

基坑支护结构设计中改善岩土工程地质条件的方法

周峻

中铁二院工程集团有限责任公司, 中国·四川 成都 610031

摘要: 在工程建设中, 基坑支护的主要作用是保证基坑开挖的安全。岩土工程地质条件直接影响着基坑的整体稳定, 也直接影响到基坑的安全。部分工程所处的地质情况比较复杂, 给施工带来了困难。因此, 针对地质条件较差的基坑工程, 应对基坑支护体系进行科学的设计, 使其更好地适应工程的要求。论文从基坑支护结构设计的重要性出发, 对基坑支护工程设计中常用的改善岩土工程地质条件的方法进行总结。

关键词: 基坑支护; 结构设计; 岩土工程; 地质条件; 改善方法

Methods for Improving Geological Conditions of Geotechnical Engineering in the Design of Foundation Pit Support Structures

Jun Zhou

China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610031, China

Abstract: The main function of foundation pit support in engineering construction is to ensure the safety of excavation. The geological conditions of geotechnical engineering directly affect the overall stability and safety of the foundation pit. The geological conditions in which some projects are located are quite complex, which poses difficulties for construction. Therefore, for excavation projects with poor geological conditions, a scientific design of the excavation support system should be carried out to better meet the requirements of the project. Starting from the importance of designing foundation pit support structures, this paper summarizes the commonly used methods for improving geological conditions in geotechnical engineering in foundation pit support engineering design.

Keywords: excavation support; structure design; geotechnical engineering; geological conditions; improvement methods

0 前言

在基坑支护设计过程中, 岩土工程地质条件是基础, 直接影响支护结构体系设计的合理性。为提高基坑支护结构设计的安全性, 将采用土壤加固与改良方法、地下水控制策略、地基处理与加固等方法, 改善岩土工程地质条件。

1 基坑支护结构设计的重要性

基坑支护结构的设计工作不仅仅关系到工程施工过程中的安全性问题, 它还直接关联到整个工程项目的整体质量和施工进度。特别是在面对复杂多变的地质条件时, 进行合理而周密的基坑支护结构设计显得尤为关键和重要。通过运用科学合理的支护设计方法, 能够显著提升基坑的稳定性, 控制周边土体的漏水漏砂, 有效降低土体位移及建构筑物沉降的发生概率, 确保基坑工程安全施工。

2 改善岩土工程地质条件的方法

2.1 土壤加固与改良方法

2.1.1 注浆技术

注浆技术在改善基坑支护结构设计中扮演着至关重要的角色。通过向地层中注入浆液, 以增强土体的强度和减少渗透性, 从而提高基坑的稳定性。在处理软弱地层或存在空

洞的情况下, 注浆能够有效地固结土壤, 减少地层的不均匀沉降。注浆技术主要包括两种主要类型: 压力注浆和渗透注浆。压力注浆常用于处理结构内部的裂缝或地层中的空隙, 通过高压将浆液注入, 形成连续的固结体。而渗透注浆则适用于渗透性较高的地层, 浆液在较低压力下均匀渗透, 改善土体的结构。

为了优化注浆效果, 通常结合地质力学模型和数值模拟工具, 来预测和评估注浆过程中的地层变化。通过模拟, 可以精确调整注浆参数, 确保浆液在目标区域内有效扩散, 同时避免对周边结构造成不必要的影响。这种精细化管理方法在多个大型基坑工程中得到了验证, 有效提高了地质改良的效率和质量。

2.1.2 深层搅拌法

深层搅拌法是一种在基坑支护结构设计中用于改善地质条件的重要技术。该方法通过利用深层搅拌机, 将软弱土层中的土粒与水泥浆液或石灰浆液充分搅拌混合, 从而提高土体的强度和整体性, 降低其渗透性和压缩性。例如, 在处理软弱地基时, 深层搅拌法能够将地基土的无侧限抗压强度提升至原来的 2~5 倍, 可以显著改善土体的力学性能。

在实际应用中, 深层搅拌法分为多种工法, 如全深搅、分层搅、顶部加压搅等, 以适应不同的地质条件和工程需求。

例如,在某商业综合体项目中,由于场地存在大面积的软弱淤泥层,采用深层搅拌法成功地加固了 15 米深的土层,减少了基坑开挖过程中的土体位移,确保了周边建筑的安全。

2.1.3 预压排水固结

预压排水固结是改善地质条件,特别是处理饱和软弱地基的重要技术之一。该方法通过在施工前对基坑周边或地基施加预压荷载,迫使土体中的水分排出,进而实现土体的固结和强度提升。通过预压排水固结,将饱和砂质软土的孔隙水压力降低,显著提高了地基的承载力和稳定性。可采用堆载预压法或真空预压法,根据土体特性选择合适的方式。同时,预压过程的监测和控制至关重要,可结合三维数值模拟分析,以精确预测土体的固结过程和沉降情况,确保基坑施工的安全和效率。

2.2 地下水控制策略

2.2.1 排水系统设计

在基坑支护结构设计中,地下水控制是确保基坑稳定性的重要环节,尤其是对于地下水位较高或者存在承压水的情况。排水系统设计旨在有效地疏干基坑周围土体,降低地下水位,防止地下水对支护结构的不利影响,如渗透破坏、土体软化或流沙现象。排水系统通常包括设置在基坑周边的排水沟和集水井。排水沟用于收集表面径流,防止水流直接冲刷坑壁,而集水井则用于集中地下水,通过泵送设备将其排出基坑。

在设计排水系统时,可结合流体动力学模型,来预测地下水位的变化和地下水流动路径,以优化井点布置和降水策略。同时,需关注地下水排泄对周边环境及地下水资源的影响,以实现施工与环境保护的和谐统一。排水系统设计是基坑支护结构设计中的关键技术之一,其需要综合考虑地质条件、工程需求和环境因素,通过科学的方案制定和实施,确保基坑施工的顺利进行和长期的结构稳定性。

2.2.2 降水井与回灌技术

降水井通常采用深井泵或潜水泵系统,以降低地下水位至基坑底部以下,防止地下水对基坑边坡稳定性造成影响。然而,过度降水可能导致周边环境问题,如地面沉降、建筑物损坏以及地下水资源流失。为解决这些问题,回灌技术应运而生。回灌技术是将经过处理的地下水通过回灌井重新注入地下,以维持地下水的动态平衡。这一方法在地铁建设中得到了广泛应用,通过精确控制回灌量,有效减小了地下水位下降对周边环境的影响。

在实际应用中,通常会结合地下水控制模型,来预测和控制降水与回灌的效果。这些模型考虑了地下水的渗透性、基坑与周围土层的相互作用等因素,为优化降水井和回灌井的布置提供科学依据。同时,通过实时监测地下水位变化和地面沉降,可以动态调整降水与回灌策略,确保基坑支护的高效与安全。在设计过程中,还需要平衡降水与回灌的成本与效益,通过多方案比较和经济分析,选择最适宜的降

水与回灌技术组合。

2.3 支护体系

2.3.1 排桩与桩板墙

在基坑支护结构设计中,排桩与桩板墙是重要的支护手段。排桩通过设置一定间距的桩,应用较为广泛。而桩板墙则是一种利用连续的板状结构墙来阻止土体侧向移动的支护结构,常用于城市狭小空间和邻近建筑物的基坑工程。桩板墙可以是预制的钢板桩或混凝土板桩,通过打入或静压方式插入地基,形成一道连续的屏障。在柏林地铁建设过程中,由于施工场地受限且需保护周边历史悠久的建筑物,采用了桩板墙结合内支撑的设计,成功地实现了基坑的安全开挖。

在设计排桩与桩板墙时,会结合地质力学原理和土壤-结构相互作用理论,通过有限元分析等数值模拟方法分析施工过程中的变形和应力分布,同时需要考虑地下水位变化对桩土接触面摩擦阻力的影响,或桩板墙在侧向土压力作用下的弹性或非弹性变形。此外,还会结合施工速度、成本和环境影响,以实现最优的设计方案。

2.3.2 地下连续墙

地下连续墙是一种在基坑支护中广泛应用的技术,尤其在处理复杂地质条件和确保周边环境安全方面表现出色。这种结构设计能够提供连续的、高强度的挡土墙,有效防止地下水渗透和地层位移。在城市地铁基坑建设中,地下连续墙经常被采用,实现了软弱土层中的深基坑稳定开挖,确保了周边建筑物的安全,同时也减少了噪声和振动对市民生活的影响。

地下连续墙的施工涉及多个步骤,包括开挖导沟、放置导管、浇筑混凝土以及拔除导管等。在设计阶段,往往采用有限元分析等数值模拟方法,精确预测连续墙的受力状态和地层的变形情况,确保结构的稳定性。通过使用专业软件,可以模拟不同地质条件下的连续墙性能,优化墙厚和支撑设计,以实现成本和性能的最佳平衡。

在实际应用中,地下连续墙的施工质量对基坑支护效果至关重要。墙体的连续性和密封性是防止地下水渗透的关键,任何微小的裂缝都可能导致地下水涌入,影响基坑的稳定性。因此,施工过程中会严格控制混凝土的浇筑质量和接头处理,确保墙体的整体性。同时,结合内支撑系统,可以形成一个强大的支护结构,有效抵抗基坑开挖引起的土压力和地下水压力。

尽管地下连续墙技术在许多项目中展现出其优越性,但在特定地质条件如遇有硬岩层或富含流沙层时,设计和施工难度也会增大。需要结合其他技术,如预爆破或采用特殊的钻孔设备,以克服这些挑战,实现连续墙的顺利施工。

3 结语

综上所述,随着基坑支护结构设计的不断发展,改善

岩土工程地质条件的方法也在不断创新和完善。注浆技术、深层搅拌法、预压排水固结等土壤加固与改良方法,在提高基坑稳定性和承载力方面发挥了重要作用。同时,地下水控制策略,如排水系统设计、降水井与回灌技术的结合应用,有效解决了地下水位对基坑支护结构的不利影响。此外,排桩与桩板墙、地下连续墙等支护体系的应用,进一步提升了基坑支护结构的整体性能和安全性。

在基坑支护结构设计中,综合考虑地质条件、工程需求和环境因素,科学选择和应用改善岩土工程地质条件的方法,是确保基坑施工顺利进行和长期结构稳定性的关键。未来,随着施工技术的不断进步和经验的积累,基坑支护结构设计将更加智能化、精细化,为城市地下空间的安全高效开发提供有力保障。

参考文献:

- [1] 叶一心.试论基坑支护施工中岩土工程勘察的价值[J].中国住宅设施,2023(3):172-174.
 - [2] 张黎明.岩土工程中的深基坑支护问题和解决措施[J].城市建设理论研究(电子版),2023(7):71-73.
 - [3] 喻磊.基于岩土工程的矿山施工基坑支护稳固设计及应用[J].世界有色金属,2022(24):211-213.
 - [4] 杨俊岭,赵朕,崔晓亮.岩土工程基础施工中深基坑支护施工技术的应用分析[J].工程建设与设计,2020(8):49-50.
 - [5] 韩海涛,陈越.岩土工程中的深基坑支护设计问题和解决措施[J].世界有色金属,2020(16):188-189.
 - [6] 范晓峰.岩土工程地质条件在基坑支护工程设计中的应用分析[J].中华建设,2019(9):162-163.
 - [7] 赵君.浅谈岩土工程地质条件在基坑支护工程设计中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2019(2):60-61.
- 作者简介:周峻(1987-),男,中国四川大竹人,硕士,高级工程师,从事隧道结构研究。