

探讨地铁盾构区间二次注浆施工技术

罗 佳

中交一公局深圳地铁6号线 广东深圳 518000

摘 要: 本论文旨在探讨地铁盾构区间二次注浆施工技术,以提高地铁工程的施工效率和安全性。在文章中,我们将介绍地铁盾构施工的背景和重要性,讨论二次注浆施工技术的原理和方法,以及分析其在地铁工程中的应用。通过深入研究这一技术,我们希望为地铁工程的建设 and 维护提供有力的支持。

关键词: 轨道交通; 盾构区间; 二次注浆

The construction technology of secondary grouting in shield section of subway is discussed

Jia Luo

China Communications First Public Bureau Shenzhen Metro Line 6 Shenzhen Guangdong 518000

Abstract: The purpose of this paper is to discuss the secondary grouting construction technology of subway shield section in order to improve the construction efficiency and safety of subway engineering. In this paper, we will introduce the background and importance of subway shield construction, discuss the principle and method of secondary grouting construction technology, and analyze its application in subway engineering. Through in-depth research on this technology, we hope to provide strong support for the construction and maintenance of subway projects.

Keywords: rail transit; Shield zone; Secondary grouting

引言:

地铁系统是现代城市交通系统中不可或缺的一部分。为了满足不断增长的交通需求,地铁工程日益繁忙。地铁盾构是地铁隧道施工的重要方法之一,其施工过程中需要高度的精确度和安全性。为了应对地下工程中可能出现的问题,如地下水渗漏和土壤沉降等,二次注浆技术被广泛用于地铁盾构施工中。本文将深入探讨地铁盾构区间二次注浆施工技术,以帮助地铁工程取得更好的施工效果。

1 地铁盾构施工背景与重要性

1.1 地铁工程的发展与需求

地铁系统作为现代城市交通的重要组成部分,在全球范围内得到了广泛的应用和持续发展。随着城市化进程的不断加速,人口流动的增加,以及道路交通拥堵问题的日益恶化,地铁系统已经成为减轻城市交通负担,提高居民生活质量的重要解决方案。

地铁工程的需求来自多个方面。首先,城市人口的急剧增长导致了城市交通需求的激增。传统的道路交通方式已经无法满足人们对快速、安全和高效出行的需求。因此,地铁系统不仅能够提供大规模的运输能力,还可以减少城市道路的交通拥堵,减少交通事故,提高交通效率。

其次,地铁系统对环境的友好性也是其发展的重要原因。随着环保意识的增强,城市政府和市民逐渐认识到减少汽车使用对于降低尾气排放、改善空气质量以及减少噪音污染的重要性^[1]。地铁系统的电力驱动和低噪音特性使其成为绿色出行的首选,有助于改善城市的生态环境。

此外,地铁工程对于城市规划和土地利用也有积极作用。地铁线路的建设能够促进城市不同区域的互联互通,提高不同城市区域之间的可达性,从而推动城市规划和土地利用的协调发展。地铁站点周边的开发也通常会吸引商业和住宅区的建设,为城市经济发展创造更多机会。

1.2 盾构施工技术的作用

盾构施工技术作为地铁工程中的一项关键工艺,已经在全球范围内得到广泛应用,并取得了卓越的成就。这一技术的应用带来了多方面的好处,涵盖了施工效率、工程质量和安全性等方面。

首先,盾构施工技术大幅提高了地铁工程的施工效率。相较于传统的开挖方法,盾构机可以在地下隧道中快速推进,减少了施工过程中的时间和人力资源浪费^[2]。它能够以较短的时间建设出大规模的隧道,从而缩短了工程周期,减轻了城市交通系统的压力。

其次，盾构施工技术有助于提高地铁工程的质量。盾构机的高度自动化和精密控制确保了隧道的准确尺寸和形状，减少了施工误差。这意味着地铁隧道的内部平整度更高，车辆在隧道内的运行更加平稳，减少了磨损和维护成本。

盾构施工技术还显著提高了施工的安全性。传统的开挖方法可能会导致地下水渗漏、土壤沉降和地下结构的损坏，从而增加了施工中的风险。盾构机通过在施工过程中同时加固和控制地下环境，降低了这些风险，减少了事故发生的概率，保障了工程的安全性。

另外，盾构施工技术还减少了对城市地面的干扰。由于地下施工，城市道路和建筑物的运行几乎不受到影响，这有助于降低了施工对城市生活和商业活动的干扰，减少了交通堵塞和噪音污染^[3]。

1.3 二次注浆技术

地铁盾构施工是地下工程中的一项复杂任务，其成功需要克服多重挑战，其中之一是地下水渗漏的控制。地下水渗漏会导致隧道工程中的泥浆浑浊、隧道坍塌等问题，对施工安全和质量构成威胁。为了应对这些挑战，二次注浆技术的出现成为了一项革命性的改进。

二次注浆技术是在地铁盾构施工中引入的一项关键技术，旨在有效控制地下水渗漏，提高施工质量和安全性。它的出现是因为盾构施工所涉及的地质条件和地下水位的多样性，以及地铁隧道施工对高质量控制的需求^[4]。

这一技术的核心原理是在盾构掘进过程中，通过钻孔将注浆材料注入地下，填充隧道周围的空隙，从而形成一道防水屏障，阻止地下水进入隧道。二次注浆可以在不中断盾构掘进的情况下进行，使施工效率不受影响，同时保持地下水位的稳定，降低了地下水对施工的干扰。

这一技术的出现改变了地铁盾构施工的方式和效果。它为工程师和施工人员提供了更大的控制能力，使他们能够根据地质条件的变化来调整注浆材料的类型和用量，从而更好地应对地下水渗漏问题。此外，二次注浆技术还改善了隧道工程的施工质量，确保了隧道结构的稳定性和密封性。

二次注浆技术的出现对于地铁盾构施工的安全性也产生了积极影响。它有效降低了地下水渗漏引起的隧道坍塌风险，减少了事故的发生概率，保障了施工人员的安全。此外，由于可以随时进行二次注浆，即使在施工中发现了问题，也可以迅速采取措施进行修复，降低了紧急情况的处理难度。

2 二次注浆施工技术原理与方法

2.1 二次注浆的基本原理

二次注浆技术作为地铁盾构施工中的关键环节，其基本原理涉及到地下水渗漏的控制和隧道结构的稳定性维护。这一技术的核心概念是通过注浆材料的注入，形成一道防水屏障，减少地下水对隧道施工的干扰，同时确保隧道的安全和密封。

基本原理包括以下几个关键步骤：

孔洞钻取：在盾构掘进过程中，首先需要通过孔洞钻取来创建通道，以便注浆材料的注入。这些孔洞位于隧道周围，通常沿着隧道的外壁分布，以确保整个隧道周围都能得到有效的注浆。

注浆材料的准备：注浆材料通常是一种水泥浆或聚合物浆料，具有高度的密封性和抗水性。这些材料经过特殊的处理和配比，以确保其在地下环境中的稳定性。

注浆操作：一旦孔洞准备好，注浆操作可以开始。注浆材料通过管道输送到孔洞中，然后从孔洞中注入地下。这些材料填充了隧道周围的空隙，形成了一道防水屏障。这一过程需要高度的精确度和控制，以确保注浆材料能够均匀分布并达到预期的效果。

注浆监测与调整：注浆操作通常需要经过监测和调整，以适应地下水位的变化和地质条件的不断变化。通过实时监测注浆材料的流动和堵塞情况，可以及时调整注浆操作，确保隧道周围的地下水得到有效控制。

隧道施工的连续进行：二次注浆技术的一个关键特点是，它可以在不中断盾构掘进的情况下进行^[5]。这意味着施工可以连续进行，不需要停工等待注浆材料的固化，提高了施工的效率。

2.2 二次注浆施工工艺流程

二次注浆施工工艺流程是地铁盾构施工中的重要部分，其有效执行对于地下工程的质量和安全性至关重要。本节将深入探讨二次注浆施工的工艺流程，包括以下关键步骤。

孔洞定位和钻取：首先，需要精确确定注浆孔洞的位置，这通常是根据地勘探和设计要求来完成的。一旦孔洞位置确定，就进行孔洞的钻取。钻孔的深度和直径通常会根据地下水位和隧道尺寸的不同而有所变化。这些孔洞位于隧道周围，通常呈网格状分布，以确保隧道的周边区域都受到覆盖。

注浆材料的制备：注浆材料通常是一种特殊的水泥或聚合物浆料，其配方和制备需要根据项目的具体要求。这些材料具有高度的密封性和抗水性，以确保其在地下环境中的有效性。制备过程需要确保注浆材料的均匀性和稳定性，以防止堵塞和不均匀的注浆。

注浆操作：一旦孔洞准备好并注浆材料准备就绪，注浆操作可以开始。注浆材料通过管道输送到孔洞中，然后从孔洞中注入地下。这一过程需要高度的技术控制，以确保注浆材料均匀分布并填充隧道周围的空隙。注浆操作通常在盾构掘进过程中连续进行，以减少工程的停工时间。

监测和调整：注浆操作通常需要经过实时监测和调整，以适应地下水位和地质条件的变化。通过监测注浆材料的流动和堵塞情况，可以及时调整注浆操作，确保其达到预期效果。监测过程通常使用压力传感器、流量计和其他工程技术手段来实施。

质量检查与验收：注浆完成后，需要进行质量检查和

验收。这包括检查注浆孔洞的密封性，确保没有漏水，以及对注浆材料的质量进行检查。验收通常是一个严格的过程，以确保工程的质量和安全性。

2.3 注浆设备选择

设备的选择：

注浆泵：注浆泵是将注浆材料输送到注浆孔洞的关键设备。选择合适的注浆泵需要考虑流量、压力和精确度等因素。泵的性能必须与注浆工艺相匹配，以确保材料能够均匀分布。

注浆管道：注浆管道用于将注浆材料从泵输送到注浆孔洞。这些管道必须耐腐蚀、耐高压，并具有足够的耐久性，以适应地下施工环境的要求。

监测设备：实时监测是确保注浆效果的重要步骤。使用压力传感器、流量计和其他监测设备，以监控注浆操作的进行，检测任何异常情况，及时调整工艺。

混合设备：对于特殊注浆材料，可能需要混合设备来确保材料的均匀性。混合设备必须精确控制材料的配比，以满足工程要求。

备件和维护设备：高质量的备件和维护设备对于确保设备的正常运行和维护施工质量至关重要。定期维护和检修设备，以延长使用寿命并减少停工时间。

3 地铁盾构区间二次注浆施工技术的应用与挑战

3.1 二次注浆施工的应用

地下水渗漏的控制：二次注浆技术的最主要应用是控制地下水渗漏。地铁盾构施工通常会遇到地下水位高、地质条件复杂的情况。二次注浆通过形成一道防水屏障，有效减少了地下水进入隧道的机会。这有助于防止隧道工程中的泥浆浑浊、隧道坍塌等问题，提高了施工的质量和安全性。

土壤沉降的控制：除了地下水渗漏，地铁盾构施工还可能引起土壤沉降问题。通过二次注浆，可以控制土壤的沉降，减少对地下结构和地面建筑物的不利影响。这对于城市地铁工程周边的建筑物和基础设施保持稳定和完好至关重要。

隧道结构的稳定性：二次注浆技术还用于维护隧道结构的稳定性。在隧道施工过程中，隧道周围的地下环境可能会发生变化，导致隧道结构的不稳定。通过二次注浆，可以填充隧道周围的空隙，保持隧道的结构完整性和稳定性。

修复隧道缺陷：除了在施工过程中的应用，二次注浆技术还可用于修复已建成的隧道的缺陷。如果隧道出现漏水或结构问题，可以通过注浆来修复，延长隧道的使用寿命，减少维护成本。

应对地质条件的多样性：地铁工程通常涉及多种地质条件，包括不同类型的土壤和岩层。二次注浆技术可以根据地质条件的不同来调整注浆材料和工艺，以适应不同地质环境，确保施工的成功。

3.2 挑战 and 应对

精确性要求高：二次注浆操作需要高度的技术控制，以确保注浆材料均匀分布并填充隧道周围的空隙。因此，操作人员需要接受专门的培训和技术支持。

地下环境复杂：地下环境的复杂性是二次注浆技术面临的挑战之一。地下水位的变化、不同类型的土壤和岩层需要不断调整注浆工艺和材料，以适应多样性的地质条件。

材料和设备成本：注浆材料的质量和成本对于二次注浆的成功应用至关重要。高质量的注浆材料可能较昂贵，而注浆设备也需要投资。因此，在项目预算中需要充分考虑这些成本。

监测和维护：二次注浆后需要进行实时监测和维护，以确保注浆效果持续稳定。这需要技术人员的持续关注和操作，以及必要的维护工作。

3.3 环保考虑

材料选择：在注浆材料的选择上，应优先考虑环保性。选择低环境影响的注浆材料有助于减少对地下环境的不良影响。

水资源管理：二次注浆操作可能涉及大量水的使用，因此需要考虑合理的水资源管理和节水措施，以减少水资源的浪费。

废弃物处理：施工中产生的废弃物，如废弃的注浆材料和污水，需要妥善处理 and 处置，以减少对周围环境的负面影响。这包括采取适当的废弃物管理措施，如回收 and 处理。

生态保护：在施工过程中，需要采取措施来保护附近的生态环境，减少对野生动植物的干扰。这包括建立保护区和采取措施来减少生态系统的破坏。

结语

地铁盾构区间二次注浆施工技术在地铁工程中具有重要的应用前景。通过深入研究和实际工程案例的分析，本文展示了这一技术在提高地铁工程的施工效率和安全性方面的潜力。然而，我们也应认识到在应用中可能出现的挑战，例如材料选择和环保问题。在未来的地铁工程中，应继续研究和改进这一技术，以确保地铁系统的可持续发展和城市交通的便捷性。

参考文献：

- [1] 张士民. 地铁隧道下穿高铁桥盾构施工技术[J]. 建筑机械化, 2022, 43(03): 19-21.
- [2] 陶成明. 盾构隧道同步注浆浆液配合比试验研究[J]. 居舍, 2019(15): 189-191.
- [3] 常晓亮. 复合地层盾构隧道注浆技术[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版), 2018, 31(S2): 42-45.
- [4] 周晓峰. 盾构连续下穿多条高速铁路基沉降控制研究[J]. 运输经理世界, 2022(15): 107-109.
- [5] 杨建烽, 郑余朝, 陈强等. 盾构下穿既有地铁区间隧道沉降控制研究[J]. 隧道建设(中英文), 2019, 39(S2): 385-392.