

尾矿库下游安全距离预测的探讨

唐纪宇 唐建宇

(中国有色金属工业昆明勘察设计院,云南昆明 650051)

【摘要】 鉴于目前尾矿库下游安全距离没有试验数学模型,导致尾矿库下游的安全距离难以确定。借用泥石流预测数学模型,以探索较为合理的安全距离计算,为尾矿库库址选择、安全评价及主管部门监管提供一种具有一定科学依据的预测计算方法。

【关键词】 尾矿库;泥石流;数学模型;安全距离

【中图分类号】 P 642.23

【文献标识码】 A

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2012.03.010

The Study of Estimating the Tailings Pond's Safety Distance in Downstream

Tang Jiyu Tang Jianyu

(Kunming Prospecting Design Institute of China

National Non-ferrous Metals Industry, Kunming 650051, Yunnan, China)

【Abstract】 Owing to the safe distance of the tailings pond in downstream did not have an experimental mathematics model At present, which causes the safe distances hard to confirm. In this paper the mathematics model of the debris flow estimation is used to explore a more reasonable safe distance measurement. It could provide an estimating method scientifically for the selecting of the tailings pond's sites, safety evaluation and the supervisor sections

【Key words】 the tailings pond; debris flow; mathematics model; safety distance

0 引言

近年来尾矿库溃坝、决口事故时有发生,给尾矿库下游人员的生命造成严重的危害,国家、企业和个人财产造成巨大损失。例如:2010年9月21日,广东茂名市信宜紫金矿业银岩锡矿高旗岭尾矿库发生溃坝,造成22人死亡,两村全倒户达523户、受损户815户^[1];2009年5月22日,云南禄劝县屏乡镇一铁选厂尾矿库发生溃坝,未造成人员伤亡,淹没100多亩农田^[2];2008年9月8日,山西省襄汾县新塔矿业公司尾矿库发生溃坝事故,造成277人死亡、4人失踪、33人受伤,直接经济损失达9619万元^[3];2007年11月25日,辽宁鞍山海城市甘泉镇鼎洋公司铁矿尾矿库发生溃坝事故,造成13人死亡、3人失踪、39人受伤^[3];2006年4月30日,陕西省商洛市镇安县黄金尾矿库发生溃坝事故,造成15人死亡、2人失踪、5人受伤,直接经济损失达187.65万元^[3];2005年11月8日,山西浮山县城南峰光选矿厂尾矿坝决口,造成4人死亡^[3];2000年10月18

日,广西南丹县大厂镇鸿图选矿厂尾矿库发生重大溃坝事故,共造成28人死亡,56人受伤^[3]。

尾矿库溃坝、决口导致重大人员伤亡的主要原因之一就是尾矿库下游没有足够的安全距离,而安全距离应如何确定又无明确的依据。本文针对这一现状,引用泥石流重大危险范围预测模型试验成果,以确定尾矿库下游的最大安全距离,给今后的设计工作、安全评价及安全管理工作提供一种相对可行的计算方法。

1 泥石流与尾矿库溃坝型泥石流

1.1 泥石流的形成

泥石流的形成必须同时具备三个基本条件,三者缺一不可。①山高坡陡,沟床纵度降较大,便于水体迅速汇流的地形;②具备丰富的松散固体物质;③可迅速汇流形成足够大的水量。

1.1.1 地形地貌条件

地形是形成泥石流的必要条件,其地形的主要因素有:流域形态、汇流面积、主沟床坡降、主沟床弯曲系数。地形条件对泥石流的形成、冲出量、冲出距

离、流速、势能及冲击力起着主导作用。

流域形态,上游多为三面环山一面豁口,呈漏斗状,山高坡陡、山体破碎、植被发育不良;中游多为陡深狭窄的峡谷,沟床纵坡降较大;下游多为沟口平坦的开阔地或河谷阶地。汇流面积越大,汇集的水量也就越大,松散固体物也就越多,泥石流的汇流面积一般在 0.5~10 km²;主沟床坡降越大,泥石流的势能也就越大,产生的冲击力也就越大,冲出距离也就越远,沟床坡降一般为 8%~30%。主沟床弯曲系数由主沟床的曲线长度与其直线长度之比来表示,主沟床弯曲系数越大,流速越慢,冲出距离也就越近。

1.1.2 松散物质条件

松散物质是形成泥石流的必要条件,其来源主要为:第一类为地质构造断层皱褶发育,新构造活动强烈,斜坡岩体卸荷裂隙发育,地震烈度较高等因素导致地表岩层破碎、山体松散,滑坡、崩塌、错落等不良地质作用提供的物质来源;因物理和化学风化强烈,导致岩体节理发育、结构松散软弱,形成较厚的风化残积层或软硬岩性互层等地层岩性提供的物质来源。第二类是矿山开采、开山修路等基本建设开挖的弃土石,选矿厂排出的尾矿,冶炼厂、火电厂排出的弃渣等人类的经济活动提供的物质来源。松散物质的多少,决定了泥石流规模的大小。

1.1.3 水文气象条件

水是泥石流的重要组成成分,又是泥石流的激

发条件和搬运介质,是产生泥石流的充要条件。降雨是大部分泥石流形成的水源,其次是冰川、积雪的迅速消融、水库溃决等突然性的大量流水。24 h 最大降雨过程中有一定量的前期降雨和某一瞬间的高强度降雨将激发泥石流。据有关资料,24 h 最大降雨量超过大暴雨标准 (>100 mm),1 h 雨强 30 mm 左右、10 min 雨强达 10 mm 将激发泥石流^[4]。

1.2 尾矿库溃坝型泥石流

尾矿库溃坝型泥石流主要是由山谷型尾矿库形成。尾矿坝是尾矿库的主要构筑物,其主要功能是拦挡选矿厂选别矿石后排出的尾矿。尾矿坝通常是由初期坝和尾矿堆积坝(后期坝)两部分组成,初期坝是采用当地土石料经碾压填筑而成,类似于建造水坝,一般为总坝高的 1/4~1/6,而尾矿堆积坝是矿主逐月逐年堆筑子坝建造而成。尾矿堆积坝的堆筑方式分为:上游式、中线式及下游式等三种。

1.2.1 上游式

在初期坝上游采用冲积法、池填法或渠槽法等方法冲填堆筑尾矿后期坝的方式。粗颗粒沉积于滩顶形成尾矿坝壳,细颗粒冲填于库区并形成沉积滩。放矿管随尾矿堆积坝的升高而向上移。此类尾矿坝形成的尾矿库区内具有安全超高、调洪库容、回水库容及澄清距要求下的死水库容,见图 1。

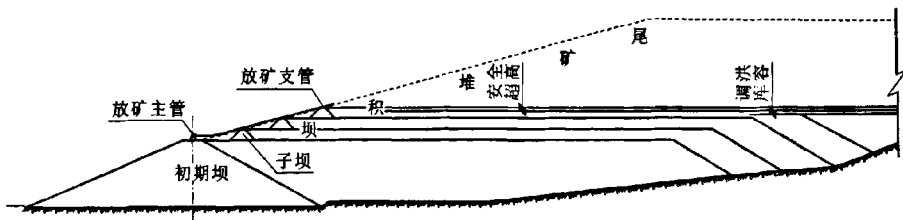


图1 上游式尾矿坝

1.2.2 中线式

在初期坝下游设置滤水坝,初期坝顶设置一组并联的旋流器与矿浆管连接,将尾矿进行分级处理,旋流器始终位于初期坝轴线之上,随尾矿堆积坝的升高而抬高。粗颗粒排于初期坝轴线上、下游形成

尾矿堆积坝,细颗粒排向库内,冲填库区并形成沉积滩。此类尾矿坝形成的尾矿库区内同上游式尾矿坝一样,具有安全超高、调洪库容、回水库容及澄清距要求下的死水库容,见图 2。

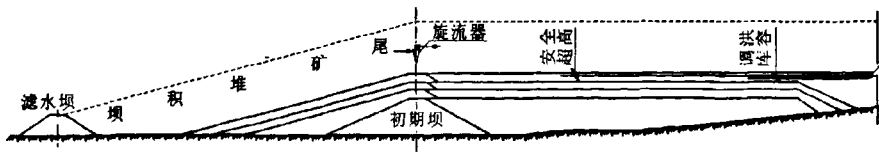


图2 中线式尾矿坝

1.2.3 下游式

在初期坝下游设置滤水坝,初期坝顶设置一组并联的旋流器与矿浆管连接,将尾矿进行分级处理,旋流器始终位于尾矿堆积坝坝顶,随尾矿堆积坝的升高而移向初期坝下游。粗颗粒排至初期坝下游,

形成尾矿堆积坝,细颗粒排向库内,冲填库区并形成沉积滩。此类尾矿坝形成的尾矿库库内同上游式尾矿坝一样,具有安全超高、调洪库容、回水库容及澄清距要求下的死水库容,见图3。

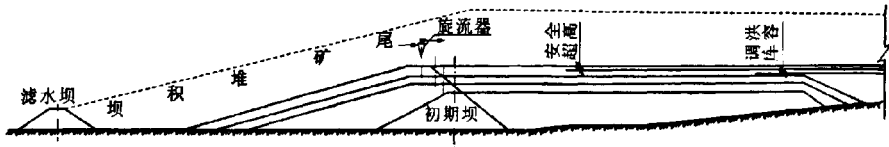


图3 下游式尾矿坝

对于尾矿堆积坝具有如下特性:堆积坝往往较为松散。

2 尾矿库溃坝的安全距离

2.1 尾矿库溃坝模型

由于尾矿库溃坝形成的泥流属于泥石流的一种,故尾矿库溃坝泥流模型借用刘希林等人进行的泥石流堆积模型试验^[5]。

一次泥石流危险范围预测模型:

$$a = 0.5036 l^2$$

$$l = 8.71(V \cdot G \cdot r_c / \ln r_c)^{1/3}$$

$$d = 0.017[V \cdot r_c / (G^2 \cdot \ln r_c)]^{1/3}$$

式中: a 为一次泥石流危险范围, m^2 ; l 为一次泥石流最大堆积长度, m ; d 为一次泥石流最大堆积厚度, m ; V 为一次松散物质最大量, m^3 ; G 为堆积区坡度, 小数; r_c 为泥石流最大密度, t/m^3 。

最大危险范围 a 的平均相对误差为 9.69%, 最大堆积长度 l 的平均相对误差为 8.34%, 最大堆积厚度 d 的平均相对误差为 7.0%, 基本能够满足目前泥石流最大危险范围的预测精度要求。

2.2 安全距离计算

平田尾矿库设计: 初期坝坝顶宽 3.0 m, 坝顶长 156.9 m, 坝高 10.6 m, 堆坝高 38 m, 总坝高 48.6 m, 十年服务期总库容量为 152 万 m^3 。尾矿库至下游沟口 1.06 km, 尾矿浆密度 1.73 t/m^3 。在尾矿堆积坝堆高至 16.5 m 时, 库内贮存尾矿约为 21 万 m^3 , 此时, 右坝肩发生决口, 决口宽 61 m, 尾矿冲出约 14 万 m^3 , 冲出距离至下游 0.96 km。

采用一次泥石流危险范围预测模型计算结果:

一次尾矿型泥石流最大堆积长度: $l = 294.52 m$;

一次尾矿型泥石流最大堆积厚度: $d = 6.57 m$;

一次尾矿型泥石流危及面积: $a = 43684.33 m^2$;

计算尾矿冲出距离 $L = 1354.52 m \approx$ 尾矿实际冲出距离 $L = 960 m$ 。

3 结语

1) 为尾矿坝溃决时的安全距离提供相对可行的预测计算模型, 为库址的选择提供了理论数据, 为尾矿库的监管提供了管理决策依据。

2) 对平田尾矿库决口的现场调查和计算结果分析, 计算尾矿冲出距离大于尾矿实际冲出距离是预测模型中未考虑主沟床的宽窄变化因素, 其次是沿主沟床的铺床现象, 这两个因素将造成部分尾矿滞留于沟床较宽的阶地, 从而减小了尾矿的冲出距离。

3) 影响尾矿冲出距离和冲出量的因素很多, 如: 尾矿贮存量、流域面积、流域高差、主沟床弯曲程度、主沟长度、24 h 最大降雨量及库内储水量等等。借用的泥石流预测模型仅选择了主要因素, 要提高计算预测的准确性, 需结合尾矿特性进一步完善预测模型。

参考文献

- [1] 赵杨, 粤纪宜. 广东纪委披露紫金矿业信宜溃坝事件调查始末[N]. 南方日报, 2011-02-24.
- [2] 庞继光, 程权. 禄劝一尾矿坝垮塌毁田百亩被困人员已被全部救出[N]. 都市时报, 2009-05-23.
- [3] 刘辉. 我国近期主要尾矿坝失事年表[N]. 江西钨业集团有限公司, 2010-05.
- [4] 李中平, 毕宏伟, 张明波. 我国山洪灾害高易发降雨区分布研究[J]. 人民长江, 2009, 17.
- [5] 刘希林, 唐川. 泥石流危险性评价[M]. 北京: 科学出版社, 1995.

收稿日期: 2012-02-24