

# 双塔水库防渗墙及帷幕灌浆防渗效果浅析

高 鹏

(中国水电基础局有限公司,河北 邢台 054300)

**【摘要】** 双塔水库在 1330.21m 水位运行时出现多处渗漏点,须进行防渗处理。工程采用防渗墙“赶羊法”施工,较好地解决了防渗墙分期间隔跳槽施工产生的有关问题。采用 80cm 厚塑性混凝土防渗墙及坝基帷幕灌浆结合的方式建立防渗体系,解决了坝体渗流问题,保障了双塔水库在正常水位运行及正常效益的发挥。

**【关键词】** 防渗墙;帷幕灌浆;防渗体系;渗流量

中图分类号: TV52

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2018)05-075-04

## Brief analysis on anti-seepage effect of anti-seepage wall and curtain grouting in Shuangtai Reservoir

GAO Peng

(Sinohydro Foundation Bureau Co., Ltd., Xingtai 054300, China)

**Abstract:** There are many leakage points in Shuangta Reservoir during operation at 1330.21m water level, and it is necessary to conduct anti-seepage treatment to the reservoir. The construction of anti-seepage wall ‘sheep-catching method’ is adopted in the project to solve problems related to the staging interval hopping construction of the anti-seepage wall. 80cm thick plastic concrete anti-seepage wall and dam combination curtain grouting are combined to establish an anti-seepage system, thereby solving the problem of the dam seepage, and ensuring normal water level operation and normal benefit exertion of Shuangta Reservoir.

**Key words:** cutoff wall; curtain grouting; anti-seepage system; seepage discharge

## 1 工程概况

### 1.1 基本情况

双塔水库位于酒泉市瓜州县城以东约 48km 的疏勒河中游河段上,始建于 1958 年,1960 年 3 月建成蓄水,是一座以灌溉为主,兼顾城乡和生态用水、防洪、发电、养殖等综合利用的大(2)型水库。原设计库容 2.4 亿  $m^3$ ,兴利库容 1.2 亿  $m^3$ 。水库枢纽主要建筑物有主坝、1 号副坝、2 号副坝、输水洞、1 号溢洪道、2 号溢洪道、泄洪渠、输水渠等。主坝为黏土心墙砂砾石坝,坝顶长 1040m,坝顶宽 8m,最大坝高 26.80m。

2013 年 9 月 27 日库水位在 1330.21m 时出现多处渗漏点,目前采用降低水位的运行方式,双塔水库正常高水位为 1330.30m,应急处理前限制水位不得超过 1329.80m,两水位间库容为 1300 万  $m^3$ ,由于双塔水库降水位运行,严重影响了水库效益的发挥。

### 1.2 防渗体系组成

工程采用的防渗体系为 80cm 混凝土防渗墙和墙下帷幕灌浆方式,防渗墙为塑性混凝土防渗墙,墙身采用柔性材料,20d 立方体抗压强度为 1~5MPa,弹性模量小于 1000MPa,渗透系数不大于  $1 \times 10^{-7} cm/s$ ,深入基岩 0.5~0.8m,墙身预埋  $\phi 110mm$  帷幕灌浆管,间距

1.5m,帷幕灌浆终孔标准为深入基岩透水率小于5Lu线以下5m控制。

## 2 防渗墙防渗体系施工工艺

### 2.1 原施工工艺

防渗墙施工一般采用传统的分期间隔跳槽施工方法,即I期、II期槽段间隔跳槽施工,该施工方法存在一定的不足及弊端,容易产生孔斜,主要因为采用分期间隔跳槽施工,待II期槽段施工时,I期槽段接头混凝土已终凝,且随着间隔时间的增加,混凝土强度逐渐增高。当采用抓斗成槽机抓取施工时,因混凝土强度高,抓斗成槽机无法顺利抓取接头部位混凝土,从而导致抓取施工时斗体向无混凝土侧(II期槽段)倾斜,产生孔斜影响施工进度及质量。

### 2.2 “赶羊法”施工工艺

#### 2.2.1 先期槽施工

防渗墙“赶羊法”施工,首先应按I期槽施工方式进行成槽浇筑施工,包括成槽施工、预埋灌浆管下设、槽段两侧接头管下设,直升导管法进行混凝土浇筑等施工工序。

#### 2.2.2 “赶羊法”施工

“赶羊法”施工的程序为当先期槽浇筑完成后,按接头管起拔要求(初凝并且起拔接头管时混凝土不出

现坍塌)及时起拔接头管,尽量在混凝土终凝前起拔完毕,其目的为抓斗成槽机抓取接头孔部位时能直接抓取,避免产生孔斜等问题。

接头管起拔完成后,立即安排抓斗成槽机施工相邻槽段,抓取时,首先抓取已起拔接头孔部位,然后抓取该槽段剩余部位。成槽后,单侧下设接头管,预埋灌浆管及浇筑导管安装完毕后进行混凝土浇筑,依次进行。

在“赶羊法”施工时,应注意①防渗墙应连续施工,中间无间隔,若不能连续施工,应对接头预处理,如提前抓取接头孔后回填土体,防止接头混凝土终凝或强度提高,导致后期施工困难;②施工中应首先抓取接头孔处部位,防止接头混凝土终凝或混凝土强度增加导致无法抓取施工;③施工时间应在混凝土初凝之后、终凝之前施工完毕,如墙段连接采用接头管法施工,施工时间应在接头管起拔完成后立即进行施工;④如混凝土终凝后强度较高,抓斗成槽机抓取产生孔斜,应立即采取其他措施进行修孔,如冲击钻机修孔,避免混凝土强度增加导致施工难度加大。

根据现场场地情况及施工机具数量,可安排抓斗成槽机分段施工。可沿一侧进行“赶羊法”施工,也可沿已完成槽段两侧“赶羊法”施工,从两侧已浇筑槽段向中间侧赶羊法施工,如图1所示。

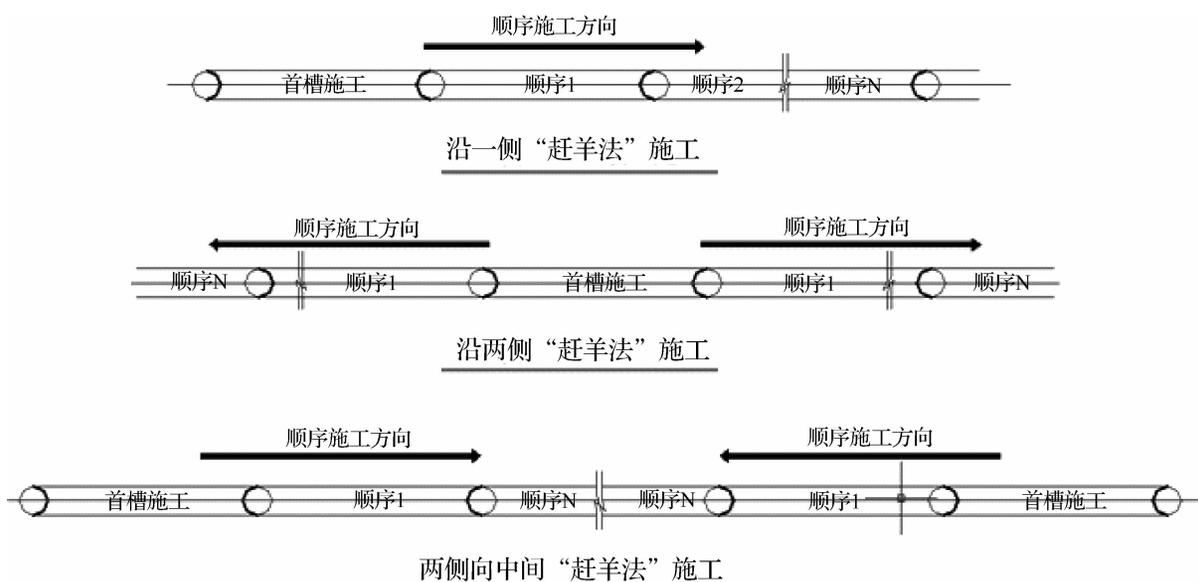


图1 “赶羊法”施工顺序示意图

### 3 帷幕灌浆防渗体系施工工艺

#### 3.1 钻孔施工

帷幕灌浆孔采用地质回转钻机钻孔,根据地层情况选用金刚石钻头或硬质合金钻头钻进,钻孔孔径不小于56mm,终孔标准严格按照帷幕灌浆孔终孔深度参考先导孔并结合压水试验确定,当该段压水小于5Lu时,按设计要求加深一段,当加深段压水小于5Lu时,即可终孔;当加深段大于5Lu时,继续加深,直至满足终孔标准要求,钻孔时严格控制孔斜偏差,每钻进5~10m,进行一次测斜,确保孔底最大偏差符合设计要求。

#### 3.2 钻孔冲洗与压水

在钻孔冲洗时,采用大泵量水冲孔的方法冲洗孔内,直到回水澄清为止,孔内沉积物厚度不超过20cm,各灌浆段在灌浆前进行裂隙冲洗,冲洗压力为该段灌浆压力的80%,最大不超过1MPa。裂隙冲洗至回水澄清时停止或冲洗时间不大于20min。灌浆孔段裂隙冲洗后,该孔段要立即进行连续灌浆作业,因故中断时间间隔超过24h,则要求在灌浆前重新进行裂隙冲洗。

先导孔和检查孔在裂隙冲洗后进行单点法压水,其他孔结合裂隙冲洗进行简易压水,压水压力为该段灌浆压力的80%。

#### 3.3 灌浆施工

采用小口径钻孔、孔口封闭、孔内循环、自上而下

分段灌浆法,灌浆段长第一段2.0m、第二段3.0m、以下各段5.0m,特殊地段的段长可适当缩短或加长,最长不大于10m,浆液采用P. O42.5普通硅酸盐水泥浆液灌浆。

灌浆结束标准:①在设计压力下,当注入率不大于1.0L/min时继续灌注30min,灌浆可以结束;②当长期达不到结束标准时,应报请监理人共同研究处理措施;③当地质条件复杂,地下水流大,浆液注入量较大,灌浆压力较低时,持续灌注时间应延长;④当岩体较完整,浆液注入量较小时,持续灌注时间可缩短。

### 4 渗漏观测设施

渗流观测设施位于主坝下游,主要位置位于:①1号渗流观测点位于主坝桩号0+130.0;②2号量水堰位于主坝桩号0+380.0;③3号量水堰位于主坝桩号0+900.0。

2号量水堰受工程施工扰动较大,不能准确反映防渗墙及灌浆处理前后的防渗效果,因此在进行防渗墙及帷幕灌浆防渗效果分析时,选取1号、3号量水堰进行分析。

### 5 主坝防渗墙及帷幕灌浆防渗效果分析

#### 5.1 1号量水三角堰渗流分析

1号量水堰记录了从2016年5月2日—11月28日两种水位的变化趋势变化,如图2所示。

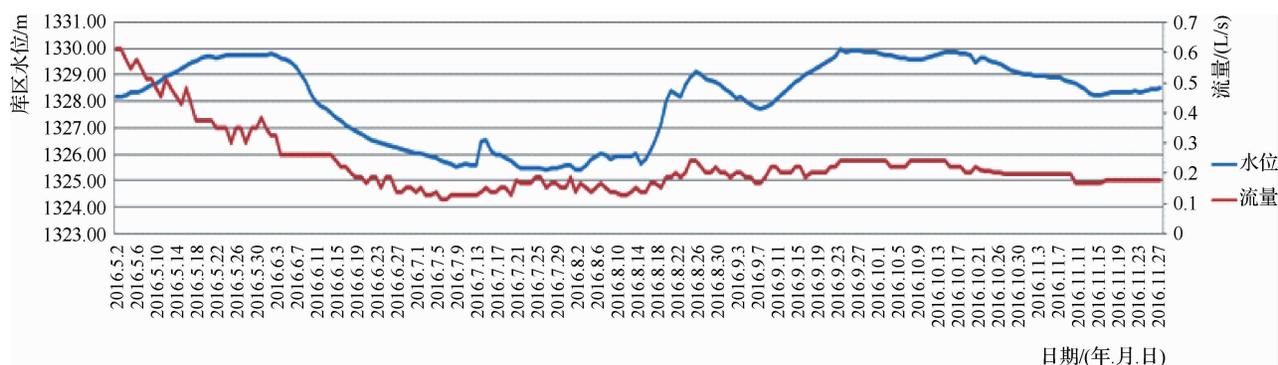


图2 1号量水堰库区水位与坝后渗流量对比分析趋势

1号量水堰根据防渗墙及帷幕灌浆施工时间将其划分为3个阶段进行分析:第一阶段,5月2日—6月2

日;第二阶段,6月3日—8月15日;第三阶段,8月16日—11月28日。具体见下表。

不同阶段水位、流量值数值表

阶段	库前水位 / m		下游流量 / (m <sup>3</sup> /s)		变化率 / %
	最高水位	最低水位	最大流量	最小流量	
第一阶段	1329.76	1328.71	0.59	0.325	44.9
第二阶段	1329.71	1325.42	0.325	0.114	64.9
第三阶段	1329.96	1325.8	0.227	0.147	35.2
流量综合减小率		$V = (0.59 - 0.114) / 0.59 = 80.67\%$			

第一阶段:库水位持续上升,但随着防渗墙及帷幕灌浆施工的推进,下游渗流量呈现递减趋势,流量变化

率44.9%,渗流量未随库前水位的提升而增大。

第二阶段:库前水位持续下降,自6月20日左右趋于平稳状态,下游渗流量逐步减小,流量稳定在0.1~0.2L/S之间。

第三阶段:库前水位急速上升,下游流量略有上升,流量稳定在0.2L/S左右,相比于第一阶段库前水位1329.09m高程(下游流量0.468L/S),对应的下游流量减小51.50%。

### 5.2 3号量水三角堰渗流分析

3号量水堰记录了从2016年6月2日—11月28日两种水位的变化,趋势变化图如图3所示。

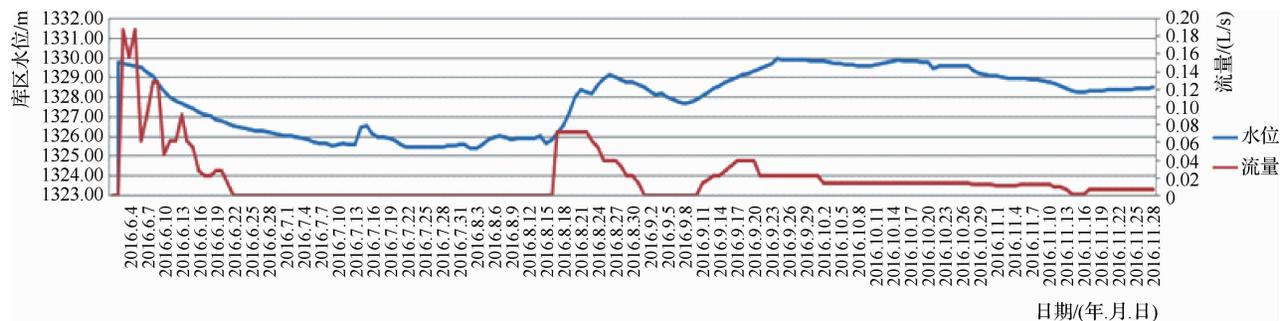


图3 3号量水堰库区水位与坝后渗流量对比分析趋势

根据图形明确反映,在库前水位1326.50m以下高程时,2号量水堰不漏水,但后期随着库区水位逐渐升高,坝后有渗流量,但保持在0.01~0.03L/s之间。

## 6 结论

通过采用防渗墙“赶羊法”施工,较好地解决了防渗墙分期间隔跳槽施工产生的有关问题,保证了施工质量,提高了施工进度。

主坝主体防渗墙及帷幕灌浆全部施工完毕后,坝体底部的渗透系数明显减小,大大延长了底部水流的渗径,减少了底部渗流量,降低了坝体浸润线高度,对主坝坝体整体安全有利,通过以上途径对双塔水库防渗墙及帷幕灌浆的防渗体系效果分析,证明双塔水库

经过防渗墙及帷幕灌浆处理后防渗效果显著,有效解决了库区渗流问题和水库正常效益的发挥。

### 参考文献

- [1] 李珍照. 大坝安全监测[M]. 北京:中国电力出版社,1997.
- [2] 毛昶熙. 渗流计算分析与控制[M]. 北京:中国水利电力出版社,1990.
- [3] 张启悦. 土石坝观测技术[M]. 北京:中国水利电力出版社,1993.
- [4] 徐树珉,张新华. 液压抓斗在混凝土防渗墙成槽中的应用[J]. 山东水利,2000(12):37-38.
- [5] 张攀,宋浩亮,许旭东. 浅谈水利工程中帷幕灌浆技术的施工要点[J]. 水资源开发与管理,2016(6):59-62.