

# 浑源煤和乐平煤抽出物的化学组成 及其地球化学特征

## I. 烷烃部分

顾永达 林明辉

(中国科学院山西煤炭化学研究所)

盛国英 付家谟

(中国科学院地球化学研究所广州分部)

**摘要** 本文利用 GC 和 GC/MS 技术对山西浑源藻蚀煤和江西东平树皮煤的索氏抽提物的烷烃馏分进行了研究。首次发现浑源藻蚀煤中存在显著量的 C<sub>28</sub> 二降萘烷, 伽马蜡烷和  $\gamma$ -戊萝卜烷, 而在乐平树皮煤中却不存在可检测量的甾烷系列。

**关键词** 藻蚀煤 树皮煤 成煤母质 沉积环境 煤成烃 C<sub>28</sub> 二降萘烷

**第一作者简介** 顾永达 男 54岁 副研究员 煤化学

研究特殊煤种抽出物的化学组成及其地球化学特征, 不仅可为目前感兴趣的煤成烃问题, 也可为它们的合理利用提供重要的科学依据。本文根据江西乐平残植煤和山西浑源藻蚀煤索氏抽出物中烷烃馏分的有机地化特征, 讨论它们特殊的成煤母质和沉积环境, 以及它们在有机地球化学中的应用前景。

## 一、实 验

### 1. 煤样

乐平树皮残植煤采自江西省乐平煤田钟家山矿区 B<sub>4</sub> 煤层。该煤属上二叠纪乐平煤系, 树皮残植部分占 20—70%。

浑源煤属石炭二叠纪太原组腐泥煤。镜下有一定的藻丝体。它与一般早古生代石煤不同, 具有很高的挥发份和低的硫含量, 焦油收率达 20% 左右, 因此有可能成为研究煤成烃的良好腐泥型母质和煤热加工的较好原料。

表 1 为这两个特殊原煤的工业分析和元素分析数据。值得指出的是浑源煤 H/C 原子比大于 1。

### 2. 抽提与分离

将原煤破碎, 取 30—80 目的样品用苯-甲醇共沸液为溶剂在索氏抽提器中抽提 72 小时, 乐平煤抽出率为 1.1wt%, 浑源煤为 6.4wt%。

表 1 两个特殊原煤的工业分析、元素分析结果\*

煤 样	W <sup>i</sup>	A <sup>i</sup>	V <sup>i</sup>	C <sup>i</sup>	H <sup>i</sup>	N <sup>i</sup>	S <sup>i</sup>	O <sup>i</sup>	H · C	O / C
乐 平	0.70	12.46	31.82	84.80	5.44	1.06	4.23	4.48	0.76	0.04
浑 源	3.34	9.30	53.74	73.84	6.98	1.15	0.46	11.57	1.13	0.18

\* O<sup>i</sup> 为差值, H / C 和 O / C 为原子比

抽出物用石油醚 (30—60℃) 脱沥青质, 在硅胶-氧化铝柱色谱上先后用石油醚、二氯甲烷和甲醇冲洗以分离其烷烃、芳烃和非烃馏分, 重量百分数相应为: 乐平煤 17.9、54.2、28.0; 浑源煤为 18.6、24.3、57.2。

### 3. GC 和 GC / MS 分析

将上述分离出的烷烃馏分分别做 GC 和 GC / MS 分析。用 GC-9A 气相色谱仪, OV-101 石英毛细管柱 (30m × 0.25mm)。初温 100℃, 终温 290℃, 升温速率 4℃ / min, 载气为 H<sub>2</sub>。GC / MS 分析: Finnigan-MAT 4515 型 GC / MS, 电离电压 70ev, 350μA, SE-54 石英毛细管色谱柱 (25m × 0.25mm)。柱温 100—290℃, 升温速率 6℃ / min, He 为载气。数据收集和处理在 INCOS 系统上进行。

## 二、结果和讨论

浑源藻烛煤和乐平残植煤的烷烃馏分的特征可从正构烷烃和类异戊二烯烃、烷基环己烷、萜烷和甾烷等化学组成及其分布来讨论, 它们都有各自的特征。

### 1. 正构烷烃和类异戊二烯烃

浑源煤抽出物中正构烷烃主峰为 n-C<sub>16</sub>, 奇偶优势不明显, CPI = 1.07, Pr / Ph = 0.5, Pr / n-C<sub>17</sub> = 0.4, Ph / n-C<sub>18</sub> = 0.7,  $\sum C_{20}^- / \sum C_{21}^+$  = 1.04; 乐平煤抽出物中正构烷烃呈单峰分布, 略有奇偶优势, CPI = 1.10, Pr / Ph = 1.3, Pr / n-C<sub>17</sub> = 0.4, Ph / n-C<sub>18</sub> = 0.6,  $\sum C_{20}^- / \sum C_{21}^+$  = 3.2。由此可见, 乐平煤相比于浑源煤要成熟些, 而浑源煤可能在还原环境下演化的, 乐平煤则有可能在水陆交替的环境下成煤 (Didyk, 1978; 顾永达等, 1985; 孙玉麟等, 1988; 黄第藩等, 1984)。

### 2. 烷基环己烷

浑源煤中又有少量 (0.4%) 的 C<sub>15</sub>—C<sub>22</sub> 烷基环己烷峰为 m / z 83, 乐平煤中则有较多 (4.9) 的 C<sub>12</sub>—C<sub>20</sub> 烷基环己烷, 其碳数分布与正构烷烃相似, 只是主峰少一个碳数 (C<sub>15</sub>)。

### 3. 萜烷系列

这两个特殊煤中都有一个比较完整系列的萜烷, 尤其是浑源煤中有伽马蜡烷, C<sub>31</sub> 以后的莫烷和 C<sub>28</sub> 藿烷, 如图 1 和图 2 所示。以 17α (H) 21β (H) 藿烷和 17β (H) 21α (H) 莫烷形式存在, 没有 ββ 构型的萜烷, 两者都以 αβ—C<sub>30</sub> 藿烷为主峰。乐平煤的 22S > 22R, S / R 平均为 1.32, 浑源煤自 C<sub>31</sub> 后均是 22S < 22R, S / R 平均为 0.67, 即乐平煤 22 位差向异构体接近于平衡值 1.50, 已接近成熟门槛 (S / R = 1.5) (曾宪章等, 1986)。而浑源煤仍远离此值。

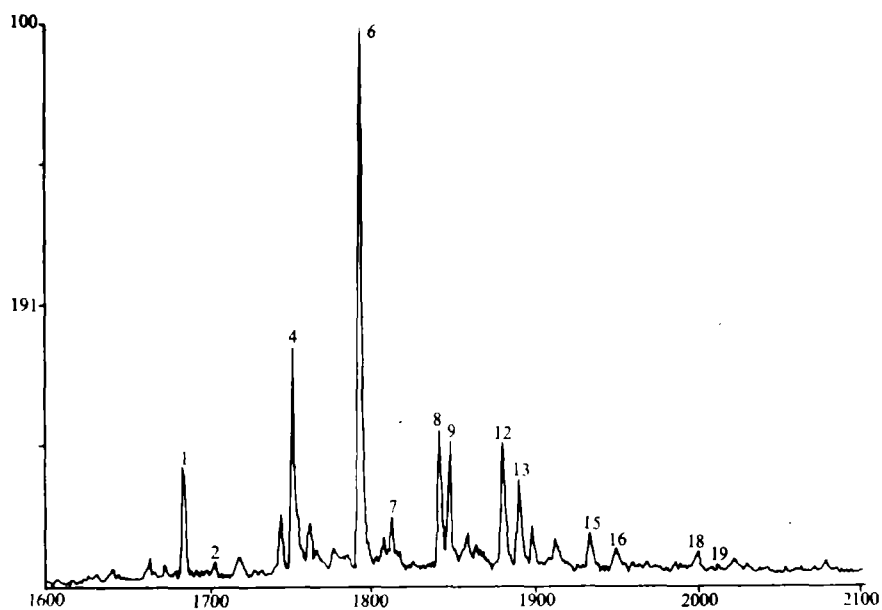


图1 乐平煤抽出物烷烃馏份中  $m/z$ 191 质量色谱图

Fig. 1  $m/z$ 191 Mass-Chromatogram in alkyl fraction of Lupinite or Fig. 1 Triterpan Fragme  
togram ( $m/z$ 191) of Lupinite extract

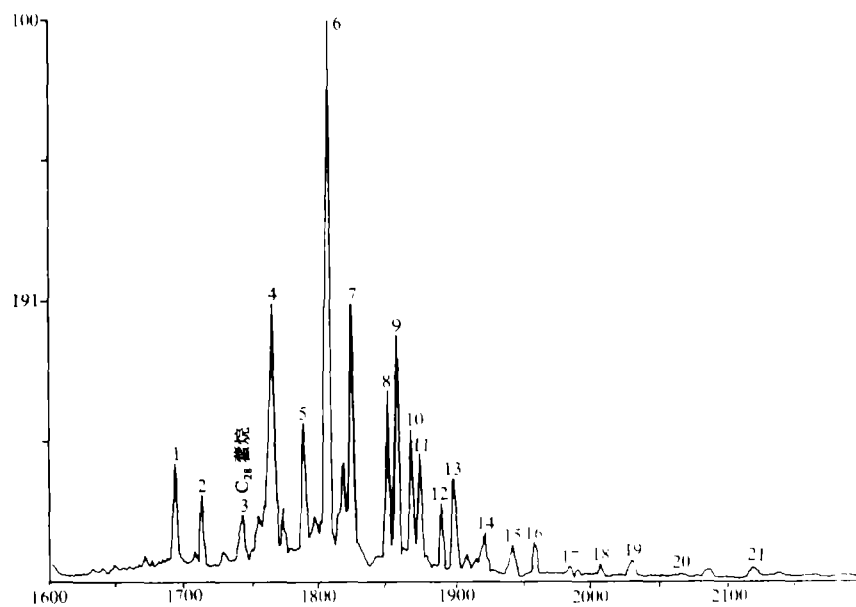


图2 浑源煤抽出物烷烃馏份中  $m/z$ 191 质量色谱图

Fig. 2  $m/z$ 191 mass chromatogram in alkyl fraction of Hunyuan coal extract

有趣的是在浑源煤中有  $C_{28}$ -藿烷, 伽马蜡烷。在一般生油岩或原油中, 很少存在  $C_{28}$ -藿烷。图 3 是藿烷的碳数分布图, 进一步看到  $C_{28}$ -藿烷 (Kovats 值为 2855, 接近文献值 2825) (Granthem, 1980) 和  $>C_{31}$  的莫烷存在以及伽马蜡烷 (Dovats 值为 3118, 接近文献值) 的存在。伽马蜡烷指数 (伽马蜡烷 /  $C_{32}\alpha\beta$  藿烷) 等于 0.23, 接近于陆相半咸水沼泽沉积物的数值 (王锐良等, 1990)。表 2 为浑源煤中藿烷系列名称及其相对含量。

表 2 浑源煤和乐平煤中藿烷系列名称与 (m/z191 质量色谱图和图 2 相对应)

Table 2 Assigned hopan compounds in Hunyuan 4 Lupinite coal extracts

序号	名 称	百分数%	序号	名 称	百分数%
1	$T_5 C_{27}H_{46} 18\alpha (H) -22, 29, 30$ -三降藿烷	4.8	12	$\alpha\beta-C_{32}-S C_{32}H_{56} 22S-17\alpha (H) 21\beta (H)$ -30, 31-二升藿烷	2.0
2	$T_m C_{27}H_{46} 17\alpha (H) -22, 29, 30$ -三降藿烷	2.3	13	$\alpha\beta-C_{32}-R C_{32}H_{56} 22R-17\alpha (H) 21\beta (H)$ -30, 31-二升藿烷	3.2
3	$C_{28} C_{28}H_{48} 28, 30$ -二降藿烷	2.3	14	$\beta\alpha-C_{32} C_{32}H_{56} 17\beta (H) 21\alpha (H) -30,$ 31-二升莫烷	2.2
4	$\alpha\beta-C_{29} C_{29}H_{50} 17\alpha (H) -30$ -降藿烷	14.9	15	$\alpha\beta-C_{33}-S C_{33}H_{58} 22S-17\alpha (H) 21\beta (H)$ -30, 31, 32-三升藿烷	1.2
5	$\beta\alpha-C_{29} C_{29}H_{50} 17\beta (H) 21\alpha (H) -30$ -降藿烷	5.0	16	$\alpha\beta-C_{33}-R C_{33}H_{58} 22R-17\alpha (H) 21\beta (H)$ -30, 31, 32-三升藿烷	1.4
6	$\alpha\beta-C_{30} C_{30}H_{52} 17\alpha (H) 21\beta (H) -$ 藿烷	24.8	17	$\beta\alpha-C_{33} C_{33}H_{58} 17\beta (H) 21\alpha (H) -30,$ 31, 32-三升藿烷	0.7
7	$\beta\alpha-C_{30} C_{30}H_{52} 17\beta (H) 21\alpha (H) -$ 莫烷	9.4	18	$\alpha\beta-C_{34}-S C_{34}H_{60} 22S-17\alpha 21\beta-30, 31,$ 32, 33-四升藿烷	0.5
8	$\alpha\beta-C_{31}-S C_{31}H_{54} 22S-17\alpha (H) 21\beta (H)$ -30 升藿烷	6.0	19	$\alpha\beta-C_{34}-R C_{34}H_{60} 22R-17\alpha 21\beta-30, 31,$ 32, 33-四升藿烷	1.8
9	$\alpha\beta-C_{31}-R C_{31}H_{54} 22R-17\alpha (H) 21\beta (H)$ -30 升藿烷	8.2	20	$\beta\alpha-C_{34} C_{34}H_{60} 17\beta 21\alpha-30, 31, 32, 33$ -四 升藿烷	0.4
10	伽马蜡烷 $C_{30}H_{52} 22S$	4.9	21	$\alpha\beta-C_{35}-S C_{35}H_{62} 22S-17\alpha 21\beta-30, 31,$ 32, 33, 34-五升藿烷	0.5
11	$\beta\alpha-C_{31} C_{31}H_{54} 17\beta (H) 21\alpha (H) -30$ -升 莫烷	3.9	22	$\alpha\beta-C_{35}-R C_{35}H_{62} 22R-17\alpha 21\beta-30, 31,$ 32, 33, 34-五升藿烷	0.8

除了五环三藿烷外, 在乐平煤中还有少量  $C_{19}$ ,  $C_{20}$  二藿类和  $C_{24}$  四环藿等表示陆源高等植物来源的生物标志物。

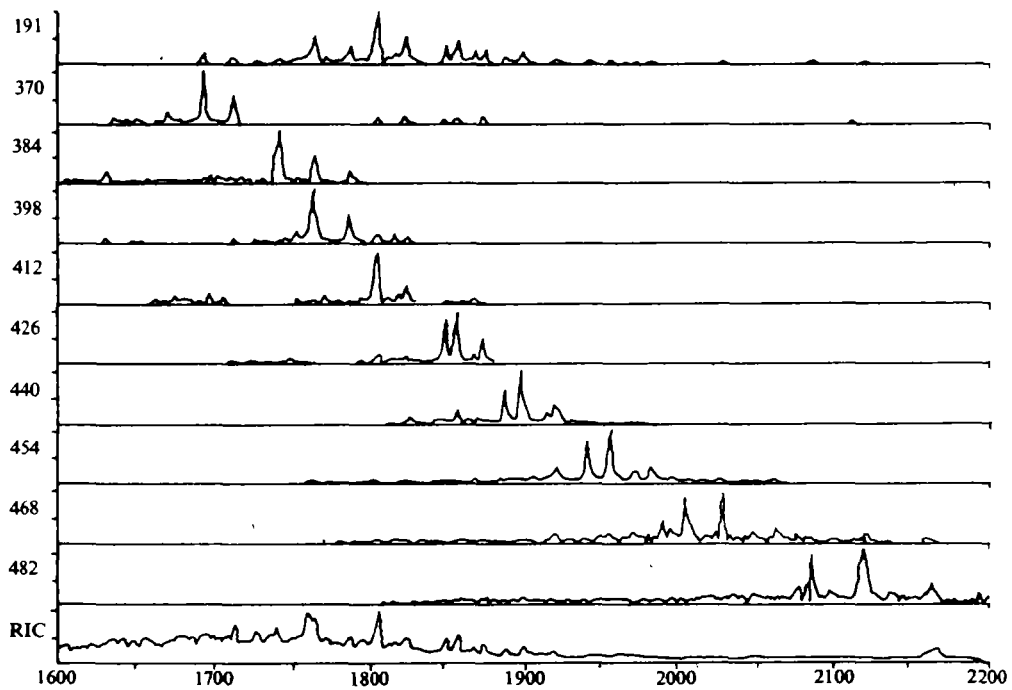


图3 浑源煤烷烃馏份  $m/z$  191 和萜烷分布图

Fig. 3  $m/z$  191 Mass chromatogram and terpan distribution in Hunyuan coal extract of alkyl fraction

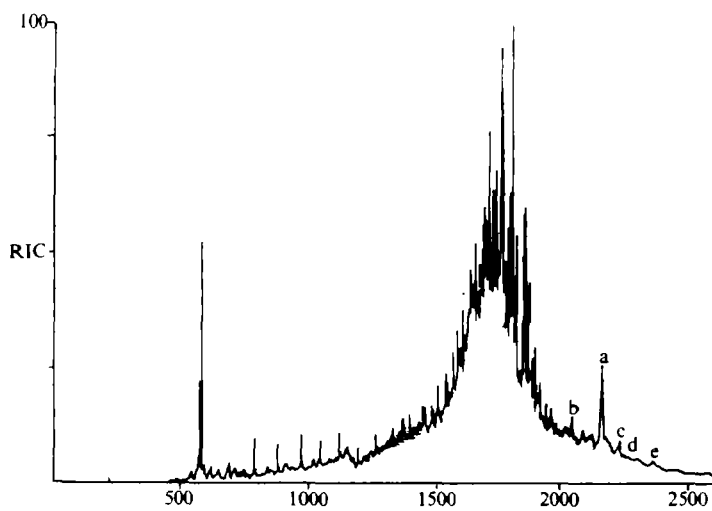


图4 浑源煤烷烃馏份的总离子流图, 最后一个大峰为  $\beta$ -胡萝卜素 (a), b 峰  $m/e$  125,  $M^+562$ , c 峰  $m/e$  125,  $M^+556$  d 峰  $m/e$  69, 123,  $M^+556$ ; e 峰  $m/e$  69, 123,  $M^+556$ ,

Fig. 4 Total ion current trace of Hunyuan coal extract a.  $\beta$ -carotene; b.  $m/e$  125,  $M^+562$ ; c.  $m/e$  125,  $M^+556$ ; d.  $m/e$  69, 123,  $M^+556$ .

### 4. $\beta$ -胡萝卜素

浑源煤中有很明显的  $\beta$ -胡萝卜素存在，如图 4 所示，这是煤系地层很少有的。表明浑源煤在成煤过程中有胡萝卜素的输入和强的还原环境（傅家谟，盛国英，1986）。在我国藻煤中属首次发现（史继扬，1986）。图 5 是浑源煤中  $\beta$ -胡萝卜素的质谱图，特征离子是  $m/z$  69 和 125，分子离子是  $m/z$  558。此外在  $\beta$ -胡萝卜素前后，还有特征离子为  $m/z$  125， $M^+$  为 562，552 和 556 等由古细菌来源的类异戊二烯化合物（Philp, 1987）。

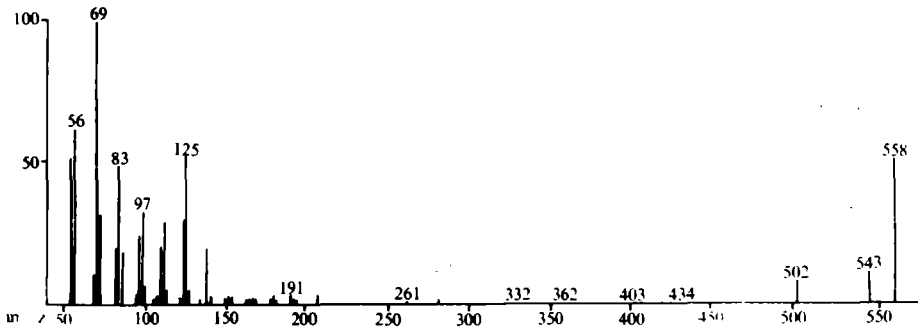


图 5 浑源煤中  $\beta$ -胡萝卜素的质谱图

Fig. 5 Mass spectrum of  $\beta$ -carotene in Hunyuan coal extract  $\beta$ -carotene

### 5. 甾烷

表 3 浑源煤中检出的甾烷和 ( $m/z$  217 质量色谱图图 6 对应)

Table 3 Assigned steran compomnds in Hunyuan coal extract (illustration of Fig.6)

序号	名称	峰面积%	序号	名称	峰面积%
1	重排甾烷	2.9	8	$C_{28}H_{50}$ 24-甲基-5 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ -20R 麦角甾烷	4.9
2	重排甾烷	1.9	9	$C_{28}H_{50}$ 24-甲基-5 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ -20S 麦角甾烷	5.7
3	$C_{27}H_{48}$ 5 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ -20S 异胆甾烷	6.1	10	$C_{28}H_{50}$ 24-甲基-5 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -20R 麦角甾烷	9.6
4	$C_{27}H_{48}$ 5 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ -20R 异胆甾烷	2.9	11	$C_{29}H_{52}$ 24-乙基-5 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -20S 豆甾烷	9.5
5	$C_{27}H_{48}$ 5 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\beta$ -20S 异胆甾烷	1.9	12	$C_{29}H_{52}$ 24-乙基-5 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ -20R 豆甾烷	12.6
6	$C_{27}H_{48}$ 5 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -20R 胆甾烷	9.7	13	$C_{29}H_{52}$ 24-乙基-5 $\alpha$ , 14 $\beta$ , 17 $\beta$ -20S 豆甾烷	11.4
7	$C_{28}H_{50}$ 24-甲基-5 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -20S 麦角甾烷	4.2	14	$C_{29}H_{52}$ 24-乙基-5 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ -20R 豆甾烷	16.7

乐平煤中没有可检测量的甾烷, 浑源煤中却有 3% (占烷烃总离子流百分数) 的甾烷系列。图 6 是浑源煤烷烃馏分  $m/z$  217 的质量色谱图, 表 3 是相应的甾烷名称和相对含量。其中  $C_{27}$  胆甾烷占 21.7%,  $C_{28}$  麦角甾烷占 25.6%,  $C_{29}$  豆甾烷占 52.7%, 重排甾烷只占 4.8%, 20R 构型均大于 20S 构型,  $5\alpha(H) - 14\alpha(H) - 17\alpha(H) - C_{27} - 20R / \alpha\alpha\alpha - C_{29} - 20R = 0.58$ ,  $5\alpha - 20S - C_{29} / 5\alpha(20S + 20R) - C_{29} = 0.41$ ,

$$\frac{C_{27} \alpha\alpha\alpha (S+R)}{C_{27} \alpha\alpha\alpha (S+R) + C_{28} \alpha\alpha\alpha (S+R) + C_{29} \alpha\alpha\alpha (S+R)} = 0.284$$
, 说明虽以高等植物来源为主, 但也有不少藻类输入的标志可能接近有机质成熟阶段的指标 (曾宪章等, 1996)

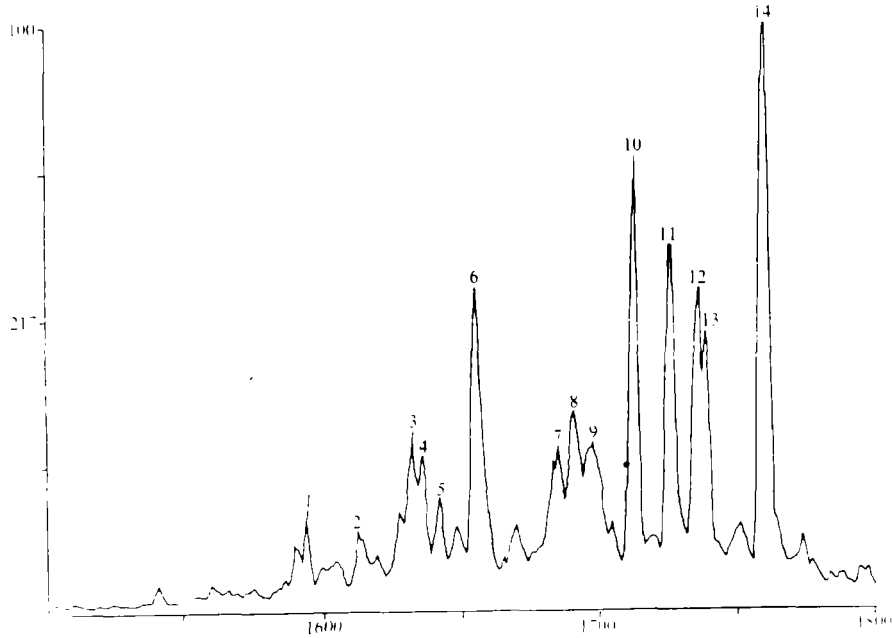


图 6 浑源煤烷烃馏份中  $m/z$  217 质量色谱图

Fig. 6  $m/z$  217 mass chromatogram in Hunyuan coal extract of alkyl fraction

## 6. 乐平煤的成因

乐平最早由谢家荣先生于 1933 年发现并命名为 Lopinite (Hsieh, 1933)。我国南部省份如浙江长广、贵州水城等地相继有类似发现。除苏联西伯利亚通古斯煤田和新西兰第三纪杰姆斯煤中有此类残植煤外, 国外很少提及这种煤, 因而乐平残植煤的特殊成因也引起不少学者的兴趣 (林明辉<sup>1</sup>, 1965; 郭敏泰<sup>2</sup>, 1987; 马兴祥<sup>3</sup>, 1988)。

<sup>1</sup> 林明辉 (1965), 乐平煤的化学组成和性质, 中国科学院煤炭化学研究所研究生论文

<sup>2</sup> 郭敏泰 (1987), 浙江长广煤田树皮煤的有机地球化学特征, 首届青年有机地球化学家学术讨论会论文摘要, pp113—114

<sup>3</sup> 马兴祥 (1988), 贵州水城晚二叠世主采煤层的  $\delta^{13}C$  与煤相及古泥岩沼泽的演化, 中国矿大博士论文摘要

残植煤主要由高等植物中最稳定的组份孢子、角质层、树脂和树皮等被蜡状物质或树脂物质所浸透的组份在成煤过程中形成的。这些组份在透光显微镜下呈黄色有形组份, 所以亦称形态分子。通常残植煤中以一种形式的形态分子为主, 其它形态分子极少或没有, 因而, 根据残植煤中主要形态分子不同而分为孢子、角质、树脂和树皮等残植煤。残植煤形成条件与腐植煤不同, 一般是在长期有氧存在的沼泽中, 植物受细菌强烈的分解作用, 使腐植质部分地或全部地被分解, 在残体中主要留下稳定的黄色形态分子。前述  $Pr/Ph=1.3$  也可以说明乐平煤是在厌氧和喜氧细菌交替作用下的成煤环境中形成的。我们采的乐平煤是钟家山 B 组煤, 矿区的特点是有明显的向斜及背斜构造, 褶皱带和断层很多。上二叠纪乐平煤属近海相和陆相沉积, 因此可以说是水陆交替环境下成的煤, 其腐植物的分解也是明显的。

乐平煤的原始物种主要是蕨类和鳞木类, 并有少量苛得狄、松柏和苏铁银杏等植物。在煤层底板普遍发现大量鳞木化石。鳞木的中心柱及髓很小, 树皮却有 80% 以上。可以认为乐平上二叠纪煤原始母质主要是鳞木类 (林明辉, 1965)。

郭敏泰 (1987) 和马兴初 (1988) 分别对浙江长广和贵州水城煤进行过研究, 指出这两地的煤中都有类似于江西乐平煤这种残植煤, 有时这种残植煤富集到 70% 左右 (乐平钟家山 B 组煤中树皮富集到 50% 左右)。通过对水城丝炭化了的成煤物残体的观察与鉴别, 确定其植物类型是鳞木类、辉木类和裸子植物 (包括部分种子蕨类) 等三类成煤母质。长广煤是在潮间泥炭沼泽或受动荡性海水潮汐半咸水和咸水环境下形成的。根据镜下部分有机地化研究, 他们分别提出多层角质层和辉木根皮体成因假说, 而不同意树皮木栓质的成因假说。

笔者比较了乐平煤抽出物中萜烷和甾烷的存在和分布与长广煤抽出物中相同馏分结果 (郭敏泰, 1987) 有某些相似之处, 即有相似的  $Pr/n-C_{17}$  和  $Ph/n-C_{18}$  (分别为 0.65 和 0.46), 有烷基环己烷系列和萜烷系列; 但也有显著不同长广煤的  $Pr/Ph=2.2-5.3$ , 有完整的甾烷系列, 其甾烷的异构体参数如  $20R/(20R+20S) \alpha\alpha C_{29}$  为 0.47—0.52,  $\alpha\beta\beta/(\alpha\beta\beta+\alpha\alpha) (20R+20S) C_{29}$  为 0.43—0.54, 接近于本文浑源煤中甾烷的异构体参数, 表明长广煤比乐平煤更在富氧环境下成煤, 尤为显著的差别是乐平煤中不存在可检测量的甾烷系列。乐平煤、长广煤和水城煤都应该是残植煤类, 有别于腐植煤和腐泥煤。

### 7. 浑源煤的特殊性

浑源煤是腐泥煤, 富含藻类。氧含量为 17.6%,  $H/C$  原子比达 1.13, 挥发份达 53.7% (表 1)。煤层呈片状, 硬度和韧性很大, 燃点很低, 当地居民直接用它点燃照明。从前述浑源藻煤的特殊性, 即  $Pr/Ph=0.5$  较低, 藿烷系列以  $\alpha\beta-C_{30}$  藿烷为主峰, 还有少见的  $C_{28}$ -藿烷、伽马蜡烷和  $>C_{31}$  的莫烷存在和  $\beta$ -胡萝卜素及甾烷完整系列的存在, 说明浑源煤既有大量藻类和胡萝卜素的输入, 又有陆源高等植物的输入, 在咸水还原环境和厌氧细菌作用下分解并经复杂的生化作用而转化成腐泥的藻煤。至于伽马蜡烷和  $\beta$ -胡萝卜素虽在我国藻煤中发现还属首次, 但在我国新疆等地的原油中还是不少见的。原油中  $\beta$ -胡萝卜素的来源或许是兰绿藻而不一定是胡萝卜素 (Grantham et al., 1980)。由于浑源煤富含藻类, 在还原咸水等沉积环境下, 有可能从兰绿藻演化成一定量的  $\beta$ -胡萝卜素 (Grantham et al., 1980)。 $C_{28}$  二降藿烷最早是在加州蒙特利尔页岩中发现 (Seifert et al., 1978), 一般有机沉积物中很少见到。由于浑源煤富含藻类, 加上又具有咸水还原环境, 使各种藻类和细菌可能成为  $C_{28}$  二降藿烷的有机母质。



### 三、小 结

用 GC 和 GC/MS 技术研究了山西浑源藻煤和江西乐平残植煤索氏抽出物中烷烃馏份的化学组成及其有机地化特征。结果表明,浑源煤中有 C<sub>28</sub> 藿烷、伽马蜡烷、莫烷系列和藿烷甾烷系列,而乐平煤中则没有检出甾烷,并有较多的烷基环己烷和藿烷系列。从成煤母质和沉积环境等方面讨论了它们的特殊成因,有可能为进一步研究中国特殊煤种——残植煤和腐泥煤提供一定的科学依据。

### 参 考 文 献

- (1) 工锐良, 尚慧芸, 傅家谟, 盛国英, 1990. 中国科学院地化所有机地球化学开放实验室研究年报1988, 科学出版社, 100—107页。
- (2) 史继杨, 1986. 有机地球化学论文集, 科学出版社, 59—67页。
- (3) 孙玉麟, 顾永达, 吴奇虎, 1988. 燃料化学学报16卷, 136—142页。
- (4) 顾永达, 王郁, 姜德福, 1988. 燃料化学学报14卷, 69—83页。
- (5) 黄第藩, 李晋超, 周翥虹, 顾信章, 张大江, 1984. 陆相有机质演化和成烃机理, 石油工业出版社, 50—54页。
- (6) 傅家谟, 盛国英, 1986. 中国主要含油气盆地沉积类型的有机地球化学特征, 有机地球化学论文集, 科学出版社, 1—17页。
- (7) 曾宪章, 王忠然, 张振才, 陈献忠, 刘淑珍, 1986. 有机地球化学论文集, 科学出版社, 38—49页。
- (8) 菲尔普, P. R., 1987. 化石燃料生物标志物—应用与谱图, 傅家谟, 盛国英译1987, 科学出版社, 71—77页。
- (9) Didyk B. M., Simoneit B. R. T., Brasell S. C. and Eglinton G., 1978. Nature, V 272, p.216—222.
- (10) Grantham P. J., Posthuma J., and De Groot K., 1980. In: Advances in the organic Geochemistry, 1979, A. G. Douglas and J. R. Maxwell eds., p.29—38.
- (11) Hsieh C. Y., 1933. Bull. Geo. Soc. China, V 12, p.469—490.

## Chemical Composition and Their Geochemical Feature in Two Special Coal Extracts of Hunyuan Coal and Lupinite—Alkane Fraction

Gu Yongda      Lin Minhui

(Institute of Coal Chemistry, Chinese Academy of Sciences)

Sheng Guoying      Fu Jiamo

(Guangzhou Branch of Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences)

### Abstract

The present paper investigated the extracts of methanol-benzene Soxhlet extraction for two extraordinary coals, namely, a Hunyuan algal candle in Shanxi Province and Lupinite in Jiangxi Province, by means of gas chromatography, and GC/MS techniques. The chemical structures and configuration were identified by Kovats Values of gas chromatograms, mass chromatograms and the interpretation of mass fragmentograms. The occurrence and distribution feature of alkanes, isoprenoids, alkyl cyclohexanes, terpanes and steranes have been investigated. The relationship between some geochemical parameters and precursor of coal-original as well as sedimentary environment was discussed.

Hunyuan algal candle is a sapropelic coal with higher H/C and O/C atomic ratios (1.13 and 0.18 respectively) and there are many algae and waxes under the microscopic study. The conspicuously present of 17 $\alpha$ H, 18 $\alpha$ H, 21 $\beta$ H-28, 30-C<sub>28</sub> bisnorhopane, gammacerane and  $\gamma$ -carotane have been firstly identified in this kind of boghead coal. Some geochemical parameters, such as pristane/phytane = 0.5,  $\sum C_{20}^- / \sum C_{20}^+ = 1.04$ ,  $C_{29}^- - xxx^- (R+S) / C_{29}^+ - xxx^+ (R+S) = 1.66$ , index of gammacerane (gammacerane / C<sub>30</sub>- $\alpha\beta$  hopane) = 0.23, the ratio of 22S to 22R for C<sub>32</sub>-C<sub>35</sub> hopane < 1 and a few percentage of C<sub>15</sub>-C<sub>22</sub> alkylcyclohexane as well as completely sterane system indicated that the paleoenvironment of Hunyuan algal candle was a reducing environment covered by saline water, the main input precursor is higher plant followed by algae and bacteria.

Lupinite from Jinxi is an unique bark coal which is referred as Lupinite as new coal macerals in the petrography. In the alkane fraction of benzene-methanol extract from Lupinite, there are some geochemical characters as follows: a lack of sterane system is a quite special case in the coal extraction, n-C<sub>16</sub> is main component in the normal alkane,  $\sum C_{20}^- / \sum C_{20}^+ = 3.2$ , Pr/Ph = 1.3, C<sub>12</sub>-C<sub>20</sub> alkyl cyclohexane account 4%, the distribution of carbon number of alkyl cyclohexane as same as normal alkane, but the main peak is C<sub>15</sub>, one carbon number less than normal alkane. The ratio of 22S to 22R for C<sub>32</sub>-C<sub>35</sub> hopane > 1. The microscopic study indicated that Lupinite consists mainly of suberinite of Lepidodendrales and ferns as the primordial plant debris (account 50-70%) with decken structure due to paralic deposit environment in which both aerobic and anaerobic environment would be alternatively existed, therefore, both aerobic and anaerobic bacteria attacked the plant debris where completely decomposition of celluloses and lignin would be happened and only preserved stable exinite and suberinite as residues.