

Analysis on the Causes and Treatment Measures of Structural Cracks in Railway Tunnels

Xiaosheng Liu

China Railway 17th Bureau Group Sixth Engineering Co., Ltd., Fuzhou, Fujian, 350000, China

Abstract

Currently, the problem of structural cracks in railway tunnels is widespread in China's railway tunnel system, seriously affecting the service life and safety performance of tunnels. The paper analyzes the main causes of cracks in railway tunnels through the example of the author's participation in construction, including unreasonable tunnel structure design, construction quality problems, changes in geological conditions, load changes, and environmental factors. Then, corresponding crack control measures were proposed, mainly including optimizing design for the causes of cracks, improving construction monitoring quality, scientifically predicting and dealing with geological risks, setting reasonable load ranges, and fully considering environmental factors to reduce the impact of external environment on tunnel structures. Through these measures, effective control of railway tunnel cracks has been achieved, thereby improving the safety performance and service life of railway tunnels. These research results have practical significance and application value for understanding and preventing railway tunnel cracks.

Keywords

railway tunnels; cause of cracks; governance measures; safety performance; service life

铁路隧道结构裂缝成因及治理措施浅析

刘晓生

中铁十七局集团第六工程有限公司, 中国·福建 福州 350000

摘要

目前, 铁路隧道结构裂缝问题在我国铁路隧道系统中普遍存在, 严重影响了隧道的使用寿命和安全性能。论文通过对笔者参建铁路隧道的实例分析, 研究了铁路隧道裂缝产生的主要原因, 其中包括隧道结构设计不合理、施工质量问题、地质条件变化、载荷变化和环环境因素等。然后, 提出了相应的裂缝治理措施, 主要包括针对裂缝产生的原因进行优化设计、提升施工监测质量、科学预测和处理地质风险、设定合理的载荷范围, 并充分考虑环境因素以减少外界环境对隧道结构的影响。通过这些措施, 实现了对铁路隧道裂缝的有效控制, 从而提高了铁路隧道的安全性能和使用寿命。这些研究结果对于理解和预防铁路隧道裂缝问题具有实际意义和应用价值。

关键词

铁路隧道; 裂缝成因; 治理措施; 安全性能; 使用寿命

1 引言

随着中国铁路的发展, 铁路隧道越来越多。但是, 隧道的裂缝问题也越来越多, 这对隧道的使用和安全都造成了影响。根据笔者参建铁路隧道的很多实例, 找出了造成隧道裂缝的主要原因, 如设计问题、施工质量、地质条件等。了解原因后, 我们也找出了一些治理措施, 如优化设计、提高施工监测质量等。希望通过这些研究, 能有效地解决铁路隧道的裂缝问题, 提高隧道的安全性和使用寿命, 为中国的铁路建设尽一份力。

【作者简介】刘晓生(1993-), 男, 中国江西赣州人, 本科, 工程师, 从事道路桥梁研究。

2 铁路隧道裂缝成因

2.1 隧道结构设计问题

隧道结构设计是铁路隧道建设过程中的一个重要环节^[1]。不合理的结构设计可能导致裂缝的产生。对于隧道的布置和尺寸设计, 如果考虑不周, 可能导致隧道结构承受不了地质力量的影响, 从而产生裂缝。对于隧道的支护结构设计, 如拱顶、侧墙和底板等, 如果设计不当, 可能会使结构的稳定性受到威胁, 进而引发裂缝。

2.2 施工质量的影响

隧道施工质量的影响也是导致裂缝产生的重要因素之一。不合格的施工工艺和材料可能导致结构的缺陷, 如混凝土中的气孔、空鼓、钢筋连接处的缺陷等, 从而威胁隧道的完整性和稳定性。施工中的施工质量控制不严, 如混凝土浇

筑不均匀、支护结构的拼装不牢固等，也可能造成裂缝的产生。

2.3 地质条件和载荷变化对铁路隧道的影响

地质条件和载荷变化是影响铁路隧道裂缝产生的另外两个重要因素。地质条件对隧道结构的稳定性具有重要影响。例如，地层的变异性、构造断裂带的存在以及地下水的压力等因素都会对隧道的稳定性产生影响，当隧道所处的地质条件复杂或不稳定时，裂缝的发生频率可能会增加。载荷变化也是导致隧道裂缝的原因之一。例如，列车运行时的动载荷会使隧道结构产生振动和变形，如果超过了结构的承载能力，就可能引发裂缝的产生。

以上是关于铁路隧道裂缝成因的一些初步分析，要深入了解裂缝的形成机理和治理措施，还需要进一步的研究和实践。

3 裂缝治理措施

3.1 裂缝产生原因的优化设计

铁路隧道裂缝的产生是多因素、多阶段和复杂过程的结果，首要的是隧道的设计问题。在隧道设计阶段，应准确、全面地考虑和研究各种可能影响隧道结构安全、使用的因素，如地质条件、构造状况、水文地质条件、地下水水位、坑道周边环境等问题。设计中要充分利用地质优势，对地质风险因素进行科学预判，提出有效的设计防治措施。

设计不仅要考虑现有的地质条件，以及隧道施工后可能面临的新的地质问题，还要密切关注地球科学领域的新知识、新技术的发展。以适应日新月异的社会环境和技术环境发展。只有这样，既能够在设计阶段取得预防裂缝的功效，又能够最大程度地降低铁路隧道在运营过程中产生裂缝的风险。

施工质量的影响也是隧道裂缝产生的一个重要因素。在施工过程中，如果监测手段不严或者施工工艺欠妥，很有可能导致裂缝的产生。通过采取优化的施工工艺、严格的施工管理、精确的监测手段，可以极大地降低裂缝产生的可能性。对施工过程中处理不当导致的裂缝，应在施工阶段及时发现，并采取相应的纠正措施，防止裂缝的扩大和延伸^[1]。

地质条件和载荷变化对铁路隧道的影响不容忽视。隧道结构物体在地下，它与地质环境密切相关，所处地质环境也会对其产生明显影响。地质条件的不稳定性、可变性和复杂性，多数不可预测。影响裂缝产生的主要地质因素有岩体性质、地下水、断层、褶皱等。这四个主要的地质因素对隧道施工都有深远影响。了解这些地质因素，是优化隧道设计，预防裂缝的关键。载荷变化涉及隧道的使用，如果载荷超出隧道设计的承载能力，同样可能导致裂缝的产生。隧道设计也应充分考虑到载荷的可能变化，确保其在运营过程中的安全。

可以说，隧道裂缝产生原因的优化设计是一项系统工

程，它需要考虑的因素众多，承担的责任重大。只有通过综合施策，才能有效预防和控制裂缝的产生，保障隧道的结构安全和使用寿命。铁路隧道裂缝产生原因的优化设计也是隧道科学发展的必然趋势，它代表了隧道科学的发展方向 and 趋势。对铁路隧道裂缝产生原因的优化设计具有长远的科学价值和实用价值。

3.2 提升施工监测质量

提高施工监测和质量是预防和控制铁路隧道裂缝的重要环节。这涉及施工监测的精密性和工程质量的保证，开展有效的施工监测，提高工程施工质量，有利于减少铁路隧道裂缝的产生，实现铁路隧道工程的安全施工和运行。

准确有效的施工监测是预防铁路隧道裂缝的发生的重要防线。应通过设立详细的监测计划和选择适合的监测方法来实现。施工期间，应设置隧道内部位移、应力等参数的监测点以及周围环境的地壳位移和地下水水位等参数的监测点，通过采集数据来预测和分析可能对铁路隧道产生裂缝的风险因素。监测数据的实时分析和处理，科学地监测计划的制定和执行，还需要依靠强大的数据处理和分析软件。通过对监测数据的及时分析和处理，可以获取铁路隧道施工中可能出现裂缝的预警信息，以便采取针对性的措施防止裂缝的发生^[1]。

关于工程质量的提升，应采用高质量的施工材料和合理的施工方法。使用高强度、抗渗透、耐腐蚀的材料，可以提高隧道的稳定性和增加使用寿命，从而减少裂缝产生的概率。施工方法的选用则需要基于工程地质条件和设计要求，采取科学、合理、安全的施工方案，这可以减少隧道施工中产生裂缝的可能性。

提升施工质量还包括提升工人的施工技能和提升项目管理水平。让工人接受系统的施工技能培训，可以提高施工的规范性和精细化程度，减少造成裂缝的不规范操作。加强项目管理，采取严格的质量控制体系，做好施工日志记录，定期开展安全检查，对施工过程中的安全隐患进行及时处理，都可以有效预防隧道裂缝的生成。

总的来看，提升施工监测和质量是一项针对铁路隧道裂缝问题的全方位方法，它涉及施工前的工程地质评价、工程设计，施工过程中的作业指导、技能培训、安全监管等多个环节。各级管理人员应高度重视，从上至下进行全方位的施工质量提升，以确保铁路隧道的稳定性和使用安全。

3.3 地质风险的科学预测和处理

地质风险的科学预测与处理，是在打造稳定安全的铁路隧道结构系统中极其重要的一环。其中，地质风险不仅包括地质条件的变迁，还包括自然灾害的影响，对铁路隧道工程施工质量与隧道运行状态都存在重大影响。

通过高精度测量设备和大数据技术的应用，可以对隧道施工地的地质条件进行细致的勘察和深入的分析，以准确预测并科学处理可能出现的地质风险。如地壳运动、洪水、

滑坡等自然灾害是可能导致隧道结构面临裂缝出现的风险籍贯之一。全面了解施工地的地质运动规律,对水文地质、地震地质、工程地质进行系统分析,并将施工地的地理信息进行大数据分析,是科学预测地质风险的经验之一。在实际操作中,应将相关数据进行整理并制作出适合施工方参考的地质风险图,这可以帮助施工方更好地理解地质风险,从而做出科学合理的预防措施。

地质风险的处理则需要细化到隧道施工的每一个阶段,每个风险节点都需要有现行政策法规、安全生产规章和相关的技术标准来进行规范。这当中,包括隧道设计、施工、运营管理等炼场阶段,每个阶段都需要有针对性的地质风险处理措施。而这些措施的实施效果,应定期进行评价,从而不断进行调整和优化,以提升处理效果,降低地质风险。

要充分利用现有的地质风险预测技术和数据分析技术进行全方位地质风险评估,以为隧道安全提供科学依据。并结合地质风险预测结果,优化施工方案,改进施工技术,提高施工安全性,这也是一个非常重要的处理地质风险的方式。

总体上讲,地质风险的科学预测及处理,不仅仅需要强大的技术支持,还需要有清晰的管理策略和方法。只有将这两部分互相结合,铁路隧道施工的安全性及效率才能得到最大限度的提升。

4 治理效果与意义

治理效果与意义是评价铁路隧道裂缝治理措施成果的重要尺度,也是对相关措施课题研究的必要环节。从治理措施的实际运用与效果分析,铁路隧道安全性能的提升,至结构裂缝对铁路隧道使用寿命的影响,均深刻反映了具体治理手段在实际应用中的效能以及对整个铁路隧道工程的深远意义。

治理措施的实际运用与效果分析是对理论研究成果在实际工程应用中的直接检验。在具体实施过程中,其无疑起着引领指导作用。适用于不同类型和程度裂缝的疗法实施,收集相应的数据,以期在实作中不断优化,自然会得到更全面的成果。治理专业人员不仅需保证治理措施的准确执行,而且要对反馈信息进行解析,以此反馈信息为依据优化并调整治理策略,使之更为系统和科学。实际运用与效果分析是衡量治理措施成效的直观方式,也反馈着未来改良与创新的可行性与方向。

随着裂缝治理措施的不断实施和优化,铁路隧道的安全性能必然得到提升。整个治理过程是一个旨在提升隧道安全性能的过程,通过对裂缝的有效治理,无疑将大大削减或避免因结构裂缝产生的潜在安全风险,对于整个隧道的稳定

性有明显的提升,对于保护铁路运输安全,无疑有着极为重要的作用。不断提高的安全指标也是评测治理成效的明显参数。

从长远角度看,裂缝的产生无疑是对铁路隧道使用寿命的巨大威胁。裂缝的持续存在和扩大,无疑对铁路隧道产生了较为严重的破坏。有效的裂缝治理措施能够减缓这一破坏过程,延长隧道使用寿命,保证隧道的长期稳定运行,对铁路隧道的寿命评估带来了直接贡献。通过这一过程,不仅可以发现隧道在不同时期出现裂缝的规律和特点,为铁路隧道的设计和施工提供警示和借鉴,也为提高国内铁路隧道治理工作的科学性、规范性和实用性,以及推动相关技术标准的制定和完善提供了参考。

整体来说,治理效果与意义承载着裂缝治理工作的深远影响,总体的治理效果不仅仅体现在治理后的隧道结构稳定性,更在于对未来隧道施工的规范化和科学化、铁路隧道安全运行的保障,以及对国家铁路交通建设和安全工作的推动。

5 结语

论文针对铁路隧道结构裂缝问题进行了深度探究,主要从裂缝产生的原因和相应的治理措施进行分析。从铁路隧道结构设计、施工质量、地质条件、载荷变化及环境因素等方面识别裂缝产生的根源,并针对相关原因,提出优化设计、提升施工监测质量、科学预测和处理地质风险、设定合理的载荷范围及充分考虑环境因素等治理措施。实际工程案例的应用进一步印证了这些治理措施的有效性。实现了对铁路隧道裂缝的有效控制,提高了隧道的安全性能和使用寿命,具有显著的理论指导和应用价值。然而,本研究仍存在一些局限。例如,在面对更复杂的地质条件和不可预见的自然灾害时,如何确保铁路隧道结构的稳定性仍是个问题。未来的研究可以加强这方面的探索,包括发展新的结构设计方法、施工管理策略和维护技术,以进一步提高铁路隧道的抗灾能力。同时,对于裂缝的预测模型和治理方法也需要进一步地研究和改进,使之能更精确地指导铁路隧道的施工和维修工作。总的来说,这是一个值得深入研究和探索的课题,有广阔的研究空间和发展前景。

参考文献

- [1] 陈浩. 铁路隧道衬砌裂缝成因分析及处置措施[J]. 价值工程, 2023,42(16).
- [2] 林梦君. 铁路营业线隧道衬砌裂缝成因及整治措施[J]. 建筑·建材·装饰, 2020(19).
- [3] 袁红彬. 隧道衬砌裂缝成因及相关治理措施[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2019(1).