

他白依隧道突泥涌水处置方案分析

丁燕方

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 都江堰 611830)

摘要:针对云南红河建水(个旧)元阳高速公路项目他白依隧道进口右线施工出现的突泥涌水的具体情况,制定了合理的处置措施,安全、经济、快速地通过了突泥涌水地段,所取得的经验可为今后类似工程的施工提供参考。

关键词:突泥涌水;他白依隧道;处置措施

中图分类号:TV7;TV554;TV52;TV523

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2020)增 1-0064-04

Analysis on Treatment Scheme of Mud and Water Burst in Tabaiyi Tunnel

DING Yanfang

(Sinohydro Bureau 10 Co., LTD, Dujiangyan, Sichuan, 611830)

Abstract: According to the specific situation of mud and water burst in the construction of the right line of Tabaiyi tunnel entrance of Yuanyang Expressway Project at Jianshui (Gejiu), Honghe of Yunnan Province, reasonable treatment measures are formulated to pass through the mud and water burst section safely, economically and rapidly. The experience obtained can provide reference for the construction of similar projects in the future.

Key words: mud and water burst; Tabaiyi Tunnel; treatment measures

1 概述

云南省红河州建水(个旧)元阳高速公路项目他白依隧道为分离式长隧道,左线全长 2 616 m,右线全长 2 593 m,隧址区位于建水县坡头乡他白依村;隧道进口位于斜坡山脊侧面,出口位于山脊侧面斜坡下部,隧洞纵坡为 2.58%;隧道一般埋深为 100~250 m,最大埋深为 297 m,属深埋长隧道。

隧道目前已开挖洞段的累计长度为 940 m,揭露围岩均为全~强风化板岩、炭质灰岩,围岩破碎、松散,岩体完整性差,以碎裂状松散结构为主,具千枚化现象;地下裂隙水发育,拱顶易坍塌,整体稳定性差,地质条件变化大。由于隧道受进口左侧直线距离约 350 m 的龙岔河区域断裂及隧道出口约 50 m 的 F14 构造分布影响,隧道施工区断层(层间挤压)及节理发育,岩体破碎,故他白依隧道极有可能会穿越断层破碎带、节理密集带,存在塌方及涌水等不良地质情况。

隧址区的地表水主要为大气降水,通过地表

径流快速向冲沟排泄,沟谷地带覆盖层透水性较好,隧道岩体中节理裂隙较为发育,地表水易沿节理裂隙下渗补给。隧址区地下水主要为基岩裂隙水,该类型地下水主要存在于岩体节理裂隙中,接受大气降水和地表水补给,洞室开挖后,地下水主要以线状滴水、细股状渗水为主,断层破碎带、节理密集带、软硬岩石接触带地下水相对较丰富,可能呈淋雨状、股状流出,局部会产生涌水现象。

隧道突泥涌水易对施工人员造成人身伤亡以及机械设备损毁的安全危害。由于其处置工序较为复杂、危险因素较多而导致施工难度增大、影响项目的整体施工进度,导致该隧道由原非关键线路工程转变为重、难点及控制性工程。笔者对项目部针对所发生的危害采取的有效措施进行了阐述。

2 突泥涌水情况的分析与处理

2.1 突泥涌水情况

他白依隧道初支完成后,洞身持续存在异常沉降和大变形问题,且因其地质条件差、围岩破碎松散而导致坍塌现象时有发生。2019 年 12 月 20 日后,他白依隧道右洞初支监控量测数据显示其单日沉降量超过 60 mm,且 K63+035~K63+

收稿日期:2020-07-08

050段初支拱顶钢架发生扭曲、断裂现象,现场立即采取了暂停施工、人员紧急撤离的安全措施。

2019年12月25日14时,他白依隧道进口右幅K63+035~K63+050段发生突泥涌水事件,突泥量约4500 m³,突泥长度约50 m(发生突泥时隧道安全步距为仰拱距掌子面7 m,二衬距掌子面17 m)。此次突泥涌水造成隧道K63+032~K63+050段初支坍塌,洞身被封堵;隧道洞顶山体地表裂缝开裂加剧,地表开裂处位于右线掌子面前方30 m,裂缝平均宽度由8 cm增至12 cm,长度由84 m增至128 m,施工安全风险极大。

2.2 突泥涌水产生的原因分析

根据该隧道地质勘察报告并结合开挖揭露的地质条件等因素进行分析,得出他白依隧道发生突泥涌水的主要原因为:

(1)围岩岩体破碎,强度低,抗风化能力弱,遇水易软化;

(2)隧道施工区位于地下水位以下;

(3)初支收敛变形后,围岩松动圈范围增大,连通周边含水层,水力坡降大,下渗过程中带走了细颗粒物,导致岩体裂隙扩大,同时增大了渗流

速度及渗透压力;下渗过程中对岩体具有软化、泥化、润滑等作用^[1];

(4)隧道洞身穿越富水区域的极软岩段落,同时,隧道顶存在泥炭赋存区,在水岩耦合作用下,洞身周边围岩产生塑性变形引起失稳,导致初支受剪切屈服破坏在拱部跨中位置初支工字钢断裂,塌方形成漏斗,上部极软弱松散体通过漏斗涌入隧道洞身,进而形成突泥涌水(图1)。

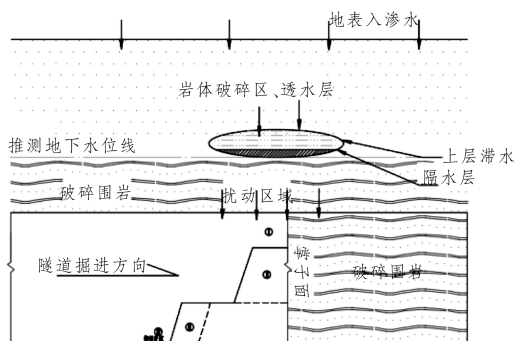


图1 隧道突泥涌水塌方机理分析示意图

2.3 突泥涌水的整体处理方案及初步处置措施

(1)整体处理方案及思路。突泥涌水发生后,经参建各方现场踏勘及论证后制定了他白依隧道突泥涌水处理方案(图2)。

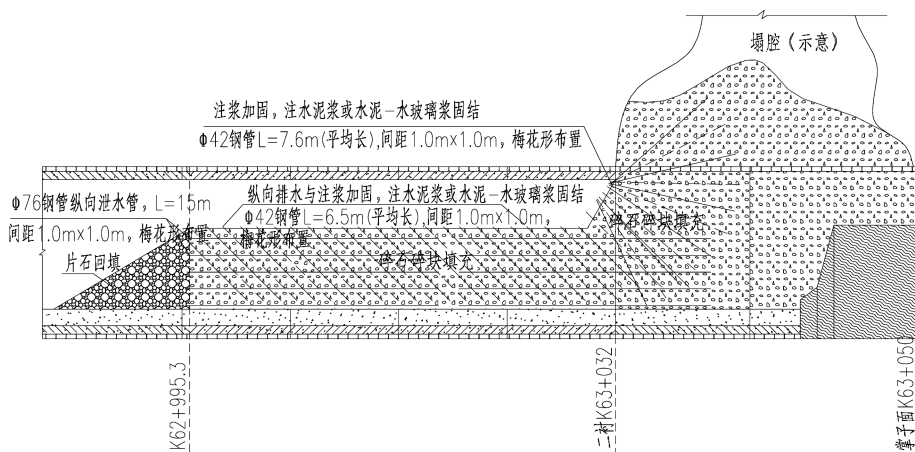


图2 隧道突泥段加固设计纵向断面图

处理原则为:先引排涌水,再进行加固处理;巩固后方、超前预注浆加固、分部成环、支护加强、加强监测。

处理的整体思路为:①首先清理现场,抽排积水、清理淤泥,反填片石加固突泥水平段,形成作业通道;②布置防涌挡墙且注浆加固突泥水平与斜坡段,防止二次突涌事故的发生;③布置止浆

墙,施做超前帷幕注浆以加固周边围岩,形成防护硬壳;④帷幕注浆完成后,打开止浆墙,稳步进行洞身掘进;⑤掘进过程中,对原塌方初支进行拆除、重新施做初支并紧跟二衬;⑥掘进过程中,适时实施第二循环超前帷幕注浆加固;⑦稳步掘进,直至安全穿越突泥软弱区域。

(2)前期初步处置措施。针对他白依隧道突

泥涌水情况,为确保施工安全、便于超前地质预报的施做,对突泥涌水段进行了前期处治^[1],从小桩号开始逐步加固突泥涌出段,施工工序及步骤为:

①施工第一段泄水管,泄水管采用外径 76 mm、壁厚 5 mm 的热轧无缝钢管打孔,管体采用无纺布包裹,间距 1 m×1 m,梅花形布置,水平方向施工,单根长度 15 m,存水较多部位可适当加密以发挥其排水效果^[2]。

②隧道 K62+995.3 处采用片石回填形成施工台阶,台阶坡度为 25°、高度约 4.5 m,以顺接坍塌体高度为准。

③二衬区域突泥段的加固:加固采用注浆钢花管(外径 42 mm、壁厚 3.5 mm 的热轧无缝钢管),间距 1 m×1 m,梅花形布置,钢花管平均长度为 6.5 m,以 45°角打入松散塌方体内,加固从小桩号开始逐步进行,每循环加固纵向长度为 5 m。

④二衬端头加固前,应先将涌出段反压回填后进行喷混凝土封闭,形成 15°缓台阶,二衬端头的加固注浆钢花管采用外径 42 mm、壁厚 3.5 mm 的热轧无缝钢管,平均长度为 7.5 m,采用扇形布置,充分加固端头的松散塌方体。

⑤突泥涌出段加固完成并开挖一段后,在 K63+022 位置施工第二段泄水管(泄水管的布设与第一段相同),对存水较多的部位可适当加密以发挥排水效果,将二衬端头外的松散体空隙水充分排干,防止开挖过程中发生二次突泥。

⑥突泥水平段加固过程中,适时于 K63+020 布置防涌挡墙防止二次突涌并预留泄水孔。

⑦二衬端头加固完毕并做好排水措施后,在 K63+034 位置开挖一基槽并施做止浆墙,止浆墙预埋 $\phi 108$ 孔口管。

⑧施做全断面超前帷幕注浆加固,起止桩号为 K63+034~K63+064,预加固长度为 30 m,末端预留 6 m 止浆岩盘作为下一循环的止浆盘。

2.4 超前水平探孔及物理探测措施

(1)超前水平探孔。由于该隧道受区域断裂及地质构造带影响,洞身围岩变化大,为准确指导施工,在突泥段掘进过程中,采用卡萨格兰地 C6XP-C 多功能钻机在洞身掌子面布设了 5 个超前水平探测孔,探测孔每循环长 30 m、纵向搭接 5 m,并结合超前地质预报为判断掌子面前方围岩的情况提供相对全面的地质信息^[3]。

(2)物理探测。前期处置完成后,在他白依隧道右幅 K63+050 地表 200 m 范围内进行了地球物理勘探,形成了物探剖面成果图(图 3)与物探成果整体平面图(图 4)。

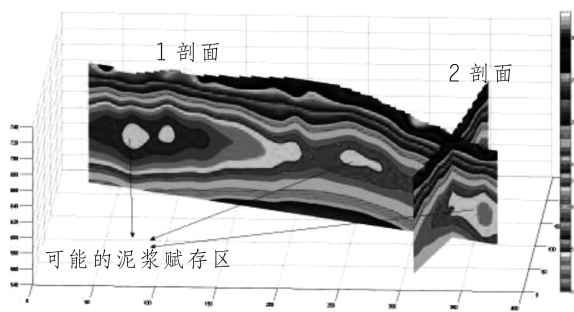


图 3 物探剖面成果图

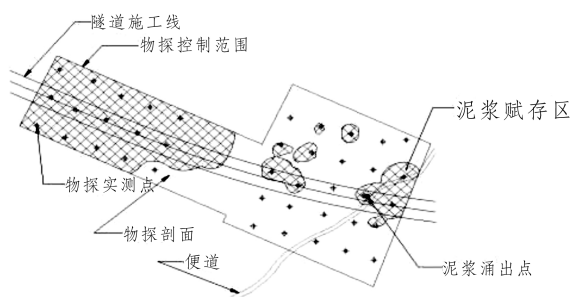


图 4 物探成果整体平面图

从物探成果整体平面图(图 4)可以看出:在他白依隧道掌子面及掌子面后方都存在大体积的泥浆赋存区域,掌子面处泥浆赋存区高程大约为 560~600 m,宽约 50~100 m。

3 突泥涌水后续处理方案

3.1 双层超前大管棚施工

(1)在 K63+032 处设置双层大管棚,采用 C6XP-C 多功能钻机在隧道拱部 140°范围内设双层 $\phi 108$ 超前管棚注浆加固塌方体,环向间距 40 cm,管棚长度一次穿透塌方体,管棚外插角为 5°~10°,单节钢管长 6 m,同一断面内钢管接头数不大于 50%,相邻钢管的接头至少错开 1 m^[4]。

(2)管棚施作前,先在拱部 140°范围扩挖管棚操作间,纵向长 6 m,开挖内轮廓线比洞身设计初支半径大 1 m(考虑钻机的操作空间),钻机操作间按同级别围岩支护参数进行支护。

(3)管棚导向墙采用 C20 混凝土浇筑,长度及厚度均为 1 m。导向墙内设置 2 榀 I22a 工字钢作导向拱架,拱架上设置 $\phi 114$ 导向管。

(4)注浆采用水泥-水玻璃双液浆,水泥浆/水玻璃=1:0.8(体积比),水泥浆 $w/c=1$,水玻璃模数 $m=2.6$,浓度为 $35\sim 40\text{Be}'$,注浆压力的初压为 $1\sim 1.5\text{MPa}$,终压为 2MPa ^[5]。

(5)管棚注浆施工时,当每孔注浆终压至 2MPa 且注浆量达到设计量 90% 以上时可结束注浆。注浆过程中要随时观察注浆压力及注浆泵排浆量的变化,防止堵管、跑浆、漏浆并做好注浆记录。

3.2 初期支护施工

他白依隧道K63+032~K63+050突泥涌水段初支钢拱架采用I22b工字钢,纵向间距 50cm ,喷射 28cm 厚C25混凝土。系统锚杆采用 $\varphi 25$ 中空锚杆、长 4.5m ,间距 $1\text{m}\times 1\text{m}$,梅花形布置,注水泥-水玻璃双液浆。钢筋网片采用 $\varphi 8$ 钢筋网,网格间距为 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ 。二次衬砌为C30混凝土,厚 55cm 。

3.3 洞内塌腔的处理

(1)塌腔段初期支护施工过程中预埋 $\varphi 110$ 钢管,初期支护封闭成环且该段仰拱施工完成后采用分层泵送 3m 厚C15混凝土回填,每层泵送厚度不超过 0.5m ;随后再进行吹砂回填形成缓冲层,吹砂厚度为 2m 。

(2)空腔回填期间应加强监控量测与巡视。因塌腔处治风险较高,处理期间应停止空腔大里程方向的施工,回填完毕应尽快完成该段的二次衬砌。

(3)洞内空腔回填段二次衬砌浇筑完成并达到要求的强度后再进行地面钻孔、回填上部空腔,回填材料为轻质泡沫土,应保证空腔整体填充密实,确保地表裂缝不再发育。

4 结 语

本次突泥涌水的处治迅速、安全,处理效果十

分理想。笔者根据现场的施工情况取得了一些经验,供参考。

(1)本次突泥涌水预警及时,预警机制迅速有效,没有造成人员伤亡事故的发生。现场应急物资、设备准备充分,能够做到快速、有序地投入抢险。

(2)根据现场实际情况,有针对性地制定了处理方案,按照既定方案认真落实,能够在保证安全、质量的前提下加快处理速度,节约成本,缩短了处理时间,减少了工期压力。

(3)大管棚施工技术在处理隧道突泥涌水地质灾害施工中的作用明显,排水管棚和注浆管棚相结合,以堵为主,放排结合^[3],能够起到意想不到的效果。

(4)现场施工中有效地做到了超前水平探孔、超前地质预报^[4,5]和地球物理勘探技术相结合,准确把握前方围岩和富水情况,为后续施工及时调整开挖工法、支护参数等提供了依据。

(5)加强现场监控量测工作,通过数据分析,及时反映初期支护变形、收敛情况,确保了施工安全。

参考文献:

- [1] 关宝树,赵勇.软弱围岩隧道施工技术[M].北京:人民交通出版社,2011.
- [2] 肖永平.大管棚排堵技术在隧道涌水涌泥段施工中的应用[J].铁道建筑技术,2015,32(3):17-19.
- [3] 洪开荣.山区高速公路隧道施工关键技术[M].北京:人民交通出版社,2011.
- [4] 陈良兵.大跨度软弱围岩隧道塌方处治施工技术[J].铁道建筑技术,2016,33(7):29-32.
- [5] 崔玖江,崔晓青.隧道与地下工程注浆技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2011.

作者简介:

丁燕方(1985-),男,安徽淮北人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

孟加拉达舍尔甘地污水处理厂设备有序到货

7月11日,由中国电建集团成都院承担的孟加拉达舍尔甘地污水处理厂项目的紫外线、变压器、曝气器、仪器仪表、阀门、甲供材料等设备陆续安全运抵现场,顺利完成近几批设备卸货工作。截止7月上旬,孟加拉国新冠肺炎疫情未得到实质缓解。项目现场孟方工人仅剩80余人,其中安装单位的孟方工人仅有2人坚守。时值孟加拉国持续的雨季,烈日和暴雨交替,有时暴雨一天达五六次之多,给设备、材料进场带来了前所未有的困难。面对受疫情影响的清关工作、港口设备积压严重等多重阻力,在保证项目现场人员人身健康及安全的前提下,为尽量抢回被疫情和雨季耽误的工期,孟加拉达舍尔甘地污水处理厂项目部认真策划、提前研判、多措并举,切实贯彻封闭管理防控措施,积极与业主和物流公司沟通,快速推进清关和设备当地运输工作。项目部全体人员上阵,顶烈日、淋暴雨,对外来物流车辆执行全方位严格消杀,监督物流司机全程封闭。在不到1周的时间里,顺利完成15个集装箱,43辆货车,共计912件物品的安全卸货工作,为项目2020年上半年设备采购和发运工作上圆满句号。

(邱小耕 供稿)