

建筑工程施工时深基坑支护的施工技术

孙 昊 刘陈刚 朱仕彬

北京首钢股份有限公司 河北 唐山 064400

摘 要：深基坑支护工程是建筑工程中的关键基础工程，旨在确保基坑挖掘过程中周围土体的稳定性与安全性。该技术涉及支护结构设计、施工技术及监测等多个方面，需根据地质、水文及环境等因素综合考虑。常用支护方法包括地下连续墙、土钉墙、锚杆支护等。施工过程中，需注重防水、变形监测及质量控制，确保支护结构整体稳定。深基坑支护技术不仅关乎建筑安全，还影响周边环境与公共安全，因此施工需严格遵循规范标准。

关键词：建筑工程施工；深基坑支护；施工技术

引言：深基坑支护技术是建筑工程施工中的核心环节，尤其在高层及大型建筑群建设中显得尤为重要。随着城市化进程的加速，基坑深度不断加大，周边环境日益复杂，对深基坑支护技术的要求也随之提高。深基坑支护不仅要确保基坑本身的安全稳定，还需兼顾周边建筑、地下管线及道路的安全。本文旨在深入探讨深基坑支护的施工技术，分析其关键环节，提出优化策略，为建筑工程施工提供技术参考与安全保障。

1 深基坑支护技术概述

1.1 深基坑定义

深基坑工程是指开挖深度大于或等于5m的基坑工程。在实际工程中，即使开挖深度不足5m，但因地质条件复杂（如软土、砂土）、周边存在重要建筑物或地下管线，可能引发严重安全风险的基坑，也需按深基坑工程标准进行设计与施工。

1.2 深基坑支护的重要性

（1）风险防控：深基坑开挖会破坏原有的土体平衡，支护结构能有效抵抗土压力、水压力，防止基坑边坡失稳、涌水涌砂、坍塌等事故，避免对周边道路、建筑及地下设施造成损坏。（2）施工保障：为基坑内部作业创造稳定的空间环境，确保土方开挖、结构施工等工序安全有序进行，减少因地质灾害导致的工期延误和经济损失。

1.3 深基坑支护技术的种类

（1）自立式支护：依靠自身结构强度抵抗土压力，包括悬臂式排桩支护（适用于浅至中深基坑，采用钢筋混凝土桩形成连续挡墙）和水泥搅拌桩挡墙支护（通过水泥与土的化学反应形成柱状加固体，适用于软土地层）。（2）桩锚支护：由支护桩与锚杆组合而成，锚杆深入稳定土层提供拉力，与桩体共同承担荷载，适用于开挖深度较大、周边环境复杂的基坑。（3）喷锚支护：

将锚杆打入土体，配合喷射混凝土形成支护体系，具有施工便捷、成本较低的特点，适用于黏性土、砂土等地质条件。（4）组合型支护：结合多种支护技术的优势，如排桩与锚索组合、土钉墙与截水帷幕组合等，以适应复杂地质和工程要求，提高支护安全性与经济性^[1]。

2 建筑工程施工深基坑支护施工技术的关键环节

2.1 地质勘察

（1）全面查明地质条件：通过钻探、原位测试、室内试验等手段，详细探明基坑范围内的地层分布规律，明确各土层的物理力学性质（如黏聚力、内摩擦角、重度等）；查清岩性变化特征，判断是否存在断层、破碎带等不良地质构造；同时，重点掌握水文地质条件，包括地下水位埋深、含水层厚度、渗透系数及地下水补给与排泄情况，为降水排水方案设计提供依据。（2）评估地质环境影响：结合勘察数据，分析地质条件对基坑稳定性的潜在威胁。例如，软土地层可能导致基坑边坡产生较大沉降，砂土地层在动水压力作用下易引发涌砂现象，岩溶地区需警惕溶洞对支护结构的破坏。此外，还需评估周边建筑物、地下管线、道路等设施与基坑的空间关系，预测施工过程中可能出现的地质灾害风险，为支护方案优化提供参考。

2.2 支护结构设计

（1）选择合适的支护形式：根据地质勘察结果、基坑开挖深度、周边环境敏感程度等因素综合确定支护结构类型。如在软土地层且周边建筑密集区域，可优先选用桩锚支护或组合型支护；对于地质条件较好、开挖深度较浅的基坑，喷锚支护或自立式支护可能更为经济。（2）确定关键结构参数：针对选定的支护形式，精确计算并设定结构参数。以桩锚支护为例，需确定支护桩的直径、间距、入土深度，锚杆的直径、长度、间距及锚固力等；对于水泥搅拌桩挡墙，需明确桩体直径、搭

接宽度及水泥掺量等参数,确保结构能够有效抵抗土压力与水压力。(3)开展结构验算:采用专业计算软件进行支护结构的强度、刚度与稳定性验算,包括抗倾覆验算、抗滑移验算、基坑底抗隆起验算及渗透稳定性验算等。同时,需考虑施工过程中的各种不利工况(如暴雨、振动荷载等),确保支护结构在整个施工周期内均能满足安全要求^[2]。

2.3 土方开挖与支护施工

(1)科学选择开挖方法:根据基坑规模、地质条件及支护形式,采用分层开挖或分台阶开挖方法。分层开挖时,每层开挖厚度不宜过大(通常不超过2m),避免因土体卸载过快导致边坡失稳;分台阶开挖适用于深度较大的基坑,通过设置台阶减少边坡坡度,增强土体稳定性。开挖过程中,需严格控制开挖速度与范围,禁止超挖。(2)严格把控支护施工工艺:支护结构施工需符合规范要求,如排桩施工应保证桩位偏差不超过规范限值,桩身混凝土强度达到设计标准;锚杆施工需确保钻孔精度、注浆饱满度及张拉锁定力符合设计值;喷锚支护中,喷射混凝土的厚度、强度及锚杆的锚固力需逐一检测,确保支护效果。(3)实施实时监测:在基坑施工全过程中,需对基坑边坡位移、沉降、支护结构内力、地下水位变化及周边建筑物、管线的沉降与变形进行实时监测。监测频率应根据施工阶段动态调整,开挖阶段可适当加密(如每天1-2次),当监测数据出现异常(如位移速率突增)时,需立即停止施工,分析原因并采取加固措施(如增加锚杆、回填土方等),防止事故发生。

2.4 降水与排水

(1)选择适宜的降水排水方案:对于潜水含水层,可采用轻型井点、喷射井点等方法降低地下水位;对于承压含水层,需结合管井降水,控制承压水水头高度,避免因水头压力过大导致基坑突涌。排水系统应包括基坑周边的截水沟、坑底排水沟及集水井,确保地表雨水与坑内渗水能够及时排出。(2)确保基坑干燥稳定:降水过程中,需严格控制地下水位降深,使水位始终低于开挖面以下0.5-1.0m,防止因水位波动引发砂土液化或管涌。同时,加强对降水设备的维护与管理,确保水泵正常运行,避免因设备故障导致水位回升。对于富水地层,可在支护结构外侧设置截水帷幕(如水泥土搅拌桩、地下连续墙等),减少地下水补给,提高降水效率,保障基坑施工安全^[3]。

3 建筑工程施工深基坑支护施工中的常见问题与对策

3.1 支护结构失稳

(1)原因分析:地质条件复杂是重要诱因,如存在

未探明的软土夹层、暗浜或断层,土体抗剪强度低,易导致支护结构基底滑移;支护设计不合理,包括支护形式与地质不匹配(如在高水位砂层采用悬臂式支护)、结构参数计算偏差(如锚杆长度不足、桩体配筋不足);施工质量把控不严,如混凝土浇筑出现蜂窝、锚杆注浆不饱满,降低结构实际承载力;土方开挖违规操作,超挖或开挖速度过快,破坏土体与支护结构的受力平衡,引发变形加剧。(2)对策:加强地质勘察,采用钻探与物探结合的方式,全面查明地下隐蔽构造,为设计提供准确参数;优化支护设计,通过软件模拟验算不同工况下的结构受力,必要时采用组合支护形式增强稳定性;严格施工管控,对材料进场和施工工艺全程监督,锚杆张拉前做抗拔试验;强化监测,当位移超限时立即停工,采取回填反压、增设临时支撑等应急措施^[4]。

3.2 地下水控制不当

(1)原因分析:降水方案设计不合理,如井点布置间距过大、滤管埋深不够,无法有效降低地下水位;排水设施维护不到位,集水井堵塞、水泵故障或备用设备不足,导致排水能力不足;对水文地质条件判断失误,忽视承压水水头压力或周边水体补给;截水帷幕施工质量差,如搅拌桩搭接不紧密,形成地下水渗漏通道。

(2)对策:优化降水方案,根据含水层类型选择合适方式,砂层优先用管井降水,黏土层用轻型井点,试降水后调整参数;加强排水设施维护,定期清理集水井,检查水泵运行状态,配备足够备用泵;对富水地层增设截水帷幕,渗漏点用双液注浆封堵;动态监测水位,确保水位低于开挖面0.5-1.0m。

3.3 周边环境受影响

(1)原因分析:基坑变形过大,支护结构位移传递至周边土体,导致地表沉降,使邻近建筑墙体开裂、地下管线断裂;施工噪声(如冲击钻机作业声超90分贝)、振动(如锤击成桩低频振动)超标,干扰居民生活;土方运输扬尘、施工废水乱排,造成环境污染;未提前保护老旧管线、古建筑,土体扰动使其受损。(2)对策:加密周边监测,在建筑墙角、管线接口设监测点,沉降超30mm时采取管线悬吊、基坑外注浆加固;采用低噪声设备,设2.5m高隔声围挡,夜间22点至次日6点停高噪声作业;运输车辆冲洗覆盖,设扬尘监测仪,废水经三级沉淀后回用;施工前排查周边设施,古建筑用钢板桩隔振,老旧管线做防腐加固。

4 优化深基坑支护施工技术的策略

4.1 加强地质勘察工作

(1)提升勘察的准确性和全面性:采用“钻探+物探

+原位测试”的综合勘察方法，扩大勘察范围至基坑外3-5倍开挖深度，加密复杂地段勘察点间距至10-15米。重点查明土层分布、岩性变化、地质构造及地下水赋存状态，通过室内试验精准测定土的物理力学参数（如压缩模量、内摩擦角），对特殊地质（如软土、岩溶）进行专项分析，避免因勘察疏漏留下安全隐患。（2）为设计与施工提供可靠依据：勘察报告需明确标注不良地质体（如暗浜、断层）的位置与规模，分析其对基坑稳定性的影响。针对富水地层，提供详细的水文地质参数（如渗透系数、水位动态），为支护结构选型和降水方案设计提供直接数据支撑，确保技术方案与实际地质条件高度匹配。

4.2 完善支护结构设计

（1）合理选择支护结构形式：结合基坑深度、地质条件及周边环境特点，科学选用支护类型。如软土地层且周边建筑密集时，优先采用桩锚支护或地下连续墙；地质条件较好的中浅基坑，可选用喷锚支护以降低成本。对复杂场地，采用组合支护形式（如排桩+锚索+截水帷幕），发挥不同结构的协同受力优势。（2）强化结构计算与验证：运用专业软件（如理正深基坑、PLAXIS）进行三维受力分析，验算支护结构的抗倾覆、抗滑移及整体稳定性，重点核算桩径、锚杆长度、支撑间距等关键参数。引入动态设计理念，根据施工过程中的监测数据及时调整设计，确保结构在各种工况下均能满足安全与变形要求。

4.3 优化施工方案

（1）制定详细施工方案：明确“分层开挖、分层支护、限时开挖、及时支护”的施工原则，细化各工序流程，如每层开挖厚度控制在1.5-2米，支护施工滞后开挖面不超过24小时。针对关键工艺（如锚杆注浆、混凝土喷射）制定操作标准，明确水泥浆水灰比、喷射混凝土厚度等指标，确保工序衔接有序。（2）加强质量与安全管理：建立材料进场检验制度，对钢筋、水泥等主材进行

性能检测；施工中采用旁站监督，重点检查支护结构的尺寸、强度及节点连接质量。施工现场设置安全警示区，配备应急物资（如钢管支撑、沙袋），定期开展安全巡查，对违规操作及时制止，防范坍塌、涌水等事故。

4.4 提高施工人员的专业技能和安全意识

（1）加强培训与教育：组织地质知识、支护工艺、规范标准等理论培训，结合案例分析讲解施工难点。开展实操训练，针对钻机操作、锚杆张拉等关键工序进行现场考核，确保施工人员熟练掌握操作技能，考核合格后方可上岗。（2）提升安全意识与操作水平：通过安全事故案例警示教育、应急演练等活动，强化施工人员的风险防范意识，使其熟练掌握避险措施。推行“师徒制”带教模式，规范操作流程，减少因人为失误导致的质量安全问题，确保支护施工技术得到有效落实。

结束语

综上所述，深基坑支护技术在建筑工程施工中扮演着至关重要的角色，其复杂性和挑战性要求施工人员具备高度的专业技能和严谨的工作态度。通过科学的地质勘察、合理的支护结构设计、精细的施工管理以及全面的监测预警，可以显著提升深基坑支护的安全性和经济性。未来，随着技术的不断进步和创新，深基坑支护技术将朝着更智能化、高效化的方向发展，为建筑工程的安全稳定提供更有力的保障。

参考文献

- [1]禹泽云.高层建筑施工深基坑支护加固技术研究[J].建筑技术,2024,(05):54-55.
- [2]冉利元.建筑工程建设的深基坑支护施工技术[J].建筑技术研究,2023,6(2):85-87.
- [3]刘明.对土建基础施工中的深基坑支护施工技术的探析[J].工程技术研究,2023,5(2):31-32.
- [4]范玉红.建筑工程施工中深基坑支护施工技术管理探讨[J].居业,2025,(14):171-172.