

岩土工程中深基坑支护技术的研究与实践

李忠春

温州市建筑质监科学研究所有限公司 浙江 温州 325003

摘要: 通过探讨了岩土工程中深基坑支护技术的理论与实践,介绍了深基坑工程特点、要求及岩土力学应用,阐述了土钉、锚固、地下连续墙等支护技术原理、施工要点及应用案例。通过工程案例,展示了支护技术在保障安全、控制变形和地下水方面的有效性,为岩土工程领域提供了参考,促进了该领域的持续发展。

关键词: 岩土工程;深基坑支护技术;实践

引言:深基坑工程作为岩土工程中复杂且关键的一环,其支护技术的选择与应用直接关系到工程的安全性和稳定性。随着城市化进程的加速,深基坑工程在高层建筑、地铁建设等领域的应用日益广泛,对支护技术的要求也越来越高。本文旨在深入探讨岩土工程中深基坑支护技术的理论基础、关键技术研究以及实践应用,为工程实践提供理论支持和指导,促进岩土工程领域的持续发展。

1 岩土工程深基坑支护技术基础理论

1.1 深基坑工程特点与要求

深基坑工程是岩土工程中一类复杂且关键的施工任务,其特点主要体现在以下几个方面:首先,深基坑通常具有较大的开挖深度和宽度,这使得支护结构需要承受巨大的水平荷载和垂直荷载;其次,深基坑开挖过程中往往会遇到复杂的地质条件,如软土、硬岩、地下水等,这些因素都给支护结构的稳定性和安全性带来了挑战;最后,深基坑工程对周边环境的影响较大,需要严格控制支护结构的变形和位移,以保护周边建筑和地下管线的安全。针对深基坑工程的特点,施工过程中需要满足以下要求:一是支护结构必须具备足够的强度和刚度,以抵抗各种荷载和变形;二是支护结构的设计和施工必须考虑周边环境的保护,减少对周边建筑和地下管线的影响;三是施工过程中需要加强监测和控制,及时发现和处理支护结构的异常情况,确保工程的安全和顺利进行。

1.2 岩土力学基本原理在支护中的应用

岩土力学主要研究岩土材料的力学性质、应力应变关系以及岩土体的变形和破坏规律。在深基坑支护中,岩土力学原理的应用主要体现在以下几个方面:一是通过分析岩土体的物理力学性质,确定支护结构的选型、尺寸和材料;二是利用岩土体的应力应变关系,计算支护结构的内力和变形;三是根据岩土体的变形和破坏规

律,评估支护结构的安全性和稳定性。在具体实践中,岩土力学原理的应用需要结合深基坑工程的实际情况进行综合考虑。例如,对于软土地区的深基坑工程,需要考虑软土的压缩性、流变性等特点,选择适当的支护结构和施工工艺;对于硬岩地区的深基坑工程,则需要考虑岩石的强度和刚度等特点,设计合理的支护参数和施工方案。

1.3 深基坑支护结构设计原则与流程

深基坑支护结构的设计是确保工程安全的关键环节。设计过程中需要遵循以下原则:一是安全可靠原则,即支护结构必须具备足够的强度和稳定性,能够承受各种荷载和变形;二是经济合理原则,即在满足安全可靠的前提下,尽量降低支护结构的造价和施工难度;三是施工可行原则,即支护结构的设计需要考虑施工工艺的可行性和可操作性^[1]。

深基坑支护结构设计的流程通常包括以下几个步骤:一是收集和分析相关资料,包括工程地质勘察报告、周边环境调查报告等;二是确定支护结构的选型,根据深基坑工程的特点和要求,选择合适的支护结构类型;三是进行支护结构的内力计算和变形分析,利用岩土力学原理和相关软件工具进行计算和分析;四是进行支护结构的稳定性评估,包括整体稳定性和局部稳定性评估;五是制定支护结构的施工方案和监测计划,根据计算结果和设计要求,制定详细的施工方案和监测计划。通过以上流程的设计和实施,可以确保深基坑支护结构的安全性、经济性和施工可行性。

2 岩土工程中深基坑支护技术的关键技术研究

2.1 土钉支护技术

土钉支护技术是岩土工程中深基坑支护的一种重要手段,其原理是通过在土体中设置密集的土钉群,利用土钉与土体之间的粘结力或摩擦力,将土体加固成整体,从而提高土体的抗剪强度和整体性。土钉支护技术

具有施工简单、周期短、成本低等优点，广泛应用于对变形要求不高的基坑工程中。在实际工程中，土钉支护技术的施工要点包括：土钉的长度、直径和间距应根据基坑的深度、土体的性质以及周边环境的保护要求等综合考虑确定；土钉的施工应采用注浆工艺，注浆材料应具有良好的粘结性和流动性，以确保土钉与土体之间的粘结力；同时，土钉支护的施工还应加强监测和控制，及时发现和处理异常情况，确保支护结构的安全和稳定。据相关工程数据表明，土钉支护技术可有效控制基坑变形，减小基坑坍塌的风险。

2.2 锚固支护技术

锚固支护技术是深基坑支护中的另一种关键技术，其原理是通过锚杆等构件将支护结构与土体牢固地连接在一起，利用土体的抗剪强度和抗拔能力来承担支护结构的荷载。锚固支护技术具有承载力高、适应性强等优点，适用于各种复杂地质条件下的深基坑工程，在锚固支护技术中，锚杆的选型与设计是关键。锚杆的长度、直径和注浆材料的性能等参数应根据基坑的深度、土体的性质、地下水位以及周边环境的保护要求等综合考虑确定。同时，锚杆的施工应严格控制注浆压力和注浆量，确保注浆材料能够充分扩散到土体中，形成有效的锚固体。据研究数据表明，注浆锚杆加固后的承载拱承载力可提高约6倍，同等荷载作用下的挠度仅为未加固的15%不到，显示了锚固支护技术的显著优势^[2]。

2.3 地下连续墙支护技术

地下连续墙支护技术是深基坑支护中一种较为先进的支护方式，其原理是通过机械施工方法成槽浇灌钢筋混凝土形成连续的墙体，作为基坑的支护结构。地下连续墙具有刚度大、整体性好、抗渗能力强等优点，特别适用于深度较大的基坑工程和对周边环境要求较高的工程。地下连续墙支护技术的施工要点包括：成槽设备的选择和成槽精度的控制，以确保墙体的连续性和平整度；钢筋混凝土的配制和浇筑质量，以确保墙体的强度和耐久性；同时，地下连续墙的施工还应加强监测和控制，及时发现和处理异常情况，确保支护结构的安全和稳定。据工程实践表明，地下连续墙支护技术可有效控制基坑变形和地下水渗漏等问题，保障工程的顺利进行。

3 深基坑支护技术面临的主要问题

3.1 地质条件复杂性带来的挑战

深基坑支护技术面临的首要问题是地质条件的复杂性，不同地区的地质构造、土层分布和岩石性质差异显著，这对支护结构的设计和施工带来了极大的挑战。例如，在软土地区，土层具有低强度、高压缩性和易流动

性等特点，容易导致支护结构变形和失稳；而在硬岩地区，虽然岩石强度高，但岩石的裂隙和断层等地质构造往往影响支护结构的稳定性，另外，地质勘察的不准确或不充分也可能导致支护结构设计存在安全隐患。

3.2 地下水控制难题

地下水是深基坑支护技术中另一个需要重点关注的问题，在深基坑开挖过程中，地下水的存在可能导致支护结构受到水压作用而失稳，同时地下水还可能引起基坑周围土体的软化、流失和位移等问题。为了控制地下水，通常需要采取降水、防水和排水等措施，这些措施的实施往往受到地质条件、周边环境和工程成本等因素的限制。例如，在地下水丰富且渗透性强的地区，降水措施可能效果不佳，而防水和排水措施又可能对周边环境造成污染或破坏^[3]。

3.3 支护结构稳定性与安全性问题

支护结构的稳定性和安全性是深基坑支护技术的核心问题，支护结构在设计、施工和使用过程中，可能会受到多种因素的影响，导致结构失稳或破坏。例如，设计参数不合理、施工质量控制不严、监测和预警措施不到位等，都可能导致支护结构发生失稳或破坏。此外，基坑开挖过程中的时空效应也可能影响支护结构的稳定性。

4 解决深基坑支护技术问题的对策与建议

4.1 加强地质勘察与数据收集

在深基坑支护工程开始之前，应进行全面而准确的地质勘察工作，包括地质构造、土层分布、岩石性质、地下水位等多方面的调查。通过地质勘察，可以深入了解基坑所在地的地质条件，为支护结构的设计提供可靠的依据。另外，地质勘察过程中应注重数据的收集和分析。利用现代地质勘探技术和设备，如地质雷达、电磁波CT等，可以获得更为详细和准确的地质数据。这些数据不仅可以用于支护结构的设计，还可以在施工过程中为实时监测和预警提供支持。通过持续的数据收集和分析，可以及时发现和处理支护结构可能存在的问题，确保工程的安全进行。

4.2 改进支护设计与施工方法

在支护结构的设计上，注重结构的整体性和稳定性，合理确定支护结构的尺寸、材料和布置方式。同时，充分考虑地质条件、周边环境和工程要求等因素，采用科学合理的计算方法进行分析和设计。在施工方法上，应注重施工过程的控制和管理。采用先进的施工技术和设备，如机械化成槽、自动化注浆等，可以提高施工效率和支护结构的质量^[4]。同时加强施工过程中的质量监测和控制，确保施工质量的稳定可靠。此外，注重施

工过程中的安全风险，制定完善的安全措施和应急预案，确保施工人员的安全和工程的顺利进行。

4.3 提升施工人员技能与安全意识

施工人员是深基坑支护工程实施的主体，他们的技能水平和安全意识直接关系到支护结构的质量和工程的安全。在技能方面，注重施工人员的培训和教育。通过组织定期的技术培训、技能竞赛等活动，提高施工人员的专业技能水平。同时，鼓励施工人员学习新技术、新工艺，不断适应深基坑支护技术的发展变化。在安全意识方面，注重安全教育和宣传。通过安全教育课程、安全演练等活动，提高施工人员的安全意识和应急处理能力。同时，建立完善的安全管理制度和奖惩机制，对施工过程中存在的安全隐患进行及时整改和处罚，确保施工人员的安全和工程的顺利进行。

5 岩土工程中深基坑支护技术的实践应用

5.1 深基坑支护技术在不同类型工程中的应用案例

深基坑支护技术在岩土工程中广泛应用于各种类型的大型建设项目。以上海为例，近年来，随着陆家嘴金融贸易区的快速发展，涌现出多个超大深基坑工程。如上海环球金融中心基坑工程，其基坑深度达到21米，是当时国内最深的大型基坑之一。该工程采用了地下连续墙加内支撑的复合式围护结构，成功应对了复杂的地质条件和周边环境。在地铁建设中，深基坑支护技术也发挥着不可替代的作用。例如，北京地铁14号线某段基坑工程，基坑深度达到18米，地质条件复杂，地下水位高。项目团队采用了深层搅拌桩加内支撑的围护结构，并通过降水施工，有效控制了地下水位，确保了基坑的稳定开挖^[1]。据统计，近年来我国每年完成的超大深基坑工程数量已超过1000个，其中基坑深度超过20米的工程占比超过30%。

5.2 深基坑支护技术施工中的质量控制与安全管理

深基坑支护技术的施工质量和安全管理是保证工程质量和施工安全的关键，在施工质量控制方面，需要严

格控制施工材料的质量，确保支护结构的强度和稳定性。同时，施工过程中要严格按照设计要求进行施工，确保支护结构的尺寸、位置和布置方式等符合规范要求。在安全管理方面，需要建立健全的安全管理制度和应急预案，加强施工人员的安全教育和培训。例如，在某深基坑支护工程中，施工单位制定了详细的安全操作规程和应急处理措施，并对施工人员进行了专业的培训和考核。同时，施工现场设置了相应的安全防护设施，如安全栏杆、防护网等，以保障施工人员的安全。据统计，深基坑支护工程施工过程中的安全事故率相对较高，但通过加强质量控制和安全管理，可以有效降低事故发生率。例如，某大型深基坑支护工程在实施过程中，通过加强质量控制和安全管理，实现了零安全事故的目标。

结束语

综上所述，深基坑支护技术在岩土工程中发挥着至关重要的作用。通过加强地质勘察、改进设计与施工方法、提升施工人员技能与安全意识等措施，可以有效解决深基坑支护技术面临的主要问题，确保工程的安全和顺利进行。未来，随着科技的进步和工程实践的不断深入，深基坑支护技术将会更加完善，为岩土工程领域的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]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.
- [2]蔡昀,张学泽,孙涛.岩土工程施工中深基坑支护技术的应用研究[J].建筑机械,2023,(11):32-35.
- [3]黄佳铸.深基坑支护技术在岩土工程中的应用[J].江西建材,2023,(09):189-190+193.
- [4]陶冶平,袁宗盼.岩土工程深基坑支护施工技术及其质量控制研究[J].住宅与房地产,2020,(26):154+163.
- [5]仇顺华.岩土工程深基坑支护施工技术[J].河北企业,2020,(09):155-156.