 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i10.12077

Exploration on the Optimization of Civil Engineering Construction Techniques and On-Site Construction Quality Control

Zenan Jiang

Hongsong Construction Jiangsu Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

This study takes a high-rise residential construction project spanning 120,000 m² as its case study to investigate the optimization of civil engineering construction techniques and the implementation of quality control measures, addressing the technical challenges associated with the support of an 8.5 m deep foundation pit, the pouring of large-volume concrete (1,500 m³), and the construction of dense steel reinforcement joints. For the foundation pit support, a composite system combining soil nailing walls and prestressed anchor rods was employed; for the large-volume concrete pouring, a layered pouring method with 30 cm thickness and a segmented pouring approach with 5 m intervals, along with information-based temperature control measures, was adopted; for the steel reinforcement work, BIM-based pre-modeling and a modular tying method were utilized; and a three-tiered quality control system—comprising self-inspection by work teams, re-inspection by the project department, and final inspection by the supervision unit—was established. The implementation results demonstrate that the optimized construction schedule was shortened from 180 days to 150 days, the incidence rate of quality issues was reduced from 8% to 3%, the direct cost of key construction processes was lowered by 5%, the tying efficiency for complex joints was increased by 20%, and the temperature difference between the interior and exterior of the concrete was consistently kept within ±25°C. This study indicates that combining process synergistic optimization with full-process quality traceability can effectively enhance the quality stability, organizational efficiency, and economic benefits of civil engineering works for high-rise residential buildings.

Keywords

high-rise residential buildings; civil engineering construction; deep foundation pit support systems; large-volume concrete; BIM technology

建筑工程土建施工工艺优化与现场施工质量把控探讨

姜泽楠

宏松建设江苏有限公司，中国·江苏 南京 210000

摘要

以某12万㎡高层住宅工程为对象，针对8.5 m深基坑支护、1500 m³大体积混凝土浇筑及密集钢筋节点施工难点，开展土建施工工艺优化与质量管控研究。基坑支护采用复合土钉墙与预应力锚杆组合体系，大体积混凝土采用30 cm分层、5 m分段连续浇筑及信息化温控措施，钢筋工程应用BIM预建模与模块化绑扎方法，并构建班组自检、项目部复检、监理终检三级质量管控体系。实施结果表明，优化后施工周期由180 d缩短至150 d，质量问题发生率由8%降至3%，关键工序直接成本降低5%，复杂节点绑扎效率提高20%，混凝土内外温差稳定控制在25° C以内。研究表明，工艺协同优化与全过程质量追溯相结合，能够有效提升高层住宅土建施工的质量稳定性、组织效率及经济效益。

关键词

高层住宅；土建施工；深基坑支护；大体积混凝土；BIM技术

1 引言

随着城市住宅建设向高层化、集约化方向发展，土建施工面临基坑开挖深度增加、结构构件体量增大及专业交叉作业频繁等问题。高层住宅工程通常具有地下结构施工周期紧、主体节点钢筋密集、混凝土连续浇筑量大等特点，任一关键工序控制不足，均可能引发基坑变形、混凝土裂缝、钢筋安装偏差及后续工序衔接失衡，进而影响结构安全、工程进度和建设成本[1]。传统施工管理较依赖现场经验，工艺参数、质量检测与责任追溯之间尚缺乏有效联动，难以适应复杂施工条件下的精细化管理需求。基于此，本文结合某高层住宅工程实际，围绕深基坑支护、大体积混凝土浇筑和钢筋绑扎等关键环节，研究适配现场条件的工艺优化方法及质量把控措施，为同类工程提升施工组织水平和实体质量提供参考。

【作者简介】姜泽楠（1999-），男，中国江苏南京人，硕士，从事建筑工程施工，建筑工程管理研究。

2 工程概况

本研究以某高层住宅工程为对象，该工程总建筑面积约12万㎡，地上28层，地下2层，主体结构采用框架剪力墙结构，平面功能组织与竖向荷载传递均具有较强的综合性。工程施工阶段涉及基坑开挖、主体结构成型以及机电预留预埋等多道工序，现场组织必须兼顾工期衔接、工序穿插以及结构整体稳定性，因而对土建施工工艺的适配性提出了较高要求。

从施工条件来看，8.5m深基坑支护、1500m³大体积混凝土连续浇筑以及复杂钢筋绑扎节点处理构成了本工程的关键难点，其中基坑支护关系到周边土体稳定与地下施工安全，大体积混凝土则对温控防裂和浇筑连续性提出更高要求，钢筋节点处理又直接影响结构受力传递的完整性。基于上述工程特征，本文立足土建施工工艺优化与质量把控两个维度展开研究，重点围绕工序协同、过程控制以及关键节点质量管理构建可实施的优化路径。

3 建筑工程土建施工工艺优化策略

3.1 深基坑支护工艺优化

本工程地下2层开挖深度达到8.5m，基坑侧壁在施工期间需要承受主动土压力、地表施工荷载以及地下水位波动带来的复合作用。原设计土钉墙支护工艺主要依靠土钉、钢筋网以及喷射混凝土面层共同形成约束体系，其优势在于施工组织相对简便，但结合本工程基坑深度以及周边作业空间条件来看，单一土钉墙的支护刚度偏弱，土体变形控制能力容易受到开挖分层厚度、土钉成孔质量以及喷射混凝土早期强度增长速度的影响。进一步观察现场工序衔接可知，土钉墙施工需随开挖逐层推进，钻孔、插筋、注浆以及面层喷护之间存在较多等待环节，若遇到局部土层含水率偏高或孔壁稳定性不足，施工周期还会被拉长，进而影响地下结构施工的连续展开。

鉴于上述现实情境，本研究将复合土钉墙以及预应力锚杆组合体系作为优化方向来开展支护工艺调整。复合土钉墙强调土钉、喷射混凝土面层以及必要的加强构件共同工作，预应力锚杆则是在锚固段与稳定土层形成可靠黏结后，把张拉产生的主动约束力传递至支护面层，从而改善单一被动受力模式。其施工流程可概括为钻孔、安放锚杆、注浆、挂网喷浆、张拉锁定等连续作业环节[2]。钻孔阶段需结合8.5m基坑分层开挖标高进行孔位复核，重点控制孔径、孔深以及倾角偏差；安放锚杆时应对杆体居中、自由段防护以及锚固段长度进行检查，避免杆体偏斜削弱锚固作用；注浆环节宜运用压力注浆方式提高浆液对孔壁空隙的充填效果；挂网喷浆阶段把钢筋网、加强筋以及喷射混凝土面层连成整体；待浆体强度满足张拉条件后开展预应力张拉以及锁定工作，使支护结构在土体位移充分发展前形成约束效应。

3.2 大体积混凝土浇筑工艺优化

本工程单次大体积混凝土浇筑量达到1500 m³，构件截面厚度较大，水泥水化热在内部持续积聚后，表层散热速度快于核心区，温度梯度容易诱发约束拉应力，进而形成贯穿性或表面性裂缝。鉴于该施工风险，本研究把分层分段连续浇筑以及信息化温控作为工艺优化主线，借助浇筑节奏控制、振捣密实控制以及温度反馈调节来开展裂缝预防工作。浇筑组织层面将单层浇筑厚度控制为30 cm，分段长度设置为5 m，相邻施工段保持顺序搭接推进，使混凝土在初凝前完成层间覆盖，减少冷缝形成概率。30 cm层厚能够兼顾泵送摊铺效率以及插入式振捣棒有效作用半径，5 m分段长度则便于泵管布料、作业面周转以及振捣人员跟进，避免局部堆料导致模板侧压力突然增大。

3.3 钢筋绑扎工艺优化

本工程主体结构梁柱节点钢筋密集，框架梁纵筋、柱纵筋、箍筋加密区以及剪力墙边缘构件在同一空间内交汇，传统钢筋绑扎主要依靠二维图纸识读以及现场班组经验开展排布，容易在节点核心区出现钢筋穿插顺序不清、锚固长度复核滞后、箍筋间距偏差以及预留洞口周边加强筋遗漏等问题。进一步从作业组织角度观察，现场绑扎往往需要在模板支设、机电预埋以及钢筋校正之间反复协调，若梁柱交接部位临时调整较多，钢筋翻样人员以及绑扎班组之间的信息传递会形成时间损耗，进而削弱主体结构流水施工的连续性[3]。

4 现场施工质量把控措施与效果评估

4.1 施工质量管控体系构建

针对本工程深基坑支护、大体积混凝土以及密集钢筋节点的施工特性，项目部构建班组自检、项目部复检以及监理终检组成的三级质量检查体系。班组自检围绕工序完成状态开展，重点核查锚杆孔位、钢筋间距、混凝土振捣密实度以及养护覆盖情况，其中钢筋间距偏差控制在10 mm以内，支护构件连接应满足施工方案及设计文件要求。项目部复检依据检验批质量验收标准，对隐蔽工程记录、材料复验资料以及现场实体质量进行联合核验，混凝土强度达标率应达到95%以上。监理终检则对关键工序验收资料、实体检测结果以及整改闭合情况实施综合审查，未经签认不得转入后续施工。

4.2 关键工序质量检测方法

我在把这一节压到期刊论文的语气里，同时把表格和正文之间的衔接处理得尽量自然，避免出现模板

化的过渡句。围绕深基坑支护、大体积混凝土以及钢筋绑扎三类关键工序，检测工作应紧扣施工阶段变化同步展开。基坑侧壁位移宜运用全站仪进行连续观测，仪器精度控制在±1 mm，开挖期间按每日1次组织监测，遇到降雨、停工复开或支护卸载时适当加密，并把测点编号、累计位移、变化速率以及预警等级写入同一份台账。锚杆成孔质量还需结合孔深、孔径以及倾角进行复核，避免支护参数偏离设计值[4]。

大体积混凝土强度检测宜把回弹法与钻芯法结合起来使用，回弹检测用于掌握表层硬化状态，钻芯复核用于核查代表性部位的抗压性能，浇筑后按7 d、14 d以及28 d节点组织抽检，并同步记录龄期、测区位置以及芯样编号。钢筋绑扎检测则借助激光测距仪核查间距、搭接长度以及保护层厚度，梁柱节点和剪力墙边缘构件应在隐蔽前完成全数核验，标准层可按构件类型抽样检查。各项记录需保持时间、部位、检测人员以及复核意见一致，便于后续质量追溯。

表1 某工程关键工序质量检测指标及标准

工序	检测项目	检测方法	检测频率	控制标准	记录要求
深基坑支护	侧壁位移	全站仪监测	开挖期间每日1次，降雨或异常工况加密至2次	监测精度±1 mm，累计位移满足设计警戒值	记录测点编号、初始值、累计值、变化速率、预警等级
深基坑支护	锚杆成孔质量	测孔深、孔径、倾角	每完成1排锚杆复核1次	孔深、孔径、倾角偏差符合专项方案要求	记录孔位、实测值、复核人、整改情况
大体积混凝土	抗压强度	回弹法与钻芯法结合	7 d、14 d、28 d节点抽检	回弹换算强度满足要求，钻芯强度符合设计等级	记录龄期、测区、芯样编号、换算结果
大体积混凝土	内外温差	预埋温度传感器连续监测	浇筑后24 h连续监测，后续按温控需要调整	内外温差控制在25 ° C以内	记录温度曲线、测点编号、报警时刻、处置措施
钢筋绑扎	间距与位置	激光测距仪配合钢尺复核	梁柱节点全数检查，标准层抽样检查	间距偏差控制在10 mm以内	记录构件编号、实测间距、偏差值、整改结果
钢筋绑扎	搭接长度与保护层	激光测距仪与保护层测定	隐蔽前全数检查	满足设计文件以及现行规范要求	记录检测点、保护层厚度、签认人、复核意见

4.3 优化后施工效果评估

结合本工程地下结构以及主体结构施工组织情况，工艺优化后的效果评估主要围绕施工周期、质量问题发生率以及成本节约率展开。表2把优化前后主要指标进行对照，可以看出，深基坑支护选用复合土钉墙以及预应力锚杆组合体系后，支护作业等待时间有所压缩；大体积混凝土分层分段连续浇筑配合信息化温控，使养护调整更具依据；钢筋绑扎环节借助BIM预建模以及模块化作业，把复杂节点的现场协调时间向前置翻样阶段转移。多项工序调整共同作用后，施工周期由180 d缩短至150 d，质量问题发生率由8%降至3%，关键工序直接成本形成5%的节约幅度，说明工艺优化不仅改善了实体质量稳定性，也提高了现场资源周转效率。

质量问题发生率降低后，隐蔽工程返检、局部修补以及后续协调消耗同步减少，现场管理资源能够更多投入到过程预控环节。对于本工程12万㎡高层住宅而言，该优化路径在质量风险控制以及施工经济性之间形成了较为稳定的匹配关系。

5 结语

针对高层住宅土建施工中多工序交叉、关键节点质量风险集中的特点，工程实践表明，施工工艺优化应与现场质量管理同步推进。复合土钉墙与预应力锚杆组合支护提高了基坑侧壁约束能力，分层分段浇筑及温度监测强化了大体积混凝土裂缝预控，BIM预建模与模块化绑扎改善了密集钢筋节点的安装精度和作业效率。三级检查体系、检测台账及整改闭环机制进一步保证了工艺措施的落实。后续应结合地质条件、结构形式和施工环境，持续完善监测预警、数据分析及工序协同机制，使质量控制由事后修正转向过程预防，增强土建工程施工管理的可靠性与适用性。

参考文献

[1] 王浩.建筑工程的施工质量及安全管理工作的实践探究[J].城市开发,2024,(13):160-161.

[2] 陈格清.装配式装饰施工技术在建筑工程中的实践与优化[J].中国建筑金属结构,2025,24(22):79-81.

[3] 郭文玲.土建工程预算审核方法及有效控制建筑工程结算[J].中国住宅设施,2024,(12):95-97.

[4] 陈国泉.关于加强建筑工程质量管理的探讨[J].工程质量,2024,42(S2):78-80+84.