

大河口水电站边坡开挖施工中的预裂及光面爆破

王治明

(水电八局大河口施工局, 酉阳, 648818)

摘要 根据大河口电站的工程情况,在边坡开挖施工中采用了预裂及光面爆破,取得了预期的效果。本文介绍了爆破施工的总体规划、技术特点、爆破效果及存在问题。

关键词 大河口电站 边坡开挖 预裂爆破 光面爆破

1 地质情况及施工布置

大河口水电站枢纽布置在基本对称的“V”型峡谷中。坝区左岸355m以上为 $50^\circ \sim 60^\circ$ 的岩石边坡,355m以下是高约30m的陡崖;右岸410m以下均为悬崖峭壁,绝壁高85m;尾水预挖冲坑边坡相对较缓,均为 $50^\circ \sim 70^\circ$ 的陡坡。开挖后左岸坝肩将形成159.5m高的边坡,右岸坝肩亦高达108m。

大坝枢纽及预挖冲坑设计纵向开挖长度224.87m,由于两岸边坡陡而高,要求进行控制爆破成形的面积达 $31\ 000\text{m}^2$ 以上。

根据电站施工期的计划安排,枢纽部分基础开挖必须按期完成,而尾水预挖冲坑可适当滞后。就工程地质条件来看,左岸是最薄弱的部位。由于受 f_{306} , f_{306-1} ,以及 L_9 、 L_7 等裂隙的控制,岩体的卸荷裂隙极为发育。诸多地质弱面的组合,构成了左岸大面积岩体的不稳定性。在施工过程中曾发生了三次大塌方。右岸虽有 f_{313} 的切割,但其产状(倾山里)对边坡的稳定不会有大的影响,仅岩体的卸荷裂隙和节理面对边坡的岩体稳定产生一定影响。从总体看,左右岸坝肩的工程地质条件较预挖冲坑的差。据此我们将主要力量集中

在左右岸坝肩开挖上,并确定了左右岸坝肩用YQ-100型潜孔钻进行预裂爆破开挖,尾水预挖冲坑采用7655型手风钻光面爆破施工的总体规划方案。

2 左、右岸坝肩预裂爆破

根据左、右岸的地质特点,我们将其分为岩石较完整和地质弱面密集带两类地质条件,并将左岸与右岸的破碎带作为相同条件进行爆破设计。开挖图中设计的最大台阶高差21m,故最大预裂深度为20.5m。

2.1 预裂孔的孔间距(a)

预裂孔的造孔机械为YQ-100型电动潜孔钻,钻头直径为90mm。使用的炸药是垫江生产的 $\varphi 32\ 2\#$ 岩石铵梯炸药,实际装药的不偶合系数为3.1。 a 值的确定如下:

1. 地质弱面密集带:

$$a = (5.5 \sim 8)D \quad (1)$$

2. 岩体完整部位:

$$a = (9 \sim 11)D \quad (2)$$

式中 D 为钻头直径,90mm。

地质资料划分为:左岸340m以上,右岸开口第一层即394~420m以及359~328m属于地质弱面密集带。其余部位的岩体结构

相对完整。

2.2 装药量计算

在进行边坡开挖前,没有条件进行爆破试验,无该区的试验数据。在参数的选定上,部分参照了贵州普定电站的施工经验数据。以长科院的理论计算公式(3)作为计算依据。

$$\Delta_{\text{装}} = 0.36 \cdot [\sigma]^{0.63} \cdot a^{0.67} \quad (3)$$

式中 $\Delta_{\text{装}}$ ——预裂爆破线装药密度(g/m);
[σ]——岩体的极限抗压强度(MPa);
 a ——孔间距(cm)。

将公式(3)作为计算依据边施工边修改。实践表明,公式(3)计算所得药量偏大。最后将计算所得 $\Delta_{\text{装}}$ 的 80% 作为最终设计装药量。爆破表明,效果是理想的。

2.3 装药时孔内,孔间药量的分配

在确定了孔的线装药密度后,还必须视装药孔的深度将其分为若干段,然后进行药量分配,使其能有效地克制不同深度岩体的夹制作用,达到劈裂的目的。根据预裂深度将其分为:

1. 浅孔预裂 $h \leq 5\text{m}$ 时

$$\Delta_{\text{实}} = \Delta_{\text{装}}$$

2. 中深孔预裂 $5\text{m} < h < 15\text{m}$ 时

$\Delta_{\text{实}}$ 分三部分:下部 $\Delta_{\text{实}} = 1.15\Delta_{\text{装}}$;中部 $\Delta_{\text{实}} = \Delta_{\text{装}}$;上部 $\Delta_{\text{实}} = 0.9\Delta_{\text{装}}$ 。

3. 深孔预裂 $h \geq 15\text{m}$ 时,装药量分四段:底部(2m 以内)

$$\Delta_{\text{实}} = (5 \sim 8)\Delta_{\text{装}}$$

下部、中部和上部的药量分配与中深孔相同。

另外,在造孔施工过程中,由于地质弱面或溶蚀裂隙等的影响,常出现卡钻现象而不能按正常孔距成孔、造成该部位孔间距拉大。在装药时必须考虑增大相临孔的装药量。一般情况下,增大了的孔间距只要不超过 2 倍设计孔距,其临近孔的线装药密度各增加 25%~40% 就能取得较满意的效果。

2.4 炮孔封堵和起爆时差

预裂孔的封填质量将直接影响孔口段的

预裂效果,而这一环节往往被操作者忽视。封堵段太长和太密实都将造成孔口段岩体抬动而不能成缝。实践证明堵孔长度(L)应满足下式为宜:

$$L = (1.0 \sim 1.2)a$$

a 为炮孔间距。

堵孔时还应做到,(1)封孔前将一纸团填至装药段顶部,以避免封孔时砂土填入装药段,破坏装药的不偶合作用。(2)堵孔的材料最好是砂土混合料。如材料有困难,用造孔时残留的细砂填实也可。但最好不用黄泥堵孔。

以往的经验表明,预裂孔超前起爆的时差 Δt 不得小于 50ms,受工地雷管段别的限制, Δt 均使用 75ms 和 110ms 两种。一次起爆的预裂孔数较多时,预裂孔间的分段时差 $\Delta t'$ 完全用 25ms。在左岸 0+3.5~0+40.0, 325m 至 312m 的开挖施工中曾采用了光面和预裂相结合同时起爆的方法,经基坑开挖后检查,达到了预期的效果。如图 1 所示。

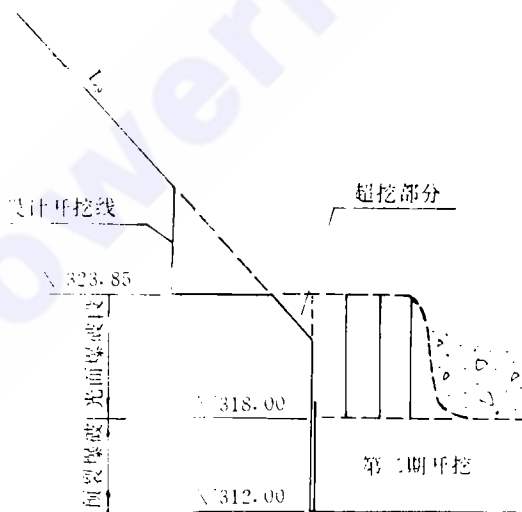


图1 左岸0+20.00开挖剖面

3 光面爆破

施工中的光面爆破以手风钻浅孔为主。潜孔钻深孔光面爆破仅在右岸开口第一层采

用过。这里仅就手风钻浅孔光面爆破施工工作一简介。

手风钻浅孔光面爆破是大河口电站尾水边坡开挖的主要手段,总开挖面积达18 000m²以上。由于风钻造孔深度不大(最大光爆深度4m),爆破施工难度较小,经过几次指导实践后,一般均能按常规进行作业。因该部位外包给民工队施工,为了节省材料开支,将开挖区内的松动爆破全部采用火花起爆,预留光爆层滞后一级进行。施工程序如图2。

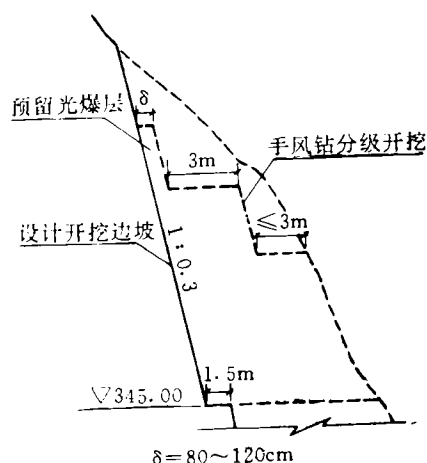


图2 左岸0+130.00开挖剖面

3.1 光爆层的预留厚度(δ)

由于尾水冲刷坑边坡不具备机械出碴的条件,为了减少人工出碴强度,边坡采取了分级开挖方法,因而形成2~4级作业面。为了保证施工人员的安全,预留各级施工台阶的宽度不得小于1.0m。光爆层的预留厚度不得大于2倍孔间距,当δ达1.5m时,爆破后的大块率多,不利于人工出碴。因此规定光爆层的厚度为:

$$\delta = (0.8 \sim 1.2) \text{m} \quad (4)$$

3.2 光爆孔间距(a)

光爆孔间距的大小取决于两个条件:(1)该部位岩石的完整性;(2)该部位实际光爆层的厚度。如果该部位岩性好,光爆的厚度又满足δ的范围,则a可取大值,否则a值应减小。具体取值范围根据实践得:

$$a = (0.6 \sim 1.0) \text{m} \quad (5)$$

3.3 光面孔装药量计算

手风钻光面孔的深度一般不会超过4m,属于浅孔光面爆破,岩体的夹制作用不明显。我们将公式(3)计算所得的药量作为实际线装药量,结果多数孔壁出现爆破裂纹。分析认为:由于装药不偶合系数小(仅1.5),导致炸药爆力集中对孔壁产生的应力过大,是产生孔壁裂纹的主要原因。在施工中将计算 $\Delta_{装}$ 逐步减小进行试验,直到当 $a = 1.0\text{m}$, $\Delta_{装} = 270\text{g}$ 时,效果最理想。因此,最终将公式(3)计算所得药量的60%作为手风钻光面爆破的装药密度。在装药时除孔底增加150g炸药外,不再另考虑药量的分配问题。

浅孔光面爆破施工经多次实施后,一般工人都能单独作业。但为了确保施工质量,在施工队伍中抽出一部分人员专门进行光爆作业,并在实施过程中随时监督检查,形成了一套较完整的施工管理体系。

4 爆破施工中存在的问题

由于预裂及光面爆破技术的推广,越来越多的岩土开挖工程采用了这一新技术,了解和实施这一新技术的人也越来越多。从施工角度出发,笔者认为主要存在以下问题有待解决。

a. 预裂爆破是一项新技术,它与沿用至今的火花爆破有其截然不同的特点。而施工单位的操作工人经过这一技术培训的极少,多数人还停留在火花爆破的认识阶段,对新技术的使用知之甚少,有的甚至持怀疑态度。所以,成立一支经过新技术培训的、素质较高的爆破施工专业队伍势在必行。

b. 目前,多数工程仍使用32mm直径的硝铵类炸药作为预裂爆破用炸药,设计人员选择火工材料的范围太小,且给施工带来一定的难度。而有的厂家生产的小直径($\varphi < 32\text{mm}$)药卷质量没有保证,用户极不放心。

因此,研制出经规范认可的预裂爆破用材料是施工人员所企盼的。

c. 从以往的施工情况看,由于施工单位设备和现有火工材料品种的限制,进行深孔预裂爆破的施工难度大,条件差的工程难以取得理想的效果。而预裂的深度一般都以设

计开挖台阶高差为准,这样方能不超挖。因此,建议设计单位在进行开挖边坡设计时,在结构允许的情况下,将各级台阶设计高差控制在一定范围内。这样既减少了施工中的修改设计工作量,又能确保边坡的开挖质量。

(收稿日期:19950125)

Presplit Blasting and Smooth Blasting in the Slope Excavation at Dahekou Hydropower Station

Wang Zhiming

(The Eighth Hydroelectric Engineering Construction Bureau)

Abstract In the light of specific condition of Dahekou project, presplit blasting and smooth blasting were adopted in the slope excavation to achieve the desired results. This paper presents general alternative, technical features, blasting effects and existed problems for blasting.

Key Words Dahekou Hydropower Station slope excavation presplit blasting smooth blasting

四川省水利水电勘测设计研究院简介

我院成立于1963年5月,主要承担大中型水利水电工程规划、勘测、设计和科研试验任务。具有国家甲级设计证书、甲级勘察证书、甲级水文水资源调查评价证书和省乙级环境影响评价证书、壹级建设工程试验室证书。现有职工1800人,其中专业技术人员1100人,含教授级高工20人、高级工程师200人,工程师及会计师等550人。技术力量雄厚,专业配套齐全,设有规划、环评、地质勘察、测绘、水文水能、水工结构、水力机械、电气、工业与民用建筑、施工、概(预)算、岩土及水工模型试验等专业;拥有较先进的计算机系统及声像、激光照排、印刷等技术设备;具有承担各种复杂条件下修建大、中型水利水电工程的勘测设计能力。

三十年来,在上级主管部门的领导和全院职工共同努力下,共完成大、中、小型水利水电工程的规划、勘测、设计480余项。其中勘测设计水利工程70多项,实现控灌面积1240万亩;勘测设计水电工程120多项,投产和在建工程总装机约2000MW。正在设计的紫坪铺水利枢纽工程坝高159m,库容10.82亿 m^3 ,装机760MW。此外,还先后承担了埃塞俄比亚、贝宁、利比里亚、索马里、几内亚、莫桑比克等国的水利水电工程勘测设计任务。

我院始终坚持“质量第一,用户至上”的宗旨,在

勘测设计工作中,积极采用国内外先进技术,引进先进设备,以我为主,博采众长,建立了完善的质量体系,勘测设计质量、水平和效益不断提高。我院对土石坝、拱坝、砌石坝、橡胶坝等筑坝技术的设计研究有所创新和发展,并对丘陵山区的大型引水工程和各类中小型水电工程开发积累了较丰富的经验,先后荣获国家级、省(部)级优秀勘察、设计奖和科技成果、科技进步奖50多项。其中三岔水库工程,获国家优秀设计奖;葫芦口水库工程,获国家优质工程银质奖;玉溪河引水灌溉工程,获国家优秀工程设计银质奖;升钟水利枢纽工程,获国家优秀工程设计金质奖。

我院于1987年开始推行全面质量管理,1991年4月取得了达标合格证。1992年7月,我院被能源部水利部评为全国水利水电勘测设计系统推行全面质量管理先进单位。

展望未来,在改革开放方针的指引下,我院将继续坚持实事求是,精益求精的科学态度,发扬优良传统,发挥自身优势,不断提高勘测设计质量、水平和效益,为用户提供更优质的服务。热忱欢迎建立各种形式的联系与合作,增进技术和业务交流。院址:四川省成都市青羊宫青华路20号。