

建筑市政工程深基坑施工技术

陈 磊

上海市机械施工集团有限公司 上海 200000

摘要：深基坑施工是建筑市政工程中的关键环节，直接关系到工程安全与周边环境稳定。本文系统探讨了深基坑支护结构、支撑体系、土方开挖及施工监测等核心技术。分析了不同类型支护结构的适用条件与施工工艺，阐述了支撑体系的选型设计与施工要点，总结了土方开挖的原则与方法，并强调了施工监测在动态控制中的重要性，以期为复杂地质条件下的深基坑安全施工提供技术参考。

关键词：建筑市政工程；深基坑施工；支护结构；支撑体系

引言：在建筑市政工程领域，深基坑施工是保障地下空间开发利用的关键环节。随着城市建设的快速发展，深基坑工程规模不断扩大，地质条件愈发复杂，周边环境对施工的要求也日益提高。深基坑施工涉及支护结构、支撑体系、土方开挖及施工监测等多个方面，各环节紧密相连，任何一个环节出现问题都可能引发安全事故。深入研究深基坑施工技术，对于确保工程安全、质量和进度具有重要意义。

1 深基坑支护结构施工技术

1.1 支护结构的类型与适用条件

排桩支护由钢筋混凝土灌注桩或预制桩排列组成，依靠桩体刚度抵抗土压力。该结构适用于软土地基及基坑深度适中的场景，在城市建筑密集区域应用广泛，能有效控制周边土体变形。地下连续墙具备整体刚度大、防渗性能优的技术优势^[1]。其应用范围涵盖超深基坑及复杂地质条件，在地铁车站、高层建筑地下室等工程中发挥关键作用，可适应砂土、黏性土等多种地层。钢板桩支护采用热轧或冷弯型钢桩，结构特点表现为施工便捷、可重复利用。该形式适用于淤泥质黏土、砂性土等地质，在临时支护工程中应用较多，能快速形成支护体系。土钉墙通过土钉与土体的锚固作用实现稳定，复合土钉墙则结合了其他支护构件提升性能。二者技术特性体现在柔性好、经济性强，适用于地下水位较低的黏性土、粉土基坑。水泥土搅拌桩支护以水泥为固化剂，材料特性表现为整体性强、防渗效果好。其应用场景集中在深度较浅的基坑支护及防渗帷幕工程，尤其适用于软土地基的加固处理。

1.2 各类支护结构的施工工艺

排桩支护施工中，成孔需根据地质选用冲击钻或回旋钻，确保孔径与垂直度达标。钢筋笼制作严格按设计配筋，安装时采用吊装设备平稳下放，混凝土浇筑通过

导管法连续进行，避免出现断桩。地下连续墙施工先完成导墙浇筑以定位导向，成槽采用液压抓斗或冲击钻机，过程中注入泥浆护壁防止槽壁坍塌。钢筋笼吊装需精确定位，混凝土灌注采用水下浇筑工艺，保障墙体密实度。钢板桩支护需依据基坑深度和地质选型，打设采用振动沉桩或静压沉桩方式，控制桩体垂直度和间距。拔除作业需结合基坑回填进度，采用分段对称拔除，减少对周边土体的扰动。土钉墙施工中，土钉采用钢筋制作并进行防腐处理，成孔后及时注浆确保锚固力。喷射混凝土面层施工前清理坡面，分两次喷射完成，保证面层与土体紧密结合。水泥土搅拌桩施工需严格控制水泥与土的配比，搅拌成桩采用双轴或三轴搅拌桩机，确保搅拌均匀，桩体搭接长度符合设计要求，保障支护结构的整体性。

1.3 支护结构的连接与节点处理技术

支护桩与冠梁连接时，需清理桩顶浮浆露出主筋，将主筋与冠梁钢筋焊接固定，浇筑冠梁混凝土时振捣密实，使二者形成整体受力体系。地下连续墙接头处理常采用工字钢或橡胶止水带，施工中确保接头面清理干净，后续槽段混凝土浇筑时加强振捣，防止出现渗漏通道。支护结构与支撑体系的节点连接需满足强度和刚度要求，采用螺栓连接或焊接方式，连接部位设置加强筋，确保荷载有效传递，保障支护体系的稳定性。

2 深基坑支撑体系施工技术

2.1 支撑体系的类型与设计核心要点

内支撑体系中，钢筋混凝土支撑具有整体刚度大、变形小的结构特点，能承受较大水平荷载，在大跨度深基坑中应用普遍，设计需重点考虑混凝土强度等级及截面尺寸匹配受力需求。钢支撑则表现为安装便捷、自重轻的特性，可根据基坑变形情况调整受力，适用于工期紧张的工程，设计核心在于构件选型与节点强度验算^[2]。外拉锚体系常用锚具包括夹片式、支承式等类型。夹片式

锚具适用于预应力钢绞线锚杆，在高荷载支护工程中应用广泛；支承式锚具则多用于钢筋锚杆，适配中小荷载场景，选型需结合锚杆材质与受力大小确定。支撑体系的受力传递特性表现为将基坑周边土体压力传递至支撑结构，再通过节点传递至基础或锚固体。内支撑体系通过冠梁将荷载分散至各支撑构件，形成闭合受力体系；外拉锚体系则将荷载直接传递至稳定土层，传递路径需清晰且承载力满足要求。

2.2 内支撑体系施工技术

钢筋混凝土支撑施工时，模板搭设采用满堂脚手架或型钢支架，确保支撑强度与平整度，模板接缝需严密防止漏浆。钢筋绑扎严格按设计间距排列，主次梁交接处加强锚固处理，混凝土浇筑采用分层振捣方式，浇筑完成后覆盖保湿材料，按规范进行养护，保障混凝土强度发展。钢支撑施工中，构件加工需控制下料精度与焊接质量，出厂前进行强度检测。安装采用分段吊装拼接，通过法兰盘螺栓连接固定，预加力施加使用千斤顶分级进行，达到设计值后及时锁定，防止支撑回弹。支撑体系拆除需遵循“先换撑后拆除”原则，按自上而下顺序进行。钢筋混凝土支撑采用机械破碎或静态爆破方式，钢支撑拆除前先释放预加力，分段吊运至指定位置，拆除过程中加强基坑变形监测。

2.3 外拉锚体系施工技术

锚杆（索）制作需选用符合标准的钢材，对钢筋锚杆进行除锈处理，钢绞线锚杆则需梳理丝束避免缠绕。安装时采用钻机成孔后，将锚杆（索）平稳送入孔内，确保杆体居中，避免与孔壁直接接触。注浆材料选择需结合地质条件，砂土地层优先选用水泥浆，黏性土地层可采用水泥粉煤灰浆，材料配比通过试验确定。注浆施工采用孔底注浆法，确保注浆压力稳定，直至浆液从孔口溢出，保障锚固段注浆饱满。锚具安装前检查锚垫板与孔口垂直度，安装完成后进行张拉作业。张拉采用分级加载方式，每级加载后稳压一段时间，达到设计预应力值后锁定锚具，张拉完成后及时进行封锚处理，防止锚具锈蚀。

3 深基坑土方开挖施工技术

3.1 土方开挖的原则与总体要求

分层分段开挖是深基坑施工的核心原则，分层高度需结合支护结构设计参数确定，通常控制在2米至3米范围内，分段长度则根据土体稳定性及施工效率合理划分，避免单次开挖范围过大引发土体滑移。该原则能有效控制基坑变形，保障施工安全^[3]。开挖与支护协同施工的节奏控制至关重要，需严格遵循“先支护后开挖”或“开挖一段支护一段”的流程。支护结构施工完成并达到设

计强度后，方可进行下一层土方开挖，相邻工序间隔时间需通过计算确定，确保支护结构及时发挥作用。基坑底部预留土层的控制要求明确，通常预留20厘米至30厘米厚土层采用人工清理。预留土层可避免机械开挖对基坑持力层造成扰动，保障地基承载力，清理作业需在基础施工前完成，防止土层长时间暴露产生变形。

3.2 土方开挖的施工工艺与方法

机械开挖需依据基坑深度、土质情况选择挖掘机类型，深度5米以内优先选用反铲挖掘机，较深基坑则搭配长臂挖掘机或液压抓斗。作业方式采用由上至下分层开挖，挖掘机行走路线需避开已完成的支护结构，挖掘过程中控制铲斗作业半径，防止碰撞支护构件。人工开挖适用于机械无法触及的区域，包括基坑边角、管线周边及支护结构附近。作业要点包括采用分层开挖方式，每层深度不超过1.5米，开挖出的土方及时清运，避免堆积在基坑边缘，同时做好排水措施，防止雨水浸泡基坑。土方运输路线规划需结合施工现场地形及周边交通情况，设置专用运输通道，避免与其他施工工序交叉干扰。运输车辆需经过冲洗后方可出场，防止污染周边道路。现场堆放要求严格，临时堆放的土方需远离基坑边缘，堆放高度控制在1.5米以内，且需进行压实处理。

3.3 特殊条件下的土方开挖技术

软土地基的土方开挖要点在于控制开挖速度与变形，采用小型挖掘机分段开挖，缩短基坑暴露时间。同时设置临时支撑结构，必要时采用排水措施降低地下水位，增强土体稳定性，开挖过程中加强沉降观测。基坑边角与异形区域的开挖工艺以人工开挖为主，配合小型机械作业。开挖前精确放线，确保开挖尺寸符合设计要求，开挖过程中及时修整边坡，避免出现超挖情况，边角处的支护结构需与土方开挖同步衔接。临近建（构）筑物区域的开挖控制技术核心是减少对周边结构的影响，采用分层小幅度开挖方式，设置隔离桩或注浆加固等防护措施^[4]。开挖过程中加密变形监测频率，监测数据及时反馈，根据监测结果调整开挖节奏，确保周边建（构）筑物安全。

4 深基坑施工监测技术

4.1 施工监测的核心内容与指标

支护结构监测包含位移、沉降及应力应变等关键指标。位移监测需精准捕捉水平位移数值及变化速率，为结构稳定性判断提供依据；沉降监测采用精密观测手段记录桩体或墙体沉降情况，避免不均匀沉降引发结构开裂；应力应变监测则聚焦结构内部受力状态，确保数据真实反映构件承载情况。支撑体系监测以轴力和变形为核心要点。轴力监测需在支撑关键受力截面合理布设监

测点,实时追踪荷载传递规律;变形监测涵盖支撑构件的挠度及水平变形,结合支撑类型与受力特性分析数据,防止变形超标破坏整体受力平衡。基坑周边环境监测涉及建(构)筑物与地下管线。建(构)筑物监测需全面记录沉降量、倾斜度及裂缝发展态势,针对老旧建筑需加密监测频次;地下管线监测重点关注位移与沉降数据,尤其重视刚性管线接头部位,规避管线破损引发的安全风险。基坑内部监测聚焦坑底隆起与地下水位。坑底隆起监测通过布设沉降观测点,记录不同施工阶段隆起数值,防止隆起量过大影响基础施工;地下水位监测采用专业水位计定期测量,掌握水位变化规律,为降水或防渗措施调整提供数据支撑。

4.2 监测技术与设备选型

位移监测中,全站仪凭借高精度特性用于水平位移测量,通过极坐标法获取监测点坐标变化;水准仪主打沉降观测,可实现毫米级精度测量,保障沉降数据准确;测斜仪则深入探测支护结构深层水平位移,助力分析土体与结构的相互作用机制。应力应变监测依赖钢筋计与应变计。钢筋计直接安装于支护结构主筋上,精准测量钢筋受力情况;应变计通过粘贴或嵌入方式布设,将采集的应变值换算为应力数据,数据采集采用自动化设备定时记录,确保数据连续性与完整性。自动化监测系统由传感器、数据采集模块、传输单元及终端平台构成。传感器实时采集各类监测数据,经采集模块转换后通过有线或无线方式传输至终端,平台实现数据存储、分析及可视化展示,适用于大型复杂基坑工程的动态监测需求。

4.3 监测数据处理与反馈机制

监测数据整理需先剔除异常值,再采用统计分析方法处理,通过绘制时间-位移、应力变化等曲线,直观呈

现指标变化趋势,结合地质条件与施工工况开展综合分析,提升数据解读准确性^[5]。数据异常判断以设计预警值为核心标准,当监测数据达到预警值80%时启动预警流程,第一时间通知施工、监理及设计单位。预警后需加密监测频次,全面排查异常原因,针对性制定处理措施。监测结果直接指导施工调整,若位移或应力超出预警值,需暂停相关区域开挖,采取加强支护、调整施工节奏等措施。通过动态反馈机制,将监测数据与施工紧密结合,实现基坑施工的动态控制与安全保障。

结束语

建筑市政工程深基坑施工是一项复杂且系统的工作,涵盖支护结构、支撑体系、土方开挖及施工监测等多个关键技术领域。通过合理选择支护结构类型、优化支撑体系设计、严格把控土方开挖原则与工艺,并借助先进的施工监测技术,能够实时掌握基坑施工状态,及时发现并解决潜在问题。只有全面掌握并灵活运用这些施工技术,才能有效保障深基坑施工的安全与质量,推动建筑市政工程的高质量发展。

参考文献

- [1]马广鑫,田甜,孔臻.市政建筑工程深基坑支护技术及施工要点分析[J].智能建筑与工程机械,2024,6(8):13-15.
- [2]丁军明.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理[J].居业,2025(2):171-174.
- [3]何银华,孙守勇.市政工程施工中的深基坑开挖支护关键技术探究[J].建材发展导向,2025,23(15):43-45.
- [4]王成.民用建筑工程深基坑土方开挖施工技术的优化和实践[J].中国建筑装饰装修,2025(4):120-122.
- [5]郑轩.市政工程中深基坑开挖支护技术的重要性及应用分析[J].中国建筑金属结构,2025,24(5):34-36.