

# 建筑工程中的土建施工技术分析

文 / 张文茹 济南龙旭建筑装饰工程有限公司

褚 楠 山东科元工程造价咨询服务有限公司

**摘要：**土建施工技术作为建筑工程的核心环节，其发展水平直接影响工程质量和建设效率。随着建筑结构日益复杂化与高层化，传统施工方法正面临技术升级的迫切需求。从深基坑支护到大体积混凝土浇筑，从钢结构安装到装配式施工，现代土建技术正朝着精细化、智能化方向演进。这些技术创新不仅提升了工程安全性与耐久性，更在深层次上重塑着建筑产业的作业模式与管理体系统。

**关键词：**建筑工程；土建；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.18.015

## 引言

在可持续发展理念推动下，土建施工技术正经历着绿色化转型。资源节约型施工工艺的研发应用，使建筑垃圾产生量大幅降低；低能耗施工设备的普及，减少了施工现场的碳排放；可循环临时设施的使用，提高了资源利用效率。这种绿色施工技术体系既符合环保要求，又能通过优化工艺流程降低工程成本，实现了经济效益与生态效益的有机统一。

## 一、土建施工技术的基本原理与分类

土建施工技术以工程力学、材料科学和施工工艺学为基础，通过合理的结构受力分析、材料性能优化及施工流程设计，确保工程的安全性、稳定性和经济性。其核心原理包括：荷载传递与结构稳定性（确保建筑在施工及使用阶段的力学平衡）、材料适配与工艺匹配（根据工程需求选择最优建材与施工方法）、环境协调与可持续性（减少施工对生态的影响）。从技术分类来看，土建施工技术主要涵盖：（1）地基与基础施工技术（如桩基、深基坑支护、地基处理等）；（2）主体结构施工技术（包括现浇混凝土、钢结构安装、装配式建造等）；（3）围护与装饰施工技术（如幕墙安装、防水工程、内外装修等）；（4）绿色与智能施工技术（涵盖低碳工艺、BIM协同、自动化施工等）。这些技术体系相互支撑，共同构成现代土建工程的完整技术链，推动建筑行业向高效化、精准化、可持续化方向发展。



图1 土建施工技术的基本原理与分类

## 二、现代土建施工关键技术分析

### （一）地基处理与基础施工关键技术

现代地基处理技术已形成完整的理论体系和技术方法，其核心在于根据地质条件差异采取针对性的处理方案。深层搅拌法通过机械强制搅拌使固化剂与软土充分混合，形成具有整体性和水稳定性的复合地基。高压喷射注浆技术利用高速射流切割土体并注入浆液，形成具有较高强度的固结体。桩基工程技术已从传统预制桩发展到灌注桩、钢管桩等多种形式，施工工艺不断优化。地下连续墙技术不仅用于基坑支护，更成为主体结构的一部分，实现支护与承重一体化。地基处理监测技术通过埋设传感器实时监测变形和应力变化，确保施工安全。这些技术的综合应用有效解决了复杂地质条件下的基础施工难题。

### （二）混凝土工程技术发展

现代混凝土技术已突破传统材料限制，向着高性能化、功能化和绿色化方向发展。自密实混凝土技术通过优化配合比和添加外加剂，实现混凝土在复杂结构中的自流平密实。纤维增强混凝土技术显著改善材料的抗裂性和韧性，适用于大跨度和抗震结构。温控养护技术通过智能监测和调节，有效控制大体积混凝土的温度应力裂缝。3D打印混凝土技术开创了全新的建造方式，实现复杂构件的自由成型。再生骨料混凝土技术将建筑废弃物转化为优质建材，推动资源循环利用。这些创新技术极大拓展了混凝土在土建工程中的应用范围。

### （三）钢结构施工技术突破

钢结构施工技术已形成完整的体系，满足现代建筑对轻量化、大跨度和快速建造的需求。模块化吊装技术通过地面拼装和整体提升，显著提高施工效率和安全性。高强螺栓连接技术实现节点的高精度装配，保证结构整体性能。钢结构防腐防火技术通过新型涂层和包覆材料，大幅延长结构使用寿命。智能监测技术实时跟踪结构变形和应力状态，确保施工过程可控。机器人焊接技术提高焊缝质量和施工效率，实现标准

化生产。这些技术进步推动钢结构在超高层、大跨度等工程中的广泛应用。

### （四）装配式建筑技术体系

装配式建筑技术正引领建筑业向工业化、标准化方向发展。构件标准化设计技术建立通用模数体系，实现构件的批量化生产。精准预埋技术确保预制构件在现场的高效对接，减少施工误差。节点连接技术发展出多种可靠的连接方式，保证装配结构的整体性。信息化管理技术实现构件从生产到安装的全过程追踪，优化施工组织。一体化装修技术将装饰层与结构层在工厂集成，提高建筑品质。这些技术创新大幅提升了装配式建筑的施工效率和质量控制水平。

### （五）超高层建筑施工关键技术

超高层建筑对土建施工技术提出了极限挑战，其核心在于解决垂直运输、结构稳定性和高空作业安全等关键问题。塔吊与爬升模架协同技术通过智能化调度系统，实现重型构件的高效吊装与精准定位。液压自爬升模板系统可随建筑高度增长而自动提升，大幅减少高空支模风险。超高层混凝土泵送技术突破千米级垂直输送瓶颈，确保高强度混凝土的施工质量。风振控制技术通过调谐质量阻尼器（TMD）或主动控制系统，抑制高空风荷载引起的结构振动。智能监测网络实时采集建筑变形、应力及环境数据，为施工决策提供科学依据。这些技术的集成应用，使超高层建筑在突破天际线的同时，仍能确保施工安全与工程品质。

### （六）地下空间开发施工技术

随着城市地下空间开发向深层化、综合化发展，土建施工技术不断突破传统限制。盾构法与顶管技术的智能化升级，实现了复杂地质条件下的精准掘进与沉降控制。冻结法施工技术通过人工地层冻结形成临时支护，为含水软弱地层中的开挖提供安全保障。地下连续墙与逆作法结合，形成“先支后挖”的施工体系，显著减少基坑变形风险。微型隧道技术可在不破坏地面的情况下完成管线铺设，降低施工对城市运行的干扰。地下工程防水技术从材料到构造全面升级，确保深层地下空间的长期耐久性。这些技术创新正推动地下空间开发向更安全、更高效的方向发展。

### （七）既有建筑改造施工技术

既有建筑改造技术体系致力于在最小干扰下实现建筑功能与性能全面提升。结构加固技术发展出碳纤维加固、钢绞线网加固等多种方案，满足不同建筑的补强需求。基础托换技术可在不拆除上部结构的情况下完成基础加固或扩建。建筑整体顶升技术通过同步液压系统实现建筑标高调整，解决沉降或功能变更需求。模块化夹层技术采用轻型钢结构在屋顶进行叠加，显著提高空

间利用率。绿色改造技术集成节能建材、可再生能源等元素，提升建筑环境性能。

## 三、土建施工常见技术问题

### （一）地基处理不当引发的结构隐患

地基施工作为土建工程的基础环节，其质量直接影响整体建筑安全性。常见问题包括地基承载力不足、沉降不均匀以及地下水位控制不当等。这些问题往往源于地质勘察不充分或地基处理方案选择不合理，导致后期建筑出现裂缝、倾斜等质量缺陷。尤其在软土地基或回填土区域，若未采取有效加固措施，极易造成工程事故。施工过程中对地基处理工序的监管不力，也是导致质量问题的重要原因。

### （二）混凝土结构施工质量控制难题

混凝土作为主要建筑材料，其施工质量直接关系到建筑耐久性。常见问题包括配合比设计不合理、浇筑工艺不规范以及养护措施不到位等。这些问题会导致混凝土结构出现蜂窝麻面、裂缝、强度不足等质量缺陷。振捣不密实、模板支撑体系失稳等问题也经常发生，严重影响结构安全。此外，大体积混凝土施工中的温度应力控制不当，也是引发裂缝的重要原因。

### （三）钢结构安装精度控制困难

钢结构施工对安装精度要求极高，但实际施工中常出现构件变形、连接节点偏差等问题。这些问题主要源于构件加工误差、吊装工艺不当以及现场测量控制不严。特别是在高空作业条件下，受风力、温度等环境因素影响，安装精度更难保证。焊接质量不稳定、防腐处理不到位等问题也普遍存在，严重影响钢结构的使用寿命和安全性能。

### （四）施工组织与管理协调不足

土建施工涉及多工种交叉作业，施工组织不当会导致进度延误和质量问题。常见问题包括工序安排不合理、资源配置失衡以及现场协调不畅等。这些问题往往造成各专业施工相互干扰，影响整体施工效率。同时，施工过程中的安全管理不到位，也容易引发安全事故。此外，施工方案与实际条件脱节、技术交底不充分等问题，都会对工程质量产生不利影响。

## 四、土建施工技术创新策略

### （一）数字化施工技术的深度应用

数字化技术正在重塑传统土建施工模式，BIM技术的全流程应用可实现施工过程的可视化模拟与精准管控。通过建立三维数字模型，可提前发现设计冲突，优化施工方案，显著减少返工现象。同时结合物联网技术，实现施工机械的智能化调度和材料的精准配送，大幅提升施工效率。无人机航测与三维激光扫描技术的应用，为工程测量和质量验收提供了全新解决方案，使施工过程更加精确可控。

## （二）绿色施工技术的创新发展

面对日益严格的环保要求，绿色施工技术创新势在必行。新型节能模板体系的应用可大幅减少木材消耗，实现材料的循环利用。低噪音施工设备和工艺的研发，有效降低施工对周边环境的影响。建筑垃圾资源化处理技术的突破，使废弃物转化为再生建材成为可能。同时，太阳能等可再生能源在施工现场的应用，显著降低了传统能源消耗，推动工程建设向低碳化方向发展。

## （三）装配式建造技术的优化升级

装配式建造技术通过工厂预制、现场装配的方式实现施工工艺革新。重点研发高精度模具系统和自动化生产线，提升预制构件的标准化程度和质量稳定性。优化节点连接技术，确保装配式建筑的整体性和抗震性能。发展模块化施工技术，实现建筑功能单元的快速组合安装。同时，建立基于BIM的装配式建筑全生命周期管理系统，实现设计、生产、施工、运维的一体化协同。

## （四）智能监测与质量管控体系构建

构建基于人工智能的施工质量智能监测系统，通过图像识别技术实时检测混凝土浇筑质量、钢结构焊接缺陷等问题。研发分布式传感器网络，对关键施工环节进行全过程数据采集与分析。建立施工质量大数据平台，实现质量问题的早期预警和溯源分析。同时，开发移动端质量管控应用，使管理人员能够随时随地进行质量检查和问题整改，形成闭环管理机制，全面提升工程质量管控水平。

## （五）新型材料与结构技术的突破应用

土建施工技术创新离不开材料科学的进步，高性能混凝土、纤维增强复合材料等新型建材的应用正逐步改变传统施工方式。自密实混凝土技术解决了复杂结构浇筑难题，超高性能混凝土（UHPC）显著提升了结构耐久性和承载能力。同时，智能材料如自修复混凝土、温敏变色涂料等开始试点应用，为建筑赋予动态响应环境变化的能力。在结构技术方面，3D打印建筑技术从概念走向实践，尤其适用于异形结构和快速建造场景，大幅降低人工依赖并缩短工期。

## （六）施工安全技术的智能化革新

安全施工是土建领域的核心挑战，技术创新正推动安全管理从被动防护转向主动预防。基于计算机视觉的AI安全监控系统可实时识别未佩戴安全装备、危险区域闯入等违规行为，并通过声光报警联动控制。智能穿戴设备如定位手环、生理状态监测背心等，可实时追踪工人健康数据与位置，预防高空坠落、中暑等事故。虚拟现实（VR）安全培训系统提供沉浸式事故模拟体验，显著提升施工人员风险意识。此外，自动化施工机械如砌墙机器人、钢筋绑扎机器人等，逐步替代高危人工作业，从根本上降低安全事故发生率。

## （七）全生命周期协同建造技术整合

打破传统施工阶段割裂问题，构建覆盖设计、施工、运维的全链条技术体系。基于BIM的运维前置技术，在施工阶段即植入设备监测传感器和运维数据接口。数字孪生技术实现实体建筑与虚拟模型的动态交互，为后期运维提供决策支持。区块链技术应用用于建材溯源和工程验收，确保各环节数据不可篡改。同时，开发施工-运维一体化管理平台，实现建筑能耗、结构健康等数据的无缝传递，使施工阶段的技术措施与建筑长期性能要求精准匹配，真正实现“建造为运维”的理念转型。

## （八）模块化与可拆卸建筑技术创新

模块化建造技术正在向更高层次的灵活性和适应性发展，通过标准化接口设计和智能连接系统，实现建筑构件的快速组装与拆卸。创新性的可变形模块单元技术，使建筑能够根据使用需求进行空间重组和功能调整，大幅提升建筑全生命周期的使用效率。同时，研发具有自识别功能的智能模块构件，内置RFID或NFC芯片，实现施工过程的自动化识别与精准定位安装。这种技术特别适用于应急建筑、临时设施等需要快速部署的场景，也符合循环经济背景下建筑可拆卸、可回收的可持续发展理念。

## 结语

综上所述，土建施工技术的创新发展承载着建筑业转型升级的时代使命。当智能监测技术深度融入施工流程，当绿色工法成为行业普遍实践，建筑工程将实现从量变到质变的跨越。这种技术变革不仅提升了单个项目的建造品质，更在整体上推动着建筑产业向高效、低碳、智能方向发展。随着新技术体系的持续完善，土建施工必将为建筑行业创造更大的价值空间。

## 参考文献

- [1] 申丽丽. 建筑工程土建施工中桩基础施工技术[J]. 四川建材, 2024, 50(09): 117-119.
- [2] 杨志远. 建筑工程中的土建施工技术[J]. 四川建材, 2024, 50(08): 128-129.
- [3] 高慧田. 关于建筑工程土建施工中桩基础技术的实践探究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(15): 80-82.
- [4] 焦恒国. 住宅建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用[J]. 居舍, 2024, (20): 41-44.
- [5] 马华伟. 建筑工程电气安装与土建施工的技术配合分析[J]. 中国设备工程, 2024, (12): 218-220.
- [6] 彭青云. 建筑工程电气安装与土建施工的技术配合[J]. 新城建科技, 2024, 33(04): 105-107.
- [7] 魏千惠, 苏光. 住宅建筑工程土建施工中桩基础施工技术的应用[J]. 居舍, 2024, (10): 56-59+78.
- [8] 黄梓煊. 建筑工程土建施工中桩基础技术的应用研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (08): 121-123.