

装配式混凝土住宅构件吊装施工质量控制技术

徐金钟

内蒙古韶泰建设工程有限公司 内蒙古 呼和浩特 010010

摘 要：装配式混凝土住宅建造方式的核心在于预制构件的现场组装，而构件吊装施工是将工厂生产的预制构件转化为稳定结构体系的关键环节，其质量控制直接决定工程安全与建筑性能。本文立足于装配式混凝土住宅建造的技术逻辑，系统分析了构件吊装施工中构件质量、吊具可靠性、测量定位精度、就位临时固定和连接节点处理等关键质量要素，逐环节梳理了质量控制的技术要点，并从人员素质、设备管理、制度建设和信息化辅助四个维度构建了全面的质量保障体系。研究认为，构件吊装质量控制应确立“事前有准备、事中有标准、事后有追溯”的全过程管控理念，以精细化操作和系统化管理确保装配式结构的整体性和安全性。

关键词：装配式混凝土住宅；构件吊装；质量控制；临时支撑；套筒连接

引言

装配式混凝土建筑作为建筑工业化的重要形式，凭借标准化设计、工厂化生产等优势，在提升质量、缩短工期及环保方面表现显著。然而，其质量形成机制与传统现浇结构存在根本差异，结构整体性高度依赖于预制构件间的可靠连接与精准拼装。在此模式下，构件吊装施工处于连接工厂与现场的枢纽位置，是将“散件”转化为“整体”的关键环节。该过程涵盖运输、堆放、起吊、定位、就位及固定等复杂工序，任何环节的质量偏差均可能沿施工链条累积，最终导致节点缺陷。实践表明，安装偏位、灌浆不饱满等质量问题多源于吊装阶段的质量控制失效。因此，深入研究吊装施工质量控制技术，建立覆盖全过程的系统化管控方案，对于保障装配式建筑的结构安全与长期耐久性具有重要的现实意义。

1 构件吊装施工的技术特征与质量影响因素

1.1 吊装施工在装配式建造中的关键地位

装配式混凝土住宅的结构体系通常由预制墙板、预制柱、预制叠合梁、预制叠合楼板、预制楼梯和预制阳台板等构件组成。这些构件在工厂内完成制作、养护和初步检验后，按照施工进度计划分批运抵现场。吊装施工承担着将这些独立构件在三维空间中进行精准组装的使命——它不仅需要将每个构件安放到图纸指定的位置，更重要的是通过套筒灌浆连接、浆锚连接或焊接连接等方式，使分散的构件形成协同受力的结构整体。与传统现浇施工不同，装配式结构不存在“二次抹平”或“整体浇筑”来弥补局部偏差的机会。构件一旦吊装就位，其位置、标高和垂直度偏差将永久性地影响后续构件的安装精度，甚至决定结构整体受力性能。可以说，吊装施工的质量控制水平，在很大程度上决定了装配式

住宅的最终工程品质。

1.2 影响吊装质量的多维因素

构件吊装施工质量受到多个维度因素的交互影响。构件自身质量是最基础的变量——构件尺寸偏差、表面平整度、预埋件位置精度、套筒或连接钢筋的定位准确性等，均直接影响吊装就位的顺畅程度和节点连接质量。吊装设备与吊具的可靠性同样关键，塔吊的性能参数、吊具的承载能力和索具的完好状态直接关系到吊装过程的安全性和平稳性。测量放线的精度为构件定位提供基准参照，任何测量误差都可能被构件安装所放大。施工人员的操作技能和经验直接影响构件翻转、对位和就位的精确性，尤其在风速较大或视野受限的条件下，操作熟练度的差异更为显著。此外，天气条件、交叉作业状况和施工组织协调等环境与管理因素也不可忽视。

2 吊装施工前的质量控制要点

2.1 预制构件的进场检验与质量验收

构件吊装施工的第一道质量关口是进场验收。预制构件运抵现场后，应按照相关验收标准逐件进行外观质量检查、尺寸偏差复核和预埋件定位校核。外观检查重点排查构件是否存在明显裂缝、棱角破损、表面蜂窝麻面以及露筋等缺陷；尺寸检验使用钢尺、靠尺和塞尺等工具，对构件的长度、宽度、厚度、平整度和对角线偏差进行测量，确认其满足设计图纸和规范允许偏差要求^[1]。对于预制墙板和预制柱，还应重点检查预埋套筒的位置、孔径和垂直度，以及预留连接钢筋的外露长度和弯曲情况。验收合格的构件按照吊装顺序编号登记、分区存放，不合格构件应做明显标识并退回工厂处理，严禁不合格构件进入吊装工序。

2.2 吊具索具的安全检查与选型适配

吊具索具的安全可靠是吊装施工的前提条件。每次吊装作业前,应对钢丝绳、吊带、卸扣、平衡梁和专用吊具进行全面检查,确认无断丝、磨损超标、变形或锈蚀等安全隐患。吊具的选型应与构件重量、尺寸和重心位置相匹配——对于大型墙板和异形构件,应采用专用吊架或多点起吊方式,保证起吊过程中构件受力均匀、姿态平稳。平衡梁的配置可有效减小构件在起吊和翻转过程中的弯矩和扭曲变形。所有吊具必须有明确的额定荷载标识,严禁超载使用。

2.3 测量放线与构件定位基准设置

精准的测量放线是构件精准就位的前提。在吊装作业开始前,应在作业层完成轴线控制网、构件安装位置线和标高校核点的施测工作。采用全站仪或高精度经纬仪进行轴线投测,闭合误差控制在允许范围内。在楼面或基础上弹出构件安装的边线和中心线,在柱或墙侧面弹出标高控制线^[2]。对于预制柱和预制墙板的底部,应设置标高调节垫片或座浆找平层,其标高误差应控制在 ± 1 毫米以内,为构件的垂直度和水平度调整提供准确基准。

2.4 专项施工方案的编制与技术交底

每项构件吊装作业前,应编制专项施工方案,明确吊装顺序、机械选型、吊点布置、就位方法、临时支撑设置和节点连接工艺。方案须经技术负责人审批后方可实施。在吊装作业前,项目技术负责人应对操作班组进行详细的技术交底,以图纸配合现场演示的方式,使每位操作人员清楚了解本次吊装的构件类型、技术要求、质量标准和安全注意事项。交底内容应形成书面记录,全体参与人员签字确认。

3 吊装过程中的质量控制技术

3.1 起吊与翻转环节的控制要点

构件起吊是吊装施工的首道核心工序。对于叠合板、楼梯板等平面型构件,宜采用四点起吊或专用吊架起吊,确保吊索与构件水平面的夹角不小于 45° (特殊情况下不小于 30°),避免构件在起吊瞬间承受过大的弯矩。对于预制墙板、预制柱等竖向构件,往往需要进行 90° 翻转——从平躺运输状态转为直立安装状态,这一过程中翻转速度应缓慢均匀,严禁猛起猛落。翻转时构件底部应设置软质垫木,防止构件棱角与地面硬性碰撞造成局部破损。起吊过程中,构件应保持平稳,避免大幅摆动和旋转。风速达到五级及以上时,应停止大型构件的吊装作业,以免风力影响就位精度并增加安全风险。

3.2 就位对中与精度调整技术

构件吊运至安装位置上方后,进入最考验操作技能的就位对中阶段。操作人员利用缆风绳牵引构件,使其

缓慢下降至安装面上方约200~300毫米处暂停,通过目测和丈量将构件的边线与地面弹线大致对齐。随后进行微调对位——对于预制墙板,使用撬棍配合千斤顶进行水平方向的微量调整,用铅锤或激光垂准仪检查垂直度,通过调整底部垫片厚度修正标高和水平度;对于预制柱,除上述操作外还需重点控制柱底中心线与柱顶中心线的重合度。在整个就位过程中,严禁采用强力硬拉或锤击方式强行就位,以防损伤构件或造成预埋连接件变形^[3]。就位精度应满足规范要求:墙板水平位置偏差不大于5毫米,垂直度偏差不大于层高的 $1/1000$ 且不超过10毫米;柱构件位置偏差不大于5毫米,垂直度偏差不大于柱高的 $1/1000$ 。

3.3 临时支撑与固定措施的可靠性控制

构件精准就位后,须立即进行临时支撑和固定,在连接节点尚未形成强度之前维持构件的稳定姿态。预制墙板通常采用可调节斜撑杆进行临时固定——每块墙板至少设置两道斜撑,分别位于墙板高度的 $1/3$ 和 $2/3$ 处,斜撑与楼面的夹角控制在 $45^\circ \sim 60^\circ$ 之间。预制柱则采用四面对称的斜撑或刚性支撑架进行固定,确保柱在水平和竖直方向均保持稳定。所有斜撑的底部锚固点应设置在楼板的预埋锚环上,严禁随意固定在钢筋或模板上。临时支撑应在构件就位后10分钟内完成设置,支撑期间应定期检查支撑杆件的锁紧状态和构件姿态,发现松动或偏移及时校正。支撑的拆除时间必须等该层结构的连接节点灌浆或现浇部分达到设计要求的强度后方可进行,严禁提前拆除。

3.4 叠合面处理与节点连接质量控制

叠合梁或叠合板安装前,应对其叠合面进行粗糙度检查和清理——叠合面应达到规定的粗糙度要求(凹凸差不小于4毫米),表面无浮浆、油污和杂物。安装完成后,负弯矩钢筋的绑扎、附加钢筋的布置和节点区箍筋的安装应严格按照设计要求执行。对于预制墙板与预制墙板之间的竖向接缝和水平接缝,在灌浆前应进行接缝密封,防止灌浆料外泄。连接钢筋应全部插入套筒内,其外露长度和锚固长度必须满足设计要求。节点区的模板支设应严密牢固,防止现浇混凝土或灌浆料浇筑时发生跑浆漏浆。

3.5 套筒灌浆与浆锚连接的质量控制

灌浆前应进行充分的准备工作:检查套筒和连接钢筋的清洁度,确保无锈蚀、无油污;采用专用堵头封堵套筒底部和侧面的出浆孔;使用拌合设备按照产品说明书精确计量灌浆料的水料比,搅拌时间不少于3分钟,确保浆料流动性满足规范要求。灌浆操作应从套筒底部

注浆孔注入,依靠浆料自重和压力自下而上填充整个套筒,直至所有出浆孔均匀溢出浆料后及时封堵^[4]。灌浆过程应连续进行,中断时间不得超过浆料的初凝时间。每班灌浆作业应留置同条件养护试件,用于检验灌浆料的标准试块强度。灌浆后24小时内,套筒连接区域不得受到震动或荷载作用。灌浆施工应进行全过程旁站监督,并做好灌浆记录(包括灌浆时间、环境温度、浆料流动度和试块编号)。

3.6 吊装过程中的质量巡检与即时纠偏

吊装施工的质量控制不能仅靠工序结束后的验收,更需要在过程中实施高频次的巡检。质量检查员应在每一件构件吊装完成后进行即时检查,重点复核构件位置偏差、垂直度或水平度、支撑紧固状态和节点连接质量。发现偏差超标或质量缺陷时,应在后续构件吊装前完成纠偏或返工处理,避免将偏差带入下一安装层。巡检记录应真实、完整、签字齐全,作为质量档案保存。

4 吊装质量的验收标准与常见问题防控

4.1 构件安装质量验收的项目与指标

构件安装完成后,应组织分项质量验收。验收项目包括:构件安装位置偏差(轴线偏移、标高偏差)、构件垂直度或水平度偏差、构件之间的接缝宽度偏差、预埋件位置偏差、临时支撑拆除时的混凝土强度等。各验收项目的允许偏差值应严格参照《装配式混凝土建筑技术标准》和设计图纸要求执行。验收采用“逐件检查、逐项记录”的方式,对不符合要求的构件必须标注位置和偏差数值,作为后续处理的依据。

4.2 常见吊装质量缺陷及防控措施

构件吊装施工中常见的质量缺陷包括:构件安装偏位、接缝宽度不均匀、相邻构件表面错台、灌浆不饱满或套筒内存在空气、临时支撑拆除过早导致构件变形或裂缝等。针对安装偏位问题,防控关键在于提高测量

放线精度和就位对中操作水平,必要时采用激光定位辅助装置减小人为误差。针对接缝和错台问题,应在构件生产阶段严格把控尺寸精度,安装时通过调节支撑杆件进行精确微调。针对灌浆不饱满问题,应加强对灌浆材料的流动度检测和灌浆操作的旁站监督,确保浆料填充密实。

5 结语

装配式混凝土住宅的构件吊装施工,是从“工厂产品”到“工程结构”的关键转化环节,其质量控制的技术含量和管理难度远超传统现浇施工中的模板安装或钢筋绑扎。本文系统梳理了吊装施工从准备、操作到验收的全过程质量控制要点,强调构件核验、吊具检查、精准就位、可靠支撑和节点连接五大关键控制点,并提出了以人员培训、设备管理、制度建设和信息化手段为支撑的系统化质量保障方案。研究表明,装配式构件吊装的质量控制不是单一技术手段所能解决的,而需要将技术标准、操作规范、检验制度和组织管理高度融合,形成“事前有准备、事中有标准、事后有追溯”的完整控制链条。唯有如此,才能将装配式建筑“质量优、精度高”的理论优势转化为实实在在的工程品质,推动装配式混凝土住宅从“建得成”走向“建得好”。

参考文献

- [1]蒋勤俭,赵勇,李晓明.装配式混凝土结构连接节点质量控制关键技术[J].建筑结构,2023,53(12):78-85.
- [2]郭正兴,李维滨,管东芝.预制混凝土构件吊装施工技术与安全控制[J].施工技术,2024,53(4):35-42.
- [3]王铁宏,杨思忠,陈锋.装配式建筑预制构件灌浆连接质量保障体系研究[J].混凝土,2025,42(1):56-63.
- [4]薛伟辰,胡翔,刘国权.钢筋套筒灌浆连接施工工艺与质量检验[J].防灾减灾工程学报,2023,43(6):1120-1128.