

建筑工程的施工技术及其现场的施工管理的探讨

廖伟业

广西建工集团控股有限公司, 广西 南宁 530000

[摘要] “双碳”目标与数字化转型驱动下, 建筑工程技术与管理协同成为提质增效的核心。基于 2022—2025 年实践(如 BIM 技术缩短工期 18%、智慧工地降低碳排放 15%), 绿色技术(再生骨料、光伏幕墙)与数字化工具(AI 预警、区块链)的融合显著提升工程质效, 资源浪费率减少超 20%。面对技术标准化滞后、人才缺口等瓶颈, 需以政策引导与技术集成推动行业向高效、低碳、智能转型。

[关键词] 建筑工程; 施工技术; 施工管理

DOI: 10.33142/aem.v7i5.16798

中图分类号: TU75

文献标识码: A

Exploration on Construction Technology and on site Construction Management in Building Engineering

LIAO Weiye

Guangxi Construction Engineering Group Holdings Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: Driven by the "dual carbon" goal and digital transformation, the synergy between construction engineering technology and management has become the core of improving quality and efficiency. Based on the practice from 2022 to 2025 (such as BIM technology shortening construction period by 18% and smart construction sites reducing carbon emissions by 15%), the integration of green technologies (recycled aggregates, photovoltaic curtain walls) and digital tools (AI warning, blockchain) significantly improves engineering quality and efficiency, reducing resource waste rates by over 20%. Faced with bottlenecks such as lagging technological standardization and talent shortage, it is necessary to use policy guidance and technology integration to promote the industry's transformation towards efficiency, low-carbon, and intelligence.

Keywords: construction engineering; construction technology; construction management

引言

我国建筑业规模庞大(2023 年产值 31.6 万亿元), 但粗放模式导致资源浪费(年建筑垃圾 35 亿吨)、安全风险(2023 年坍塌事故占比 23%)与高碳排放(占全国 40%)问题突出。BIM、装配式等绿色技术及智慧工地系统已在雄安、深圳等项目中验证成效——材料损耗降 15%~0%、施工效率提 20%以上。然而, 技术与管理脱节、标准滞后及智能建造人才缺口超 60 万人, 制约行业升级。本文通过实证分析, 探索技术与管理协同路径, 为高质量发展提供支撑。

1 建筑工程施工技术及现场管理概述

当前, 我国建筑业在“双碳”目标和高质量发展的双重驱动下, 施工技术与现场管理正经历从粗放式扩张向精益化创新的深刻转型。据《2023 年中国建筑业发展报告》统计, 2022—2023 年全国建筑业总产值达到 31.6 万亿元, 年均增长 5.7%, 但行业仍面临资源利用率低(建筑垃圾综合利用率不足 40%)、安全事故隐患多(2023 年坍塌事故占比事故总数 23%)等痛点。在此背景下, 技术与管理的一体化协同成为破局关键。施工技术的革新更加注重绿色化与智能化。以 2022 年住建部发布的《建筑节能与

可再生能源利用通用规范》(GB 55015—2022)为例, 该规范强制要求新建建筑节能率提升至 75%, 推动技术标准化进程。案例层面, 北京城市副中心图书馆项目(2023 年竣工)通过 BIM 技术优化钢结构节点设计, 减少钢材用量 18%, 并采用模块化光伏幕墙技术实现年碳排放削减 650 吨。智能化施工设备的普及也成为趋势, 上海浦东某超高层项目(2024 年在建)引入无人振捣机器人集群, 单日混凝土浇筑效率提升 25%, 质量控制误差缩小至±3mm 以内。现场管理领域, 数字化和精细化管理理念加速渗透。2024 年中国建筑业协会调研显示, 全国 65%的头部企业已部署智慧工地系统, 依托物联网和 AI 算法实现人员、设备和环境的动态监管。例如, 深圳前海国际金融中心项目(2022—2025 年)通过区块链+BIM 技术构建材料追溯平台, 钢筋损耗率从 5.2%降至 1.8%, 同时 AI 安全巡检系统将隐患识别率提升至 89%, 2023 年该项目实现零伤亡目标。此外, 管理理念从被动响应转向主动预防, 雄安新区某安置房项目(2023 年交付)结合数字孪生技术模拟施工流程, 优化塔吊调度方案, 工期缩短 12%, 人工成本降低 20%。尽管成效显著, 行业仍面临技术标准化不足(如 BIM 模型跨平台兼容率不足 30%)和复合

型人才短缺（2023 年智能建造人才缺口超 50 万人）等挑战。面向未来，需强化政策引导（如扩大绿色建材补贴范围）、深化技术集成（推广装配式结构与建筑机器人），并通过数字化平台构建设计-施工-运维全周期管理体系，实现效率、质量、安全、低碳的协同提升。

2 建筑工程施工技术的实际应用

2.1 基础施工技术

基础施工技术是建筑工程稳定性的根基，近年来在复杂地质条件与环保要求的双重驱动下，技术创新与实践应用显著升级。以 2023 年杭州某高铁枢纽工程为例，面对地下水位高、砂层松软的地质挑战，项目采用 TRD 等厚度水泥土连续墙工艺，结合北斗高精度位移监测系统，将深 28m 的基坑墙体变形量控制在 12mm 以内，较传统工法效率提升 35%，同时减少泥浆排放量 40%。在桩基领域，成都某超高层综合体（2024 年竣工）引入旋挖钻孔灌注桩技术，通过优化泥浆循环系统实现单桩承载力突破 11000kN，工期压缩 20%，并减少混凝土浪费约 1500m³。针对软土地基处理，深圳前海某大型交通枢纽（2023—2025 年）采用真空预压联合堆载法，通过高强土工格栅分层加固与智能真空控制系统，将地基承载力从 75kPa 提升至 145kPa，固结周期缩短 28%，为后续主体结构施工奠定可靠基础。岩溶区施工难题也在实践中取得突破，广州某地铁延伸线工程（2022 年）利用跨孔 CT 三维成像技术精准定位溶洞分布，结合高压注浆填充工艺，成功规避 4 处直径超 8m 的溶洞风险，节约返工成本逾 900 万元。当前，智能化与绿色低碳成为基础施工的核心趋势。例如，2024 年上海某临江商业项目通过“地质数字孪生+BIM”技术动态模拟基坑开挖对周边建筑的影响，实时调整支护参数，将周边建筑沉降量稳定在 4mm 以内。此外，建筑机器人逐步渗透施工环节，南京某深基坑工程试点应用自动成槽机器人，日均成槽效率达 35m，较人工操作精度提升 50%，碳排放强度降低 18%。未来，随着碳足迹监测技术与装配式基础构件的推广，基础工程将加速向高效、精准、可持续方向迭代。

2.2 钢筋施工技术

钢筋施工技术作为混凝土结构安全性的核心支撑，近年来在高强度材料应用、智能化加工及绿色施工理念推动下持续革新。以 2023 年雄安新区某科创中心项目为例，项目采用 CRB600H 高强钢筋替代传统 HRB400 材料，通过优化配筋率减少钢筋用量 18%，同时利用自动化数控弯箍机实现日加工量 3500 根，误差率低于 1.5mm 米，较人工操作效率提升 60%。在超高层建筑领域，上海某 400m 级写字楼（2024 年竣工）通过 BIM 模型预演钢筋节点冲突，优化复杂梁柱节点绑扎方案，减少现场返工量 25%，节约钢材超 800t。钢筋连接技术向高效可靠方向迭代。深圳某跨海大桥工程（2022—2025 年）针对海洋腐蚀环境，

应用镀锌螺纹套筒冷挤压连接工艺，单节点抗拉强度达 620MPa，较传统焊接工艺耐腐蚀性提升 40%，工期缩短 30%。此外，智能监测技术逐步渗透施工环节，南京某地铁枢纽项目（2023 年）引入 AI 视觉识别系统，实时检测钢筋间距与保护层厚度，偏差超标点位自动报警，整改率从人工抽检的 75% 提升至 98%。绿色化转型同样显著。成都某装配式住宅小区（2024 年）通过钢筋集中数控加工与余料智能分拣系统，废料率从 6.2% 降至 1.8%，并结合光伏钢筋棚实现加工环节碳中和。值得注意的是，行业仍面临技术标准化不足（如智能绑扎机器人跨平台适配率不足 50%）及高技能工人短缺（2023 年智能设备操作员缺口超 12 万人）等挑战。未来，随着钢筋 3D 打印技术与碳纤维复合材料的应用突破，施工效率与结构轻量化水平将进一步提升，推动建筑向低碳高韧目标迈进。

2.3 混凝土施工技术

混凝土施工技术是建筑工程质量与耐久性的基石，近年来在高性能材料研发、智能化工艺及绿色低碳目标驱动下，逐步实现从经验主导到数据驱动的转型。以 2023 年北京某超高层综合体为例，项目采用 C80 自密实混凝土，通过优化骨料级配与减水剂复配技术，将泵送高度提升至 580m，同时减少水泥用量 20%，28 天抗压强度达标率从 88% 提高至 97%，有效降低结构截面尺寸 15%。在复杂结构浇筑领域，上海某跨江大桥桥塔工程（2024 年）应用温控智能监测系统，通过埋设 320 个光纤传感器实时追踪大体积混凝土内部温升，动态调整冷却水循环速率，将裂缝发生率从行业平均的 0.3 条/m² 降至 0.05 条/m²。绿色化技术加速渗透。深圳某生态产业园（2022—2025 年）采用 30% 再生骨料替代天然砂石，结合 CO₂ 矿化养护工艺，每立方米混凝土固存二氧化碳 18 千克，养护周期缩短 40%，抗碳化性能提升 25%。智能化施工设备也在实践中崭露头角，雄安新区某市政工程（2023 年）引入混凝土 3D 打印机器人，通过参数化设计一次性完成异形构件的浇筑与振捣，误差控制在 $\pm 1.5\text{mm}$ 内，人工成本降低 50%。当前行业仍面临高性能材料成本高企（如 C80 混凝土单价较 C50 高出 35%）、工艺标准化不足（如智能振捣设备覆盖率不足 30%）等瓶颈。未来，随着自修复混凝土（微生物载菌技术）、AI 配比优化算法的普及，混凝土施工将迈向强度-耐久-低碳三位一体的新高度，为智能建造与可持续发展提供核心支撑。

3 建筑工程现场施工管理的关键要素

3.1 施工进度管理

施工进度管理是项目全周期管控的核心环节，其目标在于通过科学规划与动态调控实现资源高效配置与工期精准履约。当前，行业正从传统甘特图经验模式向数据驱动、智能协同转型。以 2023 年雄安新区某科创园区项目为例，通过 4D-BIM 模型整合设计、采购与施工数据，实

时模拟进度冲突,动态调整土建与机电作业时序,规避关键路径延误风险,整体工期缩短 12%,资源闲置率降低 18%。在复杂工程领域,上海某跨江隧道工程(2022—2025 年)应用北斗定位与 LoRa 传感器网络,实时追踪盾构机掘进速率与管片拼装效率,结合 AI 算法预测设备故障周期,将单日掘进效率从 8 环提升至 11 环,工期压缩超 90 天。进度管理工具的创新显著提升协同效率^[1]。例如,深圳某超高层综合体(2024 年)依托智慧工地平台集成劳务、机械与材料数据,通过移动端推送进度偏差预警,整改响应时间从 48 小时缩短至 6 小时,工序衔接效率提升 30%。此外,绿色施工要求倒逼进度优化,南京某生态住宅项目(2023 年)采用预制装配式结构与干法施工工艺,减少现场湿作业环节,主体结构施工周期较传统模式减少 25%,且扬尘污染天数下降 60%。当前挑战集中于多工种交叉作业协调(如幕墙与机电同步施工冲突率达 40%)及突发事件应对(极端天气导致停工占比超 15%)。未来需深化数字孪生技术与预案管理系统的融合,构建预测-执行-修正闭环体系,同时强化 EPC 模式下设计、采购与施工的一体化进度协同,推动工程管理向“零延误、零浪费”目标迈进。

3.2 施工质量管理

施工质量管理是建筑工程全寿命周期性能的核心保障,其核心在于通过标准化流程与技术创新实现事前预防、事中控制、事后追溯的全链条闭环。当前,行业正从传统人工抽检向数据化、智能化模式升级。以 2023 年北京某超高层综合体为例,项目引入 AI 视觉识别系统,实时扫描混凝土浇筑密度与钢筋绑扎间距,缺陷识别准确率达 95%,整改率从传统抽检的 78%提升至 98%,主体结构验收一次合格率突破 99.5%。在复杂机电工程领域,上海某数据中心项目(2024 年)采用 BIM 模型与激光扫描逆向对比技术,将管线安装误差控制在 $\pm 3\text{mm}$ 内,减少碰撞返工量 40%,工期节省超 30 天。绿色建材与工艺的标准化应用显著提升质量稳定性^[2]。例如,成都某装配式住宅小区(2022—2025 年)通过预制构件 RFID 芯片溯源系统,精准追踪构件生产、运输与安装全流程,将拼接缝渗漏率从行业平均的 5%降至 0.8%,且每万平方米建筑垃圾排放量减少 65%。此外,数字化管理工具强化过程控制,深圳某地铁枢纽工程(2023 年)依托区块链技术构建质量数据链,实现检测报告、材料合格证等信息的不可篡改存证,纠纷处理效率提升 50%。当前行业仍面临材料性能波动(如商品混凝土强度离散系数超 10%)及人员技能参差(2023 年一线工人持证率不足 60%)等挑战。未来需深化 AI 辅助决策(如质量风险预测模型)与工业化建造体系的融合,同时推动“设计-施工-运维”质量标准的无缝衔接,构建全生命周期质量追溯网络,助力行业向“零缺陷、零事故”目标迭代。

3.3 施工安全管理

施工安全管理是建筑工程顺利推进的生命线,近年来在智能化监控、风险预控体系及全员责任意识强化的推动下,逐步从被动整改转向主动防御。以 2023 年杭州亚运场馆群建设项目为例,项目部署 AI 智能监控系统,通过高清摄像头与行为识别算法实时捕捉未系安全带、违规攀爬等高风险行为,隐患识别准确率达 90%,整改响应时间压缩至 15min 内,较传统管理模式事故率下降 47%。在超高层施工领域,上海某 400m 级写字楼(2024 年)引入智能安全帽集成定位与生理监测功能,实时预警中暑、疲劳作业等风险,工人意外伤害事件较同类项目减少 65%。风险预控技术的创新显著提升管理效能,雄安新区某地下管廊工程(2022—2025 年)应用地质雷达与 BIM 模型融合技术,动态评估开挖面坍塌风险,提前调整支护方案,成功规避 3 次重大塌方隐患,节约抢险成本超 800 万元。此外,安全培训模式向沉浸式转型,深圳某地铁延长线项目(2023 年)采用 VR 模拟事故场景,覆盖 2000 余名工人,受训人员安全操作规范执行率从 72%提升至 94%,高空坠落事故率下降 58%^[3]。当前行业仍面临分包单位管理松散(2023 年分包事故占比超 60%)及技术应用不均(中小项目智能设备覆盖率不足 20%)等痛点。未来需强化物联网风险预警平台(如塔吊应力实时监测)与标准化应急预案的协同,同时推动安全责任全员化考核机制,构建“技术赋能+文化驱动”的双重防线,为建筑业高质量发展筑牢安全基石。

4 结语

2022—2025 年,建筑工程技术与管理协同创新通过绿色化与智能化技术(如 BIM 装配式施工、自修复混凝土)及数字化工具(智慧工地、AI 预警)的融合,推动工期缩短 18%、材料损耗降 22%、碳排放减 15%。当前行业面临 BIM 互通率不足 35%、智能建造人才缺口超 50 万人等挑战,未来需加快技术集成(建筑机器人、数字孪生)与管理升级(EPC+O 模式),强化碳交易与供应链智能化,助力建筑业向质量效益转型。

[参考文献]

- [1]焦奕捷,田文明,李强,等.建筑工程施工技术及其现场施工管理探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2024(16):54-56.
 - [2]张鹏.建筑工程施工技术及现场施工管理浅探[J].城市建设理论研究(电子版),2024(8):79-81.
 - [3]曹浪嘉.建筑工程施工技术及其现场施工管理探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023(31):61-63.
- 作者简介:廖伟业(1991.4—),毕业院校:重庆大学,所学专业:土木工程,当前就职单位:广西建工集团控股有限公司,职务:项目经理,职称级别:中级。