

# 模块化施工技术在建筑施工技术中的应用

聂凯亮

河北省第四建筑工程有限公司 河北 石家庄 050000

**摘要:**为明确模块化施工技术在建筑领域的应用价值与实施逻辑,本文系统阐述模块化施工技术的定义、核心特征,对比其与传统施工技术的核心差异,梳理模块设计、预制生产、运输吊装及拼接节点处理等核心技术,并分析该技术在住宅、公共及特殊环境建筑中的具体应用要点。研究表明,模块化施工技术以“工厂预制+现场装配”为核心逻辑,具备标准化、高效化、绿色化等优势,可有效提升施工质量与效率、降低环保污染。

**关键词:**模块化施工;建筑施工;核心技术;工程应用

引言:随着建筑行业转型升级进程加快,传统现场浇筑施工模式存在的质量波动大、工期长、环保污染严重等问题愈发凸显,亟需新型施工技术破解行业发展瓶颈。模块化施工技术基于工业化建造理念,通过模块单元的标准化预制与精准装配,实现了施工模式的革新,成为推动建筑行业绿色化、工业化、智能化发展的关键技术。在此背景下,系统研究模块化施工技术的核心体系及其在不同类型建筑中的应用路径,对于完善模块化施工技术理论体系、提升其工程应用水平具有重要现实意义。

## 1 模块化施工技术的定义与核心特征

### 1.1 模块化施工技术的定义

模块化施工技术是基于工业化建造理念,将建筑工程按功能需求与结构特性拆解为若干个标准化、可预制的模块单元,通过工厂精准预制生产、现场吊装拼接及节点优化处理,实现建筑主体及配套设施高效建造的集成化施工技术。其核心逻辑是“工厂预制+现场装配”,打破了传统建筑施工“现场浇筑、分散作业”的模式,通过模块单元的标准化设计与批量生产,大幅提升施工效率与工程质量,同时降低现场作业对环境的影响,是建筑行业向绿色化、工业化、智能化转型的关键技术之一。

### 1.2 模块化施工技术的核心特征

模块化施工技术的核心特征如下:(1)标准化与通用性,模块单元按统一规范设计生产,可适配不同建筑项目需求,降低设计与生产成本;(2)工厂化预制优势,核心工序在工厂可控环境下完成,有效规避现场施工受天气、场地等因素影响,保障施工质量稳定性;(3)高效装配性,现场施工以吊装拼接为主,大幅减少现浇作业与人工投入,显著缩短工期;(4)集成化程度高,模块单元可提前集成水电、暖通、装饰等配套系统,实现“模块到场即装配完成”;(5)绿色低碳性,施工过程中扬尘、噪音污染大幅降低,建筑材料浪费减少,符合绿

色建筑发展要求<sup>[1]</sup>。

## 2 模块化施工与传统施工技术的核心差异

模块化施工与传统施工技术的核心差异主要体现在以下方面:(1)施工组织模式不同。传统施工以现场为核心,钢筋绑扎、模板支护、混凝土浇筑等工序均在现场完成,受场地空间、天气条件影响显著,且各工序交叉作业易产生干扰;模块化施工采用“工厂预制+现场装配”分离模式,建筑主体拆分的模块单元在工厂标准化生产,现场仅开展吊装拼接作业,施工流程更简洁可控。(2)质量与效率管控不同。传统施工质量依赖工人现场操作水平,质量波动大,且工序繁琐导致工期较长;模块化施工通过工厂精准加工、专业质检保障构件质量,同时预制与现场作业可并行推进,工期较传统模式缩短30%-50%。(3)环保与成本控制不同。传统施工易产生大量扬尘、噪音及建筑垃圾,材料浪费率较高;模块化施工减少现场湿作业,环保污染显著降低,且标准化预制可降低材料损耗,批量生产还能摊薄成本<sup>[2]</sup>。

## 3 建筑工程模块化施工的核心技术

### 3.1 模块设计技术

核心技术要点:(1)标准化设计管控。明确模块基础尺寸、承重参数等核心指标的統一标准,确保模块互换性与通用性;规范构件选型、接口形式及管线预留的标准参数,减少非标准模块数量,降低生产与装配难度。(2)一体化集成设计。统筹模块结构、水电、暖通、装饰等多系统需求,进行内部空间布局优化;提前规划模块拼接节点的结构连接方式与管线对接方案,避免后期装配冲突,保障各系统功能协同。(3)BIM协同设计应用。构建模块化建筑三维模型,直观呈现模块内部构造及模块间空间关系;通过BIM平台实现设计、生产、施工多方数据共享,开展碰撞检测排查设计隐患;基于模型进行模块拆分方案模拟,优化拆分逻辑,提升装配可行性。

### 3.2 模块预制生产技术

核心技术要点：（1）生产流程标准化管控。严格执行“图纸深化审核-材料进场检验-模具安装调试-钢筋加工绑扎-预埋件定位安装-混凝土浇筑-养护-脱模-成品检验”流程，明确各工序质量标准与时间节点，确保生产有序推进。（2）模具施工技术。选用高强度、高平整度的钢模或铝合金模具，保障模具刚度与稳定性；模具安装采用精准定位技术，控制安装偏差在 $\pm 2\text{mm}$ 内，拼接处做好密封处理，防止混凝土漏浆；模具拆卸制定专项方案，按顺序拆解避免模块损伤。（3）混凝土施工控制。根据模块结构强度要求确定混凝土配合比，添加外加剂优化工作性能；采用分层振捣工艺，振捣间距控制在300-500mm，确保混凝土密实度；浇筑完成后及时覆盖保湿，根据环境温度采用洒水养护或蒸汽养护，保障养护周期不低于14天。（4）预埋件施工技术。预埋件安装前进行精准定位放线，采用专用固定装置确保位置偏差符合规范；浇筑过程中监测预埋件位移，及时调整纠正；成品后检查预埋件连接牢固性，避免出现松动、偏移问题。

### 3.3 模块运输与吊装技术

核心技术要点：（1）运输方案规划。根据模块重量、尺寸及运输距离，选用平板拖车、集装箱运输车等适配车型；对运输车辆进行专项改装，增设防滑垫层、限位装置及加固绑带，确保模块固定牢固；提前勘察运输路线，核对桥梁承载能力、隧道通行尺寸，清理路线障碍，规划最优运输路径。（2）运输防护技术。模块边角部位加装防撞护角，表面覆盖防水、防尘保护膜；针对超长、超宽模块，设置专用警示标识，配备escort车辆；运输过程中控制行车速度，避免急加速、急刹车，减少模块颠簸损伤。（3）吊装前期准备。开展吊装场地平整压实，保障场地承载力满足吊装要求；根据模块重量、吊装高度选用塔吊、汽车吊等设备，进行吊装参数核算；安装吊装专用吊具，对吊具进行载荷试验，确保安全可靠；划定吊装警戒区域，设置安全防护设施与警示标识。（4）吊装作业控制。采用多点对称吊装方式，确保模块受力均匀；吊装过程中设专人指挥，控制起吊、转运、下放速度，避免模块碰撞；精准调整模块位置，使模块接口与安装基准对齐，偏差控制在规范允许范围内。

### 3.4 模块拼接与节点处理技术

核心技术要点：（1）拼接定位技术。采用激光定位仪辅助模块拼接定位，确保模块垂直度、平整度偏差符合要求；先进行临时固定，调整到位后再进行永久连接，避免定位偏差。（2）结构连接技术。根据模块受力特性选用螺栓连接、焊接连接或灌浆连接等方式；螺栓连接

需保证螺栓紧固力矩达标，焊接连接控制焊接电流、电压及焊接速度，确保焊缝质量；灌浆连接需保证灌浆料强度，控制灌浆密实度，避免出现空洞。（3）密封防水处理。在模块拼接缝处采用双道密封胶密封，密封胶需选用耐老化、耐候性强的产品；拼接缝外侧设置防水卷材或防水涂料加强层，确保防水效果；施工后进行蓄水试验，检查是否存在渗漏问题。（4）节点防腐处理。对焊接节点、螺栓连接处等易腐蚀部位进行除锈处理，涂刷防锈漆与面漆；暴露在外的节点增设防腐保护层，提升节点耐久性；定期检查节点防腐状况，及时进行维护修补<sup>[3]</sup>。

## 4 模块化施工技术在不同类型建筑中的应用

### 4.1 在住宅建筑中的应用

模块化施工技术在住宅建筑中的应用围绕标准化生产与高效装配展开，核心在于实现住宅构件的批量加工与精准安装，具体应用如下：（1）构件模块化设计与生产，按照住宅建筑的功能需求，将厨房、卫生间、卧室、客厅等功能区域拆解为标准化模块单元，明确各模块的尺寸参数、材料规格与构造要求，依托工厂生产线完成模块的钢筋绑扎、模板支护、混凝土浇筑等工序，实现模块构件的批量生产与质量管控。（2）模块运输与现场装配衔接，根据住宅项目的施工进度与现场场地条件，制定模块化构件的运输方案，采用专用运输设备保障模块在运输过程中的稳定性，运输至现场后，通过起重设备完成模块的吊装定位，借助预设的连接节点实现模块与基础、模块与模块之间的精准衔接，形成完整的住宅主体结构。（3）管线与装修一体化集成，在模块工厂生产阶段，同步完成给排水管道、强弱电管线、通风管道等管线的预埋与安装，同时可根据设计要求完成模块内部的墙面装饰、地面铺装、门窗安装等基础装修工序，实现管线与装修工程的前置化作业，减少现场施工工序与作业量。（4）多层住宅模块化叠加施工，针对多层住宅建筑，采用模块化叠加施工模式，按照自上而下或自下而上的顺序完成各楼层模块的吊装与连接，通过设置抗震节点与支撑结构，保障多层模块化住宅的结构稳定性与抗震性能，适配住宅建筑的层数需求与居住安全要求。

### 4.2 在公共建筑中的应用

公共建筑因功能多样、空间跨度大、使用人群密集等特点，模块化施工技术的应用如下：（1）功能模块的定制化设计，根据公共建筑的功能定位，如办公、教学、医疗、文体等，拆分形成针对性的功能模块，明确各模块的空间尺度、承载要求与设施配置，对于大跨度空间模块，采用轻量化高强材料优化模块结构设计，保障模

块的承载性能与空间适用性。(2)大跨度与复杂空间模块化装配,针对公共建筑中常见的大跨度厅堂、连廊等区域,采用模块化拼装技术实现空间的搭建,通过模块化构件的组合拼接形成大跨度结构体系,借助专用连接节点增强结构的整体性与稳定性,适配公共建筑的大空间使用需求。(3)公共设施模块化集成,将公共建筑中的电梯井道、楼梯间、设备机房、卫生间等公共设施设计为独立模块化单元,在工厂完成设施的安装调试后,运输至现场进行整体吊装就位,实现公共设施与建筑主体结构同步施工,提升公共设施的安装精度与使用可靠性。(4)施工组织与协同管理,结合公共建筑施工场地周边环境复杂、施工周期要求严格的特点,制定精细化的模块化施工组织方案,明确模块生产、运输、吊装的时间节点,协调各施工班组之间的作业衔接,实现模块化施工与现场其他施工工序的高效协同,保障施工进度按计划推进。

#### 4.3 在特殊环境建筑中的应用

特殊环境建筑包括高海拔地区建筑、严寒地区建筑、湿热地区建筑、滨海盐雾地区建筑等,模块化施工技术的应用核心在于适配特殊环境的气候与地质条件,保障建筑的施工可行性与使用耐久性,具体应用要点如下:(1)环境适应性模块设计,根据特殊环境的气候与地质特征,优化模块化构件的材料选择与构造设计,针对高海拔、严寒地区,采用保温隔热性能优异的材料与密封构造,提升模块的抗冻保温能力;针对滨海盐雾地区,选用耐腐蚀材料,增强模块的抗盐雾侵蚀性能;针对湿热地区,优化模块的通风防潮构造,降低潮湿环境对建筑的影响。(2)模块化施工的环境适配措施,在特殊环境施工现场,搭建针

对性的临时防护设施,保障模块吊装与连接作业的顺利开展,针对高海拔地区缺氧、严寒地区低温等恶劣条件,选用适配的施工设备与工具,优化施工工艺,缩短现场作业时间,减少环境对施工人员与施工质量的影响。(3)模块基础的特殊处理,结合特殊环境的地质条件,采用模块化基础形式,针对软土地基、冻土地基等特殊地质,优化基础模块的结构设计,增强基础的承载能力与抗沉降、抗冻胀性能,通过工厂预制基础模块,减少现场基础施工的作业量,提升基础工程的施工质量与效率<sup>[4]</sup>。

结束语:模块化施工技术作为建筑行业转型期的核心技术之一,其标准化设计、工厂化预制、高效化装配的核心逻辑,有效弥补了传统施工技术的诸多不足。本文通过对该技术核心体系及多元建筑场景应用的梳理,明确了其实施关键与应用价值。实践表明,模块化施工技术可实现质量、效率与环保的协同提升,适配不同类型建筑的施工需求。随着BIM等智能化技术的深度融合,模块化施工技术将进一步优化升级,在建筑行业高质量发展进程中发挥更重要作用。

#### 参考文献:

- [1]胡丽娟.浅析模块化施工技术在建筑施工技术中的应用[J].地产,2021(21):111-113.
- [2]周文涛.模块化连接技术在装配式建筑施工设计中的应用研究[J].中国厨卫,2025,24(6):150-153.
- [3]张晋峰.模块化施工技术在绿色建筑快速建造中的应用[J].建材技术与应用,2025(1):101-104.
- [4]张婷婷.模块化装配式钢结构建筑施工技术应用[J].大众标准化,2025(11):140-142.