

隧道穿过特大特长地质断层施工工艺探索

徐茂华, 郑元凯, 何林智

(四川二滩国际工程咨询有限责任公司, 四川 成都 611130)

摘要:随着科学技术的不岩断发展,地下洞室在我国现代水电建筑物施工中取得了很大的进步。但对于一些不良地质洞段,由于围稳定性差,在开挖贯通过程中,若施工方法不当,极易发生塌方、冒顶等情况,这对工程进度、安全生产都会造成极为严重的影响,甚至危及人生安全。本文通过拉哇水电站⑧道路交通隧道遇特大断层破碎带对比分析,采取大管棚、超前小导管+超前锚杆等合理的加强支护措施,并通过施工期临时监测,使洞室不良地质段施工安全得到保障。

关键词:特大断层;围岩开挖;塌腔回填;辅助措施

中图分类号:U459;F407.1;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2022)03-0060-03

Exploration on Construction Technology for Tunnel Passing Through Extra-large and Super-long Geological Fault

XU Maohua, ZHENG Yuankai, HE Linzhi

(Sichuan Ertan International Engineering Consulting Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 611130)

Abstract: With the continuous development of science and technology, great progress has been made in construction of underground caverns of modern hydropower structures in China. However, if proper construction method is not applied, collapse and roof fall can easily occur during excavation of tunnel sections with unfavorable geological conditions due to poor stability of surrounding rock, which seriously affects construction progress and safety, and even endangers life. On the base of comparative analysis, this paper expounds the utilization of such support measures as big pipe shed, advance ductile plus advance anchor bolt, etc., for reinforcing support of tunnel sections in traffic tunnel No. 8 of Lawa Hydropower Station, where a large fault fracture zone is encountered. Temporary monitoring during construction period proves that the construction safety of tunnel sections with unfavorable geological condition is ensured.

Key words: extra-large fault; rock excavation; backfilling of collapse cavity; support measures

1 概况

拉哇水电站位于金沙江上游川藏河段,是金沙江上游 13 级开发方案中的第 8 级,属一等大(I)型工程,发电为主,总装机容量 2 000 MW,多年平均年发电量 90.89 亿 kWh(梯级联合)。枢纽主要建筑物由挡水建筑物、泄洪消能建筑物、地下输水发电系统等组成。⑧隧道位于西藏昌都市芒康县,是电站⑧道路上的一座长隧道,设计为单洞双向行车隧道,隧道建筑限界 9.5 m×4.5 m。⑧道路起点接②道路隧道 K2+430 处,终点连接至泄洪放空洞进口平台,⑧道路沿线地表多基岩裸露,出口段约 100 m 地表为

崩坡积物。

2 围岩开挖和支护参数调整

在常规隧道开挖过程中,严格按“新奥法”施工工艺,做到“超前地质探测、超前支护、短进尺、弱爆破、少扰动、早封闭、勤观测、及时支护”。根据隧洞围岩地质条件,Ⅲ类围岩采用全断面开挖施工,Ⅳ、Ⅴ类围岩采用小导管超前支护和分台阶开挖的施工方法。初期支护应紧跟开挖掌子面,开挖一段、支护一段。每段开挖后,先喷 3~5cm 厚度的混凝土,封闭开挖面,然后再根据设计支护类型,支立格栅钢架支撑,布挂钢筋网,锚固锚杆,最后喷混凝土。

根据⑧道路工程施工图设计上相关设计要求,明确了Ⅲ级围岩、Ⅳ级围岩、Ⅴ级围岩的开挖、

收稿日期:2022-05-13

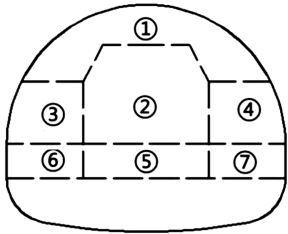
支护参数:

Ⅲ级围岩临时洞段支护参数:初期支护采用10~12 cm厚C20喷射混凝土、 $\phi 6@25\text{ cm}\times 25\text{ cm}$ 单层钢筋网、C22砂浆锚杆($L=3\text{ m}$),环 \times 纵间距 $1.5\text{ m}\times 1.5\text{ m}$,梅花形布置;无二次衬砌。

Ⅳ级围岩洞段支护参数:初期支护采用24 cm厚C20喷射混凝土、 $\phi 6@20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 单层钢筋网、C22砂浆锚杆($L=3\text{ m}$),环 \times 纵间距 $1\text{ m}\times 0.8\text{ m}$ (或 1 m),梅花形布置,H15.5 cm \times 15.5 cm格栅钢架,间距80 cm或100 cm;二次衬砌采用厚50 cm C30混凝土、超前支护采用 $\phi 48\text{ mm}\times 3.5\text{ mm}$ 注浆小导管($L=4.5\text{ m}$),间距40 cm,顶拱 110.5° 范围施工,纵向排距3.2 m或3 m,外插角 12° 。

Ⅴ级围岩洞段支护参数:初期支护采用24 cm厚C20喷射混凝土、 $\phi 6@20\text{ cm}\times 20\text{ cm}$ 单层钢筋网、 $\Phi 25\text{ mm}$ 中空注浆锚杆($L=4.5\text{ m}$),环 \times 纵间距 $1\text{ m}\times 0.6\text{ m}$ (或 0.8 m),梅花形布置,H15.5 cm \times 15.5 cm格栅钢架、间距60 cm或80 cm;二次衬砌采用厚60 cm C30混凝土、超前支护采用 $\phi 48\text{ mm}\times 3.5\text{ mm}$ 注浆小导管($L=4.5\text{ m}$),间距40 cm,顶拱 110.5° 范围施工,纵向排距3 m或3.2 m,外插角 12° 。

在断层带中,隧道开挖采用环形预留核心土法结合三台阶七步开挖法施工,台阶步间距控制在 $1B\sim 1.5B$ (B 为开挖跨度),每次开挖进尺不大于0.5 m。预留核心土法三台阶开挖见图1。



开挖顺序:



图1 预留核心土法三台阶开挖示意图

间距调整为0.3 m,拱架之间采用C22的纵向连接钢筋,环向间距1 m,每榀钢架布设16根C22、 $L=4.5\text{ m}$ 的锁脚锚杆,喷混凝土厚度调整为26 cm,其余参数不变。开挖过程中,每榀拱架应及时接至完整基岩上,或者在拱架底部设混凝土

基础,保证拱架结构稳定。

3 掌子面封闭及塌腔回填

在施工过程中,开挖至K0+709桩号时,出现塌方现象,由参建各方现场勘察后,发现该段围岩稳定性较Ⅴ级围岩差。针对这种情况,先对掌子面进行封闭后,进行塌腔回填。后续开挖施工,采用大管棚^[1]“跟管钻进”施工,顺利跨越塌方段。

为防止在塌腔混凝土回填施工过程中混凝土浆液渗出渣体而影响渣体固结效果,同时便于观察混凝土回填过程中渣体变形情况,对掌子面塌方渣体表面采用12 cm厚C20喷射混凝土进行封闭。在K0+709桩号位置设置堵头模板,预埋排气孔,采用C20一级配泵送混凝土进行塌腔回填,控制浇筑速度,防止二次坍塌。塌腔回填完成后,为保证回填质量,现场采用0.7:1水泥浆(减水剂掺量1.2%)进行注浆,注浆顺序从两侧边墙向拱顶、从孔底到孔口,压力为1 MPa。

4 管棚施工与小导管超前支护的比较

4.1 管棚施工

在⑧道路隧道K0+711.5~K0+713桩号段,设置截面尺寸为 $150\text{ cm}\times 50\text{ cm}$ 导向墙(内设4榀I18工字钢和导向管,C25混凝土结构),混凝土浇筑完成等强72小时后开始管棚钻孔施工。

管棚的施工流程为:施工准备 \rightarrow 搭设钻孔平台 \rightarrow 钻机定位 \rightarrow 钻孔 \rightarrow 清孔 \rightarrow 下管 \rightarrow 注浆^[2]。

管棚设计参数为:20 m一个循环,环向间距40 cm,外插角 3° ,一环33根;管棚根部(靠近开挖掌子面)3 m采用R780高强地质管,其余采用DZ40高强地质管,管棚钢管前部(靠导向墙侧)7 m按照间距30 cm梅花形设置注浆孔(孔径15 mm),为增加管棚刚度,在管棚内设置4根C20钢筋束,管棚注浆采用M30水泥浆液,同时在浆液中掺入1.2%的减水剂,注浆压力为0.5~1 MPa,终压为1 MPa。

由于塌方体为松散堆积体,管棚施工完毕,在塌方体开挖前,采用超前小导管对塌方渣体注浆胶结,避免开挖过程中塌方体发生二次坍塌。

管棚施工完成后,掌子面开挖采用预留核心土的方式,组织⑧道路隧道K0+711~K0+720塌腔体段的开挖施工。施工使用机械开挖,可减

少不必要的爆破作业对塌腔体及周边区域的围岩扰动,并严格遵循周边开挖一循环和拱架支护一循环,然后中部预留核心土的开挖施工组织方式。采用管棚超前支护安全并顺利地跨过了⑧道路隧道塌腔体部位,保证了塌腔体部位的正常开挖、支护施工安全及成型洞室的结构稳定和安全。

4.2 小导管施工

由于大管棚施工时,掌子面开挖须暂停施工,待大管棚施工完成、灌浆强度达到要求后才能开始后续的开挖施工,采用管棚施工周期长,且费用高^[3]。因此,在大管棚实施完成一个循环,并穿过塌方段后,采用超前小导管+超前锚杆的方式代替大管棚进行后续剩余V类围岩洞段的开挖施工。超前小导管具体参数如下:

(1)小导管采用Φ48 mm厚3.5 mm的无缝钢管制作,按设计图纸要求进行加工,长4.5 m,每环搭接长度1.5 m。

(2)在开挖和超前支护钻孔过程中,若发现局部存在较大块体结构,则采用双层小导管超前支护(超前小导管的孔间距等相关参数保持不变)。

(3)在开挖和超前支护钻孔过程中,揭露前方掌子面为岩石胶结性状差(类似松散堆积体),将小导管循环间距由设计的3 m调整为1.5 m,孔间距由设计的40 cm调整为25 cm。

超前支护施工参数调整后,采用小导管超前支护使开挖不停顿,支护及时跟进,在保证安全的前提下有序推进了隧道的开挖及支护施工。

5 施工过程中的监测辅助措施

正常开挖施工过程中,采用地质雷开展超前地质预报工作^[4],对开挖前的地质进行探测,确定开挖施工参数,保证开挖安全。

⑧道路隧道K0+709段塌方后,在开挖施工过程中,现场开展了净空水平收敛量测^[5]与全站仪相结合的方式,在现场设置固定检测点,定期对检测点数据进行复核,并将现场量测结果与理论预测值相比较,对初期支护的受力情况进行判断。通过量测积累数据变形及收敛趋势判断施工对围岩的影响程度,以决定对其采取何种保护措施。在初期支护顺利完成,及时安排仰拱及二衬施工以确保隧洞的长久安全。

6 结语

实践证明,隧道开挖施工应通过地质超前预报对开挖掌子面的围岩条件进行勘查,并根据不同的围岩条件选择与地质条件相对应的开挖施工工艺。

实践证明,大管棚的施工工艺适用于穿越跨度较大的塌腔体部位,能够有效避免开挖穿越塌腔体部位时发生二次坍塌而影响隧道结构稳定及施工安全。

超前小导管施工工艺适用于隧道围岩相对均质的洞段,采用超前小导管注浆可对掌子面岩体进行注浆加固,能提高岩体的承载能力,从而提高开挖成型洞室的临时结构稳定,保证有足够的时间完成拱架及初期支护施工,保证开挖成型洞室结构稳定及施工安全。超前小导管施工能够保证地下洞室开挖和支护施工的连续性,对承包人施工组织安排有利。但是,若遇到大跨度的断层或粒径较大的块体,则应采取不同的超前支护措施。如遇到大跨度断层则采取管棚支护的形式更为稳妥,如遇粒径较大的块体则可在超前小导管的基础上辅以超前锚杆的方式跨越。

总之,不同的地质条件应采用不同超前支护参数,同时辅以超前地质预报和洞室围岩变形监测等手段,方可保证地下洞室结构稳定及施工安全。

参考文献:

- [1] 陈军浩,陈笔尖,庄言,等.不同截面形状隧洞格栅拱架竖向承载能力对比[J].隧洞建设,2020,40(3):364-370.
- [2] 高怀鹏,毛海东.长管棚预注浆超前支护技术在浅埋偏压大跨隧道洞口施工中的应用[J].公路,2005,(2):232-236.
- [3] 蔡日升.超前大管棚+小导管注浆技术在隧洞工程中的应用[J].城市住宅,2020,27(5):217-219.
- [4] 肖宗荣.软弱围岩隧道变形控制与施工控制[J].施工技术,2017,44(18):53-55.
- [5] 胡聿渊,何晖.隧道净空收敛量测及其数据分析研究[J].科技信息,2011,(7):239+265.

作者简介:

徐茂华(1972-,男,四川成都人,高级工程师,本科,从事水利水电工程施工工作;

郑元凯(1983-)男,四川成都人,高级工程师,本科,从事水利水电工程施工工作;

何林智(1991-)男,四川成都人,工程师,本科,从事水利水电工程施工工作。

(责任编辑:卓政昌)