

探讨装配式建筑混凝土构件安装施工质量精益管理

吴立军

民航机场建设工程有限公司 天津 300456

【摘要】：随着建筑工业化、绿色化发展潮流的推进，装配式建筑依靠高效、环保、优质的核心优势，已是建筑行业转型发展的重要路径。装配式建筑的核心构成包含混凝土构件，安装施工质量直接关系到建筑结构的安全性、稳定性与耐久性，现今装配式混凝土构件安装环节，依旧存在着安装精度欠佳、构件破损、节点连接不紧实等质量问题。

【关键词】：装配式建筑；混凝土构件；安装施工质量；精益管理

DOI:10.12417/2811-0536.26.04.072

引言

受“双碳”目标和新型建筑工业化政策双重推动，装配式建筑挣脱了传统建筑模式的桎梏，达成了构件工厂预制、现场拼装的施工转变，极大地缩短了施工周期，降低了现场湿作业量与资源浪费程度，进一步推动建筑行业往标准化、绿色化转型。混凝土构件作为装配式建筑核心的承重及围护部分，它的安装施工是连接工厂预制跟建筑成型的关键步骤，安装质量优劣对建筑整体结构安全及使用功能有直接影响。

1 装配式混凝土构件施工的核心优势

1.1 构件质量可控性强

混凝土构件在工厂标准化生产环境中完成制作，其中生产全程严格遵照统一工艺标准及质量管控流程进行，钢筋绑扎、混凝土浇筑、养护等环节全程可追溯且在可控状态。工厂设有专业模具固定系统、精准计量设施以及标准化养护窑房，能实时监测并调整钢筋间距、保护层厚度等关键参数，全然杜绝了传统现场施工受风雨、温度等自然环境变动^[1]。另有不同班组人员操作办法差别等因素引发的质量波动问题，核心指标高度一致，大大降低了现场安装适配的难度，进而从源头保证建筑结构稳定性与耐久性，给现场精准安装奠定了坚实可靠的基础。

1.2 施工效率显著提升

构件预制可跟现场准备工作同步进行，创立“工厂生产加现场筹备”的同步作业模式，构件生产完毕径直运到施工现场拼装，不必做传统施工中那些既耗时又费力的现场支模、钢筋绑扎、混凝土浇筑，还无需等待长时间养护，大幅减少了现场施工关键路径的周期数。利用专业的机械化吊装设备完成构件安装，

均经数字化模拟规划，简化操作流程，降低了人工操作的冗余步骤与失误几率，这种施工的工业化模式，能缩短传统框架结构建筑的现场施工周期，进一步增进了施工效率，为精益管理的“流程优化、时间管控”目标实现给予强力保障。

1.3 安全与环保效益突出

现场湿作业大幅削减，混凝土浇筑、砂浆搅拌这类易有安全隐患的工序转到工厂内部去，大幅减少高空作业、交叉作业的频次，减少人员在危险工况的暴露时长。工厂化生产从根源上降低了施工时粉尘、噪音、建筑垃圾的产生量，施工现场清洁有序，符合绿色建筑发展的环保准则，在工厂预制过程中，材料损耗可经精准配料、边角料循环利用等方式精准把控，现场拼装施工对周边居民生活干扰不大，极大提高了施工安全水平，还为精益管理里“资源节约、绿色施工”理念的落地创造了良好条件。

2 装配式混凝土构件安装质量的影响因素

2.1 精益化人员管理不足

人是施工过程中的关键主体，人员素质以及操作规范性直接左右安装质量。目前一些施工企业没有精益化人员管理意识，引发一连串质量问题。一是质量意识薄弱，施工人员对构件安装质量关乎建筑整体安全的重要性认识不足，抱着侥幸心理，在执行环节敷衍应付，忽略细节把控^[2]。二是专业水平欠佳，装配式建筑发展的时间不长，部分施工人员欠缺系统的专业培训，构件安装的标准化流程、关键技术要点、质量控制标准，没掌握扎实，操作未合规。三是监督机制粗放，全流程、精细化的监督体系未构建起来，对施工人员操作过程的管控未做到持久，违规操作行为

作者简介：吴立军，男（1989，09.04），汉，山东青岛人，本科，中级工程师。

难以及时被察觉并纠正。四是资质管理不规范,部分关键岗位的人员没有持证上岗,没有相应的执业能力及责任意识,给安装质量造成隐患,这些问题实际上是精益管理里“人员价值最大化”理念没有落地,人员培育、监督、激励机制存在的问题表现。

2.2 精益化物资管控缺位

构件安装离不开设备与材料保障,管理水平直接关系到安装质量与效率,相关问题的核心原因是精益化物资管控不到位。设备管理这一模块,选型精准度存在问题,为控制成本而选用型号不符、性能陈旧的吊装设备,造成吊装精度不达标;设备运维标准化流程缺失,尚未设定定期检修、维护计划。设备始终超负荷工作,性能慢慢变弱,易引发设备在安装时出现故障;现场设备布局欠妥当,防护措施未达到有效标准,影响作业效率,设备碰撞还有可能造成构件损坏。就材料管理而言,构件进场检验流程不规范,未全面开展质量核查,造成尺寸出现偏差、缺棱掉角的构件流入施工场地。构件存放规划不科学,地面硬化处理未做、支架堆放不坚实,致使构件不均匀沉降或产生破损。灌浆材料、密封胶等辅助材料配置不达标,因存放环境不良,影响节点连接状态,这些问题显示出精益管理没有“物资精准管控、资源优化配置”的理念。

2.3 精益化流程规划不足

施工方案是构件安装的指引文件,科学性与针对性对施工质量有直接影响,精益化流程规划没有做好,致使方案有不少缺陷:一是构件拆分设计规划不合理,设计人员没有把现场安装条件、吊装路径、施工机械性能等综合起来分析,只看重结构功能,使得构件尺寸跟实际安装需求不一致,拼接之际出现冲突。二是施工流程规划不缜密,未能明确各工序的时间节点、操作标准以及质量控制点,工序衔接不顺,存在等待和返工的浪费情形^[3]。三是应急预案不存在,没有充分顾及天气、设备故障等外部突发因素对安装产生的影响,引发突发情形出现之时无法马上应对,导致安装精度出现偏差,这些问题实质是精益管理的“流程优化、事前预防”理念未能有效落地。

2.4 精益化技术协同与信息管控缺失

装配式构件安装实现精准与协同,离不开技术支撑和信息畅通。精益化技术协同不足与信息管控缺失是关键影响因素,技术协同机制有缺陷,设计、生产、施工、监理这些参建方没有统一的技术协同平台,设计阶段未充分联合施工团队做可施工性分析,生产环

节未及时将构件生产偏差信息同步。施工时碰到的技术难题没能迅速反馈给设计方优化,引发技术衔接出现断裂,构件跟现场工况对不上,节点处理方案有问题。信息管控松散,未打造全流程数字化信息追溯体系,构件生产、运输、安装的关键数据没做到精准录入与实时共享,质量出现问题时难迅速追溯源头。设计变更信息传递慢、口径不一样,部分施工人员依旧依照旧版图纸施工,引发安装出现差错。

3 装配式混凝土构件安装施工质量精益管理的实施路径

3.1 健全专项管理制度,明确精益管控责任

聚焦装配式混凝土构件安装各个环节风险点,创立闭环精益化管理制度体系,包含设计拆分、工厂生产、物流运输、现场安装及竣工验收,需要清楚地界定设计单位构件优化的责任、施工企业现场执行的责任、监理单位全程监督的责任以及构件生产厂家质量保障的责任,构建责任矩阵图形,构建“岗位定职责、流程设标准、管控明节点”的层层管控模式。有针对性地制定《装配式混凝土构件安装质量精益管控标准》,明确构件安装轴线偏差、标高精度等核心指标要求,搞清楚吊装、灌浆、拼接等关键工序的操作步骤、质量检测频次与方法,统一规范分部分项工程验收流程及合格标准,为各参建方给出统一且具有操作性的执行准则。按照《建设工程质量管理条例》等法规,完善质量追溯机制,构建信息化追溯平台,构件生产批次、原材料检验报告、运输轨迹、安装人员及验收记录等信息都要全程录入,做到“一物一码”可溯源^[4]。配套搭建精益化奖惩体系,将安装质量达标率、隐患整改及时性等指标直接与施工人员计件工资、管理人员绩效奖金相挂钩,给予获评“质量标兵”的班组专项奖金,对因违规操作引发质量问题的个人与班组进行罚款及通报批评,全面调动全员质量管控的积极性。

3.2 系统化培训,提升精益操作能力

把装配式施工技术特性与精益化管控要求相结合,编排分层分类的精准培训计划,让不同岗位人员均掌握核心技能。针对设计工作者,重点做好精益化构件拆分设计培训事宜,依据现场安装难点,阐释构件尺寸优化技巧及连接节点简化要点,利用典型案例探讨怎样平衡结构安全性同施工便捷性,提高设计方案可施工程度。面向构件生产人员,专注钢筋绑扎、预埋件安装、混凝土浇筑这些关键工序,教导精益生产工艺关键要点,突出模具精度校准、养护参数控制

等细节要点,保证出厂构件达到安装质量前置标准。针对现场安装人员,组织标准化吊装操作、套筒灌浆密实度控制、构件拼接缝隙整治等实操培训,整合VR模拟演练跟现场实操考核,帮助其熟练掌握精益化作业流程与质量偏差整改手段。针对监理人员,着重开展精益化质量检测技术培训,涵盖激光测距仪、灌浆密实度检测仪等专业设备使用方式,搞清楚吊装定位、节点灌浆等关键环节的质量控制要点和验收规范,邀请行业资深专家、龙头企业技术骨干来讲课。采用“理论阐释+案例解析+实践演练”的模式,培训过后组织理论考试及实操考核,只有双合格者可持证上岗,严格禁止无证及技能不达标的人员上岗工作。

3.3 设备精益化选型、运维与现场布局

按照构件重量、尺寸、安装高度及精度要求,实施设备选型论证事宜,避免设备能力不足引起施工耽误或过度配置导致成本浪费,准确核算吊装的载荷和作业半径,首先选用有智能定位、精度补偿功能的智能吊装设备,配备自动化灌浆设备、激光定位仪等先进器械,显著提升安装精度及作业效率。设立设备精益运维管理机制,构建“日检查、周保养、月检修”的标准化体系,设备运行状态每日由操作人员检查并记录,设备润滑、紧固等部位每周由运维人员保养,每月同设备厂家一起开展精度校准及故障排查工作,及时更换老化、损坏的零部件,构建完整的运维档案。同时改进施工现场设备布局,结合构件运输路线、安装流水段划分,妥善安排吊装设备停放处、构件堆放地、灌浆作业区等功能区域,安装标准化安全防护围栏以及标识标牌,防止交叉作业相互干扰,把塔式起重机安置在构件堆放区与安装区之间的关键位置,减少吊装路程,降低转运时间消耗;小型机具如灌浆泵、搅拌桶等集中存放、统一管理,安排专人负责日常保养,让设备随取能用、性能稳定可靠。

参考文献:

- [1] 刘利堂.装配式建筑混凝土构件安装施工质量精益管理[J].中国建筑金属结构,2025,24(24):169-171.
- [2] 张会琴.装配式建筑成本影响因素研究[D].河北经贸大学,2025.
- [3] 段立玲.装配式混凝土建筑成本影响因素分析与对策[D].内蒙古科技大学,2024.
- [4] 杜浩丽.装配式混凝土建筑建造成本分析与控制研究[D].河南工业大学,2022.
- [5] 左俊.装配式建筑预制混凝土构件精益建造过程优化研究[D].桂林理工大学,2022.

3.4 精益化拆分与碰撞检测

深度结合BIM技术与精益化设计理念,创立建筑、结构、机电等全专业协同的BIM模型,让构件拆分设计实现可视化与精准化。设计人员凭借BIM模型,全面考虑构件生产模具通用性、运输车辆装载效率、现场吊装可达性及安装便捷程度,实施精益化拆分,改进构件大小与连接节点样式,满足结构承载要求时,削减构件种类、下压生产及施工成本^[5]。全面发挥BIM技术的碰撞检测效能,全方位模拟分析构件间、构件与机电管线以及预埋件和预留洞口的空间位置,设定碰撞预警界限,预先发现设计中的构件干涉、管线冲突等问题。就检测到的问题而言,组织设计、施工、监理三方开协同会,规划优化方案并在BIM模型内加以调整,生成变更文件后同步推送给各参建方,防止现场安装时构件拼接不了、管线堵塞等返工状况。以BIM模型为中心搭建设计信息数字化管理平台,实时更新设计变更资讯,自动告知生产、施工相关方更新执行文件,配套构建信息传递确认体制,保证变更信息准确落实,从源头杜绝信息不对称带来的质量风险与工期延后。

4 结语

装配式建筑混凝土构件安装施工质量的精益化管理,是促进装配式建筑高质量发展的核心措施,通过全维度协同来进行制度构建、流程优化、人员培育、技术赋能与过程监督,做到安装施工标准化、精准化、高效化,从根本上处理好安装质量问题,精益管理理念的落实,完善的管理制度是基础条件,明确各参建方责任及标准;依靠高素质的专业人才支撑,提升人员精益意识与操作水平;以科学的设备材料管理为保障基础,保证安装基础条件的可靠程度;以BIM技术为赋能方式,实现设计跟施工的精准协作;以全流程质量监督为关键,尽早防范并处理质量隐患。