

建筑基础工程深基坑支护施工技术探讨

胡 雁

(深圳市蛇口招商港湾工程有限公司, 广东 深圳 518000)

摘 要 本文深入探讨了建筑基础工程中深基坑支护施工技术的要点, 分析了不同地质条件下支护结构的选择与设计原则, 并结合实际案例, 如太子湾 DY02-04 号地块桩基础工程, 论述了支护施工过程中的难点与解决方案, 以期提升深基坑支护施工的技术水平提供有益参考, 从而确保施工安全与工程质量, 促进建筑行业的可持续发展。

关键词 建筑基础工程; 深基坑支护施工技术; 旋挖桩支护技术; 水泥搅拌桩技术

中图分类号: TU753.4

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)12-0037-03

随着城市化的快速发展, 高层建筑和大型地下工程的增多使得深基坑支护施工技术变得尤为重要。复杂的周边环境以及施工现场多样化的地质条件是深基坑施工中经常需要面对的问题, 合理选择支护结构、优化施工工艺、加强施工管理成为行业焦点。本文以深基坑支护施工技术现状为出发点, 结合理论与实践, 深入探讨施工技术, 以期工程建设提供参考, 确保施工安全与工程质量。

1 深基坑支护施工技术概述

1.1 深基坑的定义与特点

深基坑是指挖掘深度达到或超过 5 米的基坑, 以及虽然挖掘深度未达到 5 米, 但因地质条件复杂、周边环境和地下管线布置繁杂的工程基坑。其特点鲜明。首先, 在空间上具有一定的复杂性, 由于其深度较大, 涉及不同土层的地质结构, 可能包含软土、砂土、黏土等多种土质类型, 由于其物理结构差异较大, 导致其物理力学性质也参差不齐, 这给施工的稳定带来挑战。例如在软土层中施工, 容易出现土体坍塌、滑移等现象。其次, 深基坑的施工会对周边环境产生较大的影响^[1]。它可能引起周边建筑物的不均匀沉降、倾斜, 甚至破坏地下管线等基础设施。最后, 深基坑的水文地质条件复杂, 地下水的存在增加了施工难度, 如需要进行降水、排水等处理, 否则可能导致基底涌水等安全隐患。而且, 深基坑工程的施工周期相对较长, 需要经历多个阶段的施工过程, 这期间的气候、温度等因素变化也会对其产生影响。

1.2 支护结构类型及其特点

1.2.1 悬臂式支护结构

深基坑支护施工是确保施工安全和周边环境稳定的重要措施。在众多支护结构类型中, 悬臂式支

护结构是一种常见的选择。这种结构主要依靠自身的刚度和抗弯能力来抵抗土压力和水压力, 适用于开挖深度较浅且土层条件较好的情况。

悬臂式支护结构具有结构简单、施工方便的特点, 有利于基坑采用大型机械开挖。它的设计关键在于严格控制支护深度, 适用于开挖深度不超过 10 米的黏土层、5 米的砂性土层以及 4~5 米的淤泥质土层。这种结构的优点包括施工时无振动、噪声小, 无挤土现象, 对周围环境影响小^[2]。然而, 悬臂式支护结构在相同开挖深度下的位移较大, 内力也较大, 因此, 为了确保支护结构的稳定性, 需要采用较大截面的设计以及增加其插入的深度。

此外, 悬臂式支护结构在实际应用中可能需要结合拉锚系统或支撑系统使用, 尤其是在开挖深度较大或对边坡变形要求严格时。这种结构的优化和改进措施包括采用切换混凝土和智能化喷射技术, 以提高支护结构的强度和耐久性。智能化喷射系统能够根据设计要求实现精确喷射, 减少材料浪费, 并通过实时监控与数据记录功能, 施工团队能够实时跟踪混凝土喷射的效果和支护结构的质量。

1.2.2 重力式支护结构

重力式支护结构, 也称为水泥土重力式围护墙, 是一种在深基坑工程中广泛应用的支护方式。这种结构主要利用其自身的重量和水泥土的强度来抵抗侧向土压力和水压力, 适用于土层条件较好且基坑深度较大的工程。它的设计和施工相对简单, 由于不需要设置锚杆或支撑, 因此在基坑土方开挖及施工中便于操作, 同时具备良好的防渗性能。

重力式支护结构的稳定性较好, 特别是当基坑周边环境较为复杂或对变形控制要求严格时, 它能够提供足够的安全保障。此外, 由于其结构特点, 材料用

量相对较大,因此施工成本可能会较高。在实际施工中,需要严格控制搅拌桩的施工质量,确保水泥土的均匀性和强度,以达到设计要求的防渗和支护效果。

1.2.3 土钉墙支护结构

土钉墙支护结构是一种高效的深基坑支护方式,它通过在边坡的土体内设置土钉并结合喷射混凝土面板,形成一种复合土体,有效提高土体的自身稳定性。这种结构充分利用了土体的自承能力,减少了支护结构的材料用量和施工成本,同时具有施工速度快、对周边环境影响小的特点,因此在城市建筑施工中得到了广泛应用。

土钉墙的优势在于其结构轻型、柔性大,在抗震方面以及延性方面均具备较为突出的优势,在土钉墙被破坏前,会有明显的变形过程预警,从而提高了工程的安全性^[3]。此外,由于土钉墙具备优秀密封性的特点,可以将土坡表面完全覆盖,有效防止水土流失和雨水冲刷侵蚀。

土钉墙的施工速度快,所需场地小,设备简单,工艺不复杂,对周围环境的干扰小。它能够适应不同的地质条件和施工环境,在场地有限且周边建筑密集的环境中,土钉墙技术展现出了其特有的优势。在施工过程中,土钉墙严格遵循“由上至下,逐层开挖,逐层锚固,逐层喷射防护”的基本原则。同时,该技术能够依据现场监测数据对设计参数进行及时调整,从而显著提升工程的安全性与可靠性。

然而,土钉墙支护结构在特定地质条件下存在适用限制。例如,在含水量较高的粉细砂层或缺乏临时稳定性的淤泥土层中,土钉法可能不宜采用。同时,在诸如煤渣、煤灰等具有腐蚀性的土质中,土钉墙也不宜作为长期支挡结构使。

1.2.4 地下连续墙支护结构

地下连续墙支护结构是一种在深基坑工程中广泛应用的高强度、高刚度支护方式。这种结构通过在基坑周边施工连续的钢筋混凝土墙体,形成一道封闭的支护屏障,具有整体性好、抗渗能力强、对周边环境影响小等显著优点。地下连续墙特别适用于地质条件复杂、开挖深度较大的工程,能有效控制基坑壁的稳定性 and 防止地下水的渗透。

严格控制施工工序质量是确保施工过程顺利进行的必要条件,如挖槽精度、泥浆性能指标、钢筋笼的加工和吊放以及混凝土的浇筑等^[4]。泥浆护壁是保持槽壁稳定的关键技术,同时成槽设备的选用和成槽要领也是保证施工质量的重要因素。

此外,地下连续墙的施工还面临一些挑战,如泥浆废液处理不当可能造成的环境污染,以及槽壁坍塌

的风险。针对这些问题,施工单位需要采取相应的技术措施和管理策略,以确保施工的顺利进行。例如,地下连续墙的槽段长度、槽壁稳定性、钢筋笼的制作精度和混凝土的浇筑速度都需要严格按照设计要求和施工规范执行。

2 深基坑支护施工技术分析

2.1 支护结构设计原则与方法

深基坑支护结构设计原则与方法要求综合考虑工程地质、水文地质条件、基坑周边环境及施工条件等多个方面,确保基坑工程的安全性和经济性。设计时,首先需基于岩土工程勘察报告来获得土的物理力学性质指标,这些指标对土压力计算和基坑稳定性验算至关重要。基坑设计应采用极限状态设计方法,包括承载能力极限状态和正常使用极限状态,确保结构在各种预定极限状态下的安全性。

在抗剪强度指标的确定上,应根据土层的物理状态选择适当的试验方法,如三轴压缩试验、直接剪切试验等,确保实验场景尽量还原施工现场土体的受力情况,以及排水条件。对于土的渗透系数,它直接影响土体的强度和变形,可利用实验结果,对照现场原位试验获取,不同的土类有不同的经验值。

在水土压力的计算上,根据土层性质和施工条件,可采用水土分算或水土合算两种方法^[5]。若施工土的渗透性较好,可以使用水土分算方法,如碎石土和砂土;若施工土的透水性弱、黏性强,可以使用水土合算方法,将土粒与孔隙水视为一个整体进行计算。

基坑工程设计还应考虑支护结构的使用年限和安全等级,通常支护结构使用期限规定不小于一年,另外需要根据破坏后果的严重程度划分安全等级。设计过程中,需要对围护结构、支撑(锚杆)结构、被动区地基加固、基坑开挖方式等进行细致设计,并制定施工监控方案,以适应施工过程中可能出现的各种工况。

此外,基坑工程设计应依据《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120—2012)和《工程结构可靠性设计统一标准》(GB50153—2008)等相关规范,确保设计满足现行标准的要求,并适应当地的地质条件和施工能力。

2.2 施工工艺流程与要点

2.2.1 旋挖桩支护技术

在太子湾DY02-04号地块桩基础工程中,旋挖桩支护技术的应用体现了现代深基坑工程的高效与专业性。

工程勘察与地质分析是施工前的关键步骤。通过对场地的详细勘察,工程师们能够准确判断土壤性质、地下水位等关键因素,从而确定合适的桩径、桩长和桩间距。在太子湾项目中,这一阶段为后续施工的安

全性和可靠性奠定了坚实的基础。

施工准备阶段,场地的平整和施工便道的设置为旋挖桩机的高效作业提供了必要条件。旋挖桩机的安装和调试必须严格按照操作规程进行,以保障在施工过程中设备的稳定和安全。旋挖成孔是施工中的核心环节。在太子湾项目中,采用的旋挖钻机钻孔技术能够高效地完成钻孔作业,同时配合泥浆护壁技术,有效防止孔壁坍塌^[6]。该阶段,对钻孔深度、垂直度和孔径的精确控制是保证成孔质量的关键。成孔后,紧接着进行的是钢筋笼的制作与安装,以及注浆管的埋设。钢筋笼的制作严格按照设计图纸进行,确保其尺寸和绑扎质量满足要求。注浆管的埋设则为后续的注浆作业提供了通道,以增强桩身与周围土体的结合力。注浆作业是旋挖桩施工的最后阶段。

在整个施工过程中,质量控制和安全管理贯穿始终。太子湾项目旋挖桩支护技术的成功实施,有助于提升深基坑工程的安全与稳定,也展示了现代施工技术的高效性和适应性。通过精确的施工管理和严格的质量控制,以期为相似工程提供参考。

2.2.2 水泥搅拌桩技术

水泥搅拌桩技术是一种在深基坑支护中广泛应用的施工技术,它通过将水泥与土层混合搅拌,形成具有一定强度的搅拌桩,作为基坑的支护结构。这种技术在提高软土地基承载力、减少地基沉降量方面效果显著。

施工要点首先在于控制搅拌机的下沉和提升速度,这是确保搅拌桩均匀性和密实性的关键。下沉速度的控制通常在 0.38 ~ 0.75 米/分钟,而提升速度则在 0.35 ~ 0.5 米/分钟。根据设计要求,需要调整水泥掺入比和水灰比,一般水灰比控制在 0.4 ~ 0.5 之间,以确保获得符合强度要求的搅拌桩。

在施工过程中,排水措施同样重要,需要注意施工区域的排水,防止积水影响搅拌桩的质量^[7]。水泥搅拌桩施工中,还应注意喷粉量及喷粉均匀性,以确保成桩质量。施工中应使用电脑自动控制喷浆量,为确保各段喷浆作业中喷浆量的均衡性,直至水泥浆料完全用尽。

此外,水泥搅拌桩施工还应进行四次搅拌喷浆,为了确保水泥浆在钻头喷浆过程中均匀一致,需持续进行搅拌,以防止浆料发生离析,从而进一步提高拌和的均匀性,并通过电脑自动记录喷浆量。施工完成后,清洗工作也不可忽视,在对所有管道中残留的水泥浆进行彻底清洗的同时,还须将搅拌头上的软土附着物彻底清除干净。

2.2.3 锚杆支护技术

锚杆支护技术是深基坑工程中的关键技术之一,

特别适用于大跨度、高边坡等复杂地质条件的基坑支护。这种技术通过锚杆与注浆体组成的锚固体提供支护力,增强基坑边坡的稳定性。

施工时,首先需要合理确定锚杆的布置形式和间距,通常依据基坑的尺寸、深度及地质条件来决定。锚杆的布置应保证其能够均匀地分布在基坑周边,以实现最佳的支护效果。在施工过程中,严格控制注浆工艺和注浆质量至关重要,这能保证锚杆与土层的有效黏结,提高支护结构的稳定性和承载能力。注浆材料的选择也很关键,常用的有水泥浆或水泥砂浆,其抗压强度不宜低于 30 MPa,以确保锚固体的强度和耐久性。

锚杆的张拉和锁定是实现预应力的关键步骤,通过张拉至设计预应力,锚杆能够为基坑提供稳定的支护力^[8]。此外,锚杆的防腐处理同样重要,可以提高支护结构的耐久性,延长其使用寿命。防腐处理通常采用涂覆防腐材料或使用防腐等级较高的材料来实现。

3 结束语

深基坑支护施工技术是确保施工安全与工程质量的关键环节,不断优化与创新是推动建筑行业实现可持续发展的关键因素。本文通过深入探讨支护结构的选择、设计原则、施工工艺及监测控制技术,并提出解决方案,强调了深基坑支护施工技术的智能化和高效化发展趋势。随着科技进步,深基坑支护施工技术将为城市建设提供更强有力的支撑,促进产业迈向高品质、安全性与环保性并重的可持续发展路径。

参考文献:

- [1] 李德福.建筑基础工程项目中的深基坑支护施工技术[J].工程建设与设计,2024(02):179-181.
- [2] 易坤林.土建施工中深基坑支护施工技术探讨[J].经济技术协作信息,2024(01):253-255.
- [3] 梁潇文.建筑基础工程深基坑支护施工技术[J].工程管理,2022,02(04):10-11.
- [4] 赵国朝.建筑工程深基坑支护施工技术探讨[J].中国航班,2022(07):151-154.
- [5] 刘文鑫.建筑工程深基坑支护施工技术探讨[J].房地产世界,2022(04):137-139.
- [6] 孙永华,韩刚.深基坑支护施工技术在建筑工程管理中的应用原则与技术分析[J].现代装饰,2024,590(21):70-72.
- [7] 贾伟超.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理探讨[J].缔客世界,2021(05):79.
- [8] 丁培书,朱怀玉.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术探讨[J].现代物业:中旬刊,2023(04):160-162.