

铜锌硫化矿浮选分离试验研究^{*}

李宁, 覃文庆, 焦芬, 魏茜

(中南大学资源加工与生物工程学院, 湖南 长沙, 410083)

摘要:通过单矿物浮选试验研究黄铜矿和铜离子活化后的铁闪锌矿在Z-200作用下的浮选行为,以及六偏磷酸钠对它们可浮性的影响。研究表明:用Z-200作捕收剂,六偏磷酸钠作抑制剂,黄铜矿和铜离子活化后的铁闪锌矿在pH 8~10范围内具有很好的浮选分离效果;实际矿石浮选试验表明,六偏磷酸钠和硫酸锌组合应用于铜锌分离中,对锌矿物能起到较好的抑制作用,从而达到铜锌分离的目的,但仍存在问题,需要进一步研究与优化。

关键词:六偏磷酸钠;铁闪锌矿;黄铜矿;铜锌分离;浮选;抑制剂

中图分类号:TD952.2;TD923+.14 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0076(2012)04-0033-04

Flotation Separation of Cu-Zn Sulphide Ore by Sodium Hexametaphosphate

LI Ning, QING Wen-qin, JIAO Fen, WEI Qian

(School of Minerals Processing and Bioengineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: The flotation behavior of chalcopyrite and Cu-activated marmatite with O-isopropyl-N-ethyl thionocarbamate (Z-200) and the effect of sodium hexametaphosphate on their floatability were studied by single mineral tests. The results show that the selective separation of chalcopyrite from Cu-activated marmatite could be achieved at the pH value range of 8-10 when using O-isopropyl-N-ethyl thionocarbamate as collector and sodium hexametaphosphate as depressant. The results of the real ore tests shows that the combination of sodium hexametaphosphate and zinc sulfate can depress zinc minerals effectively and outputs a good result in separating zinc from copper minerals, but with some problems which need further research and optimization.

Keywords: sodium hexametaphosphate; marmatite; chalcopyrite; separation of chalcopyrite and marmatite; flotation; depressant

铜、锌金属原材料在国民经济建设中有着相当重要且广泛的应用,而铜锌硫化矿石是冶炼铜锌的重要原料,因此其选别分离研究工作十分重要。浮选法是选别铜锌硫化矿的一种主要方法,但由于有用矿物致密共生,影响矿物可浮性的离子交错重叠,闪锌矿易被铜离子活化,大量黄铁矿和磁黄铁矿等矿物及矿泥的存在等原因,导致了铜锌浮选分离通

常比较困难^[1]。

目前铜锌硫化矿的浮选分离仍是选矿领域中比较棘手的问题。多年来国内外选矿工作者已经在这方面进行了大量的研究工作,并取得了很大的进展。选择高效的铜捕收剂和强力的锌抑制剂是其中一个重要的研究方向。除了乙黄药、丁黄药、Z-200等常用的捕收剂外,已经出现了如B₆、PAC、BK-301、

^{*} 收稿日期:2012-02-13;修回日期:2012-04-11

作者简介:李宁(1986-),女,河北完县人,矿物加工专业硕士研究生,主要从事硫化矿选矿研究,znlining@163.com。

LP-01、SK-9011 等多种铜锌硫化矿的新型捕收剂,并取得了很好的应用效果。而闪锌矿的常规抑制剂有氰化物、硫酸锌、亚硫酸及其盐、硫化钠等。除氰化物外,其它几种药剂一般单独使用抑制闪锌矿的效果不佳,常常采用组合抑制剂来强化对闪锌矿的抑制。许多新型抑制剂如 YS-3、DZ、Z-206、CCE 组合抑制剂等也被应用于铜锌分离,并取得了较好的浮选指标。

六偏磷酸钠(NaPO_3)₆ 是一种聚磷酸盐,又名格拉哈姆氏盐,它可以络合除季铵盐和碱金属以外的所有金属阳离子^[2]。它是典型的无机调整剂,在浮选过程中常用于抑制方解石、石灰石等碳酸盐,以及石英、硅酸盐等脉石矿物。目前关于它的应用及作用机理的了解已经比较深入,但它在硫化矿方面的应用比较有限。本文分别通过单矿物和实际矿石的浮选试验研究了六偏磷酸钠在铜锌硫化矿浮选分离中的抑制作用。

1 试验试样、试剂和试验方法

1.1 试验试样

1.1.1 单矿物试样

试验所用黄铜矿和铁闪锌矿均取自广西某地,两种矿物均由块矿经破碎、手选,然后用瓷球磨细,并采用干式筛分,分出 $-74+38\ \mu\text{m}$ 粒级作为试验矿样。化学分析与 X 射线衍射分析表明,其纯度均在 90% 以上。

1.1.2 实际矿石

实际矿石浮选所用矿样来自广西某地,其多元素分析见表 1,主要矿物物相分析结果见表 2。

1.2 试验试剂

单矿物试验选用硫酸铜作为活化剂,Z-200 作为捕收剂,六偏磷酸钠、硫酸锌作为抑制剂,硫酸和氢氧化钠作为 pH 调整剂。实际矿石浮选中,除单矿物试验所用药剂外还使用了乙硫氮、丁铵黑药、丁黄药作为捕收剂,硫化钠、亚硫酸钠作为锌抑制剂、腐殖酸钠作为硫铁矿和毒砂的抑制剂,2 号油作为起泡剂,碳酸钠作为矿浆 pH 调整剂。单矿物浮选用一次蒸馏水,实际矿石浮选用自来水。试验药剂除 Z-200、丁铵黑药、丁黄药、2 号油为工业纯以外,其余均为分析纯。

表 1 矿石多元素分析结果

元素	Zn	Cu	Pb	Sn	As	S	In	Bi
品位	3.54	0.18	0.041	0.03	1.96	4.07	0.0017	0.018
元素	Au*	Ag*	Cd	P	F	Sb	Co	Ni
品位	0.056	20.72	0.03	0.22	0.39	0.039	0.0061	0.0051
元素	TiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	Fe	Ga
品位	0.33	13.60	1.50	11.68	2.14	42.03	8.54	0.0019

* Au、Ag 含量单位为 g/t。

表 2 主要元素物相分析结果

铜物相	含量	分布率	锌物相	含量	分布率
原生硫化铜	0.159	88.33	硫化锌	3.05	86.16
次生硫化铜	0.016	8.89	硫酸锌	痕迹	/
自由氧化铜	0.003	1.67	碳酸锌	0.08	2.26
结合氧化铜	0.002	1.11	锌铁尖晶石	0.41	11.58
合计	0.18	100.00	合计	3.54	100.00

1.3 试验方法

1.3.1 单矿物浮选试验

单矿物浮选试验在 XFG 小型挂槽式浮选机中进行,浮选槽容积为 40 ml。每次试验矿样为 2 g,先将单矿物加入 100 ml 的烧杯中并加入 50 ml 的一次蒸馏水,再用超声波清洗 5 min,再移入浮选槽中进行浮选,根据试验要求依次加入相应的 pH 调整剂、活化剂、抑制剂、捕收剂并分别搅拌 2 min,然后浮选 2 min,计算回收率。

1.3.2 实际矿石浮选试验

实际矿石小型试验采用 3 L、1.5 L、1 L 和 0.5 L 单槽式浮选机,浮选产品分别烘干称重,制样,经化验品位后计算回收率。

2 结果和讨论

2.1 单矿物浮选试验

2.1.1 黄铜矿与铁闪锌矿可浮性研究

图 1 所示为用 Z-200 作捕收剂,黄铜矿和被铜离子活化的铁闪锌矿在不同 pH 条件下的浮选行为。从图 1 可以看出,在酸性条件下,铁闪锌矿具有好的可浮性,随着 pH 值增大,铁闪锌矿可浮性明显下降;而黄铜矿在整个 pH 范围内都具有较好的可浮性,且在 pH 5.5~8.5 的范围内,浮选回收率达到 90% 以上。以上的试验结果表明,Z-200 作为黄铜矿和被铜离子活化的铁闪锌矿的捕收剂选择性较

好,但是只使用捕收剂难以达到铜锌浮选分离的目的。要实现黄铜矿和铁闪锌矿的浮选分离,还需要使用有效的选择性抑制剂,从而降低铁闪锌矿的浮选回收率。

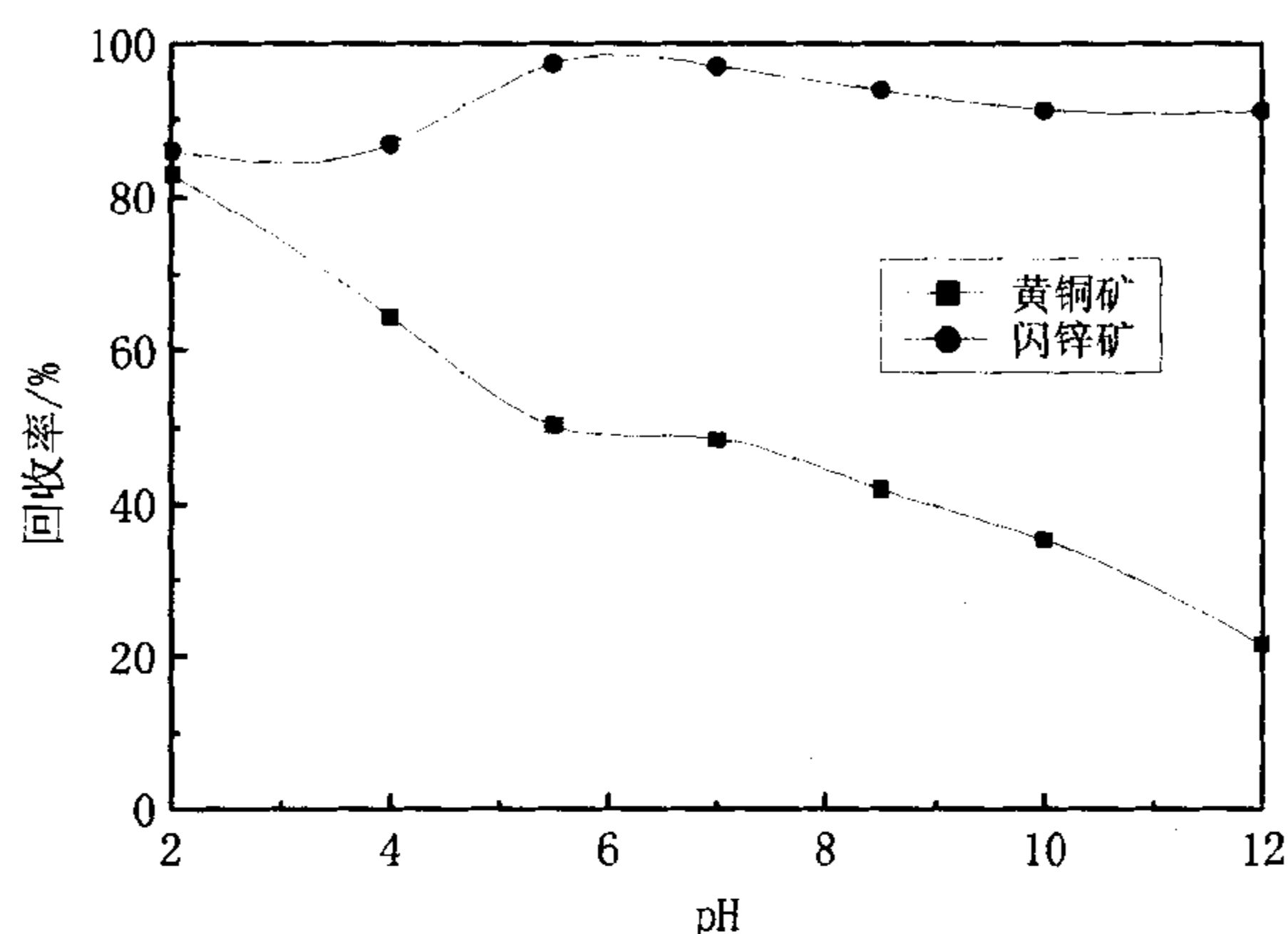


图1 在Z-200作用下pH对黄铜矿和被活化的铁闪锌矿浮选行为的影响

$[Z-200] = 10^{-4} \text{ mol/L}$; $[CuSO_4] = 10^{-4} \text{ mol/L}$

2.1.2 抑制剂对矿物可浮性的影响

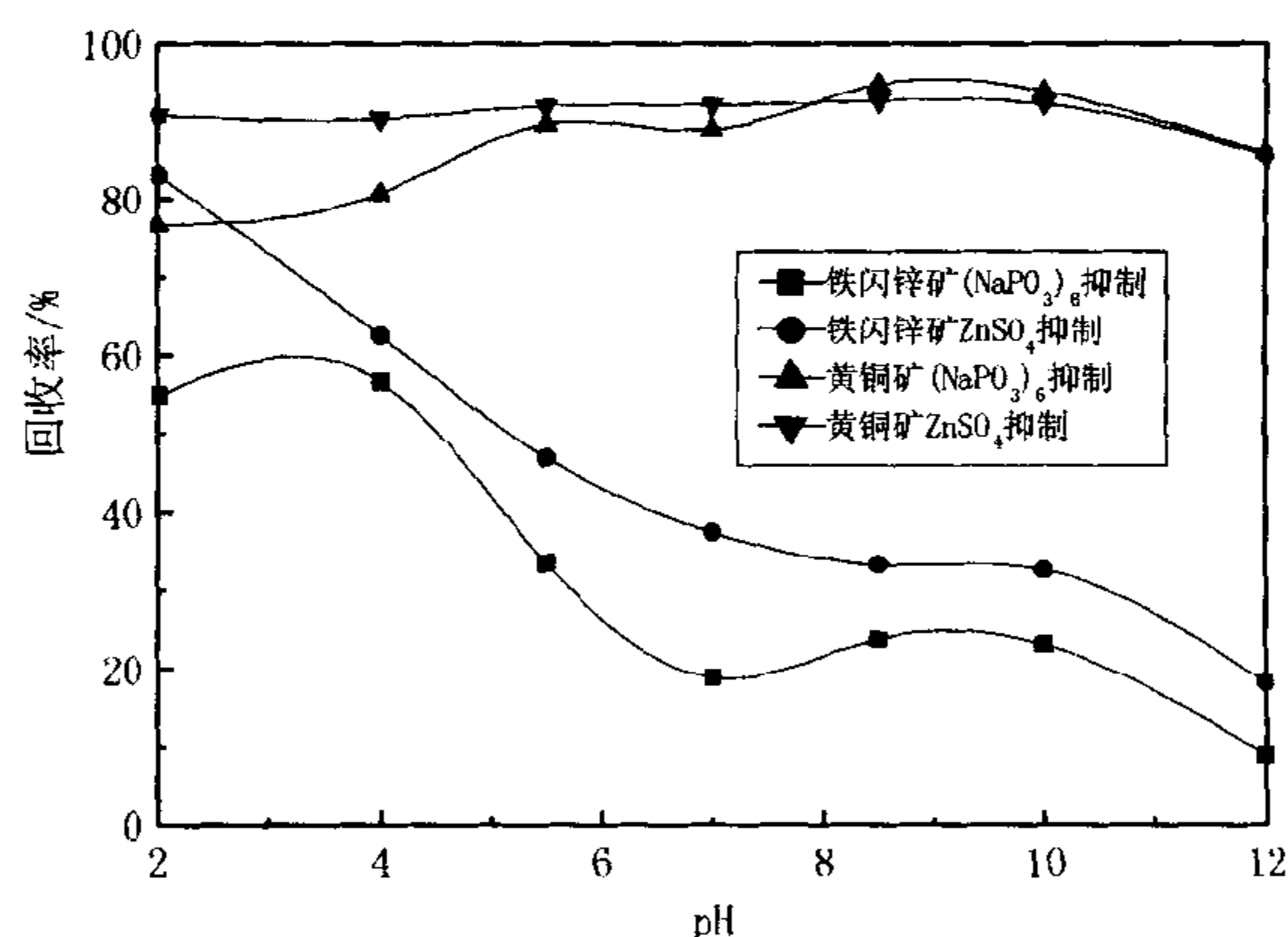


图2 在Z-200和不同抑制剂作用下pH对黄铜矿和被活化的铁闪锌矿浮选行为的影响

$[Z-200] = 10^{-4} \text{ mol/L}$; $[CuSO_4] = 10^{-4} \text{ mol/L}$; [六偏磷酸钠] = $1.5 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$; $[ZnSO_4] = 2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$

分别以六偏磷酸钠、硫酸锌作为抑制剂,用Z-200作捕收剂,研究不同pH条件下矿物可浮性的变化情况,结果见图2。与图1对比可以看出,抑制剂作用后,尤其在碱性条件下,活化后的铁闪锌矿的浮选回收率明显降低,而黄铜矿的浮选回收率没有受到明显的影响。由图2可见,在整个pH范围内,两种抑制剂对黄铜矿都没有特别明显的抑制作用,而对铁闪锌矿的影响就相对显著,且六偏磷酸钠对铁闪锌矿的抑制效果强于硫酸锌。在使用六偏磷酸钠

时作为抑制剂时,在pH 8~10之间,黄铜矿的浮选回收率都超过90%,铁闪锌矿的浮选回收率在20%左右,黄铜矿和铁闪锌矿的浮选分离效果最好。试验结果表明,六偏磷酸钠对被活化的铁闪锌矿具有很好的抑制作用,且可以在pH 8~10范围内实现黄铜矿和被活化的铁闪锌矿的选择性分离。

2.2 实际矿石浮选试验

根据原矿矿石性质的研究结果,试验采用优先浮铜—锌硫混浮分离流程,即优先浮选得铜精矿,尾矿进行锌硫混浮。由于本文主要目的在于说明六偏磷酸钠在铜锌分离中的抑制作用,故锌硫混浮等试验部分不做详细说明。条件试验分别进行磨矿细度、铜粗选和铜精选的捕收剂种类、用量,抑制剂种类、用量等试验。

2.2.1 条件试验

磨矿细度试验结果表明,当磨矿细度为-0.074 mm含量84.68%时,铜精矿回收率较高,铜、锌分离效果也较好;而且尾矿中的金属流失量最少。故确定适宜的磨矿细度为-0.074 mm占84.68%左右。

铜粗选试验采用腐殖酸钠作为硫铁矿和毒砂的抑制剂,硫酸锌和其它抑制剂组合作为锌的抑制剂,碳酸钠作为矿浆pH调整剂,按照逐个调优法进行条件试验,确定碳酸钠用量为1 000 g/t。

锌抑制剂的种类试验考察了硫酸锌分别和亚硫酸钠、硫化钠、亚硫酸氢钠、六偏磷酸钠组合的抑制效果。结果发现,当采用硫酸锌与亚硫酸钠组合、用量为1 000 g/t时效果较好,粗精矿中铜的品位和回收率较高。

铜粗选捕收剂种类试验表明,Z-200铜回收率和分离效果较好,其最佳用量为85 g/t。

铜精选试验针对硫酸锌与其它抑制剂的组合进行了锌的抑制剂种类试验,结果表明,硫酸锌与六偏磷酸钠组合时,铜锌分离效果较好。

2.2.2 闭路试验

在条件试验的基础上,进行了小型闭路试验,试验流程见图3,试验结果见表3。

由试验结果可知,铜精矿中铜品位为20.61%,铜回收率为68.48%,锌的品位为11.19%;锌精矿中锌的品位为50.29%,回收率为86.95%,铜的品位为0.67%。闭路试验指标较好,但该流程仍存在铜回收率偏低、含锌偏高,锌硫分离压力较大,药剂

用量大等问题,需在后续试验研究中进一步改善。

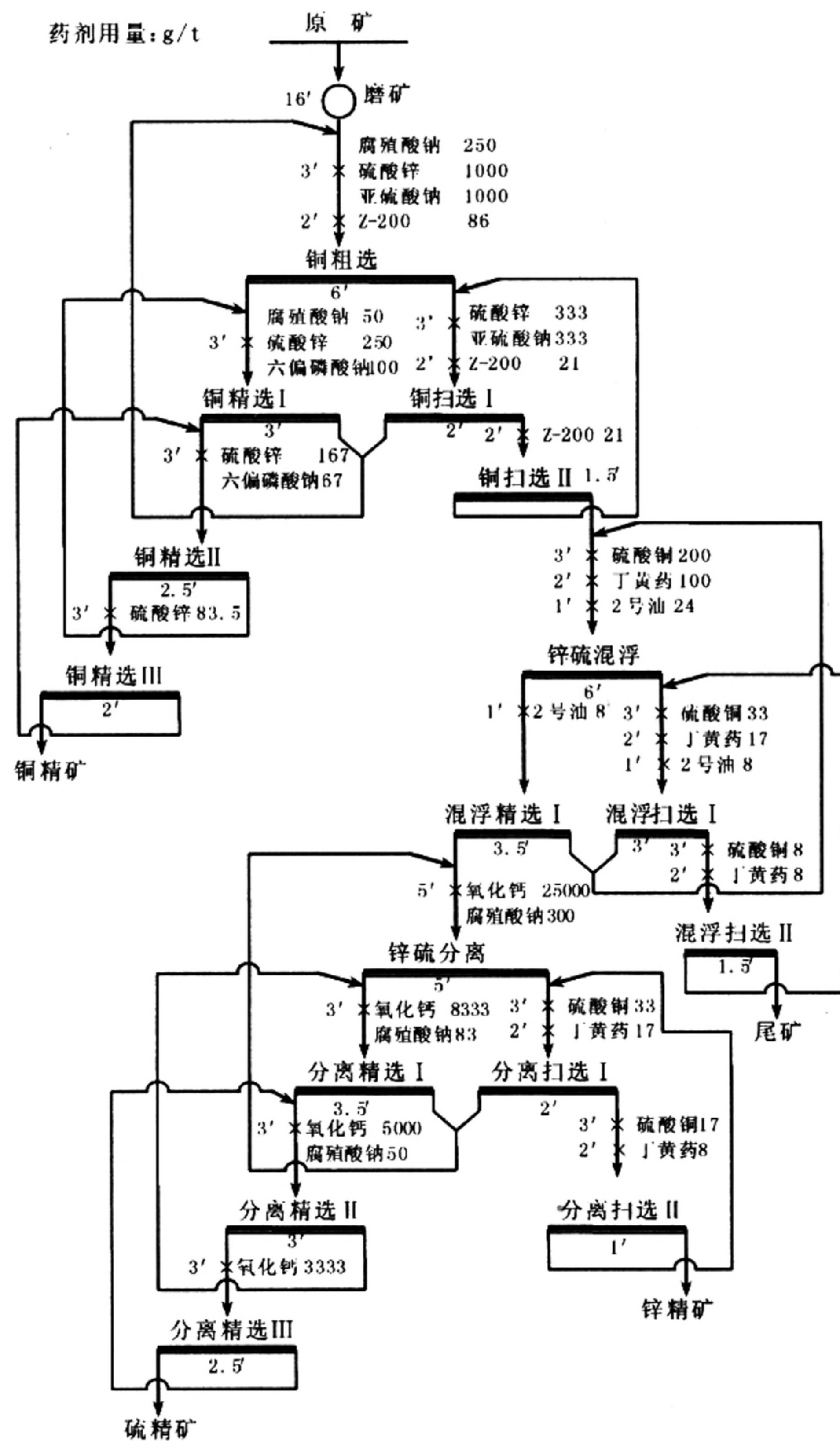


图3 闭路试验流程

表3 闭路试验结果

/%

产品名称	产率	品位		回收率	
		Cu	Zn	Cu	Zn
铜精矿	0.89	20.61	11.19	68.48	3.13
锌精矿	5.50	0.67	50.29	13.78	86.95
磁精矿	0.32	0.093	2.44	0.11	5.77
砷精矿	10.67	0.21	1.72	8.36	0.25
尾矿	82.62	0.03	0.15	9.27	3.90
原矿	100	0.27	3.18	100	100

3 结语

(1)通过单矿物浮选试验研究,六偏磷酸钠在中、碱性条件下对被铜离子活化的铁闪锌矿具有较好的抑制作用,而对黄铜矿的可浮性影响较小。在以Z-200作捕收剂,以六偏磷酸钠作为抑制剂,pH 8~10的范围内,被铜离子活化的铁闪锌矿和黄铜矿的浮选分离效果最好。

(2)通过铜锌硫化矿实际矿石的浮选分离研究,六偏磷酸钠和硫酸锌组合药剂对锌矿物具有较好的抑制作用,在弱碱性条件下,对铜矿物与铁闪锌矿的分离取得了较好的选别指标,但其抑制作用有待进一步的研究与优化。

参考文献:

- [1] 邱廷省,邱仙辉. 铜锌硫化矿浮选分离技术的研究与进展[J]. 世界有色金属,2009(2).
- [2] 胡岳华,陈湘清,王毓华. 磷酸盐对一水硬铝石和高岭石浮选的选择性作用[J]. 中国有色金属学报,2003(1).