

基于 BIM 技术实现机电管线安装的优化管理

刘莉

新疆兵团城建集团有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11768

[摘要] 机电管线作为建筑工程的重要组成部分,其安装质量与效率直接影响工程进度和后期运维。本文以BIM技术在机电管线安装中的应用为研究对象,深入分析了传统安装模式下存在的问题和痛点,提出基于BIM的机电管线优化设计、预制加工、装配安装、质量验收与运维管理的系统解决方案。通过某医院综合楼项目的BIM技术应用实践,验证了该方案在提升机电管线安装质量、缩短工期、减少返工、便于后期运维等方面的显著成效,为BIM技术在机电领域的推广应用提供有益参考。

[关键词] BIM技术; 机电管线; 安装优化; 预制加工; 运维管理

中图分类号: TU990.3 **文献标识码:** A

Optimization Management of Electromechanical Pipeline Installation Based on BIM Technology

Li Liu

Xinjiang Production and Construction Corps Urban Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] Electromechanical pipelines are an important part of building engineering, and their installation quality and efficiency directly affect the project schedule and later-stage operation and maintenance. This paper takes the application of BIM technology in electromechanical pipeline installation as the research object, deeply analyzes the problems and pain points existing in the traditional installation mode, and proposes a systematic solution for BIM-based electromechanical pipeline optimization design, prefabrication, assembly installation, quality acceptance, and operation and maintenance management. Through the application practice of BIM technology in a comprehensive hospital building project, the significant effects of this solution in improving the installation quality of electromechanical pipelines, shortening the construction period, reducing rework, and facilitating later-stage operation and maintenance have been verified, providing a useful reference for the promotion and application of BIM technology in the electromechanical field.

[Key words] BIM Technology; Electromechanical Pipelines; Installation Optimization; Prefabrication; Operation and Maintenance Management

引言

当前,建筑工程日趋复杂,机电管线系统种类多、数量大,传统的二维图纸设计与现场安装模式已难以满足工程建设需求。2022年住房和城乡建设部等9部门联合印发的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》提出,加快BIM、物联网等数字技术在工程全过程的集成应用。在此背景下,BIM技术以其可视化、参数化、协同化等优势在机电管线设计、施工与运维中得到越来越广泛的应用。本文旨在通过实际工程案例分析,探讨BIM技术在优化机电管线安装流程、提高工程质量、实现信息化管理等方面的应用路径与实施效果,以推动BIM在机电工程领域的深度应用,提升建筑工程整体建设水平。

1 机电管线安装的BIM技术应用现状分析

1.1 机电管线BIM模型的建立

工程设计人员通过收集整理各专业机电管线的设计参数、材料属性等信息,利用Revit、MagiCAD等BIM软件,按照实际工程的规模和复杂程度,建立机电管线的三维参数化模型。机电管线BIM模型的建立实现了管线综合布置可视化、管线节点参数关联化、管线信息集成化,为后续机电管线的综合会审、预制加工、安装施工、运维管理等提供数据基础和技术支持,有助于提高机电管线设计质量、优化管线排布、减少施工错漏碰撞,提升工程建设效率和管理水平。

1.2 BIM技术在机电管线安装中的应用痛点

BIM技术在机电管线安装领域虽已得到一定应用,但实际项目中仍面临诸多痛点:不同专业BIM模型缺乏统一标准和规范,影响模型完整性和适用性;机电BIM模型与土建、装饰模型协调整合不够,影响管线综合排布合理性;施工单位BIM应用能力参

差不齐,难以充分发挥BIM优势;BIM模型向安装施工的精细化指导不到位,现场管理人员对BIM模型的依赖性和应用习惯尚未完全建立;基于BIM的工程量计算、进度模拟、质量验收等深化应用有待提升。

1.3 机电管线BIM碰撞检测分析

机电管线BIM碰撞检测是利用BIM软件对机电管线模型进行空间干涉和交叉检查的过程。通过可视化的碰撞冲突报告,及时发现管线排布、设备布置、支吊架位置等方面的设计缺陷和不合理因素,从而优化调整设计方案,最大限度地减少施工阶段的返工和变更^[1]。相比传统二维图纸,BIM碰撞检测可在虚拟环境中模拟管线布置,直观检查管线合理性,同时可追溯和管理碰撞问题处理过程,并对设计变更进行动态评估,从源头上控制工程质量,避免各专业管线施工相互干扰。

2 基于BIM的机电管线优化设计与安装方案

2.1 机电管线BIM参数化设计

传统的机电管线设计主要依赖二维CAD图纸,存在信息不完整、设计深度不足、专业协调难度大等问题,而BIM参数化设计则通过在三维模型中集成管线的几何信息、材质属性、规格参数等,实现了机电管线设计的数字化、智能化和可视化。设计人员在进行管线布置时,可灵活调整管径、管材、坡度等参数,并实时查看修改效果,系统还可根据设计参数自动生成管线编码、统计工程量,大大提高了设计效率和准确性。同时,基于统一的BIM模型平台,各专业可协同工作,及时发现和解决管线碰撞等问题,优化管线综合布置,减少设计错误和反复修改。BIM的参数化设计使机电管线布置更加科学合理,为施工提供了高质量的设计基础。

2.2 基于BIM的机电管线布置优化

机电管线综合布置是机电工程设计的重点和难点,传统二维平面图很难直观表达复杂管线的立体交叉关系,设计不当极易导致管线碰撞、空间位置冲突等问题。而利用BIM技术,设计人员可在三维环境下对机电管线进行可视化布置,直观检查各系统管线在空间上的衔接配合情况,发现设计不合理的地方,量化分析管线交叉最短距离,并借助BIM碰撞检测工具对管线布置进行自动校审,全面查找管线自身与异专业在空间位置和标高上的冲突,找出最佳的避让方案^[2]。同时,施工人员可通过漫游、剖切BIM模型,深入了解管线布置,提前制定周全的施工计划。管线投影功能可自动生成管线平面图,大大减轻了人工绘制工作量。基于BIM的管线综合布置优化,在设计阶段就将问题消灭在萌芽状态,切实提高设计和施工质量。

2.3 BIM辅助下的机电管线预制加工

机电管线预制加工是利用工厂化生产的方式,根据BIM模型提取的准确管线信息,在专业车间内预先完成管线或管道部件的加工制作和组装成型,然后运送到施工现场进行快速安装。BIM模型包含了管线的几何尺寸、空间位置、管材属性等详细数据,可直接传输给数控加工设备,指导开展管线下料、切割、弯制、打孔、焊接、组对等自动化作业,管线预制的精度和效率大幅提

升。现场工人可在BIM模型中准确查看预制管线的规格、数量、安装位置、做法要求等信息,减少沟通障碍和失误。基于BIM的精细化设计使得管线预制构件的空间关系更加清晰,接口部位更加准确,从而提高预制效率,减少现场连接错漏。同时,BIM可帮助统计预制构件的数量,优化预制顺序,把控物流配送,实现构件制造、运输、安装的无缝衔接,降低材料浪费,为工厂化预制创造有利条件。

2.4 BIM引导下的机电管线装配安装

机电管线的装配安装是确保机电工程功能实现的关键环节,传统施工主要靠图纸指导和经验,容易出现管线安装与土建结构、装饰装修不协调,管线排布杂乱无章等问题,而BIM模型则为机电管线安装提供了直观、准确的指引。安装前,技术人员可在BIM模型中仔细查看管线布局、空间关系、与其他专业的配合等,制定周密的施工方案,对操作工人进行三维可视化交底。施工过程中,工人利用移动终端随时调取所需的管线信息,对照BIM模型开展定位放线、成品支吊架安装、管线预制件的吊装与连接等作业,BIM模拟装配动画可指导复杂节点施工,确保管线安装位置准确、高效,避免复杂管线区域拥挤、错乱。施工管理人员同步记录机电管线的安装进度,与BIM进度模拟比对,及时协调和优化施工计划。竣工后,完整归档管线的数字化实体模型,便于运维期的查阅和管理。

3 基于BIM的机电管线质量验收与运维管理

3.1 BIM管线模型验收

机电管线工程质量验收是确保系统功能正常发挥的关键,传统验收依赖人工检查和资料核对,效率低且易出错,而BIM管线模型验收通过将竣工模型与设计模型精确比对,快速识别管线位置偏差、连接错误、信息缺失等问题。验收人员利用BIM软件自动检查功能,按相关规范对管线布置合理性、支吊架规格安装、管材管件型号规格等进行系统化审核,生成直观的质量问题清单和定位图^[3]。对隐蔽工程,可通过BIM模型追溯管线安装过程,查看影像资料,确保关键部位合规达标。竣工移交时,完整的管线BIM模型作为数字化资产移交业主,与竣工图纸、质检报告等关联,实现工程信息数字化移交和查询。基于BIM的机电管线质量验收,提高了验收效率和准确性,规范了验收流程。

3.2 基于BIM的机电管线运维信息管理

机电管线运维信息化、智能化管理是提高设施设备使用效能、保障建筑运行安全的必由之路,基于BIM的信息管理可将机电管线空间信息、属性参数、使用状态、维修记录等集成到三维模型,实现设施信息可视化表达和关联查询。运维人员利用BIM模型快速定位管线及附属设备,获取产品规格型号、安装日期、巡检周期、维保手册等信息,制定精准养护方案。对检修更换设备,可在BIM模型中动态更新,确保运维信息与实际同步。发生管线故障时,维修人员在BIM模型上准确查找事发位置及周边管线分布,评估影响范围,制定维修方案,减少盲目拆检浪费。BIM还可集成能耗监测、设备运行等实时数据,辅助能源管理和设备

健康诊断。基于BIM的机电管线运维信息管理,打通设计、施工、运维数据链,延伸BIM在运维阶段应用^{[4][6]}。

3.3 BIM在机电管线全生命周期管理中的应用

BIM在机电管线全生命周期管理中应用贯穿设计、施工、运维,始终发挥数据集成和流转枢纽作用。设计阶段,基于BIM进行管线参数化设计和碰撞检测,提高管线综合布置合理性。施工阶段,BIM模型指导管线预制和精准安装,辅助工程量统计和进度模拟。竣工验收时,BIM为管线质量检查提供数字化工具。进入运维阶段,管线BIM模型成为设施管理数据载体和应用平台,集成物联网等技术实现管线系统智慧化运行。BIM实现机电管线各阶段信息集成与共享,减少数据流转误差和不一致,各阶段工程信息可追溯、可继承。BIM平台有利于机电管线知识管理,工程案例、设计规范、施工工艺等可形成企业知识库,促进经验传承。基于BIM的机电管线全生命周期管理,实现数据驱动精细化管理,提高工程效率和质量,为后续改造翻新提供数据支持。

4 某医院综合楼机电管线BIM技术应用实践

4.1 项目概况与BIM应用目标

某三甲医院新建综合楼,建筑面积6.8万平方米,地上16层,地下2层,涵盖门诊、病房、手术室、ICU等复杂功能,机电管线系统错综复杂,传统的二维设计和施工管理模式难以满足高标准、高质量的建设需求。项目决定全面应用BIM技术,以提高机电管线设计质量,优化管线综合布置,提升施工精度和效率为目标,实现工程提质增效。BIM应用覆盖了机电管线设计、协同、预制加工、安装施工、验收移交、运维管理等全生命周期,构建面向医疗专业的机电管线数字化应用平台,实现信息互联互通和数据集成应用。

4.2 基于BIM的机电管线设计优化与施工管理

机电工程师在Revit中构建给排水、消防、暖通、动力等专业的管线BIM模型,并与建筑、结构专业模型联合碰撞检测,优化管综布置,提高净空高度。基于BIM设计流程实现设备选型匹配、管道综合出图等关键环节的自动化,缩短设计周期。施工阶段,深化的管线BIM模型直接指导管道预制加工,数控切割下料,装配式支吊架定位安装,大大提高施工精度,减少现场工作量。数字化管线模型还可模拟施工过程,优化作业顺序,提前策划物料需求计划,实现工厂化预制与精益化施工管理,降低材料浪费,缩短工期。

4.3 BIM助力机电管线精细化验收与高效运维

本项目创新实施基于BIM的分项、分部工程验收。施工单位

对照管线BIM模型开展自检自查,整改问题闭合后再报监理验收,各方利用BIM可视化交流,提高验收效率。同时引入第三方检测,利用BIM数据比对分析,查找管线安装偏差,形成客观验收报告。竣工验收通过后,完整的管线竣工模型移交业主运维团队。基于BIM平台为机电设备编码,建立三维设备台账,与实时运行监测数据关联映射,构建可视化运维管理系统。BIM辅助下的设备巡检、能耗分析、故障诊断、检修养护等智慧运维应用,提升医院机电系统运行安全和管理效率,充分发挥BIM在运维阶段的数字化价值。

5 结束语

BIM技术作为建筑业信息化转型的重要抓手,将机电管线设计、施工、运维等环节有机结合,实现工程信息的集成管理和应用共享。本文研究表明,将BIM技术应用于机电管线安装全过程,可显著提升设计质量,优化管线综合布置,减少施工错漏碰撞,方便预制加工,指导现场装配,实现管线模型验收移交和精细化运维。某医院综合楼的实践证实,BIM的系统化应用有效缩短了工期,减少了材料浪费和返工,提高了管线安装的工程质量,极大地便利了后期的设施运维与维修改造。未来,应加快完善机电BIM应用标准,创新协同管理模式,强化全专业、全阶段的BIM融合应用,发挥BIM技术在保障机电工程建设和运行安全、促进建筑业高质量发展中的重要作用。

[参考文献]

- [1]张宇航,牛艳波,薛敏,等.基于BIM技术实施的管道模块化安装[J].安装,2024,(06):63-65.
- [2]满祥,郑晓通,庞茂龙,等.BIM技术在被动式建筑机电安装工程中的应用[J].安装,2023,(02):39-41.
- [3]苏楠.基于BIM技术实现机电管线安装的优化管理[J].地产,2019,(23):91.
- [4]史海山.设计与施工阶段利用BIM技术实现机电管线优化之比较[J].建筑工程技术与设计,2017(24):4091-4092.
- [5]王凯祥.基于BIM技术的机电管线翻弯避让优化研究[D].长春工程学院,2023.
- [6]金武兴.基于BIM技术的机电安装施工技术管理分析[J].现代工业经济和信息化,2022(007):012.

作者简介:

刘莉(1988—),女,汉族,新疆呼图壁县人,本科,工程师,研究方向: BIM技术应用。