

文章编号: 1003-7837(2006)02-0075-05

碳酸盐化硫化镍矿石浮选工艺研究

刘 广 龙

(金川集团公司选矿厂, 甘肃 金昌 737104)

摘 要: 采用“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”与“两段磨矿两段浮选”流程选别碳酸盐化硫化镍矿石的研究和实践表明, “两段磨矿两段浮选”流程的选别效果优于“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”流程的选别效果, 而且浮选作业次数少, 药剂制度简单易行。

关键词: 硫化镍矿石; 镍铜浮选; 分离
中图分类号: TD923 文献标识码: A

1 矿物组成及分析

1.1 矿物嵌布特征

我国西南某小型硫化铜镍矿床为典型的碳酸盐化硫化镍矿石, 其中主要金属矿物有磁黄铁矿, 次要金属矿物有镍黄铁矿、黄铜矿、钛铁矿、磁铁矿、铬铁矿及少量的方黄铜矿、辉砷钴矿—辉砷镍矿、黄铁矿。主要脉石矿物有滑石、石英、石棉和碳酸钙, 其质量分数约为 81.00%。

磁黄铁矿粒度一般在 0.04 mm 以下, 并在脉石矿物中呈不均匀分布。镍黄铁矿以乳滴状、叶片状或其他晶粒几何体分布于磁黄铁矿中, 少量被紫硫镍铁矿交带, 粒径在 0.04 mm 以下。黄铜矿和方黄铜矿呈他形晶粒, 分布于磁黄铁矿或脉石矿物中, 粒径一般为 0.074~0.02 mm。磁黄铁矿与镍黄铁矿、磁黄铁矿与黄铜矿常连生在一起, 呈互相包裹和穿插分布。钛铁矿被脉石或金属硫化物交带成破布状, 粒径一般为 0.074~0.04 mm。磁铁矿沿脉石矿物的解理面、裂隙和颗粒边缘呈星点状分布, 粒径一般在 0.03 mm 以下。辉砷钴矿—辉砷镍矿呈自形晶粒, 常包含于磁黄铁矿中, 粒径为 0.05~0.025 mm。

1.2 多元素及物相分析

原矿多元素和镍物相分析见表 1 和表 2。由镍的物相分析结果可知, 硫化物中的镍占总镍的质量分数为 53.75%, 主要选别对象为含硫化镍的镍黄铁矿、磁黄铁矿及黄铜矿。

表 1 多元素分析
Table 1 Analysis of multi-element

成分	含量/%	成分	含量/%
Ni	0.80	CaO	3.45
Cu	0.36	Al ₂ O ₃	4.36
MgO	25.96	TiO ₂	0.52
TFe	10.02	Cr ₂ O ₃	0.32
Co	0.02	其它	16.64
SiO ₂	37.55	合计	100.00

表 2 镍的物相分析
Table 2 Phase analysis of nickel

	硫酸盐中的镍	硅酸盐中的镍	硫化物中的镍	总镍
含量 w/%	0.16	0.21	0.43	0.80
分布率/%	20.00	26.25	53.75	100.00

收稿日期: 2005-11-12

作者简介: 刘广龙(1973-), 男, 甘肃镇原人, 工程师。

2 小型试验

矿石中主要回收元素是镍、铜,其次是铂族元素.对该类矿石的选别,国内外目前主要采用“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”和“两段磨矿两段浮选分段精选”的流程,进行镍铜分离与镍的富集^[1].根据矿物组成、物相及多元素分析结果,拟采用“一段磨矿、一段一次粗选、六次精选、三次扫选、中矿顺序返回”的原则流程,试验药剂制度参照国内现成的硫化铜镍矿石浮选的药剂制度^[2].

在一段磨矿作业进行了磨矿细度试验.试验结果表明,当磨矿细度为-0.074 mm 60%时,选别效果最好.在磨矿细度为-0.074 mm 60%的条件下,对 Y89、丁基黄药两种捕收剂和 PN405、J-622 两种起泡剂分别进行了药剂组合及用量试验.结果表明,丁黄药与 J-622 药剂组合的选择性好,选别指标

高^[1];当丁基黄药与 J-622 的用量分别为 180g/t 和 137.5 g/t 时选别效率较高^[1-2].

3 选别工艺流程

3.1 一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离流程

3.1.1 A 流程

A 流程的原则流程见图 1^[3].一段磨矿分级作业由 1 台 MQY2136 磨矿机与 1 台 FLG1565 螺旋分级机及 1 台 MQG1530 磨矿机与 1 台 FLG1260 螺旋分级机构成 2 组平行的一段磨矿分级回路.除一段浮选作业中的一段四次、一段五次、一段六次精选和精扫选作业选用 A 系列浮选机之外,其余的全部选用 SF 系列浮选机.从一段四次精选作业开始,对一段三次精选作业的镍铜混合精矿进行铜镍分离.药剂制度见表 3,选别指标见表 4.

表 3 A 流程的药剂制度^[4]
Table 3 Reagent system of A flowsheet g·t⁻¹

添加点	起泡剂		捕收剂	调整剂				
	丁基铵黑药	2 号油	混合黄药 ¹⁾	糊精	CMC(羧甲基纤维素)	硫化钠	硫酸铜	石灰
MQG2136 磨矿机	—	60	—	—	—	—	120	—
MQG1530 磨矿机	—	10	—	—	—	—	—	—
一段粗选 I	—	15	120	—	—	—	—	—
一段粗选 II	—	—	—	—	—	—	30	—
一段二次扫选	—	—	30	—	—	—	50	—
一段三次扫选	10	—	30	—	—	2000	20	—
一段一次精选	—	—	—	—	600	—	—	—
一段四次精选	—	—	—	30	—	—	—	600

注: 1) 丁黄药、乙黄药和异丁基黄药的质量比为 2:2:1.

MQY2136 和 MQG1530 磨机的给矿粒度分别为-0.074 mm 6.49%和 6.22%.MQY2136 磨机的磨矿分级回路返砂比为 243.75%,溢流细度为-0.074 mm 74.5%;MQG1530 磨机的磨矿分级回路返砂比为 103.39%,溢流细度为-0.074 mm 76.0%.

3.1.2 B 流程

B 流程^[3]与 A 流程相比,相同之处是:二者的磨矿分级作业完全相同,且 B 流程的浮选作业以 A 流程为基础.不同之处是:B 流程在 A 流程的一段一次扫选作业前增加了两次扫选作业,取消了 A 流程的一段粗选 II 作业. B 流程的一段粗选作业和一段一次精选的尾矿进入一段一次扫选作业中,而一段一

次扫选作业的泡沫进入一段一次精选作业中,其尾矿进入一段二次扫选作业中,并在一段二次扫选作业加混合黄药 20 g/t,一段二次扫选作业的泡沫顺序返回.该流程的选别指标见表 4.

3.1.3 C 流程

C 流程^[3]与 B 流程相比,相同之处是:二者的磨矿分级作业完全相同,C 流程的浮选作业以 B 流程为基础.不同之处是:C 流程在 B 流程的一段二次扫选作业后增加了中矿再磨闭路作业,它由 1 台 MQY1535 锥形磨矿机与 1 台 Φ350 mm 水力旋流器和泵池构成,同时将 B 流程中一段一次扫选作业需添加的所有药剂改为加入泵池中.该流程的选别指标见表 4.

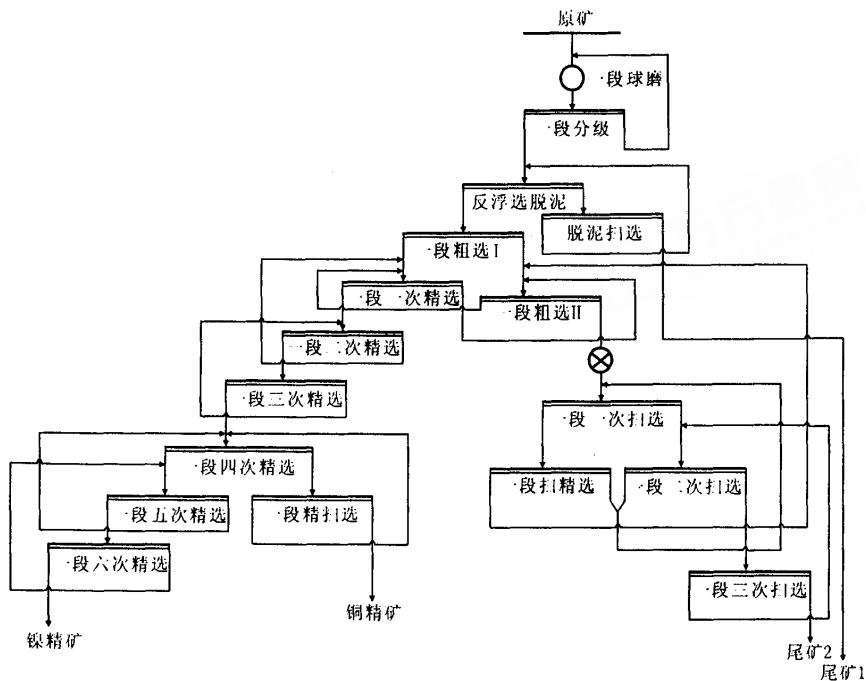


图 1 一段磨矿一段浮选 A 流程的原则流程图

Fig. 1 Principle flowsheet of one-stage grinding and flotation

表 4 各流程的选别指标

Table 4 Concentrate results of every flowsheet

流程	原矿		镍铜混合精矿		镍精矿		铜精矿		总尾矿		回收率	
	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu	Ni	Cu
一磨一浮 A	1.02	0.38	5.92	2.69	7.29	0.52	4.77	14.02	0.24	0.080	79.70	79.40
一磨一浮 B	1.02	0.44	6.02	1.94	4.67	0.46	8.23	7.13	0.25	0.100	78.76	81.47
一磨一浮 C	1.01	0.41	5.08	8.33	7.59	0.49	3.75	16.63	0.21	0.072	82.60	83.20
两磨两浮	0.80	0.40	8.56	3.32					0.17	0.190	80.34	55.68

3.2 两段磨矿两段浮选分段精选流程

“两段磨矿两段浮选分段精选流程”的原则流程见图 2。一段磨矿分级作业由 1 台 MQY2136 磨矿机与 1 台 FLG1584 螺旋分级机构成，二段磨矿分级作业由 1 台 MQY1541 磨矿机与 1 台 $\Phi 300$ mm 水力旋流器构成。浮选作业设备除二段二次精选、二段三

次精选作业采用 A 系列浮选机^[5]之外，其余浮选作业全部选用 SF 系列浮选机^[5]。该流程的药剂制度见表 5。

该流程一段溢流的细度为 -0.074 mm 68.0%，二段溢流的细度为 -0.074 mm 76.0%。该流程的选别指标见表 4。

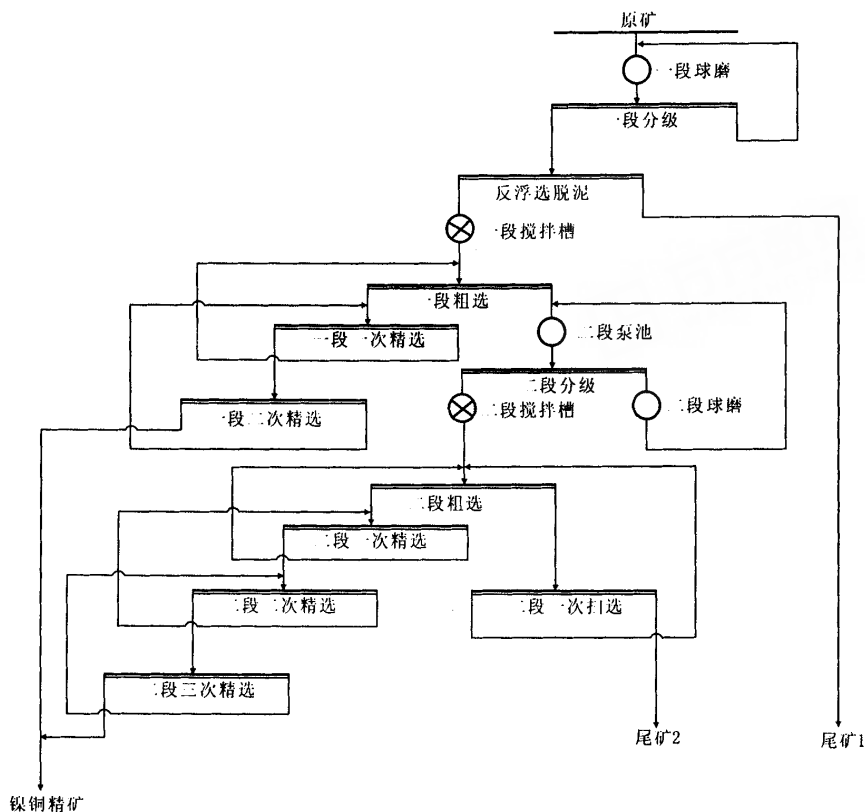


图2 两段磨矿两段浮选原则流程

Fig.2 Principle flowsheet of two-stage grinding and flotation

表5 两段磨矿两段浮选流程的药剂制度^[6]

Table 5 Reagent system of two-stage grinding and flotation

添加地点	捕收剂	起泡剂	调整剂	
	混合黄药 ¹⁾	2号油	硫酸铜	CMC(羧甲基纤维素)
一段分级溢流	—	85	—	—
二段分级溢流	—	60	—	—
一段粗选	100	—	100	—
一段一次精选	—	—	—	400
二段粗选	120	—	—	—
二段一次精	—	—	—	300
二段砂泵池	—	—	100	—

注: 1) 丁黄药与乙黄药的质量比为 1:1.

4.1 “一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”流程的结构与指标分析

对于“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”流程而言, A, B, C 三个流程的一段磨矿分级工艺及其设备配置完全一致, 浮选作业段的浮选机类型^[8]、容积、配置趋于一致. A 流程的浮选作业次数少、结构简单, B 流程比 A 流程多了两次前置扫选作业, C 流程比 B 流程多了一个中矿闭路再磨. 在药剂制度方面, B 流程和 C 流程的混合黄药用量相同, 都比 A 流程多 20 g/t, A 流程和 B 流程的浮选药剂添加点相同, 而 C 流程的药剂添加地点稍有不同.

由表 4 可知, 在原矿镍铜品位和药剂制度相当条件下, 采用 A 流程获得的镍精矿的镍品位和回收率分别比 B 流程的高 2.62% 和 0.94%, 而铜精矿(十四级品)的铜品位高 6.89%, 回收率低 2.07%. 这说明 B 流程新增的两次扫选作业和增添的混合黄

4 流程结构与指标简析

药仅有利于铜回收率的提高,而对于稳定镍精矿质量和提高镍回收率意义不大。B流程镍精矿的镍、铜的品位均没达到要求;铜精矿镍、铜品位分别为8.23%和7.13%,对于铜精矿标准而言是次品,只能按照镍精矿销售,这样给企业造成较大损失。而造成镍精矿、铜精矿中主金属含量不达标的主要原因是B流程新增的两次前置扫选作业的中矿返回地点不妥,干扰了后续精选作业。

在原矿镍铜品位和药剂制度相当的条件下,B流程与C流程相比,镍回收率低3.84%、铜回收率低1.73%。这说明C流程的中矿再磨使有用矿物的单体解离度增加,有利于提高镍、铜回收率和镍、铜精矿质量。

在原矿镍铜品位和药剂制度相当的条件下,C流程与A流程相比,镍、铜回收率分别高2.90%和3.80%,镍精矿镍品位和铜精矿铜品位分别高0.30%和2.61%。这说明C流程的中矿再磨及改变扫选的加药点是合理的。所以C流程是“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”流程方案中的最佳方案。

4.2 两段磨矿两段浮选流程的结构与指标分析

“两段磨矿两段浮选分段精选”流程与“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”C流程相比,浮选作业次数少,精矿脱水流程简单。在原矿镍品位低0.21%的情况下,采用“两磨两浮”流程获得的镍铜混合精矿的镍品位仍比采用C流程的高,而镍的回收率为80.34%,这说明采用C流程的选别效果不如两磨两浮流程好;当处理该类矿石采用“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”流程时,增加扫选次数不但起不到提高镍回收率的目的,而且还会降低精矿质量。

通过以上分析对比,“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”C流程是一磨一浮作业方案中的最优流程。在以上四个流程中,“两段磨矿两段浮选分段精选流程”是最佳方案,其药剂制度简单且选矿成本低。

5 结 论

当处理该类碳酸盐硫化镍矿石时,如采用“一段磨矿一段浮选、镍铜反浮选分离”流程,一段磨矿细度保持在 -0.074 mm 60.0%~75.0%较合适,并增加中矿再磨作业。扫选作业的中矿要按照“粒级一致、品位相近”的原则返回,但这样的流程太长,建议只出镍铜混合精矿一个精矿产品。如果要对镍铜混合精矿进行反浮选分离以产出镍精矿和铜精矿两个产品,可考虑对浮选机的结构进行优化。生产实践表明,采用“两段磨矿两段浮选分段精选”流程比采用“一段磨矿一段浮选镍铜反浮选分离”中任一流程的选别效果都要好,浮选作业次数少、药剂制度简单。

参考文献:

- [1] 刘广龙. 二矿区富矿石选矿捕收剂选择试验[J]. 矿业研究与开发, 2002, 22(5): 24-26.
- [2] 许时. 矿石可选性研究[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1989.
- [3] 刘广龙. 高冰镍分离技术探讨[J]. 有色矿山, 2003, 32(6): 22-26.
- [4] 陈华序, 郑沛霖. 分析化学简明教程[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1989.
- [5] 刘广龙. 浮选机开发特点与研究设计方向[J]. 金属矿山, 2004, 38(增刊): 56-62.
- [6] 薛玉兰, 郭昌槐. 矿冶环境保护与资源综合回收[M]. 长沙: 中南工业大学出版社, 1992.

Study on flotatoin technology of carbonation nickel sulphide ore

LIU Guang-long

(Jinchuan Group Limited Co., Jinchang 737104, China)

Abstract: Compared with one-stage grinding, one-stage flotation, nickel-copper reverse flotation separation and two-stage grinding, two-stage flotation to treat carbonation nickel sulphide ore, we find that the latter has good nickel concentrate grade and nickel recovery superior to the former. And the system of reagent is simple and easy to operate.

Key words: nickel sulphide ore; nickel-copper flotation; separation