

尾矿库浸润线降低技术研究

方国清¹, 郑选荣², 卫建军²

(1. 陕西机械化施工公司, 陕西 西安 710054; 2. 西安科技大学建工学院, 陕西 西安 710054)

摘要:尾矿库是矿山企业中十分重要的生产和环保设施,尾矿坝的安全直接关系到矿山生产的正常进行、环境保护及库下游人民生命财产的安全。因此,尾矿坝安全运行日益受到国内外的重视。然而,尾矿库浸润线过高往往会影响到坝体稳定,造成坝体破坏。介绍的垂直水平联合排渗技术可有效降低坝体浸润线,加速尾矿固结,增强坝体稳定性。

关键词:尾矿坝;浸润线;降低;垂直水平联合排渗

中图分类号:TD32 **文献标识码:**B **文章编号:**1004—5716(2009)10—0125—03

矿山尾矿库建设中经常会碰到坝体浸润线过高的问题,由于生产管理中忽视排渗工作,随着后期坝的加高,坝体浸润线逐渐抬升,坝坡出现沼泽化,影响坝体的稳定,造成坝体破坏。结合尾矿库的特点,介绍了垂直水平联合排渗降低浸润线的方法以及在陈耳金矿东沟尾矿库中的应用。

1 尾矿库的基本概况

东沟尾矿库由洛南县水利队勘测设计室设计,于1991年6月开工建设,并于1992年6月投入使用。该库初期坝堆含砂砾石粉质粘土碾压坝,坝高15m,库容 $30 \times 10^4 \text{ m}^3$,坝顶宽3.5m。设计迎水坡坡比分别为1:1.75和1:2.0,背水坡坡比为1:1.5和1:2.0,在距坝顶7m处设1m宽马道。尾矿堆积坝为上游法筑坝,其子坝坡比为1:6,采用排洪斜槽—管涵系统排洪。

1995年6月由于尾矿堆积速度和堆积量的加快以及初期坝施工和堆积坝坡比均未按设计参数进行,致使该库初期坝外鼓和堆积子坝发生明显位移。同年洛南县水利队通过现场调查提出抢险加固处理措施:在原初期坝下游增建土石反压结构,消减子坝坡比,使子坝坡比为1:6。

堆积子坝均用尾砂人工堆筑而成,由于原尾矿浆粒径组成的变化和放矿过程中的重力分选作用,使尾矿堆体的粒径组成在沿水平和垂直两个方向均具有由表及里颗粒直径由粗变细特征,即坝前缘粗、库尾细;上部粗、底部细。主要层次为:①尾粉砂层,呈浅灰色,局部浅黄色,均匀性好,湿—饱和、松散—稍密状态。厚度7.7~26.8m,垂直向渗透系数为 $5.81 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$,水平向渗透系数为 $3.79 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$;②尾粉土层,主要呈浅灰—深灰色,粉粒结构,饱和可塑、局部软塑状。层厚0.5~14.0m,垂直向渗透系数为 $2.09 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$,水平向渗透系数为 $1.79 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$;③尾粉质粘土层,呈灰色,较均匀,层厚约0.5~16.6m,垂直向渗透系数为 $2.15 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$,水平向渗透系数为 $7.14 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 。

2 降低坝体浸润线的必要性

通过现场观测,坝体浸润线位于尾粉砂中上层,在子坝外坡地段一般埋深2.30~11.10m。但初期坝坝顶顶部后缘处明显可见浸润线逸出点,在1385m高程外坡地段,浸润线埋藏浅。1999年雨季期曾出现过坝坡坍塌的险情,渗漏及沼泽化现象较为严重。为降低坝体浸润线,避免坝体内水溢出坝面,增强尾矿固结能力,提高坝体的安全稳定性和渡汛能力,确保尾矿坝安全运行,决定对东沟尾矿坝进行降低坝体浸润线治理。

3 排渗方法的选定

降低坝体浸润线的方法常见的有:深挖盲沟、虹吸井、轻型井点、沉井、辐射井及垂直水平联合排渗等。深挖盲沟受地形条件限制,本工程无法实施;虹吸井经常发生断流,需人工频繁处理;轻型井点、沉井、辐射井均须用水泵抽水,泵的抽水能力通常大于井的渗水量,故往往间断抽水,浸润线波动频繁,而且设备维护管理复杂;虹吸井、沉井、辐射井在施工过程中,井位往往容易歪斜,沉入浸润线以下后,尾砂、水往往涌入井中,继续下沉十分困难。

垂直水平联合排渗具有自流排渗,有效击穿矿泥隔水层的优点,适用于尾矿放矿紊乱、尾矿堆积体中矿泥夹层较多、相对隔水层明显。该尾矿粉偏细,原尾矿颗粒的组成变化复杂,放矿过程中的重力分选作用不充分,加之间歇性放矿,放矿方式及地点、排矿流量以及尾矿池内水边线的变化,原尾矿浆的尾矿粒度、化学成分以及尾矿浓度等因素影响了尾矿沉积,使尾矿沉积变得复杂化。根据以上情况,东沟尾矿库选用垂直水平联合排渗技术降低坝体浸润线。

4 垂直水平联合排渗体设计

垂直水平联合排渗系统由垂直集渗井和水平排渗管组成,垂直集渗井贯穿各层饱和尾砂,各层尾砂中的饱和水水平渗入集渗井中,再由水平排渗管排出坝体外,从而达到降低坝体浸润线,保证坝体稳定的目的。

垂直集渗井由若干个钻孔组成,成孔时应保持井壁原尾砂结构,严禁泥浆固壁,以保证其渗透集水性。钻孔群宜均匀布置,组合成圆阵式方阵,按孔内充填物的不同,可分为砂井和管井。砂井用无纺土工布扎成圆柱形袋子,内装砾石填井。砾石须反复冲洗,砾石之间的空隙即为井中渗水的下降通道,土工布起到阻砂渗水的反滤作用。孔群的中央可设水位观测管以便于浸润线的观测和洗井。管井内布设聚丙烯塑料管,将塑料管按梅花形分布钻眼后,外包土工布下入井中,土工布同样起渗水阻砂的反滤作用。尾砂中的渗水通过土工布的过滤进入塑料管,集中后通过水平排渗管排至下游。垂直井采用软式透水管,管内衬钢丝外被覆PVC。

水平排渗管是垂直排渗井的排水通道,自身也具有集水排渗的功能,由聚丙烯塑料管钻孔制成花管(或软式透水管),外包土工布而成。水平排渗管在设计和施工中令其有一倾角,倾向下游,一方面有利于减少水头损失和淤堵,另一方面让渗水加速外流,减小管内内压,充分发挥排水作用。水平排渗管应避免渗透系数较小的矿泥层,穿过渗透系数较大的粉砂层,从而具有良好的排渗功能。水平管向下游的坡降一般为2%~3%。东沟尾矿库水平排渗管采用 $\phi 90$ 高密度聚乙烯花管(HDPE管)管壁开孔 $\phi 10 @ 25$,外包一层400g/m²土工布用聚乙烯绳扎紧。

将水平排渗管对接到垂直排渗井中,便形成了一个组合型的能够自流排渗的整体。垂直水平联合排渗不仅弥补了单独设置水平排渗管降水效果有限的缺陷,而且也消除了单独设置垂直排渗井不能自流,须借助机械并长期消耗动力排渗,造成浸润线波动频繁,设备维护复杂等弊端。根据库区水文地质、工程地质条件,按照排渗量应适当大于库区降水渗入补给量的原理以及每口垂直排渗井的有效影响范围,东沟尾矿库设置了5组垂直水平联合排渗系统。

当然水平排渗管在长期排渗过程中存在着一个生物、化学、机械淤堵问题。在实际运行过程中,对该问题应高度重视。当排渗量减少,浸润线回升时,采用高压注水或通捞工具下入管内疏通或清洗,保证了水平管正常发生作用。在实际工程中,还可根据各尾矿坝的特点,将集渗井井距加密,以克服集渗井影响范围小的弱点,从而形成排渗幕自流系统;将垂直水平排渗系统向库内推,其排出的渗水进入坝中原已设好的集渗井,再集中通过水平管排往坝外,此为立式组合排渗系统;还可将垂直水平联合排渗与辐射井、沉井等组合成新的排渗系统,从而达到良好的技术经济效果。

5 排渗体施工方案

本工程共计5组排渗体,根据现场具体情况,水平钻孔机采用GPL-150专用钻机,竖直井施工选用激震力为14.7kN,塔高4.5m小型震动机成孔。

5.1 施工方案流程

工程施工工艺复杂具体流程如下所示:

(1)水平孔→测量放点→反力墩基坑制作→GPL-150钻机就位→钻进至设计孔深→封砂→排渣→退钻杆→洗孔→滤管安装→退拔套管→成孔。

(2)垂直井→测量放点→小钻机就位→沉入套管至设计深度→管内排渣→下入软式管→退拔套管→建成垂直井一个→钻机移位→成一组垂直井组成排渗体→封孔。

5.2 水平孔施工

(1)钻机安装。开挖反力墩基坑,长、宽、高分别为6m、5m、1.5m。绑扎反力墩钢筋,浇筑C25混凝土,待反力墩混凝土达到强度后,在基坑旁支立三角架,用链式起重机,卷扬机将重4.5t的水平钻机吊入基坑按照设计的仰角和高程,根据事先测定的水平孔轴线,控制点,采用拉线法指导水平钻机安装,然后进行试车。

(2)成孔方法。本工程水平孔采用螺旋钻排渣,套管钻顶成孔法成孔,先用合金钻头带护管送水钻进成孔,达设计深度后、反复空转螺旋钻杆排渣,然后,全部拔出螺旋钻杆,导向孔即告完成,上好封孔器,并逐段上好套管和钻杆,进行一次钻进,直达设计孔深。

(3)封孔、洗孔。用封砂器将套管端部封死,空转钻杆,排净套管内尾砂土,下水管至套管端部,并在水管端部安装一个清洗器,送入高压清水反复清洗,将套管内尾砂土洗净,确保水平滤管外土工布免受污染。

(4)滤管安装。水平滤管按设计每米加工 $\phi 10$ 孔眼225个,用5道14#铁丝均匀地把土工布捆扎在滤管外部,水平滤管连接方法为采用管箍连接,管箍外缠绕土工布、尼龙网、三道铁丝捆扎,以确保连接强度,然后逐段下水平滤管,直至设计深度。

用顶杆固定排渗管,逐段拔出套管,用小块土工布封堵孔口,逐层捣实,直至管外不流水。

5.3 竖直井施工

采用小型震动机逐节将套管沉下,并冲洗干净钻渣,放入软式透水管并拔出套管,封好管顶竖直井即告完成。

6 结论

从垂直水平联合排渗在东沟尾矿库的使用来看,该法具有造价省、效果好、不耗能源、便于管理等优点。垂直集渗井有效贯穿不同的尾矿砂饱和层,增强了坝体垂直方向上的水力联系,解决了尾矿放矿紊乱的矛盾,有效地降低了坝体浸润线,加速了尾砂的固结,增强了尾矿坝的稳定,是尾矿坝降低浸润线的切实可行的方法,在类似工程中极具推广应用的价值。

参考文献:

- [1] 《岩土工程手册》编写委员会. 岩土工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1995.