

# 合肥盆地寒武系底部 烃源岩沉积环境和地球化学特征

曹高社<sup>1</sup>, 宋明水<sup>2</sup>, 刘德良<sup>1</sup>, 周松兴<sup>3</sup>, 李学田<sup>2</sup>

(1. 中国科技大学, 安徽 合肥 230026; 2. 中国石化 胜利油田有限公司  
勘探项目管理部, 山东 东营 257001; 3. 江苏石油勘探局 安徽勘探处, 安徽 合肥 230026)

**摘要:** 合肥盆地海相油气的勘探逐渐受到重视。盆地西部发现的寒武系底部海相泥质烃源岩具有重要的现实意义, 对其沉积环境和地球化学特征的研究是进一步油气勘探的基础。层序地层学及有机地球化学研究表明, 其沉积构造环境为拉张裂陷向移离扩张的过渡阶段, 盆地性质属于内裂谷盆地向被动大陆边缘盆地的过渡类型, 对于烃源岩的形成和保存极其有利。该套烃源岩有机碳平均含量为 6.46%, 有机质类型为 I 型,  $R_o$  (2%~ 3.5%) 与  $T_{max}$  (500~ 600℃) 反映的成熟度已进入过成熟早期乃至晚期阶段。生物标志物反映该套烃源岩在强还原高盐度的环境中形成, 生源为菌藻类低等生物, 其演化程度处于生油阶段。两类有机地化指标反映的成熟度差异, 可能是各自代表的有机质不同。 $R_o$  和  $T_{max}$  主要反映烃源岩主体的成熟度, 而生物标志物可能主要反映岩石包体有机质的成熟度。综合研究认为, 该套烃源岩不仅处于生气高峰期, 并具有生油的可能。该套烃源岩沉积环境和地球化学的研究, 为合肥盆地勘探下古生界天然气藏提供了理论依据。

**关键词:** 沉积环境; 地球化学特征; 海相油气; 寒武系; 烃源岩; 合肥盆地

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

合肥盆地西部四十里长山地区发现寒武系底部海相泥质烃源岩<sup>[1]</sup>, 构造位置属于华北陆块南缘(图 1)。该套烃源岩厚度较大, 有机碳含量较高, 具有完整的生储盖组合, 储层中有丰富的油侵和运移痕迹, 镜下荧光显示明显。该套烃源岩的发现, 为合肥盆地找气指出了新地层和新领域。

## 1 寒武系底部地层沉积环境特征

合肥盆地寒武系底部地层在空间上是密不可分的, 具有一致的成因——具有陆架坡折的被动大陆边缘的重力流沉积, 形成于统一的大陆裂离构造背景。前人将之分解为不同的 4 个组(围杆组、凤台组、雨台山组和皖西组), 显然不足以反映该套地层的全貌。所以, 我们重新划分命名这套地层, 另建“马店组-C<sub>1</sub>m”, 并分为 4 个岩性段。

一段(砂页岩段)为灰黑色钙质页岩和具粒序层理细—粉砂岩, 含沥青质、磷结核和黄铁矿晶体, 厚约 20~ 70m, 与下伏下震旦统四顶山组叠层石白云岩呈裂离不整合接触。

二段(砾岩段)为灰黑色砾岩, 夹有厚度不一的黑色砂质泥岩, 砾岩中砾石成分主要为下伏四顶山组的叠层石白云岩, 胶结物为钙质, 普遍含沥青质, 厚约 70~ 130m。

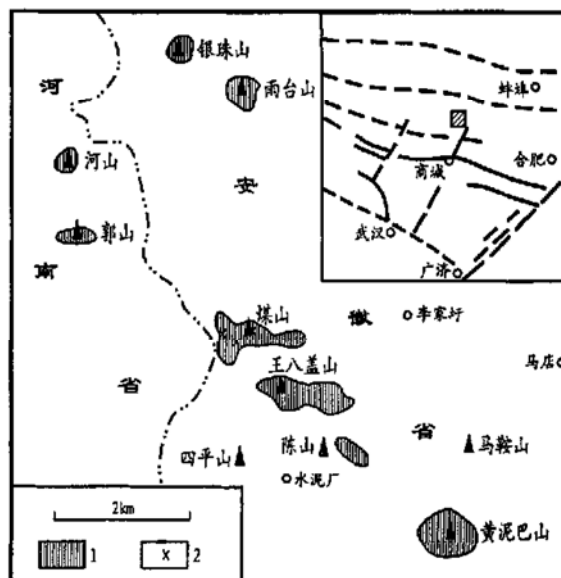


图 1 研究区位置图

1. 寒武系出露位置; 2. 取样位置

Fig. 1 Location map of the study area

三段(磷页岩段)为黑色钙质页岩和钙质粉砂岩,含丰富沥青质及磷结核,构成“石煤层”,厚约 50~80m。

四段(砂灰岩段)为深灰、棕褐色砂质灰岩、白云岩,产三叶虫 *Hsuaspis*、腕足类、软舌螺等化石,底部多为碳沥青浸染,厚约 5~20m,其上被猴家山组白云岩整合覆盖。

马店组层序地层研究表明,一、二岩性段为裂陷高峰期之后海水停滞或缓慢上升时期的斜坡扇沉积,第三岩性段为海水越过陆架波折形成初次海泛面时期的饥饿沉积,第四岩性段总体位于 ⑥级层序的海进体系域的底部。该套地层的形成与 Rodinia 超大陆的裂解是息息相关的,其构造背景是拉张裂陷向移离扩张的过渡阶段,或内裂谷盆地向被动大陆边缘盆地的过渡阶段(另文详述)。

马店组的地层层序及其沉积构造环境与扬子陆块和塔里木陆块相同层位的相比,是极其相似的<sup>[2]</sup>。这一沉积环境和构造环境对于烃源岩的形成和保存是极其有利的。世界海相油气田多产于此种沉积构造环境之中<sup>[3]</sup>。

## 2 寒武系底部烃源岩地球化学特征

### 2.1 有机质丰度

从表 1 可见,马店组有机碳含量高,除个别样品外,含量一般均在 1.5% 以上(0.28%~13.46%,平均 6.46%),表明马店组原始烃源岩为最好生油岩。但氯仿沥青“A”含量及生烃潜量较低,说明现实生油岩生油潜力较差。与我国扬子陆块和塔里木陆块相同层位烃源岩的有机质丰度具有相似的特征<sup>[4]</sup>说明,这套烃源岩所处的时空环境对烃源岩的发育及其有利。在时间上,它处于寒武纪早期,是地史中生物大发展的重要时期,低等藻类(尤其蓝藻)的繁盛是高的有机碳丰度的基础;在空间上,它处于裂离构造环境下的被动大陆边缘向裂陷槽一侧,较闭塞

表 1 合肥盆地寒武统有机质丰度表

Table 1 Organic matter abundance of the Lower Cambrian in the Hefei Basin

样品	岩性	C/%	氯仿“A”	S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub>	检测单位
HQ-2	钙质泥砂岩	1.70	0.0016	—	江苏试验中心
HQ-5	泥页岩	0.28	0.0029	—	江苏试验中心
HQ-10	泥页岩	6.02	0.0040	—	江苏试验中心
YTS-1	泥页岩	11.47	0.0059	0.04	胜利测试中心
YTS-2	泥页岩	13.46	0.0054	0.03	胜利测试中心
CSS-1	泥页岩	11.62	0.0046	0.05	胜利测试中心
HQ-5	泥页岩	0.68	0.0035	0.02	胜利测试中心

的环境产生强还原条件,对有机质的保存十分有利。该套烃源岩较高的演化程度是造成可溶有机质含量和生烃潜量降低的主要原因。

### 2.2 有机质类型

合肥盆地寒武统烃源岩有机质透射光-荧光干酪根显微组分列入表 2 中,表中江苏和胜利两测试中心测得的数据有较大的差异。江苏测试中心测得的显微组分以腐泥组为主,含量最高 97%,干酪根类型为 iv 型;而胜利测试中心测得的显微组分中含大量镜质组,含量和腐泥组几乎相等。造成这一差异的原因可能与早古生界干酪根的成因有关。实际上,无结构镜质组含量与 R<sub>o</sub> 值有较好的对应关系(图 2),镜质组的含量似乎可以反映有机质的演化程度。我国下寒武统泥质烃源岩由于演化程度较高,普遍具有“腐植化”的趋势。所以,干酪根的元素组成及红外光谱特征、热解特征、干酪根镜鉴等常规地球化学分析研究方法,只能判别干酪根降解后的状况,而不能显示其原始类型特征。而干酪根的碳同位素值随演化成熟度的增高基本上没有较大的变化(小于 1‰)。合肥盆地寒武系底部烃源岩该比值平均为-33‰,与我国其他地区相同层位的烃源岩相比非常接近<sup>[5,6]</sup>。这表明,寒武纪早期沉积海盆具有丰富的菌藻类和浮游生物,是 iv 型有机质的典型特征。

### 2.3 有机质热演化程度

镜质体反射率(R<sub>o</sub>)和岩石最高热解峰温(T<sub>max</sub>)

表 2 下寒武统烃源岩有机显微组分

Table 2 Organic maceral of the Lower Cambrian hydrocarbon source rocks in the Hefei Basin

样品	位置	岩性	腐泥组/ %	壳质组/ %	镜质组/ %	惰质组/ %	类型	检测 设备	检测 单位
HQ-2	煤山	钙质泥沙岩	97.67	—	—	2.33	iv		④
HQ-10	雨台山	泥页岩	97.00	—	—	3.00	iv		④
TYS-1	雨台山	泥页岩	52.70	—	47.30	—	③ <sub>2</sub>	④	
TYS-2	雨台山	泥页岩	58.70	—	41.30	—	③ <sub>2</sub>	④	
CSS-1	陈山	泥页岩	44.30	—	55.70	—	③ <sub>2</sub>	④	
HQ-5	煤山	泥页岩	63.70	—	36.30	—	③ <sub>2</sub>	④	

注: 为 MPM 显微光度计; ④为 Leica DMRXP 荧光显微镜; ④为江苏试验中心; 为胜利测试中心

两参数对有机质的热演化程度反映最为敏感,特别是对高演化程度生油岩的判别更为有效。

寒武纪时尚未出现陆生高等植物,因此在有机质中不可能存在真正的镜质体,但沥青质体或似镜质体十分丰富,其反射率同样是有机质成熟度的函数。本次工作所测定的是沥青质体反射率,因此不能直接用来判别岩石的成熟度。经换算( $R_{\text{镜}} = 0.668R_{\text{沥}} + 0.346$ )后的镜质体反射率列入表3中。从中可见, $R_o$ 值一般均在2%~3.5%之间,表明马店组烃源岩处于过成熟阶段早期。

合肥盆地下寒武统马店组烃源岩的最高热解峰温( $T_{\text{max}}$ )表明,雨台山和陈山样品 $T_{\text{max}}$ 值较高,近600℃,而煤山样品 $T_{\text{max}}$ 值相对较低,为500℃,反映不同位置的样品成熟度有一定的差异,但总体上已进入过成熟阶段早期乃至晚期。这与我国寒武系底部海相泥质烃源岩演化程度相近<sup>[5,6]</sup>,但不同地区也有微小的差别。

上述两参数成果已清楚地表明,下寒武统马店组烃源岩已进入热演化的过熟阶段早期,干酪根的生油阶段已经结束,目前正处在生气阶段。张义纲(1990)<sup>[7]</sup>对全球84个大型气田烃源岩的研究发现,腐殖型烃源岩生气高峰期的 $R_o$ 值在1%~1.5%之间,腐泥型烃源岩生气高峰期出现较晚,一般出现在

中、低演化阶段的液态烃生成之后。干酪根 $R_o = 2.5\% \sim 4.0\%$ 时进入高演化阶段才裂解为气体, $R_o$ 值高达2%~2.5%以上。

## 2.4 生物标志物特征

生物标志物对生油岩的沉积环境、有机质类型和有机质演化程度具有独特的指示作用。为此,我们在四十里长山地区寒武系底部烃源岩出露的不同地点采得4个样品,对正构烷烃进行色-质分析。从岩石m/e 217和m/e 191质量色谱图上可见(图3),马店组烃源岩中甾烷、三环萜烷和藿烷系列化合物十分丰富,主要特征如下。

### 2.4.1 生物标志物反映的沉积环境

我们选用如下4个生物标志物沉积环境参数(表4)。从表中可以看出,重排甾烷/规则甾烷比值在0.13~0.5之间,该比值表征沉积物的酸性(低pH值)和氧化(高Eh值)沉积环境,本区较碳酸盐比值(0~0.1)高,但较氧化环境的泥岩比值(<1)低,说明下寒武统烃源岩有较好的还原环境;孕甾烷/ $C_{29}$ 甾烷20R比值在0.44~3.37之间,和我省宁国地区下古生界比值(0.40~2.05)相当,表明水质的咸化程度较高;伽马蜡烷/ $C_{30}$ 藿烷比值为0.18~0.39,说明下寒武统烃源岩是在高盐度下沉积的; $C_{30}$ 重排藿烷/ $C_{30}$ 藿烷比值为0.018~0.039,和下扬

表3 下寒武统烃源岩成熟度参数表

Table 3 Maturity parameters of the Lower Cambrian hydrocarbon source rocks in the Hefei Basin

样品	岩性	位置	$R_{\text{沥}}/\%$	$R_{\text{镜}}/\%$	$T_{\text{max}}/^\circ\text{C}$	检测单位
HQ-2	钙质泥沙岩	煤山	4.644	3.448	—	江苏试验中心
HQ-10	泥页岩	雨台山	4.425	3.302	—	江苏试验中心
YTS-1	泥页岩	雨台山	4.05	3.051	594	胜利测试中心
YTS-2	泥页岩	雨台山	3.78	2.871	595	胜利测试中心
CSS-1	泥页岩	陈山	4.42	3.299	595	胜利测试中心
HQ-5	泥页岩	煤山	2.83	2.236	508	胜利测试中心

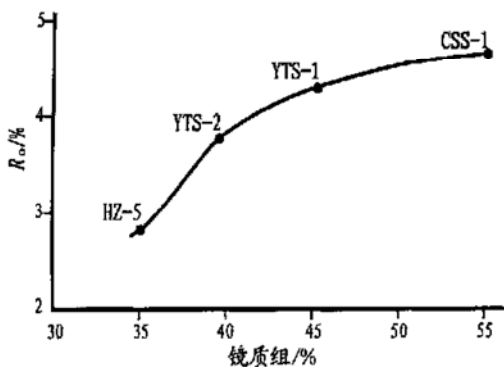


图2 合肥盆地寒武系底部烃源岩镜质组与 $R_o$ 的关系

Fig. 2 Vitrinite- $R_o$  relationship of hydrocarbon source rocks in the Lower Cambrian base of the Hefei Basin

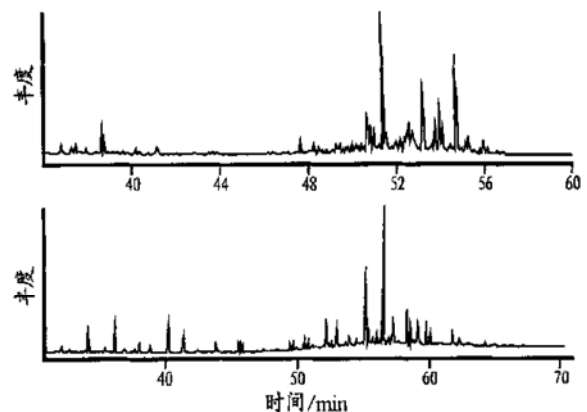


图3 合肥盆地寒武系底部烃源岩甾烷、萜烷色谱图

Fig. 3 Chromatograms of sterane and terpane for hydrocarbon source rocks in the Lower Cambrian base of the Hefei Basin

表 4 生物标志物沉积环境参数表

Table 4 Depositional environment parameters of biomarkers

样品	重排甾烷	孕甾烷	伽马蜡烷	C <sub>30</sub> 重排藿烷
	规则甾烷	C <sub>29</sub> 甾烷 20R	C <sub>30</sub> 藿烷	C <sub>30</sub> 藿烷
YTS- 1	0.13	0.58	0.22	0.032
YTS- 2	0.50	3.37	0.18	0.034
CSS- 1	0.47	2.76	0.19	0.039
HQ- 5	0.45	0.44	0.39	0.018

子地区比值(0.06~ 0.32)相近,均表明有较好的还原环境。

从以上 4 个生物标志物比值分析可见,下寒武统烃源岩是在地壳下降背景上高含盐度和高还原环境下沉积的,该环境有助于有机质的保存和向石油(气)方向的转化。

2.4.2 生物标志物反映的有机质类型

本区三环萜烷与五环萜烷的比值为 0.36~ 0.78,完全可与塔里木的 0.35~ 0.5 和扬子地区的 0.52~ 1.47 相对比,富含三环萜烷是海相沉积的基本特征,C<sub>27</sub> 4 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ (20 R)/ C<sub>29</sub> 4 $\alpha$ , 14 $\alpha$ , 17 $\alpha$ (20R) 比值常可来指示母质来源,本区马店组该比值为 1.2~ 1.4,说明其母源为海相藻类。本区 4-甲基甾烷/规则甾烷的比值为 0.07~ 0.9,可与塔里木地区相应层位(比值 0.06~ 0.25)类比,表明古海洋中含比较丰富的沟鞭藻等浮游生物和细菌。

2.4.3 生物标志物反映的有机质演化程度

我们选用如下 6 个反映有机质演化程度的参数(表 5),从中可以看出:C<sub>29</sub>甾烷 20S/ C<sub>29</sub>甾烷(20S+ 20R)及 C<sub>27</sub>甾烷 20S/ C<sub>27</sub>甾烷(20S+ 20R)两参数均在 0.2~ 0.4 之间,还未达到平衡值,明显属低成熟期; $\alpha\beta\beta$ / C<sub>29</sub>比值仅 0.3~ 0.5,还未达到平衡值;(C<sub>29</sub>+ C<sub>30</sub>)/(C<sub>27</sub>+ C<sub>28</sub>)比值较高,介于 5.779~ 7.713 之间,表明成熟度较低;藿烷系列/莫烷系列比值介于 6.746~ 9.480 之间,该比值无确定的终点,为了解其成熟度高低,我们和塔里木盆地成熟度较低的样品进行对比,塔里木的比值为 5.26~ 9.09,间接说明本区成熟度不高。

从上述分析不难发现,利用生物标志物表征的

有机质成熟度普遍较低,与利用 R<sub>o</sub> 和 T<sub>max</sub> 表征的成熟度形成了鲜明的对照。引起这样大差异的原因可能与各自代表的有机质不同有关。R<sub>o</sub> 和 T<sub>max</sub> 主要反映烃源岩主体的成熟度,而生物标志物可能仅能反映岩石包体有机质的成熟度。研究表明,当地层温度和压力超过形成主体的均一温度时,包体有机质就会从寄主岩石中排出来,此时包体有机质的成熟度显然低于寄主岩石,成熟度的差异自然就显现出来了。程克明(1994)认为,包体有机质在岩石进入高成熟或过成熟阶段时才能排出,并有生成液态烃的能力。苏北黄桥苏太 174 井在志留系中见到的轻质原油和凝析油就是一例,童箴言(1994)对其油源研究时发现,该井志留系原油主要来自下寒武统,而该区下寒武统烃源岩已全面进入过成熟阶段。这说明,高成熟烃源岩中富含的大量包体有机质不仅可以生成气态烃,而且可以生成液态石油,在适合条件下也可以聚集成油气藏。

3 下寒武统马店组烃源岩发现的意义

3.1 马店组有过油气运移过程

在马店组的两个储集层中可以清晰地见到两种不同类型的烃类运移古踪迹。一类为固体沥青,多见于层理面、裂隙和缝合线中,以三、四岩性段交界处之上的 20cm 砂灰岩沥青含量最为丰富,储集空间全为碳沥青充填,表面呈褐色,岩石坚硬,风化后似“褐铁矿”层;另一类为烃类运移后留下来的“浸染状”踪迹,烃类在岩石中运移时还原岩石中的泥质物,使岩石发黑灰色,一般中部较黑,向四周逐渐变淡,这是轻质原油运移的古痕迹,这类痕迹大多出现在砾屑灰岩、砂灰岩及黑色页岩层的周围,呈脉状、团块状和斑块状分布。这些特点充分说明,马店组早期生成的油气在储层中曾发生过运移过程,后因保存条件不好,轻质组分挥发,重质组分碳沥青则保存在岩石中,这就为研究马店组的油气运移提供了条件。

表 5 生物标志物演化程度参数表

Table 5 Evolutionary degree parameters of biomarkers

样品	C <sub>29</sub> 甾烷 20S	C <sub>27</sub> 甾烷 20S	$\alpha\beta\beta$	T <sub>m</sub>	C <sub>29</sub> + C <sub>30</sub>	藿烷
	C <sub>29</sub> 甾烷(20S+ 20R)	C <sub>27</sub> 甾烷(20S+ 20R)	C <sub>29</sub>	T <sub>s</sub>	C <sub>27</sub> + C <sub>28</sub>	莫烷
YTS- 1	0.232	0.296	0.376	0.899	5.779	7.388
YTS- 2	0.379	0.403	0.449	1.195	5.902	9.480
CSS- 1	0.415	0.381	0.470	1.211	6.459	8.374
HQ- 5	0.211	0.291	0.309	1.239	7.713	6.746

### 3.2 马店组烃源岩发现的启示

早寒武世是地球生物的大爆炸时期,它是全球烃源岩普遍发育和油气显示十分丰富的时期。我国除华北陆块下寒武统沉积了一套氧化条件下的白云岩和泥质岩外,其他地区均有烃源岩发育和数量相当丰富的油气显示。扬子地区在这一时期广泛发育富含有机质的海相暗色泥质岩和碳酸盐岩。上扬子区的黔北、川北发现有沥青脉,四川震旦纪威远气田的气源业已证实主要来自下寒武统筇竹寺泥质烃源岩<sup>[8]</sup>。下扬子区的江苏南京幕府山和浙西都发现了丰富的碳沥青,以浙西最为丰富,据初步统计共有碳沥青点68处,层位上以西峰寺组和寒武系分布最多,志留系规模最大,但志留系的碳沥青主要来自震旦一下寒武统中,为次生矿床;安徽省太平、宁国、滁县等地区在下寒武统一志留系发现碳沥青,经研究碳沥青主要来自下寒武统。塔里木盆地油气勘探证实,塔北和塔中隆起上多数油气藏的源岩为下寒武统<sup>[9]</sup>。

合肥盆地区域大地构造隶属华北陆块南缘,但下寒武统烃源岩特征和扬子地区十分相似,说明早寒武世两陆块相近,海水相通,海水由南向北逐层侵入,早期海侵至少达到淮南一线,因而淮南成为马店组烃源岩分布的北部边缘,合肥盆地无疑是这一时期华北陆块烃源岩最发育的地区。据黄第藩<sup>[10]</sup>对塔里木盆地下古生界烃源岩的研究,发现该时期成烃演化早期形成的原油大多已为构造运动破坏,目前找到的原油主要是成烃演化阶段晚期即液态窗后期的产物,这就说明成烃演化阶段晚期同样具有形成油气藏的可能。合肥盆地马店地区发现的下寒武

统烃源岩与塔里木盆地同时代的烃源岩十分相似,原岩已进入过成熟阶段,而生物标志物则提示它正处于成熟阶段,表明其在成烃演化阶段后期仍在生成油气,至少目前正处于生气(干气)高峰期。盆地内几个深拗陷由于下寒武统埋深较大,埋藏变质作用较强,可能已进入最终的甲烷气—碳沥青阶段;但瓦埠类长垣及其东西两侧的斜坡下寒武统马店组埋深较浅,TTI研究表明,有机质正处于成熟或高成熟阶段,完全具有生油或生气的可能性。因此认为,合肥盆地下寒武统烃源岩的发现不仅具有地质理论意义,而且具有现实找气意义。

#### 参考文献:

- [1] 刘德良,曹高社,谈迎.华北盆地南缘发现寒武系烃源岩及油显示[J].石油学报,2000,21(5):1.
- [2] 吉让寿,秦德余,高长林,等.东秦岭造山带与盆地[M].西安:西安地图出版社,1997.
- [3] Klemme H D. Petroleum basins—classifications and characteristics[J]. Journal of Petroleum Geology, 1980, 3: 187–207.
- [4] 赵靖州.塔里木盆地北部寒武—奥陶系海相烃源岩重新认识[J].沉积学报,2001,19(1):117–124.
- [5] 王顺玉,戴鸿鸣,王海清,等.大巴山、米苍山南源烃源岩特征研究[J].天然气地球科学,2000,11(4–5):4–16.
- [6] 刘德光,王绪龙.塔里木盆地西南拗陷油气源研究[J].沉积学报,1997,15(2):35–39.
- [7] 张义纲,等.从全球大型气田生气高峰和分布规律分析我国天然气有利聚集保存区带[J].石油实验地质,1990,12(3).
- [8] 王顺玉,李兴蕾.威远和资阳震旦系天然气地球化学特征与含气系统研究[J].天然气地球科学,1999,10(3–4):63–69.
- [9] 吕修祥.塔里木盆地油气藏形成与分布初步研究[D].石油大学(北京)地质勘探、矿业、石油博士后流动站,1996.
- [10] 黄第藩,等.下古生界海相原油之中蜡的成因分析[J].沉积学报,1996,14(2):12–19.

## SEDIMENTARY ENVIRONMENT AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF HYDROCARBON SOURCE ROCKS IN THE CAMBRIAN BASE OF THE HEFEI BASIN

CAO Gao-she<sup>1</sup>, SONG Ming-shui<sup>2</sup>, LIU De-liang<sup>1</sup>, ZHOU Song-xing<sup>3</sup>, LI Xue-tian<sup>2</sup>

(1. China University of Science and Technology, Hefei, Anhui 230026, China;

2. Department of Exploration Administration, Shengli Oilfield, SINOPEC, Dongying, Shandong 257001, China;

3. Anhui Oil Prospecting Section, Jiangsu Petroleum Exploration Bureau, Hefei, Anhui 230026, China)

**Abstract:** More and more attention is being paid to the marine hydrocarbon exploration in the Hefei Basin. The marine argillaceous source rock found in the Lower Cambrian base of the West Hefei Basin has important practical significance, and the study on its sedimentary environment and geochemical characteristics is the basis for the

further hydrocarbon exploration. Sequence stratigraphical and organic geochemical study shows that its sedimentary tectonic environment is at the transitional stage of extensional depressing to shifting spreading, and the basin belongs to the transitional type of internal rift basins to passive continental marginal basins. This is very much advantageous to the formation and preservation of hydrocarbon source rocks. This set of source rocks has the average organic carbon content of 6.46% and I-typed organic matter, and its maturity characterized by  $R_o$  (2%–3.5%) and  $T_{max}$  (500–600 °C) reflects its entering into the overmatured early or late stage. The biomarkers reveal that this set of source rocks was formed in the strong-reduction and high-salinity environment, and it originated from bacteria and algae these kinds of low-grade organism, and is in the evolutionary degree of the oil-generating stage. The maturity difference reflected from the two kinds of organic geochemical indexes may result from different organic matter they represent respectively,  $R_o$  and  $T_{max}$  mainly reflect the host rock maturity of source rocks, while biomarkers may mainly reflect the organic matter maturity of rock enclosure. The comprehensive study suggests that this set of source rocks not only is in the peak period of gas generation but also has the potential to form oil. The sedimentary environmental and geochemical research of this set of source rocks provides theoretical basis for the Lower Paleozoic natural gas pool prospecting in the Hefei Basin.

**Key words:** sedimentary environment; geochemical characteristics; marine hydrocarbon; Cambrian; hydrocarbon source rock; the Hefei Basin