

石油地质勘探论文集

陈章明 著

575

石油工业出版社
Petroleum Industry Press



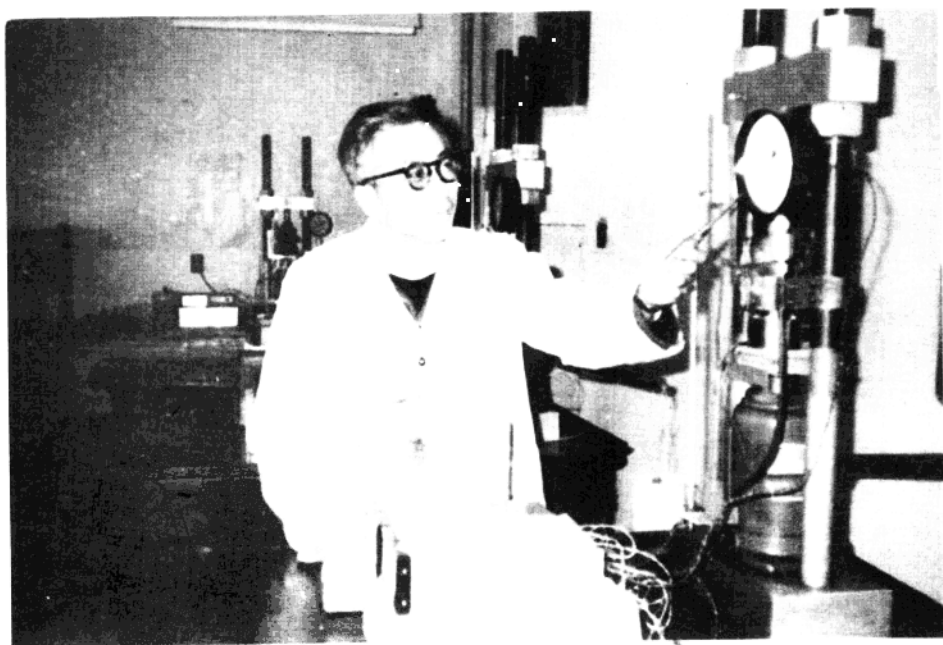
1998 年陈章明教授在大庆石油学院指导研究生



1989 年陈章明教授在黑龙江省方正老尖山玄武岩柱状节理剖面进行地质勘查



1992 年陈章明教授在大庆石油学院为学报编辑部评审论文



1982 年陈章明教授在大庆石油学院利用自己研制的热压成岩仪进行实验



1987 年陈章明教授等在黑龙江省鸡西城子河剖面进行地质调查

序

陈章明老师长期从事油气藏形成与资源评价研究工作，提出了利用压实模拟实验结果恢复地层古厚度的方法，建立了以排烃门限为理论基础的烃源岩排烃过程的地质模式和生留排烃量的计算模型，是最早的成藏系统的研究者。在圈闭评价方法上独树一帜，对背斜、岩性、断层遮挡、不整合古风化壳及小幅度构造等不同类型的圈闭提出了不同的评价方法。提出了圈闭勘探的经济评价方法和决策模式，创造性地提出了盖层微观封闭的三种机理及其参数的测试方法和评价方法，提出了盖层封闭天然气有效性理论及评价方法。首次利用地球物理信息研究盖层的封闭能力，解决了盖层微观封闭能力在宏观上变化规律的认识难题，将盖层封闭的演化史与油气烃源岩的排烃史结合起来动态地研究油气资源。针对断层在油气运移、聚集、散失过程中的重要作用，勇于面对该方面研究的困难，较早地提出了断层封闭性的研究方法，并组织课题组进行了艰苦攻关，终于获得了国内领先的研究成果，认清了断层封闭机理及影响因素。首次提出了逻辑信息法、非线性映射分析法等多种断层封闭性的研究方法，在很多方面填补了国内外研究的空白。陈章明老师研究领域较宽，研究内容也很广，从烃源岩到圈闭，从油气生成到聚集，从油气运移到保存，几乎各个方向都有论著，在很多方面丰富了石油地质理论。所提出的理论与方法应用于油田勘探实践，创造了非常可观的经济效益，为我国石油工业的发展做出了突出贡献。

在《石油学报》等核心期刊上发表论文 50 余篇，多篇获得优秀论文奖。先后出版《含油气圈闭评价方法》、《含油气盆地地史、热史、生留排烃史数值模拟研究与烃源岩定量评价》、《油气藏封盖研究》、《油气藏保存与破坏研究》、《天然气藏形成与保存》、《松辽两江地区石油地质分析》等 10 部专著。“六五”至“九五”期间一直担任国家科技攻关项目、原中国石油天然气总公司攻关项目的负责人，先后完成科研项目 50 余项，曾获原中国石油天然气总公司科技进步一等奖 2 项、二等奖 2 项、三等奖 6 项，大庆石油管理局科技进步奖多项，被评为原中国石油天然气总公司的部级有突出贡献科技专家。

作为大庆石油学院一代名师，陈章明老师先后指导博士研究生 10 余名，硕士研究生 20 余名，从建校后的第一届 61 级石油地质专业本科学子到其退休前 97 级勘探系的新学生，无一没有得到他的谆谆教诲，他以治学严谨的科学态度、甘做人梯的伯乐精神教育着一代又一代弟子，享誉“桃李满天下”的盛名。

陈章明老师为人正派，做人坦荡，对人宽厚，对己严格，一身正气，两袖清风。做学问精益求精，干工作严肃认真，事业上兢兢业业，生活上勤俭节约，思维宽广，作风扎实，不图名利，只想育人成才和事业发展。陈老师以其严谨的学风和高尚的师德是勘探系的宝贵财富，受其教育的学生无不感慨他的师德。为了感谢陈老师的恩德，让这一宝贵财富得到传承，谨此陈老师七十寿辰之际，吕延防、庞雄奇、付广、冯志强、曹瑞成等学生们组织草集

了老师部分珍作，作为老师七十寿辰的贺礼。我们将继续向老师学习，发扬老师的美德，在油气地质领域刻苦探索，培养出更多的石油地质专家，以实际行动报答陈老师的教诲。

马志明
2004年6月

目 录

莺山—杏山地区上侏罗统有机质热演化史	(1)
乌尔逊凹陷 J ₃ 大磨拐河组的有机相研究	(5)
泥质烃源岩成岩过程甲烷水溶相排气的主要阶段分析	(12)
地层中游离相气体运移的若干特性	(17)
油气藏内烃类再运移及原油性质的改造	(23)
Analysis Of The Formation History Of The Sealing Properties Of the Clay Cap rocks In The Natural Gas Pools	(30)
泥岩盖层封闭性的确定及其与烃源岩排气史的匹配	(34)
研究天然气泥岩盖层封闭性形成史的意义	(40)
泥质岩盖层封闭性综合评价及其在琼东南盆地的应用	(44)
古龙凹陷北部青山口组泥岩构造裂缝的形成及其油藏分布的预测	(49)
凸镜状砂体聚油模拟实验及其机理分析	(57)
影响煤化产物特征的因素与煤化产物阶段划分	(63)
地质因素对烃源岩评价结果的影响及其相对贡献量大小模拟	(72)
海拉尔盆地烃源岩排油气量计算及其定量评价	(81)
干酪根演化过程中产油气量物质平衡优化模拟计算	(90)
地下状态的气烃源岩吸附气量恢复计算方法探讨	(99)
盖岩排替压力研究	(104)
盖层封堵能力评价方法及其应用	(111)
松辽盆地三肇凹陷青山口组泥岩盖层封闭能力形成时期	(117)
断面活动特征及其对油气的封闭作用	(123)
盖层物性封闭能力的研究方法	(128)
泥岩盖层对各种相态天然气封闭能力的综合评价研究	(133)
泥质岩盖层对扩散相天然气的封闭作用及研究方法	(139)
泥质岩盖层封盖性能综合评价方法探讨	(145)
琼东南盆地断层封闭性研究	(153)
天然气扩散损失量估算方法及其应用	(160)
烃浓度盖层封闭天然气的有效性及其研究意义	(166)

莺山—杏山地区上侏罗统有机质热演化史*

本区属松辽盆地深层构造分区的东部块断起伏区。

本区于中侏罗世末期发生燕山运动之后,湖盆开始形成,经历了发生期(火石岭组, J_1)、稳定发展期(沙河子组, J_2)和衰亡期(营城组, J_3)。整个上侏罗统沉积厚度一般为1200m,最大达4500m以上,其中暗色泥岩占地层总厚的40%,有机质含量较丰富,尤其是沙河子组,营城组次之。这两组地层中的含有机质泥岩被认为是有利的生油(气)岩。因此,恢复其中有机质的热演化史不仅是研究其成油(气)作用过程,也是配合构造作用、成岩作用的综合研究本区天然气生成、运移、聚集的重要地质依据之一。

一、本区侏罗系古地温梯度与现代地温梯度基本相同

松辽盆地深部地质特征是上地幔隆起、地壳薄、莫霍面浅,其埋深等值线所反映的起伏形态与中生代沉积盆地的区域构造形态基本上呈镜像关系。因此,本盆地是一个高温场、高热流、地温梯度高的沉积盆地,其内温度的分带性也与莫霍面的起伏状态相吻合。本区的东南部地温梯度高于西北部,即莺山凹陷地温梯度大于杏山凹陷。位于杏山凹陷西侧的肇12井平均地温梯度 $3.24^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,杏山凹陷北端的升1井地温梯度为 $3.8^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,而莺山凹陷处于高地温梯度区。

1. 杏山凹陷的今古地温梯度基本一致

温度、压力和时间因素,对粘土矿物及硅酸盐矿物生长的影响,要比化学因素强烈。据大庆研究院研究结果,松辽盆地 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$,层位在嫩江组底—姚家组顶,埋深为1000~1200m;蒙铬石—绿泥石混合层顶界与石英次生加大4、5级界线相近,形成温度为 $85\sim 90^{\circ}\text{C}$,层位在泉三段中、下部,埋深为1900~2000m,绿泥石出现同石英次生加大5、6级界线相近,层位以登娄库组为主,形成温度为 120°C 左右,埋深为3000m左右。

本文选择资料较全的邻近的肇12井,同深1井进行古地温梯度分析,如表1所示。其结果表明杏山凹陷的深层古地温梯度与今地温梯度一致。卫深3井的上侏罗统镜质体反射率推算的古地温梯度也为 $3.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。所以杏山凹陷古地温梯度(J_3)取 $3.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ 。

表1 肇12井、同深1井今古地温对比表

井 号	今地温梯度 ($^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)	古地温梯度 ($^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)	今、古地温梯度差值 ($^{\circ}\text{C}/100\text{m}$)
同深1	3.6	3.6	0
肇12	3.24	3.26	≈ 0

* 原载《大庆石油学院学报》,1988,第12卷,第1期。

2. 莺山凹陷的古地温及今地温特征

莺山凹陷位于松辽盆地的高地温特征, 深部地温资料三深 1 井实测数据是, 自井深 1600m 到 3500m, 对应的温度分别为 88.5℃ 到 146.5℃, 在这段实测地温数据中, 显示着 3100m (J_3 下部) 以上地温梯度低, 平均 2.72℃/100m, 3100m 以下地温梯度高, 平均 4.28℃/100m。以三深 1 井侏罗系地层 2945m 到 3361.3m 泥岩镜质体反射率为依据, 得该井古地温梯度为 4.1℃/100m (表 2)。此值与上述实测井段 3100~3500m 的今地温梯度相近。总之, 莺山凹陷的古地温梯度 (4.1℃/100m) 大于杏山凹陷的古地温梯度 (3.6℃/100m)。这现象符合松辽盆地地温带的分布特点。

表 2 三深 1 井侏罗系地层镜质体所受最高古地温

深度 (m)	今地温 (℃)	深度 (m)	R_o (%)	最高古地温 (℃)	备 注
2900	123.4	2945	2.3	129.0	
3000	127.2	2997.8	2.46	133.0	
3100	129.4	2089.15	2.13	126.0	R_o 偏小
3200	133.6	3135.95	2.65	141.0	
3300	137.1	31317.8	2.72	143.0	
3400	142.5	3360.8	2.32	130.0	R_o 偏小
3450	145.2	3361.8	2.78	145.0	
3500	146.5	3368.9	2.52	137.0	R_o 偏小

二、本区内古地温梯度的差异

导致 J_3 地层中有机质演化史的差异松辽盆地各地区的地温条件不同。因此同属侏罗系

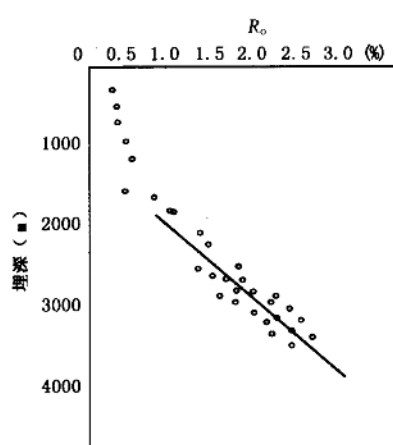


图 1 松辽盆地侏罗系 R_o - H 关系图

地层的有机质镜质体反射率, 随埋深变化的情况是因地而异的 (图 1)。但是, 本区及其邻近地区的有机质镜质体反射率随埋深而增大的现象, 有一明显的统一趋势 (图 1)。

沙河子组、营城组以及白垩系地层厚度在杏山凹陷和莺山凹陷不同, 加之上述两区古地温梯度不同, 所以, 杏山、莺山两凹陷生气区内上侏罗统有机质受热史必然不同。今根据其埋深和程学儒推算的白垩系各地层时代, 而按 R_o - T - t 关系得出杏山凹陷生油 (气) 区和莺山凹陷朝长地区沙河子组、营城组中部有机质的镜质体古反射率如表 3 所示。确定了沙河子组和营城组有机质在其各地质时期的古镜质体反射率之后, 便可如图 2 所示划分出这隔组地层中有机质的热演化史及其成烃阶段。图 2 表明, 杏山凹陷沙河子

组有机质在登娄库组 (K_d) 中期进入成油期低成熟阶段, 泉头组 (K_q) 末期进入高成熟阶

段,青山口组(K_{qn})进入凝析油湿气阶段。到了姚家组(K_y)—嫩江组(K_n)沉积早期,则进入高温裂解甲烷气阶段;营城组有机质在热力作用下,到四方台组—明水组早期才进入高温裂解甲烷气阶段。朝长地区沙河子组青山口组早期,有机质的热演化作用已入高温裂解甲烷气阶段;营城组则在姚家组—嫩江组沉积中期进入高温裂解甲烷气阶段。

总之,莺—杏山地区上侏罗统的有机质分别在营城组中期、登娄库组晚期和泉头组早期即已进入烃类低成熟阶段,此后的热演化程度则因地温梯度及埋深的不同而异(图2)。最迟进入高温裂解甲烷气阶段者是否山凹陷营城组。

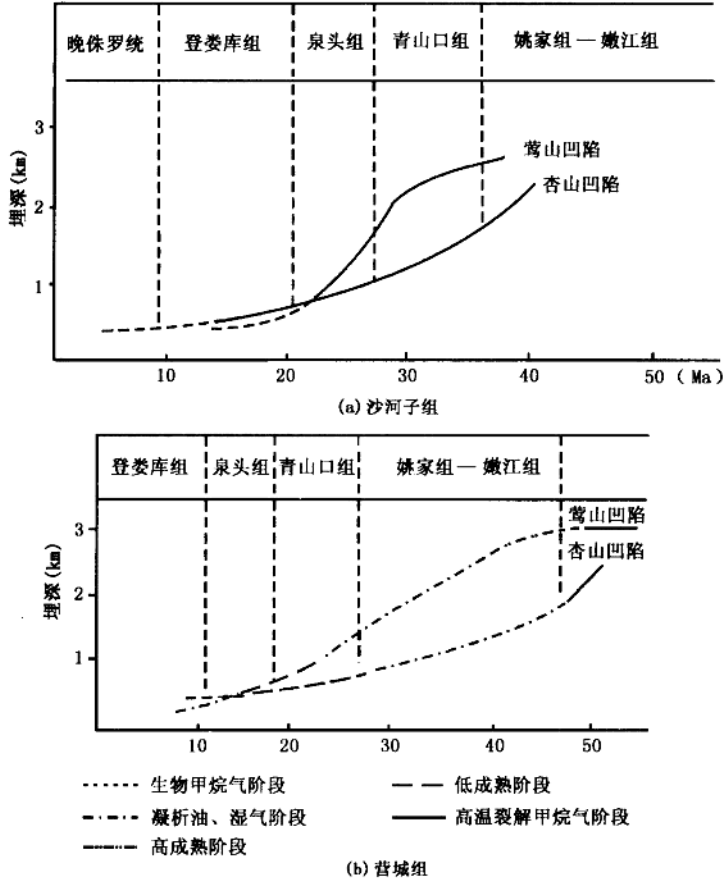


图2 有机质热演化史

三、天然气成藏条件分析

上述已就天然气生成过程进行了分析,但是制约气藏形成的各种地质因素必须相互匹配得当,才能保证气藏形成得以实现。根据烃类生成与排出时期相吻合的机理。如图2所示,杏山凹陷上侏罗统所生成的烃类的排出始于登娄库组中期,朝长地区上侏罗统所生烃类的排出始于登娄库组晚期。所以,登娄库组晚期之前发育的圈闭即可认为是有利的圈闭。但是只考虑圈闭形成期与油气运移期的匹配情况还是不全面的,尤其是对天然气的运移、聚集过程

来说,它对区域性盖层的封闭性要求更高,特别是甲烷的分子直径小,仅有 $5.2\text{ \AA}$ 。而泥岩经压实成岩,直到紧密压实阶段,其孔隙度仍有 $5\%\sim 10\%$,它的粘土矿物的底界间隙仍有 $10\text{ \AA}$ 大。因此,应当考虑天然气运移、聚集过程时,其上覆的区域性盖层(泥岩)的成岩阶段至少应达到紧密压实阶段(当然,若属巨厚且有欠压实段,则其封闭性是良好的)。本盆地的区域性盖层青一段泥岩在 1200m 左右的埋深条件下已进入紧密压实阶段,也就是说,杏山凹陷青一段泥岩在姚家组—嫩江组末期已经紧密压实,而莺山朝长地区的青一段泥岩紧密压实作用可能在明水组—四方台组,可是朝长地区沙河子组有机质在青山口组早期已进入高温裂解甲烷气阶段,营城组有机质在姚家组—嫩江组中期之初已进入高温裂解甲烷气阶段(图2)。所以,若从区域盖层青山口组一段泥岩封闭性与天然气生成、运移、聚集的匹配来看,杏山凹陷的含气远景应比莺山凹陷的朝长地区为好。

总之,进行生油(气)岩中有机质的热演化史研究,进而划分其烃类成熟阶段所对应的地质时代,并研究其与该区区域性盖层成岩作用及封闭性演变过程的匹配关系,是认识一个地区含油气远景的重要依据之一。

参 考 文 献

杨万里等,松辽盆地陆相油气生成运移和聚集,哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1985

乌尔逊凹陷 J₃ 大磨拐河组的有机相研究*

罗杰斯 (M.A.Rogers) 于 1971 年提出有机相的概念, 把它定义为有机质的类型和数量, 并认为有机相类似于沉积相, 它可以跨越时间, 不受地层或岩石单位的限制。此后国外许多石油地质学家用它进行油气烃源岩的评价, 并逐步完善其概念。有机相包括有机质类型、来源和沉积环境三方面, 其中以有机质类型最为重要。1987 年琼斯 (R.W.Jones) 发表了利用 H/C 原子比和 HI (氢指数) 划分有机相为 7 个相 (图 1 及表 1)。

他总结了世界上许多含油气盆地烃源岩中干酪根类型与沉积环境的关系而提出上述划分有机相的意见。这种把有机质类型与其成因联系起来的有机相划分, 使烃源岩评价更具地质观念。但是, 同一类型干酪根在热演化过程的氢、氧等原子含量是变化的, 故本文认为, 应先对于干酪根的 H/C、O/C、HI、OI 等参数进行热演化程度的校正, 将其恢复到原始水平, 尔后, 再结合沉积相特征划分烃源岩的有机相, 这样才能更好地反映真实情况。

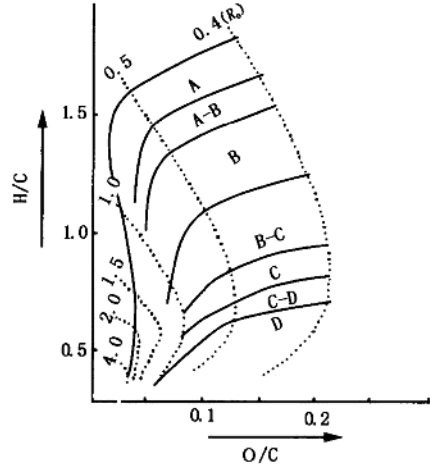


图 1 利用 R_o 、H/C、O/C 值确定有机相类别 (R.W. 琼斯, 1987)

表 1 有机相的定量划分 (R.W.Jones)

有机相划分	H/C 在 $R_o \leq 0.5\%$	HI (mg/g)	OI (mg/g)	有机质特征
A	>1.45	850	10~30	藻类, 无定型的
AB	1.35~1.45	650~850	20~50	无定型的, 少量陆源的
B	1.15~1.35	400~650	30~80	无定型的, 常见陆源的
BC	0.95~1.15	250~400	40~80	混合的, 有些氧化作用
C	0.75~0.95	125~250	50~150	陆源的, 有些氧化作用
CD	0.60~0.75	50~125	40~150	氧化作用, 再沉积的
D	<0.6	<50	20~200	强氧化作用, 再沉积的

一、确定有机相类别的准则

干酪根的类型及其产油、气潜力是由其 R_o 、H/C、O/C、HI、OI 等参数决定的, 而其中 R_o 又影响着其他各项参数的变化。KTI 法 (Derogen Type Index) 可利用所测算的干酪根样品的 R_o 值校正其他参数对划分干酪根类型的影响, 使之恢复其原始情况, 而且 KTI 法

* 原载《大庆石油学院学报》, 1990, 第 14 卷, 第 4 期。

是采用 0~10 的数值代替Ⅳ~Ⅲ~Ⅱ~Ⅰ系数连续过渡的干酪根。这就使得干酪根类型的划分实现了数值化。不过,它尽管以数值表示了烃源岩中所含有机质类型的划分,但没有将数值与目前实用的有机质类型划分相对应。本文在引用 KTI 值反映烃源岩中有机质类型特性时,首先研究了国内一些盆地(如松辽、陕甘宁、江汉、柴达木、南襄、南堡、海拉尔诸盆地和东濮油田)的许多样品的 KTI 值与其相对应样品的干酪根类型(镜下实物观察等方法)的相互关系。在综合了一些单位和专家们的干酪根类型分类意见后,确定了各类干酪根应该对应的 KTI 值(表 2)。

表 2 干酪根类型划分的几种主要方法对比及其与 KTI 值的对应关系

帝·威尔特 (1978)	美国埃克森 石油公司	黄第藩等 (1982)	杨万里等 (1982)	程克明 (1982)	中科贵阳 地化所 (1979)	中国地质大 学石地研究室 (1979)	本 文			
							KTI	类 型		
腐泥型 (I)	无定型	标准腐泥型 (I ₁)	I 类 A 型	藻类	I _A	脂肪族	藻菌型	>75	I _A	腐泥型
	分散良 好的藻型		I 类 B 型		I _B	含芳香 脂肪族	腐泥型	65~75	I _B	
混合型 (II)	藻类型	含腐殖的腐 泥型 (I ₂)	II 类 A 型		草本	II	含脂肪的 芳香族	混合型	55~65	II _A
	草本型	腐迈进腐 泥型 (II)	II 类 B 型	II		45~55			II _B	
腐殖型 (III)	非丝状藻 类型	含腐泥的 腐殖型 (III ₁)	III 类 A 型	木 本		III _E	芳香族		腐迈殖型	35~45
	木质型	标准腐殖 型 (III ₂)	III 类 B 型		III _F IV _G	25~35		III _B		
残余型 (IV)	煤质型			煤质	IV _H					>25

注:表中各种分类间的对比关系是基本上按 H/D 原子比和生烃率资料确定的。

我国中、新生代陆相不同母质类型生油岩的分布,主要受沉积相带的控制。在同一湖盆的相同地质时期,半深水、深水湖相有机质丰富,故以腐殖型、腐煤型居多。浅湖相居两者之间。例如,松辽盆地干酪根在地层剖面上和平面上的分布明显地反映着有机质类型与沉积环境的关系。在剖面上,青一段和嫩一段含 I 类干酪根较多,青二段和青三段含 II 类干酪根较多;在平面上,长期继承性构造拗陷中的深湖相干酪根属 I 类,河流及湖沼相者属 III 类,中间过渡带者为 II 类,呈环状分布。也就是说近湖岸陆源有机质含量高,而向湖心水生生物有机质含量增加。原始生油(气)母质的这种分布状况,决定了烃类组成也呈环带状分布的特征(表 3)。

表 3 深湖相与湖沼相烃类组成的差别(据杨万里、李永康,1980)

沉积环境	正烷烃主峰碳数	$\frac{C_{21}+C_{22}}{C_{28}+C_{29}}$	OEP	Pr/Ph	Pr/nC ₁₇	饱和烃芳香烃
深湖相	C ₁₉ , C ₂₁ 或 C ₂₃	2~10	1.00~1.17	1.2~1.8	<0.5	>2.2
湖沼相	C ₂₅ , C ₇	<2	<1.3	<1.2	>1.0	<2.0

上述表明, 烃源岩中的有机质类型与其原生水体条件和搬运条件密切相关。把有机质类型与其成因环境联系起来的有机相能更好地反映有机质的空间分布及其相互关系。也就是说, 可以利用少数井的岩样分析的有机质类型资料与地震地层学所获得沉积相资料结合起来, 划分烃源岩有机相及其分布。这将为油气勘探中的早期资源评价提供科学依据。

根据上述原理, 本文提出下列有机相类别划分意见 (表 4)。

表 4 干酪根类型及有机相类别划分表

KTI 值	干酪根类型	有机相类别	H/C 原子比	Himg/g	地 质 特 征	
>75	腐泥型	I _A	A	>1.45	>850	深水沉积, 富含藻类及其他原地水体的微生物, 陆源有机质极少, 始终为强还原环境, 几乎全为纯腐泥干酪根, 如松辽青一段和美国犹他州的绿河页岩
65~75		I _B	AB	1.35~1.45	650~850	深水—半深水沉积, 有机质丰富, 主要是原地水体中策生物所组成, 少量为陆源输入的, 长期缺氧, 腐泥型干酪根为主, 世界上大油田多为此相类
55~65	混合型	II _A	B	1.15~1.35	400~650	半深水沉积环境, 还原环境, 有机质丰富, 为腐泥型和腐殖型的混合物, 以腐泥质为主
45~55		II _B	BC	0.95~1.15	250~400	半深—较浅水沉积, 属还原环境, 有机质丰富, 也为混合型, 前三三角洲泥的沉积属此类有机相
35~45	腐殖型	III _A	C	0.75~0.95	125~250	半深—较浅水沉积, 弱还原环境, 有机质为原地水体微生物和陆源有机质组成的混合型, 但以腐殖质为主
25~35		III _B	CD	0.60~0.75	50~125	浅水—沼泽的沉积环境, 大量陆源有机质输入, 有机质为腐殖型, 属弱还原环境
<25	煤质型	IV	D	<0.6	<50	河流—三角洲碎屑的含煤沉积环境, 具弱氧化—氧化环境, 大量陆源有机质输入, 有机质类型属腐煤类

二、乌尔逊凹陷札赛诺尔群烃源岩有机相划分

乌尔逊凹陷位于我国东北部的海拉尔盆地中央部位贝尔湖拗陷的中部。含油 (气) 层系为上侏罗统札赛诺尔群, 其上部为伊敏组, 下部为大磨拐河组。大磨拐河组经钻探试油见有少量油气流及油气显示。目前认为大二、大三、大四段内的暗色泥岩及煤层是相对较好的油 (气) 烃源岩。

根据上述的有机相划分准则 (主要依据 KTI 值的沉积相特征), 本文先对凹陷内各井区各层段的有机相进行划分, 如表 5 所示。而后结合各层段的沉积相带划分, 分析有机相特征, 并绘制各层段的有机相平面分区图。因篇幅所限, 本文仅以大三段有机相分区图为例 (图 2)。根据各层段的有机相分区图得出下列几点认识:

表 5 盆地内各井区有机相划分一览表

井号	伊 二			伊 一			大 五			大 四			大 三			大 二			大 一		
	KTI	有机相划分	干酪根类型	KTI	有机相划分	干酪根类型	KTI	有机相划分	干酪根类型	KTI	有机相划分	干酪根类型	KTI	有机相划分	干酪根类型	KTI	有机相划分	干酪根类型	KTI	有机相划分	干酪根类型
铜 1	24(2)	D	IV	20(4)	D	IV	30(1)	CD	III _B	18(6)	D	IV	33(30)	CD	III _B	26(3)	CD	III _B	31(2)	CD	III _B
乌 101																					
乌 1						IV	22(1)	D	IV	32(2)	CD	III _B	29(2)	CD	III _B	29(1)	CD	III _B			
乌 2						IV	33	CD	III _B	26	CD	III _B	37	C	III _A						
乌 3						III _B	25(7)	CD	III _B	25(13)	CD	III _B	28(19)	CD	III _B				31	CD	III _B
乌 4						IV	22(1)	D	IV	26(7)	CD	III _B	35(19)	C	III _A						
新乌 4	26(6)	CD	III _B	31(15)	CD	III _B	20(2)	D	III _B	28(11)	CD	III _B	20(3)	D	IV	44(6)	CD	III _B	37(2)	C	III _A
乌 5													40(5)	C	III _A	32(5)			29(2)	CD	III _B
乌 6										24(8)	CD	IV									
乌 7											D										
海 1						III _B	29(3)	CD	III _B	30(10)	CD	III _B	24(5)	D	IV	26(12)	CD	III _B			
海 4	25(3)	CD	III _B	23(3)	D	IV	25(1)	CD	III _B	33(3)	CD	III _B	47(14)	BC	III _B	47(4)	BC	III _B			
新乌 1	16(4)	D	IV	23(9)	D	IV	27(7)	CD	III _B	38(5)	CD	III _B	57(12)	B	III _A						

注：括号内表统计的样品。

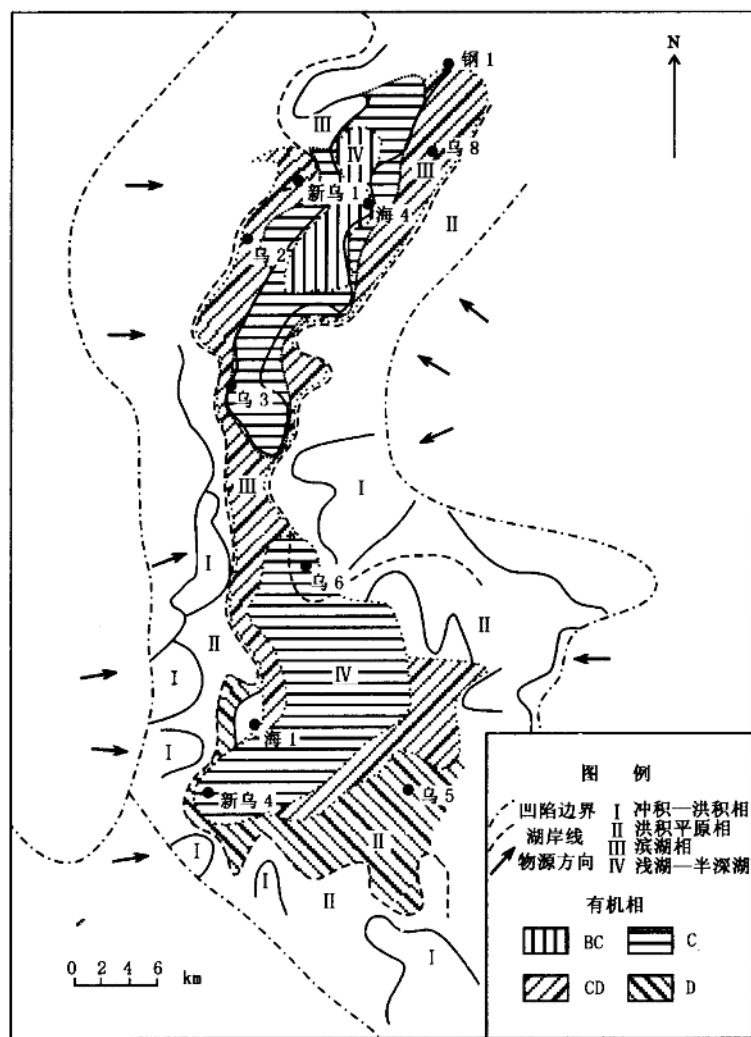


图2 乌尔逊凹陷大三段有机相分布图

(1) 伊敏组在本区内为有机相 CD 及 D 相广布，是典型的煤系地层。

(2) 大磨拐河组以大三段的有机相最优，最好的达到有机相 B 相（新乌 1 井区）。全区内 B、BC、C 相分布面积占大部分，反映着沉积水体较其他层段深，有相质类型较好。

(3) 大二段有机相分布次之，局部地区水体较深，如海 4 井区为 BC 相，C 相占一定面积，其余部分为 CD 相分布区。

(4) 大四、大五、大一段有机相差，大部分为 CD、D 相。

综上所述，大磨拐河组沉积环境大部分属滨湖浅湖相等浅水环境，暗色泥岩中有机质类型主要为腐殖型。

三、应用有机相评估烃源岩产烃类别

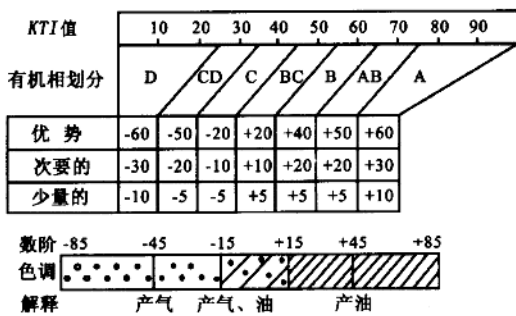


图3 应用 KTI 值进行数阶色调解释源岩产烃类别

烃源岩产烃类别的评估方法很多。本文认为，烃源岩内有机质所含的各种类型的数量（藻质、无定型、草木、木质、煤质的数量的混合情况）在地层剖面上和平面上是逐步变化的，即干酪根类型指数 KTI 值在空间上的变化不仅是逐步的，且含有上述各有机质类型混合比的变化。故可如图 3 所示，依据 KTI 值用数阶色调解释法评估烃源岩产烃类别。本文根据此法评估各井大二、大三、大四段黑色泥岩产烃类别结果如表 6 所示。这些井段的排烃

量计算结果如图 4 所示。两者的产烃类别极为一致。故可认为，依据 KTI 值利用数阶色调解释烃源岩产烃类别是可行的。

表 6 本区数阶色调解释产烃类别的结果

井 号	层 段	有机相	KTI 值	数阶值	产烃类别	井 号	层 段	有机相	KTI 值	数阶值	产烃类别
海 1	大四	CD	30	-65	气	乌 4	大四	CD	25	-75	气
	大三	D	24	-75	气		大三	CD	28	-70	气
	大二	CD	26	-70	气		大二				
海 4	大四	CD	33	-65	气	新乌 4	大四	CD	26	-70	气
	大三	BC	47	+10	油、气		大三	C	35	-15	油、气
	大二	BC	47	+10	油、气		大二	C	44	-15	油、气
乌 1	大四	CD	32	-65	气	乌 5	大四	CD	28	-65	气
	大三	CD	29	-70	气		大三	D	20	-75	气
	大二						大二	CD	32	-60	气
新乌 1	大四	CD	28	-70	气	乌 6	大四	D	24	-70	气
	大三	B	57	+15	油、气		大三	C	40	-15	油、气
	大二						大二				
乌 2	大四	CD	29	-70	气	铜 1	大四	D	18	-80	气
	大三	CD	33	-65	气		大三	CD	33	-65	气
	大二	CD	29	-70	气		大二	CD	26	-70	气