

民用建筑装配式混凝土结构施工技术分析

张亚旭 王明泽 庞智锦 罗艳军 胡嘉骅 王朋飞
 中国建筑第七工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要：装配式混凝土结构因工厂预制、现场装配优势，在民用建筑领域广泛应用，能缩短施工周期、减少垃圾排放，满足规模化、高效化建设需求。本文基于民用建筑施工场景，系统分析其施工全流程，重点探讨构件预制与进场管控、现场安装技术、配套工艺及管控要点，剖析常见质量通病及防控措施，明确安全管理与成品保护要求，旨在规范施工、强化管控，推动施工技术标准化、规范化，为民用建筑装配式施工提供技术参考与实践指导。

关键词：装配式混凝土结构；民用建筑；施工技术；节点连接；质量管控

装配式混凝土结构在工厂预制建筑构件，运输到施工现场装配连接成完整建筑结构，适配各类民用建筑建设需求。与传统现浇混凝土施工模式相比，它能缩短施工周期、减少建筑垃圾排放，契合民用建筑规模化、高效化建设要求。其施工涵盖构件生产、运输、吊装、连接、防护等环节，工序衔接紧密，技术操作要求严谨，任一环节不规范都会引发质量隐患。本文基于民用建筑施工场景，围绕其核心施工技术全面分析，明确施工规范与技术要点，强化全过程管控，推动施工技术标准化落地。

一、装配式混凝土结构构件预制与进场施工管控

（一）预制构件标准化生产工艺

民用建筑预制构件生产以工厂流水线作业为核心，遵循精准、达标、规整原则，采用通用化标准，摒弃个性化定制。钢筋工程是基础，按图下料、绑扎、焊接，规格等符合规范，连接方式要保证质量。模板工程用钢模板定型施工，安装前涂脱模剂，安装后校核尺寸并固定。混凝土浇筑用商品混凝土，分层振捣并抹平。构件养护结合自然与蒸汽养护，常规构件自然养护不少于14天，批量构件用低温蒸汽养护。构件强度达标后脱模，轻起轻放并编号标注^[1]。

（二）预制构件运输与现场堆放

预制构件运输选专用车辆，采用平放方式，用专用支撑架固定，分层堆放设柔性垫木。车辆匀速慢行，长距离运输做好防护。构件进场按规划分区堆放，场地要平整坚实、排水通畅，遵循“型号分区、就近安装”原则，控制堆放层数，底部设通长垫木，严禁直接接触地面^[2]。

（三）预制构件进场验收管控

构件进场实行全数检查，涵盖外观质量、尺寸偏差、强度检测、资料核查。外观检查缺陷并处理，严重缺陷退场；尺寸偏差用工具检测，超差且无法调整的退场；强度检测核查报告并抽样检测；资料核查收集保证完整

真实可追溯。验收后做好记录，合格构件标注标识方可安装^[3]。

二、装配式混凝土结构现场安装核心施工技术

（一）构件吊装施工技术

吊装施工前完成现场准备，清理障碍物，平整压实场地，确保吊装设备行走稳定。民用建筑装配式构件吊装常用汽车式起重机，根据构件重量、吊装高度选型号，吊装前检查起重机性能等部件，编制专项方案，明确吊装顺序、吊点位置与操作规范。吊装顺序为先竖向、后水平，先主体、后附属，优先吊装预制剪力墙等竖向承重构件，再吊装预制叠合板等水平构件，使结构受力体系逐步成型。吊点按构件设计要求设置，用专用吊具连接，严禁随意更改。吊装匀速缓慢，起吊离地20cm暂停检查，无异常继续，专人指挥防碰撞。构件至安装位置上方30cm微调，人工辅助对准基准线，缓慢下放，禁高空强行对位。竖向构件下放后临时固定，水平构件放支撑体系上，初步校核位置后临时固定再摘除吊具，保障施工安全有序^[4]。

（二）竖向构件安装与精准定位技术

民用建筑竖向预制构件以剪力墙、构造柱为主，是结构承重核心，安装精度影响整体结构垂直度与平整度，施工全程严控定位与垂直度偏差。安装前，清理构件底部与楼面接触面，剔除浮浆、杂物，保证平整干净；按设计图纸弹出构件安装基准线、轴线与标高控制线并标注清晰，作为定位依据。构件吊装对位后，用可调式斜撑临时固定，每个竖向构件不少于2道斜撑，一端固定于构件预埋件，另一端固定于楼面预埋锚栓，确保牢固。临时固定后进行精度校核，用经纬仪、铅锤仪检测垂直度，偏差控制在3mm以内；用卷尺校核轴线位置，偏差超2mm；用水准仪检测标高，偏差控制在±3mm以内。偏差超标时通过斜撑微调校正，严禁用重物敲击。精度

达标后,进行构件底部灌浆施工,竖向构件与楼面预留20mm灌浆缝隙,用专用灌浆料灌注,保证流动性、强度匹配设计要求,灌浆连续饱满,从一侧灌至另一侧溢出浆液。灌浆后静置养护,待强度达标拆除临时斜撑,完成竖向构件固定安装^[5]。

(三) 水平构件安装施工技术

水平预制构件包括叠合板、预制楼梯、阳台板、空调板等,安装施工重点控制标高、平整度与拼接缝隙,确保楼面平整、受力均匀。叠合板安装前搭满堂脚手架支撑体系,立杆间距、水平杆步距要符合规范,立杆底部设垫板、顶部设可调顶托,搭设后验收,保证承载力与稳定性。吊装对位后放于支撑顶托上,调顶托高度使标高偏差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内,用2m靠尺测平整度,偏差不超3mm。拼接缝隙应均匀且宽度在设计范围,贴密封胶带防漏浆。预制楼梯安装前校核梯梁标高与轴线位置,吊装后精准搁置,保证支座搭接长度,搭接处铺水泥砂浆找平并固定牢固,确保楼梯踏步平整、标高一致。阳台板、空调板等悬挑构件严控悬挑长度与标高,加密支撑体系保证承载力,安装后校核水平度并临时固定,严禁提前拆支撑。所有水平构件安装完成后,绑扎叠合层钢筋,规格、间距要符合设计且与预留钢筋可靠连接,浇筑混凝土并振捣密实、抹平压光,形成完整受力结构。

(四) 构件节点连接施工技术

节点连接是装配式混凝土结构受力传递关键。民用建筑常规节点采用灌浆套筒、浆锚搭接、现浇节点三种连接工艺,连接质量决定结构抗震与整体稳定性,施工需严格规范,确保连接密实牢固无缺陷。灌浆套筒连接用于竖向构件钢筋,施工前清理套筒杂物与钢筋锈蚀,保证插入深度与同轴对齐,用专用设备控制压力灌浆,全程监控,出浆后封堵,养护至设计强度,防灌浆不饱满、漏灌。浆锚搭接连接用于次要竖向构件,清理孔洞后注灌浆料、插钢筋,保证锚固长度与灌浆密实。现浇节点连接用于核心受力节点,清理预留钢筋,保证搭接与绑扎质量,支模后浇筑高强度混凝土并振捣,养护成刚性节点。施工后外观检查与无损检测,核查无裂缝、漏浆,抽样测灌浆密实度,不合格返工,保障结构安全。

三、装配式混凝土结构施工配套工艺与现场管控

(一) 模板与支撑配套施工工艺

装配式施工模板用量低于现浇施工,仅用于节点现浇等部位,采用定型钢或木模板,表面平整、刚度达标,拼接处密封防漏浆。节点模板定制,固定牢固,安装后校核尺寸与垂直度,合格后浇筑。支撑体系分临时和永久支撑,临时支撑安装便捷、拆除按规范,严禁提前拆

模。搭设支撑全程检查,防失稳坍塌,施工中严禁拆卸杆件。模板拆除遵循“后支先拆、先支后拆”原则,拆除后清理、刷脱模剂,分类堆放备用。

(二) 防水防渗配套施工工艺

防水防渗是民用建筑装配式施工重点,渗漏多集中于拼接缝等部位。采用常规与构造防水结合工艺,适配防水需求。外墙拼接缝施工前清理缝隙,内侧填塞背衬,外侧涂基层处理剂、粘贴密封胶。预制外墙板底部设企口、铺卷材。厨卫等涉水部位加强拼接缝防水,涂刷防水涂料,干透后闭水试验。屋面拼接缝用卷材和密封胶双重防水。防水施工完成后专项验收,不合格返工。

(三) 机电管线预埋配套施工工艺

民用建筑当中的机电管线涵盖给排水等方面。装配式施工运用工厂预埋、现场开槽相结合的方式,并且优先进行工厂预埋。在预制构件进行生产的时候要精确预留孔洞、预埋线盒套管,在浇筑过程中要防止出现位移堵塞的情况。现场装配以后对接管线,要保证连接紧密严实。少量需要在现场调整的管线采用切割机开槽,控制好宽度与深度,安装完成后使用砂浆进行封堵。机电施工与构件装配同步穿插进行,要合理规划其顺序。安装完成之后进行打压、通电测试,测试达标后进行隐蔽验收。

(四) 施工现场工序协调与进度管控

装配式施工的各道工序之间衔接比较紧密,这就需要强化现场的协调工作,以此避免出现脱节、干扰的情况。在施工开始之前要编制相关的进度计划,使其能够与构件的生产运输相匹配,进而保证构件进场之时就能同步展开施工。在现场划分出不同的作业区域并设置相应的标识,各个工序在划分好的区域内进行施工。按照一定的顺序逐步推进构件的安装工作,只有上一道工序合格之后才可以进行下一道工序。建立起沟通机制,协调各个班组的施工进度,解决出现的问题并且优化施工流程。严格把控关键节点的施工进度,保障主体装配能够按期完成,同时配套工艺也要及时跟进,以此提高施工效率并使其契合工期要求。

四、装配式混凝土结构施工质量通病防控与安全管理

(一) 常见施工质量通病及防控措施

构件安装偏差属于高频出现的问题,具体体现为轴线发生偏移、垂直度超出标准、标高无法满足要求。其产生的原因包括基准线标注出现错误、吊装对位不够精准、临时支撑固定不牢固。防控措施如下:在施工之前要精确复核轴线、标高控制线,并且清晰地进行标注,吊装过程中要缓慢进行对位,同时借助人工辅助予以校准,对于临时支撑要加密固定,安装完成之后要对精度

进行全面复核,并校正存在的偏差,防止超差构件应用于后续施工。

节点连接不密实、灌浆空鼓影响结构受力,诱因包括套筒清理不彻底、灌浆料搅拌不均、灌浆压力不足、封堵不严密。防控措施为:施工前清理套筒、预留孔洞;灌浆料按配合比搅拌,随拌随用;用专用压力灌浆设备,严控灌浆压力;出浆口溢出浆液后及时封堵,全程旁站,完工后抽样无损检测,不合格节点返工。

构件裂缝、渗漏多在拼接缝、悬挑部位,诱因有构件运输堆放损伤、拼接缝密封不严、防水施工不规范。防控措施为:构件运输、堆放做好防护,修复破损构件;清理拼接缝,密封胶饱满连续、粘贴牢固;防水施工按标准进行,完工后闭水、淋水试验,排查整改渗漏点。

混凝土外观缺陷有蜂窝、麻面、缺棱掉角,诱因是振捣不密实、模板拼接不严、脱模过早。防控措施为:混凝土浇筑分层振捣;模板拼接处密封;严控脱模时间,强度达标后脱模并做好成品保护。

(二)施工全过程安全管理措施

装配式施工安全管控聚焦高空吊装、临时支撑、高空作业三大风险点,建立全员安全管控体系,落实安全技术交底,杜绝违规作业。吊装作业前开展专项培训,人员持证上岗,设备定期检修;吊装时设警戒区域,专人指挥,严禁人员站在构件下方。临时支撑体系按专项方案搭设,立杆等固定牢固,搭设后验收合格使用;施工中定期检查,严禁随意拆除、改动,拆除按规范顺序。高空作业人员佩戴安全带、安全帽,搭设防护栏杆、安全网,平台铺设牢固,严禁高空抛物。施工现场临时用电规范管理,构件搬运、吊装规范操作;雨天、大风停止高空吊装,做好防雨、防滑防护。建立安全巡查制度,专职安全员全程巡查,排查隐患,限期整改;定期开展隐患排查与应急演练,保障施工零事故。

(三)成品保护管理措施

装配式预制构件易受碰撞、污染损伤,施工全程强化成品保护。构件安装后,阳角贴护角条,墙面、板面严禁刻画、堆放重物;机电、防水施工时避免划伤构件、切割受力钢筋。灌浆料、混凝土养护时封闭防护,交叉作业时覆盖防护膜;施工后清理表面杂物。成品保护责任到班组,专人监管,保障成品质量达标。

结语

综上所述,民用建筑装配式混凝土结构施工是系统、精细的工程,涵盖构件预制、运输、吊装等多个环节,各环节技术规范与操作质量影响建筑结构安全、稳定与耐久性。与传统现浇混凝土施工模式相比,装配式混凝土结构在施工效率、环保、质量控制等方面优势显著,契合民用建筑高质量、绿色化发展趋势。本文全面分析该施工技术,明确各环节技术要点、规范及质量安全管控措施,提出质量通病防控方案,为施工提供技术指引。今后民用建筑施工中,需强化技术创新与标准化应用,优化流程,加强工序衔接协调,落实质量安全管控与成品保护要求,提升施工技术水平。同时,结合行业趋势,推动预制构件生产智能化、标准化升级,促进装配式建筑与绿色、智能建筑深度融合,为民用建筑行业可持续发展注入新动力。

参考文献:

- [1]安明.民用建筑装配式混凝土结构施工技术要点分析[J].砖瓦世界,2024(2):73-75.
- [2]高勇.民用建筑装配式混凝土结构施工技术要点分析[J].建筑与装饰,2024(2):190-192.
- [3]王靖,千银敏.民用建筑装配式混凝土结构施工技术要点分析[J].北方建筑,2023,8(3):24-28.
- [4]王修全.民用建筑装配式混凝土结构施工技术关键点探析[J].城镇建设,2023(15):58-60.
- [5]郭晓芳.MCFTS体系在绿色装配式钢结构建筑中的应用[J].四川建材,2025,51(3):46-48,51.