

The Impact of the Interaction between Geotechnical Engineering and Hydrogeology on the Safety of Tunnel Engineering

Fengxu Cao¹ Lei Wang²

1.Jiangsu Taihu Water Conservancy Planning and Design and Research Institute Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

2.Jiangsu Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract

This paper deeply studies the influence of the interaction between geotechnical engineering and hydrogeology on tunnel engineering safety, and reveals the complex mechanism of the interaction between groundwater and rock and soil mass and its influence on tunnel stability. This paper puts forward a series of strategies to improve the safety of tunnel engineering, including strengthening geological survey and evaluation, optimizing engineering design and construction technology, and implementing risk management and monitoring. This study has important theoretical and practical significance for understanding and improving the safety performance of tunnel engineering, and provides scientific basis and practical guidance for the safety evaluation and improvement of tunnel engineering. As an important part of infrastructure construction, the safety and stability of tunnel engineering is directly related to all aspects of human life and social development.

Keywords

geotechnical engineering; hydrogeology; tunnel engineering; safety; interaction

岩土工程与水文地质交互作用对隧道工程安全性的影响

曹风旭¹ 王磊²

1. 江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司, 中国·江苏 扬州 225000

2. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 中国·江苏 扬州 225000

摘要

论文深入研究了岩土工程与水文地质交互作用对隧道工程安全性的影响, 揭示了地下水与岩土体相互作用的复杂机制及其对隧道稳定性的影响。论文提出了一系列提升隧道工程安全性的策略, 包括强化地质勘察与评估、优化工程设计与施工技术、实施风险管理与监控等。本研究对于理解和提升隧道工程的安全性能具有重要的理论和实际意义, 为隧道工程的安全性评估和提升提供了科学依据和实践指导。隧道工程作为基础设施建设的重要组成部分, 其安全稳定直接关系到人类生活和社会发展的各个方面。

关键词

岩土工程; 水文地质; 隧道工程; 安全性; 交互作用

1 引言

论文通过对岩土工程与水文地质交互作用对隧道工程安全性影响的研究, 旨在为隧道工程的安全高效实施提供科学指导, 为中国隧道工程事业的发展贡献力量。

2 岩土工程与水文地质基本原理

2.1 岩土工程基本原理

岩土工程是研究岩石、土体及其工程性质的学科, 其基本原理主要包括岩石力学和土体力学两个方面。岩石力学主要研究岩石在外力作用下的力学行为和变形特性。其核心

内容包括岩石的应力与应变关系、强度特性、破裂和流变行为等。在隧道工程中, 了解并准确评估岩体的力学性质对于确保隧道的稳定性和安全性至关重要。土体力学则主要研究土体的力学性质和变形行为, 包括土的压缩性、剪切强度、渗透性等。在隧道工程中, 对周围土体力学性质的准确评估, 对于选择合适的隧道支护结构和施工方法, 防止地表沉降和隧道变形具有重要的指导意义。

2.2 水文地质基本原理

水文地质学研究地下水的运动规律和地下水与岩土体之间的相互作用, 其基本原理主要包括地下水运动和水-岩相互作用两个方面。地下水运动的基本原理主要基于达西定律, 研究地下水在岩土介质中的渗流规律。地下水的流动状态直接影响到岩土体的力学性质和稳定性, 对隧道工程的安

【作者简介】曹风旭, 男, 中国河南鹤壁人, 本科, 工程师, 从事水文地质与工程地质、地质勘查研究。

全性产生重要影响。水-岩相互作用研究地下水与岩土体之间的化学和物理作用过程。这一过程会改变岩土体的结构和性质,影响其工程性能。在隧道工程中,水-岩相互作用可能导致岩土体强度降低、可塑性增加等不利变化,增加了隧道工程的安全风险。

综上所述,岩土工程与水文地质的基本原理是理解它们交互作用对隧道工程安全性影响的基础。通过深入研究这些基本原理,可以为隧道工程中的地质评估、工程设计和施工提供科学依据,确保隧道工程的安全稳定运行。

3 岩土工程与水文地质的交互作用

隧道工程的实施深刻地影响着地下岩土体及地下水的状态,而这两者的相互作用又直接反馈到隧道工程的稳定性和安全性上。下面详细探讨岩土工程与水文地质之间的交互作用。

3.1 地下水对岩土体的影响

地下水在岩土体中的存在和运动对隧道工程具有深远的影响。

3.1.1 孔隙水压力

地下水在岩土体中流动会产生孔隙水压力,这种压力会影响到岩土体的有效应力,进而影响其力学性质。在隧道开挖过程中,若未能妥善处理地下水,可能导致孔隙水压力增大,引起岩土体强度降低,甚至发生涌水、塌方等严重事故。

3.1.2 渗透作用

地下水的渗透作用会引起岩土体中的颗粒物质移动,可能导致岩土体的结构发生变化,影响其稳定性。在一些情况下,地下水的长期渗透甚至可能导致隧道周围岩土体的强度和稳定性大幅度降低。

3.2 岩土体对地下水的影响

隧道的开挖和支护结构的建设同样会对地下水状态产生影响。

3.2.1 地下水流动

隧道的开挖会改变地下水的流动路径和速度,可能导致地下水位的降低或升高,甚至引起地下水的污染。这种改变不仅影响到隧道工程自身的稳定性,还可能对隧道周边的环境和其他工程产生影响。

3.2.2 地下水水质

隧道工程中使用的一些材料和化学物质可能会渗入地下,影响地下水水质。地下水质的变化又会反过来影响岩土体的性质。例如,一些化学物质可能会加速岩石的风化,降低岩土体的强度。

3.3 相互作用的复杂性

岩土工程与水文地质的交互作用是一个复杂的过程,受到多种因素的影响,如地质条件、气候条件、工程活动等。这些因素相互作用,使得岩土体和地下水状态的变化具有复杂性和不确定性,增加了隧道工程安全性评估和管理的难度。

综上所述,岩土工程与水文地质之间的交互作用对隧道工程的稳定性和安全性有着重要的影响。通过深入研究这种交互作用,可以为隧道工程的设计、施工和维护提供科学

依据,确保工程的安全稳定运行。

4 交互作用对隧道工程安全性的影响

岩土工程与水文地质之间的复杂交互作用对隧道工程的安全性产生了直接且深远的影响。这种影响主要表现在对隧道稳定性的影响、对隧道施工安全的影响以及对隧道运营期安全的影响三个方面。

4.1 对隧道稳定性的影响

岩土体和地下水的相互作用直接影响隧道的稳定性。

4.1.1 岩土体强度的变化

地下水的渗透和化学作用可能导致隧道周围岩土体强度的降低,特别是在地质较为脆弱的地区,这种影响更为显著。岩土体强度的降低可能导致隧道发生局部或整体的塌方,威胁到隧道的稳定性。

4.1.2 孔隙水压力的变化

地下水的渗透会导致岩土体中孔隙水压力的变化,这种变化会影响到岩土体的有效应力,进而影响其稳定性。在一些情况下,孔隙水压力的增大可能导致隧道发生涌水或突涌事故,对隧道的稳定性构成严重威胁。

4.2 对隧道施工安全的影响

隧道施工过程中,岩土工程与水文地质的交互作用对施工安全同样产生重要影响。

4.2.1 施工过程中的安全风险

地下水的存在和运动可能给隧道施工带来一系列安全风险,如涌水、泥石流、地面沉降等。这些风险不仅威胁到施工人员的安全,也可能导致工程进度的延误和成本的增加。

4.2.2 施工方法的选择

岩土工程与水文地质条件对隧道施工方法的选择具有重要影响。在水文地质条件复杂的区域,选择合适的施工方法和相应的支护措施至关重要,这直接关系到隧道施工的安全性和效率。

4.3 对隧道运营期安全的影响

隧道一旦建成投入运营,岩土工程与水文地质的交互作用仍然对其安全性产生影响。长期稳定性的影响,隧道周围岩土体和地下水的长期相互作用可能导致隧道结构性能的逐渐退化,影响其长期稳定性。这就要求在隧道设计和施工阶段就要充分考虑岩土工程与水文地质的交互作用,确保隧道具有良好的长期稳定性。维护与监测的重要性,为了确保隧道在运营期的安全性,对隧道及其周围环境进行定期的监测和维护显得尤为重要。通过对岩土体和地下水状态的监测,可以及时发现隧道可能存在的安全隐患,采取相应的维护措施,确保隧道的安全稳定运行。

5 隧道工程安全性提升策略

5.1 地质勘察与评估

提升隧道工程安全性的首要步骤是进行详尽的地质勘察和评估。地质勘察的目的是获取隧道工程区域内岩土体和地下水的详细信息,包括岩土体的类型、结构、物理和力学

性质以及地下水的分布、流动方向和流量等。通过这些信息，可以对隧道工程的可行性进行科学评估，并为隧道的设计和施工提供重要依据。

5.1.1 地质勘察方法的选择

地质勘察的方法有很多种，如钻探、地震勘测、地下雷达勘测等。选择合适的勘察方法对获取准确可靠的地质信息至关重要。在选择勘察方法时，需要根据隧道工程的具体条件和勘察目的，综合考虑勘察方法的精度、效率和成本等因素。

5.1.2 勘察数据的处理与分析

获取的地质勘察数据需要进行科学的处理和分析，才能准确反映隧道工程区域内的地质条件。这包括对勘察数据的质量进行评估，对数据进行整理和分析以及根据数据制作地质剖面图和地质地图等。通过对勘察数据的分析，可以确定隧道工程区域内岩土体和地下水的主要特征，为后续的工程设计和施工提供科学依据。

5.1.3 地质风险评估

基于地质勘察和分析的结果，需要对隧道工程可能面临的地质风险进行评估。这包括评估隧道开挖过程中可能遇到的不良地质条件（如断层、溶洞、地下水丰富区域等）对工程安全的影响以及这些不良地质条件可能带来的具体风险（如涌水、地面沉降、岩土体失稳等）。通过地质风险评估，可以提前制定应对措施，降低这些风险对隧道工程安全性的影响。

综上所述，地质勘察与评估是提升隧道工程安全性的基础工作。通过详尽的地质勘察和科学的数据分析，可以准确把握隧道工程区域内的地质条件，为隧道工程的安全性提供坚实的基础。

5.2 工程设计与施工技术

在确保隧道工程安全性方面，工程设计和施工技术同样发挥着至关重要的作用。合理的设计和先进的施工技术不仅能够提高隧道工程的施工效率，还能有效降低各种安全风险。

5.2.1 工程设计优化

结构设计是提升隧道工程安全性的关键环节。设计时应充分考虑地质条件、地下水情况、施工方法以及未来使用过程中可能遇到的各种情况，确保隧道结构稳固，能够承受各种可能的荷载和外部影响。材料选择，选择合适的建筑材料对提高隧道的稳定性和耐久性具有重要意义。设计时应选择抗压强度高、耐腐蚀、抗渗漏能力强的材料。安全预案，在设计阶段，应制定详细的安全预案，预测可能发生各种风险和异常情况，并制定相应的应对措施和预防策略。

5.2.2 先进的施工技术

现代化施工设备，采用先进的施工设备可以提高施工效率，减少施工过程中的安全风险。例如，使用具有高精度导向系统的盾构机可以确保隧道掘进方向的准确性，减少偏差。施工监测技术，利用现代监测技术对隧道施工过程进行实时监控，可以及时发现潜在的安全问题并采取处理措施。例如，通过地质雷达对前方地质情况进行探测，可以提前发现地下障碍物或不良地质区域，为施工提供准确的地质

信息。施工方法的优化，根据具体的地质条件和工程特点，选择合适的施工方法对保障隧道施工安全至关重要。例如，在软弱地层中采用盾构法施工，可以有效控制地面沉降，减少对周围环境的影响。

5.3 风险管理与监控

为确保隧道工程的安全性，采取有效的风险管理和监控措施是不可或缺的。这不仅包括对可能出现的风险进行全面的识别和评估，还包括制定和实施有效的监控和应对策略，以降低风险对工程安全性的影响。

5.3.1 风险识别与评估

① 系统性风险识别。

需要建立一套完整的风险识别体系，对隧道工程的各个阶段和各个方面可能出现的风险进行系统性的识别。这包括地质风险、施工风险、设备故障风险、管理风险等。

② 风险评估与分类。

对识别出的风险进行详细的评估，确定每一种风险发生的可能性和对工程安全性的潜在影响。根据风险的严重程度和紧迫性，将其分类，优先处理那些可能性大且影响严重的风险。

5.3.2 风险监控与应对

① 实时监控系统。

建立实时监控系统，对隧道工程的关键部位和关键环节进行实时监测，及时发现异常情况和潜在风险。监控系统应覆盖地质环境、施工过程、设备状态等多个方面。

② 预警与快速响应。

通过分析监控数据，对潜在的风险进行预警，确保在风险发生前采取预防措施或做好应对准备。一旦发生风险事件，能够迅速响应，采取有效措施控制风险，最小化损失。

③ 风险管理文档。

建立和维护一套完整的风险管理文档体系，记录风险管理的过程和结果，包括风险识别、评估、监控和应对措施等。这不仅有助于提高风险管理的透明度和可追溯性，还可以为今后类似工程提供经验参考。

6 结论

论文深入探讨了岩土工程与水文地质交互作用对隧道工程安全性的影响，对于理解和提升隧道工程的安全性具有重要意义。总体来说，通过对岩土工程与水文地质交互作用的深入研究以及对其对隧道工程安全性影响的分析，论文为隧道工程的安全性评估和提升提供了理论依据和实践指导，对于推动隧道工程技术的发展和提高中国隧道工程的安全水平具有重要的实际意义。

参考文献

- [1] 马建雄,明镜,郭微,等.山地城市越岭隧道工程勘察信息模型制作与应用[J].重庆大学学报,2022,45(S1):33-37.
- [2] 王梦恕.隧道工程近期需要研究的问题[J].隧道建设,2000(2):1-5.
- [3] 吴杰.岩土工程勘察中的水文地质问题与对策探究[J].中国金属通报,2020(11):34-35.