

基于 BIM 技术的土建施工与设备安装协同研究

文 / 方 涛 营特国际工程咨询集团有限公司

解来尊 营特国际工程咨询集团有限公司

摘要：随着建筑信息模型（BIM）技术的快速发展，其在土建施工和设备安装领域中的应用逐渐深入。本文探讨了BIM技术在土建施工与设备安装中的具体应用及其带来的协同效应，旨在通过技术整合提升工程项目的效率和质量。研究通过分析BIM在规划、设计、执行及维护各阶段的应用，揭示了其在促进跨专业团队协作、优化资源配置、提高安全性能等方面的优势。结果表明，BIM技术的应用不仅改善了施工与安装的质量和速度，还显著提升了项目管理的整体效率。

关键词：BIM技术；土建施工；设备安装；协同作业；效率优化

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.03.017

引言

BIM技术作为一种创新的信息模型技术，已被广泛应用于建筑行业，特别是在土建施工和设备安装领域。在传统的施工和安装过程中，由于信息不对称和沟通不畅，常常导致资源浪费和施工延误。BIM技术通过提供一个共享的信息平台，使得项目参与者能够实时访问、更新和共享项目信息，从而显著提高工程项目的透明度和各方的协作效率。此外，BIM的三维可视化功能有助于各专业人员提前发现设计与施工中的潜在冲突，进一步优化施工计划和资源配置，降低项目风险。在全球范围内，越来越多的建筑项目和企业开始实施BIM技术，以期提升建筑项目的质量与管理水平，实现建筑行业的现代化和数字化转型。

一、BIM技术在土建施工中的应用

（一）项目规划与设计阶段的BIM应用

BIM技术的三维建模与可视化功能，是通过高级软件如Autodesk Revit和Navisworks来实现的。这些软件能够创建精确的建筑模型，不仅包括了建筑的几何形状，还涵盖了相关的工程数据。在三维模型的帮助下，设计师可以进行更加详细的光照分析、能源分析以及结构分析，使用这些模型，可以在设计阶段就预见到可能的设计冲突，如管道与梁的空间冲突，从而提前进行调整。例如，使用Autodesk Revit 2022进行三维建模时，设计师可以利用其内置的冲突检测工具，实时发现和解决设计中的问题^[1]。此外，通过BIM 360 Glue，项目参与者可以远程访问模型，实现项目信息的实时更新和共享，大大提高了团队的协作效率。

施工仿真和进度管理通常使用4D BIM技术，其中“4D”代表时间维度。通过软件如Synchro PRO进行4D仿真，项目管理者可以模拟整个建造过程，按计划时间

线展示施工活动的进度。这种仿真不仅显示施工过程，还能帮助调整进度，优化资源配置。

在施工仿真中，利用例如Leica BLK360的激光扫描仪对现场进行实时扫描，可以获取高精度的现场数据，将这些数据与BIM模型进行比较，可以确保施工质量与设计的一致性。这些技术结合可以显著减少项目延期和成本超支，提高施工效率。

（二）施工执行阶段的BIM应用

在施工执行阶段，BIM技术的应用主要集中在资源的优化配置上。使用如Autodesk BIM 360 Field的工具，施工经理可以在移动设备上查看BIM模型，实时监控施工进度和资源使用情况，及时调整人力和机械资源。例如，BIM模型可以显示特定时间内各工区需要的具体材料和工人数量，管理者可以根据这些数据调整资源分配，避免资源浪费。

高级的BIM系统还可以与物联网（IoT）设备如智能传感器和RFID标签结合使用，实时跟踪材料的位置和状态，确保材料按需供应，避免现场过度堆存，这些技术的应用显著优化了物流管理和成本控制。

利用BIM技术进行风险管理和安全监控是通过集成环境、健康和安全管理（环境、健康及安全，EHS）信息实现的。通过如Bentley Systems提供的软件，结合BIM技术，可以创建详尽的安全规划模型，其中包括安全通道、危险区域标识和应急出口信息。

此外，通过与现场安装的摄像头和传感器相结合，BIM模型可以实时监控施工区域的安全状况。例如，安装在重要施工区域的摄像头可以通过图像识别技术检测安全帽佩戴情况，及时警告未采取适当安全措施工人，预防事故的发生。这种实时监控和预警系统极大提升了施工现场的安全水平，减少了工伤事故的发生率。

通过这些先进的技术和工具，BIM技术在土建施工的各个阶段发挥着至关重要的作用，不仅提升了施工的效率 and 安全性，也为项目管理带来了革命性的改进。

以图1的5D BIM技术在施工阶段的应用流程为例，其中包括多个关键组件。基于现有的3D模型，进行施工计划和成本估算的集成，形成5D模型。这个模型不仅包括传统的3D空间信息，还整合了时间（进度）和成本信息，使项目管理更加全面和高效。

图中展示了从3D模型和成本预算输入到最终的风险管理和安全监控的整个流程。这包括项目进度管理、质量管理、材料管理、成本管理和安全管理等多个方面，每个部分都是相互关联的，共同支持施工项目的高效执行。

通过这种方式，5D BIM帮助项目团队实现了更高水平的信息整合和资源优化，确保施工阶段的各个环节能够高效、安全地运作。

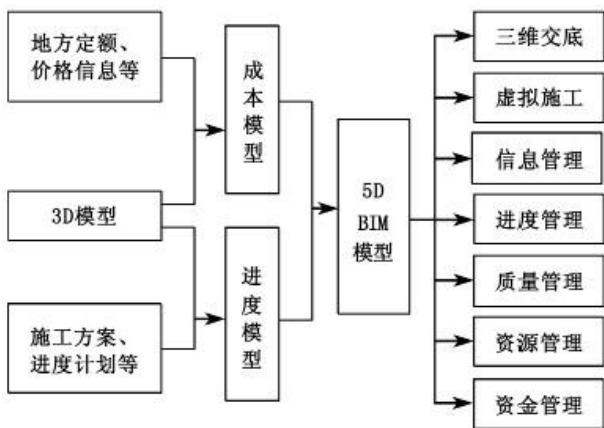


图1 施工阶段BIM应用流程

(三) BIM与施工质量管理

在BIM环境下构建的质量监控体系利用了先进的技术和软件工具来确保施工项目的质量符合预设标准。使用Autodesk Navisworks和Solibri Model Checker这类软件，施工团队能够实现项目设计与施工规范之间的全面一致性检查。这些软件能够自动检测模型中的设计偏差和潜在的施工错误，在问题发展成昂贵的更正操作之前及时发现和解决它们。

此外，利用激光扫描技术，如Leica BLK360，可以快速捕获现场的实际情况并与BIM模型进行比对。这种方法不仅加快了数据收集过程，还提高了精度，确保施工质量的持续监控和控制。通过与BIM模型的持续对比，项目团队可以实时跟踪施工进度与质量，及时发现与设计模型不符的情况。

实施BIM技术还可以优化质量问题的反馈与处理流

程。使用基于云的BIM平台，如Autodesk BIM 360，项目参与者可以在任何设备上实时访问项目数据，大大提高了问题通报和解决的速度^[2]。当现场检测到质量问题时，通过移动设备立即上传到BIM系统中，相关责任人员可以迅速接收到通知，并采取相应措施。

BIM 360 Field功能允许现场工作人员使用平板电脑或智能手机拍摄问题区域的照片，直接标注在数字模型上，详细记录问题发生的具体位置和情况。这种信息的即时共享和反馈机制不仅加快了问题解决的过程，还提升了整个项目团队在质量控制方面的协作效率。

通过这些高级的设备和软件工具，BIM技术不仅使施工质量管理更加系统和自动化，还通过实时数据流通和通信，确保了质量问题可以迅速被识别和解决。这样的系统提升了整个建筑项目的质量保证能力，减少了因质量问题导致的返工和成本增加。

二、BIM技术在设备安装中的应用

(一) 设备预安装阶段的BIM模拟

使用BIM技术进行设备预安装阶段的模拟主要涉及确保设备在安装前与建筑空间的完美协调。软件如Autodesk Revit和Tekla Structures允许设计师创建详细的三维模型，这些模型不仅显示设备本身的尺寸和形状，还能展示其在建筑环境中的确切位置。通过这种三维可视化，技术团队能够预见并解决空间利用冲突，如通风系统与结构梁之间的干扰问题。

此外，利用Navisworks Manage进行冲突检测，设计师和工程师可以在设备安装前进行虚拟测试，确保所有元素在物理空间中的适配性，从而避免安装过程中的结构修改和时间延误。

安装序列的规划对于设备安装的效率和安全性至关重要。使用软件如Synchro 4D可以模拟整个安装过程，规划出最有效的安装顺序和路径^[3]。这不仅包括设备移动到到位的路径，还涉及需要临时移除的建筑部件或其他设备。这种模拟能帮助项目管理团队优化工人的工作流程，减少设备安装过程中的物理碰撞风险和时间浪费。

(二) 安装执行阶段的BIM监控

在设备安装执行阶段，实时监控是确保安装质量和进度的关键。通过BIM 360 Field，现场工程师可以使用平板电脑或智能手机实时更新安装进度，这些数据会自动与中央BIM模型同步。此外，采用IoT设备，如智能传感器，可以装置在关键部件上，实时传输数据至监控系统，提供关于设备状态和工作环境的即时反馈，例如温度、压力或振动水平。

这些技术的应用不仅提高了监控效率，还使问题诊

断更为迅速，支持更精确的质量控制。

通过集成的BIM系统，任何安装问题都可以在发生后立即被识别并记录。使用Bentley Systems的MicroStation，可以细致地修改设计图纸，并实时更新给所有项目参与者。这种即时更新确保所有团队成员都能快速响应变更，适时调整安装计划和方法，极大减少因等待设计确认而导致的停工时间。

（三）后期设备维护与BIM数据的利用

BIM模型在设备安装后继续发挥作用，特别是在设备维护和运行管理中。集成了设备传感器的BIM系统可以持续收集运行数据，例如Siemens的智能传感器可以监测和记录设备的能耗和性能参数^[4]。利用数据分析软件，如Tableau或Power BI，这些数据可以被分析以识别潜在的效率改进点或故障预测。

基于收集的设备数据，BIM技术可以帮助设施管理团队制定预防性维护计划。使用BIM模型中的数据与维护软件如Maximo集成，管理者可以根据设备的实际使用情况和性能历史来计划维修工作，从而优化维护周期，减少设备故障率和维护成本。

三、土建施工与设备安装的BIM协同优化策略

（一）协同工作流程的设计与实施

BIM技术强化了跨专业团队间的通信与协作，通过集中的数据平台实现信息的透明共享。项目中涉及的建筑师、工程师、施工团队和设备供应商能够通过共享的BIM模型实时访问项目信息，包括设计变更、进度更新和问题反馈。这种整合通信方式显著减少了信息孤岛现象，确保所有利益相关者对项目状态有清晰且一致的理解，从而提高决策的速度和质量。

利用BIM技术，可以设计更为精细的工作流程，实现任务自动化和优先级管理。例如，通过自动化的工具如Revit和Navisworks，可以预设任务触发条件，当达到特定的设计阶段自动通知相关人员进行下一步工作^[5]。这种流程自动化不仅提高了工作效率，还减少了人为错误，优化了整个项目的运行周期。

（二）案例研究

研究的是一个项目规模为20万平方米的科技园，总投资约12亿元，主要参与方包括建筑公司A、工程咨询公司B和多个设备供应商。

在项目实施过程中，各项目方采取了以下实施：一是全面采用BIM技术，从设计阶段到施工和设备安装。二是建立基于云的BIM平台，所有项目参与者均可实时访问和更新项目数据。三是设置自动任务触发和进度跟

踪系统，确保项目按阶段顺利推进。

评估标准如下：项目延误率：与传统项目管理方法相比，项目延误的发生率。成本超支率：项目最终成本与预算的比较。质量非一致性报告：施工和安装过程中发现的质量问题数量。实施结果如表1所示：

表1 实施结果对比

指标	预期目标	实际结果	改进百分比
项目延误率	25%	10%	60%
成本超支率	20%	5%	75%
质量问题报告数量	150	30	80%

通过BIM技术的协同优化策略，该科技园项目在多个关键性能指标上均显示出显著改进。项目延误率和成本超支率的大幅下降主要归因于协同工作流程的优化和实时的通信协作平台。质量问题的显著减少则说明BIM技术在设计准确性和施工监控方面的高效性。

这一案例证明了BIM技术在大规模项目中实施的有效性，特别是在提高跨专业团队的协作效率、优化项目管理流程和提升建设质量方面的积极影响。

结语

BIM技术的集成应用显著推动了建筑行业向更高效、更精确的项目管理进步。通过实时数据共享和自动化工作流程，项目团队能够在复杂的建设环境中更好地协作和适应变化，确保施工和设备安装过程的高效性与准确性。这种技术进步不仅优化了资源利用，减少了浪费，而且提升了整个行业对于质量控制和项目交付时间的期望标准。随着技术的不断发展和优化，BIM有望成为推动全球建筑行业创新的关键驱动力。

参考文献

- [1] 杨瑞潼. BIM技术在建筑智能化建造中的应用[J]. 居舍, 2024, (31): 40-43.
- [2] 宋京京. 土建工程中的信息化建设与BIM技术集成应用研究[J]. 绿色建造与智能建筑, 2024, (10): 73-75.
- [3] 段太武, 何勇, 张殿彪, 等. 基于BIM技术的大型地下室综合管线优化设计与施工实践研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (17): 79-81.
- [4] 林嘉祺. 土建施工深化设计中BIM技术应用与工序协调探究[J]. 新城建科技, 2024, 33(07): 164-166.
- [5] 曾尉. BIM技术在装配式制冷机房深化设计上的应用[J]. 重庆建筑, 2024, 23(07): 28-29+45.