

装配式混凝土结构建筑施工工艺

罗振华

深圳市创达低碳科技有限公司 广东 深圳 518000

摘要：装配式混凝土结构作为一种新型建筑结构，能显著降低资源能源消耗，缩短施工工期，实现可持续发展。其施工工艺要点包括充分的前期准备、精确的构件运输与存放管理、预制墙板吊装施工、混凝土分层浇筑与振捣，以及基础灌浆等关键步骤。同时，需注重施工质量控制，确保构件质量和安装精度。装配式混凝土结构施工复杂且要求严格，全面掌握工艺要点对提高整体施工效益至关重要。

关键词：装配式；混凝土结构建筑；施工工艺

引言：在现代化建筑领域，装配式混凝土结构以其高效、环保、经济的特性，正逐步引领建筑行业的发展潮流。该工艺基于工业化生产方式，将建筑构件在工厂预制完成，随后运至现场进行装配，极大提升了施工速度与质量控制水平。本文全面阐述装配式混凝土结构建筑施工的核心工艺，探讨其技术创新点与应用价值，旨在为推动建筑产业升级、实现绿色建筑发展目标提供有力支撑。

1 装配式混凝土结构建筑概述

1.1 装配式混凝土结构建筑的定义与分类

(1) 装配式混凝土结构建筑的基本概念：是指将建筑的部分或全部构件（如梁、板、柱、墙等）在工厂预先生产制作，通过运输设备运至施工现场，再借助可靠的连接方式进行装配安装而成的混凝土结构建筑。与传统现浇混凝土结构相比，其核心在于构件的工业化生产与现场装配化施工的结合，实现了建筑生产方式的革新。(2) 装配式混凝土结构建筑的主要类型及其特点：按结构形式可分为装配式框架结构、装配式剪力墙结构、装配式框架-剪力墙结构等。装配式框架结构由预制梁、板、柱装配而成，空间布置灵活，适用于多层及小高层办公楼、商场等；装配式剪力墙结构以预制剪力墙为主要抗侧力构件，整体性好、抗震性能强，多用于高层住宅；装配式框架-剪力墙结构结合两者优势，兼具灵活性与抗侧刚度，适用于中高层复杂建筑。

1.2 装配式混凝土结构建筑的优势

(1) 在施工效率方面，构件工厂预制与现场吊装并行，减少了现场支模、绑扎钢筋等工序，可缩短30%-50%的施工周期，且受天气影响小，能保证施工进度稳定性。(2) 成本控制上，虽预制构件初期生产成本较高，但通过工厂批量生产降低材料损耗，减少现场人工用量，长期来看可实现成本优化；同时，施工周期缩短

能降低资金占用成本。(3) 节能环保方面，工厂生产采用精准配料，减少建筑废料和粉尘排放；现场湿作业减少，降低施工噪音和污水污染；还可利用工业废料制作构件，符合绿色建筑发展理念^[1]。

2 装配式混凝土结构建筑施工准备

2.1 施工方案的编制

(1) 专项施工方案的编制：需结合工程项目的结构类型、体量规模、工期要求及现场环境等特点，严格遵循国家现行《装配式混凝土建筑技术标准》《混凝土结构工程施工规范》等标准规范。方案应涵盖工程概况、施工部署、关键工序技术要点、质量控制措施、安全防护方案及应急预案等内容，针对异形构件安装、高空作业等难点环节制定专项技术措施，确保方案的科学性和可操作性。(2) 构件相关作业内容的明确：在方案中需详细规划构件运输路线，根据构件尺寸、重量选择合适的运输车辆（如低平板拖车），明确绑扎固定方式及运输过程中的防碰撞措施；构件存放区应划分专属区域，按型号、吊装顺序分类堆放，设置刚性支架保证构件存放稳定，叠放构件需控制层数并设置垫块；吊装作业需确定吊点位置、吊装机械选型（如汽车吊、塔式起重机等）及吊装半径，明确吊装顺序及协同作业流程；安装流程需细化构件定位、临时支撑设置、校核调整等步骤；连接模式需注明套筒灌浆、浆锚搭接、机械连接等不同连接方式的施工工艺及质量控制要点。

2.2 技术交底与人员培训

(1) 技术交底工作的落实：采用分级交底模式，由项目技术负责人向施工班组长进行一级交底，明确施工方案中的关键技术指标、质量验收标准及安全注意事项；班组长向操作人员进行二级交底，结合施工图纸、节点大样图及现场实物样板，详细讲解构件安装精度要求、连接施工步骤及常见问题处理方法。交底过程需形

成书面记录,由交底人和接收人签字确认,确保操作人员全面掌握施工方案细节。(2)施工人员的专业培训:针对吊装工、灌浆工、质检员等关键岗位人员,开展专项技能培训,通过理论授课(如装配式施工工艺、质量验收规范)、实操演练(如模拟套筒灌浆、吊装作业)等方式,提高其操作技能;组织安全培训,重点讲解高空作业防护、吊装机械操作规程、应急救援措施等内容,通过案例分析强化安全意识,培训合格后方可上岗作业,确保施工人员具备相应的专业能力和安全素养。

3 装配式混凝土结构建筑施工工艺

3.1 预制构件的运输与存放

(1)运输流程和路线规划及车辆选取:运输前需结合构件尺寸、重量及施工现场交通条件,规划最优运输路线,避开狭窄路段、限高设施及交通拥堵区域,并提前与交管部门沟通办理通行许可。运输流程需明确工厂装货、途中押运、现场卸货等环节的责任分工,装货时根据构件类型(如墙板、叠合板)采用专用支架固定,确保构件重心平衡;运输车辆优先选用带有液压升降装置的专用平板车,墙板运输需配备立式运输架,叠合板运输采用水平分层放置架,避免构件在运输过程中发生变形或损坏^[2]。(2)施工现场存储与处理:施工现场需划分专门的预制构件存放区,场地需进行硬化处理并设置排水坡度,防止积水浸泡构件。存放时按吊装顺序分区堆放,墙板采用立式存放,底部设置通长垫木,两侧用斜撑固定;叠合板、梁等水平构件叠放时,叠放高度不宜超过6层,每层之间需放置与构件同宽的垫木,垫木位置应与吊点对应,避免构件受力不均产生裂缝。所有存放的构件需张贴标识牌,注明型号、规格、吊装部位及进场日期,同时安排专人定期检查构件状态及支撑稳定性,遇暴雨、大风等恶劣天气需采取覆盖、加固等防护措施。

3.2 预制构件的安装

(1)吊装处理与临时支撑设置:吊装前复核构件重量及吊点位置,按方案选起重机,吊装半径设警戒区。试吊时将构件吊离地面30cm停顿,检查吊具受力及平衡性,确认后缓慢起吊。构件就位后立即设临时支撑:墙板每块至少配2道可调斜撑,一端连墙板顶部预留孔,另一端接地面预埋件,通过调节校正垂直度;叠合梁两端设临时支座,精准控制高度以保证梁体水平。临时支撑材质、规格需符合设计,支撑点设于构件受力节点,待连接节点强度达设计值70%以上方可拆除。(2)板材分类与安装定位:安装前按型号、尺寸分类核对板材,检查外观及预留孔洞,有裂缝、缺角等缺陷的及时上报。

依据施工图纸,用全站仪、水准仪精确放线,在楼面上弹出构件边线、控制线及标高控制线。墙板安装需保证上下层垂直度偏差 $\leq 5\text{mm}$,相邻板缝宽度符合设计;叠合板安装对齐板缝,预留2-3cm缝隙便于灌浆,同时确保板端搁置长度达标,避免悬挑过大。安装中实时校核位置、标高及平整度,偏差超限时及时调整,确保符合验收规范。

3.3 基础性的灌浆操作

(1)灌浆料拌合与操作流程:灌浆料需选用符合设计要求的专用高强无收缩灌浆料,拌合时采用电动搅拌机,按照产品说明书规定的水料比(通常为1:10-1:12)进行计量,先加入适量水,再缓慢倒入灌浆料,搅拌时间不少于3分钟,直至浆体均匀无结块、流动性满足要求(通过扩展度试验检测,扩展度需 $\geq 300\text{mm}$)。灌浆操作流程为:先清理套筒内的杂物及积水,用高压气泵吹扫干净;在灌浆孔下方设置海绵条防止漏浆,然后采用专用灌浆枪从下口灌浆孔注入浆体,当上口溢浆孔流出连续、均匀的浆体时,及时封堵该孔,继续灌浆至其他溢浆孔出浆,最后封堵所有灌浆孔和溢浆孔,灌浆过程需连续进行,避免中途停顿。(2)灌浆过程质量监控与细节处理:灌浆时安排专人全程旁站,记录灌浆时间、灌浆料批次及每个套筒的灌浆情况,对灌浆过程中出现的堵管、漏浆等问题及时处理。若发生堵管,需立即停止灌浆,拆开接头清理管道,重新搅拌灌浆料后再继续;漏浆时需暂停灌浆,用速凝水泥封堵漏浆部位,待凝固后重新灌浆。灌浆完成后1小时内,需检查浆体是否有下沉,若有需及时补灌;养护期间需保持构件表面湿润,环境温度低于 5°C 时需采取保温措施,严禁浇水养护,确保灌浆体强度正常增长^[3]。

3.4 现浇部位的施工

(1)埋件预留与转换层插筋定位要点:现浇部位的预埋件(如连接钢板、螺栓)需在预制构件生产时精确预留,预埋位置偏差不得超过5mm,预埋件表面需与构件表面平齐,避免突出或凹陷。转换层插筋定位时,先根据施工图纸在楼板模板上弹出插筋位置线,采用钢筋定位架固定插筋,确保插筋间距、垂直度及外露长度符合设计要求,插筋底部需与下层钢筋可靠连接,顶部采用临时固定措施防止偏移。浇筑混凝土前需复核预埋件及插筋位置,偏差超限时及时调整,浇筑过程中避免振捣棒直接碰撞预埋件和插筋,防止其移位^[4]。(2)现浇部位与预制构件连接方式及质量控制:连接方式主要有叠合层连接、节点核心区连接等,叠合层连接需清理预制板表面浮浆,绑扎上层钢筋后浇筑混凝土,确保叠合

层与预制板结合紧密；节点核心区连接时，需将预制构件预留钢筋与现浇部位钢筋按设计要求绑扎或焊接，钢筋搭接长度、焊接质量需符合规范，节点区混凝土强度等级需高于构件混凝土一个等级，浇筑时采用小直径振捣棒振捣密实，确保节点区无蜂窝、麻面。质量控制方面，需检查连接部位钢筋配置是否符合设计，混凝土浇筑后及时覆盖养护，养护时间不少于14天，同时按规定制作试块，检测混凝土抗压强度，确保连接节点的承载能力满足要求。

4 装配式混凝土结构建筑工程施工质量控制

4.1 质量控制体系建立

(1) 构建完整质量控制体系：以“事前预防、事中控制、事后验收”为核心，构建涵盖构件生产、运输、安装、连接等全流程的质量控制体系。整合设计单位、施工单位、监理单位及构件厂资源，建立多方协同的质量管理机制，通过BIM技术实现构件信息追溯，形成从构件出厂到竣工验收的闭环管控。同时，引入第三方检测机构，对关键工序进行独立抽检，确保质量控制无死角。(2) 明确质量控制标准、流程与责任分工：质量控制标准需严格遵循《装配式混凝土建筑工程施工质量验收标准》等规范，明确构件尺寸偏差（如墙板垂直度 $\leq 5\text{mm}$ ）、灌浆饱满度（100%）等关键指标。流程上实行“三检制”（自检、互检、专检），构件进场需核查出厂合格证及性能检测报告，安装前复核定位放线，连接施工后进行实体检测。责任分工细化到岗位，项目经理为第一责任人，施工员负责工序管控，质检员专司验收，监理工程师监督全过程，确保责任可追溯。

4.2 施工过程质量控制

(1) 可能出现的质量问题与原因：常见问题包括构件安装错位（因放线偏差或吊装误差）、灌浆不饱满（因料浆流动性不足或封堵不严）、接缝渗漏（因密封胶施工不当）等。深层原因涉及人员操作不规范、设备精度不足、材料性能波动等，如灌浆工未按规程操作易导致套筒堵管，起重机定位偏差会引发构件安装偏移。(2) 质量控制措施与改进建议：针对安装错位，采用高精度全站仪放线，吊装时设置限位装置；灌浆前校验料

浆扩展度，采用“一孔注浆、多孔溢浆”工艺，并用内窥镜检查饱满度；接缝处理选用专用密封胶，施工前清理基层并涂刷底涂。建议定期开展技能比武，优化施工工艺（如采用自动灌浆设备），建立质量问题数据库，通过PDCA循环持续改进。

4.3 验收与评估

(1) 验收标准与流程：验收标准涵盖构件外观（无裂缝、蜂窝）、安装精度（轴线偏差 $\leq 10\text{mm}$ ）、连接强度（同条件试块达标）等指标。验收流程分为分项工程验收（如构件安装、灌浆）、分部工程验收（结构主体）及竣工验收，需提供隐蔽工程记录、检测报告等资料，监理单位出具评估报告，验收合格后方可进入下道工序。(2) 施工质量综合评估与改进：通过资料审查与实体检测进行综合评估，对偏差超标的项目（如墙板垂直度超标）下达整改通知，采用千斤顶微调等措施纠正。评估结果纳入施工单位绩效考核，对反复出现的问题开展专项攻关，形成《质量控制手册》指导后续工程，确保整体施工质量符合设计要求。

结束语

综上所述，装配式混凝土结构建筑施工工艺以其标准化、模块化的特点，为现代建筑施工带来了革命性的变化。通过不断优化工艺、提升技术水平，我们已在该领域取得了显著成就。未来，装配式混凝土结构建筑将朝着更高效、更环保、更智能的方向发展。我们期待这一工艺在更多项目中得到应用，为推动建筑业可持续发展、提升人民居住品质做出更大贡献。

参考文献

- [1]张子杰.房屋建筑装配式混凝土结构施工分析[J].建筑技术开发,2020,47(21):28-29.
- [2]王庆龙.装配式混凝土建筑结构施工技术要点与研究[J].绿色环保建材,2020,(07):110-111.
- [3]王阳阳.装配式混凝土建筑的施工工艺分析[J].住宅与房地产,2020,(15):175-176.
- [4]张斌,胡江海.房屋建筑装配式混凝土结构建造技术创新研究[J].工程技术研究,2020,(15):147-148.