文章编号: 1009-3850(2006)01-0092-05

潜江盐湖盆地生储盖组合特征

童小兰^{1,2}, 卢明国²

(1. 中国地质大学 能源学院, 北京 100083; 2. 中国石化江汉油田分公司 研究院, 湖北 潜江

433124)

摘要: 潜江盐湖盆地是我国内陆独一无二的高盐度盐湖沉积盆地。本文在分析其岩性韵律特征的基础上,探讨了潜江盐湖生储盖组合特征。研究表明,潜江凹陷潜江组是在干湿频繁交替的古气候条件下,在高盐度、强蒸发、还原一强还原水体中,由北部单向碎屑物源及凹陷周缘卤水与盐源补给形成的盐系地层,岩性组合的有序变化形成了多套生储盖组合系统,不但反映出潜江盐湖沉积的特殊性和复杂性,而且具有十分优越的成油气地质条件。

关键 词:盐湖;潜江凹陷;生储盖组合;湖北

中图分类号: TE122.1 文献标识码: A

1 前 言

江汉盆地地处湖北省中部,是在扬子准地台上 发育起来的中新生代大陆裂谷含油气、含盐盆 地^[1,2],面积28000km²。受北西与北东向两组大断 裂作用控制,它由7个相对独立的次级凹陷和位于 凹陷之间的4个凸起(低凸起)组成。前人研究表 明,中新生代含盐地层主要分布于江陵、潜江、小板 和云梦4个凹陷中的古近系始新统潜江组和古新统 沙市组,尤以潜江凹陷的潜江盐系地层最为发育。 晚始新世一早渐新世是江汉盐湖发育的极盛时期, 湖盆的沉降中心、汇水中心、浓缩中心均位于盆地中 部的潜江凹陷,在封闭性、高盐度、强蒸发环境下沉 积了巨厚的潜江组盐系地层。

潜江凹陷位于江汉盆地中部(图1),面积为 2500km²,凹陷内潜江组是我国独具特色的内陆高 盐度氯化钠盐湖沉积^[1,2],也是江汉盆地最重要的 富烃凹陷和层组。

2 潜江盐湖岩性韵律特征



图 1 潜江凹陷区域构造位置示意图 Fig. 1 Tectonic setting of the Qianjiang depression

潜江凹陷潜江组是在干湿频繁交替的古气候条件下,在高盐度、强蒸发、还原一强还原水体中,由北部单向碎屑物源及凹陷周缘卤水与盐源补给形成的 一套由碎屑岩、碳酸盐岩和蒸发岩组成的内陆盐湖 沉积建造,厚度4500m。其碎屑岩由灰色、深灰色泥 质岩和粉、细砂岩组成;碳酸盐岩由灰色、深灰色白

收稿日期: 2004-09-15; 修改日期: 2005-06-28

第一作者简介: 童小兰, 女, 1966年生, 高级工程师, 博士生, 从事沉积盆地的研究。

资助项目:中国石油化工集团公司科技研究项目"江汉盆地构造演化与勘探潜力研究"(ZKD0202001)。

云岩、灰岩及菱镁矿组成;蒸发岩由石盐以及含各种 钠、钾、镁硫酸盐的盐岩组成。其最大的特点是陆源 碎屑岩与化学蒸发岩伴生,具明显多韵律性的层序 结构。整个潜江组地层分成4段,可划分为I、II、 II级含盐韵律(表1)。

潜江组沉积时期,由于古气候干湿频繁交替,使 携带碎屑物质的外来补给水流时强时弱,古盐湖水 体相应呈咸、淡周期性频繁变化。古气候干旱时期, 外来水流及碎屑物补给量较少,湖盆水体蒸发强、盐 度高,在湖盆的盐湖区形成氯化钠为主的盐岩,厚 10~30m;古气候相对潮湿时期,外来水流及碎屑物 补给量增大,水体蒸发减弱,盐度降低,在盐湖区形 成混合岩(泥质、白云质和钙芒硝类矿物组成),厚 10~20m。一个古气候干湿变化的短周期,就沉积 一个盐岩与混合岩组成的 III级含盐韵律,在纯盐湖 区,这种 III级含盐韵律多达185个。在湖盆水体相对 淡化的地区(无盐岩沉积区),湖盆水体咸、淡的短周 期频繁交替变化,体现在泥岩和砂岩频繁间互堆积, 泥岩普遍含灰质和白云质。古气候干湿交替的中期 变化旋回,在盐湖水体咸、淡过渡区表现最明显,为 砂泥岩层段和含盐韵律层段多次交互出现,构成盐 系地层II级沉积旋回,纵向上可以划分出4个II级 沉积旋回。整个潜江组是湖盆水体咸淡变化的一个 复合型大周期,即I级含盐韵律,因此潜江凹陷潜江 组盐系地层表现出明显的多韵律和复韵律的层序结 构,具有纵向上陆源碎屑机械沉积和化学蒸发沉积 交替出现的显著特点。

3 潜江盐湖生储盖组合特征

3.1 烃源岩分布特征

虽然潜江盐湖盆地水介质盐度高,沉积中存在 的生物属种少,但确实有一些适应于盐湖水体的生 物得以生长,且有很强的繁殖能力,如沟鞭藻类等; 另一方面,强还原环境有利于有机质的保存,因此, 潜江盐湖沉积的烃源岩能够生成丰富的油气。发育 的185个盐韵律层一般都经历有碳酸盐、硫酸盐和氯

地 层系 统				~ * * # # *	厚 度/m	含油、	含盐	构造		
系	统	组	段	石に油処	子反/ III	卤岩系	岩系	旋回		
第四系	全、更新统	平原组		灰色粘土、粉砂岩、细砂岩、砾石层	50~150					
新近系	中、上新统	广华寺组		杂色泥岩、夹砂岩、砾岩	300~900					
	中上渐新统	荆河镇组		绿灰色泥岩、粉砂岩夹油页岩、含钙芒硝泥岩	0~1000					
古	下渐新统		潜一段	上部为深灰色泥岩、泥膏岩、油页岩夹盐岩;中部 灰色泥岩与粉砂岩互层,下部为膏、盐和砂泥互 层夹鲕状泥灰岩	120~450	第 二 合	第二含	第二 构		
	上始新统	潜江组	潜二段	由 24 个盐韵律组成, 每个韵律由盐岩、泥膏岩。 钙芒硝泥岩、油浸泥岩、泥灰岩组成, 有时在韵律 底部发育有粉一细砂岩	110~700					
近			潜江组	潜江组	潜三段	上部为灰色至深灰色泥岩、粉砂岩及鲕状泥灰 岩、夹3个韵律层及两个砂组下部为深灰色泥 岩、泥膏岩、盐岩等组成14个韵律层、并夹有粉 砂细岩	150~640	油 含卤 岩系	盐层系	道 旋 回
系				潜四段上	灰色、深灰色泥岩、钙芒硝泥岩、盐岩、油浸泥岩、 粉细砂岩	100~700				
			潜四段下	灰色、深灰色泥岩、钙芒硝泥岩、盐岩、油浸泥岩	173 ~ 2218					
	中始新统	荆沙组		棕红色泥岩、含膏泥岩与粉砂岩	600~1900			第		
	下始新统	新沟咀组		紫红色、灰绿色泥岩、泥膏岩、石膏质粉砂岩	600 ~ 2000	第一含油 含卤岩系		— 构		
	古新统	沙市组		深灰色及棕红色泥岩、石膏、含膏泥岩、粉砂岩	200~1900		- - 盐	[_] 這 旋		
白垩系	上统			紫红色泥岩、泥膏岩、盐岩、粉砂岩、石膏、红色砂 质泥岩夹砾岩	120~2800	00				

表1 潜江凹陷地层简表

Table 1 Summary of the strata in the Qianjiang depre	ess ion
--	---------

化盐沉积阶段,其盐韵律层段中的烃源岩,以碳酸盐 岩的生油条件最好。分析表明,处于碳酸盐沉积阶 段的白云岩、含钙芒硝白云岩和钙芒硝质白云岩,厚 度一般为10~15m,有机碳含量一般大干1%,最高 达2.59%,生烃潜力一般为 $(2 \sim 5) \times 10^{-3}$,最高达 $(14.47) \times 10^{-3}$ 。而处在硫酸盐沉积阶段的白云质 钙芒硝岩和含白云质钙芒硝岩,虽然厚度与碳酸盐 沉积阶段的白云岩厚度相当,但有机碳含量均小于 1%, 一般在0.6%以下, 生烃潜力一般小于2× 10^{-3} ,说明碳酸盐沉积阶段的生油条件优于硫酸盐 沉积阶段;在淡水一半咸水区的砂泥岩剖面中,泥质 岩类累计厚度达1500m,有机质丰度明显低于盐湖 区碳酸盐沉积阶段的白云岩,达较好烃源岩级别。 虽然上述 经源岩丰度有一定的差异,但母质类型均 以腐泥型为主,且达到成熟演化阶段,因此具有良好 的生烃能力。纵向上发育4个烃源岩层段。

3.2 储集岩分布特征

潜江凹陷潜江组沉积时期,主要发育三角州-淡 水、半咸水湖和扇三角州(也称陡坡三角洲)-咸水湖 两大沉积体系(图2)。三角州砂体以西部荆门物源 规模最大,砂体呈鸟足状或朵状,层序组合具反旋回 特点。平原相区位于凹陷外的荆门地堑内,凹陷内 为三角州前缘砂体,其内可进一步分为水下分流河



图 2 潜江凹陷潜江组沉积相分布图

物源方向; 2. 砂岩尖火线; 3. 地层缺失线; 4. 缓坡三角洲相; 5. 陡坡三角洲相; 6. 咸水湖亚相; 7. 淡水一半咸水湖亚相

Fig. 2 Distribution of the sedimentary facies in the Qianjiang Formation, Qianjiang depression

1= sediment supply direction; 2= pinching line of sandstone; 3= stratigraphic hiatus; 4= gentle-slope delta facies;
5= steep-slope delta facies; 6= saline lake subfacies;
7= freshwater to brackish lake subfacies 道、河口坝和席状砂。在潜北断层下降盘和潭口低 凸起周缘的陡坡带,发育扇三角州砂体,相带窄、单 砂层厚度大且变化快,有时含近源碳酸盐砾,河口坝 及水下分流河道砂体发育。在淡水一半咸水湖区主 要发育滩坝砂体,而在咸水湖区,则以表层流、界层 流、底层流等多流态形成的盐湖密度流砂体发育为 特征,主要为水道及滩坝砂体,在低洼带或斜坡区, 可形成湖底扇或越底扇砂体。纵向上由于凹陷北部 有继承性物源供给,受到干旱与潮湿气候交替变化 的影响,物源能量时强时弱,粗碎屑物的补给时多时 少,水体咸淡周期性变化频繁。相对潮湿气候条件 下,物源能量增强,粗碎屑物补给量多,水体盐度变 低,以砂、泥岩地层沉积为主,反之以盐韵律地层沉 积为主。造成纵向上砂岩分布广泛,从潜一段至潜 四段都有砂岩分布,且砂、泥岩段与盐韵律层段频繁 交替出现,可以划分为24个油组40个砂组,具有多砂 组的特点,总体上可以划分为4个砂岩段(图3)。

3.3 生储盖组合分布特征

盐湖沉积造就区域盖层分布稳定,盖层封闭性 能良好。盖层岩类主要为盐岩和泥质岩类,单层厚 度20~30m,纵向上分布的主要层位有潜四上段 4^{0中}、潜三下段 3^{3下}、潜二段 2^{2下}和潜一段的 1¹ 油组 (图 3)。

总之,潜江盐湖沉积发育多套生油层段、储集层 段和区域盖层,纵向上组成4套自生自储式生储盖 组合,自下而上分别为第一组合、第二组合、第三组 合和第四组合,其中以第二组合、第三组合成藏条件 最好,第一组合和第四组合相对较差;平面上有利生 储盖组合主要分布在潜北断层前缘。

4 结 论

(1)潜江盐湖在干旱与潮湿交替变化的古气候 和北部单向物源补给的条件下,在高盐度并具有周 期性咸、淡变化的盐湖水体中,沉积了厚达4500m的 盐系地层。

(2)由碎屑岩、碳酸盐岩和蒸发岩组成的盐系地 层,它们在纵向上频繁交互、横向上密切共生,构成 非常复杂的岩相组合,表现出机械沉积作用和化学 沉积作用同时或交替出现的显著特征,实为国内外 所罕见^[3~9]。

(3)岩相组合的有序变化形成多套生储盖组合 系统,不断反映了潜江盐湖沉积的特殊性和复杂性, 而且具有十分优越的成油地质条件,目前已在潜江

组	段	汕组	砂 组	砂岩段及隔层	生汕层段	生储盖组合	水体盐度变化趋势 淡——咸
	潜一	1 ¹ 1 ²	$\frac{1}{1^2}$	区域性隔层 第	第一	<u>+</u> :	
	段	$\frac{1}{2^{1}}$	$\frac{1}{2^1}$	砂 岩 段	生油层	储汕层	
{	段	$2^{2^{\uparrow}}$	$\frac{2}{2^{2+1}}$	区域性隔层	段	盖层	
潜		3'	$\begin{array}{c} 2^{\circ} \\ \hline 3_1^{\circ} \\ \hline 3_2^{\circ} \\ \hline \end{array}$	第	And-	<i>H</i> -	
	潜二	315	$\frac{3_3}{3^{1+}}$		第 二	试	
	+	32	3{2}^{2} 3_{3}^{2} 3_{4}^{2}	砂	生 油	汕	
江		33	$\frac{3_{5}^{2}}{3_{1}^{3}}$	岩段	层段	层	
	F	33 h	3 ³ ¹	区域性隔层		盖层)
	⁻ ۲	34	$\frac{3_1}{3_2^4}$	第 三	第	生	
		41 	$\frac{4_1'}{4_2'}$	砂 岩 段	一 化 汕	油	
组	潜	4 ⁰ 4 ⁰⁴	4 ⁰ 4 ^{0°!}	区域性隔层	段 生隔层	 	
	₽ÿ	4 4 ²	$\frac{4}{4_1^2}$	第	第	生.	
	段	4''	$\begin{array}{c} 4^{3} \\ \hline 4^{3}_{1} \\ \hline 4^{2}_{2} \\ \hline 4^{3}_{3} \end{array}$	四砂	μų 4:	储	
		$\frac{4^{17}}{4^{27}}$	$\begin{array}{c} 4_{3} \\ 4_{4}^{3} \\ \end{array}$	沿 段	汕 层 段	油层	

图 3 潜江凹陷潜江组生储盖组合分布图

Fig. 3 Distribution of the source-reservoir-seal associations in the Qianjiang Formation, Qianjiang depression

凹陷潜江组发现多套产油层系,纵向上以发育于潜 3-4段的第二组合、第三组合成藏条件最好;平面 上有利生储盖组合主要分布在潜北断层前缘。

参考文献:

- [1] 方志雄. 潜江盐湖盆地盐间沉积的石油地质特征[J]. 沉积学 报, 2002, 20(4): 608-613.
- [2] 戴世昭. 江汉盐湖盆地石油地质[M]. 北京:石油工业出版社, 1997. 57-93.
- [3] 钱基. 苏北盆地油气田的形成与分布特征[J]. 石油大学学报 (自然科学版), 2000, 24(4): 21-26.
- [4] 陈发亮, 陈业全, 魏生祥等. 东濮凹陷盐湖盆地油气富集规律

研究[J]. 盐湖研究 2003, 11(4): 33-38.

- [5] 谭丽娟, 蒋有录. 渤海湾盆地东营-惠民凹陷油气成 藏模式和油
 气富集控制因素[J]. 石油实验地质, 2003, 25(4): 366-374.
- [6] 徐天光,顾家裕,薛叔浩等.塔里木盆地轮台断隆第三系盐湖 沉积环境[J].沉积学报,1998,16(3):137-140.
- [7] 张孝义, 王运所, 段红梅, 等. 东濮凹陷北部浅水成盐与油气分布初探[J]. 断块油气田, 2002, 9(4): 12-15.
- [8] WEIMERP, POSAMENTIERH. Siliciclastic Sequence Stratigmaphy — Recent Developments and Applications [C]. AAPG Memoir 58, Tulsa; AAPG Housing Bureau, 1994.
- [9] EL SAYED A, YOUSSEF A. Sequence stratigraphy of the Upper Jurassic evaporite carbonate: Sequence at the western area of Wadi Al-Jawf-Maqib Basin, Yemen [J]. Carbonates and Evaporites, 1999, 13(2): 168-173.

The source-reservoir-seal associations in the Qianjiang salt lake basin, Hubei

TONG Xiao-lan^{1, 2}, LU Ming-guo²

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Jianghan Oil Field Branch, SINOPEC, Qianjiang 433124, Hubei, China)

Abstract: The Qianjiang salt lake basin is a lonely continental high-salinity lake basin in China. The characteristics of the source-reservoir-seal associations in the basin are examined in the light of rhythmic successions. The Qianjiang Formation in the Qianjiang depression is built up of a succession of clastic rocks, carbonate rocks and evaporites heaped up by the accumulation of the northernly debris and marginal brines and salt sources in the water bodies with high salinity, intense evaporation and reduction-strong reduction under the frequently alternating dry and wet palaeoclimatic conditions. The ordered alternation of lithologic associations allow the source-reservoir-seal systems to be developed, which constitute excellent conditions for hydrocarbon accumulation.

Key words: salt lake: Qianjiang depression; source-reservoir-seal association; Hubei

(上接第109页)

参考文献:

- [1] 蔡雄飞. 古气候在沉积盆地研究中的作用[J]. 矿物岩石地球化 学通讯, 1993, 12(3)161-162.
- [2] 袁道先. 现代岩溶学和全球变化研究[J]. 地学前缘, 1997, 4(1 - 2): 17-25.
- [3] 马万里, 罗菊春. 全球气候变化问题探讨[J]. 内蒙古师大学报 (自然科学版), 2001, 30(1): 70-73.
- [4] 丁一汇, 耿全震. 大气、海洋、人类活动与气候变暖[J]. 气象, 1998, 24(3): 11-17.
- [5] RUDDIMAN W F, PRELL W L, RAYMO M E. Late Cenozoic uplift in southern Asia and the American West: Rational for general circulation modeling experiments [J]. Journal of Geophysical Research, 1989, 94(D15): 18379-18391.
- [6] BURTON K W, LING H F, O'NIONS R K. Closure of the Central American Isthmus and its effect on deepwater formation in the North Atlantic [J]. Nature, 1997, 386: 382-385.
- [7] HAY W W, DECONTO R M, WOLD CH N. Climate: Is the past the key to the future? [J]. Geol Rundsch. 1997, 86: 471-491.
- [8] 刘东生,郑绵平,郭正堂.亚洲季风系统的起源和发展及其与两极冰盖和区域构造运动的时代偶合性[J].第四纪研究, 1998,(3):194-204.
- [9] KUTZBACH J. E, GUETTER P J, RUDDIMAN W F et al.

Sensitivity of climate to Late Cenozoic Uplift in southern Asia and the American West: Numerical experiments [J]. Journal of Geophysical Research, 1989, 94(D15): 18393-18407.

- [10] REMSTEIN G, FLUTEAU F, BESSE J et al. Effect of orogeny, plate motion and land-sea distribution on Eurasian climate change over the past 30 million years [J]. Natures 1997, 386: 788-785.
- [11] RAYMO M E, RUDDIMAN W F, FROELICH P N. Influence of Late Cenozoic mountain building on ocean geochemical cycles [J]. Geology, 1988, 16(7): 649-653.
- [12] AN ZHISHENG, KUTZHACH JE. PRELL W L, PORTERS
 C. Evolution of Asian monsoons and phased uplift of the Himalaya-Tibetan plateau since Late Miocene times [J]. Nature, 2001, 411: 62-66.
- [13] GUOZT, RUDDIMANWF, HAOQZet al. Onset of Asian desertification by 22 Myr ago inferred from loess deposits in China [J]. Nature 2002, 416: 159-163.
- [14] AMANO K, TAIRA A. Two-phase uplift of Higher-Himalayas since 17 Ma [J]. Geology, 1992, 20(5): 391-394.
- [15] 蒋复初,吴锡浩,肖华国,等.中原邙山黄土及构造与气候耦
 合作用[J].海洋地质与第四纪地质,1999,19(1):45-51.
- [16] 郭正堂, 刘东生, 安芷生. 渭南黄土沉积中 15万年来的古土壤 及其形成时的古环境[J]. 第四纪研究, 1994. 3): 256-269.
- [17] 郭正堂, Fedoroff. N, 刘东生. 全新世与上次间冰期气候差异的古土壤记录[J]. 第四纪研究, 1993, (1): 41-55.
- [18] 胡修棉, 王成善. 100Ma 以来若干重大地质事件与全球气候 变化[J].大自然探索, 1999, (1): 53-58.