

战略性非金属矿产

六偏磷酸钠在磷矿浮选中的应用及作用机理

张汉泉, 许鑫, 陈官华, 周峰

武汉大学 资源与安全工程学院, 湖北 武汉 430205

中图分类号: TD971⁺.3; TD923⁺.14 文献标识码: A 文章编号: 1001-0076(2020)06-0058-06
DOI: 10.13779/j.cnki.issn1001-0076.2020.06.009

摘要 磷矿石是磷化工生产的重要原料,在国民经济的发展中占有重要地位。磷矿石入选品位的降低、有用矿物与脉石矿物性质相似、矿物嵌布粒度过细等不利因素影响磷矿选矿技术的发展。通过研究药剂与矿物之间的相互作用机理有助于改善矿物的选别效果,综述了磷矿石的重要性和浮选现状,着重研究了六偏磷酸钠在中低品位磷矿石浮选中的应用及作用机理。研究发现六偏磷酸钠在磷矿石浮选中有两个主要作用:一是六偏磷酸钠的加入会与捕收剂在磷灰石矿物表面形成竞争吸附,抑制捕收剂在磷灰石矿物表面的吸附,从而改变矿物的亲疏水性;二是六偏磷酸钠的加入会引起矿物表面电荷发生改变,使得矿物颗粒间相互作用力随之发生改变,增加矿物颗粒的分散性,从而优化矿物浮选条件。

关键词 磷矿;六偏磷酸钠;疏水性;分散性

中国是世界上最大的人口资源国,利用世界7%的耕地养活了全球近20%的人口,值此全球粮食供应紧张之际,保证粮食稳定增产就成为重中之重的工作。磷矿石在磷化工中的主要应用是生产磷肥,目前尚未找到任何可以替代磷矿石的原料,磷矿是保证粮食稳定供给的一种非常重要的战略非金属矿产资源^[1,3]。为了满足不断增长的磷肥生产需求,现阶段越来越多的低品位磷矿石通过浮选的方法富集,因此开展磷矿石浮选研究至关重要。

随着入选的磷矿石品位降低、有害杂质含量增加,使得磷矿浮选药剂的用量逐步增加、浮选流程趋于复杂化。浮选工艺流程的选择取决于矿物的类型,火成岩型磷灰石磷矿物完全结晶,矿物可浮性好,单一正浮选就能得到较好的分选指标,但这类磷矿在我国储量仅有7%左右;对于占储量80%以上细粒嵌布的沉积型硅-钙质磷块岩,通常以碳酸钠为调整剂、水玻璃为抑制剂,采用脂肪酸钠作为正浮选捕收剂;对于高品位沉积型钙质磷块岩则通常用硫酸或磷酸为调整剂,以脂肪酸钠为捕收剂进行反浮选;而对于更为复杂的中低品位胶磷矿,往往采用正一反浮选或双反浮选联合流程,才能达到较好的分选效果。沉积岩型磷块岩主

要包含的矿物有磷灰石($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$)、白云石($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)、方解石(CaCO_3)等,普遍Mg、Ca含量较高。这类矿石中,一方面磷矿物与脉石矿物共生紧密、嵌布粒度细,一般呈均质胶体或隐晶、微晶质,集合体多为鲕状、假鲕状结构,只有通过不断的细磨才能取得较好的浮选结果而矿物的细磨往往会导致浮选中矿物颗粒之间的罩盖、泡沫夹带情况更为严重^[4],非选择性团聚和药剂的非选择性吸附不利于矿物颗粒间的分离;另一方面要实现磷灰石和脉石碳酸盐矿物的有效分离就必须使其中一种矿物被有效抑制,而两种矿物中都含有 Ca^{2+} ,导致药剂在矿物表面吸附时选择性较差。浮选中通常采用添加各种浮选药剂来改变捕收剂在矿物表面的吸附,从而达到改变矿物亲疏水性的目的。磷酸及其衍生物很早就作为浮选分散剂或抑制剂被广泛应用于各类矿石选矿中,Richard等在研究六偏磷酸钠对硅酸盐矿物的浮选影响时发现,六偏磷酸钠在石榴石表面的吸附机理主要是静电相互作用和化学键合,而对金红石表面的影响似乎可以忽略不计^[5];孙伟等在研究方解石和白钨矿的浮选行为时发现,六偏磷酸钠的存在有助于改善两种矿物的分离效果^[6]。六偏磷酸钠作为最为典型的磷矿浮选药剂,不仅对微细粒矿

收稿日期:2020-11-14

基金项目:国家自然科学基金(51374156)

作者简介:张汉泉,男,博士,教授,博士研究生导师,主要从事矿物加工与烧结球团研究工作,E-mail:springt@139.com。

通信作者:周峰,男,硕士研究生,主要研究方向为浮选工艺理论,E-mail:15927325223@139.com。

物颗粒具有一定的分散性,更对磷灰石具有较强的抑制性。综上所述,研究六偏磷酸钠在磷矿浮选中的应用及作用机理,对于磷矿浮选相关抑制剂的开发具有十分重要的借鉴意义。

1 磷矿石浮选现状

磷矿的选矿方法通常有擦洗脱泥、重介质选矿、焙

烧—消化法、浮选法等。浮选法是目前应用最广、富集效果最好的一种方法。常用的浮选方法有正浮选、反浮选、正一反浮选、双反浮选等。根据磷矿石性质的不同,选择合适的浮选工艺,典型的浮选方法和处理矿石类型如表1所示。

表1 浮选方法和处理矿石类型

Table 1 The relation between flotation methods and ore types

浮选方法	矿石类型	应用实例
正浮选	岩浆岩型或沉积变质型磷灰石	马营磷矿选厂、锦屏磷矿选厂
反浮选	沉积型硅钙质磷块岩	瓮福磷矿选厂、海口磷矿选厂
正-反浮选(反-正浮选)	硅钙质胶磷矿	昆阳和安宁中低品位胶磷矿选厂、大峪口磷矿选厂
双反浮选	高硅镁型磷块岩或胶磷矿	远安磷矿选厂、宜化股家坪磷矿选厂

磷矿药剂中对浮选指标影响最大的是捕收剂和抑制剂,随着矿石入选品位的降低、成分复杂多变,磷矿传统捕收剂的捕收性和选择性较差,单一类型抑制剂往往无法取得理想浮选指标。因此,近年来改性脂肪酸类复合捕收剂和多元官能团胺类捕收剂的研发成为重点,而目前国内外研究的磷矿抑制剂主要分为正浮选中碳酸盐类型矿物抑制剂和反浮选中磷酸盐类型矿物抑制剂,采用磷酸盐类抑制剂与硫酸联合用于反浮选,可以有效抑制磷矿物,取得较好的试验结果。

2 六偏磷酸钠在磷矿浮选中的应用现状

六偏磷酸钠化学式为 $(\text{NaPO}_3)_6$,又称为磷酸钠玻璃体和格兰汉姆盐(英文缩写 SHMP),由纯碱或烧碱与磷酸进行中和反应后制成。六偏磷酸钠通常为白色结晶粉末,极易溶于水,水解生成正磷酸盐,水解溶液 pH 约为 6。目前六偏磷酸钠主要用于食品和工业领域,作为重要的食品添加剂、工业软水剂、阻垢剂等。

王永龙等研究了油酸钠体系下六偏磷酸钠对微细粒胶磷矿浮选的影响,试验结果表明在自然 pH 条件下,随着六偏磷酸钠用量的增加磷灰石浮选受到明显抑制,磷灰石的回收率逐渐降低^[7],黄齐茂和任翔等人的研究结果与之相似^[8,9]。冯其明研究油酸钠体系下焦磷酸钠($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$)对白云石和磷灰石浮选分离的影响时,通过接触角测试结果发现,焦磷酸钠的存在对磷灰石和白云石疏水性均有一定的影响,但对磷灰石的疏水性的影响要显著大于白云石。XPS 测试分析表明,焦磷酸钠的存在有助于促进油酸钠在白云石表面 Mg^{2+} 活性位点处的吸附,Zeta 电位测试结果表明,焦磷酸钠的存在与否对于磷灰石表面电位的影响并不显

著^[10]。杨勇在研究磷矿反浮选脱硅试验中发现,六偏磷酸钠可以消除矿泥覆盖于其它矿物表面,同时也消除了微粒间发生无选择性互凝的有害作用^[11],进而有助于改善细粒矿物的浮选。

作者在研究细粒碳氟磷灰石和白云石纯矿物浮选时,发现添加少量的六偏磷酸钠后矿物的浮选分离效果显著提升,添加六偏磷酸钠前后矿物浮选试验结果和矿物表面电位变化结果如表2和表3所示。

表2 六偏磷酸钠对细粒磷灰石和白云石纯矿物浮选影响

Table 2 Effects of Sodium hexametaphosphate on flotation of fine apatite and dolomite

六偏磷酸钠 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	产品	产率 /%	P_2O_5 品位 /%	P_2O_5 回收率 /%
0	精矿	38.90	32.40	65.92
	尾矿	61.10	10.67	34.08
	给矿	100.0	19.12	100.0
2	精矿	44.36	34.50	80.04
	尾矿	55.64	6.86	19.96
	给矿	100.0	19.12	100.0

表3 六偏磷酸钠对细粒磷灰石和白云石纯矿物表面电位影响

Table 3 Effects of sodium hexametaphosphate on surface potential of fine apatite and dolomite

样品	pH	表面电位/mV			
		HCl	HCl + SHMP	HCl + NaOL	HCl + SHMP + NaOL
白云石	9.60	-8.19	-29.00	-29.60	-31.80
	4.40	10.04	-4.15	-5.20	-11.69
磷灰石	9.30	-24.40	-30.10	-29.70	-32.70
	4.40	-9.33	-10.30	-21.70	-18.80

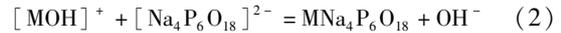
表2研究结果表明,添加少量的六偏磷酸钠可以显著提高磷精矿产率、品位和回收率。自然条件下磷灰石和白云石矿浆呈弱碱性,试验条件下pH分别为9.3和9.6,采用盐酸调节后,表3表面电位测试结果表明,六偏磷酸钠的加入对磷灰石和白云石表面电位值均存在一定的影响。加入六偏磷酸钠前后电位差值比较可知,六偏磷酸钠对白云石表面电位的影响大于对磷灰石表面电位的影响。

3 六偏磷酸钠在磷矿浮选中作用机理研究

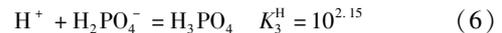
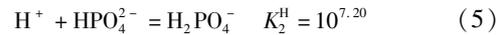
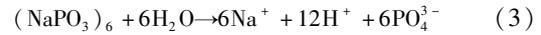
3.1 抑制机理研究

含磷灰石矿物种类较多,以常见的含碳酸盐矿物的磷灰石为例,六偏磷酸钠在溶液中会与矿物表面溶出的金属离子发生如下化学反应^[12,13],生成金属离子

络合物。M代表Ca、Mg:



六偏磷酸钠在溶液中除了发生上述(1)、(2)络合反应外,还会发生水解反应,水解反应如下^[14]:



常见的磷灰石和白云石反浮选(油酸钠—硫酸组合药剂)体系下,硫酸与磷灰石发生的化学反应式应为^[15]:

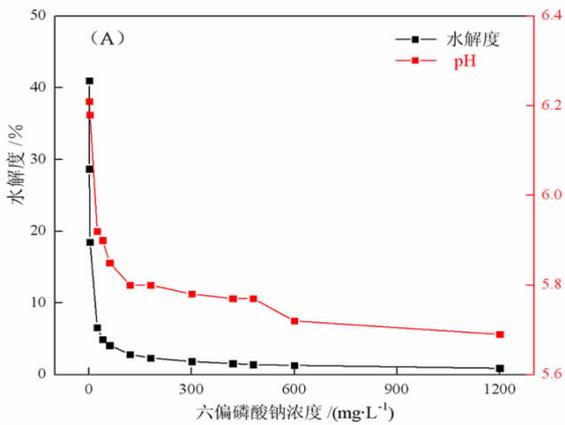
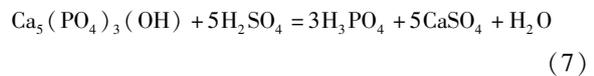
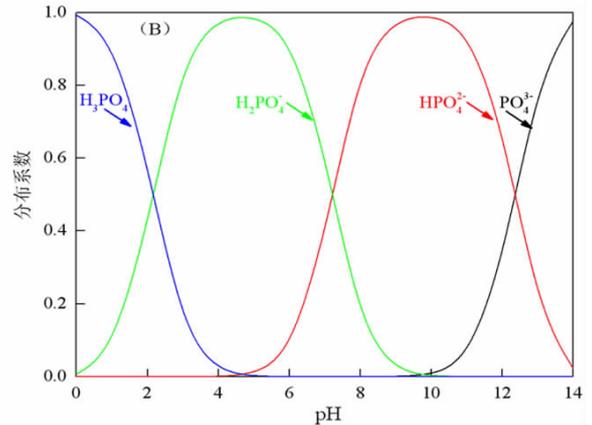


图1 六偏磷酸钠水解和磷酸组分分布图

Fig. 1 Distribution of sodium hexametaphosphate hydrolysis and phosphoric acid composition



上述式(3)和式(7)表明,即使不添加磷酸溶液中必定有磷酸生成,六偏磷酸钠的加入只会促使溶液中磷酸含量的增加。众多浮选试验结果表明,磷矿反浮选脱白云石的最佳分离pH为4~6,在pH4~6磷酸水解成分主要以 H_2PO_4^- 为主,不同浓度下六偏磷酸钠水解pH同样在此范围之内^[16]。在溶液的pH为4~6之间时,通常生成 CaHPO_4 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,而关于 CaHPO_4 和 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 对于磷灰石抑制机理的研究就非常多了^[17,19]。祁宗等在研究白云石浮选中磷酸根与捕收剂的竞争关系分析时发现,当溶液中磷酸含量增加,势必会与捕收剂在矿物表面发生竞争吸附,导致矿物表面亲水性增加^[20]。至于为什么会选择性抑制磷灰石而不是白云石,目前主要有两种观点:一是根据相似相溶原理磷酸根离子更容易在磷灰石表面与捕收剂形成竞争吸附,生成的磷酸钙使得磷灰石亲水性增加;二是磷酸根在白云石表面同样形成磷酸钙,但在白

云石表面与钙离子的结合会促进白云石表面镁离子的活化,从而使得白云石与磷灰石得以有效分离^[21,22]。(图1(A)六偏磷酸钠水解,(B)为磷酸组分分布图,图2为油酸钠—硫酸体系下六偏磷酸钠对磷灰石浮选分离影响示意图。)

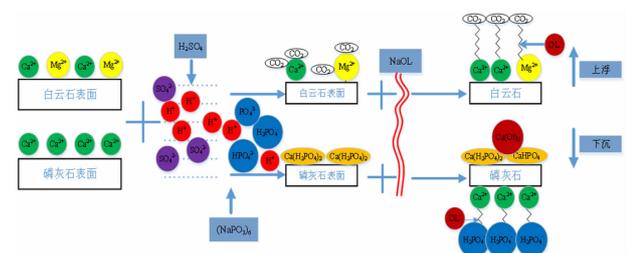


图2 油酸钠—硫酸体系下六偏磷酸钠对磷灰石和白云石浮选分离影响过程示意图

Fig. 2 Schematic diagram of the influence of sodium hexametaphosphate on the flotation separation of apatite and dolomite in the sodium oleate-sulfuric acid system

3.2 分散机理研究

六偏磷酸钠在微细粒矿物浮选分离中的另一个重要作用是通过改变矿物表面电荷量,从而改变矿物颗粒间的作用力(以静电作用力和水化斥力为主),增加矿物颗粒的分散性,改变捕收剂在特定矿物表面的吸附量,最终达到改善矿物浮选效果的目的。宋少先等研究微粒菱锰矿与脉石矿物互凝及化学分散时认为,六偏磷酸钠分散原理主要有三个方面:(1)由于六偏磷酸钠在矿物表面上吸附,大大地增加矿物表面的负电性,从而增强粒子间的静电排斥力;(2)六偏磷酸钠在矿物表面吸附后,在表面形成亲水膜,阻碍微粒之间的聚集;(3)六偏磷酸钠分子是一长链高分子,当吸附了六偏磷酸钠的矿物微粒互相靠近到相互距离小于吸附层厚度的两倍时,两个吸附层之间产生相互排斥的作用,即空间(位阻)效应将阻碍微粒间的互相聚集,实现微粒之间的有效分散^[23]。

DLVO 理论被用来解释浮选体系中矿物颗粒间的分散与絮凝行为。韩跃新等通过 DLVO 理论计算,表明矿浆中蛇纹石颗粒间作用能为负,蛇纹石颗粒间相互吸引,容易发生吸附团聚现象。加入六偏磷酸钠以后,颗粒间作用能由负变正,表明颗粒间相互排斥,此时颗粒间呈分散状态^[24];王纪镇等在研究白钨矿与磷灰石浮选分离中发现,焦磷酸钠对磷灰石动电位的影响程度明显大于白钨矿,说明焦磷酸钠更易于在磷灰石表面吸附^[25]。李一江等在研究低灰煤和矽石分离时同样发现,六偏磷酸钠提高了煤和矽石的电负性,增强了煤和矽石颗粒间的静电斥力^[26]。冯其明等通过表面电位测试同样发现,加入焦磷酸钠后白云石表面电位发生较大改变,而磷灰石表面电位变化不大,由此推断焦磷酸钠能促进油酸钠在白云石表面的吸附的主要原因是因为焦磷酸钠的加入增加了白云石表面 Mg^{2+} 的活性位点^[10]。目前关于六偏磷酸钠对磷灰石矿物颗粒分散机理的研究并不多见,叶军建在研究微细粒磷灰石颗粒间相互作用调控时发现,当存在六偏磷酸钠时,水化排斥能急剧增大了磷灰石颗粒间的能量势垒,在较低的用量条件下即可以显著提高磷灰石颗粒的分散性^[27,28]。产生这种现象主要是因为吸附在磷灰石表面的磷酸根与水分子通过氢键发生了强烈的水化作用, HPO_4^{2-} 、 $H_2PO_4^-$ 作为磷灰石表面定位离子,改变溶液中定位离子浓度势必会改变矿物表面电荷量^[29,30]。磷灰石反浮选体系中使用油酸钠作为捕收剂、硫酸作为调整剂,矿浆 pH 在 4~6 之间时,油酸分子和六偏磷酸钠水解产生的 $H_2PO_4^-$ 在矿物表面吸附双电子层模型如图 3 所示^[27]。

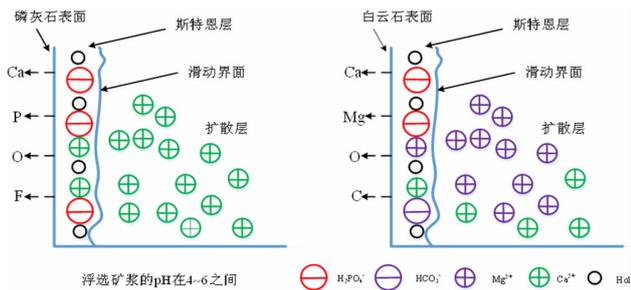


图3 油酸分子和 $H_2PO_4^-$ 在矿物表面吸附双电子层模型
Fig. 3 Double layer model of the mineral surface in the presence of oleic acid and $H_2PO_4^-$

图3 矿物表面吸附双电子层模型可知,水解生成的 $H_2PO_4^-$ 进入磷灰石和白云石表面的电子层,定位离子浓度的增加会使得磷灰石颗粒间的斥力显著增加。荷负电的磷酸根离子在白云石表面的吸附和 $H_2PO_4^-$ 进入白云石表面的斯特恩层,同样会使得白云石矿物颗粒间的电负性增加,有利于矿物颗粒的分散。

分析发现在六偏磷酸钠用于其它矿物的浮选时,静电力和水化斥力占据了主要影响因素,通过改变矿物表面电位,实现矿物颗粒间的分散。矿物颗粒间的分散性增加,从而有助于浮选行为的改善。当六偏磷酸钠用于含磷矿物的浮选时,因为磷灰石矿物本身的特殊性质,使得六偏磷酸钠对磷灰石矿物的抑制和分散效果同时存在,抑制作用甚至占据主要影响因素。六偏磷酸钠的加入有助于含磷矿物亲水性的增加和不同矿物颗粒间分散性的提高,从而有利于与脉石矿物的分离。

4 结论与展望

研究发现六偏磷酸钠及相关磷酸盐衍生物在各类矿物的浮选中应用较多,大多数条件下能提高矿物的浮选分离效果。六偏磷酸钠在浮选中的作用主要分为两个方面:一是作为分散剂广泛应用于各种微细粒矿物的浮选中,有利于实现矿物的脱泥,减少矿物颗粒间的罩盖、泥化对浮选带来的不利影响;二是作为磷酸盐类型矿物的抑制剂,选择性抑制磷酸盐矿物,有助于捕收剂在碳酸盐或者其它类型矿物表面的吸附。

随着高品位矿石资源的不断开发利用,未来很长一段时间内“贫、细、杂”矿石的选矿研究会越来越被人们重视。六偏磷酸钠的加入会使得矿物的分散性得到提升,还会使得含磷酸盐矿物被抑制,对微细粒矿物的浮选具有十分重要的改善意义。未来六偏磷酸钠在矿物浮选中的应用会逐步增多,研究其在磷矿中的作用机理对于同类型矿物的浮选和相关浮选抑制剂的开发都具有很好的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 张汉泉,周峰,许鑫,等. 中国磷矿开发利用现状[J]. 武汉工程大学学报,2020,42(2):159-164.
- [2] QIN BO CAO, JIN HUA CHENG, SHU MING WEN, et al. A mixed collector system for phosphate flotation[J]. Minerals Engineering, 2015, 78: 114-121.
- [3] 汪灵. 战略性非金属矿产的思考[J]. 矿产保护与利用,2019,39(6): 1-7.
- [4] 印万忠,唐远,姚金,等. 矿物浮选过程中的交互影响[J]. 矿产保护与利用,2018(3):55-60.
- [5] RICHARD M KASOMO, HONG QIANG LI, HUI FANG ZHENG, et al. Depression of the selective separation of rutile from almandine by Sodium Hexametaphosphate[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2020, 593.
- [6] GAO YUESHENG, GAO ZHIYONG, SUN WEI, et al. Adsorption of a novel reagent scheme on scheelite and calcite causing an effective flotation separation[J]. Journal of colloid and interface science, 2018, 512: 39-46.
- [7] 王永龙,张芹,周亮,等. 油酸钠体系中微细粒胶磷矿的浮选行为[J]. 金属矿山,2013(10):72-75.
- [8] 黄齐茂,黄晶晶,王巍,等. 湖北某胶磷矿粗选工艺的优化[J]. 武汉工程大学学报,2011,33(2):17-19.
- [9] 任翔,张洪恩. 细粒菱锰矿、磷灰石溶解组分对其浮选分离的交互作用[J]. 北京矿冶研究总院学报,1993(4):24-31.
- [10] YAN FEI CHEN, QI MING FENG, GUO FAN ZHANG, et al. Effect of sodium pyrophosphate on the reverse flotation of dolomite[J]. Minerals, 2018, 8: 278.
- [11] 杨勇,刘云涛,李丰. 磷矿反浮选脱硅分批加药优化研究[J]. 化工矿物与加工,2015,44(1):1-4,8.
- [12] 李学军,王丽娟,鲁安怀,等. 天然蛇纹石活性机理初探[C]//中国地质学会. 第二届全国环境矿物学学术研讨会论文集. 北京:中国地质学会,2004:67-71.
- [13] YI PING LU, MING QIANG ZHANG, QI MING FENG, et al. Effect of sodium hexametaphosphate on separation of serpentine from pyrite[J]. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2011, 21(1): 208-213.
- [14] 季学福. 六偏磷酸钠水解的计算及药龄控制[J]. 工业水处理,1984(3):4-10.
- [15] 王眉龙. 磷矿稀土在硫、磷混酸体系下的反应机理研究[D]. 贵阳: 贵州大学,2015.
- [16] 王文潜. 六偏磷酸钠及其在锡石浮选中的应用[J]. 有色金属(冶炼部分),1977(1):22-29.
- [17] SALAH EI-DIN EI-MOFTY, AYMAN EI-MIDANY. Calcite flotation in potassium oleate/potassium dihydrogen phosphate system[J]. Journal of Surfactants and Detergents, 2015,18(5): 905-911.
- [18] ELGILLANI D A, ABOUZEID A. -Z. M. Flotation of carbonates from phosphate ores in acidic media[J]. Elgillani D. A; Abouzeid A. -Z. M.,1993,38(3/4): 235-256.
- [19] M. MOHAMMADKHANI, M. NOAPARAST, S. Z. SHFAEI, et al. Double reverse flotation of a very low-grade sedimentary phosphate rock, rich in carbonate and silicate[J]. International Journal of Mineral Processing,2011,100(3): 157-165.
- [20] 祁宗,孙传尧. 白云石浮选中磷酸根与捕收剂的竞争关系分析[J]. 有色金属工程,2013,3(1):33-36.
- [21] 韩英,钟康年,汤亚飞,等. 对磷酸类抑制剂的探索[J]. 中国矿业,1998(5):3-5.
- [22] 谢国先,罗廉明,夏敬源,等. 钙(镁)质胶磷矿脱镁反浮选酸的作用机理探析[J]. 化工矿物与加工,2010,39(10):9-10,13.
- [23] 宋少先,卢寿慈. 微粒菱锰矿与脉石矿物互凝及化学分散作用的研究[J]. 矿冶工程,1988(2):16-20.
- [24] 李治杭,韩跃新,李艳军,等. 六偏磷酸钠对蛇纹石作用机理分析[J]. 矿产综合利用,2016(4):52-55.
- [25] 王纪镇,印万忠,孙忠梅. 白钨矿与磷灰石浮选的选择性抑制及机理研究[J]. 有色金属工程,2019,9(2):66-69.
- [26] YI JIANG LI, WEN CHENG XIA, LI PAN, et al. Flotation of low-rank coal using sodium oleate and sodium hexametaphosphate[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 261.
- [27] 叶军建. 微细粒磷灰石浮选的界面调控研究[D]. 贵阳:贵州大学,2019.
- [28] JUN JIAN YE, XIAN CHEN WANG, XIAN BO LI, et al. Effect of dispersants on dispersion stability of collophane and quartz fines in aqueous suspensions[J]. Journal of Dispersion Science and Technology, 2018, 39(11): 1655-1663.
- [29] 王淀佐,胡岳华. 浮选溶液化学[M]. 长沙:湖南科学技术出版社,1978.
- [30] MISHRA S. K. The electrokinetics of apatite and calcite in inorganic electrolyte environment[J]. Mishra S. K.,1978, 5(1): 69-83.

School of Resources & Safety Engineering, Wuhan Institute of Technology

ZHANG Hanquan, XU Xin, CHEN Guanhua, ZHOU Feng

School of Resource & Safety Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China

Abstract: Phosphate ore is an important raw material for phosphorus chemical production and plays an important role in the development of national economy. The negative factors such as the decrease of phosphate ore inclusion grade, the similarity of mineral properties between useful minerals and gangue minerals, and the excessively fine mineral mosaics affect the development of phosphate ore dressing technology. The study of the interaction mechanism between agents and minerals is helpful to improve the mineral separation effect, the importance and flotation status of phosphate ores were reviewed, and the application and mechanism of sodium hexametaphosphate in flotation of medium – grade and low – grade phosphate ores were emphatically studied. It is found that sodium hexametaphosphate has two main roles in phosphate ore flotation: First, the addition of sodium hexametaphosphate will form a competitive adsorption with the collector on the apatite mineral surface, which further inhibits the adsorption of the collector on the apatite mineral surface, thus changing the hydrophilicity of the mineral; The second is that the addition of sodium hexametaphosphate will cause the change of mineral surface potential, so that the interaction force between mineral particles will change accordingly, increasing the dispersion of mineral particles, and thus optimizing the mineral flotation conditions.

Key words: phosphate ore; sodium hexametaphosphate; hydrophobicity; dispersibility

引用格式:张汉泉,许鑫,陈官华,周峰.六偏磷酸钠在磷矿浮选中的应用及作用机理[J].矿产保护与利用,2020,40(6):58-63.

Zhang HQ, Xu X, Chen GH, and Zhou F. Application and mechanism of sodium hexametaphosphate in phosphate ore flotation[J].

Conservation and utilization of mineral resources, 2020, 40(6): 58-63.

投稿网址:<http://kcbh.cbpt.cnki.net>

E-mail:kcbh@chinajournal.net.cn