

# pH 条件对高岭土分散与凝聚的影响

杨 主 明

(材料物化研究所)

## 摘 要

本文研究了高岭土悬浮液中,分散剂六偏磷酸钠的加量与pH条件之间的关系.对固含量10%,粒度 $<43\mu\text{m}$ 的高岭土悬浮液,当六偏磷酸钠加量 $<300\text{mg/l}$ 时,改变pH由中性至碱性,能有效地提高分散效果.用 $\text{Al}^{3+}$ 作为凝聚剂在中-酸性条件下对聚沉有利.

## 一、前 言

天然产出的花岗岩风化壳高岭土,在水液中往往呈聚集状态.在选矿过程中,为了有效地进行粒级分离,必须加入分散剂,促使高岭土颗粒在水介质中的分散;在制取 $<2\mu\text{m}$ 产品时,又必须加入凝聚剂使分离后的悬浮液浓缩.因此,高岭土在水溶液中的分散和凝聚,是选矿加工过程中两个关键的环节;选择适宜的分散和凝聚条件,在经济、技术上都具有重要意义.有关的研究<sup>[1]</sup>认为,通过调整高岭土矿浆介质为碱性条件时,一方面有助于提高分散剂六偏磷酸钠的分散效能;另一方面又有利于提高铝凝聚剂的聚沉效果.本文通过实验,进一步阐明分散剂浓度与介质pH条件之间在量上的相互关系,以及铝凝聚剂在不同介质pH条件下的聚沉效果和机制.

## 二、实验样品和评价分散效果的方法

样品选用福建同安郭山花岗岩风化壳高岭土.为避免改变粘土颗粒的原始荷电性质,在未加入分散剂时,筛取 $<325$ 目( $<43\mu\text{m}$ )粒级作长实验用样.样品的矿物组成主要是高岭石,其含量约90%,其次为少量7 Å埃洛石和石英.

评价高岭土悬浮液的分散效果有许多方法,如最小比容法、光学法、电镜法,粒度分析法和微电泳法.比容法的沉淀物容积测定误差往往是一个问题.微电泳法采用 $<2\mu\text{m}$ 颗粒作实验样品,对原始粘粒常缺乏足够代表性.这里使用沉积量测定法、流变性测定法和粒度分析法,以及悬浮体稳定性的综合结果的评价方法.沉积量方法是在含有不同浓度分散剂的一定粘土量的悬浮液中,经一定时间后,在一定温度下,测定其沉积量来判定分散效果.

本文1987年3月27日收到.

### 三、结果与讨论

#### 1、高岭土悬浮液中分散剂浓度与pH条件的关系

图 1 是高岭土悬浮液在不同pH和六偏磷酸钠浓度条件下分散状态的实验结果。高岭土浓度为10%。沉积量的变化曲线表明，具有相同的六偏磷酸钠浓度的悬浮液中，高岭土颗粒的分散效果在碱性条件下优于在酸性条件下。这一点与有关研究的结论是一致的。问题在于，对于近中性介质，pH条件的提高有助于增进分散，只是在分散剂浓度必须在一定量的范围内才成立。图中六偏磷酸钠浓度 $<300\text{mg/l}$ 时，介质pH的变化影响其分散性能。当分散剂用量超过 $300\text{mg/l}$ 时，尽管调中性介质为碱性，并不提高高岭土悬浮液的分散效果。这里暂时将其 $300\text{mg/l}$ 浓度作为分散剂加量的上限。对中性条件下的高岭土悬浮液，这个上限值就是分散剂的最佳加量。

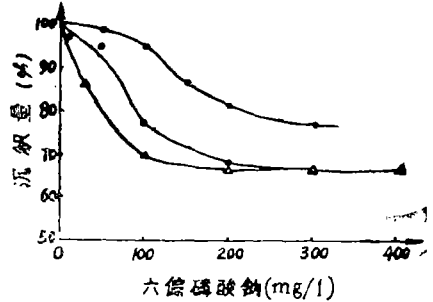


图 1 不同pH与六偏磷酸钠浓度条件下沉积量的变化  
(pH:  $\bullet$ ——4.5;  $\circ$ ——3.5;  
 $\triangle$ ——8.5)

高岭土的粒度分布 (图 2) 显示，当六偏磷酸钠用量为 $266\text{mg/l}$ 时，中性条件下高岭土粒度较大，而碱性条件下粒度较小。当分散剂加量为 $300\text{mg/l}$ 时，中性和碱性条件下的粒度分布几乎是一致的。高岭土悬浮液的粘度测定 (图 3) 反映，在碱性条件下，六偏磷酸钠浓度为 $50\text{mg/l}$ 时，就能获得最低粘度。而中性条件下，分散剂浓度常增加至 $200\text{mg/l}$ ，才能达到相同的低粘度水平。当悬浮液中分散剂浓度 $>200\text{mg/l}$ ，两种条件下的粘度趋于一致。悬浮液体系稳定性观察表明，粘度测定过程中的体系比沉积量方法的体系的稳定性差，它说明了粘度测定结果中分散剂最佳加量偏低的原因。

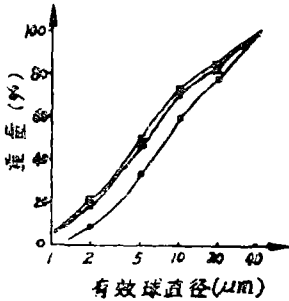


图 2 高岭土的粒度分布  
pH和六偏磷酸钠浓度 (mg/l) 为:  $\bullet$ ——  
(6.5, 300;  $\square$ ——8.5, 300;  
 $\circ$ ——6.5, 200;  $\triangle$ ——8.5, 200)

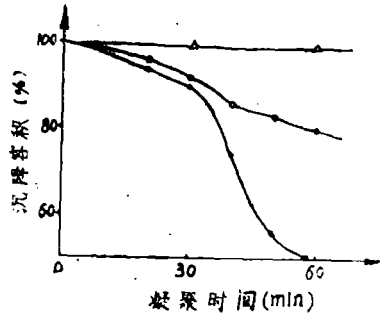


图 3 高岭土悬浮液粘度与六偏磷酸  
钠加量及pH的关系  
(pH:  $\bullet$ ——6.5;  $\circ$ ——8.5)

根据实验结果,可以认为在高岭土悬浮液中,分散剂六偏磷酸钠加量与pH条件之间在量上是相关的。实际上,由于分散剂阳离子与 $\text{OH}^-$ 可同时吸附于高岭石颗粒表面,即粘土胶粒表面有限的位置,因此二者在这些位置上的吸附量是相关的。除了相对浓度的影响外,偏磷酸钠盐的阳离子对粘粒边缘表面Al具有特殊反应能力<sup>[9]</sup>,可能起主要作用,使得颗粒表面为六偏磷酸盐阳离子优先吸附达到相对饱和,此时尽管提高 $\text{OH}^-$ 浓度,若没有相应的化学反应发生,就不会显著地改变粘粒表面的荷电状态,因而不影响颗粒的分散能力。这个相对的饱和值,相当于分散剂的最佳加量。

由于自然产出的高岭土,在物质组分、粒度分布及其它性质方面的多样性,其相应的分散剂最佳加量是不同的。在高岭土选矿过程中,通过确定分散剂最佳加量,能有效地控制分散剂用量及悬浮液的pH条件,从而找到经济上合理的最佳分散条件。

## 2. 高岭土悬浮液凝聚的pH条件

采用 $\text{Al}^{3+}$ 作凝聚剂,高岭土浓度为4%,粘土颗粒— $2\mu\text{m}$ 。凝聚实验表明当 $\text{Al}^{3+}$ 浓度在 $55\text{mg/l}$ 附近时,高岭土开始凝聚,其凝聚速度与pH的关系如图4。在碱性条件下,粘土悬浮液处于稳定状态,近中性条件下开始凝聚,随酸性增强,凝聚速度增大。由实验得出与文[1]相反的结论。使用 $\text{Al}^{3+}$ 作为高岭土悬浮液的凝聚剂,在中—酸性条件下是有利的。

不同pH条件下, $\text{Al}^{3+}$ 与粘土颗粒表面进行的离子交换可表示为:

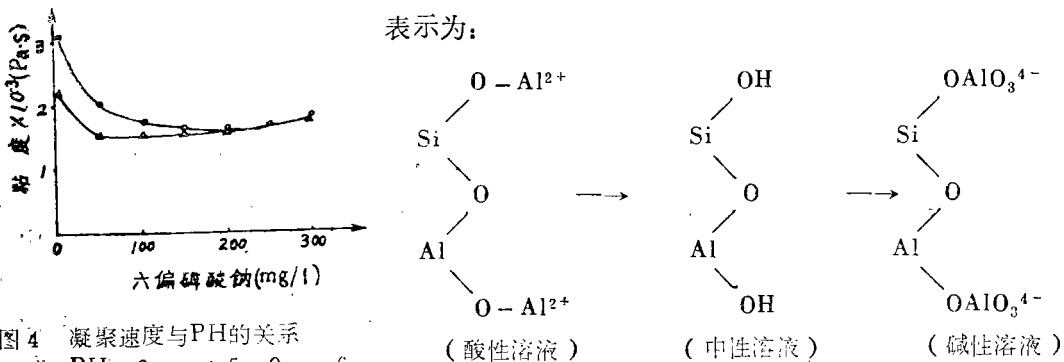


图4 凝聚速度与pH的关系  
pH: 0—4.5; 0—6.  
5; ▲—8.5

在碱性条件,以铝酸盐形式,使颗粒边缘表面带负电荷,高岭石颗粒保持分散和稳定。介质为中性至弱酸性时,形成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 带正电荷胶团,它与带负电荷的粘粒胶团相吸引而沉淀。酸性介质中, $\text{Al}^{3+}$ 进入吸附位,并使部分颗粒表面带正电荷,体系中高岭土因电性中和而聚沉。显然, $\text{Al}^{3+}$ 作为高岭土的凝聚剂,不同pH条件下,其聚沉效应及机制是不同的。

根据上述高岭土分散和凝聚的结果,一方面,当分散剂用量低于一定值时,提高介质pH有助于高岭土颗粒的分散;另一方面,碱性条件不利于高岭土的凝聚,因此,这里涉及到高岭土选矿加工过程中介质pH条件的选择和控制在。若为节省分散剂用量,就必须加入碱质以提高pH,保持较高的分散水平。但当高岭土凝聚时,又不得不加入过量的酸,使pH下降,保证凝聚发生。同样,若不改变悬浮液的pH条件,维持于中至偏酸性状态,增加少量分散剂用量,既可保证良好的分散和凝聚效果,又避免引入不必要的杂质。显然,这里存在一个经济合理和产品质量评价问题。有关分散剂加量与pH条件之间的关系,以及 $\text{Al}^{3+}$ 的凝聚条件的认识,为解决这一问题提供了可能。

#### 四、结 语

- 1、 在高岭土悬浮液中,分散剂六偏磷酸钠用量与pH条件之间在量上相关,只有当分散剂用量低于最佳加量,使中性条件改变为碱性,才有助于提高高岭土的分散效果。
- 2、 采用 $Al^{3+}$ 作为高岭土的凝聚剂,在中至弱酸性条件下发生聚沉。
- 3、 通过高岭土悬浮液中分散剂和凝聚剂与pH条件之间关系的认识,为建立合理的高岭土选矿流程及条件提供了依据。

此项研究蒙许承晃副教授精心指导,谨致谢意。

#### 参 考 文 献

- [1] 唐德昌,用电泳法研究高岭土矿浆的分散和凝聚,非金属矿, 4 (1936), 24—28.
- [2] 广末英晴等,微细粒子在水溶液中的凝聚与分散,国外非金属矿, 10 (1985), 31—37.
- [3] H. 港·澳奥尔芬,粘土胶体化学导论,农业出版社, (1982), 108—113.
- [4] Swartz, S.L. and Matijevic, E., Surface and Colloid Chemistry of Clays, Chemical Review, 74, 3 (1974), 335—400.

### The Effect of pH on Dispersion and Coagulation of Kaolin Suspension

Yang Zhuming

#### Abstract

This paper deals with dispersion and Coagulation of Kaolinsuspension with respect to the effect of pH Value.

By using  $(NaPO_3)_6$  as dispersing agent, it reveals a quanttative relationship between  $(NaPO_3)_6$  and pH value. when the concentration of  $(NaPO_3)_6$  is less than 300mg/l, its dispersing ability for 10% kaolin ( $<43\mu m$  in particle size) cae be increased adjusting the pH value from neutral to alkaline.

By using  $Al^{3+}$  as coagulating aglent, coagulation appears at the pH range of neutral to acid.