

BIM 技术在暖通工程施工全过程管理中的应用与实效分析

刘 贺

河北杜邦石化工程设计有限公司，河北 石家庄 050000

[摘要]随着建筑行业的信息化与智能化进程不断加快，暖通工程作为建筑机电系统的重要组成部分，其施工质量直接关系到建筑物使用的舒适性、安全性和节能性。传统暖通施工在协调性、精确性及多专业协同管理方面存在一定不足，导致施工冲突频发、返工率较高、资源浪费明显。近年来，建筑信息模型（Building Information Modeling，简称 BIM）技术在暖通工程中的应用逐渐深入，能够通过三维可视化、参数化设计、信息集成和多专业协同等优势，实现施工全过程的管理优化。文中在分析 BIM 技术特征的基础上，从施工准备、施工实施到竣工运维等全过程角度系统阐述其在暖通工程中的具体应用场景与管理价值，并对实际应用效果进行综合分析。研究表明，BIM 能够显著提升暖通工程的碰撞检查效率、设备布置合理性及工期管理水平，有效降低施工成本，提高工程质量，为暖通工程建立更科学的全过程管理体系提供了技术支撑。最后，文中从技术深化、团队能力建设与行业标准完善等方面提出未来发展建议，以期促进 BIM 技术在暖通工程中的深度应用。

[关键词]BIM 技术；暖通工程；全过程管理；施工协同；可视化设计

DOI: 10.33142/ect.v3i12.18629 中图分类号: TU83 文献标识码: A

Application and Effectiveness Analysis of BIM Technology in the Whole Process Management of HVAC Engineering Construction

LIU He

Hebei Dubang Petrochemical Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the accelerating process of informatization and intelligence in the construction industry, HVAC engineering, as an important component of building electromechanical systems, directly affects the comfort, safety, and energy efficiency of building use in terms of construction quality. Traditional HVAC construction has certain shortcomings in coordination, accuracy, and multi-disciplinary collaborative management, resulting in frequent construction conflicts, high rework rates, and significant resource waste. In recent years, the application of Building Information Modeling (BIM) technology in HVAC engineering has gradually deepened, which can achieve management optimization of the entire construction process through advantages such as 3D visualization, parametric design, information integration, and multi-disciplinary collaboration. Based on the analysis of the characteristics of BIM technology, this article systematically elaborates on its specific application scenarios and management value in HVAC engineering from the perspective of construction preparation, construction implementation, and completion operation and maintenance, and comprehensively analyzes the actual application effects. Research has shown that BIM can significantly improve the collision detection efficiency, equipment layout rationality, and schedule management level of HVAC engineering, effectively reduce construction costs, improve project quality, and provide technical support for establishing a more scientific full process management system for HVAC engineering. Finally, the article proposes future development suggestions from the aspects of technological deepening, team capacity building, and industry standard improvement, in order to promote the deep application of BIM technology in HVAC engineering.

Keywords: BIM technology; HVAC engineering; whole process management; construction collaboration; visual design

引言

暖通工程在现代建筑工程中承担着空气调节、通风换气、冷热源输送及室内空气品质控制的重要功能，其施工过程涉及设备安装、管线布置、多工种交叉及系统调试等复杂环节。传统模式下，暖通施工常面临图纸信息不完善、专业交叉冲突频繁、施工计划难以实现动态管理等问题，导致施工风险增大，工程质量不稳定，工期延误现象突出。在建筑工业化、数字化转型背景下，BIM 技术因其可视化、参数化和信息集成的优势，为暖

通工程施工全过程管理提供了新的解决路径。BIM 能够在三维模型环境中实现设备与管线布置优化、施工顺序模拟、多专业协同及信息共享，大幅减少设计与施工偏差，提高施工效率和资源利用率。因此，探讨 BIM 在暖通工程全过程中的应用及其实际效果，对于提升工程管理水平、推动暖通工程行业升级具有重要意义。本文从暖通工程施工特点出发，分析 BIM 技术在各环节的具体应用方式，以期构建系统的 BIM 全过程管理框架，为实践提供理论支持。

1 BIM技术在暖通工程中的核心功能与应用价值

1.1 BIM 的可视化功能提升设计直观性

在暖通工程中，系统设备种类多、管线密集且走向复杂，二维图纸难以准确呈现空间布局。BIM 的三维可视化可将设备、管道与构件以真实比例呈现，使设计人员、施工单位与监理方在施工前即可对工程整体结构进行预判，显著减少理解偏差，提高图纸交底质量。此外，可视化模型能够模拟施工环境，帮助发现空间不足、管线拥挤等潜在问题，为设计优化提供依据。

1.2 参数化信息模型增强工程数据管理

BIM 的核心在于“信息”，其参数化模型可绑定设备规格、材料属性、制造厂家、维护周期等数据，实现暖通系统设备全生命周期管理。参数化信息的快速更新能力，使工程变更响应速度更快，减少重复绘制工作，实现施工过程中的数据一致性管理。同时，参数化信息还能为竣工后的运维阶段提供数据基础，提升设施管理效率。

1.3 多专业协同促进施工冲突减少

暖通工程施工常与给排水、电气及结构工程交叉繁多，传统协作方式难以有效避免碰撞。BIM 可通过构建多专业融合模型，实现不同专业间的实时协同检查。在三维环境中进行碰撞检测，可提前发现管线冲突、净高不足、设备检修空间受限等问题，并在施工前完成优化调整，有助于减少返工情况，降低工期风险。

2 BIM 技术在暖通工程施工准备阶段的应用

2.1 基于 BIM 的深化设计支持施工可行性分析

施工准备阶段需对设计图纸进行深化，以确保现场施工具备可执行性。BIM 深化设计可根据建筑结构限制，优化风管、冷媒管、给排水管线与电缆桥架的布置，提高空间利用率。在深化过程中，BIM 的参数化模型可快速调整管线尺寸、节点高度及设备位置，减少与建筑结构的冲突，提高设计合理性。

2.2 BIM 支撑预制加工与材料计划优化

随着装配式施工理念的发展，暖通管线与部分构件可以通过工厂预制来提高施工效率。BIM 模型可根据实际测算尺寸生成加工图，为预制厂生产提供数据依据。通过 BIM 生成材料用量表和加工单，可提高材料计划准确性，减少因现场测量误差导致的返工。此外，预制构件在 BIM 模型中的组装模拟可指导现场吊装与定位。

2.3 BIM 用于施工进度模拟与资源配置

施工准备阶段的进度计划对后续管理起关键作用。BIM 与 4D 进度管理技术结合，可将时间维度引入模型，实现施工顺序模拟。通过动态查看施工进度，可以识别资源冲突节点，提前制定劳动力与机械设备的配置方案，提升整体施工组织效率。

3 BIM 技术在暖通工程施工实施阶段的管理应用

3.1 BIM 支撑现场施工过程的质量控制

BIM 模型能够为现场施工提供精准定位，通过模型

测算实际安装位置，提高安装精度。施工人员可通过移动终端直接查看模型，实现可视化指导施工。此外，BIM 模型可对关键节点与隐蔽工程进行信息记录，使质量过程可追溯。施工监管人员可利用 BIM 检查是否按照模型进行安装，确保施工质量稳定。

3.2 BIM 与施工安全管控结合

暖通施工过程中涉及高空作业、设备吊装和多工种交叉作业，安全风险较为集中，管理难度较大。借助 BIM 技术构建施工场景安全模拟模型，可对施工环境进行直观展示，提前识别潜在危险源并评估风险程度。模型通过还原施工过程中的关键环节，清晰呈现高风险区域，为安全防护措施的制定提供可靠依据。临时支撑布置和作业路径在模型中得到优化，有助于减少设备运行与人员活动之间的冲突。施工前的安全模拟还能为管理人员提供决策支持，使防护方案更具针对性。BIM 模型在培训中的应用，使施工人员能够直观理解安全要求和操作规范，增强风险防范意识。通过将安全管理融入施工全过程，BIM 技术有效提升了暖通工程施工的安全水平和管理可靠性。

3.3 BIM 支撑施工动态协调与问题解决

施工实施阶段常伴随设计调整、材料供应变化以及现场实体与图纸不符等复杂情况，若信息传递不及时，容易引发返工和进度延误。BIM 模型在此过程中发挥了动态更新和统一管理的优势，变更内容能够及时反映在模型中，确保各参与方基于同一数据开展工作。依托 BIM 协同平台，施工单位、设计团队与监理人员可以共享问题清单和处理进展，对冲突部位和偏差情况进行直观定位和快速分析。模型所呈现的空间关系和构造信息，有助于相关人员高效制定调整方案，减少反复沟通带来的时间损耗。问题处理流程在平台上形成闭环管理，使责任划分和决策过程更加清晰透明。通过协同机制的持续运作，施工组织效率得到提升，沟通障碍明显减少，工程实施的稳定性和可控性显著增强。

4 BIM 技术在暖通工程施工后期与调试阶段的应用

4.1 BIM 在系统调试阶段的辅助作用

暖通系统安装完成后，需通过风量、水量、压力和温度等多项参数的综合调试，验证系统运行状态是否满足设计与使用要求。借助 BIM 模型，调试人员能够直观了解系统的整体拓扑结构，清晰掌握管网流向、设备布置及相互关系，从而更快定位调试重点。模型中集成的设备参数和控制逻辑信息，有助于准确判断运行偏差产生的原因，减少反复排查带来的时间消耗。调试过程中形成的各类数据可同步记录并关联至模型，构建完整的调试档案，为后续运行管理和故障分析提供可靠依据。通过模型与调试工作的结合，暖通系统由经验调试转向数据支撑下的精准调试，整体效率和调试质量均得到明显提升。

4.2 竣工模型构建与工程验收支持

在工程竣工阶段，形成准确、完整的模型记录是实现高质量交付的重要基础。BIM 技术能够在施工过程中持

续更新数据信息，将设计变更、现场调整和实际安装情况逐步整合，最终形成真实反映工程现状的竣工模型。该模型详细记录了设备规格参数、安装位置、管线走向以及检修与维护空间等关键信息，为工程验收提供直观、可靠的数据依据。验收人员通过模型即可全面了解工程实施情况，减少信息核对和现场复查的工作量。数字化模型的应用有效替代了大量纸质图纸整理和归档工作，提高资料管理的规范性和可追溯性。工程交付由传统的文件交接转变为数据化移交，使项目成果更加清晰完整，也为后续运维管理提供了高质量的基础数据支撑。

4.3 BIM 在运维管理中的价值衔接

暖通系统运维在建筑全生命周期管理中占据重要位置，其管理水平直接影响建筑运行效率与能耗水平。基于 BIM 构建的运维模型与楼宇自控系统联动后，可将设备运行状态以直观方式呈现，使运行参数、报警信息和能耗情况清晰可见。运维人员借助模型能够快速定位故障设备，获取对应的检修流程、备品备件信息和维护记录，减少排查时间，提高维修响应效率。模型所集成的设备属性和历史运行数据，为设备状态评估提供了可靠依据，有助于识别潜在故障风险并开展预防性维护。通过对运行数据的持续分析，可逐步实现设备健康监测与寿命预测，为合理安排检修计划和优化运行策略提供支持。BIM 技术在运维阶段的深入应用，使暖通系统管理由被动处理向主动管控转变，为建筑节能和稳定运行奠定坚实基础。

5 BIM 技术在暖通工程应用中的效益分析与优化策略

5.1 BIM 对施工成本与工期的优化提升

在暖通工程中引入 BIM 技术后，工程实施过程中的返工现象明显减少。通过在施工前完成管线碰撞检查和深化设计，各专业之间的冲突问题能够被提前识别并妥善解决，避免在现场施工阶段频繁修改方案，从而有效控制材料浪费。施工进度模拟为施工组织提供了直观依据，使工序衔接更加合理，资源配置更加精准，有助于降低工期延误风险。基于模型的数据支撑，预制加工比例不断提高，部分构件在工厂内完成生产，减少了现场安装工作量，提高了施工效率和质量稳定性。施工过程由经验驱动转向数据驱动，使成本控制更加可预期和可管理。通过设计、生产与施工环节的协同优化，BIM 技术在提升暖通工程管理水平的同时，实现了整体成本的有效降低。

5.2 BIM 提升工程协同与管理效率

多专业协同平台的建设显著提升了工程项目信息的透明度，使各参与方能够在统一环境中获取准确、完整的数据资源。信息共享机制的完善，有效减少了因信息不对称带来的沟通障碍，降低了协调成本，提升了决策效率。BIM 技术通过统一的数据模型，优化了施工信息的传递路径，使设计变更、施工进度和质量控制等关键信息能够在设计、施工与监理等主体之间实时更新。工程参与方基于同一数据源开

展工作，有助于避免理解偏差和重复沟通，提高协同作业的准确性。信息传递效率的提升，使问题能够在早期阶段被发现并解决，减少后期调整带来的时间和成本损失。多专业协同平台在增强管理可控性的同时，也推动工程管理方式由分散走向集成，为项目高质量实施提供坚实支撑。

5.3 未来 BIM 在暖通工程中的优化发展方向

尽管 BIM 技术在暖通工程中已展现出良好的应用成效，但在实际推广过程中仍面临标准不统一、团队能力参差不齐和数据协同不足等问题。缺乏完善的行业规范容易导致模型质量不一致，影响信息共享和应用深度。从业人员对信息化工具的理解和运用水平，直接关系到 BIM 技术价值的发挥。提升专业人员的数字化素养，有助于推动 BIM 在设计、施工和运维环节的深度应用。技术融合将成为未来发展的重要方向，BIM 与物联网、人工智能等技术结合，可实现设备运行状态的实时感知和智能分析，推动暖通系统管理向更加智能化转变。全过程成本管理的引入，使工程投资、变更和运维费用能够在模型中得到动态反映，为决策提供更加精准的数据支持。通过体系建设与能力提升的协同推进，BIM 技术在暖通工程中的应用将更加成熟和高效。

6 结论

BIM 技术凭借可视化建模、信息集成与协同管理等特征，为暖通工程施工全过程提供了系统化、精细化的管理手段。在工程设计阶段，BIM 模型能够直观呈现管线布置和设备关系，辅助设计人员发现冲突问题并进行优化调整，提升方案的合理性与可实施性。施工过程中，基于模型的施工组织与进度管理有助于提高现场协调效率，减少返工和资源浪费，保障施工质量稳定可控。运维阶段通过模型整合设备参数和运行数据，为后期维护和能效管理提供可靠支撑。实践研究表明，BIM 的应用在提升工程管理效率的同时，有效降低了综合成本并缩短建设周期。在智能建造与数字化转型持续推进的背景下，BIM 在暖通工程领域的价值将进一步凸显。通过加强技术融合应用、提升团队数字化能力并完善行业标准体系，暖通工程建设与管理模式将朝着更加智能、高效和可持续的方向发展。

[参考文献]

- [1]陈建华,赵立军.BIM 技术在机电工程中的应用研究[J].建筑技术开发,2019,46(7):112-115.
- [2]李晓峰,郑海翔.基于 BIM 的建筑机电深化设计方法分析[J].建筑科学,2020,36(4):88-93.
- [3]王志强,刘朋飞.BIM 技术在暖通施工管理中的应用优势探析[J].建筑机电,2018,32(6):54-59.
- [4]何涛,李鹏.BIM 与机电安装工程协同管理研究[J].施工技术,2021,50(10):37-42.
- [5]张文娟,孙浩.BIM 技术对建筑工程管理模式的影响研究[J].工程管理学报,2020,34(3):44-51.

作者简介：刘贺（1985.9—），男，汉族，毕业院校：华北电力大学；现就职单位：河北杜邦石化工程设计有限公司。