

装配式建筑施工关键技术要点与现场管理优化

关昊雨

新疆三利建筑有限责任公司 新疆 奎屯 833200

摘 要：装配式建筑是建筑业转型升级的重要方向，其施工方式由传统的现场浇筑向工厂预制、现场装配转变，对施工技术和管理模式提出了全新要求。本文立足于装配式建筑施工的全过程，系统阐述预制构件生产、运输堆放、吊装定位、连接节点及防水防护等关键技术要点，分析各环节的技术难点与控制要求。在此基础上，针对现场管理面临的组织协同复杂、精度要求高、信息化需求迫切等挑战，从组织管理、进度调度、质量管控、安全保障及信息化平台应用等方面提出管理优化策略。研究认为，技术与管理需协同推进，以标准化、精细化和信息化为手段，方能充分发挥装配式建造方式的综合优势。

关键词：装配式建筑；施工技术；预制构件；现场管理；信息化管理

引言

随着我国建筑业劳动力成本上升、环保要求趋严以及绿色发展理念的深入推广，装配式建筑作为新型建造方式得到了国家政策的大力支持和行业的广泛关注。然而，装配式建筑的施工过程不再是连续的整体浇筑，而是分散构件的精确组合，对构件制作精度、安装定位准确性、节点连接可靠性以及现场组织协调提出了远高于传统现浇结构的要求。当前，装配式建筑在推广过程中暴露出不少问题：构件尺寸偏差导致现场安装困难，连接节点灌浆不饱满影响结构安全，现场堆场混乱影响吊装效率，多工种交叉作业组织不力造成工期延误等。这些问题既有技术层面的原因，也有管理层面的不足，而更多时候是技术与管理的衔接不畅所致。因此，系统梳理装配式建筑施工的技术要点，并在此基础上提出现场管理的优化策略，对于提升装配式建筑的施工质量与效率具有重要意义。

1 装配式建筑施工的技术特征与管理挑战

1.1 装配式施工的技术特征

装配式建筑的施工方式与现浇结构存在本质差异。其核心特征可概括为“工厂预制、物流配送、现场装配、节点连接”。构件在工厂内按照标准化模具和养护制度生产，质量受控程度高；现场作业以机械吊装、就位、连接为主，湿作业量大幅减少。施工过程从“连续浇筑”转变为“离散拼装”，这对构件的几何尺寸精度、预埋件位置的准确性以及安装过程中的空间定位能力提出了极高的要求。此外，装配式结构依靠节点（如套筒灌浆连接、浆锚搭接、焊接或螺栓连接）实现力的

传递，节点连接的质量直接决定了结构整体性能。

1.2 现场管理面临的主要挑战

装配式建筑施工给现场管理带来了多方面的挑战。第一，供应链协同要求高——构件需按施工进度计划按时按序供应，任何环节的延误都可能导致现场停工待料或构件积压。第二，空间规划难度大——大型预制构件堆场面积大、运输通道要求宽、起重设备站位需精确规划，现场平面布置的合理性直接决定吊装效率。第三，安装精度控制严格——构件安装允许偏差在毫米级，而构件自重可达数吨甚至数十吨，调节余量极小，对测量定位和吊装操作技能要求很高。第四，节点质量隐蔽性强——套筒灌浆等关键连接工序完成后被隐蔽，质量检验和缺陷识别难度大，必须依靠过程控制而非事后检验。这些挑战要求现场管理从粗放式向精细化转变，从经验型向数据驱动型转变。

2 装配式建筑施工关键技术要点

2.1 预制构件生产与出厂质量控制要点

构件生产是装配式建筑施工的源头环节，其质量直接决定了现场安装的顺利与否。生产环节的关键控制要点包括：模具的精度与刚度必须满足要求，模具组装尺寸偏差应控制在允许范围内；钢筋加工和绑扎位置应准确，保护层厚度应符合设计要求，预埋件（如套筒、连接件、吊点）的定位误差不得超过 $\pm 2\text{mm}$ ；混凝土浇筑应分层均匀进行，振捣密实，尤其注意预埋件周围不得有空鼓；养护制度需严格执行，确保构件达到出厂强度后方可脱模起吊^[1]。出厂前应进行全面的尺寸复核和质量检验，对不合格构件坚决不予出厂，并建立“一构件一

档案”的质量追溯体系,记录每个构件的生产日期、检验数据和责任人员。

2.2 运输与现场堆放技术要点

运输环节的核心目标是保证构件在运输过程中不发生损坏和变形。应根据构件的形状、尺寸和重量选择合适的运输车辆和固定方式,墙板和楼板应采用专用运输架立式或平放运输,并设置柔性垫木和紧绳器固定;细长构件(如楼梯、梁)应设置多点支撑,防止运输途中产生过大挠曲。运输路线应提前勘察,确保道路净空高度、转弯半径满足通行要求。构件运抵现场后,堆放场地须平整坚实,有良好的排水措施。不同种类、不同规格的构件应分区堆放,标识清晰;堆放高度不超过两层,垫木位置应上下对齐,避免产生附加弯矩。墙板类构件宜采用专用插放架立放,楼板类构件宜平放并控制叠放层数。吊装前对构件进行逐件检查,确认外观无损伤、预埋件完好、尺寸符合要求方可使用。

2.3 吊装与安装定位技术要点

吊装是装配式施工的核心工序,直接决定安装效率和最终位置精度。吊装前应编制详细的吊装方案,明确吊装顺序、起重机械的选型和站位、吊具索具的配置以及信号指挥方式。吊点的设置应使构件在起吊后保持设计姿态,避免因偏斜而产生过大附加应力。起吊宜采用慢起、稳升、缓放的操作方式,在构件离地约30cm时暂停,检查吊具受力均匀性和构件平衡状态后方可继续提升。构件就位时,应利用已安装构件的控制轴线、标高线和定位标记进行初步对位,然后通过斜撑、调节螺栓和微调装置进行精确调整,使构件的水平位置、垂直度和标高偏差同时满足规范要求。安装过程中须进行连续测量复核,尤其是首层构件的定位精度,其偏差将层层累积。在确认位置准确后立即进行临时固定(斜撑、支撑架),确保构件在后续工序施工前保持稳定。

2.4 连接节点施工技术要点

连接节点是装配式结构安全的关键。套筒灌浆连接是目前应用最广泛的钢筋连接方式,其质量控制要点包括:灌浆前须进行灌浆料流动性试验(初始流动度不小于规定值),检查套筒和钢筋的位置是否对中,清除套筒内杂物并用密封胶封堵接头缝隙,确保灌浆腔封闭严密。灌浆应从套筒底部注浆孔注入,待上方出浆孔连续均匀出浆后立即封堵,整个过程应连续进行,不得中断。灌浆料应在规定时间内用完,超过初凝时间者严禁继续使用^[2]。灌浆完成后应制作同条件养护试件,用于检验灌浆料强度。其他连接方式如焊接连接,应控制焊

接电流和焊接顺序,防止过热烧伤钢筋;螺栓连接应注意紧固力矩的标准化操作。所有连接节点在隐蔽前均须经过专项验收,并留存影像资料。

2.5 外防护与防水施工要点

装配式建筑外围护结构多为预制墙板或挂板,板缝的防水处理是施工技术的重要环节。应按照“构造防水为主、材料防水为辅”的原则设计板缝防水做法,现场施工时需确保密封胶的施工温度和湿度条件符合产品要求,接缝基层清洁干燥后涂刷底涂,再嵌入密封胶并压实抹平,形成连续完整的防水密封层。外脚手架宜采用附着式升降脚手架,以避免在预制墙板上预留过多穿墙孔洞,减少后期修补和渗漏隐患。外墙保温、饰面施工应确保与预制构件牢固连接,防止脱落后造成安全隐患。

2.6 现浇节点与预制部分的协同施工

装配式建筑并非完全“干法”施工,在梁柱节点、剪力墙边缘构件及楼板叠合层等部位仍需现浇混凝土。现浇节点与预制构件的结合面处理是协同施工的技术难点。预制构件表面需进行粗糙化处理或设置抗剪键槽,以增强新旧混凝土的粘结性能。节点模板安装应利用预制构件本身的预留孔洞进行加固,避免在构件上随意开孔破坏受力钢筋。混凝土浇筑前,应清理结合面浮浆并充分湿润,浇筑过程中注意振捣密实,特别是钢筋密集区域的混凝土填充度。现浇与预制交接处的养护条件应统一协调,防止因收缩差异过大在界面处产生裂缝。协同施工的另一技术要点是支撑体系设计,预制梁板下的独立支撑应保留至现浇混凝土达到设计强度的100%方可拆除,且支撑间距和立杆稳定性需经专项计算。

3 装配式建筑施工的现场管理优化

3.1 组织管理与协同调度优化

装配式施工涉及构件生产、物流运输、现场吊装、现浇节点和装饰装修等多个环节,各环节之间的衔接紧密,必须建立高效的组织协同机制。应推行“总承包主导、专业分包配合”的一体化管理模式,由总承包单位统一协调构件供应计划、现场资源分配和施工节奏。建立每日“构件需求—运输状态—现场存量”动态平衡会议制度,根据现场实际进度和天气条件,及时调整次日构件进场计划,避免现场堆积积压或构件供应不足^[3]。同时,应明确各分包单位之间的交接界面和责任划分,制定标准化的工序交接单和验收流程,减少因职责不清造成的推诿和延误。

3.2 进度计划与动态调度优化

装配式建筑的进度计划需要比现浇结构更加精细。

应基于构件清单和吊装能力进行逐层、逐段的排布,每个构件均应设定计划安装时间和实际安装时间。在进度控制中,应建立“日保周、周保旬、旬保月”的逐级控制体系,每日统计吊装完成量和偏差,每周进行进度偏差分析。当发现进度滞后时,应评估其对后续工序和总工期的影响程度,并采取调整吊装顺序、增加作业班组、延长有效工作时间或优化构件供应节奏等措施进行纠偏。同时,应考虑天气、设备检修和材料检测等不可控因素,在进度计划中设置合理的机动时间和备用方案,增强计划的可执行性。

3.3 质量管理的全过程精细化

装配式建筑施工质量管理的核心在于“事前预防、事中控制”,而非事后返工。应构建从构件进场到隐蔽验收的全过程质量控制链条。在构件进场环节,每批构件必须有出厂合格证和检验报告,现场进行外观质量和尺寸偏差的逐件检查,不合格品直接退回。在安装过程环节,将每道工序的允许偏差和检查方法编入作业指导书,操作人员自检、班组复检、质检员专检三级检查制度严格执行,所有检查数据即时填入移动终端^[4]。连接节点灌浆等重要工序实行“旁站监督+录像留存”,确保过程可追溯。隐蔽工程验收应在覆盖前完成,验收通过后方可进入下一工序。建立质量问题台账,对每项质量缺陷进行原因分析和整改闭环,并定期汇总分析高频问题类型,从管理和技术两个层面进行系统改进。

3.4 安全管理的专项管控

装配式建筑施工的安全风险主要集中于构件吊装、高空临边作业和大型机械使用。吊装作业应严格执行“吊装令”制度,每次吊装前进行安全条件确认,包括吊具索具完好性检查、吊装区域警戒设置、信号工在岗确认等。六级以上大风或视线恶劣天气应停止吊装作业。高空作业的安全防护设施(如安全网、临边护栏、安全带挂点)必须与主体结构同步设置,不得滞后。针对大型起重机械,应建立“一机一档”管理制度,定期进行安全检查和技術状态评估,操作人员须持证上岗。应编制专项安全应急预案,针对构件坠落、机械倾覆等典型事故场景制定应急处置措施,并定期组织演练。

3.5 信息化管理与 BIM 技术应用

信息化手段是实现现场管理优化的重要支撑。BIM 技术可在装配式施工中发挥多维度作用:施工前利用 BIM 模型进行碰撞检测,发现构件间钢筋与预埋件的位置冲突并提前修正;进行吊装模拟和施工过程 4D 推演,验证施工顺序和机械占位的合理性;将构件信息与进度计划关联,生成构件状态跟踪表,实时反映每个构件的生产、运输、进场、安装和验收状态。此外,采用物联网技术对构件的运输轨迹和现场堆存位置进行追踪,利用无线测温系统监测灌浆料养护温度,将各类数据汇集于统一管理平台,实现施工过程的可视化、可追溯和可预警。信息化管理不仅提升了管理效率,更积累了宝贵的过程数据,为企业定额编制和质量改进提供了科学依据。

结束语

装配式建筑的施工是一项系统化的工程,其技术要点与管理优化密不可分。本文从构件生产、运输堆放、吊装定位、节点连接、防水防护等环节系统梳理了关键技术控制要求,并针对现场管理的组织协同、进度调度、质量管控、安全管理和信息化应用提出了优化策略。技术要点的精准掌握确保了“做得对”,管理优化的系统实施保证了“做得快”和“做得好”,二者相辅相成。在当前建筑业向工业化、智能化转型的大背景下,装配式建筑的发展不应停留在构件的工厂化生产层面,更应注重现场施工管理理念和手段的同步升级。未来,应进一步推动 BIM、物联网、人工智能等技术与装配式施工管理的深度融合,构建“设计-生产-运输-安装”全产业链的数字化管理体系,以实现装配式建筑综合优势的最大化发挥。

参考文献

- [1] 郭正兴,李金根,刘家彬.装配式混凝土结构施工技术的研究与应用[J].施工技术,2022,51(12):1-7.
- [2] 王铁成,张磊,李明.预制构件套筒灌浆连接质量控制关键技术[J].建筑结构,2023,53(8):92-98.
- [3] 张立新,陈思,赵岩.装配式建筑施工安全管理要点与信息化管控策略[J].建筑安全,2024,39(4):56-62.
- [4] 刘洋,王芳,孙伟.BIM 在装配式建筑施工现场管理中的应用探索[J].工程管理学报,2023,37(5):134-140.