

基于 BIM 技术降低机电综合管线碰撞率

相素芬^[1] 刘燕飞^[2] 张小娜^[2]

(1. 中天昊建设管理集团股份有限公司, 山东 东营 257000;

2. 山东信诚建筑规划设计有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要 本研究针对某大型商厦机电安装工程中存在的综合管线碰撞率居高不下的问题, 开展了基于 BIM 技术的降低机电综合管线碰撞率研究。首先通过关联图法明确了导致碰撞率高的主要因素为图纸深化方法不当、构件制作参照依据不足、美观性优化可依据的可视性不足、技术交底针对性及可参考性不足四个方面, 进而利用 BIM 技术逐一制定了应对策略, 经过对策实施后应用效果极为显著, 不仅综合管线碰撞率降低至 2% 以内, 大大缩短了后续碰撞点处理施工周期, 而且管线布局更加美观、简洁, 具有极佳的推广应用价值。

关键词 机电综合管线 碰撞率 BIM 技术

中图分类号: TU17

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0046-03

据统计, 在大型商业建筑工程中机电各专业主干管线安装所占份额能达到总管线施工量的 70%, 这样的占比决定了机电综合管线安装的重要性^[1]。然而统计各类大型商业建筑发现, 机电综合管线安装后存在着众多的碰撞点, 需要重新人工返工消除碰撞点, 不仅费时费力, 大大增加施工成本, 而且导致管线布局杂乱, 对管线后续运行带来安全隐患。因此, 迫切需要采取合适的措施来解决此问题, 而 BIM 技术在土建专业的良好应用为解决机电综合管线碰撞率高的问题提供了借鉴。

1 机电管线碰撞率高的案例

某大型商业建筑地下 1 层机电安装工程包含了建筑智能工程、电气工程、通风空调工程、给排水工程等, 涉及的机电管线包含风管、自喷管道、消防栓管道、桥架、空调水管、压力排水管道等, 管线系统规模庞大、排布密集, 安装过程中存在着较多的管线碰撞点^[2]。并经过人工深化成果验证发现管线碰撞点总共有 522 个, 由此制作了机电管线碰撞点问题频数统计表(如表 1)。

由表 1 中可以看出, 标高性碰撞、路由性碰撞、制作工艺性碰撞 3 个可见性碰撞所占总碰撞问题比例为: $42.3\%+30.3\%+18.2\%=90.8\%$; 空间性碰撞和美观性碰撞 2 个预见性碰撞虽只占总碰撞问题比例为: $4.2\%+4.4\%=8.6\%$ 。

如能将 3 个可见性碰撞和 2 个预见性碰撞问题有效解决, 那么综合管线碰撞率将低至 0.2% 的极低值, 然而由于可能在制作工艺性碰撞问题上受工艺、操作等因

素影响存在客观无法全部解决的问题, 故结合本商业建筑施工实际将管线碰撞率目标值设定为 3%。

2 机电管线碰撞率高的要因

由于机电管线碰撞症结问题部分原因存在交叉缠绕影响, 导致机电管线膨胀率高的末端因素众多^[3], 总共有 8 项, 故采用关联图法(标高性碰撞、路由性碰撞、协调性碰撞、美观性碰撞、空间性碰撞和制作工艺碰撞关联图)进行了要因确认, 通过末端因素逐条确认, 最终确定主要原因有图纸深化方法不当、构件制作参照依据不足、美观性优化可依据的可视性不足、技术交底针对性及可参考性不足 4 项。

2.1 图纸深化方法不当

通过调查分析发现施工所用 CAD 图纸, 共出现数量最多的碰撞点, 导致现场安装进度受限且多次出现拆除返工, 不仅安装进度受到严重影响, 而且导致安装成本居高不下。

2.2 构件制作参照依据不足

经过全面检查, 依照现有规范及相关标准, 管线安装中的暖通专业存在 13 处弯头无法按照设计尺寸要求加工, 各专业交叉部位难以有效避让, 造成较大施工难度, 致使存在较多管线碰撞点, 严重影响施工进度及质量。

2.3 美观性优化可依据的可视性不足

经过全面检查, 地下一层场地范围内共 9 条汽车通道, 有 6 条存在管线交叉且标高不统一, 后勤通道内共有 23 处管线布置影响通道成型效果, 造成通道美

表 1 机电管线碰撞点问题频数统计表

序号	问题类别	频数	频率（%）	累计频率（%）
1	标高性碰撞	221	42.3	42.3
2	路由性碰撞	158	30.3	72.6
3	制作工艺性碰撞	95	18.2	90.8
4	空间性碰撞	23	4.4	95.2
5	美观性碰撞	22	4.2	99.4
6	其他	3	0.6	100
7	总计	522	100	

表 2 基于 BIM 技术的降低机电管线碰撞率对策措施表

序号	要因	对策	目标
1	深化方法不当	更换传统深化方法，基于 BIM 技术进行深化设计	基于 BIM 技术进行图纸深化，有效降低由标高、路由、协调等碰撞问题
2	构件制作参照依据不足	参照相关技术标准，在满足规范条件下对传统管件进行优化设计，使之能够满足特定位置安装要求	采用 BIM 技术，制作特定点特定管件信息构件，提供特定管件的制造依据，解决特殊点位碰撞问题
3	美观性优化可依据的可视性不足	通过基于 BIM 技术的动画漫游形式，有效预见管线布置不合理、不美观点，然后针对性优化设计	着眼整体布局，通过预见性优化，实现 MEP 管线排布整体美观、合理，提升客户满意度
4	技术交底针对性及可参考性不足	制作针对性较强且有利于被交底人员更快接受的“3D”技术交底	通过“3D”技术交底，实现被交底人员能够完全掌握安装过程及技术要点，接受率 100%

观性不满足要求。

2.4 技术交底针对性及可参考性不足

经过调查，本商业建筑工程已有由专门的项目技术负责人编制机电安装技术交底记录，但交底内容无法覆盖所有施工对象且缺乏操作性，造成部分机电工程专业及施工部位无法正常施工，出现管线碰撞。

3 防碰撞对策与实施

3.1 制定对策

根据已确定的主要原因制定对策，对策制定严格按照“5W1H”原则进行^[4-5]，如表 2 所示。

3.2 对策实施

3.2.1 针对深化方法不当采取的措施

(1) 以人工深化后图纸为蓝本进行 MEP 管综模型搭建。

(2) 基于 BIM 平台，输出碰撞检测报告。

(3) 根据碰撞检测报告，于 3D 环境下逐条进行碰撞消除。

(4) 循环步骤（2）、（3），直至碰撞检测报告显示碰撞点为 0。

3.2.2 针对构件制作参照依据不足采取的措施

(1) 统计特殊点位及其所需特殊管件尺寸信息。

(2) 参照相关规范核对并筛选可实施性点位构件。

(3) 基于 BIM 技术进行特殊构件模型搭建、模拟、出图。

(4) 将特殊构件制作图纸交付相关班组进行构件制作。

3.2.3 针对美观性优化可依据的可视性不足采取的措施

(1) 基于 BIM 平台制作漫游动画。

表 3 基于 BIM 技术应用后的机电综合管线碰撞率统计表

序号	问题类别	频数	频率 (%)	累计频率 (%)
1	标高性碰撞	20	1.8	99
2	路由性碰撞			
3	协调性碰撞			
4	制作工艺性碰撞	20	1.8	99
5	空间性碰撞	完全消除		
6	美观性碰撞	完全消除		
7	其他	共统计出 23 个碰撞点, 碰撞率降低至 1.9%		
8	总计			

(2) 召开专项会议, 基于漫游动画讨论管线排布待优化点及优化方案。

(3) 依据会议确定方案进行美观性优化变更。

3.2.4 针对技术交底针对性及可参考性不足采取的措施

(1) 收集现场施工重、难点。

(2) 针对每一重难点制作针对性 3D 形式文档或施工模拟动画等形式交底。

(3) 召集施工操作人员于现场实地进行交底, 及时解决交底问题。

(4) 交底完成后随机调查被交底人员交底内容接受程度, 循环步骤 (3), 直至接受率达到 100%。

3.3 实施效果

将上述措施应用到地下 2 层的机电工程管线安装施工中, 取得了良好的应用效果。

3.3.1 深化方法恰当

经过 4 次检测与可见性碰撞点消除, 实现了可见性碰撞点的完全消除。

3.3.2 构件制作参照依据完善

通过特殊管件实现生产制作, 在地下 1 层中存在的较多制作工艺性碰撞点几乎完全消除。

3.3.3 美观性碰撞点完全消除

预建造完成的动画漫游可直观形象的发现管线布局中的不美观点, 23 个美观性碰撞点的完全消除。

3.3.4 实现了良好技术交底

通过这种针对性极强, 同时交底形式具有良好的可视性、形象性, 大大提高了交底效率, 这种交底形式也得到了业主以及安装操作工的一致好评, 22 个空间性碰撞点完全消除。

3.3.5 全项目应用效果显著

在本建筑地下 2 层实施完成后, 继续对配楼负 F1、F2、F3 层机电综合管线同样进行了基于 BIM 技术的图纸深化与施工指导, 并进行了机电综合管线碰撞率统计 (表 3), 发现总碰撞率降低至 1.9%, 远小于最初制定的 3% 目标值, 成效显著。

4 结语

机电综合管线碰撞率高是导致大型商业建筑机电安装工程施工进度慢和效益低的一个重要因素。通过关联图法进行要因确认, 明确了图纸深化方法不当、构件制作参照依据不足、美观性优化可依据的可视性不足、技术交底针对性及可参考性不足是导致碰撞率居高不下的 4 个最主要末端因素, 而按照“5W1H”原则, 利用 BIM 技术平台搭建机电综合管线 3D 模型进行标准化设计与操作彻底解决了路由性碰撞、标高性碰撞、制作工艺性碰撞 3 个可见性碰撞和空间性碰撞、美观性碰撞 2 个预见性碰撞所带来的碰撞率高难题, 取得了显著的经济效益。

参考文献:

- [1] 袁波宏.BIM技术在机电安装精益建造中的应用[J]. 工程建设与设计, 2021(01):122-124.
- [2] 薄纯明.论节能施工技术在建筑工程施工中的运用[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(01):156-158.
- [3] 姚海新.新时期加强建筑工程管理中安全管理的具体策略[J]. 中国高新技术企业, 2021(05):103-106.
- [4] 梅俊进.BIM技术在大型复杂工程机电专业中的应用研究[J]. 中国科技信息, 2020(06):17-19.
- [5] 段世强.BIM技术在盾构管廊工程中的应用研究[J]. 山东建筑大学学报:自然科学版, 2019(03):26-31.