

# 隧道工程地质中的地下水对隧道稳定性的影响分析

马海峰

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v7i6.4854

**[摘要]** 地下水是隧道工程地质中一个重要的因素,对隧道工程稳定性产生着重要的影响。本文主要从地下水对隧道地质结构稳定性和施工稳定性两个方面进行分析,探讨了地下水的调查与评价、处理与控制以及隧道工程中的地下水管理等方面内容,以为隧道工程设计和施工提供一些参考和借鉴。

**[关键词]** 隧道工程地质; 地下水; 稳定性; 地下水管理

**中图分类号:** TV62+3 **文献标识码:** A

## Analysis of the Influence of Groundwater on Tunnel Stability in Tunnel Engineering Geology

Haifeng Ma

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

**[Abstract]** Groundwater is an important factor in tunnel engineering geology and has a significant impact on the stability of tunnel engineering. This paper mainly analyzes the influence of groundwater on the tunnel geological structural stability and construction stability, discusses the investigation and evaluation, treatment and control of groundwater, and groundwater management in tunnel engineering, in order to provide some reference for tunnel engineering design and construction.

**[Key words]** tunnel engineering geology, groundwater, stability, groundwater management

### 引言

隧道工程地质是隧道工程的基础,地下水是其中一个重要的因素。隧道工程中的地下水不仅会影响隧道地质结构的稳定性,而且还会对施工安全产生影响。因此,对地下水的调查、评价、管理和控制是隧道工程设计和施工过程中必须要考虑的问题。本文主要从地下水对隧道稳定性的影响进行分析,旨在为隧道工程设计和施工提供一些理论和实践方面的指导。

### 1 隧道工程地质中地下水概述

隧道工程地质中的地下水形成、分布和运动规律是隧道工程设计和施工过程中必须要考虑的问题,对于隧道工程的稳定性和施工安全产生着重要的影响。因此,隧道工程地质人员需要对地下水的形成、分布和运动规律进行全面的了解和分析,才能制定出合理的地下水处理和管理方案<sup>[1]</sup>。

#### 1.1 地下水的形成

地下水是由降雨、融雪、地表径流、地下水补给等因素导致地下水位上升而形成的。在地质构造、岩性、气候和水文条件等方面存在巨大差异的地区,地下水形成的过程和机理也不尽相同。一般来说,地下水的形成可以分为表水入渗和岩石内部水的渗透两种类型。

#### 1.2 地下水的分布

地下水的分布主要受到地质构造、岩性、地表水文条件和

人类活动等因素的影响。地下水一般沿着河流、沟谷、山脉和构造断裂带等地下水分水岭和导流带的方向分布。在同一区域,地下水的分布不仅与地质条件有关,也与气候、人类活动等因素有关。

#### 1.3 地下水的运动规律

地下水的运动规律主要受到渗透性质和水头差异的影响。一般情况下,地下水的运动方式有两种:一是地下水的水平渗流,即沿着地层平面方向向低水头方向运动;二是地下水的垂直渗流,即沿着地层垂直方向向低水头方向运动。在实际情况中,地下水的运动规律受到地质条件、水文条件、人类活动等多方面因素的影响,运动模式也可能会比较复杂<sup>[2]</sup>。

### 2 地下水对隧道稳定性的影响

#### 2.1 地下水对隧道地质结构稳定性的影响

地下水对隧道地质结构稳定性的影响主要体现在湿度变化导致地质结构的变形和破坏、岩土体的软化和液化两个方面:

##### 2.1.1 湿度变化导致地质结构的变形和破坏

湿度变化是地质结构变形和破坏的一个重要因素,它主要是由于地下水位的变化和季节性降雨等因素导致的。下面将详细说明湿度变化对地质结构的影响。第一,在潮湿的环境中,一些岩石会吸收大量水分并膨胀,使得其体积增大,从而对地质结

构造造成压力。当岩石的吸湿膨胀达到一定程度时,其内部应力将超过其抗拉强度,导致其开裂或破碎。第二,湿度变化还可能导致岩石内部的微小裂缝扩大和连接,进而形成大的裂缝和孔隙,使岩石的强度和稳定性降低。同时,湿度变化还可能导致岩石表面的剥落,从而形成岩屑和砾石,使得地质结构的稳定性进一步下降<sup>[3]</sup>。第三、湿度变化还可能引起土壤的沉降和流动。当季节性降雨较多时,土壤会吸收大量水分,导致其体积增大并产生一定的液态压力。这些压力可能导致土壤的沉降和流动,从而引起地质结构的变形和破坏。

### 2.1.2 岩土体的软化和液化

岩土体的软化和液化是由于其内部骨架结构的破坏和失稳引起的,地下水的冲刷是其中最重要的原因之一,常常发生在土壤、黏土、砂土和软岩等松散岩土体中。岩土体的软化是指在外部应力作用下,其内部骨架结构破坏并失稳,导致其体积变形和强度下降。通常在地震、振动、风化、水分作用等因素的作用下,岩土体会出现软化现象;岩土体的液化是指岩土体在外部应力作用下,孔隙水的压力增加到一定程度,使其失去内部骨架结构,呈液态流动状态。常常发生在土石坝、河道、海岸等地质灾害中。

### 2.2 地下水对隧道施工稳定性的影响

地下水对隧道施工稳定性的影响是一个复杂的问题,其影响因素包括地下水的水头、流速、水文地质条件等。地下水对隧道施工稳定性的影响主要体现在以下两个方面:

#### 2.2.1 地下水对施工工艺的影响

隧道施工中,地下水会影响隧道的开挖和支护工艺。首先,地下水会对隧道开挖的稳定性造成影响。当地下水水头较高,流速较快时,会对隧道支护结构的稳定性造成影响,增加隧道坍塌的风险。其次,地下水还会对隧道支护结构的施工造成影响。当地下水水头较高时,施工过程中容易发生涌水,影响支护结构的施工质量。因此,在隧道施工中需要针对地下水水文地质条件进行合理的支护设计和施工工艺,确保隧道施工的稳定性 and 安全性。具体而言,包含以下几个方面:

第一、隧道开挖面稳定性的影响。地下水的存在会增加隧道开挖面的稳定性问题,尤其是当地下水水头较高,流速较快时,更容易引起隧道开挖面的不稳定。开挖面的不稳定会导致隧道坍塌,严重影响施工安全和施工进度。因此,在隧道开挖工程中,需要充分考虑地下水的影响,采取合理的开挖和支护措施,确保隧道开挖面的稳定性。第二、涌水的影响。当地下水水头较高时,隧道施工过程中容易出现涌水现象。涌水会对隧道施工过程中的机械设备和工人的安全造成威胁。此外,涌水还会对施工质量和进度产生影响。因此,需要采取合理的防涌水措施,例如封闭法、冻结法、注浆法等,以确保施工现场的安全和施工进度。第三、支护结构的施工质量影响。地下水对隧道支护结构的施工质量也会产生影响。当地下水水头较高时,容易对隧道支护结构的施工造成干扰,例如对固结灌浆、锚杆加固等工艺造成影响,降低施工质量<sup>[4]</sup>。因此,在设计和施工过程中,需要充分考虑地

下水的影响,采取合理的支护措施,确保隧道支护结构的施工质量和稳定性。

#### 2.2.2 地下水对施工安全的影响

隧道施工中,地下水会对工人的安全造成影响。当地下水水头较高时,施工现场容易发生涌水事故,影响工人的施工安全。同时,地下水还会影响施工机械设备的使用,降低施工效率。因此,在隧道施工中需要对地下水进行合理的控制和管理,确保施工安全和效率。具体而言,包含以下几个方面:

第一、涌水引起的危险。在隧道开挖过程中,如果地下水渗漏到开挖面,就会引起涌水。涌水现象的发生可能导致隧道支护结构的失效,进而引起隧道坍塌,造成严重的事故。此外,涌水还会使现场的灌浆、固结等工艺受到干扰,增加了施工的难度和风险。第二、地下水对机械设备的影响。地下水还会对施工机械设备造成影响。在涌水环境中,机械设备易出现故障,甚至因涌水造成安全事故。而且,地下水的存在还会导致施工现场空气潮湿,容易使电气设备遭受腐蚀,增加施工设备的维护成本和使用风险。第三、对施工人员的安全威胁。地下水对施工人员的安全也有一定的威胁。当施工现场地下水水头较高时,容易形成水流,加上施工现场机械设备众多,施工人员在行动过程中容易滑倒或被机械设备碾压,增加了施工人员的伤害风险。

## 3 隧道工程地质中的地下水管理

### 3.1 地下水管理的必要性和目的

地下水管理的目的是为了控制地下水对隧道工程造成的影响,确保施工的安全和顺利进行。地下水管理的必要性在于隧道工程中地下水问题的复杂性,需要通过科学、有效的管理措施来应对。

### 3.2 地下水管理的组成部分和要素

地下水管理的组成部分包括地下水勘察与监测、地下水处理与控制、地下水防护和地下水环境保护等。而地下水管理的要素包括管理机构、管理人员、管理制度和管理技术等方面。地下水勘察是地下水管理的基础,主要是对隧道工程所处地区的地下水系统进行调查和分析,包括地下水的分布、水位、流向、水质等方面,为后续的地下水管理提供必要的数据和信息;地下水监测是地下水管理的核心,通过对地下水位、水压、水质等方面的监测,及时发现地下水的变化和异常情况,为采取相应的措施提供依据;地下水控制是地下水管理的重点,通过采取地下水排泄、封闭、泵引等措施,控制地下水的流动和水量,保障隧道施工和运行的安全;地下水治理是地下水管理的综合性措施,包括采用物理、化学、生物等方法,对地下水进行净化和调节,降低地下水的污染和水质问题,保护水资源和环境;地下水应急管理是地下水管理的重要组成部分,通过建立应急预案和紧急处置措施,及时应对地下水突发事件,保障隧道施工和运行的安全;地下水信息管理是地下水管理的重要保障,通过建立地下水信息系统和数据库,实现对地下水数据和信息的整合、分析和共享,为地下水管理提供决策支持和科学依据<sup>[5]</sup>。

### 3.3 地下水处理与控制

地下水处理与控制包括地下水的排水与降低地下水位、地下水的封闭与提高地下水位和地下水的泵引与转移。第一,地下水的排水是指通过排水井、排水管等设施将地下水排放到地面上,降低地下水位。这种方式常用于地下水位过高的情况下,以减小涌水量,保证隧道施工的稳定和安全。第二,地下水的封闭是指通过灌浆、注浆等方式,将隧道周围的裂隙、空洞等处封闭,防止地下水渗透到隧道内部。而提高地下水位则是为了增加地下水压力,以达到控制岩土体稳定的目的。第三,地下水的泵引是指将地下水通过泵站等设施抽离出来,达到控制地下水位的目的。而地下水的转移则是指将地下水从高水位区域输送到低水位区域,以控制地下水的分布和流动方向。

### 3.4 地下水管理的实施与效果评估

地下水管理的实施需要遵循相关的管理规定和标准,采取科学、有效的管理措施。同时,需要对地下水管理的效果进行评估,及时发现和解决问题,以确保施工的顺利进行。地下水管理的效果评估需要采用科学有效的评估方法和技术手段,包括实地监测、数学模拟、数据分析等方法,同时还需要进行多方位的综合评估。同时,地下水管理的效果评估需要制定科学合理的评估指标和标准,包括地下水位、水压、水质等方面的指标,同时还需要考虑隧道工程施工和运营的需求和要求。最后,地下水管理的实施和效果评估是一个动态的过程,需要根据实际情况对地下水管理措施和方法进行调整和改进,以提高地下水管理效果和管理水平。在实施阶段,地下水管理的实施阶段主要包括规划、设计、施工、运营等阶段,需要根据各阶段的不同特点和需求,采取相应的地下水管理措施和管理方法。在效果评估中,地下水管理的效果评估是对地下水管理措施和管理效果进行监测和评估的过程,通过对地下水位、水压、水质等方面的监测和分

析,及时发现地下水管理的问题和不足,为随后的管理决策提供科学依据。

## 4 结论

综上所述,隧道工程地质中的地下水对隧道的稳定性有着重要的影响。在隧道工程的规划、设计、施工和运营过程中,必须对地下水进行全面的认识和分析,并采取相应的地下水管理措施和技术手段,以保证隧道工程的稳定性和安全性。隧道工程中的地下水管理是必要的,其目的是保障隧道工程的安全和稳定,同时保护环境和水资源。地下水管理的组成部分和要素包括地下水管理规划、设计、施工和运营等方面,需要在实施过程中不断地进行调整和改进。同时,地下水管理的效果评估也是不可缺少的一环,需要制定科学合理的评估指标和标准,采用科学有效的评估方法和技术手段,及时发现和解决地下水管理的问题和不足。

### [参考文献]

- [1]郑晓珣.基于流固耦合的强度折减法的地下水渗流对隧道稳定性的影响研究[J].能源与环保,2022,44(11):284-289.
- [2]张兴伟.软弱层浅埋隧道围岩稳定性特征量分析与评价[D].四川师范大学,2022.
- [3]王梓良.地表降水及地表注浆对软塑黄土隧道稳定性影响研究[D].兰州大学,2022.
- [4]段宇.某富水断层隧道突涌水预警分析平台及治理措施[D].西安理工大学,2021.
- [5]钱嘉伟.流固耦合作用下山岭隧道稳定性及加固研究[D].北京交通大学,2021.

### 作者简介:

马海峰(1989--),男,汉族,河北张家口人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程地质勘察与施工地质。