

注浆技术在地铁土建工程中的应用

张彦军

中国水利水电第四工程局有限公司 青海西宁 810000

摘要: 随着城市化进程的加速,地铁作为城市交通的重要组成部分,其建设与发展日益受到人们的关注。地铁土建工程作为地铁建设的基础,其施工质量和效率直接影响到地铁的运营安全和乘客的出行体验。因此,如何采用先进、高效的施工技术,确保地铁土建工程的质量与效率,成为当前地铁建设领域亟待解决的问题。本文将主要探讨注浆技术在地铁土建工程中的应用,希望对相关人员提供参考。

关键词: 注浆技术;地铁土建工程;技术应用

1 注浆技术概述

1.1 定义及原理

注浆技术是一种地下工程常用的加固和防渗技术,通过向土体或岩石裂缝中注入浆液,使其与土壤或岩石反应并固化,以填充空洞、裂缝,增强地基承载力和改善地下水条件。这一技术涉及多种浆料,包括水泥浆、化学浆和泥浆等。其中,水泥浆由于成本较低且固化后强度高,被广泛应用于土木工程中;化学浆如硅酸盐和丙烯酸酯则因其快速硬化和强度高的特性,适用于紧急处理和高强度要求的场合。注浆过程中,浆液的压力、比例和流量等参数需要精确控制,以保证浆液能够有效渗透到土壤或岩石的裂缝中。例如,注浆压力通常设定为地层压力的1.2至1.5倍,以克服地层阻力,确保浆液的充分扩散和渗透。正确的浆料配比和注浆技术参数的选择,是确保注浆工程成功的关键因素。通过这种方式,注浆技术在提高地下结构稳定性和防水性方面发挥着至关重要的作用。

1.2 注浆材料的类型

注浆材料是注浆技术中核心要素之一,根据其成分和应用特性主要分为水泥浆、化学浆和泥浆等类型。水泥浆由水泥和水按一定比例混合而成,因其成本较低且固化后结构稳定、耐久性好,广泛用于处理地基不均匀沉降和隧道防水。化学浆包括如硅酸盐、丙烯酸酯和聚氨酯等,这些材料能迅速固化,适用于紧急加固和对防水性能有高要求的工程;它们在固化过程中可以形成强大的化学键,提高材料的抗渗和抗压性能。泥浆主要由粘土、水和其他添加剂组成,通常用于钻孔时的润滑和支护,尤其在地层松散或有大量地下水的情况下发挥作

用。每种浆料在注入时都需要控制适宜的粘度和流动性,以便能有效地渗透进微小的裂缝和孔隙中。正确选择浆料类型根据工程的具体要求和地质条件,是确保注浆效果和工程安全的关键。通过这些不同类型的浆料,工程师能够对各种地下条件进行有效处理,提升结构的稳定性和使用寿命。

1.3 设备和工具

在注浆技术中,设备和工具的选择对于保证施工质量和效率至关重要。注浆机是执行注浆工作的核心设备,负责按预定的压力和流量将浆料输送到地下的指定位置。这些机器通常配备高精度的泵和调节系统,以确保浆料能均匀并精确地注入。混合器用于在注入前将水泥、化学添加剂和水混合均匀,确保浆料的一致性和性能。为了监控注浆过程,还需使用压力计和流量计,这些仪器帮助工程师实时调整注浆参数,如压力和浆料流量,以适应地质变化和施工要求。此外,探针和注浆管也是不可或缺的,探针用于检测地下的裂缝和空洞分布,而注浆管则负责将浆料准确地输送到地下的目标位置。这些工具和设备的高效协同作用,确保了注浆工程的精确执行和最终效果的优化,从而提升地基的稳定性和建筑结构的安全性。

2 注浆技术在地铁土建工程中的应用

2.1 地下空间的加固与防水

在地铁土建工程中,地下空间的加固与防水是确保工程结构稳定与运营安全的关键环节。注浆技术作为一种有效的地下空间加固与防水手段,其应用具有显著优势。

在加固方面,注浆技术通过高压注浆设备,将配置

好的注浆材料（如水泥浆、化学浆等）注入到地下岩土体中。注浆材料在岩土体内部扩散、渗透，填充孔隙、裂隙，形成连续的、高强度的注浆体。这一过程中，注浆压力、注浆量、注浆速度等参数需根据具体地质条件和设计要求进行精确控制，以确保注浆体能够充分扩散并与岩土体紧密结合，从而提高岩土体的整体强度和稳定性。

在防水方面，注浆技术同样发挥着重要作用。通过注浆，可以在地下结构周围形成一道致密的防水屏障，有效阻止地下水的渗透。注浆材料的选择和配比是关键，需根据地下水的压力、水质等条件进行选择，确保注浆体具有足够的抗渗性和耐久性。同时，注浆施工过程中的注浆压力、注浆速度等参数也需严格控制，以确保注浆体能够均匀、连续地形成防水屏障。

综上所述，注浆技术在地铁土建工程中的地下空间加固与防水方面具有显著效果。通过精确控制注浆参数，注浆技术能够显著提高地下结构的稳定性和防水性能，为地铁工程的顺利建设和安全运营提供有力保障。

2.2 地层稳定性控制

在地铁土建工程中，地层稳定性控制是保障施工安全、避免地面沉降和隆起等问题的核心。注浆技术作为地层稳定性控制的重要手段，其应用过程中需要综合考虑地质条件、注浆材料特性以及注浆工艺参数。

注浆技术通过向地层中注入特定配比的注浆材料，填充和加固地层中的孔隙、裂隙和软弱带，从而增强地层的整体承载能力和稳定性。注浆材料的选择至关重要，需根据地层的地质特性、地下水状况以及工程要求，选择合适的注浆材料，如水泥浆、化学浆等。

注浆过程中，注浆压力、注浆流量和注浆时间等参数需精确控制。注浆压力的大小直接影响注浆材料在地层中的扩散半径和加固效果，需根据地层渗透性、注浆材料性质以及工程要求进行合理设置。注浆流量和注浆时间则决定了注浆材料的总量和分布，需根据地层条件和注浆目的进行精确计算和调整。通过注浆技术的应用，可以实现对地层的有效加固和稳定性控制。在盾构隧道施工中，同步注浆和二次注浆技术可以确保隧道开挖过程中地层的稳定性，减少地面沉降和隆起的风险。

2.3 盾构隧道施工中的注浆应用

在盾构隧道施工中，注浆技术扮演着至关重要的角色，它确保了隧道掘进过程中的地层稳定性，防止了地表变形和隧道沉降。注浆技术通过向隧道周围的地层注入特定配比的注浆材料，实现了对地层的有效加固和支撑。

在注浆过程中，注浆压力、注浆量、注浆速度等施工参数都需严格控制。注浆压力一般设定为1.1~1.2倍的静水土压力，以确保注浆材料能够充分扩散并填充地层中的孔隙和裂隙。注浆量则根据隧道直径、地层特性以及注浆材料的性质进行计算，通常控制在理论计算值的1.4~2.0倍之间，以确保地层得到充分的加固。注浆速度需根据地层渗透性和注浆材料的特性进行调整，以保持注浆过程的稳定性和连续性。

在盾构隧道施工中，同步注浆技术尤为关键。它通过在盾构机掘进的同时，向隧道周围的地层注入注浆材料，实现了对地层的即时加固和支撑。同步注浆技术能够有效防止隧道掘进过程中可能产生的地层变形和沉降，确保隧道施工的安全和稳定。

结束语

综上所述，注浆技术作为一种高效且可靠的地下建设解决方案，在地铁工程建设中扮演了至关重要的角色。通过注浆加固地基，提高土壤稳定性，减少地层沉降，这一技术不仅保证了工程的安全性，还有效地控制了建设成本。随着技术的不断进步和创新，注浆技术的应用将更加广泛，对未来地铁土建工程的发展前景充满期待。

参考文献

- [1] 白龙. 注浆技术在地铁土建工程中的应用探讨[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(4): 3.
- [2] 刘浩然. 深孔注浆加固技术在地铁施工拱顶涌水涌砂治理中的应用研究[J]. 建筑机械, 2023(9): 31-37.
- [3] 吴博. 地铁盾构隧道掘进同步注浆施工技术分析[J]. 现代交通与路桥建设, 2023. DOI: 10.37155/2811-0633-0201-1.
- [4] 王通福. 注浆技术在地铁土建工程中的应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(4): 3.