

潜江凹陷下第三系粘土矿物特征及控制因素

龙玉梅, 柳益群

(西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069)

摘要: 针对江汉盐湖盆地油气生成和运移聚集、成藏模式和油藏特征等具有特殊性, 而且砂泥岩的粘土矿物组成及分布特征也不同于中国陆相淡水盆地等问题, 运用 X 光衍射、扫描电镜、电子探针技术对江汉盆地潜江凹陷粘土矿物种类、形态、化学成分、分布及古水介质进行了研究, 阐明了江汉盆地潜江凹陷下第三系粘土矿物的特征主要受盐湖沉积总环境的控制, 局部地区与成岩作用、构造活动和沉积物源有关。

关键词: 粘土矿物; 下第三系; 盐湖; 潜江凹陷

中图分类号: P588.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-274 X (2003)01-079-04

潜江凹陷位于江汉盆地中部, 是受北东向正断层控制的双箕状凹陷, 北西边界为潜北断层, 其前缘为第三系潜江组的沉积中心(见图 1)。晚古新世—早始新世江汉盆地为拗陷发育阶段, 接受了以浅水为主的湖泊相砂泥岩、蒸发岩沉积。晚始新世—早渐新世潜江组沉积时期, 由于构造活动的不均衡性, 导致沉积水域进一步分割, 潜江凹陷出现封闭型、强蒸发、高盐度的内陆氯化钠型古盐湖沉积, 盐韵律异常发育, 由 160 多个盐韵律组成盐系地层, 其厚度达 4 500 m^[1]。

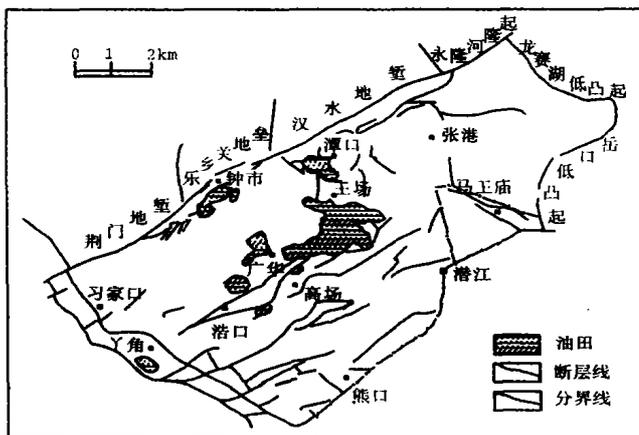


图 1 研究区潜江组构造位置图

Fig. 1 Tectonic position of the Qianjiang Formation in the study area

1 粘土矿物特征

据 X 光衍射、扫描电镜、电子探针分析, 江汉盆地潜江凹陷下第三系粘土矿物在种类、组合、成分、形态等方面均具有盐湖盆地粘土矿物的特点, 与淡水盆地泌阳凹陷下第三系粘土矿物有以下明显的区别(见表 1)。

1) 潜江凹陷下第三系粘土矿物种类以伊利石占绝对主导地位, 其次为绿泥石及伊/蒙(I/S)有序混层, 个别地区和层位见高岭石、伊/蒙无序混层和绿/蒙混层。

2) 粘土矿物化学成分富含 K^+ 和 Mg^{2+} 。通过对潜江凹陷 100 多块泥岩粘土矿物成分分析(见图 2)得出, 江汉盆地盐湖环境粘土矿物化学成分与我国青海盐湖粘土成分较相近^[2]。

3) 粘土矿物结晶程度较高, 以片状、叶片状为主。

4) 粘土矿物组合以伊利石-绿泥石组合为主, 蒙皂石在成岩阶段早期随湖水的咸化就已完成了向伊利石和绿泥石的转化。

2 粘土矿物分布特征

从纵向上看, 潜江凹陷下第三系泥岩中粘土矿

收稿日期: 2001-10-09

作者简介: 龙玉梅(1968-), 女, 四川广安人, 西北大学硕士生, 从事储层地质研究。

物种类和含量随埋深发生变化,从上至下伊利石含量均占绝对优势。在荆河镇组见有伊/蒙无序混层,潜二、潜三段伊利石相对含量最高,局部地区可达

100%。伊/蒙混层也见有序混层,蒙皂石在混层矿物中的含量(S%)小于15%(见图3)。

表 1 潜江凹陷与泌阳凹陷粘土矿物对比表

Tab. 1 Correlation of clay minerals between Qianjiang Depression and Biyang Depression

	潜江凹陷(盐湖)	泌阳凹陷(淡水)
粘土矿物种类	伊利石为主,绿泥石、伊/蒙有序混层次之,偶见高岭石、伊/蒙无序混层和绿/蒙混层。	高岭石、蒙皂石、伊/蒙混层、绿泥石、伊利石
伊/蒙混层类型	有序为主	无序为主
粘土化学成分	富 K^+, Mg^{2+}	贫 K^+, Mg^{2+}
伊利石形态	片状为主	片状、丝缕状
绿泥石形态	柳叶状	玫瑰花状、圆白菜状
伊利石多型	2M 型为主	1Md 型为主
孔隙水矿化度/ $g \cdot L^{-1}$	185~251	<20

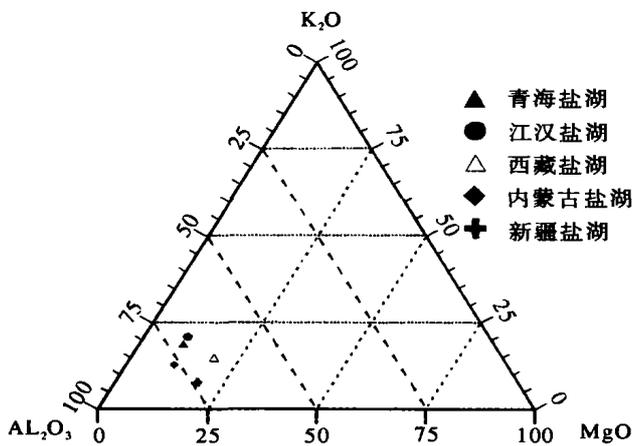


图 2 粘土矿物化学成分 $K_2O-Al_2O_3-MgO$ 三角图

Fig. 2 $K_2O-Al_2O_3-MgO$ diagram for clay minerals in various salt lakes

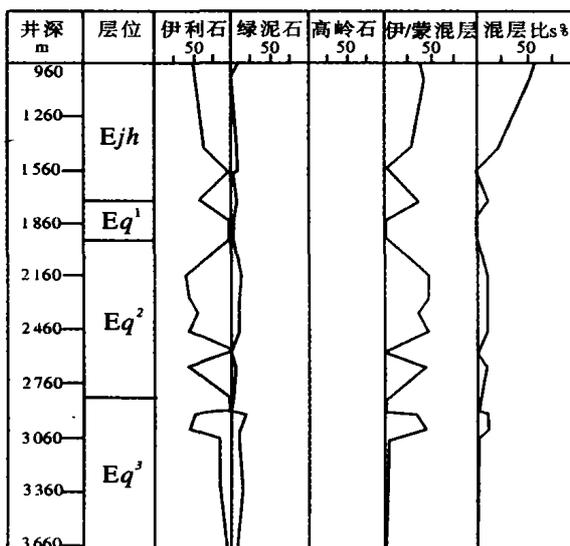


图 3 广华油田粘土矿物纵向分布图

Fig. 3 Vertical distribution of clay minerals in Guanghua oilfield

从平面上看,潜江凹陷从盆地边缘至沉积中心,潜江组砂岩伊利石的相对含量逐渐增加,伊/蒙混层相对含量逐渐降低。如:盆地边缘习家口、丫角、钟市地区潜三段砂岩中伊利石相对含量 66.3%~85.2%、伊/蒙有序混层 11.8%~26.7%、绿泥石 5%;高场地区伊利石 85.2%、伊/蒙有序混层 5.8%、绿泥石 9%;沉积中心潭口地区伊利石相对含量高达 100%。

3 粘土矿物的控制因素

3.1 盐湖沉积环境决定了粘土矿物的基本特征^[3]

3.1.1 盐湖沉积环境决定了粘土矿物的种类、组合类型和含量 通过测定粘土矿物($<2 \mu m$)中的硼(B)和钾(K)含量,按 Adams 等人的方法求得江汉盆地第三系—白垩系各层段古水介质盐度(见表 2)。根据威尼斯盐湖分类方案^[4],江汉盆地早第三纪古水介质属于多盐水-真盐水-超盐水类型,其粘土矿物组合单一,以伊利石-绿泥石组合和伊利石-绿泥石-I/S 组合为特征。文献[2]曾对我国青海、西藏、内蒙古和新疆等盐湖中的粘土矿物进行过研究,认为我国盐湖粘土矿物以伊利石-绿泥石为特征,部分样品中存在少量蒙皂石、高岭石和蒙皂石/伊利石。江汉盆地潜江组、新沟咀组粘土矿物组合与此非常相似,反映了盐湖沉积环境中粘土矿物的特征。

在潜江组之上的荆河镇组沉积时期,气候由潜江组的炎热、潮湿交替变为潮湿,湖盆上升,湖水淡化,古盐度为 2.4%~3.5%,粘土矿物组合既与潜江组盐湖环境有类似之处,也有淡水盆地粘土矿物的特征。如在浩 1 井 822.0~830.0 m 的泥岩样品中发现含蒙皂石和高岭石,相对含量分别为 41.6%~

62.3%和 2.9%~31.3%。

3.1.2 盐湖沉积环境决定了粘土矿物的化学成分

该盆地卤水中富含 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} 等 18 种化学组分,其中蒙皂石和高岭石在富 K 环境中向伊利石转化,在富 Mg, Fe 的环境中向绿泥石转化,而且盐湖环境不断对粘土矿物的化学组成产生影响,使得江汉盐湖盆地地下第

三系伊利石普遍富 K,绿泥石富含 Fe, Mg。

3.1.3 盐湖沉积环境决定了粘土矿物中伊利石的多型 陆源搬运而来的碎屑粘土矿物中,在风化、搬运、沉积时期广泛分布 1Md 型伊利石,但在盐湖环境下,1Md 型伊利石绝大多数已向 2M 型伊利石转化。该盆地潜江组—新沟咀组地层绝大多数样品中 2M 型伊利石占绝对优势。

表 2 江汉盆地第三系各层段古水介质盐度

Tab. 2 Salinities of media of paleo-water bodies of various members in Lower Tertiary, Jianghan Basin

层位	样品数	古盐度%				古水介质类别	
		最低	最高	一般范围	平均值		
荆河镇组(E _{jh})	5	2.00	3.69	2.4~3.5	3.37	真盐水	
潜一段(E _q ¹)	28	2.40	5.21	2.6~4.5	3.84	超盐水	
潜江组	潜二段(E _q ²)	24	3.03	9.10	3.3~5.5	4.42	真盐水
	潜三段(E _q ³)	58	0.86	8.01	3.0~4.7	3.85	
	潜四段(E _q ⁴)	32	0.96	7.01	1.8~3.6	3.04	
荆沙组(E _j)	5	1.40	3.13	1.4~3.1	2.53	多盐水	
新沟咀组(E _x)	9	1.73	3.30	2.0~3.2	2.70		

注:据文献[4]

3.1.4 各层段水体盐度的不同造成砂泥岩粘土矿物纵向分布的差异 盐湖水体盐度影响下第三系砂、泥岩中粘土矿物的分布特征。潜江凹陷潜江组沉积时期是江汉古盐湖发展的鼎盛时期,古水介质盐度为 3.0%~4.0%,属高盐度水体,但各层段古水介质盐度存在一定差异(见表 2)。潜江凹陷盐类沉积主要位于第三系潜江组:潜三、潜二两段最发育,常见有杂卤石、钾石膏、钾芒硝、无水钾镁矾等富钾矿物;至潜一段沉积时,盐层又逐渐变薄变少;潜三上段及潜二段下部,盐湖水体达到较浓缩阶段,为有利成盐成钾层段,古水介质中 K^+ 丰富,有利于蒙皂

石、高岭石向伊利石转化,故该段的伊利石相对含量最高可达 100%。

研究表明,潜江组砂泥岩中粘土矿物伊利石相对含量明显高于新沟咀组,而新沟咀组的 I/S 含量及 I/S 中 S% 均高于潜江组,这与潜江组地层中卤水矿化度(220~320 g/L)高于新沟咀组(78~290 g/L)有直接的关系。更为明显的是,在王场油田潜四段—潜二段地层中水体盐度由 3.43% 增至 4.53%^①,砂岩中伊利石相对含量也由 82.3% 增至 96.4%(见表 3)。

表 3 王场油田潜四段—潜二段水体相对浓缩期及淡化期的盐度变化表

Tab. 3 Variations of salinities in the relative concentration stage and desalination stage of water bodies in Qian-4—Qian-1 members, Wangchang Oilfield

层位	时期	盐度/%	水体状况	伊利石相对含量/%
潜一段(E _q ¹)	晚	3.62	相对淡化	83.0
潜江组	潜二段(E _q ²)	↓	相对浓缩	96.4
	潜三段(E _q ³)	↓	相对浓缩	89.0
	潜四段(E _q ⁴)	早	3.43	相对淡化

3.2 构造活动对粘土矿物的影响

潜江凹陷钟市油田潜江组砂岩中粘土矿物除钟 5-8、钟 10-5 井区外,均为伊利石-绿泥石稳定组合,

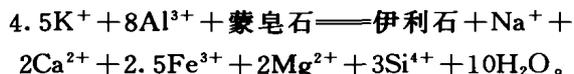
伊利石相对含量 93.0%~100%,但位于断层附近砂岩中粘土矿物均出现了 I/S 矿物,粘土矿物的组合出现了较大变化。这是由于断层附近渗入大气水,

① 郑晓玲,李春梅. 江汉盐湖潜江组砂岩储层特征及评价. 1990.

使得局部卤水矿化度发生变化而引起粘土矿物组合的变化。

3.3 成岩作用对粘土矿物的控制

在相对淡化的环境中,随着埋藏深度的增加,泥质沉积物不仅要排出大量的水分使体积缩小,密度增大,而且要发生粘土矿物成分和结构的变化。本区在成岩过程中蒙皂石向伊利石转化,由上而下泥岩中伊/蒙混层及蒙皂石层含量逐渐降低,其反应方程式为



3.4 沉积物源对粘土矿物的控制

潜江古盐湖的沉积物源主要来自距潜江凹陷分别为 200 km 和 100 km 的武当山系和桐柏山系剥蚀区,以元古界及古生界变质岩系为主,次为酸性侵入岩和中性喷出岩,因此在相对淡化的荆河镇组地层中含有蒙皂石、高岭石粘土矿物。

综上所述,潜江凹陷下第三系粘土矿物的化学成分富 K, Mg, 结晶度较高,伊/蒙混层以有序混层为主,粘土矿物转化早,具有典型盐湖沉积环境特征。泥岩中粘土矿物以伊利石占主导地位,在水体相对淡化的局部地区或层段出现伊/蒙无序混层、蒙皂石、高岭石。粘土矿物的特点及分布主要受盐湖水体含盐度的控制,仅在局部地区和层段受成岩作用、构造活动和沉积物源的影响。

参考文献:

- [1] 王典敷,汪仕忠. 盐湖油田地质[M]. 北京:石油工业出版社,1998.
- [2] 徐 昶. 中国盐湖粘土矿物研究[M]. 北京:科学出版社,1993.
- [3] 赵杏媛,王行信,张有瑜. 中国含油气盆地粘土矿物[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1995.
- [4] 赵杏媛,张有瑜. 粘土矿物与粘土矿物分析[M]. 北京:海洋出版社,1990.

(编辑 张银玲)

A study on features and control factors of clay minerals in the Lower Tertiary in Qianjiang Depression

LONG Yu-mei, LIU Yi-qun

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: Jiangnan Salt Lake Basin has its specialities of hydrocarbon generation, migration, accumulation, reservoir models, reservoir characteristics, etc. The components and distributions of clay minerals of sandstone and shale in Jiangnan Basin are also different from the other continental limnetic basins in China. Based on the researches of types, shapes, chemical components, distributions of clay minerals and media of paleo-water bodies in Qianjiang Depression in Jiangnan Basin by using the methods of X-ray diffraction, scanning electron microscope, electron probe, the study shows that the characteristics of clay mineral in the Lower Tertiary in Qianjiang Depression are mainly controlled by the environments of salt lake deposition and are relevant to the diageneses, structural activities and sediment sources in the local areas.

Key words: clay mineral; Lower Tertiary; salt lake; Qianjiang Depression