

The Discussion on Tailings Designing and Operation

Chunxue Gao, Haichun Wang, Yukun Zhang

Chengde HENG DI Geotechnical Engineering Corporation, Chengde Hebei
Email: chxgaozhy@126.com

Received: Jun. 28th, 2016; accepted: Jul. 12th, 2016; published: Jul. 19th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Based on accident statistics of Chengde City tailings disease, this paper points out the problem of tailings in designing and operation and suggests some measures from designing and operating, to prevent accidents of the tailing ponds.

Keywords

Tailing Pond, Designing, Operating, Management

尾矿库设计和运行管理问题探讨

高春学, 王海春, 张玉坤

承德恒地岩土工程有限公司, 河北 承德
Email: chxgaozhy@126.com

收稿日期: 2016年6月28日; 录用日期: 2016年7月12日; 发布日期: 2016年7月19日

摘要

基于承德市尾矿库病害事故统计分析, 指出当前尾矿库设计和运行管理中存在的问题, 从设计和管理方面提出对策措施, 防范各类生产安全事故发生。

关键词

尾矿库, 设计, 运行, 管理

1. 引言

尾矿库是金属非金属矿山企业必要的生产设施, 其投产运行后一旦发生事故, 必将对下游的人民生命财产安全造成重大损失[1] [2], 确保尾矿库安全一直是安全生产工作的重点和难点。承德作为全国尾矿库数量最多的地区[3], 自 2007 年以来相继发生了 21 起事故, 为提高其安全生产水平, 承德认真总结剖析各类事故教训, 提高源头设计安全标准, 加强后期生产运行管理, 有效遏制各类生产安全事故, 对尾矿库管理具有重要借鉴意义。

2. 事故统计与病害分析

2.1. 近年来尾矿库事故统计

承德地区矿产资源丰富, 但贫矿多、富矿少, 伴生矿多、单一矿少。由于原矿品位低, 加上长期开发累积, 尾矿库已达 869 座, 呈现出堆速快、坝体高、库容大、分布广等特点[4]。笔者对承德地区 2007 年后发生的各类事故进行了分析, 其病害类别及导致损失情况见表 1。

Table 1. Chengde city tailing accidents table

表 1. 承德地区尾矿库事故分析表

发生日期	尾矿库事故	人员财产损失		发生的原因和病害的类别
		死亡	经济估算	
2007 年 7 月 3 日	隆化大昌矿业有限公司澄沙沟尾矿库	0	500 万元	排洪设施断裂, 导致尾砂外泄
2007 年 10 月 5 日	宽城京峰有限公司南西沟尾矿库	0	400 万元	排洪设施断裂, 导致尾砂外泄
2007 年 10 月 6 日	隆化双盈矿业有限公司德吉沟尾矿库	0	350 万元	排洪设施断裂, 导致尾砂外泄
2008 年 8 月 2 日	宽城天元矿业有限公司张杖子沟尾矿库	0	650 万元	子坝直接挡水, 坝体浸润线逸出, 导致垮坝
2009 年 4 月 15 日	平泉富有铁选有限公司一选厂尾矿库	3	1000 万元	冰上放矿, 干滩不足, 坝体管涌, 导致垮坝
2009 年 8 月 24 日	承德县华东矿业有限公司张北沟尾矿库	0	300 万元	排洪设施断裂, 导致尾砂外泄
2010 年 3 月 18 日	滦平宝通矿业有限责任公司石虎沟尾矿库	0	2000 万元	拱涵盖板脱落, 导致尾砂外泄
2010 年 6 月 19 日	平泉迅兴矿业有限公司单营子村尾矿库	4	1200 万元	违规挖砂更换排水盖板, 导致尾砂边坡坍塌
2010 年 7 月 13 日	天津轧三行公司滦平矿业分公司尾矿库	0	50 万元	斜槽盖板断裂, 导致库内水外泄
2010 年 11 月 22 日	平泉金宝矿业有限公司王板沟尾矿库	0	300 万元	排洪设施坍塌, 导致尾砂外泄
2011 年 1 月 2 日	丰宁满王矿业有限公司河南村尾矿库	0	100 万元	排水孔塞脱落, 导致尾砂外泄
2011 年 2 月 1 日	承德县宝鑫矿业有限公司穆家沟尾矿库	0	100 万元	排洪设施断裂, 导致尾砂外泄
2011 年 3 月 3 日	平泉兴隆源矿业有限公司梨树沟尾矿库	0	200 万元	排洪设施断裂, 导致尾砂外泄
2011 年 3 月 17 日	宽城有丰矿业有限公司六道窝铺尾矿库	1	250 万元	违规挖砂续接排渗管, 导致尾砂边坡坍塌
2011 年 7 月 26 日	兴隆卢春成铅选厂尾矿库	0	200 万元	排洪设施淤堵, 导致坝面严重拉沟
2011 年 7 月 26 日	兴隆县滕海铅选厂尾矿库	0	50 万元	排洪设施淤堵, 导致坝面严重拉沟
2012 年 4 月 14 日	丰宁保利隆欣矿业有限公司北沟尾矿库	0	500 万元	排水盖板封堵不当, 导致尾砂外泄
2012 年 4 月 21 日	承德县鑫亚矿业有限公司马营北沟尾矿库	0	800 万元	排水斜槽与隧洞联接不当, 导致尾砂外泄
2012 年 5 月 30 日	平泉富有铁选有限公司尾矿库	0	50 万元	库址残余尾砂下滑, 导致公路淤堵
2012 年 8 月 2 日	宽城西川矿业有限公司南天门尾矿库	0	150 万元	排水沟淤堵, 坝面形成严重冲沟
2014 年 1 月 7 日	滦平县铁城矿业有限公司张家沟尾矿库	2	1200 万元	排水井坍塌, 导致 2 人淹溺死亡

由表 1 可知, 2007 年以来共发生各类事故 21 起, 造成的直接经济损失达 1.035 亿元。其中: 发生人员死亡事故 4 起、死亡 10 人, 尾矿库垮坝、尾砂坍塌、排水井坍塌是造成人员伤亡的直接原因。从发生事故的时间看, 冰冻期(11 月份至次年 4 月份)共发生事故 11 起, 占事故总起数的 52.4%, 汛期(6 月份至 10 月份)共发生事故 10 起, 占事故总起数的 47.6%。由此可见, 冰冻期和汛期是尾矿库事故易发期和高发期, 更是尾矿库安全防范的重要时期。

2.2. 承德地区尾矿库病害分析

根据国内尾矿库事故灾害统计分类[5], 对承德地区尾矿库病害和事故进行统计, 结果见表 2。

由表 2 可知, 发生排洪构筑物破坏事故 13 起, 占事故总起数的 61.9%, 主要病害是排水井、排水管槽、排水隧洞坍塌、断裂和损坏; 发生溃坝事故 2 起, 占事故总起数的 9.5%, 主要病害是干滩长度严重不足, 堆积坝浸润线逸出, 坝坡管涌流砂; 发生坝面拉沟事故 3 起, 占事故总数 14.3%, 主要病害是截洪沟、排水沟受损失效; 发生滑坡、坍塌事故 3 起, 占事故总起数的 14.3%, 主要病害是违规在滩面上开挖沟槽, 堆存的尾砂边坡失稳坍塌。

由上述可知, 排洪构筑物损坏、堆积坝浸润线逸出、截排水沟受损和违规在滩面开沟挖槽是导致尾矿库事故的直接原因, 尾砂外泄、尾砂坍塌、坝坡拉沟和垮坝是尾矿库事故的主要类别, 这些病害和事故是尾矿库设计和运行管理安全防范的关键。

2.3. 病害和事故原因分析

从尾矿库勘察、设计、建设、运行、闭库全过程来看[6], 承德地区尾矿库病害主要是由勘察深度不足、设计标准低、不按设计施工, 企业安全意识薄弱、安全管理水平低、安全投入不足, 安全监管力量不足等原因导致的[7], 而尾矿库设计标准低和后期运行管理不到位更是导致发生事故的主要因素。

3. 设计和运行管理对策措施

3.1. 提高尾矿库设计安全标准

3.1.1. 提高初期坝设计标准

除对防渗有特殊要求的尾矿库, 初期坝优先采用透水堆石坝, 初期坝高与设计总坝高比值不小于 1:6, 设计中要明确筑坝石料来源, 设计以外的石料不得用于筑坝。坝面设置行人踏步, 宽度不小于 1 m, 坝

Table 2. Statistical classification of disasters of Chengde tailing reservoirs

表 2. 承德地区尾矿库病害分类表

病害分类	灾害描述	事故起数	经济损失/万元	死亡/人
I	坝坡失稳, 即各种滑坡、坍塌	3	1500	5
II	初期坝漏矿	0	0	0
III	雨水造成坝面拉沟, 子坝溃口	3	400	0
IV	筑坝困难, 库内滑坡等	0	0	0
V	坝坡渗水、流土、沼泽化	0	0	0
VI	排洪构筑物破坏	13	6800	0
VII	洪水漫顶, 各种原因的溃坝	2	1650	3
VIII	地震引起的液化、裂缝	0	0	0

肩两侧设置截水沟，坝脚设置集水井或集水盲沟。初期坝整改的，按新建初期坝要求对原有坝体进行加高加固。

3.1.2. 提高排洪构筑物设计标准

新建、改建和扩容尾矿库，排洪方式优先采用矮井多井联合的井-管(隧洞)型式，末端增设截洪坝。排水井高度不超过 18 m，排水井间距离不大于最小澄清距离。排水管内径不小于 1.2 m，排水管与排水隧洞连接时伸入隧洞长度不小于 15 m，排水隧洞净断面尺寸不小于 1.8 m × 1.5 m，衬砌支护时顶部和侧墙进行压力回填灌浆。停用、闭库尾矿库排洪构筑物优先采用溢洪道型式排洪。

3.1.3 提高排水沟设计标准

横向排水沟每隔 10 m 段高设置，净断面尺寸不小于 0.6 m × 0.8 m，纵向排水沟每隔 50 m 间距设置，净断面尺寸不小于 0.8 m × 1.0 m，坝肩两侧截水沟净断面尺寸不小于 1.0 m × 1.0 m。排水沟和截水沟均采用浆砌石和钢筋混凝土结构，沟槽底部和侧帮敷设土工膜截渗，坝肩沟侧墙与山体搭接处采用混凝土冲填饱满。

3.1.4. 提高排渗设施设计标准

新建干堆尾矿库和细颗粒尾矿库设置库底排渗盲沟，并采取防泄漏措施。坝区排渗设施分区段设计施工，以 40 m~50 m 为基准宽度，每段排渗设施导水管不少于 3 根，滤水管净断面尺寸和开孔型式满足设计标准，河卵石、土工布等建设物料满足设计标准。

3.2. 提高尾矿库运行管理标准

3.2.1. 建立尾矿库运行管理制度

建立排洪构筑物检查、排水盖板封堵、浸润线测量、库区水位控制、实测填图备案、冬季放矿筑坝、定期巡回检查等运行管理制度[3]，并严格按制度运行管理。建立尾矿库在线监测监控系统，对库区水位、干滩长度、安全超高、浸润线埋深、坝体位移等进行实时监测。

3.2.1. 提高现场运行管理标准

在库尾地形适宜的位置建设截洪坝，使库尾雨水汇流预先导出库外。排洪构筑物末端设置防淤堵设施，进水口设置拦污栅、强光照明、封孔设施、水位观测标尺。保证滩面均匀平整，设置干滩长度标志旗，水区长度符合设计要求，水边线与坝轴线平行。

尾矿主输送管道避开坝面，螺栓螺母上全拧紧。放矿支架和管道摆放齐整，采用软胶管接至滩面均匀分散放矿，放矿口设置草垫、土工布等防冲刷的物料，防止矿浆反流、横流冲刷子坝；放矿支管长度接近，摆放整齐顺直。影响回水和排洪的支沟预先放矿。

筑坝前按设计的轴线位置预先放线，保证子坝高度、宽度和内外坡比符合要求；筑坝时从滩面均匀取砂，保证安全超高符合设计要求；堆筑子坝碾压密实，整齐划一，专人测量、检查、签字备查。

在库区内设置测控基点，浸润线观测孔要做记标号，滤水管、沉砂管长度要符合设计要求，并预留测量绳。及时安装在线监测设施，并与人工观测情况进行分析比对。

库区设置安全警示旗和标识牌。值班房配置办公桌椅、通讯电话、通讯录、简易急救箱和药品，建立包括初步设计及安全专篇、现状实测图纸、隐患排查治理记录、运行管理记录等在内的安全管理台账。

排洪出水口要设置消力池和行洪通道，并导至安全可靠的位置。消力池设置防护栏杆、防护网。按应急预案要求配置相应数量和种类的应急救援物资，保持抢险上库公路畅通。

4. 结语

预防尾矿库各类病害和事故，基础在于提高设计安全标准，从设计源头上消除尾矿库病害，提高尾矿库本质安全水平，关键在于加强后期作业管理，提高尾矿库现场运行管理标准，有效防控各类危险有害因素，把事故隐患消除在萌芽状态。

参考文献 (References)

- [1] 田文旗, 薛剑光. 尾矿库安全技术与管理[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [2] 曲志清, 高春学, 杜建明. 浅谈尾矿库安全评价应注意的问题[J]. 安全生产与监督, 2007(6): 41-42.
- [3] 高春学, 张玉坤, 何秀艳. 尾矿库安全管理方法探讨[J]. 金属材料与冶金工程, 2012, 41(1): 36-42.
- [4] 高春学, 曲志清. 承德市尾矿库灾害分析及防范对策[J]. 矿冶, 2012, 21(1): 24-26.
- [5] 徐宏达. 我国尾矿库病害事故统计分析[J]. 工业建筑, 2001, 31(1): 69-71.
- [6] 《尾矿库安全技术规程》(AQ2006-2005) [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.
- [7] 高春学, 曲志清. 承德市尾矿库安全生产现状分析及对策[J]. 矿冶, 2008(3): 36-40.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>