

建筑工程施工中装配式建筑施工技术的应用研究

文 / 胡 凯 济南四建（集团）有限责任公司

尹延强 济南四建（集团）有限责任公司

摘要：装配式建筑施工技术通过在工厂内预制构件并快速组装，显著提升了施工效率和质量。其优势包括缩短施工周期、加强质量控制、促进资源可持续利用及提高施工安全性。在实际应用中，构件的生产、运输、吊装和安装等环节都需要严格管理，以确保工程的顺利进行。此外，采用 BIM 技术、加强材料管理及建立监督机制等措施，有助于有效降低施工风险，提高整体项目管理水平。

关键词：建筑工程；装配式建筑；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.21.033

引言

装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用，随着建筑行业对效率与可持续性要求的不断提高，逐渐展现出其独特的优势。这种技术不仅改变了传统建筑方式，还在多个方面提升了建筑工程的整体质量和效率^[1]。

一、装配式建筑施工技术概述

装配式建筑施工技术是一种新兴的建筑施工模式，其核心理念是将建筑的主要构件在工厂内预制，并在施工现场进行快速组装。这一技术的兴起源于对传统建筑方式的反思，随着建筑行业面临的挑战日益增多，如人力成本上涨、施工周期延长及环保要求提升等，装配式建筑技术应运而生，成为推动建筑行业转型的重要手段。在装配式建筑中，构件的生产通常采用工业化的方式，确保了产品的质量与一致性。通过标准化的设计和生产流程，可以有效降低材料浪费，提高资源利用率。此外，装配式建筑还强调施工过程的安全性，因大部分工作在工厂完成，现场施工的复杂性和风险显著降低。

二、装配式建筑施工技术在建筑工程中应用的优势

首先，装配式建筑技术通过预制构件的生产模式，大幅度缩短了施工周期。传统建筑通常需要较长的现场施工时间，而装配式建筑则将构件的生产和现场安装分离，构件在工厂内制造的同时，现场可以进行基础建设，最大程度上提高了施工的并行效率。这种时间上的节约不仅降低了项目的总成本，也减少了因天气等外部因素导致的施工延误。其次，装配式建筑在质量控制方面具有显著优势。由于构件在工厂内生产，能够实现更严格的质量检测和控制，确保每个构件的标准化和一致性。同时，工厂环境的可控性也使得材料的性能得以充分发挥，减少了现场施工中可能出现的质量问题。这一过程不仅提升了建筑整体的耐久性和安全性，也为后续的维护和管理奠定了良好的基础。再者，装配式建筑施工技术在资源利用方面展现出可持续发展的潜力。通过标准化的生产流程，可以有效减少材料的浪费，优化资源配置。这种高效的材料使用不仅符合绿色建筑的理念，也促进了建筑行业向环保和可持续方向的转型。此外，装配式建筑的拆解与重组能力，使得建

筑物在生命周期结束后能够被重新利用或回收，进一步降低了对环境的负担。最后，装配式建筑施工技术在提高施工安全性方面同样具有重要意义。由于大部分施工工作在工厂内完成，现场作业的复杂性和危险性大大降低，减少了工人在施工现场的暴露时间，从而降低了事故发生的风险。此外，通过精确的设计和预先的施工规划，可以有效避免施工过程中可能出现的安全隐患，进一步保障了工人的人身安全^[2]。

三、建筑工程中装配式建筑施工技术的应用

（一）构件生产

构件的生产过程通常在工厂内进行，这一模式不仅保证了生产环境的可控性，还能够实现标准化和工业化的生产流程。构件生产需要依托先进的生产设备和工艺技术。现代化的生产线通过自动化设备和精确的控制系统，能够高效地完成混凝土浇筑、钢筋加工等环节。这种高效的生产方式，不仅减少了人工成本，还提高了构件的精度和一致性。采用预制构件的生产方法，可以将建筑材料的浪费降至最低，充分体现了可持续发展的理念。构件生产的设计阶段至关重要。在设计阶段，需充分考虑构件的功能性、结构安全性以及施工的便利性。通过采用计算机辅助设计（CAD）等技术，可以对构件进行虚拟模拟和优化设计，确保其在使用过程中具备足够的承载能力和耐久性。这一过程不仅提升了构件的性能，同时也为后续的运输和安装奠定了基础^[2]。

（二）构件运输

由于装配式建筑所使用的构件通常体积庞大、重量较重，因此在运输过程中需要特别注意安全性和效率，以确保构件能够安全、及时地送达施工现场。首先，构件运输的准备工作至关重要。在运输之前，必须对构件进行详细的包装和标识，以防止在运输过程中出现损坏或丢失。包装材料应具备良好的保护性能，能够抵御外界环境的影响，如雨水、震动等。此外，为了方便运输，构件的设计阶段应考虑到其运输的可行性，例如，通过合理的构件尺寸和形状设计，使其能够适应各种运输方式（如公路、铁路或水路）。

其次，选择合适的运输工具和路线也是构件运输成功的关键。根据构件的特性和运输距离，可以选择不同类型的运输车辆，如平板车、集装箱车等。同时，应提前规划运输路线，尽量避开交通拥堵和危险路段，以提高运输的效率和安全性。此外，运输过程中应严格遵循相关法律法规，确保运输过程的合规性。再次，在运输过程中，实时监控构件的状态也是不可忽视的一环。通过使用现代信息技术，如GPS定位系统和物联网（IoT）设备，运输公司可以实时跟踪构件的运输状态，及时发现并处理可能出现的问题。这种智能化的管理模式不仅提高了运输的安全性，也为后续的安装和施工提供了保障^[3]。最后，构件运输完成后，还需考虑如何有效地进行现场卸货与存放。构件在卸货时应由专业人员进行操作，确保构件不受损坏，并妥善安置在指定位置，为后续的吊装和安装做好准备。合理的存放安排能够避免施工现场的混乱，提高施工效率。

（三）构件吊装

构件的吊装过程不仅需要高效的机械设备，还需要专业的操作人员进行精准的控制和协调，以确保构件在安装过程中不发生意外事故。首先，构件吊装前的准备工作至关重要。施工现场应提前做好吊装作业的安全评估和技术交底，明确吊装方案和作业流程。合理的吊装方案应根据构件的重量、形状以及现场条件进行设计，选择合适的起重机和吊具。对于较大、较重的构件，应考虑使用多台起重机协同作业，以分散负荷并提高吊装的稳定性。此外，吊装前需对吊具及起重设备进行严格检查，确保其符合安全标准，以避免在吊装过程中发生设备故障。其次，构件吊装时的操作规范同样不可忽视。在吊装过程中，操作人员应密切关注构件的平衡状态，确保在升降过程中构件不会出现倾斜或摆动现象。同时，应在指挥人员的统一指挥下进行作业，确保各个环节的配合与沟通畅通无阻。为此，指挥人员需具备丰富的现场经验，能够在复杂的施工环境中迅速做出判断与决策，以应对突发情况。最后，构件吊装还需考虑到与其他施工环节的衔接。在吊装完成后，构件的就位和固定必须稳妥可靠，以确保其在后续使用中的安全性和稳定性。施工团队需根据设计要求，合理安排构件的连接方式，确保各个构件之间的连接牢固，避免因连接不当导致的安全隐患^[4]。

（四）构件安装

与传统的施工方式相比，装配式建筑通过预制构件的运输和安装，可以显著缩短施工周期，提高施工效率。然而，为了确保构件能够准确、稳固地安装，必须遵循一系列科学的流程和标准。首先，构件安装前的准备工作必不可少。在施工现场，安装团队应根据设计图纸和施工方案进行充分的现场勘查，确保施工条件符合安装要求。此阶段包括对安装位置的清理、基础的检查以及

设备的调试，确保所有工具和设备处于良好状态。此外，施工人员需熟悉构件的安装顺序和方法，确保在实际操作中能够高效协作。其次，构件的安装过程需要借助专业的机械设备，如起重机和吊装装置。在吊装过程中，操作人员应密切关注构件的稳定性，确保构件在升降和转动时不会出现倾斜或摆动现象。此时，指挥人员的作用尤为重要，他们需要通过手势或对讲机等方式，实时协调各个环节的操作，确保构件能够精准就位。最后，构件安装后的固定和连接同样至关重要。在构件就位后，应立即进行固定，以防止在后续施工中出现位移或松动。连接方式的选择应依据构件材料的特性和设计要求，常见的连接方式包括焊接、螺栓连接等。此外，施工团队需对连接部位进行严格检查，确保其符合设计规范，并做好记录，以便后期的维护和管理。

（五）衔接部位施工

由于装配式建筑采用预制构件，衔接部位的施工需要特别关注，以确保各构件之间能够有效连接并形成一整体。首先，衔接部位的设计应充分考虑构件的材料特性和受力情况。在设计阶段，应根据不同构件的性质，选择合适的连接方式，例如螺栓连接、焊接或粘结等。同时，设计人员需进行详细的计算与分析，确保连接部位的承载能力满足建筑结构的需求，避免因连接不当造成的安全隐患。其次，在实际施工过程中，衔接部位的施工要求极高的精度与细致的操作。施工人员应在安装前，对衔接部位进行充分的清理，确保没有杂物、油污等影响连接质量的因素。在连接过程中，应严格按照设计图纸的要求进行操作，确保每个连接点都能精准对位。对于复杂的衔接部位，施工团队应制定详细的作业方案，提前演练，以提高实际操作时的效率和准确性。最后，衔接部位的施工质量控制同样不可忽视。在施工完成后，施工单位应对每个衔接部位进行全面的检查，确认其符合设计要求和安全标准。必要时，可以通过使用非破坏性检测技术，对连接部位进行检验，以确保其强度和耐久性。同时，施工单位应建立详细的记录，对每个衔接部位的施工过程进行追踪，以便于后期的维护和管理。

四、装配式施工技术应用中的管理策略

（一）加强材料管理

有效的材料管理不仅能够降低成本，还能提升工程的整体效率。为了实现这一目标，必须从多个方面加强对材料的管理。建立完善的材料采购体系至关重要。在选择供应商时，需对其资质、信誉和产品质量进行严格评估，确保所采购的材料符合国家标准和项目要求。与优质供应商建立长期合作关系，可以保证材料的稳定供应，避免因材料短缺或质量问题而导致的施工延误。因此，制定科学的采购计划和流程，合理安排材料的采购周期，是材料管理的基础。

材料的存储与管理同样不可忽视。施工现场应设立

专门的材料仓库，并对不同类型的材料进行分类存放，以便于管理和使用。同时，需定期对库存材料进行盘点，确保账物相符，及时发现并处理过期或损坏的材料。此外，针对一些易损或特殊材料，应采取相应的保护措施，防止因外部环境因素造成损坏，从而影响施工进度。

（二）应用 BIM 技术

在装配式建筑施工中，建筑信息模型（BIM）技术的应用为工程管理提供了强大的支持。BIM 技术通过数字化建模，将建筑项目的各个方面进行可视化，不仅提升了设计的精度和效率，还为后续的施工、运营和维护提供了重要依据。BIM 技术在设计阶段的应用能够有效促进多方协作。在传统的设计过程中，各专业之间的信息传递往往存在滞后和误差，而 BIM 技术可以将建筑师、结构工程师和机电工程师等各方的信息整合到一个三维模型中。这种集成化的设计方式能够提前识别设计冲突，减少因信息不对称而导致的返工，确保设计方案的合理性和可行性。

在施工阶段，BIM 技术能够显著提高施工管理的效率。通过建立详细的施工进度模型，项目管理人员可以实时跟踪各项施工任务的进展情况，及时发现并解决潜在问题。此外，BIM 技术还可以用于施工现场的虚拟模拟，帮助施工团队提前规划施工流程，优化资源配置，如图 1 所示。同时，结合 BIM 与其他现代信息技术，如物联网（IoT）和大数据分析，可以实现对施工现场的实时监控和数据采集，进一步提升施工管理的智能化水平。



图 1 基于 BIM 技术的施工现场模拟图

（三）施工风险控制

由于装配式建筑涉及多个环节，如构件生产、运输、吊装及安装等，每一个环节都可能存在潜在的风险，因此有效的风险管理策略对于保障施工安全至关重要。施工前的风险评估是风险控制的基础。在项目启动阶段，施工单位应对施工现场的各种风险因素进行全面识别和评估，包括自然环境风险（如气候变化、地质条件）、技术风险（如构件设计及生产工艺）和管理风险（如人员素质及管理水平）。通过制定详细的风险评估报告，可以为后续的风险控制措施提供依据。

针对识别出的风险，应制定相应的预防和应对措施。例如，对于可能出现的施工延误风险，施工单位可以通过优化施工计划、合理安排人力资源以及引入现代信息技术（如 BIM 技术）来提高施工效率；而对于安全风险，则应加强安全培训，确保施工人员了解安全操作规程，并在现场设置安全警示标识，确保施工环境的安全性。此外，定期组织安全检查和隐患排查，及时发现并消除潜在安全隐患，也是降低风险的重要手段。

（四）建立监督机制

在装配式建筑施工中，建立健全的监督机制是确保工程质量和安全的重要保障。有效的监督不仅能够及时发现和纠正施工过程中的问题，还能增强各参与方的责任意识，提升整体施工管理水平。监督机制应涵盖从项目启动到竣工的全过程。在项目初期，施工单位需制定详细的监督计划，明确各个阶段的监督重点和责任人。通过建立专项监督小组，可以对施工现场进行定期检查，确保施工活动符合设计要求和相关规范。此外，监督小组应具备相应的专业知识和技能，以便在实际工作中能够准确判断和处理出现的问题。

强化信息透明度是监督机制有效运作的关键。施工单位可以通过引入现代信息技术手段，如建设信息管理系统（CIMS）和建筑信息模型（BIM），实现施工过程的实时监控与数据共享。通过这些技术手段，各参与方能够随时获取施工进度、材料使用及安全隐患等信息，确保信息的透明流通。这种透明性不仅有助于监督人员的工作，也使得各方在施工过程中能够及时沟通与协作，从而提高整体工作效率。

结语

随着建筑行业对高效与可持续发展的需求增加，装配式建筑施工技术正逐渐成为未来建筑的重要方向。通过不断优化管理策略和技术手段，可以进一步提升装配式建筑的整体性能，为实现绿色建筑目标做出积极贡献。推动这一技术的发展，不仅有助于满足现代社会的住房需求，也将为环境保护和资源节约提供重要支持。

参考文献

[1] 李明珠. 装配式建筑工程施工技术研究[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 500-501.
 [2] 赵亮. 装配式建筑施工技术要点及质量控制[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(S2): 631-632.
 [3] 杨博. 装配式建筑施工技术难点及应对措施研究[J]. 工程建设与设计, 2022, (22): 195-197.
 [4] 程越, 周双虎. 论装配式建筑施工技术在建筑工程施工管理中的应用[J]. 中国住宅设施, 2022, (10): 49-51.
 [5] 谢秉成. 装配式建筑施工技术内容与应用策略探究[J]. 房地产世界, 2022, (20): 134-136.