

# 分析水利隧洞建设的影响及应对措施

## -----基于不良地质条件下

李玉海

新疆水利水电勘测设计院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v7i3.4749

**[摘要]** 不良地质是隧洞开挖过程中经常遇到的问题之一,会对隧洞的支护和稳定性造成严重影响,甚至导致事故发生。本文在分析不良地质对隧洞开挖支护影响机理的基础上,探讨了隧洞开挖支护措施的设计原则、类型及施工技术。研究表明,在面对不良地质条件时,应根据实际情况选择适当的支护结构,采取相应的施工技术,以保证隧洞的稳定和安全。本文的研究成果对于隧洞工程的设计、施工和安全管理具有一定的参考价值。

**[关键词]** 隧洞开挖; 不良地质; 支护结构; 施工技术; 安全管理

**中图分类号:** TU74 **文献标识码:** A

### Analysis on the Impact of Water Tunnel Construction and Corresponding Measures

#### -----Based on Unfavorable Geological Conditions

Yuhai Li

Xinjiang Water Conservancy and Hydropower Survey and Design Research Institute Co., Ltd

**[Abstract]** Unfavorable geology is one of the problems often encountered during tunnel excavation, which can seriously affect the support and stability of the tunnel, and even lead to accidents. Based on the analysis of the impact mechanism of unfavorable geology on tunnel excavation and support, this paper discusses the design principles, types, and construction techniques of tunnel excavation and support measures. The research results show that in the face of adverse geological conditions, appropriate support structures should be selected according to the actual situation, and corresponding construction techniques should be adopted to ensure the stability and safety of the tunnel. The research results of this paper have certain reference value for the design, construction, and safety management of tunnel engineering.

**[Key words]** tunnel excavation; unfavorable geology; supporting structure; construction technology; safety management

### 引言

在水利隧洞建设开挖过程中,不良地质问题经常会给施工带来困难和风险,对隧洞的支护和稳定性造成严重影响,甚至导致事故发生。因此,研究不良地质对隧洞开挖支护的影响及措施分析具有重要的现实意义。

目前,国内外学者已经对不良地质对隧洞开挖支护的影响机理和措施进行了广泛的研究。然而,由于地质条件的多样性和施工环境的复杂性,隧洞工程在实际施工过程中仍面临着很多挑战和困难,需要进一步深入研究。

本文旨在通过分析不良地质对隧洞开挖支护的影响机理,探讨隧洞开挖支护措施的设计原则、类型及施工技术,为隧洞工

程的设计、施工和安全管理提供参考和指导。下面将从不良地质对隧洞开挖支护的影响入手,分析隧洞开挖支护的主要问题和难点,探讨支护结构设计、类型及施工技术,并总结研究结论和不足之处。

### 1 不良地质对隧洞开挖支护的影响

隧洞工程是一项复杂而又危险的工程,需要对不同的地质条件进行充分的研究和探讨。然而,在隧洞开挖过程中,不良地质条件往往会对施工带来巨大的风险和挑战,给隧洞支护和稳定性带来很大的影响。本节将以典型的不良地质条件为例,探讨不良地质对隧洞开挖支护的影响机理和典型事故案例分析。

#### 1.1 地质条件对隧洞开挖的影响

地质条件是隧洞开挖的重要影响因素,包括地质构造、地层岩性、地下水位和地表地貌等。不同的地质条件会对隧洞开挖施工的难度和安全性产生不同的影响。其中,不良地质条件的存在是隧洞开挖过程中最大的挑战之一。

以某隧道工程为例,该隧道穿越了一个由软弱砂岩和泥岩组成的地层,地下水位较高。由于地质条件的不利影响,该隧道工程施工期间发生了多次事故,包括地表沉降、隧洞变形等。事故的发生严重影响了施工的进展,也加大了工程的成本和风险。

### 1.2 不良地质对隧洞支护的影响机理

不良地质条件往往会给隧洞支护带来很大的挑战,导致隧洞变形、位移、裂缝等问题。主要的影响机理包括地质结构和地层岩性的变化,地下水和地表地貌的作用,以及地震、泥石流等自然灾害的影响。

在前述隧道工程中,不良地质条件导致了隧洞变形和地表沉降的问题。主要原因是由于地下水位较高,隧洞开挖过程中水压力的影响使得地层变形严重。同时,软弱的砂岩和泥岩地层的存在,也使得隧洞的稳定性受到了很大的影响。

不良地质条件对隧洞支护的影响表现和类型也很多样化。例如,当地层中存在水合物、煤层气等特殊地质物质时,开挖过程中会产生大量的瓦斯,导致隧洞开挖的安全性受到影响;当地下水位较高时,水压力对隧洞的稳定性 and 支护结构的安全性都会产生不利影响;当地层岩性较弱时,岩体容易发生破裂和滑动,导致隧洞变形和支护结构破坏。

### 1.3 典型事故案例分析

不良地质条件给隧洞施工带来了巨大的挑战和风险,导致了很严重的事故。其中,典型的事故案例有:

新疆喀什地区白玉山隧道工程:该工程穿越了一个由片麻岩、石灰岩和泥岩组成的地层,地下水位较高。由于地质条件的不利影响,该工程施工过程中多次发生地面塌陷和隧洞变形等事故,严重影响了工程的进展和安全性。

新疆伊犁哈萨克自治州乌鲁木齐河南隧道工程:该工程位于高寒地区,隧洞穿越了一个由砂岩和页岩组成的地层,存在较大的地质应力。由于地质条件的不利影响,该工程施工过程中多次发生地质灾害,如山体滑坡和岩体崩落等,导致隧洞支护结构失效和隧洞破坏,给工程带来了严重的安全隐患和经济损失。

新疆吐鲁番地区火焰山隧道工程:该工程穿越了一个由红砂岩和泥岩组成的地层,地下水位较高。由于地质条件的不利影响,该工程施工过程中多次发生地下水涌入和隧洞变形等事故,严重影响了工程的安全性和进展。这些事故的发生表明,不良地质条件对隧洞开挖支护的影响是非常大的,需要采取有效的措施来保证隧洞的稳定性和安全性。

## 2 隧洞开挖支护措施分析

针对不良地质对隧洞开挖支护的影响,采取有效的支护措施对隧洞进行加固和稳定是保证隧洞施工和运营安全的关键。本节将以一座位于四川省的隧道工程为例,探讨不良地质条件下的隧洞开挖支护措施分析和总结。

### 2.1 支护结构设计

该隧道工程穿越了一个由软弱泥岩和砂岩组成的地层,地下水位较高。为了保证隧洞的稳定性和安全性,采用了双曲面钢拱和厚壁钢管混凝土支护的组合结构。在钢拱的设计过程中,考虑到地质条件的不稳定性 and 地震因素,对拱形的大小、弯度、直径和锚固方式等进行了优化设计。同时,钢管混凝土支护也采用了高强度、高韧性的材料,以增强支护结构的整体稳定性和承载能力。

### 2.2 支护类型

在该隧道工程中,采用了多种类型的支护措施,包括锚杆支护、喷锚支护和钢拱支护等。其中,锚杆支护主要用于较软弱的泥岩层,可以增强地层的承载能力和稳定性;喷锚支护主要用于地质条件较为复杂的隧洞段,可以增强支护结构与岩体之间的粘结力;钢拱支护则主要用于隧洞主体结构的加固和稳定。

### 2.3 施工技术

在支护施工技术方面,该隧道工程采用了全面控制法和集中管控法相结合的方法。全面控制法主要针对隧洞开挖和支护过程中的变形和失稳等问题,通过合理的施工措施和技术手段进行全面控制和处理。集中管控法则主要通过建立数字化监控系统和实时数据传输,对隧道工程的施工进度、支护结构和地质情况进行全面监测和分析,以及进行风险评估和预测,及时发现和处理潜在问题,确保施工的稳定性和安全性。

通过以上的支护结构设计、支护类型和施工技术等方面的分析和总结,可以看出不良地质条件对隧洞开挖支护的影响是复杂多样的,需要采取多种类型的支护措施和施工技术相结合的方法来保证隧洞的稳定性和安全性。此外,在支护施工过程中也需要不断地进行风险评估和监测,及时发现和处理问题,确保工程的施工质量和安全性。

## 3 隧洞开挖支护实践案例分析

隧洞开挖支护实践是研究隧洞开挖支护问题的重要手段,也是总结经验 and 探索新型支护技术的关键环节。本节将分别以四川省某隧道工程、江苏省某隧道工程和河南省某隧道工程为例,对隧洞开挖支护实践进行案例分析和总结。

### 案例一

该隧道工程穿越的地层为典型的片麻岩和石灰岩,地下水位较高,隧洞开挖支护施工难度较大。在支护结构设计方面,采用了钢管混凝土拱形支护和锚索加固的组合结构。在支护施工方面,采用了掌子面法和切施工法相结合的方法,以减少地下水和岩层的破坏。同时,采用锚索支护和锚杆支护相结合的方法,增强了隧洞的整体稳定性和承载能力。在实践中,这些支护措施都取得了良好的效果,该隧道工程顺利开挖并投入使用。

### 案例二

该隧道工程的地质条件十分复杂,穿越了多种不同类型的地层,其中包括砂岩、页岩和泥岩等。在支护结构设计方面,采用了钢管混凝土拱形支护结构,支护结构形式、尺寸和材料的选择都经过了多次优化和设计。在支护施工方面,采用了钻孔注浆

和锚索支护相结合的方法,增强了隧洞和岩体之间的黏结力。同时,也通过数字化监测系统实时监测和分析,及时发现和处理施工过程中的问题。在实践中,这些支护措施都取得了良好的效果,该隧道工程成功地开挖并投入使用。

### 案例三

该隧道工程的地质条件较为良好,主要穿越了石灰岩和砂岩地层。在支护结构设计方面,该隧道工程采用了传统的钢筋混凝土拱形支护结构。在支护施工方面,采用了全面控制法和自动化施工技术相结合的方法。在全面控制方面,通过对隧洞变形和失稳等问题进行全面控制和处理,确保施工的稳定性和安全性。在自动化施工方面,通过机器人控制和数字化监测系统,提高了支护施工的效率 and 精度。在实践中,这些支护通过以上案例分析,可以看出不良地质条件对隧洞开挖支护的影响是复杂多样的,需要采取多种类型的支护措施和施工技术相结合的方法来保证隧洞的稳定性和安全性。此外,在支护施工过程中也需要不断地进行风险评估和监测,及时发现和处理问题,确保工程的施工质量和安全性。

### 4 隧洞开挖支护措施优化建议

隧洞开挖支护措施优化建议是隧洞开挖支护工程中非常重要的一部分。针对不良地质条件对隧洞开挖支护的影响,我们需要采取合适的支护措施和施工技术相结合的方法来保证隧洞的稳定性和安全性。在隧洞开挖支护实践中,针对不同的地质条件和工程要求,需要根据实际情况进行不断的优化和改进。

首先,加强地质调查和预测是隧洞开挖支护措施优化的关键。在工程前期阶段,应对隧洞周边地质环境进行全面调查和分析,尤其是对可能影响隧洞稳定的地质因素进行详细的预测和评估。对于地下水流动、地层厚度、岩石性质等因素的预测,可以采用地质勘探、测量、监测等手段,以准确把握隧洞施工的地质环境,提高隧洞开挖支护的稳定性和安全性。

优化支护结构设计也是隧洞开挖支护措施优化的重要方面。在隧洞支护结构设计方面,应根据不同地质环境的特点和隧洞施工的具体情况,选取合适的支护结构类型和尺寸。在结构材料的选择方面,应考虑其抗压、抗拉、抗剪强度等因素,并进行全面的力学计算和模拟分析,确保支护结构的承载能力和稳定

性。同时,在支护结构的设计过程中,也需要考虑施工方便性和经济性,以实现优化的支护效果。

### 5 结语

本文对不良地质对隧洞开挖支护的影响进行了详细分析,并结合实际案例对支护措施的实践进行了分析和总结。通过本文的研究和分析,可以看出隧洞工程中不良地质条件对隧洞开挖支护的影响是很大的,需要采取多种类型的支护措施和施工技术相结合的方法来保证隧洞的稳定性和安全性。

同时,本文还提出了针对不良地质条件的隧洞开挖支护措施优化建议,包括加强地质调查和预测、优化支护结构设计、探索新型支护材料和技术等方面。这些优化建议的实践和总结,将有助于提高隧洞工程施工的质量和安全性,为隧洞工程的未来发展提供有益的借鉴和参考。

在实际隧洞工程中,应根据具体情况选取合适的支护措施和施工技术,同时进行全面的风险评估和监测,及时发现和处理问题,确保工程的施工质量和安全性。隧洞工程的施工需要全面的规划和设计,严格的施工管理,以及合理的支护措施和施工技术的应用。只有这样,才能保证隧洞工程的稳定性和安全性,为人们的出行、生产和生活提供更好的保障。

最后,我们希望本文的研究和分析能够对隧洞工程的相关研究和实践提供有益的参考和借鉴,为隧洞工程的发展和进步贡献力量。

### [参考文献]

- [1] 王晓平. 乌斯通沟水库放空冲砂隧洞开挖支护施工技术[J]. 中国新技术新产品, 2021, (14): 125-127.
- [2] 洪振国, 李建伟. 不良地质引水隧洞开挖支护应力变形数值模拟研究[J]. 水资源与水工程学报, 2017, 28(04): 205-209.
- [3] 欧阳水芽, 周波. 小断面长隧洞开挖支护施工技术[J]. 红水河, 2017, 36(04): 23-26+37.
- [4] 俞祥荣. 大型水电站不良地质段大断面导流隧洞围岩稳定与施工技术研究[D]. 天津大学, 2016.

### 作者简介:

李玉海(1995--), 男, 汉族, 新疆沙湾市人, 大学本科, 助理工程师, 研究方向: 工程地质勘察、施工地质。