

装配式混凝土结构施工质量控制要点研究

林 璐

湖北禾晟水利水电工程有限公司 湖北 荆门 448000

【摘 要】：装配式混凝土结构的质量风险沿生产、运输、安装和节点成型连续传递，接口失控会影响构件协同受力及验收可信度。文章梳理构件检验、吊装支撑、套筒灌浆、叠合现浇与数字检测的控制逻辑，从责任体系、安装工序、通病防治和验收评估提出治理要求，并以竖向构件安装说明实体状态、过程资料和工序放行的联动关系，形成面向构件与节点、便于现场复核的施工质量检查路径。

【关键词】：装配式混凝土结构施工质量；施工管理；过程控制；风险治理；质量验收

DOI:10.12417/2811-0722.26.09.012

引言

装配式混凝土结构把部分建造活动前移至工厂，并将连续施工拆分为生产、运输、装配和连接等环节。偏差常在图纸信息、构件实体、安装基准与验收资料之间累积，单按工种或成品外观检查，难以及时发现隐蔽连接和临时受力风险。施工控制需要明确构件身份、转序条件、检查主体及证据闭合方式，使工厂质量、现场状态和节点验收能够相互核对，并把技术要求转化为可执行、可追踪的管理动作。

1 装配式混凝土结构施工质量控制必要性分析

装配式混凝土结构改变了缺陷产生和传递的路径。构件几何、预埋位置、运输防护、吊装姿态和节点连接分属不同主体与时段，生产偏差可能到安装阶段才显露。竖向构件就位后，临时支撑维持施工状态，套筒灌浆形成钢筋连接，两者都有隐蔽性和时序约束。若只检查成品外观，工厂资料与实物错配、安装基准漂移或连接腔封堵不严便可能漏检。全过程控制应把设计信息转为构件标识、交接条件和停检节点，使状态转换具备责任人、实体依据与放行记录，及时截断缺陷向后续工序扩散，并为验收保留可追溯证据。接口责任还应随构件编号移交，避免资料合格却对应错误实体。

2 装配式混凝土结构施工关键技术

装配式混凝土结构施工关键技术在于维持构件从出厂到结构工作状态的几何、连接与材料连续。生产阶段核对构件本体和预留预埋，进场检验判断运输后状态能否安装，吊装及支撑保证永久连接形成前的稳定，灌浆和叠合现浇闭合受力路径。上一环节的检验结论必须成为下一环节的准入条件，预留钢筋偏位未处置时不得强行就位，支撑未经复核也不能转入连接。现场应按构件编号关联图纸版本、检验结果、安装位置、连接记录与验收结论，使质量人员依据真实状态放行，而非在工序结束后补签。交底中同步写明退回条件，防止缺陷被后续状态掩盖。

2.1 预制构件生产与进场检验技术

预制构件生产控制应把深化图纸落实到模具、钢筋骨架和

预埋件的同位核查。生产前确认编号、方向、吊点、套筒、连接件及机电预留不存在版本冲突，浇筑前固定保护层控制件、预留孔与外露钢筋，避免振捣、脱模引起位移。进场时核对标识、出厂资料和运输清单，再检查边角、裂缝、预埋件、键槽及连接面，保证实物与资料对应。影响安装或连接的异常构件应隔离，由相关责任方确定修补、复验或退场路径；结论关闭前不得用打磨、扳折钢筋等做法直接消化偏差。抽检与处置结果回写构件台账，形成明确的现场准入边界。堆放垫点与构件受力状态也应一致，避免进场前产生附加裂损。

2.2 预制构件吊装与临时支撑技术

吊装控制先核对构件重心、吊点体系与起重路径。起吊前检查吊具、连接、构件方向和障碍物，试吊时观察受力；出现偏斜、异响或吊点异常，应落地排查。构件接近安装面后，指挥、测量与安装人员使用同一基准，依次校正轴线、标高和垂直状态，不得碰撞或硬撬连接部位。临时支撑须验算承载与稳定，复核楼面承载、支点防滑和连接可靠性，且不得妨碍灌浆、封缝和检查。测量值、支撑锁定及连接准备应在同一记录确认，永久连接达到方案条件后再按序卸载，防止提前拆撑放大安装偏差。风力、照明或通信条件变化时还要重新核定作业条件，不能沿用原放行结论。墙板吊装、斜撑锁定与套筒连接的空间关系见图1。

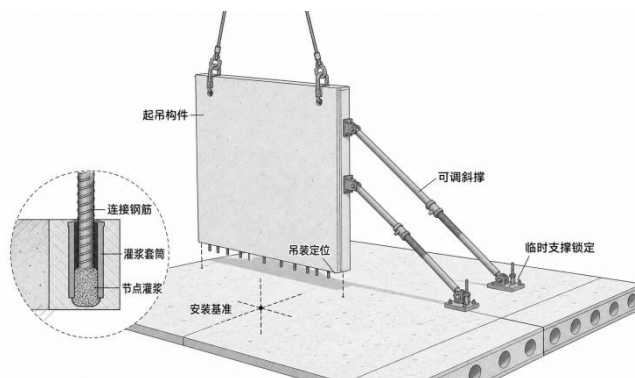


图1 预制墙板吊装支撑与套筒连接关系

图1 将起吊构件、安装基准、吊装定位、可调斜撑和临时

支撑锁定放在同一安装场景，并用局部剖视显示连接钢筋、灌浆套筒与节点灌浆位置，可据此区分吊机控制、临时稳定和永久连接三个状态。

2.3 套筒灌浆与节点连接技术

套筒灌浆应从连接条件确认开始。作业前核对钢筋插入、套筒对应、腔体连通和分仓封堵，清除杂物，并确认灌浆口与排浆口形成通道。浆料计量、搅拌和使用时限服从产品文件及批准工艺，不得随意补水。灌注按规定方向连续推进，以排浆状态判断贯通；遇中断、漏浆或排浆异常，按节点追查通道和密封原因，补灌或返工须保留异常位置。质量判定还要并列核验钢筋插入、浆料连续性和检验批资料，使节点连接与验收保持同一对象链^[1]。灌浆后保护连接区，并关联试件、材料批次、人员与构件位置。保护期内的碰撞和支撑调整也应记录，防止早期扰动损伤连接。套筒灌浆饱满度按式（1）计算。

$$\eta = \frac{V_a}{V_d} \times 100\% \quad (1)$$

式（1）中： η 为同一分仓或连接腔的灌浆饱满度，%； V_a 为扣除拌料残余、设备滞留与外溢损失后的有效入腔浆料体积，L； V_d 为按套筒、缝隙和封仓范围确定的设计需浆体积，L。式（1）把 V_a 与 V_d 限定在同一分仓和同一灌浆批次内； η 接近完整比例时仅说明体积收支趋于闭合，仍须结合排浆状态、试件和节点记录核验，跨腔体合并会掩盖局部空缺。

2.4 叠合构件现浇施工技术

叠合构件现浇施工要保证预制层、后浇层与节点钢筋共同工作，重点控制界面、支撑和浇筑顺序。安装后复核板缝、标高、支座及临时支撑，再检查叠合面、外伸钢筋与机电预留，界面污染、钢筋冲突或模板漏缝应在隐蔽前处理。浇筑路径需均衡施工荷载，避免集中堆料或单侧推进造成挠曲和错台；振捣覆盖后浇区且不碰预埋设施。预制面处理、钢筋连接、湿接缝成型和养护保护应组成连续动作，前一状态未验收时不得由后浇层遮蔽原有缺陷^[2]。浇筑后跟踪接缝、板面与支撑状态，达到方案规定的受力转换条件再拆撑，防止早期变形演化为开裂或渗漏。后浇材料状态和界面湿润情况须在开盘前复核，异常时先恢复施工条件。

2.5 BIM 与智能检测技术

BIM 与智能检测应把分散的质量对象纳入统一坐标和身份体系。施工准备时将构件模型与控制网、吊装顺序及支撑布置关联，识别钢筋、套筒、洞口和管线冲突；模型变更须同步更新加工与安装依据。构件电子标识连接生产批次、检验状态和安装楼层，测量所得轴线、标高与垂直信息回写对应构件。检测发现偏差后，系统保留原始记录、判定依据与复核结果，并把越界对象转入处置流程。数字模型不能替代实体检查，算法提示也不等同验收结论；模型、测点、照片和签认记录围绕

同一构件相互印证，才能支撑质量闭环。版本权限与修改责任同步留痕，避免更新模型覆盖原始异常证据。

3 装配式混凝土结构施工质量控制要点

施工质量控制应按风险发生时点设置关口。控制对象可分为构件本体、安装几何、临时稳定、永久连接和资料证据，再依据可见性与返修影响确定见证、停检或旁站方式。构件缺陷和安装偏差尚可在连接前调整，灌浆、叠合层浇筑完成后处置难度明显上升，检查资源应向不可逆节点前移。每个关口需明确检查主体、技术依据、合格判据和异常路径，班组自检不能替代专业复核。资料记录应随实体状态形成，避免现场已转序而记录仍待检。以“不具备条件不得进入下一状态”约束进度，才能保障连接安全和结构完整。高影响节点另设复核人和旁站时段，使检查力量落在最难恢复的部位。

3.1 构建装配式结构质量管理体系

质量管理体系应以构件和节点为单元，贯通设计、生产、运输、安装、检测与验收责任。项目启动时形成构件清单和界面责任矩阵，明确深化变更、进场异常与隐蔽见证的责任主体。施工策划把吊装就位、支撑锁定、灌浆准备和叠合层隐蔽编入检查计划，并规定不合格对象的隔离、评审、修复和复验路径。质量管理还须关联技术交底、材料批次、工序签认和问题销项，并以统一编码把异常处置追溯到具体构件与节点^[3]。现场分析缺陷来源、重复位置和前置条件，再把纠正措施反馈至生产或下一流水段；异常被及时截停并完成责任闭合，方能证明体系有效。人员或流水段变化后应更新责任矩阵，避免旧授权继续支配新的质量对象。

3.2 预制构件安装关键工序质量控制

预制构件安装按“基准确认—构件复核—试吊就位—几何校正—支撑锁定—连接放行”组织，前道输出须成为后道输入。安装面清理后复核控制线、标高点、支座和垫片，开箱时检查编号、方向及连接部位。就位中由测量人员观察轴线与垂直状态，安装人员依指令微调，不得强拉预留钢筋或套筒。安装质量控制须兼顾永久位置与临时受力，并把测量结论、支撑状态、连接准备和异常处置写入同一构件链^[4]。支撑锁定后复测，偏差回到基准、垫片或构件本体处理；未经复验不得灌浆，以免把可调问题封成连接缺陷。交接时还要确认工具撤离和作业面保护，避免后续人员破坏校正状态。预制构件安装质量控制的管理设定示例见表1。

表1 预制构件安装质量控制管理设定示例

控制对象	管理抽检比例/%	复核时限/h	复核点位/处	复验轮次/次	异常处置
构件身份	100.00	0.50	12	1	隔离核验
安装轴线	50.00	1.00	16	2	校正后复测
安装标高	50.00	1.50	20	2	调整后复测

垂直状态	40.00	2.00	24	2	调撑后复测
临时支撑	100.00	0.50	28	1	停止转序
连接准备	100.00	1.00	32	3	清理后重验

(注:续表1)

表1中构件身份、临时支撑和连接准备的管理抽检比例设为100.00%,复核点位随连接隐蔽风险增加;其余比例、时限及轮次仅作资源配置示例,实际判定服从设计文件和验收要求。

3.3 装配式混凝土结构质量通病防治措施

装配式混凝土结构常见通病有边角损伤、接缝错台、钢筋偏位、封缝漏浆、灌浆不连续和叠合面开裂,表象相近,成因却涉及生产、运输、测量基准或工序条件。防治应先按结构、连接和耐久影响划分性质,再核查尺寸、运输防护、吊装记录与隐蔽资料。涉及受力钢筋、套筒、预埋件或关键截面的异常须进入技术评审,未经确认不得切割或扩孔。重复错台应校核基准和模具,反复漏浆应调整分仓与封缝检查,灌浆异常则回查通道准备。只有成因与工艺得到修正并通过复验,通病处置才算闭合。表面修补采用批准材料和界面工艺,涉及连接安全的缺陷不能只用饰面遮盖。

3.4 装配式混凝土结构质量验收与评估

质量验收与评估应合并判断出厂状态、现场安装和结构连接。对象从单个构件延伸到安装单元与连接节点,核查尺寸、外观和位置,同时核对套筒灌浆、湿接缝及叠合层等隐蔽过程。资料链包含构件身份、材料批次、测量记录、隐蔽签认、检验结果与不合格处置,每份文件均须返回实体位置。施工自检、监理见证和专项检测应相互校核,复核结论还须落到同一实体,避免单一主体形成的记录成为唯一依据^[5]。验收后回查未关闭项;资料与实体冲突时,停止放行并补充核查,不能用补签消除矛盾。进场、安装、连接和归档证据应持续反馈至后续批次。关键连接、一般安装与观感项目可分层评估,但判定边界仍取自设计和验收要求。进场、安装、连接、验收与归档的闭环见图2。

参考文献:

- [1] 程勇.装配式混凝土结构关键节点连接的施工质量控制与验收标准研究[J].建筑科技,2026,10(6):177-179+184.
- [2] 方洛.装配式混凝土结构施工关键技术及质量控制要点分析[J].中国建筑装饰装修,2026,(12):125-127.
- [3] 王杰,张帅,赵玉群.装配式混凝土结构施工质量控制要点分析[J].中国建筑装饰装修,2026,(12):134-136.
- [4] 张秀武,于宁,张传宝.装配式混凝土结构施工关键技术及质量控制研究[J].中国房地产业,2026,(15):50-53.
- [5] 杜宸.装配式混凝土结构施工监理质量控制要点分析[J].砖瓦,2026,(5):130-132.
- [6] 弓毅超,张毓秋.装配式混凝土结构节点施工质量控制技术探讨[J].中国水泥,2026,(5):131-133.

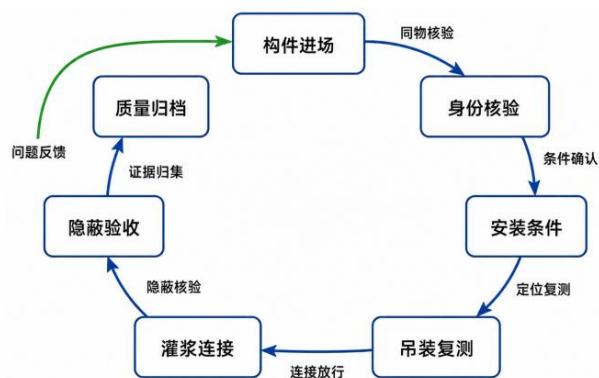


图2 装配式混凝土施工质量控制闭环

图2把构件进场、身份核验、安装条件、吊装复测、灌浆连接、隐蔽验收和质量归档依次连接,归档中的重复问题再反馈到下一批构件进场,使实体状态、过程记录和验收结论按同一对象闭合。

4 装配式结构典型工序分析

竖向预制构件安装及套筒灌浆能够呈现装配施工的状态转换。构件进入作业面前,进场结论、安装基准、连接钢筋和作业条件共同构成准入信息;试吊与就位控制方向、碰撞及几何位置,支撑锁定后,构件才由吊机控制转入现场稳定。随后复核钢筋插入、套筒通道和分仓封缝,灌浆完成并满足保护要求后形成永久连接。节点质量控制应把就位复测、封仓检查、连续灌注和节点保护组成约束链,异常须回到对应状态处理^[6]。记录沿构件编号关联测量、支撑、浆料、操作和隐蔽验收证据,以区分“完成操作”与“具备转序条件”。状态变化还应标明时间和责任岗位,便于把问题反馈到生产、深化或施工策划。

5 结语

装配式混凝土结构施工质量控制应让构件本体、安装几何、临时稳定、节点连接和验收证据围绕同一对象流转。生产与进场守住实体准入,吊装支撑控制施工状态,套筒灌浆及叠合现浇保证受力连接,数字检测增强对象关联。管理中以工序放行、异常隔离、原因反馈和分层验收闭合责任,前一道状态得到核验后再进入下一作业。沿构件编号配置责任与证据,可减少缺陷被后续工序遮蔽,并提高质量判断的一致性和可追溯性。