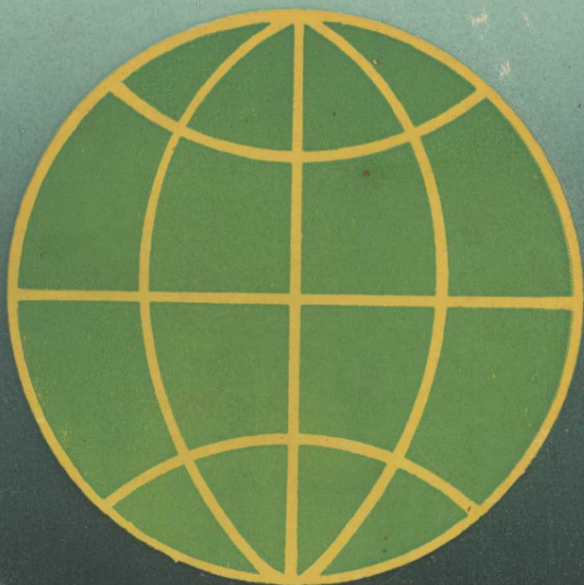


矿冶环境保护 与资源综合回收

薛玉兰 郭昌槐 编著

中南工业大学出版社



矿冶环境保护

与资源综合回收

中南工业大学出版社

湘新登字010号

矿冶环境保护与资源综合回收

薛玉兰 郭昌槐 编著

责任编辑：段五媛

中南工业大学出版社出版发行

中南工业大学印刷厂印装

湖南省新华书店经销

开本：787×1092 1/32 印张：10.25 字数：238 千字

1992年3月第1版 1992年3月第1次印刷

印数：0001—1000

ISBN 7-81020-445-9/X·004

定价：4.40元

中南工业大学出版

内 容 摘 要

保护地球环境,维护生态平衡,资源综合利用等课题已不容置疑地摆在人类面前。应教学、科研、生产之需要,在充分吸收总结80年代以来世界各国先进环保技术、作者在总结多年来教学和科研经验与成果的基础上,编著了这本《矿冶环境保护与资源综合回收》。本书包括公害概论,工业、矿业的废水、废气、废渣的治理和利用技术,环保原理、试验研究方法 & 实例等。

“公害概论”中介绍了地球环境结构,世界和我国环境污染的历史、现状、造成的危害,阐述了污染发展趋势和应采取的对策和法规。“废水处理”中阐述了沉降、上浮、过滤、凝聚和絮凝、磁处理等固液分离技术的原理、设备和试验方法,还论述了中和、沉淀、氧化还原、吸附、离子交换、电渗析、反渗透、液膜分离等处理溶解态污染物的原理和技术,以及有机污染物的生化处理技术等。“废气处理”中介绍了除尘原理和各种设备;硫氧化物、氮氧化物、氟、氯化物及汞、砷等有害气体的净化和回收利用原理与方法;还介绍了抑制氮氧化物生成的原理与方法。“废渣处理”中介绍了废渣的处理、处置和利用途径、用选矿和化学处理方法对渣中有价成分的回收技术,如铜炉渣选矿,尾矿再选,铬渣、汞渣、砷渣的处理和利用等。

本书具有教科书和专著双重作用。既概括了“三废”处理的常规理论与技术,还著入了特种浮选、磁处理、液膜分离等固-固,固-液,溶质分离等80年代以来的新技术及作者在该方面的研究成果。本书适用工科高等院校教材,也可供从事科研、设计、生产的选矿、冶金、金属材料加工、建材、化工、纺织、造纸等工矿业工程技术人员和环保技术人员参考。

要 献 容 内

序

随着国民经济建设的飞速发展，环境保护问题日趋严重，其中矿山和冶金工业发展带来的环境污染，恐怕是各种污染源中比较严重的。据不完全统计，每年排放的有毒金属砷、铅，大约都在200吨上下，有机物酚也大约在千吨左右。举世关心的酸雨危害，究其根源，相当比例的二氧化硫也是从冶金工业排放出来的。

众所周知，妥善的环境保护，不仅可以改善环境，保护生态平衡，保证工农业生产的发展和人民健康，而且可以变害为利，变废为宝，综合回收有用的资源，这方面的潜力是相当可观的。以废旧金属的回收来说，许多工业发达国家有所谓“第二金属”产业，象铝的回收，几乎可以占新生铝的一半，甚至等量齐观。

环境保护、“三废”治理所使用的技术和理论，不完全等同于一般的生产过程，有其明显的特点和独有的规律，这是一个边缘杂交的技术与知识领域。由于环境保护和生态平衡关系到一个地域自然界的各种现象以及它们的相互作用和平衡，因而涉及诸多自然科学学科知识；同时各种危害的消除和资源综合回收，也由于被处理物种对象的性质、数量和所处条件的各异而需采用许多特殊的技术，这些技术虽然多半来自选矿、冶金、化工等各种专业领域，但因适应环保的要求而有许多改进和变化；环境保护还关联到许多社会问题，有许多法令法规作约束，因而也是一个包括自然科学与社会科学更广泛的多学科知

识体系。

上面我们就矿冶环保及资源综合回收的重要性、对国民经济发展的意义以及有关技术知识的特点，简单地谈了一些粗浅的看法。由此可见，撰写出版这方面的专门著作，是何等重要。

本书作者长期从事矿冶环保及资源综合回收课程的教学及指导研究生的工作，并曾在国内及国外研究这方面的课题，积累了许多经验和资料。本书是经过教学试用，反复修改定稿的，作者付出了辛勤的劳动。粗略看起来，似乎书的体系显得庞大，并且内容与常见选矿冶金专著有些重复，但仔细研究之后，如前所说，将会发现本书自有其特点和体系，相信对矿冶环保和综合回收，对从事科研、教学、生产工作的人员，有很好的参考价值。

王淀佐

识于岳麓山下

1991年4月

序 文

当今，乱砍乱伐、酸雨等公害导致地球上的绿色森林一天天减少，沙漠化正在日益扩展，包围地球的大气层也遭到破坏。怎样对待环境恶化对人类的这种警告，已成为世界之中心议题，各国也正在掀起保护地球环境运动。

随着人类文明、工业化之进展，大气污染、水质污浊也相伴发生。二十年前，日本由于经济发展优先于环境保护，使得公害四起，不仅造成很大的社会问题，也成为政治性问题。

另一方面却也促使日本公害防治技术有今日之高水平的发展。

在此时刻，中南工业大学薛玉兰先生的《矿冶环境保护与资源综合回收》出版了。在为这本书的出版表示热烈祝贺的同时，我能有机会荣幸地为本书写序文也深表谢意！

该书内容丰富，阐述深刻。从公害概论到水质、大气、废渣的污染治理；从基础理论到应用实例都作了全面系统的论述。汇集了日本等世界诸国环境保护方面的新成就、就技术和新动向，内容十分珍贵。

本书可作为工科大专院校选矿、采矿、冶金、化工、土木等专业的环保教科书，同时也是从事上述工作的工程技术人员的良师益友。

薛玉兰先生1980年由中国政府派遣到日本留学以来，至今数次应邀东渡日本，在我的研究室进行了多项出色的公害防治技术课题研究。该书由她执笔主编是再合适不过了。向她为该

著作所付出的创造性劳动表示由衷的敬意！

坚信无疑，该书能为中国的环境保护作出贡献！

日本秋田大学教授

真宫三男

1991年5月

兰王莉

2001年5月

1意赠的更由示表临表书数除的出补河书著
1精贡出补电录数衣的国中式韵计海, 录天音型

前 言

当今世界正以人口和经济增长为背景, 人口、经济、资源、环境之间的关联和影响日益加深, 造成环境污染和生态破坏现象已越过国界和海洋而日趋广泛深刻! 保护地球环境, 维护生态平衡, 资源综合利用已不容置疑地摆在人类面前。为使工程技术人员掌握本部门所造成污染的防治技术, 尽可能地回收利用资源, 笔者编著了这本《矿冶环境保护与资源综合回收》。

书中内容包括公害概论、工业和矿业部门排放的废水、废气、废渣的治理和利用技术与原理。本书没有局限于常规教科书的内容, 充分吸收了80年代以来世界先进技术, 还总结了作者多年教学和科研成果, 新著入了对固-固分离、固-液分离、液膜分离及溶质分离等行之有效的特种浮选和磁处理技术。

全书共分八章, 第一章至第五章由薛玉兰编著, 第六、七章由薛玉兰、郭昌槐共同编写, 第八章由郭昌槐编写。全书由薛玉兰统一修改定稿。王淀佐教授审稿。

本书为工科高等院校环保教材; 亦可供选矿、冶金、化工、金属加工、建材、轻工等从事科研、设计、生产的工程技术人员和环保工作者参考。

错误和不当之处, 恳请读者批评指正。

薛玉兰

1991年春、于长沙

(74).....	野火内	1.5
(84).....	畜粪味苦工气进革	1.1.5
(84).....	率用味和醇油木高	3.1.5
(84).....	目次	3.1.5
(94).....	非安养酸脂管学	1.1.5
(94).....	类代陌去式野火木	3.5
(98).....	顺鼠已舞也鞋鼓陌野荒野火木	3.5
(98).....	狸也鞋鼓	1.5.5
1 公害概论.....		(1)
1.1 环境.....		(1)
1.1.1 地球环境结构.....		(1)
1.1.2 环境机能.....		(3)
1.2 环境污染.....		(5)
1.2.1 环境污染的原因.....		(5)
1.2.2 大气污染物及其污染效应.....		(7)
1.2.3 水和土壤污染物及污染效应.....		(11)
1.2.4 环境污染的现状和趋势.....		(16)
1.3 矿冶工业污染.....		(23)
1.3.1 矿冶工业中废气的产生.....		(24)
1.3.2 矿冶工业中废水的产生.....		(26)
1.3.3 矿冶工业中固体废物.....		(32)
1.4 防止环境污染的对策和法规.....		(33)
1.4.1 世界环境保护工作概况.....		(33)
1.4.2 我国的环境保护政策和法规.....		(35)
2 废水处理.....		(47)

2.1	厂内处理	(47)
2.1.1	改革生产工艺和设备	(48)
2.1.2	提高水的循环利用率	(48)
2.1.3	充分利用水的自净作用	(48)
2.1.4	科学管理统筹安排	(49)
2.2	废水处理方法的分类	(49)
2.3	废水处理流程的选择步骤与原则	(50)
2.3.1	选择步骤	(50)
2.3.2	水处理流程的确定原则	(51)
2.3.3	水处理设备或设施形式的选择依据	(52)
2.4	废水样品的采集保存与水量测定	(52)
2.4.1	废水样品的采集	(52)
2.4.2	废水样品的保存	(54)
2.4.3	流量测定	(56)
2.5	废水的预处理	(57)
2.5.1	篦除	(57)
2.5.2	除砂	(58)
2.5.3	贮存	(59)
3	固液分离	(61)
3.1	沉降	(61)
3.1.1	沉降过程的分类	(61)
3.1.2	自由沉降	(62)
3.1.3	凝聚性自由沉降	(66)
3.1.4	界面沉降和压缩沉降	(67)
3.1.5	斜板对沉降的促进作用	(68)
3.1.6	沉淀池和澄清池的一般设计原则	(69)

3.1.7	沉降设备	(72)
3.2	上浮	(76)
3.2.1	特种浮选的定义和分类	(77)
3.2.2	特种浮选的基本原理	(80)
3.2.3	特种浮选工艺和设备	(86)
3.2.4	特种浮选用例	(96)
3.2.5	自然上浮法	(99)
3.3	过滤	(102)
3.3.1	澄清过滤	(102)
3.3.2	滤饼过滤	(112)
3.4	凝聚和絮凝	(120)
3.4.1	胶态悬浮物的特征	(121)
3.4.2	DLVO理论	(123)
3.4.3	凝聚	(125)
3.4.4	絮凝	(130)
3.5	磁力分离	(134)
3.5.1	磁力分离的原理	(135)
3.5.2	磁力分离装置	(136)
3.5.3	磁种混凝—磁力分离	(138)
3.5.4	铁氧体沉淀—磁力分离	(139)
3.5.5	磁处理实例	(139)
3.6	污泥的处理	(141)
3.6.1	浓缩	(141)
3.6.2	过滤	(142)
3.6.3	干燥和烧却	(142)
3.6.4	污泥的最终处置和利用	(145)

4.1	废水的化学和物理化学处理	146
4.1.1	中和处理及pH调整	146
4.1.1.1	概述	146
4.1.1.2	中和曲线	147
4.1.1.3	中和方式	148
4.1.1.4	pH控制方式	151
4.1.1.5	中和剂	152
4.2	化学沉淀	154
4.2.1	难溶物质溶解度的计算	154
4.2.2	金属氢氧化物沉淀	156
4.2.3	硫化物沉淀	159
4.2.4	铁氧体沉淀	161
4.3	氧化还原处理	163
4.3.1	氧化还原电位	163
4.3.2	氧化还原电位在废水处理中的应用	164
4.3.3	氧化还原剂和氧化还原处理	167
4.4	吸附和离子交换	175
4.4.1	吸附	175
4.4.2	离子交换	182
4.5	膜分离技术	187
4.5.1	反渗透	188
4.5.2	超滤	191
4.5.3	电渗析	191
4.5.4	液膜分离	193
5	生物化学处理	204

(5.1) 原理	(204)
(5.1.1) 好气性微生物的氧化作用	(205)
(5.1.2) 厌气性微生物的还原作用	(207)
(5.2) 活性污泥法	(208)
(5.2.1) 工艺流程	(208)
(5.2.2) 特性指标	(212)
(5.2.3) 曝气	(214)
5.3 生物滤池法与生物转盘法及其它	(216)
5.3.1 生物滤池法	(216)
5.3.2 生物转盘法	(218)
5.3.3 氧化塘法	(219)
(5.4) 厌气消化法	(220)
6 除尘	(222)
(6.1) 除尘设备性能评价方法	(222)
(6.2) 机械除尘	(224)
6.2.1 重力沉降室	(224)
6.2.2 惯性除尘器	(226)
6.2.3 旋风除尘器	(228)
(6.3) 湿式除尘器	(234)
6.3.1 喷淋填料洗涤器	(234)
6.3.2 泡沫洗涤器	(236)
6.3.3 文丘里除尘器	(237)
6.3.4 洗浴式除尘器	(238)
(6.4) 过滤式除尘器	(240)
6.4.1 充填层过滤除尘器	(240)
6.4.2 袋式除尘器	(241)

(6.5)	电除尘器	(243)
(6.5.1)	电除尘原理	(244)
(6.5.2)	电除尘器的构造	(245)
(6.5.3)	除尘率的影响因素和计算方法	(248)
(6.6)	其他除尘器	(250)
(6.6.1)	水力喷洒除尘	(250)
(6.6.2)	尘源罩	(250)
7	有害气体的净化与回收	(252)
(7.1)	液体吸收法	(253)
(7.1.1)	吸收规律	(253)
(7.1.2)	液体分散型吸收装置	(254)
(7.1.3)	气体分散型吸收装置	(256)
(7.2)	低浓度二氧化硫的净化与利用	(258)
(7.2.1)	氢氧化钠或亚硫酸钠水溶液吸收法	(259)
(7.2.2)	石灰石乳或石灰乳吸收法	(262)
(7.2.3)	氨水吸收法	(264)
(7.2.4)	氢氧化镁吸收法	(267)
(7.2.5)	亚硫酸镁·亚硫酸钙混合浆液吸收法	(268)
(7.2.6)	碱式硫酸铝水溶液吸收法	(268)
(7.2.7)	氧化吸收法	(269)
(7.2.8)	干式脱二氧化硫法	(269)
(7.3)	含氮氧化物废气的防治技术	(270)
(7.3.1)	生成氮氧化物的抑制技术	(271)
(7.3.2)	氮氧化物的净化方法	(273)
(7.4)	含氟氯废气的净化与利用	(278)
(7.4.1)	湿法处理含氟废气	(279)

7.4.2	干法处理含氟废气	(280)
7.4.3	含 Cl_2 废气的净化与利用	(282)
7.4.4	含氯化氢废气的净化与利用	(283)
7.5	含汞砷废气的处理与回收	(284)
7.5.1	含汞废气的净化与回收	(284)
7.5.2	含砷废气的净化方法	(288)
8	废渣处理与利用	(289)
8.1	废渣的一般处置	(289)
8.2	废渣再选	(291)
8.2.1	铜炉渣再选	(291)
8.2.2	贫汞食选矿	(293)
8.2.3	从锌浸出渣中浮选回收银或镓和铟	(294)
8.2.4	粉煤灰的选矿处理	(296)
8.3	废渣的化学处理	(297)
8.3.1	汞渣的化学处理	(297)
8.3.2	铬渣的化学处理	(299)
8.3.3	煤矸石化学处理(制取铵明矾)	(300)
8.4	废渣利用	(301)
8.4.1	赤泥利用	(302)
8.4.2	高炉渣的利用	(304)
8.4.3	钢渣利用	(307)
8.4.4	铬渣利用	(308)

1 公害概论

“公害”，是指由于人类的活动在相当范围内引起的大气、水体、土壤等污染和噪音、震动、恶臭、地盘下沉、水土流失等环境破坏现象。这些现象使人体健康受到损害，生态环境遭到破坏。

1.1 环境

所谓“环境”总是相对于某中心事物而言，这里所讨论的“环境”是指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、水生动物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等环绕在人类和生物周围的各种自然因素的总和。

1.1.1 地球环境结构

地球的总质量为 $5.98 \times 10^{27} \text{g}$ ，体积为 $1.08 \times 10^{21} \text{cm}^3$ ，平均密度为 5.517g/cm^3 ，半径约6378km，地球的内部结构可大体分为地核、地幔、地壳三部分。

地壳厚薄不均，是指从地表向下延深平均约30km厚的区间。主要由火成岩、变质岩及少量沉积岩组成。地幔指地壳以下至2900km的区间。由上地幔、过渡层、下地幔组成。上地