

# 隧道施工过程中地质灾害防范与应急处置策略

王鹏飞

四川公路桥梁建设集团有限公司大桥工程分公司

DOI:10.32629/etd.v7i2.18968

**[摘要]** 在交通基础设施建设工程中,隧道是其中重要的工程类型之一,在进行隧道施工过程中由于其处于复杂的地质环境中,所以很容易受到地质条件的影响出现一些地质灾害现象,这会对施工人员的生命健康安全造成不良影响,甚至会出现较为严重的工期拖延以及经济财产损失等情况,有时候还会对周边的地质环境造成严重的影响从而导致无法弥补的后果。本文结合隧道施工中的地质灾害现象特征以及其危险性,综合分析施工易发生地质灾害类型及其产生的原因,并从勘察阶段、施工控制以及技术运用等方面提出防治对策,建立完善的应急救援预案,制定应急救援组织机构、应急程序及灾后处理方法,从而对隧道施工中的地质灾害进行预防,为隧道工程的建设起到指导作用,确保隧道工程施工顺利开展。

**[关键词]** 隧道施工; 地质灾害; 防范措施; 应急处置; 施工安全

**中图分类号:** U455 **文献标识码:** A

## Geological disaster prevention and emergency disposal strategy during tunnel construction

Pengfei Wang

Sichuan highway and Bridge Construction Group Co., Ltd.

**[Abstract]** in the transportation infrastructure construction project, the tunnel is one of the important engineering types. In the process of tunnel construction, because it is in a complex geological environment, it is easy to be affected by the geological conditions and some geological disasters will occur, which will have adverse effects on the life, health and safety of construction personnel, and even cause serious delays in construction period and economic and property losses. Sometimes, it will have a serious impact on the surrounding geological environment and lead to irreparable consequences. Combined with the characteristics of geological disasters in tunnel construction and its risk, this paper comprehensively analyzes the types and causes of geological disasters prone to construction, and puts forward prevention countermeasures from the aspects of survey stage, construction control and technology application, establishes a perfect emergency rescue plan, and formulates emergency rescue organization, emergency procedures and post disaster treatment methods, so as to prevent geological disasters in tunnel construction, play a guiding role in the construction of tunnel engineering, and ensure the smooth development of tunnel engineering construction.

**[Key words]** tunnel construction; Geological hazards; Preventive measures; Emergency disposal; Construction safety

## 引言

随着我国交通基础设施建设的发展,隧道工程建设规模日益扩大,穿过的地质环境越来越复杂。隧道施工多是在地下隐蔽的空间中进行,地质情况具有不确定性、隐蔽性、突发性等特点,在施工的过程中容易出现坍塌、突水突泥、围岩失稳、地表沉降等一些地质灾害。这些灾害发生后不仅会带来人员伤亡及财产损失,而且会影响周围环境,并对整个工程建设进度、工程质量造成不利影响。为此,有必要开展隧道工程施工中地质灾害的

预防与应急响应对策的研究,对减少灾害风险、确保施工安全、推进隧道工程优质建造有着重要的现实意义。

## 1 隧道施工中常见地质灾害类型及特征

### 1.1 坍塌灾害

坍塌是隧道工程中最常见最危险的一种地质灾害,多发于围岩稳定程度较低的地段。它受围岩岩性和地质构造及施工方法的影响较大,常导致围岩剥落、块体坍塌、整体坍塌,并会在顷刻间将洞内作业面覆盖、洞口堵塞,危及到人的生命安全。坍

塌事故突发性强,危害面大,一旦发生坍塌事故,不但需要耗费大量的人员物资来进行清渣处理,而且会造成严重的工期延误,给工程建设带来不必要的经济损失<sup>[1]</sup>。

### 1.2 突水突泥灾害

突水突泥灾害通常发生在富水地层中或者断层破碎带、岩溶发育地段,由于施工破坏了围岩的隔水构造,致使地下水以及泥砂受压而突然涌入隧道内所发生的灾害事故,具有发生速度快、带有能量的特点,在涌出的水中夹杂着大量泥沙,会将机械设备摧毁、将工作面淹没。并且容易导致围岩失稳、地表塌陷等地质灾害二次发生,给隧道施工带来多方面的安全隐患,处理起来较为困难。

### 1.3 围岩失稳灾害

围岩失稳指隧道开挖后围岩应力重新分布,在未采取及时有效支护的情况下导致围岩变形、开裂、滑动等情况,并在未得到及时治理的情况下逐渐演化成坍塌等更严重的灾害情况。围岩失稳的形式有很多种表现,如围岩收敛变形过大、支护结构受力不均破损等,其发展的过程是一个逐步发展的过程,在初始阶段不易察觉,而到失稳加速阶段就会迅速失去承载力,对隧道施工造成安全隐患。

## 2 隧道施工地质灾害成因分析

### 2.1 地质条件本身因素

地质条件是导致隧道施工地质灾害发生的根本原因,复杂的地质条件为地质灾害的发生提供基本条件。不同岩性围岩的稳定程度相差很大,软岩、破碎岩等围岩结构松散,抗风化和抗侵蚀能力差,在隧道开挖扰动作用下易发生变形失稳;同时,地质构造如断层、褶皱、节理等存在,这将导致围岩完整性被破坏,围岩强度减弱,在该区域极易诱发灾害发生;同时,由于在一些特殊的地质环境中如富水地层、岩溶发育区等,也会提高突发性灾害突水突泥发生的几率,增大了施工的风险程度<sup>[2]</sup>。

### 2.2 施工技术与工艺因素

隧道工程施工作业技术和施工方法合理与否是隧道施工过程中发生地质灾害的重要因素。隧道开挖方式的选择不合理或现场未严格按照专项施工方案开挖,在围岩稳定条件较差的地方采用大断面开挖或者开挖速度快造成围岩受力过大而超限导致围岩失稳或者坍塌;支护施工不及时、支护结构选型不合理、支护参数不够等等,不能有效地控制围岩变形,会增加发生灾害的可能性。此外,在施工过程中对围岩造成的扰动太大、进行爆破施工的时候其参数设置不科学等,都会影响到围岩的稳定状态,造成地质灾害的发生。

### 2.3 勘察与管控因素

前期勘察不到位也是造成地质灾害发生的前置性因素之一。如果勘察范围不足、勘察手段单一,不能全面准确地掌握施工区域的地质情况,会造成施工方案缺乏针对性,对施工可能遇到的灾害风险预判不足,在施工过程中管控机制不完善,缺乏有效的地质监测手段,不能对围岩变形、地下水的变化等灾害征兆进行实时监测,灾害发生之前无法实现有效预警;另外,施工人

员安全意识不强、违章作业等情况会人为地加大地质灾害发生的概率。

## 3 隧道施工地质灾害防范策略

### 3.1 强化前期地质勘察工作

做好前期地质勘察工作是避免隧道施工中出现地质灾害的基础,应结合工程实际情况制定科学合理的勘察方案,并扩大勘察范围,采取多种勘察方式相结合的方法对施工区进行详细勘察,准确地了解施工区的地质情况。通过地质钻探、物探、坑探等方式,了解围岩岩性、地质构造、地下水分布及岩溶发育等情况,确定灾害多发区以及可能发生的部位,并对勘察成果进行全面分析评价,形成完整的地质勘察报告,为后续施工设计、支护设计及灾害防治等工作提供重要参考,减少灾害事故的发生几率<sup>[3]</sup>。

### 3.2 优化施工方案与工艺

根据勘察资料,在施工中进一步完善施工方法及施工工艺,这是主动防治地质灾害的有效措施之一。首先针对不同地区的地质情况,采用最佳的洞室开挖方法;针对围岩稳定性不好的地区,采用小断面、分步开挖的方式,减缓开挖速率,减少对围岩的破坏,这样能够减少出现地质灾害的可能性。设计支护方案时,依据围岩级别,选取相应的支护结构形式以及支护参数,保证支护结构具有一定的受力强度,并且做到开挖以及支护同步实施,在第一时间将围岩变形予以限制,提高围岩的稳固性。

### 3.3 强化现场管控

现场动态管控是预防地质灾害的直接措施,可有效地预防地质灾害发生。首先是严格按照专项施工方案施工,重点工序必须履行作业审批手续,如通过控制炸药药量确保开挖进尺不超标,本循环支护措施未完善不得进行下循环开挖等。其次是在施工过程中根据掌子面实际危岩情况、加深炮孔情况、超前地质预报结果、超前钻探结论等,对后续危岩等级进行动态调整,确保施工安全。

### 3.4 建立完善地质监测体系

针对隧道施工的特点,在隧道施工过程中,开展全方位、全过程的地质预报及监控量测工作,并根据隧道施工的实际需求,合理布置监测点及监测项目。主要包括洞内周边位移、拱顶沉降、水压水量测量以及初期支护应力测量等能够反映隧道工程安全性的所有地质因素。在监测仪器方面,宜采用自动化的、智能式的检测手段来获取准确的、实时的数据信息,并对获得的信息进行动态处理,从而了解当前的地质状况并及时反馈给施工人员参考;此外还应对地质灾害的发生情况进行预警工作,即设置预警指标:当监测结果大于以上限值时,报警装置可以自动发出报警信息,这样可以在灾害发生之前及时通知现场作业人员,并为人员疏散及紧急处理赢得时间,以防止地质灾害的发生,保证隧道施工安全。

## 4 隧道施工地质灾害应急处置策略

### 4.1 完善应急组织架构与制度

构建科学完善的应急组织架构,明确各部门和人员的职责分工,形成统一指挥、协同作战的应急工作格局。成立应急领导

小组,负责应急处置工作的统筹协调、决策部署和资源调配;设立现场应急指挥部,负责灾害现场的具体处置、人员调度和安全管控;组建专业应急救援队伍,配备专业救援人员和设备,承担灾害救援、抢险抢修等工作。同时,制定完善的应急管理制度,包括应急预案、应急演练、应急值守、责任追究等制度,规范应急处置流程,确保应急工作有序开展<sup>[4]</sup>。

#### 4.2 规范应急响应流程

实行分级分类应急响应,根据地质灾害类型及大小及其危害程度,将应急响应分为不同级别,并制定相应的处置方法。当灾害发生后,现场人员及时汇报灾害信息,应急领导小组及时判断灾害情况并启动应急响应,按响应等级开展工作。迅速组织施工人员疏散到安全位置,实施人员搜救,对被困人员进行营救,并针对不同灾害类型采取相应的抢险救援措施:坍塌灾害及时清方、临时支护;突水突泥灾害封堵涌水通道、排水降压,防止灾害扩大,在应急处置过程中,加强现场安全管控,防范次生灾害发生。

#### 4.3 构建洞内应急通讯

大多隧道建设于山区,进洞一定深度后会无法接收到外界通讯信号,构建洞内应急通讯系统可有效传递预警信号以及确保洞内突发情况能及时向外界求援。针对短隧道,可在洞口设置向洞内发射信号的基站;中隧道可采用移动基站,并跟随掌子面推进向洞内移动。针对长隧道以及特长隧道,则可采用铺设光纤、架设网桥等方式联通网络。该网络不仅可用于洞内应急电话、视频监控系统、人员定位系统建设,也可用于洞内紧急求救,确保洞内突发险情时能第一时间与外界取得联系。

#### 4.4 强化应急资源保障

应急处理工作能否顺利进行,在很大程度上取决于是否具备足够的应急资源。因此,应事先做好充足准备工作,准备好足够的应急物资及设备。如救援工具、通讯设备、照明设备、医疗急救用品、临时支护材料、排水设备等都是在灾害发生后快速应对和救援所必需的物资。对上述应急资源进行统一管理,建立应急物资储备库并进行严格分类管理和定期检查及更新补充,保证应急物资的完备可用;采用信息化管理方法对物资储备情况进行动态监测,提升物资调用速度和准确度;与本地应急、医疗、消防等部门建立联动关系,整合资源,联合协作,形成应急救援合力。各部门之间的相互协作能提高应急处置的整体水平,在发生突发事件后快速反应,最大限度降低灾情危害程度。

### 5 隧道施工地质灾害后期处置与长效管控

#### 5.1 灾害后期处置工作

在地质灾害得到有效控制之后,及时进行后续处理是十分必要的,这样可以最大限度地减少灾害造成的损失,并为尽快恢复施工提供便利条件。首先要对灾害发生点进行彻底的清理,将坍塌块石、泥土、积水等清理干净。另外,对隧道结构进行全面的损坏调查分析,判断围岩的稳定状态,以便明确后续复修的工作重点。对于损坏的支护结构及施工机械制定具体的修复或者替换措施,使其能够达到安全施工的标准。在制定复工方案的

过程中,要科学合理的安排施工工序,在保证安全的情况下逐渐开展施工工作。另外,注重灾损统计及人员安抚,在第一时间掌握灾损情况,并做好受损人员的心理安慰和必要救济;在分析产生灾害的原因后,总结出相关经验以期防止以后再次发生此类灾害。这些后勤处置工作的开展有利于工程尽早恢复运转,也为我们提升整体施工过程中遇到灾害的能力积累了不少经验。

#### 5.2 健全长效管控机制

对于经常出现地质灾害环境下的隧道施工来说,其安全问题十分明显,所以为了对灾害进行常态化的控制,就要依托地质灾害的处理工作来完善隧道施工地质灾害的长效机制建设。这个机制的重点就是加强对施工环节中动态地质勘探工作的重视,在施工过程中做到。地质勘探可以同时展开,不断提供新的勘探数据,对地质资料进行更新,在此基础上调整施工方案和制定相应预防措施;为更好地预测灾害风险,还需要加强地质监测数据分析研判工作。这就需要加强对地质监测数据的分析研究,找出其中蕴含的地质变化规律,以便更好地预测灾害的风险。同时构建施工安全隐患排查治理体系,定期开展施工现场安全大检查,对排查出的危险源及时进行消除,形成安全隐患处理的闭合环路,从源头降低地质灾害发生的几率,确保隧道施工顺利开展,保证工程质量与工期,为我国基本建设工程保驾护航<sup>[5]</sup>。

### 6 结束语

隧道施工地质灾害预防及应对措施是确保隧道工程施工顺利开展的重要因素,对人的生命安全、工程质量以及工程进度都有着重要的影响作用。在隧道施工过程中,由于受到多种不确定地质条件的影响,使得隧道施工中出现的地质灾害情况较为复杂,因此为了有效控制地质灾害的发生,在实际施工中应当做好预防措施,并在灾害发生后及时采取应对措施进行处理。通过加强事前地质勘察、合理制定施工方案及施工工艺、完善地质监测体系来预防地质灾害的发生;通过建立健全合理的应急组织体系、规范应急响应程序、加强应急资源储备来提高灾害应急应对的能力;通过做好事后处置、完善长效机制、加强教育培训来实现灾患的常态控制。

#### [参考文献]

- [1]杨凯.隧道工程地质灾害分析及防治对策[J].工程技术研究,2019,4(11):220-221.
- [2]张延磊.桥梁隧道施工过程中常见的问题及解决对策[J].佳木斯职业学院学报,2018,(12):489+491.
- [3]周泉顺.山区复杂地质条件下如何做好隧道施工研究[J].工程技术研究,2018,(06):49-50.
- [4]王永恒.软岩隧道施工地质灾害形成机理研究[J].山西交通科技,2018,(03):40-43.
- [5]李向东.隧道施工超前地质预报及其发展研究[J].石家庄铁路职业技术学院学报,2018,17(01):30-32.

#### 作者简介:

王鹏飞(1997--),男,汉族,四川省巴中市通江县人,本科,中高级,助理工程师,研究方向:安全工程。