

# BIM技术在暖通空调设计中的高效应用

李美晨

中煤科工集团武汉设计研究院有限公司 湖北 武汉 030024

**摘要:** BIM技术通过三维建模与数据集成,为暖通空调设计带来革命性提升。其核心优势在于实现设计可视化、参数关联化及全周期协同管理,可精准模拟空调系统运行状态,自动检测管线碰撞并优化布局,减少施工返工率。通过整合能耗分析与负荷计算,BIM技术能动态优化冷热源配置,结合地源热泵、太阳能等可再生能源,显著提升系统能效,推动暖通空调设计向智能化、低碳化转型。

**关键词:** BIM技术;暖通空调设计;高效应用

引言:在建筑行业数字化转型浪潮中,BIM(建筑信息模型)技术凭借其三维可视化、数据集成化与全周期协同管理的特性,正重塑暖通空调设计模式。传统设计依赖二维图纸,易存在信息割裂、管线冲突、能效模拟粗放等问题,而BIM技术通过构建多维度信息模型,可实现设计、施工、运维各阶段数据互通,精准优化空调系统布局与性能,为提升建筑能效、降低全生命周期成本提供技术支撑,成为行业创新发展的关键引擎。

## 1 BIM技术理论基础与核心优势

### 1.1 BIM技术概述

(1) BIM的定义与核心特征: BIM即建筑信息模型,是一种基于数字化的建筑全生命周期管理方法,核心特征体现在可视化、协同性与参数化。可视化可将抽象设计方案转化为三维直观模型,清晰呈现建筑构件与系统关系;协同性支持多专业人员同步接入模型开展工作,打破信息壁垒;参数化则通过构件参数关联,实现设计修改的自动联动更新,提升设计效率。(2) BIM相关标准: 核心标准包括IFC(工业基础类)标准与LOD(模型精细度)等级标准。IFC标准实现了不同软件间的信息互通,保障多专业协同的数据一致性; LOD等级从100到500划分了模型从概念设计到运维阶段的精细度要求,为不同阶段的设计与应用提供明确依据。

### 1.2 暖通空调设计的关键需求

(1) 能耗模拟与优化需求: 暖通空调系统是建筑能耗核心来源,需通过精准能耗模拟,分析不同设计方案下的能耗水平,优化设备选型与系统布局,实现节能目标。(2) 多专业协同设计需求: 暖通空调设计需与建筑、结构、水电等专业紧密配合,避免管线冲突、空间不足等问题,需高效的协同机制保障设计衔接。(3) 施工与运维阶段信息传递需求: 设计信息需完整、准确传递至施工阶段,指导现场安装;同时为运维阶段提供设备参

数、检修路径等信息,支撑全生命周期管理<sup>[1]</sup>。

### 1.3 BIM技术对暖通设计的适配性分析

(1) 三维模型与系统可视化优势: BIM三维模型可直观呈现暖通管线布局与设备安装位置,提前排查管线冲突,提升空间利用合理性,降低施工返工率。(2) 数据驱动的设计迭代能力: BIM模型集成了完整的设计数据,可直接对接能耗模拟软件,快速完成多方案对比与优化,支撑设计决策的科学性。(3) 全生命周期信息集成价值: BIM可整合暖通设计、施工、运维各阶段信息,形成全生命周期数据库,实现设计信息的无缝传递与高效复用,提升项目整体管理水平。

## 2 BIM技术在暖通空调设计中的高效应用

### 2.1 设计阶段应用

(1) 负荷计算与设备选型优化: BIM技术可与EnergyPlus、DeST等专业能耗模拟插件深度融合,实现负荷计算的精准化与高效化。设计人员通过将BIM模型中的建筑围护结构参数、户型布局、朝向等基础数据直接导入能耗模拟软件,无需重复建模,大幅减少数据录入误差。软件可快速计算不同季节、不同工况下的建筑冷热负荷,结合当地气候参数生成详细的负荷分析报告。基于负荷数据,BIM模型能进一步联动设备数据库,自动匹配符合负荷需求的暖通设备型号,并对比不同设备的能耗、造价、运行效率等指标,为设备选型提供科学依据,避免传统经验选型导致的设备冗余或负荷不足问题<sup>[2]</sup>。(2) 管线综合与空间冲突检测: 在暖通空调设计中,管线布局复杂且需与给排水、电气等专业管线共用建筑空间,传统二维设计易出现管线交叉、碰撞等冲突。BIM技术的三维可视化特性可实现各专业管线的集成建模,通过ClashDetection(冲突检测)功能,自动识别暖通管线与梁、柱、墙体及其他专业管线的碰撞点,并生成冲突报告。设计人员可依据报告在模型中调整管线走向、标高或管径,优化管线布局方案,

确保管线安装空间充足且符合规范要求。同时,优化后的三维管线模型可直观呈现给施工团队,降低施工阶段因管线冲突导致的返工成本与工期延误。(3)参数化设计实现快速方案比选: BIM的参数化设计功能为暖通空调多方案比选提供了高效支撑。设计人员可通过设定管线规格、设备型号、系统布局等核心参数,建立参数化BIM模型。当需要对比不同设计方案时,只需修改对应参数,模型即可自动更新相关构件的尺寸、位置及关联数据,无需重新绘制整套图纸。例如,在空调水系统设计中,可快速切换同程式与异程式系统布局,通过模型集成的数据分析功能,对比两种方案的管线长度、阻力损失、能耗水平及造价差异,快速筛选出最优设计方案,显著提升设计决策效率。

## 2.2 协同设计应用

(1)与建筑、结构专业的实时数据交互: BIM平台打破了传统各专业孤立设计的壁垒,实现了暖通空调与建筑、结构专业的实时数据交互。建筑专业修改墙体位置、门窗尺寸,或结构专业调整梁、柱截面时,相关变更数据可实时同步至暖通BIM模型中,设计人员能及时发现变更对暖通管线布局、设备安装空间的影响,并快速做出适应性调整。反之,暖通设计中的管线布局需求也可实时反馈给建筑、结构专业,为建筑空间优化、结构构件布置提供参考,确保各专业设计协调统一,减少后期设计变更。(2)基于BIM平台的版本控制与协同工作流程: BIM协同平台具备完善的版本控制功能,可对暖通空调设计过程中的模型版本进行统一管理。各专业设计人员在平台上同步开展工作,对模型的修改操作会被自动记录,生成版本日志,便于追溯修改内容、修改人及修改时间。当出现设计争议时,可通过版本回溯查看历史设计状态,明确责任边界。同时,平台支持设计人员在线标注、评论,针对设计难点开展实时沟通,形成“建模-反馈-修改-确认”的闭环协同工作流程,大幅提升跨专业协作效率,确保设计信息传递的准确性与及时性<sup>[3]</sup>。

## 2.3 施工与运维阶段延伸应用

(1)4D施工模拟指导管线安装: BIM技术与时间维度结合形成的4D施工模拟,可有效指导暖通空调管线的安装施工。设计人员将优化后的暖通BIM模型与施工进度计划相关联,生成4D施工模拟动画,直观呈现管线安装的先后顺序、施工节点及关键工序要求。施工团队可依据模拟动画制定详细的施工方案,明确各阶段的施工任务与资源需求。同时,通过施工模拟可提前发现施工过程中可能出现的空间干扰、工序冲突等问题,提前制定应对措施,保障管线安装工作有序推进,提升施工效率

与施工质量<sup>[4]</sup>。(2)运维阶段设备信息查询与能耗监测接口: BIM模型在运维阶段可转化为暖通空调系统的运维管理平台,集成设备参数、安装图纸、检修记录、保修信息等全生命周期数据。运维人员通过平台可快速查询任意设备的型号、规格、生产厂家、安装位置等基础信息,为设备检修、维护提供精准依据。此外,BIM模型可对接建筑能耗监测系统,通过预留的数据接口实时采集空调机组、水泵、风机等设备的运行参数与能耗数据,生成能耗分析报表。运维人员可依据报表掌握系统运行状态,及时发现设备故障或能耗异常,优化设备运行策略,降低运维成本与能耗水平。

## 3 BIM技术在暖通空调设计中高效应用的关键支撑体系

### 3.1 标准化体系构建

(1)暖通专业BIM建模标准: 核心在于建立统一的族库与命名规则。族库需涵盖暖通系统常见设备、管线、阀部件等标准化构件,明确构件参数、材质、尺寸等核心属性,确保建模效率与模型一致性;命名规则需规范构件名称、专业代码、楼层信息等要素,实现模型构件的快速检索与识别,避免因命名混乱导致的信息错位。标准化建模可降低重复建模成本,为后续协同设计与数据流转奠定基础。(2)数据交付标准: 需遵循COBie、IDM等主流标准,明确暖通专业在设计、施工、运维各阶段的数据交付内容、格式与精度要求。COBie标准规范了建筑资产信息的分类与录入,便于运维阶段的数据复用;IDM标准定义了各阶段的业务流程与信息交换需求,保障跨专业、跨阶段数据传递的准确性。统一的数据交付标准可打破信息壁垒,提升全生命周期数据应用价值。

### 3.2 技术工具链整合

(1)主流BIM软件功能对比: Revit MEP兼容性强,可与多专业BIM模型无缝衔接,适合综合协同设计;MagiCAD专注于机电专业,管线综合与碰撞检测功能更精准,能耗分析模块更贴合暖通设计需求。需结合项目规模与设计重点选择适配软件,实现优势互补。(2)二次开发工具提升自动化水平: 借助Dynamo可视化编程工具,可实现管线批量布置、参数批量修改等重复性工作的自动化,大幅提升建模效率;通过API接口对接专业软件,可实现BIM模型与能耗模拟、造价计算等工具的数据流联动,减少人工数据录入误差,提升设计全流程的自动化协同水平<sup>[5]</sup>。

### 3.3 人员能力与组织管理

(1)跨专业BIM团队协同机制: 需建立常态化沟通会议与线上协同平台,明确建筑、结构、暖通等专业的职责边界与协作流程,制定问题反馈与解决的闭环机制,确保设计过程中信息实时同步、争议高效化解,提升跨

专业协作效率。(2) 设计师技能转型路径: 推动设计师从传统绘图思维向数据管理思维转变, 重点提升BIM软件操作、参数化设计、数据解读与分析能力。通过系统培训、项目实操、案例研讨等方式, 帮助设计师掌握全生命周期设计理念, 适应BIM技术驱动下的设计模式变革, 为高效应用提供人才保障。

#### 4 BIM技术在暖通空调设计应用中的挑战与对策分析

##### 4.1 技术层面挑战

(1) 模型精度与计算效率的平衡: 高精度BIM模型需承载海量构件参数与细节信息, 虽能提升设计准确性, 但会显著增加设备运算负荷, 导致能耗模拟、冲突检测等计算流程卡顿, 影响设计效率。若降低模型精度, 又可能遗漏关键细节, 引发后期施工隐患, 如何在两者间找到适配不同设计阶段的平衡点, 成为技术应用的核心难题。(2) 多软件数据兼容性问题: 暖通空调设计需联动BIM建模软件、能耗模拟软件、造价软件等多种工具, 不同软件的数据格式、编码规则存在差异, 易出现数据丢失、格式错乱等问题。例如Revit MEP模型导出数据对接EnergyPlus时, 部分构件参数无法完整映射, 需人工二次补录, 既增加工作量, 又可能引入误差。

##### 4.2 管理层面挑战

(1) 传统设计流程与BIM模式的冲突: 传统设计以二维图纸为核心, 各专业线性推进, 而BIM强调三维协同、全流程联动, 现有设计管理流程、岗位职责划分难以适配新模式。部分企业仍沿用传统项目管理机制, 导致BIM协同优势无法充分发挥, 甚至出现流程混乱、责任推诿等问题。(2) 知识产权与数据安全风险: BIM模型集成了设计方案、技术参数等核心知识产权成果, 在跨企业、跨专业协同过程中, 模型数据易被篡改、泄露或非法复用。同时, 云端协同平台的数据存储与传输环节也存在安全漏洞, 可能导致项目核心信息泄露, 引发知识产权纠纷与商业风险。

##### 4.3 应对策略建议

(1) 渐进式BIM实施路线图: 采用分阶段推进策略, 初期聚焦设计阶段的管线综合、负荷计算等核心场景, 采用中等精度模型平衡效率与精度; 中期拓展至跨专业协同设计, 完善建模与数据交付标准; 后期实现全生命周期BIM应用。同时配套开展分层次培训, 逐步优化管理流程, 降低模式转型阻力。(2) 行业级BIM平台建设构想: 构建统一的行业级BIM协同平台, 制定标准化数据接口与编码规范, 实现不同软件间的数据无缝对接。平台集成数据加密、访问权限管控等安全功能, 明确协同过程中的知识产权归属与使用规则。通过平台整合行业资源, 提供标准化族库、案例库等公共服务, 提升全行业BIM应用的规范化与安全水平。

#### 结束语

BIM技术以其数字化、集成化与协同化的显著优势, 为暖通空调设计注入了全新活力。它不仅有效解决了传统设计中的信息断层、管线碰撞等难题, 更通过精准的能效模拟与智能优化, 推动空调系统向高效节能、绿色低碳方向迈进。随着技术的持续深化与行业标准的完善, BIM必将在暖通空调设计领域发挥更大效能, 助力建筑行业实现数字化转型与可持续发展目标, 共创智慧、环保的未来建筑新生态。

#### 参考文献

- [1]刘洋恺.暖通空调设计中BIM技术运用分析[J].中国设备工程,2024(06):50-52.
- [2]祝立强.BIM技术在建筑给排水与暖通空调设计中的应用[J].科技创新与应用,2023,13(8):185-188.
- [3]贾妮娜.BIM技术在暖通空调工程设计中的应用研究[J].房地产世界,2022,(10):40-42.
- [4]林佳杰,林小闹.探究BIM技术在暖通空调设计中的应用[J].冶金管理,2021,(07):41-42.
- [5]钟雨帆.BIM技术在暖通空调设计中的应用初探[J].江苏建材,2022,(04):35-37.