

某难选高硫铅锌矿的选矿工艺试验研究*

谢贤, 童雄, 王成行, 周永诚

(昆明理工大学, 昆明, 650093)

摘要:根据某高硫难选铅锌矿石的原矿性质,进行了浮选药剂条件试验和闭路试验研究。采用石灰调浆、硫酸锌抑制锌矿物,混合捕收剂优先浮选铅,在低碱条件下,用新型活化剂 X-41 活化选铅尾矿,丁黄药选锌,可以实现铅、锌的高效分离,铅精矿铅品位和回收率分别达到 60.32% 和 77.03%, 锌含量为 7.51%; 锌精矿锌品位 40.27%、回收率 78.13%, 铅含量 2.47%。

关键词:难选铅锌矿; 铅锌分离; 优先浮选; 新型活化剂

中图分类号:TD952.2; TD952.3; TD923 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0076(2010)01-0037-04

Experimental Research on Mineral Processing of a Refractory Lead-Zinc Ore with High Pyrite

XIE Xian, TONG Xiong, WANG Cheng-hang, et al.

(Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: According to the property of a refractory lead-zinc ore with high pyrite, experimental study had been conducted on reagent conditions of floatation and closed-circuit tests for comprehensive recovering all kinds of useful minerals. A floatation flowsheet was put forward, which consists of preferential floatation of lead minerals with CaO as regulator, ZnSO₄ as zinc depressant, mixed reagent as collectors, and zinc floatation from the lead tailing using X-41 as activator and butyl xanthate as collector under the condition of low alkali. Using this process, the lead concentrate was successfully separated from the zinc concentrate, and the lead concentrate of 60.32% Pb with a recovery of 77.03% and zinc content of 7.51% and the zinc concentrate of 40.27% Zn with a recovery 78.13% and lead content of 2.47% were obtained.

Key words: refractory lead-zinc ore; lead-zinc separation; preferential floatation; new activator

我国铅锌资源储量丰富,根据美国地质调查局资料,我国已成为世界最大的铅锌资源国家^[1,2],但是铅锌矿物类型复杂,共伴生元素较多,贫矿多、富矿少。某难选铅锌矿中方铅矿、铁闪锌矿、黄铁矿及脉石矿物之间嵌布复杂,铅、锌矿物共生关系密切,给铅锌分离带来困难;原有选矿产品铅、锌品位不高,且互含较高,严重地影响了企业的经济效益。

为了解决这一问题,针对矿石性质,进行了选矿试验研究,通过多种方案比较,确定了优先浮选铅矿物、再选锌的流程,实现了铅、锌的有效分离。

1 矿石性质

矿石中金属矿物主要有方铅矿、铁闪锌矿、黄铁矿和磁黄铁矿等,次要的有白铅矿、黄铜矿、菱锌矿、

* 收稿日期:2009-11-10;修回日期:2009-12-05

基金项目:国家自然科学基金优先资助领域重点项目群项目(U0937602);国家自然科学基金资助项目(504640036)

作者简介:谢贤(1981-),男,湖南怀化人,在读博士研究生,研究方向为矿物加工工程, E-mail: xianxie2008@yahoo.com.cn。

水锌矿、白铁矿和褐铁矿等；脉石矿物主要有石英、方解石、绢云母、绿泥石、白云石、透辉石和透闪石等；有用矿物嵌布粒度微细，伴生关系复杂；方铅矿为自形、半自形颗粒，多组成集合体；闪锌矿呈自形、半自形半透明颗粒，粒度不均匀；方铅矿、闪锌矿常与磁黄铁矿、黄铁矿、透闪石等致密共生。该铅锌矿有部分被氧化，其中氧化锌含量高达26.76%。原矿多元素分析结果见表1，铅、锌物相分析结果见表2。

表1 原矿化学多元素分析结果

元素	Pb	Zn	S	Fe	Ag	SiO ₂
含量/%	3.14	2.84	39.38	40.97	11.36	5.73

注：Ag含量单位为g/t。

表2 原矿铅、锌物相分析结果

铅物相	硫化物 中Pb	碳酸盐 中Pb	硫酸盐 中Pb	其它铅矿 物中Pb	合计
含量/%	2.65	0.36	0.01	0.10	3.14
分布率/%	84.39	11.46	0.96	3.19	100.00

锌物相	硫化物 中Zn	碳酸盐 中Zn	硫酸盐 中Zn	其它锌矿 物中Zn	合计
含量/%	2.08	0.53	0.13	0.10	2.84
分布率/%	73.24	18.66	4.58	3.52	100.00

2 选矿试验研究

2.1 磨矿细度试验

铅、锌矿物的有效解离是铅、锌分离以及提高铅、锌精矿质量与回收率的基本条件。因此，进行了磨矿浓度为65%的磨矿细度试验，试验结果如图1所示。

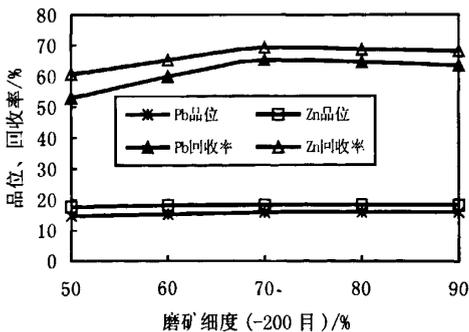


图1 磨矿细度对铅、锌品位和回收率的影响

由试验结果可知：当磨矿细度为70% - 200目

时，铅、锌的品位相差不大，但是回收率最好，综合考虑品位、回收率以及选矿成本等因素，磨矿细度以70% - 200目左右时较为适宜。

2.2 药剂条件试验

优先浮选流程一般可以降低铅、锌精矿互含，提高精矿的品位^[3]，因此，采用该流程可以实现方铅矿与闪锌矿或铁闪锌矿的高效分离。原矿中方铅矿、闪锌矿等矿物的可浮性相近，要使铅、锌矿物较好地分离，药剂制度很重要，因此，对调整剂、抑制剂、捕收剂和活化剂进行了试验研究。

2.2.1 铅粗选石灰用量试验

石灰一般用作pH调整剂，在硫化矿浮选中可使矿浆的氧化还原电位较低，有利于抑制黄铁矿和磁黄铁矿等硫化物^[4]。原矿中硫含量很高，达到39.38%，因此，硫矿物的抑制对铅、锌分离非常重要。在铅粗选作业中，药剂用量为硫酸锌1000g/t、丁黄药50g/t、2[#]油40g/t，石灰用量试验结果如图2所示。

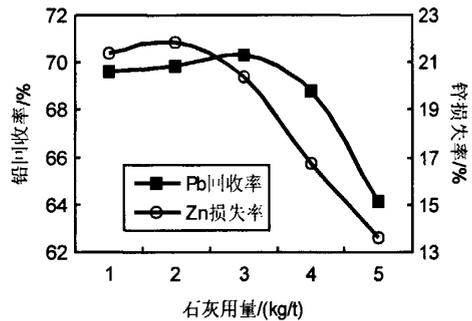


图2 石灰用量对铅回收率与锌损失率的影响

由图2可知：石灰用量为4kg/t时，铅回收率达到了68.83%，锌在铅精矿中的损失率为16.73%；石灰用量少时，锌在铅精矿中损失率高达21.36%；综合考虑试验指标和生产成本等因素，石灰用量以4kg/t时较为适宜。

2.2.2 硫酸锌用量试验

在铜、铅、锌、硫等多金属硫化矿的浮选分离中，闪锌矿和铁闪锌矿常用的抑制剂有石灰、硫酸锌、氰化物、亚硫酸(二氧化硫)及其盐和硫化钠等，通常情况下，硫酸锌与其它抑制剂组合使用效果好^[5,6]。本试验在碱性介质中，采用石灰和硫酸锌抑制闪锌矿，其抑制作用明显。固定药剂用量：石灰4kg/t、

丁黄药 50 g/t、2[#]油 40 g/t,铅粗选硫酸锌用量及对铅精矿中铅回收率及锌损失率的影响如图3所示。

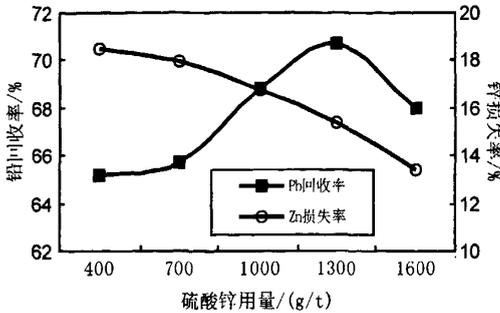


图3 硫酸锌用量对铅回收率与锌损失率的影响

由图3可知:随着硫酸锌用量增大时,铅精矿中铅回收率逐渐升高,锌的损失率逐渐降低,当硫酸锌用量为1 300 g/t时,铅回收率最高;当用量超过1 300 g/t时,铅回收率开始降低。综合考虑,硫酸锌最佳用量为1 300 g/t。

2.2.3 捕收剂用量试验

在选定磨矿细度、石灰用量、抑制剂最佳条件下,开展铅粗选和扫选的捕收剂用量试验,采用丁黄药与乙硫氮质量比为1:2的混合药剂作为捕收剂,试验流程和结果分别见图4和图5。试验结果表明:混合药剂具有很强的捕收作用和一定的选择性。由图5可以看出:随着混合药剂用量的增加,铅精矿回收率逐渐提高,同时铅精矿中的锌含量也随之增加;当混合药剂用量为75 g/t时,铅精矿的回收率达到73.73%,锌的损失率为15.01%。综合考虑,混合捕收剂的最佳用量选择75 g/t。

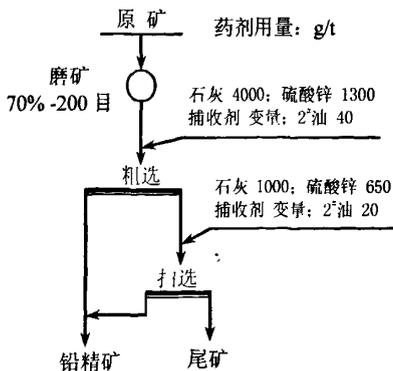


图4 捕收剂用量试验流程

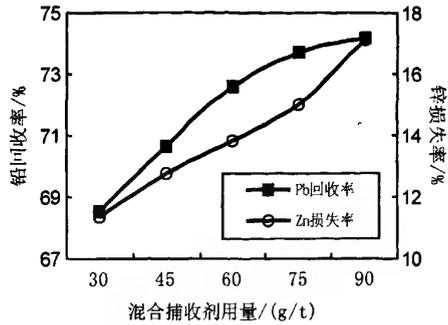


图5 混合捕收剂用量对铅回收率及锌损失率的影响

2.2.4 锌活化剂种类和用量试验

由于在浮铅作业中加入了石灰和硫酸锌,锌矿物受到了抑制,选锌之前必须先将其活化,因此,进行了硫酸铜和X-41活化的对比试验。硫酸铜在pH值为12左右(石灰用量为7 kg/t)的强碱性矿浆中活化效果较优,而新型活化剂X-41可以在pH为9左右的低碱环境中高效活化闪锌矿和铁闪锌矿。试验结果如图6所示。

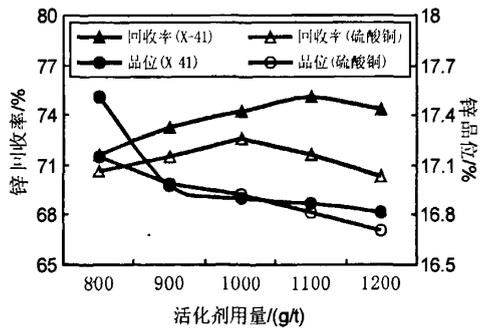


图6. 不同活化剂及用量对锌品位和回收率的影响

由图6可以看出:X-41有很强的活化作用,当pH为9左右、X-41用量为1 100 g/t时,锌的品位为16.87%,回收率达到最大,为75.15%;当pH值为12左右,硫酸铜用量为1 000 g/t时,锌的品位和回收率分别为16.92%和72.65%。对比使用硫酸铜,在品位相近的情况下,X-41可以使锌精矿回收率提高2.5%。新型活化剂X-41的药剂成本明显低于硫酸铜,选矿指标优于硫酸铜,故锌活化剂选用X-41,最佳用量为1 100 g/t。

2.2.5 锌捕收剂用量试验

在优先选铅的基础上,采用X-41活化铅扫选

尾矿中的铁闪锌矿和闪锌矿,丁黄药作捕收剂,丁黄药用量对锌回收率和品位的影响见图7。由试验结果可知:随着丁黄药用量增加,锌品位变化很小,锌回收率则逐渐增加;当丁黄药用量增加到140 g/t,锌精矿品位为17.32%,回收率相对较高,达到76.01%,继续增加用量,锌回收率不再增加。故丁黄药的最佳用量为140 g/t。

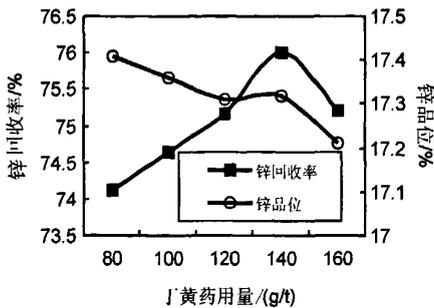


图7 丁黄药用量对锌品位和回收率的影响

3 闭路试验

在确定的浮选工艺条件试验基础上,进行实验室常规闭路试验,闭路试验工艺流程和药剂制度如图8所示,试验结果见表3。

表3 闭路试验结果

产品	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Pb	Zn	Pb	Zn
Pb 精矿	4.01	60.32	7.51	77.03	10.60
Zn 精矿	5.51	2.47	40.27	4.33	78.13
尾矿	90.48	0.65	0.35	18.64	11.27

由表3可知:可获得品位为60.32%、回收率为77.03%的铅精矿,以及品位为40.27%、回收率为78.13%的锌精矿,选别指标较优。

4 结论

由于矿石中硫含量高、有用矿物嵌布粒度微细、伴生关系复杂,在低碱条件下,采用铅锌依次优先浮选分离的工艺流程、对铅选择性好且捕收性强的混合捕收剂,以及明显优于硫酸铜且成本低的锌矿物的新型活化剂X-41,闭路试验可以获得品位为60.32%、回收率为77.03%的铅精矿(锌含量

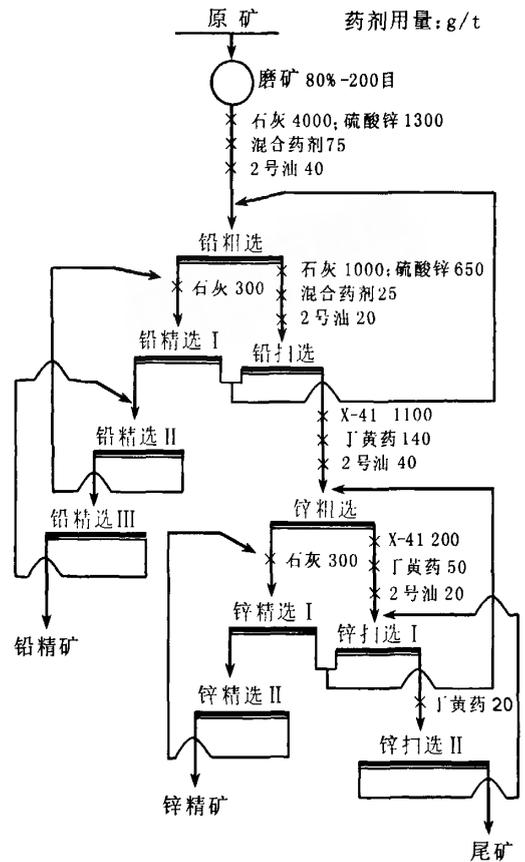


图8 闭路试验工艺流程

7.51%),以及品位为40.27%、回收率为78.13%的锌精矿(铅含量2.47%),分选指标较优。

参考文献:

- [1] 戴自希. 世界铅锌资源和开发利用现状[J]. 世界有色金属, 2004, (3): 22-29.
- [2] U. S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries [Z]. 2007.
- [3] 胡为柏,等. 浮选[M]. 北京:冶金工业出版社,1983.
- [4] 黄红军. 云南某铅锌硫化矿浮选新工艺的研究[J]. 矿产综合利用, 2008, (1): 3-6.
- [5] 陈家模. 多金属硫化矿浮选分离[M]. 贵阳:贵州科技出版社, 2001.
- [6] Keith Quast, Gavin Hobart. Marmatite depression in galena flotation[J]. Minerals Engineering. 2005, (11): 860-869.