

装配式建筑施工技术管理难点及对策研究

邓 路

上海百通项管科技有限公司 上海 200122

摘要：装配式建筑的推广对传统施工技术体系构成了系统性挑战。本文通过解构高层宿舍楼施工组织设计文件，剖析了当前装配式建筑在施工阶段所面临的具体技术管理难点。研究发现，其核心难点集中于深化设计与多专业协同、预制构件生产运输与现场堆放、高精度吊装与测量控制、复杂节点连接施工、以及塔吊等大型设备的专项技术策划等五个方面。针对这些源于工程实践的真实痛点，本文提出了一系列具有高度可操作性的技术对策，包括构建基于BIM的全专业协同深化设计流程、实施构件“身份证”式的全过程追溯管理、建立高精度分级测量控制网、优化套筒灌浆等关键节点的工艺工法，以及进行基于BIM模拟的塔吊选型与定位分析。研究表明，唯有通过技术前置、数据驱动和工艺创新，才能有效攻克装配式施工的技术壁垒，确保工程质量与施工效率。

关键词：装配式建筑；施工技术；深化设计；BIM技术；套筒灌浆；塔吊策划

引言

装配式建筑作为国家推动建筑业工业化、绿色化转型的核心路径，其技术内涵远不止于将构件从现场移至工厂。它本质上是对整个建造逻辑的重构，要求将大量技术决策和风险管控工作前置到设计和生产阶段，并在现场通过精密的装配工艺予以实现。这一转变对施工企业的技术管理能力提出了前所未有的高要求^[1]。许多项目在实践中遭遇的困境，往往并非源于宏观政策或市场因素，而是根植于具体而微的技术细节之中。一份优秀的施工组织设计，正是这些技术难点与对策的集中体现。本文将以前典型的高层装配式宿舍项目的施工组织设计文件为研究对象，剥离其具体项目信息，严格依据其中披露的技术方案、资源配置和管理流程，系统梳理装配式建筑施工中存在的真实技术管理难点，并提炼出与之对应的、经过实践检验的有效技术对策，旨在为行业提供可借鉴的技术实施范式。

1 装配式建筑施工核心技术管理难点剖析

通过对本项目的深度解读，识别出贯穿项目始终的五大核心技术管理难点。

1.1 深化设计复杂度高，多专业协同难度大

本项目采用“铝模+爬架+全现浇外墙”的主体结构形式，同时包含预制叠合板、预制楼梯、ALC轻质隔墙板等多种预制部品。这种混合体系对深化设计提出了极高要求。（1）预留预埋集成困难：项目强调，在深化设计阶段必须整合“水电、消防、暖通、幕墙、精装修”等各专业的提资。例如，预制叠合板上需精确预留线管、接线盒、水管套管的位置；ALC隔板上需预埋机电管线槽和开关插座盒。任何一个专业的提资滞后或错误，都会导

致构件无法安装或需要现场开槽，严重破坏构件性能。

（2）碰撞检查需求迫切：项目提及需利用BIM技术进行“三维可视化交底”，这背后隐含的需求是进行全专业的碰撞检查。在复杂的梁柱节点区域，预制梁的纵筋、箍筋与现浇核心筒的钢筋、以及机电管线之间极易发生空间冲突。若仅依赖二维图纸，此类问题极难被发现，将导致现场无法安装。（3）施工措施一体化设计不足：项目详细规划了施工电梯和外脚手架的布置，并要求“附着点位置应提前与铝模、爬架单位沟通确定”。这反映出一个普遍难题：施工所需的临时措施（如电梯附墙、爬架单位、塔吊附着）必须在主体结构构件（尤其是预制构件）的设计阶段就考虑并预留预埋件，否则后期将无处生根，甚至需要破坏主体结构。

1.2 构件生产、运输与现场堆放管理技术要求严苛

预制构件作为定制化产品，其供应链管理本身就是一项复杂的技术活。（1）构件类型与数量繁杂：项目涉及预制楼梯、预制叠合板、预制空调板、预制女儿墙、ALC隔墙板等多种类型，且每种类型下又有多种规格。项目要求“按楼层、按户型、按房间”对构件进行编码管理，这凸显了构件管理的精细化程度。（2）运输与堆场规划挑战：项目规定“构件厂距施工现场 ≤ 150km”，并制定了详细的“构件运输路线图”和“构件堆放平面图”。这表明，构件的运输路径必须满足道路限高、限宽、承载力的要求；而现场有限的堆场（项目明确划定了不同构件的堆放区）必须能高效周转，避免因堆放不当导致二次搬运或找不到所需构件，直接影响吊装效率^[2]。（3）成品保护技术要求高：预制构件（尤其是带饰面的构件）在运输和堆放过程中极易损坏。项

目虽未详述，但隐含了对专用吊具、柔性垫块、防雨防晒覆盖等成品保护技术措施的需求。

1.3 现场吊装与测量控制精度要求极高

装配式施工的核心是“毫米级”的精准安装，这对测量和吊装技术提出了极限挑战。（1）测量基准控制网建立困难：项目强调“首层测量放线是整个工程垂直度控制的关键”，并要求建立“平面控制网”和“高程控制网”。对于高达数十米的建筑，如何将地面控制点精准传递到上部作业面，并保证累积误差在规范允许范围内（通常为 $\pm 5\text{mm}$ ），是测量工作的最大难点。（2）吊装工艺复杂：项目对预制楼梯、叠合板的吊装流程有详细描述，包括“起吊→试吊→就位→初步校正→精细调整→最终固定”等多个步骤。每个步骤都需要专用吊具、熟练工人和严谨的操作规程。特别是叠合板的支撑体系（独立钢支撑+木方）的搭设，其顶标高和平整度必须严格控制，否则会影响上层楼板的整体平整度。（3）天气与环境制约：吊装作业受风力影响极大。根据行业惯例，风力超过6级即需停止吊装。这要求施工计划必须具备足够的弹性，以应对不可控的天气因素。

1.4 关键节点连接施工技术复杂，质量控制难度大

预制构件之间的连接是保证结构整体性和安全性的生命线，其施工技术极为关键。（1）钢筋套筒灌浆连接：这是装配式剪力墙结构中最核心的连接技术。其成功实施依赖于一系列严格的技术控制点：灌浆料的流动性、强度发展、拌合用水量；灌浆腔的密封性；灌浆过程的饱满度（需观察出浆孔）；以及全过程的旁站监督和影像记录。任何一个环节失控，都可能导致连接失效，形成重大安全隐患。（2）后浇带与节点区混凝土浇筑：项目多次提及“沉降后浇带”、“温度后浇带”以及“梁柱节点核心区”。这些区域钢筋密集，模板支设（尤其是铝模与预制构件的接口处）和混凝土振捣难度极大，极易产生蜂窝、麻面、孔洞等质量缺陷，影响结构性能。（3）ALC板安装与板缝处理：ALC板作为一种轻质隔墙，其安装看似简单，但板缝的抗裂处理是技术难点。项目要求使用“专用粘结剂”和“耐碱玻纤网格布”，这背后是对材料性能、施工环境温湿度、以及工人操作手法的综合考验。

1.5 大型机械设备（塔吊）选型与定位技术策划复杂

塔吊是装配式施工的“生命线”，其技术策划直接关系到施工能否顺利进行。（1）起重性能匹配难题：项目明确要求塔吊的选型必须满足“最重构件”和“最远吊点”的双重需求。这意味着需要精确计算每个吊装单元（如最大尺寸的叠合板）的重量，并结合其在建筑平

面上的位置，来反推塔吊所需的型号和臂长。选小了无法吊装，选大了则成本高昂且可能带来安全隐患。（2）群塔作业与拆除空间受限：对于多栋楼同时施工的项目，群塔作业的防碰撞是必须解决的技术问题。更重要的是，项目特别强调“塔吊定位时应充分考虑地下室顶板覆土及园林施工的影响，确保塔吊能正常拆除”。这表明，塔吊的基础位置不仅要满足施工期的吊装需求，还必须为未来的拆除留出足够的作业空间和行走路径，这是一个典型的全生命周期技术策划难点。

2 应对技术管理难点的针对性对策

针对上述源于工程实践的具体技术难点，本项目也提供了一套系统性的技术解决方案。

2.1 构建基于BIM的全专业协同深化设计体系

项目将BIM技术定位为解决协同难题的核心工具，并提出了具体的应用路径：（1）建立统一的BIM协同平台：由总承包单位牵头，整合建筑设计、结构设计、机电设计、幕墙顾问、预制构件厂、铝模爬架单位等各方，在统一的BIM平台上进行模型搭建和信息共享。

（2）强制执行碰撞检查流程：在深化设计关键节点（如标准层确认前），必须完成全专业的硬碰撞（实体冲突）和软碰撞（安装空间不足）检查，并形成报告，经各方签字确认后方可进入生产阶段。（3）施工措施前置模拟：利用BIM模型，提前模拟施工电梯、爬架、塔吊附着等临时设施的安装位置，并在主体结构模型中准确预留预埋件，确保“一次成优”。

2.2 实施构件全过程追溯与精益化物流管理

为解决构件管理混乱的问题，项目提出了一套闭环管理方案：（1）“一物一码”身份管理：为每一块出厂的预制构件赋予唯一的二维码“身份证”，其中包含构件类型、规格、所属楼栋/楼层/房间、生产日期、质检报告等信息。（2）BIM-5D进度联动：将构件信息与BIM模型和施工进度计划（4D/5D）关联。系统可自动根据未来一周的吊装计划，向构件厂发出精确的发货指令，实现“JIT（准时制）”配送^[3]。（3）智慧堆场管理：现场堆场管理人员通过扫码即可完成构件的接收、入库和定位。吊装前，吊装班组可通过移动端查询所需构件的实时堆放位置，实现“指哪打哪”，极大提升效率。

2.3 建立高精度分级测量控制与智能吊装辅助系统

为确保毫米级的安装精度，项目规划了严密的测量与吊装技术方案：（1）三级测量控制网：建立“一级（场区）→二级（楼栋）→三级（作业层）”的分级控制网。一级网采用高精度全站仪建立；二级网通过内控法（激光铅垂仪）向上投递；三级网由施工班组根据二

级网点进行细部放线。每级控制网均需独立复核。(2) 引入智能测量工具:在关键构件(如预制柱)的安装过程中,可采用高精度激光扫平仪或全站仪进行实时动态监测,指导工人进行微调,确保安装偏差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内。(3) 标准化吊装工艺卡:为每种类型的预制构件编制图文并茂的“吊装工艺卡”,明确吊点设置、吊具选择、校正方法、验收标准等,作为现场作业的唯一技术依据。

2.4 优化关键节点施工工艺与强化过程监控

针对连接节点的质量风险,项目强调了工艺优化和过程留痕:(1) 套筒灌浆标准化作业:制定详细的《钢筋套筒灌浆专项施工方案》,明确灌浆料的存储、拌制、流动度测试、灌浆顺序、封堵要求、饱满度判定(出浆孔持续出浆)等。实行“灌浆工持证上岗”和“全过程视频监控”制度。(2) 复杂节点区可视化交底:对于梁柱核心区等钢筋密集区域,利用BIM模型制作3D动画或剖切图,向钢筋工和混凝土工进行可视化交底,明确钢筋穿插顺序和振捣棒的插入点位,确保浇筑密实^[4]。(3) ALC板缝抗裂专项方案:采用“弹性粘结+双层网格布+柔性腻子”的复合抗裂体系,并严格控制基层处理、粘结剂涂抹厚度、网格布搭接宽度等关键工序。

2.5 开展基于BIM模拟的塔吊全周期技术策划

为解决塔吊选型与定位的难题,项目采用了先进的模拟技术:(1) BIM吊装工况模拟:在BIM模型中,输入拟选塔吊的性能参数(起重曲线),对最重、最远的构件进行吊装模拟。通过分析,验证塔吊的覆盖范围和起重能力是否满足要求,并优化塔吊的最终定位坐标。(2) 拆除路径预演:利用BIM模型,模拟塔吊拆除时的标准节下降路径、汽车吊站位、构件运输通道等,确保在地下室顶板覆土和园林施工完成后,仍有足够的空间

和承载力完成拆除作业。此模拟结果是塔吊基础设计和现场总平面规划的重要输入。

3 结语

本文通过对典型装配式项目的深度挖掘,揭示了其背后隐藏的五大核心技术管理难点:从深化设计的多专业协同困境,到构件供应链的精细化管理挑战;从现场吊装的毫米级精度要求,到关键节点连接的隐蔽工程质量风险;再到大型设备全生命周期的技术策划复杂性。面对这些源于实践的真实挑战,有效的对策同样必须是技术导向和数据驱动的。研究提出的基于BIM的全链条协同、构件全过程追溯、高精度分级测量、关键节点工艺优化以及塔吊BIM模拟策划等一系列对策,共同构成了一个完整的、可落地的技术解决方案包。这些对策的核心思想在于“技术前置”和“过程可控”,即将风险识别和方案优化工作尽可能地提前到设计和准备阶段,并通过数字化、标准化的手段,确保现场执行的精准无误。未来,随着人工智能、物联网、机器人等技术的进一步融入,装配式建筑的施工技术管理将迈向更高水平的自动化与智能化。然而,无论技术如何演进,对细节的极致追求、对流程的严谨把控和对协同的高度重视,始终是确保装配式建筑高质量发展的不二法门。

参考文献

- [1]秦鹏.装配式建筑施工技术在建筑工程中的应用[J].砖瓦,2026,(01):156-158.
- [2]沙亿军.建筑工程施工中装配式建筑施工技术的应用研究[J].陶瓷,2025,(12):234-236.
- [3]李宜林.建筑施工中新型装配式建筑技术的应用[J].城市开发,2025,(22):148-150.
- [4]区宏星.装配式建筑施工中的质量管理与控制策略[J].低碳世界,2025,15(11):92-94.