

地铁隧道施工中的渗漏水预防与处理

李春琦

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着城市化进程的加速，地铁作为绿色、高效的交通方式在全球范围内得到了广泛应用。然而，在地铁隧道施工中，渗漏水问题是一个普遍且严重的挑战。本文深入剖析了地铁隧道渗漏水的多种成因，并系统性地探讨了预防与处理渗漏水的综合策略。通过科学的设计、严谨的施工、有效的材料选择以及后期的精心维护，我们可以最大限度地减少渗漏水的发生，确保地铁隧道的安全与稳定。

关键词：地铁隧道；渗漏水；预防措施；处理方法

引言

地铁隧道作为城市交通的重要组成部分，其安全性和稳定性至关重要。渗漏水问题不仅影响隧道的正常使用，还可能对隧道结构造成长期损害。因此，对渗漏水的预防与处理进行深入研究，对于保障地铁隧道的长期安全运营具有重要意义。

1 地铁隧道渗漏水的成因分析

地铁隧道渗漏水的成因多种多样，主要包括以下几个方面：

1.1 地下水位与水压变化

地铁隧道通常都建在地下水位以下，因此地下水位和水压的变化对隧道的防水性能有着至关重要的影响。在高水位地区，当地下水位上升，特别是雨季或水源补给充足时，地下水压力会随之增大。当这种压力超过隧道防水层的承受能力时，就可能造成防水层出现破损或渗透，从而引发渗漏水。此外，地下水的流动也可能带走防水层与隧道壁之间的黏结材料，进一步削弱了防水效果。

1.2 防水系统设计不当

防水系统的设计是地铁隧道防水的第一道防线。然而，如果设计不当，就会大大增加渗漏水的风险。设计不当可能体现在多个方面：首先，防水材料的选择至关重要。如果选择了质量不合格、性能不稳定的防水材料，那么无论设计多么精妙，都难以达到预期的防水效果。其次，防水层的厚度也是一个关键因素。如果防水层过薄，就很难抵御地下水的压力；而如果过厚，则可能增加施工难度和成本，同时也可能影响防水层与隧道结构之间的黏结性能。最后，接缝处理也是防水设计中的关键环节^[1]。接缝是防水层中最容易出现渗漏的部位，如果接缝处理不严密，就会成为渗漏水的“突破口”。

1.3 施工质量问题

施工质量的好坏直接影响到地铁隧道的防水性能。在施工过程中，如果防水层施工不规范，比如防水材料铺设不均匀、接缝处理不细致等，都可能导致防水层存在缺陷。此外，混凝土浇筑也是施工中的关键环节。如果混凝土浇筑不均匀或存在振捣不实的问题，就会在隧道壁上形成蜂窝、麻面等缺陷，从而影响防水层与隧道壁之间的黏结性能。这些问题在短期内可能不会暴露出来，但随着时间的推移和地下水压力的持续作用，就可能引发渗漏水问题。

1.4 地质条件与环境因素

地质条件和环境因素也是影响地铁隧道防水性能的重要因素。在复杂的地质条件下，如断裂带、岩溶地区等，隧道周围的岩土体可能存在大量的裂隙和溶洞，为地下水的渗透提供了通道。同时，环境因素如土壤腐蚀、地震等也可能对隧道防水层造成破坏。特别是在地震多发区，地震波的传播可能导致隧道结构产生裂缝或变形，从而破坏防水层的完整性。此外，土壤中的化学物质也可能对防水材料产生腐蚀作用，降低其使用寿命和防水性能。

2 地铁隧道渗漏水的预防措施

2.1 科学设计防水系统

在地铁隧道设计中，防水系统的科学设计是预防渗漏水的首要步骤。设计师需要综合考虑多种因素，以确保防水层的完整性和有效性。首先，地下水位是一个关键因素。设计师必须了解施工区域的地下水位及其季节性变化，以便合理确定防水层的位置和厚度。在高水位区域，防水层的设计应更为严密，以防止地下水压力对隧道结构造成损害。其次，地质条件对防水系统的设计也有重要影响。不同地质条件下的土壤渗透性、岩石结构和地下水流动情况都会有所不同。因此，设计师需要对施工区域的地质情况进行详细勘探，以便根据具体

情况调整防水层的设计方案。此外,环境因素也不容忽视。土壤腐蚀、地震等环境因素可能对隧道防水层造成破坏。因此,在选择防水材料时,应考虑其耐腐蚀性和抗震性能。同时,设计师还应应对隧道周围的环境进行长期监测,以便及时发现并处理可能对防水层造成威胁的因素。在选择防水材料时,除了考虑其防水性能外,还应注重材料的耐久性和环保性^[2]。优质的防水材料能够有效抵抗地下水的渗透,同时具有良好的耐久性和环保性能,有助于降低隧道的维护成本和对环境的影响。除了上述因素外,接缝和细节部位的设计也是防水系统设计的关键环节。接缝处是防水层最容易出现渗漏的地方,因此设计师需要对接缝进行特殊处理,如采用弹性密封材料或设置止水带等,以确保接缝处的防水性能。

2.2 严格控制施工质量

在地铁隧道施工中,严格控制施工质量是预防渗漏水的关键环节。这一阶段涉及防水材料的选用、施工工艺的执行以及整体施工质量的把控等多个重要方面。首先,防水材料的质量把控至关重要。优质的防水材料是构建有效防水层的基础。因此,在选择防水材料时,必须确保其符合国家标准和行业规范,同时要经过严格的质量检验。对于进入施工现场的材料,应进行抽样检测,确保其性能稳定、质量可靠。在施工过程中,还应应对防水材料进行妥善保管,避免材料受损或变质。其次,施工工艺的规范性对施工质量有着直接影响。在施工过程中,应严格按照防水系统设计要求进行施工,遵循工艺流程和操作规范。例如,在进行防水层施工时,应确保基层干燥、平整,无油污和杂物;涂刷防水涂料时要均匀、无漏涂和堆积现象;铺设防水卷材时要平整、无气泡和褶皱等。此外,还应注重接缝和细节部位的处理,确保接缝严密、无渗漏隐患。为了严格控制施工质量,还应加强现场管理和监督。施工单位应建立完善的质量管理体系,明确各级管理人员和施工人员的职责和权限。同时,应定期对施工现场进行检查和评估,及时发现并纠正施工中存在的问题。对于关键施工环节和隐蔽工程,还应进行旁站监督和验收,确保施工质量符合要求。此外,施工人员的技术水平和操作经验也对施工质量有着重要影响。因此,施工单位应加强对施工人员的培训和考核,增强其技术水平和责任意识。同时,还应注重施工安全和环境保护等方面的管理,确保施工过程安全、有序进行。

2.3 加强监控与维护

在地铁隧道运营期间,渗漏水的风险仍然存在,因此加强监控与维护工作是至关重要的。这一阶段的目标

是及时发现并处理潜在问题,确保隧道的长期安全运营。为了实现这一目标,应首先建立一个完善的渗漏水监测系统。这一系统应包括传感器、数据采集设备和中央监控系统。传感器应布置在隧道的关键部位,如接缝、变形缝和易渗水的区域,以便实时监测这些区域的湿度、水位和渗漏情况。数据采集设备应能够实时收集并传输这些数据到中央监控系统。中央监控系统是整个监测系统的核心。它应具备强大的数据处理和分析能力,能够对收集到的数据进行实时分析,判断是否存在渗漏水风险。一旦检测到异常情况,系统应立即发出警报,以便工作人员及时响应。除了安装渗漏水监测系统外,还应定期进行人工检查。这些检查应包括对隧道壁、接缝、排水系统等关键部位的详细观测。检查人员应具备专业的知识和技能,能够准确识别渗漏水的迹象,并判断其对隧道结构的影响。在发现渗漏水问题后,应立即采取相应的维护措施。这可能包括清理排水系统、修补损坏的防水层、加固接缝等。维护工作应由专业的维修团队进行,确保处理措施的有效性和安全性^[3]。此外,为了提高监控与维护的效率,还可以考虑引入先进的智能化技术,如物联网、大数据分析和人工智能等。这些技术可以帮助我们更精确地预测渗漏水的风险,优化维护计划,并降低运营成本。

3 地铁隧道渗漏水的处理方法

3.1 注浆封堵法

注浆封堵法是处理地铁隧道中小范围渗漏水问题的有效手段,特别适用于点渗、面渗等局部渗漏情况。这种方法的核心在于向渗漏部位注入特制的注浆材料,以填充渗漏通道,从而实现封堵效果。在实施注浆封堵法之前,需要对渗漏部位进行详细地勘察,确定渗漏的具体位置和范围。这通常涉及使用专业的检测设备,如红外线热像仪、湿度检测仪等,以便更准确地定位渗水源。接下来是选择合适的注浆材料。这些材料通常具有良好的流动性和粘结性,能够迅速填充渗漏通道并形成稳定的封堵层。常见的注浆材料包括水泥基注浆材料、聚氨酯注浆材料等。这些材料在固化后能够形成一道防水屏障,有效阻止水分的进一步渗漏。在进行注浆操作时,需要严格控制注浆压力和注浆量。注浆压力要根据渗漏部位的实际情况进行合理设定,以确保注浆材料能够充分填充渗漏通道。同时,注浆量也要适中,避免过多或过少而影响封堵效果。注浆完成后,还需要对封堵效果进行检验。这通常涉及对封堵部位进行观察和检测,确保无渗漏现象发生。如果发现仍有渗漏情况,需要及时补救措施,如补充注浆或调整封堵方案等。

此外,注浆封堵法还可以与其他防水措施相结合,如涂刷防水涂料、铺设防水卷材等,以形成多层次的防水体系,提高隧道的整体防水性能。

3.2 局部修补法

局部修补法是处理地铁隧道中特定部位,如裂缝、施工缝等渗漏问题的有效方法。这种方法主要适用于那些由结构裂缝、施工缝或其他局部损伤引起的渗漏情况。通过精准的局部修补,可以迅速恢复隧道的防水性能,防止水分通过这些薄弱部位渗入隧道内部。在进行局部修补之前,必须对渗漏部位进行彻底地清理。这一步骤至关重要,因为清洁的表面能够确保修补材料与原结构之间形成良好的黏结。清理工作通常包括去除表面的污垢、油渍、水渍以及松动的混凝土碎片等。对于较深的裂缝或施工缝,可能还需要使用专业的工具进行扩缝处理,以便更好地填充修补材料。完成清理后,接下来是选择合适的修补材料。改性环氧树脂是常用的局部修补材料之一,它具有优异的粘结力、耐久性和耐腐蚀性,能够有效封堵渗漏通道并加固受损部位。在应用改性环氧树脂之前,需要按照产品说明进行适当的混合和搅拌,以确保其达到最佳的使用状态。在涂抹修补材料时,要确保均匀涂抹于渗漏部位,特别是裂缝和施工缝的深处。对于较宽的裂缝,可能需要使用填充物如纱网或玻璃纤维布来增强修补效果。涂抹完成后,应根据修补材料的固化时间进行适当的养护,以确保其充分固化并形成稳定的防水屏障^[4]。最后,对修补部位进行质量检查是必不可少的。这包括观察修补材料的固化情况、检查是否存在气泡或未填满的缝隙等。如果发现任何问题,应及时进行修复或重新修补。

3.3 全面整治法

面对地铁隧道中严重的渗漏水问题,全面整治显得尤为重要。这种方法涉及对整个防水系统的深度检查与彻底整治,旨在从根本上解决渗漏水问题,提升隧道的长期防水性能。全面整治法的首要任务是重新评估和设计防水系统。这需要对隧道的防水需求进行重新审视,并考虑地质条件、地下水情况、隧道结构特点等多方面因素。设计团队需根据这些因素,制定更为合理、有效的防水方案。在整治过程中,更换损坏的防水材料是关

键一环。长时间的使用和自然环境的影响可能导致防水材料老化、破损,从而失去防水效果。因此,需要对这些材料进行全面的检查和更换。选择新的防水材料时,应考虑其耐久性、耐腐蚀性以及环保性,确保材料在长期使用中能够保持良好的防水性能。此外,加强接缝处理也是全面整治法中的重要环节。接缝是隧道防水系统中的薄弱环节,容易出现渗漏问题。因此,需要对所有接缝进行全面的检查和加固。这可能包括清理接缝处的杂物、重新填充密封材料以及加固接缝结构等措施,确保接缝处具备良好的防水性能。除了上述措施外,全面整治法还应注重隧道的整体排水设计。合理的排水系统能够及时将隧道内的积水排出,减少渗漏水对隧道结构的影响。因此,在整治过程中,需要对排水系统进行优化和完善,确保其畅通无阻。全面整治法是一种针对严重渗漏水问题的综合性解决方案。通过重新设计防水系统、更换损坏的防水材料、加强接缝处理以及优化排水设计等措施,可以全面提升隧道的防水性能,确保其安全、稳定地运营。

结语

地铁隧道施工中的渗漏水问题是一个复杂的系统工程问题,涉及多个方面的因素。只有通过全面的预防与处理措施,我们才能有效减少渗漏水的发生,确保地铁隧道的安全与稳定。随着新材料、新技术的不断发展,我们相信未来会有更多创新的方法来解决地铁隧道渗漏水问题。本研究为地铁隧道的渗漏水预防与处理提供了理论支持和实践指导,有助于提高地铁建设的质量和使用寿命,为城市交通的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1]沈正春.探究地铁结构工程的防水设计与技术应用[J].科技风,2020,(10):121.
- [2]冯兰芳.探究地铁结构工程的防水设计与技术应用[J].中国建材科技,2019,28(04):120-121.
- [3]陈刚.轨道交通区间隧道二衬结构渗漏水施工治理技术[J].中国高新科技,2023,(02):67-69.
- [4]程小毛.基于隧道防水机理的隧道管片拼缝渗漏原因及治理方法的研究[J].散装水泥,2022,(01):148-149+152.