

乌东德水电站泄洪洞有压洞中下层 爆破开挖施工技术

赵朋斌, 陈俊松

(中国人民武装警察部队 水电第七支队, 湖北 武汉 430200)

摘要: 乌东德水电站泄洪洞有压洞中下层爆破开挖具有安全风险大、质量要求高、工期紧、任务重的特点, 要求通过不断优化爆破网络技术参数, 从技术上保证爆破开挖的质量、安全整体受控, 才能实现技术有创新, 练兵出人才, 经营有效益的综合目标。

关键词: 乌东德水电站; 有压洞; 爆破开挖; 技术总结; 施工技术

中图分类号: TV7; TV52; TV53; TV542; TV554

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)04-0018-03

1 工程概述

乌东德水电站是金沙江下游河段(攀枝花市至宜宾市)四个水电梯级——乌东德、白鹤滩、溪洛渡、向家坝中的最上游梯级, 坝址所处河段的右岸隶属云南省昆明市禄劝县, 左岸隶属四川省会东县。电站上距攀枝花市 213.9 km, 下距白鹤滩水电站 182.5 km, 与昆明、成都的直线距离分别为 125 km 和 470 km, 与武汉、上海的直线距离分别为 1 250 km 和 1 950 km。乌东德水电站的开发任务以发电为主, 兼顾防洪, 电站装机容量为 10 200 MW, 多年平均发电量为 389.3 亿 kW·h。

有压洞为平面转弯圆形隧洞, 流道直径 14 m, 底拱为平坡, 中心线高程 917 m, 进出口均设 25 m 长的渐变段, 进口断面尺寸为 10 m × 17 m, 出口断面尺寸为 14 m × 10 m。3 条泄洪洞平行布置, 轴线间距 40 m, 3 条有压洞长度分别为 1 193.06 m、1 144.82 m 及 1 096.58 m。

2 工程地质条件

乌东德水电站所处河段为峡谷地貌, 两岸山岭高程大多在 2 000 ~ 3 000 m。金沙江为最低侵蚀基准面, 枯水期水面高程为 815 m 左右。坝址区金沙江河道基本顺直, 流向 SE160°; 江面宽 100 ~ 200 m, 河床地面高程为 800 ~ 805 m, 水深 10 ~ 15 m。两岸地形陡峻, 河谷呈狭窄的“V”型峡谷嵌套“嶂谷”形态, 两岸地形基本对称。两岸高程 1 050 ~ 1 200 m 以下呈嶂谷形态, 河谷狭窄, 岸坡陡立, 坡角一般为 60° ~ 75°, 局部近直立; 高程

1 050 ~ 1 200 m 局部呈缓(坡)台; 高程 1 050 ~ 1 200 m 以上为金沙江宽谷, 岸坡相对较缓, 坡角约 30° ~ 45°, 局部为陡坡, 泄洪洞进出口分别位于洪崖湾钩和花山沟。

泄洪洞地层主要为 II 类(占 45%)和 III(占 55%)类围岩, 洞室位于地下水位以上。II 类围岩为落雪组第一段(Pt121)灰色中厚层夹厚层、互层和薄层灰岩、局部为大理岩化白云岩, 岩体层面陡倾, 洞轴向与岩层走向夹角为 60°。III 类围岩为落雪组第二段(Pt221)灰白色互层夹中厚层和薄层大理岩化白云岩及少量灰色互层灰岩, 洞轴向与岩层走向夹角约 45°, 岩层陡倾。

3 爆破开挖施工方法

泄洪洞分上、中、下三层进行开挖, 上层分 9 m × 9 m 中导洞及两侧保护层开挖, 中层分中层抽槽及两侧保护层开挖, 其程序为: 上层开挖 → 中层抽槽开挖 → 中层两侧保护层开挖 → 底层保护层开挖。开挖程序见图 1。

上、下层开挖及保护层开挖均采用手风钻水平造孔, 造孔孔径为 42 mm, 孔内连填药卷直径为 32 mm 的 2# 岩石乳化炸药, 周边孔采用直径 25 mm 药卷, 间隔装药。中层抽槽采用 CM351、T35 液压钻机竖直造孔, 孔内装填直径 70 mm 的药卷, 不耦合装药。

4 练兵过程中遇到的问题及采取的技术措施

自承担工程练兵以来, 我部采取“以老带新”, “请进来、走出去”, “理论结合实践”的模式

收稿日期: 2016-07-12

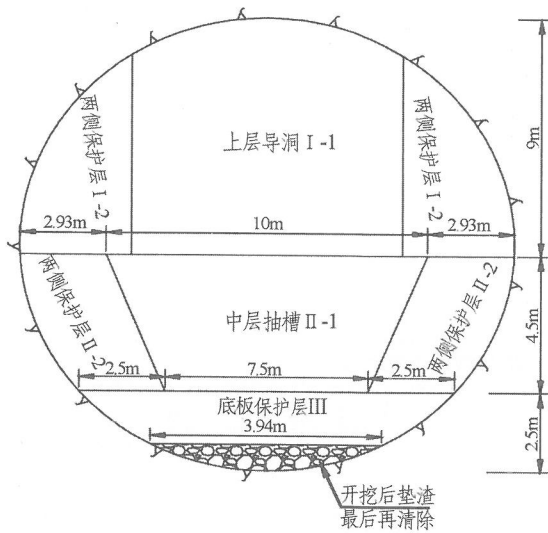


图1 圆形有压段爆破开挖程序图

培养官兵的操作技能和管理技能,受到上级领导的一致好评。在练兵过程中也并非一帆风顺,出现的技术层面上的问题主要有:

- (1) 中层抽槽两侧保护层保留的宽度不够、有拉裂保护层的情况出现;
- (2) 中层抽槽爆破容易出现拒爆、残爆现象,爆破后易出现大块石,需进行二次解爆;
- (3) 中层抽槽爆破的质点振动速度超标;
- (4) 底拱的超欠挖(尤其是超挖)较难控制。

针对以上遇到的问题,技术人员同现场施工人员经过多次原因分析、参数调整和现场试验,不断优化爆破网络,最终形成了中层抽槽爆破网络(图2)。采取的技术措施有:

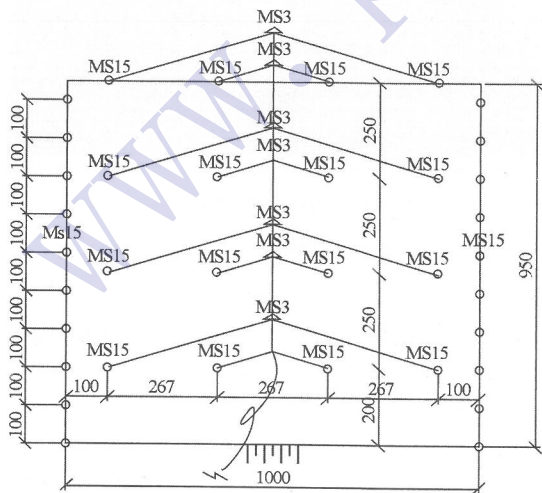


图2 中层抽槽爆破网络图

(1) 针对中层抽槽两侧保护层留置的宽度不够、有拉裂保护层、影响保护层成形效果的情况出现,通过采取周边增加一排预裂孔或缓冲孔的方式进行试验,并对周边孔的装药参数及孔距进行了调整,通过多次试验,采取预裂爆破,将周边孔的间距调整为1m,采取间断不耦合装药的方式进行爆破,有效地解决了中层抽槽、两侧保护层留置宽度不够、药量过大拉裂保护层的现象。

(2) 针对爆破容易出现拒爆、残爆的情况,增加了现场施工的安全风险,降低了施工效率,我们采取了多次优化爆破的联网方式、装药结构。通过多次试验,采取孔外延时、孔内统一装15段毫秒雷管、孔外采用两孔一联用3段毫秒雷管进行叠加的方式,一方面保证了整个爆破网络的稳定可靠,另一方面有效地降低了单响药量;针对爆破后容易出现大块石的情况,主要对布孔方式、装药结构进行了调整,通过试验确定,主爆孔采取2.5m×2.67m的间排距,主爆孔孔内(孔深5.5m)装药采取两段装药的方式,减小了线装药密度,将炸药沿主爆孔高度均匀布置在孔内,避免了主爆孔上部无炸药或药量少、出现大块石的现象。

(3) 针对前期出现的质点振动速度超标情况,主要对单孔装药量、线装药密度、总装药量、网路连接等进行了试验,采用单孔药量12kg(6节,70药卷),将总装药量控制在300kg以内,单响药量不大于24kg(两孔一响),通过对相关参数进行调整后,质点振动速度大幅降低,满足了规范要求。

(4) 针对圆形断面底拱超欠挖不容易控制的现象,采用YT-28型手风钻钻孔,采用5m长的钻杆、造孔深度为3.2m,利用长钻杆的挠度避免了气腿钻因机械构造限制造成的技术超挖或错台;采取周边孔的孔距按照不大于50cm进行控制,孔内装直径25mm的药卷,不耦合间断装药。经过参数调整,确保了基本没有欠挖,将平均超挖控制在9cm以内,减少了后期回填混凝土的量,节约了投资。

5 效果分析

- (1) 各部位超欠挖控制情况见表1。
- (2) 质点振动监测数据见表2。质点振动监

测波速最大通道波形图见图3。

根据长江勘测设计院物探部的监测报告,参

数调整后的爆破质点振动监测数据均满足 < 12 cm/s 的规范要求。

表1 泄洪洞中下层保护层开挖断面检测情况统计表

工程部位	断面数	总点数	欠挖值	平均超挖值 /cm
1#泄洪洞 K0 + 228 ~ K0 + 236 中层	8	160	无	8.2
1#泄洪洞 K0 + 228 ~ K0 + 236 下层	8	204	无	9.2
2#泄洪洞 K0 + 218 ~ K0 + 228 中层	10	196	无	8.1
2#泄洪洞 K0 + 218 ~ K0 + 228 下层	10	239	无	8.4

表2 泄洪洞中下层开挖质点振动监测情况统计表

工程部位	测点布置数	最大值 /cm · s ⁻¹
1#中层抽槽 K0 + 432 - K0 + 440	5	11.06
1#中层保护层 K0 + 283 ,2#底拱保护层 K0 + 274	5	7.5

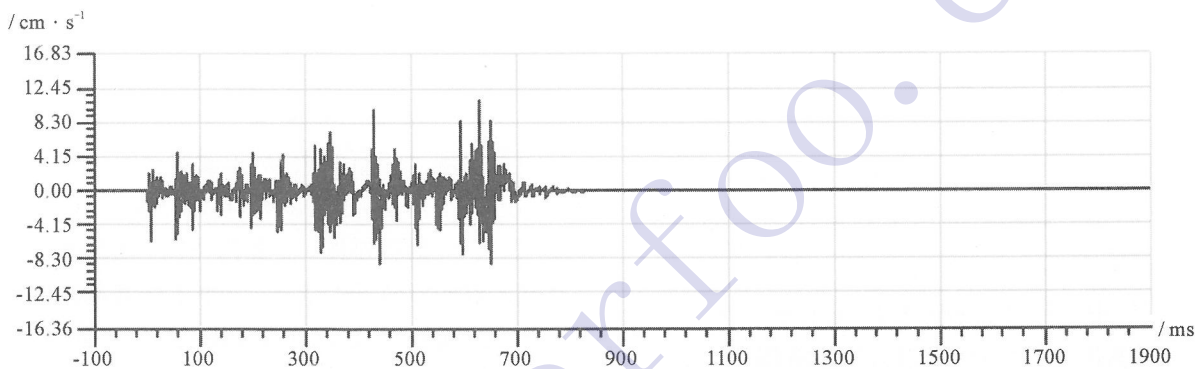


图3 X通道爆破质点振动监测波形图

(3)中下层开挖形象照片见图4、5。



图4 3#泄洪洞 K1 + 110 段中层保护层开挖效果

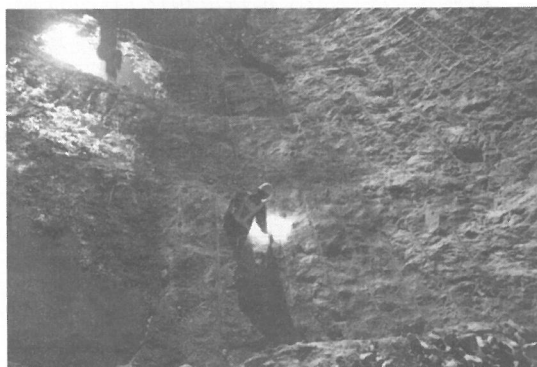


图5 3#泄洪洞 K1 + 084 段底拱开挖效果
险救援打下了坚实的基础。

6 结 语

通过对乌东德水电站泄洪洞圆形有压洞中下层爆破开挖网络技术参数进行调整,从技术上保证了爆破施工的安全,有效地控制了超欠挖,节约了投资,对同类施工项目具有一定的指导意义;同时,参与练兵的官兵也从这一实践过程中对爆破施工技术有了更深入地了解与掌握,为下一步抢

作者简介:

赵朋斌(1985-),男,陕西商洛人,工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

陈俊松(1976-),男,湖北钟祥人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)