

东北辽河盆地混合层粘土矿物 及其与沉积环境的关系

张乃娴 田兴有

混合层粘土矿物是由两种或两种以上不同类型的粘土矿物晶层按不同比例、沿(001)基面平行地、相互重迭地组成规则或不规则结构的一种过渡型矿物。它是从一种粘土矿物向另一种粘土矿物转变的中间产物。自格鲁那(J. W. Gruner)^[1]于1934年在研究蛭石的过程中首次发现混合层矿物以来,相继有许多学者陆续报道了混合层矿物。经大量研究证明,混合层矿物分布极为广泛。在各种地质环境中,如风化壳、土壤、现代和古代的沉积物以及热液蚀变的火成岩中都有分布。在完全规则型和完全不规则型的混合层之间,在矿物晶体特性上具有不同程度的变化。混合层矿物的广泛分布及其特性上的变化与它形成的地质环境和条件有关。因此,详细地研究混合层粘土矿物,可以更好地认识在不同的地质过程中,由于物理-化学条件的变化而引起的矿物在组分上及结构上的微细差异,从而,为介决矿物的成因和沉积环境以及元素的迁移规律提供重要的资料。

鉴别混合层粘土矿物的理论问题,已有许多学者作了详细论述。乔纳斯和布朗(E. C. Jonas and T. E. Brown)^[2]在理论上运用经验方法,对不规则型混合层结构中,三

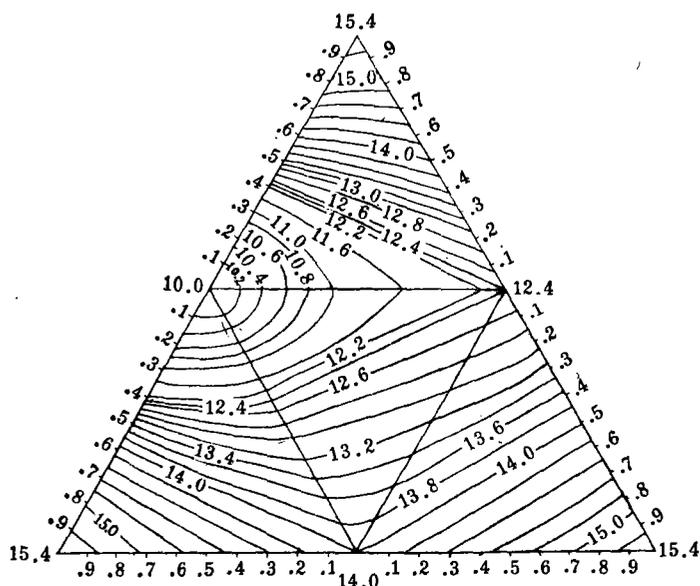


图1 10 Å、12.4 Å、14 Å 和 15.4 Å 四种矿物可能形成的混合层三组分三角图

种粘土矿物的第一级基面反射面网间距为 10 \AA (伊利石)、 12.4 \AA (Na-蒙脱石)、 14 \AA (绿泥石)和 15.4 \AA (Ca-蒙脱石) 的四种矿物可能形成的混合层绘制了三组分构成的三角图(图 1)。利用该三角图常常可以成功地根据 X 射线衍射图谱定量地测定形成混合层二组分的各自含量。笔者根据获得的 X 射线衍射图谱, 直接利用乔纳斯和布朗的三角图对无序伊利石-蒙脱石型混合层粘土中形成混合层构造的伊利石层与蒙脱石层的相对含量作了测定。

二

I. 样品制备

样品采自东北辽河盆地早第三纪渐新世沙三段下部的钻孔岩芯。样品为灰绿色泥岩 (No. 41); 灰绿色泥质粉砂岩 (No. 46); 深灰色泥岩 (No. 73)。对试样分别进行了粉碎, 分离, 除去有机质, 碳酸盐, 提取粒径 < 2 微米的粘土样品。

(1) 将粒径 < 2 微米的粘土样品采用自由沉降法分别制成定向排列的样品片, 然后, 在 500°C 加热二小时。

(2) 将粒径 < 2 微米的粘土样品约 50 毫克置入试管中, 加入有机溶剂乙二醇(分析纯) 10 毫升, 进行饱和处理。用玻璃棒搅动或不断摇动试管, 使粘土在乙二醇试剂中均匀分布, 并将试管放在水浴锅中 (50°C) 温热, 使之加速充分饱和, 然后静置。而后, 用离心机除去多余的乙二醇溶液, 加入少许蒸馏水, 搅动, 使粘土悬浮。最后, 利用自由沉降法制成被乙二醇饱和的定向样品片。

以上样品片放在相对湿度 50% 的干燥器中保存。

II. 实 验

对以上的定向样品片及它们的非定向样品片在 X 射线衍射仪上摄取 X 射线衍射图谱(图 2、3、4)。

实验条件: Cu 辐射, Ni 滤波, 35 KV, 15 mA; 狭缝: $1^\circ-1^\circ-0.3$; 时间常数 4; 扫描速度: $2^\circ/\text{分}$; 纸速: $20 \text{ mm}/\text{分}$ 。

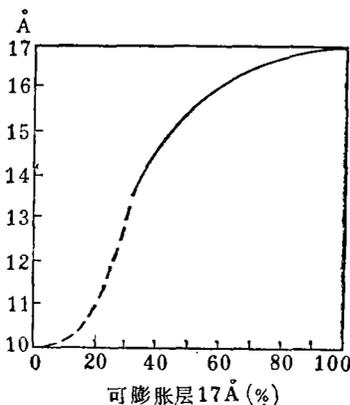


图 2 不规则型混合层 10 \AA 和 17 \AA 层的 (001)/(001) 峰迁移曲线

III. X 射线分析

(1) No. 41: 从非定向和定向的未作处理的原样品的衍射曲线看, 除有少量高岭石 ($d_{(001)} = 7.15 \text{ \AA}$) 外, 存在一个不规则型的伊利石-蒙脱石型混合层矿物, 面网间距 $d_{(001)} = 10.72 \text{ \AA}$ 。经乙二醇饱和和处理后, 10.72 \AA 分裂为 10 \AA 和 11.94 \AA 两个峰。这表明该混合层矿物中, 存在有可膨胀的 Ca-蒙脱石晶层 ($d_{(001)} = 15.4 \text{ \AA}$) 和非膨胀性的伊利石晶层 ($d_{(001)} = 10 \text{ \AA}$)。当伊利石层与蒙脱石层形成不规则型混合层时, 其“假面网间距” $d'_{(001/001)} = 10.72 \text{ \AA}$, 而在用乙二醇溶剂饱和时, 其有机

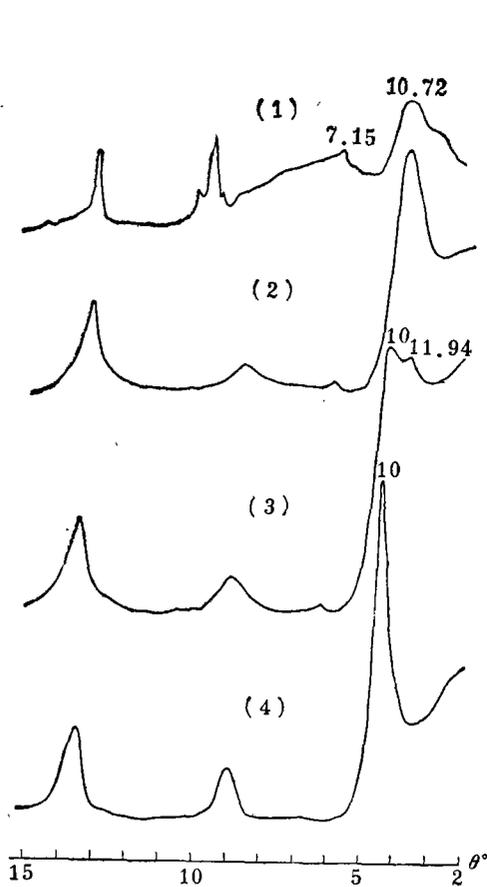


图 3 No. 41X 射线衍射曲线

- (1) 非定向原样；(2) 定向原样；
- (3) 乙二醇饱和和处理定向样品；
- (4) 加热 500°C 二小时定向样品

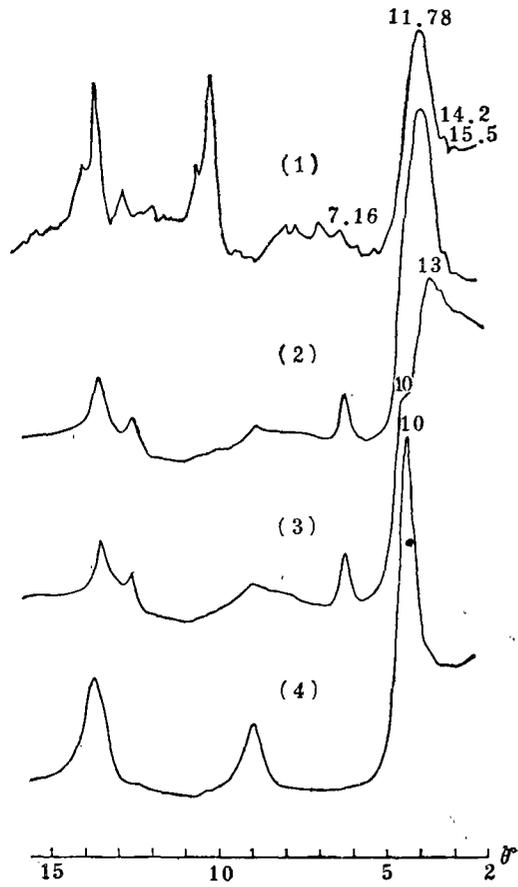


图 4 No. 46 X 射线衍射曲线

- (1) 非定向原样；(2) 定向原样；
- (3) 乙二醇饱和和处理定向样品；
- (4) 加热 500°C 二小时定向样品

溶剂乙二醇分子进入了蒙脱石层间,使层间产生膨胀,而伊利石层因无膨胀性,故不发生面网间距的变化。当样品加热到 500°C 二小时后,发现该反射消失,变成“不膨胀变体”的无水蒙脱石,它给出最终的面网间距介于 9.4 Å—10 Å 区间。

利用 Jonas-Brown 的三角图直接确定出形成该混合层矿物的两种晶层各自百分含量,其中非膨胀性的伊利石型层(10 Å)为 76%,可膨胀的蒙脱石型层(15.4 Å)为 24%。这与根据图 2 不规则型混合层 10 Å/17 Å 的 (001)/(001) 峰迁移曲线中求出的可膨胀层的百分含量是吻合的。在该伊利石-蒙脱石型混合层矿物中,是由 76% 的伊利石晶层和 24% 的蒙脱石晶层相互交替形成了不规则型混合层结构。显然,这是一个以伊利石晶层为主的伊利石-蒙脱石不规则型混合层矿物。

(2) No. 46: 从非定向和定向的未作处理的原样品的衍射曲线看,除有少量的高岭石 ($d_{(001)} = 7.16 \text{ \AA}$) 蒙脱石 ($d_{(001)} = 15.5 \text{ \AA}$) 和绿泥石 ($d_{(001)} = 14.2 \text{ \AA}$) 之外,尚有不规则型的伊利石-蒙脱石混合层粘土矿物,其面网间距 $d' = 11.78 \text{ \AA}$,经乙二醇饱和和处理之后,蒙脱石膨胀到 16.99 Å,绿泥石和高岭石的 (001) 面网间距无变化。其 11.78 Å 反射峰分

裂为 10 Å 和 13.0 Å 两个峰。当在 500°C 加热二小时后, 11.78 Å 峰完全消失, 10 Å 反射显著增强, 说明蒙脱石层的结构水失去, 变成“不膨胀变体”的无水蒙脱石, 又加之原样品中还含有一些纯蒙脱石, 经加热后也因失去结构水变成无水蒙脱石, 故 10 Å 峰显著增强。从

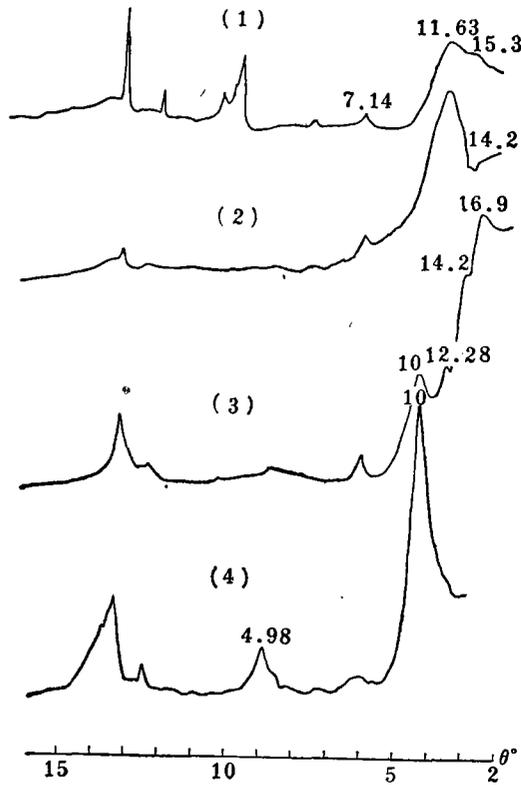


图 5 No. 73 X 射线衍射曲线

(1) 非定向原样; (2) 定向原样; (3) 乙二醇饱和处理定向样品; (4) 加热 500°C 二小时定向样品

Jonas-Brown 三角图中可以确定, 该伊利石-蒙脱石不规则型混合层矿物是由含量为 65% 的伊利石晶层和含量为 35% 的蒙脱石晶层相互交替形成的。

(3) No. 73: 从非定向和定向的未作处理的原样品的 X 射线衍射曲线看, 除有蒙脱石和绿泥石之外, 尚有不规则型的伊利石-蒙脱石混合层矿物, 其面网间距 $d_{(001/001)} = 11.63 \text{ \AA}$ 。经乙二醇饱和处理后, 该峰分裂为 10 Å 和 12.28 Å 两个峰, 在 500°C 加热二小时后, 12.28 Å 峰消失, 10 Å 峰强度因蒙脱石的结构水失去变成无水蒙脱石而增强。从 Jonas-Brown 的三角图中确定该混合层矿物是由含量为 67% 的伊利石晶层和含量为 33% 的蒙脱石晶层相互交替形成的。

三

所研究的三个样品均处于盆地的西部边缘, 产于不同层位的三角洲沉积建造中。从样品采集的层位和野外地质资料推断, 它们正是处于三角洲前缘及其毗邻的前三角洲岩相带里。在这样的海

陆交界地带, 沉积盆地的阴阳离子的含量, 介质的酸碱度, 氧化还原电位是变化的。所以, 在这样的沉积盆地环境中, 物理化学条件必然是不断地多次发生变化, 处于不稳定状态, 有利于混合层矿物的形成。研究地区的粘土矿物组合, 伊利石-蒙脱石型混合层矿物的存在, 也恰是反映了本区的沉积环境。同时, 不同层位的伊利石-蒙脱石型混合层中蒙脱石晶层成分含量的变化也说明陆源伊利石进入盆地之后被改造的程度。

在工作过程中, 任磊夫和李家驹同志曾给予热情帮助, 在此表示谢意。

(1978 年 12 月 25 日收到)

参 考 文 献

- [1] Gruner, J. W., The structures of vermiculite and their collapse by dyhydration. *Am. Min.*, 19 (1934), 557—575.
- [2] Jonas, E. C. and T. E. Brown, Analysis of interlayer mixtures of three clay mineral types by x-ray diffraction, *J. Sediment Petrol.*, 29(1959), 77—86.

STUDY OF A MIXED-LAYER CLAY MINERALS FROM THE LIAOHE BASIN OF NORTHEAST CHINA AND THEIR SEDIMENTARY ENVIRONMENT

Zhang Naixian and Tian Xingyon

Abstract

X-ray diffraction analysis shows that the three fresh clay samples collected from cores of Oligocene Sha-3 members in a region of Northeast China are irregular mixed-layer illite-montmorillonite minerals. The respective proportions of both layers were also estimated from the diffraction diagrams. It is suggested that the presence of mixed-layer minerals reflects to a certain extent the changes in the sedimentary environment and physico-chemical conditions during their formation.