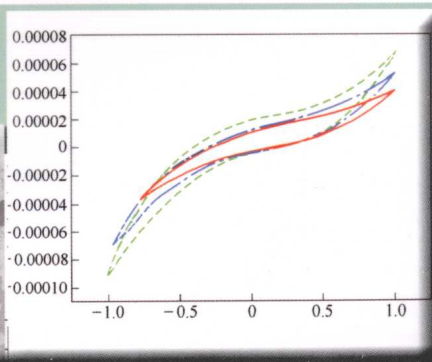


难选铅锌硫化矿

电位调控浮选机理与应用

罗仙平 著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

难选铅锌硫化矿电位调控 浮选机理与应用

罗仙平 著

北 京
冶金工业出版社
2010

内 容 提 要

本书以几种典型复杂难选铅锌硫化矿石为研究对象,利用电化学原理与实验方法对闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿及铁闪锌矿等硫化矿的表面氧化行为、电化学浮选行为及机理进行了研究,设计了复杂难选铅锌硫化矿石电位调控浮选新工艺,并进行了小型试验,在小型试验的基础上成功地把电位调控浮选技术应用于生产实践,取得了较好的选别指标。这些内容旨在为复杂难选铅锌硫化矿石的浮选分离问题的解决提供技术思路。

本书可供高等学校、科研院所的相关研究人员,高等学校矿物加工工程、冶金工程等专业高年级学生及研究生,矿业企业的工程技术人员等阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

难选铅锌硫化矿电位调控浮选机理与应用/罗仙平著.

—北京:冶金工业出版社,2010.5

ISBN 978-7-5024-5258-2

I. ①难… II. ①罗… III. ①铅矿物—电浮选法
②锌矿物—电浮选法 IV. ①TD952

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 068137 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

策划编辑 张 卫 责任编辑 王雪涛 美术编辑 张媛媛

版式设计 葛新霞 责任校对 石 静 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-5258-2

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2010 年 5 月第 1 版,2010 年 5 月第 1 次印刷

148mm×210mm; 5.375 印张; 156 千字; 156 页

25.00 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

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

浮选电化学是现代硫化矿浮选研究的主要方向之一，铅锌铁硫化矿是浮选电化学研究的重要内容。目前矿产资源日趋贫、细、杂，选别作业难度也日益加大，而随国民经济的快速发展，对高品质的矿产原料及有色金属的需求量却不断增加。如何缓解这一矛盾，实现复杂矿产资源的综合利用，保证国民经济的可持续发展，已成为当代浮选科技的重大问题之一。正在研究和发展中的电位调控浮选新技术，具有选择性好、药剂耗量低的特点，是21世纪矿物加工领域重要发展方向。

浮选电化学经近50年的发展，已经初步形成了一套较完善的硫化矿浮选电化学理论，以此为基础形成的电位调控浮选技术在矿山应用上也取得了可喜的成绩。1996年以来以王淀佐院士为首的学术梯队成功地将高碱原生电位调控浮选工艺应用于矿山生产，实现了硫化矿电位调控浮选的工业化。该工艺在全国十几家铅锌矿山企业得到推广，取得了巨大的经济效益和社会效益，为硫化矿的高质量选矿提供了新的思路。

我国已成为世界上重要的铅锌资源和生产大国，但国内大部分资源铅锌嵌布粒度细微，结构构造复杂，尤其是铅低锌高，且锌资源储量中铁闪锌矿占有相当大的比例，另外一些铅锌矿石不同程度受到氧化，选矿存在的问题是：铅、锌分离难，铅锌分选获得的铅、锌精矿质量差，铅、锌回收率较低与选矿成本高等，这是国内外铅锌矿选矿长期存在的重大技术难题。尽管高碱原生电位调控浮选工艺应用成熟，但高碱工艺解决不了富含铁闪锌矿

的难选铅锌矿石选矿的问题,同时因矿石氧化而产生的 Pb^{2+} 等重金属离子对锌硫矿物的活化,也使得单靠石灰调浆的高碱电位调控浮选工艺难以有效分离铅锌矿物。要将电位调控浮选工艺真正应用于富含铁闪锌矿或部分氧化的难选铅锌矿石的生产实践,还有相当繁重的工作要做。

本书本着将电位调控浮选工艺应用于富含铁闪锌矿或部分氧化的难选铅锌矿石的生产实践,首先分析了富含铁闪锌矿或部分氧化的铅锌矿石铅锌浮选分离困难的原因,然后利用电化学原理与实验方法对闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿及铁闪锌矿等硫化矿的表面氧化行为、电化学浮选行为及机理进行了系统研究。通过热力学计算,绘制了闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿及铁闪锌矿在有无捕收剂体系中的 Eh-pH 图,确定了表面氧化产物硫为硫化矿物无捕收剂浮选的疏水物质,随着 pH 值升高、电位 Eh 增加,其表面氧化产物由疏水产物硫向亲水 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 、金属氢氧化物等转换,可浮性降低;阐明了在乙硫氮(二乙基二硫代氨基甲酸钠)体系中,表面氧化产物 PbD_2 (二乙基二硫代氨基甲酸铅)为方铅矿浮选的疏水物质, D_2 (二乙基二硫代氨基甲酸的二聚物)为磁黄铁矿浮选的疏水物质;在丁黄药体系中,经 CuSO_4 活化后的闪锌矿表面的疏水产物主要为 CuBX (丁基黄原酸铜),当电位处于 $0.1 \sim 0.2\text{V}$ 之间时也可能存在 $(\text{BX})_2$ (双丁基黄原酸)的疏水作用;通过对方铅矿静电位测试,推断出方铅矿表面与乙硫氮作用的产物是 PbD_2 ;通过循环伏安测试,找出了方铅矿与其电位 Eh 、 pH 值及捕收剂浓度的最佳匹配关系;利用控制电位暂态方法对电极的氧化进行了研究,得出方铅矿电极在 pH 值为 11.03 的溶液中氧化的动力学方程;通过循环伏安扫描曲线分析出经 CuSO_4 活化后

的闪锌矿在 pH 值为 12.8, 电位小于 0.2V 情况下可以用黄药浮选; 通过 Tafel 测试, 得出水体系中 pH 值对铁闪锌矿表面腐蚀动力学的影响, 确定了捕收剂与铁闪锌矿作用机理; 恒电位阶跃实验表明, 在乙硫氮体系中磁黄铁矿表面存在电化学吸附, D_2 的产生是分步进行的, 磁黄铁矿在强碱条件下作用比 pH 值为 9.18 时弱, 形成的产物分子层薄。同时本书还对方铅矿、闪锌矿、磁黄铁矿及铁闪锌矿四种矿物的浮选行为进行了研究, 得出了不同矿浆电位 Eh、矿浆 pH 值、捕收剂浓度 C 条件下的浮选行为曲线, 由此说明, 对于硫化矿物的浮选, Eh、pH 值、 C 是三个基本参数, Eh、pH 值、 C 参数的耦合, 是硫化矿物浮选的关键, 并且硫化矿物的浮选有不同的 Eh、pH 值、 C 区间。据此, 进行了复杂铅锌硫化矿电位调控浮选工艺设计, 在小型试验的基础上成功地把电位调控浮选技术应用于四川会理锌矿、四川省会东铅锌矿、内蒙古东升庙矿业有限责任公司多金属硫化矿的浮选试验, 结果表明, 新工艺获得了成功, 铅、锌精矿品位和回收率得到大幅提高, 药剂成本明显降低。该工艺自 2002 年 10 月从实验室走向工业生产, 已经为多个难选铅锌矿山带来了显著的经济效益和社会效益。当然, 本书所介绍的一些阶段性的研究结果还有待进一步地完善与提高。

本书是作者多年科研成果的汇总, 研究内容先后得到了国家青年科学基金 (项目编号 50704018)、科技部科研院所技术开发研究专项 (NCSTE-2007-JKZX-069)、国家重大产业技术开发专项 (发改办高技 [2007] 3194 号)、江西省自然科学基金 (项目编号 0450068、2007GQC0643)、江西省教育厅科技重点计划项目 (GJJ08267) 与江西省青年科学家 (井冈之星) 培养计划

(2007DQ00400) 等项目的资助,同时还得到了四川会理锌矿有限责任公司、四川省会东铅锌矿、内蒙古东升庙矿业有限责任公司、南京银茂铅锌矿业有限公司、江西铜业集团公司、四川省里伍铜业股份有限公司、新疆鄯善县众和矿业有限责任公司、安徽铜陵化工集团等单位的资助。研究工作得到了作者的导师、前中国工程院常务副院长王淀佐院士与北京科技大学孙体昌教授的悉心指导;江西理工大学、北京科技大学中与矿物加工学科相关的老师、王淀佐院士学术团队的其他老师及作者指导的 20 多名研究生为本书涉及的研究内容都做出了相应的贡献。四川会理锌矿有限公司、四川省会东铅锌矿、内蒙古东升庙矿业有限责任公司等为现场工业实验研究和新工艺的产业化提供了大力帮助,这些单位领导、工程技术人员与工人都付出了辛勤劳动,作者一并表示衷心地感谢!

由于水平和时间有限,书中不妥之处恳请读者批评指正!

作 者

2010 年 1 月

主要符号及意义

符号	物理意义	单位
pH	矿浆酸碱度	
SHE	标准氢标电位	mV, V
Eh	矿浆电位	mV, V
$E^{\ominus}$	标准电极电位	mV, V
E	电极电位	mV, V
T	温度	K
F	法拉第常数	96500C/mol
n	化学反应转移的电子数	个
[O]	氧化态物质的活度	
[R]	还原态物质的活度	
$\Delta G^{\ominus}$	化学反应的标准吉布斯自由能	J
R	回收率	%
C	物质的浓度	mol/L

目 录

第1章 绪论	1
1.1 难选铅锌矿石清洁选矿技术的需求与新挑战	1
1.1.1 难选铅锌矿石清洁选矿新技术的需求	1
1.1.2 硫化铅锌矿选矿技术的发展	2
1.1.3 铅锌矿选矿技术面临的挑战	4
1.1.4 研究意义	5
1.2 硫化矿浮选的历史与发展	6
1.3 硫化矿浮选电化学理论研究进展	7
1.3.1 无捕收剂浮选电化学理论	8
1.3.2 捕收剂与硫化矿物相互作用的电化学	9
1.3.3 浮选调整剂的电化学	10
1.4 硫化矿电位调控浮选应用研究现状	14
1.4.1 外加电极调控电位	14
1.4.2 氧化-还原药剂调控矿浆电位	15
1.5 硫化矿物浮选电化学研究方法	16
第2章 试验试样与研究方法	19
2.1 试验试样	19
2.1.1 方铅矿、闪锌矿、铁闪锌矿、黄铁矿与磁黄铁矿 纯矿物	19
2.1.2 实际矿石试样	19
2.2 研究方法	22
2.2.1 浮选实验	22
2.2.2 矿物表面形貌观察与表面成分分析	23
2.2.3 电化学测试	23

第3章 难选铅锌硫化矿矿石的性质及难选原因分析	25
3.1 难选硫化铅锌矿矿石的性质及难选原因分析	25
3.2 本章小结	35
第4章 难选铅锌硫化矿物表面氧化的研究	36
4.1 铅锌铁硫化矿物表面氧化的热力学分析	36
4.1.1 热力学分析概述	36
4.1.2 方铅矿等硫化矿物在水系中表面氧化的 Eh-pH 关系	36
4.1.3 硫化矿表面氧化 Eh-pH 曲线分析	46
4.2 难选铅锌硫化矿物表面氧化的电化学研究	48
4.2.1 方铅矿表面氧化的电化学研究	48
4.2.2 磁黄铁矿表面氧化的电化学研究	50
4.2.3 闪锌矿表面氧化的电化学研究	51
4.2.4 铁闪锌矿表面氧化的行为及机理	58
4.3 本章小结	63
第5章 难选铅锌硫化矿物-捕收剂相互作用的电化学机理	65
5.1 捕收剂-水体系的热力学	65
5.1.1 铅锌铁硫化矿表面的捕收剂产物	66
5.1.2 铅锌铁硫化矿浮选的热力学条件	67
5.2 铅锌铁硫化矿物-捕收剂-水体系电化学测试	77
5.2.1 方铅矿-乙硫氮 (DDTC) -水体系	77
5.2.2 闪锌矿在高碱介质中与捕收剂的作用	80
5.2.3 磁黄铁矿在高碱介质中对捕收剂的响应	81
5.2.4 捕收剂与铁闪锌矿表面作用的电化学机理	82
5.3 本章小结	87
第6章 铅锌铁硫化矿物电化学动力学研究	89
6.1 硫化矿物电极氧化的电位阶跃试验研究	89

6.2	乙硫氮在方铅矿电极表面作用的电极过程	92
6.3	乙硫氮在磁黄铁矿电极表面的电极过程	95
6.4	乙硫氮在磁黄铁矿电极表面的电化学吸附	96
6.5	PbD_2 在方铅矿电极表面的稳定性	97
6.6	本章小结	100
第7章	重金属离子对铅锌铁硫化矿浮选行为的影响	101
7.1	矿浆 pH 值与矿浆 Eh 对矿物可浮性的影响	101
7.1.1	矿浆 pH 值和矿浆 Eh 对 DDTC 浮选铅锌铁硫化矿的影响	101
7.1.2	矿浆 pH 值和矿浆 Eh 对 KBX 浮选铅锌铁硫化矿的影响	104
7.1.3	矿浆 pH 值和矿浆 Eh 对 ADDP 浮选铅锌铁硫化矿的影响	106
7.2	$\text{Pb}(\text{II})$ 对锌铁硫化矿可浮性的影响	109
7.2.1	采用 DDTC 作捕收剂时 $\text{Pb}(\text{II})$ 对锌铁硫化矿可浮性的影响	109
7.2.2	采用 KBX 作捕收剂时 $\text{Pb}(\text{II})$ 对锌铁硫化矿可浮性的影响	112
7.2.3	采用 ADDP 作捕收剂时 $\text{Pb}(\text{II})$ 对锌铁硫化矿可浮性的影响	115
7.3	被 $\text{Pb}(\text{II})$ 活化后锌铁硫化矿的抑制	117
7.4	亚硫酸钠用量对经 $\text{Pb}(\text{II})$ 活化后锌铁硫化矿浮选的影响	121
7.5	本章小结	123
第8章	难选铅锌硫化矿电位调控浮选工艺小型试验研究	125
8.1	难选铅锌硫化矿电位调控浮选工艺设计	125
8.2	四川会理难选铅锌矿石的小型试验研究	127
8.2.1	选铅矿浆 pH 值与矿浆电位 Eh 的影响	127
8.2.2	锌矿物抑制剂的选择	128

8.2.3	选铅捕收剂的选择	128
8.2.4	四川会理难选铅锌矿石小型闭路试验	129
8.3	四川省会东铅锌矿石的小型试验研究	130
8.3.1	选铅矿浆 pH 值与矿浆电位 Eh 的影响	130
8.3.2	选铅捕收剂用量条件试验	131
8.3.3	铅循环锌铁抑制剂的选择与用量条件试验	132
8.3.4	实验室锌循环条件试验	132
8.3.5	四川省会东铅锌矿实验室小型闭路试验	132
8.4	内蒙古东升庙多金属硫化矿石小型试验研究	134
8.4.1	铜铅混浮矿浆电位 Eh 与矿浆 pH 值条件试验	134
8.4.2	捕收剂的用量条件试验	135
8.4.3	抑制剂对分选的影响	135
8.4.4	选锌循环试验	136
8.4.5	内蒙古东升庙多金属硫化矿实验室小型闭路试验 ...	137
8.5	本章小结	138
 第 9 章 难选铅锌硫化矿电位调控选矿工艺在矿业公司的 实际应用		140
9.1	四川会理锌矿有限责任公司的实际应用	140
9.2	四川省会东铅锌矿的实际应用	144
9.3	内蒙古东升庙矿业有限责任公司的实际应用	145
9.4	新工艺技术评价及经济效益	147
 参考文献		148

第1章 绪 论

1.1 难选铅锌矿石清洁选矿技术的需求与新挑战

1.1.1 难选铅锌矿石清洁选矿新技术的需求

我国锌金属储量占世界总储量的 25%，居世界第二位。随着多年的发展，我国已经成为世界上主要的铅锌生产大国和铅锌产品出口大国，尤其是近几年来，我国铅锌冶炼能力急剧扩张，国内铅锌矿山原料生产的不足已成为制约铅锌工业可持续发展的关键性因素，尽管近年来利用国外铅锌矿产资源的工作取得了一定进展，但总体上还处于初始阶段，因此加强国内现有铅锌矿山资源的综合利用，尤其是加强对复杂难选的铅锌资源的开发和利用就具有重要意义。

在我国，从探明的铅锌资源分布来看，目前已经形成五大铅锌矿产集中地区：

(1) 岭南地区：包括湘南、粤北和桂东，其点多量大、资源利用率高，现已建成的大中型矿山有 15 座，包括凡口、桃林、水口山、黄沙坪等，该地区是我国最重要的铅锌工业基地。

(2) 川、滇、黔地区：虽然现在开采的矿山以中、小型为主，但特大型的兰坪金顶铅锌矿将成为最重要的铅锌矿产基地。此外，云南会泽、鲁甸、巧家，四川会理锌矿区、四川省会东铅锌矿区均为铅锌储量大且品位较富的矿产地。从目前形势看，川、滇、黔地区是 21 世纪我国潜力最大的铅锌资源基地。

(3) 西北地区：铅锌资源丰富，除了目前正在开采的几个中、小型矿山以外（如甘肃小铁山、陕西大西沟等），已建成的厂坝铅锌矿是我国生产规模最大的铅锌矿山，青海的锡铁山与陕西铅峒山储量亦大且品位高。

(4) 华北地区：储量大的有内蒙古东升庙矿区，此外还有内蒙古的古白音诺尔和河北的蔡家营。

(5) 东北地区：是我国较早开发的铅锌生产地区之一，许多矿山已开采多年，有待于进一步寻找和开发新的铅锌矿床。

除了上述几个集中的地区以外，还有一些对我国铅锌矿生产来说具有重要意义的矿山，如江西的银山、冷水坑，江苏南京的栖霞山，浙江的五部等。

我国铅锌矿资源的一大特点是铅低锌高。国外铅锌矿的铅锌比为1:1.2，我国平均为1:2.5，云南省为1:2.5，而众多的铅锌矿区铅锌比为1:(6~10)，如四川会理锌矿区、四川省会东铅锌矿区、内蒙古东升庙矿区、广西大厂矿区等。铅锌比过高，在铅锌浮选分离时，一方面要用大量抑制剂抑制硫化锌矿物，造成选矿成本偏高；另一方面，因浮选药剂选择性不够，将导致选铅时夹带大量的锌矿物而使铅精矿锌杂质含量较高，同时受大量抑制剂抑制的硫化锌矿物难于活化而影响锌的回收率。因此铅低锌高的铅锌矿要更难处理一些，必须要有与此相适应的浮选工艺。

我国铅锌矿资源的另一大特点是锌矿储量中铁闪锌矿占有相当大的比例，以云南为例，高铁闪锌矿资源的锌储量占云南锌资源的1/3。国内典型的铁闪锌矿矿山有广东厚婆坳，广西大厂、河三，湖南黄沙坪、野鸡尾、潘家冲，云南都龙、澜沧，贵州赫章，四川会理，青海锡铁山，内蒙古东升庙，黑龙江西林，吉林放牛沟，江西银山，这些矿山的铁闪锌矿含铁量为8%~12%，有的高达26%。由于铁闪锌矿既具有闪锌矿的特性，又具有黄铁矿的特性，在抑锌浮铅的浮选分离过程中，采用常规的高碱工艺使得铁闪锌矿极易受到抑制而影响锌选矿的回收率，如果降低石灰用量，又不能对锌铁等硫化矿实现有效的抑制，势必影响锌精矿的品位，因此，对于富含铁闪锌矿的铅锌矿的选矿分离问题，仍是当今选矿界一直未能得到有效解决的难题，因此研究开发含铁闪锌矿的难选铅锌矿石的清洁高效选矿新工艺与技术也是各方研究的重点。

1.1.2 硫化铅锌矿选矿技术的发展

铅锌是用途非常广泛的金属，锌主要用于镀锌、锌合金、黄铜及氧化锌制备等；铅主要用于蓄电池、颜料、氧化铅、电缆包层及铅材

等。随着科学技术的不断进步,铅锌的需求量不断上升。铅锌的矿石类型有硫化矿、氧化矿和混合矿,其中尤以硫化铅锌矿具有重要意义。

早先,在浮选未成为主流选矿方法以前,重选是铅锌矿选矿的唯一方法,如四川会理锌矿在清代至民国年间的矿石采选主要是从采场采出含银的方铅矿,经人工锤碎后进行水洗:选矿工人站在水深约0.6m的池中,揣装矿竹簸箕浸入水面,手摇动使矿粒随水在簸箕内旋转,银矿粒转动至簸箕周边,废石留中心和矿粒层表面,手捧弃之。经反复多次水中旋选,获得入炉冶炼的银精矿。

浮选技术的产生以及成功应用,极大地改变了选矿的面貌。由于通过药剂可以调节硫化矿表面的润湿性,通过浮选可有效分离因密度差异较小而难以被重选分离的铅锌矿,因此浮选技术逐渐成为铅锌矿选矿的主流技术,尤其是对硫化铅锌矿。

由于硫化矿与脉石矿物的浮选分离一般比较容易,因此硫化铅锌矿的浮选主要解决的是硫化铅矿物与硫化锌矿物,有时还有硫化铁矿物及其他硫化矿物之间的分离问题。

根据方铅矿与闪锌矿的可浮性,在铅锌浮选分离时一般采用的原则是“浮铅抑锌”。这主要是因为方铅矿的可浮性比闪锌矿好,而方铅矿受抑制后难于活化;此外,在大多数硫化铅锌矿中,锌的含量又比铅高,而“浮少抑多”无论是在技术上还是经济上都是比较合理的。

铅、锌、硫多金属矿石浮选一般采用的浮选流程有三种:一是混合浮选,包括全混浮流程和部分混浮流程;二是等可浮流程;三是优先浮选流程。

从浮选工艺的观点看,优先浮选较混合浮选更为有利。优先浮选时,磨矿后,表面新鲜的黄铁矿得到有效的抑制。倘若是混合浮选,在锌矿物和黄铁矿表面均吸附有捕收剂和活化剂,在分离浮选时,若很好地抑制黄铁矿,就必须除去矿物表面的捕收剂,这比在纯净黄铁矿表面受到抑制更加困难。所以优先浮选比混合浮选更有利于锌和硫化铁的分选。在我国铅锌选矿中,根据安泰科2002年公布的数据,采用优先浮选的开采量占总开采量的33.3%,混合浮选占29.2%,

等可浮浮选占 20.8%。

1.1.3 铅锌矿选矿技术面临的挑战

将近几十年来对铅锌矿的高强度开采,国内易选的铅锌矿储量急剧减少,难选铅锌矿资源所占的比例越来越大,而同时与国际先进水平相比,我国铅锌矿选矿科技整体水平还不是很,突出表现在以下几个方面:

(1) 铅锌矿产资源的综合利用率低,选矿总回收率较低。铅、锌两种金属,由于它们的地球化学性质和成矿的地质条件相同或相似,在矿床中常共生在一起;此外,还常伴生有其他金属,如银、铜、金、砷、铋、钼、锑、硒、镉、铟、镓、锗和碲等。因铅锌矿本身就是共生矿,对其的选矿加工就是一个综合利用的问题,随国内易选铅锌矿石减少,难处理铅锌矿石增多,选矿难度增大,选矿总回收率有下降的趋势。根据国土资源部 1999 年组织对矿山考核的三率(采矿回收率、贫化率及选矿回收率)情况看,铅锌矿山三率总回收率为 59.09%。

(2) 选矿获得的铅、锌精矿产品质量较低。硫化铅锌分离的方法主要有两大类:氰化物法和非氰化物法。氰化物法通常是氰化物和其他药剂配合使用,如与 ZnSO_4 配合使用,目前推广应用 FeSO_4 - NaCN 组合药剂代替 ZnSO_4 - NaCN 组合药剂抑制闪锌矿的工艺方法。随着世界各国越来越严格的环境政策,非氰化物法越来越得到各国研究者重视。非氰化物法主要是采用 ZnSO_4 、 H_2SO_3 、 Na_2SO_3 、高锰酸钾、 NH_4Cl 等无毒化的无机抑制剂抑制锌浮铅,也有一些资料报道采用二甲基二硫代胺基甲酸钠、腐植酸钠等有机抑制剂抑制闪锌矿。但上述方法仅适用于铅锌较易分离的矿石,而对难选硫化铅锌矿石,尤其是对富含铁闪锌矿的铅锌矿石,采用上述方法则难以得到较理想的铅锌分离效果,突出的表现在于所得的单一铅锌精矿产品质量差,即产品中铅锌互含严重。

(3) 选矿成本高。国内铅锌矿的选矿经过长期的发展,形成了一些典型的工艺,如广东凡口铅锌矿原采用的“高碱细磨”铅锌选矿工艺,是典型的“强压强拉”浮选工艺,此工艺虽取得了较好的

分选效果,但此工艺由于在浮铅时采用大量石灰来抑制锌硫等硫化矿,在后续浮锌时将大量消耗活化剂硫酸铜与捕收剂的用量,导致选矿成本居高不下。

(4) 采用的浮选药剂与工艺不清洁,对环境的危害大。国内铅锌矿山选矿厂在浮铅时,常采用的捕收剂有乙基、异丙基、丁基、戊基黄药,31号、238号、241号、242号黑药,后来又发展了苯胺黑药与Z-200,有的厂还采用中性油作为辅助捕收剂,锌硫等矿物的抑制剂多采用石灰、 ZnSO_4 等,少数矿山仍在使用氰化物,如江西银山铅锌矿。一些浮选药剂如苯胺黑药与氰化物等本身就对环境存在危害,另在选矿生产中采用的“强压强拉”浮选工艺药耗大,不符合清洁生产的要求。

综上所述,针对我国铅锌矿产资源的特点,必须大力加强铅锌矿选矿基础理论研究和开发复杂难选铅锌矿石的选矿新技术与新工艺。

1.1.4 研究意义

硫化铅锌矿的选矿已经进入到一个新的阶段。随着矿产资源日趋贫、细、杂,选别作业难度的加大,以及随国民经济的快速发展,对高品质的矿产原料及有色金属需求量的增加,实现难选资源的高效综合利用,是缓解这一矛盾的重要途径。正在研究和发展中的电位调控浮选新技术,具有选择性好、药剂耗量低的特点,是处理难选铅锌矿资源的重要技术创新。

目前,电位调控浮选新技术已在广东凡口铅锌矿等地得到工业应用,但总体上来看,硫化矿浮选电化学的研究工作大多停留在实验室,要把电位调控技术付诸工业实践,除理论上需进一步发展和完善外,应用上还必须解决以下问题:(1)有无捕收剂条件时,研究各种矿物及其混合物在电位调控浮选下的电化学行为和浮选行为;(2)合适的电位控制方法。

因此,本书研究的意义在于应用电化学浮选和其他相关领域的理论,探讨复杂难选铅锌矿石的浮选行为和表面作用机理,摸索消除矿浆中难免离子的有效途径、铁闪锌矿与磁黄铁矿浮选分离的规律和影响因素,从理论上逐步完善和丰富硫化矿电位调控浮选新技术,用理