

围堰双排混凝土防渗墙爆破拆除动水泄渣新技术

党永平¹, 林胜², 梁建忠¹, 邹伟¹, 杨享渠¹

(1. 中国人民武装警察部队水电第三总队, 四川 成都 611130; 2. 德阳明源电力集团德为电力有限责任公司, 四川 德阳 618000)

摘要:介绍了藏木水电站建设三期截流工程中的二期上游围堰双排混凝土防渗墙拆除工作所采用的特殊施工方法, 该施工方法达到了爆破拆除无需采用人工和使用机械设备进行水下开挖和出渣清淤之目的, 实现了爆破、出渣、清渣及清淤一体化, 形成了独特的动水泄渣技术, 具有一定的独创性, 对类似工程具有借鉴意义。

关键词:双排; 混凝土防渗墙; 爆破拆除; 动水泄渣; 新技术; 藏木水电站

中图分类号: TV52; TV543; TV542

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2015)04-0021-05

1 概述

在水利水电工程建设中, 对围堰进行防渗处理一般采用混凝土防渗墙防渗, 其优点是防渗效果好; 缺点是后续围堰拆除时均需对防渗墙采取爆破拆除并进行水下开挖和清淤, 不仅耗时长, 而且时常无法保证能将其拆除至有效设计断面, 对后续施工顺利进行影响较大。

藏木水电站导流分三期施工, 三期导截流工程包括二期上下游围堰拆除、三期截流、三期围堰填筑与拆除等项目。其中, 二期上游围堰拆除施工难度极大, 如工程量大、工期紧、拆除质量要求高; 拆除作业面狭窄, 出渣道路布置受限, 机械设备多; 迎水面堰脚双排混凝土防渗墙按常规程序进行爆破拆除作业需较长时间, 难以满足要求; 二期上游围堰拆除时, 受二期上游围堰泄流槽开挖进度的控制与影响, 特别是受上游侧堰体开挖、双排混凝土防渗墙拆除和水下开挖及清淤制约, 若三期截流戗堤进占过多, 导致堰前水位过高, 将会增加混凝土防渗墙爆破作业的难度; 戗堤不进占(或少进占), 截流时间难以保证。通过分析后认为, 双排混凝土防渗墙拆除的有效利用时间非常短暂, 且不能在围堰开挖过程中拆除, 否则将影响二期基坑内施工、上游围堰和泄流槽拆除的有效性, 直接影响到工程总目标的实现。因此, 必须结合工程实际, 对三期导截流工程进行研究, 重点是双排混凝土防渗墙的拆除, 如果能达到双排混凝土防渗墙一次拆除而无需出渣、水下开挖及水下清淤, 就可以为二期围堰拆除提供较为充足的时

间, 从而提高节点目标实现的可靠度, 为实现业主提前截流的目标奠定基础, 意义非凡(图1、2)。

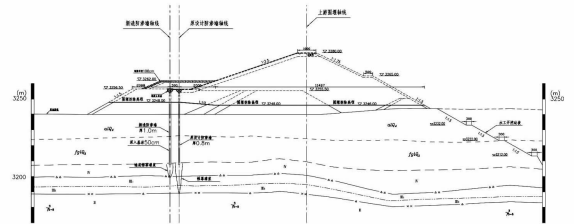


图1 二期上游围堰横断面拆除结构布置图

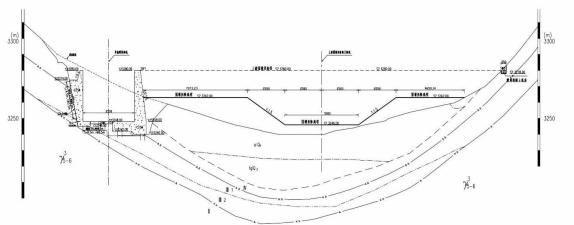


图2 二期上游围堰纵断面拆除结构布置图

二期上游围堰堰体位于大坝上游约190 m处, 堰顶高程3 280 m, 堰顶宽度10 m, 轴线长247.07 m, 最大堰高40 m。迎水面坡度为1:1.5、1:2.0、1:2.5; 背水面坡度为1:1.5、1:1.75。防渗墙布置在迎水面堰脚位置, 为C20混凝土双排防渗墙, 两墙间距5 m, 上游侧防渗墙宽1 m, 顶部设置2 m高、2 m宽导墙和1.3 m高、2.6 m宽底座, 导墙上游设置平台, 高1.1 m、宽2 m; 下游侧防渗墙宽0.8 m, 顶部设置底宽0.85 m、顶宽1.5 m, 高2 m宽倒梯形导墙和2.5 m高、3 m宽T型底座, 导墙和底座内设置有 $\varphi 8$ 和 $\varphi 14$ 钢筋, 按设计要求均需拆除至3 248 m高程, 拆除形状为“倒梯形”缺口(图3)。

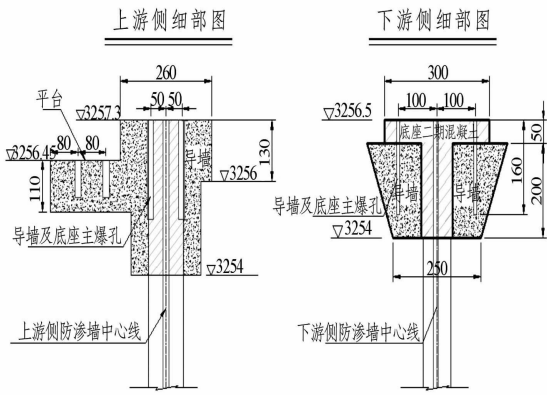


图3 双排混凝土防渗墙结构布置图

2 爆破拆除动水泄渣总体设计方案

根据工程要求,为达到在很短的时间内完成双排混凝土防渗墙拆除且无需采取人工和机械水下开挖、出渣、清淤等目的,主要通过以下措施予以解决:首先,爆破拆除时,水流虽然能携带走部分细粒料,但绝大部分渣料只能在防渗墙下游附近沉积,因此,必须设置能容纳爆破拆除渣料的空间,具体做法是在堰体开挖至设计断面底高程时,适当超挖并形成坑以容纳爆破渣料,即集渣坑;其次,为确保防渗墙临时挡水安全、减少或防止爆破飞石对附近建筑物产生的不利影响等,在防渗墙上下游亦预留部分堰体与其一同拆除;第三,控制防渗墙上下游水位差在合适的范围内,按照一定的爆破参数、起爆顺序,将防渗墙主体及预留堰体破碎至预计大小并利用爆破动能推抛卸至预设的集渣坑内堆积并不占用设计断面,完成爆破拆除和出渣一体化施工(图4)。

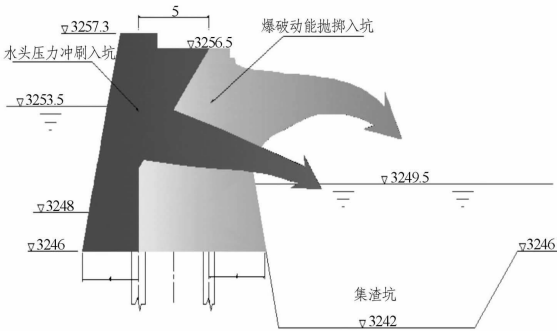


图4 混凝土防渗墙爆破拆除出渣卸渣一体化施工原理图

2.1 爆破拆除出渣卸渣一体化施工原理

由于混凝土防渗墙底座及堰体结构复杂,拆除要求高,给爆破方案的设计增加了不少难度。

根据防渗墙底座及堰体结构形式、位置特点和工程要求,防渗墙及其底座、内侧堰体的拆除利用“爆破动能与水压冲能相结合”的泄渣思路来实现充分泄渣的工程目的,即在孔的中下部加大药量,使得堰体的中下部利用爆破动能将渣抛掷入坑,其上部则利用水头压力将渣冲刷入坑;利用“从下游到上游逐层剥离抛掷,从中间到两边逐步推进开口”的起爆方案来实现控制泄渣的技术要求,即堰体中间先爆,中间开口时水头最高、冲刷力最大,渣体不至于堆积在原位,泄流渠道最易形成;利用低单响药量、交叉接力起爆等技术手段,同时辅以预留压渣体、预设集渣坑、提前拆除下游围堰实现预充水、加强覆盖防护等措施来达到总的工程要求。

2.2 集渣坑的设置及预留压渣

随着开挖高程降低,逐渐形成防渗墙两侧压渣体,压渣体顶部以双排混凝土防渗墙底座上下游侧外边线为界,开挖至渠道底高程时分别距上下游防渗墙4 m距离,形成上下游两道坡度较陡的压渣体。

待分区均已开挖完成后,在双排混凝土防渗墙压渣体下游侧基坑底部实施超挖,形成一个长×宽×高=25 m×50 m×4 m的大型集渣坑(图5)。

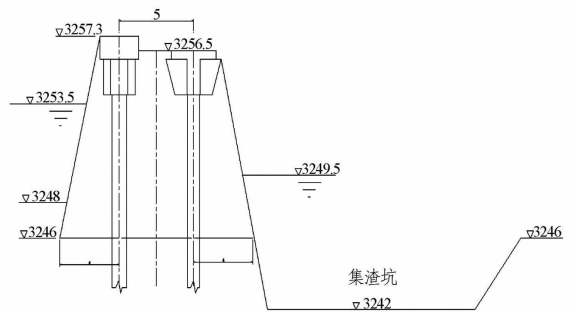


图5 混凝土防渗墙爆破拆除集渣坑及预留压渣体示意图

2.3 基坑预充水

集渣坑开挖完成后,从下游围堰左侧提前开挖缺口(时间上刚好与基坑施工完成、下游围堰破堰拆除相衔接),向二期围堰基坑预充水,以提高爆破效果(主要是块体破碎粒径和爆破动能推渣等)。

3 爆破设计

3.1 钻孔

3.1.1 防渗墙

(1) 孔径 d : 钻孔直径为 90 mm;

(2) 孔距 a : 单排垂直孔, 在防渗墙中心线上布孔, a 取 80 cm;

(3) 超深 h : 为了防止防渗墙部位堆积渣料或留下台埂, 超钻深度 $h = 2.5$ m;

(4) 孔深 L : 上游侧孔深 $L = 11.8$ m, 下游侧孔深 $L = 11$ m;

(5) 单耗 q : 考虑到混凝土防渗墙拆除要求高(不需清渣、瞬间过流), 爆破块度要求细(不大于 50 cm)以及防渗墙周围大块石多等因素, 为顺利实现“堰体中下部抛掷入坑”的设计思想, 单耗 q (按防渗墙体积计算) 取 $(4.3 \sim 4.5)$ kg/m³。

3.1.2 导墙底座

(1) 孔径 d : 钻孔直径为 90 mm;

(2) 排距 b : 根据上下游侧导墙底座结构的不同, 在上游侧防渗墙爆破孔中心线两侧各布置了一排孔, 距中心线 50 cm; 在下游侧防渗墙爆破孔中心线两侧各布置了一排孔, 距中心线 100 cm;

(3) 孔距 a : 上下游侧孔距 a 均取 100 cm;

(4) 孔深 L : 上游侧孔深为 2.1 m, 下游侧孔深为 1.6 m;

(5) 单耗 q : 为使底座钢筋混凝土充分破碎, 取单耗 $q = 1.3$ kg/m³。

3.1.3 平台

(1) 孔径 d : 钻孔直径为 90 mm;

(2) 排距 b : 根据平台结构, 在该平台上布置两排炮孔, 排距为 80 cm;

(3) 孔距 a : 孔距 a 均取 100 cm; 两排孔梅花形布置;

(4) 孔深 L : 根据平台厚度, 取孔深为 0.8 m;

(5) 单耗 q : 取单耗 $q = 0.8$ kg/m³。

3.1.4 内侧堰体

两道防渗墙之间堰体净宽度为 4.1 m, 其填筑料组成复杂, 不易拆除, 因此, 采用跟管成孔技术, 对该部分堰体进行钻孔爆破并充分破碎, 确保了爆破后顺利泄渣分流。

(1) 孔径 d : 跟管管径为 120 mm, 成孔直径为 90 mm;

(2) 孔距 a : 单排垂直孔, 在两道防渗墙之间的中心线上布孔, a 取 150 cm;

(3) 超深 h : 超钻深度 $h = 2.5$ m;

(4) 孔深 L : 根据堰体顶部高程和所考虑的超深, 内侧堰体孔深 $L = 11$ m;

(5) 单耗 q : 为顺利实现“堰体中下部抛掷入坑”的设计思想, 单耗 q 取 0.85 kg/m³。

3.2 装药结构

3.2.1 防渗墙装药结构

本次拆除要求高(不需清渣、瞬间过流), 爆破块度要求细(不大于 50 cm), 同时考虑对防渗墙周围大块石等难拆物体的破碎效果并实现“堰体中下部抛掷入坑”的设计思想, 为此, 加大了中下部装药。防渗墙炮孔中下部段采用直径为 70 mm 的乳化药卷连续装药结构, 起爆雷管放在药柱中部; 中上部段采用直径为 32 mm 的乳化药卷, 3 节捆一束, 连续不耦合装药结构; 上部段为底座钢筋混凝土中心药包。为将钢筋混凝土充分破碎, 采用直径为 70 mm 的乳化药卷连续装药结构; 孔口堵塞长度为 1.3 ~ 1.5 m。

3.2.2 导墙底座及平台装药结构

由于导墙底座及平台炮孔较浅, 采用单一装药结构, 使用 $\phi 32$ 乳化药卷, 4 节捆一束连续不耦合装药, 孔口堵塞长度为 0.6 ~ 0.9 m。

3.2.3 内侧堰体装药结构

为了充分破碎两道防渗墙之间的堰体, 利于泄渣分流, 应加大装药量, 选用直径为 70 mm 的乳化炸药卷, 采用连续装药结构, 在底部和中部各设置一发起爆雷管, 雷管聚能穴朝上, 实现反向起爆, 孔口堵塞长度为 2.5 m。

3.3 起爆网路

起爆点选择在下游侧防渗墙中间部位, 采用“V”型起爆网路, 利用塑料导爆雷管双线交叉接力联网。按 6 个防渗墙孔为一段, 网络共分 51 段, 传爆总延时为 610 ms; 最大单段药量 260 kg。

该网络既考虑了利用多孔齐发爆破时炸药的合力来充分破碎防渗墙及堰体, 达到泄渣分流的效果, 又对单段最大药量进行了严格控制, 保证了被保护对象处的质点振动速度在允许范围以内, 降低了爆破振动对临近建筑物的影响, 同时也充分利用了江水中间流速高便于泄渣的优势。

3.4 动水泄渣

一次性爆破拆除到位, 爆破后拆除的石渣块体粒径不大于 50 cm, 利用爆破动能和水能结合控制泄渣, 特别是上下游水位落差形成的推力和

流速将全部爆破渣料向下游推移至预定位置集渣坑,满足过流要求而无需再次出渣清淤。

(1) 爆后块体粒径抗冲流速计算。

根据爆破施工方案和现场实际爆破情况,双排混凝土防渗墙及围堰爆破后块体粒径不大于50 cm,为确保爆破后利用上下游水位落差形成的推力将全部爆破渣料向下游推移至预定位置集渣坑,通过抗冲流速公式反算出最小冲刷流速。

经计算,当块体粒径 $d = 0.5 \text{ m}$ 时,最小冲刷流速 $v_m = 3.63 \text{ m/s}$ 。

(2) 爆后过流槽缺口平均流速计算。

根据现场实际情况,在双排混凝土防渗墙爆破孔检查及装药前2 d,集渣坑开挖已完成,二期基坑下游提前充水。经计算,上下游水位差控制在4 m左右,爆破后缺口平均流速远大于最小冲刷流速,因此,爆破后利用上下游水位落差形成的推力和流速完全能够将全部爆破渣料向下游推移至预定位置集渣坑。

3.5 振动控制

3.5.1 爆破振动安全允许标准

根据《爆破安全规程》GB6722-2003 制定邻近爆破区不同类型水工建筑物安全爆破标准。鉴于上游围堰与水工建筑物距离近,仅制定邻近上游围堰不同类型水工建筑物安全爆破标准即可(表1)。

表1 防渗墙拆除爆破安全振速允许标准表

| 防护对象名称 | 爆源距防护对象最小距离 /m | 允许振速 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ | 备注 |
|-----------|----------------|--|-----------------------------|
| 大坝基础帷幕灌浆区 | 221 | 1.2 | 对爆破振动起控制作用的是基础帷幕灌浆区和左岸导流明渠等 |
| 大坝新浇坝段 | 205 | 2 | |
| 厂房建筑物 | 280 | 2 | |
| 左岸导流明渠 | 66 | 5 | |

3.5.2 最大单响药量的确定

经计算,导流明渠允许的最大单响药量为285 kg,最后爆破实施的控制单响药量为260 kg。

3.5.3 振动速度的校核

经计算,建筑物所在位置的质点振动速度见表2。

从表2中的计算结果可以看出:按照该设计方案实施爆破,各保护对象是安全的。

3.5.4 水中冲击波校核

防渗墙爆破时,下游基坑已经充水,在水下的

最大装药深度为4 m。经计算,爆破峰值压力 $p =$

表2 爆破拆除各保护对象所在位置质点振动速度表

| 防护对象名称 | 爆源距防护对象最小距离 /m | 允许振速 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ | 计算振速 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ |
|-----------|----------------|--|--|
| 大坝基础帷幕灌浆区 | 221 | 1.2 | 0.69 |
| 大坝新浇坝段 | 205 | 2 | 0.78 |
| 厂房建筑物 | 280 | 2 | 0.47 |
| 左岸导流明渠 | 66 | 5 | 4.76 |

$0.125 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。规范允许的最大安全压力 $p = 2 \times 10^5 \text{ Pa}$,因此,本次爆破水下冲击波对大坝混凝土不会产生不良影响。

3.6 飞石控制

围堰周围环境较复杂,重要设施较多,爆区上方有缆机运行,大坝正在进行混凝土浇筑施工,因此,必须对飞石进行严格控制。现场主要对爆区抵抗线薄弱部位采用棉被进行覆盖,并用铁丝网和沙袋进行固定(图6)。

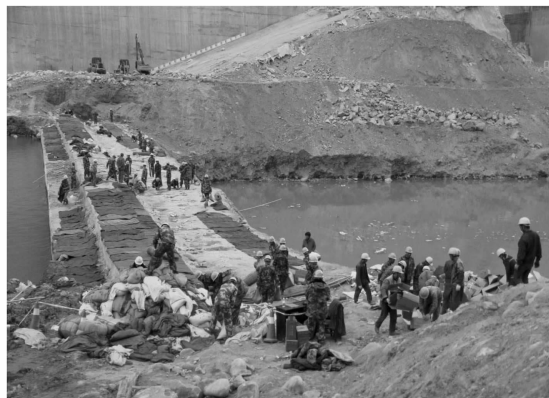


图6 爆破安全防护措施

4 实施效果

4.1 爆破及动水泄渣和分流效果

二期上游围堰防渗墙于2013年10月18日开始钻孔,于10月25日20时爆破。爆破后,即实现了过流断面全部过流,而且流水顺畅。从流态观察发现,爆破渣料几乎没有在堰体位置堆积,分流效果十分理想(图7)。

4.2 安全及飞石控制效果

爆破后缆机缆绳完好无损,距爆点上方20 m的施工道路上无任何石块(图8)。

4.3 振动控制效果

防渗墙爆破前后对坝基变形、缝隙开合度、锚杆应力、坝体渗透压力、坝基扬压力等进行了对比

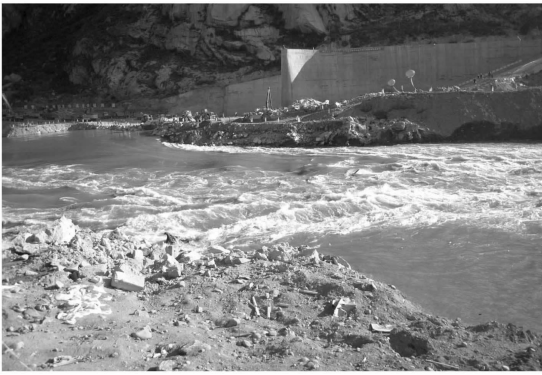


图7 混凝土防渗墙爆破拆除后过流



图8 防渗墙爆破拆除前周围环境

监测,监测数据稳定,振动完全得到了有效控制。

5 结语

工程实践中,在截流时间紧、现场出渣困难等异常特殊情况下,我们创造性地采用“从下游到上游逐层剥离抛掷,从中间到两边逐步推进开口”、预设集渣坑及预留压渣体、充分利用爆破动能和较高水位差势能并相互叠加作用,实现了防渗墙爆破拆除、出渣、卸渣一体化施工作业,为工程建设赢得了宝贵时间,达到了预期目的,取得了较好效果。

作者简介:

- 党永平(1966-),男,重庆大足人,高级工程师,工程硕士,从事水电工程建设技术与管理工;
- 林 胜(1972-),男,四川三台人,工程师,学士,从事电力工程物资计划与管理工;
- 梁建忠(1966-),男,四川蓬溪人,高级工程师,学士,从事水电工程建设管理工;
- 邹 伟(1977-),男,江西万安人,高级工程师,学士,从事水电工程建设技术与管理工;
- 杨享渠(1962-),男,四川渠县人,高级工程师,学士,从事水电工程建设技术与管理工。

(责任编辑:李燕辉)

(上接第5页)

群众疏散情况;一方面在堰塞湖上、下游和淤积体上、下游较高地势处设置安全监控点,派安全员轮班作业,及时观察险情动向。

(2)定时对右岸边坡进行变形监测,做好边坡滑塌应急预案;

(3)定时对堰塞湖水位进行监测,做好决堤应急逃生预案。

(4)做好夜间照明和执勤警戒工作。

(5)泄流槽开挖过程中,每台挖掘机配备两名安全员,不间断观察机械四周地质和水位情况,并通过对讲机与机械操作手保持通话畅通。

(6)保持较大的机械操作间距,一方面减少机械间的相互干扰,另一方面减少机械高强度震动对堰塞湖坝体安全的影响。

(7)与当地气象部门紧密联系,第一时间获得天气情况,在施工现场醒目位置设置晴雨表并实时更新。

6 结语

西藏芒康县海通沟堰塞湖排险及河道应急疏通是一次较小规模的抢险任务,经过实地踏勘,全

面了解灾情成因和现场环境后,在“开槽泄流,挖槽引流”的总体处置思路指导下,制定了“两步走”的排险方案:第一步,开挖泄流槽,主动降低堰塞湖水位,排除首要威胁;第二步,治理冲沟,消除后续隐患,预防二次灾害。整个除险过程指导科学,组织严密,处置有效,确保了人民群众生命安全,避免了大的经济损失,所取得的经验可以作为堰塞湖成功处置的典范,供后续除险工程借鉴。

参考文献:

- [1] 赵秀玲,马学强.“5·12”汶川地震堰塞湖应急处置工程除险实践[J]. 水利水电技术,2012,43(1):48-51.
- [2] 陈晓清,崔 鹏,赵万玉,等.“5·12”汶川地震堰塞湖应急处置措施的讨论—以唐家山堰塞湖为例[J]. 山地学报,2010,28(3):350-357.
- [3] 周宏伟,杨兴国,李洪涛,等.地震堰塞湖排险技术与治理保护[J]. 四川大学学报(工程科学版),2009,41(3):96-101.

作者简介:

- 魏海兵(1987-),男,陕西延安人,助理工程师,硕士,从事水利水电工程施工技术与管理工;
- 王永平(1968-),男,陕西甘泉人,高级工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工..

(责任编辑:李燕辉)