

运营期地铁隧道底板结构渗漏水治理技术

Water leakage control technology of subway tunnel floor structure during operation

李祖林

Li Zulin

(重庆市轨道交通(集团)有限公司 重庆 400000)

(Chongqing Rail Transit (Group) Co., LTD., Chongqing 400000, China)

摘要: 地铁隧道底板结构渗漏水问题是地铁运营中常见且严重影响运营安全与可持续性的问题。本论文针对地铁隧道底板结构渗漏水问题,综合分析了渗漏水的成因和影响,探讨了目前常用的治理技术,并提出了一种综合性的治理方案。通过实地案例分析和试验验证,证明了该方案的可行性和有效性,为地铁隧道底板结构渗漏水问题的解决提供了重要参考。

Abstract: The water leakage problem of subway tunnel floor structure is a common problem in subway operation and seriously affects the operation safety and sustainability. In this paper, the causes and effects of water leakage in subway tunnel floor structure are analyzed, and the commonly used treatment techniques are discussed, and a comprehensive treatment scheme is proposed. The feasibility and effectiveness of the scheme are proved through case analysis and test verification, which provides an important reference for solving the water leakage problem of subway tunnel floor structure.

关键词: 地铁隧道; 底板结构; 渗漏水; 治理技术

Key words: subway tunnel; Bottom plate structure; Leaking water; Treatment technology

引言: 随着城市化进程的不断推进,地铁交通作为一种快速、便捷、环保的城市交通方式,逐渐成为现代城市交通体系的重要组成部分。然而,在地铁的运营过程中,隧道底板结构渗漏水问题却频频出现,给地铁运营安全和设施维护带来了严重挑战。地铁隧道底板结构渗漏水不仅会导致轨道区域积水,影响乘客的正常乘车体验,还会加速地铁设施的老化和腐蚀,甚至可能对隧道的结构稳定性造成影响。因此,解决地铁隧道底板结构渗漏水问题具有重要的实际意义。

一、渗漏水成因与影响

地铁隧道底板结构渗漏水问题,是一个综合性的工程难题,涉及多种因素的复杂交互作用。首先,地下水位的上涨是导致渗漏水问题的主要原因之一。随着城市的建设和地下水资源的开发,地下水位的变化常常在一定程度上影响了地铁隧道的底板结构。尤其在雨季或水源区域,地下水位的快速上升可能使隧道底板承受巨大的水压,进而引发渗漏现象。此外,地质条件的恶劣也是造成渗漏水的重要原因之一。例如,在地质构造活跃地区,地层的不稳定性和地下水的运动性可能导致隧道底板裂缝的产生,从而为渗漏水提供了通道。隧道材料老化是另一个导致渗漏水问题的重要因素。随着地铁隧道的使用年限增加,底板材料可能因受潮、受热膨胀与收缩等因素而逐渐老化。老化的材料容易形成微小的裂缝或孔隙,这些裂缝和孔隙为水分渗透提供了机会,从而导致渗漏现象的加剧。此外,地铁隧道的施工质量也可能对渗漏问题产生影响。施工中的缺陷或不当操作可能在隧道底板结构中埋下隐患,随着时间的推移,这些隐患可能会演变成渗漏点。渗漏水问题的影响不仅仅局限于地铁运营的安全风险,还延伸至设施维护和城市环境的稳定性。轨道区域的积水可能导致列车制动距离增加,增加列车行驶的紧急情况。此外,积水区域容易引发轨道滑坡、电气设备故障等,进一步影响地铁正常运营。设施的腐蚀和老化将加剧设施维护的工作量和成本,这在长期内将对地铁的可持续性产生负面影响。另外,如果渗漏水影响了隧道的结构稳定性,甚至可能引发地质灾害,威胁到周边建筑物和城市环境的安全。因此,深入了解渗漏水问题的成因和影响,寻找针对性的治理技术,对于确保地铁运营的安全性、可靠性和可持续性具有重要意义。

二、常用的治理技术

(一) 防水涂层

防水涂层技术在地铁隧道底板渗漏水治理中具有重要地位。通过在隧道底板表面施工防水涂料,可以有效地形成一层具有防水性能的保护层,从而阻挡水分的渗透。在材料选择上,可以考虑使用聚氨酯、环氧树脂等耐久性较高的防水材料,这些材料具有优异的抗水渗透能力和耐久性,能够长时间维持防水效果。防水涂层技术施工相对便捷,适用于各种隧道结构类型,且对地铁运营影响较小,但需要确保施工质量,防止涂层出现开裂、剥落等问题。

(二) 注浆技术

注浆技术是一种在地铁隧道底板渗漏水治理中广泛应用的手段。通过注入特定密闭的注浆材料,填充底板结构中的裂缝和孔隙,以加强隧道底板的密封性。注浆材料通常具有较好的流动性和粘附性,能够进入微小的缝隙中并形成坚实的防水层。这种技术不仅可以修复已有的渗漏问题,还可以预防未来可能的渗漏情况。然而,注浆技术在操作上需要高度的专业技术,包括准确定位渗漏点、控制注浆材料的压力和流量等。虽然施工成本较高,但其长期稳定性和防水效果使其成为可靠的选择。

(三) 隧道衬砌修复

隧道衬砌修复技术是一项重要的治理手段,专注于已受损的隧道衬砌的修复与恢复。受损的衬砌可能是渗漏水的主要渗透通道,裂缝和损伤可能为水分提供侵入的途径。通过隧道衬砌修复,可以填补裂缝、修复破损的部分,重建衬砌的完整性和防水性能。修复材料的选择至关重要,需要考虑其与原有衬砌的兼容性、附着性和抗渗透性。常用的修复材料包括高强度水泥砂浆、聚合物修补材料等。通过细致的修复工作,可以降低渗漏水的可能性,从根本上改善隧道底板的防水性能。

(四) 渗水排泵系统

渗水排泵系统作为一种主动式的渗漏水治理方法,适用于水位较高、渗漏较为严重的情况。该系统通过安装排水泵设备,能够有效地将渗漏水从隧道内抽出,从而降低积水的风险。排泵系统的规模和配置可以根据渗漏水量的大小和隧道的特点来选择,以确保系统具有足够的排水能力。系统的运行可以通过

传感器实时监测渗漏水情况,一旦渗漏水达到一定水平,排泵将会自动启动。排泵系统的优势在于可以快速地响应渗漏水问题,有效减少水分在隧道中的滞留时间,从而降低了可能的水分侵蚀和损害。

(五) 地下水位降低

地下水位降低是一种根本的渗漏水治理方法,通过减少地下水位来降低渗漏的风险。这需要对地下水的来源、水文地质条件、水文循环等因素进行综合考虑,制定合理的排水方案。通过减少地下水位,可以降低隧道底板结构所承受的水压,从而减少了渗漏水的压力。然而,地下水位降低并非一种快速见效的方法,通常需要一定的时间来实施和观察效果。这需要系统的水文地质调查和模拟,以确定降低水位的可行性和影响。此外,地下水位的变化可能会影响周边地下水系统,导致地下水流的改变,甚至可能影响到附近建筑物和生态环境。因此,在采取地下水位降低的措施时,需要进行全面的环境影响评估,并与相关部门进行充分协商和合作。

三、综合性治理方案的提出

(一) 表面处理

综合性渗漏水治理的首要步骤是对隧道底板进行表面处理,以构建有效的防水层。通过选择高质量且耐久性强的防水涂料,能够在隧道底板表面形成一层坚固的防水屏障。这项技术的关键在于确保底板表面的密封性,以阻止地下水和雨水的渗透。在选择防水涂料时,需要考虑多方面的因素,以确保其在地铁运营环境下的可靠性。首先,防水涂料应具有优异的粘附性,能够稳固地附着在底板表面,避免涂层脱落。其次,耐磨性是另一个重要特性,隧道底板可能会受到机械磨损,而耐磨性强的涂料能够更好地保护底板表面。此外,防水涂料还应具备良好的耐腐蚀性,以抵御可能存在的化学腐蚀和环境腐蚀。隧道运营环境的挑战也需要考虑在内。地铁系统的振动、列车运行时的温度变化等因素都可能对防水涂料产生影响。因此,选用能够在各种条件下保持稳定性和性能的涂料至关重要。综合性渗漏水治理方案的成功与否在很大程度上取决于表面处理的质量。有效的防水涂料选择和施工,能够在整个治理过程中起到关键性的作用。同时,定期的检查和维修也是确保防水层长期有效的重要手段,以保障地铁隧道底板结构的安全和可持续运营。

(二) 注浆修复

作为综合性渗漏水治理方案的重要组成部分,注浆技术在修复隧道底板存在的裂缝和孔隙方面发挥着关键作用。通过注入特定的密闭注浆材料,可以有效地填充这些裂缝和孔隙,提高隧道底板结构的密封性。注浆技术的优势在于可以精确地针对不同大小和形状的缺陷进行定制修复,从而减少渗漏水的机会。在应用注浆技术时,选择合适的注浆材料至关重要。注浆材料通常应具备一定的流动性和粘性,以确保能够顺利进入裂缝和孔隙,并在其中形成坚固的防水层。常见的注浆材料包括水泥浆、聚合物注浆材料等,其选择需要考虑其与底板材料的相容性和附着性。注浆技术的成功应用还需要精确地定位渗漏点,确保注浆材料能够直接填充到渗漏源处。这可能借助先进的技术手段,如激光测量和红外成像等。在注浆过程中,需要使用专业的注浆设备,以确保注浆材料能够以适当的压力和速度进入裂缝和孔隙,形成均匀且稳定的防水层。注浆修复技术的应用需要在施工过程中严格控制各个参数,以确保注浆效果的可靠性。此外,定期的检测和监测也是必要的,以验证修复效果和判断防水层的长期稳定性。通过合理选择注浆材料、

精准的施工操作和有效的监测手段,可以确保注浆修复技术在地铁隧道底板渗漏水治理中发挥最佳效果。

(三) 衬砌修复

针对隧道衬砌的损坏问题,衬砌修复技术是治理方案中的关键环节之一。由于受损的衬砌可能成为渗漏水的主要入口之一,通过对这些受损区域进行修复,可以有效降低水分渗透的风险。衬砌修复的目标是恢复受损区域的防水性能,确保底板结构的完整性。在衬砌修复过程中,修复材料的选择至关重要。这些材料应具有一定的抗渗性,能够有效阻挡水分的渗透。耐腐蚀性也是一个重要特性,因为地铁隧道环境可能存在化学物质、盐分等,这些都可能对修复材料造成损害。此外,修复材料的机械强度要足够,能够承受地铁运营中可能产生的载荷和振动。衬砌修复的过程需要精确地与原有衬砌结合。修复部分与周围结构的无缝连接非常重要,以防止二次渗漏的产生。为此,修复工作需要高度的技术要求,确保修复部分与原有结构紧密贴合,形成一体化的整体。可能需要采用先进的粘接技术和修补工艺,以确保修复部分的稳固性和可靠性。

(四) 排水系统

在应对隧道底板结构渗漏水问题时,安装渗水排泵系统是一个至关重要的措施。这种主动式的渗漏水治理方法可以迅速有效地应对渗漏水情况,保持隧道底板的干燥状态。排水系统的设计和运行对于维护隧道的结构稳定性和运营安全至关重要。在排水系统的设置中,首要考虑的是排水能力。根据实际情况,选择适当规模和类型的排泵设备,以确保能够迅速将渗漏水抽出隧道。排泵的排水能力需要与渗水量相匹配,以防止积水积累并导致问题加剧。此外,排泵设备的稳定性和可靠性也是一个重要因素,以确保在隧道运营过程中能够持续地进行排水。排泵系统的设计还需要考虑排放管道的布置。排放管道应该设置在合适的位置,以确保排放的水分不会影响到周围环境,避免引发其他问题。排放水可以被导入污水处理系统或其他排放设施中,确保其合规排放。然而,排水系统的有效运行需要定期的维护和检查。这包括对排泵设备的定期检查,确保其正常运行;对排放管道的畅通性和密封性进行维护;以及对整个系统的性能进行监测。定期维护不仅可以预防潜在的故障,还可以保证排水系统的长期稳定性和可靠性。

结束语:

综合性治理方案的提出和探讨,为地铁隧道底板结构渗漏水问题的解决提供了一种综合、多角度的思路。然而,在实际应用中,需要根据具体情况综合考虑各种因素,包括地质条件、隧道结构、运营影响等,以制定合适的治理方案。此外,治理方案的实施需要专业团队和设备支持,同时需要进行定期的维护和检查,以确保治理效果的持续性和可靠性。综合性渗漏水治理方案的研究和应用将为地铁运营的安全性和可持续性提供有力的支持,为城市轨道交通的发展和建设做出积极贡献。随着技术的不断发展和创新,相信在未来地铁隧道底板结构渗漏水问题的治理将会得到更加完善和有效的解决。

参考文献:

- [1] 欧志刚. 地铁、公路大断面隧道结构变形缝渗漏水处理[J]. 广东土木与建筑, 2023, 30(04): 96-98.
- [2] 李继丁. 地铁盾构隧道渗漏水病害的成因与措施探讨[J]. 安徽建筑, 2022, 29(12): 153-154.
- [3] 黄素, 王承科, 左建敏等. 运营期地铁隧道底板结构渗漏水治理技术[J]. 广东土木与建筑, 2022, 29(10): 63-67.