

立洲水电站双曲拱坝拱肩槽开挖技术与质量控制

邵珠玉

(中国水利水电第七工程局有限公司 第一分局,四川 彭山 620860)

摘要:介绍并分析了拱肩槽开挖特点,提出了拱肩槽开挖方法及质量控制的重点,着重介绍了拱肩槽分层、分区以及保护层和主爆区的开挖方法。采取施工预裂爆破,有效形成了保护层;采取超欠平衡并采用样架和精确放样,提高了超欠控制标准。可为类似工程拱肩槽开挖施工提供参考、借鉴。

关键词:双曲拱坝;拱肩槽;开挖技术;质量控制;立洲水电站

中图分类号:TV7;TV642.4;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)05-0047-03

1 工程概述

立洲水电站位于四川省凉山州木里县境内的雅砻江一级支流木里河干流上。立洲水电站采用混合式开发,枢纽工程由碾压混凝土双曲拱坝、坝身泄洪系统、右岸地下长引水隧洞及右岸龚家沟地面厂房组成。立洲水电站拦河大坝为碾压混凝土双曲拱坝,坝顶高程2 092 m,坝底高程1 960 m,最大坝高132 m,坝顶宽7 m,坝底厚26 m,宽高比为0.197,坝顶中心弧长为201.82 m。

立洲水电站大坝拱肩槽位于2 092 m高程以下,1 960 m高程以上为双曲拱坝拱座,拱肩槽自上而下由7 m宽逐渐增宽至26 m,岩石以灰岩为主。拱肩槽由若干扭面组成,拱肩槽坡面无马道。拱肩槽上下游两侧边坡每隔30 m布置一级马道,马道宽3 m,各级马道高程分别为2 060 m、2 030 m、2 000 m、1 970 m,与拱肩槽相交的边坡也由扭面组成,马道以上边坡坡比为1:0.1。

2 拱肩槽开挖特点

拱肩槽作为拱坝的抗力体,是拱坝坝体能否稳定的关键,坝肩槽的开挖对质量要求很高,开挖特点主要表现在以下几方面:

(1)为减小爆破对拱肩槽岩面的破坏,需采用保护层开挖,而难以与大面积梯段爆破同时开挖,须在大面与保护层之间形成施工预裂面。

左岸高程2 092 m以下坝肩开挖分层面积约为7 362~1 940 m²,开挖区顺水流方向长约56~43 m,开挖区外边缘距拱肩槽最厚处约为53 m,大部分厚度在25 m左右;右坝肩开挖分层面积约

为1 551~2 514 m²,拱肩槽上下游支护面积为3 123~6 079 m²,开挖区顺水流方向长50~75 m,开挖区外边缘距拱肩槽最厚处约为65 m,大部分厚度为55 m左右。大面开挖须采用深孔梯段爆破,孔深一般为9~15 m。为了预留保护层且保护拱肩槽岩面,大面开挖与保护层之间须采用施工预裂方式。

(2)拱肩槽三面为扭面,开挖质量不易控制。

拱肩槽槽面由相邻4个拱端点形成的若干扭面组成,拱肩槽坡面无马道,左岸拱肩槽坡面开挖坡比为1:0.713~1:0.461,右岸拱肩槽坡面开挖坡比为1:0.648~1:0.364。拱肩槽上下游两侧边坡每隔30 m布置一级马道,马道宽3 m,各级马道高程分别为2 060 m、2 030 m、2 000 m、1 970 m,与拱肩槽相交的边坡由3个扭面组成,扭面坡比均在1:0.17~1:0.22左右,其它部位即马道以上边坡坡比为1:0.1(图1)。因此,拱肩槽面难以采用深孔控制爆破,而适宜采用手风钻浅孔控制爆破,拱肩槽扭面开挖质量不易控制。

(3)拱肩槽开挖施工项目多,干扰大,施工组织难度大。

拱肩槽开挖包括拱肩槽保护层开挖、大面梯段爆破和上下游开挖口线的边角区开挖。保护层开挖要滞后于大面梯段爆破,但不能高差过大,而保护层爆破出渣将影响下方大面梯段爆破,同时,已开挖面支护也与下方开挖相互影响。因此,保护层开挖在配备足够资源的前提下及时跟进大面梯段爆破,且两者施工程序以及支护施工之间应相互协调,将相互影响程度降到最低,以达到良性

收稿日期:2014-08-14

循环、施工有序开展的目的。

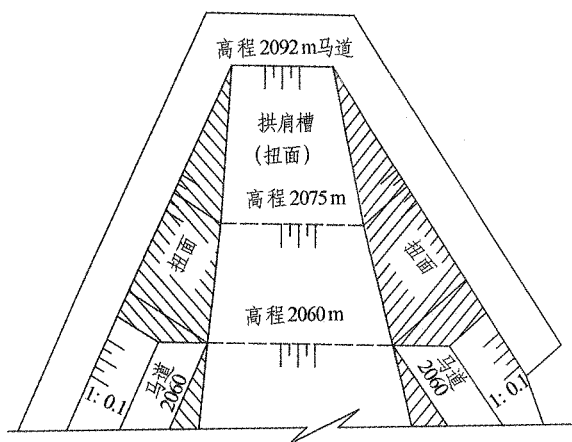


图1 左岸高程2 092~2 060 m拱肩槽平面图
(4)开挖高差大,坡面陡。

拱肩槽顶部高程为2 092 m,底部高程为1 970 m,拱肩槽开挖高程达122 m且中间无马道;左岸拱肩槽坡面开挖坡比为1:0.713~1:0.461,右岸拱肩槽坡面开挖坡比为1:0.648~1:0.364,与拱肩槽相交的边坡由3个扭面组成,扭面坡比均在1:0.17~1:0.22左右,坡面坡比较陡。

3 拱肩槽开挖技术

(1)开挖分区与分层。

根据开挖设计坡面结构特点进行分区,主要分为三大区:一是保护层开挖区;二是边角开挖区;三是主爆开挖区。以左岸高程2 092~2 060 m开挖分区为例说明分区(图2)。

保护层开挖区位于拱肩槽及两侧的边坡,预留岩层厚度为3 m。边角开挖区位于上下游开口线,原则上顺地形沿马道方向约5 m范围的三角体为边角开挖区。主爆区为除保护区及边角开挖区以外的区域,每层主爆区根据实际情况进行分区爆破。

每个分区有不同的分层。保护层开挖分层高度为2.5 m,边角区开挖分层高度为3 m,主爆区分层高程为6~15 m。

(2)保护层开挖。

保护层开挖始于临近的拱肩槽部位主爆区爆破一层后进行。保护层厚度为3 m,采用人工手风钻钻爆, $\phi 42$,分层高度为2.5 m。开挖坡面采用光面爆破,光面孔间距0.4 m,孔深2.5 m,装药线密度为300~350 g/m,光面爆孔采用竹片进行

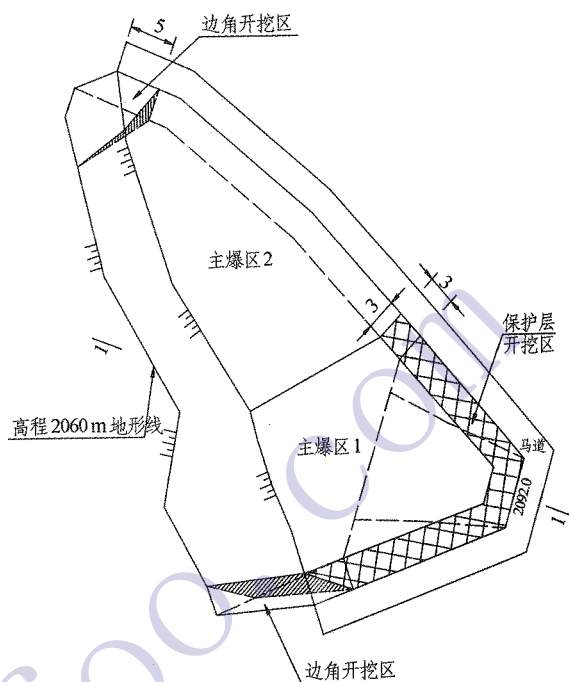


图2 左岸高程2 092~2 060 m拱肩槽开挖分区图
 $\phi 32$ 乳化炸药分隔装药。主爆孔间排距为(1~1.2)m \times (1~1.2)m(根据岩石情况适当调整),孔深3 m,主爆孔钻孔方向平行于内侧光爆孔方向,单孔装药1.6 kg,单耗药量控制在0.4~0.5 kg/m³范围内,采用 $\phi 32$ 乳化炸药连续装药。爆破采用非电雷管引爆、电雷管起爆的方式进行。拱肩槽部位主爆区已开挖石渣随保护层开挖面下降,高差控制在4 m左右,保护层石渣应尽量采用液压反铲扒渣,人工辅助清面工作。

(3)拱肩槽部位主爆区。

拱肩槽部位主爆区系指在拱肩槽上方的区域,三面与保护层相接。主爆区主要采取6 m梯段爆破,并在与保护层分界处布置施工预裂孔,以保护内侧岩体基本完整并利于手风钻施工,施工预裂孔间距为1.5 m。在临近施工预裂面布置缓冲孔,该区所有爆破孔孔向均与临近的开挖坡面坡比一致,以确保保护层厚度并保护设计开挖面。ROCD7 液压钻施钻,孔径100 mm。

4 质量控制

(1)超欠控制。

由于机具体形原因,边坡开挖必然存在锯齿状。为了减少超欠挖,采取了超欠平衡原则进行控制。对于所形成的锯齿状小台阶采用风镐或手

风钻凿岩顺接。针对手风钻钻爆情况,按照超欠 10 cm 控制;针对 100 B 钻钻爆情况,按照超欠 25 cm 控制。

(2) 爆破药量控制。

表 1 坝肩边坡开挖最大允许单响药量表

炮孔类型	最大允许单响药量 /kg	
预裂孔	40	
缓冲孔	75	
主爆孔	距坡脚 10 m 内	90
	距坡脚 10 ~ 15 m	120
	距坡脚 15 m 外	150

在拱肩槽开挖前,针对坝肩开挖进行了开挖爆破振动试验,拱肩槽开挖爆破药量控制主要依据该试验成果报告提出了开挖最大允许单响药量。

(3) 开展高拱坝拱肩槽开挖质量控制 QC 小组活动。

由于拱肩槽面由多个扭面组成,作为拱座建

器进行振捣。由于支撑大梁设计配筋没有考虑施工工期荷载,因此,在支绞大梁每层浇筑层面布置了一层施工期钢筋,具体钢筋布置形式根据施工工期荷载进行计算。

(上接第 33 页)

5 施工中需要注意的事项

(1) 由于采用跨中分缝的方案且因表孔支撑大梁在施工期为悬臂结构,加之大梁为大体积混凝土结构,因此,需要切实作好下部支撑措施,确保大梁结构施工期的安全。

(2) 为确保大梁运行期结构的整体性、加强大坝顶部结构的刚度,设计单位在表孔支撑大梁内部设置了大量横贯几个坝段、横河向的分布钢筋,钢筋密集,因此,要做好接头位置的布置以及宽缝位置的钢筋接头处理。

基面,质量要求高,质量控制难,项目部针对该部位开展了 QC 小组质量管理活动。立洲水电站大坝拱肩槽开挖质量 QC 小组获得中国电力建设优秀 QC 小组二等奖。

5 结 语

经采取合理的施工技术措施及质量控制方法,拱肩槽开挖质量得到了很好的保证,拱肩槽坡面爆破半孔率达 95% 以上,有效地控制了剪刀孔、交叉孔的出现。拱肩槽坡面超欠控制在 ± 10 cm 范围内。作为非常重要的控制开挖坡面,开展 QC 小组活动是非常必要的,通过制定奖罚细则并着重于落实,是控制开挖质量的重要辅助手段。通过笔者的介绍和总结,希望能给类似工程提供一定的借鉴。

作者简介:

邵珠玉(1963-),男,河南夏邑人,副局长,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工

作。 (责任编辑:李燕辉)

(3) 大梁支撑结构宜考虑从闸墩进行支撑,避免占压下部表孔流道混凝土结构的施工工作面而对表孔流道表层混凝土施工工期产生影响。

6 结 语

本工程支撑大梁采用跨中分缝、在闸墩两侧安装三脚架的支撑方案,避免了支撑大梁施工支撑系统对底部溢流面工作面的占压和影响,同时避免了相连坝段之间的施工干扰,施工简便、工程量相对较少,施工质量有保证,对同类工程的施工具有一定的借鉴意义。

作者简介:

张宏仑(1975-),男,吉林柳河人,锦屏施工局三区副总工程师,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工

作。 (责任编辑:李燕辉)

我国第三大水电基地——雅砻江开发向中上游推进

位于四川省甘孜州雅江县的两河口水电站于 10 月 6 日正式开工,标志着我国第三大水电基地——雅砻江的水力资源开发加速向中上游推进,"西电东送"能力将进一步增强。1 073 公里的雅砻江干流中上游段规划了 17 级电站,总装机 1 400 多万千瓦。装机 300 万千瓦的两河口水电站是雅砻江中游首个开工的电站,也是中游的龙头控制性水库,调节效益可观,建成后它与下游的锦屏一级、二滩两座大水库联合运行,总调节库容将达到 149 亿立方米,可增加两河口以下雅砻江中下游水电站平枯期发电量 225 亿千瓦时。该工程总投资 664 亿元。根据计划,两河口水电站将在 2021 年底首台机组发电,2023 年底工程竣工。雅砻江流域水电开发有限公司总经理陈云华表示,未来三至五年内,力争雅砻江中游每年能核准开工一座电站,在 2021 年底两河口首台机组投产发电的同时,实现雅砻江中游水电项目基本建成的目标。发源于青海省巴颜喀拉山南麓的雅砻江干流规划总装机容量约 3 000 万千瓦,年发电量约 1 500 亿千瓦时,在全国规划的十三大水电基地中位居第三。