

长潭岗水电站拱坝坝肩基础保护开挖

16
54-55.68

肖功伟, 向红

(凤凰县水电局, 湖南凤凰 416200)

TV642.42

TV542

摘要:针对长潭岗水电站大坝坝肩基础开挖施工面狭窄、垂直开挖高度大、交通不便、质量要求高、不宜使用大中型钻孔设备钻孔等特点,采用手风钻钻孔,将预裂爆破、梯段爆破、微差爆破等深孔爆破技术的一般原理和方法,综合应用于小孔径浅孔,在梯段范围内一次性毫秒微差爆除开挖体,具有良好的保护开挖效果和显著经济效益。主要介绍了该工程爆破参数选择,钻孔与装药施工要点,起爆网络设计布置,爆破效果评价等。

双向开挖

关键词:坝肩基础开挖;预裂爆破;梯段微差爆破;爆破参数;爆破施工;长潭岗水电站

中图分类号:TV644

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2000)04-0054-02

长潭岗水电站工程是沱江流域的龙头水利工程,以发电为主,兼顾沿河防洪和工农业用水。水库库容9970万 m^3 ,电站装机 $3 \times 4000 \text{ kW}$,年均发电量3725万 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。水库大坝为150号小石子混凝土砌石双曲拱坝,坝顶泄洪,坝高87.6m,坝顶厚5m,坝底厚15m,大坝厚高比0.17。坝肩建基面为一扭曲面,平均开挖宽12m,平均开挖厚11.6m,开挖最大高度93m,开挖方量2.6万 m^3 。

1 工程地质条件

长潭岗水电站位于廖家桥—千工坪向斜,向斜轴向 $10^\circ \sim 20^\circ$,坝肩部位出露岩层为寒武系比条组上统中厚—厚层状泥纹灰岩及夹薄层状泥质灰岩,饱和抗压强度为39~133.5 MPa,弹性模量为26.1~82.2 GPa。岩层倾向河上游,倾角 $10^\circ \sim 26^\circ$,层理、节理较发育,岩层分层明显,层面之间为铁泥质充填或无充填,岩层裂隙和溶洞较发育。

2 开挖要求及开挖方法选择

大坝设计对基础开挖提出了较高要求。

a. 在质量上,必须保证开挖面平整完好,基岩不受损伤,无松动浮石、危石,无超欠挖,尤其是坝端建基面要严格沿设计扭曲面成型,能满足建筑结构尺寸和力学要求。

b. 在经济上,必须最大限度减少基础开挖工程量及开挖面撬凿,清理工作量,节省爆破器材,降低造价。

c. 在时间上,必须尽量加快施工进度,缩短工

期。同时考虑到坝肩基础开挖高度大、坡度陡、交通不方便、施工面狭窄,仅 $70 \sim 200 \text{ m}^2$,不宜采用大中型钻孔设备。

基于此,参照大孔径深孔预裂、梯段、微差等爆破技术的一般原理和方法,结合本工程实际情况,经过现场实验加以改进、创新,形成与本工程开挖要求、钻孔设备、施工条件相适应的小孔径浅孔预裂、梯段、微差爆破技术,并将各项技术联合应用,对开挖体周边沿设计开挖面进行预裂,对开挖体主炮孔采用小梯段分排毫秒微差起爆及预裂孔与主炮孔之间毫秒微差起爆,在梯段范围内一次性毫秒微差爆除开挖体。

3 爆破参数选择

3.1 选择爆破参数的原则和方法

本工程选择爆破参数的原则是:首先根据深孔预裂、梯段、微差爆破选择参数的一般原则和方法,结合本工程钻孔设备情况、施工场地情况、开挖要求和目的、岩石力学性质和地质特点、爆破技术组合种类、爆破器材特性等,由经验公式初算爆破参数^[1,2],再经过5次以上具体实验,根据实验情况分析确定各参数,施工中根据局部地段情况的变化,对个别参数进行调整。

3.2 预裂爆破参数

a. 孔径 d 和孔深 H 。采用手风钻钻孔,根据坝肩地质情况,经实验选取经济合理的孔径和孔深; d 为40mm, H 为1.5~2.5m。

b. 孔距 a 和孔距系数 n . 根据孔径、岩石力学性质和地质结构特点取 a 为 40~60 cm, n 为 10~15.

c. 线装药密度 q 和单位用药量 c . 根据孔径、孔距、岩石性质、炸药特性等取 q 为 110~200 g/m, c 为 0.1~0.6 kg/m³.

d. 药卷直径和不偶合系数 β . 选用乳胶炸药, 药卷就地加工, 根据孔径和线装药密度取药卷直径为 20~25 mm, β 为 2~1.6.

3.3 主炮孔梯段微差爆破参数

a. 孔径 d' 和孔深 H' . 本工程采用的是预裂孔与主炮孔一次性微差起爆的开挖方法, 因此, 主炮孔即梯段微差爆破孔的孔径和孔深与预裂孔一致:

$$d' = d = 40 \text{ mm}$$

$$H' = H = 1.5 \sim 2.5 \text{ m}$$

b. 底板抵抗线 w_1 和孔径系数 k . 根据孔径、岩石性质、梯段高度等确定: w_1 为 110~140 cm, k 为 27.5~35.0.

c. 排距 w_2 、孔距 a' 和密集系数 m . 本工程采用的是小梯段多排孔排间毫秒微差起爆, 排距选择与底板抵抗线相同. 孔距根据排距、梯段高度、孔径、岩石性质确定, 并尽量控制 $w_2 \times a'$ 为常数. 对于与预裂面相邻的主炮孔, 其孔位至预裂面的距离为设计孔距或排距的一半.

$$w_2 = w_1 = 110 \sim 140 \text{ cm}$$

$$a' = 160 \sim 125 \text{ cm}$$

$$m = 1.1 \sim 1.2$$

d. 单孔装药量 Q 和单位用药量 C' . 根据梯段高度、排距、孔距、岩石性质、炸药特性确定: Q 为 0.8~2.4 kg/孔, C' 为 0.3~0.5 kg/m³.

4 爆破施工要点

4.1 钻孔

采用带气腿手风钻钻孔. 首先根据设计参数用油漆标出孔位和钻孔深度. 钻孔时, 用气腿固定, 做到准、正、直、齐. 对于建基面预裂孔, 严格控制其与坝端设计扭曲面一致, 具体操作时, 为便于开钻, 控制孔口离开设计开挖面 15 cm 左右, 孔底落在设计开挖面上. 对于上、下游边非建基面预裂孔, 在满足开挖边坡稳定的情况下, 控制开挖的整体坡度在 1:0.1 左右. 主炮孔即梯段微差爆破孔, 主要是控制孔位准确, 垂直钻进, 钻孔深与设计孔深一致.

4.2 装药

预裂孔装药示意图如图 1 所示. 选用乳胶炸药, 采用间隔装药法, 由导爆索起爆炸药. 装药时, 将分好的乳胶炸药包贴于导爆索上并绑扎在竹片上, 轻轻放入炮孔. 控制药卷直径为 20~25 mm, 药卷中心

距小于 25 cm, 底部装药是线装药密度的 2 倍, 孔口留 50 cm 不装药, 用炮泥堵好孔口.

梯段微差爆破孔选用普通硝胺炸药, 根据每孔设计用药量, 从孔底开始连续装药, 药卷直径和孔径相同, 孔口用炮泥堵好. 梯段孔由导爆管起爆, 导爆管必须插入炸药二分之一深度.

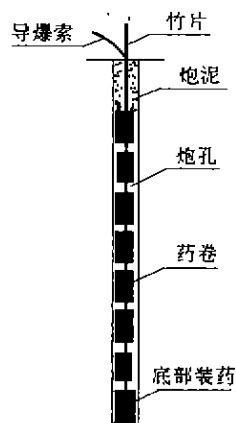


图 1 预裂孔装药示意图

4.3 起爆网络布置

根据坝肩基础开挖要求, 起爆网络应满足如下条件: ①开挖体周边沿设计开挖面预裂爆破, 保证开挖面基岩不受损伤; ②预裂孔与第一排梯段孔之间毫秒微差起爆, 达到先预裂后开挖并一次性完成的目的; ③梯段孔排与排之间毫秒微差起爆, 从而减轻爆破震动效应, 增加临空面, 提高爆破效率. 由此, 整个网络采用分排顺序联接法. 如图 2 所示, 预裂孔由导爆索起爆, 梯段孔由导爆管起爆. 由不同段别非电毫秒延期导爆管控制预裂孔及梯段孔起爆时间差. 起爆次序为: 导火线→火雷管→非电毫秒延期导爆管→周边预裂孔→第一排梯段孔→第二排梯段孔……第 N 排梯段孔.

起爆延期时间差主要根据岩石性质、孔网参数、爆破器材特性、爆破目的、网络安全等因素确定. ①保证预裂效果; ②保证梯段孔爆破彻底, 爆破破碎; ③控制同时起爆药量, 减轻震动效应; ④保证网络安全, 不得提前起爆或迟爆, 防止飞石砸坏网络. 经实验, 预裂孔与第一排梯段孔之间的起爆时间差为 150 ms, 梯段孔排与排之间的起爆时间差为 50~120 ms.

5 爆破效果

5.1 爆破质量

从预裂爆破情况看, 手风钻操作灵活, 钻孔方向控制比较好, 建基面基本上沿设计扭曲面成型, 无超欠挖. 非建基面坡度在 1:0.1 左右. 孔与孔之间无硬坎, 平整度高, 孔口段保持完好, (下转第 68 页)

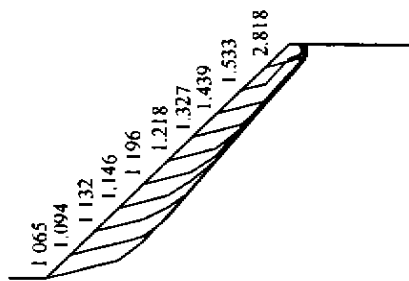


图 10 例 4 边坡 GCSF

4 结 语

以推力最大原理为基础的边坡 CSF 数值模拟过程简单明了,易编制程序,可方便灵活处理许多复杂岩土特性如不均匀性、不连续性、各向异性等;无需设定初始面,计算结果唯一,且能保证得到全局上最优的临界滑动面及最小安全系数。

参考文献:

- [1] 朱大勇,周早生.边坡全局临界滑动场(GCSF)理论及工程应用[J].土木工程学报,1999,32(3):66~72.
- [2] Castillo E,Revilla J.The calculus of variations and the stability of slopes[A].In:Proc 9th Int Conf on Soil Mechanics and Foundation Engrg, Vol. 2, Int Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering[C],1977. 25~30.
- [3] Duncan J M.State of the art: limit equilibrium and finite-element analysis of slopes[J].J of Geotechnical Engineering, 1996, 122(7):577~596.
- [4] 朱大勇.土体稳定性分析方法——临界滑动场法[D].南京:南京工程兵工程学院,1999.
- [5] Donald I, 陈祖煜.边坡稳定性分析的塑性力学上限解.第一部分:基本原理和方法[Z].水利水电科学研究院,1994.
- [6] 朱大勇,钱七虎,周早生,等.岩体边坡临界滑动场计算方法及其在露天矿边坡设计中的应用[J].岩石力学与工程学报,1999,18(5):567~572.

(收稿日期:1999-11-16 编辑:熊水斌)

(上接第 55 页)

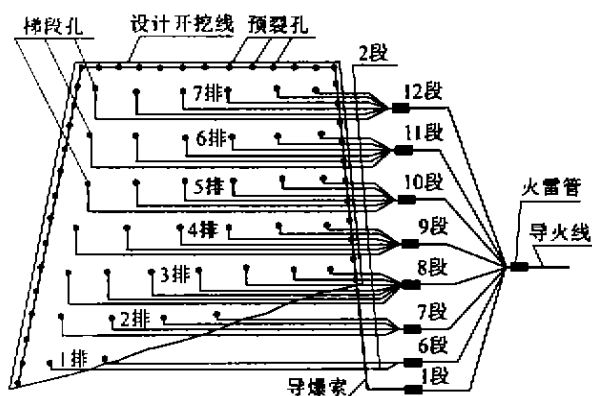


图 2 坝肩基础开挖起爆网络示意图

95%以上的孔留有半孔痕迹。预裂面基岩无损伤、无裂缝、无松动浮石。岩溶风化破碎地段预裂面整体成型规则,原风化裂隙没有被“撕裂”。梯段微差爆破孔爆破彻底,爆碴破碎,堆碴集中,无超爆或硬坎,有利清碴和下一梯段钻孔。

5.2 效益分析

从施工情况看,具有显著的经济效益和社会效益:①不用购置大中型钻孔设备,节省设备费 50%,节省运行管理费用 40%;②与传统方法比较,节省钻孔工作量 45%,节省爆破器材 30%;③严格按设计开挖线开挖,无超欠挖,非建基面开挖边坡仅 1:0.1 左右,减少基础开挖方量 50%,减少坝端混凝土垫层 40%;④左右岸工作面轮流作业,避免工作干扰误工 20%,爆碴破碎,堆积集中,抛投方向准

确,减少清碴工作量 50%,开挖面完好无损伤、无浮石,减少人工撬凿、清理工作量 95%;⑤采用一次性毫秒微差爆破技术,加快了施工进度,提前工期 2 个月;⑥新方法、新材料的应用,无飞石、无危石,有利施工安全和运行管理安全;⑦将多种爆破技术各取所长综合应用,特别适用于拱坝坝肩扭曲面的成型及小转角、小型抽槽和岩溶破碎带的基础保护开挖,促进了先进保护爆破技术在中小型工程中的应用。

参考文献:

- [1] 马乃耀,王中黔,史雅语,阎玉山.爆破施工技术[M].北京:中国铁道出版社,1985.
- [2] 武汉水利电力学院,成都科学技术大学.水利工程施工[M].北京:水利出版社,1980.

(收稿日期:1999-01-11 编辑:张荣安)

