

## 金川二矿区贫矿选矿工艺的研究<sup>+</sup>

高玉德 张忠汉 胡春晖 雷一锋 邓丽红 吴石凤

**摘 要：**采用新型组合抑制剂CA-PN以及高效选择性改性组合捕收剂A-214，处理金川二矿区含镁高的低品位镍铜矿。在一段磨矿75%-0.08mm，自然pH介质条件下，经一粗二精二扫工艺流程，获得浮选精矿含Ni7.09%，Cu3.90%，MgO6.25%，Ni回收率76.30%，Cu回收率78.51%的闭路试验结果。技术指标达到国内先进水平。

**关键词：**镍铜硫化矿；镁矿物；浮选

**中图分类号：**TD913      **文献标识码：**A

### Mineral processing technology of the lean ore in NO.2 Mining Area of Jinchuan

GAO Yude, ZHANG Zhonghan, HUCHunhui, LEI Yifeng, DENG Lihong, WU Sh ifeng  
(Mineral Processing Engineering Research Institute under Guangzhou Research Institute of  
Non-Ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

**Abstract:** The novel composite depressor CA-PN and highly effective and selective modified composite collector A-214 have been applied to treat low grade nickel-copper ore with high magnesium content in NO.2 Mining Area of Jinchuan. Under the condition of one-stage grinding to 75% -0.08mm and natural pH value, after the technological flow of one roughing, two concentratings and two scavengings, the following closed-circuit test results can be obtained: the flotation concentrate contains Ni 7.09%, Cu 3.90% and MgO 6.25%; the Ni recovery is 76.30% and Cu recovery 78.51%. The technical results have attained the advanced domestic level.

**Keywords:** nickel-copper-sulfide ore; magnesium mineral; flotation

金川镍矿是我国最大的硫化铜镍矿床。金川二矿区是金川镍矿的主要矿区，而二矿区贫矿金属量占二矿区的1/4。为满足我国对镍的需求，金川三期年产6万t镍的建设前期准备工作已提到议事日程，其中4万t镍靠富矿，2万t镍靠处理贫矿，这就要求为贫矿提供技术先进、经济合理的选矿工艺流程，以满足设计和今后生产的需要。为此，金川二矿区贫矿选矿工艺研究被列为国家“九五”重点科技攻关项目。

金川二矿区贫矿，矿石性质复杂，矿物种类繁多，嵌布粒度不均，整体偏细，有用矿物共生密切，矿石中 useful 矿物含量低，含镍仅0.5%~0.7%，含铜仅0.3%~0.4%，而

MgO含量高达25%~32%。为适应国际先进水平的闪速熔炼技术的需要(镍精矿含Ni不低于6.5%，MgO不高于8%)，因而对贫矿选矿提出了更高的要求。

## 1 矿石性质

原矿矿石性质复杂，矿物种类繁多，嵌布粒度不均，有用矿物共生关系密切，属含镁高的低品位镍铜矿。金属硫化物主要有镍黄铁矿、磁黄铁矿、马基诺矿、黄铜矿、古巴矿、黑铜矿，其次有紫硫镍矿、黄铁矿、铜蓝；金属氧化物主要有磁铁矿、铬铁矿；贵金属矿物有银金矿、金银矿、砷铂矿等；脉石矿物主要为橄榄石、蛇纹石、透闪石、绿泥石(四种矿物约占86%)，其次为斜长石、白云母、碳酸盐等。原矿多元素分析结果见表1。原矿含MgO高达27.80%，含镍仅为0.64%，含铜仅0.35%，其中硫化镍中的镍占总镍的86.07%，硫化铜中的铜占总铜的80.56%。

表1 原矿多元素分析结果

Table1 Multi-elementary analysis results of the raw ore

元素	Ni	Cu	Fe	S	Co	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
含量/ %	0.64	0.35	10.18	2.17	0.023	38.20	3.43	2.57	27.80

在磨矿细度为75%-0.08mm时，原矿磨矿粒度筛析结果见表2。镍铜在-0.08mm粒级分别占83.77%及82.86%。镍铜在各粒级的分布是同步的。

表2 原矿磨矿粒度筛析结果

Table 2 Screening results of the raw ore after grinding

粒级/mm	产率/%	品位/%		占有率/%	
		Ni	Cu	Ni	Cu
+0.10	12.28	0.34	0.23	6.43	7.97
-0.10+0.08	12.85	0.50	0.25	9.80	9.17
-0.08+0.04	9.77	0.61	0.30	9.14	8.51
-0.04	65.10	0.75	0.40	74.63	74.35
合计	100.00	0.65	0.35	100.00	100.0

## 2 浮选药剂的选择

根据原矿含镁高，含镍铜低的特点，先后比较了用水玻璃、CMC、六偏磷酸钠、腐植酸钠等抑制剂的效果。试验证明，组合抑制剂CA-PN选择抑制效果最好。CA-PN用作铜镍硫化矿浮选的组合抑制剂时，在自然pH介质中，对含镁脉石矿物的抑制作用比水玻璃等更强，同时对脉石矿物有絮凝作用，可控制矿泥的影响。铜镍硫化矿的常用捕收

剂有丁基黄药、丁铵黑药、Y-89、Z-200、胺醇黄药等.经过多次试验,认为改性组合捕收剂A-214选择捕收效果最好.

在磨矿细度75%-0.08mm的条件下,粗选采用活化剂CuSO<sub>4</sub>150g/t,组合抑制剂CA-PN 675g/t,改性组合捕收剂A-214 150g/t,可获得含Ni2.93%、Cu1.64%、MgO14.34%的粗精矿,Ni和Cu的回收率分别为73.12%和80.54%,粗选效果令人满意.

### 3 工艺流程的设计

#### 3.1 磨矿细度试验

在自然pH介质条件下,考察不同磨矿细度(按-0.08mm计,分别为70%,75%,80%)时,浮选尾矿中镍铜的损失率.试验采用一粗二扫的工艺流程,粗扫选泡沫产品合并为粗精矿,试验结果见表3.在磨矿细度75%-0.08mm的条件下,浮选粗精矿镍铜回收率分别为79.77%和77.03%,尾矿镍铜品位降至最低,分别为Ni0.16%和Cu0.10%,这表明,该磨矿细度比较合适.

表3 不同磨矿细度试验结果  
Table 3 Test results from different grinding fineness

磨矿细度	产品名称	产率/%	品位/%		回收率/%	
			Ni	Cu	Ni	Cu
70%- 0.08mm	粗精矿	18.37	2.54	1.48	73.13	76.92
	尾矿	81.63	0.21	0.10	26.87	23.08
	原矿	100.00	0.64	0.35	100.00	100.00
75%- 0.08mm	粗精矿	18.89	2.71	1.44	79.77	77.03
	尾矿	81.11	0.16	0.10	20.23	22.97
	原矿	100.00	0.64	0.35	100.00	100.00
80%- 0.08mm	粗精矿	17.56	2.80	1.48	76.82	74.13
	尾矿	82.44	0.18	0.11	23.18	25.87
	原矿	100.00	0.64	0.35	100.00	100.00

#### 3.2 原则流程的确定

粗选作业泡沫产品进入精选,第一次精选为空白精选,将夹带物排除.第二次精选采用PN-IM6组合抑制剂作脉石矿物抑制剂.经试验,精选作业采用组合抑制剂PN-IM6 200g/t,可获得精矿产率5.08%,精矿含Ni7.24%,MgO5.90%,Ni回收率54.89%的开路精选指标,说明两段精选流程比较合适.

在粗选条件试验的基础上,进行扫选作业次数及药剂用量试验.每段扫选作业组合药剂A-214的用量在15~20g/t效果最好.两段扫选可保证尾矿含Ni不大于0.17%,说明两段扫选流程已满足要求.

在粗扫选条件试验的基础上,金川二矿区贫矿选矿工艺流程确定为一段磨矿,其细

度为75%-0.08mm，一段粗选、二段精选、二段扫选的原则流程，浮选中矿的回路，通过试验确定为按常规流程返回前一作业点。

### 3.3 浮选介质的控制

在条件试验的基础上，进行酸性(pH 6)、自然pH(pH 7.5)、碱性(pH 9)三种介质条件下的混合浮选试验。结果表明，酸性介质条件下浮选精矿中MgO含量明显低于自然pH和碱性介质条件下的试验结果。碱性介质条件下的试验指标不如酸性介质条件下的，与自然pH条件下的试验指标相差不大。要控制矿浆pH 6，必需添加大量硫酸，但在现场很难实现。本试验优选自然pH浮选介质。

## 4 全流程试验结果

### 4.1 开路全流程试验

在条件试验的基础上，进行了全流程开路试验。开路全流程试验采用一粗二精二扫工艺流程。取得了精矿含Ni7.35%，Cu4.25%，MgO5.60%；Ni回收率57.97%，Cu回收率62.70%的开路试验结果。浮选精矿镍铜品位及回收率都较高，镁含量也符合要求。

### 4.2 闭路流程试验

在开路流程试验的基础上，进行了闭路流程试验。磨矿细度对精矿指标影响较大。根据磨矿细度及开路全流程试验结果，最后确定磨矿细度75%-0.08mm。该磨矿细度有利于提高精矿镍铜指标和降低镁含量，同时降低了磨矿成本，简化了工艺流程。闭路试验时，适当调整精选作业的药剂以有利于提高精矿中镍铜回收率和降低镁的含量。闭路试验工艺流程见图1。闭路试验结果见表4。

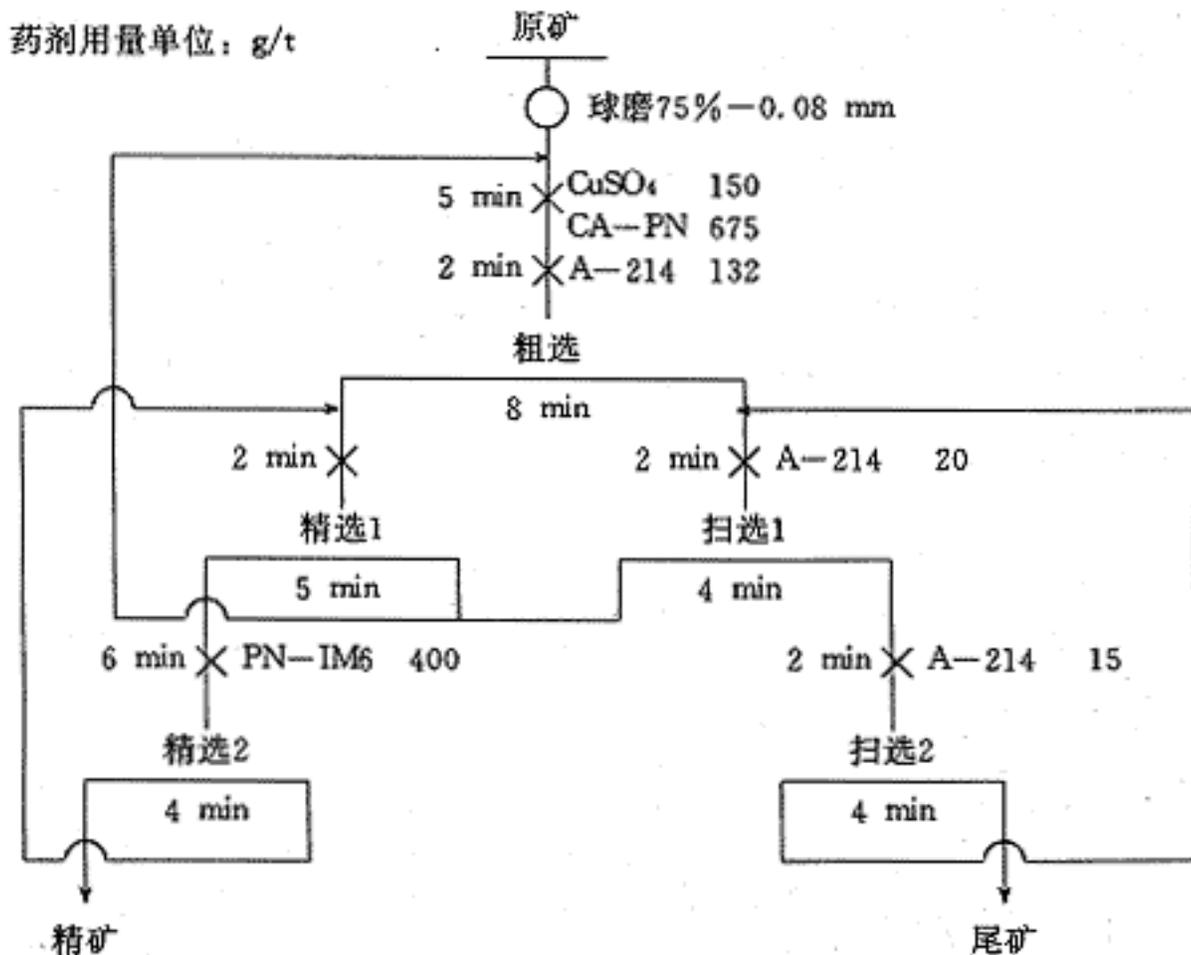


图1 闭路试验工艺流程

Fig.1 Technolglal flowsheet for the closed-circurt test

表4 闭路流程试验结果

Table 4 Test results of the closed-circuit flowsheet

产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%	
		Ni	Cu	MgO	Ni	Cu
精矿	6.97	7.09	3.90	6.25	76.30	78.51
尾矿	93.03	0.165	0.08		23.70	21.49
原矿	100.00	0.648	0.346		100.00	100.00

## 5 结论

(1)根据原矿矿石性质,采用一段磨矿(75%-0.08mm),一粗二精二扫工艺流程,获得含Ni7.09%,Cu3.90%,MgO6.25%的浮选精矿,Ni回收率76.30%,Cu回收率78.51%.技术指标达到国内先进水平.

(2)采用新型组合抑制剂CA-PN以及高效选择性组合捕收剂A-214是提高镍铜回收率和降低精矿含镁量的技术关键,精矿中含镁量可由二次精选加药量来控制.

(3)在自然pH介质中浮选，工艺流程简单，药剂来源容易且无毒、无臭，价格适中，易于工业化。

国家“九五”重点科技攻关课题

作者简介：高玉德(1963-)，男，广东揭阳人，大学本科，高级工程师

作者单位：广州有色金属研究院选矿工程研究所，广东广州510651

收稿日期：1998-01-14