

基于 BIM 的装配式建筑工程施工进度管控方法研究

文 / 沈 伟 华理监理咨询有限公司

摘要：为探究基于 BIM 的装配式建筑工程施工进度管控方法，剖析了 BIM 技术在施工进度管控中的优势，包括提高可视化与透明度、提升资源调配与利用率、促进信息共享与协同、增强动态调整与应对能力以及实现精准预测与风险预警。同时，探讨了基于 BIM 的装配式建筑施工进度管控面临的装配式建筑施工复杂性、信息集成与数据共享、进度控制动态变化、资源协调与优化、施工风险管理难度等挑战。进而研究了 BIM 在项目规划、进度跟踪监控、资源调配协调、施工数据分析预测以及风险管理等方面的应用。结果表明，基于 BIM 的管控方法对装配式建筑施工进度管理意义重大，有望提升施工进度管控水平，推动行业发展。

关键词：BIM；装配式建筑；施工进度；管控方法；信息化管理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.028

引言

随着建筑行业向绿色、高效方向发展，装配式建筑凭借其环保、施工快等优势，在建筑领域的应用日益广泛。施工进度作为装配式建筑项目成功交付的关键因素之一，直接影响着项目成本、质量以及各方利益相关者的满意度。然而，装配式建筑施工过程复杂，涉及设计、生产、运输、装配等多个环节，传统进度管控方法难以满足其精细化管理需求。BIM 技术作为一种数字化工具，能整合建筑全生命周期信息，为解决装配式建筑施工进度管控难题带来了新契机。在此背景下，深入研究基于 BIM 的装配式建筑工程施工进度管控方法，对于提升行业施工管理水平，推动装配式建筑可持续发展具有重要的现实意义。

一、BIM 技术在施工进度管控中的优势

（一）提高施工进度的可视化和透明度

在传统的施工进度管理中，多以二维图纸和文字报表来呈现进度计划，对于复杂的装配式建筑工程，相关人员难以直观、全面地理解施工过程和进度状况。而 BIM 技术构建的三维模型，能将施工进度与建筑模型相结合，以 4D（三维模型加时间维度）的形式展示项目进度。通过不同颜色、透明度等方式区分不同施工阶段和进度状态，项目管理人员、施工人员以及业主等各方，都能清晰看到各个施工环节的时间节点、当前进度以及未来施工计划。例如，在装配式建筑的构件吊装环节，借助 BIM 模型可直观展示不同类型构件的吊装顺序、时间安排以及实际吊装进度，一旦某个环节出现延误能迅速被察觉，各方可及时沟通协调大大加快了施工进度的透明度，避免信息不对称导致的进度延误。

（二）提升施工资源的合理调配与利用率

装配式建筑施工涉及大量的人力、物力和财力资源。BIM 技术可以根据施工进度计划，精确计算各阶段所需的资源量。通过对资源的详细分类和模拟分析，如混凝土、钢材等材料的用量，施工设备的使用时间和频率，以及劳动力的投入数量和工种需求等，实现资源的合理调配。以施工设备为例，利用 BIM 技术可提前规划塔吊、起重机等大型设备的使用时间和作业范围，避免设备闲置或冲突，提高设备利用率降低租赁成本。同时，根据 BIM

模型对材料的统计分析，能优化材料采购计划，减少材料浪费和库存积压确保材料在合适的时间到达施工现场，保障施工顺利进行，从而提升整体施工资源的合理调配与利用率。

（三）促进施工全过程的信息共享与协同

装配式建筑施工参与方众多，包括设计单位、构件生产厂家、运输单位、施工单位和监理单位等，各方信息沟通不畅极易导致施工进度受阻。BIM 技术搭建了一个统一的信息平台，将设计信息、构件生产信息、运输信息、施工进度信息等整合在一个模型中。设计单位可将设计变更及时更新到 BIM 模型中，构件生产厂家能根据模型中的信息调整生产计划，运输单位可依据模型了解构件的交付时间和地点，施工单位则能按照模型中的进度安排和各方信息有序施工，监理单位也能通过模型实时监督施工全过程^[1]。例如，在施工过程中发现某个构件与现场实际情况不符，施工单位可通过 BIM 平台及时反馈给设计单位和生产厂家，各方迅速协同商讨解决方案，大大提高了沟通效率和协同工作能力保障施工进度不受影响。

（四）增强施工过程中的动态调整与应对能力

施工过程中难免会遇到各种突发情况，如恶劣天气、设计变更、施工质量问题等，这些都可能导致施工进度发生变化。BIM 技术能够实时跟踪施工进度，一旦实际进度与计划进度出现偏差，系统会自动预警。通过对偏差原因的分析，结合 BIM 模型中的信息，项目团队可以快速制定调整措施。例如，遇到恶劣天气导致室外施工暂停，可利用 BIM 模型重新规划室内施工任务的优先级和合理安排合理调整施工顺序，将受影响的进度损失降到最低。同时，对于设计变更，能迅速在 BIM 模型中模拟变更后的施工过程和进度影响，提前做好应对准备，确保施工进度动态调整高效、准确，增强施工过程中的应对能力。

（五）实现施工进度的精准预测与风险预警

基于 BIM 技术积累的大量施工数据和历史项目经验，结合大数据分析和人工智能算法，能够对施工进度进行精准预测。通过分析施工过程中的各种因素，如材料供

应情况、劳动力效率、机械设备运行状况等，预测施工进度的发展趋势。例如，根据当前材料的采购进度和运输情况，预测其是否会影响后续施工进度。同时，BIM技术还能对可能影响施工进度的风险因素进行识别和预警，如构件生产延误风险、施工安全风险等。一旦风险因素达到预警阈值，系统会及时发出警报，提醒项目团队提前采取措施进行防范，将风险对施工进度的影响降到最低保障项目按计划顺利推进。

二、基于 BIM 的装配式建筑施工进度管控的挑战

(一) 装配式建筑施工的复杂性

装配式建筑施工涵盖多个复杂环节，从设计阶段需考虑构件拆分、标准化设计，到工厂化生产时要保证构件精度与质量，再到运输过程的妥善防护，以及现场精准装配，任一环节出错都可能影响进度。不同构件类型多样，连接方式复杂，像异形构件的生产与安装难度较大，需要高精度的模具和专业安装技术，容易造成工期延误。同时，施工现场作业空间有限，构件堆放、机械设备停放与人员作业区域相互影响，增加了施工组织难度。各施工工序的衔接紧密，如混凝土浇筑与构件吊装的时间间隔要求严格，若协调不当，就会导致施工停滞。这种施工复杂性使得基于BIM的进度管控面临巨大挑战，如何在BIM模型中全面准确地反映施工过程实现各环节的有效协同。

(二) 信息集成与数据共享问题

尽管BIM技术旨在构建统一信息平台，但实际操作中，信息集成与数据共享存在诸多障碍。不同参与方使用的软件系统和数据格式各异，例如设计单位常用的设计软件与施工单位的项目管理软件数据兼容性差，导致数据在传递过程中容易丢失或出现错误。而且，各参与方出于商业机密、管理习惯等因素，对信息共享存在顾虑，不愿将全部信息上传至BIM平台，使得平台信息不完整，影响基于BIM的进度管控效果^[2]。此外，信息更新不及时也是一大问题，当设计变更或施工进度调整时，相关信息未能迅速在BIM模型中同步更新，导致后续工作依据错误信息开展，造成施工混乱和进度延误。如何建立统一的数据标准和信息共享机制，打破信息壁垒，确保各方信息的及时、准确集成与共享，是基于BIM的装配式建筑施工进度管控必须攻克的难题。

(三) 进度控制过程中的动态变化

施工过程中，各种不确定因素导致进度计划频繁变动。设计变更时有发生，可能由于建筑功能调整、结构优化等原因，这会直接影响构件生产和施工顺序，打乱原有的进度安排。天气条件不可控，恶劣天气如暴雨、大风等会使室外施工无法正常进行（如图1所示）。施工现场突发的质量问题、安全事故也会导致施工暂停整顿，影响进度。而基于BIM的进度管控系统对这些动态变化的响应速度有限，在调整进度计划时，难以快速准确地评估变更对整个项目进度的连锁影响，也无法及时在BIM模型中更新所有相关信息，使得后续施工仍按原

计划推进，造成实际进度与计划进度偏差越来越大严重影响施工进度管控效果。



图1 下雨天气

(四) 资源协调与优化问题

装配式建筑施工需要大量资源，包括人力、材料和机械设备等。在资源协调方面，由于施工进度动态变化，原本计划的资源分配往往无法满足实际需求。例如，施工高峰期可能出现劳动力短缺，而材料供应可能因供应商问题出现延迟，导致施工现场停工待料。同时，不同施工阶段对资源的需求种类和数量差异大，很难做到资源的均衡配置。在资源优化上，虽然BIM技术可进行资源模拟分析，但实际施工中，受到市场价格波动、运输条件限制等因素影响，很难完全按照模拟结果实现资源的最优调配。例如，为降低成本选择的材料供应商可能因运输距离远而导致供货不及时，影响施工进度。如何在复杂多变的施工环境下，实现资源的高效协调与优化配置，是基于BIM的施工进度管控面临的重要挑战。

(五) 施工风险管理的难度

装配式建筑施工存在多种风险，这些风险对施工进度产生威胁，而基于BIM的施工风险管理面临诸多困难。风险识别方面，由于施工环节多、技术复杂，部分潜在风险难以全面识别，如新型装配式结构体系可能存在的未知结构风险。风险评估缺乏准确量化标准，对于一些风险发生的概率和影响程度难以精确评估，导致在BIM模型中无法准确设置风险预警阈值。在风险应对措施制定上，虽然可以借助BIM模型进行模拟，但实际执行时，受到现场条件、人员素质等因素限制往往难以有效实施^[3]。例如，针对构件生产延误风险制定的应对措施，可能因生产厂家的生产能力瓶颈无法落实，使得风险最终影响施工进度。如何提升基于BIM的施工风险管理能力，实现风险的有效识别、评估与应对，保障施工进度不受风险严重干扰是当前研究的重点和难点。

三、基于 BIM 的装配式建筑施工进度管控方法

(一) BIM 技术在项目规划阶段的应用

在项目规划阶段，BIM技术可构建包含建筑、结构、机电等多专业的三维信息模型（如图2所示）。通过对项目整体的可视化模拟，能提前发现设计中存在的问题，如各专业间的碰撞冲突。例如，在装配式建筑中，利用BIM技术对预制构件进行虚拟装配，检查构件之间的连接节点是否合理，避免在施工过程中因设计问题导致的

返工和进度延误。同时，基于BIM模型可以制定详细的施工进度计划，将各个施工任务精确到时间节点，并与三维模型相关联，形成4D进度模型。这样项目团队成员可以直观地了解整个施工过程的时间顺序和逻辑关系，提前规划资源需求，合理安排施工顺序，为后续施工进度管控奠定坚实基础。此外，借助BIM技术还能进行施工场地的模拟布置，规划材料堆放区、机械设备停放区以及人员活动区域，优化施工场地布局提高施工效率。

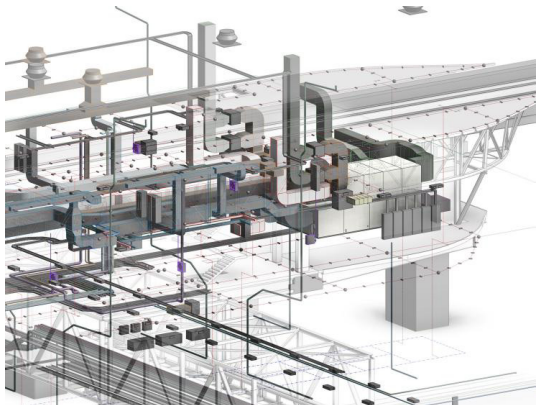


图2 三维模型

(二) 进度跟踪与监控中的BIM应用

在施工过程中，通过将实际施工进度与基于BIM的4D进度模型进行实时对比，能够实现对施工进度的精准跟踪与监控。利用施工现场的传感器、移动设备等采集实际施工数据，如已完成的施工任务、施工时间等，并及时反馈到BIM模型中。一旦实际进度与计划进度出现偏差，系统会自动预警。例如，若某一构件的吊装进度滞后，BIM系统会突出显示该部分，并分析偏差产生的原因，如劳动力不足、机械设备故障等^[4]。项目管理人员可以根据这些信息迅速采取措施进行调整，如增加劳动力投入、调配备用设备等。同时，通过BIM模型的可视化展示，项目各方可以清晰了解进度偏差情况方便沟通协调，共同制定解决方案，确保施工进度始终处于可控状态。

(三) 基于BIM的资源调配与协调方法

基于BIM技术，能够根据施工进度计划精确计算各阶段所需的资源量。在资源调配方面，通过建立资源管理模块，将人力、材料、机械设备等资源信息与BIM模型相关联。例如，根据施工进度安排，提前确定所需的各类预制构件数量、规格以及进场时间，确保材料供应及时。同时，利用BIM模型对劳动力进行合理分配，根据不同施工任务的难度和工作量，安排合适的工种和人数。在资源协调上，当出现资源冲突时，如多个施工任务同时需要某台机械设备，BIM系统可以通过模拟分析，优化资源使用顺序，合理调配资源，提高资源利用率，保障施工进度不受资源短缺或调配不合理的影响。

(四) 施工数据分析与进度预测模型

利用BIM技术收集施工过程中的各类数据，如进度数据、资源消耗数据、质量检测数据等，并对这些数据

进行深入分析。通过建立施工数据分析模型，挖掘数据之间的潜在关系，为进度管控提供决策依据。例如，分析不同施工阶段的资源消耗情况，找出资源浪费的环节，优化资源配置。同时，结合大数据分析和机器学习算法，建立进度预测模型。该模型可以根据历史施工数据、当前施工进度以及外部环境因素（如天气、政策等），预测未来施工进度趋势。一旦预测到进度可能出现延误提前制定应对措施，如调整施工计划、增加资源投入等，实现对施工进度的前瞻性管控。

(五) 基于BIM的风险管理与应对策略

基于BIM技术进行施工风险识别，通过对施工过程的模拟分析，识别可能存在的风险因素，如构件生产延误、施工安全风险、设计变更风险等。在风险评估方面，利用BIM模型结合风险评估方法，对识别出的风险因素进行量化评估，确定风险发生的概率和影响程度。例如，对于构件生产延误风险，根据构件生产厂家的生产能力、历史交货情况等因素，评估其发生延误的概率以及对施工进度的影响程度^[5]。针对不同风险，制定相应的应对策略，并在BIM模型中进行模拟验证。如对于设计变更风险，制定变更管理流程，提前规划变更后的施工方案，并通过BIM模型模拟变更后的施工过程，确保变更后的施工进度不受太大影响。同时，在施工过程中，持续监控风险状况，及时调整应对策略保障施工进度顺利推进。

结语

综上所述，BIM技术在装配式建筑施工进度管控中展现出显著优势。它在项目规划阶段，通过构建三维模型、制定4D进度计划及模拟场地布置，为施工进度管控筑牢根基；施工过程中，助力进度跟踪监控、资源调配协调；还能通过数据分析实现进度预测，有效识别和应对风险。尽管在应用中面临施工复杂、信息共享难等挑战，但通过针对性的管控方法，这些问题能逐步得到解决。基于BIM的管控方法对提升装配式建筑施工进度管理水平意义重大，不仅能提高施工效率、优化资源配置，还能推动建筑行业向数字化、精细化方向发展，有望成为装配式建筑施工进度管控的关键技术，为行业的可持续发展注入新动力。

参考文献

- [1] 杨旭. 基于BIM的装配式建筑工程施工进度管控方法[J]. 中国建筑金属结构, 2024, 23(04): 124-126.
- [2] 肖博文, 赵娜, 邢震. 装配式建筑工程施工中BIM技术的运用[J]. 砖瓦, 2025, (01): 115-117.
- [3] 杨志杰. BIM技术在装配式建筑工程建设中的运用[J]. 四川水泥, 2024, (09): 83-84+262.
- [4] 程园. 基于BIM技术的装配式建筑工程施工管理应用探究[J]. 住宅与房地产, 2024, (23): 56-58.
- [5] 庚季英. BIM技术在装配式建筑工程质量管理中的运用[J]. 建材发展导向, 2024, 22(13): 47-50.

作者简介：沈伟(1987.11.18)男，汉族，安徽合肥人，工程师，专科学历，研究方向：建筑工程。