

青海某高硫高铁铅锌硫化矿选矿试验

孙晓华¹, 赵玉卿¹, 谢海东¹, 李万英²

(1. 青海省地质矿产测试应用中心, 青海 西宁 810008;

2. 西宁特殊钢股份公司矿山资源开发管理部, 青海 西宁 810008)

摘要:青海某铅锌硫化矿中含铅 2.26%, 锌 5.66%, 硫 21.38%, 铁 35.95%, 含锌矿物均为铁闪锌矿, 含硫矿物磁黄铁矿主要被铁闪锌矿包裹, 且锌硫可浮性相近, 分离难度较大。试验采用铅锌硫依次浮选流程, 小型闭路试验获得铅品位 51.58%, 回收率 89.98% 的铅精矿和锌品位 42.74%, 回收率 81.81% 的锌精矿以及硫品位 35.70%, 回收率 72.72% 的硫精矿, 试验指标较为理想。

关键词:包裹体; 磁黄铁矿; 铁闪锌矿; 综合回收

doi: 10.3969/j.issn.1000-6532.2013.06.007

中图分类号: TD952 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2013)0026-04

1 矿石性质

该矿中主要矿石矿物为闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、黄铁矿、磁铁矿, 脉石矿物主要有蒙脱石、方解石、透辉石及少量的绢云母、石英等。方铅矿、闪锌矿嵌布粒度粗细不均, 一般在 0.05 ~ 0.10mm 之间, 矿物间包裹关系复杂, 磁黄铁矿中可见到大量的方铅矿包裹体, 而闪锌矿中磁黄铁矿包裹体含量平均达 3%, 相互交代作用强烈, 可解离性较差。电子探针显示不同结构的闪锌矿全部为铁闪锌矿, 铁含量均大于 22%, 铁锌比大于 0.7。

原矿多元素分析结果见表 1、原矿铅、锌、铁物相分析结果见表 2、表 3

表 1 原矿多元素化学分析结果/%

Table 1 The chemical analysis results of the run-of-mine

Cu	Pb	Zn	Au*	Ag*	TFe
0.075	2.26	5.66	0.15	41.2	34.56
SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	As	S
34.21	4.21	4.12	0.61	0.17	22.34

* 单位为 g/t。

表 2 原矿铅、锌物相分析结果

Table 2 The analysis results of the phase of lead and zinc

相名	硫化铅	碳酸铅	硫酸铅	总铅
含量/%	1.84	0.23	0.10	2.17
占有率/%	84.79	10.60	4.61	100.00
相名	硫化锌	锌氧化物	其他形态锌	总锌
含量/%	5.23	0.23	0.10	5.56
占有率/%	94.06	4.14	1.80	100.00

表 3 原矿铁物相分析结果

Table 3 The analysis results of iron phase

相名	磁铁矿	赤褐铁	菱铁矿	硫化铁	硅酸铁	总铁
	中铁	矿中铁	中铁	矿中铁	中铁	
含量/%	8.01	12.23	1.36	8.13	5.14	34.87
占有率/%	22.97	35.07	3.90	23.32	14.74	100.00

2 试验方案

根据该矿石特点分别进行了磁选-浮选、铅硫混浮再分离以及铅锌硫依次浮选的探索试验, 试验结果见表 4。从试验结果看出磁黄铁矿具有的磁性采用磁选可除去部分铁和硫, 从而减轻对后续作业的影响, 但由于磁黄铁矿与铅锌关系密切, 在脱硫的同时, 铅锌的损失率较高, 基本在 3% 以上。从抑锌

浮铅硫以及铅锌硫依次浮选流程的对比结果来看优先浮选法对回收矿石中的铅、锌效果较为明显。

表4 探索试验结果

Table 4 The result of the exploratory test

探索流程 类型	产品 名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
			Pb	Zn	Pb	Zn
磁选-浮选	铁精矿	20.56	0.45	0.77	4.02	2.84
	铅精矿	4.12	45.25	6.28	81.09	4.65
	锌精矿	9.87	0.31	40.98	1.33	72.62
	中矿	21.23	1.26	4.22	11.63	16.08
	尾矿	44.22	0.10	0.48	1.92	3.81
铅硫混选 再分离	原矿	100.00	2.29	5.56	100.00	100.00
	铅精矿	4.30	42.55	5.15	83.48	3.90
	硫精矿	28.30	0.20	1.36	2.58	6.77
	锌精矿	9.85	0.33	40.60	1.48	70.38
	中矿	18.40	1.08	4.13	9.07	13.37
铅锌硫 依次浮选	尾矿	39.15	0.19	0.81	3.39	5.58
	原矿	100.00	2.19	5.68	100.00	100.00
	铅精矿	3.72	53.49	3.72	87.87	2.49
	硫精矿	42.08	0.17	0.47	3.16	3.56
	锌精矿	9.55	0.28	47.58	1.18	81.68
依次浮选	中矿	10.30	1.08	4.13	4.91	7.65
	尾矿	34.35	0.19	0.75	2.88	4.63
	原矿	100.00	2.26	5.56	100.00	100.00

3 试验结果与讨论

3.1 磨矿细度试验

磨矿细度是浮选分离所需要的重要工艺条件,合理的磨矿细度既要保证各目的矿物的充分单体解

表6 铅粗选抑制剂种类及用量试验结果

Table 6 The test results of the types and dosage of inhibitors for lead roughing

抑制剂种类及用量/ $g \cdot t^{-1}$	产率/%	品位/%			回收率/%		
		Pb	Zn	S	Pb	Zn	S
石灰 6000	8.50	26.96	6.78	21.59	86.15	10.18	8.21
硫酸锌 2000							
石灰 6000	7.40	29.60	6.86	21.66	82.35	8.97	7.17
硫酸锌 2000							
亚硫酸钠 1000	32.00	7.11	2.55	33.45	85.53	14.42	47.91
硫酸锌 2000							
硫酸锌 2000	24.30	8.98	3.01	32.51	82.04	12.92	35.36
碳酸钠 1000							
硫化钠 1000	21.50	10.40	3.01	32.89	84.06	11.43	31.65
硫酸锌 2000							

离,又要避免过粉碎的发生。根据原矿性质,结合矿石嵌布粒度,进行铅粗选磨矿细度试验。锌抑制剂选择硫酸锌+亚硫酸钠(2000+1000)g/t,铅捕收剂SN-9+乙黄药(30+10)g/t,试验结果见表5。

表5 磨矿细度对铅粗精矿的影响

Table 5 The effect of grinding fineness on the lead roughing concentrate

-0.074mm	产率 /%	品位/%			回收率/%		
		Pb	Zn	S	Pb	Zn	S
60	31.00	7.31	2.36	34.41	85.19	12.93	47.75
70	25.30	9.25	2.63	34.26	87.98	11.76	38.80
80	22.20	10.78	2.89	33.06	89.97	11.34	32.85
90	20.60	11.42	2.52	31.45	88.44	9.17	29.00

试验结果表明,随着磨矿细度的增加,铅粗精矿品位、回收率逐渐升高,锌、硫在铅粗精矿中的分布率有所下降。综合考虑,选择磨矿细度为-0.074mm80%较为适宜。

3.2 浮铅抑锌抑制剂的选择

铅粗选作业中对锌硫的抑制剂种类有亚硫酸钠、硫酸锌、石灰、硫化钠、碳酸钠等。对上述药剂进行单独、组合使用的条件试验,铅捕收剂为SN-9+乙黄药(20+10)g/t,磨矿细度-0.074mm80%。试验结果见表6。

从表 6 结果可以看出铅粗选段调整剂较佳组合为石灰+硫酸锌,并经试验确定其较佳组合用量为(6000+1500)g/t。

3.3 铅浮选捕收剂种类及用量试验

铅捕收剂选择 SN-9、乙黄药、丁黄药、丁铵黑药,试验结果见表 7。

表 7 铅浮选捕收剂种类及用量试验结果

Table 7 The test results of the types and dosage of inhibitors for lead flotation

捕收剂种类及用量/g·t ⁻¹	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Pb	Zn	Pb	Zn
SN-9 30	7.65	31.23	7.41	89.82	10.02
乙黄药 30	4.70	49.28	6.74	87.07	5.60
丁黄药 30	5.70	39.44	7.21	84.51	7.26
丁胺黄药 30	16.00	14.20	5.27	85.41	14.90
SN-9 30+乙黄药 10	7.80	31.38	7.12	92.02	9.81

从试验结果可以看出,SN-9+乙黄药对该矿中的铅有明显的捕收作用^[1],铅的回收率可达 92%,因此又进行了两药剂比例试验,确定 SN-9+乙黄药采用(30+10)g/t 用量,铅浮选效果较好。

磁黄铁矿含量较高,闪锌矿均为铁闪锌矿,与磁黄铁矿可浮性相近,初步探索采用高碱强压,锌粗精矿品位较低,效果不理想。为此采取多种方案进行试验,试验结果见表 8。

3.4 锌粗选方案探索

以选铅尾矿进行锌粗选方案试验,由于原矿中

表 8 锌粗选探索试验结果

Table 8 The exploratory test results of lead roughing

锌硫浮选流程	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			Zn	S	Zn	S
锌粗选段活性炭 脱药再用石灰抑硫浮锌	铅粗精矿	8.85	5.63	21.16	8.98	8.25
	锌精矿	12.10	37.37	31.36	81.47	16.71
	尾矿	79.05	0.67	21.55	9.54	75.04
	原矿	100.00	5.55	22.70	100.00	100.00
锌粗选段活化锌硫 混选后抑硫浮锌	铅粗精矿	8.60	6.00	20.72	8.83	7.80
	锌精矿	18.50	27.67	35.10	87.58	28.44
	硫精矿	5.40	0.64	36.07	0.59	8.53
	尾矿	67.50	0.26	18.68	3.00	55.22
	原矿	100.00	5.84	22.83	100.00	100.00

试验结果显示,锌粗选段先活化锌硫,混选后再抑硫浮锌,虽然锌回收率较高,但一部分可浮性较好的硫也被浮起,锌硫互含较高,锌精矿品位降低。所以锌粗选段采用活性炭脱药再用石灰抑硫浮锌的流程较为合理^[2]。为此进行了活性炭、捕收剂丁黄药、乙黄药、活化剂硫酸铜药剂用量试验。最终确定锌作业段的药剂制度为石灰 6000g/t,硫酸铜 500g/t,丁黄药 20g/t。硫作业段药剂制度为硫酸铜 500g/t,丁黄药 70g/t。

3.5 浮选闭路流程试验

闭路工艺流程见图 1,闭路试验结果见表 9。

表 9 浮选闭路试验结果

Table 9 The closed-circuit test results of flotation

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
		Pb	Zn	S	Pb	Zn	S
铅精矿	3.78	51.58	5.98	17.60	89.98	4.34	3.10
锌精矿	9.97	0.66	42.74	32.79	3.04	81.81	15.25
硫精矿	43.65	0.20	0.95	35.70	4.03	7.96	72.72
尾矿	42.60	0.15	0.72	4.49	2.95	5.89	8.93
原矿	100.00	2.17	5.21	21.43	100.00	100.00	100.00

4 结 语

(1)该铅锌矿是富含高硫高铁铅锌硫化矿,矿石中矿物组合复杂。主要矿物嵌布粒度变化较大,矿物间相互交代作用强烈,磁黄铁矿、铁闪锌矿可浮性相近,不利于解理和分选,属较难选矿石类型。

(2)经试验研究,该矿石最终采用两段磨矿,铅锌硫依次浮选的选矿工艺流程。取得的闭路试验指标为铅精矿铅品位 51.58%、铅回收率 89.98%,锌精矿锌品位 42.74%,锌回收率 81.81%,硫精矿硫品位 35.70%、硫回收率 72.72%。

参考文献:

[1]张丽军. 湖南茶陵硫化铅锌矿选矿试验研究[J]. 矿产综合利用,2012(2):14-16.
 [2]黄红军. 云南某铅锌硫化矿浮选新工艺研究[J]. 矿产综合利用,2008(1):3-6.

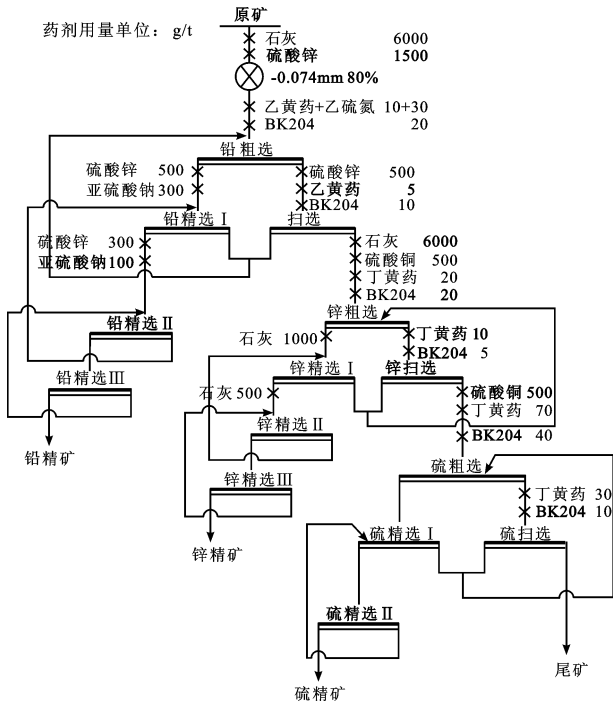


图 1 闭路工艺流程

Fig. 1 The technical flowsheet of the closed-circuit test

Experiment of Beneficiation for a High-sulfur High-iron Lead-zinc Sulfide Ore

SUN Xiao-hua¹, ZHAO Yu-qing¹, XIE Hai-dong¹, LI Wan-ying²

(1. Qinghai Province Geology Ore Testing and Application Center, Xining, Qinghai, China;

2. Mineral Resources Exploitation Department, Xining Special Steel Co., Ltd., Xining, Qinghai, China)

Abstract: A lead-zinc sulfide ore in Qinghai contains 2.26% of lead, 5.66% of zinc, 21.38% of sulfur and 35.95% of iron. The minerals containing zinc are sphalerite and the pyrrhotite containing sulphur is mainly wrapped by marmatite. The similar flotability of zinc and sulfur makes the separation difficulty. Lead, zinc and sulphur are floated successively. The bench-scale closed-circuit test can obtain the lead concentrate with the lead grade of 51.58% and the recovery of 89.98%, the zinc concentrate with the zinc grade of 42.74% and the recovery of 81.81% and the sulphur concentrate with the sulphur grade of 35.70% and the recovery of 72.72%. The index is satisfactory.

Key words: Inclusion; Pyrrhotite; Marmatite; Comprehensive recovery