

隧洞施工不良地质洞段开挖支护施工处理措施

李卫华

浙江省隧道工程集团有限公司, 浙江 杭州 310000

[摘要]随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快,隧道工程得到了广泛的应用和推广,隧道长度和数量逐年增加。但是由于地质条件的复杂性和多变性,隧洞施工中不良地质问题的频发导致工程延期、成本增加甚至安全事故的发生,严重影响了隧洞施工的顺利进行和使用效果。当前,虽然我国在隧洞施工技术和管理方面取得了一系列重要成果,但在不良地质问题的识别、评估和应对策略上仍存在一定的短板和不足。因此,加强对隧洞施工中不良地质问题的研究和应对,提高隧洞施工的技术水平和管理能力,已成为当前和未来一个亟需解决的重要问题。

[关键词]隧洞施工;不良地质洞段;开挖支护;施工处理;处理措施

DOI: 10.33142/sca.v7i6.12533

中图分类号: TV523

文献标识码: A

Measures for Excavation and Support Construction of Unfavorable Geological Tunnel Sections during Tunnel Construction

LI Weihua

Zhejiang Tunnel Engineering Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: With the rapid development of Chinese economy and the acceleration of urbanization, tunnel engineering has been widely applied and promoted, and the length and quantity of tunnels have increased year by year. However, due to the complexity and variability of geological conditions, the frequent occurrence of adverse geological problems in tunnel construction has led to project delays, increased costs, and even safety accidents, seriously affecting the smooth progress and effectiveness of tunnel construction. Currently, although China has achieved a series of important achievements in tunnel construction technology and management, there are still certain shortcomings and shortcomings in the identification, evaluation, and response strategies of adverse geological problems. Therefore, strengthening the research and response to adverse geological problems in tunnel construction, improving the technical level and management ability of tunnel construction, has become an urgent and important problem to be solved in the current and future.

Keywords: tunnel construction; adverse geological cave sections; excavation support; construction treatment; handling measures

引言

隧道工程在现代基础设施建设中占据着至关重要的位置,它不仅连接着城市与城市、地区与地区,更是推动经济发展和提升生活质量的关键通道。隧洞施工过程中常常面临多种复杂和多变的地质条件,如地层变形、地下水涌出、断层活动等,这些不良地质问题给隧洞施工带来了巨大的挑战。如何科学、合理地识别和评估不良地质风险,有效应对和控制地质风险,成为隧洞施工中亟待解决的问题。

1 隧洞施工不良地质洞段的识别与评估

1.1 地质勘查方法

在隧洞施工中,不良地质洞段的识别与评估是确保施工安全和有效进行的关键环节。地质勘查方法是这一过程中的基础步骤,准确获取隧道地质信息,识别潜在的地质风险因素。传统的地质勘查方法包括现场地质观测、岩土样品采集与分析以及地质雷达和地震勘测等技术手段。随着技术的发展,无人机遥感、地质雷达探测等先进技术也逐渐被引入地质勘查中,为隧道施工提供了更为精确和全面的地质数据。

1.2 地质风险评估与分类

地质风险评估与分类是在地质勘查基础上进行的深

入分析,对识别出的不良地质洞段进行定量和定性的风险评估,这一过程通常包括对地质条件、地层稳定性、地下水位、断层和裂缝等关键因素的综合分析,以确定其对隧洞施工安全的潜在威胁程度。地质风险常被分类为高、中、低三个级别,依据风险评估结果可以为不同级别的地质风险制定相应的风险应对策略。这种系统的评估和分类方法不仅有助于提前预警可能的施工风险,还能指导隧洞支护设计和施工过程中的风险管理,从而确保隧道施工的顺利进行和施工安全。

1.3 地质条件对支护方案的影响

地质条件对支护方案的影响是隧洞施工中不可忽视的重要因素。不同的地质条件,如岩土层的性质、地层的稳定性、地下水位等,都会对支护结构的选择、设计和施工方法产生直接影响。例如,在弱风化岩层或高地下水位区域,可能需要采用更为严密的支护结构和施工技术,如深基坑支护、地下连续墙、注浆加固等,以确保施工的安全和隧道的稳定。而在稳定的岩石地层,可以考虑采用较为简化的支护方案,如锚杆支护、喷锚加固等。因此,对地质条件的准确识别和分析,能够为支护方案的制定提供有力的

技术支持，确保隧洞施工的顺利进行和长期的稳定性。

2 隧洞施工开挖支护设计原则

2.1 支护设计基础

隧洞施工中的开挖支护设计是确保隧道安全和稳定的核心环节。支护设计基础主要包括对隧道地质条件、地下水情况、荷载特性以及预期使用寿命等因素的综合分析和评估，在这一阶段需要准确获取和理解地质勘查和风险评估的结果，为支护方案的制定提供科学依据^[1]。此外，还需考虑支护结构的类型、材料的选择、施工方法以及与其他地下结构的相互影响等因素。通过综合考虑这些关键要素，可以制定出既满足施工要求又能确保长期稳定的支护设计方案，为隧洞施工提供可靠的技术保障。

2.2 支护结构选择

支护结构选择是隧洞开挖施工中至关重要的环节，直接关系到隧道的安全性和施工效率。在进行支护结构选择时，需要根据隧道的地质特性、地下水位、施工方法以及预期使用条件等因素来综合考虑，常见的支护结构包括锚杆支护、喷锚加固、钢支撑、混凝土衬砌等。每种支护结构都有其适用的地质条件和施工环境。例如，在岩层较稳定的地区，可以选择锚杆支护或喷锚加固；而在软土或高地下水位区域，则可能需要采用钢支撑或混凝土衬砌来提供更强支护能力。综合考虑各种因素，选择合适的支护结构不仅能确保隧道施工的安全和稳定，还能提高施工效率和经济效益。

2.3 支护材料与技术

支护材料与技术是隧洞施工中起着关键作用，直接决定了支护结构的效果和施工质量。随着技术的不断进步，出现了多种高性能的支护材料和先进的施工技术，如高强度锚杆、环氧树脂注浆、预应力混凝土等。这些材料和技术能够提供更高的抗压、抗拉和抗渗能力，同时还能适应不同的地质条件和施工环境。选择合适的支护材料和技术需要考虑材料的机械性能、耐久性、施工便利性以及经济性等方面。正确应用这些先进的支护材料和技术，可以有效提升支护结构的稳定性和安全性，同时也有助于提高施工效率和降低施工成本。

3 开挖支护施工流程

3.1 施工前准备

开挖支护施工的流程从施工前的准备工作开始，这一阶段至关重要，直接影响到后续施工的顺利进行和支护效果的质量。在施工前准备阶段，首先需要施工现场进行详细的勘查和测量，确保准确掌握地质条件、地下设施、地下水位等关键信息。接下来，根据前期的地质评估和支护设计方案，组织专业人员进行施工方案的优化和细化，确定支护结构的具体尺寸、材料和施工方法。同时，需要进行必要的施工设备和材料的采购，确保施工过程中的物资供应和施工机械的运转。此外，还要制定详细的施工计

划和安全措施，培训施工人员，提高他们的施工技能和安全意识。通过严格的施工前准备，可以为后续的施工工作提供有力的技术支持和组织保障，确保开挖支护施工的安全、高效和顺利进行。

3.2 开挖方法与顺序

在开挖支护施工过程中，选择合适的开挖方法与顺序是确保施工质量和进度的关键环节。开挖方法应根据隧道的地质条件、支护结构的类型以及施工环境来确定。常见的开挖方法包括机械挖掘、爆破开挖、盾构开挖等，每种方法都有其适用的地质条件和施工特点。开挖顺序则通常从隧道的两侧或多个开挖面同时进行，逐步向中心推进，以减少地层变形和支护结构的压力。在确定开挖方法和顺序后，还需制定详细的施工方案和操作流程，确保施工人员能够准确、高效地进行开挖作业。同时，还要加强现场监控和质量检查，及时发现并处理施工中的问题和风险，确保开挖施工的安全和稳定进行。通过科学合理地选择开挖方法与顺序，并配合严格的施工管理和监控，可以确保隧洞的开挖质量和施工效率，同时最大限度地保障施工人员和设备的安全。

3.3 支护施工步骤

支护施工步骤是开挖过程中至关重要的环节，直接关系到隧道的安全和稳定。首先是准备工作，包括清理开挖面、安装支撑和布置施工设备；其次是支护结构的预制和安装，根据设计方案选择合适的支护材料和技术进行施工；接着是支护结构的浇筑和固化，确保支护结构达到设计强度和稳定性；最后是支护效果的监测和调整，采用合适的监测技术对支护结构进行实时监测，并根据监测数据进行必要的调整和优化。在整个支护施工过程中，需要严格按照施工方案和质量标准进行操作，确保每一个施工步骤都能达到设计要求^[2]。同时，要加强施工现场的管理和监督，确保施工人员严格遵守安全操作规程，预防事故的发生。通过科学规范的支护施工步骤和严格的质量控制，可以确保支护结构的稳定性和安全性，为隧道的后续施工和使用提供坚实的保障。

4 不良地质洞段开挖支护处理措施

4.1 初期应对策略

面对不良地质洞段的开挖，初期应对策略是确保隧洞施工安全和顺利进行的关键环节。初期应对的目标是快速识别和评估地质风险，采取有效的措施减轻或消除不良地质对施工的影响。首先，需要进行现场快速勘查，对不良地质洞段进行详细的地质分析和评估，识别出可能的地质风险因素，如地层变形、地下水突出、断层活动等，基于这些评估结果制定相应的开挖方案和支护措施，如调整开挖顺序、增加支护密度、采用加固措施等，以降低地质风险。其次，要加强现场监控和预警，利用先进的地质监测技术和设备对不良地质洞段进行实时监测，及时掌握地质变化和施工影响，为后续施工调整和风险控制提供数据支

持。此外，还需加强施工人员的培训和管理，提高他们的地质风险识别和应对能力，确保施工人员能够根据地质条件和施工环境调整施工方法，灵活应对不良地质洞段的开挖和支护。通过科学精准的初期应对策略，可以有效识别和评估不良地质洞段的地质风险，及时采取必要的措施和调整，确保隧洞施工的安全、高效和顺利进行。

4.2 过程应对策略

在隧洞施工过程中，面对复杂和多变的地质条件，过程应对策略的制定和执行至关重要。过程应对的核心是持续监测、评估和调整，以适应不良地质洞段开挖的实际情况，并及时采取有效的措施进行风险控制和施工优化。首先，需要建立完善的实时监测系统，对关键地质参数和支护结构进行连续、高频的监测。利用地质监测技术，如地下水水位监测、地表沉降监测、支护结构应力监测等，及时获取地质变化和支护结构性能的数据，为风险评估和决策提供科学依据。其次，根据实时监测数据和风险评估结果，制定灵活的施工调整和优化方案。可能的应对措施包括但不限于调整开挖速度、增加支护密度、采用临时支护措施、改进施工方法等，以最小化地质风险并保障施工安全。再者，要加强施工团队的沟通和协作，建立跨部门、跨专业的应对机制，确保信息共享和决策快速响应。同时，加强对施工人员的培训和指导，提高他们的应对能力和应急响应速度，确保施工过程中能够快速、有效地应对不良地质洞段的变化和挑战。通过科学严谨的过程应对策略，可以有效应对不良地质洞段开挖过程中的各种地质风险和挑战，保障隧洞施工的持续、安全和高效进行。

4.3 紧急应对与应急预案

面对隧洞施工中可能出现的突发情况和紧急事件，紧急应对与应急预案的建立是确保施工安全和有效应对不良地质风险的关键。紧急应对是针对突发地质事件或支护结构失效等紧急情况，采取的即时措施和应急处理。而应急预案则是基于对潜在风险的分析和评估，预先制定的系统化、规范化的应对方案，在紧急情况发生时迅速、有效地进行应对和管理。首先，应建立全面的风险评估体系，识别和分析可能导致紧急情况的地质因素、支护结构缺陷、施工操作风险等，为紧急应对和应急预案提供科学依据^[3]。基于风险评估制定应急预案，明确应急组织结构、应急响应流程、应急资源配置、应急通讯机制等关键要素，确保在紧急情况下能够迅速、有效地组织和指挥应急响应。其次，针对不同类型的紧急情况，制定相应的紧急应对措施和操作指南。这些应对措施包括但不限于紧急支护加固、快速排水、施工暂停或调整、应急撤离等，确保在紧急情况发生时能够迅速、准确地采取适当措施，最大限度地减少损失和风险。再者，定期组织应急演练和培训，提高施工团队的应急响应能力和技能水平，确保在紧急情况下能

够快速、自如地执行应急预案和紧急应对措施。通过科学系统的紧急应对与应急预案体系，可以有效提高隧洞施工中应对突发事件和紧急情况的能力，确保施工的安全、稳定和高效进行。

5 支护效果监测与评估

支护效果监测与评估是隧洞施工后期的关键环节，主要目的是对支护结构的性能、稳定性以及对地质环境的适应性进行全面、系统的评价，确保隧道的长期安全运行。监测评估工作应涵盖支护结构的物理性能、地质环境的变化以及施工质量的稳定性等多个方面。首先，需要建立完善的支护结构监测体系，包括支护结构应力、应变、位移等物理参数的实时监测，以及支护结构材料的耐久性和防护性能的评估。通过实时、连续的监测数据，可以对支护结构的性能和稳定性进行准确评估，及时发现和预警可能存在的问题和隐患。其次，需要对隧道周边的地质环境进行持续监测，包括地下水水位、地表沉降、地层稳定性等关键地质参数的变化，这些地质环境的变化可能对支护结构产生影响，因此需要及时掌握和分析这些变化，评估其对支护结构的潜在影响，为后续的维护和管理提供数据支持。再者，应建立支护施工质量的稳定性评估体系，对支护施工的质量、工艺以及材料的稳定性进行定期检查和评价。这包括对施工过程中可能存在的质量问题、工艺缺陷以及材料老化等问题进行识别和分析，确保支护施工的质量和稳定性达到设计要求和标准。

6 结语

隧洞施工中的不良地质问题是一个复杂而又具有挑战性的课题，对施工组织、技术和管理都提出了高要求。本文从地质勘察到支护施工，从初期应对到应急预案，对隧洞施工中的不良地质问题进行了全面的探讨和分析。我们强调了地质风险的识别、评估和应对策略的制定在隧洞施工中的重要性，并提出了一套科学、系统的支护效果监测与评估方法。最后，我们期待隧洞施工领域的技术进步和管理创新，为解决不良地质问题提供更多的有效方法和工具，共同推动隧洞施工的可持续发展，为人类社会的基础建设做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 豆存成. 隧洞施工不良地质洞段开挖支护施工处理措施[J]. 建材发展导向, 2023, 21(16): 50-53.
 - [2] 李二伟. 隧洞施工不良地质洞段开挖支护施工处理措施[J]. 云南水力发电, 2022, 38(12): 219-223.
 - [3] 尚珊珊, 宋剑锋. 公路隧道工程开挖施工关键技术研究[J]. 交通世界, 2021(34): 122-124.
- 作者简介: 李卫华(1979.9—), 毕业院校: 西南科技大学, 所学专业: 土木工程, 目前就职位: 浙江省隧道工程集团有限公司, 职务: 分公司副经理, 职称: 高级工程师。