

暗挖地铁隧道施工技术研究

张珍贵

中国水利水电第七工程局有限公司 四川 眉山 620000

摘要：暗挖地铁隧道施工技术研究聚焦于确保隧道施工安全、高效及稳定的关键技术。通过对超前支护、注浆、开挖、初期支护、防水及二次衬砌等环节的深入研究，优化施工流程和技术参数。同时，加强监控量测工作，实时掌握隧道变形情况，及时采取应对措施。本研究旨在提高暗挖地铁隧道施工的技术水平，降低施工风险，为地铁工程建设提供有力技术支撑，推动城市交通基础设施的可持续发展。

关键词：暗挖地铁隧道；施工技术；主要环节

引言：暗挖地铁隧道施工技术研究是当代城市地铁建设领域的重要课题。随着城市化进程的加速，地铁作为高效、环保的公共交通方式，在城市交通体系中扮演着越来越重要的角色。而暗挖法作为地铁隧道施工的一种常用方法，其技术水平和应用效果直接影响到工程质量和施工安全。因此，深入研究暗挖地铁隧道施工技术，提高施工效率和质量，对于推动城市交通建设和发展具有重要意义。

1 暗挖地铁隧道施工技术的理论基础

1.1 隧道工程的基本原理

隧道工程的基本原理是基于土木工程学、岩石力学和土力学等学科的综合应用。其核心是确保隧道在建设和使用过程中具备足够的结构稳定性和安全性。这涉及到对地层条件的深入分析，根据地质勘察资料确定合理的施工方案和支护结构形式。同时，还需考虑隧道在使用过程中的承载能力和耐久性，确保其在各种环境条件下都能保持稳定的运营状态。在暗挖地铁隧道施工中，基本原理的应用体现在多个方面。首先是开挖过程的控制，需要合理选择开挖方法，如全断面开挖、台阶式开挖等，以减小对周围土体的扰动和保证隧道的稳定性。其次是支护结构的设计与施工，这需要根据地质条件和施工要求确定合理的支护形式和参数，如初期支护的刚度、强度以及防水层的设置等。最后，还需要关注隧道的排水与防水问题，采取有效的措施防止地下水对隧道结构的侵蚀和损害。

1.2 暗挖法的优势与局限性

暗挖法作为地铁隧道施工中的一种重要方法，具有其独特的优势和局限性。其优势主要体现在以下几个方面：（1）暗挖法对地面交通的影响较小。由于施工主要在地下进行，不需要占用大量的地面空间，因此对地面交通的影响较小，有利于保持城市交通的畅通。（2）

暗挖法施工噪声和振动较小。相较于明挖法等其他施工方法，暗挖法在施工过程中产生的噪声和振动较小，对周边环境和居民生活的影响较小。然而，暗挖法也存在一定的局限性。首先，暗挖法施工技术要求较高，需要专业的施工队伍和先进的施工设备。其次，暗挖法对地质条件的要求较高，如果遇到不良地质条件，如软弱地层、富水地层等，可能会增加施工难度和风险。此外，暗挖法的施工速度相对较慢，工期较长，需要更多的时间和精力来确保施工质量和安全。

1.3 相关的地质学与工程学知识

地质学知识在暗挖地铁隧道施工中具有重要的作用。地质学提供了对地下岩层和土体的认识，包括地层分布、岩层厚度、岩层性质以及地下水条件等。这些地质信息对于确定施工方案、选择开挖方法、设计支护结构以及进行隧道稳定性分析都具有重要的意义。工程学知识则是暗挖地铁隧道施工的理论基础和技术支撑。这涉及到土木工程结构的设计、施工技术的选择以及施工过程的监测与控制等方面。在暗挖地铁隧道施工中，需要运用工程学知识来制定合理的施工方案、确保施工过程中的安全性和稳定性以及实现施工质量的控制。

2 暗挖地铁隧道施工技术的主要环节

2.1 超前支护与注浆技术

在暗挖地铁隧道施工中，超前支护与注浆技术发挥着至关重要的作用。这两项技术的联合应用，能够有效应对各种地质挑战，保障施工安全与进度。（1）超前支护技术，作为隧道开挖前的关键步骤，旨在预先加固掌子面前方的地层，防止因开挖作业引发的地层失稳和坍塌。这一技术能够显著提高地层的承载能力和稳定性，为后续的隧道开挖工作奠定坚实的基础。常用的超前支护方法包括超前小导管注浆和超前锚杆支护等，这些方法通过注浆或锚杆的固定作用，使地层形成一个坚

固的支撑体系。(2) 注浆技术则是一种通过向地层中注入特制浆液来固结地层、提高地层强度的方法。注浆技术能够有效地填充地层中的孔隙和裂隙,改善地层的物理力学性质,从而增强地层的整体稳定性。同时,注浆技术还能够有效防止地下水的渗漏,这对于保持隧道结构的稳定性、防止水害发生具有重要意义^[1]。在实际施工中,超前支护与注浆技术往往需要根据具体的地质条件和工程要求进行综合应用。通过制定合理的施工方案、精确控制施工参数以及加强施工过程的监测与评估,可以确保这两项技术发挥出最大的效果,为暗挖地铁隧道的施工提供有力的技术支持。

2.2 开挖技术

在暗挖地铁隧道施工过程中,开挖技术占据着举足轻重的地位。根据隧道的设计参数以及地质条件的差异,选择合适的开挖方法成为了确保工程质量和施工安全的关键。对于地质条件优越、断面尺寸较大的隧道,通常采用全断面开挖法。这种方法通过一次性开挖整个隧道断面,实现了高效快速的施工进度。然而,对于地质条件复杂或断面尺寸较小的隧道,则需要采用更为灵活的开挖方式。例如,台阶法通过将隧道断面划分为多个部分,按序开挖,能够有效应对地质条件的变化,确保施工稳定。而分块开挖法则更适用于需要严格控制变形的隧道段,它通过将隧道断面分割成更小的块体进行开挖,大大降低了开挖过程中围岩变形的风险。在开挖过程中,除了选择合适的开挖方法外,还需要严格控制开挖进尺、循环时间等参数。这些参数的精确控制对于保证隧道开挖面的稳定、减少围岩扰动以及提高施工效率具有重要意义。同时,对于开挖出的土石方,应及时进行清运和处理,以保持施工现场的整洁和有序,为后续施工创造良好的条件。

2.3 初期支护技术

初期支护是暗挖地铁隧道施工中的关键环节,对于确保隧道结构的稳定和安全至关重要。在隧道开挖后,初期支护工作紧随其后,旨在迅速并有效地对开挖面进行加固,防止围岩变形和坍塌。(1) 喷射混凝土是初期支护中常用的技术手段。通过将混凝土以高速喷射的方式均匀地覆盖在开挖面上,形成一层坚固、连续的保护层。这层混凝土层不仅能够封闭裸露的围岩,防止其受到风化侵蚀,还能够增强围岩的整体强度,提高其承载能力。此外,喷射混凝土还能够填补开挖面上的小裂缝和孔隙,进一步提高其密封性和稳定性。(2) 锚杆和钢架也是初期支护中常用的支护结构。锚杆通过深入围岩内部,提供强大的支撑力,有效地防止了围岩的松动和

坍塌。而钢架则能够为隧道提供更加坚固的支撑体系,增强隧道的整体刚度和稳定性。这些支护结构和材料的应用,为隧道结构提供了可靠的安全保障。在初期支护施工过程中,需要严格控制各项技术参数,确保支护质量。同时,还需要加强对支护结构的监测和维护工作,及时发现并处理可能存在的安全隐患。只有这样,才能确保暗挖地铁隧道施工的安全和顺利进行^[2]。

2.4 防水技术

防水技术在暗挖地铁隧道施工中的地位不容忽视,它直接关系到隧道结构的使用寿命和安全性。由于隧道处于复杂多变的地下水环境中,因此,防水工作的实施显得尤为关键。防水技术的实施主要包括防水材料的选择和防水层的施工两个方面。在防水材料的选择上,我们需要充分考虑材料的防水性能、耐久性以及适应性。常用的防水材料如防水卷材和防水涂料等,它们不仅具有良好的防水效果,还能适应隧道内部复杂的施工环境。防水层的施工同样重要。在施工过程中,必须严格遵循设计要求和技术规范,确保防水层的连续性和完整性。首先,要对隧道表面进行清洁和预处理,确保基层平整、无杂物。然后,按照设计要求铺设防水材料,并进行必要的固定和密封处理。最后,对防水层进行质量检查,确保无破损、无漏涂等问题。此外,排水系统的设计与施工也是防水技术的重要组成部分。通过设置合理的排水设施,如排水沟、集水井等,能够有效地将隧道内的积水排出,从而降低地下水对隧道结构的侵蚀风险。

2.5 二次衬砌技术

二次衬砌技术是暗挖地铁隧道施工中的压轴之环,旨在进一步保护隧道的整体结构,提升隧道的美观性,同时增强其耐久性,确保隧道在长期使用中保持稳定与安全。在二次衬砌施工前,精确的测量与定位工作必不可少。这涉及到对隧道断面的细致勘查,以确保衬砌的几何尺寸和位置精度满足设计要求。此外,对初期支护的质量检查也是关键一环,这直接关系到二次衬砌与初期支护的衔接效果,进而影响整个隧道的稳定性和安全性。施工过程中,混凝土的选择、配合比以及浇筑质量都是核心要素。合适的混凝土材料和科学的配合比能够确保衬砌的强度与耐久性^[3]。同时,严格的浇筑工艺和适当的养护条件也是保证衬砌质量的关键。在浇筑过程中,还需特别注意与初期支护的衔接处理,确保两者能够紧密结合,协同工作,共同承受隧道内外的各种力学作用。

3 暗挖地铁隧道施工技术的监控与量测

3.1 监控量测的重要性

在暗挖地铁隧道施工过程中,地质条件复杂多变,施工技术和方法直接影响隧道的稳定性和安全性。因此,实施监控量测工作至关重要。监控量测不仅可以实时掌握隧道的变形和位移情况,及时发现潜在的安全隐患,还能为施工决策提供重要参考,确保隧道施工顺利进行。此外,通过监控量测,可以深入了解隧道结构的力学特性和变形规律,为类似工程的施工提供经验和借鉴。在实际操作中,监控量测数据的准确性和可靠性对于施工决策至关重要。因此,必须制定详细的监控量测计划和方案,选择适当的监测仪器和方法,确保数据的准确性和有效性。同时,还需要建立健全的监测数据管理和分析体系,及时处理和分析数据,为施工决策提供依据。

3.2 洞内观测与地表沉降观测

洞内观测是暗挖地铁隧道监控量测中的重要环节之一。洞内观测主要通过设置测点、安装监测仪器等方式,对隧道内部的变形、收敛、应力等参数进行实时监测。常用的洞内观测方法包括全站仪测量、收敛计测量、应变计测量等。通过这些方法,可以准确获取隧道内部的变形情况,及时发现异常情况并采取相应措施进行处理。地表沉降观测是评估隧道施工对周边环境影响的重要手段。在隧道施工过程中,由于开挖和支护等因素的作用,地表可能出现沉降现象。通过在地表设置沉降观测点,利用水准仪等设备进行定期观测,可以掌握地表沉降的规律和趋势。这有助于评估隧道施工对周边建筑物、道路等设施的影响,为采取相应的防护和治理措施提供依据。为了确保洞内观测和地表沉降观测的准确性,需要严格遵守监测规范和操作流程。同时,还需要定期对监测设备进行维护和保养,确保其正常工作。此外,监测数据的采集、处理和分析工作也需要具备专业知识和技能,以确保数据的准确性和有效性。

3.3 数据处理与分析

数据处理与分析是暗挖地铁隧道监控量测中的关键

环节。通过对监测数据进行处理和分析,可以深入了解隧道结构的变化规律和力学特性,为施工决策提供依据。数据处理与分析工作主要包括数据清洗、整理、统计分析以及可视化表达等步骤。首先,需要对原始数据进行清洗和整理,去除异常值和错误数据,确保数据的准确性和可靠性。其次,采用合适的数学方法和软件对数据进行统计分析,提取有用的信息和规律。例如,可以利用回归分析、时间序列分析等方法对隧道变形和位移数据进行处理和分析,以揭示其变化规律和趋势。此外,为了更好地理解数据和揭示数据背后的规律,还可以采用可视化表达方式。通过绘制图表、曲线图等形式,可以直观地展示隧道变形和位移的变化情况,便于分析和决策。需要注意的是,数据处理与分析过程中需要充分考虑地质条件、施工方法等因素对监测数据的影响。同时,还需要结合实际情况和工程特点进行综合分析,以确保分析结果的准确性和可靠性。

结束语

经过对暗挖地铁隧道施工技术的深入研究,我们不难发现其在保障施工安全、提升施工效率以及优化隧道结构稳定性方面的重要作用。但同时,该技术对施工队伍的技艺要求和设备的先进性也提出了较高的标准。展望未来,随着科技的进步和施工工艺的持续优化,我们有理由相信暗挖地铁隧道施工技术将会更加成熟、高效。希望本次研究能够为业界提供一定的参考价值,推动暗挖地铁隧道施工技术的不断进步,为城市建设添砖加瓦。

参考文献

- [1]殷世刚.浅谈暗挖地铁车站隧道防水施工技术[J].低碳世界,2020(6):211-212.
- [2]梁晓峰.浅埋暗挖地铁隧道施工技术与风险探讨[J].产业与科技论坛,2019,18(10):78-79.
- [3]陈至昊,王海亮,邹德蕴.浅埋暗挖隧道侧穿危楼的微振动爆破技术研究[J].爆破,2019,36(03):37-42.