

文章编号: 1009 - 3842 (2008) 02 - 0006 - 05

# 尾矿库的风险分析及标准管理对策研究<sup>\*</sup>

罗国栋<sup>1</sup>, 黎剑华<sup>2</sup>

( 1. 江西分宜县安全生产监督管理局, 江西 分宜 336600;

2 南昌工程学院土木工程系, 江西 南昌 330099)

**摘 要:**尾矿库是矿山企业的重要设施,其灾害所带来的损失是相当严重的,因此加强尾矿库的安全管理,提高其标准化水平,确保尾矿库的稳定和安全运行非常迫切和需要。从风险的角度阐述了尾矿库的风险特点,提出对尾矿库进行风险管理,并分析了尾矿库风险管理的重要意义。介绍了《金属非金属矿山安全标准化规范——尾矿库实施指南》的核心内容,提出创建以风险管理理念为基础的尾矿库安全标准化系统,概括了系统的主要特点。

**关键词:**尾矿库;风险;风险管理;安全标准化

**中图分类号:**TD76

**文献标识码:**A

## 1 引言

尾矿库是金属非金属矿山的生产过程中的重要设施,但是我国尾矿库的安全现状不容乐观。在长达十多年甚至数十年的时间里,各种天然的和人为的不利因素威胁着它的安全。事实一再表明,尾矿库一旦失事,将给工农业生产及下游人民生命财产造成巨大的灾害和损失。美国克拉克大学公害评定小组的研究表明<sup>[1]</sup>,尾矿库事故造成的危害,在世界 93 种事故、公害隐患中,名列第 18 位,它仅次于核武器爆炸、DDT、神经毒气、核辐射以及其它 13 种灾害。而比航空失事、火灾等其它 60 种灾害严重,直接引起 100 人以上死亡的尾矿库事故屡见不鲜。

根据国家安全生产监督管理总局于 2003 年在全国范围内进行的金属非金属矿山尾矿库的调查显示<sup>[2]</sup>,对我国 27 个省区的 2692 座金属非金属尾矿库调查结果表明,我国存在 176 座库容为  $5.0 \times 10^6 \text{ m}^3$  以上的大型尾矿库,有 98 座库容为  $1.0 \times 10^7 \text{ m}^3$  以上超大型尾矿库。在 2233 座申报库容规模正确尾矿库中,正常库且达到安全管理基本要求的尾矿库仅有 30 座,有 2203 座达不到安全管理基本要求或是存在各类事故隐患。各类数据表明,我国金属非金属尾矿库的安全形势十分严峻,政府和

企业必须采取必要措施,否则近年内尾矿库事故会有较大增加。

传统的尾矿库管理模式已经显示处理极大的弊端,尾矿库的安全现状迫切的需要社会寻求一种更加有效的管理方法。本文提出对尾矿库进行风险管理,构建一套新型的行之有效的尾矿库安全标准化系统,以此来实现对尾矿库的高效安全的管理。

## 2 尾矿库的风险特点

### 2.1 风险的定义

何谓风险,目前尚无统一的定论。风险概念的提出首先是在经济领域,其定义为损失的不确定性,风险是针对不确定事件而言的。灾害事件发生的不确定性通常是由致灾因子发生的不确定性和承灾体对致灾因子易损性的不确定性共同决定的<sup>[3]</sup>。风险表征是把风险发生的概率与损害程度以一定的量化指标表示出来。从理论上讲,风险是致灾因子发生概率与承灾体遭受的损失程度的函数,风险大小与这两个因素成正比。从灾害事件的致灾因子来看,包括自然灾害和人为灾害,其中的自然灾害主要有气象灾害风险、地质灾害风险、洪涝灾害风险、海洋灾害风险等类型。从灾害事件的承载体来看,灾

收稿日期: 2008 - 04 - 18

<sup>\*</sup> 基金项目:江西省教育厅科学技术研究项目(GJ08459);江西省高校省级教改立项项目(JXJG-O7-18-9)

作者简介:罗国栋(1968-),男,江西丰城人,本科,采矿工程师,主要研究方向为采矿工程。

害风险主要包括人身风险、财产风险、环境风险和社会风险等类型。

## 2.2 尾矿库的风险特点

尾矿库设施主要包括尾矿水力输送系统、回水系统、尾矿堆存系统和尾矿水处理系统。尾矿库常见的事故类型<sup>[4]</sup>主要有以下几种:

(1)尾矿坝坝体出现沉陷、裂缝、塌滑、甚至发生垮坝,从而引起泥石流、滑坡和水土污染等二次灾害;

(2)尾矿库排洪工程常见事故;

(3)尾矿水跑浑,尾矿砂流失,影响冲填坝子坝安全并造成下游环境污染;

(4)尾矿输送管道及砂泵站发生尾砂泄漏事故;

(5)尾矿水不达标排放,给天然水体及环境造成污染。

尾矿库主要危险因素有:溃坝、滑坡、泥石流、浪涌或洪水漫顶、决口、坝坡失稳、坝面拉沟、渗流破坏、管涌、坝体地震液化、裂缝、粉尘、渗漏、滚石和物体打击等。导致尾矿库灾害发生的主要事件<sup>[5]</sup>有:

(1)自然事件,包括地震、地表沉降、汛期洪水、山体滑坡等;(2)坝体潜在的坍塌和渗漏事件,包括由尾矿库的设计、施工、材料及尾矿排放工艺所造成的隐

患;(3)尾矿库附属构筑物损坏的事件,包括溢流塔、排洪管道等;(4)尾矿输送过程中的事件,包括输送管路的淤积、堵塞等隐患。

从本质化的角度分析尾矿库事故发生的原因在于,尾矿库本身在选址、规划、设计、建设和运行到终期闭库的全过程中,以下因素不符合要求,从而导致事故的发生,这些因素包括:

(1)尾矿库选址不当,坝址地质情况不良;

(2)坝体结构构造设计不当;

(3)堆积坝安全超高和沉积滩长度不符合要求;

(4)坝体浸润线过高;

(5)尾矿库的排洪和调洪能力不足,排洪构筑物可靠性不足;

(6)尾矿输送与回水管道的可靠性低。

通过对尾矿库事故发生的原因的调查与分析,可知,我国绝大部分的尾矿库都不符合《尾矿库安全技术规程》与《尾矿库安全监督管理规定》中的有关规定。同时,根据综合论的事故模型,即事故是由社会因素、管理因素和生产中的危险因素被偶然事件触发所造成的结果如图1,探寻尾矿库事故发生的最终原因主要在于管理缺陷、管理因素和管理责任。

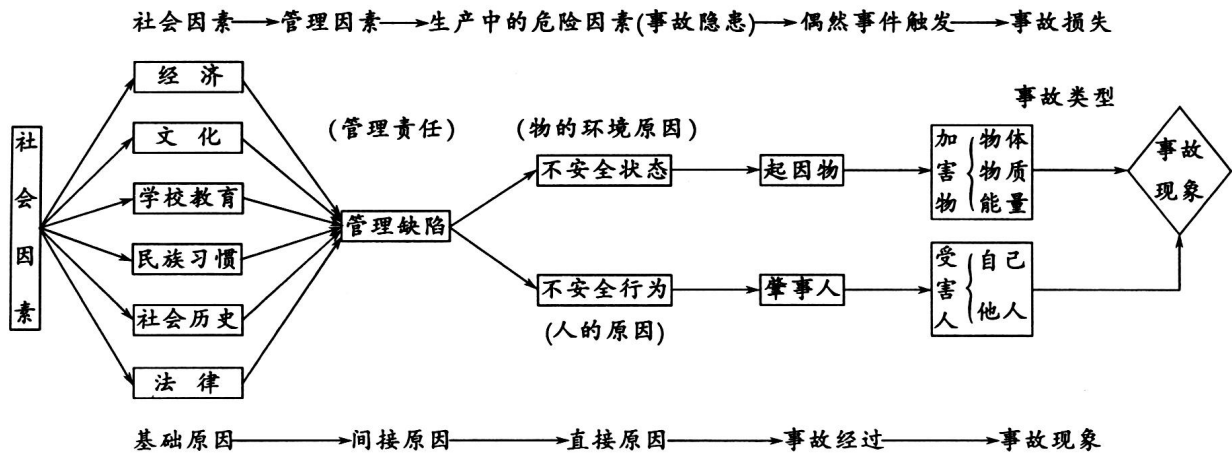


图1 综合论的事故模型

由以上分析可知,影响尾矿库安全的因素多样。尾矿库事故一旦发生,不仅造成人员伤亡,而且经济损失严重,并多造成周围环境污染等次生灾害,后果极其严重。此外,从我国目前的尾矿库管理形势来看,发生尾矿库事故的可能性亦很大。根据尾矿库导致的灾害风险,从致灾因子发生的概率以及承载体遭受的损失来看,当前我国的尾矿库面临较大的

风险。此外,我国尾矿库事故事故发生的主要原因在于在尾矿库的选址、规划、设计、运行和闭库等的全过程中的管理失误造成的。因而,研究如何减少尾矿库事故的发生与减轻事故的影响,就是从风险的角度,研究如何采取更好的管理手段与方法对尾矿库进行自始自终有效管理,从而降低尾矿库灾害事故的风险。

### 3 尾矿库风险管理意义

#### 3.1 风险管理概述

风险管理作为一门系统的管理科学,其基本构思于 20 世纪 30 年代在美国产生,并以企业风险管理的形式出现。风险管理的目的是用科学的方法,对风险实行有效地控制和处理,期望以最小的成本获得最大的安全保障。尽管风险管理已在世界范围内得到了广泛的重视和普及,但在我国,风险管理还仅仅是开始。

在经济领域,对风险管理比较普遍的定义是“通过对风险的识别、衡量和处理,以最少的成本将风险导致的各种不利后果减少到最低程度的科学管理方法”。基于此,我们可以引申出如下的灾害风险管理定义:通过对风险进行辨识、估算和评价,设计、评价并选择灾害发生的不确定性通常是由致灾因子发生的不确定性和承灾体对致灾因子的易损性共同决定的。因此,灾害风险管理的对象不仅包括致灾因子,而且包括承灾体。

风险管理从过程上分为两个阶段即风险分析和风险控制。风险分析包括危险源辨识、风险估算和风险评价。风险控制指在灾害管理过程中,采取各种工程和非工程减灾对策,通过对各种致灾因子进行控制、强化承灾体的抗灾性能等,避免或降低自然灾害风险。其逻辑过程是根据风险分析提供的风险信息,结合技术、政治、经济等其它信息,设计控制风险的各种对策方案,对这些对策进行评价和比较之后,选择一种或多种对策供实施,并对其进行监测和巩固。

根据企业生产与尾矿库服务全过程的特点,将尾矿库风险管理过程具体划分为:计划、组织与协调、培训与训练、风险控制、运行与改进等过程。

#### 3.2 尾矿库风险管理的意义

从致灾因子中的因素来看,尾矿库事故风险的影响因素包括自然因素和工程因素,自然因素有地表沉降、山体滑坡、汛期雨水和地震等,工程因素主要来自于尾矿设施及其构筑物的设计、建设、运行等过程中的事故隐患。从承载因子遭受的损失因素来看,尾矿库事故导致巨大的人身伤亡、财产损失以及社会影响。因而,尾矿库的风险管理<sup>[3]</sup>贯穿于事故发生的各个阶段(事故发生前期征兆、事故发生时

的反应阶段和事故后的修复重建阶段),也贯穿于其从建库到闭库的全过程之中。其风险管理的总目标是通过风险分析、识别、估算并评价事故的风险度,选择最优的风险控制对策,以最小的投入,使风险造成的损失最小,从而保障生产的可持续发展和社会的稳定。

具体来说,尾矿库风险管理的主要目标有:

(1)提高人们的风险意识,从而使人们更有效的控制尾矿库灾害风险;

(2)从尾矿库生产运行的全过程管理尾矿库的各个系统的,保障其稳定运行;

(3)使事故不发生或尽可能降低事故造成的人员伤亡、经济损失等;

(4)使事故造成的损失低于某一标准,保证经济的可持续发展。

有效的减轻和消除尾矿库事故的影响,必须依靠风险管理来实现,尾矿库风险管理的意义在于:

(1)对尾矿库事故进行风险管理是提高尾矿库管理水平的一个重要方面;

(2)对尾矿库进行风险管理能真正体现我国“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针;

(3)对尾矿库事故进行风险管理能使我们以最经济、最有效的方法,处理事故造成的损失,从而使我们能从事故的严重影响下解脱出来,进行正常的经济和社会活动。

### 4 金属非金属矿山安全标准化规范——尾矿库实施指南

对尾矿库实行风险管理是一种新型的管理模式,通过社会各界的积极探索以及国家安全生产监督管理总局的率先研究,一种全新的尾矿库安全管理模式应用而生,即根据《金属非金属矿山安全标准化规范——尾矿库实施指南》<sup>[6]</sup>构建一套尾矿库安全标准化管理系统。

#### 4.1 《尾矿库实施指南》简介

国家安全生产监督管理总局借鉴国外有关标准的先进理念,结合我国金属非金属矿山的现状和安全生产监督管理的现实要求,制定了 AQ2007. 4 - 2006《金属非金属矿山安全标准化规范——尾矿库实施指南》(简称《尾矿库实施指南》),该标准于 2006 年 10 月 1 日正式发布,于 2007 年 7 月 1 日开

始实施。其目的是,用于指导尾矿库创建安全标准化系统,以达到对安全生产工作实施标准化管理,不断消除和控制生产过程中的风险,持续改进安全生产绩效,防止人身伤害或财产损失事故的发生。

《尾矿库实施指南》指导创建的尾矿库安全标准化系统是以现代风险管理理念为基础,要求在建立和保持安全标准化系统的过程中,应充分运用风险管理方法,依赖于充分的危险源辨识与风险评价,体现风险管理、持续改进的 PDCA 模式,逐步改善与提高尾矿库的安全管理现状。《尾矿库实施指南》的应用,将为金属非金属矿山尾矿库的安全管理开辟新的道路。

系统以风险管理为主线,以“监管、保障、能力、风险控制、应急救援和监测保护”六大安全生产管理机制为核心,用 9 个核心要素将金属非金属矿山尾矿库中的安全问题系统化、结构化,从而实现尾矿库安全管理的持续改进。尾矿库安全标准化系统包括的 9 个核心要素,如图 2 所示。

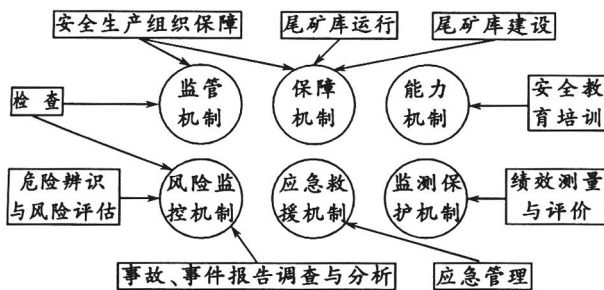


图 2 尾矿库安全标准化系统构成要素图

#### 4.2 尾矿库安全标准化系统的特点

《尾矿库实施指南》指导构建的安全标准化系统是一个科学、规范、系统的管理系统,其核心是实施风险管理,实施基础是危险源辨识和风险评价,其中融合了多种系统安全管理思想与理念,相对于传统的尾矿库的安全管理模式,体现了如下新型的安全管理特点。

##### (1) 风险的原则贯穿于管理的全过程。

系统要求一些从企业尾矿库的现场实际出发,进行危险源辨识与风险评价,确保系统中的任何一项标准都是针对要素管理的风险而设计的。《尾矿库实施指南》中的 9 个核心要素构成了尾矿库风险管理的核心内容,创建安全标准化系统的过程中准备、策划、实施与运行、监督与评价、改进与提高等步骤,每个步骤都包含一个或几个核心要素,每个核心要素都是风险管理 PDCA 运行过程<sup>[7]</sup>中重要的一部分,见图 3。

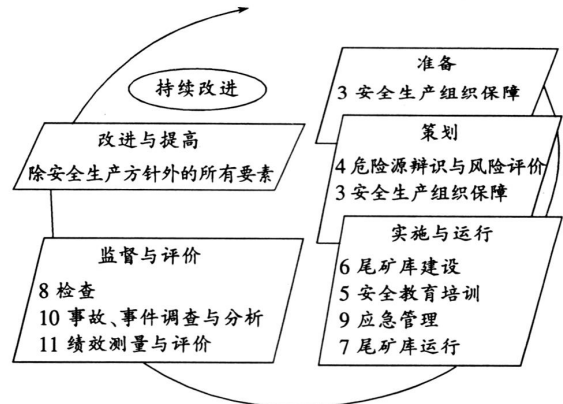


图 3 安全标准化系统的创建步骤与 PDCA 运行关系图

##### (2) 通过预先控制事件实现预防事故的发生。

系统通过对事故发生的全过程进行管理,预先控制,预防事故的发生。主要体现于系统中的第 4 个要素即危险源辨识与风险评价和第九个要素即应急管理。

在影响尾矿库灾害发生的各种事件发生前,通过对与尾矿库相关的所有方面进行危害辨识与风险评估,提前预测尾矿库意外事件发生的可能性,从而先期制定措施,控制危害,降低风险,避免意外的发生,实现事故率的有效降低。通过对事件发生后应急设备的维护与标示,应急计划的制定、培训、演习等方面的超前管理,当事件发生后能够及时启动应急系统,防止事故的扩大,控制损失的范围。

##### (3) 强调系统性的管理。

实施指南的 9 个要素体现了系统安全的思想,构建的系统是各个环节环环相扣,从横向与纵向形成一系列链式的闭环控制,它实质上是戴明原理 (PD-CA) 的具体体现,见图 4。比如危害的辨识、评估、控制措施的制定、实施、检查与回顾是一个纵向的闭环,而通过事件的分析找出系统中与事件发生原因相关的管理要素并制定持续改善是横向的闭环。系统将通过上述闭环管理的有机整合,形成密切配合、互相包容、互相关联的一个有机的管理系统<sup>[8]</sup>。

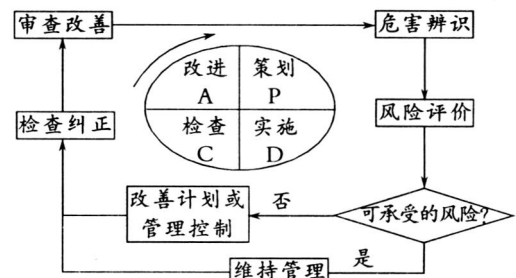


图 4 安全标准化系统的 PDCA 模型

#### (4)确保全员参与。

安全工作不是哪一个部门或是哪一个领导的事情,它强调的是全员参与,上至最高管理者,下至每一个员工,特别是员工的参与,他们是企业管理的基础,系统将致力于将员工训练成一名胜任的安全从业者,并积极参与企业风险管理,发挥群体效应。系统中的各个要素所确定的工作均体现了全员参与的原则。

#### (5)重视员工的安全行为与态度。

传统的尾矿库的安全管理,注重于实际条件和一些规章制度,而忽视了人的行为方面。事实上,从尾矿库的设计、建设、运行等各个方面,都是由人的行为来决定其状况的。构建的系统将以执行的员工个体为载体和依托,通过行为干预技术,赋予员工相关知识、操作技能与处理风险的经验,最终实现态度、价值观及行为规范的改变。

#### (6)实现系统的持续改进。

构建的系统的通过不断的绩效测量与评价,使其运行过程得到持续改进,逐步提高企业的安全管理水平。

## 5 小结

目前我国尾矿库的安全形势十分严峻,探寻一种有效的尾矿库管理方法显得尤为迫切。通过对尾

矿库进行风险分析,提出采用新型的风险管理方法。《金属非金属矿山安全标准化规范——尾矿库实施指南》指导构建的尾矿库安全标准化系统是一种基于风险管理的尾矿库管理模式。创建尾矿库安全标准化系统的过程是企业安全生产逐步实现科学化、规范化、系统化和标准化的过程。企业通过创建尾矿库安全标准化系统可以有效的改善和解决我国尾矿库的安全现状和存在的问题。

#### 参考文献:

- [1] 李作章,等. 尾矿库安全技术 [M]. 航空工业出版社, 1996.
- [2] 张兴凯,王启明,相桂生. 金属非金属尾矿库安全现状及分析 [J]. 中国安全生产科学技术, 2006, 2 (2): 60 ~ 62.
- [3] 白海玲. 基于模糊风险评估的自然灾害风险管理策略分析. 北京科技大学:硕士学位论文, 2000.
- [4] 陈德禹. 尾矿库事故分析与防治对策 [J]. 安全管理, 2004, 4.
- [5] 李江峰. 影响尾矿库安全的因素分析及对策 [J]. 西部探矿工程, 2006, 1.
- [6] 国家安全生产监督管理总局发布. AQ2007. 4 - 2006《金属非金属矿山安全标准化规范——尾矿库实施指南》. 2006. 10. 01 发布, 2007. 07. 01 实施.
- [7] 徐德蜀,王起全编. 健康、安全、环境管理体系 [M]. 化学工业出版社, 2006, 213 ~ 214.
- [8] 高显文. 安瑞康国际风险管理顾问有限公司. 危害辨识与风险评估讲座, 2005.

## Study on Risk Analysis and Standard Management of Tailings Dump

LUO Guo - dong<sup>1</sup>, LI Jian - hua<sup>2</sup>

(1. Bureau of Work Safety of Fenyi Jiangxi Province, Fenyi 336600, Jiangxi, China;

2 Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, Jiangxi, China)

**Abstract:** Tailings dump is the important facility of mine enterprise, the loss caused by tailing disaster is considerably serious, thus, it is extremely urgent to strengthen the safety management, to raise the standardized level of tailings dump and guarantee its stable and safe operation. From the risk aspect, the risk characteristics of tailings dump was elaborated, and the risk management for tailings dump was proposed. Besides, the vital significance of risk management for tailings dump were analyzed. Then, the core content of "The applicable guide of standardized specification of work safety for tailings dump" was introduced. The foundation of "the standardized specification of work safety system for tailings pond" which based on the idea of risk management was proposed, and the main characteristics of the system were summarized.

**Key words:** tailings dump; risk; risk management; standardized specification of work safety