

焙烧-氰化浸出锰银矿中银的扩大试验

王 明, 齐建云, 宁新霞, 王 祥

(西安西北有色地质研究院有限公司 陕西省矿产资源综合利用工程技术研究中心, 西安 710054)

摘 要: 采用添加剂焙烧-氰化浸出中试处理锰银矿。回转窑连续运转 80 h, 物料焙烧时间 30 ± 5 min, 所得焙砂产率 85.54%, 焙砂中银含量 237.73 g/t、锰含量 24.68%, 银回收率 99.19%, 锰回收率 98.70%; 焙砂经 500 L 反应釜直接氰化浸出, 浸出液固比 2:1~2.2:1, 时间 6~15 h, 氰化钠用量 700 g/t 原矿, 所得银浸出率 86.5%, 氰化尾渣满足冶金用锰矿石标准。

关键词: 有色金属冶金; 银; 焙烧-氰化; 中试; 锰银矿

中图分类号: TF832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0676(2019)01-0047-04

Pilot-scale Study of Roasting-cyanide Leaching Silver from Manganese-silver Ore

WANG Ming, QI Jianyun, NING Xinxia, WANG Xiang

(Engineering & Technology Center for Comprehensive Utilization of Mineral Resource of Shaanxi Province,
Xi'an Northwest Geological Institute of Nonferrous Metals Co. Ltd., Xi'an 710054)

Abstract: Additive roasting-cyanide leaching process was adopted for treating manganese-silver ore. The rotary kiln was continuously operated for 80 hours, and the ore was roasted for 30 ± 5 minutes. The results showed that the content of silver and manganese was 237.73 g/t and 24.68% in the calcine, and that the recovery of silver and manganese was 99.19% and 98.70%, respectively. The resulted calcine was leached in 500 L reactor with a solid liquid ratio of 2:1~2.2:1, 6~15 h of leaching time, and 700 g/t of NaCN. Leaching results showed that the leaching ratio of silver was up to 86.5%, and that the residue met the standards of manganese ore for metallurgy.

Key words: nonferrous metals metallurgy; silver; roasting-cyanide leaching; pilot test; manganese-silver ore

锰银矿一般含锰 10%~30%, 含银 100~10000 g/t^[1-2], 银主要以类质同象的形式分布在软锰矿或硬锰矿晶格孔隙中, 部分以自然银形式被隐晶质、胶态的软锰矿或硬锰矿机械包裹, 采用选矿工艺直接处理锰银矿, 很难得到理想的锰银分选效果^[2-3]。因此, 诸多冶金工艺被相继开发, 主要有先锰后银工艺^[4]、直接浸银工艺^[5]和锰银同浸工艺^[6-7]。

针对本研究所用锰银矿, 先后进行过先锰后银试验和直接浸银试验, 均能取得较好的浸出指标^[8]。鉴于直接浸银工艺流程短, 药剂成本低的特点, 进行本次中试研究, 考察技术指标的稳定性, 为后续设计和建厂提供基础数据。

1 实验

1.1 实验原料

锰银矿来自云南某矿区。矿样现场水洗脱泥后, 作为本次实验原矿。其成分分析结果见表 1, 银物相分析结果见表 2。

1.2 实验设备及方法

1) 焙烧。焙烧设备为 300 mm 的再用电加热回转窑, 其结构如图 1 所示。试验过程中从出料口间断取样, 分析焙砂中锰、银等元素含量, 并在实验室进行氰化浸出, 以考查焙烧效果。

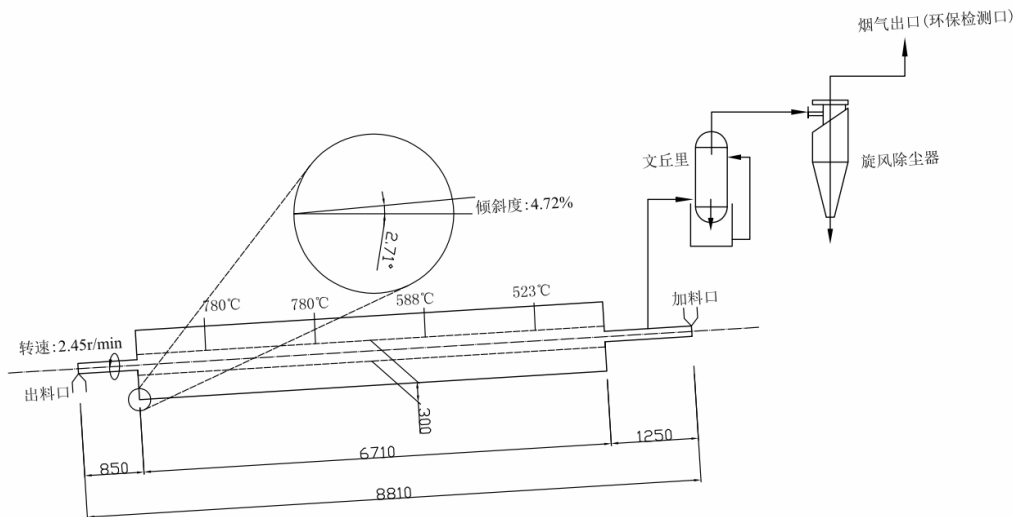


图 1 回转窑示意图

Fig.1 Schematic diagram of rotary kiln

表 1 原矿成分分析结果

/%						
Mn	Al ₂ O ₃	Fe	CaO	S	SiO ₂	MgO
21.39	17.40	14.15	0.065	0.041	9.67	0.29
P	Cu	Pb	Zn	TiO ₂	Ba	Ni
0.16	0.049	0.65	0.23	0.71	0.39	0.039
Mo	C	As	Ag/10 ⁻⁶	Au/10 ⁻⁶	烧失量(LOI)	
0.0018	0.192	0.068	205	0.16	24.69	

表 2 银物相分析结果

相别	铁锰 矿物	褐铁矿	自然银	辉银矿	难溶 硅酸盐	合计
$\omega(\text{Ag})/10^{-6}$	135	19	7	19	29	209
占比/%	64.59	9.09	3.35	9.09	13.88	100.00

2) 浸出。实验室氰化浸出银采用 XJT 充气浸出设备, 控制液固比 2:1, 矿浆 pH 值 10.5~11.0, 氰化钠用量 750 g/t 原矿, 浸出时间 3 h, 浸出渣水洗 3 次。焙砂浸出扩大试验使用 500 L 反应釜浸出, 以 20 m² 板框压滤机用于固液分离。

1.3 检测和计算

1) 分析检测。焙砂及氰化渣中银采用盐酸介质火焰原子吸收光谱法测定, 焙砂中锰采用火焰原子吸收光谱法测定、Al₂O₃ 采用氟盐置换 EDTA 滴定法测定。氰化尾渣多元素分析按照 YB/T 319-2005 规定方法进行定量测定。

2) 浸出率计算。实验室氰化的银浸出率根据渣

中银含量和渣产率计算; 扩大浸出实验银浸出率以浸出渣、浸出液分别计算。

2 结果与讨论

2.1 焙烧

连续焙烧工艺参数为: 原料粒度-2 mm, 含水率 1%~3%, 无烟煤用量 2%, 盐类添加剂用量 5%, 焙烧温度 780°C, 焙烧时间 30±5 min, 筒体转速 2.45 r/min, 回转炉倾斜度 4.72%, 加料速度 17.54 kg/h。

试验过程中, 从出料口每隔 30 min 取样 1 次, 混匀 4 次小样, 分析焙砂中银、锰和 Al₂O₃ 含量(见图 2)。焙砂在实验室进行氰化浸出(见图 3), 以考查焙烧效果。

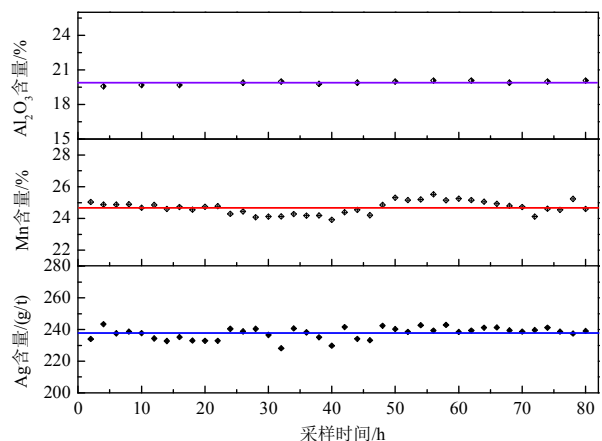


图 2 焙砂化学分析结果

Fig.2 Chemical analysis results of calcine

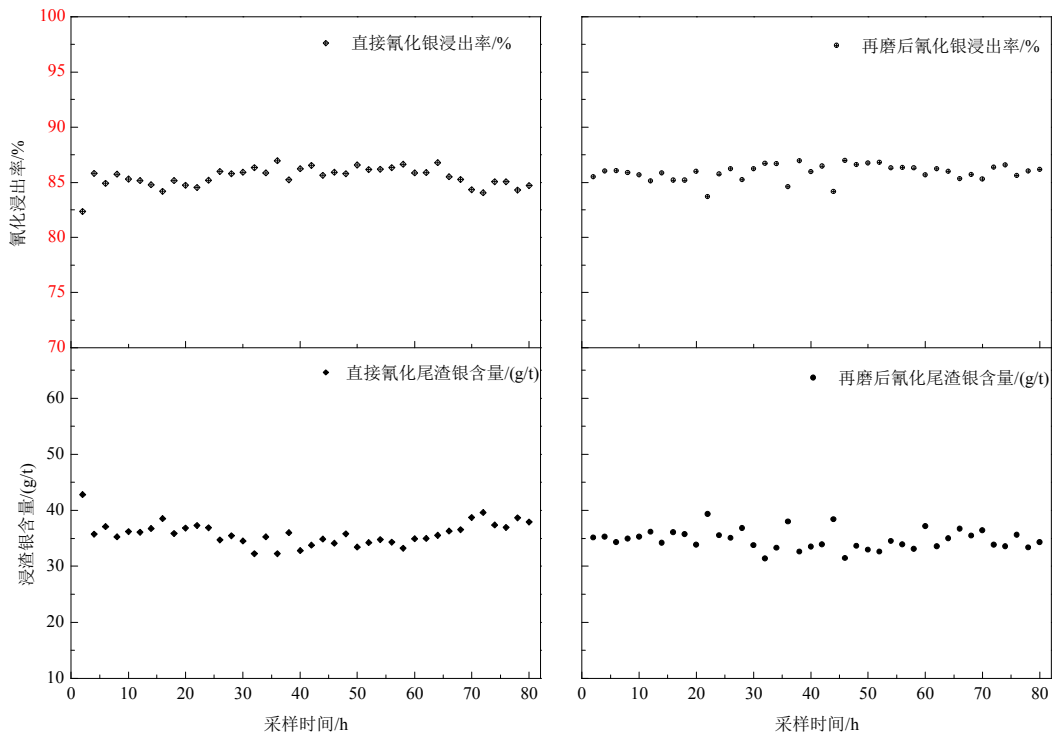


图 3 焙砂氰化浸出结果

Fig.3 Cyanide leaching results of calcine

由图 2 可以看出，焙烧连续进行 80 h，焙烧技术指标稳定。焙砂产率 85.54%，焙砂中银含量 237.73 g/t、锰含量 24.68%，银直收率 99.19%、锰直收率 98.70%。

由图 3 可以看出，焙砂直接氰化，银平均浸出率为 84.91%；焙砂再磨后氰化，银平均浸出率 85.32%。由此可以得出，焙烧中银的浸出率与磨矿细度关系不大，银浸出率均在 85%左右。

2.2 氰化浸出

氰化浸出在 500 L 反应釜内进行，固液分离采用板框压滤机，流程见图 4。本次实验共氰化浸出 9 批次，实验结果列于表 3。

表 3 结果表明，从第 4 批次到第 9 批次(从第 4 批开始，洗水才能完全返回浸出系统，此时方可统计技术指标)，合计焙砂银品位维持在 240 g/t 左右，与焙砂分析值基本一致，表明浸出已达到平衡。浸出时间 6~15 h，浸出后的尾渣含银 33.0~34.5 g/t，银浸出率在 86.5%左右，浸出结果稳定。

2.3 尾渣分析

氰化尾渣化学成分分析见表 4。与行业标准(YB/T 319-2005)对照，表 4 中氰化尾渣化学成分满足 B 类 BMn22-III 型冶金用锰矿石要求。

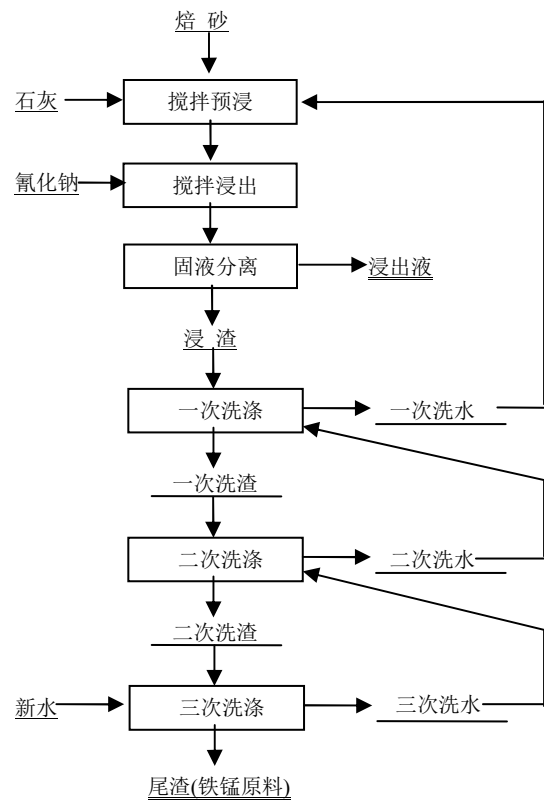


图 4 氰化浸出流程

Fig.4 Cyanide leaching flow chart

表3 氰化浸出实验结果

Tab.3 Cyanide leaching results of calcine

批次	浸出焙砂 质量/kg	氰化钠 用量/g	尾渣产 率/%	浸出液 体积/L	液固比 (L/kg)	浸出时 间/h	产品银含量及含银比例				
							浸出液/ (mg/L)	比例	尾渣/ (g/t)	比例	合计/ (g/t)
1	150	110	96.16	280	2.00:1	3	54.94	-	55.97	-	156
2	125	90	96.16	230	2.00:1	15	89.90	-	33.15	-	197
3	125	92	96.16	265	2.20:1	15	111.85	86.36%	33.81	13.64%	238
4	125	92	96.16	255	2.20:1	15	102.65	86.54%	33.88	13.46%	242
5	125	92	96.16	265	2.16:1	15	98.38	86.47%	33.93	13.53%	241
6	125	92	96.16	235	2.16:1	15	110.80	86.28%	34.44	13.72%	241
7	125	92	96.16	215	2.12:1	6	119.20	86.23%	34.06	13.77%	238
8	125	92	96.16	190	2.12:1	6	137.20	86.54%	33.74	13.46%	241
9	125	92	96.16	205	2.12:1	15	128.05	86.62%	33.72	13.38%	242

表4 尾渣化学成分分析

Tab.4 Chemical analysis results of leaching residue /%

Mn	Al ₂ O ₃	TFe	S	SiO ₂	MgO	P
25.48	20.76	17.70	0.012	11.50	0.49	0.19
Cu	Pb	Zn	Cl	As	Ba	Ag/(g/t)
0.071	0.55	0.32	0.68	0.065	0.44	33

3 结论

采用添加剂焙烧-直接氰化浸出工艺处理锰银矿,中试技术指标稳定,银回收率高,氰化尾渣满足冶金用锰矿石化学成分要求,工艺可实现锰和银的有效分选。

1) 原料粒度-2 mm,含水率 1%~3%,无烟煤用量 2%,盐类添加剂用量 5%。焙烧温度 780℃,筒体转速 2.45 r/min,回转窑倾斜度 4.72%,加料速度 17.54 kg/h,焙烧时间 30±5 min。焙烧试验连续进行 80 h,焙砂产率 85.54%,银直收率 99.19%,锰直收率 98.70%。

2) 氰化浸出液固比 2:1~2.2:1,时间 6~15 h,氰化钠用量在 700 g/t 原矿,逆流浸出 9 批次,银浸出率在 86.5%左右,氰化尾渣可作为冶金用锰矿石原料。

参考文献:

- [1] 黄清源,刘志强,李伟. 锰银矿还原浸出工艺现状[J]. 材料研究与应用, 2015, 9(2): 69-73.
HUANG Q Y, LIU Z Q, LI W. State of art of manganese-silver ore reduction leaching process[J]. Materials research and application, 2015, 9(2): 69-73.
- [2] 徐本军,丁先胜,黄彩娟. 某锰银矿富银浸出渣的硫脲浸出研究[J]. 矿冶工程, 2013, 33(4): 88-90.
XU B J, DING X S, HUANG C J. Thiourea leaching of

silver-rich leach residue of some manganese-silver ore[J]. Mining and metallurgical engineering, 2013, 33(4): 88-90.

- [3] 张淑贤,张晋霞,申丽丽,等. 河北某锰银矿的工艺矿物学与选矿工艺研究[J]. 中国矿业, 2011, 20(2): 81-84.
ZHANG S X, ZHANG J X, SHEN L L, et al. Study on process mineralogy and concentrating of a certain silver-manganese ore in Hebei[J]. China mining magazine, 2011, 20(2): 81-84.
- [4] 姜涛,杨永斌,黄柱成,等. 锰银矿的化学浸出工艺研究[J]. 中国锰业, 1996, 14(2): 26-29.
JIANG T, YANG Y B, HUANG Z C, et al. The new technologies of chemical leaching of manganese-silver ore[J]. China's manganese industry, 1996, 14(2): 26-29.
- [5] 苏成德,赵礼兵,安雪梅. 从难选锰银矿尾矿中回收银的研究[J]. 中国矿业, 2008, 17(1): 89-92.
SU C D, ZHAO L B, AN X M. A research for silver recovery from silver-manganese ore[J]. China mining magazine, 2008, 17(1): 89-92.
- [6] 李朝晖,庞雪敏,郭秀平,等. 从锰银矿中湿法提取锰、银的工艺研究[J]. 湿法冶金, 2012, 31(6): 373-375.
LI Z H, PANG X M, GUO X P, et al. Test research on leaching of manganese and silver from manganese-silver ore[J]. Hydrometallurgy of China, 2012, 31(6): 373-375.
- [7] 张斌,陈启元,姜涛,等. 锰银矿同步浸出锰、银新工艺试验研究[J]. 黄金, 2001, 22(7): 26-29.
ZHANG B, CHEN Q Y, JIANG T, et al. A new technological research for simultaneous leaching of manganese and silver from a manganese-silver associated ore[J]. Gold, 2001, 22(7): 26-29.
- [8] 齐建云,马晶,赵笑益,等. 从锰银共生氧化矿中提取锰、银工艺研究[J]. 湿法冶金, 2012, 31(2): 95-98.
QI J Y, MA J, ZHAO X Y, et al. Study on extraction of manganese and silver from Mn-Ag oxidation ore[J]. Hydrometallurgy of China, 2012, 31(2): 95-98.