

# 建筑工程中深基坑支护施工方法分析

杨志强

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450001

**【摘要】**：为保障建筑工程深基坑结构稳定性，提升深基坑施工安全性与规范性，本文以建筑工程深基坑支护施工技术为研究对象，系统梳理排桩支护、地下连续墙、土钉墙、锚杆支护、钢板桩五种主流支护施工技术的工艺原理、施工流程与适用场景，对比各类技术的优劣特性。研究表明，不同支护技术在基坑适配深度、地质条件、施工成本及环境影响上差异显著，单一支护技术难以适配复杂施工工况，需结合现场条件科学选型、灵活组合。本文总结了施工勘察设计、工艺管控、边坡维稳、动态监测四大质量安全控制措施，得出因地制宜选取支护方案、全过程精细化管控是保障深基坑施工安全的核心关键，可为同类建筑深基坑工程施工提供技术参考与实践借鉴。

**【关键词】**：建筑工程；深基坑；支护；施工方法

DOI:10.12417/2811-0528.26.13.088

## 引言

现如今，我国各大城市高层及超高层建筑工程数量持续增长，深基坑工程已成为建筑基础施工的关键核心工序。现阶段城市施工场地愈发狭窄，周边密集分布既有建筑物、市政道路与地下管线，对深基坑施工的安全性、环保性提出了更高标准要求。深基坑支护作为临时防护支撑体系，可有效抵御土体压力、防范边坡坍塌、控制基坑变形，是保障基坑开挖与地下结构施工顺利开展的关键。若支护施工工艺不当、方案选型失误，极易引发边坡滑移、土体渗漏、地面沉降等安全事故，造成工期延误与经济损失。基于此，本文结合工程实践，深入分析各类主流深基坑支护施工技术，梳理质量安全管控要点，结合实际工程验证技术应用效果，为优化深基坑支护施工方案提供支撑。

## 1 建筑工程中常见的深基坑支护施工方法

### 1.1 排桩支护施工技术

排桩支护是现代建筑深基坑工程最为常见的一种刚性支护技术，其主要通过在基坑周边间隔布设钻孔灌注桩、旋挖桩等钢筋混凝土桩体，形成连续挡土支护结构，依托桩体刚度抵御侧向土压力，保障基坑边坡稳定。该技术施工流程为：场地平整-测量放线-钻机就位-成孔清孔-钢筋笼吊装-混凝土浇筑-桩体养护，若施工中遇到止水需求较高的工况，可搭配桩间止水帷幕组合施工<sup>[1]</sup>。排桩支护整体刚度大、基坑变形控制好、施工噪音小，对周边土体扰动低，适配黏土、砂土、粉质黏土等大多数地质条件，可应用于中深度大型基坑工程。但其施工周期相对较长，桩间天然缝隙止水性能较差，复杂水文地质条件下需增设辅助止水结构，综合施工成本中等。为清晰区分各类支护技术差异，现将五种主流支护技术参数对比整理如下表1。

表1 常见深基坑支护技术对比分析表

支护技术	适用基坑深度	核心优势	主要短板	适用工况
排桩支护	6-20m	刚度大、变形小、扰动低	桩间止水差、工期较长	中深基坑、普通土质、周边环境敏感
地下连续墙	10-30m	止水防渗好、整体性强、稳定性高	成本高、工艺复杂、设备要求高	超深基坑、软土地基、高地下水工况
土钉墙支护	≤12m	施工快捷、成本低廉、工期短	柔性支护、抗变形能力弱	浅中层基坑、土质良好、无密集管线
锚杆支护	8-25m	锚固力强、可联合支护、变形可控	对土层承载力要求高	中深基坑、硬质土层、大跨度基坑
钢板桩支护	≤15m	可循环利用、施工快、止水较好	刚度小、易变形、噪音较大	临时支护、浅中基坑、狭小场地

### 1.2 地下连续墙支护施工技术

地下连续墙支护模式主要适用于超深和复杂基坑的高强度支护，该技术是借助专业成槽设备在基坑周边开挖狭长槽段，采用泥浆护壁防护槽壁坍塌，完成钢筋笼吊装安放后，水下浇筑混凝土，逐段施工形成连续完整的钢筋混凝土墙体，兼具挡土、止水、承重多重功能。其施工工序为：场地硬化-导墙施工-成槽开挖-泥浆置换-清槽验收-钢筋笼安装-混凝土浇筑-墙段接头处理。该技术整体结构性、稳定性极强，墙体防

渗止水效果优异,土体变形控制精度高,施工对周边建筑与管线影响极小,可适配软土、流沙、高地下水等复杂地质<sup>[2]</sup>。但施工工艺繁琐,对施工设备、操作人员技术水平要求极高,材料与施工成本高昂,施工周期长,一般仅应用于超深基坑、城市核心区敏感工况等高标准工程。

### 1.3 土钉墙支护施工技术

土钉墙属于一种比较常见的柔性轻型支护方法,即在基坑边坡土体中打入密集土钉,结合注浆加固改良土体性能,搭配坡面喷射钢筋混凝土面层,将边坡土体与支护结构融为一体,形成自稳防护体系,依托土体自身强度与土钉锚固力抵御土压力。其施工流程简单,主要包含边坡修坡、钻孔、土钉植入、压力注浆、挂网喷射混凝土、面层养护。该技术施工期间无需大型设备、施工速度快、工程造价低、场地适应性强,是浅中层基坑性价比极高的支护方案。但土钉墙支护刚度较低,抗变形、抗渗能力有限,不适用于淤泥质软土、高地下水位、超深基坑工况,且施工过程中边坡裸露时间较长,暴雨天气易出现坡面冲刷、局部坍塌问题,仅适用于土质均匀、承载力良好的浅层基坑工程。

### 1.4 锚杆支护施工技术

具体施工中,锚杆支护常与排桩、地下连续墙等刚性支护结构配套使用,核心原理为通过钻孔向深部稳定土层植入锚杆杆件,注浆固结形成锚固段,借助锚杆张拉预应力抵消基坑侧向土压力,约束支护结构变形,提升整体稳定性。其关键施工工序为测量定位、钻孔清孔、锚杆安装、压力注浆、张拉锁定、封孔养护。该技术锚固承载力强、受力性能稳定,可有效控制基坑深层变形,不占用基坑内部施工空间,适配大跨度、中深度基坑工程<sup>[3]</sup>。锚杆支护对土层承载力要求较高,软弱松散土层易出现锚固失效问题,且施工需精准控制张拉应力,应力过大易造成支护结构受损,应力过小则无法达到控形维稳效果,施工精度管控要求严格。

### 1.5 钢板桩支护施工技术

钢板桩支护多采用U型、Z型拉森钢板桩,通过锁口咬合拼接形成连续封闭的挡土止水墙体,依托钢板桩自身强度抵御土体压力。施工流程为:场地清理-测量放线-导向架安装-液压打桩-围檩安装-基坑开挖,施工完成后可拔除钢板桩循环利用。该技术施工工序简单、作业速度快、工期短,锁口结构止水性能良好,可适配狭小施工场地,材料可回收复用,综合经济性较好<sup>[4]</sup>。但钢板桩整体刚度偏小,深层基坑施工易出现墙体弯曲变形,施工过程中振动、噪音相对较大,对周边敏感建筑有一定影响,多用于浅中层基坑、临时支护工程,不适用于超深基坑及高荷载工况。

## 2 深基坑支护施工质量与安全控制措施

### 2.1 优化前期设计与勘察工作

为保障深基坑最终施工质量,必须认真开展前期设计与勘察工作。首先,全面采集施工区域土层分布、土体承载力、地下水位、渗透系数等数据,精准排查流沙、软土、空洞等不良地质隐患。其次,设计人员需结合基坑深度、施工场地、周边建筑物、地下管线分布情况,综合对比各类支护技术的适配性,杜绝盲目套用标准方案。同时强化支护结构受力验算、变形验算与稳定性验算,针对复杂工况编制多套备选方案,组织专家开展方案论证,优化支护参数。此外,提前预判施工重难点,明确地下水处理、边坡防护等专项施工思路,从设计源头消除支护结构失稳、渗漏、变形等安全隐患,保障方案科学可行、经济合理。

### 2.2 规范现场施工工艺管控

深基坑施工现场管控可从以下几个方面着手:首先,施工前做好技术交底与安全交底,明确操作人员岗位职责、施工流程与质量标准,定期开展技能培训,规范操作行为。其次,严格管控钻孔精度、注浆压力、混凝土配比、张拉应力等核心参数,杜绝钻孔偏位、注浆不饱满、混凝土振捣不密实、锚杆张拉不达标等工艺缺陷<sup>[5]</sup>。再者,加强施工设备日常检修与调试,保障钻机、注浆机、搅拌机等设备稳定运行。另外,落实工序交接验收制度,上道工序验收合格后方可开展下道施工,及时整改工序质量隐患,杜绝违规施工、粗放施工行为。

### 2.3 强化地下水与边坡稳定性管控

根据以往经验,多数深基坑边坡失稳和基坑隆起问题均由地下水所引发,所以必须根据现场水文条件制定针对性的地下水管控方案。如,地下水位较高可采用井点降水、深井降水技术降低基坑内部水位;周边环境敏感、禁止降水的区域应采用止水帷幕、回灌技术阻断地下水渗透,避免周边土体沉降。同时,施工过程中实时清理基坑积水,防止积水浸泡基底土体,降低土体承载力。此外,还需加强边坡实时防护,雨天及时覆盖坡面,防范雨水冲刷、坡面溜塌。

### 2.4 完善施工动态监测与预警体系

深基坑支护施工过程具有较强的动态性,这就需要结合基坑规模与周边环境科学布设监测点位,重点监测支护结构水平位移、基坑周边地面沉降、地下水位、周边建筑物倾斜、管线变形等核心指标。同时,安排专人定时采集监测数据,实时整理分析数据变化规律,精准预判基坑稳定性变化趋势<sup>[6]</sup>。此外,制定分级预警机制,设定监测数据阈值,当数据出现异常波动、超出预警范围时,立即发出预警信号,暂停基坑开挖作业,快

速排查隐患成因,采取加固支护、降水维稳、卸载减压等处置措施,及时消除安全风险,保障施工全过程安全可控。

### 3 工程案例析

#### 3.1 工程概况

某商住综合体项目深基坑工程项目地处城市核心区域,施工场地狭小,周边紧邻居民楼、市政道路及地下给排水、电力管线,施工环境复杂。该项目基坑整体开挖深度13.5m,基坑周长约320m,施工区域土层以粉质黏土、淤泥质土为主,地下水位较高,水文条件复杂,存在土体软弱、易变形、易渗漏等施工难点。项目施工要求严格控制基坑变形,杜绝周边建筑与管线沉降破损,对支护施工的安全性、精准性要求极高。

#### 3.2 支护施工方案选型与施工工艺

基于本工程基坑深度、地质条件与周边环境,综合对比各类支护技术适配性,最终选用排桩+锚杆复合型支护方案,兼顾施工安全性、经济性与场地适配性。主体支护采用旋挖钻孔灌注桩,桩径800mm,桩间距1200mm,桩体嵌入稳定土层深度不少于6m,桩间设置高压旋喷止水帷幕,解决桩间渗漏问题。同时沿基坑竖向布设三道预应力锚杆,锚杆长度18-22m,分层张拉锁定,约束桩体变形。施工严格遵循标准化流程,先完成场地平整与测量放线,逐桩成孔、浇筑养护,待桩体强度达标后分层开挖土体,同步开展锚杆钻孔、注浆、张拉施工,全程把控成孔精度、注浆压力与张拉应力,分层分段完成支护施工,同步布设监测点位,实现施工与监测同步推进。

#### 3.3 施工问题处置与质量控制效果

本工程施工期间出现了以下两个问题:一是浅层淤泥质土层成孔易塌孔,二是局部区域地下水位波动导致桩间轻微渗水。施工单位针对问题及时优化施工工艺,采用泥浆护壁加固孔壁、加密止水帷幕、局部井点降水等措施,快速消除施工隐患。通过落实前期勘察优化、工艺标准化管控、地下水治理、

动态监测预警等措施,本工程基坑施工全程稳定可控。为直观体现管控效果,现将施工前后核心监测指标对比整理如下表2。

表2 施工前后对比分析表

监测指标	预警阈值	施工最大监测值	控制效果评价
支护结构水平位移	≤30mm	18.6mm	变形可控,远低于预警值
周边地面沉降	≤20mm	12.3mm	沉降稳定,无异常沉降
地下水位变化	±500mm	210mm	水位稳定,无渗漏隐患
周边建筑倾斜率	≤0.002	0.0008	建筑稳定,无安全隐患

监测结果显示,各项指标均符合规范标准,基坑无滑移、坍塌、渗漏等问题,周边建筑物、管线完好无损,施工质量与安全达标,工期顺利推进,验证了复合型支护方案与全过程管控措施的可行性与有效性,适配城市复杂工况深基坑施工。

### 3 结语

综上所述,支护作业在建筑工程深基坑工程中发挥着非常重要的作用,支护技术的科学选型与标准化施工直接决定工程整体质量与施工安全。本文系统分析了五种主流深基坑支护技术的工艺特点与适用工况,明确各类技术的优劣差异,总结了勘察设计、工艺管控、边坡维稳、动态监测四大核心管控措施,并结合实际工程验证了复合型支护技术在复杂工况中的应用优势。施工中需坚持因地制宜原则,结合地质、基坑深度、周边环境科学选型,落实全过程精细化管控。未来可结合智能化、绿色化技术,优化支护工艺,推动深基坑支护施工技术提质增效。

#### 参考文献:

- [1] 陈永江.地下工程深基坑支护与换撑技术分析[J].科技视界,2025,15(18):71-73.
- [2] 初琳,王海霞.复杂环境下深基坑支护施工方案设计[J].建设机械技术与管理,2025,38(03):161-163.
- [3] 刘传锋.高层建筑施工深基坑支护加固技术探讨[J].中国住宅设施,2025,(05):70-72.
- [4] 包钊.建筑工程深基坑支护结构变形监测技术[J].四川水泥,2025,(05):150-152.
- [5] 范俊辉,李文华.建筑工程深基坑支护结构选型原则与应用[J].四川建筑,2025,45(02):146-148.
- [6] 尹磊,王泽阳.工程深基坑支护绿色施工技术创新与应用[J].新城建科技,2025,34(04):123-125.