

李家岩水库坝肩砾岩开挖施工技术

夏维学

(中国水利水电第七工程局有限公司, 四川 成都 610213)

摘要:李家岩水库作为成都市的第二生活水源地,其大坝坝肩围岩以砾岩为主,岩石较软,且其砾岩边坡开挖无施工道路达到顶部开口线、无可借鉴的爆破参数。阐述了最终通过修建陡坡毛路以及不断调整、优化爆破参数的方式,圆满地完成了施工任务,所取得的经验值得类似工程借鉴。

关键词:坝肩;砾岩;爆破参数;爆破效果;李家岩水库;施工技术

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2022)04-0044-03

Conglomerate Excavation Technology of Dam Abutment of Lijiayan Reservoir

XIA Weixue

(Sinohydro Bureau 7 Co., Ltd, Chengdu, Sichuan, 610213)

Abstract: Lijiayan reservoir is the second domestic water source in Chengdu. The main surrounding rock of the dam abutment is conglomerate. The rock is relatively soft. During the excavation of conglomerate slope of lijiayan reservoir, no construction access road available to the top of excavation boundary, and no blasting parameters to be used for reference, neither. Finally, the construction task was successfully completed through the construction of steep-slope rough road and the continuous adjustment and optimization of blasting parameters, which can be used as reference for similar projects.

Key words: Dam abutment; Conglomerate; Blasting parameters; Blasting effect; Lijiayan reservoir; Construction technology

1 概述

李家岩水库位于文井江山区河段,坝址位于四川省成都市崇州市怀远镇青峰岭社区境内的青峰岭大桥上游约 1.3 km 处。工程的开发任务以城乡供水为主,并为城市供水提供应急备用水源,兼顾灌溉、发电等综合利用效用。

李家岩水库大坝左坝肩边坡开挖高度约 170 m,顺水流方向长度约 100 m,边坡开挖厚度为上薄下厚,约 10~40 m 不等,开挖坡比为 1:0.75~1:0.3,左坝肩从上至下共布置有 12 级马道,其上部 5 级马道在高度方向的布置间距为 10 m,下部 7 级马道在高度方向的布置间距为 15 m。

左坝肩岩石边坡支护形式分浅层支护和深层支护,浅层支护形式包括锚杆($\varphi 25$ mm、 $L=6$ m 和 $\varphi 28$ mm、 $L=9$ m 两种)、排水孔($\varphi 50$ mm、 $L=4$ m)、挂钢筋网(钢筋为 $\varphi 6.5$ mm,间排距均为

20 cm)、喷 C25 混凝土(厚度为 10 cm 和 15 cm 两种),深层支护主要为锚索(形式包括 1 000 kN 和 2 000 kN 两种)。

左坝肩岩体主要为 K1j⑤层的厚层砂岩夹粉砂质泥岩,以下为 K1j④层的厚层砾岩夹薄层岩屑砂岩,岩层产状为 $N36^{\circ}\sim 50^{\circ}E/SE\angle 40^{\circ}\sim 57^{\circ}$,视倾坡内,为斜向坡。边坡岩体发育两组裂隙:L1 为 $N45^{\circ}W/NE\angle 58^{\circ}$,L2 为 $N5^{\circ}E/NW\angle 45^{\circ}$ 。左坝肩边坡层面与裂隙 L1 组合交线倾向与边坡倾向相反,有利于边坡稳定;左坝肩边坡层面与裂隙 L2 组合交线、裂隙 L1 与裂隙 L2 组合交线均倾向于坡外,倾角小于开挖坡角,各组裂隙延伸较短、连通性较差,开挖边坡整体稳定。

李家岩水库大坝坝肩边坡地质条件以砾岩为主,导致其无法修建施工道路到达顶部开口线,从而制约了边坡的正常开挖。而且砾岩坝肩开挖无

收稿日期:2022-05-05

成熟的爆破参数可借鉴,需要通过爆破试验确定。介绍了李家岩水库坝肩砾岩开挖采用的施工技术。

2 为左坝肩开挖创造条件

左坝肩下方有公路通过。施工初期的计划充分利用下方的公路另外修建一条施工道路,其起点与下方公路相接,终点到达左坝肩顶部开口线位置,作为开挖施工的通道。但在实际施工时,受征地影响施工道路一直无法形成,造成左坝肩无法开工、工期处于滞后的状态。为此,调整了施工思路:

(1) 经现场踏勘发现,左坝肩下游红线内可修整出一条毛路,但受地形影响,其坡度较陡,车辆无法通行,仅能供反铲、装载机通行至左坝肩顶部开口线。

(2) 钻机通过拆卸、化整为零,由人工通过毛路搬运至左坝肩顶部开口线工作面。

(3) 受施工道路限制,左坝肩开挖爆破后无法运输开挖渣料,故将最初的松动爆破改为抛掷爆破,在边坡下部出渣。

3 针对砾岩边坡台阶采用的爆破技术

3.1 爆破的分段与分层

坝肩开挖施工的分段与分层直接影响到施工组织。该工程受征地影响施工进度已经滞后,因此,科学组织施工是保证施工进度的关键。

(1) 开挖分段:根据边坡的长度,将边坡分为上、下游两段进行开挖、支护流水作业。为减少支护排架搭建的工程量,支护紧跟开挖进行^[1]。

(2) 开挖分层:根据边坡马道的设置确定开挖的梯段高度,即上部爆破梯段高度为 10 m,下部爆破梯段高度为 15 m^[2]。

3.2 砾岩爆破参数

由于缺失通往左坝肩开口线的施工道路,导致坝肩开挖无法出渣。故该工程坝肩开挖采取梯段微差抛掷爆破后在大坝出渣。将坝肩开挖梯段高度设定为 10 m 和 15 m 两种,坡面采取预裂爆破,马道和建基面保护层采取水平预裂(或光面)爆破。重点阐述了边坡顶部 10 m 梯段高度采取的砾岩爆破技术。

(1) 爆破材料。

炸药:主要采用乳化炸药和 2 号岩石硝铵炸

药,预裂孔装药药卷直径为 32 mm,其余孔装药药卷直径为 70 mm。

雷管:工业非电毫秒微差雷管,1~20 段;

传爆器材:导爆索;

起爆器材:电雷管和非电雷管。

(2) 第一次砾岩爆破试验参数。左坝肩上部岩石主要以砾岩为主,其属中等硬度的岩石,根据相关工程实践经验和爆破理论^[3],第一次 10 m 梯段爆破试验参数见表 1。

表 1 第一次爆破试验参数表

炮孔类型	孔径/mm	孔深/m	间距/m	排距/m	装药量
预裂孔	90	11	0.7	/	375 g/m
缓冲孔	90	11	2.5	1.5	0.23 kg/m ³
主爆孔	90	11	3.0	2.5	0.45 kg/m ³

左坝肩边坡预裂孔采用 100B 潜孔钻造孔,其余炮孔采用 CM351 潜孔钻造孔,梅花型布置,炮孔倾斜度与开挖后的坡面基本保持平行。预裂孔间断装药,底部加强装药,孔口堵塞长度为 1.8 m;其余孔连续装药,孔口堵塞长度为 2.5 m。为减少爆破冲击对底部岩石和边坡面的震动破坏,重点控制飞石距离,将每序起爆的排数控制在 10 排以内,最大一段起爆单响药量不大于 300 kg,逐渐递减至邻近设计边坡缓冲孔爆破时单响药量不大于 100 kg。起爆采用非电毫秒延期、导爆索传爆、电雷管引爆方式联接,爆破顺序为先起爆预裂孔,再起爆主爆孔,最后起爆缓冲孔。

(3) 第一次爆破试验取得的效果。鉴于上部主要为砾岩开挖,故按常规的经验 and 理论进行爆破设计,第一次爆破后检查发现:主爆孔区域的渣料抛掷基本达到预期效果,但预裂孔与缓冲孔之间的岩体未爆除,在边坡面形成了一道岩板,边坡预裂效果亦不佳。

(4) 第二次爆破试验参数及爆破后取得的效果。结合第一次爆破效果进行分析,效果不佳的原因应该是缓冲孔排距过大、装药量偏少所致。于是对爆破设计参数进行了调整,适当减小了缓冲孔的排距,其余炮孔参数不变,调整后的爆破设计参数见表 2,并据此进行了第二次 10 m 梯段高度的爆破。第二次爆破后检查发现,爆破参数虽然调整了,但爆破效果仍然没有很大改善。

(5)第三次爆破试验参数及爆破后取得的效果。第二次爆破时微调了缓冲孔的排距,但爆破效果没有明显改善,故对爆破设计再次进行了优化,同时减小了缓冲孔的间距和排距。优化后的爆破试验参数见表 3,并据此进行了第三次 10 m 梯段高度的爆破。第三次爆破后检查发现,爆区的炮渣抛掷效果较好,预裂效果亦好,最终,之后的梯段爆破均按此参数进行施工。

表 2 第二次爆破试验参数表

炮孔类型	孔径/mm	孔深/m	间距/m	排距/m	装药量
预裂孔	90	11	0.7	/	375 g/m
缓冲孔	90	11	2.5	1.3	0.3 kg/m ³
主爆孔	90	11	3	2.5	0.45 kg/m ³

表 3 10 m 梯段第三次爆破试验参数表

炮孔类型	孔径/mm	孔深/m	间距/m	排距/m	装药量
预裂孔	90	11	0.7	/	375 g/m
缓冲孔	90	11	2	1.2	0.35 kg/m ³
主爆孔	90	11	3	2.5	0.45 kg/m ³

4 左坝肩支护技术

由于施工受征地影响导致工期处于滞后状态,因此,对于左坝肩需快速施工。为加快工程进度,左坝肩开挖支护分成上、下游两块进行流水作业,浅层支护紧随开挖面,深层支护滞后浅层支护 1 级马道。鉴于左坝肩边坡开挖高度高达 170 m,为减少排架搭设工程量和管扣件占压时间,降低施工安全风险,施工时直接利用爆破后的平台搭设排架进行支护施工,在节约成本的同时,加快了施工进度,施工质量、安全可控。

(1) 支护材料及架管的运输:由于缺失施工道路,无法采用载重汽车运输,故主要通过人工、缆索吊的方式进行支护材料的运输。

(2) 锚杆和排水孔施工:使用长度不超过 6

m 的锚杆,采用 Y28 型手风钻钻孔,对于长度大于 6 m 的锚杆采用 100B 潜孔钻钻孔,3SNS 砂浆泵注浆,人工安装锚杆^[4]。排水孔采用 Y28 型手风钻钻孔。

(3) 锚喷支护施工:钢筋网采取现场绑扎、人工施挂的方式施工。采用湿喷机、人工手持喷头自下而上进行喷射混凝土作业。

(4) 锚索施工:采用 YXZ-90A 型全液压锚固工程钻机钻孔,然后进行下索、灌浆、封锚、张拉等工艺^[5]。

5 结语

李家岩水库左坝肩的开挖受征地影响无法修建施工道路至顶部开口线工作面,造成工程无法开工,工期滞后的局面。通过修建陡坡毛路解决了挖掘机、装载机到达左坝肩顶部开口线的难题,设备、材料通过人工搬运和缆索吊运输的方式予以解决,砾岩开挖的渣料通过爆破抛掷下部出渣的方式成功解决了无施工道路达到开口线无法施工的难题。左坝肩砾岩开挖爆破时,预裂孔与缓冲孔之间的岩体爆除不彻底,形成了坡面岩板,通过两次调整和优化爆破参数,最终达到了良好的爆破效果。李家岩水库左坝肩开挖施工过程虽有波折,但最终圆满地完成了施工任务。

参考文献:

- [1] 水电水利工程边坡施工技术规范,DL/T 5255-2010[S].
- [2] 水工建筑物岩石基础开挖工程施工技术规范,DL/T 5389-2007[S].
- [3] 水电水利工程爆破施工技术规范,DL/T 5135-2013[S].
- [4] 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范,GB 50086-2015[S].
- [5] 水工预应力锚固施工规范,SL 46-1994[S].

作者简介:

夏维学(1972-),男,四川仁寿人,分局总工程师,正高级工程师,从事建设工程施工技术与管理工作的。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第 43 页)

- [2] 马海波. 浅谈建设工程项目管理中信息化管理的应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2021,20(5):1-2.
- [3] 陶庆,王红春. 工程项目管理信息化现状分析与对策研究[J]. 北京建筑工程学院学报,2007,23(1):77-78.
- [4] 邵俊. 浅析建筑企业工程项目管理信息化[J]. 市场周刊, 2014,37(7):90-91.
- [5] 李恒,郭红领,黄霆,等. BIM 在建设中的应用模式研

究[J]. 工程管理学报,2010,24(5):525-529.

- [6] 宋艳明. 浅谈建筑工程项目管理信息化建设[J]. 居业, 2016,24(11):152-153.

作者简介:

马均阳(1996-),男,四川南充人,助理工程师,学士,从事建筑工程施工技术管理工作。

(责任编辑:李燕辉)