

浅谈洪屏抽水蓄能电站进厂交通洞塌方处理措施

刘彦鹏

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610066)

摘要:在软弱破碎且地下水丰富的地质条件下修建隧洞,在其施工开挖中出现坍塌是经常遇到的问题。介绍了江西洪屏抽水蓄能电站进厂交通洞开挖过程中发生大塌方的处理过程,在参建各方的共同努力下,经过方案优化、技术处理,成功处置了该塌方。

关键词:隧洞塌方;处理措施;洪屏抽水蓄能电站;进厂交通洞

中图分类号:TV7;TV554;TV51;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)03-0035-03

1 工程概述

洪屏抽水蓄能电站进厂交通洞是进入电站地下厂房的主要交通通道,位于下库进出水口的左侧,洞口开挖高程为186.15 m,开挖洞径为8 m × 8.25 m(宽×高)~9.6 m × 9.55 m(宽×高),长1 610.05 m,城门洞型,衬砌断面净尺寸为7.8 m × 7.8 m(宽×高),平均纵坡为4.87%。洞内构造发育,进厂交通洞桩号0+215~0+320段为F54、F55、F11断层带和影响范围带,该段围岩类别为IV、V类,围岩破碎、不稳定,整体性差,局部有渗出水点出现。

2012年2月21日20:40左右,进厂交通洞0+235.5桩号处突然发生塌方,塌方岩石呈褐色,破碎松散,呈碎石状,层间无粘结力。塌方体将整个洞段完全封闭,同时扰动桩号0+215~0+230范围初期支护的喷混凝土出现裂缝。经探查后确定塌方段位于桩号0+235.5~0+253顶拱,塌方量共计约1 330 m³(长×宽×高:17.5 m × 7.92 m × 9.5 m)。

2 塌方原因分析

塌方发生后,工程建设单位组织参建各方进行了多次现场踏勘,对本次塌方的原因进行了全面分析,最后确定造成此次塌方的原因为以下两个方面:

(1)地质条件复杂多变,原有支护措施不当。设计方对该段围岩地质条件的突变未能从设计角度及时反映并提出针对在围岩类别发生突变后新的支护设计方案,导致该段整体性较差的围岩未

能及时得到加强支护。

(2)支护不及时、暴露时间过长,导致风化严重、变形失稳。施工方在发现该段围岩地质条件突变后,虽然上报了监理方和设计方请求变更支护形式,但未主动采取加固措施,致使围岩暴露时间过长,加之原支护措施偏弱、围岩抗力不足而引起塌方。

3 针对该塌方段及影响段采取的处理措施

根据“加固后方、封闭岩面、稳定塌体”的处理原则,对进厂交通洞塌方分塌方影响段(桩号0+215~0+230)、塌方段(桩号0+230~0+255.5)和后续施工段(桩号0+255.5~0+320)三段进行处理。

3.1 塌方影响段的加固

待塌方洞段围岩基本稳定且不再发生垮塌时,对进厂交通洞交通0+215~交通0+230未塌方段迅速采取措施,以保证塌方范围不再扩大,以利施工安全及对塌方段进行处理。

(1)加强变形观测。

在0+215、0+225、0+235三个桩号断面边墙及顶拱埋设围岩变位计,严密观测围岩变形发展情况。每日上、下午各观测一次并做好相关记录,分析该段洞室围岩变化情况,当其有明显变位时应加密变形观测频次,及时将观测成果和变形情况上报监理工程师和有关各方。

(2)做好施工排水工作。

由于洞内围岩渗水部位较多,项目部根据治塌先治水的原则,除系统排水孔外,在出水点设置随机排水孔以排除围岩渗水,并在洞内设一临时

收稿日期:2016-04-06

集水坑,用水泵将坑内的积水及时排出洞外。

(3)塌方影响段的加固。

对塌方影响的洞段(交通0+215~交通0+230段,共计15m)及时进行加固处理,在原格栅钢架施工支护的基础上,采用第二层钢拱架支撑及锚喷加固。利用现有材料I22b型钢拱架3榀对0+230部位进行加固,其他部位采用I18b型钢拱架对塌方影响段进行加固,钢拱架间距为750mm,沿钢拱架周边设 $\phi 25$ $L=4.5$ m@1m锚杆(含锁腰、锁脚锚杆)并与钢架焊接牢固,纵向

每榀钢拱架之间采用间距1m的 $\phi 25$ 钢筋焊接连接,采取喷C25、厚200mm挂网混凝土覆盖封闭,钢筋网采用 $\phi 8@200$ mm \times 200mm或 $\phi 6.5@150$ mm \times 150mm并与钢拱架焊接连接,以保证钢拱架与喷混凝土能够整体协同受力。

固结灌浆:待喷混凝土达到70%强度后,对该段围岩进行固结灌浆,灌浆孔入岩3m,灌浆压力为0.1~0.3MPa,布置间排距为3m \times 3m。灌浆时注意观察变形情况,控制灌浆压力,以保证灌浆效果。塌方影响段加固支护情况见图1。

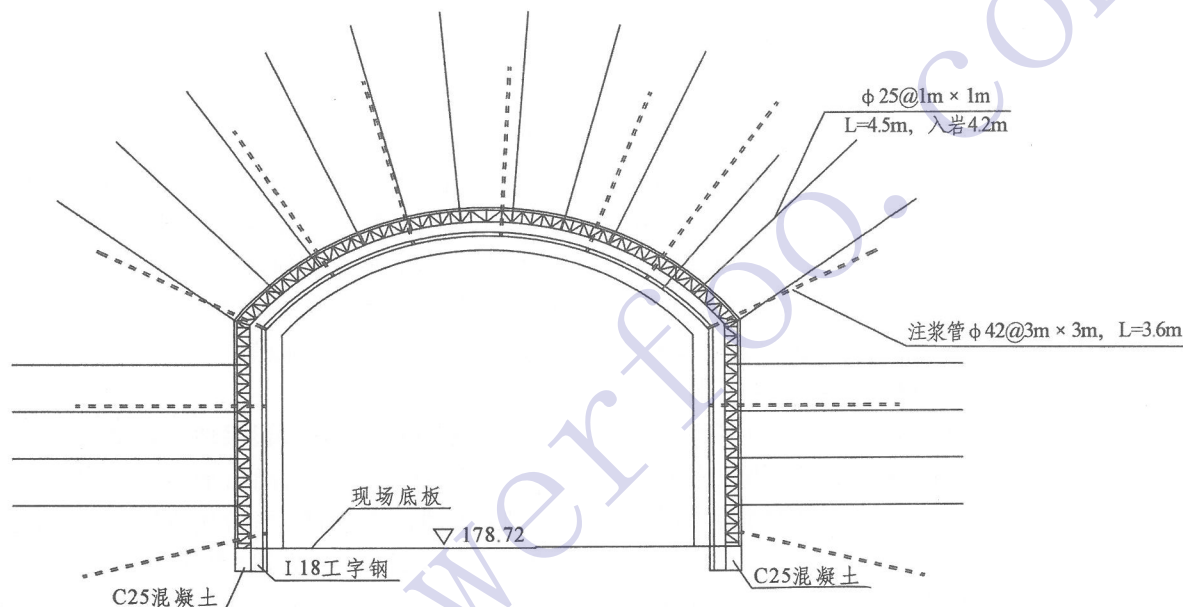


图1 塌方影响段加固支护断面图(桩号:0+215~0+230)

3.2 塌方段的处理

对于塌方洞段,在处理、加固好未塌方段和保证安全的前提条件下待塌腔稳定后进行处理。首先封闭涌石掌子面,采用管棚护顶、小导管注浆、上下超短台阶、拱部预留核心土弧形开挖、钢拱架挂网混凝土初期支护快速闭合的方法通过塌方体。

(1)封闭涌石掌子面:从洞外运土分层堆码砂袋反压坡脚,先对砂袋和渣体表面喷射C25混凝土进行封闭保护,喷射混凝土厚20cm,形成一道混凝土止浆墙,塌方石渣坡脚部位桩号为0+230。由于原钢格栅变形较明显,混凝土裂缝较严重,部分混凝土脱落,遂对喷混凝土开裂部位进行补喷,以起到防止注浆时浆液外流和塌方体继续流塌之作用。顶部围岩受塌方体的影响呈碎块状堆积,只有对该段加强处理方可保证塌方段处理的施工安全。

(2)设置管棚穿越塌方区:沿隧洞拱部已支护轮廓线外侧施工大管棚,管棚起点位置为0+230,布置范围为拱部及拱角下1.55m范围,管棚超前支护采用外径为108mm \times 8mm的热轧无缝钢管(节长3m、6m,丝扣长15cm),管棚环向间距为500mm,钢管沿隧道顶拱周边布置,外插角在1°~5°之间调整。单根钢管长度及布置范围可根据塌方区实际情况确定,管棚钢管均为前部钻孔的钢花管,其既是钢管管棚,又是注浆钢管。管棚安装完毕,在管棚钢管内安装3根 $\phi 32$ 锚筋束并注入水泥浆,所起到的作用是既提高管棚的刚度,又将浆液注入到管棚周围的松渣体内,进而提高围岩的自稳能力。水泥浆水灰比取1:1,注浆初压为0.5~1MPa,终压为1.5MPa。

(3)固结渣体和拱部围岩:若要实现从坍塌的渣体下部开挖,必须在开挖线以上使渣体形成

厚度超过3 m的一个注浆固结圈。由于大管棚注浆范围有限,形成有效的注浆加固圈有一定难度,故必须对未完全固结的渣体进行二次注浆。管棚灌浆完成后,在管棚之间打入超前注浆小导管,小导管采用长4 m,φ42×3.5 mm的热轧无缝钢管(管的前端钻直径为8 mm的注浆小孔,管尾部预留1 m不钻孔),外插角为30°~45°,纵向间距2 m,作为小导管超前注浆。对于管棚注浆未能进行完全充填的部位则需进一步固结拱部围岩。小导管从架立的拱架腹部穿过,灌浆压力为0.1~0.3 MPa。浆液注入后使塌洞内的渣体基本上在开挖线外形成了一个3 m厚的浆体保护壳。

(4)上台阶拱部预留核心土弧形开挖:由于塌方体稳定性较差、易坍塌,故采取预留核心土弧形开挖的方式以稳住掌子面的松渣。弧形开挖进尺一次为0.75 m。

(5)拆除格栅拱架:对于变形较大的、侵占设计断面的格栅拱架采用人工拆除,用风镐凿除混凝土,拆除一榀后立即用一榀钢拱架进行替换,钢拱架间距为750 mm,待钢拱架安装、锚杆及挂网喷护完成后方容许拆除下一榀格栅拱架。对于没有侵占设计断面的格栅拱架可以不拆除,将钢拱架安装在格栅内侧对格栅拱架进行加固。

(6)拱部初期支护:拱部开挖完成后,马上对开挖面进行素喷混凝土封闭,厚5 cm。迅速安装I18b工字钢架支撑,端部型钢拱架与管棚之间采用焊接,钢拱架间距为750 mm,沿钢拱架周边设φ25、L=4.5 m@1 m锚杆(含锁腰、锁脚锚杆)并与钢架焊接牢固,纵向每榀钢拱架之间采用间距为1 m的φ25钢筋焊接连接,后采取喷200 mm厚挂网混凝土覆盖封闭,钢筋网采用φ8@200 mm×200 mm(或φ6.5@150 mm×150 mm)并与钢拱架焊接连接。在工字钢和连接筋安装完成后,喷护30 cm厚的C25混凝土。

(7)下台阶墙部开挖:距上台阶2~4 m开始开挖下台阶松渣体,一次掘进进尺为0.75 m。

(8)隧洞下半部初期支护:下台阶开挖后迅速安设边墙型钢拱架,并与拱部钢拱架连接牢固。拱脚处挖基槽,浇筑C25混凝土基础,拱架底座安装在混凝土基础上并确保拱脚稳固。沿钢拱架周边设φ25、L=4.5 m@1 m锚杆与钢架焊接,钢拱架之间用间距为1 m的φ25钢筋焊接连接,

挂网喷200 mm厚混凝土封闭,形成闭合初期支护。

(9)塌腔回填混凝土。

塌腔部位主要位于顶拱,采用C15素混凝土回填,在顶拱钻回填灌浆孔,预埋φ108钢管,待喷混凝土强度达到设计强度时回填混凝土(砂浆)施工。混凝土采用泵送入仓;对于边墙塌方部位,若塌腔体积较大,在回填混凝土外侧设置一层φ22@200 mm×200 mm的钢筋网,回填混凝土不得侵入原钢筋衬砌混凝土范围。

(10)固结灌浆:回填混凝土强度达到70%以上时进行固结灌浆,灌浆孔间、排距为3 m,灌浆孔入岩3 m,灌浆管采用小导管进行灌浆。灌浆采用1:1水泥浆,灌浆压力为0.1~0.3 MPa。灌浆时注意观察变形情况,控制灌浆压力以保证灌浆效果。塌方段管棚支护断面见图2。

3.3 后续施工段采用的主要施工措施

对于未开挖的IV~V、V类围岩段,在开挖之前,必须全面检查原支护段加固和塌方处理的施工质量,在灌浆及衬砌混凝土强度达到70%以上时方可组织进行。开挖时应遵循“弱爆破、短进尺、早封闭、勤观测”的原则,加强支护,精心施工。

顶拱采用超前注浆管棚施工,管棚采用外径为108 mm,壁厚8 mm的热轧无缝钢管,环向间距500 mm,单根长度24 m,管棚仰角为1°。

管棚注浆完成后进行爆破作业施工,采用“短进尺、弱爆破、勤支护”的施工方法,每循环进尺小于1 m,爆破后及时喷50 mm厚混凝土对岩面进行封闭,喷护结束后进行钢拱架的安装,采用I18工字钢架,纵向间距为750 mm,沿钢拱架周边设φ25、L=4.5 m@1 m厚锚杆(含锁腰锁脚锚杆),并与钢架焊接牢固,纵向每榀钢拱架之间采用间距为1 m的φ25钢筋焊接连接后采取喷200 mm厚挂网混凝土覆盖封闭,钢筋网采用φ8@200 mm×200 mm或φ6.5@150 mm×150 mm并与钢拱架焊接连接。

靠近塌方区约20 m段(约0+255.5~0+275.5)固结灌浆的布置及要求与塌方以外段固结灌浆相同。

4 结语

(下转第43页)

进行沉井下沉作业,有效地解决了单独采用长臂反铲进行沉井下沉作业的弊端,施工工效得到了较大地提升。据现场统计,下沉方案改进后,长臂反铲挖掘机每小时可取土约 60 m^3 , $8 \sim 10 \text{ h}$ 可基本将沉井下沉就位,施工现场只需设备操作人员 1 人、安全员 1 人即可,下沉平均速度为 1 m/h ,且沉井下沉稳定性及精度均符合设计要求,运行效果十分显著。

7 结 语

在中牟县解放路道路拓宽改造工程沉井施工中,采用数字高清监视系统辅助长臂反铲挖掘机进行下沉施工取得了较好的效果,不仅保证了挖掘工作的顺利进行,而且提高了效率、缩短了工期,施工精度和质量得到了保证。但在施工过程中也发现了一些不足,例如:在安装数字高清摄像头时,虽然采用钢板制作凹槽对摄像头进行保护,

(上接第 37 页)

但是在其开挖、下沉过程中,动臂的抖动还是对高清摄像头有影响,容易造成摄像头的损坏。笔者建议:在今后的改造中,应采取更好的保护措施,以取得更佳预期效果。笔者相信,随着市政工程领域施工技术的日益发展,数字高清监视系统会在地下工程施工中发挥更加重要的作用。

参考文献:

- [1] 张凤祥. 沉井沉箱设计、施工及实例[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2010.
- [2] 柴文胜. 浅谈长臂挖掘机在沉井下沉开挖中的应用[J]. 山西建筑:2000,26(20):99-100.

作者简介:

曹龙滨(1982-),男,黑龙江鹤岗人,工程师,从事水电工程、市政工程施工技术与管理工作;

侯悟军(1982-),男,河南漯河人,助理工程师,从事水电工程、市政工程施工技术与管理工作;

李 辉(1985-)男,河南新乡人,助理工程师,从事水电工程、市政工程施工技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)

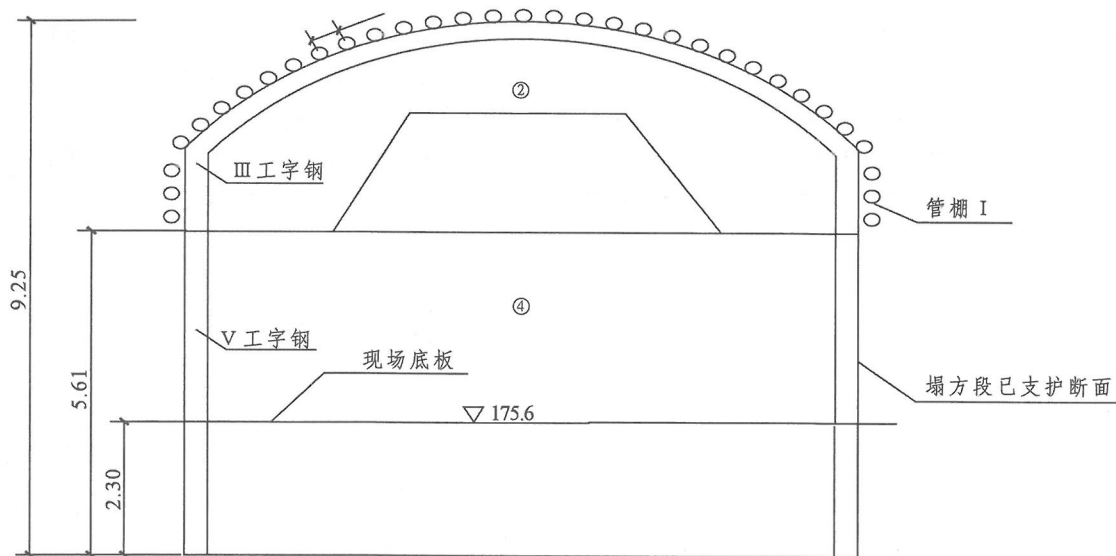


图2 塌方段管棚支护断面图(桩号:0+230~0+255.5)

在软弱破碎且地下水丰富的地质条件下的隧洞开挖中经常会出现坍塌问题,施工中重视超前地质预报、加强与相关方的沟通、根据地质情况制定有效的处理措施及施工方法就显得尤为重要。洪屏抽水蓄能电站地下厂房隧洞塌方发生在2011年2月21日,项目部于2月27日确定处理方案,按照“先支后清、先护后挖、管棚为主、辅助固结”的处理原则于4月中旬处理完成。用时短、效果好、安全合理,从而保证了隧洞总体开挖进度,确保了开挖工程的如期进行。

参考文献:

- [1] 孙 霞. 引水隧洞塌方处理探索[J]. 科技创新与应用, 2012,6(5):104-106.
- [2] 赵文博. 谈钢拱架、钢筋网喷射混凝土的施工工艺及质量控制[J]. 黑龙江科技信息, 2012,20(15):79-81.
- [3] 刘国伟. 管棚法高压注浆与小导管注浆结合处理隧道塌方[J]. 科学之友, 2008,37(14):28-31.
- [4] 师全海. 小导管注浆在处理公路隧道大塌方中的应用[J]. 铁道标准设计, 2007,60(S2):72-74.

作者简介:

刘彦鹏(1980-),男,甘肃甘谷人,工程师,从事水电工程施工安全管理工作.

(责任编辑:李燕辉)