

# 预灌浓浆在糯扎渡电站防渗墙施工中的应用

陈卫<sup>1</sup> 熊君<sup>1</sup> 祁娟雅<sup>2</sup>

(1. 河海大学 水利水电工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 中国水利水电建设工程咨询西北公司, 陕西 西安 710075)

**摘要:**云南糯扎渡水电站上游围堰防渗墙在试验性施工中发现防渗墙造孔时槽孔极易坍塌,漏浆严重。处理塌孔和堵漏不仅需要投入大量的人力物力,而且会严重影响工期。为了在规定时间内完成防渗墙施工,施工单位在施工前对防渗墙轴线两侧的填筑层和两岸坡积带进行了预灌浓浆处理,减少了漏浆和塌孔现象,给防渗墙造孔施工带来了很大便利,同时有效地缩短了节点工期,为后续围堰施工赢得了更充裕的时间。对糯扎渡水电站围堰防渗墙预灌浓浆施工工艺进行了详细介绍,并提出以廉价的粘土替代膨润土,以排量较大、台班费较低的排污泵代替3SNS灌浆泵的施工方案,降低了预灌成本。

**关键词:**围堰; 防渗墙; 预灌; 浓浆; 糯扎渡水电站

**中图分类号:** TV543 **文献标识码:** A

## 1 概述

### 1.1 工程简介

糯扎渡水电站位于云南省思茅市翠云区和澜沧县交界处的澜沧江下游干流上(坝址在勘界河与火烧寨沟之间),是澜沧江中下游河段8个梯级规划(功果桥、小湾、漫湾、大朝山、糯扎渡、景洪、橄榄坝、勐松)的第5级,大坝为心墙堆石坝结构,坝顶高程821.5 m,坝顶长630.06 m,水库库容237.03亿m<sup>3</sup>,电站装机容量5 850 MW(9×650 MW),为大(1)型I等工程,永久性主要水工建筑物为1级建筑物。糯扎渡水电站于2007年11月成功截流后,上游戽堤被迅速培厚加宽,为后续防渗墙施工提供施工平台,上游围堰设计高程656 m,防渗墙施工平台高程620 m,上游围堰采用C20混凝土防渗墙,墙厚80 cm,防渗墙深入基岩0.5 m,上游围堰轴线长165.54 m,桩号0+102.97~0+268.51,防渗墙施工范围0+102.97~0+260.78,最大深度约48.0 m,防渗墙成墙面积4 100 m<sup>2</sup>,上游围堰防渗墙示意图1。

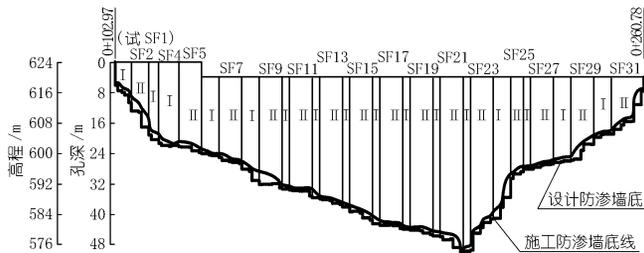


图1 上游围堰防渗墙示意

### 1.2 上游围堰防渗墙地质条件

围堰防渗墙部位地质及填筑情况见剖面图2。

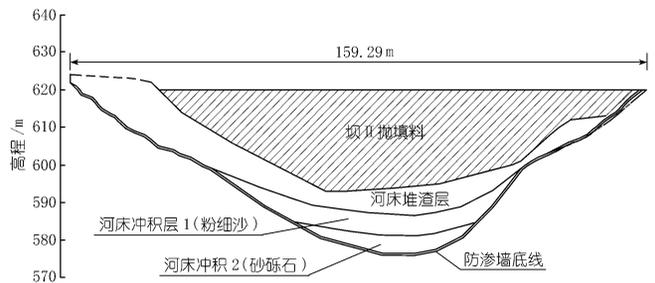


图2 上游围堰防渗墙部位地质填筑料剖面示意

左岸有3~6 m厚的坡积物、崩塌堆积物分布,成分为块石、碎石夹粉土,其下伏全风化花岗岩的底界垂直深度一般在10 m左右,强风化花岗岩的底界垂直深度一般为20~30 m。围堰右岸边坡表层一般分布有厚度1~2 m的坡积物,多为碎石质粉土,结构松散,下伏花岗岩风化轻微,全风化岩体分布高程620 m以上,厚度小于10 m,强风化岩体底界垂直深度为0~20 m。

河床主流线附近冲积层厚度为8~9 m,向两侧逐渐变薄,并且具有二元结构。第①类为中细砂层,分布于河床表部,一般厚度2~3 m,向两侧其厚度略有增加;第②类为卵砾石、块石、孤石层,该层厚度大且稳定,一般在6~7 m,中等密实,属强透土层。下伏花岗岩多呈弱风化下部、微风化—新鲜,岩石坚硬,岩体完整。

在防渗墙施工部位,围堰填筑料均采用火烧寨沟开采的坝II料,设计要求粒径尽量小于300 mm,泥、砂细骨料含量小于30%,现场分层取样筛分试验级配曲线见图3。

### 1.3 围堰防渗墙施工难点

(1) 地层中含有大量的孤石,特别是遇到坚硬的花岗岩孤石,不仅容易卡钻、磨损钻头,而且极易漏浆,进尺非常缓慢,使

上游围堰混凝土防渗墙造孔非常困难;填筑层基本为抛投料,存在架空情况,使防渗墙造孔发生大量的漏浆和塌孔。

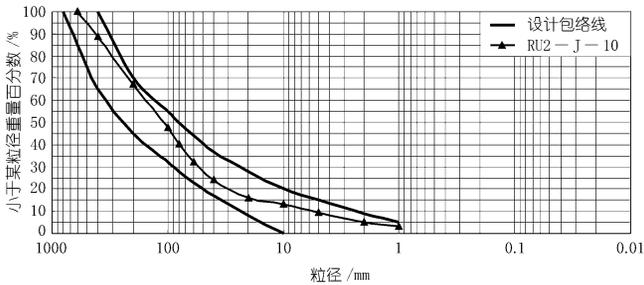


图 3 坝 II 料级配曲线

(2) 工期要求紧。上游围堰防渗墙于 2007 年 11 月 22 日正式开始施工,为赶在汛期前将围堰填高至 656 m 高程,要求上游围堰防渗墙工程必须在 2008 年 1 月 31 日之前完工。

## 2 生产性试验

防渗墙正式施工前的试验性成槽采用钻凿法造孔,即采用 CZ-30 型冲击钻机配合液压抓斗成槽或全部用冲击钻钻劈法成槽、“抽筒法”出渣;采用膨润土泥浆护壁;用“气举法”结合“抽筒法”进行清孔换浆<sup>[1]</sup>;自制混凝土搅拌站拌和混凝土;HBT50 型混凝土泵输送混凝土;泥浆下直升导管法浇筑混凝土。

在大江截流前,中国水利水电基础局根据设计要求,于 2007 年 8 月 15 日开始在左岸防渗墙轴线上选取 SF2(试 SF1)、SF3(试 SF2)两槽进行了生产性试验。造孔前未对岸基进行预灌处理,结果在试 SF1 槽段造孔至 5 m 深左右、试 SF2 槽段造孔至 11 m 深左右时,出现大量漏浆和塌孔现象。堵漏和重新造孔不断严重影响施工进度,而且也耗费大量的膨润土、水泥等堵漏材料。鉴于这种情况,参建方经过讨论后决定在试验槽段造孔前先对基础实施预灌。实施预灌浓浆后,两试验槽段漏浆和塌孔现象明显减少,施工进度加快。试验完成后,经参建四方反复讨论比较,为保证工期要求,减少防渗墙造孔过程中泥浆的大量漏失、槽孔坍塌和保证抓斗有效抓槽,整体提高防渗墙施工进度,决定对堰体填筑层等大孔隙地层进行预灌浓浆处理,堵塞渗漏通道。

## 3 防渗墙预灌浓浆施工

### 3.1 布孔形式

防渗墙在造孔前为保证槽孔的宽度和沿轴线的连续性,通常先沿防渗墙轴线设置导向槽。糯扎渡水电站上游围堰采用混凝土导向槽,导向槽采用现浇钢筋混凝土,钢筋为  $\Phi 18$  螺纹钢,混凝土强度等级 C20,导向槽高 1.6 m,墙身横剖面呈梯形布置,上宽 0.5 m,下宽 1.0 m,槽间距为 1.0 m。

预灌浓浆孔沿导墙两侧分两序布置,预灌孔孔距 1.5 m,排距 1.5 m,两排预灌孔呈梅花形布置,具体布置见图 4。在浇筑导墙混凝土时,将  $\Phi 180$  mm 的 PVC 管预埋于导墙内,以减少后期预灌孔的钻孔工程量,上游围堰共布置预灌孔 202 个。

### 3.2 预灌深度

根据提供的防渗墙结构设计图纸及地质资料确定预灌处理深度,大于 30 m 的深槽部位预灌处理深度为 25 m,20~30 m 槽段部位预灌处理深度为 20 m,浅槽部位预灌处理深度为地下水

位以下或强风化基岩面表层。

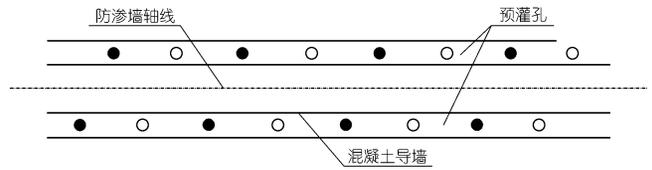


图 4 预灌浓浆孔位布置示意

### 3.3 施工工艺

钻孔和灌浆方法:采用潜孔钻机跟管钻进钻孔,钻孔直径 146~168 mm,钻至预定深度后,采用自下而上封口封闭纯压灌浆法分段灌浆。钻孔护壁套管作为注浆管,结束一段起拔 1~3 根,再次封闭孔口灌注下一段,直至全孔结束。

灌浆压力及段长:灌浆压力采用 0~1.0 MPa,段长以套管长度为单位(一般为 1.5、3 m 和 4.5 m)。

结束标准:当孔内浆液灌注量达到 1 000 kg/m 时,或灌浆压力达到 1.0 MPa 时,结束灌浆。

### 3.4 浆液配比

灌注浆液选用水泥膨润土浓浆,浆液浓度采用 1.40~1.42 g/cm<sup>3</sup>,详细浆液配比情况见表 1。

表 1 每 m<sup>3</sup> 水泥膨润土预灌浓浆浆液配比 kg

| 水泥    | 膨润土   | 水     | 外加剂 |
|-------|-------|-------|-----|
| 357.3 | 357.3 | 714.6 | 0~5 |

### 3.5 设备投入

预灌施工过程中的主要施工设备有潜孔钻机、3SNS 灌浆泵、排污泵和液压拔管机等,具体投入为:150 m<sup>3</sup>/h 的 3PN 排污泵 8 台;YJB-800 液压拔管机 2 台;3SNS 灌浆泵 5 台;ZJ-400/ZJ-1500 高速搅拌机 5 台;潜孔跟管钻机 5 台。

### 3.6 预灌浓浆施工

每排预灌孔分两序施工,严格按照先 I 序,后 II 序的施工顺序进行。具体施工顺序如下:下游排 I 序孔钻灌→下游排 II 序孔钻灌→上游排 I 序孔钻灌→上游排 II 序孔钻灌。

鉴于工期紧张,为使防渗墙提前开工,优先施工一期槽段上下游排预灌孔;灌浆泵以 3SNS 灌浆泵为主,排污泵配合使用。先使用 3SNS 灌浆泵灌浆,当预灌孔吸浆量较大且不起压时,改用排污泵灌浆达 1 000 kg/m 时结束。浆液搅拌采用自制 1 m<sup>3</sup> 灌浆搅拌机搅拌,膨润土预先制成浆液输送至灌浆站后按比例加入水泥再次搅拌合格后使用。

预灌施工前期,灌浆段长按 1.5 m 控制,防渗墙造孔施工开始后,二期槽段部位预灌孔灌浆段长调整为 1.5~4.5 m。

## 4 预灌成效及改进建议

对防渗墙轴线两侧导墙下围堰填筑层及强漏失地层进行注浆堵漏处理,即预灌浓浆,收到了较佳效果,大大减少了防渗墙造孔成槽过程中漏浆塌孔概率,为实现节点工期目标起到了至关重要的作用,使得上游围堰防渗墙工程得以保质保量地按时完工。由于整个防渗墙工程的 I 序孔和 II 序孔均采用了预灌,故不预灌和预灌后防渗墙的造孔工效难以比较,工效和孔宽系数的比较参见文献[2]。