

文章编号: 1005 - 7854 (2010) 02 - 0034 - 04

## 难选镍钼矿的预处理试验研究

夏文堂, 任正德

(重庆科技学院冶金与材料工程学院, 重庆 401331)

**摘 要:** 采用湿法冶金方法对从低品位难选镍钼矿中除去碱性脉石的工艺进行了探讨。考察了浸出时间、酸度、液固比及反应温度等因素对除去碱性脉石的影响。实验结果表明: 对于粒度小于 0.015mm 的低品位难选镍钼矿, 在盐酸浓度为 2mol/L、液固比为 3:1、搅拌 2h 及常温的优化实验条件下, 可使低品位难选镍钼矿除去碱性脉石达到最佳效果, 矿石中钙的除去率在 97% 以上, 矿石的失重率在 38% 左右。

**关键词:** 镍钼矿; 难选; 湿法冶金; 预处理; 碱性脉石

**中图分类号:** TF815; TF841.2 **文献标识码:** A

## REMOVING ALKALINE GANGUE FROM LOW-GRADE REFRACTORY NICKEL-MOLYBDENUM ORE BY HYDROMETALLURGICAL PROGRESS

XIA Wen-tang, REN Zheng-de

(School of Metallurgical and Materials Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing 401331, China)

**ABSTRACT:** Removing alkaline gangue from low-grade refractory nickel-molybdenum ore by hydrometallurgical methods is discussed. The effect of leaching time, acidity, liquid-solid ratio and reaction temperature and other factors on the impact of removing alkaline gangue is investigated. Experimental results show that: for the particle size of less than 0.015mm in low-grade refractory nickel-molybdenum mine, on the condition of hydrochloric acid concentration 2mol/L, liquid-solid ratio of 3:1, stirring 2h and at room temperature optimization of experimental conditions, removal of alkaline gangue can achieve the best results. At the same time, the removal rate of calcium is more than 97%, weight loss rate is about 38%.

**KEY WORDS:** nickel-molybdenum ore; refractory; hydrometallurgy; pretreatment; alkaline gangue

镍钼矿为我国特有的一种多金属复杂矿资源<sup>[1]</sup>。其中贵州遵义和湖南西北部的镍钼矿资源以其资源储量大、有价金属镍钼品位高等特点引起了人们的极大关注。尽管镍钼虽是价值很高的金属元素,且矿石中钼镍含量远高于工业开采品位,但矿

物中有机质含量高、嵌布粒度太细,脉石矿物以碳酸盐、铝酸盐为主,加之成分复杂,杂质元素多,该矿是公认的难分离的矿。20多年来,尝试着镍钼矿分离的科技工作者所采用的工艺大致是二类<sup>[2-10]</sup>。一类是原矿用碱或氨浸出,走湿法冶金之路;另一类是先将原矿入炉,再将产出的高杂镍钼合金破碎,经钠化焙烧浸出,浸出液经净化处理后,并加合适的化学试剂进行沉淀或萃取以分离镍钼。毫无疑问,随着富矿的进一步开采,以及全球对镍、钼的强烈需求,镍钼矿必将成为有价值的资源加以利用,从低品位镍钼矿中回收镍钼已经成为当前迫切需要解决的问

收稿日期: 2010 - 02 - 25

**作者简介:** 夏文堂, 博士, 教授, 中青年骨干教师, 冶金工程教研室主任。主要研究方向: 冶金矿产资源综合利用及二次资源中有价金属及其化合物的提取; 固体废弃物中有价金属的提取工艺及资源化; 废水的深度净化处理及其基础理论。

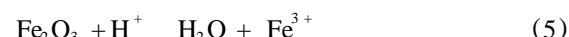
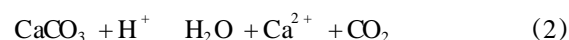
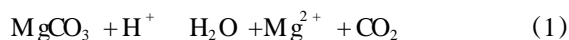
题。

根据原矿的分析发现,镍钼矿石中的脉石含量比较高,其中碱性脉石的占 35%左右,这些杂质的存在,对后面的各个工艺操作都有影响,如焙烧过程中,碱性脉石会和钼生成难溶的钼酸盐,影响钼的浸出率;而碱浸渣用酸浸提镍时,渣中的碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )等杂质将消耗大量的酸并直接影响到金属的回收率。因此,在浸钼提镍之前须经过化学方法把矿石中的碱性脉石除掉,同时可使矿物中有价金属得以富集。

## 1 实验原理及方法

### 1.1 实验原理

在酸预处理过程中,大部分的碱性脉石  $\text{CaO}$ 、 $\text{MgO}$  及铁的氧化物等成分进入到酸性溶液中,而少量可溶性钼氧化物将以  $\text{MoO}_4^{2-}$  形态进入溶液。其主要化学反应为



从上面反应可以看出,少量的镍和钼进入到溶液中,为减少预处理过程中有价金属的损失,可采用硫化沉淀或碳酸盐沉淀的方法进行回收。

### 1.2 实验原料及试剂

实验所用镍钼矿原料的主要成分为 Mo 6.142%; Ni 2.92%; Fe 8.156%; Mg 0.829%; Ca 12.734%,粒度小于 0.015mm。实验所采用的盐酸为分析纯试剂;水为去离子水。

### 1.3 实验设备及仪器

恒速搅拌器;0.5L 烧杯;温度计;SHB - 循环水式多用真空泵;抽滤瓶;抽滤漏斗;分光光度计;原子吸收光谱仪。

### 1.4 操作方法

把一定量的盐酸溶液倒入烧杯中,开启搅拌装置,加热至规定温度后,再把一定量的镍钼矿缓慢加入并计时;试验结束后过滤,滤渣经洗涤后烘干称重,分析其中镍钼含量;滤液和洗液混合后量体积并分析其中游离酸及镍钼等元素含量。

### 1.5 分析方法

采用分光光度法及原子吸收光谱分析渣中的 Ca、Mg、Ni 及 Mo 的含量。

## 2 试验结果与分析

本实验主要通过对盐酸浓度、温度、时间、液固比对预处理过程中镍钼矿失重率以及 Ca、Mg、Ni 及 Mo 浸出率影响的考察,优化得到最佳矿物预处理的工艺参数。

### 2.1 酸度的影响

在镍钼矿的质量为 100g、粒度小于 0.015mm、液固比为 3/1、溶液温度为 15 及浸出时间 2.5h 的条件下,考察起始酸度对镍钼矿失重率的影响。试验结果见图 1 所示。

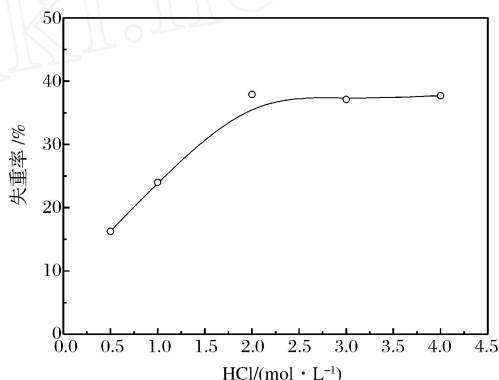


图 1 起始酸度对镍钼矿失重率的影响

Fig. 1 Effect of HCl concentration on weight loss rate of nickel-molybdenum ore

从图 1 中可以看出,起始酸度对除去镍钼矿中碱性脉石的影响很大。随着溶液酸度的升高,矿石的失重率增加很快,当酸度由 0.5 mol/L 上升到 2.0 mol/L 时,矿石的失重率由 16.27% 增至 37.9%,进一步增加溶液的酸度,矿的失重率变化不大,失重率维持在 38% 左右。为使矿物中的脉石得到最大的除去,试验中选择起始酸度为 2.0 mol/L 为佳。

### 2.2 液固比的影响

在镍钼矿的质量为 100g、矿物粒度小于 0.015mm、溶液的起始酸度为 2.0 mol/L、温度为 15 及浸出时间 2.5h 的条件下,考察液固比对镍钼矿失重率的影响。试验结果见图 2 所示。

从图 2 中可以看出,液固比是影响镍钼矿中碱性脉石除去的重要因素。随着液固比的增大,矿石的失重率增加,当液固比由 1/1 上升到 3/1 时,矿石的失重率由 17.01% 增至 37.9%,当液固比进一步提高时,矿的失重率变化不大,失重率维持在 38% 左右。为使矿物中的碱性脉石得以除去彻底,试验中选择液固比为 3/1。

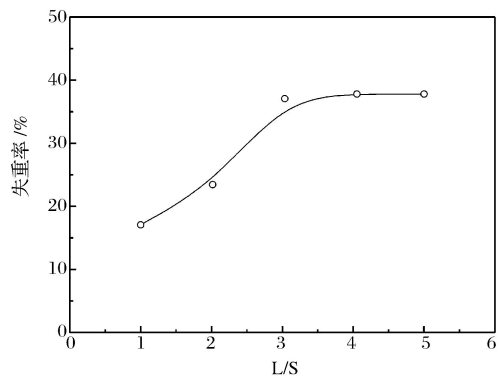


图 2 液固比对钼矿失重率的影响  
Fig. 2 Effect of liquid-solid ratio on weight loss rate of nickel-molybdenum ore

2.3 浸出时间的影响

在镍钼矿的质量为 100g、粒度小于 0.015mm、溶液的起始酸度为 2.0mol/L、溶液温度为 15 及液固比为 3 1 的条件下,考察浸出时间对镍钼矿失重率的影响。试验结果见图 3 所示。

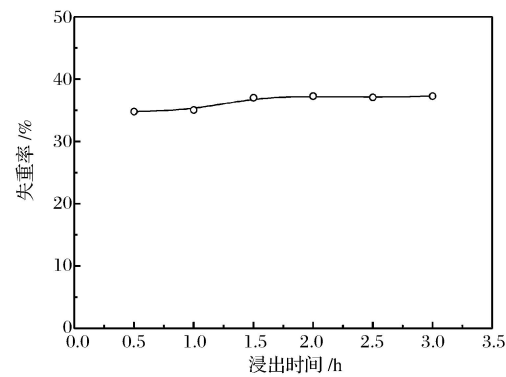


图 3 浸出时间对镍钼矿失重率的影响  
Fig. 3 Effect of reaction time on weight loss rate of nickel-molybdenum ore

从图 3 中可以看出,随着浸出时间的增加,矿石的失重率逐渐增加,当浸出时间由 0.5h 上升到 1.5h 时,矿石的失重率由 34.8% 增至 37.03%,当浸出时间进一步增加时,矿的失重率变化不大,失重率维持在 38% 左右。为使矿物中的碱性脉石得以除去彻底的效果,试验中选择浸出时间最低为 2h。

2.4 温度的影响

在镍钼矿的质量为 100g、粒度小于 0.015mm、溶液的起始酸度为 2.0mol/L、浸出时间为 2h 及液固比为 3 1 的条件下,考察体系温度对镍钼矿失重率的影响。试验结果见表 1 所示。

表 1 温度对镍钼矿失重率的影响

Table 1 Effect of reaction temperature on weight loss rate of nickel-molybdenum ore					
温度 /	15	30	45	60	90
失重率 / %	37.80	38.05	38.03	38.25	37.74

由表 1 中的实验结果可以看出,尽管体系温度的变化幅度很大,但矿的失重率变化不大。在温度为 15~90 的实验范围,失重率维持在 38% 左右。因此,为保证矿物中的碱性脉石得以除去彻底,且达到节能的效果,矿物除碱性脉石过程在常温下进行为佳。

2.5 综合试验

为进一步验证由单因素试验获得的最佳条件的可靠性和指标的重现性,进行了综合条件稳定试验。根据单因素优化试验结果,选定五组优化的条件,进行综合试验。

试验是在镍钼矿的质量为 100g、粒度小于 0.015mm、液固比为 3 1、溶液的起始酸度大于 2.0mol/L、浸出时间不小于 2h 及常温条件下进行。试验结果见表 2 所列。

表 2 综合试验结果

Table 2 Results of synthetic experiment

实验条件			实验结果				
酸度 / (mol · L <sup>-1</sup> )	温度 /	时间 / h	矿失重率 / %	除 Ca 率 / %	除 Mg 率 / %	Mo 损失率 / %	Ni 损失率 / %
2	12	2	38.58	99.07	80.25	2.37	10.67
2	18	2	39.27	98.52	83.53	2.03	10.05
2	20	2	39.06	97.79	78.71	1.68	9.89
2	30	2	39.88	97.05	82.81	1.53	10.95
2	35	2.5	37.94	97.26	85.09	2.69	9.98

预处理综合实验结果表明,在优化实验条件下,大部分的碱性脉石和部分铁在预处理过程中进入溶液被除去,其中,钙除去率不低于 97%,最高可达 99% 以上,镁除去率不低于 80%。

3 结论

(1)采用湿法冶金方法对从低品位难选镍钼矿中除去碱性脉石的工艺是可行的。反应温度对镍钼

矿中除去碱性脉石效果影响不明显。影响除去碱性脉石效果的主要影响因素为起始酸度、浸出时间、液固比。

(2)对于粒度小于 0.015mm 的低品位难选镍钼矿,在盐酸浓度为 2mol/L、液固比为 3:1、搅拌时间不小于 2h 及常温的优化实验条件下,可使低品位难选镍钼矿除去碱性脉石达到最佳效果,矿石中钙的除去率在 97% 以上,矿石的失重率在 38% 左右。

#### 参考文献:

- [1] Coveney R M. Jr, Grauch R I, Murowchick J B. Ore mineralogy of nickel-molybdenum sulfide beds hosted by black shales of South China [C] // Proceedings of the Paul E. Queneau International Symposium on Extractive Metallurgy of Copper Nickel and Cobalt. Publ by Minerals, Metals & Materials Soc (TMS), Warrendale, PA, USA. 1993: 369.
- [2] 邹贵田. 综合利用钼镍共生矿制备钼镍盐的研究 [J].

贵阳金筑大学学报, 2004, 53 (1): 97 - 99.

- [3] 贺青花, 何旭初, 何金初. 湘西镍钼富矿氧化焙烧研究 [J]. 湖南冶金, 1999 (2): 14 - 17.
- [4] 何旭初. 一种选冶结合的镍钼矿镍、钼分离方法: 中国, 1134865A [P]. 1996—01—06.
- [5] 皮关华, 徐徽, 陈白珍, 等. 从难选镍钼矿中回收钼的研究 [J]. 湖南有色金属, 2007, 23 (1): 9 - 12.
- [6] 伍宏培, 冯光芬. 钼镍矿的浓酸熟化浸出解聚溶剂萃取工艺: 中国, 1033784A [P]. 1989—07—12.
- [7] 秦纯. 用碳酸钠转化处理黑色页岩分离钼镍的工艺: 中国, 1177012A [P]. 1998—03—25.
- [8] 李青刚, 肖连生, 张贵清, 等. 镍钼矿生产钼酸铵全湿法生产工艺及实践 [J]. 稀有金属, 2007, 31 (S1): 85—89.
- [9] 邹贵田. 用稀酸从钼镍共生矿提取钼和镍盐的方法: 中国, 1267739A [P]. 2000—09—27.
- [10] 邹贵田. 用弱碱从钼镍共生矿提取钼和镍盐的方法: 中国, 1267740A [P]. 2000—09—27.

(上接第 33 页)

#### 参考文献:

- [1] Pretz Th. Processing of municipal household waste material [C] // In proceedings of the 8th Inter. Min. Porcess. SymP, Antalya, Turkey, 2000: 627 - 636.
- [2] 闫满志, 白丽梅, 张云鹏, 等. 我国铁矿尾矿综合利用现状问题及对策 [J]. 矿业快报, 2008 (7): 9 - 12.
- [3] Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S. Integrated Solid Waste Mangement [M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [4] Chen jiang - fen, Chen da-yuan. Dephosphorization of manganese ore by high - intensity magnetic separation and roast-leaching [J]. Metal mine, 2005 (11): 17 - 19.
- [5] 黄茂福. 他达铁矿尾矿再选的应用 [J]. 矿冶工程, 2003, 23 (2): 40 - 41.
- [6] 陈国栋, 朱申红, 夏荣华, 等. 磁——重联合流程从铁矿尾矿中回收铁的实验研究 [J]. 青岛理工大学学报, 2007, 28 (3): 62 - 64.
- [7] 程琳琳. 芜铁矿尾矿铁资源综合利用试验研究 [D]. 青

岛: 青岛理工大学, 2006.

- [8] 方军, 赵德贵. 包钢选矿厂磁铁尾矿选稀土的探讨 [J]. 金属矿山, 2003 (3): 47 - 49.
- [9] 汪军, 胡文成, 岳然勇. 梅山铁矿尾矿生产烧结砖试验室可行性研究 [J]. 砖瓦, 2008 (6): 35 - 36.
- [10] 尹洪峰, 王明利, 任耘, 等. 利用邯郸铁矿尾矿制备轻质隔热墙体材料 [J]. 金属矿山, 2006 (8): 76 - 78.
- [11] 张会敏. 利用铁矿尾矿生产卫生洁具 [J]. 陶瓷, 2002 (1): 28 - 30.
- [12] 赵晖. 尾矿工程 [M]. 长春: 冶金工业部长春黄金设计院, 1986.
- [13] 张先禹. 高铁铝型铁矿尾矿饰面玻璃的熔制 [J]. 环境工程, 2000, 18 (2): 42 - 43.
- [14] 徐放. 以铁矿尾矿为原料制造微晶玻璃的实验研究 [J]. 中国非金属矿工业导刊, 2000 (1): 15 - 16.
- [15] 长沙有色冶金设计院. 金属矿山尾矿综合利用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1979: 15 - 25.
- [16] 张锦瑞. 论铁矿尾矿的资源化 [J]. 资源开发与市场, 1999, 15 (2): 89 - 90.