

装配式混凝土结构现场安装施工关键技术探析

喻海

新疆北新国际工程建设有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830092

【摘要】：装配式混凝土结构现场安装施工属于装配式建筑建造过程中重要的环节，其技术水平的高低直接影响到工程的结构安全和质量效果。本文对装配式混凝土结构现场安装施工的核心技术体系进行了系统的分析，从施工准备、构件吊装、临时支撑和校正、套筒灌浆连接、节点后浇混凝土等工序出发，详细论述了各个技术的关键工艺原理及操作要点，希望可以给装配式混凝土结构安装施工提供一定的技术借鉴。

【关键词】：装配式混凝土结构；现场安装；吊装技术；套筒灌浆

DOI:10.12417/3083-5526.25.10.025

1 引言

装配式混凝土结构就是指将预制的混凝土构件在工厂内标准化生产，然后运到施工现场进行组装连接形成的一种建筑结构体系。相比传统的现浇结构，装配式混凝土结构具有生产效率高、资源消耗少、施工周期短、质量控制好等特点，已经成为我国建筑工业化发展的主要方向^[1]。近些年来，由于政策的推动和技术的发展，装配式混凝土结构在住宅、公共建筑、工业厂房等各个领域得到越来越广泛地使用。但是装配式混凝土结构的现场安装不是简单的构件拼装，而是牵涉多专业协同、多工序衔接、多技术集成的系统工程。安装过程中吊装就位精度、临时支撑可靠性、节点连接质量等都会影响结构整体性能及长久使用安全^[2]。

从工程实践角度来讲，装配式混凝土结构现场安装施工存在诸多技术难题，构件重量大、外形尺寸不一，对吊装设备及吊点布置有较高要求，构件之间用套筒灌浆或者浆锚搭接连接，灌浆饱满度很难直接检测，节点后浇区域受力复杂，新旧混凝土界面处理不好容易产生开裂。因此，对装配式混凝土结构现场安装施工的关键技术进行深入研究，全面掌握各个工序的工艺要点和质量控制方法，对提高装配式建筑工程质量、建造水平有重大的现实意义^[3]。

2 现场安装施工准备技术

2.1 施工方案深化设计与技术交底

装配式混凝土结构现场安装施工的顺利进行，需要前期做好施工方案深化设计和技术交底工作。施工方案深化设计的本质就是把设计图纸变成可以实施的施工作业指导。构件深化设计阶段要重点解决预制构件拆分尺寸与运输、吊装设备能力的匹配问题，合理确定构件分段位置和连接节点构造^[4]。对复杂的节点区应采用建筑信息模型技术做虚拟预拼装，提前发现构件之间的碰撞干涉问题，调整预留预埋位置和钢筋排布方式。施工组织设计要确定构件吊装次序、临时支撑布置方案、灌浆作业工艺参数和质量检验标准，形成全过程的技术文件^[5]。

技术交底属于保证施工方案得以实施的一个环节。安装作

业前，项目技术负责人要组织吊装班组、灌浆班组、测量班组等作业人员进行分级技术交底，对各工序操作要点、质量标准、安全注意事项做详细的说明。首次使用的新工艺或者特殊节点构造，应该制作出可视化的交底资料或者现场样板演示，使作业人员能够清楚地了解工艺要求。交底记录应有所有参与人员签字确认并存档。另外还要建立各个专业之间协调沟通的机制，确定预制构件生产、运输、现场安装各个环节的对接流程及信息传递的方式，保证构件供应同安装进度相匹配。

2.2 构件进场验收与现场存放管理

预制构件进场验收属于现场安装施工的第一道质量关卡。构件运到现场后，质量管理人员要按照设计图纸及有关验收规范，对构件外观质量、尺寸偏差、预埋件位置、灌浆套筒清洁度等逐一进行检查验收。外观检查主要看构件表面有无裂缝、蜂窝、麻面、缺棱掉角等缺陷，超过规范允许范围的缺陷要进行退场处理并做好记录。尺寸偏差检查用激光测距仪、钢卷尺等测量构件长度、宽度、厚度和对角线长度，保证偏差在允许范围内。预埋件位置对现场安装精度有重要影响，应核对预埋螺栓、套筒、接线盒、吊装埋件等位置是否正确，灌浆套筒内部不得有杂物堵塞，出浆孔和灌浆孔应畅通。验收合格的构件应出具验收记录，不合格构件应做好标识并隔离存放。

构件现场存放管理同成品保护、后续安装效率有直接联系。存放场地应平整坚实、排水畅通，防止因地基不均匀沉降造成构件变形或者倾倒。各类、各规格构件分开堆放，明显处标出构件编号、安装楼层及位置。垫木或者专用堆放架应设在构件的设计支撑点处，不得随意垫放。叠合板、预制楼梯等水平构件宜水平叠放，叠放层数根据构件承载能力及底部垫木稳定性来定，层间垫木应上下对齐。预制墙板、预制柱等竖向构件要使用专用插放架直立存放，插放架应有足够的刚度和稳定性，构件与地面之间设柔性垫层，防止底部棱角损坏。构件存放期间应做好预埋件和连接面的防护工作，防止雨水、灰尘等污染。

3 核心安装工艺技术

3.1 构件吊装技术与吊点布置优化

构件吊装属于装配式混凝土结构现场安装的关键工序，吊装精度关乎后面校正工作量及结构整体安装质量。吊装作业前要根据构件形状、尺寸、重量、重心位置确定吊点数及位置。对于尺寸较大或者形状不规则的预制构件，应使用带分配梁或者分配桁架的专用吊具来保证吊装时构件受力均匀、姿态稳定。吊索与水平面夹角应按构件重量、吊具配置计算确定，不宜太小，防止吊索受力过大。吊点位置的确定要遵照以下原则：吊点应对称布置在构件重心两侧，保证构件起吊后处于水平或者预定的倾斜姿态，吊点应设在构件设计预留的吊装埋件上，不得在非受力部位设置临时吊点，对长条形构件，吊点间距应根据计算确定，防止吊装时产生过大弯矩造成构件开裂。

吊装操作过程中要严格按照试吊程序进行。首层构件或者首次吊装的典型构件，在正式吊装之前应将构件吊离地面一定高度，悬停观察吊具受力情况、构件姿态、吊车稳定性，确认无异后方可正式吊装。正式吊装时，信号指挥人员和塔吊操作人员要保持通信畅通，构件起吊后平稳上升到安装位置上方再慢慢下降。构件下降到距安装面适当高度时，作业人员用牵引绳调整构件方向，使预留钢筋对准灌浆套筒孔位或者连接筋预留孔。对于预制墙板、预制柱等竖向构件，钢筋对位是吊装就位的难点，需要上下层作业人员互相配合。当钢筋位置有微小偏差的时候，可以使用专用锥形导向套筒辅助对位，严禁用强力敲击钢筋硬性就位，以免损坏灌浆套筒内部构造。构件初步落位之后要马上安装临时支撑。

3.2 临时支撑系统与精准校正技术

构件就位后临时支撑系统是保证构件在连接节点达到设计强度之前保持稳定、安全的重要设施。竖向构件的临时支撑应使用可调式斜撑，斜撑一端与构件预埋连接件固定，另一端与楼板或地面锚固。斜撑与地面夹角一般控制在一定范围内，支撑点应设在构件设计承载部位，不设在灌浆套筒和预埋件处。斜撑锚固用膨胀螺栓或者预埋锚栓固定，锚固深度和螺栓规格根据计算确定，不得用简易压重或者临时堆载代替。支撑数量要依照构件高度、自重以及风荷载综合来定，高度较高的墙板在不同高度处应设多道支撑。水平构件（叠合板、预制梁）的底部临时支撑应使用可调顶托配合钢管支架或专用独立支撑，支撑间距根据计算确定，支撑顶部应设置通长木方或工字钢分配梁，使支撑力均匀传递到构件底面。

构件校正工作必须在吊装就位后立即进行，不得拖延。校正的目的是使构件的平面位置、标高、垂直度或者水平度满足设计图纸的要求。竖向构件要校正的内容有轴线位置偏差、顶面标高、垂直度和相邻构件间的平整度。校正时以控制轴线为基准，用全站仪或者激光垂准仪测量构件两侧面的垂直度偏

差，调节可调斜撑的长度推动构件顶部平移或者根部微量位移，直到偏差在允许范围内为止。水平构件要校正的内容有搁置长度、支座标高、板面标高和相邻板面高差。校正应在底部支撑初步调整后，用水准仪逐点测量标高，通过调节支撑顶托的丝杆高度使板面达到设计标高。校正合格后应将各个调节装置锁定，防止施工过程中出现松动。当层间支撑没有形成稳定体系的时候，不得拆除下层临时支撑。后浇混凝土或者灌浆浆料达到设计强度之前，不得拆除或松动临时支撑。

3.3 灌浆套筒连接施工技术

灌浆套筒连接是装配式混凝土结构中竖向预制构件（预制柱、预制剪力墙）底部与下层预留钢筋连接的关键技术，施工质量直接影响到结构竖向传力是否可靠。灌浆套筒连接的基本原理就是把下层预留钢筋插入预制构件底部预埋的套筒里，从套筒下端注入高强无收缩灌浆料，灌浆料固化后与钢筋和套筒内壁形成牢固的黏结锚固结构。灌浆施工前需要做如下准备工作：检查灌浆套筒内部及周围构件的清洁情况，用高压空气吹扫清除套筒内灰尘、杂质；检查灌浆套筒密封性，在构件底部四周用专用封堵料密封，防止灌浆时浆料外漏；根据施工现场温度条件配制灌浆料，严格控制水料比，充分搅拌均匀流动状态后静置排泡；对灌浆设备进行试运行检查，保证设备运转正常。

灌浆作业应使用专用灌浆设备，从套筒下部的灌浆孔以一定的压力注入浆料。浆料在压力的作用下由下至上填充套筒和钢筋之间的环形间隙，待浆料从上部的出浆孔连续均匀流出并且没有气泡后，立即封堵出浆孔，继续稳压注浆片刻后封堵灌浆孔。灌浆时要连续进行，中途不能停止，以免空气进入产生气泡或者空腔。对于同一个构件上的多个套筒灌浆，可以采用分区、分段灌浆的方式，保证每一个套筒都被浆料充分填充。灌浆完成后，在规定时间内不得扰动构件及灌浆设备。灌浆作业的环境温度要符合材料性能的要求，冬期施工要采取保温加热措施保证灌浆料工作性能和强度的提升，夏期高温施工要采取遮阳降温措施防止浆料过早凝固。灌浆作业全过程要安排专人负责质量监督，对每个套筒的灌浆时间、出浆情况、灌浆压力等重要参数加以记载并留存影像资料以备查验。

3.4 节点后浇混凝土施工技术

节点后浇混凝土指的是预制构件连接节点处现场浇筑的混凝土部分，其作用就是使构件之间形成可靠的连接，并形成结构整体受力。节点后浇区模板安装要牢固严密，模板接缝处应做密封处理，防止漏浆。模板拆除时间应根据混凝土强度增长情况经试验确定，严禁过早拆模造成节点变形或者开裂。后浇混凝土强度等级宜比预制构件高一级，提高连接处受力及抗裂性能。浇筑前要对预制构件接触面进行充分的湿润处理，清除表面浮灰、油污，必要时涂刷界面剂来提高新旧混凝土的黏结强度。浇筑时应采用分层浇筑、分层振捣的方式，振捣棒插

入下层混凝土一定深度，使上下层结合密实。对钢筋密集或者空间狭小的节点区域，应该使用小直径振捣棒或者人工辅助振捣，防止漏振或者欠振。

后浇混凝土的养护属于节点质量控制的重要环节。浇筑完成后应立即覆盖保湿养护，可采用覆盖湿麻袋、土工布并定时洒水的方法，或者喷涂养护剂形成保水薄膜。养护时间应根据水泥品种及结构部位来定，一般不得少于规定天数。冬期低温施工时，用覆盖保温被、搭设保温棚、使用防冻剂等手段保证后浇混凝土不出现冻害。高温干燥季节要增加洒水次数或者采取遮阳措施，防止表面水分过快蒸发造成干缩裂缝。节点后浇混凝土达到设计强度之前，不得进行后续的荷载施加或者支撑拆除工作。对节点区域的施工缝处理，在第二次浇筑前将已硬化混凝土表面凿毛，清除松散颗粒和积水，涂刷界面处理剂后

再浇筑新混凝土，保证施工缝处结合紧密。

4 结语

装配式混凝土结构现场安装施工属于技术含量高、工序衔接紧密的综合性工程。施工方案深化设计属于安装作业的纲领性文件，构件进场验收及存放管理属于安装质量的前提条件。吊装技术精准使用、临时支撑体系可靠布置、构件校正精细操作，是构件安全就位的基本保证。灌浆套筒连接施工质量控制是竖向构件传力可靠的保证，节点后浇混凝土规范施工是结构整体性的保证。安装过程中质量检验及验收应持续进行，实体检测给结构性能提供客观依据。对构件定位偏差、灌浆饱满度不够、节点开裂等常见的质量问题采取预防为主系统化防治措施，可以大大减少质量缺陷的发生。

参考文献：

- [1] 张明政.探析房屋建筑装配式混凝土结构施工的关键技术[J].建材与装饰,2020,16(14):29-29.
- [2] 何君贤.房屋建筑装配式混凝土结构施工关键技术探析[J].住宅与房地产,2019,(36):146-146.
- [3] 申健.房屋建筑装配式混凝土结构施工关键技术探析[J].砖瓦,2021,(10):65-66.
- [4] 孙新春.房屋建筑装配式混凝土结构施工的关键技术探析[J].绿色环保建材,2020,(4):162-163.