

新型有机抑制剂在化工 铅锌分离中的试验及经济价值研究

李莹 夏国春 (广西森合高新科技股份有限公司, 广西 南宁 530226)

蔡教忠 (中国矿业大学, 江苏 徐州 221000)

李阳 (北京科技大学, 北京 100000)

摘要: 为降低药剂成本, 持续进行某新型铅锌分离有机抑制剂在某矿山的小型试验研究。该抑制剂取得了较好的铅锌分离效果, 获得了铅品位为 21.15%, 铅回收率 93.94%, 含锌 5.16% 的铅精矿, 在不需要改进工艺和设备的基础上, 预计使用该新型抑制剂较该矿山原先的抑制剂成本降低 198.55 万元/a, 降低生产成本, 提高了企业经济效益。硫化铅锌矿因可浮性相近, 从而导致铅锌浮选分离较为困难, 铅锌分离常用的抑制剂类型有氰化物、石灰、无机抑制剂、有机抑制剂等。广西河池某矿山为铅锌多金属矿, 铅锌回收浮选工艺采用先混合浮选再抑锌浮铅。目前该矿山铅锌分离抑制剂采用抑制剂 LS, 相较于氰化物, 对环境的造成的负担较小, 然而药剂成本较高。采用新型有机抑制剂金蝉代替其现用的抑制剂 LS 进行铅锌分离试验研究, 研究金蝉在铅锌分离中的抑制效果及指标, 达到既可以高效回收铅锌资源, 又降低药剂成本的目的。

关键词: 铅锌分离; 抑制剂; 试验; 降低药剂成本

1 原矿性质分析

该矿山选别流程较为复杂, 本次小型试验用的试验样品取自铅锌分离给矿, 该给矿为生产流程中所有硫化矿浮选泡沫, 即混浮精矿、中矿和细泥脱硫后的硫化矿合并产品, 经浓密后给入球磨机磨细进入铅锌分离选别流程, 里面含多种有价金属元素。

该试验矿样中主要矿物为铁闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿、毒砂、脆硫锑铅矿、锡石、黄铜矿及少量泥质页岩等, 主要有价金属元素为铅锌锡, 砷含量较高, 其多元素分析见表 1。

矿样粒度分析结果见表 2。结果表明, 该粗精矿细度较细, -0.074mm 以下占比为 77.29%, -0.0374mm 以下占比 46.90%, 给矿细泥较高。铅锌品位分别为 0.77%、9.97%。铅主要分布在细粒级中, 88.52% 的铅分布在 -0.074mm 以下的粒级中。锌相对于铅, 在各粒级中分布相对均匀, 在 -0.074mm 以下分布率为 74.13%。铅锌在 -0.0374mm 微细粒级的分布率较高。

2 小型试验研究

2.1 抑制剂用量开路试验

将混匀缩分好的样品进行开路浮选试验, 本次试验样品里残留混合浮选的药剂, 捕收剂仅在扫选时加入, 起泡剂均未添加。开路流程采用一次粗选, 试验

结果见表 3 和表 4。

由试验结果可知, 在流程一致的情况下, 随着金蝉用量的增加, 铅粗精矿中锌品位不断下降, 当金蝉用量为 1000g/t 时, 一次粗选可以获得铅品位为 6.25%、锌品位为 5.5%、铅回收率为 90.99% 的铅粗精矿。而随着 LS 的用量增加, 铅粗精矿中锌品位不断下降, 在 LS 用量在 800g/t 时, 铅精矿中铅回收率是最高, 但铅粗精矿含锌品位从用量 1000g/t 时下降得较为明显, 再增加用量, 锌品位变化较小。

对比表 3 和表 4 可知, 金蝉和 LS 对试验样品混合粗精矿中锌具有类似的抑制性能。综合考虑铅粗精矿铅锌品位和回收率, 金蝉和 LS 选择 1000g/t 的用量进行下一步试验。

2.2 闭路试验

根据开路结果, 进行金蝉和 LS 的闭路实验, 考察其精矿品位和回收率。闭路流程采用一粗两扫两精试验流程, 试验结果见表 5。

由试验结果可知, 金蝉与 LS 在浮选条件一致的情况下, 两者的铅锌分离浮选指标相近, 金蝉较 LS 的铅精矿里的铅品位高 0.11%, 铅回收率低 0.52%, 锌品位低 0.1%。

因本次闭路铅精矿铅品位较低, 为了进一步验证

两种抑制剂在较高的铅精矿铅品位下的铅锌分离效果，增加一次精选。试验结果见表 6。

由表 6 可知，增加一次精选过后，两种抑制剂的精矿品位均达到 20% 以上， Y_s 为抑制剂时，获得铅品位为 26.87%，铅回收率为 92.13%，锌品位 3.48% 的铅精矿；金蝉为抑制剂时，获得铅品位为 21.15%、铅回收率为 93.94%，锌品位为 5.16% 的铅精矿。

3 新型有机抑制剂在化工铅锌分离中的经济价值研究

3.1 提高生产效率和产品质量

新型有机抑制剂通过与矿物表面活性点相结合，可对矿物浮选进行控制，为铅锌快速分离提供便利。这种抑制作用可以大幅度减少浮选过程中矿物的错配和夹带，提高分离精度。

杂质抑制效应能显著降低矿石错配与夹带，提高分选精度。在铅锌混合矿石中，由于各种矿物间的物理、化学特性有很大的差别，因此，有必要选用相应的抑制剂。结合多种矿物特性，开展抑制剂的筛选与优化研究，以期实现高效分离。

新型有机抑制剂与传统分离方法比较来看，可有效提升其生产效率，还能够简化分离流程，提高分离速度，压缩生产周期。为企业发展节省了大量时间成本，以便应对市场需求变化，为其实现可持续发展奠定了坚实基础。因抑制剂具有较高选择性，可有效实现铅锌快速分离，对纯度及精度也有一定保障，且高纯度产品还能够提高附加值，提高市场地位。在传统的分离工艺中，因分离条件波动及操作存在不确定性，产品质量及性能也会受到影响。而使用新型有机抑制剂，很大程度上降低了质量波动及不合格品数量的存在，企业节约了质量成本，且减少了退货及返工情况，更好的满足了客户需求。

3.2 降低生产成本和投资需求

通过使用新型有机抑制剂可大幅度减少药剂用量，传统模式下的分离方需要使用大量无机酸、碱等药剂成分，其原料及处理废液需要花费大量资金。而新型有机抑制剂通过精确的抑制作用，可以在较低的浓度下满足分离效果，且减少了药剂使用，节省了大量原料成本。再者，通过使用新型有机抑制剂，不仅提高了分离效率，也节约了能源与人工成本。且抑制

剂的抑制不仅能够提高分离精度，还能够缩减分离流程，减少分离时间，这有助于企业提高生产效率，加快生产周期，满足市场需求。新型有机抑制剂的使用还能够降低设备维护及更换成本。

以往分离方法在较高温度及压力下开展工作，一定时间内，设备将出现磨损及腐蚀情况，影响其使用寿命。而新型有机抑制剂的使用条件相对温和，可减少设备损坏的风险，延长设备使用年限，还能够对维修及更换成本进行有效控制。这为企业节约了设备成本，降低了生产成本。因新型有机抑制剂能够实现铅锌的高效分离，可有效提升铅锌回收率，以便增加铅锌产量，可进一步提升经济价值。此外，新型有机抑制剂所具备的环境友好性特征，对企业环境进行了有效维护，与传统无机抑制剂相比较来看，新型有机抑制剂的排放对环境的影响较小，符合绿色化学的发展趋势。企业可以减少环保设备的投入和运行成本，提高了经济效益，为企业实现可持续发展奠定了坚实基础。

4 结语

针对该矿山性质较为复杂的铅锌多金属硫化矿，经小型试验研究表明，新型有机抑制剂金蝉与该矿山现用抑制剂 LS 相比，具有以下特点：

①在浮选条件一致的前提下，可达到该矿山的指标要求，药剂成本较现用的抑制剂低，预计节约成本 198.55 万元/a，经济优势较为明显；

②该新型有机抑制剂金蝉对该矿山的矿石性质具有较好的铅锌分离效果，具备推广应用前景和深入研究价值。

参考文献：

[1] 杨广君, 陆智. 广西某难选铅锌多金属硫化矿石选矿试验研究 [J]. 黄金, 2018, 39(04): 48-52+58.

作者简介：

李莹 (1992-)，女，壮族，广西上林人，本科，中级工程师，研究方向：选矿试验研究。

广西重点研发计划项目：

项目名称：“金蝉”系列环保高效黄金浸出剂的研发及产业化（厅市会商），项目任务书编号：桂科 AB20297035，项目申请书编号：2020AB47003。

表 1 多元素分析结果

元素	Sn	Pb	Zn	S	As	Sb	Fe	Cu	Ag (kg/t)
含量 / (%)	0.24	0.80	9.82	26.83	3.23	0.95	25.06	0.14	0.0045

表2 粒级分析结果

粒级/mm	产率/(%)	铅品位/(%)	铅粒级分布率/(%)	锌品位/(%)	锌粒级分布率/(%)
+0.074	22.71	0.39	11.48	11.35	25.87
-0.074+0.0374	30.38	0.75	29.54	11.18	34.08
-0.0374	46.90	0.97	58.98	8.51	40.05
合计	100.00	0.77	100.00	9.97	100.00

表3 金蝉用量开路实验结果

抑制剂种类/(g/t)	产品名称	产率/(%)	铅品位/(%)	铅回收率/(%)	锌品位/(%)	锌回收率/(%)
金蝉 600	铅粗精矿	9.33	7.28	85.22	8.45	8.27
	尾矿	90.67	0.13	14.78	9.65	91.73
	给矿	100.00	0.80	100.00	9.54	100.00
金蝉 800	铅粗精矿	9.10	7.96	89.75	7.04	6.77
	尾矿	90.90	0.09	10.25	9.70	93.23
	给矿	100.00	0.81	100.00	9.46	100.00
金蝉 1000	铅粗精矿	11.44	6.25	90.99	5.50	6.57
	尾矿	88.56	0.08	9.01	10.10	93.43
	给矿	100.00	0.79	100.00	9.57	100.00
金蝉 1200	铅粗精矿	11.95	5.84	90.41	5.05	6.71
	尾矿	88.05	0.08	9.59	9.53	93.29
	给矿	100.00	0.77	100.00	8.99	100.00
金蝉 1400	铅粗精矿	10.57	6.97	90.65	5.11	6.75
	尾矿	89.43	0.09	9.35	8.34	93.25
	给矿	100.00	0.81	100.00	8.00	100.00

表4 LS用量开路实验结果

抑制剂种类/(g/t)	产品名称	产率/(%)	铅品位/(%)	铅回收率/(%)	锌品位/(%)	锌回收率/(%)
LS600	铅粗精矿	9.77	7.37	89.46	6.81	7.22
	尾矿	90.23	0.09	10.54	9.48	92.78
	给矿	100.00	0.80	100.00	9.22	100.00
LS800	铅粗精矿	11.03	6.61	91.21	6.24	8.19
	尾矿	88.97	0.08	8.79	8.68	91.81
	给矿	100.00	0.80	100.00	8.41	100.00
LS1000	铅粗精矿	12.35	5.80	90.68	5.42	7.89
	尾矿	87.65	0.08	9.32	8.91	92.11
	给矿	100.00	0.79	100.00	8.48	100.00
LS1200	铅粗精矿	10.92	6.61	90.71	5.31	6.29
	尾矿	89.08	0.08	9.29	9.70	93.71
	给矿	100.00	0.80	100.00	9.22	100.00
LS1400	铅粗精矿	11.40	5.98	91.44	5.56	6.72
	尾矿	88.60	0.07	8.56	9.93	93.28
	给矿	100.00	0.75	100.00	9.43	100.00

表5 金蝉与LS闭路实验结果

抑制剂种类	产品名称	产率/(%)	铅品位/(%)	铅回收率/(%)	锌品位/(%)	锌回收率/(%)
金蝉	铅精矿	5.00	13.41	93.26	4.89	2.51
	尾矿	95.00	0.051	6.74	9.99	97.49
	给矿	100.00	0.72	100.00	9.73	100.00
LS	铅精矿	5.36	13.30	93.78	4.99	2.72
	尾矿	94.64	0.050	6.22	10.09	97.28
	给矿	100.00	0.76	100.00	9.82	100.00

表6 金蝉与LS增加一次精选闭路实验结果

抑制剂种类	产品名称	产率/(%)	铅品位/(%)	铅回收率/(%)	锌品位/(%)	锌回收率/(%)
金蝉	铅精矿	3.94	21.15	93.94	5.16	2.39
	尾矿	96.06	0.056	6.06	8.66	97.61
	给矿	100.00	0.89	100.00	8.52	100.00
LS	铅精矿	2.56	26.87	92.13	3.48	1.01
	尾矿	97.44	0.060	7.87	8.99	98.99
	给矿	100.00	0.75	100.00	8.85	100.00