

尾矿库危险有害因素及安全管理对策和措施

傅联海¹,张 阳²

(1 赣州永安安全生产科技服务有限公司; 2 南昌有色冶金设计研究院)

摘要:通过对尾矿库潜在的危险有害因素进行分析,指出了尾矿库安全管理中应该重点防范的危险因素有:尾矿堆积坝边坡过陡,浸润线逸出,裂缝,渗漏,滑坡,坝外坡裸露拉沟,排洪构筑物排洪能力不足,排洪构筑物堵塞,排洪构筑物错动、断裂、垮塌,干滩长度不够,安全超高不足,抗震能力不足,库区渗漏、崩岸和泥石流,地震,淹溺,雷击等;有害因素有:废水超标排放,坝面扬尘,尾矿输送管道破裂泄漏等。同时,对尾矿库的安全管理提出了建议,提出了相应的安全管理和技术管理对策和措施。

关键词:尾矿库;危险有害因素;安全管理;对策;措施

中图分类号:X751 文献标识码:B 文章编号:1001 - 1277(2008)05 - 0049 - 04

0 引言

尾矿库是贮存金属和非金属矿山尾矿或废渣的场所,是矿产资源利用过程中的一个重要工业设施。同时,贮存着当前技术条件下无法利用或尚未发现利用价值的矿产资源;即在某种意义上,尾矿是重要的二次矿产资源。但是,尾矿库的服务年限和库容量达到一定时,将会是重大危险源和环境污染源,既对尾矿库下游人民生命和财产安全构成威胁,又易造成环

境污染事故。因此,确保尾矿库的安全运行,杜绝环境污染事故,是尾矿库安全管理的重要任务。

1 尾矿库基本情况

尾矿库按筑坝方式分为上游式、中线式、下游式等。根据库容量和坝高将尾矿库分为五个等别,并由此确定与尾矿库有关的构筑物级别及安全监督管理等级(见表 1)。

表 1 尾矿库等别与构筑物级别及安全监督管理等级

等别	全库容 V/万 m ³	坝高 h/m	构筑物级别			安全监督管理等级
			主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物	
一	二等尾矿库具有提高等别条件		1	3	4	省级安全监督管理
二	V≥10 000	h≥100	2	3	4	省级安全监督管理
三	1 000≤V<10 000	60≤h<100	3	5	5	省级安全监督管理
四	100≤V<1 000	30≤h<60	4	5	5	省级安全监督管理
五	V<100	h<30	5	5	5	地(市)级

据统计,国内大中型矿山尾矿库约有 1 500 多座,加上小型尾矿库,总尾矿库数量超过 10 000 座。如何加强尾矿库的安全监督管理,国家安全生产监督管理总局制定发布了《尾矿库安全生产监督管理规定》和《尾矿库安全技术规程》,对尾矿库的设计建设、生产运行、安全检查、安全度、闭库、再利用、安全评价等方面进行了规范,以预防和减少尾矿库生产事故,保障人民群众生命和财产安全。

在尾矿库安全监督管理中,必须对尾矿库潜在的危险有害因素进行分析,有针对性制定安全对策和措施,消除和控制尾矿库危险有害因素对尾矿库安全环保构成的威胁,保证尾矿库的安全程度。

2 尾矿库危险有害因素分析

2.1 危险因素

危险因素是直接造成人员伤亡和财产损失的因素。尾矿库安全和环境污染事故往往是其潜在的危险因素失去控制而引发的。根据国家标准《重大危险源辨识》(GB 18218—2000)对重大危险源的规定,库容量 100 万 m³ 以上的尾矿库是重大危险源;它一旦发生事故,对下游区域人民的生命和财产及环境将造成巨大灾难,后果无法估量。国内矿山尾矿库在历史上曾发生过多起重、特大事故。因此,消除和控制尾矿库潜在的危险因素,消除事故隐患是尾矿库安全

收稿日期:2008 - 01 - 26

作者简介:傅联海(1962—),男,江西信丰人,安全评价师,高级工程师,从事选矿技术设计研究及尾矿库安全评价;江西省赣州市,赣州永安安全生产科技服务有限公司,341000



管理的重大责任。

尾矿库事故的主要表现形式为溃坝和尾矿泄漏。重大的溃坝和尾矿泄漏会造成大量的人员伤亡、建筑物损毁和环境污染。导致尾矿库溃坝和尾矿泄漏事故的因素很多,可归纳为:自然因素、设计因素、施工因素、管理因素、社会因素、技术因素。在尾矿库安全监督管理中,直接导致尾矿库事故的危险因素主要有:尾矿堆积坝边坡过陡,浸润线逸出,裂缝,渗漏,滑坡,坝外坡裸露拉沟,排洪构筑物排洪能力不足,排洪构筑物堵塞,排洪构筑物错动、断裂、垮塌,干滩长度不够,安全超高不足,抗震能力不足,库区渗漏、崩岸和泥石流,地震,淹溺,雷击等。

(1)尾矿堆积坝边坡过陡。尾矿堆积坝边坡直接决定其稳定性。造成尾矿堆积坝边坡过陡的主要原因有:放矿工艺不合理;为增加库容人为改陡坡比。造成初期坝边坡过陡的主要原因有:盲目节省投资,人为改陡坡比;有的堆石坝是用生产废石进行堆坝,没有控制陡坡比。

(2)浸润线逸出。浸润线的高低和变化直接关系到坝体的安全稳定。浸润线从坝外坡逸出,说明坝坡的稳定性很差,有可能发生滑坡事故。造成浸润线逸出主要原因有:无排渗设施;排渗设施设计不合理;排渗设施施工质量不良;排渗设施管理不当。

(3)裂缝。裂缝是尾矿坝较为常见的危险因素。某些细小的横向裂缝有可能成为坝体的集中渗漏通道,有的纵向裂缝或水平裂缝也可能是坝体出现滑塌的预兆。裂缝的主要原因有:坝基承载能力不均衡;坝体施工质量差;坝身结构及断面尺寸设计不当。

(4)渗漏。渗漏是尾矿库常见的危险因素,会导致溢流出口处坝体冲刷及管涌等多种形式的破坏,严重的会导致垮坝事故。按渗漏的部位可分为:坝体渗漏、坝基渗漏、接触渗漏和绕坝渗漏。

坝体渗漏的主要原因包括设计和施工两个方面。

设计方面的主要原因有:对坝址的地质勘探工作做得不够,设计时未能采取有效的防渗措施;采用的坝基防渗措施不能满足抗渗的需要;黏土铺盖与透水砂砾石地基之间,未设有效的滤层,铺盖在渗水压力作用下破坏而漏水;土坝坝体单薄,边坡太陡,渗水从滤水体以上逸出;黏土防渗体设计断面不足,或与下游坝体缺乏良好的过渡层,使防渗体破坏而漏水;埋入坝体的压力管道强度不够,由于地基不均匀沉降,导致管身断裂,有压水流通过裂缝沿管壁或坝体薄弱部位流出。

施工方面的主要原因有:岩基的强风化层及破碎带未处理,或混凝土截水墙未按设计要求做到新鲜基岩上;岩基上部的冲积层未按设计要求彻底清理;土

坝分层填筑时,土层太厚,碾压不实,致使每层填土上部密实,下部疏松,库内放矿后形成水平渗水带;土料含砂砾太多,渗透系数大;没有严格按照要求控制或及时调整填筑土料的含水量,致使碾压达不到设计要求的密实度;在分段进行填筑时,土层厚薄不同,上升速度不一致,相邻两段的接合部位出现少压或漏压的松土带;在冬季施工中,对碾压后的冻土层没有彻底处理,或把大量冻土块填在坝内,形成软弱夹层,成为坝体渗漏的通道;滤水体施工时,由于砂石料质量不好、滤层材料铺设混乱等,导致滤水体失效,而使坝体浸润线升高。

管理方面的主要原因有:坝前干滩裸露暴晒而开裂,尾矿放矿水从裂缝渗漏;对防渗设施养护、维修不善,出现问题后亦未及时进行处理,下游逐渐出现沼泽化,甚至可能形成管涌;在坝后任意取土,也可能影响地基的稳定。

其它方面的原因有:白蚁、獾、蛇、鼠等动物在坝体打洞营巢,造成坝体集中渗漏;地震会引起坝体或防渗体发生贯穿性的横向裂缝而产生渗漏。

接触渗漏的主要原因有:基础清理不好,未做接合槽或做得不彻底;土坝两端与山坡接合部分的坡面过陡,而且基础清理不彻底,或未做防渗齿墙;涵管或圬工建筑物与坝体接触处回填夯实质量差,或未做截水环(墙)及其它止水措施,造成渗水沿此薄弱面渗漏。

绕坝渗漏的主要原因有:与土坝两端连接的岸坡属条形山或覆盖层单薄的山坡,而且有砂砾石透土层;山坡的岩石破碎,节理发育,或有断层通过;施工取土或库内存水后由于风浪的淘刷,岸坡的天然铺盖被破坏;溶洞以及生物洞穴或植物根茎腐烂后形成的孔洞等。

(5)滑坡。滑坡是尾矿坝最危险的因素之一。较大规模的滑坡,往往是垮坝事故的先兆,即使是较小的滑坡也不能掉以轻心。有些滑坡是突然发生的;有的是先由裂缝开始,如不及时处理,逐步扩大和蔓延,则可能造成垮坝重大事故。

产生滑坡的主要原因有勘探设计和施工两个方面。在勘探时,没有查明基础有淤泥层或其它高压缩性软土层,设计时未能采取适当措施;选择坝址时,没有避开位于坝脚附近的水塘,筑坝后由于坝脚处于过大沉陷而引起滑坡;设计未采取防渗措施,产生绕坝渗漏,使局部坝体浸润饱和而引起滑坡;设计中稳定分析所选择的计算指标偏高,或对地震考虑不够,排水设计不当等。在施工中,碾压土坝时,铺土太厚,碾压不实,或土壤含水量不合要求,密度没有达到设计标准等;土坝填筑时没有严格按照施工技术要求,造

成施工质量不好;抢筑临时拦洪断面和合拢段,边坡过陡,填筑质量差;采用风化程度不同的残积土筑坝时,将黏性较大、透水性较小的土料填在土坝下部,而上部又填了黏性较小、透水性较大的土料,放尾矿后,背水坡上部湿润饱和;尾矿堆筑坝与基本坝二者之间或各期堆筑坝坝体之间没有很好结合,在渗水饱和后,造成背水坡滑坡。

(6)坝外坡裸露拉沟。坝外坡裸露,遇暴雨冲刷造成坡面拉沟,影响坝体的稳定性,严重时导致决口溃坝。其主要原因有:坝坡太陡;地表水未拦截或拦截不彻底;坝坡未植被覆盖。

(7)排洪构筑物排洪能力不足。排洪构筑物不能及时排泄设计频率暴雨的洪水,导致库水位升高,安全超高不够,甚至漫顶溃坝。其主要原因有:设计洪水标准低于现行标准;为节约投资,人为缩小泄洪道断面尺寸;排洪通道存在限制性“瓶颈”。

(8)排洪构筑物堵塞。排洪构筑物堵塞导致排洪能力急剧下降,库水位上升,安全超高不够,直接危及坝体安全。其主要原因有:进水口杂物淤积;构筑物垮塌。

(9)排洪构筑物错动、断裂、垮塌。排洪构筑物断裂造成大量泄漏,垮塌造成堵塞,排洪能力急剧下降,危及坝体安全。其主要原因有:无设计或设计不合理;未按设计要求施工;地基不均匀沉陷;出现不均匀或集中荷载等。

(10)干滩长度不够。干滩长度不够的主要原因有:干滩坡度过小;坝前放矿不均匀,滩顶高程不一;库水位控制不当。

(11)安全超高不足。库水位接近坝顶时,干滩面过短,导致上游式尾矿堆积坝浸润线过高,使坝体处于饱和状态。其主要原因有:库水位控制不当;调洪库容不足;坝前放矿不均匀,滩顶高程不一;排洪设施能力不足。

(12)抗震能力不足。抗震能力不足会引起库区或坝体滑坡;在库区或坝体附近进行爆破等作业,会对尾矿库的安全构成威胁。

(13)库区渗漏、崩岸和泥石流。库区发生泥石流阻塞截洪沟、排洪系统等造成洪水漫坝;库区崩岸造成涌浪,对坝体冲刷甚至漫顶。

(14)地震。地震是人类无法控制和消除的自然灾害。它对尾矿库的破坏是致命性的,强烈地震将导致尾矿坝坝体滑坡、裂缝,排洪构筑物错位、变形、倒塌,还可能引起库内水面大波浪冲击坝顶而造成洪水漫顶垮坝。

(15)淹溺。操作人员进行添加井盖板、封井、库内回水等作业时,不慎坠入水中,将造成人员淹溺

事故。

(16)雷击。护坝人员在雷雨天气巡坝检查时,有可能造成雷击事故,导致人员伤亡。

2.2 有害因素

(1)废水超标排放。尾矿废水中含有悬浮物、油类、COD和有毒有害元素等,未经处理超标排放,将对环境造成污染。使用尾矿废水灌溉,直接会导致农作物减产,还可能导致谷物、蔬菜、水果等农产品有毒有害元素超标,人长期食用将导致慢性中毒。

(2)坝面扬砂。尾矿是经破碎磨细选矿后丢弃的矿渣,粒度细,表面干燥无覆盖时,遇大风将导致尾矿飞扬,形成砂尘,污染环境;人过量吸入,则可能导致尘肺病。

(3)尾矿输送管道破裂泄漏。输送管道破裂,若发现不及时,导致大量尾矿泄漏,将造成严重的环境污染,对水源、农作物等造成危害。

3 安全管理和安全技术对策和措施

制定有针对性、可操作性和经济合理性的安全对策和措施,控制和消除尾矿库潜在的主要危险因素,预防尾矿库事故发生,提高尾矿库的安全程度和安全管理水平。

3.1 安全管理对策和措施

根据《中华人民共和国安全生产法》等法律、法规的规定,建立健全安全管理机构和安全管理制度,配备安全管理及尾矿库技术管理人员,制订以单位主要负责人为第一责任人的各级安全管理人员责任制和岗位技术操作规程。对尾矿库管理及操作人员进行安全技术培训,尾矿工作作为特种作业,必须做到持证上岗。在尾矿库建设中,必须请具有与尾矿库等别相应资质的安全评价机构进行安全评价,请相应资质的设计、建设、监理单位进行设计、建设施工、监理,并严格执行建设项目安全设施“三同时”的规定以及设计审查审批和竣工验收,确保施工质量,消除在建设过程中埋下隐患。在日常安全管理中,必须保证尾矿库安全措施资金的投入,严格执行安全生产管理制度,实行班组日查、车间月查、矿(公司)季查及安全专项检查相结合的安全检查制度,对查出的隐患按“四定”原则及时整改到位,把事故消除在萌芽状态。

尾矿库作为一个重大危险源,还必须制定相应的事故应急预案,与当地政府及周围居民加强沟通,教育周围居民如何避险和防范尾矿库事故,让周围居民共同维护尾矿库安全设施,构筑尾矿库与当地环境、居民的和谐。

在尾矿库安全监督管理中,各级安全生产综合监督管理部门必须依照《中华人民共和国安全生产

法》、《尾矿库安全生产监督管理规定》和《尾矿库安全技术规程》等,认真履行安全生产法律、法规赋予的安全监督管理职责,切实加强对尾矿库重大危险源的安全监督管理,做到“有法必依,执法必严”。同时,加强对安全生产中介机构的监督管理,杜绝虚假的安全条件论证、安全评价、设计审查和竣工验收,坚决查处安全生产违法行为,依法追究安全生产事故责任。

3.2 安全技术对策和措施

针对尾矿库危险源的特殊性,制定技术性安全对策和措施,消除和减弱危险有害因素对尾矿库安全构成的威胁,是防止尾矿库事故发生的关键。

3.2.1 尾矿库设计建设安全技术对策

尾矿库的设计建设和重大改扩建工程,必须请有相应资质单位设计、施工、监理,并严格遵守《尾矿库安全生产监督管理规定》和《尾矿库安全技术规程》以及《尾矿设施设计规范》等法律、法规及相关规程的规定和要求。建设单位必须严格按设计落实投资和建设,在设计建设过程中,必须达到“三同时”的规定。其安全设计必须经相应的安全监督管理部门审查批准;竣工后,必须经相应的安全监督管理部门验收合格方可投入使用。

3.2.2 尾矿库技术管理对策

(1)严格按照《尾矿库安全技术规程》和《尾矿设施设计规范》进行尾矿库安全技术管理,按设计文件的要求和有关技术规范做好尾矿浓缩分级、放矿筑坝、回水排水、防洪渡汛、抗震等检查和监测。在尾矿库堆积坝使用到设计总坝高的 $1/2 \sim 2/3$ 时,对尾矿堆积坝进行工程地质勘察和稳定性分析。

(2)上游式尾矿堆积坝采取坝前均匀分散放矿,确保粗颗粒尾矿沉积于坝前,细颗粒尾矿排至库内,以确保堆积坝良好的渗透性和稳定性,并确保沉积滩坡度及长度符合设计要求,同时防止矿浆横向流动冲刷子坝内坡趾或坝体。

(3)严格按设计要求堆筑后期坝内外坡,保证每期子坝的堆筑质量,加强放矿管理,确保后期堆积坝均匀上升,避免坝轴线两端高差过大,并做到干滩与库内水边线尽可能平行于坝轴线,使得最小干滩长度满足安全要求。

(4)做好后期坝防渗排水工作。按设计要求在堆积坝内埋设排渗管网,在坝肩修建截洪沟,降低坝体浸润线,防止山洪冲刷坝体,并定期开展浸润线观测,发现异常,认真分析,必要时采取相应措施。

(5)对上游式尾矿堆积坝外坡面采取覆盖坝坡并植草,下游坡面修建排水沟、人字沟,防止雨季坝面拉沟,秋冬季砂尘飞扬。

(6)做好尾矿库水位控制和防洪渡汛。每年汛期前根据现状进行调洪演算,在确保满足设计洪水频率调洪库容和安全超高及安全滩长的前提下,汛期时尽量低水位运行,并加强对排水泄洪构筑物的检查、疏浚和暴雨期间的洪水位观测,备足抗洪抢险物资,做好事故应急技术措施预案,开展应急救援演练。

(7)对库区环境加强监测和检查,及时发现和预防滑坡、泥石流地质灾害对尾矿库安全构成的威胁。

(8)做好尾矿库设计、施工、监理和技术改造以及日常管理观测等原始数据资料的整理归档工作,实施尾矿库回水利用及废水达标排放,保护尾矿库周围环境。

4 结 语

通过对尾矿库危险有害因素进行分析,各级安全管理人员在安全生产监督管理中必须做到重点防范,务必牢记历史上发生的尾矿库重、特重大事故所造成巨大损失和人员伤亡的教训,做到警钟长鸣,切实履行监督管理职责,认真贯彻执行《中华人民共和国安全生产法》和《尾矿库安全生产监督管理规定》及《尾矿库安全技术规程》等法律、法规,把尾矿库的各项安全管理和技术措施落到实处,确保尾矿库永久安全。

Discussion on the dangerous harmful factors and safety control measures in tailings pond

Fu Lianhai¹, Zhang Yang²

(1. Ganzhou Yong'an Production Safety Technical Service Co., Ltd., Jiangxi province;

2. Nanchang Non-ferrous Metals Metallurgy Design and Research Institute, Jiangxi province)

Abstract: The paper introduced the dangerous factors of tailings ponds such as extra-precipitous dam slope, saturation line liberation, crack, leakage, landslide, flood carrying capacity insufficiency, blockage, rupture, collapse and dip-slip offset of flood discharge construction, insufficient dry bottomland length, security superelevation insufficiency, earthquake resistance insufficiency, reservoir basin leakage, bank failure and debris flow, earthquake, drowne, lightning stroke and so on. The harmful factors, such as waste water overproof discharge, dam face dust nuisance, tailings delivery pipe rupture and leak were also pointed out. Meanwhile, some safety and technology control measures were put forward.

Keywords: tailings pond; dangerous harmful factor; safety management; countermeasure

(编辑:赵玉娥)