

某含银复杂铜铅锌多金属硫化矿浮选试验

温凯, 陈建华

(广西大学资源环境与材料学院, 广西高校矿物工程重点实验室, 广西 南宁 530004)

摘要: 本文介绍了某铜铅锌多金属硫化矿的浮选试验。矿石中有用矿物为闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等, 其他矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿以及少量菱锌矿、铜蓝、铅钒等矿物, 并伴生大量的银。本试验采用了铜铅混合优先浮选-混合精矿再磨-铜铅分离-铜铅尾矿再选锌的优先浮选流程, 并且综合回收了银。试验中探索了药剂的组合使用, 在保证选矿指标的前提下, 又节省了成本。原矿经过一粗-两次混合精选-铜铅分离流程得到铜精矿品位 25.65%, 铜回收率 73.25%, 银回收率 2.47%; 铅精矿品位 46.59%, 铅回收率 87.78%, 银回收率 82.23%。铜铅尾矿经过一粗二精一扫的流程, 得到了锌精矿品位 38.19%, 锌回收率 86.64%, 银回收率 7.44%, 银的综合回收率达到 92.14%。

关键词: 铜铅锌硫化矿; 铜铅分离; 药剂组合使用; 回收率; 综合回收

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2019.06.006

中图分类号: TD952 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2019) 06-0028-05

铜铅锌多金属硫化矿由于矿物组成复杂, 金属种类繁多, 并且常常伴有贵金属等特点, 其分选一直是一个难题^[1-4]。我国铜铅锌矿产资源分布广泛, 矿产多嵌布粒度不均匀, 并且有用金属品位较低。本试验的目的即为探索含有贵金属时, 铜铅锌多金属硫化矿在无毒、低碱条件下的高效综合回收。

1 原 矿

1.1 多元素分析

矿石中有用矿物为闪锌矿、方铅矿、黄铜矿等, 其他矿物有黄铁矿、磁黄铁矿、白铁矿以及少量菱锌矿、铜蓝、铅钒等矿物。脉石矿物主要有铁染碳酸盐、硅酸盐、绿泥石、长石、绢云母和萤石等。对原矿进行了多元素分析, 结果见表 1。

表 1 原矿多元素分析结果 /%

Table 1 Multi-element analysis results of the run-of-mine ore

Cu	Pb	Zn	S	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Au	Ag*
0.76	2.85	3.76	4.36	45.73	6.54	4.37	9.57	0.07	57.45

* 单位为 g/t。

从表 1 可以看出, 原矿中铜的含量有 0.76%、铅含量 2.85%、锌含量 3.76%, 除此之外还含有大量的银, 含量为 57.45g/t。因此, 矿石中的主要回收元素是铜、铅、锌、银。

1.2 物相分析

对铜、铅、锌进行了物相分析, 结果见表 2 所示, 硫化铜占总铜 94.74%, 硫化铅的占总铅的 92.98%, 硫化锌占总锌的 94.15%。这是一个典型的铜铅锌多金属硫化矿石。

原矿闪锌矿、方铅矿和黄铜矿之间以及与脉石之间嵌布关系复杂, 多呈现细粒不均匀嵌布。主要金属矿物粒度测定表明, 方铅矿粒度大于 0.074 mm 40.37%, 小于 0.019 mm 12.33%。闪锌矿粒度大于 0.074 mm 47.59%, 小于 0.019 mm 11.88%。黄铜矿粒度大于 0.074 mm 40.37%, 小于 0.019 mm 的占到 13.75%。矿物单体解离度较差, 要获得较好的技术指标就需要对矿石进行再磨再选。

表 2 铜、铅、锌的物相分析结果

Table 2 Analysis results of copper, lead and zinc phase

相别	原生硫化铜	次生硫化铜	氧化铜	总铜	硫化铅	氧化铅	总铅	硫化锌	氧化锌	总锌
含量 /%	0.47	0.25	0.04	0.76	2.65	0.20	2.85	3.54	0.22	3.76
占有率 /%	61.84	32.89	5.26	100.00	92.98	7.02	100.00	94.15	5.85	100.00

收稿日期: 2018-08-07

作者简介: 温凯 (1992-), 男, 硕士研究生, 研究方向为有色金属矿物加工。

2 浮选试验

铜铅锌多金属硫化矿浮选常采用铜铅混合优先浮选-铜铅精矿再磨-铜铅分离-选铜铅尾矿选锌, 以及铜铅锌混合浮选-铜铅锌分离这两种方法^[5-7]。通过试验对比, 发现铜铅混合优先浮选-铜铅精矿再磨-铜铅分离-选铜铅尾矿再选锌的流程优于其他流程, 铜铅精矿回收率较高, 铜铅分离也较容易实现, 而且原矿中含有大量贵金属, 铜铅混合优先浮选的方法有利于贵金属的综合回收。

2.1 铜铅混合优先粗选试验

2.1.1 磨矿细度试验

磨矿细度对于矿物单体解离具有重要影响, 也直接影响矿物浮选的指标^[1-9]。本试验拟采用图1的流程对原矿进行磨矿细度试验。其中, D82为铜铅混合粗选黄铁矿抑制剂, 硫酸锌+硫化钠为硫化锌矿物抑制剂, 乙硫氮+丁基黄药为捕收剂, MIBC为起泡剂。试验结果见图2。

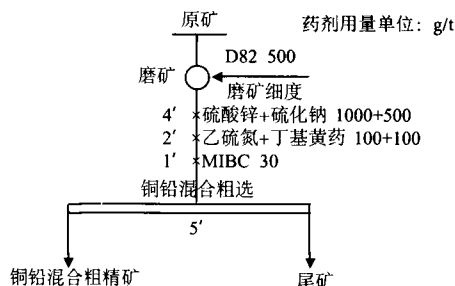


图1 铜铅粗选试验流程

Fig.1 The flow chart of roughing flotation of copper and lead

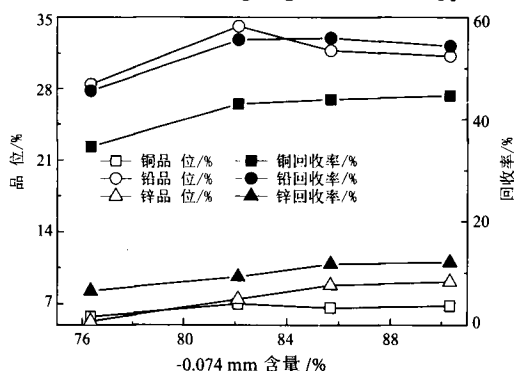


图2 磨矿细度与铜、铅、锌品位和回收率的关系

Fig.2 Effect of grinding fineness on the grade and recovery of copper lead and zinc

从图2可以看出, 随着矿物-0.074 mm含量的增加, 铜铅混合粗精矿的品位与回收率也随之升高, 当-0.074 mm 82.11%时, 铜铅粗精矿品位达到最大值, 铅回收率也比较高, 铜铅粗精矿含锌品位与回收率也比较低。随着-0.074 mm含量的继续增大, 铜铅粗精矿回收率上升不明显, 但是铜

铅粗精矿品位降低较明显, 并且铜铅粗精矿含锌品位与回收率也较高。因此, 磨矿细度选择-0.074 mm含量82.11%是合适的。

2.1.2 黄铁矿抑制剂用量试验

黄铁矿抑制剂选择D82, D82是新型环保抑制剂, 并且对于贵金属回收无影响。D82用量试验结果见图3。

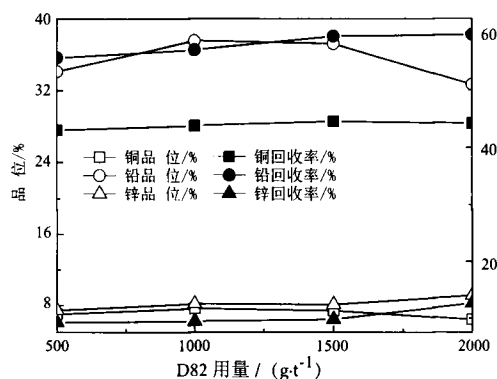


图3 D82用量对于铜、铅、锌粗精矿品位与回收率的影响
Fig.3 Effect of D82 dosage on grade and recovery of copper, lead and zinc

从图3可以看出, 随着D82用量的升高, 铜铅粗精矿的品位与回收率也随之升高, 当D82用量为1500 g/t时, 铜铅粗精矿品位与回收率均较高, 铜铅粗精矿含锌品位与回收率也比较低。随着D82用量继续升高, 铜铅粗精矿回收率基本不变, 但是铜铅粗精矿的品位下降明显。因此, 选择D82用量1500 g/t是合适的。

2.1.3 抑锌抑制剂用量试验

高效分离铜铅锌硫化矿, 抑制剂十分重要^[5-7]。常见的抑锌抑制剂有硫酸锌、硫化钠、焦亚硫酸钠、亚硫酸钠等, 也有这几种药剂混合使用。经过试验探究, 硫酸锌+碳酸钠的混合使用抑锌效果较好, 因此, 选择硫酸锌+碳酸钠作为抑锌抑制剂进行用量试验, 试验结果见图4。

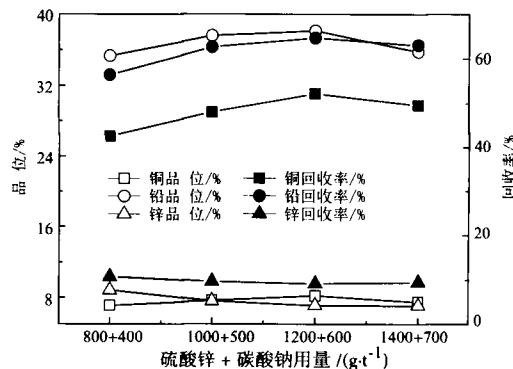


图4 硫酸锌+碳酸钠对于铜、铅、锌粗精矿品位与回收率的影响

Fig.4 Effect of zinc sulfate+ sodium carbonate dosage on grade and recovery of copper lead and zinc

从图4可以看出,随着抑制剂用量的升高,铜铅粗精矿的品位与回收率也随之升高,当硫酸锌+碳酸钠用量为(1200+600) g/t时,铜铅粗精矿品位与回收率均达到较高值,铜铅粗精矿含锌品位与回收率均比较低。随着抑制剂用量继续升高,铜铅粗精矿品位与回收率都开始降低,因此,选择硫酸锌+碳酸钠用量(1200+600) g/t是合适的。

2.1.4 铜铅混浮捕收剂试验

硫捕收剂对于铜铅混合粗精矿的品位与回收率有很大影响^[1-9]。常见的铜锌硫化矿的捕收剂有丁基黄药、乙硫氮、25号黑药等,也有将这几种捕收剂组合使用的情况。捕收剂的组合使用可以降低单一药剂的用量,并且可以使得药剂之间产生协同捕收的作用。由于乙硫氮是硫化矿的良好捕收剂,具有较强的捕收性,而3418A对于硫化铜铅矿物具有良好的选择性,这两种药剂的混合使用具有很好的选择性与捕收性,所以,选择乙硫氮+3418A作为铜铅混浮捕收剂进行试验。试验结果见图5。

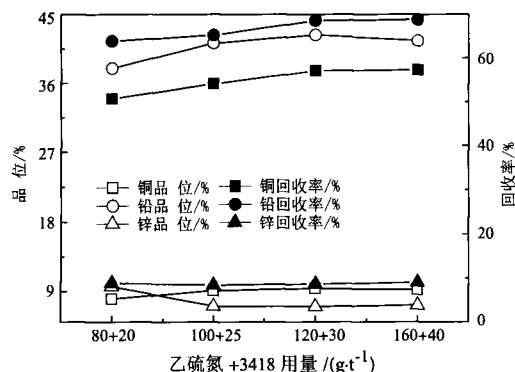


图5 乙硫氮+3418A用量对于铜、铅、锌粗精矿品位与回收率的影响

Fig. 5 Effect of diethyldithiocarbamate+ 3418A dosage on grade and recovery of copper lead and zinc

从图5可以看出,随着捕收剂用量的升高,铜铅混合粗精矿的品位与回收率也随之升高,当捕收剂用量为(120+30) g/t时,铜铅粗精矿品位与回收率均达到较高值,铜铅粗精矿含锌品位与回收率均比较低。随着捕收剂用量继续升高,铜铅混合粗精矿品位与回收率基本不再升高,因此选择乙硫氮+3418A用量为(80+20) g/t是合适的。

2.2 铜铅混合精矿分离试验

2.2.1 铜铅混合精矿再磨试验

铜铅混合精矿经过两次精选后,铜铅混合精矿中铜的品位始终无法达到15%以上,因此要想获得较好的铜铅分离指标,必须要对铜铅混合精矿进行再磨再选。铜铅混合精矿再磨试验结果见图6。

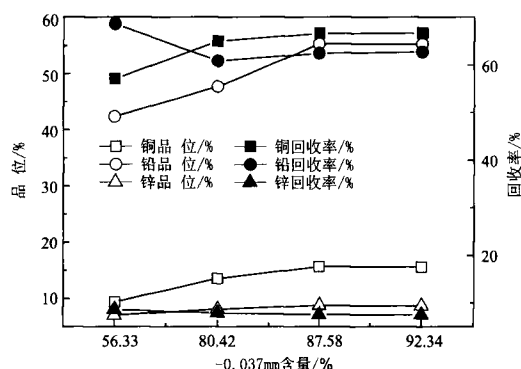


图6 混合精矿磨矿细度对于铜、铅、锌品位与回收率的影响

Fig. 6 Effect of fineness of bulk concentrate grinding on copper lead and zinc grade and recovery

从图6可以看出,随着再磨细度的增大,铜铅精矿品位与回收率也随之升高,当再磨细度达到-0.037 mm 87.58%时,铜铅混合精矿品位与回收率都比较高。随着磨矿细度的继续增大,铜铅混合精矿的品位与回收率升高均不明显,说明可能存在过磨的情况,因此,选择再磨细度为-0.037 mm 87.58%是合适的。

2.2.2 铜铅分离抑制剂试验

铜铅分离采用抑铅浮铜的方法。使用活性炭作为脱药剂,方铅矿抑制剂的选择对于铜铅能否高效分离有很大影响。常见的方铅矿抑制剂有高锰酸钾、重铬酸钾、硫酸亚铁、焦亚硫酸钠、双氧水等,也有将这几种抑制剂组合使用的情况。经过试验探究,硫酸亚铁+焦亚硫酸钠的混合使用具有良好的效果,因此,进行了硫酸亚铁+焦亚硫酸钠的用量试验,试验结果见图7。

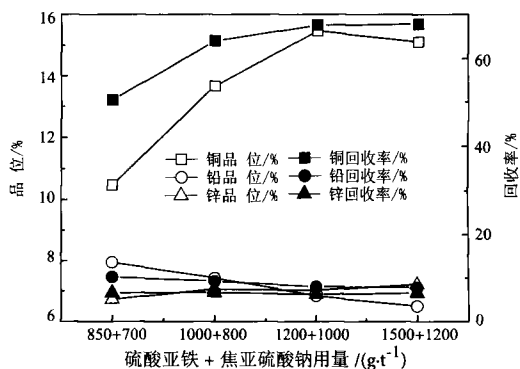


图7 硫酸亚铁+焦亚硫酸钠对于铜、铅、锌粗精矿品位与回收率的影响

Fig. 7 Effect of ferrous sulfate + sodium pyrosulfite dosage on grade and recovery of copper, lead and zinc

从图7可以看出,随着抑制剂用量的升高,铜粗精矿的品位与回收率也随之升高,当抑制剂用量为(1200+1000) g/t时,铜粗精矿品位与回收

艺流程试验研究[J]. 有色金属: 选矿部分, 2011(1):1-5.

[5] 陈代雄, 杨建文, 李观奇, 等. 高海拔地区复杂铜铅锌多金属硫化矿浮选试验研究及应用[J]. 有色金属: 选矿部分, 2009(6):1-6.

[6] 艾光华, 解志锋, 严华山, 等. 内蒙古某铜铅锌多金属矿选矿试验研究[J]. 有色金属: 选矿部分, 2015(3):15-18.

[7] 罗小林. 某复杂铜铅锌硫化矿浮选分离工艺研究[J]. 湖

南有色金属, 2011, 27(4):14-16.

[8] 叶从新, 李碧平, 薛峰, 等. 华南某铜铅锌矿浮选工艺研究[J]. 有色金属: 选矿部分, 2010(1):9-14.

[9] 朱一民. 某地低品位铜铅锌银矿绿色环保选矿试验研究[J]. 矿冶工程, 2011, 31(1):24-26.

Experimental Study on Flotation of Copper, Lead and Zinc Polymetallic Sulfide Ore Containing Silver

Wen Kai, Chen Jianhua

(College of Resources, Environment and Materials, Guangxi University, Guangxi Colleges and Universities Key Laboratory of Minerals Engineering, Nanning, Guangxi, China)

Abstract: This paper describes the flotation test of a copper-lead-zinc polymetallic sulfide ore. The useful minerals in the ore are sphalerite, galena, chalcopyrite, etc. Other minerals include pyrite, pyrrhotite, pyrite, and a small amount of minerals such as smithsonite, copper blue, lead and vanadium, and associated with Silver. This experiment adopts the preferential flotation process of preferential flotation copper-lead mixed concentrate-mixed concentrate regrinding-copper-lead separation-separation of copper-lead tailings and zinc reparation, and comprehensive recovery of silver. In the test, the combination of the medicaments was explored, and the cost was saved under the premise of ensuring the mineralization index. By one roughing -twomixed cleaning -copper - lead separation process, the copper concentrate with the grade of 25.65%, copper recovery of 73.25%, and silver recovery of 2.47% was obtained. The lead concentrate was obtained with a lead concentrate grade of 46.59%, a lead recovery of 87.78%, and a silver recovery of 82.23%. By adopting the process of one roughing two cleaning one scavenging for the copper-lead tailing ore, the zinc concentrate with a zinc concentrate grade of 38.19%, a zinc recovery rate of 86.64%, a silver recovery rate of 7.44%, and a comprehensive recovery rate of silver of 92.14%.

Keywords: Copper-lead-zinc sulfide ore; Copper-lead separation; Combination of agents; Recovery; Comprehensive recovery

(上接 40 页)

Experimental Study on Optimization of Regrinding Medium in a Copper Ore in Anhui Province

Deng Hemiao¹, Xiao Qingfei^{2,3}, Huang Yinqi², Guo Yunxin²

(1.Dongguashan Copper Mine, Tongling Nonferrous Metals Group Co., Tongling, Anhui, China; 2.Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming, Yunnan, China; 3.State Key Laboratory of Mineral Processing, Beijing, China)

Abstract: In order to improve the grain size composition of grinding products in a mill of a copper mine in Anhui province, steel ball and steel forging were used as grinding media to compare the grinding effects of the mill, and steel forging was finally used as grinding media for the mill of 4.0× 6.7m with the initial size composition of 35× 40: 25× 30: 20× 25 = 20: 40: 40. The test results show that the grain size uniformity of grinding products is obviously improved by the recommended steel forging scheme compared with the field scheme, the yield of - 0.038 mm is increased by 2.26 %, and the yield of - 0.038 + 0.010 mm is increased by 3.25 %, moreover, the yield of - 0.010 mm is decreased by 2.27 %, and the yield of - 0.038 + 0.010 mm is increased by 1.03 % compared with the recommended steel ball ratio, which creates favorable conditions for improving the flotation recovery rate of copper and has certain guiding significance for improving the quality of secondary grinding operation.

Keywords: Copper ore; Middling regrinding; Grinding medium; Particle size composition; Beneficiation index