

预裂爆破在仙居抽水蓄能电站基坑边坡开挖中的应用

阮新,王川洋

(中国人民武装警察部队水电第五支队,江苏 常州 213135)

摘要:为严格控制边坡开挖轮廓,仙居抽水蓄能电站基坑边坡开挖采用了预裂爆破控制技术。在基坑边坡开挖施工过程中,通过对预裂孔的测量放样、钻孔、装药、起爆等工序及爆破参数控制,最大限度地克服了地质环境等不利客观因素,使高边坡坡面平整、稳定,无超欠挖问题,取得了预期的爆破效果。

关键词:预裂爆破;边坡开挖;基坑;仙居抽水蓄能电站

中图分类号:TV542

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2014)S1-0036-03

1 工程概况

浙江仙居抽水蓄能电站位于浙江省仙居县湫山乡境内,为日调节纯抽水蓄能电站,安装4台375 MW立轴单级混流可逆式水轮发电机组,总装机容量为1 500 MW,年平均发电量为25.125亿kW·h,年平均抽水电量32.63亿kW·h^[1]。电站对外交通便利,距台州、金华公路里程分别为136 km和138 km。

枢纽工程主要由上水库、输水系统、地下厂房、地面开关站及下水库等建筑物组成。上水库由一座主坝、一座副坝及库周山岭围成,总库容1 294万m³。主坝和副坝均为混凝土面板堆石坝,坝顶高程679.20 m,主坝坝顶长265.16 m,最大坝高86.7 m;副坝坝顶长222 m,最大坝高59.7 m。输水系统采用一洞两机的布置方式,上、下库进/出水口高差456 m,上、下库进/出水口之间输水管道总长度为2 216.9 m(3号机输水系统,下同),其中引水系统长1 216.2 m,尾水系统长1 000.7 m。地下厂房洞群包括主副厂房洞、主变洞、母线洞、尾闸洞、500 kV出线洞等。下水库利用已建下岸水库,新增一泄放洞,全长791 m,隧洞内径7.4 m。

2 爆破方法选择

仙居抽水蓄能电站基坑边坡开挖要求严格控制轮廓,为减弱对保留岩体的破坏并形成平整的坡面,减少超欠挖问题,选择岩石控制爆破。预裂爆破与光面爆破都是控制轮廓成形的爆破方法^[2]。

预裂爆破是沿预定的爆破边界按一定的间距密集布置一排炮孔,采用不耦合装药或使用低威力炸药,在主爆区起爆之前引爆,从而在爆区与保留区之间形成预裂缝,使炸药爆炸时的冲击波到达预裂面时被反射、扩散、扰动和吸收,破坏能力大大削减,避免或大为降低主爆孔爆破对边坡岩体的松动破坏并形成平整轮廓面,提高边坡稳定性的技术。光面爆破是沿边界布置密集炮孔,采取不耦合装药或装填低威力炸药,在主爆区之后起爆,以形成平整轮廓面的爆破技术。由于光面爆破在主爆区起爆之后爆破,防震及防裂缝深入保留区的能力较预裂爆破弱,爆破效果较差,故选择预裂爆破对基坑边坡进行开挖。

下面以仙居抽水蓄能电站基坑右边坡EL185~EL172开挖为例,介绍高边坡预裂爆破作业过程。

3 边坡预裂爆破施工过程

3.1 测量布孔

首先将边坡开口线1 m范围内的浮渣清理干净至基岩,然后根据设计的开口线放样,每3 m取一点,至少取3个点以上,用细线拉出开口线。钻孔设备为YQ-100B潜孔钻,孔径为110 mm,孔间距宜取7~10倍钻孔直径,由于岩质坚硬,取较小倍数,本工程取80 cm。在开口线上每隔80 cm取一点,作为炮孔中心点。

3.2 钻孔作业

右边坡EL185~EL172坡比为1:0.75,边坡倾角为 α ,则 $\tan\alpha=1/0.75$,使用钢管搭设辅助轨道。

作者简介:阮新(1988—),男,湖北黄冈人,助理工程师,主要从事水电站建设管理工作。E-mail: 529946678@qq.com

高差 $H=13\text{ m}$,超挖 30 cm ,则孔深 $L=H/\sin\alpha+0.3$ 。

由于地表不平整,可根据每个孔的实际高差来调整孔深。当钻孔深度大于 15 m 时,钻杆易发生偏移,故可根据实际情况对角度进行调整。

a. 钻孔支架安装:支架用排架管沿开挖坡顶线架设,支架两侧的纵向钢管保持水平或相同坡度,便于钻机安装及就位准确,各交接点均用管扣连接。

b. 钻机安装:根据所标示的开挖坡顶线,将开挖边坡面顺延至支架横管上并做出标记,首先安装纵向定位钢管 1、定位钢管 2,并保持定位钢管 1、2 平行。架立钻机后,用管扣固定钻机点脚,按照设计坡比调整钻机倾角至满足设计要求并用管扣固定钻机支腿。在钻机运行前安装好支撑管。按照设计好的预裂孔孔距以第一孔钻机点脚、支腿与相应的定位钢管接触点为起点在定位钢管上做出标记,作为以后各孔的安装位置。

c. 钻孔:将钻孔开眼位置处理好后,钻孔钻进 10 cm 即钻孔定位后,检查钻孔支架是否变形、移位,钻机倾角是否与设计一致,若有变化,立即停机调整至满足设计要求。在钻孔过程中,注意其地质变化情况,并做好记录,以便对装药作相应的合理调整。

3.3 装药

爆破参数的选择和控制直接影响到最终的爆破效果,主要考虑不耦合系数、线装药密度和装药结构、堵塞长度及单响药量。

3.3.1 爆破参数的计算

基坑开挖过程主要使用直径为 32 cm 和 70 cm 的乳化炸药,药包的质量分别为 0.2 kg 和 2 kg 。预裂孔径为 110 mm ,故不耦合系数为 $110/32=3.44$,在 $2\sim4$ 之间。炸药单耗约为 $0.15\sim0.25\text{ kg/m}^3$,软岩取小值,硬岩取大值^[3]。

线装药密度根据以下经验公式^[4]计算:

$$Q=0.042\sigma\times0.5a\times0.6$$

式中: σ 为岩石极限抗压强度; a 为炮孔间距。表 1 为线装药密度的适用条件。

表 1 线装药密度经验值

线装药密度/($\text{g}\cdot\text{m}^{-1}$)	适用条件
200~220	节理裂隙发育、软岩
250~280	节理裂隙不发育、中硬岩
300~350	硬岩及炮孔充水

3.3.2 装药结构

孔底部 $0\sim0.2L$ 范围加强装药(表 2),将直径 70 cm 炸药沿纵剖开两半,连续装药,用胶带绑在竹片上,确保药包能包裹导爆索。中部正常装药部段长度为 $0.5L$,施工时人工将直径 32 mm 药卷沿纵轴平分二,每份重 100 g ,根据线装药密度,计算得

出相邻药卷间隔,药卷与竹片用胶布或扎丝绑扎结实,以免药卷在随竹片搬运的过程中脱落,距孔口 $0\sim0.3L$ 作为减弱装药和堵塞段。堵塞时先用塑料袋或编织袋放入堵塞段的下部,再回填钻屑,要使装药段保持空气间隔。装药结构见图 1。

表 2 底部线装药密度增加系数

孔深 L/m	<5	5~10	>10
底部线装药密度增加系数	1~2	2~3	3~5

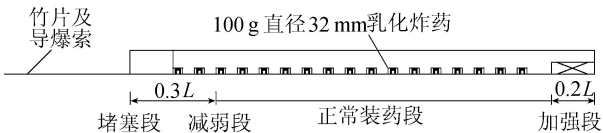


图 1 装药结构示意图

3.3.3 起爆网络

为控制爆破地震波在时间和空间上分离,减小对边坡的损伤,需要根据单响药量对预裂孔进行分组起爆,每组总药量不超过 50 kg ,每 $10\sim15$ 个孔一组由导爆索连接起爆,组与组之间使用 $\text{MS7}\sim\text{MS15}$ 非电毫秒微差雷管进行连接。

为保护未开挖岩体不受到较大的损伤,在爆破区与未爆破部分交界处增加一排缓冲孔,间距为 2.0 m 、孔径 110 mm ,缓冲孔与预裂孔用雷管连接。预裂孔先于缓冲孔和主爆孔起爆,根据经验预裂孔应先于相邻炮孔起爆时间不得小于 100 ms 。

3.4 爆破安全质量控制

在装药前将孔口周围的松散石碴清理干净,以免石碴落于孔内,导致孔内装药结构发生变化而在孔口形成爆破漏斗效应产生爆破飞石。

根据预裂爆破的实际部位及附近各建筑物的结构,控制最大单响药量,确定同时起爆的联网孔数。

预裂爆破质量保证措施^[5]:①根据现场岩石的岩性和地质条件进行孔间距及装药量调整;②认真仔细地测量放样,确保预裂线及炮孔位置准确;③做好预裂线周围场地的平整,以确保钻机机械在良好的环境下施钻,保证孔位和角度的准确;④开始钻进 $5\sim10\text{ cm}$ 时,就对钻孔的方向、倾角等进行检查,若有误差及时纠正,以后每钻进一定距离,检查一次,如有误差及时纠偏,直至终孔;⑤预裂孔采用不偶合间隔装药,药卷按设计绑在竹片上,通孔放置,竹片紧贴保留岩体一侧。

4 结 语

从爆破效果(图 2)来看,部分边坡产生闭合微缝,未形成贯通的预裂缝,部分边坡预裂缝未沿设计开口线贯通,造成欠挖,且孔顶部半孔遭到破坏。通

过分析原因如下:一是地质条件复杂,未能根据岩石性质合理确定装药量;二是堵塞长度不够,导致孔顶遭到破坏。



图2 爆破效果

预裂爆破的关键是要形成完整的贯通预裂缝,以有效地屏障主爆孔和缓冲孔的破坏作用,生产实践证明,如果设计不当,预裂爆破在致密、坚硬的岩石中难以形成贯通的预裂缝,而当其在松软、破碎的岩层中起爆时,预裂作用不是在预裂面起作用,而是沿邻接预裂孔的裂隙、节理、弱面扩散,使边坡面结

构受到破坏。因此,要根据岩石结构性质,合理确定预裂爆破参数,严格控制爆破施工工序,才能取得理想的爆破效果。

参考文献:

[1] 王家鹏,付纪,王军辉. 仙居抽水蓄能水电站特殊部位开挖爆破施工技术探讨[J]. 水利建设与管理,2012(8): 23-26.
[2] 税承慧. 边坡预裂爆破中的减震措施[J]. 采矿技术, 2003(1):58-60.
[3] 中国工程爆破协会. 爆破设计与施工[M]. 北京:冶金工业出版社,2012.
[4] 中国工程爆破协会. 工程爆破理论与技术[M]. 北京:冶金工业出版社,2003.
[5] 陈卫安. 喜河水电站工程 C05 标右岸 325 ~ 358.5 石方开挖技术总结[J]. 黑龙江科技信息,2009(28): 294-294.

(收稿日期:2014-07-04 编辑:熊水斌)

· 简讯 ·

美国水文化研究所及其水文化研究动态

由 David Groenfeldt 于 2009 年创办的水文化研究所 (Water-Culture Institute) 是一家位于美国新墨西哥州圣达菲的水文化研究机构。该研究所的研究者认为人们对河流、湖泊、泉水和地下水的管理应建立在可持续发展的基础上,这种理念可以通过以下 3 种途径实现:①应用尊重自然权利的本土智慧和传统文化;②研究与水管理相关的伦理和价值系统;③鼓励广泛的利益相关者参与到水决策中。只有吸收本土印第安人智慧和西方传统伦理精华,自然的需要优先于人们短期的欲望,才能实现水与人类的和谐发展。他们的研究主要围绕下面 4 个主题展开:

a. 河流的权利。长久以来,自然河流为人类提供了饮用水、食物和航道;人类干预后的河流为人们提供了电能、更加顺畅的水运和城市与农场的水供给。但河流是否也拥有自身的权利呢?最近的河滨生态系统研究表明:洪水之类的河流自然过程对流域的土地和野生动物的健康至关重要。因此把河流当作有内在价值的个体来对待应该是实现河流可持续化管理的最理性手段。

b. 水使用伦理。大规模工业化的食品生产比小农场、本地化的食品生产总耗水量大得多。煤炭和金属等矿藏的开采造成水污染,水坝严重改变了水生态系统。当人们利用相关产品的时候,实际上也在消耗水。什么才是负责任的水使用行为?使用多少和为何种目而使用才合乎水伦理要求呢?

c. 水管理。水管理所体现的价值取决于谁来做决定和这些做决定的人代表谁的利益。当商业利益在水决策中占主导地位时,相关决策只代表相关商业活动受益者的利益。合乎人类良知和水伦理的水管理设计能够为多重利益冲突各方提供一个沟通平台,监督制衡式的水管理能够把水生态系统从追逐短期利益的环境破坏中拯救出来。

d. 本土印第安人与水。本土印第安人在水权、农业、水资源的可持续性和与水相关的环境、宗教和精神层面,都拥有自己独特的观念和文化。这种保存下来的传统观念体现了他们对水生态系统的认识。印第安人在获得传统上由他们控制的水资源方面面临多重挑战,在文化和精神上对水的理解被误解,或被占主导地位的西方社会忽视,这可能导致相关水体生态功能退化或者破坏。

水文化研究所围绕“将价值观念融入水政策中去”的活动主要包括:①发起格兰德河管理倡议,建立河流管理方面系统化、常规化的利益相关者的利益表达平台;②发起将价值赋予农业的活动,以新墨西哥州北部和印度东部的农业活动为例,从价值的视角来研究淡水的主要使用者;③建立水伦理网站 (<http://www.waterethics.org>),尝试激发宗教群体、环保拥护者、土著领导者等不同利益团体展开沟通、辩论和合作;④与联合国教科文组织和法国水科学院 (the Académie de l' Eau) 一起尝试制定水伦理宪章。

(楚行军编译自水文化研究所官方网站 (<http://www.waterculture.org>))