

# 向山硫铁矿尾矿库联合排渗施工技术

阮茂盛, 刘庆祥

(马鞍山长江地质工程公司, 安徽 马鞍山 243000)

**摘要:**通过水平排渗钻孔、碎石桩及盲沟等联合排渗工艺在向山硫铁矿某尾矿库再利用工程中应用的成功经验, 介绍水平排渗孔等工艺在尾矿库再利用工程中的施工过程以及该工艺在尾矿坝中应用的前景。

**关键词:**水平排渗孔; 碎石桩; 联合排渗工艺; 尾矿库

**中图分类号:** TU472.3<sup>+</sup>; TD745<sup>+</sup>.22    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1672-7428(2011)03-0071-03

**Construction Technology of Combined Seepage Draining in Tailings Reservoir of Xiangshan Pyrite Mine/RUAN Mao-sheng, LIU Qing-xiang** (Maanshan Changjiang Geological Engineering Company, Maanshan Anhui 243000, China)

**Abstract:** Based on the successful experience of the application of combined seepage draining technology with horizontal drainage hole, gravel pile and blind ditch in a tailings reservoir of Xiangshan pyrite mine, the paper introduced the construction process of horizontal drainage hole in tailings reservoir and the application prospect of this technology.

**Key words:** horizontal drainage hole; gravel pile; combined seepage draining technology; tailings reservoir

## 1 项目概况

本项目是马鞍山市向山硫铁矿尾矿库再利用工程。该矿于 1991 年因资源枯竭, 加之遭遇特大洪水, 终被关闭。其尾矿库曾因环境污染涉及面广, 安全隐患多, 年久失修, 坝埂部分地段曾出现问题, 加之后来企业改制, 无人管理和维修, 每年汛期都面临危险, 曾经被列为“安徽省十大安全隐患”之一。该库堆存尾矿 420 万 m<sup>3</sup>, 由 4 个尾矿坝组成, 1 号坝为主坝, 其余 3 个均为副坝, 现 1 号主坝坝顶标高 56 m, 4 号坝坝顶标高 61 m, 2、3 号坝坝顶标高 56~61 m, 目前主、副坝堆积坝坡面冲刷极其严重。库区周边 1.2 km 之内, 有数百亩农田、鱼塘以及上百户人家。

## 2 方案设计

### 2.1 设计目的

首先是降低库内尾矿的浸润线, 根治困扰临近村民多年的险库问题, 消除原尾矿库溃坝带来的威胁; 二是通过对该库区进行平整, 并通过绿化等措施, 改造和美化环境; 三是通过再利用尾矿库建设房屋或再造土地, 完成尾砂库的再利用。

### 2.2 设计方案

振动碎石桩 + 盲沟 + 水平孔排渗联合排渗法。该方法可以通过排水, 降低尾矿库内浸润线, 改善尾砂的工程性质, 提高承载能力。此外, 沿库区周边山

体坡脚处构筑截洪沟, 将库区外围山体汇水部分的地表径流及时快速的排向库外。本次碎石桩桩径  $\varnothing 400$  mm, 间距 10 m  $\times$  10 m, 桩长为 10、15 m, 沿库区滩面呈网格状布置, 滩面中心区域为 15 m, 四周为 10 m; 盲沟 600 mm  $\times$  400 mm  $\times$  400 mm (上宽、底宽、高), 盲沟沿桩顶布设, 再引到库外围排水沟; 水平排渗孔  $\varnothing 150$  mm, 滤管  $\varnothing 80$  mm, 长度 50~70 m, 根据各坝的具体情况布置, 库区顶部较浅, 底部较深。

### 2.3 设计原理

为增强尾矿库稳定性, 一般采用加固、降坡和降水等措施, 解决尾矿坝浸润线过高问题主要是降水等措施, 而水平排渗孔可以通过水的自重及尾矿砂一定的渗透性, 将库区内水自然渗透到水平排渗孔内滤管中, 然后自然排出坝体外, 因此可有效降低库区内的浸润线, 增大坝体物料固结程度, 从而提高坝体稳定性。由于该坝的浸润线水位较高, 故在进行水平孔布置时应根据各坝浸润线的高度进行布置, 一般情况自上而下水平孔深度逐步加深, 最浅水平排渗孔其排渗管长为 50 m, 目的是尽量将坝体内的浸润线降低至坝体稳定位置。

碎石桩的目的是串通水路, 改善尾砂的工程性质与排水, 由于碎石桩中填料为有一定级配要求的石料, 能有效将尾矿库中的部分隔水层 (矿泥或尾粘土等) 贯通, 从而将库区内的各不同层位中的水

收稿日期: 2010-05-21; 修回日期: 2011-01-03

作者简介: 阮茂盛 (1964-), 男 (汉族), 安徽铜陵人, 安徽省地矿局 322 地质队副队长、马鞍山长江地质工程公司副总经理、总工程师、高级工程师, 探矿工程专业, 安徽省马鞍山市江东大道 1500 号, mrms322@qq.com。

引至水平排渗孔的层位,并通过该层水平排渗孔排出,同时碎石桩还能够在尾矿中形成复合地基,从而增大地基承载力(见图1);该尾矿库采用周边放矿上游式堆坝工艺,库内中心位置水位较高,故本次碎石桩按坝体由外至内的碎石桩密度由稀而密进行布置。

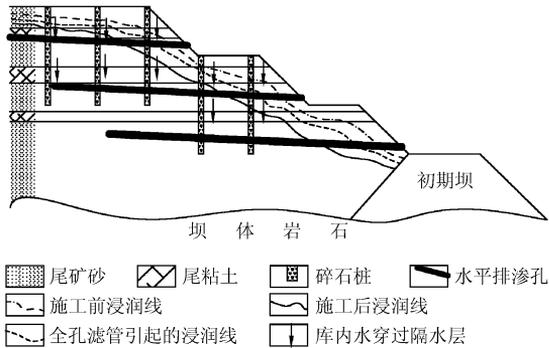


图1 尾矿库联合排渗示意图

库区表面的水平盲沟是在库区滩面上开挖纵横向排渗深沟,在沟内设置反滤料,纵横向排渗盲沟和碎石桩及库区周围截水沟相连,形成排水系统,并通过堆载预压将库区的水排出。

### 3 项目施工质量控制要点

通过对该项目设计目的与原理的了解,对于指导施工具有重要的意义。本次碎石桩的施工质量控制要点主要是桩位、桩的垂直度、桩深与碎石质量与灌入量,要确保碎石的级配与质量、在桩体内连续均匀并有一定的密实度;对于盲沟则主要掌握盲沟与碎石桩的桩顶可靠连接,且保证沟的尺寸、沟内反滤料的级配与质量;而水平排渗孔的施工则是本次施工的重点,其质量控制要点是水平排渗孔的深度、孔的上倾角、滤管的制作质量、埋藏长度及其连接质量,不得出现断管现象等,以确保水平孔内的水能够通过滤管顺利排出坝外。

## 4 工程施工

由于碎石桩及盲沟等施工比较简单,在此不再赘述。水平排渗孔的施工是我公司具有独特优势的成熟工艺,加上由于其本身的特点,特别适用于尾矿坝降水工程。

### 4.1 施工总体安排

考虑到碎石桩施工可能会对水平滤管造成破坏,故在施工时先进行碎石桩施工,然后再进行水平排渗孔施工。

### 4.2 水平排渗孔施工工艺流程

测量定孔位、机座施工、钻机安装调整、跟管钻进成孔、清孔、安装滤管(事先应将滤管制作好,并包裹土工布)、起拔套管、机械移位。

### 4.3 水平排渗孔施工关键环节

水平排渗孔施工关键环节是成孔、清孔和滤管的制作与安装;如水平钻孔不能形成孔,则滤管便不能安装;如孔不干净,则会导致滤管安装不到位或滤管的损坏,从而造成水平排渗孔施工的失败;滤管制作与安装质量出现问题时,必然影响水平排渗孔的排渗效果,严重时危及坝体安全。

#### 4.3.1 成孔

为保证坝体的稳定,需要降低坝内深部的浸润线,本次水平排渗孔孔深为50~70m,由于在尾矿中成孔,常用的护壁手段是不能成孔的,因此,必须采取同步跟管钻进工艺,由于孔深较深,跟管需要的推力较大,同时还应考虑在水平滤管下入孔内套管后,还应将套管拔出重复利用,因此,就需要一种相应设备以达到同步跟管的目的,我公司与相关单位联合研制出与之相适应的SP-2型成套设备从事该项目的施工。

#### 4.3.2 清渣

在成孔时,由于钻头与套管之间不可避免地存在间隙,因此,尾矿砂就会沿着此间隙进入套管内,特别是当坝内浸润线较高时,由于水头压力的增大,水会携带尾砂进入套管内。如果套管内没有清理干净,尾砂会沉积在套管断面的底部,即使水平滤管能够下入套管,也容易与套管包在一起,从而在拔出套管时将滤管一起拔出。为保证滤管的安装质量,在套管跟管完成后,必须清孔(即清洗套管内的尾砂)。清孔时,首先要对套管头部进行有效封堵,保证套管顶部不漏砂,然后采用高压大流量清水清洗。

#### 4.3.3 滤管的设计与制作

滤管下部1/3范围内不应打成花管(见图2),我们可称之为“导水滤管”。

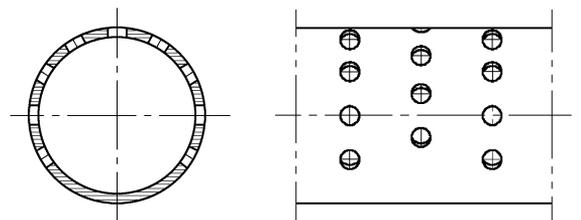


图2 “导水滤管”示意图

滤管应定向安装,即滤管中无孔的部位应始终处于下部,这样库区内的水靠其自重渗入水平导水

滤管中,并沿导水滤管顺利排出,否则,则会使水平排渗滤管端部(即库区内的一端)的水在沿水平滤管流向靠近坝体一端的过程中,流入低浸润线的坝体一侧,使库内浸润线位置向坝体外移动(图1),严重时,影响到坝体的稳定。滤管应采用土工布包裹严实并绑扎牢固,以防止尾砂流入滤管内,导致库内尾砂大量流出,从而影响坝的安全与稳定。

## 5 施工效果

根据施工前后相近孔位、相似条件下的工程地质勘察资料进行比较,该库区地质条件发生了较大的变化(见表1),单孔出水量在施工后呈下降趋势,说明库内水明显被排出(见表2)。

表1 施工前后地层性能指标情况

施工前后	含水率/%	地下水位/m	天然重度/(kN·m <sup>-3</sup> )	饱和重度/(kN·m <sup>-3</sup> )	内摩擦角/(°)	粘聚力/kPa
施工前(平均)	27.4	0.5	18.4	18.4	25.4	11.7
施工后(平均)	24.2	1.8	19.0	19.2	29.3	20.6

表2 单个水平孔平均出水量

时间	第一天	第二天	第三天	第七天
出水量/(m <sup>3</sup> ·d <sup>-1</sup> )	25.7	24.1	22.3	19.6

(上接第45页)

义。但它的理论是建立在孔内液流通畅的基础上的,万一孔内堵塞就会出问题。因此,在开钻以后必须通过其他途径来判断冲洗液是否流动。若冲洗液不流动或流动不畅,破岩产生的热量和岩粉就不能及时被带走,钻具回转阻力会增大。因此,可通过比较回转阻力的大小、主电动机电流的大小、主柴油机的声音来判断冲洗液是否通畅。笔者在近几年的生产施工中一般按压差法计算预送冲洗液时间,没有因预送冲洗液时间短发生过烧钻事故。

以上介绍的两种方法都与静止水位有关,由此可见,以孔深确定预送冲洗液时间是不准确的。在实际应用中,应根据工地情况确定采用哪种计算方法。如按满灌法计算的 $T_1$ 值不大,且工地水源充足,应采用这个时间为预送冲洗液时间,因为这个时间比较保险;若工地缺水,可取两种方法计算所得的时间中的小值,这样比较合理。即:

$$T = \text{Min}[T_1, T_2] \quad (4)$$

## 6 结语

水平排渗工艺,由于是通过自然排水,减少了尾矿坝维护费用,同时由于水平排渗孔的作用,增大了尾矿库内的降水面积,从而使坝体内的浸润线降低,增强尾矿固结能力,提高坝体的安全稳定性和渡汛能力,因此,无论对于在用尾矿库还是停用尾矿库均具有现实意义。

由于尾砂所具有的渗透性及部分尾矿泥(尾粘土层等,不~弱透水层),因此,尾砂中水排出速率很慢,为了加速尾砂的固结,在库区水平盲沟上部的滩面上再均匀铺设一定厚度的粘土层进行预压,结合碎石桩和盲沟等联合排渗措施,使尾砂中的水排出路径大大缩短,孔隙水压力得以较快地消散,同时还可以增加地基的稳定性。

本次施工结束后,水平排渗孔出水正常,坝体内浸润线也随之降低。目前该尾矿库再利用工程也正在积极准备,不久一个住宅小区或再造土地即将在此诞生,以期实现设计目的。

注:此文在写作过程中,参考了该工程的《设计施工图》(马鞍山矿山研究院工程勘察设计研究院,2007)、《岩土工程勘察报告》(马鞍山地质工程勘察院,2006)、《工程施工报告》(马鞍山长江地质工程公司,2008)。

## 3 结语

目前,钻探实践中各单位对预送冲洗液时间的处理方法各不相同。预送冲洗液时间长了浪费宝贵的水资源,时间短了又会造成烧钻。机台施工人员对预送冲洗液时间的长短心里没底,大部分采取比较保守的办法,即预送冲洗液时间尽量长一点,以浪费求安全。笔者介绍的方法可让施工人员心中有数,节约时间和水资源,降低施工成本。

## 参考文献:

- [1] 李世忠. 钻探工艺学(中册)[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [2] 胡郁乐,张绍和. 钻探事故预防与处理知识问答[M]. 湖南长沙:中南大学出版社,2009.
- [3] (91)中色地字第0831号,有色金属地质岩心钻探技术规程[S].
- [4] 武警黄金指挥部司令部. 岩心钻探手册[S]. 2002.
- [5] 柯玉军. 严重漏失破碎地层钻孔综合施工方法及效果[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(10):34-38.