

土木工程建筑施工技术与创新探究

田桂丽

山东荷麟建设工程有限公司 山东 菏泽 274900

摘要: 土木工程作为支撑基础设施建设与城乡发展的核心领域,施工技术的先进性直接关系到建筑工程的质量、效率与安全性。随着建筑行业向高质量发展转型,传统施工技术已难以满足复杂工况、绿色低碳与高效集约的发展需求,技术创新成为突破行业瓶颈、推动产业升级的关键抓手。本文围绕土木工程建筑施工技术的核心分类及应用要点展开,聚焦施工技术创新的核心方向、实现路径与发展趋势,梳理技术应用与创新逻辑,为行业技术进步提供思路支撑。

关键词: 土木工程; 施工技术; 技术创新; 智能建造; 绿色施工

引言: 建筑施工技术始终是土木工程实践的根基所在,从深基坑支护到高层钢结构吊装,每一道工序的工艺水准都深刻影响着工程质量与建设周期。伴随着城镇化进程的持续推进,传统施工模式在效率、环保与安全等方面暴露出越来越多的短板,单纯依靠人力密集型作业已难以适应现代工程对精度与速度的双重要求。在此背景下,施工工艺的精细化改良、新型材料的规模化应用以及智能装备的批量引入,正共同推动行业从经验驱动向技术驱动转变,多项创新成果已在不同类型工程中得到验证与推广。

1 施工技术核心分类及应用要点

1.1 基础施工技术

基础工程作为建筑结构与地层直接接触的承载层,施工质量直接决定上部结构的稳定性与耐久性。深基础施工技术主要针对软弱地层或高层建筑荷载需求,通过钻孔灌注桩、预应力管桩及地下连续墙等工艺将荷载传递至深层持力层,施工中需重点把控成孔垂直度与混凝土灌注连续性^[1]。浅基础施工技术适用于地基承载力较好的场地,独立基础与条形基础的开挖应严格控制基底标高,垫层浇筑后须及时进行基础验槽与隐蔽验收。特殊地质条件下基础施工技术涵盖岩溶地区注浆填充、湿陷性黄土强夯处理以及膨胀土换填等专项工艺,须依据地质勘察报告制定针对性方案,确保基础与地层之间的可靠咬合。

1.2 主体结构施工技术

主体结构承担建筑全部竖向与水平荷载,是施工技术含量最为集中的环节。混凝土结构施工技术涵盖模板支撑体系搭设、钢筋绑扎与混凝土浇筑振捣全流程,大体积混凝土施工中需通过分层浇筑与温控措施防止裂缝产生,分层厚度一般控制在500-800mm,内外温差严格控制控制在25℃以下。钢结构施工技术强调构件工厂化预制

与现场高强螺栓连接或焊接拼装的精度控制,吊装顺序与临时支撑体系的设计直接影响结构整体刚度形成。砌体结构施工技术虽属传统工艺,但在填充墙与隔墙施工中仍需严格控制砂浆饱满度与拉结筋设置,以满足抗震构造要求。

1.3 屋面及围护结构施工技术

屋面与围护结构是建筑防水保温与节能性能的关键屏障。屋面施工技术涉及防水卷材铺贴或涂料施工、保温层铺设与保护层浇筑,各层施工须遵循由下至上的工序逻辑,搭接宽度与排水坡度需满足设计要求。墙体围护施工技术包括外墙保温体系粘贴或挂装、饰面层施工以及变形缝处理,外墙外保温系统须确保锚固件拉拔力满足抗风荷载需求。门窗安装施工技术要求窗框与墙体之间的缝隙采用发泡剂填充并施打密封胶,安装完成后须进行淋水试验以验证密封性能。

1.4 装饰装修施工技术

装饰装修施工是建筑功能与美观的最终呈现阶段。室内装饰施工技术涵盖墙面抹灰与涂饰、地面铺装与吊顶安装,各工序之间须保持合理的间隔时间,抹灰后养护时间不低于7天,以避免交叉污染与返工。室外装饰施工技术主要针对外立面涂料或幕墙系统施工,高空作业环境下须加强脚手架与吊篮的安全管理,饰面材料的色差控制在肉眼不可分辨范围,分格缝间距控制在2-3m,直接影响建筑外观品质。两类装饰施工均须在基层处理合格后方可进入面层工序,成品保护贯穿装饰施工全过程。

2 施工技术创新的核心方向

2.1 施工工艺创新

传统工艺优化与改进着眼于既有施工方法的精细化提升,通过调整工序衔接逻辑与参数控制标准,使成熟技术在新工况下释放更大潜能。钢筋绑扎工艺可引入定位卡具替代人工操作,减少绑扎偏差与材料浪费^[2]。混凝

土浇筑工艺通过优化振捣频率与分层厚度，能够有效控制裂缝产生概率。新型施工工艺研发则聚焦于尚未大规模推广的前沿技术方向，3D打印建造技术利用数字化模型驱动材料逐层堆积，实现复杂曲面结构的无模化成型。自密实混凝土施工工艺免除振捣环节，依靠高流动性自行填充模板空间，在密集配筋构件中展现出显著优势。两条创新路径相互补充，前者解决当下效率瓶颈，后者开拓未来技术边界。

2.2 施工材料创新

新型建筑材料应用与研发是推动施工技术迭代的物质基础。超高性能混凝土具备极高的抗压强度与耐久性，能够显著缩减构件截面尺寸，减轻结构自重。纤维增强复合材料因轻质高强的特性，在加固改造工程中替代传统钢板，避免焊接带来的热损伤风险。自修复混凝土内掺微胶囊或特殊菌剂，在裂缝萌生阶段自动触发修复机制，延长结构服役寿命。绿色环保材料在施工中的应用创新主要体现在资源消耗与环境影响两个维度，地聚物胶凝材料以工业废渣替代水泥熟料，大幅降低碳排放强度。再生骨料混凝土将建筑废弃物经破碎筛分后重新用于结构浇筑，实现施工废料的循环利用。生物基保温材料取代传统聚苯板，在满足保温性能的前提下减少石化原料的使用量。

2.3 施工设备创新

智能化施工设备研发与应用代表着装备升级的主要趋势。建筑机器人已在砌墙、抹灰、焊接等工序中投入使用，凭借高精度定位与重复作业能力，施工质量稳定性远超人工操作。无人机搭载激光雷达对施工现场进行三维扫描，能够快速获取地形数据并生成进度对比模型。智能塔吊配备防撞系统与自动寻址功能，降低高空作业中人为失误引发的安全事故概率。现有施工设备的升级改造侧重于在不更换整机的前提下提升性能表现，为传统挖掘机加装北斗定位模块可实现开挖深度的厘米级控制，老旧混凝土泵车更换变频驱动系统后能耗降低幅度可观。两类创新路径并行推进，前者引领行业技术方向，后者盘活存量设备价值。

2.4 施工管理模式创新

智能化管理模式构建依托数字平台实现施工全过程的可视化管控。项目管理团队借助云端协同平台实时掌握各工区进度、物料消耗与人员分布状况，决策响应速度获得质的提升。数字孪生技术将物理工地映射为虚拟模型，管理人员可在虚拟空间中预演施工方案，提前发现潜在冲突与资源瓶颈。协同化施工管理创新强调参建各方在信息与行动上的深度联动，设计、施工与监理单

位在统一的数据环境中开展工作，减少因信息不对称导致的返工与扯皮。供应链协同管理将材料采购、运输与进场验收纳入一体化流程，库存积压与缺料停工的发生概率均有所下降。两种管理创新从技术手段与组织机制两个层面共同发力，推动施工管理向精细化与集约化方向持续演进。

3 施工技术创新的实现路径

3.1 技术研发体系构建

施工技术创新离不开系统性研发体系的支撑。企业应建立以市场需求为导向的技术研发中心，围绕施工现场遇到的实际瓶颈设定课题方向，使研发投入与工程应用之间形成紧密衔接^[3]。基础研究层面需加强与高校及科研院所的合作，在新型胶凝材料、智能传感装备等前沿领域开展联合攻关，将实验室成果向工程应用端转化。应用研究层面则聚焦于既有技术的集成优化，通过小试、中试到现场试验的逐级推进，降低新技术直接上线带来的不确定性。研发投入的持续保障是体系运转的物质基础，企业宜设立专项技术创新基金，并建立研发成果与项目效益挂钩的激励机制，引导技术人员主动投身创新实践。

3.2 技术人才培养与储备

技术创新的主体始终是人，高素质人才队伍是施工技术持续进步的根本动力。企业应构建分层分类的人才培养框架，针对管理层开展数字化转型与创新思维培训，使决策人员具备识别技术趋势的敏锐度。针对一线技术骨干，则通过导师带徒、技能竞赛与轮岗交流等方式加速成长，重点培养既懂施工工艺又掌握信息技术的复合型人才。高等院校的土木工程专业教育也需与行业需求对接，增设智能建造、绿色施工等方向课程，缩短毕业生从课堂到工地的适应周期。人才储备还应注重梯队建设，通过建立技术专家库与后备人才池，确保关键岗位在人员变动后仍能维持技术传承的连续性。

3.3 技术融合与推广应用

单一技术的突破往往难以产生系统性变革，多项技术的交叉融合才是推动行业跃升的关键力量。建筑信息模型与物联网感知技术的结合，使施工现场的人、机、料、法、环等要素实现全面数字化映射，管理者可在虚拟空间中完成方案比选与冲突检测。人工智能算法与传统施工经验的融合，则催生出智能排程、自动质检等新型应用场景，施工效率与质量管控水平均获得显著提升。技术推广应用需解决从实验室到工地的落地难题，建立标准化的技术转化流程与评估体系，对拟推广技术进行成熟度分级，成熟一项推广一项，避免盲目铺开造成资

源浪费。行业协会与主管部门应搭建技术交流平台,促进先进施工技术在不同区域与不同企业间的流动共享,加速创新成果的规模化应用。

4 施工技术创新的发展趋势

4.1 绿色化发展趋势

绿色化已成为施工技术演进的不可逆方向。低碳胶凝材料的研发与推广正在重塑混凝土生产链条,地聚物与硫铝酸盐水泥等替代品种的工业化应用,使单方混凝土碳排放量呈现明显下降态势^[4]。施工阶段的能源消耗结构也在发生转变,电动化施工机械逐步替代传统柴油设备,太阳能与氢能在临时供电场景中的渗透率持续攀升。废弃物源头减量与循环利用技术日趋成熟,建筑垃圾经分拣破碎后可作为再生骨料或路基填料重新进入工程循环。水资源管理从粗放式排放转向精细化回收,混凝土养护水与基坑降水经处理后可用于洒水降尘与车辆冲洗。全生命周期碳足迹追踪技术的引入,使施工企业能够量化各工序的碳排放贡献,为针对性减排提供数据依据。

4.2 智能化发展趋势

智能化正从概念探索走向规模化落地。感知层技术的成熟使施工现场具备了全面数字化映射的能力,激光雷达与机器视觉的结合能够实现构件尺寸的自动检测与偏差预警。决策层算法的迭代升级让智能排程与资源调配从辅助工具演变为管理中枢,基于深度学习的进度预测模型可提前识别工期延误风险并给出调整建议。执行层装备的智能化水平不断提高,焊接机器人与砌墙机器人已在多个工程中展现出稳定的作业能力,人工干预的频次与幅度持续缩减。数字孪生平台将物理工地与虚拟模型深度绑定,管理者可在数字空间中完成方案推演与碰撞检测,大幅降低试错成本。

4.3 模块化与装配化发展趋势

模块化与装配化代表着建造方式的深层变革。预制构件的标准化程度不断提升,从梁、板、柱到楼梯、阳台甚至整间卫浴,越来越多的建筑部件在工厂环境中完成生产,运至现场后通过螺栓连接或灌浆套筒实现快速拼装。模块化建筑将单个房间或功能单元作为完整模块进行工厂化制造,现场仅需完成模块吊装与接缝处理,施工周期可压缩至传统方式的一半以下。钢结构与木结构的装配化技术持续迭代,干式连接节点的研发使装配

精度与现场适应性均获得显著改善。供应链管理模式的也随之转型,构件生产、运输与安装形成紧密衔接的流水线作业,现场湿作业量大幅减少,施工噪声与粉尘污染得到有效控制。

4.4 跨领域融合发展趋势

施工技术的边界正在被多学科交叉所打破。材料科学的突破为施工工艺创新提供了新的物质基础,纳米改性材料与自修复材料的引入使结构耐久性获得质的提升。信息技术与土木工程的深度融合催生出智能建造这一全新方向,云计算、边缘计算与5G通信技术的叠加应用,使施工现场的数据传输与处理能力达到前所未有的水平。机械工程领域的外骨骼装备与协作机器人技术开始向建筑场景迁移,为高空作业与重物搬运提供了新的解决思路^[5]。生物学与化学领域的成果也在渗入施工技术体系,微生物矿化加固技术与光催化自洁涂层等前沿方向已展现出可观的工程应用前景。多领域知识的汇聚与碰撞,正推动施工技术从单点突破迈向系统性升级。

结束语

土木工程建筑施工技术的创新是一项多要素协同推进的系统工程。从基础施工到装饰装修,从工艺改进到材料研发,从设备升级到管理变革,各环节之间存在紧密的耦合关系。绿色化、智能化、模块化与跨领域融合四大趋势已清晰勾勒出行业演进方向,施工技术正加速从经验驱动向数据驱动转变。各参建方应在技术研发、人才培养与成果推广层面持续投入,推动创新要素在工程实践中深度落地,使土木工程建筑施工在质量、效率与可持续性方面获得全面提升。

参考文献

- [1]朱兵计.对土木工程建筑施工技术及创新探究[J].中外交流,2021,28(7):171.
- [2]唐茂许.土木工程建筑施工技术创新探究[J].砖瓦世界,2022(11):52-54.
- [3]何龙贵.土木工程建筑施工技术创新的探究[J].建筑与装饰,2023(16):133-135.
- [4]张晓丽.土木工程建筑施工技术创新探究[J].模型世界,2022(5):118-120.
- [5]任晓斌.土木工程建筑施工技术及创新探究[J].工程建设与设计,2021(16):166-168.