

# 加快上阿特巴拉水利枢纽B标粘土心墙坝施工的技术措施

李秋石

(中国水利水电第五工程局有限公司,四川成都 610066)

**摘要:**介绍了加快苏丹上阿特巴拉水利枢纽B标河床粘土心墙坝施工的技术措施。优化围堰结构和度汛方式,提前进行上游防渗墙施工和减压井施工,抬高坝体基础面高程4 m和降低帷幕灌浆平台3 m,优化心墙土料制备方法和调整反滤料级配指标等,减少了工程量,加快了施工进度,将拖后近一年的工期挽回。

**关键词:**抢工;技术;方案;上阿特巴拉水利枢纽

中图分类号:TV7;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2014)03-0024-03

## 1 概述

苏丹上阿特巴拉水利枢纽B标工程主要由左右岸土堤、左岸土石坝、河床粘土心墙坝、溢流坝组成,枢纽总长6 615 m。河床粘土心墙坝高为44 m,基础高程481 m,坝顶高程525 m。

工程分两期施工,一期利用原河床过流进行溢流坝及左右岸土石坝施工,二期利用已建溢流坝过流进行河床粘土心墙坝施工。

## 2 方案优化的背景及目标

工程原合同工期规划为:2011年7月开始溢流坝混凝土施工;2012年9月底溢流坝具备过流条件,进行二期河床截流;2013年5月底河床坝填筑至505 m高程,具备度汛条件;2014年8月坝体到顶,水库开始蓄水。但由于业主工程款支付不及时,工程材料供应、人员组织困难等原因,导致溢流坝施工进度滞后,不能满足2012年9月底截流的条件,且河床土石坝涉及到第二年汛期度汛的问题,因此截流时间只有推后一年。但经与业主谈判达成协议,在业主给予一定补偿的情况下,2014年9月坝体填筑到519 m高程并开始蓄水。河床坝段的施工工期压缩了近一年。为确保施工进度,在施工过程中对各环节进行了技术优化。

## 3 河床粘土心墙坝的施工项目

河床坝段施工内容包括:上下游二期围堰、减压井、基础开挖、基础振冲处理、帷幕灌浆、主坝防渗墙施工、坝体填筑等。河床大坝原设计方案的典型剖面如图1所示。

收稿日期:2014-05-08

## 4 加快河床粘土心墙坝施工采用的技术措施

### 4.1 围堰及度汛方式

原设计的二期围堰及度汛方式为:首先进行上下游枯期围堰施工(不进行基础防渗),然后利用强排水进行基础开挖和坝体度汛断面施工,在度汛断面下设防渗墙,上游侧设粘土斜墙覆盖防渗,汛期利用度汛断面挡水。

优化方式:(1)将度汛断面下的防渗墙移至枯期围堰下,以改善基坑施工条件;(2)提前在2013年初的枯期将围堰的基础防渗墙施工完成,并通过在顶部加设钢筋网片的方式对防渗墙进行保护,确保在汛期过水的情况下防渗墙不被破坏,这样可以减少截流后的工作量,节省45 d的基础处理时间;(3)加强心墙部位的施工,直接利用永久防渗墙及心墙坝度汛,以节省度汛断面上游面的防渗及防冲结构的施工时间。调整后的二期围堰及坝体度汛剖面见图2。

### 4.2 减压井的施工

由于坝体粉砂层基础需进行振冲处理,因此要求将地下水位必须降到粉砂层以下1 m,即476 m高程。经计算,坝体上下游各需布设5个减压井。因此,减压井尽快投入运行既是基础振冲处理的前提条件,也是改善表层粉砂开挖交通的关键。为提前开始进行减压井施工,在戗堤进占过程中提前在基坑侧填筑减压井施工平台,利用该平台进行减压井施工。工程实施过程中,在截流前已将上游侧减压井施工完成,截流闭气后5个减压井立即投入运行,节省了12 d的直线工期并

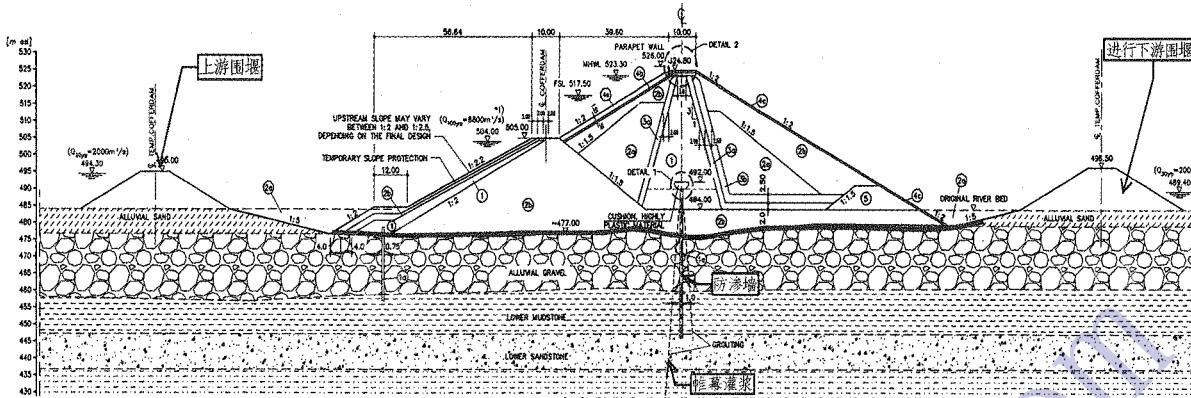


图 1 原方案河床大坝典型剖面图

改善了基础开挖交通条件。

#### 4.3 坝体基础面的提升

河床的天然基础情况为泥岩上覆盖约 20 m 厚的砂砾石,上部另有 7 m 厚的粉细砂层。原设计方案为将上部 7 m 厚的粉砂层全部挖除,挖至高程 477 m 的砂砾石层,然后进行基础处理及坝体填筑。

进场后,项目部立即安排进行了河床坝段坝体基础区的贯入度(CPT)试验并将试验资料整理后报送工程师,为工程师优化设计提供了基础资料。后经工程师复核,最终将坝体基础高程提升到 481 m,进而减少了 4 m 厚的开挖及填筑,节省开挖及填筑量各 12 万 m<sup>3</sup>。

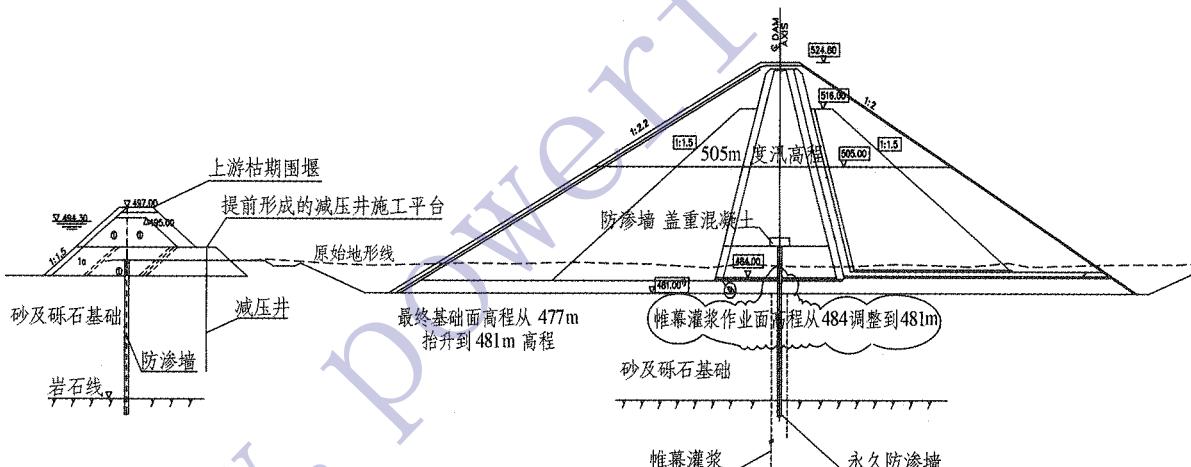


图 2 调整后的围堰及坝体典型剖面图

#### 4.4 帷幕灌浆施工高程的调整

原河床坝段的施工程序见图 3。

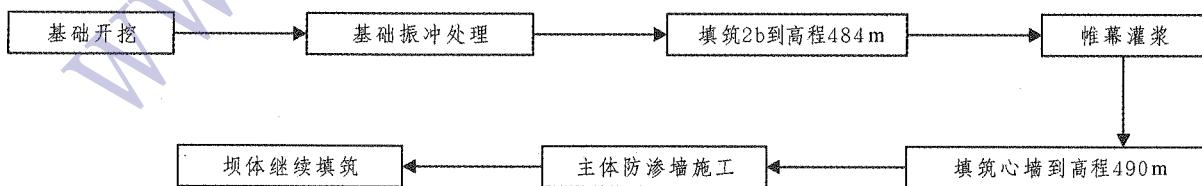


图 3 原河床坝的施工程序图

在实际实施过程中,将帷幕灌浆作业高程调整到高程 481 m,即区域基础振冲结束后立即开始帷幕灌浆工作。这样实施,首先减少了在填筑砂砾石中的钻孔量,从而为帷幕灌浆钻孔作业节

约了时间;其次,减少了一次基础振冲与填筑间的工序衔接,可以提前进行帷幕灌浆施工,从而加大了基础振冲与帷幕灌浆间平行施工的时间,为关键线路施工压缩了 15 d 的施工时间。

#### 4.5 心墙料的制备

该工程土料场大致分三层:第一层为高液限、高塑性粘土,第二层为低液限、低塑性砂质粉土,第三层为高塑性和高液限粘土。其中第二层砂质粉土的天然含水率为9.5%左右,其他两层的天然含水率均在18%左右。料场区域内平均最优含水率为23.56%,平均最大干密度为1.57(g/cm<sup>3</sup>),最大干密度为1.73。

通过对土料场进行勘探及试验结果可知:(1)土料上坝前需进行含水量的调整;(2)第一层、第三层高液限、高塑性粘土细粒含量及膨胀性等方面不能满足上坝料的技术要求,若不进行处理而直接上坝,必须对填筑部位进行限制以限制其遇水膨胀脱水开裂的特性;(3)第二层砂质粉土塑性指数及防渗不能满足要求,因此,坝体防渗

料必须通过制备获得。

通过现场试验及研究发现:(1)土料在自然状态下灌水后含水量略大于最优含水量;(2)粘性土在接近最优含水量的情况下具备可掺拌性,含水量控制的好,可以避免结块现象出现。

经现场与工程师进行沟通及生产试验结果证明,最终工程师同意采取先灌水,再进行一、二层土料或二、三层土料混合立采的方式获得合格土料并直接上坝填筑。

最终,仅通过加强现场控制的手段就解决了土料制备的问题。

#### 4.6 反滤料级配曲线的调整

由于砂砾石料场的粉细砂含量偏高,按照工程师设计的反滤料级配曲线要求弃料多,系统生产效率下降。具体原料级配及设计要求见图4。

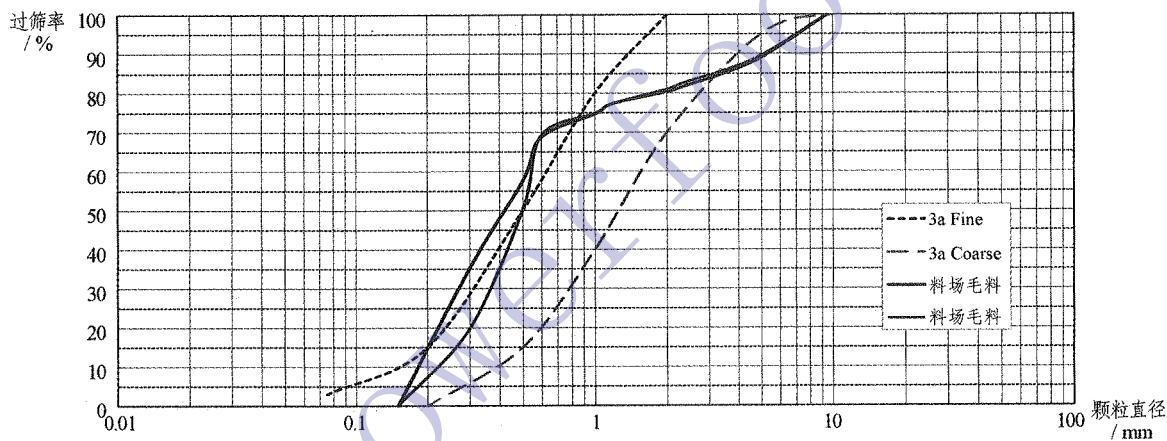


图4 原反滤料控制指标和料场原料级配指标对比图

针对这一情况,项目部仔细研究了相关规范并进行了详细的计算、论证后,向工程师提出了反滤料级配调整的建议,最终经工程师批准,在苏丹

上特巴拉项目生产过程对反滤料的控制指标进行了调整,具体控制要求及原料对比情况见图5。

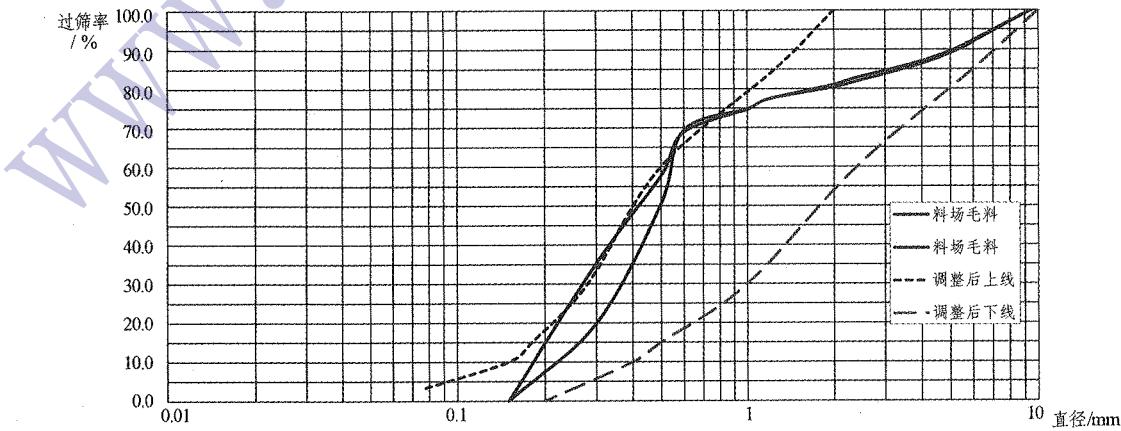


图5 调整后的反滤料控制指标和料场原料级配指标对比图

(下转第43页)

④槽内侧一面焊缝焊接完成后,待母线适当冷却后将母线进行翻面,对焊缝根部进行清根处理;清根作业时,应将焊缝底部未融合区域或存在其他缺陷的部位彻底清理干净,然后再进行加热、焊接工作。

⑤焊接结束后,应清理焊缝表面的飞溅物等,并仔细检查焊缝表面的成形质量,一旦发现有超标缺陷,应及时清除、重新焊接至外观合格。

#### (4) 单槽铜母线的检验。

单槽铜母线对接焊缝焊接完成后进行电阻率测量及X射线抽检。由于单槽铜母线组成双槽铜母线后对接缝处如果存在内部缺陷将较难处理(无法进行清根处理),因此,在组成双槽铜母线之前即应对单槽铜母线的对接焊缝进行质量检查。

①焊缝外观检查:对接焊缝上的加强高度为3~4 mm,焊缝融合良好,呈圆弧过渡,表面光滑,没有毛刺和凹凸不平之处,焊接接头表面应无肉眼可见的裂纹、凹陷、缺肉、未焊透、气孔、夹渣等缺陷。

②电阻率测试:电阻率采用双臂电桥测试法,测定结果应与母材接近(不超过铜的电阻率值的110%),符合相关标准要求。

③内部检查:用X射线探伤检验,应无明显的未焊透、未融合、气孔、咬边等缺陷。

#### (5) 组装双槽铜母线,焊接连接片。

将两根已焊好的单槽铜母线进行拼装,使用固定母线用的工装夹具,将两根母线定位固定,按照图纸尺寸安装槽间连接片。连接片在安装前应对连接片、母材安装焊接位置进行打磨处理;焊接采用与对接焊缝类似的焊接方法。由于连接片主要起连接固定作用,不承载电流,因此,采用单面焊接即可,但焊前的清理、预热等工序不能减少,

(上接第26页)

调整的效果主要体现在两个方面:(1)弃料量从原来毛料的30%左右降到10%以内;(2)反滤料系统的生产能力由原来的1.4万m<sup>3</sup>/月提高到2万m<sup>3</sup>/月。

#### 5 结语

项目实施过程中,在充分了解现场实际情况的条件下,通过仔细分析、研究后,有些项目在技

否则无法熔焊。

#### 3.4.4 双槽铜母线的校正、清理

双槽铜母线组焊完成后,清理连接片等焊接部位的飞溅杂物。由于母线经过加温、焊接等过程,局部可能存在弯曲等变形,应采用锤击等方式进行校正。

#### 3.4.5 双槽铜母线的检查与试验

双槽铜母线焊接完成、母线的组装、焊接工作结束后,需进行安装前的尺寸等质量检查,并进行电阻率的最终测量。虽然单槽母线焊接完成后已进行过电阻率测量,但由于组拼双槽铜母线的两根单槽铜母线电阻率不完全相同,为获得最终较为准确的测量结果,需对双槽铜母线进行电阻率测量,测量标准与单槽铜母线电阻率测量标准一致。

#### 4 结语

在东西关水电站技术改造工程中,通过对铜母线焊接工艺的引进、研究、改进,既确保了焊接质量,也使业主方主变停运的时间大大缩短。业主方原计划20~25 d停机更换母线,而组焊方案修改后,把停机后实施的对接焊缝焊接工作前移至停机前完成,使停机时间大幅缩短。实际停机后10 d内完成了旧母线拆除、新母线安装等工作,直接为业主方创造了较好的经济效益,得到了业主方、监理方的高度认可和评价,同时也培养了一批掌握铜焊接工作的技术人员,亦使我公司的焊接技术迈上了一个新的台阶。

#### 作者简介:

孟俊永(1983-),男,河南孟津人,项目经理,助理工程师,从事水电工程水工机械及机电设备检修、改造技术工作。

(责任编辑:李燕辉)

术上还是有可以改进、优化的空间。以上内容是笔者通过在上阿特巴拉等项目施工过程中所遇到情况的思考与总结,希望能为今后类似项目施工提供一定的借鉴。

#### 作者简介:

李秋石(1975-),男,河北抚宁人,副总工程师,高级工程师,学士,从事水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)