第一章尾矿库设计简介

第一节 尾矿库概述

一、尾矿库的基本系统

尾矿库一般由尾矿堆存系统、尾矿库排洪系统、尾矿库回水系统等几部分组成。

1. 尾矿堆存系统

该系统一般包括坝上放矿管道、尾矿初期坝、尾矿后期坝、浸润线观测、位移观测以及排渗设施等。

2. 尾矿库排洪系统

该系统一般包括截洪沟、溢洪道、排水井、排水管、排水隧洞等构筑物。

3. 尾矿回水系统

该系统大多利用库内排洪井、管将澄清水引入下游回水泵站，再扬至高位水池。也有在库内水面边缘设置活动泵站直接抽取澄清水，扬至高位水池。

二、尾矿库的功能

1. 保护环境

选矿厂产生的尾矿不仅数量大，颗粒细，且尾矿水中往往含有多种药剂，如不加处理，则必造成选厂周围环境严重污染。将尾矿妥善贮存在尾矿库内，尾矿水在库内澄清后回收循环利用，可有效地保护环境。

2. 充分利用水资源

选矿厂生产是用水大户，通常每处理一吨原矿需用水 4～6 吨；有些重力选矿甚至高达 10～20 吨。这些水随尾矿排入尾矿库内，经过澄清和自然净化后，大部分的水可供选矿生产重复利用，起到平衡枯水季节水源不足的供水补给作用。一般回水利用率达 70％～90％。

3. 保护矿产资源

有些尾矿还含有大量有用矿物成份，甚至是稀有和贵重金属成份，由于种种原因，一时无法全部选净，将其暂贮存于尾矿库中，可待将来再进行回收利用。

三、尾矿库的重要性

1. 尾矿库是矿山选矿厂生产不可缺少的设施

环境保护是我国一项基本国策。尾矿库是矿山企业最大的环境保护工程项目。随着全国人民生活水平的提高。国家对环境保护的要求也越来越高，即使在人烟稀少的偏远山区，也严禁将尾矿向江、河、湖、海沙漠及草原等处任意排放。一个矿山的选矿厂只要有尾矿产生，就必须建有尾矿库。所以说尾矿库是矿山选矿厂生产必不可少的组成部分。

2. 尾矿库基建投资及运行费用巨大

尾矿库的基建投资一般约占矿山建设总投资的 10％以上，占选矿厂投资的 20％左右，有的几乎接近甚至超过选矿厂投资。尾矿设施的运行成本也较高，有些矿山尾矿设施运行成本占选矿厂生产成本的 30％以上。为了减少运行费，有些矿山的选矿厂厂址取决于尾矿库的位置。近年来，由于征购土地和搬迁农户越发困难，建设尾矿库的费用更高。可见尾矿库在矿山建设中的地位是不同一般的。

3. 尾矿库是矿山企业生产最大的危险源

尾矿库是一个具有高势能的人造泥石流的危险源。在长达十多年甚至数十的期间里，各种天然的（雨水、地震、鼠洞等）和人为的（管理不善、工农关系不协调等）不利因素时时刻刻或周期性地威胁着它的安全。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。

以上几方面足以说明尾矿库在矿山生产中的重要性。尾矿库的安全问题一直受到社会和政府的高度重视。

第二节 尾矿库的基础知识

一、尾 矿 库

（一）选择库址的基本原则

正确选择尾矿库库址极为重要。设计时一般须选择多个库址，进行技术经济比较予以确定。寻找库址应综合考虑下列原则：

（1）一个尾矿库的库容力求能容纳全部生产年限的尾矿量。如确有困难，其服务年限以不少于五年为宜。

（2）库址离选矿厂要近，最好位于选厂的下游方向。可使尾矿输送距离缩短，扬程小，且可减少对选厂的不利影响。

（3）尽量位于大的居民区、水源地、水产基地及重点保护的名胜古迹的下游方向。

（4）尽量不占或少占农田，不迁或少迁村庄；

（5）未经技术论证，不宜位于有开采价值的矿床上部。

（6）库区汇水面积要小，纵深要长，纵坡要缓。可减小排洪系统的规模。

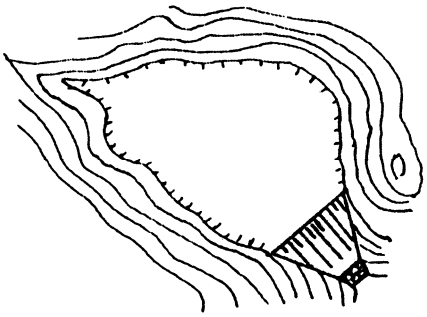
（7）库区口部要小，“肚子”要大。可使初期坝工程量小，库容大。

（8）尽量避免位于有不良地质现象的地区，以减少处理费用。

（二）尾矿库的类型及其特点

1. 山谷型尾矿库

山谷型尾矿库是在山谷谷口处筑坝形成的尾矿库，如图 1－1 所示。它的特点是初期坝相对较短，坝体工程量较小；后期尾矿堆坝相对较易管理和维护，当堆坝较高时，可获得较大的库容；库区纵深较长，澄清距离及干滩长度易于满足设计要求；但汇水面积较大，排水设施工程量大。我国大中型尾矿库大多属于这种类型的尾矿库。



1－1　山谷型尾矿库

2. 傍山型尾矿库

傍山型尾矿库是在山坡脚下依山筑坝所围成的尾矿库，如图 1－2 所示。它的特点是初期坝相对较长，初期坝和后期尾矿堆坝工程量较大；由于库区纵深较短，澄清距离及干滩长度受到限制，后期堆坝高度一般不太高，故库容较小；汇水面积虽小，但调洪能力较小，排洪设施的进水构筑物较大；由于尾矿水的澄清条件和防洪控制条件较差。管理、维护相对比较复杂。国内低山丘陵地区的尾矿库大多属于这种类型。

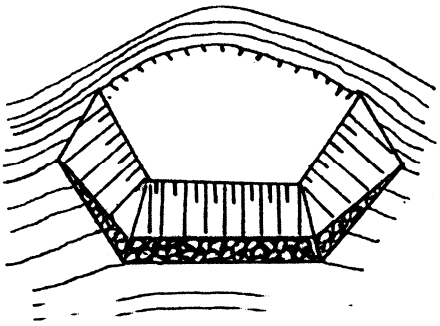


图 1－2　傍山型尾矿库

3. 平地型尾矿库

平地型尾矿库是在平地四面筑坝围成的尾矿库，如图 1-3 所示。其特点是初期坝和后期尾矿堆坝工程量最大，维护管理比较麻烦；由于周边堆坝，库区面积越来越小，尾矿沉积滩坡度越来越缓，因而澄清距离、干滩长度以及调洪能力都随之减少，堆坝高度受到限制，一般不高；但汇水面积小，排水构筑物相对较小；国内平原或沙漠地区多采用这类尾矿库。例如金川、包钢和山东省一些金矿的尾矿库。

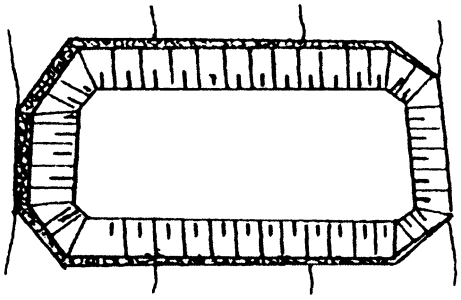


图 1－3　平地型尾矿库

4. 截河型尾矿库

截河型尾矿库是截取一段河床，在其上、下游两端分别筑坝行成的尾矿库，如图 1－4 所示。有的在宽浅式河床上留出一定的流水宽度，三面筑坝围成尾矿库，也属此类。它的特点是不占农田；库区汇水面积不太大，但库外上游的汇水面积通常很大，库内和库上游都要设置排水系统，配置较复杂，规模庞大。这种类型的尾矿库维护管理比较复杂。国内采用者不多。

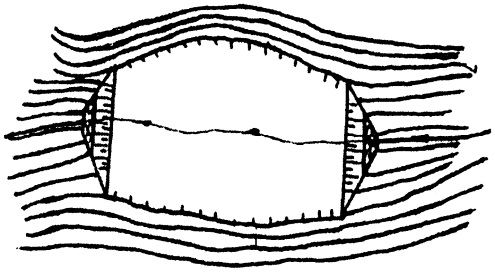


图 1－4　截河型尾矿库

（三）尾矿库的库容及性能曲线

1. 尾矿库的库容组成

尾矿库的库容有全库容、总库容和有效库容之分。用图 1-5 来解释其间的区别，该图为尾矿库典型断面示意图。

（1）空余库容（V_1）。指水平面 AA′ 与 BB′ 之间的库容，它是为确保设计洪水位时坝体安全超高或安全滩长的空间容积，是不允许占用的，故又称安全库容。

（2）调洪库容（V_2）。指水平面 BB′ 和 CC′ 之间的库容，它是在暴雨期间用以调洪的库容。是设计确保最高洪水位不致超过 BB′ 水平面所需的库容，因此，这部分库容在非雨季一般不许占用，雨季绝对不许占用。

（3）蓄水库容（V_3）。指水平面 CC′ 和 DD′ 之间的库容，供矿山生产水源紧张时使用，一般的尾矿库不具备蓄水条件时，此值为零，CC′ 和 DD′ 重合。

（4）澄清库容（V_4）。指水平面 DD′ 和滩面 DE 之间的库容，它是保证正常生产时水量平衡和溢流水水质得以澄清的最低水位所占用的库容，俗称死库容。

（5）有效库容（V_5）。是指滩面 ABCDE 以下沉积尾矿以及悬浮状矿泥所占用的容积。它是尾矿库实际可容纳尾矿的库容，按式 1-1 算得：

$$V_5 = W / d \qquad 1\text{-}1$$

式中，V_5为有效库容，m^3；W为设计根据选矿厂全部生产期限内产出的尾矿总量，t；d为尾矿平均堆积干密度，t/m^3。

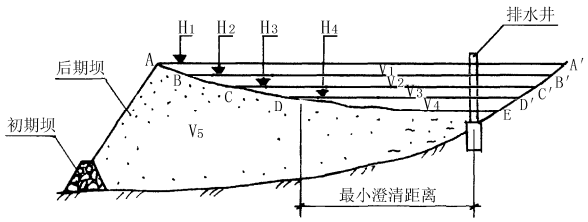


图 1－5　尾矿库的库容组成

▽H_1—某一坝顶标高，对应的水平面为 AA′；▽H_2—洪水水位，对应的水平面为 BB′；▽H_3—蓄水水位，对应的水平面为 CC′；▽H_4—正常生产的最低水位，亦可称之为死水位，对应的水平面为 DD′。该水位由最小澄清距离确定；DE—细颗粒尾矿沉积滩面及矿泥悬浮层面。

（6）尾矿库的全库容（V）。指某坝顶标高时的各种库容之和，可用式 1-2 表示：

$V=V_1+V_2+V_3+V_4+V_5$　　1-2

（7）尾矿库的总库容。指尾矿堆至最终设计坝顶标高时的全库容。

2. 尾矿库的性能曲线

尾矿库的库面面积、全库容、有效库容和汇水面积都将随坝体堆积高度的变化而变化。为了清楚地表示出不同堆坝高度时的具体数值，可绘制出尾矿库的性能曲线，如图 1-6 所示。

设计时，可根据全库容曲线确定各使用期的尾矿库等别；生产部门可根据有效库容曲线推算各年坝顶所达标高，以便制定各年尾矿坝筑坝生产计划；设计者根据汇水面积曲线进行各使用期尾矿库排洪验算。

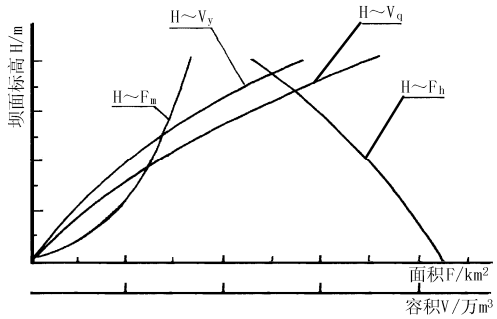


图 1－6 尾矿库的性能曲线

曲线 H-F_m是高程-库面面积曲线；曲线 H-V_q是高程-全库容曲线；曲线 H-F_y是高程-有效库容曲线；曲线 H-F_h是高程-汇水面积曲线。

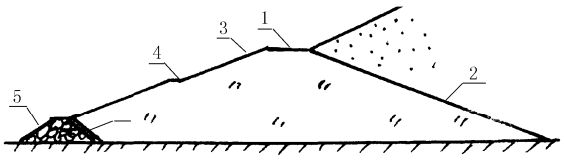
（四）尾矿库等别的划分标准

尾矿库各生产期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按表 1－1 进行确定。当两者的等差为一等时，以高者为准；当等差大于一等时，按高者降低一等。如果尾矿库失事后会使下游重要城镇、工矿企业或重要铁路干线遭受严重灾害者，其设计等别可提高一等。

表 1－1　尾矿库等别划分表

尾矿库级别	全库容 V（万 m^3）	坝高 H（m）
一	二等库具备提高等别条件者	

二	V≥10000	H≥100
三	1000≤V＜10000	60≤H＜100
四	100≤V＜1000	30≤H＜60



1-坝顶； 2-上游坡面（内坡）； 3-下游坡面（外坡）；
4-马道； 5-排水棱体； 6-反滤层

五	V＜100	H＜30

尾矿库失事造成灾害的大小与库内尾矿量的多少以及尾矿坝的高矮成正比。尾矿库使用的特点是尾矿量由少到多，尾矿坝由矮到高，在不同使用期失事，造成危害的严重程度是不同的。因此，同一个尾矿库在整个生产期间根据库容和坝高划分为不同的等别是合理的；再者，尾矿库使用过程中，初期调洪能力较小，后期调洪能力较大，同一个尾矿库初期按低等别设计，中期及后期逐渐将等别提高，这样一次建成的排洪构筑物就能兼顾各使用期的防洪要求，设计更加经济合理。因此，我国制定的设计规范允许按上述原则划分尾矿库等别。

二、尾矿坝

尾矿坝是尾矿库用来拦挡尾矿和水的围护构筑物。一般尾矿坝是由初期坝（又称基础坝）和后期坝（又称尾矿堆坝）组成。只有当尾矿颗粒极细，无法用尾矿堆坝者，才采用类似建水坝（即无后期坝）的形式贮存全部尾矿，习惯称之为一次建坝。

（一）初期坝的类型及其特点

在矿山主体工程基建期间，同时在尾矿坝址用土、石等材料修筑成的坝体称为尾矿库的初期坝，用以容纳选矿厂生产初期 0.5～1 年排出的尾矿量，并作为后期坝的支撑及排渗棱体。

初期坝的坝型可分为不透水坝和透水坝。

不透水初期坝——用透水性较小的材料筑成的初期坝。因其透水性远小于库内尾矿的透水性，不利于库内沉积尾矿的排水固结。当尾矿堆高后，浸润线往往从初期坝坝顶以上的子坝坝脚或坝坡逸出，造成坝面沼泽化，不利于坝体的稳定性。这种坝型适用于不用尾矿筑坝或因环保要求不允许向库下游排放尾矿水

的尾矿库。

透水初期坝——用透水性较好的材料筑成的初期坝。因其透水性大于库内尾矿的透水性，可加快库内沉积尾矿的排水固结，并可降低坝体浸润线，因而有利于提高坝体的稳定性。这种坝型是初期坝比较理想的坝型。透水初期坝的主要坝型有堆石坝或在各种不透水坝体上游坡面设置排渗通道的坝型。初期坝具体有以下几种坝型：

1. 均质土坝

均质土坝是用粘土、粉质粘土或风化土料筑成的坝，如图 1－7 所示，它像水坝一样，属典型的不透水坝型。在坝的外坡脚设有毛石堆成的排水棱体，以加强排渗，降低坝体浸润线。该坝型对坝基工程地质条件要求不高，施工简单，造价较低。在早期或缺少石材地区应用较多。

图 1－7　不透水均质土坝

若在均质土坝内坡面和坝底面铺筑可靠的排渗层，如图 1－8 所示，使尾矿堆积坝内的渗水通过此排渗层排到坝外。这样，便成了适用于尾矿堆坝要求的透水土坝。

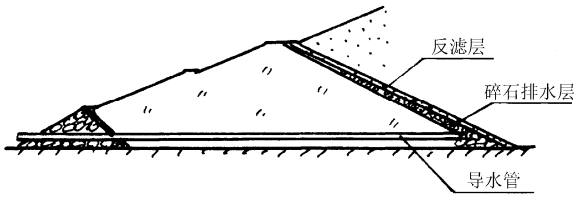
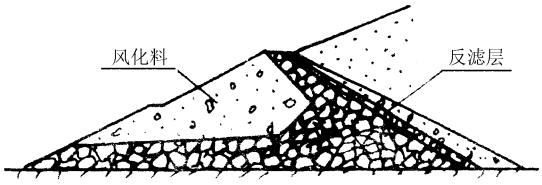


图 1－8　透水均质土坝

2. 透水堆石坝

用毛石堆筑成的坝，如图 1－9 所示。在坝的上游坡面用砂砾料或土工布铺设反滤层，其作用是有效地降低后期坝的浸润线。由于它对后期坝的稳定有利，且施工简便，成为廿世纪 60 年代以后广泛采用的初期坝型。

图 1－9　用毛石堆筑成透水堆石坝



该坝型对坝基工程地质条件要求也不高。当质量较好的石料数量不足时，也可采用一部分较差的砂石料来筑坝。即将质量较好的石料铺筑在坝体底部及上游坡一侧（浸水饱和部位），而将质量较差的砂石料铺筑在坝体的次要部位，如图表 1－10 所示。

表 1－10　用砂石堆筑成透水堆石坝

3. 废石坝

用采矿场剥离的废石筑坝，有两种情况：当废石质量符合强度和块度要求时，可按正常堆石坝要求筑坝；另一种是结合采场废石排放筑坝，废石不经挑选，用汽车或轻便轨道直接上坝卸料，下游坝坡为废石的自然安息角，为安全计，坝顶宽度较大，图 1－11 所示。在上游坡面应设置砂砾料或土工布做成的反滤层，以防止坝体土颗粒透过堆石而流失。

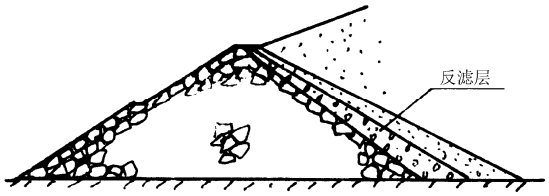
图 1－11　废石坝

4. 砌石坝

用块石或条石砌成的坝。这种坝型的坝体强度较高，坝坡可做得比较陡，能节省筑坝材料，但造价较高。可用于高度不大的尾矿坝，但对坝基的工程地质条件要求较高，坝基最好是基岩，以免坝体产生不均匀沉降，导致坝体产生裂缝。

5. 混凝土坝

用混凝土浇筑成的坝。这种坝型的坝体整体性好，强度高，因而坝坡可做得很陡，筑坝工程量比其他



坝型都小，但工程造价高，对坝基条件要求高，采用者比较少。

（二）初期坝的构造

1. 坝顶宽度

为了满足敷设尾矿输送主管、放矿支管和向尾矿库内排放尾矿操作的要求，初期坝坝顶应具有一定的

宽度。一般情况下坝顶宽度不宜小于表 1－2 所列数值。当坝顶需要行车时，还应按行车的要求确定。生产中应确保坝顶宽度不被侵占。

表 1－2 初期坝坝顶最小宽度

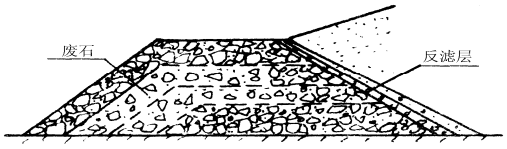
坝高（m）	坝顶最小宽度（m）
＜10	2.5
10～20	3.0
20～30	3.5
＞30	4.0

2. 坝坡

坝的内、外坡坡比的确定，应通过坝坡稳定性计算来确定。土坝的下游坡面上应种植草皮护坡，堆石坝的下游坡面应干砌大块石护面。

3. 马道

当坝的高度较高时，坝体下游坡每隔 10～15 米高度设置一宽度为 1～2 米的马道，以利坝体的稳定，方便操作管理。

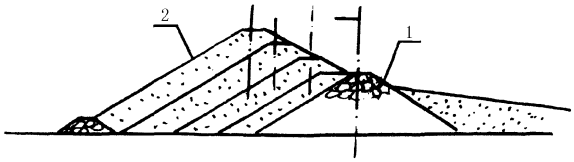


4. 排水棱体

为排出土坝坝体内的渗水和保护坝体外坡脚，在土坝外坡脚处设置毛石堆成的排水棱体。排水棱体的高度为初期坝坝高的 1/5～1/3，顶宽为 1.5～2.0 米，边坡坡比为 1∶1～1∶1.5。

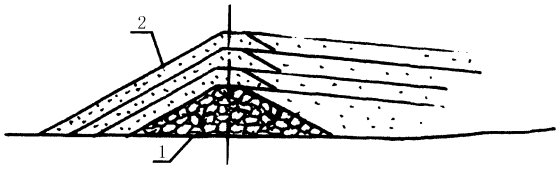
5. 反滤层

为防止渗透水将尾矿或土等细颗粒物料通过堆石体带出坝外，在土坝坝体与排水棱体接触面处以及堆石坝的上游坡面处或与非基岩的接触面处都须设置反滤层。



早期的反滤层采用砂、砾料或卵石等组成，由细到粗顺水流方向敷设。反滤层上再用毛石护面。因对各层物料的级配、层厚和施工要求很严格，反滤层的施工质量要求较高。现在普遍采用土工布（又称无纺土工织物）作反滤层。在土工布的上下用粒径符合要求的碎石作过滤层，并用毛石护面。土工布作反滤层施工简单，质量易保证，使用效果好，造价也不高。

（三）后期坝的类型及其特点



选矿厂投产后，在生产过程中随着尾矿的不断排入尾矿库，在初期坝坝顶以上用尾砂逐层加高筑成的小坝体，称之为子坝。子坝用以形成新的库容，并在其上敷设放矿主管和放矿支管，以便继续向库内排放尾矿。子坝连同子坝坝前的尾矿沉积体统称为后期坝（也称尾矿堆积坝）。可见后期坝除下游坡面有明确的边界外，没有明确的内坡面分界线。也可认为沉积滩面即为其上游坡面。根据其筑坝方式可分为下列几种基本类型：

1. 上游式尾矿筑坝

上游式筑坝的特点是子坝中心线位置不断向初期坝上游方向移升，坝体由流动的矿浆自然沉积而成，如图 1－12 所示。受排矿方式的影响，往往含细粒夹层较多，渗透性能较差，浸潤线位置较高，故坝体稳定性较差。但它具有筑坝工艺简单，管理相对简单，运营费用较低等优点，且对库址地形没有太特别的要求，所以国内外均普遍采用。

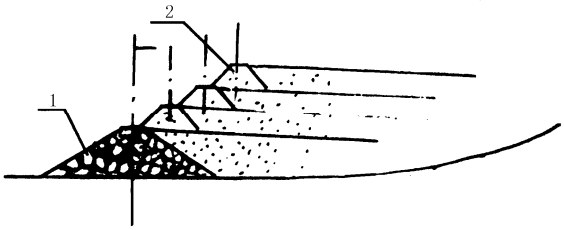


图 1－12　上游式尾矿筑坝

1-初级坝；　2-子坝

2. 下游式尾矿筑坝

下游式尾矿筑坝是用水力旋流器将尾矿分级，溢流部分（细粒尾矿）排向初期坝上游方向沉积；底流部分（粗粒尾矿）排向初期坝下游方向沉积。其特点是子坝中心线位置不断向初期坝下游方向移升，如图1-13所示。由于坝体尾矿颗粒粗，抗剪强

度高，渗透性能较好，浸潤线位置较低，故坝体稳定性较好。但分级设施费用较高，且只实用于颗粒较粗的原尾矿，又要有比较狭窄的坝址地点。国外使用较多，国内使用尚少见。

图 1－13　下游式尾矿筑坝

1-初级坝；　2-子坝

3. 中线式尾矿筑坝

中线式尾矿筑坝工艺与下游式尾矿筑坝类似，但坝顶中心线位置始终不变。如图1－14所示。其优缺点介于上游式与下游式之间。

图 1－14　中线式尾矿筑坝

1-初级坝；　2-子坝

4. 浓缩锥式尾矿筑坝

浓缩锥式尾矿筑坝是将浓度55%以上的浓缩尾矿用管道输送到堆存场地的某个点集中排放，沉积的尾矿自然行成锥形堆体，堆体表面坡度一般只有5%~6%。占地面积较大，且需高效浓缩设施。

所有型式的后期坝下游坡的坡度均须通过稳定性分析确定。

（四）尾矿坝稳定性分析简介

尾矿坝稳定分析主要指抗滑稳定、渗透稳定和液化稳定的分析。

1. 抗滑稳定分析

抗滑稳定分析是研究尾矿坝（包括初期坝和后期坝）的下游坝坡抵抗滑动破坏的能力的问题。设计一般要通过计算给出定量的评价。

计算之前，先要拟定计算剖面。后期坝坝坡凭经验假定；浸潤线位置由渗流分析确定；坝基土层的物理力学指标通过工程地质勘察确定；后期坝的物理力学指标可参照类似尾矿的指标确定，有条件者应在老尾矿坝上勘察确定。

计算时，假定多个滑动面，根据滑动体的受力状态，求出滑动力和抗滑力。用滑动力与滑动力之比值

作为抗滑稳定的安全系数。设计的作用就是要采取多种措施，确保最小的安全系数不小于设计规范的规定。

我国现行《选矿厂尾矿设施设计规范（ZBJ1-90）》规定：尾矿坝坝坡抗滑稳定最小安全系数不得小于表1-3的数值。

影响尾矿坝稳定性的因素很多。一般情况下，尾矿堆积的高度越高、下游坡坡度越陡、坝体内浸润线的位置越浅、库内的水位越高、坝基和坝体土料的抗剪强度越低，抗滑稳定的安全系数就越小；反之安全系数就越大。

表1-3 尾矿坝坝坡抗滑稳定最小安全系数值

运行情况	坝的级别			
	1	2	3	4～5
正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

注：表中“正常运行”是指尾矿库水位处于正常生产水位时的运行情况；“洪水运行”是指尾矿库水位处于最高洪水位时的运行情况；“特殊运行”是指尾矿库水位处于最高洪水位时，又遇到设计烈度的地震情况下运行。

2. 渗透稳定分析

尾矿水在坝体、坝肩和坝基土中受重力作用总是由高处向低处渗透流动，简称渗流。在库水位一定时，坝体横剖面上稳定渗流的自由水面线（或渗流顶面线）叫浸润线。由于渗流受到土粒的阻力，浸润线就产生水力坡降，称为渗透坡降，以 I_S 表示。渗透坡降越大，对土粒的压力就越大。使土体开始产生不允许的流土、管涌等变形的渗透坡降称为临界坡降，以 I_L 表示。尾矿坝渗流分析的任务之一是确定浸润线的位置，从而判断浸润线在坝体下游坡面逸出部位的渗透坡降是否超过临界坡降。渗透稳定的安全系数 K 由下式表示：

$K=I_L/I_S$ 1-3

现行尾矿设计规范中对 K 值尚无具体规定，一般可根据坝的级别将 K 值限制在 2~2.5 之间为宜。

由于尾矿坝是一个特别复杂的非均质体，目前尾矿坝渗流研究成果还难以准确确定浸润线的位置。因此，设计为安全计，对级别较高的尾矿坝结合抗滑稳定的需要，大多采取措施使浸润线不致在坡面逸出；

对级别较低的尾矿坝可在逸出部位采取贴坡反滤加以保护。

3. 液化稳定分析

所谓液化就是饱和砂土在振动作用下抗剪强度骤然下降为零而成为粘滞液体的现象。尾矿坝在大地震时可能发生液化，如果这种液化发生在坝体下游坡部位，则会引起边坡坍塌，危害甚大。即使不坍塌，其抗滑稳定安全系数也大大降低。

尾矿坝的抗震计算（即液化稳定分析）包括地震液化分析和稳定分析。我国现行《构筑物抗震设计规范》规定：地震设防烈度为 6 度地区的尾矿坝可不进行抗震计算，但应满足抗震构造和工程措施要求，具体构造和要求见规范；6 度和 7 度时，可采用上游式筑坝，经论证可行时，也可采用上游式筑坝工艺；8 度和 9 度时，宜采用中线式或下游式筑坝工艺。

三级及以下尾矿坝的液化分析可采用一维简化动力法计算；一级和二级尾矿坝，应采用二维时程法进行计算分析。尾矿坝的稳定分析可按圆弧滑动面的规定计算。尾矿坝的地震稳定性最小安全系数值应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 地震稳定性最小安全系数值

效应组合	坝的等级		
	二级	三级	四、五级
组合 I	1.15	1.10	1.05
组合 II	1.05	1.05	1.00

注：组合 I：自重作用效应、正常水位的渗透压力、地震作用效应和地震动引起的孔隙水压力；组合 II：自重作用效应、设计洪水位的渗透压力、地震作用效应和地震动引起的孔隙水压力。

三、尾矿库排洪系统

（一）排洪系统布置的原则

尾矿库设置排洪系统的作用有二：一是为了及时排除库内暴雨；二是兼作回收库内尾矿澄清水用。

对于一次建坝的尾矿库，可在坝顶一端的山坡上开挖溢洪道排洪。其形式与水库的溢洪道相类似。

对于非一次建坝的尾矿库，排洪系统应靠尾矿库一侧山坡进行布置。选线应力求短直；地基的工程地

质条件应尽量均匀，最好无断层、破碎带、滑坡带及软弱岩层。

尾矿库排洪系统布置的关键是进水构筑物的位置。我们知到：坝上排矿口的位置在使用过程中是不断改变的，进水构筑物与排矿口之间的距离应始终能满足安全排洪和尾矿水得以澄清的要求。也就是说，这个距离一般应不小于尾矿水最小澄清距离、调洪所需滩长和设计最小安全滩长（或最小安全超高所对应的滩长）三者之和。

当采用排水井作为进水构筑物时，为了适应排矿口位置的不断改变，往往需建多个井接替使用，相邻二井井筒有一定高度的重叠（一般为 0.5～1.0 米）。进水构筑物以下可采用排水涵管或排水隧洞的结构型式进行排水。

当采用排水斜槽方案排洪时，为了适应排矿口位置的不断改变，需根据地形条件和排洪量大小确定斜槽的断面和敷设坡度。

有时为了避免全部洪水流经尾矿库增大排水系统的规模，当尾矿库淹没范围以上具备较缓山坡地形时，可沿库周边开挖截洪沟或在库后部的山谷狭窄处设拦洪坝和溢洪道分流，以减小库区淹没范围内的排洪系统的规模。

排洪系统出水口以下用明渠与下游水系连通。

（二）排洪计算步骤简介

洪水计算的目的在于根据选定的排洪系统和布置，计算出不同库水位时的泄洪流量，以确定排洪构筑物的结构尺寸。

当尾矿库的调洪库容足够大，可以容纳得下一场暴雨的洪水总量时，问题就比较简单，先将洪水汇积后再慢慢排出，排水构筑物可做得较小，工程投资费用最低；当尾矿库没有足够的调洪库容时，问题就比较复杂。排水构筑物要做得较大，工程投资费用较高。一般情况下尾矿库都有一定的调洪库容，但不足以容纳全部洪水，在设计排水构筑物时要充分考虑利用这部分调洪库容来进行排洪计算，以便减小排水构筑物的尺寸，节省工程投资费用。

排洪计算的步骤一般如下：

（1）确定防洪标准。我国现行设计规范规定尾矿库的防洪标准按表 1-5 确定。当确定尾矿库等别的库容或坝高偏于下限，或尾矿库使用年限较短，或失事后危害较轻者，宜取重现期的下限；反之，宜取上限。

（2）洪水计算及调洪演算。确定防洪标准后，可从当地水文手册查得有关降雨量等水文参数，先求出尾矿库不同高程汇水面积的洪峰流量和洪水总量，这叫洪水计算。再根据尾矿沉积滩的坡度求出不同高程的调洪库容，这叫调洪演算。

表 1－5　尾矿库防洪标准

尾矿库等别		一	二	三	四	五
洪水重现期（a）	初期		100～200	50～100	30～50	20～30
	中后期	1000～2000	500～1000	200～500	100～200	50～100

注：初期指尾矿库启用后的头 3~5 年。

（3）排洪计算。根据洪水计算及调洪演算的结果，再进行库内水量平衡计算，就可求出经过调洪以后的洪峰流量。该流量即为尾矿库所需排洪流量。最后，设计者以尾矿库所需排洪流量作为依据，进行排洪构筑物的水力计算，以确定构筑物的净空断面尺寸。

（三）排洪构筑物的类型及其特点

尾矿库库内排洪构筑物通常由进水构筑物和输水构筑物两部分组成。尾矿坝下游坡面的洪水用排水沟排除。排洪构筑物型式的选择，应根据尾矿库排水量的大小、尾矿库地形、地质条件、使用要求以及施工条件等因素，经技术经济比较确定。

1. 进水构筑物

进水构筑物的基本型式有排水井、排水斜槽、溢洪道以及山坡截洪沟等。

排水井是最常用的进水构筑物。有窗口式、框架式、井圈叠装式和砌块式等型式，见图 1－15。

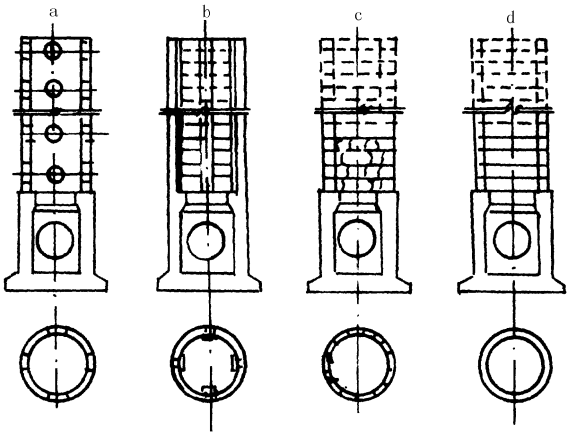


图 1－15　进水构筑物

a-窗口式；b-框架式；c-砌块式；d-叠圈式

窗口式排水井整体性好，堵孔简单。但进水量小，未能充分发挥井筒的作用。早期应用较多。框架式排水井由现浇梁柱构成框架，用预制薄拱板逐层加高。结构合理，进水量大，操作也较简便。从六十年代后期起，广泛采用。井圈叠装式和砌块式等型式排水井分别用预制拱板和预制砌块逐层加高。虽能充分发挥井筒的进水作用，但加高操作要求位置准确性较高，整体性差些，应用不多。

排水斜槽既是进水构筑物，又是输水构筑物。随着库水位的升高，进水口的位置不断向上移动。它没有复杂的排水井，但毕竟进水量小，一般在排洪量较小时经常采用。

洪道常用于一次性建库的排洪进水构筑物。为了尽量减小进水深度，往往作成宽浅式结构。

山坡截洪沟也是进水构筑物兼作输水构筑物。沿全部沟长均可进水。在较陡山坡处的截洪沟易遭暴雨冲毁，管理维护工作量大。

2. 输水构筑物

尾矿库输水构筑物的基本型式有排水管、隧洞、斜槽、山坡截洪沟等。

排水管是最常用的输水构筑物。一般埋设在库内最底部，荷载较大，一般采用钢筋混凝土管，如图 1－16 所示。斜槽的盖板采用钢筋混凝土板，槽身有钢筋混凝土和浆砌块石两种，如图 1－17 所示。钢筋混凝土管整体性好，承压能力高，适用于堆坝较高的尾矿库。但当净空尺寸较大时，造价偏高。浆砌块石管是用浆砌块石作为管底和侧壁，用钢筋混凝土板盖顶而成。整体性差，承压能力较低，适用于堆坝不高、排洪量不大的尾矿库。

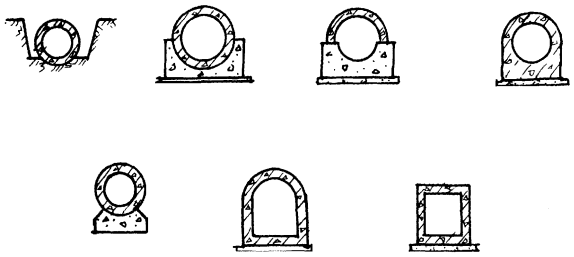


图 1－16　钢筋混凝土排水管

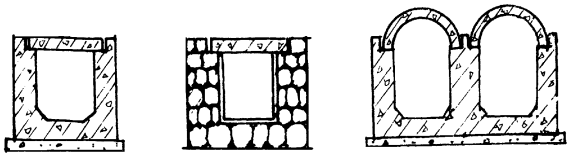


图 1－17　斜槽盖板

隧洞需由专门凿岩机械施工，故净空尺寸较大。它的结构稳定性好，是大、中型尾矿库常用的输水构筑物。因为当排洪量较大，且地质条件较好时，隧洞方案往往比较经济。

3. 坝坡排水沟

坝坡排水沟有两类：一类是沿山坡与坝坡结合部设置浆砌块石截水沟，以防止山坡暴雨汇流冲刷坝肩。另一类是在坝体下游坡面设置纵横排水沟，将坝面的雨水导流排出坝外，以免雨水滞留在坝面造成坝面拉沟，影响坝体的安全。

四、尾矿库设计的主要参数与安全要求

1. 设计基础资料的主要参数

（1）尾矿日产量、设计服务年限内的尾矿总量；

（2）尾矿颗粒分析及其加权平均粒径；

（3）尾矿浆的流量及其浓度；

（4）尾矿沉积滩的坡度；

（5）尾矿浆的最小澄清距离；

（6）尾矿库内平均堆积干密度；

（7）尾矿库地区的地震设防烈度及气象资料；

（8）尾矿库址工程水文地质条件。

以上各参数及资料是尾矿库设计必不可少的。一般应由企业提供，随着今后生产工艺的改进，若上述参数有变化，须及时将新的参数提供给设计部门，以便对原设计做必要的修改。

2. 设计成品的主要参数

（1）总库容及总坝高。

（2）各运行期尾矿库的等别（设计规范规定同一个尾矿库在运行期间，库容由小到大，坝高由矮到高，库的等别也可随之变化，这样可大大节省基建投资）。

（3）各运行期的防洪标准。

（4）初期坝坝型、坝高和上、下游坝坡。

（5）后期坝坝型、坝高和下游坝坡及堆坝逐年上升速度。

（6）坝体稳定安全系数。

（7）子坝堆筑方式。

（8）浸润线控制深度。

（9）尾矿库汇水面积。

（10）各运行期的所需调洪深度及所需排洪流量。

（11）设计洪水位时的最小安全超高和最小安全滩长（注意，这里不时指设计规范中的最小安全超高和最小安全滩长）。

（12）排洪构筑物的型式及尺寸。

一个完善的设计对以上主要参数不仅要求数据明确，而且都要有详细确切的论证。

3. 尾矿库设计的安全要求

如前所述，尾矿库实际上是一个处于高势能状态的泥石流源，尾矿库一旦失事，往往造成特大灾害。其安全故然有赖于勘察、设计、施工、监理和管理等多个部门的共同重视与配合，但设计属于核心和基础环节，作用更为突出和重要。因此，设计者应具有高度责任心和过硬的技能，才能胜任。

设计的安全要求是多方面的。除了要仔细研究勘察报告和基础资料外，在具体设计中主要体现在两个方面：一是要确保设计的尾矿坝具有足够的稳定性，各种运行状态稳定安全系数必须符合设计规范的规定；二是要使洪水位能控制在设计规范规定的范围内，确保防洪的安全。对施工质量和运行管理的具体技术参数要求，在设计文件中必须有明确的交代，以便施工和生产部门严格按设计要求进行管理。

第二章 尾矿库的安全生产管理

第一节 尾矿库安全管理的要求

一、尾矿库安全管理的重要性

尾矿库能否正常运行直接关系到尾矿库的安全。而尾矿库正常运行与尾矿库的正确使用、精心管理密切相关。曾有人对此总结为“三分设计，七分管理。”或“设计是基础，管理是关键。”都充分说明尾矿库生产管理的重要性。

尾矿库安全管理总的要求是：建立健全尾矿库生产管理机构，配备有资质的管理人员，制定具体可行、便于检查的规章制度，遵守国家有关法规，按照设计要求的运行参数，进行精心管理。2000 年 12 月 1 日国家经贸委第 20 号令《尾矿库安全管理规定》对尾矿库安全管理的要求作出了具体规定。在实际应用中必须认真遵照执行。

二、尾矿库安全管理机构及职责

《尾矿库安全管理规定》明确规定企业经营管理者是尾矿库安全生产第一责任人。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《尾矿库安全管理规定》中有关对企业的各种要求，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，保证必须的安全生产资金。

1. 企业尾矿库安全管理机构的职责

企业尾矿库安全管理机构的主要职责：

（1）贯彻执行国家有关尾矿库安全生产的方针、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的各项规章制度，并检查执行情况。

（4）编制各种灾害预案，并组织演练。

（5）负责技术资料的收集、整编、分析和保存，建立健全技术档案工作。

（6）按有关规定审批和报批尾矿库的设计、施工和检测项目。

（7）定期或不定期组织尾矿库的安全大检查，落实尾矿库安全隐患的治理工作。

（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安全生产监督管理部门报

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）组织尾矿库操作和安全管理人员的培训工作。

2. 尾矿车间、工段或班组的职责

大型尾矿库设置尾矿车间，中型尾矿库设置尾矿工段，小型尾矿库设置尾矿班组。它们都是尾矿设施安全生产操作的基层机构，主要职责如下：

（1）认真贯彻执行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的工作制度。

（3）编制年、季度作业计划和详细运行图表，统筹安排和实施尾矿输送、分级、排放、筑坝和排洪的管理工作。

（4）日常巡查和观测，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作出及时、全面的记录。

第二节 尾矿库后期坝筑坝的生产管理

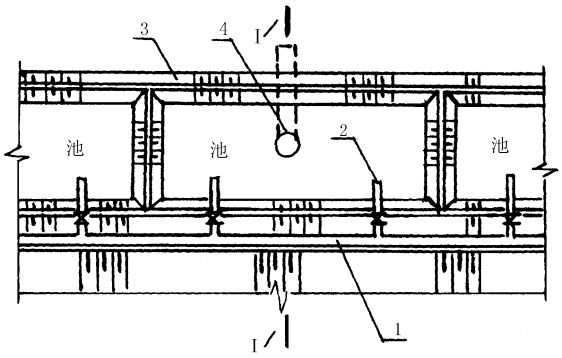
一、尾矿筑坝的基本要求

（1）尾矿筑坝一般先堆筑子坝，再通过排放尾矿，靠尾矿自然沉积形成尾矿坝的主体，子坝最后成为尾矿坝的下游坡面的一层坝壳。所以说尾矿筑坝应包含堆筑子坝和尾矿排放两部分操作，而且后者更为重要。

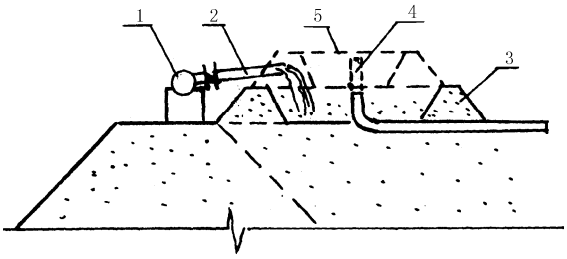
（2）每期堆坝作业之前必须严格按照设计的坝面坡度，结合本期子坝高度放出子坝坝基的轮廓线。筑成的子坝轮廓清楚，坡面平整，坝顶标高要一致。

（3）对岸坡进行清基处理。将草皮、树根、废石、废管件、管墩、坟墓及有关危及坝体安全的杂物等应全部清除。若遇有泉眼、水井、洞穴等，应进行妥善处理，作好隐蔽工程记录，经主管技术人员检验合格后，方可冲填筑坝。

（4）尾矿堆坝的稳定性取决于沉积尾砂的粒径粗细和密实程度。因此，必须从坝前排放尾矿，以使



平面图



I－I

粗粒尾矿沉积于坝前。子坝力求夯实或碾压。

（5）浸润线的高低也是影响尾矿堆坝稳定性的重要因素。坝前沉积大片矿泥会抬高浸润线。因此，在放矿过程中，应尽量避免大量矿泥分布于坝前。

二、尾矿子坝的堆筑与维护

1. 尾矿子坝的堆筑方法

子坝的堆筑方法主要有冲积法、池填法、渠槽法和旋流器法等。

（1）冲积法筑坝（图 2—1）。此法筑坝是采用机械或人工从库内沉积滩上取砂，分层压实，堆筑子坝。子坝不宜太高，一般以 1～3m 为宜。尾矿坝上升速度较快者可高些；尾矿坝上升速度较慢者可矮些。子坝顶宽一般为 1.5～3m，视放矿主管大小及行车需要而定。外坡坡比可用 1∶2，内坡坡比可用 1∶1.5。

该法筑坝速度快、密实度高，成本较低，操作较简单。国内采用此法筑坝比较普遍。

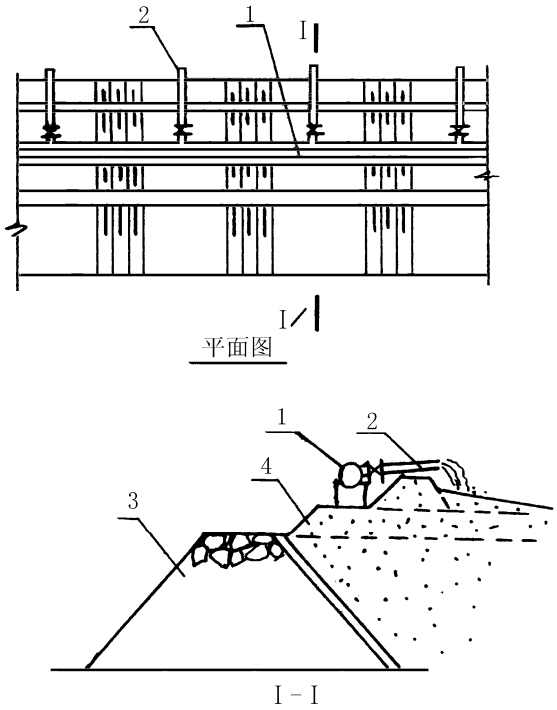


图 2－1 冲积法筑坝

（2）池填法筑坝（图 2—2）。此法筑坝是沿坝

长先用人工堆筑子堤（也称围埝），形成连续封闭的图 2－2 池填法筑坝

若干个矩形池子，池子宽度根据子坝高度确定，长度可取 20～40m，太长沉积的尾矿粗细不均。围埝高 0.5～1.0m，顶宽约 0.5m，坡比为 1∶1～1∶1.5。池子中部埋设溢流管，通向库内。溢流管可采用承插式的陶土管、砼予制管或钢管。立管进浆口可低于埝顶 0.2m 左右。

围埝筑成后，即可向池内排放尾矿浆，粗粒尾矿沉积于池内，细粒尾矿进入溢流管，流入库内。在放矿过程中，应有专人在池内控制尾矿沉积状态和调剂放矿流量，防止冲毁堤埂。

待尾矿沉满池顶并干到能站人以后，可再在其上继续构筑围埝，加高子坝。如果子坝较长时，围埝、放矿、干燥可交替进行。但整个坝体应均匀上升。

放矿形成的子坝外形为阶梯状，必须用人工修齐外坡，并填实溢流口。

此法在筑坝期间细粒矿泥容易沉积在子坝前。对坝体稳定不利。如果子坝太高，坝前沉积矿泥较厚，还会抬高浸润线。所以子坝高度以不大于 2m 为宜。但此法毕竟操作较简单，成本低。所以国内采用者也较多。

（3）渠槽法筑坝。此法是沿坝长方向类似池填法先用人工筑成两道平行的子堤，形成一条较长的渠槽，从槽一端排放尾矿，尾矿在流动中沉积于渠内，细粒尾矿和水从槽的另一端流入库内，沉满以后，加

高子堤继续排矿，逐层冲积最终形成子坝。子堤大小与池填法的围埝相同。槽宽根据所筑子坝外形确定。

只筑一条渠槽者，称单槽法；有的坝需筑多条平行的渠槽冲填者，称多槽法。它可用于需较快加高或加宽子坝，以满足洪水位时的干滩长度的需要，也可起到增加调洪库容的作用。但筑堤工作量较大。

该法成本低，操作简单。但槽内沉积的尾矿一端粗，一端细，不均匀。密实度也不如压实的效果好。

（4）水力旋流器法筑坝（图 2—3）。此法是利用水力旋流器将矿浆进行分级，由沉砂嘴排出的高浓度粗粒尾矿用于筑坝；由溢流口排出的低浓度细粒尾矿浆用橡胶软管引入库内。排矿流量较小者，可沿坝顶每隔一定间距设置支架，在架顶安设旋流器；排矿流量较大者，须在坝顶铺设轨道，由安装有旋流器组的移动车排矿筑坝。由于堆积的尾矿不成坝形，需用人工或机械修整。生产管理的任务就是要调整给矿压力和排矿口的大小，使沉砂流量、排矿浓度和分级粒度符合设计要求。

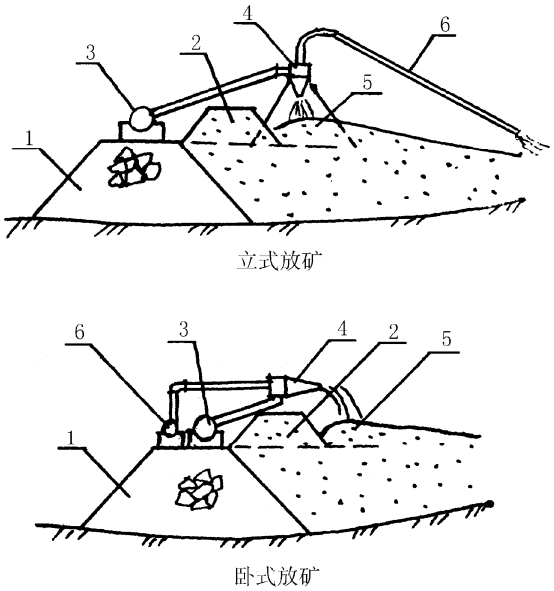


图 2－3 水力旋流器法筑坝

中线式和下游式尾矿坝普遍采用此法。上游式尾矿坝只有原尾矿颗粒较细者才采用水力旋流器进行分级筑坝。该法堆筑的子坝质量好，物理力学强度高。但筑坝工艺较复杂，成本较高，管理比较复杂。

2. 尾矿子坝的维护

（1）子坝若是分层筑成的，外坡的台阶应修整拍平。

（2）在坝顶和坝坡应覆盖护坡土（铺土厚度以 300～500 毫米为宜），种植草皮，防止坝面尾砂被大风吹走。

（3）坝肩和坝坡面需建纵横排水沟，并应经常疏浚，保证水流畅通，以防止雨水冲刷坝坡。对降雨

或漏矿造成的坝坡面冲沟，应及时回填并夯实。

（4）子坝筑好后，应及时移动安装尾矿输送管，架设照明线路，尽早放矿，保护坝趾。

（5）新筑的子坝坝体的密实度较差，须勤调放矿地点，杜绝尾矿回流掏刷坝趾。

（6）由于放矿管、三通、阀门均属易磨损件，一旦漏矿，应及时处理。否则，会冲坏子坝。

三、尾矿排放的操作管理

（1）放矿时应有专人管理，做到勤巡视、勤记录和勤汇报，不得离岗。

（2）在排放尾矿作业时，应根据排放的尾矿量，开启足够的放矿支管根数，使尾矿均匀沉积。

（3）经常调整放矿地点，使滩面沿着平行坝轴线方向均匀整齐，应避免出现侧坡、扇形坡等起伏不平现象，以确保库区所有堆坝区的滩面应均匀上升。

（4）严禁独头放矿。因独头放矿会造成坝前尾矿沉积粗细不均，细粒尾矿在坝前大量集中，对坝体稳定不利。

（5）严禁出现矿浆冲刷子坝内坡的现象。

（6）除一次建坝的尾矿库外，严禁在非堆坝区放矿。因为它既对坝体稳定不利，又减少了必要的调洪库容。

（7）对于有副坝且需在副坝上进行尾矿堆坝的尾矿库，应于适当时机提前在副坝上放矿，为尾矿堆坝创造有利的坝基条件。

（8）放矿主管一旦出现漏矿，极易冲毁坝体。发现此情，应立即汇报车间调度，停止运行，及时处理。特别是在沉积滩顶接近坝顶又未堆筑子坝时，是矿浆漫顶事故的多发期。在此期间放矿尤须勤巡查、勤调换放矿点，谨防矿浆漫顶。

（9）对处于备用的管道，应将其矿浆放尽。以免剩余矿浆冻裂管道和沉积尾砂堵塞管道。

（10）多开启几个调节阀门可减小矿浆在支管内的过流速度，从而减小其磨损；阀门的开启和关闭应快速制动，且应开启到位或完全关闭，以减轻其磨损。

（11）阀门在（我国的北方地区）严寒的环境下极易冻裂。因此，在冬季应采取措施予以保护。一般情况下可采用草绳或麻绳多层缠绕，或用电热带缠绕保温，也可根据当地的最大冻层厚度，用尾砂覆盖阀门体等措施加以保护。

（12）尾矿排放是露天作业，受自然因素影响很大。在强风天气放矿时，应尽量使矿浆至溢水塔的流

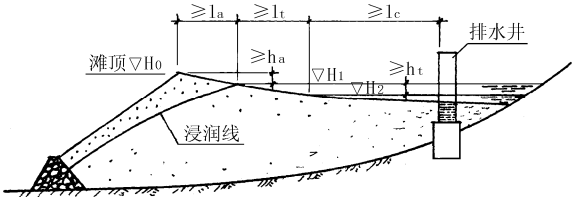
径最长且在顺风的排放点排放。若流径短，矿浆在沉淀区域的澄清时间缩短，回水水质降低。如果逆风放矿，矿浆被强风卷起冲刷子坝内坡，同时使输送尾矿管道悬空，可能产生意外事故。

（13）放矿支管的支架变形或折断，会造成放矿支管、调节阀门、三通和放矿主管之间漏矿，从而冲刷坝体。因此，如支架松动、悬空或折断，应及时处理修复。

（14）在冰冻期一般采用库内冰下集中放矿，以免在尾矿沉积滩内（特别是边棱体）有冰夹层或尾矿冰冻层存在而影响坝体强度。

第三节 尾矿库防洪管理

一、尾矿库防洪管理的基本要求



尾矿库防洪的含义绝对不应简单地理解为仅仅防止洪水漫顶垮坝。第一章介绍过：通过确定尾矿库防洪标准、洪水计算、调洪演算和水力计算等步骤设计的排洪构筑物，应能确保设计频率的最高洪水位时的干滩长不得小于设计规定的最小安全滩长;同时安全超高也不得小于设计规定的最小安全超高。为此，生产管理必须按下列要求严格控制和执行：

（1）库内应在适当地点设置可靠、醒目的水位观测标尺，并妥善保护。

（2）水边线应与坝顶轴线基本平行。

（3）防洪库水位应按图 2-4 所示的要求进行控制。图中设计规定的最小安全滩长 l_a、最小安全超高 h_a、所需调洪水深 h_t 对应的调洪滩长 l_t 是确保坝体安全的要求；最小澄清距离 h_c 是确保回水水质能满足正常生产的要求。

图 2-4　防洪库水位要求

（4）在全面满足设计规定的最小安全滩长、最小安全超高、所需调洪水深对应的调洪滩长和最小澄清距离要求的情况下，有条件的尾矿库，干滩长度越长越好。

（5）对于某些不能全面满足上述要求的尾矿库，在非雨季经设计论证允许，可适当抬高水位以满足澄清距离的要求。但在防汛期间必修降低水位以满足确保坝体安全的要求。紧急情况下，即使排泥，也得保坝。

（6）严禁在非尾矿堆坝区排放尾矿，以防占用了必要的调洪库容。

（7）未经技术论证和上级主管技术部门的批准，严禁用子坝抗洪挡水。更不得在尾矿堆坝上设置溢洪口。

（8）应随时搜集气象予报，了解汛期水情。

（9）应准备好必要的抢险、交通、通讯供电和照明器材和设备，及时维修上坝公路，以便防洪抢险。

（10）汛前应加强值班和巡逻，设警报信号，并组织好抢险队伍，与地方政府有管部门一起制顶下游

居民撤离险区方案及实施办法。

二、尾矿库排洪设施的管理

（1）尾矿坝下游坡面上的排水沟除了要经常疏通外，还要将坝面积水坑填平，让雨水顺利流入排水沟。

（2）应确保排洪构筑物畅通无阻。特别是有截洪沟的尾矿库，必须经常将沟内杂物清除干净。并将薄弱沟段进行加固处理。

（3）洪水过后，应对排洪构筑物进行全面认真的检查和清理。若发现有隐患应及时修复，以防暴雨接踵而来。

（4）库内排水井的封堵应确保不漏砂。

（5）框架式排水井的拱板不得有裂纹和缺稜掉角现象。加盖拱板时必须在两个端面与立柱之间用高标号水泥砂浆填实，使其紧密接合。

第四节 尾矿库的安全检查

由于尾矿库的特殊性和复杂性，为确保其安全运行，必须通过定期或不定期的检查。

尾矿库的日常安全检查一般由基层管理机构负责。重要的检查如：汛期、暴雨后、地震后等均应由企业安全管理部门负责组织与基层共同进行。

一、尾矿库防洪能力检查

一个完善的设计文件必须给出尾矿库在各运行期的设计洪水位时的允许最小干滩长度、允许最小安全超高以及所需的调洪水深（又称调洪高度）。当调洪段干滩坡度较陡者，设计只需给出最小干滩长；而干滩坡度较缓者，设计只需给出最小安全超高。

防洪安全监测应以设计所给出的上述参数为依据来判断防洪安全与否。具体步骤如下：

（1）测量尾矿库滩顶标高（测量误差小于 20 毫米）。

沿尾矿坝长度方向（平行于坝轴线方向）每 100 米布点测量，取各测点中最低点的标高作为尾矿库滩顶标高，记作 H_A。

（2）确定设计洪水位允许达到的标高。当设计文件只给出最小干滩长度 L_{min} 时，则从最低滩顶处沿垂直于坝长（或坝轴线）方向向库内量取 L_{min}，以此点作为设计洪水位到达点的标高，记作 H_1。

当设计文件只给出最小安全超高 h_{min} 时，则从最低滩顶处垂直坝长（或坝轴线）方向向库内找到标高为（H_A-h_{min}）的点，此点标高记作 H_2。

当设计文件同时给出最小安全滩长和最小安全超高时，则需用上法找出 H_1 和 H_2，取其中小者作为洪水位允许到达点，此点的标高可记作为 H_C。

（3）计算实际调洪水深 h。

设库水位为 Hs。

当设计文件仅给出最小安全滩长时，实际调洪水深 h 可按下列公式计算：

$h=H_1-Hs$　　1-4

当设计文件仅给出最小安全超高时，实际调洪水深 h 可按下列公式计算：

$h=H_2-Hs$　　1-5

当设计文件同时给出最小安全滩长和最小安全超高时，实际调洪水深 h 可按下列公式计算：

$h=Hc-Hs$　　1-6

（4）判断防洪能力。

以[h]表示设计文件中的所需调洪水深。

当 $h\geqslant[h]$ 时，防洪能力满足设计要求，是安全的；

当 $h<[h]$ 时，防洪能力不能满足设计要求，则不安全。

注意：设计文件所给出允许最小安全滩长和允许最小安全超高是抗滑稳定分析确定的。有可能大于《选矿厂尾矿设施设计规范》中所规定的最小安全滩长和最小安全超高值，所以不宜直接用设计规范的最小值作为判断防洪的依据。

二、尾矿坝安全检查

（1）选取尾矿坝外坡最陡的坝段进行实测。外坡坡比一般不宜陡于设计值。如局部坝段略陡，也不应陡于设计值的 5%，且应尽快调整，使平均坡比符合设计值。

（2）选取最大坝高或尾矿沉积状态不良的坝段，检测位移。如累计水平位移较大或有突变情况时，应及时分析，查明原因，妥善处理，并加强观测。

（3）检查坝体有无纵、横裂缝。若有裂缝，应查明裂缝的长度、宽度、深度、走向、形态和成因，须及时进行治理。

（4）检查坝体有无局部滑坡、渗漏现象。若有，应记录位置、范围，查明原因。及时处理，防止事态的扩大。

（5）若设计对浸润线深度有限制，则应实测浸润线的深度，如浸润线的埋深不能满足设计要求时，应尽快采取措施进行治理。

第三章 尾矿库病害的产生因素及防治措施

第一节 尾矿库病害的产生因素

尾矿库从勘察、设计、施工到使用的全过程中，任何一个环节有毛病，都可能导致尾矿库不能正常使用。其中由于生产管理不善、操作不当或外界环境因素干扰所造成的病害比较容易检查发现；而勘察、设计、施工或其它原因造成隐患，在使用初期不易显现出来，这些常被人忽视的隐患往往属于很难补救和治理的病害。

1. 勘察因素造成的病害

对库区、坝基、排洪管线等处的不良地质条件未能查明，就可能造成库内滑坡、坝体变形、坝基渗漏、排洪涵管断裂、排水井倒塌等病毒。

对尾矿堆坝坝体及沉积滩的勘察质量低劣，则导致稳定分析、排洪验算等结论的不可靠。

2. 设计因素造成的病害

设计质量低劣表现在基础资料不确切、设计方案及计术论证方法不当、不遵循设计规范、对库水位及浸润线深度的控制要求不明确，或要求不切实际等方面。尽管目前设计单位资质齐全，但上述因素造成尾矿库带病运行的现象屡见不鲜。由此造成的隐患大多为坝体在中后期稳定性和防洪能力不能满足设计规范的要求。其次，排水构筑物出现断裂、气蚀、倒塌等病害也可能是由于设计人员素质不高或经验不足所造成。

3. 施工因素造成的病害

初期坝施工中清基不彻底、坝体密实度不均、坝料不符要求、反滤层铺设不当等，会造成坝体沉降不均、坝基或坝体漏矿、后期坝局部塌陷；排洪构筑物有蜂窝、麻面或强度不达标，当上负荷载逐渐增大时，会造成掉块、漏筋、断裂，甚至倒塌等病害。

4. 操作管理不当造成的病害

在长期生产过程中，由于操作不当造成的常见病害和隐患如下：

（1）放矿支管开启太少，造成沉积滩坡度过缓，导致调洪库容不足；

（2）未能均匀放矿，沉积滩此起彼伏，造成局部坝段干滩过短；

（3）长期独头放矿，致使矿浆顺坝流淌，冲刷子坝坡脚，且易造成细粒尾矿在坝前大量聚积，严重影响坝体稳定；

（4）长时间不调换放矿点，造成个别放矿点的矿浆外溢，冲刷坝体；

（5）巡查不及时，放矿管件漏矿冲刷坝体；

（6）坝面维护不善，大雨冲刷拉沟，严重时会造成局部坝段滑坡；

（7）每级子坝高度太高，致使坝前沉积厚层抗剪强度很低，渗透性极差的矿泥，抬高了浸润线，对坝体稳定十分不利；

（8）片面追求回水水质而抬高库水位，造成调洪库容不足；

（9）长期对排洪构筑物不进行检查、维修，致使堵塞、露筋、塌陷等隐患未能及时发现。

由于管理不当造成的问题主要表现在未能有效地对勘察、设计、施工和操作进行必要的审查和监督；对设计意图不甚了解，片面追求经济效益，未按设计要求指导生产；对防洪、防震问题抱有侥幸心理；明知有隐患，不能及时采取措施消除；未经原设计同意，擅自修改设计等。

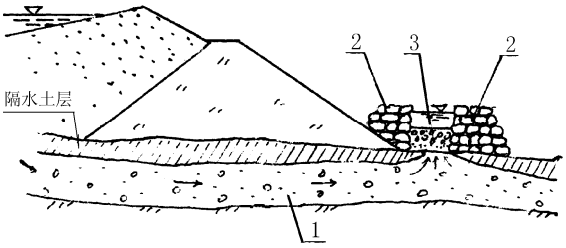
5. 其它因素造成的病害

（1）暴雨、地震之后可能对坝体、排洪构筑物造成病害；

（2）由于矿石性质或选矿工艺流程变更，引起尾矿性质（粒度组成、颗粒比重、矿浆浓度等）的改变，而这种改变如果对坝体稳定和防洪不利时，自然成为隐患；

（3）因工农关系未协调好而产生的干扰常常造成尾矿库隐患。如农民在库区上游甚至于在库区以内乱采滥挖等。

第二节 尾矿库常见病害的防治措施



搞清了尾矿库产生病害的主要因素，只要认真消除上述种种因素是防止产生病害的最为有效的措施。下面介绍几种现有尾矿库常见病害的治理措施。

1. 尾矿坝漏砂的治理措施

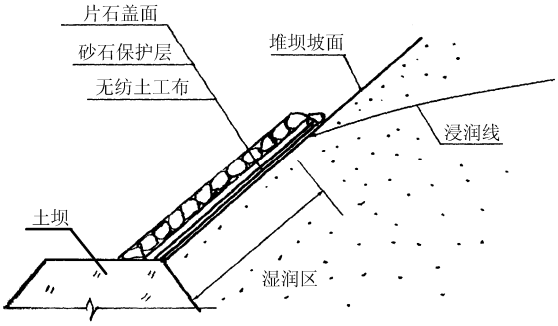
新建的尾矿坝在使用的初期，往往会在初期坝脚附近泄漏尾砂；有的漏砂由排水涵洞口随回水流走。时间一长，将导致后期坝的外坡面或在沉积滩面出现大大小小的塌陷坑洞，严重威胁坝体安全。治理前要分析漏砂原因。一般可分成下列几种情况：

（1）因初期坝内坡面与坝基接触部位处理不严造成漏砂；

（2）由于初期坝内坡面的反滤层受到破坏而引起漏砂；

（3）由于坝基土产生渗透破坏而漏砂；

（4）由于浆砌石涵洞不密实或砼涵管产生裂缝而漏砂。



对于上述四种情况，当矿浆淹没漏砂点不久就出现时，应暂停排矿，找出漏砂点仔细处理好即可；当坝坡或沉积滩面出现塌陷时，可用土工布袋装粗砂和碎石混合料堆放在塌坑内，自行下沉，最终自然堵塞漏矿点。

对于第（4）种情况，如果漏砂量较大，上述简易方法无效时，可采取以下措施：

①反滤井法。漏砂面积较小者，在漏砂沙环的外围，用土（砂）袋围一个井，然后用级配符合一定要求的滤料（粗砂、砾石、碎石）分层铺压。滤料最好要清洗，不含杂质。也可用土工布或铜纱网代替砂石反滤层，上部覆盖砾石或碎石，围井内的水用导水管将水导出，如图 3－1 所示。

②蓄水减渗法。当漏砂面积较大，地形适合而附近又有土料时，可在其周围堆筑土埂以形成水池，蓄

存渗水。利用池内的水头减少内外的水头压差，控制漏砂的发展。

图 3－1 反滤井法治理漏砂

2. 浸润线过高的治理措施

尾矿堆坝浸润线位置的高低是影响坝体渗透稳定和抗滑稳定的最为重要的因素之一。对于较矮的低等级尾矿坝，只要抗滑稳定满足安全要求，通常允许浸润线从坝坡溢出。但应在其溢出范围内用贴坡反滤层加以覆盖处理，如图 3－2 所示。其原理是让渗透水顺利流到坝外，而坝体的土粒受到反滤层的保护。否则，溢出点的渗透坡降较陡时，坝坡就会发生流土、管涌，甚至滑坡、垮坝。这种办法不能降低浸润线，但施工简单，费用低。

图 3－2 贴坡反滤层处理图

对于较高等级的尾矿坝，一般不允许浸润线从坝坡溢出。特别是在地震区的尾矿坝，浸润线的深度要求达到 6～8m 以下。为此，国内矿山曾采取过下列措施（简称降水措施）来降低浸润线。

（1）予埋盲沟排渗法。在沉积干滩上垂直于坝长方向每隔 30～50m 敷设一道横向盲沟。再在平行于坝长方向敷设一道纵向盲沟，与各条横沟连通。在纵沟上每隔 50～80m 联接一根导水管，通到坝坡以外。横向盲沟汇集的渗水先进入纵向盲沟，再与纵向盲沟汇集的渗水一起进入导水沟，排向坝外。盲沟的坡度及尺寸根据排水量确定，沟内的滤料应选用有一定级配比例的砂石，上部覆盖尾砂即成，如图 3－3。当堆坝长度太长，盲沟数量太多时，也可用预制好的钢筋笼架外包无纺土工布代替盲沟，施工简单些。近几年来，有采用各种软式透水管取代传统盲沟者，施工更加方便，只是造价高些。

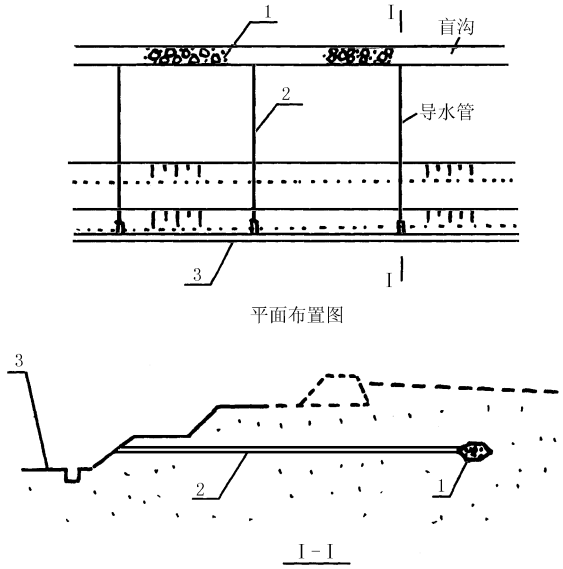


图 3－3 予埋盲沟排渗法

为了充分发挥盲沟的作用，可在盲沟的上部均匀布设一些盲井，随着坝体的升高可继续向上延伸，形成三维排渗系统，效果更好。

上述措施是在堆坝期间由人工敷设的，造价较低，施工简单。所以一直普遍采用。但盲沟的反滤层选料不当或盲沟纵坡控制不严，排渗效果会大受影响。

（2）轻型井点管抽水排渗法。该法先使用钻机在子坝顶部平台竖直向下敷设井点管（下端带有针状过滤器的钢管），各井点管的上端用胶管与地表敷设的水平总管连接，总管一端封闭，另一端引入地表泵房，接在泵（真空泵或射流泵）的进水口上。由泵造成负压（真空），通过总管和井点管传到埋入地层的过滤器，在其周围形成负压带，则尾矿渗水在重力作用下沿负压合力的矢量方向流向过滤器，进入井点管和总管，由泵的出水口排到坝外，如图 3－4 所示，从而达到降低浸润线的目的。

3. 水平滤管-塑料插板联合排渗法

该法是在尾矿坝外坡上采用水平钻机按照一定仰角向坝内钻孔，同步跟进套管。套管到位后，拔出钻杆，洗净孔内的残沙，将预先制作好的滤管用钻机推进孔内，最后拔出套管，坝内渗水立刻由滤管流出，如图 3－5 所示。因为滤管仰角很小，一般为 1～3°，就简称为水平滤管。施工时应特别注意钻孔的角度，严禁钻成俯角，否则水不能流出孔外；同时在推送滤管时，严禁将土工布磨损，否则产生漏砂现象，造成隐患。

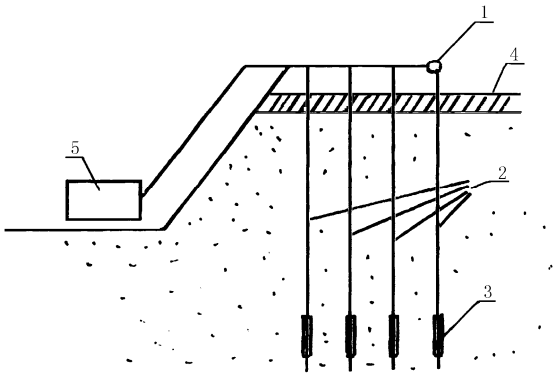


图 3－4　轻型井点管抽水排渗法

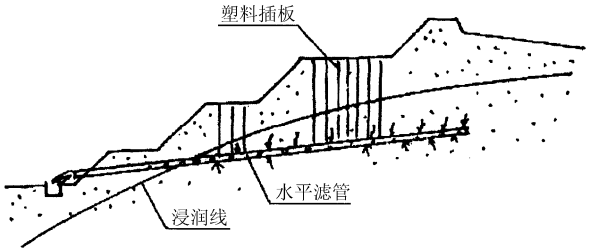


图 3－5　水平滤管-塑料插板联合排渗法

滤管的间距、长度、直径、开孔率等参数应根据浸润线的现状和降深的要求确定。滤管的外包滤布一般采用无纺土工布；管材根据承受压力的大小，可选择普通硬质塑料管、增强塑料管或钢管。钢管强度高，但易结垢和腐蚀，采用较少。

大量勘察资料表明：尾矿沉积体内都或多或少地会有细泥夹层，特别是一些较厚的矿泥层严重阻碍了水的垂直下渗，导致浸润线升高。为此，可在敷设了水平滤管的上部坝面上垂直插入塑料排水板，将各细泥夹层上部的积水导入排水板，使其富集到水平滤管附近，通过滤管排出坝外。

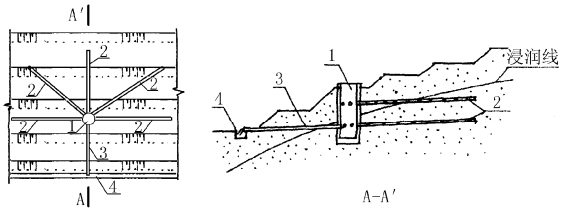
该法施工手段虽比予埋法复杂些，但收效快，效果好，不耗电、属自流，不易损坏、平时不需管理。目前受各种条件所限，滤管长度多为 50～80m 左右，因此浸润线降低深度一般为 5～8m。这基本上能满足了绝大多数尾矿坝的稳定和抗震的构造要求。该项技术自 1989 年在南京九华山铜矿的尾矿坝问世以来，已得到广泛应用，技术上也在大力发展。

4、沉井辐射水平滤管排渗法

在坝坡或沉积滩面的适当位置先施工予定深度的钢筋砼竖井，在井内用小型水平钻机敷设水平滤管，如图 3－6 所示。由图可知，只要竖井有多深，水平滤管就相应可随之降深，按道理浸润线也应随之降低。必要时，还可采用分层敷设水平滤管，以求更佳效果。

此法的优点与地表水平滤管排渗法相类似，且浸润线的深度有可能降得更低些。但其水平滤管均以辐射井为中心，向外辐射，井壁附近的滤管分布嫌密，未能得到充分利用。另外，施工难度较大，在软弱的地层上沉井较困难，工程费用高，竖井深度越深，费用越高。

目前，实践表明要想使用少量辐射井将浸润线降到 8m 以下，甚至更深的程度，是非常困难的。或者说，工程和费用将需要很大。



1-沉井； 2-水平滤管； 3-导水管； 4-排水沟

图 3－6 沉井辐射水平滤管排渗法

第四章 尾矿库典型事故实例及教训

尾矿库重大事故的诱发因素比较容易分辩，但导致事故发生，都有着多种原因，而且往往互为因果。因而事故的教训也是多方面的。勘察、设计、施工、生产管理以及政府有关部门都能从下面几个典型事故实例中汲取到有益的教训。

第一节 火谷都尾矿库溃坝事故及教训

（一） 事故概况

火谷都尾矿库当时存放新冠选矿厂的尾矿，属砂锡矿的尾矿，平均粒径约为 0.022mm，-0.019mm 的占 74.44%，由于颗粒太细，设计采用一次建坝，分期施工的方案。图 4－1 为原设计的尾矿坝示意图。总坝高为 35m，总库容为 1270 万 m^3。该库 1957 年 7 月开始施工，1958 年 8 月投入使用，1962 年 9 月 26 日发生垮坝事故。垮坝前尾矿坝的实际断面如图 4－2 所示。当时总坝高为 29m，储存的总尾矿量为 814.3 万 t。

1962 年 9 月 20 日发现坝的南端和中部坝顶各有 2～3mm 的裂缝两条，长度约 12m，在迎水坡上距坝顶约 0.8m 处也发现一条同样裂缝。

事故前三天降了中雨，降雨量共 28.8mm，库水位上升较快，9 月 25 日库水位达 1641.66m，是投产以来的最高水位，下午 6 点查看未发现任何变化。

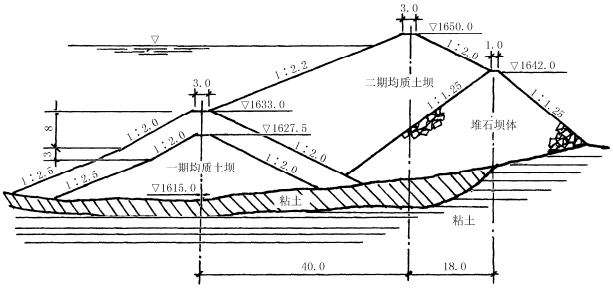


图 4－1 火谷都尾矿库原设计示意图

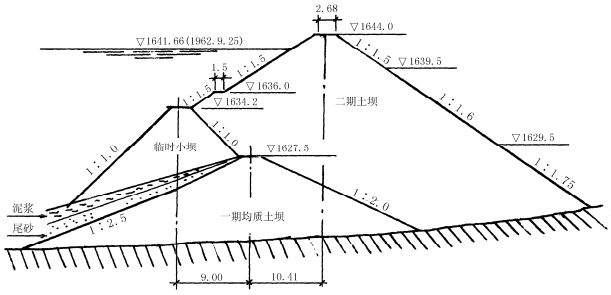


图 4－2　垮坝前尾矿坝实际断面图

事故发生在 9 月产 26 日凌晨 2 点半到 3 点之间。坝顶中部决口，上宽 113m，下宽 45m，深约 14m，共涌出尾矿浆 368 万 m^3。库水位由 1641.66m 降至 1633m。由于涌量大，冲力猛。冲毁及淹没的田地 8112 亩，损失粮食 675t；冲毁房屋 575 间；伤亡 263 人，其中死亡 171 人；此外，冲刷、淤塞河道 1700m，另有 3800m 沟渠受到局部破坏；损坏公路路基 180m，淹没公路路面 4500m；受输电线路和提水泵站严重损坏的影响，大量厂矿停产 10 天；再加上新冠选厂无尾矿库而长期停产和被淹农田几年内都种不出好庄稼，总的损失相当惨重。

（二）事故原因

（1）第二期坝的修改，未作稳定验算，坝坡太陡，坝体断面单薄；上坝土料含水率和压实干容重都未明确，每层铺土过厚，土料不均。以至坝的碾压质量不好；坝体多次分期加高，较大的结合面有六处，小的接缝更多，且都未按规范要求处理；构筑时，又是边施工、边生产，蓄水放矿同时进行，坝身土壤不能很好固结；其上游坡又压在质量很差的临时小坝上；由此可知，该坝质量很差，容易产生变形和位移，坝体的整体性和稳定性都深受影响。

（2）当时作为维持生产的临时小坝基础座落在尾矿砂和矿泥层上，本身就不稳定；其下游坡没有很好压实，有一段含水饱和无法碾压；1960 年抢险时投入的树木、支架、草席和施工生产留下的石墩钢轨等也没有清除；而二期坝又压在上面，增加小坝变形和下滑的危险。

（3）在第二期坝设计时，原考虑在上游坡利用尾矿堆积，使之对土坝起保护作用，但在使用过程中，由于没有及时在坝前放矿，以至清水逼近坝前。水浪对上游坡不断冲刷浸蚀，加之坝身断面本来就比较单薄，更降低了坝的稳定性。

（4）在尾矿设施的运行管理上，缺少严格的防护、维修、观测、记录制度。运行过程中对尾矿砂的堆积情况研究不够。

（三）经验教训

（1）尾矿处理是冶金工业生产的一个重要环节，无论在企业投资安排、劳动力安排、经营管理，都应把尾矿处理放在重要地位，做到首尾兼顾。

（2）尾矿设施的建设安排必须根据矿山生产服务年限作出长远规划。一项尾矿设施工程建设周期长，必须提前几年建设才能保证生产，不能临渴挖井或采取填填补补的临时措施。

（3）尾矿库建设必须严格按基本建设程序办事。切忌边设计、边施工、边生产。

（4）无论设计、施工和生产管理都要认真贯彻落实技术责任制。设计应严格执行规范，施工要确保质量，生产管理要配备足够的技术力量和维护人员，经常观测检查，重要的尾矿坝应作为要害设施，日夜巡逻。

（5）对细粒级量大的尾矿来说，必须坚持从坝前均匀分散放矿，使粗粒尾矿压在坝内坡，把细粒泥浆和清水赶到尾矿池中间或末端去。

（6）要充分认识尾矿设施在选矿厂的重要地位。尾矿设施直接关系到选矿厂的正常生产、经济效益、矿产资源保存和环境保护，特别是下游人民生命财产的安全。尾矿库的建设必须安全可靠，万无一失。

“设计是基础，管理是关键。”对尾矿库的复杂性一定要有充分认识，必须建立一套科学管理的规章制度，并严格贯彻执行，及时发现和消除隐患，方能确保尾矿库的安全。

第二节 牛角垅尾矿库溃坝事故及教训

（一）事故概况

该库于 1971 年 1 月建成投产。初期坝采用有粘土防渗斜墙的干砌石坝，属不透水坝，初期坝高为 16m；该矿尾矿平均粒径为 0.08mm，后期坝为尾矿堆坝，设计堆高 41.5m，总库容 215 万 m^3，有效

库容为 150 万 m^3，等级为 3 级。垮坝前已堆尾矿量 110 万 m^3（约 150 万吨）。库区汇水面积为 $3km^2$，调洪高度 1.6m。尾矿水所需澄清距离为 60m。排水沟及坝底涵洞全长 570m，断面为 1.2m×1.9m。1979 年该涵洞压裂漏砂，后用钢材支护，水泥喷抹处理。尾矿库尾端建有一截洪沟，长 222.7m，断面为 4m×2.9m。

1985 年 8 月 24～25 日连降暴雨，25 日临晨 3 点 40 分左右，山洪暴发，坡陡水急，洪水夹带大量泥砂石、杂草，排洪涵洞和截洪沟已无法承担，洪水直接冲入尾矿库，加之离尾矿坝基 100m 处发生 1#和 2#泥石流直冲库内，见图 4－3。仅几分钟，洪水漫顶冲垮牛角垅尾矿库。事后测算，库内尾矿约被冲走 110 万吨左右。

损失情况在矿区内：冲毁房屋 39 栋，造成危房 22 栋，还淹没房屋 27 栋；造成矿区内 49 人死亡；冲毁设备 25 台，冲走钢材 200 多吨，水泥 1200 多吨，各种原材料 84.7 万元；冲毁输电线路 3.5km，通讯线路 4.38km，矿区自备公路 4.3km，国家公路 3km，冲毁桥梁 3 座，致使通讯、供电、交通全部中断。矿区直接经济损失 1300 万元；在下游地区：倒塌部分大型临时工程，一些房屋进水，污染东河两岸农田 15454 亩、生活水井 29 个；还造成东河河堤决口 39 处，冲垮拦河坝 17 座、涵洞 15 个、渠道 11 条，河床淤塞泥石量达 201 万 m^3，水系污染相当严重。

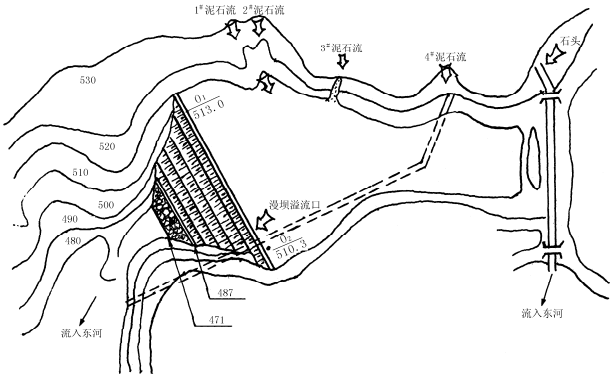
图 4－3　牛角垅尾矿库溃坝示意图

（二）事故原因

（1）经多方面综合分析及现场勘察，认定为不可抗拒的自然灾害冲垮了尾矿坝。

（2）设计时收集的日最大降雨量为 180mm，设计考虑的最大日降雨量为 195mm，而实际达 429.6mm，因此排洪设施无法满足要求。

（三）经验教训



（1）设计前的汇水面积、降雨量、降雨频率、排洪能力大小等主要因素应反复调查论证，切不可马虎。

（2）山谷型尾矿库的排洪系统要建立防堵塞措施，还要解决泥石流对尾矿库侵害的可行措施。

（3）尾矿库的汇水面积不能只计算地表面积，还应考虑地下水的流量。

（4）尾矿库的供电及通讯线路要选择可靠的线路，绝不能从坝基向上输送。

（5）值班室不能建在坝下，要建在安全可靠的地点；坝下游已建好的生活、生产设施应组织撤退演习，要有明确的撤退通道。

（6）尾矿库绝对禁止超期服役。

第三节 金山尾矿库溃坝事故及教训

（一）事故概况

金山尾矿库原设计的初期坝址位于金山坳公路北侧，库区纵深长度为 338m，尾矿坝总高为 30m，汇水面积为 0.25km^2，总库容为 240 万 m^3，服务年限为 15 年。1970 年 5 月省主管领导现场决定，将原设计的初期坝坝址向库内移动 188m，库区纵深长度减为 150m，汇水面积为 0.20km^2，库容按堆至 50m 标高计只有 103 万 m^3，服务年限只有 5 年。初期坝为不透水的均质土坝，坝高约 6m。1980 年尾矿库正式投入使用。

由于坝址内移，造成库内纵深长度只有 150m，使用时若要保证原设计尾矿库干滩长度达到 70m 的要求尾矿坝，就不能满足必要的尾矿水澄清距离。尾矿颗粒中小于 0.019mm 的含量达 33.16％，为了改善库内溢流水的水质，尾矿库经常处于高水位状态作业，平时干滩长度只有 20m 左右。在雨季经常被迫停用，基本不能正常运行。1985 年 3 月设计院曾明文提出：经稳定计算，该坝坝顶不能超过 45m 标高。

1986 年 4 月 30 日凌晨 3 点零 5 分发生溃坝。当时，尾矿坝子坝坝顶标高为 45.7m，子坝前滩面标高为 44.88m，而库内水位为 44.96m，垮坝前子坝处于直接挡水状态，见图 4－4。坝顶决口宽 245.5m，底部决口宽 111m，库内 84 万 m^{3}的尾矿和水大部分顷刻而下，尾矿坝下游两公里范围内的农田及水塘

均被淹没或污染；坝下回水泵站不见踪影，部分民房被污染；造成 19 人死亡，100 多人受伤，损失惨重。

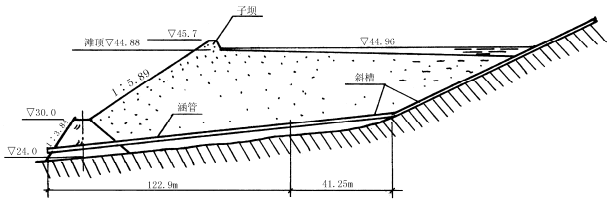


图 4－4　金山尾矿库溃坝示意图

（二）事故原因

（1）库内水位过高，直接淹到子坝内坡，离小子坝顶只差 0.7m，子坝顶宽只有 1.2m 左右，系用松散尾砂堆成，不可能承受水的渗透压力，先发生渗透坍塌，很快导致漫过沉积滩顶（简称漫顶）溃坝。

（2）尾矿库长期处于高水位运行状态，会导致坝体浸润线过高，稳定性较差，一旦局部产生渗流破坏，会立即引发整体崩溃。

（3）生产与安全的关系处理不当，未能按设计确认的 45m 坝顶标高及时停用闭库。

（三）经验教训

（1）尾矿库是采选工程中的一个重要组成环节，也是一项近期与长远相结合的筑坝工程任务，不仅与生产密切相关，而且与安全、环保及下游居民的生命财产、工农业生产等有关。因此，尾矿坝的安全问题必须予以充分重识。该坝将原设计坝轴线内移 188m，不仅服务年限由 12 年降为 5 年，而且造成尾矿坝安全干滩长度和澄清距离的长期矛盾尤为突出。这是片面强调节省投资，不尊重科学，违反客观规律，不按基建程序办事的必然结果。这是最主要的教训。

（2）尾矿库安全所需的干滩长（调洪滩长和最小安全滩长之和）与澄清距离发生矛盾往往是中、小型尾矿库不能正常使用和不安全因素的重要原因。在这种情况下，应设法降低库水位，必要时，排泥甚至停产，也得保坝。

（3）上游法尾矿筑坝未经技术论证用子坝挡水、拦洪，不仅是违反上游法尾矿筑坝的基本原则，而且往往是造成决口垮坝的直接原因，这种做法今后是绝对不允许的。

（4）对尾矿坝存在坝坡渗水、沼泽化、浸润线偏高等不安全因素，应及时采取有效的治理措施。

（5）尾矿库的接替工程建设应早落实，确保采选厂的持续生产，绝对要禁止未经技术论证和批准，

擅自加高尾矿坝，冒险使用。

第四节 广西南丹县鸿图选矿厂尾矿库垮坝事故

（一）事故概况

2000 年 10 月 18 日上午 9 时 50 分，广西南丹县大厂镇鸿图选矿厂尾矿库发生重大垮坝事故，共造成 28 人死亡，56 人受伤，70 间房屋不同程度毁坏，直接经济损失 340 万元。

（二）选矿厂基本情况

鸿图选矿厂是由姚肇奎和姚仕明共同投资 500 万元建设的一家私营企业，位于南丹县大厂矿区华锡集团铜坑矿区边缘，于 1998 年 8 月开工建设，1999 年 6 月建成投产。选矿厂选矿工艺部分由华锡集团退休工程师刘德和华锡集团车河选厂工程师王万忠 2 人共同设计。设计选矿能力为 120 吨/天，但实际日处理量为 200 吨/天。

选矿厂尾矿库没有进行设计，是依照大厂矿区其它尾矿库模式建成的，没有经过有关部门和专家评审。尾矿库修筑方式是利用一条山谷构筑成山谷型上游式尾矿库。事故后验算的库容为 27400m^3，实际服务年限仅为 1.5 年。尾矿库基础坝是用石头砌筑的一道不透水坝，坝顶宽 4m，地上部分高 2.2m，埋入地下约 4m。在工程施工结束后，只是县环保局到现场检查一下就同意投入使用。后期坝采用人工集中放矿筑子坝的冲积法筑坝，并按照县环保局提出的筑坝要求筑坝。后期坝总高 9m，坝面水平长度 25.5m，事故前坝高和库容已接近最终闭库数值。尾矿库坝首下方是一条东南走向的上高下低的谷地。建坝时，坝首下方有几户农民和铜坑矿基建队的 10 多间职工宿舍。到了 1999 年下半年，便陆续有外地民工在坝首下方搭建工棚。选矿厂认为不安全，曾请求政府清除。南丹县和大厂镇政府则多次组织清理。但每次清理后，民工又陆续恢复这些违章建筑。事故发生时坝下仍有 50 多间外来民工工棚。

（三）事故经过

2000 年 10 月 18 日上午 9 时 50 分，尾矿库后期坝中部底层首先垮塌，随后整个后期堆积坝全面垮塌，共冲出水和尾砂 14300m^3，其中水 2700m^3，尾砂 11600 m^3，库内留存尾砂 13100m^3。尾砂和库内积水直冲坝

首正前方的山坡反弹回来后，再沿坝侧 20m 宽的山谷向下游冲去，一直冲到离坝首约 700m 处，其中绝大部分尾矿砂则留在坝首下方的 30m 范围内。事故将尾矿坝下的 34 间外来民工工棚和 36 间铜坑矿基建队的房屋冲垮和毁坏，共有 28 人死亡，56 人受伤，其中铜坑矿基建队职工家属死亡 5 人，外来人员死亡 23 人。

（四）事故性质和原因

这是一起由于企业违规建设、违章操作，有关职能部门管理和监督不到位而发生的重大责任事故。

1. 事故的直接原因

由于基础坝不透水，在基础坝与后期堆积坝之间形成一个抗剪能力极低的滑动面。又由于尾矿库长期人为蓄水过多，干滩长度不够，致使坝内尾砂含水饱和、坝面沼泽化，坝体始终处于浸泡状态而得不到固结并最终因承受不住巨大压力而沿基础坝与后期堆积坝之间的滑动面垮塌。

2. 事故的间接原因

（1）严重违反基本建设程序，审批把关不严。尾矿库的选址没有进行安全认证；尾矿库也没有进行正规设计，而由环保部门进行筑坝指导；基础坝建成后未经安全验收即投入使用。

（2）企业急功近利，降低安全投入，超量排放尾砂，人为使库内蓄水增多。由于尾矿库库容太小，服务年限短，与选矿处理量严重不配套，造成坝体升高过快，尾砂固结时间缩短。同时由于库容太小，尾矿水澄清距离短，为了达到环保排放要求，库内冒险高位贮水，仅留干滩长度 4 米。

（3）业主、从业人员和政府部门监管人员没有经过专业培训，素质低，法律意识、安全意识差，仅凭经验办事。

（4）安全生产责任制不落实，安全生产职责不清，监管不力，没有认真把好审批关，没能及时发现隐患。

（5）政府行为混乱，对安全生产领导不力，没能及时发现安全生产职责不清问题，对选厂没有实行严格的安全生产审查，对选厂缺乏规划，盲目建设。

（五）事故教训和防范措施

（1）要认真贯彻落实江总书记对安全生产的重要指标精神，坚持"安全第一、预防为主"的方针，牢固树立党和人民群众的利益高于一切的思想，坚决纠正片面追求经济发展，忽视安全生产的做法。把安全生产工作真正落到实处，切实保障人民群众的生命财产安全。

（2）由于非公有制经济追求利益最大化的固有特性和无主管部门性质带来的信息和专业技术指导的缺乏，导致其不能按照生产的规律和经济的特点组织生产，而采取短期化的冒险行为，降低安全要求。因此要加强对非公有制经济的监督，同时加快为非公有制经济安全生产服务的中介组织的发展。

（3）针对尾矿库事故的重大危害性和事故的隐蔽性，要规范和严格尾矿库建设项目安全生产审查机制，把住进入市场前的安全生产关，尽快改变尾矿库项目建设过程中安全生产审查的自由状态，从源头上消除隐患。

（4）规范和整顿选矿业，严格尾矿库的管理。要加强政策引导，结合经济结构调整和矿业秩序整顿，彻底取缔非法和不安全生产条件的尾矿库，同时逐步淘汰小型尾矿库，强制发展大型尾矿库进行集中选矿排放。坚决杜绝胡乱审批，盲目建厂现象。

（5）深化改革，建立安全生产依法行政机制。要理顺安全生产监督管理体制，明确政府、职能部门、矿山企业各自应承担的安全生产责任，坚决纠正职能缺位、错位现象，并严格执行行政执法责任追究制。在政府对企业的行业管理责任淡化后，政府对企业的监督责任应当相应加强，更不能出现监管真空。要尽快修订和完善有关安全生产监管方面的法律法规，切实保证安全生产执法行为的严肃、合法、公正和有力。

第五节 尾矿库其它事故及教训

很多矿山的尾矿库自投入使用以来，都在不同程度上存在着病害史。如：防洪能力不足、坝体浸润线过高、坝体渗漏、坝坡渗水、坝体局部坍塌、暴雨冲刷拉沟、尾矿漏浆冲毁子坝及坡面、排洪系统倒塌、排水管断裂、细颗粒集中形成的软弱夹层以及地震灾害形成的液化区等，其中有些隐蔽的病害尚未进行有效的整治。其实，尾矿库的事故除了整体溃坝以外，其它方面的事故造成的灾害也非同小可。例如：

1988 年 4 月 13 日 23 点左右，栗西尾矿库排洪隧洞因在施工过程中留下的隐患未能及时发现而塌陷，共泻出尾矿水砂 136 万 m^3，其中含有氰化物和重金属，严重污染了下游河流，在横跨两省一市长达 440 多公里的河床内，淤积了大量尾矿砂。水头所到之处，冲垮桥梁，冲倒树木和电杆，破坏农灌水渠和鱼塘；

沿岸工厂和水力发电站也受到不同程度的影响。陕西省境内直接经济损失约530万元。河南省要求赔偿2100万元。金堆城钼业公司为了防止事故的扩大，进行了多项抢险工程，花费了大量的投资。总经济损失为3200万元。

1993年6月13日上午8点55分潘洛铁矿尾矿库由于个体户和地方企业在库区以内乱采滥挖，发生山体滑坡，滑坡总土石方量约有60万m^3。虽未将坝冲垮，但排洪系统、砂泵房被毁，部分厂房被淹，下游村民房屋及水系遭到污染，还造成14人死亡，多人受伤。

1994年5月7日，云南永福锡矿因违反安全规程，在已闭库的尾矿库坝下挖采尾砂，而引起大面积坍塌，造成13人死亡。

我国目前尾矿库的安全状况很不一致。总体来说，国企大、中型尾矿库稍好一些，乡镇和个体经营企业的小型尾矿库较差；黑色冶金矿山尾矿库稍好一些，有色冶金矿山的尾矿库问题多些；虽然各级政府和企、事业部门为加强尾矿库的安全做了大量的工作，但是尾矿库事故仍然时有发生。许多地方的中小型企业，特别是乡镇企业和个体经营者，比较重视经济效益，而忽视了对尾矿库的科学管理，对尾矿库的危害程度认识不足。各企业应从上述尾矿库事故中，吸取教训，引以为戒。

第五章 尾矿浓缩与输送系统的安全生产管理

第一节 尾矿浓缩设施的安全生产管理

选矿排出的尾矿浆，浓度一般较低，为了节省新水消耗，降低选厂供水和尾矿输送设施的投资及经营费用，常在厂前修建浓缩池，回收尾矿水供选矿生产循环使用。尾矿浓缩设施是尾矿输送系统中的重要环节，必须按设计与设备的要求，制定明确的安全管理规章制度，做好日常管理与定期维修工作，使设备保持良好状态，防止发生事故。

（1）凡需浓缩而未浓缩的尾矿浆，非事故处理情况，不得送往泵站和尾矿库。

（2）浓缩机不宜时开时停，以免发生堵塞或卡机事故。凡需开机或停机，应预先通知主厂房和泵站，采取相应的安全措施。停机前，应先停止给矿，并继续运转一定时间；恢复正常运行之前，应注意防止浓缩机超负荷运行。运行中应注意观察驱动电机的电流变化，防止压耙等事故发生。

（3）给入和排除浓缩机的尾矿浓度、流量、粒度、比重和溢流水的水质、流量等，应按设计要求进行控制，并定时测定和记录。若上述某项指标不符合要求，且对下一道作业有影响时，应及时查明原因，采取措施予以调整，直至正常。

（4）浓缩池给矿流槽出口处的格栅与挡板及排矿管（槽、沟）易发生尾矿沉积的部位，应定期冲洗清理。

（5）浓缩池围边溢水挡板应保持平齐，以便均匀溢流，排水沟应经常清理。

（6）浓缩池底部排矿阀门应定期检修，维持均匀排矿。发生堵塞时，可用高压水疏通。浓缩池底廊应保持通畅，不得放置备件等障碍物。必须经常检查廊道内电缆，防止发生事故。

（7）寒冷地区必须做好防寒工作。冬季停止运行时，应采取保温措施或放空尾矿，以免冻裂浓缩池。

（8）浓缩机常见的故障及排除方法可参看表 5－1。

浓缩机常见故障排除表　表 5－1

常见故障	产生原因	排除方法
轴承	•缺油或油质不良	•补加油或更换新油

过热	• 竖轴安装不正 •轴承磨损或碎裂	•停车调整或重新安装 • 更换轴承
减速机发热或有噪音	•缺油或油质不良 • 齿轮啮合不当 • 齿轮磨损过甚	•补加油或更换新油 •调整齿轮啮合间隙 • 更换齿轮
电动机电流过高耙架或传动机构有噪音	• 负荷过载 •耙臂耙齿暗转不当或松动 •竖轴弯曲或摆动	•调整负荷提耙或增加排矿 • 重新安装或紧固 •校正竖轴或调整紧固
滚轮打滑	• 负荷过重 • 摩擦力不够 • 滚轮磨小	• 增大排矿 •拭净轨道上的油污 • 修复或更换滚轮
耙架耙齿失效	• 腐蚀及磨蚀	• 更换耙架及耙齿

第二节尾矿泵站及输送线路的安全生产管理

（一）尾矿泵站的操作管理

尾矿泵站（简称砂泵站）是输送尾矿的关键设施。应经常或定期检查维修，使泵站保持良好的运行状态，将矿浆稳定无漏损地送至尾矿库。泵站运行的效果及使用寿命与操作人员的技能有关。

（1）操作人员必须熟练地掌握本岗位设备的基本性能及正常运行状态的技术参数，如：工作压力、工作电流、流量等。

（2）操作人员必须按安全生产条例和设备仪表的技术规定进行操作，严禁发生人身或设备事故。

（3）注意观察设备和仪表的运转与变化情况，并做好记录。若发现异常，应查明原因，及时排除。

（4）应加强配电室的安全管理，非值班人员不得进入配电室。对车间内配电设施，应有专门保护措施，以免因矿浆喷溅发生事故。

（5）矿浆池来矿口处的格栅，应经常冲洗，池内液位指示器应定期维护。注意观察池内液位，当液位过低时，必须及时调整，保证液位高于排矿口足够高度，防止空气进入泵内。

（6）地下或半地下式泵站内的排污泵必须保持良好状态，严防淹没泵站。

（7）应适当储备必要的备品和备用的设备仪表，以满足检修需要。

（8）当泵站发生事故停车后，操作人员应及时开启事故阀门实施事故放矿。待恢复生产时，事故池必须及时清理，使池内保持足够的储存容积。池内矿浆不得任意外排。

（9）备用泵站应及时检修，使其尽快处于完好的状态。

（10）在操作中用做到“五勤”，即勤检查、勤联系、勤分析、勤调整、勤维护。

（11）在检查中要勤“看”，即看设备工作仪表的指示是否在正常的范围内；勤“摸”，即摸电机的温度是否太高，轴承的温度是否在允许的范围内等。泵体是否振动，如有振动现象其原因是什么？勤“嗅”，即设备在运行过程中是否有焦味，在什么部位发出焦味；勤“听”，即听设备在运行过程中声音是否正常。并在设备运行记录中认真填写设备的运行状况。

（12）常见故障的处理方法：

①矿浆浓度过高、粒度过粗。可能引起电机过载，且长时间运转易造成烧毁电机。一般采用补加清水稀释的方法解决。

②给矿不足。泵池打空泵体进气发生气蚀现象引起泵体强烈振动，严重损坏泵体及过流件。一般处理方法是调整给矿量，或补加清水。

③轴承件运转不正常。引起轴承体发热。一般检查润滑的油质和油量。如油质太差，应予以更换，补加油量适当。如电机轴与泵轴不同心应予以校正。轴承损坏应及时更换。

（二）尾矿输送线路的维护管理

尾矿输送线路包括管、槽、沟、渠和洞，是输送矿浆的重要通道，必须加强管理和维护，保证畅通无阻。

（1）应经常巡视检查输送线路，防止堵、漏、跑、冒。对易造成磨损和破坏的部位，应特别注意观

察，若发现异常现象，认真分析原因，及时排除。

（2）对无浓缩设施的尾矿系统，应定期测定输送矿浆的流量、流速、浓度和比重，使其各项指标符合设计的要求。如有不符，需通知主厂房、浓缩池及上下泵站，查明原因，采取措施以保证正常输送。

（3）输送线路应保持矿浆的设计流量，维持水力输送的正常流速，以保证输送管道不堵塞。当流速低于正常流速时，应及时加水调节。

（4）寒冷地区应加强管、阀的维护管理和防冻措施，尽量避免停产。如停产必须及时放空，严防发生冻裂事故。

（5）当停产时，必须及时开启输送管路的放空阀门，排放矿浆，以免堵塞。

（6）通过居民区、农田、交通线的管、槽、沟、渠及构筑物应加强检查和维修管理，防止发生破管、喷浆和漏矿等事故。

（7）输送渠槽磨损严重部位，在停产时应及时检修。衬铸石沟槽，如铸石板脱落，必须及时修补。管道焊接时尽可能的减少错口。

（8）自流输送渠槽上设置的拦污栅，应定期维护和修缮，及时清除树枝、石块等杂物，防止发生堵塞漫溢矿浆的现象。设有盖板的沟槽，必须及时处理掉入沟槽的盖板。发现正在使用的沟槽中有液面壅高时，应立即查明原因，如有沉积杂物，应及时清除。

（9）输送线路通过填土堤处，应保持排水沟畅通，防止雨水冲刷路堤。发现塌落，应及时修补。

（10）山区管路应加强巡视，保持沿线边坡稳定。发现塌方，应及时处理。

（11）金属管道应定期翻转，延长使用年限，防止漏矿事故。备用管道应保持良好状态，能随时转换使用。

（12）严禁在输送线路附近（包括线路上）采石、放炮、建房或堆料等危及线路安全的活动。

（13）输送管路通过的隧洞，应加强巡视。发现衬砌破坏、围岩松动、冒顶或大量喷水漏砂及其他险情，必须及时采取措施，保持隧道内排水畅通。

（14）输送管路通过的栈桥应加强巡视，防止洪水冲毁桥墩和破坏桥面。

（15）管道敷设应避免凹形管段，如避免不了，应在凹形管段的最低点设置可迅速开启的放矿阀。

（16）尾矿管槽一般情况下多数是明设于地表，在北方寒冷地区明设长距离的矿浆管道容易产生冻裂或冻结，而造成严重事故。

尾矿管槽的保温可加保温层或将改明设为埋设（全埋或半埋）。由于尾矿管道磨损严重，每隔一段时间应将管道翻身。采取保温措施会给管道检修带来很大麻烦，故在实践中曾做过一些既不加温又可防止输送系统冻结的试验。试验表明：

①增大矿浆流速可提高尾矿输送系统的抗冻能力，流速达到 1.5m/s 以上时，矿浆管槽多不会产生冻结；

②为保证及时放空管槽内的矿浆和积水，并保证放空矿浆时有一定的流速，管槽敷设坡度应适当加大，并应严格控制施工坡度的准确度。

（17）引起输送尾矿管道堵塞的原因很多，但归结到底就是管道中矿浆的实际流速低于当时输送矿浆的临界流速而造成的。究其原因有矿浆的浓度突然增大、粒度变粗和矿浆中尾砂的级配不合理；另外泵本身的原因，如：叶轮及过流件严重磨损而引起的输送能力下降；还有操作上的原因，如：给矿不平衡等。

输送尾矿管道堵塞事故的处理是比较困难的，其处理的方法是根据堵塞的程度不同而采取相应的处理措施。如管道堵塞不是太严重，一般采用清水清洗即可；而管道堵塞比较严重时，则一般采用先用高压水小流量向管道内注水，使管道内沉积的尾砂慢慢稀释，待管道的末端有少量高浓度的矿浆外溢时，再加大洗管的清水量，直至疏通为止；如管道堵塞很严重时，在管道堵塞段每间隔一段距离开外溢口逐段疏通，直至堵塞段全部疏通为止。

（18）爆管是尾矿输送过程中最常见的事故，引起爆管事故的原因主要有：管道局部堵塞后引起管道内压力增高，当其压力超过管道所能承受压力的范围时，即发生管道爆裂。长时间管道不检修磨损严重，当超过承受压力时，管道也会产生爆裂。处理的方法有：

①及时将爆管处修复。

②根据管道的使用寿命及运行时间有计划的进行检修。如：将管道翻身或更换管道等。

③应用耐磨耐压的高分子复合管。

（三）排矿管件的使用与维护

尾矿排放的管件主要指放矿主管、放矿支管、调节阀门、三通联接管、铠装胶管和水力旋流器等。

1. 放矿主管

沿坝顶敷设的尾矿输送管称为放矿主管。冬季昼夜温差较大时，因管道伸缩不均匀，其薄弱处极易开焊或被拉断，此时矿浆易冲毁子坝，造成事故。

2. 放矿支管（又称分散放矿管）

将放矿主管内矿浆引流排入尾矿库的管道，称为放矿支管。主管与支管用特制的三通（俗称贴底叉）联结。放矿支管由矿浆调节阀门和支管两部分组成。支管一般采用焊接钢管，放矿支管的分布间距、长度、管径的大小可根据各矿山尾矿性质、排尾量等情况确定。在尾矿排放时，尾矿的沉积都是以支管口的抛落点为圆心，由高到低，由近到远呈扇型体彼此叠加。一般支管的间距以交线与抛落点高差不大于 200 毫米为宜。支管的长度太短，矿浆会直接冲刷子坝坝趾。支管太长，则放矿后矿浆回流冲刷子坝内坡坡面，且细粒尾矿沉积于坝前，影响坝体稳定。放矿支管管径一般为主管的 1/5～1/3。

3. 矿浆调节阀门

联接贴底叉与放矿支管并控制排矿量的阀门，称为放矿调节阀门。在尾矿排放作业中消耗量较大。尾矿排放如采用普通闸阀控制，其密封圈极易磨损失去控制能力而报废。现在可用高耐磨硬质合金密封圈替代铜质密封圈，高耐磨胶管阀替代普通闸阀，使用寿命大大地提高。

4. 支管联接三通

放矿主管与调节阀门联接的偏心三通管，称为支管联接三通，俗称“贴底叉”，如图 5－1 所示。在尾矿排放过程中，该三通极易磨损，而且磨损的部位主要是迎矿侧，维修困难。一般采用管壁较厚的无缝钢管制作或采用迎矿侧水泥沙浆外包，以延长其使用寿命。

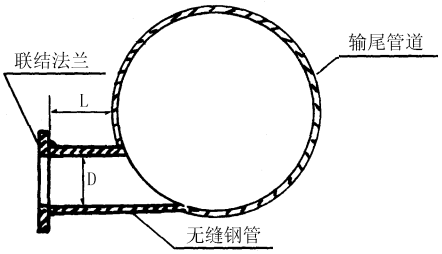


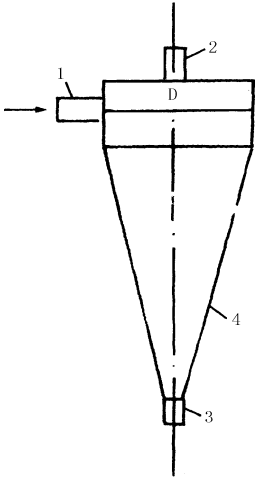
图 5－1　支管联接三通示意图

5. 铠装胶管

铠装胶管是夹有钢丝弹簧的橡胶管。一般在初期坝顶放矿时使用。将其接在放矿支管的前端，胶管头部伸到初期坝内坡坡面以外，以免矿浆直接冲毁坝坡。后期也可用它调剂放矿点。

6. 水力旋流器

水力旋流器（见图 5－2）是一种分级设备，其种类较多，以锥形旋流器应用较广。矿浆以给矿压



力进入旋流器后高速旋转，在离心力作用下固体颗粒分级。粗粒尾砂由沉砂口排出，用以堆坝；细粒尾矿浆由溢流口排出，用管道送往库内较远处。在下游式和中线式尾矿坝中，都普遍采用水力旋流器堆坝。对于细粒级尾矿堆坝者，也有采用水力旋流器进行分级筑坝的。运行中应注意几点：

（1）旋流器给入和排出的矿浆压力、浓度、流量和粒度等，应按设计要求进行控制，并定时测定和记录。若某些指标不符要求，应及时查明原因，予以调整，直至正常。

（2）及时更换水力旋流器的易损件，以保证正常工作。

旋流器的规格及数量应根据尾矿特性和总尾矿量参考表 5－2 确定。必要时可通过试验确定。

图 5－2　水力旋流器堆坝示意图

水力旋流器选用表　　表 5－2

旋流器直径 *D*（mm）	100kP 压力下平均生产能力（t/min）	溢流最大粒径（μm）	砂泵压力管直径（mm）
50	25~60	0~50	
75	40~125	10~60	25~50
125	125~250	13~80	25~50
150	200~350	19~95	25~50
200	300~500	27~124	25~100
250	450~850	32~125	50~100
300	800~1080	37~150	75~150
350	1000~1500	44~180	75~150

500	1500~3000	52~240	150~200
700	3500~6500	74~340	200~250
1000	6200~10000	74~400	250~300

第六章　尾矿库闭库处理

废弃尾矿库恢复和有效利用已成为当今世界呼声极高的环境和资源问题。相应地，对尾矿库工程管理的认识也产生根本性变化。传统认为，从矿山开发规划与作业观点，停止尾矿排放即工程寿命结束，实际上这只是排放和堆积的结束，洪水和地震的威胁仍将长期存在，况且沉积滩面在长期风吹雨淋之下滩面坡度渐趋平缓，调洪库容随之减少，防洪能力自然降低。一旦失事，造成的灾害不亚于正在运行的尾矿库。

为此，国家经贸委于 2000 年 12 月 1 日颁发了《尾矿库安全管理规定》，其中第 16 条至第 19 条对尾矿库闭库设计的要求作了原则规定。为了加强尾矿库闭库的安全管理，国家安全生产监督管理局于 2003 年 10 月 1 日又制定了《尾矿库闭库安全监督管理规定》，对尾矿库闭库的全过程如何进行安全管理都作了具体的规定。详见本教材第三部分中《尾矿库安全管理规定》和《尾矿库闭库安全监督管理规定》。概括地说：尾矿库闭库工作包括闭库前的安全评价、闭库设计、库闭工程施工及闭库安全验收。尾矿库闭库后的安全管理由原企业负责。如要重新启用或改作它用时，应经过可行性研究论证，并报审批闭库工作的安全监督管理部门审查批准。

第一节　尾矿库安全评价

一、尾矿库评价报告内容

企业应在尾矿库闭库前 1 年，委托具有相应资质的评价机构进行尾矿库安全评价，评价前企业应当提供以下资料:

尾矿库现状地形图及下游有关资料；水文气象资料;尾矿库（坝）工程地质勘探报告（含堆坝物理力学指标）；尾矿库工程设计资料；尾矿库运行管理（含环境保护、事故及其处理情况）资料；尾矿的化学成分资料；其它有关资料。

评价机构向企业出具的尾矿库安全评价报告应当包括下列内容：

（1）不良地质现象对尾矿坝（库）安全造成不利影响的情况。

（2）坝体结构、构造的情况。

（3）坝体沉陷、裂缝、坍塌、位移的情况。

（4）坝面渗流破坏情况（包括管涌、流土等现象）。

（5）执行尾矿规程坝安全超高和沉积滩长度规范的情况。

（6）尾矿堆积坝坡比及坝面防护的情况。

（7）坝内排渗设施效果及坝体浸润线观测的情况。

（8）尾矿坝静力、动力和渗流稳定分析结果。

（9）尾矿库防洪标准。

（10）尾矿库调洪与排洪能力的情况。

（11）排洪构筑物完好程度及可靠性的情况。

二、尾矿库的安全度

按照评价内容的评价结果，根据《尾矿库安全管理规定》，确定尾矿库的安全度。对非正常级的尾矿库，提出尾矿库治理建议。

第二节 尾矿闭库设计与施工

企业应当根据尾矿库设计资料，在尾矿库闭库前一年，委托具有相应资质的设计单位进行尾矿库闭库设计。设计单位在进行尾矿闭库设计时，应当根据评价机构的安全评价结论和建议，提出相应治理措施，保证闭库后尾矿库符合国家有关法律、法规、标准和技术规范的要求。

1. 闭库设计内容

（1）根据现行设计规范规定的洪水设防标准对洪水重新核定，并尽可能减少暴雨、洪水的入库流量。可采取分流、截流等措施将洪水排至库外。

（2）对现存的排洪系统及其构筑物的泄流能力和强度进行复核。

（3）对现存坝体的稳定性（静力、动力及渗流）做出评价。

（4）对库区周围的环境状况进行摸底调查，并记录（重点是水和尾尘的污染）。

（5）确定闭库的治理方案。

2. 闭库处理的目标

（1）长期坝体稳定性。

①边坡稳定性。一般地，当停止尾矿排放，不再有连续水源补给沉淀池，或恢复期间采取有效措施不使库内积水，坝体内地下水位显著降低，使恢复后尾矿坝边坡稳定性比作业期间稳定性更高，可以认为，

在作业期间稳定的尾矿坝，在作业停止后一般将保护其总体完整性。

②地震稳定性。在高发地震区，尾矿库作业期间发生地震时，松散沉积的尾矿可能液化，引起大规模的流动型滑坡。然而在废弃和恢复后，预期达到非饱合状态的尾矿，即便在较大震动冲击下也可能防止液化，因此，一般可以保证废弃尾矿沉积层的地震稳定性。

③水文稳定性。水文因素引起破坏是废弃尾矿坝不稳定的重要原因，径流水汇集在库内，除了可能引起边坡和地震不稳定外，还可能因漫顶或坝址浸蚀而直接引起尾矿库破坏。

所有库型，包括跨谷型、山坡型、谷底型和环型坝，都可以某种材料封盖尾矿库，并使库中心区地势最高，便于向周边排水，防止库内积水，然而，需要大量材料才能形成 0.5%~1.0%的排水坡度，此外，还需额外附加一些材料，以防止在封盖材料重力作用下引起尾矿沉降。一般需要附加 3m 以上覆盖层，以补偿尾矿沉降。

（2）长期浸蚀稳定性。土地恢复的另一重要目的是为了防止废弃尾矿沉积层受风和水的长期浸蚀，干燥尾矿易遭风蚀，破坏地表面，污染大气，毁坏良田，尾矿极易受水径流的冲蚀，水蚀常常造成坝坡稳定性问题。经验证明，坝坡缓于 3：1 一般满足抗浸蚀和建立植被的需要。有时选用缓于 5：1 的坝坡更为可取。

（3）环境污染控制。在尾矿库停止尾矿排放之后，渗漏量通常减少，最终停止，但在某些情况下，还必须采取一些专门措施防止环境污染。如果尾矿含有黄铁矿，随着废弃尾矿库内地下水位的降低，非饱和带内黄铁矿氧化急剧加速，引起 PH 值降低和游离金属污染物增加。氧化作用生成的这些污染物可能比尾矿作业期间出现的污染物有害的多，由于降雨从尾矿库表面渗入，使之溶滤进入地下水。在这样场合，通常需要在尾矿库废弃和恢复时在表面覆盖以粘土，并重整坡度，以防径流汇集。在尾矿富含黄铁矿的特殊情况下，最好在闭库后使库区内保持饱和状态，以防止长期氧化作用。

（4）土地有效使用。尾矿库恢复的最终目的、所期望的目标是恢复库区达到土地有效使用。从狭义上讲，似乎应当恢复矿山开发之前的外观、植被和土地利用形式，关健是究竟想干什么用。例如，在尾矿沉积层上种植引进的草本植物可能适宜用作家畜牧区，而可能不适宜于野生生物的生态环境。恢复工程必须在明确目标下有计划的系统进行。

3. 闭库工程施工

企业应当将尾矿库闭库设计报相应的安全生产监督管理部门审查批准。未经相应的安全生产监督管理

部门审批以及审查不合格的，不得进行尾矿库闭库施工。企业应当根据安全生产监督管理部门批准的闭库设计，分别委托具有相应资质的单位承担闭库施工和施工监理。

闭库施工应当按照批准的闭库设计进行，并应当执行《尾矿设施施工及验收规程》（YS5418-95）和国家有关规范、规程。

施工中需对设计进行局部修改的，应当经原设计单位认可；对设计进行重大修改的，应由设计单位重新设计，并报审批闭库设计的安全生产监督管理部门批准。

尾矿库闭库治理工程施工应当建立技术档案，做好施工原始记录、试验记录、隐蔽工程记录、质量检查记录和施工监理记录等。

对隐蔽工程必须进行阶段验收，未经阶段验收和验收不合格的，不得进行下一阶段施工。在施工过程中，企业和施工监理单位应当对施工设备、材料的质量的施工质量进行监督检查。在施工结束后，施工单位负责编制竣工报告和竣工图，监理单位负责编制施工监理报告。

第三节 闭库处理的地表覆盖与固化技术

一、地表覆盖

覆盖是尾矿稳固的重要方法，根据覆盖材料性质，覆盖大体可分三种：植物的，在尾矿上栽培植物；物理的，覆盖以土壤、碎石或其它抑染材料；化学的，采用各种能与细粒矿物相互作用并形成外壳的材料。固化是在尾矿中添加化学粘合剂如地质聚合物使尾矿凝结。最终是要通过综合恢复技术与工程实现污染控制与生态恢复。

1. 植物覆盖

目前，普遍把植被作为尾矿库稳固和恢复的第一选择，因为长久性植被能控制风蚀水蚀，抑制粉尘，能在一定程度上恢复原始景观和土地利用。然而，大多数尾矿都存在这样问题；与天然土壤相比，有机物含量低；尾矿中含有害物质如重金属，选矿药剂等；硫化物氧化和酸生成影响植物生长；尾矿粒度过细或尾矿泥的存在可使尾矿通气不足；矿质肥料与尾矿之间可能发生化学反应。

（1）植物生长的环境因素。

①气候。气候条件如无霜期、干旱、有效总水量强烈影响植物生长、植被率和演替。干燥、低降雨量地区种子发芽、植物生长和维护都很困难。寒冷气候，生长季短和冻胀问题妨碍植物生长。

阳光幅射直接影响尾矿库表面温度，即影响植物生长的小环境。大多数植物生长温度在 1~38℃，然而，

库表面土壤常保持温度在 50℃以上，深色尾矿或朝阳面尾矿库表面温度更高，严重制约尾矿库再植被，而浅色尾矿表面由于强烈反向阳光，可能直接破坏植物叶和茎，不宜于植物生长。在极端气候条件下，缓解的办法是蔽荫、平整地表、开沟、掘井等也可在一定程度上改变小气候，但最好是选择适于小气候条件的植物种。

②尾矿特性。尾矿材料各地区、甚至在同一矿山也不相同，它们通常由风化的、新鲜的细粒和粗粒材料的异质混合物组成。在决定植被工程之前，需要了解以下有关资料：矿物性质、粒度分析、PH、尾矿废水的化学成分、特别是有害于植物的化学成分、物理性质如孔隙率和粘结力等、湿度、水位深度、含盐度、地形坡度、结构类型等。

尾矿粒度分布影响水的滞留与运动、营养物的可得性、孔隙空间大小、边坡稳定性、曝气和侵蚀敏感性。

含硫化物尾矿最终有生成酸的可能性。如果能在选矿作业过程中分离出硫化物，并在主库中分隔一小区排放，在尾矿库服务后期再排放非硫化物尾矿覆盖之，则有利于闭库后恢复工程和植物生长，同时需处理废水量也减少。

在酸性尾矿上完成植被，需要在尾矿中添加石灰石或石灰作中和剂控制 PH 值，添加量因石灰石成分、破碎程度、添加方法和深度、与肥料反应、以及尾矿自身的物理化学性质不同而变化。

③生长基。植物生长基的性质对植被工程有重大影响，影响植物生长的土壤性质有结构、肥力和毒性。

土壤结构指土壤粒度以及单个颗粒团聚或凝聚的程度。细粒结构土壤。潮湿时可能保持过量水分，干燥时可能变得紧密，抑制根系穿透；而粗粒结构土壤，即使在充足雨量时也不能保持足够水分供给植物。因此，粒度必须变化很宽，粘土增强离子交换能力，粘土和粉砂土具有保水性质，砂和砾石保证通气。因为水能把必要的营养物从土壤输送到植物，粒级的适当组合有助于植物最佳生长。

土壤肥力指植物生长所需的营养如氮、钾、磷和必要的细菌、微生物。美国矿山局盐湖城实验室研究证明，所有尾矿都缺少氮和磷，但在氮含量大于 0.5kg/ hm^2 时不利于豆科种子发芽，建议氮和磷分别采用 0.35 kg/hm^2、0.85 kg/hm^2。尾矿也缺少钾和固氮细菌。

土壤毒性指直接影响种子发芽和植物生长的重金属和酸腐蚀。重金属铁、锰、锌和铜是植物生长所必需的微量元素，但若浓度较高则可能妨害植物生长。尽管各元素的允许限值不同，但总金属含量超过 0.1%

时，往往是有毒的。低 PH 和盐度也可能造成有害影响，在低 PH 值下，释放出金属离子铁、铜、锌和铅，增大金属浓度。金属毒性问题可能在植物发育的不合时宜阶段发生，例如，含水黄铁矿的尾矿原本金属含量相当低，有利于种子的早期发芽，但是，由于黄铁矿氧化结果而酸化，酸化过程也许用几个月或几年时间，这时正好使幼小植物根系受到伤害。过高的盐度，由于根系产生渗透梯度，致使脱水和变干，从而伤害植物生长。

如果没有表土覆盖，要在尾矿上直接植被，可能出现有关气候和生长基不适应的问题，需要付出相当大的代价来改善再植被的条件。在干燥气候条件下，风砂可能妨碍种苗生长和稳固，需要临时性化学稳固和浇灌，包括喷灌、滴灌和冷凝器技术。需要在改良结构和营养的同时，采用草盖、水力播种、填加污水污泥。在低 PH 尾矿区，需要填加石灰中和，使 PH 提高到 5.5~6.5。化学毒性处理比较困难，但在某些场合，由于降雨渗透所产生的溶滤作用，可能把地表有毒金属和盐度降至允许水平。

④动物破坏 。在植被建立的初期阶段，应防止家畜、野生动物的损坏。

（2）植物种的选择。为了了解植物种选择所涉及的有关问题，必须要明确植物群落演替的要领这是自然界发生的、尾矿库再植被将遇到的过程。尾矿库建设人为地扰动并荒芜了局部地域，之后自然会发生一系列的生物群更换，称之演替。最初侵入这片土地的先锋植物种是最适应新土壤和小气候条件的数目有限的植物种，其中很少数适应如此恶劣环境。由于植物世代相继生长，促进了土壤发育和改变了小气候条件，其它植物种便侵入并生长下来，增加了群落的多样性。植物种的多样性是植物群演替的一个重要因素，在与环境长期动态平衡中，最终能抵抗天然灾害的植物种成为演替顶极群落，重新稳固的生长下来。这种自然演替过程可能需要几年，几百年。

可以看出，在尾矿库植被工程中，建立稳定的、自衍的演替顶极群落是再植被的最终目标。为此，可以引入植物种用于初期植被，所选择的植物应能迅速地以浅的根系稳固表层，生长速度快，种子产量高。引入植物种的选择性灵活，可以优先选择适应尾矿库最初土壤和小气候的植物种，特别是在没有表土覆盖、又含有毒物质尾矿上直接植被的情况下，选用特别耐盐或耐金属的植物种是植被成功的重要、甚至是决定性因素。

也可以选择当地植物种建立自衍的半自然植被，当地植物种能迅速形成演替顶极群落，从而缩短扰动区的恢复和土地利用所花的时间。正是因此，许多管理规程都要求采用当地植物种再植被。然而实践起来却有很大困难，因为尾矿库表面的土壤条件和初期小环境极不同于附近未扰动区的条件，附近地区已形成

演替顶极群落的当地植物也存在不适应的问题。许多当地植物种，因其根系深，生长速度慢，种子产量低，在植被建立的最关键、最初阶段，不能迅速地抑制风蚀和水蚀，这样，就不可能为植物以后生长创造有利条件。一般地，在初期植被阶段，采用当地植物种可能很困难，成本高，又有风险。最适合当地植物种的场合是在建库的初期，将已剥离的不同层位土壤单独堆贮，植被期重新用来覆盖表面。另外，需要利用温室或育种小区提前生产种子和育苗。

无论是选择当地植物种，还是选择引入植物种，所选择的植物种都必须适应于尾矿库的土壤特性，浸蚀潜势和小气候条件，这是至关重要的。适应场地条件的植物种特性主要有：易繁衍、要求的种植方法和进程、根系发育和深度、混杂植物种之间的竞争潜力。最好选用适应条件宽的植物种，以把植物种夭折风险降至最低。

选种应考虑的植物特性有：

当地植物：能迅速生长并再生；其它地方证实的恢复效果；耐区域气候条件；耐高低水位变化；根的生长快；易于通过种子和插枝繁衍；固氮能力。

总之，再植被的最终目标是获得稳定的演替顶极的植物群落，但不一定与附近未扰动区的植物群落花流水完全相同。为此，最通用的方法是：开初，引入适应特定土壤、小气候和尾矿水分条件的植物种，快速生长成先锋群落，而后，通过自然演替过程，让位于更多样和更适应的演替顶极群落。

（3）再植被的程序。为了在特定的气候区内特定尾矿的库区实现最优化植被覆盖，需要研究许多因素，包括气候的统计参数；结构、粒度分布和体积密度；水分可得性和持水性；微生物及其活度；有机物和营养物（N、P、K、……）；酸度；阳离子交换能力；矿物特性；电导率、可溶盐和全分析（Fe、S、Mg、……）；地形、侵蚀和粉尘问题；植被所需时间与经费等。植被工程的具体实施步骤大体如下：

①苗床准备。这是建立短期植物群落阶段所必需的。开始平整土地、开沟，以改善小气候。在尾矿库表面覆盖适当厚度的表土，形成有利于植物生长的苗床。有的情况如果要在尾矿上直接植被，则需石灰处理、覆盖和施肥。

②短期植被。无论是潮湿环境还是干燥环境，都是以草作初始的短期地表覆盖。为了增强植物的多样性和降低总群落破坏的机会，在初期一般都播种几个不同的植物种。植物种选择、播种密度和播种日期必须根据本区场地条件和植物种特性来确定。每个植物种都有最适合它的播种方法。水力播种可在一次作业中迅速而又均匀的播种和施肥和覆盖表面，特别适合于软土地或难进入的坡地播种。灌木秧苗可掘坑栽

植。在干燥气候条件下，为保证迅速建立起短期植被，可能需要临时性灌溉。

③长期植被。为了达到自衍和稳定植物群落的最终目的，必然要在短期植被与长期植被之间实现转换。在某些场合，可以在保证短期植被和土壤发育之后，任凭当地植物种侵入。而在另外一些场合，为建立短期植物群落需要临时灌溉时，可以通过重新播植更适于群落演替下一阶段的异种，例如灌木可以加快自然演替过程。人为地加快演替过程的必要性取决于前面的短期植被的成功，取决于恢复区最终期望的土地利用。然而，所有再植被工程都应当朝着长期内自再生和最少管理方向发展。

2. 岩土覆盖

为了稳固尾矿表面，抵抗风蚀和水蚀，借鉴水力工程抛石护堤的方法，在尾矿表面覆盖一层矿山废石或砾石、炉渣。研究表明，砾石粒级越细，覆盖层设计厚度越薄，经济越节省。废石覆盖的主要缺点是：影响下伏尾矿通过自然过程改良土质，无助于植物生长，延迟或阻碍土地恢复和有效使用。如果考虑到未来植被，应铺设反滤层或与其它覆盖方法联合应用。

3. 堆肥覆盖

加拿大矿物和能源技术中心于 80 年代初开始，为辅助尾矿库植物覆盖，在埃利奥特湖铀矿区，利用城市垃圾进行堆肥生产试验研究生产。生产堆肥的组分比例为 50%~70%垃圾，20%废木屑（-4 ㎜），以提高垃圾混合物的孔隙率，10%~25%污水污泥，循环堆肥为 10%。

4. 湿地覆盖

湿地是一个生态系统，既能起吸附作用，又能以二次排出物作肥料。湿地表面有一层绿色的浮萍植物，其显著地减少水中氧量，从而影响其它水生物生长。据报告，这样条件与有机沉积层一起能滤出微生物。

5. 水覆盖

在地形上适于稳定的贮积又能承受流体静压的场合，水淹没尾矿可作为尾矿库废弃的选择方案。水淹的要领就是营造一个废弃湖，其优点是：尾矿之上的水构成一个阻氧障；湖区直到沉积盆地作用，能汇集径流量；可控制出口流量；尾矿风蚀问题得以克服；在有足够水深情况下，将降低尾矿内部温度从而延迟生物地球化

水覆盖的缺点是：需要精心设计规模相当大，代价极高的水淹控制系统；由于向尾矿的渗入量增大，可能增强污染物迁移。但是，可以在尾矿库作业期间，通过控制尾矿排放，保证尾矿泥均匀分布，或者在粗颗粒尾矿之上覆盖以低渗透性的粘土或尾矿泥，使污染物迁移降至最低。

研究表明，尾矿上 3m 深水覆盖可提供下游可接受的水质。如果要采用浅的水覆盖，则需要进行实验室试验，研究其对水质的影响。应当分析尾矿的矿物性质和水的碱度，确定酸生成潜势。黄铁矿含量很高的尾矿，在几米深的水覆盖之下，由于日光、细菌和空气作用，仍将有氧化作用，直到有足够的有机物或沉积层覆盖尾矿。

二、化学稳固与固化

为使尾矿库污染物迁移引起的环境问题最小，可以采用化学方法稳固或固化尾矿，实现长期稳定。尾矿稳固是指把有毒成分转化成抗风化和溶滤的形式。尾矿固化是指把半固态尾矿转化成固态。

1. 化学稳固

美国矿山局早在 70 年代初已对化学稳固进行了大量的实验室探索和现场小区试验，稳固剂不宜作永久性的恢复措施，在尾矿库粉尘控制、风水侵蚀的临时　　抑制、植被初期阶段稳固植物方面起到很好的作用。

植物覆盖使用水力播种方法，即在要稳固的表面喷撒木屑浆（或纸浆）、种子和肥料。木屑浆起到保护新播下的种子和抑制粉尘的作用。在尾矿库区的倾斜面上可采用编织垫替代木屑浆。

研究证明，添加化学稳固剂的植被技术是有效的、成功的。这种方法是在尾矿上撒播肥料、草、豆科和谷物种子的混合料，然后浇水，并洒化学稳固剂（例如树脂胶粘剂）的水溶液。

2. 化学固化

早期应用于废料固化的方法有：硅酸盐和水泥基（无机粘结剂）；石灰基（无机粘结剂）；热塑材料基（有机粘结剂）；热固聚合基（有机粘结剂）；成囊技术（有机粘结剂）。

3. 地质聚合物

最近几年，由于新材料的发展，地质聚合物引起了世人瞩目的技术进步。借助于地质聚合反应设计的现代材料开拓了新的合成思路，新的应用和工艺流程。

地质聚合物又称矿物合成聚合物，地质聚合作用的化学原理是基于地质成因，故而可把地质聚合物看作合成岩石。地质聚合物是聚合硅-氧-铝酸盐型无机粘合剂。

地质聚合物基质均匀，因此具有高的抗压强度、耐化学腐蚀和收缩性。正因为地质聚合物能在短的固化时间达到高的结构强度，地质聚合物具有良好的抗化学腐蚀和冻一融性能。因此适合于长期封存废料、固化废料、构筑覆盖层和垫层。

地质聚合物的潜在应用近乎与日俱增。目前多用于表面盖层和基底垫层，包括刚性、半刚性和柔性高强度低渗透性盖（垫）层，以及垂直阻挡障，包括地下截流墙、土坝内高强度低渗透心墙。

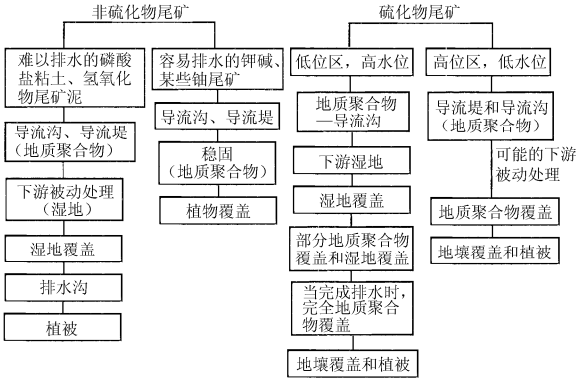
第四节 闭库方案的选择

尾矿库闭库方案主要根据以下因素选择：形地貌、尾矿类型和矿物特性、当地地下水和水文条件、尾矿排放方法、排水难易程度、水位高度。

每个尾矿库场地都有它特定的条件，为了确保闭库和恢复工程能满足环境约束，必须根据具体的场地条件，选择适宜的闭库方案，实现闭库系统最佳化。否则，由于闭库方案选择不当，需求长期维护，高额的维护费将续传给后代。为此，采矿公司必须在作业期间投入适当的恢复工程基建费，开始执行闭库方案，以在不花费过高代价和长期维护情况下安全闭库。

一、非硫化物尾矿闭库方案

非硫化物尾矿闭库方案如图 6—1 所示。



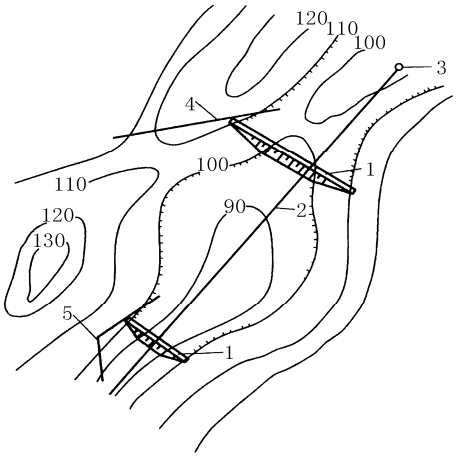


图 6—1 非硫化物尾矿闭库方案

如果尾矿材料易排水，如钾碱、某些铀尾矿等，可以采用导流沟和导流堤，用地质聚合物稳固表面，

然后再用土壤和植物覆盖，从而完成闭库；如果尾矿材料难以排水，如磷酸盐粘土、含氢氧化物的尾矿泥等，在不进行总体排水的场合，采用导流沟、导流堤和下游被动处理的湿地可以改善渗漏问题，湿地可为植物提供生长条件，有些地区可以采用振动技术排水或开导流沟和疏干方法，这样可在其上植被。

为了减少含硫化物尾矿库区向环境排放酸性水，可有各种方案，包括压密粘土覆盖；合成膜覆盖；接种细菌；表面填加石灰石；导流沟；充填碱、其它化学品或生物沟；排至湖内；化学处理；下游湿地；湿地覆盖；土壤和植物覆盖；形成硬壳；稳固地表（地质聚合物）。

二、硫化物尾矿闭库方案

硫化物尾矿闭库方案，可以考虑两种情况，即水位高的低位尾矿区和水位低的高位尾矿区。前者，如果在整个尾矿区建立起湿地沼泽，下游湿地将为渗漏水酸度降低及从中提取金属创造条件，也许有些地区，特别是尾矿区可以稳固的地区，适于覆盖以地质聚合物。后者要求有良好的导流沟和导流堤，以汇聚酸性的和含污染物的渗漏水，以在下游湿地进行处理。高位区尾矿表面适于用地质聚合物稳固，继后采用土壤和植物覆盖。

陆地面和浓密排放是较新的尾矿沉积方法，由于不存在尾矿库排放方法所遇到的排水问题，闭库后立即可以采用地质聚合物覆盖、稳固尾矿达到有效闭库。实际上，为了在闭库之前建立起足够厚度的稳固层（形成合成硬壳），可以在作业的后期阶段开始进行地质聚合物沉积，实现的方法是直接在选厂尾矿浆内、或排放管内或尾矿库区内填加地质聚合物。

硫化物尾矿堆置在坑内（露天矿坑或专门挖掘的深坑），可以充填尾矿接近顶部，或保留一定高度的超高，排水后，采用地质聚合物覆盖。

在大多数情况下，可以考虑采用湿地和地质聚合物覆盖，或两者的联合。

三、中小铁矿尾矿库闭库复垦方案

1. 河滩围池尾矿复垦模式

该复垦模式已应用于有大面积河滩地的马兰庄铁矿。复垦工程程序：①将河滩地坝区划分成方形池（每池 2.67hm^2）便于顺序排尾、复垦。②围埝，埝高 3m，埝顶宽 1~1.5m，边坡 1：1，坝内底平面形成向溢流管倾斜的 3%~5%坡度。③埝内一侧设溢流口，清水溢流池外排入田间或入河流，溢流管每隔 30~50 ㎝开一排也以减少溢水积存深度。溢流管每隔 20m 设一排尾矿管，一池排尾矿，排满后，干燥 20 天，再平

整，在上部复土大于 30 ㎝后可种植农作物，然后尾矿管转排相邻另一池，重复上述作业，其复垦工艺示意图见图 6—2。工艺流程见图 6—3。

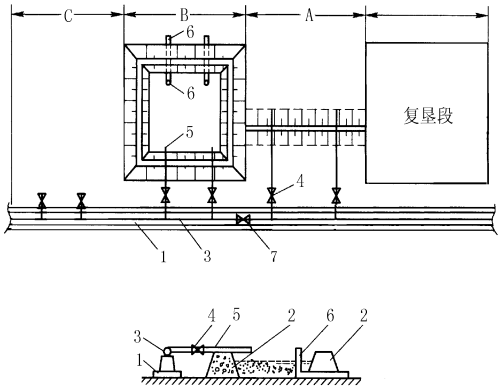


图 6－2 河滩围池尾矿复垦工艺示意图

1-管路基；2-围埝；3-矿浆管；4-阀门；5-支管；

6-溢流管；7-闸阀；A-干燥段；B-筑坝段；C-准备段。

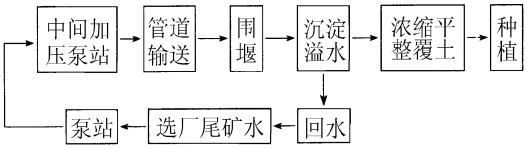


图 6－3 尾矿复垦工艺流程图

2. 尾矿充填低洼地或冲沟复垦模式

迁安市赵店子铁矿、包官营铁矿、迁西县汉儿庄铁矿、遵化市王爷陵铁矿、已用此模式建造了百亩沙地梨，间种旱田作物和小麦，水稻也成方成片，长势良好。这种复垦模式选用于选厂附近有冲沟、山谷或低洼地。这种尾矿库坝短，工程最小，基建费用低。工程要求：用废石在适宜的山谷或冲沟处分段筑坝，坝高一般小于 4~5 米，岩石砌坝有孔隙可将尾矿水渗出，或在坝内埋高溢流管，排出的清水由回水系统回收供选矿厂重复使用。尾矿充填顺序是先充填山谷的地势高处，再充填低处，便于分区复垦，尾矿充满干涸后经推土机平整，在上部铺以大于 30 ㎝复土即可种植农作物，如图 6—4 所示。

图 6－4 尾矿充填低洼地或冲沟技术示意图

3. 分期分段种草植林复垦技术

该复垦模式在迁安首钢矿山公司大石河矿区尾矿库已分段在尾矿库干坡段植树，起到了固沙固氮、绿

化环境、减少污染的作用，经过种植也增加尾矿沙的有机质含量。该模式适用于较大的、服务年限较长的尾矿库，要根据尾矿库干坡段进展情况分期分段种草植林。

4. 尾矿库闭库复垦技术要点

尾矿是经过加工的矿岩，已形成散体结构，有一定湿度，有假相胶结，它对堆积地点要产生一个集中载荷场。由于是散体结构，故要破坏地形地貌，污染环境，也影响环境地质。尾矿库选址一般都就近选在山沟、山谷，在居民区的下风侧尽量远离厂区。大中型尾矿库一般容积都在上千万吨，服务年限 10~20 年，故尾矿坝稳定性保护都非常重视。地方中小铁矿由于有的矿山不重视尾矿合理排放，造成占地面积大、淤积河流、污染环境。但是，经验证明矿山规模小，尾矿量少，故易于组织填沟填谷复垦，并易于采取灵活式样的形式组织实施。鉴于上述特点，在尾矿复垦决策中本着分区分期，将复垦纳入排尾工艺，循序渐进处理，结合中小铁矿特点，采取分散热排入、分片复垦工艺。

（1）尾矿库闭库复垦技术要点

①因地制宜，总结多种尾矿复垦技术方案。如根据地形变化的有河滩围池筑坝复垦技术，充填沟谷分段筑坝复垦技术，有尾矿覆土复垦，也有尾矿不覆土复垦，要因地制宜，既考虑简化工艺过程，又要考虑科学性。

②在尾矿复垦实践中要注意完成矿区土地复垦方案设计。初步设计包括建立复垦点、测地质地形图、做工程复垦方案、完成技术经济分析，进行农林作物筛选，进行农林作物种植试点，追踪调查农作物长势、产量、施肥情况统计，追踪调查土壤熟化情况、土壤及农作物有毒有害元素含量变化，以便采取措施加速熟化土壤，治理并减少对土壤、农作物有毒有害元素污染，进行尾矿复垦效益分析（包括经济、生态、社会效益）。

③制定符合本地具体条件的复垦土地技术标准，以起到指导作用。

（2）生物复垦是工程复垦的延续，是土地复垦过程中不可分割的一部分。如筛选作物品种、作物轮作、间种；各种培肥措施；监测土壤及农作物有毒有害元素，采取措施减少危害；加速复垦地生土熟化，边坡植被覆盖，农、林、副、渔等复垦技术的优化配置等。这些措施对提高土壤肥力和作物产量水平都起着重要的作用。

根据矿山实际条件，从不同侧面作关于生物复垦的调研、试验、总结和技术研究工作，提出如下

技术要点：

①根据唐山北部山区气候条件，通过测试尾矿，土壤化学成分有 Fe_2O_3、Al_2O_3、CaO、MgO、SiO_2 等，且 SiO_2 含量占 68.37%，土壤中的养分含量，以马兰庄铁矿为例，全磷含量客土比复垦比较低，而速效氮、速效钾则较高；客土有机质含量高于复垦地，而二者土壤中细菌总数相差不大。这说明复垦地肥力水平低，因此在复垦地土壤应以培肥为重点，以增施有机肥和种植农作物为手段，进行农作物栽培。

②通过对尾矿、废石、表土、客土土壤基本物理性质测试分析，尾矿砂属细砂土，废石表土加尾砂属多砾质粗砂土，废石土属石渣土，这些土壤砂性强、肥力低、保水、保肥能力差，但它们的透气性和渗透性较好。实践证明：尾矿复垦时与粉粒、粘粒含量高的土壤混合（如山皮土），多施有机肥，复垦土壤能适应农作物生长。

③经过对尾砂与客土土壤测试，二者容重分别为 1.14 g/cm^3、1.30g/cm^3，比重为 2.64t/m^3、2.79 t/m^3，孔隙率为 53.4%、58.3%，容重小，孔隙率大，客土土壤有的地区比较粘，易板结，通透性差，遵化兴旺寨乡用尾砂改良板结土壤，即用尾砂垫猪圈沤肥，然后施入粘性大的土壤，提高农作物产量 10%。

④经跟踪调查结果表明，复垦后要及时进行农林种植，因为随着农林种植时间延长，复垦土壤中有机质含量、碱解氮、速效磷、速效钾含量逐年增加，粘粒、粉粒含量增加，砂粒含量减少。

⑤提高砂性复垦土壤肥力的途径主要有：

- 砂土掺粘土改良土壤；
- 增施有机肥，秸杆还田；
- 建立合理轮作制。豆科作物与其它作物轮作，发挥豆科作物增磷补氮作用；
- 豆科绿肥有较强的固氮能力，还可维持土壤的有机质平衡与稳定，可以改善土壤结构，降低水土流失。

⑥作物及林果品种选择

a. 根据土壤化验结果，复垦土壤属于砂性强、低肥力水平。故在试点地要选择耐瘠薄的作物品种，如豆类、谷子、薯类、玉米等。复垦后应优先选择豆类作物，有利于加速熟化土壤。另外实践也证明，土壤底层有保水层条件下，水肥充足也可保证水稻生长。

b. 根据测试，复土 PH 值在 6.8~8.1 之间，属于微酸性到中性，适宜种植板栗、苹果。表土中含钾、

铁，钾对糖分转化、运输和积累有很大促进作用，铁可使果实中糖分增加。迁西、迁安、遵化地区盛产香甜可口板栗是有得天独厚条件的。

c. 根据复垦土壤砂性强、易流失的特性，应选择种植林木和牧草。这样不但可以培肥土壤，提高土壤湿度，加速土壤熟化，而且还可以防风固沙，减少水土流失，防止环境污染。实践证明，夏季护田林气温较农田低 3.6~4.3℃，相对湿度增加 14%~17%，土壤含水量增加 3.8%~4.7%，蒸发量减少 7.5%。马兰庄铁矿滦河滩复垦地，杨柳林木成行成网，有的排土场复垦点栗树或梨树与农作物间种。首钢尾矿库大面积种植沙棘、紫穗槐已经成林，起到了防风固沙、熟化土壤的作用。

d. 根据复垦土壤的容重和孔隙度选择适宜的农作物和林果品种。品种各种作物生物特性不同，根系的穿透能力不同，当孔隙度小于 50%时，适宜小麦生长的土壤容重为 1.41~1.26g/cm^3，孔隙度小于 52%~6%时，当孔隙度小于 50%时，小麦产量即显著下降。黄瓜根系穿透能力较弱，当土壤容重为 1.45 g/cm^3，孔隙度为 45.5%时，即不易透过。根据实践检验，迁安马兰庄铁矿和迁西汉儿庄铁矿类似的复垦土壤适宜种植小麦、黄瓜。

唐山北部铁矿复垦土壤砂性强、疏松、容重小、孔隙度大，特别适合块根块茎作物的生长，如甘薯和马铃薯等。栗树对坚实土壤有较强的忍耐能力，故在土壤容重 1.55~1.65g/cm^3，的坡地土壤条件下能正常生长；而苹果、梨树则适合于较疏松的土壤，故在尾矿复垦地、排土场复垦地都长势良好。

⑦针对复垦对农作物的生长及原粮品质是否造成不良影响，分别对尾矿砂、复垦土壤和原粮中的有毒有害元素和放射性进行测试，以便为复垦的可行性提供依据。测试证明，唐山铁矿尾矿和复土中有毒有害元素均未超过农作物生长受阻含量，有些有害元素虽然复垦地高于客土土壤，但均未超标，不会造成污染。

⑧对复垦地有毒有害元素污染的防治措施：

a. 施加抑制剂：复垦地施加石灰，可以提高土壤 PH 值，施加碱性磷酸盐，可降低镉、汞等元素的溶解度，从而降低其有效性。

b. 增施有机肥，改良砂性土壤

c. 加强水肥管理。水稻在淹水条件下，可明显抑抑对镉的吸收，却增加了对砷的吸收；在干旱条件下，砷不易被作物吸收。严加控制含有毒物质的化肥品种。

d. 控制和消除工业“三废”的排放，控制化学农药的使用。

⑨测试表明：唐山矿山复垦地的尾矿水、农用水的各种有毒成分含量均未超过农用水水质标准。这表

明尾矿水排放未造成对农业环境的影响。

⑩唐山铁矿经检测复垦地及客土土壤中，放射性均低于国家规定标准，说明尾矿复垦对当地土壤未造成放射性污染，也未对原粮造成放射性污染。说明鞍山式铁矿尾矿复垦的可行性。

第七章 尾矿库加高扩容新技术
——中线法筑坝工艺

第一节 中线式筑坝加高扩容工艺的背景技术

1. 上游式筑坝法广为应用的原因

我国的矿山企业多数建于建国后六、七十年代。由于当时的历史背景，使矿山建设的设计思想和设施装备大都承袭前苏联二战后经济恢复和建设中所形成的技术经验。体现在尾矿库的建设方面，几乎绝大多数黑色和有色的矿山尾矿库都采用了上游式筑坝技术。这种方法的生产工艺简单、操作容易、且管理方便，但不足之处是占地面积大，而库容量相对较小，因为这种方法所筑成的坝体浸润线较高，坝体稳定性差，特别在地震地区不宜筑高坝。

上游式筑坝在我国得以长期沿袭使用的另一个重要原因是，在计划经济体制下，土地并没有被视为资源，企业经政府批准后可以无偿占有使用，新建尾矿库所需的巨额资金也由国家划拨，因此作为生产单位无需为此而犯难发愁，设计单位也基本囿于在传统的老套路中改进和积累，而缺乏创造和更新。

2. 上游式筑坝的坝体结构分析

（1）上游式筑坝坝体的沉积规律。上游式筑坝是朝初期坝上游方向，向库内均匀放矿冲填尾矿加高坝的筑坝工艺（如图 7-1）。基于这种筑坝方式，形成了尾矿堆积坝体特有的沉积规律。沿坝体纵向轴线方向不同剖面上尾矿沉积粒度分布规律不同，宏观上，从排矿口至上游水域间的尾矿沉积滩面上的尾矿大致分为尾中砂、尾细砂、尾粉砂和尾矿泥层。由上层到下层，层与层间呈渐变过渡，显示出尾矿粒度粗细交替的变化特征。

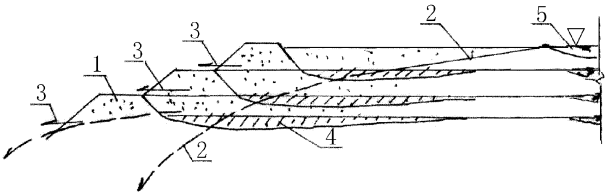


图 7-1　上游式筑坝工艺

在尾矿沉积过程中，沿水流方向还形成倾向水域的许多微细层理。同时，由于非均衡性放矿的影响，以及矿浆浓度变化，矿浆量变化而增加了尾矿沉积规律的复杂性。在不同的矿浆流动时，距放矿口远近不同，沉积的速度，沉积的粒度各有差异。致使呈现出大层中夹有一些粒度等级不同的簿夹层及互层，

其中的夹层、互层厚度小者仅有 1~2mm，厚者达几十厘米，甚至 1m 以上。

在尾矿砂层中的尾矿土夹层，往往是局部隔水层，又由于上部滞水的影响，则多呈软塑状态，因此，多为尾矿砂层中的透镜体软夹层。

（2）尾矿坝体的渗透性质。由于尾矿堆积坝体沉积结构复杂，粒度变化和密实度都对渗透性有较大的影响，而广泛分布的尾矿泥簿层影响特别显著。概括起来有三方面：

①水平方向向上游渗透性的不均匀性。由尾矿堆积过程由近及远颗粒由粗变细，依次沉降在滩面上，因此，形成沿浸润线始端至终端尾矿渗透性由小变大的趋势。

②垂直方向渗透性的不均匀性。宏观上尾矿堆积体由上至下，颗粒由粗变细，密实度增加形成上部渗透性优于下部渗透性，与均质坝比较，它可使浸润线抬高，为坝体渗流破坏创造了条件。

③渗透性的各向异性变化。宏观上看，尾矿堆积体的粒度、沉积层次变化是十分复杂的，粗细层间相间交替出现，矿泥层呈千层饼广泛分布，使得其渗透性呈各向异性。尤其是矿泥层的存在，大大改变了尾矿堆积体的渗透规律。从渗透系数数值上看，矿泥层的存在，对水平渗透系数影响不大，但对垂直渗透系数的影响相当显著。

（3）尾矿泥层对渗透性的影响。由于矿泥层的存在，使得垂直方向渗流受阻，从而堆积体内浸润线抬高易沿矿泥层面在渗流出口处发生流土或管涌，从而危及坝体稳定。

矿泥层作为隔水层，使得表层浸润线附近地下水活动加强，而深层活动减弱，并出现了非饱和状态砂层，增加了渗流复杂性。矿泥层存在易出现渗流破坏，如坝坡浸润线出逸，透镜体表层易发生流土破坏。由于矿泥层的存在，改变了堆积体的渗透性能，且由于其无规律分布，使得无论水平向还是垂直向渗透分析更为困难。

综上，由于上游式筑坝，矿浆在尾矿滩面自然沉积，构成坝体内多层次矿泥夹层存在，而形成坝体的水平渗透系数大于垂直渗透系数，导致浸润线抬高。为此，在上游式筑坝坝体构成中必须在各层面，纵横向设置排渗设施，生产后的尾矿坝要补充的排渗工程设施更为复杂，这已成为上游式筑坝工程不可缺少的重要组成部分。

同时，由于上游式筑坝采用坝上分散放矿，人工筑子坝，池填法筑子坝，推土机筑子坝等都对尾矿堆积坝体构造和渗流稳定产生不利的影响（如图 7-2、图 7-3）。

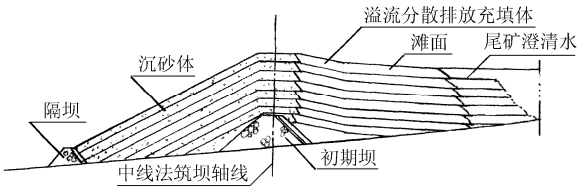


图 7-2 池填法堆坝示意图

1-尾矿子堤；2-溢流井、管；3-冲填堆积层 V-冲积层（由粗到细）；IV-冲积层（细粒溢流）；VI-矿泥层

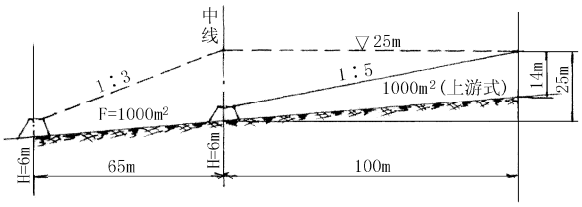


图 7-3 推土机筑坝示意图

1-尾矿子坝；2-理论计算浸润线；3-渗流；4-推土机铲土坑充填原矿浆尾矿；5-尾矿澄清水

在此基础上尾矿库尾矿堆积高度越高，坝体向库区上游推进的越远，粗粒级的坝壳距离细粒级软弱矿泥层越近，尤其是库区的沟底纵向坡度大时，距细粒及矿泥区更近，若用以高堆、多装，其稳定性必然成为问题。特别是采用上游式筑高坝，甚至用上游式筑坝加高扩容更需要研究了。

3. 中线式筑坝加高扩容工艺的产生

改革开放后，企业进入市场经济，大部分矿山企业都日益面临一个难题，即尾矿库已使用到中后期，有的甚至迫在眉睫。建新库，土地资源已今非昔比，大面积征地几乎不可能，而且基建投资款额巨大。那么只剩一条路，即对老库进行加高扩容改造。如前所述，由于现有尾矿库都采用上游式筑坝，所筑的坝体内含有多层次矿泥夹层，坝体浸润线高，结构强度低，如果继续用上游式加高扩容，不能筑高坝，因此扩容有限，并有坝体不稳定的隐患。

以通钢板石沟铁矿为例。该矿于 1969 年 10 月建成投产。尾矿库设计最终标高 600m，总库容 1870 万 m^3。现已堆筑到 597m，使用期限仅剩 2~3 年。为此，该矿曾于 1996 年委托某设计院做了建新尾矿库的初步设计，新库需占地 1725 亩，征地费估算 1 亿元。基建投资约 4353 万元。此方案使企业望洋兴叹。2000 年，该矿又委托设计院做了老库上游法加高扩容方案设计。设计结果，采用上游式加高扩容，可增加有效库容 178 万 m^3，该库服务年限可达 11 年，基建改造投资 919 万元。实际上，该方案只是将建新尾矿库工程推迟几年而已，新库从设计到建设周期至少需 5~6 年，加高工程完成后又要重建新库。因此，上游式加高方案起到的只是缓解作用，无法从根本上解决尾矿的后续贮存问题。

再以汉钢杨家坝铁矿为例。该矿于 1986 年建成投产，尾矿库目前尚可使用 2 年左右。早在 1998 年，该矿就委托有关部门作了新建尾矿库的方案设计，需征占农田地 615 亩，基建投资估算 3550 万元，最令企业棘手的是需动迁农业人口。因此，建新库方案至今未能付诸实施。

从上述的分析和实例中不难看出，尾矿的后续贮存问题，已成为矿山老企业所必须面临解决的一个重要课题。否则将直接影响企业持续发展。

中线式筑坝加高扩容工艺，是一种能将现有用上游式筑坝，并且已使用到中后期的尾矿库实现大幅度扩容，并保证坝体安全稳定的新工艺。

第二节 中线式筑坝扩容工艺原理

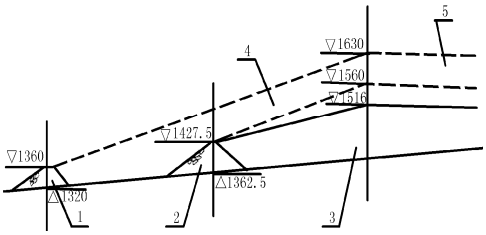
1.工作方法

中线式筑坝加高扩容工艺，是在上游式筑坝的子坝上部，选择固定的坝轴线，进行垂直升高尾矿分级筑坝。利用水力旋流器进行尾矿分级，将所得的沉砂与溢流向坝外和坝内分别堆筑，以此构成粗细两种尾矿堆积成的棱体的组合坝型（见图 7-4）。

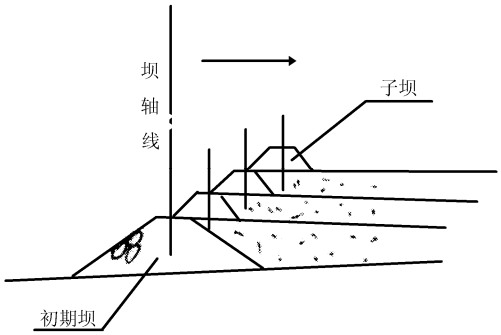
图 7-4　中线法筑坝典型断面

2.坝体结构

这种组合坝型结构合理，各自承担的作用分明，并且充分发挥了沉砂和溢流尾矿各自的材料的力学性质。



分级的溢流尾矿排放到坝轴线的上游沉积。分级的沉砂尾矿堆积在坝轴线的下游。这样分别堆放，沉砂尾矿自然就成为溢流沉积体的支承体。分级后的沉砂尾矿中不含尾矿泥和尾粘土类土，所以沉砂尾矿堆积体内无尾矿泥质土夹层。由于分级后的沉砂尾矿粒径粗，透水性强，因此具有坝体浸润线低和力学强度高等特点，从而提高了尾矿坝的稳定性，适于堆筑尾矿高坝。尤其处于地震区的尾矿高坝。



3. 扩容原理

在采用上游式筑坝工艺，并且已使用到中后期老尾矿库上，改用中线式筑坝之所以能实现大幅度扩容，其原理就在于它充分利用了上游式筑坝所没被利用的堆筑空间和有利地形条件。例如，以一库区其沟底纵坡为 10%，尾矿堆高 25m，进行对比（见图 7-5）。

在相同终期标高条件下，中线式筑坝可增加库容量 1960m^2，尾矿沉砂产率 56.8%，而上游式筑坝库容量仅 1000m^2，相比增加库容 1.96 倍。另外，中线式筑坝充分发挥了尾矿分级后的尾矿粒度变化而带来的尾矿物理力学性能，所构成尾矿组合坝体的合理性和稳定性加强，因此可以堆筑高坝，而坝越高所形成的库内空间自然就越大。

图 7-5　中线式与上游式筑坝库容对比

中线式筑坝是以筑坝中线固定，垂直筑坝升高，随着筑坝坝体升高而库区的尾矿澄清水域面积也随之增大，蓄水量增多、水质变好，不仅增大了库区汛期调洪库容，也更增大了尾矿坝体的安全稳定性。

第三节 中线式筑坝加高扩容工艺主要工程内容

1. 固定坝轴线的确定

初始的中线式筑坝是以初期坝作为坝轴线，而中线式筑坝加高扩容工艺是在上游式筑坝的坝体上重新确定坝轴线，以此为中线垂直向上筑坝，将水力旋流器分级所得的沉砂尾矿和溢流尾矿分别向坝外和坝内堆存。

固定坝轴线确定的原则应是根据尾矿的粒度组成情况以及确定的分离粒度使坝内和坝外尾矿堆存量平衡而定。

2. 分离粒度

筑坝生产所采用的粒度界限值，是决定筑坝生产的重要参数，一般应根据勘察部门或矿方提供的实

际分析资料和筑坝所需的沉砂量来确定。通常是考察 d>0.074mm 和 d>0.05mm。

3. 水力旋流器的选择

水力旋流器根据需要可以选用国产和国外引进两种。

当要求沉砂率低于 25%时，可选用国产旋流器，其特点是较之国外引进造价较低。

当要求沉砂率高于 25%~30%，甚至更高时，则应选用国外旋流器，其沉砂率高，且耐用。选用国外旋流器时，供货方根据我方提供的资料数据进行模拟试验分析，反馈回来较为详尽的分析资料和选择建议，从而可保证选型的正确性。

根据尾矿浆量、浓度和尾矿粒径等参数计算选择旋流器的规格和台数。

水力旋流器成组安装在钢制台车上，台车沿轨道在尾矿滩面上移动筑坝。

台车上除旋流器外尚有矿浆分配头和闸阀等。

4. 坝上管道和稳压装置

水力旋流器分级移动筑坝，要求矿浆管道可接、可拆并移动给矿。为了移动管道时减轻劳动强度，并提高筑坝速度，应将原有钢管道逐步更换为高密度聚乙稀管道。

水力旋流器工作时需要保持恒定的给矿压力，以保证分级产品质量稳定。

对于筑坝轴线较长，坝段分散的情况，应考虑设置稳压设施。

5. 排渗工程

为了保证加高扩容工程的安全稳定，降低浸润线，根据科研部门提供的渗流和稳定分析报告需设置必要的排渗工程。排渗设施的设计和施工都要确保严格、安全、可靠。

沉砂尾矿堆置在坝轴线以外的原有尾矿堆积坝外坡上。由于原有尾矿堆积体与分级后沉砂体的物理力学性质不同，尤其沉砂尾矿的浓度在 65%~75%，沉砂体内含有一定水量，因此，必须设有较强的排渗和导疏设施，以有效的降低尾矿沉砂体的浸润线，保持尾矿坝体的安全稳定。

原上游式筑坝外坡铺有粘土层并形成树木植被等，亦须做相应处理，确保安全无虑。

6. 沉砂堆石档坝

沉砂堆石档坝是在沉砂尾矿堆积体坡脚处设置的堆石坝，用以保护尾矿沉砂体坡脚的稳定，也是沉砂尾矿堆积体的排渗滤水体。

沉砂堆石档坝是用块石堆筑，相应的排渗导疏设施都要考虑。

7. 副坝

对山谷型尾矿库，不论是老库采用中线式筑坝加高扩容或是新库即采用中线式筑坝工艺方案，对地形条件的要求，一是山体要有足够的高度；二是周边“围墙”相对较完整。如存在豁口，当筑副坝。豁口处地形条件许可也可用此工艺堆筑副坝，既节省投资又安全可靠，同时还能大量消耗尾砂，更有利扩容。

8. 排洪系统

加高扩容的尾矿库，其原排洪系统未考虑加高后的荷重。加高后其强度能否满足要求应进行严格的验算，不能原封照用。

9. 水位观测系统

为及时准确检测尾矿坝体内的浸润线的位置和变化情况，判断其渗流稳定性，需要安装水位观测系统。将其传感器的信号电缆汇集到观测室内。

10. 坝体沉降和移位观测系统

由于原初期坝前没有设置沉砂堆石档坝空间而采取加高原初期坝扩容时，为检测初期堆石坝的稳定性，需检测其水平位移和垂直沉降，应设置水平位移和垂直沉降观测系统。

11. 环保抑尘设施

采用中线式筑坝工艺后，外坡坝面处于动态状态，在生产过程中不能进行用土压坝和种植植被，因而增加了裸砂扬尘面积。可以采取以下防尘措施：

（1）溢流砂浆采用多管均匀放矿，尽量加大干滩面的湿润面积；

（2）非汛期提高库内尾矿澄清水的静水位，减少尾矿干滩面扬尘面积；

（3）采用喷灌设备洒水装置，润湿裸砂面积，水源可取自库内澄清水。

实践证明，上述措施较为有效。

12. 需要进行的勘察和试验研究工作

为使中线式筑坝工艺加高扩容改造建立在科学可靠基础上，必须对原库进行必要的工程地质和水文地质勘察，弄清原库的地质和水文情况。

为研究加高扩容后坝体的稳定情况，需委托水工研究部门进行渗流和稳定性分析的试验研究工作，为设计提供研究报告并对安全稳定情况进行评估。

13. 加固技术

中线式筑坝工艺不仅可用于新库设计和老库加高扩容，还可以对病库加固处理。如用于溶洞堵塞、坝体渗漏、付坝护坡、细粒尾矿堆筑等。

（1）中线法筑坝在副坝加高、加固工程中应用。一般的副坝位置在澄清水压内，有时副坝或坝基发生渗漏水或部分坝体发生变形等病害，处于危险境地。此时可以采用中线式筑坝加固把临近副坝的澄清水推到较远地方。这样的工程措施是有效的。

（2）落水洞（溶岩或称卡斯特溶洞）漏水处理。落水洞发生后大量尾矿流失，此时可采取中线式筑坝隔离，抛石作骨架，用分级沉砂覆盖。

（3）尾矿坝坡不稳定可用分级沉砂加固，压坡压重。

（4）堆石坝反滤层破坏，发生渗漏水可用分级沉砂补修处理。

采用中线式筑坝和旋流器分级沉砂堵漏，平衡稳定处理中是很有效的办法。

第四节 中线式筑坝加高扩容工艺的实施及效果

在上游法筑坝的基础上，改用中线式筑坝加高扩容工艺，从而使临近末期老尾矿库实现大幅度扩容，在我国尾矿库筑坝史上是项首创。这个过程经过了十余年的探索和实践，并取得了成功的经验。现就几个具有典型特点的尾矿库扩容工程作一介绍。

太钢峨口铁矿是我国较大型的矿山企业，年处理原矿量 480 万吨。其尾矿库的建设深受当地地形条件的制约，即所有的山体都十分陡峭，所形成山谷即俗称的“撅尾巴沟”，沟面狭窄且上升空间小，所以该矿每隔 10 年左右就要考虑新建一个尾矿库。1992 年，面临筹建第三尾矿库的峨口铁矿，决定在第一尾矿库作中线式筑坝加高扩容实验研究。峨口的中线式筑坝加高扩容，是在原上游式筑坝达到坝高 157.5m 的坝体上继续加高使用，其最终设计坝高为 270m，当属亚洲第一高坝，而库区又处于 7 度地震区，其难度很大。为获得高坝的安全稳定以及扩容工艺的切实可行，进行了一系列的试验研究工作。其中最主要的起决定作用的两项：一是动、静力分析。试验结果表明，中线式筑坝加高至 200m 及 270m 静力是稳定的，动力稳定虽不满足安全需求，但只要采取降低坝体浸润线措施，就能满足设计安全稳定需求；二是尾矿分级粒度试验。尾矿中是否含有足够量沉砂，及是否能够将它们分离出来，是中线式筑坝成败

的关键。根据尾矿粒度分析，证明适于筑坝粒度的尾矿量是足够的，可以满足堆筑尾矿高坝的需要。通过对水力旋流器的反复选型和试验、改进，也找到了合适的设备。峨口铁矿在经过了一系列艰苦细致工作后，敢为天下先，开辟了在 7 度地震区，上游法筑坝达到 157.5m 的坝体上改用中线式筑坝的先河，从而实现了老尾矿库的大幅扩容，解决了长期以来困扰企业的技术难题。老尾矿库加高后可多贮存尾矿量 7340 万 m^3，延长服务年限 39 年。加高和建新库相比，可节约基建投资 1.95 亿元，节省年经营费 301.55 万元。少占农田 590 亩，免动迁 40 余户，避免毁林 3~4 万株。加高改造所需费用仅为新建库的 13.3%，且生产管理集中，环境影响小，不再增加工农关系间的新问题（见图 7-6）。

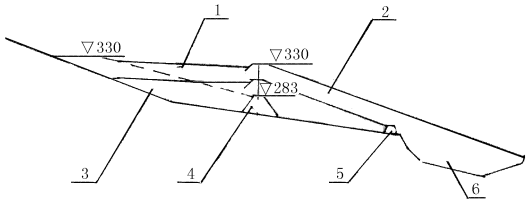


图 7-6　峨口尾矿库中线式筑坝扩容断面

1-隔坝；2-初期坝；3-上游式筑坝堆积体；

4-沉砂尾矿；5-溢流尾矿

通钢板石沟铁矿在面临老尾矿库只能使用 2~3 年，尾矿后续贮存问题将直接影响矿山持续生产的困境下，了解到中线式筑坝扩容的技术信息后，经过充分论证，对老库进行中线式筑坝扩容的技术改造。板石沟铁矿尾矿库相对其它尾矿库来说，其主要特点是坝轴线较长，主坝及 3 个副坝总长度达 2000 米，对这样的尾矿库实施中线式筑坝，其生产作业难度相对较大。通过充分借鉴峨口铁矿的经验，以及生产试验，进一步总结和完善了中线式筑坝生产工艺。改造后的尾矿库可新增库容量 1458 万 m^3，可延长服务年限 29 年，并有继续加高扩容的可能。占地仅 152 亩，基建投资 1000 万元。从而解决了矿山今后生产的尾矿后续贮存问题，且坝体更加安全可靠。

唐钢石人沟铁矿采用中线式筑坝工艺所解决的问题也很具有借鉴作用。该矿尾矿库于 1975 年投入使用，设计最终尾矿堆积标高 210m，有效库容 2300 万 m^3。目前，尾矿堆积标高达 187.5m，尚存有效库容 729 万 m^3。该尾矿库是由南北两个山沟组成，两沟中间有一山梁相隔，库区横向较宽阔，纵深较短。库区汇水面积 2.45km^2，原设计南北两沟共用一套设置在北沟的排水系统，尾矿库生产初期南沟水从山鼻梁前绕过，自然排泄到北沟，生产后期在山梁上开排水明渠，排泄南沟水。目前，尾矿库使用已进入

中后期，随着尾矿筑坝逐年升高推进，尾矿堆积坝体不断向库区深入，使得山鼻梁和堆积坝间的过流距离日渐缩短，按目前排放量，再有 3~5 年，尾矿滩面就会把南此两沟隔断，南沟集水将成为死水区无法排泄，因此，解决该问题，已成为保证尾矿库继续使用的当务之急。如实施原设计，在南北两沟之间山梁上开凿一条长 200m、深 10~30m、土石方达 2 万 m^3 的排水明渠，不仅工程施工难度大，投资也相应较大，更重要的是开明渠必须占用土地，且开挖明渠的山坡上均为密集的果树。在地少人多的河北省，征地难度可谓更大。由上游法筑坝改为中线式筑坝方法后，上述问题迎刃而解。中线法筑坝是采用固定轴线筑坝方法，尾矿堆积坝不再向库内推进，可永久保持南沟水排泄所需的过流宽度，这样就不需要在山梁上开凿明渠，同时又可保证实现原设计库容。该尾矿库实施中线式筑坝改造过程中所遇到的一个难题是，按常规的中线式筑坝，需在初期坝前有一段空间，修筑滤水堆石坝，但该尾矿库初期坝前即是村庄，无空间可用。经过现场踏勘，设计决定，充分利用原上游式筑坝时堆积坝坡度较缓的特点，在原初期坝上建滤水堆石坝，从而既起到沉砂补坡作用，又实现了零征地。该工程由于充分利用了尾矿库的原有设施及各种条件，因此改造投资仅需 200 多万元。达到了经济效益和社会效益双赢。

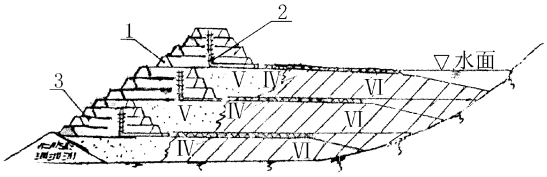
目前福建省潘洛铁矿正新建一座尾矿库，该库址地形条件十分不利，沟窄、坡陡、进深短，上游式筑坝工艺对此山形无能为力，采用中线筑坝工艺，经计算，其有效库容可达 77.28 万 m^3，基本上能满足该矿服务年限的需要（如图 7-7）。该尾矿库是我国自行设计第一例初始采用中线式筑坝工艺的尾矿库。它的成功将为我国在困难地形条件下建设尾矿库走出一条新路。

图 7-7　尾矿库中线式与上游式筑坝库容对比

1-溢流尾矿；2-沉砂尾矿；3-上游式筑坝堆积坝体；

4-初期坝；5-沉砂堆石档坝；6-西露天采空区

（五） 结语



当今，随着国土资源的日益紧缺，保护生态环境已成为世界主题的形势下，妥善解决尾矿接续

贮存已越来越成为矿山企业无法回避的严重课题。对中线式筑坝扩容技术，很多业内人士认为，在有条件的矿山推广实施该项目，其意义不仅体现在企业的经济效益方面，更主要的是节省国家土地资源，保护生态，有利环境，其社会效益更为显著。中线式筑坝扩容技术在今后的尾矿库生产和建设中将占有极为重要地位。上述几个尾矿库采用中线式筑坝工艺加高扩容的效果见表 6-1。

尾矿库采用中线式筑坝工艺加高扩容的效果实例　　表 6-1

尾矿库名称	原库容（万 m^3）	加高扩容后新增有效库容(万 m^3)	延长服务年限（年）	投资（万元）	单位库容投资(元/m^3)
太钢峨口铁矿牛圈沟尾矿库加高扩容	2468	7340	39	约 9000	1.22
通钢板石沟铁矿吊水湖尾矿库加高扩容	1870	1458	29	约 1085	0.75
唐钢石人沟铁矿西大峪尾矿库工艺改造	2300	改变筑坝工艺实现设计库容		约 200	
汉钢杨家坝铁矿米箭沟尾矿库加高扩容	543	769	18	986	1.30

第八章 尾矿库工程灾害诊断及控制技术

尾矿库是矿业开发中必不可少的重要设施，是矿山的重要组成部分。目前，由尾矿库（坝）事故造成的灾难时有报导，且实际发生的事故要比公开报导的要多得多。从危害较小的滑动破坏到灾难性的崩溃破坏。尾矿坝发生溃坝破坏时，尾矿砂往往立即液化，进一步扩大坝的缺口，沿山谷向下游倾泄。其危害程度比水库溃坝严重得多。每次尾矿库事故不仅造成人员伤亡，而且经济损失严重，并多造成周围环境污染等次生灾害。

尾矿库与治山治水、蓄水发电为目的的水库虽有某些相似之处，例如均由拦蓄坝体和库区构成，但尾矿库工程有它自身的特点：

尾矿库工程灾害已成为污染环境，危及生命财产安全，制约矿物工业发展的重要因素。我国尾矿库工程多限于经验设计、灾害防御，技术落后。加拿大尾矿管理已成为专门学科、污染控制技术取得突出进展，澳

大利亚复垦技术取得显著成效。

建立尾矿库工程性态监测、模拟和安全分析系统，为工程行为的判断和评价提供基础性实测数据；建立尾矿库灾害诊断、危险性评价的智能系统；建立尾矿库工程安全分析系统；对发生灾害可能性和危害程度作出判断和评估，对灾害发展趋势作出科学预测；建立尾矿库工程控制系统，辨别关键性控制因素，以便采取有效防治措施；建立尾矿库工程灾害治理系统，有针对性选择治理、加固方法。

第一节　尾矿库系统工程特性

一、尾矿库工程的特点

尾矿库与治山治水、蓄水发电为目的的水库虽有某些相似之处，例如均由拦蓄坝体和库区构成，但尾矿库工程有它自身的特点：

（1）尾矿库工程是一个大系统，它含纳了选厂内尾矿处理、尾矿浆浓密和输送、尾矿坝构筑、尾矿排放、防渗与排渗、防洪与排洪、水循环、废水处理与污染控制、库区土地恢复与植被、尾矿库监测与管理等子系统。这些子系统相互关联、相互制约。选矿破碎粒度级配关系到尾矿沉积层的渗透性和排水效果，排水效果决定固结程度，固结程度又决定稳定性；尾矿排放浓度和方法决定尾矿粒级的离析、沉积层结构和渗漏水量；选矿工艺中硫铁矿分选与否影响未来酸性水的生成和处理措施；尾矿坝设计制约闭库后土地恢复工程实施，等等。

（2）尾矿库工程是复杂反应的综合体，它容集了尾矿库系统内部（尾矿与尾矿废水）、尾矿库系统与环境之间（渗漏水－基础土壤－地下水或地表水体，尾矿库稳定－天然条件）复杂的物理、化学、生物地球化学反应，最终反映出岩土工程问题与环境工程问题的相互交织、渗透、一体化的工程特点。如果我们把溶质迁移过程当作一个黑箱处理，依据输入和输出数据不可能判定地球化学障的形成，难以真确地预测迁移结果，也难以从机理上控制污染。例如，在一定条件下，某些组份形成化合物，沉淀并堵塞孔隙，降低渗透性；而在另一些条件下，沉淀物可能再溶解，甚至造成某些矿物的化学侵蚀，增大渗透性。无论哪种情况都影响迁移率和强度特性。而孤立地解决坝体结构和安全问题，或者孤立地评价尾矿库区生态环境破坏问题，都不可能从总体上认识尾矿库工程的内在关联和实现尾矿库工程的最优化。

（3）尾矿库工程跨及尾矿库设计、基建和运营、闭库和土地恢复、后期污染治理、植被和顶极生物演替、生态环境平衡的全过程，少则数十年，多则数百年。因为停止尾矿排放和闭库以后，尾矿的风化作用、溶滤作用和生物地球化学反应仍在继续进行，特别是放射性核素衰变和重金属离子释放更是因反应环境条件和时间而变化。从这个意义上讲，必须在尾矿库选址、设计、建设和使用过程中为闭库后的土地恢复和生态环境恢复创造条件。

二、尾矿库的工程系统

（1）尾矿放矿系统。尾矿放矿系统主要指选厂尾矿经管(槽） 压力、自流或压力自流联合输送至尾矿库坝面放矿的坝面管道系统。坝面放矿一般采用联接在放矿主管道上的放矿支管来实现坝面分撒放矿。

（2）尾矿堆存系统。尾矿堆存系统主要包括初期坝和后期坝。初期坝的坝型可分为不透水和透水两大类。后期坝的筑坝方式有上游式、下游式和中线式三种。

（3）尾矿库排洪系统。确保尾矿库的排洪能力和排水通畅是尾矿库安全运行的最主要条件之一。为排除暴雨洪水及尾矿水尾矿库必须设有排洪系统，排洪系统的型式一般有井(斜槽） - 管式、井(斜槽） - 洞式和溢洪道等。排洪构筑物主要有：排洪井或排洪斜槽、排洪管、排洪隧洞、溢洪道和截洪沟。

（4）尾矿库回水系统。尾矿库除具备堆存尾矿功能外，还具有为选矿厂提供生产用水的功能，是选矿厂生产用水的重要水源。

（5）尾矿水处理系统。尾矿库在使用过程中，尾矿坝会渗出一定数量的水，这些水中会含有一定数量的有害物质。应建立尾矿水处理系统，使之达到排放标准后排放。

（6）尾矿库的坝体观测系统。尾矿库投入运行后，将受到自然因素和人为因素的影响，为更合理地使用管理好尾矿坝，使隐患得到及时治理，防止发生事故，必须建立尾矿坝的观测系统。

三、尾矿库工程问题

归纳起来，尾矿库工程问题主要来自以下三个方面：

⑴ 尾矿坝破坏或溃坝致使尾矿浆悬泻，固体物迁移，造成下游区的严重灾害。溃坝破坏多起因于坝内地下水位控制不当，或排洪设施不利，或浸蚀和管涌，或地震液化作用，基本上都与静、动水压力和孔隙水压力有关，这是典型的岩土工程结构问题。

(2) 尾矿库渗漏对地下水(地表水体) 污染。含有毒物质、重金属和有机物的尾矿废水，在尾矿沉积过程中继续与尾矿发生物理化学作用，尾矿可能进一步风化，再渗入基础土层，再生复杂的生物地球化学作用，生成新的产物并在地下水运动下迁移，可能流向水源地或天然排泄区，造成环境污染，甚至危及附近地区的生态平衡。从某种意义上讲，水质污染给人类造成的危害要远比溃坝的危害严重得多，隐蔽得深，时间持续长，甚至在闭库之后数十年、数百年这种危害还在延续。这是生物地球化学和溶质迁移问题。

(3) 细粒尾矿飞扬造成大气污染，在干燥和风蚀条件下极易发生。由于尾砂颗粒之间缺乏粘性，经长期的风吹日晒,每逢干燥刮风季节，粉尘漫天飞扬，严重污染了周边大气环境。如有色金属矿山尾矿库，尾砂中含有毒有害物质，其污染将更为严重。

第二节 尾矿库工程性态监测、模拟和安全分析系统

一、尾矿库洪水模拟系统研究

该系统是通过先进的计算机网络通信技术，对尾矿库洪水灾害进行事前和事后监控管理，通过已建立的尾矿库地质地形数据库，加上动态监测到的现状数据，运用计算机管理软件对尾矿库的洪水灾害进行全过程动态分析计算，对洪水灾害提出预警预报，达到动态管理的目的。其特点：

（1）尾矿库洪水灾害模拟系统的作用是通过洪水的再现和预测，对尾矿库的安全运行进行动态管理诊断，并就工程控制技术提出合理化建议；

（2）尾矿库洪水灾害模拟系统采用先进的计算机技术与通信技术，通过软件和洪水数值模型对尾矿库洪水灾害进行模拟，全面、快速、及时、准确地反映尾矿库的洪水状况；

（3）尾矿库洪水灾害模拟系统的软件开发，采用集成化软件，开放式设计，程序结构化，真正的面向对象设计，扩展性强，便于再开发。

（4）采用国内较为成熟的洪水计算方法，建立了尾矿库的库容数值模型，水量平衡数值模型，调洪演算数值模型，泄流数值模型；使尾矿库洪水灾害诊断较为符合工程实际，应用性强，便于推广；

（5）应用水位计、雨量计、流量计的仪器对尾矿库洪水进行自动检测，系统支持检测数据的通讯和处理

功能。

（一）尾矿库洪水灾害数学模型

（1）库容模型。尾矿库作为特殊的水工构筑物，其库容和调洪库容和库区面积和水面面积的大小均与尾矿坝的堆积高度的高低有密切关系。坝高愈高，库容愈大，而调洪库容和库区面积随尾矿坝的筑坝方式不同而变化。从坝高和蓄砂量的关系曲线（即库容曲线）与坝高和库区面积的关系曲线（即面积曲线）上，可以查得相应坝高的库容和库区面积；库容曲线也就是库容模型。同样调洪库容曲线即为洪水灾害模拟中的库容模型。

库容模型的建立可采用水平断面法和经验公式法，本次洪水灾害模拟研究采用水平断面法。水平断面法就是将尾矿库调洪区容积分成很多水平层，每一层的高度根据需要的精度而定，一般可取 2～5m。每一坝高下调洪库容的计算，是先由下而上算出每个水平层的容积，然后累加起来。同时，在计算中还可以求得各种坝高时的水面面积。

（2）泄流模型。尾矿库泄洪形式大多采用斜槽加平硐和溢洪井加平硐的方式，其泄洪能力主要受进水段（斜槽和溢洪井）的控制，其水流流态对一次洪峰来讲为无压－有压－无压的混合过程。其泄洪模型：

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gh}$$

8-1

式中：ω为过水断面；H为计算水头；g为重力加速度；μ为流量系数。

（3）洪水计算模型。在尾矿库汇水面积内，由于降雨或暴雨所产生的汇流对尾矿库的影响，一般由洪峰流量来控制，洪峰流量的计算方法有用频率计算法、地区经验公式法和推理公式法等，而大多数用暴雨资料推求洪峰流量的推理公式法。推理公式法在国外称作“合理化”法，其特点是给出最大流量值。本研究采用推理公式法建立洪峰流量模型。

（4）水量平衡模型。尾矿库水量平衡计算方程：

$$（W_j+W_w）-（W_z+W_s+W_k）-W_x=\pm\Delta W \quad 8\text{-}2$$

式中：W_j为尾矿库降雨迳流量；W_w为尾矿浆带来水量；W_z为尾矿库水面蒸发水量；W_s为尾矿库库区漏水；W_k为尾矿库沉积尾矿空隙中的截留水量；W_x为回水量；ΔW为尾矿库调节库容

尾矿库的来水量主要是迳流量。排入尾矿库的尾矿浆带来水量扣除沉积尾矿空隙中的截留水量及尾矿库库区漏水，按设计等于回水量。所以，尾矿库水量平衡计算方程式简化如下：

$W_j+W_w-W_z=\pm\Delta W$ 8-3

（5）调洪演算模型。调洪演算目的是根据既定的排水系统确定所需的调洪库容及泄洪流量。对一定的来水过程线，排水构筑物愈小，所需调洪库容就愈大。设计中应通过几种不同尺寸的排水系统的调洪演算结果，合理地确定排水构筑物的尺寸。

根据泄洪流量、库容模型，计算洪水位，如果洪水位高于尾矿库设计标准，则应加大排洪构筑物，增加泄洪流量，降低计算洪水位，反之依然。

（6）主要功能模块。①洪水模拟模块：包括洪水预报、洪水监测（人工输入）；洪水报表生成、预览及打印等子模块。②资料查询模块：包括洪水资料数据库查询；库容曲线、泄流量、历年平均日降雨量查询；24 小时内预计洪水、实际洪水、计算洪水查询；调洪演算结果查询等子模块。③文件管理模块：包括打开与关闭图形、图象、动画文件；报表及窗口内容打印等子模块。④地形图处理模块：包括查看与生成库区 2D、3D 平面图；查看与生成库区 3D 动画图象；编辑尾矿库地形图；连接 AutoCAD 等子模块。⑤系统维护模块：包括操作人员管理、坝体参数设置、检测设置、音乐等子模块。⑥窗口管理模块。包括层叠、横向平铺、纵向平铺、排列图标、显示背景、隐藏窗口等子模块。⑦帮助模块:包括内容、搜索等子模块。

二、 尾矿库渗流数值分析

在尾矿库设计和运行管理中，渗流计算常占有重要的位置。据不完全统计，导致尾矿库溃坝事故的直接原因中，洪水约占 50%，渗流破坏约占 20%左右，坝体稳定性约占不足 20%，其它约占 10%。在设计尾矿库初期坝时，需要通过渗流计算来确定渗漏损失和合理的防渗排渗措施，而初期坝坝型和坝的断面尺寸也经常需要借助渗流计算来比较选定。在尾矿坝运行管理中，由于尾矿堆积物料的特殊性，以及其它一些因素都会促使运行中的尾矿坝渗流条件不断改变，因此也经常需要通过渗流计算来分析尾矿坝坝体的稳定性，以及拟定必要的加固措施方案。

尾矿坝渗流计算的主要任务是确定坝体浸润线的位置，坝体和坝基的渗流量以及坝体逸出段的水力坡降，作为坝体稳定计算和排渗设施设计的依据。

从理论上来说，尾矿坝渗流计算是在已知定解条件（初始条件，边界条件）下解渗流基本方程，以求出尾矿坝渗流场的水头分布，进而计算渗流量和渗流水力坡降等。

近代计算技术的发展和计算机的广泛应用为尾矿坝渗流计算开辟了新的途径。各种复杂情况下的坝体渗流，都可以在高速数字计算机上模拟出来。数值计算越来越显示出它的优越性。根据一定的数学模型，在计算机上用数值法模拟尾矿坝渗流状态的过程称之为渗流数值模拟。大量工程实践证明，利用计算机依靠数值法求解均质或非均质、各向同性或各向异性以及复杂边界条件的尾矿坝渗流问题，虽然得到的解是近似的，但对于具体的工程是满意的解答。对于尾矿坝渗流问题，已基本取代模拟试验。数值模拟在尾矿坝渗流计算中愈来愈占有重要的位置，也愈来愈得到人们的重视。

1. 渗流数学模型的基本要点

数学模型具有再现实际水流运动状态的能力。为此，要保证所建立的数学模型能很好地反映实际的水文地质条件，首先必须概化渗流区的水文地质条件，即忽略渗流区内一些与研究问题无关或关系不大的因素，使研究的问题简化。这种对地质、水文地质条件加以概化后所得到的简化物理实体，称为水文地质概化模型。而数学模型就是将其用简洁的数学关系式来刻画它在空间的存在形式及其量化关系。所以建立渗流区数学模型之前，首先要建立渗流区的水文地质概化模型。建立渗流区概化模型时应考虑如下几点：

（1）确定研究区的范围和渗流区的边界。在查清研究区水文地质条件基础上，根据渗流区的内部结构、分布、天然边界情况以及计算要求等确定渗流区的范围和边界形状。

（2）确定渗流区的水力特征。在大多数情况下，地下水流特征为三维非稳定流。但实际中由于三维流的动态资料难于获得，所以多数情况下是将简化为二维流，这样做所带来的误差不是很大的，完全可满足要求。

（3）确定渗流区的边界条件。当渗流区的范围确定后，就要对其边界性质进行详细的确定。一般情况下，只要渗流区边界与常年有水的湖泊、河流、水库等地表水系有直接水力联系时，则可做为第一类边界条件处理。当渗流区与隔水岩体、阻水断层接触或是分水岭时，则可做为第二类边界条件处理，即可当做隔水边界，但分水岭做边界时，该边界具有可移动性。

（4）确定渗流区的源汇项。在详细分析渗流区的水文地质条件的基础上，确定此渗流区内的源汇项，一般将进入渗流区内的量归入源项，加到微分方程的左边，而排出渗流区的量做为汇项，则从微分方程的左边

减去。

（5）确定渗流区的微分方程。

（6）确定渗流区的初始条件。

2. 框图

尾矿坝二维渗流有限元计算程序的编制思路如图 8-1 所示。

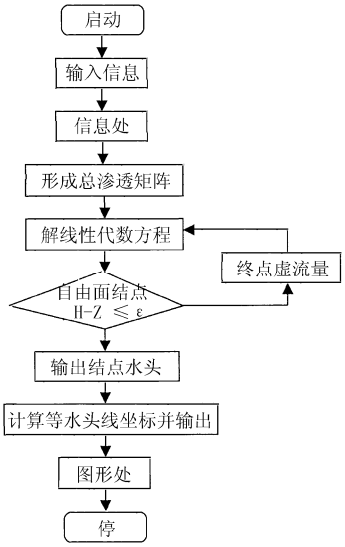


图 8-1 稳定渗流计算程序框图

三、尾矿库水工结构物可靠性分析

尾矿库排洪系统，如排水管、斜槽等，在尾矿库运行过程中，承受外部荷载的作用。尾矿库水工结构物的安全运行对整个尾矿库安全性至关重要。

结构的可靠度指的是结构或构件在规定的时间内，在规定的条件下具备预定功能的概率。可靠度设计的基础是基于可靠度目标的设计准则而不是确定性设计准则。可靠度设计的基础是基于可靠度目标的设计准则而不是确定性设计准则。结构体系的可靠度可以通过其可能的失效模式（延性材料结构中的结构）得到。

1. 可靠度理论方法

基本的可靠度分析步骤可被概括为结构分析方法所必需的所有输入变量的统计定义，与所预测的失效模式相关的应力与强度的统计定义，以及计算结构失效的概率。

可靠度分析一般步骤。①确定结构可能的失效模式；②定义可接受的失效概率；③建立应力和强度的计算模型；④确定设计变量的统计特征；⑤确定系统失效概率；⑥结构体系可靠度的蒙特卡罗计算方法。

2. 结构可靠度计算创新算法的研究与应用

（1）基于随机结构优化的可靠度计算的一种新方法。该方法构造了一个多项式函数（响应函数）以用来代替实际功能函数，然后在优化过程中通过应用基于该响应函数的蒙特卡洛模拟进行可靠度计算。

（2）基于遗传算法的可靠度计算的一种新方法。人工智能科学的飞速发展为可靠指标的优化求解提供了一个强有力的工具。遗传算法（GeneticAlgorithm）是一类借鉴生物界的进化规律（适者生存，优胜劣汰的遗传机制）演化而来的随机优化搜索方法。它采用简单的编码技术来表示各种复杂的参数，并通过对一组编码进行简单的遗传操作和优胜劣汰的自然选择来指导搜索方向。基于可靠指标的几何涵义，把遗传算法用于结构体系可靠指标的优化求解，以克服传统计算方法的局限性。并通过实际算例证明了该方法的准确性和可行性。

（3）基于 GA 和 PNET 法的一种体系可靠度计算的新方法。①PNET 法即“概率网络估算技术”法。PNET 法的基本原理是认为所有主要的机构可以用其中的 m 个所谓代表机构来代替。这些代表机构是由所有主要机构通过下述原则选择出来的，即把主要机构分为几个组，在同一组中各机构与一代表机构高级相关，这个代表机构就是该组所有机构中失效概率最高的机构。从相关条件知，它可以代表该组所有机构的失效概率。②GA-PNET 法：GA－PNET 法由于考虑了各机构间的相关性，因而具有一定的适应性。由于各机构间荷载效应一般是高级相关的，加上材料性能所决定的抗力也有较高地相关性，因此，各机构间的相关系数通常较高，故代表机构一般较少，这可使计算工作量大大地减少。由于上述优点，GA－PNET 法可作为延性结构体系可靠度分析的较为可行的方法。

四、尾矿库震动液化工程灾害诊断技术

1. 传统的地层液化评判技术

（1）地层地震反应与室内试验结合的简化分析计算法。地震液化的外因，主要是竖向传播到地面的剪切波，基于这样的认识和假设，在判定砂层液化时，第一，需根据试验，确定相应条件下引起饱和砂土液化所

需要剪应力的大小；第二，需要通过分析，求出地震时剪切波所引起的剪应力沿地层的分布，然后将两者进行比较，以判别是否可能产生液化。

（2）标准贯入试验击数的经验判别法。鉴于标准贯入击数可大致综合地反映砂层相对密度、原始结构及应力状态等与砂层液化有关重要因素，在发展起来的经验法判别砂层液化技术中，标贯击数判别法简单实用，应用范围较广。

（3）相对密度 D_r 初步判别砂层液化方法。计算表明，液化临界标准贯入击数 N 与相对密度 D_r 之间关系比较复杂，因此，只能作近似换算，当饱和砂土相对密度 D_r 值小于 5～4 中的数值时，地震时就有发生液化的可能。

（4）饱和含水量 w_{max} 与液限 w_L 的关系。当判别饱和少粘性土液化的可能性时，据有关试验，当少粘性土的含水量 w 接近或超过液限 w_c 时，地震就会发生液化，对于塑性指数 I_p≥3 的饱和少粘性土，当其饱和含水量 w_{max}≥（0.9～1.0）w_c 时，或液性指数 I_l≥0.75～1.0 时，地震时可能发生液化。

2. 尾矿库砂层液化分析、诊断技术

（1） 基于非线性突变论对尾矿库地震液化灾害的诊断分析技术。突变理论就是研究系统的状态随外界控制参数连续改变而发生不连续变化的数学理论。它是法国数学家 Thom 于 20 世纪 70 年代初提出的。突变理论是用拓朴学的方法对分支理论的发展，它提供了一种研究所有跃迁、不连续性和突然质变的更普遍的数学方法，突变论的重要贡献是对突变的类型作了分类。

控制参数一个微小的变化都可能引起系统行为质的跃变，这就是突变论的基础原理。在尾矿库地震液化灾害力学体系中，一个模型往往要包含若干参数，有的参数起关键性作用，而关键作用的参数在其临界值附近的一个微小变化都会使系统的演化行为发生质的改变，这样就引出了结构稳定性的分析研究。

基于尖点突变理论，工程地质问题分析一般可采用如下步骤。

①通过野外地质原型调查，建立地质模型。

②根据地质模型，建立相应的力学模型。

③求出系统的总势能，建立势函数的表达式，再利用泰勒展开、变量替换等手段将势函数化为尖点突变的标准形式。

④求解系统发生突变的必要条件。

⑤求解突变的充分条件。

⑥根据工程需要，可对系统的演化途径作定量或定性分析。

把突变论应用于尾矿库地震液化判别技术，尚处于发展完善阶段，不过这并不影响该项实践活动，在实践中发展起来的突变论诊断尾矿库地震液化的技术将更具有推广和实用价值

（2）基于可靠性理论的尾矿库液化势分析技术。利用可靠性分析方法评价地震砂土液化势，就是在承认计算所用数据的正确性、破坏机理的合理性、以及分析方法本身的适用性都具有一定程度不确定性的前提下，建立可靠性评价的随机模型，把输入参数，诸如地震震级、地面最大水平加速度、SPT 值土层覆盖总应力、有效应力、土层液化应力比、土层粘粒含量等视为随机变量，并以一定的分布函数描述它们，由此，表明砂土层状态的状态函数及状态的评价指标亦为随机变量，并通过历史地震液化破坏实例的概率论和数理统计方法，求得砂土液化评价可靠度 β，即所评价砂土层在使用期内，在指定的工作条件下，肯定地不发生液化的概率。

（3）基于数值分析计算手段对尾矿库孔隙水压力比计算的砂层液化判别技术。尾矿库的孔隙水压力比是砂层液化的关键性参数，本研究以 Biot 波动方程为基础，考虑水土动力耦合作用和土体的非线性性质，用三维等参有限元法和波前法求解变形和残余孔隙水压力。

（4）基于能量法的尾矿库砂层液化诊断技术。地震时砂层的振动是地震能量激起的，因而尾矿砂的振动液化取决于传至土体内振动能量的大小和土体的动力性能，当振动孔隙水压力达到初始有效围压时产生初始液化。

第三节尾矿库安全稳定性研究

1. 尾矿坝稳定性计算的主要内容

（1）尾矿坝坝坡破坏的一般形态。坝坡滑动面的形状对于均质粘性土坝多呈圆弧形；对于非粘性砂石料坝多呈折线形；当坝内含有大量面积的厚层细泥夹层，或滑弧通过坚硬岩层时，滑动面的形状就比较复杂，为圆弧和折线的组合面。

（2）尾矿坝坝坡稳定的安全系数。

（3）尾矿坝的危险滑动面。由于地基、初期坝、尾矿性质和其它外力条件不同，滑弧的位置可能有几种情况：①地基条件较好，一般容易在坡脚处发生滑动；②地基较软弱时，可能连同一部分地基一起滑动；③若初期坝强度较高，也可能在初期坝顶以上发生滑动；④在特殊情况下，最不利滑弧位置也可能发生在尾矿未达到最终标高以前的某个断面上。

2. 影响尾矿坝稳定的因素

（1）坝体物料及坝基土的物理力学性质。合理的物理力学参数的选取是进行稳定性分析的前提，极大地影响着稳定性分析结果的可信度。

（2）渗流对坝坡的作用。渗流对坝体稳定性起着重要作用。大部分滑坡都是在暴雨或浸润线过高后发生的，水的作用往往成为滑坡的直接原因。

（3）天然地震效应。

3. 尾矿坝稳定分析计算的荷载组合

尾矿坝所承受的荷载主要来自以下五类：①正常高水位的渗透压力；②坝体自重；③坝体及坝基中的孔隙压力；④最高洪水位有可能形成的稳定渗透压力；⑤地震荷城。

4. 尾矿坝稳定性分析方法

极限平衡法。常用于尾矿坝坝坡稳定性计算的瑞典圆弧法及 Bishop 方法进行阐述。

5. 稳定计算公式的选用

（1）对于重要的尾矿坝，可以采用几种坝坡稳定的计算方法进行分析比较，来确定其安全性。如南芬小庙儿沟尾矿库曾采用折线法和圆弧法计算，马家田尾矿库采用圆弧法、图解法和坡面滑动法计算。

（2）对不重要的Ⅴ级尾矿坝，亦可不经计算，简单计算或根据经验确定。

（3）对于砂性尾砂（粉、细砂和砂壤土等），一般可用折线法及坡面滑动法等。对砂性尾矿的小型工程可采用较简单的图解法和局部稳定法。

（4）圆弧滑动法应用较广，对各种土类均有较多使用经验。对粘性尾矿（粘壤土、粘土等）可采用有效应力法及稳定系数表计算。

（5）地基有软弱夹层时，采用改良圆弧法。

6. 南芬铁矿庙儿沟尾矿坝稳定性计算实例

本钢南芬铁矿庙儿沟尾矿库采用上游法筑坝型式，该库初期坝最大标高 22.5m，为透水混合式坝。尾矿坝堆积高度为 120m，最终堆积标高+320m，总库容 1.05 亿 m^3。坝坡稳定验算采用瑞典条分法。

（1）荷载组合。南芬地区地震烈度为 6 度，但考虑尾矿库的重要性，参照历次设计文件，地震荷载按 7 度考虑，采用拟静力法，水平地震系数 K_c=0.025。浸润线主坝采用 1997 年 8 月实测浸润线。

荷载组合：①基本荷载组合（正常运行）：坝体自重+正常生产水位；②特殊荷载组合（洪水运行）：坝体自重+最高洪水位；③特殊荷载组合特殊运行）：坝体自重+最高洪水位+地震荷载

（2）物理力学指标的选取。主坝坝坡稳定验算物理力学指标全部采用 1977 年沈阳勘察研究院提供的《勘察报告》库中堆积坝的稳定验算参考 1998 年鞍山冶金设计研究院岩土工程技术开发公司提供的《南芬选矿厂庙儿沟尾矿库增容岩土工程勘察报告》，并结合库中放矿时间短，尾矿固结强度低的具体情况，适当调整物理力学指标，尽可能地符合实际。采用的物理力学指标见表 8-1。

（3）坝体稳定验算结果。

①主坝。从表 8-1 可知：当主坝堆积至最终标高 324m，在目前坝体内三道排渗设施（260m、280m 平台自渗井和 290m 水平排渗管）全部能正常有效地起到降低浸润线的作用的条件下，主坝是稳定的。

表 8-1　主坝坝坡稳定验算结果

荷载组合	滑弧深（m）	计算 Kmin	允许 Kmin
基本荷载组合（正常生产）	129	1.8	1.30
特殊荷载组合一（洪水运行）	129	1.73	1.20
特殊荷载组合二（地震运行）	129	1.4	1.10

②库中库堆积坝。根据庙儿沟尾矿库增容设计方案，对方案一：为保证西沟库中库排洪设施能正常排洪，此方案要求尾矿库主坝暂不加高，而首先建西沟库中库，并在西沟库中库排放尾矿，当西沟库中

库尾矿堆积标高达到+330.0m 时，再在尾矿库主坝放矿，主坝堆积标高达到+324.0m 后，再进行此沟的充填。　　对方案二：在进行西沟库中库设计中发现由于西沟库中库最终堆积标高已超过尾矿库主坝，而且西沟库中库的安全直接影响到主坝的安全，所以其防洪标准与主坝一样均是 2000 年一遇洪水设计，造成排洪构筑物断面很大，为了使西沟库中库的安全问题不再影响尾矿库主坝的安全，经计算将西沟库中库的最终堆积标高确定为+320.0m。

尾矿库水位的高低，直接影响到库中库堆积坝的安全。尾矿库水位高时，水体对堆积坝可起到压重的作用，但造成堆积坝浸润线抬高。通过各种工况反复计算，堆积坝堆积 330m 标高（方案一）和 320m 标高（方案二）最小安全系数的滑弧均发生在尾矿库最低（现水位）的时期。由于尾矿库水位随季节频繁地涨落，库中库堆积坝下游坡不可避免地将发生塌岸现象，影响坝体稳定，根据构造要求，必须采取贴坡反滤措施。不同的堆积高度采用不同厚度的贴坡后，均可满足各方案相应级别下不同荷载的安全系数，详见表 8-2 和表 8-3。所以，在保证库中库水位和尾矿库水位差不小于 3m 的条件下，适当抬高尾矿库水位对库中库堆积坝的稳定是有利的。这需要在生产放矿中，合理安排主坝与库中库交替放矿时间。

表 8-2　　库中库堆积 330m 标高（方案一）坝体稳定验算结果

荷载组合	滑弧深度 m	计算 Kmin		允许 Kmin
		贴坡 0.5m 厚	贴坡 1.0m 厚	
基本荷载组合（正常）	17.5	1.59		1.30
特殊荷载组合一（洪水）	11	1.43		1.20
特殊荷载组合二（地震）	17.5	1.31		1.10

表 8-3　　库中库堆积 320m 标高（方案二）坝体稳定验算结果

荷载组合	滑弧深度 m	计算 Kmin		允许 Kmin
		贴坡 0.5m 厚	允许 Kmin	

基本荷载组合（正常）	12	1.156		1.15
特殊荷载组合一（洪水）	12	1.025	1.15	1.05
特殊荷载组合二（地震）	11		1.047	1.0

第四节 尾矿库工程系统安全运行评价技术

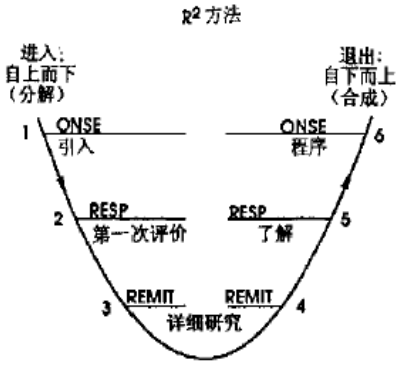
1. 尾矿库工程分析和评价概述

长期以来，人们很少从总体上系统地分析和评价尾矿库工程，甚或由于在尾矿库选址、设计和渗漏控制方面的缺陷，使许多作业矿山因尾矿管理不当而长期蒙受重大经济损失，许多拟建矿山因尾矿库环境工程问题而使矿山投资搁浅。尾矿库工程是一个大系统，它含纳了选厂内尾矿处理、尾矿浆浓密和输送、尾矿坝构筑、尾矿排放、防渗与排渗、防洪与排洪、水循环、废水处理与污染控制、库区土地恢复与植被、尾矿库监测与管理等子系统。这些子系统相互关联、相互制约。选矿破碎粒度级配关系到尾矿沉积层的渗透性和排水效果，排水效果决定固结程度，固结程度又决定稳定性；尾矿排放浓度和方法决定尾矿粒级的离析、沉积层结构和渗漏水量；选矿工艺中硫铁矿分选与否影响未来酸性水的生成和处理措施；尾矿坝设计制约闭库后土地恢复工程实施，等等。尾矿库工程是复杂反应的综合体，它容集了尾矿库系统内部（尾矿与尾矿废水）、尾矿库系统与环境之间（渗漏水－基础土壤－地下水或地表水体，尾矿库稳定－天然条件）复杂的物理、化学、生物地球化学反应，最终反映出岩土工程问题与环境工程问题的相互交织、渗透、一体化的工程特点。

按照系统论的观点，尾矿库工程系统是由若干个相互独立又相互制约的、执行特定功能的元素组成的有机体。而尾矿库工程系统的功能是尾矿库工程作为整体所表现出来的行为集合。因此，描述尾矿库工程功能的方法也就是描述尾矿库工程行为的方法。尾矿库工程的功能是要通过各元素之间的联系来实现的。联系可以是单向的，也可以是双向的，还可以是第三者传递的。从性质上讲，联系方式主要有共生关系（同步关系）、协同关系、依附关系（制约关系）、连带关系、离异关系以及对抗关系，等等。这种相互联系非常复杂，因而它们所表现出来的行为也多样、多变。例如，在尾矿坝降压排水过程中，尾矿经过排水其固结度和密度增大，从而可以提高坝体抗侵蚀稳定性，而相应地，孔隙比降低了，渗透系数也降低了，从而又降低了水位降

低的速度。又如，传统上单一以尾矿贮积为目的的尾矿库，常通过加陡坝坡来节省筑坝材料，通过加高坝高来增大库容，减少征地面积。然而，这两种措施都可能不利于坝体稳定性，也可能给闭库后的土地恢复和植被造成极大困难。如果作为整体工程考虑，是放缓边坡增加材料费，还是加陡边坡再增加稳定费？是现在增加土地征用费，还是将来增加土地恢复费？再如，中和作用是酸性水处理的最常用方法，可以有效地降低酸度，提高 pH 值，然而，它的生成物是石膏，如果中和作用在库内进行，势必要求较大的库容，同时也不利于稳定性。如此等等，需要充分揭示元素间的联系和作用，作出综合分析与评价。

尾矿库设计的一条重要准则是实现结构工程与环境工程的耦合。这是尾矿库工程的基本功能所决定的，就是说，结构物设计必须考虑环境工程的需要，而环境设计必须考虑结构工程的可能。在水控制中，如果尾矿废水可以直接排放而无害于下游环境，则是一个水位控制问题，为提高坝体稳定性，可以构筑透水坝，采用坝内或库基排水带、降压孔群等技术。如果尾矿废水为酸性水，则主要是水质和水量问题，必须采用截流设施限制入库水量，包括矿山排水、地表迳流水等，以防更大量水污染，同时须设置相应的酸性水处理设施。显然，是尾矿废水性质决定结构类型。同样地，防渗设施是受尾矿矿物和尾矿废水性质制约的。如果是含放射性核素尾矿或有毒元素尾矿，可能不允许释放于环境，因此必须采用不渗漏的结构物，或采用挡水坝与不透水垫层，或采用地下排放（地下矿山或人工掘坑或露天矿坑），闭库后采用水下密封或地质聚合物加土壤层覆盖，形成包囊式尾矿库。尾矿库结构物设计还必须考虑尾矿废水的化学腐蚀性，特别是酸性水腐蚀问题。尾矿坝受物理侵蚀而衰减强度的作用已早有认识。而对化学腐蚀衰减强度的认识还处于初期阶段，这里既包含化学风化作用，又包含微生物氧化过程。为防酸腐蚀，不可采用高含钙质的水泥基材料筑坝或防渗结构物。从尾矿库长期稳定性讲，必须在结构物设计中考虑这些影响，选择适宜的材料。尾矿库是一个整体化系统，但它的最终结果不是各分过程的简单迭加，而是在人工结构物与天然因素相互制约条件下长期生物地球化学作用的产物。这就有可能利用相关矿物、元素的反应特性和环境，构造天然的地球化学障（可视作结构物），实现尾矿库污染物迁移的自控。



2. 尾矿库工程系统评价方法

（1）尾矿库工程系统（TDES）方法。类同岩石工程系统，尾矿库工程系统作用机理是同时存在、共同作用和连续发生的。机理的连续作用过程是通过机理路径发生的，即一个变量（动因变量）与另一变量（效果变量）联系的一系列机理。如果扰动动因变量，路径中全部机理将连续起作用，并引起效果变量的响应，而且可能有许多这样机理路径同时作用即共同作用。

如果路径构成一个回路返回到初始变量，即使动因变量亦成为效果变量，则形成机理反馈回路。根据作用的效果可将机理反馈分为正反馈和负反馈。一个总体正反馈的机理路径有增强作用机理和促使不稳定的作用。相反地，一个总体负反馈机理路径有削弱作用机理，并有促使稳定的作用。

尾矿库工程中机理反馈的最重要特征是它的“自回归”特性，当开始反馈后，它们将自动地运行，直至达到新的状态。自回归过程是否稳定决定于组成机理反馈回路的机理性质。由于正反馈导致不稳定，其在尾矿库工程危险评价中起重大作用，因此对尾矿库工程设计具有重要意义。

在 TDES 方法中，分析所有可能性的最基本方法是借助于交互作用矩阵进行路径分析，构造交互作用矩阵，列出尾矿库工程系统的全部状态变量及其交互作用是应用 TDES 方法的关键。图 8-2 以二元作用机理即连续 2 个变量的机理来说明交互作用矩阵的原理。由于尾矿库工程因素之间存在复杂的相互作用，而在尾矿库工程设计、施工和控制中应当考虑已知的全部信息，如果把这些状态变量都置于矩阵的主对角线上，而非对角线则表明当变量间相互作用，则构成多元的、同时和连续作用矩阵。

借助于交互作用矩阵进行路径分析，构造交互作用矩阵，列出岩石工程系统的全部状态变量及其交互作用是应用 TDES 方法的关键。为了研究尾矿库工程系统中参数交互作用的强度和优势，需要为矩阵元素编码，之后在系统的因、果空间绘制因果图，找出主要因素，以便能控制整个尾矿库工程。

图 8-2　交互作用矩阵原理

（2）模糊灰色综合评价方法。对复杂系统中的对象进行评价，是一个非常棘手的问题，系统科学工作者对此进行了大量的研究.关于多类别复杂系统，目前有关的文献还较少。当系统的评价指标为定性时，一般采用专家评分法，但这种评分法受专家的定势思维及外部环境干扰太大，各对象如果有明显的差异，它们的评分差异是可以体现出来的，如没有明显的差异，专家的打分就存在较大误差。

对于应用较广泛的模糊数学和灰色理论，模糊数学主要是解决“外延不明确”的问题，而灰色理论主要是解决“内涵不明确”的问题。由于系统一般都同时具备模糊性和灰色特征，因此，可以将模糊数学与灰色理论综合起来应用。蒋卫东等提出了一种新的模糊灰色综合评价方法。

在模糊灰色综合评价方法中，提出了以下内容：①按两级模糊模式识别建立类别隶属度矩阵；②根据灰色理论中的差异信息原理构造灰色隶属度算子；③根据类别之间的隶属度信息来确定类别权系数；④通过定义平均隶属度，来评价多类别复杂系统中的对象。

表 8-4 列出了江西 5 个尾矿库的平均隶属度，灰色模糊综合评价方法和专家评分得出的结果。从表 8-4 可以看出：对于明显好的两个尾矿库，它们的结果相同，而对于较差的 3 个尾矿库，得出的结果不同，这种不同正是将专家主观分数的误差缩小的结果。事实上，该年度尾矿库的真实管理、安全情况和本文方法的分析结果相吻合，东乡铜矿尾矿库在汛期还出现了较大的险情。

表 8-4　专家打分与模糊灰色综合评价方法评比结果对照

尾矿库名称		银山铅锌矿	德兴铜矿 2#	东乡铜矿	武山铜矿	永平铜矿
专家打分	分数	86.5	85.0	84.0	83.0	89.0
	名次	2	3	4	5	1
灰色模糊综合评价	隶属度	0.251	0.239	0.237	0.241	0.268
	名次	2	4	5	3	1

第五节 尾矿库灾害的防治

由于引起尾矿库灾害的原因较多，所以其治理方案的选择也多种多样。目前国内、外尾矿库灾害治理方法主要为改善坝体渗流条件、提高坝体的密实度以及改善坝体受力条件 3 大类。除此之外，尾矿库安全监测也是灾害防治工作的重要组成部分。

1. 改善坝体的渗流条件

尾矿坝的渗流决定其稳定性。由于国内尾矿坝的初期坝多为不透水土坝，所以经常发生浸润线自初期坝顶溢出现象。轻者在浸润线出逸处流失尾矿砂，形成冲沟，重者造成尾矿坝的滑动。随着尾矿坝堆筑高度不断加大，尾矿坝坝体内浸润线也相应抬升，可能会出现坝基、坝坡及地下水位升高等稳定性问题。其中，地下水浸润线的抬高是造成坝体稳定性下降甚至丧失的主要原因。对于渗流和侵蚀引起的灾害问题，应首先采用防渗材料充填加固渗漏区，隔断渗流；重整坡角，调整或设置排水系统，以最大幅度地降低浸润线或在渗流溢出面上加盖压重以及设置反滤层等措施，防止渗流破坏发生。

根据尾矿库灾害调查资料，改善坝体的排水条件是主要的防止地震液化措施。为此应加强尾矿堆积坝的排水系统，以降低坝坡浸润线高度，增大坝体的干燥部分或适当增加尾矿池内的干滩长度。通过修筑降排水设施，达到控制坝坡内水位线的方法很多，如井式排渗、管沟式排渗、褥垫排渗及墙式排渗等。其中，井式和墙式排渗方法均采用水泵抽水，应用的不多；管沟式排渗和褥垫排渗方法采用自流原理，节省能源，但投入的工作量相对较大。比较起来，按虹吸原理设计的虹吸排渗设施同时具有上述各种处理方法的优点，而且施工方便、经济，运营成本最低，也便于管理。秦皇岛冶金设计研究总院曾在承德钢铁集团有限责任公司马营尾矿坝、水泉沟尾矿坝，首钢马兰庄尾矿坝利用虹吸排渗方法成功地实现了降低坝坡水位目的。从运行情况看，效果良好。

对于由于渗漏造成的尾矿坝隐患，一般采用较成熟的注浆封堵技术。也有采用粉喷搅拌方法，同时治理强度不足和坝肩渗漏问题的施工经验。

2. 提高坝体的密实度

尾矿材料的室内试验表明，提高坝体密实度对增加抗剪强度有明显的作用。在这方面，利用分级箱、分级管、旋流池和水力旋流器等设备对尾矿砂进行分级，分选粗颗粒尾矿砂填筑下游坝坡的技术已经成熟，实践证明其效果显著。在各类分级设备中，尤以水力旋流器分级效率高。国内德兴铜矿、峨口铁矿、水厂铁矿的尾矿库已有成功的实践。

对于地震引起的尾矿材料液化问题，理论上应采取措施尽量降低坝体内浸润线的高度，使其上部覆盖

的干砂厚度足够大。上游法尾矿坝抗震也可采取增加坝体密实度、增强坝体材料抗液化强度或调整坝坡形状及受力状态等措施，防止液化的发生。事实表明，对于烈度 8 度及其以下的地震，当上覆有效应力大于 150kPa 时是比较安全的。从增强坝料抗液化能力的方法出发，在筑坝期间对坝料进行碾压比较容易实现。根据国内外尾矿材料液化的宏观经验，当碾压后水下坝料的相对密度不小于 0.175 时，其抗液化能力是有保障的。根据坝体稳定分析计算结果，放缓坝坡可以显著减少地震期间坝体的剪应力水平，增强坝坡的稳定性。当上述 2 种措施均不能实现时，可对坝体实施加固补强。就目前普遍采用的加固方法来看，以贴坡反压方法最易施工；从处理效果比较，尤以振冲法效果显著。我国南芬尾矿坝和山东招远金矿尾矿坝都采用过这种方法。它可以在已有坝坡进行，也可以随坝填筑过程进行。间距为 115～410m 条件下，振冲加固深度可达坝面下 10～14m，经振冲处理后的尾矿坝，其干密度增加 10%左右，抗剪强度增加近 30%，坝体尾矿砂的剪切模量增加近 70%。当填料为碎石时，振冲桩不仅增强了坝体的密度和抗剪强度，还有利于改善坝体的排水条件。

3. 改善坝体受力条件

从改善坝体的抗震效能角度，以往的工程措施大多建立在不改变、有时甚至减缓坝体坡角的基础上。这与坝坡加固的最终目的不符。既能保证坝体必要的抗震性能又能增大尾矿库堆存库容的方法是对地震稳定性较差的坝坡进行加筋补强或作成加筋土。这种方法比放缓坝坡更经济。国外已有通过分层设置钢筋混凝土梁来加强土石坝坝坡整体性，改善梁间土的受力状态和变形状态，提高坝坡稳定性的施工先例。如前苏联努列克土石坝采用了砾卵石坝壳和堆石加筋措施提高坝坡抗震稳定性的技术。加筋结构由长条形钢筋混凝土板和梁组成。长条形钢筋混凝土板垂直坝轴线铺设，梁平行于坝轴线铺设，间距均为 9m，梁、板之间填筑堆石，堆石填筑梁顶以上 1m 左右。计算结果表明加筋后坝坡的抗震稳定安全系数为 1.05。加筋结构的作用相当于使坝壳材料增加了 85kPa 的凝聚力。采用加筋结构比放缓坝坡、多填土石料的造价节约 2000 多万卢布。

4. 绿色加筋技术

对于雨水冲刷作用明显的坝坡目前多采用粗砂或废石铺面等措施作为保护层。随着人们环境保护意识和要求的增强，在大量修筑加筋土结构的同时，已开始注意综合利用加筋技术与绿色环保技术对边坡进行整治。其主要设计理念是利用易于成活的低矮灌木取代强度较低的土工织物等次筋，甚至直接用作主筋。由于植被枝条根茎能提供显著的粘聚力，因而对缺乏粘聚力的砂性土边坡如尾矿坝特别有效。

已有的室内试验结果表明，在每 $1m^3$ 土中每增加 1kg 根茎，其抗剪强度增长 312～317kPa。在美国南加利福尼亚州的一条公路上曾采用等高的灌木枝条加固路堤陡坡。1998 年，Rabbin 等提出了一种应用新型材料 Texsol 加筋陡坡技术（如图 8-4）。可在此种材料形成的加筋陡坡表面种植绿色植物，满足环保要求。在法国、日本等地开展的现场试验研究表明，这种加筋结构具有很好的粘聚力，能承受很大的应变和吸收很高的能量，是用于诸如高压缩性土和强震区等场合边坡加固的可选经济方案。绿色加筋方法对治理尾矿库的周边环境恶化现象如尘沙飞扬、坝坡尾矿砂流失等无疑具有现实意义。同时植被的存在可有效地避免筋材的老化现象。

5. 尾矿坝的安全监测

尾矿坝监测系统的设置也是预防尾矿库灾害、确定治理方案的组成部分。目前，世界上一些发达国家如美国、日本、意大利等已经建成现场数据采集、传输、资料分析和安全警报的控制系统。国内在尾矿库

灾害监测方面起步较晚，但已取得了一些经验。如首钢新水尾矿库、马兰庄尾矿库、德兴铜矿尾矿库、承钢双塔山尾矿库、包钢第一尾矿库等大型国有重点矿山布置了坝体浸润线、孔隙水压力、坝体位移等观测系统，并积累了相关的数据资料。由于对尾矿库不良地质灾害监测目的的认识不清、资金等原因，目前国内多数尾矿库还没有建立由微机控制的监测系统。已经取得的监测资料还很不完整。在对尾矿库监测资料的分析利用上，国内的系统研究几乎是空白。因此，有条件的企业应逐步建立上述观测系统，加强对观测数据数学模型的研究、整理，以实现尾矿库安全监测的自动化、科学化，最大程度地降低尾矿库灾害损失。

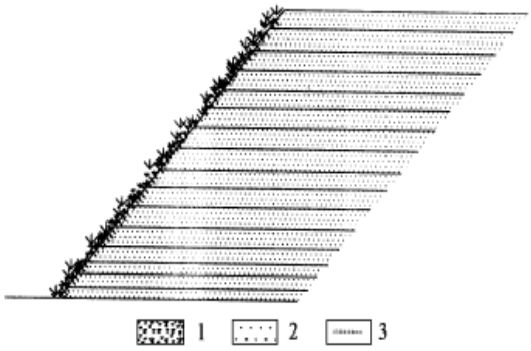


图 8-4　绿色加筋方法

1-植被；2-尾矿砂；3-土工织物

第九章 尾矿浓缩与输送

管道水力输送不溶固体物是一种效率高，成本低，投资少，占地少无污染的运输形式。我国金属矿山选矿厂的尾矿一般都是采用管道水力输送至尾矿库。但上个世纪八十年代以前由于人们对尾矿处理不很重视，对尾矿输送技术研究较少，那时的尾矿输送浓度普遍都很低。1984 年原冶金部黑色金属矿山情报网曾组织尾矿技术调查组对国内 20 个有代表性的铁矿选矿厂的尾矿输送系统进行过全面调查，各选矿厂尾矿输送浓度实际运行情况如表 9-1。

表 9-1　20 个选矿厂尾矿输送重量浓度

选矿厂名称	输送浓度（%）	选矿厂名称	输送浓度（%）
南芬	10	酒钢	12.1
东鞍山	18	包钢	14.2
鞍钢烧结厂	20	石人沟	10
齐大山	12.4	符山	12～16
歪头山	12.9	凹山	13.3
大孤山	16.3	梅山	15
弓长岭	11	大冶	10
大石河	15.4	攀钢	20
水厂	15.3	铁坑	7
峨口	22.2	海南	15

由此表可知那时的尾矿输送浓度最低 10%左右，最高仅为 20%左右。大家都知道如果尾矿输送浓度为 15%，则每输送 1t 干尾矿就需携带约 5.7m^3水，如此低的输送浓度几乎是用尾矿输送系统在输水，大大降低尾矿输送系统的效率，无为地消耗大量电能，增加矿石处理成本。分析其原因，主要有以下几个方面：

（1）设计原因。上个世纪八十年代以前高浓度输送主要在国外用于精矿长距离管道水力输送。其设计参数主要采用被输送物料的试验参数。尾矿由于不创造价值，输送距离又比较近，所以尾矿输送的试验

资料非常少，铁选厂尾矿输送只能参照一些低浓度计算方法进行设计。一般设计浓度都不超过 25%。

（2）生产能力原因。当时有些选矿厂实际生产能力能不达到选矿设计规模，造成尾矿输送系统能力偏大，尤其是输送管径偏大，不得不降低设计浓度，增加矿浆流量来保持管道流速达到输送临界流速，防止尾砂沉积堵塞管道。

（3）浓缩、输送设备原因。尾矿浓缩、输送设备的落后也是造成尾矿低输送浓度输送的主要原因之一。尾矿浓缩是尾矿输送系统的关键环节，尾矿输送浓度主要取决于浓缩池底流浓度。从调查的 20 个选矿厂尾矿粒度（见表 9-2）和尾矿浓缩池底流浓度（见表 9-3）情况看，我国铁尾矿粒度是比较偏细的，大多数选矿厂目前使用的普通浓缩机及相应的浓缩池是建国初期的产品，从三十多年使用情况看，这种浓缩池对尾矿平均粒度较细的尾矿适应性和处理效果都不理想。限制了尾矿输送浓度提高。

输送泵以衬胶泵为主，该种泵扬程低，效率低，耐磨性较差，叶轮磨损后泵的性能变化大，对输送浓度影响较大。

随着改革开放的发展，市场经济使得人们越来越重视生产的经济效益。在国家节能政策的推动下，国内从事浆体输送的技术人员积极

学习和研究高浓度管道水力输送技术，各冶金设计院结合选矿厂设计项目委托有关实验研究单位做了大量的尾矿浓缩和管道输送试验，为铁选厂尾矿管道高浓度输送奠定了基础。从上个世纪八十年代中期到九十年代中期，按照原冶金部提高尾矿输送浓度节能降耗的要求，大部分铁矿选矿厂都根据本厂实际情况对尾矿输送系统进行了改造，尾矿输送浓度普遍达到 30%以上，节电节水效果显著，取得了较好的经济效益和社会效益。

表 9-2　20 个选矿厂尾矿平均粒径与－200 目含量

选矿厂名称	平均粒径（dpmm）	-200 目含量（%）
南芬	0.044	78.9
东鞍山	0.0306	71.0
鞍钢烧总厂	0.07	61.0
齐大山	0.07～0.05	59.4
歪头山	0.114	44.2

大孤山	0.044	68.2
弓长岭	0.0498	64.0
大石河	0.182	27.7
水厂	0.16	55.0
峨口	0.0936	26.8
酒钢	0.113	73.22
包钢	0.088	55.75
石人沟		54.0
符山		57.17
凹山	0.0751	60.39
梅山	0.122	26.03
大冶	0.042	80.28
攀钢	0.144	25.2
铁坑	0.065	55.79
海南	0.045	60.0

表 9-3　20 个选矿厂尾矿浓缩池底流浓度

选矿厂名称	正常底流浓度（%）	最高浓度（%）
南芬	11	
东鞍山		
鞍钢烧总	28.1～25.65	
齐大山	25	33
歪头山	10～20	25
大孤山	18.5～13.1	
弓长岭	18.2	35

大石河	16.5	20
水厂	15.5	
峨口	22.2	
酒钢	15～17	
包钢	14	
石人沟	10	14
符山	13～16	21.3
凹山	14.5	
梅山	13～15	
大冶	20～25	40
攀钢	20	25
铁坑	12.3	
海南	0.045	

第一节 尾矿浓缩与高浓度输送系统

一、尾矿浓缩

尾矿高浓度输送浓缩是龙头。铁矿选矿工艺最终排出主厂房的综合尾矿浓度一般为 6%～9%。浓度很低，除小型选矿厂外，中大型选矿厂都宜设浓缩池。

1. 浓缩池主要控制参数

（1）溢流水质。铁矿山选矿厂的尾矿浓缩池溢流水中一般主要是无机固体悬浮物，根据环保要求，按国家《污水综合排放标准》悬浮物（ss）必须≤300mg/L。如果原矿中含有溶于水的有害有毒元素或含有浮选药剂，对多余的及事故时的排水要另行处理，达到小于等于《污水综合排放标准》第一类、第二类污染物最高允许排放浓度后方可排放。

（2）底流排出浓度。浓缩池底流矿浆浓度是决定尾矿输送浓度的关键参数。可根据浓缩试验和参照尾矿特性相近的选矿厂浓缩池实际运行参数确定。

（3）浓缩机运行电流：浓缩池在运行时除定时观察其溢流水质和底流流量外，还应经常查看浓缩机

运行电流，或利用浓缩机运行电流设过载报警。如运行电流发生较大的异常变化，应注意判断浓缩机是否将发生故障及及时采取处理措施。

2. 浓缩池的特点

一般的浓缩池只是用来脱水提高浆体浓度的。尾矿浓缩池则不尽相同，它具有两个功能，池子的上半部用于沉淀水中的固体颗粒，澄清溢流水，使水质合格溢流水能回收使用或直接排放，具有水处理中沉淀池的作用。池子底半部的用于是压缩脱水，使矿浆提高到设定的浓度，供尾矿管道进行输送，具有制浆作用。将沉淀澄清池和浓缩池合并在一个池中，就使得尾矿浓缩池的处理机理变得复杂，造成浓缩池底流浓度对其池溢流水质可产生直接影响。因此要合理地选择高浓度尾矿浓缩池的规格和设置方式，尽可能通过动态沉降浓缩试验进行确定。

3. 浓缩池设置方式

浓缩池设置方式有：一段自然沉淀浓缩，二段串连自然沉淀浓缩，絮凝沉淀浓缩，自然沉淀浓缩--溢流水絮凝澄清，自然沉淀浓缩—水力旋流器等设置方式。

(1)一段自然沉淀浓缩方式一般用于-400 目粒径的尾矿颗粒含量较少，浓缩池底流浓度要求较低的尾矿浓缩。是以前大多数选矿厂普遍使用的，大家常见的那种由主厂房排出的尾矿直接给入 1 座或几座并联的浓缩池，不加任何絮凝剂的浓缩方式。

(2)二段串连自然沉淀浓缩方式，一般用于一段浓缩池自然沉淀其底流浓度很难达到 30%时，为实现高浓度输送，可将一段浓缩池底流矿浆再至次进行浓缩。一段浓缩池主要保证溢流水质，二段浓缩池主要保证底流排矿浓度。

(3)絮凝沉淀浓缩方式，主要用于大部分尾矿颗粒较细或很细，需要很大的沉淀面积，或自然浓缩底流浓度很难压缩到设计要求的浓度时，通过浓缩池内投加聚丙烯酰胺或是碱式氯化铝等絮凝剂，使微小颗粒、胶粒吸附粘结，形成较大絮粒，增大颗粒沉降速度和提高底流浓度。是选矿厂普通浓缩池改造提高尾矿浓度有效手段之一。

(4)自然沉淀浓缩--溢流水絮凝澄清方式，往往用于氧化矿选矿厂，有于有的选矿工艺排出的尾矿浓度特别低，需要浓缩池自然沉淀面积很大，尾矿浓缩部分投资很高时，可采用在保证浓缩池底流排矿浓度前提下，控制浓缩池溢流水悬浮物含量不大于 1000mg/L，然后再采用机械加速澄清池对浓缩池溢流水进一步处理，使之水质达标回收使用或直接排放。中大型磁铁矿也可采用该浓缩方式。

(5)自然沉淀浓缩—水力旋流器方式。

4. 高效尾矿浓缩池

为了适应尾矿高浓度输送要求，近些年来一些设计研究院和设备厂对尾矿浓缩池改造作了大量研究工作，设计、研制了几种新型尾矿浓缩池，不同程度地提高了尾矿浓缩池的沉淀浓缩效率。如斜板浓缩池，深型浓缩池，加药絮凝沉淀浓缩池，中心深部缓冲给矿浓缩池等。

中心深部缓冲给矿浓缩池根据沉淀池、澄清池和浓缩池等水处理构筑物的处理机理，进水和出水形式，结合尾矿的密度、粒度以及给矿浓度、排矿浓度、溢流水水质等特性，开发设计的一种既能自然沉淀浓缩又可加药絮凝浓缩的新型矿浆浓缩池。它的基本池型见图 1。

主要特点如下：

（1）采用大直径池中空心支柱做为稳流沉淀室，主厂房排出的尾矿浆可经池中心稳流沉淀室从浓缩池中心下部平稳均匀地给入浓缩池。作为自然沉淀浓缩池时，池中心稳流沉淀室起一次沉淀和稳流作用。在空心支柱内粗颗粒尾矿首先沉淀在池中心底部，加速了浓缩时间，提高了底流浓度，有利于底流排浆，并减小了浓缩机耙架负荷使浓缩机运行节能可靠。池中支柱直径加大，减小了进矿流速，减少了对池内沉淀区紊动，有利于提高沉淀效率。矿浆由浓缩池中心下部平稳均匀地给入池内沉淀与浓缩过渡层，该层沉淀浓度较高，可增加颗粒间碰撞机会，有利于颗粒相互吸附携带沉降。

（2）采用漏斗形底流排矿口，排矿均匀无死角，排矿浓度稳定不宜堵塞。漏斗形底部设有水力搅拌给水管，可用于调节底流浓度，搅拌可能沉积在漏斗形底部的较大颗粒。

（3）溢流水采用池壁多管淹没出水，出水均匀，受风吹影响小，池内沉淀浑液面比较稳定，可保证设计出水水质。

（4）作为加药絮凝沉淀浓缩池时，该池除具有以上特点外，池中心稳流沉淀室则起絮凝沉淀混合反应室的作用，增加絮凝沉淀效果。

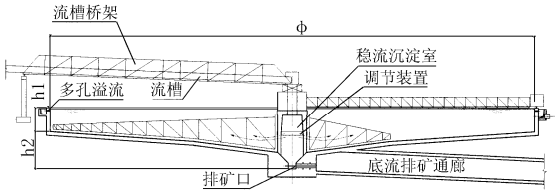


图1 中心深部缓冲给矿浓缩池

5. 尾矿浓缩池的一些具体要求

（1）尾矿浓缩池设置数量应根据选矿厂生产规模、选矿系列数、建设分期等条件确定，不设备用。大型矿山选矿厂宜选用大直径浓缩池，数量不宜少于 2 座。

（2）尾矿浓缩池宜选用周边齿条传动浓缩机。

（3）尾矿浓缩池给矿槽架上应设便于检修的人行通道，其宽度不应小于 0.5m。给矿口前应设置拦污格栅，栅条净距宜采用 15～20mm。输送采用往复泵时，尾矿浓缩池给矿口前应设除渣筛，筛孔小于 4mm。

（4）尾矿浓缩池底部排矿口管一般设 2 根，1 根工作，1 根备用。每根管应设置双阀，2 阀门间应连接冲洗水管。

（5）尾矿浓缩池底部通廊的净空高度不宜低于 2m，人行道宽度不宜小于 0.7m，通廊内宜设排水边沟，地坪的纵、横方向应有不小于 0.01 的坡度。通廊内应设安全照明。通廊较长自然通风无法满足要求是应设机械通风。

二、尾矿高浓度输送系统

1．尾矿高浓度输送系统配置

尾矿高浓度输送系统没有一个固定的模式，一般可根据尾矿输送距离、输送高差，输送主泵选型和浓缩池数量及布置情况确定。长见的输送系统配置有以下几种：

（1）浓缩池-分砂泵站-矿浆池-总砂泵站（2 段以上直接串联）-尾矿输送管。该种输送系统配置形式适用于大型和特大型选矿厂，尾矿量大，浓缩池多，输送采用离心渣浆泵的尾矿高浓度输送系统。

（2）除渣筛-浓缩池-分砂泵站-搅拌槽-总砂泵站（一段）-尾矿输送管。该种输送系统配置形式适用于大型选矿厂，尾矿量较大，浓缩池多，输送采用往复泵的尾矿高浓度输送系统。

（3）浓缩池-砂泵站（2 段以上串联）-尾矿输送管。该种输送系统配置形式适用于中型和大型选矿厂，尾矿量较大，浓缩池不超过 2 座，输送采用离心渣浆泵的尾矿高浓度输送系统。

（4）除渣筛-浓缩池-总砂泵站（地下、一段）-尾矿输送管。该种输送系统配置形式适用于中型和大型选矿厂，尾矿量较大，浓缩池不超过 2 座，输送采用往复泵的尾矿高浓度输送系统。

2．尾矿输送浓度

尾矿高浓度输主要是相对过去 10%～20%尾矿输送浓度而言。由于管道水力输送的物料不同，各种物料的粒度、密度和粘度都不相同，它们在某一浓度和流速时浆体水力特性也不相同。到目前为止，确定输送浓度达到多高为高浓度，还没有一个比较权威的明确的界定。

根据资料介绍，目前管道水力输送煤浓度为 50%左右，石灰石浓度为 65%左右，铜精矿浓度为 55%左右，铁精矿浓度为 60%左右。这些物料的输送浓度都是通过大量的试验研究确定的。由于尾矿与上述几种物料的特性不同，而且各选矿厂尾矿的特性也不相同，浓缩池设置条件、尾矿输送距离和高差都不相同，因此，尾矿输送浓度应根据尾矿浓缩、输送试验或尾矿特性相近的浓缩池运行参数，经多浓度方案比较确定既技术可行又经济合理的浓度。从国内目前各选矿厂尾矿浓缩输送浓度和输送设备技术水平来看，尾矿输送浓度达到 35～45%较合适。

3．尾矿输送管的临界流速和水力坡降

尾矿输送管的临界流速（临界管径）和水力坡降（摩阻损失）可根据计算或经验数据确定。但对输送距离较远，地形较复杂，要求输送浓度较高的尾矿输送管的临界流速和水力坡降宜通过实验确定。

尾矿输送管的临界流速经验计算方法较多，以下介绍二种计算临界流速较简单的方法：

（1）方法 1。

$$V_L=((0.524+0.046\mathrm{Ln}C_V)\cdot\mathrm{Ln}(d_{50}/0.01)^{0.434}+A)\cdot(2gD(r-r_1/r_1))^{0.5}$$

式中：V_L为临界流速(m/s)；C_V为体积浓度；d_{50}为中值粒径(mm)；A为随 d_{50}、C_V变化的系数；D为管径(m)；g为重力加速度；r为固体比重；r_1为载体比重。

（2）方法 2。

$$V_L=2.208C_V^{-0.136}\cdot(2gD(r-r_1/r_1))^{0.5}\cdot(d/D)^{0.167}$$

式中：V_L为临界流速(m/s)；C_V为体积浓度；d为平均粒径(mm)；D为管径(m)；g为重力加速度；r为固体比重；r_1为载体比重。

尾矿输送管的临界流速求得后，按该流速计算的临界管径往往对应不上标准管径，一般选择略小于临界管径的标准管径，但选择的标准管流速不宜超过临界流速的 1.3 倍。

尾矿输送管的水力坡降可按下列公式估算：

$i=(f/D)\cdot(V^2/2g)$

式中：V为平均流速(m/s)；D为管径(m)；g 为重力加速度；f为摩阻系数。

第二节 尾矿输送设备

尾矿输送系统中的主要设备是输送泵，它是尾矿输送系统的心脏，尾矿输送系统设计是否合理，运行能否正常，输送泵的正确选型很关键。

一、浆体泵

目前国内用于尾矿输送的浆体泵主要有 4 种：离心渣浆泵、水隔离浆体泵、油隔离浆体泵和隔膜泵。它们的主要性能见表 9-4

表 9-4 现有用于尾矿输送的浆体泵性能比较

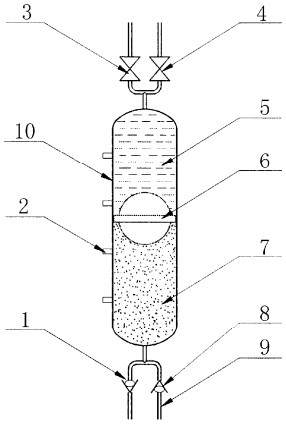
泵型	压力范围（Mpa）	流量范围(m^3/h)	机械效率（%）	最大粒径(mm)
离心渣浆泵	≤1.0	≤1000	70～74	≯30
水隔离浆体泵	≤6.4	≤500	75～85	≯5
油隔离浆体泵	≤8.0	≤200	85～90	≯1
隔膜泵	≤12.5	≤250	85～90	≯1

（1）离心渣浆泵是尾矿输送使用最广的泵型，它的特点是扬程低，流量大，效率低，重量小，价格低。最适合输送距离近，高差不很大的各种生产规模选矿厂的尾矿输送系统。该泵允许在一座泵站内多台

直接串联使用。但由于多台直接串联设备布置困难，操作麻烦，一般一座泵站内多采用 2 台泵直接串联使。输送压力≤1.8MPa 的尾矿输送系统，选用离心渣浆泵最为经济合理。

（2）水隔离浆体泵是上个世纪八十年代中期为配和国内实施尾矿高浓度、长距离输送研制的一种浆体泵，经过多年改进发展，现已成为自动控制水平高，操作管理方便，运行平稳可靠，投资较少的尾矿输送泵型。目前已在许多选矿厂替换了多级砂泵站串联尾矿输送系统。它适合输送距离较远，高差较大的各种生产规模选矿厂的尾矿输送系统。例如黑龙江省双鸭山建龙矿业公司羊鼻山选矿厂于 2003 年 11 月建成投产，生产规模为年处理尾矿 300 万吨，干尾矿量 195t/h，矿浆输送浓度为 35%，管路长度 5.5km，几何高差：初期 70m,终期 136m，该矿选用沈阳沈大泵业有限公司生产的四台型号为 LSGB150/4.0 水隔离浆体泵，(用三备一)，用于尾矿的输送。经过半年多的生产实践证明，水隔离浆体泵运行平稳，节电、备件费用低，操作简单。2004 年 2 月，矿方根据二期工程的需要又新订一台型号为：LSGB450/4.0（$Q=450m^3/h$P=4.0MPa）解决大流量高扬程的浆体输送问题。

水隔离浆体泵的工作原理。以单个隔离罐为例。如图 2 所示，在隔离罐内，有一浮球 1，浮球的上端是清水，下边是尾矿浆。由高位供浆仓供给的尾矿通过进浆逆止阀 7 进入隔离罐，这时浮球向上运动，此时，回水清水阀 4 打开，浮球上部清水通过此阀回到循环清水池内；当尾矿浆（隔离球）到过上部传感器位置时，清水阀 4 关闭，清水阀 5 打开，清水泵的高压水，通过进水清水阀 5 向罐内注入高压清水。高压清水的压力通过浮球传递给尾矿浆，这时进浆逆止阀 7 关闭，排浆逆止阀 6 打开，通过排浆管道使尾矿浆排入尾矿库。当隔离球行至最下面传感器位置时，进水清水阀 5 关闭，回水清水阀 4 打开。此时，完成一个隔离罐的进排浆的过程。同时并进入了下一个进排浆的循环过程。



1-进浆止回阀； 2-检测传感器； 3-进水阀； 4-回水阀； 5-清水
6-隔离球； 7-矿浆； 8-排浆止回阀； 9-矿浆管； 10-隔离罐

图 2 单个隔离罐工作原理

一台水隔离浆体泵有三个隔离罐，如图 3 所示，每个隔离罐均通过工业控制机的程序控制清水阀的开关，重复进排浆的过程，三个隔离罐工作的时间间隔 120 度，使整台泵的吸排浆过程连续、达到连续排浆的目的。

水隔离浆体泵将尾矿输送的主动力由渣浆泵转换为清水泵，提高了泵的工作效率，降低了设备的维修费用。整个水隔离浆体泵是由微处理器控制工作的。在控制台的面板上可以看到各罐的供排浆情况，即可以看到该泵每个罐时实的供排浆量及整台泵的排浆量，及管路的压力参数。根据这些参数显示，可以判断设备是否工作正常。同时该设备还具有远程监控系统，即通过电话线将设备工作信号反馈到设备生产厂，该厂的技术人员就可以根据反馈信号来帮助用户判断设备故障，从而提高售后服务的工作效率。

由于该设备的自动程度高，含易招件的部件，重量轻、体积小，结构简单便于拆卸，从而大大降低了工人的劳动强度。

图 3 水隔离浆体泵的工作原理

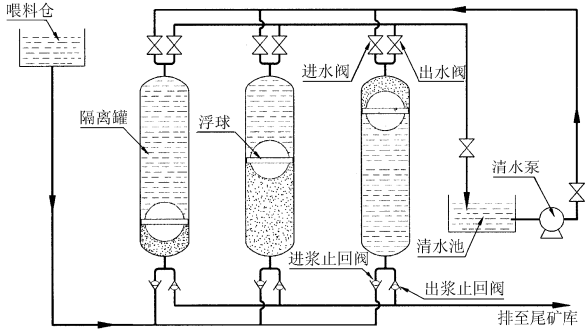
（3）油隔离浆体泵是在双缸双作用活塞泵的基础上加设了 4 个油隔离罐发展而来的。油隔离罐内的油将矿浆与泵的活塞隔离，防止了矿浆进入活塞缸，延长了易损件使用寿命。该泵由于流量较小，以前用于在中小型选矿厂的高压力尾矿输送系统。这些年由于泵的价格高，又耗油，又被矿浆携带到尾矿库后有一定的污染等原因，在尾矿输送系统使用较少了。

（4）隔膜泵是在活塞泵的基础上加设了 4 个橡胶隔膜室，在隔膜室内高质量的橡胶隔膜将活塞缸里的油与被推压的矿浆隔离，防止了矿浆进入活塞缸，延长了易损件使用寿命。最适合输送距离远，高差大的各种生产规模选矿厂的尾矿输送系统。

隔膜泵以前在国内使用非常少，上个世纪九十年代仅在氧化铝工业中使用可数的几台。近几年在铁矿山选矿厂的尾矿输送系统中已运行了 20 台左右。例如鞍钢矿业公司东鞍山烧结总厂原矿处理量 1300 万 t/a，尾矿输送距离 12Km，输送高差 220m。在 2002 年尾矿输送系统提高输送浓度改造时选用 8 台 SGMB150/7 型隔膜泵，实际安装了 6 台，2003 年初投入使用后，运行平稳，噪音很小，效果很好。唯一不足的是该泵目前价格太高。今后随着尾矿库选址越选越远，尾矿坝越筑越高，这种泵会越来越被人们所认识和选用。

二、浆体泵的选择与配置

有于各选矿厂尾矿输送系统的矿浆流量、输送压力和尾矿粒度不同，在选输送主泵时应进行多泵型配置方案比较，选择基建投资合理，节电、节水，无污染，过流部件寿命长、经营费低地泵型。



离心渣浆泵可一级泵站一段泵或多段泵直接串联输送，也可多级泵站串联输送。水隔离浆体泵、油隔离浆体泵、隔膜泵一般只设一级泵站一段泵输送，不串联使用。各种泵型的备用台数见表 9-5。

表 9-5　　各种泵型的备用台数

泵型	口径	工作台(组)	备用台(组)
离心渣浆泵	≤200mm	1	1
		2	2
		3～4	2～3
	＞200mm	1	1
		2	2
		3～4	3～4
水隔离泵		1～4	1
		＞4	2
油隔离泵		1	1
		2	1～2
		3～4	2
隔膜泵		1～3	1
		＞4	2

三、浆体泵的控制

尾矿输送有一个特点就是需要输送管的压力随尾矿坝的增高而不断增大，因此尾矿输送泵前期实有扬程比实用扬程大的多，对于离心渣浆泵，从泵的性能曲线可知，扬程差 4～5m，流量可能增大 1 倍左右，所需功率也增大很多。以前对泵的流量、扬程的调节主要靠矿浆阀的节流人为增加管道阻力损失来实现，这种控制方法不但阀门磨损严重故障多，操作困难，而且白白消耗能量，调节手段非常落后。从上世纪八十年代起，液力耦合器、滑差调速电机、可控硅串级调速装置和大功率变频调速器开始在尾矿输送泵上使

用，实现了浆体泵软启动和无极变速调节泵的流量和扬程。大家都知道离心泵的转速变化是其流量、扬程和轴功率是按以下关系变化：

$Q_1=(n_1/n)\cdot Q$

$H_1=(n_1/n)^2\cdot H$

$N_1=(n_1/n)^3\cdot N$

式中：Q、H、N为泵的额定转速为 n 时的流量、扬程和功率；Q_1、H_1、N_1为泵调速到转速为 n_1 时的流量、扬程和功率

尾矿输送泵调速都是由额定转速向低调，转速比$(n_1/n)<1$,由此可知采用无极变速调节渣浆泵转速进行泵的工况控制，其流量与转速比成一次方系，扬程与转速比成二次方关系，功率与转速比成三次方系。这说明泵转速下调时，扬程在较大幅度内变化，流量也可保持在高效区内，而且随泵转速下调功率减小更多，因此无极变速调节渣浆泵转速进行泵的工况控制，不但减少阀件磨损工况控制效果好，而且节能效果明显。目前随着大功率变频调速器价格降低，尾矿输送系统的自动调节检测水平将越来越高。

第三节 尾矿输送管道

尾矿输送管道最大的问题是磨损，腐蚀和磨蚀是造成管道磨损影响输送管道使用寿命的两大因素。

管道腐蚀分管道表面腐蚀和管道内壁腐蚀，管道表面腐蚀可采用涂刷环氧煤沥青等防腐涂料来解决。管道内壁腐蚀是由管内水体引起的一种电化学现象。在钢管的情况下，铁在阳极释放出电子，这些电子通过钢传至阴极饼被氧化剂吸收，阳极和阴极之间反应的相互作用产生了腐蚀生成物，最终的腐蚀生长物为铁锈（氢氧化铁、四氧化三铁、或三氧化二铁）。铁锈在一定程度上可阻止水中的氧向阴极扩散形成氧化保护层，从而减小腐蚀率。但尾矿管中的固体颗粒在流动中连续不断地将随时生成的铁锈冲磨干净，使管内壁不能形成氧化保护层，造成管内壁腐蚀加聚。

管道磨蚀是有于尾矿颗粒含有硅，其硬度大于钢的硬度，尾矿颗粒流速作用下具有很高的动能，在管内激烈跳动颗粒冲击管壁可造成变型磨损，滑动的颗粒则造成切削磨损。

普通钢管在尾矿浆腐蚀和磨蚀双重磨损下使用寿命较短，目前已有多种耐腐耐磨管材在尾矿输送系统中使用。

一、尾矿输送管管材

目前尾矿输送管常用管材有：普通碳素无缝钢管、普通碳素卷焊钢管、SHS 陶瓷内衬复合钢管、16Mn

无缝钢管和高密度聚乙烯管

1. CLSP 陶瓷内衬复合钢管

(1)CLSP 陶瓷内衬复合钢管是由建湖刚玉金属复合材料有限公司首家采用自蔓延离心法将高温熔融的氧化铝铸衬在钢管内壁，生产的非常耐磨的陶瓷内衬复合钢管。其特点如下：

(2)耐腐蚀性高，耐磨损性高，同等条件下使用寿命比普通钢管高 10 倍以上。

(3)承受水压大,P≤15Mpa。

(4)可随意切割，焊接，管道拆卸安装和检修很方便，管道连接可采用：焊接、法兰连接、性连接。卡箍柔性连接和套筒柔性连接。

(5)抗外力撞击性能较差,管道发生局部堵管时，不可用金属器械直接敲击管道。如不注意有可能造成陶瓷内衬局部破坏。

2. 16Mn 无缝钢管

(1) 耐磨性比普通碳素无缝钢管高，同等条件下使用寿命比普通碳素无缝钢管高 3～5 倍。

(2)承受水压大，P≤20Mpa。

(3)可随意切割，焊接，管道拆卸安装和检修很方便，管道连接可采用：焊接、法兰连接、性连接。卡箍柔性连接和套筒柔性连接。

(4)抗外力撞击性能高,管道发生局部堵管时可随意敲击、锤打，径向略有变形仍能使用。

3. HDPE 高密度聚乙烯管

(1)耐腐蚀性高。耐磨损性比普通钢管高，同等条件下使用寿命比普通钢管高 7 倍左右。

(2)承受水压较低，P≤1.0Mpa。

(3)管道重量轻，仅为普通钢管重量的 1/5 左右，管道可随意切割焊接，拆卸安装和检修很方便，管道连接可采用焊接和法兰连接，可用作尾矿坝放矿管和低扬程渣浆泵浆体输送管。

(4)抗外力撞击性能一般,管道发生局部堵管时，不可金属器械直接重力敲击管道。

二、尾矿输送管敷设要求

（1）尾矿管道可明设或半埋设，寒冷地区可考虑埋设。

（2）管道转弯半径应尽量大，转角使用的弯头不宜大于 45º。

（3）管路基面的宽度，应根据管道直径大小，管外壁之间和管外壁至路边缘的距离以及人行道或简

易车道的宽度因素决定。管外壁之间的距离不应小于 0.4m，管外壁至路边缘的距离不应小于 0.3m，人行道的宽度 0.5～0.7m。简易车道的宽度不宜小于 3m。

（4）尾矿管道与铁路、公路交叉时宜垂直交叉。管桥跨越公路时，路面以上的净距不应小于 4.5m，桥柱（墩）边与公路边缘距离不应小于 1.0m。跨越铁路时，轨顶以上的净距不应小于 6.55m，桥柱（墩）边与公路边缘距离不应小于 2.5m。

管道从铁路、公路下面穿过时，应首先考虑利用已有桥涵敷设。当设专用的涵洞或套管时，套管管顶至铁路路基面的净距不应小于 1.0m。至公路路基面的净距不应小于 0.5m。套管管径应比输送管径大 0.2～0.3m。

尾矿管道与铁路、公路交叉设计应取得有关部门的同意。

（5）尾矿管道与河道交叉时宜垂直交叉，跨河应首先考虑利用已有桥梁敷设。当新建管桥时，对于通航河流，桥下的净空应符合航运部门的要求。对不通航的河流，桥梁底应比洪水重现期 20～50 年一遇的洪水位高 0.5m。

尾矿管道与河道交叉设计应取得有关部门的同意。

（6）尾矿输送管道架空高度 4.0m 以下可不设管桥。当设管桥时，桥上应设人行道和保护栏杆，人行道的宽度 0.5～0.7m。保护栏杆高度不得小于 1.2m。

（7）尾矿输送管道在停泵时不需排空者，其敷设坡度不应大于尾矿颗粒在管内的下滑坡度。需排空者，其敷设坡度不宜小于 0.003。寒冷地区小于 200mm 的管道，其敷设坡度不宜小于 0.03。

（8）尾矿输送管道 V 形管段的管径不得大于临界管径。最低处应设置排矿口。排矿口的操作根据需要可采取人工或自动控制。

（9）坝上放支管的间距宜采用 8.0～15.0m。同时放矿的支管断面面积之和应为主管地 1.2～2.0 倍。较长的尾矿坝可用矿浆阀将主管分成几段，以便分段放矿及检修。为满足坝顶放矿管移管的需要，应设置集中放矿管（孤管）。寒冷地区应有冰下放矿设施。

（10）明设尾矿输送管道应设伸缩节，其数量与位置应根据当地温差、管道布置情况、接口连接形式和强度等因素计算确定。采用快速管接头时可不设伸缩节。

尾矿管道上的阀门应采用耐磨性能好的矿浆阀。管道隆起点应设矿浆排气阀。

管径大于 300mm 以上明设管道的垂直或水平转角和斜坡段，应根据气温、管材、矿浆特性、工作压力

及管道敷设情况，进行推力计算，设置必要的固定支墩（架）。钢管及钢管件的外表面应做环氧煤沥青防腐。

第四节 尾矿高浓度输送系统的检测

尾矿高浓度输送系统主要检测参数有：浓缩池底流排矿浓度、浓缩机运行电流，输送泵的电流、各输送泵出口压力，砂泵站输送总干管的矿浆流量、压力和浓度。

检测仪表有：压力表、压力变送器，电磁流量计、多普勒流量计，核子浓度计等。

压力表为就地显示矿浆管道压力仪表。压力变送器可将管道压力转变为电信号远传到控制室操作台显示。电磁流量计、多普勒流量计，都是将管道流量转变为电信号远传到控制室操作台显示。一般管道压力小于 1.0MPa 采用电磁流量计，管道压力大于 1.0MPa，采用多普勒流量计比较安全可靠。

核子浓度计最好安装在不经常有操作人员活动的管段，其二次仪表可安装在控制室操作台显示。

尾矿高浓度输送系统检测的参数，矿浆流量最为重要，它虽然显示的是流量值，但它可是我们知道输送管的流速，使我们及时准确输送管是否在临界流速以上安全运行。

管道压力参数变化能使我们判断输送管内是否有尾砂沉积和是否有堵管的可能。

有于尾矿高浓度输送系统是按一定的输送浓度设计的，如果输送的平均干尾矿量和矿浆流量变化不大，实际输送浓度基本在设计的输送浓度范围内。管道输送浓度参数可做为检验和了解实际输送浓度和矿浆输送特性之用。

第五节 尾矿高浓度输送存在的问题及对策

（1）国内大部分选矿厂仍保持多级砂泵站串联的尾矿输送系统，因此使用的渣浆泵台数多，相应使用的矿浆阀多，操作管理复杂，发生事故的几率也就多。对多于二级串联砂泵站的尾矿输送系统，可考虑改造采用水隔离浆体泵等往复泵的一座（级）砂泵站的尾矿输送系统。

（2）尾矿输送管大多数使用的还是普通钢管，不耐磨，使用寿命短，钢材耗量高。应将磨损严重的普通钢管更换为耐磨的陶瓷内衬复合钢管或高密度聚乙烯管。

（3）渣浆泵流量调节手段落后矿浆阀使用寿命较短。可增设变频调速器。

（4）完善尾矿输送系统检测仪表，提高操造作管理水平。

（5）及时检修尾矿输送设备和管道，杜绝尾矿跑、冒、漏，及时清理事故池，减少尾矿对环境的污染。

（一）中华人民共和国安全生产法

主席令（2002）第七十号

《中华人民共和国安全生产法》已由中华人民共和国第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议于 2002 年 6 月 29 日通过，现予公布，自 2002 年 11 月 1 日起施行。

中华人民共和国主席 江泽民

2002 年 6 月 29 日

中华人民共和国安全生产法

（2002 年 6 月 29 日第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过）

目　录

第一章 总 则

第二章 生产经营单位的安全生产保障

第三章 从业人员的权利和义务

第四章 安全生产的监督管理

第五章 生产安全事故的应急救援与调查处理

第六章 法律责任

第七章 附 则

第一章 总 则

第一条 为了加强安全生产监督管理，防止和减少生产安全事故，保障人民群众生命和财产安全，促进经济发展，制定本法。

第二条 在中华人民共和国领域内从事生产经营活动的单位（以下统称生产经营单位）的安全生产，适用本法；有关法律、行政法规对消防安全和道路交通安全、铁路交通安全、水上交通安全、民用航空安全另有规定的，适用其规定。

第三条 安全生产管理，坚持安全第一、预防为主的方针。

第四条 生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立、健全安全生产责任制度，完善安全生产条件，确保安全生产。

第五条 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。

第六条 生产经营单位的从业人员有依法获得安全生产保障的权利，并应当依法履行安全生产方面的义务。

第七条 工会依法组织职工参加本单位安全生产工作的民主管理和民主监督，维护职工在安全生产方面的合法权益。

第八条 国务院和地方各级人民政府应当加强对安全生产工作的领导，支持、督促各有关部门依法履行安全生产监督管理职责。县级以上人民政府对安全生产监督管理中存在的重大问题应当及时予以协调、解决。

第九条 国务院负责安全生产监督管理的部门依照本法，对全国安全生产工作实施综合监督管理；县级以上地方各级人民政府负责安全生产监督管理的部门依照本法，对本行政区域内安全生产工作实施综合监督管理。

国务院有关部门依照本法和其他有关法律、行政法规的规定，在各自的职责范围内对有关的安全生产工作实施监督管理；县级以上地方各级人民政府有关部门依照本法和其他有关法律、法规的规定，在各自的职责范围内对有关的安全生产工作实施监督管理。

第十条 国务院有关部门应当按照保障安全生产的要求，依法及时制定有关的国家标准或者行业标准，并根据科技进步和经济发展适时修订。

生产经营单位必须执行依法制定的保障安全生产的国家标准或者行业标准。

第十一条 各级人民政府及其有关部门应当采取多种形式，加强对有关安全生产的法律、法规和安全生产知识的宣传，提高职工的安全生产意识。

第十二条 依法设立的为安全生产提供技术服务的中介机构，依照法律、行政法规和执业准则，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。

第十三条 国家实行生产安全事故责任追究制度，依照本法和有关法律、法规的规定，追究生产安全事故责任人员的法律责任。

第十四条 国家鼓励和支持安全生产科学技术研究和安全生产先进技术的推广应用，提高安全生产水平。

第十五条 国家对在改善安全生产条件、防止生产安全事故、参加抢险救护等方面取得显著成绩的单位和个人，给予奖励。

第二章 生产经营单位的安全生产保障

第十六条 生产经营单位应当具备本法和有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件；不具备安全生产条件的，不得从事生产经营活动。

第十七条 生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责：

（一）建立、健全本单位安全生产责任制；

（二）组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程；

（三）保证本单位安全生产投入的有效实施；

（四）督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患；

（五）组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案；

（六）及时、如实报告生产安全事故。

第十八条 生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。

第十九条 矿山、建筑施工单位和危险物品的生产、经营、储存单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。

前款规定以外的其他生产经营单位，从业人员超过三百人的，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员；从业人员在三百人以下的，应当配备专职或者兼职的安全生产管理人员，或者委托具有国家规定的相关专业技术资格的工程技术人员提供安全生产管理服务。

生产经营单位依照前款规定委托工程技术人员提供安全生产管理服务的，保证安全生产的责任仍由本单位负责。

第二十条 生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。

危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位的主要负责人和安全生产管理人员，应当由有关主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格后方可任职。考核不得收费。

第二十一条 生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。

第二十二条 生产经营单位采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备，必须了解、掌握其安全技术特性，采取有效的安全防护措施，并对从业人员进行专门的安全生产教育和培训。

第二十三条 生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。

特种作业人员的范围由国务院负责安全生产监督管理的部门会同国务院有关部门确定。

第二十四条 生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。

第二十五条 矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目，应当分别按照国家有关规定进行安全条件论证和安全评价。

第二十六条 建设项目安全设施的设计人、设计单位应当对安全设施设计负责。

矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目的安全设施设计应当按照国家有关规定报经有关部门审查，审查部门及其负责审查的人员对审查结果负责。

第二十七条 矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目的施工单位必须按照批准的安全设施设计施工，并对安全设施的工程质量负责。

矿山建设项目和用于生产、储存危险物品的建设项目竣工投入生产或者使用前，必须依照有关法律、行政法规的规定对安全设施进行验收；验收合格后，方可投入生产和使用。验收部门及其验收人员对验收结果负责。

第二十八条 生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。

第二十九条 安全设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废，应当符合国家标准或者行业标准。

生产经营单位必须对安全设备进行经常性维护、保养，并定期检测，保证正常运转。维护、保养、检测应当作好记录，并由有关人员签字。

第三十条 生产经营单位使用的涉及生命安全、危险性较大的特种设备，以及危险物品的容器、运输工具，必须按照国家有关规定，由专业生产单位生产，并经取得专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，取得安全使用证或者安全标志，方可投入使用。检测、检验机构对检测、检验结果负责。

涉及生命安全、危险性较大的特种设备的目录由国务院负责特种设备安全监督管理的部门制定，报国务院批准后执行。

第三十一条 国家对严重危及生产安全的工艺、设备实行淘汰制度。

生产经营单位不得使用国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺、设备。

第三十二条 生产、经营、运输、储存、使用危险物品或者处置废弃危险物品的，由有关主管部门依照有关法律、法规的规定和国家标准或者行业标准审批并实施监督管理。

生产经营单位生产、经营、运输、储存、使用危险物品或者处置废弃危险物品，必须执行有关法律、法规和国家标准或者行业标准，建立专门的安全管理制度，采取可靠的安全措施，接受有关主管部门依法实施的监督管理。

第三十三条 生产经营单位对重大危险源应当登记建档，进行定期检测、评估、监控，并制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施。

生产经营单位应当按照国家有关规定将本单位重大危险源及有关安全措施、应急措施报有关地方人民政府负责安全生产监督管理的部门和有关部门备案。

第三十四条 生产、经营、储存、使用危险物品的车间、商店、仓库不得与员工宿舍在同一座建筑物内，并应当与员工宿舍保持安全距离。

生产经营场所和员工宿舍应当设有符合紧急疏散要求、标志明显、保持畅通的出口。禁止封闭、堵塞生产经营场所或者员工宿舍的出口。

第三十五条 生产经营单位进行爆破、吊装等危险作业，应当安排专门人员进行现场安全管理，确保操作规程的遵守和安全措施的落实。

第三十六条 生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。

第三十七条 生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

第三十八条 生产经营单位的安全生产管理人员应当根据本单位的生产经营特点，对安全生产状况进行经常性检查；对检查中发现的安全问题，应当立即处理；不能处理的，应当及时报告本单位有关负责人。检查及处理情况应当记录在案。

第三十九条 生产经营单位应当安排用于配备劳动防护用品、进行安全生产培训的经费。

第四十条 两个以上生产经营单位在同一作业区域内进行生产经营活动，可能危及对方生产安全的，应当签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责和应当采取的安全措施，并指定专职安全生产管理人员进行安全检查与协调。

第四十一条 生产经营单位不得将生产经营项目、场所、设备发包或者出租给不具备安全生产条件或者相应资质的单位或者个人。

生产经营项目、场所有多个承包单位、承租单位的，生产经营单位应当与承包单位、承租单位签订专门的安全生产管理协议，或者在承包合同、租赁合同中约定各自的安全生产管理职责；生产经营单位对承包单位、承租单位的安全生产工作统一协调、管理。

第四十二条 生产经营单位发生重大生产安全事故时，单位的主要负责人应当立即组织抢救，并不得在事故调查处理期间擅离职守。

第四十三条 生产经营单位必须依法参加工伤社会保险，为从业人员缴纳保险费。

第三章 从业人员的权利和义务

第四十四条 生产经营单位与从业人员订立的劳动合同，应当载明有关保障从业人员劳动安全、防止职业危害的事项，以及依法为从业人员办理工伤社会保险的事项。

生产经营单位不得以任何形式与从业人员订立协议，免除或者减轻其对从业人员因生产安全事故伤亡依法应承担的责任。

第四十五条 生产经营单位的从业人员有权了解其作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施及事故应急措施，有权对本单位的安全生产工作提出建议。

第四十六条 从业人员有权对本单位安全生产工作中存在的问题提出批评、检举、控告；有权拒绝违章指挥和强令冒险作业。

生产经营单位不得因从业人员对本单位安全生产工作提出批评、检举、控告或者拒绝违章指挥、强令冒险作业而降低其工资、福利等待遇或者解除与其订立的劳动合同。

第四十七条 从业人员发现直接危及人身安全的紧急情况时，有权停止作业或者在采取可能的应急措施后撤离作业场所。生产经营单位不得因从业人员在前款紧急情况下停止作业或者采取紧急撤离措施而降低其工资、福利等待遇或者解除与其订立的劳动合同。

第四十八条 因生产安全事故受到损害的从业人员，除依法享有工伤社会保险外，依照有关民事法律尚有获得赔偿的权利的，有权向本单位提出赔偿要求。

第四十九条 从业人员在作业过程中，应当严格遵守本单位的安全生产规章制度和操作规程，服从管理，正确佩戴和使用劳动防护用品。

第五十条 从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。

第五十一条 从业人员发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全生产管理人员或者本单位负责人报告；接到报告的人员应当及时予以处理。

第五十二条 工会有权对建设项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用进行监督，提出意见。

工会对生产经营单位违反安全生产法律、法规，侵犯从业人员合法权益的行为，有权要求纠正；发现生产经营单位违章指挥、强令冒险作业或者发现事故隐患时，有权提出解决的建议，生产经营单位应当及时研究答复；发现危及从业人员生命安全的情况时，有权向生产经营单位建议组织从业人员撤离危险场所，生产经营单位必须立即作出处理。

工会有权依法参加事故调查，向有关部门提出处理意见，并要求追究有关人员的责任。

第四章 安全生产的监督管理

第五十三条 县级以上地方各级人民政府应当根据本行政区域内的安全生产状况，组织有关部门按照职责分工，对本行政区域内容易发生重大生产安全事故的生产经营单位进行严格检查；发现事故隐患，应当及时处理。

第五十四条 依照本法第九条规定对安全生产负有监督管理职责的部门（以下统称负有安全生产监督管理职责的部门）依照有关法律、法规的规定，对涉及安全生产的事项需要审查批准（包括批准、核准、许可、注册、认证、颁发证照等，下同）或者验收的，必须严格依照有关法律、法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件和程序进行审查；不符合有关法律、法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件的，不得批准或者验收通过。对未依法取得批准或者验收合格的单位擅自从事有关活动的，负责行政审批的部门发现或者接到举报后应当立即予以取缔，并依法予以处理。对已经依法取得批准的单位，负责行政审批的部门发现其不再具备安全生产条件的，应当撤销原批准。

第五十五条 负有安全生产监督管理职责的部门对涉及安全生产的事项进行审查、验收，不得收取费用；不得要求接受审查、验收的单位购买其指定品牌或者指定生产、销售单位的安全设备、器材或者其他产品。

第五十六条 负有安全生产监督管理职责的部门依法对生产经营单位执行有关安全生产的法律、法规和国家标准或者行业标准的情况进行监督检查，行使以下职权：

（一）进入生产经营单位进行检查，调阅有关资料，向有关单位和人员了解情况。

（二）对检查中发现的安全生产违法行为，当场予以纠正或者要求限期改正；对依法应当给予行政处罚的行为，依照本法和其他有关法律、行政法规的规定作出行政处罚决定。

（三）对检查中发现的事故隐患，应当责令立即排除；重大事故隐患排除前或者排除过程中无法保证安全的，应当责令从危险区域内撤出作业人员，责令暂时停产停业或者停止使用；重大事故隐患排除后，经审查同意，方可恢复生产经营和使用。

（四）对有根据认为不符合保障安全生产的国家标准或者行业标准的设施、设备、器材予以查封或者扣押，并应当在十五日内依法作出处理决定。

监督检查不得影响被检查单位的正常生产经营活动。

第五十七条 生产经营单位对负有安全生产监督管理职责的部门的监督检查人员（以下统称安全生产监督检查人员）依法履行监督检查职责，应当予以配合，不得拒绝、阻挠。

第五十八条 安全生产监督检查人员应当忠于职守，坚持原则，秉公执法。

安全生产监督检查人员执行监督检查任务时，必须出示有效的监督执法证件；对涉及被检查单位的技术秘密和业务秘密，应当为其保密。

第五十九条 安全生产监督检查人员应当将检查的时间、地点、内容、发现的问题及其处理情况，作出书面记录，并由检查人员和被检查单位的负责人签字；被检查单位的负责人拒绝签字的，检查人员应当将情况记录在案，并向负有安全生产监督管理职责的部门报告。

第六十条 负有安全生产监督管理职责的部门在监督检查中，应当互相配合，实行联合检查；确需分别进行检查的，应当互通情况，发现存在的安全问题应当由其他有关部门进行处理的，应当及时移送其他有关部门并形成记录备查，接受移送的部门应当及时进行处理。

第六十一条 监察机关依照行政监察法的规定，对负有安全生产监督管理职责的部门及其工作人员履行安全生产监督管理职责实施监察。

第六十二条 承担安全评价、认证、检测、检验的机构应当具备国家规定的资质条件，并对其作出的安全评价、认证、检测、检验的结果负责。

第六十三条 负有安全生产监督管理职责的部门应当建立举报制度，公开举报电话、信箱或者电子邮件地址，受理有关安全生产的举报；受理的举报事项经调查核实后，应当形成书面材料；需要落实整改措施的，报经有关负责人签字并督促落实。

第六十四条 任何单位或者个人对事故隐患或者安全生产违法行为，均有权向负有安全生产监督管理职责的部门报告或者举报。

第六十五条 居民委员会、村民委员会发现其所在区域内的生产经营单位存在事故隐患或者安全生产违法行为时，应当向当地人民政府或者有关部门报告。

第六十六条 县级以上各级人民政府及其有关部门对报告重大事故隐患或者举报安全生产违法行为的有功人员，给予奖励。具体奖励办法由国务院负责安全生产监督管理的部门会同国务院财政部门制定。

第六十七条 新闻、出版、广播、电影、电视等单位有进行安全生产宣传教育的义务，有对违反安全生产法律、法规的行为进行舆论监督的权利。

第五章 生产安全事故的应急救援与调查处理

第六十八条 县级以上地方各级人民政府应当组织有关部门制定本行政区域内特大生产安全事故应急救援预案，建立应急救援体系。

第六十九条 危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位应当建立应急救援组织；生产经营规模较小，可以不建立应急救援组织的，应当指定兼职的应急救援人员。

危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位应当配备必要的应急救援器材、设备，并进行经常性维护、保养，保证正常运转。

第七十条 生产经营单位发生生产安全事故后，事故现场有关人员应当立即报告本单位负责人。

单位负责人接到事故报告后，应当迅速采取有效措施，组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，并按照国家有关规定立即如实报告当地负有安全生产监督管理职责的部门，不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报，不得故意破坏事故现场、毁灭有关证据。

第七十一条 负有安全生产监督管理职责的部门接到事故报告后，应当立即按照国家有关规定上报事故情况。负有安全生产监督管理职责的部门和有关地方人民政府对事故情况不得隐瞒不报、谎报或者拖延不报。

第七十二条 有关地方人民政府和负有安全生产监督管理职责的部门的负责人接到重大生产安全事故报告后，应当立即赶到事故现场，组织事故抢救。

任何单位和个人都应当支持、配合事故抢救，并提供一切便利条件。

第七十三条 事故调查处理应当按照实事求是、尊重科学的原则，及时、准确地查清事故原因，查明事故性质和责任，总结事故教训，提出整改措施，并对事故责任者提出处理意见。事故调查和处理的具体办法由国务院制定。

第七十四条 生产经营单位发生生产安全事故，经调查确定为责任事故的，除了应当查明事故单位的责任并依法予以追究外，还应当查明对安全生产的有关事项负有审查批准和监督职责的行政部门的责任，对有失职、渎职行为的，依照本法第七十七条的规定追究法律责任。

第七十五条 任何单位和个人不得阻挠和干涉对事故的依法调查处理。

第七十六条 县级以上地方各级人民政府负责安全生产监督管理的部门应定期统计分析本行政区域内发生生产安全事故的情况，并定期向社会公布。

第六章 法律责任

第七十七条 负有安全生产监督管理职责的部门的工作人员，有下列行为之一的，给予降级或者撤职的行政处分；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任：

（一）对不符合法定安全生产条件的涉及安全生产的事项予以批准或者验收通过的；

（二）发现未依法取得批准、验收的单位擅自从事有关活动或者接到举报后不予取缔或者不依法予以处理的；

（三）对已经依法取得批准的单位不履行监督管理职责，发现其不再具备安全生产条件而不撤销原批准或者发现安全生产违法行为不予查处的。

第七十八条 负有安全生产监督管理职责的部门，要求被审查、验收的单位购买其指定的安全设备、器材或者其他产品的，在对安全生产事项的审查、验收中收取费用的，由其上级机关或者监察机关责令改正，责令退还收取的费用；情节严重的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分。

第七十九条 承担安全评价、认证、检测、检验工作的机构，出具虚假证明，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任；尚不够刑事处罚的，没收违法所得，违法所得在五千元以上的，并处违法所得二倍以上五倍以下的罚款，没有违法所得或者违法所得不足五千元的，单处或者并处五千元以上二万元以下的罚款，对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处五千元以上五万元以下的罚款；给他人造成损害的，与生产经营单位承担连带赔偿责任。

对有前款违法行为的机构，撤销其相应资格。

第八十条 生产经营单位的决策机构、主要负责人、个人经营的投资人不依照本法规定保证安全生产所必需的资金投入，致使生产经营单位不具备安全生产条件的，责令限期改正，提供必需的资金；逾期未改正的，责令生产经营单位停产停业整顿。

有前款违法行为，导致发生生产安全事故，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任；尚不够刑事处罚的，对生产经营单位的主要负责人给予撤职处分，对个人经营的投资人处二万元以上二十万元以下的罚款。

第八十一条 生产经营单位的主要负责人未履行本法规定的安全生产管理职责的，责令限期改正；逾期未改正的，责令生产经营单位停产停业整顿。

生产经营单位的主要负责人有前款违法行为，导致发生生产安全事故，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任；尚不够刑事处罚的，给予撤职处分或者处二万元以上二十万元以下的罚款。

生产经营单位的主要负责人依照前款规定受刑事处罚或者撤职处分的，自刑罚执行完毕或者受处分之日起，五年内不得担任任何生产经营单位的主要负责人。

第八十二条 生产经营单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停产停业整顿，

可以并处二万元以下的罚款：

（一）未按照规定设立安全生产管理机构或者配备安全生产管理人员的；

（二）危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、建筑施工单位的主要负责人和安全生产管理人员未按照规定经考核合格的；

（三）未按照本法第二十一条、第二十二条的规定对从业人员进行安全生产教育和培训，或者未按照本法第三十六条的规定如实告知从业人员有关的安全生产事项的；

（四）特种作业人员未按照规定经专门的安全作业培训并取得特种作业操作资格证书，上岗作业的。

第八十三条 生产经营单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停止建设或者停产停业整顿，可以并处五万元以下的罚款；造成严重后果，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任：

（一）矿山建设项目或者用于生产、储存危险物品的建设项目没有安全设施设计或者安全设施设计未按照规定报经有关部门审查同意的；

（二）矿山建设项目或者用于生产、储存危险物品的建设项目的施工单位未按照批准的安全设施设计施工的；

（三）矿山建设项目或者用于生产、储存危险物品的建设项目竣工投入生产或者使用前，安全设施未经验收合格的；

（四）未在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上设置明显的安全警示标志的；

（五）安全设备的安装、使用、检测、改造和报废不符合国家标准或者行业标准的；

（六）未对安全设备进行经常性维护、保养和定期检测的；

（七）未为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品的；

（八）特种设备以及危险物品的容器、运输工具未经取得专业资质的机构检测、检验合格，取得安全使用证或者安全标志，投入使用的；

（九）使用国家明令淘汰、禁止使用的危及生产安全的工艺、设备的。

第八十四条 未经依法批准，擅自生产、经营、储存危险物品的，责令停止违法行为或者予以关闭，没收违法所得，违法所得十万元以上的，并处违法所得一倍以上五倍以下的罚款，没有违法所得或者违法所得不足十万元的，单处或者并处二万元以上十万元以下的罚款；造成严重后果，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

第八十五条 生产经营单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停产停业整顿，可以并处二万元以上十万元以下的罚款；造成严重后果，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任：

（一）生产、经营、储存、使用危险物品，未建立专门安全管理制度、未采取可靠的安全措施或者不接受有关主管部门依法实施的监督管理的；

（二）对重大危险源未登记建档，或者未进行评估、监控，或者未制定应急预案的；

（三）进行爆破、吊装等危险作业，未安排专门管理人员进行现场安全管理的。

第八十六条 生产经营单位将生产经营项目、场所、设备发包或者出租给不具备安全生产条件或者相应资质的单位或者个人的，责令限期改正，没收违法所得；违法所得五万元以上的，并处违法所得一倍以上五倍以下的罚款；没有违法所得或者违法所得不足五万元的，单处或者并处一万元以上五万元以下的罚款；导致发生生产安全事故给他人造成损害的，与承包方、承租方承担连带赔偿责任。

生产经营单位未与承包单位、承租单位签订专门的安全生产管理协议或者未在承包合同、租赁合同中明确各自的安全生产管理职责，或者未对承包单位、承租单位的安全生产统一协调、管理的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停产停业整顿。

第八十七条 两个以上生产经营单位在同一作业区域内进行可能危及对方安全生产的生产经营活动，未签订安全生产管理协议或者未指定专职安全生产管理人员进行安全检查与协调的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停产停业。

第八十八条 生产经营单位有下列行为之一的，责令限期改正；逾期未改正的，责令停产停业整顿；造成严重后果，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任：

（一）生产、经营、储存、使用危险物品的车间、商店、仓库与员工宿舍在同一座建筑内，或者与员工宿舍的距离不符合安全要求的；

（二）生产经营场所和员工宿舍未设有符合紧急疏散需要、标志明显、保持畅通的出口，或者封闭、堵塞生产经营场所或者员工宿舍出口的。

第八十九条 生产经营单位与从业人员订立协议，免除或者减轻其对从业人员因生产安全事故伤亡依法应承担的责任的，该协议无效；对生产经营单位的主要负责人、个人经营的投资人处二万元以上十万元以下的罚款。

第九十条 生产经营单位的从业人员不服从管理，违反安全生产规章制度或者操作规程的，由生产经营单位给予批评教育，依照有关规章制度给予处分；造成重大事故，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

第九十一条 生产经营单位主要负责人在本单位发生重大生产安全事故时，不立即组织抢救或者在事故调查处理期间擅离职守或者逃匿的，给予降职、撤职的处分，对逃匿的处十五日以下拘留；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

生产经营单位主要负责人对生产安全事故隐瞒不报、谎报或者拖延不报的，依照前款规定处罚。

第九十二条 有关地方人民政府、负有安全生产监督管理职责的部门，对生产安全事故隐瞒不报、谎报或者拖延不报的，对直接负责的主管人员和其他直接责任人员依法给予行政处分；构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任。

第九十三条 生产经营单位不具备本法和其他有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件，经停产停业整顿仍不具备安全生产条件的，予以关闭；有关部门应当依法吊销其有关证照。

第九十四条 本法规定的行政处罚，由负责安全生产监督管理的部门决定；予以关闭的行政处罚由负责安全生产监督管理的部门报请县级以上人民政府按照国务院规定的权限决定；给予拘留的行政处罚由公安机关依照治安管理处罚条例的规定决定。有关法律、行政法规对行政处罚的决定机关另有规定的，依照其规定。

第九十五条 生产经营单位发生生产安全事故造成人员伤亡、他人财产损失的，应当依法承担赔偿责任；拒不承担或者其负责人逃匿的，由人民法院依法强制执行。

生产安全事故的责任人未依法承担赔偿责任，经人民法院依法采取执行措施后，仍不能对受害人给予足额赔偿的，应当继续履行赔偿义务；受害人发现责任人有其他财产的，可以随时请求人民法院执行。

第七章 附 则

第九十六条 本法下列用语的含义：

危险物品，是指易燃易爆物品、危险化学品、放射性物品等能够危及人身安全和财产安全的物品。

重大危险源，是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品，且危险物品的数量等于或者超过临界量的单元（包括场所和设施）。

第九十七条 本法自 2002 年 11 月 1 日起施行。

（二）中华人民共和国矿山安全法

中华人民共和国主席令第六十五号

（1992 年 11 月 1 日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过 1992 年 11 月 7 日中华人民共和国主席令第六十五号公布 1993 年 5 月 1 日起施行）

目 录

第一章 总 则

第二章 矿山建设的安全保障

第三章 矿山开采的安全保障

第四章 矿山企业的安全管理

第五章 矿山安全的监督和管理

第六章 矿山事故处理

第七章 法律责任

第八章 附 则

第一章 总 则

第一条 为了保障矿山生产安全，防止矿山事故，保护矿山职工人身安全，促进采矿业的发展，制定本法。

第二条 在中华人民共和国领域和中华人民共和国管辖的其他海域从事矿产资源开采活动，必须遵守本法。

第三条 矿山企业必须具有保障安全生产的设施，建立、健全安全管理制度，采取有效措施改善职工劳动条件，加强矿山安全管理工作，保证安全生产。

第四条 国务院劳动行政主管部门对全国矿山安全工作实施统一监督。

县级以上地方各级人民政府劳动行政主管部门对本行政区域内的矿山安全工作实施统一监督。

县级以上人民政府管理矿山企业的主管部门对矿山安全工作进行管理。

第五条 国家鼓励矿山安全科学技术研究，推广先进技术，改进安全设施，提高矿山安全生产水平。

第六条 对坚持矿山安全生产，防止矿山事故，参加矿山抢险救护，进行矿山安全科学技术研究等方

面取得显著成绩的单位和个人，给予奖励。

第二章 矿山建设的安全保障

第七条 矿山建设工程的安全设施必须和主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。

第八条 矿山建设工程的设计文件，必须符合矿山安全规程和行业技术规范，并按照国家规定经管理矿山企业的主管部门批准；不符合矿山安全规程和行业技术规范的，不得批准。

矿山建设工程安全设施的设计必须有劳动行政主管部门参加审查。

矿山安全规程和行业技术规范，由国务院管理矿山企业的主管部门制定。

第九条 矿山设计下列项目必须符合矿山安全规程和行业技术规范：

（一）矿井的通风系统和供风量、风质、风速；

（二）露天矿的边坡角和台阶的宽度、高度；

（三）供电系统；

（四）提升、运输系统；

（五）防水、排水系统和防火、灭火系统；

（六）防瓦斯系统和防尘系统；

（七）有关矿山安全的其他项目。

第十条 每个矿井必须有两个以上能行人的安全出口，出口之间的直线水平距离必须符合矿山安全规程和行业技术规范。

第十一条 矿山必须有与外界相通的、符合安全要求的运输和通讯设施。

第十二条 矿山建设工程必须按照管理矿山企业的主管部门批准的设计文件施工。

矿山建设工程安全设施竣工后，由管理矿山企业的主管部门验收，并须有劳动行政主管部门参加；不符合矿山安全规程和行业技术规范的，不得验收，不得投入生产。

第三章 矿山开采的安全保障

第十三条 矿山开采必须具备保障安全生产的条件，执行开采不同矿种的矿山安全规程和行业技术规范。

第十四条 矿山设计规定保留的矿柱、岩柱，在规定的期限内，应当予以保护，不得开采或者毁坏。

第十五条 矿山使用的有特殊安全要求的设备、器材、防护用品和安全检测仪器，必须符合国家安全

标准或者行业安全标准；不符合国家安全标准或者行业安全标准的，不得使用。

第十六条 矿山企业必须对机电设备及其防护装置、安全检测仪器，定期检查、维修，保证使用安全。

第十七条 矿山企业必须对作业场所中的有毒有害物质和井下空气含氧量进行检测，保证符合安全要求。

第十八条 矿山企业必须对下列危害安全的事故隐患采取预防措施：

（一）冒顶、片帮、边坡滑落和地表塌陷；

（二）瓦斯爆炸、煤尘爆炸；

（三）冲击地压、瓦斯突出、井喷；

（四）地面和井下的火灾、水害；

（五）爆破器材和爆破作业发生的危害；

（六）粉尘、有毒有害气体、放射性物质和其他在害物质引起的危害；

（七）其他危害。

第十九条 矿山企业对使用机械、电气设备，排土场、矸石山、尾矿库和矿山闭坑后可能引起的危害，应当采取预防措施。

第四章 矿山企业的安全管理

第二十条 矿山企业必须建立、健全安全生产责任制。

矿长对本企业的安全生产工作负责。

第二十一条 矿长应当定期向职工代表大会或者职工大会报告安全生产工作，发挥职工代表大会的监督作用。

第二十二条 矿山企业职工必须遵守有关矿山安全的法律、法规和企业规章制度。

矿山企业职工有权对危害安全的行为，提出批评、检举和控告。

第二十三条 矿山企业工会依法维护职工生产安全的合法权益，组织职工对矿山安全工作进行监督。

第二十四条 矿山企业违反有关安全的法律、法规，工会有权要求企业行政方面或者有关部门认真处理。

矿山企业召开讨论有关安全生产的会议，应当有工会代表参加，工会有权提出意见和建议。

第二十五条 矿山企业工会发现企业行政方面违章指挥、强令工人冒险作业或者生产过程中发现明显

重大事故隐患和职业危害，有权提出解决的建议；发现危及职工生命安全的情况时，有权向矿山企业行政方面建议组织职工撤离危险现场，矿山企业行政方面必须及时作出处理决定。

第二十六条 矿山企业必须对职工进行安全教育、培训；未经安全教育、培训的，不得上岗作业。

矿山企业安全生产的特种作业人员必须接受专门培训，经考核合格取得操作资格证书的，方可上岗作业。

第二十七条 矿长必须经过考核，具备安全专业知识，具有领导安全生产和处理矿山事故的能力。

矿山企业安全工作人员必须具备必要的安全专业知识和矿山安全工作经验。

第二十八条 矿山企业必须向职工发放保障安全生产所需的劳动防护用品。

第二十九条 矿山企业不得录用未成年人从事矿山井下劳动。

矿山企业对女职工按照国家规定实行特殊劳动保护，不得分配女职工从事矿山井下劳动。

第三十条 矿山企业必须制定矿山事故防范措施，并组织落实。

第三十一条 矿山企业应当建立由专职或者兼职人员组成的救护和医疗急救组织，配备必要的装备、器材和药物。

第三十二条 矿山企业必须从矿产品销售额中按照国家规定提取安全技术措施专项费用。安全技术措施专项费用必须全部用于改善矿山安全生产条件，不得挪作他用。

第五章 矿山安全的监督和管理

第三十三条 县级以上各级人民政府劳动行政主管部门对矿山安全工作行使下列监督职责：

（一）检查矿山企业和管理矿山企业的主管部门贯彻执行矿山安全法律、法规的情况；

（二）参加矿山建设工程安全设施的设计审查和竣工验收；

（三）检查矿山劳动条件和安全状况；

（四）检查矿山企业职工安全教育、培训工作；

（五）监督矿山企业提取和使用安全技术措拖专项费用的情况；

（六）参加并监督矿山事故的调查和处理；

（七）法律、行政法规规定的其他监督职责。

第三十四条 县级以上人民政府管理矿山企业的主管部门对矿山安全工作行使下列管理职责：

（一）检查矿山企业贯彻执行矿山安全法律、法规的情况；

（二）审查批准矿山建设工程安全设施的设计；

（三）负责矿山建设工程安全设施的竣工验收；

（四）组织矿长和矿山企业安全工作人员的培训工作；

（五）调查和处理重大矿山事故；

（六）法律、行政法规规定的其他管理职责。

第三十五条 劳动行政主管部门的矿山安全监督人员有权进入矿山企业，在现场检查安全状况；发现有危及职工安全的紧急险情时，应当要求矿山企业立即处理。

第六章 矿山事故处理

第三十六条 发生矿山事故，矿山企业必须立即组织抢救，防止事故扩大，减少人员伤亡和财产损失，对伤亡事故必须立即如实报告劳动行政主管部门和管理矿山企业的主管部门。

第三十七条 发生一般矿山事故，由矿山企业负责调查和处理。

发生重大矿山事故，由政府及其有关部门、工会和矿山企业按照行政法规的规定进行调查和处理。

第三十八条 矿山企业对矿山事故中伤亡的职工按照国家规定给予抚恤或者补偿。

第三十九条 矿山事故发生后，应当尽快消除现场危险，查明事故原因，提出防范措施。现场危险消除后，方可恢复生产。

第七章 法律责任

第四十条 违反本法规定，有下列行为之一的，由劳动行政主管部门责令改正，可以并处罚款；情节严重的，提请县级以上人民政府决定责令停产整顿；对主管人员和直接责任人员由其所在单位或者上级主管机关给予行政处分：

（一）未对职工进行安全教育、培训，分配职工上岗作业的；

（二）使用不符合国家安全标准或者行业安全标准的设备、器材、防护用品、安全检测仪器的；

（三）未按照规定提取或者使用安全技术措施专项费用的；

（四）拒绝矿山安全监督人员现场检查或者在被检查时隐瞒事故隐患、不如实反映情况的；

（五）未按照规定及时、如实报告矿山事故的。

第四十一条 矿长不具备安全专业知识的，安全生产的特种作业人员未取得操作资格证书上岗作业的，由劳动行政主管部门责令限期改正；逾期不改正的，提请县级以上人民政府决定责令停产，调整配备合格

人员后，方可恢复生产。

第四十二条 矿山建设工程安全设施的设计未经批准擅自施工的，由管理矿山企业的主管部门责令停止施工；拒不执行的，由管理矿山企业的主管部门提请县级以上人民政府决定由有关主管部门吊销其采矿许可证和营业执照。

第四十三条 矿山建设工程的安全设施未经验收或者验收不合格擅自投入生产的，由劳动行政主管部门会同管理矿山企业的主管部门责令停止生产，并由劳动行政主管部门处以罚款；拒不停止生产的，由劳动行政主管部门提请县级以上人民政府决定由有关主管部门吊销其采矿许可证和营业执照。

第四十四条 已经投入生产的矿山企业，不具备安全生产条件而强行开采的，由劳动行政主管部门会同管理矿山企业的主管部门责令限期改进；逾期仍不具备安全生产条件的，由劳动行政主管部门提请县级以上人民政府决定责令停产整顿或者由有关主管部门吊销其采矿许可证和营业执照。

第四十五条 当事人对行政处罚决定不服的，可以在接到处罚决定通知之日起十五日内向作出处罚决定的机关的上一级机关申请复议；当事人也可以在接到处罚决定通知之日起十五日内直接向人民法院起诉。

复议机关应当在接到复议申请之日起六十日内作出复议决定。当事人对复议决定不服的，可以在接到复议决定之日起十五日内向人民法院起诉。复议机关逾期不作出复议决定的，当事人可以在复议期满之日起十五日内向人民法院起诉。

当事人逾期不申请复议也不向人民法院起诉、又不履行处罚决定的，作出处罚决定的机关可以申请人民法院强制执行。

第四十六条 矿山企业主管人员违章指挥、强令工人冒险作业，因而发生重大伤亡事故的，依照刑法第一百一十四条的规定追究刑事责任。

第四十七条 矿山企业主管人员对矿山事故隐患不采取措施，因而发生重大伤亡事故的，比照刑法第一百八十七条的规定追究刑事责任。

第四十八条 矿山安全监督人员和安全管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊，构成犯罪的，依法追究刑事责任；不构成犯罪的，给予行政处分。

第八章 附 则

第四十九条 国务院劳动行政主管部门根据本法制定实施条例，报国务院批准施行。

省、自治区、直辖市人民代表大会常务委员会可以根据本法和本地区的实际情况，制定实施办法。

第五十条 本法自 1993 年 5 月 1 日起施行。

（三）中华人民共和国矿山安全法实施条例

劳动部令第4号 （1996年10月30日）

第一章 总则

第一条 根据《中华人民共和国矿山安全法》(以下简称《矿山安全法》)，制定本条例。

第二条 《矿山安全法》及本条例中下列用语的含义：

矿山：是指在依法批准的矿区范围内从事矿产资源开采活动的场所及其附属设施。

矿产资源开采，活动是指在依法批准的矿区范围内从事矿产资源勘探和矿山建设、生产、闭坑及有关活动。

第三条 国家采取政策和措施，支持发展矿山安全教育，鼓励矿山安全开采技术、安全管理、方法安全设备与仪器的研究和推广，促进矿山安全科学技术进步。

第四条 各级人民政府、政府有关部门或者企业事业单位对有下列情形之一的单位和个人，按照国家有关规定给予奖励。

（一）在矿山安全管理和监督工作中，忠于职守，作出显著成绩的；

（二）防止矿山事故或者抢险救护有功的；

（三）在推广矿山安全技术、改进矿山安全设施方面，作出显著成绩的；

（四）在矿山安全生产方面进出合理化建议，效果显著的；

（五）在改善矿山劳动条件或者预防矿山事故方面有发明创造和科研成果，效果显著的；

第二章 矿山建设的安全保障

第五条 矿山设计使用的地质勘探报告书，应当包括下列技术资料：

（一）较大的断层、破碎带、滑坡、泥石流的性质和规模；

（二）含水层（包括溶洞）和隔水层的岩性、层厚、产状，含水层之间、地面水和地下水之间的水力联系，地下水的潜水位、水质、和流向，地面水流系统和有关水利工程的疏水能力以及当地历年降水量和最高洪水位；

（三）矿山设计范围内原有小窑、老窑的分布范围、开采深度和积水情况；

（四）沼气、二氧化碳赋存，情况，矿物自然火和矿尘爆炸的可能性；

（五）对人体有害的矿物组分、含量和变化规律，勘探区至少一年的天然放射性本底数据；

（六）地温异常和热水矿区的岩石热导率、地温梯度、热水来源、水温、水压和水量，以及圈定的热害区范围；

（七）工业、生活用水的水源和水质；

（八）钻孔封孔资料；

（九）矿山设计需要的其他资料。

第六条 编制矿山建设项目的可行性研究报告和总体设计，应当对矿山开采的安全条件进行论证。

矿山建设项目的初步设计，应当编制安全专篇。安全专篇的编写要求，由国务院劳动行政主管部门规定。

第七条 根据《矿山安全法》第八条的规定，矿山建设单位在向管理矿山企业的主管部门报送审批矿山建设工程安全设施设计文件时，应当同时报送劳动行政主管部门审查；没有劳动行政主管部门的审查意见，管理矿山企业的主管部门不得批准。

经批准的矿山建设工程安全设施设计需要修改时，应当征求原参加审查的劳动行政主管部门的意见。

第八条 矿山建设工程应当按照经批准的设计文件施工，保证施工质量；工程竣工后，应当按照国家有关规定申请验收。

建设单位应当在验收前60日向管理矿山企业的主管部门、劳动行政主管部门报送矿山建设工程安全设施施工、竣工情况的综合报告。

第九条 管理矿山企业的主管部门、劳动行政主管部门应当自收到建设单位报送的矿山建设工程安全设施施工、竣工情况的综合报告之日起30日内，对矿山建设工程的安全设施进行检查；不符合矿山安全规程、行业技术规范的，不得验收，不得投入生产或者使用。

第十条 矿山应当有保障安全生产、预防事故和职业危害的安全设施，并符合下列基本要求：

（一）每个矿井至少有两个独立的能行人的直达地面的安全出口。矿井的每个生产水平（中段）和各个采区（盘区）至少有两个能行人的安全出口，并与直达地面的出口相通。

（二）每个矿井有独立的采用机械通风的通风系统，保证井下作业场所所需风量的前提下，可以采用自然通风。

（三）井巷断面能满足行人、运输、通风和安全设施、设备的安装、维修及施工需要。

（四）井巷支护和采场顶板管理能保证作业场所的安全。

（五）相邻矿井之间、矿井与露天矿之间、矿井与老窑之间留有足够的安全隔离矿柱、矿山井巷布置留有足够的保障井上和井下安全的矿柱或者岩柱。

（六）露天矿山的阶段高度、平台宽度和边坡角能满足安全作业和边坡稳定的需要。船采沙矿的采池边界与地面建筑物、设备之间有足够的安全距离。

（七）有地面和井下的防水、排水系统，有防止地表水泄入井下和露天采场的措施。

（八）溜矿井有防止和处理堵塞的安全措施。

（九）有自然发火可能性的矿井，主要运输巷道布置在岩层或者不易自然发火的矿层内，并采用预防性灌浆或者其他有效的预防自然发火的措施。

（十）矿山地面消防设施符合国家有关消防的规定。矿井有防灭火设施和器材。

（十一）地面及井下供配电系统符合国家有关规定。

（十二）矿山提升运输设备、装置及设施符合下列要求：

1.钢丝绳、边接装置、提升容器以及保险链有足够的安全系数；

2.提升容器与井壁、罐道梁之间及两个提升容器之间有足够的间隙；

3.提升绞车和提升容器有可靠的安全保护装置；

4.电机车、架线、轨道的选型能满足安全要求；

5.运送人员的机械设备有可靠的安全保护装置；

6.提升运输设备有灵敏可靠的信号装置。

（十三）每个矿井有防尘供水系统。地面和井下所有产生粉尘的作业地点有综合防尘措施。

（十四）有瓦斯、矿尘爆炸可能性的矿井，采用防爆电器设备，并采取防尘和隔爆措施。

（十五）开采放射性矿物的矿井，符合下列要求：

1.矿井进风量和风质能满足降氡的需要，避免串联通风和污风循环；

2.主要进风道开在矿脉或者岩体裂隙发育的进风巷道有防止氡析出的措施；

3.采用后退式回采；

4.能防止井下污水散流，并采取封闭的排放污水系统。

（十六）矿山储存爆破材料的场所符合国家有关规定。

（十七）排土场、矸石山有防止发生泥石流和其他危害安全的措施，尾矿库有防止溃坝等事故的安全设施。

（十八）有防止山体滑坡和因采矿活动引起地表塌陷造成危害的预防措施。

（十九）每个矿井配置足够数量的通风检测仪表和有毒有害气体与井下环境检测仪器。开采有瓦斯突出的矿井，装备监测系统或者检测仪器。

（二十）有与外界相通的、符合安全要求的运输设施和通讯设施。

（二十一）有更衣室、浴室等设施。

第三章 矿山开采的安全保障

第十一条 采掘作业应当编制作业规程，规定保证作业人员安全的技术措施和组织措施，并在情况变化时及时予以修改和补充。

第十二条 矿山开采应当有下列图纸资料：

（一）地质图（包括水文地质图和工程地质图）；

（二）矿山总布置图和矿井井上、井下对照图；

（三）矿井、井巷、采场布置图；

（四）矿山生产和安全保障的主要系统图。

第十三条 矿山企业应当在采矿许可证批准的范围开采，禁止越层、越界开采。

第十四条 矿山使用的下例设备、器材、防护用品和安全检测仪器，应当符合国家安全标准或者行业安全标准；不符合国家安全标准或者行业安全标准的，不得使用：

（一）采掘、支护、装载、运输、提升、通风、排水、瓦斯抽放、压缩空气和起重设备；

（二）电动机、变压器、配电柜、电器开关、电控装置；

（三）爆破器材、通讯器材、矿灯、电缆、钢丝绳、支护材料、防火材料；

（四）各种安全卫生检测仪器仪表；

（五）自救器、安全帽、防尘防毒口罩或者面罩、防护服、防护鞋等防护用品和救护设备；

（六）经有关主管部门认定的有其它特殊安全要求的设备和器材。

第十五条 矿山企业应当对机电设备及其防护装置、安全检测仪器定期检查、维修，并建立技术档案，保证使用安全。

非负责设备运行的人员，不得操作设备。非值班电器人员，不得进行电器作业。操作电气设备的人员，应当有可靠的绝缘保护。检修电器设备时，不得带电作业。

第十六条 矿山作业场所空气中的有毒有害物质的浓度，不得超过国家标准或者行业标准；矿山企业应当按照国家规定的方法，按照下例要求定期检测：

（一）粉尘作业点，每月至少检测两次；

（二）三硝基甲苯作业点，每月至少检测一次；

（三）放射性物质作业点，每月至少检测三次；

（四）其它有毒有害物质作业点，井下每月至少检测一次；地面每季度至少检测一次；

（五）采用个体采样方法检测呼吸性粉尘的，每季度至少检测一次。

第十七条 井下采掘作业，必须按照作业规程的规定管理顶帮。采掘作业通过地质破碎带或者其它顶帮破碎点时，应当加强支护。

露天采剥作业，应当按照设计规定，控制采剥工作面的阶段高度、宽度、边坡角和最终边坡角。采剥作业和排土作业，不得对深部或者邻近井巷造成危害。

第十八条 煤矿和其他有瓦斯爆炸可能性的矿井，应当严格执行瓦斯检查制度，任何人不得携带烟草和点火用具下井。

第十九条 在下例条件下从事矿山开采，应当编制专门设计文件，并报管理矿山企业的主管部门批准：

（一）有瓦斯突出的；

（二）有冲击地压的；

（三）在需要保护的建筑物、构筑物和铁路下面开采的；

（四）在水体下面开采的；

（五）在地温异常或者有热水涌出的地区开采的。

第二十条 有自然发火可能性的矿井，应当采取下例措施：

（一）及时清出采场浮矿和其他可燃物质，回采结束后及时封闭采空区；

（二）采取防火灌浆或者其他有效的预防自然发火的措施；

（三）定期检查井巷和采区封闭情况，测定可能自然发火地点的温度和风量；定期检测火区内的温度、气压和空气成分。

第二十一条 井下采掘作业遇下例情况之一时，应当探水前进：

（一）接近承压含水层或者含水的断层、流沙层、砾石层、溶洞、陷落柱时；

（二）接近与地表水体相通的地质破碎带或者接近连通承压层的未封钻孔时；

（三）接近积水的老窑、旧巷或者灌过泥浆的采空区时；

（四）发现有出水征兆时；

（五）掘开隔离矿柱或者岩柱放水时。

第二十二条 井下风量、风质、风速和作业环境的气候，必须符合矿山安全规程的规定。

采掘工作面进风风流中，按照体积计算，氧气不得低于20％，二氧化碳不得超过0.5％。井下地点的空气温度不得超过28Ｃ；超过时，应当采取降温或者其他防护措施。

第二十三条 开采放射性矿物的矿井，必须采取下例措施，减少氡气析出量：

（一）及时封闭采空区和已经报废或者暂时不用的井巷；

（二）用留矿法作业的采场采用下行通风；

（三）严格管理井下污水。

第二十四条 矿山的爆破作业和爆破材料的制造、储存、运输、试验及销毁，必须严格执行国家有关规定。

第二十五条 矿山企业对地面、井下产生粉尘的作业，应当采取综合防尘措施，控制粉尘危害。井下风动凿岩，禁止干打眼。

第二十六条 矿山企业应当建立、健全对地面陷落区、排土场。矸石山、尾矿库的检查和维护制度；对可能发生的危害，应当采取预防措施。

第二十七条 矿山企业应当按照国家有关规定关闭矿山，对关闭矿山后可能引起的危害采取预防措施。关闭矿山报告应当包括下例内容：

（一）采掘范围及采空区处理情况；

（二）对矿井采取的封闭措施；

（三）对其他不安全因素的处理办法。

第四章 矿山企业的安全管理

第二十八条 矿山企业应当建立、健全下例安全生产责任制：

（一）行政领导安全生产责任制；

（二）职能机构安全生产责任制；

（三）岗位人员的安全生产责任制。

第二十九条 矿长（含矿务局局长、矿山公司经理，下同）对本企业的安全生产工作负有下例责任：

（一）认真贯彻执行《矿山安全法》和本条例及其他法律、法规中有关矿山安全生产的规定；

（二）制定本企业安全生产管理制度；

（三）根据需要配备合格的安全工作人员，对每个作业场所进行跟班检查；

（四）采取有效措施，改善职工劳动条件，保证安全生产所需要的材料、设备、仪器和劳动防护用品的及时供应；

（五）依照本条例的规定，对职工进行安全教育、培训；

（六）制定矿山灾害的预防和应急措施；

（七）及时采取措施，处理矿山存在的事故隐患；

（八）及时、如实向劳动行政主管部门和管理矿山企业的主管部门报告矿山事故。

第三十条 矿山企业应当根据需要，设置安全机构或者配备专职安全工作人员。专职安全工作人员应当经过培训，具备必要的安全专业知识和矿山安全工作经验，能胜任现场安全检查工作。

第三十一条 矿长应当定期向职工代表大会或者职工大会报告下例事项，接受民主监督：

（一）企业安全生产重大决策；

（二）企业安全技术措施计划及其执行情况；

（三）职工安全教育、培训计划及其执行情况；

（四）职工提出的改善劳动条件的建议和要求的处理情况；

（五）重大事故处理情况；

（六）有关安全生产的其他重要事项。

第三十二条 矿山企业职工享有下例权利：

（一）有权获得作业场所安全与职业危害方面的信息；

（二）有权向有关部门和工会组织反映矿山安全状况和存在的问题；

（三）对任何危害职工安全健康的决定和行为，有权提出批评、检举和控告。

第三十三条 矿山企业职工应当履行下例义务：

（一）遵守有关矿山安全的法律、法规和企业规章制度；

（二）维护矿山企业的生产设备、设施；

（三）接受安全教育和培训；

（四）及时报告危险情况，参加抢险救护。

第三十四条 矿山企业工会有权督促企业行政方面加强职工的安全教育、培训工作，开展安全宣传活动，提高职工的安全生产意识和技术素质。

第三十五条 矿山企业应当按照下例规定对职工进行安全教育、培训：

（一）新进矿山的井下作业职工，接受安全教育、培训的时间不得少于 72 小时，考试合格后，必须在有安全工作经验的职工带领下工作满 4 个月，然后经再次考核合格，方可独立工作；

（二）新进露天矿的职工，接受安全教育、培训的时间不得少于 40 个小时，经考试合格后，方可上岗作业；

（三）对调换工种和采用新工艺作业的人员，必须重新培训，经考试合格后，方可上岗作业；

（四）所有生产作业人员，每年接受在职安全教育、培训的时间不少于 20 小时。职工安全教育、培训期间，矿山企业应当支付工资。职工安全教育、培训情况和考核结果，应当记录存档。

第三十六条 矿山企业对职工的安全教育、培训，应当包括下例内容：

（一）《矿山安全法》及本条例赋予矿山职工的权利与义务；

（二）矿山安全规程及矿山企业有关安全管理的规章制度；

（三）与职工本职工作有关的安全知识；

（四）各种事故征兆的识别、发生紧急危险情况时的应急措施和撤退路线；

（五）自救装备的使用和有关急救方面的知识；

（六）有关主管部门规定的其他内容。

第三十七条 瓦斯检查工、爆破工、通风工、信号工、拥罐工、电工、金属焊接（切割）工、矿井泵工、瓦斯抽放工、主扇风机操作工、主提升机操作工、绞车操作工、输送机操作工、尾矿工、安全检查工

和矿内机动车司机等特种作业人员应当接受专门技术培训，经考核合格取得操作资格证书后，方可上岗作业。特种作业人员的考核、发证工作按照国家有关规定执行。

第三十八条 对矿长安全资格的考核，应当包括下例内容：

（一）《矿山安全法》和有关法律、法规及矿山安全规程；

（二）矿山安全知识；

（三）安全生产管理能力；

（四）矿山事故处理能力；

（五）安全生产业绩。

第三十九条 矿山企业向职工发放的劳动防护用品应当是经过鉴定和检验合格的产品。劳动防护用品的发放标准由国务院劳动行政主管部门制定。

第四十条 矿山企业应当每年编制矿山灾害预防和应急计划；在每季度末，应当根据实际情况对计划及时进行修改，制定相应的措施。

矿山企业应当使每个职工熟悉矿山灾害预防和应急计划，并且每年至少组织一次矿山救灾演习。

矿山企业应当根据国家有关规定，按照不同作业场所的要求，设置矿山安全标志。

第四十一条 矿山企业应当建立由专职的或者兼职的人员组成的矿山救护和医疗急救组织。不具备单独建立专业救护和医疗急救组织的小型矿山企业，除应当建立兼职的救护和医疗急救组织外，还应当与邻近的有专业的救护和医疗急救组织的矿山企业签订救护和急救协议，或者与邻近的矿山企业联合建立专业救护和医疗急救组织。

矿山救护和医疗急救组织应当有固定场所、训练器械和训练场地。

矿山救护和医疗急救组织的规模和装备标准，由国务院管理矿山企业的有关主管部门规定。

第四十二条 矿山企业必须按照国家规定的安全条件进行生产，并安排一部分资金，用于下例改善矿山安全生产条件的项目：

（一）预防矿山事故的安全技术措施；

（二）预防职业危害的劳动卫生技术措施；

（三）职工的安全培训；

（四）改善矿山安全生产条件的其他技术措施。

前款所需资金，由矿山企业按矿山维简费的20％的比例具实列支；没有矿山维简费的矿山企业，按固定资产折旧费的20％的比例具实列支。

第五章 矿山安全的监督和管理

第四十三条 县级以上各级人民政府劳动行政主管部门，应当根据矿山安全监督工作的实际需要，配备矿山安全监督人员。

矿山安全监督人员必须熟悉矿山安全技术知识，具有矿山安全工作经验，能胜任矿山安全检查工作。

矿山安全监督证件和专用标志由国务院劳动行政主管部门统一制作。

第四十四条 矿山安全监督人员在执行职务时，有权进入现场检查，参加有关会义，无偿调阅有关资料，向有关单位和人员了解情况。

矿山安全监督人员进入现场检查，发现有危及职工安全健康的情况时，有权要求矿山企业立即改正或者限期解决；情况紧急时，有权要求矿山企业立即停止作业，从危险区内撤出作业人员。

劳动行政主管部门可以委托检测机构对矿山作业场所和危险性较大的在用设备、仪器、器材进行抽检。

劳动行政主管部门对检查中发现的违反《矿山安全法》和本条例以及其他法律、法规有关矿山安全的规定的情况，应当依法提出处理意见。

第四十五条 矿山安全监督人员执行公务时，应当出示矿山安全监督证件，秉公执法，并遵守有关规定。

第六章 矿山事故处理

第四十六章 矿山发生事故后，事故现场有关人员应当立即报告矿长或者有关主管人员；矿长或者有关主管人员接到事故报告后，必须立即采取有效措施，组织抢救，防止事故扩大，尽力减少人员伤亡和财产损失。

第四十七条 矿山发生重伤、死亡事故后，矿山企业应当在 24 小时内如实向劳动行政主管部门和管理矿山企业的主管部门报告。

第四十八条 劳动行政主管部门和管理矿山企业的主管部门接到死亡事故或者一次重伤 3 人以上的事故报告后，应当立即报告本级人民政府，并报告各自的上一级主管部门。

第四十九条 发生伤亡事故，矿山企业和有关单位应当保护事故现场；因抢救事故，需要移动现场部分物品时，必须作出标志，绘制事故现场图，并详细记录；在消除现场危险，采取防范措施后，方可恢复生产。

第五十条 矿山事故发生后，有关部门应当按照；国家有关规定，进行事故调查处理。

第五十一条 矿山事故调查处理工作应当自事故发生之日起 90 日内结束；遇有特殊情况，可以适当延长，但是不得超过 180 日。矿山事故处理结案后，应当公布处理结果。

第七章 法律责任

第五十二条 依照《矿山安全法》第四十条规定处以罚款的，分别按照下列规定执行：

（一）未对职工进行安全教育、培训，分配职工上岗作业的，处以 4 万元以下的罚款；

（二）使用不符合国家安全标准或者行业安全标准的设备、器材、防护用品和安全检测仪器的，处以 5 万元以下的罚款；

（三）未按照规定提取或者使用安全技术措施专项费用的，处以 5 万元以下的罚款；

（四）拒绝矿山安全监督人员现场检查或者在被检查时隐瞒事故隐患，不如实反映情况的，处以 2 万元以下的罚款；

（五）未按照规定及时、如实报告矿山事故的，处以 3 万元以下的罚款。

第五十三条 依照《矿山安全法》第四十三条规定处以罚款的，罚款幅度为 5 万元以上，10 万元以下。

第五十四条 违反本条例第十五条、第十六条、第十七条、第十八条、第十九条、第二十条、第二十一条、第二十二条、第二十三条、第二十五条规定的，由劳动行政主管部门责令改正，可以处 2 万元以下的罚款。

第五十五条 当事人收到罚款通知后，应当在 15 日内到指定的金融机构缴纳罚款；逾期不缴纳的，自逾期之日起每日加收 0.3％的滞纳金。

第五十六条 矿山企业主管人员有下列行为之一，造成矿山事故的，按照规定给予纪律处分；构成犯罪的，由司法机关依法追究刑事责任：

（一）违章指挥、强令工人违章、冒险作业的；

（二）对工人屡次违章作业熟视无睹，不加制止的；

（三）对重大事故预兆或者已发现的隐患不及时采取措施的；

（四）不执行劳动行政主管部门的监督指令或者不采纳有关部门提出的整顿意见，造成严重后果的。

第八章 附则

第五十七条 国务院管理矿山企业的主管部门根据《矿山安全法》和本条例修订或者制定的矿山安全规程和行业技术规范，报国务院劳动行政主管部门备案。

第五十八条 石油天然气开采的安全规定，由国务院劳动行政主管部门会同石油工业主管部门制定，报国务院批准后施行。

第五十九条 本条例自发布之日起施行。

（四）选矿厂尾矿设施设计规范

关于发布行业标准《选矿厂尾矿设施设计规范》的通知

(90)建标字第 695 号

根据原国家计委计标发〔1986〕28 号文的通知，同中国有色金属工业总公司北京有色冶金设计研究总院主编的《选矿厂尾矿设施规范》已经有关部门会审，现批准为行业标准，编号为 ZBJ1-90，自 1991 年 7 月 1 日起施行。

中华人民共和国建设部

1990 年 12 月 30 日

选矿厂尾矿设施设计规范

第一章　总 则

第 1.0.1 条 为使我国选矿厂尾矿设施设计符合国家的有关方针、政策和法令，达到妥善贮存尾矿和保护环境的要求，特制定本规范。

第 1.0.2 条 本规范适用于新建、扩建和改建的选矿厂尾矿设施设计。

第 1.0.3 条 选矿厂必须有完善的尾矿设施，严禁尾矿排入江、河、湖、海。

第 1.0.4 条 尾矿设施设计除应遵守本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

第 1.0.5 条 尾矿设施设计应符合下列要求：

一、符合企业建设的总体规划，尾矿库使用年限与选矿厂的生产年限相适应；当采用多库分期建设合理时，应制定出分期建库规划，确保后期库的竣工投产时间比前期库的闭库时间提前 0.5～1 年，每期尾矿库的使用年限，小型选矿厂不宜少于 5 年，大、中型选矿厂不宜少于 10 年；

二、在满足生产要求和确保安全的前提下，充分利用荒地和贫瘠土地，不占、少占和缓占农田，有条件时可考虑造地还田和尾矿库闭库后复田；

三、对有现实利用价值的尾矿考虑综合利用的要求；

四、采用符合国情、安全可靠、经济合理的新技术、新工艺、新设备、新材料；

五、充分回收利用尾矿澄清水，少向下游排放；

六、供电的负荷等级与选矿厂一致；

七、提交的最终设计文件中有专供厂矿生产管理使用的设计要点说明及有关的主要图纸。

第 1.0.6 条 尾矿设施设计视其工程规模、设计阶段、项目组成和重要性等因素，应具有下列相应的基础资料：

●● 选矿工艺资料；

●● 尾矿量和尾矿的物理、化学性质资料；

●● 尾矿浆的沉降和浓缩试验资料；

●● 尾矿水水质分析和水处理试验资料；

●● 尾矿水力输送试验或流变学试验资料；

●● 尾矿土力学试验资料；

●● 尾矿堆坝试验及渗流试验资料；

●● 气象及水文资料；

●● 尾矿库库区、坝址、排水构筑物沿线、筑坝材料场地和输送管槽线路等的测量、工程地质与水文地质勘察资料；

●● 尾矿库上、下游居民区工农业经济调查资料；

●● 尾矿库占用土地、房屋和其它设施拆迁及管道穿越铁路、公路、通航河流等的协议文件；

●● 环保资料。

第二章 尾矿库

第 2.0.1 条 尾矿库库址的选择应经多方案技术经济比较综合考虑，并遵守下列原则：

一、不宜位于工业企业、大型水源地、水产基地和大居民区的上游；

二、不宜位于大居民区及厂区最大频率风向的上风侧；

三、不迁或少迁村庄；

四、不应位于全国和省重点保护名胜古迹上游；

五、不宜位于有开采价值的矿床上面；

六、汇水面积小，有足够库容和初、终期库长；

七、筑坝工程最小，生产管理方便；

八、工程、水文地质条件好；

九、尾矿输送距离短，能自流或扬程小。

第 2.0.2 条 所需尾矿库的有效库容按 2.2.2-1 式确定。尾矿库内的尾矿平均堆积干容重值应根据试验或类似尾矿库的实测资料确定：当缺少该资料时，颗粒密度 ρ_g 为 2.7t/m^3 的尾矿可按表 2.0.2 选定，其它密度的尾矿，应将表中数值乘以校正系数 β 。β 值可按 2.0.2-2 式确定。

$V_y = W/\gamma_d$ (2.0.2-1)

$\beta = \rho_g/2.7$ (2.0.2-2)

式中，V_y 为所需尾矿库有的效库容(m^3)；W 为尾矿库设计年限内需贮存的尾矿量(t)。当采用上游式尾矿筑坝时，即为选矿厂排出的尾矿量，当采用下游式尾矿筑坝时，则为选矿厂排出的尾矿量扣除筑坝用粗尾砂量；γ_d 为尾矿库内的尾矿平均堆积干容量(t/m^3)。

尾矿平均堆积干容量 表 2.0.2

原尾矿名称	尾粗砂	尾中砂	尾细砂	尾粉砂	尾粉土	尾粉质粘土	尾粘土
平均堆积干容重(t/m^3)	1.45～1.55	1.4～1.5	1.35～1.45	1.3～1.4	1.2～1.3	1.1～1.2	1.05～1.1

第 2.0.3 条 尾矿库的有效库容和调洪库容应按不同坡度的尾矿沉积滩面和库底地形计算确定。

尾矿沉积滩的坡度 i_t 可按尾矿物理性质及放矿条件类似的其它尾矿库实测资料或由试验确定。当缺少该资料时可按附录二计算。计算有效库容时可取较大值(1.0～1.2i_t)；计算调洪库容时可取较小值(0.8～1.0 i_t)。

第 2.0.4 条 尾矿库各使用期的设计等别应根据该期的全库容和坝高分别按表 2.0.4 确定。当两者的等差为一等时，以高者为准；当等差大于一等时，按高者降低一等。

尾矿库的等别 表 2.0.4

等别	全库容 V(万 m^3)	坝高 H(m)
一	二等库具备提高等别条件者	
二	V≥10000	H≥100
三	1000≤V＜10000	60≤H＜100
四	100≤V＜1000	30≤H＜60
五	V＜100	H＜30

尾矿库失事将使下游重要城镇、工矿企业或铁路干线遭受严重灾害者，其设计等别可提高一等。

第 2.0.5 条 尾矿库构筑物的级别根据尾矿库的等别及其重要性按表 2.0.5 确定。

尾矿库构筑物的级别　　表 2.0.5

尾矿库等别	构筑物的级别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
一	1	＜3	4
二	2	3	4
三	3	5	5
四	4	5	5
五	5	5	5

注：主要构筑物指尾矿坝、库内排水构筑物等失事后难以修复的构筑物；次要构筑物指库外排水构筑物；临时构筑物指尾矿库施工期临时使用的构筑物。

第 2.0.6 条 尾矿库的设计应视其筑坝工程量、排水构筑物型式和操作要求以及库区距矿区的距离等因素配备筑坝机械、工作船、工程车等必要的装备和交通工具，并需设置值班室、材料库(棚)、通讯和照明设施。必要时可设置宿舍和库区简易气象水文观测点。

第三章 尾 矿 坝

第一节 一般规定

第 3.1.1 条 尾矿坝的选择应以筑(堆)坝工程量小，形成的库容大和避免不良的工程、水文地质条件为原则，并结合筑坝材料来源、施工条件与排水构筑物的布置等因素综合考虑确定。下游式尾矿筑坝宜选择具有一定长度的狭窄谷口作为筑坝坝址。

第 3.1.2 条 尾矿坝宜以滤水坝为初期坝，利用尾矿筑坝。当遇有下列条件之一时，才可全部采用当地土石料或废石建坝。

一、尾矿颗粒很细，粘粒含量大，排水固结不易；

二、由尾矿库后部放矿合理；

三、尾矿库与废石场结合考虑，用废石筑坝合理。

第 3.1.3 条 初期坝坝高的确定应满足下列要求，并符合本章第二节的规定。

一、贮存选矿厂投产后半年以上的尾矿量；

二、澄清尾矿水；

三、调蓄洪水；

四、利用尾矿库调蓄生产供水时，贮存所需的调蓄水量；

五、冰冻地区容纳冰层和冰下排矿的容积。

第 3.1.4 条 坝基处理应满足渗流控制和静、动力稳定要求。遇有下列情况，应进行专门研究处理：

一、透水性较大的厚层砂砾石地基；

二、易液化土、软粘土和湿陷性黄土地基；

三、溶岩发育地基。

第 3.1.5 条 尾矿筑坝的方式，对于设计地震烈度为 7 度及 7 度以下的地区宜采用上游式筑坝，设计地震烈度为 8～9 度的地区宜采用下游式或中线式筑坝。

第 3.1.6 条 上游式尾矿筑坝，中、粗尾矿可采用直接冲积筑坝法，尾矿颗粒较细时宜采用分级冲积筑坝法。

第 3.1.7 条 下游式或中线式尾矿筑坝分级后用于筑坝的尾矿，其粗颗粒(d≥0.074mm)含量不宜少于 70%，否则应进行筑坝试验。筑坝上升速度应满足库内沉积滩面上升速度的要求。

第 3.1.8 条 下游式或中线式尾矿坝应设上游初期坝，下游可设置滤水坝址，二者之间的坝基应设置排渗褥垫或排渗盲沟。

第 3.1.9 条尾矿库挡水坝应按水库坝要求设计。

第二节 沉积滩的最小安全超高和最小滩长

第 3.2.1 条 上游式尾矿坝学积滩顶至最高洪水位的高差不得小于表 3.2.1 的最小安全超高值，同时，滩顶至最高洪水位水边线的距离不得小表 3.2.1 的最小滩长值。

上游式尾矿坝最小安全超高与最小滩长 表 3.2.1

坝的级别	1	2	3	4	5
最小安全超高(m)	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4
最小滩长(m)	150	100	70	50	40

第 3.2.2 条 下游式与中线式尾矿坝坝顶外缘至最高洪水位水边线的距离不宜小于表 3.2.2 的最小滩长值。

当坝体采取防渗斜(心)墙时，坝顶至最高洪水位的高差亦不得小于表 3.2.1 的最小安全超高值。

第 3.2.3 条 尾矿库挡水坝坝顶至最高洪水位的高差不得小于表 3.2.1 的最小安全超高值、最大风雍水面高度和最大波浪爬高三者之和。风雍水面高度和波浪爬高可按《碾压式土石坝设计规范》推荐的方法计算。

下游式及中线式尾矿坝最小滩长　表 3.2.2

坝的级别	1	2	3	4	5
最小滩长(m)	100	70	50	35	25

第 3.2.4 条 地震区的尾矿除应符合第 3.2.1 条的规定外，尚应符合下列规定：

上游式尾矿坝沉积滩顶至正常高水位的高差不得小于表 3.2.1 的最小安全超高值与地震涌浪高度之和，滩顶至正常高水位边线的距离不得小于表 3.2.1 的最小滩长值与地震涌浪高度对应滩长之和。

下游式与中线式尾矿坝坝顶外缘至正常高水位水边线的距离不宜小于表 3.2.2 的最小滩长值与地震涌浪高度对应滩长之和。

尾矿库挡水坝坝顶至正常高水位的高差不得小于表 3.2.1 最小安全超高值与地震涌浪高度之和。

地震涌浪高度可根据设计地震烈度和水深确定，可采用 0.5～1.5m。

第三节 渗流计算与渗流控制

第 3.3.1 条 尾矿坝设计应进行渗流计算，以确定坝体浸润线和渗流量。浸润线出逸的尾矿堆积坝坝坡，应设反滤保护，1、2 级尾矿坝还应进行渗流稳定研究。

第 3.3.2 条 上游式尾矿坝的渗流计算应考虑尾矿筑坝放矿水的影响。1、2 级山谷型尾矿坝的渗流应按三向计算或由模拟试验确定；3 级及 3 级以下尾矿坝的渗流计算可按附录三进行。

第 3.3.3 条 上游式尾矿坝的初期透水堆石坝坝高与总坝高之比值宜采用 1/4～1/6。8 度地震区的尾矿坝，该比值应适当提高。

第 3.3.4 条 上游式尾矿堆积坝可采取下列措施控制渗流：

一、尾矿筑坝地基设置排排褥垫，水平排渗管(沟)及排渗井等；

二、尾矿堆积体内设置水平排渗管(沟)或垂直排渗井等；

三、与山坡接触的尾矿堆积坡脚处设置贴坡排渗或排渗管(沟)等；

四、适当降低库内水位，增大沉积滩长；

五、坝前均匀放矿。

第四节 稳定计算与稳定措施

第 3.4.1 条 尾矿初期坝与堆积坝坝坡的抗滑稳定性应根据坝体材料及坝基土的物理力学性质，考虑各种荷载组合，经计算确定。计算方法宜采用瑞典圆弧法。当坝基或坝体内存在软弱土层时，可采用改良圆弧法。考虑地震荷载时，应按《水工建筑物抗震设计规范》的有关规定进行计算。

非地震区的 5 级尾矿坝，当坝坡取 1∶4～1∶5 时，除原尾矿属尾粘土和尾粉质粘土以及软弱坝基外，可不做稳定计算。

第 3.4.2 条 尾矿坝稳定计算的荷载分下列五类，可根据不同运行情况按表 3.4.2 进行组合：

荷载的组合　　表 3.4.2

荷载类别 荷载组合		1	2	3	4	5
正常运行	总应力法	有	有			
	有效应力法	有	有	有		
洪水运行	总应力法		有		有	
	有效应力法		有	有	有	
特殊运行	总应力法		有		有	有
	有效应力法		有	有	有	有

一、筑坝期正常高水位的渗透压力；

二、坝体自重；

三、坝体及坝基中的孔隙压力；

四、最高洪水位有可能形成的稳定渗透压力；

五、地震荷载。

第 3.4.3 条 坝坡抗滑稳定的安全系数不应小于表 3.4.3 规定的数值。

坝坡抗滑稳定最小安全系数　表 3.4.3

坝的级别 运用情况	1	2	3	4.5
正常运行	1.30	1.25	1.20	1.15
洪水运行	1.20	1.15	1.10	1.05
特殊运行	1.10	1.05	1.05	1.00

第 3.4.4 条 尾矿坝坝体材料及坝基土的抗剪强度指标类别，应视强度计算方法与土类的不同按表 3.4.4 选取。

第 3.4.5 条 上游式尾矿坝的计算断面应考虑到尾矿沉积规律，根据颗粒粗细程度概化分区。各区尾矿的物理力学指标可参考类似尾矿坝的勘察资料或按附录四确定。必要时通过试验研究确定。

第 3.4.6 条 上游式尾矿坝堆积至 1/2～2/3 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。

尾矿及土的抗剪强度指标类别　　表 3.4.4

强度计算方法	土的类别	强度指标类别		使用仪器	试样起始状态
		试验方法	强度指标		
总应力法	无粘性土	固结不排水剪	C_u、Φ_u	三轴仪	一、坝体材料 1、含水量及密度与原状一致； 2、浸润线以下和水下要预先饱和； 3、试验应力与坝体实
	少粘性土	固结快剪		直剪仪	
		固结不排水剪		三轴仪	
	粘性土	固结快剪		直剪仪	
		固结不排水剪		三轴仪	
	无粘性土	慢剪		直剪仪	

有效应力法		固结排水剪	C，、Φ′	三轴仪	际应力相一致。
	粘性土	慢剪		直剪仪	二、坝基用原状土
		固结不排水剪、测孔压		三轴仪	

注：①少粘性土-指粘粒含量小于 15%的尾矿。②软弱尾粘土类粘性土采用固结快剪指标时，应根据其固结程度确定；当采用十字板抗剪强度指标时，应考虑土体固结后强度的增长。

第 3.4.7 条 当尾矿坝抗滑稳定性不够时，除可采取第 3.3.4 条有关措施外，还可根据具体情况采取如下一种或几种措施：

一、坝下游坡脚加反压平台；

二、处理软弱土层；

三、放缓尾矿堆积坝的下游坝坡；

四、提高坝体的密实度。

第五节 构造要求

第 3.5.1 条 初期坝坝顶宽度，当无行车要求时，不宜小于表 3.5.1 规定的数值；当有行车要求时，坝顶宽度及路面构造应符合厂矿道路设计规范要求。

初期坝坝顶最小宽度　表 3.5.1

坝高(m)	坝顶最小宽度(m)
＜10	2.5
10～20	3.0
20～30	3.5
＞30	4.0

第 3.5.2 条 下游式或中线式尾矿筑坝坝顶宽度不得小于表 3.5.2 的规定。

下游式、中线式尾矿筑坝坝顶最小宽度　表 3.5.2

坝高(m)	坝顶最小宽度(m)
＜30	5～10
30～60	10～15
＞60	15～20

第 3.5.3 条 透水堆石坝堆石体上游坡比不宜陡于 1:1.6；土坝上游坡坡比可略陡于或等于下游坡。初期坝下游坡坡比在初定时可按表 3.5.3 确定。

初期坝下游坡坡比　表 3.5.3

坝高	土坝下游	透水堆石坝下游坡坡比

(m)	坡坡比	岩基	非岩基(除软基)
5～10	1:1.75～1:2.0	1:1.5～1:1.75	1:1.75～1:2.0
10～20	1:2.0～1:2.5		
20～30	1:2.5～1:30		

第 3.5.4 条 尾矿坝设计应有防止初期放矿直接冲刷初期坝上游坡面的措施。

第 3.5.5 条 上游式尾矿坝的初期坝下游坡面，应沿高程每隔 10～15m 设一马道，其宽度不宜小于 1.2m。尾矿堆积坝有行车要求时，也应沿下游坝坡每隔 10～15m 高设一马道，其宽度不小于 5m。

第 3.5.6 条 尾矿堆积坝下游坡与两岸山坡结合处的山坡上应设置截水沟。

第 3.5.7 条 上游式尾矿坝的堆积坝下游坡面上，可结合排渗设施每隔 6～10m 高差设置排水沟。

第 3.5.8 条 透水初期坝上游坡面采用土工布组合反滤层时，土工布嵌入坝工及坝肩的深度不得小于 0.5m，并需用土料填塞密实。

第 3.5.9 条 4 级及 4 级以上的尾矿坝，应设置坝体位移和坝体浸润线的观测设施。必要时还宜设置孔隙水压力、渗透水量及其浑浊度的观测设施。

第四章 尾矿库排洪

第一节 一般规定

第 4.1.1 条 尾矿库的排洪方式，应根据地形、地质条件、洪水量、调洪能力、回水方式、操作条件与使用年限等因素，经过技术经济比较确定。宜采用排水井(或斜槽)——排水管(或隧洞)系统。有条件时也可采用溢洪道或截洪沟等排洪设施。

第 4.1.2 条 尾矿库的防洪标准应根据各使用期库的等别，综合考虑库容、坝高、使用年限及对下游可能造成的危害等因素，分别按表 4.1.2 确定。

尾矿库防洪标准　　表 4.1.2

等别		一	二	三	四	五
洪水重现期(a)	初期		100～200	50～100	30～50	20～30
	中、后期	1000～2000	500～1000	200～500	100～200	50～10

注：初期指尾矿库启用后的头 3～5 年。

当确定库等别的库容或坝高偏于该等下限，尾矿库使用年限较短或失事后对下游不会造成严重危害者宜取下限；反之应取上限。

第 4.1.3 条 贮存轴矿等有放射性或有害尾矿，失事后可能对下游环境造成极其严重危害的尾矿库，其防洪标准应予以提高，必要时其后期防洪可按可能最大洪水进行设计。

第二节 水文及高调洪计算

第 4.2.1 条 尾矿库洪水计算应符合下列要求：

一、应根据当地水文图册或有关部门建议的适用于特小汇雨面积的计算公式进行计算。当采用全国通用的公式时，应采用当地的水文参数。有条件时应结合现场洪水调查予以验证。

二、库内水面面积不超过流域面积的 10%，则可按全面积陆面汇流计算。否则，水面和陆面面积的汇流应分别计算。

第 4.2.2 条 设计洪水的降雨历时应采用 24h 计算，经论证也可采用短历时计算。

第 4.2.3 条 当一日洪水总量小于调洪库容时，洪水排出时间不宜超过 72h。

第三节 排水构筑物

第 4.3.1 条 尾矿库排水构筑物的形式及尺寸应根据水力计算及调洪计算确定。对一、二等尾矿库及特别复杂的排水构筑物，还应通过水工模型试验验证。

第 4.3.2 条 尾矿库排洪构筑物宜控制常年洪水(多年平均值)不产生无压与有压流交替工作状态。无法

避免时，应加设通气管。当设计为有压流时，排水管接缝处的止水应满足工作水压的要求。

排水管或隧洞中的最大流速应不大于管(洞)壁材料的容许流速。

第 4.3.3 条 排水构筑物的基础应避免设置在工程地质条件不良或需要填方的地段。无法避开时，应进行地基处理设计。

第 4.3.4 条 排水构筑物的进水构筑物位置，应根据回水和排放的水质要求经计算或参考类似尾矿库的实际运行经验确定。

进水构筑物的形式应根据排水量大小，尾矿库的地形条件和是否兼作回水设施等因素确定。当排水量较小时，宜采用窗口式排水井或斜槽，否则宜采用框架式、砌块式排水井。当采用排水井时，其内径不宜小于 1.2m。

第 4.3.5 条 排水井井底应设置消力坑。排水管或隧洞变坡、转弯和出口处，应视具体情况采取消能防冲措施。

第 4.3.6 条 排水管或斜槽的净高不宜小于 0.8m。对于小型工程其净高不宜小于 0.5m。隧洞的净高不小于 1.8m。净宽不小于 1.5m。排水管或隧洞的最小设计坡度不宜小于 0.003。排水隧洞的最大坡度(短距离的斜井除外)，当为轻便铁轨矿车出渣时，不宜大于 0.02，当为手推车出渣时，不宜大于 0.05。

第 4.3.7 条 排水构筑物可采用钢筋混凝土和砌石结构。排水构筑物的结构设计应按《水工结构设计规范》和《水工隧洞设计规范》进行。

第 4.3.8 条 排水构筑物应按岩土压力、自重、内外水压力、弹性抗力、风荷载、地震力和施工吊装等荷载的最不利组合进行设计。

第 4.3.9 条 排水管应根据地基和气温条件确定分缝长度。建在岩基上的排水管，宜每隔 15～25m 设一条温度缝，在岩性变化或断层处应设沉降缝；建在土基上的排水管，宜每隔 4～8m 设一条沉降缝。接缝处可采用橡胶或塑料止水带，无压管亦可采用反滤接头。当排水管的地基为软弱土层或沉陷量过大时，应进行地基加固处理。

第 4.3.10 条 排水管通过土坝地段，宜每隔 10～15m 设一道截水环。管道两侧及管顶以上 0.5m 的回填土应人工夯实，其密实度不应低于坝体的填筑标准。排水管道过堆石坝地段，应在管周围填筑级配良好的碎石过渡层。厚度不小于 0.5m。

第 4.3.11 条 尾矿库库区内的沟埋式和平埋式管段可就地取土回填，管道两侧回填土必须夯实，管顶

部应松填，其厚度不小于 0.5m。

第 4.3.12 条 设计排水系统时，应考虑终止使用时在井座上或支洞末端进行封堵的措施，并做出封堵设计。

第 4.3.13 条 在排水构筑物上或尾矿库内适当地点，应设立清晰醒目的水位标尺。

第五章 尾矿库回水

第 5.0.1 条 当回收尾矿水供选矿厂生产复用时，回水量应结合生产供水要求，通过尾矿库水量平衡计算确定。回水设计保证率应与新水水源的设计保证率相同。

第 5.0.2 条 尾矿库回水水量平衡计算中，降雨量的设计保证率应与尾矿库回水设计保证率一致；水面蒸发量的设计频率应与尾矿库回水设计保证率对应。渗透损失水量可按表 5.0.2 所列损失水层厚度估算。对于特殊工程地质情况的尾矿库，则需分别计算坝体、坝基、库底和沿岸的渗透量。

尾矿库渗透损失水量　表 5.0.2

水文地质条件	渗透损失水层厚度(m)	
	年	月
渗漏较小(不透水地层)	0.5	0.04
中等渗漏	0.5~1	0.04~0.08
渗漏较大(不含水透水层)	1~2	0.08~0.16

第 5.0.3 条 尾矿库回水设计应充分利用库中水的位能以节约能源。有条件时应采用静压回水方式。对于尾矿坝较高，回水率和回水均衡性要求较高以及水面结冰期较短的尾矿库，宜采用库内缆车或囤船式回水泵站回水。

第 5.0.4 条 回水泵站的设计应留有富裕能力，以增大回水量。

第 5.0.5 条 尾矿库内回水取水点距尾矿沉积滩水边线的距离，在尾矿库全部使用期间均应满足不小于澄清距离的要求。澄清距离可参照类似尾矿库实测数据或通过计算确定。

第 5.0.6 条 尾矿回水水池的容积，对于中、小型选矿厂不宜少于 6～8h 的回水供水量，大型选矿厂不宜少于 3～4h 的回水供水量。

第六章 尾矿浓缩

第 6.0.1 条 尾矿流量较大、浓度较低的尾矿输送系统宜考虑尾矿浓缩，并结合地形条件通过技术经济比较确定。

第 6.0.2 条 尾矿浓缩设计应满足选矿工艺对水质的要求和尾矿输送、筑坝对浓度的要求。溢流澄清水供选矿厂使用时，其悬浮物含量不宜大于 500mg/L；向下游排放时，则应符合第 9.0.3 条的要求。排矿浓度不宜小于 30%。

第 6.0.3 条 当一段浓缩满足不了溢流水水质或排矿浓度的要求时，可采用多段浓缩、分流浓缩或投加絮凝剂等处理方式。

第 6.0.4 条 浓缩池所需面积和深度，应视要求的溢流水悬浮物含量和排矿浓度，根据有代表性矿样的静态沉降试验成果或参照似尾矿浓缩的实际运行资料，经计算确定。必要时还应通过半工业性或工业性试验验证。

第 6.0.5 条 浓缩池规格和数量的选择应根据选矿厂生产规模、系列数、投产过程及地形条件等因素确定，以直径大、数量少为宜，并不设备用。

第 6.0.6 条 浓缩池的布置应结合选矿厂及尾矿设施总体考虑，做到布置紧凑，管槽线路短，工程量少，管理方便。

第 6.0.7 条 在有可能出现冰冻的地区，周边传动浓缩机应采用齿轮传动。严寒地区浓缩池的防冻措施，应通过热工计算并参考类似生产实例确定。

第 6.0.8 条 浓缩池给矿口前应设置拦污格栅。栅条净距宜采用 15～25mm。

第 6.0.9 条 浓缩池级矿管(槽)应安装在桁架上，并留有便于检修的人行通道。通道宽度不应小于 0.5m。

第 6.0.10 条 溢流堰形式可采用孔口、三角或平顶堰，但应满足均匀出水要求。当浓缩池直径较大或地基条件较差时，不宜采用平顶堰，宜采用可调式溢流堰。当矿浆中含有泡沫或漂浮物时，在溢流堰前应设置挡板，必要时尚应设置清除装置。

第 6.0.11 条 浓缩池周边溢流槽和排水口的断面应通过水力计算确定，但槽宽不得小于 0.2m。

第 6.0.12 条 浓缩池底部排矿口不宜少于 2 个，其上应设置双阀门。阀门之间应装设清堵水管，其水

压不应小于 300kPa。排矿管穿过池壁处应设置填料式穿墙套管。

第 6.0.13 条 浓缩池底部通廊内排矿管、槽断面及水力坡降应通过水力计算确定。管道水力计算时的静压头可按浓缩池溢流液面减 2m 计算。压力管道应设备用。

第 6.0.14 条 底部通廊的净空高度不宜低于 2m，人行道宽度不宜小于 0.7m。通廊内应设有排水边沟，地坪的纵、横方向应有不小于 0.01 的坡度。通廊内应有安全照明、并应考虑通风要求。当自然通风无法满足时，应设置机械通风。

第 6.0.15 条 浓缩机应装设过载报警及必要的保护装置。有条件还应考虑必要的计量、检测仪表。

浓缩池需操作、检修的部位应设有照明设施。

第 6.0.16 条 浓缩池可不设事故排矿设施。

第七章 尾矿管槽

第一节 一般规定

第 7.1.1 条 尾矿水力输送可根据地形条件采用无压自流输送、静压自流输送和加压输送等方式，也可以采用几种形式联合的输送方式。

第 7.1.2 条 尾矿输送管槽线路的选择和设计，应综合考虑并符合下列原则：

一、符合企业及线路通过地区总体布置要求；

二、尽量自流或局部自流输送；

三、不占或少占农田；

四、线路短，土石方及构筑物工程量小；

五、减少及减小平面与纵断面上的转角，避免形成 V 形管段；

六、避免穿过居民住宅区、铁路及公路；

七、避开不良工程地质地段和洪水淹没区。不得通过陷(崩)落区、爆破危险区和废石堆放区；

八、邻近道路、水源和电源，便于施工及维修。

第 7.1.3 条 尾矿管槽的输送能力应与选矿厂排出尾矿量相适应。当选矿厂各期尾矿量变化较大，设置一条工作管道不经济合理时，可分期敷设多条工作管道。

第 7.1.4 条 无压自流输送管槽可不用设备。静压自流和加压输送管道应用设备，但矿浆对管道磨蚀较轻或采用耐磨管材及管件时也可不用设备。

第 7.1.5 条 寒冷地区的输送管槽经热工计算矿闪有可能冻结时，应采取防冻措施。

第二节 水力计算

第 7.2.1 条 选矿厂排出的尾矿浆正常流量可按 7.2.1-1 式计算。

$Q_k=W(1/\rho_g+m/\rho_s)\cdot 1/86400$ (7.2.1-1)

$m=1/P-1$ (7.2.1-2)

式中，Q_k 为尾矿义正常流量($m^{3/}s$)；W 为尾矿固体量(t/d)；ρ_g 为尾矿颗粒密度(t/m^3)；ρ_s 为水的密度(t/m^3)；m 为矿浆中水重与尾矿固体重的比值(水固比)；P 矿浆的重量浓度。

第 7.2.2 条 厂区不设浓缩池或其它流量调节装置时，尾矿输送管槽的设计流量应在正常流量的基础上考虑一定的波动范围。选矿工艺提供不出确切数据时，波动范围可取±10%，即上限流量 $Q_{max}=1.1Q_k$ ，下限流量 $Q_{min}=0.9Q_k$ 。

第 7.2.3 条 尾矿输送管槽的临界流速(临界管径或断面)及摩阻损失(水力坡降)，可根据计算或经验数据确定。但对线路较长，矿浆浓度较高，固体密度较大的输送管槽宜通过试验确定。

尾矿自流管槽水力计算中，计算过流断面时的流量取 Q_{max}，计算水力坡降时的流量取 Q_{min}。

尾矿压力管道水力计算中，应按 Q_{max} 及 Q_{min} 分别计算其临界管径 D_{max} 及 D_{min}，并据此选用适当的标准管径 D。计算摩阻损失时，流量与管径的取值应按最不利情况考虑；

一、当 $D<D_{min}$ 时，流量取 Q_{max}，管径取 D；

二、$D>D_{max}$ 时，流量取 Q_{min}，管径取 D_{min}；

三、当 $D_{min}<D<D_{max}$ 时，应取 Q_{min} 和 D_{min} 及 Q_{max} 和 D 分别计算，取其中大者。

第 7.2.4 条 尾矿输送自流管的最大设计充满度可按表 7.2.4 确定。

自流管最大设计充满度本 表 7.2.4

管径(mm)	最大设计充满度
150～300	0.5
350～500	0.6
600～900	0.65
≥1000	0.7

第 7.2.5 条 尾矿输送自流槽的断面可采用矩形或梯形，槽底最小宽度 0.2m。自流槽的水面超高宜采用 0.15～0.4m，断面大、流速大者取大值，反之取小值。转角处或坡度由大变小处的超高可根据经验或计算适当加大。

第 7.2.6 条 尾矿输送自流管及压力管的最大设计流速不宜超过临界流速的 1.3 倍，自流槽的最大设计流速不宜超过临界流速的 1.4 倍。

第三节 管槽敷设

第 7.3.1 条 尾矿管理道可明设或半埋设，尾矿对管道磨蚀较小，气温温差较大则可埋设。尾矿自流槽宜明设，管槽明设对交通运输和环境有影响时，管道可暗设在地沟或通廊内，自流槽可加设盖板或敷设在通廊内。

第 7.3.2 条 自流槽的平面转角不宜大于 60°并应做成曲线，曲线半径不得小于槽宽的 5 倍。当转角大于 60°，或虽不大于 60°，但受地形限制不能按要求做成曲线时，可采用转角井，有落差时可采用跌落转角井。

第 7.3.3 条 管道转角使用的弯头不宜大于 45°。当转角角度较小时，可利用接头偏转调整。

第 7.3.4 条 自流槽与管道连接时，应设跌落井。井高按水力计算确定。平面尺寸按施工和检修要求确定。

第 7.3.5 条 管槽路基面的宽度，应根据管槽断面大小，管槽外壁之间和外壁至路缘的距离以及人行道或简易车道的宽度等因素决定。其中管槽外壁之间的距离不应小于 0.4m，外壁至路缘的距离不应小于 0.3m，人行道宽 0.5～0.7m。

第 7.3.6 条 管槽路基的排水，应根据地形和工程地质条件设一侧或两侧排水沟。路基面应有 0.02 的横向坡度坡向排水沟。排水沟的纵向坡度与路基纵坡相同。

第 7.3.7 条 管槽路堑的边坡坡度，可根据岩性、层理及路堑高度按表 7.3.7 确定。

路堑边坡坡度　　表 7.3.7

序号	岩土种类	边坡	
		高度(m)	坡度

1	粘性土		＜15	1:1～1:1.5
2	黄土及类黄土		＜15	1:0.3～1:1.25
3	碎石(角砾)和卵石(圆砾)土	密实	＜15	1:0.5～1:1.1
		中密	＜15	1:1～1:1.5
4	强风化岩石		＜15	1:0.35～1:1.25
5	中等内化岩石		＜15	1:0.2～1:1
6	微风化岩石		＜15	直立～1：0.75

在具有不同物理力学性质的地层中，路堑边坡可设计成折线形，当有地下水时，边坡应通过稳定验算确定。

第 7.3.8 条 管槽路堤的边坡坡度，可根据岩性及路堤高度确定。对于中等密实的岩土，可按表 7.3.8 确定。

路堤受水浸淹部分的边坡坡度，应采用 1:2，必要时应采取边坡加固和防护措施。

路堤边坡坡度　　表 7.3.8

序号	岩土种类	边坡高度(m)	边坡坡度
1	粘性土	＜12	1:1.5～1:1.75
2	砾石土、粗砂、中砂	＜12	1:1.5
3	碎石土、卵石土	＜12	1:1.5
4	易风化的石块	＜8	1:1.5
5	不易风化的石块	＜8	1:1.3

第 7.3.9 条 输送管槽与铁路或公路交叉时应符合下列要求：

一、与铁路或公路宜垂直交叉；

二、管桥或渡槽跨越公路时，路面上的净高不应小于 4.5m，柱(墩)边与公路边缘的距离不应小于 1m；跨越铁路时轨顶以上的净高，对蒸汽机车及内燃机车不应小于 6m，对电力机车不应小于 6.55m，柱(墩)边与铁路中心线的距离不应小于 2.44m。

三、管槽从铁路或公路下面穿过时，应首先考虑利用已有桥涵敷设。当不能利用上述构筑物时，应设专用的涵洞或套管。套管管顶至铁路路基面的净距不应小于 1m，至公路路面的净距不应小于 0.5m。套管管径应比输送管道大 0.2～0.3m。

四、与铁路或公路的交叉设计应取得有关部门的同意。

第 7.3.10 条 输送管槽与河流交叉时应符合下列要求：

一、与河流宜垂直交叉。

二、跨越河流时，应考虑利用已有的桥梁。当需新建管桥或渡槽时，对于通航河流，桥(槽)下的净空应符合航运部门的要求；对不通航河流，桥(槽)梁底应比洪水重现期 20～50 年一遇的洪水位高 0.5m。

三、与河流的交叉设计应取得有关部门同意。

第 7.3.11 条 尾矿输送管道架空高度 4m 以下可不设管桥。当设置管桥时，桥上应设人行道及保护栏杆。人行道宽度宜为 0.5～0.7m，栏杆高度宜为 0.9m。

（五）尾矿库安全管理规定

国家经济贸易委员会令第 20 号

现将《尾矿库安全管理规定》予以公布，自 2000 年 12 月 1 日起施行。

国家经济贸易委员会主任 盛华仁

二 000 年十一月六日

第一章　总则

第一条 为了加强尾矿库的安全管理，保障人民生命财产安全，根据《中华人民共和国矿山安全法》制定本规定。

第二条 本规定适用于安全生产监督管理部门和设有尾矿库的企业。

第三条 尾矿库的建设与管理必须贯彻“安全第一，预防为主”的方针。

第四条 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。

第五条 企业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，有权向安全生产监督管理部门报告。

第六条 各级安全生产监督管理部门和有关部门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。

第七条 对尾矿库安全作出贡献，成绩显著的单位和个人，安全生产监督管理部门和企业给予表彰和奖励。

第二章　尾矿库安全管理

第一节 尾矿库管理

第八条 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。

第九条 企业尾矿设施安全管理部门的主要职责：

(一)贯彻执行国家有关尾矿库安全生产的方针、政策、法规及技术规范；

(二)编制尾矿库安全工作年度计划和长远规划并组织实施；

(三)编制尾矿库安全生产各项规章制度并检查执行情况；

(四)编制各种灾害应急预案并组织演练；

(五)负责技术资料的收集、分析、保存和整理工作；

(六)按有关规定审批和报批尾矿库设计、建设施工和检测项目；

(七)组织落实尾矿库安全隐患治理工作；

(八)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安全生产监督管理部门报告，紧急情况下，应报请当地人民政府及有关部门给予协助；

(九)组织尾矿库安全管理人员的培训工作。

第十条 尾矿车间、工段或班组主要职责：

(一)认真贯彻上级下达的各项指令和任务；

(二)建立健全尾矿设施安全管理工作制度；

(三)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；

(四)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；

(五)对尾矿设施的安全检查和监测作出及时、全面的记录。

第十一条 企业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。

第十二条 未经技术论证和安全生产监督管理部门的批准，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：

(一)筑坝方式；

(二)坝型、坝外坡坡比和最终坝轴线的位置；

(三)坝体防渗、排渗及反滤层的设置；

(四)排洪系统的型式、布置及尺寸；

(五)设计以外的尾矿、废料或废水进库等。

第十三条 企业必须经常巡视库周山体，发现滑坡及异常现象要及时处理。

第十四条 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。

第十五条 尾矿库使用到设计最终坝高的 1/2~2/3 高度时，应对尾矿堆积坝进行工程地质勘察和稳定性分析。

第十六条 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。

第十七条 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，并须报省级以上安全生产监督管理部门审查。

尾矿库闭库设计和闭库施工方案，未经省级以上安全生产监督管理部门审查或审查不合格的，企业不得进行尾矿库闭库施工。

第十八条 尾矿库闭库工程结束后，必须报省级以上安全生产监督管理部门组织安全验收，验收合格后方可关闭尾矿库。

未经安全生产监督管理部门验收或验收不合格的，企业不得关闭尾矿库。

第十九条 闭库后的尾矿库安全管理工作由原企业负责，关闭破产企业闭库后的尾矿库，由当地政府落实负责管理的单位或企业。闭库后的尾矿库重新启用或改作他用时，必须经过可行性设计论证，并报安全生产监督管理部门审查批准。

第二十条 企业必须建立下列尾矿库管理档案：

(一)建设文件及有关原始资料；

(二)组织机构和规章制度建设；

(三)特种作业人员的安全技术培训和持证上岗情况；

(四)防洪抢险组织和防洪物资的准备情况；

(五)尾矿库抗洪抢险措施；

(六)尾矿库各构筑物运行指标和实测数据；

(七)事故隐患的整改情况。

第二节 尾矿排放与筑坝

第二十一条 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。

第二十二条 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。

第二十三条 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。

第二十四条 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：

(一)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；

(二)沉积滩顶应均匀平整；

(三)沉积滩坡度及长度等应符合设计的要求；

(四)严禁矿浆沿子坝内坡趾横向流动冲刷坝体；

(五)放矿矿浆不得冲刷坝坡；

(六)放矿应有专人管理。

第二十五条 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。

第二十六条 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。

第二十七条 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至远离坝顶处排放。

第二十八条 冰冻期、事故期或由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。

第二十九条 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。

第三十条 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：

(一)子坝剖面尺寸、长度、轴线位置及边坡坡比；

(二)新筑子坝的坝顶及内坡趾滩面高程、库内水面高程；

(三)尾矿筑坝质量。

第三十一条 尾矿滩面及下游坝坡面上不得有积水坑。

第三十二条 坝外坡面维护工作可视具体情况选用以下措施：

(一)坝面修筑人字沟或网状排水沟；

(二)坡面植草或灌木类植物；

(三)采用碎石、废石或山坡土覆盖坝坡。

第三节 尾矿库水位控制与防汛

第三十三条 控制尾矿库水位应遵循的原则：

(一)在满足回水水质和水量要求前提下，尽量降低库水位；

(二)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；

(三)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。

第三十四条 汛期前应采取下列措施做好防汛工作：

(一)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；

(二)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；

(三)备足抗洪抢险所需物资，落实应急救援措施；

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

第三十五条 排除库内蓄水或大幅度降低库水位时，应注意控制流量，非紧急情况不宜骤降。

第三十六条 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。

第三十七条 未经技术论证，不得用常规子坝拦洪。

第三十八条 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，防止连续暴雨后发生垮坝事故。

第三十九 条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。

第四十条 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。

第四节 排渗设施管理与渗流控制

第四十一条 尾矿坝的排渗设施包括排渗棱体、排渗褥垫、排渗盲沟和各种排渗井等。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。

第四十二条 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。

第四十三条 坝肩、盲沟等应严格按设计要求施工，防止发生集中渗流。

第四十四条 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。

第四十五条 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，同时报告企业安全管理部门，情况严重的，应报当地安全生产监督部门。

第五节 尾矿库防震与抗震

第四十六条 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：

(一)抢险组织与职责；

(二)尾矿库防震和抗震措施；

(三)防震和抗震的物资保障；

(四)尾矿坝下游居民的防震应急避险预案；

(五)震前值班、巡坝制度等。

第四十七条 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。

第四十八条 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。

第四十九条 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。

第五十条 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。

第三章　尾矿库安全检查

第一节 尾矿库防洪安全检查

第五十一条 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。

第五十二条 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。

第五十三条 尾矿库水位标高的检测，其测量误差应小于 20 毫米。

第五十四条 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。

第五十五条 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，在几个量测结果中，选最小者作该尾矿库的沉积滩干滩长度。

第五十六条 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%。

第五十七条 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位的最小于滩长度是否满足下列表中要求。

上游式尾矿坝的最小干滩长度

尾矿库等别	一	二	三	四	五
最小干滩长度(米)	150	100	70	50	40

下游式、中线式尾矿坝的最小干滩长度

尾矿库等别	一	二	三	四	五
最小干滩长度(米)	100	70	50	35	25

第五十八条 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位时坝的安全超高是否满足下表要求。

尾矿库的等别

等别	全库容 V(万 m^3)	坝高 H(m)
一	二等库具备提高等别条件者	
二	V≥10000	H≥100
三	1000≤V＜10000	60≤H＜100
四	100≤V＜1000	30≤H＜60
五	V＜100	H＜30

尾矿坝的最小安全超高

尾矿库等别	一	二	三	四	五
最小安全超高(米)	1.5	1.0	0.7	0.5	0.4

第二节 排水构筑物安全检查

第五十九条 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。

第六十条 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≤20	0.3
		水力坡度＞20	0.2
	水质有侵蚀性	水力坡度≤20	0.25
		水力坡度＞20	0.15
水位变动区	水质无侵蚀性	年冻融循环次数≤50	0.25
	水质有侵蚀性	年冻融循环次数＞50	0.15
水上结构			0.3

水力坡度为沿渗水路径的水头差与渗径距离之比。

第六十一条 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。

第六十二条 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。

第六十三条 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。

第六十四条 溢洪道检查内容：溢洪道断面尺寸，沿线山坡滑坡、塌方，护砌变形、破损、断裂和磨蚀，沟内淤堵，溢流口底部高程，消力池及消力坎等。

第六十五条 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。

第六十六条 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。

第三节 尾矿坝安全检查

第六十七条 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。

第六十八条 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。

第六十九条 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。

第七十条 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。

第七十一条 检查坝体滑坡。坝体出现滑坡时，应查明滑坡位置、范围和形态以及滑坡的动态趋势。

第七十二条 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。

第七十三条 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。

第四节尾矿库库区安全检查

第七十四条 尾矿库库区安全检查主要内容：周边山体稳定性，违章建筑、违章施工和违章民办采选活动等情况。

第七十五条 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。

第七十六条 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。

第四章　尾矿库安全评价与管理

第七十七条 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。

第七十八条 尾矿库有下列工况之一的为危库：

(一)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；

(二)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；

(三)坝体出现深层滑动迹象；

(四)其他危及尾矿库的情况。

第七十九条 尾矿库有下列工况之一的为险库：

(一)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，但平时对坝体的安全影响不大；

(二)排水系统部分堵塞或坍塌，排水能力有所降低，达不到设计要求；

(三)坝体出现浅层滑动迹象；

(四)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；

(五)其他影响尾矿库安全运行的情况。

第八十条 尾矿库有下列工况之一的为病库：

(一)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；

(二)排水系统出现裂缝、变形、腐蚀或磨损，排水管接头漏砂；

(三)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；

(四)经验算，坝体稳定安全系数小于设计规范规定值；

(五)浸润线位置过高，渗透水自高位出逸，坝面出现沼泽化；

(六)坝体出现较多的局部纵向或横向裂缝；

(七)坝体出现小的管涌并挟带少量泥沙；

(八)堆积坝外坡冲蚀严重，形成较多或较大的冲沟；

(九)坝端无截水沟，山坡雨水冲刷坝肩；

(十)其他不正常现象。

第八十一条 同时满足下列工况的为正常库：

(一)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；

(二)排水系统各构筑物符合设计要求，工况正常；

(三)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满足要求，工况正常。

第八十二条 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。尾矿库的安全评价报告必须报省级安全生产监督管理部门备案。

第八十三条 对于危库，企业必须停产抢险，并采取以下应急措施：

(一)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，可按最小于滩长度为坝顶宽度，用渠槽法抢筑子坝，以形成所需的安全超高和干滩长度；

(二)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；

(三)处理滑坡，加固坝体。

第八十四条 对于险库，企业应采取以下措施在限定的时间前消除险情：

(一)降低库水位，确保满足汛期最小安全超高和最小于滩长度的要求；

(二)疏通、加固或修复排水构筑物；

(三)处理滑坡，加固坝体，消除管涌和流土。

第八十五条对于病库，企业应采取以下措施尽快消除事故隐患：

(一)抓紧进行防洪治理工程，确保汛前彻底完成治理工程量；

(二)加固、修复排水构筑物；

(三)加固坝体或适当削坡，处理局部裂缝；

(四)实施降水措施降低浸润线，消除管涌和流土；

(五)修整坝坡，开挖坝肩截水沟。

第八十六条 企业对非正常级尾矿库的检查周期：

(一)对“危”级尾矿库每周不少于1次；

(二)对“险”级尾矿库每月不少于1次；

(三)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。

第五章　尾矿库安全监督

第八十七条 安全生产监督部门主要职责：

(一)检查企业贯彻执行安全生产法律、法规的情况；

(二)监督检查企业尾矿库的安全状况；

(三)参加尾矿设施建设工程安全设施的设计审查和竣工验收；

(四)根据有关规定，审查和批复尾矿库设计、建设和闭库的报告；

(五)检查企业职工安全教育和培训工作情况；

(六)监督企业使用安全技术措施费用的情况；

(七)督促检查企业尾矿库隐患治理；

(八)参加并监督尾矿库事故的调查和处理；

(九)监督检查尾矿库设计审查、安全评价等中介技术服务机构的工作情况；

(十)其他事项。

第八十八条 尾矿库安全监督实施属地管理和分级监察相结合的原则。省级安全生产监督部门负责库容在 1000 万立方米以上尾矿库的安全监督检查；地(市)级安全生产监督管理部门负责库容在 100 1000 万立方米尾矿库的安全监督检查， 县级安全生产监督管理部门负责库容在 100 万立方米以下尾矿库的安全监督检查。

第八十九条 国家经贸委负责尾矿库设计审查、安全评价等中介技术服务机构的资质审查及管理工作。

第九十条 安全生产监督部门对违反本规定的单位，应当责令改正，并根据情节轻重处以 3 万元以下的罚款。

第六章　附则

第九十一条 对于冶金、建材、化工等行业尾矿库等别的确定，应根据当时的全库容及坝顶高程水平面以下的库容和坝高分别按第五十七条尾矿库等别表确定。当两者的等差为一等时，以高者为准；当等差大于一等时，按高者降低一等。尾矿库一旦发生事故，将使下游重要城镇、工矿企业或铁路干线遭受严重灾害者，其等别可提高一等。

对于核工业等有特殊安全要求的行业，其尾矿库的等别按《铀水冶厂尾矿库安全设计规定》确定。

第九十二条 安全评价费用收费办法由各地经贸委会同地方物价部门另行制定。

第九十三条 本规定由国家经贸委负责解释。

二 000 年十一月七日印发

（六）上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程

关于《上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》颁发试行的通知

冶金部勘察研究总院、沈阳、武汉、成都勘察研究院、勘察科研的避国有色金属工业总公司西安、长沙、昆明勘察院：

《冶金工业建设上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程》YBJ11-86，经有关单位审定，现颁发为冶金工业部及有色金属工业总公司所属各勘察单位的统一规程，自 1987 年 1 月 1 日起试行。在试行中，注意总结经验和积累资料，并将改进意见寄交冶金部勘察科学技术研究所。

冶金工业部基本建设局

中国有色金属工业总公司基本建设部

一九八六年七月七日

上游法尾矿堆积坝工程地质勘察规程

YBJ11-86（试行）

第一章 总 则

第 1.0.1 条 本规程适用于冶金企业已建的上游法尾矿堆积坝的工程地质勘察工作。

第 1.0.2 条 勘察目的：

一、验证已建尾矿堆积坝的稳定性；

二、为已建尾矿堆积坝继续加高的可行性及设计提供依据；

三、为同类型的新建尾矿坝提供可资借鉴的工程地质资料。

第 1.0.3 条 勘察要求是：

一、查明尾矿堆积体的组成，密实程度及其沉积条 件；

二、查明尾矿堆积体的物理力学性质，包括动力性质及高应力状况下的强度与变形性质；

三、查明勘察期间浸润线的位置；当渗漏较严重或因渗漏而污染自然环境时，尚应查明渗漏途径；

四、研究尾矿坝基的稳定性，查明各种不稳定因素，提出相应的工程措施方案。

第 1.0.4 条 尾矿砂及尾矿土按颗粒组成分类。尾矿砂分为：尾砾砂、尾粗砂、尾中砂、尾细砂四种；尾矿土分为：尾矿泥、尾重亚泥、尾轻亚粘、尾亚砂、尾粉砂五种。判定标准见附录四。可采用相近似的地基土图例。

第 1.0.5 条 尾矿库的分级按“选矿厂尾矿设施设计规程”（试行）中的规定，见本规程附 1。

第二章 工程地质调查

第 2.0.1 条 工程地质调查以搜集研究已有资料并进行现场踏勘为主。当地质构造复杂，且存在不良地质现象时，进行工程地质测绘。

第 2.0.2 条 搜集资料，一般包括下列内容：

一、已有的工程地质资料，其中应注意老地形及水文地质条 件的变化，有无不良地质现象，如：断裂及其活动性、岩溶、滑坡、泥石流、软弱土夹层、管涌等；

二、所在地区的地质资料及地震地质资料，地震和震害的历史记录；在强地震区还应包括主要构造带和强震震中分布图、强地震区预测图以及卫星照片等；

三、尾矿的来源（原矿石种类与放矿方法），全尾矿成分与粒度，放矿方式，放矿管位置；尾矿坝逐年上升高度，最终堆坝的设计高度，设计对堆坝的要求，实际堆坝状况与设计要求的对比等；

四、尾矿沉积的特点及粒度的变化，坝坡的稳定性，有无经受洪水、地震或其它原因致使坝体受损及

其情况，其后如何修复，以及修复后的稳定性等。

第 2.0.3 条 现场踏勘与调查，一般包括：

一、尾矿坝的现状调查，如浸润线在坝前有无溢出点，降低坝体浸润线的措施和水位情况，坝体和尾矿库周边的变形等；

二、坝体和库容外围的地质与地质构造复查，在强震区重点研究断层及其活动性；在岩深区重点调查渗漏，以及由于渗漏引起的坝基稳定等问题；

三、库区周边调查，有无时局岸引起库容壅塞、库水漫顶的可能性。

第 2.0.4 条 工程地质测绘：

一、测绘范围包括尾矿坝、库区及其有关的外围。观测点可按网状布置，但需照顾到重要的点（如代表性的岩石露头、地下水露头、陷穴、溶洞等）和线（如岩层界线、地貌界线、断层线、滑坡边缘等）测绘的比例尺及观测点的数量、间距参照下表：

测绘观测点数与间距　表 2.0.4

测绘比例尺	观测点数（km^2）	观测点间距（km）
1：000	50~100	0.14~0.08
1：000	20~50	0.22~0.14

二、在工程地质测绘中，为观察和描述新构造活动形迹和断层面特征，可进行井探、槽探工作。

三、当需查明隐伏断层线的位置、破碎带的宽度及水文地质条 件等时，可进行物探工作。

第 2.0.5 条 根据工程地质调查的原始记录，整编（工程地质调查说明书），内容注重于不良地质现象。进行工程地质测绘的结果，除上述说明书外，还应编成工程地质图，其上附有工程地质条 件概要说明表。

第三章 勘探与原位测试

第一节 勘探

第 3.1.1 条 勘探目的是：

一、为坝体变形与稳定性分析以及加固方案取得地质岩性剖面；

二、选取各种土试料以进行试验；

三、测定地下水位；

四、查明坝与库区可能渗漏的途径。

第 3.1.2 条 勘探方法以钻探为主，可配合少量探井：

一、钻探宜采用 XU600、XU300 或 DPP100 型钻机，终孔直径一般不小于 108mm；

二、采取原状土应使用静力压入法，使用取土器的面积比不宜大于 20%；

三、标准贯入试验孔应采用套管护壁或泥浆护壁的回转钻进法；贯入冲击装置应采用自动脱钩以保证锤自由下落；

四、采用少量探井，所取得土的物理力学性质指标应与钻孔的进行对比；

五、初期坝上的钻孔完成后，应立即用原土回填夯实，以免影响坝的稳定性；

六、钻探操作应遵守本规程附录 2。

第 3.1.3 条 勘探点按勘探线布置。勘探线垂直于坝轴线的方向，其定位应考虑到放矿位置及方式对尾矿堆积体组成的影响。勘探线的间距应考虑原地形条 件与堆积的主要组成。勘探线的一端应从初期坝的下游，坝前大约 30m 外开始，其另一端应到达水边线。应有不少于两条 勘探延伸到池内，每条 长度不少于 50m，取得水底地形坡度，并取水底扰动尾矿土样，作分类定名试验。

第 3.1.4 条 勘探线与勘探点间距除特殊要求外，一般可参照下表确定：

勘探线、点间距　　表 3.1.4

尾矿库等级	勘探线间距（m）		勘探点间距（m）
	尾矿土类堆积坝	尾矿砂类堆积坝	
一至三级	≤200	≤250	30~60 每条勘探线上不宜少于 6 个点
四至五级	≤250	≤300	40~80 每条勘探线上不宜少于 5 个点

注：①表中的勘探孔系指钻孔。②在任何情况下，勘探线总数不少于 3 条 。③当发现软弱夹层时，应增加勘探孔基本查明其分布，特别注意可能形成滑动面的各种夹层。④重点勘探线上的勘探点间距取小值：一般勘探线上的勘探点间距在坝体部分取小值，在沉积滩部分加大。⑤当需查明初期坝的密实程度、物理力学性质的变化及地下水位时，应注意沿勘探线方向在初期坝位置上有足够的勘探孔。

第 3.1.5 条 一般勘探孔深度应到达原自然地面，深入 1~2m；但每条 勘探线上应有不少于 3 个控制性勘探孔，其深度以查明软弱带与可能的滑动面、管涌与渗漏等地基问题为准则。控制孔深度通常可参照表 3.1.5 确定。

控制性勘探孔深度（原自然地面以下） 表 3.1.5

尾矿库等级	控制孔深度(m)	
	位于库区	位于坝体
一至三级	5~8	15~20
四至五级	3~5	10~15

注：①当在设计的勘探深度以内遇到基岩时，一般达基岩层顶。②在强地震区（地震基本列度≥7 度）需进行动力反应分析时，每条 勘探线上应有不少于 3 孔到达基岩或坚实地层，后者指标准贯入试验的锤击数 N63.5≥50 的土层。③当场地内已有地质资料时，则上述深度可适当减少。④当遇有岩溶等特殊问题时，勘探深度不受上述限制。

第 3.1.6 条 在所有钻孔中对粘性土都要采取原状土。取原状土的垂向间距一般不宜大于 2~2.5 米。取原状土的数量按以下原则：

一、对于需统计主要力学性质指标的每种地层，不宜少于 10 个；

二、对于每种呈夹层出现的或埋藏较深的软弱土层，不宜少于 6 个。

第二节 静力触探与标准贯入试验

第 3.2.1 条 进行静力触探孔之目的是：

一、配合钻孔，进行力学分层；

二、指导从钻孔中采取原状土的深度。

第 3.2.2 条 用于指导从钻孔中取原状土的静力触探孔应在钻探工作之前进行。它与钻孔的距离不宜大

于 1.5 米。

第 3.2.3 条 进行标准贯入试验之目的是：

一、评价尾矿砂的密度；

二、判定在地震作用下尾矿砂产生液化的可能性。

尾矿砂的密度可参照表 3.2.3 评定。

尾矿砂密度评定　表 3.2.3

尾矿砂密度分级	标准贯入试验锤击数 $N_{63.5}$
松散	＜4
稍密	4~10
中密	＞10~30
密	＞30~50
很密	＞50

注：本表适用于 d50＞0.074mm 的尾矿砂。

第三节 地震法波速测定

第 3.3.1 条 进行人工激震的波速测定，其目的是求动剪切模量和动泊松比，计算公式如下：

$G_d = \rho v_s^2$　　（3.3.1-1）

$\mu_d = ((V_p/V_s)^2-2)/(2(V_p/V_s)^2-2)$　　(3.3.1-2)

式中：G_d 为动剪切模量（kPa）；μ_{dw} 为动泊松比；V_P 纵波速度（m/s）；V_S 为横波速度（m/s）；ρ 为介质密度（t/m^3）。

根据动剪切模量 G_d 和动泊松比 μ_d 可以计算动弹性模量 E_d，公式如下：

$E_d=2G_d(1+\mu_d)$　　(3.3.1-3)

第 3.3.2 条 测定波速可用检层法或跨孔法。

第 3.3.3 条 波速孔的位置应在有代表性的地段上，沿垂直于坝轴线的剖面布设，剖面数量不应少于 2 条 。

波速是在不同的深度施测的。波速测点的位置一般设在地质岩性的分界面处。当遇到厚层时，可在层

中部增加施测点，或按深度间距一般为 2~4 米进行施测。

第 3.3.4 条 波速测定完成后，应按不同深度提出各测孔下列成果的图表与说明：

一、纵、横波速，即 V_p 和 V_s；

二、相应的动力参数，即动剪切模量 G_d 和动泊松比 μ_d。

第四节 十字板剪力试验

第 3.4.1 条 当尾矿土或地基中的软土厚度大于 0.5m 时，可在钻孔中进行十字板剪力试验，其目的是测定抗剪强度。

第 3.4.2 条 测试次数按试验层厚度，每 1.0~1.5m 测一个点。对同一层位的软土，其测定总数不宜少于 3 个。

第 3.4.3 条 当试验深度较大时，必须注意安装好导正系统及测试设备，拧紧接箍，以消除人为的与机械的误差。

第五节 抽水与注水试验

第 3.5.1 条 进行抽水试验之目的，是获取综合的渗透系数，同时也获得涌水量、影响半径及下降漏斗形状。

第 3.5.2 条 钻孔抽水试验方法可按（供水水文地质勘察规范 TJ27-78）进行。

第 3.5.3 条 进行注水试验之目的，是测定地层的垂直渗透系数。注水试验方法可按<冶金工业建设工程地质勘察技术规程及方法指南>进行。

第四章 室 内 试 验

第一节 物理及力学性质试验

第 4.1.1 条 室内土工试验一般包括下列指标：

一、尾矿砂：颗粒分析、天然空重、天然含水量、比重、饱和度、孔隙比、相对密度、抗剪强度、渗透系数、天然休止角、毛细上升高度（粉细砂）等。

二、尾矿土：天然容重、天然含水量、比重、饱和度、孔隙比、液限与塑限、塑性指数、液性指数、抗剪强度、渗透系数。

三、从探井中采取尾矿土原状样，进行垂直和水平两种渗透试验。

四、当坝基存在粘性土且需计算沉降时，应进行高压（垂直压力不少于 1.0Mpa）固结试验，求压缩指

数、固结系数和先期固结压力。

五、对尾矿土（尤其是软弱土）应进行固结不排水剪试验，测孔隙水压力，提供总应力法及有效应力法的抗剪强度指标。

六、为进行非线性静应力分析，作固结排水剪试验，提供主应力差（σ_1—σ_3）与轴向变ε_a关系曲线以及体应变ε_v与轴向应变ε_a关系曲线。采用至少三种侧向主应力σ_3，其中最大的σ_3值应与坝高大体相适应。

第 4.1.2 条 当需要综合研究尾矿性质时，可进行矿物化学分析及镜下鉴定。

第 4.1.3 条 为使试样尽量少受运输扰动影响，应在进行钻探的现场设立土工试验间，进行含水量、容重、直剪等项目的测定。

第二节 动力性质试验

第 4.2.1 条 当勘察场地地震基本烈度等于大于 7 度时，应进行动力性质试验，测定动模量、阻尼比以及液化应力比、动强度等项指标。

第 4.2.2 条 对粘性土试验应采用天然结构的原状样品。对砂类可使用按照规定密度要求的重塑样品，但在试验报告中必须注明制备试样的方法。

第 4.2.3 条 在尾矿堆积坝坝体上，应采取有代表性的尾矿砂样不少于二种，尾矿土样不少于一种以进行动三轴试验。试验方法应采取施加反压等措施保证试样饱和。每种试样的采取数量如下：

一、当动三轴试验的样品规格为：Ø3.91×8cm，野外取原状土的规格为 Ø10×20cm 时，则：

为抗液化及动强度试验，一般需用 20 个土柱；

为动模量及阻尼比试验，一般需用 8 个土柱。

二、当需使用制备的样品进行试验时，每种土样应采取不少于 30kg。

第 4.2.4 条 对于送往试验室进行动三轴试验的土样，除应提出要求试验项目外，还必须说明进行试验的条件包括：制备样品采取的密度，进行试验采用的主应力比和侧向主应力等。一般情形下，可参照以下条款：

一、均等固结条件适用于模拟水平地面下土体的静应力状态，主应力 K_C=1。非均等固结条件用于模拟倾斜地面下土体静应力状态，通常可选取主应力比 K_C=1.0，1.5，2.0 三种。

二、侧向主应力通常可选用 σ_3=100，150，200kPa 三种。但当进行模量、阻尼试验时，应考虑坝高，

尽可能选用较大的 σ_3 值。

三、当制备尾矿砂样品进行试验时，应在密度与力学性质呈线性关系（通常为相对密度 0.30~0.70）范围内，对 1~3 级坝采用两种控制性密度，一种高于、另一种低于平均密度；对 4~5 级坝采用一种有代表性的密度，或坝体实测的平均密度。

第 4.2.5 条 根据震级，试验的等效循环次数按下表采用：

等效循环次数 表 4.2.5

里氏震级	7	7.5	8
等效循环次数	10	20	30

第 4.2.6 条 动三轴试验完成后，一般情形应提以下成果：

一、对于无初始剪应力的情形，用主应力比 K_C=1，提出液化应力比 τ_d/σ_3 与循环周数（取对数）关系曲线；式中 τ_d 为液化剪应力，σ_3 为固结应力；

对于有初始剪应力情形，应采用不少于三个主应力比（例如可用 K_C=1.0，1.5，2.0），进行非均等固结后的振动试验，提出试验结果。当需要时，根据委托书，还可以提出液化破坏时的动剪应力 τ_d 与初始剪应力比 α_{sf} 关系曲线。

二、根据试验结果，提出的以下曲线：

动应力 σ_d-动应变 ε_d 关系曲线；动模量 E_d-动应变 ε_d 关系曲线。

当需检时，根据委托书，还可以提出归一化的模量——动应变关系，以及表达动模量与平均主应力的指数关系的指标。

三、绘制每级动应力下的应力-应变滞回圈，从中算出阻尼比 λ。提出不同固结应力下的阻尼比 λ-动应变 ε_d 关系曲线。

四、当需要时，根据委托书，还可以分别绘制总应力及有效应力莫尔圆，求出相应动强度指标：

动强度指标 表 4.2.6

指标	总应力法	有效应力法
动粘聚力	c_d	$c_{d'}$
动内摩擦角	ϕ_d	$\phi_{d'}$

第五章　长期观测点的设置

第一节　一般规定

第 5.1.1 条　对三级以上以及四级以下但安全度较低的尾矿坝坝体，应有计划地设置长期观测系统，从而掌握坝的使用状态，以验证设计的正确性，保证尾矿坝的安全运行。

需进行长期观测的项目及其要求，应由设计单位提出。勘察单位根据委托，负责观测点的设置。有条件时，宜设置自动观测与记录系统。

第 5.1.2 条　观测工作应按专门合同进行。勘察单位将埋设各种观测点的数据资料，只得为技术档案交给建设单位。建设单位将观测成果送交勘察及设计单位。

第 5.1.3 条　长期观测包括：位移与变形观测、浸润线观测、孔隙水压力观测以及渗透流量与浑浊度观测等。

第 5.1.4 条　观测时间分为日测、旬测、月测及季测等。应根据工程条件及设计要求，在合同内规定。遇有渗漏、裂隙等险情，应及时报告并处理。

第 5.1.5 条　在观测点和基点的四周宜设置砖石护栏，以资保护。

第二节　位移与变形观测

第 5.2.1 条　位移观测分为垂直位移和水平位移两种，两者可以合并埋设为一个标点。点的布设可按照垂直于和平行于坝轴线。基点应设在坚实不移的土中或岩石上，以防止变形或位移。观测点和基点都用水泥制品制成。观测点的埋深不应少于 2 米，同时亦不应少于地基土的冻结深度。

第 5.2.2 条　在观测位移期间，如果坝体出现裂缝，应分别记录其位置、大小、深度、宽度以及出现日期。对于规模较大的裂隙，应作出素描图。如果裂隙发展迅速，应及时报警。

第三节　浸润线观测

第 5.3.1 条　在坝体内设置水位观测管，以了解浸润线的变化规律。观测点应布设在垂直于坝轴线的断面上，一般情形可设三条。根据勘测期间已获的浸润线数据，确定观测点的数量与间距，以能反映浸润线的形状及其变化为原则。

第 5.3.2 条　观测管内径不宜小于 6.35cm；其埋设深度应考虑到地下水的变动，应使过滤管的下端位于最低水位以下 3m；其下端应设置沉淀管，上端则将逐段接高。透水管段（一般长 2~3m）应充填以过滤料。在管口上应加盖并紧固，以防止落物将管堵塞。

第四节　孔隙水压力观测

第 5.4.1 条　观测孔隙水压力是为了解其压力的分布和消散状况。观测点应布置在选定的横断面上，以便于绘制孔隙水压力等值线图。横断面位置应设在尾矿土分布的地段上。

第五节　渗透流量与浑浊度观测

第 5.5.1 条　在排水设施的下游或其它出现渗透水流处，设置渗透量与浑浊度观测点。点位按区段布设。当水量不太大时，可设堰观测流量。除记录水量外，对渗水的浑浊程度也应记录，并要查明其浑浊的原因及其它情况。

第六章　资料整理及报告书编写

第 6.0.1 条　下列原始资料由工程负责人整编后，由主任工程师或审核人验收，作为检查报告书与图件的依据：

一、钻孔记录；

二、勘探点座标标高原始数据；

三、工程地质调查结果的说明书；

四、设计单位或建设单位提供的任务书及平面图。

第 6.0.2 条　勘察资料最终整理的结果，应根据工程的性质及所需说明书的问题确定。一般情况应包括下列报告与图件：

一、工程地质勘察报告书；

二、勘探点平面位置图；

三、钻孔、探井柱状图；

四、地质剖面图；

五、勘探点主要数据一览表；

六、土试验结果报告表；

七、室内各种试验的曲线与图表；

八、原位测试曲线图表；

九、其它图表，如区域地质图等。

注：标准贯入试验锤击数，可表示于钻孔柱状图中；静力触探试验结果，可表示于地质剖面图中，亦

可另提专门图表。

第 6.0.3 条 报告书内容一般应包括：尾矿沉积条件和分层特征；初期坝、堆积坝和坝基各部分土的物理力学性质，提供为设计使用的代表性数据；现有坝的稳定性及加高坝的可行性的初步评价，应采取的加固坝体以及降低浸润线等工程措施建议。

报告书的章节，可以安排如下：

一、序言；

二、场地位置及概述；

三、地貌及地质条件；

四、初期坝及尾矿堆积坝使用以来的稳定性情况；

五、初期坝坝体土质条件；

六、堆积坝土的组成、结构及其物理力学性质；

七、浸润线条件；

八、工程分析；

九、结论与工程建议。

注：工程分析一章是在需要的情况下，根据委托书进行的，内容包括：地震稳定性分析、渗流分析等。

附录 1 尾矿库等级指标

尾矿库等级 附表 1.1

级别	库容(Mm^3)	坝高(m)	工程规模
二	＞1.0	＞100	大型
三	1.0~0.1	100~60	中型
四	0.1~0.01	＜60~30	小一型
五	＜0.01	＜30	小二型

注：①库容系指校核洪水位以下尾矿库容积；②坝高系指尾矿堆积标高与初期坝轴线处坝底标高的高度差；③坝高与库容分级指标分属不同级别时，以其中高的级别为准；级别差二级时，以高的级别降一级为准；④当有下列情况之一者，按

上表确定的尾矿库等级可提高一级。

1）当尾矿库失事时，将使下游的重要的城镇、工矿企业与铁路干线遭受严重灾害者；

2）下游有重点保护历史文物、古迹且拆迁不易者；

3）当工程地质及水文地质条件特别复杂经地基处理后，尚认为不够彻底者（洪水标准不予提高）。

附录 2　尾矿堆积坝工程地质钻探细则

（一）总则

1、本细则适用于冶金企业尾矿堆积坝工程地质钻探工作。

2、根据勘察任务书对钻探工作的要求，编制钻探任务书、及钻探施工方案。

当有一个以上的队同在一个现场作业时，应有统一的钻探施工方案，并有钻探负责人统一管理钻探技术。

（二）施工准备

1、钻探负责人应参加现场踏勘，一同惧有关地层岩性资料，同时了解现场施工条件。

2、钻探开工前，先由工程负责人向钻探人员传达工程技术要求（包括钻孔的平面位置），介绍地层岩性及钻孔的预计深度；钻探负责人传达钻探施工方案（包括工作量、钻探技术要求、开工竣工时间等）。

3、对于易损、易耗件及必需的附属部件和材料必须充分准备。

4、钻探开始前，应对钻机与泥浆泵进行严格检查，以确保安全与正常生产。

（三）技术要求与管理

1、钻探过程中，需改变原钻探方案时，须经钻探负责人同意。当变动较大时，须经工程负责人或上级批准。

2、当进行抽水试验或其它技术难度较大的试验项目时，必须有地质技术人员参加。

3、井口的尾矿砂较为松散。在水、泥浆的作用下，加上机械振动，井口易坍塌。应加井口护壁管（管长 2~3 米）。

4、当用静力压入岩心管时，若反力不够或泥浆不能在提钻中迅速流入孔底时，可采用上下串动岩心管的方法进行钻进。

5、下述几种情况是形成孔斜的主要原因，应加以预防及处理

（1）机台的尾矿垫层有不均匀沉降；

（2）钻机重心偏斜；

（3）钻进压力或取土压力超过负荷，致使机台被顶起，压力不沿钻机中心线传递；

（4）变换孔径；

（5）不连续作业、塌孔或埋钻。

6、钻探时要缓压慢提。泥浆要经常保持与孔口平。每次钻程不宜超过 1 米，以减少孔中浮土。

7、钻头与取土器不得长时间停留于孔底，以免尾矿沉淀或孔壁塌陷而埋钻。

8、当钻进中或取土要提钻时，开始的速度应稍慢，并应马上加入泥浆，以确保孔内泥浆护壁压力。

9、未见地下水之前，一般不应加浆钻进。

10、由于尾矿堆积体比较软且含水量大易于扰动，在钻进中容易发生翻砂及坍孔等现象，故水下钻进一般应采用泥浆支护孔壁。

11、一般情况下，泥浆浓度为 $1m^3$ 水加白泥 50~75kg；对于松散地层或处于钻孔易塌的部位，可增加到 100kg 左右。

一般情况下，每立方米水加碱 1~2kg，夏季可用 1kg，冬季增多。当气温在 25℃以下时，碱量可增加到 3~4kg。

12、当用管钻（抽筒）钻进时，必须紧跟套管并在孔内注满水，以保护超前孔壁并压住翻砂。

13、当地层变化复杂时，每回次进尺应取得全部岩心样。

（四）取样与描述要求

1、应严格按照任务所要求的深度取土。取土的操作要稳要准，注意防止土因受振而脱落。

2、卸取土器的动作要迅速，并确保试样结构不受意外的因素而扰动。土样应由专人负责送到试验室。

3、对于尾矿样的描述，建议参照《冶金工业建设工程勘察技术规程及方法指南》，按相近似的地基土类进行。应注意尾矿的特点，如微层理等，作好描述与分层。

（五）安全技术管理

1、钻探安全技术管理应参照《冶金工业建设工程勘察技术规程及方法指南》中的安全守则进行。

2、当需要在坝内沉积滩上进行钻探作业时，应事先充分了解放矿方法和放矿量的变动，以避免发生

设备或人身事故。还应确定沉积滩的地基承载力是否能保证钻探作业。当沉积滩的承载力低时，必须采取安全防护措施。

3、在尾矿钻探工程中，应对人员及设备提供规定的防护措施和劳动保护。当在有放射性或毒害的尾矿坝上进行作业时，更必须加强这方面的措施。

附录 3　根据标准贯入试验判定尾矿砂液化

1、对于标准贯入试验的要求：

（1）地下水位（浸润线）以下的标准贯入试验钻孔，应用泥浆支护孔壁。

（2）进行试验处的孔底沉砂厚度不应大于 10cm。

（3）标准贯入试验应以自动落锤方式进行。

（4）在预打 15cm 之后，标准贯入试验的记录可分二档，记录每贯入 15cm 的击数，也可分三档，记录每贯入 10cm 的击数。

（5）对于尾粉砂、尾亚砂、尾轻亚粘，都应从标准贯入器中取代表性样品，进行颗粒分析（包括粘粒含量）。

2、在沉积滩面以下，深度 15m 范围内，平均粒径大于 0.074mm，且粘粒含量小于 1%的饱和砂，可按照工业与民用建筑抗震设计规范 TJ11-78 中的公式判定液化。

附录 4　　尾矿分类

尾矿分类表　　附表 4.1

类别	判定标准	名称
尾矿砂	＞2.0mm 占 10%~50%	尾砾砂
	＞0.50mm 占＞50%	尾粗砂
	＞0.25mm 占＞50%	尾中砂
	＞0.10mm 占＞75%	尾细砂
尾矿土	＜0.005mm 占＞30%	尾矿泥

	＜0.005mm 占＞15%~30%	尾重亚粘
	＜0.005mm 占＞10%~15%	尾轻亚粘
	＜0.005mm 占＞5%~10%	尾亚砂
	＜0.005mm 占＜5%	尾粉砂

附录 5　若干问题的说明

（一）关于勘察目的

本规程是针对自 70 年代以来对于已建成的上游法尾矿堆积坝所进行的工程地质勘察工作而编写的。这种勘察包括：

1、对于已堆积到一定高度的坝，检验其稳定性；如果确系稳定，则还要研究其加高的可行性，并为加高设计提供依据。

2、在已建尾矿堆积坝的附近，拟修建尾矿条件与其相类似的上游法新坝。对老坝进行勘探与试验的成果，可以为新坝的设计提供尾矿的物理力学性质以及可资比较的地质剖面图。

但是，老坝的地基条件一般说来不同于新坝。老坝与地基相关连的其它稳定性问题，只能作为新坝的参考，不能够取代新坝的全部勘察工作。

（二）关于尾矿分类

从选矿的观点所作的尾矿分类，显然不能适应工程地质工作。如果按地基分类法，对于尾矿（尤其是尾矿土）就不很确切，因为尾矿的分类原则，应以颗粒组成为主。

因此采用冶金建筑研究总院建议的，以颗粒组成为依据的分类，但稍事修整，将五种尾矿砂归纳为四种，即：尾砾砂、尾粗砂、尾中砂、尾细砂；尾矿土仍保持原来的五种。这样修整后，大体上可与新近修订的地基规范中的土分类呈近似的对照。

（三）关于使用钻机的种类以及对取土器的要求

根据操作经验，为保证勘察工作质量，应地使用钻机的种类和取土器的主要规格给予规定。钻机种类的选择以保证下压力使能在尾矿堆积体中，从预定的深度顺利取样为主。以目前的品种而言，建议采用油压 600、油压 300 或汽车钻 DPP100。

各单位研制的取土器正在陆续投产，目前尚无完整的系列，只能规定其主要参数：面积比。按照湛江取土技术会议（1980）的要求，根据国内现有的材质及加工条件，此值不应大于 20%。关于样土的操作，规定用静力压入法。

（四）关于勘探工作量

1、通过勘探工作所取得的地质剖面图，应能够作为进行工程分析之用。故勘探线的一端应从坝前 30 米处开始，另一端应到达水边线。还应有少数勘探线向池内延伸，测出水下的地形断面，并取得水底的扰动土样，作分类定名试验。这样才能保证研究坝的稳定和渗流条件。

2、尾矿库的等级划分是参照了水工标准。水工的库容为 1 兆立米者为三级，属于中型。但是，这样的尾矿库是属于大型的。故在表 3.1.4、表 3.1.6 中，尾矿库一至三级划为上挡，四至五级为下挡。

3、根据勘探的经验数据，在表 3.1.4、表 3.1.6 中规定了勘探点的间距、深度等。但这都属于一般情况，如果设计单位有特殊要求则不受此限。

4、控制性勘探孔的深度是以能够查明各种地基稳定性问题为准，例如：软弱带、管涌、渗漏、岩溶等，不应受表 3.1.6 限制，后者仅是一般情况的参考值。

5、不能用静力触探孔取代钻孔。

（五）关于室内试验

1、室内试验这一章的内容是说明：当地质（或岩土）人员取土送到试验室时，要求试验室作那些试验项目，也包括试验室应向地质人员提供那些成果。

2、关于抗剪强度的部分，与国家各种规范相适应，规定以三轴试验为主。但在现场设置的试验间没有进行三轴试验的条件时，也还要进行直剪试验。

3、静三轴试验应采用与坝高相适应的侧压力。动三轴的液化部分不必采用大的侧压力，因液化都发生在浅层。动三轴的模量、阻尼部分所能采取的侧压力受到现有各种设备的条件限制，只能说：尽可能采用与坝高适应的较大的侧压力。

4、对于尾矿砂一般仍使用制备的样品进行试验。对于一至三级坝，宜使用高、低两种密度，以便于在实际应用中取值。对于四至五级坝，为简化工作量，可采用一种代表性的或平均的密度。无论采用那种密度，都应处于线性关系的范围（即相对密度 0.3~0.7）以内。

（六）关于工程分析

工程分析的主要内容是指进行了动三轴试验之后，不仅是把它们当作一堆死的数据提出来，而且还要进行活的运用：地震反应分析，它的成果是能指明坝的那些部位稳定、那些部位尚不稳定，需要加固。工程分析还包括渗流试验与降低浸润线的措施。在国外，这项工作属于岩土工程公司的业务范围。在国内则通常由研究院、所或高等院校承担。他们是把土的动力性质试验与相应的计算当作统一的环节来实现的。

根据我国现行的勘察设计体制，关于地震稳定性以及其它各方面的稳定性工程措施都是由设计院负责的。因此对工程分析这项业务的归属尚难确定。国内已有一些勘察院、所，沿袭研究院、所的模式，把土的动力性质试验与动力分析计算当作不可分割的一项业务开展了，并且已经在南芬铁矿等重要的尾矿坝工程中应用于实际。

根据这些情况，“工程分析”的内容暂不列入本规程。但还应考虑到现实，在报告书章节中，安排有工程分析，其下注明：当需要时，根据委托书，可以进行这项工作，包括地震稳定性分析，渗流分析等。

（七）关于用标准贯入试验确定砂土液化

在本规程附三中提到“工业与民用建筑抗震设计规程”中，用标准贯入试验的锤击数 N 值判断砂土液化的方法，适用于水平地面的情形。这种情形大体上可以认为相当于尾矿坝的沉积滩的部分。

我国的已建的尾矿坝大都具备有一段较长的干滩。已往地震时期观察到地喷砂冒水现象，往往发生在干滩末端近于水边的部位。因此用标准贯入试验锤击数判断液化的方法，对尾矿坝虽然有局限性，但仍然是有用的。

（1987 年 1 月 1 日起试行）

（七）尾矿设施施工及验收规程

关于发布《尾矿设施施工及验收规程》的通知

中色投字[1995]0641 号

由北京有色冶金设计研究总院主编的《尾矿设施施工及验收规程》，已通过审查。现批准《尾矿设施施工及验收规程》YS5418-95 为强制性行业标准，自 1996 年 4 月 1 日起施行。

中国有色金属工业总公司

1995 年 11 月 2 日

尾矿设施施工及验收规程

1 总 则

1.0.1 为统一尾矿设施施工及验收技术要求，确保施工安全和工程质量，促进技术进步，并为尾矿设施的顺利投产和长期安全运行奠定良好的基础，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于选矿厂规模 300t/d 及以上，或尾矿库等别为四等及以上的尾矿设施的施工及验收。其他的尾矿设施施工及验收可参照执行。

1.0.3 承担施工的单位，应具有相应的施工资质等级证书和营业许可证。

1.0.4 尾矿设施施工应按照施工图和本规程进行。当实际情况与设计不符需修改设计时，应取得设计单位的同意。

1.0.5 尾矿设施施工应按国家现行的有关法规做好环保、防火、防水、防尘和劳保安全工作。

1.0.6 尾矿设施施工应做好施工组织设计，合理安排施工顺序，并征得建设单位同意。

1.0.7 尾矿设施施工应对工地原有控制点进行复查和校核，补充不足部分，建立地面测量控制网。

1.0.8 尾矿设施施工中采用的材料、设备和构件，应符合设计要求和产品标准。

1.0.9 施工新技术的采用应经过试验和鉴定。对于重大施工新技术，应经审批方可实施。

1.0.10 尾矿设施施工中应建立技术档案。工程验收时，应具备施工原始记录、各种试验记录、隐蔽工程记录和质量检查记录等资料。

1.0.11 竣工工程应按国家基本建设管理办法及时组织验收，验收合格即可移交建设单位；验收前应由施工单位负责管理和维护。

1.0.12 尾矿设施施工及验收除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

2 初 期坝

2.1 一般规定

2.1.1 本章规定适用于尾矿库的碾压式土、石坝的施工及验收。

2.1.2 在编制施工组织设计时，应对施工导流进行规划，并考虑非常情况下的临时处理措施，确保工程及下游地区渡汛安全。施工期间，必须保证导流和泄水建(构)筑物的正常运行。

2.1.3 施工导流宜利用永久性排水设施。当采用共他临时导流设施时，应取得设计单位的同意，并在工程竣工前拆除或封堵，不得影响永久工程的质量与运行。

2.1.4 施工渡汛应根据尾矿库等别的施工阶段分别采用下列洪水标准：

a)从开工到临时导流设施封堵前的施工第一阶段，渡汛洪水标准按表 2.1.4-1 确定；

施工第一阶段洪水标准表　　表 2.1.4-1

尾矿库等别	II	III	IV	V
洪水重现期(a)	＞50	30～50	20～30	10～20

b)从临时导流设施封堵后到工程竣工的施工第二阶段，渡汛洪水标准按表 2.1.4-2 确定。

施工第二阶段洪水标准表　　表 2.1.4-2

尾矿库等别	II	III	IV	V
洪水重现期(a)	100 ～ 200	50～ 100	30～ 50	20～ 30

2.1.5 开工前，应坝轴线两端坝体以外不受施工、滑坡或爆破等影响的适当地点，设置永久性的测量标石，并标明桩号，架设标架。

2.1.6 坝的平面控制和高程控制，应符合国家现行的《碾压式土石坝施工技术规范》的规定。

2.2 坝基开挖及处理

2.2.1 开挖前，应将坝基范围内的树木、草皮、树根、乱石、坟墓及建筑物等全部清除。开挖后，应认真做好水井、泉眼、地道和洞穴的处理。对于不利于坝体稳定的淤泥、腐植土、泥炭层、坡积物、残积物、滑坡体和强风化岩石等均应按设计要求进行处理。

2.2.2 对有防渗要求的尾矿库，坝区范围内的工程地质钻孔、试坑等均应按工程地质布孔图逐一检查和处理。

2.2.3 坝基开挖过程中，当发现新的工程地质问题或与勘察结果有圈套出入时，应与设计单位共同研究处理措施。必要时，应进行补充勘察，修改设计。

2.2.4 开挖清理工作应在填筑前完成。不得边填筑边开挖。清出的杂土应全部运出坝外，堆放在指定的场地。开挖的坝基，在纵断面上不得出现台阶或大于 20° 的急剧变坡。

2.2.5 对于易风化、易崩解的岩土坝基，开挖后不能及时回填者，应留保护层。对岩基也可喷水泥砂浆或混凝土保护。

2.2.6 对于粘性土坝基，应在冻结前处理完毕，并预选填筑 1~2m 厚的坝体或采取其他防冻措施。

2.2.7 对于软粘土、湿陷性黄土、膨胀土、粉细砂中岩溶等特殊岩土的坝基，均应按设计要求认真处理，并符合国家现行有关标准和规范的规定。

2.3 筑坝材料控制

2.3.1 对各料场勘察报告和试验资料应进行认真核查。当发现与实际不符时，应及时提出，并与勘察、设计单位共同研究解决。当需改变筑坝材料时，应征得设计单位的同意。

2.3.2 对于已确定使用的料场，应设置若干固定基桩，并在地形图上标明位置。

2.3.3 规划料场的实际可开采总量时，应考虑料场的勘察精度、土料天然重度与坝体压实重度的差值以及开挖、运输、雨后坝面清理、坝面返工、削坡等损失。可开采总量与坝体填筑量之比宜为：土料 1.5~2；砂砾料 1.2~1.5；石料 1.3~1.5；砂、砾反滤料根据筛选有效方量确定，但不宜小于 2。

2.3.4 砂、砾反滤料宜在天然料场选用。当难以找到合适的天然料场时，可考虑采用人工砂，但其颗粒级配应符合设计要求，否则应进行筛选配制。

2.3.5 当粘性土料的天然含水量大于施工含水量的上限值时，应采取措施降低其含水量；小于施工含水量的下限值时，则应进行加水处理。

2.4 坝体填筑

2.4.1 坝体填筑应在坝基处理及隐蔽工程验收合格后进行。

2.4.2 坝体填筑前，应根据设计要求的压实干重度和施工采用的压实机具进行碾压实验，确定施工最优含水量、最佳铺土厚度和碾压遍数等压实参数。施工中应严格控制压实参数，压实机具的类型、规格不得随意再改，铺土不得超厚。

2.4.3 坝体填筑不应在填筑断面之内的岸坡上卸料。特殊情况下必须从岸坡上卸料时，应采取有效措施，做好岸坡和卸料场地的清理。

2.4.4 坝体各部位的填筑应按设计断面进行。上坝坝料种类、级配、含水量、超径颗粒、填筑部位以及相应的压实标准等，均应符合设计规定。不合格的坝料严禁上坝。

2.4.5 坝体碾压应沿平行坝轴线方向进行，不得垂直坝轴线方向碾压。分段碾压时，相邻两段交接带碾迹应彼此搭接，顺碾压方向搭接长度不应小于 0.3~0.5 米；垂直碾压方向搭接宽度应为 1~1.5。分段填筑时，各段土层之间应设立标志，上下层分段位置应错开。应防止漏压、欠压和过压。压实合格后方可铺筑上层新料。

2.4.6 粘性土料坝的施工应符合下列要求：

A)铺料与碾压应连续进行。当气候干燥，土层表面水分蒸发较快或需短时间停工时，其表面风干土层及铺料应经常洒水湿润，使含水量保持在控制范围以内；当需长时间停工时，应铺设保护层，复工时应仔细清除，经检查合格后始准填土。

B)向接缝的结合坡度不应大于 1:3，高差不宜大于 10 米。除高压缩性地基上的土坝外，可设置纵向接缝，但宜采用不同高度的斜坡和平台相间形式，平台间高差不宜大于 15 米。

C)坝体接缝坡面的处理，应配合填筑上升，陆续削坡，直到合格层为止。粘性土或砾质土的接合面削坡合格后，应边洒水，边刨毛，边铺土，边压实，并控制其含水。横向接缝当陡于 1:3 时，在接合处应采取专门措施压实，压实宽度不应小于 1~2 米，且距接合面 2 米以内不得用夯板夯实。

D)铺土时，上下游坝坡应留有削坡余量，并在铺筑护坡前按设计断面削坡。

E)雨季施工时，其填筑面可中内凸起，向上、下游倾斜。雨后填筑面应晾晒或清除，经检查合格后方可复工。应做好坝面保护，下雨及雨后不许践踏坝面，禁止车辆通行。

F)负温下施工时，应特别加强质量控制工作。铺土和碾压应采用快速作业，做好压实土层的防冻保温工作。压实时土料温度应在-1℃以上。当最低气温在-10℃以下，或 0℃以下且内速大于 10 米/秒时，应停止施工。填土中不得夹有冰雪。粘性土的含水量应略低于塑限；粒径小于 5 毫米的砂砾料，其含水量应小于 4%。严禁在接合面或接坡处有冻层、冰块存在。

2.4.7 堆石坝的施工应符合下列要求：

A)堆石和砂砾料等粗粒岩土的卸料高度不宜大于 2 米。当岩土颗粒产生离析时，应混合均匀。

B)堆石和砂砾料铺料后应充分加水。在无试验资料情况下，砂砾料的加水量宜为基填筑方量的 20%~40%。中、细砂的加水量，应按其最优含水量控制。堆石和砂砾料的加水，应在压实前进行一次，边均匀加水边碾压。对于软弱石料，碾压后也应适当洒水，尽量冲走岩粉。

C)堆石及其他坝壳纵、横向接合部位，应优先选用台阶收坡法。当无条件时，接缝的坡度不应大于其稳定坡度。与岸坡接合时，物料不得离析、架空，并应对边角处加强压实。

D)碾压堆石坝上下游坝坡铺料时，可不留削坡余量，只按设计断面留出块石护坡的厚度，边填筑，边整坡。

2.4.9 坝体、防渗体与坝基、岸坡、坝下埋管、齿墙的结合部位，应按设计要求认真处理，保证结合

质量。

2.4.10 填筑过程中，施工人员应保证观测仪表埋设与计量工作的正常进行，并保证埋设仪表和测量标志的完好。

2.5 反滤层铺筑

2.5.1 砂砾料反滤层铺筑应符合下列要求：

A)砂砾料的粒径、级配、不均匀系数、含泥量等，均应符合设计要求。加工好的反滤料，应经检验合格方可使用。

B)运输过程中，砂砾料应处于湿润状态，并防止杂物或不同规格的物料混入。

C)铺料应自下向上进行，不得从坡顶向下倾倒。

D)铺筑时，砂砾料应适当加水，相邻层面应拍打平整。铺料厚度应严格控制，当厚度较薄时，应采用人工铺筑，每 10 米宜设一个样板，并经常进行检查。

E)分段铺筑时，应做好接缝处各层之间的连接，使接缝层交清楚，不发生层间错位、折断、混杂。平面或斜面接头，均应为阶梯状，上层应比下层缩进一定宽度。在斜面上的横向接缝，尚应收成不小于 1:2 的斜皮。

F)不得在铺好的反滤层上自上向下滚石或其他物料，施工人员行走应铺跳板。

G)负温下施工时，砂砾料应呈松散状态，不应含有冻块，下雪天应停止铺筑，并妥善遮盖。雪后复工时应仔细清除积雪。

2.5.2 土工布反滤层铺筑应符合下列要求：

A)土工布铺设方向应符合设计要求。当施工需改变铺设方向时，应取得设计单位的同意。

B)土工布的幅间连接宜采用专用缝纫机和线进行。当采用手工缝合时，针距不得大于 20 毫米，且应缝合两道。幅间搭接宽度不应小于设计要求的最小宽度。

C)土工布嵌入坝基和岸坡齿槽内的结合部，应按设计要求认真做好，其回填土应用人工仔细夯实。

D)对已铺好的土工布应妥善加以保护，避免长时间曝晒，防止极细颗粒泥土堵塞孔隙。

E)按设计要求的颗粒级配及厚度做好上下部保护层。保护层铺料应按第 2.5.1 条的要求进行。

2.6 护坡砌筑

2.6.1 砌筑护坡前，坝坡应按设计断面进行削坡。

2.6.2 采用石料护坡时，石料的抗水性、抗冻性、抗压强度、几何尺寸等均应符合设计要求。砌筑护坡块石时，应认真挂线，自下而上，错缝竖砌，紧靠密实，塞垫稳固，大块封边，表面平整，注意美观，并不得破坏保护层。

2.6.3 采用草皮护坡时，应选用易生根、能蔓延、耐干旱的草类均匀铺植。不得采用白毛根草作草皮护坡。

2.7 观测设备设置

2.7.1 观测设备的设置应纳入施工计划，适时进行。共类型、规格、数量和设置位置等，均应符合设计规定。采用的观测设备性能应可靠，并应事先仔细检查、校定、编号。

2.7.2 表面变形观测标点的埋设，应在坝体填筑至规定高程时及时进行。观测用起测基点、工作基点应设在坝体轮廓之外，不碍施工，引测方便，易于保存，不受坝体沉降和其他影响，无岩溶及风化破碎的地带。固定觇标的设置应符合设计要求。

2.7.3 测压管的埋设，应按设计要求进行。

2.7.4 施工期间，对观测设备应采取有效保护措施，严防机械和人为损坏。当有损坏时，应及时补救或补设，并记录备查。规定施工期间应进行观测的项目，均应按时进行观测，及时整理分析资料。遇有异常情况，应立即通知设计单位及时研究处理。

2.7.5 所有观测设备的平面位置、设置高程、安装记录、回填土的检验试验和施工期观测记录，竣工后均应编制正式文件，经签字后移交建设单位。

2.8 质量控制及验收

2.8.1 坝基开挖及处理，应按设计和本规程第 2.2 节的有关规定进行认真检查。

2.8.2 料场质量应控制以下各项：

A)在规定的料场范围内开采，并将草皮、腐植土层清除干净；

B)坝料开采和加工方法符合规定；

C)坝料性质符合规定。粘性土、砾质土的现场含水量，除用手试估测外，尚应用烘干法测定。

2.8.3 反滤料铺筑前应取样检查颗粒级配和含泥量。当不符合设计要求时，应重新加工，并经检验合格后方可使用。

2.8.4 坝体填筑应运控制以下各项：

A)坝体各填筑部位的坝料质量符合要求；

B)铺土厚度、含水量、碾压机具规格重量及气胎压力等碾压参数符合要求；

C)无层间光面、剪刀破坏、弹簧土、漏压或欠压土层、裂缝等；

D)坝体与坝基、岸坡、刚性建筑物等的结合部及纵、横向接缝处的压实与施工质量符合要求；

E)清除与防渗体接触的岩面上的石粉、泥土及混凝土表面的乳皮等杂物，并涂刷浓泥浆或粘土水泥砂浆；

F)坝坡坡比符合要求；

G)雨季施工时，坝面表层松土应在雨前平整压实；雨后复工时，填筑面上土料的含水量符合要求；

H)负温下施工，坝基已压实土层无冻结现象；填筑面上无冰雪并有防冻措施。土料含水量符合要求，并无冻土和冻块。

2.8.5 坝体压实控制项目及取样试验次数应符合表 2.8.5 的规定。

坝体压实检查及取样试验次数　　表 2.8.5

坝料类别及部位		试验项目	取样试验次数
粘性土	碾压部位	干重度、含水量 结合层描述	每 200~400m^{3}1 次， 每座坝≥25 次
	边角夯实部位	干重度、含水量	每层 2~3 次，每座坝≥25 次
砾质土	碾压部位	干重度、含水量 砾石含量	每 200~400m^{3}1 次， 每座坝≥20 次
	边角夯实部位	干重度、含水量 砾石含量	每层 2~3 次，每座坝≥25 次
砂质料	碾压部位	干重度、含水量 砾石含量	每 200~400 m^{3}1 次， 每座坝≥10 次
	反滤层	颗粒级配、含泥	每层 50~100^{3}1 次，

	保护层	量	每层料≥5 次
堆 石		干重度、＞5mm 含量	每 2000~10000 $m^3$1 次，每座坝≥3 次

2.8.6 取样测定的干重度，其合格率不应小于 90%，不合格样的干重度不应小于设计值的 95%，且不得集中。

2.8.7 砂砾料反滤层或土工布保护层各层的局部厚度，不得小于设计厚度的 85%。

2.8.8 坝面护坡应控制以下各项：

A)块石、砌块、混凝土板的形状、尺寸和质量符合要求；

B)垫层的级配、厚度和压实质量符合要求；

C)砌筑方法、砌筑质量和护坡厚度符合要求；

D)当采用混凝土板时，排水孔设置符合要求。

2.8.9 工程验收应做好以下工作：

A） A） 工程接近完工时，施工单位应向建设单位提交交工通知书，并整理好下列交工资料和技术文件；

1)交工工程的施工说明和自检记录；

2)工程竣工图、隐蔽工程记录和照片；

3)建(构)筑物的各种试验、检验、施工测量和竣工测量成果；

4)材料、半成品、构件和设备的合格证；

5)质量事故处理资料；

6)设计变更通知书，合理化建议和材料代用资料；

B） B） 建设单位应组织施工、监理、设计等单位人员组成交工验收机构，进行工程验收，其职责为：

1）制定交工验收工作计划；

2）鉴定工程质量；

3）检查和验收交工技术资料；

4）处理交工验收中的有关问题；

5）签署交工验收证书；

6）做好交工验收阶段工作总结。

2.8.10 工程验收可按以下程序进行：

A)中间验收：按各分项工程竣工的先后依次进行验收。对于隐蔽工程应分段进行验收，前一段未经验收，不得开始下一段施工。

1）坝基和岸坡开挖及处理，齿槽开挖和清基；

2）坝体内永久性构筑物；

3）坝体；

4）观测设施。

B)交工验收：在全部工程完工后进行。验收时应进行下列工作：

1)审查第 2.8.9 条 A)款所列文件，并听取关于设计和施工情况的汇报；

2)复测坝顶标高及坝的内、外坡坡比；

3)检查竣工工程和隐蔽工程的质量，并作出结论；

4)对工程的遗留问题，提出处理意见并规定完成的期限，施工单位应认真处理，按期完成；

5)验收后，提出验收报告，并将第 2.8.9 条 A)款所列文件作为附件。

3 排水井

3.1 一般规定

3.1.1 本章规定适用于尾矿库的窗口式、框架式、砌块式和叠圈式钢筋混凝土排水井施工及验收。

3.1.2 排水井各部位用的钢筋、混凝土，应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀等要求。

3.2 井基开挖

3.2.1 排水井的基坑不得欠挖并应减少超挖，超挖值不宜大于 0.1 米。超挖部分应用强度等级不低于 C10 级的混凝土回填。

3.2.2 在岩基内采用爆破法开挖基坑时，应控制装药量，减少对外围基岩的破坏。

3.2.3 在非岩基内开挖基坑时，其边壁应按该土的稳定边坡放坡。当采用直立边壁时，应进行支撑加固。

3.2.4 在地下水位较高的地点，基坑应采取排水措施疏干。

3.2.5 当开挖后的地基与设计条件相差圈套，遇有软弱地基，有断裂或滑坡等不良地基时，应通知设计单位，共同研究解决。

3.3 井体浇注

3.3.1 浇筑排水井，特别是框架式排水井的混凝土时，应振捣密实，不得产生空洞、蜂窝麻面，并应加强养护。

3.3.2 井座出水口边缘剖面形状，应按设计要求施工。

3.3.3 砌块式排水井的预制砌块、叠圈式排水井的预制井圈、框架式排水井的预制井壁板以及井座封井盖板，应预制好，放在该井淹没范围以外的附近地方。平井壁板和封井平盖板，应有明显的正反面标志。

3.3.4 井的内、外爬梯在安装前应进行防腐处理。安装后，在混凝土未硬化前不得踩踏。

3.3.5 对于有抗酸、碱侵蚀要求的排水井，应按设计要求做好防腐处理。

3.3.6 排水井竣工后，应将消力坑清理干净，不得留有土石块、杂木和钢筋头等杂物。

3.4 质量控制及验收

3.4.1 基坑开挖后应按隐蔽工程进行认真检查和中间验收，合格后方可浇筑基础。

3.4.2 排水井井筒中心线的偏移量不应大于 10 毫米。高程的允许偏差为±10 毫米，井内径的允许偏差为±20 毫米。

3.4.3 窗口式排水井的窗口直径允许偏差为±3 毫米，层间间距允许偏差为±10 毫米。

3.4.4 框架式排水井立柱的偏移量不应大于井高的 1/1000，并不大于 20 毫米，各立柱间距离的允许偏差为±10 毫米。预制井壁板长度的允许偏差为±5 毫米，固定井壁板用预埋螺栓的间距允许偏差为±2 毫米。

3.4.5 交工验收应按本规程第 2.8.9 条的规定，同排水管(槽)一并进行.

4 排水管(槽)

4.1 一般规定

4.1.1 本章规定适用于尾矿库的钢筋混凝土排水管、排水斜槽的施工及验收。

4.1.2 排水管(槽)各部位用的钢筋、混凝土，应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性等要求。

4.2 管(槽)基开挖

4.2.1 排水管(槽)的基槽不得欠挖并应减少超挖，超挖值不宜大于 50 毫米。超挖部分应用强度等级不低于 C10 级的混凝土回填。

4.2.2 当开挖后的槽基与设计条件出入较大，遇有软弱地基，岩性不均，有断裂或滑坡等不良地基时，应通知设计单位，共同研究解决。

4.2.3 其余要求按本规程第 3.2.2~3.2.4 条的规定执行。

4.3 管(槽)浇筑

4.3.1 基槽开挖后，应仔细检查地基岩土有无岩性不均地段存在。当岩基内有局部土基存在时，应将土挖除，用强度等级不低于 C10 级的混凝土或 M10 砂浆砌 Mu30 块石回填，或进行加固处理。当土基内有局部基岩出露，且出露段长度小于 2 米时，应将出露基岩清除 1 米深，再用土回填夯实到设计标高；当出露段长度较长时，则应在岩性变化处增设沉降缝。

4.3.2 浇筑排水管(槽)混凝土时应仔细振捣，使管(槽)壁的混凝土饱满无蜂窝麻面。

4.3.3 排水管接头应按照设计要求进行施工，步骤如下：

A)按设计规定的每段管长分段施工，混凝土浇筑一次完成，不得留横向施工缝；

B)管的两端各留出长度稍大于预制套管宽度的接头段，先不浇筑管基，只浇筑管体，管间用止水带的管段，应同时埋入止水带的一翼；

C)将预制套管套进已浇筑管段的接头段；

D)按本条 B)款的要求浇筑另一段管，作好沉降缝及缝间止水；

E)将套管对中，套住两管的接头段，做好套管间隙的止水；

F)补浇两管接头段下的管基。

4.3.4 预制的排水斜槽盖板应有明显的正反面区别标志。按设计要求应在施工中加盖的斜槽段，应做好盖板间和盖板与槽壁间的止水。预制好的剩余盖板应沿线路放在斜槽的两侧；当放在斜槽上时，应有可靠的阻滑措施。

4.3.5 对于有抗酸、碱侵蚀要求的排水管(槽)，应做好内、外防腐处理。所用防腐材料应符合设计要求。

4.3.6 尾矿库内排水管(槽)两侧回填土，应用人工同时从两侧仔细分层回填夯实。夯实干重度不应小

于原土的 90%。

4.3.7 土坝内的排水管应按设计要求做好截水环。截水环间管段周围回填土应用人工仔细夯实，填至管顶以上 1 米，其干重度要求与坝体相同。

4.3.8 堆石坝内排水管的周围应填碎石保护，管体不得与坝体大块石直接接触。

4.3.9 尾矿库内排水管施工完毕并经验收后，管顶应用厚不小于 1 米的松土覆盖，或按设计要求覆盖其他松散物料。

4.4 质量控制及验收

4.4.1 管(槽)基开挖后，应按隐蔽工程进行认真检查和验收，验收合格后方可浇筑管(槽)基础。

4.4.2 管(槽)壁厚偏差不允许出现负值；孔径或断面尺寸允许偏差为±1%。

4.4.3 管(槽)敷设坡度的允许偏差为设计坡度的±10%。

4.4.4 交工验收应按本规程第 2.8.9 条的规定，同排水井一并进行。

5 排水隧洞

5.1 一般规定

5.1.1 本章规定适用于钻孔爆破施工的尾矿库排水平洞、竖洞和斜洞的施工及验收。洞倾角小于 6°时，可按平洞开挖的规定执行；倾角 6~45°时，可按斜洞开挖的规定执行；倾角大于 45°时，可按竖洞开挖的规定执行。

5.1.2 开挖及掘进过程中应做好以下工程地质工作：

A）A） 工程地质编录和测绘；

B）B） 分析影响洞口安全和洞室围岩稳定的不良地质现象，判明其对构筑物的影响程度，及时配合施工研究预防措施。

C）C） 进行工程地质、水文地质现象的观测及预报工作；

D）D） 对岩性有变化地段，应取样试验，核对原定的围岩分类类别；

E）E） 出现塌方时，分析原因，记录发生、发展过程及处理经过。

5.1.3 隧洞的贯通测量和平面、高程和控制要求应按国家现行的《水工建筑物地下开挖工程施工技术规范》执行。

5.1.4 围岩分类可按本规程附录 A 执行。

5.2 隧洞开挖与掘进

5.2.1 洞口开挖应符合下列要求：

A)开挖前，须对洞口岩体进行鉴定，确认稳定或采取措施后，方可开挖。

B)削坡应自上而下进行，严禁上下垂直作业。应做好危石清理，坡面加固，马道开挖及排水等工作。必要时尚应设防护棚，或在洞脸上部分设挡石栏栅。

C)洞口段开挖可采用全断面开挖，及时支护的方法。在Ⅳ、Ⅴ类围岩中，可选将附近一定范围的山体加固或浇筑明拱，然后开挖洞口。当洞口明挖量大或岩体稳定性差时，可利用施工支洞或导洞由内处外开挖。

D)洞口开挖宜在雨季之前完成。

5.2.2 平洞掘进应符合下列要求：

A)掘进方法应在保证安全和质量的前提下，根据围岩类别、断面尺寸、支护方式、工期要求、施工机械化程度和技术水平等因素选定。有条件时，应优先采用全断面掘进的方法。

B)在下列情况下掘进时，可采用预先贯通导洞法施工：

1)地质条件复杂，需进一步查清时；

2)为解决通风、排水和运输时；

3)断面大、长度短、机械化程度较低时；

4)经论证确有经济效益及不影响总工期时。

C)需要衬砌的长隧洞或在Ⅳ、Ⅴ类围岩中掘进时，掘进与衬砌应交叉或平行作业。

D)掘进不应欠挖，并应减少超挖，超挖值不宜大于 0.2 米。

E)定期检测中心线方向和高程。每次放炮后，均应进行规格检查。发现不符合质量要求时，应及时修正。

5.2.3 竖洞与斜洞的掘进方法，可根据其断面尺寸、深度、倾角、围岩特性和施工设备等条件选定。采用自上而下全断面开挖方法时，应符合下列规定。

A)锁好洞口，确保洞口稳定，防止洞台上杂物坠入洞内；

B)提升设施应有专门设计；

C)洞深超过 15 米时，人员上下宜采用提升设备；

D)涌水和淋水地段，应有防水、排水措施；

E)Ⅳ、Ⅴ类围岩地段，应及时支护，挖一段衬砌一段，或采用预灌浆方法加固岩体；

F)洞壁有不利的节理裂隙组合时，应及时进行锚固。

5.2.4 竖洞的施工应符合下列要求：

A)在钻孔精度能够满足要求的情况下，可以采用一次钻孔分段爆破成洞的方法。

B)在Ⅰ、Ⅱ类围岩中开挖小断面的竖洞，挖通导洞后可采用留渣法蹬渣作业，自下而上扩大开挖，最后随出渣随锚固洞壁。采用贯通导洞自上进行扩大开挖方法时，除应遵守第 5.2.3 条的规定外，尚应满足下列要求：

1)由洞周边至导洞口，应有适当的坡度，便于扒渣；

2)采取有效措施，防止石渣打坏洞底棚架，堵塞导洞和发生人员坠落事故。

5.2.5 斜洞的施工方法应根据实际情况选择。倾角小于 25° 的斜洞，可采用自上而下全断面开挖方法；倾角为 25~45° 的斜洞，可采用自下而上挖通导洞，自上而下扩大开挖的方法，并应有扒渣或溜渣措施。

5.2.6 施工支洞的设置应符合下列要求：

A)数量应根据隧洞布置、工程量、总进度、工程地质、地形、施工方法及机械化程度等因素确定。当需自内向外开挖或衬砌洞口时，可在洞口附近设置施工支洞。

B)布置应满足线路短，沿线工程地质条件好，通向洞口的运输线路工程量小，各支洞承担的工程量大体平衡，洞外有适当的弃渣场地并有条件布置临时设施，洞口高程满足相应的防洪标准等要求。

C)断面尺寸应满足支护、运输、各种管线布置及人行安全的要求。

D)线路与主洞宜正交。有条件时宜有 3‰左右向洞外的下坡坡度。

5.2.7 隧洞掘进钻孔爆破应符合下列要求：

A)采用光面爆破或预裂爆破技术，根据设计图纸、地质情况、爆破材料性能及钻孔机械等条件进行钻爆设计。爆破参数可通过试验或类比法确定，也可按本规程附录 B 选取。

B)钻孔质量应符合下列要求：

1)钻孔孔位应依据测量定出地中线、腰线及开挖轮廓线确定；

2)周边孔应在断面轮廓线上开孔，沿轮廓线调整的范围和掏槽孔的孔位允许偏差为±100mm。

3)炮孔的孔底，应落在爆破图所规定的平面上；

炮孔经检查合格后方可装药爆破。

C)爆破材料的运输、储存、加工、现场装药、联线、起爆及瞎炮处理，必须遵守国家现行爆破安全规程的有关规定。

D)爆破时人员应撤至飞石、有害气体和爆破冲击波的影响范围以外，且无落石威胁的安全地点。单向开挖时，安全地点至爆破工作面的距离不应少于 200 米；相向开挖的两个工作面相距 30 米放炮时，双方人员均须撤离工作面，相距 15 米时，应停止一方工作，单向开挖贯通。竖洞或斜洞单向自下而上开挖，距贯通面 5 米时，应自上而下贯通。

E)掘进面与衬砌面平行作业时的距离，应根据混凝土强度、围岩特性、爆破规模等因素确定，并不应小于 30 米。

5.2.8 隧洞出渣运输应符合下列要求：

A)石渣的堆放和利用，应综合考虑。弃渣场地应有足够的容量，不占或少占农田，不占用其他工程场地，不影响附近各种设施的安全，不堵塞河道恶化水流条件。

B)平洞出渣宜采用有轨运输方式，应使轨道紧跟开挖面、线路路基应稳定，并应经常养护。开挖断面容许时，宜采用装载机或挖掘机配自卸汽车的出渣方式，出渣道路行车路面宽度按所用设备型号和车型确定。当采用单车道时，应间隔适当距离设置错车道。道路的最大纵坡为 9%，最大纵坡限长 150 米，路面应保持平整和有良好的排水设施。

C)斜洞用卷扬机出渣时，应符合下列要求：

1)铺设大于 15° 的斜坡轨道，应有防止轨道下滑的措施；

2)轨道斜坡段与平段应以竖曲线连接，在竖曲线与平直段相接处应设倒坡，并在适当位置上设置能够控制的挡车装置；

3)牵引绳应与斜坡段轨道中心线一致，并用地滑轮承托；

4)车辆重车运行速度不应超过 2 米/秒；

5)斜坡道应设置人行道与安全扶手，人行道边缘与车辆外缘的距离不得小于 0.3 米。

D)竖洞采用吊罐出渣时，应符合下列要求：

1)洞深大于 40 米时，宜设吊罐导向装置和断绳保险装置；

2)吊罐升降限制速度为：

洞深在 40 米以内无导向装置时，不得超过 0.7 米/秒；

洞深 40~100 米，沿导向装置升降时，不得超过 1.5 米/秒；

洞深 100 米以上沿导向装置升降时，不得超过 3 米/秒；

3)提升设备应有防止过卷、过速、过电流和失电压等保险装置及可靠的制动系统，并加强维护检查工作。提升设施必须经鉴定验收后方可使用。

E)竖洞和斜洞运输，应有可靠的通讯和信号联系。信号应声光兼备。

F)竖洞内应设置人行爬梯，每隔 10~15 米设休息平台，爬梯应有护拦。

5.2.9 隧洞施工需要临时支护的地段，应根据地质条件、洞的结构、断面尺寸、开挖方法、围岩暴露时间等因素，做出支护设计。开挖与支护的间隔时间、施工顺序及相隔距离，应根据地质条件、爆破参数、支护类型等因素确定。应在围岩出现有害的松弛变形之前支护完毕。稳定性差的围岩，应先护后挖或支护紧跟工作面。

5.2.10 构架支撑应符合下列要求：

A)支撑应有足够的整体性，接头要牢固可靠，支撑柱基应放在平整的岩面上。每排支撑应保持在同一平面上，在平洞中应与洞轴线相垂直；各排之间应用剪力撑、水平撑及拉条连接。

B)在斜洞中架设支撑时，应挖出柱脚平台或加设垫梁。支撑和围岩之间，应用板、楔等木材塞紧，使柱脚与岩基结合稳固，应加设纵梁或斜撑防止其下滑。在倾角大于 30° 的斜洞中，支撑杆件连接宜用夹板；倾角大于 45° 时，支撑应采用框架结构；当斜洞倾角大于底板岩层的稳定坡角时，底板应加设底梁。

C)支撑应定期检查，发现杆件破裂、倾斜、扭曲、变形及其他异常症状时，应立即加固。

D)支撑拆除时，应采取可靠的安全措施。预计难以拆除的支撑，宜采用钢支撑，其位置应在衬砌断面以外，需侵占衬砌断面时，应取得设计单位的同意。

5.2.11 在不良地质地段掘进隧洞时，应符合下列要求：

A)在岩体松散、软弱、破碎、膨胀、多水、偏压、高压力及岩溶等地段中开挖洞室时，应勤检查观测，分析量测数据，查清地质构造，加强地质预报。在确保安全的前提下，制定切实可行的施工方案，做好排水，锁好洞口，浅钻孔，多循环，弱爆破，加强支护，尽早衬砌。在围岩变形显著、偏压、高应力及交叉口部位开挖时，除加强常规检查外，应对围岩进行监测。

B)在松散、破碎的岩体中开挖洞室，应尽量减少对围岩的扰动，宜采用先护后挖或边挖边护的方法。

C)在膨胀岩体中开挖洞室，可采用锚喷支护及时封闭，加强观测，适时做好永久衬砌。

D)在地下水活动较严重地段，宜采用排、堵、截、引的综合治理措施：

1)采用超前也探明地下水的活动规律，测定漏水量，防止突然暴涌；

2)截断补给来源，降低地下水位；

3)对围岩进行灌浆，降低其渗透性或形成帷幕阻水；

4)利用侧导洞、集水井或平行支洞排除地下水。

E)在岩溶地段开挖洞室时，应查明岩溶类型、溶蚀形态、充填及堆积物性质、分布范围及地下水的活动规律。开挖方法和处理措施可根据岩溶的规律、稳定程度，按下列原则确定：

1)穿过溶洞时，不应破坏其稳定性；

2)采用封堵、隔离、清除或支护方法处理溶洞中的危石；

3)对漏水通道，可采用弱透水材料回填或水泥灌浆封堵；

4)溶洞中的地下水，按本条 D)款处理。

F)采用预灌浆方法施工时，应符合下列规定：

1)预灌浆的范围、孔位布置、灌浆材料、灌浆压力及工艺要求等，应做出专门设计；

2)预灌浆的效果，可用单位吸水量和被胶结岩体的强度值检验；

3)灌浆后的开挖间隔时间，应根据灌浆目的和开挖跨度，通过试验确定；

4)采用分段灌浆时，其阻浆段的长度，应根据灌浆压力和效果确定。

5.2.12 发生塌方时，施工、设计和工程地质人员应及时查明塌方原因、规模及规律，提出处理方案。处理方案宜与永久支护结合，先加固好端部未破坏的支护或岩体，防止塌方范围的延伸和扩大；再按下列原则进行处理：

A)塌落物未将洞室堵塞时，应先护顶再清除石渣；

B)塌落物将洞室堵塞时，宜采用插杆、插板法，以小洞穿过塌体，然后衬护顶拱的方法，亦可采用预灌浆法施工；

C)冒顶塌方时，应先将地表陷落洞穴撑固或用不透水土壤夯填紧密，防止继续坍塌，陷穴四周应做好防雨及排水设施；

D)地下水活动强烈时，宜先治水后治塌。

5.3 隧洞衬砌

5.3.1 隧洞衬砌应在开挖与掘进验收合格后方可进行。

5.3.2 隧洞衬砌前，应根据围岩的工程地质编录和测绘资料核实原定工程地质参数。当原定参数与开挖后的实际情况有较大出入时，应及时通知设计单位验证设计或修改衬砌类型。

5.3.3 衬砌用的钢筋、混凝土应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、抗冻、抗侵蚀性的要求。

5.3.4 当采用混凝土衬砌时，应符合下列要求：

A)衬砌的纵向施工缝，庆设在衬砌结构拉应力及剪应力较小的部位，并应进行凿毛处理。

B)当施工需要先衬砌顶拱时，对于拱座反缝而应进行妥善处理；底拱、边壁和顶拱的环向施工缝不得错开。

C)无防渗要求的无压隧洞，其衬砌的环向施工缝可不设止水，混凝土可不凿毛处理，分布筋可不穿过缝面；有压隧洞和有防渗要求的无压隧洞，其衬砌的环向施工缝应采取必要的接缝处理措施。

D)采用止水带止水的衬砌分缝，应在浇筑每段隧洞端头部位的混凝土时及时埋入止水带一翼，并仔细振捣端头部位的混凝土。

E)衬砌完毕后，洞顶超挖部位应进行压力回填灌浆；边壁超挖部位应用碎石或混凝土填塞，并振压密实。

F)衬砌排水孔的构造及布置应符合设计要求。

5.3.5 当采用锚喷支护时，锚喷支护的类型应依据围岩特性、断面尺寸、施工方法等，通过现场应变观测确定。

5.3.6 喷射混凝土应符合下列要求：

A)材料及性能：宜选用不低于 425° 的普通硅酸盐水泥，采用中、粗砂，小石粒径为 5~15 毫米。对骨料的其他要求，应按国家现行的水工混凝土施工规范执行。混凝土强度等级不低于 C20 级，速凝剂初凝时间不大于 5 分钟，终凝时间不大于 10 分钟，水泥和砂石配合比按重量计为：1:4~1:4.5，砂率为 45%~55%，水灰比为 0.4~0.5，速凝剂掺量为水泥用量的 2%~4%。

B)工艺要求：喷射前，应将岩面冲洗干净，将软弱破碎岩石表面清扫干净。喷射作业应分区段进行，长度不宜超过 6 米。喷射顺序应自下而上。

C)一次喷射厚度：边墙 40~60 毫米，拱部 20~40 毫米。喷射 2~4 小时后，应洒水养护 7~14 天；后一次喷射应在前一次混凝土终凝后进行。若终凝后 1 小时以上再次喷射，应用风、水清洗混凝土表面。

D)敷设金属网或钢筋时，应随岩面敷设，其间隙不宜小于 30 毫米；金属网格尺寸宜为 200mm×200mm~300mm×300mm，钢筋直径宜为 4~10 毫米，金属网与锚杆联结应牢固。

E)混凝土喷射后至下一循环放炮的时间，应通过试验确定，不宜小于 4 小时。放炮后应对混凝土进行检查，当出现裂纹时，应调整放炮间隔时间或爆破参数。

F)正常情况下的回弹量，拱部为 20%~30%，边墙有 10%~20%。

5.3.7 锚杆应符合下列要求：

A)锚杆材料及类型选择：宜选用Ⅱ级钢或Ⅰ级钢。应优先采用钢筋砂浆锚杆，亦可根据施工条件选用楔缝式、胀壳式或树脂锚杆等类型。

B)锚杆参数及布置：

1)锚杆直径宜为 16~25 毫米。系统锚杆锚入深度为 1.5~3.5 米，其间距为锚入深度的 1/2，但不得大于 1.5 米。单根锚杆锚固力不应低于 50kN。局部布置的锚杆，须锚入稳定岩体，其深度和间距根据实际情况而定。大于 5 米的深孔锚杆和预应力锚索，应做出专门设计。

2)锚杆布置应与岩体主要结构面成较大的角度。当结构面不明显时，可与周边轮廓线垂直。

3)楔缝式锚杆安装后 24 小时应再次紧固，并定期检查其工作状态。

4)为防止洞内掉块，锚杆间可用钢筋、型钢或金属网联结，其网络尺寸宜为 50mm×50~80mm×80mm。

C)砂浆锚杆：

1)砂浆：宜用中细砂，最大粒径不大于 3 毫米；水泥宜用标号大于 425 号普通硅酸盐水泥；水泥和砂之重量比宜为 1:1~1:2，水灰比宜为 0.38~0.45；

2)安设工艺：钻孔布置应符合设计要求，孔位偏差不大于 200 毫米，孔深偏差不大于 50 毫米；注浆前，应用高压风、水冲洗干净；砂浆应拌合均匀，随拌随用；应用注浆器注浆，浆液应填塞饱满；安设后应避免碰撞。

5.3.8 有抗酸、碱侵蚀要求的隧洞，应做好防腐处理或采用耐酸、碱特种水泥拌和的混凝土浇筑衬砌。

5.3.9 不衬砌隧洞的底部，应用混凝土抹平。

5.4 供电、给排水与劳动卫生

5.4.1 洞内供电应符合下列要求：

A)动力线与照明线宜分别架设。动力设备应采用三相 380V；非作业地段照明可用 220V；导洞、主洞开挖、支护工作面的工作灯，应采用 36V 或 24V；使用投光灯照明可用 220V，但应经常检查灯具和电缆的绝缘性能。

B)位置固定的动力与照明线路，应采用绝缘良好的导线固定在磁瓶上，严禁使用裸导线；工作面附近的临时动力与照明线，应使用防水与绝缘性能良好的胶质电缆。

C)洞内照明应采用防水灯光，淋水地段应用防水灯罩。

5.4.2 洞内给排水应符合下列要求：

A)给水水源应可靠，水质应符合饮用水要求。工作面水压应满足风动机具的要求且不小于 300kPa。若水压不够时，可设加压装置。

B)洞内工作面和运输道路路面不应积水。向上坡开挖隧洞时，应利用排水沟自流排水，排水沟须随工作面掘进而开凿，必要时可设置盖板；向下坡开挖隧洞时，可在适当地点设置集水井用水泵排水。

5.4.3 洞内供风应符合下列要求：

A)隧洞掘进需要的通风量，应按洞内工作的最多人数供给 $3m^3$/(人*min)的新鲜空气或按爆破后 20min 内将工作面的有害气体排出或冲淡至容许浓度的条件分别计算，取其最大值；计算通风量时的漏风系数可取 1.2~1.45。计算的通风量应按最大、最小容许风速和相应洞内温度所需的风速进行校核。工作面附近的最小风速不得低于 0.15m/s；最大风速不得超过 4m/s。

B)在自然通风难以满足要求时，应采用机械通风，通风系统应设专人负责运行、维护和管理。

C)采用风动凿岩时，工作面的风压，应满足风动机具的要求，并不得低于 500kPa。供风管路应铺设平顺，密封良好，并须经常检查、维护。空压机站宜设在洞口附近，并应有防火及降温、保温设施。空压机的容量，应按同时作业的各种风动机具组合的最大用风量确定，并适当计入风量损失。空压机站的备用容量，可为总容量的 30%，但不小于其中最大一台空压机的容量。

5.4.4 洞内防尘应采用湿式凿岩。加强通风和排尘，出渣前宜用水淋透石渣，并做好个人防护。

5.4.5 作业地点的噪声水平不得超过 90dB(A)，超过时应采取消声、隔音措施。

5.5 质量控制及验收

5.5.1 光面爆破及预裂爆破的效果，应达到下列要求：

A)残留炮孔痕迹，应在开挖轮廓面上均匀分布；炮孔痕迹保存率对于硬岩不宜小于 80%，中硬岩不宜小于 70%，软岩不宜小于 50%。

B)相邻两孔间的岩面平整，孔壁不应有明显的爆震裂隙。

C)相邻两茬炮之间的台阶或预裂爆破孔的最大外斜值，不应大于 200 毫米。

D)预裂爆破的预裂缝宽度，不宜小于 5 米。

E)径向超挖值和开挖岩面的起伏差应小于 200 毫米。

5.5.2 隧洞掘进完工后，在进行衬砌以前应进行中间验收。

5.5.3 隧洞衬砌断面尺寸允许偏差为±2%，衬砌厚度偏差不应出现负值，底部坡度允许偏差为设计坡度的±10%，并不得出现平坡和反坡。

5.5.4 隧洞衬砌施工除应取混凝土试块进行有关试验外，尚应对已完工衬砌进行现场强度检验，其值不得低于设计强度的 95%。

5.5.5 喷射混凝土质量标准应符合下列要求：

A)喷射厚度应满足设计要求。每工作班应取一组试样，当材料或配合比改变时，应增取一组；每组三个试块，宜采用切割法取样，取样要均匀。平均抗压强度不应低于设计强度，任一组试样的抗压强度的平均值不应低于设计强度的 85%。

B)表面应平整，无平斑、疏松、脱空、裂隙、露筋等现象。当出现上述情况时，应采取补救措施。

5.5.6 锚杆锚固力应抽样检查，每 300 根锚杆为一组，当围岩条件或原材料变更时须另做一组，每组抽取得根，抽样率不得少于 1%，其平均值不得低于设计值，任意一组试件的平均值不得低于设计值的 90%；施工中，应对其孔位、孔向、孔径、孔深、洗孔质量、浆液性能及灌入密实度等分项进行检查。

5.5.7 交工验收时，施工单位除应提交本规程第 2.8.9 条 a)款所列资料外，尚应提交隧洞施工过程中各项测量结果及工程地质素描图等资料。

6 溢洪道

6.1 一般规定

6.1.1 本章规定适用于坝侧岸坡正堰式溢洪道、侧堰式溢洪道及截洪沟等于敞式泄水通道的施工及验收。

6.1.2 溢洪道衬砌用的水泥、块石、混凝土和钢筋应符合设计规定的强度要求。混凝土尚应满足抗渗、

抗冻、抗侵蚀性的要求。

6.2 溢洪道开挖

6.2.1 溢洪道开挖不应欠挖。开挖边坡坡比应符合设计规定。当改变边坡坡比时，应征得设计单位同意。

6.2.2 高边坡开挖中，当发现有滑坡、塌方等不良工程地质现象时，应与设计单位共同研究，及时采取措施进行处理。

6.2.3 在岩基内爆破开挖不衬砌溢洪道时，宜采用光面爆破，并应控制装药量，尽量减少对外围基岩的破坏。

6.3 护面砌筑

6.3.1 基槽超挖部分，在砌护前应用强度等级不低于 C10 级的混凝土回填，并震捣密实。

6.3.2 块石、混凝土砌块护面的砌筑应按本规程第 2.6.2 条的要求进行。护面用的石块应满足块度的要求，当设计未作规定时，其边长不应小于 300 毫米，厚度不应小于 200 毫米。

6.3.3 混凝土护面浇筑应仔细振捣，表面应平整，无蜂窝麻面。

6.3.4 护面砌筑应按设计要求做好施工缝、沉降缝、齿墙、垫层和排水孔。

6.4 质量控制及验收

6.4.1 对基槽开挖质量进行检查并中间验收。其质量要求为：岩面起伏差应小于 150 毫米，围岩不应有明显可见的爆破裂隙。

6.4.2 有砌护的溢洪道，其表面应平整，砌护厚度不应出现负误差。浆砌块石护面不得有薄片片石铺于表面，缝间砂浆应饱满。混凝土护面应振捣密实，无蜂窝麻面，表面无裂缝。

6.4.3 溢洪道断面尺寸允许偏差为±3%；纵向坡度允许偏差为设计坡度的±10%。

6.4.4 交工验收应按本规程第 2.8.9 条的规定进行。

7 尾矿管(槽)与回水管(槽)

7.1 一般规定

7.1.1 本章规定适用于尾矿输送和回水的明设管道或流槽的施工及验收。埋设的尾矿和回水管道的施工及验收可按国家现行有关工业管道工程的施工及验收规范执行。

7.1.2 管(槽)线路的测量，应符合下列要求：

A)固定水准点的精度，不应低于四等。

B)沿管(槽)线路应设临时水准点，并用水准导线同固定水准点连接。

C)测定管(槽)线路的中心线和转角，必要时，并应测量有关的建筑物、构筑物及连接点的位置和标高。

D)管(槽)线路同原有地下管线、电缆及其他构筑物交叉处，应在地面上设立专门标志。

E)定线测量应作记录，并记载所有水准点和连接线。

7.1.3 尾矿输送和回水所用管子及配件的规格、数量和质量，均应符合国家现行标准和设计的要求，并有产品合格证。

7.1.4 在运输过程中容易损坏的铸铁管、非金属管及其配件等，装卸过程中应防止剧烈振荡和碰撞。使用前应作外观检查，必要时应进行试验。不得使用破损、变形的管子和管件。

7.2 管(槽)基挖填

7.2.1 管(槽)路基土方工程宜采用机械化、半机械化或改良工具施工，并根据条件合理选择机械设备，采用先进的施工方法。

7.2.2 路堑开挖应符合下列要求：

A)不允许挖至堑底设计标高以下。当有局部超挖时，应用原土或碎石土填补并夯实至接近天然密实度。用机械开挖路堑时，堑底应留出 0.1~0.2 米厚的土层暂不挖除，待铺管、筑槽时再用人工清理至设计标高。

B)堑底有不能清除的大石块时，应将其上部爆破清除，然后铺一层厚度不小于 0.3 米的原土，整平夯实。

C)路堑开挖坡和路堤填方边坡坡比不应陡于设计要求值。路堑开挖底宽和路堤填筑顶宽应符合设计规定。

D)开挖高边坡路堑中，当遇有不良工程地质现象时，应与设计单位研究解决办法，进行处理。

E)当开挖路堑遇有地下管道、电缆或构筑物时，应妥善保护，不得损坏；当遇有文物古迹时，应及时与文物管理单位取得联系。

7.2.3 路堤填筑应符合下列要求：

A)路堤填方为粘性土料时，应控制其含水量，并按设计要求分层回填压实；当为非粘性土时，则应视其天然含水量适当晒水，并分层回填压实。分层压实的铺土厚度当设计未作要求时，用机械压实宜大于 0.5 米，用人工夯实宜不大于 0.3 米。

B)沿坡比大于 1∶5 的山坡填筑路堤时，应视坡长将坡面清理成一个或多个台阶。

C)路堤内没有排水涵管(洞)的部位，须用人工从两侧同时填土压实，至管(洞)顶以上 0.5 米再用机械压实。

7.3 管道铺设

7.3.1 管道应在路基标高和质量检查合格后方可铺设。

7.3.2 铺设管道前，应逐段清除管内积物。安装管道时，应采用可靠的吊具。吊装非金属管道或已做好防腐层的管道时，应采用软吊带或不损坏防腐层及保护层的装置，平稳下放，不得与管基相撞击。严禁将管道从上往下自由滚落。

7.3.3 稳管时，每根管子都应仔细对中，管底应与各垫墩紧密接触。管段的坡度应符合设计要求。

7.3.4 钢管安装应符合下列要求：

A)采用焊接联结时，壁厚在 5 毫米以上的管道，其对口焊接接口的端部应有 30~35° 的坡口，靠里皮边缘上应留有 1~2 毫米厚的钝边。坡口可用机械或气焊加工，气焊加工的渣屑应清除，不平处应打磨平整。两管对口轴向间隙，当管壁厚度为 3~5 毫米时为 1~1.5 毫米；管壁厚度为 5~9 毫米时为 1.5~2 毫米；管壁厚度 9 毫米以上时为 2~3 毫米。直缝焊接钢管对口焊接时，其纵向焊缝应互相错开不小于 100 毫米。

B)采用柔性接头联结时，其短管与钢管的焊接，应保证同心度良好，周边外壁不出现台阶。安装柔性接头时，应视当时的气温高低确定管道插入接头的长度；气温低时插入量少；气温高时插入量多，设计有规定时，应按设计要求施工。

C)采用法兰联结时，法兰面应与管道中心线垂直，接口的两个法兰面应互相平行。法兰垫圈的厚度，设计无规定时，橡胶石棉垫圈或纤维垫圈不应大于 3 毫米，橡胶垫圈的厚度为 3~5 毫米。垫圈的内径应与管子内径相适，外径应与螺栓相接触。法兰接口不得埋在土中，应安设在检查井中或地沟内，特殊情况下必须埋在土中时，应采取适当保护措施。

D)安装带有法兰的阀件和管件时，应防止生产附加拉应力。法兰上的螺栓应以圆心为准，对称地逐渐拧紧。所有螺母应在法兰的同一面上。邻近法兰的一侧或两侧接口，应在法兰的所有螺栓拧紧后方可连接。

E)碳素钢管热弯时，其加热温度不得低于 700℃，亦不得高于 1050℃；不应产生皱纹。弯曲起点至接口的距离，不应小于管子直径，并不应小于 100 毫米。

F)架空管道应同支架、支墩紧密接触，不得留有空隙。管道接口距支架、支墩边缘不应小于 50 毫米。

7.3.5 铸铁管安装应符合下列要求：

A)铺设前，应清除承口内部及插口外部的铸砂、飞刺和沥青块等，多余的沥青，可用氧气、喷灯等烤掉。应用小锤轻轻敲打铸铁管，检查有无裂缝。

B)沿直线铺设时，管子接口的环形间隙应保持均匀；沿曲线铺设时，管径不大于 500 毫米的管道，每个接口允许有 2° 转角，管径大于 500 毫米的管道，允许有 1° 转角。

C)对口的最小轴向间隙，应根据管子长度和施工时的气温而定，但不得小于 3 毫米；最大轴向间隙应符合表 7.3.5 的要求。

管道对口最大轴向间隙　　表 7.3.5

管径(mm)	直线铺设时(mm)	曲线铺设时(mm)
75	4	5
100~250	5	7~13
300~500	6	14~20
600~700	7	20~30

D)管道接口采用圆形橡胶圈作密封材料时，应符合下列要求：

1)橡胶圈不应有气孔、裂缝、重皮和老化等缺陷，其性能应符合下列要求：

邵氏硬度　　45~55 度；

伸长率　　≥500%；

拉断强度　　≥16Mpa；

永久变形　　＜20%；

老化系数　　＞0.8(70℃，144h 时)；

橡胶圈内径与管子插口外径之比 0.85~0.9；

断面直径压缩率　　40%~50%；

2)橡胶圈应保存在温度为 0~40℃的棚，室内，不宜长期受日光照射，离热源的距离不应小于 1 米；不得同能溶解橡胶的油类、苯等溶剂以及对橡胶有损害的酸、碱、盐、二硫化碳等物质存放在一起，更不得与以上物质接触；

3)橡胶圈在运输及保存中，不应使其长期受挤压；

4)负温度下安装橡胶圈时，应采取防冻措施，不得使用冻硬的橡胶圈。

E)管道接口采用油麻作密封材料时，应符合下列要求：

1)用较长纤维无麻皮的麻，浸泡于 5%沥青加 95%汽油组成的石油沥青溶液内，经晾干后使用；

2)将油麻拧成直径为接口间隙 1.5 倍的麻辫填入，每圈麻辫应互相搭接 0.1~0.5 米。麻辫应仔细打紧，打好的麻辫深度不应超过三角凹槽的内边。

F)管道接口采用石棉水泥或膨胀水泥作密封材料时，应符合下列要求：

1)石棉水泥接口所用水泥标号不低于 425 号，石棉应为四级，无杂质硬块，干燥松散，当石棉低于四级时，应用 1.6 毫米筛网过筛，使用筛上部分。石棉水泥重量配合比为：水泥 70%~80%，石棉 30%~20%，水 10%~12%，亦可通过试验确定。

2)石棉水泥接口的填灰深度应为接口深度的 1/2~2/3。干石棉水泥应在填打接口前加水拌合，拌好的石棉水泥应在水泥初凝时间内用完。填打时，应从下往上填灰，分层填打，每层至少两遍。打好后的接口表面应平整，并应湿养护 1~2 天。

3)膨胀水泥接口应配比准确，及时使用，分层捣实，压平表面，表面凹入承口边缘 1~2 毫米，并应及时充分湿养护。

7.3.6 管道防腐处理应符合下列要求：

A)采用的防腐材料有出石合格证和使用说明；防腐材料配比应符合使用说明书的规定；

B)防腐前应认真除锈；

C)防腐层底、面漆的种类、涂刷遍数和厚度符合要求；

D)非金属管道使用的金属连接管件，安装前应按金属管道防腐规定进行处理；

E)防腐层所有缺陷和安装、检查中损坏的部位，应彻底修补。

7.3.7 管道安装和铺设暂时中断时，应用塞子或堵板将管口封闭。

7.3.8 管道挡墩和镇墩不应建在松土上。挡墩背后应同原土紧密接触。

7.3.9 管道支架、支墩的安装位置应准确，平面上允许偏差不得超过 10 毫米。

7.4 管道试压

7.4.1 压力管道应在外观检查合格后进行试压。管道试压应用水进行。

7.4.2 管道试压所用的压力表，其精度不应低于 1.5 级，刻度上限值宜为试验压力的 1.3~1.5 倍。试验前应经过检验校正。

7.4.3 压力管道试验管段的长度不宜大于 1km；非金属压力管道试验段的长度宜短些。试验管段上不得装有安全阀、放气阀等。所有敞露管口都应封闭。

7.4.4 管道内充满水后，经过 24h 方可进行水压试验。试验前，应对试压设备、压力表、连接管、排气管、进水管等加以检查，必须保持系统的严密性并排尽管道内的空气。

7.4.5 管道试压压力应符合下列规定：

A)钢管管道试验压力应为工作压力加 500kPa 时，并不小于 900kPa。

B)铸铁管管道试验压力，江工作压力小于 500kPa 时，应为工作压力的 2 倍；当工作压力大于 500kPa 时，应为工作压力加 500kPa；

C)非金属管道的试验压力，当工作压力小于 600kPa 时，应为工作压力的 1.5 倍；当工作压力大于 600kPa 时，应为工作压力加 300kPa。

7.4.6 水压试验时，应先升至试验压力，观测 10min。当压降不大于 50kPa 时，且管子、管道附件和接口未发生破坏时，即可将压力降至工作压力，进行外观检查，无渗漏现象即认为试验合格。

7.4.7 管道试压合格后，两管段之间的接口，应指派有经验的技工焊接，并留待通水时检查。

7.5 流槽砌筑

7.5.1 流槽砌筑用的砖、石、水泥、混凝土和钢筋的标号或强度等级应符合设计的要求。流槽应在路基标高和质量检查合格后方可砌筑。

7.5.2 砖、石流槽砌体的内表面应平整，砌缝砂浆应饱满。砖砌体的灰缝宽度，在直线段不应大于 10mm；在曲线段，其内面不应大于 6mm，外面不应大于 13mm。抹面前，应将灰缝清扫干净，表面应抹光滑。

7.5.3 浇筑流槽混凝土、钢筋混凝土时，应振捣密实，无蜂窝麻面。

7.5.4 钢筋混凝土流槽内壁设计留有磨耗层时，绑扎钢筋应留足保护层和磨耗层的厚度。

7.5.5 流槽衬板应选用完整无损者。铺砌时，下垫胶结层应饱满，板间对缝应严密、平整，不得出现台阶。采用组合式衬板时，侧板与衬板应错缝铺砌。

7.5.6 流槽应按设计规定的距离和构造要求，预留伸缩缝和沉降缝。

7.5.7 流槽盖板应有明显的正反面标记。

7.6 质量控制及验收

7.6.1 管道在验收前，应通水冲洗。冲洗水的流量和压力应按尾矿输送和回水系统内可能达到的最大流量和压力确定。

7.6.2 管(槽)质量应控制以下各项：

A)管(槽)、内衬、伸缩器、接头、井室和其他附属构筑物的外观符合要求；

B)管(槽)纵断面的标高和坡度符合要求；

C)压力管道的耐压强度和严密性符合要求；

D)流槽断面尺寸及砌筑质量符合要求。

7.6.3 管(槽)敷设坡度的允许偏差为设计坡度的±10%，并不得出现平坡或反坡。

7.6.4 流槽净断面尺寸的允许偏差为设计尺寸的±2%；槽壁壁厚偏差不应出现负值。

7.6.5 铸铁管承插接口环形间隙的允许偏差应符合表 7.6.5 的要求。

接口环形间隙允许偏差表　　表 6.5

管径(mm)	标准环形间隙(mm)	允许偏差(mm)
75~200	10	+3~-2
250~450	11	+4~-2
500	12	+4~-2

7.6.6 钢管弯制的个别起伏不平处，其高度对于 DN≤125mm 管，不应大于 4mm；对于 DN≤200mm 管，不应大于 5mm；对于 DN≤40mm 管，不应大于 7mm。

7.6.7 防腐层应进行下列各项检查和试验：

A)外观检查：按工序进行，包括净管、各层防腐层的涂布质量。各层间应无气孔、裂缝、凸瘤和落入杂物等缺陷。

B)厚度检查：沿管长至少每 100m 检查一处；每处沿管周至少检查 4 点。其他地方当有必要时，亦应同样进行检查。厚度允许偏小值为 0.3mm。

C)必要时用火花检验器检查绝缘性能，使用电压 12kV。

D)粘接力试验：每隔 500m 检查一处，在防腐层上切一夹角为 45~60° 的切口，并从尖角撕开，防腐层

不应成层剥落。

7.6.8 验收管(槽)及构筑物时，除应按本规程第 2.8.9 条 a)款的规定进行外，尚应提交管道系统的焊口试验记录、试压记录和管(槽)系统的标高、坡度测量等资料。

8 尾矿泵站与回水泵站

8.1 一般规定

8.1.1 本章规定适用于尾矿输送的地上式、半地下式、地下式矿浆泵站以及回水用的固定式、移动式水泵站的设备和管道的施工及验收。泵站的土建、供电、照明、通讯、仪表和通风的施工及验收按国家现行有关标准、规范的规定执行。

8.1.2 泵站内所用设备、阀门、管件及计量仪表均应符合设计要求，并应有产品说明书和合格证。

8.1.3 在转运、吊装过程中，不得损坏设备及其附件。在安装过程中应妥善保管好注油壶、铭牌、三阀、地脚螺钉、垫圈等小附件，不得遗失。

8.2 设备安装

8.2.1 设备安装前，应根据设备尺寸复核基础地脚螺栓预留孔的位置，预埋地脚螺栓。

8.2.2 砂泵、水泵等设备的安装，庆平整牢固。确保泵体和电机或液力耦合器轴的准确对中或传动皮带轮的对位。各条 皮带安装应松紧适度、同一。设备附件及仪表应齐全、完好。

8.2.3 设备安装完毕后，对每台设备均应进行检查、试压、无负荷试车。

8.2.4 设备负荷试验，在额定负荷下运转 8 小时，轴承温升不得超过 35℃，轴承最高温度不得超过 75℃。

8.3 管道安装

8.3.1 泵站内的管道安装，除应符合本规程第 7.1、7.3 节的有关规定外，尚应符合以下要求：

A)管道焊接应符合国家现行《工业管道工程施工及验收规范》的规定；

B)管道支架、托架和吊架设备牢固，位置准确，与管道接触紧密，固定牢靠。

8.3.2 互通式布置的管道、管件和阀门的安装应平顺自然，不得扭曲产生附加应力。

8.3.3 管道试压可按本规程第 7.4 节的有关规定进行。

8.3.4 泵站内的矿浆管道、水封水管道、真空泵管道，应按设计要求涂刷不同颜色的防腐漆。

8.4 质量控制及验收

8.4.1 设备安装允许偏差和检验方法应符合下列要求：

A)泵轴水平度：0.1mm/m。在联轴器互相垂直位置上，用水平仪、百分表或测微螺钉和塞尺检查。

B)联轴器同心度：轴向倾斜 0.8mm/m，径向位移 0.1mm/m。检验方法同上。

C)皮带轮宽中心平面位移：平皮带 1.5mm/m，三角皮带 1.0mm/m。在主、从动皮带轮端面，用拉线和尺量检查。

8.4.2 交工时，泵站内应打扫干净；泵站界内的场地应平整，杂物应清除。

8.4.3 交工验收除应按本规程第2.8.9条的规定进行外，尚应进行设备的单体试车和无负荷联动试车。

9 浓 缩池

9.0.1 本章规定适用于浓缩尾矿用的周边传动和中心传动式浓缩池设备和管道的施工及验收。其土建、供电、照明和仪表的验收按国家现行有关标准、规范的规定执行。

9.0.2 浓缩机的安装应按设备安装说明书的要求进行。

9.0.3 活动式溢流堰整周堰板的上沿，应调整至同一高程；固定式溢流堰的上沿应用水泥砂浆找平。堰顶高程的允许偏差为±1mm。

9.0.4 浓缩机的仪表、过载保护信号和报警装置应按设计要求安装齐全。仪表应装在便于观察的地方。

9.0.5 浓缩机安装完毕后，应按设计要求涂防腐漆。浓缩池的给矿、排矿及滚流水管道庆按本规程第7.3.6条的规定进行防腐处理。

9.0.6 浓缩机转动应平稳，其电压和电流指示应正常。

9.0.7 浓缩池交工前，应将其中的土、石、杂物清除干净。

9.0.8 交工验收除应按本规程第2.8.9条的规定进行外，尚应进行设备的单体无负荷试车。

（八） 选 矿 安 全 规 程

自 2000-12-1 起执行

目次

前言

1 范围

2 引用标准

3 定义

4 管理

5 厂址选址及厂区布置

6 基本规定

7 工艺

8 尾矿设施

9 运输与起重

10 电气安全

11 防火

12 工业卫生

前 言

本标准以中华人民共和国原冶金工业部1988年3月12日颁布实施的《选矿安全规程》为基础，增补了“范围”、“引用标准”、“定义”、“防火”和“工业卫生”等部分，涵盖了化工、建材等行业选矿厂所特有的内容，而且在总体内容上也作了较大的充实，是全国统一的选矿安全标准。

本标准实施之后，各行业应根据本标准的规定，对所颁布的原《选矿安全规程》作出修订或废止。

本标准由中华人民共和国国家经济贸易委员会安全生产局提出并归口。

本标准起草单位：冶金工业部安全环保研究院。

本标准参加起草单位：山东龙口市黄金矿冶公司。

本标准主要起草人：庞奇志、李文勇、王红汉、初元民、沈传平、李晓飞、张其中、曲欣、孙家寿、

张傲时、方和平。

1 范 围

本标准对选矿厂的厂址选择及厂区布置、选矿工艺和尾矿设施、运输、起重、电气、防火等的安全技术及工业卫生要求，作出了规定。

本标准适用于冶金（含有色）、化工、建材等行业的选矿厂。

部分采用选矿工艺的企业，亦可参照执行。

本标准不适用于选煤厂和核工业铀矿冶厂。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 146.1—1983 标准轨距铁路机车车辆限界

GB 146.2—1983 标准轨距铁路建筑限界

GB 4053.1—1993 固定式钢直梯安全技术条件

GB 4053.2—1993 固定式钢斜梯安全技术条件

GB 4053.3—1993 固定式工业防护栏杆安全技术条件

GB 4053.4—1993 固定式工业钢平台

GB 4387—1994 工业企业厂内铁路、道路运输安全规程

GB 4792—1984 放射卫生防护基本标准

GB 5749—1985 生活饮用水卫生标准

GB/T 6067—1985 起重机械安全规程

GB 6222—1986 工业企业煤气安全规程

GB 6722—1986 爆破安全规程

GB 8196—1987 机械设备防护罩安全要求

GB 8197—1987 防护屏安全要求

GB 8703—1988 辐射防护规定

GB 11806—1989 放射性物质安全运输规定

GB/T 14784—1993 带式输送机安全规范

GB 50053—1994 10kV 及以下变电所设计规范

GB 50070—1994 矿山电力设计规范

GBJ 12—1987 工业企业标准轨距铁路设计规范

GBJ 16—1987 建筑设计防火规范

GBJ 22—1987 厂矿道路设计规范

3 定 义

本标准采用下列定义。

3.1 选矿 ore dressing

利用不同矿物的物理、物理化学或化学性质上的差异，在特定的工艺设备条件下使矿石中的有用矿物与脉石矿物分离，或使共生的各种有用矿物彼此分离，得到一种或几种相对富集的有用矿物的作业过程。

3.2 选矿厂 ore dressing plant

包括具有独立法人的选矿厂和隶属于矿山企业的选矿车间，系指被用作或可以被用作选矿的土地、建筑物和作业场所。

4 管 理

4.1 选矿厂应建立、健全安全生产责任制。

4.2 厂部应设置安全机构或专职安全员，由厂长直接领导；车间应设置专职或兼职安全员；班组应设置兼职安全员。

专职安全员由学历不低于中等专业学校毕业（或具有同等学历）、具有必要的安全专业知识和安全工作经验、从事选矿厂专业工作 5 年以上并能经常下现场的人员担任。

4.3 建立、健全安全检查制度，厂每季至少检查一次，车间每月至少检查一次，对查出的问题应限期解决。

4.4 应开展安全生产宣传教育，普及安全知识和安全法规知识，加强技术业务培训，并对所有职工定期进行培训考核。

4.5 特种作业人员，应取得操作资格证书或执照，方可上岗。

4.6 新工人进厂应首先进行安全教育，经考试合格后，由熟练工人带领工作至少四个月，熟悉本工种

操作技术并经考核合格，方可独立工作。

对劳动、参观、实习人员，入厂前也应进行安全教育。

4.7 调换工种或脱离本岗位半年以上的人员，应重新进行岗位安全技术教育。采用新工艺、新技术、新设备时，应对有关人员进行专门培训。

4.8 应按规定向职工发放劳动防护用品。入厂人员，应按规定穿戴劳动防护用品。

4.9 危险区域应设照明和警示标志。

4.10 作业人员上班前不应饮酒或服用麻醉性药物，当班期间不应擅自离岗、换岗、脱岗。

4.11 对易燃易爆物品、有毒有害药剂、化验用药剂、放射性元素，应建立严格的贮存、发放、配制和使用制度，并指派专人管理，发现丢失应及时报告有关部门。

4.12 安全设施应与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。

4.13 发生伤亡或其他重大事故时，厂长或其代理人应立即到现场指挥组织抢救，采取有效措施，防止事故扩大。

有关事故的调查、报告、处理，应按国家有关规定执行。

5 厂址选择及厂区布置

5.1 厂址选择

5.1.1 选择厂址，应有完整的地形、工程地质、水文地质、地震、气象及环境影响评价等方面的资料作依据。

5.1.2 选择厂址，宜避开岩溶、流砂、淤泥、湿陷性黄土、断层、塌方、泥石流、滑坡等不良地质地段；否则，应采取可靠的安全措施。

5.1.3 厂址不应选择在地下采空区塌落界限和露天爆破危险区以内，也不应选择在炸药加工厂、爆破器材库及油库最小安全距离范围内。

5.1.4 厂址应避免选在地震断层带和基本烈度高于9度的地区;否则应按国家有关抗震规定进行设防。

5.1.5 厂址应避免洪水淹设。场地的设计标高，应高出当地计算水位0.5m以上。

5.1.6 在居民区建厂时，厂址应位于居民区常年最小风频方向的上风侧。在山区建厂时，应根据当地小区气象，确定厂区与居民区的位置。

5.1.7 选厂一般建构筑物地基土的承载力标准值，应大于150kPa；主要建构筑物地基土的承载力标准

值，应大于 250kPa。如地基土承载力不满足要求，应对地基进行妥善处理。

5.1.8 尾矿库应尽可能远离人口稠密区或有重要设施的地方，尾矿不应直接排入江、河、湖、海。

5.2 厂区布置

5.2.1 确定建构筑物位置时，应遵守下列规定：

——荷载较大的主要建筑物（破碎间、磨矿间、精矿仓等），布置在地质条件较好的地段。

——产生烟尘及有毒有害气体的车间，布置在厂区的边缘和不产生有毒有害气体的车间最小风频方向的上风侧；

——焙烧厂房及煤气发生站，布置在厂区最小风频方向的上风侧。

5.2.2 建构筑物之间的防火间距和消防车道的布置，应符合 GBJ 16 的有关规定。存放易燃易爆物品的仓库，应布置在建筑物最小风频方向的上风侧，及经常喷出火花和有明火火源的建筑物的最小风频方向的下风侧。

5.2.3 应设置通达厂房、仓库和可燃原料堆场的消防车道（也可利用交通运输道路），其宽度应不小于 3.5m。尽头式消防车道，应设回车道或不小于 12m×12m 的回车场

5.2.4 应避免将建构筑物的一部分布置在河滨或低洼处，而另一部分布置在高处。

5.2.5 厂内铁路、道路的布置，应符合 GB- 4387、GB-146.1、GB-146.2、GBJ-12 和 GBJ-22 的有关规定。

5.2.6 采用架空索道运输时，索道不应通过厂区、居民区；索道通过铁路和道路的上方时，应采取安全措施。

索道与高压线路交叉时，应执行国家有关规定。

5.2.7 浮选药剂库、油脂库到进风井、通风机扩散器的距离，应不小于下列规定：

贮药、油容积小于 $10m^3$，20m；

贮药、油容积 $10\sim50m^3$，30m；

贮药、油容积 $50\sim100m^3$，50m；

贮药、油容积大于 $100m^3$，80m。

6 基本规定

6.1 车间的楼板和地面，应有适当的坡度；楼板应设地漏，地面应设排水沟。

6.2 厂房应设地坪冲洗设施。冲洗厂房平台和通廊等的供水点，应按方便冲洗的原则布置，以间距不超过 30m 为宜。冲洗污水宜自流排泄，并在全厂标高最低处设置汇总污水池、排污泵站和相应的安全防护设施。

6.3 平台四周及孔洞周围，应砌筑不低于 100mm 的挡水围台；地沟应设间隙不大于 20mm 的铁篦盖板。

6.4 地下室及暗道应设置照明、水沟、水池及排污泵，且应定期检查。

6.5 布置在地震区的建构筑物，其抗震等级应符合国家有关规定。

6.6 厂房不宜布置悬臂结构；工艺布置须设悬臂结构时，悬臂长度应小于 2.0m，悬臂部分不应布置重量较大和振动较大的设备。

6.7 荷载较重和振动较大的设备，其基础不应坐落在平台上，而应坐落在地基上。操作平台有集中荷载时，应采取特殊加固措施。

6.8 长度超过 60m 的厂房，应设两个主要楼梯。主要通道的楼梯倾角，应不大于 45°；行人不频繁的楼梯倾角可达 60°。楼梯每个踏步上方的净空高度应不小于 2.2m。楼梯休息平台下的行人通道，净宽不应小于 2.0m。

6.9 厂房内主要操作通道宽度应不小于 1.5m，一般设备维护通道宽度应不小于 1.0m，通道净空高度应小于 2.0m。

6.10 通道的坡度达到 6°~12° 时，应加防滑条；坡度大于 12° 时，应设踏步。经常有水、油脂等易滑物质的地坪，应采取防滑措施。

6.11 高度超过 0.6m 的平台，周围应设栏杆；平台上的孔洞应设栏杆或盖板；必要时，平台边缘应设安全防护板。

6.12 天桥、通道及走梯，宜用花纹钢板制作。直梯、斜梯、栏杆及平台的制作，应分别符合 GB 4053.1、GB4053.2、GB4053.3 和 GB4053.4 的要求。

6.13 应定期检查、维护和清扫栏杆、平台和走梯。

6.14 走梯、通道的出入口，不应设于铁路和车辆通行频繁的地段；否则，应设置防护装置，并悬挂醒目的警告标志。

6.15 道口和有物体碰撞、坠落危险的地点，均应设醒目的警告标志和防护设施。

6.16 设备裸露的转动部分，应设防护罩或防护屏。防护罩、防护屏应分别符合 GB 8196、GB 8197 的

要求。

6.17 设备的开关和操作箱，应设在设备附近便于操作的位置。相互联系的设备开关和操作箱，宜集中放置。主要设备电机的安装高度，应便于操作人员检查、维护；如难以满足，应设局部操作平台。

6.18 厂内各类管线、溜槽，不应妨碍操作和行走。

6.19 高于 10m 的建筑物，屋顶如有可燃材料，应在室外安设离地 3m 宽度不小于 500mm 的固定式消防钢直梯。

6.20 屋面须检查或经常清灰的厂房，高度大于 6m 的，应设检修用固定式钢直梯；多层厂房两屋面高差大于 2m 的，应设直梯；房檐高大于 10m 的，应在檐边设防护栏杆，小于 10m 的，可设安全挂钩，挂钩间距应不大于 6m。

6.21 厂房应有足够的、供设备（部件）装配和检修用的场地。

6.22 设备的检修空间、通道应符合下列规定：

——根据检修部件的各种装卸方向、部件的大小和位置确定合理的检修空间，在检修空间范围内不应设置其他设备和构筑物；

——起重机吊运最大部件时，部件与固定设备、设施最大轮廓之间的净空尺寸，应不小于 400mm；

——用起重机吊装、检修的设备及部件，应布置在起重机吊钩能垂直起吊的空间范围内；

——检修用起重机的提升高度，应满足设备检修工作的需要；

——起重机提升设备及部件需要通过平台或墙壁的，平台或墙壁应设置吊运通道口，通道口周边与设备或部件的间隙不小于 300mm；

——设备吊装孔应设活动盖板或保护栏杆、且每层吊装孔设备进出的一边应做成活动栏杆；

——建筑物第二层及其以上的墙壁设有吊装拉门的，应在拉门处设高 1.05m 的隔墙或装设可拆卸的保护栏杆，起重梁伸出墙外应不大于 2m。

6.23 检修场地的梁板荷载，应按满荷载考虑；整体装配重型设备有可能出现集中荷载时，应采取加固措施。

6.24 检修设备的同时应检修安全装置和除尘设备，检修后应立即重新安装好，不得随意弃置。

6.25 设备大、中修后，应经厂（车间）主管技术负责人、主管安全负责人和设备使用者验收，不合格应返修。

6.26 检修设备应事先切断电源，用操作牌换电源牌，在操作箱上挂好“禁止开动”标志牌，方可开始作业。

6.27 在光线不足的场所或夜间进行检修，应有足够的照明。

6.28 多层作业或危险作业，应有专人监护，并采取防护措施。

6.29 浇灌锌合金时，现场不应有水，浇注件应干燥并预热到 80~120℃，雨天不应露天浇灌。

6.30 进行高处作业（包括 45° 以上的斜坡），应系安全带。

6.31 遇到 6 级以上大风时，不应进行露天高处作业。

7 工　艺

7.1 一般规定

7.1.1 运转设备的下列作业，应停车进行：

——处理故障；

——更换部件；

——局部调整设备部件；

——调整皮带松紧；

——清扫设备。

7.1.2 人员不应进入矿石流动空间。

7.1.3 人员进入停止运转的设备内部或上部，事前应用操作牌换电源牌，切断电源，锁上电源开关，挂上“有人作业，严禁合闸”的标志牌，并设专人监护。

7.1.4 原矿、精矿及尾矿的取样点，应设在便于取样、安全稳妥的位置。

7.2 破碎与筛分

7.2.1 停车处理固定格筛卡矿、粗破碎机棚矿（囤矿或过铁卡矿）以及进入机体检查处理故障时，应遵守下列规定：

——作业人员应系好安全带，其长度只限到作业点；

——设专人监护；

——进入机体前，预先处理矿槽壁上附着的矿块或有可能脱落的浮渣。

7.2.2 固定格筛和粗破碎机受矿槽的周围（给矿侧或翻车侧除外），以及螺旋分级机的槽体靠近磨矿

机的排矿端，均应设栏杆。

7.2.3 粗破碎机无给矿设备的，翻车机应在正常运转状态下翻矿，或按设备运转规程操作，不应在停车状态下翻矿。

7.2.4 用吊车吊大块矿石时，矿石应绑好挂牢，并由专人指挥缓慢起吊，吊物下不应有人。

7.2.5 需停机调整圆锥破碎机排矿口时，应先用铅锤或其他工具测定，然后停车和切断电源，方可进行调整。若须进入机内测定排矿口，应有必要的安全防护措施。

7.2.6 清理粗破碎机翻车场地积矿时，作业人员应系安全带，并应设专人监护。

7.2.7 处理颚式破碎机囤（堵）矿时，应首先处理给矿机头部的矿石，然后从上部进入处理；不应采取用盘车的方向处理或从排矿口下部向上处理。进入颚式破碎机进料口作业时，应系安全带，并设专人监护。

7.2.8 处理颚式破碎机下部漏斗堵塞时，应与上下作业岗位联系好，断开设备电源开关，并设专人监护。

7.2.9 干式筛分作业应有除尘设施，并在密封状态下工作。密封装置应有便于检修、观察的门洞。

7.2.10 筛子因超负荷被压住时，应先停车，然后以专用的器械压三角皮带处理，不应手持棍棒压三角皮带处理。

7.3 磨矿与分级

7.3.1 磨矿机两侧和轴瓦侧面，应有防护栏杆。磨矿机运转时，人员不应在运转筒体两侧和下部逗留或工作；并应经常观察人孔门是否严密，严防磨矿介质飞出伤人。封闭磨矿机人孔时，应确认磨矿机内无人，方可封闭。

7.3.2 检修、更换磨矿机衬板时，应事先固定滚筒，并确认机体内无脱落物，通风换气充分，温度适宜，方可进入。起重机的钩头不应进入机体内。

7.3.3 处理磨矿机漏浆或紧固筒体螺钉时，应固定滚筒；若磨矿机严重偏心，应首先消除偏心，然后进行处理。

7.3.4 球磨机“胀肚”时，应立即停止给料，然后按“前水闭，后水加，提高分级浓度降返砂”的原则处理。

7.3.5 用专门的钢斗给球磨机加球时，斗内钢球面应低于斗的上沿；用电磁盘给球磨机加球时，吸盘

下方不应有人；不应用布袋吊运钢球。

7.3.6 棒磨机添加磨矿介质，应停车进行。采用装棒机添加介质时，应事先检查装棒机的各部件，确认完好，方可进行。装棒机应有专人操作，应与起重机密切配合，并由专人指挥。

7.3.7 磨矿机停车超过 8 小时以上或检修更换衬板完毕，在无微拖设施的情况下，开车之前应用起重机盘车，盘车钢丝绳应事先经过检查；不应利用主电动机盘车。

7.3.8 检查泥勺机的勺嘴磨损情况时，作业人员应站在勺嘴运转方向的侧面，不应站在正面。

7.3.9 处理分级设备的返砂槽堵塞时，不应攀登在分级机、直线振动筛或其他设备上进行。

7.3.10 清除分级设备溢流除渣篦上的木屑等废渣时，不应站在除渣篦子上进行。

7.4 采砂

7.4.1 运作中的采砂船应浮态正常，船体稳定，倾角小于 0.5°。

7.4.2 采砂作业期间，在采砂船的首绳和边绳的岸上设置区内，不应进行其他作业。

过采区应采取防止滑坡、塌方和泥石流等灾害的措施。

7.4.3 采砂船各层甲板不应有未固定的物件，操作平台、梯楼、人行道应保持畅通。

7.4.4 不应随意增加采砂船载荷，人员不应聚集船体一侧或一端，无关人员不应上船。

7.4.5 采砂船的安全水位和最小采幅，应在设计中规定。采砂船工作时，干舷高不应小于 0.2m；采砂船过河时，河面标高与采池水面标高之差，不应大于 0.5m；采砂船过河段水位低于安全水位时，应筑坝提高水位，而不应采用超挖底板开拓法过河。

7.4.6 地表建筑物到采池边的距离，不应小于 30m；设备到采池边的距离，不应小于 5m；人员到采池边的距离，不应小于 2m。

7.4.7 采砂船作业时，在其回转半径范围内，一切人员和船只不应停留或经过。

7.4.8 动力电缆应保持绝缘良好；敷设在地表的部分，应有警戒标志；水上的部分应敷设在浮箱或木排上。

7.4.9 驾驶室各控制开关、仪表以及卷扬机行程开关，应灵敏可靠。长期未启用的或受潮的电机，应经电工测试绝缘良好，并征得电工同意方可开动。

7.4.10 在大风、大雾及洪水期间，除非有可靠的安全措施，不应行船和调船。

当风速超过 15m/s 时，应停车并采取防风措施；风速超过 20m/s 时，应采取措施防止翻船或重大设备

事故。

7.4.11 采砂船上应设置水位警报、照明、信号、通讯和救护设备。

7.5 选别

7.5.1 重力选矿

7.5.1.1 螺旋溜槽应按高度每 2m~2.5m 设一分层操作平台。

7.5.1.2 离心选矿机运转时，不应将头伸入转筒察看。调整给矿鸭嘴、洗涤喷嘴及卸矿水喷嘴的位置和角度，应停车进行。

7.5.1.3 离心选矿机的给矿漏斗箱及电磁阀出现堵塞故障时，应用三角折梯去处理。

7.5.1.4 跳汰机床层应每周清理一次，清除筛板筛孔上的杂物，并检查筛板及其固定情况。

7.5.2 磁电选矿

7.5.2.1 调整干选磁滑轮下料分料板时，作业人员应站在磁滑轮侧面进行，以防矿物迸出伤人。

7.5.2.2 干选磁滑轮的皮带与滚筒之间进入矿块或其他物体时，应在他人监护下进行处理；不应在磁滑轮运转的情况下用铁棍、铁管或其他工具清除。

7.5.2.3 强磁选机运转前，应将一切可能被磁力吸引的杂物清除干净；铁棍、手锤等能被磁力吸引的物体，不应带到设备周围。

7.5.2.4 电选机应安装在干燥、通风地点，运行时操作人员应避免接触高频电缆。

7.5.2.5 电选机主机与高压静电发生器，应尽量靠近配置。高压静电发生器和电选机主机前，可铺设橡胶绝缘地板。

7.5.2.6 电选机采用圆辊给料或电磁振动给料时，给料装置的传动电机或电磁振动器，应与高压静电发生器构成联锁。接入高压之前，给料传动电机或电磁振动器不能启动；高压跳闸后，给料传动电机或电磁振动器应立即停止工作。

7.5.2.7 电选机主机和高压静电发生器，应用单独支线分别与接地干线连接，不应串联连接。

7.5.2.8 高压电断开后，应用接地放电器将电选机高压电极上的残余电荷放掉，方可与这些部件接触或进行检修。

7.5.3 浮选

7.5.3.1 开动浮选设备时，应确认机内无人、无障碍物。运行中的浮选槽，应防止掉入铁件等杂物或

影响运转的其他障碍物。

7.5.3.2 更换浮选机的三角带，应停车进行。三角带松动时，不应用棍棒去压或用铁丝去钩三角带。

7.5.3.3 更换机械搅拌式浮选机的搅拌器，应用钢丝绳吊运，不应用三角带、磨绳吊运。

7.5.3.4 不应跨在矿浆搅拌槽体上作业。溅堆到槽壁端面的矿泥，应经常用水冲洗干净。

7.5.3.5 浮选机进浆管、回砂管、排矿管和闸阀等，应保持完好、畅通和灵活，发现堵塞、磨损应及时处理。

7.5.3.6 浮选机槽体因磨损漏矿浆或搅拌器发生故障必须停车检修时，应将槽内矿浆放空，并用水冲洗干净。

7.5.3.7 浮选机突然停电跳闸时，应立即切断电源开关，同时通知球磨停止给矿。

7.5.3.8 使用杯式给药机调整给药量，应停机进行。

7.5.3.9 配药间应单独设置，并应设通风装置。人工破碎固体药剂时，正面不得有人。

7.5.3.10 采用有毒药剂或有异味药剂的浮选工艺，或工艺过程产生大量蒸气的，应设通风换气装置。

7.5.4 焙烧

7.5.4.1 使用煤气，应按 GB 6222 的有关规定执行。

7.5.4.2 焙烧竖炉点火，应按下列程序进行：

a）开动抽风机 10~15min；

b）打开本炉的加热煤气末端放散管放散 5min；

c）进行煤气爆发试验合格后，用火把点燃加热烧嘴；

d）开始加热时应少给煤气，待正常后再逐个加大煤气量。

7.5.4.3 焙烧竖炉应在负压状态下工作，不应漏风。

7.5.4.4 进入焙烧炉检修，应先将加热、还原煤气管堵上盲板。检修煤气管道，应事先用蒸汽或氮气把煤气排净方可进行。

7.5.4.5 挠火眼完毕，应用磁块将火眼堵上，防止煤气泄漏。

7.5.4.6 在炉前、炉顶平台、燃烧室平台、搬出机平台，无关人员不应逗留。

7.5.4.7 烘炉应遵守下列规定：

——不应进入炉内点燃烘炉管、还原煤气喷射塔（小庙）；

——打开炉顶烟道盖；

——架设烘炉管，并用火把点燃烘炉管（点火程序与开炉点火相同）；

——按烘炉升温曲线要求进行。

7.5.4.8 煤气作业区，应悬挂醒目的警告标志牌。

7.5.4.9 在煤气作业区人员聚集的值班室和作业场所，应装有煤气泄漏自动警报装置。警报装置应处于良好状态，每十天应至少校验一次。

7.5.4.10 煤气作业区的作业人员，应掌握煤气中毒的现场急救知识。

7.5.4.11 煤气工应熟练掌握防毒面具、氧气呼吸器的使用方法。防毒面具应定期检查，确保处于良好状态。

7.5.4.12 发现煤气泄漏时，应立即向有关人员报告；有关人员接到报告后，应立即进行处理。

7.5.4.13 焙烧竖炉的水封盖板，应坚固、完整、齐全，并盖严，人员不应在上面休息或取暖。

7.5.4.14 焙烧厂房搬出机跨的顶部，应设有排雾天窗。

7.5.4.15 回转窑点火时，应先将煤气管道系统通入蒸汽，以清除残余煤气，同时开动抽风机 10min，然后用火把点燃煤气火嘴（先点火把，后开阀门）；如果点不着，应查明原因，间隔 10~15min 后再点。

7.5.4.16 点火前应做煤气爆发试验，试验不合格不应点火。

7.5.4.17 进窑检修应搭好踏板，窑内应用安全灯（低压、防爆）照明；窑转动时，内部不应有人；抢修时应申请作业票。

7.5.4.18 窑内检修打砖时，应从里向外打，并应有人监护。

7.5.5 浸出

7.5.5.1 浸出车间应备有一定数量的解毒药剂、防毒用具，并应妥善保管和定期检查其效能。每个职工都应学会解毒药剂、防毒用具的使用方法与急救措施。

7.5.5.2 浸出车间应设通风排毒设施，并保持其完好正常。

7.5.5.3 进入浸出槽等有毒容器检修时，应首先排毒达到规定安全值后，穿戴好防毒面具和防护用品，在专人监护下进入操作。

7.5.6 药品（剂）储存、使用与管理

7.5.6.1 化学药品应按其性质（剧毒、易爆、易燃、易潮、怕光等）进行分类储存、液体与固体应分

开储存。

7.5.6.2 易燃、易爆药品应远离火源，分别储存于低温、干燥地点。

7.5.6.3 从大瓶内取用药品，用剩部分不应倒回原瓶，应另装小瓶储存，并加贴标签。

7.5.6.4 对于易燃及易发生泡沫的药品，不应在密闭的情况下剧烈摇晃，以免发生爆炸。

7.5.6.5 储存药品，应有明显的标签，对有毒、易爆药品还应有特殊标识。不应随意弄掉标签，以免错用药品发生危险。

7.5.6.6 对无标签而又不明性质的药品，应经化验确认，方可使用。

7.5.6.7 工作室内经常使用的易燃、易爆或有毒药品，应分别妥善保存在药品柜内，以红色标签注明药品名称规格，并加注“易燃”“易爆”“有毒”等字样。

7.5.6.8 剧毒药品应严加管理，经有关部门批准签字限量领用；用后剩余部分，领取人应亲自办理归库手续，或交指定的专人处理。

7.5.6.9 使用有毒、易燃、易爆、易挥发、麻醉性和有刺激性气味的药品，应遵守下列规定：

——应事先了解其化学性质、使用方法和注意事项，并掌握操作方法；

——开瓶口应朝向无人处，以防药品崩溅伤人；

——对剧毒、刺激性和麻醉性以及挥发性的药品，应在通风条件良好的通风橱内操作；

——取用有毒或剧毒液体药品时，应使用移液管，不应用口直接吸取；

——加热或配制易燃、易爆药品时，应在安全地点进行；

——使用有毒、剧毒药品时，操作结束，应立即将器皿冲洗干净，擦净试验台。

7.5.6.10 搬运、使用强酸、强碱时，应遵守以下规定：

——搬运桶装或坛装的强酸、强碱，应两人进行；

——应用专用的架子或车辆进行搬运，并应放置牢固，不应肩扛、背驮或徒手提运；

——搬运前应检查所使用的工具、材料，如有损坏不应使用；

——劳动防护用品穿戴齐全；

——使用坛装、桶装的浓酸、浓碱时，不应直接倾倒，而应用虹吸法注入器皿中；

——加热浓酸、浓碱时，应在通风良好的通风橱内进行，操作人员不应靠近；

——配制酸碱溶液时，应将在浓酸、浓碱缓慢倒入量好的水中，而不应将水倒入浓酸、浓碱里。

——浓酸、浓碱一旦溅到眼中或皮肤上，应迅速用棉纱吸干，并用大量水冲洗，严重时应立即送医院急救。

7.6 脱水

7.6.1 操作过滤机应保持均匀给矿，分矿箱和管路应畅通。

7.6.2 大型内滤式真空过滤机内的人行板道，应设安全装置。

7.6.3 通往周边传动式浓缩机中心盘的走桥和上下走梯，应设置栏杆。

7.6.4 夜间检查周边传动式浓缩机中心盘或开关流槽闸板，应有良好照明，并在他人监护下进行。

7.6.5 浓缩机的溢流槽外沿，应高出地面至少 0.4m；否则，应在靠近路边地段设置安全栏杆。

7.6.6 浓缩机停机之前，应停止给矿，并继续输出矿浆一定时间；恢复正常运行之前，应注意防止浓缩机超负荷运行。

7.6.7 超粒径、超比重的矿物、各种工业垃圾等，不应进入矿浆浓缩池。

7.6.8 须浓缩而未经浓缩的尾矿浆，除非事故处理需要，不得任意送往泵站和尾矿库。

7.6.9 浓缩池的来矿流槽进口和溢流槽出口的格栅、挡板装置，及排矿管（槽、沟）等易发生尾矿沉积的部位，应定期冲洗清理。

8 尾矿设施

8.1 尾矿输送

8.1.1 砂泵站（特别是高压砂泵站）应设必要的监测仪表，容积式的砂泵站应设超压保护装置。静水压力较高的泵站应在砂泵单向阀后设置安全阀或防水锤。

8.1.2 事故尾矿池应定期清理，经常保持足够的贮存容积。事故尾矿溢流不得任意外排，确需临时外排时，应经有关部门批准。

8.1.3 间接串联或远距离直接串联的尾矿输送系统上的逆止阀及其他安全防护装置应经常检查和维护，确保完好有效。

8.1.4 矿浆仓来矿处设置的格栅和仓内设置的水位指示装置，应经常冲洗清理与维护。

8.1.5 尾矿输送管、槽、沟、渠、洞，应固定专人分班巡视检查和维护管理，防止发生淤积、堵塞、爆管、喷浆、渗漏、坍塌等事故；发现事故应及时处理，对排放的矿浆应妥善处理。

8.1.6 金属管道应定期检查壁厚，并进行维护，防止发生漏矿事故。

8.1.7 寒冷地区应加强管、闸、阀的维护管理，采取防冻措施。

8.2 尾矿库

8.2.1 尾矿库的设计，应遵守《选矿厂尾矿库设施设计规范》的规定。

8.2.2 尾矿库及其附属设施的施工和验收，应遵照有关施工验收规范和设计要求进行。

8.2.3 尾矿库的生产管理，应遵守《冶金矿山尾矿设施管理规程》的规定。

9 运输与起重

9.1 矿仓及给矿机

9.1.1 矿仓口周围（进出车处除外），应设防护栏杆。

9.1.2 翻车作业应遵守下列规定：

——事先检查并确认翻车机及矿车内和周围无人、无障碍物，方可翻车卸矿；

——检修翻车机（尤其是在翻车机或矿槽内工作）时，应有可靠的安全措施；

——空车自溜运行，应有可靠的阻车装置；

——采用自卸汽车卸矿，应设坚固的挡墙，挡墙高度不应小于轮胎直径的五分之二。

9.1.3 槽式给矿机堵塞和棚矿的处理，应遵守下列规定：

——捅矿时应站在设备一侧的安全位置，避免矿石滚出伤人；

——采用爆破方法处理时，应有专人负责，并严格执行 GB 6722 的有关规定。

9.1.4 下矿仓检查供矿、矿位情况及排除故障时，应系好安全带（其长度只限到作业点），不应站在矿石斜面上，且应有人监护，必要时下部应停止排矿。

9.2 带式输送机

9.2.1 带式输送机运输，应遵守 GB/T 14784 的有关规定。

9.2.2 带式输送机操作人员应经过安全技术培训，持证上岗。

9.2.3 通廊墙壁与输送机之间的距离，经常行人侧不小于 1.0m，另一侧不小于 0.6m。人行道的坡度大于 7° 时，应设踏步。

9.2.4 带式输送机应具有相应的防止逆转、胶带撕裂、断绳、断带、跑偏及脱槽的措施，并应有制动装置及清理胶带和滚筒的装置，线路上应有信号、电气联锁和停车装置。

9.2.5 带式输送机运送的物料，温度不应超过 120℃。

9.2.6 带式输送机运行应遵守下列规定：

——人员不应乘坐、跨越、钻爬带式输送机，带式输送机不应运送规定物料以外的其他物料；

——不应从运行中的带式输送机上用手捡矿石（手选皮带除外）；

——输送带、传动轮和改向轮上的杂物，应及时停车清除；不应在运行的输送带下清矿；

——运行中的带式输送机，不应进行检修、打扫和注油，不应用手摸托滚、首尾轮等转动部件。

9.2.7 有卸料小车的带式输送机，其轨道应有行程限位开关。

9.2.8 更换栏板、清扫器（刮泥板）和托辊，应停车、切断电源进行，并应有专人监护。

9.2.9 带式输送机不能启动或打滑时，不应用脚蹬踩、用手推拉或压杠子等办法处理。

9.3 车辆运输

9.3.1 车辆运输应遵守 GB 4387 的有关规定。

9.3.2 机动车驾驶人员应经过安全技术培训考核，持证上岗。实习人员驾驶机动车，操作信号以及进行行车作业等，应在正式值乘、值班人员监护下进行。

9.3.3 横穿铁路（或道路）及在其附近施工（检修），应事先通知运输部门，并采取防护措施；所用的器具和材料，不应妨碍行车安全。

9.3.4 站场、道岔区、料场、装卸线以及建筑物的进出口，均应有良好的照明设施。

9.3.5 不应搭乘矿车。

9.3.6 不应在铁路上行走、逗留，不应抢道、钻车和在车辆下休息。

9.3.7 雾天及粉尘浓度较大时，应开亮警示灯行驶；视线不清时，应减速行驶；在弯道、坡道上和接班出车时，不应超车。

9.3.8 装卸时，驾驶员不应将头和手臂伸出驾驶室外，不应检查维护车辆。

9.3.9 在厂区和车间行驶，应遵循规定的道路，不应从传送带、工程脚手架和低垂的电线下通过。

9.3.10 不应超重、超长、超宽、超高装运，装载物品应捆绑稳妥牢固。载货汽车不应客货混装。

9.4 起重

9.4.1 起重机械的金属结构、主要零部件、电气设备、安全防护装置的使用与管理，应符合 GB/T 6067 的有关规定。

9.4.2 起重机械操作人员，应经过安全技术培训考核，持证上岗。

9.4.3 起重机械应装设过卷、超载、极限位置限制器及启动、事故信号装置，并设置安全连锁保护装置。

9.4.4 轨道式起重机的运行机构，应有行程限位开关和缓冲器。轨道端部应有止挡或立柱。同一轨道上有两台以上起重机运行时，应设防碰撞装置。

9.4.5 在有可能发生起重机构件挤撞事故的区域内作业，应事先与有关人员联系，并做好监护。

9.4.6 操作起重机应遵守下列规定：

——烟雾太浓，视线不清或信号不明，均应停止作业；

——不应斜拉斜吊、拖拉物体、吊拔埋在地下且起重量不明的物体；

——起吊用的钢丝绳应与固定铁卡规格一致，并应按起重要求确定铁卡的使用数量；

——被吊物体不应从人员上方通过；

——不应利用极限位置限制器停车；

——起重机工作时，吊钩与滑轮之间应保持一定的距离，防止过卷；

——在同一轨道上有多台起重机运行时，相邻两台起重机的突出部位的最小水平距离应不小于 2m；两层起重机同时作业时，下层应服从上层；

——吊运物体时不应调整制动器，制动垫磨损不正常或磨损超过一半应立即更换；

——起重机吊钩达到最低位置时，卷筒上的钢丝绳应不少于三圈；

——不应用电磁盘代替起重机作业。

9.4.7 工作人员应在指定的地点上下起重机，不应在轨道旁行走。

9.4.8 桥式起重机司机室，应布置在无导电裸滑线的一侧，并设置攀登司机室的梯子。若布置在导电裸滑线的同一侧，应采用安全型导电滑线，并在通向起重机的梯子和走台与滑线之间设防护板。厂房设有双层起重机的，下层起重机供电滑线应沿长度方向设置防护装置。

9.4.9 不应从一台起重机跨越到另一台起重机上。不应用一台起重机撞移另一台起重机。

10 电气安全

10.1 一般规定

10.1.1 选矿厂电力装置，应符合 GB 50070 和其他有关规范、规程的要求。

10.1.2 电气作业人员应经过专门的安全技术培训考核，持证上岗。

10.1.3 电气作业人员应熟练掌握触电急救方法。

10.1.4 所有电气设备和线路，应根据对人的危害程度设置明显的警示标志、防护网和安全遮栏。

10.1.5 电气作业人员作业时，应穿戴防护用品和使用防护用具。修理、调试电气设备和线路，应由电气作业人员进行。

10.1.6 电气设备可能被人触及的裸露带电部分，应设置安全防护罩或遮栏及警示牌。

10.1.7 供电设备和线路的停电和送电，应严格执行操作票制度。

10.1.8 在断电的线路上作业，应事先对拉下的电源开关把手加锁或设专人看护，并悬挂“有人作业，不准送电”的标志牌；用验电器验明无电，并在所有可能来电线路的各端装接地线，方可进行作业。

10.1.9 在带电的导线、设备、变压器、油开关附近，不应有损坏电气绝缘或引起电气火灾的热源。

10.1.10 在带电设备周围，不应使用钢卷尺和带金属丝的线尺。

10.1.11 熔断器、熔丝、熔片、热继电器等保险装置，使用前应进行核对，不应任意更换或代用。

10.2 供电、变电所设施

10.2.1 厂区供配电系统，应尽量减少层次；同一电压的配电系统，级别不宜超过两级。

10.2.2 变电所应有独立的避雷系统和防火、防潮及防止小动物窜入带电部位的措施。

10.2.3 油浸变压器室为一级耐火等级，应用耐火材料建筑，门应采用阻燃材料，且应向外开。

10.2.4 油浸变压器室应设有适当的储油坑，坑内应铺上卵石，地面应向坑边倾斜；油浸变压器室墙下方应设通风孔，墙上方或屋顶应有排气孔；通风孔和排气孔都应设铁丝网。

10.2.5 变压器室的门应上锁，并在室外悬挂“高压危险”的标志牌。室外变压器四周应有不低于 1.7m 的围墙或栅栏，并与变压器保持一定距离。

10.2.6 倒闸操作应有值班调度或值班负责人的指令，受令人应复诵无误方可执行。倒闸操作由操作人填写操作票，操作时应由一人操作，一个监护；如有疑问，应向值班调度报告，查明情况再行操作。

10.2.7 线路跳闸后，不应强行送电；应立即报告调度，并与用户联系，查明原因，排除故障，方可送电。

10.2.8 变压器及其他变配电设备的外壳，均应可靠接地。保护接零的低压系统，变压器低压侧中性点应直接接地；保护接地的系统，中性点应通过击穿保险器接地。

10.2.9 高低压配电室配电柜（屏）前、后、两端的操作维护通道宽度，应满足 GB 50053 的有关规定。

10.2.10 长度大于 7m 的配电室，应设两个出口，并宜布置在配电室的两端；长度大于 60m 时，宜增加一个出口。

10.3 动力机械控制

10.3.1 破碎设备应按逆生产流程方向联锁启动。

10.3.2 破碎机和球磨机可不参加联锁而预先启动，但如因事故停车，应立即停止给矿机及其他有关设备。

10.3.3 电动机应设有短路保护、过载保护与缺相保护。易于过负荷的电动机（如浓缩机），应装设过载保护信号；破碎机、磨矿机等高压电机，还应有延时低电压保护。

10.3.4 联锁局部操作的带式输送机长度超过 40m 时，应有启动预示信号。

10.3.5 带式输送机，应在侧面设置紧急使用拉线开关。

10.3.6 贯通多层操作平台的设备，应在各层都能执行停车；若联锁设备开车或停车顺序有误，还应能制动和自动停车。

10.3.7 启动机器的装置，应位于能看到机器周围情况的地点，停车开关应设在该机器附近；如在启动装置处看不到被启动的机器，则应有启动预示信号（电铃或指示灯），而且应在得到允许开车的信号后，方可开车。

10.3.8 容易造成输电系统和电动机短路的高导电、易飞扬的矿物（如石墨），其加工生产车间应采用封闭式电动机和启动装置。

10.3.9 若厂房内存在爆炸危险的气体或粉尘，应采用防爆式电动机。

10.4 厂房照明

10.4.1 选矿厂生产车间应有充足的照明，人工照明的照度应不小于表 1 的规定。易燃易爆工段应采用防爆灯。

表 1 选矿厂生产车间人工照明的照度要求

照明地点	最小照度/lx
中间矿仓上面的房间、梯子、通廊	10
贮矿仓上面的房间、固定筛、干磨机、带输送机砂泵	15

振动筛、破碎机、磨矿机、分级机、洗矿机、带输送机传动装置、药剂存放处	20
跳汰机、摇床	25
磁选机	30
浮选机、真空泵、鼓风机	35

10.4.2 降压变压器应用双线圈的，不应使用自耦变压器。变压器的外壳、铁芯和次级线圈，均应接地或接保安零线。

10.4.3 有触电危险的场所，照明应采用 36V 以下的安全电压。

10.5 防雷与接地

10.5.1 选矿厂建筑物的防雷设计，应按第三类防雷保护的要求，根据选矿厂所在地的雷电活动情况、地形、地物等采取相应的措施。

10.5.2 对于建筑物，除应考虑防止直接雷击的措施外，还应考虑防止高电位从各种管线传入的措施。直接雷击的防护，一般采用重点保护方式。

10.5.3 为防止高电位传入而引起雷击，应在低压架空线向建筑物引接分支线处或直接在进线处，将所有相线的绝缘子铁脚及零线接地。进线段 100m 内的绝缘子铁脚都应接地，接地电阻应不大于 30Ω。在轻雷电活动区，可只将建筑物进线处的绝缘子铁脚接地。

10.5.4 电气设备及装置的金属框架或外壳、电缆的金属包皮，应可靠接地，接地电阻应≤2Ω。

10.5.5 接地线应采用并联方式，不应将各个电气设备的接地线串联接地。

10.5.6 下列地点应重复接地：

——设有变压器的低压配电室电缆受电处的零线；

——建筑物的动力配电箱电缆受电处的零线；

——架空专用线终端进户处的零线；

——架空干线各支线进户处的零线。

重复接地电阻应不超过 10Ω。

10.5.7 接地电阻应每年测定一次，测定工作宜在该地区地下水位最低、气候最干燥的季节进行。

11 防　火

11.1 选矿厂的建构筑物和大型设备，应按国家有关消防法律法规及 GBJ 16 的规定，设置消防设备和器材。

11.2 应按生产的火灾危险性分类，合理选择建构筑物的耐火等级，并采取相应的消防措施。

11.3 厂房、库房、站房、地下室，应按国家有关规定设置适当数量的安全出口。安全疏散距离和楼梯、走道及门的宽度应符合防火规范，安全疏散门应向外开启。

11.4 厂区及厂房、库房应按规定设置消防水管路系统和消防栓，消防栓应有足够的水量和水压。

11.5 库房内的物品应分类存储，并按不同要求采取相应的消防措施。

11.6 易燃易爆物品的使用、储存和运输，应执行有关易燃易爆物品的安全管理规定。

11.7 有火灾危险的场所，不应动用明火；必须动用明火时，应事先向主管部门办理审批手续，并采取严密的防范措施，方可进行。

11.8 任何单位和个人，不应擅自将消防设备和消防工具挪作他用。

11.9 应经常对职工进行消防安全教育和培训，使其熟练使用灭火器材。

12 工业卫生

12.1 招收新职工应经过健康检查，按国家有关规定不适合从事选矿生产的人员不应录用。

12.2 接触粉尘及有毒有害物质的作业人员，应定期进行健康检查。应按照卫生部规定的职业病范围和诊断标准，定期对职工进行职业病鉴定和复查，并建立职工健康档案。体检鉴定患有职业病或职业禁忌症，经确诊不适合从事原工种工作的，应及时调离。

12.3 作业地点空气中的粉尘和有毒有害物质浓度，不应超过《工业企业设计卫生标准》的规定》并应按照国家有关规定进行测定。

12.4 对产尘作业点，应采取密闭除尘、喷雾洒水、湿式作业等综合防尘措施。

12.5 粉尘、有毒有害物质的浓度和噪声严重超标的作业场所，应设置与作业环境隔离并有空调和空气净化设施的观察休息室。

12.6 散发有毒有害气体、蒸汽及大量余热的厂房，应采用机械通风。

12.7 作业场所的噪声不应超过 85dB（A）；否则，应采取综合防噪措施。

12.8 厂区生活饮水和生产卫生用水，其水源选择、水源卫生防护及水质标准，应符合 GB 5749 和《工

业企业设计卫生标准》的有关规定。

应每月进行一次水质检验，水质不合格的不应作为饮用水源。

12.9 生产车间应设饮水站，及时供给职工符合卫生标准的饮用水。户外作业的人员，应发给随身携带的水壶。

12.10 距医院较远的选矿厂，应设保健站或医务室，并备有电话、急救药品和担架。

12.11 应根据气候特点采取防暑降温或防冻避寒措施。

12.12 放射防护

12.12.1 作业场所辐射管理与防护，应遵照 GB 4792 和 GB8703 的有关规定；有伴生放射性矿物（如铀、钍）的选矿厂，应遵守《铀矿冶辐射防护规定》的有关规定。

12.12.2 从事放射性工作的人员应经过专门的安全技术培训考核，持证上岗。

12.12.3 选矿厂应制定放射源使用、管理办法，明确各级人员的职责。

12.12.4 选矿厂生产用的放射源，应采用专用容器统一存放在放射源库，并设专人保管，建立放射源使用档案。

12.12.5 在高活性放射性物料岗位，应采取隔离操作的方式作业。存在放射性危害的作业场所，工作人员应配备必要的个人防护用品和辐射监测仪器。对在操作放射源的过程中可能出现的事故，应制定相应的应急措施和处理办法。

12.12.6 放射性工作场所，应采取有效措施，防止无关人员进入。

12.12.7 放射源的安装、拆卸与使用，应由专人负责，其他人不应擅自拆卸、修理、调整放射装置。应保证有联锁装置的射线装置的完好，不应擅自拆除联锁装置。联锁装置有问题的射线装置，应修好方可使用。

12.12.8 怀孕、哺乳及未婚女职工和未满十八岁的职工，不应安排从事放射源检修工作。

12.12.9 从事放射源工作的人员，应建立个人剂量监测档案，每年至少体检一次，遇有应急事件应立即体检。

12.12.10 对于放射性废物，应按照国家有关放射性废物的管理规定处理。

12.12.11 受辐射后的防护用品和工作衣物，应按规定妥善保管和处理。

12.12.12 放射源使用完毕，应用仪器探测，以保证放射源收入保存容器。

12.12.13 放射源的运输，应按 GB 11806 的规定进行。

12.12.14 运输或暂不使用放射源时（检修、拆装前），应将其闸门置于关闭位置并锁紧。

12.12.15 安装、拆卸放射源时，不应利用安全闸门杆提吊放射源整体，以免损坏安全控制闸门。

12.12.16 修理探头，应避免放射源装置处在“射线开”的位置；并应避免探头窗口直接对着检修者的任何部位；工作完毕，应用肥皂清洗身体裸露部分。

12.12.17 拆卸分解 Cs-137 放射源的检修人员，一个月内的累计工作时间应不超过 8h；拆卸分解 238Pu、241Am 放射源的检修人员，一个月内的累计工作时间应不超过 50h。

12.12.18 卸下的辐射装置，辐射面应朝下，放置在金属板下或开口容罐内，离有人员活动的地方 2m 以外。对 238Pu、241Am 放射源，应用铅塞将窗口屏蔽，铅塞厚度不应小于 6mm；或用厚 6mm 铅板做容器盛装。

12.12.19 浸入矿浆的探头窗口一旦破裂，应立即将探头提出矿浆外，并将其屏蔽，以防放射源盒进水受潮渗漏，造成放射性物质扩散污染。

发布单位：国家质量技术监督局

提出单位：国家经济贸易委员会安全生产局

起草单位：冶金工业安全环保研究院

批准单位：国家质量技术监督局

（九） 尾矿库闭库安全监督管理规定

安全监督一字[2003]112 号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团安全生产监督管理部门：

为加强对尾矿库闭库的安全监督管理，根据国家有关法律、法规，国家安全生产监督管理局组织制定了《尾矿库闭库安全监督管理规定》，现印发给你们，请遵照执行。

第一章总则

第一条 为了加强对尾矿库闭库的安全监督管理，规定尾矿库闭库工作，保障尾矿库闭库安全，根据《安全生产法》、《矿山安全法》制定本规定。

第二条 本规定适用于尾矿库闭库安全监督管理工作。核工业矿山和其它具有放射性物质的尾矿库闭库工作，国家另有规定的，从其规定。

第三条 尾矿库闭库应当符合国家有关法律、法规、标准和技术规范。

第四条 尾矿库闭库工作包括闭库前的安全评价、闭库设计与施工、闭库安全验收。

第五条 尾矿库闭库的安全监督管理工作实行分级管理。国家安全生产监督管理局负责

中央管理企业的尾矿库闭库安全监督管理工作，省级安全生产监督管理部门负责其它企业的尾矿库闭库安全监督管理工作。

第六条 尾矿库闭库工作及闭库后的安全管理由原企业负责。对解散和关闭破产的企业，其已关闭和废弃的尾矿库的管理工作，由企业出资人或其上级主管部门负责；无上级主管部门或出资人不明确的，由县级以上人民政府落实管理单位。

尾矿库闭库后重新启用或改作他用时，应当经过可行性论证，并报审批闭库工作的安全生产监督管理部门审查批准。

第二章 闭库前的安全评价

第七条 企业应当根据尾矿库设计资料，在尾矿库闭库前 1 年，委托具有相应资质的评价机构进行尾矿库安全评价。

第八条 进行尾矿库安全评价的企业应当提供以下资料：

（一） 尾矿库现状地形图及下游有关资料；

（二） 水文气象资料；

（三） 尾矿库（坝）工程地质勘探报告（含堆积坝物理力学指标）；

（四） 尾矿库工程设计资料；

（五） 尾矿库运行管理（含环境保护、事故及其处理情况）资料；

（六） 尾矿的化学成分资料；

（七） 其它有关资料。

第九条 评价机构向企业出具的尾矿库安全评价报告应当包括下列内容：

（一）尾矿坝安全评价

1. 不良地质现象对尾矿坝（库）安全造成不利影响的情况；

2. 坝体结构、构造的情况；

3. 坝体沉陷、裂缝、坍塌、位移的情况；

4. 坝面渗流破坏情况（包括管涌、流土等现象）；

5. 执行尾矿堆积坝安全超高和沉积滩长度规范的情况；

6. 尾矿堆积坝坡比及坝面防护的情况；

7. 坝内排渗设施效果及坝体浸润线观测的情况；

8. 尾矿坝静力、动力和渗流稳定分析结果。

（二）尾矿库防洪能力安全评价

1. 尾矿库防洪标准；

2. 尾矿库调洪与排洪能力的情况；

3. 排洪构筑物完好程度及可靠性的情况。

（三）尾矿库的安全度

按照（一）、（二）项评价内容的评价结果，根据《尾矿库安全管理规定》，确定尾矿库的安全度。

（四）对非正常级的尾矿库，提出尾矿库治理建议。

第十条 企业应当将尾矿库安全评价报告报相应的安全生产监督管理部门备案，一等库和二等库以及结论为危库的安全评价报告，应当同时报国家安全生产监督管理局备案。

第三章 闭库设计与施工

第十一条 业应当根据尾矿库设计资料，在尾矿库闭库前 1 年，委托具有相应资质的设计单位进行尾矿库闭库设计。

第十二条 设计单位在进行尾矿库闭库设计时，应当根据评价机构的安全评价结论和建议，提出相应治理措施，保证闭库后的尾矿库符合国家有关法律、法规、标准和技术规范的要求。

第十三条 企业应当将尾矿库闭库设计报相应的安全生产监督管理部门审查批准。

未经相应的安全生产监督管理部门审批以及经审查不合格的，不得进行尾矿库闭库施工。

第十四条 企业应当根据安全生产监督管理部门批准的闭库设计，分别委托具有相应资质的单位承担闭库施工和施工监理。

第十五条 闭库施工应当按照批准的闭库设计进行，并应当执行《尾矿设施施工及验收规程》（YS5418—95）和国家有关规范、规程。

施工中需对设计进行局部修改的，应当经原设计单位认可；对设计进行重大修改的，应由原设计单位重新设计，并报审批闭库设计的安全生产监督管理部门批准。

第十六条 尾矿库闭库治理工程施工应当建立技术档案，做好施工原始记录、试验记录、隐蔽工程记录、质量检查记录和施工监理记录等。

第十七条 对隐蔽工程必须进行阶段验收。未经阶段验收和验收不合格的，不得进行下一阶段施工。

第十八条 在施工过程中，企业和施工监理单位应当对施工设备、材料的质量和施工质量进行监督检查。

在施工结束后，施工单位负责编制竣工报告和竣工图，监理单位负责编制施工监理报告。

第四章 闭库验收

第十九条 闭库施工完成后，企业应当向审批闭库设计的安全生产监督管理部门申请闭库验收。

第二十条 申请闭库验收应当具备下列条件：

（一） 尾矿库已停止使用；

（二） 尾矿库安全评价报告已报相应的安全生产监督管理部门备案；

（三） 尾矿库闭库设计已经相应的安全生产监督管理部门批准；

（四） 有完备的闭库工程施工记录、竣工报告、竣工图和施工监理报告。

第二十一条 闭库验收申请报告应当包括下列内容：

（一） 尾矿库库址所在行政区域位置、占地面积；

（二） 尾矿库建设和运行时间以及在建设和运行中曾出现的重大问题和处理措施；

（三） 尾矿库主要技术参数，包括堆坝方式、坝高、总库容、尾矿堆积量、防洪排水形式等；

（四） 闭库安全评价报告；

（五） 闭库设计及审批文件；

（六） 闭库设计的主要工程措施和闭库工程施工概况；

（七） 闭库工程竣工报告；

（八） 施工监理报告；

（九） 其它相关资料。

第二十二 尾矿库闭库工程竣工安全验收应当符合已批准的闭库设计文件规定和施工验收规程的要求。

安全验收基本合格的，应采取局部工程治理；安全验收不合格的，应当限期整改，并重新组织验收。

第五章 附则

第二十三条 对本规定颁布前已停用的尾矿库，由相应的安全生产监督管理部门根据本规定进行复查和安全验收。

第二十四 本规定自 2003 年 10 月 1 日起施行。

（十）金属非金属矿山主要负责人、安全生产管理人员培训大纲及考核标准（试行）

安监管人字[2003]85号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团安全生产监督管理部门：

为加强和规范金属非金属矿山安全管理，提高金属非金属矿山主要负责人、安全生产管理人员的安全素质和管理水平，依据《安全生产法》、《矿山安全法》及国家局《关于生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员及其他从业人员安全生产培训考核工作的意见》(安监管人字[2002]123号)有关规定，国家局研究制定了金属非金属矿山主要负责人、安全生产管理人员安全培训大纲和考核标准(试行)，现予印发，请遵照执行。

本大纲及标准中所称金属非金属矿山是指除煤矿、煤系硫铁矿以及与煤共生、伴生矿山、石油矿山以外所有矿山企业。各地要按照统一规划、分类指导、分级实施的原则，按本大纲及标准的规定和要求，抓紧开展金属非金属矿山相关人员的培训考核工作。本大纲及标准在试行中有什么问题，请及时向国家局报告，以便进一步完善。

国家安全生产监督管理局

二00三年六月四日

金属非金属矿山主要负责人安全培训大纲(试行)

金属非金属矿山安全生产管理人员安全培训大纲(试行)

本大纲规定了金属非金属矿山安全生产管理人员安全培训的目的、要求和具体内容。

1.培训对象

金属非金属矿山安全生产管理人员。

2.培训目的

通过培训，使培训对象熟悉矿山安全的有关法律、法规、规章和国家标准，掌握矿山安全管理、安全

技术理论和实际安全管理技能，了解职业卫生防护和应急救援知识，具备一定的矿山安全管理能力，达到(金属非金属矿山安全生产管理人员考核标准)的要求。

3.培训要求

3.1 安全培训包括相关法律法规、安全管理、安全技术理论培训和实际安全管理技能培训。培训要坚持理论与实际相结合，注重职业道德、安全意识和实际安全管理能力的综合培养。

3.2 按露天开采和地下开采两类分别进行。

3.3 应采用国家推荐的培训教材。

3.4 培训须安排讲课、现场培训、复习、考试等环节。讲课的内容及课时应符合本大纲的要求，按矿山类型和安全生产实际要求以及不同人员情况而定。

4.培训内容

4.1 安全管理

4.1.1 金属非金属矿山安全生产概况

--金属非金属矿山安全生产形势以及安全生产的特点；

--国外有关矿山安全生产情况。

4.1.2 安全生产方针、政策和有关矿山安全法律、法规、标准主要包括《安全生产法》、《矿山安全法》、《劳动法》、《职业病防治法》、《刑法》、《矿山安全法实施条例》以及《金属非金属矿山安全规程》、《爆破安全规程》等。

4.1.3 矿山安全管理的目的、意义和任务

4.1.4 矿山安全管理制度

--安全生产责任制；

--安全检查制度；

--安全教育培训与特种作业人员管理制度；

--“三同时”与安全评价制度；

--安全技术措施计划制度；

--重大危险源管理制度；

--伤亡事故和职业病统计报告管理制度，工伤保险制度；

--劳动防护用品发放与使用制度；

--锅炉压力容器与特种设备管理制度；

--安全生产考评奖惩制度。

4.1.5 矿山从业人员的安全生产责任、权利与义务

4.1.6 现代安全管理技术

包括安全目标管理、危险辨识、安全评价、职业安全健康管理体系等。

4.1.7 案例分析与讨论

4.2 安全技术理论

4.2.1 矿山地质安全

--矿床的基本概念；

--矿岩的基本性质，包括矿岩的物理力学、化学性质及其与矿山安全生产的关系；

--矿床地质构造，如裂隙、断层、褶皱等及其对矿山安全生产的影响；

--矿床水文地质，如岩溶水、裂隙水、老窿水、大气水、地表水等及其对矿山安全生产的影响；

--矿山地质环境及地质灾害(如地热、岩爆、地震、泥石流、滑坡、坍塌等)。

4.2.2 露天矿山开采安全

--露天矿山开采安全生产基本条件；

--露天矿山开采工艺安全，包括穿孔、铲装、运输、排土作业及其安全技术要求；

--露天矿山防尘防毒，包括尘毒的来源、危害及其预防措施；

--露天矿山防排水与防火要求；

--露天矿山边坡管理，包括边坡破坏机理及主要形式、影响边坡稳定的主要因素、预防边坡坍塌及加固措施；

--露天矿山典型事故案例分析与讨论。

4.2.3 地下矿山开采安全

--地下矿山开采安全生产基本条件；

--井巷工程安全，包括平巷、竖井、斜井、天井的掘进施工、支护、维护及其安全技术要求；

--常用采矿方法的安全要求，矿柱回采的安全要求；

--矿山地压形成机理及其对安全生产的影响，顶板、采空区的管理，采空区处理方法及安全要求；

--地下矿山回采工艺，凿岩、铲装、运输、提升的安全要求；

--地下矿山通风安全要求以及矿井通风系统评价；

--地下矿山防尘防毒，包括尘毒的来源、危害及其预防措施；

--地下矿山防排水，包括矿井水的来源、危害，防排水安全要求，工作面突水预兆；

--地下矿山防灭火，包括矿井外因火灾和内因火灾的原因、防灭火措施等；

--地下矿山典型事故案例分析与讨论。

4.2.4 矿山爆破安全

--爆炸基本理论；

--矿山常用爆破器材、起爆方法以及起爆系统联接的安全要求；

--露天矿山爆破方法；

--地下矿山爆破方法；

--爆破作业安全要求，包括凿岩、装药、警戒、起爆、爆后检查、残盲炮处理等的安全要求；

--爆破有害效应及爆破安全范围的圈定；

--爆破器材有关安全管理规定及储存、运输、使用、销毁爆破器材的安全要求；

--矿山爆破典型事故案例分析与讨论。

4.2.5 矿山机电安全

--矿山电气安全技术，包括电气伤害的方式、矿山供电和电气线路、电气安全保护、电气工作安全措施；

--矿山机械安全；

--电气火灾及机电事故案例分析与讨论。

4.2.6 矿山工业场地与地面生产系统安全

--地面生产系统和工业场地的安全要求；

--排土场安全，包括排土场的选择、堆筑、维护和排土作业安全要求及排土场典型事故案例分析与讨论；

--尾矿库安全，包括尾矿库、尾矿坝、排洪系统安全要求及尾矿库运行的安全要求、尾矿库的安全监

测与安全评价、尾矿库常见病害及防治措施、尾矿库典型事故案例分析与讨论。

4.3 矿山事故的应急预案与应急处理

4.3.1 矿山事故应急救援的原则

包括定义、基本任务、基本形式、组织、主要救护装备和设施及实施。

4.3.2 矿山重大灾害事故应急救援预案的编制

包括目的、基本要求、编制程序、主要内容、编写提纲。

4.3.3 矿山事故报告和上报程序

4.3.4 矿山事故的应急处理

包括火灾事故、透水事故、冒顶片帮事故、中毒窒息事故、滑坡与坍塌事故的应急处理。

4.3.5 现场急救技术

包括创伤、触电、中毒窒息、溺水、烧伤急救和伤员的运送等技术。

4.3.6 案例分析与讨论

4.4 职业病的管理与矿山职业危害及其预防

4.5 实际操作培训内容

各种实际安全管理要领和实际管理技能：

--贯彻执行国家安全生产方针、政策和安全生产法律、法规、标准的程序和要点；

--有关新、改、扩建工程的设计会审、竣工验收工作安全要点；

--制定矿山安全管理规章制度的方法；

--组织进行矿山安全检查和事故隐患整改的程序、方法和内容；

--安全教育培训的基本要求、方法和内容；

--安排、使用安全技措经费的程序、方法和项目；

--编制矿山重大事故应急救援预案的基本内容；

--矿山事故抢险救灾要点；

--伤亡事故调查处理的程序、方法以及责任认定的原则。

5.再培训内容

5.1 有关安全生产的法律、法规、标准

5.2 有关采矿业新技术、新工艺、新设备及其安全技术要求

5.3 矿山安全生产管理经验

5.4 矿山典型事故案例分析与讨论

6.学时安排

6.1 露天矿山安全生产管理人员的培训时间不少于 52 学时；地下矿山安全生产管理人员的培训时间不少于 56 学时。具体培训内容和学时安排见参考表。

6.2 复审培训时间不少于 16 学时。

金属非金属矿山安全生产管理人员安全考核标准(试行)

1.范围

本考核标准规定了金属非金属矿山安全生产管理人员安全考核的方法、内容，以及复审考核的内容。

本考核标准适用于金属非金属矿山安全生产管理人员。

本考核标准不适用于煤矿、煤系硫铁矿以及与煤共生、伴生矿山、石油矿山的安全生产管理人员。

2.规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB / T1 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB16423 金属非金属露天矿山安全规程

GB16424 金属非金属地下矿山安全规程

GB6722 爆破安全规程

3.定　义

金属非金属矿山安全生产管理人员，是指在金属非金属矿山从事安全生产管理工作的人员。具体指金属非金属矿山安全生产管理机构负责人及其工作人员，以及未设安全生产管理机构的金属非金属矿山的专兼职安全生产管理人员等。

4.考核方法

4.1 考核按露天开采和地下开采两类分别进行。

4.2 考核分为安全基础知识考试和实际安全管理技能考核两部分。

4.3 安全基础知识考试的命题范围应按本标准的“安全基础知识考试要点”，根据矿山类型确定。考试时间为 90 分钟。考试采用百分制，60 分为及格。

4.4 经安全基础知识考试及格后，方可进行实际安全管理技能考核。

4.5 实际安全管理技能考核应按本标准的“实际安全管理技能考核要点”确定，可通过现场实际处理问题的能力考核以及面试答辩等方法进行。考核成绩评定为优良、合格、不合格。

4.6 安全基础知识考试和实际安全管理技能考核均达到及格或合格者为合格。考核不合格者，允许补考一次；补考仍不合格者需重新培训。

5.安全基础知识考核要点

5.1 矿山安全管理

--了解我国金属非金属矿山安全生产的特点；

--掌握我国安全生产方针、政策和有关矿山安全生产法律、法规、标准和规范；

--熟悉矿山安全管理工作的任务和基本内容；

--熟悉矿山各种安全管理制度，以及安全生产管理人员的安全生产职责；

--掌握伤亡事故管理和工伤保险知识；

--熟悉矿山从业人员的安全生产责任、权利与义务；

--掌握现代安全管理技术，主要有安全目标管理、危险辨识、安全评价、职业安全健康管理体系等。

5.2 矿山地质安全

--了解矿岩性质、地质构造、水文地质以及矿山地质环境的种类、特征及其对矿山安全生产的影响；

--了解矿山地质灾害的成因及预防。

5.3 露天矿山开采安全

--了解露天矿山的构成要素，熟悉露天矿山安全生产基本条件；

--熟悉露天矿山开采工艺，掌握凿岩、铲装、运输、排土的安全技术及管理要求；

--掌握露天矿山尘毒的危害及防治技术；

--了解露天矿山防排水与防火要求；

--了解边坡破坏的类型、破坏机理以及影响边坡稳定的因素、预防边坡坍塌的主要方法和边坡稳定性监测、加固技术及边坡管理要求；

--掌握露天矿山常见事故的种类和原因，掌握其预防措施。

5.4 地下矿山开采安全

--了解地下矿山生产系统，熟悉地下矿山安全生产基本条件；

--了解地下矿山开拓方式和开采顺序安全要求；

--掌握井巷工程的施工、支护和维护安全要求；

--掌握常用的采矿方法以及矿柱回采安全要求；

--了解矿山地压形成机理，各种地质构造对顶帮稳定性的影响，掌握顶板和采空区处理、监测技术及管理要求；

--熟悉地下矿山回采工艺，掌握凿岩、铲装、运输、提升的安全要求，熟练掌握运输、提升人员、爆破器材等的安全要求，溜井管理要求及堵塞处理方法；

--了解地下矿山通风系统，熟悉地下矿山开采对通风的要求，掌握井下通风除尘及气候调节的方法；

--了解地下矿山尘毒的来源、危害，掌握防尘措施；

--了解矿井水的来源、危害，熟悉工作面突水预兆，掌握地下矿山防排水安全要求；

--了解矿井外因火灾和内因火灾的原因，掌握地下矿山防灭火方法；

--掌握地下矿山常见事故的种类、原因及预防措施。

5.5 矿山爆破安全

--了解爆炸基本知识；

--了解常用爆破器材的种类、性能；

--了解起爆方法的种类、优缺点，至少熟悉一种起爆方法及其安全要求；

--了解矿山爆破方法，熟练掌握爆破作业安全要求；

--了解矿山爆破有害效应及爆破安全范围的圈定方法；

--掌握残盲炮处理方法；

--了解爆破器材有关安全管理规定及储存、运输、使用、销毁爆破器材的安全要求；

--掌握矿山常见爆破事故的原因、预防措施及炮烟中毒的预防措施。

5.6 矿山机电安全技术

--了解电气伤害的方式；

--了解矿山供电及电气安全要求；

--了解各种电气安全保护的作用；

--熟悉电气作业安全措施：

--了解矿山常用机械设备的安全技术要求；

--了解电气火灾、常见机电事故的原因和预防措施。

5.7 矿山工业场地与地面生产系统安全

--了解矿山开采对工业场地和地面生产系统的安全要求；

--了解排土场选择、堆置、维护以及排土作业安全要求，掌握排土场常见事故的原因和预防措施；

--了解尾矿库的类型、等别、危险性分级的要求及尾矿库闭库的安全要求；

--熟练掌握尾矿库防洪的安全要求；

--了解尾矿库的堆筑、维护、管理安全要求和常见病害及防治措施。

5.8 矿山事故的应急预案与应急处理

--了解矿山事故应急救援的原则；

--了解矿山重大灾害事故应急救援预案的编制；

--了解矿山事故报告和上报程序；

--掌握矿山事故的应急处理技术；

--掌握各种现场急救方法，主要有创伤、触电、中毒窒息、溺水、烧伤的急救和伤员的运送等技术。

5.9 掌握职业病的管理要求、矿山职业危害及其预防措施

6.实际安全管理技能考核要点

--能认真贯彻执行国家的安全生产方针、政策和安全生产法律、法规、标准；

--能参与有关新、改、扩建工程的设计会审、竣工验收工作；

--能制定矿山安全管理规章制度，并切实组织实施；

--能组织进行安全检查和隐患整改；

--能开展安全教育和按规定组织安全技术培训；

--能合理安排、使用安全技术措施经费，逐步改善安全生产条件；

--能参与编制矿山重大事故应急救援预案和矿山事故抢险救灾工作；

--能按国家规定参与伤亡事故调查处理。

7.再培训考核内容

--掌握有关安全生产的法律、法规和标准；

--了解有关矿山生产新技术、新工艺、新产品及其安全技术要求；

--掌握矿山安全生产管理经验；

--了解有关矿山典型事故发生的原因，掌握避免同类事故发生的防范措施和整治办法。

颁布日期：2003 年 06 月 04 日

执行日期：2003 年 06 月 04 日

（十一）矿山特种作业人员安全操作资格考核规定

劳部发(1996)35 号

第一条 为规范矿山特种作业人员安全操作资格考核工作，根据《中华人民共和国矿山安全法》和国家有关规定，制定本规定。

第二条 矿山特种作业，是指在矿产资源开采活动中对操作者本人及对他人和周围环境的安全有重大危害因素的作业。

矿山特种作业人员，是指直接从事矿山特种作业的人员。

第三条 矿山企业的以下作业人员属于矿山特种作业人员：

（一）瓦斯检查工；

（二）爆破工；

（三）矿井通风工；

（四）信号工；

（五）拥罐（把钩）工；

（六）矿山电工；

（七）金属焊接（含电焊、气焊）工；

（八）矿井泵工；

（九）瓦斯抽放工；

（十）主扇风机操作工；

（十一）主提升机操作工；

（十二）绞车操作工；

（十三）输送机操作工；

（十四）矿内专用机动车司机；

（十五）尾矿工；

（十六）安全检查工（员）；

（十七）经省、自治区、直辖市劳动行政部门和矿山企业主管部门共同认定的其他工种。

第四条 矿山特种作业人员应当具备以下条件：

（一）年满十八周岁，其中瓦斯检查工必须年满二十周岁；

（二）身体健康，无妨碍从事本工种作业的疾病和生理缺陷；

（三）具备国家规定的本工种的知识和技能要求；

（四）具备本工种的安全技术知识，并经培训考核合格。

第五条 矿山特种作业人员的专门安全技术培训工作，应当由经省、自治区、直辖市劳动行政部门或者矿山企业主管部门认可具有培训资格的单位进行。

矿山特种作业人员的安全技术培训计划、培训大纲、培训教材、授课人员资格等资料应报送考核机构备案。

第六条 矿山特种作业人员安全操作资格考核工作由省、自治区、直辖市劳动行政部门认可的机构负责。法律、行政法规规定由有关主管部门考核发证的特种作业人员，从其规定。

第七条 劳动行政部门应对其认可的矿山特种作业人员安全操作资格考核机构的考核工作进行监督和指导。

第八条 矿山特种作业人员的考核、发证工作，必须坚持公正、公平、公开原则，不得弄虚作假或者降低标准。

第九条 矿山特种作业人员安全操作资格考核机构应当具备以下条件：

（一）有健全的考核制度；

（二）有考核实际操作技能的手段和设施；

（三）有经省、自治区、直辖市劳动行政部门或者有关主管部门认可的主考人员，且每种专业的主考人员不少于二人。

第十条 矿山特种作业人员安全操作资格考核机构可根据需要选聘专业技术人员，组成考核委员会。

考核委员会成员应具有工程师或者技师以上职称（职务），并从事专业技术工作五年以上。

第十一条 矿山特种作业人员安全操作资格考核包括专业技术理论考试和实际操作技能考核，具体考核内容按照有关国家标准或者行业标准执行。

第十二条 要求参加矿山特种作业安全操作资格考核的人员，应填写矿山特种作业人员安全操作资格考核申请表，经矿山企业核准后向当地负责矿山特种作业人员安全操作资格考核的机构提出申请。

第十三条 考核机构收到矿山企业提出的考核申请后，应在六十日内组织考核。经考核合格者，由地市级以上劳动行政部门发给相应的特种作业安全操作资格证书。

第十四条 属劳动行政部门发证的矿山特种作业人员的安全操作资格证书，由劳动部统一印制；矿山特种作业人员安全操作资格申请表由劳动部规定式样，考核机构按规定式样印制。

第十五条 取得矿山特种作业安全操作资格证书的人员，可在规定区域内从事所规定的特种作业。

跨省就业或者跨省流动施工单位的矿山特种作业人员，必须经就业或者施工当地的发证机构，对其所持的矿山特种作业人员安全操作资格证书进行验证后，方可从事所规定的特种作业。

第十六条 中止操作达六个月以上的矿山特种作业人员，必须对其操作技能重新进行考核，并经确认合格后方可上岗作业。

第十七条 考核、发证机构应对取得安全操作资格证书的矿山特种作业人员，每两年进行一次复审。复审内容应包括体格检查、违章记录检查、安全教育和本工种安全技术知识考试。

第十八条 复审不合格者，可在接到通知之日起九十日内向原复审的考核机构提出再次复审的申请。考核机构可根据其申请，再复审一次。

第十九条 矿山特种作业人员考核、发证的收费应按照财政、物价部门规定的标准执行。考核、发证机构不得擅自增加收费项目或者提高收费标准。

第二十条 矿山企业应当建立矿山特种作业人员档案和相应的管理制度。

矿山特种作业人员档案应当包括特种作业人员的身体健康状况、技术等级、安全培训、考核、发证、复审及奖惩等情况。

第二十一条 有下列情形之一的，由发证机构收回其矿山特种作业人员安全操作资格证书：

（一）未按规定接受复审或者复审不合格的；

（二）违章操作造成严重后果或者违章操作记录达三次以上的；

（三）弄虚作假骗取安全操作资格证书的；

（四）健康状况经确认已不适宜继续从事所规定的特种作业的。

第二十二条 从事矿山特种作业人员安全操作资格考核、发证工作的有关人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊的，应给予行政处分；构成犯罪的，依法追究其刑事责任。

第二十三条 矿山企业的锅炉、压力容器、易燃易爆物品、化学物品管理和操作人员资格考核、发证工作按照有关法律的规定执行。

第二十四条 本规定自颁布之日（1996 年 2 月 6 日）起施行。

（十二）关于加强非煤矿山安全整治工作的意见

安监管管一字[2002]29 号

去年以来，各地区计真贯彻落实全国整顿和规范市场经济秩序工作会议和全国安全生产电视电话会议精神，开展了五项安全生产整治工作，取得了阶段性成果。同时，大部分地区按照国家安全生产监督管理局关于搞好非煤矿山安全整治的要求，开展了非煤矿山安全治理整顿工作，对遏制本地区事故的发生起到了重要作用。但是，受各种因素影响，非煤矿山的安全整治工作发展很不平衡，有些地区的整治工作至今尚未开展起来。为切实加强非煤矿山的安全整治工作，实现非煤矿山安全生产状况的明显好转，现提出以下意见，请结合本地实际，认真贯彻落实。

一、 要提高认识，切实加强领导

2001 年，我国非煤矿山安全生产形势严峻，事故起数和死亡人数在幅度上升，其中发生一次死亡 10 人以上的事故 9 起、死亡 214 人，同比分别增加 5 起和 96 人，上升幅度较大。尤其是广西南丹“7·17”特大透水事故、河南洛宁金矿“11·1”氰化钠泄漏事故，在社会上造成了极其恶劣的影响，引起了中央领导同志的高度重视。朱镕基总理在中央经济工作会议上明确指出：对容易发生重大安全生产事故的企业要严加整顿，对产品质量低劣、浪费资源、污染环境、不具备基本安全生产条件的小厂小矿，要坚决依法关闭。

我国非煤矿山点多面广，是重要的基础性产业之一。做好非煤矿山安全生产工作，不仅在系到人民群众的生命财产安全，而且关系到社会的稳定和矿业经济的健康发展。各地区一定要以江泽民总书记“三个代表”重要思想为指导，认真贯彻落实党的十五届六中全会和中央经济工作会议精神，从讲政治的高度充分认识加强非煤矿山安全整治工作的重要性和紧迫性，尽快采取切实有效的措施，在去年治理整顿的基础上，认真深入地开展好非煤矿山的安全整治工作。

各地区应成立由政府主管领导任组长、各有关部门参加的非煤矿山安全整治工作领导小组，对整治工作实行统一领导和统一部署。要明确整治工作的重点和步骤，采取强有力的措施，稳步向前推进；要建立健全各项工作制度，明确领导小组各成员单位的工作职责，做到各司其职、各负其责、密切配合、协调行动；要定期总结分析整治的进展情况，及时发现和解决存在的问题，促进整治工作不断向纵深发展；要切实做到真整真治，绝不能走过场、留死角或以停代整、以停代关；对于取缔或关闭的企业一定要关死、关住，绝不能死灰复燃。

二、 要突出重点，依法进行整治

2002 年，全国非煤矿山安全整治工作的重点是：各类小金矿、采石场、稀有贵重金属矿山；重点部位

包括危险化学品库、尾矿库、爆破器材库、采矿场、混汞法选金设施和金矿露天氰化堆浸场。总的工作目标是：非煤矿山安全监督管理工作特别是企业的安全管理工作得到进一步加强，遏制住重大、特大事故发生，事故起数和伤亡人数明显下降。

各地区要严格依照《矿山安全法》、《矿产资源法》、《环境保护法》、《民用爆炸物品管理条例》、《危险化学品安全管理条例》、《金属非金属地下矿山安全规程》、《金属非金属露天矿山安全规程》以及企业登记管理等有关法律法规和行业规章开展非煤矿山安全整治工作，加大监督执法力度，认真查处各种违法违规行为。对未取得国土资源管理部门颁发的采矿许可证、未经工商行政管理部门登记注册擅自采矿的，以及国家产业政策、环保法规和自然资源法规明确禁止开采的，应立即依法予以取缔；构成犯罪的，要依法追究刑事责任。

对依法设立的非煤矿山企业，凡不具备下列基本安全生产条件，以及未履行环境影响评价和环境保护“三同时”制度，或虽履行了环评手续，但未按要求落实环保措施的，应依法责令其限期整改或停产整顿，经整改整顿仍达不到要求的，必须坚决予以关闭。

（一） 矿山建设工程安全设施按照批准的设计施工并验收合格；矿山地面及井下供配电系统符合国家有关规定；爆破器材管理符合民用爆炸物品的管理规定，储存仓库应符合国家有关安全技术规程的要求并有严格的保管、发放、领用、清退登记制度；有特殊要求的设备、器材、保护用品和安全检测仪器符合国家或行业安全标准，矿山提升运输设备、装置及设施符合有关规定；矿山有完整的技术资料，包括地质图，矿山总布置图，矿井井上、井下对照图，矿井、巷道、采场布置图，通风系统图，防排水系统图，避灾线路图。

（二） 具备适应安全工作需要的管理机构和胜任工作的安全管理人员，有健全的安全生产责任制，并按规定发给职工劳动保护用品，职工按规定穿戴劳动保护用品和使用安全工具；按规定对职工进行安全教育培训，其中矿长、安全管理人员和特种作业人员经培训合格后持证上岗。

（三） 矿长有合理的地面、井下防水排水系统，有防止地表水泻入井下和露天采场的措施；有独立的通风系统，风量、风质和风速满足井下作业场所的需要；露天矿山的阶段高度、平台宽度和边坡角满足作业安全和边坡稳定的需要。

（四）每个矿井至少有两个独立的能行人的直达地面的安全出口，每个生产水平和各采区至少有两个能行人的安全出口，并与直达地面的出口相通；矿山井巷布置留有足够保障井上和井下安全的矿柱和岩柱；

井巷支护和采场顶板管理能保证作业安全，穿过断层破碎带的主要巷道有可靠的支护措施。

三、 要标本兼治，搞好综合治理

非煤矿山安全整治工作应当与整顿和规范市场经济秩序、调整产业结构和推动技术进步、健全法律法规和制度、强化基础建设和日常监督管理、加强作风建设等项工作结合起来，坚持立足治本，做到标本兼治，通过整治全面提高非煤矿山安全生产和管理水平。为此，各地区应在深入分析研究本地区非煤矿山安全生产形势的基础上，尽快制定整治工作方案，并在整治过程中不断完善方案。

各地区要注意对整治工作中的难点问题进行调查研究，及时发现和总结正反两方面的典型，利用各种媒体宣传和推广好的经验和做法，发挥先进典型的示范作用。对各种违法违纪现象和重大事故隐患要予以揭露和曝光。国家安全生产监督管理局将适时召开现场经验交流会，推动非煤矿山安全整治工作向纵深发展。

要大力开展职工安全培训教育工作，特别要加强对矿山法人代表和安全管理人员的培训，提高全员的安全意识和技能。同时，要加大对安全培训教育及有关人员持证上岗等情况的检查力度，杜绝无证上岗和盲目操作甚至冒险蛮干的现象。

四、 要强化责任，狠抓工作落实

各有关部门要在本地区整治工作领导小组的统一领导下，充分发挥各自的职能作用，并严格责任追究制度，认真落实整治工作方案，做到：

（一）有关主管部门决定责令停产整顿的矿山，有关部门要暂停供应电力、爆破器材、氰化钠等动力和原材料。

（二） 对整治后逾期仍不具备基本安全生产条件或达不到环保要求的矿山企业，应当决定关闭，有关部门要依法注销或吊销采矿许可证、爆炸物品使用许可证。被注销或吊销采矿许可证的企业，应录依法向工商地政管理部门申请办理注销登记，逾期不办理的，工商行政管理部门吊销其营业执照。对尚未用完的爆破器材、氰化钠等危险物品，统一交由矿山主管部门集中封存保管。

（三） 严格审批登记程序，把好矿山开采的市场准入关。新建矿山的矿产资源利用方案或设计中的矿山建设工程安全设施的设计，必须符合矿山安全规程和行业技术规范，并由安全生产监督管理机构提出审查意见；矿山建设工程安全设施竣工后，由安全生产监督管理机构进行验收；验收合格后，方能正式投入生产；对未按批准的设计进行施工和未经验收或者验收不合格擅自投入生产的，由安全生产监督管理机

构责令停产；拒不停产的，通知有关部门不再提供动力、原材料，原发证机关依法吊销其采矿许可证、营业执照。

要按照“谁发证，谁负责”的原则，严把发证关、签字关。对于领导不力、失职渎职、营私舞弊人员，要严肃查处并追究有关单位领导的责任；构成犯罪的，移交司法机关依法处理。凡整治不力，出现死灰复燃和伤亡事故的，不仅要依法追究矿主的法律责任，还要依照《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》，追究当地政府和有关部门负责人的责任。

五、 要坚持标准，认真搞好验收

各地区的整治验收工作要在省（自治区、直辖市）整治领导小组的统一领导下，严格按照标准进行核查。验收标准由各省（自治区、直辖市）整治领导小组根据有关非煤矿山安全生产的法律、法规和标准，结合本地实际情况制订，并报国家安全生产监督管理局备案。验收人员由行政执法人员、安全技术专家和管理专家等组成，并经验收前的集中学习，统一思想认识，确保验收效果。

全国非煤矿山安全整治工作原则上仍按去年国家安全生产监督管理局规定的步骤进行，各地可结合各自情况作相应调整。考虑到各地的进展情况不同，整治验收工作由原安排的 2002 年第三季度推迟到 2002 年第四季度进行。对目前已完成整治工作并达到验收标准的，也可提前申请验收。验收工作组要严格按照国家有关法律法规、安全规程、整治工作方案和验收标准开展验收工作；工作组内部按照“谁签字，谁负责”的原则，分口把关，各负其责。对验收合格的矿山企业，须由验收人员和乡、县、市政府负责人逐级签字，并经省级整治领导小组批准方可恢复生产。国务院有关部门将根据各地整治工作的进展情况，组织有关专家对验收工作开展督查和重点抽查。

各地区要加强对验收后的复查工作，防止反弹。要通过开展集中整治和日常的安全生产监管工作，实现矿业开采秩序的稳定好转，从本质上提高非煤矿山安全生产水平，扭转非煤矿山安全生产形势严峻的局面。

国家安全生产监督管理局

国 家 公 安 部

国 家 监 察 部

国 土 资 源 部

二〇〇二年四月三日

（十三）关于开展重大危险源监督管理工作的指导意见

安监管协调字［2004］56 号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团安全生产监督管理部门，各煤矿安全监察局及北京、新疆生产建设兵团煤矿安全监察办事处，中央管理有关企业：

根据《安全生产法》的有关规定，为全面掌握重大危险源的数量、状况及其分布，加强对重大危险源的监督管理，有效防范重、特大事故的发生，2003 年 11 月以来，国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）（以下简称国家局）在河北、辽宁、江苏、浙江、福建、重庆、广西、甘肃开展了重大危险源申报登记试点工作。《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》下发后，各地认真贯彻落实，陆续开展了重大危险源普查登记和监控工作。为了加强管理，统一标准，规范运行，现对开展重大危险源监督管理工作提出如下指导意见。

一、意义和依据

以“三个代表”重要思想为指导，全面贯彻《安全生产法》，坚持“安全第一，预防为主”的方针，坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的科学发展观，促进经济社会和人的全面发展，坚持“关口前移”、“重心下移”，坚持“科技兴安”，努力实现安全生产工作从被动防范向源头管理转变，遏制和减少重、特大事故的发生。

《安全生产法》第三十三条规定：“生产经营单位对重大危险源应当登记建档，进行定期检测、评估、监控，并制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施。生产经营单位应当按照国家有关规定将本单位重大危险源及有关安全措施、应急措施报有关地方人民政府负责安全生产监督管理部门和有关部门备案。”《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》（国发[2004]2 号）要求“搞好重大危险源的普查登记，加强国家、省（区、市）、市（地）、县（市）四级重大危险源监控工作”。

二、目标和任务

重大危险源的监督管理是一项系统工程，需要合理设计，统筹规划。首先是要开展重大危险源的普查登记；其次是开展重大危险源的检测评估；第三是对重大危险源实施监控防范；第四是对有缺陷和存在事故隐患的危险源实施治理；第五是通过对重大危险源的监控管理，既要促使企业强化内部管理，落实实施，自主保安，又要针对各地实际，有的放矢，便于政府统一领导，科学决策，依法实施监控和安全生产行政执法，以实现重大危险源监督管理工作的科学化、制度化、和规范化。

主要任务：

1.开展重大危险源普查登记，摸清底数，掌握大危险源的数量、状况和分布情况，建立重大危险源数据库和定期报告制度；

2.开展重大危险源安全评估，对重要的设备、设施以及生产过程中的工艺参数、危险物质进行定期检测，建立重大危险源评估监控的日常管理体系；

3.建立国家、省（区、市）、市（地）、县（市）四级重大危险源监控信息管理网络系统，实现对重大危险源的动态监控、有效监控；

4.对存在缺陷和事故隐患的重大危险源进行治理整顿，督促生产经营单位加大投入，采取有效措施，消除事故隐患，确保安全生产。

5.建立和完善有关重大危险源监控和存在事故隐患的危险源治理的法规和政策，探索建立长效机制。

三、重大危险源申报登记的范围

重大危险源是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品，且危险物品的数量等于或超过临界量的单元（包括场所和设施）。根据国家标准《重大危险源辨识》（GB18218-2000）和《安全生产法》的规定，以及实际工作的需要，重大危险源申报登记的范围如下：

1．贮罐区（贮罐）；2．库区（库）；3．生产场所；4．压力管道；5．锅炉；6．压力容器；7．煤矿（井工开采）；8．金属非金属地下矿山；9．尾矿库。

具体申报登记范围详见附件1。

四、重大危险源的登记与评估

1． 1． 生产经营单位应当按照《安全生产法》、《重大危险源辨识》（GB18218—2000）和申报登记

范围的要求对本单位的重大危险源进行登记建档，并填写《重大危险源申报表》（见附件 2）报当地安全监管部门（或煤矿安全监察机构）。

2． 2． 生产经营单位应当每两年至少对本单位的重大危险源进行一次安全评估，并出具安全评估报告。安全评估工作应由注册安全评价人员或注册安全工程师主持进行，或者委托具备安全评价资格的评价机构进行。安全评估报告应包括重大危险源的基本情况，危险、有害因素辨识与分析，可能发生的事故类型、严重程度，重大危险源等级，安全对策措施，应级救援措施和评估结论等。安全评估报告应报当地安全监管部门（或煤矿安全监察机构）。

3． 3． 重大危险源的生产过程以及材料、工艺、设备、防护措施和环境等因素发生重大变化，或者国家有关法规、标准发生变化时，生产经营单位应当对重大危险源重新进行安全评估，并将有关情况报当地安全监管部门（或煤矿安全监察机构）。

五、重大危险源监督管理的要求

1.各级安全监管部门、煤矿安全监察机构要进一步提高对重大危险源监督管理工作重要性的认识，自觉从践行“三个代表”和执政为民的高度，加强对重大危险源普查、评估、监控、治理工作的组织领导和监督检查，切实防范重、特大事故，保障人民群众生命财产安全和社会经济的全面、协调、可持续发展；要把强化重大危险源监督管理工作作为安全生产监督检查和考核的一项重要内容，布置好，落实好。

2.各级安全监管部门、煤矿安全监察机构应当成立重大危险源监督管理工作领导小组和技术指导小组，统一领导、协调和指导辖区内重大危险源的监督管理工作。

3.各级安全监管部门、煤矿安全监察机构应当进一步加大监督检查和行政执法的力度，督促辖区内存在重大危险源的生产经营单位认真落实国家有关重大危险源监督管理的规定和要求，全面开展重大危险源普查登记和监控管理工作。检查中发现生产经营单位对重大危险源未登记建档，或者未经行评估、监控及未制定应急预案的，要依据《安全生产法》第 85 条的规定严肃查处。对因重大危险源管理监控不到位、整改不及时而导致重、特大事故的，要依法严肃追究生产经营单位主要负责人和相关人员的责任。

4.各级安全监管部门、煤矿安全监察机构监督检查中发现重大危险源存在事故隐患的，应当责令生产经营单位立即整改；在整改前或整改中无法保证安全的，应当责令生产经营单

位从危险区域内撤出作业人员，暂时停产、停业或者停止使用；难以立即整改的，要限期完成，并采取切实有效的防范、监控措施。

5.各级安全监管部门、煤矿安全监察机构要加强重大危险源申报登记的宣传和培训工作，按照国家局组织编写的《重大危险源申报登记与管理》（试行）教材做好培训工作，指导生产经营单位做好重大危险源的申报登记和管理工作。

6.为规范重大危险源的监督管理，各地区应统一按照国家局组织开发的重大危险源信息管理系统软件，建立本地区重大危险源数据库，并根据重大危险源的分布和危险等级，有针对性的做好日常监督工作，采取措施，切实防范重、特大事故的发生，确保安全生产形势的稳定好转。

联系人：孙文德　　秦兴强

电　话：（010）64463004

附件：1.重大危险源申报范围

2.重大危险源申报表

二OO四年四月二十七日

附件一：

重大危险源申报范围

本次申报的重大危险源，是指长期地或者临时地生产、搬运、使用或者储存危险物品，且危险物品的数量等于或者超过临界量的场所和设施，以及其他存在危险能量等于或超过临界量的场所和设施。

重大危险源申报的类别：贮罐区（贮罐）；库区（库）；生产场所；压力管道；锅炉；压力容器；煤矿

（井工开采）；金属非金属地下矿山；尾矿库。具体申报范围如下所述。

表 2-1~表 2-11 略

表 2-12：尾矿库基本特征表

<table>
<tr><td>企业名称</td><td colspan="3"></td><td>主要负责人</td><td></td></tr>
<tr><td>详细地址</td><td colspan="3"></td><td>联系电话</td><td></td></tr>
<tr><td>上级主管</td><td colspan="3"></td><td>邮政编码</td><td></td></tr>
<tr><td>建厂日期</td><td></td><td>从业人数</td><td></td><td>经济类型</td><td></td></tr>
<tr><td>矿　　种</td><td></td><td>固定资产</td><td>万元</td><td>年利润</td><td>万元</td></tr>
<tr><td>尾矿库名称</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>地理位置</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>尾矿库型式</td><td colspan="5">1 山谷型　2 傍山型　3 河谷型　4 平底型　5 其他(写出名称)</td></tr>
<tr><td>尾矿库等别</td><td colspan="3">1 一等　2 二等　3 三等　4 四等　5 五等</td><td>全库容</td><td>万 m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">坝高</td><td>m</td><td>设计总库容</td><td>万 m^3</td><td>设计总坝高</td><td>m</td></tr>
<tr><td colspan="2">坝长</td><td>m</td><td>最小干滩长度</td><td>m</td><td>沉积干滩平均坡度</td><td></td></tr>
<tr><td>尾矿库危害程度分类</td><td colspan="6">1、一类尾矿设施：一旦发生最大程度的溃坝事故，殃及居民区或重要建（构）筑物等，可能造成死亡 50 人以上或经济损失 1000 万元以上的；
2、二类尾矿设施：一旦发生最大程度的溃坝事故，殃及居民区或重要建（构）筑物等，可能造成死亡 10 人以上至 50 人以下或经济损失 100 万元以上至 1000 万元以下的；
3、三类尾矿设施：一旦发生最大程度的溃坝事故，殃及居民区或重要建（构）筑物等，可能造成死亡 10 人以下或经济损失 100 万元以下的。</td></tr>
<tr><td>尾矿库安全度分类</td><td colspan="6">1 危库　2 险库　3 病库　4 正常库</td></tr>
</table>

如果尾矿库失事是否会使下游重要城镇、工矿企业、重要铁路干线遭受严重灾害		坝址区地震基本烈度	
库区有无滑坡体		库区有无产生泥石流的条件	
库区是否处于岩溶或裂隙发育地区			
库区有无滥伐、滥垦、滥牧现象			
坝型	1 透水坝　2 不透水坝		
坝高	m	坝长	m
堆坝方法	1 上游式　2 下游式　3 中线式　4 其他	堆高	m
尾矿分级设备型号		数量	
汇水面积	km^2	尾矿库防洪标准（洪水重现期）	初期　年
			中、后期　年
尾矿坝安全超高		尾矿库调洪库容	万 m^3
排洪系统的型式	1 井－管式　2 井－洞式　3 槽－管式　4 槽－洞式　5 溢洪道		
尾矿粒度 d_{cp}	mm	尾矿比重	t/m^3
尾矿坝的观测项目	1 坝体水平位移　2 坝体沉降　3 坝体固结　4 坝体孔隙水压力　5 坝体浸润线　6 坝基扬压力 7 绕坝渗流　8 渗流量　9 渗流水水质　10　其他（写出具体项目名称）		
尾矿库的尾矿浓缩分级、放矿筑坝、回水排水、防汛渡汛、抗震等工作概述			
如果是危库、险库或病库，对危			

险情况作出概述	
尾矿库曾出现的问题及采取的解决办法	
备　注	

填表人：_____联系电话：_____填表日期：_____

表 3：重大危险源周边环境基本情况表

危险源周边环境情况	周边地区情况	单位类型	数量（个）	单位名称	人数	与危险源最近距离
		住宅区				
		生产单位				
		机关团体				
		公共场所				
		交通要道				
		其它				

周边环境对危险源	类型	数量（个）	简　要　说　明
	火源		
	输配电装置		
	其它		

的影响			

填表人：_____联系电话：_____填表日期：_____

（十四）非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法

国家安全生产监督管理局第 9 号令

《非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法》已经 2004 年 4 月 19 日国家安全生产监督管理局（国家煤矿安全监察局）局务会议审议通过，现予公布，自公布之日起施行。

二〇〇四年五月十七日

非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法

第一章　总则

第一条 为了严格规范非煤矿矿山企业安全生产条件，做好非煤矿矿山企业安全生产许可证的颁发管理工作，根据《安全生产许可证条例》和有关法律、行政法规，制定本实施办法。

第二条 非煤矿矿山企业必须依照本实施办法的规定取得安全生产许可证。

未取得安全生产许可证的，不得从事生产活动。

第三条 非煤矿矿山企业安全生产许可证的颁发管理工作实行企业申请、两级发证、属地监管的原则。

第四条 国务院安全生产监督管理部门指导、监督全国非煤矿矿山企业安全生产许可证的颁发管理工作，负责中央管理的非煤矿矿山企业（集团公司、总公司、上市公司）和海洋石油天然气企业安全生产许可证的颁发和管理。

省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门（以下称省级安全生产许可证颁发管理机关）负责前款规定以外的非煤矿矿山企业以及含有非煤矿山或者设有尾矿库的其他非矿山企业安全生产许可证的颁发和管理。

第二章　安全生产条件

第五条 非煤矿矿山企业取得安全生产许可证，应当具备下列安全生产条件：

(一)建立、健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等规章制度；制定作业安全规程和各工种操作规程；

(二)安全投入符合安全生产要求，按照有关规定提取安全技术措施专项经费；

(三)设置安全生产管理机构，配备专职安全生产管理人员；

(四)主要负责人和安全生产管理人员的安全生产知识和管理能力经考核合格；

(五)特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书；

(六)其他从业人员按照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格；

(七)依法参加工伤保险，为从业人员缴纳工伤保险费；

(八)对有职业危害的场所进行定期检测，有防治职业危害的具体措施，并按规定为从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动防护用品；

(九)依法进行安全评价；

(十)对作业环境安全条件和危险性较大的设备进行定期检测检验，有预防事故的安全技术保障措施；

(十一)石油天然气储运设施、露天边坡、人员提升设备、尾矿库、排土场、爆破器材库等易发生事故的场所、设施、设备，有登记档案和检测、评估报告及监控措施；

(十二)制订井喷失控、中毒窒息、边坡坍塌、冒顶片帮、透水及坠井等各种事故以及采矿诱发地质灾害等事故的应急救援预案；

(十三)建立事故应急救援组织,配备必要的应急救援器材、设备；生产规模较小可以不建立事故应急救援组织的，应当指定兼职的应急救援人员，并与邻近的事故应急救援组织签订救护协议。

第六条 中央管理的非煤矿矿山企业（集团公司、总公司、上市公司）取得安全生产许可证，应当具备本实施办法第五条第（一）、（二）、（三）、（四）项的规定，制定本实施办法第五条第（八）、（十）、（十一）、（十三）项的具体办法，掌握本实施办法第五条第（五）、（六）、（七）、（九）项的情况。

第七条 陆上石油天然气开采企业的生产系统除符合本实施办法第五条的规定外，其厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺还应当具备下列条件：

（一）油气井、站、罐、库、管道等油气场所应当设立明显的严禁烟火安全标志，使用防爆电气设备，安装防雷防静电装置，以及可燃气体浓度检测报警装置；

（二）油气井、站、罐、库、管道等油气场所扩建、改建及检修、维修需要动火作业的，必须达到动火条件、办理动火手续、落实安全措施，方可动火；

（三）油气厂、站、库内应当装设安全排泄放空装置，放空火炬和点火装置安全可靠，油气进出的总管汇应当装设紧急切断阀；

（四）油气储罐应当装设阻火器、机械呼吸阀和液压安全阀，四周应当设防火堤，进出口管道处应当设金属软连接；

（五）石油专用容器、专用湿蒸汽发生器、加热炉、锅炉上的安全阀、压力表等应当安装齐全，性能良好，并定期检验；

（六）油气厂、站、库的消防道路、消防水源、消防设施和消防器材应当按《原油和天然气工程设计防火规范》（GB50183）、《低倍数泡沫灭火系统设计规范》（GB50151）规定执行；

（七）输油气管道与重要设施之间应当按照有关规定保持安全距离，并在适当位置安装截断阀；

（八）石油物探作业中爆炸物品的储存、运输、使用符合《民用爆炸物品管理条例》规定；

（九）石油天然气钻井作业，应当进行井控设计，安装井控装置，制定并落实井控措施；

（十）具有自喷能力的油气井进行测井、射孔、试油气、压裂、酸化和修井作业时，应当严格按照设计要求压井和安装地面流程，换装好与施工要求相适应的井口装置，并经试压合格；

（十一）含硫化氢的天然气田开发前应当进行评估、勘测。含硫化氢的油气井进行钻井、试油气和采油气作业必须使用防硫工具、井下工具、井口装置和地面流程，并采取其他防止硫化氢危害的技术措施和保护措施。

第八条 海上石油天然气开采企业的生产系统除符合本实施办法第五条的规定外，其厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺还应当具备下列条件：

（一）海上油气生产设施经发证检验机构检验合格，取得检验合格证书，保证海上消防设备、海上救生设备、海上无线电通讯设备、起货设备、航行信号、火灾和天然气监测报警设备、油气生产流程中的紧急关断系统及压力释放系统满足海洋石油作业安全法规、标准或者国际先进标准的要求；

（二）海上移动式钻井设施必须取得船舶国籍证书、船级证书等安全证书；

（三）海上压力容器由具有相应资格的单位设计和制造，并经发证检验机构检验合格，取得检验合格证书；

（四）海上作业的工作人员经海上石油作业安全救生培训考核合格，并取得证书；

（五）钻井平台、油气生产设施具有总体布置图、危险区划分图、救逃生布置图和消防部署图；

（六）石油天然气钻井作业，应当进行井控设计，安装井控装置，制定并落实井控措施；

（七）海上油气生产设施应当按有关标准划分危险区，并配备满足该区域要求的防爆电器；

（八）含硫化氢的油气井进行钻井、试油气和采油气作业时，必须使用防硫工具、井下工具、井口装置和地面流程，并采取其他防止硫化氢危害的技术措施和保护措施；

（九）油气生产作业期间应当有守护船进行守护；

（十）物探作业中爆炸物品的储存、运输、使用符合《民用爆炸物品管理条例》规定；

（十一）陆上油气终端的安全生产条件不低于陆上石油天然气开采的要求。

第九条 金属与非金属露天矿山开采企业的生产系统除符合本实施办法第五条的规定外，其厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺还应当具备下列条件：

（一）有具有资质的设计单位设计的开采设计和附图。图纸包括地质地形图、采场工程平面布置图和采场剖面图；

（二）露天矿山应当采剥并举、剥离先行并由上而下分台阶开采，严禁掏采；

（三）台阶高度必须符合有关规定的要求，其中最大开采高度小于五十米、年开采总量小于五十万吨的小型露天采石场，应当自上而下分层、按顺序开采，分层高度根据岩性确定，浅眼爆破时分层高度不超过六米，中深孔爆破时分层高度不超过二十米；

（四）爆破器材管理、爆破安全距离和爆破作业符合《爆破安全规程》规定；

（五）危险性较大的矿用起重、运输、提升、排水等机械设备应当有定期检验报告，且该报告须在检验有效期内；

（六）露天采场的总出入沟口、平硐口、排水井口和工业场地等处必须采取妥善的防洪措施，深凹露天采场有专用防洪设施；

（七）排土场的阶段高度、总堆置高度、平台宽度，以及相邻阶段同时作业的超前堆置高度，应当符合设计规定；

（八）排土场有可靠的截洪、防洪和排水设施，以及防止泥石流的措施。

第十条 金属与非金属地下矿山开采企业的生产系统除符合本实施办法第五条的规定外，其厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺还应当具备下列条件：

（一）有具有资质的设计单位设计的开采设计和符合实际情况的附图。图纸包括地质图(水文地质图和工程地质图)、矿山总平面布置图、采掘工程平面图、井上和井下对照图、通风系统图、提升运输系统图、供配电系统图、防排水系统图、避灾线路图等；

（二）每个矿井至少有两个独立的能行人的直达地面的安全出口，其间距不得小于三十米，矿井的每个生产水平(中段)和各个采区(盘区)至少有两个能行人的安全出口并与直达地面的出口相通，提升竖井作为安全出口时，必须有保障行人安全的梯子间；

（三）矿井应当采取机械通风，其风质、风量、风速应当符合有关规定的要求，开采与煤伴生、共生的金属与非金属矿床的通风条件，应当符合煤矿开采有关安全规程要求；

（四）矿井提升运输系统有防过卷、防跑车、防坠等安全保护装置，提升运输设备应当有定期检验报告，且该报告须在检验有效期内；

（五）矿井井口的标高必须高于当地历史最高洪水位一米以上，水文地质条件复杂的矿山，必须在井底车场周围设置防水闸门，有水害防治措施，井下主要排水设备的型号和数量应当满足井下排水的要求；

（六）爆破作业必须有设计和作业规程，有防止危及人身安全和中毒窒息的安全预防措施，爆炸物品有严格的储存、购买、运输、使用和清退登记制度，并符合《民用爆炸物品管理条例》规定；

（七）有自然发火可能性的矿井，其主要运输巷道应当布置在岩层或者不易自然发火的矿层内，并采用预防性灌浆或者其他有效的预防自然发火的措施；

（八）设计中规定保留的矿柱、岩柱，在规定的期限内不得开采或者毁坏。

（九）排土场的有关安全生产条件应当符合本实施办法第九条第（七）、（八）项的要求。

第十一条 地质勘探作业企业的生产系统除符合本实施办法第五条的规定外，其厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺还应当具备下列条件：

（一）地质勘探必须具有能够满足工作需要的交通、通信联络工具和防护用品，海上勘探时，勘查船应当具有导航雷达、测深仪等电子观察设备；

（二）民用爆炸物品、有毒化学药品和放射源必须有单独存放的仓库和安全保存的措施，并符合有关规定；

（三）存放危险品的仓库应当按有关规定配备消防设施和通讯报警装置；

（四）勘探使用的电气设备必须有可靠的漏电保护装置和措施；

（五）钻探工程：钻机应当有可靠的制动、防坠、防窜、行程限制、安全挂钩、手动定位器等安全装置，有钻机组装、拆卸和使用的安全措施，钻塔必须安装避雷设施和其它防护措施，避雷设施与钻塔应绝缘良好，活动工作台应当有防坠、防跑、制动装置和平衡绳、导向绳、手拉绳等安全装置，油气层钻探按照石油天然气开采技术保障条件执行；

（六）巷探工程：应当有巷探工程设计及安全卫生专篇，施工现场应当设置安全标志和信号，有防尘、防毒、防火、防爆、防雷、防洪、防风、防寒、防冻、防坍塌、防雪崩等安全措施，每个井巷应当有独立的通风系统并采用机械通风，有满足探矿需要的独立排水系统；

（七）地质测绘：高标观测仪器应当有平稳牢固的架设措施，坑道测量有测量方案和安全措施，城市测量(绘)有避让行人和电力设施的措施。

第十二条 尾矿库企业的生产系统除符合本实施办法第五条的规定外，其厂房、作业场所和安全设施、设备、工艺还应当具备下列条件：

（一）尾矿库初期坝轮廓尺寸符合设计要求，无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土和管涌，运行工况正常；

（二）尾矿堆积坝整体外坡坡比不得陡于设计规定值，部分高程堆积坝边坡过陡的，不得出现局部失稳，并满足坝体稳定安全系数和渗流控制要求，无明显沉陷、滑坡、裂缝、流土、管涌，外坡坡面无沼泽化和较多(大)的冲沟，运行工况正常，在堆积坝整体外坡坡比陡于设计规定值时，应当由具有资质的中介机构进行稳定性分析，其分析方法和分析结论应当满足规范要求；

（三）尾矿坝最小安全超高和最小干滩长度必须满足规范要求；

（四）尾矿库排水设施应当符合设计要求，对出现的堵塞、坍塌、裂缝、变形、腐蚀或磨蚀、漏砂等现象采取治理措施，运行工况正常。

第三章　安全生产许可证的申请和颁发

第十三条 中央管理的非煤矿矿山企业（集团公司、总公司、上市公司）和海洋石油天然气企业申请领取安全生产许可证，向国务院安全生产监督管理部门提出申请。

前款规定以外的其他非煤矿矿山企业以及含有非煤矿矿山或者设有尾矿库的其他非矿山企业申请领取安全生产许可证，向企业所在地省级安全生产许可证颁发管理机关提出申请。

第十四条 非煤矿山企业申请领取安全生产许可证，应当提交下列文件、资料：

（一）安全生产许可证申请书（一式三份）；

（二）采矿许可证（勘查许可证）、工商营业执照副本；

（三）各种安全生产责任制（复印件）；

（四）安全生产规章制度和操作规程目录清单；

（五）设置安全生产管理机构和配备安全生产管理人员的文件（复印件）；

（六）主要负责人和安全生产管理人员安全生产知识和管理能力考核合格的证明材料；

（七）特种作业人员取得操作资格证书的证明材料；

（八）为从业人员缴纳工伤保险费的有关证明材料；

（九）重大危险源检测、评估、监控措施；

（十）事故应急救援预案和设立矿山救护队的文件或与专业救护队签订的救护协议。

中央管理的非煤矿矿山企业（集团公司、总公司、上市公司）应当按照本条第（一）、（三）、（四）、（五）、（六）项的规定提交文件、资料。

第十五条 非煤矿矿山企业所属独立生产系统申请领取安全生产许可证，应当提交下列文件、资料：

（一）安全生产许可证申请书（一式三份）；

（二）采矿许可证（勘查许可证）、工商营业执照副本；

（三）主要负责人、安全生产管理人员安全生产知识和管理能力考核合格的证明材料；

（四）特种作业人员取得操作资格证书的证明材料；

（五）具备资质的中介机构出具的安全评价报告；

（六）建设项目安全设施验收合格的证明材料；

（七）为从业人员缴纳工伤保险费的证明材料；

（八）按照本实施办法第五条第(一)项的规定提交相应的规章制度的文本以及作业安全规程、各工种操作规程和其他规章制度的目录。

第十六条 非煤矿矿山企业应当对其向安全生产许可证颁发管理机关提交的相关文件、资料的真实性负责。

第十七条 安全生产许可证颁发管理机关对非煤矿矿山企业提交的申请书及文件、资料，应当按照下列规定分别处理：

(一)申请事项不属于本机关职权范围的，应当即时作出不予受理的决定，并告知申请人向有关机关申请；

(二)申请材料存在可以当场更正的错误的，应当允许或者要求申请人当场更正，并即时出具受理的书面凭证；

(三)申请材料不齐全或者不符合要求的，应当当场或者在五个工作日内一次告知申请人需要补正的全部内容，逾期不告知的，自收到申请材料之日起即为受理；

(四)申请材料齐全、符合要求或者按照要求全部补正的，自收到申请材料或者全部补正材料之日起为受理。

第十八条 对已经受理的申请，省级安全生产许可证颁发管理机关应在征得非煤矿矿山企业所在地人民政府安全生产监督管理部门或者有关部门同意后，指派有关人员对申请材料和安全生产条件进行审查；需要到现场审查的，应当到现场进行审查。

第十九条 负责审查的有关人员应当向安全生产许可证颁发管理机关提出审查意见。

安全生产许可证颁发管理机关应当对有关人员提出的审查意见进行讨论，并在受理申请之日起 45 个工作日内作出颁发或者不予颁发安全生产许可证的决定。

对决定颁发的，安全生产许可证颁发管理机关应当自决定之日起 10 个工作日内送达或者通知申请人领取安全生产许可证；对决定不予颁发的，应当在 10 个工作日内书面通知申请人并说明理由。

第二十条 经审查符合安全生产条件的，安全生产许可证颁发管理机关应当按下列规定颁发安全生产许可证：

（一）对中央管理的非煤矿矿山企业（集团公司、总公司、上市公司），向企业颁发安全生产许可证；

（二）对金属与非金属矿山企业，向企业及其所属各独立生产系统分别颁发安全生产许可证；

（三）对非煤矿矿山地质勘探、采掘施工企业，向企业颁发安全生产许可证；

（四）对陆上石油天然气企业，向企业及其分公司、子公司和管道运输分公司以及分公司、子公司下属生产单位等，分别颁发安全生产许可证；

（五）对海洋石油天然气企业，向企业及其所属石油天然气设施分别颁发安全生产许可证；

（六）对含有非煤矿矿山或者设有尾矿库的其他非矿山企业，向企业的矿山生产系统或者尾矿库颁发安全生产许可证。

第二十一条 安全生产许可证的有效期为 3 年。安全生产许可证有效期满后需要延期的，非煤矿矿山企业应当于安全生产许可证有效期满前 3 个月向原安全生产许可证颁发管理机关申请办理延期手续。

对申请延期的非煤矿矿山企业安全生产条件审查合格后，安全生产许可证颁发管理机关应当收回原安全生产许可证，换发新的安全生产许可证。

第二十二条 非煤矿矿山企业在安全生产许可证有效期内符合下列条件的，当安全生产许可证有效期届满时，经原安全生产许可证颁发管理机关同意，不再审查，直接办理延期手续：

(一)严格遵守有关安全生产的法律法规和本实施办法；

(二)取得安全生产许可证后，加强日常安全生产管理，未降低安全生产条件；

(三)接受安全生产许可证颁发管理机关及所在地人民政府安全生产监督管理部门的监督检查；

(四)未发生死亡事故。

第二十三条 非煤矿矿山企业在安全生产许可证有效期内有下列情形之一的，应当向原安全生产许可证颁发管理机关申请变更安全生产许可证：

（一）变更主要负责人的；

（二）变更隶属关系的；

（三）变更企业名称的；

（四）新建、改建、扩建项目安全设施经验收合格的。

变更本条第一款第（一）、（二）、（三）项的，自工商营业执照变更之日起10个工作日内提出申请；变更本条第一款第（四）项的，应当在新建、改建、扩建项目验收合格后10个工作日内提出申请。

申请变更本条第一款第（一）项的，应当提供变更后的工商营业执照副本和主要负责人考核合格证明材料；申请变更本条第一款第（二）、（三）项的，应当提供变更后的工商营业执照副本；申请变更本条第一款第（四）项的，应当提交与建设项目有关的文件、资料。

第二十四条 对已经受理本实施办法第二十三条第一款第（一）、（二）、（三）项变更申请的，安全生产许可证颁发管理机关对申请人提交的相关文件、资料审核后，即可办理安全生产许可证变更手续。

对已经受理的本实施办法第二十三条第一款第（四）项的变更申请，安全生产许可证颁发管理机关应当按照本实施办法第十八、十九条规定办理安全生产许可证变更手续。

第二十五条 非煤矿矿山企业安全生产许可证分为正副本，具有同等法律效力，正本为悬挂式，副本为折页式。

非煤矿矿山企业安全生产许可证由国务院安全生产监督管理部门统一印制和编号。

安全生产许可证申请书、审查书、延期申请书、变更申请书等由国务院安全生产监督管理部门规定统一格式。

第四章　安全生产许可证的监督管理

第二十六条 已经建成投产的非煤矿矿山企业在申请安全生产许可证期间，应当依法进行生产，确保安全；不具备安全生产条件的，应当进行整改并制定安全保障措施；经整改仍不具备安全生产条件的，不得进行生产。

第二十七条 非煤矿矿山企业不得转让、冒用、买卖、出租、出借或者使用伪造的安全生产许可证。

第二十八条 安全生产许可证颁发管理机关应当坚持公开、公平、公正的原则，严格依照本实施办法的规定审查、颁发安全生产许可证。

安全生产许可证颁发管理机关工作人员在安全生产许可证颁发、管理和监督检查工作中，不得索取或者接受非煤矿矿山企业的财物，不得谋取其他利益。

第二十九条 安全生产许可证颁发管理机关发现有下列情形之一的，应当撤销已经颁发的安全生产许可证：

(一)超越职权颁发安全生产许可证的；

(二)违反本实施办法规定的程序颁发安全生产许可证的；

(三)不具备本实施办法规定的安全生产条件颁发安全生产许可证的；

(四)以欺骗、贿赂等不正当手段取得安全生产许可证的。

第三十条 取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业有下列情形之一的，安全生产许可证颁发管理机关应当注销其安全生产许可证：

(一)终止非煤矿矿山企业生产活动的；

(二)安全生产许可证被依法撤销的；

(三)安全生产许可证被依法吊销的。

第三十一条 非煤矿矿山企业隐瞒有关情况或者提供虚假材料申请安全生产许可证的，安全生产许可证颁发管理机关不予受理，该企业在一年内不得再次申请安全生产许可证。

第三十二条 设区的市、县级人民政府安全生产监督管理部门负责本行政区域内取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业的日常监督检查，并将监督检查中发现的问题及时报告安全生产许可证颁发管理机关。

国务院安全生产监督管理部门负责取得安全生产许可证的中央管理的非煤矿矿山企业（集团公司、总公司、上市公司）和海洋石油天然气企业的日常监督检查。

第三十三条 安全生产许可证颁发管理机关每6个月向社会公布一次取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业情况。

第三十四条 安全生产许可证颁发管理机关应当将非煤矿矿山企业安全生产许可证颁发管理情况通报非煤矿矿山企业所在地县级以上地方人民政府及其安全生产监督管理部门。

第三十五条 安全生产许可证颁发管理机关应当加强对非煤矿矿山企业安全生产许可证的监督管理，建立、健全非煤矿矿山企业安全生产许可证档案管理制度。

第三十六条 省、自治区、直辖市人民政府安全生产监督管理部门应当于每年1月15日前,将本行政区域内上年度非煤矿矿山企业安全生产许可证颁发和管理情况报国务院安全生产监督管理部门。

第三十七条 监察机关依照《中人民共和国行政监察法》的规定，对安全生产许可证颁发管理机关及其工作人员履行《安全生产许可证条例》和本实施办法规定的职责实施监察。

第三十八条 任何单位或者个人对违反《安全生产许可证条例》和本实施办法规定的行为，有权向安全生产许可证颁发管理机关或者监察机关等有关部门举报。

第五章　罚则

第三十九条 安全生产许可证颁发管理机关工作人员有下列行为之一的，给予降级或者撤职的行政处分；构成犯罪的，依法追究刑事责任：

（一）向不符合本实施办法规定的安全生产条件的非煤矿矿山企业颁发安全生产许可证的；

（二）发现非煤矿矿山企业未依法取得安全生产许可证擅自从事生产活动，不依法处理的；

（三）发现取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业不再具备本实施办法规定的安全生产条件，不依法处理的；

（四）接到对违反本实施办法规定行为的举报后，不及时处理的；

（五）在安全生产许可证颁发、管理和监督检查工作中，索取或者接受非煤矿矿山企业的财物，或者谋取其他利益的。

第四十条 承担安全评价、认证、检测、检验工作的机构，出具虚假证明，构成犯罪的，依照刑法有关规定追究刑事责任；尚不够刑事处罚的，没收违法所得，违法所得在5000元以上的，并处违法所得2倍以上5倍以下的罚款，没有违法所得或者违法所得不足5000元的，单处或者并处5000元以上2万元以下的罚款，对其直接负责的主管人员和其他直接责任人员处5000元以上5万元以下的罚款；给他人造成损害的，与非煤矿矿山企业承担连带赔偿责任。

对有前款违法行为的机构，撤销其相应资格。

第四十一条 取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业不具备本实施办法第五条规定的安全生产条件之一的，予以警告，责令整改，并处1万元以上3万元以下罚款。

第四十二条 取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业有下列行为之一的，暂扣其安全生产许可证并限期整改：

(一)发生重大事故的；

(二)不具备本实施办法第七条至第十二条规定的安全生产条件之一的；

(三)本实施办法第四十一条规定责令整改而未进行整改的。

第四十三条 取得安全生产许可证的非煤矿矿山企业有下列行为之一的，吊销其安全生产许可证：

(一)倒卖、出租、出借或者以其他形式非法转让安全生产许可证的；

(二)提供虚假证明文件或采取其他欺骗手段，取得安全生产许可证的；

(三)暂扣安全生产许可证后未按期整改或者逾期仍不具备本实施办法规定的安全生产条件的。

第四十四条 非煤矿矿山企业有下列行为之一的，责令停止生产，没收违法所得，并处 10 万元以上 50 万元以下的罚款；造成重大事故或者其他严重后果，构成犯罪的，依法追究刑事责任：

(一)未取得安全生产许可证，擅自进行生产的；

(二)接受转让的安全生产许可证的；

(三)冒用安全生产许可证的；

(四)使用伪造的安全生产许可证的。

第四十五条 非煤矿矿山企业在安全生产许可证有效期内，主要负责人、隶属关系、企业名称发生变化，未按本实施办法规定申请、办理变更手续的，责令限期办理变更手续，并处 1 万元以上 3 万元以下罚款。

非煤矿矿山企业新建、改、扩建项目安全设施已经验收合格，未按本实施办法的规定申请、办理变更手续擅自投入生产的，责令停止生产，限期办理变更手续，并处 1 万元以上 3 万元以下罚款；逾期仍不办理变更手续，继续进行生产的，依照本实施办法第四十四条的规定处罚。

第四十六条 非煤矿矿山企业在安全生产许可证有效期满未办理延期手续，继续进行生产的，责令停止生产，限期补办延期手续，没收违法所得，并处 5 万元以上 10 万元以下的罚款；逾期仍不办理延期手续，继续进行生产的，依照本实施办法第四十四条的规定处罚。

第四十七条 非煤矿矿山企业转让安全生产许可证的，没收违法所得，并处 10 万元以上 50 万元以下的罚款；构成犯罪的，依法追究刑事责任。

第四十八条 《安全生产许可证条例》施行前已经进行生产的非煤矿矿山企业，应当在2005年1月13日前，按照本实施办法的规定向安全生产许可证颁发管理机关申请办理安全生产许可证；逾期不办理安全生产许可证或者经审查不符合本实施办法的规定，未取得安全生产许可证继续进行生产的，依照本实施办法第四十四条规定处罚。

第六章　附则

第四十九条 本实施办法所称非煤矿矿山企业，是指从事非煤矿矿产资源地质勘探、生产和采掘施工的企业，包括含有非煤矿矿山或者设有尾矿库的其他非矿山企业的矿山生产系统或者尾矿库。

本实施办法所称尾矿库含赤泥库、灰渣库。

第五十条 矿泉水、卤水、采砂和小型砖瓦粘土开采的安全生产条件，由省、自治区、直辖市根据本地实际情况规定。

第五十一条 《安全生产许可证条例》和本实施办法规定的行政处罚，由安全生产许可证颁发管理机关决定。

第五十二条 本实施办法自公布之日起施行。

（十五）非煤矿山安全评价导则

安监管技装字[2003]93号

各省、自治区、直辖市及新疆生产建设兵团安全生产监督管理部门：

根据《中华人民共和国安全生产法》的有关规定，为加强非煤矿山（石油、天然气开采业除外)生产经营单位新建、改建、扩建工程项目安全设施“三同时”及非煤矿山企业安全生产管理工作，规范非煤矿山安全评价行为，确保安全评价的科学性、公正性和严肃性，国家安全生产监督管理局编制了《非煤矿山安全评价导则》，现印发给你们，请遵照执行。

二〇〇三年六月二十四日

非煤矿山安全评价导则

1.主题内容与适用范围

本导则依据《安全评价通则》制定，规定了非煤矿山（石油、天然气开采业除外）建设项目安全预评价、安全验收评价和非煤矿山安全现状综合评价（以下统称非煤矿山安全评价）的目的、基本原则、内容、程序和方法，适用于非煤矿山建设项目和非煤矿山企业安全评价。石油、天然气开采业安全评价导则另行制定。

2.安全评价目的和基本原则

非煤矿山安全评价目的是贯彻“安全第一，预防为主”方针，提高非煤矿山的本质安全程度和安全管理水平，减少和控制非煤矿山建设项目和非煤矿山生产中的危险、有害因素，降低非煤矿山生产安全风险，预防事故发生，保护建设单位和非煤矿山企业的财产安全及人员的健康和生命安全。

非煤矿山安全评价的基本原则是具备国家规定资质的安全评价机构科学、公正、合法、自主地开展安全评价。

3.定　义

3.1 非煤矿山

开采金属矿石、放射性矿石以及作为石油化工原料、建筑材料、辅助原料、耐火材料及其他非金属矿物（煤炭除外）的矿山。

3.2 非煤矿山建设项目安全预评价

在非煤矿山建设项目可行性研究报告批复后，根据建设单位的委托及建设项目可行性研究报告的内容，定性、定量分析和预测该建设项目可能存在的各种危险、有害因素的种类和程度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

3.3 非煤矿山建设项目安全验收评价

在非煤矿山建设项目竣工、试生产运行正常后，通过对非煤矿山建设项目的设施、设备、装置实际情况和管理状况的调查分析，查找该非煤矿山建设项目投产后存在的危险、有害因素，确定其危险度，提出合理可行的安全对策措施及建议。

3.4 非煤矿山安全现状综合评价

在非煤矿山生产运行过程中，通过对其设施、设备、装置实际情况和管理状况的调查分析，定性、定量地分析其生产过程中存在的危险、有害因素，确定其危险度，对其安全管理状况给予客观的评价，对存在的问题提出合理可行的安全对策措施及建议。

4.非煤矿山安全评价内容

非煤矿山安全评价内容一般包括：非煤矿山安全管理对确保矿山安全生产的适应性；核实检查矿山井巷、地下开采、露天开采、提升运输、通风防尘、尾矿库、排土场、炸药库、防排水、防灭火、充填、供电、供水、供气、通讯、边坡等场所及设备、设施的情况是否符合安全生产法律法规和技术标准的要求；进行矿山重大危险、有害因素的危险度评价；提出合理可行的安全对策措施及建议。

5.非煤矿山安全评价程序

非煤矿山安全评价程序一般包括：前期准备；危险、有害因素识别与分析；划分评价单元；选择评价方法，进行定性、定量评价；提出安全对策措施及建议；做出安全评价结论；编制安全评价报告；安全评价报告评审等。

5.1 前期准备

明确被评价对象和范围，进行现场调查，收集国内外相关法律法规、技术标准及与评价对象相关的非煤矿山数据资料。

非煤矿山建设项目安全预评价需要建设单位提供资料参考目录见附录A。

非煤地下矿山建设项目安全验收评价和非煤地下矿山安全现状综合评价需要建设单位或非煤矿山企业提供资料参考目录见附录B。

非煤露天矿山建设项目安全验收评价和非煤露天矿山安全现状综合评价需要建设单位或非煤矿山企业提供资料参考目录见附录C。

5.2 危险、有害因素识别与分析

根据非煤矿山的生产、周边环境及水文地质条件的特点，识别和分析生产过程中危险、有害因素。

5.3 划分评价单元

根据评价工作需要，按生产工艺功能、生产设备、设备相对空间位置和危险、有害因素类别及事故范围划分单元。评价单元应相对独立，具有明显的特征界限，便于进行危险、有害因素识别分析和危险度评价。

5.4 定性、定量评价

选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法，对可能导致非煤矿山重大事故的危险、有害因素进行定性、定量评价，给出引起非煤矿山重大事故发生的致因因素、影响因素和事故严重程度，为制定安全对

策措施提供科学依据。

5．5 提出安全对策措施及建议

1）安全技术对策措施

2）安全管理对策措施

5．6 安全评价结论

在对评价结果分析归纳和整合的基础上，做出安全评价结论。

1）非煤矿山安全状况综合评述

2）归纳、整合各部分评价结果

3）非煤矿山安全总体评价结论

5．7 编制安全评价报告

非煤矿山安全评价报告是非煤矿山安全评价过程的记录，应将安全评价的过程、采用的安全评价方法、获得的安全评价结果等写入安全评价报告。

5．8 安全评价报告评审

建设单位或非煤矿山企业将安全评价报告送专家评审组进行技术评审，并由专家评审组提出书面评审意见。评价机构根据专家评审组的评审意见，修改、完善安全评价报告。

6．安全评价报告内容和要求

6．1 安全评价报告内容

1)安全评价依据

2)被评价单位基本情况

3)主要危险、有害因素识别

4)评价单元的划分与评价方法选择

5)定性、定量评价

6)建议补充的安全对策措施

7)评价结论

6．2 安全评价报告要求

安全评价报告应内容全面，条理清楚，数据完整，查出的问题准确，提出的对策措施具体可行，评价

结论客观公正。

7.安全评价报告格式

安全评价报告格式一般包括：

1)封面（参见附录D)

2)评价机构安全评价资质证书副本影印件

3)著录项（参见附录E)

4)目录

5)编制说明

6)前言

7)正文

8)附件

9)附录

8．安全评价报告载体

安全评价报告一般采用纸质载体。为适应信息处理需要，安全评价报告可辅助采用电子载体形式。

附录A

非煤矿山建设项目安全预评价

需要建设单位提供资料参考目录

A.1 建设项目概况

1)建设项目基本情况（包括隶属关系、职工人数、所在地区及其交通情况等）

2）建设项目建设的合法证明材料（包括建设项目立项申请和审批资料、矿产资源开采许可证等）

A.2 建设项目设计依据

1）建设项目设计依据的批准文件

2）建设项目设计依据的地质勘探报告书

3）建设项目设计依据的其他有关矿山安全的基础资料

A.3 建设项目设计文件

1）建设项目可行性研究报告

2）与建设项目相关的其他设计文件

A.4 生产系统及辅助系统说明

1）设计生产能力、开拓方式、开采工艺等

2）生产系统和辅助系统生产及安全情况的说明

A.5 危险、有害因素分析所需资料

1）地质构造资料

2）工程地质及对开采不利的岩石力学条件

3）水文地质及水文资料

4）内因火灾倾向性资料

5）冲击地压资料

6）热害资料

7）有毒有害物质组分，放射性物质含量、辐射类型及强度等

8）地震资料

9）气象条件

10）附属生产单位或附属设施危险、有害因素资料

11）矿体四邻情况和废弃巷道情况

12）矿体开采的特殊危险、有害因素的说明

A.6 安全专项投资情况

A.7 安全评价所需的其他资料和数据

附录 B

非煤地下矿山建设项目安全验收评价

和非煤地下矿山安全现状综合评价

需要建设单位或非煤矿山企业提供资料参考目录

B.1 非煤矿山概况

1)企业基本情况（包括隶属关系、职工人数、所在地区及其交通情况等）

2)企业生产、经营活动合法证明材料（包括企业法人证明、营业执照、矿产资源开采许可证等）

B.2 矿井设计依据

1)矿井设计依据的批准文件

2)矿井设计依据的地质勘探报告书

3)矿井设计依据的其他有关矿山安全的基础资料

B.3 矿井设计文件

1)矿井详细设计文件

2)开采中段、采区、采掘工作面、尾矿库设计文件

3)生产系统和辅助系统设计文件

4)下列反映矿井实际情况和不同时期开采情况的图纸

①矿井地质和水文地质图

②井上、下对照图

③巷道布置图

④采掘工程平面图

⑤通风系统图

⑥井下运输系统图

⑦安全监测装备布置图

⑧排水、防尘、压风、充填等管路系统图

⑨井下通讯系统图

⑩井上、下配电系统图

⑩井下电气设备布置图

⑩井下避灾路线图

B.4 生产系统及辅助系统说明

1)矿井实际生产能力、开拓方式、开采工艺等

2)开采中段、采区、采掘工作面生产及安全情况的说明

3)生产系统和辅助系统生产及安全情况的说明

B.5 危险、有害因素分析所需资料

1)地质构造资料

2)工程地质及对开采不利的岩石力学条件

3)水文地质及水文资料

4)内因火灾倾向性资料

5)冲击地压资料

6)矿井热害资料

7)有毒有害物质组分，放射性物质含量、辐射类型及强度等

8)地震资料

9)气象条件

10)生产过程有害因素资料（主要生产环节或者生产工艺的危害因素分析）

11)附属生产单位或附属设施危险、有害因素资料

12)矿体四邻情况和废弃巷道情况

13)矿体开采的特殊危险、有害因素说明

B.6 安全技术与安全管理措施资料

1)矿体开采可能冒落区地面范围资料

2)矿井、中段、采区的安全出口布置、开采顺序、采矿方法、采空区处理方法和预防冒顶、片帮的措施

3)保障矿井通风系统安全可靠的措施

4)预防冲击地压（岩爆)的安全措施

5)防尘措施

6)防治自燃发火的安全措施

7)防治矿井火灾的安全措施

8)防治地面洪水的安全措施

9)防治井下突水、涌水的安全措施

10)提升、运输及机械设备防护装置及安全运行保障措施

11)供电系统安全保障措施

12)爆破安全措施

13)爆破器材加工、储存安全措施

14)矿井气候调节措施

15)防噪声、振动安全措施

16)矿山安全监测设备、仪器仪表资料

17)井口保健站、井下急救站

18)安全标志及其使用情况资料

19)安全生产责任制

20)安全生产管理规章制度

21)安全操作规程

22)其他安全管理和安全技术措施

B.7 安全机构设置及人员配置

1)安全管理、通风防尘、灾害监测机构及人员配置

2)工业卫生、救护和医疗急救组织及人员配置

3)安全教育、培训情况

4)工种及其设计定员

B.8 安全专项投资及其使用情况

B.9 安全检验、检测和测定的数据资料

1)特种设备检验合格证

2)特殊工种培训、考核记录及其上岗证

3)主要通风机检验、检测及运行情况记录和数据

4)矿井通风测定数据

5)矿井涌水量记录

6)矿井自燃发火区记录及其自燃情况数据

7)各类事故情况记录

8)职工健康监护数据

9)其他安全检验、检测和测定的数据资料

B.10 安全评价所需的其他资料和数据

附录 C

非煤露天矿山建设项目安全验收评价

和非煤露天矿山安全现状综合评价需要

建设单位或非煤矿山企业提供资料参考目录

C.1 非煤矿山概况

1)企业基本情况（包括隶属关系、职工人数、所在地区及其交通情况等）

2)企业生产、经营活动合法证明材料（包括企业法人证明、营业执照、矿产资源开采许可证等）

C.2 采场设计依据

1)采场设计依据的批准文件

2)采场设计依据的地质勘探报告书

3)采场设计依据的其他有关矿山安全的基础资料

C.3 采场设计文件

1)采场详细设计文件

2)开采水平、采区、采掘工作面、尾矿库设计文件

3)生产系统和辅助系统设计文件

4)下列反映采场实际情况和不同时期开采情况的图纸

①地形地质图

②工程地质平面图、断面图，综合水文地质平面图

③采剥工程平面图、断面图

④排土工程平面图

⑤运输系统图

⑥输配电系统图

⑦安全监测装备布置图

⑧通讯系统图

⑨防排水系统及排水设备布置图

⑩边坡监测系统平面图、断面图

⑩老空区、废弃巷道与露天采场平面对照图

C.4 生产系统及辅助系统说明

1)采场实际生产能力、开拓方式、开采水平等

2)开采水平、采区、采掘工作面生产及安全情况的说明

3)生产系统和辅助系统生产及安全情况的说明

C.5 危险、有害因素分析所需资料

1)地质构造资料

2)工程地质及对开采不利的岩石力学条件

3)水文地质及水文资料

4)内因火灾倾向性资料

5)冲击地压资料

6)采场热害资料

7)有毒有害物质组分，放射性物质含量、辐射类型及强度

8)地震资料

9)气象条件资料

10)生产过程危害因素分析（主要生产环节或者生产工艺的危害因素分析）

11)附属生产单位或附属设施危害因素分析

12)矿体四邻情况和废弃采场情况及其危害因素

13)矿体开采的特殊危害因素的说明

C.6 安全技术与安全管理措施资料

1)矿体开采可能滑坡区地面范围资料

2)采场、水平、采区的安全通道布置、开采顺序、采矿方法

3)边坡稳定及防治滑坡的措施

4)保障采场通风的措施

5)预防冲击地压（岩爆)的安全措施

6)防治采场火灾的安全措施

7)防治地面洪水的安全措施

8)防治采场突水、涌水的安全措施

9)提升、运输、机械设备防护装置及安全运行保障措施

10)供电系统安全保障措施

11)爆破安全措施

12)爆破器材加工、储存安全措施

13)防噪声、振动的安全措施

14)矿山安全监测设备资料

15)安全标志及其使用情况资料

16)安全生产责任制

17)安全生产管理规章制度

18)安全操作规程

19)其他安全管理和安全技术措施

C.7 安全机构设置及人员配置

1)安全管理、通风防尘、灾害监测机构及人员配置

2)工业卫生、救护和医疗急救组织及人员配置

3)安全教育、培训情况

4)工种及其设计定员

C.8 安全专项投资及其使用情况

C.9 安全检验、检测和测定的数据资料

1)特种设备检验合格证

2)特殊工种培训、考核记录及其上岗证

3)边坡稳定情况测定数据

4)采场空气、防尘测定数据

5)采场涌水量记录

6)采场自燃发火区记录及其自燃情况数据

7)各类事故情况记录

8)职工健康监护数据

9)其他安全检验、检测和测定的数据资料

C.10 安全评价所需的其他资料和数据

附录 D　　安全评价报告封面格式（略）

附录 E　　著录项格式（略）

颁布日期：2003 年 06 月 24 日

执行日期：2003 年 06 月 24 日

（十六）中华人民共和国固体废物环境污染防治法

(1995 年 10 月 30 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过)

第一章　总则

第一条 为了防治固体废物污染环境，保障人体健康，促进社会主义现代化建设发展，制订本法。

第二条 本法适用于中华人民共和国境内固体废物污染环境的防治。

固体废物污染海洋环境的防治和放射性固体废物污染环境的防治不适用本法。

第三条 国家对固体废物污染环境的防治，实行减少固体废物的产生、充分合理利用固体废物和无害化处理固体废物的原则。

第四条 国家鼓励、支持开展清洁生产，减少固体废物的产生量。

国家鼓励、支持综合利用资源，对固体废物实行充分回收和合理利用，并采取有利于固体废物综合利用活动的经济、技术政策和措施。

第五条 国家鼓励、支持有利于保护环境的集中处置固体废物的措施。

第六条 县级以上人民政府应当将固体废物污染环境防治工作纳入环境保护规划，并采取有利于固体废物污染环境防治的经济、技术政策和措施。

第七条 国家鼓励、支持固体废物污染环境防治的科学研究、技术开发、推广先进的防治技术和普及固体废物污染环境防治的科学知识。

第八条 各级人民政府对在固体废物污染环境防治工作以及相关的综合利用活动中作出显著成绩的单位和个人给予奖励。

第九条 任何单位和个人都有保护环境的义务，并有权对造成固体废物污染环境的单位和个人进行检举和控告。

第十条 国务院环境保护行政主管部门对全国固体废物污染环境的防治工作实施统一的监督管理。国务院有关部门在各自的职责范围内负责固体废物污染环境防治的监督管理工作。

县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门对本行政区域内固体废物污染环境的防治工作实施统一监督管理。县级以上地方人民政府有关部门在各自的职责范围内负责固体废物污染环境防治的监督管理

工作。

国务院建设行政主管部门和县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门负责城市生活垃圾的清扫、收集、贮存、运输和处置的监督管理工作。

第二章　固体废物污染环境防治的监督管理

第十一条 国务院环境保护行政主管部门建立固体废物污染环境监督制度，制订统一的监测规范，并会同有关部门组织监测网络。

第十二条 建设产生工业固体废物的项目以及建设贮存、处置固体废物的项目，必须遵守国家有关建设项目环境保护管理的规定。

建设项目的环境影响报告书，必须对建设项目产生的固体废物对对环境的污染和影响作出评价，规定动作防治环境污染的措施，并按照国家规定的程序报环境保护行政主管部门批准。环境影响报告书经批准后，审批建设项目的主管部门方可批准该建设项目的可行性研究报告或者设计任务书。

第十三条 建设项目的环境影响报告书确定需要配套建设的固体废物污染环境防治设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。固体废物污染环境防治设施必须经原审批环境影响报告书的环境保护行政主管部门验收合格后，该建设项目方可投入生产或者使用。对固体废物污染环境防治设施的验收应当与对主体工程的验收同时进行。

第十四条 县级以上人民政府环境保护行政主管部门和其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门，有权依据各自的职责对管辖范围内与固体废物污染环境防治有关的单位进行现场检查。被检查的单位应当如实反映情况，提供必要的资料。检查机关应当为被检查的单位保守技术秘密和业务秘密。

检查人员进行现场检查，应当出示证件。

第三章固体废物污染环境的防治

第一节一般规定

第十五条 产生固体废物的单位和个人，应当采取措施，防止或者减少固体废物对环境的污染。

第十六条 收集、贮存、运输、利用、处置固体废物的单位和个人，必须采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施。

不得在运输过程中沿途丢弃、遗撒固体废物。

第十七条 产品应当采取易回收利用、易处置或者在环境中易消纳的包装物。

产品生产者、销售者、使用者应当按照国家有关规定对可以回收利用的产品包装物和容器等回收利用。

第十八条 国家鼓励科研、生产单位研究、生产易回收利用、易处置或者在环境中易消纳的农用薄膜。

使用农用薄膜的单位和个人，应当采取回收利用等措施，防止或者减少农用薄膜对环境的污染。

第十九条 对收集、贮存、运输、处置固体废物的设施、设备和场所、应当加强管理和维护，保证其正常运行和使用。

第二十条 禁止擅自关闭、闲置或者拆除工业固体废物污染环境防治设施、场所；确有必要关闭、闲置或者拆除的，必须经过所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门核准，并采取措施，防止污染环境。

第二十一条 对造成固体废物严重污染环境的企业事业单位，限期治理。被限期治理的企业事业单位必须按期完成治理任务。限期治理由县级以上人民政府按照国务院规定的权限决定。

第二十二条 在国务院和国务院有关主管部门及省、自治区、直辖市人民政府划定的自然保护区、风景名胜区、生活饮用水源地和其他需要特别保护的区域内，禁止建设工业固体废物集中贮存、处置设施、场所和生活垃圾填埋场。

第二十三条 转移固体废物出省、自治区、直辖市行政区域贮存、处置的，应当向固体废物移出地的省级人民政府环境保护行政主管部门报告，并经固体废物接收地的省级人民政府环境保护行政主管部门许可。

第二十四条 禁止中国境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置。

第二十五条 国家禁止进口不能用作原料的固体废物；限制进口可以用作原料的固体废物。

国务院环境保护行政主管部门会同国务院对外经济贸易主管部门制订、调整并公布可以用作原料进口的固体废物的目录，未列入该目录的固体废物禁止进口。

确有必要进口列入前款规定目录中的固体废物用作原料的，必须经国务院环境保护行政主管部门会同国务院对外经济贸易主管部门审查许可，方可进口。

具体办法，由国务院规定。

第二节工业固体废物污染环境的防治

第二十六条 国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院经济综合主管部门和其他有关部门对工业固体废物对环境的污染作出界定，制定防治工业固体废物污染环境的技术政策，组织推广先进的防治工业

固体废物污染环境的生产工艺和设备。

第二十七条 国务院经济综合主管部门应当会同国务院有关部门组织研究、开发和推广减少工业固体废物产生量的生产工艺和设备，公布限期淘汰产生严重污染环境的工业固体废物的落后生产工艺、落后设备的名录。

生产者、销售者、进口者或者使用者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内分别停止生产、销售、进口或者使用列入前款规定的名录中的设备。生产工艺的采用者必须在国务院经济综合主管部门会同国务院有关部门规定的期限内停止采用列入前款规定的名录中的工艺。

依照前两款规定被淘汰的设备，不得转让给他人使用。

第二十八条 县级以上人民政府有关部门应当制订工业固体废物污染环境防治工作规划，推广能够减少工业固体废物产生量的先进生产工艺和设备，推动工业固体废物污染环境防治工作。

第二十九条 产生工业固体废物的单位应当建立、健全污染环境防治责任制度，采取防治工业固体废物污染环境的措施。

第三十条 企业事业单位应当合理选择和利用原材料、能源和其他资源，采用先进的生产工艺和设备，减少工业固体废物产生量。

第三十一条 国家实行工业固体废物申报登记制度。

产生工业固体废物的单位必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定，向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门提供工业固体废物的产生量、流向、贮存、处理等有关资料。

第三十二条 企业事业单位对其产生的不能利用或者暂时不利用的工业固体废物，必须按照国务院环境保护行政主管部门的规定建设贮存或者处置的设施、场所。

第三十三条 露天贮存冶炼渣、化工渣、燃煤灰渣、废矿石、尾矿和其他工业固体废物的，应当设置专用的贮存设施、场所。

第三十四条 建设工业固体废物贮存、处置的设施、场所，必须符合国务院环境保护行政主管部门规定的环境保护标准。

本法施行前产生工业固体废物的单位，没有依照本法第三十二条规定建设工业固体废物贮存或者处置的设施、场所，或者工业固体废物贮存、处置的设施、场所不符合环境保护标准的，必须限期建成或者改进；在限期内，对新产生的污染环境的工业固体废物，应当缴纳排污费或者采取其他措施。采取缴纳排污

费措施的单位在限期内提前建成工业固体废物贮存或者处置的设施、场所或者经改造使其符合环境保护标准的，自建成或者改造完成之日起，不再缴纳排污费；在限期内未建成或者经改造仍不符合环境保护标准的，继续缴纳排污费，直至建成或者经改造符合环境保护标准为止。具体办法由国务院规定。排污费用于环境污染的防治，不得挪作他用。

第三节城市生活垃圾污染环境的防治

第三十五条 任何单位和个人应当遵守城市人民政府环境卫生行政主管部门的规定，在指定地点倾倒、堆放城市生活垃圾，不得随意扔撒或者堆放。

第三十六条 贮存、运输、处置城市生活垃圾，应当遵守国家有关环境保护和城市环境卫生的规定防止污染环境。

第三十七条 城市生活垃圾应当及时清运，并积极开展合理利用和无害化垃圾。

城市生活垃圾应当逐步做到分类收集、贮存、运输和处置。

第三十八条 城市人民政府应当有计划地改进燃料结构，发展城市煤气、天然气、液化气和其他清洁能源。

城市人民政府有关部门应当组织净菜进城，减少城市生活垃圾。

城市人民政府应当统筹规划，合理安排收购网点，促进废弃物的回收利用工作。

第三十九条 城市人民政府应当配套建设城市生活垃圾清扫、收集、贮存、运输、处置设施。

第四十条 建设城市生活垃圾处置设施、场所，必须符合国务院环境保护行政主管部门和国务院建设行政主管部门规定的环境保护和城市环境卫生标准。

禁止擅自关闭、闲置或者拆除城市生活垃圾处置设施、场所；确有必要关闭、闲置或者拆除的，必须经所在地县级以上地方人民政府环境卫生行政主管部门和环境保护行政主管部门核准，并采取措施，防止污染环境。

第四十一条 施工单位应当及时清运、处置建筑施工过程中产生的垃圾，并采取措施，防止污染环境。

第四章危险废物污染环境防治的特别规定

第四十二条 危险废物污染环境的防治，适用本章规定；本章未作规定的，适用本法其他有关规定。

第四十三条 国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院有关部门制定国家危险废物名录，规定统一的危险废物鉴别标准、鉴别方法和识别标志。

第四十四条 对危险废物的容器和包装物以及收集、贮存、运输、处置危险废物的设施、场所，必须设置危险废物识别标志。

第四十五条 产生危险废物的单位，必须按照国家有关规定申报登记。

第四十六条 产生危险废物的单位，必须按照国家有关规定处置；不处置的，由所在地县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正；逾期不处置或者处置不符合国家有关规定的，由所在地县级以上人民政府环境保护行政主管部门指定单位按照国家有关规定代为处置，处置费用由产生危险废物的单位承担。

第四十七条 城市人民政府应当组织建设对危险废物进行集中处置的设施。

第四十八条 以填埋方式处置危险废物不符合国务院环境保护行政主管部门的规定的，应当缴纳危险废物排污费。危险废物排污费征收的具体办法由国务院规定。

危险废物排污费用于危险废物污染环境的防治，不得挪作他用。

第四十九条 从事收集、贮存、处置危险废物经营活动的单位，必须向县级以上人民政府环境保护行政主管部门申请领取经营许可证，具体管理办法由国务院规定。

禁止无经营许可证或者不按照经营许可证规定从事危险废物收集、贮存、处置的经营活动。

禁止将危险废物提供或者委托给无经营许可证的单位从事收集、贮存、处置的经营活动。

第五十条 收集、贮存危险废物，必须按照危险废物特性分类进行。禁止混合收集、贮存、运输、处置性质不相容而未经安全性处置的危险废物。

禁止将危险废物混入危险废物中贮存。

第五十一条 转移危险废物的，必须按照国家有关规定填写危险废物转移单，并向危险废物移出地和接受地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告。

第五十二条 运输危险废物，必须采取防止污染环境的措施，并遵守国家有关危险货物运输管理的规定。

禁止将危险废物与旅客在同一运输工具上载运。

第五十三条 收集、贮存、运输、处置危险废物的场所、设施、设备和容器、包装物及其他物品转作他用时，必须经过消除污染的处理，方可使用。

第五十四条 直接从事收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的人员，应当接受专业培训，经考核

合格，方可从事该项工作。

第五十五条 产生、收集、贮存、运输、利用、处置危险废物的单位，应当制订在发生意外事故时采取的应急措施和防范措施，并向所在地县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告；环境保护行政主管部门应当进行检查。

第五十六条 因发生事故或者其他突发性事件，造成危险废物严重污染环境的单位，必须立即采取措施消除或者减轻对环境的污染危害，及时通报可能受到污染危害的单位和居民，并向所在地县级以上人民政府环境保护行政主管部门和有关部门报告，接受调查处理。

第五十七条 在发生危险废物严重污染环境，威胁居民生命财产安全时，县级以上人民政府环境保护行政主管部门必须立即向本级人民政府报告，由人民政府采取有效措施，解除或者减轻危害。

第五十八条 禁止中华人民共和国过境转移危险废物。

第五章　法律责任

第五十九条 违反本法规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令限期改正，并处罚款：

（一）不按照国家规定申报登记工业固体废物或者危险废物，或者在申报登记时弄虚作假的；

（二）拒绝环境保护行政主管部门现场检查，或者在被检查时弄虚作假的；

（三）不按照国家规定缴纳排污费的；

（四）将列入限期淘汰名录淘汰的设备转让给他人使用的；

（五）擅自关闭,闲置或者拆除固体废物污染环境防治设施，场所的；

（六）　在自然保护区、风景名胜区、生活饮用水源地和其他需要特别保护的区域内,建设工业固体废物集中贮存、处置设施、场所或者生活垃圾填埋场的；

（七）　擅自转移固体废物出省、自治区、直辖市行政区域贮存、处置的.

有前款第(一)项,第(二)项行为的,处一万元以下罚款;有前款第(三)项行为的,处应缴纳排污费金额百分之五十以下的罚款;有前款第(四)项,第(五)项,第(六)项,第(七)项行为之一的,处五万元以下罚款.

第六十条 违反本法规定,生产、销售、进口或者使用淘汰的设备,或者采用淘汰的生产工艺的,由县级以上人民政府经济综合主管部门责令改正;情节严重的,由县级以上人民政府经济综合主管部门提出意见,报请同级人民政府按照国务院规定的权限责令停业,关闭。

第六十一条 建设项目中需要配套建设的固体废物污染环境防治设施未建成或者未经验收合格即投入生产或者使用的，由审批该建设项目的环境影响报告书的环境保护行政主管部门责令停止生产或者使用，可以并处十万元以下罚款。

第六十二条 对经限期治理逾期未完成治理任务的企业事业单位，可以根据所造成的危害后果处十万元以下的罚款，或者责令停业，关闭。

前款规定的罚款由环境保护行政主管部门决定。责令停业、关闭，由县级以上人民政府按照国务院规定的权限决定。

第六十三条 贮存、运输、处置城市生活垃圾违反本法规定的，按照国务院关于环境保护和城市环境卫生的有关规定予以处罚。

第六十四条 违反本法有关危险废物污染环境防治的规定，有下列行为之一的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为、限期改正，并处五万元以下的罚款：

（一）不设置危险废物识别标志的；

（二）将危险废物提供或者委托给无经营许可证的单位收集、贮存、处置的；

（三）转移危险废物，不按照国家规定填写危险废物转移联单或者未向移出地和接受地的县级以上地方人民政府环境保护行政主管部门报告的；

（四）将危险废物混入非危险废物中贮存的；

（五）未经安全性处置，混合收集、贮存、运输、处置具有不相容性质的危险废物的；

（六）将危险废物和旅客在同一运输工具上载运的；

（七）危险废物产生者不处置其生产的危险废物或者不承担依法应当承担的处置费用的；

（八）未经消除污染的处理将收集、贮存、运输、处置危险废物的场所、设施、设备和容器、包装物及其他物品转作他用的。

第六十五条 无经营许可证或者不按照经营许可证规定从事收集、贮存、处置危险废物经营活动的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门责令停止违法行为，没收违法所得，可以并处违法所得一倍以下罚款。

不按照经营许可证规定从事前款活动的，还可以由发证机关吊销经营许可证。

第六十六条 违反本法规定，将中国境外的固体废物进境倾倒、堆放、处置，或者未经国务院有关主

管部门许可擅自进口固体废物用作原料的，由海关责令退运该固体废物，可以并处十万元以上一百万元以下的罚款。逃避海关监管，构成走私罪的，依法追究其刑事责任。

以原料利用为名，进口不能用作原料的固体废物的，依照前款规定处罚。

第六十七条 违反本法规定，经中华人民共和国过境转移危险废物的，由海关责令退运该危险废物，可以并处五万元以上五十万元以下的罚款。

第六十八条 对已经非法入境的固体废物，由县级以上人民政府环境保护主管部门依法向海关提出处理意见，海关应当依照本法第六十六条的规定作出处罚决定；已经造成环境污染的，由省级以上人民政府环境保护行政主管部门责令进口者消除污染。

第六十九条 违反本法规定，造成固体废物污染环境事故的，由县级以上人民政府环境保护行政主管部门处十万元以下的罚款；造成重大损失的，按照直接损失的百分之三十计算罚款，但是最高不超过五十万元；对负有直接责任的主管人员，由其所在单位或者政府主管机关给予行政处分。

第七十条 罚款一律上交国库，任何单位和个人不得截留。

第七十一条 受到固体废物损害的单位和个人，有权要求依法赔偿损失。

赔偿责任和赔偿金额的纠纷，可以根据当事人的请求，由环境保护行政主管部门或者其他固体废物污染环境防治工作的监督管理部门调解处理；调解不成的，当事人可以向人民法院提起诉讼。当事人也可以直接向人民法院提起诉讼。

第七十二条 违反本法规定，收集、贮存、处置危险废物，造成重大环境污染事故，导致公私财产重大损失或者人身伤亡的严重后果的，比照刑法第一百一十五条或者第一百八十七条的规定追究刑事责任。

单位犯本条罪的，处以罚金，并对直接责任的主管人员和其他直接责任人员依照前款规定追究刑事责任。

第七十三条 固体废物污染环境防治监督管理人员滥用职权、玩忽职守、徇私舞弊，构成犯罪的，依法追究刑事责任；尚不构成犯罪的，依法给予行政处分。

第六章　附则

第七十四条 本法中下列用语的含义：

（一）固体废物，是指在生产建设、日常生活和其他活动中产生的污染环境的固态半固态废弃物质。

（二）工业固体废物，是指在工业、交通等生产活动中产生的固体废物。

（三）城市生活垃圾，是指在城市日常生活中或者为城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废物以及法律行政法规规定视为城市生活垃圾的固体废物。

（四）危险废物，是指列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的废物。

（五）处置，是指将固体废物焚烧和用其他改变固体废物的物理、化学、生物特性的方法，达到减少已产生的固体废物数量、缩小固体废物的体积、减少或者消除其危险成分的活动，或者将固体废物最终置于符合环境保护规定要求的场所或者设施并不再取回的活动。

第七十五条 液态废物和置于容器中的气态废物的污染防治，适用本法；但是，排入水体的废水和排入大气的废气的污染防治适用有关法律，不适用本法。

第七十六条 中华人民共和国缔结或者参加的与固体废物污染防治有关的国际条约与本法有不同规定的，适用国际条约的规定；但是，中华人民共和国声明保留的条款除外。

第七十七条 本法自 1996 年 4 月 1 日起施行。

附：刑法有关条款

第一百一十五 条违反爆炸性、易燃性、放射性、毒害性、腐蚀性物品的管理规定，在生产、储存、运输、使用中发生重大事故，造成严重后果的，处三年以下有期徒刑或者拘役；后果特别严重的，处三年以上七年以下有期徒刑。

第一百八十七条 国家工作人员由于玩忽职守，致使公共财产、国家和人民利益遭受重大损失的，处五年以下有期徒刑或者拘役。

颁布日期：1995 年 10 月 30 日

执行日期：1996 年 04 月 01 日

（十七）国家尾矿库垮坝事故灾难应急预案（送审稿）

国家安全生产监督管理局 （二〇〇四年五月）

1.总 则

1.1 目的

为规范尾矿库垮坝事故灾难的应急管理和应急救援工作程序，明确有关机构职责，建立健全统一指挥、分级管理，条块结合、以块为主，职责明确、资源共享，平战结合、反应灵敏的应急机制，进一步增强政府应对尾矿库垮坝事故风险和事故灾难的能力，最大限度降低尾矿库垮坝事故灾难造成的人员伤亡和损失，制定本预案。

1.2 工作原则

（1）以人为本。尾矿库垮坝事故灾难应急救援工作，要始终把保障人民群众的生命和健康安全放在首位，切实加强应急救援人员的安全防护，最大限度地减少事故灾难造成的人员伤亡和危害。

（2）统一指挥，分级管理。国家安全生产应急救援指挥中心在国务院安委会的领导下，负责统一指挥、协调尾矿库垮坝事故灾难应急救援工作，各级地方安全生产应急指挥机构和有关企业各负其责，紧密配合。

（3）条块结合，以块为主。尾矿库垮坝事故灾难现场指挥以地方政府为主，部门和专家参与。发生事故的企业是事故应急救援的第一响应者。按照分级响应的原则，依次启动相应的应急预案。

（4）预防为主，依靠科学。加强尾矿库垮坝事故危险的预警预防，做到早发现、早处置、早疏散，尽最大努力保障尾矿库周边群众生命财产安全。尾矿库安全监测和尾矿库垮坝事故灾难应急救援工作，要遵循科学原理，依靠科技进步，充分发挥专家的作用，不断改进和完善应急救援的装备、设施和手段，实现应急准备、应急管理和应急指挥决策的科学化。

（5）平战结合，专兼结合。按照长期准备、重点建设的要求，做好应对尾矿库垮坝事故的思想准备、预案准备、物资和经费准备、工作准备，加强培训演练，做到常备不懈。尾矿库所属企业要将日常工作和应急救援工作相结合；充分利用现有专业力量，努力实现一队多能；培养和发挥经过专门培训的兼职应急救援力量的作用。

1.3 编制依据

依据《安全生产法》、《矿山安全法》、《矿山安全法实施条例》、《国务院关于特大安全事故行政责任追究的规定》、《国务院关于进一步加强安全生产工作的决定》（国发〔2004〕2号）、《重大危险源监督管理规定》和《尾矿库安全管理规定》等有关法律、法规和规章，制定本预案。

1.4 适用范围

本预案主要适用于中国境内金属、非金属矿山尾矿库垮坝事故灾难的应急准备和应急救援工作。

1.5 应急预案体系

各级地方人民政府、各尾矿库所属企业，结合本地、本企业可能发生的尾矿库垮坝事故的特点，分别制定尾矿库垮坝事故应急预案，与本预案共同构成全国尾矿库垮坝事故应急预案体系。

2.组织指挥体系与职责

2.1 协调指挥机构与职责

国家安全生产应急救援指挥中心在国务院安委会统一领导下，负责统一指挥、协调尾矿库垮坝事故灾难应急救援工作。国家安全生产应急救援指挥中心成立之前由国家安全生产监督管理局履行其职责。国家安全生产监督管理局设立尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组承担应急救援的具体工作。尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组的组成及成员单位职责如下：

组长：分管局领导

成员单位：办公室、政策法规司、安全生产协调司（国家安全监察专员办公室）、生产安全应急救援办公室、监督管理一司、调度中心、机关服务中心、通信信息中心。

（1）办公室：负责向党中央办公厅和国务院办公厅及有关领导上报事故信息，接收传达党中央、国务院领导的重要指示。

（2）政策法规司：负责组织向公众和媒体发布事故信息，解答有关质询。

（3）安全生产协调司（国家安全生产监察专员办公室）：负责提供与事故相关的重大危险源监控的情况和信息；根据情况提出事故调查组组成的建议。

（4）生产安全应急救援办公室：根据本预案会同有关司局提供相关的应急预案、专家、队伍、装备、物资等信息；组织专家咨询，协助指挥决策；负责与国务院安委会有关成员通报情况；按照组长的指示通知国务院安委会有关成员进场参加指挥，协调有关专业应急救援力量参加事故救援工作。

（5）监督管理一司：参与组织尾矿库垮坝事故灾难应急救援工作；参与组织尾矿库垮坝事故的专家咨询，根据预案提供专家、队伍、装备、物资等信息，提供事故企业及其监督检查的情况和信息，协助指挥决策。

（6）调度中心：负责安全生产应急救援的调度值班工作，负责安全生产事故灾难及其应急救援信息的接收、报告、处理和统计分析工作，接收事故报告后按照本预案及时报告应急救援协调指挥组组长，通知应急救援协调指挥组成员进场，提供指挥平台，跟踪事故抢救进展情况，传达事故抢救工作意见，编发事故救援情况简报及通报。

（7）机关服务中心：负责尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组的交通和后勤保障工作。

（8）通信信息中心：负责保障尾矿库垮坝事故灾难应急救援期间国家安全生产监督管理局内信息网络的畅通，及时在国家安全生产监督管理局网站公布尾矿库垮坝事故灾难应急救援情况。

2.2 有关部门（机构）职责

根据事故情况，国家安全生产应急救援指挥中心依据《国家安全生产事故灾难应急预案》2.2 条规定的职责协调有关部门配合和提供支持，必要时按照《国家安全生产事故灾难应急预案》2.4.1 条的规定成立应急指挥部，统一协调指挥尾矿库垮坝事故灾难应急救援工作。

3.预防和预警

3.1 信息监控与报告

全国安全生产事故灾难信息由国家安全生产应急救援指挥中心负责统一接收、报

告、处理和统计分析，经核实后及时上报国务院。

各级安全生产监督管理机构、应急指挥机构和有关企业信息监控工作主要包括：按照《重大危险源安全监督管理规定》对尾矿库进行监控和信息分析；对可能引发尾矿库垮坝事故灾难的其他灾害和事件的信息进行监控和分析；对已经发生的尾矿库垮坝事故的抢险救援情况及事故发展态势进行监控和分析。监控信息要及时报告有关应急指挥机构。

以下监控信息要及时上报国家安全生产应急救援指挥中心：

（1）Ⅱ级以上尾矿库垮坝事故及其发展态势和抢救情况的信息；

（2）可能引发Ⅱ级以上尾矿库垮坝事故的其他灾害和事件信息；

（3）尾矿库垮坝重大险情信息，主要包括以下几个方面：①尾矿坝坝体或坝基出现大的管涌和流土；②尾矿坝坝体产生深层滑动；③尾矿库的安全超高或干滩长度严重不足，随时有跨坝和洪水漫坝的可能；④临汛前尾矿库排洪系统严重坍塌，全部或大部堵塞；⑤临场特大暴雨超过尾矿库的洪水设防标准。

3.2 预警行动

各级安全生产应急指挥机构对各种来源的可能导致尾矿库垮坝事故和险情的信息确认后，要及时研究确定应对方案，通知有关部门、单位采取相应的行动预防事故发生。对已经发生的垮坝事故和尾矿库垮坝重大险情，应视事态发展和抢救需要，及时请求上级机构协调增援。

当发生重大尾矿库安全生产事故灾难（Ⅱ级），或发生尾矿库垮坝重大险情、危及周边群众生命财产安全时，国家安全生产应急指挥中心关注事态进展，并做好应急准备，根据事态进展，及时上报国务院安委会办公室，通报其它有关部门、救援机构和专家，做好应急准备工作。

必要时，由国家安全生产应急救援指挥中心向国务院安委会办公室（国家安全生产监督管理局）提出发布尾矿库安全生产事故灾难预警信息的建议。

4.应急响应

4.1 分级响应

按事故灾难的可控性、严重程度和影响范围，将尾矿库垮坝事故分为一般（Ⅳ级）、较大（Ⅲ级）、重大（Ⅱ级）、特别重大（Ⅰ级）四级（见6.1），事故发生后，发生事故的企业及其所在地政府立即启动应急预案，并根据事故等级逐级上报。发生Ⅳ级事故及险情，启动县级预案并上报到市级安全生产应急指挥机构；发生Ⅲ级事故及险情，启动市级及以下预案并上报到省级安全生产应急指挥机构；发生Ⅱ级事故及险情，启动省级及以下预案并上报到国家安全生产应急救援指挥中心；发生Ⅰ级事故及险情，启动本预案及以下各级预案。超出本级应急救援处置能力时，及时请求上一级应急救援指挥机构启动上一级应急预案。

4.2 启动条件

（1）下列情况下，本预案进入启动准备状态：①发生Ⅱ级尾矿库垮坝事故；②发生尾矿库垮坝重大险情，严重危及周边群众生命财产安全；③省级人民政府有关尾矿库垮坝事故的应急预案已经启动。

（2）下列情况下，启动本预案：①发生Ⅰ级尾矿库垮坝事故；②接到省级人民政府关于尾矿库垮坝事故救援增援请求；③接到上级关于尾矿库垮坝事故救援增援的指示；④国家安全生产监督管理局领导认为有必要启动；⑤执行其他应急预案时需要本预案启动。

4.3 响应程序

（1）进入启动准备状态时，根据事故发展态势和现场抢救进展情况，执行如下应急响应程序：①立即向尾矿库垮坝事故灾难应急救援协调指挥组组长及成员报告事故情况；②密切关注、及时掌握事态发展和现场救援情况，及时向尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组组长及成员报告事故情况；③提供相关的预案、专家、队伍、装备、物资等信息，组织专家咨询；④向事故发生地省级人民政府提出事故或险情抢救指导意见；⑤派有关人员和专家赶赴事故现场指导救援；⑥通知有关专家、队伍、国务院安委会有关成员、有关单位做好应急准备。

（2）进入启动状态时，根据事故发展态势和现场抢救进展情况，执行如下应急响应程序：①通知尾矿库垮坝事故灾难应急救援协调指挥组组长及成员到国家安全生产监督管理局调度中心；②报告国务院安委会办公室主任，并及时向国务院办公厅上报信息；③组织专家咨询，提出事故抢救协调指挥方案，提供相关的预案、专家、队伍、装备、物资等信息；④派有关领导赶赴现场进行现场协调指挥；⑤根据《国家安全生产事故灾难应急预案》2.2 规定的职责，通知有关部门做好交通、运输、通信、气象、物资、财政、环保等支援工作；⑥调动有关队伍、专家组参加现场救援工作，调动有关装备、物资支援现场抢救；⑦及时向公众及媒体发布事故应急救援信息，掌握公众反映及舆论动态，解释有关质询；⑧必要时，根据《国家安全生产事故灾难应急预案》2.2 规定的职责，通知国务院安委会有关成员，按照《国家安全生产事故灾难应急预案》4.4 的规定进行协调指挥。

4.4 信息处理

省级应急指挥机构、各级安全生产监督管理局接到Ⅱ级以上尾矿库垮坝事故或尾矿库垮坝重大险情危及周边群众生命财产安全的报告后要及时报国家安全生产监督管理局调度中心。

尾矿库垮坝事故灾难或险情抢救现场指挥部、省级安全生产应急指挥机构要跟踪续报事态发展、抢救工作进展以及事故或险情可能造成的影响等信息，及时提出需要上级协调解决的问题和提供的支援。

国家安全生产监督管理局通过办公室向国务院办公厅上报事故信息。尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组根据需要，及时研究解决有关问题、协调增援。

事故灾难中的伤亡、失踪、被困人员有港澳台人员或外国人时，国家安全生产监督管理局及时通知外交部、港澳办或台办。

4.5 通信

国家安全生产监督管理局调度中心接到Ⅱ级以上尾矿库垮坝事故或尾矿库垮坝重大险情严重危及周边群众的生命财产安全的报告后，要立即建立与事故或险情抢救现场指挥部、

当地各级应急指挥机构、有关专业应急指挥机构、国务院安委会有关成员、有关专家的通信联系，保证信息畅通。

尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组组长及成员联系方式见附录 2；

尾矿库垮坝事故应急救援专家联系方式见附录 4；

4.6 指挥和协调

尾矿库垮坝事故或险情应急救援现场指挥坚持属地化为主的原则。事故或险情发生后，发生事故或险情的企业应立即组织抢救，必要时按照分级响应的原则由当地政府成立事故抢救现场指挥部，统一协调指挥抢救。本预案启动后，国家级协调指挥的主要内容是：

（1）根据现场抢救工作需要和全国安全生产应急救援力量的布局，协调调动有关队伍、装备、物资，保障事故抢救需要；

（2）组织有关专家指导现场抢救工作，协助当地政府提出救援方案，制定防止事故引发次生灾害的方案，责成有关方面实施；

（3）针对事故引发或可能引发的次生灾害，适时通知有关方面启动相关应急预案；

（4）协调事故发生地相邻地区配合、支援救援工作；

（5）必要时，通过国务院安委会协调部队和武警参加应急救援。

4.7 紧急处置

针对尾矿库垮坝事故的特点，在对事故实施抢险救援的过程中，要注意做好以下工作：

（1）迅速组织事故发生地或险情威胁区域的群众撤离危险区域，维护好社会治安，同时做好撤离群众的生活安置工作；

（2）封锁事故现场和危险区域，设置警示标志，同时设法保护周边重要生产、生活设施，防止引发次生事故；

（3）事故现场如有人员伤亡，立即动员当地相关的医疗机构开展医疗救治；

（4）掌握事故发生地气象信息，及时制定科学的事故或险情抢救方案并组织实施；

（5）做好现场救援人员的安全防护工作，防止抢救过程中发生二次伤亡；

（6）保护国家重要设施和目标，防止对江河、湖泊、交通干线等造成影响。

4.8 新闻报道

国家安全生产应急救援指挥中心是尾矿库垮坝事故灾难信息的指定的官方来源。国家安全生产应急救援指挥中心负责尾矿库垮坝事故灾难信息对外发布工作。必要时，国务院新闻办派员参加事故抢救现场指挥部工作，负责对尾矿库垮坝事故现场媒体活动实施管理、协调和指导。

4.9 应急结束

现场应急处置完成后，经事故抢救现场指挥部批准，现场应急处置工作结束，应急救援队伍撤离现场。尾矿库垮坝事故灾难后期处置工作结束后，事故抢救现场指挥部完成事故应急救援总结报告，报送国家安全生产应急救援指挥中心和地方政府，地方政府宣布应急结束。

5.应急保障

5.1 通信与信息保障

有关人员和有关单位的联系方式保证能够随时取得联系，有关单位的调度值班电话保证24小时有人值守。

通过有线电话、移动电话、卫星、微波等通信手段，保证各有关方面的通讯联系畅通。

国家安全生产监督管理局维护各省级安全生产监督管理局、有关专业应急救援指挥机构、省级应急指挥机构和有关专家的通讯联系数据库；建立应急响应通信网络、信息传递网络及维护管理网络系统，以保证应急响应期间通信联络、信息沟通的需要；加强特殊通信联系与信息交流装备的储备，以满足在特殊应急状态下，通讯和信息交流需要；组织制定有关安全生产应急救援机构事故灾难信息管理办法，统一信息分析、处理和传输技术标准。

国家安全生产监督管理局开发和建立全国重大危险源和救援力量信息数据库，并组织管理和维护。省级应急救援机构和各专业应急指挥机构负责本地区、本部门相关信息收集、分析、处理，并向国家安全生产监督管理局报送重要信息。

5.2 应急支援与保障

（1）救援队伍、装备和物资保障。尾矿库所属企业应对广大干部、职工进行尾矿库垮坝事故或险情抢救知识的教育和抢救训练，垮坝事故或险情发生后，能够迅速动员本企业有关职工、技术人员、装备、物资进行抢救。有关各级地方政府应了解掌握当地有关尾矿库垮坝事故或险情抢救所需装备、物资的生产、储存和使用单位以及有关应急救援机构和队伍的联系方式，紧急情况下能够迅速征用或调用。必要时，由国家安全生产应急救援指挥中心通过国务院安委会协调军队、武警、有关部门、有关地方提供队伍、装备、物资支援。

（2）交通运输保障。建立全国主要尾矿库的交通地理信息系统，在应急响应时，利用现有的交通资源，协调铁道、民航、军队等系统提供交通支持，协调沿途有关地方政府提供交通警戒支持，以保证及时调运尾矿库垮坝事故灾难应急救援有关人员、队伍、装备、物资。

事故发生地省级人民政府组织对事故现场进行交通管制，开设应急救援特别通道，应急救援车辆在执行任务时不受交通管制，免交过路、过桥费。

地方政府组织和调集足够的交通运输工具，保证现场应急救援工作需要。

（3）医疗卫生保障。由事故发生地省级卫生行政部门负责应急处置工作中的医疗卫生保障，组织协调当地各级医疗机构实施医疗救治，落实专用药品和器材。医疗机构接到指令后要迅速组织急救队伍进入事故现场实施医疗急救，适时转入各级医院进行后续治疗，采取有效措施防止和控制传染病的爆发流行。

必要时，由国家安全生产应急救援指挥中心通过国务院安委会协调医疗卫生有关部门组织医疗救治力量支援。

（4）治安保障。由事故发生地省级人民政府组织事故现场治安警戒和治安管理，加强对重点地区、重点场所、重点人群、重要物资设备的防范保护，维持现场秩序，及时疏散群众。发动和组织群众，开展群防联防，协助公安部门实施治安保卫工作。

5.3 技术储备与保障

国家安全生产监督管理局依托中国金属非金属矿山尾矿库安全技术中心的尾矿库安全

技术信息系统（联系电话：010-63962233-3503），随时调阅和掌握国内尾矿库的有关安全资料。充分利用现有科研院所的技术人才资源，积极研究开发尾矿库垮坝事故或险情抢救新技术、新设备、新材料，提供在应急状态下的技术支持。

应急响应状态下，当地气象部门要为尾矿库垮坝事故或险情应急救援提供所需要的气象资料和气象技术支持。

5.4 宣传和培训

尾矿库所属企业及所在地各级政府要按规定向周边群众和员工说明尾矿库垮坝事故可能造成的危害，广泛宣传应急救援有关法律法规和尾矿库垮坝事故预防、避险、避灾、自救、互救的常识。尾矿库所属企业按照有关规定对员工进行应急救援和避灾知识的培训，各级安全生产监督管理部门对培训情况进行监督检查。

各级应急救援管理机构加强应急管理、救援人员的上岗前培训和常规性培训，使应急机构和救援队伍的管理和救援人员了解掌握尾矿库垮坝事故抢救有关知识和技能。应急管理列入各级行政管理培训课程，有关各级行政领导接受应急管理培训。

5.5 监督检查

国家安全生产监督管理局对尾矿库垮坝事故灾难应急准备和应急预案实施的全过程进行监督和检查。

6.附则

6.1 名词术语的定义与说明

（1）事故分级

Ⅳ级：尾矿库发生垮坝事故，已经危及周边社区、居民的生命财产安全；造成或可能造成 3 人以下死亡、或 500 万元以下直接经济损失、或一定社会影响等。

Ⅲ级：尾矿库发生垮坝事故，已经危及周边社区、居民的生命财产安全，造成或可能造成 3-9 人死亡、或 500-1000 万元直接经济损失、或较大社会影响等。

Ⅱ级：尾矿库发生垮坝事故，已经危及周边社区、居民的生命财产安全，造成或可

能造成 10-29 人死亡、或 1000-3000 万元以上直接经济损失、或重大社会影响等。

Ⅰ级：尾矿库发生垮坝等事故，已经严重危及周边社区、居民的生命财产安全，造成 30 人以上死亡、或 3000 万元以上直接经济损失、或特别重大社会影响；事故事态发展严重，且亟待外部力量应急救援。

6.2 预案管理与更新

省级安全生产应急救援指挥机构和有关应急保障单位，都要根据本预案和所承担的应急处置任务，制定相应的应急预案，报国家安全生产监督管理局审定、备案。

本预案所依据的法律法规、所涉及的机构和人员发生重大改变，或在执行中发现存在重大缺陷时，由国家安全生产监督管理局及时组织修订。国家安全生产监督管理局要建立应急预案管理制度，明确预案评审机构、评审方法和评审周期，定期组织对本预案评审，并及时根据评审结论组织修订。

6.3 制定与解释部门

本预案由国家安全生产监督管理局发布、组织实施并负责解释。

6.4 预案实施或生效时间

本预案自发布之日起施行。

7. 附录

附录 1：重点尾矿库位置图（略）

附录 2：尾矿库垮坝事故应急救援协调指挥组组长及成员联系方式（略）

附录 3：重点尾矿库一览表（略）

附录 4：尾矿库垮坝事故应急救援专家联系方式（略）

附录 5：相关的应急预案（略）