



四川某多金属尾矿综合回收铅硫重晶石工艺研究

文涵睿, 杨晓军, 马翔, 韩远燕

(四川省地质矿产勘查开发局成都综合岩矿测试中心, 四川 成都 610081)

摘要:为综合回收利用四川某多金属尾矿资源,进行了化学成分和矿物组成分析、重选抛尾试验、铅硫回收试验、重晶石回收试验等研究,获得了有效 S 含量 45.05%,回收率 71.77% 的硫精矿,Pb 品位 11.26%,回收率 24.77% 的铅精矿和 BaSO₄品位 92.18%,回收率为 42.55% 的重晶石精矿,实现了尾矿资源的综合回收和高效利用。

关键词:尾矿资源;综合回收;重选抛尾

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2017.06.016

中图分类号:TD98 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2017)-0078-04

四川某铜铅锌多金属矿伴生有硫、重晶石等资源,但目前的生产工艺只回收了铜铅锌和硫,重晶石资源没有回收,同时尾矿中的铅和硫也有回收潜力。该矿山年排放尾矿量约 40 万 t,大量尾矿废置不仅造成了矿产资源的浪费,还会挤占土地、引起生态环境危害^[1-2]。随着我国经济的迅速发展,对矿产资源的需求不断增加,同时建设绿色矿山亦对尾矿的资源化、无害化提出了更高的要求^[3]。本试验将研究四川某铜铅锌多金属矿尾矿的综合回收工艺,对实现尾矿资源综合回收和高效利用、提高企业经济效益、促进矿山可持续性发展具有重要意义^[4]。

1 样品性质

1.1 化学成分研究

对样品进行了化学多项分析,结果见表 1。

表 1 样品化学多项分析结果/%

Table 1 Multi-element analysis results of the sample

Cu	有效 S	Ag*	Au*	As	Pb	BaSO ₄
0.05	3.28	15	0.07	0.02	0.69	11.68
Zn	TFe	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	
0.28	6.24	6.45	60.22	1.52	1.45	

* 单位为 g/t。

样品化学多项分析结果表明,样品中可综合回

收利用的元素为 S、BaSO₄、Pb、Zn 品位为 0.28%、伴生元素金含量 0.07 g/t,含量很低,不具有综合回收价值;银含量 15.0 g/t,含量稍高,需考虑尽可能的综合回收利用。

1.2 矿物组成及解离状况

样品中 useful 矿物主要以黄铁矿、重晶石为主,含少量含铅矿物,脉石矿物主要由石英、岩屑和钾长石组成,另有少量泥质和方解石。黄铁矿呈碎屑状,粒度由 0.02 ~ 1.55 mm,多数颗粒在 0.10 ~ 0.30 mm,全部解离成单体。重晶石绝大多数呈单体矿物,碎屑粒径由 0.08 ~ 0.12 mm,个别较大颗粒边缘与碳酸盐矿物连生。碎屑粒径由小于 0.01 ~ 0.50 mm 不等,小于 0.01 mm 的泥质占 5% ~ 10%。除岩屑外,石英和长石等均单体解离。

1.3 主要金属元素物相分析

样品主要金属元素为铅,其物相分析结果见表 2。

表 2 样品铅物相分析结果

Table 2 Phase analysis results of lead

相别	PbCO ₃	PbSO ₄	PbS	总铅
铅含量/%	0.54	0.02	0.13	0.69
分布率/%	78.38	2.70	18.92	100.00

收稿日期:2017-01-07

基金项目:国土资源部地质大调查项目(121201017000150001):22 种重要矿产资源节约与综合利用调查

作者简介:文涵睿(1985-),男,硕士,工程师,主要从事矿产资源综合利用、矿山环境调查评价与保护研究。

由物相分析结果可知:样品中铅主要以 $PbCO_3$ 形式存在。

1.4 粒度组成与有用元素分布状况

对样品进行了筛析,粒度组成与有用元素分布状况见表3

表3 样品筛分分析结果

Table 3 Sieve analysis results of the sample

粒级 /mm	产率 /%	品位/%			分布率/%		
		Pb	TS	BaSO ₄	Pb	TS	BaSO ₄
+0.074	52.96	0.37	2.24	5.95	28.68	31.06	27.00
-0.074+ 0.045	12.64	0.77	8.85	21.23	14.04	29.28	22.98
-0.045+ 0.037	3.73	1.14	8.79	22.55	6.17	8.58	7.20
-0.037	30.67	1.15	3.87	16.31	51.11	31.08	42.82
合计	100.00	0.69	3.82	11.68	100.00	100.00	100.00

由分析结果可知,样品主要由较粗粒级和较细粒级颗粒组成,其中+0.074 mm 52.96%,目的元素 Pb、S、BaSO₄ 的分布率分别为 28.68%、31.06%、27.00%; -0.037 mm 30.67%,目的元素 Pb、S、BaSO₄ 的分布率分别为 51.11%、31.08%、42.82%; 而最佳选别粒级(-0.074+0.037 mm)含量仅占 16.37%,目的元素 Pb、S、BaSO₄ 的分布率分别为 20.21%、37.86%、30.18%。

2 分选试验

2.1 重选抛尾试验

根据目的矿物比重较大的性质特点,本试验采用重选方法抛尾,以便将目的矿物初步富集后再进行选别。常用的重选抛尾设备有螺旋溜槽和摇床,螺旋溜槽具有结构简单、处理量大、维护简单的优点,但也存在设备高度大、分选精度较低的不足^[5]。摇床具有富集比高、选别效率好、操作简单的优点,但存在占地面积大、处理量低的不足^[6]。综合两种设备的特点和试样性质,本试验采用螺旋溜槽一次粗选、一次扫选,摇床一次精选的流程进行抛尾试验,试验流程见图1,试验结果见表4。

由表4结果可知,原矿经调浆后采用螺旋溜槽一次粗选、一次扫选,所得粗精矿再进行摇床精选后,所得精矿产率为 21.81%,铅品位为 1.37%、硫酸钡品位为 35.28%、有效硫品位为 11.34%;回收率分别为 43.30%、65.88% 和 75.40%。尾矿主要为细粒级矿泥,抛掉的尾矿中目的元素含量均较低,

实现了为后续作业提高入选品位、降低入选总量的目的。

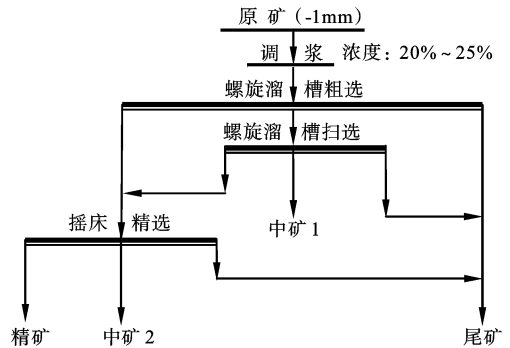


图1 螺旋溜槽-摇床抛尾试验流程图

Fig. 1 Test process of discarding tailing via spiral chute and shaker

表4 螺旋溜槽-摇床抛尾试验结果

Table 4 The analysis results of discarding tailing experiment via spiral chute and shaker

产品名称	产率 /%	品位/%			回收率/%		
		Pb	BaSO ₄	有效 S	Pb	BaSO ₄	有效 S
精矿	21.81	1.37	35.28	11.34	43.30	65.88	75.40
中矿 1+ 中矿 2	52.30	0.22	1.91	0.62	16.55	8.56	9.84
尾矿	25.89	1.07	11.53	1.87	40.15	25.56	14.76
原矿	100.00	0.69	11.68	3.28	100.00	100.00	100.00

2.2 铅硫回收试验

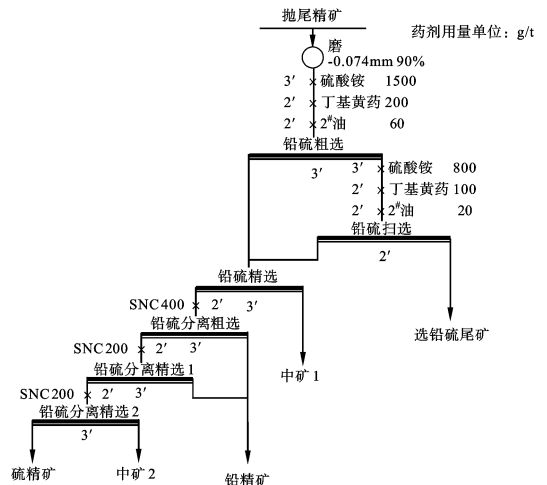


图2 铅硫回收试验流程

Fig. 2 The process of lead and sulfur recovery test

考虑到铅和硫的可浮性相近,本试验采用铅硫混浮-分离的原则流程回收铅和硫。试验采用硫酸

铵作为活化剂、捕收剂为丁基黄药,起泡剂为2[#]油,铅硫分离时考虑到铅含量较低、含铅矿物可浮性低于含硫矿物,故采用抑铅浮硫的方案。铅硫混浮为一粗一精一扫流程,铅硫分离为一粗两精流程。具体流程和试验结果见图2和表5。

表5 铅硫回收试验结果

Table 5 The analysis results of lead and sulfur recovery test

产品名称	作业产率/%	品位/%		作业回收率/%			
		Pb	BaSO ₄	Pb	BaSO ₄	有效 S	
硫精矿	19.38	1.04	-	50.55	14.82	-	86.39
铅精矿	4.86	13.16	-	-	47.03	-	-
中矿	1	2.08	1.50	-	2.29	-	-
中矿	2	1.95	10.91	-	15.64	-	-
选铅硫尾矿	1.73	0.38	42.38	-	20.22	86.21	-
抛尾精矿	100.00	1.36	35.26	11.34	100.00	100.00	100.00

从表5结果可以看出,采用一粗一精一扫铅硫混浮、一粗两精铅硫分离流程后,可得到有效S品位为50.55%,作业回收率86.39%的硫精矿,铅精矿中Pb品位为13.16%,作业回收率为47.03%,表明硫和铅得到了较大程度地富集和回收。

2.3 重晶石回收试验

原矿经过重选抛尾和铅硫回收,得到了BaSO₄品位为42.38%的选铅硫尾矿,具有综合回收价值。重晶石回收试验采用一粗一扫两次精选流程,脉石抑制剂为ARC、捕收剂为油酸。具体流程和试验结果见图3和表6。

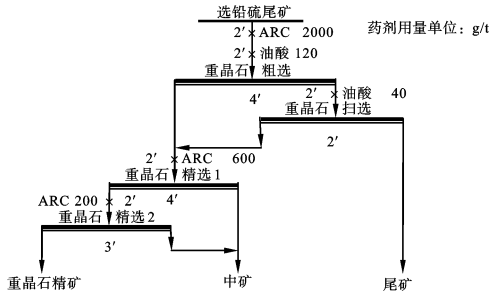


图3 重晶石回收试验流程

Fig.3 The process of barite recovery test

表6 重晶石回收试验结果

Table 6 The analysis results of barite recovery test

产品名称	作业产率/%	品位/%		作业回收率/%
		BaSO ₄	有效 S	
重晶石精矿	30.42	93.43	67.06	
中矿	20.84	51.43	25.29	

产品名称	作业产率/%	BaSO ₄ 品位/%	作业回收率/%
尾矿	48.74	6.65	7.65
选铅硫尾矿	100.00	42.38	100.00

从表6结果可以看出,重晶石精矿BaSO₄品位为93.43%,作业回收率67.06%,实现了重晶石资源的回收。

2.4 实验室闭路试验

在重选抛尾、铅硫回收和重晶石回收条件试验的基础上,进行实验室全流程闭路试验,具体流程和试验结果见图4和表7,精矿化学多项分析结果见表8~10。

从闭路试验结果可以看出,该样品采用重选抛尾-浮选工艺流程后,可以有效回收尾矿中的铅硫和重晶石。精矿化学多项分析结果表明硫精矿达到行业标准(YS/T 337-2009)规定的Ⅲ级品要求;重晶石精矿符合国家标准(HG/T 3588-1999)规定的优等品(优-2)要求。银在硫精矿和铅精矿中的含量不高,未达到计价标准。

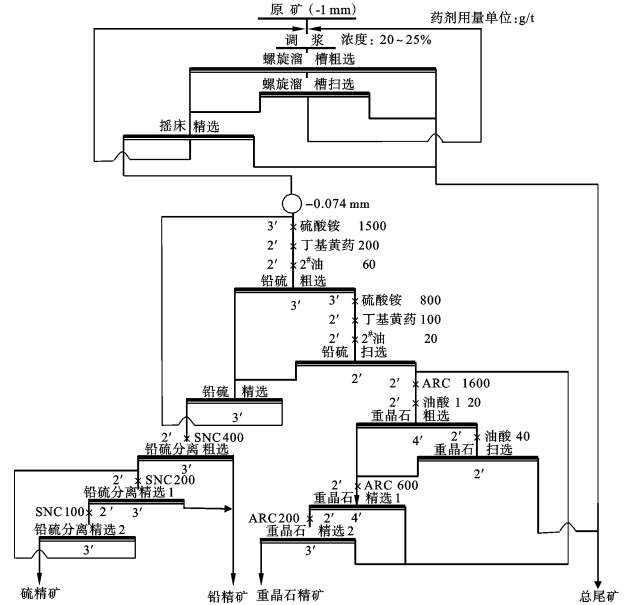


图4 闭路试验流程

Fig.4 The process of closed-circuit test

表7 闭路试验结果

Table 7 The analysis results of closed-circuit test

产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
		Pb	BaSO ₄	Pb	BaSO ₄
硫精矿	5.23	1.10	-	45.05	8.33
铅精矿	1.52	11.26	-	24.77	-

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%		
		Pb	BaSO ₄	有效 S	Pb	BaSO ₄	有效 S
重晶石精矿	5.39	0.28	92.18	-	2.19	42.55	-
总尾矿	87.86	0.51	6.81	0.98	64.71	51.25	26.25
原矿	100.00	0.69	11.68	3.28	100.00	100.00	100.00

表8 硫精矿化学多项分析结果/%

Table 8 The composition analysis results of lead sulfur concentrate

有效 S	Ag*	As	F	C
45.05	38	0.09	0.013	0.06

* 单位为 g/t。

表9 铅精矿化学多项分析结果/%

Table 9 The composition analysis results of lead concentrate

Pb	Ag*	Cu	Zn	Al ₂ O ₃	MgO
11.26	82	0.12	0.97	3.40	1.44

* 单位为 g/t。

表10 重晶石精矿化学多项分析结果/%

Table 10 The composition analysis results of barite concentrate

BaSO ₄	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	灼失量	白度	水溶盐 (g·cm ⁻³)	密度/
92.36	0.25	1.29	0.64	0.43	76.70	0.40	4.23

3 结 论

(1) 该试样有用矿物主要以黄铁矿、重晶石为主,含少量含铅矿物,脉石矿物主要由石英、岩屑和钾长石组成;可综合回收利用的元素为 S、BaSO₄、

Pb。杂质组分主要是 SiO₂, Pb 主要以 PbCO₃ 形式存在。样品主要由较粗粒级和较细粒级颗粒组成,其中+0.074 mm 52.96%, -0.037 mm 30.67%。

(2) 经过条件试验,确定采用重选抛尾-回收铅硫-回收重晶石的工艺流程进行回收。其中重选抛尾流程为螺旋溜槽一次粗选、一次扫选、摇床一次精选工艺;回收铅硫试验流程为一粗一精一扫铅硫混浮和一粗两铅硫分离工艺,硫酸铵为活化剂、捕收剂为丁基黄药、起泡剂为 2[#]油、铅抑制剂为 SNC;回收重晶石试验流程为一粗一扫两次精选,脉石抑制剂为 ARC、捕收剂为油酸。

(3) 采用重选抛尾、回收铅硫、回收重晶石流程进行实验室闭路试验,可以获得有效 S 含量 45.05%,回收率 71.77% 的硫精矿,达到Ⅲ级品要求;以及 Pb 品位 11.26%,回收率 24.77% 的铅精矿;所得的重晶石精矿中 BaSO₄ 品位 92.18%,回收率为 42.55%,达到优等品(优-2)要求,实现了目的矿物的有效富集和回收。

参 考 文 献:

- [1] 夏洪波. 尾矿资源综合利用新思路[J]. 黄金, 2016(12): 70-72.
- [2] 阎赞, 王想, 徐名特, 等. 尾矿资源化研究在铅锌尾矿中的应用[J]. 矿产综合利用, 2017(01): 1-5.
- [3] 闫志刚, 刘玉朋, 王雪丽. 绿色矿山建设评价指标与方法研究[J]. 中国煤炭, 2012(02): 116-120.
- [4] 陈明莲. 某铅锌矿尾矿综合回收与利用技术研究[J]. 有色冶金设计与研究, 2017(02): 9-11.
- [5] 谢丹丹, 童雄, 谢贤, 等. 尾矿再选设备应用进展[J]. 矿产保护与利用, 2016(02): 75-78.
- [6] 谢广元. 选矿学[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.

Experimental Study on Comprehensive Recovery of Lead and Sulfur and Barite from a Multi-metal Tailings Resources in Sichuan

Wen Hanrui, Yang Xiaojun, Ma Xiang, Han Yuanyan

(Chengdu Rock & Mineral Testing Center, Geology & Mineral Resources Exploration & Development Bureau of Sichuan, Chengdu, Sichuan, China)

Abstract: Multielement and mineral compositions analysis, discarding tailing via gravity concentration tests, lead and sulfur recovery tests, barite recovery test were studied in order to comprehensive recycling of a multi-metal tailings resources in Sichuan. Test results show that the sulfur concentrate with the available sulfur grade of 45.05% and the recovery of 71.77%, the lead concentrate with the Pb grade of 11.26% and the recovery of 24.77%, the barite concentrate with the BaSO₄ grade of 92.18% and the recovery of 42.55% can be produced. The comprehensive recovery of tailings resources and efficient utilization was successfully realized.

Keywords: Tailings resources; Comprehensive recovery; Discarding tailing via gravity concentration