

江汉平原前白垩系海相地层油气勘探远景展望

陈劲人

刘良贵

(江汉石油管理局勘探开发研究院 湖北潜江 433124)

(江汉石油管理局物探公司 湖北潜江 433100)

江汉平原前白垩系海相地层,厚4000—5000m,生储盖条件配套良好。其中、新生代块断活动的弱拉张改造区,油气保存条件好;印支期以来的隆起区,油气演化程度较低,有二次生油气条件。区内有三种油气成藏领域,即海相内幕构造、潜山及逆掩推覆体下盘。其中上组合弱拉张改造区的海相内幕构造,是近期争取突破的最有利勘探区带。

关键词 江汉平原 前白垩系 海相地层 油气勘探 逆冲推覆 块断活动 二次生油气
海相内幕构造 潜山

第一作者简介 陈劲人 男 57岁 高级工程师 石油地质

江汉平原白垩-第三系盐湖沉积体之下,发育有侏罗系-上三叠统陆相含煤砂泥岩地层,厚2000—4000m;中三叠统一震旦系以台地相碳酸盐岩为主的海相地层,厚4000—5000m,地层岩性组合与四川盆地相当层位十分近似,生储盖条件配置良好,主要生油岩系有:二叠系、志留系、奥陶系及寒武系、震旦系的台地相生物灰岩和深水盆地相的黑色泥岩,在全区广泛分布,发育良好。江汉平原周缘露头区大量的油气苗,证明了该区不但具有良好的生油气条件,而且有过一定规模的油气运移、聚集过程。

主要储集层有:三叠系下统嘉陵江组的溶孔白云岩,厚31—43m,岩芯平均孔隙度4.19%—14.92%;石炭系黄龙群针孔白云岩,厚10—31m,平均孔隙度4.25%,最大14%。上述两套孔隙型储层在当阳、沉湖两个复向斜内稳定分布。寒武系石龙洞组、震旦系灯影组仅在通海口古潜山有二口井揭开,孔隙型储层厚200m以上,孔隙度1.22%—7.61%。

主要的区域盖层为:志留系及三叠系中统-侏罗系,均以泥质岩为主,厚度在千米以上。以志留系为界,构成上、下两大生储盖组合,是我国南方重要的油气勘探领域之一。

二十多年来,先后钻探井13口,已见到较好的油气显示。地震勘探已发现一批海相内幕构造和潜山构造,本文从区域构造的基本特征出发,探讨油气的可能成藏类型和主要勘探领域。

一、区域地质构造特征

1. 以褶皱形成的大型复背、向斜相间出现,叠加逆冲推覆构造与块断构造为基本特征

大型复式背、向斜相间出现,构成江汉平原区海相构造层的基本构造面貌(图1)。据白垩系沉积前古地质图反映,区内存在有北西-北北西向的巴洪冲断背斜带、沉湖-土地堂复向

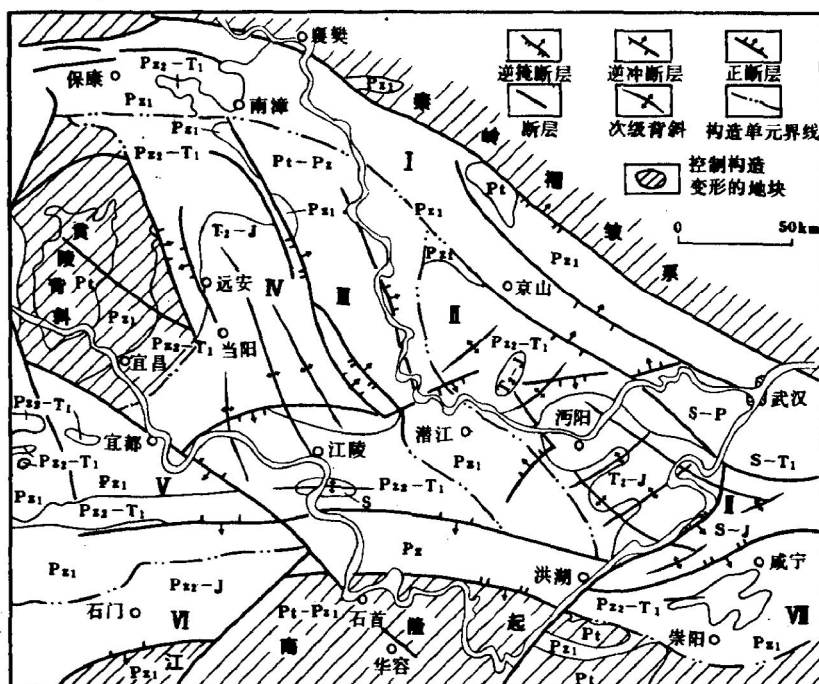


图1 江汉平原前白垩系构造纲要与单元划分图

I—巴洪冲断背斜带, II—沉湖—土地堂复向斜, III—乐乡关—潜江背斜带, N—当阳复向斜, V—宜都复背斜, VI—桑植—石门复向斜, VII—崇阳—通山冲断背斜带

斜,乐乡关—潜江背斜带及当阳复向斜。它们的东南端呈斜列态势,分别消失于近东西向的宜都—公安—洪湖一线,此线南侧为近东西向的褶皱带,包括宜都复背斜、桑植—石门复向斜的东延部分及崇阳—通山冲断背斜带的西延部分。

显然,北西向褶皱主要受控于秦岭褶皱系,而东西向褶皱则主要受控于江南隆起。

印支—早燕山期,主要的侧向挤压力,源于南北两侧的对冲,加上黄陵隆起刚性基底的砥柱作用,形成近三角形的边界条件。位于此“三角形”的夹角部位,水平挤压强烈,在褶皱的基础上,发育逆冲推覆构造,被地震和钻井资料确证的有:乐乡关—沙洋逆冲断裂带和土地堂逆掩区。前者叠加在乐乡关—潜江背斜带的北段,表现为背斜带西翼倒转,并部分逆掩在当阳复向斜的东斜坡之上(图2);后者叠加在沉湖—土地堂复向斜的东段,表现为崇阳—通山冲断背斜带逆掩到复向斜之上。

在复向斜内部也形成成带排列的局部构造,其整体走向与复向斜轴线一致。如沉湖复向斜内有红丰—周邦—簪洲构造带及天门—麻洋潭—胡场—彭场—合理构造带;在当阳复向斜内有团山寺—香炉山—谢家湾—建阳驿—瞄集等背斜组成的中央背斜带。它们都是定型于早燕山期。

燕山早期区域褶皱、隆升之后,前白垩纪地层遭受强烈剥蚀,特别是背斜带上剥蚀幅度大,多形成负地形,如乐乡关—潜江背斜带核部,白垩系直接超覆在奥陶—寒武系之上。而复向斜内,则保留大面积的侏罗系中、上统,形成背斜带沉积盖层薄、基底隆起高的薄壳幔隆,并诱发地幔调整,深部地幔物质流入邻区,地表处于大幅度沉降的区域张性应力背景。尤其是,在上述“三角形”中心部位,自早白垩世中期开始,产生一系列北西向与北东向的张性正断

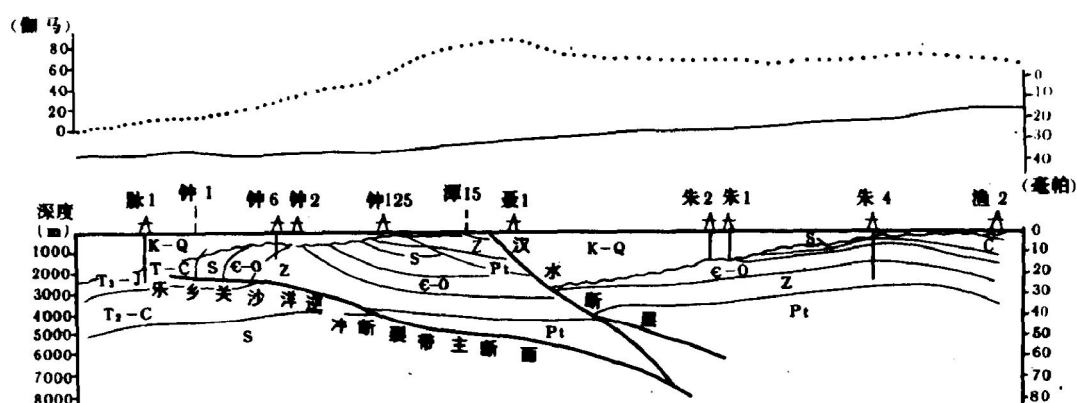


图2 潜北断层下盘地质地球物理综合解释图

层。据李昌鸿编制的全区白垩系底面构造图,主要张性正断层达38条。其中走向北东的25条,主要分布在平原东部及纪山寺-潜北-天门河断层以南,潜北断层最大断距8000 m,往南断裂规模逐渐缩小;北西向正断层,主要发育于西部及纪山寺-潜北断裂以北,以汉水、南荆、远安诸断裂规模较大,断距也可达3500 m。沿主要张性正断层下降盘,形成白垩-第三系的箕状断陷,如小板、潜江、江陵、沔阳等凹陷。对印支-早燕山期形成的褶皱构造强烈改造,形成江汉盆地特有的先压后张、下压上张的复杂结构。

2. 区域构造结局及其发展史研究,证明各单元后期改造程度有明显差异

(1) 中、新生代块断活动有强弱之分,在弱拉张改造区,油气保存条件好

江汉平原前白垩系油气勘探领域,与我国南方其它碳酸盐岩分布区一样,都经历了强烈的后天改造。油气勘探工作者的任务是:面对强烈的改造,在“动中找静”、“强中找弱”、“开中找闭”,寻找相对稳定的区带。

按后天改造的强弱——断层性质及发育程度,在各二级构造单元中,均可分出:强挤压区、挤压区、强拉张改造区和弱拉张改造区(图3)。

沉湖-土地堂复向斜侏罗系分布区,按断层的发育程度可分为三区:东部土地堂地区,处于“三角形”的夹角端,受挤压力最强,逆冲推覆构造发育,是强挤压区;天门河断层至彭场断层之间,位于“三角形”中心部位,张性正断层最发育,有天门河、通海口、白庙、彭场等较大落差的张性正断层,在长56 km的剖面线上,白垩系底面被正断层切割,拉开长度达6.8 km,张开率达12%,为强拉张改造区;处于强挤压区与强拉张区之间的大同湖、簪洲地区,相对拉张及挤压程度均较弱,仅有少量小断距断层,张开率仅4%,为弱拉张改造区。

当阳复向斜北部(荆当铁路以北),也处于“三角形”的夹角端,为挤压区。纪山寺断层以南(江陵凹陷部分),为强拉张改造区。而中部(荆当铁路至纪山寺断层之间),则处于过渡区,为弱拉张改造区。后者由于东西方向上受力强度的差异,又可再分为三部分:东部荆门-沙洋一带,乐乡关背斜向西逆冲推覆,挤压力强,而且后期逆冲断裂面转化为拉张,形成荆门地堑,拉张改造较强烈;西部邻近黄陵背斜,早燕山期挤压程度弱,但晚燕山-喜山期,沿远安地堑发生较强烈拉张;中部当阳-建阳驿一带保持为弱拉张改造区。

乐乡关-潜江背斜带:潜北断层以北,为早燕山期的强挤压区,在复背斜基础上,叠加逆冲断裂发育;潜北断层至通海口断层之间(潜江凹陷)为中、新生代的强拉张改造区;而通

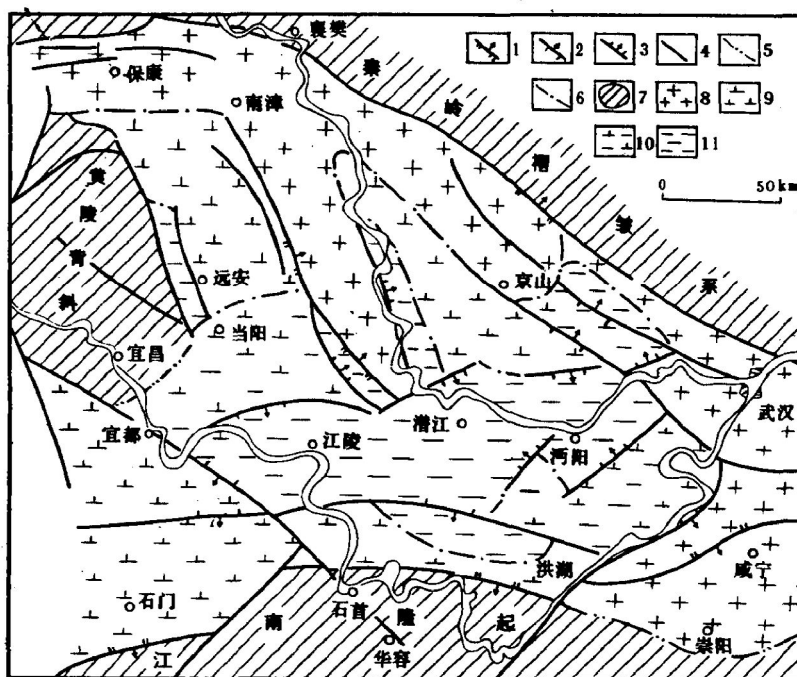


图3 江汉平原前白垩系构造活动强度分区图

1—逆掩断层, 2—逆冲断层, 3—正断层, 4—性质不明断层, 5—构造单元界线, 6—构造特征分区界线, 7—控制构造变形的地块, 8—强挤压构造区, 9—挤压构造区, 10—弱拉张构造区, 11—拉张构造区

海口断层以南的戴家场地区, 则相对稳定, 为弱拉张改造区。

根据白垩系沉积前的古水文地质开启程度研究(图4), 与弱拉张改造区基本一致的范围, 存在沉积封存高矿化度区。进一步说明弱拉张改造区油气保存条件好, 是勘探海相原生油气藏的重要领域。

(2) 印支期以来的隆起区, 油气演化程度低, 有二次生油气条件

三叠纪中期的印支运动主幕, 是江汉平原一次很重要的构造运动。当时北边秦岭海槽关闭, 陆陆碰撞; 南侧江南隆起褶皱上升, 波及江汉平原内部, 海相沉积结束, 而且形成隆凹格局, 复背、向斜的雏形产生。因此在一定意义上, 当阳、沉湖-土地堂两个复向斜, 既可看作是构造向斜, 也可看作是晚三叠世的沉积凹陷。其根据有: ①通过地层对比可见, 下侏罗统及上三叠统超覆在中、下三叠统不同层位之上(表1)。当阳、沉湖-土地堂两个复向斜的中心, 中三叠统残存地层厚127.0—1000 m, 而在复向斜两翼及南北上翘部位, 则剥蚀殆尽, 侏罗系及上三叠统可直接超覆在下三叠统嘉陵江组之上。位于沉湖-土地堂复向斜西翼的夏4井, 上三叠统直接超覆在嘉一段灰岩之上。在当阳复向斜内部, 上三叠统九里岗组为细砂岩、粉砂岩和泥岩含煤沉积为主, 与下伏中三叠统巴东组为整合接触; 而在其东南缘(乐乡关-潜江背斜带西翼)的荆门一带, 九里岗组以岩屑长石砂岩为主, 超覆在嘉陵江组灰岩之上*。可

* 朱忠德. 当阳复向斜石炭纪至早侏罗世地层沉积相含油性研究报告. 1992.

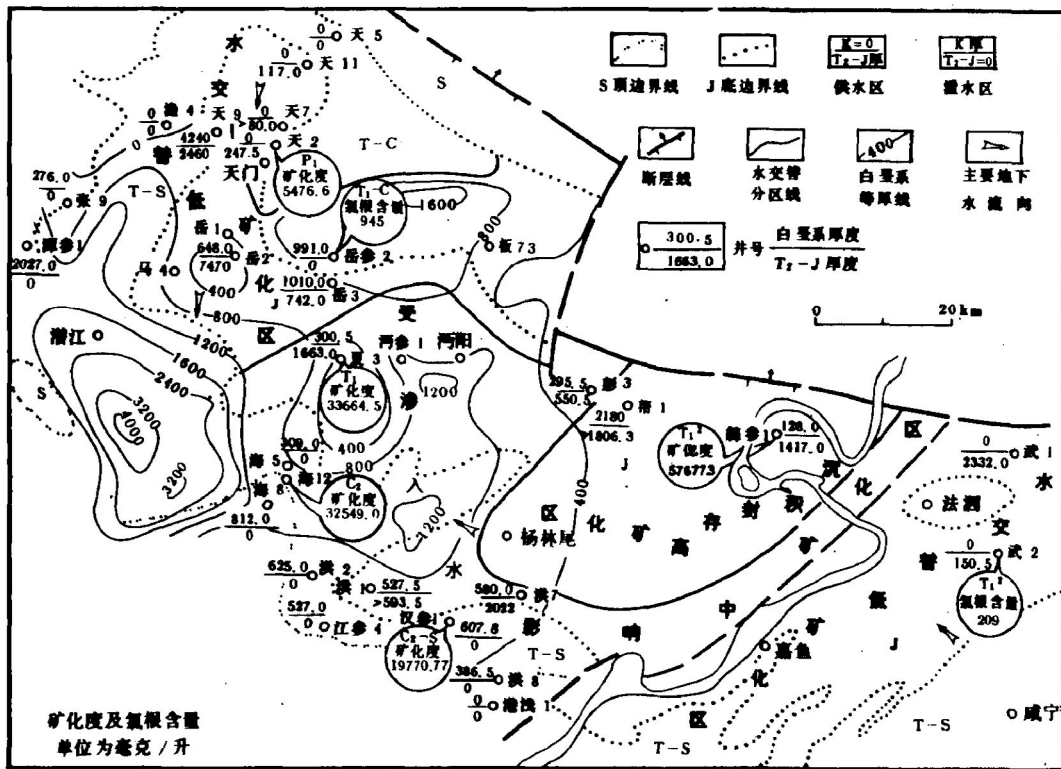


图4 沉湖-土地堂复向斜前白垩纪水文地质开启程度推断图 (T-C)

注: 本图以前白垩系地质图反映当时的地层分布, 以白垩系等厚图反映当时的地形特征, 推测主要供水区、泄水区及主要水流方向

表1 江汉平原印支剥蚀面上下地层厚度 (m) 变化表

层位	参1	夏4	岳参1	天9	天11	天2	当深3	方1
下侏罗统	343.0	435.0	111.0	246.0	117.0	115.0	542.5	293.5
上三叠统	116.0	127.0	244.0				117.0	858.0
巴四段								686.0
巴三段								152.0
巴二段	67.5					79.5	431.0	367.0
巴一段	59.5					53.0	52.5	72.0
嘉五段	408.0		19.4	46.0	10.7	204.0	198.5	84.0
嘉四段	159.0					72.5	73.0	51.0
嘉三段	133.5					145.0	113.5	100.0
嘉二段	101.0					81.0	64.5	84.5
嘉一段	114.5	41.5				174.0	205.0	191.5

见印支期, 乐乡关-潜江背斜带已处于相对隆起部位。②夏4井取芯证实, 印支接触面上下地层有微角度不整合, 上三叠统倾角 14° , 嘉陵江组一段倾角 19° , 接触面起伏不平; 上三叠统

底部泥岩中, 含有嘉陵江组浅灰色白云岩砾石。③上三叠统陆相含煤建造沉积, 形成明显的两个互相分割的凹陷(图 5), 在当阳、沔阳两个凹陷内, 上三叠统最大厚度可达 1000 m 以上, 而隆起区则未接受沉积*。

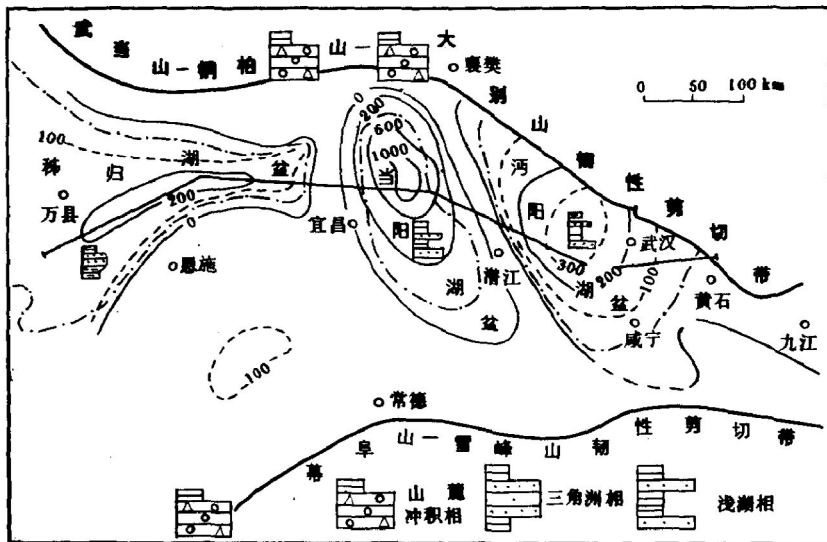
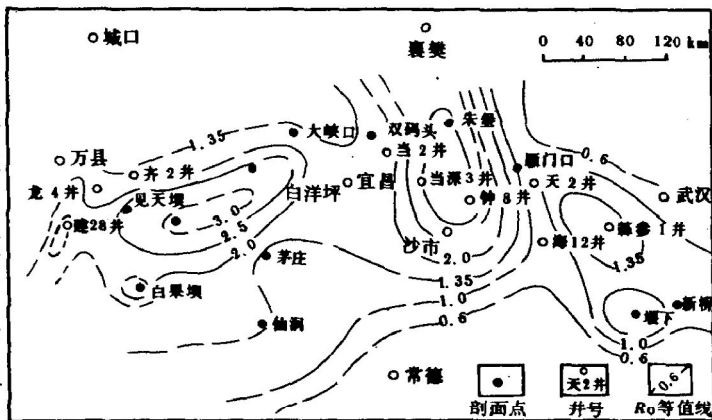


图 5 中扬子区晚三叠世原型沉积盆地地图

(据张文荣, 1990)

印支期形成的隆凹格局，为后来的燕山运动所继承，并导致油气演化程度上的明显差异，表现在同层位的生油岩镜质体反射率，在复向斜内部高，而在复向斜周缘低（图6）。这种低演化程度的生油岩，按 TTI 恢复、计算的生油演化史，在侏罗纪末期尚处于成熟阶段。当白垩-第三纪断陷发育阶段再次沉降后，生油岩埋深超过侏罗纪末的埋深，促使生油岩进入二次生油期，这是油气勘探中必须考虑的重要问题之一。

图 6 中扬子区下二叠统茅口组 R_o 等值线图

(据黄良汉)

上述区域构造特征, 后期改造程度及其与油气演化程度差异的对比关系, 如图 7 所示。

■ 张文荣, 中扬子地区印支期以来构造运动的圈闭形成及油气聚集保存条件影响的研究, 1990

此类地区,从印支期以来,一直处于隆起或凸起部位,利于较长时期内积聚横向运移来的油气。依靠凸起上较薄的侏罗系或白垩-第三系为区域盖层。属于此类的有,沉湖复向斜北端的天门凸起、当阳复向斜南端的新沟凸起。评价此类领域的主要条件是:有效区域盖层形成的时间和分布面积。显然,新沟凸起上有效区域盖层形成时间早,分布面积大,其评价应比天门凸起为高。

(3) 逆掩推覆体下盘:指具有一定规模的逆掩推覆体下盘,其油气成藏条件,类似于海相内幕构造,唯保存条件不同,评价此类领域的主要条件是:推覆体规模和下盘结构。初步揭示的乐乡关-沙洋逆掩带及土地堂逆掩推覆区,均有一定的油气勘探远景,只是目前勘探程度低,有待进一步查清。

上述三类勘探领域的基本特征,可归纳于表2。

表2 江汉平原海相地层油气勘探领域特征表

勘探领域		区域构造位置		圈闭类型	主要评价条件
		海相构造层	陆相构造层		
海相内幕构造		复向斜中心,复背斜端部	凹陷的斜坡带	背斜为主,断鼻次之	保存条件(区域盖层,水动力条件,正断层切割情况)
潜山	麻洋潭型	复向斜周缘	凹陷的断阶区	潜山头	可供二次生油量
	天门型	复向斜翘起端	凸起区	潜山头	区域盖层形成时间及分布范围
推覆体下盘		强挤压区	剥蚀区	背斜为主,断鼻次之	推覆规模及下盘结构

上述三类勘探领域中,考虑目前的勘探经济技术条件,按勘探目的层顶部埋深小于4000m圈定其面积。

反映勘探目的层埋深的是:平原区白垩系底面埋深、嘉陵江组顶面埋深及志留系底面埋深。利用重力场反演,平面统一成图方式,计算了它们的埋深,以可靠、较可靠的地震剖面进行校正后,编绘了三个面的等深图,结合各勘探领域的主要区域盖层的分布,计算的可供勘探面积列于表3。江汉平原总面积 $5.57 \times 10^4 \text{ km}^2$,可供油气勘探面积为 $3.74 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

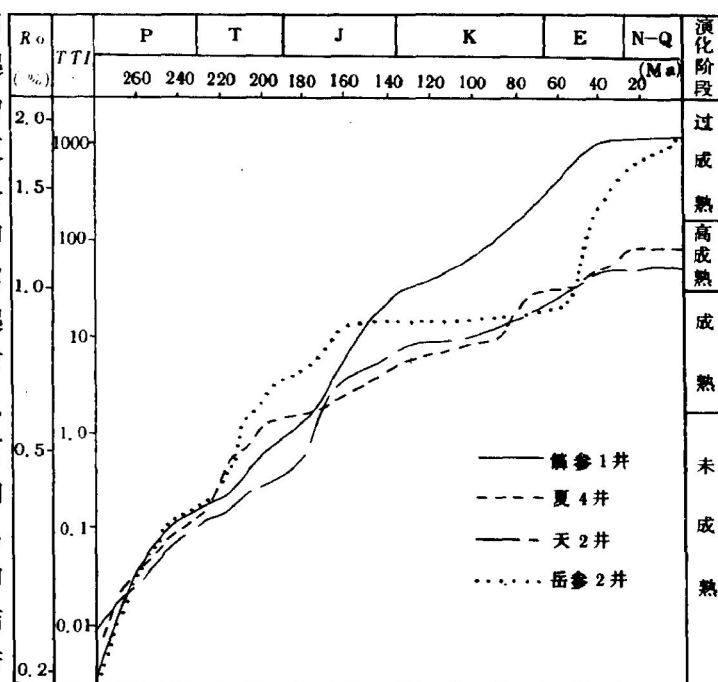


图8 沉湖-土地堂复向斜二叠系生油岩油气演化史图

(据严金泉)

表3 江汉平原海相地层可供油气勘探领域面积表 (km²)

层 系		上 组 合			下 组 合		
成藏类型		海相内幕构造	潜 山	推覆体下盘	海相内幕构造	潜 山	推覆体下盘
区域盖层		T ₂ -J	K-E	推覆体上盘	S	K-E	推覆体上盘
构造单元	巴洪冲断背斜带				3440 (云应凹陷南部)		
	沉湖-土地堂	5475	3740	1800	4000		
	复 向 斜	(沉湖、大同湖)	(天门、彭场)	(土地堂)	(天门-永隆河)		
	乐乡关-潜江		1750	360	1095	400	945
	背 斜 带		(汉水地堑)	(沙洋)	(戴家场)	(通海口)	(荆门)
	当阳复向斜	7920 (当阳)	950 (新沟)		3200 (宜昌斜坡)		
元	崇阳-通山		1200			1200	
	背斜带(西部)		(公安-监利)			(公安-监利)	

2. 有利勘探层系和勘探区带选择

(1) 上组合是争取实现近期油气勘探突破的主要勘探层系

上组合可供油气勘探面积 $2.53 \times 10^4 \text{ km}^2$, 油气资源丰富, 地面露头及井下均见较多油气显示, 证明其有过油气运移和聚集过程。

孔隙型储层有石炭系黄龙群、三叠系嘉陵江组, 全区普遍存在。

地震已查明较可靠级以上圈闭 7 个, 总圈闭面积 372.6 km^2 。

在上述三类油气成藏类型中, 以海相内幕构造评价最高, 且已被川东及鄂西的勘探所证实为工业性的天然气积聚。但考虑到江汉平原海相构造格局, 白垩系沉积前, 背斜带长期处于隆起部位, 虽有一定数量的油气曾运移聚集其中, 但已遭受破坏; 复向斜面积较小, 白垩系沉积前区域水动力条件比较活跃, 应立足于寻找分散、低含气高度的气藏。根据对当阳、沉湖两个复向斜, 中三叠统-侏罗系区域盖层及白垩系沉积前区域水动力条件的研究, 选择沉湖复向斜中部, 大同湖-簪洲一带; 当阳复向斜中部, 谢家湾-建阳驿一带, 为最有利勘探区带。上述两个区带, 区域盖层厚度大于 1000m, 处于沉积封存高矿化度区(图 4), 而且恰与白垩-第三纪时期块断活动较弱区(图 3)相吻合。应尽快选择完整圈闭, 钻探 1—2 口预探井。

此外, 面对我国南方碳酸盐岩分布区普遍经受后期强烈改造的现实, 探索其建设性的一面, 以勘探低演化区、二次生油为主要油源的潜山油气藏, 也是一个重要的勘探方向, 它可能成为一类很具特色的潜在油气藏类型。

(2) 下组合有良好油气勘探远景, 需择优探索

下组合可供油气勘探面积 $1.43 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其区域盖层志留系, 在江汉平原腹地, 除乐乡关-潜江背斜带轴部, 在白垩系沉积前遭受完全剥蚀外, 其余地区大面积分布, 保存条件较好, 应有良好的勘探远景。但在平原内部, 复背斜部分为白垩-第三系的深凹陷; 复向斜内有巨厚的上组合地层覆盖, 埋深大。因此, 可供勘探领域, 除戴家场及通海口潜山外, 其余均分布在江汉平原周边, 保存条件相对较差; 有的构造条件复杂, 研究程度低, 难以在近期投入较大的勘探工作量。其中的戴家场地区, 天门-永隆河隆起的海相内幕构造型勘探领域, 荆门地区的乐乡关-沙洋推覆体下盘, 均位于古隆起上, 是下组合油气运移的指向, 可适当开展一些综合物探工作, 准备后备勘探目标。

HYDROCARBON EXPLORATION PROSPECTS OF PRECRETACEOUS MARINE STRATA IN JIANGHAN PLAIN

Chen Jinren

(Institute of Petroleum Exploration and Development, Jianghan Petroleum Administration)

Liu Lianggui

(Geophysical Exploration Co., Jianghan Petroleum Administration)

Abstract

Precretaceous marine sediments (T_2-Z) in Jianghan Plain, being 4000—5000m thick, is in fine source-reservoir-cap rock assemblage. The main source rocks are platform biolithite of the Permian, Silurian, Ordovician, Cambrian, Sinian and dark mudrock in deep basin facies. The organic matter of the source rocks is highly matured and natural gas is the main product. The weak tension reformed areas of Cenozoic usually have fine hydrocarbon preservation condition while the uplifted areas formed after Indo-Chinese epoch are generally in lower organic matter evolution stage and have secondary oil-generation condition. The study area contains three kinds of hydrocarbon-pooling areas: intra-marine facies structures, buried hills and the lower walls of the overthrusts. The exploration area ranges $3.74 \times 10^4 \text{ km}^2$. Taking Silurian as the boundary, the marine sediments form two source-reservoir-cap rock assemblages, the upper one, that is to say, the anticlinal structural zones in the central parts of Dangyang and Chenhu synclinoria are favourable for recent hydrocarbon exploration.