

# 长管棚在隧洞大塌方处理中的应用

郭 鹏

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066)

**摘 要:**阐述了长管棚在小洞径隧洞中的应用。针对塌方量大、塌腔位置未知、塌方体松散的实际情况,采用塌方堆积体固结、长管棚超前支护、小导管超前预注浆、开挖采用超前小钢管的施工方法,使隧洞塌方的处理得以顺利解决,所采用的方法可供同类工程进行施工方法比选时参考借鉴。

**关键词:**长管棚;隧洞大塌方;应用;处理

**中图分类号:**TV52;TV7;TV554

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(2019)03-0045-04

## Application of Long Pipe Shed in Treatment of Tunnel Huge Collapse

GUO Peng

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

**Abstract:** This paper expounds the application of long pipe shed in small diameter tunnel. In view of the actual situation of large amount of collapse, unknown position of collapse cavity and loose collapse body, the construction methods of consolidation of collapse accumulation body, advance support of long pipe shed, advance grouting of small pipe and advance small steel pipe for excavation are adopted, so that the treatment of tunnel collapse can be smoothly solved. The methods adopted can be used as reference for selection of construction methods for similar projects.

**Key words:** long pipe shed; tunnel huge collapse; application; treatment

### 1 概 述

辽宁某重点引水工程主洞设计开挖断面为圆拱斜墙型,Ⅲ类围岩开挖断面为 4 166 mm×4 750 mm(底×高),Ⅳ类围岩开挖断面为 4 154 mm×4 950 mm(底×高),Ⅴ类围岩开挖断面为 4 245 mm×5 200 mm(底×高),Ⅴ类(极软岩段)围岩开挖断面为 4 245 mm×5 500 mm(底×高)。

2018 年 3 月 14 日主洞工作面出渣结束后掌子面桩号 C23+376 顶拱部位出现掉块现象,为避免出现大面积塌方,随即喷射 C25W8 混凝土 5 cm 厚对掌子面及顶拱位置进行封闭施工。但掌子面及顶拱部位出现喷射混凝土脱落现象,掌子面及顶拱位置继续掉块,局部出现塌方情况,最终塌方形成的堆积体将掌子面全部覆盖,形成坡度约 1:1 的塌方堆积体。

2018 年 3 月 15 日、3 月 18 日,业主、监理、地质设代组、现场设代组、施工单位先后两次到塌方

部位进行检查,最终确定了以下施工方案:塌方形成的堆积体暂不清除,在塌方堆积体坡脚处设置止浆墙,对塌方堆积体进行水泥灌浆固结处理后清除。塌方及软弱围岩段采用管棚结合Ⅴ类围岩钢支撑协同支护的方式施工,视情况确定后续洞挖及支护施工方案。

### 2 所采用的施工方法

#### 2.1 塌方堆积体封闭

沿垂直于堆积体表面方向打设  $\phi 22$ 、 $L$  为 0.5 m 的锚筋,锚筋深入塌方堆积体 40 cm,间排距为 1 m,梅花形布置;堆积体表面铺设  $\phi 8$  钢筋网片,网格间距为 150 mm;堆渣体表面设置直径 42 mm、壁厚 3.5 mm 的灌浆花管,间排距 1 m,梅花形布置,与相邻锚筋孔位间距 0.5 m,管口安装  $\phi 42$  球阀。上述工作完成后,在堆积体表面喷射 30 cm 厚的 C25W8 混凝土(图 1)。

#### 2.2 止浆墙的浇筑

塌方堆积体坡脚处设置 C20 混凝土止浆墙,止浆墙沿垂直于洞轴线方向布置,墙高 0.8 m,墙

收稿日期:2019-04-09

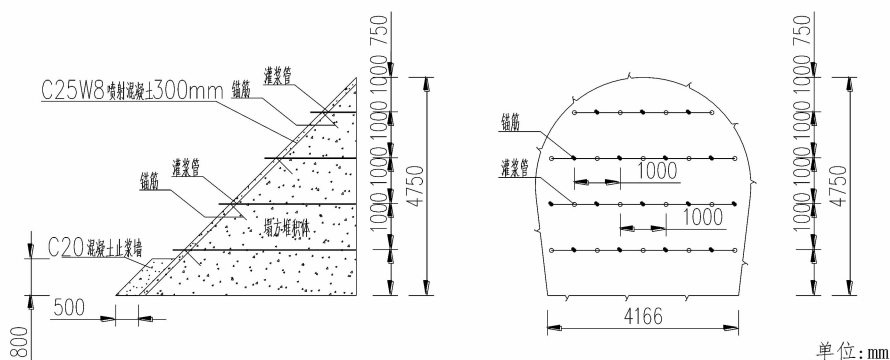


图1 塌方堆积体预埋固结灌浆花管布置图

厚 0.5 m。

### 2.3 对塌方堆积体实施水泥固结灌浆处理

塌方堆积体的水泥灌浆按照环间分序、环内加密的原则分两序施工,单孔一次灌浆完成,灌浆压力为 0.5~1 MPa,灌浆材料采用水泥浆液,整个灌浆过程水灰比均采用 0.5:1(重量比),在规定的压力下,当注入率不大于 0.4 L/min 时,继续灌注 30 min,灌浆可以结束。

### 2.4 管棚工作室的扩挖及支护施工

为便于管棚施工,需对已按主洞Ⅲ类围岩断面开挖及初期支护完成的洞段进行扩挖施工,扩挖桩号范围为 C23+360.8~C23+371.25,其中 C23+360.8~C23+361.8 为扩挖渐变段,C23+361.8~C23+370.2 段为管棚工作室段,C23+370.2~C23+371.25 段为管棚施工段。扩挖完成后,采用锚杆、挂钢筋网、喷混凝土、型钢支撑等进行临时支护(图 2)。

C23+360.8~C23+361.8 段底板以上范围

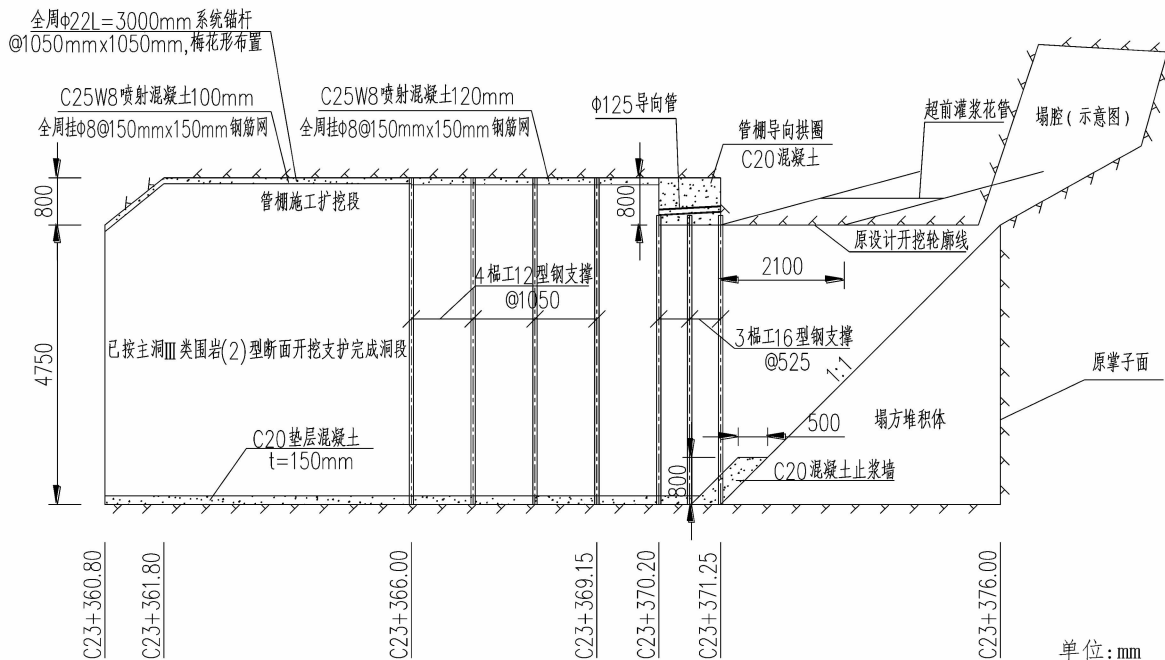


图2 管棚工作室扩挖及支护施工纵剖面图

喷射 C25W8 混凝土 10 cm 厚。

C23+361.8~C23+366 段底板以上范围打设  $\varphi 22$ 、 $L$  为 3 m 的系统锚杆,间排距 1.05 m,梅花形布置,挂  $\varphi 8@150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$  钢筋网片,喷射 C25W8 混凝土,厚 10 cm。

C23+366~C23+370.2 段设置 4 榀 I12 型钢支撑,纵向间距 1.05 m,底板以上范围设置  $\varphi 22$ 、 $L$  为 3 m 的系统锚杆,间排距为 1.05 m,梅花形布置,挂  $\varphi 8@150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm}$  钢筋网片,型钢支撑间采用  $\varphi 22$  螺纹钢连接,环向间距 1 m,

每榀型钢支撑设置 $\varphi 22$ 锁脚锚杆4根,每根长度为3 m,置入角度为 $30^\circ$ ,在起拱线位置设置2处(每处2根) $\varphi 22$ 锁定锚杆,每根长度为3 m,喷射C25W8混凝土,厚10 cm。

C23+370.2~C23+371.25段设置3榀I16型钢支撑,纵向间距为0.525 m,底板以上范围设置 $\varphi 22$ 、 $L$ 为3 m的系统锚杆,间排距1.05 m,梅花形布置,型钢支撑外缘挂 $\varphi 8@150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$ 钢筋网片,型钢支撑间采用 $\varphi 22$ 螺纹钢连接,环向间距1 m,每榀型钢支撑设置 $\varphi 22$ 锁脚锚杆4根,每根长度为3 m,置入角度 $30^\circ$ ,在起拱线位置设置2处(每处2根) $\varphi 22$ 锁定锚杆,每根长度为3 m。

## 2.5 管棚施工

### (1)安装导向钢管。

为保证管棚施工精度,在C23+370.2~C23+371.25段边顶拱范围内安装导向钢管,导向钢管采用直径125 mm、壁厚3.5 mm的热轧无缝钢管,环向间距40 cm,单根长度为1 m,导向钢管作为管棚的导向管,其安装的平面位置、倾角、外插角的准确性直接影响管棚质量,导向钢管孔位采用测量放线定位,与3榀I16型钢支撑上翼板双面焊接牢固。

### (2)导向拱圈混凝土浇筑。

在C23+370.2~C23+371.25段底板以上范围内设置1 m长、80 cm厚的C20二级配素混凝土导向拱圈,将3榀I16型钢支撑包于混凝土内,整体一次性浇筑完成。

### (3)管棚钻孔。

管棚采用100B潜孔钻机钻孔,外插角为 $0^\circ\sim 3^\circ$ 。为保证成孔质量,防止相邻孔钻进时前面的成孔倒塌,钻孔采用跳孔施工,先施工奇数孔,后施工偶数孔。成孔后及时安装管棚钢管,管棚钢管由钻机旋转顶进。在钻孔过程中如遇涌水、溶蚀洞穴、塌孔或掉块不易成孔时,需经预固结灌浆处理后再进行管棚钻孔的施工。灌浆花管布置在I16型钢支撑起拱线以上顶拱范围内,灌浆花管采用直径42 mm、壁厚3.5 mm的钢管从桩号C23+371.25开始,环向间距40 cm,沿洞轴线方向纵向间距2.1 m,单根长度4 m。管棚钻孔完成后,采用高压风反复扫孔,清除孔内浮渣。

### (4)装管。

管棚设计长度为21 m,采用 $\varphi 76$ 、壁厚5 mm的热轧无缝钢管,通过钻机旋转顶入孔内,每节钢管长度为4~6 m,钢管接头采用厚壁管箍,每一管端丝扣长度不小于150 mm;管棚前端14 m范围内每隔10~20 cm交错钻眼,孔径为6~8 mm,梅花形排列。钢管在同一截面内的接头数量不能超过管数的50%,必要时在钢管内增加3~4根 $\varphi 25$ 钢筋组成的钢筋束用以增加管棚的刚度。

### (5)注浆。

管棚注浆采用水泥浆液,3SNS灌浆泵配灌浆自动记录仪全孔一次灌浆完成,注浆时先注奇数孔,后注偶数孔。管棚灌浆前,向靠近上游方向的拱圈侧面喷射C25W8混凝土,厚10 cm。防止注浆时跑浆,灌浆压力根据现场地质条件实时调整,灌浆材料采用水泥浆液,水灰比为0.5~1(重量比)。

### (6)塌方体的清除。

管棚注浆完成待凝4~8 h后可进行C23+371.25~C23+376段塌方堆积体的逐步清除及支护施工,将每次清除长度控制在0.6 m左右,每段塌方堆积体清除完成后立即进行I16型钢支撑支护施工,纵向间距0.525 m,底板以上范围设置 $\varphi 22$ 、 $L$ 为3 m的系统锚杆,间排距1.05 m,梅花形布置,型钢支撑间采用 $\varphi 22$ 螺纹钢连接,环向间距1 m,每榀型钢支撑设置 $\varphi 22$ 锁脚锚杆4根,每根长度为3 m,置入角度 $30^\circ$ ,在起拱线位置设置2处(每处2根) $\varphi 22$ 锁定锚杆,每根长度为3 m。型钢支撑外缘设置 $\varphi 8@150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$ 钢筋网片,底板以上范围内喷射C25W8混凝土,厚15 cm。施工过程中需设置专职安全人员全程监控塌方堆积体的稳定情况,如出现异常情况,及时组织人员、设备撤离。

### (7)管棚段的洞挖及支护施工。

塌方堆积体段支护完成后,从桩号C23+376~C23+391.2按V类围岩采用上下台阶分部钻爆法开挖,台阶高度为2 m,上下台阶错开3~5 m,严格遵守“短进尺、弱爆破、快封闭、强支护、勤量测”的原则,每部位开挖完成后立即进行临时支护,支护完成后方可进入下一循环或下一分部的开挖,型钢支撑采用I16工字钢制作,纵向间距0.525 m,底板以上范围设置 $\varphi 22$ 、 $L$ 为3

m 的系统锚杆,间排距 1.05 m,梅花形布置,型钢支撑间采用  $\varphi 22$  螺纹钢连接,环向间距 1 m,每榀型钢支撑设置  $\varphi 22$  锁脚锚杆 4 根,每根长度为 3 m,置入角度  $60^\circ$ ,在边顶拱部位设置 2 处(每处 2 根) $\varphi 22$  锁定锚杆,每根长度为 3 m,型钢支撑外缘设置  $\varphi 8@150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$  钢筋网片,底板以上范围内喷射 15 cm 厚 C25W8 混凝土,超前支

护采用小钢管,超前小钢管外径为 32 mm、壁厚不小于 3.5 mm,沿隧洞起拱线以上顶拱范围内与管棚间隔布置,环向间距 40 cm,沿洞轴线方向纵向间距 2.1 m,单根长度为 4 m。待管棚段施工完成后根据掌子面前方的围岩情况确定是否进行第二排管棚及超前预灌浆施工(图 3)。

### 3 应用效果及评价

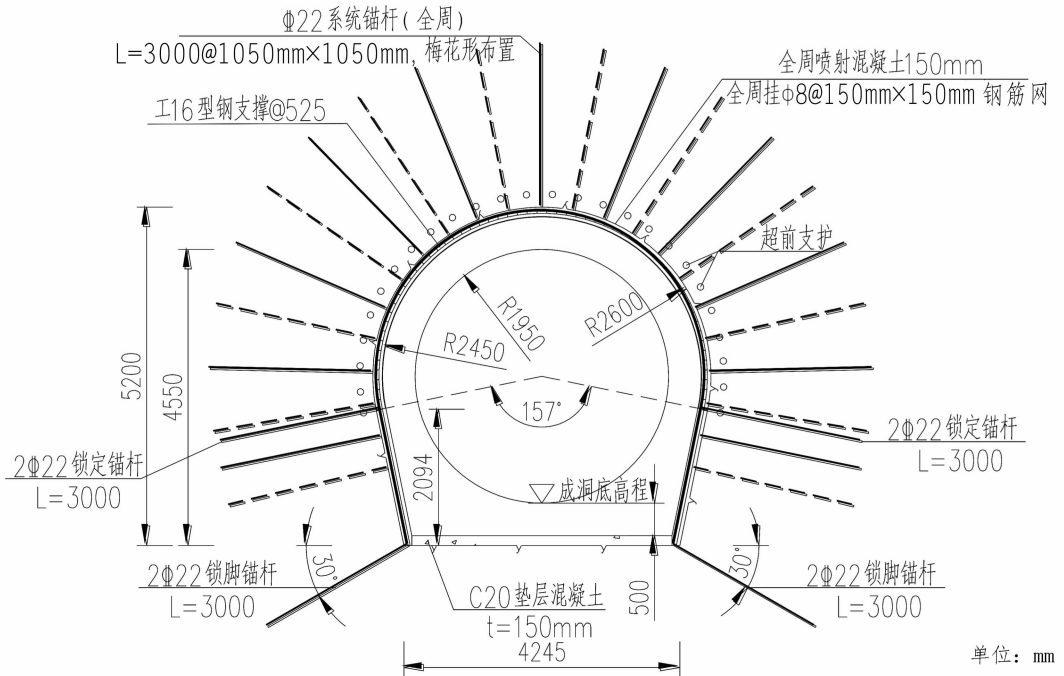


图 3 管棚段洞挖及支护施工示意图

长管棚在隧洞大塌方施工过程中效果显著,加快了洞挖施工速度,缩短了工期,取得了显著的经济、社会效益,在整个施工过程中,未发生一起安全事故和大型塌方。

#### 参考文献:

- [1] 水利水电工程施工地质勘察规程,SL313—2004[S].  
[2] 水利水电工程施工通用安全技术规程,SL398—2007[S].

(上接第 44 页)

大,有时出现较大的偏小,不能真实反映实际压实情况。

(2)目前,新疆阿尔塔什大坝填筑已按原级配现场相对密度试验成果计算坝体填筑的相对密度,试验数据表明:没有出现之前按室内试验成果计算相对密度时结果大量偏大、偏小现象,说明针对大粒径砂砾料填筑按原级配现场相对密度试验结果参数控制填筑质量时,能真实地反映坝料的不均匀性,有利于反映坝料的真实压实情况。

- [3] 水利水电工程施工组织设计规范,SL303—2004[S].  
[4] 水利水电施工地质勘察规范,GB50487—2008[S].  
[5] 水工建筑物地下开挖工程施工规范,SL378—2007[S].  
[6] 水利水电工程锚喷支护技术规范,SL377—2007[S].

#### 作者简介:

郭鹏(1985-),男,河南睢县人,项目部主任,工程师,学士,从事水利水电与市政工程施工技术工作。(责任编辑:李燕辉)

目前国内外新建土石坝较多,在充分使用当地筑坝材料时要注意各地区坝料均不相同,性质变化也较大,针对大粒径砂砾石填筑坝体,宜采用原级配现场相对密度试验成果进行质量控制,但对于有类似工程的坝料还需有针对性的进行大量的对比试验工作,不能一概而论。

#### 作者简介:

王红刚(1979-),男,甘肃天水人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术及管理工。

(责任编辑:李燕辉)