

# 浅谈岩溶地段隧道处理措施

陈大军

(中铁隧道集团二处有限公司 北京 101601)

**摘 要** 讲述了岩溶现象及其危害,详细介绍了在施工中对岩溶的勘测技术,并对隧道中各种不同位置的岩溶提出了相应的处理措施。

**关键词** 岩溶 施工勘测 处理措施

## 1 对岩溶的认识

岩溶是水对可溶性岩石在地下和地表进行的以化学溶蚀作用为主的一种地质现象。由于水对可溶岩石的溶解作用,常在岩石内形成洞穴,造成岩石结构的破坏和变化,产生特殊的地下和地表沉积物,造成特别的地下水循环与动态,产生特殊的地形、地貌景观。岩石具有可溶性和水具有溶蚀性是岩溶发育的条件。而岩溶水的运动和岩溶现象的发育、分布普遍具有规律性,它们受排水基准面、非溶性岩石界面和构造断裂面的控制。

岩溶给铁路建设造成的工程地质问题是多方面的,主要有:岩溶水大量涌向隧道或桥墩基坑或浸泡路基;岩溶洞穴造成路基沉陷,影响隧道围岩的成洞,造成桥墩基坑边坡失稳或基底承载力不足;松软洞穴充填物造成隧道洞身或路基、桥涵基坑边坡的坍塌。其中隧道涌水和路基沉陷最为常见,危害性也最大。

## 2 施工中的岩溶勘测

铁路建设施工中,无论是路基、桥涵、隧道施工,在遇岩溶时,均应详细地调查,取得完整的数据作为施工方案选择的依据。

a. 地形地貌调查。施工遇岩溶时,应对此段线路一定范围内的地形地貌作详细调查,尤其是石芽、溶沟、溶槽等的位置、形状、大小及地表水流向。

b. 岩溶形态调查。调查岩溶的形态、规模及它们分布的位置、高程、延伸方向、涌水量大小及充填物等的情况。

c. 洞穴调查。洞穴大小、位置、高程、见底深度、影响线路或隧洞的范围。

d. 调查地表水与地下岩溶通道或地下暗河之间的连通性。

e. 采用地质钻机钻探探明岩溶情况。

f. 采用 TPS202 超前地质探测仪探明岩溶情况。

## 3 隧道施工中岩溶的防治及处理措施

岩溶问题对隧道施工而言,归纳起来是水、溶洞洞穴及其充填物的危害,应按其性质及其与隧道的关系采取相应的工程措施。

### 3.1 岩溶水的处理

隧道内对岩溶水的处理,应视隧道所在的地质条件,岩溶发育分带、水的性质和流量大小,采取大疏,小堵,疏堵结合,以疏为主和地表地下综合治理的方法分别处理。

a. 对于大股流的岩溶水(暗河或季节变化带以下的股流)根据勘测中预测的涌水量大小,可能出露的部位,隧道在施工中以超前钻孔试探,并备有抽水设备,特别是在隧道反坡一侧有涌水的情况下,尤应防止岩溶水淹没坑道。

由于隧道坡度和侧沟断面的限制,不能排泄大量涌水时,应采取加大侧沟断面、中心排水沟或将涌水引入平行导坑或新增排水坑道排泄,如图1、图2所示。

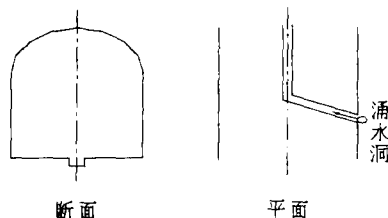


图1 隧道中心排水沟示意图

对这类岩溶水只能因势利导,不能强堵,

特别在补给充足时,强堵必定会失败。另外这类涌水往往多含有泥砂,特别在一次随降雨补给而流入隧道的涌水中,含泥砂量有时竟达32%,以后随时间与流量的变化才逐渐减弱。这样可能产生排水设施的淤积,应定期清除淤积物,以防排水设施堵塞、倒灌。

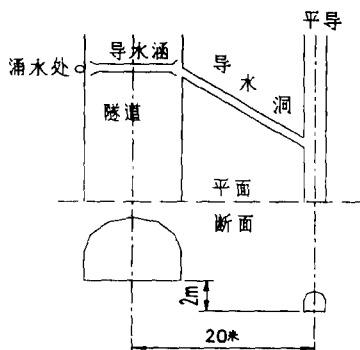


图2 平行导坑排水示意图

b. 利用原来暗河排水时(见图3),必须确保岩溶水不致因渲泄不畅而涌入隧道,暗河附近的隧道衬砌应加强并增防水层。对于小股流的岩溶水,当侧沟能满足其流量排泄时,一般视其出水位置,以水管导入侧沟(见图4)。

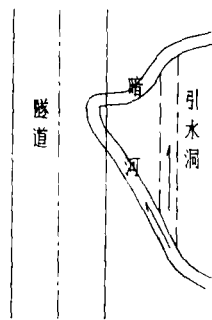


图3 利用暗河排水平面示意图

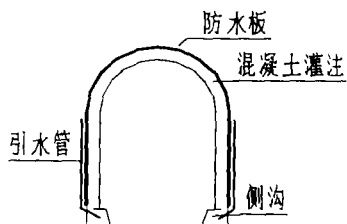


图4 疏堵结合处理示意图

c. 当暗河和溶洞有水流时,宜排不宜堵。

在查明水源流向及其与隧道位置的关系后,用暗管、涵洞、小桥等设施,渲泄水流(见图5)或开凿泄水洞(如图6),将水排出洞外。

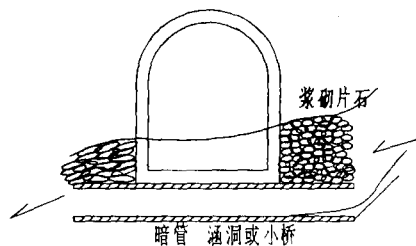


图5 桥涵渲泄水流

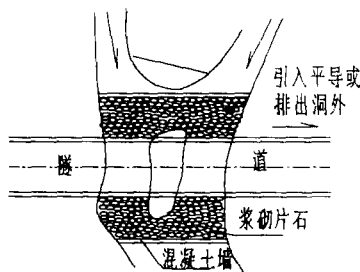


图6 泄水洞

d. 当水流的位置在隧道上部或高于隧道时,应在适当距离外,开凿引水斜洞(或引水槽)将水位降低到隧道底部位置以下,再行引排(见图7)。

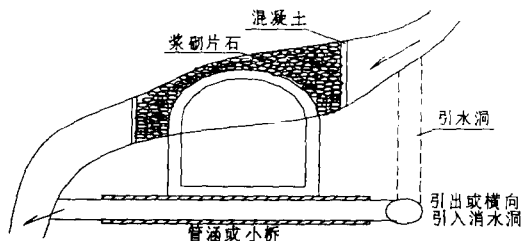


图7 引水槽

e. 岩溶裂隙水: 对于散流如雨并有一定流量的岩溶水,用疏堵结合的方法处理。预留出水口将水导入侧沟,其余用止水措施堵塞(见图4)。

一般间隙性的裂隙岩溶水,可以全部堵塞。

f. 地表地下综合整治。

隧道内巨大涌水多随季节变化,试验表明地表水和地下暗流有一定的水力联系。因此除在隧道内施以必要的工程措施外,在地表作引

流工程, 拦截地表水, 将其引出隧道受水区以外排泄(见图 8、图 9)。

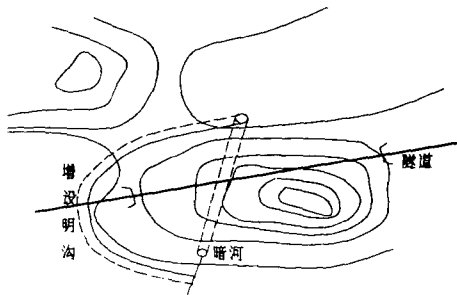


图 8 地表截水措施示意图

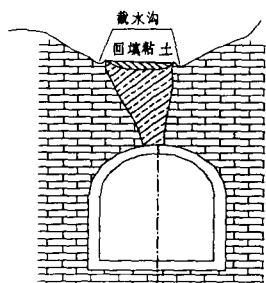


图 9 设截水沟引出地表水

### 3.2 隧道内岩溶洞穴的处理

根据岩溶洞穴的大小、位置、稳定性, 分别采取相应的工程措施。

a. 隧道拱部的空洞视其稳定性、溶洞岩石破碎程度采用喷锚支护加固, 加设护拱及拱顶回填的办法处理(见图 10)。

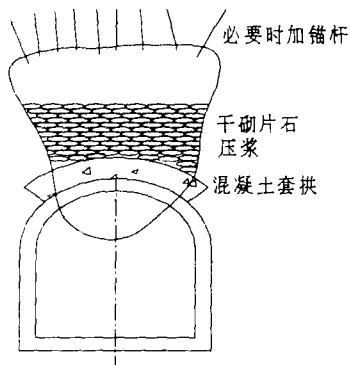


图 10 隧道拱溶洞处理

b. 对已停止发育, 径跨较小, 无水的溶洞, 可根据其与隧道相交的位置及其充填情况, 采用混凝土、浆砌片石回填封闭(见图 11)。

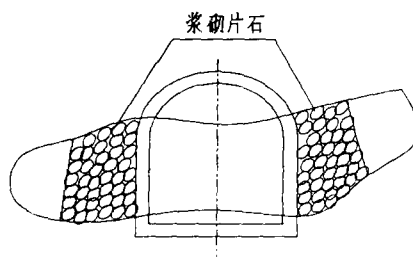
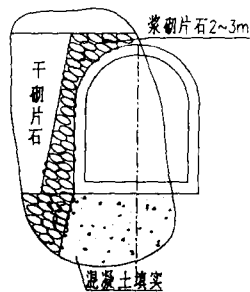
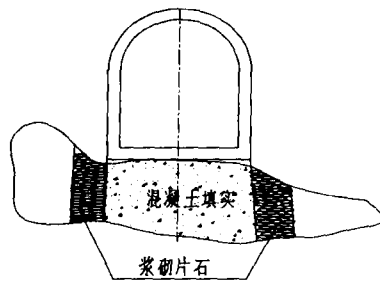


图 11 对已停止发育, 径跨较小, 无水溶洞的处理

c. 当隧道一侧遇到狭长而较深的溶洞时, 可加深该侧基础通过(见图 12)。

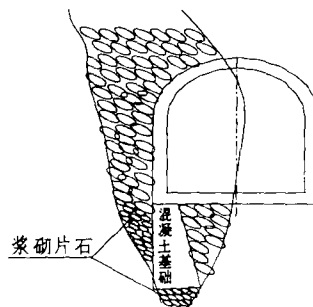


图 12 隧道一侧遇到狭长而较深的溶洞处理

d. 当隧道底有较大的溶洞并有流水时, 可在隧道底部以下砌筑浆砌片石支墙, 支承隧道结构, 并在支墙内套设涵管引排溶洞水(见图 13)。

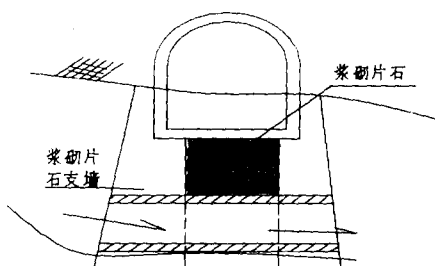


图13 隧道底有较大的溶洞并有流水的处理

e. 当隧道边墙部位遇到较大、较深的溶洞,不宜加深边墙基础时,可在边墙部位或隧底以下筑拱跨过(见图14)。

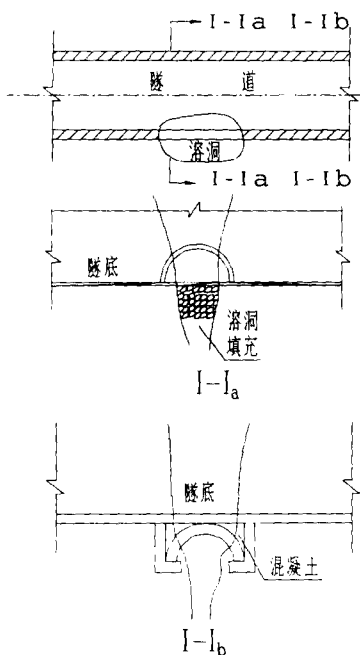
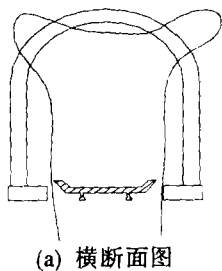
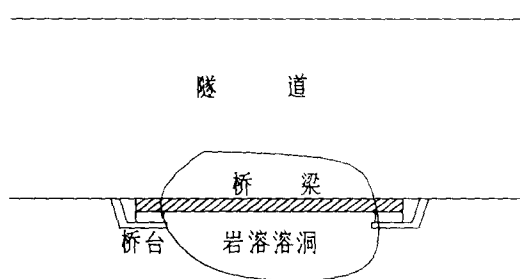


图14 隧道边墙部位遇到较大、较深溶洞的处理

f. 当隧道中部及底部遇有深狭的溶洞时,可加强两边墙基础,根据情况设置桥台、架梁通过(见图15)。



(a) 横断面图



(b) 纵断面图

图15 隧道中部及底部遇有深狭的溶洞的处理

g. 溶洞上大下小且有部分充填物时,可将隧道顶部的充填物清除,然后在隧底部标高以下设置钢筋混凝土横梁及纵梁,横梁两端嵌入岩层(见图16)。

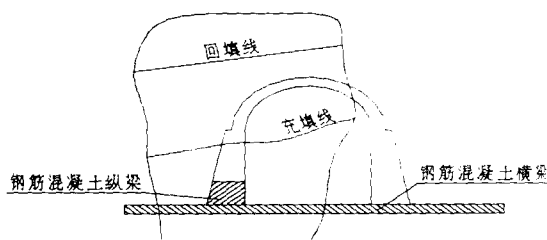


图16 溶洞上大下小且有部分充填物时的处理

### 3.3 溶洞内充填物的处理

a. 如溶洞局部、小部含充填物,可先清除充填物,再按相应的溶洞空穴处理措施处理

b. 如隧底遇充填物溶洞,规模不大,可采用换填局部充填物或设钢筋混凝土盖板通过,如规模较大,可采用钻孔桩基础以桥式结构跨越。

c. 如整个隧洞都在充填物内,可采用台阶法施工,超前小管棚或大管棚注浆,加强支护手段,及早封闭仰拱或临时仰拱,衬砌紧跟,加强衬砌结构的方法通过。

### 3.4 岩溶地段隧道施工注意事项

a. 施工前应对地表进行详细勘察,注意研究岩溶状态,估计可能遇到的岩溶地段。

b. 了解地表水、出水点的情况,并对地表进行必要的处理,以防止地表水下渗。

c. 当施工达到溶洞边缘时,各工序应紧密衔接。同时设法探明溶洞的形状、范围、大小、充填物及地下水等情况,据以制定施工处理方

案及安全措施。

d. 当在下坡地段遇到溶洞时,应准备足够数量的排水设备。

e. 施工中注意检查溶洞顶,及时处理危石。当溶洞较大较高时,应设置施工防护架或钢筋防护网。

f. 在溶蚀地段的爆破作业,应尽量做到多打眼、打浅眼,并控制药量。

g. 在溶洞充填体中掘进,如充填物松软,可用超前支护法施工。如充填物为极松散的砾、块石堆积或有水,可于开挖前采取预注浆加固。

h. 溶洞未做出处理方案以前,不要将弃碴随意倾填于溶洞中。

i. 处理情况复杂的溶洞,要根据现场具体情况制定安全措施,以确保施工安全。

#### 4 工程实例

四川铜头电站引水洞工程,在 DK1+005 地段前进方向的左下角有一 50cm 见方的溶洞,溶洞呈上小下大状,以石抛入需要 3S 左右才能听到回声。经分析认为该溶洞可能与暗河相通,

在处理上应慎重。为不影响地下水系的流动给二次衬砌带来外压力,处理时将周边扩大 20cm,并在衬砌范围外加深 50cm,采用钢筋混凝土封堵。封堵时以方木作支撑,组合钢模封堵完成后不再拆除(也无法拆除),钢筋与周边打入的锚杆焊接,再灌注混凝土。如上处理措施避免了随意抛填带来的地下水系对二次衬砌的隐患,取得了良好的效果。

#### 参考文献

- 1 西南交通大学编著 工程地质 北京:中国地质出版社 1961
- 2 铁路隧道施工规范 TBJ204-96
- 3 铁路工程地质岩溶勘测规则 TBJ28-91

作者简介:陈大军,男,1968 年 10 月生,1991 年毕业于西南交通大学地下工程与隧道工程专业,中铁隧道集团二处有限公司施工计划科科长。

(收稿日期:2001 年 8 月)

\*\*\*\*\*

## 投 稿 注 意 事 项

我们在编辑工作中发现,有的作者投稿乐于由熟人向编辑部捎带稿件,结果造成因找不到作者修改稿件而影响了稿件的及时录用。为此,我们提出如下建议:

1. 不论是寄发的稿件还是由他人代捎的稿件,我们都会一视同仁:认真登记并经专家审核把关,向作者提出修改意见。

2. 请作者在稿件末尾注明通讯地址、邮编、联系电话,以便与作者保持联系并寄送书刊。并请投寄过稿件尚未被采用的作者,工作调动后及时通知本刊编辑部。

欢迎作者、读者对我们的工作提出意见和建议。

本刊编辑部

2001 年 12 月