

基于 BIM 对狭窄管廊内机电管线安装施工分析

杜玉伟

中国新兴集团有限责任公司, 北京 100080

摘要 : 建筑信息模型 BIM 是近年来, 在建筑工程应用最广泛的新兴数字化技术。BIM 实现了建筑工程由二维图纸向三维模型的转变, 对于大型的、复杂的建设项目机电设备安装工程的设计和施工有重要意义。随着公共建筑功能越来越复杂机电安装工程也变得越复杂。狭小空间内安装的设备管线也越多, 施工中经常出现管线碰撞, 而导致返工, 造成工期延误与经济损失。BIM 技术给建筑施工方提供了一个新的方向, 本文针对作者在施项目中 BIM 的应用展开分析。

关键词 : BIM 技术; 机电工程; 施工管理

Analysis of mechanical and electrical pipelines in narrow pipe gallery based on BIM

Du Yuwei

China Xinxing Group Co., Ltd. Beijing 100080

Abstract : Building Information Modeling (BIM) has emerged as the most widely utilized digital technology in construction engineering in recent years. BIM facilitates the transition of construction engineering from two-dimensional drawings to three-dimensional models, and is highly significant for the design and construction of large and complex mechanical and electrical equipment installation projects. With the increasing complexity of public buildings, electrical and mechanical installation projects have become more intricate. The greater number of equipment pipelines installed in confined spaces often leads to pipeline collisions during construction, resulting in rework, delays in construction schedules, and economic losses. BIM technology offers a new direction for the construction industry.

Key words : BIM Technology; mechanical and electrical engineering; construction management

一、引言

随着建筑工程的复杂化, 传统的二维设计方法已经难以满足现代建筑的需求。建筑信息模型 (BIM) 技术的应用, 特别是在狭窄空间和密集管廊的机电安装施工中, 提供了极大的便利和效率。本文通过具体案例——齐家园外交公寓改扩建项目, 详细探讨了 BIM 技术在机电管线安装中的应用。分析了利用 BIM 技术优化管线布局、预防施工碰撞、提高施工质量与效率的具体策略和成效。该研究不仅展示了 BIM 技术在解决传统施工难题中的实际应用, 也为类似复杂环境下的建筑施工提供了重要的参考和借鉴^[1]。

二、工程概况及重难点

齐家园外交公寓改扩建项目位于北京市朝阳区建国门外大街9号, 工程建筑面积 104855 m², 其中地下建筑面积 39594 m², 地上 65261 m²。地下4层, 地上19层, 本工程公共走道和狭窄走廊占建筑面范围大, 机电工程管线主要沿地下走廊区域分布, 地下1、2、3、4层 I、II、III、IV 段走廊宽度为 3.3m, 核心筒之间 III 段管廊宽度 3.4m。地下室各层机电管道均为沿管廊内密集排布^[2]。

该工程所有电气及能源机房均位于9号楼地下部分, 机电管

线排布层最多达到6层, 密集管廊区域机电管线占机电整体管线安装量 70%, 各种系统错综复杂, 施工难度大。检查中发现已施工的地下密集区域机电管线存在较多质量问难, 存在不停拆改现象, 设备数量众多, 设备类机房运输安装难度大。在机电安装工程中, 管廊机电管线和设备机房的安装是工程的重点, 而机电工程与其它专业的配合施工确保质量与进度则是本工程的重点和难点^{[3][4]}。

三、BIM 在狭窄管廊内施工安装中的应用

(一) 采用 BIM 技术对传统 CAD 图纸中机电管线位置进行优化设计, 解决狭小空间、密集管廊等内空间浪费问题。

(二) 应用 BIM 制作机电管线安装交底动画, 确定各节点施工顺序。

(三) 基于 BIM 技术的机电管线综合排布由于可视化程度高、多专业间可协同工作、管线设备信息完善、操作施工直观等优点, 可以指导复杂机电工程的管线安装工程。

(四) 利用 revit 软件将各专业 CAD 汇集在同一个模型中, 根据管线综合排布原则, 在密集部位平均分配管道布局, 减少空间浪费, 达到提高净高的目的。

(五) 应用 BIM 制作狭窄空间内各机电管线安装的漫游视

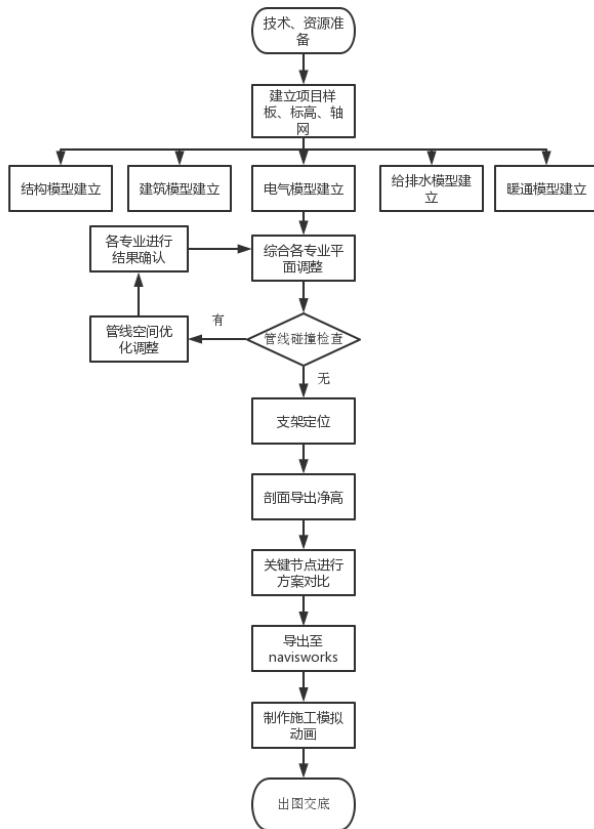
* 作者简介: 杜玉伟 (1989年6月—), 男, 汉, 河南省洛阳市, 中国新兴集团有限责任公司, 工程师, 本科, 研究方向: 建筑及机电工程施工, 信息化, BIM 应用。

频, 确定各管线在每个复杂节点的安装顺序, 降低返工可能性, 提高施工效率^[5]。

四、实施过程及操作要点

(一) 工艺流程

如图 4-1 所示:



> 图 4-1 施工过程工艺流程图

(二) 操作要点

1. 技术、资源准备

- (1) 收集、整理工程中各个专业的图纸及变更资料。
- (2) 配备高性能计算机及正版 REVIT、NAVISWORK 等软件。
- (3) 任务分工, 按准备工作、模型搭建、碰撞检查、管综优化、优化出图分阶段分工, 并制定好工作计划^[6]。
- (4) 制定机电管线综合排布原则。

2. 建立项目样板、标高、轴网

(1) 建立基准项目样板文件, 主要是机电管线系统设定 (包含系统名称、缩写、颜色等信息和过滤器的设置), 并根据设计文件完成机电系统的配管。项目样本文件也可以采用红瓦大师自带的文件加以修改^[7]。

(2) 建立标高、轴网。首先设置项目基点, 建立标高和轴网, 或者利用 revit 中复制/监视命令从其他模型中复制, 复制时注意标高是否为建筑标高, 注意所有专业模型基点设置一样。

3. 结构、建筑及电气、给排水、暖通各专业模型建立

(1) 首先设置工作集、设置各专业的权限, 以结构专业为中

心文件进行建模。

(2) 建筑模型的各材质应与结构模型的各材质外观分开, 以便直观的在三视图中看出哪些构件是承重部分, 哪些构件是非承重部分。

(3) 利用中心文件进行电气、给排水、暖通专业单专业建模, 导入的 CAD 底图时需要备注其图纸的日期, 以避免到工程后期, 大量的图纸堆积, 不能准确的找到对应的底图。

(4) 在机电模型建立中, 可以利用过滤器功能将不同专业, 不同系统的管道以颜色区分开来, 在综合布线时就能方便查看。

(5) 在建立模型时, 按照各系统顺序从下向上建模, 这样提升建模效率。对于喷淋系统, 可以利用红瓦系统快速进行模型翻转。在进行建模过程中, 尽量避免进行管道翻弯, 以便于后期管道优化调整。

4. 综合各专业进行平面调整

(1) 各专业分专业单独设计, 在平面规划上可能存在相互重叠。因此, 在模型搭建完后应先进行管线平面优化调整^[8]。

(2) 以机电模型为主体, 将结构与建筑模型链接进机电模型中, 采用平面优化, 可有效筛除多数简单的管线碰撞点, 从而减轻碰撞修正的负担。此过程可先通过 Revit 工具中的过滤器, 对同标高的管线进行初步调整, 继而扩展至整个专业的管线布局优化。

5. 碰撞检查

- (1) 碰撞检查主要分两步 1: 硬碰撞; 2: 软碰撞
- (2) 将模型导入 navisworks 软件进行碰撞检查, 通过 navisworks 与 revit 同步功能进行逐个碰撞点的处理^[9]。

(3) 使用 Navisworks 进行机电与结构碰撞检查时, 一是注意机电模型和土建模型的原点和单位要一致。

6. 管线空间优化调整

(1) 管线空间优化调整的基本流程如下: ①分析管线与结构梁的相互碰撞②审核预设标高的合理性③重新设定合适的标高④对同一标高的管线进行碰撞调节。

(2) 管道的调整需要机电管线综合排布原则进行考虑, 尽量避免上下翻弯的次数。

7. 各专业对结果确认

(1) 在空间初步深化阶段, 最好结果由现场安装工长进行检查确认, 结合结构施工图确定出各专业管线的标高, 以保障管线优化后的可施工性。

(2) BIM 团队确定初步方案后, 应由机电总包召集各专业分包进行讨论深化方案的合理性, 经各方签字核实后确认。

(3) 深化后的结果与设计进行深化设计确认。

8. 支架定位

(1) 管道优化完成后可以进行管道支架的布置, 支架的布置要求保证管道横平竖直, 及其功能性不受影响。

(2) 对于狭小空间、密集管廊的区域, 我们应采用组合支架的方式进行搭建, 避免每个系统的独立支架占用较多的空间, 影响其他管道的安装和整个区域的净高。

9. 剖面导出净高

在 revit 模型中将建立好的三维模型进行剖面分析, 并标注该

位置的标高和各类系统。

10. 关键节点和密集区域进行安装方案对比

对于特别关键的部分及部分管线密集区域，可以通过 REVIT 进行多种方案的布置，然后导出三视图，充分考虑施工安装方便及后期检修空间，对各专业安装进行施工交底，施工时考虑先后顺序及留出空间。

11. 导出 NAVISWORK

(1) 模型优化后，将不属于建筑部分的模型通过软件 NAVISWORK 进行格式转换进行轻量化处理，下发到现场的施工人员手中。

(2) 通过现场人员手机或 IPAD 端安装闪电看模，在任何区域可以直接查看建筑及机电模型，在模型中点击模型还可以查看模型属性。

12. 制作施工模拟动画

(1) 利用 NAVISWORKS 软件进行三维漫游，重点展示管廊区域及密集区域的管线排布，进行浏览动画的制作，加入进度及造价统计表，实现项目的 5D 施工模拟。

13. 出图交底

可以建立企业机电安装工程 BIM 出图规范，优化出图中应注意以下技巧：

(1) 视图管理：视图组织一定要清晰且易于区分，最好在每个出图视图后加上特定后缀以便区分。同时，确保视图标记准确无误，防止在协作中被误删除。

(2) 过滤器应用：设置过滤器以区分不同的专业图纸，有助于各专业的图纸输出。特别是在 Revit 中，电气专业因缺少系统设置，可通过过滤器对电缆桥架进行颜色配置，而其他管线如管道和风管系统，则根据其系统特性进行颜色设置。

(3) 整合 REVIT 与 NAVISWORK 软件的所有成果后，形成一套完整的交底图纸，从平面图，剖面图，三维图，交底动画等方面，管理人员可以快速直观的管道到每个作业区域，多方位管理项目，更好的提高狭窄管廊内机电管线的安装合格率。

五、实施效果

通过策划并编制应用狭窄空间、密集管廊内的机电管线施工作业指导书，为狭窄空间、密集管廊内的机电管线安装提供技术支持，依据 BIM 管线综合排布原则，结合各专业碰撞检查结果，出具 BIM 管综图纸，能够通过三维模型展示各专业管线标高、专业管线翻完避让图与标高位置空间关系，提前解决各管线交叉问题，减少后期拆改，保障后续施工顺利进行，有效提高机电管线安装一次合格率，同时也为孔洞预留提供数据支撑^[10]。

六、经济、效益分析

本采用 BIM 技术为狭窄空间、密集管廊内的机电管线安装提供技术支持，达到优化净高，优化管道走向的目的。提高了公司在业内的影响力，取得了良好的社会效益。根据本次技术活动成果，编制了《狭窄空间、密集管廊内的机电管线作业指导书》，在企业范围内进行推广应用，并申请了企业级施工工法。

以齐家园外交公寓改扩建项目机电安装工程为例，通过该种施工方法的执行，使得机电管线安装此项关键线路工期提前了 40 天，显著提高了狭窄空间、密集管廊内机电管线安装的一次安装合格率，最终节约材料、人工、管理综合费用约 120 万元。

七、BIM 技术在机电施工中的应用的总结

综上所述，在狭窄管廊内机电管线施工中应用 BIM 技术，不仅可以提高管理的精细化水平、严格把控施工进度，还能提高项目的施工质量。BIM 技术作为当前在工程建设行业应用最为广泛的信息化技术之一，应多与其他数字技术相结合，共同助力工程施工项目的管理，尤其是最为复杂的狭窄空间、密集管廊内机电安装，积极应用新科技、新技术、新方法，减少拆改、返工，减少资源浪费，减少安全问题。

参考文献：

- [1] 石雯宇. BIM 技术在公共建筑机电安装工程中的应用研究 [D]. 沈阳工业大学, 2021.
- [2] 彭程. BIM 技术在机电施工管理过程中的应用分析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(11):42-43.
- [3] 马梦琪. 公共建筑机电安装工程 BIM 技术应用研究 [D]. 河北工程大学, 2022.DOI:10.27104/d.cnki.ghbjy.2021.000423.
- [4] 黄正凯, 钟剑, 张振杰, 等. 基于 BIM 平台测量机器人在机电管线施工中的应用 [J]. 施工技术, 2016, 45(06):24-26.
- [5] 谢建国, 赵贵林. 基于 BIM 技术的管线密集区域管道综合排布研究 [J]. 工程机械与维修, 2023(04):226-228.
- [6] 刘丽. 基于 BIM 技术的密集空间内机电管线安装施工技术分析 [J]. 居舍, 2019(01):51+82.
- [7] 苏伟杰, 韦伟. 应用 BIM 技术对密集空间内机电管线安装的施工技术研究 [J]. 建筑施工, 2018, 40(03):421-423.
- [8] 郭林飞. 管线综合布置技术在建筑机电安装工程中的运用 [J]. 中国住宅设施, 2023(10):91-93.
- [9] 陈宗信. 商业项目室内综合管线净高分析 [J]. 智能建筑电气技术, 2023, 17(05):79-83.
- [10] 祝迪, 苗斌, 来进兵, 等. 机电 BIM 综合排布技术在商业综合体中的应用 [J]. 安装, 2023(03):31-33.