

# 浅谈岩溶隧道施工技术控制重点

梁学成, 刘湘君

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局, 四川 彭山 620860)

**摘要:**对岩溶隧道施工技术控制重点进行了叙述,结合工程实例,介绍了施工前预报岩溶、制定方案并采取的有效措施,减小了岩溶危害,施工过程中严格按施工方案进行岩溶处理或及时应对突发岩溶,施工后加强整治,从而达到正常进尺并维护了结构安全。

**关键词:**岩溶;隧道;施工技术;控制重点

**中图分类号:**U215.1;U215.7;U215.3;U215;[U25] **文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2017)02-0003-02

## 1 概述

岩溶在我国从南到北、从东到西有着广泛的分布。隧道作为线型工程三大线下土建工程之一,不可避免地存在着岩溶地质,有些甚至大量存在,可以称得上岩溶隧道。如不能及时整治岩溶,将影响隧道施工及结构安全,减少其使用寿命。如何最大限度地预报、消除及整治隧道岩溶,保证工程正常进行及结构安全是工程技术管理人员需要关注的。笔者结合工程实际,对岩溶隧道施工技术控制重点进行了探讨。

## 2 施工前预报及方案的制定

### 2.1 施工前预报

隧道岩溶预报是一个综合性工程,往往与设计方案的制定及施工投入有着很大的关系。通常主要有地质勘探法、超前地质预报(常见的有TSP地震波法、地质雷达扫描法等)、超前钻孔(超前水平钻及加深炮孔等)等方法。

(1)地质勘探。一座隧道由于长度原因,特别是短隧道,往往在设计阶段地质勘探量不足,一般仅在进出口方向布设或中间加密一到两个勘探点。因此,施工时应选择在灰岩大量密集、富水区及地质薄弱、隧道浅埋区域进行补勘,从而提前预报岩溶。如在沪昆高铁贵州段某标段长度仅为几百米的隧道,由于岩溶发育,在施工过程中发现一条沿隧道纵向百余米长的地下暗河,由于无法改线,施工时产生了大量的处理费用。如能提前勘探得知,则可改线或采取其它措施进行处理。

(2)超前地质预报。进入21世纪后,超前地

质预报是隧道施工过程中最常见的地质预报方式,在工程中有着大量运用。通过能够预测前方100~150 m的地震波法及预测30 m的地质雷达扫描法,及时预测隧道存在的各种地质情况,从而提前采取工程措施或加强工法。在这里强调的是:施工过程中,采用两者相结合的方法,能够大大增加预报的准确性。

(3)超前钻孔。超前钻孔是现场施工技术大量采用的地质预报方式,通过长30 m左右的超前水平钻及加深至5 m的加深炮孔,提前预知掌子面附近的地质情况。超前水平钻及加深炮孔是从中距至短距的两种预报方式,两者缺一不可,特别是在岩溶发育区域,应加强而不得忽略。应当注意不能只重视拱顶而忽略隧道底部,否则将不能及时准确地预报并采取方案,容易造成施工安全隐患,严重的将影响工程安全。

### 2.2 方案的制定

对于中小型岩溶,一般采取加强工程措施,如对于隧道地表采用预加固(分土层或岩层,采用高压旋喷桩或钻孔注浆等不同方式),在进行隧道施工时,通过设计修改图纸或设计变更更改隧道围岩级别、加强工法及支护参数,提前采用30 m帷幕注浆,3 m或5 m超前周边预注浆,采用三台阶临时仰拱,四步甚至六步CD法,洞身超前长管棚,双层小导管等工程措施。一般而言,对于较大岩溶,应采取地表预注浆固结及洞身帷幕注浆;对于较小岩溶,一般采用单一的洞内整治措施,通过种种超前措施,达到提前充填并固结岩溶的效果,同时更改开挖工法,能有效地防止围岩失稳。

收稿日期:2017-02-06

沪昆高铁贵州段某标段 1.2 km 隧道存在浅埋及岩溶双重特性,我们有针对性地采用高压旋喷桩地表预加固,同时在洞内采用三台阶及双层小导管,超前周边预注浆,顺利实现了快速贯通。

### 3 施工过程中的岩溶处理及应对突发岩溶

#### 3.1 施工过程中的岩溶处理

对于岩溶隧道中溶腔较大时,采取了在隧道地表预注浆固结,洞内变更围岩级别、调整支护参数,采用 3 m 或 5 m 超前周边预注浆、三台阶临时仰拱、四步甚至六步 CD 法、洞身超前长管棚、双层小导管等工程措施进行岩溶处理。若溶腔较小时,对设计未采取超前周边预注浆的围岩,可在不影响超前小导管性能的前提下,适当加大小导管的开孔直径,达到提前充填岩溶孔洞、稳固围岩的效果。

#### 3.2 突发岩溶的应对

岩溶由于其具有不可预见性,往往发生在开挖施工后才揭示岩溶。此时,要针对岩溶部位及具体情况,采取相应的工程措施处理突发岩溶。

针对拱顶较大的岩溶,首先应及时回填洞渣,回填可初步防止因岩溶产生的围岩失稳,防止其危害进一步扩大,同时加设工字钢支撑或套拱加固已初支的围岩,并对已初支的围岩实施注浆。上述工作完成后,采取 2.1 节中的相关措施,按岩溶从大至小,依次采用地表固结,30 m 帷幕注浆,3~5 m 周边预注浆的方式进行治理。对于较大规模的岩溶,注浆如不能快速达到效果,可采取泵送混凝土充填溶腔,在溶腔回填后再按相关步骤进行开挖。

### 4 施工后的巩固处理

在岩溶隧道完成开挖后,一般对较大溶腔段加设周边径向注浆来进行巩固处理。如岩溶发

育,引起初喷层表面裂隙状出水或面状淋渗水,应采取进一步的补注浆及引排措施,同时应更改复合衬砌参数,加大衬砌力度。

### 5 工程实例

深茂铁路江茂段某标段 1.06 km 隧道由于在隧顶存在大量无人管理的采空区矿洞,矿洞内长期积水,对周围地质情况产生了较大影响,形成了人为的岩溶并形成溶腔。某日,隧道开挖后在拱顶左上方出现了一大股 20 cm 直径的涌水加流沙,半小时后即出现了一个直径 1 m、高 2 m 的溶腔,并不断向上、向周边扩大,1 h 即发育到直径 1.5 m、高 5 m。相关人员马上制定紧急处理方案,撤离作业人员及开挖的台车,对开挖的仰拱、下台阶及渣场洞渣进行掌子面回填,回填完成后先打设径向注浆孔对已支护围岩进行加固,同时打设周边注浆孔对溶腔进行注浆。考虑到溶腔较大,在经过方案对比后,在正对溶腔位置埋设泵管,对溶腔进行泵送混凝土处理。上述处理完成后,调整围岩级别,由 III b 调整为 V b,开挖工法由普通台阶法调整为三台阶临时仰拱、双层小导管超前支护,经过有效的处理,在短短两天后即恢复正常进尺。

### 6 结语

岩溶隧道是一个长期、隐蔽、综合性较强的复杂性工程,笔者在长期的工程实践中总结出一些工程经验,需针对不同的情况采取不同的措施,才能取得良好的效果。

#### 作者简介:

梁学成(1978-),男,四川成都人,副局长兼深茂铁路项目经理,高级工程师,硕士,从事铁路工程施工技术与管理工作;

刘湘君(1980-),男,四川彭山人,项目工程部副部长,工程师,从事水电及铁路工程施工技术工作。(责任编辑:李燕辉)

## 中国水电五局川藏铁路成雅项目工程进展情况

由中国水电五局承建的川藏铁路成雅项目位于四川省雅安市内,线路全长 25.9 km,其中桥梁 17 座,合计长度为 11.146 km,隧道 4 座,合计长度为 3.726 km,桥隧总长为 14.872 km,占线路长度的 57.41%。川藏铁路是等级为 I 级的双线客货共轨铁路,设计行车速度为 160 km/h。该项目自 2014 年 12 月 1 日进场,总工期为 42 个月,将于 2018 年 5 月 31 日完工。川藏铁路成雅项目属于芦山地震灾后重建重点项目,具有有利于四川省加速构建现代综合交通运输体系、进一步发挥川西重镇雅安“东联成都、西进康藏、南下攀西”的重要枢纽作用,有助于发挥成都平原经济区的辐射带动作用,对推动地震灾区振兴、辐射藏区、带动民族地区经济发展、维护民族安定团结等具有十分重要的战略意义。目前,项目建设整体完成率为 81.3%。其中主体工程路基、站场已全部开工,完成设计总量的 74.3%;17 座桥梁工程已全部开工,累计完成 9 786.9 延米,为设计总量 11 471 成桥米的 83.4%;4 座隧道已贯通 3 座,累计完成 3 437.7 成洞米,为设计总量 3 726 成洞米的 92.3%;34 座涵洞已开工 30 座,完成了 27 座,折合 1 193.56 横延米,占设计总量的 83.8%。按照施工计划,预计中国水电五局川藏铁路成雅项目主体工程将于 2017 年 10 月前基本完成。(中国水电五局 王爱文)