

镍黄铁矿浮选中抑制剂的作用

邱显扬 俞继华 戴子林

摘 要：介绍了蛇纹石对镍黄铁矿浮选的影响，解释了几种常用抑制剂的作用机理。六偏磷酸钠和水玻璃主要通过生成亲水性的配合物，改变蛇纹石的表面电性而起分散和抑制作用；羧甲基纤维素主要通过氢键及与蛇纹石表面的金属离子发生化学吸附而起絮凝和抑制作用。提出了在镍黄铁矿浮选中选用抑制剂的研究思路。

关键词：蛇纹石；镍黄铁矿；抑制剂；抑制机理

中图分类号：TD923.⁺¹⁴ **文献标识码：**A

Action of depressants in pentlandite flotation

QIU Xianyang, YU Jihua, DAI Zilin

(Guangzhou Research Institute of Non-Ferrous Metals, Guangzhou 510651, China)

Abstract: In this paper, the effect of serpentine on pentlandite flotation is described and the action mechanism of several conventional depressants is explained. For sodium hexametaphosphate and water glass, they can form hydrophilic complex with serpentine to change the surface electrical properties of serpentine and play the dispersing and depressing role; carboxymethyl cellulose causes flocculation and depression actions mainly through hydrogen bond and chemical adsorption of the metal ions on the surface of serpentine. On the basis of these considerations, the selection of depressants for pentlandite is proposed.

Key words: serpentine; pentlandite; depressants; depressing mechanism

硫化铜镍矿一般产于基性、超基性岩，大多数岩石经过全部或部分蚀变而成为蛇纹石、滑石、角闪石、绿泥石等。因此，矿石中的脉石矿物主要以蛇纹石为主，蛇纹石的理论分子式为 $Mg_2(Si_3O_5)(OH)_5$ ，其中氧化镁含量为43.65%。蛇纹石非常容易泥化，这些矿泥不但易覆盖在铜镍矿物的表面而影响铜镍矿物的可浮性，同时易夹杂在泡沫中进入精矿产品，这是造成铜镍矿与蛇纹石难以分离的原因之一；第二个主要原因如图1所示^[1]，在pH3.9~9.6的范围内，镍黄铁矿表面呈负电性，蛇纹石表面带正电，而浮选正是在该pH范围内进行，在这种情况下，高度泥化的蛇纹石易与镍黄铁矿产生静电吸附而导致精矿中含MgO高；第三，由于镍黄铁矿在破碎解离后，其金属离子暴露在矿物的表面，它不但易与矿浆中的氢氧根离子形成羟化膜，而且更加不利的是，它们易被氧化，从而降低了可浮性。因此，在镍黄铁矿浮选体系中选用抑制剂，应考虑三个方面：

一是增强矿泥的分散作用以减少矿泥对镍黄铁矿的覆盖作用；二是改变蛇纹石的表面电性以消除矿粒间的静电吸附作用；三是减缓镍黄铁矿的氧化速度以提高其可浮性。

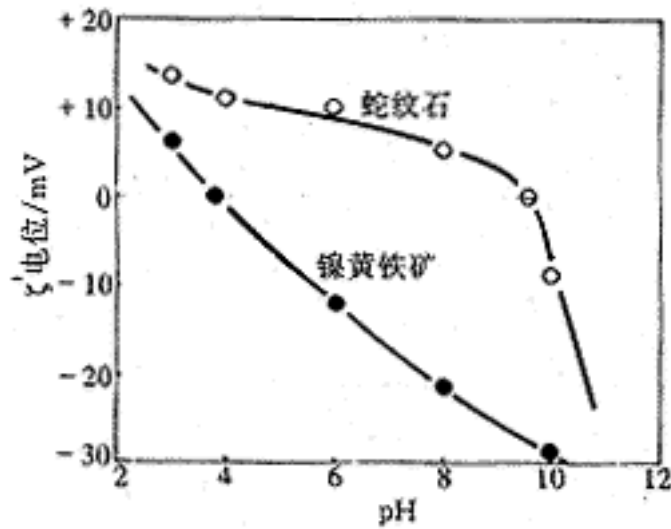


图1 镍黄铁矿、蛇纹石的 ζ 电位与pH值的关系

Fig.1 Relation between ζ potential of pentlandite, serpentine and pH value

1 矿物表面的清洗作用

在浮选矿浆中加入大量的硫酸，可以清洗掉覆盖在镍黄铁矿表面的矿泥，并进一步溶解矿物表面所形成的羟化膜或氧化膜，从而提高了镍黄铁矿的可浮性，大幅度降低由于夹杂而进入精矿产品中的蛇纹石。这样既提高了镍黄铁矿的回收率，又降低了精矿中的MgO含量。在此介质中浮选，俗称“酸法”。刘振中^[2]曾对金川矿石进行了试验，取得了较好的选矿指标。但是，由于该法使用大量的硫酸，造成操作环境污染、设备腐蚀等一系列的麻烦，现场不乐意采用。

2 分散矿泥的作用

在镍黄铁矿的浮选矿浆中，上述提到镍黄铁矿表面带负电，而蛇纹石的表面带正电，它们易通过静电作用而相互吸附。若在矿浆中添加六偏磷酸钠、水玻璃，可以显著改变蛇纹石的表面电性，如图2所示^[3]。这样一方面可消除静电吸附；另一方面，由于矿物表面均呈负电性，使矿粒之间具有排斥作用，所以缓和了矿粒之间(特别是矿泥)由于范德华力所产生的吸附作用。另外，从图2中可知，水玻璃对蛇纹石表面电性的影响不如六偏磷酸钠显著，特别是当六偏磷酸钠用量较大时，其分散能力明显比水玻璃强。

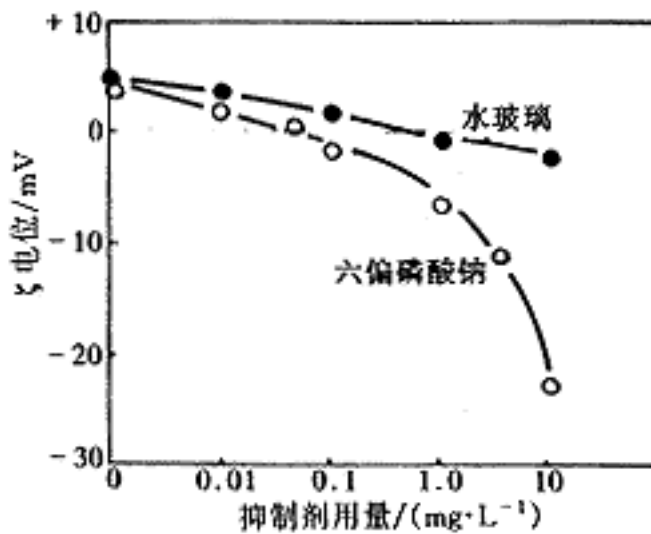
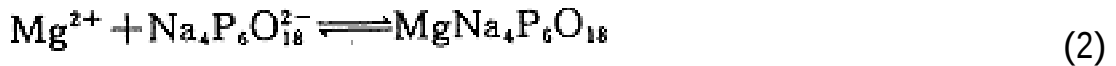
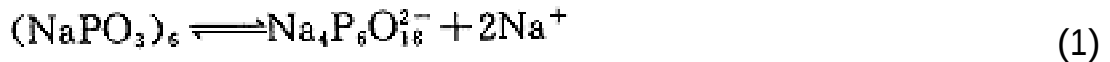


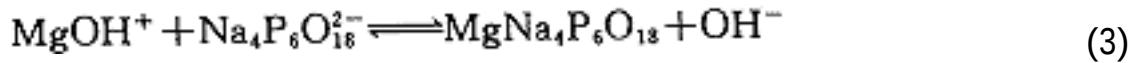
图2 六偏磷酸钠、水玻璃对蛇纹石 ζ 电位的影响(pH=9)

Fig.2 Effect of sodium hexametaphosphate, water glass on ζ potential of serpentine(pH=9)

六偏磷酸钠对蛇纹石矿泥的抑制作用机理是,六偏磷酸钠在水中部分电离成阴离子,这些阴离子首先与蛇纹石矿泥表面的金属离子形成难溶盐,继而转化为稳定的可溶性配合物,从而抑制蛇纹石.反应式如下:



此外,蛇纹石矿泥表面具有 MgOH^+ 阳离子区,六偏磷酸钠的阴离子 $\text{Na}_4\text{P}_6\text{O}_{18}^{2-}$ 会吸附在蛇纹石矿泥表面,形成稳定的亲水性配合物,也可将蛇纹石抑制,其反应式如下:



一般认为,水玻璃对蛇纹石矿泥的抑制作用是水玻璃在矿浆中水解后以多种形式存在,不但有离子态,而且还有胶态含硅化合物.离子态的硅化物与上述六偏磷酸钠的阴离子一样,可与阳离子 Mg^{2+} 直接络合,从而提高蛇纹石的负电性.而胶态含硅化合物也可沉积在蛇纹石表面而起抑制作用.

3 矿泥的絮凝作用

羧甲基纤维素(CMC)是镍黄铁矿浮选中蛇纹石的有效抑制剂.对于羧甲基纤维素对蛇纹石表面的作用,巴基诺夫(Bakinov)等人^[4]认为:氢的键合是CMC吸附于蛇纹石等易浮硅酸盐表面的重要原因.李治华^[3]认为:CMC有两个较强的极性基,即-OH基和-COOH基,在水中-COOH基解离成 COO^- ,使CMC带负电,而蛇纹石在浮选矿浆pH值小于9时,蛇纹石表面带正电(图1),因而CMC通过静电吸附作用吸附于蛇纹石表

面,而吸附于蛇纹石表面的CMC的-OH基又和水分子产生氢键结合,在蛇纹石矿泥表面形成一层水膜,致使蛇纹石矿泥受到抑制.此外,CMC还可能与蛇纹石表面的金属离子发生化学吸附,从而将蛇纹石矿泥抑制.笔者认为,在实际的镍黄铁矿浮选体系中,由于存在六偏磷酸钠或水玻璃,矿浆的pH在10左右,蛇纹石表面带负电,不可能发生静电吸附,CMC主要是通过化学吸附和氢键对蛇纹石起抑制作用.

一般认为,由于CMC吸附在蛇纹石表面,使其表面亲水而受抑制.但是,仅此作用仍未能解释消除矿泥的影响,正如M.K.Rhodes^[5]在硫化镍矿矿石浮选试验中发现,当CMC的聚合度超过1000时,可以获得含镁较低的镍精矿.这是由于高分子量的CMC使泥化的蛇纹石产生了絮凝作用,而分子中的羟基具有亲水性,可形成亲水絮团从而消除了矿泥的影响,笔者认为,这才是CMC的主要作用.

另外,具有絮凝作用的H盐、糊精^[3]和聚丙烯酰胺的共聚物^[6]等也可用作镍黄铁矿浮选时含镁硅酸盐脉石矿物的抑制剂.

4 镍黄铁矿的抗氧化作用

镍黄铁矿极易被氧化.硫化矿的过度氧化会明显降低其可浮性.在使用具有絮凝作用的高分子有机抑制剂时,须有一定的调浆时间,在此条件下,镍黄铁矿将受到严重的氧化.若在该浮选体系中添加硫化钠则显示出多种作用,一是可降低矿浆电位,减缓镍黄铁矿的氧化;二是可对氧化的镍黄铁矿表面产生硫化作用,恢复其可浮性;三是因硫化钠在水中呈强碱性,从而可提高蛇纹石的负电性.所以,有必要在矿浆中添加适量的硫化钠.

5 在镍黄铁矿浮选中抑制剂的选择

综上所述,由于镍黄铁矿浮选体系的特殊性,即脉石矿物蛇纹石易泥化、蛇纹石与镍黄铁矿在浮选pH范围内表面电性相反及镍黄铁矿极易氧化,因此在选择抑制剂时必须优先考虑混合用药.笔者认为,具有分散能力的六偏磷酸钠、对镍黄铁矿具有抗氧化和硫化作用的硫化钠及有效的絮凝抑制剂的组合,是比较有效的组合抑制剂,而选择合适的蛇纹石絮凝抑制剂是其中的关键.在这方面,国内外许多学者曾进行过探索.如B.A. Арсентьев等^[7]将CMC水溶液与二聚氰胺的反应产物用于硫化镍矿中,其抑制效果比原来的CMC好,同时也降低了CMC的单位消耗.ACMC是由CMC与氨水相互作用而得到的一种药剂,中南工业大学^[8]曾用ACMC作为金川镍矿蛇纹石的抑制剂,也取得了较好的效果.笔者认为这些药剂的成分中都含有氨基,氨基能与蛇纹石矿泥表面的镁离子络合而产生抑制作用.另外,用硫酸纤维素酯代替CMC作含镁硅酸盐矿物的抑制剂时,其效果也比较好^[9].国外有人曾提出用聚酚亚硫酸钠作含镁硅酸盐脉石的抑制剂.

6 结论

(1)造成镍黄铁矿与蛇纹石难以分选的原因有三个方面:蛇纹石易泥化;在浮选的pH范围内蛇纹石与镍黄铁矿的自然表面电位相反;镍黄铁矿极易氧化.

(2)六偏磷酸钠和水玻璃通过与蛇纹石表面的金属离子发生络合反应,改变了蛇纹石的表面电性而起分散抑制作用.CMC通过化学吸附及氢键作用吸附在蛇纹石表面而将其抑制.

(3)在镍黄铁矿浮选中必须使用混合抑制剂.较好的抑制剂配方中必须含有六偏磷酸

钠、硫化钠和一种有效的蛇纹石絮凝抑制剂.

(4)有效的蛇纹石絮凝抑制剂的开发是解决镍精矿中氧化镁含量高的关键,该絮凝抑制剂须对蛇纹石具有选择性,同时所形成的絮凝体又必须是亲水的.

作者简介:邱显扬(1957-),男,广东普宁人,大学本科,高级工程师.

作者单位:广州有色金属研究院,广东 广州 510651

参考文献:

- [1] 关杰,东乃良.有色金属,1985,37(4):29~36.
- [2] 刘振中.有色金属(选矿部分),1981,(1):16~19.
- [3] 李治华.中南矿冶学院学报,1993,24(1):36~44.
- [4] Bakinov K G,Vaneev II,Gorlovsky S I,et al. New met hod of sulphide concentrate uphading. 7th Int. Min.Proc. cong., New York:1964.2 27~238.
- [5] Rhode M K.国外金属矿选矿,1980,(6):14~20.
- [6] 朱建光.国外金属矿选矿,1998,(3):14~22.
- [7] B.A.A п с е н т ь е в,et al.国外金属矿选矿,1981(12):40~41.
- [8] 甘经超,赵纯录,丁松元.有色金属(选矿部分),1998,(4):1~5.
- [9] 芮新民,杨世凡.矿冶工程,1985,5(3):66.

收稿日期:1998-04-13