

# 杨房沟水电站导流隧洞变质粉砂岩洞段 加强支护施工技术

边波, 黄艳梅

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局, 四川 彭山 620860)

摘要: 杨房沟水电站导流隧洞变质粉砂岩段第 I 层开挖后出现了大的掉块和坍塌, 给工程进度、质量、安全带来了极大的困扰, 严重影响工程的正常施工。通过采用增设钢筋束框架梁施工措施, 大大改善了钢拱架的受力情况, 施工安全得到了保障, 确保了工程顺利进行, 达到了预期的效果。

关键词: 隧洞; 变质粉砂岩; 钢筋束; 框架梁; 支护; 杨房沟水电站

中图分类号: TV7; TV52; TV554

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)06-0001-02

## 1 概述

杨房沟水电站右岸布置两条导流隧洞, 分别为 1#导流隧洞和 2#导流隧洞。导流隧洞进口高程为 1 985 m, 出口高程为 1 981 m, 导流隧洞横断面为城门洞型, 过流断面为 13 m × 16 m (宽 × 高), 开挖断面为 (14.9 ~ 21.18) m × (15.75 ~ 21.15) m (宽 × 高)。两条导流隧洞平行布置, 中心距离为 45 m, 1#导流隧洞靠江侧布置, 长 716.04 m, 2#导流隧洞靠山侧布置, 长 831.56 m。

两条导流隧洞均通过变质粉砂岩与花岗闪长岩接触带, 其中 1#导流隧洞进口桩号 0 + 0 ~ 0 + 280 范围为变质粉砂岩, 2#导流隧洞进口桩号 0 + 0 ~ 0 + 380 范围为变质粉砂岩, 且以 III 类、IV 类为主, 少量为 V 类围岩; 其余洞段为 II、III 类花岗闪长岩。

导流隧洞初期支护根据围岩类别的不同, 主要设计为锚杆、挂网、喷混凝土、钢筋格栅、钢拱架等组合; 永久支护为全断面钢筋混凝土衬砌。

### 1.1 开挖方案

(1) 开挖支护施工情况。

导流隧洞开挖从上至下分三层进行施工: 第 I 层为导流隧洞顶拱层开挖, 第二层为导流隧洞中层开挖, 第三层为底部保护层开挖, 具体情况见图 1, 支护跟进开挖进行。

### 1.2 施工中出现的问題

1#导流隧洞和 2#导流隧洞均在第 I 层开挖后发现变质粉砂岩段局部夹炭质板岩, 岩体局部炭

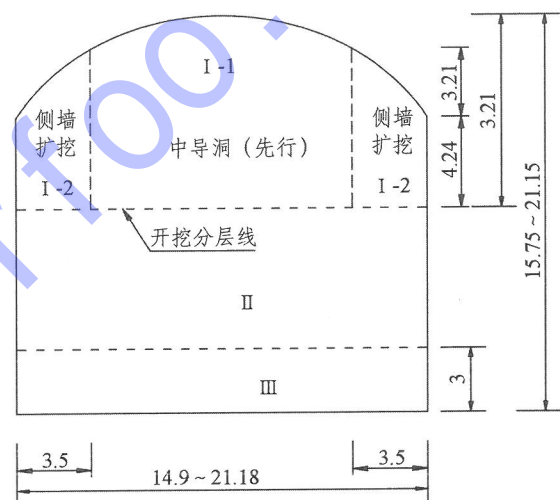


图 1 导流隧洞开挖分层图(单位:m)

化严重, 呈微风化 - 弱风化, 走向与洞轴线夹角为 0° ~ 20°, 层理面扭曲, 间距 5 ~ 30 cm, 节理发育, 主要为闭合 - 微张, 平直光滑, 断续延伸较长, 受层理与零星节理面影响, 洞室边墙及拱肩多处产生小掉块及坍塌, 稳定性差。

按照设计图纸要求, 在变质粉砂岩夹炭质板岩洞段第 I 层开挖时采用超前锚杆 ( $\varphi 28, L = 6$  m, 环向间距为 0.5 m) + I20a 钢拱架 (拱架拱脚和拱腰设置  $\varphi 25, L = 4.5$  m 的锁脚、锁腰锚杆) + 挂设 15 cm × 15 cm、 $\varphi 6.5$  钢筋网片 + 系统砂浆锚杆 ( $\varphi 28, L = 6$  m 与  $\varphi 28, L = 4.5$  m 梅花形间隔布置, 间排距为 1.5 m × 1 m) + 15 cm 厚的 C25 喷射混凝土联合系统支护。施工过程中, 根据现场

收稿日期: 2016-10-28

掉块、坍塌的实际情况分析判断,在进行第Ⅱ、Ⅲ层洞挖后、支护前,顶拱已安装的钢拱架拱脚易出现悬空现象,顶拱承重的钢拱架支护出现了很大程度的应力变化,易导致上层边墙和顶拱坍塌情况的发生,存在较大的安全隐患。

## 2 制定加强支护方案

根据导流隧洞变质粉砂岩洞段开挖实际揭露的地质条件及坍塌情况,综合分析了变质粉砂岩洞段炭质板岩条带、层理走向、岩性接触带等不利影响,为避免出现Ⅱ、Ⅲ层开挖期间拱肩变形引起拱架出现失稳情况,需加强拱肩支护,所制定的具体加强支护方案为:1#导流隧洞0+0~0+210、0+300-0+315以及2#导流隧洞0+0~0+160、2#导流隧洞0+387~0+402变质粉砂岩洞段第Ⅰ层开挖面距底板1m(原设计为锚筋束上方1m)位置增设 $3\phi 28$ 、 $L=9$  m锚筋束(与下层锚筋束间隔布置,顺洞身水流方向间距为2 m,下倾 $15^\circ$ );锚筋束沿洞身水流方向布置4根 $\phi 25$ 钢筋与支护工字钢架焊接牢固,间距为10 cm,竖向布置 $\phi 20@25$  cm连接筋形成钢筋网片;浇筑70 cm高、C25混凝土形成锚筋束锁定梁,对变质粉砂岩洞段第Ⅰ层支护钢拱架起锁定作用,达到了防止Ⅱ、Ⅲ层开挖期间因拱肩变形引起第Ⅰ层拱顶及拱架出现失稳的效果。锚筋束框架梁见图2。

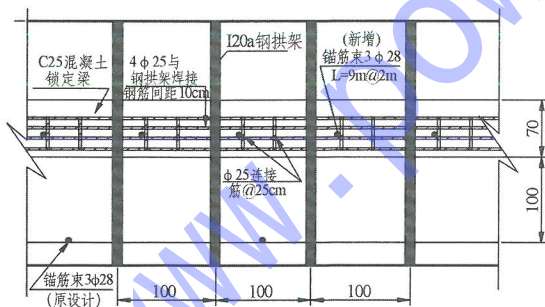


图2 锚筋束框架梁纵向立面图(单位:cm)

## 3 锚筋束框架梁施工

锚筋束框架梁施工情况见图3,施工程序及方法如下:

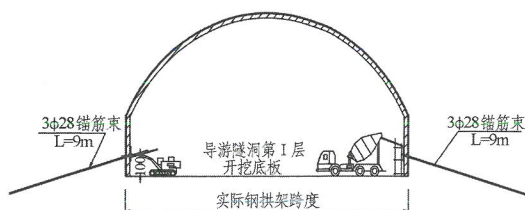


图3 锚筋束框架梁施工示意图(单位:cm)

(1)测量放线:锚筋束钻孔位置距工字钢外边缘50 cm,距第Ⅰ层底部高度为1 m。测量人员精确放样每个孔的位置,同时用红油漆标记桩号和高程。

(2)锚筋束施工:采用D7钻机钻孔,孔深为8.6 m,孔径为 $\phi 90$ ,间距为2 m,锚筋束外露混凝土梁表面15 cm。实际施工中,根据开挖面的超欠挖情况适当调整孔深。锚筋束预埋灌浆管和排气管,用M20砂浆封孔,采用“先插锚筋束后注浆”的方法施工。

(3)人工清除钢拱架表面(锚筋束位置向下25 cm,向上45 cm范围)的喷混凝土。

(4)钢筋施工:施工 $4\phi 25@10$  cm(锚筋束上3根、下1根)横向连接钢筋,钢筋与工字钢表面焊接,钢筋之间的连接采用搭接焊接。竖向采用 $\phi 20@25$  cm钢筋连接。

(5)模板的制作与安装:模板采用P3015钢模板、P1015钢模板和木模板,拉杆采用 $\phi 12$ 钢筋内拉,与连接筋和工字钢焊接,模板外部纵向和底部采用 $\phi 28$ 或 $\phi 25$ 钢筋,横向采用钢架管做围檩,钢模之间用U型卡锁住。

(6)C25混凝土浇筑:采用混凝土罐车运输,溜槽入仓,软轴振捣器振捣,确保混凝土条带填充密实。

(7)试验检测:在第Ⅱ、Ⅲ层开挖过程中,对钢拱架进行变形观测,当出现异常时,及时组织人员设备撤离。

## 4 结语

杨房沟水电站导流隧洞变质粉砂岩洞段增设锚筋束框架梁前垮塌严重,严重影响施工进度和质量,施工安全风险突出。通过增设锚筋束框架梁,且与原设计的钢拱架、锚筋束等系统支护连成整体,有效改善了钢拱架的受力情况,避免了隧洞开挖过程中的坍塌和掉块,保证了导流隧洞第Ⅱ、Ⅲ层开挖的安全,确保了工程质量和进度,值得类似工程借鉴应用。

### 作者简介:

边 波(1976-),男,四川旺苍人,工程师,从事水利水电工程施工安全工作;

黄艳梅(1979-),女,四川仁寿人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)