

用粉体接触角技术研究长江口表层底泥的润湿性

陈邦林 陈国平 韩庆平

(华东师范大学化学系, 上海 200062)

收稿日期 1990年11月27日

关键词 表层底泥, 润湿性, 接触角

提要 将粉体接触角测量技术用于河口界面化学的研究, 测定了长江口地区 9 个站位表层底泥的润湿性, 从润湿性角度探讨了长江口表层底泥的表面状态。

1 原理

根据 Washburn 方程^[3], 液体在细颗粒泥沙床中的渗透满足:

$$(\Delta V)^2 = B \cdot \frac{r_{LV}}{\eta} \cdot \cos \theta \cdot t \quad (1)$$

式中 ΔV 是直流电压信号, θ 是接触角, r_{LV} 是液体的表面张力, η 是液体的粘度, t 是液体的渗透时间; r_{LV}/η 仅与液体的性质有关; B 是与细颗粒泥沙床的结构及仪器参数有关的常数。所以液体在细颗粒泥沙床中渗透, 以 $(\Delta V)^2$ 对时间 t 作图, 应为一直接, 相应的斜率为:

$$K = B \cdot \frac{r_{LV}}{\eta} \cdot \cos \theta \quad (2)$$

根据实验给定对细颗粒泥沙润湿性最好的某种液体为完美润湿液体, 相应的接触角为零, 由此便可求出其他润湿液体的接触角。

$$\cos \theta_2 = \frac{K_2 r_{LV_1} \eta_2}{K_1 r_{LV_2} \eta_1} \quad (3)$$

下标 1 代表完美润湿液体, 下标 2 代表接触角待测的液体。

接触角的数据可以作为润湿性好差的判据, 接触角越小, 润湿性越好^[1]。

2 实验

2.1 实验仪器

本研究所用实验装置如图 1 所示: 液体的表面张力用 JZHY-180 界面张力仪测定; 液体的粘度用 Ostwald 型毛细管粘度计测定, 实验温度为 $30.0^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ 。

2.2 样品及处理

长江口表层底泥及水样于 1988 年 3 月取自长江口地区白茆口到南槽 9 个站位,如图 2 所示。表层底泥经自然烘干、碾碎,用 100 目及 350 目的筛子筛取 100~350 目的细颗粒泥沙;白茆口表层底泥筛取 100~200 目的细颗粒泥沙,在 80℃下烘 4h,置于干燥瓶中待测。长江水样取回后立即用 0.45um 的滤膜抽滤,置于冰箱中待用。

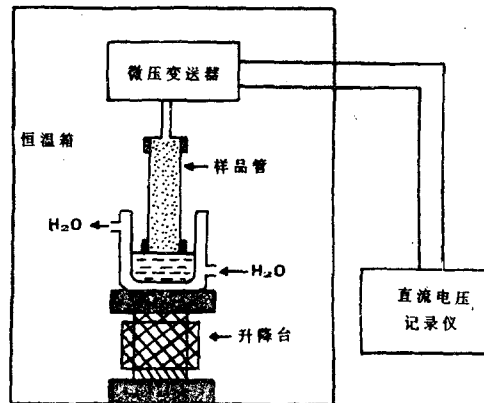


图 1 Washburn 渗透压力法粉体接触角测定装置

Fig. 1 Apparatus for contact angle measurement by washburn penetration pressure method

表层底泥表面有机物的除去:在盛有泥沙的烧杯中加入 10%的 H_2O_2 ,在 80℃下水浴加热,搅拌 1h,抽滤;并在 450℃下灼烧 4h,碾碎后筛取 100~350 目的细颗粒泥沙。

甲醇、无水乙醇、正丙醇、异丙醇、正丁醇、正戊醇、石油醚、95%乙醇、NaCl 均是分析纯的,乙醇/水溶液按体积配制,NaCl 水溶液按重量比配制。分别移取 10.0ml 工业用十二烷基二甲基苄基氯化铵和脂肪醇环氧乙烷聚合物分别制成 250ml 的水溶液;称取 0.672 0g 化学纯十二烷基苯磺酸钠制成 250ml 的水溶液;称取 4.0g 腐植酸(生物试剂)加 10g NaOH,配制成 1 000ml 水溶液,过滤,清液待用。

2.3 实验操作

在样品管中装入一定量的细颗粒泥沙,压紧。对于同一细颗粒泥沙,每次实验时,细颗粒泥沙的用量及细颗粒泥沙床的刻度应尽量相同,然后将样品管与微压变送器相连接,调节润湿液体液面高度,使样品管下端与润湿液体刚刚接触,同时撤下秒表,每隔一段时间记录微压变送器输出的直流电压信号。每次实验重复 3 次。

3 实验结果及讨论

3.1 完美润湿液体的选择

实验所得的 $(\Delta V)^2 \sim t$ 关系都是比较的线性关系,线性回归系数在 0.999 6 以上。3 次重复实验中,如果某次测得的 $(\Delta V)^2 \sim t$ 直线的斜率超出 3 次平均值的 5%,应补做 1 次以取代之。

测定了白茆口表层底泥与一系列润湿液体的接触角,如表 1 所示。由表 1 可知,在所有润湿液体中,十二烷基二甲基苄基氯化铵水溶液对白茆口表层底泥的润湿性最好,给定它与表层底泥的接触角为零,以它为标准便可求出其他体系的接触角。在下面的研究中,就以十二烷基二甲基苄基氯化铵水溶液为其他各站位表层底泥的完美润湿液体。

3.2 白茆口到南槽 9 个站位表层底泥的润湿性

实验测定了长江口地区 9 个站位(图 2)表层底泥去有机物前后与相应水体及腐植酸水溶液的接触角,结果如图 3~5 所示。

表 1 白茆口表层底泥与部分润湿液体的接触角

Tab. 1 The contact angles of bottom sediment in Bai Maokou with some wetting liquids

润湿液体	甲醇	无水乙醇	正丙醇	异丙醇	正丁醇	正戊醇	石油醚	白茆口水样	30%乙醇/水	25%乙醇/水	20%乙醇/水
接触角(°)	53.7	57.1	65.1	54.5	54.2	59.7	61.3	54.7	59.0	55.3	54.6
润湿液体	17%乙醇/水	12%乙醇/水	25%NaCl水溶液	15%NaCl水溶液	5%NaCl水溶液	十二烷基二甲基苄基氯化铵水溶液	脂肪醇环氧乙烷缩合物水溶液	白茆口水样	30%乙醇/水	25%乙醇/水	20%乙醇/水
接触角(°)	53.7	45.9	52.4	52.3	51.6	0.0	52.3	54.7	59.0	55.3	54.6
									十二烷基苯磺酸钠水溶液		
接触角(°)									32.1		

由图 3 可知,长江口地区 9 个站位表层底泥能被相应的水体所润湿,而且石洞口、石洞口(东)站位表层底泥与相应水体的接触角较小,润湿性较好,即沉降底泥对水体的亲和力强。而且除石洞口、石洞口(东)站位外,其他 7 个站位表层底泥除去有机物后与相应水体的接触角都比去有机物前与相应水体的接触角小。说明去有机物后的表层底泥的亲水性强,细颗粒泥沙表面去掉被包围的有机物后,暴露出新鲜的无机极性基团形成新的表面。由图 4 也可看出白茆口、浏河口、吴淞口、小九段、白龙港、南槽(西)、南槽站位表层底泥去有机物前与相应水体的接触角要比与腐植酸水溶液之间的接触角大。这可能是由于表层底泥吸附有机物而在表面形成了疏水端朝水体的有机膜,将原来的亲水性表面改变为亲油性表面,致使表层底泥与相应水体的润湿性减弱,而与腐植酸水溶液的润湿性增强,但是石洞口、石洞口(东)站位表层底泥去有机物前与相应水体的接触角反而比去有机物

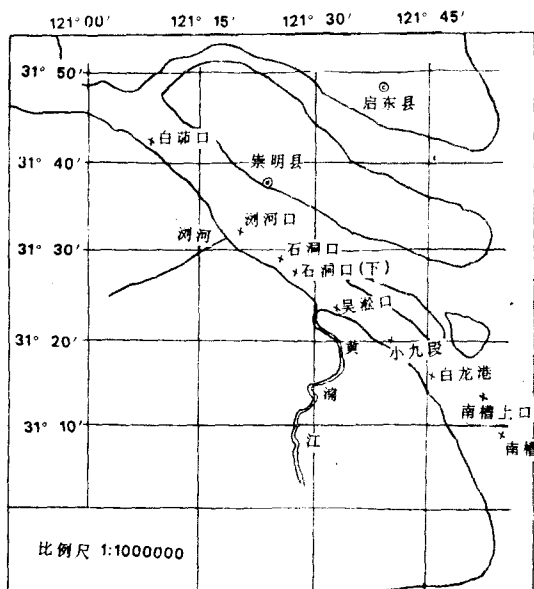


图 2 长江口表层底泥及水样取样点设置
Fig. 2 The sampling stations of sediments and water in the Changjiang River Estuary

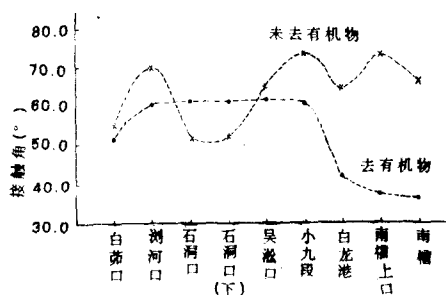


图 3 表层底泥去有机物前后与相应水体的接触角
Fig. 3 The contact angles of the native sediments and the sediments free from organic matter with their corresponding waters

后与相应水体的接触角小,而且表层底泥去有机物前与相应水体及腐植酸水溶液的接触角差不多,这可能是由于石洞口、石洞口(东)站

位表层底泥吸附多层、多种有机物,在表面形成了亲水端朝水体的有机膜^[2],反而增强了表层底泥与相应水体的接触角。

由图 5 可知,浏河口、石洞口、石洞口(东)、吴淞口、小九段站位表层底泥去有机物后与相应水体的接触角基本上差不多,都在 60.0°左右,而白茆口、白龙港、南槽(西)、南槽站位表层底泥去有机物后与相应水体的接触角比较小,特别是白龙港、南槽(西),南槽站位表层底泥去有机物后亲水性远比其他站位强,说明从浏河口到小九段这 5 个站位表层底泥中主要矿物成分及粘土矿含量接近,而其他 4 个站位表层底泥中主要矿物成分及粘土矿含量接近。

4 结论

4.1 长江口表层底泥能被相应的水体所润湿,石洞口地区表层底泥与相应水体的接触角较小,润湿性好,沉降底泥对水体的亲和力强。

4.2 长江口上游和下游 4 个站位(白茆口、白龙港、南槽(西)、南槽)表层底泥去有机物后与相应水体的接触角比较小,而其他 5 个过渡区站位表层底泥去有机物后与相应水体的接触角基本相同,都在 60.0°左右。说明长江口上下游表层底泥中主要矿物成分及粘土矿含量与过渡区有差异。

4.3 长江口除石洞口地区外其他各站位表层底泥去有机物后与相应水体的润湿性比去有机物前好,而石洞口地区表层底泥去有机物后与相应水体的润湿性反而比去有机物前略差一点,这与长江口地区表层底泥吸附多种、多层有机物形成亲水性不同的表面有关。

4.4 粉体接触角在河口界面化学中的应用将为河口细颗粒泥沙物理化学性能测试提供一个新的参数。

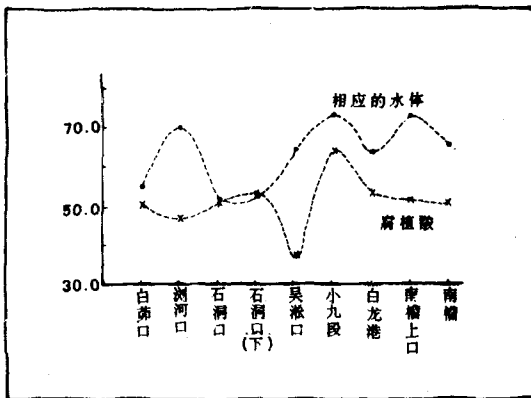


图 4 表层底泥去有机物前与相应水体及腐植酸的接触角

Fig. 4 The contact angles of the native sediments with their corresponding waters and humic acid solution

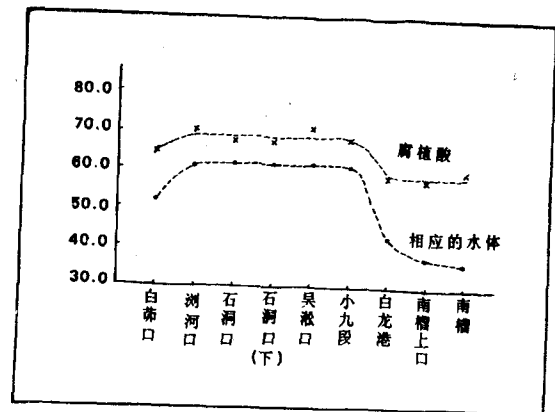


图 5 表层底泥去有机物后与相应水体及植酸的接触角

Fig. 5 The contact angles of the sediments free from organic matter with their corresponding waters and humic acid solution

参考文献

- [1] 赵国玺, 1984. 表面活性剂物理化学. 北京大学出版社.
- [2] H. G. Bruil and J. J. Van Aartsen, 1974. *Colloid Sc Polymer Sci.* 252:32-38
- [3] P. M. Heerjies and N. W. F. Kossen, 1967. *Powder Technol.* 1:33-42

A STUDY ON WETTABILITIES OF FINE PARTICULATE SANDS IN THE CHANGJIANG RIVER ESTUARY BY THE CONTACT ANGLE OF POWDER

Chen Banglin, Chen Guoping and Han Qingping

(Chemistry Department of East China Normal University, Shanghai 200062)

Received: Nov. 27, 1990

Key Words: Fine particulate sand, Sediment, Wettability, Contact Angle

Abstract

The estuarine interface chemistry of fine particulate sands from the sediments of the Changjiang River Estuary was studied by the Contact Angle of Powder. The wettabilities of nine sediments in the Changjiang River Estuary were determined and the surface states of them were discussed. This new type of method for the studying of estuarine interface chemistry, which was named Contact Angle of Powder, has not yet been reported before.

