

建筑工程施工中深基坑支护的施工技术

周 浩

河北建设集团股份有限公司 河北 保定 072250

摘 要：本文聚焦建筑工程施工中深基坑支护的施工技术。概述深基坑支护工程重要性、特点与发展趋势，阐述土钉墙、护坡桩、土层锚杆等支护技术类型及适用条件。分析施工前准备、支护结构设计选材、施工工艺与方法、施工安全与环境保护等关键要素，探讨质量控制体系建立、关键工序质量检测与验收以及实时监测技术应用，为深基坑支护施工提供全面技术参考。

关键词：建筑工程；深基坑支护；施工技术

1 深基坑支护工程概述

深基坑支护工程是建筑工程中保障地下结构施工安全与周边环境稳定的核心环节。在城市化快速推进的当下，高层建筑与地下空间开发规模急剧扩张，深基坑工程深度与复杂程度与日俱增。其核心目标在于，通过科学合理的支护结构体系与先进施工技术，对基坑侧壁及周边环境实施有效支挡、加固与保护，防止基坑失稳、周边建筑物沉降、地下管线破坏等事故发生。该工程具有显著的区域性与复杂性特征。不同地区地质条件千差万别，软土、黄土、岩石等地质环境下的支护方案需因地制宜。同时周边建筑物、地下管线、交通状况等因素也需纳入综合考量，施工方案设计与组织面临诸多挑战^[1]。近年来，深基坑支护技术不断创新，装配式支护结构、智能化监测系统等新技术、新材料广泛应用，极大提升了工程的质量与安全性。未来，深基坑支护工程将朝着绿色环保、智能化、标准化方向迈进，为建筑行业高质量发展筑牢根基。

2 建筑工程施工中深基坑支护技术类型

2.1 土钉墙支护技术

土钉墙支护是原位土体加筋技术，由土钉、喷射混凝土面层和排水系统构成。土钉一般用钢筋，经钻孔、置筋、注浆等工序与土体紧密结合，增强土体抗剪强度与稳定性。喷射混凝土面层可保护土体、传递荷载；排水系统能排除基坑积水，避免土体强度因水降低。此技术施工简便、成本低、对场地要求不高，适用于地下水位以上或降水后的黏性土、砂土、粉土等，基坑深度多在12m以内。但存在局限性，在软土等低强度土体中应用需特殊处理，且不适用于对变形控制要求高的工程。实际工程中，要根据地质条件和工程要求，合理设计土钉的长度、直径、间距等参数，以确保支护结构稳定，保障基坑施工安全。

2.2 护坡桩支护技术

护坡桩一般采用钢筋混凝土灌注桩，通过机械或人工成孔成桩，桩顶设冠梁连接各桩，增强整体性和稳定性。按成桩工艺，护坡桩分为钻孔灌注桩、沉管灌注桩、人工挖孔灌注桩等。钻孔灌注桩适应性强、成桩质量好，应用广泛；沉管灌注桩施工快但有挤土效应；人工挖孔灌注桩适用于无水或水量小地质，能直观观察地质但劳动强度大、有安全风险。该技术适用于各种地质条件和不同深度基坑，尤其对变形控制要求高的工程。在城市密集区深基坑工程中，能有效控制变形，保护周边建筑和管线，但施工成本高、工期长，需综合考虑经济性和安全性。

2.3 土层锚杆支护技术

土层锚杆支护将锚杆一端锚固在稳定土层，另一端连接支护结构，施加预应力传递荷载至深部稳定土层，提高支护结构稳定性。锚杆由锚固体、拉杆和锚头组成，锚固体通过注浆形成锚固力，拉杆用高强度钢筋或钢绞线传递拉力，锚头连接支护结构并施加预应力。此技术支护效果好、施工快、对周边环境影响小，适用于较硬土层或破碎岩石地区的深基坑工程，可与护坡桩、地下连续墙等联合使用。如高层建筑深基坑工程中，护坡桩与土层锚杆结合能有效抵抗土压力和水压力。但该技术对地质条件要求高，软土中应用需特殊锚固措施，且施工质量对锚固效果影响大，需严格控制施工工艺和质量。

2.4 其他支护技术简介

除常见支护技术外，还有多种深基坑支护技术。地下连续墙支护利用成槽设备，在泥浆护壁下开挖深槽，吊放钢筋笼并浇筑水下混凝土，形成连续地下墙体。它整体性好、挡土防渗强、能适应复杂地质，常用于对变形控制要求极高的超深基坑工程，但施工成本高、工艺

复杂。SMW工法桩支护在水泥土搅拌桩内插入H型钢等劲性材料,形成兼具受力和防渗功能的复合支护结构,具有施工快、噪音小、经济性好等优点,适用于软土地区深基坑工程。还有逆作法、盖挖法等支护施工技术,在不同工程场景中发挥优势,为深基坑工程顺利实施提供多样化选择^[2]。

3 建筑工程中深基坑支护施工技术的关键要素

3.1 施工前准备

施工前准备是深基坑支护工程顺利推进的基石,准备充分与否对工程的质量、安全与进度起着决定性作用。工程地质勘察与环境调查是关键开端。地质勘察需精准掌握场地地层分布、岩土物理力学性质及地下水状况。借助钻探、原位测试等手段,对各深度土层取样分析,确定土体抗剪强度、压缩模量等核心参数,为支护结构设计提供坚实依据。全面调查基坑周边环境,涵盖周边建筑物的结构、基础形式、与基坑距离,以及地下管线的种类、埋深、走向等。了解周边环境现状与承载能力,评估施工可能产生的影响,以便提前制定保护措施。科学合理的施工组织设计不可或缺。依据勘察与调查结果,结合工程特点与要求,明确施工流程、方法、进度计划及资源配置。合理安排工序顺序,规避交叉作业带来的安全隐患与施工干扰。如确定土方开挖顺序时,遵循“分层、分段、对称、均衡”原则,保障基坑开挖稳定性。根据进度计划,合理调配劳动力、材料与设备。按施工阶段配备人员,确保施工力量充足;提前制定材料采购计划,保障质量与供应及时性;合理选用挖掘机、起重机、钻孔设备等,提升施工效率。另外,要对施工人员进行技术交底与安全培训。技术交底明确施工工艺、质量标准与注意事项,确保施工人员熟悉流程与技术要求。安全培训强化安全意识,提高自我保护能力。

3.2 支护结构设计与选材

支护结构设计是深基坑支护工程的核心,其质量直接关乎基坑的稳定与安全。首先,依据地质勘察报告与工程要求,选择合适的支护结构类型。不同类型适用于不同地质与工程需求,选择时要进行全面的技术经济比较。确定支护结构类型后,开展详细的结构计算与设计。运用土力学、结构力学理论,结合计算机辅助设计软件,进行受力分析与稳定性验算,涵盖土压力、水压力、支护结构内力与变形等。合理设计支护结构尺寸、配筋、锚杆长度与拉力等参数,确保满足强度、稳定性与变形控制要求。考虑施工因素对支护结构的影响,如土方开挖顺序、降水效果等,进行动态设计与优化。支

护结构选材至关重要,材料质量与性能影响支护结构的可靠性与耐久性。选材时严格遵循相关标准与规范,如钢筋的强度、伸长率、化学成分需符合国标,保证其有效承受拉力;混凝土强度等级、配合比依设计要求与工程环境确定,确保具备足够抗压强度与耐久性。锚杆、锚索等预应力构件选用高强度、耐腐蚀钢材,并采取防腐措施,防止生锈腐蚀影响锚固力与使用寿命,关注新型支护材料应用,如高强度复合材料、自愈合混凝土等,为工程带来技术突破与经济效益。

3.3 施工工艺与方法

深基坑支护工程施工工艺与方法对工程质量和进度影响重大,不同支护结构类型施工工艺各异,需严格按照设计要求与施工规范操作。以护坡桩支护为例,施工工艺涵盖成孔、钢筋笼制作与安装、混凝土浇筑等环节。成孔是关键工序,根据成孔设备与地质条件,可采用旋挖成孔、冲击成孔、循环钻成孔等方法。成孔过程中,严格控制孔位、孔径、孔深和垂直度,确保成孔质量达标。成孔后及时清理孔底沉渣,防止影响桩的承载力。钢筋笼制作保证钢筋规格、数量、连接方式符合设计要求,安装时准确就位,避免混凝土浇筑时偏移。混凝土浇筑采用水下浇筑方式,控制好坍落度和浇筑速度,确保混凝土密实性与桩身质量。土钉墙支护技术施工工艺包括土方开挖、成孔、土钉置入与注浆、喷射混凝土等。土方开挖分层分段进行,控制每层开挖深度,保证土体稳定。成孔可采用洛阳铲、螺旋钻机等设备,确保成孔直径、深度和角度符合设计要求。土钉置入后及时注浆,根据设计要求和土体情况控制注浆压力和注浆量,保证土钉与土体粘结力。喷射混凝土分多次进行,控制喷射厚度和顺序,保证面层平整度和强度^[3]。施工时注重各工序衔接配合,合理安排土方开挖与支护结构施工顺序和时间间隔,避免土方开挖过快影响支护结构受力与基坑稳定;确保降水效果满足支护结构施工与基坑稳定性要求。

3.4 施工安全与环境保护

深基坑支护工程施工存在基坑坍塌、高处坠落、物体打击、触电等安全风险,施工安全管理至关重要。首先,建立健全安全管理体系,明确各级管理人员和施工人员的安全职责。制定完善的安全管理制度和操作规程,如基坑边坡稳定监测制度、高处作业安全操作规程、临时用电安全管理制度等,并严格执行。加强施工现场安全巡查和隐患排查,定期检查基坑边坡、支护结构、施工设备、临时用电等,及时发现和消除安全隐患。建立隐患台账,明确整改责任人、措施和期限,确

保隐患得到及时整改。其次,强化施工人员的安全教育和培训,提高安全意识与自我保护能力。通过安全知识讲座、安全技能培训、安全事故案例分析等活动,让施工人员了解安全风险与防范措施。为施工人员配备必要的安全防护用品,并确保正确使用。在环境保护方面,施工过程会产生噪声、粉尘、废水、废弃物等污染物,影响周边环境。需采取有效环保措施。噪声控制上,选用低噪音设备,合理安排施工时间,避免居民休息时间高噪音作业;粉尘控制方面,覆盖施工现场土方,定期洒水降尘,密封运输和储存粉状材料;废水处理时,设置沉淀池处理施工废水,达标后排放,防止污染周边水体;废弃物处理上,分类收集和處理建筑垃圾和生活垃圾,避免随意丢弃造成环境污染,实现绿色施工。

4 深基坑支护施工中的质量控制与监测

4.1 质量控制体系建立

在深基坑支护施工中,建立完善的质量控制体系是保障工程质量和安全的基础。首先,需依据相关规范、设计文件及工程实际特点,制定详细的质量管理制度和流程,明确各环节质量标准与责任分工。从施工准备阶段开始,对施工队伍进行资质审查与人员培训,确保其具备相应技术能力和质量意识。材料进场时,严格检验支护结构所需钢材、水泥、锚杆等材料的质量证明文件,进行抽样检测,杜绝不合格材料使用。施工过程中,建立多级质量检查制度,施工人员自检、班组互检与项目部专检相结合,对每道工序进行严格把关。运用信息化手段,如建立质量追溯系统,记录施工过程中的各项数据和操作信息,以便在出现质量问题时能迅速追溯源头。

4.2 关键工序质量检测与验收

深基坑支护施工包含诸多关键工序,其质量检测与验收至关重要。以土钉墙支护为例,土钉成孔质量是首要检测点,需检查孔径、孔深、倾斜度等是否符合设计要求,采用测绳、测斜仪等工具进行精确测量。土钉注浆环节,要检测注浆压力、注浆量以及浆液配合比,确保注浆饱满、密实,通过留置试块检测浆液强度。对于锚杆支护,锚杆的抗拔力检测是关键,需按照规范要求进行现场抗拔试验,只有达到设计抗拔力标准才可视为合格^[4]。在混凝土支撑浇筑后,要检查混凝土强度、外观质量,如是否存在蜂窝、麻面等缺陷。每一道关键工序完成后,施工单位应先进行自检,自检合格后向监理

单位报验。监理单位组织相关人员按照验收标准进行验收,对不符合要求的工序责令整改,直至验收合格后方可进行下一道工序施工,保证深基坑支护工程的结构稳定性和安全性。

4.3 实时监测技术应用

实时监测技术在深基坑支护施工中发挥着“眼睛”的作用,能及时掌握基坑及周边环境的变化情况。目前,常用的监测技术包括位移监测、沉降监测、应力监测等。位移监测利用全站仪、GPS等设备,对基坑边坡的水平位移和垂直位移进行实时跟踪,通过定期测量和数据分析,绘制位移-时间曲线,直观反映位移变化趋势。沉降监测采用水准仪,对基坑周边建筑物、道路及地下管线的沉降情况进行精确测量,判断其是否因基坑施工产生不均匀沉降。应力监测则借助土压力盒、钢筋应力计等传感器,实时监测支护结构所受的土压力和钢筋应力变化,当应力值接近或超过预警值时,及时发出警报。借助信息化监测平台,将各类监测数据实时上传、分析,实现数据的可视化展示和预警功能。一旦监测数据出现异常,能迅速通知相关人员采取措施,如调整施工参数、加强支护等,有效避免安全事故的发生,保障深基坑支护施工的顺利进行。

结束语

深基坑支护施工技术在建筑工程中意义重大,关乎工程安全与质量。本文从多维度剖析该技术,涵盖技术类型、施工要素、质量控制与监测等方面。在实际施工中,需依据工程实际,合理选用支护技术,严格把控各环节,做好安全与环保工作。未来,随着建筑行业持续发展,深基坑支护技术将不断创新,以更好适应工程需求,推动建筑工程迈向更高水平。

参考文献

- [1]何星瑾.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2020(18):74-75.
- [2]王渝.建筑工程中深基坑支护施工技术的应用[J].工程技术研究,2020,5(1):36-37.
- [3]张逸平.建筑工程施工中深基坑支护桩技术的应用策略研究[J].住宅与房地产,2024,(11):101-103.
- [4]朱棣,郑文,党耕书,等.建筑工程施工中的深基坑支护施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(10):131-133.