

# 某含钢锌铁多金属矿的选矿试验研究\*

陈立卿<sup>1</sup>, 廖璐<sup>2</sup>, 李红立<sup>2</sup>

(1. 内蒙古地质勘查有限责任公司, 呼和浩特 010031; 2. 内蒙古自治区矿产实验研究所, 呼和浩特 010031)

**摘要:**为了综合回收利用某锌铁矿中的锌、铁、银、钢,采用“浮选—磁选”联合工艺流程对该矿石进行选别。在磨矿细度-74 μm 70%的条件下,获得 Zn 品位 50.71%、Zn 回收率 90.12% 的锌精矿和 TFe 品位 65.24%、TFe 回收率 86.35%、mFe 品位 64.07%、mFe 回收率 95.98% 的铁精矿。银和钢在锌精矿中富集,Ag 回收率 76.56%、In 回收率 77.50%。选矿试验取得较理想分选效果。

**关键词:**铁锌矿; 钢; 浮选; 磁选; 联合流程

中图分类号:TD951.1;TD952.3 文献标识码:B 文章编号:1001-0076(2015)02-0033-04

DOI:10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2015.02.008

## Beneficiation Research of a Zn-Fe Polymetallic Ore Containing Indium

CHEN Liqing<sup>1</sup>, LIAO Lu<sup>2</sup>, LI Hongli<sup>2</sup>

(1. Inner Mongolia Geological Exploration Co. Ltd., Hohhot 010031, Inner Mongolia, China; 2. Inner Mongolia Minerals Experiment Research Institute, Hohhot 010031, Inner Mongolia, China)

**Abstract:** In order to recover the zinc, iron, silver and indium in a Zn-Fe polymetallic ore, a combined process of “flotation-magnetic separation” was used. After grinding, 74 μm in the minerals should be over 70%. A Zn concentrate of 50.71% Zn with a recovery of 90.12%, and a Fe concentrate of 65.24% TFe with a recovery of 86.35% which contained 64.07% mFe with a recovery of 95.98% were obtained. The silver and indium were concentrated in the Zn concentrates, and the recovery of Ag was 76.56% while the recovery of In was 77.50%. The experiment obtained ideal indexes of separation.

**Key words:** Zn-Fe polymetallic ore; indium; flotation; magnetic separation; combined process

内蒙古某地锌铁矿床属接触交代(矽卡岩)型锌铁矿,矿石组分为复杂,除了主要回收目的元素铁和锌外,银和钢也达到伴生元素综合回收利用指标。钢作为一种稀散金属,广泛用于电子电器工业、医疗、宇航、能源等领域。钢在地壳中含量非常低,极少有单独的钢矿床,主要富集于硫化矿中,尤其是闪锌矿内,经过选矿,钢可进一步富集到锌精矿中,选矿产品锌精矿经高炉冶炼后,可作提取钢的原料<sup>[1-2]</sup>。为综合利用资源,最大限度回收有用组分,进行了系统的试验研究以确定最佳的分离工艺条件,为该矿石的开发利用提供依据。

## 1 矿石性质

该锌铁矿石主要化学成分分析结果见表1,原矿铁物相、锌物相分析结果分别见表2和表3。

表1 原矿主要化学成分分析结果 /%

元素	Zn	Au*	TFe	mFe	In
含量	2.79	0.010	24.83	21.88	0.0012
元素	Ag*	S	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO
含量	8.35	1.14	19.75	23.46	2.48

注:\*单位为g/t。

\* 收稿日期:2015-03-23

作者简介:陈立卿(1966-),男,内蒙古赤峰人,学士学位,地球物理勘探高级工程师。

表 2 铁物相分析结果 /%

物相	磁性铁	碳酸铁	硫化铁	赤(褐)、镜铁	硅酸铁	总量
含量	21.88	0.17	0.58	0.21	1.99	24.83
分布率	88.12	0.68	2.34	0.85	8.01	100.00

表 3 锌物相分析结果 /%

物相	氧化锌	硫化锌	其它锌	总量
含量	0.15	2.52	0.12	2.79
分布率	5.38	90.32	4.30	100.00

由表 1~3 可知,矿石中主要回收目的元素为铁和锌,伴生元素银和铜达到综合回收利用指标。矿石中铁主要以磁性铁的形式存在,锌主要以硫化锌的形式存在。

矿石中的金属矿物以磁铁矿、闪锌矿为主,其次为磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、镜铁矿、方铅矿、辉钼矿、辉铜矿、斑铜矿、铜蓝及赤铁矿,褐铁矿少量;脉石矿物主要为钙铁石榴石为主,其次为绿帘石、方解石等。

磁铁矿多以他形-半自形晶充填于钙铁石榴石间隙处,少数呈自形晶,被闪锌矿交代,有时见磁铁矿被磁黄铁矿交代呈骸晶状,粒径 0.1~0.5 mm 左右。闪锌矿多以它形晶充填于钙铁石榴石间隙处,或以它形粒状分布于磁铁矿边缘,与磁黄铁矿、黄铜矿共生,粒径 0.1~0.5 mm,个别粒径大于 1 mm。铜主要以硫铜铜矿(CuInS<sub>2</sub>)形式存在,或呈类质同象存在于闪锌矿中,银主要以自然银形式存在,易于回收利用。

## 2 选矿试验研究

要使矿石中的铁和锌得到综合回收,通常有两种选别方法:一种是先磁选回收铁再浮选回收锌的“磁选—浮选”流程;一种是先浮选回收锌再磁选回收铁的“浮选—磁选”流程。“磁选—浮选”流程能减少锌浮选的浮选机台数,但是容易造成铁精矿中含锌量超标,且由于磁选尾矿浓度低,实际生产中需要在浮选前增设浓密脱水设备,导致锌金属流失,锌回收率降低<sup>[3-4]</sup>。因此,综合考虑确定采用“浮选选锌-浮选尾矿磁选选铁”的原则工艺流程,矿石中伴生有益组分铜和银可通过浮选在锌精矿中得到回收。

### 2.1 锌浮选试验

为改善闪锌矿的可浮性,浮选过程中一般需要先对其进行活化以利于浮选。选用硫酸铜作锌活化

剂,丁基黄药作捕收剂,2#油作起泡剂,锌粗选条件试验流程见图 1。

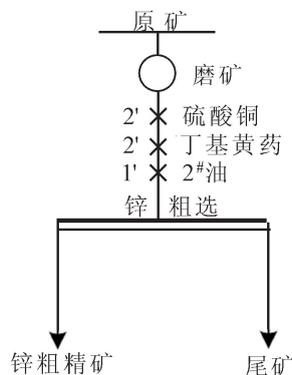


图 1 锌粗选条件试验流程

#### 2.1.1 磨矿细度条件试验

选取磨矿细度 -74 μm 分别占 60%、65%、70%、75%,考察不同磨矿细度对浮选效果的影响。硫酸铜用量为 500 g/t,丁基黄药用量为 20 g/t,2#油用量为 30 g/t。试验结果见图 2。

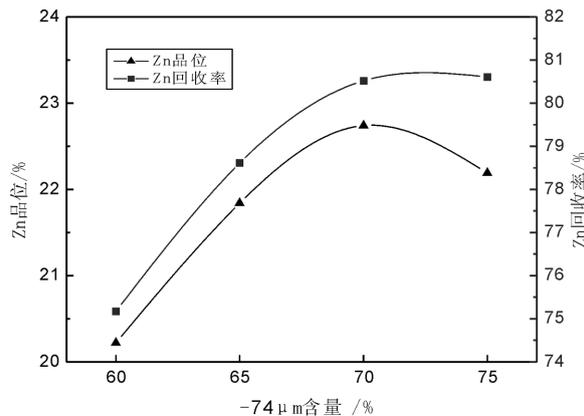


图 2 磨矿细度条件试验结果

图 2 结果表明,随着磨矿细度的增加,粗精矿中锌品位和回收率随之增加,当 -74 μm 含量超过 70%后,锌回收率略有降低。综合考虑确定磨矿细度为 -74 μm 含量 70%。

#### 2.1.2 活化剂用量条件试验

选用硫酸铜作锌活化剂,活化剂用量分别取 400、600、800、1 000 g/t,考察硫酸铜用量对锌活化效果的影响。磨矿细度为 -74 μm 占 70%,丁基黄药用量为 20 g/t,2#油用量为 30 g/t。试验结果见图 3。

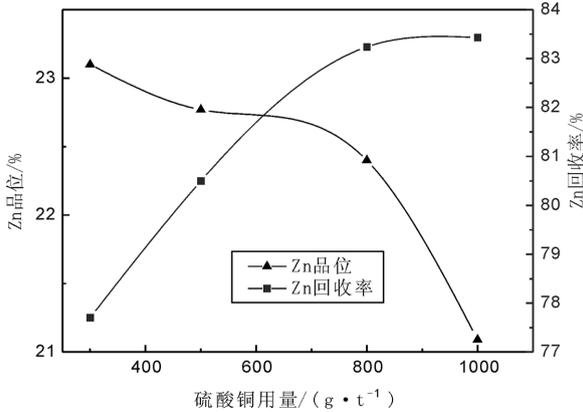


图3 活化剂用量条件试验结果

从图3可以看出,随着硫酸铜用量的增加,锌粗精矿中锌品位递减,锌回收率递增。当硫酸铜用量超过800 g/t以后,锌品位明显降低,回收率增加不显著。因此确定硫酸铜用量为800 g/t,此时锌品位和回收率均较高。

### 2.1.3 捕收剂用量条件试验

选用丁基黄药作捕收剂,考察捕收剂用量对浮选效果的影响,分别取20、40、60、80 g/t。磨矿细度为-74 μm占70%,硫酸铜用量为800 g/t,2#油用

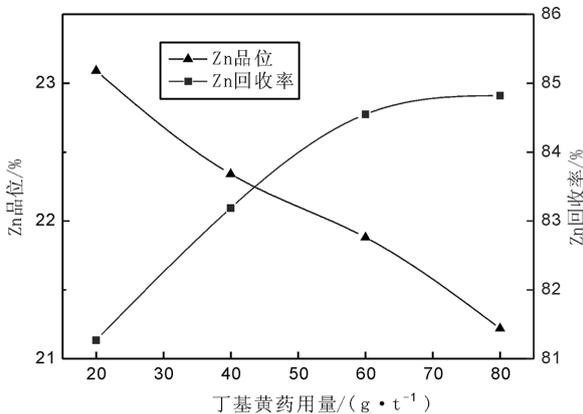


图4 捕收剂用量条件试验结果

量为30 g/t。试验结果见图4。从图4可以看出,随着捕收剂用量的加大,锌回收率逐渐升高,品位逐渐下降。综合考虑锌粗精矿的指标,丁基黄药的用量为60 g/t为好。

### 2.1.4 闭路试验

在锌粗选条件试验所确定的最佳工艺条件基础上进行了综合开路试验,获得了指标较好的锌精矿,说明工艺流程及药剂条件比较合理。在综合开路试验基础上进行了闭路试验,试验流程见图5,闭路试验结果见表4。

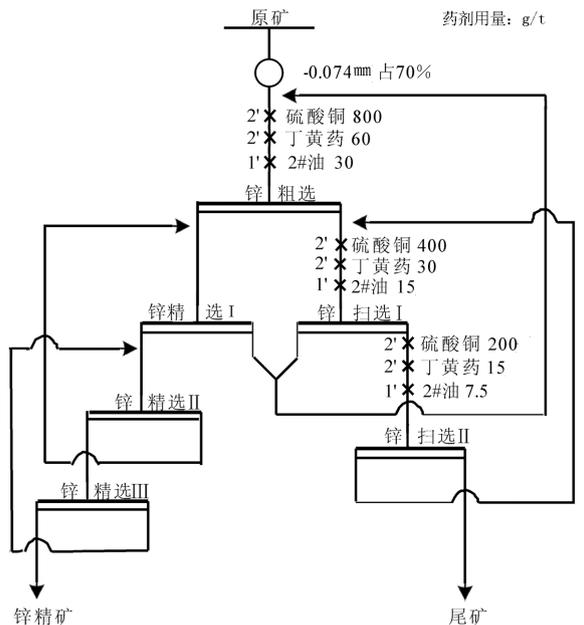


图5 闭路试验流程图

从表4闭路试验结果可以看出,锌精矿Zn品位50.71%、回收率90.12%,精矿指标较好,且伴生元素银和铜主要在锌精矿中富集得到回收,试验取得较理想效果。

表4 闭路试验结果

产品名称	产率	品位				回收率				/%
		Zn	Ag*	In	TFe	Zn	Ag	In	TFe	
锌精矿	4.96	50.71	128.91	0.0198	6.91	90.12	76.56	77.50	1.38	
尾矿	95.04	0.29	2.06	0.0003	25.77	9.88	23.44	22.50	98.62	
原矿	100.00	2.79	8.35	0.0013	24.83	100.00	100.00	100.00	100.00	

注: \* 单位为 g/t。

## 2.2 浮锌尾矿磁选试验

对浮锌尾矿采用磁选工艺回收铁,主要进行了磁场强度条件试验。改变磁场强度,磁场强度条件试验流程见图6,试验结果见表5。

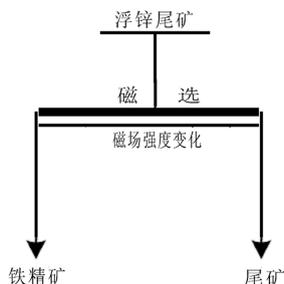


图6 磁场强度条件试验流程

表5 磁场强度条件试验结果 /%

磁场强度 /( $\text{kA} \cdot \text{m}^{-1}$ )	产品名称	作业 产率	品位		作业回收率	
			TFe	mFe	TFe	mFe
52.97	铁精矿	32.15	65.59	64.59	81.76	91.16
	尾矿	67.85	6.93	2.97	18.24	8.84
	浮锌尾矿	100.00	25.79	22.78	100.00	100.00
68.89	铁精矿	32.83	65.38	64.93	83.20	93.54
	尾矿	67.17	6.45	2.19	16.80	6.46
	浮锌尾矿	100.00	25.80	22.79	100.00	100.00
77.01	铁精矿	34.11	65.24	64.07	86.35	95.98
	尾矿	65.89	5.34	1.39	13.65	4.02
	浮锌尾矿	100.00	25.77	22.77	100.00	100.00
89.13	铁精矿	34.67	64.52	63.06	86.87	96.06
	尾矿	65.33	5.18	1.37	13.13	3.94
	浮锌尾矿	100.00	25.75	22.76	100.00	100.00

由表5可以看出,随着磁场强度的增加,铁精

矿 TFe 和 mFe 的回收率逐渐增加,品位略有下降。当磁场强度超过 77.01 kA/m 后,铁精矿的回收率提高幅度较小。综合考虑铁精矿产品各项指标,磁场强度选择 77.01 kA/m,在此条件下可获得 TFe 品位 65.24%、回收率 86.35%,mFe 品位 64.07%、回收率 95.98% 的铁精矿,精矿指标较好。

## 3 结论

(1) 针对内蒙某含钢铁锌矿石的矿石性质,采用“浮选—磁选”联合工艺流程,通过条件试验重点研究了磨矿细度、活化剂用量、捕收剂用量、磁场强度等对选别效果的影响,确定了合理的工艺条件。

(2) 原矿经一粗三精二扫得到锌精矿,银和铜富集在锌精矿中,浮锌尾矿经磁选获得铁精矿。产品指标如下:锌精矿 Zn 品位 50.71%、回收率 90.12%;Ag 品位 128.91 g/t,回收率 76.56%;In 品位 0.0198%,回收率 77.50%。铁精矿 TFe 品位 65.24%,回收率 86.35%;mFe 品位 64.07%,回收率 95.98%。选矿试验取得较理想分选效果。

### 参考文献:

- [1] 史爱芹,刘厚凡,周新木. 锌精矿浸出液中钢铁分离工艺研究[J]. 有色金属(冶炼部分),2010(1):43.
- [2] 谢铿,温建康,华一新. 硫化锌精矿中铜的赋存及提取工艺概况[J]. 矿产保护与利用,2008(1):39-40.
- [3] 罗琳,王淑秋. 用浮-磁工艺回收铁锌矿的研究[J]. 矿冶,1998,7(4):26-29.
- [4] 牛芳银,马晶,王重阳. 某含细粒磁黄铁矿铁锌矿石选矿工艺研究[J]. 金属矿山,2012(8):57.