

岩土施工的深基坑支护设计要点及其施工技术研究

文 / 符永斌 海南有色工程勘察设计院有限公司

摘要：随着城市化进程的加速，城市中各类大型建筑和地下空间项目不断涌现，深基坑工程日益增多。深基坑支护作为岩土施工中的关键环节，其设计与施工质量直接关系到整个工程的安全与稳定。合理的支护设计要点能确保基坑在开挖和后续施工过程中保持稳定，而先进且恰当的施工技术是将设计方案有效落地的保障。深入研究深基坑支护设计要点及其施工技术，对于提升岩土工程整体水平、保障城市建设的顺利进行具有重要的现实意义。

关键词：岩土施工；深基坑支护；设计要点；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.09.101

引言

在现代岩土工程领域，深基坑支护工作面临着诸多挑战与机遇。不同的地质条件、周边复杂的环境以及多样化的工程需求，都对深基坑支护设计和施工提出了更高要求。精准把握设计要点，能为基坑提供可靠的结构支撑，而熟练运用先进施工技术，则可确保支护结构的高效、高质量建成。鉴于此，对岩土施工的深基坑支护设计要点及其施工技术展开深入研究，不仅有助于解决工程实际问题，还能推动岩土工程技术不断向前发展。

一、工程地质条件

根据勘察报告，场地工程地质条件复杂，基坑设计涉及多个岩土层。杂填土(Q4m1)结构松散，由建筑垃圾、砂土组成，厚度不一。其下的淤泥质粉质粘土(Q4m)呈灰黑色，软塑状态，透水性差。粉砂(Q4m)与粗砂(Q4m)交互分布，透水性较好。粉质粘土(Q3m)呈黄褐色，可塑状态，具中等压缩性。中砂(Q3m)、粗砂(Q3m)颗粒较粗，透水性强。粘土(Q1m)呈硬塑状态，粘性较大。各土层重度、粘聚力、内摩擦角等参数不同，部分为经验值。场地地下水有两层：第一层为孔隙性潜水，分布于杂填土、粉砂中，水量中等，受大气降水补给，水位季节性变化明显；第二层为微承压水，分布在中砂中，埋藏较深，对基坑施工无影响。

二、深基坑支护技术的发展现状

当前，深基坑支护技术发展态势良好且成果显著。在技术种类上，土钉墙、排桩、地下连续墙、锚索等传统支护技术不断优化升级，施工工艺愈发成熟，能更精准地适应不同地质条件与基坑需求。例如，土钉墙施工效率提升，材料选用更合理；地下连续墙的成槽精度和墙体质量大幅提高。与此同时，多种新型支护技术涌现，如组合式支护结构，将不同支护方式优势结合，有效提升支护效果与安全性。在设计理念方面，从单纯的强度控制逐渐向变形控制转变，更加注重对基坑周边环境的保护。借助先进的数值模拟软件，能更准确地分析支护

结构受力与变形情况，实现精细化设计。施工监测技术也取得长足进步，高精度的监测设备实时反馈数据，使施工人员及时掌握基坑动态，以便迅速调整施工方案，保障施工安全。不过，深基坑支护技术在复杂地质条件和超深基坑应用中仍面临挑战，未来需进一步创新与完善，以满足城市建设不断发展的需求。

三、岩土施工的深基坑支护设计要点

(一) 工程地质与周边环境的精准分析

在岩土施工的深基坑支护设计中，对工程地质条件和周边环境的精准分析是首要要点。工程地质条件涵盖了多个方面，包括场地的岩土层分布、岩土的物理力学性质等。不同的岩土层具有各异的承载能力、抗剪强度和渗透性等特性，这些都会对深基坑的稳定性产生显著影响。例如，在软土地层中进行深基坑开挖，由于软土的抗剪强度低、压缩性高，基坑更容易出现变形和坍塌，支护设计就需要充分考虑如何增强土体的稳定性，如采用深层搅拌桩等方式对软土进行加固处理。周边环境同样不容忽视，周边建筑物的距离、高度、基础形式，地下管线的分布等，都制约着支护设计方案的选择。如果基坑周边存在重要的建筑物，支护设计要严格控制基坑的变形，避免对周边建筑物的基础造成影响，可能需要采用刚度较大的支护结构，如地下连续墙等；而对于地下管线密集的区域，要采取措施防止施工过程中对管线造成破坏，比如采用对周边土体扰动较小的支护施工工艺。只有全面、准确地掌握工程地质与周边环境信息，才能为后续的支护设计提供可靠依据。

(二) 合理支护方案的选择

支护方案的合理选择是深基坑支护设计的核心要点，在土方开挖施工中，首先要基于图1对土方开挖进行分层分段处理结构设计。在此基础上，安装排水装置及辅助设备，防止地下水与雨水侵蚀开挖位置，降低泥石流、滑坡等灾害发生概率。挖掘出的土方要及时用车辆运出施工现场。施工过程中，可计算朗肯土压力作为后期支

护施工参考。随着土体挖除，支护结构位移方向与土体移动方向通常一致，静止土压力消失后会达到自平衡极限状态，此时土压力值为临界值。支护方案的合理选择是深基坑支护设计关键。常见支护方案各有特点与适用范围：土钉墙支护适用于地下水位低、土体有一定自稳能力的情况，施工简便、成本低；排桩支护适用于多种

地质条件，在基坑深度适中、周边对变形控制要求不高时适用；地下连续墙支护刚度大、整体性好，适用于对变形控制要求高、地质复杂的深基坑；锚索支护通过锚索提供锚固力，常用于边坡及深基坑辅助支护。选择时需综合考虑工程地质条件、基坑深度、周边环境、工期和成本等因素，经技术经济比较确定最优方案。

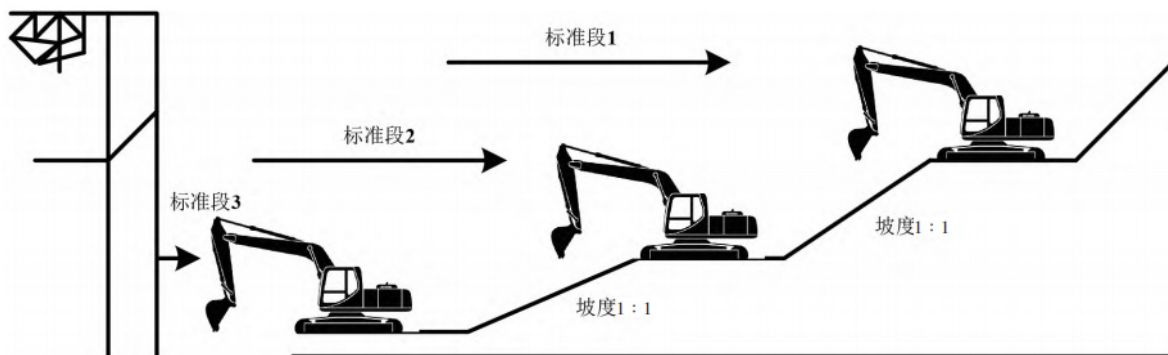


图1 土方开挖分层分段处理结构图

（三）精确的支护结构计算

精确的支护结构计算是确保深基坑支护安全可靠的关键要点，支护结构计算需要考虑多种荷载的作用，包括土体的侧压力、地面超载、地下水压力等。土体侧压力的计算是支护结构计算的重要内容，常用的计算方法有朗肯土压力理论和库仑土压力理论。不同的计算理论适用于不同的条件，在实际应用中需要根据具体情况合理选择。还需要对支护结构进行内力和变形计算。对于土钉墙支护，要计算土钉的拉力、墙面的受力情况；对于排桩支护，需计算桩身的弯矩、剪力，以及桩顶和桩身的位移；对于地下连续墙支护，要精确分析墙体的内力分布和变形情况。通过这些计算，确定支护结构的尺寸、配筋等参数，保证支护结构在各种荷载作用下能够满足强度、稳定性和变形控制的要求。随着计算机技术的发展，有限元分析等数值计算方法在深基坑支护结构计算中得到广泛应用，能够更加准确地模拟复杂的地质条件和荷载情况，为支护设计提供更可靠的结果。

（四）地下水控制设计

地下水控制设计是深基坑支护设计中不可忽视的要点，地下水的存在会对基坑工程产生诸多不利影响，如增加土体的重量、降低土体的抗剪强度、导致基坑底部隆起、引发流砂和管涌等现象。因此，合理的地下水控制设计至关重要。常见的地下水控制方法有集水明排、井点降水、截水帷幕等，集水明排适用于地下水位较浅、水量较小的情况，通过在基坑周边设置排水沟和集水井，将基坑内的积水排出。井点降水则是利用井点管将地下水抽出，降低地下水位，适用于多种地质条件，根据不同的地质情况和降水要求，可选择轻型井点、喷射井点、

管井井点等不同类型的。截水帷幕则是通过在基坑周边设置连续的隔水帷幕，阻止地下水流入基坑，常用的截水帷幕有水泥搅拌桩帷幕、高压旋喷桩帷幕、地下连续墙等。在进行地下水控制设计时，要根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求等因素，选择合适的地下水控制方法或多种方法的组合。

（五）耐久性与稳定性设计

深基坑支护结构的耐久性与稳定性设计是保障基坑长期安全的重要要点。耐久性设计主要考虑支护结构在长期使用过程中，受到如地下水的侵蚀、大气的腐蚀等环境因素影响，导致结构材料性能下降的问题。对于混凝土结构的支护体系，需保证混凝土的强度等级、抗渗等级等满足设计要求，合理设置钢筋的保护层厚度以防止钢筋锈蚀；对于钢结构的支护部分，要采取如涂刷防腐涂料、采用热镀锌等有效的防腐措施。稳定性设计方面，需确保支护结构在整个基坑施工和使用期间能够抵抗各种不利因素作用，保持稳定，这涵盖基坑整体的稳定性（如抗滑稳定、抗倾覆稳定等）以及支护结构自身的局部稳定性。在设计过程中，要考虑不同施工阶段的工况变化，对支护结构进行全过程的稳定性分析。同时，设置合理的监测系统，实时监测支护结构的变形和受力情况，以便及时发现潜在安全隐患并采取相应处理措施，确保深基坑支护结构的长期稳定和安全。在此基础上，结合表1对支护结构稳定性数据进行比对分析可知，当前实际施工需求对边坡提出了修正和处理要求。在合力作用线的辅助下，需要在边坡的两端设置辅助架，并将支撑结构搭接在一起，形成一个更稳定的支护框架，以此进一步提升深基坑支护结构的稳定性，满足工程安全需求。

四、深基坑支护的施工技术研究

(一) 土钉墙支护施工技术

土钉墙支护是深基坑支护中较为常见的一种形式，它通过在土体内设置土钉，与土体形成一个复合体，增强土体的稳定性。在施工前，需对场地进行平整，确保施工场地符合施工要求。测量放线确定土钉墙的位置和边界，为后续施工提供准确的基准。成孔是土钉墙施工的关键环节，根据地质条件和设计要求，可选用不同的成孔方法，如螺旋钻机成孔、冲击钻机成孔等。成孔过程中，要严格控制孔的直径、深度和倾斜度，确保土钉能够准确安装。例如，在粉质黏土中，采用螺旋钻机成孔，能较好地保证孔壁的稳定性，减少塌孔现象。土钉制作与安装也不容忽视，土钉一般采用钢筋制作，在钢筋上按一定间距焊接定位支架，以保证土钉在孔中的位置准确。将制作好的土钉插入孔中后，及时进行注浆。注浆材料通常为水泥砂浆，通过压力注浆，使浆液充满土钉孔，增强土钉与土体的粘结力。

(二) 排桩支护施工技术

排桩支护适用于多种地质条件和不同深度的基坑，桩位测量放线，依据设计图纸精确确定每根桩的位置，并设置明显的控制桩和水准点，为后续施工提供准确依据。钻孔灌注桩施工时，泥浆护壁是保证成孔质量的关键，制备优质的泥浆，控制好泥浆的比重、黏度等指标，能够有效防止塌孔。钻进过程中，要根据地质情况合理调整钻进参数，如钻进速度、钻压等。例如，在砂层中钻进时，适当降低钻进速度，增加泥浆的比重，以维持孔壁的稳定性。钢筋笼的制作和吊放要严格按照设计要求进行，钢筋笼的钢筋规格、数量和焊接质量必须符合标准，确保钢筋笼的强度和整体性。采用吊车将钢筋笼准确吊放入孔，并固定在设计位置。水下混凝土灌注是钻孔灌注桩施工的重要环节，灌注前，要确保导管的密封性和连接牢固性。灌注过程中，要连续不断地灌注混凝土，控制好灌注速度和导管的埋深，保证混凝土的灌注质量。

(三) 地下连续墙支护施工技术

地下连续墙支护具有刚度大、防渗性能好等优点，常用于对变形控制要求高的深基坑工程。导墙施工是地下连续墙的基础，导墙的作用是为成槽提供导向和防止槽口坍塌。导墙一般采用钢筋混凝土结构，施工时要保证导墙的尺寸精度和垂直度。泥浆制备是地下连续墙施工的关键技术之一，泥浆的性能直接影响槽壁的稳定性。选用优质的膨润土等材料制备泥浆，严格控制泥浆的各项指标。在成槽过程中，不断补充和调整泥浆，保持泥浆面的稳定。成槽施工是地下连续墙施工的核心环节，采用合适的成槽设备，如液压抓斗成槽机、铣槽机等。成槽过程中，要控制好成槽的深度、宽度和垂直度，防

止槽壁坍塌。钢筋笼的制作和吊放要考虑地下连续墙的特点，钢筋笼的尺寸较大，制作时要保证其整体性和刚度。采用大型吊车或起重机将钢筋笼准确吊放入槽，并进行固定。

(四) 锚索支护施工技术

锚索支护通过将锚索锚固在稳定的土体或岩体中，为基坑提供额外的锚固力。首先是钻孔施工，根据设计要求确定钻孔的位置、角度和深度。钻孔过程中，要采用合适的钻进工艺，如回转钻进、冲击钻进等，确保钻孔的精度和质量。在岩石地层中，可采用潜孔钻机进行钻孔，提高钻进效率和钻孔质量。锚索制作要严格按照设计规格进行，锚索一般由钢绞线、锚具、注浆管等组成。对钢绞线进行除锈、防腐处理，按设计要求进行编束。将制作好的锚索缓慢放入钻孔中，确保锚索在孔中的位置准确。注浆是锚索施工的关键步骤，采用水泥浆或水泥砂浆进行注浆，通过压力注浆使浆液充满钻孔，包裹锚索，增强锚索与土体或岩体的粘结力。注浆过程中，要控制好注浆压力和注浆量，确保注浆质量。锚索张拉锁定是发挥锚索支护作用的重要环节，在注浆体达到设计强度后，进行锚索的张拉。按照设计张拉值进行分级张拉，张拉过程中要密切监测锚索的伸长量和拉力变化，确保张拉符合设计要求。

结语

岩土施工中深基坑支护的设计要点与施工技术相辅相成，共同保障着深基坑工程的安全与稳定。通过精准分析工程地质条件、周边环境等因素确定合理的设计要点，再运用科学先进的施工技术进行实施，能够有效应对深基坑支护面临的各种挑战。随着工程建设的不断发展，深基坑支护技术也需持续创新与完善。

参考文献

- [1] 刘振华. 深基坑支护技术在岩土工程施工中的应用[J]. 中国住宅设施, 2023, (11): 184-186.
- [2] 陆晓磊. 岩土工程中深基坑支护设计与施工探究[J]. 石材, 2023, (12): 60-62.
- [3] 陈淑云. 岩土工程中深基坑支护施工技术的应用探析[J]. 房地产世界, 2023, (21): 148-150.
- [4] 李瑞宇. 岩土工程施工中深基坑支护技术的应用[J]. 四川建材, 2023, 49(08): 80-82.
- [5] 郑俊杰. 岩土工程深基坑支护的设计及施工问题[J]. 西部探矿工程, 2022, 34(05): 41-43.
- [6] 关鹏. 岩土工程中深基坑支护的设计与施工方法探究[J]. 建筑工人, 2022, 43(03): 14-17.
- [7] 谢云欢. 深基坑支护技术在岩土工程施工中的应用探究[J]. 中华建设, 2022, (02): 146-147.