

江汉盆地早始新世沉积环境与油气关系

袁炳存 陈荣书 万静萍 蔡桦芬

刘安林 翟才宇

(武汉地质学院)

(江汉石油管理局勘探开发研究院)

江汉盆地为燕山运动后发展起来的中、新生代内陆盆地。面积约28,000平方公里。白垩纪到第四纪沉积总厚达万米左右。以早第三纪沉积最为发育,可分两个成油、成盐旋回(表1)。本文讨论新沟咀组下段“上组合”(包括泥隔层、Ⅰ油组、Ⅱ油组和大膏层)的沉积环境及其与油气的关系。

一、沉积特征

上组合沉积时,江汉湖盆处于亚热带半干旱气候区,系闭流咸水浅湖。

湖盆周缘为中低山-丘陵区,地势西北高,东南低。湖盆西北方后港、马山一带,有较大的河流入湖,成为湖盆陆源碎屑的主要来源。其次湖盆北侧的永隆河凸起和南侧的华容隆起均构成较小的物源。

湖盆的轮廓大体上呈元宝形。在汉水地堑附近有一个向北突出的湖汉,在盆地西南方有通道与古洞庭湖相连。湖盆地形较平坦,大体上仍保持西北高、东南低的趋势。水深一般3—10米,最深不超过20米。

湖水pH值为7.47—8.77,属

弱碱性。湖水的盐度变化较大,西北方河流入湖处盐度低,属半咸水区;较闭塞的东南隅盐度较高属盐湖区。

湖盆(在研究区范围内)大致可以划分出四个自然环境区:(1)后港河流三角洲区;(2)滨湖区;(3)浅湖区;(4)盐湖区(图1)。在前三个区中分别形成了三种不同类型的砂岩体,即三角洲砂岩体,滨湖浅滩砂岩体和远岸湖滩砂岩体。

表1 地层系统及研究层段

地 层				厚度(米)	成油期	成盐期
系	统	组	段			
第四系	全-更新统	平原组		50—167		
上第三系	上-中新统	广华寺组		300—960		
下第三系	渐新统	荆河镇组		0—1600		
	上始新统	潜江组	一一四段	800—3550	第二成油期	第二成盐期
	中始新统	荆沙组		600—1870		
	下始新统	新沟咀组	上段			
第三系	始新统	新沟咀组	大膏层	500—700	第一成油期	第一成盐期
			Ⅰ油组			
			Ⅱ油组			
			泥隔层			
白垩系	古新统	沙市组		200—1900		
	上统	渔洋组		1200—2800		

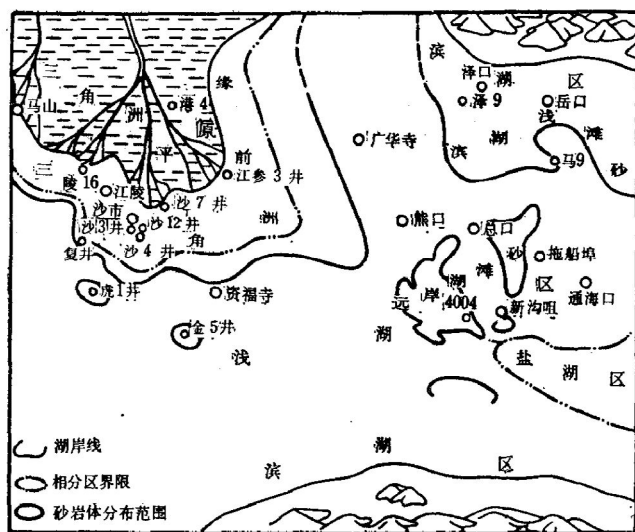


图1 古地理景观图

中心推进,表现出前积式的特点,而I油组上部的砂岩层多半向陆后缩。

根据沙4井、陵16井岩芯剖面所概括的沉积模式(图4),分为六种相单元,自下而上为:

(1)深灰色泥岩夹白云质泥岩和少量薄层泥膏岩、泥灰岩、泥质粉砂岩。以水平层理为主,局部见韵律层理。自然电位曲线低平。粒度分布概率曲线为细粒单一-悬浮总体。属咸水湖泊沉积。

(2)深灰色泥岩、粉砂质泥岩为主夹薄层粉砂岩。

具水平层理、透镜状层理、压扁层理、小虫孔及生物扰动构造。含少量介形虫、螺和植物碎屑。自然电位曲线呈低平小齿状。粉砂岩粒度中值为0.025—0.04毫米,概率曲线由单一的细粒悬浮总体组成(图5)。属前三三角洲泥岩相。

(3)灰色粉砂岩为主,夹粉砂质泥岩和泥岩。具波状交错层理、压扁层理和波状层理,常见虫孔、生物扰动构造。有介形虫、螺、小型鱼类和植物茎等化石。自然电位曲线呈漏斗状。粒度中值为0.035—0.072毫米,粒度分布概率曲线由跳跃和悬浮两个次总体组成,一般跳跃总体含量小于10%(图6)。属远砂坝相。

(一)后港三角洲砂岩

后港三角洲砂岩体分布在西北部,面积约2500平方公里。由港4井附近,向西南、南和东南方向伸展呈朵状。II油组砂岩累积厚度大(图2),以港4井为最,达110米;分布面积(以10米等厚线所圈定面积计算)约为2500平方公里。I油组砂岩累积厚度较小(图3),港4井最厚达59米,面积约为1700平方公里。三角洲砂岩体从根部向前缘,层数减少,厚度减薄,连续性变差,最后呈透镜体断续分布。II油组和I油组下部的砂岩顺次向湖盆

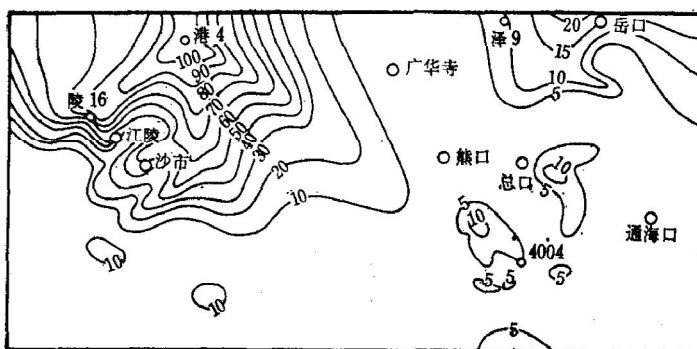


图2 II油组砂岩等厚图

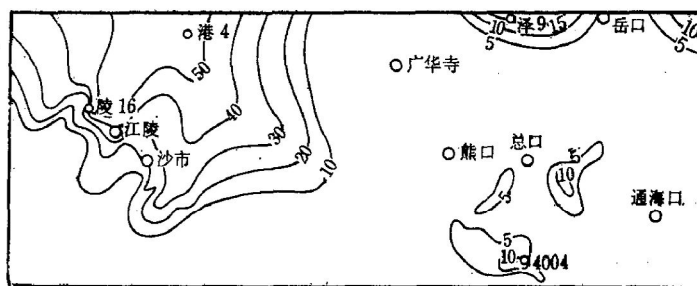
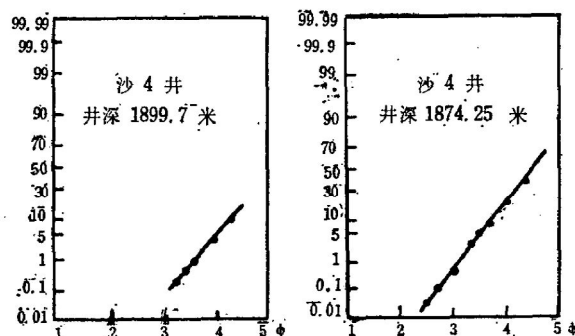
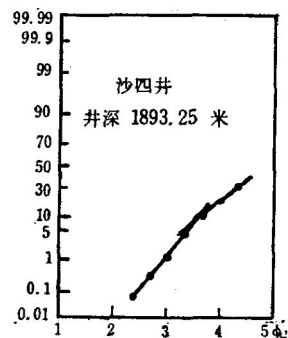


图3 I油组砂岩等厚图

岩性	剖面模式	沉积构造	岩矿及古生物	厚度(米)	环境
紫、暗紫色泥岩夹薄层粉砂岩。		块状层理为主 直立虫孔发育	螺、介形虫、 轮藻	3—88	支间湾
灰白色粉—细砂岩		波状交错层理、平行层理 板状交错层理、波状层理	植物叶、 植物茎	4—12	水下分流河道
浅灰色细砂岩和粉砂岩		板状交错层理、波状交错 层理、平行层理	植物茎	4—9	河口坝
灰色粉砂岩夹粉砂质泥岩		波状交错层理、压扁—波 状—透镜状层理、虫孔发育	介形虫、螺、 鱼、植物茎	7—24	远砂坝
深灰色泥岩、粉砂质泥岩		水平层理、压扁—透镜状层 理、见小虫孔	少量介形虫、 螺	3—18	前三三角洲
深灰色泥岩		水平层理、韵律层理	石膏	>3	湖盆

图4 后港三角洲沉积模式图(水下部分)

图5 前三三角洲泥岩相粉砂岩的粒度分布
概率曲线图6 三角洲前缘远坝粉砂岩
的粒度分布概率曲线

(4) 浅灰色、灰色细砂岩和粉砂岩。具波状交错层理、板状交错层理和平行层理，由炭屑集中，而使纹层清晰，见植物茎。自然电位曲线呈倒挂松状，下部渐变，上部突变。砂岩粒度中值0.08—0.15毫米，概率曲线在跳跃和悬浮两个次总体之间出现过渡段(图7)。属河口坝相。

(5) 浅灰白色细砂岩、粉砂岩，底部常含泥砾。具板状交错层理、波状交错层理、平行层理和块状层理，由炭屑集中而使层理清晰，见植物叶和植物茎。自然电位曲线显示为箱状或指状。粒度中值0.07—0.2毫米，概率曲线由跳跃和悬浮两个次总体组成，偶见滚动次总体(图8)。属水下分流河道砂岩相。

(6) 灰紫色、棕紫色泥岩、粉砂质泥岩夹薄层粉砂岩。常含泥砾、泥条、钙质和铁质结核，有些层段见较多的团粒及鲕粒。以块状层理为主，大大小小的虫孔发育，多数直立，少数倾斜。螺、介形虫、轮藻化石丰富。自然电位曲线呈低幅度锯齿状。粒度中值为0.015—0.06毫米，概率曲线以细粒悬浮总体为主(图9)。属支间湾砂-泥岩相。

后港三角洲各相单元的沉积一般属近源的岩屑长石砂岩和长石砂岩。自水下分流河道向前三角洲，岩石的成分成熟度和结构成熟度均有所增加(表2)。

三角洲平原相大致分布在陵16井、沙7井、江参3井一线的西北隅，为灰白色砂岩、

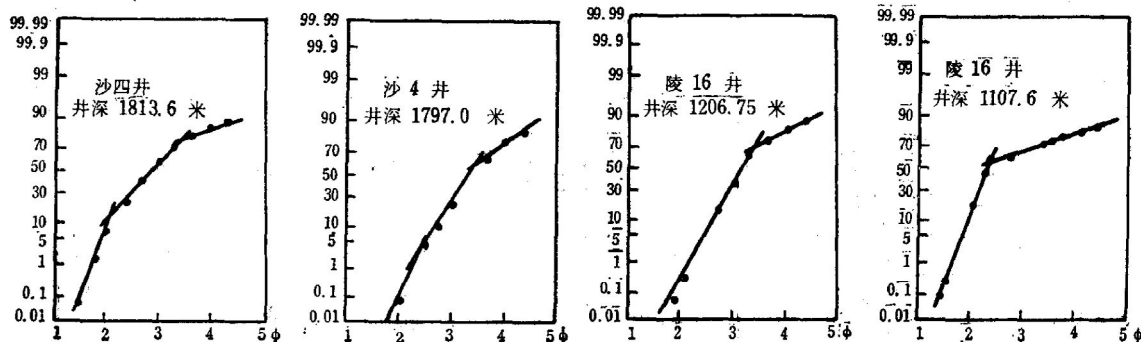


图7 三角洲前缘河口坝砂岩粒度分布概率曲线 图8 三角洲前缘水下分流河道砂岩粒度分布概率曲线

表2 不同亚相的砂岩成熟度和结构参数

亚相名称	样品数	成熟度参数		结构参数	
		石英/长石	杂基/粒屑	粒度中值(毫米)	标准偏差
水下分流河道	7	1.7	0.073	0.0955	1.324
河口坝	8	1.7	0.093	0.114	1.302
远坝	5	2.2	0.30	0.057	1.521
前三三角洲泥	3	2.4	0.518	0.031	2.026

含砾砂岩和紫红色泥岩互层。砂泥比为0.7—1.0, 砂岩层数多, 单层厚度大, 在自然电位曲线上显示为箱状。粒度中值一般在0.1毫米以上。某些层段中, 常见碳酸盐岩盆屑和丰富的轮藻化石。既有与单向水流有关的板状交错层理, 又有浪成的波状交错层理; 近岸的叠加波痕及大小不等的直立或近直立的虫孔亦很发育。均为浅水近岸沉积标志。

(二) 滨湖浅滩砂岩¹⁾

滨湖浅滩砂岩发育在泽口、岳口一带, 在靠近物源的湖盆边缘斜坡上, 沿岸线呈带状分布。单层厚1—2.4米, 累积厚度Ⅱ油组以马4井最大仅20.2米, Ⅰ油组以泽9井最厚仅17.4米。主要是一套灰紫色、棕紫色砂、泥岩组成的旋回沉积, 根据泽9井的岩芯剖面概括为如下沉积模式(图10)。

(1) 浅灰色砾状细砂岩和含砾粉砂岩。砾石成分以泥岩为主, 少量砂岩、燧石和石英

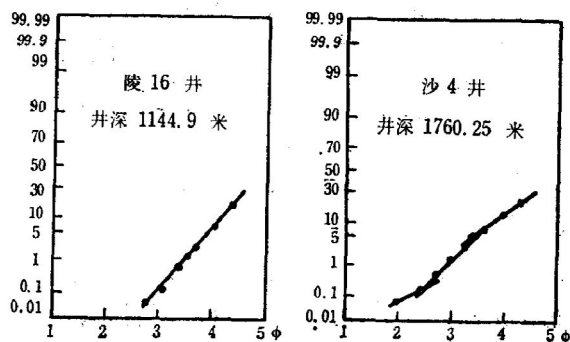


图9 三角洲前缘支间湾粉砂岩粒度分布概率曲线

岩性	剖面模式	沉积构造	厚度(米)	沉积相
紫红色泥岩	X	以块状层理为主	3.9	滨湖泥岩相
紫红色泥岩和粉砂岩互层	X	块状层理、波状交错层理、波状层理	2.5	滨湖砂泥岩相
棕紫色细粉砂岩	X	低角度板状交错层理、波状交错层理、波状层理	3.3 3.8	滨湖浅滩砂岩相
砾状细砂岩、含砾砂岩	X	块状层理	1.4	滨湖浅滩含砾砂岩相

图10 滨湖浅滩沉积模式图

1) 此节多有矛盾, 似需进一步研究——编者注

岩砾石。砾石大小不一，一般1厘米左右，但大者达8厘米。次圆状至棱角状，大致顺层排列。块状层理为主。属滨湖浅滩含砾砂岩相。

(2) 灰紫色、棕紫色细砂岩、粉砂岩。沉积构造为波状交错层理、低角度板状交错层理、波状层理。粒度分布概率曲线由跳跃和悬浮两个次总体组成，一般具双跳跃的特征(图11)。属滨湖浅滩砂岩相。

(3) 灰紫色、棕紫色薄层粉砂岩、泥质粉砂岩与粉砂质泥岩、泥岩互层。呈块状层理、波状交错层理和波状层理。它是滩砂的边缘，属滨湖浅滩砂-泥岩相。

(4) 紫红色、紫灰色砂质泥岩、泥岩，块状层理为主。属滨湖泥岩相。

滨湖区沉积物时而伏于水下，时而露出水面，氧化作用比较强烈。泽9井的岩芯剖面大致可以分出三个旋回层，上、下为正旋回，中间为完整旋回，主要反映了湖水面的涨落和岸线的变迁。

(三) 远岸湖滩砂岩

远岸湖滩砂岩分布在浅湖区内湖底地形较高部位。形态多样，大小不一，多半呈透镜体产出。累积厚度10—15米，单层厚0.6—1.8米。

新4004井和马9井主要由暗色泥岩、粉砂质泥岩组成，间夹少量薄层粉砂岩。在Ⅱ油组下部和Ⅰ油组的上部均出现含膏泥岩、泥膏岩，反映湖水由咸—淡—咸的变化过程。可以概括为如下沉积模式(图12)。

(1) 暗色含膏泥岩、泥膏岩、白云质泥岩、泥质白云岩及泥岩。以水平层理为主，局部见韵律层。属盐湖含膏泥岩相。

(2) 暗色泥岩、钙质泥岩及粉砂质泥岩夹少量薄层泥质粉砂岩。沉积构造为水平层理、块状层理、透镜状层理和波状层理。介形虫、螺和轮藻化石较丰富。小型虫孔、生物扰动构造发育。泥质粉砂岩的粒度分布概率曲线为细粒单一悬浮总体。属浅湖泥岩相。

(3) 浅灰色粉砂岩为主，局部为细砂岩。沉积构造以波状交错层理为主，其次有压扁层理。粒度分布概率曲线由跳跃和悬浮两个次总体组成，一般具双跳跃特征(图13)。属远岸湖滩砂岩相。

岩性	剖面模式	沉积构造	岩矿及古生物	厚度(米)	沉积相
浅灰色粉砂岩为主		波状交错层理 压扁层理		0.6 1.8	远岸砂滩砂岩相
暗色泥岩、钙质泥岩 夹薄层粉砂岩		水平层理、块状层理 透镜状层理、波状层理、虫孔发育	螺 介形虫 轮藻	6 17.2	浅湖泥岩相
暗色含膏泥岩、泥膏岩 白云质泥岩及泥岩		水平层理、韵律层理	石膏	> 10	盐湖含膏泥岩相

图12 远岸湖滩沉积模式图

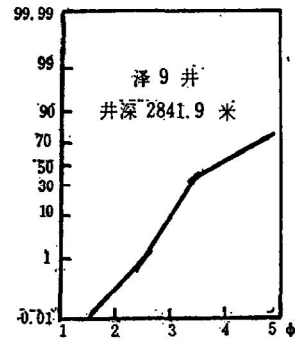


图11 滨湖浅滩砂岩粒度分布概率曲线

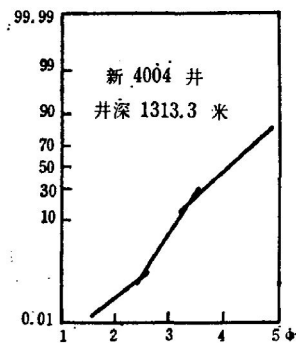


图13 远岸湖滩砂岩粒度分布概率曲线

二、主要控制因素

(一) 古气候和古盐度

白垩纪—古新世时,盆地周围被秦岭、武当山、武陵山及华夏山地围绕,属热带—亚热带干旱气候区,为主要成盐期。早始新世“上组合”沉积时,由于华夏山地的削蚀,地形西北高,东南低,在东南海域潮湿气候的影响下,本区增湿、降温,演变为亚热带半干旱气候区。孢粉化石组合,明显地反映了该时期的气候特点。在孢粉三大类组合中,以被子植物为主占70—90%;裸子植物次之占10—20%;蕨类最少。被子植物中,喜温的榆粉、栎粉占12—13%;而喜热的脊榆粉、朴粉、桑粉、大戟粉、漆粉、桃金娘粉等含量较高,合计达15—40%以上。裸子植物中以喜温的松粉为主,喜湿热的杉粉次之,而代表干旱气候的麻黄粉含量较少。上述组合反映了亚热带半干旱气候的特点。

湖水含盐度明显地受古气候控制。由于气候向降温和增湿方向演化,湖水趋于淡化。据泥岩 Cl^- 含量的分析结果(表3),该时期的湖水以咸水和半咸水为主。Ⅱ油组的下部、Ⅰ油组的上部和大膏层中盐类矿物富集,说明气候较干旱,湖水咸化。Ⅱ油组的中上部、Ⅰ油组的中下部,缺乏盐类矿物,反映气候较潮湿,湖水淡化。在同一沉积时期,湖盆的不同部位由于淡水补给情况不同,亦可造成湖水含盐度的差异。湖盆西北部后港三角洲发育区,由于河水不断注入,湖水盐度降低,属半咸水区;而湖盆东南隅峰口一带,湖水停滞盐度增高,碳酸盐岩和硫酸盐岩占地层总厚度的20%以上,属盐湖区。

表3 泥岩 Cl^- 含量

层 位	样 品 数	组 总 平 均 值 %
Ⅰ 油 组	109	0.272
Ⅱ 油 组 + 泥 隔 层	64	0.235

(二) 关于水深

轮藻大多数生长在淡一半咸的浅水中,在水深几十公分到数米内大量繁殖,随水深增加而明显减少。分别以Ⅰ、Ⅱ油组为单位统计,轮藻简单分异度一般为3—8,部分达12,属中等偏高。据此推断水深不大约3—10米,最深不超过20米,属浅水范围。

在泥隔层到Ⅱ油组沉积时,暗色泥岩和水平层理较发育,说明湖水较深;Ⅰ油组沉积时,红色泥岩居多,直立虫孔发育,说明湖水较浅。在地区上,总口、拖船埠一带轮藻的简单分异度低,为1—0,暗色泥岩和水平层理较发育,说明湖水较深;而位于三角洲前缘的江陵、沙市一带轮藻化石丰富,简单分异度一般6—7,可达12,说明湖水较浅。

三、沉积环境与生、储油条件的关系

(一) 与生油条件的关系

江汉盆地早始新世“上组合”沉积时,由于气候较干旱,湖水浅而盐度较高,故水生生物无论在种属上或数量上均不甚丰富。湖盆内以陆源有机质为主,而且数量也不大。

因此,“上组合”生油岩的原始有机质以低丰度(有机碳含量一般0.6—0.74%)和腐殖型为其主要特点,生油条件差。纵向上,泥隔层和Ⅱ油组沉积时期,湖水较深,有机碳含量就高于Ⅰ油组沉积时期。平面上(图14)有机碳含量大于0.6%的高值区有两个:(1)西部(江陵凹陷)陵16井、沙市以南地区;(2)东部(潜江凹陷)总口、新4004井一带。

这两个有机碳高值带正位于湖水相对较深的浅湖区,说明它对有机质繁殖和保存比较有利。

此外,“上组合”沉积时,湖盆的沉降速度和幅度也不大,没有形成深拗陷,因此生油岩厚度不大,一般只100多米。

由于有利生油的沉积环境在时、空上的局限性,生油岩体积小,丰度低。以浅湖暗色泥岩发育区是生油条件相对较好的地区。

(二)与储油条件的关系

沉积环境与储集条件关系密切,不同沉积环境中形成的砂岩体其储集性能有较大的差别。以三角洲平原相的分流河道、三角洲前缘相的水下分流河道和河口坝的砂岩层较好,远坝和滨湖浅滩、远岸湖滩砂岩层较差。

三角洲平原相的砂岩层最发育,一般砂岩占Ⅰ、Ⅱ油组总厚的20—60%,据港2井测得砂岩孔隙度平均值达18.66%。水下分流河道和河口坝砂既受单向水流的作用,又受湖浪的作用,水动力条件较强,砂岩的杂基含量少,分选较好,粒度中值大,一般孔隙度15—25%,渗透率为50—450毫达西,是储油物性较好的砂岩体。远坝砂岩体和远岸湖滩砂岩体主要受湖浪的作用,水动力条件弱,砂层薄且少,粒度中值小,杂基含量高,孔隙度为3—12%,渗透率1—5毫达西,是储油物性较差的砂岩体。泽口滨湖浅滩砂岩体由于近岸,湖浪和湖流的作用比较明显,与远岸湖滩砂相比,砂岩层较多,粒度中值大,杂基含量少,但由于成岩作用阶段石膏质的充填和胶结,使其孔隙度变小仅7.28%,渗透率2.52毫达西。

综上所述,本区生油条件差,油源不足,同时生、储条件在时、空上缺乏良好的配合和良好的输导系统。因此新沟咀组虽有一定的生储条件,但难以形成较大规模的油气聚集。只有东部有利生油区内砂岩较发育的地带和西部紧邻生油区的三角洲前缘相带找油远景稍佳。

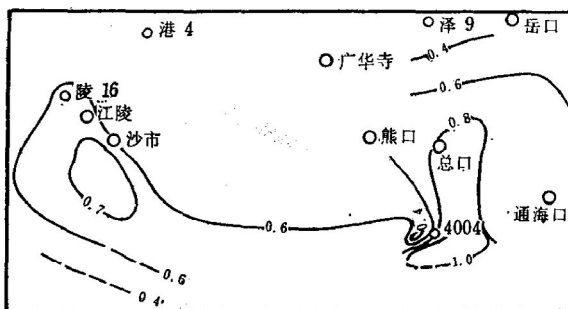


图14 Ⅰ油组及泥隔层有机碳百分含量等值线图

四、结 论

1. 早始新世“上组合”沉积时,江汉湖泊系亚热带半干旱气候区内陆闭流咸水浅湖。有三个物源,以后港以北地区为主要物源区,沉积物主要由河流携带入湖。河流影响较显著的西北部为半咸水区,与其相对应的湖盆东南隅为盐湖区。

2. 湖盆中发育三种不同类型的砂岩体: 三角洲砂岩体, 滨湖浅滩砂岩体, 远岸湖滩砂岩体。

3. “上组合”沉积时, 湖水经历了由咸到淡, 再次咸化(硫酸盐湖)的过程。在三角洲沉积区, 淡化过程就是河流物质不断增加, 砂岩体不断前积的过程; 而咸化过程则是蒸发量大于补给量, 砂岩体后缩, 最后被盐湖相的“大膏层”所代替。盐湖沉积和三角洲沉积彼此消长, 构成盐湖三角洲的基本特点。

4. “上组合”的生油岩主要集中在泥隔层和Ⅱ油组。生油岩厚度薄, 原始有机质丰度低, 以腐殖型为主, 生油条件差。浅湖相暗色泥岩发育区为主要生油区。三角洲平原相的分流河道砂岩体、三角洲前缘相的水下分流河道砂岩体、河口坝砂岩体的储油物性较好; 三角洲前缘相的远坝砂岩体、滨湖浅滩砂岩体和远岸湖滩砂岩体的储油物性差。紧邻生油区的三角洲前缘砂岩体和位于有利生油区内的远岸湖滩砂岩体为油气聚集的有利地带, 也是找油的远景区。

(收稿日期 1982年5月13日)

EARLY EOCENE SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF JIANGHAN BASIN AND ITS OIL AND GAS POTENTIAL

Yuan Bingcun Chen Rongshu Wan Jingping Cai Xifen
(Wuhan College of Geology)

Liu Anlin Zhai Chaoyu
(Research Institute of Petroleum Exploration and
Development, Jianghan Petroleum Administration)

Abstract

In the early Eocene, Jianghan Basin was a shallow saline lake fed by rivers. Three types of sands were formed within this lake, deltaic sands, nearshore beach sands and offshore beach sands. Among them, the more important are Hougang deltaic sands which are composite, overlapped ones, and which were developed during the desalinating period. The principle features of the saline lacustrine and deltaic sediments are the antithetic and complementary to each other. Because of slight subsiding, lower rate of sedimentation, shallow water body and higher salinity at earlier Eocene, the basin studied was not favorable for organism breeding. Therefore, the abundance of organic matters in the basin was poor, with sapropel predominant, and conditions for oil generation was less favorable. Though sands exist in this lacustrine basin which are favorable for oil accumulation, oil and gas reservoirs could be rarely formed. It seems that the potential region for searching small oil and gas fields might be to the east where offshore lacustrine beach sands exist, and to the west where front deltaic sands exist.