

等变质煤及镜质组有机地球化学研究

——Rock-Eval 热解分析

赵师庆

李贤庆

(淮南矿业学院, 安徽淮南 232000)

(江汉石油学院, 湖北江陵 434102)

本文主要对华北南部苏北、鲁南地区, 各种还原型煤(I、II煤相)的镜质组及其组成进行了详细的 Rock-Eval 热解分析, 并结合煤岩学鉴定及荧光参数的测试, 研究其地球化学特征。研究表明, (1) 热解分析是煤成烃潜力评价的有效手段; (2) 镜质组类型对腐殖煤生烃潜力有重要影响, 富氢镜质体是腐殖煤生烃的主要贡献者; (3) 壳质组份对腐殖煤的生烃也有贡献; (4) 本研究区 I、II 煤相煤实质上是由荧光镜质体与壳质组份共同组成的一种特定腐殖型的生油(富)煤。

关键词 I、II 煤相 煤镜质组 热解参数 生油潜力

第一作者简介 赵师庆 男 60岁 教授 煤田地质

近年来我们的研究成果(赵师庆等, 1987~1992)已表明, 在不同沉积环境下形成的一些煤阶相同、显微组份相异的腐殖煤, 显示出不同的粘结性和产烃性质。即较强还原型煤或“异常腐殖煤”比同煤阶的弱还原型煤明显具有强的粘结性和高的产烃潜能, 其主要原因在于组成它们的镜质组类型及相应性质存在着显著的差别。对于镜质组的研究, 我们已发表的成果有等变质煤镜质组的煤岩学研究(透射光、反射光、荧光性测试和电镜分析等)(赵师庆等, 1987); 等变质煤镜质组的有机地球化学研究(镜质组的分离提纯及其氯仿沥青 A 产率、族组成和烷烃色谱特征等)(赵师庆等, 1988); 等变质煤镜质组的结构差异(核磁共振分析)(赵师庆等, 1992)。为了探寻不同还原型镜质组及其组成的等变质腐殖煤的生烃潜能, 本文继续研究了它们的热解(Rock-Eval)特性, 以作为本论题连续系列研究的又一组成部分。

为此, 我们仍以南华北地区的苏北和鲁南煤田的太原组(I煤相、较强还原型煤)和山西组(II煤相、较弱还原型煤)腐殖煤镜质组作为主要研究对象。为了探讨镜质组的生烃问题, 也对由其组成的腐殖煤(全煤)进行了热解分析, 以兹参比。

1 实验样品与研究方法

实验样品采自华北南部的苏北和鲁南地区的徐州、丰沛、滕县、陶枣、兖州、济宁、巨野煤田(煤阶范围 R_{max} 为 0.6~1.1%)的太原组(C₂)和山西组(P₁)主要可采煤层。它们分别形成于潮间带潮坪沼泽和三角洲平原分流间湾沼泽, 并代表了晚古生代两种典型的煤相——I煤相(较强还原型腐殖煤)和II煤相(较弱还原型腐殖煤)。它们在形成环境、成煤类型与煤质特征等方面存在明显的差异性(赵师庆等, 1981、1984、1985)。

Rock-Eval 热解分析前的样品预处理, 包括有机碳测定、镜质组分离与富集、煤岩学参数(显微组份定量、镜质组反射率测定)和荧光参数的测定等, 这些方法均与以前的方法相同

(赵师庆等,1988),镜质组分离纯度达90%以上。热解分析采用I型Rock-Eval热解仪,样品重量为10mg,分析选择周期2,氮气清洗样品2min,样品顶入热解炉在300℃温度下恒温3min,分析游离烃(S_1),然后以50℃/min速率程序升温,二氧化碳入阱温度为300~390℃,热解最终温度为600℃,恒温1min。

2 结果

I、II煤相煤镜质组样品的Rock-Eval热解分析及有关煤岩学参数数据列于表1中。现对Rock-Eval分析的结果分析如下:

2.1 游离烃量(S_1)

I、II煤相镜质组的 S_1 峰值很低,一般<5mg/g,并与煤阶不存在相关关系[图1(1)]。

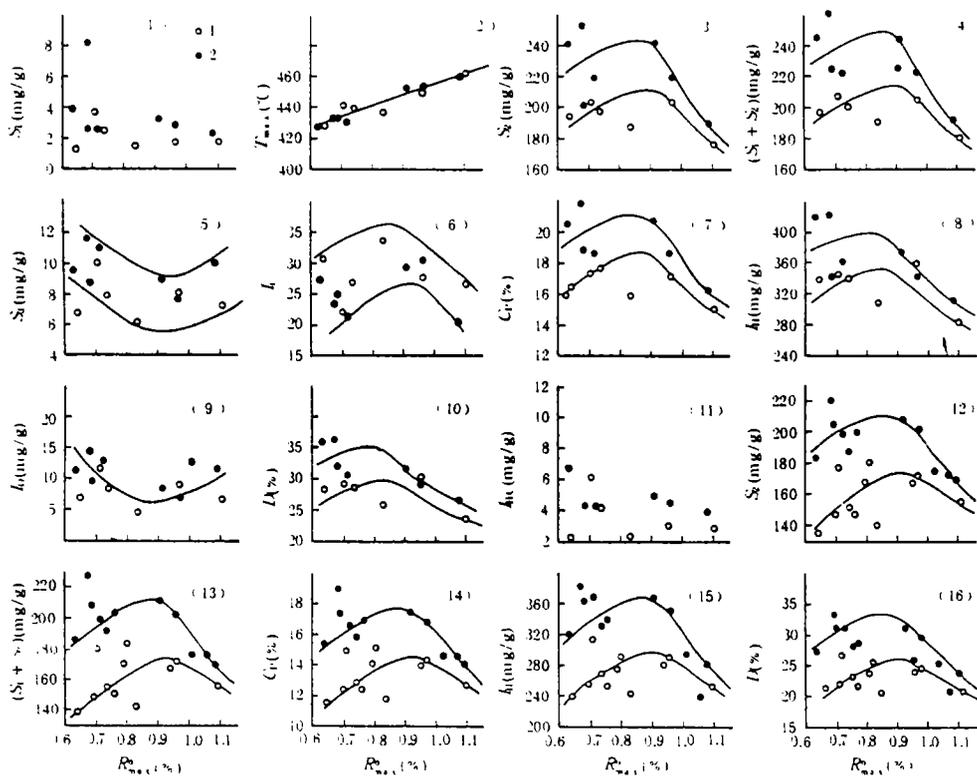


图1 煤相镜质组各热解参数与煤阶($R_{m,}$)关系图
 1. II煤相; 2. I煤相
 (1)~(11)为煤相镜质组热解分析;(12)~(16)为全煤热解分析

表 1 不同煤相镜质组的 Rock-Eval 热解分析数据表

煤相	样品号	纯度 (%)	R _{max} (%)	有机碳 (%)	热解参数											I _{450nm} (%)	
					T _{max} (°C)	S ₁ (mg/g)	S ₂ (mg/g)	S ₃ (mg/g)	S ₁ +S ₂ (mg/g)	I _p	I _i	C _p (%)	I _H (mg/g)	I _o (mg/g)	D (%)		I _{HC} (mg/g)
I	T ₁₆ V	93.7	0.63	57.69	427	3.60	235.60	9.00	239.20	0.02	26.18	19.85	408.39	15.60	34.41	6.24	1.00
	X ₅₀ V	96.3	0.67	60.12	432	7.50	246.53	10.96	254.03	0.03	22.49	21.08	410.06	18.23	35.06	12.48	1.12
	B ₁₆ V	92.2	0.68	59.09	432	2.40	197.60	8.20	220.00	0.01	24.10	18.26	334.41	13.88	30.90	4.06	1.05
	W ₁₄ V	91.3	0.71	60.81	430	2.40	214.44	10.37	216.84	0.01	20.68	18.00	352.64	17.05	29.60	3.95	1.03
	TZ ₁₄ V	92.3	0.89	65.23	449	3.00	235.13	8.40	238.13	0.01	27.99	19.76	360.46	12.88	30.29	4.60	1.13
	ZP ₁₄ V	96.0	0.94	64.37	451	2.68	215.00	7.41	217.68	0.01	29.01	18.07	334.01	11.51	28.07	4.16	1.10
II	ZZ ₁₆ V	94.0	1.05	61.04	457	2.25	186.60	9.50	188.85	0.01	19.64	15.67	305.70	15.56	25.67	3.69	1.02
	JZ ₃ V	90.8	0.64	58.10	428	1.17	191.76	6.47	192.93	0.01	29.64	16.01	330.05	11.14	27.56	2.01	0.88
	D ₇ V	92.4	0.70	59.69	440	3.40	200.40	9.40	203.80	0.02	21.32	16.92	335.73	15.75	28.35	5.70	1.00
	H ₃ V	91.4	0.73	58.41	438	2.27	193.63	7.50	195.90	0.01	25.82	16.26	331.50	12.84	27.84	3.89	0.96
	Z ₇ V	9.06	0.82	61.46	435	1.39	185.34	5.81	186.73	0.01	31.90	15.50	301.56	9.45	25.22	2.26	0.96
	TZ ₂ V	89.7	0.94	56.78	447	1.63	198.74	7.56	200.37	0.01	26.29	16.63	350.02	13.31	29.29	2.87	1.06
ZZ ₃ V	90.3	1.07	63.20	459	1.71	175.08	6.94	176.79	0.01	25.23	14.67	277.03	10.98	23.21	2.71	0.98	

这与 Teichmüller 等(1983)和 Verheyen 等(1984)对煤的 Rock-Eval 研究结果相似。

S_1 峰值低并不能说明生烃潜力和可抽提烃量的高低。因为 Rock-Eval 仪检测出的 S_1 并不是镜质组中已生成烃的全部,而仅是相当于它的轻烃馏份(郭迪孝等,1984),这种认识不同于 Espitalie(1979)对 S_1 峰值意义的解释。从 Rock-Eval 仪设计原理来看,300℃以下从岩石(包括煤)中挥发出来的烃主要是 C_{15} 以下的轻烃馏份,同时镜质组样在分离提纯和制片过程中多次破碎,又可能损失部分轻烃,使 S_1 值普遍相当低。

比较 I、II 煤相镜质组。当 R_{max}^o 为 0.6~0.85% 时,显示不出两者 S_1 值的差异; R_{max}^o 为 0.85~1.1% 时, I 煤相镜质组的 S_1 值比同煤阶的 II 煤相略大一些。

2.2 最大热解温度(T_{max})

I、II 煤相镜质组的最大热解温度与镜质组反射率(R_{max}^o)有良好的正相关性[图 1(2)]。即随煤阶增高,最大热解温度相应地增加,相关式为 $T_{max} = 385.81 + 67.76R_{max}^o$, 相关数 $r = 0.96$ 。这与 Durand(1983)和 Teichmüller 等(1983)对煤的热解研究结果一致。但是,在同一地质剖面中, I、II 煤相镜质组在最大热解温度上没有差异,这说明最大热解温度不受母质类型(煤岩成分)差异的影响,是反映热成熟度(或煤阶)的良好参数。

2.3 热解烃量(S_2)

I、II 煤相镜质组的 S_2 值随煤阶呈现规律性变化[图 1(3)]。即开始时 S_2 值随煤阶的升高而增大,并分别在 R_{max}^o 为 0.85% (I 煤相)和 0.90% (II 煤相)附近达到最大值,尔后随煤阶进一步升高而明显减少。相同煤阶下, I 煤相镜质组的 S_2 值总比 II 煤相要大,差值一般可达 25~50mg/g,并且在 $R_{max}^o < 0.9\%$ 时差值最大,到 $R_{max}^o > 0.9\%$ 之后,差值明显缩小。

2.4 生油潜量($S_1 + S_2$)

从图 1(4)不难看出:(1) I、II 煤相镜质组的 $S_1 + S_2$ 值先随煤阶增高而增加,并分别在 R_{max}^o 为 0.85% (I 煤相)和 0.90% (II 煤相)附近达最大值,此后随煤阶进一步增高而迅速减小。这种规律性变化完全类似于 S_2 随煤阶的变化规律[图 1(3)]; (2) 相同煤阶下, I 煤相镜质组的 $S_1 + S_2$ 值总比 II 煤相要大,一般达 25~50mg/g 的差值,并在 $R_{max}^o < 0.9\%$ 时差值最大。

2.5 热解产生的二氧化碳量(S_3)

图 1(5)显示 S_3 与煤阶呈现一定的规律性。开始时 S_3 随煤阶升高而降低,到 R_{max}^o 为 0.9% 左右时达最小值,此后随煤阶升高而增加。相同煤阶下, I、II 煤相镜质组的 S_3 值差别不明显。

2.6 产率指数(I_p)

I、II 煤相镜质组的 I_p 值均很小,为 0.01~0.03(表 1)。看来,其与煤阶和煤相均不相关。

2.7 类型指数(I_t)

I、II 煤相镜质组的 I_t 跟煤阶有一定的规律性[图 1(6)],即随煤阶增高, I_t 增加,到 R_{max}^o 为 0.9% 左右时达最大值,此后随煤阶增高反而减小。相同煤阶下, I、II 煤相镜质组的差异不明显。

2.8 有效碳(C_p)

图 1(7)表明,随煤阶的升高, I、II 煤相镜质组的 C_p 相应地增加,并分别在 R_{max}^o 为

0.85% (I 煤相) 和 0.9% (II 煤相) 达到最大值, 此后随煤阶增高而显著减小。相同煤阶下, I 煤相镜质组的 C_p 值总比 II 煤相要大, 两者差值在 $R_{max}^o < 0.9\%$ 时表现明显, 可达 2~4%。

2.9 氢指数 (I_H)

I、II 煤相镜质组的 I_H 均随煤阶呈规律性变化 [图 1(8)]。开始时 I_H 随煤阶增高而增加, 并分别在 R_{max}^o 为 0.85% (I 煤相) 和 0.9% (II 煤相) 附近达到最大值, 尔后随煤阶进一步增高而显著减小。相同煤阶下, I 煤相镜质组的 I_H 值普遍比 II 煤相要大, 约大 20~80mg/g。

2.10 氧指数 (I_o)

I、II 煤相镜质组的 I_o 随煤阶呈现规律性变化。即先随煤阶升高 I_o 明显减小, 并在 R_{max}^o 为 0.8~0.9% 时达最小值, 后随煤阶进一步升高 I_o 仅略有增加 [图 1(9)]。相同煤阶下, I、II 煤相镜质组在 I_o 上表现不出差异, I_o 值均为 10~20mg/g。

2.11 降解潜率 (D)

I、II 煤相镜质组的 D 随煤阶变化 [图 1(10)] 的规律性完全类似于前述的 S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 与煤阶的关系 [图 1(3)(4)(7)(8)]。相同煤阶下, I 煤相镜质组的 D 值总比 II 煤相要大, 两者差值在 $R_{max}^o < 0.9\%$ 时尤为明显, 可达 2~8%。

2.12 烃指数 (I_{HC})

I、II 煤相镜质组的 I_{HC} 值多为 2~7mg/g, 且与煤阶和煤相均无明显相关性 [图 1(11)]。

3 讨论

3.1 热解参数 (S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D) 与煤阶的关系

I、II 煤相镜质组的 S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D 随煤阶的变化存在一致的规律性。即开始时随煤阶增高这些参数均相应地增加, 并在 R_{max}^o 为 0.85~0.90% 附近达最大值, 此后随煤阶的进一步增高而迅速减小。这种变化过程可能是生烃与排烃连贯作用结果的反映。可以设想, 开始时 ($R_{max}^o > 0.6\%$ 刚进入成熟阶段) 随煤增高, 煤 (或镜质组) 中以生烃为主, 排烃很少, 且生烃量迅速增加, 表现为 S_1+S_2 增加; 到生油高峰 (R_{max}^o 为 0.9% 左右) 时, 生烃量达到最大值, 排烃量虽有增加但仍较小, 使 S_1+S_2 表现为最大值; 尔后随煤阶进一步增高, 虽继续生烃, 但排烃量大大增加, 结果使 S_1+S_2 值明显减小。

镜质组对由其组成的全煤生烃排烃所起的作用如何? 必须对全煤进行相应的热解参数分析方可予以判断。为此, 对包括上述镜质组样品 (表 1) 所对应腐殖煤在内的众多全煤样品作了有用热解参数 (S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D) 及煤岩成分组成的分析, 所取得数据列入表 2 中, 并绘制了全煤热解参数与煤阶的相关图 [图 1(12~16)]。

图 1(3) 与图 1(12)、图 1(4) 与图 1(13)、图 1(7) 与图 1(14)、图 1(8) 与图 1(15)、图 1(10) 与图 1(16) 进行对比, 可以清楚地看出, I、II 煤相镜质组的 S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D 随煤阶的变化规律与其组成的相应的腐殖煤全煤的 S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D 随煤阶的变化规律十分相似。而且有一非常明显的共同特点, 即不论是 I 煤相还是 II 煤相, 同煤阶镜质组的 S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 和 D 值均比腐殖煤的大, 差值分别约为 25~50mg/g、20~50mg/g、1.5~5.0%、30~80mg/g 和 30% 左右。这无疑确切地说明, I 和 II 煤相煤的生烃潜力主要取决于

表 2 不同煤相煤的 Rock-Eval 热解分析及有关煤岩分析数据表

煤相	样品号	R _{max} (%)	有机碳 (%)	热解参数													煤岩成分 (%)				I ₆₅₀₀₀ (%)
				T _{max} (C)	S ₁ (mg/g)	S ₂ (mg/g)	S ₃ (mg/g)	S _{1+S₂} (mg/g)	I _p	I _c	C _p (%)	I _H (mg/g)	I _O (mg/g)	D (%)	I _{HC} (mg/g)	V	E	D _{extro}	FV		
I	T ₁₆	0.63	57.45	419	2.27	180.22	11.81	182.49	0.01	1.26	15.15	313.70	20.56	20.17	3.95	79.4	6.7	48.5	34.8	1.00	
	X ₂₀	0.67	57.10	432	5.57	215.38	11.34	220.95	0.03	18.99	18.34	377.20	19.86	32.12	9.75	67.5	13.6	47.7	59.6	1.12	
	B ₁₆	0.68	56.03	428	3.51	200.00	10.37	203.51	0.02	19.29	16.89	356.95	18.51	30.14	6.26	73.4	10.1	52.0	57.3	1.05	
	W ₁₄	0.71	54.35	428	1.17	194.50	5.09	195.67	0.01	38.21	16.24	357.87	9.37	29.88	2.15	76.5	10.2	54.0	43.8	1.03	
	YK ₁₇	0.73	57.07	437	2.80	183.80	7.00	186.60	0.02	26.26	15.49	322.06	12.27	27.14	4.91	71.6	9.4	48.5	41.0	1.07	
	TK ₁₇	0.75	58.95	436	3.26	194.78	7.60	198.04	0.02	25.63	16.44	330.42	12.89	27.89	5.53	75.0	10.4	51.9	44.3	1.10	
	TZ ₁₄	0.89	56.44	448	3.18	201.32	5.78	204.50	0.02	34.83	16.97	356.70	10.24	30.07	5.63	81.0	6.6	57.1		1.13	
	ZP ₁₄	0.94	57.32	450	2.90	195.71	8.13	198.61	0.01	24.07	16.48	341.43	14.18	28.75	5.06	88.7	4.9	61.1		1.10	
	GL ₁₆	0.99	58.91	449	3.75	170.59	8.46	174.34	0.02	20.16	14.47	289.58	14.36	24.56	6.37	85.2	3.9	56.3		1.05	
	JY ₁₇	1.03	70.64	456	4.60	168.20	10.40	172.80	0.03	16.17	14.34	238.11	14.72	20.30	6.51	73.1	5.7	57.9	21.6	1.06	
	ZZ ₁₆	1.05	60.21	455	2.50	165.66	8.75	168.16	0.01	18.93	13.96	275.14	14.53	23.19	4.15	88.9	3.3	56.9		1.02	
	JZ ₃	0.64	55.97	425	3.60	135.00	11.80	138.60	0.03	11.44	11.50	241.20	21.08	20.55	6.43	69.3	8.4	35.7		0.88	
	NT ₃	0.69	57.35	433	2.20	146.00	8.00	148.20	0.01	18.25	12.30	254.58	13.95	21.45	3.84	68.3	9.8	37.6		0.91	
	D ₇	0.70	56.35	433	3.33	173.95	8.12	177.28	0.02	21.42	14.71	308.70	14.41	26.10	5.91	61.1	15.2	28.7	20.2	1.00	
	H ₅	0.73	56.42	433	3.58	150.37	9.05	153.95	0.02	16.62	12.78	266.52	16.04	22.65	6.35	58.3	13.9	37.0	11.2	0.96	
	YK ₇	0.75	58.65	428	2.88	146.15	7.30	149.03	0.02	20.02	12.37	249.19	12.45	21.09	4.91	55.1	12.4	23.0	12.2	0.95	
	TK ₃	0.78	60.65	430	2.66	165.40	7.60	168.06	0.02	21.76	13.95	272.71	12.53	23.00	4.39	63.6	14.0	38.3	12.4	0.98	
YQ ₇	0.79	60.51	432	3.82	176.59	8.51	180.41	0.02	20.75	14.97	291.84	14.06	24.74	6.31	61.5	11.5	40.2		0.98		
Z ₇	0.82	57.90	434	1.42	139.38	6.53	140.80	0.01	21.34	11.69	240.73	11.28	20.19	2.45	62.2	13.7	31.0	8.1	0.96		
JY ₃	0.92	59.22	444	1.95	163.91	7.39	165.86	0.01	22.18	13.77	276.78	12.48	23.25	3.29	60.9	11.4	39.4	14.3	1.02		
TZ ₂	0.94	59.30	449	1.53	168.34	6.75	169.87	0.01	24.94	14.10	283.88	11.38	23.78	2.58	72.1	8.1	41.3		1.06		
ZZ ₃	1.07	61.72	456	2.45	151.58	7.10	154.03	0.02	21.35	12.78	245.59	11.50	20.71	3.97	76.5	6.3	43.0		0.98		

镜质组和生成的液态烃主要来源于镜质组以及镜质组是腐殖煤生烃的主要贡献者,同时反映了各种显微组份及其差异对生烃潜力与生成烃量的制约。

3.2 热解参数(S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D)与煤相的关系

图1(3)与(12)、(4)与(13)、(7)与(14)、(8)与(15)、(10)与(16)的对照分析明显可见,相同煤阶下,无论是镜质组或是腐殖煤,Ⅰ煤相的 S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D 值总比Ⅲ煤相要大,差值分别约为25~50mg/g、25~50mg/g、2~4%、20~80mg/g和2~8%。究其原因主要在于它们的煤岩成分组成有十分显著的差异。Ⅰ煤相煤不仅镜质组数量上多于Ⅲ煤相煤,而且质量上,即镜质组的类型是以基质镜质体,尤其是具有较强相对荧光强度(I_{550nm})的荧光(富氢)镜质体含量占有明显的优势。已有的研究(如图2)表明,镜质组相对荧光强度越大,生成的沥青A产率就越高。结合镜质组相对荧光强度(I_{550nm})与 S_1+S_2 值之间良好的正相关关系[图3(1)(2)],不仅推论了荧光镜质体确有较强的生烃潜力,并很好地解释了Ⅰ、Ⅲ煤相煤及其镜质组上述热解参数值存在着的明显差别。这种差别的本质原因则在于两种煤相镜质组化学结构的差异,这已为核磁共振的研究(赵师庆等,1992)所证实。

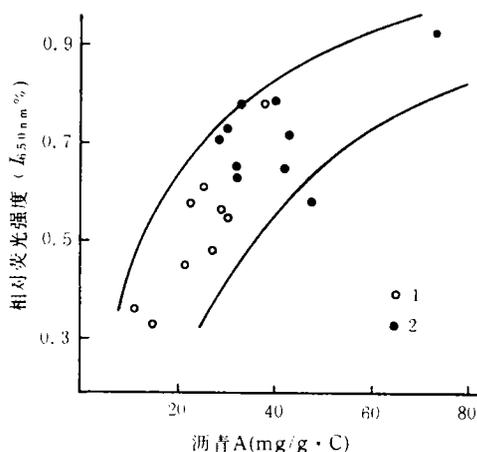


图2 镜质组的相对荧光强度和沥青A的相关关系

1. 山西组镜质组; 2. 太原组镜质组

3.3 S_1+S_2 值与显微组份组成的关系

为了探讨Ⅰ、Ⅲ煤相煤的生烃潜力与显微组份、亚组份之间的直接关系,绘制了图3(3)(4)、(5)和(6)。值得注意和令人感兴趣的是不同煤相,尤其是壳质组合含量较高的Ⅲ煤相腐殖煤的生烃潜力与壳质组数量之间不存在明显的相关性,然而两种煤相煤的 S_1+S_2 值与基质镜质体的数量有较好的正相关性($r=0.76$),又与荧光(富氢)镜质体和与富氢显微组份总量(壳质组+荧光镜质体)的相关性良好(r 约为0.95)。分析这样的实际结果可以说明下列问题:(1)基质镜质体和荧光镜质体及其数量对生烃潜力有重要的贡献[图3(4)(5)],这证明镜质组的类型对腐殖煤的生烃潜力有着重要的影响;(2)虽然壳质组与 S_1+S_2 之间相关性不好[图3(3)],但是这并不能说明壳质组对生烃没有贡献。本研究区特定的Ⅰ、Ⅲ煤相腐殖煤壳质组含量不多(表2),其单独生成的液态烃不足以克服排烃的低限值(30~50mg/g, Snowdon, 1991),可能是壳质组与 S_1+S_2 值相关性差的基本原因;(3)荧光镜质体与壳质组生烃量的加和作用(镜质组靠数量弥补质量与壳质组靠质量弥补数量)则可以生成足够量的液态烃以克服腐殖质的吸附从而达到排烃,这可能就是壳质组加荧光镜质体与 S_1+S_2 之间具有良好相关性[图3(6)]的根本原因;(4)Ⅲ煤相腐殖煤壳质组含量一般比Ⅰ煤相高约3~5%。仅从壳质组生油来看,理应Ⅲ煤相的 S_1+S_2 值要高于Ⅰ煤相,可事实却相反[当壳质组含量相近时明显可见,图3(3)]。这一方面可能是由于壳质组的内组成(Ⅰ煤相煤壳质组以藻类体、沥青质体、渗出沥青体、壳屑体等类脂组份相对较多,Ⅲ煤相煤则以孢子体、

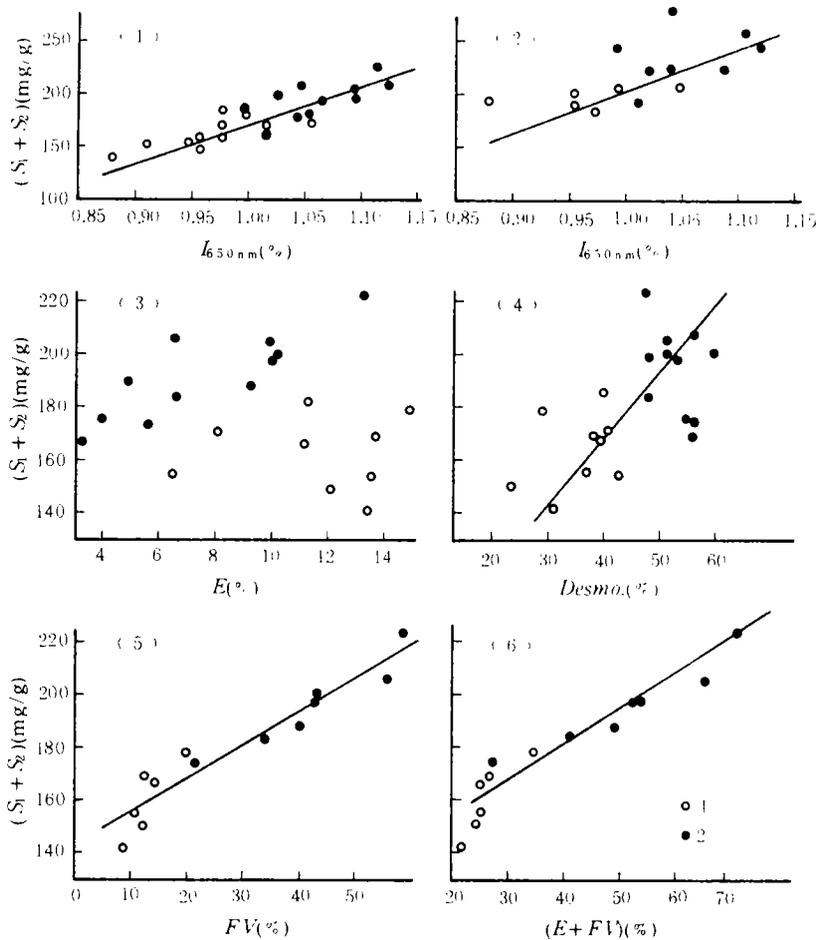


图3 不同煤相煤的生油潜力与镜质组各参数相关图

1. ■ 煤相; 2. ○ 煤相

- (1) 相关式 $S_1 + S_2 = -121.94 + 291.58I_{650nm}$, 相关系数 $r = 0.86$;
- (2) 相关式 $S_1 + S_2 = -127.50 + 324.38I_{650nm}$, 相关系数 $r = 0.85$;
- (3) 相关系数 $r = 0.27$;
- (4) 相关式 $S_1 + S_2 = 102.49 + 1.54Desmo.$, 相关系数 $r = 0.76$;
- (5) 相关式 $S_1 + S_2 = 143.06 + 1.20FV$, 相关系数 $r = 0.95$;
- (6) 相关式 $S_1 + S_2 = 127.85 + 1.24(E + FV)$, 相关系数 $r = 0.95$;

角质体等壳质组份相对丰富)有差别所致,另一方面更主要的则可能是因为荧光镜质体对生烃量的贡献超过了壳质组的缘故。

综上所述认为,本研究区 I 和 II 煤相腐殖煤应被看作是由(富氢)镜质组和壳质组共同造就的一种生(富)油煤。这种煤不仅在澳大利亚存在(Kharavi-Khorasani, 1987),在全球范围内也广有赋存(Teichmüller, 1973; Creaney 等, 1980)。Bertrand(1984, 1986)就曾注意到了某些煤的氢指数与壳质组没有明显相关性而却与基质镜质体有良好相关关系的事实。这些都说明了“镜质组生油”问题事实上已在煤成烃领域中引起了广泛的关注。

3.4 不同煤相腐殖煤及其镜质组的生烃潜力评价

不论是Ⅰ和Ⅲ煤相的腐殖煤还是镜质组, S_1+S_2 与 I_H 之间的相关关系都显示出良好的一致性(表2、表1)。仅从热解参数(S_1+S_2 、 I_H)数据而言,按照现有评判煤型烃源岩的标准(刘德汉等,1987),Ⅰ煤相镜质组和腐殖煤应属非常好的烃(油)源组份和烃源岩,而Ⅲ煤相镜质组和腐殖煤则可归为比较好的烃源组份和烃源岩。热解参数评价生烃潜力与多参数的综合评价(赵师庆,1993——待刊稿)结果是相符的。

4 结论

(1)腐殖煤和镜质组系列热解参数(S_2 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D)随煤阶的变化十分规律,两者的变化趋势也十分相似,表明镜质组是腐殖煤生烃的组份和主要贡献者;

(2)腐殖煤和镜质组系列热解参数(S_1 、 S_1+S_2 、 C_p 、 I_H 、 D)随煤相的变化十分规律,两者的变化趋势也十分相似。不论是腐殖煤还是镜质组,Ⅰ煤相的系列热解参数总比同煤阶Ⅲ煤相的要大,且差异十分显著,表明镜质组的类型对腐殖煤的生烃潜力有重要影响;

(3)Rock-Eval 热解分析可作为煤生烃潜力评价的有用和有效手段。用 S_1+S_2 和 I_H 参数对不同煤相腐殖煤生烃潜力的评价与多参数的综合评价结果一致;

(4)不同煤相腐殖煤的生烃潜力(S_1+S_2)与壳质组数量不相关、与基质镜质体数量呈正相关、与荧光镜质体和富氢显微组份总量呈良好正相关关系。表明壳质组份对腐殖煤的生烃也有贡献;

(5)荧光镜质体与壳质组份生烃潜力的加和效应是本研究区Ⅰ、Ⅲ煤相腐殖煤能够生烃并排烃的根本原因;

(6)研究认为,Ⅰ、Ⅲ煤相腐殖煤实质上是由荧光镜质体与壳质组份共同构成的一种特定腐殖型的生(富)油煤,其科学意义十分重大而深远。

本文的实验分析得到了北京石油勘探开发科学研究院实验中心邬立言高级工程师、张振岭、马文玲工程师和江汉石油学院分析测试中心王铁冠教授、熊波工程师等的大力协助,谨此致谢。

(收稿日期:1992年11月1日)

参 考 文 献

- 1 邬立言等编著. 生油岩热解快速定量评价. 北京: 科学出版社, 1986, 13~17
- 2 赵师庆等. 不同煤相煤中煤和镜质组特征的初步研究. 中国科学院地球化学研究所有机地球化学开放研究实验室研究年报, 北京: 科学出版社, 1987, 23~44
- 3 赵师庆等. 等变质煤及其镜质组的煤岩学研究. 中国石炭二叠纪含煤地层及地质学术会议论文集, 北京: 科学出版社, 1987, 366~374
- 4 赵师庆等. 等变质煤中镜质组有机地球化学研究——I. 沥青 A₁ 族组份及烷烃色谱特征. 石油实验地质, 1988, 10(2)
- 5 刘德汉等. 煤成烃的某些有机地球化学特征. 中国石炭二叠纪含煤地层及地质学术会议论文集, 北京: 科学出版社, 1987, 350~357

- 6 赵师庆等. 等变质煤中镜质组有机地球化学研究——核磁共振特征. 石油实验地质, 1992, 14(2)
- 7 Kharari-Khorasani G. Oil-prone Coals of the Walloon Coal Measures, Surat Basin, Australia. In Coal and Coal-bearing Strata, Recent Advances (Edited by Scott A. C.), *Geological Society Special Publication*, 1987, 32: 1160~1162
- 8 Snowdon L.R. Oil from Type I Organic Matter; Resinite Revisited. *Organic Geochemistry*, 1991, 17(6): 743~747
- 9 赵师庆. 实用煤岩学. 北京: 地质出版社, 1991

THE STUDY ON THE ORGANIC GEOCHEMISTRY OF ISOMETAMORPHIC COAL AND VITRINITE—— ROCK-EVAL PYROLYTIC ANALYSES

Zhao Shiqing

Li Xianqing

(Huainan Mining College)

(Jiangnan Petroleum College)

Abstract

In this paper, detailed Rock-Eval pyrolyses have been carried out on the vitrinite and composition of various reductional-type coals (i. e. coal facies I and II) from the Northern Jiangsu and Southern Shandong provinces of the southern part of North China, and their geochemical features are also studied combining with anthracological identification and the measurement of fluorescent parameters. The above studies suggest the following three comments; 1) the pyrolytic analysis could be an effective means for the potential evaluation on coal-derived hydrocarbon, 2) the type of vitrinite should play a significant influence on the hydrocarbon potential derived from humic coal, in which rich hydrogen-bearing vitrinites are the major contributors to hydrocarbon generation, 3) exinoid compositions should also be the contributor to the hydrocarbon generation from humic coal, and 4) the rich hydrocarbon-bearing coal with coal facies I and II in the study areas should be a certain type of humic coal which essentially consists of fluorescence vitrinite and exinoid compositions.