

趾板爆破开挖技术在挡水电站枢纽中的应用

危一敏

(葛洲坝集团第二工程有限公司, 四川 成都 610091)

摘要:趾板爆破开挖一直是土石方工程开挖的重点和难点,根据青海玛尔挡水电站枢纽工程右岸趾板爆破施工中遇到的作业面小、施工技术要求高等难点对爆破参数进行了具体的计算与取值。

关键词:趾板; 爆破开挖; 应用

doi: 10.3969/j.issn.1006-8554.2015.06.078

1 概述

玛尔挡水电站位于青海省玛沁县境内的黄河干流上,是黄河干流龙羊峡上游湖口至尔多河段规划推荐开发的第12个梯级。本合同承担的右岸趾板施工范围为3 283.00~3 247.00 m高程。趾板上游侧边坡坡比1:0.5、1:0.3,坡比1:0.3区域在高程3 268.00 m、3 253.00 m设置2级3.00 m宽马道,马道间最大高差15.00 m;坡比1:0.5区域中间不设马道,最大高差28.75 m。趾板及下游侧边坡上部为一倾向黄河的斜面,坡比1:4.34,斜面与3 283.00 m高程平台采用1:0.3、1:0.54坡比相连,高差3.56 m~11 m。趾板宽5.00 m,高差31.70 m,坡比1:1.49。趾板下游侧坡高差25.77 m~31.21 m,坡比1:0.975(垂直于坝轴线方向1:1.5),不设马道。趾板与下游侧坡间1:0.51坡面连接,高差31.21 m,不设马道。趾板区原始岩面内凹,角度大于60°,局部垂直甚至倒悬,岩石裂隙发育。经现场实测,原始岩面距结构面最窄处小于2.00 m。

2 施工重点、难点分析

1) 趾板施工质量控制是施工的重点、难点。

2) 作业面小。

3) 趾板结构要求高,技术要求规定。两岸趾板及趾板下游0.5倍坝高范围内基础的开挖面应衔接平顺,不允许有高度大于0.5 m的陡坎(陡于1:0.25)和反坡。趾板下游0.5 H范围:超挖 ≤ 20 cm,欠挖 ≤ 10 cm,平整度 ≤ 15 cm;趾板基础超挖 ≤ 15 cm,不允许欠挖,平整度15 cm。开挖后建基面岩体的纵波波速的降幅不大于爆前岩体波速的10%,且 $\geq 3\,000$ m/s。

3 趾板开挖施工

3.1 开挖施工原则

1) 上下游边坡结构面部位采用预裂爆破施工;趾板采取预留保护层(2.0 m厚),光面爆破保护层施工,以满足设计开挖质量要求。

2) 开挖施工中遵循自上而下分层开挖,开挖中要求开挖断面有一定坡比,以利于开挖面稳定。

3) 对于边坡破碎或不稳定的岩体,先做好施工安全技术措施,在措施到位的情况下再对该部位进行挖除。

4) 在有断层和裂隙等地质缺陷的部位,需等支护作业完成后才可以进行下一层的开挖。

3.2 测量放样

测量放样根据设计图纸和有关设计通知、实测地形图、施工控制网进行测量定线,测放开口轮廓位置,开口轮廓位置的放线最大误差控制在20 cm以内。建筑物轮廓放样及时邀请监理工程师旁站。

3.3 预裂爆破

趾板上、下游侧坡结构面开挖采取预裂爆破,边坡高差最大15.00 m,超过15.00 m高差部位中间增设施工平台。

1) 钻具选择。拟采用造孔效率较高的CM351钻机进行造孔,局部采用QZJ-100B型钻机辅助。

2) 孔径选择。孔径拟选择 $\Phi 90$, $\Phi 90$ 孔我部在其他部位预裂施工中有较成熟的应用。

3) 孔间距选择。预裂孔间距一般选取孔径D的8~12倍。 $\Phi 90$ 孔孔距: $90 \times (8 \sim 12) = 720 \sim 1\,080$ mm。

根据在玛尔挡水电站其他项目预裂施工经验, $\Phi 90$ 孔孔距选择80 cm能满足预裂施工质量要求。

4) 线装药密度。右坝肩3 283.00 m以上开挖料砂岩、二长岩干燥状态下抗压值分别为143.5 MPa、88.0 MPa,由于趾板位于3 283.00 m以下,产地一致,推定趾板范围内砂岩、二长岩抗压强度与3 283.00 m以上开挖料抗压强度一致或相近。

线装药密度Q线计,采用公式计算。

Q线计=7.081D0.4279 $[\sigma_{\text{压}}]$ 0.4466 $[a]$ 0.0327

式中:Q线计——计算线装药密度(g/m),结合预裂爆破试验确定

D——为孔径,取90 mm

$[\sigma_{\text{压}}]$ ——岩石抗压强度(MPa);砂岩取143.5 MPa、二长岩取88.0 MPa

$[a]$ ——孔距(m)

计算得预裂爆破线装药密度为356~442 g/m

3.4 装药结构及起爆网络

1) 孔顶部装药段,堵塞段以下1~2 m长度,Q线顶=(2/3~1/2)Q线计。

2) 孔中部装药段,Q线中=Q线计

3) 孔底部装药段,长度一般为0.5~2.0 m,其底部装药量规定如下:

当孔深:2~5 m时,Q线底=(1~2)Q线计

5~10 m时,Q线底=(2~3)Q线计

10~15 m时,Q线底=(3~4)Q线计

>15 m时,Q线底=(4~5)Q线计

最大高差15 m,坡比1:0.5,孔深16.77 m,Q线底拟选取5倍Q线计。

预裂爆破采用 $\Phi 32$ 乳化炸药,不耦合装药,不耦合系数2.8,孔底2.0 m内采用 $\Phi 70$ 乳化炸药进行加强装药,孔口堵塞按一般工程经验取0.8~1.2 m。

预裂爆破采用导爆索传爆,最大单孔装药6.2 kg,5~8孔

一段,最大单响小于 50 kg。与梯段爆破处于同一爆破网络中时,预裂爆破先于相邻梯段爆破起爆时间 75 ~ 100 ms。

3.5 梯段爆破

3.5.1 钻具选择

趾板开挖工期紧,为提高工程效率拟采用造孔效率较高的 CM351 钻机进行造孔。

3.5.2 孔径选择

鉴于趾板区开挖质量要求高,拟爆破孔、缓冲孔均采用 $\Phi 115$ mm 孔径。

3.5.3 底盘抵抗线

抵抗线的大小确定同炸药威力、岩石的可爆性、岩石的破碎要求以及钻孔机具、直径、台阶高度和临空面的坡面角等因素有关,根据经验,底盘抵抗线一般按下式确定

$$W_{\text{底}} = (25 \sim 45) D$$

式中: D —钻孔直径, $W_{\text{底}}$ 取 25 ~ 35 D

$$\Phi 115 \text{ 孔取 } W_{\text{底}} = 2.9 \text{ m} \sim 4.0 \text{ m}$$

3.5.4 孔网参数

梯段高度: 3.56 ~ 15 m

最小抵抗线取底盘抵抗线小值取 3.0 m

炮孔密集系数 $m = 1.2 \sim 1.5$, 孔距: $3.0 \times (1.2 \sim 1.5) = 3.6 \sim 4.5 \text{ m}$

根据相关工程经验缓冲孔孔间距: (0.8 ~ 1) 爆破孔间距, 取 2.6 ~ 3.0 m; 缓冲孔与主爆孔间距 3.0 m, 与预裂孔(面)间距 2.0 ~ 2.5 m。

根据相关工程经验, 钻孔超深取最小抵抗线的 0.15 ~ 0.35。
 $\Phi 115$ 孔超深: $3.0 \times (0.15 \sim 0.35) = 0.45 \sim 1.05 \text{ m}$

装药结构: 全孔耦合装药。

炸药单耗: 0.65 ~ 0.83 kg/m³

孔口堵塞: 为降低孔口堵塞段产生较多超径石, 孔口堵塞以最小抵抗线控制。

起爆网络: 取得试验数据前, 距结构面 10 m 以内暂按最大单响 150 kg 控制, 距结构面 10 m 以内暂按最大单响 100 kg 控制, 缓冲孔暂按最大单响 80 kg 控制, 孔间“V”形微差起爆网络, 孔底起爆。

3.6 趾板光面爆破

3.6.1 钻具选择

趾板宽度 5 m, 拟一次爆破成形, 光面爆破钻具拟采用 CM351 钻机、局部采用 QZJ-100B 型钻机或手风钻辅助。

3.6.2 孔网参数

采用 CM351、QZJ-100B 型钻机时孔径采用 $\Phi 90$, 孔间距 1.0 ~ 1.2 m, 装 $\Phi 32$ 乳化药卷, 不耦合系数 2.8, 空气间隔装药, 线装药密度 300 ~ 350 g/m, 堵塞长度 1.0 ~ 1.2 m。

采用手风钻是孔径采用 $\Phi 42$, 孔间距 0.5 ~ 0.6 m, 装 $\Phi 25$ 乳化药卷, 不耦合系数 1.68, 线装药密度 150 ~ 180 g/m, 空气间隔装药, 堵塞长度 0.8 ~ 1.0 m。

单孔装药量 0.75 ~ 1.75 kg, 采用导爆索连网 20 ~ 30 孔为一段, 最大单响小于 50 kg。

3.7 开挖施工组织

1) 趾板、趾板上游侧边坡施工, 施工人员、设备拟从 R2 施工道路、R5 施工道路进出施工部位。开挖梯段高度 15 m、15 m、6 m, R5 施工道路终点高程应与该部位开挖高程匹配, 以便人员、设备进出。

2) 趾板、趾板下游侧坡顶部斜面开挖高度 3.56 ~ 11 m 拟一次性开挖到位, 施工设备、人员从 R2 施工道路进出施工部位。

3) 趾板下游侧边坡拟分 3 次开挖到位, 开挖高度 5 ~ 11 m; 高程 3 268 m 以上开挖时施工设备、人员从 R5 施工道路进入施工部位; 高程 3 268 m 以下开挖时施工设备采用 10 t 卷扬机辅助从趾板下游边坡、顶部斜面、R2 施工道路进出施工部位, 施工人员从趾板上游侧进入或佩带好安全绳、辅助绳后从趾板下游边坡进入施工部位。

4) 趾板上游边坡施工与趾板施工相互影响关系较小, 趾板下游边坡开挖与趾板预留保护层开挖、趾板保护层开挖关系密切, 故将趾板上游边坡开挖作为一个相对独立的施工区域, 趾板、趾板下游侧边坡开挖作为一个相对独立的施工区域。

5) 为保证施工进度, 在 CM351 钻机能到达的施工部位尽量采用造孔效率高的 CM351 钻机造孔, 局部采用 QZJ-100B 型钻机或手风钻辅助造孔。

4 结语

本文阐述了玛尔挡水电站趾板爆破开挖技术, 为类似工程爆破参数的取值提供参考, 未来工程爆破对象在高度上会更高、在结构上会更复杂、在环境要求上会更严格, 这需要我们研究更新、更适应、更安全、更可靠、更环保和更有经济效益的工程爆破技术。

作者简介:

危一敏(1984-)女, 工程师, 主要从事技术管理工作。

(上接第 164 页)

清醒的认识, 切实贯彻“质量在我手中, 安全在我心中”的思想, 确保施工安全工作做到优良。

2) 设立安全员随时检查现场施工过程中的隐患。

3) 定期组织安全检验和召开每周安全例会。

4) 电动吊篮操作人员必须佩带安全带、安全扣、安全帽、穿防滑鞋。

5) 设备操作人员应熟悉设备安全操作规程及应急措施。

6) 施工现场应远离明火, 施工人员禁止吸烟。

7) 电气设备应有防爆装置, 并配备相应的消防用品。

8) 眼睛的保护。喷涂过程中可能接触漆雾, 佩戴化学安全防护目镜。

9) 呼吸系统的保护。漆雾对呼吸道有一定刺激性, 施工人员在施工中应佩戴呼吸防护设备。

10) 配戴橡胶手套, 防护帽或连体防护服。

11) 在任何时候, 任何情况下喷枪口不能对着人。

12) 施工中交叉施工影响, 随时检查上下方安全情况。

13) 施工现场作业人员必须在进场时购买个人人身意外伤害保险。

4 结语

喷涂聚脲防渗材料在李家河水库大坝上的应用取得了良好的效果, 严把质量关, 确保施工安全, 严格按规范和已制定的施工流程操作是保证项目顺利完成的必要条件, 同时喷涂聚脲防渗材料以其良好理化性能、优良的工艺性和环保性必将在水利行业中得到更加广泛的应用。

作者简介:

王清涛(1983-)男, 工程师, 主要从事水利水电工程施工质量管理工程。

任艳丽(1981-)女, 主要从事水利水电工程施工质量管理及文件资料的整理工作。