高层建筑深基坑支护施工技术优化及安全控制研究

郑建勋，马　芳

（广州华立科技职业学院城建学院，广东 广州 527324）

摘　要　高层建筑深基坑支护施工技术优化及安全控制是保障地下工程稳定与周边环境安全的核心环节，直接关系到工程整体质量与施工全过程风险防控。结合地质条件与工程需求构建全周期安全控制机制，通过支护结构选型适配、施工过程动态调控、监测预警体系完善的协同作用，实现深基坑施工技术效能与安全保障能力的同步提升。本文聚焦技术优化与安全控制的深度融合，以期为高层建筑深基坑工程的科学施工提供参考。

关键词　高层建筑；深基坑支护；支护结构选型；安全控制体系

基金项目：本文系粤职土木建筑和水利教指委2025年度教育教学改革研究与实践项目——一线教学管理人员《AIGC赋能工程类职业教育：大模型多场景应用规范与实证研究》（项目编号：3）研究成果。

中图分类号：TU753；TU974　　**文献标志码**：A　　**DOI**：10.3969/j.issn.2097-3365.2026.27.004

0　引言

随着城市建设由地面向高空、地下双向发展，高层建筑成为解决土地资源紧张的重要手段，深基坑工程作为高层建筑地下结构施工的前序工作，其支护技术是否科学、安全控制是否有效越来越突出。深基坑支护要对抗土体压力，控制地层变形，还要适应复杂的地质情况和众多的周边环境约束，技术改良和安全控制互相促进，是工程得以顺利开展的关键保证。本文以高层建筑深基坑施工的特殊性为基础，对技术优化和安全控制的内在逻辑进行分析，寻找适合各种工况的支护技术优化方向，创建起覆盖施工全过程的安全控制体系，旨在为深基坑工程稳定、安全提供系统的解决办法。

1　高层建筑深基坑支护施工技术优化及安全控制要义

1.1　技术优化的核心导向

高层建筑深基坑支护施工技术优化以适配性、协同性、精细化为方向，根据工程地质勘察结果和周边环境特征，使支护体系同施工需求相契合。技术优化要兼顾支护结构的力学性能和施工可行性，对支护形式、材料选择、工艺参数进行系统的调整，增强支护体系对复杂工况的适应能力，重视施工效率和资源利用的平衡，保证技术方案既满足挡土、止水、抗变形的基本要求，又可以与后续主体结构施工相衔接[1]。它不是对某一个施工环节的局部改善，而是一条从设计到施工再到验收的全过程的动态调整之路，每一个阶段都紧紧抓住深基坑支护安全稳定的中心点。设计阶段要根据地质勘察数据来优化支护形式和参数，保证方案具有力学合理性和安全冗余；施工阶段按照现场实际情况及时调整工艺细节，适应地层变化和环境约束；验收阶段将安全标准作为核心，对支护质量展开全方位的核查。全流程动态优化模式冲破了各个环节之间的割裂壁垒，让每一个技术措施都处在闭环的联系当中，从源头到终端一直保持稳定的防线，保证支护体系一直符合稳定控制的要求。

1.2　安全控制的本质要求

高层建筑深基坑支护施工安全控制的本质就是建立全方位、多层次的风险防控体系，按照预防为主、动态管控的原则来实现施工全过程潜在风险的有效规避和及时处置。安全控制要覆盖地质勘察、方案设计、施工实施、监测预警等各个环节，通过明确各个阶段的安全控制要点、规范操作流程、加强关键工序的管控，实现从风险预判到应急响应的闭环管理。高层建筑深基坑支护施工安全控制的本质要求，就是把安全理念深入技术优化的全过程之中，使支护技术的每一个改

作者简介：郑建勋（1981-），男，硕士研究生，助教，研究方向：建筑工程技术。

进都同步提高安全保障的能力，实现技术升级和安全防控的双促进[2]。技术优化的每一个环节，即支护结构形式的改变、材料性能的提高、工艺参数的细化等，都要以安全为前提，保证技术改进既可以提高支护体系的力学承载能力和变形控制效果，又可以从源头上减少坍塌、渗漏等安全风险。利用科学的监测手段和管控机制来创建起覆盖施工全过程的风险识别网络，用自动化监测设备对支护结构应力、地层位移、地下水位变化等重要指标实施实时追踪，依靠智能化数据分析技术准确预估风险发展走向，提前发现潜在隐患。在此基础上，明确管控责任、规范处置流程，保证深基坑施工过程中支护结构一直保持稳定状态，避免对周围建筑物、地下管线等环境要素造成不利影响，为施工人员创造安全可靠的作业环境，实现工程安全、环境安全和人员安全的全面保障。

1.3 技术与安全的协同逻辑

高层建筑深基坑支护施工技术优化与安全控制不是孤立存在的，而是有着深层次的协同关系。技术优化给安全控制打下坚实的基础，通过提高支护结构承载力提高、增强变形控制能力，从根本上降低施工安全风险；安全控制给技术优化划出边界和方向，确定技术改进的安全标准和防控要求，保证技术方案在实践中具有可靠的保障[3]。协同关系要求工程实践当中，安全目标要引领技术优化的方向，每一个技术革新都是为风险防控服务，依靠技术升级不断加强安全控制的效能，把先进的施工技术、智能化监测手段融合到安全管控的全过程之中。采用自动化施工设备规范关键工序操作，减少人为误差对支护结构质量的影响，用高精度传感器和无线传输技术建立实时监测网络，实现支护结构应力变化、地层位移速率、地下水位波动等关键指标的准确检测。借助大数据分析和人工智能算法，对监测数据实施动态解读，及时察觉潜在危险的发展走向，把安全控制从“被动应对”变为“主动预判”。技术赋能下安全管控提高了风险识别的准确度，也缩减了应急响应的时间差，从而形成了技术方案不断改进、安全保障不断提升的良性循环，为高层建筑深基坑施工筑牢了安全防线。

2 高层建筑深基坑支护施工技术优化及安全控制

2.1 支护结构选型的优化路径

高层建筑深基坑支护结构选型优化要以地质条件为根基、以安全需求为主导、以工程特性为方向，达成支护形式同工程实际的精准对接。根据高层建筑深基坑“深、大、近”的特点，需要考虑土体性质、地下水位、基坑深度、周边建筑物和管线分布等各方面因素，合理选择排桩支护、地下连续墙、土钉墙或者复合支护体系。选型时要重视支护结构的功能兼容性，保证挡土、止水的主要功能，同时考虑施工的方便性及经济性，采用多方案比较和数值模拟分析的方法来确定最佳的支护形式[4]。根据基坑各个区段的受力情况以及环境敏感程度的不同，对支护结构进行差异化选型设计也成了优化的主要部分。深基坑各个区域所受的土体压力、地层稳定状况存在着较大差别，靠近城市主干道、已有建筑物或者地下管线的地段，对于变形控制的要求更加严格，远离这些敏感环境的地段，在保证安全的基础上可以兼顾到经济性。根据该特点需要对基坑进行分区评价，确定各个区域的风险等级和控制标准，对于临近重要构筑物的区域，优先选用地下连续墙、双排桩 + 内支撑等刚度大、变形控制精度高的支护结构，提高支护体系的抗侧移能力和整体刚度，减小施工对周围构筑物、管线的影响。差异化设计既克服了单一的支护方案的不足，又达到安全保障和资源合理利用的双重目的，在复杂的工况下保证支护体系的整体稳定，给周边环境安全构筑起一道防线。

2.2 施工工艺的精细化优化

施工工艺精细化优化属于提升高层建筑深基坑支护技术效率的关键途径，要对主要工序质量把控及流程调整进行研究。在支护结构施工过程中，通过对钻孔、注浆、混凝土浇筑等主要工序操作标准的改进来提高支护构件施工精度和力学性能。例如：在排桩施工中加强钻孔垂直度控制和混凝土浇筑连续性保证，在地下连续墙施工中改善成槽工艺和接头密封技术，保证支护结构整体性和抗渗性[5]。同时，根据施工场地条件和工期要求，优化施工组织方案，采用分层分段开挖、限时支护的方式，减少基坑暴露时间，控制地层变形。在施工工艺优化过程中，积极引进先进的施工设备和技术手段，提高施工的精度和效率，是施工工艺和支护技术深度融合的重要保证。采用自动化钻孔设备、智能注浆系统、高精度混凝土浇筑机械等现代化装备代替传统的人工操作，减少人为误差对支护构件尺寸精度、材料配比均匀性的影响，保证排桩、地下连续墙等支护结构施工质量达到设计要求。利用 BIM 技术、激光扫描监测等数字化手段，把施工全过程做可视化模拟和动态跟踪，准确把握钻孔深度、支护间距、注浆压力等重要参数，从而达到施工工艺和支护技术要求相契合的目的。技术与设备的协同使用，不但可以

大大提升施工效率、缩短工期，而且可以使施工工艺的每一个环节都紧紧围绕支护技术优化目标，从工艺层面筑牢安全防线，为深基坑支护施工安全控制打下了坚实的基础。

2.3 安全控制体系的全周期构建

高层建筑深基坑支护施工安全控制体系的创建要覆盖工程全过程，塑造起事前预防、事中控制、事后处理的完整链条。事前预防阶段，经由详细的地质勘察来确定风险源，制订出相应的安全专项方案，对施工人员展开技术交底和安全培训，供应足够数量的应急物资和设备。事中管控阶段，创建立体化的监测网络，对支护结构变形、土体位移、地下水位等重要指标实施实时监测，依照监测数据动态调节施工参数，加强关键工序的现场监管，及时纠正不规范的操作。事后处置阶段是全周期安全控制体系的重要闭环环节，要制订科学完备、可操作性强的应急预案，给险情处置提供明确的指引。应急预案要依照深基坑施工的风险特性，细化风险等级划分准则，按照支护结构变形速率、土体位移量、渗漏程度等重要指标来确定一般风险、较大风险、重大风险的界定阈值，并且针对各个风险等级制订出相应的分级响应流程，规定不同风险等级所对应的负责单位、处理权限以及操作步骤。当监测数据出现异常、险情迹象显现的时候，就要立刻启动相应的应急响应等级，迅速组织专业的技术人员开展险情评价，准确判定风险产生的原因及发展趋向。根据坍塌隐患、结构失稳、地下水渗漏等不同的险情，采取注浆加固、增设临时支撑、快速回填、止水帷幕补强等应急措施，提高支护结构的承载力，切断风险扩散的途径，控制险情的发展。应急预案要确定应急物资储备清单和调配办法，保证注浆设备、钢材支撑、止水材料等重要物资随时可用，应急队伍可以迅速集结，高效作业。

2.4 技术与安全的融合管控措施

实现高层建筑深基坑支护施工技术优化和安全控制的深度融合，要采取相应的管控措施。方案设计阶段把安全控制要求纳入技术优化指标体系当中，保证技术方案既满足力学性能要求，又符合安全管控标准。在施工实施过程中创建技术交底和安全交底同步展开的机制，使得施工人员既能掌握优化之后的技术要点，又能清楚地知道对应的安全防控举措，借助信息化管理平台把技术参数与监测数据融合起来，达成技术优化效果和安全状况的即时联动剖析，当监测数据出现异常的时候，立刻发出技术调整指令，依靠支护参数改良、施工工艺改善等手段消除安全隐患。还要加强施工全过程的协同管理，创建起跨专业、全方位的协作机制，保证技术改良与安全把控形成合力。通过创建常态化的沟通协调平台，打通技术、安全、施工等各个专业人员之间的工作衔接壁垒，保证技术人员提出的优化方案能够及时传递到施工队伍当中，安全管理人员的防控要求能够同步融入技术实施过程中。关键工序开始之前，组织多专业联合交底，确定技术参数的安全界限和施工操作的合规标准；在施工过程中，提倡各个专业的人员相互配合、实时互动，技术人员在现场实际情况的基础上对方案进行调整和优化时，会同时向安全管理人员咨询，安全管理人员在发现风险隐患的时候也会立即向技术人员汇报，双方一起商量出相应的改进办法。该种协同管理方式冲破了专业割裂的束缚，使技术改良和安全把控互相支撑、动态匹配，从而达成同向发力、协同推进的良好状况，保证深基坑支护施工既达到技术改良目的，又始终掌控住安全底线。

3 结束语

高层建筑深基坑支护施工技术优化及安全控制属于一项系统工程，它涉及高层建筑地下结构施工的顺利推进以及周边环境的安全稳定。本文通过对技术优化和安全控制要义的分析，从支护结构选型、施工工艺改进、全生命周期安全体系建设、技术与安全融合管控等几个方面提出了相应的实施路径，突出技术优化要以适配性和精细化为原则，安全控制要贯穿全过程并与技术创新深度融合。

参考文献：

[1] 邓达禹.高层建筑深基坑支护施工技术分析[J].工程技术研究,2025,10(18):56-58.
[2] 田龙.复杂环境下高层建筑深基坑支护、降水与监测施工技术[J].四川水泥,2025(09):27-29,32.
[3] 刘炼.高层建筑深基坑支护施工技术与质量控制研究[J].新城建科技,2025,34(08):171-173.
[4] 周中伟.高层建筑深基坑支护施工技术研究[C]// 广西大学广西县域经济发展研究院.2025年第三届工程技术数智赋能县域经济城乡融合发展学术交流会论文集.浙江诸安建设集团有限公司,2025.
[5] 王猛.高层建筑深基坑支护施工技术研究[J].科技资讯,2025,23(15):109-111.