

# 崔家营航电枢纽工程基础防渗墙施工技术

罗嗣松

(葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:详细地介绍了崔家营航电枢纽工程基础防渗墙施工的程序、方法及控制要点,可供其他类似工程施工借鉴。

关键词:基础防渗墙;程序;方法;控制要点;施工;崔家营航电枢纽工程

中图分类号:TV543;TV52

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)02-0051-03

## 1 概述

崔家营航电枢纽工程厂房门机检修平台紧临安装场左侧布置,左右长40 m,上下游长30.5 m,其下游为开关站。厂房门机检修平台的基础防渗结构布置有11~34 m高程的帷幕灌浆和32~57.1 m高程的塑性混凝土防渗墙。塑性混凝土防渗墙与上部混凝土箱型结构采用粘土夯实处理衔接(粘土施工厚度为1.5 m,底宽4 m,顶宽7

m)。垂直水流向防渗墙轴线桩号为B0-25.99;顺水流向防渗墙轴线桩号为A0+815.15。防渗墙厚度为60 cm,左岸土石坝江心洲段本次施工纵向围堰以右部分共施工8个槽段,范围从A0+815.15~A0+863.15,防渗墙轴线桩号为B0+2.69,防渗墙设计底高程为34 m,墙顶高程为63 m,墙厚60 cm。防渗墙布置详见图1。

厂房门机检修平台及左岸土石坝江心洲段防

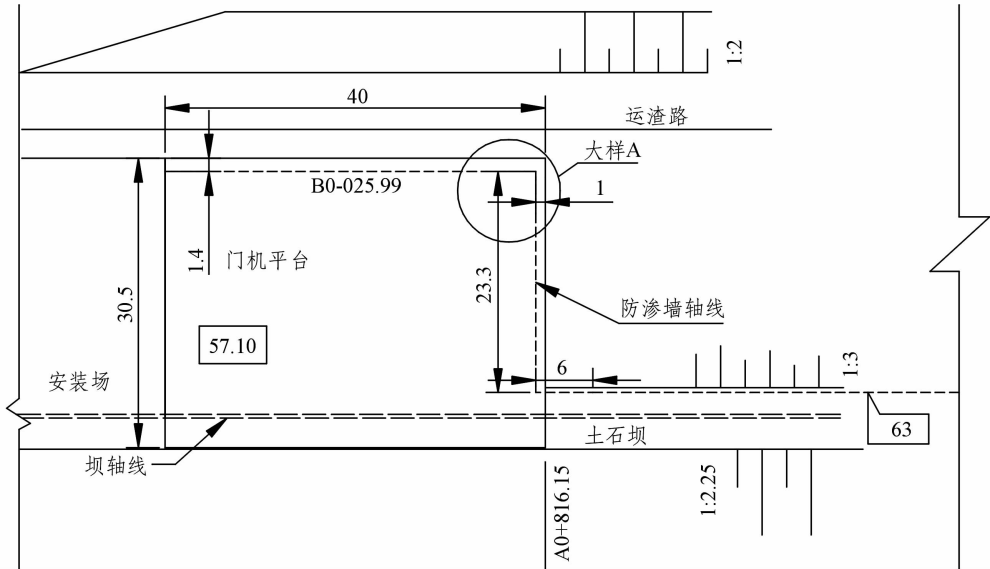


图1 防渗墙布置图

渗墙均位于江心洲,江心洲原地形属高漫滩,其覆盖层为粉质粘土、壤土、砂壤土、砂、砂砾石、泥质砾石等,覆盖层总厚度为17~40 m,其基岩面埋深为19~28 m,出露高程低于37.5 m。厂房安装场所揭露的地质情况反映基岩出露高程为34 m以下。地勘钻孔压水试验表明:相对不透水带( $q$

$< 5 Lu$  线下限)埋深为25~65 m。

## 2 防渗墙技术要求

### 2.1 配合比

配合比及混凝土拌和物性能应满足以下要求:

- (1)入槽坍落度 18~22 cm;
- (2)扩散度 34~40 cm;

收稿日期:2012-03-13

(3) 坍塌度保持 15 cm 以上的时间应不小于 1 h;

(4) 初凝时间不小于 6 h;

(5) 终凝时间不宜大于 24 h;

(6) 混凝土密度不小于  $2 \text{ g/cm}^3$ ;

(7) 胶凝材料总用量不少于  $240 \text{ kg/m}^3$ , 其中水泥用量不宜小于  $80 \text{ kg/m}^3$ , 膨润土用量不宜小于  $40 \text{ kg/m}^3$ , 水泥与膨润土合计用量不宜小于  $160 \text{ kg/m}^3$ ;

(8) 水胶比小于 0.65;

(9) 砂率不宜小于 45%。

## 2.2 防渗墙技术指标

(1) 抗压强度:  $R_{28} \geq 2 \text{ MPa}$ ;

(2) 弹性模量:  $E < 1\,000 \text{ MPa}$ ;

(3) 渗透系数:  $K < i \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ , 其中  $i < 10$ ;

(4) 允许渗透坡降:  $J > 60$ 。

## 2.3 槽孔建造

(1) 为确定槽孔深度, 施工前, 沿防渗墙的轴线每隔 50 m 或按工程师要求打先导孔。先导孔深度超过设计防渗墙底线以下 5 m, 孔径满足钻孔取芯要求。门机平台段可不打先导孔, 利用原帷幕灌浆钻孔资料确定基岩顶面高程。

(2) 建造槽孔前应先修筑导向槽, 导向槽基础应修筑在碾压密实的地基上。导向槽应采用混凝土导墙, 其技术指标应满足下列规定:

① 导向墙顶部高出地面 100 mm;

② 导向墙中心线与防渗墙轴线重合, 导向墙内侧面距比防渗墙厚度大 100 mm, 导向墙间净距允许偏差  $\pm 10 \text{ mm}$ ;

③ 导向墙平面轴线与防渗墙轴线平行, 其允许偏差为  $\pm 15 \text{ mm}$ ;

④ 导向墙顶高程允许偏差  $\pm 20 \text{ mm}$ 。

(3) 应保证槽孔壁平整垂直, 槽孔宽度不小于设计墙厚, 孔位允许偏差不大于 3 cm, 孔斜率不得大于 0.4%; 遇有含孤石、漂石的地层及基岩面倾斜度较大等特殊情况下, 其孔斜率应控制在 0.6% 以内。对于一、二期槽孔接头套接孔的两次孔位中心任一深度的偏差值不大于施工图纸规定墙厚的 1/3, 并应采取措​​施保证设计厚度。吊放接头管(板)的端孔孔斜率应按槽孔建造工艺分别控制, 同时应保证接头管板顺利吊放和起拔。

(4) 槽孔清孔换浆结束后 1 h 应达到下列标

准:

① 孔底淤积厚度不大于 10 cm;

② 使用膨润土泥浆时, 槽内泥浆密度不大于  $1.15 \text{ g/cm}^3$ , 马氏漏斗粘度为 32 ~ 50 s, 含砂量不大于 6%; 使用粘土泥浆时, 槽内泥浆密度不大于  $1.3 \text{ g/cm}^3$ , 漏斗粘度不大于 30 s, 含砂量不大于 10%。泥浆取样位置距孔底 0.5 ~ 1 m。

(5) 清孔检验合格后, 应于 4 h 内开浇塑性混凝土。

## 2.4 施工质量检测

墙体质量检查应在成墙后 28 d 内进行, 检查内容为墙体的物理力学性能指标、墙段连接和可能存在的缺陷。检查可采用钻孔取芯、注水试验或其他检测方法。检查孔的位置由工程师指定, 数量按防渗墙轴线每 100 m 长布置一个检查孔控制, 本次施工共布置 2 个检查孔。

## 3 施工工艺及方法

### 3.1 施工方案的选定

(1) 防渗墙造孔机械选用 CZ22 型钢丝绳式冲击钻机, 配备“十字”钻头钻进, 副孔采用钻劈法, 槽孔连接采用套打——钻套接法, 槽段长度一般为 6 m (均不包括套接段), 主孔 1 m, 副孔 1.7 m, 分两期槽段施工。

(2) 划分施工槽段: 门机平台上游段防渗墙轴线长 39 m, 每 6 m 为一个槽段, 最后一个槽段为 3 m, 可划分为 7 个槽段施工; 顺流向段为 23.3 m, 可划分为 4 个槽段施工, 共 11 个槽段。施工方法为二期槽段分期施工法, 接头处套接 30 cm。左岸土石坝江心洲段防渗墙本次施工纵向围堰以右部分, 共施工 8 个槽段。

(3) 根据划分的槽段长度, 确定主孔钻孔数量, 按照先施工主孔、后劈打副孔的顺序施工。主孔采用十字圆形铸钢钻头依次施工, 然后用鼓形钻头将剩余土体劈打修平。形成槽孔后, 用钻机上下拉动槽头刷清理槽壁至符合规范要求。成槽必须做到: 槽形规范、槽宽合格、槽底和槽壁没有探头石和小墙。本地层为砂砾石地层, 优先利用当地粘土资源制作泥浆。泥浆可由粉碎的粘土加水搅拌后放置在泥浆池中充分水化制成; 也可边钻孔边填粘土造浆。在钻进过程中, 钻渣通过立轴离心式泥浆泵不断送入孔底的循环泥浆带出槽口外, 并及时从沉淀池中捞取堆存, 根据渣样准确

判断地层变化以指导施工。堆放的钻渣则可及时清运出场外,以保持施工现场通畅。配置掏渣桶,在必要时用于掏抽槽底的钻渣。

使用钻机型号为CZ22,由钻头、机架、卷扬机三部分组成,钻头由5 t慢速卷扬机牵引提升,钢丝绳自由悬挂,无动力下放,掘削的泥土混在泥浆中以正循环方式排出槽外。下钻应使吊索保持一定张力,引导钻头垂直成槽,下钻速度应取决于泥渣的排出能力及土质的软硬程度。

### 3.2 护壁泥浆制备工艺

采用自成泥浆护壁作业,设沉淀池、泥浆池及泥浆泵一台排泥渣,泥浆池采用2台ZJ-400型旋流式高速泥浆搅拌机,泥浆池体积为 $360\text{ m}^3$ ,生产能力为 $20\text{ m}^3/\text{h}$ ,安设供浆泵输浆管送至施工部位,泥浆站内设置2台ZJ-400型旋流式高速泥浆搅拌机。为满足使用要求,泥浆池的容积一般应为一个单元槽段挖掘量的1.5~2倍。泥浆应调至均匀,一般新配泥浆密度应控制在 $1.01\sim 1.15\text{ t}/\text{m}^3$ ,循环过程中将泥浆控制在 $1.25\sim 1.3\text{ t}/\text{m}^3$ 之间;遇松散地层时,泥浆密度可适当加大;浇筑混凝土时,将槽内泥浆控制在 $1.15\sim 1.25\text{ t}/\text{m}^3$ 之间。在成槽过程中,要不断向槽内补充新泥浆,使其充满整个槽段。泥浆应保持高出地下水位0.5 m以上,亦不应低于导墙顶面0.3 m。在同一槽段钻进遇到不同地质条件和土层时,要注重调整泥浆的性能和配合比,以适应不同土质情况,防止塌方。

### 3.3 成槽验收

按设计要求的槽深施工完毕,申请验收。一般的检验指标为槽宽、槽深及垂直度。检验方法:除采用仪器测量方法外,比较简单而又适合现场使用的检验方法为探笼法。根据槽段长度、槽宽尺寸用合适直径的钢筋焊制成矩形笼体。检验时,利用钻机吊起探笼,下入槽内至槽底,应达到笼体上下自如而不挂槽壁,且轴线偏差超标,方可转入下一道工序施工。

### 3.4 清孔掏渣

清孔换浆指的是在混凝土浇筑前清除槽内浆液中悬浮的钻渣和槽底的沉渣。施工方法:利用新鲜合格的浆液,逐步置换槽内带浮渣的浆液,在置换的同时即可清出浮渣。较适合施工现场的换浆方式则是直接利用泥浆泵循环浆液,将槽内浮

渣和槽底沉渣带出槽外清出,直至浆中无明显的粒状碎屑。孔底淤积厚度不大于10 cm;使用膨润土泥浆时,槽内泥浆密度不大于 $1.15\text{ g}/\text{cm}^3$ ,马氏漏斗粘度为32~50 s,含砂量不大于6%;使用粘土泥浆时,槽内泥浆密度不大于 $1.3\text{ g}/\text{cm}^3$ ,500/700 mL漏斗粘度不大于30 s,含砂量不大于10%,泥浆取样位置距孔底0.5~1 m。清孔换浆达到上述标准后,应经工程师检验确认。

### 3.5 导管布置

每槽段内下入两套导管,两导管间距不宜大于3 m,每根导管距槽头不宜大于1.5 m。导管的选用应与混凝土浇筑强度和混凝土面上升速度相匹配。导管分节长度:底节宜为2 500~4 000 mm,中间节为1 000 mm,漏斗下配管长度宜为1 000 mm。另外,还需设置长度小于1 000 mm的调节管。制作的导管内径一致,内壁光滑圆顺。导管安装应竖直,接头连接紧密,不漏水。每根导管均置于槽宽的1/2处,下端高出槽底0.4 m。

下料漏斗容量须满足开浇混凝土封底并达到埋管1 m以上的要求。在漏斗容量不能满足开浇量要求时,必须增设储料斗。

## 4 浇筑混凝土

一个槽段混凝土的首次灌注量应按导管埋入混凝土内的深度不小于1 m计算,首次灌注量不小于 $3\text{ m}^3$ 。防渗墙浇筑采用直升导管法进行泥浆下的混凝土浇筑并应符合下列要求:

(1)导管内径为200~250 mm;导管的连接和密封必须可靠,管节接头采用快速连接方式;在每套导管的顶部和底节导管以上部位设置节长度为0.3~1 m的短管;开浇前,导管底口距槽底距离应控制在150~250 mm范围内。

(2)开浇前,导管内放入可浮起的隔离球或其他适宜的隔离物。开浇时,先注入足够的混凝土,挤出塞球并埋住导管底端。

(3)导管埋入混凝土深度不小于1 m,不大于6 m。

(4)当槽孔内有两套以上导管时,导管中心距不大于4 m;采用一级配混凝土时,导管中心距可适当加大,但不得大于5 m。

(5)导管中心距槽孔端部或接头管壁面的距离为1~1.5 m。

(下转第91页)

在现场召开协调会,及时解决当天存在的如相互干扰问题、工期影响问题等,做到当天问题当天发现,当天提出解决办法,当天将实施工作布置下去,当天现场跟踪解决的情况,使问题不过夜。每天统计土建、金结、机电的施工完成情况,找出问题的症结,提出解决的办法、提醒影响的程度和剩余的工期数据,将上述情况汇总成当天的现场工作情况表,及时印发到各个施工单位,使得参与施工的人员掌握整体的动态,看清自身所从事的工作对大局的影响程度,从而有效促进相互协调的效果并降低相互干扰的影响,解决工期和干扰之间的矛盾。

#### 4 结 语

(1)深溪沟水电站在水电建设项目中属于中等常规电站,但因其独特的地理、地质条件,使电站在建设中遇到了许多超常规的高难度技术施工难题,在设计院及有关院校的技术支持和帮助下,我们一一攻克了这些难题,并为大渡河流域类似

(6)当槽底高差大于0.25 m时,将导管置于控制范围的最低处。

(7)塑性混凝土的浇筑应保证连续进行,若因故中断,中断时间不超过40 min。

(8)混凝土面的上升速度不小于2 m/h并应均匀上升,高差控制在0.5 m以内。

(9)至少每隔30 min测量槽孔内混凝土面深度,每隔2 h测量一次导管内混凝土面深度,并及时填绘混凝土浇筑指示图。

(10)槽孔口应置盖板,避免混凝土由导管外撒落至槽孔内。

(11)防止混凝土将空气压入导管内。

(12)混凝土浇注完毕后顶面应高出施工图

$q_2 = 5 \times 1.4 \times 0.85 \times 1.5 \approx 9$  (kN/m)

荷载分布情况见图3。

(2)计算过程及结果。采用结构力学求解器进行计算,计算简图及力学模型分别如图4、5所示。使用状况下的计算模型见图5。

经计算,结构整体最大变形为1.5 mm,满足设计规范的变形最大限度要求;所有构件均满足材料受力要求。

#### 3 应用情况

电站的建设管理积累了宝贵的经验。

(2)在深溪沟工程建设中,我们始终坚持技术创新,坚持新技术、新工艺的引进和应用。通过开展大量的科研技术创新工作,为解决深溪沟电站建设中的“布置难、施工难”提供了强有力的技术支持。

(3)建设管理者——业主要充分发挥主导作用,要有大局观,多动脑,勤思考,抓大事,抓重点,抓难点,理清每个接口、每个关系,树立起正确的建设服务理念,做到服务到位,协调及时,管理有序,监督和检查参建单位只做对的事和正确的事。

(4)从深溪沟电站建设中可见,水电建设中出现很多这样或那样不可预见的问题,作为建设管理者——业主来说,做好管理预案以及各种风险管理预案是十分重要的。

#### 作者简介:

程 可(1956-),男,河南滑县人,总经理,教授级高工,硕士,从事水电工程建设管理工作。(责任编辑:李燕辉)

纸规定的顶面高程50 cm。防渗墙墙体均匀完整,不得有混浆、夹泥、断墙及孔洞。

(13)浇注结束时,及时拔出导管,清理并冲洗干净导管、漏斗、储料斗等浇筑设备,以备下一槽使用。

#### 5 结 语

通过采取钻孔取芯、注水试验等检测方法进行检测得知:防渗墙墙体的物理力学性能指标、墙段连接均满足质量要求,为今后同类工程施工提供了一定的借鉴。

#### 作者简介:

罗嗣松(1979-),男,江西上高人,工程师,学士,从事水电工程施工技术管理工作。(责任编辑:李燕辉)

按该设计生产的台阶模板已在沐若水电站大坝施工中应用,该模板很好地满足了碾压混凝土连续施工的要求,并且结构变形小、预埋螺栓拆除后混凝土表面仅局部需要修补,从而有效地保证了混凝土的外观质量,受到了业主的好评。该模板的成功应用对研究大坝台阶施工具有重要意义。

#### 作者简介:

耿 越(1962-),男,河南郑州人,高级工程师,从事水电工程施工技术工作。(责任编辑:李燕辉)