

塔里木盆地中中新世有孔虫群 及其生态和生油性分析

裘松余

(地矿部吉林石油普查勘探指挥所)

塔里木盆地中中新统以杂色碎屑岩为特征, 主要有砂岩、粉砂质泥岩和泥岩, 呈灰色、灰绿色与棕色、红棕色相间形成“杂色条带”。

有孔虫材料主要采自喀什拗陷, 分别为安居安组和吉迪克组。

中中新世卷转虫群大量而广泛地分布在两个近东西向条带区。即喀什拗陷的乌恰至小阿图什、库车拗陷的库车河至库尔勒。这个有孔虫群与 *Cyprideis littoralis*, *Cyprinotus deiformis*, *Limnocythere orgu lata*, *Cyclocypris* sp., *Eucyris* sp. 及个别轮藻化石共生, 故认为是半咸水过渡相有孔虫群, 反映为淡化泻湖环境, 该沉积对生油较为有利。

前 言

塔里木盆地中中新统安居安组(吉迪克组)分布广、厚度大, 能否生油与本区找油直接相关。笔者通过露头剖面实测, 系统采样分析, 结合井下地质和微体古生物组合及原油特性分析认为安居安组具有一定生油能力。多年来实际资料积累卷转虫 *Ammonia* 有孔虫群主要分布在两个地区: 1) 东天山山前库车拗陷库车河以东到阳霞河一带, 尤其是依奇克里克—吐格尔蒙地区; 2)

西天山山前喀什拗陷中部克孜洛依—小阿图什一带(图1)。东天山山前中中新统吉迪克组暗色泥岩不及喀什拗陷中部安居安组发育, 且埋深浅, 生油条件不及后者, 因此, 以后者对生油较为有利。

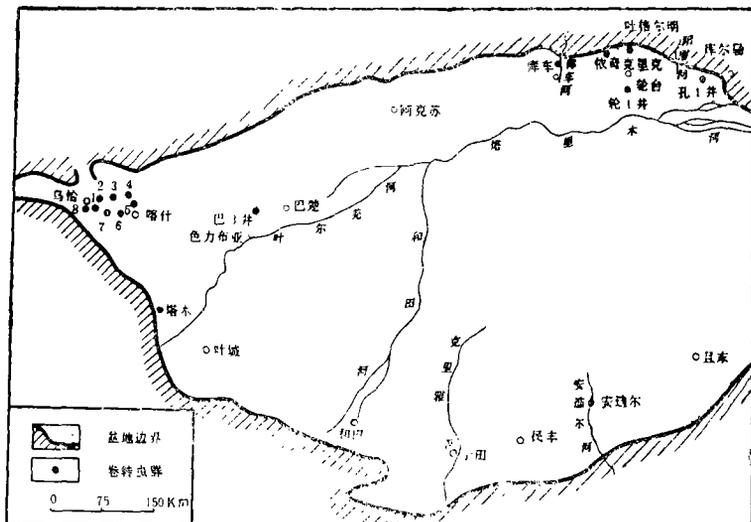


图1 塔里木盆地中新世卷转虫群分布略图

1. 克孜洛依 2. 康希威尔 3. 卡尔其哈 4. 小阿图什 5. 喀什构造 6. 目什构造 7. 明遥路构造 8. 肖布拉克

一 地 层

安居安组（吉迪克组）为一套灰绿色、浅灰色与棕褐色、红棕色、棕红色相间的砂岩、粉砂质泥岩、泥岩，局部间有石膏层，偶尔见有生鲕粒灰岩，旧称“杂色条带岩组”，厚度200m—2000m，分布广，以天山山前和西昆仑山北麓较发育。天山山前以巴楚丘陵为界分为东天山山前和西天山山前两区。

1. 东天山山前库车拗陷

从阿克苏以东到库尔勒附近，东西长510km，南北宽约140km，面积近50000km²。

本区中中新统吉迪克组在依奇克里克—吐格爾明一带最发育，为灰绿色泥岩夹少量棕红色砂质泥岩、砂岩，往上石膏层增多加厚，厚度780m—1140m（图2）。富含孔虫、介形类，为*Ammonia beccarii*—*Cyprideis littoralis*组合。秋立塔克山区从东向西颜色变红，岩性变粗，厚度变薄。东秋立塔克背斜北翼可见厚度866m，主要为杂色泥岩与粉砂岩互层夹石膏层及凸镜体，往上灰绿色层增多，富产介形类，为*Cyprinotus*—*Limnocythere*—*Eucypris*组合。库车河一带有少量有孔虫。往西至库姆格列木南翼岩性变粗颜色变红。下部为砾岩，中、上部为浅棕色、红棕色砂质泥岩与砂岩、粉砂岩互层，夹少量蓝灰色泥岩，厚474m。西部阿瓦特河为一套含砾砂岩、粉砂岩、砂质泥岩

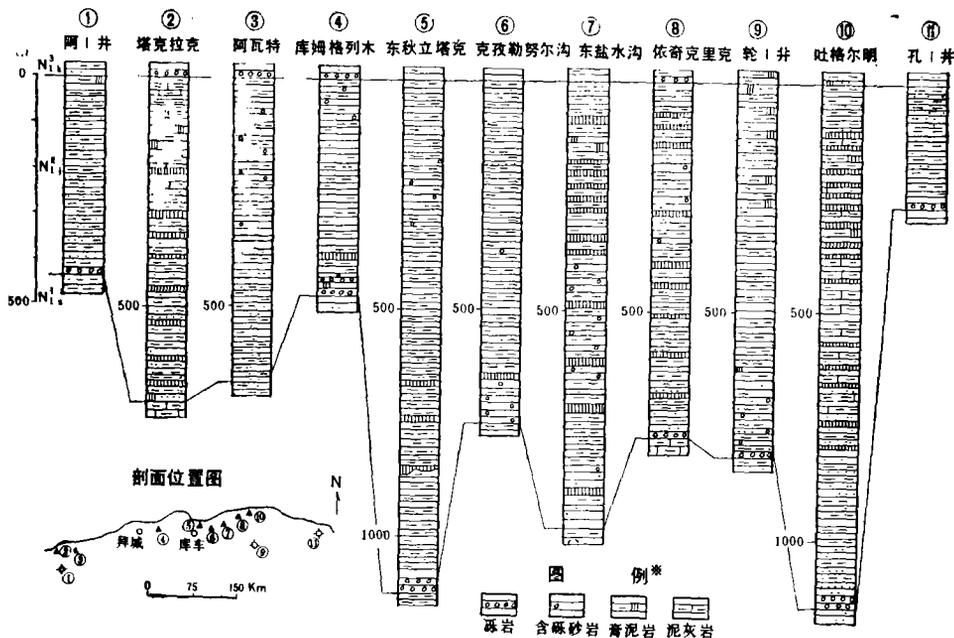


图2 东天山山前库车拗陷中中新统吉迪克组地层柱状对比图

N_{1s}^1 下中新统苏维依组 N_{1j}^2 中中新统吉迪克组 N_{1k}^3 上中新统康村组 * 其他图例参见图3

互层,以紫红色、红棕色为主夹少量灰绿色泥岩,厚665m。往西到塔克拉克为黄褐色—灰绿色灰质泥岩夹粉砂岩,偶夹砂岩和石膏层,厚712m(图2)。含介形类为Cyprinotus—Limnocythere—Eucypris组合及丰富的孢粉化石: Piceapollenites sp. 5-15%, Pinuspollenites sp. 7-18%, Tsugapollenites sp. <10%, Ephedripites sp. 5-6%, Meliaceoidites 5-6%, Juglanspollenites sp. 15%, Quercoidites 3%, Ulmus rotundata 5-20%, Betulaceapollenites microexcelsus 5%, Pterocaryapollenites sp. 6%, Tiliaeopollenites instructus <1%, Chenopodipollis sp. 3% Compositae <1%, Sparganium sp. 27%。库车坳陷南缘轮1井,吉迪克组下部主要为浅红褐色、黄褐色、暗褐色泥质砂岩、粉砂岩和砂质泥岩、泥岩互层,底部为砾岩、含砾砂岩,上部为浅蓝灰色、浅黄绿色、褐色砂质泥岩和泥质粉砂岩互层。上部含少量有孔虫和丰富的介形类,为Ammonia beccarii—Cyprideis littoralis组合。往东到孔1井岩性相似,厚度锐减至270m,含相似的有孔虫、介形类化石及少量轮藻。往西到阿1井厚度显减至432m,岩性相似,但灰绿色泥岩减少,未见有孔虫化石,介形类仍为Cyprideis—Cyprinotus—Eucypris组合。

2. 西天山山前

从巴楚以西到乌鲁克恰特,东西长约360km。

东端巴楚丘陵西缘巴3井安居安组为一套厚层黄灰色、浅灰色砂质泥岩和泥质粉砂岩互层,夹少量棕红色砂质泥岩,厚610m。下部含少量有孔虫、介形类及轮藻化石,上部含丰富的介形类和孔虫化石,为Ammonia beccarii—Cyprideis littoralis组合,共生有少量轮藻化石。喀什坳陷中部安居安组以康希威尔最发育,为一套浅灰色到深灰色、棕褐色泥岩、砂质泥岩夹砂岩,泥质岩中局部含石膏脉,可见厚度1927m。含丰富的有孔虫和介形类化石,为Ammonia beccarii—Cyprideis littoralis组合。往东至小阿图什北翼厚度锐减至861m,往西到克孜洛依锐减至766m(图3),均含相似的有孔虫群(表1),岩性相似。喀什坳陷北缘温古尔安居安组岩性较粗,颜色变红,厚907m,含陆相淡水介形类,为Cyclocypris—Darwinula组合。西部巴什布拉克安居安组为浅红棕色、灰色、灰绿色砂质泥岩、泥岩与砂岩互层,含灰,中上部泥岩含石膏脉,厚657m。含介形类: Cyclocypris—Darwinula组合及少量保存不好的再沉积有孔虫Cibicides sp.更西至乌鲁克恰特安居安组下部为棕、暗棕色泥岩,上部为棕色、灰绿色泥岩与砂岩、粉砂岩互层,厚908m。产相似的介形类化石及少量保存不好的下伏海相渐新统常见的有孔虫Cibicidoides spp.,为再沉积化石。

3. 西昆仑山前

叶城—莎车一线以西,长约350km。

喀什坳陷南缘喀拉大板安居安组为黄灰色、灰绿色砂岩、粉砂岩与红棕色砂质泥岩、泥岩不等厚互层,含灰,厚820余米。未见有孔虫化石,获少量介形类和孢粉化石。

叶城坳陷塔木河安居安组下部为棕红色砂岩和砂质泥岩互层,含石膏脉和石膏团块,上部为石膏与浅棕红色泥质砂岩互层,夹少量灰绿色砂质泥岩,底部有几层砾岩,

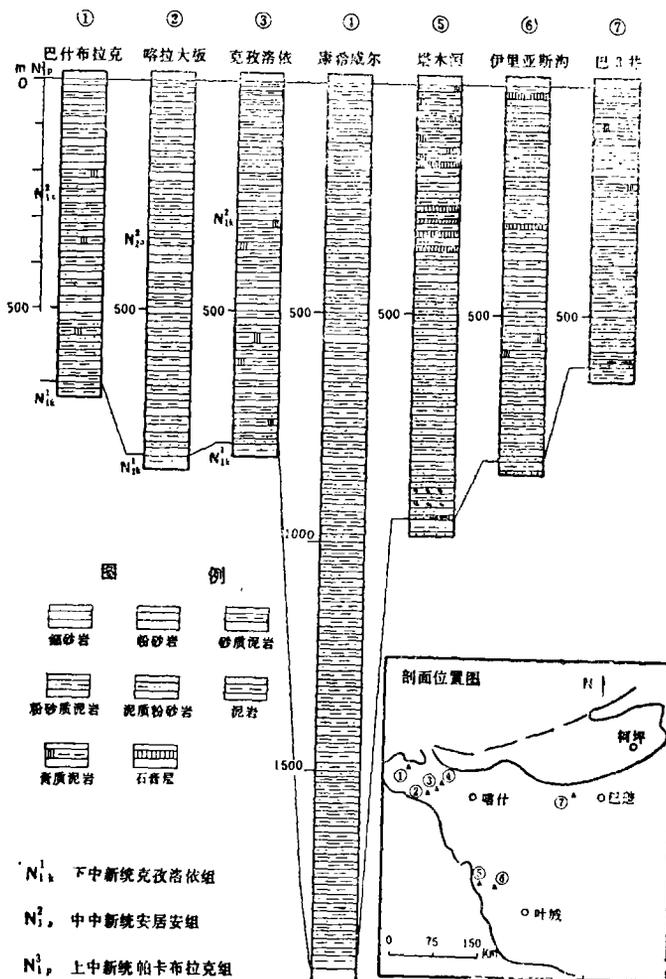


图3 西天山山前西昆仑山前中中新统安居安组地层柱状对比图

表1 塔里木盆地中中新世有孔虫分布表

丰度 \ 产地	克孜洛依	康希威尔	卡尔其哈	小阿图什	库车	依奇克里克	吐格黎明	轮一井	孔一井
<i>Ammooia beccarii</i>	A	A	A	M	C	A	A	R	M
<i>A. limnetes</i>	M	M	M	C	C	M	M		C
<i>A. tepida</i>	C	C					C		
<i>A. natatensis</i>	R	R	C	R		C	C	R	
<i>A. honyaensis</i>	C	C	M	R		C	C	R	C
<i>A. multicella</i>		R				M	C	R	
<i>A. convexidorsa</i>	R	R					R		
<i>A. mineacea</i>	R								
<i>Nonion sp.</i>		C	R	C			C		

A丰富<100, M多50-100, C常见5-50, R罕见<5.

厚950余米。在上部见有少量有孔虫和介形类化石，为 *Ammonia beccarii*—*Cyprideis littolaris*组合。往南至齐姆根为暗棕红色、灰绿色粉砂岩夹灰绿色细砂岩、暗棕红色粉砂质泥岩，底部有2层7—15m厚的灰绿色砂岩，夹数层灰绿色粉砂质泥岩，厚921m。据胡兰英（1979）报道有孔虫有 *Pararotalia* spp., *Eponides* sp., *Nonion* sp., *Anomalina* sp.等，并与苔藓虫、海胆刺共生。笔者认为下伏早第三纪海相化石再沉积所致，不能据此做出广泛海浸的结论。再往南至伊里亚斯沟安居安组下部为棕褐色、红棕色砂岩、泥岩不等厚互层，中部灰绿色泥岩增多，以泥岩为主，间有石膏层，上部为浅灰绿色、红棕色砂岩与泥岩互层，夹石膏层，厚822m（图3）。含介形类：*Cyprinotus*—*Limnocythere*—*Eucypris*组合。

二、中中新世卷转虫群生态及沉积环境分析

塔里木盆地中中新世卷转虫群主要分布在喀什坳陷乌拉根隆起以东至巴楚丘陵以西和库车河以东到库尔勒以西，各呈近东西向条带状分布。此外，在叶城坳陷塔木河也有见及（图4）。卷转虫有孔虫群分异度低优势度高为典型泻湖相，有以下四个特点：

1. 有孔虫群面貌单调，以广盐度半咸水属 *Ammonia* 大量出现为特征，并以 *A. beccarii*, *A. limnetes* 两种占优势（表1）。
2. 卷转虫属各种普遍个体小，房室和壳圈少。
3. 种内变异大，畸型个体多，与之共生的 *Nonion* 也特化成外卷。

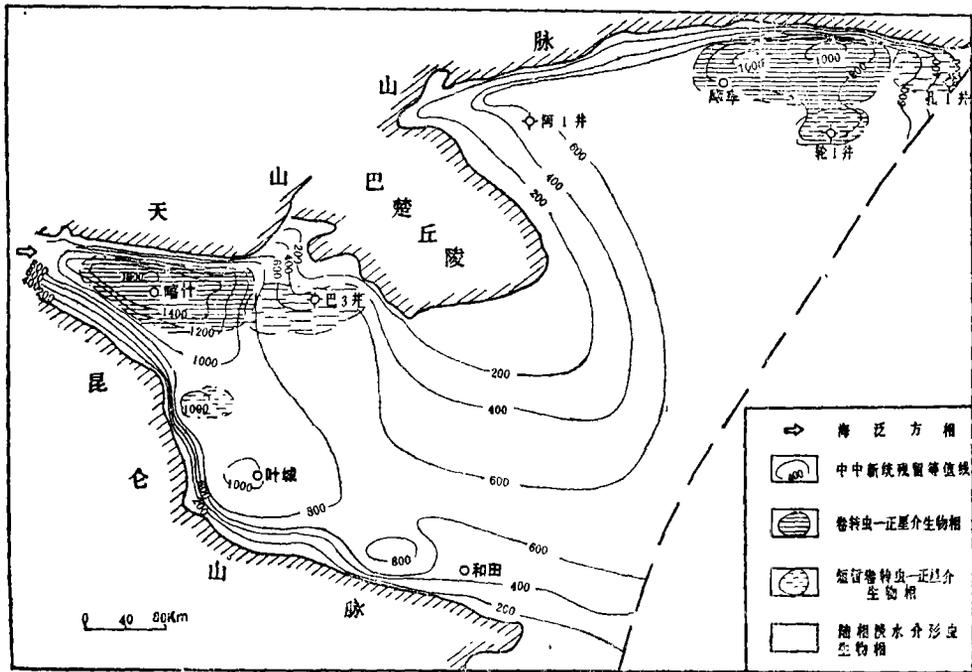


图4 西塔里木盆地中中新世生物相图

4. 与半咸水—淡水介形类 *Cyprideis littoralis*, *Cyprinotus deformis*, *Limnocythere argulata*, *Cyclocypris* so., *Eucypris* sp. 等共生, 形成特殊的卷转虫—正星介半咸水淡化泻湖相生物群。此外, 偶尔还与轮藻共生。

就其优势种 *Ammonia beccarii*, *A. limnetes* 而言为典型泻湖、沼泽近岸半咸水有孔虫群。据生态调查资料亚得里亚海的 *A. beccarii* 富集在20m以内, 深于20m则骤然减少, 在潮坪和泻湖中却很发育。我国南黄海经汪品先(1978)●研究 *A. beccarii* var. 繁衍在20m以内。委内瑞拉马拉开波湖经赫德保(1934)研究结果表明若 *A. beccarii* 单独出现或仅与 *Miliammina fusca* 共生为半咸水有孔虫群, 若与 *Elphidium*, *Nonion*, *Cibicides*, *Textularia* 及 *miliolids* 共生则为近岸浅水海相有孔虫群。

卷转虫各种普遍个体小而居群大, 反映当时气候温暖有利于繁殖。这与本区中中新世以阔叶树种花粉占优势, 尤以茱萸花序植物花粉为主的孢粉组合所反映的古气候相吻合。这个有孔虫群数量多, 往往200克干样可达千枚以上, 表明气温及水体咸度适宜且水体深度较浅。

这个有孔虫群发现不仅说明这套地层时代为中中新世, 而且为沉积环境分析提供了直接证据。根据有孔虫群分异度低、优势度高, 全为广盐性属种并与半咸水到淡水的介形类共生, 综合沉积物特征及微量元素等应为淡化泻湖。有关这个有孔虫群特征前已述及, 恕不赘述。沉积物特征简述如下: 1) 岩性主要为浅灰绿色泥岩和浅黄灰色粉砂岩、细砂岩夹石膏薄层; 2) 普遍见到黄铁矿、菱铁矿等自生矿物, 并在薄片偶见自生海绿石; 3) 以水平层理和波状层理为主; 4) 砂岩粒度分析概率曲线为湖盆型、粒度结构主要落在海滩与河流之间的过渡区; 5) 自然电位曲线幅度小、平滑反映为低能半深水静水环境。此外, 微量元素分析硼的平均含量为92ppm, 钡和镓比值为3.4—4.2, 生油有机地化分析正构烷烃主碳数位于 C_{16} — C_{18} , 姥鲛烷与植烷比值为1—1.7, 均说明具海陆过渡相特点。

总之, 中中新世西塔里木盆地并非陆相盆地, 亦不是海盆而是与古海或古指状海湾时相通的近岸淡化泻湖环境。

自渐新世末本区受喜马拉雅运动影响, 印度板块北推使古地中海北支袋状喀什海湾海水自东向西逐渐退出, 到中中新世才接受海浸, 并随之发育了一个与早第三纪有孔虫面貌截然不同的新生有孔虫群, 因此, 不可能是残留海。

根据古地理分析海水仍然来自古地中海。海泛时古地中海海水从塔吉克通过“瓶子口”侵入, 卷转虫幼体也随之而进, 并由西向东迁徙。首先在乌拉根隆起东侧克孜洛依到小阿图什一带繁衍, 往东到巴楚泻湖滨亦有少量栖息。继而随着海水东进到库车河以东至库尔勒以西, 特别是依奇克里克—吐格尔明一带, 湖盆边缘则因水质过分淡化不适宜于其生存而销声匿迹, 取而代之为陆相淡水介形类 *Darwinuia*—*Cyclocypris* 组合。

应指出的是在东南欧、中东、委内瑞拉晚第三纪地层中也见与此相似的有孔虫群(表2)。

综上所述本区中中新世含卷转虫群的地层应为半咸水淡化泻湖相沉积。表2所列的东南欧、中东、委内瑞拉半咸水淡化泻湖相沉积都是著名产油区的生油岩系。并且我国

●同济大学海洋地质系微古组, 1978, 南黄海西部底质中有孔虫、介形虫分布规律及其地质意义。

表 2 晚等三纪常见半咸水过渡相有孔虫组合表

有孔虫组合	产地层位
<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Miliammina fusca</i> , <i>Haplophragmoides</i> , <i>Trochammina</i> sp, <i>Ammobaculites</i> sp.	委内瑞拉 [7] 上第三系
<i>Ammonia beccarii</i>	叙利亚 [10] 上第三系
<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Elphidium macellum</i> , <i>Miliolidae</i> etc.	苏联北高加索克里米亚中中新统 卡拉干组 [9]
<i>Ammonia beccarii</i> , <i>Bolivina moqantiaca</i> , <i>Miliolidae</i>	西德莱茵河 [6] 中新统

东部早第三纪含油气盆地的生油层亦有属半咸水过渡相沉积。因此, 本区中中新统生油性应引起重视。

三、西塔里木盆地中中新统生油性浅析

淡化泻湖往往是水生生物发育, 尤其是优势属种如卷转虫和滨正星介极为丰富, 提供了丰富的有机质。并且低等水生生物有机母质类型普遍为腐泥型, 对生油有利。此外, 半封闭性静水泻湖, 水动力条件较为稳定, 往往处于弱还原到还原环境, 有利于有机质保存和聚集。结合本区当时处于快速沉降的构造背景和温湿的古气候条件, 水域面积扩大, 半深水相的喀什拗陷中部和依奇克里克—吐格尔明面积在30000km²以上(图4), 因此, 中中新统无疑是本区较为有利的生油层。理由如下:

1. 厚大、质细、色深。中中新世本区处于快速沉降的构造背景, 接受了厚逾2000m的碎屑岩沉积。组厚一般500m—1000m, 康希威尔最厚达2000m左右(图2、3)。暗色泥质岩累积厚100m—700m, 一般占剖面组厚的30%以上, 普遍在300m左右, 诸如乌恰油库南沟、克孜洛依、吐格尔明等, 最厚的康希威尔可达700m。

2. 多门类生物发育, 除有丰富的陆源有机质外, 还有丰富的水生生物, 如优势属卷转虫、正星介每200克干样常超过千枚, 无疑有机质丰度较高。

3. 普遍含膏, 见自生黄铁矿、菱铁矿和硼含量平均92ppm, 为半咸化碱性弱还原环境。

4. 地化指标印证有机质丰度较高、有机质类型好。井下样品有机碳、氯仿沥青A、烃含量各项指标均达到中等生油岩标准。如岳1井有机碳含量平均0.41%, 氯仿沥青A平均1.57%, 烃含量平均827ppm。有机质类型经红外光谱、质量色谱和干酪根镜鉴、元素分析及差热分析结果一致认为属腐泥型和混合型。

5. 原生气显示众多, 为生油提供了直接证据。譬如: 在阿拉布拉克沟安居安组含砂团泥岩中的砂团上见油斑; 麦参1井、岳1井安居安组暗色泥岩见良好荧光显示; 乌恰克拉托背斜在帕卡布拉克组钻出油流, 构造完整, 油源来自安居安组。

6. 埋深大, 超越了门限深度。塔里木盆地中中新统生油门限温度可取美国洛杉矶和文图拉盆地上中新统的生油门限温度115℃。喀什拗陷平均地温梯度2.35℃/100m, 地表平均温度14℃, 据公式 $H_{\text{门}} = \frac{T_{\text{门}} - T_0}{G} = \frac{115^\circ\text{C} - 14^\circ\text{C}}{2.35^\circ\text{C}} \times 100\text{m} = 4213\text{m}$ 。恢复安居安组原始埋深, 喀什拗陷尤其是半深水淡化泻湖区超过5000m。因此, 这套生油岩系几乎都

处在热成熟门限顶界之下，可以演化成石油，并为干酪根和氯仿抽提物成熟标志所证实。譬如：干酪根H/C比值由麦2井3359m 0.66到岳1井4967m 1.31，表明由浅到深，有机质从未成熟到成熟，并深度相符。氯仿沥青A/C比值、总烃/C比值，3500m以上分别为<5%和<1.1%处于未成熟阶段，而3500m以下分别为>15%和>11%，处于成熟阶段。气相色谱图指标3500m以上OEP>1.12， $\Sigma_{C_{21}前}/\Sigma_{C_{21}后}$ 比值<2.7，3500以下分别为0.95—1.04、6.8—14.6，说明轻烃组份增加，奇偶优势消失，有机质渐趋成熟。

7.古气候潮湿中间有干旱气候，岩性为灰绿色泥岩、砂岩夹红棕色砂岩、泥岩，间有石膏层。后者表明水质咸度剧增促使大量不适应超咸度生物死亡，同时还将这个埋葬群封闭隔氧得以保存。并且膏泥岩层本身便是良好的盖层，形成良好的封闭盆地的聚热效应为有机质朝烃类转化提供了有利的热力条件。

此外，喀什凹陷中新统安居安组油气显示良好，曾采克拉托、杨叶油苗和喀1井原油经梅博文等（1980）分析结果表明与依奇克里克侏罗系原油性质截然不同。后者为姥鲛烷优势型原油、姥植比（pr/ph）4.96，前3个则为姥植均势型原油，姥植比1.12—1.48（表3、图5）。同时，克拉托油苗原油孢粉分析结果只发现新第三纪的未见更老的

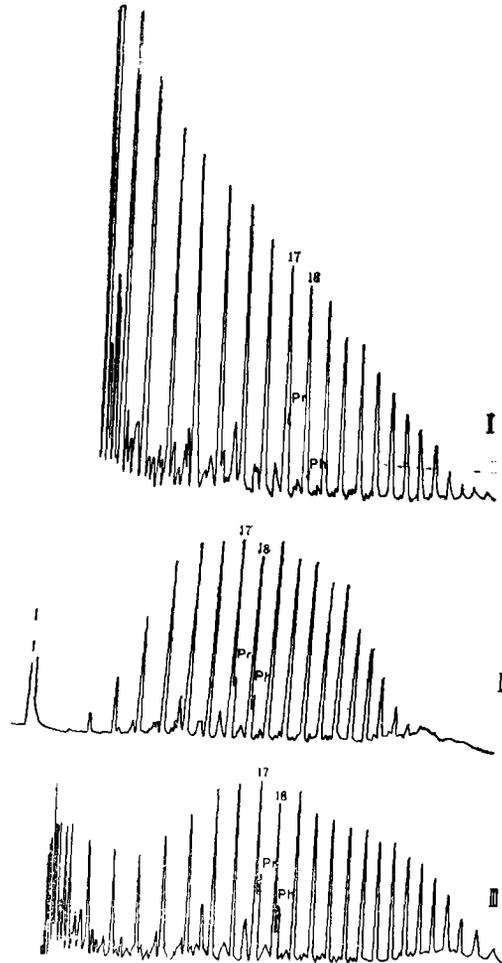


图5 二类原油气相色谱图

I、塔里木盆地依奇克里克 II、喀什凹陷克拉托 III、(华北)渤海湾京11井沙四段E₁-3Sh⁴

表3 塔里木盆地原油中异戊间二稀烷烃分布表

产地	层位	指标及参数				备注
		$\Sigma icn\%$	$\frac{ic18}{nc17}$	$\frac{ic20}{nc18}$	$\frac{ic19}{ic20}$	
喀1井	N ₁	41.85	1.01	1.03	1.45	轻 降 解 油
杨叶	N ₁	43.60	2.78	2.55	1.12	
克拉托	N ₁	—	0.32	0.23	1.48	
依奇克里克	J ₂	—	0.38	0.08	4.96	

分子, 均说明油源不可能来自侏罗系, 而是中中新统安居安组。

从图5可见喀什坳陷克拉托油苗与渤海湾京11井沙四段原油气相色谱图谱相近, 表明环境相似, 均为半咸水过渡相。

综上所述塔里木盆地喀什坳陷中部中中新统安居安组是有利于生油的, 具4个生油有利条件: 1) 大型富养淡化泻湖, 陆源有机质丰富、水生生物繁盛, 有机质丰度较高; 2) 大面积长期半深水构造坳陷环境; 3) 沉降中心与沉积中心统一, 导致快速水进式半“饥饿”沟积, 而沉积物厚大、质细、色深; 4) 埋深大且具封闭性盆地的聚热效应, 提供了好的热力条件。同时喀什坳陷油气显示好的地段正是卷转虫群繁衍之处, 说明这一特殊的半咸水淡化泻湖相沉积是有利于油气生储的, 应引起重视。库车坳陷吉迪克组则因相变大和半深水卷转虫—正星介生物相区埋深浅, 在热成熟门限顶界之上, 不利于生油。东昆仑山山前莎车—叶城一线以东, 杜瓦、阿其克、布雅、皮西等相变成河流相的“红被子”, 对生油显然不利。

四、结 语

1. 本区中中新世卷转虫群为一典型半咸水过渡相有孔虫群, 并与半咸水—淡水介形类共生, 表明当时为一淡化泻湖。

2. 半咸水淡化泻湖沉积有机质丰度较低、干酪根类型较好有利于生油。结合埋深和地温条件以喀什坳陷较为有利。

3. 在喀什坳陷可以找到中新统自生自储原石油藏, 在叶城坳陷和库车坳陷可以找到古生新储的原石油藏或次生油气藏类型。

(收稿日期: 1988年12月9日)

参 考 文 献

- [1] 林景星, 1979, 江汉盆地第三系荆河镇组有孔虫动物群及其古地理意义, 科学通报。
- [2] 郝治纯、裘松余、林甲兴、曾学鲁, 1980, 有孔虫, 科学出版社。
- [3] 胡兰英, 1979, 塔里木盆地乌恰群 N₁²段有孔虫化石新材料, 中国古生物学会第十二届学术年会学术论文摘要集, 中国古生物学会编印。
- [4] 梅博文, 刘希江, 1980, 我国原油中异戊间二稀烷烃的分布及其与地质环境的关系, 石油与天然气地质,

第 1 卷, 第 2 期.

- (5) 袁松余, 1982, 我国第三纪有孔虫组合特征及其生态与古地理和油气关系, 石油地质文集(四), 地质出版社.
- (6) Bartenstein, H. und Heinemann, w., 1964, Brackwasser-Foraminiferen im oberen Aquitan des Mittelrhein-Gebietes. Senckbergiana, Bd. 35, No. 1—2.
- (7) ВНИИГАЗ, 1959, Атлас Средне-Неченовой Фауны северного Кавказа. И Крыма Тостолтехиздат Москва, СТР. 23—24.
- (8) Hedberg, H.D., 1934, Someracent and fossil brackish to fresh-water Foraminifera. Journal of paleontology. Vol. 8.
- (9) Крауенинников В. А., 1966, Фораминиферы И некоторые вопросы биостратиграфии Морских Мюченых отложений Восточного Средиземноморья. Вопросы Микропалеонтологии, Вып. 10, СТР. 398—419.
- (10) Phleger, Fred B., 1960, Ecology and distribution of Foraminifera. Baltimore, Johns Hopkins pr..

THE ANALYSIS ON MIDDLE MIOCENE
FORAMINIFERAL FAUNA OF THE TARIM BASIN
AND THEIR ECOLOGY, PROPERTY OF
STRATIGRAPHIC OIL- SOURCE POTENTIAL

Qiu Songyu

(Jilin Headquarters of Petroleum Exploration,
Ministry of Geology and Mineral Resources)

Abstract

The middle Miocene sequences in the Tarim Basin are characterized by the clastic deposits comprising mainly of sandstone, siltstone -- mudstone and mudstone with the appearance of variegated zones interspaced with grey and greyish green and brownish and reddish brown.

Foraminiferal materials sourced mainly from the Kashi Depression and the Kuche Depression, are attributed to the Anjuan Formation and the Jidike Formation.

The ammonia fauna of the middle Miocene sequences widespread over the two near E-W striking belts, i.e the Kashi Depression from Wuqia to Xiao 'atushi, and the Kuche Depression from Kuche river to Kuele respectively. The Foraminiferal fauna are associated with Cyprideis, littoralis, Cyprinotus deformis, Limnocythere orgulata, Cyclocypris sp., Eucypris sp., etc and in addition, specific fossils of charophytes. This fauna would survive in the environment of brackish -fresh transitional water, which is favourable for oil generation.