

# 几种膨润土的物理化学性质

罗家贤 蒋梅茵 杨德涌

(中国科学院南京土壤研究所)

膨润土是以蒙脱石为主要成分的一种粘土(彭琪瑞, 1963)。蒙脱石是一种层状结构的铝硅酸盐矿物, 颗粒极细, 大部分的粒径在1微米以下, 晶层之间有吸附态阳离子, 并可容纳多层分子, 故容易水化膨胀, 其水悬液中的颗粒在适宜条件下能结成网状结构, 变成粘稠的泥浆。基于这些性质, 膨润土在农业、钻探、染织等方面都有广泛的用途。我国膨润土的产地很多, 辽宁和吉林两省的膨润土在国内素负盛名。在华东地区亦发现一些膨润土。我们曾将山东和江苏两省所采的样品与吉林九台的膨润土进行比较研究, 现将结果简述如下。

## 一、膨润土的纯度

用碳酸钠分散(Jackson, 1949)处理后, 吉林九台所采的膨润土(简称九台土)中粗粒含量最多, 南京汤山所采的膨润土(简称龙泉土)中粗粒含量最少, 山东昌潍所采的两种膨润土(简称红卫土和丈岭土)介于中间(表1)。粗粒中主要是杂质, 只有少量蒙脱石, 从各粒级的含量可以大致了解膨润土的纯度。从X射线的分析结果(图1, 2), 也可以看出九台土的杂质较多, 其中有石英(3.35 Å)、方英石(4.04 Å)和长石(3.21 Å); 龙泉土的杂质最少, 只有方英石和长石, 没有石英。昌潍两种土的<2微米部分似乎比龙泉土还纯, 没有长石和石英, 方英石也很少, 但>2微米部分不及龙泉土纯。丈岭土又比红卫土纯些, 含石英甚少。

表1 四种膨润土的粒级分配情况(%)

试样	产地	> 10 微米	2—10 微米	< 2 微米
九台土	吉林省九台县	15.9	13.9	70.2
龙泉土	南京市汤山	1.5	1.6	96.9
红卫土	山东省潍县	11.7	14.4	73.9
丈岭土	山东省昌邑县	8.7	12.6	78.7

膨润土<2微米部分用碳酸钠碱熔法(中国科学院南京土壤研究所, 1978)测定化学组成(表2), 结果是龙泉土中氧化硅的含量最低, 氧化铝最高, 钙、钾、钠也较多。这与X射线分析及化学分析的结果相符。九台土中氧化硅的含量较高而氧化铝较低。四种粘土相比较, 铁和镁等可能置换铝的元素含量差异不大; 水分含量也相近, 其中含游离氧化硅较多者水分含量较低。总的看来, 四种粘土基本上属同一化学类型, 而以龙泉土的纯度较高。

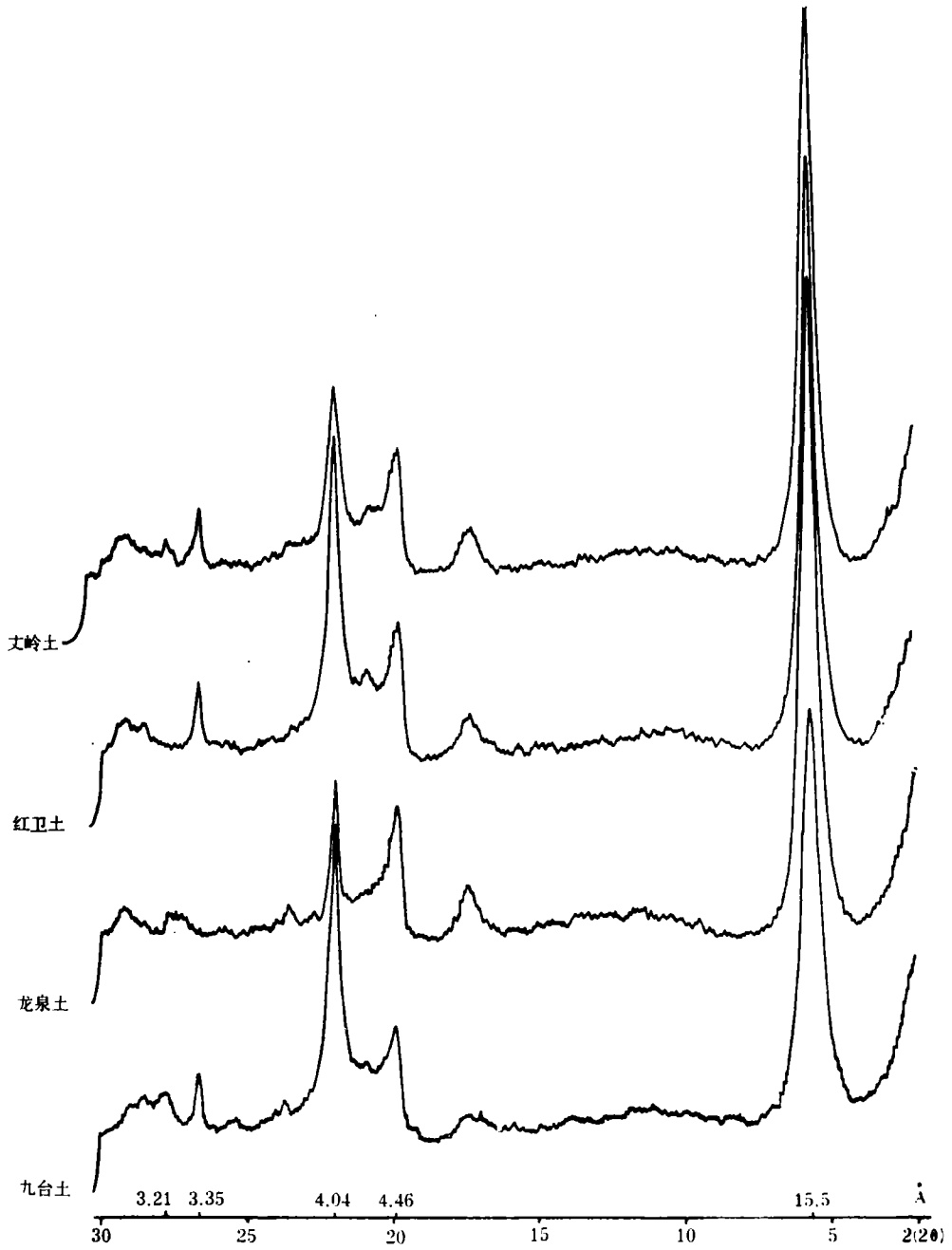


图 1 四种膨润土原土的 X 射线衍射图  
(粉末法)

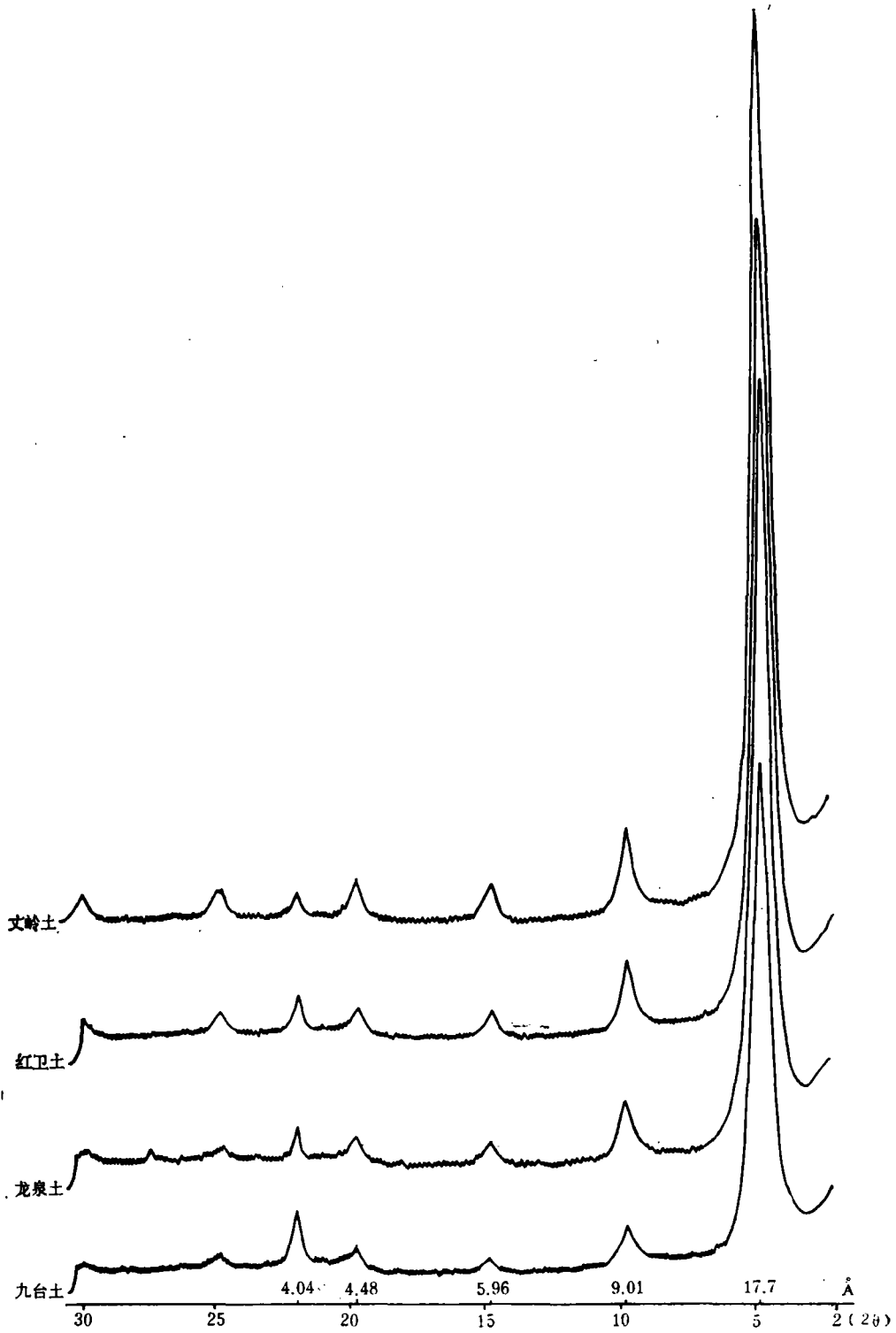


图 2 四种膨润土 < 2 微米部分的 X 射线衍射图  
(Mg-甘油处理)

表 2 四种膨润土 &lt;2 微米部分的全量化学分析 (%)

项目 \ 试样	龙 泉 土	九 台 土	红 卫 土	丈 岭 土
SiO <sub>2</sub>	52.40	62.10	56.69	56.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.82	13.07	16.53	18.53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.92	1.59	2.14	1.53
CaO	0.35	0.17	0.14	0.42
MgO	2.76	2.71	1.91	2.27
K <sub>2</sub> O	0.75	0.05	0.12	0.13
Na <sub>2</sub> O	0.29	0.13	0.19	0.19
MnO <sub>2</sub>	—	0.04	0.12	—
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	15.74	15.45	15.82	13.68
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	6.38	4.64	5.60	6.39
总 量	99.41	99.95	99.26	99.78
SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.72	8.09	5.82	5.19
SiO <sub>2</sub> /R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.44	7.50	5.37	4.93

## 二、膨润土的盐基组成及阳离子交换量

根据膨润土 <0.25 毫米部分的盐基组成成分(表 3)来看,四种膨润土都是以钙为主的钙镁质膨润土,钙镁离子占盐基总量的 90—97%。但是四种膨润土中九台土的钙镁含量最低而钾钠总量最高,这可能是九台土分散易而粘性强的原因。超声波(CSF-1A 型超声波发生器, 21.5 千赫芝, 300 毫安)处理半小时(蒋梅茵, 1978)后,钠盐对九台土的分散作用不大,而对其余三种粘土有明显效果(表 4)。100 克九台土加 60 毫克当量的磷酸钠,分离出的 <2 微米的颗粒可由 68.6% 增至 75.9%, 而龙泉土加入磷酸钠 83 毫克当量后,可使分离出的 <2 微米颗粒从 54.5% 增加到 85.9%, 充分说明龙泉土中缺少钠离子,九台土则因含有较多的钠离子而易分散。

表 3 四种膨润土 &lt;0.25 毫米部分的盐基组成

土 样	pH	盐基总量 (毫克当量/100克)	盐 基 组 成 %			
			Ca	Mg	Na	K
龙泉土	7.9	84.4	63.9	32.9	2.65	0.57
九台土	8.6	63.1	57.3	32.6	7.16	2.87
红卫土	7.1	72.5	63.9	31.1	4.28	0.70
丈岭土	6.9	78.5	67.8	28.4	3.08	0.65

膨润土的阳离子交换量与盐基组成并无关系, 而受膨润土纯度的影响。四种膨润土无论是原土(<0.25 毫米)或是 <2 微米部分, 其阳离子交换量(表 5)都是九台土最低, 分别为 63.3 和 68.0 毫克当量/100 克, 龙泉土最高分别为 82.8 和 83.7 毫克当量/100 克, 昌潍两种粘土居中。据化学全量分析结果, 龙泉土的硅较少而铝较多, 可能是四面体中有较多的硅为铝所换, 而增加其阴电荷。自前由于游离方英石的定量还没有可靠的方法, 各种结构式难以推算。

表 4 超声波处理下磷酸钠的分散效果

土 样	加 $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 毫克当量/100 克	> 10 微米 (%)	10—2 微米 (%)	< 2 微米 (%)
龙泉土	0	30.8	14.8	54.4
	83	4.1	10.0	85.9
九台土	0	16.9	14.5	68.6
	60	14.2	9.8	75.9
红卫土	0	19.5	28.0	52.5
	65	9.8	17.3	72.9
丈岭土	0	14.1	24.2	61.6
	75	8.5	14.7	76.8

表 5 四种膨润土的阳离子交换量 (毫克当量/100 克)

土 样	< 0.25 毫 米	< 2 微 米
龙 泉 土	82.8	83.7
九 台 土	63.3	68.0
红 卫 土	68.7	75.1
丈 岭 土	75.0	79.8

### 三、膨润土的粘度

粘度的高低主要决定于粘土矿物晶体的内部结构,颗粒形状和大小,但也受交换性阳离子种类(盐基组成)的影响。当然,粘土的浓度也可影响粘度,浓度越大,粘度越大。对于同一种粘土来说,不论浓度高低,钠饱和的粘土都比氢饱和的粘土具有较高的粘度(图 3),这与 Marshall (1964) 的结果相一致。在浓度和饱和离子种类相同时,龙泉土的粘度始终比九台土高,似与膨润土的纯度有关。

为了提高膨润土的粘度,可把土中的钙、镁、氢等离子换成钠离子,这在目前的生产技术条件和经济条件下是不可能的,但可采用偏磷酸钠( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub>或磷酸三钠( $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ )等含钠的磷酸盐,发挥钠质土的分散作用。试验结果(表 6)表明,四种粘土不加磷酸三钠时,其粘度都不高,在 4—5 厘泊之间,加磷酸三钠后,四种粘土的粘度都剧增,其中以龙泉土和丈岭土特别显著。四种粘土的 <10 微米部分加入不同量的磷酸

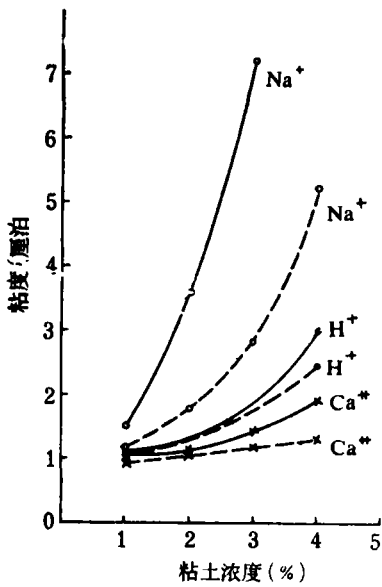


图 3 不同阳离子饱和的膨润土的粘度与浓度关系

三钠,九台土加 8%磷酸三钠可达最高粘度;龙泉土加入 12%磷酸三钠比加入 8%的可提高粘度一倍;昌潍两种粘土加入 12%磷酸三钠时粘度都下降,但丈岭土降得不多。从 pH 值看,pH 超过 10 时对粘度不利。用 0.05 N HCl 法去钙镁等离子后再加磷酸三钠,粘度虽有所增加,但不如在原土中直接加入磷酸三钠有效。

表 6 磷酸三钠对 <10 微米颗粒粘度(厘泊)的影响\*

土 样	磷 酸 三 钠 加 入 量 (%)						酸**处理再加 8%磷酸三钠 后的粘度
	0		8		12		
	粘 度	pH	粘 度	pH	粘 度	pH	
九台土	5	5.7	6.8	9.3	60	10.1	15
龙泉土	4	5.7	3700	9.4	6100	9.7	34
红卫土	3.5	7.2	540	9.4	74	10.9	11
丈岭土	5	7.1	8000	9.5	6000	9.9	610

\* 粘土的浓度为 17%; \*\* 酸是 0.05 N HCl。

#### 四、小 结

通过吉林九台、南京汤山、山东潍县和昌邑县的四种白色膨润土的矿物成份和胶体性质的对比研究,初步可以得出下列几点结论。

1. 四种膨润土都是以钙为主的钙镁质膨润土,其中吉林九台膨润土的阳离子交换量最低而交换性钠离子较高,九台土易膨化可能与此有关。
2. 膨润土在水中膨化时,所加磷酸三钠的量视土的性质而定。
3. 吉林九台土杂质较多,较难去净;南京汤山的龙泉土最纯,但粘度较低;山东昌邑丈岭土纯度不很高,但石英很少,粘度也较高。

#### 参 考 文 献

- 中国科学院南京土壤研究所, 1978: 土壤理化分析。238—286 页, 科学技术出版社。
- 彭琪瑞, 1963: 中国粘土矿物研究。第五章, 科学出版社。
- 蒋梅茵, 1978: 用超声波分散土壤的方法。土壤, 第 3 期, 113—114 页。
- Jackson, M. L. et al., 1949: Segregation procedure for the mineralogical analysis of soil. Proc. Soil Sci. Soc. Amer., 14: 77—81.
- Marshall, C. E., 1964: The Physical Chemistry and Mineralogy of Soils. Vol. 1—Soil Materials. 346—354, London.

## PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SEVERAL BENTONITES

Luo Jia-xian, Jiang Mei-yin and Yang De-yong

*(Nanjing Institute of Soil Science, Academia Sinica)*

### Summary

The physico-chemical properties of four samples of bentonite collected from Jiutai in Jilin Province, Changwei in Shandong Province and Nanjing in Jiangsu Province were studied. X-ray diffraction and chemical analysis of these samples were made and their particle size distribution, viscosity and cation exchange capacity were determined. Results obtained showed that all these bentonites were Ca-Mg clays. The sample collected from Nanjing had a higher exchange capacity and that from Jiutai contained more exchangeable sodium.