

# 大兴电站导流围堰及基础防渗施工

汪辉德<sup>1</sup>, 陈建康<sup>2</sup>

(1. 四川省水利电力工程局, 四川 资阳 641300; 2. 四川大学 水电学院, 四川 成都 610065)

**摘要:** 大兴电站施工导流围堰采用土石围堰、粘土心墙结合高喷灌浆防渗, 详细叙述了粘土心墙施工的工艺, 并通过对围堰粘土心墙防渗效果的评价, 分析了围堰粘土心墙的适用范围及施工重点、难点, 并提出了一些施工建议, 供同类型工程项目围堰防渗借鉴。

**关键词:** 大兴电站; 导流; 围堰; 粘土心墙; 防渗; 渗水

中图分类号: TV 543

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2006)02-0044-02

## 1 工程简况及围堰的布置

大兴电站位于雅安下游, 距市区约 3.5 km, 为河床式电站, 设计装机容量  $3 \times 2.5$  万 kW, 从右到左依次为右岸非溢流坝、厂房坝段、3孔冲沙闸、8孔泄洪闸、左岸非溢流坝。施工导流采用两期两段导流方式。一期导流时段为2002年11月至2003年5月, 利用左岸非溢流坝段位置的导流明渠过流, 围泄洪冲沙闸、厂房坝段和右岸非溢流坝段, 施工泄洪冲沙闸、厂房以及右岸非溢流坝。一期末, 厂房小基坑围堰形成, 冲沙闸墩和导墙达到设计高程, 最左侧泄洪闸导墙达到设计高程, 泄洪冲沙闸底板混凝土基本完成。二期导流时段为2003年10月至2004年5月, 冲沙闸过流, 冲沙闸左导墙作纵向围堰, 围左岸非溢流坝段、泄洪闸坝段, 继续进行泄洪闸中上部未完工程, 左岸非溢流工程施工。

## 2 围堰防渗施工

大兴电站导流横向围堰和一期纵向围堰采用石渣填筑, 横向围堰采用粘土心墙防渗, 一期纵向围堰上游段采用粘土心墙防渗, 下游段采用高喷灌浆防渗。高喷灌浆施工为常规施工工艺, 在此不再叙述; 一期纵向围堰基本在干区填筑, 防渗粘土心墙也在无水情况下作业。这里主要讨论具有代表性的一期上游横向围堰水下部分粘土心墙的施工。

### 2.1 围堰戗堤的断面形式

一期上游横向围堰戗堤高程约 563 m, 戗堤顶宽约 15 m, 外侧水位高程约 561~562 m, 内侧

水位约 557 m。围堰基础地面高程为 556~556.5 m, 主河道位置基岩出露, 高程约 553 m, 最低位置高程约 552 m。围堰水下部分原覆盖层在截流过程中被冲走, 现均为填筑料堆积。

常规粘土防渗心墙在戗堤轴线位置均采用挖掘机开槽填筑粘土施工, 但本工程戗堤较高, 挖掘机无法开挖至基岩高程; 若采用高喷灌浆施工, 施工期较长, 成本高。经综合比较, 根据本工程围堰及基础的特点, 采用粘土心墙防渗工艺, 但粘土位置后移至戗堤下游侧。

### 2.2 粘土心墙的布置及开槽施工

粘土心墙布置在戗堤下游侧。首先在戗堤下游侧坡脚利用挖掘机平整开槽平台, 平台宽约 4 m, 高程 556.5 m, EX350 液压反向挖掘机开槽, 挖掘机在平台上顺戗堤轴线后退法开挖成槽, 确保开挖至基岩高程, 使粘土心墙与基岩相接。开挖的石渣堆放在平台下游侧, 作为粘土心墙的支撑体的一部分。

### 2.3 粘土心墙填筑施工

汽车运输粘土至戗堤顶, 挖掘机挖至戗堤内侧坡面。在开槽处布置一台挖掘机挖坡面粘土至开槽处, 挖斗缓慢向下压紧粘土, 直至粘土填出水面。挖掘机开至粘土表面, 利用自重二次碾压粘土心墙, 同时顺开槽轴线向前进占填筑施工。每一段粘土填出水面后, 即采用常规干区作业工艺, 将粘土心墙填筑至戗堤顶高程。

粘土心墙填筑高出水面后, 随着粘土心墙的升高, 在粘土心墙下游侧填筑沙卵石料作为心墙支撑体, 并作为围堰加宽的一部分, 这就要求截流戗堤

处于围堰的迎水侧, 避免围堰最终超过设计宽度。

粘土心墙施工程序见图 1。

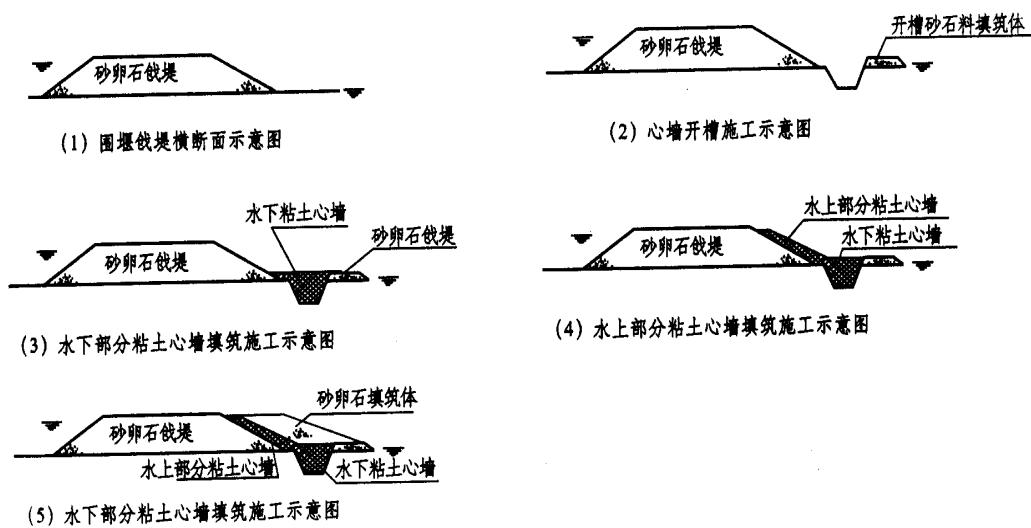


图 1 粘土心墙施工程序图

#### 2.4 粘土心墙的施工顺序

粘土心墙施工应顺序连续施工, 中间不能间断。大兴电站一期上游横向围堰从左侧(即龙口左端)开始, 单头向右逐步施工至主河槽位置, 再从右端头开始开槽填筑施工向左施工, 最后在主河槽位置结合, 形成防渗心墙的封闭整体。

粘土心墙在有内外水位差的压力水作用下施工, 随着粘土心墙的填筑施工, 围堰有效渗水断面在逐步减小, 围堰渗水逐步集中, 使得粘土心墙填筑施工难度逐步加大。所以, 合理选择粘土心墙施工顺序, 也是防渗施工成败的关键。关于粘土心墙施工顺序的选择, 应遵循以下原则:

(1) 由于粘土心墙施工难度逐步加大, 首先应选择防渗处理难度大的位置施工。比如, 首先选择截流合龙的龙口位置(因大块料集中、架空严重、渗漏严重)、两岸端头与岸坡接触位置、主河道最深位置等。

(2) 粘土心墙最后填筑段渗水一般较严重, 可将其布置在以后抽排水的主水泵处, 便于排水。

(3) 考虑戽堤顶部的交通运输和设备影响, 工作面不宜太多, 一般设置 1~2 个粘土心墙施工工作面。

#### 3 结 语

水利水电工程项目施工导流围堰采用粘土心墙防渗, 与其他防渗形式相比, 成本低、施工工期短, 在中小型水利水电工程中广泛应用。大兴电站采用粘土心墙位置后移布置方式, 解决了围堰水

下部分的防渗问题, 后经历施工期设计洪水的考验, 证明效果较好, 施工期渗水量小于设计配备的抽排水能力, 主体工程具备提前施工条件。但这样施工也有缺陷: 由于人员操作的原因, 部分地段施工质量不能保证, 如在粘土心墙最后施工的主河道等处, 当河道涨水水位差较大时, 围堰渗水明显成倍增加, 表明该处粘土心墙可能存在薄弱点, 水位高时被击穿形成集中渗漏, 导致基坑渗水明显增加。在 4 月底遭遇设计洪水时, 曾出现基坑大面积积水的情况, 这是值得总结研究的。

采用粘土心墙位置后移的防渗方式有以下几点值得注意:

(1) 粘土心墙处于水压力作用下施工, 由于粘土心墙处于戽堤内侧, 水压力不利于粘土压实, 应首先在戽堤迎水面采用细粒土料闭气, 减少戽堤渗透水, 有利于心墙开槽填筑施工。

(2) 粘土心墙水下部分的开槽填筑压实, 全部依赖挖掘机操作人员的水平及感觉, 很难制定操作验收标准, 即使旁站施工员, 也很难确定开槽是否达到基岩高程、粘土在水中是否压实。即使是水上部分, 随着水下粘土心墙的填筑, 渗漏出水点逐渐升高, 随时变化, 这部分粘土也靠挖掘机在没有支撑体的情况下填筑。所以, 粘土心墙的施工, 挖掘机操作人员的水平、责任心至关重要。

正是由于粘土心墙施工方式的这种弊端, 也是今后值得进一步总结提高的。

(下转第 56 页)

内层岩石欠爆,从而无法为崩落孔充分提供侧向临空面,因此连锁影响,爆后炮孔利用率较低,残孔较大,如进行补爆,则又会产生超挖。故作业队一定要按爆破设计要求布孔,多打几个内掏槽孔,表面看似多占了钻孔时间,但内层掏槽孔能将孔内侧大部分岩石爆碎,为后爆各序孔创造出了侧向临空面,这样做爆破效果好,爆孔利用率高,几乎没有残孔,总的效益比不打内层掏槽孔好得多,同时,洞壁成型也好。

(2) 网络联接不合理,造成盲炮、瞎炮,从而引起超、欠挖。

爆破设计要求的起爆顺序为:内层掏槽——外层掏槽——崩落孔——二周边孔——周边光爆孔——底板孔。如果装毫秒延期雷管时不注意每发雷管段数,装错或不按要求的顺序起爆,都会影响爆破效果,甚至造成瞎炮。对于这类问题,只要发装雷管时细心,按爆破设计要装雷管即可。

起爆网络联接不合理引起瞎炮:掌子面装完药,堵塞好以后就可以将延期雷管管线用黑胶布绑在导爆索上,且导爆管与导爆索绑扎搭接长度为15~20 cm。从掌子面上部往下进行联接,每8根导爆管均匀绑在导爆索周围,但导爆管多了,导爆索引不爆全部导爆管。

光爆孔炸药可以用导爆管雷管引爆,也可以用导爆索引爆,当采用导爆管引爆时,即依该掌子面装药起爆顺序,将高段延期雷管(一般为13或15段)插入光爆孔最外端一节炸药中,由这段延期雷管引爆孔内外段炸药及导爆索,再由导爆索引爆其余光爆药,这种网络联接安全性较好。因为延期时间是在孔内的延期雷管上,而不必担心先

(上接第45页)

(3) 由于反向挖掘机开槽深度的限制,决定了粘土心墙水下施工的深度,也决定了防渗墙的深度,大兴电站围堰粘土心墙开槽的最大开挖深度约5 m,而实际粘土心墙水下填筑最大深度约为4 m。围堰水下部分透水层太深,心墙将无法与下部隔水层相连形成防渗墙。当然,可以采用长臂反向挖掘机施工,增加开槽和填筑深度,以扩大该种防渗方式的适用范围。

(4) 粘土在枯雨雨季施工,应充分考虑雨水的影响,粘土随运随用,不宜堆存太久,应选择含水

爆孔爆破岩石砸坏起爆网络。

当用导爆索引爆孔中的炸药时,将绑有炸药(炸药按要求的间距绑扎在竹片及导爆索上)的导爆索延伸出孔外(孔外留30 cm),并将孔外的导爆索缠绕在主导爆索上(主导爆索沿光爆孔铺设),支、主导爆索间的夹角在 $15^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间,最好为 $45^{\circ}$ ;缠绕(搭接)长度为20 cm,并用黑胶布绑紧。然后在主导爆索的末端绑上两发同段毫秒延期雷管(毫秒延期雷管段数见爆破设计),然后将这两发毫秒延期雷管照上述方法绑在掌子面主导爆索上,检查掌子面雷管联接无误后,再把插有导火线(导火线长度大于1.2 m)的火雷管绑在掌子面主导爆索末端上,待无关人员、设备撤离至安全地带后,即可点燃导火线起爆!这种起爆方式,光爆延期太长,且由于延期雷管在孔外,有时先爆时所产生的飞石会砸坏光爆网络,从而造成周边孔瞎炮,处理时需抽出光爆孔内竹片及炸药,重新装药起爆,费时且易产生超挖,故采用这种起爆形式需慎重。

#### 4 结 语

冶勒水电站调压室洞室群采用以上措施后,取得了明显的经济和社会效益,具体表现在:

(1) 对于III类围岩,洞径超挖控制在规范要求的15 cm以内且无欠挖,光爆孔半孔率达80%以上;

(2) 对于IV、V类围岩,洞室最大超挖量控制在30 cm以内,较完整岩石处光爆孔半孔率达40%以上,无大的塌方产生。

作者简介:

李朝斌(1970-),男,四川广安人,主任工程师,工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

量偏低粘土。水下槽内由于无法分层压实,应采用质量较好的粘土。

(5) 开槽与填筑粘土施工同步进行,即开槽即填筑,不宜间隔太久,避免槽内重新被渗漏坍塌料堆满。

作者简介:

汪辉德(1969-),男,四川简阳人,总工程师,高级工程师,在职研究生,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

陈建康(1963-),男,甘肃人,副院长,教授,硕士,从事水工结构工程的教学和科研工作。

(责任编辑:李燕辉)