

上游式尾矿坝安全隐患分析^{*}

卜训政

(化工部连云港设计研究院,江苏 连云港 222004)

摘要:分析了上游式尾矿筑坝方法的安全隐患,指出分期筑坝方法应是未来尾矿库建设的发展方向。

关键词:上游式尾矿坝;安全隐患;分期筑坝

中图分类号:TD926.4 文献标识码:A

1 前言

上游式尾矿筑坝方法,由于其工艺简单,管理方便,能节省一次性建坝费用,在我国矿山企业尾矿库工程建设中,得到了广泛的应用,已成为我国矿山企业尾矿筑坝的传统模式。由于具有明显的短期经济效益,人们往往忽视它的安全隐患。这里将对其存在的问题进行分析和讨论。

2 上游式尾矿坝存在问题

2.1 缺少完善的工程质量技术指标

尾矿坝作为矿山企业尾矿库工程的主体构筑物已纳入国家建设部批准的行业规范,即《选矿厂尾矿设施设计规范》之中,但其中除了对尾矿筑坝的尾矿粒径及最小安全超高与最小干坡滩长度作了规定外,再没有制定其他确保尾矿坝工程质量的技术指标,如影响坝体滑动稳定的尾矿抗剪强度指标和尾矿筑坝的密实度指标等。

2.2 无法按建设工程施工程序施工

上游式尾矿坝的建设是一个间断性施工过程,当尾矿冲积到与初期坝坝顶齐平时,开始修建第一期子坝,由几期子坝形成第一级上游式尾矿坝,然后再建第二级尾矿坝。每加高一期子坝后,总要等到尾矿充填到一定数量,使库水位升高后,刚好满足最小安全超高和最小干坡滩长度的要

求,再加高第二期子坝,然后再充填尾矿,如此筑坝—充填—再筑坝—再充填,构成了尾矿生产的无数个循环过程,也就是尾矿间断性筑坝的施工过程。这种施工作业,只能由矿山企业自己组织的尾矿生产人员按尾矿生产程序来完成。

上游式尾矿坝建设的另一特点是工期长。尾矿坝的填筑施工既是工程施工,也是尾矿堆存,且以后者为主。尾矿筑坝本身就是一种尾矿堆存方式,尾矿坝加高后形成新的库容,又可以继续进行尾矿排放、充填堆存。尾矿坝填筑终止,尾矿库也就结束了尾矿堆存的使用寿命,一般这个过程少则 5 年,多则 20~30 年。

2.3 尾矿库水位伴随尾矿坝不断升高

如前所述,上游式尾矿坝的填筑是一个不断向库内充填尾矿浆,使细尾矿泥在库底沉积,造成库水位抬高,当满足不了最小安全超高和最小干坡滩长度时,再填筑子坝的往复循环过程。因此尾矿向库内充填越多,库水位上升越大,上游式尾矿坝也就填筑得越高。高水位的尾矿库给上游式尾矿坝带来了三方面安全隐患:(1)尾矿坝体浸润线不断抬高,浸水饱和的尾矿范围不断扩大,尾矿坝的抗剪强度指标逐渐降低,尾矿坝的滑动稳定安全系数也逐渐降低,一般来说,上游式尾矿坝越

* 收稿日期:2000-11-03

高、稳定性越差。(2)尾矿坝的渗透压力增大。通常尾矿在放矿冲积过程中,尾矿沉积有明显的分层性,层间实际上是尾矿泥夹层,其渗透系数比尾矿冲积层小。在没有设置有效的排渗装置之前,尾矿坝渗流不畅,形成有压渗流,库水位越高,渗透压力越大。在这种情况下,极易产生尾矿坝坡流滑或管涌等形式的渗透破坏。(3)高水位是引

起上游式尾矿坝产生振动液化的主要原因。尾矿的振动液化,有两方面的因素,一是内因,主要是尾矿的颗粒结构,即尾细砂和尾粉砂类所占的比重大小,结构是否松散;二是外因,主要指振动荷载大小和水动力条件。当这些条件同时起作用时,将会形成泥石流。

图 1 上游式尾矿坝与库水位升高示意图

3 上游式尾矿库不可或缺的两项隐蔽工程

上游式尾矿库,不可避免地要建立两项隐蔽工程,一是尾矿的排洪工程,二是尾矿坝的排渗工程。由于尾矿库的水位不断升高,不断向库后延伸,因此,取水口的位置和标高也要随着水位的升高不断变化,这就决定了前面的取水口要被尾矿填埋。如果是隧洞作为泄洪工程,则只需掩埋部分取水口和部分新取水口到原取水口的连接段;如果采用井—管式排洪系统,尾矿泄水管则全部埋入尾矿坝下和尾矿沉积滩下;用完的取水井,也逐级被尾矿掩埋,形成上游式尾矿库隐蔽的排洪工程。这种隐蔽工程对尾矿库的安全隐患以排洪暗管接头断裂为主。如锦屏磷矿 1994 年 5 月 10 日发生 1[#] 已封闭的排水井盖板断裂塌落,在尾矿沉积滩内形成直径 90m 的塌陷漏斗,流泄尾矿近 10 万 m³,淹没农田、果园 10 余公顷。

上游式尾矿坝为了降低坝体浸润线,减少坝体渗透压力,提高上游式尾矿坝的动力稳定性,一般在上游尾矿坝填筑过程中,就布置了排渗工程设施,首先初期坝采用透水结构,如堆石坝;其次按上游坝填筑顺序逐渐铺设由砂石料和土工布组成的滤水体。总的走向与上游坝下游坡平行,滤

水体距上游坝外坡 3~5m,这样上游坝的滑动、渗透和尾矿的动力稳定性都提高了,尾矿坝的安全性也增大了。但是,这种隐蔽工程的主要毛病是,尾矿水在渗流中挟带细颗粒尾矿,逐渐淤堵滤水体的孔眼,使其渗透性降低,严重的将影响到尾矿坝的安全。

另外,有些矿山企业的尾矿含有有害化学成份,根据环境保护要求,不允许尾矿水渗出和下泄,如果不采取排渗措施,而采用防渗措施,对上游式尾矿坝的安全是极为不利的。最好的办法是采取排渗措施,即在尾矿坝下设置贮水池,增设污水处理厂,除回水外,部分污水通过处理达标后,再排放,这样尾矿坝的安全性就提高了。

4 国内上游式尾矿坝安全情况

上游式尾矿坝既是矿山企业的重要生产设施,也是矿山企业的主要建设工程设施。它的安全状况好坏,不仅直接关系到矿山企业的生产秩序和经济效益,还随时影响到库区下游广大人民的生命财产安全。因此,我国政府制定了一系列安全法规,但是,上游式尾矿坝还是存在较多的安全隐患,而且还经常发生溃坝破坏事故。如:(1) 2000 年 10 月 18 日,广西省南丹县锡矿尾矿库,

发生溃坝事故,死亡约 30 人;(2)1994 年 7 月 12 日,湖北省新冶铜矿尾矿库,洪水溃坝决口,死亡 26 人,失踪 2 人;(3)1986 年 4 月 30 日,安徽省黄梅山铁矿尾矿库,溃坝决口,死亡 19 人,伤 95 人。

另外,根据四个矿山部门 1995 年对尾矿库的不完全统计,上游式尾矿库的安全隐患比重较大,详见表 1。

表 1 各类矿山尾矿库运行情况统计表

矿山类别	尾矿库总数	正常运行数	病险库数	超期库数
	座	座(%)	座(%)	座(%)
黑色冶金	78	55(68)	16(22)	7(10)
有色冶金	149	77(52)	59(39)	13(9)
化工矿山	18	11(61)	4(22)	3(17)
黄金矿山	368	206(56)	99(26)	63(18)

从上表可见,上游式尾矿坝的病险库比重较大,有色冶金矿山病险库有 59 座,占 39%;其他矿山的病险库也都在 20%以上。这些病险库必须经过除险加固治理,才能在尾矿库后期生产运行中确保安全。

从有关资料中还查找到某矿山部门的 10 座尾矿库,均采用当地材料分期筑坝,没有一座为病险库,且运行情况良好;这也从不同类型尾矿坝的对比中,说明上游式尾矿坝确是尾矿库产生安全隐患的根源。

5 上游式尾矿坝的归宿与展望

由于上游式尾矿筑坝方法,在我国矿山企业尾矿库工程建设中,已有很长的历史,因此具有传统性和习惯性;又因为它有国家行业标准的肯定,因而又具有权威性,所以我国大多数矿山企业一直在沿用这种方法建设尾矿库。

事实上,很多发达国家甚至发展中国家,早已改变了上游式尾矿筑坝方法,而采用当地土石料分期筑坝。我国 90 年代,也有少数矿山采用当地土石料分期筑坝,尾矿排放与堆存采用顺坡式或叫库后放矿式。如云南省东川市汤丹铜矿,老蒋家沟尾矿库,位于设计地震烈度 9 度地区,尾矿粒径 $d_{50} = 0.0275\text{mm}$,尾矿年产量 200 万 m^3 ,尾矿库设计库容为 6000 万 m^3 ,该尾矿库采用当地材料一次性筑坝,即基础坝,尾矿在选厂浓缩后,浓度为 30%,然后在库后进行排放堆存,简化了排洪工程,取消了排渗工程,现在已运行近 10 年。

云南省海口磷矿 60 万 t/a 擦洗厂,玉铜汞凹子尾矿库,坝址位于长 800m、宽 50m、深 80m 的古断层上,尾矿粒径 $d_p = 0.02\text{mm}$ 左右,不能自堆坝,采用了透水土坝结构作为基础坝,第一期坝高 32m,最终坝高为 52m,目前第一期坝已运行 10 年,安全性能良好。

综上所述,分期筑坝方法因其安全性较上游式筑坝方法好,因而是未来尾矿库建设的发展方向。

Analysis of safety hidden peril of up-stream type tailing dam

BU Xun-zheng

(Lianyungang Design & Research Institute, the Ministry of Chemical Industry, lianyungang Jiangsu 222004, China)

Abstract : The hidden perils of up-stream type tailing dam were analyzed. It was shown that the method of building tailing dam by installments should be the key method of building tailing dam.

Key words : up-stream type tailing dam; hidden peril; building tailing dam by installments

(上接 7 页)

Preparation of nanometer calcium carbonate by multistage spray carbonation

XU Wang-sheng; HE Bing-zhong; JIN Shi-wei; XUAN Ai-guo

(Wuhan Institute of Chemical Technology,

Wuhan Hubei 430073, China)

Abstract : In this paper, the preparation process of nanometer cal-

cium carbonate (CaCO_3) by multistage spray carbonation was studied. The effects of the conditions of spray carbonation and additive dosage on the average particle size of nanometer CaCO_3 were discussed systematically. The primary particle size of carbonated sediment was about 30nm by vacuum desiccation. Then the active nanometer CaCO_3 particles ranged from 30nm to 40nm could be obtained with surface modification.

Key words : nanometer calcium carbonate; multistage spray carbonation; particle size; mass transfer coefficient