

隧道工程地质灾害分析及处理

□ 林海秋

[摘要] 本文基于隧道施工中存在的地质灾害及其处理技术水平不高的问题,结合广东省阳春市春湾镇L村隧道工程实例,总结隧道施工过程中存在的塌方、涌水、岩爆以及区域断裂带等不同类型灾害,提出地表处理、明洞接长处理等多项有效的隧道地质灾害分析方法和处理措施,以期为解决地质灾害问题、提高隧道项目的建设质量有所助益。

[关键词] 隧道工程;地质灾害;地层岩性;处理方式;优化策略

隧道建设是当前道路交通施工的一项重要内容,其主要对山体进行开挖处理,使道路在山体中穿越,以满足交通运输的需求。隧道建设对地质情况和山体岩性要求较高,在建设过程中如果没有做好处理措施,则可能引起地质灾害,进而对隧道项目造成影响,不利于施工安全,甚至会引发安全事故。为此,本文以广东省阳春市春湾镇L村的隧道工程为例,对其存在的地质灾害情况进行分析,并根据地质基本情况特征,制定多项有效方法,以提高隧道项目建设安全。

1 L村隧道概况及地质条件

1.1 L村隧道基本概况

L村隧道(K线)位于广东省阳春市春湾镇的L村区域内,设计为分离式隧道,隧道左线起讫桩号为ZK56+720~ZK57+368,全长648m;隧道右侧线路起始于K56+745~K57+383,长度638m,角度207°;该隧道深度140m。隧道进口位于L村南侧山体接犁头垌中桥,有山间土路通过。出口位于相邻村落北侧山体接红石山处,没有既有线路能够延伸到施工区域,存在许多不利于隧道建设的因素(见图1)。

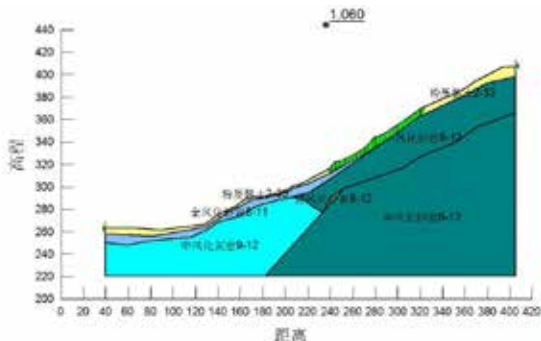


图1 K56+720~K57+000左线边坡纵断面

1.2 L村隧道项目地质情况分析

第一,L村所处区域山体低矮,高度最高处425m,最低处仅250m,整体高度差异较大。隧道走向与山脊总体走向近于垂直。同时,该隧道工程受地形因素的影响,整体起伏高度较大,会增加灾害发生的概率。第二,根据前期调查结果显示,隧道项目所处环境存在多条断裂带,且不同区域的岩体、地层等破坏情况较为严重,断裂带会增加地质问题的出现概率,对施工安全造成较大影响,不利于安全建设。根据实际情况对其进行相应处理,采用科学的处理方法,隧道区地层产状呈单斜构造,产状:204°∠32°、54°∠40°;节理:J1:150°∠67°、J2:320°∠60°。第三,隧道工程的区域稳定性。作业区域处于地台稳定区,晚近期新构造活动迹象微弱少见,历史上无重大地震记录,未发生6级以上地震,地壳较稳定。根据相应的国家标准规定要求,对该隧道工程所处区域进行勘测,本路线段所在地区地震烈度为6°,结合其他标准规定文件以及实际调查结果显示,该地区基本地震动加速度反应谱特征周期为0.35s,基本地震动峰值加速度为0.05g,总体处于建筑抗震一般地段,隧址区未见地震作用下可液化地层。第四,在作业过程中遇到不良地质现象。在隧道金楼区域的钻孔勘察中,钻探在SDK042~SDK045、揭露到10个溶洞,遇洞率100%,岩溶发育等级为强烈发育。隧道出口主要由强风化砂岩组成,属于顺向坡,处于基本稳定状态,隧道施工时将降低其稳定性,影响洞口的稳定,施工时应注意支护。隧址区未见滑坡、泥石流、危岩、采空区和崩塌等不良地质现象,未发现软土、红黏土、膨胀土等特殊岩性土^[1]。

[作者简介] 林海秋,中交四航局第一工程有限公司,工程师。

2 隧道项目地质灾害分析

在隧道项目建设过程中，因其对环境要求较高，当遇到复杂地质情况时，可能会出现严重的地质灾害，且地质灾害的类型不同对其造成的损害也会有所不同，隧道项目存在的灾害情况主要包括如下几项。

2.1 塌方灾害

隧道项目的主要施工位于地表以下，当隧道周围的地质结构发生变化时，可能会引起隧道支护结构被破坏，引起隧道支护塌方，导致隧道结构被破坏。隧道建设期间，地质结构变化、地下水位变化等都会导致支护结构受到影响，地面出现不均匀下沉造成塌方。塌方灾害主要发生在岩层不稳定、地层破坏严重的区域，因为岩层不够稳定，在岩层变形的作用力下就会出现一定的塌方灾害^[2]。

2.2 涌水灾害

隧道项目主体位于地下，所以地下水对于隧道项目安全建设具有直接影响。隧道涌水是隧道施工过程中最常见的地质灾害，因隧道建设开挖地下水受影响，在多重作用的影响下，就可能会出现涌水问题，涌出的水会导致隧道结构受到影响和破坏，不利于施工安全建设（见图2）。



图2 涌水现场图

2.3 岩爆灾害

隧道在开挖作业期间，会对周围岩体造成破坏，引起周围岩体变形。当岩体受到挤压变形时，如果作用力得不到释放，会在强烈挤压作用力下出现岩爆灾害。岩爆灾害对于施工安全会造成很大影响，是一种具有较高破坏性的灾害类型。所以作业期间需明确隧道周围岩体是

否存在过大的应力，如果判断可能会出现的灾害问题，则需要对其进行防护，防止因岩爆灾害导致项目质量和作业人员安全受到威胁^[3]。

2.4 区域断裂带灾害

受地质情况的影响，在隧道项目建设期间，会出现区域断裂带的灾害问题，主要是因为隧道所处区域岩层风化较为严重，或岩体破碎程度过高，在建设期间未得到妥善处理，导致隧道在建设完成后出现区域断裂带。在L村隧道项目中，其中一组断层的走向与区域断裂带的走向一致，该组断层的影响宽度大，与路线呈大角度斜交。该组断层在开挖过程中边坡出现裸露现象，下部隧道开挖部分的风化强烈，以全、强风化砂岩、泥岩为主，高岭土化严重；断层附近的灰岩变为碎裂岩，总体呈上硬下软的特点，遇降雨天气导致其出现区域断裂带灾害问题。

3 隧道建设项目灾害有效处理措施分析

在L村隧道项目建设过程中，根据勘测人员和技术人员的现场勘测和技术分析，发现存在以下地质灾害问题。根据某隧道开挖段上方的第二次裂缝出现后的监测数据及补勘的成果分析，从掌握的初步数据及变形方向判断，围岩的变形主要以沉降变形为主，以所探明的岩性分布及风化、断层或推断断层的分布、右洞右侧初支裂缝等情况综合分析，推断第二次裂缝的产生主要是因为右洞掘进暴露了构造带，在强降雨下渗作用的影响下，断层带及围岩的抗剪强度降低而产生的下错变形的可能性较大，尤其在断层附近易形成地表拉裂缝。因此，需要对已经出现或可能出现的灾害进行处理，将灾害问题控制在合理范围内，以防止对后续施工造成影响。

3.1 地表处理方案

根据勘测结果，在存在裂缝区域的隧道作业段洞顶部裂缝处设置排水沟渠，其宽度3m，长度100m，坡率按照实际勘察结果进行计算和确定；沟渠底部采用水泥砂浆进行铺垫，以增强沟渠底部防水性能，防止因水流对沟渠底部造成腐蚀性破坏。针对隧道项目的裂缝处理，可开挖土方进行回填并进行夯实处理，夯实后的表面铺设0.06m厚度的水泥砂浆，能够提高裂缝处理效果，使水泥砂浆保护层的稳定性得到提升。

3.2 明洞接长处理方案

根据补勘资料和监测数据基本可以排除洞口段边坡发生贯通性的深层滑移的可能，但不排除隧道仰坡长期雨水冲刷，地表水下渗导致边坡失稳，产生滑坡等地

质灾害，危及线路运营安全。建议将明洞接长10m，反压回填进一步稳固坡脚，同时长明洞可提供一个缓冲平台，避免滚石直接冲击路面^[4]。

因为部分明洞施工已经完成，所以在明洞接长处理前，需要对明洞进行处理，保证其能够与接长处理方案相一致。在钢筋布置环节，钢筋设置与已经建设完成的明洞保持相同，钻孔深度需要≥15d，将钢筋植入后使用植筋胶以及固化剂，以提升钢筋植入牢固程度；并对钢筋进行防水处理，为钢筋提供防水保护层，可有效提升接长作业质量。

3.3 其他处理方案

针对L隧道项目存在的灾害问题，结合实际勘测结果，为了保证隧道建设质量和作业安全，除隧道表面处理以及明洞接长处理方案外，还有以下几项处理方案：一是左洞围岩以中风化灰岩为主，目前尚未进入断层影响带，为减少左洞爆破对右洞开挖造成的影响，右洞优先施工，待右洞进入完整中风化岩层后，左洞方可施工。二是为了保证处理效果，L村隧道项目采用超前支护作业模式，通过超前支护的方式保证隧道结构的稳定性，防止其出现坍塌事故，在周围岩层发生变化时，有效控制隧道结构产生的影响，从而提高作业的安全性。三是最大限度缩短围岩裸露时间。为有效控制围岩的松弛，软弱围岩隧道初期支护应及时将掌子面封闭。四是当遇到地质条件较差的隧道作业时，如出现沉降情况，需严格按照“管超前、严注浆、短开挖、弱爆破、快封闭、勤量测”等多项作业基础原则，加强现代施工技术的应用，提前预测地质，加强对周围岩体变形和支护结构受力情况的监测，不断调整实际支护数据，并创新施工工艺，保证拱顶沉降控制在预规定范围内，确保初支混凝土面不侵入二衬，保障二衬混凝土的厚度、隧道的净空要求。同时控制施工成本，保证施工安全^[5]。五是在施工过程中，做好位移量监测、变形量监测等各项监测工作，明确地质情况对隧道施工的影响，根据监测结果对其进行优化处理，以降低地质灾害的发生概率，并将地质灾害对隧道施工的影响控制在合理范围内。

4 处理效果分析

通过采用上述的处理措施，隧道工程的右洞处于正

常施工阶段，左洞在可控范围内，总结如下施工处置措施效果：一是管超前。有效提高土体的稳定性，控制下沉，防止围岩松弛和坍塌，L村隧道进口段不良地质隧道采用双层超前小导管。二是严格注浆，增强其自稳能力。在超前及系统施作后及时注浆，使土体集集成具有强度的“结实体”，使周围地层形成具有一定强度的壳体。如L村隧道进口右洞，在砂性土的基础上采用普通注浆工艺，左洞的粉质黏土采用增强的劈裂注浆。三是加强支护，以控制初期结构的变形，保证结构的稳定。针对软弱围岩，将原有XS-Va的I22b工字钢替换成I25b工字钢，用水泥垫块加大拱脚，16槽钢纵向连接，加强锁脚等施工措施，必要时加设临时支撑和护拱。四是快速封闭。最大限度缩短围岩裸露时间，为有效控制围岩松弛。针对软弱围岩，在初期支护的同时应及时将掌子面进行封闭。五是快速开挖。争取时间上架，及时喷射混凝土，减少坍塌现象的发生。L隧道右洞掌子面一次进尺一榀，中、下台阶两榀，仰拱3m，及时封闭成环。经上述处理，L隧道工程总体建设效果良好，多种地质问题控制在合理范围内，未发生施工事故，全面保障隧道工程施工质量。

5 结语

本文对一般隧道项目中存在的地质灾害类型进行详细阐述，并结合L村隧道项目的实际情况，分析其灾害问题和处理方式，希望对我国隧道建设起到一定的启示和借鉴作用。不断提高隧道项目的建设质量，为我国城市交通运输建设提供助力，是促进我国交通运输行业发展的重要保障。

[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]朱宝合,戴亦军,郑邦友,等.组合地质灾害作用下隧道开挖施工关键技术[J].公路,2019,64(12):317–321.
- [3]刘玉成.公路隧道施工过程中不良地质灾害及其改进策略研究[J].华东科技(综合),2019(1):125.
- [4]王军.隧道施工地质灾害分析与防治对策[J].黑龙江交通科技,2019,42(8):155+157.
- [5]郑周红.试述公路隧道施工中不良地质判断与处理技术[J].装饰装修天地,2019(16):359.