

朱俊士 著

XUANKUANG
SHIYAN
YANJIU YU
CHANYEHUA

选矿 试验研究与 产业化



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

选 矿

试验研究与产业化

朱俊士 著

北 京

冶金工业出版社

2004

内 容 提 要

本书是从作者从事选矿科研工作以来的百余篇成果论文中,选出的70多篇文章,作为选矿试验研究的实例,分别介绍矿石与矿物基本性质、实验室基础试验、半工业试验、工业试验与产业化及新技术与发展等,既有基础理论试验研究,又有实用工艺技术介绍,内容丰富,较清晰地叙述了矿石选矿应该进行的试验研究全过程及发展远景。

本书可供矿产资源开发利用、选矿科研、设计、生产等专业工程技术人员及相关专业管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

选矿试验研究与产业化/朱俊士著. —北京:冶金
工业出版社, 2004.7

ISBN 7-5024-3467-4

I. 选… II. 朱… III. 选矿—实验—研究
IV. TD9-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第005986号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷39号,邮编100009)

责任编辑 黄淦祥 张 卫(联系电话:010-64027930;E-mail:bull2820@sina.com)

美术编辑 王耀忠 责任校对 王永欣 李文彦 责任印制 牛晓波

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2004年7月第1版,2004年7月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;48.75印张;1184千字;764页;1~1200册

138.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)



序

“风雨送春归，飞雪迎春到”。正当我国实施“科教兴国”和“可持续发展”战略，满怀信心迈入 21 世纪新时代之际，我国著名选矿学专家、教授级高级工程师朱俊士同志的专著《选矿试验研究与产业化》一书，将由冶金工业出版社出版并与广大读者见面。这是我国选矿科技事业发展中的又一件喜事，值得庆贺。

《选矿试验研究与产业化》一书，概括了俊士同志从事科学研究工作 50 年的主要成就，介绍了他对我国几个重大矿产资源综合利用所取得的选矿试验研究成果及部分成果向工程化、产业化转化的经验和典型案例。该书涉及的大量选矿基础研究、实验室试验、半工业试验、工业试验及工业化生产考核等内容，既体现了先进的学术水平，又体现了俊士同志与其同事们在一个较大的历史空间矢志不移、执著地为发展我国选矿科技事业的奉献精神。该书涉及的学术思想、试验设计方法、试验操作过程和试验例证，既体现了作者求真务实的科学作风，又体现了作者勇于开拓的创新精神。书中涉及的作者为发展我国选矿科技事业所做的前瞻性、综合性和技术政策的研究成果，既体现了作者远见卓识的决策参谋水平，又体现了为我国科技工作者广为尊崇的“爱国、敬业、求实、创新”的美德。

全书共分为五章，各具特色，内容翔实；既有学术意义，更突出其实践运用价值，是一本实用性较强的科学技术专著，可供地质、矿业、环保方面的技术人员、科研设计、咨询人员、管理干部及大专院校师生参考。

工学博士、教授级高级工程师 陶 敏
中国自然资源学会常务理事

2004 年 4 月 7 日

前 言

矿产资源是社会经济发展的重要物质基础。中国是开发利用矿产资源最古老的国家之一，矿冶遗址及远古石制加工品与冶制产品屡见不鲜，青铜文化是矿产资源开发利用史上的光辉代表。

中华人民共和国成立 50 多年来，矿业获得了空前大发展，开发了 130 多种矿产，年采掘矿石量近 50 亿 t，已成为矿产资源开发利用体系完整的世界矿业大国。为现代化建设事业和社会经济发展提供了雄厚的物质基础。

在这 50 多年矿产资源开发利用过程中，千百万劳动者用自己的汗水和智慧在地质、采矿、选矿和冶炼加工各领域，建立起强大的产业群，形成了一支训练有素和具有崇高奉献精神的高素质的科技队伍。悠悠岁月，年逾古稀，回忆往事，诚然当歌诸多专家、学者、工人和领导干部的共同辛勤奉献所铸就的矿产资源利用大发展的辉煌时代和业绩。

作者生来逢时，有幸投身于这一历史时期的伟大事业，从事选矿试验研究及其成果产业化过程的工作，为这一历史长卷添墨加色，尽了绵薄之力。

本书收纳了作者从事选矿试验研究及其产业化过程中的部分成果。以贫铁矿资源开发研究和钒钛磁铁矿资源综合利用的分选富集论文为主线，从百余篇文章和试验成果中，选出了 70 多篇文章，作为选矿试验研究实例，分别列于各相关章节。本书每一章前，有一概述，主要对各章试验研究范畴、方法、手段等进行了归纳和概括。本书重点是从选矿实验室基础试验研究、半工业试验研究到工业试验研究及其科研成果产业化过程中的论文和工作实例，也就是在矿产资源开发利用过程中，矿石选矿加工产业应该进行的试验研究过程。论文和试验成果中，有的已形成产业实体，有的可作日后开发技术储备。编写本书的目的是想为从事矿产资源开发利用的同行们提供参考和借鉴，为祖国的选矿科研和生产服务。不足之处，殷切希望读者不吝赐教。读者如能从中获益，当是作者之大幸。

编入书中的论文和试验成果，应该说是作者和作者的同事们（包括为科研工作提供条件的各方面人员）共同劳动的结晶。尤其是与过去长期一起进行科研工作的，不同时期、不同单位的试验组成员和领导组织者的支持分不开的。作者现将其整理成册敬献给他们，并以崇敬的心情向他们致以深切谢意。

朱健士

2002 年 11 月

目 录

1 选矿矿石与矿物基本性质研究

1.1 概述	1
1.2 矿石的物质组成研究	1
1.2.1 矿物含量及单体解离度的测定	1
1.2.1.1 概述	1
1.2.1.2 试验方法	1
1.2.1.3 测定结果和讨论	2
1.2.1.4 研究方向	8
1.2.2 攀枝花钒钛磁铁矿石的物质组成	8
1.2.2.1 前言	8
1.2.2.2 矿石物质成分	9
1.2.2.3 矿物特征、嵌布特性及物理性质	9
1.2.2.4 有益元素的赋存状态及其分布	14
1.2.2.5 磨矿产物的矿物解离	18
1.2.2.6 存在问题	18
1.2.2.7 结语	18
1.3 浮选药剂与矿物作用机理研究	19
1.3.1 苯乙烯膦酸捕收钛铁矿的机理研究	19
1.3.2 浮选药剂与软锰矿表面的作用机理	20
1.3.3 改性混合脂肪酸在石英-赤铁矿浮选体系中作用机理研究	21
1.4 矿物改性相变研究	27
1.4.1 攀枝花钒钛磁铁矿加盐还原焙烧晶粒长大及相变研究	27
1.4.1.1 低温矿物相	27
1.4.1.2 高温矿物相	28
1.4.1.3 铁精矿焙烧产物的矿物相与结构	31
1.4.1.4 结语	32
1.5 矿物比磁化系数的测定	32

1.6 选矿试验产品某些性质测定	34
1.6.1 矿石、矿物主要物理参数	34
1.6.2 原矿可磨性试验	34
1.6.3 磁选尾矿筛分分析	36
1.6.4 矿浆流动坡度试验	36
1.6.5 最终选矿产品密度测定	37
参考文献	37
2 选矿基础试验 (实验室试验) 研究	
2.1 概述	38
2.2 钒钛磁铁矿选矿实验室基础试验研究	38
2.2.1 攀枝花—西昌地区钒钛磁铁矿的选矿特征	39
2.2.1.1 成矿特性及选矿产品的形成	39
2.2.1.2 解离粒度与分选磁场强度	39
2.2.1.3 原矿及选矿产品的有用组分含量和粒度特性	41
2.2.1.4 钛铁矿、辉石和硫化矿的分选	42
2.2.1.5 结论	43
2.2.2 攀枝花钒钛磁铁矿矿区地勘阶段 5 个矿样选矿可行性研究 (1958 年 3~12 月)	43
2.2.3 西昌 (攀—西) 地区钒钛磁铁矿选矿研究	49
2.2.3.1 白马、太和矿区钒钛磁铁矿选矿试验研究	49
2.2.3.2 攀枝花矿区钒钛磁铁矿机械选矿流程试验研究	67
2.2.3.3 攀枝花矿区钛铁矿选矿回收试验研究	79
2.2.3.4 铁精矿 (钛磁铁矿) 加盐还原焙烧磁选的研究	96
2.2.3.5 攀枝花兰家火山矿区钒钛磁铁矿石选矿工艺流程制定的研究	104
2.2.3.6 攀枝花兰家火山矿区矿石磁选流程研究	117
2.2.3.7 攀枝花兰家火山矿区矿石用重选法从磁选尾矿中回收有价矿物 的研究	142
2.2.3.8 攀枝花尖包包矿区钒钛磁铁矿石选矿试验研究	151
2.2.3.9 攀枝花钒钛磁铁矿极贫矿石 (表外矿石) 选矿试验研究	170
2.2.3.10 红格钒钛磁铁矿石选矿试验研究	192
2.2.3.11 攀枝花选钛厂强磁选—重选—电选流程小于 40 μm 矿泥综合 回收选矿试验研究	219
2.2.3.12 攀枝花朱家包包铁矿表外矿石选铁工业试验尾矿选钛试验研究	223

2.3 钒钛磁铁矿石选矿研究及开发利用总结	230
2.3.1 钒钛磁铁矿选矿及综合利用	230
2.3.1.1 资源	230
2.3.1.2 钒钛磁铁矿选矿	231
2.3.1.3 钒钛磁铁矿选矿及综合利用新课题	235
2.3.2 攀西钒钛磁铁矿资源的经济综合利用	235
2.3.2.1 资源	235
2.3.2.2 开发现状	237
2.3.2.3 开发攀西钒钛磁铁矿的设想	238
2.3.3 攀枝花钢铁基地建设前期选矿试验研究工作基本情况和经验	239
2.3.3.1 基本情况	239
2.3.3.2 基本经验	242
2.3.4 攀枝花铁矿选矿试验打破“框框”的简要报告	243
2.3.4.1 由二段磨矿改成一段磨矿曲折过程	244
2.3.4.2 一段磨矿的合理性	245
2.3.5 攀枝花钒钛磁铁矿选矿试验研究汇总简要报告	245
2.3.5.1 试验室试验	246
2.3.5.2 半工业试验	248
2.3.5.3 工业试验(西昌试验)	250
2.3.5.4 工业生产	254
2.3.5.5 讨论	255
2.3.5.6 结论	256
2.3.6 攀枝花钒钛磁铁矿综合回收选矿试验研究汇总简要报告	256
2.3.6.1 选矿试验研究沿革	257
2.3.6.2 选矿试验结果及合理工艺流程	257
2.3.6.3 选矿产品化学分析结果	260
2.3.6.4 存在问题和今后研究方向	262
2.3.6.5 结语	262
2.4 铁矿选矿实验室基础试验研究	262
2.4.1 白云鄂博(包头)铁矿选矿试验研究	262
2.4.1.1 白云鄂博铁矿氧化带中品位矿石选矿试验研究	262
2.4.1.2 白云鄂博铁矿原生带中品位矿石选矿试验研究	304
2.4.1.3 白云鄂博铁矿低品位矿石选矿试验研究	313
2.4.1.4 白云鄂博铁矿西矿体矿石选矿试验	329
2.4.1.5 黄河水对白云鄂博铁矿石浮选影响的研究	352
2.4.2 鞍山贫磁铁矿石选矿试验研究	359
2.4.2.1 鞍山地区细粒嵌布贫磁铁矿石磁选试验研究	359

2.4.2.2	细粒嵌布贫磁铁矿或焙烧赤铁矿石磁选过程的某些特性及流程	365
2.4.3	湖南铁矿选矿试验研究	374
2.4.3.1	湖南石门新关鲕状赤铁矿选矿试验研究	374
2.4.3.2	湖南祁东铁矿石选矿工艺流程及粒铁试验研究	380
2.4.3.3	湖南金竹山菱铁矿焙烧磁选试验	389
2.4.4	浙江铁矿选矿试验研究	392
2.4.4.1	浙江漓渚铁矿选矿试验研究	392
2.4.5	江西铁矿选矿试验研究	405
2.4.5.1	江西新喻良山矿区铁矿石选矿试验研究	405
2.5	铁矿选矿试验研究及开发利用总结	417
2.5.1	中国铁矿选矿技术	417
2.5.1.1	破碎磨矿	418
2.5.1.2	预选	419
2.5.1.3	磁选	419
2.5.1.4	浮选	422
2.5.1.5	重选	422
2.5.1.6	脱水	422
2.5.1.7	精矿和尾矿输送	422
2.5.1.8	尾矿筑坝	422
2.5.1.9	选矿自动化	422
2.5.2	铁矿石选矿现状及展望	423
2.5.2.1	铁矿石类型及其基本性质	423
2.5.2.2	磁铁石英岩的选矿	427
2.5.2.3	磁铁矿石的选矿	428
2.5.2.4	钒钛磁铁矿石的选矿	429
2.5.2.5	赤铁矿石和赤-磁铁矿石的选矿	430
2.5.2.6	褐铁矿石的选矿	431
2.5.2.7	菱铁矿石的选矿	432
2.5.2.8	铁矿石选矿工艺的技术经济分析	432
2.5.2.9	展望	434
2.5.3	中国铁矿石选矿技术进步和典型工艺流程	435
2.5.3.1	磁铁矿石选矿	435
2.5.3.2	赤铁矿石选矿	436
2.5.3.3	磁-赤铁矿石选矿	437
2.5.3.4	多金属铁矿石选矿	439
2.5.4	弱磁性铁矿石选矿的途径	440
2.5.4.1	概述	440
2.5.4.2	焙烧磁选法	441

2.5.4.3 浮游选矿法	444
2.5.4.4 电选法	446
2.5.4.5 强磁力选矿法	447
2.5.4.6 重选及洗矿法	448
2.5.4.7 粒铁法	448
2.5.4.8 结语	449
2.6 锰矿选矿实验室基础试验研究	450
2.6.1 辽宁瓦房子贫锰矿选矿方法的研究	450
2.6.1.1 概述	451
2.6.1.2 矿石组成及化学成分	452
2.6.1.3 选矿试验结果	457
2.6.1.4 总结	467
2.6.1.5 存在问题	468
2.6.2 细粒软锰矿的浮选研究	468
2.6.2.1 矿样、试剂与研究方法	469
2.6.2.2 试验结果	469
2.6.2.3 结果讨论	470
2.6.2.4 结论	472
参考文献	472

3 选矿半工业试验研究

3.1 概述	481
3.2 白云鄂博(包头)铁矿选矿半工业试验	481
3.2.1 白云鄂博铁矿选矿半工业试验	481
3.2.1.1 概述	481
3.2.1.2 试验用矿石及其物质组成	481
3.2.1.3 试验方法及设备	482
3.2.1.4 试验结果及讨论	483
3.2.1.5 铁精矿的化学成分及其粒度	495
3.2.1.6 选矿方法、流程的讨论	496
3.2.1.7 结论	497
3.2.2 白云鄂博铁矿石用 $\phi 0.25\text{m}$ 回转焙烧炉焙烧及磁选半工业试验	497
3.2.2.1 概述	497
3.2.2.2 试验用矿样、设备及方法	498

3.2.2.3 试验结果	499
3.2.2.4 问题及讨论	509
3.2.2.5 结语	509
3.3 攀枝花钒钛磁铁矿选矿半工业试验	510
3.3.1 攀枝花兰家火山矿区原生带混合矿磁选半工业试验	510
3.3.1.1 概述	510
3.3.1.2 试验用矿样、设备、方法及取样方法	510
3.3.1.3 磁选流程试验结果	511
3.3.1.4 有关流程与设备的推荐及讨论	516
3.3.1.5 结语	517
3.3.2 攀枝花钒钛磁铁矿综合回收选矿工艺流程半工业试验	517
3.3.2.1 概述	518
3.3.2.2 试验用矿样和方法	518
3.3.2.3 矿石的物质组成	519
3.3.2.4 试验方案的制定	521
3.3.2.5 磁选试验	522
3.3.2.6 螺旋选—浮选—电选工艺流程试验	524
3.3.2.7 强磁选—螺旋选—浮选—电选工艺流程试验	539
3.3.2.8 溜槽选—螺旋选—浮选—电选工艺流程试验	548
3.3.2.9 试验结果的讨论	553
3.3.2.10 选矿产品的多元素化学分析、筛析、沉降速度的测定	555
3.3.2.11 结语	558
3.4 广西屯秋鲕状赤铁矿选矿半工业试验	558
3.4.1 广西屯秋铁矿石用 $\phi 0.25\text{m} \times 4\text{m}$ 回转窑焙烧磁选半工业试验	558
3.4.1.1 试验任务、目的和矿样	559
3.4.1.2 试验方法和设备	560
3.4.1.3 混合矿样焙烧磁选试验	560
3.4.1.4 粉矿样焙烧磁选试验	573
3.4.1.5 贫矿样焙烧磁选试验	577
3.4.1.6 富矿样焙烧磁选试验	581
3.4.1.7 焙烧磁选试验结果的讨论和推荐流程	587
3.4.1.8 选矿产品的多元素化学分析、筛析和密度的测定	588
3.4.1.9 焙烧矿的可磨性试验	590
3.4.1.10 磁选尾矿的沉降速度试验	591
3.4.1.11 竖炉工业焙烧矿磁选和从其尾矿中再回收铁的试验	593
3.4.1.12 结语	596
3.4.2 对广西屯秋铁矿选矿试验结果的讨论和选矿方案的推荐	597

3.4.2.1 试验结果	597
3.4.2.2 试验结果讨论	598
3.4.2.3 试验方案的推荐和建议	599
3.5 广东大宝山铁矿脱砷脱铜焙烧半工业试验	600
3.5.1 以重油作热源用回转窑高温氯化焙烧“两步脱除”大宝山铁矿（褐铁矿） 铜砷半工业试验	600
3.5.1.1 流程和设备概述	600
3.5.1.2 取样与测试方法	602
3.5.1.3 粉矿脱砷条件试验	602
3.5.1.4 粉矿脱砷稳定试验	604
3.5.1.5 球团脱铜条件试验	606
3.5.1.6 球团脱铜稳定试验	609
3.5.1.7 总结	612
3.5.2 以重油作热源用回转窑高温氯化焙烧“一步脱除”大宝山铁矿（褐铁矿） 铜砷半工业试验	613
参考文献	614

4 选矿工业试验研究与产业化

4.1 概述	616
4.2 竖炉磁化焙烧铁矿石工业试验研究	616
4.2.1 白云鄂博铁矿石磁化焙烧工业试验	616
4.2.2 屯秋铁矿石竖炉（50m ³ ）还原焙烧工业试验	619
4.2.2.1 试验用矿样及方法	621
4.2.2.2 还原焙烧工业试验	622
4.2.2.3 焙烧矿磁选试验	626
4.2.2.4 结论	635
4.3 回转窑磁化焙烧铁矿石工业试验研究	635
4.3.1 柳州钢铁厂屯秋铁矿石用泗顶铅锌矿 $\phi 2.3/1.9\text{m} \times 32\text{m}$ 回转窑进行磁化 焙烧工业试验	635
4.3.1.1 试验用矿样和煤样	636
4.3.1.2 试验设备和试验方案	638
4.3.1.3 设备调整和条件试验	640
4.3.1.4 正式矿样的稳定试验	645

4.3.1.5	强化焙烧过程和其试验结果	646
4.3.1.6	焙烧过程粉尘的测试和回收	652
4.3.1.7	焙烧矿磁选流程试验	655
4.3.1.8	对焙烧过程几个问题的讨论	661
4.3.1.9	结语	662
4.4	攀西地区钒钛磁铁矿选矿工业试验研究	663
4.4.1	太和矿区矿石选矿工业试验	663
4.4.1.1	太和矿区的简要地质概况及矿石性质	663
4.4.1.2	试验用矿样及试验方法	664
4.4.1.3	负荷试车及开工经验	665
4.4.1.4	不同含铁量(不同品级)原矿石选矿试验	666
4.4.1.5	磁力脱水槽用于选矿流程中的取舍试验	669
4.4.1.6	磨矿粒度对选别指标的影响试验	674
4.4.1.7	几项主要磁选工艺参数试验	676
4.4.1.8	选矿工艺流程试验	677
4.4.1.9	铁精矿多元素成分分析结果	684
4.4.1.10	生产试验	685
4.4.1.11	选矿工艺流程的讨论及建议	686
4.4.1.12	存在问题	687
4.4.1.13	结论	687
4.4.2	攀枝花兰家火山矿区矿石选矿工业试验	688
4.4.2.1	试验用矿样及方法	688
4.4.2.2	不同含铁量原矿石选矿试验	689
4.4.2.3	混合矿石选矿试验	692
4.4.2.4	铁精矿多元素成分分析结果	694
4.4.2.5	生产试验	695
4.4.2.6	结语	696
4.4.3	攀枝花朱家包包铁矿表外矿石选矿工业试验	696
4.4.3.1	表外矿石资源概况及采样说明	696
4.4.3.2	工业试验结果	696
4.4.3.3	技术经济效果估算	703
4.4.3.4	讨论	704
4.4.3.5	结语	704
4.5	攀枝花选钛厂生产调试与投产	705
4.5.1	攀枝花选钛厂生产调试	705
4.5.1.1	流程概述	705
4.5.1.2	矿样	707

4.5.1.3 调试结果	708
4.5.1.4 钛精矿生产成本分析	718
4.5.1.5 讨论	720
4.5.1.6 结语及建议	721
4.5.2 完善攀枝花选钛厂生产流程, 提高产量的研究与实践	722
4.5.2.1 生产流程的重大改进与完善	723
4.5.2.2 强化选钛回收率的强磁选工业试验及试生产	729
4.5.2.3 经济效益分析	731
4.5.2.4 结论	731
参考文献	732

5 选矿新技术及发展方向的设想

5.1 概述	733
5.2 选矿新技术、新工艺及新设备	733
5.2.1 推行新技术提高矿山企业竞争能力	733
5.2.1.1 提高矿石入选品位和大力发展预选技术	734
5.2.1.2 采用节能新工艺、新技术和新设备	734
5.2.1.3 坚持精料方针, 生产优质铁精矿	735
5.2.1.4 高效利用资源, 降低生产成本, 积极开发尾矿资源综合利用技术	735
5.2.1.5 开发优化和缩短(简化)选矿工艺流程技术	736
5.2.2 超导磁分离装置及其在黑色金属矿石选矿中的应用前景	736
5.2.2.1 超导磁分离装置的应用领域	736
5.2.2.2 国外研究现状及趋势	737
5.2.2.3 国内研究现状	737
5.2.2.4 对策	737
5.2.2.5 实施建议	738
5.2.3 在磁铁矿石磨矿过程中加入分选作业的合理性	738
5.2.4 采用高效破碎设备降低入磨粒度	741
5.2.4.1 立式冲击式破碎机	741
5.2.4.2 高压辊磨机	744
5.2.5 多层圆盘细粒重力分选机	745
5.3 选矿发展方向的设想	747
5.3.1 生态矿业	747
5.3.1.1 矿业属性	748

5.3.1.2 生态矿业工程体系原则及组织	748
5.3.1.3 生态矿业工程技术	748
5.3.1.4 结语	750
5.3.2 冶金矿山科技进步的设想	750
5.3.2.1 冶金矿山工业发展及科技进步的形势	750
5.3.2.2 2010 年铁矿石需求预测	752
5.3.2.3 2010 年冶金矿山工业科技进步设想	752
5.3.2.4 冶金矿山关键技术及重点任务	753
5.3.3 选矿专业基础研究发展设想	756
5.3.3.1 选矿专业领域基础研究发展情况概述	756
5.3.3.2 “九五”和 2010 年冶金行业基础研究应鼓励研究领域	757
5.3.3.3 鼓励研究领域中的主要内容和预期目标	757
5.3.4 将攀枝花矿区作为长江流域钢铁工业原料基地的设想	758
5.3.4.1 设想	759
5.3.4.2 运输方案	759
5.3.4.3 步骤	760
5.3.5 冶金矿山资源科技发展纲要	760
5.3.5.1 矿产资源开发利用科技发展的指导思想与目标	761
5.3.5.2 矿产资源科技发展的重点任务与关键内容	761
5.3.5.3 必要的科技支撑条件	762
参考文献	763
后记	764

1 选矿矿石与矿物基本性质研究

1.1 概述

天然矿石是由多种有用矿物和脉石矿物组成的，选矿的最终目的是将有用矿物与脉石矿物分离，得到高质量的有用矿物精矿和含脉石矿物的尾矿。这种矿物富集过程是根据矿石中各种矿物的基本性质，用不同选矿方法来实现。因此，在选矿前期要对矿石与矿物进行与选矿有关的基本性质研究，就是要进行选矿工艺矿物学的研究，借以指导选矿试验研究及其产业化的可能性。

选矿工艺矿物学是将矿物的物理、化学、结构、构造和嵌布等性质与矿物在选矿工艺中的行为联系起来进行研究的科学。其主要研究内容是：(1) 矿石的物质组成；(2) 矿石中所含元素的赋存状态；(3) 矿石中矿物的嵌布特征；(4) 矿物在选矿工艺加工过程中的变化状态；(5) 矿物改性（有助分选）的机理研究等。

这些内容是制定分选方法的基础，也是各选矿加工过程的理论依据。但对不同类型矿石和试验研究目的，可能有些变化或还要相应进行其他内容研究。

1.2 矿石的物质组成研究

1.2.1 矿物含量及单体解离度的测定^①

1.2.1.1 概述

细粒嵌布的磁铁矿石选矿，对增加生铁产量起着极重要作用，尤其是我国鞍山地区蕴藏着大量石英岩类型细粒嵌布的贫磁铁矿石，现在和将来都对国民经济建设起重要作用。为了更好地利用这类丰富资源，以选矿方法富集提高精矿质量，降低其中二氧化硅含量并提高回收率是选矿重要而迫切的任务。目前工业生产的精矿质量尚不理想（ SiO_2 16%~13%，Fe 57%~61%），如使二氧化硅含量减少 1% 时，则会对生铁冶炼成本的降低和提高高炉产量方面带来莫大收益。

曾有人使用显微镜对鞍山地区铁矿石的物质组成进行研究，并得到一些较完整的结果，但为了开展现在的研究工作，则需探知现阶段开采的铁矿石及其选矿产品的物质组成。

1.2.1.2 试验方法

试验用样品共采取 30 个，其中进行显微镜鉴定的有 10 个，即原矿样 4 个：大孤山铁矿 149~159m 磁铁石英岩 1 个及 138~149m 赤铁石英岩 2 个，东鞍山铁矿 275m 赤铁石英岩 1 个；选矿产品样 6 个：鞍钢烧结总厂二选厂及大孤山一选厂的精矿、中矿及尾矿。选矿产品采样点见图 1-1。

^① 本节为《鞍山地区细粒嵌布贫磁铁矿石磁选试验研究阶段报告》。中科院冶陶所长长沙分所印单行本，1958 年 1 月。

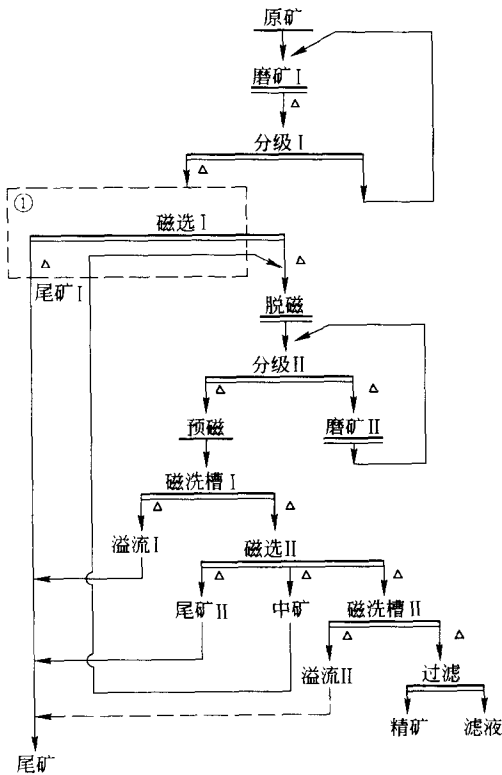


图 1-1 大孤山一选厂及鞍山二选厂
(除①外)选矿流程和采样点
△—采样点

脉石矿物含量测定也按同样方法进行。

1.2.1.3 测定结果和讨论

矿石中矿物组成经矿物鉴定工作查明，铁矿物与磁铁矿、假象赤铁矿、赤铁矿及少量褐铁矿，测定时，总称为铁矿物。脉石矿物绝大部分为石英及少量的绿泥石、云母等，总称为脉石。

各矿样筛分分析结果见表 1-1。为了在量的方面有些明确显示，而用封闭图表示矿物单体解离情况，见图 1-2 及图 1-3，从图中可显示出各筛级的单体解离度、矿物含量、单体和连生体的明确图面。

从图 1-2 及表 1-2 中可看出原矿样最适宜单体解离度约为 0.074mm (200 目) 或 0.53μm (270 目)。

根据表 1-1 筛析结果得知，鞍山二选厂和大孤山一选厂的精矿品位，是粗粒级别低，细粒级别高，大于 200 目级别，鞍山二选厂质量占 14.10%，品位为 44.44%；大孤山一选厂质量占 17.94%，品位为 34.09%，小于 200 目级别，鞍山二选厂质量占 85.90%，品位为 64.49%；大孤山一选厂质量占 82.06%，品位为 63.04%。又根据表 1-2 的显微镜鉴定结果得知，在鞍山二选厂和大孤山一选厂的精矿产品中，约有 70% 基本已经单体解离的脉石混入在大于 0.074mm (+200 目) 的级别中。

原矿石单体解离度的测定方法，系根据米特罗法诺夫的方法，同时参考格登的方法，即将原矿石经缩分取样，再破碎到小于 0.589mm (-28 目) 后，取平均样品，进行筛分分析，对各筛级产品进行化学成分分析和经制片后，进行显微镜下矿物含量与单体解离度测定。选矿产品也同样经筛分分析、化学成分分析和制片后进行显微镜测定。

单体解离度按下式计算：

$$F_{\text{铁}} = \frac{f}{f + f'} \times 100\%$$

式中， f 为单体矿物的颗粒数； f' 为连生体中换算成铁矿物颗粒数； $F_{\text{铁}}$ 为铁矿物的单体解离度。

脉石矿物的单体解离度也按同样方法进行。

矿物含量按下式计算

$$Q_H = \frac{n_H d_H}{n_H d_H + n_G d_G} \times 100\%$$

式中， n_H 为铁矿物颗粒数； d_H 为铁矿物密度； n_G 为脉石矿物颗粒数； d_G 为脉石矿物密度； Q_H 为铁矿物含量，%。