

# On the organization and optimization of horizontal flow construction management for super high-rise building structures

Jianjian Tian Jianghua Li Zhen Wang Han Zhu Yu Fang

China State Construction Engineering Corporation No. 2 Civil Engineering Co., Ltd., Hubei Wuhan 430000

## Abstract

With the acceleration of urbanization, super high-rise buildings have become an important approach to addressing the tension of land resources. However, their structural complexity and long construction periods pose higher requirements for the scientificity and efficiency of construction organization and management. Horizontal flow construction technology, as a key means to enhance the construction efficiency of super high-rise buildings, directly impacts project progress, cost control, and resource utilization efficiency through its rational organization and management. This paper explores optimization methods for horizontal flow construction organization and management based on the structural characteristics and construction environment of a super high-rise building in Wuhan. Through empirical analysis of this case, it is found that the optimized horizontal flow construction organization and management model can shorten the core construction period by 20% to 30%, reduce comprehensive costs by 8% to 12%, and improve construction quality and safety.

## Keywords

super high-rise; horizontal flow; staggered construction; rapid construction; cost reduction and efficiency improvement

## 论超高层建筑结构水平流水施工组织与管理优化

田艰坚 李江华 王震 祝舍 方宇

中建三局第二建设工程有限责任公司, 中国·湖北 武汉 430000

## 摘 要

随着城市化进程加速, 超高层建筑成为解决土地资源紧张的重要途径。然而, 其结构复杂性、施工周期长等特点, 对施工组织与管理的科学性和高效性提出了更高要求。水平流水施工技术作为提升超高层建筑施工效率的关键手段, 其合理组织与管理直接影响工程进度、成本控制及资源利用效率。本文以武汉某超高层建筑结构特点和施工环境, 探讨结构水平流水施工组织和管理的优化方法。通过该超高层建筑案例进行实证分析, 结果表明: 优化后的水平流水施工组织与管理模式可缩短核心施工周期20%~30%, 降低综合成本8%~12%, 同时提高施工质量与安全性。

## 关键词

超高层; 水平流水; 穿插施工; 快速建造; 降本增效

## 1 引言

近年来, 随着我国城市建设的快速推进, 国内房地产市场的需求渐渐呈现出饱和的状态, 建筑市场开始不断紧缩, 建设项目数量也不断减少。因此, 在这个存量竞争的时代, 建筑企业面临越来越严峻的考验, 市场竞争也越发激烈, 工程企业能否在保证施工质量的同时, 缩短施工工期, 减少施工成本就成了制胜的关键。此外, 随着城市高层建筑和大型建筑结构的不断涌现, 建筑的高度、复杂程度也在不断提升, 人们对建筑工程施工工期的要求也越来越高, 传统的常规施工模式已经无法满足现场施工工期要求, 所以为了能够保证现场施工进度, 实现优质履约, 达到降本增效的目的, 建筑

企业不得不使用更科学高效的流水施工组织形式来指导现场施工。

## 2 流水施工介绍

流水施工作为工程项目的一种管理形式, 是由固定组织的工人在若干个工作性质相同的施工环境中依次工作的一种施工组织方法。它主要是通过对施工环节、施工段和施工队伍合理划分, 使得每一个施工环节都能够成为一个独立的单元, 然后在这个基础上再根据不同工种及建筑施工要求, 使施工队伍在规定的时间内完成相应工作内容。流水施工对施工队伍的要求比较严格, 它不仅考验施工队伍的专业素质, 也考验不同施工队伍间的协同配合, 更考验现场施工管理人员的组织管理能力。流水施工技术的应用, 能够有效保证工程连续、有效、快节奏的推进, 所以说在建筑工程施工管理中应用流水施工技术是非常有意义的。

【作者简介】田艰坚(1983-), 女, 中国湖北武汉人, 本科, 高级工程师, 从事建筑工程管理研究。

### 3 项目流水施工策划

为保障现场施工节点及进度要求,首先根据工程结构特点,分析水平流水施工的工艺逻辑,综合考虑结构分区、垂直运输能力、劳动力配置及机械设备调度等因素。其次,结合 BIM 建筑模型与施工推演,优化施工流程,减少工序冲突与资源浪费。进一步地,引入关键线路项目管理,优化施工进度计划,解决传统流水施工中因不确定性因素(如天气、材料供应)导致的工期延误问题。在管理层面,提出基于精益建造的现场协同管理机制,强化各专业施工队伍(土建、钢结构、机电等)的交叉作业协调,并进行施工过程的实时监控与动态调整。

以武汉某超高层大型城市商业综合体项目为例,其中塔楼 63F,为钢筋混凝土框架+核心筒剪力墙结构。该塔楼每层有 3 个核心筒,可划分为 A、B、C 三个施工区段,施工段间采取水平流水均衡化施工,不同区段不同工种同时作业,保证工作面和各工种的连续作业。同时,项目通过提前策划钢结构、机电预留预埋、铝模、爬架等工序,施工过程中合理进行穿插施工,在平和的状态下极好的实现快速建造,不仅能有效避免人员窝工,利于专业班组固定,提高工人的劳动生产率和工程质量,还可以缩短工期,减少临时设施和管理投入,实现降本增效<sup>[1]</sup>。

## 4 流水施工技术优化

### 4.1 铝模施工工艺优化

铝模根据现场流水施工段 3 个分区,在分界处完全断开,每个分区独立配置,满足同一楼层不同分区错层独立施工不受影响。该项目结构三联钢管柱,施工过程中为避免铝模对拉螺杆与三联钢管柱连接板冲突,模板加固时将螺杆位置与圆管柱连接面提前进行对拉螺杆定位标识,然后现场根据标识调整钢柱连接板定位,从而避开对拉螺杆位置保证后期铝模合模顺畅,减少因不同专业间碰撞冲突带来的工期损耗。

### 4.2 爬架提升设计优化

为配合现场分区错层流水穿插施工顺利进行,爬架设计在分段分界处断开,使得爬架可以分区域分片进行提升,从而保证现场临边作业安全性。由于架体分片提升,先提升的一片架体的底部比后提升的另外一片架体的底部高出一个楼层的高度,因此,在先提升的架体顶层和后提升的另外一片架体底层侧面增加小横杆与绿网防护,等架体提升同步后,再把防护网拆除。

### 4.3 钢结构吊装优化

塔楼标准层单层竖向钢柱共计 89 根,若采取一层一吊且一次性安装,则工程量较大,安装耗时长,占用塔吊时间较多,会严重影响现场其他工序施工,后根据施工区段流水施工的原则,将钢结构按三个施工区段均分工程量,每区约 30 根钢柱,保证施工均衡。外框柱和核心筒钢柱采用错

层吊装,两层一吊,优化钢柱错层施工,每区每次吊装减少吊次及焊接工作量为 1/2;每区为 15 根钢柱,竖向钢结构在平板板面铝模施工完成后晚上进行吊装,只有整层数量的 1/6,不占用结构施工关键线路,提高竖向钢筋绑扎进度,同时圆管柱灌芯采用两层浇筑一次,可减少工序间歇,避免窝工,节约成本<sup>[2]</sup>。

### 4.4 钢结与钢筋交叉施工优化

原设计钢结构柱箍筋拉钩需穿过三个钢管柱之间的连接板连接柱的纵向钢筋,其施工难度非常大,后经与设计沟通,优化三联钢管柱之间的连接板间距及箍筋绑扎方法,将封闭箍筋焊接改为弯钩连接,优化后极大降低现场钢筋绑扎难度,提高现场箍筋绑扎效率,节省钢筋绑扎时间。

钢结构在铝模上放置气笼、焊笼,影响平面钢筋绑扎,将底部支座抬高 500mm,不占用有效面积,焊接时不影响梁板钢筋绑扎。

### 4.5 浇筑设备优化

为保证流水施工,钢柱采用两层一吊,因此钢柱高出作业面,若采用常规布料机则其主梁架无法完全展开,浇筑一层混凝土最少需挪动 9 次,浇筑时间最少需 1.5 天,后经优化决定采用 2 台内爬式液压布料机,每台半径为 32m,可覆盖整个楼层浇筑面,减少混凝土浇筑时间,提高施工工效。

### 4.6 机电工艺优化

标准层单层结构梁上预留洞口多达 71 处,且大部分为方形洞口,洞口尺寸偏大,普通材料无法满足预埋要求,洞口补强节点做法复杂,提前策划梁上预留方形洞口采用白铁皮定制,并在内部采用木方支撑加固,防止变形,在绑扎梁钢筋时同步定位预埋,整体成型,避免后期拆除钢筋模板降低工效。机电套管提前预埋,一次成型。

### 4.7 混凝土设计配合比优化

通常情况下,混凝土浇筑完成后需等强度达到一定等级后才能上人、备料、测量放线及进行后续钢筋绑扎工作,但是冬季温度低,混凝土浇筑完成后短时间内强度提升缓慢,严重影响后续放线和备料及竖向钢筋施工工序。为保证流水施工全年按照原计划正常进行不影响整体流水节奏,项目技术人员与商混站提前协商策划,在冬季低温施工阶段优化混凝土配合比,添加防冻剂和早强剂,在满足相关性能指标要求的同时,实现混凝土早强;另外,在混凝土浇筑过程中及养护时增加加热风机和防火布保温措施,保障混凝土强度满足上人上料需求,满足现场流水施工节奏。

## 5 流水施工分析

### 5.1 常规流水施工

该塔楼标准层单层工程量建筑面积约 2000 m<sup>2</sup>,单层钢结构 123t (H 型钢柱 58 根、圆管柱 31 根、钢梁 4 条),钢筋 340t,模板 4063 m<sup>2</sup>,混凝土 945m<sup>3</sup>。若按整体依次施工的方式施工,塔楼常规施工模式下标准层整体一层施工需 9

天,现场需要钢柱焊接人员22人,钢筋工80人,模板工90人,混凝土工45人,过程中钢结构窝工7天、钢筋工窝工3天、木工窝工6天。

## 5.2 优化后流水施工

优化调整后,项目根据工程量将塔楼所在区域划分为3个施工段,使工程量均分,然后按照流水节拍制定流水实施计划,保证每天每个工种在不同的施工区段均有工作面。实施过程中再加强工序间搭接,合理安排生产间隔,保证钢结构安装、机电预留预埋合理穿插,不占用结构施工时间,同时根据工作量和流水节奏适当采用新工艺提高效率,优化后整个现场可以做到6天一层的流水施工速度,后期固定劳动力后,工人对施工工艺进一步熟悉,钢筋、模板施工时间分别再缩短0.5d,最终实现5天一层的速度。优化后现场需要钢柱焊接人员12人,钢筋工46人,模板工60人,混凝土工12人,相比常规流水施工,人员成本极大缩减。

## 5.3 常规施工与流水施工对比分析

通过该项目常规施工与流水施工对比分析,可以明显看出流水施工的有点:(1)分区分段流水施工,均分工程量,工序合理科学穿插,减少工序间歇,提高施工工效;(2)流水施工避免窝工,减少用工量、提高工效的同时减少临建成本投入;(3)流水施工固定劳动力,相对于传统模式用工量减少人员流动性小便于管理及施工,项目部、劳务队管理成本减少,实现本质安全。

## 6 流水施工控制要点

项目需根据各专业施工图纸对现场工程量提前分析预算,然后根据项目自身结构特点及各专业工程量对标准层施工段进行合理划分,同时组织各专业主要技术及管理人员针对不同施工段共同制定适合本项目的施工进度计划、劳动力计划及主要机具设备计划。

效运转的有效。项目可根据流水施工计划提前推演施工过程,推演过程中对后期可能遇到施工工艺难点及各专业间出现的碰撞问题提前整理优化,然后提出优化后解决方案,避免后续影响流水施工节奏。

且进入流水状态后。流水施工过程中,作业班组及人

员固定是流水高效运转的有效保障。班组进入现场后,均需要经过一段时间的熟悉与磨合才能达到熟练的状态,在这个过程中工期节奏会较慢,但是一旦进入流水状态后,工人熟悉了现场环境及工序,施工效率会极大提高,能够有效缩短工期。若施工过程中班组人员不固定,人员更换频繁,将会严重影响流水施工效率,延误工期。

整个过程各工序。流水施工需要各工种之间协同穿插作业,整个过程各工序衔接紧密,非常考验不同工种之间相互配合、协调工作的能力。它涉及工种安排、任务分配、人员调度、工序交接等方面,其重要性体现在,可以有效避免工种冲突,减少资源浪费,保障施工进度<sup>[1]</sup>。

项目应根据工程实际。新工艺及新设备的应用,能够有效提高现场施工效率,弥补传统工艺设备带来的不足,改善工人工作环境,满足现场复杂多变的施工需求。因此,施工过程中我们要加大新技术及新设备的应用力度。

应不及时而影响。为保证施工现场流水节奏持续运转,项目应根据工程实际情况,对所需物资的种类、数量、规格提前分析算量,然后及时申报物资采购计划,同时根据项目进度要求,合理安排物资到场时间,避免因物资供应不及时而影响现场施工。

## 7 结语

随着我国高层建筑不断增多,建筑结构愈发复杂,建筑施工企业也面临着更为严峻的考验。施工企业要想在激烈的市场竞争环境下脱颖而出,就必须在保证施工质量的同时,缩短施工工期,节省施工成本,达到优质履约。流水施工技术作为一种科学高效的施工技术,不但能提高工人劳动生产率,缩短工期,节省施工成本,对建筑工程施工的正常、高效展开也有着积极的促进作用。建筑施工项目可根据项目自身实际情况,提前策划流水,实现快速建造,降本增效。

## 参考文献

- [1] 《超高层建筑施工技术标准》,中国建筑科学研究院,2022年。
- [2] 《建筑工业化发展纲要》,住房和城乡建设部,2023年。
- [3] 阚洪波,《项目策划与工程管理》,中国建筑工业出版社,2021年。