

# 钻抓法混凝土防渗墙技术在新兴苴 水库除险加固工程中的应用

鲁继红

(祥云县水利勘测设计队, 云南 祥云 672100)

**【摘要】** 混凝土防渗墙技术已广泛用于病险水库土石坝的防渗加固, 本文通过该技术在新兴苴水库除险加固工程中的应用, 介绍了混凝土防渗墙施工技术要点及注意事项, 可为类似工程施工提供借鉴。

**【关键词】** 混凝土防渗墙; 施工技术; 质量控制

中图分类号: TV543

文献标识码: A

文章编号: 1005-4774(2017)02-0011-04

## Application of drill-clamshell method concrete cutoff wall technology in Xinxingju Reservoir Risk Removal Reinforcement Project

LU Jihong

(Xiangyun County Water Conservancy Survey and Design Team, Xiangyun 672100, China)

**Abstract:** Concrete cutoff wall technology has been widely used in the anti-seepage reinforcement of diseased reservoir earth-rock dams. In the paper, keys and precautions of concrete cutoff wall construction technology are introduced through applying the technology in Xinxingju Reservoir Risk Removal Reinforcement Project, which can provide reference for the construction of similar projects.

**Key words:** concrete cutoff wall; construction technology; quality control

防渗墙施工技术出现于 20 世纪 50 年代, 1951 年意大利沃尔图尔诺水电站建成第一道桩柱式防渗墙; 中国于 1958 年在山东月子口水库建成第一道桩柱型混凝土防渗墙, 此后大量用于水利水电工程基础处理。1965 年在甘肃金川峡水库大坝加固中建成了第一道坝体内的防渗墙, 使防渗墙作为坝体防渗体系, 广泛应用于病险水库除险加固中。

### 1 基本情况

新兴苴水库位于大理州祥云县境内, 坝址距县城 25km, 距昆明 363km。水库位于渔泡江支流禾米河上

游, 径流面积 105.01km<sup>2</sup>, 设计总库容 1824 万 m<sup>3</sup>, 设计灌溉面积 3.17 万亩。水库枢纽建筑物由大坝、溢洪道、输水隧洞组成。大坝为均质土坝, 坝高 27.14m, 坝顶高程 2002.30m, 坝长 392.7m。新兴苴水库是一座以灌溉为主, 兼有防洪、水产养殖等综合效益的中型水库。

该水库始建于 1957 年, 于 1973 年完工达到现有规模。由于工程建设期长, 受当时资金、技术、施工设备等条件限制, 施工质量差, 竣工后一直带病运行, 严重威胁着下游 4 万多亩农田、5 万多人口生命财产安全。拦河坝存在的主要问题包括: ①大坝出现结合层带状渗漏及绕坝渗漏, 总渗漏量达 4.5L/s; ②排水棱体

和护坡块石风化破碎、坍塌变形严重,排水功能萎缩;  
 ③坝顶出现不均匀沉降;④大坝下游抗滑稳定安全系数小于规范规定值。

坝址区出露地层为三叠系上统罗家大山组三段灰色粉砂岩夹碳质泥(页)岩、细砂岩,偶夹粉砂质页岩、岩屑石英砂岩及煤等,地表残坡积层较薄,厚小于1.0m。河床冲洪积为含砂粉(黏)土,含粉(黏)质砂土,厚2.3~3.7m。未见断裂形迹。岩层显示单斜构造,两岸坡为斜交坡,岸坡稳定,冲洪积层力学强度较高,中等透水,不存在地震液化,坝基基岩倾向上游,倾角陡,稳定。

坝体土料为中液限(含砂)黏土和高液限(含砂)黏土,坝土压实度0.76~0.95,碾压不均且质量较差,以中等透水层为主,局部为弱透水层,坝体原状样试验

属高压缩一中压缩土。

## 2 大坝防渗设计

工程除险加固防渗设计:坝体防渗采用黏土混凝土防渗墙,坝基及坝肩采用帷幕灌浆防渗。大坝混凝土防渗墙轴线布于大坝轴线上游侧,距坝轴线1.4m;帷幕灌浆轴线布于混凝土防渗墙轴线上游侧0.8m处,如图1所示。防渗墙布置里程0+018.0~0+384.7,轴线长366.7m,设计为接地式黏土混凝土防渗墙,墙厚40cm,底部进入基岩大于1.0m;防渗墙最浅9.87m,最深30.10m,平均深25.35m,防渗面积9826.6m<sup>2</sup>。

防渗墙墙体材料:C10黏土混凝土,黏土掺入量15%,抗渗标号W6,弹性模量 $E_c > 1.4 \times 10^4$ MPa。

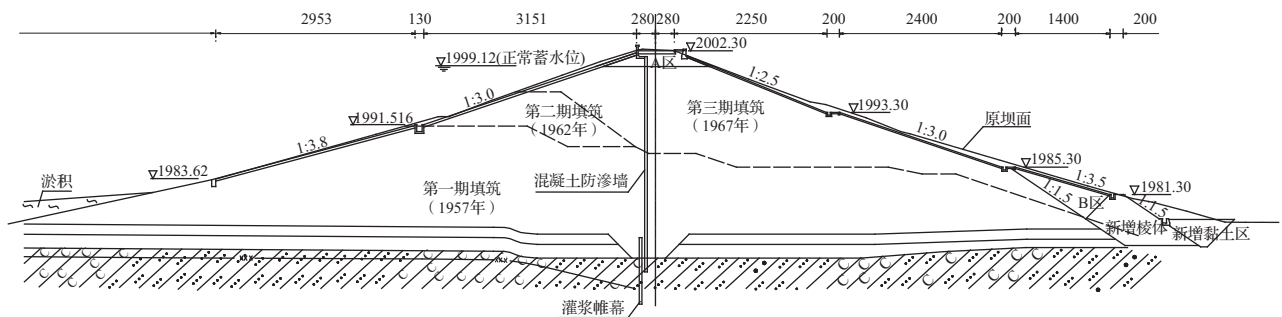


图1 大坝标准剖面(单位:高程m,尺寸mm)

## 3 黏土混凝土防渗墙的施工及质量检查

### 3.1 施工验证性试验

防渗墙施工前先在1号槽和5号槽做验证性试验,槽段长度为6.92m。采用四钻三抓成槽,泥浆泵清槽、换浆,四套导管直升法浇筑。得出施工数据:①地层情况,坝土疏松,漏浆量很小,地层中含泥量较多;②主孔钻进,适合冲击钻配管钻钻进,若基岩中含大块弱风化岩块时,需要换用十字钻头钻进;③副孔钻进,适合抓斗直接抓取;④泥浆,BE—10搅拌机搅拌5min,

24h后使用,泥浆性能符合规范要求;⑤槽壁,槽壁稳定较差,必须于验收合格后3h内开始浇筑混凝土;⑥清孔、换浆及验收,用泥浆泵清淤,孔口注入新泥浆以换浆,十字钻验孔;⑦浇筑,球胆隔离,下放4套导管;⑧混凝土性能指标,混凝土性能指标满足规范要求。

### 3.2 单元槽段划分及施工工序

标准单元槽段长度为6.92m,其中28~33号槽为6.91m,共53个槽段。根据套接一钻的接头工艺,槽段施工长度为7.32m和7.31m。如图2所示。

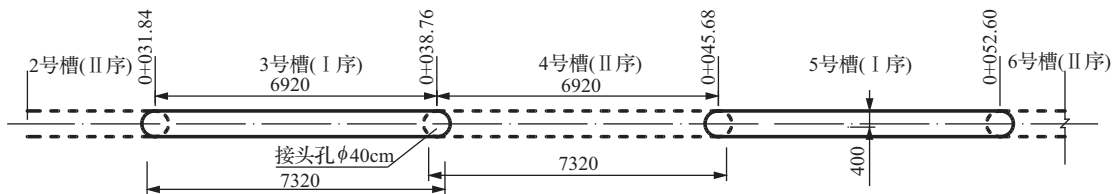


图2 槽段划分(单位:里程m,尺寸mm)

### 3.3 施工平台与导墙

大坝原坝顶宽 5.6m,降低高度 2.3m 后平台宽 18.0m,满足施工要求。在下游侧(作业平台及倒渣平台)铺设 0.4m 厚砌石面层;导墙采用现浇钢筋混凝土结构,L 形断面,高 1.2m,内侧间距 0.5m。

槽孔建造前在导墙上精确测量每个槽孔和主副孔位置,做好记号;并在导墙上放一条与槽孔中心线平行的直线,作为控制基线。

### 3.4 混凝土配比及原材料控制

进场后,进行黏土混凝土配合比试验,试配 10 组,最终取定配比为水灰比 0.93,砂率 50%,28d 强度 14.0MPa,抗渗指标大于 W10,水泥:砂:碎石:黏土:水 = 1:2.81:2.81:0.41:0.93(重量比)。

原材料均取自本县,经检测,质量符合要求。①水泥,采用 P. C32.5 水泥,按进场 200t/批取样送检,28d 抗压强度 41.2~50.9MPa;②粗细骨料,采用大波那石场碎石及人工砂,按每槽检测,碎石含泥量 0.25~0.28%,公称直径 5~31.5mm,机制砂细度模数 2.8~2.9,含粉量 2.0~4.8%;③黏土,采用鲁家村黏土场的黏土,粒径小于 0.005mm 的黏粒含量 51.9%~55.3%,塑性指数 21.0~22.7;④水,取自水库,水质符合要求。

### 3.5 混凝土防渗墙施工过程及控制

使用间隔分序法施工,先施工奇数号槽孔,后施工偶数号槽孔。采用“钻抓法”工艺成槽;泥浆泵清孔;泥浆下直升导管法浇筑混凝土;I 期、II 期槽接头处理方法为套打一钻。坝中及坝右部分槽段采用“抓取法”施工,即 BH—7 抓斗三抓直接成槽(该抓斗自重达 8t,经过多次冲击可直接抓取基岩)。

#### 3.5.1 槽孔施工

坝上和冲洪积层造孔用空心管钻,基岩层造孔用十字钻头;抽筒出碴;抓斗抓出土体直接装车运至渣土堆放场。

槽孔完工后,用泥浆泵抽取底部沉积物和稠泥浆,从孔口注入合格泥浆清孔;II 期槽孔,则在换浆的同时用接头刷子自上而下刷洗接头,直至满足规范要求。

槽孔施工前把各孔的位置准确地标定在靠近槽孔的铁轨外缘上,精确测定孔位之后,稳定好钻机后开孔钻进。

槽孔完工后验收:孔斜率 0.09%~0.4%,接头孔的孔斜率小于 0.4%且中心孔偏差小于墙厚的 1/3。孔底淤积厚度 20~90mm;泥浆比重 1.1~1.3,黏度 16.18~35s(合格率 95.6%),含砂量 0.5%~12%(合格率 91.2%)。

入岩深度经帷幕灌浆钻孔复核,最大 3.63(中部)~7.61m(岸坡),最小 1.00m,满足设计要求。

#### 3.5.2 混凝土拌制、运输及浇筑

混凝土拌制采用 2 台 JS—750 型混凝土搅拌机(配备自动上料系统),运输由农用自卸车完成。

该工程配置 4 套内径 230mm 的导管浇筑。导管在使用前进行压水试验,使用吊车下设、起拔导管,冲击钻配合浇筑;混凝土浇筑遵循先深后浅,连续进行、均匀上升的原则;浇筑过程中每 30min 测一次混凝土面,技术人员现场绘制混凝土浇筑图,实测上升速度 2.82~7.91m/h,混凝土面高差 0.2~0.5m;槽孔混凝土终浇顶面高出导槽顶面 0.2m。

#### 3.5.3 接头孔施工

防渗墙 I 期、II 期槽孔的接头采用钻凿法,接头钻凿时间控制在 24~36h 内;清孔换浆时用接头刷子自上而下刷洗接头,直至刷子钻头基本不带泥屑,孔底淤积不再增加。

#### 3.5.4 混凝土浇筑过程中的检查

出机口随机取样检测坍落度、扩散度,取样成模进行抗压、抗渗、弹模试验。取样数量每槽段取抗压强度试件一组,每 3 个槽段取一组抗渗,每 10 个槽段取一组弹模试件。实测坍落度 190~220mm,扩散度为 380~400mm。

### 3.6 墙体质量检查

#### 3.6.1 试样检测

试样检测结果见下表。

混凝土质量统计表

序号	项 目	抗压强度/MPa	抗渗等级	弹性模量/MPa
1	取样数量(组)	59	23	6
2	最大值	27.39	W12	25200
3	最小值	11.1	W6	15900
4	均 值	14.52	W9	19500
5	保证率	98.25%		
6	切块混凝土	12.7	> W7	15600

### 3.6.2 墙体质量检查

经业主、监理、设计、施工研究,决定该工程墙体检测采取开挖防渗墙局部墙体,检查墙身的完整性、平整度及接头的质量,在墙体上取块检测,检查墙体混凝土浇筑质量及成墙质量。这种检测方法的优点是直观、施工简单、不会破坏墙体的完整性。

开挖的部位选定为7~8槽接头(0+066.44),31~32槽接头(0+232.48),49~50槽接头(0+357.05),在防渗墙的上游侧开挖。

检查坑长度、深度均为5m,底宽1.5m,由液压反铲挖掘机开挖;人工清理表面检查完整性、平整度,然后凿掉表层混凝土,露出接头处的原始混凝土面检查。

取样尺寸为1.2m×1.2m,试块取出后,槽段接头接触面很清晰地展现出来,接头结合非常紧密;成墙厚度大于0.4m。试块送云南省水利水电勘察设计研究院检验。取样部位清洗后浇筑混凝土回填。

检查坑质量检测:防渗墙表面光滑、完整、无蜂窝空洞、无夹泥、夹砂等现象;接头部位结合紧密,无夹泥、夹砂;墙体厚度在0.55~0.65m之间,如图3、图4所示;墙体切块混凝土质量检查指标符合设计要求,结果见上页表。



图3 墙体检查取样

## 4 结语及建议

a. 混凝土防渗墙施工完成后2个月,水库水位达1994.40m,下游坝坡1990~1993m范围原有大面积潮湿渗漏现象明显减小,经开挖观测坑历时67d观测,



图4 开挖检查表面及接头

5个观测坑渗水由251.2L/d逐步降低到无渗水;大坝总渗漏除险加固前为388.8m<sup>3</sup>/d,加固后(2008年9月20日库水位1999.12m,正常蓄水位)渗漏量23.9m<sup>3</sup>/d,表明防渗墙技术应用于新兴直水库大坝除险加固是有效的。

b. 关于成墙质量检测方法。该工程采取现场开挖观测及取样检测的方法,具有直观、施工简单、不会破坏墙体的完整性的优点,但也有不能检测到中下部墙体质量的缺点。笔者建议:规模较小的混凝土防渗墙检测采用现场开挖与钻孔取芯、注水试验、声波检测等结合,全面了解其质量。

c. 关于入岩深度。设计墙底入基岩1.0m,而坝基岩石风化程度不同,入强风化层和弱风化层有明显的差异。在实际控制中以两个标准控制:进入基岩1m或抓斗4~6次冲击后抓不动为止。实际部分槽段已达到微风化岩层,入岩深度1.0~7.61m(岸坡)。

d. 实践证明,混凝土防渗墙技术应用病险水库土坝除险加固,可有效解决坝体、坝基渗漏问题,且具有技术可行、施工速度快、防渗效果好、可靠性高等特点,是水库土坝防渗加固较好的措施。◆

### 参考文献

- [1] DL/T 5199—2004 水电水利工程混凝土防渗墙施工规范[S].北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 高钟璞,等.大坝基础防渗墙[M].北京:中国电力出版社,2000.