

预裂爆破技术在苏布雷水电站特殊部位的应用

李 科

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川 成都 610066)

摘 要:苏布雷水电站控制爆破主要采用预裂和预留保护层开挖两种方式。以该电站基坑开挖中的凸角和凹角等特殊位置的预裂爆破为例,总结出针对特殊部位预裂爆破的经验,可供类似工程参考。

关键词:苏布雷水电站;预裂爆破;施工技术

中图分类号:TV7;TV52;TV542 文献标识码: B 文章编号:1001-2184(2019)03-0055-03

Application of Presplit Blasting Technology in Special Parts of Soubre Hydropower Station

LI Ke

(Sinohydro Bureau 5 Co., LTD, Chengdu, Sichuan, 610066)

Abstract: Presplitting and reserving protective layer excavation are two main methods of controlled blasting adopted in Soubre Hydropower Station. Taking the presplit blasting at special parts such as convex and concave corners in the excavation of the foundation pit of the power station as an example, the experience of presplit blasting at special parts is summarized for the reference of similar projects.

Key words: Soubre Hydropower Station; presplit blasting; construction technology

1 概 述

苏布雷水电站位于科特迪瓦西南部萨桑德拉河中下游河段纳瓦(Nawa)瀑布附近。工程采用EPC总承包管理模式,是目前科特迪瓦最大的水电工程。苏布雷水电站最大坝高 20 m,大坝全长 4.5 km,水库总库容 8 300 万 m³,总装机容量为 27.5 万 kW,年发电量 1 038 GWh。

苏布雷水电站石方开挖工程量约 220 万 m³,控制爆破主要采用预裂和预留保护层开挖两种方式,岩石以花岗岩、花岗片麻岩为主,抗压强度为 50~80 MPa。电站取水口石方开挖量为 3.2 万 m³,厂房和压力钢管区域石方开挖量为 40 万 m³,尾水渠石方开挖量为 165 万 m³,溢洪道石方开挖量为 6.7 万 m³。

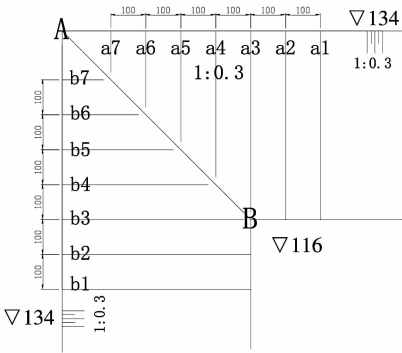
2 特殊部位预裂孔的设计

苏布雷水电站厂房基坑石方开挖工程量约 40 万 m³。原始地面高程为 140 m,集水井底部高程为 77 m,主机间基础高程 85.5 m,安装间高程 115 m。

厂房基坑开挖深度约 63 m,发电机层(高程

115 m)以上覆盖层边坡开挖坡比为 1 : 1.5,岩质边坡开挖坡比为 1 : 0.3,发电机层以下边坡采用直立边坡。上部由残积红粘土层组成,中下部主要由花岗岩、花岗片麻岩组成,边坡稳定性较好。

垂直边坡采用预裂爆破的方式,质量控制效果较好。对于坡比为 1 : 0.3 的边坡预裂爆破如何控制好坡面质量,减少预裂孔底部的超欠挖难度较大,斜坡面相交形成的凹角与凸角部位的质量控制更是难点中的难点。项目部技术人员在查阅了相关资料后拟定了以下预裂孔设计方案。



图中单位高程:m,其他单位:cm

图 1 凹角部位预裂孔设计方案

收稿日期:2019-05-08

(2) 钻孔直径 D 。钻孔直径根据钻机钻头直径确定。选用 D7 钻机,其钻孔直径为 90 mm。

(3) 底板抵抗线 W_1 及最小抵抗线 W 。底板抵抗线 W_1 :底板抵抗线是影响爆破效果的一个重要参数,过大的底板抵抗线会导致根底多、大块率高的结果。过小的底板抵抗线不仅浪费炸药、增大造孔工作量,而且容易抛散岩块产生飞石而造成危害。

按台阶高度计算: $W_1=(0.6\sim0.9)H$
按炮孔直径计算: $W_1=nD$
式中 n 是与岩石坚硬度有关的系数,一般 $n=20\sim40$;硬岩取小值,软岩取大值, $D=0.09\text{ m}$ 。

经计算可知底板抵抗线 $W_1=3.6\sim5.4$ 。
最小抵抗线根据里恰特介绍的计算方法: $W=(20\sim40)d$,式中 d 为药卷直径。取 $W=(20\sim40)d=(140\sim280)\text{ cm}=(1.4\sim2.8)\text{ m}$ 。

(4) 超钻深度 h 和钻孔深度 L 。
超钻孔深根据《水利水电工程施工手册》公式 $h=(0.12\sim0.30)H$ 确定。
取 $h=12\% H$ 。

钻孔深度根据公式 $L=(H+h)/\sin\alpha$ 进行计算。式中 α 为钻孔角度。

(5) 炮孔间距 a 。根据公式 $a=mW$ 确定。式

中 m 为炮孔邻近系数,一般取 $0.8\sim1.4$ 。
计算时采用兰格弗尔斯《岩石爆破现代技术》或古斯塔夫松《瑞典爆破技术》中的公式 $a=1.25 W$,故 $a=1.25\times(1.4\sim2.8)m=(1.75\sim3.5)\text{ m}$ 。取值: $a=2.8\text{ m}$ 。

(6) 炮孔排距 b 。根据 $b=W$ 或 $b=0.866a$ 确定,取 $b=2.4\text{ m}$ 。
(7) 装药长度 L_1 。

根据公式 $L_1=\frac{Q}{q_1}=\frac{10\,000\,Q}{7.85\,d^2\Delta}$
式中 L_1 为装药长度, m ; Q 为每孔装药量, kg ; q_1 为每延米药包的质量, kg/m ; Δ 为装药密度, kg/dm^3 。

(8) 堵塞长度 L_2 。根据 $L_2=(20\sim40)D=(1.52\sim3.04\text{ m})$ 确定,当 L_2 小于 $0.75 W_1$ 时,需调整 W_1 或 a 值后重新计算装药量。

(9) 缓冲孔参数。缓冲药包直径小于梯段爆破中主爆孔的药包直径,一般为主爆孔药径的 $1/2\sim2/3$,底部 $1\sim2\text{ m}$ 药包直径同主爆孔,上部 $1\sim2\text{ m}$ 视炮孔至预裂缝面的距离而定。距离近则布置小直径药包。单孔药量为主爆孔的 $1/2\sim2/3$ 。缓冲孔孔距应不小于抵抗线,孔距定为 $1.5\sim2.5\text{ m}$ 。爆破参数计算结果统计汇总情况见表 3。

表 3 爆破参数计算表

序号	类型	设计钻孔深度 /m	钻孔直径 /mm	钻孔角度 /°	孔深 /m	孔距 /m	排距 /m	药卷直径 /mm	堵塞长度 /m	底部装药量 /g	线装药密度或单耗	备注
1	预裂爆破	2~5	90	90 或设计角度+3	超深 10% 且不大于 1	1	\	32	0.8	500~1 000	500 g/m	
2		5~10	110			1	\	32	1	1 000~1 500	500 g/m	
3		10~20	110			1	\	32	1.5	1 500~2 500	500 g/m	
4	缓冲孔	同主爆孔	90	60~75	同主爆孔	1.5	\	50	1.5	\	0.35 kg/m ³	
5	主爆孔	8	90	90	9	3	2.5	70	1.8	\	0.6 kg/m ³	
6		6	90	90	7	2.8	2.4	70	1.5	\	0.69 kg/m ³	
7		4	90	90	4.5	2.5	2	70	1	\	0.9 kg/m ³	
8		0.6~1	36	\	1.2	1	0.8	32	0.4	\	1.5 kg/m ³	

说明:预裂孔一次钻至设计深度,主爆孔分台阶依次开挖至设计深度。起爆时先起爆预裂孔,再起爆主爆孔。

4 爆破效果及经验总结

爆破开挖后检查发现,预裂爆破效果较好,预裂轮廓面成型规则,边坡面平整,不平整度小于 15 cm,超挖控制在 15 cm 以内,岩壁上半孔保留率达 90% 以上,围岩只有轻微破坏,岩壁上局部存在微小的爆破裂隙。经多次试验论证,苏布雷水电站石方预裂爆破得出以下结论:

(1) 预裂孔的开孔位置:向结构边线外侧偏移

10~15 cm,以减少后期欠挖处理的工作量。
(2) 预裂孔深在 15~20 m 之间时,开孔角度应增加 3°。例如,坡比为 1:0.3 的预裂孔,设计角度为 73°,实际钻孔角度应调整为 76°。

作者简介:
李 科(1984-),男,河南济源人,项目总工程师,高级工程师,从事水利水电工程项目管理与施工技术工作。

(责任编辑:李燕辉)