

基于BIM技术的地下车库管线综合设计

梁山一剑¹, 胡亦杰², 茹成³, 张浩³, 赵志达⁴

¹扬州京华城中城生活置业有限公司, 江苏 扬州

²宁波开放大学教学中心, 浙江 宁波

³宁波中洲建设工程有限公司, 浙江 宁波

⁴宁波工程学院建筑与交通工程学院, 浙江 宁波

收稿日期: 2023年9月17日; 录用日期: 2023年10月8日; 发布日期: 2023年10月19日

摘要

地下车库能够实现城市空间的多重使用, 减缓道路交通压力, 解决停车难等问题。然而, 其设计过程中广泛存在着管线繁多、复杂等情况, 加大了设计与施工人员的工作难度。伴随着BIM技术在建筑行业的兴起, 为解决上述难题提供了强有力的技术支持。本文以某地下车库为例, 通过BIM技术实现了其建模及管线综合设计, 使得施工过程中的疑难问题得以解决, 数字化管理水平得到提高, 降低了建筑用料与施工成本。

关键词

BIM, 地下车库, 综合管线, 施工管理

Comprehensive Design of Underground Garage Pipeline Based on BIM Technology

Shanyijian Liang¹, Yijie Hu², Cheng Ru³, Hao Zhang³, Zhida Zhao⁴

¹Yangzhou Core Pacific City Development Co., Ltd., Yangzhou Jiangsu

²Teaching Centre, Ningbo Open University, Ningbo Zhejiang

³Ningbo Zhongzhou Building Engineering Co., Ltd., Ningbo Zhejiang

⁴School of Architecture Civil Engineering Traffic Engineering, Ningbo University of Technology, Ningbo Zhejiang

Received: Sep. 17th, 2023; accepted: Oct. 8th, 2023; published: Oct. 19th, 2023

Abstract

Underground garages can achieve multiple uses of urban space, alleviate road traffic pressure, and solve problems such as parking difficulties. However, there are numerous and complex pipe-

lines in the design process, which increases the difficulty of design and construction personnel. With the rise of BIM technology in the construction industry, it provides strong technical support to solve the above problems. Therefore, this article has taken an underground garage as an example and achieved its modeling and pipeline comprehensive design through BIM technology, which has solved difficult problems during the construction process, improved the level of digital management, and reduced building materials and construction costs.

Keywords

BIM, Underground Garage, Comprehensive Pipeline, Construction Management

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

作为众多建筑设备子系统的终端存放场所,地下车库内部管线错综复杂,主要包括了排水管线、消防管线、电力管线、通风管线、电力管线等,提升了总包单位的跨专业管理与工序搭接难度。地下室升板、降板繁多,如果不进行施工模拟,施工班组交底无法直观地理解,地下室管线成品观感可能较差,且影响地下室净高控制。由于涉及到不同的专业,管综设计配合起来相对单一专业而言变得困难。地下室管线建设的材料加工及施工多数仍采用的基础原材料运输到施工地,随后依照设计图纸现场预制施工的流程。这样不仅造成了材料的过度消耗,同时间接地造成了施工过程中的能源消耗[1],使得现场作业条件变差,施工效率低,建设周期长。因此,需要在地下管综设计阶段,借助数字化技术手段来避免上述问题的产生,而以三维数字技术为基础,集成了工程项目各种相关信息的建筑信息模型 BIM (Building Information Modeling) 技术就是典型的应用代表[2]。

依托 BIM 技术,在设计阶段对地下车库管线进行全面的模拟与分析,能够实现各专业协同工作,减少碰撞冲突,降低风险成本,使得设计效率全面提升。例如,文献[3] [4]均通过 BIM 技术对地下车库管线进行了综合碰撞检查,有效地保障了项目质量,提升了各类管线施工过程中的安装精度。文献[5]采用 BIM 技术实现了地下车库机电管综的协同设计,对管线的排布进行了优化,解决了各专业间信息交换不及时的问题。在施工过程中,通过 BIM 技术的可视化功能,施工人员可以预先了解地下室各子系统之间的关联及冲突,提前做好施工规划,最大限度地减少了现场施工的错误,缩短工期。同时,在日后的运营维护过程中,工作人员能够更为全面地了解地下车库的建筑状态,减少沟通障碍,提高了现场协同管理效率。例如,文献[6]应用 BIM-XR 的地下综合管廊工程施工质量精益化,事前控制设计、事中控制设计和事后控制设计,新的控制方案可以实现对施工的模拟,并有效促进施工质量的提升。文献[7]应用 BIM + GIS 技术针对地下综合管廊项目部编制的安全施工方案进行方案模拟,使用动画对现场实施人员进行安全交底,更加便于施工人员理解系统结构,加快施工进度。

本文基于 BIM 技术的三维可视化、管线碰撞检测及施工动态管理等功能,对某地下车库管综建模设计进行了阐述。BIM 技术的引入,将大幅提升现场施工效率,降低材料消耗,也推进了地下管综设计过程与施工过程的智能化管理。

2. 管综设计常见问题

地下管综在设计过程中存在众多难点与痛点,传统的设计及施工方案已不能满足现代工程的需求,

主要问题表现为：

- 1) 地下车库的综合管线种类繁多、数量庞大、轨迹管线路由复杂、管线交叉布置；
- 2) 局部管线密集的区域无法满足车库的净高要求；
- 4) 图纸变更频繁，材料浪费较多；
- 5) 工序复杂、实施成本较高；
- 6) 二维深化准确性有待考证；
- 7) 现场施工环境较差；
- 8) 各专业优化设计独立进行。

3. 地下车库管综系统模型

3.1. 管线模型

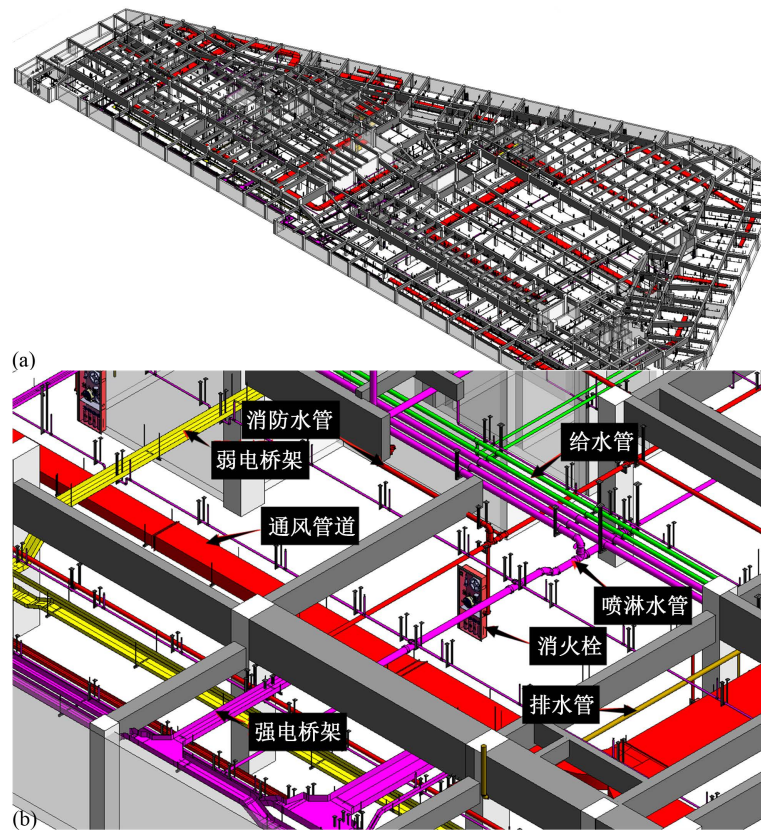


Figure 1. BIM model of basement integrated pipe for case project: (a) overall effect; (b) local representation

图 1. 案例项目地下室管综 BIM 模型：(a) 整体效果；(b) 局部示意

地下管综由于专业不同，存在着很多升板、降板环节，若交代不清则施工班组无法直观理解设计图纸，造成地下室管线成品观感可能较差。所以在按遵守国家专业施工验收规范及设计规范要求的同时，结合本案例建筑特点，项目采用 Autodesk Revit 作为设计工具，得到某建筑面积约为 11,731 m² 的职教中心地下车库管综 BIM 模型，如图 1 所示，管综包含消防、给水、通风、排水等管线，满足了如下设计需求：

- 1) 复核地下管综功能性需求、施工舒适性需求；
- 2) 考虑了消防水、消防电、防排烟通风等专业之间的交叉作业面，根据不同专业的特点，在满足各

专业的功能的前提下，进行整体综合优化；

- 3) 设计效果安全、功能完整性高、方便施工及检修、节省空间、布置美观；
- 4) 节约人力、较少原材料的消耗。

3.2. 设备间模型

3.2.1. 消防泵房

消防泵房的主要作用是用于火灾时，为灭火系统提供稳定的水源，主要包括水泵、管道、阀门等。泵房内涉及系统较多，如喷淋系统、消火栓系统等，空间局促，若采用传统的平面排布方法，则难以清晰地表示出各类管线之间的位置关系。本泵房通过运用 BIM 技术，设计了对应的消防泵房，如图 2 所示。将土建与机电专业之间相互矛盾的图纸问题提前予以解决，提高了施工的预判性，并运用三维技术交底，降低了施工难度，避免了施工拆改。

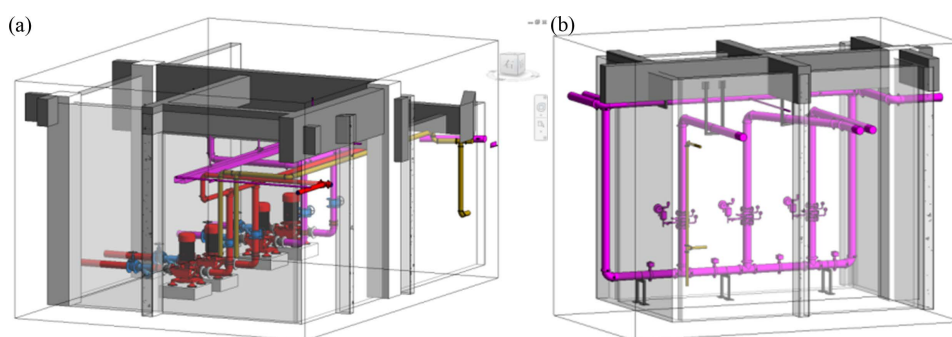


Figure 2. Fire pump house model: (a) fire pump station; (b) valve enclosure
图 2. 消防泵房模型：(a) 消防泵站；(b) 阀门间

3.2.2. 雨水回收泵房

利用雨水资源进行浇灌、卫生排水等，能够减少建筑对自来水的消耗。项目中的雨水回收泵房中主要设备包括气压罐、絮凝加药罐、石英砂过滤器、水泵、管道等。雨水回收泵房在原设计图纸中布局不够清晰，项目通过 BIM 参数化工具，全方位地展示了雨水回收泵房的布局，如图 3 所示。

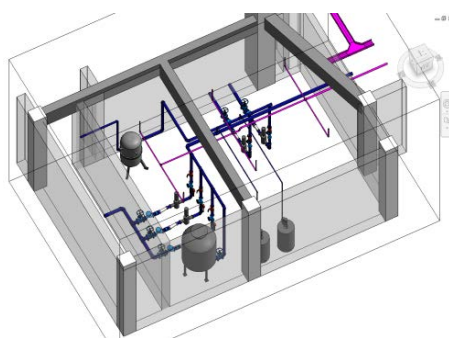


Figure 3. Rainwater recovery pump house model
图 3. 雨水回收泵房模型

4. 设计优化

4.1. 碰撞检查

对于地下管综而言，碰撞问题包含了专业设备管线间的碰撞以及管线与主体结构之间的碰撞。该地

下车库管线通过三维 BIM 模型,在原 CAD 平面图基础上,有效调整了 60 多处碰撞节点,实现了增强地下管综排布观感、优化管路、节约成本的目标。以图 4 为例,检测到水管与桥架发生碰撞,优化后将水管做下翻处理,避免了施工过程中的返工。

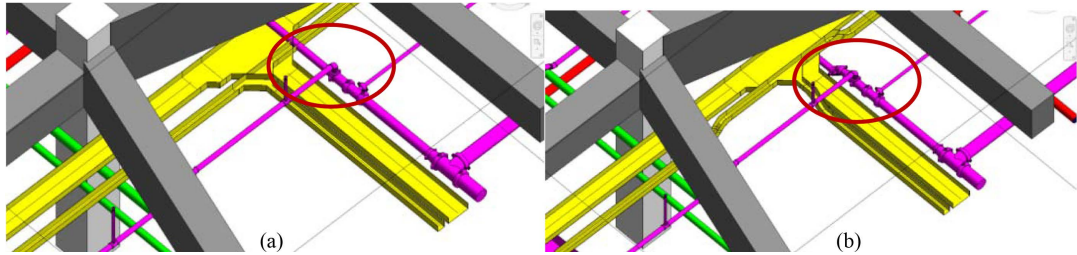


Figure 4. Collision detection: (a) collision location; (b) optimum proposal

图 4. 碰撞检测: (a) 碰撞位置; (b) 修改方案

4.2. 协同设计

协同设计过程中,经过所有专业设计工作者之间的交流,及时找出结构间或者结构与管线间存在的问题,进而提升地下空间的利用效率。该地下室原净高设计为 2.3 m,经过建设方及监理方的协同设计后,将管线最低点标高提升至 2.4 m,提升了整体的感官和舒适度,达到了提高空间利用率的效果,如图 5 所示。同时,基于管综的 BIM 模型能够精确地标出各专业管道穿墙的预留孔洞,如图 6 所示。解决了地下室管综施工过程中的难题,与传统的预留孔洞施工工艺相比,减少了施工现场人员对图的工作量。

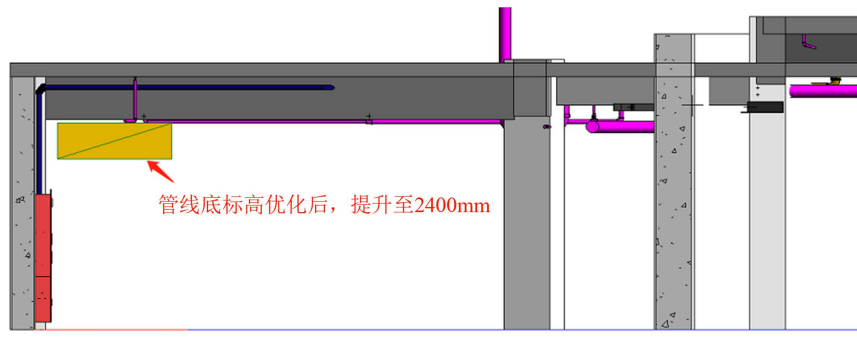


Figure 5. Basement lowest height indicates

图 5. 地下室最低点高度示意

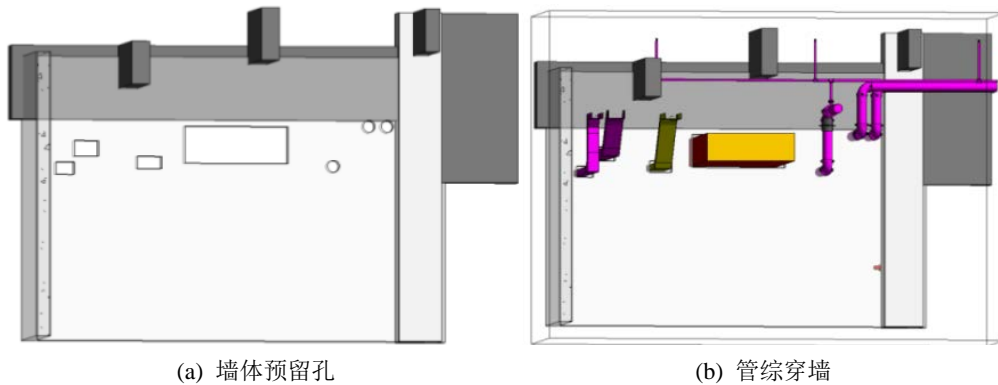


Figure 6. Reserve holes in the wall

图 6. 墙体预留孔洞

4.3. 施工管理

项目应用管综 BIM 模型的三维可视化与施工模拟, 如图 7 所示。项目基于该模型制定了场地安全施工策略, 发现其中可能存在的风险隐患, 从而更加科学有效地进行项目施工的动态管理。使得项目的施工进度得到提升, 现场施工过程中能够合理地安排人工, 优化施工工序与劳动力资源, 避免施工等待造成的资源浪费, 大大提高了施工质量, 将施工方案以更高效的方式落地执行, 建筑材料的采购过程也能合理地调配资金。

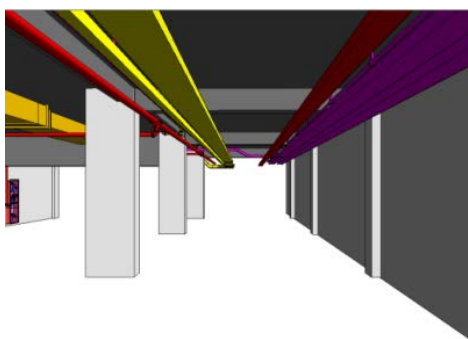


Figure 7. Integrated roaming
图 7. 管综漫游

4.4. 经济分析

传统的管综材料需要现场制备、施工, 管综材料浪费的现象较为普遍。通过 BIM 技术的介入, 地下管综材料利用方面, 在不改变风管通风截面积且满足标高要求的情况下, 经优化设计后调整了风管高度, 缩短了风管周长, 进而减少了风管表面积, 节约了镀锌钢板用量。同时, 通过碰撞检测, 有效地防止了地下室管综的不可逆施工, 实现了管线零碰撞, 节约施工成本约 20 万元。节省管综原材料约 14 万元, 喷淋设备节省约 1.5 万元。可见, 基于 BIM 模型的地下管综设计带来了较为可观的经济回报。

5. 结论

应用 BIM 技术完成地下管线的信息模型, 能够最大限度提高基于 BIM 的工程设计与制图效率。本文所阐述的基于 BIM 技术的地下车库管线设计, 通过模型的集成展示, 使得图纸会审与施工方案研究优化进行得更为顺畅, 有效地减少了管线碰撞点, 提升了地下空间的利用率, 减少了原材料的消耗, 降低了建造成本。并且, 基于管综 BIM 模型的施工组织模拟, 能够提升施工效率, 缩短施工时间, 提高管综工程的质量。同时, 所节省的建筑材料与人力资源也降低了管综建造过程中所产生的碳排放, 为该工程的全面低碳化、数字化做出了贡献。

参考文献

- [1] 张扬, 孙海林. 地下车库结构的低碳化设计[J]. 建筑结构, 2023, 53(S1): 249-253.
- [2] 张昊. 基于 BIM 技术在复杂地质条件下的综合管廊工程研究与应用[J]. 建筑技术, 2023, 54(7): 786-788.
- [3] 钟剑炜. BIM 技术在住宅地下车库管线施工中的应用[J]. 江西建材, 2023(1): 311-312+317.
- [4] 郭映霞. 基于 BIM 技术的建筑工程复杂管线安装优化方法[J]. 江西建材, 2022(7): 262-263.
- [5] 陈康, 孙明倩. 基于 BIM 技术的地下车库机电管综[J]. 四川建筑, 2021, 41(S1): 88-90.
- [6] 刘靖. 基于 BIM-XR 的地下综合管廊工程施工质量精益化控制研究[J]. 科学技术创新, 2023(21): 189-192.
- [7] 杨东昇. BIM + GIS 在雄安新区地下综合管廊项目应用浅谈[J]. 中华建设, 2023(9): 117-119.