



普通高等教育“十三五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU “13-5” GUIHUA JIAOCAI

选矿尾矿处理 工艺与实践

陈江安 编著

非
外
借



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn



普通高等教育“十三五”规划教材

选矿尾矿处理工艺与实践

陈江安 编著

北京
冶金工业出版社

2018

内 容 提 要

本书共分6章,简要介绍了尾矿的相关概念和尾矿的工程性质,详细介绍了尾矿浓缩的相关设备、计算和选用方法,尾矿输送管线的布置、计算和设备选型,尾矿库的基本概念、基础设施计算、建设、操作方法和安全管理,尾矿的综合利用的意义及尾矿处理实例。

本书可作为大专院校相关专业的教材,也可作为相关厂矿企业提高员工专业基础知识的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

选矿尾矿处理工艺与实践/陈江安编著. —北京:冶金工业出版社, 2018. 12

普通高等教育“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5024-7965-7

I. ①选… II. ①陈… III. ①尾矿处理—高等学校—教材 IV. ①TD926.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第268817号

出版人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbcs@cnmp.com.cn

责任编辑 张熙莹 美术编辑 彭子赫 版式设计 禹蕊

责任校对 郑娟 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7965-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;固安华明印业有限公司印刷

2018年12月第1版,2018年12月第1次印刷

169mm×239mm;9.75印张;188千字;146页

42.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

前 言

我国是一个矿业生产大国，矿业固体废料的积存量和年排放量十分巨大，每年产生的矿山尾矿近十亿吨。目前，这类废料多以自然堆积法储存于尾矿库中，这些尾矿不仅要侵占大量的土地，污染着矿区与周边地区的环境，而且每年还需要投入人力和资金进行管理和维护，因此尾矿已成为矿山企业的较大负担。很明显，有效地对尾矿进行处理，降低管理维护成本，对矿山的发展具有深远意义。全国大多数硫铁矿选矿厂采用磁重联合工艺进行选矿，年产尾矿达亿吨。工艺流程为经过浓缩后，输送至尾矿库堆存。尾矿处理作为选矿生产工艺的重要组成部分，是矿业公司生产建设管理的重中之重，尾矿库一旦失事，会给库下游人民生命财产造成灾难性的损失。因此，当前不仅需要培养尾矿处理方面的工程技术人员，也需要对尾矿相关的生产工艺技术岗位的工作人员进行培训。

本书系统地介绍了尾矿的定义、尾矿浓缩、尾矿输送、尾矿库、尾矿综合利用、南京梅山铁矿尾矿处理实践等基础知识及理论基础。本书可作为大专院校相关专业的教材，也可作为相关厂矿企业专业基础知识的培训教材，以提升我国尾矿工程师的专业技术理论水平和岗位作业技能，提高培训内容与工作实际相关的结合度，推进技能人才培养队伍建设。

本书特别感谢南京梅山铁矿王国强老师提供的生产工艺数据。

由于作者水平所限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

作 者

2018年9月

目 录

1 绪论	1
1.1 尾矿的定义	1
1.2 尾矿的分类	2
1.2.1 尾矿的选矿工艺类型	2
1.2.2 尾矿的岩石化学类型	2
1.3 尾矿的成分	2
1.4 尾矿的工程性质	3
1.4.1 尾矿的沉积特性	3
1.4.2 尾矿的密度	4
1.4.3 尾矿的渗透性	5
1.4.4 尾矿的压缩性	5
1.4.5 尾矿的抗剪强度特性	6
复习思考题	7
2 尾矿浓缩	8
2.1 浓缩设备	8
2.1.1 中心传动式浓缩机	8
2.1.2 周边传动式浓缩机	11
2.1.3 高效浓缩机及其他浓缩设备	13
2.2 浓缩池的计算与选择	18
2.2.1 所需浓缩池有效面积的确定	18
2.2.2 浓缩池高度的确定	23
2.2.3 浓缩池的选择	25
2.3 浓缩池的构造与配置	26
2.3.1 给矿	26
2.3.2 排矿	26
2.3.3 底部通廊	27
2.3.4 冲洗水管	27

2.3.5	溢流	28
2.3.6	传动及安全设施	30
2.3.7	浓缩池的布置	31
	复习思考题	33
3	尾矿输送	34
3.1	尾矿压力输送	34
3.1.1	尾矿输送管线布置原则	34
3.1.2	尾矿输送管的敷设方式	34
3.1.3	砂泵站的形式及连接方式	35
3.1.4	砂泵类型及其特点	36
3.1.5	尾矿自流输送	37
3.1.6	输送管材及零件	37
3.2	尾矿输送计算	38
3.2.1	决定尾矿水力输送设施工作的基本参数	38
3.2.2	固体物质在局部沉积管内水力输送的计算方法	40
3.2.3	局部沉积管内水力坡降与流速的关系	42
3.3	砂泵站	45
3.3.1	离心式砂泵泵站	45
3.3.2	容积式浆体泵泵站	58
3.3.3	特种浆体泵	65
	复习思考题	70
4	尾矿库	71
4.1	概述	71
4.1.1	尾矿库的类型及特点	71
4.1.2	尾矿库的库容	72
4.1.3	尾矿库的面积-容积曲线	73
4.1.4	尾矿库堆积高度的确定	74
4.1.5	尾矿库的等别	75
4.2	尾矿坝	75
4.2.1	初期坝	76
4.2.2	后期坝	79
4.3	尾矿坝稳定性的概念	80
4.3.1	尾矿坝坝坡破坏的一般形态	81

4.3.2	尾矿坝坝坡稳定的安全系数	82
4.4	尾矿库排洪系统	82
4.4.1	排洪系统的型式	82
4.4.2	洪水计算及调洪演算的有关概念	83
4.5	排水构筑物	85
4.5.1	排水井	85
4.5.2	排水斜槽	86
4.5.3	排水管	87
4.5.4	排水隧洞	87
4.5.5	溢洪道	88
4.5.6	截洪沟	88
4.6	尾矿库的操作、管理与维护	89
4.6.1	尾矿库的操作	89
4.6.2	尾矿库排洪	93
4.7	尾矿坝的观测	94
4.7.1	坝体水平位移观测	94
4.7.2	坝体沉降观测	96
4.7.3	坝体固结观测	97
4.7.4	坝体孔隙水压力观测	98
4.7.5	坝体浸润线观测	98
4.7.6	坝基扬压力观测	100
4.7.7	绕坝渗流观测	100
4.7.8	渗流量观测	101
4.7.9	渗流水水质监测	102
4.7.10	观测实例	102
4.7.11	观测成果分析的重要性	104
4.8	尾矿库的安全管理	104
4.8.1	尾矿库管理的任务、机构与职责	104
4.8.2	尾矿库的安全管理制度	106
4.8.3	尾矿库的规划	107
4.8.4	尾矿库的险情预测	107
4.8.5	尾矿库的闭库	108
4.8.6	尾矿库的档案工作	108
4.9	尾矿坝的安全治理	110
4.9.1	尾矿坝裂缝的处理	110

4.9.2	尾矿坝渗漏的处理	114
4.9.3	尾矿坝滑坡的处理	116
4.9.4	尾矿坝管涌的处理	118
4.10	尾矿坝的抢险	120
4.10.1	防漫顶措施	120
4.10.2	防风浪冲击	121
4.11	尾矿库的巡检	122
	复习思考题	123
5	尾矿综合利用	124
5.1	尾矿综合利用的意义	124
5.1.1	尾矿的堆存与危害	124
5.1.2	尾矿综合利用的重大意义	124
5.2	尾矿的物理性质和化学成分	125
5.3	尾矿综合利用实践	127
5.3.1	尾矿综合利用的途径	127
5.3.2	利用尾矿回收有用金属与矿物	128
5.3.3	利用尾矿烧制水泥	129
5.3.4	利用尾矿制造砖	130
5.3.5	利用尾矿制造其他建筑材料	131
5.4	我国尾矿综合利用存在的问题与对策	136
5.4.1	存在的问题	136
5.4.2	尾矿利用的对策与建议	136
	复习思考题	138
6	南京梅山铁矿尾矿处理实践	139
6.1	梅山尾矿的性质	139
6.2	梅山湿尾矿的浓缩与输送	140
6.3	梁塘尾矿库	142
6.3.1	梁塘尾矿库基本情况	142
6.3.2	管理要求	143
6.4	梅山尾矿综合利用	144
	复习思考题	145
	参考文献	146

矿产资源是人类生存和发展的重要物质基础之一。我国 95% 的能源和 85% 的原材料来自矿产资源。随着生产力的发展和科学技术水平的提高, 人类可利用的矿产资源的种类、数量越来越多, 可利用的范围越来越广。到目前为止, 全世界已发现的矿物有 3300 多种, 其中具有工业意义的有 1000 多种。每年开采各种矿产 150 亿吨以上, 若包括废石在内则达 1000 亿吨以上。以矿产品为原料的基础工业和相关加工工业产值约占全部工业产值的 70%, 不论从全球还是从中国看, 矿产资源开发对社会经济和生态环境的意义都十分重要。

在工业上用量最大并对国民经济发展有重要意义的金属矿产主要有含铁、锰、铜、铅、锌、铝、镍、钨、铬、锑、金、银等矿产。以上矿石储量和开采量都很大, 但因为矿石的品位普遍较低, 多数为贫矿, 需要经过选矿加工后才能作为冶炼原料, 所以产生出大量的尾矿, 如铁尾矿产出约占原矿石量的 60% 以上。随着经济发展对矿产品需求的大幅度增加, 矿产资源开发规模随之加大, 尾矿的产出量还会不断增加。为了管理好这些尾矿, 就需要尾矿工程, 包括尾矿浓缩、尾矿库的修筑、尾矿输送设备、输送管路的铺设以及平时的经营管理等。

近年来, 国内外非常重视尾矿的综合利用研究, 各国均投入大量的资金, 研究尾矿的综合利用技术, 并取得了明显的社会效益和经济效益。我国在金属矿山尾矿综合利用研究方面也取得了一定的进展和成绩。面临矿产资源今后严重短缺的形势, 越来越多的人认识到尾矿利用具有经济意义、环境保护效益和矿产资源持续供给的作用。

1.1 尾矿的定义

尾矿, 就是选矿厂在特定经济技术条件下, 将矿石磨细、选取“有用组分”后所排放的废弃物, 也就是矿石经选别出精矿后剩余的固体废料。一般由选矿厂排放的尾矿矿浆经自然脱水后所形成的固体矿业废料是固体工业废料的主要组成部分, 其中含有一定数量的有用金属和矿物, 可视为一种“复合”的硅酸盐、碳酸盐等矿物材料, 并具有粒度细、数量大、成本低、可利用性大的特点。通常尾矿作为固体废料排入河沟或抛置于矿山附近筑有堤坝的尾矿库中, 因此, 尾矿成为矿业开发, 特别是金属矿业开发造成环境污染的重要来源。同时, 因受选矿

技术水平、生产设备的制约,尾矿也成为矿业开发造成资源损失的常见途径。换言之,尾矿具有二次资源与环境污染双重特性。

1.2 尾矿的分类

1.2.1 尾矿的选矿工艺类型

不同种类和不同结构构造的矿石,需要不同的选矿工艺流程,而不同的选矿工艺流程所产生的尾矿在工艺性质上,尤其在颗粒形态和颗粒级配上,往往存在一定的差异。因此,按照选矿工艺流程,尾矿可分为如下6种类型:手选尾矿、重选尾矿、磁选尾矿、浮选尾矿、化学选矿尾矿、电选及光电选尾矿。

1.2.2 尾矿的岩石化学类型

按照尾矿中主要组成矿物的组合搭配情况,可将尾矿分为如下8种岩石化学类型:镁铁硅酸盐型尾矿、钙铝硅酸盐型尾矿、长英岩型尾矿、碱性硅酸盐型尾矿、高铝硅酸盐型尾矿、高钙硅酸盐型尾矿、硅质岩型尾矿、碳酸盐型尾矿。

1.3 尾矿的成分

尾矿的成分包括化学成分与矿物成分,无论何种类型的尾矿,其主要组成元素,不外乎O、Si、Ti、Al、Fe、Mn、Mg、Ca、Na、K、P等几种,但它们在不同类型的尾矿中,其含量差别很大,且具有不同的结晶化学行为。尾矿的化学成分常用全分析结果表示。

尾矿的矿物成分,一般以各种矿物的质量分数表示,根据我国一些典型金属和非金属矿山的资料统计,各类型尾矿化学成分和矿物组成见表1-1。

表 1-1 我国几种典型矿床尾矿的化学成分

尾矿类型	化学成分/%											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	烧损
鞍山式铁矿	73.27	4.07	11.60	0.16	4.22	3.04	0.41	0.95	0.25	0.19	0.14	2.18
岩浆型铁矿	37.17	10.35	19.16	7.94	8.50	11.11	1.60	0.10	0.56	0.03	0.24	2.74
火山型铁矿	34.86	7.42	29.51	0.64	3.68	8.51	2.15	0.37	12.46	4.58	0.13	5.52
矽卡岩型铁矿	33.07	4.67	12.22	0.16	7.39	23.04	1.44	0.40	1.88	0.09	0.08	13.47
矽卡岩型铁矿	35.66	5.06	16.55	—	6.79	23.95	0.65	0.47	7.18	—	—	6.54

续表 1-1

尾矿类型	化学成分/%											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	烧损
砂卡岩型钼矿	47.51	8.04	8.57	0.55	4.71	19.77	0.55	2.10	1.55	0.10	0.65	6.46
砂卡岩型金矿	47.94	5.78	5.74	0.24	7.97	20.22	0.90	1.78	—	0.17	6.42	—
斑岩型钼矿	65.29	12.13	5.98	0.84	2.34	3.35	0.60	4.62	1.10	0.28	0.17	2.83
斑岩型铜钼矿	72.21	11.19	1.86	0.38	1.14	2.33	2.14	4.65	2.07	0.11	0.03	2.34
斑岩型铜矿	61.99	17.89	4.48	0.74	1.71	1.48	0.13	4.88	—	—	—	5.94
岩漿型镍矿	36.79	3.64	13.83	—	26.91	4.30	—	—	1.65	—	—	11.30
细脉型钨锡矿	61.15	8.50	4.38	0.34	2.01	7.85	0.02	1.98	2.88	0.14	0.26	6.87
石英脉型稀有矿	81.13	8.79	1.73	0.12	0.01	0.12	0.21	3.62	0.16	0.02	0.02	
长石石英矿	85.86	6.40	0.80	—	0.34	1.38	1.01	2.26	—	—	—	
碱性岩型稀土矿	41.39	15.25	13.22	0.94	6.70	13.4	2.58	2.98	—	—	—	1.73

1.4 尾矿的工程性质

尾矿是普遍用于后期尾矿坝构筑的工程材料。由于尾矿的特定加工过程和排放方法,又经受水力分级和沉淀作用,形成了各向异性的尾矿沉积层,其压缩变形、强度特性、渗流状态和振动响应特性随尾矿类型、沉积方式、时间和空间而变化。就总体性质而言,尾矿沉积层既类似于又有别于天然土壤,既符合又不完全适用传统土力学理论。此外,尾矿坝大多是在分期升高中构筑,在构筑中使用,其结构和功能也完全不同于普通的蓄水坝,尾矿坝的工作状态不仅取决于坝体本身的工程特性,更取决于坝后沉积的尾矿工程特性。

1.4.1 尾矿的沉积特性

通常,尾矿是以周边排放方式经水力沉积的。这样,靠近尾矿坝则以水力分级机理形成尾矿砂沉积滩,沉淀池中则以沉淀机理形成细粒尾矿泥带,其分异程度取决于全尾矿的级配、排放尾矿浆浓度和排放方法等因素。因此,在尾矿沉积层内,尾矿砂和尾矿泥或以性质不同的两个带交汇,或者高度互层化。尾矿砂和尾矿泥工程性质的差异在于,前者与松散至中密的天然砂土相似;而后者则极为复杂,在某些情况下显示出天然砂土性质,在另一些情况下显示出天然黏土性质,或者两个联合性质。

大多数尾矿类型,沉积滩坡度向沉淀池倾斜,而且在头几十米,平均坡度为

0.5%~2.0%，较陡坡度的范围是由全尾矿排放的较高浓度和（或）较粗粒级所决定的；在沉积滩的较远地方，平均坡度可缓达0.1%；再远地方，沉积过程则与连续变迁的网状水流通道的沉积相似。

这样的沉积过程产生高度不均匀的沉积滩，在垂直方向上，尾矿砂的沉积是分层的，在厚度几厘米范围内，细粒含量变化一般可高达10%~20%。如果排放点或排放管间隔大，在短的垂直距离上，细粒含量可发生50%以上的变化。此外，在尾矿砂沉积滩内，尾矿泥薄层所造成的这样急剧分层也可能是由于沉淀池水周期性浸入沉积滩，而细粒薄层由悬浮液中沉淀下来。

水平方向上的变化往往也很大，尾矿浆在沉积滩上运移过程中，较粗颗粒首先从尾矿浆中沉淀下来，只有当尾矿达到沉淀池的静水中时，较细的悬浮颗粒和胶质颗粒才沉淀下来，形成尾矿泥带。在尾矿从尾矿浆中沉淀时，颗粒通过跳动和滚动沿沉积滩表面传输，水力分级使得沉积滩上较细颗粒总的趋势是向更远处传送和沉积。

1.4.2 尾矿的密度

尾矿密度可以用干密度或孔隙比表示。表1-2列出了几种典型尾矿的实测尾矿密度，其中，在特定尾矿的孔隙比或干密度的范围内，较低的孔隙比或较高的干密度通常与沉积层内较大深度相关。相反地，最高孔隙比或最低干密度通常与沉积后浅表材料有关。用孔隙比可以比较好地表示一般趋势，其可以排除密度变化性的隐蔽影响。粒度和黏土含量控制原地孔隙比。大多数坚硬岩石尾矿，或者软弱岩石尾矿，其尾矿砂的原地孔隙比一般变化范围为0.6~0.9。低至中等塑性的尾矿泥显示出比较高的原地孔隙比，变化范围为0.7~1.3。但高塑性黏土，特别是磷酸盐黏土、铝矾土和油砂的尾矿泥则例外，这类尾矿泥的原地孔隙比很高，变化范围一般为5~10。这些材料占据很大的库容，往往产生重大的处置问题。

表 1-2 几种典型尾矿的实测尾矿密度

尾矿类型		密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	孔隙比	干密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
油砂	尾矿砂		0.9	1.39
	尾矿泥		6~10	1.29
铅-锌	尾矿砂	2.9~3.0	0.6~1.0	1.49~1.81
	尾矿泥	2.6~2.9	0.8~1.1	1.28~1.65
金-银尾矿泥			1.1~1.2	
钼尾矿砂		2.7~2.8	0.7~0.9	1.47~1.59
铜尾矿砂		2.6~2.8	0.6~0.8	

续表 1-2

尾矿类型		密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	孔隙比	干密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$
铜铁	尾矿泥	2.6~2.8	0.9~1.4	1.49~1.76
	尾矿砂	3.0	0.7	0.99~1.44
铁磷	尾矿泥	3.1	1.1	1.76
	尾矿砂	3.1~3.3	0.9~1.2	1.47
磷石膏	尾矿泥	2.5~2.8	11	0.22
	尾矿砂	3.1~3.3	9.9~1.2	1.55~1.68
铝矾土尾矿泥		2.8~3.3	8	0.32
碱土	尾矿砂	2.4~2.5	0.7	1.47
	尾矿泥	2.4~2.5	1.2	1.47
石膏		2.4	0.7~1.5	0.96~1.44

1.4.3 尾矿的渗透性

尾矿的渗透性是尾矿的一个基本特性。平均渗透系数可以跨越 5 个以上数量级,从干净、粗粒尾矿砂的 10^{-2}cm/s 到充分固结尾矿泥的 10^{-7}cm/s 。渗透性的变化是粒度、可塑性、沉积方式和沉积层内深度的函数。表 1-3 示出典型尾矿的渗透系数范围。

表 1-3 典型尾矿的渗透系数范围

尾矿类型	平均渗透系数/ $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$
干净、粗粒或旋流尾矿砂,细粒含量小于 15%	$10^{-2} \sim 10^{-3}$
周边排放的沉积滩尾矿砂,细粒含量达 30%	$10^{-3} \sim 10^{-4}$
无塑性或低塑性尾矿泥	$10^{-5} \sim 10^{-7}$
高塑性尾矿泥	$10^{-4} \sim 10^{-8}$

尾矿平均渗透系数随着小于 0.075mm 的细粒含量增加而降低,但是,细粒含量并不是渗透系数的最有效指示,尾矿的平均渗透系数以众所周知的公式预测:

$$K = d_{10}^2$$

式中 K ——平均渗透系数;

d_{10} ——质量 10% 颗粒通过的粒度尺寸, mm。

上述公式可以推广应用到无塑性尾矿泥。

1.4.4 尾矿的压缩性

尾矿是三相体,在荷载作用下的压缩包括尾矿颗粒的压缩、孔隙中水的压缩

和孔隙的减小。在常见的工程压力 100~600kPa 范围内,尾矿颗粒和水本身的压缩是可以忽略不计的。因此,尾矿沉积层的压缩变形主要是由于水和空气从孔隙中排出引起的。可以说,尾矿的压缩与孔隙中水的排出是同时发生的。粒度越粗,孔隙越大,透水性就越大,因而尾矿中水的排出和尾矿沉积层的压缩越快,颗粒很细的尾矿则需要很长的时间,这个过程称为渗透固结过程。

由于尾矿的松散沉积状态高棱角性和级配特性,它们的压缩性都比类似的天然土大。表 1-4 列出一维压缩试验确定的压缩指数的典型值以及测定这些值的应力范围和相应的初始孔隙比。

表 1-4 尾矿压缩指数的典型值

尾矿类型	初始孔隙比	压缩指数	应力范围/kPa
铁烧石细粒尾矿	1.37	0.19	24~958
铜尾矿泥	1.3~1.5	0.20~0.27	1~958
铜尾矿砂	1.10	0.11	96~958
油砂尾矿砂	1.00	0.06	10~958
钼沉积滩尾矿砂	0.72~0.84	0.05~0.13	24~958
金尾矿泥	1.7	0.35	144~4788
铅-锌尾矿泥	0.72~1.2	0.10~0.25	48~575
细煤粉渣	0.6~1.0	0.06~0.27	
磷酸盐尾矿泥	>20	3.0	5~77
铝矾土尾矿泥	1.6~1.8	0.26~0.35	48~958
石膏尾矿	1.3	0.28	239~958

正如表 1-4 中数据所列出的,尾矿砂与尾矿泥之间的差异是影响压缩指数的最基本因素,尾矿砂的压缩指数一般变化范围为 0.05~0.10,而大多数低塑性的尾矿泥的压缩指数一般变化范围为 0.20~0.30,后者高于前者 3~4 倍。另一重要因素是尾矿砂和尾矿泥在沉积层中的密度或孔隙比,初始状态越疏松或越软弱,在荷载作用下压缩越大。

1.4.5 尾矿的抗剪强度特性

为坝体稳定性分析,普遍采用三轴剪切试验,在改变排水条件下测定材料的强度特性。最基本试验方法有固结排水(CD)和固结不排水(CU)试验。开始时,两者都要把试样固结到固结应力,其相当于剪切之前坝体(或基础)中某一点的初始有效应力。固结之后,或者按排水条件剪切试样,迫使剪切过程产生的全部孔隙压力充分消散;或者按不排水条件剪切试样,阻止剪切过程产生的孔

隙压力消散。不同排水条件的试验得到不同的强度包线，应用于不同的孔隙压力环境。

复习思考题

- 1-1 尾矿的定义？
- 1-2 尾矿的分类？
- 1-3 尾矿的工程性质包括哪几方面？

2

尾矿浓缩

2.1 浓缩设备

浓缩设备在选矿厂一般用于过滤之前的精矿浓缩和尾矿脱水。

浓缩机主要由圆形浓缩池和耙式刮泥机两大部分组成，浓缩池里悬浮于矿浆中的固体颗粒在重力作用下沉降，上部则成为澄清水，使固液得以分离。沉积于浓缩池底部的矿泥由耙式刮泥机连续地刮集到池底中心排矿口排出，而澄清水则由浓缩池上沿溢出。

常用的浓缩设备有中心传动式和周边传动式浓缩机，周边传动式浓缩机又分为辊轮传动式和齿条传动式两类。

在选择浓缩机时，一般应根据给料量、给料的粒度组成、物料沉降速度、给料及排料的固液比、矿浆及泡沫的黏度、浮选药剂和絮凝剂的类型、矿浆温度等因素来确定其规格和类型。一般选型原则是：

(1) 给料量较小时一般选用中心传动式浓缩机，给料量较大时则选用周边传动式浓缩机，物料密度小可用辊轮式，反之以齿条式为宜；

(2) 在厂地小和寒冷地区浓缩机设于室内时，可选用高效浓缩机，但要考虑到絮凝剂的使用效果及其对下段工序的影响；

(3) 既要满足下段作业对精矿或中矿含水量的要求，又要严格控制 and 减少随溢流流失的金属量及溢流水的浊度；

(4) 应尽量通过生产性试验或模拟试验来确定所需浓缩机面积，并据此选用合适的浓缩机；

(5) 在准确掌握被浓缩矿浆特性的情况下，可参照处理类似矿石选矿厂的生产指标选用相应的浓缩机。

目前，我国生产浓缩设备的主导厂是沈阳矿山机械厂（以下简称沈矿），主要生产厂家有辽宁重型机械厂、淮南矿山机械厂、淮北市中芬矿山机器有限公司等。

2.1.1 中心传动式浓缩机

目前，我国生产的中心传动式浓缩机的规格都比较小，直径一般在 20m 以

下。直径在 12m 以下者，一般采用手动提耙方式，而直径在 12m 以上者，一般采用自动提耙方式。为了处理有腐蚀性的料浆，还有防腐蚀型的浓缩机；为了提高处理能力，也有装倾斜板的浓缩机。1991 年，沈矿与国外合作制造了 $\phi 38\text{m}$ 浓缩机及 $\phi 42\text{m}$ 中心传动钢索牵引双耙架浓缩机。现以沈矿生产的 NZ-20Q 型中心传动式浓缩机为例，介绍这类浓缩机的一般结构（见图 2-1）。中心传动式浓缩机主要由浓缩池、耙架、传动装置、耙架提升装置、给料装置、卸料装置和信号安全装置等组成。

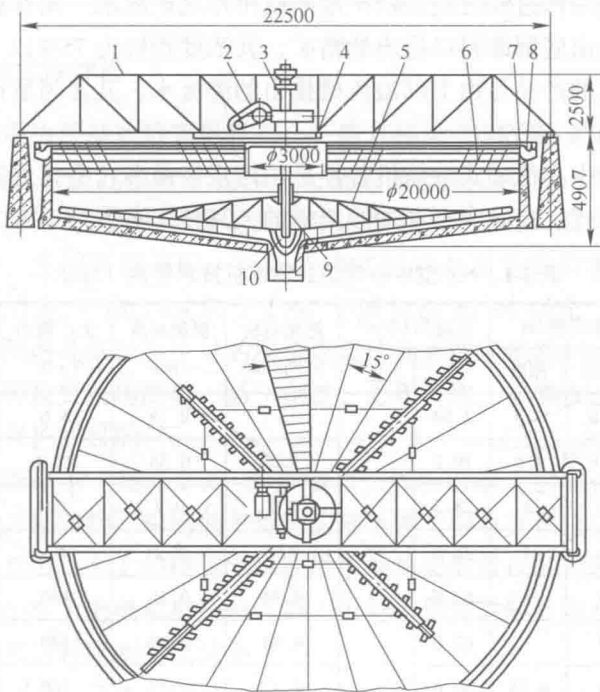


图 2-1 NZ-20Q 型中心传动式浓缩机结构（沈矿）

- 1—桁架；2—传动装置；3—耙架提升装置；4—受料筒；5—耙架；6—倾斜板；
7—浓缩池；8—环形溢流槽；9—竖轴；10—卸料斗

圆柱形浓缩池 7 用水泥或钢板（规格小者）制成，池底稍呈圆锥形或是平的。在池底中心有一个排出浓缩产品的卸料斗 10，池子上部周边设有环形溢流槽 8。在浓缩池中心安有一根竖轴 9，轴的末端固定有一个十字形耙架 5，耙架下面装有刮板。耙架与水平面成 $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 。竖轴由固定在桁架 1 上的电动机经圆柱齿轮减速器、中间齿轮和涡轮减速器带动旋转。当竖轴旋转时，矿浆沿着桁架上的给矿槽流入池中心的受料筒 4，并向浓缩池的四周流动。矿浆中的固体颗粒渐渐沉降到浓缩池的底部，并由耙架下面的刮板刮入池中心的卸料斗，用砂泵排出。上面澄清的水层从池上部的环形溢流槽 8 流出。