

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.08.016

BIM 技术在哈尔滨先锋桥排水泵站设计中的应用

吕洪峰, 张智博, 贾春蕾, 王 兴, 张 宇

(哈尔滨建源市政工程规划设计有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要: 哈尔滨市先锋桥泵站及其配套的进出水管线工程包括流量为 $33 \text{ m}^3/\text{s}$ 的雨水泵站一座, $d500 \sim d2\,000 \text{ mm}$ 进出水管线 $2\,800 \text{ m}$, 以及与雨水泵站相配套的闸门井、检查井、泵站进出水管道、变压器室等基础设施, 且值班室、控制室等管理设施全部一次建设完成。在设计阶段进行了全专业 BIM 应用, 创建了与建模相关的企业标准及工作流程, 在提高设计精确度与效率的同时, 衍生出全场景设计的概念。BIM 技术在协同设计、算量及分析等方面具有重要的应用价值与广阔的应用前景。

关键词: BIM 技术; 市政设计; 泵站; 全场景设计; 正向设计

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)08-0089-06

Application of Building Information Modeling (BIM) in the Design of Harbin Xianfengqiao Drainage Pumping Station

LÜ Hong-feng, ZHANG Zhi-bo, JIA Chun-lei, WANG Xing, ZHANG Yu

(Harbin Jianyuan Municipal Engineering Planning and Design Co. Ltd., Harbin 150001, China)

Abstract: Harbin Xianfengqiao pumping station and its supporting pipeline construction projects include a stormwater pumping station with flow rate of $33 \text{ m}^3/\text{s}$, $d500 - d2\,000 \text{ mm}$ pipelines with length of $2\,800 \text{ m}$ and ancillary infrastructure of the stormwater pumping station such as gate shaft, manhole, intake and outlet water pipelines of pumps, transformer cabin, etc. In addition, duty room, control room and other management facilities were all constructed at the same time. In the design stage, Building Information Modeling (BIM) was applied in each specialty, and enterprise management and working procedure related to modeling were created. While these works improved the design accuracy and efficiency, the concept of full scene design was derived. Therefore, BIM technology has important application implications and broad prospects in collaborative design, calculation and analysis.

Key words: BIM technology; municipal design; pumping station; full scene design; forward design

在目前的传统市政排水泵站设计中, 各专业相互隔离, 沟通效率低, 问题理解难, 决策不全面, 信息不对称, 未能高效地将设计转换为成果, 对传统以二维图纸为基础的工程设计提出了不小的挑战^[1], BIM 技术在此背景下应运而生, 它可以帮助设计师实现建筑信息的集成, 将各种信息整合到一个三维模型信息数据库中, 使项目工程信息利用、交换和共享的优势得到最大化应用。

但以往的 BIM 技术多用于协同建筑设计、结构设计、机电设计等项目中, 而在市政设计中的应用则较少, 添加建模和信息的效率有待提高, 形式也相对较分散, 并没有构成一套完整的 BIM 技术应用体系。

在哈尔滨市先锋桥泵站及其配套的进出水管线工程中, 采用了 BIM、大数据、GIS、全景影像及倾斜摄影等技术相融合的一套全场景设计解决方案, 使

以上问题得到了有效解决,发掘了 BIM 技术应用的更多可能性,推动了 BIM 技术在工程建设全过程中的集成应用。

1 前期准备

1.1 实施规划

1.1.1 平台选择

在传统的二维设计中,设计师无法直观地表达除几何信息外的非几何信息,需要用大篇幅的文字来进行说明,这造成了设计师在方案修改阶段的巨大工作量。在此次设计中,采用 Autodesk Revit 作为建模平台,其优势在于三维模型的构建以及依赖于其生成的庞大而详细的数据库,使项目在设计、施工、运维阶段采用 BIM 技术,实现数据信息的全过程传递^[2]。

根据设计意图直接创建泵站的三维模型(见图1),并根据模型实时生成各平、立、剖视图,对包含水泵、管线较多设备层等的复杂节点还可以输出任意视角的三维大样,且始终与模型逻辑相关。

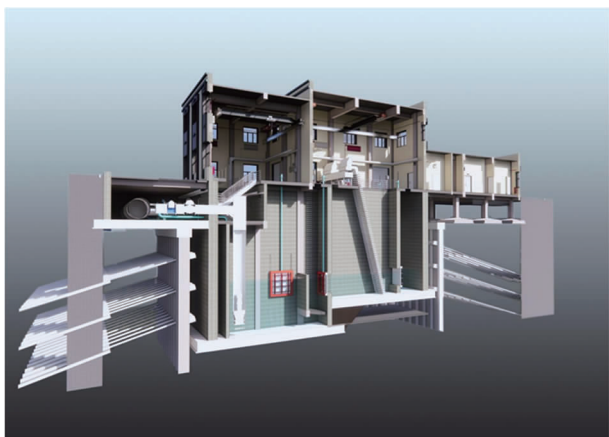


图1 泵站的三维模型

Fig. 1 Three dimensional model of pumping station

1.1.2 制定标准

制定和统一设计院 BIM 设计和构件库标准,明确 BIM 的设计管理模式和团队构架,确认泵站项目设计的信息模型要求,并规定了各协同部门的职责要求以及成果标准,形成了一套完整的设计规范流程。统一了不同部门、设计者、设备厂家、操作者及技术设计人员的使用标准,包含统一的模型命名规则、项目模型拆分规则、定义模型原点位置及数据交换标准版本号等。

在设计过程中对前期资料、设计说明、问题报告、计算书、设计变更等重要信息的创建和修改进行

详细留存和全面共享,以达到简洁、便利、统一的目的。

1.1.3 创建模板

设计院预先制定好符合各专业规范的视图样板,在整个设计中以建筑信息模型为唯一载体,二维图纸是在其基础上联动生成的副产品,而信息模型与图纸中的几何信息和属性信息等数据都是相互关联与依存的,模型参数变化同步一致。做到 BIM 建模即出图,尽量避免手动转换,减少设计师额外的工作量。

1.1.4 构建参数化族

在此次实施 BIM 设计的过程中,涉及多种不同规格的墙、梁、板、柱、门、窗、管线、机电设备和水泵及相关配件等族类型,因大部分族类型,尤其是水泵、管线配件、机电等主要的工艺模型远不满足实际使用需求,所以建立了标准设计院参数化构件库与国标注释族,按照项目-专业-类别-类型-尺寸-材质-编号等命名分类,在创建参数化族时,首先要明晰所建族的使用原理和重要部件,其次确认构建的精度,减少对实用性意义不大而增大参变难度的部位,接下来按照功能、材质等原则拆分和定位构件并依次进行创建并赋予参数,最后在参数栏写入查找表格与条件判断参数语句,预留参数端口作为输入端,使用共享参数与全局参数实现构件族的参数统一,使其他参数依据表格数据进行自动联动、查找、判断与计算,大大缩短设计师计算及表达信息的时间。

1.1.5 协作模式

在此次实施 BIM 正向设计的过程中,设计院实时同步云盘,创建了协作空间,将设计所需前期资料、设计要求等文件和设计院标准化族库、BIM 实施标准、共享参数等放置于云盘中。并搭建了 Revit-server,采用中心文件同步、多人共用一个模型文件方式,使用一个模型中心文件,根据实际的项目、专业,划分不同的工作集,并把参与人员分配到各工作集中,独立完成相关工作,并将成果适时同步至中心文件(见图2),每个团队成员有一个中心文件实时镜像,可以看到其他成员的进度,有助于强化专业间配合深度,优化工作流程,提升工作效率,改善设计质量^[3],确保 BIM 的工程文件唯一和及时性。高效率的协同作业,也有力地支持了项目的整体设计效率。

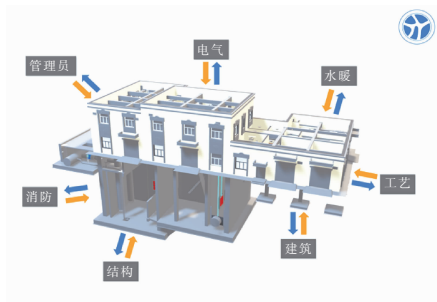


图2 BIM协同设计

Fig. 2 BIM collaborative design

1.2 全场景设计

全场景设计是结合项目范围内的地上构筑物等周边的环境信息和地下管网及地勘的现状数据,以及项目建筑信息模型和管网设计模型,进行方案比选、优化,并结合未来区域内的城市规划整体考虑设计方案。简而言之,全场景设计包含项目设计前后空间和时间的一切相关信息。

1.2.1 现状场地

采用小型无人驾驶飞机和地面全景相机采集现场数据,生成正摄影像、720°全景影像和倾斜摄影模型,从不同角度观察地物,如实反映地物的情况,并且通过GIS技术,使用机载RTK,嵌入精确的地理信息,快捷得到现状场地的坐标、标高、地形等准确信息(见图3),将项目地块的真实场景转化为数字资产,快速输出到BIM系统中,极大地弥补了传统采集现场资料的不足。使用Terra软件,对包括坐标、距离、面积、体积、角度、坡度等多种关键信息数据进行量测。更加全面地了解和评测该泵站与周围环境的适配程度,如和周边铁道和桥梁的相对关系,研究施工方案的可行性,为进一步分析决策提供数据的支撑及多维度的优化方案。

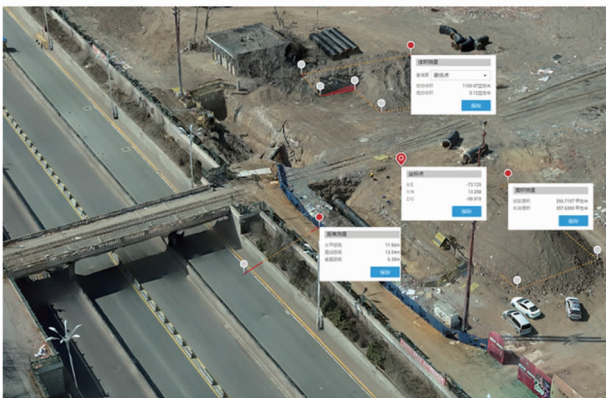


图3 快速获得详细信息

Fig. 3 Getting details quickly

1.2.2 现状管线

采用Revit直接从现有的排水智慧管理平台中提取现状排水管线数据并生成模型(见图4),此外,结合给水、电力、供暖、电信等其他管线系统提供的模型,可通过OBJ、FBX、3DS等数据格式转换,一并整合到现状场地中。

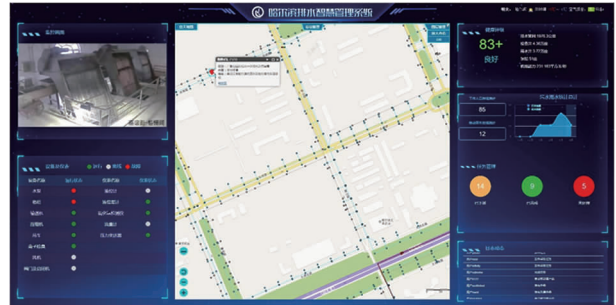


图4 排水智慧管理系统

Fig. 4 Intelligent drainage management system

最终通过结合BIM和影像、管网以及其他相关数据,对泵站进行建模,然后把泵站的空间信息与其周围地理环境相结合,对设计方案进行评估,降低环境影响,可以改善设计质量,提高工作效率,保证信息传递真实性,同时对设计工作流程起到正反馈作用^[4](见图5)。



图5 全场景设计应用

Fig. 5 Full scene design and application

同时,在泵站设计中采用全场景设计大大提升了规划、设计、校核和出图的效率,进而加快项目的进度。

2 BIM设计

2.1 参数化设计

公共性建筑一般采用标准化设计。统一的标准和模式,保证了项目设计的质量,通过对初始条件的修改并经预设好的相关计算,可得到与工程结果相应的自动化设计过程。而本项目在此基础上适时加

入参数化设计的方法,减少了重复性工作和方案比选、修改带来的工作量。两者的有机结合,使项目设计各阶段快速、高效、精确地进行。

利用 Dynamo 将设计师在方案阶段的设计工作进行简化,在实施泵站类项目确定进水标高后,根据泵站设计的相应要求,通过对 80 余个参数提炼后简化为流量、扬程等 5 个关键参数,而其他相关参数可以通过预先设定的计算公式联动得出(见图 6),从而快速形成泵站设计的初步方案模型,供设计师参考。利用打包后的小程序,可以实现泵站类项目方案的快速选取,减少了传统方案设计冗杂、反复推敲数据的过程。实现准确模拟各设计参数之间的关系,最优设计选取,快速提供量化、直观的初步设计成果。

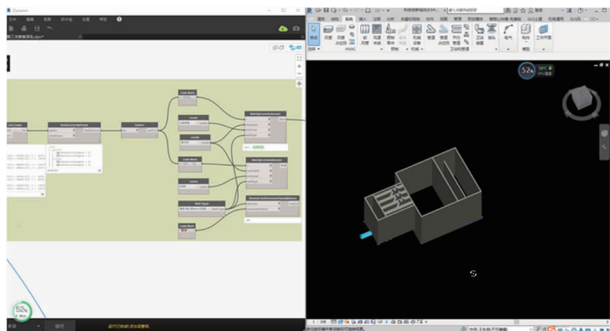


图6 泵站的参数化设计过程

Fig. 6 Parametric design process of pumping station

2.2 匹配规划

指标需控制在符合规划条件的前提下,实现较优的经济技术指标,Revit 中快速通过建立的模型核算建筑和场地的区域面积,创建明细表包含场地边界、设计红线、建筑占地和绿地面积等,另外如容积率、建筑密度等没有直接参数需进行计算来统计的指标,需在明细表中创建公式计算及设置过滤器将不计面积等相应的数值去除,最终得到各种数据的汇总,在修改方案的同时,实时统计计算技术指标。

2.3 深化设计

2.3.1 各专业模型深化

本项目对泵站主体建筑的建筑结构部分,如墙体、屋顶、结构基础、梁、柱、楼梯、窗、门等使用了 Revit 所提供的相关绘制工具进行绘制。除了采用 Revit 软件外还辅以 Rebro(莱辅络)这款专业机电软件,具有高效联动、构件丰富、操作便捷的优势。尤其与 Revit 之间可进行双向互导,将各个专业统

一在一个框架内进行设计和调整。

2.3.2 多专业调整优化

整体将同一建筑空间内的各专业管线、设备进行汇总,结合建筑结构限制条件,根据各专业管线、设备的使用功能、施工安装和运营维护的相关要求,进行统筹协调,综合考虑其设计合理性,除了常见的梁和管道间的硬碰撞以外,重点在于泵站的水泵、格栅、拍门等和墙体、板梁出于安全和施工便利考虑而造成的间隙碰撞。

2.4 工程量统计

以往的造价评估是评估人员得到项目设计的二维图纸后,人工将数据导入造价软件,进行工程造价计算。不可避免因图纸和软件内工程量信息不能实时同步而导致的为修正信息而增加的基础工作量^[5]。在 BIM 信息模型中已经包含泵站工程的各类工程量信息,在设计过程中建立明细表并筛选条件,提取不同明细表中同一条件的数量,汇总为总量。同时使用广联达的接口软件,通过 GFC 转换 Revit 数据(见图 7),快速精准地导入并转换成复杂的算量模型,实现高效建模,灵活计算汇总,全面提高了算量、建模和计算的效率,软件自动筛选提取所需的量化数据,做到模型完成即工程量完成。



图7 通过 GFC 转换 Revit 数据

Fig. 7 Convert Revit data through GFC

BIM 中包含项目工程中各种工程量信息,并且因为基于唯一的信息模型,在其调整时实时更新,可以及时将设计方案的概预算反馈给设计人员和业主^[6],以优化方案和控制成本,并让造价师减少了算量中的巨大基础工作量,同时避免了因方案调整和人为因素造成的差错,从而提高工程量精度和稳定性,精确算量将会成为设计提质增效的重要手段。

2.5 成果交付

成果交付包含施工图全套的设计纸质和电子图

纸(传统的平、立、剖、详图等二维图及泵站整体和局部的三维图纸)、基于BIM模型的碰撞检查分析报告、完整信息的BIM模型、BIM设计模型的照片和影像资料和使用说明文件,完整技术流程如图8所示。

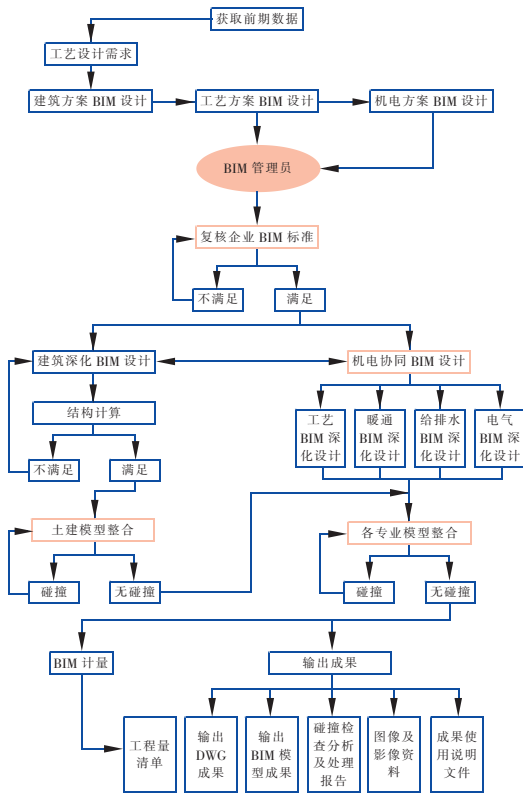


图8 技术流程

Fig.8 Technical process

3 技术优势

从整体看在方案阶段由于使用了预制的参数化设计,自动生成方案的框架模型,从而可以快速对方案进行大量的比选、修改,保守估计效率提高50%以上,而在深化设计中,由于需要三维建模并需添加大量的数据,和传统方式相比,设计时间略有增加,但是因其修改过程变得尤为便捷,从而大大减少了专业内及专业间对图的时间,也避免了因信息不一致而造成的变更,减少了设计者在方案修改阶段的巨大工作量,综合效率可提高20%。

在本次泵站的设计工作中,将泵站BIM模型与其对应的属性准确而有效地联结在一起,使其具有应用与共享的价值。可将其信息直接或间接用于Fuzor、Navisworks、Lumion等多种软件,并向下流的施工和运维传递。并以BIM信息模型为基础,各专

业据此检查泵站设计是否符合规范相关规定,先以辅助软件进行一般性的设计初步验证,如建筑密度、容积率、设备间距、检修空间、有效容积等,降低因规范、施工要求等问题而造成的遗漏或疏忽。同时用模拟分析软件预先进行如环境影响、节能减碳、机电管线、日照采光、空间碰撞等设计分析、评估,辅助优化设计。提前避免了一部分设计失误,可在后续工作中减少浪费。

4 存在的问题与前景展望

目前还存在以下问题,BIM模型包含数据量庞大,系统处理负担较重,跨平台资料交换标准尚未统一,还需要进一步开发更高效、更便捷的BIM平台,降低学习成本,优化BIM的UI,提供更加广泛的接口,串联正向设计流程及完善各专业协调模式,并深入参数化设计及产品平台的二次开发。如今在BIM技术的应用加持下,市政设计、施工、运维等多方面正进行着巨大的变革,但是还有着相当大的阻力,需要从建设方-设计、咨询、审查-施工、监理-运营维护等全系统都囊括其中,从根本上对生产关系和合作关系进行革命。

BIM技术为市政项目的设计与管理提供了可提取并加以利用的基础数据信息,如何更快捷地生成并充分利用这些数据信息,让其在设计价值的基础上产生更多的经济价值,并继续探索以BIM模型为项目信息载体,向后传递信息,如施工过程变更、修改,设备采买、安装,以及运维过程中的数据加载到模型中留存、统计,是在未来需着重研究的主要方向。

5 结语

在泵站项目设计中从前期数据整理、中期的设计计算到后期的施工图输出成果,全程采用了BIM技术,利用云平台及服务器部署将设计师统一到同一设计环境中进行协同设计,并及时将各专业设计师统筹协调一致,在提质增效的同时输出相对完整的建筑信息模型,并为后续的造价计算、造价与施工同步控制以及线上三维施工审查等工作打下了坚实的基础,为传统市政设计和BIM技术的紧密结合提供了合理、科学的技术方案 and 解决思路。

参考文献:

- [1] 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).
- [2] 李璐,潘名宾,龙程理,等. 全过程应用 BIM 技术的改良 AAO 工艺大型污水厂的设计[J]. 中国给水排水, 2020,36(12):101-105.
- LI Lu, PAN Mingbin, LONG Chengli, *et al.* Design of large scale wastewater plant with improved AAO process using BIM technology in the whole process [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(12):101-105 (in Chinese).
- [3] 王彦祥,何琴,颜炳魁. 市政综合项目设计阶段 BIM 应用的探索与实践[J]. 中国给水排水, 2018, 34(12):69-73.
- WANG Yanxiang, HE Qin, YAN Bingkui. Exploration and practice of BIM for municipal comprehensive project design[J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(12):69-73 (in Chinese).
- [4] 王彦祥,何琴,颜炳魁. BIM 在市政 EPC 项目实施全过程中的应用与实践[J]. 中国给水排水, 2018, 34(14):46-49.
- WANG Yanxiang, HE Qin, YAN Bingkui. Application and exploration of BIM in municipal EPC project [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(14):46-49 (in Chinese).
- [5] 傅为华,马丽鹰. 营改增下基于 BIM 技术的工程造价管理研究[J]. 建筑技术, 2016, 47(7):657-659.
- FU Weihua, MA Liying. Study on BIM-based engineering cost management under change from business tax to value-added tax [J]. Architecture Technology, 2016, 47(7):657-659 (in Chinese).
- [6] 杨庆峰,林大站,路军. BIM 技术在建筑设计中的应用及推广策略[J]. 建筑技术, 2016, 47(8):733-735.
- YANG Qingfeng, LIN Dazhan, LU Jun. Application and promotion strategy of BIM technology in architectural design [J]. Architecture Technology, 2016, 47(8):733-735 (in Chinese).
-
- 作者简介:**吕洪峰(1980-),男,吉林松原人,学士,研究员级高级工程师,院长,主要从事地下空间规划设计、地下管网大数据建设、BIM 技术应用等工作。2019 年度获得黑龙江省优秀工程勘察设计奖(计算机软件)一等奖,2019 年度获得黑龙江省建筑信息模型(BIM)技术应用导则(工程标准化)一等奖,2019 年度获得黑龙江省优秀工程勘察设计奖(建筑设计 BIM 技术应用)二等奖。
- E-mail:** w263w@163.com
- 收稿日期:** 2020-10-29
- 修回日期:** 2020-12-14

(编辑:孔红春)

**大力推进水利薄弱环节建设,
提高防灾减灾能力**