

doi: 10.3969/j.issn.1005-7854.2020.02.007

六偏磷酸钠对低品位硫化铜镍矿浮选降镁的影响

陈 伟 吴 越

(金川集团股份有限公司, 甘肃 金昌 737100)

摘 要: 某硫化铜镍矿 MgO 含量较高, 采用常规药剂浮选时所得精矿 MgO 含量也较高, 严重影响后续冶炼工艺。采用六偏磷酸钠为浮选调整剂, 研究了六偏磷酸钠对硫化铜镍矿浮选降镁的影响。结果表明, 六偏磷酸钠在一段、二段粗选的最佳用量分别为 300 g/t 和 100 g/t, 与不添加六偏磷酸钠相比, 在此条件下的精矿镍回收率提高了 0.99%, 高精矿氧化镁品位降低 1.5%, 低精矿氧化镁品位降低 3.80%。

关键词: 硫化铜镍矿; 降镁; 六偏磷酸钠; 低品位精矿

中图分类号: TD923; TD952

文献标志码: A

文章编号: 1005-7854 (2020) 02-0034-04

Effect of sodium hexametaphosphate on magnesium reduction during a low grade copper-nickel sulphide flotation process

CHEN Wei WU Yue

(Jinchuan Group Co. Ltd., Jinchang 737100, Gansu, China)

Abstract: The MgO content of a copper-nickel sulfide ore is high, and the MgO content of the concentrate obtained by conventional reagent flotation is also high, which seriously affects the subsequent smelting process. Using sodium hexametaphosphate as flotation regulator, the effect of sodium hexametaphosphate on the flotation and magnesium reduction of copper nickel sulfide ore was studied. The results show that the best dosage of sodium hexametaphosphate in the primary and secondary roughing is 300 g/t and 100 g/t respectively. Comparing with no sodium hexametaphosphate, the recovery of concentrate nickel increases by 0.99%, the grade of high concentrate magnesium oxide decreases by 1.6%, and the grade of low concentrate magnesium oxide decreases by 3.80%.

Key words: copper-nickel sulfide ore; magnesium reduction; sodium hexametaphosphate; low grade concentrate

世界镍矿资源主要分为硫化镍矿和氧化镍矿两大类^[1]。其中, 硫化铜镍矿矿床因在形成过程中的主要蚀变产物为含有较高 MgO 的蛇纹石、滑石、绿泥石, 在浮游选矿时, 这些含 MgO 的物质易于上浮, 导致所得精矿存在 MgO 含量较高的问题。高含量的 MgO 会导致后续冶炼过程中炉温升高且较难控制、炉渣黏度增大、渣相分离困难, 使得冶炼成本增加, 安全性降低, 不利于主金属的提取。目前降镁的方法主要有两种, 一是改进与优化选别工艺, 二是调整浮选药剂, 使用降镁药剂。采用降

镁药剂可有效降低蛇纹石表面电位, 达到消除矿物颗粒间异相凝聚的效果^[2-3], 与改进和优化选别工艺相比, 该方法见效快、操作简单, 且更容易实施。六偏磷酸钠是一种良好的降镁试剂, 不但能够促进蛇纹石表面的镁迁移到液相, 降低蛇纹石的表面电位^[4-6], 还可与液相中的 Mg^{2+} 作用生成为稳定的可溶性络合物, 阻止 Mg^{2+} 向蛇纹石表面反吸附, 保持蛇纹石表面的负电性^[7]。

1 矿物性质

用光学显微镜、X 射线衍射仪及扫描电镜等对矿石进行鉴定分析的结果表明, 矿石中可回收的主

收稿日期: 2020-03-03

第一作者: 陈伟, 硕士, 工程师, 主要从事选矿技术研究、管理工作。E-mail: 21935962@qq.com

要矿物有镍黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、紫硫镍铁矿、方黄铜矿、墨铜矿、四方硫铁矿、磁铁矿、羟镁硫铁矿、铬尖晶石等。其他主要矿物为钛铁矿、赤铁矿、白铁矿、叶碲铋矿、碲铋镍矿、碲铅矿、碲铋钼矿、碲铋（铂）钼矿、自然金、银金矿、碲银矿、碲铂矿等。脉石矿物主要有蛇纹石、橄榄石等，还有少量的辉石、透闪石、碳酸盐、滑石、绿泥石、云母等^[8]。用光学显微镜对平均粒径为一0.2 mm试料进行定量分析，得出的矿物相对质量百分概量结果见表1。

表1 矿石的矿物组成及含量

Table 1 Mineral composition and content of ore /%

	名称	含量
金属矿物	镍黄铁矿	3.85
	紫硫镍铁矿	少量
	磁黄铁矿	8.15
	四方硫铁矿	0.25
	黄铜矿	1.82
	方黄铜矿	少量
	墨铜矿	0.95
	铜镍铁矿	0.15
	磁铁矿	6.61
	钛铁矿	少量
	黄铁矿	0.73
	赤铁矿	0.14
	铬尖晶石	0.35
	羟镁硫铁矿	少量
脉石矿物	橄榄石	18.73
	蛇纹石	46.45
	透闪石	3.94
	辉石	1.79
	碳酸盐	1.76
	滑石	0.88
	绿泥石	3.45
	云母	

由表1可知，矿石中矿物组成复杂，金属占矿物概量的22%，矿石磨碎时易成矿泥影响选别效果的黏土矿物约占矿物概量的49.9%。

硫化铜镍矿样品属于超基性、弱蚀变富矿石，主要为海绵晶铁构造，部分半海绵晶铁构造，宏观为中粒结构，显微镜下观察具自形粒状结构、半自形粒状结构、他形粒状结构、晶片结构、格状结构、脉状结构、交代残余结构、镶边结构、纤维状结构、乳滴结构等。矿石中金属矿物主要为磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿，其次为方黄铜矿、墨铜矿、铬铁矿、并有少量紫硫镍铁

矿。主要脉石矿物为蛇纹石及蚀变残留的橄榄石、辉石，其次为碳酸盐矿物、斜长石、绿泥石、滑石等。入选原矿镍品位在1.3%~1.5%，原矿氧化镁含量在26%~28%。

2 试验

研究开展了三部分的试验内容：一是一段粗选六偏磷酸钠用量试验；二是确定一段粗选六偏磷酸钠用量后，二段粗选六偏磷酸钠用量试验；三是一段、二段六偏磷酸钠用量确定后的闭路对比试验。

2.1 一段粗选六偏磷酸钠用量试验

一段粗选六偏磷酸钠试验中，六偏磷酸钠用量范围0~500 g/t、硫酸铜用量20 g/t、黄药用量180 g/t、BQ-622用量50 g/t、Z-200用量10 g/t、药剂搅拌时间3 min，粗选Ⅰ刮泡10 min，一精Ⅰ刮泡7 min，一精Ⅱ刮泡7 min。试验结果如图1所示。

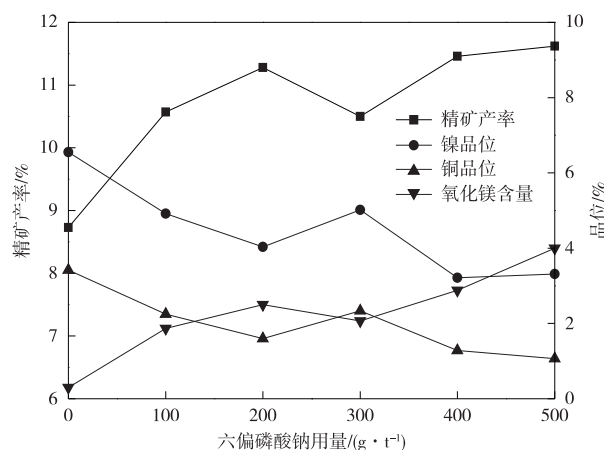


图1 一段粗选六偏磷酸钠用量与高品位精矿质量关系图
Fig. 1 Relationship between the sodium hexametaphosphate dosage used in primary roughing and the quality of high-grade concentrate

从图1可以看出，随着六偏磷酸钠用量的增加，精矿产率和氧化镁含量明显增大，均呈先增后略降，之后又增加趋势，镍铜品位随变化趋势则相反，呈先降后升，之后又下降趋势。但从图1可以看出，随着六偏磷酸钠用量的增加，氧化镁含量的增幅小于产率的增幅，因此在不影响高品位精矿销售的情况下，可以通过添加适量六偏磷酸钠来提高一段精矿产率。综合考虑产率、精矿品位与氧化镁含量三者的关系，六偏磷酸钠在一段粗选最佳用量为300 g/t。

2.2 二段粗选六偏磷酸钠用量试验

二段粗选六偏磷酸钠用量试验流程及条件见图2, 结果见图3~4所示。

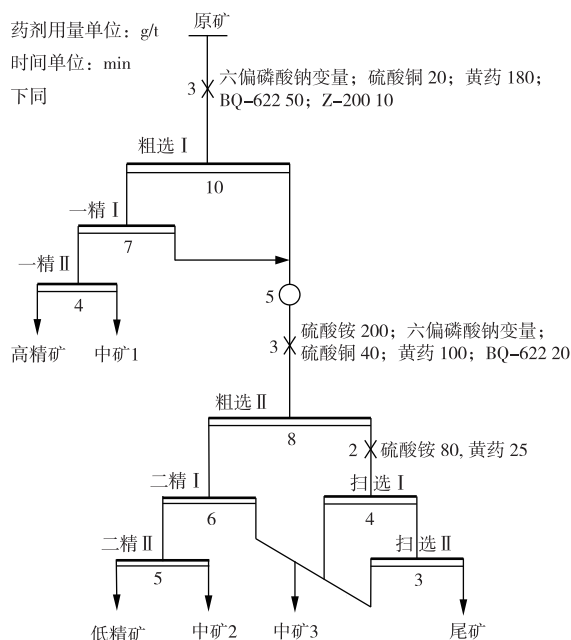


图2 二段六偏磷酸钠用量试验流程图

Fig. 2 Flowsheet of the sodium hexametaphosphate dosage test

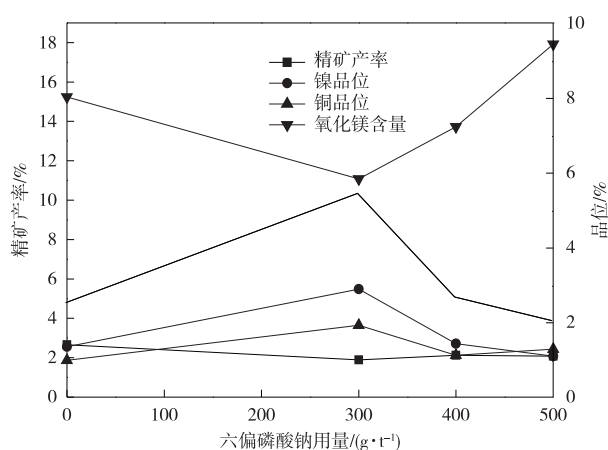


图3 二段粗选六偏磷酸钠用量与高品位精矿质量关系图

Fig. 3 Relationship between the sodium hexametaphosphate dosage used in the secondary roughing and the quality of high-grade concentrate

从图3~4可以看出, 当一段六偏磷酸钠用量为300 g/t, 二段不添加六偏磷酸钠时, 虽然获得精矿的镍品位高, 氧化镁含量低, 但这是牺牲了精矿产率所获得的指标。当二段六偏磷酸钠用量为100 g/t时, 总精矿镍品位及氧化镁含量都在较好的范围内。综合考虑, 二段粗选六偏磷酸钠的最佳用量为100 g/t。

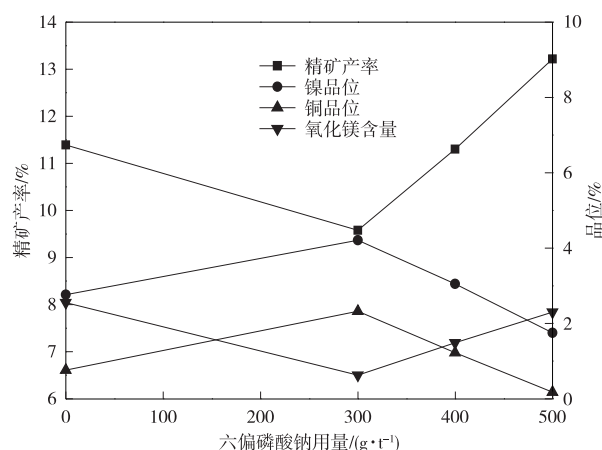


图4 二段粗选六偏磷酸钠用量与总精矿质量关系图

Fig. 4 Relationship between the sodium hexametaphosphate dosage used in the second stage roughing and the quality of the total concentrate

2.3 闭路试验

在确定了六偏磷酸钠在一段、二段粗选的最佳用量分为300 g/t和100 g/t的情况下, 进行闭路试验效果对比, 试验流程如图5所示, 结果见表2。

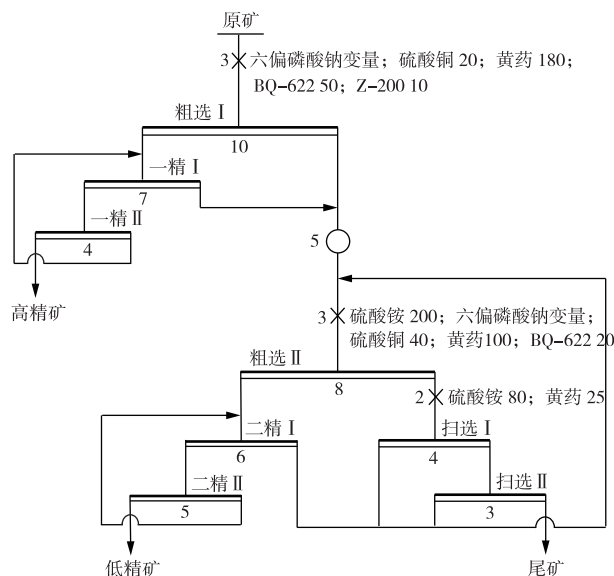


图5 闭路试验流程图

Fig. 5 Flowsheet of the closed circuit test

由表2可知, 在粗选作业过程中添加六偏磷酸钠后, 高品位精矿中MgO含量降低极为显著。为了控制低品位精矿中的MgO含量, 在产出低品位精矿的二段浮选作业中, 添加100 g/t的六偏磷酸钠后, 效果也十分明显。最终, 可将尾矿中的镍品位降低0.01%, 精矿镍回收率提高0.99%; 高精矿氧化镁品位降低1.5%, 低精矿氧化镁品位降低3.80%。

表 2 闭路试验结果

Table 2 Result of the closed circuit test

六偏磷酸钠用量/ (g · t ⁻¹)	产品名称	产率/%	品位/%			回收率/%	
			镍	铜	氧化镁	镍	铜
一段粗选+二段粗选 0+0	高品位精矿	10.19	9.78	8.13	6.18	74.46	68.65
	低品位精矿	4.53	3.40	2.23	13.75	11.51	8.37
	总精矿	14.72	7.90	6.39	8.61	85.97	77.02
	尾矿	85.28	0.22	0.33		14.03	22.98
	原矿	100.0	1.35	1.22		100.0	100.0
一段粗选+二段粗选 300+100	高品位精矿	10.70	9.46	8.23	4.58	73.92	69.71
	低品位精矿	4.85	3.71	2.23	9.95	13.14	8.56
	总精矿	15.55	7.67	6.36	6.26	87.06	78.27
	尾矿	84.45	0.21	0.33		12.94	21.73
	原矿	100.0	1.37	1.26		100.0	100.0

3 结论

1) 试验用硫化铜镍矿石的主要脉石矿物为蛇纹石及蚀变残留的橄榄石、辉石。六偏磷酸钠能促进蛇纹石表面的镁迁移到液相,降低蛇纹石的表面电位,同时还可与液相中的 Mg^{2+} 作用生成为稳定的可溶性络合物,阻止 Mg^{2+} 向蛇纹石表面反吸附,保持蛇纹石表面的负电性,可用于硫化铜镍矿石的降镁工作。

2) 六偏磷酸钠在一段、二段粗选的最佳用量分别为 300 g/t 和 100 g/t。

3) 随着硫化铜镍矿资源的不断开发,矿石性质日趋贫、细、杂化,低品位精矿降低氧化镁研究仍然有很长的路要走,降镁研究需要更加深入,才能在面对矿石性质日趋复杂的情况下,对降镁研究有着更深刻的认识。

参考文献

- [1] 谢杰,胡春梅. 国内外硫化铜镍矿选矿现状及未来发展方向[J]. 矿产保护与利用, 2018, 5 (10): 143-150.
XIE J, HU C M. Current situation and future development direction of copper nickel sulfide ore processing at home and abroad [J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2018, 5 (10): 143-150.
- [2] 龙涛,冯其明,卢毅屏. 六偏磷酸钠在硫化铜镍矿浮选中的分散机理[J]. 中国有色金属学报, 2012, 22 (6): 1763-1769.
LONG T, FENG Q M, LU Y P. Dispersion mechanism of sodium hexametaphosphate on flotation of copper nickel sulfide [J]. Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2012, 22 (6): 1763-1769.
- [3] 龙涛. 硫化铜镍矿浮选中镁硅酸盐矿物强化分散—

同步抑制的理论及技术研究[D]. 长沙: 中南大学, 2012.

LONG T. Theoretical and technical investigation of strengthening dispersion and synchronous depression for magnesium-silicate minerals in the flotation of copper-nickel sulfide ores [D]. Changsha: Central South University, 2012.

- [4] 夏启斌,李忠,邱显扬,等. 六偏磷酸钠对蛇纹石的分散机理研究[J]. 矿冶工程, 2002, 22 (2): 51-54.
XIA Q B, LI Z, QIU X Y, et al. Investigation of action mechanism between sodium hexametaphosphate and serpentine [J]. Mining and Metallurgy Engineering, 2002, 22 (2): 51-54.
- [5] 郭昌槐,胡熙庚. 蛇纹石矿泥对金川含镍磁黄铁矿浮选特性的影响[J]. 矿冶工程, 1984, 4 (2): 28-32.
GUO C H, HU X G. Effect of serpentine slime on flotation characteristics of nickel bearing pyrrhotite in Jinchuan [J]. Mining and Metallurgy Engineering, 1984, 4 (2): 28-32.
- [6] 来庆腾,廖寅飞,赵一帆,等. 铜镍硫化矿浮选精矿降镁研究进展[J]. 矿产综合利用, 2017, 5 (10): 7-11.
LAI Q T, LIAO Y F, ZHAO Y F, et al. Review of reducing MgO in the flotation concentrate of copper-nickel sulfides [J]. Comprehensive Utilization of Minerals, 2017, 5 (10): 7-11.
- [7] 丁鹏. 磷酸盐对蛇纹石的分散作用研究[D]. 长沙: 中南大学, 2011.
DING P. Effect of Phosphates on the dispersing of serpentine [D]. Changsha: Central South University, 2011.
- [8] 李艳峰,费涌初. 金川二矿区富矿石选矿的工艺矿物学研究[J]. 矿冶, 2006, 15 (3): 98-101.
LI Y F, FEI Y C. Study on mineralogy of mineral processing of the rich ore in Jinchuan NO.2 mine area [J]. Mining and Metallurgy, 2006, 15 (3): 98-101.