

# 基坑支护技术在建筑工程施工中的施工工艺研究

李小兰

武汉市洪山区市政工程质量安全中心 湖北 武汉 430071

**摘要：**本文聚焦基坑支护技术在建筑工程施工中的施工工艺，首先阐述了选型依据，涵盖地质条件、基坑深度与周边环境、施工周期与经济性要求。研究关键施工工艺，包括施工前准备、核心工艺流程及施工过程监测与动态调整。并且分析常见质量问题、安全问题与环境影响问题，并提出应对措施与优化建议。旨在为基坑支护施工提供全面指导，提升施工安全性与质量，保障工程顺利推进。

**关键词：**基坑支护技术；施工工艺；稳定性分析；工程应用

引言：在建筑工程施工中，基坑支护技术是保障地下结构安全与周边环境稳定的关键要素。随着城市建设向深层化、复杂化发展，基坑支护面临着地质条件多变、周边环境敏感、施工要求严苛等多重挑战。如何科学选型支护技术、精准把控施工工艺、有效防控质量安全隐患，成为行业关注的焦点。本文将从选型依据、施工工艺、常见问题及应对策略等方面展开系统研究，为基坑支护工程实践提供参考。

## 1 基坑支护技术选型依据

### 1.1 地质条件

地质条件是基坑支护技术选型的核心基础，关乎支护结构承载与稳定性。土层分布分层明显，表层多为1-3米厚的杂填土或素填土，土质松散、承载力低；中部是5-10米厚的粉质黏土或粉土，有一定黏结力和承载力；深层为颗粒密实但透水性强的砂土或圆砾层。地下水位影响支护防水设计，水位高需考虑抗渗，在开挖深度内要配套降水或截水措施。岩土力学参数中的黏聚力、内摩擦角、压缩模量等指标至关重要，黏聚力高、内摩擦角大的土层对支护结构侧向压力较小，可选用相对简化的支护形式；而黏聚力低、内摩擦角小的软土地层，侧向土压力大，需采用刚度更大的支护结构，确保基坑开挖过程中不出现坍塌或过大变形。

### 1.2 基坑深度与周边环境

基坑深度与周边环境是关键约束，决定支护结构安全等级和刚度要求。深度不同，侧向土压力差异大，浅基坑（小于5米）侧向土压力小，支护形式选择多；深基坑（超过10米）侧向土压力非线性增长，要用抗侧移刚度大的结构。周边环境复杂程度影响设计方案，邻近老旧建筑要控制沉降；有重要市政管线要精确控制位移防破损；临近城市主干道要保障通行安全、减少干扰，选施工周期短、影响小的支护技术并设专项防护<sup>[1]</sup>。

### 1.3 施工周期与经济性要求

施工周期与经济性要求是基坑支护技术选型的重要现实考量，二者需实现合理平衡。施工周期要求直接影响支护技术的选择，对于工期紧张的工程项目，需选用施工效率高、工序简便的支护形式，如土钉墙支护，其施工无需大型机械设备，工序衔接紧凑，可快速完成支护作业；而对于工期宽松的项目，可根据地质条件等因素选择支护效果更优但施工周期较长的技术，如地下连续墙，其施工工序多、周期长，但支护稳定性和抗渗性优异。经济性要求需综合考虑支护材料、机械设备、人工成本及后期维护费用，排桩支护采用钢筋混凝土灌注桩，材料和施工成本相对适中，适用于多数常规基坑工程；SMW工法采用型钢和水泥土搅拌桩组合，型钢可回收重复利用，能有效降低材料成本，符合经济性要求；地下连续墙因施工工艺流程复杂、材料消耗大，成本相对较高，通常在深基坑或复杂环境下才优先选用，确保在满足安全要求的前提下实现成本最优。

## 2 基坑支护施工工艺关键技术研究

### 2.1 施工前准备阶段

施工前准备阶段是基坑支护施工顺利开展的基础，需全面细致推进各项工作。首先要开展详细现场勘察，组织专业团队采用钻探、原位测试等方法，查明基坑及周边土层分布、岩土力学参数和地下水位情况，绘制地质勘察报告，为设计和施工提供依据。其次要完成施工方案编制，结合地质勘察结果、基坑深度和周边环境，制定针对性方案，明确工艺流程、技术要点、质控标准和安全措施，并组织专家评审，确保方案科学可行。施工场地准备同样重要，需清理障碍物、平整场地、修建临时道路，保障机械通行；布置临时水电管线，确保施工用水用电稳定。另外，要完成材料和机械设备准备，严格检验原材料质量，调试机械设备，保证性能良好，

同时办好施工手续,协调好周边关系,为施工创造良好条件。

## 2.2 核心施工工艺流程

### 2.2.1 排桩支护工艺

排桩支护是常用基坑支护技术,核心流程要严控质量。先测量放线,依设计用全站仪放桩位中心线,标记复核确保偏差合规。接着钻孔,按地质选钻机,黏性土用旋挖钻机干钻,砂土或含地下水地层用泥浆护壁钻孔,垂直度偏差 $\leq 1\%$ ,孔径符合设计。钻孔后及时清孔,用换浆法清除孔底沉渣,厚度 $\leq 50$ 毫米。再制作安装钢筋笼,依图纸加工,保证规格、间距与焊接质量,用起重机吊装居中,防碰孔壁。最后浇筑混凝土,用导管法水下浇筑,强度等级符合设计,连续作业防断桩,做好试块检测强度,浇筑完及时养护,形成连续排桩支护体系。

### 2.2.2 地下连续墙施工工艺

地下连续墙适用于深基坑及复杂环境支护。先导墙施工,用C20混凝土浇筑“L”型导墙,深 $\geq 1.5$ 米,宽比墙厚200毫米,控轴线与标高,拆模后回填防变形。再泥浆制备,依地质选原料配泥浆,比重1.05-1.15,黏度18-25秒。接着槽段开挖,用液压抓斗式挖槽机分段挖,及时补浆,液面高于水位1米防坍塌,用超声波测垂直度,偏差 $\leq 1/300$ 。开挖后清槽换浆,用空气吸泥法除沉渣至 $< 100$ 毫米,置换泥浆<sup>[2]</sup>。然后吊放钢筋笼,分节制作焊接,专用吊具保持水平缓慢放入。最后用导管法水下浇筑混凝土,导管间距 $\leq 3$ 米,速度2-3米/小时,形成连续支护结构。

### 2.2.3 土钉墙施工工艺

土钉墙施工简便、成本低,适用于浅基坑。先基坑开挖,按“分层开挖、分层支护”原则,每层深1.5-2米,宽依设计,人工或小型设备作业防超挖扰动土层。开挖后修整坡面,人工平整压实,坡度合规,平整度偏差 $\leq 50$ 毫米。接着土钉钻孔,依设计间距和角度用锚杆钻机钻孔,直径100-150毫米,角度10-20度,深满足设计,清理残渣。再制作安装土钉,用HRB400级钢筋,设定位支架居中插入。随后注浆,用水泥浆或砂浆,压力0.3-0.5MPa,充满孔体后封堵孔口。最后铺钢筋网、喷射混凝土,钢筋网与土钉可靠连接,混凝土强度 $\geq C20$ ,厚80-100毫米,分两次喷射,形成完整支护体系。

### 2.2.4 SMW工法施工工艺

SMW工法是新型支护技术,结合水泥土搅拌桩与型钢优势。先测量放线,依设计用全站仪放搅拌桩轴线和桩位,标记复核,偏差 $\leq 50$ 毫米。接着搅拌桩机就位,

调垂直度,钻杆偏差 $\leq 1\%$ ,预检合格后施工。再水泥浆制备,用P.O42.5级水泥,水灰比0.8-1.0,搅拌 $\geq 2$ 分钟,控用量。钻孔搅拌时,桩机匀速前进,下沉速度0.8-1.0米/分钟,提升0.5-0.8米/分钟,使水泥浆与土体充分混合。搅拌完及时插入型钢,用起重机吊至桩位,调垂直度和标高,缓慢插入,深度合规后临时固定。最后养护,水泥土搅拌桩养护 $\geq 28$ 天,期间防撞型钢,确保支护结构达设计强度。

## 2.3 施工过程监测与动态调整

施工过程监测与动态调整是保障基坑支护施工安全的关键环节,需建立完善的监测体系并及时调整施工方案。监测内容需全面覆盖支护结构及周边环境,包括支护桩或连续墙的水平位移和沉降监测,采用全站仪和水准仪定期观测,水平位移监测频率在开挖期间每天1-2次,沉降监测精度控制在 $\pm 1$ 毫米;土钉或锚杆的拉力监测,采用拉力计进行检测,确保拉力值在设计允许范围内;地下水位监测,设置水位观测井,每天观测水位变化,及时掌握降水效果;周边建筑沉降和倾斜监测,在建筑关键部位设置监测点,采用精密水准仪和倾斜仪观测,避免建筑沉降或倾斜超标;周边道路及管线沉降监测,沿道路和管线布置监测点,定期观测并分析沉降数据。监测数据需及时整理分析,建立数据台账,绘制监测曲线,当监测数据接近预警值时,及时发出预警信号,组织技术人员分析原因。动态调整措施包括调整开挖速度和顺序,减缓开挖进度或采用分段开挖方式;优化支护参数,如增加锚杆数量或提高注浆压力;加强降水或截水措施,控制地下水位变化;对周边建筑或管线采取加固措施,如设置注浆加固区。通过实时监测和动态调整,确保基坑施工全过程安全稳定。

## 3 基坑支护施工中的常见问题与对策

### 3.1 质量问题

基坑支护施工中常见的质量问题多样,需精准识别并分析成因。排桩支护施工中易出现桩身混凝土强度不足问题,主要因混凝土配合比不准确、搅拌不均匀或浇筑过程中出现离析所致,部分桩体存在蜂窝、麻面等缺陷,影响桩体承载能力;地下连续墙施工易出现槽壁坍塌和墙体接缝渗漏问题,槽壁坍塌多因泥浆比重不足、液面过低或开挖速度过快引发,墙体接缝渗漏则是因接缝清理不彻底、混凝土浇筑不密实导致;土钉墙施工中常存在土钉锚固力不足、喷射混凝土强度不够问题,土钉锚固力不足与钻孔深度不够、注浆不饱满有关,喷射混凝土强度不够则是因原材料质量不合格或喷射工艺不当造成;SMW工法施工易出现水泥土搅拌不均匀、型钢

插入深度不足问题,搅拌不均匀影响支护结构整体性,型钢插入深度不足降低支护刚度<sup>[3]</sup>。

### 3.2 安全问题

基坑支护施工中的安全问题直接威胁施工人员生命和财产安全,需高度重视并防控。深基坑开挖过程中易发生基坑坍塌事故,多因支护结构未达到设计强度提前开挖、开挖顺序不当或基坑周边堆载超标引发,坍塌事故会造成施工设备损坏和人员伤亡;高处坠落事故也是常见安全隐患,基坑周边临边防护栏杆设置不规范、防护高度不足或栏杆间距过大,施工人员在基坑边缘作业时易发生坠落;施工机械伤害事故时有发生,钻机、起重机等机械设备作业时,操作人员未按规程操作、机械未及时检修或作业半径内有无关人员停留,都可能导致机械伤害;触电事故风险存在于临时用电环节,电线老化破损、配电箱未接地或违规接线,易引发触电事故。

### 3.3 环境影响问题

基坑支护施工过程中易产生多种环境影响问题,对周边生态和居民生活造成干扰。施工扬尘是主要大气污染源,土方开挖、钻孔作业及建筑材料运输过程中会产生大量扬尘,尤其是在干燥天气下,扬尘扩散范围广,导致周边空气质量下降,影响居民身体健康;施工噪声污染严重,钻机、搅拌桩机、起重机等机械设备作业时产生的噪声强度高,部分设备噪声超过85分贝,夜间施工噪声会严重影响周边居民休息,引发居民投诉;施工废水排放污染水资源,钻孔泥浆废水、混凝土养护废水及雨水冲刷形成的泥水,若未经处理直接排放,会污染周边土壤和地下水,导致水体浑浊、水质下降;固体废弃物污染不容忽视,施工过程中产生的废泥浆、碎混凝土块、废钢筋等固体废弃物,若随意堆放或处置不当,会占用土地资源,污染土壤环境。

### 3.4 应对措施与优化建议

针对基坑支护施工中的质量、安全及环境影响问题,需采取针对性应对措施并提出优化建议。质量控制方面,严格把控原材料质量,建立材料进场检验制度,对钢筋、水泥等关键材料进行抽样检测;优化施工工艺,排桩施工确保混凝土浇筑连续均匀,地下连续墙

施工加强泥浆管理和接缝处理,土钉墙施工保证注浆饱满,SMW工法提高搅拌均匀度;加强施工过程质量检查,采用超声波检测桩身完整性,对关键工序实行旁站监理。安全管理方面,完善安全防护措施,基坑周边设置1.2米高防护栏杆并挂安全网,机械设备定期检修并规范操作流程,临时用电采用三级配电、二级保护制度;制定应急预案,针对坍塌、触电等事故制定应急处置方案,定期组织应急演练<sup>[4]</sup>。环境治理方面,采取降尘措施,土方作业洒水降尘、运输车辆加盖篷布,设置扬尘监测设备;控制施工噪声,选用低噪声机械设备,夜间禁止高噪声作业,设置噪声屏障;处理施工废水,建立沉淀池处理泥浆废水,达标后再排放;分类处置固体废弃物,可回收材料回收利用,其他废弃物运至指定消纳场。优化建议方面,推广新型环保支护技术,如装配式支护结构;采用BIM技术模拟施工,提前预判问题;建立信息化监测平台,实现监测数据实时传输和分析,提升施工管理水平。

### 结束语

基坑支护技术是建筑工程施工的关键环节,其选型、施工工艺及问题应对至关重要。合理选型需综合考量多方面因素,精准施工要严格把控各工艺流程,同时加强监测与动态调整。针对施工中出现的质量、安全与环境问题,需采取有效措施积极应对。未来,应持续探索创新,推广新技术、新方法,提升基坑支护技术水平,为建筑工程的高质量建设提供坚实保障。

### 参考文献

- [1]罗志涛.拉森钢板桩施工技术在建筑工程深基坑支护中的应用[J].大众标准化,2024,(21):125-127.
- [2]李花卉.深基坑支护施工技术在房屋建筑工程施工中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(31):120-122.
- [3]李亮荣.深基坑支护技术在建筑工程施工中的应用[J].产业科技创新,2022,4(04):59-61.
- [4]朱扬,张田庆,庞拓,郭瑞兴,董远超.深基坑支护技术在建筑工程施工中的运用策略分析[J].中国住宅设施,2021(08):103-104+108.