

伊通地堑下第三系的有机相组合及其与盆地沉积环境和构造演化的关系

郝芳 陈建渝

刘耀宗

(中国地质大学 武汉)

(吉林油田研究院)

一、引言

近年来,由于各种先进仪器的应用,有机地化的基础研究取得了长足的进展,如何与其它学科结合,使有机地化在地质领域发挥更大的作用,成为各国有机地化工作者普遍关心的问题;同时,作为盆地充填物质重要组成部分的有机质的组成和性质,不仅是决定盆地油气潜能的最重要因素并与一些重要层控矿床的形成和分布密切相关,而且是沉积盆地的背景特征和发展演化的综合反映。因此,有机地化分析不仅是油气资源评价的重要手段,亦可成为盆地分析的有用工具。本文试图将有机与无机分析结合起来,在确定源岩的生烃潜能的同时,通过有机相反映盆地的沉积环境和构造演化。

二、有机相及其划分

自 Rogers 等 (1971) 首次在烃源岩的研究中提出有机相一词以来,这一概念在油气源岩研究中得到了广泛应用,但目前有机相的定义尚未完全统一,大部分学者强调干酪根的化学类型对有机相的控制作用。我们认为,有机相不仅应能够反映有机质的丰度和类型,而且应该具有:(1) 成因意义,即反映有机质的生源及沉积—成岩改造过程;(2) 预测功能,即通过对已知区的沉积环境和有机相分析,预测未知区的有机相分布;(3) 编图功能,以反映各种有机相在三维空间的组合和分布。因此,我们将有机相定义为“含有一定丰度和成因类型的有机质的地层单元”。

有机质(干酪根)的成因类型是我们根据近期详细的有机地化研究成果所揭示的干酪根的化学类型与有机质生源之间关系的复杂性提出的,并定义为具有相同生源和沉积—成岩改造过程的干酪根化学类型(郝芳、陈建渝,1991)。根据干酪根成因类型和有机相的定义不难看出,有机相实际上是地层单元中有机质的丰度、类型和形成条件的综合概括。

自 Rogers (1971) 明确提出有机相的概念以来,出现了根据干酪根有机显微组分结合沉积环境划分有机相 (Rogers, 1979) 和根据氢指数及干酪根的 H/C 原子比划分有机相 (如 Jones, 1987) 两种方案。由于沉积环境与有机质类型之间关系的复杂性及光学方法反映有

机质类型和生源的局限性,第一种方案难以应用,而根据 HI 和 H/C 原子比划分有机相的方案实际上将有机相与有机质类型等同起来,不仅未赋予有机相以成因意义,而且仅适用于严格的未成熟烃源岩,不能用于受热程度不同的地层单元的有机相的划分和对比。实际上,地层单元中有机质的丰度和类型受有机质生源和沉积一成岩条件双重因素的控制。因此,我们首先根据有机质生源划分出五种有机相,而沉积一成岩过程对有机质的改造作用通过亚相来反映(表1)。每一种有机相都具一种标志型干酪根成因类型,但划分亚相的干酪根成因类型不能同时是其它有机相的标志型干酪根成因类型。

表1 有机相的划分

Table 1 Classification of organic facies

有机相	亚相	有机质生源	氧化还原条件 (可能的沉积环境)	标志型干酪根 成因类型	可出现的 干酪根成因类型	产物特征
A	—	湖生浮游植物	强还原 (深湖)	藻质 I 型 (Ia) 细菌改造 I 型 (Ibr)	Ⅰ A-a	高蜡原油
B	B	浮游植物为主 少量高等植物	还原—强还原 (深湖, 较深湖—深湖, 海相)	藻质 Ⅱ A 型 (Ⅱ A-a)	Ia Ⅰ B-m	油
	B ₁	浮游植物为主 少量高等植物	弱氧化—弱还原 (深湖, 较深湖—深湖, 海相)	藻质 Ⅲ 型 (Ⅲ a) 藻质 Ⅱ B 型 (Ⅱ B-a)		气、油
C	—	浮游植物 高等植物	弱还原—还原 (浅湖, 浅湖—较深湖, 海相)	混合 Ⅱ B 型 (Ⅱ B-m)	Ⅰ A-a Ⅲ w	凝析油(轻质油)、气
D	D	高等植物	弱氧化—弱还原 (滨浅湖/海, 沼泽)	木质 Ⅲ 型 (Ⅲ w)	Ⅰ B-m IV w	气
	D ₁	高等植物	弱氧化—氧化 (缓慢沉积浅湖、较深湖)	壳质 Ⅱ A 型 (Ⅱ A-e) 壳质 Ⅱ B 型 (Ⅱ B-e)	Ⅲ w IV w	凝析油(轻质油)、气
	D ₂	高等植物	弱氧化—还原 (海水影响、成岩均一化)	木质 Ⅱ B 型 (Ⅱ B-w)	Ⅲ w	凝析油(轻质油)、气
E	—	高等植物	强氧化 (冲积平原, 滨湖/海)	木质 IV 型 (IV w) 再循环 IV 型 (IV re)	Ⅲ w Ⅰ B-e	干气

但是,为了将有机相应用于盆地分析,仅仅划分和描述有机相类型是不够的,必须研究有机相的时空变化。为此,我们将垂向上互相叠置的两种有机相的类型及过渡关系称为有机相层序,并分为下降型和上升型两种基本类型(如果在垂向上,早期的有机质丰度较高、相对富氢的有机相变化为晚期的较低丰度、相对贫氢的有机相,称为下降型,反之则称为上升型);将一个盆地或其次级构造单元中从下到上有机相的总体叠置关系称为有机充填序列;而将年代或岩性地层单元中由于沉积环境变化而导致的有机相类型的变化及由此引起的有成因联系的有机相的三维形态、共生关系及组合形式称为有机相组合。

三、地质背景和基本沉积特征

伊通地堑属于郯庐断裂系在中国境内的北延部分,为一狭长的第三纪北北东向走滑型

断陷盆地，面积约 3400Km²，包括莫里青、鹿乡及岔路河断陷和孤店斜坡带（图 1）。每个断陷又由一个或多个凹陷和隆起带构成，使伊通地堇呈现出隆凹相间的总体构造格局。

伊通地堇在始新世开始沉降，其基底主要为燕山期和海西期花岗岩及部分变质岩。下第三系包括始新统双阳组（E₂S）、奢岭组（E₂sh）和永吉组（E₂y）和及渐新统万昌组（E₃W）和齐家组（E₃q），总厚一般为 2000—4000m，最厚可达 5000m。根据成因地层分析，可将第三系划分为 10 个成因地层单元，自下而上分别为：（I）底部冲积扇相砂砾岩段；（II）湖相泥岩段；（III）湖滨扇相砂泥互层段；（IV）湖相泥岩段；（V）深湖及重力流沉积段；（VI）中部深湖相泥岩段；（VII）中部湖滨扇相砂泥互层段；（VIII）较深湖相泥岩粉砂岩段；（IX）湖滨扇相砂砾岩段及（X）滨浅湖相泥岩粉砂岩段（图 2）。反映出第三纪湖盆经历了初始充填（相当于成因地层单元 I）、早期扩张（II、III、IV 单元）、最大深陷（V、VI、VII、VIII 单元）和淤浅萎缩（IX、X 单元）等四个主要演化阶段^①

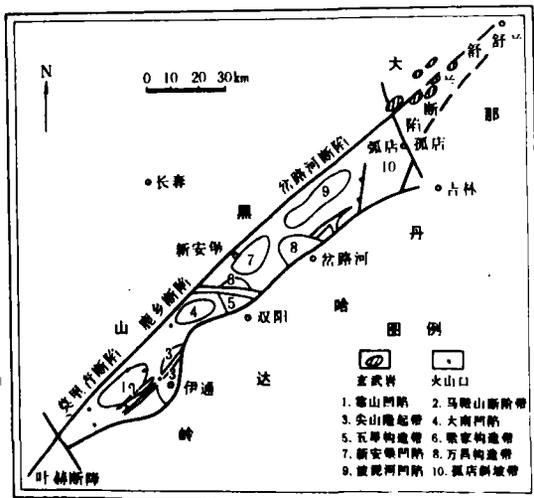


图 1 伊通地堇的地理位置及次级构造单元

Fig. 1 Location and the subunits in the Yitong Graben

四、伊通地堇下第三系的有机相类型

通过对数千个样品 Rock-Eval、干酪根元素、热解-气相色谱、显微组分及稳定碳同位素分析，在伊通地堇第三系中划分出八种干酪根成因类型（表 2），其中壳质 II 型（II_A和 II_B）是在氧化性较强的缓慢沉积区，植物的孢子、花粉等具有强抗氧化降解能力的特殊生化组分相对富集的特产物，而藻质 III 型

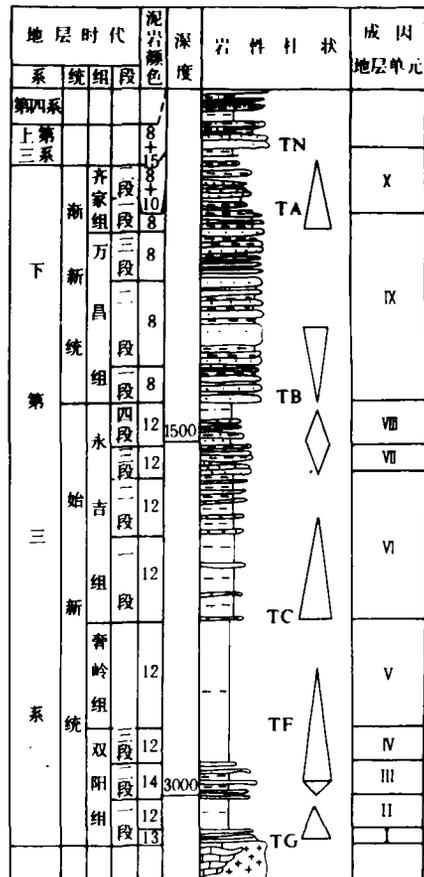


图 2 伊通地堇的盆地充填序列

Fig. 2 Basin-fill sequence of the Yitong Graben

（III_A）干酪根则是由在还原条件下可形成 II_A型甚至 I_A型干酪根的藻类等低等水生浮游植

① 解习农等，1990，内部科研报告。

物来源的有机质经过一定程度的氧化形成的。在伊通地堑中, I_{A-a}、II_{A-a}、II_{B-a}和III_w型干酪根较少见, 图3是4种主要成因类型干酪根的热解-气相色谱图。

表2 伊通地堑下第三系干酪根的成因类型及其主要特征

Table 2 Genetic types and characteristics of kerogen from the Eocene strata in the Yitong Graben

成因类型	H/C 原子比	O/C 原子比	氢指数	主要显微组分	δC (‰PDB)	热解产物特征
藻质 I 型 (I _{A-a})	>1.40	<0.10	>500	片、絮状无定形	<-28	正构烃为主
藻质 II A 型 (II _{A-a})	1.10—1.40	0.10—0.15	400—600	片、絮状无定形	-26~-29	正构烃为主
壳质 II A 型 (II _{A-e})	1.10—1.36	0.10—0.17	—	花粉、角质体	—	正构烃+芳烃、 醌类
混合 II B 型 (II _{B-m})	0.80—1.10	0.15—0.25	100—400	片、絮状及粒状 无定形+镜质体	-24~-27	正构烃为主+ 芳烃、醌类
壳质 II B 型 (II _{B-e})	0.96—1.04	0.18—0.24	152—321	花粉、角质体 +粒状无定形	-25~-27	正构烃+芳烃、 醌类
木质 III 型 (III _w)	0.50—0.80	>0.25	50—100	镜质体、粒状无定形	>-25	气、芳烃+醌类
藻质 III 型 (III _a)	0.77	0.28	—	片、絮状无定形	-28.32	正构烃+芳烃
木质 IV 型 (IV _w)	0.40—0.60	>0.25	<0.50	惰粒体 黑色细粒状无定形	>-23	芳烃

根据干酪根的成因类型、结合有机质丰度、沉积环境及根据有机质热演化的化学动力学原理恢复的源岩原始生烃潜能, 在伊通地堑下第三系中划分出了4种主要有机相类型。

有机相 B 干酪根以 II_{A-a}型为主, 有时发育少量 I_{A-a}和 II_{B-a}型干酪根, 偶见 III_w型干酪根。有机质丰度较高且较稳定, TOC 一般大于 1.0—1.5%, 源岩的原始生烃潜能大于 5000ppm。

有机相 C 干酪根以 II_{B-m}型为主, 可发育少量 II_{A-a}和 III_w型干酪根, 有机质丰度较 B 相低但亦较稳定, TOC 一般介于 0.8—1.5% 之间, 源岩的原始生烃潜能一般为 1000—5000ppm。

有机相 D 干酪根以 III_w型占优势, 局部发育少量 II_{A-e}、II_{B-e}和 IV_w型干酪根, 有机质丰

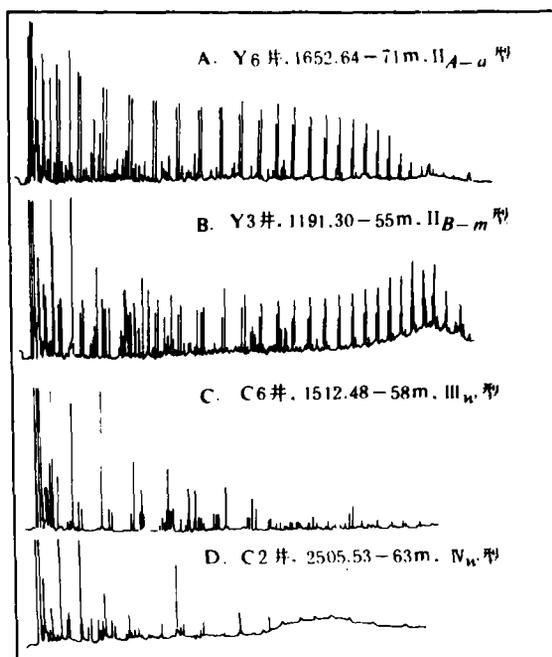


图3 伊通地堑下第三系不同成因类型干酪根的热解-气相色谱图

Fig. 3 Pyrolysis-gas chromatograms of different genetic types of kerogen in the Eocene strata in the Yitong Graben

度变化大, TOC 可从 0.5—10% 以上, 源岩的原始生烃潜能一般介于 500—1000ppm 之间。

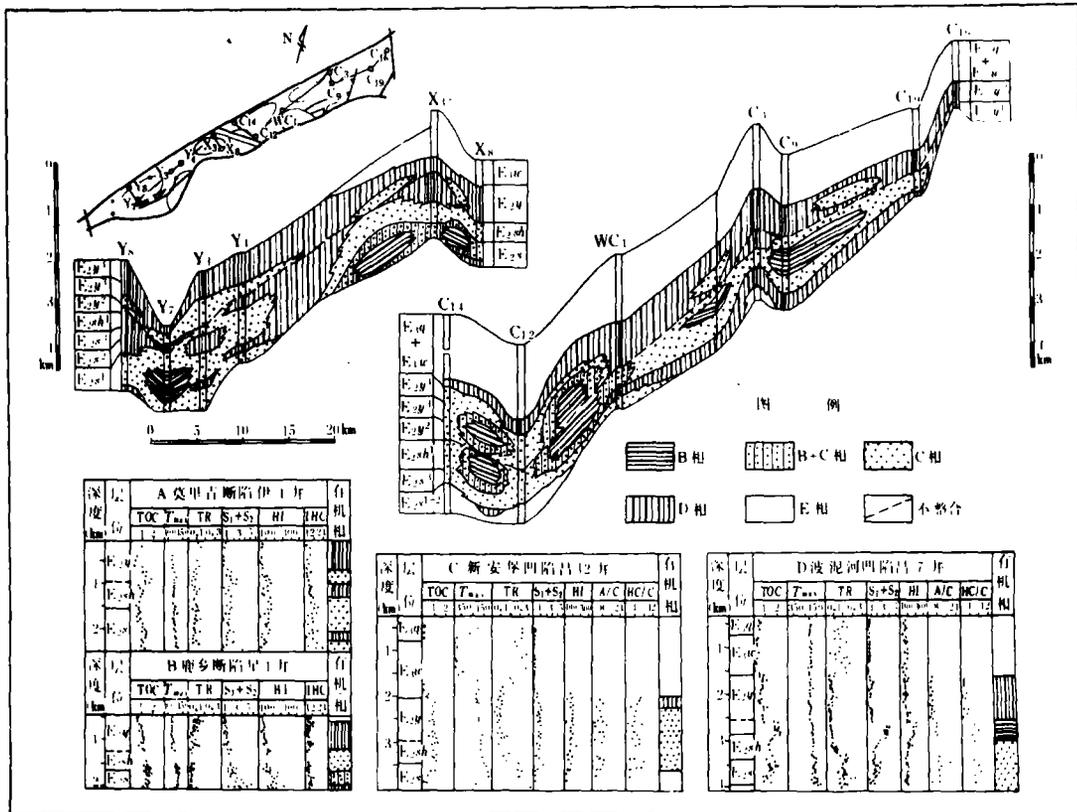
有机相 E 干酪根以 IV_w 型为主, 局部发育少量 III_w 和 II_{B-w} 型干酪根, 有机质丰度低, TOC 一般小于 0.5%, 但 “A”/TOC、HC/TOC 常较高, 在低成熟条件下生烃指数 [TR=S₁/(S₁+S₂)] 亦较大, 源岩的原始生烃潜能一般小于 500ppm。

此外, 在个别层位中, II_{A-w} 和 II_{B-w} 型干酪根频繁交替, 为描述方便, 划为过渡型有机相 BC。

五、伊通地堑不同构造单元下第三系的有机充填序列和有机相组合

大量有机相剖面分析表明, 伊通地堑不同构造单元的下第三系具有不同的有机充填序列, 图 4 下部示出了伊通地堑四个断(凹)陷的典型有机相剖面。

莫里青断陷——复合下降型(B—C—BC—C—D型) 从图 4 中可以看出, 在 Y₁ 井中, 双阳组→奢岭组→永吉组岩石总有机碳含量 (TOC) 和总生烃潜能 (S₁+S₂) 出现大→小→大的变化规律。为 C—D—C—D 型垂向层序; 在 Y₇ 井中, 双阳组, 特别是双一段上部, 以 II_{A-w} 型干酪根为主, 向上, 干酪根类型变差, 以 II_{B-w} 和 III_w 型占优势, 至永吉组, 特别是永二段, 干酪根类型又有所变好, 出现一些 II_{A-w} 型, 属于 B—C—BC—C—D 型垂向层序。总体上, 莫里青断陷的有机充填序列属于复合下降 (B—C—BC—C—D) 型。



鹿乡断陷——持续下降型(B—C—D—E型) 在该断陷中,双阳组→奢岭组→永吉组→万昌组→齐家组, TOC、HI、 S_1+S_2 逐渐减小(图4),出现了持续下降型(B—C—D—E型)有机充填序列

新安堡凹陷——相对稳定型 在该凹陷中双阳组→奢岭组→永吉组,有机质丰度、类型变化不明显(图4),直到渐新统万昌组和齐家组,有机质丰度明显变低,类型变差,出现有机相E,总体上属于相对稳定型有机充填序列。

波泥河-太平屯凹陷——升降型(C—B—D—E型) 在该凹陷中,双阳组→奢岭组→永吉组→万昌组→齐家组, TOC、HI、 S_1+S_2 由较小→大→小(图4),属于C—B—C—D—E型有机充填序列。

根据各断(凹)陷的有机充填序列和单井有机相垂向层序,结合沉积环境和地震相分析,可以得出伊通地堑各次级结构单元不同层位的有机相组合(图4上部,表3)。

表3 伊通地堑各构造单元的有机相及相对生烃潜能

Table 3 Organic facies associations and relative hydrocarbon potential of different subunits in the Yitong Graben

莫里青断陷			鹿乡断陷			新安堡凹陷			波泥河凹陷		
层位	有机相组合	RHP	层位	有机相组合	RHP	层位	有机相组合	RHP	层位	有机相组合	RHP
E_{3y}			E_{3y}	E—D—E	5	E_{3y}	E—D—E	5	E_{3y}	E—D—E	5
E_{3w}			E_{3w}			E_{3w}					
E_{2y}^4	(E)—D—(E)	5	E_{2y}^4	D—C—D	4	E_{2y}^4	D—C—D	4	E_{2y}^4	D—C—D	4
E_{2y}^3	D—C—D	4	E_{2y}^3			E_{2y}^3					
E_{2y}^2	D—C—BC—C—D	2(3)	E_{2y}^2	D—C—D	4	E_{2y}^2	D—C—B—C—D	2	E_{2y}^2	D—C—D	4
E_{2y}^1			E_{2y}^1			E_{2y}^1	1				
E_{2w}^2			E_{2w}^2	D—C—D	3	E_{2w}^2	D—C—B—C—D	1	E_{2w}^2	D—C—B—C—D	1
E_{2w}^1	D—C—D	3(2)	E_{2w}^1			E_{2w}^1					
E_{2s}^3			E_{2s}^3	D—C—BC—C—D	2	E_{2s}^3	D—C—B—C—D	1	E_{2s}^3	E—D—C—D—E	3
E_{2s}^2	D—C—B—C—D	1	E_{2s}^2	D—C—B—C—D	1	E_{2s}^2			E_{2s}^2		
E_{2s}^1			E_{2s}^1			E_{2s}^1	3	E_{2s}^1	E—D—C—D—E	3	E_{2s}^1

六、盆地的构造沉降和沉积充填演化

综上所述不难看出,伊通地堑双阳组、奢岭组和永吉组的有机质丰度并不低,大多数层位的 TOC 含量大于或接近 1.0%,但干酪根类型相对较差,以 II_{B.m}和 III_w 为主,有机相 C 和 D 是各层位的主要有机相类型。伊通地堑下第三系这种“丰度不低、类型较差”的总体有机地化特征是由其构造-地理背景和古气候条件所决定的。首先,伊通地堑是一个狭长的双断式陆相盆地,内部又被次级隆起和局部构造所分割,深水区分布较局限;其次,下第三系沉积时,伊通地堑两侧均有物源输入,严格限定了还原介质的分布区域,而洪水期强大水流的注入以及不时发育的浊流及水下泥石流引起的湖水搅动使本来就分布局限的还原条件难以长期保持,因此本区下第三系总体上沉积于弱氧化—弱还原和较还原介质,严格

的还原介质分布极为局限。本区大部分泥岩样品的 Fe^{2+}/Fe^{3+} 小于 5, 湖相泥岩含砂率较高, 均证明了这一点; 第三, 下第三系沉积时, 本区处于潮湿气候带, 高等植物大量发育。虽然陆源有机质的大量输入为盆地内水生浮游生物的发育提供了良好的营养条件, 但在这种相对较强的氧化条件下, 水生浮游植物来源的有机质在沉积—成岩过程中优先氧化降解, 难以大量保存。因此, 高等植物不仅在适当条件下形成了煤层, 而且成为下第三系有机质的主要来源, 导致下第三系在具有一定的有机质丰度的同时, 以有机相 C 和 D 为主。

图 5 是伊通地堇各次级构造单元的有机质丰度对比图, 结合图 4 不难看出, 伊通地堇下第三系有机质的发育特征和有机相分布具有明显的差异性。这种差异性不仅表现在同一构造单元的各个层位中, 由于沉积环境的变化, 从盆地边缘到中央, 高等植物有机质的输入量逐渐减小、介质的还原性逐渐增强, 有机质丰度逐渐增大, 水生浮游植物的贡献相对增大, 依次出现 (E 相→) D 相→C 相 (→B 相), 而且表现在不同构造单元相同层位有机相组合的明显差别以及各次级构造单元明显不同的有机充填序列。地层单元的有机相组合主要取决于由古气候、营养物质供应状况及介质的盐度、酸碱度所决定的生物发育程度和有机质的保存条件, 特别是沉积—成岩过程中介质的氧化—还原电位。微量元素分析表明, 伊通地堇各次级构造单元的下第三系均沉积于弱酸—弱碱性的淡水

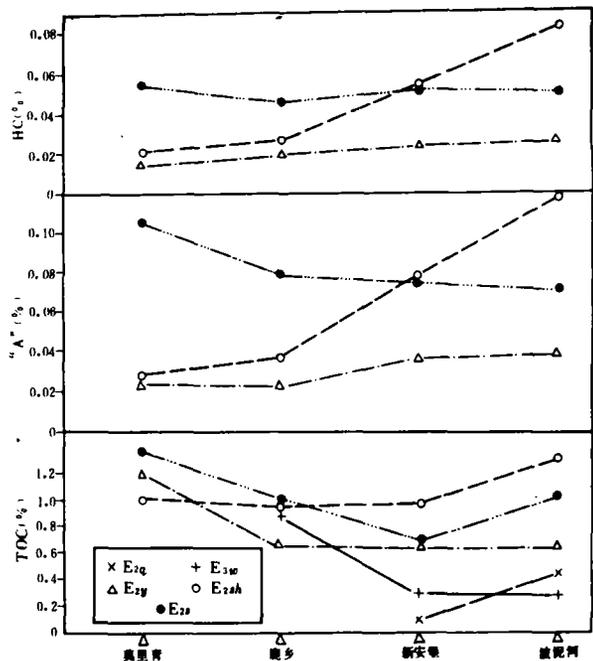


图 5 伊通地堇不同构造单元有机质丰度的比较
Fig. 5 Comparison of organic matter abundances in different subunits in the Yitong Graben

介质, 同时各次级构造单元的古气候及营养物质供应亦应是相同的。因此, 有机相的差异主要反映了有机质的保存条件, 即沉积和早期成岩阶段氧化—还原电位的变化。详细的沉积学分析表明, 伊通地堇下第三系沉积时不存在明显的障壁作用和滞水现象, 因此沉积—成岩阶段氧化—还原条件的变化主要是由水体深度和 (或) 沉积速率的变化引起的。由于在下第三系沉积过程中, 碎屑物源未发生明显的变化, 因此沉积速率的变化不是氧化—还原条件发生变化的主要原因, 有机相的垂直变化反映了水体深度的变化进而反映了构造沉降幅度随时间的变化。不同次级构造单元中明显不同的有机充填序列所反映出的介质氧化—还原条件的垂向变化及其在空间上的组合形式, 反映了盆地的构造演化特征。根据各次级构造单元的有机充填序列及各层位的有机相组合, 伊通地堇早第三纪的构造演化可分为如下几个阶段:

1. 西南部相对强烈沉降期- I ($E_2S^1-E_2S^2$)

该期盆地西南部首先开始沉降, 且沉降幅度明显大于东北部。莫里青断陷和鹿乡断陷的水体较深, 介质的还原性较强, 有机质的保存条件较好, 发育了 D—C—B—C—D 型有机

相组合;而盆地东北部的波泥河-太平屯凹陷开始接受沉积的时间较晚且沉降幅度较小,水体较浅,介质的氧化性相对较强,有机质的保存条件较差,因此未发育有机相B,出现了E—D—C—D—E型有机相组合。

2. 均衡沉陷期-I ($E_2S^3-E_2St^1$)

双阳组二段沉积之后,莫里青断陷的沉降幅度减小,水体变浅,介质的还原性变弱,有机质的保存条件变差,因此未发育B相,有机相组合由双一段和双二段的D—C—B—C—D型变为双三段和奢一段的D—C—D型,出现下降型有机相层序。该期鹿乡断陷的沉降幅度亦开始减小,但较莫里青断陷缓慢,在双三段下部仍发育了过渡型有机相BC,属于D—C—BC—C—D型有机相组合,向上亦变为D—C—D型。而波泥河-太平屯凹陷的沉降幅度保持稳定甚至较双一和双二段沉积期有所增大,发育了D—C—D型有机相组合。与双一和双二段沉积期相比,盆地西南部(包括莫里青断陷和鹿乡断陷)的沉降幅度逐渐减小而东北部的沉降幅度保持稳定甚至有所增大。除新安堡凹陷外,整个盆地的沉降幅度趋于均衡,因此各断(凹)陷中发育了相同的有机相组合(D—C—D型)。

3. 东北部相对强烈沉陷期-I ($E_2St^2-E_2Y^1$)

与双三段和奢一段沉积期相比,莫里青断陷和鹿乡断陷的沉降幅度进一步减少并开始抬升,而波泥河-太平屯凹陷的沉降幅度明显增大,水体变深,介质的还原性明显增强,因此发育了较多的B相,有机相组合由D—C—D型变为D—C—B—C—D型,发育上升型有机相层序。整个盆地呈现出与双一和双二段沉积期相反的构造活动特征。

4. 西南部相对强烈沉陷期-II (E_2Y^2)

在经过一段时间的剥蚀之后,永二段开始沉积时,伊通地堑并没有继承 $E_2St^2-E_2Y^1$ 期的构造活动特点,而出现了与 $E_2St^1-E_2S^2$ 期相似的构造沉降规律,即盆地西南部的沉降幅度较大而东北部的沉降幅度较小。莫里青断陷的水体较深,有机质的保存条件较好,因此局部发育了有机相B,出现D—C—BC—C—D型有机相组,发育了截然上升型有机相层序。而波泥河-太平屯凹陷的水体较浅,有机质的保存条件相对较差,因而未发育B相而出现了D—C—D型有机相组合,且有机相C分布局限,发育了截然下降型有机相层序(图4)。需要指出的是,该期盆地的总体沉降幅度明显小于 $E_2St^1-E_2S^2$ 期,鹿乡断陷甚至小于 $E_2S^3-E_2Y^1$ 期,因此在整个盆地内,永二段中有机相B的发育程度远小于双一和双二段。虽然鹿乡断陷在永二段仍发育了D—C—D型有机相组合,但有机相C的分布很局限,有机质丰度有所降低,干酪根类型亦有所变差。

5. 均衡沉陷期-II ($E_2Y^3-E_2Y^4$)

与永二段沉积期相比,伊通地堑各断(凹)陷的沉降幅度均有所减小,但莫里青断陷更为明显。各断(凹)陷的沉降幅度再趋向均衡,介质的氧化-还原条件相近,有机质的保存条件基本相同,因此均发育了D—C—D型有机组合。

6. 东北部相对强烈沉陷期-II ($E_{3u6}-E_{3y}$)

在伊通地堑各断(凹)陷中,渐新统万昌组和齐家组的有机相组合均为E—D—E型,但鹿乡断陷出现E—D—E型有机相组合的时间早于波泥河-太平屯凹陷。可见进入渐新世后盆地东北部的波泥河-太平屯凹陷的沉降幅度大于莫里青断陷和鹿乡断陷,使整个盆地表现出东北部沉降幅度大于西南部的构造运动特征。波泥河-太平屯凹陷中发育有厚度较大的渐新统而莫里青断陷缺失万昌组和齐家组,亦证明了该期构造沉降幅度的不均衡性。

以上讨论未包括新安堡凹陷, 该凹陷的有机充填序列和有机相组合与其它断(凹)陷均不同, 亦不符合上述演化规律, 这是由其特殊的构造位置所决定的。一方面, 2号断层的持续活动使新安堡凹陷长期保持一定的沉降幅度和水体深度; 另一方面, 万昌隆起带将新安堡凹陷与较为开阔的波泥河-太平屯凹陷分割开来, 可能在一定程度上具有阻碍水体流通的作用, 从而在一定程度上增强了介质的还原性。因此, 新安堡凹陷 $E_2s^3-E_2y^3$ 保持了相对稳定的 D—C—B—C—D 型有机相组合。

从上述可见, 尽管沉积环境分析表明伊通地堑各断(凹)陷下第三系具有相近的无机充填序列, 但各断(凹)陷的有机充填序列和有机相组合明显不同, 清楚地反映了不同地史时期盆地构造沉降幅度的变化。伊通地堑下第三系实际上是盆地由西南部相对强烈沉降→均衡沉降→东北部相对强烈沉降两大构造旋回的产物, 并在两个构造旋回之间发生了明显的抬升和剥蚀。伊通地堑不同断(凹)陷中始新统有机相组合的明显差异正是上述盆地构造演化及由此决定的沉积环境, 特别是水体深度的变化, 共同作用的结果。

特别引人注意的是, 伊通地堑(包括新安堡凹陷)渐新统和始新统的有机相类型和组合存在本质上的差别。尽管不同地质时期不同构造单元的沉降幅度存在明显差异, 但在始新统双阳组、奢岭组和永吉组的不同层段中均发育有具有一定的低等水生浮游植物输入、反映相对较强的还原环境, 具有较大生油能力的有机相 B 和 C; 而渐新统中, 不仅各断(凹)陷中均未发育有机相 B 和有机相 C, 而且以反映高度氧化环境的有机相 E 占绝对优势。表明从始新世到渐新世, 盆地的构造演化和沉积充填特征发生了根本变化。渐新统与始新统的分界面(图 2 中的 T₀ 面)正是盆地由张扭体制到压扭体制的构造应力转换面。

七、结束语

通过有机充填序列和有机相组合探讨盆地的构造演化和沉积环境还仅仅是我们的初步尝试。这一尝试表明, 虽然有机相分析不能直接回答诸如盆地形成的大地构造背景、动力学机制及盆地充填物质的沉积体系构成等问题, 但有机相分析不仅可以为沉积环境分析提供证据, 成为沉积学研究的有效辅助手段, 并通过有机相层序分析准确地确定泥岩发育区不整合面的位置和沉积层序的界线, 而且可以弥补沉积环境分析以骨架砂岩体为主要研究对象而对细粒沉积岩类研究不足的缺陷, 有效地反映盆地演化过程中沉降幅度的变化和沉降中心的迁移规律, 在盆地分析中发挥重要作用。

致谢夏文臣副教授在百忙中详细审阅了本文初稿并提出宝贵的修改意见。

主要参考文献

- 李思田等, 1987, 中国东北部晚中生代裂陷作用与东北亚断陷盆地系, 中国科学, 第 2 期
 李思田主编, 1988, 断陷盆地分析与煤聚积规律, 地质出版社。
 夏文臣、金友渔, 1989, 沉积盆地的成因地层分析, 中国地质大学出版社。
 王启军、陈建谕, 1988, 油气地球化学, 中国地质大学出版社。
 郝芳、陈建谕, 1991, 油气地球化学基础理论和勘探应用研究的新进展, 地质科技情报 17 (4)。
 Jones, R. W., 1987. Organic facies. In: Brooks (ed.), Advances in Petroleum Geochemistry.
 Larter, R., 1985. Integrated kerogen typing in the recognition and quantitative assessment of petroleum source rock. In Brooks (ed.), Petroleum Geochemistry in Exploration of the Norwegian Shelf.

ORGANIC FACIES ASSOCIATIONS IN RELATION TO SEDIMENTARY ENVIRONMENTS AND TECTONIC EVOLUTION IN THE YITONG GRABEN, NORTHEASTERN CHINA

Hao Fang Chen Jianyu
(China University of Geosciences, Wuhan)

Liu Yaozong
(Jilin Institute of Petroleum Exploration and Development)

Abstract

Organic facies is defined in this paper as a mappable stratigraphic unit containing a specific genetic organic matter type in certain abundances. The three-dimensional morphology, paragenetic relationship and association pattern of genetically related organic facies types in a given chronostratic or lithostratic unit are referred to as the organic facies association (OFA). Four organic facies types namely Organic Facies B, C, D and E have been recognized in the Yitong Graben with the aid of combined sedimentological and organic geochemical studies. Although sedimentary environmental analysis indicates that the depositional fill features of different subunits in this graben are similar, the organic basin-fill sequences and organic facies associations of different subunits are quite different in various depressions. Organic facies and its association studies have remedied the defect of sedimentary environmental analysis which takes framework sandstones as its major object, and thus revealed the tectonic subsidence and depositional fill history of the basin more effectively.