

# 装配式建筑工程施工技术优化与创新应用研究

文 / 仝海峰 山东省利泓建设集团有限公司

**摘要：**随着我国城市化进程的加快，装配式建筑作为一种新型建筑形式，以其高效、环保、质量可控等优势逐渐受到重视。传统现浇建筑相比，装配式建筑具有施工速度快、节省人力、减少施工现场建筑垃圾、降低能源消耗等诸多优点。本文深入研究装配式建筑工程施工技术，分析当前技术应用中存在的问题，探讨优化策略，并阐述创新应用实践，旨在为提高装配式建筑工程施工质量和效率，推动行业可持续发展提供理论支持与实践参考。

**关键词：**装配式建筑；施工技术；优化；创新应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.10.011

## 引言

装配式建筑是将建筑构件在工厂预制生产，然后运输到施工现场进行组装而成的建筑形式。与在建筑行业追求绿色、高效发展的背景下，装配式建筑得到了越来越广泛的应用。然而，目前装配式建筑施工技术仍存在一些问題，如构件连接可靠性不足、施工精度控制难度大等，制约了装配式建筑的进一步发展。因此，对装配式建筑工程施工技术进行优化与创新应用研究具有重要的现实意义。

### 一、装配式建筑工程施工技术现状

#### (一) 预制构件生产技术

预制构件生产主要采用钢筋、混凝土等原材料。在

生产工艺上，目前多采用自动化生产线，通过模具固定、钢筋绑扎、混凝土浇筑、振捣、养护等工序，实现构件的标准化生产。在生产预制叠合板时，利用高精度模具确保板的尺寸精度，通过自动化布料机进行混凝土浇筑，提高生产效率和质量稳定性。预制构件生产过程中的质量控制至关重要<sup>[1]</sup>。企业通常会对原材料进行严格检验，控制混凝土配合比，在生产过程中实时监测构件的尺寸偏差、钢筋位置等参数。同时，采用先进的养护技术，如蒸汽养护，缩短养护周期，提高构件的早期强度和耐久性，见表1。

表1 预制构件生产技术详情

类别	详情
原材料	主要采用钢筋、混凝土等
生产工艺	1. 采用自动化生产线 2. 工序：模具固定、钢筋绑扎、混凝土浇筑、振捣、养护 3. 示例：生产预制叠合板时，用高精度模具确保尺寸精度，通过自动化布料机浇筑混凝土，提高生产效率和质量稳定性
质量控制	1. 对原材料严格检验，控制混凝土配合比 2. 生产过程实时监测构件尺寸偏差、钢筋位置等参数 3. 采用先进养护技术，如蒸汽养护，缩短养护周期，提高构件早期强度和耐久性

#### (二) 构件运输与存放技术

预制构件运输需要根据构件的尺寸、重量选择合适的运输车辆和运输方式。对于大型构件，如预制墙板，一般采用平板拖车运输，并采取可靠的固定措施，防止运输过程中构件晃动、碰撞受损。在运输路线规划上，考虑道路条件、交通状况等因素，确保运输安全和及时。构件存放场地需平整、坚实，设置专门的存放架。根据构件类型和受力特点，合理确定存放方式，如预制柱宜采用竖向存放，预制梁、板采用水平存放<sup>[2]</sup>。同时，

要注意存放时间，避免因存放时间过长导致构件变形或损坏。

#### (三) 现场装配施工技术

##### 1. 吊装技术

吊装是装配式建筑现场施工的关键环节。常用的吊装设备有塔式起重机、汽车起重机等。在吊装过程中，通过合理的吊点设置、精确的起吊操作，确保构件准确就位。采用BIM技术对吊装过程进行模拟，提前规划吊装顺序和路径，提高吊装效率和安全性，见表2。

表2 吊装技术详情

类别	详情
关键环节	吊装是装配式建筑现场施工的关键环节
常用设备	塔式起重机、汽车起重机等
操作要点	1. 合理设置吊点 2. 精确进行起吊操作，确保构件准确就位
技术应用	采用BIM技术对吊装过程进行模拟，提前规划吊装顺序和路径，提高吊装效率和安全性
2. 连接技术	锚搭接连接、焊接连接等方式。钢筋套筒灌浆连接是目前应用较为广泛的连接方式，通过向预埋在构件中的钢
预制构件之间的连接	主要有钢筋套筒灌浆连接、浆

筋套筒内灌注高强度灌浆料，实现钢筋的连接。连接质量直接影响装配式建筑的整体结构性能，因此需要严格控制灌浆料的质量和灌浆工艺。

## 二、装配式建筑工程施工技术存在的问题

### （一）构件生产精度与质量问题

虽然采用自动化生产线，但模具在长期使用过程中会出现磨损、变形等情况，导致预制构件尺寸偏差。模具的边框变形可能使预制墙板的对角线长度超出允许误差范围，影响构件的拼接和安装质量。钢筋、混凝土等原材料的质量波动会对构件质量产生影响<sup>[3]</sup>。如混凝土的配合比不稳定，可能导致构件强度不足或耐久性降低；钢筋的力学性能不达标，会影响构件的承载能力。

### （二）构件运输与存放管理问题

在运输过程中，由于固定措施不当、道路颠簸等原因，预制构件可能出现裂缝、边角破损等情况<sup>[4]</sup>。预制楼梯在运输时若未采取有效的缓冲措施，容易在楼梯踏步处产生裂缝，影响构件的使用性能。部分存放场地未进行硬化处理，导致构件存放时地基沉降，使构件发生变形。同时，存放架的设计不合理，无法满足不同类型构件的存放要求，也会增加构件损坏的风险。

### （三）现场装配施工技术难题

在施工现场，由于场地条件复杂、测量仪器精度有限等原因，预制构件的吊装定位难度较大。特别是对于一些异形构件或高精度要求的构件，难以准确达到设计位置，影响后续连接和整体结构的稳定性。连接技术虽然不断发展，但在实际施工中，连接质量仍存在不稳定因素。如灌浆过程中可能出现漏浆、灌浆不饱满等问题，导致钢筋连接不可靠；焊接连接时，焊接工艺参数控制不当，会使焊缝强度不足，影响结构的整体性。

## 三、装配式建筑工程施工技术优化策略

### （一）提高构件生产精度与质量的措施

在装配式建筑中，构件生产精度与质量直接关系到整个建筑的稳定性与安全性，因此采取有效措施至关重要。建立完善的模具管理制度是提升构件精度的基础。模具作为构件成型的关键工具，其状态直接影响构件的尺寸精度。定期对模具进行全面检查，包括模具的表面平整度、尺寸偏差、连接部位的牢固性等。通过细致检查，及时发现潜在问题，如磨损、变形等。对于轻微磨损的模具，可进行修复和保养，如采用打磨、抛光等工艺使其恢复到正常使用状态；对于磨损严重、变形无法修复的模具，必须及时更新，避免因模具问题导致构件尺寸偏差。同时，采用先进的模具制造技术，如高精度数控加工，利用数字化控制的精密机床进行模具加工，能够将模具的精度控制在极小的误差范围内，从而显著提高模具的精度和使用寿命，为生产高精度的构件提供有力

保障<sup>[5]</sup>。原材料质量是构件质量的根本。加强对原材料供应商的管理，建立严格的原材料检验制度。在选择供应商时，对其生产能力、质量控制体系、信誉等进行全面评估，优先选择资质优良的供应商。对每批次进场的钢筋、混凝土等原材料进行抽样检测，检测项目包括钢筋的强度、屈服点、伸长率，混凝土原材料的配合比、坍落度、抗压强度等。只有当原材料质量完全符合设计要求时，才能投入使用。在混凝土生产过程中，采用自动化配料系统，通过计算机精确控制各种原材料的配比，避免人工配料可能出现的误差，保证混凝土质量的稳定性，为生产高质量的构件提供坚实的物质基础。

### （二）优化构件运输与存放管理方法

构件的运输与存放管理同样不容忽视，合理的管理方法能够有效避免构件在这两个环节中出现损坏，确保其质量。在运输前，对构件进行全面检查是必不可少的步骤。检查内容包括构件的外观是否有裂缝、缺棱掉角等缺陷，尺寸是否符合设计要求，预埋件的位置是否准确等。只有确保构件质量合格，才能进行运输。采用专业的运输固定装置，如橡胶垫、紧固带等，橡胶垫具有良好的缓冲性能，能够减少运输过程中的震动对构件的影响；紧固带则能将构件牢固地固定在运输车辆上，防止其在运输过程中发生位移和碰撞。利用GPS定位系统，实时监控运输车辆的位置和行驶状态，根据交通状况、天气条件等因素及时调整运输路线，确保构件安全、准时到达施工现场，避免因运输延误影响施工进度。对于存放场地，进行硬化处理并设置排水系统十分关键。硬化处理可以提高场地的承载能力，防止因地基沉降导致构件损坏；排水系统能够及时排除场地内的积水，防止积水导致地基软化，影响构件存放的稳定性。根据构件类型和尺寸，设计合理的存放架，对于大型构件，采用坚固的钢结构存放架，确保其能够承受构件的重量；对于小型构件，可采用分层式的存放架，提高空间利用率。同时，建立构件存放信息管理系统，对构件的存放位置、存放时间等信息进行实时记录和管理，通过信息化手段，便于快速查找和取用构件，提高施工效率<sup>[6]</sup>。

### （三）解决现场装配施工技术难题的途径

现场装配施工是装配式建筑的关键环节，解决其中的技术难题对于保证施工质量和进度至关重要。引入先进的测量仪器和技术，如全站仪、激光定位仪等，能够显著提高构件吊装定位的精度。全站仪具有高精度的测角和测距功能，能够快速、准确地确定构件的位置；激光定位仪则利用激光束的直线传播特性，实现对构件的精确定位。结合BIM技术，在施工前对吊装过程进行虚拟仿真，通过建立三维模型，模拟构件的吊装顺序、路径以及与周围环境

的碰撞情况，提前制定吊装方案和应急预案。在施工现场，通过实时监测和调整，利用传感器等设备对构件的位置和姿态进行实时监测，一旦发现偏差，及时进行调整，确保构件准确就位。加强对连接施工人员的培训，提高其操作技能和质量意识。连接质量直接关系到装配式建筑的整体性和稳定性，因此施工人员的操作水平至关重要。通过定期组织培训，让施工人员掌握先进的连接技术和施工工艺，了解连接质量的重要性。采用先进的连接质量检测设备，如超声波探伤仪、灌浆饱满度检测仪等，对连接质量进行实时检测。超声波探伤仪能够检测出构件连接处的内部缺陷，灌浆饱满度检测仪则能准确测量灌浆的饱满程度。优化连接工艺，如改进灌浆料的配方和施工工艺，通过试验研究，选择合适的灌浆料配方，提高其流动性、强度和粘结性；改进施工工艺，如采用压力灌浆、分段灌浆等方法，提高连接的可靠性和稳定性，确保装配式建筑的施工质量。

#### 四、装配式建筑工程施工技术创新应用实践

##### （一）智能化施工技术应用

在预制构件生产环节，引入智能化生产设备和管理系统。通过物联网技术，实现生产设备的互联互通和数据实时采集，对生产过程进行智能化控制。利用智能机器人进行钢筋绑扎、混凝土浇筑等工作，提高生产效率和质量，减少人工操作误差。在施工现场，利用智能化管理平台，对施工进度、质量、安全等进行实时监控和管理。通过传感器技术，采集施工现场的环境数据、设备运行数据、人员位置数据等，实现对施工现场的全方位感知。利用无人机进行施工现场巡查，及时发现安全隐患和质量问题，提高施工管理的效率和科学性。

##### （二）新型连接技术研发与应用

###### 1. 自密实混凝土连接技术

研发自密实混凝土连接技术，该技术利用自密实混凝土的高流动性和填充性，在无需振捣的情况下，能够自动填充到连接部位的间隙中，实现可靠连接。自密实混凝土连接技术具有施工速度快、连接质量稳定等优点，适用于一些复杂节点和特殊部位的连接。

###### 2. 预应力连接技术

在装配式建筑中应用预应力连接技术，通过施加预应力，使构件之间产生预压力，提高连接的整体性和抗震性能<sup>[7]</sup>。在预制梁与柱的连接中，采用预应力筋将梁和柱连接在一起，在地震作用下，预应力筋能够有效地约束构件的变形，提高结构的抗震能力，见图1。

##### （三）绿色施工技术融合

在装配式建筑施工现场，安装太阳能光伏发电设备，利用太阳能为施工设备和照明供电。太阳能光伏发电技术的应用，不仅可以减少施工现场的能源消耗，降低碳排放，还可以降低施工成本。在施工现场设置雨水收集



图1 预应力连接技术

系统，收集雨水用于混凝土养护、车辆冲洗、道路洒水等。通过雨水收集与利用技术，实现水资源的循环利用，减少对市政供水的依赖，达到节约用水的目的。

#### 结语

综上所述，装配式建筑工程施工技术的优化与创新应用是推动装配式建筑行业发展的关键。通过对当前施工技术现状的分析，明确存在的问题，并采取针对性的优化策略，如提高构件生产精度与质量、优化构件运输与存放管理、解决现场装配施工技术难题等，可以有效提升装配式建筑的施工水平。同时，积极开展智能化施工技术、新型连接技术、绿色施工技术等创新应用实践，为装配式建筑的发展注入新的活力。在未来的发展中，随着技术的不断进步和创新，装配式建筑工程施工技术将更加成熟和完善，为建筑行业的绿色、高效、可持续发展做出更大的贡献。然而，在技术推广和应用过程中，还需要政府、企业、科研机构等各方共同努力，加强政策支持、技术研发、人才培养等方面的工作，以促进装配式建筑行业的健康发展。

#### 参考文献

- [1] 林保水. 建筑工程施工管理中装配式施工技术的应用[J]. 江苏建材, 2024, (06): 122-123.
- [2] 马一珺. 建筑装饰工程装配式设计与施工技术研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(12): 10-12.
- [3] 栗明鲁, 赵宇哲. 装配式建筑工程施工技术与工程造价关系研究[J]. 新城建科技, 2024, 33(12): 118-122.
- [4] 罗雯. BIM技术在乡村装配式建筑工程施工中的应用探讨[J]. 上海建材, 2024, (06): 47-50.
- [5] 杨富宽. 建筑装饰工程中装配式施工关键技术研究[J]. 建设机械技术与管理, 2024, 37(06): 118-120.
- [6] 张梁. 装配式建筑工程施工安全管理策略分析[J]. 住宅与房地产, 2024, (35): 52-54.
- [7] 陈玉丰, 黄林华. 装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用[J]. 佛山陶瓷, 2024, 34(12): 154-156.