

浅析隧道维修加固施工及方法运用

张亮亮

中铁十二局集团有限公司, 陕西 西安 710000

[摘要]隧道作为重要的交通基础设施,承担着运输和通行的重要角色。然而,由于长期使用以及环境等因素,隧道可能会出现各种病害和损坏,因此维修加固工作显得至关重要。本篇文章通过对隧道主要病害的分析,揭示了渗水、裂缝、变形等问题的常见原因,在维修加固方法上,详细介绍了低压注浆、增设仰拱、套拱加固以及喷射混凝土等有效手段,为相关领域的从业者提供了实用的参考。

[关键词]隧道; 维修; 加固; 施工方法

DOI: 10.33142/aem.v6i1.10701

中图分类号: U49

文献标识码: A

Brief Analysis and Methods Application of Tunnel Maintenance and Reinforcement Construction

ZHANG Liangliang

China Railway 12th Bureau Group, Xi'an, Shanxi, 710000, China

Abstract: As an important transportation infrastructure, tunnels play an important role in transportation and passage. However, due to long-term use and environmental factors, tunnels may suffer from various diseases and damages, so maintenance and reinforcement work is crucial. This article analyzes the main diseases of tunnels and reveals the common causes of problems such as water seepage, cracks, and deformation. In terms of maintenance and reinforcement methods, it provides a detailed introduction to effective methods such as low-pressure grouting, adding inverted arches, arch reinforcement, and shotcrete, providing practical reference for practitioners in related fields.

Keywords: tunnel; maintenance; reinforcement; construction methods

引言

隧道作为交通基础设施的重要组成部分,承担着连接城市、促进经济发展的重要使命^[1]。然而,由于长期使用、环境因素以及自然灾害等多种原因,隧道结构常常面临着各种病害和损伤,对其安全性和稳定性提出了严峻的挑战。因此,进行隧道维修加固研究,探讨有效的施工方法,对于确保隧道运行安全、延长使用寿命至关重要。本文通过分析隧道主要病害的类型和原因,旨在为隧道维修提供科学合理的方法和技术支持,以促进更加科学和可靠的隧道工程实践,有效维护和管理现有的隧道将成为确保城市交通安全、高效运行的必要举措。

1 隧道维修加固的重要性

1.1 安全性保障

隧道在长期使用过程中,受到各种外部和内部因素的影响,例如地质变化、水文条件、交通荷载等,容易出现各种结构问题,裂缝、变形、渗水等病害不仅影响隧道结构的稳定性,还可能引发严重事故,危及行车和行人的生命安全,因此,通过维修加固,可以有效消除这些潜在的安全隐患,保障隧道在使用过程中的安全性^[2]。同时,维修加固的安全性保障不仅涉及到隧道本身的结构安全,还包括对交通运输系统整体的安全性保障,隧道是城市交通网的关键组成部分,一旦出现问题,可能对整个交通流

系统造成严重瓶颈,引发交通拥堵和事故。因此,通过对隧道进行维修加固,可以提高其结构的抗灾能力,减少事故风险,从而确保城市交通系统的稳定运行。

1.2 延长使用寿命

隧道的建设和维护投入庞大,一旦出现结构问题,不仅会引发安全隐患,同时还会对交通运输造成较大的影响。为了充分利用已有的基础设施投资,延长隧道的使用寿命显得至关重要。通过定期的维修加固工作,可以有效延缓隧道结构的老化和损坏过程,提高其抗老化能力,从而延长隧道的实际使用寿命。隧道的使用寿命延长不仅意味着对基础设施投资的更充分利用,也为城市交通规划提供了更为灵活的空间^[3]。在新的基建项目逐渐启动的过程中,能够延长已有隧道的使用寿命,可以为城市规划提供更多的时间和空间,减少对新建隧道的紧迫需求,从而更加合理和有效地进行城市交通系统的规划和建设。

1.3 维护交通畅通

隧道在城市交通中扮演着关键的角色,负责连接城市的不同区域,保障交通的畅通。一旦隧道出现结构问题,可能导致交通中断、拥堵,对整个城市交通系统造成严重影响。通过隧道维修加固,可以及时处理潜在的结构问题,保持隧道通行的持续性,确保交通的正常运行^[4]。维护交通畅通不仅对城市居民的日常生活有着直接的影响,同时

也关乎城市经济的发展。交通畅通是城市经济运行的基础,对货物的流通、人员的流动都至关重要。通过隧道维修加固,可以有效避免因结构问题引发的交通中断,保障城市交通系统的稳定运行,为城市的可持续发展提供有力支持。

2 隧道主要病害情况分析

2.1 渗水问题

隧道渗水是一种常见而严重的结构问题,其发生可能受多种因素的综合影响。首先,地质条件是渗水问题的关键因素。地下水位的升降、地质中的含水层等地质特征直接影响隧道是否容易受到水的渗透,当地下水位升高或者存在较强的水文条件时,水分可能通过隧道壁和顶部的微小裂缝渗透,导致渗水问题的产生。其次,如果在设计隧道结构时未充分考虑地质条件和水文特征,或者在设计中未采取适当的防渗水措施,就容易导致渗水问题的发生,设计缺陷可能包括不合理的结构设计、不当选用材料等,进而影响隧道的抗渗性能。最后,施工质量不佳、施工工艺不当或者未能采用有效的支护手段,都可能导致隧道结构存在裂缝和孔洞,为水分渗透提供了便利通道。此外,地下工程中常涉及地质掘进、岩土开挖等活动,这些过程可能破坏了原有的地质层结构,增加了渗水的风险。

2.2 裂缝问题

裂缝是隧道结构中常见的病害,其形成可能受到多种因素的综合影响。首先,隧道在承受交通荷载、土压等力的作用下,可能发生结构的变形,从而引发裂缝,这种变形是由于地下工程受力引起,例如土压、水压等,也可能受到地质条件的制约,如地层的均匀性。其次,隧道结构由于气温变化而发生的热胀冷缩可能导致表面裂缝的产生,尤其是在极端气候条件下,温度变化剧烈,结构的热胀冷缩效应更加显著,容易引发裂缝问题。再次,材料老化也可能促使裂缝的形成,隧道结构中使用的材料随着时间的推移,受到环境因素的影响,逐渐老化、劣化。老化的材料可能失去原有的强度和韧性,变得更容易发生裂缝。最后,地质条件和水文特征也对裂缝的形成有一定的影响,地下水位的升降、地下水的渗透、地层的变动等因素可能使隧道结构受到不均匀的力的作用,从而导致裂缝的形成。

裂缝问题的深入分析需要综合考虑多个因素,包括结构变形、温度变化、材料老化、地质条件和水文特征等,只有全面了解这些因素,才能有针对性地采取有效的维修和预防措施,确保隧道结构的安全性和稳定性。

2.3 变形问题

隧道结构的变形是地下工程中常见的问题,其产生可能受到多种因素的综合影响。首先,隧道周围的土体受到车辆荷载和地下水压力等作用,可能对隧道结构施加水平和垂直方向的压力,导致结构的变形,土压变形可能表现为隧道的收敛、膨胀或者整体沉降,这取决于土体的力学性质和隧道结构的刚度。地下工程中遇到的地层不均匀性、

断层、岩层变化等地质因素可能导致结构的非均匀变形。这种变形在结构上引起扭曲、开裂等问题,影响隧道的稳定性和使用寿命。其次,随着气温的升降,隧道结构可能发生热胀冷缩,导致长度、高度的变化,特别是在高温环境下,结构可能出现膨胀,而在低温条件下可能发生收缩,这可能引发裂缝、开裂等问题。再次,隧道结构所使用的材料在受力时可能发生弹性变形,但如果材料的强度和韧性不足,就容易出现塑性变形和破坏。因此,合理选用和设计材料对于减缓结构变形至关重要。最后,施工质量和施工过程中的控制也直接影响结构是否会发生变形,不良的施工工艺、不当的支护措施等都可能对结构的变形问题,影响隧道的安全性。

2.4 腐蚀问题分析

腐蚀是隧道结构中常见而严重的问题,其发生可能受到多种因素的影响。首先,在潮湿、多雨、高盐分的地区,隧道结构暴露在湿润的环境中,容易受到大气中的水分、氧气和化学物质的侵蚀,特别是在在海岸地区,盐雾的影响可能加速金属结构的腐蚀,形成腐蚀性的氯化物,导致结构的持续侵蚀。其次,如果选择的材料不具备足够的抗腐蚀性,或者涂层质量不佳,结构表面容易受到腐蚀的侵害,金属结构通常容易受到氧化腐蚀,混凝土结构也可能因为碱性物质和水分的作用而发生碳化腐蚀。再次,地下水中的酸性或碱性物质可能对结构材料产生腐蚀作用,尤其是金属结构容易受到酸性水质的侵蚀,水质的化学性质和地下水位的变化可能导致腐蚀的程度不同,需要综合考虑这些因素。最后,隧道内部的通风和排水系统的设计也与腐蚀问题密切相关,如果通风不畅或排水系统存在缺陷,隧道内部可能积水,增加了腐蚀的风险,通风系统的作用不仅是维持空气流通,还可以减少湿度,从而降低结构受到腐蚀的可能性。

3 隧道维修加固施工方法分析

3.1 低压注浆方法

低压注浆是一种常用于隧道维修和加固的有效方法,该方法通过在隧道结构中注入特定的浆液,填充和加固结构内部的空隙和裂缝,提升结构的抗渗性和承载能力。施工前需要进行详细的隧道结构检测,确定裂缝、孔洞和渗漏点的位置和程度,这为后续的注浆施工提供了准确的目标和依据。在施工过程中,对注浆浆液进行精心配置,通常采用水泥浆液或聚合物浆液,这些浆液具有优异的渗透性和固化特性,能够充分填充隧道结构内部的微裂缝和孔隙,将配置好的浆液通过低压注浆设备注入隧道结构中,确保浆液能够均匀地渗透到目标区域。低压注浆相对于高压注浆而言,施工压力较低,更适用于细小的裂缝和微观空隙,这种施工方法不仅能够填补已经形成的裂缝,还能够预防未来的渗漏和结构损伤。在施工过程中,可以根据需要调整浆液的成分,以满足不同情况下的加固需求。另

一个优点是低压注浆的施工相对简便,可以通过相对轻便的设备进行操作,减少对隧道结构的额外负荷。同时,施工过程中可灵活控制注浆速度和量,确保浆液能够充分渗透到隧道结构的各个部位。总体而言,低压注浆方法是一种经济高效、灵活可控的隧道维修加固手段,通过精确的结构检测、合理配置的浆液和适度的施工压力,可以有效地提升隧道结构的整体性能,延长其使用寿命,确保安全稳定运行。

3.2 增设仰拱方法

增设仰拱方法是一种常用于隧道维修和加固的有效手段,尤其适用于已有结构出现变形、开裂或者其他损伤的情况,该方法的核心思想是在现有的隧道拱顶或墙壁上增设新的仰拱结构,以加强原有结构的承载能力和稳定性。增设仰拱要进行详细的隧道结构评估,包括变形、裂缝、材料劣化等情况的分析,确定需要进行增设仰拱的具体位置和范围,以及新加入的仰拱应该具备的承载能力和稳定性要求。在施工过程中,通常采用预制或现场浇筑的方式制作仰拱结构,预制仰拱的优点在于加工工艺更为精细,质量更易控制,而现场浇筑的方式则更灵活,适应性更强。在仰拱的形状设计上,通常采用拱形结构,因为拱形能够有效分散荷载并提供更好的力学性能。此外,仰拱的材料选择也至关重要,通常选用高强度、耐久性强的材料,以确保仰拱能够在长期使用中保持稳定性。安装仰拱时,需要确保与原有结构的紧密连接,采用适当的固定和支撑措施,这有助于新仰拱与原有结构形成良好的整体,提高整个隧道的承载能力和稳定性。总之,增设仰拱的方法相对来说是一种灵活、有效的加固手段,尤其适用于老化结构、开裂变形明显的隧道,通过增加结构的强度和稳定性,可以显著提高隧道的使用寿命,降低维护成本,确保其长期稳定运行。在实际应用中,需要根据隧道的具体情况和工程要求选择合适的增设仰拱方案。

3.3 套拱加固方法

套拱加固方法是一种常用于隧道维修和加固的有效手段,尤其适用于已有结构存在裂缝、变形或者强度不足的情况,该方法的核心思想是在现有隧道结构外部设置一层新的拱形结构,形成套拱,以增加整体结构的承载能力和稳定性。首先,进行全面的隧道结构评估,特别关注裂缝、变形、强度降低等问题,确定需要进行套拱加固的具体位置和范围,以及新套拱应该具备的承载能力和稳定性

要求。其次,在施工过程中,采用预制的方式制作,预制套拱的制作在离现场较远的工厂进行,避免对隧道结构的进一步干扰,套拱的形状设计通常采用拱形结构,以提供更好的力学性能和荷载分散效果。最后,在套拱的安装过程中,需要精确控制套拱与原有结构的对接,采用适当的支撑和固定措施,确保套拱能够与原有结构形成紧密连接,形成一个整体稳定的结构,在套拱的外表面常常采用防水、防腐等涂层,以增加结构的耐久性。套拱加固方法相对于其他加固手段,具有施工相对简单、效果显著的特点,通过在原有结构外部增加一层拱形结构,可以有效地提高隧道结构的整体稳定性和抗荷载能力,这种方法适用于各类隧道,尤其在需要快速、经济、有效加固的情况下,套拱加固方法是一种可行的选择。总体而言,套拱加固方法在实际工程中已得到广泛应用,其成功与否关键在于对隧道结构问题的准确诊断和合理设计,综合考虑材料的选择、结构的形状设计、施工的精准度等因素,可以使套拱加固方法成为一种可靠且经济的隧道维修手段。

4 结束语

维修加固对于隧道结构的安全和稳定至关重要,选择合适的维修加固方法需要充分考虑隧道的实际情况、病害类型和程度,以及施工过程中的安全性和可行性。维修加固过程中,务必根据隧道实际情况选择合适的方法,确保工程的科学可行性和经济效益,随着技术的不断进步,隧道维修加固方法也在不断演进和完善,为隧道结构的维护提供更多选择和更好的保障。

[参考文献]

- [1] 罗立娜,黄旭炜,罗棋瑜,等. UHPC 加固铁路隧道衬砌结构施工技术[J]. 混凝土与水泥制品, 2023(11): 73-76.
- [2] 肖勇. 高速公路隧道桥梁加固技术和施工工艺研究[J]. 中华建设, 2023(9): 137-139.
- [3] 刘伟,陈伟祥,刘瑞辉. 浅埋卵石土隧道中隔壁法施工超前加固对比分析研究[J]. 公路, 2023, 68(7): 30-38.
- [4] 杨蔚为. 海塘维修加固施工对隧道位移影响研究[J]. 城市道桥与防洪, 2021(6): 296-298.
- [5] 叶义春. 关于隧道维修加固施工及方法运用[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(6): 179-180.

作者简介: 张亮亮(1997.9—), 男, 毕业于兰州理工大学, 土木工程专业, 当前就职于中铁十二局四公司, 任技术员职务, 助理工程师。