

《尾矿库安全管理及事故案例》

目录

1	我国尾矿库安全状况及发展方向	1
1.1	全国尾矿库基本情况汇总表.....	1
1.2	我国尾矿库现状.....	2
1.3	我国尾矿库的特点.....	2
1.4	我国尾矿库的主要安全隐患.....	3
1.5	尾矿库安全生产必须监督管理.....	4
1.6	我国尾矿库建设的发展方向.....	5
2	尾矿库安全评价	6
2.1	尾矿库安全评价的依据.....	6
2.2	安全评价的目的:	7
2.3	安全评价单位的资格:	7
2.4	尾矿库安全评价分类:	7
2.5	尾矿库安全评价重点分析内容:	7
2.6	尾矿库安全评价的主要内容:	13
2.7	目前安全评价工作存在的问题.....	14
3	尾矿库工程地质勘察及岩土工程分析评价	15
3.1	尾矿库工程地质勘察分类:	15
3.2	尾矿库工程地质勘察要求:	15
3.3	尾矿库工程地质勘察的特点:	15
3.4	尾矿库工程地质钻探特点:	16
3.5	尾矿库土工试验要求:	16
3.6	尾矿库工程地质勘察安全注意事项.....	16
3.7	岩土工程分析评价.....	16
4	尾矿库加固治理与抢险	20
4.1	一般规定.....	20
4.2	加固治理.....	20

4.3 应急抢险.....	21
5 尾矿库安全监测	23
5.1 尾矿库安全监测的主要内容.....	23
5.2 尾矿库安全监测的方法:	23
5.3 安全预警.....	23
6 尾矿库事故安例分析	25
6.1 子坝挡水、导致渗流破坏溃坝.....	25
6.2 不均匀放矿坝肩渗透破坏导致坝端决口溃坝.....	25
6.3 泥石流导致洪水漫顶.....	25
6.4 截洪沟垮坝,洪水入库溃坝.....	26
6.5 坝基软土、湿陷性黄土等导致垮坝.....	26
6.6 因排洪结构破坏,导致尾矿外泄污染事故.....	26
6.7 排洪涵管封堵失误导致尾矿外泄污染事故.....	27
7 尾矿库安全管理制度	28
7.1 尾矿库管理制度.....	28
7.2 尾矿库常见故障及处理措施.....	37

1 我国尾矿库安全状况及发展方向

1.1 全国尾矿库基本情况汇总表

从安全上看，我国尾矿库还存在以下不利因素：**一是筑坝尾矿粒度细**。由于筑坝的尾矿粒度细，细尾矿的力学强度低、透水性差、不易固结，造成坝体稳定性较差；**二是上游法筑坝多**。我国目前 85%的尾矿库采用上游法筑坝，较下游法和中线法筑坝的坝体稳定性差；**三是尾矿库安全设计标准较低**。我国作为发展中国家，尾矿库防洪、抗震及坝体稳定等建设标准与发达国家相比相对偏低；**四是小型库多**。我国矿山规模小，四等库及四等库以下的小型尾矿库占 90%以上；**五是受地震威胁大**。我国是多地震国家，尾矿库防震抗震是重要问题；**六是失事后果严重**。我国人口众多，尾矿库难以避开居民区和重要工业、交通设施，一旦失事，损失巨大。

2008 年 9 月 28 日，国务院安委会向各省级人民政府下发了《关于全面开展尾矿库安全生产大检查工作的通知》（安委明电〔2008〕2 号），通过大检查，基本摸清了尾矿库底数：核定**全国尾矿库为 12655 座**，较大检查前增加 3665 座。其中：已颁发安全生产许可证 5199 座，正在申请办理 1746 座，在建 1907 座，已闭库 1950 座，应停用 1853 座。

基本查清了尾矿库安全状况：12655 座尾矿库中，有危库 613 座（4.84%），险库 1265 座（10%），病库 3032 座（23.96%），正常库 7745 座（61.20%）。

全国尾矿库基本情况汇总表（按省份统计）

单位：座

序号	地 区	尾矿库 总数	尾矿库安全度				已领 许可 证	申 请 许可 证	在建	应停 用	已闭 库
			危库	险库	病库	正常库					
合计		12655	613	1265	303	7745	5199	1746	1907	1853	1950
1	北 京	37	0	0	0	37	8	1	0	0	28
2	天 津	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	河 北	2888	139	272	873	1604	1169	604	158	343	614
4	山 西	1735	187	430	460	658	467	135	556	247	330
5	内 蒙	685	10	11	66	598	449	0	104	118	14
6	辽 宁	1475	0	0	205	1270	1077	14	174	90	120
7	吉 林	167	0	1	24	142	102	10	31	2	22
8	黑龙江	62	3	3	29	27	42	3	14	3	0
9	上 海	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	江 苏	19	0	0	3	16	11	2	1	0	5
11	浙 江	78	0	0	15	63	44	0	1	8	25
12	安 徽	341	8	33	30	270	262	1	45	6	27
13	福 建	247	0	3	35	209	124	12	75	0	36
14	江 西	380	15	14	66	285	210	24	75	45	26
15	山 东	494	0	21	88	385	191	61	81	25	136
16	河 南	681	157	107	6	411	238	37	120	281	5
17	湖 北	236	13	34	89	100	34	20	30	149	3
18	湖 南	651	45	187	330	89	17	339	26	109	160
19	广 东	226	8	10	76	132	33	30	15	101	47
20	广 西	504	6	76	153	269	153	31	68	136	116

21	海 南	10	0	0	1	9	4	2	1	1	2
22	四 川	137	0	0	16	121	75	12	37	6	7
23	重 庆	35	0	3	15	17	0	33	2	0	0
24	贵 州	219	0	12	74	133	23	80	30	36	50
25	云 南	692	17	25	254	396	307	150	77	54	104
26	西 藏	41	4	6	27	4	2	12	25	0	2
27	陕 西	269	0	4	44	221	69	56	70	25	49
28	甘 肃	183	0	8	34	141	51	56	44	24	8
29	青 海	57	0	5	18	34	4	6	2	44	1
30	宁 夏	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
31	新 疆	103	0	0	0	103	33	14	45	0	11
32	新疆兵	2	0	0	1	1	0	1	0	0	1
注： 1. 危库：指安全没有保障，随时可能发生垮坝事故的尾矿库，必须停止生产并采取应急措施。 2. 险库：指安全设施存在严重隐患，若不及时处理将会导致垮坝事故的尾矿库，必须立即停产，排除险情。 3. 病库：指安全设施不完全符合设计规定，但符合基本安全生产条件的尾矿库，应限期整改。											

1.2 我国尾矿库现状

- (1) 自改革开放以来，迅速成为世界矿业大国；
- (2) 尾矿库数量多、库容大、坝体高居世界首位；
- (3) 尾矿库分布范围广、软土、湿陷性黄土、红土、冻土、泥石流等各种不良地质十分复杂；
- (4) 尾矿含水量变化大，泥状、湿法、膏体、干法，堆存方式各异；
- (5) 尾矿化学性质各异，磷石膏、赤泥、碱渣、酸渣，环保要求各不相同；
- (6) 近年来尾矿库环保、安全事故频发，性质恶劣，影响极坏；
- (7) 尾矿库作为重大危险源，设计、勘察、施工、监理、安评中介体系已经完整建立，各级政府安全生产监督力度不断加强，群众性监督热情高涨，企业开始高度重视；
- (8) 新型土工材料在排渗、加固的应用效果好，已普遍推广。

1.3 我国尾矿库的特点

- (1) 矿产资源紧缺，矿石品位低，磨矿细度偏细；
- (2) 短平快小型库众多，大量无主库闭库问题多；
- (3) 高坝、大库的研究分析深度不足；
- (4) 地震多发、频发，防震抗震是个问题；
- (5) 尾矿库下游居民众多，安全搬迁、安全撤离的标准和范围必须尽快提出；
- (6) 尾矿库建设的有关规定要进一步明确；

1.4 我国尾矿库的主要安全隐患

我国是一个发展中的大国，工业、科技基础相对薄弱，改革开放后，矿业迅速发展，市场经济竞争激烈，国家法律、法规在不断完善，企业管理素质在不断提高，必须勇敢的摸着石头过河，进一步总结和发展：

（1）坝基处理：

- ①软土、湿陷性黄土、易液化土、冻土等地基：处理不当，滑坡和溃坝；
- ②易管涌地基：渗透破坏，溃坝。
- ③岩溶地基：坍塌溃坝。

（2）初期坝施工质量：

- ①土坝类初期坝：因筑坝土料混杂、碾压质量低和不均匀，浸润线过高或逸出，坝坡沼泽化严重，稳定安全性差；
- ②堆石类初期坝：反滤层级配、厚度标准低，初期跑浑严重，后期坝坡沼泽化；
- ③浆砌石类初期坝：因地基沉陷、砌体不饱满，出现裂缝，漏水漏砂；
- ④拱坝类初期坝：尾矿压力估计偏低，拱座压力大产生变形导致垮塌。

（3）上游法未按坝前均匀放矿管理

- ①前期库尾放矿，坝前淤泥太厚，浸润线高；再转向坝前放矿，加固处理不当，导致失稳溃坝；
- ②库侧或独头放矿，另一侧细泥集中，抬高浸润线，坝基强度低，固结度低，导致失稳溃坝；
- ③滩顶起伏太大，以滩顶最低点为准，防洪高度不足。

（4）堆积坝坡过陡：为追求库容或澄清距离，堆积坝坡 $1:1.38 \sim 1:1.5 \sim 1:2.5$ ，大大减小堆积坝坡稳定安全性，导致失稳溃坝。

（5）堆积坝体无坝肩、坝坡排水系统，坝坡冲刷严重，威胁坝体稳定安全。

（6）排洪系统防洪能力不够，洪水漫顶溃坝：

- ①没有设置排洪系统；
- ②片面抬高库水位，防洪高度严重不足，汛前没有坚决迅速下降库水位；
- ③减小斜槽、井筒进水口断面：大量预封盖（拱）板，使斜槽、井筒进水长度不足；

- ④减小排洪管（洞）进水口断面或抬高进水口标高，严重影响泄洪能力；
- ⑤加固排洪系统时，减小过水断面而未复核过水能力。

（7）排洪系统结构强度严重不足

- ①减小断面结构尺寸，减小结构抗压弯、抗剪强度，结构横向或斜向开裂；
- ②用城市给排水管道替代尾矿库排洪管；
- ③地基承载力不足，未加固或扩大基础尺寸，结构不均匀沉降导致纵向开裂；
- ④没有按材料（浆砌块石、砼、岩体）允许抗冲刷流速复核；
- ⑤没有按要求设置沉降缝、伸缩缝，纵向开裂；
- ⑥没有按围岩工程等级类别（Ⅰ~Ⅳ等）区别加固隧洞，洞顶岩体埋深过浅或隧洞施工冒顶段没有胶结充填，导致隧洞垮塌；
- ⑦库区地下水位抬高，没有在隧洞沿线布置排水孔，衬砌破坏。

（8）排洪系统封堵事故

- ①排洪井封堵在井筒顶，盖板、拱板、立柱破坏；
- ②排洪管封堵段位置应注意结构强度安全和渗透稳定安全，封堵段长度（胶结和反滤封堵）均要满足最终安全要求；
- ③排洪井封堵前在井中部或顶部接排洪管铺在滩面上，因沉降断裂造成严重污染事故。

（9）未按规定设置浸润线观测孔，库水位标尺；特征标高位移、沉降观测点；堆积坝滩顶标高监测点；未控制防洪高度、浸润线埋深和坝体变形规律，未定期观测巡视，未及时发现隐患，致使险情扩大。

（10）未经设计验证、安全评价、安监局批准，自行超期服役，致使安全度下降，险情发生。

（11）停用尾矿库，不进行闭库处理，长期无人管理、维护。

（12）乱采乱掘尾矿，破坏滩面调洪和排洪设施。

（13）库周（库底）非法采掘，滩顶非法建设，威胁尾矿库安全。

（14）库周公路随意弃方，山林随意砍伐，库岸边坡炸山采石，形成泥石流，威胁尾矿库安全。

1.5 尾矿库安全生产必须监督管理

（1）尾矿库是重大威胁源：在矿山建设中要保持清醒的头脑，一旦尾矿库

出事，不仅对矿山自身，同时对下游人民生命财产和生态环境造成难以弥补的损失，必须加强各级政府的安全生产监督管理。

（2）企业安全生产管理是基础：企业是主体，一旦尾矿库失事，后果对企业也是灾难性的，必须增强安全意识，按有关规定和标准，做好尾矿库的科学化、标准化、规范化的日常管理。

（3）政府廉政、勤政监督管理是安全生产的有力保证：通过法律、法规进行安全生产监督管理具有权威性、强制性和普遍约束性。对大型国有企业要求严格是完全必要的，对地方小型和私营企业不能放任自流。目前地方小型和私营企业尾矿库是重灾区。

（4）以经济建设为中心，在科学发展观指导下，法规和标准是做好尾矿库安全生产监督管理的依据。《选矿厂尾矿设施设计规范》是设计尾矿库的重要依据；《尾矿库安全技术规程》是企业、中介安全建设和运行的重要依据；《尾矿库安全监督管理规定》是各级政府安全生产监督管理的重要依据。三者之间是互相联系，密不可分的。

1.6 我国尾矿库建设的发展方向

- （1）进一步发展中国特色的尾矿库上游法筑坝工艺，加强动态化安全管理；
- （2）集约化高坝、大库将占据主导地位，提高单位国土面积尾矿堆存量；
- （3）中线法、高浓度放矿法、碾压干堆等安全坝型是发展方向；
- （4）逐步提高尾矿库坝坡稳定、防洪和抢险道路的标准。
- （5）充分利用现代土工材料，降低堆积坝体浸润线，提高尾矿堆积坝坡的稳定性；
- （6）提高尾矿库外排水质标准；
- （7）提高尾矿库闭库后的复垦率，库底可利用土层、腐殖土、草皮必须临时堆存，闭库后可充分利用；
- （8）提高尾矿库在线监测、监视、监管水平；
- （9）建立尾矿库安全危险区和污染影响区的理论计算方法，明确尾矿库下游安全搬迁和安全撤离的原则和规定。

2 尾矿库安全评价

2.1 尾矿库安全评价的依据

(1)中华人民共和国矿山安全法（1992 年）要点：矿山企业对... 尾矿库 ...可能引起的危害，应采取预防措施。

(2)重大危险源辨认（GB18218-2000）要点：

长期地或临时地生产、加工、搬运、储存危险物质，且危险物质的数量等于或超过临界量的单元（包括场所和设施）。单元指一个（套）生产装置、设施或场所，或同属一个工厂的，且边缘距离小于 500 米的几个（套）生产装置、设施或场所。

尾矿库是一个具有高势能的人造泥石流的危险源，当坝高大于、等于 30 米，总库容大于、等于 $100 \times 10^4 \text{m}^3$ ，即为重大危险源。

(3)中华人民共和国安全生产法（2002 年）要点：

国内从事生产经营活动的单位，必须遵守《安全生产法》；

安全生产管理，坚持安全第一，预防为主的方针；

生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责；

依法成立的中介机构（设计、勘察、监理、安评等单位），依照法律、行政法规和执法准则，接受生产经营单位的委托，为其安全生产工作提供技术服务；

各级政府依法履行安全生产监督管理职责；

国家实行安全事故责任追究制度。

(4)安全生产许可证条例（2004 年国务院令第 397 号）：国家对矿山企业、建筑施工企业和危险化学品、烟花爆竹、民用爆破器材生产企业实行安全生产许可证制度。企业未取得安全生产许可证的，不得从事生产活动。企业取得安全生产许可证的条件有：

建立健全安全责任制；

安全投入符合安全生产要求；

设置安全生产管理机构；

安全负责人和安全生产管理人员考核合格；

特种作业人员经考核合格，取得特种作业操作资格证书；

从业人员经安全生产教育和培训合格；

依法进行安全评价；

有重大危险源的检测、评价、监控措施和应急预案；

法律法规规定的其它文件。

2.2 安全评价的目的：

(1)对尾矿库的不同建设运行阶段做出安全性评价；

(2)提出尾矿库安全措施意见；

(3)经验收通过的安全评价报告为安全生产监督管理部门颁发尾矿库安全生产许可证提供依据。

2.3 安全评价单位的资格：

尾矿库的安全评价应当由具有相应资质的单位承担。

2.4 尾矿库安全评价分类：

(1)基建期：安全预评价、安全验收评价；

(2)生产运行期：安全现状评价；

(3)闭库前：闭库安全评价。

2.5 尾矿库安全评价重点分析内容：

尾矿库安全评价内容可分为三类：

(1)常规安全评价分析：

通用型危险、有害因素的安全评价。

(2)重点安全评价分析：

主要分析尾矿坝坡抗滑稳定安全、防洪安全、渗流稳定安全和地震液化安全分析。

(3)特殊情况安全评价分析：

针对库区存在的不良地质现象，由专业单位进行安全评价分析。

(1) 尾矿坝坡抗滑稳定安全分析：

分析目的：通过坝坡稳定分析，调整设计坝坡、浸润线位置和最终堆积标高之间的关系，使之满足尾矿坝坡抗滑稳定安全要求。

①根据筑坝材料、尾矿堆积坝工程地质勘察报告和全尾矿颗粒分析资料，进行计算断面概化分区；

②根据工勘报告、《选矿厂尾矿设施设计规范》推荐值、类似工程设计经验，

综合确定各土层的物理力学性质设计指标：饱和容重 γ_s 、固结快剪强度 C 、 ϕ 和渗透系数 K ；

③根据防洪能力得出的库水位（正常库水位和最高设计洪水位）进行渗流分析，确定各堆积标高相应浸润线位置；

④根据场地地震烈度，确定地震水平加速度值；

⑤根据坝基和尾矿土的固结状态，选择计算方法：总应力法和有效应力法。当土体为粘性土，土体中存在固结孔隙水压力时，采用有效应力法，要进行孔隙水压力计算，其强度指标一般取三轴仪固结不排水剪；当土体已基本固结，不存在固结孔隙水压力时，采用总应力法，其强度指标一般取直剪仪固结快剪值。

⑥根据规范规定和场地地震烈度情况，确定运行工况（正常运行、洪水运行和特殊运行）和荷载组合（自重、渗透压力、地震荷载）；

⑦按瑞典圆弧法或简化毕肖普法进行抗滑稳定计算，得出坝坡最小安全系数；

⑧将计算的结果与规范最小稳定安全系数比较，判定设计条件稳定安全性并决定是否调整相应设计参数：坝坡、浸润线埋深、最终堆积坝顶标高，或采取其他工程措施再进行验算，直到坝坡达到安全标准为止；

⑨有关规定：根据设计规范，上游法尾矿坝堆积至 $1/2 \sim 2/3$ 最终设计坝高时，宜对坝体进行一次全面的勘察，以验证最终设计坝体的稳定性和确定后期的处理措施。对于高坝或设计规模发生变化时，还可适当增加验证计算的次数。建议每升高 $30 \sim 50\text{m}$ 或每间隔 $3 \sim 5$ 年验算一次。

（2）防洪能力计算：

计算目的：通过尾矿库防洪能力计算，确定防洪能力的安全性。

①尾矿库的防洪标准应根据各使用期的等别确定；各使用期的等别综合考虑库容、坝高、使用年限及下游可能造成的危险等因素，用特征标高明确各使用期。
尾矿库初期指启用后的头 $3 \sim 5$ 年，并不超过总服务年限的 $1/3$ 。当使用期升等别后，即应按升等别的中、后期进行设计；

②根据当地水文图集，收集场地 $1/6$ 、 1 、 6 、 24 小时多年平均最大暴雨值及相应变差系数 C_v 和偏差系数 C_s ，计算设计频率模比系数 K_p 值和各历时设计暴雨值及各时段暴雨递减指数（ n_1 、 n_2 、 n_3 ）；

③根据地形图，测量汇水面积 F (km^2)、流域长度 L (km)、流域平均坡降 J 等地形特征值；

④根据当地水文图集，收集汇流参数 m 值、入渗率 μ 、降雨时段分区模型，采用推理公式法计算洪水汇流时间 τ 、洪峰流量 Q_p 和洪水过程线 $Q = f(t)$ ；

⑤根据库区地形图和尾矿沉积滩平均坡度 i (%) 和澄清距离要求，布置尾矿库排洪系统，确定干滩长度和防洪高度，计算调洪库容 $V = f(H)$ ；

⑥设定排洪系统各构筑物过流断面及糙率，进行泄洪能力计算 $Q = f(H)$ ；

⑦根据洪水过程线、调洪库容曲线和泄流能力曲线，按水量平衡法进行联立求解 (V 等库可按高切林公式计算)，得出库内最高洪水位和最大下泄流量 Q_m ；

⑧分析最高洪水位时安全超高是否满足防洪安全要求。

注意事项：

①尾矿库排洪能力一般不计入截洪沟排洪能力；

②拦洪坝防洪标准一般不得低于尾矿库最终防洪标准；

③库内与库外排洪系统在汇合点合一时，若汇合点以下为压力流时，应复核其下游的排洪能力和压力高度，是否会影响库内、外的排洪能力。

④实际生产中，沉积滩坡度和防洪高度发生变化时，必须重新进行防洪能力计算，并决定是否采取相应工程措施，确保防洪安全。

(3) 浸润线埋深计算：

计算目的：为抗滑稳定和渗透稳定计算提供依据。

①上游法均匀放矿条件下自然浸润线位置：根据尾矿库等别及库形可按二维或三维概化模型进行浸润线模拟计算；

②均匀设置排渗设施条件下预控浸润线位置：由于在滩面或堆积坝体内平行坝轴线等高度全长埋设排渗设施，故只需进行简单二维计算即可。

③埋设排渗设施的尾矿坝浸润线计算中要考虑入渗水头和浸润曲线的影响，建议按集渗系统中心埋深的 0.7 倍为平均浸润线位置进行稳定分析及监控标准使用。

④实际生产中，当浸润线埋深不满足设计要求，应查明原因，并采取相应工程措施，降低浸润线。

(4) 渗透稳定分析

1. 渗透变形类型

分析目的：为堆积坝体和坝基渗透稳定安全提供依据。

① 管涌：当渗流达到一定流速时，土料逐个由小至大相继被渗流带走，在土体内形成管道，这就是管涌。

② 流土：在渗流逸出处的土体，在渗流动水压力作用下，无粘性土的颗粒群同时起动，粘性土发生隆起和断裂的现象，称为流土。

③ 接触冲刷：当渗流沿着两种不同粒径的土层交界面流动时，把其中的小颗粒带走，称接触冲刷。

④ 接触流土：当渗流方向垂直于相邻不同土层的交界面，在渗流动水压力作用下小颗粒流入较大颗粒一层空隙中的现象，称接触流土。

2. 渗流变形形式的判别：

① 渗流变形形式与渗流破坏坡降和土的不均匀系数关系最大，土的不均匀系数 $\eta = d_{60}/d_{10}$ ；

② 对 $\eta \leq 10$ 的土，渗流破坏主要形式是流土；

对 $\eta > 20$ 的土，渗流破坏形式主要是管涌；

对 $10 < \eta < 20$ 的土，渗流破坏的形式是流土或管涌。

③ 尾矿的不均匀系数一般均 < 10 ，故尾矿堆积土渗流破坏的主要形式是流土；

④ 初期坝为透水堆石坝，上游坝坡反滤层级配不当时，会发生接触流土；

⑤ 初期坝为透水堆石坝，坝基有土或砂砾层时，会发生接触冲刷。

3. 尾矿堆积坝渗透稳定安全

① 管涌的允许渗透坡降：

不均匀系数 η	≤ 10	10 ~ 20	> 20
J_0	0.3 ~ 0.4	0. 2	0.1

② 流土的渗透稳定安全系数：

$$K = \frac{J_{cr}}{J} = \frac{(Gs-1)(1-n)}{1/\sqrt{1+m^2}}$$

式中：K－渗透稳定安全系数，一般工程取 1.5，重要工程 2.0，特别重要工程 2.5。

$$J_{cr} = (G_s - 1)(1 - n)$$

G_s －土颗粒的密度；

n －土的孔隙率；

m －渗流逸出处边坡的坡比。

③渗流在土坝坡面逸出，不计土的凝聚力，不发生流土的坝坡坡角 θ 控制值：

$$\tan \theta \leq \tan \phi$$

式中： ϕ －土的内摩擦角。

4. 控制渗透稳定的工程措施：

① 采取有效排渗工程措施、降低浸润线，防止逸出坝坡；

② 设置反滤盖重，防止流土、管涌发生。

5. 排渗设施的防淤堵

排渗设施淤堵后使排渗水量下降，排渗设施入渗水头上升，最后导致排渗失效，浸润线抬升，影响坝体的抗滑稳定安全，有可能导致堆积坝体的渗流破坏。

排渗设施的淤堵类型有：

①机械淤堵：由于土工布、反滤层级配不满足反滤层设置要求，细颗粒将土工布或反滤料堵塞；

②化学淤堵：由于尾矿中存在离子态 S、Ca、Fe 等可溶性物质，在反滤层或排水管道与空气接触处产生氧化反应，不断结垢于土工布、反滤层或管道内，使之淤堵。

排渗设施防淤堵的主要方法有：

①固结排渗：使土层自重固结形成一定抗管涌能力，使土工布在土层压力下 0% 减少到一定程度，可防止机械淤堵。

②淹没排渗：排渗水流处于淹没状态，防止空气在反滤层或管道中与渗透水流相接触，可防止化学淤堵。

(5) 液化分析

分析目的：地震时，饱和无粘性和少粘性土因孔隙水压力在地震压力作用下急剧上升，土的有效抗剪强度迅速下降，就叫做液化。土的液化与否应根据实际

情况（土的颗粒级配、地下水埋深、有效荷载等），结合现场勘察和室内测试结果，进行综合初判和复判：

初判

①地层年代为第四纪晚更新世 Q_3 或以前，可判为不液化；

② d ： $>5\text{mm}$ 含量 $\geq 70\%$ ，可判不液化；

d ： $>5\text{mm}$ 含量 $< 70\%$ ，按 $<5\text{mm}$ 的部分液化；

③ d ： $<5\text{mm}$ 含量 $> 30\%$ 的土，其中 $< 0.005\text{mm}$ 的含量在不同地震设防烈度时分别小于下表值可判不液化；

地震烈度	七	八	九
$< 0.005\text{mm}$ 的含量 (%)	16	18	20

④工程正常运行后地下水位以上的非饱和土可判为不液化；

⑤土的剪切波速大于正式计算的上限剪切波速 (V_{st}) 时，可判为不液化：

$$V_{st} = 219 \times (K_H \times Z \times r_d)^{0.5} \quad (\text{m/s})$$

式中： K_H —地面最大水平地震力加速度系数；

地震设防烈度	七	八	九
K_H	0.1	0.2	0.3

Z —土层深度 (m)；

r_d —深度折减系数；

Z (m)	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30
r_d	1.0 ~ 0.01Z	1.1 ~ 0.02Z	0.9 ~ 0.01Z

初判液化土、复判土的地震液化：

① 标准贯入锤击数复判法：

$$N_{63.5} < N_{cr} \quad \text{为液化土}$$

② 相对密度复判法：

$$D \leq [D_r]_{cr} \quad \text{为液化土}$$

③ 相对含水量或液性指数复判法：

$$W_u = W_s / W_L \geq 0.9 \quad \text{为液化土}$$

$$I_L = (W_s - W_p) / (W_L - W_p) \geq 0.75 \quad \text{为液化土}$$

(4)地震液化土的加固与治理:

- ① 下游坡脚设土石料压坡: 增加有效盖重;
- ② 对堆积坝坡进行削坡、放缓坝坡: 增加安全性;
- ③ 对坝体进行加密处理;
- ④ 降低库内水位或增设排渗设施, 降低坝体浸润线;
- ⑤ 应注意岸坡稳定性, 防止大滑坡破坏排洪设施;
- ⑥ 调查库区上游有无地震敏感工程, 必要时避险;
- ⑦ 震后应对裂缝和震害检查修复。

2.6 尾矿库安全评价的主要内容:

(1)安全预评价报告:

- ① 库址的合理性;
- ② 坝型的合理性;
- ③ 排洪系统布置的合理性和排洪能力的可靠性;
- ④ 监测系统的完整性及可靠性;
- ⑤ 危险因素辨识及对策;
- ⑥ 对尾矿库可行性研究报告推荐设计方案的安全性作出明确结论, 并提出安全措施建议。

(2)安全验收评价报告:

- ① 查看安全预评价在初步设计中的落实;
- ② 是否有完备的经监理和业主确认的隐蔽工程记录;
- ③ 各单项工程施工参数与质量是否满足国家和作业规范、规程及设计要求;
- ④ 对工程是否满足安全要求作出明确结论并提出安全生产措施的补充建议。

(3)安全现状评价报告:

- ① 尾矿库自然状况的说明和评价;
- ② 尾矿库设计与现状的说明和评价, 定量分析坝体稳定性是否满足设计要求;
- ③ 尾矿库设计与现状的说明和评价, 定量分析尾矿库防洪能力及排洪设施的可靠性是否满足设计要求;

④ 根据定量分析与现场调查结果，提出尾矿库的安全度结论与可行的安全对策。

(4)闭库安全评价报告：

- ① 定量分析尾矿坝体长期稳定性要求；
- ② 定量分析尾矿库长期排洪安全性及排洪设施长期可靠性要求；
- ③ 分析尾矿坝坡和滩面长期抗冲刷性要求。

2.7 目前安全评价工作存在的问题

尾矿库安全评价就是对尾矿库存在的危险、有害因素进行的专项安全评价。因此对每一座尾矿库，应该从实际出发针对性地根据该库的主要存在问题进行安全评价，目前安全评价主要存在以下几个问题：

- (1)“本本主义”地套《规程》，不能对尾矿库的设计方案进行安全性评价；
- (2)缺乏对尾矿库基本术语的理解；
- (3)缺乏对尾矿库概化分区、边坡稳定、洪水计算、调洪演算、渗流分析、结构计算的定量分析能力；
- (4)缺乏深入现场调查研究的工作热情（广东信宜锡矿）；
- (5)缺乏对提供资料的可靠性的洞察力（陕西镇安金矿）；
- (6)缺乏对尾矿坝安全治理的信心（山西襄汾铁矿）。

尽管目前我国的尾矿库安全评价工作还存在不少问题，通过实践和队伍的不断扩大，真正发挥安全评价工作的作用。

3 尾矿库工程地质勘察及岩土工程分析评价

3.1 尾矿库工程地质勘察分类:

(1)新建尾矿库工程地质勘察:

目的: 为新尾矿库设计提供设计依据。

(2)已建尾矿库工程地质勘察

目的: 为尾矿库现状安全分析或为加高扩容或闭库设计提供依据。

3.2 尾矿库工程地质勘察要求:

(1)新建尾矿库:

查明库区地质岩性、地质构造等。

查明地下水类型、动态和地下水分水岭;

查明不良地质构造和不良地质现象;

查明初期坝坝基不同土层物理力学指标;

查明排洪系统沿线工程地质;

提供筑坝材料分布及物理力学指标。

(2)已建尾矿库

查明尾矿堆积体的组成, 密实强度及沉积条件;

查明尾矿堆积体的物理力学性质 (含动力或高应力);

查明浸润线位置, 有无浸润线逸出或渗漏现象;

3.3 尾矿库工程地质勘察的特点:

(1)尾矿污染性质不同, 但对地下水和环境都有污染性;

(2)尾矿粒度较细, 易发生渗漏和渗透管涌;

(3)库内水位较高, 易对坝基和坝体产生渗透破坏;

(4)尾矿库是水工建筑物, 其坝坡稳定性根据 C 、 ϕ 强度, 按瑞典圆弧法或简化毕肖普法进行计算;

(5)上游法尾矿堆坝, $P < 35\%$ 时, 尾砂在滩面有重力分级特性, 尾矿坝坡稳定分析必须对堆积断面进行概化分区, 主要划分为: 尾粉砂; 尾粉土; 尾粉质粘土; 尾粘土;

(6)尾矿均匀排放仍有大量夹层特点, 同一钻孔有多层浸润线, 要分清主浸润线位置;

- (7)因尾矿夹层丰富，要宏观划分尾矿类别，使用静力触探划分；
- (8)六度以上地震区，宜用标准贯入试验划分易液化土质范围；
- (9)尾矿堆积坝排渗设施集渗区宜布置在粉砂土层或相对渗透性较大的范围。

3.4 尾矿库工程地质钻探特点：

因尾矿堆积体是冲积而成，颗粒松散，含水量高，尾矿夹层丰富且其性质差别大，故钻探有以下特点：

- (1)井口表层尾砂较松散，在泥浆和机械振动下，井口易坍塌，应加 2 ~ 5m 井口护壁管；
- (2)要求用专用取样器静力压入法取样；
- (3)因尾矿承载力低，为防止孔斜，扩大钻机机架压力范围；
- (4)未见地下水宜钢管钻进，不宜加水钻进；
- (5)钻头与取样器不得长时间停留孔底，防止坍孔或埋钻；
- (6)在钻进中或取土提钻时，开始速度要慢，以确保孔内泥浆护壁压力。
- (7)取样点位置要在静力触探指导下进行，操作要稳要准，防止振动使土样脱落，卸取样品动作要快，水平捧着送现场实验室。

3.5 尾矿库土工试验要求：

尾矿库土工试验除必须按《土工试验规程》执行外，尚应注意：

- (1)含水量、容重、直剪试验（饱和固快、饱和快剪）应在现场进行；
- (2)高坝应注意试验压力范围；
- (3)必须认真做好全尾矿颗粒分析。

3.6 尾矿库工程地质勘察安全注意事项

- (1)要防止机器因滩面地基承载力倾倒造成安全事故；
- (2)水上勘察要注意抗浮稳定和侧翻。

3.7 岩土工程分析评价

3.7.1 一般规定

1) 岩土工程分析评价目的：

为尾矿堆积坝安全评价和工程治理的设计和施工提供依据。

2) 岩土工程分析评价内容：

- ①防洪安全性分析：含山体滑坡、泥石流、防洪高度、防洪构筑物结构等。

②渗流稳定安全性分析：含浸润线埋深，浸润线逸出引起的沼泽化、流土、管涌、地震液化等。

③边坡（静力和动力）稳定安全性分析：含裂缝、滑坡等。

④结构安全分析：变形，错位，裂缝，破坏。

3) 岩土工程分析的依据：

①工程地质测绘资料

②勘探和取样资料

③原位测试资料

④室内试验资料

⑤尾矿库设计、施工、监测、管理等资料

3.7.2 计算参数的分析和选取

1. 概化分区：上游式尾矿堆积坝尾砂排放浓度 $P < 35\%$ 时，滩面呈正常重力分级。应注意滩面分级的必然性和概化分区的相对合理性。概化分区应以原位测试资料和钻孔取样结合全粒级尾矿颗分资料，各设计标高库面形状、沉积滩坡度、排水井位置和上游式尾矿放矿方法综合确定。

2. 试样分类参数：

①试样分类的相对性和异常试样的必然性；

②原状试样的可靠性；

③试验统计的分区性：堆积坝坡、干、湿滩面、水下，不同埋深。

3. 土料强度计算方法和强度指标类别

不同土料的强度指标类别，因计算方法不同，在直剪仪或三轴仪上，采用不同的试验方法，得出相应的强度指标，其数值相差较大，必须要认真掌握。

土料的强度计算方法有总应力法和有效应力法。总应力法综合考虑了有效应力，而有效应力法要根据固结度来分析其强度值。因此，对软弱尾粘土即使采用总应力固结快剪强度指标时，还应分析其固结程度。对下游堆积坝坡以下的尾粘土（在高坝时往往会出现）因厚度较薄，固结时间较长，有效荷载较高，且在库底设置排渗层后，采用直剪仪固结快剪指标也是合理的。

3.7.3 渗流稳定分析：

1) 尾矿堆积坝渗流特点：

①重要性：在水的重力作用下，尾矿库水面区向下游形成逐渐降落的渗流水面，在堆积坝横断面上显示为浸润曲线。浸润线以下的坝体就承受渗透水压力，其值为渗透坡降水容重与体积的乘积，它与坝坡的稳定安全有着密切的关系。

②复杂性：由于尾矿堆积体中放矿的不均性，导致大量夹层的存在，因此除主浸润线外尚存在众多的支浸润线：

粗粒土中的细泥夹层可产生上层滞留浸润线

细粒土中的粗粒夹层可产生超压浸润线

放矿水流垂直下渗亦可局部抬高浸润线

③危险性：浸润线逸出形成沼泽化在上升水流作用下土体变松软，强度变低，因此必须予以治理，当渗透水流的渗透坡降大于尾矿的允许渗透坡降则会发生流土管涌现象，由于流土发展速度迅速，如不及时处理就会酿成大祸。

④可监视性：近年来通过在线监测。由于堆积坝内排渗设施的存在，在暴雨季节，即使滩上洪水位大幅上升，堆积坝体内浸润线变化幅度较小且十分稳定，监视效果较好。

2) 设置排渗设施后的渗流分析：

根据《尾矿库安全技术规程》(AQ2006-2005)，浸润线位置局部较高，有渗透水出逸，坝面局部出现沼泽化即可判为病库，应限期整改。根据《构筑物抗震设计规范》6度地震区上游法尾矿堆积坝“下游坡面浸润线的深度不应小于6-8m。”近二十年来，尾矿堆积坝体排渗设施发展迅速，已成为降低浸润线的常规手段。故渗流稳定分析计算方法亦应作相应调整。

1. 浸润线计算应考虑初期坝上游坝坡及堆积坝体内定高度、全坝长、大埋深排渗设施的效用。三维渗流已转化为二维均质渗流。

2. 土工排渗设施宜埋放在粉砂层内，对细粒尾砂也可埋放在粉土层内。

3. 要充分估计不同土层和不同排渗设施的入渗水头。

4. 二维有限元法数值计算必须结合实测浸润线资料进行模拟。

5. 设置排渗设施降低浸润线时，应计算最大渗水量，以达到充分排渗。排渗管数量要留有备用，排渗管可顺滩面布置，排渗管的安装应防止机械淤堵和化学淤堵。

3.7.4 坝坡抗滑稳定性分析

1、设计工况

①正常运行；

②洪水运行；

殊运行=洪水运行+地震。

《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001)已将上述工况③修改为特殊工况=正常运行+地震。其理由为稀有几率相叠加不可能发生。《选矿厂尾矿设施设计规范》(ZBJ1-90)新版亦准备作此调整。

2、计算方法：“宜采用瑞典圆弧法或简化毕肖普法。”两者相同点都是极限平衡法，都采用平面假定。其区别是：是否考虑条间作用力。瑞典圆弧法概念明确，使用悠久，经验丰富。简化毕肖普法计算结果稳定性好，美国规范只采用简化毕肖普法且 $K_{\text{正常}}=1.50$ 。

3、动力稳定性

常规采用拟静力法。

限元动力分析可提供液化范围和应力、应变。

地震时应防止由于地震挤压波与拉伸波重叠产生的强波，产生的等间距环形危害性裂缝，在地震液化土层超孔隙水压力升高后发生管涌、流土等险情。要求“大震不倒”。

4 尾矿库加固治理与抢险

4.1 一般规定

(1) 加固治理对象：安全度为危库、险库和病库的尾矿库。

(2) 加固治理原则：土工理论与现场实际相结合。

(3) 加固治理方案：以人为本，确保安全和环保的基础上进行多方案技术、经济比较。

4.2 加固治理

(1) 坝体裂缝：

①裂缝分类：

按部位：表面、内部；

按走向：横向、纵向、龟纹；

按成因：沉陷、滑坡、干缩、冷冻、震动。

②治理步骤：查明原因、临时保护、消除源头。

治理裂缝：表层挖填、深部注浆。

案例：伊朗撒尔切斯曼国家铜业公司尾矿库、丰山铜矿、海南铁矿、凡口铅锌矿和广西大厂公路边尾矿库。

(2) 坝体塌坑

①塌坑分类：岩溶、排洪系统裂缝、初期坝反滤层破坏。

②治理步骤：土工布覆盖、土工布袋装砂砾充填直至稳定。

案例：湖南柿竹园柴山尾矿库、广西大厂长坡七级尾矿库、江西德兴铜矿 4 号尾矿库。攀枝花

(3) 坝坡冲沟：

①冲沟分类：渗流冲刷，雨水冲刷。

②治理方法：水平排渗或开沟排渗，反滤压坡；增设坝坡排水沟。(4) 坝坡滑动：

①滑动分类：

高陡边坡：刚性滑动；(镇安金矿，襄汾铁矿)

软土地基：塑性滑动；(丰山铜矿，鸡笼山金矿)

浸润线过高：液性滑动；(宝山铁矿)

洪水漫顶：溯源滑动；（会东铅锌矿）

地震情况：震裂（液）滑动。（大石河铁矿）

②治理方法：上部卸载，下部压载，放缓坝坡，降低浸润线。

（5）排渗：为降低堆积坝体浸润线和提高库底尾粉质粘土和尾粘土固结度，增加强度设置排渗设施：

堆积坝体：排渗席垫，排渗管（沟）井，大口辐射井和贴坡排渗等。

库底最终堆积坝坝顶以下：排渗褥垫，排渗管（沟）井等。

（6）抗震加固：为提高堆积坝体的抗震能力，宜采取以下措施：

①降低堆积坝体浸润线；

②加密加固坝体，下游坝脚增设石料压坡体。

4.3 应急抢险

（1）险情分类：根据《尾矿库安全监督管理规定》（国家安监总局令第6号）第20条规定：尾矿库出现下列重大险情之一的，生产经营单位应立即报告安全生产监督管理部门和当地政府，并启动应急预案，抢险救援，防止险情扩大，避免人员伤亡：

①坝体出现严重的管涌、流土等现象，威胁坝体安全的；

②坝体出现严重裂缝、坍塌或滑动迹象，有垮塌危险的；

③库内水位超过限制的最高洪水位，有洪水漫顶危险的；

④正在使用的排水井倒塌或者排水管（洞）坍塌堵塞，丧失或者降低排洪能力的；

⑤其它危及尾矿库安全的险情，泥石流、库岸滑坡等。

（2）险情分析：

①严重的管涌、流土等现象：渗流量突然大幅、持续增加，渗流浓度突然持续提高就进入严重状态；

②严重裂缝、坍塌或滑动迹象：裂缝间距由缓慢增长突然大幅持续增加，坝坡出现纵向裂缝合拢就进入严重状态；

③有洪水漫顶危险：洪水位达到最高设计洪水位，降雨强度仍在设计6小时平均降雨强度以上时；

④丧失或者降低排洪能力的：排水管（洞）坍塌堵塞断面大于1/3以上的；

⑤泥石流、库岸滑坡：侵占调洪库容、淤塞排洪系统，激起冲击波浪。

(3) 抢险对策：

①严重的管涌、流土处：

a、停止选厂生产、降低库内水位；

b、以渗漏点为中心，5.0m 半径范围内铺设双层 400g/m² 土工布，用土工布（禁用编织袋）袋装砂砾料压坡 2~5 层，再用碎石、堆石料压 1.0m 厚；

c、在管涌点附近（3~5m 范围）增设排渗设施，降低浸润线使该处水力坡降小于 6%。

②严重裂缝、塌陷和滑动迹象处：

a、停止选厂生产、降低库内水位；

b、上部减载，厚度按坡高 5%考虑，长度大于裂缝范围 5~10m，裂缝区以下。卸土点堆入库内 1/3 坝高以远处；

c、下部镇压；

d、增设排渗设施、降低后坡区范围的浸润线。

③库内水位超过限制最高洪水位：

a、尽可能打开进水口增大泄洪流量；

b、加高滩顶最低处，避免洪水在滩顶最低处与子坝相接；

c、用防渗彩条布保护子坝，并深入滩面一定距离，端部埋入尾砂中，以尽可能延长渗径，以应对超标准洪水；

d、用尾砂充填土工布袋装关键临时子坝挡水；

e、用 10~20m 长水平排渗管降低浸润线。

④排洪井倒塌或排洪管（洞）堵塞：

a、停止选厂生产；

b、按设计要求建大断面虹吸式排水管，虹吸高度按 5.0m 计；

c、抓紧时间抢修排洪井塔或建新排洪进口。

⑤泥石流、库岸滑坡

a、建立应急预案；采用工程措施处理泥石流和库岸滑坡。

b、建立专家顾问咨询库；委托设计。

5 尾矿库安全监测

为监测尾矿库运行状态，必须动态收集尾矿库的各种运行参数，以判断尾矿库是否处于正常状态。

5.1 尾矿库安全监测的主要内容

(1)库水位及防洪高度监测；

(2)干滩长度监测；

(3)浸润线埋深监测；

(4)坝体位移、沉降监测；

(5)构筑物变形监测；

(6)尾矿库坝面、滩面、排洪系统进口，尾矿放矿口、尾矿澄清水排放口、拦洪坝及排洪洞（管）进口监视；

(7)自动雨量计监测；

(8)尾矿库排放水质环保监测。

5.2 尾矿库安全监测的方法：

(1)人工监测；

(2)在线监视监测；

目前我国各地安监部门对四等及四等以上尾矿库大力推广在线安全监测监视系统，由于自动在线监测监视系统历时不久，尚需大量总结经验，同时易受各种自然灾害、人为因素干扰，不宜过于追求精度、苛求其稳定性，仍应不放弃以人工监测为主。、

5.3 安全预警

(1)防洪安全预警：

①汛期应将子坝高于干滩顶 1.0 米以上。某坝（滩）顶标高时最小安全超高为 ΔH (m)，设计防洪高度为 H_s ，当库水位到坝（滩）顶的高差 $H < H_s$ 时，必须将进水口打开，将库水位下降到安全标高以下。

②暴雨时，库水位上升，当 $H \leq 1.5 \Delta H$ 时，应发出预警信号，应急上坝抢险人员应携带器材、设备到坝顶待命，应急协助撤离人员应到坝下游危险区设岗待命；

③当 $H \leq 1.0 \Delta H$ 时，应发出尾矿库安全警报，报告县、市安全监督局和有关政

府领导，应急撤离尾矿坝下游安全危险区范围居民到避险区；加高、平整子坝，并在子坝前铺设防渗彩条布，将布两端用袋装尾砂压紧，搭接处折叠处亦用袋装尾砂压紧，准备迎接超标准洪水；

④当 $H \leq 1/2 \Delta H$ 时，应发出尾矿库安全紧急警报，尾矿坝下游安全危险区所有人员必须全部撤离到避险区，坝上抢险人员也必须撤离到坝顶以上安全区。

⑤当尾矿坝溃决时，应紧急通知下游 100km 范围内桥梁封闭通行，并进行遇险人员抢救。

(2)坝坡滑动安全预警；

因尾矿库堆积坝呈连续上升状态，故沉降、位移最大值位置也在不断变迁，可根据坝体有限元计算结果指导观测结果的判读；

因上游法尾矿堆积坝为松散冲填体，沉降总量可达尾矿坝最大埋深的 0.5 ~ 2.0%，当沉降位移变形量呈线性缓慢增长，增长率 mm/d 基本不变时，应视为正常，当增长率发生连续、急剧增长状态时，人工监测周期应逐次成倍加密，当增长率超过 5 倍或变化总量超过之前的 30% 时，应认为坝体处于临界危险状态，立即停产，放空库内蓄水，观测其变化，并邀请有关专家会商处理。

(3)浸润线异常安全预警

当尾矿堆积坝体内定高差设置排渗设施时，随着堆积坝顶升高，库水位上升时，下部坝体浸润线基本保持不变。

当浸润线埋深小于设计规定限值，有可能排渗设施埋置位置不当或设计要求不当造成，应根据滩面尾矿性质重新布置排渗设施，或根据坝坡稳定分析结果，调整堆积坝坡、降低库水位和浸润线埋深的要求。

当浸润线异常上升，且浸润线埋深小于设计规定的最小埋深时，必须立即委托原设计单位查明异常原因，判断是否为原排渗系统失效，并决定是否停产、降低库水位并重新设置排渗系统。

6 尾矿库事故案例分析

6.1 子坝挡水、导致渗流破坏溃坝

(1)安徽黄梅山铁矿金山尾矿库

初期坝高 6.0m, 总坝高 18m, 堆积坝坡 1: 5.9, 因子坝挡水, 1986 年 4 月 3 日溃坝, 死亡 19 人。

(2)河北邯郸西石门一期尾矿库

1987 年因子坝挡水造成溃口, 因抢险及时封堵溃口, 未造成人员伤亡。

(3)山西襄汾新塔矿业尾矿库

2008 年 9 月 8 日, 为治理坝坡渗水, 采用 4.0m 厚黄土压坡后仅 10 天, 因浸润线上升, 黄土压坡崩裂尾矿坝溃坝, **死亡 277 人, 失踪 4 人。**

6.2 不均匀放矿坝肩渗透破坏导致坝端决口溃坝

(1)湖南新邵龙山金锑矿尾矿库;

(2)广东韶关大宝山铁矿槽对坑尾矿库;

(3)辽宁鞍山南芬铁矿。

6.3 泥石流导致洪水漫顶

(1)湖南郴州柿竹园矿牛角垅尾矿库

1985 年 8 月 25 日, 因山林砍伐植被破坏, 泥石流淤堵拦洪坝溢洪道进口, 特大洪水入库, 雨中数百人避险时间近 2 小时, 部分人员回家, 突然停电洪水漫顶溃坝, 死亡 49 人。

(2)四川会东铅锌矿老虎岩尾矿库

2006 年 8 月, 因库周公路弃方被山洪冲下河谷, 形成泥石流, 拦泥石流谷坊因数次拦截, 库容减少, 泥石流越过谷坊封堵 2[#]排洪井口, 洪水漫顶, 因应急预案充分, 无人伤亡。

(3)广东紫金信宜银岩锡矿尾矿库

2010 年 9 月 21 日, 因排洪井座施工抬升 2.5m, 库周公路弃方泥石流淤堵, 矿方用拱板封堵半边 3.0m 高, 另半边为砂石封堵, 导致防洪高度由 6.0m 降为 0.5m, 台风雨来临, 洪水漫顶。1:45 溃坝, 并使下游 5.0km 处引流式电站拦洪坝冲垮, 下游共死亡 28 人。

(4)河南栾川甘涧沟尾矿库

2010年7月24日,因特大暴雨形成泥石流冲垮房屋数十间,泥石流与屋架封堵排洪井进口,导致洪水漫坝溃决。因应急预案执行坚决,下游2km范围4个居民村及时撤离,无人伤亡。

6.4 截洪沟垮坝,洪水入库溃坝

(1)江西于都下山背尾矿库

(2)云南省有不少于四座尾矿库因截洪沟垮坝导致洪水入库,大幅增加洪水,使尾矿库漫顶溃坝。

截洪沟上坝、下滑极不可靠,我院尾矿库排洪、不计截洪能力,截洪沟仅按50mm雨量或多年平均雨量考虑清浊分流。

6.5 坝基软土、湿陷性黄土等导致垮坝

(1)湖北阳新丰山铜矿上巢湖尾矿库

1969年9月8日,初期坝高仅8m,因施工未按软土地基设计要求,上、下游反压平台来同步施工,上升速度2.0m/月以上,远大于1.0m/月,使地基孔隙水压力得不到及时消散,产生大范围滑动,裂隙长达500m,宽2.0m,因未建成投产,未造成人员伤亡。经修复后,目前堆高已达60m。

(2)河南郑州铝厂灰渣库

1989年2月25日,因副坝坝基为湿陷性黄土,突然湿陷沉降导致库岸滑坝,库水漫溢,死亡1人。

6.6 因排洪结构破坏,导致尾矿外泄污染事故

(1)陕西华县金堆城钼矿栗西沟尾矿库

1988年4月13日,因隧洞施工时,未对高达19m的?顶区胶结充填,在堆积尾矿压力下,隧洞结构破坏,造成特别重大污染事故。

(2)河南卢氏钼矿1#尾矿库

该库总坝高超过50m,排洪系统由浆砌块石斜槽、涵管和隧洞组成。2006年8月,排洪涵管突然垮坝,大量尾矿外泄。类似矿山有湖南新邵龙山金锑矿,广东连平大尖山矿3#尾矿库等。因坝高超过40m,涵管内流速大于6~9m/s,超过浆砌块石结构的允许抗冲流速,结构破坏垮坝。

(3)湖南株洲潘家冲铅锌矿1#尾矿库

因在排洪井顶盖板封堵,导致井筒结构拱板、立柱、盖板发生破坏时,大量

尾矿外泄，类似工程有：

(4)辽宁营口五龙金矿尾矿库

因在尾矿库建设时未按设计施工 4[#]井，故在 3[#]井使用中途，在井部中间另按排洪管铺设尾矿滩面，管道受荷载后断裂，大量尾矿外泄，造成特别重大环保污染事故。类似工程有湖北大冶桃花咀金矿尾矿库。

(5)江西德兴银山铅锌矿尾矿库一期排洪系统斜槽结构未配置抗钢筋。

(6)广西大厂矿务局长坡选厂七级尾矿库

斜槽盖板 $B \times H = 18 \times 20\text{cm}$ ，上部为构造钢筋，侧向放置后抗弯强度下降 50%。

(7)广西大厂矿务局车河选厂灰岭尾矿库

排洪井拱板两端未用水泥砂浆封堵，拱板受力状态由拱变为梁，强度大幅下降，拱板断裂破坏。

(8)河南栾川洛钼集团二公司炉场沟尾矿库

用爆破法处理排洪井周冰冻，使排洪井拱板、立柱破坏。

6.7 排洪涵管封堵失误导致尾矿外泄污染事故

过期排洪管（洞）封堵方式失误导致尾矿外泄污染事故

(1)湖南临湘桃林铅锌矿

该矿一期排洪涵管为浆砌石结构，反滤封堵在初期坝上游坡脚处，当库水通过排洪井进入涵洞后，封堵端压力迅速上升，在初期坝顶处形成渗透破坏，大量尾砂被冲，大面积坍塌，因抢救及时，在井周拦堵进水，未造成重大事故。

(2)江西德兴银山铅锌矿二期排洪隧洞

因反滤封堵中反滤段下游的块石段长度严重不足，当反滤段压力升高后，块石段失稳迅速破坏，造成污染事故。反滤封堵设计中，反滤段将尾矿水压力转化为压力，块石段利用主动土压力的摩阻力来维持稳定，必须要考虑管（洞）壁与堆石摩擦系数的减小和块石段的安全长度。

封堵段位置必须要考虑结构安全、渗透稳定安全和封堵安全。

7 尾矿库安全管理制度

7.1 尾矿库管理制度

一、尾矿库管理制度

- 1、尾矿库的建设与管理必须贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针。
- 2、尾矿库的勘察、设计、安全预评价、施工及施工监理等工作必须由具有相应资质条件的单位和中介技术服务机构承担。
- 3、职工对一切损害尾矿设施安全的行为有权监督、检举和制止；当发现事故隐患或违反操作规程的现象时，除及时向主管领导汇报外，有权向股份公司和集团公司安全生产管理部门报告。
- 4、各企业应当支持和鼓励尾矿库安全科学技术研究，依靠科学技术进步，促进尾矿库安全生产；开展尾矿库安全教育，提高安全生产意识和安全作业技能。
- 5、对尾矿库安全做出贡献，成绩显著的单位和个人，企业应当给予表彰和奖励。

二、尾矿库安全管理

（一）尾矿库安全管理责任制

1、企业经营管理者是尾矿库安全生产第一责任人，应在规定管辖的范围内指定或设立相应的机构负责实施本规定中对尾矿库安全所规定的各项要求，组织制定适合本单位实际情况的规章制度，配备与实际工作需要相适应的专业技术人员或有实际工作能力的人员负责尾矿库的安全管理工作，保证必需的安全生产资金。

2、职责划分：

（1）选矿部为尾矿库归口管理部门，负责尾矿库的日常检查、维护和管理；负责尾矿的排放、输送、堆存及尾矿库的防洪、回水等工作；制定尾矿库安全生产各项规章制度并检查执行情况；

（2）人力资源部负责尾矿库及其附属设施工程建设的管理工作；

（3）采矿车间负责尾矿库尾砂的充填使用工作；

（4）安环部负责尾矿库的安全、环保监督检查工作；编制应急预案并组织演练；在发生特大洪水、暴雨、强烈地震及重大事故等非常情况后组织特别检查，采取措施，消除隐患。

（5）生产部负责尾矿库的测量工作

3、尾矿设施安全管理部门的主要职责：

（1）贯彻执行国家有关尾矿库安全生产方针、政策、法规及技术规范。

- (2) 编制尾矿库安全工作年度计划和长远规划并组织实施。
- (3) 编制尾矿库安全生产各项规章制度并检查执行情况。
- (4) 编制各种灾害应急预案并组织演练。
- (5) 负责技术资料的收集、分析、保存和整理工作。
- (6) 按有关规定审批和报批尾矿库设计、建设施工和检测项目。
- (7) 组织落实尾矿库安全隐患治理工作。
- (8) 负责尾矿库抢险和工程救护，发现重大事故隐患和险情要及时向有关部门报告，紧急情况下，应报请当地人民政府及有关部门给予协助。

(9) 组织尾矿库安全管理人员的培训工作。

4、选矿车间、工段或班组主要职责：

- (1) 认真贯彻上级下达的各项指令和任务。
- (2) 建立健全尾矿设施安全管理工作制度。
- (3) 编制年、季作业计划和详细运行图表，统筹安排和实施尾矿输送、分级、筑坝和排洪的管理工作。
- (4) 日常巡检和观测，发现不安全因素时，应立即采取应急措施并及时向上级报告。

(5) 对尾矿设施的安全检查和监测做出及时、全面的记录。

5、必须严格按照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、防汛度汛、抗震等安全检查和监测工作。

6、未经技术论证和上级有关部门的批准，任何单位和个人不得随意变更下述涉及尾矿库安全的事宜：

- (1) 筑坝方式。
- (2) 坝型、坝外坡坡比和最终坝轴线的位置。
- (3) 坝体防渗、排渗及反滤层的设置。
- (4) 排洪系统的型式、布置及尺寸。
- (5) 设计以外的尾矿、废料或废水进库等。

7、必须经常巡视周山体，发现滑坡及异常现象要及时处理。

8、未经技术论证和批准，任何单位和个人不得在库区从事采矿作业。严禁在库区爆破、滥挖尾矿和炸鱼等危害尾矿库安全的活动。

9、尾矿库使用到设计最终坝高 $1/2$ — $1/3$ 高度时，应对尾矿堆积坝进行工程地质勘察和稳定性分析。

10、尾矿库使用到最终设计高程前 2—3 年，应进行闭库设计，当需要扩建或新建尾矿库接续生产时，应根据建设周期提前制定扩建或新建尾矿库的规划设计工作，确保新老库使用的衔接。

11、尾矿库闭库设计和施工方案应符合国家有关法律、法规和技术规范。

12、各单位必须建立下列尾矿库管理档案：

- (1) 建设文件及有关原始资料。
- (2) 组织机构和规章制度建设。
- (3) 特种作业人员的安全技术培训和持证上岗情况。
- (4) 防洪抢险组织和防洪物资的准备情况。
- (5) 尾矿库抗洪抢险措施。
- (6) 尾矿库各构筑物运行指标和实测数据。
- (7) 事故隐患的整改情况。

(二) 尾矿排放与筑坝

1、尾矿坝滩顶高程必须满足生产、防汛、冬季冰下放矿和回水的要求。

2、尾矿筑坝必须有足够的安全超高、沉积干滩长度和下游坝面坡度。

3、每一期筑坝冲填作业之前，必须进行岸坡处理。岸坡处理应做隐蔽工程记录，如遇泉眼、水井、地道或洞穴等，要采取有效措施进行处理，经主管技术人员检查合格后方可冲填筑坝。

4、上游式尾矿筑坝法，应于坝前均匀分散放矿，修子坝或移动放矿管时除外，不得任意从库后或库侧放矿。同时满足以下要求：

(1) 粗颗粒尾矿沉积于坝前，细颗粒排至库内，在沉积滩范围内不允许有大面积矿泥沉积。

(2) 沉积滩顶应均匀平整。

(3) 沉积滩坡度及长度等应符合设计的要求。

(4) 严禁矿浆沿子坝内坡趾横向流动冲刷坝体。

(5) 放矿矿浆不得冲刷坝坡。

(6) 放矿应有专人管理。

5、坝体较长时应采用分段交替放矿作业，使坝体均匀上升，应避免滩面出现侧坡、扇形坡或细颗粒尾矿大量集中沉积于一端或一侧。

6、放矿口的间距、位置、同时开放的数量、放矿时间以及水力旋流器使用台数、移动周期与距离，应按设计要求或作业计划进行操作。分散放矿支管、导流槽伸入库内的长度和距滩面的高度应符合设计要求。

7、为保护初期坝的反滤层免受尾矿水冲刷，应采用多管小流量的放矿方式，以利尽快形成滩面，并采用导流槽或软管将矿浆引到远离坝顶处排放。

8、冰冻期、事故期或由于某种原因确需长期集中放矿时，不得出现影响后续堆积坝体稳定的不利因素。

9、岩溶发育地区的尾矿库，应加强周边放矿，以加速形成防渗层，减少渗

漏和落水洞事故。

10、每期子坝堆筑完毕，应进行质量检查，检查记录需经主管技术人员签字后存档备查。主要检查内容：

- (1) 子坝剖面尺寸、长度、轴线位置及边坡坡比。
- (2) 新筑子坝的坝顶及内坡趾滩面高程、库内水面高程。
- (3) 尾矿筑坝质量。

11、尾矿滩面及下游坝坡面上不得有积水坑

12、坝外坡面维护工作可视具体情况选用以下措施：

- (1) 坝面修筑人字沟或网状排水沟。
- (2) 坡面植草或灌木类植物。
- (3) 采用碎石、废石或山坡土覆盖坝坡。

(三) 尾矿库水位控制与防汛

1、控制尾矿库水位应遵循的原则：

- (1) 在满足回水质和水量要求前提下，尽量降低库水位。
- (2) 当回水与坝体安全对滩长和超高的要求有矛盾时，应确保坝体安全。
- (3) 水边线应与坝轴线基本保持平行。

尾矿库实际情况与设计要求不符时，应在汛期前进行调洪演算。

2、汛期前应采取下列措施做好防汛工作：

(1) 明确防汛安全生产责任制，建立值班、巡查和下游居民撤离方案等各项制度，组建防洪抢险队伍。

(2) 疏浚库内截洪沟、坝面排水沟及下游排洪河（渠）道；详细检查排洪系统及坝体的安全情况，要根据实际条件确定排洪口底坎高程，将排洪口底坎以上 1.5 倍调洪高度内的堵板全部打开，清除排洪口前水面漂浮物，确保排洪设施畅通；库内设清晰醒目的水位观测标尺，标明正常运行水位和警戒水位。

(3) 备足抗洪抢险所需物资，落实应急救援措施。

(4) 及时了解和掌握汛期水清和气象预报情况，确保上坝道路、通讯、供电及照明线路可靠和畅通。

3、排除库内蓄水或大幅度降低水位时，应注意控制流量，非紧急情况不宜骤降。

4、岩溶或裂隙发育地区的尾矿库，应控制库内水深，防止落水洞漏水事故。

5、未经技术论证，不得用常规子坝拦洪。

6、洪水过后应对坝体和排洪构筑物进行全面认真的检查与清理。发现问题应及时修复，同时，采取措施降低库水位，防止边疆暴雨后发生垮坝事故。

7、不得在尾矿滩面或坝肩设置泄洪口。有地形条件的尾矿库，可设置非常

排洪通道。

8、尾矿库排水构筑物停用后的封堵，必须严格按设计要求施工，并确保施工质量。一般情况下，必须在井内井座顶部封堵或在隧洞支洞处封堵，严禁在排水井井筒上部封堵。

（四）排渗设施管理与渗流控制

1、尾矿坝的排渗设施包括排渗棱体、排渗褥垫、排渗盲沟各种排渗井等。在尾矿坝运行过程中如需增设或更新排渗设施，应经技术论证，并经企业安全管理部门的批准。

2、排渗设施属隐蔽工程，必须按设计要求精心选料、精心施工，详细填写隐蔽工程施工验收记录，并绘制竣工图。排渗设施的施工可参照《碾压式土石坝施工技术规范》执行。

3、坝肩、盲沟等应严格按设计要求施工，防止发生集中渗流。

4、尾矿库运行期间应加强观测，注意坝体浸润线出逸点的变化情况和分布状态，严格按设计要求控制。

5、当发现坝面局部隆起、塌陷、流土、管涌、渗水量增大或渗水变浑等异常情况时，应立即采取措施进行处理并加强观察，同时报告有关安全管理部门。

（五）尾矿库防震与抗震

1、处于地震区的尾矿库，应制订相应的防震和抗震的应急计划，内容包括：

- （1）抢险组织与职责。
- （2）尾矿库防震和抗震措施。
- （3）防震和抗震的物资保障。
- （4）尾矿坝下游居民的防震应急避险预案。
- （5）震前值班、巡坝制度等。

2、尾矿库原设计抗震标准低于现行标准时，必须进行加固处理。

3、严格控制库水位，确保抗震设计要求的安全滩长满足地震条件下坝体稳定的要求。

4、上游建有尾矿库、排土场、水库等工程设施的，应了解上游所建设施的稳定情况，必要时应采取防范措施。

5、地震后，必须对尾矿库进行巡查和检测，及时修复和加固破坏部分，确保尾矿库运行安全。

（六）尾矿库安全检查

1、尾矿库防洪安全检查

（1）尾矿库防洪安全检查内容包括：设计防洪标准、尾矿沉积滩的干滩长度和尾矿坝的安全超高等。

(2) 检查设计采用的防洪标准是否符合现行尾矿设施设计规范的要求。当设计采用的防洪标准高于或等于现行设计规范的要求时,可按原设计的洪水参数进行检查;当设计采用的防洪标准低于现行设计规范的要求时,应重新进行洪水计算及调洪演算。

(3) 尾矿库水位标高的检测,其测量误差应小于 20 毫米。

(4) 尾矿库滩顶标高的检测,应沿坝(滩)顶方向布置测点进行实测,其测量误差应小于 20 毫米。

当滩顶一端高一端低时,应在低标高段选较低处检测 1—3 个点;当滩顶高低相间时,应选较低处不少于 3 个点;其他情况,每 100 米坝长选较低处检测 1—2 个点,但总数不少于 3 个点。

各测点中的最低点作为尾矿库滩顶标高。

(5) 尾矿库干滩长度的测定,视坝长及水边线弯曲情况,选干滩长度较短处布置 1—3 个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置,在几个测量结果中,选最中者作为该尾矿库的沉积干滩长度。

(6) 检查尾矿库沉积干滩的平均坡度时,应视沉积干滩的平整情况,每 100 米坝长布置不少于 1—3 个断面。测量断面应垂直于坝轴线布置,测点应尽量在各变坡点处进行布置,且测点间距不大于 10—20 米(干滩长者取大值),测点高程测量误差应小于 5 毫米。尾矿库沉积干滩平均坡度,应按各测量断面的尾矿沉积干滩平均坡度加权平均计算。尾矿库沉积干滩平均坡度与设计平均坡度的偏差应不大于 10%。

(7) 根据检测的滩顶标高、库水位和计算出的沉积干滩平均坡度,检查尾矿库最高洪水水位的最小干滩长度是否满足安全要求。(我公司尾矿库为三等库,最少干滩长度为 70 米)。

(8)、根据检测出的滩顶标高、库水位和计算沉积干滩平均坡度,检查尾矿库在最高洪水水位时坝的安全超高是否满足下表要求。(我公司尾矿库为三等库,安全超高为 0.7 米。)

2、排水构筑物安全检查

(1) 排水构筑物安全检查主要内容:构筑物有无变形、移位、损毁、淤堵,排水能力是否满足要求等。

(2) 排水井安全检查内容:井的内径、窗口尺寸及位置,井壁剥蚀、脱落、渗漏,最大裂缝开展宽度,井身倾斜度和变位,井、管联结部位,进水口水面漂浮物,停用井的封盖方法等。

排水井最大裂缝开展宽度应符合下表规定:

钢筋混凝土结构构件最大裂缝宽度的允许值

结构构件所处的条件			最大裂缝宽度（毫米）
水下结构	水质无侵蚀性	水力坡度不大于 20	0.30
		水力坡度大于 20	0.20
	水质有侵蚀性	水力坡度不大于 20	0.25
		水力坡度大于 20	0.15
水位变动区	水质无侵蚀性	年冻融循环次数不大于 50	0.25
	水质有侵蚀性	年冻融循环次数大于 50	0.15
水上结构			0.30

水力坡度为沿渗水路径的水头差与渗径距离之比。

(3) 排水斜槽检查内容：斜槽断面尺寸，槽身变形，损毁或坍塌，盖板放置断裂，最大裂缝开展宽度，盖板之间以及盖板与槽壁之间的防漏填充物，漏砂，斜槽内淤堵等。

(4) 排水涵管检查内容：涵管断面尺寸，变形、破损、断裂和磨蚀，最大裂缝开展宽度，管间止水及填充物，涵管内淤堵等。

(5) 排水隧洞检查内容：隧洞断面尺寸，洞内塌方，衬砌变形破损、断裂、剥落和磨蚀，最大裂缝的开展宽度，伸缩缝、止水及填充物，洞内淤堵等。

(6) 溢洪道检查内容：溢洪道断面尺寸，沿线山波滑坡、塌方，护砌变形、破损、数据裂和磨蚀，沟内淤堵，溢流口底部高程，消力池及消力坎等。

(7) 截洪沟断面检查内容：截洪沟断面尺寸，沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内物淤堵等。

(8) 截水沟检查内容：截水沟断面尺寸，截水沟沿线山坡稳定性，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵等。

3、尾矿坝安全检查

(1) 尾矿坝安全检查内容：坝的轮廓尺寸，变形，裂缝，滑坡和渗漏等。

(2) 检测坝的外坡坡比。每 100 米坝长不少于 2 处，应选在最大坝高断面或坝坡较陡断面。水平距离和标高的测量误差不大于 10 毫米；实测的坝外坡坡比不应陡于设计坡比减 1。

(3) 检查坝体位移。要求坝的位移量变化应均衡，无突变现象，且应逐年减小。当位移量变化出现突变或有增大趋势时，应查明原因，妥善处理。

(4) 检查坝体有无纵、横向裂缝。坝体出现裂缝时，应查明裂缝的长度、

宽度、深度、走向、形态和成因，判定危害程度。

(5) 检查坝体滑坡。坝体出现滑坡时，应查明滑坡位置、范围和形态能及滑坡的动态趋势。

(6) 检测坝体浸润线的位置。应查明坝面浸润线出逸位置、范围和形态。

(7) 检查坝体渗漏。应查明有无渗漏出逸点，出逸点的位置、形态、流量及含沙量等。

4、尾矿库库区安全检查

(1) 尾矿库库区安全检查主要内容：周边山体稳定性，违章施工和违章民办采选活动等情况。

(2) 检查周边山体滑坡、塌方和泥石流等情况时，要详细观察周边山体有无异常和急变，并根据工程地质勘察报告，分析周边山体发生滑坡的可能性。

(3) 检查库区范围内危及尾矿库安全的主要内容：违章爆破、采石和建筑，违章取尾矿再选、取水，外来尾矿、废石、废水和废弃物排入，放牧和开垦等。

5、尾矿库安全评价与管理

(1) 尾矿库安全度分类，主要根据尾矿库的防洪能力和尾矿坝坝体的稳定性确定。安全度分为危库、险库、病库和正常库。

(2) 尾矿库有下列状况之一的为危库：

①尾矿坝的最小安全超高和尾矿库的最小干滩长度达不到设计规范的要求，不能确保坝体的安全。

②排水系统严重堵塞或坍塌，不能排水或排水能力急剧降低，排水井显著倾斜，有倒塌的迹象；

③坝体出现深层滑动迹象；

④其他危及尾矿库的情况。

(3) 尾矿库有下列状况之一的为险库：

①尾矿坝的最小安全超高和尾矿库的最小干滩长度达到到设计规范的要求，但平时对坝体的安全影响不大；

②排水系统部分堵塞或坍塌，排水能力有所降低，达到到设计要求；

③坝体出现浅层滑动迹象；

④坝体出现贯穿性的横向裂缝，且出现较大的管涌，水质浑浊挟带泥沙或坝体渗流在堆积坝坡有较大范围逸出，且出现流土变形；

⑤其他影响尾矿库安全运行的情况。

(4) 尾矿库有下列状况之一的为病库：

①尾矿坝的最小安全超高和尾矿库的最小干滩长度达不到设计规范的要求；

②排水系统出现裂缝、变形、腐蚀或磨损，排水管接头漏砂；

③堆积坝的整体外坡坡比陡于设计规定值，或虽符合设计规定，但部分高程上的堆积坝边坡过陡，可能形成局部失稳；

④经验算，坝体稳定安全系数小于设计规范规定值；

⑤浸润线位置过高，渗透水自高位出逸，坝面出现沼泽化；

⑥坝体出现较多的局部纵向或横向裂缝；

⑦坝体出小和管涌并挟带少量泥沙；

⑧堆积坝外坡冲蚀严重，形成较多或较大的冲沟；

⑨坝端无截水沟，山坡雨水冲刷坝肩；

⑩其他不正常现象。

(5) 同时满足下列状况的为正常库：

①尾矿坝的最小安全超高和尾矿库的最小干滩长度均符合设计要求；

②排水系统各构筑物符合设计要求，状况正常；

③尾矿坝的轮廓尺寸符合设计要求，稳定安全系数及坝体渗流控制符合要求，状况正常。

(6) 企业必须把尾矿库安全评价工作纳入安全管理工作计划，由有资质条件的中介技术服务机构每 5 年对尾矿库进行一次安全评价。

(7) 对于危库，企业必须停产抢险，并采取以下应急措施：

①立即降低库水位，确保坝的安全和满足汛期最小安全超高和最小干滩长度的要求，必要时，可按最小干滩长度为坝顶宽度，用渠槽法抢筑子坝，以形成所需的安全超高和干滩长度；

②疏通、加固或修复排水构筑物，必要时可另开挖临时排洪通道；

③处理滑坡，加固坝体。

(8) 对于险库，企业应采取以下措施在限定的时间前消除险情：

①降低库水位，确保满足汛期最小安全超高和最小干滩长度的要求；

②疏通、加固或修复排水沟构筑物；

③处理滑坡，加固坝体，消除管涌和流土。

(9) 对于病库，企业应采取以下措施尽快消除事故隐患：

①抓紧进行防洪治理工程确保汛前彻底完成治理工程量；

②加固、修复排水构筑物；

③加固坝体或适当削坡，处理局部裂缝；

④实施降水措施降低浸润线，消除管涌和流土；

⑤修整坝坡，开挖坝肩截水沟。

(10) 对非正常级尾矿库的检查周期：

- ①对“危”级尾矿库每周不少于1次；
- ②对“险”级尾矿库每月不少于1次；
- ③对“病”级尾矿库每季不少于1次。

在暴雨和汛期期间，应根据实际情况对尾矿库增加检查次数。检查中如发现重大隐患，必须立即采取措施进行整改，并向安全生产监督部门报告。

7.2 尾矿库常见故障及处理措施

尾矿库常见故障及处理措施参考表		
迹 象	原 因	处 理 措 施
坡脚隆起	坡脚基础变形	先降库水位，坡脚压重
坝坡渗水及沼泽化	浸润线过高	先降库水位，加长沉积滩，采取降低浸润线措施
	不透水初期坝导致浸润线高	在略高于初期坝顶部设排渗设施
	矿泥夹层引起水的逸出	增设排渗井穿透矿泥夹层
坝坡或坝基冒砂	渗流失稳	先降库水位，铺反滤布，压上碎石或块石，设导流沟，必要时加排渗设施
坝坡隆起	边坡太陡	先降库水位，再放缓边坡或加固边坡
	矿泥集中，强度低	先降库水位，加排渗设施或加固边坡
坝坡向下游位移或沿坝轴向裂缝	基础强度不够	先降库水位，坝坡脚压重加固基础
	边坡剪切失稳	先降库水位，再降低浸润线或加固边坡
堆积坝塌陷	排水管破坏或漏矿	先降库水位，加固或新建排水管，再填平塌坑
	排渗设施破坏	开挖处理或做反滤后回填
洪水位过高	调洪库容小或泄水能力小	先降低控制水位，改造排洪设施，增大泄水能力或采取截洪分洪设施

