

洱海粘土矿物的初步研究*

张立仁

(中国科学院南京地理与湖泊研究所)

提要 粘土矿物成分组合及其X射线衍射谱特征的分析结果表明:在洱海这一断陷湖泊的不同地貌部位和沉积相带上,存在不同的粘土矿物。滨岸水下扇三角洲的沉积物中含有大量绿泥石;开阔的深水湖盆和弥苴河三角洲前缘沉积物中蒙脱石含量远比其它沉积部位要高。这一规律是洱海本身自然条件与粘土矿物的物理化学性质共同导致的结果。

洱海位于云南省大理地区,为一狭长的断陷湖盆,其西为海拔4000m以上的横断山区,其东是海拔2000m左右的云贵高原。湖泊南北长42.58km,东西平均宽5.8km,面积为248.99km²,最大水深为20.7m,平均水深为10.167m^[2],与我国东部油田东濮凹陷、东营凹陷、高邮凹陷的构造格局和古湖盆形态相似。为了进一步研究我国油田的古沉积相,本文着重对洱海沉积物中的粘土矿物进行了分析探讨。

一、取样与样品制备

根据洱海水文地貌特征(图1),用重力取样管共取样67个,取样深度为1—1.5m,分析沉积物表层样品56个,钻孔柱状剖面4个。

粘土矿物粒径绝大部分都小于0.002mm,因此将样品浸泡后用H₂O₂除去有机质,经超声波分散后按斯托克斯沉降原理提取小于0.002mm粘土^[3]。为了得到清晰的X射线衍射图,达到区分不同粘土矿物的目的,我们分别对同一样品做了MgCl₂-甘油饱和后的定向薄片(B片),3mol/L HCl 80℃恒温2小时后的定向薄片(C片)及部分K⁺饱和的定向薄片,以供X射线衍射仪分析之用。

二、粘土矿物鉴定与半定量分析

选用国产Y-3型X射线衍射仪,铜靶,X光管电压40kV,20mA;Ni滤波片,用正比计数器记录2θ 3至30°的衍射强度,扫描速度为1°/min,走纸速度为8mm/min,狭缝选择1°,1°,0.4mm。按照该实验条件分别对B,C定向薄片进行扫描,得出图2,3两张衍射图。先对图2进行判读,如有17.5—18Å衍射峰出现,说明有蒙脱石存在。洱海深水湖区的13,24,35以及水下平台的45点均有较好的峰形(图2),说明沉积物粘土矿物中有较多结晶较好的蒙脱石。10.1Å,5.0Å,3.33Å分别是伊利石d₍₀₀₁₎,d₍₀₀₂₎,d₍₀₀₄₎衍射峰,在洱海沉积物中均有反映。表现比较突出的是西部滨岸水下扇三角洲沉积区的14.2,

* 本文在写作过程中曾得到王苏民同志多方帮助,我所二室许多同志参加野外工作,葛培庆同志参加X射线分析,在此一并致谢。

收稿日期:1986年12月28日。

7.1, 4.72 和 3.53 Å 四级衍射峰(图 3c, d, e, f), 这是含镁绿泥石的典型峰形。蛭石的峰

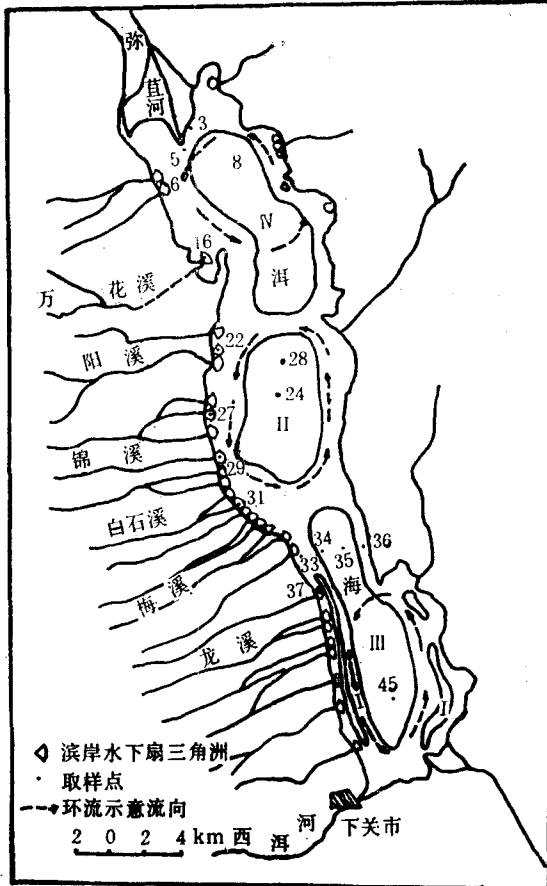


图 1 洱海水下主要地貌类型

Fig. 1 Types of subaqueous geomorphology in Erhai Lake (from Feng Min et al)

位虽然与绿泥石相近, 但只有 14.2 Å ($d_{(001)}$) 峰明显, 其它三级衍射峰均不显著。为了慎重起见, 对部分样品进行 K^+ 饱和处理, 结果没有出现 14.2 Å 向 10 Å 转化情况(图 3b), 这说明洱海滨岸水下扇三角洲沉积物中不存在蛭石。高岭石 $d_{(001)}$ 和 $d_{(002)}$ 分别为 7.2 Å 和 3.58 Å, 大致和绿泥石 7.1 Å ($d_{(002)}$) 和 3.53 Å ($d_{(004)}$) 峰重合, 盐酸处理后绿泥石被破坏。图 3a 曲线是 16 点 C 片衍射图, 仍有 7.2 和 3.58 Å 峰存在, 表明 16 点样品中除绿泥石外还有高岭石。综上所述, 洱海沉积物中粘土矿物主要有蒙脱石、伊利石、高岭石和绿泥石。

用 Johns 和 Biscaye 法^[3], 根据 B 片衍射图峰高计算出各类粘土矿物的百分含量(表 1)。

三、洱海粘土矿物分布规律

1. 绿泥石是滨岸水下扇三角洲沉积的特征矿物

从表 1 可知洱海各点的矿物含量存有差异, 对照其分布位置, 不难看出仍有一定的规律性。

1. 绿泥石是滨岸水下扇三角洲沉积的特征矿物

洱海西岸苍山十八溪, 条条短小坡陡。以龙溪断面为例, 山顶到山麓水平距离为 5.5km, 平均坡度为 18°; 山麓到岸边, 水平距离为 6.5km, 平均坡度为 3°。河水暴涨暴落是苍山十八溪的水文特征。以坡度最小的阳溪为例, 洪峰流量为 75m³/s 时, 过水断面约为 25m², 流速达 3m/s, 而枯水流量只有 0.80m³/s^[3]。这样近的物源和水文条件必然导致扇三角洲是一种快速沉积。据万花溪老扇三角洲 ¹⁴C 测年资料, 平均沉积速率为 2.4mm/a。沉积物风化不全, 成熟度低。由于绿泥石广泛分布于低-中级区域变质岩中, 是一种初期风化阶段的层状硅酸盐, 它经不起化学风化作用^[4]。因此滨岸水下扇三角洲的这一优越沉积环境正是绿泥石得以保存的极好条件, 其含量均在 20% 以上, 有的高达 34%。表 2 给出了 33—36 点东西向断面粘土矿物含量变化情况, 其中 33 点粘土矿物含大量绿泥石, 向东进入深水区, 蒙脱石含量迅速增加, 绿泥石含量逐渐减少, 这也反映了绿泥石是滨岸扇三角洲沉积的特征矿物这一特点。

2. 蒙脱石含量高值区与湖泊沉积中心一致

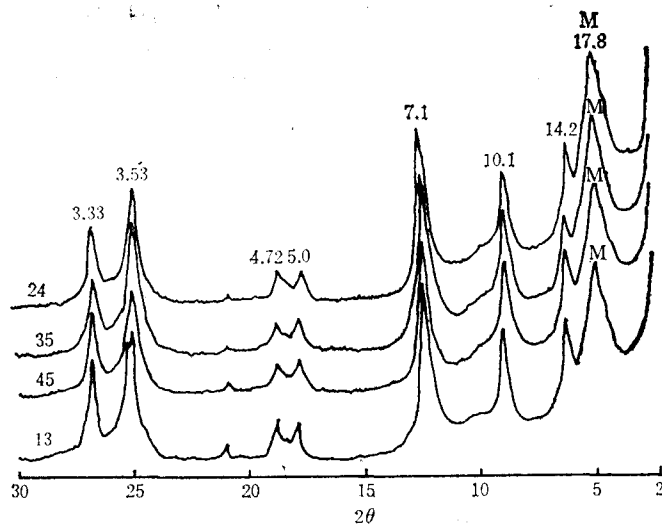


图 2 洱海深水区粘土矿物 X 射线衍射

Fig. 2 X-ray diffraction spectrogram of clay minerals taken from deep water area in Erhai Lake

M为蒙脱石峰。

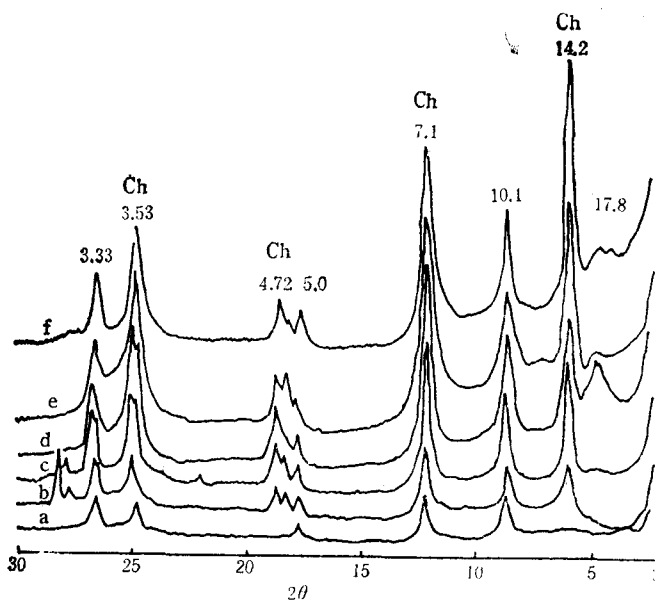


图 3 洱海滨岸水下扇三角洲粘土矿物 X 射线衍射

Fig. 3 XRD spectrogram of clay minerals taken from onshore subaqueous fan delta in Erhai Lake

Ch 为绿泥石。 a. 16 点 C 片; b. 16 点 K⁺ 饱和片; c. 16 点 B 片; d. 27 点 B 片; e. 33 点 B 片; f. 6 点 B 片。

沉积物中蒙脱石分布很不均匀。中、北部深水湖区,由于离岸远,又受到反时针湖流的作用,颗粒细小的蒙脱石得以在此相对集中,因此湖心蒙脱石含量较高(图 4)。南部水

表 1 洱海沉积物粘土矿物百分含量及蒙脱石结晶度

Tab. 1 Clay mineral content in sediments and crystallinity of montmorillonite from Erhai Lake

取样点号	粘土矿物百分含量(%)				蒙脱石 结晶度 v/p	取样点号	粘土矿物百分含量(%)				蒙脱石 结晶度 v/p
	蒙脱石	伊利石	高岭石	绿泥石			蒙脱石	伊利石	高岭石	绿泥石	
1	8	52	21	19	0.7	29	4	60	14	22	矮小
2	9	49	21	21	0.7	30	14	46	23	17	0.75
3	16	50	18	16	0.73	31	15	47	16	22	0.81
4	13	43	22	22	0.66	32	19	41	23	17	0.71
5	16	58	13	13	0.8	33	2	51	13	34	矮小
6	3	51	20	26	弥散	34	16	50	19	15	0.75
7	20	42	20	18	0.75	35	16	53	18	13	0.76
8	18	42	21	19	0.75	36	23	46	19	12	0.77
9	18	34	26	22	峰宽	37	14	47	16	23	0.77
10	16	45	21	18	峰宽	38	6	49	19	26	矮小
11	12	47	22	19	峰宽	39	16	48	21	15	0.79
12	13	48	22	17	峰宽	40	14	49	21	16	0.80
13	14	45	22	19	0.80	41	16	47	22	15	0.79
14	15	41	23	21	0.74	42	14	48	22	16	0.79
15	—	—	—	—	—	43	13	44	24	19	0.80
16	2	55	20	23	弥散	44	12	50	22	16	0.78
17	9	51	20	20	弥散	45	16	49	20	15	0.80
18	13	45	22	20	弥散	46	19	48	19	14	0.81
19	16	46	21	17	0.82	47	14	53	19	14	0.80
20	5	54	21	20	弥散	48	17	43	24	16	0.82
21	15	44	23	18	0.77	49	15	49	21	15	0.81
22	10	51	18	21	0.81	50	24	41	19	16	0.80
23	17	44	22	17	0.71	51	12	55	21	12	0.77
24	18	43	22	17	0.74	52	4	53	23	20	矮小
25	14	46	21	19	0.79	54	15	46	19	20	0.71
26	19	38	27	16	0.81	55	18	46	19	17	0.81
27	7	43	23	27	0.70	56	12	51	17	20	0.71
28	15	45	22	18	0.71	64	19	51	17	13	0.79

下平台,平均水深 6.3—9.2m, 两侧有深 19.2m 和 16.9m 的水下深槽, 所以粗大物质无法越过深槽, 细粒物质在南部反时针环流作用下在平台上积聚, 沉积物平均粒径只有 0.002 mm, 因此蒙脱石含量明显高于近岸地区。弥苴河三角洲前缘沉积物以粘土为主, 因此

表 2 东西向断面粘土矿物含量变化及蒙脱石结晶度

Tab. 2 The change of clay mineral content on the E-W profile and crystallinity of montmorillonite in Erhai Lake

取样点号	水深 (m)	取样井深 (cm)	粘土矿物含量(%)				蒙脱石结 晶度(v/p)
			蒙脱石	伊利石	高岭石	绿泥石	
33	6.2	0—5		54	12	34	
		5—30	2	53	12	33	
34	9.0	0—30	16	50	19	15	0.71
		30—110	17	48	18	17	0.83
		110—140	17	48	19	16	0.91
35	8.5	0—25	16	53	18	13	0.71
		25—120	22	48	15	15	0.71
		120—140	20	51	13	16	0.85
36	6.5	0—40	23	46	19	12	0.62
		40—130	28	44	15	12	0.73
		130—155	24	49	14	13	0.85

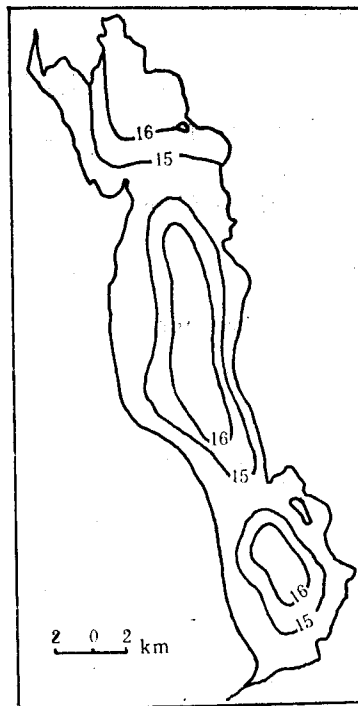


图 4 洱海蒙脱石含量分布

Fig. 4 Distribution of montmorillonite percentage content in Erhai Lake

5,3点蒙脱石含量也较高(表1)。从洱海蒙脱石分布特点可以看出,沉积物越细的地方蒙

脱石含量较高。湖泊里的细粒物质一般都分布在水深的沉积中心。所以蒙脱石的含量高值区与湖泊沉积中心相一致,一般也是主要生油层。

四、结 语

1. 洱海特定的自然条件发育的滨岸水下扇三角洲沉积,是绿泥石得以保存的良好环境,绿泥石是区别其它沉积相的重要矿物标志。

2. 蒙脱石是粘土矿物中颗粒最小的矿物,由于湖泊深水区是细粒物质集中地,因而蒙脱石含量比其它湖区要高。在地壳断陷形成的深水湖泊中,蒙脱石含量高值区与湖泊沉积中心相一致。

3. 以上规律反映了高原地区断陷型半封闭式的深水湖泊沉积机制,能否推广还待进一步工作。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤研究所,1978年。土壤理化分析。上海科学技术出版社,4—7,474页。
- [2] 冯敏、姚秉衡、官春生等,1986年。洱海水下地貌与现代沉积。海洋湖沼研究文集。江苏科技出版社,14—15页。
- [3] 冯敏、姚秉衡、官春生等,1984年。洱海西岸扇三角洲沉积。中国科学院南京地理研究所集刊(第2号)。科学出版社,14—24页。
- [4] 熊毅、许冀泉、陈家坊等编著,1983年。土壤胶体(第一册)。科学出版社,85页。
- [5] 南京大学地质学系矿物岩石教研室,1980。粉晶X射线物相分析。地质出版社,180—196页。

PRELIMINARY STUDY ON THE CLAY MINERALS IN SEDIMENTS FROM ERHAI LAKE

Zhang Liren

(Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica)

ABSTRACT

Erhai Lake located in west Yunnan Province is fault-bounded, with an area of 248.99 km², maximum depth of 20.7 m and a mean depth of 10.167 m. Through XRD analysis of 67 samples, it is found that the main clay minerals in sediments of Erhai Lake are montmorillonite, illite, kaolinite and chlorite. But their distribution in different sedimentary facies belts presents evidently different features, that is, individual facies have their own clay minerals. The chlorite in deposits belonging to fan-deltaic front facies in the west lake bottom is predominately clay mineral because of the favourable conditions for chlorite preservation, such as near the material source and higher sedimentary rate etc. In contrast, the deposits with finest grain size in deep water area of the lake contain abundant montmorillonite owing to the sedimentary environments and the properties of clay minerals.