

装配式建筑施工质量因素识别与控制策略

李勇胜

山西建投晋东南建筑产业有限公司

摘要：装配式建筑是指将建筑构件在工厂预制成标准化、模块化的单元，然后运输到现场进行组装的一种建造方式。装配式建筑具有节能、环保、高效、安全等优点，是实现建筑业转型升级和可持续发展的重要途径。近年来，我国政府和社会各界高度重视装配式建筑的推广和应用，出台了一系列政策措施和技术标准，加快了装配式建筑的发展步伐。本文以装配式建筑施工质量为研究对象，结合同类型学术文献资料，采用因素分析法与层次分析法，识别出影响装配式建筑施工质量的主要因素，并提出相应的控制策略。本文旨在为装配式建筑施工质量管理提供理论参考和实践指导，促进装配式建筑的发展和应用。

关键词：装配式建筑施工；质量因素；控制策略

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.05.230

前言

装配式建筑工程是一种将建筑构件在工厂预制，然后运输到现场进行组装的建造方式。这种方式具有节约资源、提高效率、减少污染、保证质量等优点，是现代建筑业常用的施工建造创新模式。为提高装配式建筑施工质量水平，保证施工安全性和耐久性，必须识别影响施工质量的外部因素与内部因素，并采用有效控制策略加以调节，解决构件质量不稳定、组装误差大、节点密封不严等常见施工质量问题。

一、装配式建筑工程的特点与应用优势分析

根据《中国装配式建筑发展报告（2020）》，我国装配式建筑的应用范围不断扩大，覆盖了住宅、公共建筑、工业建筑等多个领域，其中住宅占比最高，达到了60.3%。装配式建筑工程是一种将建筑构件在工厂预制，然后运输到现场进行组装的施工方式。在劳动力构成层面，装配式建筑工程可以减少现场施工人员的数量，提高劳动生产率，降低劳动成本。同时，预制构件的制作可以采用机械化、自动化、智能化的设备和技术，保证在最短时间内完成预定施工任务，同时保证工程建设质量和预制件装配精度。装配式建筑工程可以提高建筑质量和安全性，因为预制构件的尺寸、形状、位置等都可以在工厂进行精确控制，避免了现场施工的误差和变形。同时，预制构件的连接方式也可以采用标准化、模块化、通用化的设计，保证了安装的快速性和可靠性。在现代化装配式建筑工程中，经常会批量使用预制件和现场组装施工模式，预制件的装配方式、应用数量、材料构成均可在事前进行调节与优化，可最大限度减少建筑施工中的材料浪费，缩短工件制造和运输时间

周期，减少对施工现场物料存放空间的占用。

装配式建筑工程实施流程如下：首先在设计阶段，技术人员可基于项目需求和现场条件，进行方案设计、结构设计、构件设计等工作，确定装配式构件的类型、规格、数量等参数，并编制施工图纸。第二阶段为预制阶段，根据设计图纸，在工厂内按照标准化、模块化的原则，利用机械化设备生产符合质量要求的装配式构件，并进行检验、标识、储存等工作。第三阶段为预制件运输，根据施工计划和现场条件，选择合适的运输方式和路径，将装配式构件从工厂运输到现场，并进行卸载、堆放等工作。第四阶段为预制件装配，根据施工图纸和安装顺序，采用专业的吊装设备和人员，将装配式构件按照设计要求进行拼接、固定、连接等工作，并进行检测、验收等工作。

二、装配式建筑施工的常见质量影响因素

（一）材料因素

材料因素主要包括预制构件的质量、运输过程中的损伤、现场储存条件、组装时的连接方式等。预制构件的质量直接决定了装配式建筑的结构性能和耐久性能，因此必须严格控制预制构件的尺寸、形状、强度、表面质量等指标。运输过程中，预制构件可能会受到振动、碰撞、变形等影响，导致其损坏或性能下降。因此，需要采用合理的运输方式和保护措施，避免或减少运输损伤。现场储存条件也会影响预制构件的质量，例如温度、湿度、日照、风雨等环境因素，以及堆放方式、支撑方式、防护方式等技术因素。如果储存条件不良，可能会导致预制构件的变形、开裂、腐蚀等问题。因此，需要根据不同类型的预制构件选择合适的储存条件和方

法, 保证其质量稳定。组装时的连接方式也是影响装配式建筑施工质量的重要因素, 主要包括连接部件的类型、数量、位置、安装方法等。连接部件的选择应根据预制构件的结构特点和受力情况进行, 保证其能够有效地传递荷载和约束位移。连接部件的安装应按照规范和设计要求进行, 保证其与预制构件之间的牢固性和密实性。

(二) 人员因素

人员因素主要包括设计人员、施工人员和监理人员等在装配式建筑施工过程中的作用和责任。首先, 设计人员是装配式建筑施工的指导者和规划者, 他们需要根据装配式建筑的特点和要求进行合理的设计方案, 考虑预制构件的生产、运输、储存、组装等各个环节, 保证设计方案的可行性和优化性。设计人员还需要提供详细的施工图纸和技术说明, 指导施工人员正确地执行设计意图。其次, 施工人员是装配式建筑施工的实施者和执行者, 应掌握专业工程建设技能, 具备丰富一线参建经验, 熟悉装配式建筑施工的流程和方法, 按照设计图纸和技术规范进行操作, 保证预制构件的安全运输、正确安装和有效连接。施工人员还需做好施工现场安全管理和质量控制, 避免发生意外安全事故或误工问题。最后, 监理人员是装配式建筑施工的监督者和评价者, 负责对装配式建筑施工进行全程监督和检验, 确保施工过程符合设计要求和技术标准, 及时发现并纠正施工中出现的问题和错误。监理人员还需要对装配式建筑施工的质量进行评价和验收, 保证其达到预期的效果和性能。

(三) 机械因素

机械因素是指在装配式建筑施工中使用的各种机械设备和工具, 如吊车、升降机、钢筋切割机、钻孔机等。这些机械设备和工具在装配式建筑施工中起着关键的作用, 可以提高施工效率、减少人力消耗、保证构件的精度和稳定性等。然而, 如果机械设备和工具的选择、使用和维护不当, 也会对施工质量造成严重影响。例如吊车载荷一旦超过规定的范围, 或者吊钩与构件的连接不牢固, 就会导致构件变形、损坏或脱落, 造成人员伤亡和财产损失。升降机的速度过快或过慢, 或者升降平台与构件的对接不准确, 就可能导致构件的错位、裂缝或缝隙, 影响构件的密封性和整体性。在个别建筑施工项目中, 曾出现钢筋切割机的刀片切割面不平整、

钻孔机钻头不稳定等问题, 直接导致钢筋断裂、弯曲或错位, 影响预制件固定钢筋的强度和连接性。因此, 在装配式建筑施工中, 需要根据施工方案和设计要求, 选择合适的机械设备和工具, 并进行定期的检查、调试和维护, 以保证其正常运行和安全使用。

(四) 施工工艺

施工工艺因素是指在装配式建筑施工中采用的各种操作方法和技术规范, 如预制构件的制作、运输和安装, 以及现场拼接、填缝和检测等。这些操作方法和技术规范在装配式建筑施工中起着决定性的作用, 可以保证预制构件的质量、精度和一致性, 以及现场拼接的可靠性、牢固性和耐久性等。然而, 如果施工工艺因素不符合标准或不执行规范, 会对施工质量造成不可忽视的影响。例如个别小型装配式建筑项目中, 预制构件制作过程中没有严格控制混凝土的配比、浇筑、养护等工艺标准, 导致预制构件的强度、密度或尺寸不达标, 影响预制构件的性能和使用寿命。技术人员未能在现场拼接过程中按照设计要求和施工规范, 使用合格的连接材料和工具, 或者没有进行充分的填缝和检测, 就可能导致现场拼接的不牢固, 耐久性和密封性下降, 影响现场拼接的质量。

三、装配式建筑施工中质量影响因素的有效控制策略研究

(一) 做好装配式构件全过程管理

首先, 装配式构件的全过程管理包括设计、生产、运输、安装和验收等环节。在设计阶段, 要充分考虑构件的规格、形状、接口、功能和性能等因素, 遵循标准化、模块化和通用化的原则, 保证构件的可生产性、可运输性和可安装性。同时, 要采用数字化技术, 如BIM (Building Information Modeling) 和VR (Virtual Reality), 进行构件三维建模和数字模拟, 实现构件的精确设计和优化。在生产阶段, 要严格按照设计要求和质量标准, 采用高精密机床等先进设备和3D打印技术, 对构件进行高效预制和检测。同时, 要建立完善的质量管理体系和追溯机制, 对构件生产过程做好监控记录, 确保构件质量达标。在运输阶段, 要根据构件的重量、尺寸和形状, 选择高效率运输工具, 如平板车、集装箱或轨道交通等。同时, 要采用有序安全的堆放固定方法, 避免构件在运输过程中发生变形、损坏或脱落等

事故。在安装阶段，要按照设计图纸和施工方案，采用专业的人员和设备，对构件进行精准的吊装和连接。同时，要实施有效的安全管理和协调管理，防止施工过程中出现人员伤亡或工程延误等风险。在验收阶段，要根据行业通行标准，对构件安装质量进行全面的检查和评价。同时，要及时处理发现的问题和缺陷，并对整个施工过程进行总结和反馈。

（二）做好施工准备工作

施工准备工作是装配式建筑施工质量控制的保障，这一阶段工作主要包含以下内容：施工现场规划、施工项目设计、施工协调管理等。其中施工现场规划可被概括为根据施工项目的特点和要求，合理安排施工现场的布局、交通、设备、材料、人员等资源的过程，是保证施工现场安全和有序的重要环节。施工现场规划应考虑施工现场的地形、地质、气候等条件，以及施工项目的规模、进度、技术等因素，制定合理的施工现场平面图和立体图，明确各个区域的功能和位置，以及各种资源的配置和流动。同时，施工现场规划还应符合相关的法律法规和环境保护要求，避免造成对周边环境的影响或污染。

施工项目设计是指根据施工项目的特点和要求，制定施工项目的目标、策略、方案、计划等内容，是保证施工项目顺利实施和达成目标的重要环节。施工组织设计应根据施工项目的性质、难度、风险等特点，确定施工项目的总体目标和分项目标，以及相应的质量、安全、进度、成本等控制指标。同时，施工组织设计还应根据物料管理监督工作和其他相关工作的要求，制定具体的施工策略和方案，包括物料采购方案、物料验收方案、物料储存方案、物料运输方案、物料安装方案等，并制定相应的施工计划和预算，明确各个阶段和环节的任务、时间、资源等要求。

（三）引入全新施工技术（工程总承包模式、BIM技术）

为了实现装配式建筑的高质量施工，工程总承包模式和BIM技术是两种可采用的有效手段。工程总承包模式是指由一个承包商负责整个工程的设计、采购、施工和验收等全部或部分工作。这种模式可以实现项目管理的集成化，提高协调能力，缩短工期，降低成本，减少风险。在装配式建筑中，工程总承包模式可以有效地

控制预制构件的质量，保证构件的尺寸精度和接口一致性，避免现场安装的误差和损坏。BIM技术是指利用三维模型和相关数据对建筑全生命周期进行数字化表达和管理的技术。这种技术可以实现设计、施工、运维等各阶段的信息共享和协同，提高效率，优化方案，增加价值。在装配式建筑中，BIM技术可以有效地控制施工质量，实现预制构件的精确设计和制造，模拟构件的运输和安装过程，检测构件之间的干涉和碰撞，监测施工进度和质量。

以北京市海淀区中关村软件园二期项目为例，这一工程是集办公、商业、酒店于一体的综合性建筑，采用了装配式钢结构体系。该项目由中建八局承担总承包，由该机构全权负责项目的设计、采购、施工和验收。该机构主要利用BIM技术进行了全流程管理，根据预制构件的尺寸、形状、位置等信息，建立了三维模型，并进行了结构分析、能耗分析、碰撞检测等，确保了设计的合理性和可行性。在施工阶段，该承包商通过BIM技术，将三维模型与现场实际情况进行了对比，并与预制厂和安装队进行了信息共享，实现了施工方案的优化和施工过程的监控。同时，该承包商还利用BIM技术进行了质量检测和验收，通过三维扫描仪对预制构件和安装后的成品进行了测量，并与三维模型进行比较分析，发现并解决了潜在的预制件安装误差问题。

结论

影响装配式建筑施工质量的因素可分为内部因素和外部因素，其中内部因素包括设计、材料、设备、人员、管理和监督等，外部因素包括政策、法规、市场、环境和自然灾害等。为有效控制施工质量影响因素，保证装配式建筑施工的效率与质量达标，必须优化设计方案，选择供应能力较强、货源稳定的材料供应商，加强机械拼装设备维护保养力度，组织系统性参建人员培训教育活动，规范施工质量管理流程和监督机制，时刻关注政策法规变化情况和市场动态，提前做好环境风险和自然灾害的预防准备。

参考文献

- [1]朱钰文.装配式建筑施工质量因素识别与控制策略[J].价值工程,2021,40(24):35-37.
- [2]褚洪明.探究装配式建筑施工质量因素识别与控制[J].陶瓷,2021(3):126-128.