类工程提供参考。

关键词: 水厂; 升级改造; 模型创建; 碰撞检测; 虚拟漫游; 模型展示平台

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2022)06-0127-05

Application of BIM in the Upgrading and Reconstruction Project of Hefei No.6 Waterworks

PENG Yao, LIU Bin-bin, ZHU Bo, LI Jia-sheng

(Hefei Water Supply Group Co. Ltd., Hefei 230011, China)

Abstract: The upgrading and reconstruction project of No.6 Waterworks in Hefei includes $30\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ conventional treatment expansion and $90\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ advanced treatment. It is characterized by large project volume, large number of structures and complex treatment process. Based on the Revit platform, Building Information Modeling (BIM) provides visual model results of the reconstruction project. Through collision detection, virtual roaming, equipment management and other functions, it realizes high-quality construction, design optimization, modification and rework reduction, which lays a foundation for subsequent intelligent operation and management of the waterworks. Based on the BIM model display platform, BIM model could be easily accessed by website or QR code, which further expands the successful application scenarios of BIM. In this project, the use of BIM improves the quality of project implementation and the level of information integration, which can provide reference for similar projects.

Key words: waterworks; upgrading and reconstruction; model creation; collision detection; virtual roaming; model display platform

建筑信息模型(BIM)技术起源于20世纪80年代,2000年左右引入我国,引发了一次建筑产业变革^[1]。BIM技术是在计算机辅助设计(CAD)等技术基础上发展起来的多维建筑模型信息集成管理技术,其在可视化、虚拟化、协同管理和进度控制等方面的优势,能有效提升工程的规划、设计、施工水

平,提高工程质量和投资效益。从住房和城乡建设部到各地地方政府,都在积极推进BIM技术的应用推广^[2-3]。目前,BIM技术逐渐应用于泵站^[3]、水厂^[4-6]及综合管廊^[7]等市政工程项目,以提高项目设计、建设的智慧化和精细化水平。

依托Revit平台,BIM技术在合肥市第六水厂提

升改造工程中成功应用,有效实现了项目的智慧化和精细化管理。介绍了合肥市第六水厂提升改造工程BIM设计的技术思路及应用成效,并总结了BIM技术在水厂项目应用的特点及意义。

1 工程概况

合肥市第六水厂现状规模 $60\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$,是保障合肥北部区域供水的主力水厂。该水厂提升改造工程是合肥市大建设重点工程,包括 $30\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 常规处理扩建及 $90\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 深度处理工程,也是安徽省规模最大的水厂深度处理项目。

该工程常规处理采用机械混合+折板絮凝+平流沉淀+V型滤池工艺,包括絮凝沉淀池及V型滤池等复杂单体。深度处理采用后置臭氧活性炭工艺,包括提升泵房及臭氧接触池、炭滤池等复杂单体。管道总平面布置需要衔接现状一期、二期及新建三期工程,还需要实现常规处理与深度处理的灵活切换,因此管路异常复杂。该工程具有以下特点:

① 单体体量大,数量多,构造复杂。包括炭滤池、砂滤池及多座叠合单体等子工程,各子工程关联度高。单体构筑物复杂,涉及到深大基坑、复杂设备安装等。

② 进度质量控制要求高。该工程是目前安徽省最大规模水厂,力争打造为当地标杆工程,因此社会关注度高,质量及进度控制要求严格。

③ 管道总平面布置错综复杂,不仅要考虑管道合理敷设,还需要充分结合施工时序优化新旧管道衔接设计。

以上工程特点,对水厂的设计及建设手段提出了更高的要求。利用BIM技术作为辅助手段,可以减少变更,优化设计,提高管理水平,实现可视化交底及虚拟建造,符合建造水平发展的趋势。

2 BIM技术应用内容

① 各专业设计模型创建。完成各专业设计模型的创建,借助模型协调各专业设计的技术矛盾。

② 总平面分析场地仿真模拟。将各单体导入总平面模型,整合厂区地下管线与构筑物,解决潜在冲突。

③ 碰撞检查。各专业模型经过本专业校核后,在BIM应用软件或协同平台进行数据整合,在三维空间发现设计的“错、漏、碰、缺”问题。

④ 工程量统计分析。通过BIM模型进行主要工程量的统计,为工程计量提供参照。

⑤ 可视化交底。采用二维、三维相结合方式,辅助各项技术交底工作。对难以用常规方式表达的复杂节点采用模型辅助说明,更加直观、高效、全面、便于交流。

⑥ 虚拟仿真漫游。利用虚拟现实技术软件Fuzor等手段,通过漫游、动画的形式对该工程设计模型进行浏览查看。

⑦ 施工模拟。针对施工过程进行模拟,尤其对原水管及清水管勾点进行细致的模拟,在保证供水安全的同时减少停水时间。

⑧ 设备二维码及信息查询。BIM数据可作为运维数据的基础。在工程实施过程中,BIM团队与业主运维人员、设备集成供应商合作,将设备资产的编号信息写入平台。将工程实施过程中的设备管理信息及数据库提交给建设方,作为智慧运管系统的数据基础。

3 BIM技术应用成果

3.1 精细化模型创建

该项目为大型复杂给水厂,包含工艺、建筑、结构、电气、自控、暖通、景观等众多专业,BIM建模的目标是“所见即所得”。采用Revit平台,以中心文件模式进行协同设计,各专业同步开展设计。同时,建立了较为完善的设备及构件参数化专业构件库,既可满足该工程的实际需要,又可为今后同类工程的快速建模所用。此次BIM建模除符合常规主体工程三维模型要求外,还要求体现建筑装修外立面做法、地砖和墙砖尺寸及颜色;同时要求按照设备实际尺寸建立设备模型,做到模型精细准确。

该工程建模典型成果展示分别见图1~3。



图1 砂滤池管廊细部展示

Fig.1 Detail display of sand filter pipe gallery

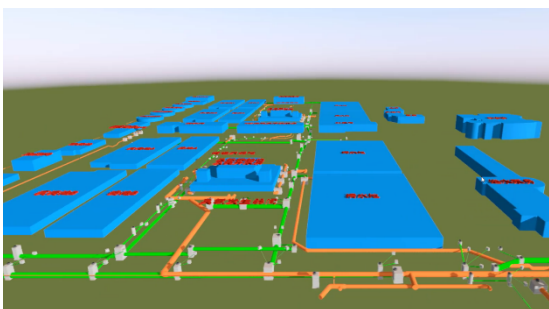


图2 管线总平面建模

Fig.2 General plane of pipeline modeling

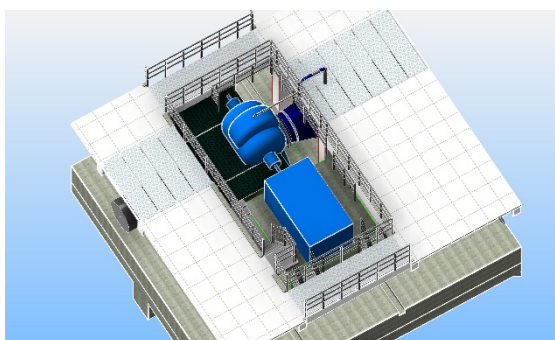


图3 二级泵房内装修细部展示

Fig.3 Interior decoration details of the secondary pump room

3.2 碰撞检测及设计优化成果

3.2.1 碰撞检测成果

在此次建模过程中,通过对设计图纸中各种设备、管线布设与建筑、结构布置的协调性检查,有效地避免了空间冲突。通过 Revit 软件碰撞检测功能及建模过程检查,合计发现碰撞情况 17 处,通过及时调整,避免了后续变更、整改造成的投资浪费及进度延迟,明显提高了施工效率。

图4为炭滤池内阀门执行机构与走道板碰撞情况,通过调整阀门为卧式安装予以解决。

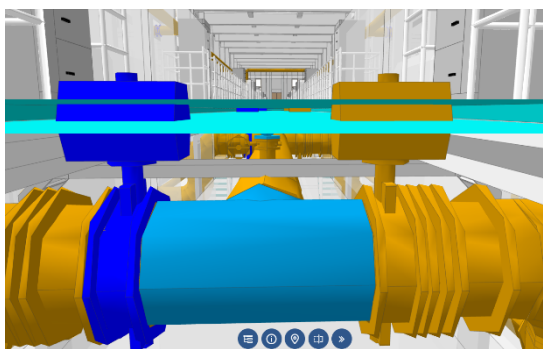


图4 炭滤池管廊碰撞检测

Fig.4 Collision detection of carbon filter pipe gallery

图5中标注的雨棚梁与门冲突,经检查,发现为雨棚梁标注有误,通过调整雨棚梁至正确标高予以解决。

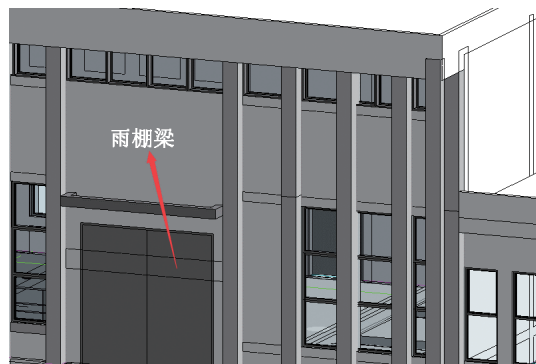


图5 雨棚梁碰撞检测

Fig.5 Collision detection of canopy beam

3.2.2 设计优化成果

在此次建模过程中,通过可视化成果的讨论,提出 20 余条设计优化意见,为施工及后续运营管理提供便利。

① 加药间溶液池优化

加药间溶液池后部设有管道,并设置检修空间以检修相应管道及阀门。原设计管道布置在检修通道内,影响检修人员通行;经优化后所有管道均靠墙布置,且均从走道板下进入溶解池,走道板下形成畅通检修空间,走道板上形成通畅走道,极大方便了后续的运维管理。

② 提升泵房周边管道设计优化

该工程总平面管道口径大,且在老厂区内敷设,现状管道及建筑物等限制条件较多,施工场地条件苛刻。通过 BIM 技术,将原有二维平面的、不直观的技术图纸替换为直观的三维模型,从而为设计优化提供更直接条件。该工程新建三期提升泵房原设计 DN1 400 连通管道过于靠近现状高压配电间,同时埋深大,开挖会影响高压配电间安全。通过 BIM 模型分析,将 DN1 400 连通管调整到靠近提升泵房侧,同时提高雨水 DN1 600 管道标高,实现了保护现状构(建)筑物及降低投资的双重效果。

③ 管道标高设计优化

通过建模优化长 570 m 的 DN1 600 排水总管标高,减少土方开挖 3 200 m³,节省施工及管道迁改费约 65 万元。

④ 二级泵房基坑支护措施设计优化

二级泵房基坑支护措施结合三维建模成果进

行优化,合计减少围护桩200根,每根长15 m,直径800 mm,节省施工费用约140万元。

⑤ 原水管勾点设计优化

通过BIM建模优化了原水管勾点设计,采用水损最小的双管斜三通设计,可有效节省水头损失0.3 m,按照平均通过水量 $75 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 计算,则每年可节省电费约20万元。

3.3 虚拟仿真漫游成果

利用虚拟现实软件Fuzor等技术手段,为该项目浏览、检查提供沉浸式体验方式,帮助设计及运营单位提前了解工程竣工后的视觉、空间感受,从而充分地考虑设计布置的合理性、可行性。此次BIM设计沿各主要单体的巡检通道进行了虚拟仿真漫游,并提出了若干优化意见。图6为加药间溶液池上部漫游成果。图7为三氯化铁投加间虚拟漫游成果。



图6 加药间溶液池上部漫游成果

Fig.6 Roaming results of the upper part of the solution pool in the dosing room



图7 三氯化铁投加间虚拟漫游成果

Fig.7 Roaming results of ferric chloride dosing room

通过虚拟仿真漫游一方面可以提供沉浸式体验,直观体会竣工后的空间感受,发现设计需要优化的细节;另一方面还可以结合运维要求核实巡检通道设置是否合理,可对巡检通道及开门位置进行优化和调整。

3.4 设备管理

BIM数据作为运维数据的基础,在工程实施过程中,通过与业主运维管理部门、设备集成供应商合作,将设备资产的编号信息写入运维平台。设备信息可以通过二维码形式固定在设备上,通过扫码可以获得设备的各类信息。设备管理信息及二维码在完成后提交给建设方,作为后期智慧运管系统的数据基础。

3.5 BIM成果便捷访问手段

BIM设计成果文件占用存储空间往往超过1 G,传输难度大;且Revit软件对电脑硬件要求高,非专业人员无法操作。为给各参建单位提供方便快捷的BIM成果访问手段,提出了云解决方案。借助设计单位的BIM模型展示平台,通过分享的网址或者二维码,利用手机及电脑浏览器即可方便地访问BIM设计成果。图8为砂滤池及单体二维码成果。

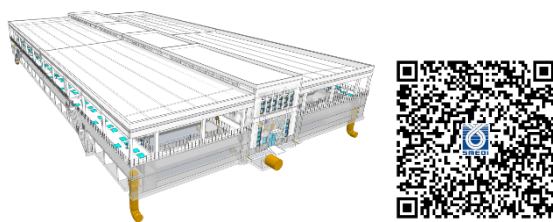


图8 砂滤池及单体二维码扫描成果

Fig.8 Two-dimensional code of sand filter unit and scanning results

4 BIM技术应用特点及意义

现代化大型水厂是一个复杂系统,池体构造复杂,设备数量庞杂,各类管线纵横交错。面对复杂的设备及管线布置,传统设计方式容易出现差错,导致设备、安装出现差错,以及各类管道碰撞。此次BIM设计针对工程设计、施工、运营阶段的需求,提出了各专业模型构建、碰撞检查、虚拟仿真漫游、设备二维码等全生命周期的多项应用,在实际实施过程中起到如下重要作用:

① 减少变更。通过可视化交底及BIM模型分析,提早发现各类碰撞问题,并合理安排施工工序,减少后续因“错、漏、碰、缺”等问题导致的变更。

② 优化设计。通过BIM模型的分析,可以对管道总平面布置、各单体布局、构(建)筑物内设备及管路布置等进行优化,一方面方便后续的运营管理,另一方面降低施工难度,节省投资。

③ 提高管理水平和效率,降低人力成本。在施工阶段,通过BIM模型的直观展示,缩短施工班组的培训交底时间,减少差错率,提高施工效率,降低施工及管理人力成本。对于后期运营管理,BIM成果更为直观,便于内部学习培训及日常查询,提高后续维护操作效率。

④ 便于对外展示及介绍。通过BIM模型、漫游视频等,可以对水厂运营管理人员、参观人员直观展示水厂工艺及池体构造,提升水厂科技形象。

5 结语

结合合肥市第六水厂提升改造工程实际,针对大型现代化水厂建设的特点,介绍了BIM设计在模型创建、总平面分析、碰撞检查、虚拟仿真漫游、设备二维码、成果便捷访问等方面的应用。同时介绍了BIM技术在碰撞检测、设计优化、仿真漫游方面的实际成效。通过协同建模,有效地减少了设计错误传递到施工阶段,起到减少变更、优化设计的作用;利用BIM设计形成的可视化成果,可以提高管理水平和对外宣传水平。同时依托BIM模型展示平台,使用网址或二维码可以实现对BIM模型的快捷高效访问,进一步拓展了BIM模型的使用场景。

该工程BIM技术的应用有力地支撑了工程的实施,提高了工程信息化管理水平和工程质量,取得了良好的技术经济效益,可为同类工程提供参考。

参考文献:

- [1] 何清华,钱丽丽,段运峰,等. BIM在国内外应用的现状及障碍研究[J]. 工程管理学报, 2012, 26(1): 12-16.
HE Qinghua, QIAN Lili, DUAN Yunfeng, *et al.* Current situation and barriers of BIM implementation [J]. Journal of Engineering Management, 2012, 26(1): 12-16 (in Chinese).
- [2] 钟俊彬,周文斌. 黄浦江上游水源地连通管工程的BIM技术应用[J]. 特种结构, 2019(4): 119-124.
ZHONG Junbin, ZHOU Wenbin. Application of BIM in the Shanghai Huangpu River upstream water source communicating pipe project [J]. Special Structures, 2019(4): 119-124 (in Chinese).
- [3] 钟燕敏,郑国兴. 市政原水输送系统特大型泵站工艺设计[J]. 中国给水排水, 2019, 35(16): 62-67.
ZHONG Yanmin, ZHENG Guoxing. Process design of extra-large scale pumping station in municipal raw water delivery system [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(16): 62-67 (in Chinese).
- [4] 邓京楠,罗惠云,王宇婷,等. BIM技术在智慧水厂改扩建中的研究与应用[J]. 净水技术, 2019, 38(10): 8-15.
DENG Jingnan, LUO Huiyun, WANG Yuting, *et al.* Study and application of BIM technology on reconstruction and expansion of smart waterworks [J]. Water Purification Technology, 2019, 38(10): 8-15 (in Chinese).
- [5] 冯硕,李振川,吴巍,等. 大型地下式再生水厂的创新性设计探讨[J]. 给水排水, 2017, 43(11): 51-54.
FENG Shuo, LI Zhenchuan, WU Wei, *et al.* Discussion on innovative design of large-scale underground reclaimed water plant [J]. Water & Wastewater Engineering, 2017, 43 (11): 51-54 (in Chinese).
- [6] 宋宏宇. 四川某全地下污水处理厂结构设计[J]. 中国给水排水, 2020, 36(24): 83-86, 91.
SONG Hongyu. Structural design of a whole underground wastewater treatment plant in Sichuan Province [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36 (24): 83-86, 91 (in Chinese).
- [7] 许云骅. 基于CAD的综合管廊三维参数化设计[J]. 中国给水排水, 2019, 35(20): 62-66.
XU Yunhua. Three-D parametric design of utility tunnel based on CAD [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(20): 62-66 (in Chinese).

作者简介:彭尧(1967-),男,安徽桐城人,大学本科,工程师,总经理,主要从事给排水技术、智慧水务建设及二次供水管理与运营等工作。

E-mail: pengy@hfwater.cn

收稿日期: 2021-07-05

修回日期: 2021-08-07

(编辑:衣春敏)