

城市密集区狭小场地施工组织优化策略探析

孙国富

宁波荣富建设有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4826

[摘要] 随着我国城镇化进程的不断加快,城市土地资源日益紧张,建筑项目越来越多地集中在人口密集、空间受限的城市核心区。在此背景下,狭小施工场地已成为城市工程建设中的常态挑战。本文聚焦于城市密集区狭小场地施工组织所面临的典型问题,系统分析其成因与制约因素,并从空间利用、物流组织、技术手段、管理机制等多个维度,提出一套综合性的优化策略体系。研究结合BIM技术、模块化施工、智能调度等前沿方法,强调“空间换时间”“技术提效率”“协同促整合”的核心理念,旨在为类似工程提供可操作的理论指导与实践参考,推动城市更新与建设向更高效、安全、绿色的方向发展。

[关键词] 城市密集区; 狭小场地; 施工组织; 空间优化; BIM; 模块化施工

中图分类号: TU721 **文献标识码:** A

Analysis of Optimization Strategies for Construction Organization in Narrow Urban Dense Area Sites

Guofu Sun

Ningbo Rongfu Construction Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous acceleration of urbanization in China, urban land resources are becoming increasingly scarce, and construction projects are increasingly concentrated in densely populated, space-constrained urban core areas. In this context, narrow construction sites have become a common challenge in urban engineering construction. This paper focuses on the typical problems faced by construction organization in narrow sites within urban dense areas, systematically analyzes their causes and constraints, and proposes a comprehensive set of optimization strategies from multiple dimensions, including spatial utilization, logistics organization, technical means, and management mechanisms. Integrating advanced methods such as BIM technology, modular construction, and intelligent scheduling, the research emphasizes core concepts of “trading space for time,” “using technology to enhance efficiency,” and “promoting integration through collaboration.” The aim is to provide actionable theoretical guidance and practical references for similar projects, promoting urban renewal and construction toward more efficient, safe, and sustainable development.

[Key words] Urban Dense Areas; Narrow Sites; Construction Organization; Spatial Optimization; BIM; Modular Construction

引言

近年来,我国城市化进程持续深化,一线城市及部分二线城市核心区土地开发趋于饱和,新建或改造项目往往面临“螺蛳壳里做道场”的窘境。在有限甚至极端受限的施工场地内,既要完成复杂的建筑结构施工,又要兼顾周边居民生活、交通通行、既有建筑安全及环境保护等多重约束,对传统施工组织模式提出了严峻挑战。狭小场地施工不仅导致材料堆放困难、机械设备作业空间不足、人员通行受阻,还极易引发交叉作业冲突、安全隐患增加、施工效率低下、工期延误及成本超支等问题。若仍沿用常规项目的粗放式管理方式,将难以满足现代城市建设对

质量、安全、环保和效率的高标准要求。因此,深入研究城市密集区狭小场地施工组织的优化策略,具有重要的现实意义与理论价值。

1 城市密集区狭小场地施工的主要特征与挑战

1.1 空间高度受限

狭小场地最显著的特征是可用施工面积远小于常规项目。常见情况包括地块被既有建筑三面或四面包围、临街面狭窄、地下管线密布以及红线退让距离小等。这种空间压缩直接限制了施工活动的基本展开条件。大型机械设备如塔吊、混凝土泵车和汽车吊往往难以找到合适的安装位置,即便勉强布置,其回转半

径也受到严重制约,影响作业效率甚至带来碰撞风险。同时,材料堆场、钢筋加工区、办公生活区等功能区域无法实现有效分区,常常混杂交错,不仅降低作业效率,还增加了火灾、坠物等安全事故的发生概率。此外,施工通道的缺失或单一化使得物料运输与人员疏散极为不便,在高峰期极易形成拥堵,进一步加剧现场管理难度。

1.2 外部环境复杂敏感

城市密集区通常具备人流车流密集、邻近既有建筑、地下设施繁多以及环保要求严格等特点。施工出入口常位于主干道或商业街区,车辆进出易造成交通拥堵,甚至引发公共安全事件。紧邻的既有建筑对施工振动、沉降和噪音极为敏感,稍有不慎便可能引发结构损伤或居民投诉。地下空间则布满电力、通信、燃气、给排水等各类管线,开挖作业风险极高,一旦发生破坏,后果严重。与此同时,城市核心区对扬尘、噪声、光污染的控制标准日益严苛,夜间施工常被禁止或严格限制,进一步压缩了有效作业时间窗口,使得工期压力倍增。

1.3 施工组织协调难度大

在狭小空间内,土建、机电、幕墙、精装等多个专业工种必须高度交叉作业,工序衔接异常紧密。若缺乏精细化统筹,极易出现工序冲突。例如,钢结构吊装作业可能与幕墙单元板块安装争抢同一垂直作业面,导致一方被迫停工等待。多个班组同时依赖同一台施工电梯或塔吊,也会引发资源竞争,造成作业中断。更为严重的是,高空作业、机械运行、临时用电、动火作业等多种高风险活动在同一狭小区域内叠加,安全隐患呈指数级增长^[1]。消防通道被临时材料堵塞、安全防护设施被随意挪动等现象屡见不鲜,一旦发生事故,救援难度极大。

1.4 工期与成本压力突出

由于作业效率受限,狭小场地项目往往面临紧迫的工期要求。业主出于商业运营或政策节点考虑,通常对交付时间有刚性约束。然而,受限空间下施工节奏缓慢,传统流水作业难以实施,导致实际进度滞后。为追赶工期,施工单位不得不采取夜间加班、增加人力投入或采用高价定制化构件等措施,这些做法虽能短期缓解进度压力,却显著推高项目成本。同时,为应对空间限制而增设的临时支撑、特殊吊装方案、环境监测系统等额外投入,进一步加重了经济负担,形成“低效—延期—追加投入”的恶性循环。

2 狭小场地施工组织优化的核心原则

面对上述挑战,施工组织优化应遵循若干核心原则。首先,空间集约化原则要求打破平面思维定式,充分利用垂直与地下空间,实现“立体化”布局,以有限面积承载更多功能。其次,流程精益化原则强调消除施工过程中的无效搬运、等待与返工,通过精准计划与紧密衔接提升整体效率。第三,技术驱动原则主张依托BIM、物联网、预制装配等现代技术手段,突破物理空间限制,实现信息流对物质流的高效引导。第四,协同一体化原则要求强化设计、施工、监理、供应商乃至社区街道等多方主体的深度协作,实现资源共享与风险共担。最后,安全绿色优先原

则必须贯穿始终,将人员安全、结构稳定与环境保护置于经济效益之上,确保工程建设与城市社会和谐共生。

3 狭小场地施工组织优化策略体系构建

基于上述原则,本文提出“三维一体”的优化策略体系,即“空间维度优化+流程维度优化+技术管理维度优化”。

3.1 空间维度优化策略

3.1.1 立体化场地布置

传统施工场地布置多局限于地面平面,而在狭小场地中,必须转向立体化思维。具体而言,可在建筑主体结构施工至一定高度后,搭建临时空中转运平台,用于材料中转或小型设备安置,从而释放地面空间。同时,推行“地下室先行”策略,即优先完成地下室结构施工,并将其阶段性转化为临时材料堆场或加工区,既保障了地下工程进度,又缓解了地面压力。对于高层建筑,还可将屋顶作为临时作业面,将部分预制构件先吊运至屋顶暂存,再通过内部垂直运输系统分发至各楼层,避免地面长时间堆积。这种“向上要空间、向下挖潜力”的立体布局模式,能够显著提升单位面积的使用效能。

3.1.2 动态场地管理

狭小场地的功能需求随施工阶段动态变化,静态布置难以适应。因此,应采用“滚动式”场地规划方法,根据基础、主体、装修等不同阶段编制对应的场地布置图,明确各时期材料堆放点、机械位置及通道走向。同时,设置具有一定弹性的“缓冲区”,预留临时调整空间,以应对突发的工序变更或设备故障^[2]。此外,办公与生活设施宜采用可移动集装箱式结构,便于快速拆装与转移,避免长期占用宝贵施工区域。通过这种动态调整机制,可实现场地资源的时序优化配置,最大限度减少闲置与冲突。

3.1.3 垂直运输系统优化

在狭小场地中,垂直运输系统是维系施工生命线的关键。塔吊的选型与定位尤为关键,应优先选用内爬式或附着式塔吊,这类设备随结构升高可逐步拆除底部标准节,大幅减少地面占地。同时,借助BIM技术模拟塔吊覆盖范围与回转路径,确保其高效服务各作业面而不与周边建筑发生干涉。施工电梯除承担人员运输外,可通过加装物料吊篮或采用双笼设计提升运力,实现人货分流。针对特定楼层或区域,还可引入小型智能物料提升机,作为主运输系统的有效补充,分流运输压力,提高整体周转效率。

3.2 流程维度优化策略

3.2.1 推行精益建造

精益建造理念源于制造业,强调消除浪费、提升价值流效率。在狭小场地施工中,应重点减少搬运、等待和返工等“非增值活动”。通过精准的进度计划与物料需求预测,实现“按需配送、直达作业面”,避免材料在地面反复倒运。同时,采用“拉式生产”模式,即后续工序的实际需求触发前序工序的供应,而非盲目提前备料,从而降低库存积压风险。此外,制定适用于狭小场地的标准化作业流程和工法卡,规范各工种的操作步骤与空间占用范围,减少因操作随意性导致的冲突与低效。

3.2.2 模块化与装配式施工

将大量现场湿作业前置至工厂,是突破狭小场地限制的有效路径。结构构件如预制楼梯、叠合楼板、ALC墙板等可在工厂标准化生产,现场仅需吊装与连接,大幅减少模板、脚手架及建筑垃圾的现场占用。机电工程同样可实现模块化,将风管、水管、桥架等在工厂预制成“管廊模块”,整体运输至现场后一次性吊装就位,显著缩短安装周期。整体卫生间、厨房等集成部品应用,更能实现“即装即用”,避免现场切割、拼接带来的粉尘与噪音污染。这种“工厂造、现场装”的模式,不仅提升了施工效率,也契合绿色建造的发展方向。

3.2.3 物流组织精细化

应建立“准时制”(JIT)物料供应体系,与供应商签订小时级配送协议,确保材料到货后能立即转运至作业面,避免地面堆积。借助BIM模型,可构建“虚拟堆场”,在数字空间中模拟材料进场时间、堆放位置及转运路径,实现可视化调度与冲突预判。同时,应用二维码或RFID技术对物料进行全生命周期追踪,实时掌握库存状态与需求变化,动态调整配送计划。这种以数据驱动的精细化物流管理,能够有效化解狭小场地“进不来、堆不下、运不出”的困局。

3.3 技术与管理维度优化策略

3.3.1 BIM技术全过程应用

在施工准备阶段,可通过4D(3D+时间)模拟预演整个施工过程,直观展示机械运行路径、材料流路线及人员流动情况,提前发现空间冲突并优化方案。在施工过程中,BIM模型可替代实体样板,节省展示空间,同时作为各专业协同工作的统一平台,减少设计变更与返工^[3]。更重要的是,将进度计划与BIM模型深度关联,可自动计算各阶段的人、机、料需求,为资源调配提供科学依据,实现从“经验驱动”向“数据驱动”的转变。

3.3.2 智慧工地系统集成

依托物联网、大数据与人工智能技术,构建智慧工地管理平台,可显著提升狭小场地的管控能力。通过人员定位系统,实时监控现场人员密度与流动轨迹,及时预警拥堵区域并疏导分流。环境监测设备可自动采集PM2.5、噪声等数据,一旦超标即联动喷淋系统或暂停高噪作业,确保环保合规。AI视频识别技术则能自动识别未戴安全帽、违规穿越危险区域等不安全行为,实现全天候、无死角的安全监管。这些智能化手段,使管理者即便在物理空间受限的情况下,也能实现对现场的全面感知与精准干预。

3.3.3 强化多方协同机制

狭小场地施工涉及利益相关方众多,必须建立高效的协同机制。建议由总承包单位牵头,联合设计、监理、各专业分包、业主代表乃至街道办、周边物业等,成立“狭小场地专项协调小组”。实行“日碰头、周协调”制度,快速解决界面冲突与资源争用问题^[4]。同时,共享统一的BIM协同平台,确保所有参与方基于同一套信息开展工作,避免因信息不对称导致的误判与延误。这种跨组织、跨专业的深度协同,是保障狭小场地项目顺利推进的重要制度保障。

3.3.4 风险预控与应急预案

针对狭小场地特有的高风险属性,必须制定专项风险预控与应急预案。对邻近既有建筑,应布设自动化监测点,实时反馈沉降、倾斜等关键指标,一旦接近预警阈值即启动加固或停工措施。与交警部门联合制定交通疏解计划,明确车辆进出时段、路线及限速要求,最大限度减少对城市交通的影响。尤为重要的是,无论施工多么紧张,都必须保障消防应急通道的畅通,确保其宽度不少于1.2米,并定期组织消防演练,提升应急处置能力。唯有将风险意识前置,方能在复杂环境中守住安全底线。

4 结语

城市密集区狭小场地施工是未来城市建设的常态场景,其组织优化不能依赖单一技术或管理手段,而需构建“空间—流程—技术—管理”四位一体的系统性解决方案。本文提出的策略体系强调以空间立体化利用突破物理限制,以流程精益化与装配化提升作业效率,以BIM与智慧工地赋能精准决策,以多方协同与风险预控保障实施落地。展望未来,随着数字孪生、人工智能、建筑机器人等技术的成熟,狭小场地施工将进一步向“无人化”“自适应化”方向演进。无人机自动巡检、AGV自动导引车运输、爬壁机器人外墙施工等创新应用,将极大缓解人力与空间压力。

[参考文献]

- [1]李伟科.狭小施工场地施工部署的实践[J].四川水泥,2022,(08):97-99.
- [2]蔡丙刚.施工现场狭小场地条件下的空间利用研究[J].城市建筑,2024,21(12):213-216.
- [3]胡亮,祖公博,曾小辉.基于BIM的狭小施工场地超高层建筑施工部署[J].建筑施工,2022,44(04):863-866.
- [4]李成禹.分区施工法在城市密集区新建学校整体地下室施工组织中的应用[J].建筑安全,2022,37(02):4-6.