

提高尤溪铅锌矿选矿指标的研究

缪海花¹, 张光梁¹, 张益玮¹, 王晓²

(1. 金东矿业股份有限公司, 福建 尤溪 365100;

2. 昆明理工大学国土资源工程学院, 云南 昆明 650093)

摘要:尤溪铅锌矿矿石性质复杂、高硫, 闪锌矿、方铅矿与脉石嵌布关系密切。根据矿石性质, 通过优化药剂制度, 改造与优化浮选流程结构, 将优先浮选工艺流程改为部分优先部分混合浮选流程, 成功地实现了低碱条件下, 方铅矿与闪锌矿的高效分选, 提高了精矿指标, 优化了产品结构, 同时降低了浮选药剂成本。与改进前相比, 改进后的工艺流程及药剂制度获得的铅精矿品位提高了 2.33%; 锌精矿中锌品位提高了 2.01%, 回收率提高了 1.83%, 有效的降低了尾矿中铅、锌金属的损失, 特别是锌金属的损失。同时选锌尾矿可进一步选硫, 增加了硫精矿产品, 生产优质硫精矿, 提高硫精矿回收率。该工艺为同类型多金属矿山综合回收矿产资源提供新的有效途径, 具有一定的推广价值。

关键词:多金属硫化矿; 浮选; 低碱; 工艺流程

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2013.03.009

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532(2014)03-0038-04

近年来, 铅锌矿资源开发利用已成为尤溪县支柱产业, 矿业的发展促进了地方经济的发展, 但是铅锌矿资源的开发存在着资源利用率不高, 造成了资源的严重浪费^[1]。福建金东矿业股份有限公司, 年均选矿处理实际能力可达 30 万 t 左右, 主要采用优先浮选流程。选矿产品为铅精矿品位在 50% 左右, 回收率约 75%; 锌精矿品位 48% 左右, 回收率为 84%。随着铅锌矿资源的开采与贫化, 2012 年开始进行技术攻关, 对现有的工艺流程进行了改造, 并改革了药剂制度, 在提高铅、锌产品质量方面取得了较大突破, 具有显著地经济效益和环境效益。

原生产工艺流程采用铅锌优先浮选流程, 产品方案为铅精矿和锌精矿, 硫直接排入尾矿。选铅采用石灰为 pH 值调整剂, 硫酸锌和亚硫酸钠为锌的抑制剂, 苯胺为铅的捕收剂, 选铅流程为一粗一扫四精; 选铅尾矿, 在高碱 pH 值条件下选锌, 采用硫酸铜作活化剂, 丁黄为捕收剂, 选锌流程为一粗两扫三精。由于目前的工艺生产流程中的锌硫分离困难, 选锌工艺在高碱 (pH 值 12 ~ 13.5) 条件下分选, 大量的硫酸铜和石灰不仅增加成本, 而且石灰的过量

使用, 导致设备结垢和腐蚀现象严重, 污染环境。

1 矿石性质

该矿床为铅锌多金属硫化矿, 原矿中有价成分铅的含量比较低, 仅为 0.45%, 锌的含量较高, 为 5.86%; 硫和铁的含量分别高达 18.21% 和 32.80%; 矿石的主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿 (铁闪锌矿)、黄铁矿、磁黄铁矿等; 脉石矿物主要为石英、白云母等; 矿石多元素分析结果见表 1, 铅、锌物相分析结果见表 2、3, 主要矿物组成见表 4。

表 1 矿石多元素分析结果/%

Table 1 Analysis results of multi-elements of the ore

Pb	Zn	S	Fe	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO
0.45	5.86	18.21	32.80	2.31	20.00	8.21	1.68

表 2 铅的化学物相分析结果

Table 2 Analysis results of lead phase

相别	方铅矿	白铅矿	铅矾	铅铁矾	总量
含量/%	0.37	0.04	0.02	0.02	0.45
占有率/%	82.22	7.78	4.67	5.33	100.00

表3 锌的化学物相分析结果

Table 3 Analysis results of zinc phase					
相别	硫化锌	氧化锌	硫酸锌	锌铁尖晶石	总量
含量/%	5.31	0.37	0.12	0.06	5.86
占有率/%	90.61	6.31	2.05	1.02	100.00

表4 主要矿物相对含量

Table 4 Relative contents of main ores			
矿物名称	含量/%	矿物名称	含量/%
磁黄铁矿	34.50	方解石	7.60
磁铁矿	8.00	矿物名称	0.80
闪锌矿	8.70	黄铜矿	2.00
方铅矿	0.60	赤铁矿透辉石、透闪石、绿泥石	32.50
黄铁矿	1.60	其他	1.90
石英	1.80	总量	100.00

该矿石原矿性质较为复杂,有用矿物嵌布关系复杂,嵌布粒度细且不均匀,以中细粒度为主体,方铅矿的中细粒和细粒占42.3%,闪锌矿的中细粒和细粒占细粒占65.8%;金属矿物以磁黄铁矿为主的矿石和以闪锌矿、方铅矿为主的矿石呈条带状层纹状分布,部分呈浸染状分布于脉石矿物中;方铅矿主要呈他形不规则粒状分布于矿石中,部分嵌布于磁黄铁矿边缘,其次与黄铁矿连生嵌布于闪锌矿中,少部分方铅矿与其他矿物粒间有银矿物存在;闪锌矿主要呈他性粒状不均匀分布于矿石中,与磁黄铁矿关系非常密切,在闪锌矿内部普通分布有它形粒状、不规则粒状结构的磁黄铁矿,此部分磁黄铁矿难于与磁黄铁矿解离,而影响分选效果。

2 试验研究

根据矿石性质,本试验主要是从以下两个方面进行研究:一是调整药剂制度,主要是捕收剂的种类,目前采用的单一捕收剂对目的矿物的捕收性较差,造成尾矿中的损失率较高,因此要选择捕收剂较好的捕收剂,同时还要兼顾较高的选择性,才能在提高目的矿物回收率的同时,不会造成精矿品位的降低;二是改变现场工艺流程,根据现场的工艺流程考察结果分析铅、锌精矿品位偏低的主要原因是含有大量的黄铁矿、磁黄铁矿,该矿石中的黄铁矿、磁黄铁矿的可浮性较好,较难脱除,需要调整目前的工艺流程,由单一的优先浮选流程,改进为部分优先部分混合浮选工艺;通过适当的工艺调整改进,使目的锌矿物得到最大程度的富集和回收,达到同时提高铅锌选矿指标的目的。

2.1 捕收剂对铅精矿指标的影响

原矿磨矿细度-0.074mm80%,采用硫酸锌与亚硫酸钠组合抑制剂,石灰调节矿浆pH值进行探索试验。研究发现,铅浮选的pH值范围较宽,一般为pH8.5~11,由于银矿物伴随着在铅精矿中回收,如果pH值过高,会对银矿物的回收造成影响,且对后续锌的浮选造成较大的影响^[2],因此,综合考虑铅浮选阶段的矿浆pH值在8.5左右。由于捕收剂种类对铅浮选的影响较大,必须选择兼顾良好选择性与捕收性的捕收剂,才能保证铅精矿质量,试验流程及条件见图1,不同种类捕收剂在较佳用量条件下,试验结果见表5。

表5 铅捕收剂种类试验结果

Table 5 Test results of types of collectors for lead						
捕收剂种类及用量/(g·t ⁻¹)	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			铅	锌	铅	锌
苯胺	铅精矿	2.15	18.60	7.86	88.87	2.88
	粗选30	铅尾矿	97.85	0.05	5.82	11.13
	扫选10	原矿	100.00	0.45	5.86	100.00
DDTC	铅精矿	1.78	21.65	8.00	85.64	2.43
	粗选40	铅尾矿	98.22	0.07	5.82	14.36
	扫选20	原矿	100.00	0.45	5.86	100.00
苯胺+DDTC(1:3)	铅精矿	1.94	20.20	7.91	87.08	2.62
	粗选40	铅尾矿	98.06	0.06	5.82	12.92
	扫选20	原矿	100.00	0.45	5.86	100.00
苯胺+丁黄(1:3)	铅精矿	2.46	16.31	8.26	89.16	3.47
	粗选35	铅尾矿	97.54	0.05	5.80	10.84
	扫选20	原矿	100.00	0.45	5.86	100.00

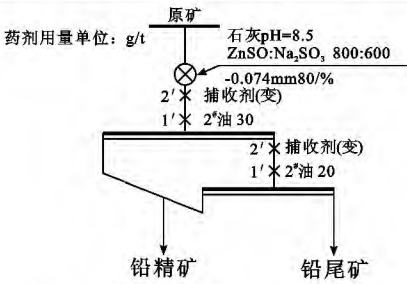


图1 铅捕收剂种类试验流程

Fig. 1 Test process of types of collectors for lead

从表5可以看出,苯胺对铅矿物的捕收性优于DDTC的捕收性,同时对锌、硫的捕收能力较弱,但

是 DDTC 对铅的选择性较好;苯胺与 DDTC 按照 1 : 3 的比例混合使用,既可以保证铅精矿的品位和回收率,同时降低铅精矿中锌的含量。因此在 pH 为 8.5 ~ 9 的范围内,采用苯胺和 DDTC(1 : 3)为混合捕收剂,可以达到提高铅精矿质量的目的,同时降低了苯胺的用量,节约了药剂成本。

2.2 矿浆 pH 值对锌浮选的影响

对于高硫铅锌矿,选锌矿浆 pH 值是决定锌指标好坏的关键因素之一^[3]。确定了铅的浮选工艺及药剂制度后,采用石灰改变矿浆的 pH,其他条件见图 2,结果见图 3。

由图 3 可以看出,矿浆的 pH 值对锌回收率的影响较大,当 pH 值偏低时,锌粗精矿的品位较低,当 pH 值过高时,锌矿物活化率降低,同时浮游速度减慢,影响了锌的回收率;当矿浆的 pH 值在 10 ~ 11 范围内时,锌粗精矿回收率略有降低,但是锌粗精矿的品位较高,综合考虑锌粗选阶段矿浆的 pH 值建议在 10 左右,以提高锌矿物的回收率。

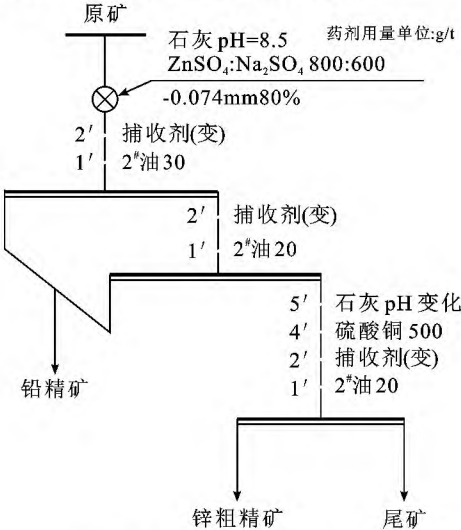


图 2 选锌原则试验流程

Fig. 2 Test process of pulp pH value for zinc roughing

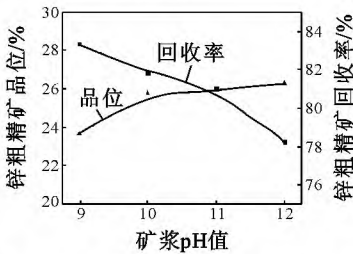


图 3 选锌矿浆 pH 值试验结果

Fig. 3 Test results of pulp pH value for zinc roughing

2.2 选矿工艺流程研究

为提高分选指标,除综合考察浮选工艺条件等问题,还研究了浮选流程的结构。原工艺流程为单一的优先浮选流程,优先选铅,选铅尾矿再选锌,通过添加大量的石灰抑制硫,造成高碱条件下锌活化困难,影响锌的回收率,同时添加大量的捕收剂,部分可浮性较好的硫进入锌精矿,造成锌精矿的指标较差^[4-5];基于以上两点,将选矿工艺流程改进为部分优先浮选,部分混合浮选工艺;改进后的工艺流程见图 4,改进前后闭路试验对比结果见表 6。

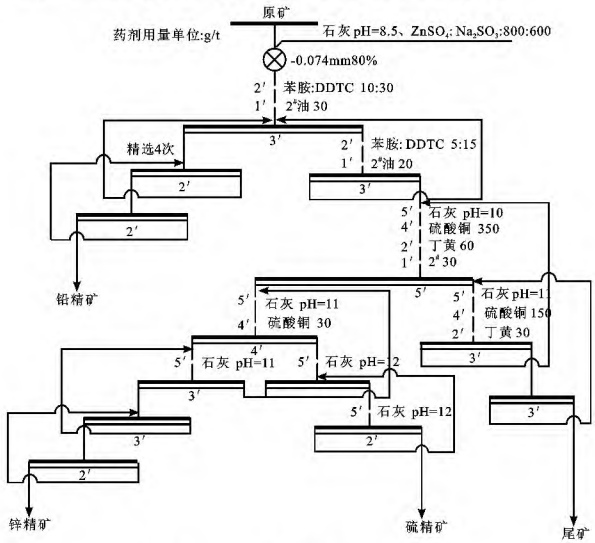


图 4 改进后的工艺流程

Fig. 4 Technical process after being improved

表 6 工艺流程改进前后闭路试验对比结果

Table 6 Contrastive results of closed-circuit test before and after the improved technical process

工艺 流程	名称	产率 /%	品位/%		回收率/%	
			铅	锌	铅	锌
改进前 (优先浮选)	铅精矿 ^a	0.69	48.90	3.62	74.98	0.43
	锌精矿	10.32	0.65	48.20	14.91	84.88
	尾矿	88.99	0.05	0.97	10.11	14.69
改进后 (部分优先 部分混合 浮选)	原矿	100.00	0.45	5.86	100.00	100.00
	铅精矿 ^a	0.65	51.23	3.15	74.00	0.35
	锌精矿	10.12	0.53	50.21	11.92	86.71
	硫精矿 ^a	8.49	0.31	1.67	5.85	2.42
	尾矿	80.74	0.05	0.76	8.23	10.52
	原矿	100.00	0.45	5.86	100.00	100.00

从表 6 可以看出,改进后的工艺流程及药剂制度,取得的铅精矿品位提高了 2.33 个百分点;锌精矿中锌品位提高了 2.01 个百分点,回收率提高了

1.83个百分点;各项选矿指标较原流程方案优越,有效的降低了尾矿中铅、锌金属的损失,特别是锌金属的损失,同时增加了硫精矿产品。该流程方案能比较适应尤溪多金属矿铅锌矿的性质。

3 生产应用及效果

在试验室研究与论证的基础上,2012年开始进行工业试验,利用铅锌选矿厂的磨浮工艺流程,参照部分优先-部分混合浮选小型闭路试验流程及药剂制度,并主要针对选锌浮选流程,在生产过程中对混浮设备、药剂制度作了适当调整,增加了选硫设备。在原矿品位铅0.52%,锌5.6%时,铅精矿铅品位达到51%以上,回收率达到74%~85%;锌精矿锌品位达到51%左右,回收率达到86%~87%;硫精矿品位达到45%,回收率达到21%以上。

经过技术改造后,不仅提升产品质量,优化产品结构,增加直接经济效益,同时,优化后的药剂制度,减少了石灰的用量,改进了捕收剂种类,直接减低了生产成本,实现了高效、经济、环保的提升选矿指标。

4 结 论

(1)通过对铅系统的捕收剂进行调整,减少了苯胺的用量,提高了铅精矿的指标,不影响回收率的前提下,品位提高了2.33个百分点;同时,铅精矿含锌降低,提高了锌回收率;又因为方铅矿是银的主要

载体矿物,必然地随着铅回收率的提高,银的回收率亦随之得到提高。

(2)通过对锌系统的流程结构进行调整,并减少石灰用量,使锌硫混合精矿中锌的回收率大幅度提高,然后进行锌硫分选,实现提高锌精矿品位的同时,增加硫精矿产品。锌精矿品位提高了2个百分点,回收率提高了1.83个百分点,硫精矿的品位为45.2%,回收率为21.07%。

(3)该工艺在低碱度条件下锌硫分离,可进一步研究选锌尾矿再选硫,生产优质硫精矿,提高硫精矿回收率。

(4)该工艺可提高产品质量,调整产品结构,节约能源,降低消耗。为同类型多金属矿山综合回收矿产资源提供新的有效途径,具有一定的推广价值。

参考文献:

- [1] 谢东兵. 尤溪县铅锌矿资源开发与环境保护对策[J]. 福建环境, 2003(2): 37-38.
- [2] 胡为柏. 浮选[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1982.
- [3] 马玉斌, 于兴良. 提高铅矾山铅锌矿选矿指标的研究[J]. 有色金属: 选矿部分, 2002(2): 1-3.
- [4] Sun, WeiLiu, Run-QingCao, Xue-FengHu, Yue-Hua. Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition), v 16, n 3, June, 2006, 671-675.
- [5] Shen, W. Z. Fornasiero, D. Ralston, J. . International Journal of Mineral Processing, v 63, n 1, June, 2001, 17-28.

Research on Improving Beneficiation Indexes of Youxi Pb-Zn Ore

Miao Haihua¹, Zhang Guangliang¹, Zhang Yiwei¹, Wang Xiao²

(1. Jindong Mining co., Ltd., Youxi, Fujian, China;

2. Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: The properties of Youxi Pb-zn ore is very complex and high sulphur, sphalerite, galena have close inter-growth relation with gangue. According to the property of the mineral, the separation of galena and sphalerite under the condition of low alkali could be efficiently realized by using optimization of reagent regime and reforming the structure of flotation process which the priority in flotation process could be changed into that in partial bulk flotation. It not only improves the concentrate grade index and optimizes the product structure, but also reduces the cost of flotation reagents. By the new technological process and new reagent regime, the lead concentrate grade is improved 2.33%, and the zinc concentration grade and recovery of Zn is increased by 2.01% and 1.83%, respectively, which effectively reduces the loss ratio of the lead and zinc in the tailing, especially the zinc metal. At the same time, it can further recover S from the zinc tailings, increase the high-grade sulphur concentrate products and improve the recovery of sulphur. The study supplies new and effective pathway for the comprehensive utilization of the similar multi-metal resources and has a popularized value.

Keywords: Multi-metal sulfide mineral; Flotation; Low-alkaline; Technical process