

# Comprehensive Application on Basement Pipeline to Residential Development Project Based on BIM Technology

Ping Du<sup>1</sup>, Yang Li<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CITIC Pacific (Nanjing) Investment Co. Ltd., Nanjing Jiangsu

<sup>2</sup>College of Civil Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Email: 541322344@qq.com

Received: Dec. 31<sup>st</sup>, 2019; accepted: Jan. 15<sup>th</sup>, 2020; published: Jan. 22<sup>nd</sup>, 2020

---

## Abstract

In the mechanical and electrical engineering of the basement, because of the large area and various systems, the intersection of various professional pipelines is frequent and the pipeline network is complex, which makes the comprehensive work of the basement pipeline more difficult. On this basis, the three-dimensional model of the pipeline is established by BIM technology, collision inspection is carried out, and the pipeline layout is rationally optimized, so as to improve the work efficiency and ensure the construction quality of the project.

## Keywords

Pipeline Synthesis, BIM Technology, Collision Inspection

---

# 基于BIM技术的住宅开发项目地下室管线综合应用研究

杜平<sup>1</sup>, 李阳<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中信泰富(南京)投资有限公司, 江苏 南京

<sup>2</sup>扬州大学建工学院, 江苏 扬州

Email: 541322344@qq.com

收稿日期: 2019年12月31日; 录用日期: 2020年1月15日; 发布日期: 2020年1月22日

## 摘要

在地下室的机电工程中, 由于区域较大, 系统繁多, 使得各专业管线交叉频繁, 管网错综复杂, 加大了地下室的管线综合工作难度, 在此基础上, 通过BIM技术建立管道三维模型, 进行碰撞检查, 合理优化管线排布, 达到提高工作效率, 保证工程施工质量的目的。

## 关键词

管线综合, BIM技术, 碰撞检查

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 背景

一般的地下室机电工程, 因为面积较大, 管线综合排布错综复杂, 因此施工难度较大, 同时不同系统的管线排布涉及到不同专业的设计人员和安装人员, 因此在施工过程中, 会因为沟通协调等因素的影响, 导致部分管线相互交叉发生碰撞, 在实际施工中, 因为返工而造成延缓工程进度, 增加工程成本, 甚至影响建筑物的质量。因此在施工之前, 必须进行地下室的机电深化设计, 将BIM技术应用于建筑机电设备的设计和施工过程中, 一方面可以实现碰撞分析、优化管线排布等, 另一方面可以通过可视化模型, 使得机电工程在建筑设计和管理过程得到优化, 从而提高整个建筑物从设计到施工阶段的优化。

## 2. 国内外应用现状

20世纪70年代, 随着BIM概念的提出, 国外开始对BIM技术进行研究, 在政府的大力推广下, BIM技术由于其先进性得到了广泛传播, 随着BIM技术的快速发展, BIM技术的项目应用日趋成熟。同时, 有研究将BIM技术中加入进度数据, 和三维建筑信息模型整合, 探索三维建筑模型与时间维度集成的4D-BIM模拟技术[1]。许多国家制定了BIM标准, 大力推广BIM技术发展, 推动建筑信息化, 提供高效, 经济, 安全的建筑。国内对于BIM技术的应用的起步相对较晚, 但是在建筑信息化的环境影响下, 国内对BIM技术的应用和发展很快, 并且逐渐将BIM技术贯穿整个项目的始终, 应用于各种不同的施工主体, 施工阶段, 施工任务。

在建筑设计方面, 王成林, 吴亮, 耿跃云[2]通过分析武汉中心项目在幕墙参数化找形与划分, 方案优化与性能化分析等方面对BIM技术的应用, 体现了BIM对超高层建筑设计方面的技术支持。在结构设计方面, 北京中信大厦, 高度超过500的高层建筑, 其特殊的造型设计对结构设计产生了重要的影响, 项目在BIM工作实施中, 为了保证结构的安全设计, 量身定制几何控制系统[3]。冯楚雪[4]介绍了如何应用BIM技术进行建筑结构设计, 研究发现将BIM技术应用于建筑结构设计可以提高建筑结构设计质量。

在管线排布方面, 郑州美术馆, 档案史志馆的建设通过BIM技术在管线碰撞的应用, 提高了项目价值。王健[5]以超高层地下室机电管线综合为例, 介绍了BIM协作平台及方式在工程中实现地下室的管线综合设计优化。于贵书[6]探究归纳了适合个人或专业团队的基于Revit软件的建模规范和标准, 总结了基于Revit软件的管网综合建模流程。

### 3. BIM 在管线综合中的应用过程

BIM 技术在机电工程中的应用流程, 首先用 Revit 软件建立地下室部分土建模型和管道模型, 接着按照一般管线排布规则和图纸设计说明对管道排布进行初步调整, 然后用 Navisworks 软件对初步调整后的管道模型进行碰撞检查和漫游, 在此基础上, 对碰撞点进行逐一排查和管线排布方案调整, 为了保证地下室的活动空间范围, 还要用 Fuzor 软件进行净空分析, 使地下室满足图纸设计规定的净空标准, 最后出管线综合图纸。

本项目的地下室包括汽车库和自行车库, 上部为高层建筑, 机电工程由电气, 给排水和暖通系统组成。供电设计中, 应急照明, 消防水泵, 排风机, 送风机, 防火卷帘门潜水泵等负荷为消防一级负荷, 汽车库用电为一级负荷, 其余为三级负荷。地下车库采用压力流流制排水方式, 给水管道采用卡箍连接, 地下室排水管道采用法兰连接。汽车库平时排风系统与排烟系统共用风机, 住宅部分汽车库排风量满足 4 次换气/每小时, 自行车库 3 次换气/每小时, 自行车库设置机械排风系统。

#### 3.1. 模型的建立

首先根据 CAD 图纸, 用 Revit 软件建立地下室土建三维模型, 管道碰撞类型包括管道和土建的碰撞以及各管线系统之间的碰撞, 所以我们需要建立土建模型(图 1), 包括建筑部分和结构部分, 绘制土建模型时, 根据图纸中各构件位置和信息, 建立相应的模型。由于建筑土建完成的 BIM 模型中有墙、楼梯、楼板、门、窗等构件的具体位置, 因此掌握建筑结构的这些模型, 对于设备管线的走向以及布置很重要。

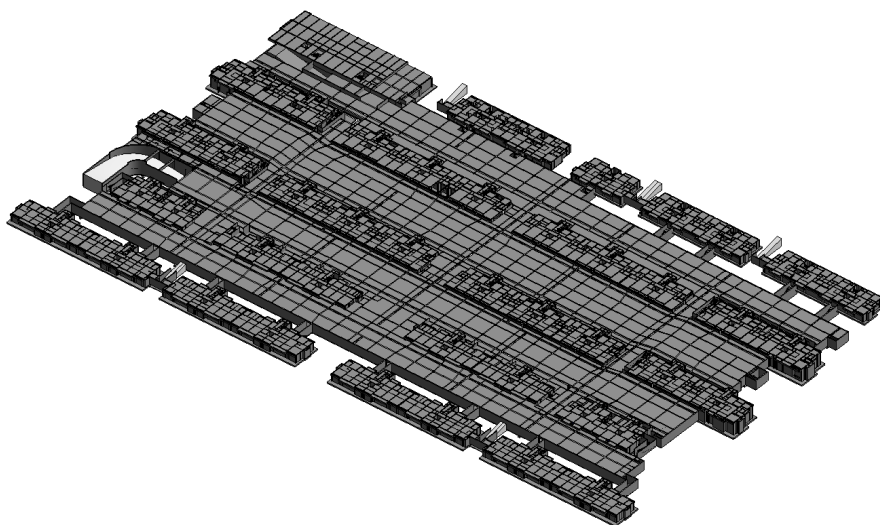


Figure 1. 3D model of basement civil engineering

图 1. 地下室土建三维模型

管道模型分为电气, 暖通和给排水, 电气工程设计范围包括电力配电系统及照明配电系统, 安全接地系统, 火灾报警系统, 暖通工程包括通风系统, 防烟和排烟, 给排水工程包括给排水和消防系统。各专业人员负责相应的管道系统绘制, 首先将 CAD 图纸导入 Revit 软件中, 在建立管道模型之前, 需要根据图纸设计说明载入所需构件, 包括电气系统的配电箱, 给排水系统的阀门和管道连接件, 通风系统的防火阀等, 然后按照管线所在图纸位置绘制管道模型, 在建立管道模型的过程中, 需要按照图纸要求定义管道及管道附件的名称, 设置管道材质, 并且对不同管线系统设置不同颜色进行绘制, 因为在进行管线调整的过程中, 可以根据颜色分明的管道模型, 明确的区分各系统, 找到相应的位置进行调整。

电气系统主要包括桥架, 管线和电气设备, 在绘制过程中, 按照图纸设计说明, 确定桥架敷设方式, 不同设备安装方式及安装高度, 同时要确定桥架两端的连接固定方式。绘制给排水系统时, 要注意管道支架的位置, 并且管道之间的设置间距要符合相关标准, 管线排布时要注意周围相关设备和设施是否对管线排布有影响。暖通工程中, 要注意在风口, 阀门和检查门处不能设置风管吊架, 防止影响工程质量, 安装机械设备, 机械设备一般布置在机房, 还要与风管连接, 所以布置过程中要考虑检修空间和管线排布等问题。

### 3.2. 初步管线综合

将各系统管线整合到一个 Revit 中(图 2), 按照管线综合原则进行调整。

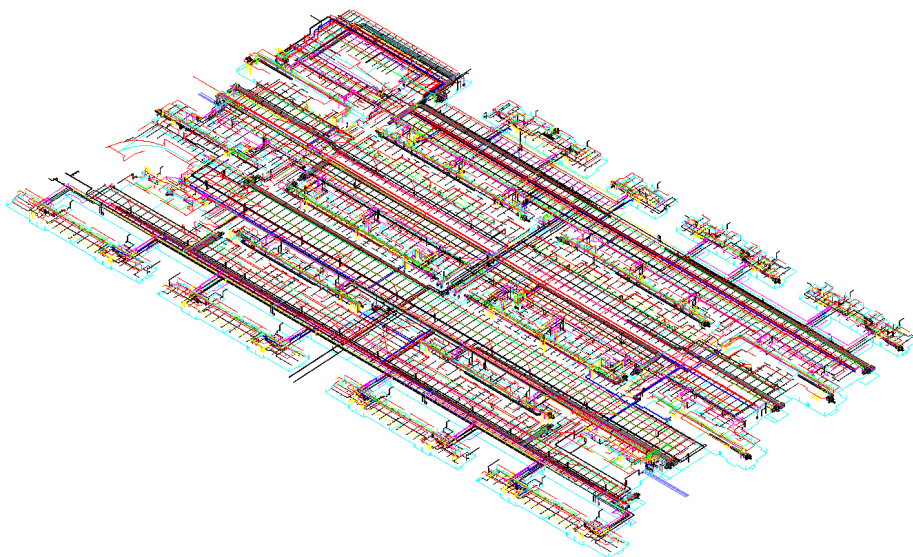


Figure 2. Pipe model  
图 2. 管道模型

按照图纸设计说明, 如果各系统管线在同一标高处发生碰撞, 则首先根据管道模型颜色和管道名称确定管道系统和相应图纸中的位置, 然后根据图纸设计说明中规定的排布规则进行调整: 首先保证排水管, 风管, 压力管让重力管, 其次保证风管, 小管, 让大管。首先布置需要避让的管道, 然后对与其发生碰撞的管道根据碰撞处具体情况选择弯口或是向其他地方排布, 优化图纸设计。

### 3.3. 碰撞检查和漫游

根据设计及管线避让原则进行调整后, 使各管线系统在建筑空间上占有合理的位置, 然后用 Navisworks 软件对管道模型进行碰撞检查和漫游, 发现设计图纸中的问题, 优化图纸设计。

Navisworks 碰撞可以检测出管道与土建以及管线各系统之间等各部分的碰撞, 定位碰撞点位置, 检测碰撞类型, 并统计碰撞个数(图 3)。根据不同的碰撞类型, 进行优化设计, 当管道与建筑构件或者结构构件发生碰撞时, 如本项目检测水与土建模型碰撞 203 个, 电与土建模型碰撞 9 个, 暖通与土建模型碰撞 34 个, 需要根据管道碰撞位置, 分析是否预留孔洞, 如果需要预留孔洞, 则确定相关数据, 并提前确定好保护结构强度的加固措施[7], 如果该碰撞对建筑物的施工和安全性有影响, 则需要修改该管道的排布位置, 使之避让开相应的碰撞构件。如果管线各系统之间发生碰撞, 则需要根据相应的碰撞管道系统和位置, 优化管道碰撞处的图纸设计, 使管线各系统之间排布合理。

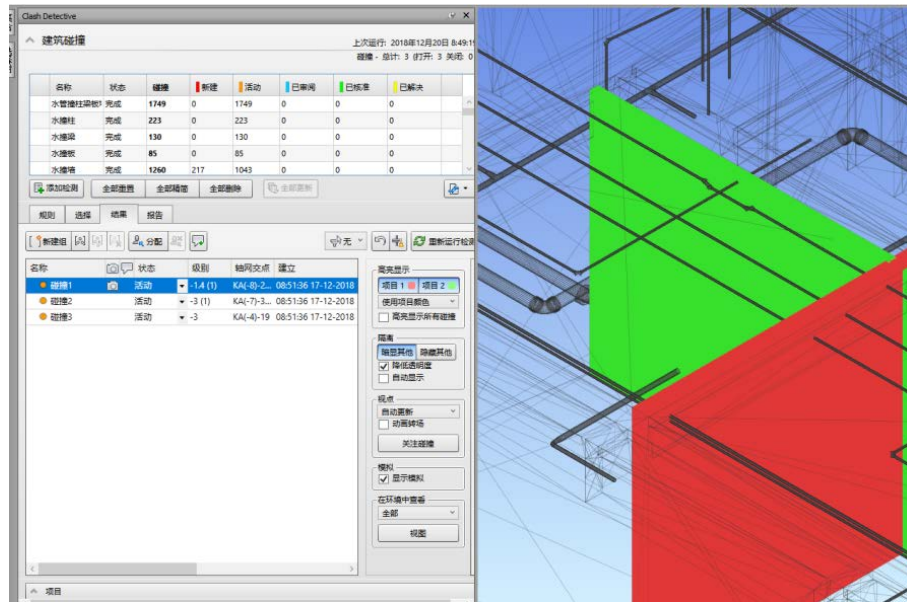


Figure 3. Pipe collision  
图 3. 管道碰撞

对各类碰撞点进行分析处理之后, 还可以通过室内漫游的方式观看地下室情况(图 4), 在此过程中, 可以直观形象的看到地下室的管线综合排布, 对于施工难度较大的地方进行观察分析, 检查是否有足够的施工空间, 保证实际施工的可行性, 帮助施工人员对该地下室的机电工程有更全面的了解。

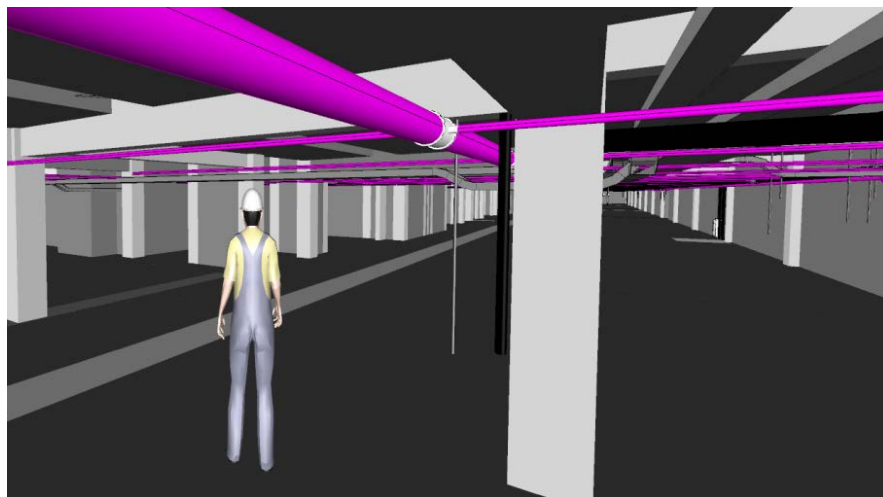


Figure 4. Pipe walkthrough  
图 4. 管道漫游

### 3.4. Fuzor 净空分析

对管道模型碰撞调整后, 进行地下室净空分析, 按照要求, 地下室管道安装完成后, 汽车库距地面净高不应低于 2.20 米, 非机动车库距地面净高不应低于 2.00 米。地下室净空最低要求能够保证建筑物的美观程度, 同时也能达到使用要求, 保证车辆和居民安全通过。

Fuzor 的净高分析功能是用来检测所选定或创建的房间的垂直高度问题, 可以设置检测高度和网格间

距, 还可以设置最小阈值, 以忽略低于某个高度的任何间隙。Fuzor 的净高分析功能解决了天花板净高等问题, 并且可以定位所有净空不满足要求的管道位置(图 5), 用 Fuzor 软件对调整后的管道模型进行净空检查, 看是否满足净空要求, 及时发现不满足要求的区域, 调整相应位置的管线排布, 进一步优化图纸设计, 保证工程质量。在项目实施过程中, CAD 图纸是项目相关人员沟通协调的基础, 从 Revit 中导出调整后的综合管线平面图及综合剖面图。

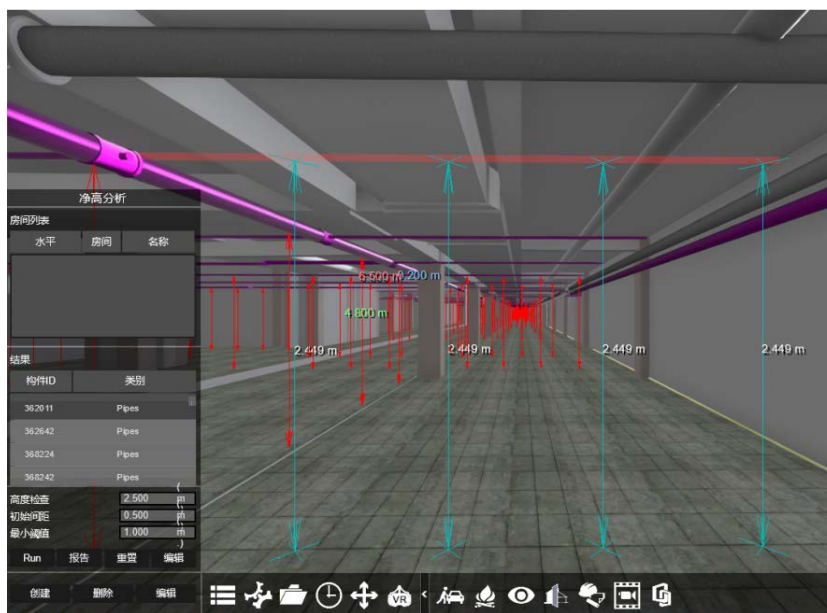


Figure 5. Headroom analysis  
图 5. 净空分析

#### 4. 结语

本项目在地下室的机电工程中运用 BIM 技术, 通过碰撞检查, 净空分析等功能, 对管线进行深化设计, 在施工前对图纸设计中出现的管道碰撞, 净空标准问题等进行检查, 在发现碰撞点, 分析碰撞点, 处理碰撞点的过程中, 合理排布管线位置, 并最终整合成一个最优化的综合设计方案, 避免在实际施工过程中出现管线各系统的拆改和返工, 节约了时间和成本, 降低了实际施工的难度。同时 BIM 技术的运用, 有助于工程项目的质量和管理的提高, 提高了企业竞争力, 对于推动 BIM 技术应用于工程项目有重要意义。

#### 参考文献

- [1] Mc Kinney, K., Kim, J., Fischer, M. and Howard, C. (1996) Interactive 4D-CAD. *Computing in Civil Engineering*, 383-389.
- [2] 王成林, 吴亮, 耿跃云. BIM 技术在武汉中心项目中的应用[J]. 建筑技艺, 2013(2): 201-203.
- [3] 陈宜, 王昕, 杨震卿, 宋萍萍, 张晓玲. 中国尊项目的 BIM 协调与数据整合[J]. 建筑技术, 2016, 47(8): 705-707.
- [4] 冯楚雪. 基于 BIM 的建筑结构设计流程管理研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 湖北工业大学, 2016.
- [5] 王健. 大型地下室机电管线综合的 BIM 技术应用[J]. 施工技术, 2016, 45(6): 32-36.
- [6] 于贵书. BIM 技术在管网综合设计中的探究与应用[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2016.
- [7] 郑杨, 石海伟. BIM 在地下室和高层住宅的管线综合应用[J]. 中小企业管理与科技(中旬刊), 2018(4): 169-170.