

辽河盆地过渡带有机地球化学(I)

—不同赋存状态的有机质与过渡带气的形成

张柏生 刘文汇 徐永昌 王兆云

(中国科学院兰州地质研究所 730000)

吴铁生

(辽河油田勘探开发研究院 124010)

提 要 辽河盆地东部凹陷中部沙一段和沙二段烃源岩主要处于成岩演化阶段,本文通过对其可溶有机质和干酪根的研究探讨了它们与过渡带气之间的关系,发现可溶有机质与同一样品的干酪根之间往往表现出不同的生源组成,前者以 I₁-III 型有机质为特征,而后者主要属 I-I₁ 型母质。在埋深 1850~3060m 的范围内,沥青 A、非烃和沥青质的红外特征吸收及其有关参数呈一致的变化规律。由此划分出三个明显不同的演化阶段,并指出 2200~2770m 左右为沥青 A、非烃和沥青质急剧降解的阶段,2500m 左右达到高峰,其结果与过渡带气的形成密切相关。干酪根在该阶段虽然也表现出脱氧、脱脂基团特征,但以生成解聚沥青为主,与过渡带气不存在直接的联系。因此认为可溶有机质,尤其是其中的非烃和沥青质是东部凹陷过渡带气最主要的母源物质。

关键词 过渡带气 可溶有机质 非烃 沥青质 干酪根

第一作者简介 张柏生 男 36岁 副研究员 有机地球化学

生物—热催化过渡带气(简称过渡带气)的提出是我国近年来对天然气成因理论的一个重要认识(王万春等,1988;徐永昌等,1990,1993;沈平等,1991),它突破了以干酪根学说为基础的天然气成因理论的局限性,促使我们从沉积有机质的整个地质演化历程中去考察天然气的形成。目前,关于过渡带气成因机制的一个主要观点是:各种类型的有机母质在相当于过渡带的层段均可形成过渡带气,但腐殖质有机母质可能更有利于在埋深不大、地温不高、有机质成熟度相对低的过渡带形成过渡带气。然而,必须指出的是,在过渡带气形成的整个成岩演化阶段,原始可溶有机质与干酪根实际上是两个在组成和结构上存在很大区别的有机集合体,各自的成烃途径和产物也可能不同,究竟哪种赋存状态及类型的有机质是过渡带气更为直接的母源物质?为此,我们重点选取了辽河盆地东部凹陷黄 80 井和黄 30 井及于 8-2 井下第三系沙一、沙二段烃源岩作为研究的对象,以不同赋存状态有机质的生源类型分析为基础,通过红外光谱特征吸收的相对百分含量及比值的变化规律来研究各状态有机质在 1850~3060m 范围内的演化特征,认为沙一段和沙二段过渡带气的主要母源物质为 I₁-III 型原始可溶有机质,尤其是其中的非烃和沥青质。成气高峰在 2500m 左右,上下限深度约 2200~2770m。

1 样品与实验

样品采自辽河盆地东部凹陷下第三系沙河街组一段(Es_1)和二段(Es_2),皆为泥岩烃源岩样品,埋藏深度为 1850~3060m(表 1)。

表 1 东部凹陷烃源岩样品一览表

Table 1 Geological characteristics of source rock samples from East Depression of Liaohe

样号	井号	岩性	层位	井深 (m)
LD-3	于 8-2	泥岩	Es_1	1850
LD-5	黄 80	黑色泥岩	Es_1	2160
LD-6	黄 80	黑色泥岩	Es_1	2260
LD-7	黄 80	泥岩	Es_1	2300
LD-8	黄 80	泥岩	Es_1	2459
LD-9	黄 80	泥岩	Es_1	2635
LD-13	黄 30	泥岩	Es_1	2770
LD-11	黄 30	泥岩	Es_2	3060

将样品粉碎至 120 目后,用氯仿溶剂索氏抽提 48 小时,得到的氯仿沥青 A(以下简称沥青 A)经正己烷沉淀收集沥青质,再经柱色谱分离分别得到饱和烃、芳烃和非烃族组分。

沥青 A、非烃、沥青质及干酪根分别用 KBr 涂片法和压片法进行红外吸收光谱分析,仪器为日本产 IR440 型。饱和烃组分用 HP5890AGC-HP5988MS 系统作了生物标志物分析。

2 结果与讨论

辽河盆地东部凹陷成熟门限深度为 2700m 左右(徐永昌等,1993),由此可见,本文所研究的样品主要处于未成熟演化阶段,个别处于低成熟演化的初期(参见表 1)。

2.1 烃源岩有机质类型

2.1.1 干酪根类型

从 6 个干酪根样品的碳同位素($\delta^{13}C$)组成来看,东部凹陷 Es_1 - Es_2 干酪根主要为 I - I_A 型,另有一个 II 型(表 2),该分析结果与已有研究结论是一致的(徐永昌等,1993)。说明东部凹陷 Es_1 及 Es_2 烃源岩

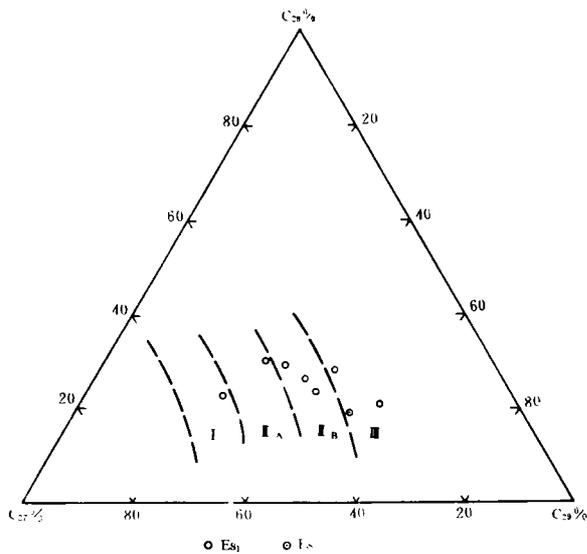


图 1 甾烷($\alpha\alpha\alpha$ -R)相对百分含量三角图

Fig. 1 Internal composition of $\alpha\alpha\alpha$ -R steranes

2),该分析结果与已有研究结论是一致的(徐永昌等,1993)。说明东部凹陷 Es_1 及 Es_2 烃源岩

中的有机质主要来源于低等湖生生物。

2.1.2 可溶有机质类型

表2所示,沥青A中正构烷烃分布以高碳数为主,主峰碳通常为 C_{29} , $\Sigma nC_{22}^-/\Sigma nC_{22}^+$ 比值一般较小。从甾萜烷的组成来看, C_{29} 甾萜烷的相对含量普遍较高,除个别样品(LD-8和LD-9)外,其余样品分布于Ⅰ_b-Ⅲ型区域(图1)。

另外,各样均含陆生高等植物所特有的一些萜类,如海松烷、松香烷、螺旋三萜烷、 γ -羽扇烷及奥利烷等。上述结果表明东部凹陷 Es_1 、 Es_2 烃源岩可溶有机质主要来源于陆生高等植物,属Ⅰ_b-Ⅲ型,比相应干酪根类型偏差。

一般而言,占分散有机质90%以上的干酪根代表了烃源岩有机组成的主体性质。因此处于适度演化阶段的干酪根类型也就反映了母岩有机质的基本生源构成。然而在未成熟阶段,抽提物中正烷烃及甾萜类组成与分布只反映原始可溶有机质的特征,并不包括那些已经结合到干酪根中的脂类成分。对于具有复杂生源系统的陆相沉积盆地而言,年青沉积物或未成熟烃源岩中,原始可溶有机质与干酪根之间往往表现出不同的生源特征似乎是一普遍存在的客观现象。例如,青海湖近代沉积物的残留烃中往往富集高碳数正构烷烃,而同一样品的干酪根在300℃以前释放出的热解产物中则富集低碳数正烷烃(张柏生,1987)^①。又如未成熟干酪根,沥青质和非烃300℃热解产物的比较发现,沥青质和非烃分子聚合度虽低于干酪根,但仍表现为缺乏低分子量的组成(黄第藩等,1987)。

表2 烃源岩有机质类型划分

Table 2 Types of organic matter in source rocks

样号	沥青 A						干酪根		
	nHC ⁽¹⁾ 主峰碳	nHC 碳数范围	$\frac{\Sigma nC_{22}^-}{\Sigma nC_{22}^+}$	aaa.(20R) 甾萜 C ₂₇ C ₂₈ C ₂₉ %			类型	$\delta^{13}C$ (%) (PDB)	类型 ⁽²⁾
LD-3	C ₂₉	C ₁₄ -C ₃₇	0.52	35	24	41	I _b	-27.00	I _a
LD-5	C ₂₉	C ₁₄ -C ₃₇	0.40	30	28	42	II		
LD-6	C ₂₈	C ₁₂ -C ₃₅	0.63	36	27	37	I _b	-27.03	I _a
LD-7	C ₂₉	C ₁₄ -C ₃₇	0.50	38	29	33	I _b	-27.26	I _a
LD-8	C ₂₉	C ₁₄ -C ₃₇	0.56	41	30	29	I _a	-24.46	II
LD-9	C ₂₀	C ₁₄ -C ₃₅	1.40	52	23	25	I		
LD-13	C ₂₉	C ₁₄ -C ₃₅	0.47	25	21	54	II	-27.60	I
LD-14	C ₂₉	C ₁₄ -C ₃₅	0.25	32	19	49	II	-28.85	I

(1)正构烷烃(normal hydrocarbon)

(2)据徐水昌等(1990)提出的分类标准

笔者认为产生上述差别的一是种极为可能的机理是“化学分选作用”。木质素、纤维素、蛋白质和类脂化合物等沉积有机质在向可溶与不溶有机质重新分配的过程中,首先经微生物的分解,进而将遵循化学分选原理进行选择富集。与陆生高等植物有关的化合物相对呈化学惰性,优先富集于可溶有机质中,而与低等水生生物有关的类脂化合物化学活性较强,

① 张柏生,1987,青海湖近代沉积物中生物标记化合物的地球化学特征(硕士毕业论文)

优先缔合(交联)于干酪根等不溶有机聚合物中,致使成岩作用阶段游离态与结合态有机质之间呈现出较大差异。这种差异在相当程度上影响着各自的演化特征。

2.2 不同赋存状态有机质红外特征随埋深的变化规律

选取 1460cm^{-1} 、 1710cm^{-1} 和 1600cm^{-1} 等红外特征吸收来探索沥青 A、非烃、沥青质和干酪根在成岩作用阶段的演化特征不仅能直观地提供物质组成及其结构变化的信息,而且有助于揭示它们与过渡带气之间的关系。辽河盆地东部凹陷 Es_1 、 Es_2 烃源岩中沥青 A 和干酪根分别主要为 I、-II 型及 I-I 型,因此认为,两者红外特征吸收强度的变化主要受控于演化程度。

2.2.1 沥青 A、非烃和沥青质

通过 $1600\text{cm}^{-1}/\Sigma\text{cm}^{-1}(\%)$ 相对百分含量及 $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 、 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值的变化可将沥青 A、非烃和沥青质在 1850~3060m 范围内的演化特征分为三个阶段(图 2,3)。

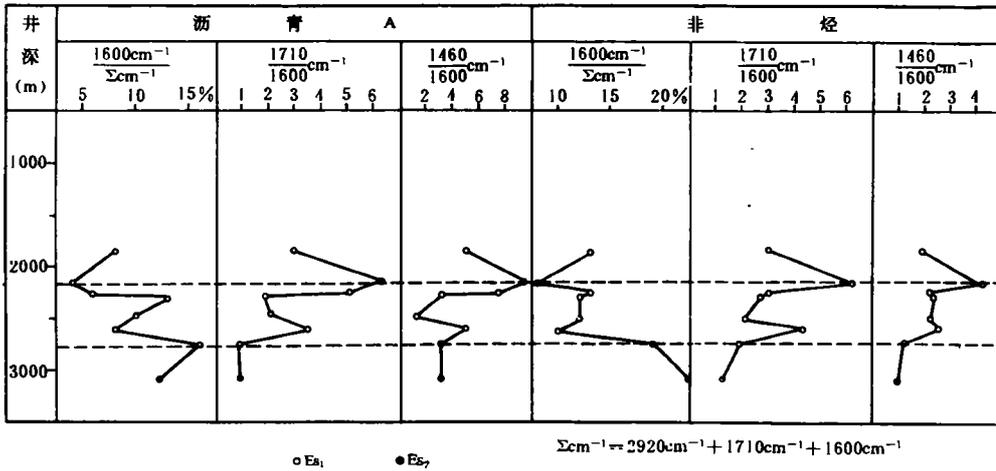


图 2 辽河盆地烃源岩沥青 A 及非烃红外光谱特征参数在剖面上的变化

Fig. 2 Vertical variation of specific IR parameters of bitumen A and non-hydrocarbons in source rocks from the Liaohé basin

第一阶段(约 2200m 以前)为原始可溶有机质形成阶段: $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 与 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值随埋藏深度增加而增大,并达到高峰,而 $1600\text{cm}^{-1}/\Sigma\text{cm}^{-1}$ 相对含量则减少并达到最低值。表明沥青 A、非烃和沥青质在此深度范围内不仅没有发生明显的脱氧基、脱脂族基团作用,而且经微生物分解的沉积有机质仍不断富集于可溶有机质中,从而使 1710cm^{-1} 、 1460cm^{-1} 吸收强度加大, 1600cm^{-1} 吸收峰相对减弱。

第二阶段(2200~2770)为原始可溶有机质降解阶段:该段内各比值的变化虽然比较复杂,但总体而言, $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 及 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值随埋深呈递减趋势,而 $1600\text{cm}^{-1}/\Sigma\text{cm}^{-1}$ 值则呈递增趋势,标志着沥青 A 及其中的非烃、沥青质在该阶段内主要以脱氧、脱脂基团为特征,同时有机集合体的缩合度不断增大,芳香结构的相对含量及稠合度也随之加大。这一特征在 2200~2500m 的范围内反映得尤其突出, $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 及 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值急剧降低,并在 2500m 左右衰减至本段内的最低值。表明沥青 A、

沥青质和非烃从 2200m 时便开始大量脱氧、脱脂基团并在 2500m 左右达到高峰。以后从 2500m 至 2700m 左右,各组分的 1710cm^{-1} 、 1460cm^{-1} 吸收强度不寻常地增大,有关各参数值也随之升高; 1600cm^{-1} 吸收峰及其相对含量则呈相反的变化特征,可能暗示年青干酪根大量降解成烃之前首先经历了在微生物作用参与下,以热作用为主的解聚过程,形成的解聚沥青与原始可溶有机质合并导致以上异常现象的发生。这一过程持续不久,很快在 2700m 以后继续发生沥青 A、非烃及沥青质的脱氧、脱脂基团作用, $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 、 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值重又迅速降低, $1600\text{cm}^{-1}/\Sigma\text{cm}^{-1}$ 相对含量急剧增大,并持续到 2770m 左右。

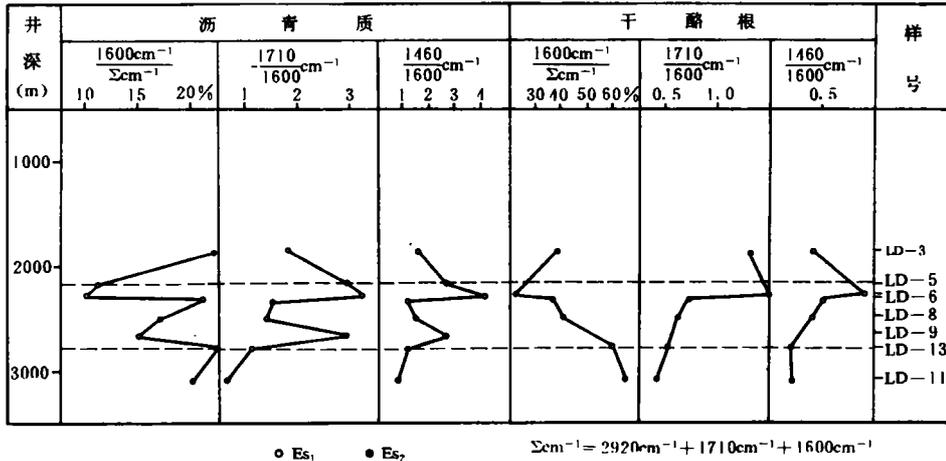


图3 辽河盆地烃源岩沥青质及干酪根红外光谱特征参数在剖面上的变化

Fig. 3 Vertical variation of specific IR parameters of asphaltene and kerogen in source rocks from the Liaohé basin

第三阶段(>2770m)为原始可溶有机质降解减弱至终止阶段:这时沥青 A 及其各组分已进入低成熟演化阶段, $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 、 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值减弱的趋势变缓(如非烃和沥青质)或保持不变(如沥青 A)。标志着原始可溶有机质及其非烃和沥青质的脱氧、脱脂基团作用明显减弱或趋于停止,原始可溶有机质的生烃潜能基本耗尽,有机质的成烃演化以干酪根的降解取而代之。

2.2.2 干酪根

所研究的同一样品系列的干酪根在 1850~3060m 范围内的变化比起沥青 A、非烃及沥青质要简单些。在 2200m 左右, $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 、 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值达到最高值,而 $1600\text{cm}^{-1}/\Sigma\text{cm}^{-1}$ 相对含量则降到最低值,表明年青干酪根至此已完成了其缩合、富集等形成过程,并预示着一新的演化过程的到来。约 2200m 以后,随着埋藏深度增加, $1710\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 、 $1460\text{cm}^{-1}/1600\text{cm}^{-1}$ 比值不断降低,而 $1600\text{cm}^{-1}/\Sigma\text{cm}^{-1}$ 相对含量则不断增大,说明干酪根从 2200m 左右便开始了脱氧、脱脂基团历程。

进一步观察便可发现,沥青 A 包括其中的非烃和沥青质与干酪根之间尽管在上述各阶段中有关红外特征吸收及其参数总体上表现出相似的变化特征,但仍存在一些明显差别。一是沥青 A 和非烃开始发生明显脱氧、脱脂基的深度为 <2200m,而沥青质与干酪根的脱氧、脱脂基作用则稍为滞后,于 2260m 左右才开始,显然,这与它们的组成及分子缔合的缩合程

度有关。二是在 2200~2770m 范围内,沥青 A、非烃和沥青质特征吸收峰的强度及其比值变化幅度远大于干酪根,从而说明成岩作用阶段是原始可溶有机质及其非烃和沥青质变化最为复杂和深刻的阶段,势必会对该阶段内形成的过渡带气或未熟—低热油产生影响,值得进一步讨论。

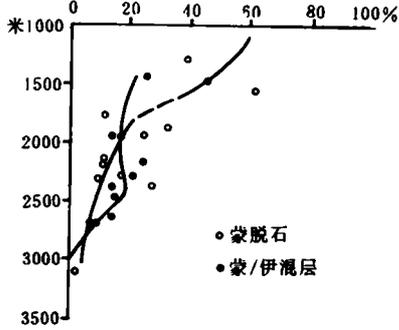


图 4 东部凹陷蒙脱石和伊/蒙混层矿物在剖面中的演化①

Fig. 4 Vertical evolution of smectite and I/S interlayer in East Depression

由前文讨论可知,东部凹陷 Es_1 、 Es_2 源岩中的干酪根以 I—II 型为主,显然难以与上述结论相吻合。因此其源岩中 I—II 型可溶有机质与过渡带气是否存在成因上的联系就引起了我们的高度重视。

2.3.2 粘土矿物的催化作用

粘土矿物的催化作用在具有低温低压特征的成岩演化过程中,对有机质的演化起着极其重要的作用。不同的粘土矿物对有机质的催化活性不同,蒙脱石作为一种兼具路易斯酸(Lewis acids)和布朗酸(Bronsted acids)的矿物,是有机质从大分子转变为低分子烃类反应中最主要的催化剂,伊利石的催化性能也很强,高岭土的最弱。

根据辽河盆地东部凹陷下第三系粘土矿物学的分析,1400~2700m 的深度范围为蒙脱石及蒙/伊矿物混层存在的演化阶段。尤其是在 2000~2500m 深度内为蒙脱石向伊利石大量转化的层段,蒙/伊混层矿物含量在该深度内急剧增高,于 2500m 左右达到最高值(图 4)。粘土矿物强烈转化的这一层段既是该凹陷内过渡带气形成的主要层段,又恰好是原始可溶有机质脱基团的高峰期(如前文所述)。至此以后,随蒙脱石及蒙/伊混层矿物的急剧减少,催化作用显著减弱,于 2770m 左右,原始可溶有机质脱氧、脱脂基团作用趋于停顿。以上事实证明,粘土矿物的催化作用及其矿物转化的特征与原始可溶有机质的降解及其过渡带气形成之间,必定存在密切的关系。由此我们有理由认为东部凹陷存在着原始可溶有机质向过渡带气转化的必要地质—地球化学条件。

2.3.3 不同赋存状态有机质与过渡带气成因机制的关系

已有学者根据国内外的许多研究,对过渡带气的成因机制进行了深入探讨(沈平等,1991^②;徐永昌等,1993),认为在相当于过渡带的层段内,各种生物化学成分,如大量的碳水

2.3 过渡带气的主要母质及其生源类型

各种类型的有机母质(尤其是腐殖质有机母质)在相当于过渡带的层段内均可形成过渡带气(徐永昌,1993)为人们探索过渡带气的成因机制提供了极重要的认识,但它还不足以阐明不同赋存状态的有机质与过渡带气之间的关系。通过前面的讨论并结合辽河盆地东部凹陷下第三系过渡带气形成的地质、地球化学特征,我们初步认为 I—II 型原始可溶有机质是过渡带气最直接、最主要的母源物质,论证如下。

2.3.1 天然气 $\delta^{13}C_1$ 特征

天然气甲烷碳同位素的分析结果表明,东部凹陷下第三系过渡带气皆来源于 I—II 型有机母质(徐永昌等,1993)。

① 沈平等,1991,生物—热催化过渡带天然气成因、分布规律和资源前景(“七·五”重中之重成果报告)。

② 沈平等,1991,生物—热催化过渡带天然气成因、分布规律和资源前景(“七·五”重中之重成果报告)。

化合物(醚,纤维,淀粉等)、蛋白质(氨基酸高分子聚合物)、类脂化合物(脂肪酸与甘油结合形成的酯)极少量的树蜡、树脂及动植物色素,在粘土矿物微催化作用的参与下,通过有机质的缩聚、脱羧基、脱氨基、脱甲酰基、 β -碳脱烃、加氢等机理而形成过渡带气。特别是腐殖型有机质的缩聚作用对成岩阶段甲烷的形成具有特殊意义。

然而上述各种化学反应机理均是物质在分子、亚分子水平上进行的,干酪根由于分子聚合度大,聚合物内的桥键及其它键位的键合力很强,使其结合态有机质分解的平均活化能较高,加之其立体空间阻碍效应使以上各种作用难以使干酪根中缔合的分子直接降解成烃,而只能于该阶段内在微生物和热力综合作用下,使干酪根表现出以解聚为主要特征的演化,同时伴随有一些重杂原子化合物的形成。原始可溶有机质中存在的各种游离烃类,杂原子化合物以及由沥青质和非烃再度解解释放出来的各种有机化合物无疑是上述各种化学反应作用的最好媒体,对过渡带气的形成具有比干酪根更为直接的影响。

2.3.4 未成熟—低成熟油的启示

黄弟藩等(1987,1989)对我国第三系陆相生油岩中可溶有机质的成烃演化进行了开拓性的研究,发现在 $R_o=0.3\sim 0.6\%$ 的未成熟至低成熟阶段有大量液态烃的形成,从而提出了未成熟油、低成熟油的概念及成烃模式。认为可溶有机质,特别是其中的非烃和沥青质在相同热演化条件下,因组成和结构的特点而比干酪根演化快、时间早。因此是未成熟油和低成熟油更为直接的母源物质。上述观点给我们认识过渡带气的形成以重要启示:既然未成熟油、低成熟油与过渡带气均属同一演化阶段的产物,那么,可溶有机质不仅能形成未成熟油、低成熟油,同样也可形成过渡带气。笔者认为,未成熟油、低成熟油与过渡带气具有相似的成因机理,所不同的是两者的可溶有机质在生源类型上不同,Ⅰ₀-Ⅰ型可溶有机质利于形成未成熟油和低成熟油,而Ⅰ₀-Ⅲ型原始可溶有机质则是过渡带气的理想母源物质。

综上所述,在甲烷碳同位素($\delta^{13}C_1$)组成上反映出Ⅰ₀-Ⅲ型母源物质典型特征的东部凹陷过渡带气与其源岩中Ⅰ₀-Ⅲ型原始可溶有机质具有成因上的密切联系。

4 结论

1) 辽河盆地东部凹陷下第三系沙一、沙二段烃源岩中原始可溶有机质主要为Ⅰ₀-Ⅲ型,而相应干酪根则为Ⅰ-Ⅰ₀型,反映出不同的生源组成。在成岩演化阶段,原始可溶有机质与干酪根在组成上的差异由“化学分选作用”引起的沉积有机质的选择性富集所致,是陆相沉积盆地中的客观现象。

2) Ⅰ₀-Ⅲ型原始可溶有机质因其组成和结构上的特征,于成岩演化过程中,在粘土矿物的催化作用下,可通过脱羧基、脱氨基、脱甲酰基、 β -碳脱烃、聚脱和加氢等途径形成过渡带气,因而比干酪根是过渡带气更为直接的母源物质。

3) 东部凹陷 Es_1 、 Es_2 烃源岩过渡带气主要形成于2200~2770m的范围内,2500m左右为成气主带(高峰)。干酪根在此深度范围内表现为解聚作用,其形成的解聚沥青虽可能对过渡带气的形成产生一定影响,但两者之间不存在直接的关系。

参 考 文 献

- [1] 王万春等,1988,辽河盆地天然气地球化学特征,中国科学院兰州地质研究所生物、气体地球化学开放研究实验室研究年报(1987),兰州:甘肃科学技术出版社,30~47。
- [2] 徐永昌等,1990,一种新的天然气成因类型—生物—热催化过渡带气,中国科学B辑,(9):975~980。
- [3] 徐永昌等,1993,辽河盆地天然气的形成与演化,北京:科学出版社。
- [4] 沈平等,1991,气源岩和天然气地球化学特征及成气机理研究,兰州,甘肃科学技术出版社。
- [5] 黄第藩,李晋超主编,1982,中国陆相油气生成,北京:石油工业出版社。
- [6] 黄第藩,廖前进,徐永昌等,1987,未成熟石油成因之初步研究,中国科学院兰州地质研究所生物气体地球化学开放实验室研究年报(1987),兰州:甘肃科学技术出版社,1~19。

**Organic Geochemistry of Bio-Thermocatalytic Transition Zone Gases
in the Liaohe Basin (I)--Correlation Between Bio-Thermocatalytic
Transition Zone Gases and Organic Matter in Different Existing Conditions**

Zhang Baisheng, Liu Wenhui, Xu Yongchang, Wang Zhaoyun

(Lanzhou Institute of Geology, Academia Sinica)

Wu Tiesheng

(Institute of Science and Technology of Liaohe Petroleum Exploration Bureau)

Abstract

Eogene System in East Depression of the Liaohe basin is at the diagenesis stage. The correlation between the Extractable Organic Matter (EOM), kerogen and the Bio—thermocatalytic Transition Zone Gases (BTZG) in the source rocks has been discussed in this paper. It is discovered that there exist different organic source materials in the EOM and kerogen of the same sample. A higher carbon—number preference of the saturated hydrocarbons, and a significant distribution of land plant—derived biomarkers, i. e. , C₂₉ sterane, pimarane, abietane, r—lupane and oleanane in the EOM show that the EOM is characterized by organic matter of type I_b—II. However, the carbon isotopic composition of the kerogen indicate that it mainly consists of organic matter of type I—I_a. The difference in organic compositions between the EOM and kerogen at the diagenesis stage can be explained by the selective accumulation of sedimentary organic matter. Specific IR absorption spectra and corresponding parameters of bitumen A, non—hydrocarbons and asphaltene show the same pattern of variation in the depth of 1850~3060m. Three evolution stages have been determined in this study. The EOM are rapidly degraded in about 2200~2770m, i. e. , the second stage, and highest at about 2500m, which results in forming BTZG. Although kerogens are characteristic of deoxygen and delipidic groups at the stage, they have no direct relations to the formation of BTZG because they mainly produce depolymeric betumen at the stage. Therefore the EOM, especially non—hydrocarbons and asphaltene, could be considered as the most important source materials of BTZG in East Depression of the Liaohe basin.