

贵州六盘水地区龙潭煤系煤岩富氢显微组分的生烃潜力与生烃贡献

刘惠永 张爱云 翁成敏

(中国地质大学, 北京 100083)

从有机岩石学与有机地球化学角度研究烃源岩有机质成烃演化和生烃作用是油气资源评价的一个重要方面。本文探讨了贵州六盘水地区煤岩显微组分的生烃潜力和生烃贡献, 并对富氢显微组分的组成与氢指数作了相关性研究, 提出了计算显微单组分生烃贡献的一种方法。结果表明: 研究区的基质镜质体早于树皮体产生液态烃类, 富氢显微组分的含量与氢指数表现出很好的相关性; 基质镜质体是煤生烃作用的最大贡献者。这一结论对研究区油气资源潜力评价有着重要的参考价值。笔者认为, 烃源岩有机质的生烃潜力是针对其生烃性能而言的, 是生烃作用的“质”的衡量标准; 生烃贡献则是针对其在生烃过程中的生烃配分而言的, 是生烃作用的“量化”标准, 提出将生烃贡献指标作为烃源岩有机质生烃评价的判别指标的可行性和必要性。

关键词 六盘水地区 富氢显微组分 生烃潜力 生烃贡献

第一作者简介 刘惠永 男 27 岁 博士生 煤及油气地质

从有机岩石学与有机地球化学角度研究烃源岩有机质成烃演化与生烃作用已经成为油气资源评价的一个重要方面。有机岩石学注重显微层次方面的研究, 有机地球化学则侧重于化学性质和分子级层次领域的研究。如何将二者的研究成果有机地统一起来, 综合地探讨烃源岩的地质演化史和生烃过程是众多学者所共同关注的问题。

贵州六盘水地区是我国南方的重要能源基地, 对其主煤层的资源潜力进行评价具有重要的实际应用价值和意义。六盘水地区龙潭煤系形成于以海陆交互为主的沉积体系(向英富等, 1989)。笔者对研究区的主采煤层进行了系统采样, 分别从有机岩石学和有机地球化学方面进行了分析测试, 并有机地综合了二者的研究结果, 对研究区煤的显微组成与成烃演化以及生烃作用的关系进行了探讨。

1 显微组成及富氢显微组分的性状

研究区煤中含有丰富的镜质组、壳质组和惰质组 3 种显微组分。镜质体和树皮体是最主要的煤岩显微组分。镜质组含量占 42.66% ~ 77.41%, 其中

基质镜质体占绝对优势; 壳质组含量占 0.25% ~ 23.19%, 其中以树皮体占优势; 惰质组含量占 16.35% ~ 36.03%, 又以丝质体为主要组分。

富氢显微组分作为一种重要的生油显微组分, 特别对于煤和陆源有机质烃源岩而言, 已经受到学者们的广泛关注, 目前研究层次正在日趋深入(Bertrand et al, 1989; 王飞宇等, 1994)。煤岩学研究表明: 研究区煤岩显微组成中, 基质镜质体和树皮体是主要的富氢显微组分。荧光观测显示, 基质镜质体多呈现暗褐色荧光, 有的荧光更强; 树皮体内部荧光强, 呈黄色; 外部荧光弱, 呈橙黄色, 具有荧光分带现象。基质镜质体和树皮体的荧光显示是其化学组成富氢的表现, 这一性状对于研究煤岩显微组分的生烃作用及热演化过程是十分有意义的。

2 煤岩显微组成与热解指标的相关性

煤岩显微组分经历不同的热演化作用后, 其热解指标表现出一定的特征。从一定意义上讲, 生烃潜力反映了显微组分的生烃性能, 是“质”的衡量标准。热解分析能够定量评价烃源岩的生烃潜力, 是一项

良好的有机地球化学分析项目。六盘水地区部分全层煤样热解分析结果见表 1。

表 1 六盘水地区部分全层煤样的随机反射率值及热解分析结果

Table1 Results of random reflectivity & Rock- Eval analysis of coal samples from Liupanshui area

样号	R_o (%)	T_{max} ()	S_1 (mg/g)	S_2 (mg/g)	S_3 (mg/g)	氢指数 HI
1	0.69	432	17.53	202.13	12.40	276
2	-	440	0.74	23.81	1.82	206
3	1.02	449	11.57	126.28	16.10	155
4	0.76	453	9.35	87.31	20.21	151
5	0.83	452	13.19	149.87	6.74	180
6	0.74	456	5.75	103.26	14.64	164
7	1.01	465	7.38	105.35	6.92	135
8	1.10	477	2.42	68.82	5.73	96
9	1.14	478	2.60	62.53	6.88	93
10	1.23	479	4.00	51.87	19.50	72
11	1.20	489	2.92	45.45	5.64	63
12	-	487	0.72	36.95	3.90	56

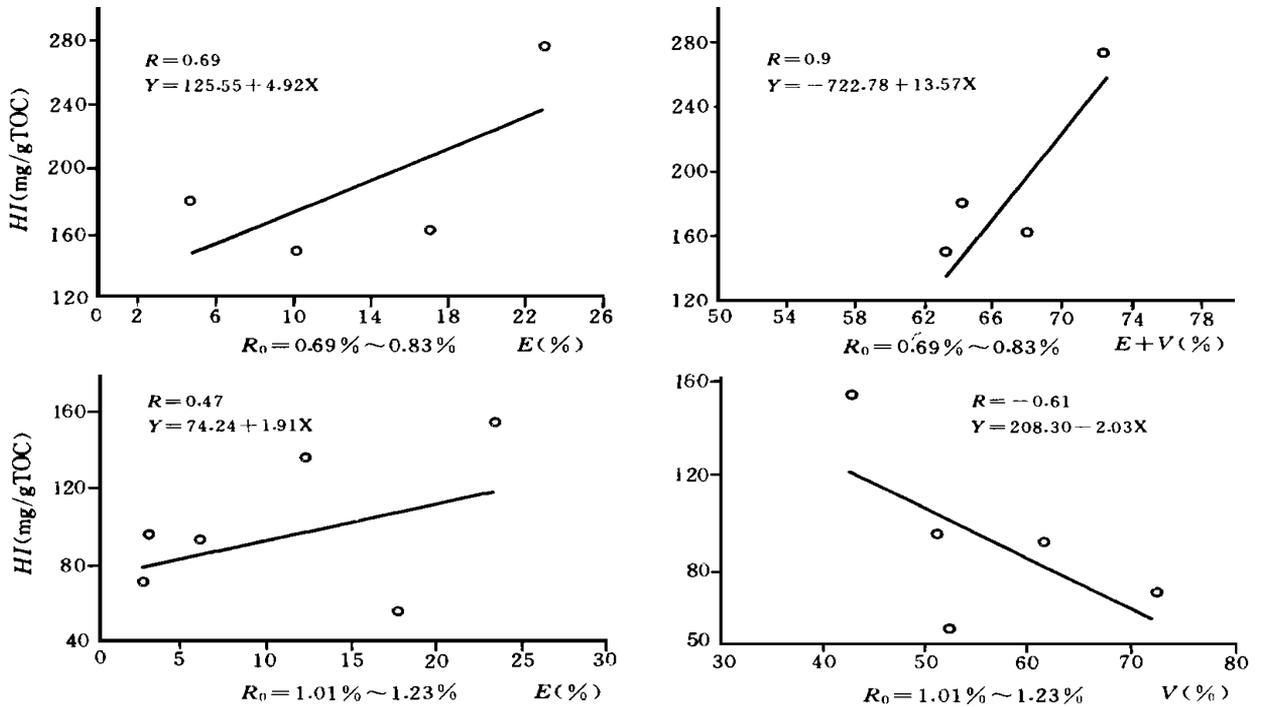


图 1 研究区煤的显微组成与生烃潜力相关关系图

Fig. 1 Relationship between coal macerals and hydrocarbon-generating potential in study area

笔者将全层煤样的反射率分为不同的区间来讨论煤的显微组成与生烃潜力的关系和相关性(图 1)。遵循的原则是,在相同的反射率区间内,样品的煤岩显微组成相近。

从图 1 和表 1 中看出:

(1) 低变质阶段, $E(\%) - HI$ 相关性较好, 相关系数为 0.69;

(2) 低变质阶段, $E + V(\%) - HI$ 具有很强的相关性, 相关系数 $R = 0.90$;

(3) 随热演化程度的继续升高 (R_o 变化在 1.01% ~ 1.23% 之间), $E(\%) - HI$ 呈现弱的正相关关系, 相关系数 R 为 0.47; $V(\%) - HI$ 呈现负相关关系, 相关系数 $R = -0.61$ 。

分析表明, 基质镜质体早于树皮体产出液态烃类, 当树皮体进入生油窗时, 其产出的液态烃类尚未大量排出并进入基质镜质体中, 因此这期间二者与 HI 都呈正相关关系; 当树皮体进入生油高峰时, 二者的叠加总含量与氢指数 HI 呈较强的正相关关系, 相关系数 R 为 0.90; 随着热演化程度的继续升高, 树皮体已超出生油门限, 其光学性质接近于基质镜质体, 基质镜质体的微裂隙以及细小孔洞保存的大量液态烃类在液体饱和压力的驱动下大量排出煤

体, 因而出现了渗出沥青体充填在丝质体胞腔的现象, 这是一个明显的迹象, 在相关图上表现为基质镜质体含量增高, HI 反而降低的反相关关系。这种关系与液态烃类的运移有关。

在相同变质程度下, 镜质组含量高则生烃潜力高, 壳质组含量高生烃潜力亦高。而随变质程度的升高, 壳质组的性质接近于镜质组, 基质镜质体对煤生烃的贡献趋于显著, 其含量高, 表现出高的生烃潜力。

从表 1 看出, E, V 与 S_1 不具有很强的相关性(相关性不明显), S_1 对热演化程度的影响尤其敏感, 而且 S_1 指标受煤层显微组分生排烃和烃类运移的影响较显著。本文未作深入讨论。

3 煤岩显微单组分热解分析与生烃作用

笔者对水城地区大河边矿主采煤层 C409 的全层煤样进行了显微组分分离工作, 获取了高纯度(纯度大于 98%)的同生镜质组和同生树皮体两种煤岩显微单组分, 然后对全层煤样、同生镜质组和同生树皮体作了热解分析, 分析结果见表 2。

表 2 水城地区大河边矿 C409 煤层全层煤样与显微单组分热解分析结果

Table 2 Rock-Eval analysis results of C409 coal samples and macerals of Dahebian, Shuicheng area

样号	R_o (%)	T_{max} (°C)	S_1 (mg/g)	S_2 (mg/g)	S_3 (mg/g)	氢指数 HI
全层煤样	0.69	432	17.53	202.13	12.40	276
同生树皮体	-	433	9.39	373.79	2.24	465
同生镜质组	-	432	18.98	228.75	3.90	289

通过对上述两煤层显微单组分的热解分析, 得出以下几点认识:

(1) 吸附烃产率 (S_1) 镜质组 > 壳质组, 而热解烃 (S_2) 则壳质组 > 镜质组 > 全层煤样, S_3 值全层煤样 > 镜质组 > 壳质组。

(2) 镜质组分具有富氢的典型特征, 并且其游离烃含量最高, 表明镜质组分除本身具有较强的生烃潜力外, 也说明由于其孔-裂隙发育, 极易吸附组分间排出的游离烃, 具有储集性能。镜质组在研究区是一种不可忽略的生烃组分和富烃组分(保存游离烃

的作用)。

(3) 壳质组热解温度稍微滞后, 游离烃产量低于镜质组, 但 S_2 值远远大于镜质组, 具有极高的生烃潜力, 其生成的游离烃排出母体后, 运移至基质镜质体和丝质体等其它组分中去, 使自身产出的游离烃反映在热解指标上则略微偏低。

(4) 由于基质镜质体在整个样品中具有较高的含量, 其作为一种不可忽略的生烃组分已得到证实。因此很有必要对富氢的基质镜质体的显微乃至超微结构作深入的研究, 这是探讨煤生烃、排烃的重要环

节。

(5) 煤显微单组分的生烃潜力分析说明各种组分的生烃差异性影响着煤的生烃潜力, 由此可见显微组分的生烃贡献对煤生烃潜力评价和资源评价都具有重要的理论意义和研究价值。

4 显微单组分的生烃贡献

笔者认为, 生烃贡献是显微组分生烃的“量化”指标, 煤岩显微单组分的生烃贡献研究是十分重要

的, 它是了解显微组分生烃史的一个窗口。笔者将水城地区大河边矿 C409 煤层全层煤样、同生镜质组与同生树皮体的生烃潜力作以下的比较, 并计算了同生镜质组与同生树皮体的生烃贡献(计算结果见表 3), 图 2 表示二者与全层煤样生烃潜量和生烃贡献的比例关系。笔者提出的计算公式为:

$$\begin{aligned} & \text{显微煤岩单组分生烃贡献(配分)} \\ &= \frac{\text{显微单组分热解烃量}}{\text{全层煤样热解烃量}} \times \text{显微单组分含量} \end{aligned}$$

表 3 大河边矿 C409 煤层全层煤样、同生镜质组与同生树皮体的生烃贡献

Table3 Hydrocarbon- generating contribution of C409 coal, esmocollinite and barkinite of Dahebian coal mine

	热解烃量 S_2 (mg/g)	显微组分含量 (%)	生烃潜量 (mg/g)	生烃贡献 (配分)(%)
全层煤样	202.13	-	202.13	100.00
同生镜质组	228.75	49.39	112.98	55.89
同生树皮体	373.79	19.41	72.55	35.89
其它	-	31.20	-	8.22

有机岩石学研究已表明: 该煤层有机质处于成熟阶段, 热演化进入生油窗, 是煤成油的有利时期。从表 3 和图 2 看到, 同生镜质组的生烃贡献(配分)为 55.89%, 同生树皮体的生烃贡献(配分)为 35.89%。所以对该煤层而言, 镜质组对生烃的贡献是主要的, 树皮体的生烃贡献居于第二位, 二者共同组成了煤成液态烃类的重要母质。同生镜质组自身的生排烃和树皮体排出的液态烃类对基质镜质体的

浸染是造成同生镜质组的生烃贡献居于首位的原因。

生烃贡献(配分)指标的计算结果与显微煤岩学的研究结果是吻合的。这项指标对客观评价显微单组分在生烃过程中所起的作用是十分有效的, 它对烃源岩有机质的生烃评价具有普遍意义, 可以作为评价显微组分生烃作用的辅助指标。

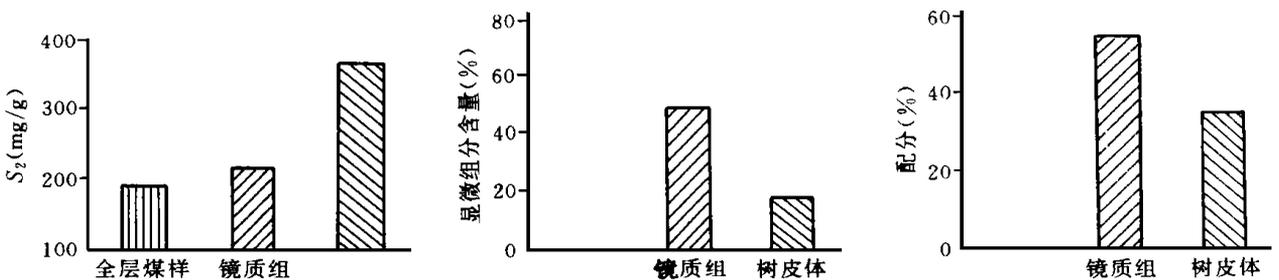


图 2 显微组分生烃贡献的比较

Fig2 Comparison of hydrocarbon generation in macerals

5 结论

(1) 有机岩石学与有机地球化学的紧密结合是十分必要的。特别是对有机显微组分的组成特征和有机地球化学的分析测试结果进行相关性研究, 是客观评价烃源岩的生烃作用和生烃过程的一个重要方面。

(2) 笔者对研究区的煤岩显微组成与热解指标进行了相关性分析, 反映了烃源岩有机质在生烃演化史中所经历的变化。结果表明: 研究区基质镜质体早于树皮体产生液态烃, 富氢显微组分的含量与氢指数的关系表现出很好的规律性。有机质热演化作用的初期, 氢指数与树皮体和基质镜质体的含量都呈正相关关系; 热演化阶段的中间阶段, 氢指数与二者含量的总和呈正相关关系; 而随着热演化作用的加强, 氢指数与基质镜质体的含量呈现反相关关系。

(3) 烃源岩有机质的生烃潜力是针对其生烃性能而言的, 是生烃作用的“质”的衡量标准; 生烃贡献

则是针对其在生烃过程中的生烃配分而言的, 是生烃作用的“量化”标准。对六盘水水城地区煤岩富氢显微组分生烃贡献的探讨表明, 基质镜质体是煤生烃作用的最大贡献者。这一结果对研究区油气资源潜力评价有着重要的参考价值。可将生烃贡献指标作为烃源岩有机质生烃评价的一项重要指标。

参 考 文 献

- 1 向英富, 陈宗富 贵州晚二叠世沉积相及其演变规律探讨. 贵州地质, 1989, 6(3): 191~ 202
- 2 王飞宇, 傅家谟, 刘德汉 煤与陆源有机质生油岩有机岩石学特点及评价. 石油勘探与开发, 1994, 21(4): 30~ 35
- 3 Bertrand P et al Composition of potential oil from humic coals in relation to their petrographic nature. *Org. Geochem.*, 1989, 10(3): 10~ 26

(收稿日期: 1998 年 5 月 6 日)

THE HYDROCARBON GENERATING POTENTIAL AND CONTRIBUTION OF HYDROGEN-RICH MACERAL IN LONGTAN COAL BEARING FORMATION, LIUPANSHUI AREA, GUIZHOU PROVINCE

Liu Huiyong Zhang Aiyun Weng Chengmin

(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract

Based on the study of organic geochemistry and organic lithology, this paper mainly discussed the question of the hydrocarbon generating potential and contribution of hydrogen-rich maceral in Liupanshui area, Guizhou province. The authors analysed relationship between composition of hydrogen-rich maceral and hydrocarbon generating quantity and put forward one method for calculating hydrocarbon generating contribution. It can be concluded that there is close relationship between composition of hydrogen-rich maceral and hydrocarbon generating quantity, and esmocolonite pay more contribution to the hydrocarbon generating process. The hydrocarbon generating potential is the qualitative criterion and the hydrocarbon generating contribution is the quantitative criterion. Therefore hydrocarbon generating contribution can be acted as the important criterion for evaluation of hydrocarbon generation of organic matters.

Key words hydrogen-rich maceral, hydrocarbon generating potential, hydrocarbon generating contribution, Liupanshui area