

塔里木盆地中生界油气前景探讨

唐开疆

(地质矿产部石油地质综合大队, 湖北江陵 434100)

塔里木盆地中生界具有厚度大、分布广及保存良好等特点。烃源岩以暗色泥质岩及煤系为主, 夹有碳酸盐岩及油页岩, 累计厚 700—1200 m, 分布面积约 $38 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。有机质干酪根类型以 I_1 — I_2 型为主, 部分为 I_3 — I_4 型; R_o 值 0.6%—1.2%; 具有良好的生烃潜力。广泛发育河流、三角洲及湖泊相砂体, 储集条件良好, 各种披覆构造、挤压背斜及地层、岩性圈闭也十分发育。近年来在中生界已连续获得重大油气突破, 丰硕的油气勘探成果表明中生界具有广阔的油气前景。

关键词 塔里木盆地 中生界 生烃潜力 油气前景

作者简介 唐开疆 男 56岁 高级工程师 石油地质

位于亚洲大陆中部的塔里木盆地, 中生界以含煤碎屑岩为主, 厚 1600—5000 m, 分布面积约 $38 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。早在 1958 年就在南天山前缘发现了依奇克里克油田; 1977 年又在塔西南地区发现了柯克亚中生新储型高产油气田^[1]。自跃参 1 井在塔东北地区发现三叠系厚 320 m 暗色泥质岩以后, 近年来又先后在中生界发现了沙 5 井 (K_1)、沙 4 井 (J)、轮南 2 井 (T) 等一批高产油气井。勘探实践证明, 中生界是塔里木盆地重要含油气层系之一。

一、地质概况

塔里木盆地是在稳定地块基础上经过长期演化形成的复合叠置型含油气盆地。自古生代晚期海西末幕以来, 随着全球性泛大陆解体及漂移, 新生的古亚洲大陆不断增生及古特提斯海逐渐消减、关闭等一系列重大地质事件的发生及影响, 塔里木地块及邻区也发生了巨大变化。原地块北部南天山窄大洋回返成碰撞挤压型褶皱山系, 地块南缘也逐渐演变成昆仑山火山岛弧褶皱带^[2]。塔里木地块的主体部分在中生代早期也演变成挤压、抬升型陆内河湖相沉积盆地。盆地具明显断块结构特点, 长期及多期形成的深大断裂, 多分布在盆地周缘及盆内大型隆起带与坳陷带之间, 尤其在盆地南北边缘与褶皱山系之间, 常形成叠瓦状高角度压扭性逆冲断层^[3]。盆内构造分区基本呈三隆四坳格局, 这种近东西向展布而又南北分带明显的构造格局在海西末幕已具雏形。喜山运动早期 (中新世早期) 基本定型 (图 1)。根据盆内中生代沉积实体的时空展布特征及纵向上叠置关系, 中生界可划分为三系六统、五期构造幕、四次成盆期及各具特色的四种叠置形式和四类原型盆地 (表 1)*。

二、生烃潜力

(一) 烃源岩展布及厚度

收稿日期: 1991-04-25 改回日期: 1992-10-26

*唐开疆, 杨克明, 陈志高等. 塔里木盆地中生界油气前景分析总结报告. 1990.

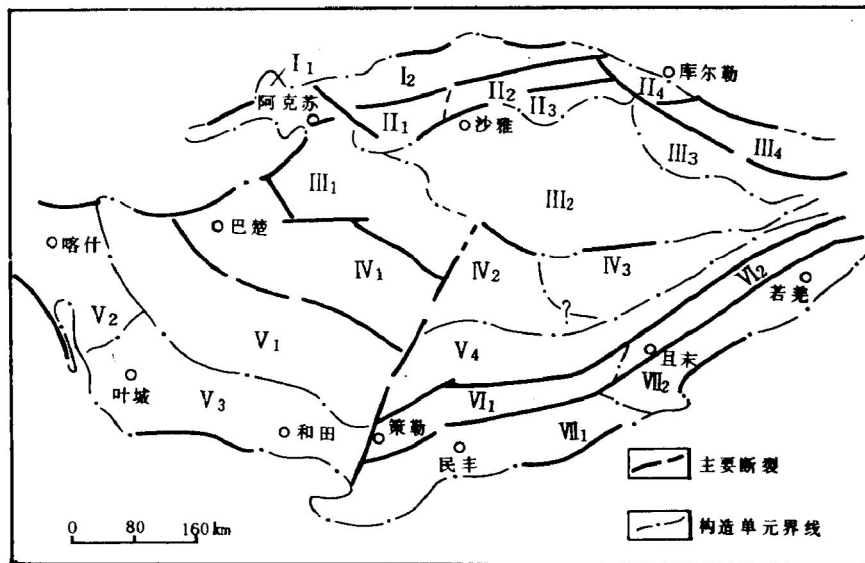


图1 塔里木盆地构造区划略图

I—塔北坳陷区：I₁—乌什坳陷带，I₂—拜城坳陷带；II—塔北隆起区：II₁—沙西断褶带，II₂—沙雅断隆带，II₃—阿克库勒断隆带，II₄—库勒断隆带；III—塔中坳陷区：III₁—阿瓦提断陷带，III₂—满加尔坳陷带，III₃—孔雀河斜坡带，III₄—铁干里克断陷带；IV—塔中隆起区：IV₁—巴楚断隆带，IV₂—卡塔克隆起带，IV₃—古城低隆带；V—塔西南坳陷区：V₁—麦盖提斜坡带，V₂—喀什坳陷带，V₃—叶城坳陷带，V₄—通古孜巴斯坳陷带；VI—塔东南隆起区：VI₁—策勒断隆带，VI₂—且末断隆带；VII—塔东南坳陷区：VII₁—民丰坳陷带，VII₂—若羌坳陷带

三叠、侏罗系烃源岩以暗色泥质岩及煤系为主，部分地区不同程度地夹有灰色碳酸盐岩及油页岩。主要分布在三叠系中统及上统、侏罗系下统及中统；两系累计厚度均在500—800 m，在塔北及塔西南坳陷区厚度可超过1000 m。三叠系烃源岩主要分布在塔中地区及塔北坳陷区（图2）面积约 $28 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。侏罗系烃源岩多沿盆地周缘山前坳陷呈条块状分布，各区块烃源岩厚度及有机质丰度均有较大差异，分布面积约 $15.2 \times 10^4 \text{ km}^2$ （图3）。盆内白垩系以棕红色陆相碎屑岩为主，但在塔西南地区西部上白垩统英吉莎群（K_{3g}）夹有富含腕足、瓣鳃、头足类及有孔虫等海相化石的滨海相黄灰色碳酸盐岩及灰绿色泥质岩^[4]，两种岩类累计厚20—100 m，分布面积约 $0.6 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。关于三叠系在盆内的潜在分布范围及沉积环境，是值得今后研讨的关键问题，因为它将直接关系到中生界的生烃潜力及前景评价。本文所持三叠系广泛分布于塔中地区（图2）的观点，主要建立在1989年的考察研究基础上^{*}，同时参考了1990年部分钻井地质资料所得出的，主要依据有：

（1）根据塔东北地区跃参1井等钻井地层分层数据，结合该区地震波组解释方案，引入NS-645线、EW-500线、NS-520线等沙漠地震大剖面及TBB-88-E78线等地震剖面，对T₃⁰、T₃²等地震波组界面进行了全盆地追踪、对比以后发现，在塔北隆起区以南至塔东南隆起区以北的塔中地区广泛分布有800—1300 m三叠系。在盆地西部通过A-82-669线、HA-81-01线等地震剖面对阿恰-吐木休克断裂南北两侧地震波组及波系特征对比，发现断裂上盘原二叠系上部密集反射波组与阿瓦提坳陷三叠系波组特征十分相似，由此预测在巴楚断隆带也有该系分布。

（2）通过满西1井及塔中1井等钻井揭示，初步证实塔中地区有较广泛的三叠系分布。通古孜巴斯坳陷带目前虽无钻井揭示，但根据塔中1井附近的H-82-190线等地震剖面追踪分析，该区也应有三叠系分布。据钻井录井地质资料分析，从塔北隆起区向南至塔中隆起区，三叠系具有明显的厚度增大及岩性变细的特点

* 杨克明，唐开疆，塔里木盆地中生界的构造沉积小结，1989。

表1 塔里木盆地中生界综合简表

地 系	层 统	地 层 剖 面	地 震 层 序	地 层 厚 度 (m)	构 造 解 释	成 盆 期	生 储 盖 条 件			盆 地 类 型	主 要 工 业 油 气 井 田
							烃 源 岩	储 集 岩	封 盖 岩		
第三系			T ₃	0 } 264	燕山 五 幕	K ₂₋₃ 成 盆 期				中生代原型盆地 1. 陆缘断块盆地 2. 陆内拗陷盆地 3. 陆内裂谷盆地 4. 陆缘走滑盆地	沙 5 井
白 垩 系	K ₃		T ₄	40 } 930	燕山 三 幕	K ₁ 成 盆 期					
	K ₂			270 } 1450							
K	K ₁		T ₄	0 } 260							
侏 罗 系	J ₃		T ₄	70 } 1100	印支 未 幕	T 成 盆 期				中生代复合叠置盆地 1. 复合叠置型盆地 2. 交错叠置型盆地 3. 披盖叠置型盆地 4. 镶嵌叠置型盆地	沙 4 井 沙 7 井 沙 参 2 井 依奇克里克 油田
	J ₂			80 } 660							
J	J ₁		T ₄	0 } 1100							
三 叠 系	T ₃		T ₄	75 } 560	海西 木 幕	T 成 盆 期					
	T ₂			100 } 300							
T	T ₁		T ₅								
前中生界											

(沙 4 井 33.4 m→沙 17 井 409 m→跃参 1 井 668 m→满西 1 井 831 m→塔中 1 井 580 m)，三叠系在塔中隆起区（塔中 1 井）只是厚度减薄，并无缺失或尖灭的迹象。

综上所述，塔中地区在三叠纪时为一开阔型湖盆区，北以塔北隆起区为界，南抵塔东南隆起区，由于中部受卡塔克-古城水下隆起的阻隔，将湖盆分为北部（阿-满拗陷带）及南部（通古孜巴斯拗陷带）两个深、浅湖区，烃源岩预测厚度约 300—500 m。

（二）有机质类型

三叠、侏罗系烃源岩的有机质类型大部分以腐殖型（Ⅱ）及腐泥-腐殖型（Ⅱ_B）为主，但是，在目前勘探程度很不均衡的情况下，尤其是在构造深凹部位及预测的深湖相区块尚无钻井资料揭示的条件下，仅从塔北隆起区及塔北拗陷区北部的部分烃源岩样品测试中，已经发现一批腐泥型（Ⅰ）及腐殖-腐泥型（Ⅱ_A）样品

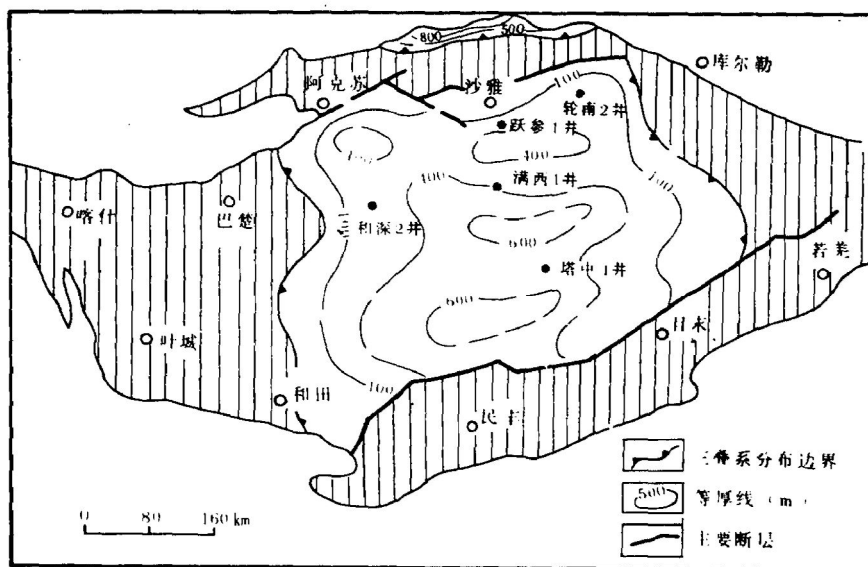


图2 塔里木盆地三叠系烃源岩分布略图

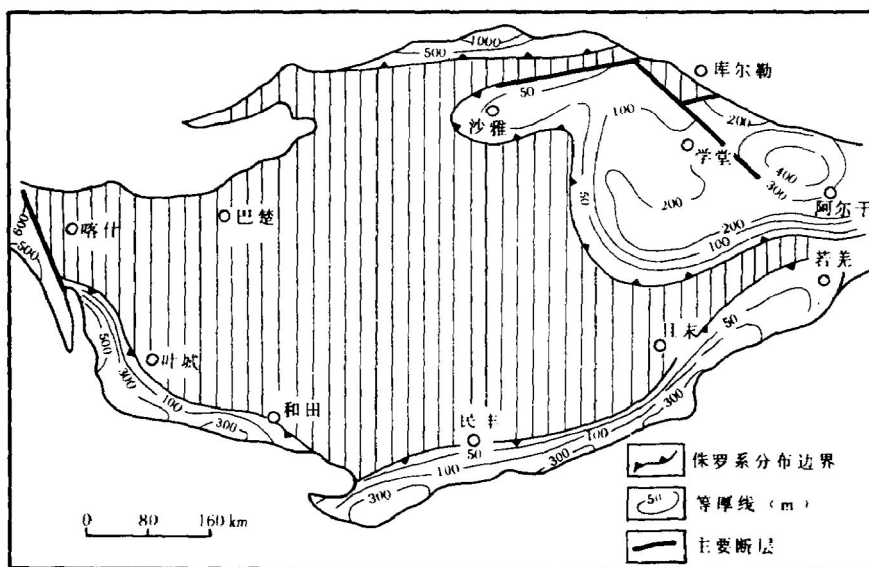


图3 塔里木盆地侏罗系烃源岩分布略图

(表2); 因此, 笔者认为这决非偶然, 应在今后的勘查及研究中予以重视。塔里木盆地三叠、侏罗系暗色泥质岩中含有由较丰富的淡水藻类泥质岩及由高等植物碎片与淡水藻类共同组成的两类泥质岩(图4), 另据董砚如等*研究, 在塔北坳陷北缘地表剖面及塔东隆起区钻井岩芯、岩屑中, 在三叠系暗色泥岩及泥质灰岩中, 含有较丰富的疑源类(*Leiosphaeridia*, *Cranodiscus*, *Microstridium*)、角刺藻(*Verhucium*)、蓝绿藻及鲎等海相生物群。说明三叠、侏罗系不乏形成腐泥型及腐殖-腐泥型有机质的物质基础。

* 董砚如等. 塔东北地区三叠、侏罗系沉积特征与生储油条件. 1990.

表2 塔里木盆地三叠、侏罗系烃源岩有机质干酪根类型数据表

井号或剖面名称	层位	岩性	干酪根含量%			类型	H/C	O/C	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)
			类脂体	壳质体	腐殖体				
跃参1井	T	灰色泥质岩	50	少量	<40	I _A	0.71	0.11	
沙参1井	T	深灰色泥岩	>50		<40	I _A	0.60	0.11	
沙9井	T	灰色泥岩					0.93	0.08	-30.6
阿参1井	T	灰色泥岩					0.88	0.11	
沙10井	T	灰色泥岩	50	45	<5	I _A			-30.8
沙10井	T	灰色泥岩		70	15-20	I			-31.7
包孜东	T	灰色泥岩	>80		<20	I	0.38	0.05	
沙5井	J	灰色泥岩	50	50	<1	I _A			-32.3
依6井	J	深灰色泥岩	70		30	I			
卡普沙良	J	灰色泥岩	>90		<10	I			-30.2
米斯布拉克	J	灰色泥岩					1.17	0.11	-31.1

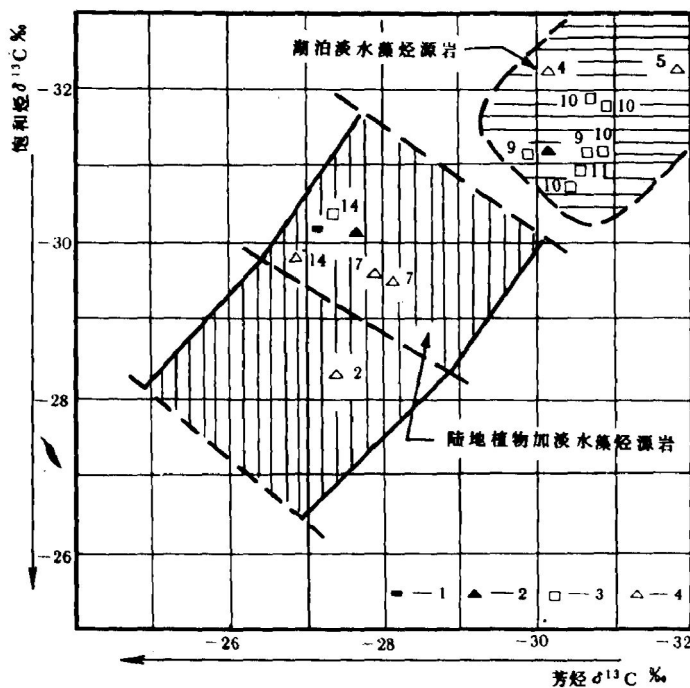


图4 塔里木盆地三叠、侏罗系烃源岩有机相略图

(据马慧明, 1990)

塔北坳陷区北缘地表剖面: 1—三叠系, 2—侏罗系;

塔北隆起区钻井: 3—三叠系, 4—侏罗系

值得重视的问题是在塔中地区的三叠系及塔西南地区的侏罗系, 有无较大面积的海陆过渡相沉积区? 因为在塔北隆起区及塔北坳陷区, 已经发现含盐度很高的可疑海相夹层沉积^①, 并且从中三叠统延续至上侏罗统。笔者认为, 盆地西南方向的古特提斯残留海, 在大潮时期海水可从南、西两个方向的局部海峡漫入中生代沉积湖盆区。若此推测正确, 塔北坳陷区北部及塔北隆起区应有多层海相或海陆过渡相夹层; 塔中及塔西南地区很有可能发现面积更大的海相或海陆过渡相沉积区。

(三) 热演化程度

中、新生代地温梯度一般小于 $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, 属于冷性型沉积盆地。盆内中生界烃源岩多属低成熟至高成熟阶段, 镜质体反射率 R^0 为 $0.56\% - 1.5\%$, OEI 为 $0.9 - 1.3$, H/C 原子比为 $0.45 - 0.94$ (表3)。塔北坳陷区 R^0 值具有由东向西逐渐增高的特点, 由于西部包孜东一带受火山岩侵入及断裂活动影响, R^0 值才高达 $1.6\% -$

① 叶留生, 塔东北地区中生界沉积相研究, 1985。

3.3%, 烃源岩已进入高熟至过熟阶段。塔中地区属地温梯度较低的稳定区块, 经钻井揭示在4500—5500 m井深的中生界其 R^0 值为0.46%—0.72%, 属于未成熟至低成熟阶段。但是, 在大于6000 m以下的坳陷深凹部位, 随着地温梯度的增加, 无疑将进入生成烃类的成熟阶段。

表3 塔里木盆地中生界烃源岩热演化程度简表

构造区块	层位	R^0 (%)	OEP	H/C	演化程度
塔北坳陷区	J, T	0.55—2.7	0.9—1.4	0.38—1.09	低熟—过熟
塔北隆起区	J, T	0.54—0.68	1.1—1.3	0.65—0.93	低熟
塔中地区	J, T	0.46—0.72	1.0—1.5	0.76—0.94	未熟—低熟
塔西南坳陷区	K ₃ , J	0.52—1.02		0.52—0.95	低熟—成熟
塔东南坳陷区	J	0.55—1.3			低熟—成熟

塔里木盆地现代恒温带平均温度为13℃, 中、新生代地温梯度为2.2—2.8℃/100 m, 推算在中、新世末期, 盆内侏罗、三叠系顶界埋深已达到2500—3500 m, 埋藏温度约75—100℃。另据钻井井下温度实测, 沙18井三叠系在4613 m深处为110℃, R^0 值为0.55%—0.68%; 沙参2井侏罗系在5342 m井下为173℃, R^0 值0.67%。由此分析盆内三叠、侏罗系烃源岩在中、新世中、晚期就逐渐进入低熟阶段; 自更新世以来, 尤其是深埋于6000 m以下的坳陷深凹地带的中生界烃源岩, 则已进入生烃高峰阶段。

依奇克里克油田及柯克亚高产油气田的发现, 已证实中生界具备生成烃类并运移富集成工业油气藏的地质条件。柯克亚高产油气田进一步表明盆内中生界能够生成和聚集成丰富的油气藏。因此, 中生界是塔里木盆地不可忽视的主要生烃层系之一, 尤其是塔中地区的三叠系更拥有较大的生烃潜力。

三、储集保存条件

从已经发现的中生界高产油气井(沙5、沙22、轮南2井等)产层分析, 多属三角洲相、河流相及湖泊相砂体。这些砂体在纵向上互相交叉叠置, 在平面上又常组成有利的储集相带。三叠系储集相带主要分布在塔北隆起区与塔中坳陷区之间, 由河流相—三角洲相—湖泊相组成, 呈近东西向展布, 形成有利于烃类储集的岩相带, 沙22井、轮南2井等高产油气层砂岩体, 多属这种类型。盆地南部塔东南隆起区与通古孜巴斯坳陷带之间也有一条与北部相似的储集层岩相带, 预测在车尔臣河北断裂带北侧, 也发育有三角洲、水下扇等多种类型的砂体。侏罗系砂体的类型及沉积相与三叠系相似, 预测在南天山及昆仑山的前缘也会发现上述砂体, 在塔中坳陷区的东北缘也会存在以三角洲相为主体的砂体及储集相带。下白垩统在塔东北地区以洪积—河流相为主, 砂体具有厚度大、物性好等特点, 已经发现的沙5井(K₁)高产油气流产层, 就是这种砂体类型。

勘探实践证明, 盆内中生界圈闭类型主要有构造圈闭、地层岩性圈闭及复合圈闭三类及若干亚类, 其中与中生界储聚条件密切相关的有披覆构造(沙5井等)、牵引背斜(东河1井)、褶皱背斜(柯克亚油气藏)、挤压背斜(依奇克里克油藏)、砂体加披覆构造(沙22井及轮南2井等)、断裂加披覆构造(沙18井)及断块潜山(沙参2井等)等多种类型。据初步统计, 盆内与中、新生界有关的各类局部构造共200余个。其中有些圈闭具有面积大、隆起幅度高及发育完好等特点。

四、油气前景

塔里木盆地中生界油气资源量丰富, 油气藏类型多, 与中生界有密切关系的主要有: 中生中储、中生新储、混生中储及混生古储四种类型(表4)。盆内中生界的油气前景评价, 本文按构造区块择优划分为两类远景区(表5)。塔北隆起区是经勘探初步验证的油气富集区带, 也是寻找混生中储、中生中储及混生古储型油

气藏的有利地区,重点应放在三叠系有利储集相带分布范围内,寻找阿克库勒沙22井及轮南2井式的砂体加披覆构造油气藏。下白垩统是塔东北地区的重要油气产层之一,为了查明沙5井下白垩统高产油气层的分布范围,可选择在雅克拉构造上 T_4^0 地震波组圈闭的高部位布井,可望获得良好的油气成果。塔中隆起区及塔中坳陷区的三叠系,最有可能发现中生中储、混生中储及混生古储油气藏,对已往发现的卡拉、学堂、铁干里克等一批局部构造要进一步查明落实,择优布井,争取新的突破。通古孜巴斯坳陷带是三叠系在塔南的坳盆中心,其顶界埋深一般小于4000m,在坳陷南缘发育有三角洲相及水下扇等碎屑岩砂体,是寻找中生中储及混生中储型油气藏的有利区块。由于该区油气勘探程度很低,亟需开展先期物、化探工作,因此该区暂划为二类远景区。塔西南坳陷区西部中生界有两套烃源岩系(J 、 K_1),中、新生界局部构造成排成带分布,柯克亚高产油气田的发现,表明油气前景良好,是寻找中生新储及混生新储型油气藏的有利地带;但是,由于该区新生界厚度较大,白垩系顶界在喀什、叶城两坳陷带埋深一般大于8000m,加之该区构造复杂,因此也暂划为二类远景区。

表4 塔里木盆地中生界油气成藏模式简表

成藏模式	中生中储型	中生新储型	混生中储型	混生古储型
类型名称	依奇克里克型	柯克亚型	阿克库木型	雅克拉型
烃源岩系	中生界	中生界为主	J 、 T 、 C 、 O 、 E	J 、 T 、 C 、 O 、 E
生烃时期	N_2-Q_4	N_2-Q_4	P_2-Q	P_2-Q
储集层系	中生界	新生界	中生界	古生界
实 例	依奇克里克油田	沙3井、柯克亚油气田	沙5、沙9、沙22、轮南2井	沙4、沙7、沙参2、塔中1井

表5 塔里木盆地中生界油气前景分区简表

远 景 区 块		区块面积 (km^2)	烃源岩厚度 (m)	储集层厚度 (m)	局 部 构 造	已知工业油气 井(田)
一类 远景区	塔北隆起区	28500	50—200	200—500	披覆构造20多个	沙4、沙7、沙5、沙22、轮南2、沙参2井等
	塔中坳陷区	145800	300—800	200—400	中、新生界局部构造18个	
	塔中隆起区	48700	200—300	200—300	中、新生界局部构造4个	塔中1井
二类 远景区	通古孜巴斯坳陷带	22100	200—400	300—500	不详	
	塔西南坳陷带	121700	300—700	500—800	中、新生界局部构造40余个	柯克亚油气田

* 据1989年资料统计

总之,塔里木盆地中生界具有良好的烃类生成及储集地质条件,又有大批多种类型的圈闭构造。随着油气勘查工作的进展,可望在盆内中生界发现更多的已演化成熟的I—II_A型烃源岩。因此,塔里木盆地中生界具有广阔的油气勘探前景。

本文是在“塔里木盆地中生界油气前景分析”课题总结报告基础上撰写的,参加此项工作的还有杨克明、陈志高、柴美德等;借此向上述同事及初审本文的老师表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 陈正辅. 塔里木盆地油气勘探中的石油地球化学研究. 石油实验地质, 1990, 12 (1): 33—35.
- 2 张 恺. 论塔里木盆地类型、演化特征及含油气远景评价. 石油与天然气地质, 1990, 11 (1): 1—14.
- 3 田在艺等. 塔里木盆地形成及演化. 新疆石油地质, 1991, 11 (4): 259—274.
- 4 李 奔, 胡 冰等. 西北地区区域地层表, 新疆维吾尔自治区分册. 北京: 地质出版社, 1981. 361—363.

MESOZOIC HYDROCARBON PROSPECTS IN TARIM BASIN

Tang Kaijiang

(Comprehensive Research Institute of Petroleum Geology, MGMR, Jiangling, Hubei)

Abstract

Tarim Basin, covering a range of $56 \times 10^4 \text{ km}^2$, is a Meso-Cenozoic inland basin of composite-superposed type formed on a stable landmass. The Meso-Cenozoic sediments are mainly coal-bearing elastic rocks that are distributed within an area of $38 \times 10^4 \text{ km}^2$ with the thickness of 1600m-5000m. Triassic-Jurassic source rocks are dark argillaceous rocks and coal measures intercalated with gray carbonate rocks and oil shales of 700 -1200m thick. Organic matter is primarily I_B - III type and partly $\text{I} - \text{II}_A$ type, vitrinite reflectance R_o is generally 0.6%—1.2%, suggesting good hydrocarbon generating potential. As for hydrocarbon preservation condition, sandbodies of fluvial, deltaic and lacustrine facies are well developed in Mesozoic, which might form favourable preservation sedimentary facies in time and space; many drape structures, compression anticlines, lithologic and stratigraphic traps developed there, which prepared fine conditions for the formation of hydrocarbon pools. Thus the Mesozoic stratum in Tarim Basin has shown bright prospects in hydrocarbon exploration. This has been proved by the discovery of a number of high-productive wells such as Sha-5 (K_1), Sha-4 (J) and Lunnan-2 (T) wells.