

# 大型地下室机电管线综合的 BIM 技术应用

宋慧茹

新疆兵团城建集团有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i1.11763

**[摘要]** 大型地下室机电管线系统具有空间受限、管线密集、专业交叉等特点,传统二维设计方法难以满足现代建筑的实际需求。BIM技术的引入为解决机电管线综合设计与施工中的难点提供了有效途径。本文从BIM技术在机电管线综合中的基本特征与应用价值入手,重点阐述了基于BIM技术的机电管线综合设计实施流程与关键技术要点,旨在为提升大型地下室机电管线综合设计的质量和效率提供技术参考,从而推动BIM技术在建筑机电工程领域的创新应用。

**[关键词]** 大型地下室; 机电管线综合; BIM技术

**中图分类号:** TD803 **文献标识码:** A

## Application of BIM Technology in M&E Pipeline Integration for Large-Scale Basements

Huiru Song

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

**[Abstract]** The mechanical and electrical (M&E) pipeline system in large-scale basements is characterized by limited space, dense pipelines, and interdisciplinary intersections. Traditional two-dimensional design methods are difficult to meet the actual needs of modern buildings. The introduction of BIM technology provides an effective way to solve the difficulties in the integrated design and construction of M&E pipelines. This paper starts with the basic characteristics and application value of BIM technology in M&E pipeline integration, focusing on the implementation process and key technical points of BIM-based integrated M&E pipeline design. The aim is to provide technical references for improving the quality and efficiency of integrated M&E pipeline design in large-scale basements and to promote the innovative application of BIM technology in the field of building M&E engineering.

**[Key words]** large-scale basement; M&E pipeline integration; BIM technology

### 引言

《建筑信息模型应用统一标准》(GB/T51212-2016)明确指出:“建筑信息模型(BIM)技术是一种应用于工程设计、建造、管理的数据化工具,在建设工程及设施全生命期内,进行信息的创建、管理和共享。”随着建筑规模的不断扩大和功能的日益复杂,大型地下室的机电管线系统设计面临着诸多挑战。传统的二维设计方法已无法有效解决管线空间布置、专业协调、施工工序等关键问题。BIM技术凭借其可视化、协同化、信息化等特点,为机电管线综合设计提供了新的技术手段和解决方案。

### 1 BIM技术在机电管线综合中的基本特征与应用价值

#### 1.1 BIM技术的基本特征

BIM技术是一种先进的建筑信息建模技术,在机电管线综合设计中具有显著的技术特征。首先,BIM技术具有完整的三维可视化特征,能够将复杂的管线系统以立体形式呈现,使设计人员

能够直观地把握管线布置状况。其次,BIM技术具备参数化建模能力,可以将管线的材质、规格、标高等信息完整地集成到模型中,实现信息的动态管理与更新。再次,BIM技术支持多专业协同设计,通过云平台实现数据共享,使建筑、结构、给排水、暖通、电气等各专业能够实时获取最新的设计信息。

#### 1.2 BIM技术在机电管线综合中的应用优势

在机电管线综合设计中,BIM技术具有独特且显著的应用优势。BIM技术能够实现精确的管线碰撞检测,通过自动化手段对管线之间的空间位置关系进行全方位扫描和分析,系统地识别管线之间可能存在的空间冲突。这种自动化检测不仅能够发现明显的管线交叉,还能识别管线与结构构件、设备之间的干涉,从而有效避免施工阶段的返工,降低工程成本。BIM技术为管线综合优化提供了强大的技术支持。设计人员可以根据建筑空间布局 and 结构要求,在三维环境中直观地调整和优化各类管线的布置位置和走向。系统可以自动计算最优管线路径,确保各类管

线在有限空间内实现最合理的布置,显著提高空间利用效率。同时,设计人员可以根据管线的重要程度和维护需求,合理安排管线的分层布置,预留必要的检修空间。此外,BIM技术在管线预制加工方面发挥着重要作用。通过精确的三维模型,可以进行管线预制加工模拟,直观显示管段的具体尺寸、连接方式和安装位置。这种可视化的预制加工模拟不仅提高了构件加工的精度,还能优化现场安装工序,显著提升施工效率。最后,BIM技术能够基于三维模型自动生成准确的工程量清单,包括管线长度、配件数量等详细信息,为工程造价控制和材料采购提供可靠的数据支撑。

### 1.3 BIM技术应用的必要性

大型地下室机电管线系统具有高度复杂性,传统的二维设计方法已无法满足现代建筑的实际需求。地下室空间普遍受限且管线分布密集,导致各类管线之间的空间关系错综复杂,难以通过平面图纸准确把握。机电设备涵盖给排水、暖通、电气等多个系统,每个系统都包含大量不同规格和型号的管线接口,这就要求设计时必须进行精确的三维空间定位。在施工过程中,建筑、结构、机电等多个专业需要频繁交叉作业,这种复杂的施工组织形式迫切需要一个高效的协同设计平台来统筹管理。BIM技术的应用正好能够有效解决上述问题,通过数字化建模和信息集成,显著提升设计质量和施工效率。

## 2 大型地下室机电管线综合的BIM技术实施流程

### 2.1 前期准备与模型构建

机电管线综合设计的首要任务是建立完整的BIM模型。在项目启动阶段需要系统收集建筑结构施工图、设备布置图、各专业管线系统图等基础资料,同时制定严格的建模标准,明确LOD深度要求(LOD300-400)和建模精度( $\pm 5\text{mm}$ )。为确保设计质量,建模前需编制详细的BIM建模指南,统一建模规则、图层标准和族库要求<sup>[1]</sup>。

在模型构建过程中,需要依据结构施工图建立精确的建筑结构模型作为基础平台。结构模型应重点标注预留洞位置,并按照《混凝土结构工程施工规范》(GB50666)的要求,严格控制预留洞的定位偏差(直径小于200mm的预留洞偏差控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内)。

随后按照管线标高分区要求,依次构建各专业模型:暖通空调系统(含通风管道、空调冷热水管、冷却水管)的标高控制在 $-300\text{mm}$ 至 $-600\text{mm}$ ;给排水系统(含生活给水、排水、中水)布置在 $-700\text{mm}$ 至 $-900\text{mm}$ ;消防系统(含消防喷淋、消火栓)位于 $-1000\text{mm}$ 至 $-1200\text{mm}$ ;强电系统(含配电干线、照明)和弱电系统(含综合布线、安防)布置在最下层 $-1300\text{mm}$ 以下。

模型构建严格遵循“由粗到细”的分步建模原则,优先确定设备机房位置(设备层净高不低于4.2m)和主干管线走向,建立标准化的管线分区走廊(宽度不小于1.2m),合理设置管线竖井位置(每个防火分区不少于2个),再逐步完善支管连接和末端设备接口,确保模型的系统性和完整性。在此过程中需要综合考虑管线相互避让(最小净距100mm)和设备检修空间的预留要求(主

要设备四周预留不少于800mm的维护通道)。

### 2.2 管线综合设计与优化

管线综合设计是BIM技术应用的核心环节。系统制定管线综合布置原则时,应依据建筑规范要求明确各类管线的标高分区。在垂直空间划分上严格执行“上高下低、先大后小、先刚后柔”的基本原则,具体为:给排水管道布置在最上层,空调风管和通风管道次之,弱电桥架位于中部,消防喷淋管道和弱电桥架布置在较低位置。同时要制定管线最小净距标准,确保各类管线之间留有足够的安装间隙<sup>[2]</sup>。

在碰撞检测环节,通过BIM软件的自动检测功能识别管线之间的空间冲突,系统生成包含碰撞点位置、管线类型、碰撞距离等详细信息的检测报告。设计人员需根据碰撞检测结果,结合各专业管线的技术要求,优化管线布置方案。优化时应重点关注设备机房周边的管线密集区域,合理调整管线走向和标高,确保主要管线节点的连接顺畅。在管线布置优化过程中,需严格遵守设备检修规范,为水泵、阀门、风机等重要设备预留1.2-1.5米的维护通道,同时为管线接口、阀门等关键部位预留不小于600mm的安装操作空间。

### 2.3 施工过程管理与控制

在施工阶段,BIM技术在施工深化设计和现场管理中发挥关键作用。管线预制深化设计过程中,利用BIM模型提取各类管线的精确空间位置数据,严格执行《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》(GB50242)的要求。系统自动生成标准化的深化加工图纸,详细标注管段尺寸(公差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内)、接口形式、管道支吊架间距(按规范要求直管段最大间距:DN50以下为1.5m, DN65-100为2.0m, DN125-150为2.5m)等信息,确保工厂预制构件与现场安装精准对接<sup>[3]</sup>。

施工前需利用BIM模型进行虚拟施工模拟,对复杂节点区域进行动态分析。管线安装严格执行《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243)的相关规定,风管吊架间距控制在3m以内,管道横管安装允许偏差控制在 $\pm 5\text{mm}$ ,立管垂直度偏差不得超过4%。通过4D施工进度模拟,识别施工过程中的工序冲突,优化施工组织方案和资源配置计划。施工现场管理人员可通过移动终端实时调用BIM模型数据,进行管线定位放线和标高控制,实现施工偏差的实时校核。

在安装过程中,施工人员需及时采集管线实际安装位置信息,包括标高(允许偏差 $\pm 15\text{mm}$ )、坡度(污水管道最小坡度1.5%,雨水管道最小坡度1%)、接口位置等关键参数,通过云平台即时更新到BIM模型中。这些竣工数据将按照《建筑工程设施维护技术标准》(GB50981)的要求,为后期设备维护、管线改造提供准确的空间信息依据,同时也可用于建立建筑设施的智能化运维系统。

## 3 BIM技术在机电管线综合中的关键技术要点

### 3.1 多专业协同设计技术

多专业协同是机电管线综合设计的重要特点,需要建立完善的协同工作体系。在项目开始前,应搭建基于Revit、Navisworks

等BIM软件的统一协同平台,实现各专业模型的实时共享和数据交换。平台需配置中心文件服务器,采用工作集(Workset)进行权限管理,明确各专业的模型编辑和访问权限。

为保证设计质量,项目团队需建立规范的协同工作机制。项目经理每周组织建筑、结构、暖通、给排水、电气等专业的BIM工程师召开管线综合协调会,通过云会议室进行设计成果展示和问题研讨。各专业工程师需在会前完成本专业模型更新,并生成碰撞检测报告,重点解决管线交叉、标高冲突等设计问题。

在模型更新维护方面,采用严格的版本控制机制,所有专业模型必须在中心文件中同步更新,并记录更新日志。同时建立统一的数据交换标准,采用IFC(Industry Foundation Classes)通用数据格式,确保Revit、ArchiCAD等不同BIM软件平台之间的模型数据能够无缝转换和共享。

### 3.2 管线综合优化技术

管线综合优化是提升设计质量的核心环节,需要建立系统化的优化方法。项目团队首先建立标准化的管线族库数据库,详细记录各类管线的型号规格(如给水管DN15-DN300、风管截面 $300\times 200-2000\times 1000\text{mm}$ )、材质性能、保温厚度、连接方式等参数信息。同时针对不同管线制定标准化的建模要求,如风管采用矩形截面或圆形截面,管道接头采用法兰连接或焊接等。

在优化算法开发方面,基于Dynamo等可视化编程平台,开发管线智能布置程序。程序需遵循《建筑设备管线综合设计规范》要求,自动计算管线最优路径。具体包括:给水管道最小坡度0.2%,污水管道最小坡度1%;风管弯头最小转弯半径不小于截面宽度;管道支吊架间距按规范要求控制在1.5m-3.0m范围内。

优化过程中严格执行管线分层布置制度:吊顶内空间按照从上到下依次布置:电气桥架(顶层标高-200mm)、通风管道(-400mm)、消防喷淋(-600mm)、生活给水(-800mm)等。对于管线交叉区域,采用“让压让高”原则,刚性管道(如风管)优先布置,柔性管道(如电缆)绕行,确保管线综合布置的合理性和可施工性。

### 3.3 施工现场应用技术

BIM技术在施工现场的应用需要完善的技术支持体系。项目团队需基于Android/iOS平台开发专用的BIM移动应用程序,实现现场管理人员通过平板电脑实时调用三维模型数据。应用程序需具备图纸查看、尺寸测量、标注记录等功能,支持管线安装偏差的现场校核。

为确保信息的及时性,建立基于5G网络的数据实时传输机制。现场施工人员通过移动终端采集的施工信息,包括安装位

置、标高偏差、质量问题等,可即时上传至项目云平台并同步更新到BIM模型中。系统采用RTLS(实时定位系统)技术,定位精度控制在 $\pm 10\text{mm}$ 以内。

在施工质量控制方面,定期使用三维激光扫描仪对已安装管线进行扫描测量,扫描精度可达 $\pm 2\text{mm}$ 。通过点云数据与BIM模型的对比分析,系统自动生成偏差报告。对于超出允许偏差的部位(如管道轴线偏差超过5mm,标高偏差超过15mm),系统自动标记并推送整改通知。同时建立施工质量验收体系,将BIM模型作为竣工验收的重要依据,确保工程施工质量符合设计要求。

机电管线综合设计是一项复杂的系统工程,BIM技术的应用能够显著提高设计质量和施工效率。在实际应用过程中,要注重技术创新,不断完善设计方法和工具,推动BIM技术在建筑工程领域的深入应用。同时,要加强人员培训,提高技术应用水平,充分发挥BIM技术的优势。

## 4 结束语

BIM技术在大型地下室机电管线综合设计中的应用,实现了从传统二维设计向数字化、智能化设计的转变。通过建立完整的三维信息模型,优化管线综合布置方案,加强多专业协同配合,有效提升了设计质量和施工效率。但要充分发挥BIM技术的优势,还需在多个层面持续发力:一是完善标准规范体系,建立统一的建模标准和数据交换规范;二是提高专业人员技术水平,加强BIM技术应用培训;三是加强软硬件平台建设,开发更先进的设计优化算法和施工管理工具。同时,要注重BIM技术与物联网、人工智能等新兴技术的融合创新,探索智能建造新模式。随着BIM技术的持续发展和深化应用,必将为大型地下室机电管线综合设计带来更大的技术革新,推动建筑机电工程向数字化、智能化、精细化方向迈进,实现工程建设质量和效益的全面提升。

### [参考文献]

- [1]田欢,李小刚,刘维雄,等.大型地下室机电管线综合的BIM技术应用分析[J].中国建筑装饰装修,2024,(19):91-93.
- [2]易嘉.BIM技术在大型地下室管线综合中的应用[C]//中国图学学会土木工程图学分会,《土木建筑工程信息技术》编辑部.《第十届BIM技术国际交流会——BIM赋能建筑业高质量发展》论文集.上海朗诗规划建筑设计有限公司,2023:5.
- [3]叶鹏.大型地下室机电管线综合的BIM技术应用浅析[J].中国新技术新产品,2019,(04):125-126.

### 作者简介:

宋慧茹(1996--),女,汉族,新疆玛纳斯县人,大学本科,助理工程师,研究方向为BIM技术应用。