

建筑工程施工中的施工工艺创新与实践应用研究

宋元帅

摘要: 本文围绕建筑工程施工中的施工工艺创新展开,深入探讨其理论基础,剖析当前施工工艺创新中存在的技术创新不足、工艺管理不规范、管理手段落后等问题。通过实际案例阐述施工工艺创新在结构工程、安全管理以及设备应用等领域的实践应用情况,旨在为推动建筑工程施工工艺的创新发展提供理论支持与实践参考,提升建筑工程施工的质量、效率与安全性。

关键词: 建筑工程; 施工工艺; 创新; 实践应用

引言

在建筑行业飞速发展的背景下,建筑工程的规模越来越大,结构越来越复杂,对于施工质量,效率和安全等方面都提出了更高要求。传统施工工艺在应对这些新的挑战中逐渐显露出许多局限性,已经很难适应现代建筑工程发展的需要了。施工工艺创新就成了促进建筑行业不断发展的关键要素,其不仅可以提升工程质量与施工效率,而且可以降低施工成本、减少环境影响、提升企业市场竞争力。所以,对建筑工程施工过程中施工工艺创新及实践应用进行深入研究有着十分现实的意义。

一、施工工艺创新的理论基础

1. 施工工艺创新的概念与内涵

施工工艺创新是建筑工程领域中具有重大意义和丰富内涵的一项工作,其并不是对传统施工方式进行简单的改进,而是建立在对整个施工过程进行深入洞察之后所做出的一种创造性的改变。它不仅涉及到施工技术上的改革,像是引进新型建筑材料,研究和开发特有的施工方法等,从而打破了传统技术的限制,提高了工程性能和品质;还涵盖了施工流程优化问题,通过对施工步骤的重新规划和工序衔接的合理安排来减少工期和资源浪费。又包含了施工管理方面的革新,采用先进的管理理念和信息化手段来实现精细化和智能化管控施工过程。这一创新是为了满足建筑工程对高质量,高效率,低成本以及环保等各方面越来越高的要求,并适应市场环境和工程特点的变化。这是传统施工模式整体提升,促进

了建筑工程由粗放式到精细化,由低效率到高效能,由高能耗到绿色可持续发展,给建筑行业的持续发展带来了巨大的动力。

2. 创新驱动因素分析

建筑工程施工工艺的创新是由多重因素共同作用推动的结果,市场需求动态变化为关键推力,目前业主对于建筑功能,质量和交付速度的要求越来越苛刻,复杂结构和特殊功能建筑层出不穷,促使施工企业打破传统工艺的限制,寻求新工艺,适应多元需求。科学技术的进步提供了坚实的支持,新材料的研发,智能设备的推广和数字化技术的渗透为施工工艺的革新开辟了新途径,例如BIM技术对施工的模拟和精准管控;3D打印技术对构件制造方式的再造等。政策法规的导向作用以及政府颁布的节能减排和绿色建筑政策迫使企业通过创新工艺达到标准并获得政策支持和市场准入资格。企业本身发展的需要刺激了创新的动力,创新的工艺可以降低成本,提高效率,强化质量保障等,从而在竞争激烈的市场上产生差异化的竞争优势,帮助企业扩大市场份额,获得可持续的发展,继而促进整体建筑行业工艺水平的持续提高。

二、施工工艺创新中存在的问题分析

1. 技术创新不足

部分施工企业对技术创新的重要性认识不足,缺乏创新意识和动力,仍然依赖传统的施工工艺和技术,对新技术的研发和应用投入较少。同时,企业的技术研发能力有限,缺乏专业的技术人才和创新团队,难以开展深入的技术研究和创新工作。此外,行业内的技术交流与合作不够充分,信息共享不畅,导致技术创新成果的推广和应用受到限制。

作者简介: 宋元帅(1998.01——)男,汉族,本科学历,助理工程师,主要从事建设工程施工方面的研究工作。

2. 工艺管理不规范

在施工过程中，一些企业缺乏完善的工艺管理制度和标准，对施工工艺的选择、应用和监控不够严格，导致施工质量不稳定。部分施工人员对施工工艺的理解和掌握不够深入，操作不规范，容易出现质量问题。此外，工艺管理的信息化水平较低，难以实现对施工工艺的实时监控和动态管理，无法及时发现和解决施工过程中出现的问题。

3. 管理手段落后

一些施工企业的管理手段仍然比较传统，缺乏现代化的管理理念和方法。在项目管理中，仍然采用人工统计、纸质文档等方式进行信息管理，效率低下，容易出现信息错误和丢失。同时，企业的决策缺乏科学依据，往往凭借经验进行决策，难以适应市场变化和项目需求。此外，企业对员工的培训和管理不够重视，员工的技能水平和综合素质有待提高，这也影响了施工工艺创新的有效实施。

三、施工工艺创新的实践应用

1. 施工工艺创新在结构工程中的应用

施工工艺创新运用于结构工程正在深刻地重塑建筑建造范式并促使产业由传统经验型转变为技术驱动型。以南京某超高层建筑为例，采用套筒灌浆连接技术，成功地将钢筋的直径从32mm调整到28mm，确保了连接强度能够达到钢筋抗拉强度的130%，钢材的使用量下降了8%，套筒的使用量减少了30%，这种基于材料力学特性的精确调整，不仅减轻了结构的自重，而且通过缩小构件的尺寸，优化了建筑空间的利用率。上海浦东国际

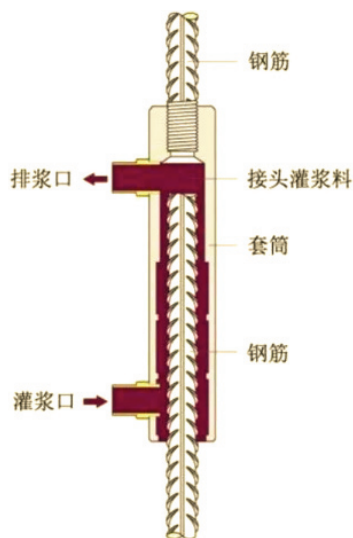


图1 钢筋套筒灌浆连接技术

机场二期主楼的跨钢屋盖施工展示了结构安装技术的重大突破，特别是在面对217.6米的跨度和170吨单榀的复杂空间曲线结构时，该工程团队创新性地运用了“地面拼装-跨端就位-节间组装-平移就位-整体吊装”的综合工艺流程，并通过与8台40吨级液压千斤顶以及50米跨距专用平移设备的协同操作来完成任务，成功地实现了大跨度钢结构的高精度安装，将各个提升点的高度差异控制在5毫米以内，这比传统的分段吊装效率提高了40%，并且避免了大型机械对已完工的混凝土楼板造成的破坏。

就混凝土结构而言，高性能材料研发和施工工艺融合衍生出新建造逻辑。江苏的一个政治建筑项目采纳了自密实混凝土的方法，通过将粉煤灰与高效减水剂结合，成功制造出流动性超过700毫米、抗压能力高达100MPa的混凝土，由于其出色的流动性，复杂的节点可以在不进行振捣的情况下自动达到密实状态，其表面的平整度满足清水混凝土的标准，从而减少了大约100万元的后期修复费用，并缩短了20天的施工时间。更加引人关注的是结构体系的创新，三一SPCS体系通过85%的工业化率模块化设计，将传统的现浇结构转变为标准构件的工厂预制和现场装配，通过整合模块化的机房技术，设备的安装时间减少了60%，并与BIM+UE引擎的即时碰撞检测相结合，使得设备的故障反应速度增加了70%，这种“设计--制作--建造”全链条的数字化重构，正在重新定义结构工程的建造边界。

2. 施工工艺创新在安全管理中的应用

在人员行为管控方面，以UWB高精度定位技术和AI视频分析融合系统为核心，通过给施工人员安装智能安全帽来实时获取位置、轨迹等信息、利用姿态和其他相关数据，并结合深度学习技术，对如攀爬或越过防护栏这样的危险行为进行了毫秒级的识别和预警。在某大型桥梁工程的实际应用中，违规行为的发生率减少了72%，而事故的响应时间也从原先的15分钟缩短到了90秒之内。在设备安全管控上，塔吊“黑匣子”和防碰撞系统智能化升级特别明显，通过增加多维度传感器和5G通信模块来实现吊重、幅度等指标、通过对回转角度等关键参数的实时监控和云端数据分析，并结合BIM模型，构建了一个三维的空间碰撞预警网络，并在上海的一个超高层建筑项目中应用了这一技术，塔吊的碰撞事故风险减少了85%，设备的故障预测准确率高达92%，同时维护成本也降低了30%。

在环境安全监测方面的创新也十分突出，一个集成了多个参数传感器的物联网监测平台能够有效地监测施工现场的PM2.5、噪音以及温度和湿度、对风速等环境指标实行24小时不间断监控，并在数据大于阈值的情况下自动启动降尘喷雾和隔音屏障等防控设备在北京某地铁工程中的应用表明，扬尘污染的投诉数量减少了65%，而工作人员的职业病发病率也下降了40%。更加引人注目的是，虚拟现实（VR）和增强现实（AR）技术在安全教育培训中的深入融合，这是通过创建高度仿真的事故场景和交互式的操作模块来实现的，使施工人员感受到虚拟环境下触电、坍塌等意外带来的震撼感受，增强安全意识和应急处置能力广州一综合体工程训练资料表明，培训参与者的安全知识掌握率增加了58%，而实际操作考核的合格率也从76%上升到了94%。由人员行为的智能监管向设备状态的准确预测转变，由环境风险的实时防控向安全培训的沉浸式体验转变，施工工艺的创新正在以全要素的方式进行、全流程数字化渗透构建建筑安全管理立体化技术防护网。

3. 施工工艺创新在设备应用中的应用

土方工程无人驾驶压路机和智能摊铺机协同作业系统利用北斗高精度定位和多机通信技术实现了装备之间自主路径规划和施工参数的动态调节，在某高速公路项目实施之后，铺设的平整度误差被成功地控制在 ± 2 毫米的范围内，同时压实度的均匀性增加了30%，并且还降低了人工操作的风险和燃油的消耗，减少了15%。在混凝土施工环节中，将3D打印技术和智能泵送系统结合起来，打破传统浇筑中模板依赖性，直接采用数字建模的方式生成复杂结构构件，在北京某艺术建筑异形墙体的施工过程中，通过采用自适应调节的泵送压力控制技术，单个构件的打印效率比传统工艺提高了五倍，同时材料的浪费率也从8%下降到了1.2%，表面精度也达到了装饰级别的标准。

在起重设备方面，将塔吊智能防摇系统和远程操控平台相结合，采用陀螺仪和加速度传感器对吊物的摆动状态进行实时监控，并以算法方式输出反向补偿指令，

通过将吊装的摆幅从0.5米减少到0.05米以内，并结合5G的低时延传输技术进行地面操作，上海的一个超高层建筑项目中，塔吊的操作人员减少了40%，而吊装的效率则提高了25%。更加值得注意的是对设备维护模式进行了革新，在物联网预测性维护系统的基础上，利用振动、温度和油液传感器对设备的运行数据进行收集，通过与机器学习模型的结合来预测故障的可能性，某大型基建项目实施后，设备的意外停机次数减少了60%，维护成本降低了35%，而使用寿命也延长了20%。由单机智能化向系统协同化转变，由功能优化向模式革新转变，施工设备正在以工艺创新的方式重新界定建造效率和质量的界限。

结论

施工工艺创新已成为推动建筑行业高质量发展的核心引擎，其在结构工程、安全管理及设备应用等领域的深度渗透，不仅重塑了传统建造模式，更催生出效率、质量与可持续性协同提升的新范式。从材料性能优化到智能装备协同，从风险主动防控到资源精准配置，创新工艺正以技术集成与数据驱动的双重力量，破解施工难题、突破效率瓶颈、降低安全风险。未来随着数字化、绿色化技术的持续融合，施工工艺创新将进一步拓展边界，为建筑工业化转型与“双碳”目标实现提供关键支撑，引领行业迈向智能建造的新纪元。

参考文献

- [1] 崔鹏飞, 刘文杰, 李晓阳, 等. 装饰装修材料与施工工艺的创新与应用研究[J]. 居舍, 2023(12): 62-65.
- [2] 魏杰. 建筑工程施工中新技术新工艺的应用探析[J]. 房地产导刊, 2023(3): 65-67.
- [3] 宋旭. 建筑工程施工中高支模施工工艺应用研究[J]. 中国地名, 2024(10): 0163-0165.
- [4] 高哲源. 建筑工程中模板施工技术的优化与实践[J]. 2024(5): 7-9.
- [5] 张延祥. 房屋建筑工程绿色节能施工技术的应用研究[J]. 门窗, 2024(5): 31-33.