

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.20.013

基于 BIM 技术的医院室外管网正向设计应用

李 兵¹, 方玉妹², 汪 深¹

(1. 中通服咨询设计研究院有限公司, 江苏 南京 210019; 2. 江苏省建筑设计研究院有限公司, 江苏 南京 210019)

摘 要: 在南京医科大学第二附属医院室外管网工程中,采用了 BIM 正向设计。结合基于 Revit 的二次开发技术,实现了设计过程提质增效;分析了医院室外管网设计要求,制定了合理的设计方案;通过 BIM 可视化设计,有效避免了管线碰撞;对 BIM 成果进行三维数字报建及智能审查,实现了数字化成果管理;将三维成果进行二维表达,便于指导现场施工;利用施工协同管理平台,实现了基于 BIM 的多方协作。通过充分挖掘模型数据价值,为项目运营维护提供了基础,保障了智慧城市 BIM 数据来源的可靠性。

关键词: BIM; 医院室外管网; 正向设计

中图分类号: TU99 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)20-0071-05

Application of BIM Technology in Forward Design of Hospital Outdoor Pipe Network

LI Bing¹, FANG Yu-mei², WANG Shen¹

(1. China Information Consulting & Designing Institute Co. Ltd., Nanjing 210019, China; 2. Jiangsu Provincial Architectural D & R Institute Ltd., Nanjing 210019, China)

Abstract: BIM technology was applied in forward design of outdoor pipe network of the Second Affiliated Hospital of Nanjing Medical University. Based on secondary development technology of Revit, the design process was improved in quality and efficiency. Design requirements of the hospital outdoor pipe network were analyzed, and a reasonable design plan was proposed. Pipeline collision was effectively avoided through BIM visual design. Digital results management was realized through three-dimensional digital application and intelligent review of BIM results. The three-dimensional results were expressed in two dimensions to facilitate the guidance of on-site construction. Multi-party collaboration based on BIM was realized by using the construction collaborative management platform. By fully tapping the value of model data, it provided a foundation for project operation and maintenance and guaranteed the reliability of BIM data sources in smart cities.

Key words: BIM; hospital outdoor pipe network; forward design

在目前的 BIM 技术应用过程中,多数项目是采用传统 CAD 制图方式先绘制图纸,再利用 BIM 软件建立模型,即 BIM 翻模,应用过程中存在大量重复工作,BIM 的应用价值未能被充分挖掘。与翻模相对的概念是基于 BIM 正向设计,即利用 BIM 相关软件进行三维设计,设计完成后导出一系列设计成

果,满足设计出图、审图、模型应用的要求^[1]。BIM 正向设计的应用受制于诸多因素,如设计周期难以保证、设计族库不全、设计图例不符合要求、专业人才缺乏等,尤其是难以直接生成管线系统图。随着软件技术、BIM 应用标准、智慧城市建设的不断发展,基于 BIM 技术的正向设计已被更多的人接受并进行

了尝试。以南京医科大学第二附属医院室外管网工程 BIM 设计为例,探索了 BIM 技术在医院室外管网正向设计中的应用方法。

1 工程概况

南京医科大学第二附属医院是位于南京市鼓楼区的三级甲等医院,包含新建儿童、消化医学中心综合楼,总建筑面积 56 852 m²,其中地上 38 800 m²、地下 18 052 m²,建筑占地面积 4 850 m²,用地面积 8 543.4 m²,绿地面积 1 794 m²。室外管网设计包含新建建筑的室外污水、雨水、给水、消防、智能化、电力、医用气体、蒸汽、燃气等系统设计。项目用地红线紧贴河道保护线,护城河与项目东侧用地红线仅 17 m 左右;基地内接入管多,基地高差大,道路最大坡度达 0.008;地下室覆土深度不足,室外管网布置空间狭窄;医院建筑对污水的流线要求更高;工期紧张。项目系统复杂,在实施之初,就通过视频会议方式与业主确定了应用 BIM 技术进行正向设计^[2]的目标及任务。

2 BIM 设计方法

项目全过程咨询应用流程如图 1 所示。

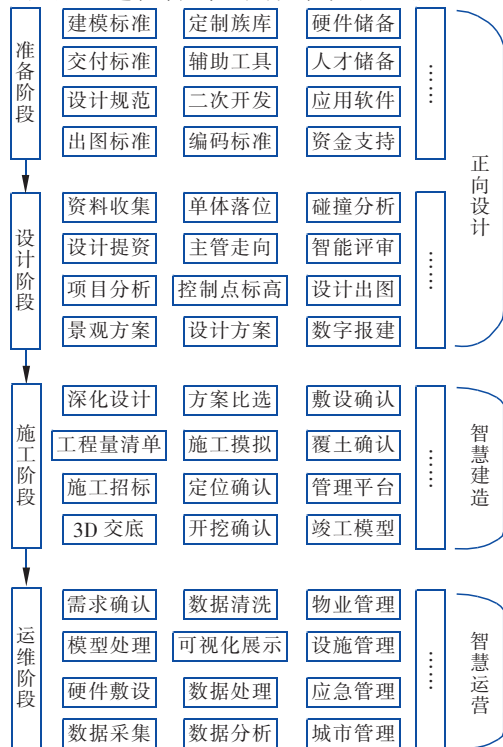


图 1 室外管网 BIM 全过程咨询应用流程

Fig. 1 Whole process consultation and application process of BIM in outdoor pipe network

在合同签订阶段即与业主充分论证了利用 BIM 技术进行正向设计的可行性,BIM 技术将贯穿项目设计、施工、运维全生命周期,充分挖掘 BIM 价值,满足医院建筑的运行及防污染要求。

3 BIM 正向设计

3.1 准备阶段

进行 BIM 正向设计需要进行一系列的准备工作,这其中涉及政府部门、企业、项目不同级别,只有做好了充分的准备,BIM 正向设计才能顺利推进。

企业除了要积极响应政策要求外,同时要结合自身发展要求,制定适合企业的 BIM 应用路径。为顺利推行 BIM 正向设计,制定适合企业的《BIM 建模标准》《BIM 交付标准》《BIM 出图标准》《族库管理标准》;对常用的设计规范,需要借助二次开发,对规范条文进行语义化解读,从而利用计算机对 BIM 设计成果进行智能审查。企业推行 BIM 正向设计,需要储备相应的硬件、软件、人才资源,给予试点项目资金支持,鼓励利用 BIM 技术进行正向设计。

在本项目实施中,利用 Dynamo、Revit API 开发室外管线检查井标高、深度自动调节插件,室外管网间距自动审核插件,极大地提高了设计效率(如图 2 所示)。为确保 BIM 设计成果的真实性,对照相关图集标准,定制了标准族,形成族库,定族文件中主要体现构件的外形尺寸、构件编码。

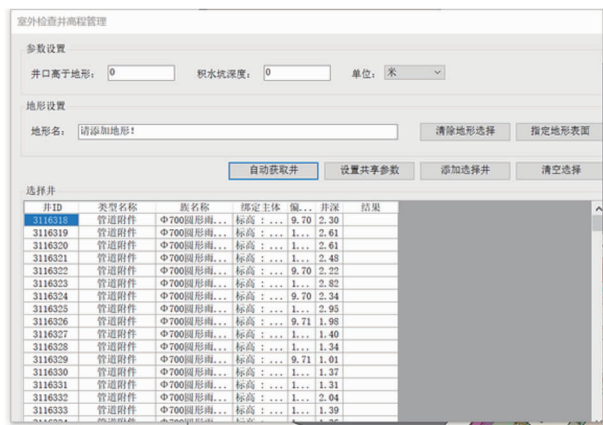


图 2 室外检查井高度、深度自动调整插件

Fig. 2 Plug-in for automatic adjustment of height and depth of outdoor inspection well

3.2 设计阶段

3.2.1 项目分析

在开展 BIM 正向设计前,需要收集项目的市政资料,并对设计资料进行分析,重点分析市政雨水、

污水、给水、电力接口及地形高差。利用 BIM 软件建立项目景观模型,模型精度达到 LOD200 要求,模型中体现出地形的高差、道路、人行道、绿化、铺装、水景等主要设施。项目地形呈现从东到西逐渐降低的情况,最大地形高差达 2.0 m,内部道路最窄宽度为 4.0 m,用地紧张。同时在项目北侧为现状医技楼(见图 3),施工时不得破坏现状雨、污水管。

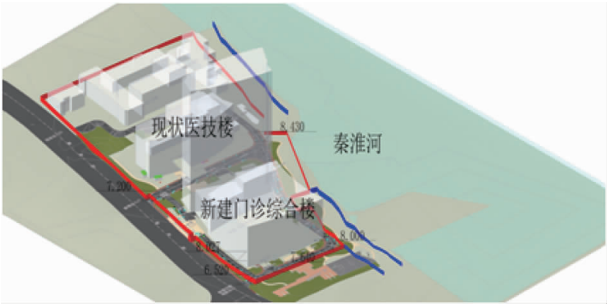


图 3 室外土建模型

Fig. 3 Model of outdoor civil engineering

项目与原医技楼在二层通过连廊连接,在设计时需充分考虑连廊基础是否与管网发生碰撞;项目西北门和西南门与市政道路存在 1.5 m 左右高差,且项目西侧地下室侵占一半道路路面,地下室顶部覆土仅 0.4 m,在调整排水管标高控制点时需要充分考虑管道覆土厚度;由于靠近河道,经地质勘察后发现,化粪池部位下挖 2.8 m 左右即出现大量涌水,基地内管道埋深需控制在 2.5 m 以上。

3.2.2 方案设计

① 项目准备

在项目设计之初,通过调用 BIM 项目设计样板,开始进行项目设计。项目样板内对项目所用的管道系统、颜色、族文件等都进行了预先设置,设置内容如表 1 所示。

表 1 项目样板设置内容

Tab. 1 Contents of project template settings

设置项	主要内容
基础设置	单位、坐标、基点、轴网、线型图案、填充样式等
族文件	项目定制族
浏览器组织	项目规程、子规程及浏览器组织
系统	适用标准、材质、连接方式等
视图样板	过滤器、颜色替换、线型、比例等
系统类型	系统名称、缩写、颜色、线型等
明细表	材料统计表、图纸目录等
注释	标记、注释、文字、字体等
出图设置	图框、图层、线型、尺寸标注等

通过项目样板创建项目文件,项目文件分为土建和机电两个模型。在室外管网设计之前,景观方案和大楼主体已经确定,对照景观设计方案绘制景观模型;将主楼围护桩、污水处理站的围护桩、化粪池、污水处理站顶板、连廊基础补充完善;主体建筑通过勾勒建筑轮廓线,绘制主体建筑体量模型,最终形成土建模型(见图 3)。

② 总体要求

项目总体设计原则:小管让大管、有压管让无压管、新建管让永久管、先干管后支管,管道间距符合现行国家规范相关规定。设计方案需充分考虑景观条件,检查井尽量布置在绿化带、人行道、道路上,避免检查井、室外消火栓、水泵接合器出现在主要门厅出口附近^[3]。

项目室外雨、污水采用分流制,室内污废水合流制。污水收集后经化粪池处理后排至医院污水处理站,处理后的污水达到现行国家标准《医疗机构水污染物排放标准》(GB 18466—2005)有关规定,集中排至西北门市政污水管网。雨水经收集后排至西南门市政雨水管网,同时考虑应急隔离治疗防护要求;应急情况下,在西南门绿化空地内布置雨水调蓄消毒池,雨水经消毒处理后排至市政雨水管网,保证场地内雨水不污染市政管网。项目东侧为护城河,为防止雨污水管网渗漏污染,在项目东侧的道路雨污水施工前,地面先敷设 HDPE 防渗膜。项目空调冷凝水分区收集后,再间接排至化粪池前污水管网^[4]。

给水管考虑靠近用水量大的塔楼,从西北门市政给水管网引入 DN150 给水管,供基地内生活及消防用水。项目室外消火栓管网由设置在原医技楼地下室的消防泵房供给,在基地内成环布置,保证室外消火栓的间距不大于 120 m。项目严格控制雨污水管与给水管、消防管净间距大于规范要求,以保证管道安装及用水安全。

③ 设计方案

将土建模型、单体一层给排水平面图、地下一层给排水平面图链接到机电模型中,并将项目的单体排出管及各类型接管位置按照定位、设计标高、坡度落位至总图上。利用参照平面、模型线对照道路边线进行偏移,以 0.5 m 为间隔,绘制干管辅助线,以辅助干管布置,保证干管与道路平行,通过辅助插件,点击辅助线直接生成管道,如图 4 所示。

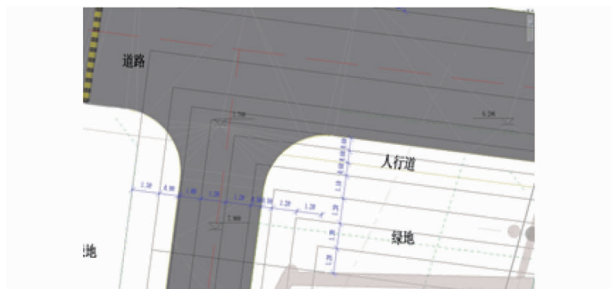


图 4 室外管网方案设计辅助线

Fig. 4 Auxiliary line for scheme design of outdoor pipe network

根据管道设计流量,室外雨水管坡度按 0.003、室外污水管坡度按 0.005 设计,经计算确定雨污水管径,按照辅助线绘制管道。对照建筑单体出户管位置,放置雨污水检查井、阀门井、水表井、雨水口等构筑物,调整管道水平间距以满足规范要求。通过协同设计管理平台,经初审修改后,最终形成室外管网方案设计模型。

3.2.3 优化设计

① 控制点标高

室外管网方案设计模型确认后,干管的平面位置基本确定。在管道起点位置,沿管道流向绘制剖面,对照地形高度将控制点覆土厚度调整为 0.7 m,管道起点底标高为 6.85 m,其后的管道标高则自动调整,如图 5 所示。

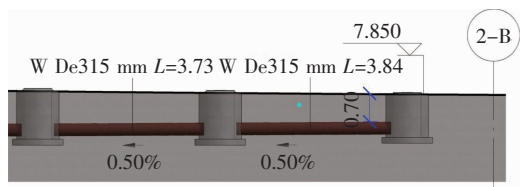


图 5 室外管线标高控制点设置

Fig. 5 Setting of elevation control point of outdoor pipeline

② 碰撞分析

利用 Navisworks 软件及自主研发的室外管网水平间距、垂直间距检测插件对室外管网进行检查,并输出结果,对照结果进行调整,解决所有管线碰撞问题。管线复杂区域,首先在平面中确定管线平面位置,然后结合剖面、局部三维视图,调整管线高程。在调整过程中,重点关注重力流管道控制点标高、末端标高和管道之间的水平、垂直间距。穿过污水处理站与化粪池之间的降板区域的排水管,需对照剖面确认是否发生碰撞。在碰撞分析完成后,对室外管网与基地地下室、污水处理站围护桩进行碰撞检

查,在图中标识出后期需要拆除围护桩的部位,提前进行规划。

③ 设计出图

管道优化完成后,通过过滤器对管道进行拆分,分为室外综合管线平面图及室外电气、雨水、污水、给水、消防管线平面图,分别进行标注,项目图纸均为双线图。通过检查井标高赋值插件,选中项目的所有检查井及管道,软件自动调整检查井标高、深度,并将其值赋于设置好的共享参数中,以便进行管线注释。

在室外综合管线平面图中,设置出图比例后,将各管线进行定位。将复杂节点的剖面图、三维视图,设计与施工说明、设计图例一并放置在一张图纸中。在单专业平面图中详细标注管线的平面定位、高程、系统、尺寸、长度等参数。

④ 数字报建

设计成果经评审并修改完善后,其相关信息已满足数字报建需求。通过专用插件,导出数字报建系统支持的格式,将 BIM 设计成果上传至 BIM 智能审查管理系统,完成三维模型数字报建,在数字报建系统可查看管线的高程、管径、材质、长度,检查井深度等参数。将 BIM 模型上传至 CIM 管理平台,模型成果可在 CIM 管理平台中调阅,流程见图 6。通过统一数据交互格式,既减少了数字报建的工作量,也为建设数字城市底板提供了高质量的数据模型。

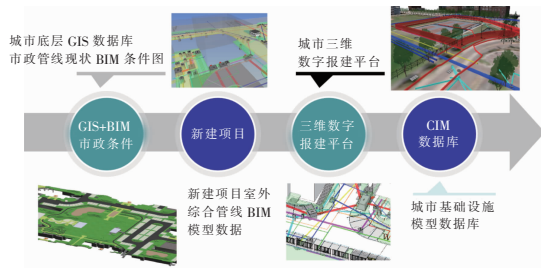


图 6 室外管线三维数字报建流程

Fig. 6 Three-dimensional flow chart of digital application of outdoor pipeline

4 设计后应用

4.1 施工阶段

在施工阶段,通过 BIM 设计模型导出项目主要材料用量表,利用该表编制详细的工程量清单。通过 BIM 三维施工交底,对复杂节点进行施工方案模拟,使现场施工人员能更加直观地理解设计意图^[5]。将模型上传至施工管理平台,项目参与人员

通过施工管理移动端、WEB 端平台,对施工现场的质量、安全、资料进行协作,如图 7 所示。



a. 管网模型 b. 土建模型

图 7 施工管理平台应用

Fig. 7 Application of construction management platform

4.2 运维阶段应用展望

在运维阶段,通过汇总施工现场变更,实测现场管线安装位置,形成竣工模型。在此基础上结合业主需求开发医院综合管理平台,通过物联网(IoT)传感器,将室外管网的流量、水质等参数传输至平台,在平台中进行可视化展示。现场发生异常情况时,平台可自动进行报警定位。针对突发情况,制定合理的应急预案,并进行 3D 可视化模拟推敲^[6]。

5 结语

通过南京医科大学第二附属医院项目的 BIM 正向设计应用,验证了室外管网 BIM 正向设计的可行性,探索了一套适合室外管网的 BIM 正向设计流程;解决了室外管网场地变化大、场地狭窄、工期紧张的问题;通过基于 Revit 的二次开发技术,提高了项目设计效率及质量,最终成果以双线图的形式报送施工图审查,得到了审图专家的认可;在项目报审阶段,同时报送三维模型,验证 BIM 施工图报审平台智能审查应用。

为了满足数字经济的发展需求,建设智慧城市管理平台是其重要一环,室外管网又是其最基础的一项数据。将 BIM 正向设计的数据应用于 BIM 报审平台,既保证了 BIM 数据的真实性,也为智慧城市建设添砖加瓦。

参考文献:

- [1] 杨杰,杨海涛,罗晨皓,等. 基于 BIM 的给排水工程结构正向设计研究[J]. 中国市政工程,2018(4):71-74.

YANG Jie, YANG Haitao, LUO Chenhao, et al. Study on the forward design of water supply & drainage engineering structure based on BIM [J]. China Municipal Engineering, 2018(4):71-74 (in Chinese).

- [2] 李兵,方玉妹,汪深. BIM 技术在室外管综设计中的应用研究[J]. 给水排水,2019,45(11):119-123.
LI Bing, FANG Yumei, WANG Shen. Application study of BIM technology in outdoor pipeline design[J]. Water & Wastewater Engineering, 2019, 45(11):119-123 (in Chinese).
- [3] 刘宏琦. 居住小区室外管线综合设计问题探讨[J]. 给水排水,2010,36(6):82-85.
LIU Hongqi. Discussion on integrated design of residential area pipeline [J]. Water & Wastewater Engineering, 2010, 36(6):82-85 (in Chinese).
- [4] 秦晓梅,洪瑛,吴江涛,等. 雷神山医院给排水设计总结与反思[J]. 给水排水,2020,46(3):22-30.
QIN Xiaomei, HONG Ying, WU Jiangtao, et al. Summary and reflections of the water supply and drainage system design of Leishenshan hospital [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(3):22-30 (in Chinese).
- [5] 陈星,薛伟,程淑珍,等. 智慧工地管理体系在玉溪海绵城市建设中的应用[J]. 中国给水排水,2019,35(12):100-103.
CHEN Xing, XUE Wei, CHENG Shuzhen, et al. Application of smart site management platform in Yuxi sponge city construction [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(12):100-103 (in Chinese).
- [6] 钟凯,肖林,王晓强,等. BIM 技术在玉溪海绵城市建设中的应用[J]. 中国给水排水,2019,35(12):108-111.
ZHONG Kai, XIAO Lin, WANG Xiaoqiang, et al. Application of BIM technology in the construction of Yuxi sponge city [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(12):108-111 (in Chinese).

作者简介:李兵(1989-),男,安徽潜山人,硕士,工程师, BIM 研发事业部副主任,从事 BIM 技术全生命周期应用及建筑给排水设计研究,多次获得龙图杯、创新杯、江苏省勘察设计协会 BIM 大赛奖项。

E-mail: beaky89@163.com

收稿日期: 2020-07-19

修回日期: 2020-11-02

(编辑:孔红春)