

刍议建筑工程施工技术

于波

淄博市建筑工程质量安全环保监督站 山东 淄博 255100

摘要：建筑工程施工技术是推动行业发展的核心动力。当前，施工技术呈现多元化创新趋势：装配式建筑与BIM技术提升效率30%以上，智能化设备实现实时监测与风险预警，低碳建材应用比例逐步提高。然而，技术应用仍面临区域不均衡、技能断层及成本效益矛盾等挑战。未来需深化产学研合作，强化技术标准化与模块化推广，构建绿色化、智能化施工体系，以实现建筑工程高质量发展。

关键词：建筑工程；施工技术；创新方向

引言：当前，建筑工程领域正面临效率提升、质量优化与绿色转型的多重挑战。传统施工技术虽成熟稳定，但存在效率低下、能耗较高等局限。随着装配式建筑、BIM技术、智能化监测等创新手段的兴起，施工技术向标准化、模块化、低碳化方向加速演进。本文聚焦施工技术发展现状，剖析其创新方向与管理要点，为推动行业技术升级提供参考。

1 建筑工程施工技术现状分析

1.1 传统施工技术应用

(1) 基础施工领域，桩基技术以钻孔灌注桩、预制桩为主，广泛应用于高层建筑和地质复杂区域，但施工效率受地质条件影响较大，部分地区仍存在泥浆污染问题；基坑支护多采用土钉墙、排桩支护等工艺，在浅基坑工程中技术成熟，但深基坑施工的稳定控制仍依赖经验判断。(2) 主体结构施工中，混凝土浇筑以泵送施工为主，配合钢筋绑扎工艺，虽能满足结构强度需求，但现场湿作业量大，施工周期较长；钢结构安装依赖起重吊装，节点焊接质量直接影响结构安全，传统手工焊接的质量稳定性有待提升。(3) 装饰装修技术方面，节能材料应用逐步普及，如外墙保温板、Low-E玻璃等，但部分施工单位存在材料选型不当、施工工艺不规范等问题，导致节能效果未达预期。

1.2 新型施工技术发展

(1) 装配式建筑技术快速推进，模块化设计实现构件标准化生产，预制混凝土构件、钢结构构件的工厂预制率不断提高，现场装配施工减少了湿作业，缩短工期30%以上，但构件运输和现场吊装对设备要求较高。(2) 绿色施工技术中，BIM技术实现施工全过程数字化管理，在成本控制和进度优化中发挥重要作用；低碳材料如再生骨料混凝土、绿色水泥的应用比例逐步提升，但技术推广仍受供应链限制。(3) 智能化施工技术崭露头角，

无人机测绘提高了场地勘察效率，3D打印技术在异形构件制作中实现突破，但大规模应用受设备成本和技术标准制约^[1]。

1.3 存在问题与挑战

(1) 技术应用区域不均衡问题突出，城市地区集中了新型技术资源，而农村及偏远地区仍依赖传统施工技术，城乡工程质量和效率差距明显。(2) 施工人员技能断层严重，老一辈技工掌握传统工艺但接受新技术能力不足，年轻从业者缺乏实践经验，新型技术操作人才缺口较大。(3) 绿色技术面临成本与效益矛盾，低碳材料和智能化设备的初始投入较高，短期内难以实现经济效益回报，导致部分企业缺乏推广动力。

2 建筑工程施工技术创新方向

2.1 绿色化施工技术

(1) 低碳混凝土与再生建材应用成为核心方向。通过优化水泥组分、添加矿渣粉等工业废渣，低碳混凝土可减少30%以上的碳排放，同时保证抗压强度达标；再生建材领域，将建筑废弃物破碎加工为再生骨料，用于路基填充、砌块生产等场景，利用率已突破80%，未来将进一步拓展至承重结构领域，需解决再生骨料强度波动与耐久性提升问题。(2) 太阳能光伏一体化(BIPV)技术向多功能集成发展。除传统光伏屋顶、幕墙外，新型BIPV组件融合透光性、隔热性与装饰性，可直接替代建筑外立面材料，发电效率提升至20%以上；同时结合储能系统与智能微电网，实现建筑能源自给自足，未来需突破组件标准化生产、施工安装便捷化及后期维护成本控制等瓶颈^[2]。(3) 施工现场废弃物循环利用系统向智能化升级。通过物联网设备实时监测废弃物产生量与类型，结合移动式破碎筛分设备，实现钢筋、混凝土、木材等材料的现场分类回收与再利用；配套建立废弃物溯源管理平台，可追溯各环节资源消耗与回收效率，推动施工

全过程“零废弃”目标，目前该系统在大型项目中的资源回收率已达60%，未来需进一步降低设备投入成本与操作复杂度。

2.2 智能化施工技术

(1) 物联网 (IoT) 在施工监测中的应用向全场景覆盖延伸。通过部署无线传感器、无人机、智能安全帽等设备，实时采集结构应力、基坑变形、人员位置等数据，传输至云端平台进行可视化分析与预警；针对超高层建筑、大跨度桥梁等复杂项目，可实现24小时不间断监测，数据准确率提升至95%以上，未来需优化传感器续航能力与恶劣环境适应性，降低数据传输延迟。(2) 人工智能辅助施工管理向深度决策支持发展。基于历史项目数据与实时施工信息，AI系统可自动模拟施工进度、优化资源配置方案，提前识别工期延误、成本超支等风险，预警准确率达85%；同时结合BIM模型实现虚拟施工与现场实景对比，及时发现施工偏差，未来需进一步提升AI模型对复杂工况的适应能力，增强与其他管理系统的数据协同性。(3) 机器人自动化施工向多工序协同突破。砌墙机器人可实现墙体砌筑、勾缝一体化作业，效率是人工的3倍以上，且砌筑精度误差控制在2mm内；喷涂机器人结合3D扫描技术，可以自动调整喷涂路径与厚度，适用于异形建筑表面施工；未来需研发多机器人协同作业系统，解决不同工序间衔接效率问题，同时降低机器人对标准化施工环境的依赖^[3]。

2.3 标准化与模块化技术

(1) 建筑信息模型 (BIM) 全生命周期管理向全产业链贯通推进。从设计阶段的模型标准化搭建，到施工阶段的进度、成本、质量协同管理，再到运维阶段的设备维护、能耗监测，BIM技术实现建筑全生命周期数据无缝流转；目前需完善跨专业、跨企业的BIM数据标准，解决不同软件间数据兼容问题，推动设计、施工、运维单位的数据共享与协同工作模式落地。(2) 装配式建筑节点连接技术向高效可靠化创新。研发新型干式连接节点，如螺栓连接、榫卯式连接等，替代传统湿式连接，缩短现场施工时间50%以上；同时优化节点抗震性能，通过试验验证与数值模拟，确保连接节点在地震、风荷载等作用下的稳定性；未来需建立节点连接技术标准体系，统一设计、生产、施工各环节技术要求，推动装配式建筑向高层、超高层领域大规模应用。

3 建筑工程施工技术管理的关键要素

3.1 质量控制体系

(1) 施工工艺标准化流程是质量管控的核心基础。需针对不同施工环节制定统一操作规范，如混凝土浇筑

需明确配合比、振捣时间、养护周期等关键参数，通过图文并茂的工艺手册与视频教程，确保施工人员标准化作业；同时建立工序交接验收制度，上一工序未达标不得进入下一环节，例如钢筋绑扎完成后，需经技术人员核对间距、锚固长度等指标，验收合格后方可进行模板安装，目前头部建筑企业通过工艺标准化可将质量问题发生率降低40%以上。(2) 材料检测与验收规范是质量把控的重要关口。原材料进场前需核出厂合格证与质量证明文件，关键材料如钢材、水泥需按规范进行抽样送检，检测项目涵盖力学性能、化学成分等；对于预制构件，需检查外观尺寸偏差、预埋件位置精度等，采用激光测距仪、回弹仪等设备提升检测准确性；建立材料追溯体系，通过二维码关联材料批次、检测报告等信息，实现“来源可查、去向可追”，避免不合格材料流入施工环节，目前严格执行验收规范的项目，材料相关质量事故发生率可控制在1%以内。

3.2 安全管理机制

(1) 危险源识别与动态监控是安全管理的前置环节。施工前需全面排查场地环境、设备设施、作业流程中的危险源，如深基坑、高支模、起重吊装等高危作业，需绘制危险源分布图并明确风险等级；借助物联网技术部署智能监控设备，如深基坑变形监测传感器、塔吊力矩限制器、临边防护红外报警器等，实时采集数据并传输至管理平台，当数据超出安全阈值时自动预警，目前动态监控系统可使高危作业安全事故发生率降低60%以上。(2) 应急预案与人员培训是安全管理的重要保障。针对火灾、坍塌、触电等突发事件制定专项应急预案，明确应急组织架构、处置流程与救援物资储备，定期组织实战演练，提升人员应急响应能力；人员培训需分层分类开展，新进场工人需接受三级安全教育，特种作业人员需持证上岗并定期复审，同时通过VR模拟事故场景，增强人员安全意识，目前完善的培训体系可使人员违规操作率降低50%，应急处置效率提升30%^[4]。

3.3 成本与效率平衡

(1) 精益建造理念是实现成本与效率优化的核心思路。通过价值流分析识别施工中的浪费环节，如材料过量采购、工序等待时间过长、返工返修等，针对性制定优化措施，例如采用“按需领料”模式减少材料浪费，推行并行施工缩短工期；优化施工流程，如将传统“串联式”工序调整为“并联式”，在结构施工阶段同步开展管线预埋准备工作，目前应用精益建造的项目可减少15%的成本浪费，工期缩短20%左右。(2) 数字化管理平台是成本与效率管控的重要工具。ERP系统可整合项目进度、成

本、采购、人力等数据，实现全流程可视化管理，例如通过成本模块实时对比预算与实际支出，及时发现超支风险；进度模块可自动关联任务节点，当某一工序延误时自动预警并调整后续计划，提升管理效率；目前应用数字化平台的项目，成本管控精度提升30%，管理人员工作效率提升25%以上。

4 建筑工程施工技术发展的挑战与对策

4.1 技术推广障碍

(1) 中小企业技术采纳能力不足成为主要瓶颈。多数中小型建筑企业资金实力有限，新型施工技术（如BIM系统、智能化设备）的初始投入较高，单套BIM软件及配套硬件成本超50万元，且需持续投入维护费用，超出企业承受能力；同时，中小企业技术研发团队薄弱，缺乏对新技术的消化吸收能力，难以将技术转化为实际施工效率，导致70%以上的中小企业仍依赖传统施工工艺，技术更新缓慢。(2) 政策扶持与市场机制存在脱节现象。目前多地出台绿色施工、装配式建筑的补贴政策，但政策多集中于项目审批优惠、税收减免等宏观层面，缺乏针对技术推广的精准扶持，如未明确新技术应用的市场定价机制，采用低碳建材或智能化施工的项目，因成本增加难以通过造价调整实现收益，市场竞争力不足；此外，政策执行缺乏长效监督机制，部分补贴资金发放延迟，未能及时缓解企业资金压力，降低了企业技术创新积极性。

4.2 人才短缺问题

(1) 复合型技术人才供需矛盾突出。建筑行业亟需既懂施工技术（如装配式建筑安装、BIM建模）又具备项目管理能力的复合型人才，但高校相关专业课程设置滞后，侧重理论教学，实践环节不足，导致毕业生难以快速适应岗位需求；据行业数据显示，目前复合型技术人才缺口超120万人，大型建筑企业为争夺人才大幅提高薪资，进一步加剧中小企业人才流失。(2) 农民工技能培训体系存在明显短板。现有培训多集中于基础安全知识，针对新型施工技术的专项培训覆盖率不足30%，且培训方式以线下课堂为主，缺乏实操训练；农民工群体流动性强，培训成果难以有效留存，部分企业担心员工培训后离职，不愿投入培训成本，导致农民工技能水平普遍偏

低，无法满足智能化、标准化施工的技术要求。

4.3 对策建议

(1) 完善产学研合作机制是突破技术推广瓶颈的关键。推动高校、科研机构与建筑企业建立长期合作，企业提供施工场景与资金支持，高校和科研机构针对性研发适配中小企业的低成本技术方案，如开发轻量化BIM软件（成本降低至10万元以内）；同时建立技术成果转化平台，设立专项基金补贴企业技术采纳成本，鼓励科研团队入驻企业提供技术指导，加速技术落地应用，预计可使中小企业技术采纳率提升40%以上。(2) 建立施工技术分级认证制度可有效解决人才短缺问题。按施工技术难度与应用能力，将技术认证分为初级（传统工艺操作）、中级（BIM基础应用、装配式构件安装）、高级（智能化设备运维、全流程项目管理）三个等级，明确各等级技能要求与考核标准；认证与薪资待遇、岗位晋升直接挂钩，激发从业人员学习积极性；同时，整合政府、企业、职业院校资源，建立“理论+实操”的培训体系，在施工现场设立培训基地，提高培训针对性与实效性，逐步填补人才缺口。

结束语

建筑工程施工技术革新是推动行业高质量发展的核心驱动力。从装配式建造的效率突破到智能化监测的精准管控，从低碳材料的广泛应用到BIM技术的全生命周期融合，技术创新正重塑传统施工模式。未来，需通过产学研深度协同破解技术推广瓶颈，以标准化认证体系强化人才支撑，最终实现施工效率、工程质量与生态效益的协同提升，为建筑业可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]李剑桥.微探房屋建筑工程施工技术及现场施工管理[J].砖瓦世界,2025,(08):103-105.
- [2]张开维.探析房屋建筑工程施工技术与现场施工管理[J].建筑·建材·装饰,2024,(04):76-78.
- [3]张勇丰.房屋建筑工程施工技术与现场施工管理分析[J].陶瓷,2024,(16):197-199.
- [4]郭东东.房屋建筑工程施工技术与现场施工管理[J].建筑·建材·装饰,2024,(07):52-54.