

選
在
手
冊

第八卷

第三分冊

人民教育出版社

14.17/3
253
25-5=1

选矿手册

第八卷

第五分册

《选矿手册》编辑委员会

14.17/3
253
25-5=1



选 矿 手 册

第 八 卷

第五分册

《选矿手册》编辑委员会

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街海砚院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张 17 7/8 字数 459 千字

1988年12月第一版 1988年12月第一次印刷

印数00,001~2,690册

ISBN 7-5024-0108-3

TD·25 定价6.70元

《选矿手册》编辑委员会

主任委员：张卯均

副主任委员：胡为柏 童国光

编委：（按姓氏笔划排列）

王 岚	石大鑫	丘继存	刘广泌	刘正适
朱家骥	余兴远	沈志诚	沈建民	汪淑慧
李毓康	罗中兴	苏仲平	吴威孙	胡熙庚
陶 敏	黄大雨	赵涌泉		

秘书：赵涌泉（兼）

责任编辑：王迺琳、黄淦祥

本分册主编、副主编

第三十六篇 化工原料矿物选矿

主编：黄大雨

副主编：杨忠威 肖云汉

第三十七篇 建材非金属矿选矿

主编：石大鑫

副主编：崔越昭

前 言

我国是世界上矿产资源比较丰富、矿物种类众多的国家之一。在辽阔的国土上，蕴藏着多种多样的有色金属、黑色金属、稀有金属矿产以及化工、建材等非金属矿产。这是发展我国国民经济的雄厚物质基础。

我国矿产资源多数矿石的有用组分含量较低、矿物组成较复杂，必须经过选矿才能提高有价成分含量，改善质量，将复杂共生矿中的多种矿物分离，以适应市场商品规格或下一步加工技术的要求。

选矿是改善矿物原料性质的经济有效方法。当前，我国每年有近亿吨的有色金属矿石和约一亿五千万吨黑色金属矿石，在冶炼前几乎全部需要选矿；化肥生产所需的磷、硫矿石以及建材等非金属矿石，也多半经选别后才能进一步加工或作为商品。可见，选矿在发展矿物原料工业中具有重要的地位。

新中国成立以来的三十多年中，选矿事业随着矿物原料工业的突飞猛进而迅速发展。全国大型重点选矿厂，中、小型选矿厂星罗棋布；设置选矿专业的大专院校有二十多所；部、省属科研、设计院所有百余个；从事选矿事业的科学技术人员不下十万人，建立了一支完整的选矿科技队伍。在这三十多年的科研、设计、生产实践过程中，充实了理论，革新了工艺，增加了选矿药剂品种，创造了独特的重选设备，有益元素综合利用取得了许多颇有成效的进展，形成了符合我国矿产资源特点的选矿技术。一些难选矿种的选矿技术已进入世界先进行列，如锡、钨细泥的处理等。选矿技术水平不断提高，应用领域不断扩大。

为了提高我国在选矿科研、设计、生产方面的水平和总结经验，推动选矿事业的进一步发展，中国金属学会选矿学术委员会于1983年8月决定组织编写中国第一部选矿专业大型工具书——《选矿手册》。由选矿学术委员会组成《选矿手册》编辑委员会主持编写工作，并成立了相应的编写组。参加撰写工作的有国内具有几十年教学、科研、设计、生产经验的专家、教授、高级工程师、工程师几百人。在整个编写过程中实行三级审核规定，严格贯彻“主编责任制”和“编辑委员会最终审定制”。

《选矿手册》共分八卷、三十七篇，按十四个分册陆续出版。全书出版字数约为450万字。考虑到选煤另有专著，本《手册》不包括煤的洗选。《选矿手册》的内容有：总论、选矿前准备、选矿方法、产品处理及辅助作业、试验技术与选矿过程检测、数模和工艺过程控制、选矿厂设计、选矿实践等。

《选矿手册》是一部供初、中级以上选矿工作者及有关人员使用的工具书。编入了较成熟的选矿理论、方法、工艺、药剂、设备和生产实践，内容丰富，实践性强。本手册参阅了国内外上万篇文章，收集了上千个厂、矿的生产实践资料，理论与实践兼备，以实践为主。选材以国内为主，同时辅以典型的国外资料，体现了近代选矿科学技术水平。是一部具有中国特色的《选矿手册》。

在《手册》编写过程中，得到了冶金工业部、中国有色金属工业总公司、化学工业部、国家建筑材料工业总局、地质矿产部、核工业部等及其所属的二十多个有关单位的大力支持，并得到了中国金属学会、中国有色金属学会，中国有色金属工业总公司生产部、化学工业部化学矿山局、鞍山矿山公司及所属东鞍山烧结总厂、齐大山选矿厂、大孤山选矿厂、弓长岭选矿厂、矿山设计院、矿山研究所、中国有色金属工业总公司广州分公司等的积极资助，在此，表示衷心的感谢！

《选矿手册》编辑委员会

本分册序

为了总结中国多年来在化工原料矿物选矿和建材非金属选矿方面的科学研究成果和生产实践经验，在中国金属学会选矿学术委员会的倡议和组织下，我们编写了《选矿手册》第三十六篇“化工原料矿物选矿实践”和第三十七篇“建材非金属选矿”，以供化工矿山行业和建材行业初、中级以上的选矿科技人员工作时参考。

化工原料矿物包括磷矿、硫铁矿、自然硫、钾盐矿、硼矿、明矾石矿、天青石矿、砷矿、芒硝、重晶石、天然碱矿和石灰石矿等二十余种非金属矿产。它们是生产化肥、硫酸和各种基本化工产品的重要原料，广泛用于农业、工业、国防等部门。

中国是世界上化工原料矿物种类比较齐全、资源比较丰富的少数国家之一。但是，与国外相比，在矿石特性上有许多相异之处；在开发利用上有许多尚待解决的技术难题。因此，化工原料矿物的选矿，是必不可少的重要环节。认真总结这方面的经验，继往开来，实属必要。本册第三十六篇着重论述了化工原料矿物中的磷矿、硫矿、可溶性钾盐矿、硼矿、明矾石矿和天青石矿六个主要矿种的矿石特性、资源特点、化学加工对矿石质量的要求以及国内外典型的选别流程和生产实践，同时对某些新设备、新药剂也有选择地作了适当的介绍。

建材非金属矿物种类繁多，目前已经开发和利用的有80余种。其中选矿技术比较成熟、选矿资料比较齐全的约有8种：石棉、石墨、金刚石、高岭土、滑石、云母、硅石和硅砂、硅灰石。本册第三十七篇论述了这8种矿物的选矿实践。由于建材非金属选矿所处理的对象都是工业矿物，选矿的目的都是为了获得

矿物本身，而不是为了获得矿物中某一种或某几种有益元素，所以它们具有以下的特殊性：

(1) 选矿时应首先考虑这些矿物在工业上利用的途径和工业上对它们性能的要求。一般地说，工业上对它们物理性能的要求重于化学成分的要求。例如：工业上对石棉的要求主要是纤维长度、柔性和抗张强度等；石墨则主要是鳞片大小和固定碳含量；金刚石主要是结晶颗粒的形状、大小和破损程度；高岭土主要是它们的白度、亮度和细度（粒度），云母主要是薄片的尺寸及其绝缘程度。只有少数工业矿物才着重要求它们的化学成分，但也辅以直接在工业上利用的工艺性能测试，证明其在工业生产中能满足工业要求方能生产。

(2) 选矿品位指标，一般都是指矿物含量，而不是矿物中某种元素的含量。石棉、金刚石、滑石、高岭土、云母等都是这样。石墨有点特殊，它是指固定碳的含量（不计有机碳和游离碳含量）。与品位有关的回收率指标，也一般都是按矿物的回收率计算，而不是按某一元素来计算。

(3) 选矿时要注意保护其矿物晶体，否则影响它们的工业用途和使用价值。因此，原矿的破碎和磨碎强度一般不大，力求多采用打击式破碎设备和研磨式磨矿设备、少采用压碎式破碎设备和泻落式磨矿设备，例如反击式、鼠笼式、轮碾式破碎机；低转速率的球磨机或研磨机等。但微粒粉碎则力求高强度，例如石墨、云母、滑石都广泛使用高强度的气流磨等粉碎设备。

(4) 产品是根据用户要求而生产的。由于用户众多、要求又千差万别，所以产品种类、规格繁多；产品质量检验标准和检验方法也不少，详见第三十七篇各章产品质量及其检验方法的叙述。

(5) 由于矿物形状一般比较特殊：有纤维状，有鳞片状；有粒状，也有土状；加之用户对产品的要求又很不一致，所以选矿方法众多，选矿设备也往往很特殊（详见第三十七篇选矿厂实例），有些选矿名词术语也很特别，例如石棉选矿就需要专写一

段专用名词术语（详见37.1.1.4）。

由于第三十七篇具有上述种种特殊性，所以它的各章绪论部分所占篇幅较多，编写内容和编排方式也与第三十六篇有别。

本册第三十六篇绪论、36.1磷矿选矿由肖云汉撰写；36.2硫矿选矿、36.3可溶性钾盐矿选矿和36.4硼矿及其他化工原料矿物选矿由杨忠威撰写。全篇由杨忠威统一修改、黄大雨总审。评审人为化工部化学矿山局邓启儒。

本册第三十七篇37.1石棉选矿由于廷棠、石大鑫撰写；37.2石墨选矿由崔越昭撰写；37.3金刚石选矿由袁楚雄、石大鑫撰写；37.4高岭土选矿由石大鑫、袁继祖撰写；37.5滑石选矿、37.7硅石和硅砂选矿、37.8硅灰石选矿由石大鑫撰写；37.6云母选矿由石大鑫、刘昌寅撰写。全篇经王廉勋审阅。

第三十六篇在编写过程中，得到了化工部化学矿山局、化工部化工矿山设计研究院、江苏锦屏磷矿、安徽江淮磷矿、山西灵邱磷矿、辽宁建平磷铁矿、黑龙江鸡西磷矿、山东五莲七宝山硫铁矿、南京云台山硫铁矿、广东阳春硫铁矿、四川石拱坝硫铁矿、江苏潭山硫铁矿、浙江龙游黄铁矿、四川雁门硫铁矿、云南思茅地区钾盐矿、辽宁凤城硼矿等单位 and 许多同志的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

书中的错误和不足之处，恳切地希望读者批评、指正。

编 者

1987年2月

《选矿手册》总目

第一卷 总 论

- 第一篇 选矿概论
- 第二篇 矿产资源
- 第三篇 工艺矿物学

第二卷 选矿前准备

第一分册

- 第四篇 配 矿
- 第五篇 洗 矿
- 第六篇 筛 分
- 第七篇 破 碎

第二分册

- 第八篇 分 级
- 第九篇 磨 矿

第三卷 选矿方法

第一分册

- 第十篇 拣 选
- 第十一篇 重 选

第二分册

- 第十二篇 浮 选
- 第十三篇 浮选药剂

第三分册

- 第十四篇 磁 选

- 第十五篇 电 选
- 第十六篇 特殊选矿
- 第十七篇 化学选矿

第四卷 产品处理及辅助作业

- 第十八篇 物料脱水
- 第十九篇 物料输送
- 第二十篇 物料贮存

第五卷 试验技术与选矿过程检测

- 第二十一篇 取 样
- 第二十二篇 试验技术
- 第二十三篇 选矿过程检测

第六卷 数模和工艺过程控制

- 第二十四篇 选矿数模和模拟
- 第二十五篇 选矿工艺过程控制

第七卷 选矿厂设计

- 第二十六篇 设计前准备
- 第二十七篇 设计程序
- 第二十八篇 工艺流程及设备选择原则
- 第二十九篇 总平面及设备配
- 第三十篇 技术经济及其管理
- 第三十一篇 环境保护

第八卷 选矿实践

第一分册

- 第三十二篇 有色金属选矿实践
- 第一章 铜的选矿

第二章 铅锌多金属选矿

第三章 镍的选矿

第二分册

第四章 锡矿选矿

第五章 钨矿选矿

第六章 钼的选矿

第七章 铋矿选矿

第八章 汞矿选矿

第三分册

第三十三篇 稀、贵金属矿选矿

第一章 铍锂矿选矿

第二章 钽铌矿选矿

第三章 钛、锆矿选矿

第四章 稀土矿选矿

第五章 金银矿选矿

第六章 铂族金属元素选矿

第七章 铀矿选矿

第四分册

第三十四篇 黑色金属及辅助材料

第三十五篇 二次资源的利用

第五分册

第三十六篇 化工原料矿物选矿

第三十七篇 建材非金属矿选矿

MINERAL PROCESSING HANDBOOK

CONTENTS

Volume 1 Introduction

- Section 1 General Aspects
- Section 2 Mineral Resources
- Section 3 Process Mineralogy

Volume 2 Preparations for Concentration

Part 1

- Section 4 Blending
- Section 5 Washing
- Section 6 Screening
- Section 7 Crushing

Part 2

- Section 8 Classification
- Section 9 Grinding

Volume 3 Concentration Methods

Part 1

- Section 10 Ore Sorting
- Section 11 Gravity Concentration

Part 2

- Section 12 Flotation
- Section 13 Flotation Reagents

Part 3

- Section 14 Magnetic Separation
- Section 15 Electrostatic Separation

Section 16 Special Separations

Section 17 Chemical Beneficiation

Volume 4 Products Treatment and Materials Handling

Section 18 Dewatering

Section 19 Transport

Section 20 Stockpile

Volume 5 Experimental Techniques and Process Monitoring

Section 21 Sampling

Section 22 Experimental Techniques

Section 23 Process Monitoring

Volume 6 Mathematical Modeling and Process Control

Section 24 Mathematical Modeling and Process Simulation

Section 25 Process Control

Volume 7 Plant Design

Section 26 Preparatory Work

Section 27 Design Procedure

Section 28 Principles for Selection of Technological Flowsheets
and Equipment

Section 29 General Layout and Equipment Installation

Section 30 Techno-economic Management

Section 31 Environmental Protection

Volume 8 Plant Practice

Part 1

Section 32 Processing of Non-ferrous Metal Ores

Chapter 1 Processing of Copper Ores

Chapter 2 Processing of Lead and Zinc Multi-metallic Ores

Chapter 3 Processing of Nickel Ores

Part 2

Chapter 4 Processing of Tin Ores

Chapter 5 Processing of Tungsten Ores

Chapter 6 Processing of Molybdenum Ores

Chapter 7 Processing of Antimony Ores

Chapter 8 Processing of Mercury Ores

Part 3

Section 33 Processing of Rare and Precious Metal Ores

Chapter 1 Processing of Beryllium and Lithium Ores

Chapter 2 Processing of Tantalum and Niobium Ores

Chapter 3 Processing of Titanium and Zirconium Ores

Chapter 4 Processing of Rare-earth Ores

Chapter 5 Processing of Gold and Silver Ores

Chapter 6 Processing of Platinum Group Metal Ores

Chapter 7 Processing of Uranium Ores

Part 4

Section 34 Treatment of Ferrous Metal Ores and Auxiliary
Materials

Section 35 Utilization of Secondary Resources

Part 5

Section 36 Processing of Minerals for Chemical Industry

Section 37 Processing of Non-metallic Ores for Building Mate-
rials

第八卷 第五分册目录

36 化工原料矿物选矿	
36.0 绪论	3
36.1 磷矿选矿	6
36.1.1 磷矿物、磷矿石和磷矿床	6
36.1.1.1 磷矿物	6
36.1.1.2 磷矿石	10
36.1.1.3 磷矿床	13
36.1.2 中国磷矿资源现状和特征	14
36.1.2.1 现状	14
36.1.2.2 特征	15
36.1.3 磷肥加工对磷矿石质量的要求	17
36.1.4 磷矿选矿实践	21
36.1.4.1 岩浆岩型磷灰石矿	21
36.1.4.2 沉积型硅质磷块岩矿	31
36.1.4.3 沉积型钙质磷块岩矿	39
36.1.4.4 沉积型硅(钙)-钙(硅)质磷块岩矿	57
36.1.4.5 变质型磷灰岩矿	87
36.1.4.6 磷矿石中伴生矿物的综合回收	114
36.1.5 磷矿选矿工艺技术进展	124
36.2 硫矿选矿	128
36.2.1 硫矿物、硫矿石和硫矿床	128
36.2.1.1 硫矿物	128
36.2.1.2 硫矿石	129
36.2.1.3 硫矿床	132
36.2.2 中国的硫矿资源	133

36.2.2.1 黄铁矿(硫铁矿).....	133
36.2.2.2 伴生黄铁矿(硫铁矿).....	135
36.2.2.3 自然硫资源.....	136
36.2.3 硫酸生产对硫矿石质量的要求	136
36.2.4 硫矿选矿实践	137
36.2.4.1 硅酸盐型硫铁矿	139
36.2.4.2 碳酸盐型硫铁矿	157
36.2.4.3 煤系硫铁矿型	166
36.2.4.4 自然硫型	170
36.2.4.5 磁黄铁矿型	178
36.2.4.6 多金属伴生硫铁矿的回收	183
36.3 可溶性钾盐矿的选矿	202
36.3.1 钾盐矿物、矿石和矿床	202
36.3.1.1 钾盐矿物	202
36.3.1.2 钾盐矿石	207
36.3.1.3 钾盐矿床	207
36.3.2 中国的钾盐资源	210
36.3.3 钾肥生产对钾盐质量的要求	211
36.3.4 可溶性钾盐矿选矿(加工)实践	214
36.3.4.1 可溶性固态钾盐矿床	214
36.3.4.2 含钾盐湖卤水	235
36.4 硼矿及其他化工原料矿物的选矿	249
36.4.1 硼矿选矿	249
36.4.1.1 硼矿物、硼矿石和硼矿床	249
36.4.1.2 中国的硼矿资源	256
36.4.1.3 硼砂(酸)生产对硼矿石质量的要求	257
36.4.1.4 硼矿选矿实践	258
36.4.2 明矾石矿选矿	291
36.4.2.1 明矾石矿的一般性质和用途	291
36.4.2.2 中国的明矾石矿资源	292
36.4.2.3 明矾石矿的加工对矿石质量的要求	293
36.4.2.4 明矾石矿选矿实践	293