

装配式土建施工技术难点与质量控制措施

曹亚晋

上海易之商企业管理服务有限公司 上海 200126

摘要：装配式土建施工涵盖构件图纸深化、构件生产、运输存放及现场安装等环节，各环节均存在诸多技术难点。本文详细剖析了构件制作精度、养护、预埋件安装、表面质量，运输防护、堆放、转运，现场安装定位、节点施工、结构衔接等方面的技术难题，并针对性地提出施工全过程质量控制措施，包括各阶段质量管控、人员操作规范及设备管理等内容，为提升装配式土建施工质量提供参考。

关键词：装配式土建；构件生产技术；运输存放技术；现场安装技术；质量控制措施

引言：装配式建筑凭借高效、环保等优势，在建筑领域应用日益广泛。然而，其施工过程涉及多环节、多工序，技术复杂程度高。从构件生产阶段的精度把控，到运输存放过程中的防护管理，再到现场安装环节的精准对接与节点施工，每个步骤都面临诸多技术挑战。这些技术难点不仅影响施工效率，更直接关系到工程质量与结构安全。因此，深入剖析装配式土建施工技术难点，并制定有效的质量控制措施，具有重要的现实意义。

1 构件生产阶段技术难点

1.1 构件制作精度控制难点

构件制作精度对后续现场安装契合度与结构整体性影响重大，是预制构件生产的核心难点。图纸深化是构件制作的首要环节，其难点在于要把设计图纸精准转化为详细加工图，需精确标注构件尺寸、形状、预埋件位置等关键信息，还要兼顾生产工艺可行性，深化不准确会直接导致后续生产偏差^[1]。模具加工与安装精度不足，易使构件几何尺寸出现偏差，模具拼接缝隙还会引发漏浆，造成构件表面平整度超标、边角缺损。钢筋加工时，切断长度、弯折角度偏差会影响与混凝土的握裹力，安装中又易出现间距不均、位置偏移，难以满足精准定位要求。混凝土浇筑时，下料速度、振捣方式不当，会让构件内部出现蜂窝、麻面，且混凝土收缩变形会加剧尺寸偏差，给后续施工衔接带来困难。预应力构件的预应力张拉控制难，参数不当会致裂缝、变形；构件起拱控制也不易，起拱值不准会影响结构整体稳定性。

1.2 构件养护过程中的技术难点

构件养护质量决定混凝土强度发展与耐久性，养护过程中的温湿度控制是关键技术难点。养护温度过高或过低都会影响混凝土水化反应速率，温度过高易导致混凝土表面失水过快，产生表面裂缝；温度过低则会延缓

水化进程，降低混凝土早期强度，甚至引发冻害。养护湿度控制难度较大，湿度不足会导致混凝土表面干缩开裂，湿度不均则会造成构件表面强度分布不均，影响构件整体力学性能。养护周期的把控同样重要，养护时间不足会导致混凝土强度未达到设计要求，过早脱模会造成构件表面损伤、强度不足，过度养护则会增加生产成本，降低生产效率，难以实现养护质量与生产效率的合理平衡。

1.3 构件预埋件安装相关难点

预埋件安装精度直接关系构件连接可靠性与结构安全性，安装过程存在多重技术阻碍。预埋件定位易受模具组装偏差、钢筋布置干扰，出现位置偏移、标高偏差等问题，难以精准契合设计位置。预埋件固定稳定性不足，混凝土浇筑时受振捣作用影响易发生位移，导致预埋件与构件本体连接不牢固，后续使用中易出现松动隐患。预埋件与钢筋、模板的衔接合理性不足，会影响混凝土浇筑顺畅性，同时可能导致预埋件周边混凝土密实度不够，形成应力集中区域，降低构件承载能力。

1.4 构件表面质量控制难点

构件表面质量不仅影响外观观感，更关系到构件的耐久性与防水性能，其控制过程存在明显技术难点。混凝土浇筑过程中，气泡排出不彻底会导致构件表面出现气孔、麻面等缺陷，影响表面平整度与致密性。模板表面清理不彻底、脱模剂涂刷不均匀，会导致构件表面出现粘模、起皮等问题，破坏表面完整性。构件表面平整度控制难度较高，受混凝土收缩、模具变形等因素影响，易出现表面凹凸不平、边角翘曲等现象。此外，构件表面色差控制难度较大，混凝土原材料配比波动、养护条件差异等因素，都会导致构件表面出现颜色不均，影响整体外观质量。

2 构件运输与存放阶段技术难点

2.1 构件运输过程中的防护难点

构件运输过程中的防护质量直接影响构件后续安装质量，是运输阶段的核心技术难点。预制构件体积较大、重量较重，运输过程中易受路况颠簸、车辆制动等因素影响，产生碰撞、挤压等损伤^[2]。运输固定措施不合理易导致构件在车厢内发生位移，进而造成边角破损、表面开裂等质量问题。不同类型构件的防护要求存在差异，平板类、梁柱类构件的防护重点不同，防护措施的适配性难以精准把控。运输过程中的环境因素同样带来防护挑战，日晒、雨淋会影响构件表面质量，温度变化可能导致混凝土构件产生收缩裂缝，增加防护难度。

2.2 构件现场存放的堆放难点

构件现场存放的堆放合理性直接关系到构件完好性，堆放过程存在诸多技术难点。堆放场地的平整度与承载力不足，易导致构件受力不均，引发构件变形、开裂等问题。堆放层数与间距的把控难度较大，层数过多会使底层构件承受过大压力，间距过小则会影响构件通风，同时增加转运难度。不同规格、类型的构件混放易造成碰撞损伤，且不利于后续转运调配，分类堆放的规范性难以严格落实。堆放支点的选择需契合构件受力特点，支点设置不当会导致构件产生应力集中，进而引发局部破损。

2.3 构件转运过程中的损伤控制难点

构件转运是连接运输与存放、安装的关键环节，损伤控制难度突出。转运过程中构件姿态调整难度较大，姿态偏差易导致构件受力失衡，引发表面划伤、边角破损等损伤。转运设备的选型与操作规范性直接影响损伤控制效果，设备起吊力度、转运速度控制不当，会导致构件发生碰撞、晃动，进而产生质量隐患。转运过程中构件与设备、构件与构件之间的接触防护不到位，易造成表面磨损、混凝土脱落等问题。转运路径的规划不合理，易受到现场施工环境干扰，增加构件碰撞损伤的风险。

2.4 构件存放期间的防护难点

构件存放期间的防护直接影响构件耐久性，防护过程存在明显技术难点。存放环境的温湿度控制难度较大，湿度过高易导致构件表面返潮、锈蚀，温度剧烈变化会引发混凝土构件收缩开裂。构件表面防护措施不到位，易受到灰尘、杂物污染，影响后续安装衔接与表面质量。长期存放过程中，构件易受风雨、紫外线等自然因素侵蚀，导致表面老化、强度下降。存放期间的防护巡检不到位，难以及时发现构件损伤、变形等问题，易造成损伤扩大，影响构件后续使用。

3 现场安装阶段技术难点

3.1 构件吊装定位精度难点

构件吊装定位精度是保障装配式结构整体性的关键，其控制过程存在显著技术难点。吊装过程中，起重设备的运行稳定性易受现场风力、场地平整度等因素影响，导致构件吊装姿态出现偏差，难以精准对接安装位置。定位测量时，测量仪器的精度偏差、现场环境干扰等，会影响定位数据的准确性，进而使构件安装标高、轴线位置出现偏差^[3]。而且，吊装中构件的微调难度颇高，微小调整稍有不慎就易引发构件受力失衡，既影响定位精度，还可能造成构件表面损伤。

3.2 构件连接节点施工难点

构件连接节点是装配式结构受力传递的核心部位，施工存在诸多难点。节点连接部位若清理不彻底，残留灰尘、杂物，会严重影响连接强度与密封性。节点钢筋对接精度要求严苛，易出现错位、间隙过大等问题，难以满足设计受力标准。节点灌浆作业中，灌浆材料流动性、饱满度控制不当，易使节点内部出现空洞、缝隙，降低承载能力。此外，连接节点施工工序衔接要求高，工序紊乱易埋下质量隐患，影响结构整体稳定性，节点处也易因应力集中等因素出现裂缝。

3.3 装配式结构与现浇部分衔接难点

装配式结构与现浇部分的衔接质量直接影响结构完整性，衔接过程存在明显技术难点。衔接部位的界面处理难度较大，装配式构件表面的浮浆、杂物清理不彻底，会影响与现浇混凝土的粘结强度。衔接处的钢筋衔接易出现位置偏移、搭接长度不足等问题，导致受力传递不顺畅。现浇混凝土浇筑过程中，易出现漏浆、振捣不密实等问题，造成衔接部位出现蜂窝、裂缝等缺陷。衔接部位的收缩变形协调难度较高，装配式构件与现浇混凝土的收缩速率不同，易产生收缩应力，引发衔接处开裂。

3.4 复杂部位构件安装难点

复杂部位构件安装受结构形式、空间位置限制，技术难度突出。复杂部位构件的空间定位难度较大，受周边结构遮挡，测量定位易出现偏差，难以精准安装到位。构件安装过程中，空间作业空间狭小，操作难度大，易导致构件碰撞、损伤，同时影响施工效率。复杂部位的受力条件复杂，构件安装过程中需精准控制受力状态，避免出现应力集中，否则易引发构件变形、开裂。复杂部位与周边构件的衔接难度较高，衔接不当会影响结构整体受力性能与密封性。

4 施工全过程质量控制措施

4.1 构件生产阶段质量控制

构件生产阶段质量控制是装配式结构质量保障的核心前提,需贯穿生产各环节。开展图纸深化时,组织专业人员多次审核,确保深化加工图精准,关键信息如构件尺寸、预埋件位置等符合设计与工艺要求。严格把控模具加工与安装质量,定期开展模具精度检测与校正,确保模具尺寸偏差符合行业规范。针对模具拼接缝隙,用密封胶条密封,浇筑前检查密封,防漏浆。预防混凝土流坠可在模具内壁均匀涂脱模剂,合理设计模具结构。规范钢筋加工与安装流程,严控钢筋切断长度、弯折角度、安装间距及锚固长度,加强钢筋、混凝土材料质量管控,检测钢筋力学性能,检验混凝土原材料参数。保障钢筋与混凝土粘结性能达标^[4]。优化混凝土浇筑工艺,合理调控下料速度与振捣强度,减少构件内部缺陷,同步管控混凝土收缩变形。完善构件养护工艺,精准调控养护温湿度与周期,确保混凝土强度达标,规避养护裂缝。

4.2 构件运输与存放阶段质量控制

构件运输与存放阶段需强化防护管控,减少外界因素对构件质量的影响。运输前结合构件规格制定专项防护方案,采用适配固定措施防止运输过程中位移、碰撞,同时做好防晒、防雨防护,规避环境因素造成的表面损伤。规范现场堆放管理,平整堆放场地并检测承载力,根据构件受力特性设置合理支点,严控堆放层数与间距,实行分类堆放模式避免混放碰撞。加强转运过程管控,合理选用转运设备,规范操作流程,做好构件与设备的接触防护,规划科学转运路径,降低转运损伤风险。

4.3 现场安装阶段质量控制

现场安装阶段质量控制需聚焦精度管控,保障结构整体稳定性。吊装前校验测量仪器精度,规避现场风力、光线等环境因素干扰,合理调整吊装姿态,精准把控构件对接位置,做好吊装微调工作,减少定位偏差。严格落实节点连接管控,彻底清理连接部位杂物,规范钢筋对接操作,优化灌浆工艺参数,加强灌浆材料选择管控,选质量可靠材料并查合格证与报告。确保灌浆饱满度与流动性符合要求,规范节点施工工序。加强装配式结构与现浇部分衔接管控,彻底清理衔接界面浮浆,规范钢筋衔接流程,优化现浇混凝土浇筑与振捣工艺,管控衔接部位收缩变形,避免开裂隐患。构件节点处裂缝因应力集中,设计施工要分散应力,加强节点养护。

4.4 施工人员操作质量控制

施工人员操作规范性直接决定施工质量,需强化全流程管控。建立完善岗前培训机制,针对各工序操作规范开展专项培训与技术交底,提升施工人员专业技能与质量意识。制定各环节标准化操作流程,明确操作要点与质量标准,引导施工人员规范作业。安排专人开展现场巡查,及时纠正不规范操作行为,规避操作失误引发的质量隐患。建立健全质量责任制度,明确各岗位作业职责,推动施工人员主动落实质量控制要求。

4.5 施工设备质量管控

施工设备性能直接影响施工精度与效率,需落实全周期管控。设备投入使用前,严格检测各项性能与精度,重点校验吊装设备、测量仪器等关键设备,确保符合施工要求。吊装设备要查起重能力、制动系统、钢丝绳磨损,保吊装安全。建立设备定期检修与维护机制,定期开展设备保养、检测与维修,及时更换老化、损坏部件,规避设备故障影响施工质量。规范设备操作管理,要求操作人员严格按照操作规程作业,避免违规操作导致设备损坏或施工偏差。妥善存放各类施工设备,做好防尘、防潮防护,避免环境因素导致设备性能下降。在进行结构楼层上的吊装作业时,应根据构件的重量和高度合理选择设备,并验算楼板荷载,防止楼板因受力过大而开裂。

结束语

装配式土建施工技术的难点贯穿于项目全周期,从构件生产到现场安装,每一环节都需严格把控。通过实施针对性的质量控制措施,涵盖构件生产、运输存放、现场安装各阶段,强化人员操作规范与设备管理,能够有效解决技术难题,提升施工质量。这不仅有助于保障装配式建筑的结构安全与使用功能,更能推动装配式建筑行业的持续健康发展,为建筑领域的高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1]胡培一,李维伦,高亮.装配式建筑施工技术在建筑工程施工中的应用[J].陶瓷,2024,(06):231-233.
- [2]杨娜,张涛,郭建明.装配式混凝土建筑施工技术及质量控制分析研究[J].建筑技术开发,2024,51(01):39-41.
- [3]赵亮.装配式建筑施工技术要点及质量控制[J].城市建筑空间,2022,29(S02):631-632.
- [4]韩小慧.装配式建筑工程施工质量监理控制实践与探索[J].建设监理,2023(3):75-77.