

浅谈尾矿库的安全技术管理

张培安

(金堆城钼业公司, 陕西 华县 714102)

[关键词] 尾矿库; 尾矿设施; 初期坝; 堆积坝; 浸润线

[摘 要] 介绍尾矿库的基本设施及作用, 提出各设施的管理要求及办法。

[中图分类号] TD926. 4

[文献标识码] B

[文章编号] 1002-8951(2003)02-0032-04

Discussion on safety technique management of tailings pool

ZHANG Pei-an

(Jinduicheng Molybdenum Industry Corporation, Huaxian 714102, China)

Key words: tailings pool; tailings facilities; primary dam; dumped dam; line of seepage

Abstract: This paper introduced the basic facilities and function of tailings pool. The demands and methods of tailings facilities management are put forward.

尾矿库是矿业开发中必不可少的重要设施,是矿山的重要组成部分。我国目前已形成一定规模的尾矿库约有 1 500 多座,其主要分布于黑色冶金矿山、有色冶金矿山、化工矿山、核工业铀矿山、黄金矿山和建材行业等领域,其中库容超过 100Mm³ 的有 10 座,坝高超过 100m 的有 12 座,尾矿库数量多、库容大、坝体高,所以发生事故的频率高和事故的破坏程度大,因此把尾矿库的危害列为各种(共 95 种)重大灾害中的第 18 位。我国对尾矿库的安全技术管理制定了一系列的标准和规章,但是,尾矿库的安全运行还存在许多问题。

尾矿库的构成设施主要有:尾矿放矿系统、堆存系统,尾矿库排洪系统、回水系统、水处理系统和尾矿坝观测系统。尾矿堆存系统又由初期坝和后期坝组成。

1 尾矿放矿系统管理要求和办法

1.1 尾矿放矿系统

尾矿放矿系统主要指选厂尾矿经管(槽)压力、

自流或压力自流联合输送至尾矿库坝面放矿的坝面管道系统。坝面放矿一般采用联接在放矿主管道上的放矿支管来实现坝面分撒放矿。

1.2 尾矿放矿系统的管理要求和办法

提高尾矿库尾矿排放质量是尾矿库操作管理中的主要任务之一,质量良好的沉积滩应是尾矿颗粒沿滩长分级明显,滩面平整无坑洼、回流且均衡上升,冲积段内的滩长大致相等,也就是指库内水边线与滩顶平行,这样的尾矿沉积体内含细泥夹层较少,物理力学性质较好,坝体稳定性较高。在尾矿库的放矿管理中必须设有专人负责,做到分段放矿、坝面均匀分撒放矿和放矿支管确保足够的长度。

(1) 分段放矿:在实际生产中大部分尾矿库放矿集中在尾矿放矿管道进坝的一端,远端放矿较少,这样一方面造成坝顶高度不一致,近高远低;另一方面造成远端坝前沉积的尾矿多为较细颗粒,物理力学性质显著降低,导致远端坝体成为薄弱环节。还有一些尾矿库长时间不改变放矿口的位置,放矿口下形成一堆孤立的高砂丘,尾矿向库内流动的路径不稳定,回流曲折,水洼滞留,甚至沿坝顶方向横流,导致坝前沉积尾砂中形成多层细泥夹层。这两种放矿现象在尾矿库的放矿管理中是绝不允许的,对坝体较长的尾矿库,放矿必须采取分段交替作业进行,使坝体均匀上升,避免滩面出现侧坡、扇形坡或细颗

[收稿日期] 2002-10-16

[修订日期] 2003-03-04

[作者简介] 张培安(1965 -),男,陕西华县人,工程师,现任金堆城钼业公司生产计划处水尾科科长。

粒尾砂大量集中沉积于一端或一侧。

(2) 坝面均匀分撒放矿:就是在放矿主管道上间隔安装一定数量同管径同长度的放矿支管,各放矿支管均安装阀门进行流量控制,实现各放矿支管流量均匀稳定。除堆筑子坝和移动放矿管外一般不得在库后及库侧放矿。坝面均匀分撒放矿可使粗颗粒均匀沉积于坝前,细颗粒排至库内,有利于形成均匀平整的沉积滩面,避免了大面积矿泥沉积于沉积滩面。如采用独管集中放矿,会造成放矿流量大且集中,加大了滩面矿流速度,导致沉积滩坡度过缓,不利于尾矿库的调洪,并难以形成均匀平整的沉积滩面。

(3) 放矿支管必须确保足够长度。放矿支管的长度视子坝的高低及内坡比而定,一般以支管放矿浆体不直接冲击子坝内坡脚为宜,在实践中,常可在子坝内坡脚堆放草袋来减少对子坝内坡脚的冲刷。

2 尾矿堆存系统及管理要求和办法

2.1 尾矿堆存系统

尾矿堆存系统主要包括初期坝和后期坝。在选矿厂基建施工中,用当地土、石等材料修筑的低坝,叫初期坝或基坝,用以容纳选矿厂生产初期1~2年排出的尾矿,并作为堆积坝的排渗及支撑棱体;选矿厂投产后,在生产过程中随着尾矿的不断排入,逐渐用尾矿来沉积加高的坝体叫后期坝或尾矿堆积堆。

2.2 尾矿堆存系统的管理要求和办法

尾矿堆存系统分初期坝和后期坝,堆存系统的管理分初期坝的管理和后期坝的管理。

2.2.1 初期坝的管理要求和办法

①初期坝的管理主要是在基建期进行。初期坝的设计、勘查、施工及施工监理工作必须由具有相应资质条件的单位和中介技术服务机构承担完成。

②施工中选用的土、石等材料符合施工技术要求。

③对初期坝基础、岸坡要按设计要求进行技术处理,清基工作要彻底,垂直防渗墙要有足够高度,要有有效的排渗措施等等。④对坝顶宽度、坝内外坡比、马道位置宽度、排水棱体的高度宽度、反渗层的铺设及坝肩截洪沟、坝顶、马道排水沟必须按设计要求进行施工、验收,基建期内绝不允许留下任何隐患。⑤初期坝在后期的使用管理中主要是要做好初期坝的维护工作,做好坝底渗流水质水量观测及坝的位移沉降观测,发现问题要认真对待、综合分析,做到及时处理。

2.2.2 后期坝的管理要求和办法

当尾矿库的尾矿充填至坝顶时,必须沿坝轴线方向堆筑子坝,形成新的库容,将放矿系统移至子坝坝顶继续放矿充填,当尾矿充填至子坝坝顶时,再进行下一级子坝的堆筑,直至最终堆积高程。在后期坝的堆积及使用过程中,要重点抓好以下几个方面的管理。

①堆筑子坝前,必须对岸坡进行处理。岸坡处理应做隐蔽工程记录,如遇泉眼、水井、地道或洞穴等,要采取有效措施处理,经处理后方可堆筑子坝。

②子坝堆筑位置,要严格按照尾矿坝设计坡比要求进行确定,不能过陡或过缓,要防止形成下陡上缓的凸面;要留足每级子坝坝顶宽度,使上一级子坝的外坡脚自下一级子坝的内坡脚内缘起始,形成每一级子坝的轮廓,以便操作管理。③子坝堆筑过程中要严格按设计进行,要对子坝分层碾压,确保子坝剖面尺寸、密实度、长度符合要求,尽可能增大库容,并使子坝平直美观。④子坝堆筑选用尽可能粗的尾砂进行堆筑,这样筑成的坝体较均匀,含泥量少,稳定性较高。⑤子坝堆筑完工后,要对下一级子坝的坝顶进行平整,形成外高内低的坡面,以便坝面雨水汇入子坝排水沟;对坝顶及子坝外坡面采用碎石或山坡土进行覆盖,并进行适当植被,以防雨水冲刷及风砂污染环境。⑥根据降雨量及坝体两侧汇水面积必须在坝坡同山体交界线设足够排洪能力的浆砌块石截洪沟,以防山坡汇流雨水冲刷后期坝体,此截洪沟应与初期坝截洪沟相连;在每道子坝坝顶内缘与上道子坝的外坡交界线设浆砌块石排水沟;将坝面雨水引至坝两侧截洪沟。⑦降低坝体浸润线。尾矿库建成放矿后,由于水头作用,坝体内必然产生渗流现象,水由上游渗向下游形成一个逐渐降落的渗流水面,在土坝横断面上显示为一条曲线,称之为浸润线。坝体浸润线位置的高低和变化与坝的安全稳定有密切关系,因此浸润线观测对掌握坝体浸润线的位置变化情况,判断坝体运行期间是否安全稳定有重要作用。坝体浸润线的观测最常用的方法是选择有代表性的且能反映主要渗流情况的坝体横断面,以及预计有可能出现异常渗流的横断面作为浸润线观测断面,在观测断面埋设适当数量的测压管,通过测量测压管中水位来获得浸润线的高低。如坝体浸润线比设计高,坝坡稳定性降低,坝面会出现局部隆起、塌陷、管涌、渗水浑浊等现象,这时应立即采取降低坝体浸润线措施,一般可采用水平排渗(打水平排

渗孔)、垂直排渗(打井抽水)、水平垂直联合排渗和大口辐射井排渗,目前排渗效果最好的方法是在坝面打大口辐射井进行排渗。降低库内水位也有助于降低坝体浸润线。

3 尾矿库排洪系统及管理要求和办法

3.1 排洪系统

确保尾矿库的排洪能力和排水通畅是尾矿库安全管理的最主要任务之一。每年洪水季节来临之前,尾矿库必须按设计要求留出调洪库容,也就是要控制好正常水位。为排除暴雨洪水及尾矿水,尾矿库必须设有排洪系统,排洪系统的型式一般有井(斜槽)一管式、井(斜槽)一洞式和溢洪道等。排洪构筑物主要有:排洪井或排洪斜槽、排洪管、排洪隧洞、溢洪道和截洪沟。除溢洪道和截洪沟外,其余构筑物都逐渐被尾矿所覆盖,承受很大的上覆荷载,因此必须保证有足够的强度和优良的施工质量。

尾矿库排洪设计中常按一定的沉积滩坡度确定调洪高度和调洪库容,沉积滩的干滩长度对调洪库容有很大影响,当沉积滩坡度越缓时,干滩就越长,调洪库容也就越小,因此当实际沉积滩长度比设计值有较大增加时,应通过调洪演算重新确定所需的调洪高度。当尾矿库的调洪库容大于洪水总量时,可先将洪水装起来慢慢排放,排洪构筑物可做得很小,工程费用较低;当调洪库容等于零时,尾矿库没有调洪库容(实际操作中是不允许的),洪水来多少就排多少,排洪构筑物要做得很大,工程费用最高;当调洪库容小于洪水总量时,即调洪库容不足以容纳全部洪水时,在设计中要充分利用这部分调洪库容来进行洪水调节,以便减小排洪构筑物的尺寸,节省工程费用。

3.2 排洪系统的管理要求和办法

①排洪构筑物的施工要严格按设计要求进行,严格确保质量。②安全库容和调洪库容在任何情况下都不允许被尾矿和水侵占。③在满足回水水质和水量要求的前提下,应尽量降低库内水位。④在回水与坝体安全对滩长和超高的要求有矛盾时,应确保坝体安全。⑤当实际沉积滩长度比设计有较大增加时,应通过调洪演算重新确定调洪高度。⑥排洪构筑物停用后封堵,必须严格按设计要求进行,一般情况下必须在井内井座顶部封堵或在隧洞支洞外封堵,严禁在排洪井井筒上部封堵。⑦根据调洪要求确定排洪井或排洪斜槽排洪口底坎高程,至少要将

排洪口底坎以上1.5倍的调洪高度内的堵板全部打开,最好是排洪口底坎高程以上部分全部打开,汛期要清除排洪口附近的漂浮物,确保排洪设施畅通。

⑧库内要设立清晰醒目的水位观测标尺,标明正常运行水位和警戒水位。⑨在任何情况下,均不得用常规子坝进行拦洪,不得在尾矿坝面和坝肩设置泄洪口泄洪。⑩在排出库内蓄水和大幅度降低库内水位时,应控制流量,非紧急情况不宜骤降,并提前通知下游居民。⑪要认真做好汛前、汛后及日常的排洪设施检查,发现问题要及时处理。

4 尾矿库回水系统及管理要求和办法

4.1 尾矿库回水系统

尾矿库除堆存尾矿外,还为选矿厂提供生产用水,选矿厂生产水随尾矿排至尾矿库,经库内澄清和自然净化后,基本满足生产水质要求,有70%可回收供选矿厂重复利用。尾矿回水系统一般包括:回水泵站或回水井塔一隧道、回水管道和回水池等部分。

4.2 回水系统的管理要求及办法

①尾矿库回水系统的设计应充分利用库中水的位能,以节约能源,有条件时应采用静压回水方式。②尾矿库回水取水点位置必须确保尾矿库在全部使用期内均应满足不小于澄清距离的要求。③回水泵站泵的型号、管道的确定应根据日用水量及输送扬程进行确定。④尾矿回水水池容量对中小型选厂不宜小于6~8小时的回水水量,大型选厂不宜小于3~4小时的回水水量。⑤如回水采用回水井塔回水,当回水井塔停用时,应进入井内封堵,严禁在井筒上部封井。⑥如采用多级井塔回水,相邻两井塔高度应有1m左右重叠高度,以确保连续回水。

5 尾矿水处理系统及管理要求和办法

尾矿库在使用过程中,尾矿坝会渗出一定数量的水,这些水中会含有一定数量的有害物质。这些有害物质主要来源于选矿过程中加入的选矿药剂以及矿石中的金属元素,常见的有:氰化物、黄药、黑药、铜、铅、锌等,有时还可能含有砷、酚、汞等。这些水一方面可通过坝下的截渗回收设施扬送回尾矿库供回水利用;另一方面向下游排放,当排放水中有害物质含量超过“三废”排放标准规定的最高容许排放浓度或虽未超标但使下游用水点的地面水有害物质含量超过卫生标准规定的最高容许浓度时,均应建

立尾矿水处理系统,使之达到排放标准后排放。

国内在尾矿库管理中关于尾矿水净化处理的工程设计和实践尚少,在工业污水净化的有关资料中,有害物质的净化有许多可能的方法,但适合尾矿水特点的净化方法则较少,一般可采用自然净化和物理化学及化学净化方法,当尾矿水中有害物质的含量经自然净化后仍不能达到排放标准及卫生标准时,则需采用物理化学及化学方法进行净化。

6 尾矿库的坝体观测系统及管理要求

尾矿库投入运行后,将受到自然因素和人为因素的影响,尾矿坝的工作状况将不断变化,为及时掌握其变化情况,取得第一性的资料,更合理地使用管理好尾矿坝,使隐患得到及时治理,必须建立尾矿坝的观测系统。

尾矿坝的观测一部分可用肉眼对坝坡有无明显变形、塌坑、沼泽化、渗水、裂缝及蚁穴、鼠洞等进行观测,对于重要的尾矿坝必须借助仪器设备进行
①坝体水平、位移观测;②坝体沉降观测;③坝体固

结观测;④坝体孔隙水压力观测;⑤坝体浸润线观测;⑥坝基扬压力观测;⑦绕坝渗流观测;⑧渗流量观测;⑨渗流水水质监测等观测工作。

对于各项观测结果,要认真整理分析,全面掌握尾矿坝的工作状况和运行规律。提出进一步的安治及管理措施,确保尾矿库安全运行。对观测资料要进行整编、储存,为今后实现计算机进行数学模型分析和预报尾矿库的安全性奠定基础。

7 结语

尾矿库的安全技术管理,涉及到生产工艺、生产安全、综合利用和环境保护的一系列问题,所以一个尾矿库的管理从选址、规划、设计、施工、运行、到终期闭库(包括绿化、复垦)应坚持“安全第一、预防为主、防重于抢、有备无患”的方针,严格按照“尾矿库安全管理规定”进行实施和管理。要认真做好日常检查及沉积滩、安全超高、调洪高度、坝体浸润线的管理,使尾矿库在正常状态下安全运行,为企业的生产及当地居民的生产生活创造良好的环境。

(上接第20页)

式(14)、(15)便是所讨论的梁柱体失稳的充要条件。

以上分析表明,南芬矿下盘光面边坡稳定状态不但与力的大小有关,还与力的组合关系及力的作用途径有关,当力的组合满足式(14)、(15)时,系统就具备发生突变失稳的可能,该种情形的层状岩体失稳表现出岩体强度似弱化特征,外界力的微小扰动就可能导致光面边坡层状岩体失稳。如用弹性力学理论分析该种顺层边坡失稳,只能给出一个力的大小判据,而突变理论则是一种动态分析方法,它更深刻地揭示了顺层斜坡失稳的力学作用机理。

5 结语

本文结合南芬大型露天铁矿下盘层状边坡失稳的工程实例,基于台阶稳定极限平衡性分析入手,并对光面边坡进行溃屈破坏模式分析,计算出了不同岩性层状边坡的极限高度;基于非线性突变理论的岩体结构稳定性分析,突破了传统的岩体强度准则,

揭示了复杂力系中,层状岩体微扰失稳机理。在以上分析计算基础上,可制定行之有效的工程防治对策,南芬矿目前已付诸实施。

[参考文献]

- [1] 本钢南芬矿下盘边坡滑体综合治理工程研究[R]. 马鞍山研究院,2001.
- [2] 安徽新桥硫铁矿边坡稳定性研究[R]. 马鞍山矿山研究院,1992.
- [3] 马钢南山铁矿边坡稳定性研究[R]. 马鞍山矿山研究院,1987.
- [4] 金堆城钼业公司露天矿北帮边坡治理工程研究[R]. 马鞍山矿山研究院,1998.
- [5] 孙广忠. 岩体结构力学[M]. 北京:科学出版社,1988.
- [6] 勒内·托姆. 突变论思想和应用[M]. 上海:上海译文出版社,1988.
- [7] 黄润秋等. 工程地质广义系统科学分析原理及应用[M]. 北京:地质出版社,1997.
- [8] 祝玉学. 边坡可靠性分析[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.