

新时期房屋建筑施工技术应用中的创新性发展

黄康辉

440923*****0299

摘要: 随着我国城镇化进程的深入推进与居民对居住品质需求的不断提升,房屋建筑施工技术正面临功能复合化、绿色低碳化及智能高效化的转型挑战。传统施工技术以经验驱动为主,在应对复杂建筑结构(如大跨度空间结构、异形曲面建筑)、节能环保要求(如降低碳排放、提升能源利用效率)等方面逐渐显现局限性。新时期背景下,房屋建筑施工技术的创新性发展聚焦于新材料与新工艺的融合应用、绿色施工技术的体系化构建、智能建造技术的深度渗透三大方向,通过技术创新推动施工过程的精准化、低碳化与智能化。本文围绕新时期房屋建筑施工技术的创新性发展,系统分析了传统施工技术的局限性,研究了装配式建筑技术、绿色施工技术及智能建造技术的核心原理与实践路径,探讨了技术创新对施工质量、效率及环境效益的综合提升作用,并从技术协同与标准完善维度提出了发展建议。研究表明,通过“材料-工艺-装备-管理”的全链条创新,可显著提升房屋建筑施工的适应性、可持续性与竞争力,为建筑行业的高质量发展提供技术支撑。

关键词: 房屋建筑; 施工技术; 创新性发展; 装配式建筑; 绿色施工; 智能建造

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 12. 005

引言

随着城镇化率突破 65%、居民对建筑功能(如智能家居、适老适幼空间)与品质(如隔音降噪、室内空气质量)的要求日益提高,以及“双碳”目标下节能减排约束的强化,传统施工技术逐渐暴露出适应性不足、资源消耗大及环境负荷高等问题——现浇施工模式依赖大量人工与模板,工期长且质量波动大;高能耗建材(如普通水泥、实心黏土砖)的广泛使用推高了碳排放;现场湿作业产生的粉尘与噪声污染严重影响周边环境。在此背景下,施工技术的创新性发展成为推动建筑行业转型升级的关键动力。本文旨在系统研究新时期房屋建筑施工技术的创新性发展路径,通过分析传统技术的局限性,探索新材料、新工艺与新装备的应用模式,为建筑施工的高质量发展提供理论与实践参考。

1 传统房屋建筑施工技术的局限性分析

1.1 技术模式依赖经验与人工

传统房屋建筑施工以“现场湿作业”为核心,依赖施工人员的经验判断与手工操作,技术模式呈现显著的“经验驱动”特征。例如,现浇混凝土施工需人工控制模板支护、钢筋绑扎及混凝土浇筑的顺序与参数,不同项目或同一项目的不同班组可能因操作差异导致结构尺寸偏差(如柱截面尺寸误差超过 $\pm 5\text{mm}$)、钢筋保护

层厚度不达标(影响耐久性)等问题;砌筑工程依赖人工手工涂抹砂浆、摆放砖块,墙面平整度与垂直度难以精确控制(偏差常超过规范允许值的 1.5 倍),且砌体结构的整体性与抗震性能较弱。人工操作的主观性还导致施工质量波动大——同一工序(如防水卷材铺设)在不同施工时段可能因工人熟练度差异出现粘结不牢(空鼓率超过 5%)、搭接宽度不足(小于规范要求的 100mm)等问题;经验依赖型技术难以应对复杂建筑结构(如大跨度预应力混凝土楼板、异形钢结构节点)的精细化施工需求,易引发结构安全隐患。

1.2 资源消耗与环境影响突出

传统施工技术以高资源消耗与环境负荷为代价。在材料方面,现浇混凝土需大量使用普通硅酸盐水泥(碳排放占建材生产总排放的 70%以上),实心黏土砖的生产消耗大量耕地黏土(每万块砖破坏 0.05-0.1 亩耕地),且建材运输半径大(本地化供应不足)增加了物流碳排放;在能源方面,现场湿作业依赖柴油发电机(用于停电时混凝土振捣)、电焊机(钢结构焊接)等设备,能耗占施工总能耗的 30%-40%;在环境方面,混凝土养护废水(含碱性物质)、切割石材产生的粉尘($\text{PM}_{2.5}$ 浓度可达 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上)、木材加工噪声(超过 85dB)等问题严重污染周边环境,不符合绿色施工要求^[1]。

2 新时期房屋建筑施工技术的创新性发展方向

2.1 装配式建筑技术的集成应用

装配式建筑技术是传统现浇施工模式的重要革新，通过“标准化设计、工厂化生产、装配化施工”的一体化流程，实现了施工效率与质量的双重提升。其核心在于将建筑拆分为梁、板、柱、墙等预制构件，在工厂内通过模具精准制作（尺寸误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内），运输至现场后通过吊装与连接技术快速组装。在结构体系方面，装配式混凝土结构（如叠合楼板、预制剪力墙）与装配式钢结构（如钢框架-支撑体系）的应用显著缩短了工期——标准层施工周期可缩短至 3-4 天（较现浇模式减少 40%），且预制构件的工厂养护条件（恒温恒湿）提高了混凝土强度与耐久性（抗压强度标准差小于现浇构件的 1/3）。在连接技术方面，灌浆套筒（用于预制柱纵向钢筋连接）、螺栓拼接（用于钢结构节点）及湿法连接（如预制叠合板后浇带）等工艺的创新，确保了预制构件间的协同工作能力（节点承载力达到整体结构的 90%以上）。在装修集成方面，装配式装修（如集成厨卫、干挂墙板）通过工厂预制部品（尺寸与功能模块化）与现场干法作业（免湿作业、无粉尘），将装修工期缩短 50%以上，同时提升了室内环境的环保性（甲醛释放量低于国家标准 50%）^[2]。

2.2 绿色施工技术的体系化构建

绿色施工技术以“节能减排、资源循环、环境友好”为目标，通过全生命周期的环境管理，降低了施工过程对生态的影响。其体系包括节能技术、减排技术、节材技术与节水技术四大模块：节能技术聚焦于施工设备的能效提升与可再生能源利用。例如，采用变频塔吊（较传统塔吊节能 20%-30%）、LED 照明系统（能耗降低 50%以上），并在施工现场安装太阳能光伏板（为办公区与小型设备供电，发电量占比可达 10%-15%）。减排技术通过优化建材选择与施工工艺减少碳排放。例如，使用再生骨料混凝土（掺量 30%-50%，降低水泥用量）、磷石膏基自流平砂浆（替代传统水泥砂浆，减少工业固废排放），推广预拌砂浆（集中搅拌降低粉尘排放）与干混砂浆（减少现场加水搅拌的浪费）。节材技术强调建材的精准使用与循环利用。例如，通过 BIM 技术（建筑信息模型）优化构件下料尺寸（减少边角料浪费），推

广可周转模板（如铝合金模板，周转次数超过 300 次，较木模板提高 10 倍以上），并对建筑垃圾（如混凝土碎块、砖块）进行分类回收（回收率超过 70%，用于路基回填或再生建材生产）。节水技术通过雨水收集与中水回用降低水资源消耗。例如，设置雨水收集池（收集屋面与场地雨水，经沉淀过滤后用于混凝土养护或绿化灌溉），安装中水回用系统（处理施工废水，用于厕所冲洗或道路降尘），将施工用水量控制在定额标准的 80%以内^[3]。

2.3 智能建造技术的深度渗透

智能建造技术通过数字化、自动化与智能化的装备与管理系统，推动了施工过程的精准控制与决策优化。其关键技术包括建筑信息模型（BIM）、物联网（IoT）、机器人与自动化装备三大方向：BIM 技术实现了建筑全生命周期的信息集成与协同管理。通过三维模型整合设计、施工与运维数据（如构件尺寸、材料属性、安装顺序），施工前可进行碰撞检测（提前发现管线与结构冲突，减少设计变更 50%以上）、施工模拟（优化工序安排，缩短工期 10%-15%）；施工中可实时跟踪构件位置（通过 RFID 芯片或二维码标识）与进度状态（如预制构件吊装完成率），指导现场作业；运维阶段可提供设备维护信息（如电梯、空调系统的运行参数），提升建筑全生命周期的管理效率。物联网技术通过传感器网络实现了施工过程的动态监测。例如，在深基坑周边安装位移传感器（监测边坡稳定性，预警值精度 $\pm 2\text{mm}$ ）、在塔吊上安装风速与倾角传感器（实时反馈运行状态，防止超载或碰撞）、在混凝土结构中埋入应变计（监测关键部位的应力变化），数据通过无线网络传输至管理平台，辅助管理人员及时发现风险并采取措施。机器人与自动化装备替代了高危或重复性的人工操作。例如，焊接机器人（用于钢结构节点焊接，焊缝质量合格率超过 98%，较人工焊接提高 20%）、喷涂机器人（用于外墙保温层施工，涂层均匀度提升 30%，减少材料浪费）、搬运机器人（用于预制构件垂直运输，效率较人工提升 5 倍以上），这些装备不仅提高了施工精度与安全性，还降低了人工成本（减少现场作业人员 30%-40%）。

3 技术创新对房屋建筑施工的综合效益提升

3.1 施工质量与安全性的显著提高

创新技术的应用通过精准控制与标准化流程,提升了施工质量的稳定性。例如,装配式建筑的预制构件在工厂内通过模具制作(尺寸误差小于 $\pm 2\text{mm}$),避免了现浇施工中的人工操作偏差;BIM技术的碰撞检测功能减少了管线与结构的施工冲突(冲突率降低80%以上),确保了建筑功能的完整性;智能监测系统(如物联网传感器)实时反馈施工状态(如基坑位移、钢结构应力),辅助管理人员提前干预,降低了质量事故(如结构裂缝、坍塌)的发生概率。在安全性方面,机器人替代人工从事高空焊接、重型搬运等危险作业(如焊接机器人在50米高空完成钢梁节点焊接,避免了工人坠落风险),智能预警系统(如塔吊超载报警、深基坑边坡位移预警)及时提示风险,将施工安全事故率降低了40%-50%。

3.2 资源消耗与环境影响的持续降低

绿色施工技术与智能建造技术的协同应用显著减少了资源消耗与环境负荷。例如,装配式建筑的预制构件工厂化生产集中养护(较现场养护节水60%以上),减少了混凝土养护废水排放;绿色建材(如再生骨料混凝土、磷石膏砂浆)的使用降低了水泥与黏土砖的用量(水泥用量减少20%-30%,耕地黏土消耗基本消除);太阳能光伏板与中水回用系统的应用,使施工阶段的碳排放强度降低了15%-20%,水资源消耗减少了30%以上。智能建造技术通过精准下料(BIM技术优化构件尺寸)与材料循环利用(建筑垃圾回收率超过70%),进一步减少了材料浪费;自动化装备的高效作业(如搬运机器人提升运输效率5倍)降低了设备空转率(能耗减少10%-15%),综合环境效益显著。

3.3 工期与成本控制能力的优化

创新技术通过流程优化与效率提升,缩短了工期并降低了成本。例如,装配式建筑的装配化施工将标准层周期缩短至3-4天(较现浇模式减少40%),整体工期可提前10%-20%;BIM技术的施工模拟功能优化了工序衔接(如土建与装修交叉作业时间缩短20%),避免了窝工与返工;智能装备的应用(如焊接机器人、搬运机

器人)减少了人工依赖(现场作业人员减少30%-40%),人工成本降低了25%以上。同时,绿色施工技术通过资源循环(如建筑垃圾回收利用)与能源替代(如太阳能供电),降低了材料与能源采购费用;智能管理平台(如物联网监测系统)减少了质量缺陷与安全事故的损失(返工成本降低30%以上),综合成本控制能力显著增强^[4]。

4 结束语

新时期房屋建筑施工技术的创新性发展需从技术协同与标准完善两方面持续推进:其一,加强技术集成与协同应用,推动装配式建筑、绿色施工与智能建造技术的深度融合(如BIM技术贯穿装配式设计-生产-施工全流程,物联网传感器与智能装备联动控制),形成“材料-工艺-装备-管理”的全链条创新体系;其二,完善技术标准与规范,针对装配式构件的连接节点、绿色建材的性能指标、智能装备的操作规程等制定统一的技术标准(如《装配式建筑混凝土结构技术规程》《绿色施工评价标准》的细化与更新),为技术创新的规模化应用提供制度保障;其三,加大研发投入与人才培养,鼓励企业联合高校、科研机构开展关键技术攻关(如高性能预制构件材料、建筑机器人自主决策算法),并通过职业教育与技能培训提升施工人员的数字化与智能化操作能力。

参考文献

- [1] 杨帆. 绿色节能背景下房屋建筑施工技术应用中的创新性[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(26): 139-141.
- [2] 王国成, 赵小勤, 孙昊. 建筑工程项目中的创新施工技术标准化应用研究[J]. 品牌与标准化, 2023(5): 172-174.
- [3] 丛日旺. 探究房屋建筑施工技术应用中的创新性[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(22): 123-125.
- [4] 魏裕超. 建筑工程施工绿色施工技术创新运用[J]. 工程建设与设计, 2023(14): 142-144.