

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

QUANGUO TEZHONG ZUOYE RENYUAN ANQUAN JISHU PEIXUN KAOHE TONGBIAN JIAOCAI

# 尾 矿 工

WEIKUANG GONG

国家经贸委

安全生产局 / 组织编写



气象出版社

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

# 尾 矿 工

国家经贸委安全生产局组织编写

编写：卫修保 王少平 李文勇 张 明

审定：陈守仁

气象出版社

## 内容提要

本书从加强矿山特种作业人员安全技术培训工作出发,根据《矿山特种作业人员安全操作资格考核标准》对尾矿工的要求,全面介绍了尾矿库有关基本技术理论,安全维护管理技术,旨在提高尾矿工的安全意识、责任感和实际操作技能以及处理事故的能力,使矿山特种作业人员的素质得到全面的提高。本书内容包括尾矿设施的基本知识,尾矿设施的操作、维护与管理,尾矿库病害治理及安全管理与监督,还收录了我国有关尾矿设施的安全法规。

本书主要作为尾矿工的安全操作资格的培训教材,亦可供检修、管理及有关工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

尾矿工/国家经贸委安全生产局编. --北京:气象出版社, 2002.5

全国特种作业人员安全技术培训考核统编教材

ISBN 7-5029-3381-6

I. 尾… II. 国… III. 尾矿-安全技术-技术培训-教材  
IV. TD926.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 033963 号

气象出版社 出版

(北京中关村南大街 46 号) 邮编:100081 电话:68407061)

责任编辑:成秀虎 终审:纪乃晋

封面设计:刘扬 责任技编:陈红 责任校对:宋春香

\*

北京市兴怀印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

\*

开本:850×1168 1/32 印张:4.875 字数:126.6 千字

2002 年 5 月第一版 2002 年 5 月第一次印刷

印数:1-5000 定价:10.00 元

## 前 言

电工作业、金属焊接切割等一些特种作业容易发生伤亡事故,对操作者本人、他人及周围设施、设备的安全造成重大危害。从统计资料分析,大量的事故都发生在这些作业中,而且多数都是由于直接从事这些作业的操作人员缺乏安全知识,安全操作技能差或违章作业造成的。因此,依法加强直接从事这些作业的操作人员,即特种作业人员的安全技术培训、考核非常必要。

为保障人民生命财产的安全,促进安全生产,《劳动法》、《矿山安全法》、《消防法》等有关法律、法规作出了一系列的规定,要求特种作业人员必须经过专门的安全技术培训,经考核合格取得操作资格证书,方可上岗作业。原劳动部曾制定了相应的培训考核管理规定和培训考核大纲,并编写了特种作业人员培训考核统编教材,对推动此项工作发挥了重要作用。1998年国务院机构改革后,原劳动部承担的职业安全监察、矿山安全监察及安全综合管理职能划入国家经贸委。为适应社会主义市场经济的发展和劳动用工制度改革、劳动力流动频繁的新形势,防止各地特种作业人员实际操作水平的参差不齐,避免重复培训、考核和发证,减轻持证人员的负担和社会的总体运营成本,统一规范特种作业人员的培训、考核工作,国家经贸委发布了《特种作业人员安全技术培训考核管理办法》(国家经贸委令第13号),在全国推广使用具有防伪功能的IC卡《中华人民共和国特种作业操作证》,实行统一的培训大纲、考核标准、培训教材及证件。

为此,在总结经验并广泛征求各方面意见的基础上,国家经贸委安全生产局组织有关单位的专家、技术人员编写了这套教材。本套教材包括:《电工作业》、《金属焊接与切割作业》、《厂内机动车辆驾驶员》、《起重机司机》、《起重司索指挥作业》、《小型制冷与空

调作业》、《工业制冷与空调作业》、《信号工、捆罐工》、《矿井泵工》、《矿井通风工》、《主扇风机操作工》、《主提升机操作工》、《绞车操作工》、《带式输送机操作工》、《矿用机车司机》、《铲运机司机》、《矿用汽车驾驶员》、《尾矿工》、《安全检查工》等近 20 种教材,由罗音宇、王红汉、张静、徐晓航、曲世惠主编,闪淳昌、杨富、任树奎主审。

本套教材在编审过程中,得到了武汉安全环保研究院、天津市劳动保护教育中心、河南省劳动保护教育中心、北京市事故预防中心、青岛市安全生产监督管理局、武钢矿业公司、大冶有色金属公司、鲁中冶金矿业公司、淮南矿务局、大冶铁矿、铜录山铜矿、梅山铁矿、马钢南山铁矿、南芬铁矿、鸡冠咀金矿、湖北省经贸委安全生产处、湖南省经贸委安全生产处、山东省安委会办公室等单位的大力支持,在此,谨对上述单位表示谢意。

本套教材介绍了特种作业人员必须掌握的安全技术知识,包括基本理论知识和实际操作技能,融科学性、实用性、系统性于一体,是特种作业人员上岗前,为取得《中华人民共和国特种作业操作证》进行安全技术培训的指定教材,也是上岗后不断巩固、提高的工具书,同时也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校师生参考。

《尾矿工》由卫修保、王少平、李文勇、张明同志编写,陈守仁同志审定。

国家经贸委安全生产局

2000 年 12 月

# 目 录

|                   |      |
|-------------------|------|
| 第一章 概述            | (1)  |
| 第一节 尾矿设施的概念与组成    | (1)  |
| 一、尾矿设施的概念         | (1)  |
| 二、尾矿设施的组成         | (1)  |
| 第二节 尾矿设施的功能及重要性   | (2)  |
| 一、尾矿设施的功能         | (2)  |
| 二、尾矿设施的重要性        | (3)  |
| 第二章 尾矿设施的基础知识     | (4)  |
| 第一节 尾矿库           | (4)  |
| 一、选择库址的基本原则       | (4)  |
| 二、尾矿库的类型          | (4)  |
| 三、尾矿库的库容及性能曲线     | (6)  |
| 四、尾矿库等别及构筑物级别划分标准 | (9)  |
| 第二节 尾矿坝           | (10) |
| 一、初期坝的类型          | (11) |
| 二、初期坝的构造          | (14) |
| 三、后期坝的类型          | (15) |
| 四、尾矿坝稳定性分析简介      | (17) |
| 第三节 尾矿库排洪系统       | (19) |
| 一、排洪系统布置的原则       | (19) |
| 二、排洪计算步骤简介        | (20) |
| 三、排洪构筑物的类型        | (21) |
| 第四节 尾矿输送系统        | (24) |
| 一、尾矿浓缩设施          | (24) |
| 二、尾矿压力输送          | (27) |
| 三、尾矿自流输送          | (32) |
| 四、输送管材及零件         | (32) |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第五节 尾矿水处理系统 .....       | (33) |
| 一、尾矿库澄清水的回收方式 .....     | (33) |
| 二、尾矿水的排放及净化 .....       | (34) |
| 第三章 尾矿设施的操作、维护与管理 ..... | (37) |
| 第一节 尾矿浓缩与分级 .....       | (37) |
| 一、尾矿浓缩设施的操作管理 .....     | (37) |
| 二、尾矿分级设备的操作管理 .....     | (38) |
| 第二节 尾矿泵站及输送线路 .....     | (39) |
| 一、尾矿泵站的操作管理 .....       | (39) |
| 二、尾矿输送线路的维护管理 .....     | (40) |
| 第三节 尾矿筑坝与排放 .....       | (43) |
| 一、尾矿筑坝的基本要求 .....       | (43) |
| 二、排矿管件的使用与维护 .....      | (44) |
| 三、尾矿子坝的堆筑与维护 .....      | (46) |
| 四、尾矿排放的操作管理 .....       | (51) |
| 第四节 尾矿库防洪与排洪 .....      | (53) |
| 一、尾矿库防洪的基本要求 .....      | (53) |
| 二、尾矿库排洪设施的操作管理 .....    | (55) |
| 第五节 尾矿库回水 .....         | (55) |
| 一、尾矿库回水设施的操作维护 .....    | (55) |
| 二、回水水质的控制 .....         | (56) |
| 第四章 尾矿库病害治理 .....       | (57) |
| 第一节 尾矿库病害的产生因素 .....    | (57) |
| 一、勘察因素造成的病害 .....       | (57) |
| 二、设计因素造成的病害 .....       | (57) |
| 三、施工因素造成的病害 .....       | (58) |
| 四、操作管理不当造成的病害 .....     | (58) |
| 五、其它因素造成的病害 .....       | (59) |
| 第二节 尾矿库常见病害的治理 .....    | (59) |
| 一、尾矿坝漏砂的治理措施 .....      | (59) |

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 二、浸润线过高的治理措施 .....                 | (60)  |
| 第三节 尾矿库典型事故实例 .....                | (66)  |
| 一、火谷都尾矿库溃坝事故及教训 .....              | (66)  |
| 二、牛角垅尾矿库溃坝事故及教训 .....              | (70)  |
| 三、金山尾矿库溃坝事故 .....                  | (73)  |
| 四、尾矿库其它事故及教训 .....                 | (75)  |
| 第五章 尾矿库的安全管理与监督 .....              | (78)  |
| 第一节 尾矿库安全管理的重要性 .....              | (78)  |
| 第二节 尾矿库安全运行的影响因素 .....             | (78)  |
| 第三节 企业尾矿库安全管理机构与职责 .....           | (79)  |
| 一、企业尾矿库安全管理机构的职责 .....             | (79)  |
| 二、尾矿车间、工段或班组的职责 .....              | (80)  |
| 三、尾矿工的职责 .....                     | (80)  |
| 第四节 尾矿库的安全检查 .....                 | (81)  |
| 一、尾矿库防洪能力检查 .....                  | (81)  |
| 二、尾矿坝的安全检查 .....                   | (83)  |
| 第五节 尾矿库的安全监督 .....                 | (83)  |
| 一、尾矿库安全监督机构 .....                  | (83)  |
| 二、安全生产监督部门的主要职责 .....              | (84)  |
| 附件:我国尾矿设施施工及安全管理的有关法规 .....        | (85)  |
| 附件一、《尾矿库安全管理规定》 .....              | (85)  |
| 附件二、《关于尾矿库闭库安全验收工作的通知》 .....       | (101) |
| 附件三、《尾矿设施安全监督管理办法(试行)》 .....       | (103) |
| 附件四、《尾矿设施施工及验收规程(YS5418-95)》 ..... | (108) |
| 后记 .....                           | (144) |
| 参考文献 .....                         | (146) |

# 第一章 概 述

## 第一节 尾矿设施的概念与组成

### 一、尾矿设施的概念

金属和非金属矿山开采出的矿石,经选矿厂破碎和选别,选出大部分有价值的精矿以后,剩下泥砂一样的“剩余物”,我们称之为尾矿。这些尾矿不仅数量大(每年以亿吨计算),有些尾矿中还含有暂时未能回收的有用成分,若随意排放,不仅会造成资源流失,更重要的是大面积淹没农田、淤塞河道,造成严重的环境污染,因此,必须将尾矿加以妥善处理。尾矿除一部分可作为建筑材料、充填矿山采空区以及用于海岸造地等外,绝大部分都需要妥善储存在尾矿库内。一般情况下,在山谷口部或洼地的周围筑成堤坝形成尾矿储存库,将尾矿排入库内沉淀堆存,这种专用储存库我们简称之为尾矿库或尾矿场、尾矿池。将选厂排出的尾矿送往指定地点如何堆存或如何使用的过程和方法,称之为尾矿处理。从广义上说,为尾矿处理所建造的全部设施系统,均称之为尾矿设施。但诸如用尾矿作建材,用尾矿充填采空区,尾矿水的专门净化处理等虽也属于尾矿处理,但由于这类处理技术专业性强,内容涉及面广,目前应用经验还不多。故一般尾矿设施主要指尾矿输送、尾矿堆存、尾矿库排洪和尾矿库回水四个系统的工程。

### 二、尾矿设施的组成

尾矿设施一般是由尾矿输送系统、尾矿堆存系统、尾矿库排洪系统、尾矿库回水系统和尾矿水净化系统等几部分组成。

### (一)尾矿输送系统

该系统一般包括尾矿浓缩池、砂泵站、尾矿输送管道、尾矿自流沟、事故泵站及相应辅助设施等。

### (二)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。

### (三)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。

### (四)尾矿水处理系统

该系统包括尾矿库澄清水的回水设施和尾矿水的净化设施。

回水设施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。

尾矿水的净化设施主要指当需要外排的尾矿库澄清水水质含有未能满足排放标准的物质而必须进行专门净化的处理设施。

## 第二节 尾矿设施的功能及重要性

### 一、尾矿设施的功能

#### (一)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,则必将成为矿山严重的污染源。将尾矿妥善贮存在尾矿库内,可防止尾矿及尚未澄清的尾矿水外溢污染环境。

#### (二)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%。

### (三)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,或在目前选矿技术尚未达到的情况下,一时没有全部选净,将其暂贮存于尾矿库中,可待将来再进行回收利用。

## 二、尾矿设施的重要性

### (一)尾矿设施是矿山生产不可缺少的设施

如前所述,尾矿是矿山严重污染源。环境保护是我国一项基本国策。尾矿库又属安全设施,根据我国有关规定:环保和安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工和同时生产。某选矿厂就因尾矿设施不正常,在5年的时间里,竟停产404天;某选矿厂因尾矿坝的安全存在问题,被迫停产469天。所以说尾矿设施是矿山生产不可缺少的设施。

### (二)尾矿设施投资巨大

尾矿设施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,有的几乎与选矿厂投资一样多,甚至超过选矿厂。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,建设尾矿设施的费用也会更高。可见尾矿设施在矿山建设中的地位是不同一般的。

### (三)尾矿库是矿山生产最大的危险源

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年的时间里,各种天然的和人为的不利因素威胁着它的安全。事实一再表明,尾矿库一旦失事,将给工农业生产及下游人民生命财产造成巨大的灾害和损失。

以上几方面足以说明尾矿设施在矿山生产中的重要性,特别是尾矿库的安全问题已引起政府的高度重视。

## 第二章 尾矿设施的基础知识

### 第一节 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。可使初期坝基建的工程量小,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

##### (一)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 2-1 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。



图 2-1 山谷型尾矿库

## (二)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 2-2 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。

## (三)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 2-3 所示。其特点是初期坝和后期尾矿堆坝工程量大,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。

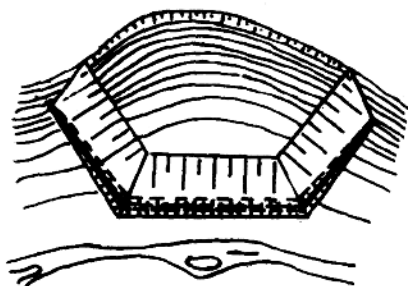


图 2-2 傍山型尾矿库

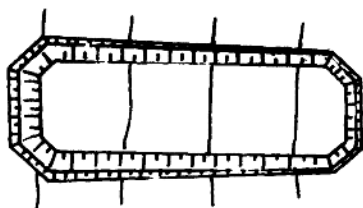


图 2-3 平地型尾矿库

#### (四)截河型尾矿库

截河型尾矿库是截取一段河床,在其上、下游两端分别筑坝形成的尾矿库,如图 2-4 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。

### 三、尾矿库的库容及性能曲线

#### (一)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 2-5 来解释其间的区别,该图为尾矿库典型断面示意图。

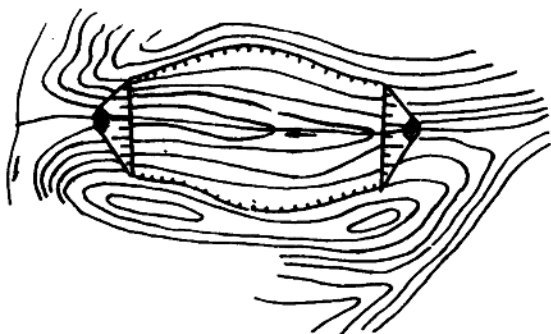


图 2-4 截河型尾矿库

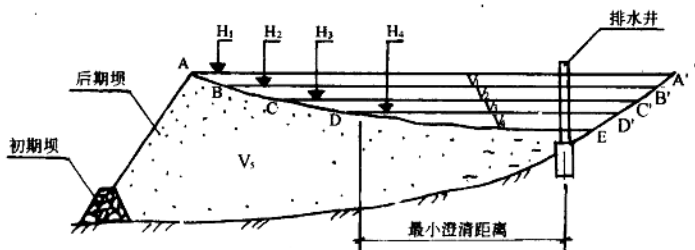


图 2-5 尾矿库库容组成示意图

1—初期

图中：▼ $H_1$ —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；

$V_1$ —空余库容：指水平面  $AA'$  与  $BB'$  之间的库容，它是为确保设计洪水水位时坝体安全超高和沉积滩面以及地面以上所形成的空间容积，此库容是不允许占用

的,故又称安全库容;

$V_2$ —调洪库容: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;

$V_3$ —蓄水库容: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;

$V_4$ —澄清库容: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;

$V_5$ —有效库容:是指滩面  $ABCDE$  以下沉积尾矿以及悬浮状淤泥所占用的容积。它是尾矿库实际可容纳尾矿的库容。设计根据选矿厂在全部生产期限内产出的尾矿总量  $W(t)$  和尾矿平均堆积干密度  $d(t/m^3)$  按下式算得:

$$V_5 = W/d。$$

尾矿库的全库容  $V$  是指某坝顶标高时的各种库容之和,可用下式表示:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5$$

尾矿库的总库容是指尾矿堆至最终设计坝顶标高时的全库容。

## (二)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 2-6 所示;图中的曲线  $H-F_m$  是高程—库区面积曲线;曲线  $H-V_q$  是高程—全库容曲线;曲线  $H-V_y$  是高程—有效库容曲线;曲线  $H-F_h$  是高程—汇水面积曲线。

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

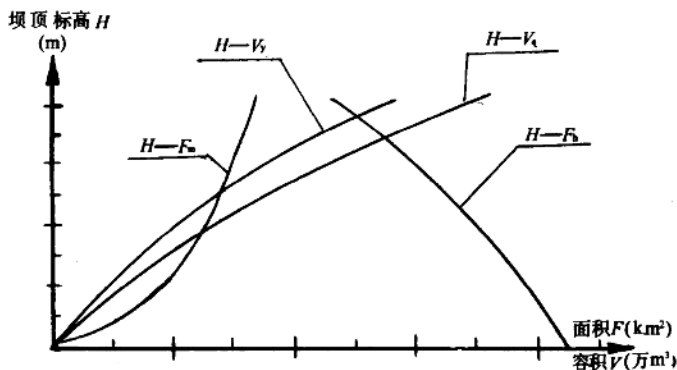


图 2-6 尾矿库性能曲线

$V_1$ —全库容  $V_2$ —有效库容  $F_a$ —库区面积  $F_b$ —汇水面积

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。

#### 四、尾矿库等别及构筑物级别划分标准

##### (一)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 2-1 进行确定。当用尾矿坝高和库容分别确定的等别相差一等时,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、高速公路遭受严重灾害者,其设计等别可提高一等。

表 2-1 尾矿库等别划分表

| 尾矿库等别 | 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     | $V \geq 10000$        | $H \geq 100$      |
| 三     | $1000 \leq V < 10000$ | $60 \leq H < 100$ |