

建筑工程中深基坑支护施工技术的优化应用研究

王晓艳

郴州市建设工程质量安全监督站, 湖南 郴州 423000

DOI:10.61369/ETQM.2026030018

摘 要 : 随着城市化的速度加快, 高层建筑和地下空间的开发越来越多, 深基坑工程是建筑施工中的重要环节, 其支护施工技术的安全和经济性直接关系到整个工程的质量。本文以深基坑支护施工技术优化应用为研究对象, 分析目前技术的应用现状, 结合工程实践总结技术优化的主要意义, 并根据勘察设计、工艺选择、监测管控等方面提出优化策略。希望可以为建筑工程深基坑支护施工提供技术参考, 促进建筑工程施工技术水平的提高和工程质量的保证。

关 键 词 : 建筑工程; 深基坑支护施工技术; 优化应用

Research on the Optimization and Application of Deep Foundation Pit Support Construction Technology in Building Engineering

Wang Xiaoyan

Chenzhou City Construction Engineering Quality and Safety Supervision Station, Chenzhou, Hunan 423000

Abstract : With the acceleration of urbanization, the development of high-rise buildings and underground spaces is increasing. Deep foundation pit engineering is an important part of construction, and the safety and economy of its support construction technology directly relate to the quality of the entire project. This paper takes the optimized application of deep foundation pit support construction technology as the research object, analyzes the current application status of the technology, summarizes the main significance of technical optimization based on engineering practice, and proposes optimization strategies from aspects such as investigation and design, process selection, and monitoring and control. It is hoped that this can provide technical reference for the support construction of deep foundation pits in architectural engineering, promote the improvement of construction technology level and the guarantee of engineering quality in architectural engineering.

Keywords : architectural engineering; deep foundation pit support construction technology; optimization application

在现代建筑工程中, 由于城市土地资源紧张而不得不采用深基坑工程, 支护系统作为保证基坑开挖安全、防止周边环境破坏的关键设施, 施工技术的好坏直接影响着它的质量。深基坑工程面临开挖深度增大、地质条件复杂、周围建筑密集等问题, 传统的支护技术容易造成基坑变形过大、施工费用高昂、施工效率低下等问题, 引发安全事故以及经济损失。因此开展深基坑支护施工技术优化应用研究, 对解决实际施工难题、提高工程安全性、经济性有迫切需要。本文主要研究技术优化途径, 给行业实践提供理论依据和实践指导。

一、建筑工程深基坑支护施工技术应用现状

(一) 常用支护技术应用较为广泛

目前建筑工程中钢板桩支护、排桩支护、土钉墙支护、地下连续墙支护等传统技术被广泛应用。钢板桩支护因施工方便、成本低, 在临时支护工程中应用较多, 尤其适合软土地质、开挖深度不大的基坑; 排桩支护由于承载力大、变形小, 在高层建筑深基坑中被广泛应用; 土钉墙支护因为经济性好、施工速度快, 在地质条件好的基坑工程中常用; 地下连续墙支护因为防水性好、整体性好, 适合于复杂地质、深基坑工程, 但是成本较高限制了

它的大规模应用^[4]。

(二) 技术应用呈现差异化特征

深基坑支护技术应用受地质条件、基坑深度、周边环境等各方面的影响, 存在明显的差异。地质条件复杂的城市中心区域, 地下水、软土层地段采用地下连续墙加内支撑的支护方式; 地质条件较好的郊区土钉墙、喷锚支护等经济型技术较多。另外不同地区的技术应用水平不一样, 一线城市大型工程多, 新技术、新工艺应用比较积极, 二三线城市还是以传统技术为主, 技术更新速度慢。

(三) 技术应用存在诸多问题

虽然传统技术应用成熟, 但是施工过程中还存在着很多问

题。一是设计与实际脱节，部分设计没有充分勘察地质条件，支护结构参数选择不合理，导致支护效果不好；二是施工工艺规范性不够，土钉墙施工中土钉锚固力不够、喷浆厚度不均等；三是监测技术滞后，部分工程监测指标不全、数据采集不及时，不能及时预警风险；四是新型技术推广难度大，受成本、技术人员水平等限制，新型支护材料和工艺的应用范围小。

（四）技术优化具备一定基础

伴随着建筑业的发展，深基坑支护技术已经有了一定的基础。从理论上讲，很多学者对支护结构的力学分析、数值模拟等展开研究，给技术改进给予理论支持；从实践角度而言，一些大型工程依靠技术创新取得较好成果，例如使用智能化监测系统达成基坑变形的实时监控，采用新型复合材料支护结构削减成本并加强稳定程度。同时行业规范也越来越完善，建筑基坑支护技术规程等标准给技术优化提供依据，使技术优化朝着标准化、科学化方向发展^[9]。

二、深基坑支护施工技术优化的重要意义

（一）保障工程施工安全

深基坑施工处在地下复杂环境当中，基坑坍塌，边坡失稳这些安全隐患直接危及施工人员的生命和设备的安全。技术优化经由精确勘察地质情况，恰当选取支护形式，改良施工工艺，可加强支护结构的承载能力及稳定性，较好地控制坍塌、滑坡等事故的发生。在软土地质中优化支护结构参数可以减小基坑变形速率，防止变形过大造成结构破坏，为施工创造一个安全环境，降低安全事故的发生率与损失^[1]。

（二）推动行业技术升级

深基坑支护施工技术优化应用，会带动新材料、工艺、设备的研发推广，促进施工技术的标准化、规范化。技术改进要联系工程实际不断革新，新型复合材料支护结构研发、智能化监测系统应用等，既解决具体工程问题，又给行业积累技术经验。同时优化成果推广应用可以促进全行业施工技术水平的提高，推动建筑工程领域技术创新和产业升级，提高行业整体竞争力。

（三）保护周边生态与环境

深基坑施工容易引起周边土体的扰动，造成地面沉降、周边建筑物开裂、地下管线破坏等环境问题。技术优化从改善支护结构形式、控制施工扰动范围、加强监测预警三个方面入手，可以减少对周边环境的影响。用排桩加锚杆支护配信息化监测可以准确控制基坑的变形，防止周边建筑物、管线受损；改良土方开挖顺序和速度以减少土体的搅动来保护周围生态；降低工程的环境治理费用以及可能产生的争议^[9]

三、深基坑支护施工技术优化应用策略

（一）优化勘察设计环节，奠定技术基础

勘察设计是深基坑支护施工的前提，改善勘察设计环节要从多方面系统推进。首先要强化勘察前的准备工作，进行全面的现

场踏勘和区域地质资料收集，确定勘察范围和深度，对复杂的地质区域制定专项勘察方案。勘察过程中采用钻探、物探、原位测试、室内试验相结合的综合勘察方法，在富水砂层区域增加标准贯入试验、抽水试验，准确获取土体抗剪强度、渗透系数等关键参数，防止单一勘察手段造成的数据偏差。第二，优化支护结构设计流程，用 BIM 技术建立三维地质模型，把勘察数据和设计参数联系起来，实现设计方案的可视化模拟。多方案比选要同时考虑安全、经济和施工可行性，在城市中心区临近地铁的基坑工程中，用 BIM 模拟对比地下连续墙和咬合桩支护的变形情况，最后选择最适合的方案。设计完成后组织多方评审，邀请地质勘察、结构工程、施工单位专家参加，对设计参数、节点构造等复核，保证设计方案和工程实际高度契合。软土地质深基坑中，采用地下连续墙、内支撑、降水三者结合的支护方案，用有限元分析优化内支撑间距和截面尺寸，同时增设止水帷幕设计，有效解决软土渗流问题，提高设计科学性及实用性。

（二）创新施工工艺，提升施工质量

施工工艺优化是提高支护效果的关键，要联系工程地质情况和施工环境展开革新改进。对传统工艺的升级，以土钉墙施工为例，抛弃人工洛阳铲成孔方法，采用小型螺旋钻机成孔，根据土层硬度的不同调节钻进速度，软土区控制在 0.8–1.2m/min，硬塑土区降低到 0.5–0.8m/min，成孔后要及时清孔并插入土钉，防止孔壁坍塌。注浆环节采用二次高压注浆工艺，第一次注浆压力控制在 0.3–0.5MPa，待浆液初凝后再进行二次注浆，第二次注浆压力提高到 0.8–1.0MPa，保证浆液充分渗透到土体缝隙里，提高土钉锚固力 30% 以上。在新型基坑施工技术推广体系当中，逆作法施工属于深基坑、复杂地质条件下的关键优选技术，凭借突出的变形控制能力以及工期改善优势，达成基坑安全和施工效率的双重提升。该工艺打破了传统顺作法“先开挖、后支护、再浇筑主体”的常规流程，采用“自上而下、支护与主体同步施工”的逆向作业逻辑，核心就是把地下结构永久构件和基坑临时支护结构有机融合，分层次完成施工。施工时先建立地下连续墙，地下连续墙既起到临时支护的作用，又具有挡水防渗和永久地下室外墙的功能，沿基坑周边划分槽段开挖深槽并做好槽壁防护，吊装钢筋笼浇筑混凝土形成连续墙体，为后续施工提供可靠的依托；然后在墙体轴线和基坑关键受力位置搭设中间支撑柱，多采用型钢混凝土柱或钢管混凝土柱，定位准确，底部与底板或桩基可靠连接，顶部预留楼板连接节点，代替传统临时支撑承受各种荷载，与地下连续墙构成立体支护体系。支护体系成型之后，按照自上而下、分层分段的原则开挖土方，每层开挖深度对应地下一层楼板层高，开挖完成后立即浇筑该层钢筋混凝土楼板，利用楼板刚度提高支护稳定性，实现土方开挖和主体施工同步进行。该工艺能把基坑变形量严格控制在 20mm 以内，适合于城市核心区等敏感区域，最大程度减小对周边的影响，工期比传统顺作法缩短 40%，有效地减少施工成本。

（三）完善监测预警体系，强化风险管控

监测预警是深基坑施工安全的关键保障，要创建起“全域覆盖、智能感知、快速响应”的一体化监测体系。按照建筑基坑工

程监测技术标准,结合工程实际工况确定12项核心监测指标(含基坑坡顶位移、支护结构弯矩、地下水位、周边道路沉降等),当基坑深度大于15m时增加水平位移监测的频率,软土地区增加沉降监测点的密度,周边有古建筑的地方增加倾斜监测点。布设点位采用“网格全域覆盖、重点区域加密”的方式,常规区布点间距为15m到20m之间,临近重要的构筑物区域的布点间距缩小到5m至10m。监测点用不锈钢材料制作编号,保证数据可追溯。推行智能化监测技术,搭建基于LoRa无线通信的传感网络,在支护结构内埋设振弦式应力计,在土体中埋设光纤光栅位移计,实现15分钟/次的高频数据采集。依靠云平台分析系统来处理监测数据,有异常数据自动筛选、趋势预测的功能,用回归分析法来提前3到5天预测基坑位移的发展态势,并且发出预警。建立三级预警响应机制:一级预警(数据超阈值10%)启动现场巡查;二级预警(超阈值20%)暂停部分施工,加密监测;三级预警(超阈值30%)立即停工,启动应急预案。

（四）健全管理机制，保障优化落地

技术优化的落实要依靠完备的管理机制,创建起“人员、流程、保障”三位一体的全链条管控体系。人员管理上采取分层分类培训加上实操演练的方式,技术人员进行BIM设计、智能化监测等新技术专题培训,邀请行业专家做案例教学,施工人员进行机械成孔、高压注浆等工艺实操训练,考核合格后上岗。每月

定期召开质量安全例会,通报施工过程中出现的技术问题,对具体的土钉锚固力不够的问题进行专题研讨,分析原因、制订改善方案、组织专项培训。流程控制上建设信息化管理平台,全生命周期内将勘察、设计到验收的整个过程数据化进行管理,勘察阶段上传勘察报告及检测数据,设计阶段保存方案评审记录、BIM模型,施工阶段实时上传工序验收照片、检测报告等资料,在平台上自动生成管控台账,从而达成问题追溯、闭环管理的目的。在支护结构钢筋绑扎完成等关键节点,设置监理、设计单位联合验收关口,验收合格后才能进入下一道浇筑混凝土工序。。

四、结束语

综上所述,深基坑支护施工技术属于建筑工程安全及质量的关键支撑,优化其应用对于行业发展有着重要的意义。本文研究发现,目前深基坑支护技术的应用已经比较广泛,但是还存在着设计与施工脱节、工艺不规范、监测滞后等问题。采用优化勘察设计、创新施工工艺、完善监测体系、健全管理机制等手段可以提高支护技术的应用水平,提高施工的安全性、经济性、环境友好性。未来要强化新型材料、智能化技术研究应用,推进支护技术绿色化、智能化发展,给建筑工程高质量发展赋予更为牢固的技术支撑。

参考文献

[1] 郑贵日. 土木工程施工中深基坑支护施工技术 [J]. 工程建设与设计, 2024, (24): 166-168.
[2] 孙振月. 超高层建筑工程深基坑支护施工技术 [J]. 江苏建材, 2024, (06): 100-101.
[3] 郝明会. 软土地区深基坑 SMW 工法桩与锚杆组合支护施工技术研究 [J]. 重庆建筑, 2024, 23(12): 78-81.
[4] 刘品呈. 高层建筑深基坑支护施工技术要点分析 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (36): 95-97.
[5] 刘剑飞. 市政施工中深基坑支护施工技术探讨 [J]. 建设机械技术与管理, 2024, 37(06): 121-123+126.
[6] 章荣军. 深基坑支护施工技术应用与挑战 [J]. 散装水泥, 2024, (06): 68-70+73.