

# 建筑工程建设的深基坑支护施工技术

姜雯文

辽宁方大工程设计有限公司山东分公司 山东 淄博 255000

**摘要:** 本文围绕建筑工程深基坑支护施工技术展开研究, 界定深基坑及支护核心概念, 阐述其理论依据、核心要求与影响因素, 详细分析排桩、地下连续墙、土钉墙、钢板桩四种主流支护技术的施工流程、要点及质量控制措施, 探讨施工全过程质量控制与安全管理方法。研究表明, 科学选型支护技术、严格落实质量安全管控, 能有效防范基坑坍塌等隐患, 兼顾施工安全、经济性与适用性, 为建筑工程深基坑支护施工提供可靠理论与实践参考。

**关键词:** 建筑工程建设; 深基坑支护; 施工技术

引言: 随着建筑工程向高层化、地下化发展, 深基坑施工日益普遍, 其施工安全性直接关系工程全局、周边环境及人员安全。深基坑工程地质水文条件复杂, 受周边建筑物、地下管线等因素影响较大, 支护施工难度高, 若技术应用不当或管控不到位, 易引发坍塌、渗漏等安全事故。因此, 深入研究深基坑支护施工技术, 明确各类技术的适用场景与管控要点, 优化施工方案, 对保障工程顺利推进、降低安全风险、提升施工质量具有重要现实意义。

## 1 深基坑支护施工相关理论基础

### 1.1 深基坑工程核心概念界定

(1) 深基坑的定义与划分标准: 深基坑是指为进行建筑物(构筑物)地下部分施工而开挖的深度较大、地质条件复杂且对周边环境有较大影响的基坑。我国行业标准明确, 基坑深度  $\geq 5\text{m}$  或虽不足  $5\text{m}$ , 但地质条件差、周边有重要建筑物、地下管线等, 均界定为深基坑, 需专项设计、专项施工并严格验收, 划分核心兼顾深度与风险等级。(2) 深基坑支护的核心作用: 核心是为基坑开挖施工提供安全保障, 抵御基坑侧壁土压力、水压力, 防止基坑坍塌、位移, 保护周边建筑物、地下管线、道路的安全; 同时为地下结构施工创造平整、稳定的作业空间, 控制基坑变形在允许范围, 确保施工顺利推进。

### 1.2 深基坑支护施工的理论依据

(1) 土力学基本原理: 是支护施工的核心理论, 主要包括土的应力应变关系、土压力计算(主动土压力、被动土压力、静止土压力)、渗流理论等, 为支护结构选型、尺寸设计提供基础, 指导支护结构承受土体荷载的合理设计。(2) 基坑稳定性分析理论: 重点分析基坑整体稳定性、边坡稳定性、抗倾覆稳定性及抗渗稳定性, 通过计算土体抗滑力矩、抗倾覆力矩等参数, 判断基坑是否存在坍塌风险, 为支护方案优化和施工安全控制提供理

论支撑。

### 1.3 深基坑支护施工的核心要求

(1) 安全性要求: 是首要要求, 需确保支护结构强度、刚度满足要求, 基坑变形、沉降控制在规范允许范围, 杜绝坍塌、渗漏等安全事故, 保障施工人员及周边环境安全。(2) 经济性要求: 在满足安全和适用的前提下, 优化支护方案, 合理选用材料和施工工艺, 控制工程造价, 避免过度设计, 实现安全与经济的平衡。(3) 适用性要求: 支护方案需适配基坑地质水文条件、开挖深度及周边环境, 便于施工操作, 且能适应施工过程中的工况变化, 兼顾施工效率与后期拆除便利性<sup>[1]</sup>。

### 1.4 深基坑支护施工的影响因素

(1) 地质水文因素: 地质条件决定土体稳定性和土压力大小; 地下水位高低、地下水类型影响基坑渗流风险, 易引发流沙、管涌等问题, 直接影响支护方案选型。(2) 周边环境因素: 周边建筑物、地下管线的距离、类型及重要程度, 决定支护结构的变形控制标准; 周边道路通行荷载、施工振动等, 会增加基坑失稳风险, 需针对性采取防护措施。(3) 施工工艺因素: 支护结构施工精度、开挖顺序、降水措施、回填质量等, 直接影响支护效果; 施工过程中违规操作易导致支护结构损坏、基坑变形过大, 引发安全隐患。

## 2 建筑工程深基坑支护主要施工技术应用

### 2.1 排桩支护施工技术

(1) 排桩支护的类型与适用范围: 排桩支护由多根独立桩体排列组成, 主要分为钻孔灌注桩、人工挖孔桩、预制钢筋混凝土桩三类, 其中钻孔灌注桩因施工便捷、适应性强, 应用最广泛。其适用于地下水位较高、地质为砂土或粉质黏土的深基坑, 支护深度  $5\text{--}15\text{m}$ , 尤其适合周边有建筑物、地下管线, 对基坑变形控制要求中等的工程, 可单独使用, 也可与止水帷幕配合提升抗渗效果。

(2) 排桩支护的施工流程与关键点: 施工流程依次为测量放线→钻机就位→钻孔→清孔→钢筋笼制作与安装→混凝土浇筑→桩头处理。关键点在于, 钻孔垂直度偏差需控制在1%以内, 避免桩体倾斜影响支护效果; 清孔后沉渣厚度不超过50mm, 防止影响桩体与土体的结合力; 混凝土浇筑需连续进行, 避免出现断桩隐患, 钢筋笼安装需定位准确、固定牢固, 防止浇筑过程中移位<sup>[2]</sup>。(3) 排桩支护的质量控制措施: 严格把控原材料质量, 钢筋、混凝土等材料进场时需进行验收, 抽样检测合格后方可使用; 加强钻孔过程中的实时监测, 及时调整钻机角度, 确保钻孔质量; 混凝土浇筑后需按规范进行养护, 养护时间不少于14天, 保障桩体强度; 成桩后采用低应变法或超声波法进行桩身完整性检测, 对不合格桩及时采取补桩、加固等处理措施。

## 2.2 地下连续墙支护施工技术

(1) 地下连续墙的特点与适用场景: 地下连续墙具有刚度大、抗渗性强、支护深度深、对周边环境扰动小等显著特点, 兼具支护与防水双重功能, 既能作为基坑支护结构, 也可作为地下主体结构的一部分重复利用。其适用场景主要为深度  $\geq 10\text{m}$  的深基坑、地质条件复杂(如软土、流沙层)的基坑, 以及周边有重要建筑物、地下管线, 对基坑变形和渗流控制要求较高的工程项目。(2) 地下连续墙的施工工艺与操作规范: 施工工艺为测量放线→导墙施工→泥浆制备→槽段开挖→清槽→钢筋笼吊放→混凝土浇筑→接头处理。操作规范要求, 导墙强度需达标, 轴线偏差不得超过50mm, 起到定位和挡土作用; 泥浆比重控制在1.05-1.15, 确保槽壁稳定; 槽段开挖垂直度偏差  $\leq 3\%$ , 清槽后槽底沉渣厚度符合设计要求; 混凝土浇筑采用导管法, 导管理深控制在2-6m, 避免出现夹泥、断桩问题。(3) 地下连续墙施工中的常见问题及解决对策: 常见问题主要有槽壁坍塌、接头渗漏、混凝土夹泥。槽壁坍塌可通过优化泥浆性能、放缓开挖速度、缩短槽段暴露时间解决; 接头渗漏需加强接头清理, 采用止水钢板或遇水膨胀止水条进行密封处理; 混凝土夹泥需确保清槽彻底, 浇筑时保持导管连续埋入, 避免导管脱节, 同时加强浇筑过程中的振捣, 确保混凝土密实<sup>[3]</sup>。

## 2.3 土钉墙支护施工技术

(1) 土钉墙支护的工作原理: 土钉墙支护是将土钉植入基坑边坡土层中, 通过土钉与土体之间的摩擦力和粘结力, 将土体与土钉形成复合受力体系, 利用土钉的抗拔力和土体的抗剪强度, 共同抵抗土压力和水压力, 约束边坡土体变形, 防止边坡坍塌, 从而实现基坑支护的

目的, 适用于坡度较缓的基坑支护工程。(2) 土钉墙支护的施工步骤与技术要求: 施工步骤为边坡开挖→修坡→土钉钻孔→土钉安装→注浆→铺设钢筋网→喷射混凝土。技术要求包括, 土钉的间距、长度需严格按照设计要求执行, 钻孔角度控制在 $10^{\circ}$ - $20^{\circ}$ ; 注浆需饱满, 注浆压力控制在0.3-0.5MPa, 确保土钉与土体紧密结合; 喷射混凝土厚度为80-100mm, 强度等级不低于C20, 喷射过程中需均匀密实, 避免出现空鼓、裂缝<sup>[4]</sup>。(3) 土钉墙支护的稳定性检测方法: 主要包括土钉抗拔力检测和边坡位移监测。土钉抗拔力检测抽样比例不低于1%, 且不少于3根, 检测值需满足设计要求, 不合格土钉需进行补打或加固; 边坡位移采用水准仪、测斜仪进行实时监测, 监测频率随施工进度调整, 当位移速率超过规范限值时, 需立即暂停施工, 采取增设土钉、喷射混凝土等加固措施。

## 2.4 钢板桩支护施工技术

(1) 钢板桩的类型与选型原则: 常用钢板桩类型有拉森钢板桩、槽钢钢板桩, 其中拉森钢板桩因防水性好、强度高、拼接紧密, 在工程中应用最为广泛。选型原则需结合基坑深度、地质条件、周边环境及工程造价, 优先选用强度高、防水性好、可重复利用的钢板桩, 确保其抗弯、抗剪能力满足支护要求, 同时兼顾施工便捷性和经济性。(2) 钢板桩支护的施工流程与安装要点: 施工流程为测量放线→钢板桩整理→打桩设备就位→钢板桩打设→钢板桩连接→支护加固。安装要点为, 钢板桩垂直度偏差不得超过1%, 打设过程中需避免桩体倾斜、扭曲; 相邻钢板桩拼接需紧密, 缝隙不超过3mm, 必要时采用密封材料填充, 防止漏水; 打设完成后, 需及时进行支护加固, 确保钢板桩稳定性。(3) 钢板桩的拔除工艺与注意事项: 拔除流程为拆除支护连接件→振动拔桩→清理桩体。注意事项包括, 拔除前需确认基坑回填质量达标, 避免拔桩导致周边土体沉降; 拔桩顺序需遵循从下游向上游、从中间向两侧的原则, 采用振动锤辅助拔桩, 减少对周边环境的扰动; 拔除的钢板桩需及时清理表面泥土、锈蚀, 进行保养维护, 便于后续重复利用。

## 3 建筑工程深基坑支护施工质量控制与安全管理

### 3.1 施工质量控制体系构建

(1) 质量控制目标与原则: 质量控制目标是确保支护结构强度、刚度、抗渗性符合设计及规范要求, 基坑变形、沉降控制在允许范围, 杜绝质量隐患, 保障后续施工安全。核心原则遵循“预防为主、全员参与、全程控制、持续改进”, 既要满足安全性和适用性要求, 也要兼顾经济性, 做到事前预防、事中控制、事后验收闭环管理。(2) 质量控制的组织架构与职责分工: 建立“项

目经理牵头、技术负责人主导、质量员监督、施工班组落实”的三级组织架构。项目经理对整体质量负总责；技术负责人负责编制质量控制方案、技术交底及现场指导；质量员负责全过程质量检查、检测及隐患整改跟踪；施工班组负责按规范及交底要求施工，落实质量控制措施，确保每道工序达标。

### 3.2 施工全过程质量控制要点

(1) 施工前准备阶段质量控制：重点核查施工图纸、地质勘察报告，编制专项施工方案并经审批；严格检验原材料（钢筋、混凝土、钢板桩等）质量，做好进场验收和抽样检测；平整施工场地、调试施工设备，确保设备性能达标；对施工人员进行技术交底和质量培训，明确质量控制要点。(2) 施工过程中质量控制：全程把控各工序质量，重点监测钻孔、注浆、混凝土浇筑、土钉安装等关键工序，及时纠正施工偏差；加强对支护结构尺寸、垂直度、混凝土强度的检测；做好施工记录，确保每道工序可追溯；针对地下水位变化、地质异常等情况，及时调整施工方案，防范质量隐患。(3) 施工完成后质量验收：按照规范要求进行分项、分部工程验收，重点检查支护结构完整性、桩身质量、渗流情况及基坑变形数据；验收合格后方可进入下一道工序；整理质量验收资料，包括施工记录、检测报告、隐蔽工程验收记录等，形成完整的质量档案<sup>[5]</sup>。

### 3.3 深基坑支护施工安全管理

(1) 安全风险识别与评估：全面识别施工中的安全风险，主要包括基坑坍塌、边坡滑坡、流沙管涌、高空坠落、机械伤害、触电等；采用定性与定量结合的方法评估风险等级，对高风险环节（如深基坑开挖、起重作业）制定专项防控措施，明确风险管控责任人及管控时限。(2) 安全防护措施与应急预案：落实安全防护措施，基坑周边设置防护栏杆、警示标志及排水设施，高空作业人员佩戴安全防护用品，施工机械规范操作；制定完善的应急预案，针对基坑坍塌、涌水等突发事件，明确应急组织机构、应急物资、应急响应流程及处置措施，定期开展应急演练，提升应急处置能力。

### 3.4 施工质量与安全常见问题及整改措施

(1) 常见质量隐患及整改方法：常见隐患有桩身混凝土夹泥、土钉注浆不饱满、支护结构位移超标、渗漏水等。桩身夹泥需凿除不合格部分，重新浇筑混凝土并养护；注浆不饱满需补浆处理，确保注浆压力达标；位移超标需增设支撑或加固支护结构；渗漏水需采用注浆堵水或铺设止水帷幕，控制渗漏范围。(2) 常见安全事故及处置方案：常见安全事故有基坑坍塌、高空坠落、机械伤害等。基坑坍塌立即停止施工，组织人员疏散，采用沙袋回填、增设临时支撑等措施控制坍塌范围，防止事故扩大；高空坠落立即抢救受伤人员，送往医院救治，排查防护设施隐患并整改；机械伤害立即停止机械运行，切断电源，救治受伤人员，检修机械并对操作人员进行安全教育。

### 结束语

综上所述，建筑工程深基坑支护施工技术是保障地下工程安全的核心，需结合地质水文条件、周边环境及工程需求，科学选用支护技术，严格遵循施工规范。施工中应构建完善的质量控制体系，强化全过程安全管理，及时排查整改质量安全隐患，实现安全与经济的平衡。未来需结合工程实践持续优化技术工艺，提升支护施工的智能化、精细化水平，为各类建筑工程深基坑施工提供更高效、安全的技术支撑。

### 参考文献

- [1]郑峰.浅谈建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理[J].建筑与装饰,2022(1):114-116.
- [2]吴超.建筑工程深基坑土方开挖及支护施工技术[J].建筑与装饰,2022(23):127-129.
- [3]杨永杰.高层建筑深基坑支护施工实例[J].中国建筑金属结构,2022(5):72-74.
- [4]侯凯凯.建筑工程建设的深基坑支护施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(6):109-111.
- [5]赵猛.深基坑支护施工技术在建筑工程施工中运用分析[J].陶瓷,2025,(2):210-212.