

氨基酸、脂肪酸对过渡带气、 低熟原油形成的意义

史继扬 向明菊 屈定创 周友平

(中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

提 要 对草海盆地泥炭、柴窝堡盆地第四系沉积物以及辽河东部凹陷、胜利东营凹陷、苏北金湖凹陷等第三系烃源岩中氨基酸、脂肪酸进行定性、定量分析,并开展热模拟实验。研究表明氨基酸主要赋存于沥青中,分解后可以生成烃类气体和 N_2 气,对过渡带气的形成可作出贡献。烃源岩干酪根和沥青中的脂肪酸含量不少,沥青中脂肪酸以一元酸为主,具偶碳优势,干酪根中脂肪酸以二元酸为主,不具偶碳优势。沥青和干酪根中脂肪酸脱羧基后产生烷烃,对过渡带气和低熟油都可作出贡献,沥青中脂肪酸是生成低熟油中具奇碳优势正烷烃的主要物源。

关键词 氨基酸 脂肪酸 过渡带气 低熟原油 干酪根 沥青

第一作者简介 史继扬 研究员 56岁 有机地化

前 言

关于天然气的成因,人们早已认识到在微生物活跃的浅层,由细菌的作用可以生成生物气,在深层,热力的作用可以使有机质裂解形成热解气和裂解气。80年代晚期,国内外学者均发现在埋藏较浅的地层,相当于生物化学作用带基本结束、热催化作用尚未形成大量液态烃的过渡层段,可以生成具有工业价值的天然气(王万春等,1988;Galimov,1988;徐永昌,1990)。徐永昌等称之为生物-热催化过渡带气,徐永昌等对辽河盆地和苏北盆地的研究,这种气体的地质、地球化学特征是气源和储层埋藏在1000~2500m乃至3000m的层段,天然气的 $\delta^{13}C_1$ 为-60~-46‰(腐殖型)或-55~-48‰(腐泥型), C_1/C_{1-5} 值为0.7~0.99,干酪根镜质体反射率相当于 $R_o=0.3\sim0.6\%$ 。对于这类气体的成因机制,初步认为它们可能与低温下的粘土矿物催化作用、有机酸的脱羧作用、含官能团有机质缩聚作用伴随的断裂作用有关。但对这类气体要得到较全面、较完善的解释,尚需要更多的观察与实验研究进行证实。一旦对它们的成因机制和形成规律有充分的认识后,对于指导这类天然气的勘探就会发挥巨大的作用。

生物的有机质主要有几大类:蛋白质、脂肪、纤维素、木质素等。蛋白质是由氨基酸组成,蛋白质分解以后可产生氨基酸,因此,氨基酸广泛分布于沉积物中,动植物的脂肪主要是由软脂酸 $[CH_3(CH_2)_{14}COOH]$ 、硬脂酸 $[CH_3(CH_2)_{16}COOH]$ 和丙三醇生成的酯组成,生物死后埋藏于地下,经过生物化学分解作用,可以产生大量的脂肪酸,因而在土壤、泥炭、现代沉积物乃至石油、煤、地下水中也广泛分布有脂肪酸。但近几年发现过渡带气的生成阶段相当于有机质正处

• 本文系“八五”国家重点科技攻关项目 85-102-15-01-03 研究成果之一。

在生物化学分解作用基本结束、深成作用刚开始前的阶段,在此阶段因组成生物的脂肪和蛋白质大部分已分解产生大量的氨基酸或脂肪酸以及由这些氨基酸、脂肪酸进一步转化结合形成的腐殖物质或年轻干酪根,它们可能对于生成过渡带气提供了物质基础,本研究从研究过渡带气生成条件的基础上,特别对于广泛分布于地质体,尤其是对分布于未成熟—低成熟阶段沉积物中来自脂肪、蛋白质两大类有机质组成的脂肪酸和氨基酸予以研究。

1 样品

本研究分析的样品为我国草海盆地更新世泥炭、柴窝堡盆地沉积物和辽河盆地东部凹陷、苏北盆地金湖凹陷、济阳拗陷、东营凹陷的第三系泥岩。对研究所采用的 115 块样品分析以后,它们的有机地化特征如下:

1.1 草海盆地泥炭

草海泥炭及粘土的有机碳为 2.06~14.78%,平均为 8.63%;可溶有机质为 43~43084ppm,平均为 11946ppm。从有机质丰度看,泥炭的抽提有机质相当高,这反映了它们主要是由沼泽环境中大量陆生高等植物死亡后堆积的结果。草海盆地泥炭是更新世松柏科树木、芦

苇等为主要输入,有机质类型为腐殖型,成岩作用很弱。

1.2 柴窝堡盆地沉积物

柴窝堡盆地第四系沉积物是一套以青灰色淤泥质亚粘土和灰黑色亚沙土为主的河流浅湖相沉积,周边生物不发育,有机输入主要以湖相水生生物为主,有机碳 0.06~0.18%,平均 0.11%,可溶有机质 60~1406ppm,平均 260ppm,总烃转化率高,有机质为腐泥型或腐殖腐泥型,演化程度很低。

1.3 辽河盆地东部凹陷

有机碳是 0.05~7.54%,有机碳 >0.4% 的样品占样品总数的 50%,其中以下第三系沙河街第三段的丰度最高,平均为 3.7%,其次是沙河街第二段、第一段和东营组。沥青 A 含量为 0.009~3.89%,有机质主要是腐殖和腐殖腐泥型,干酪根镜质体反射率 $R_o = 0.35 \sim 0.44\%$,属早期成岩演化阶段。

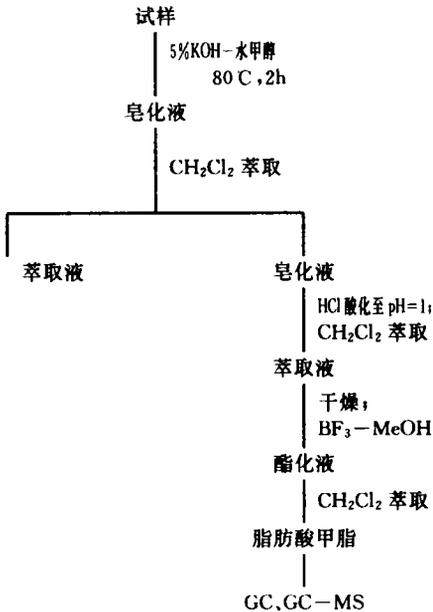


图 1 脂肪酸分析流程图

Fig. 1 Analytical procedure of fatty acids from sediments

1.4 济阳拗陷东营凹陷

有机碳含量为 0.11~2.71%,沙河街组第三段最高,其次是沙四段、沙二段和上第三系馆陶组。可溶有机质的含量 120~3770ppm,有机质以混合型为主,有部分腐泥型和腐殖型,岩石热解 $T_{max} = 417 \sim 440^\circ\text{C}$,属低成熟阶段。

1.5 苏北盆地金湖凹陷

有机碳含量在 0.31~1.48%,从层位上看,平均最高的是阜宁组四段,为 0.92%,其次才是阜三、阜二段。可溶有机质含量在 160~1390ppm,有机质以混合型为主,演化程度亦属低熟阶段。

2 方法与实验

氨基酸的分析方法与过去使用的方法相同(向明菊,1985,1989)。脂肪酸的分析流程如图 1 所示。模拟实验是先将试样用有机溶剂抽提出沥青后,残渣放入玻璃管中抽真空,密封玻璃管并将其置于马弗炉中加热到 175℃,维持 50h,后将加热的残渣再抽提出沥青,剩余残渣又继续在 250℃下进行加热,如此进行到 300℃为止。每次加热以后都对气体、抽提沥青和残渣取样分析,测定脂肪酸的含量。用作模拟实验的样品分别是草海盆地 CHK15-16 泥炭和辽河盆地 A4、A6 和 Lm9 泥岩。A4 的镜质体反射率 $R_o=0.435\%$,Lm9 的 $R_o=0.429\%$ 。

3 结果与讨论

3.1 氨基酸

3.1.1 氨基酸的分布特征 对草海盆地 CHK15 钻孔 20 个第四系泥炭沉积物中氨基酸进行测定后,知其含量为 0.013~0.758(表 1),平均为 0.07%。柴窝堡盆地 30 余个第四系河流相和浅湖相沉积物中氨基酸的含量 0.002~0.017%,平均 0.006%。如果按有机碳中的氨基酸含量来比较,草海盆地为 1.79%,柴窝堡盆地为 5.45%。这是因为柴窝堡盆地有机质主要来源于水生动植物,富含蛋白质,尽管有机质输入数量贫乏,但其有机质含蛋白质高,所以单位有机碳的氨基酸含量高,有利于生成气态烃类。

表 1 沉积物氨基酸的含量

Table 1 Amino acids content of the samples from Caohai and Chaiwopu Basins

地 区	氨基酸的含量 (%)		氨基酸 C _有 (%)
	范 围	平 均	
草海盆地	0.013~0.758	0.078	1.79
柴窝堡盆地	0.002~0.017	0.006	5.45

本研究对草海盆地 CHK 钻孔泥炭(CHK15-16)进行了三种热模拟生气实验,实验一是样品每加热一次以前除去可抽提沥青,产生的气体代表残渣中的干酪根受热生成的物质。第二实验是将初抽出的沥青分别在不同温度下加热,产物代表沥青热解产生的物质。第三种实验是最初抽提后的残渣分成几份,每份在不同的温度下加热,这种实验产生的气体代表干酪根与沥青共同生成的物质。结果发现,第二实验产生的气体含 N₂ 比第一、三实验高(表 2),即纯沥青产生的气体比干酪根或干酪根与沥青混合物产生的气体含 N₂ 量高。由于气体的 N₂ 主要来自有机质中含氮化合物与色素,本实验的结果表明蛋白质分解产生的氨基酸主要赋存于沥青中,它们很快随温度升高而分解产生 N₂ 气体,同时可生成烃类气体。

3.1.2 氨基酸的早期演化 草海盆地 CHK15 钻孔剖面中氨基酸含量随深度的增加而减少。柴窝堡盆地沉积物中的氨基酸也是随深度增加而减少(图 2),而且苏氨酸减少很快,其次

是天冬氨酸。在第四系沉积物中氨基酸的含量随深度增加而减少的现象表明了它们的不稳定性,在早期的演化阶段就可以分解破坏,产生烃气。Sellers(1966)早就发现中新统泥炭的氨基

表2 热模拟生气实验的产气成分

Table 2 Composition of gases generated from the samples by simulating experiment

试 样	实 验 类 型	温 度 (°C)	产气率 ml/g	气体组成 (% V/V)						
				C ₁ -C ₅	CO ₂	H ₂	O ₂	N ₂	CO	
CHK15-16	一	150	9.993	0.3	8.33	1.3	0.8	13.7	0.6	
		200	3.73							
		250	23.12	2.6	71.2	0.2	1.1	18.5	5.4	
		300	26.84	11.6	49.6	1.3	2.3	30.8	4.4	
		350	28.73	37.3	25.9	10.0	1.2	22.8	2.8	
	二	200								
		250		0.9	12.6			15.9	69.9	0.8
		300		6.9	49.3	0.05		15.3	66.8	3.5
	三	350		21.8	1.1		1.9	3.4	62.8	5.5
		200	17.33	1.2	81.2	0.1	0.6	13.9	3.0	
		250	53.73	3.4	76.3	0.2	0.5	13.4	6.4	
		300	75.73	11.3	61.8	1.9	0.9	17.7	6.3	
		350	88.13	20.8	54.5	5.2	1.2	13.9	4.7	

酸含量比现代海相沉积物少10%。作者过去研究洛川黄土剖面的氨基酸含量变化(向明菊, 1985, 1989),发现有机质埋藏20a年后,氨基酸比最初含量减少大约70%,约100a年后,减少将近90%,可见它们在较早的演化阶段就可以发生分解并产生烃气。

3.1.3 氨基酸对天然气的贡献 由于蛋白质可以占生物有机质的20%以上,而且它们埋藏在地下不到百万年后就分解了70%,可以想象在早期成岩阶段,沉积物中由蛋白质、氨基酸产生的烃类数量是相当可观的。济阳拗陷东营凹陷第三系生油岩中,氨基酸占有机质的比例相当大,民化镇组沉积岩中可达到203kg/tC_{org},沙可街组沉积岩中有40kg/tC_{org}(王新洲和李丽, 1988),Philippi(1978)用氨基酸组成的卵脒在各种温度下加热40h,结果氨基酸分解产生各种烃类气体,其中甲烷、乙烷高达47%,它们可来自丙氨酸,如按丙氨酸计,这些沉积岩中氨基酸可以生成的甲烷可达7.2~36.5kg/tC_{org}。如按沉积岩残余有机炭丰度平均是0.5%,则每吨岩石可生成甲烷0.036~0.18kg/tC_{org},如前所说,沉积物埋藏0.2~1Ma后,氨基酸损失70~90%,这些损失的氨基酸如果都能生成甲

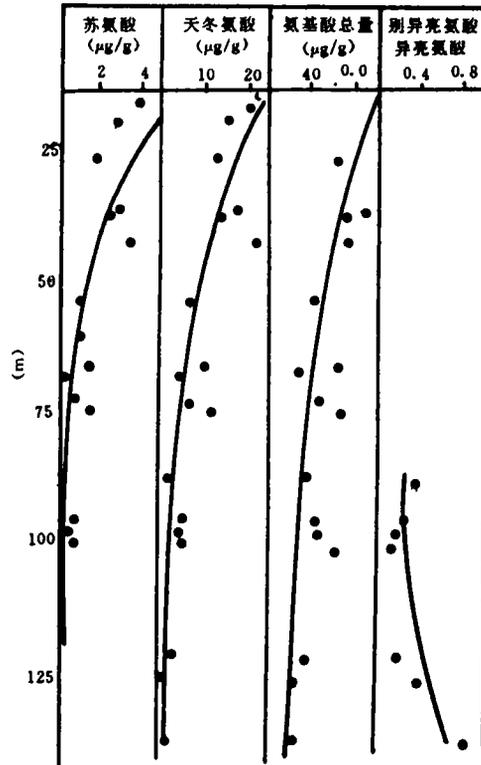


图2 柴窝堡盆地样品氨基酸含量随埋深变化

Fig. 2 Variation of amino acids content vs. depth of samples

烷,则上述沉积物至今已生成过甲烷 $0.084 \sim 1.62 \text{kg/tC}_{\text{残}}$,换成体积,相当于 $0.12 \sim 2.3 \text{m}^3/\text{t}$ 岩石,这个生气强度对于生成有工业价值的气田已具有实际意义。当然这是一个计算值,没有考虑烃类的进一步分解破坏和氨基酸可能有部分转变为 CO_2 、 H_2O 、 NH_3 等,也没有考虑到生成的烃类气体是否能聚集保存下来,但这至少可以说明在早期成岩作用阶段,作为生物有机质重要成分的氨基酸,有可能生成大量的气体烃类,对于早期成因的生物热催化过渡带气可作出重要贡献。

3.2 脂肪酸

3.2.1 脂肪酸的含量分布 岩石脂肪酸定量测定后,结果如表 3。

表 3 岩石脂肪酸定量测量结果

Table 3 Analytical result of fatty acids from rocks

地区	样号	沥青脂肪酸 岩石 (%)	干酪根脂肪酸 岩石 (%)	总脂肪酸 岩石 (%)	沥青脂肪酸 有机碳 (%)	干酪根脂肪酸 有机碳 (%)	
辽河盆地东部凹陷	A4	0.40	0.102	0.502	5.42	1.29	
	A6	0.002	0.0065	0.0085	0.19	0.73	
	Lm1	0.009	0.0062	0.0152	1.24	1.2	
	Lm6	0.008	0.0178	0.0258	2.61	0.86	
	Lm7	0.007	0.0184	0.0254	1.38	5.74	
	Lm9	0.64	0.46	1.1	1.64	3.83	
	Lm11	0.005	0.0033	0.0083	0.8	0.51	
	Lm13	0.64	0.126	0.766	1.0	0.2	
	Lm5	0.005	0.0038	0.0088	8.0	6.33	
	Lm10		0.0008	0.0008		0.57	
	Lm12	0.009	0.0013	0.0103	0.61	0.09	
	Lm15	0.003	0.0056	0.0086	0.83	1.37	
	Lm17	0.001	0.0021	0.0031	1.0	4.2	
Lm21	0.001	0.0004	0.0014	0.32	0.21		
	平均			0.177	1.93	1.94	
苏北盆地金湖凹陷	S1	0.007	0.001	0.008	0.31	0.09	
	S2	0.005	0.0001	0.0051	0.73	0.01	
	S3	0.003	痕量	0.003	0.44		
	S4	0.006	0.0021	0.0081	0.43	0.39	
	S5	0.0004	0.004	0.0044	0.09	0.82	
	S6	0.003	0.0028	0.0058	0.041	0.03	
	S7	0.003	0.0005	0.0035	0.91	0.15	
		平均			0.0054	0.47	0.30
济阳坳陷东营凹陷	D3	0.008	0.0026	0.0106	1.31	0.4	
	D4	0.007	0.0002	0.0072	3.11	0.0	
	D10	0.001	0.001	0.002	0.6	0.9	
	D12	0.03	0.0811	0.1111	1.18	2.9	
	D14	0.002	0.0039	0.0061	2.0	0.4	
	D16	0.02	0.0001	0.0201	1.05	0.0	
	D19	0.005	0.0003	0.0053	0.75	0.0	
		平均			0.0024	1.43	0.7

从各个盆地岩石脂肪酸含量看,各不相同,其中辽河盆地东部凹陷平均高达 1770ppm,济阳坳陷东营凹陷平均 240ppm,如此高的含量说明它们在沉积有机质中占相当大的比例,一般

岩石抽提沥青 100ppm 以上即可认为是生油岩,如此高含量的脂肪酸自然对于油气烃类的形成会起着重要作用。

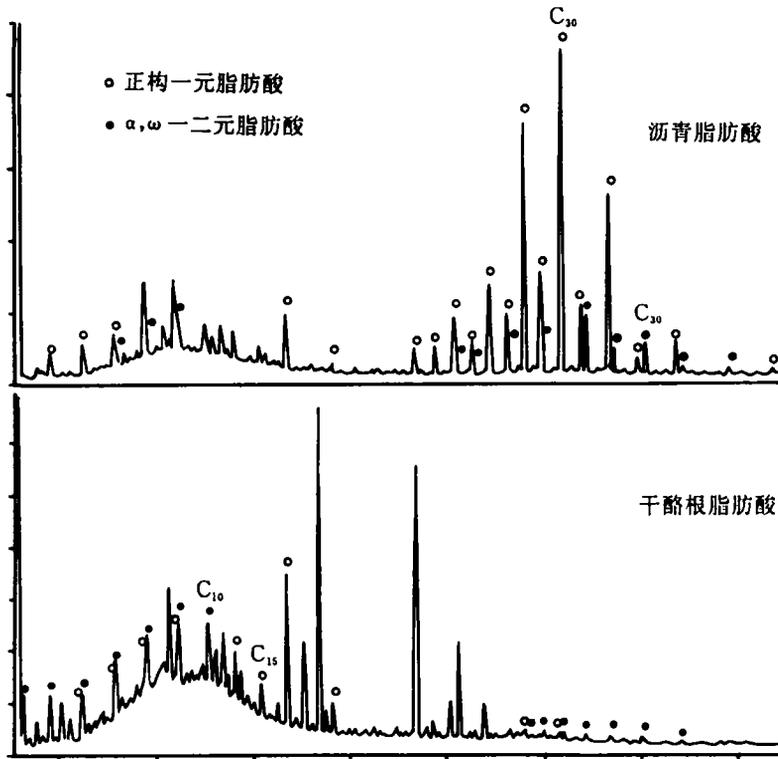


图3 辽河盆地 A4 泥岩的脂肪酸甲酯总离子流图

Fig. 3 RIC chromatogram of methyl ester of fatty acids from the sediments of Liaohé Basin

3.2.2 脂肪酸的存在形式 在地质体中的脂肪酸主要有游离的脂肪酸和与醇类结合或与干酪根中羟基形成酯的“结合脂肪酸”两类。由于游离脂肪酸不稳定,易分解或与羟基结合形成较稳定的酯,游离脂肪酸的含量低于结合脂肪酸的含量。测定地质体沉积物中的脂肪酸包括沥青中的脂肪酸和干酪根中的脂肪酸,其中沥青脂肪酸含游离和结合的脂肪酸,干酪根中的脂肪酸则是结合脂肪酸。

图3是辽河盆地代表腐殖腐泥型有机质 A4 样品沥青和干酪根中脂肪酸的分布,从中可以看出沥青脂肪酸和干酪根脂肪酸有显著差别:

- (1) 沥青脂肪酸以一元脂肪酸为主,干酪根中以二元脂肪酸为主。
- (2) 沥青脂肪酸以高碳脂肪酸为主,干酪根中以低碳脂肪酸为主。
- (3) 沥青脂肪酸具显著偶碳优势,干酪根中脂肪酸无偶碳优势。

在干酪根和沥青中,其中一元酸的羧基应是以酯醚键与沥青或干酪根结合在一起,另一端是甲基或以碳-碳键与沥青、干酪根相联。二元酸的羧基可能是一端以酯醚键结合于沥青或干酪根中,而另一端为游离羧基,或者两端都结合于干酪根、沥青中。如果其中有一端是游离的羧

基,可用测羧基办法测定出来,并且含量应与皂化释放出来的脂肪酸量对应。如果二元脂肪酸两端都以酯键结合于干酪根、沥青中,岩石中就测不出羧基或测出的羧基量与皂化所得脂肪酸量不对应。图 4 是一系列岩样经过皂化后获得的二元脂肪酸含量与岩样中测得的羧基含量对比图,其中可见各样品皂化后获得的二元脂肪酸含量与岩样羧基含量的多少呈对应关系,由此证明干酪根中的二元脂肪酸的一端是以酯键结合于沥青或干酪根中,而另一端则以游离羧基的形式存在于干酪根或沥青中。

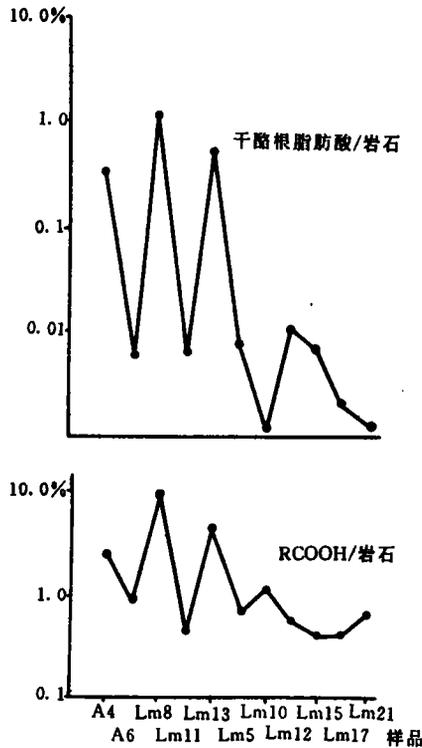


图 4 岩石干酪根脂肪酸含量
与岩石羧基含量对比

Fig. 4 Analytical result of carboxylic functional groups and fatty acids from the kerogen

3.2.3 脂肪酸的演化及对油、气形成的作用
根据模拟流程,将辽河盆地 A4 样品进行热模拟实验,研究沥青脂肪酸和干酪根脂肪酸随热力作用增强的变化。

图 5 和图 6 分别是 A4 在各温度加热后的沥青脂肪酸和干酪根脂肪酸色谱分布。

(1) 沥青脂肪酸

原样中有两个系列的酸,即一元脂肪酸和二元脂肪酸,并且有两组峰,即高碳组脂肪酸和低碳组脂肪酸。其中以一元酸和高碳脂肪酸为主,并且有偶碳优势。

175℃加热以后产生的沥青脂肪酸仍有两组峰。在低碳组中,一元脂肪酸高于二元脂肪酸。高碳组中,二元脂肪酸高于一元脂肪酸。

250℃加热以后,低碳脂肪酸占绝对优势,而且都主要是一元脂肪酸。高碳组脂肪酸含量很少,而且都是二元脂肪酸。

300℃加热以后,只有一组低碳脂肪酸,而且完全是一元酸,没有高碳脂肪酸。

从原样到加热至 300℃后的沥青脂肪酸都有较强的 C₁₆一元脂肪酸。

(2) 干酪根脂肪酸

原样干酪根也有两组峰和两个系列,但主要是低碳组峰高,高碳组峰低。在低碳组峰中,一元酸和二元酸含量相似。高碳组峰以二元酸占优势,而且没有偶碳优势。

150℃加热后,有两组峰,高碳组和低碳组峰的数量相等。低碳组既有一元酸也有二元酸,两系列酸含量相近,高碳组中全是二元脂肪酸,无一元脂肪酸。

250℃加热以后,高碳组二元脂肪酸减少,整个分布以低碳数一元酸为主。

300℃加热以后,只有低碳组峰,而且是一元酸,未发现二元脂肪酸。

将热模拟实验中沥青脂肪酸和干酪根脂肪酸的分布进行对比,不难看出,岩石残渣受热以后,以酯键结合在沥青的大分子非烃中和干酪根网络结构中的一元或二元酸活化能降低,经皂化后可以从沥青的大分子非烃和干酪根网络结构中释放出来。其特征是一元脂肪酸主要赋

存于沥青中,二元脂肪酸主要赋存于干酪根中。而且 A4 原样在低演化阶段未加热时,脂肪酸主要分布在沥青中并以偶碳一元高分子酸为主,干酪根以低分子酸为主(图 3),在 175℃ 加热以后,干酪根产生大量的无偶碳优势的二元脂肪酸(图 5、图 6)。

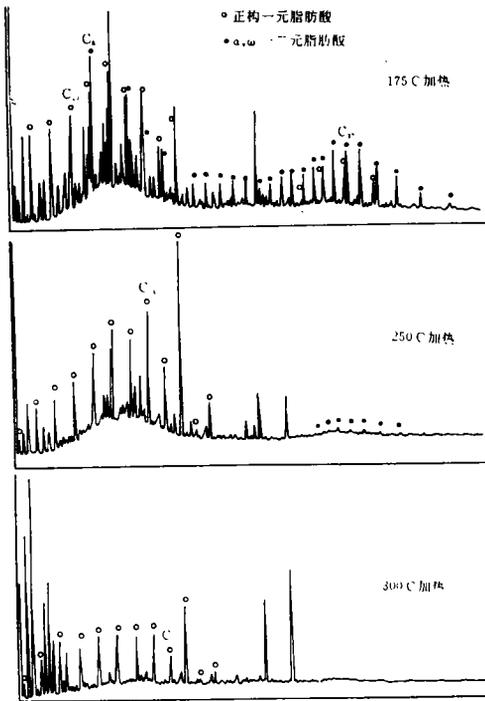


图 5 A4 沥青脂肪酸分布

Fig. 5 Distribution of fatty acids
in the extract of A4

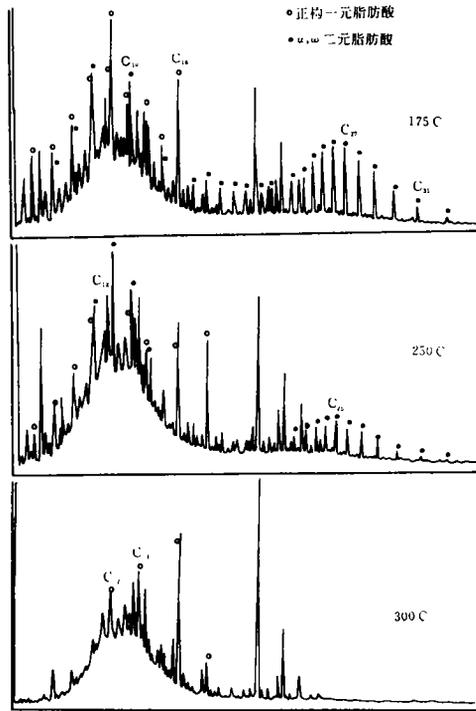


图 6 A4 干酪根脂肪酸分布

Fig. 6 Distribution of fatty acids
in the kerogen of A4

脂肪酸受热可以脱掉羧基产生比原来少一个碳数的烷烃, Jurg 和 Esima (1964) 曾以 $C_{21}H_{43}COOH$ 酸在实验室加热证明脂肪酸与粘土、水一起受热后可以产生少一个碳数的正烷烃。根据本热模拟实验展示的沥青和干酪根脂肪酸分布特征, 可以看出在早期演化阶段, 干酪根中富集的低碳脂肪酸可以脱羧产生低碳烃, 对天然气尤其是过渡带气的形成有所贡献。有趣的是已知的低熟原油均具有奇碳优势, 正好与低演化阶段由沥青生成的偶碳优势脂肪酸对应, 说明低熟原油应是低演化阶段的沥青脂肪酸脱羧形成。为什么成熟原油正烷烃无奇碳优势? 模拟实验发现当加热到 175℃ 后, 干酪根产生大量的无偶碳优势的脂肪酸, 它们可以脱羧形成无奇碳优势的正烷烃, 它们的加入可以使由沥青脂肪酸生成的奇碳优势正烷烃稀释而失去明显的奇碳优势特征, 因此可以认为干酪根受到较强的热力作用(相当于 250℃ 室内加热, $R_o = 0.66\%$)后释放出来的脂肪酸对于石油尤其是成熟原油的形成具有较大的贡献, 这可用图 7 表示出来。

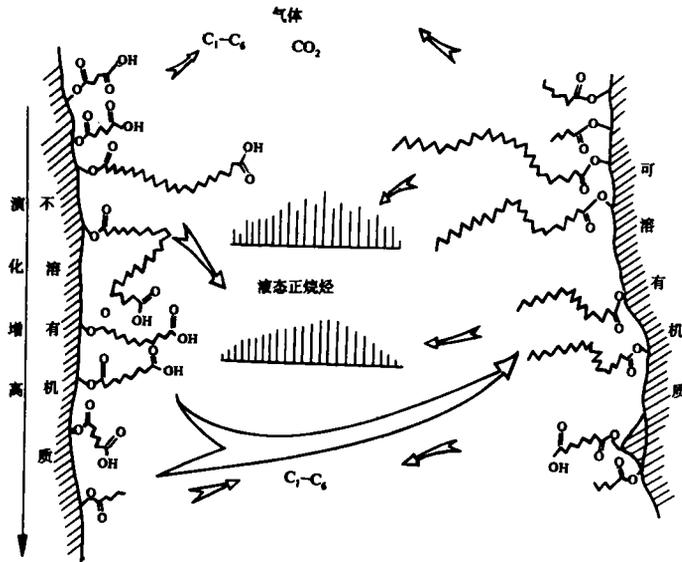


图 7 脂肪酸生烃示意图

Fig. 7 Sketch of hydrocarbon generation from fatty acids

表 4 模拟实验的脂肪酸分析结果

Table 4 Analytical result of fatty acids from simulation experiment of the samples

样 品	温 度 ℃	总酸 岩石 (%)	沥青脂肪酸 沥青 (%)	产 气 率 ml/g
A4	原样	0.5	16.19	
	175	0.113	21.34	2.7
	250	0.035	14.14	1.97
	300	0.144	8.70	5.6
	合计	0.764		10.27
A6	原样	0.009	21.47	
	175	0.004	11.98	0.64
	250	0.006	5.00	0.7
	300	0.007	2.63	0.67
	合计	0.0258		2.1
Lm9	原样	1.100	21.49	
	175	1.178	27.14	12.30
	250	1.175	10.87	18.2
	300	0.634	9.90	31.7
	合计	4.087		62.2

脂肪酸对于天然气的贡献作用可以从辽河盆地三个低熟样品的模拟生气结果看出(表4),岩样 A6、A4、Lm9 的总酸量顺序升高,分别为 0.26%、0.76%、4.1%,它们的生气量也顺序升高,分别为 2.01ml/g、10.27ml/g、62.1ml/g,它们生气的多寡与其酸的含量密切相关。因

此脂肪酸对天然气的贡献不可忽视。我们的模拟实验也指出,干酪根在早期演化阶段生成的脂肪酸主要是低碳脂肪酸,挪威 Anderson 等(1993)用 19 个北海油田生油岩进行水热模拟实验,从 150℃ 加热到 365℃,发现岩石 3% 的有机碳可变为有机酸,而且 50% 是乙酸,其脱羧以后可以生成甲烷,因此说明干酪根在低演化阶段中可以生成大量的低碳脂肪酸,这些低碳脂肪酸对于天然气尤其是过渡带气的形成可起重要作用。

结 语

石油、天然气是有机质埋藏在地下经过生物、化学、物理作用后的产物,生物有机组成氨基酸、脂肪酸在地质体中的分布和演化对于油气的形成起着重要作用。本研究通过对五个盆地第四系沉积物和第三系低熟生油岩中氨基酸和脂肪酸的分析研究以及热模拟生气实验,结果表明:

1. 沉积物中氨基酸、脂肪酸含量较高,氨基酸主要赋存于沥青中,在成岩作用早期很快分解破坏,可以生成低碳烃类并对过渡带气的形成作出重要贡献。
2. 沉积物中脂肪酸主要以酯键形式结合于沥青非烃和干酪根中,其中一元脂肪酸主要赋存在沥青中,二元脂肪酸主要赋存在干酪根中。
3. 早期成岩作用阶段,沥青中的脂肪酸主要以长链为主,具有偶碳优势,脱羧以后生成具有奇碳优势的正烷烃,对低熟原油形成作出贡献。
4. 早期成岩作用阶段,干酪根中的脂肪酸以低碳数为主,脱羧后可生成低碳烃类气体,对过渡带气作出贡献。干酪根中的长链二元脂肪酸无偶碳优势,在成岩作用后期,可脱羧生成无奇碳优势的正烷烃,对成熟原油烃类作出贡献,并使原油烷烃最后不显奇碳优势。

收稿日期:1994年10月15日

参 考 文 献

- [1] 王万春、刘文汇、徐永昌、赵庆波、朴明植、吴铁生, 1988, 辽河盆地天然气地球化学, 中国科学院兰州地质研究所生物、气体地球化学开放研究室研究年报(1987), 47—46, 兰州: 甘肃科学技术出版社。
- [2] 王新洲、李丽, 1989, 天然气生成量模拟实验研究, 石油技术, (4): 1—12。
- [3] 向明菊, 1985, 氨基酸的地球化学及其应用, 黄土与环境, 265—275, 北京: 科学出版社。
- [4] 向明菊, 1989, 黄土中的氨基酸和类脂物, 中国黄土地球化学, 170—186, 北京: 科学出版社。
- [5] 徐永昌、沈平、刘文汇、王万春, 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。
- [6] Andersen, B., Barth, T. and Thronson, T., 1993, Generation potential of carbon dioxide and organic acids from North Sea source rocks, yields and carbon isotopic composition, Organic geochemistry, Poster session for the 16th international Meeting on Organic geochemistry, Stavanger, 1993, (Editor: Kjell Oygard), Falch, Hurtigtrykk.
- [7] Galimov, E. M., 1988, Source and mechanisms of formation of hydrocarbons in sedimentary rock. Chemical Geology, 71: 77—95.
- [8] Philippi, G., 1978, 蛋白质—低分子量石油烃的一种原始母质, 地质地球化学, (12): 13—16。
- [9] Sellers, G. A., 1966, Hydrocarbon experiments on the thermal stability of amino substances in sediments Ph. D. thesis, California inst. of Technology, Univ. of Microfilms In: Annual Arbor, Michigan. No. 662197.

Significance of Amino Acids and Fatty Acids for the Formation of the Bio - thermocatalytic Transition Zone Gases

Shi Jiyang Xiang Mingju Qu Dingchuang Zhou Youping

(Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, P. R. China)

Abstract

The amino acids and fatty acids in sediments of Caohai, Chaiwopu, Liaohe, Jiyang and Subei Basins were quantitatively analysed in this study. Based on the results, the gas - generating tests of peat and mudstone were carried out to investigate distribution and composition of fatty acids in the extract and kerogen. As a result, some points are drawn as follows:

1. Amino acids in sediments are mainly present in the soluble organic matter and may produce hydrocarbons during early diagenesis stage, contributing to the formation of Bio - thermocatalytic Transition Zone Gases.
2. α - fatty acids in sediments are mainly present in asphaltene and may produce hydrocarbon, contributing to the formation of immature oil during early diagenesis stage.
3. Kerogen is rich in α, ω - fatty acids which are favourable to the generation of Bio - thermocatalytic Transition Gases during early diagenesis stage, and produce hydrocarbon in mature oil during oil generating stage.