

复杂地质条件下深基坑支护设计与施工

王文晨

中赞国际工程有限公司 河南 郑州 450007

摘要：本文旨在探讨复杂地质条件下深基坑支护的设计与施工技术，通过分析深基坑支护的基本原理、支护结构类型、设计要点及施工流程，提出在复杂地质环境下确保基坑安全、经济、高效的支护方案。文章首先概述了深基坑支护的必要性，随后详细阐述了支护结构的选择依据、设计原则及施工关键技术，最后总结了复杂地质条件下深基坑支护设计与施工的控制要点和未来发展方向。

关键词：复杂地质条件；深基坑支护；设计原则；施工技术；支护结构

引言

随着我国城市化进程的加快，高层及超高层建筑日益增多，深基坑工程作为建筑基础施工的重要组成部分，其安全性与稳定性直接关系到整个工程的成败。复杂地质条件下，深基坑支护设计与施工面临诸多挑战，如地层变化大、地下水位高、周边环境复杂等。因此，科学合理的支护设计与精细化的施工管理成为确保深基坑工程顺利进行的关键。

1 深基坑工程的特点

深基坑工程是建筑工程中极为重要且复杂的一部分，其涉及面广，影响因素众多。它不仅包括了挡土、支护、防水、降水和土方开挖等多个关键环节，还需要考虑地质条件、环境因素、施工条件以及工期要求等多方面因素。深基坑工程的每一个环节都紧密相连，任何一个环节的失控都可能导致整个工程的失败，进而造成巨大的经济损失，甚至可能引发人员伤亡事故^[1]。因此，深基坑工程需要严谨的设计和精细的施工，以确保工程的顺利进行。

2 支护结构类型及选择依据

2.1 支护结构类型

深基坑支护结构是确保基坑开挖过程中边坡稳定的重要构造，其类型多样，以适应不同的地质条件和工程需求。常见的支护结构类型包括地下连续墙、土钉墙支护、排桩支护、搅拌桩支护、柱列式灌注桩和钢板桩支护等。每种支护结构都具备其独特的特点和适用条件。

2.2 选择依据

在选择支护结构时，需要综合考虑多种因素，以确保支护结构的安全、经济和可行性。具体选择依据如下：（1）地质条件：地质条件是支护结构选择的基础，包括土层分布、地下水位、土的物理力学性质等。不同的地质条件对支护结构的要求不同，因此需要根据具体

地质条件选择合适的支护结构。（2）基坑尺寸与深度：基坑的平面尺寸、开挖深度及形状直接影响支护结构的选择。较大的基坑或较深的开挖需要更加稳定的支护结构，以确保边坡的稳定。（3）周边环境：邻近建筑物、道路、地下管线等需保护对象的状况也是支护结构选择的重要考虑因素。需要选择对周边环境影响较小的支护结构，以确保周边设施的安全。（4）施工周期与经济性：施工周期和经济性也是支护结构选择的重要考虑因素。需要选择施工周期短、成本较低的支护结构，以降低工程成本，提高工程效率。同时，还需要考虑支护结构的可重复利用性和环保性，以实现可持续发展。

3 深基坑支护设计原则

3.1 安全原则

深基坑支护设计的首要原则是确保安全。支护结构应能够承受基坑开挖过程中产生的各种荷载，包括土压力、水压力以及可能的外部荷载，以确保边坡在开挖过程中的稳定性，防止坍塌事故的发生。为实现这一目标，设计过程中需对支护结构的稳定性进行严格计算和分析，确保其具有足够的强度和刚度。同时，支护设计还需充分考虑邻近建筑物和地下管线的安全。在基坑开挖过程中，支护结构应能有效控制土体的变形，避免对周边设施造成不良影响。为此，设计过程中需要对周边环境的敏感性进行评估，并采取相应的保护措施，如设置隔离带、采用柔性支护结构等，以确保周边设施的安全稳定。

3.2 经济原则

在深基坑支护设计中，经济原则是一个重要的考量因素。在满足安全要求的前提下，设计方案应尽可能地优化，以降低工程造价，提高经济效益。为了实现经济原则，设计师需要充分考虑支护结构的材料选择、施工难度和工期等因素。在材料选择方面，应优先选用

性价比高、易于采购和加工的材料,以降低材料成本。同时,设计师还需要关注施工过程中的效率问题,尽量采用简单易行的施工工艺,减少施工难度和工期,从而降低人工成本和时间成本。此外,设计师还需要在保障安全的前提下,尽可能减少支护结构的尺寸和数量,以降低工程造价。这需要对支护结构进行合理的布置和设计,充分利用土体的自稳能力,减少不必要的支护结构。

3.3 方便施工原则

在深基坑支护设计中,方便施工原则是一个至关重要的考量因素。支护结构的设计应充分考虑施工的便捷性,以减少施工难度,加快施工进度,确保工程的顺利进行。为了实现这一原则,支护结构的设计应尽可能简单明了,避免过于复杂的构造和节点,以便于施工人员的理解和操作。同时,设计过程中还应充分考虑施工现场的实际情况,如施工机械的作业半径、材料的运输和堆放等,以确保支护结构的施工不会受到现场条件的限制。此外,支护结构的设计还应考虑施工的连续性和节奏性,尽量避免施工过程中的中断和延误。为此,设计师需要与施工单位进行充分的沟通和协调,确保支护结构的设计方案能够满足施工的实际需求,实现施工的顺利进行。

3.4 因地制宜原则

在深基坑支护设计中,因地制宜原则意味着支护结构的选择和设计应充分考虑具体工程的地质条件、环境因素和施工条件,以达到最佳的支护效果。为了实现这一原则,设计师需要对工程现场进行详细的勘察和调研,了解土层分布、地下水位、土的物理力学性质等地质条件,以及周边环境如邻近建筑物、道路和地下管线的情况。基于这些实际条件,设计师可以合理选择支护结构类型^[2]。同时,因地制宜原则还要求设计师充分考虑施工条件,如施工机械、材料供应和施工队伍的技术水平等。这些因素都会影响支护结构的选择和施工方法的确定,因此需要在设计过程中进行综合考虑,以确保支护结构的可施工性和实际效果。

4 深基坑支护施工技术

4.1 地下连续墙施工

4.1.1 平整场地

施工开始前,需对施工现场进行彻底平整,清除障碍物,确保施工机械能够顺利进场作业。这一步骤是后续施工顺利进行的基础。

4.1.2 导墙施工

导墙作为地下连续墙施工的第一道工序,起着控制地下连续墙位置和导向的重要作用。导墙施工需严格按

照设计要求进行,包括测量定位、开挖导墙槽、绑扎钢筋、浇筑混凝土等步骤。导墙的质量直接影响后续成槽的精度和稳定性,因此需严格控制其垂直度、平整度等关键指标。

4.1.3 成槽

成槽是地下连续墙施工中的关键工序之一。根据设计要求和地质条件,选择合适的成槽机械(如挖斗式、冲击式或回转式挖槽机)进行开挖。开挖过程中需严格控制槽壁的垂直度和平整度,防止坍塌。同时,需根据地质情况适时调整泥浆性能,确保槽壁稳定。

4.1.4 钢筋笼制作与吊放

钢筋笼是地下连续墙的重要组成部分,其制作需严格按照设计图纸进行。钢筋笼制作完成后,需采用专用吊装设备进行吊放。吊放过程中需确保钢筋笼垂直入槽,避免碰撞槽壁。钢筋笼的准确就位对后续混凝土的浇筑质量至关重要。

4.1.5 混凝土浇筑

在钢筋笼吊放就位后,即可进行混凝土的浇筑。浇筑前需检查槽内泥浆性能及槽底清洁度,确保浇筑质量。浇筑过程中需控制浇筑速度和厚度,确保混凝土均匀密实。同时,需采取措施防止混凝土绕流和离析现象的发生。浇筑完成后,需及时对混凝土进行养护,以提高其强度和耐久性。

4.2 排桩支护施工

4.2.1 桩位定位

桩位定位是排桩支护施工的首要步骤,其准确性直接影响后续成孔和支护效果。根据设计图纸,使用全站仪或GPS等精密测量仪器进行桩位放样,确保每个桩位的位置和高程准确无误。桩位放样后,需进行复核,以提高定位精度。

4.2.2 成孔

成孔是排桩支护施工的关键环节。根据地质条件 and 设计要求,选择合适的成孔方法(如钻孔灌注桩采用旋转钻机成孔,人工挖孔桩则直接开挖)。成孔过程中需严格控制孔径、孔深和垂直度,防止塌孔、缩径和偏斜现象的发生。同时,需根据地下水位情况采取降水措施,确保成孔质量。

4.2.3 钢筋笼制作与安装

钢筋笼是排桩支护结构的重要组成部分,其制作需严格按照设计图纸进行。钢筋笼的制作可采用全自动滚焊机或人工绑扎等方式,确保钢筋连接牢固、间距均匀。钢筋笼制作完成后,使用吊车等起重设备将其缓慢、平稳地吊放入孔中,避免碰撞孔壁^[3]。安装过程中需

控制钢筋笼的垂直度和标高,确保符合设计要求。

4.2.4 混凝土浇筑

混凝土浇筑是排桩支护施工的最后道工序。在钢筋笼安装到位后,采用导管法水下灌注混凝土工艺进行施工。导管需进行气密性检测,确保无泄漏现象。混凝土应具备良好的和易性,坍落度控制在合理范围内。浇筑过程中需连续进行,边灌注边提升导管,保持导管埋深在合理范围内。同时需做好混凝土坍落度量测和导管埋深量测工作,确保混凝土浇筑质量。

4.3 土钉墙支护施工

4.3.1 土钉成孔

土钉成孔是土钉墙支护施工的第一步,其质量直接影响后续土钉的安装和支护效果。成孔前需根据设计要求确定孔位,并使用测量仪器进行精确放样。成孔方法根据地质条件可选择人工洛阳铲成孔或机械钻孔(如螺旋钻机、冲击钻机等)。成孔过程中需严格控制孔径、孔深和垂直度,确保孔壁光滑无塌孔现象。同时,需注意避开地下管线和障碍物,确保施工安全。

4.3.2 土钉安装

土钉安装前需对土钉进行除锈、防腐处理,并按设计要求截取长度。安装时,将土钉缓缓插入孔中,避免碰撞孔壁。对于较长或较重的土钉,可采用起重设备辅助安装。安装过程中需确保土钉居中,不偏不倚,同时需安装对中支架以固定土钉位置。土钉安装到位后,需及时检查其垂直度和深度是否符合设计要求。

4.3.3 注浆

注浆是土钉墙支护施工中的关键步骤之一。注浆材料一般选用水泥浆或水泥砂浆,其配合比需根据设计要求进行配制。注浆前需对注浆泵、注浆管等设备进行检查和调试,确保注浆顺畅无堵塞。注浆时采用压力注浆法,将浆液缓慢注入孔中直至浆液溢出孔口为止。注浆过程中需控制注浆压力和注浆量以确保注浆质量^[4]。注浆完成后需及时清洗注浆设备和管路防止堵塞。

4.3.4 挂网喷浆

挂网喷浆是土钉墙支护施工的最后道工序。首先需在土钉墙表面铺设一层钢筋网以增强支护结构的整体性。钢筋网需按设计要求进行焊接或绑扎固定牢固。然后采用喷射混凝土工艺将混凝土喷射到钢筋网上形成一定厚度的混凝土面层。喷射混凝土时需注意控制喷射距离、喷射角度和喷射厚度以确保混凝土面层的均匀性和密实性。同时需添加适量的速凝剂以提高混凝土的凝结

速度防止混凝土塌落。喷射完成后需及时进行养护以提高混凝土强度。

4.4 止水措施

4.4.1 止水帷幕设置

止水帷幕是阻止地下水渗入基坑的有效屏障。其施工方法多样,高压喷射注浆法和深层搅拌法是其中两种常用技术。高压喷射注浆法通过注浆管将浆液高压喷射到土层中,形成连续的浆体帷幕,有效隔绝地下水。深层搅拌法则是利用搅拌机械将水泥等固化剂与土层混合,形成具有一定强度的水泥土帷幕,同样能起到良好的止水效果。

4.4.2 降水井设置

降水井是降低基坑内地下水位的常用方法。在基坑周边或内部设置一定数量的降水井,通过抽水设备将地下水抽出,降低基坑内的水位,确保开挖过程在干燥环境下进行。降水井的设置需根据地质条件、基坑深度和形状等因素进行精心设计,以确保降水效果并避免对周边环境造成不良影响。

4.4.3 止水与降水联合应用

在实际工程中,往往需要将止水帷幕与降水井联合应用,以达到最佳的止水效果。止水帷幕能有效隔绝地下水,而降水井则能进一步降低基坑内的水位,两者相辅相成,共同确保基坑开挖过程的干燥和稳定。

结语

复杂地质条件下的深基坑支护设计与施工是一项系统工程,需综合考虑地质条件、基坑尺寸、周边环境、施工周期与经济性等多方面因素。科学合理的支护设计与精细化的施工管理是确保基坑工程安全、经济、顺利进行的关键。未来,随着土木工程技术的不断发展,深基坑支护技术也将不断创新与完善,为城市建设提供更加坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]宁冠翔.复杂地质条件下深基坑支护设计及施工技术应用要点——以山西省某市中医院门诊楼项目为例[J].房地产世界,2023,(10):145-147.
- [2]曹红卫.复杂环境及地质条件下深基坑支护施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(21):143-145.
- [3]周杰.复杂条件下某地下工程深基坑支护结构与施工关键技术研究[D].扬州大学,2021.
- [4]唐喜青.复杂环境条件下深基坑支护设计和施工[J].工程建设,2019,51(05):53-56.