

# 混凝土防渗墙施工新技术

左凤霞，王腾飞

(河北省水利工程局第一工程处，河北保定 071051)

**[摘要]**：针对坝体垂直防渗墙施工中出现的造孔孔斜、地层严重漏浆、孔底清碴、接头连接等技术难题，采用施工新技术、新工艺，提出相应的解决对策、方案，产生了较好的经济效益。

**[关键字]**：混凝土防渗墙；新技术；新工艺

**[中图分类号]**：TU761

## 1 前言

黄壁庄水库是滹沱河中下游重要的控制性大型水利枢纽工程，总库容 12.1 亿  $\text{m}^3$ 。距离石家庄市 30km，地理位置十分重要，该库存在着防洪标准偏低，副坝渗漏严重等重大问题，早在上世纪 80 年代初就被列入全国首批 43 座重点病险库之一，特别是经过“96.8”洪水以后暴露出的问题更加明显，它直接威胁天津市、华北油田以及京广铁路的安全。黄壁庄水库副坝穿过古贤三联单沟，经古运粮河、永乐沟、计三渠至马山全长 6907.3m，坝顶主高程 129.2m，顶宽 6m。副坝坝基座落在砂卵石、砂砾石基础上，地质情况相当复杂。黄壁庄水库采用坝顶组合垂直防渗方案，防渗墙厚 0.8m，嵌入基岩 1~3m，墙顶高程为 125.5m，中心位于坝轴线 2.9m，施工垂直精度要求 3 / 1000。现把桩号 A4+700~A5+700 段高精度防渗墙施工技术介绍如下。

## 2 施工技术难题和对策

### 2.1 技术难题

在此段混凝土防渗墙施工中遇到的技术难题主要有：1 精度要求高，造孔过程中垂直度难于控制；2 地质情况复杂，存在严重漏浆现象，部分坝基岩石内存有发育溶洞，存在槽段和坝体塌坝风险；3 清碴不彻底，墙底淤积太厚；4 接头孔刷洗不到位，墙身夹泥，接头渗漏水严重；5 断桩使墙体稳定性、防渗透性降低。

上述技术问题不能妥善解决，将严重影响混凝土防渗墙工程质量，如遇特大洪水将可能形成溃坝风险，九江大堤溃坝就存在内部防渗墙质量差问题。为此必须有相应的对策才能保

证混凝土防渗墙质量。

## 2.2 解决对策

### 2.2.1 精度保证

当前由于成槽机械精度不高,稳定液品质差,常有塌孔、沉渣堆积、成槽形状不规则。在现有的机械技术条件下,为有效保证防渗墙精度,一方面用钻劈法,改进钻具,用 CZ-30、CZ-22 型冲钻机(或冲击反循环钻机)直接成槽;另一方面采用两钻一抓法,即采用冲击钻机施工主孔(或导孔),用抓斗抓取副孔(或导孔之间土体),然后再用钻机施工卵石层和基岩层并成槽。开槽精度控制在 1/2000 内,抓斗采用全自动电脑控制液压 6500 型(带自动纠偏系统),同时施工中采用多种监测手段,有效保证了槽段几何尺寸和垂直度。在造孔中采用高质量的膨润土泥浆固壁,泥浆粘度按 30~60s 控制,比重控制在 1.09~1.2g/cm<sup>3</sup>,保证槽壁的稳定性和成型性。

### 2.2.2 防塌堵漏措施

由于坝体地质条件复杂,存在多处严重漏失地层、强渗漏带以及基岩内溶洞发育等不良地层,为解决复杂漏失地层造孔难题,发明了“大口径护壁管防塌堵漏灌浆新技术”(此项技术已获国家专利),主要设备有:大口径护壁管(Φ550、Φ505mm),2×100t 自动液压拔管机,专用钻具及抽砂工具等配套设备。主要施工方法:用钻机施工至漏失地层上 1~2m 时(此段深度一般控制在 43m,48~51m),停止钻进并下入护壁管,然后把管外壁用粘土封填,使管内外隔离,用专用钻具在管内打插漏失层,填入填灌材料(砂、碎石、絮凝混凝土、絮凝砂浆、黄豆砂浆等),针对不同漏失地层及时调整填灌材料。此项技术对处理基岩内溶洞特别有效,解决了副坝严重漏浆段造孔难题,有效避免了槽段或坝体塌坝风险。此项技术填补了国内在处理严重漏失地层、强渗漏带,贯通溶洞方面的技术空白。

### 2.2.3 孔底落淤

采用反循环与抽砂筒法相结合的施工方法进行孔底清淤,对孔底细砂成份采用胶凝材料(如水泥、膨润土等)胶结清除。施工时将胶凝材料系于钻头底部,放至孔底后进行钻打,经过一定时间胶结材料把细砂胶结在一起,用抽砂筒进行抽砂,使细砂成份被抽出,保证 1h 内孔底落淤淤积厚度在 10cm 以内,保证了混凝土与基岩有效连接。

### 2.2.4 接头连接技术

在有效控制接头孔垂直度的前提下,采用“接头管法新工艺”,该工艺是在一期槽段混凝土浇筑前,将直径(Φ800mm)与墙厚度相同的接头管置入接头孔位置,待混凝土浇筑完毕达到一定强度后,用 2×308t 自动液压拔管机拔出接头管,形成接头孔。接头管新工艺节约了接头孔部位的混凝土原材料,不需要再对接头孔混凝土进行二次钻凿,即可直接形成接

头孔,这种工艺可以显著提高防渗墙接头孔的施工工效,大幅度降低施工成本,且施工质量可靠,是一种施工快捷、高效、节能、低耗的施工工艺。在此段防渗墙施工中已成功使用数次,先后试验成功了30m、40m拔管深度,取得了成功经验。在二期槽段浇筑混凝土前用多极刷子钻头对孔壁连接位置进行长时间的刷洗,直到刷子钻头上不带泥屑为止,由于接头孔使用了接头管新技术,孔壁较规则,刷洗质量保证,一期槽段与二期槽混凝土能紧密连接,保证了墙体有良好的抗渗性。

### 2.2.5 浇筑质量控制

严格按规范要求下设导管,在浇筑过程中控制下料速度和各导管的下料量,使槽段内混凝土上升速度和高度基本一致,避免局部混凝土夹泥;必须控制导管拆卸速度和埋设深度,避免导管提脱,防止墙体混凝土出现骨料集中和断桩现象。在浇筑中改变传统的钻机提升导管法,研制了1.5t电动卷扬门架机提升导管,使导管能够平稳升降,有效避免了导管提脱。

### 2.2.6 质量检测

混凝土防渗墙在施工完一段时间后,用钻孔取芯法、CT检查,发现防渗墙混凝土骨科分布均匀,未见蜂窝麻面,孔底落淤一般在8cm以内,接头混凝土连接紧密,没有夹泥现象,特别是在接头管施工范围内接头连接没有明显接缝。通过注水试验检查,渗透系数均小于 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。说明采用上述施工方法对混凝土防渗施工质量是有保证的。

## 3 采用新工艺和新技术的经济分析

### 3.1 “大口径护壁管防塌堵漏灌浆新技术”经济效益分析

在黄壁庄水库除险加固工程副坝防渗墙工程施工中,先后出现4次塌坑,1次塌坝,造成直接经济损失约3000万元。在桩号A5+300~A5+450之间严重漏浆段采用此项新技术,成功地完成了防渗墙造孔及混凝土浇筑,未出现一次塌坑和塌坝,节约了巨额资金;而且提前半年完成施工任务,得到了工程建设局的嘉奖和表扬。

### 3.2 使用接头管新工艺经济效益分析

采用接头管施工的接头孔约2500m,节约混凝土 $2000\text{m}^3$ ,直接效益约100多万元,再加上清运废渣、粘土及泥浆消耗等附属项目产生的间接效益,经济效益将突破150万元。

## 4 结语

黄壁庄水库除险加固工程副坝防渗墙施工中使用的新技术、新工艺,解决了当今国内在复杂地层中混凝土防渗墙施工的部分技术难题,提高了混凝土防渗墙施工的技术含量,为国家节约了巨额资金,取得了可观的经济和社会效益。