

我国尾矿库病害事故统计分析

徐宏达

(冶金工业部建筑研究总院 北京 100088)

摘 要：通过对我国黑色、有色、黄金、化工、核工业、建材等行业的尾矿库运行中所发生的 78 个事件的统计分析，介绍了我国尾矿库运行的现状、安全管理机制、工程特点，提出了减少尾矿库次生矿灾害、保护环境、改善安全运行状况的建议。

关键词：尾矿库 病害 事故 漫顶 溃坝 灾害

STATISTICAL ANALYSES OF TAILING RESERVOIR DISEASE ACCIDENTS IN CHINA

Xu Hongda

(Central Research Institute of Construction and Building of MVI Beijing 100088)

Abstract : On the basis of statistical analyses of seventy eight accidents of working tailing reservoirs in the field of ferrous metal , non-ferrous metal , gold , chemical industry , nuclear industry and building materials in China , this paper introduced the operating status and safety management mechanism of tailing reservoirs as well as the characteristics of tailing reservoir engineering. Furthermore , some suggestions about reducing the disaster , protecting the environment and improving the safe operation condition of tailing reservoirs were put forward.

Keywords : tailing reservoir disease accident overflow weir dam falling disaster

1 尾矿库现状

我国黑色、有色、黄金、化工、核工业、建材等行业的矿山每年产出尾矿约 3 亿 t，基本上堆存在大约 1 500 座尾矿库中，其中 80 %属于黑色、有色冶金矿山，其它行业只占 20 %。这些库中最大设计坝高 260 m，超过 100 m 的有 26 座，库容大于 1 ×10⁸ m³ 的有 10 座。坝高小于 30 m 的小库占 80 %左右。但是 20 %的大、中型库的库容却占了总设计库容的 80 %。各行业主要企业的尾矿库统计结果见表 1^[1]。

表 1 国内主要矿山企业尾矿库数量统计

行 业	总数/座	坝高/ m			病险坝/ %
		> 60	30 ~ 60	< 30	
黑色冶金矿山	78	35	20	23	30
有色冶金矿山	193	46	59	88	39(9)
黄金矿山	100		12	88	26(18)
化工矿山	18	5	4	9	22(19)
核工业	15	4	9	2	
建材矿山	6			6	
合计	410	90	104	216	

注：() 内为超服务期运行的尾矿库。

据有关专家估计^[1]，在这些尾矿库中，正常运行的库不足 70 %。有的行业大约 44 %的库处于险、病、超期服务状态。这是一个巨大的潜在隐患，甚至是灾难。2000 年 1 月

30 日，罗马尼亚乌鲁尔金矿废水大坝发生泄漏，10 万多升含有氰化物、铜、铅等重金属的污水流入多瑙河支流蒂萨河。污水流经之处，所有生物一律暴毙。为了避免这种灾难性事故不在我国重演，我们的有关部门、企业都要以极大的社会责任感关注尾矿库的安全运行，采取措施改善尾矿库的安全运行状态。

2 尾矿库的特色

我国多数尾矿库的地理位置十分重要，选址时很难避开生态敏感区或人口密集区。有的位于大江、大湖、重要水源地上游，有的位于重要公交设施上游，有的在密集的居民区上游。马家田尾矿库，设计库容 1.86 ×10⁸ m³，位于金沙江畔；包钢尾矿库，设计库容 6.9 ×10⁷ m³，面临黄河、包兰铁路；广东大顶铁矿尾矿库，设计库容 5.5 ×10⁶ m³，位于著名的新丰江水库上游；云锡牛坝荒尾矿库，库容 3 ×10⁷ m³，位于个旧市之上，高出个旧湖 250 m^[2]；本钢的小庙儿沟尾矿库，设计库容 1.05 ×10⁸ m³，大坝下游工业与民用建筑密集；承钢双塔山尾矿库，设计库容 7.25 ×10⁶ m³，下游南侧为白庙村，居民 1 300 余人，西侧是两个工厂的车间和住宅，北侧是中小学、工厂、居民点。这些特点是我国尾矿库所独有的。

作 者：徐宏达 男 1950 年 8 月出生 高级工程师

收稿日期：2000 - 08 - 20

由于矿石品位低,选矿要求磨矿粒度细,筑坝的尾矿颗粒也细。筑坝颗粒越细,沉积滩面就越平缓,库水位易逼近坝前,使得防洪库容减小,不利于安全渡汛;渗透距离缩短,渗水量加大,这就抬高了坝内浸润线位置,甚至造成出溢。一般说来,细粒尾矿堆积的坝体孔隙比大、含水量高、固结度低、强度也低,不利于坝的稳定性。

我国 90 % 以上的尾矿坝都采用上游法筑坝,这种筑坝方法简单易行,便于管理,适应性强,筑坝费用低。但是坝体的沉积密度一般偏低,浸润线偏高,渗流难以控制。

3 尾矿库安全管理体系

我国尾矿库的管理体制和运行机制是在计划经济条件下逐渐形成的,是以行业为中心,以企业为基础,以设计研究院所为依托的管理体系。在黑色、有色、核工业等行业都先后设立了“尾矿坝工程技术安全监督站”,有的地区和大企业也建立了区域性监督站。各企业都设立了“生产技术科”、“尾矿车间”这样的管理和生产组织。进入 20 世纪 80 年代,黑色冶金矿山在原冶金部矿山司的领导下,组织尾矿坝工程技术安全监督站和有关设计院所,每年对黑色系统骨干矿山的尾矿坝逐一进行防汛检查;组织企业负责尾矿库安全运行人员的技术培训;组织修订《尾矿设施管理规程》;组织有关专家进行尾矿坝排渗、细粒尾矿筑坝等课题研究。这些工作有效地促进了病害坝的治理,保证了本系统尾矿库的安全运行。

1995 年以来,随着我国改革的深入,国家机构、机制进行了调整改革,设计、科研体制也发生了较大的变化,不少院所转制或进入企业。老一代尾矿处理专业人员陆续退休,有的院所该专业后继乏人。上述管理体系的运行遇到了困难,需要进行调整、改革。

4 技术标准、规范

进入 20 世纪 80 年代,先后修订、制定了有关的勘察、设计、管理、施工验收规范,使该领域有了配套的工程标准。尾矿设施的有关规定也被列入国标中。常用的标准、规范有:《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ - 90),《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规定》(YBT11 - 86),《钨水冶厂尾矿库安全设计规定》(EJ794 - 93),《冶金矿山尾矿设施管理规程》((90)冶矿字第 185 号),《尾矿设施施工及验收规程》(YS5418 - 95)。与本专业有关的国标:《构筑物抗震设计规范》(GB50191 - 93),《岩土工程勘察规范》(GB50021 - 94),《防洪标准》(GB50201 - 94)。结构、试验方面的引用标准有:《水工建筑物抗震设计规范》(SL203 - 97),《碾压式土石坝设计规范》(SDJ218),《水利水电工程水文计算规范》(试行)(SDJ214 - 83),《水利水电工程土工合成材料应用技术规范》(SL/T225 - 98),《土的分类标准》(GBJ145 - 90),《土工试验规程》(YBJ42 - 92),《地基动力特性测试规范》(GB/T50269 - 97)。

5 尾矿库的常见病害和溃坝事故

尾矿库初期坝和必要的附属构筑物竣工验收合格后即

可投入使用。过去及今后也许还有未进行或来不及进行正规、全面验收就投入使用的情况。因为大多数矿山都需要分期建设,施工规范对分期施工的尾矿库工程验收的规定又不够仔细,在基建工作中难免留下不足和遗憾。在法规不健全、执法有漏洞的情况下,施工质量不良的工程总有一定比例。

尾矿库的服务期也就是整个尾矿筑坝期。这个筑坝施工和生产使用合一的漫长时期,少则 5 年、10 年,多则十几年、几十年。这是不同于一般建设工程的最突出特点,因此,适合于由业主自己施工,无法也无处请正规施工、监理队伍。多年来,尾矿筑坝都是由选矿厂的技术、生产部门负责组织实施。他们熟悉采矿、选矿、机械等专业,不熟悉和土石坝有关的土力学、水力学、水文学等学科知识。他们需要坝工技术支持和服务。

尾矿坝及其构筑物所处的自然环境比较恶劣。需要经常的管理、观测、维护和大修,以保证充分发挥其工程功能。失察、失修或者工程措施不当,都会留下隐患,甚至酿成大祸。

由于以上原因,我国尾矿库的正常运行比例偏低,病害不断,时有重大事故发生,有的引发了巨大的灾害。表 2 是对这些病害、事故的分类统计结果,由于所选样本不同,各类病害的比率也不同。

表 2 国内尾矿库病害分类统计

病害类型	病害类型描述	所占比例/ %			
		黑色	其它	全国	灾害
		49 件	29 件	78 件	45 件
	坝坡失稳,即各种滑坡	0	3.4	1.3	0
	初期坝漏矿	8.2	0	5.1	4.5
	雨水、尾矿浆造成的坝面拉沟、子坝溃口等	14.3	0	9.0	2.2
	筑坝困难,库内滑坡,喀斯特等	14.3	13.8	14.1	11.1
	坝坡、坝基、坝肩渗水,流土、坝面沼泽化	20.4	3.4	14.1	4.5
	排洪管、塔、斜槽、遂洞、排渗管等构筑物破坏	32.7	20.8	28.2	33.3
	洪水漫顶,各种原因的溃坝	6.1	58.6	25.6	44.4
	地震引起的液化、裂缝、沉降、位移等	4.1	0	2.6	0

6 病害、事故的分类统计分析

表 2 中来自黑色冶金的 49 个事件,溃坝比例明显偏低。来自其它行业的 29 个事件,溃坝率偏高,是样本中跨坝事件偏多所致,不是随机事件的几率。在全国 78 个事件中选出 45 个严重灾害性事件进行了统计。这些事件都造成了一定程度的灾害:尾矿泄漏,污染环境,一次赔款 10 万元以上;流失尾矿浆 10 万 m³ 以上;溃口冲毁坝体,淹没农田、水塘;洪水漫坝、跨坝致人死亡;构筑物施工验收不合格造成的返修、重建。

黑色冶金系统的分类统计结果和灾害分类统计结果,比较真实地反映了我国尾矿库安全运行的实际情况。为了减少事故,以下几类事件尤其值得注意:

(1) 类渗流问题引发的灾害性事故占 4.5 % ,根据黑色冶金系统的资料,渗流问题发生的次数占 20.4 % ,这可能是一个略为保守的数字。及时采取措施排除隐患可以避免发生更大的事故。

(2) 雨水、放矿水常造成坝面(包括外坡和滩面)拉沟,子坝溃口等事件,若及时发现、排除,会酿成大祸。对于滩面短而平、子坝断面过小、支管放矿流量偏大、浓度偏低的尾矿库,尤其需要加强筑坝管理,禁止排矿无人值守现象。

(3) 在 类 22 个事件中有 15 件属于 45 个灾害性事件。环境污染最严重、损失最大的是栗西沟尾矿库排洪隧洞塌陷事件。这类事故的主要原因是:地基不均匀沉降问题,结构强度问题,施工质量问题,也有管理不到位、维护维修不及时问题。

(4) 在 类 20 起跨坝事件中洪水漫顶有 11 件,占这类事件的 55 %。其中洪山溪抗洪抢险及时,未造成损失。库水位过高,子坝先失事而跨坝的有 4 件,占 20 %。一件因渗流滑坡失事,占 5 %。余 4 件原因不详,占 20 %。搞好安全渡汛可以有效减少跨坝事故。

7 改善尾矿库安全运行状态减少灾害的措施

(1) 改革、调整各行业的“监督站”,通过主管部门资质审查和工商登记,给予他们按行政事业收取技术服务费的资

格。把它们建成尾矿库安全运行的技术咨询服务中心,技术培训培训中心,安全事故技术调查鉴定中心。

(2) 针对尾矿库安全运行的要求加强专题研究攻关,应该对坝的隐患、病害、事故或溃坝灾害进行深入调查研究,摸清由“隐患 - 病害 - 事故或灾害”的转化条件、机制、预防治理措施。鉴于细粒尾矿堆积坝的病害率偏高的现状,应该对高含泥的细颗粒尾矿能否用上游法筑坝进行深入研究,明确在不同条件下的筑坝可行性,待设计规程修改时将其列入规程。渗流问题是尾矿坝的难题之一,近十几年来出现了多种控制渗流、降低浸润线的方法,各有其适用性,为了提高工程效能,避免盲目性,应该对这些方法进行甄别研究、分类推荐使用。

(3) 《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ - 90)、《冶金矿山尾矿设施管理规程》((90) 冶矿字第 185 号)至今均已经使用了 10 年,为了适应尾矿库安全运行的需要应该修订。

(4) 为了提高工作效率,密切与矿山企业的联系,应及时了解掌握尾矿库的运行情况,充分利用互联网技术,实现远程咨询、培训等技术服务。

参考文献

1 李作章等. 尾矿库安全技术. 北京: 航空工业出版社, 1996
2 欧自强. 金属矿山尾矿坝的溃坝事故及其它有关情况介绍. 勘察科学技术, 1989(2): 30 ~ 34

(上接第 40 页)

表 5 混凝土 28d 强度与灰水比关系
(内掺锂渣 20 %)

回归方程式	相关系数	离差
$R_{28} = 18.4 C / W + 30.3$ (MPa)	0.91	2.5 (MPa)

表 6 C80、C70 混凝土水泥、锂渣及 NF - 2 - 6 减水剂用量

混凝土 强度等级	配制强 度 / MPa	W / C	1 m ³ 混凝土水泥、锂渣、 NF - 2 - 6 用量 / kg			
			水泥	水	锂渣	NF - 2 - 6
C80	89.9	0.31	439	170	110	6.6
C70	79.9	0.37	368	170	92	5.5

注: 为留有余地,离差取 6.0MPa 而不取 2.5MPa; NF - 2 - 6 掺量取 1.2 %。

3 几点结论

综上所述,可得出如下结论:

动态 ·

2000 国际建机展在北京盛大举行

第七届中国国际建筑及建材机械展览会(简称 2000 国际建机展)于 2000 年 11 月 8 日 ~ 11 日假北京中国国际展览中心盛大举行。展会云集超过 60 家来自世界各地的展商参加。展品包括混凝土和沥青生产及处理设备、建筑工程机械、施工设备及运载工具、建筑材料生产机械及设备、道路建筑及养护设备、水泵管道设备、测试设备及其他相关产品等。大会更新增设混凝土、水泥、沥青专题图片展,介绍各参展商的建筑材料之特性,以便观众搜索所需的建筑材料。

(香港雅式展览服务有限公司)