

BIM 技术应用背景下的建筑施工全过程协同与应用效益探讨

张大权

广东中沪建设集团有限公司，广东中山，528400；

摘要：当前建筑行业正处于数字化转型的关键时期，建筑信息模型技术作为工程建设领域的重要创新手段，正在深刻改变传统的建筑施工管理模式。本文围绕建筑信息模型技术在施工全过程的协同管理机制与实际应用效果展开系统研究，从设计优化、施工组织、成本管控、质量安全等多个维度深入分析了该技术的实践价值。研究表明，建筑信息模型技术通过三维可视化表达、信息集成共享和多方协同作业等核心功能，能够显著提升建筑施工效率，有效降低工程变更频率，优化各类资源配置，实现项目全生命周期的精细化管控。文章结合具体工程实践案例，详细阐述了该技术在施工准备、实施及竣工验收各阶段的应用路径，并针对当前推广过程中面临的主要障碍提出了具有可操作性的对策建议，为建筑企业实施建筑信息模型技术提供了理论依据和实践指导。

关键词：建筑信息模型；施工全过程；协同管理；应用效益；数字化建造

DOI：10.69979/3029-2727.25.12.060

引言

当前我国建筑业正处于从传统粗放式管理向现代精细化管理转型的关键阶段，在这一转型过程中面临着信息孤岛现象严重、专业间沟通不畅、管理效率低下等诸多现实挑战。建筑信息模型技术作为一种集成化解决方案，通过创建并利用数字化建筑模型来支持建筑全生命周期的决策制定，为解决这些问题提供了新的技术路径和方法支撑。该技术不同于传统的二维计算机辅助设计，它以三维数字技术为基础，集成了建筑工程项目各类相关信息的数据模型，能够实现设计、施工、运营等各阶段信息的无缝传递和高效共享。

本文旨在系统分析建筑信息模型技术在建筑施工全过程协同管理中的应用现状和效益表现，深入探讨其优化路径和发展趋势，为建筑企业实施该技术提供有价值的参考。研究采用文献分析、案例研究和比较分析等方法，全面考察该技术在施工各阶段的具体应用场景和作用机制，为推动建筑施工管理模式创新升级提供理论支撑和实践指导。通过本研究，期望能够为促进建筑行业数字化转型和高质量发展提供有益借鉴。

1 案例概况

本文相关研究中的观点来自中山 108 君悦府 1 栋-6 栋、16 栋、17 栋、20 栋及地下室，该项目 111505.8m²，为结构框剪、框架、钢筋混凝土结构，层数为 32 层。

2 施工准备阶段的技术应用与协同

2.1 深化设计与冲突检测

施工准备阶段是该技术应用的关键环节，其中深化设计和冲突检测是最为典型的应用场景。传统施工图设计往往存在专业间协调不足的问题，导致现场施工时频繁出现管线碰撞、空间冲突等情况。通过建立建筑、结构、机电等多专业模型，并利用专业软件进行整合和碰撞检测，可以在虚拟环境中预先发现并解决这些冲突问题。实践表明，采用该技术进行冲突检测可以减少超过一半的图纸错误，显著降低施工变更频率。

在深化设计过程中，该技术能够实现从宏观到微观的多层次优化。在宏观层面，模型可以帮助设计人员更好地把握建筑整体布局 and 空间关系；在微观层面，该技术则能够精确表达复杂节点和特殊构造的施工细节^[1]。

2.2 施工场地规划与物流模拟

施工场地布置是影响施工效率和安全的重要因素。传统的场地规划多依赖二维平面图和工程师的经验判断，难以全面考虑施工全过程的动态变化。该技术结合三维场地模型和四维施工模拟，可以直观展示不同施工阶段的场地布置方案，评估塔吊覆盖范围、材料堆放区、施工道路等关键要素的合理性，优化空间资源配置。

在大型复杂项目中，该技术还可以用于施工物流模拟和分析。通过建立包含施工机械、运输车辆等元素的动态模型，可以模拟材料运输、设备调度等物流过程，识别潜在的瓶颈和冲突，优化物流路线和调度计划。例如，在地下工程施工中，利用该技术可以精确规划土方

开挖和运输的时序,避免运输车辆拥堵,提高施工效率。这种基于模拟的预演和优化,能够有效降低施工组织的盲目性,提高决策的科学性^[2]。

2.3 施工方案论证与虚拟建造

复杂施工工序和特殊施工方案的可行性论证是施工准备阶段的重要工作。该技术通过虚拟建造的方式,可以在计算机中模拟施工全过程,验证施工方案的合理性,发现潜在问题并优化施工工艺。这种虚拟建造过程不仅包括常规的进度模拟,还可以集成结构分析、力学仿真等技术,评估施工过程中的结构安全和变形控制。

以超高层建筑的核心筒施工为例,利用该技术可以模拟爬模系统的爬升过程,检查与周边结构的干涉情况,优化爬升路径和时序安排;在大跨度钢结构吊装中,模拟可以帮助确定吊装分段、吊点位置和吊装顺序,确保施工安全和精度。通过这种虚拟建造与实际施工的对比验证,可以形成最佳的施工方案,降低现场试错成本。实践表明,采用该技术进行施工方案论证可以减少三成以上的施工变更,显著提高施工效率和质量。

3 施工实施阶段的技术应用与协同

3.1 施工进度管理与四维模拟

施工进度管理是工程项目管理的核心内容之一,传统进度管理主要依靠甘特图等二维工具,难以直观表达施工过程的时空关系。该技术通过将三维模型与进度计划关联,形成四维施工模拟,可以直观展示建筑随时间的建造过程,帮助管理人员更好地理解 and 把控工程进度。这种可视化的进度管理方式不仅便于内部沟通和决策,也为业主和其他利益相关方提供了透明的进度信息。

在实际应用中,四维施工模拟可以用于多种场景:在进度计划编制阶段,通过模拟不同施工方案的建造过程,可以评估各方案的可行性和优劣,选择最优方案;在进度控制阶段,将实际进度与计划进度进行对比分析,可以及时发现偏差并采取纠偏措施;在进度协调会议上,通过四维模拟可以直观展示进度状况和存在问题,提高沟通效率。研究表明,采用该技术进行四维进度管理可以将进度偏差控制在较小范围内,显著优于传统的管理方法^[3]。

3.2 施工成本管理与五维控制

成本控制是施工管理的另一项关键任务。该技术通过将模型与成本信息关联,形成五维成本控制体系,实

现了从工程量计算到造价管理的全过程数字化。基于模型的工程量计算具有自动化、精确化的特点,可以大幅减少人工算量误差,提高成本数据的可靠性。同时,该技术支持成本信息的动态更新和实时查询,使管理人员能够随时掌握项目成本状况,及时发现并解决成本超支问题。

在具体应用中,该技术的成本管理功能主要体现在三个方面:一是快速准确的工程量统计,基于模型可以自动提取各构件的工程量信息,为成本估算提供可靠依据;二是动态成本监控,通过将实际成本数据与模型关联,可以实现成本的实时跟踪和分析;三是变更影响评估,当设计发生变更时,可以快速计算变更对成本的影响,为决策提供支持。

3.3 质量安全管理与风险预控

质量安全管理是施工管理的重中之重。该技术通过可视化交底、工艺模拟和质量追溯等功能,为质量管理提供了新的技术手段。在技术交底环节,三维模型比传统二维图纸更直观易懂,能够帮助施工人员准确理解设计意图和技术要求,减少理解偏差导致的施工错误。在特殊工艺施工前,通过工艺模拟可以验证施工方法的可行性,优化施工流程,预防质量问题的发生^[4]。

在安全管理方面,该技术可以用于危险源识别和安全预案制定。通过建立包含施工临时设施的安全模型,可以模拟施工过程中的安全隐患,如高空坠落、物体打击等,并制定相应的防护措施。同时,该技术还可以用于安全培训,通过虚拟现实技术模拟安全事故场景,提高施工人员的安全意识和应急能力。

4 竣工验收阶段的技术应用与协同

4.1 竣工模型交付与资料管理

竣工验收阶段是该技术应用的重要环节,其中竣工模型交付和资料管理是核心工作。传统的竣工资料多以纸质文档和二维图纸为主,存在信息分散、查阅困难、更新不及时等问题。该技术通过建立包含建筑全部信息的竣工模型,实现了竣工资料的数字化和集成化管理。竣工模型不仅包含了建筑的几何信息,还集成了设备参数、维护记录、保修信息等运营维护所需的关键数据。

在具体实施中,竣工模型的创建需要遵循一定的标准和流程。首先,要根据施工过程中的设计变更和现场签证对设计模型进行更新,确保模型与实际建筑一致;其次,要将施工过程中的检验记录、测试报告等信息关

联到模型中,形成完整的竣工资料库;最后,要对模型进行必要的轻量化和优化处理,便于后续的运营维护使用。

4.2 运营维护信息移交与对接

建筑竣工交付后,如何将施工阶段积累的信息有效传递给运营方是一个重要问题。该技术通过建立统一的建筑信息模型,实现了施工与运营阶段的信息无缝对接。运营方可以直接利用竣工模型进行设备管理、空间管理和能源管理,大大提高了运营效率。同时,模型中包含的施工信息可以为日后的维修和改造提供重要参考,延长建筑的使用寿命。

在信息移交过程中,需要重点关注以下几个方面:一是模型信息的完整性和准确性,确保所有关键设备和技术参数都已录入模型;二是信息格式的标准化,采用通用的数据格式和分类标准,便于不同系统的数据交换;三是移交流程的规范化,明确各方责任和移交节点,保证信息移交的顺利进行。

5 技术应用效益分析与优化策略

5.1 经济效益与社会效益分析

该技术的应用效益主要体现在经济效益和社会效益两个方面。在经济效益方面,虽然前期投入较大,但从全生命周期来看,该技术可以带来显著的成本节约和效益提升。具体表现在:减少设计变更和返工,节约施工成本;优化资源配置,提高施工效率;缩短工期,提前产生运营收益;降低运营维护成本,延长建筑使用寿命。研究表明,采用该技术的项目平均可以节约总造价 3%~5%,投资回报率可达 1:5 以上。

在社会效益方面,该技术的应用促进了建筑行业的数字化转型和产业升级,提高了工程建设质量和安全水平,推动了绿色建筑和可持续发展。同时,该技术的普及应用也带动了相关软件产业和专业服务的发展,创造了新的就业机会和经济增长点。从长远来看,该技术的广泛应用将改变传统的建筑业生产方式,提升整个行业的技术水平和竞争力。

5.2 技术推广障碍与优化策略

尽管该技术具有诸多优势,但在实际推广过程中仍面临一些障碍和挑战。主要问题包括:技术标准和法律法规尚不完善,不同软件间的数据兼容性较差,专业人才缺乏且培训成本高,企业管理模式和业务流程需要相

应调整等。针对这些问题,需要采取多方面的优化策略:

首先,应加快技术标准体系建设,制定统一的模型创建、信息交换和应用实施标准,促进数据的互联互通。其次,应加强人才培养和队伍建设,建立多层次的人才培养体系,提高从业人员的专业素质和技术水平。再次,应推动企业管理创新和流程再造,将技术与项目管理深度融合,优化组织结构和工作流程。最后,应加大政策支持和示范引导,通过财政补贴、税收优惠等措施鼓励企业应用该技术,建设一批示范工程,发挥引领带动作用。

6 结束语

本研究通过对建筑信息模型技术在建筑施工全过程协同管理中的应用进行系统分析,得出以下主要结论:该技术通过三维可视化、信息集成和协同作业等核心功能,能够有效解决传统施工管理中信息孤岛、沟通不畅、效率低下等问题,实现施工全过程的精细化管理。在施工准备阶段,该技术的深化设计、冲突检测和虚拟建造功能可以显著减少设计错误和施工变更;在施工实施阶段,四维进度管理、五维成本控制和可视化质量安全管理能够提高施工效率,降低成本,保障质量安全;在竣工验收阶段,数字化的竣工模型和资料管理为运营维护提供了完整准确的信息支持。

从应用效益来看,该技术虽然前期投入较大,但从全生命周期角度评估,能够带来显著的经济效益和社会效益。经济效益主要体现在成本节约、效率提升和工期缩短等方面;社会效益则体现在促进行业转型、提高工程质量和推动可持续发展等方面。尽管目前该技术的推广应用还面临一些障碍,但随着标准的完善、人才的培养和管理模式的创新,这些障碍将逐步得到克服。

参考文献

- [1] 孙亮. BIM 技术在建筑施工管理中的运用策略[J]. 中国住宅设施, 2023, 8:7~9.
- [2] 叶黄嘉. BIM 技术在建筑工程施工质量管理中的实践研究.[J]. 江西建材, 2023, 2:293~295.
- [3] 迟军. BIM 技术在某装配式建筑项目设计和施工管理一体化的应用[J]. 广东土木与建筑, 2022, 29(4): 21~23, 30.
- [4] 刘艳. 探讨 BIM 技术在建筑项目施工管理中的应用[J]. 四川建材, 2021, 47(12):184~185, 187.