

文章编号: 1000-0550(2009) 04-0650-07

# 孙吴—嘉荫盆地太平林场组烃源岩海侵特征研究<sup>①</sup>

樊馥<sup>1</sup> 蔡进功<sup>1</sup> 高福红<sup>2</sup>

(1. 同济大学海洋与地球科学学院 海洋地质国家重点实验室 上海 200092 2 吉林大学 地球科学学院 长春 130061)

**摘要** 太平林场组作为孙吴—嘉荫盆地最重要的生烃层位,与松辽盆地海侵层位嫩江组具有很好的可比性。对该盆地萝北剖面和黑龙江剖面的常量元素、微量元素、同位素以及有机地球化学分析表明,太平林场组底部沉积时为高盐度强还原的水体环境,这与嫩江组早期的海侵咸化水体特征一致,且向上具有水体盐度及还原性降低趋势。综合前人研究中的古气候、古生物等方面证据,认为在早白垩世,孙吴—嘉荫盆地为松辽古湖盆一部分,太平林场组与嫩江组为同一湖盆沉积,且遭受了海侵。太平林场组烃源岩地球化学特征反映其沉积保存环境有利于有机质的富集、保存及转化成烃,可为该区油气生成提供物质基础。

**关键词** 孙吴—嘉荫盆地 太平林场组 烃源岩 海侵

**第一作者简介** 樊馥 女 1982 出生 博士研究生 油气地球化学 E-mail fanfu2005612033@sina.com

**中图分类号** TE121.3 **文献标识码** A

孙吴—嘉荫盆地位于黑龙江省北部孙吴、逊克、嘉荫三县境内,北隔黑龙江与俄罗斯的结雅—布列雅为同一盆地,我国境内面积达 22 810 km<sup>2</sup>,呈东西向展布,西南方向上与松辽盆地相接,沉积地层以白垩系为主(表 1)。该盆地在俄罗斯境内石油地质研究程度较高,并获得工业油流<sup>[1]</sup>。在我国境内,岩性组合情况揭示该区发育的烃源岩层位为白垩系的淘淇河组、永安村组和太平林场组<sup>[2,3]</sup>。2001 年大庆油田在太平林场组暗色泥岩中发现油气显示,将其列为大庆外围第二个重点勘探盆地,之后在 2003 年对地表出露的太平林场组剖面研究认为,该层位发育的沉积

相类型主要为前三角洲、深湖与半深湖亚相,为有利于烃源岩发育的沉积环境,对应湖泊扩张的鼎盛阶段。对太平林场组暗色泥岩研究表明:显微组分中腐泥组+壳质组含量丰富,具倾油性;有机碳丰度总体达到中—好级别烃源岩标准;干酪根类型主要为 II<sub>2</sub> 和 II 型;R<sub>0</sub> 的分布范围为 0.55%~0.92%,平均值为 0.78%,有机质热演化程度为低熟—成熟<sup>[4]</sup>。以上研究成果表明,太平林场组具有很好的生油气潜力。另外,前人对古生物化石和地层研究说明太平林场与嫩江组具有可比性,并提出该时期两盆地水体连通,同属松辽古湖盆的假设<sup>[5]</sup>。嫩江组作为松辽盆地最

表 1 孙吴—嘉荫盆地地层简表

Table 1 The strata in Sunwu-Jiayin basin

界	系	统	组	最大厚度 /m	主要岩性
新生界	第四系			62.6	浅黄色粘土、亚粘土、棕黄、褐黄细砂、含粗砂及砂砾石
			孙吴组	206	砂岩、粗砂岩、砂砾岩
	第三系	古、始新统	乌云组	429	砂岩、泥岩、泥页岩、砂砾岩
			富饶组		碳质泥岩夹煤层、泥岩、细砂岩
中生界	白垩系	上统	鱼亮子组	287	砂砾岩、含砾砂岩、泥质粉砂岩、灰黑色泥岩
			太平林场组	635	灰黑色泥岩、泥质粉砂岩、细粒长石砂岩、泥质页岩、油页岩
		永安村组	548	灰黑色泥岩、长石砂岩、细砂岩	
		下统	淘淇河组	1723	上段浅黄色、灰色中细砂岩、浅绿色粉砂岩夹薄层砾岩、凝灰岩、灰黑色泥岩、煤线。下段暗紫色、黄褐色巨砾岩、粗—中砾岩夹黄褐色含砾粗砂岩。
			宁远村组	872.6	流纹质凝灰熔岩、安山岩夹泥岩、粉砂岩、凝灰岩
古生界				中性火山岩	

①国家油气专项(XQ-2004-7)资助。

收稿日期: 2008-05-27 收修改稿日期: 2008-11-18

重要的生烃层位, 它的大量富有机质页岩的形成与海侵关系密切, 这种相关性在其它含油气盆地的重要生烃层位也同样存在, 例如中欧盆地三叠系, 苏北盆地的泰州组二段、阜宁组; 渤海湾盆地纯化镇组、沙河街组和东营组<sup>[6-8]</sup>。湖盆中海水的灌入增加了水体的盐度和碱度, 常导致水体分层, 形成有利于有机质保存的还原环境。因此, 对于太平林场组沉积时水体盐、碱度及氧化还原性的研究对讨论该层位生烃潜力及该时期孙吴—嘉荫盆地是否属于松辽古湖盆问题具有重要意义, 将进一步影响对该盆地的油气远景评

价。本文通过太平林场组烃源岩生物标志化合物、常、微量元素全分析, 同位素等分析方法, 揭示其地球化学特点, 探讨其与嫩江组沉积的相关性, 为油气勘探提供依据。

### 1 样品采集情况及分析测试条件

孙吴—嘉荫盆地主要划分为以下几个构造单元, 分别为孙吴断陷区, 茅兰河隆起区, 粘河断陷、富饶隆起区、嘉荫断陷区(图 1)。太平林场组主要分布于粘河断陷和嘉荫断陷内。

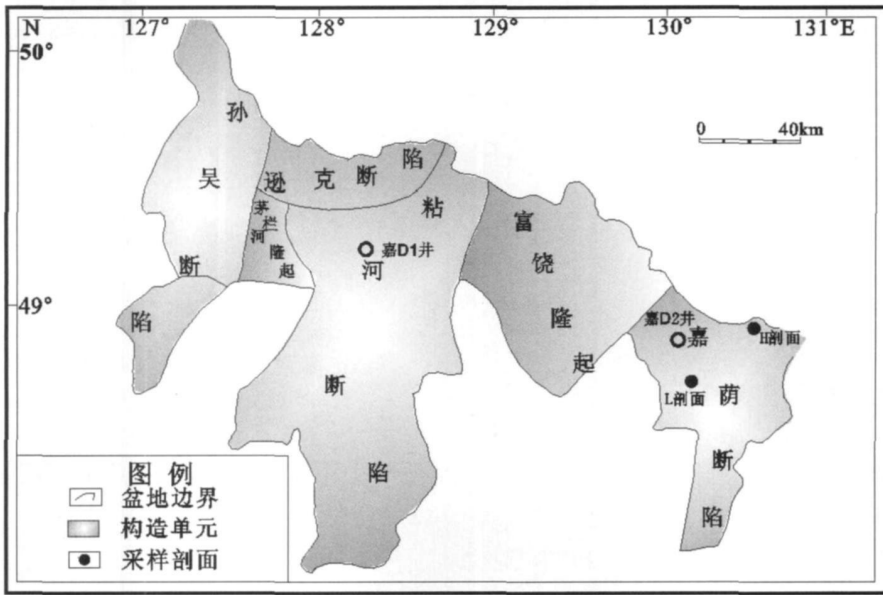


图 1 孙吴—嘉荫盆地太平林场组采样点图

Fig. 1 The sampling sites of Taipinglinchang Formation in Sunwu-Jiayin basin

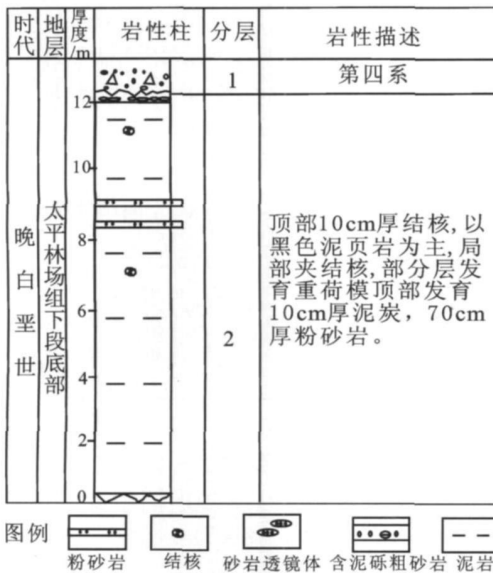


图 2 太平林场组黑龙江剖面

Fig. 2 The Heilongjiang profile of Taipinglinchang Formation

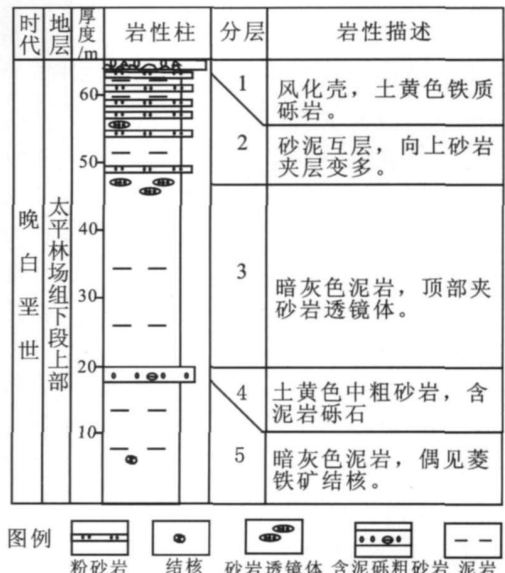


图 3 太平林场组萝北剖面

Fig. 3 The Luobei profile of Taipinglinchang Formation

本次太平林场组烃源岩样品采集于嘉荫断陷内的笋北剖面(L剖面)和黑龙江剖面(H剖面)(图2图3)。L剖面位于嘉荫县笋北公路4 km处采石场。发育的岩石类型包括砂砾岩、砂岩、粉砂岩、泥质砂岩、暗色泥岩,累计厚度达65.5 m。剖面以大段泥岩为主,零星夹有砂岩透镜体和菱铁矿结核,出露的主要为太平林场组下部地层。H剖面位于嘉荫县永安村东南的黑龙江边。发育的岩石类型为灰黑色泥页岩和油页岩,页理比较发育,块状泥岩夹碳酸盐岩结核,部分泥岩中夹致密块状砂岩薄层,砂岩层底部有重荷模,剖面顶部发育薄层泥岩及粉砂岩,前人生物化石鉴定认为这段剖面出露太平林场组最底部地层<sup>[5]</sup>,厚度约13 m。在相对位置上,笋北剖面发育层位在黑龙江剖面之上。在两剖面采集了暗色泥岩样品及碳酸盐样品。

王璞珺曾对松辽盆地白垩纪海侵事件做了大量的沉积地球化学方面的研究<sup>[9]</sup>,为了便于太平林场组与嫩江组的对比研究,对太平林场组样品选取了与之相同的测试项目及参数。泥岩硫及碳酸盐的碳、氧同位素分析在国土资源部同位素实验室完成。泥岩常、微量元素由国家地质实验中心检测。烃源岩有机地球化学分析测试在中国石油勘探开发研究院进行。本文将通过对上述野外剖面样品的地球化学特征与以往的太平林场组研究结果相结合进行分析和讨论。

## 2 分析测试结果

### 2.1 常、微量元素特征

#### 2.1.1 水介质盐度指标

L剖面暗色泥岩 Sr/Ba比值的范围在0.2~0.29之间,平均值为0.25。我国典型盐湖相沉积盆地,如柴达木盆地第三系咸化湖相生油岩, Sr/Ba在0.1~1.98之间<sup>[10]</sup>;半咸水—咸水湖相沉积环境的松辽盆地嫩江组一、二段 Sr/Ba的平均值分别为0.32和0.4<sup>[9]</sup>。对比表明, L剖面 Sr/Ba数值低,反映沉积时期湖水低盐度特点,为淡水湖相沉积环境。另外,对于太平林场组硼含量的测定反映其变化范围在 $36.3 \times 10^{-6} \sim 46.6 \times 10^{-6}$ 之间。相当硼含量为 $82.98 \times 10^{-6} \sim 103.92 \times 10^{-6}$ 。一般认为,淡水湖相沉积硼含量小于 $60 \times 10^{-6}$ ,半咸水为 $60 \times 10^{-6} \sim 100 \times 10^{-6}$ ,咸水沉积环境大于 $100 \times 10^{-6}$ 。转化为相当硼含量为淡水小于 $200 \times 10^{-6}$ ,半咸水 $200 \times 10^{-6} \sim 300 \times 10^{-6}$ ,咸水大于 $300 \times 10^{-6}$ <sup>[11 12]</sup>。依照以上标准,同样反映了L剖面太平林场组泥岩沉积时为淡水环

境(表2)。

#### 2.1.2 水介质碱度指标

常量元素中Ca和Mg在海水中明显富集而Si和Al明显贫化<sup>[9]</sup>。选取 $(Ca+Mg)/(Si+Al)$ 作为太平林场组暗色泥岩沉积水介质的碱度指标。L剖面烃源岩其变化范围在0.03~0.05之间,松辽盆地白垩系泥质岩 $(Ca+Mg)/(Si+Al) > 0.05$ ,对比发现该剖面太平林场组水体碱度明显偏低。

#### 2.1.3 氧化还原性指标

在地球化学相分类中, $Fe^{2+}/Fe^{3+} < 1$ 为氧化相; $Fe^{2+}/Fe^{3+} < 1$ 为弱氧化环境; $Fe^{2+}/Fe^{3+} = 1$ 为中性环境; $Fe^{2+}/Fe^{3+} > 1$ 为弱还原环境; $Fe^{2+}/Fe^{3+} > 1$ 为强还原环境<sup>[11]</sup>。L剖面泥岩氧化还原性指标 $Fe^{2+}/Fe^{3+}$ 在1.14~2.02之间。 $(Zn+Ni)/Ga$ 比值变化范围为4.23~7.45。Ga在表生条件下的亲氧性使它与Ni和Zn产生明显分异。以上参数比值特征反映了还原环境特点(表3)。

表2 太平林场组样品微量元素分析数据

Table 2 The analysis of microelement in Tapinglinchang Formation

样品号	SJ-17	SJ-19	SJ-21	SJ-25	SJ-27	SJ-29	SJ-32	SJ-33	
元	Sr	91	104	108	110	113	124	133	137
素	Ga	21	20	20	21	24	21	21	21
含	Zn	85	87	80	76	161	82	73	75
量	Ba	448	460	471	478	450	459	457	444
	Ni	17	22	16	16	18	16	16	19
/10 <sup>-6</sup>	B	37.9	41.5	41.4	38.8	46.6	40.2	37.7	36.3

表3 太平林场组样品常量元素分析数据

Table 3 The analysis of macroelement in Tapinglinchang Formation

样品号	SJ-17	SJ-19	SJ-21	SJ-25	SJ-27	SJ-29	SJ-32	SJ-33	
元	MgO	1.11	1.2	1.2	1.16	1.3	1.16	1.12	1.1
素	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.48	17.13	17.99	17.13	18.85	17.24	16.78	16.28
含	SiO <sub>2</sub>	66.47	64.97	65.2	64.7	60.28	60.81	66.27	65.06
量	K <sub>2</sub> O	2.86	2.9	2.84	2.91	3.01	2.84	2.92	2.9
	CaO	0.84	0.9	0.97	0.9	1.07	1.79	0.89	0.91
/10 <sup>-6</sup>	FeO	1.85	2.75	1.99	2.75	4.08	3.97	2.41	2.4
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.3	2.31	1.93	1.96	2.22	2.19	1.53	1.59

### 2.2 同位素反映的混合度特征

古老沉积物中S、C、O等稳定同位素特征可反映一定的古环境信息。常用海水来源和淡水来源同位素比值特点来反映海水与淡水混合情况。硫同位素海水来源与淡水来源的重量比(混合度)公式为: $W_{(海)}$  :

$W_{(淡)} = [ \delta S_{(样)} - \delta S_{(海)} / 3 ] / [ \delta S_{(海)} - \delta S_{(样)} ]$ , 其中, 晚白垩世海水的同位素组成为  $( \delta^{34}S = + 11\% \sim 19\% )^{[9]}$ 。硫同位素的海水来源与淡水来源的比例约为 0~0.5 (表 4)。而松辽盆地嫩江组海水与淡水来源的比例为 0~0.15。对比反映 L 剖面太平林场组烃源岩沉积时高盐度水体混入量极低。

表 4 硫同位素分析数据

Table 4 The analysis of sulphur isotope

原样号	样品名称	$\delta^{34}S_{V-CDB} / \text{‰}$
SJ-49	全岩	-0.9
SJ-51	全岩	3.6

对 L 剖面太平林场组碳酸盐结核的碳、氧同位素分析表明,  $\delta^{13}C$  数值为  $-0.7\% \sim -21.1\% \text{‰}$ , 根据碳、氧同位素碳酸盐岩成因判断标准: 混合度  $Z < 120$  时为纯淡水成因的碳酸盐岩,  $Z > 120$  时为海相或与海水有关的碳酸盐岩<sup>[9]</sup>。通过混合度  $Z$  计算公式  $Z = 2.048 \times (\delta^{13}C + 50) + 0.498 \times (\delta^{18}O + 50)$  计算得出  $Z$  为 115.35 反映 L 剖面碳酸盐结核为淡水成因。H 剖面碳酸盐的 C、O 同位素分析得出混合度指标  $Z$  为 112~137 (表 5), 为混合成因。松辽盆地典型的海侵层段嫩江组一段和二段,  $\delta^{13}C$  数值为  $-1.83\% \sim -3.97\% \text{‰}$ ,  $\delta^{18}O$  为  $-13.95\% \sim -0.06\% \text{‰}$ , 混合度  $Z$  值为 119~135。太平林场 H 剖面即该层底部与嫩江组底部都具有较高的海水淡水混合度。这与嫩江组沉积早期存在的大规模的海侵事件是相吻合的。

表 5 碳、氧同位素分析数据

Table 5 The result of C and O isotopes

样品号	剖面	样品名称	$^{13}C_{V-PDB} / \text{‰}$	$^{18}O_{V-PDB} / \text{‰}$	$Z$
KQ20062416	H 剖面	全岩	7.5	-11	137
KQ20062417	H 剖面	全岩	3.6	-12.6	128
KQ20062418	H 剖面	全岩	-1.8	-21.6	113
KQ20062419	L 剖面	全岩	-0.7	-21.1	115

### 2.3 生物标志化合物特征

两剖面反映沉积环境的生物标志化合物参数存在差别, L 剖面 Pr/Ph 在 1~2 之间, H 剖面多表现为 Pr/Ph < 1。考虑两剖面的相对位置关系, 认为太平林场组初始沉积时期水体还原性强。H 剖面伽马蜡烷含量及孕甾烷系列含量高, 表现为 G/C<sub>30</sub>H 及孕 + 升

孕甾烷 / C<sub>27</sub>甾烷高于 L 剖面, 反映了较高的水体盐度及化学分层情况。两剖面三环 + 四环萜烷 / C<sub>30</sub>H 差别不大, 反映太平林场组沉积混合生源情况。但从重排甾烷分布来看, H 剖面 C<sub>27</sub>重排 / C<sub>27</sub>甾烷为 0.09~0.29, 平均值 0.21; 而 L 剖面稍高 C<sub>27</sub>重排 / C<sub>27</sub>甾烷为 0.27~0.44, 平均值 0.36, 说明 L 剖面陆源物质输入更加丰富 (表 6 图 4)。

表 6 生物标志化合物参数特征

Table 6 The feature of biomarker parameters

剖面	编号	三环 + 四环萜烷 / C <sub>30</sub> H		孕 + 升孕 C <sub>27</sub> 重排 / C <sub>27</sub> 甾烷		Pr/Ph
		极低	极低	0.04	极低	
L 剖面	SJ-42	极低	极低	0.04	极低	1.83
	SJ-44	0.7	极低	0.15	0.33	1.73
	SJ-46	0.39	0.12	0.13	0.44	2
	SJ-49	0.38	0.1	0.13	0.39	1.53
	SJ-51	0.38	0.1	0.13	0.36	1.79
	SJ-53	0.23	0.11	0.09	0.27	1.64
H 剖面	JY-06-18			0.05	0.24	0.89
	JY-06-19	0.05	0.39	0.03	0.09	0.89
	JY-06-21	0.2	0.14	0.08	0.31	0.78
	JY-06-22	0.06	0.11	0.06	0.21	0.68
	JY-06-25	0.38	0.55	0.07	0.22	0.78
	JY-06-28	0.28	0.19	0.28	0.15	0.97
	JY-06-30	1.23		0.23	0.11	3.57
	JY-06-32	0.35	0.13	0.24	0.28	1.25
	SJ-54	0.24	0.07	0.11	0.29	1.55

## 3 讨论

孙吴—嘉荫盆地太平林场组烃源岩常量元素、微量元素、同位素及生物标志化合物分析表明: L 剖面太平林场组沉积时期为淡水环境; H 剖面沉积期, 即太平林场组初始沉积期具有咸水沉积环境特征, 并且表现为更强的还原环境及水体化学分层特点, 这与嫩江组早期水体咸化特点一致。两剖面水体盐度特征反映太平林场组沉积存在纵向上沉积环境的演变, 由初期咸化沉积环境转变为后期的淡水沉积环境。本次测试样品及搜集的井下样品的 Pr/Ph 反映 Pr/Ph < 1 的样品接近样品总数的 70%, Pr/Ph < 0.5 的样品达到 40% 以上, 大部分样品呈现出强烈的植烷优势 (图 5)。研究表明, Pr/Ph 除反映氧化还原环境外, 强烈的植烷优势也指示了水体的高盐度特点。由此看来, 除 H 剖面外, 水体咸化特点在太平林场组是确实存在的。

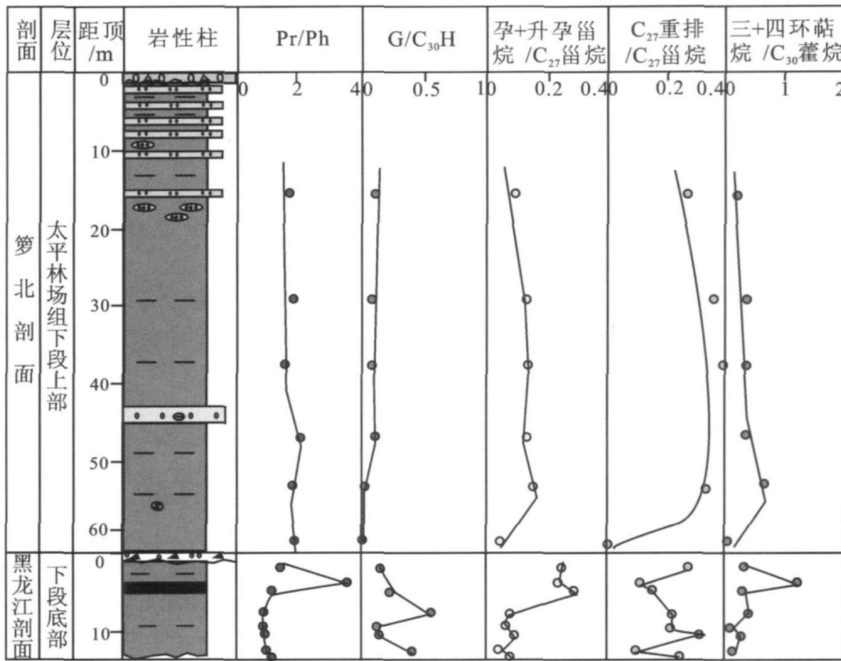


图 4 太平林场组下段底部与下段上部沉积环境对比图

Fig 4 The comparison between bottom and top of lw section in Taipingleichang Formation

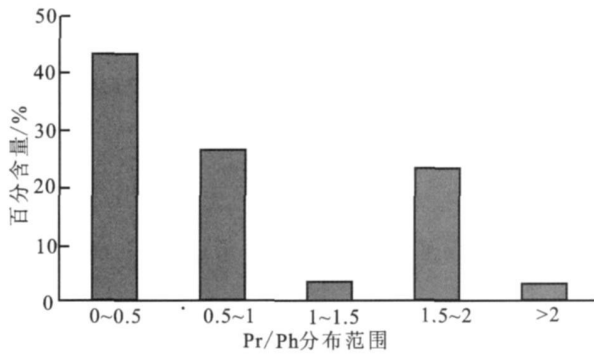


图 5 太平林场组 Pr/Ph 分布情况

Fig 5 The distribution of Pr/Ph in Taipingleichang Formation

李罡对黑龙江边发育的太平林场组与永安村组界限剖面进行了生物地层学研究,发现了与嫩江组一段青岗链叶肢介同物异名的俞氏链叶肢介<sup>[13]</sup>。万传彪发现太平林场组建组剖面第六小层所产的巴尔姆孢与松辽南部和北部相类似,并且孢粉、介形类和叶肢介化石可与松辽盆地嫩江组对比<sup>[11]</sup>。在岩性组合上,太平林场组和嫩江组岩石粒度变化显示水体变浅趋势,两层位底部也均有油页岩发育。在沉积相发育情况下,太平林场组在该盆地内主要表现为半深湖—深湖相特征,与嫩江组特点一致,并且在两层位底部

都具有高盐度水体沉积的特点。上述研究说明太平林场组和嫩江组具有很好的对比性。

前人对太平林场组沉积时期古气候的研究,可以为海水入侵导致水体咸化提供有利的支持。赵海滨等人对晚白垩世地层的孢粉化石组合及沉积物特征研究表明:孙吴—嘉荫盆地在该时期总体处于亚热带的气候环境。万传彪在太平林场组发现了不具赤道类型的 *Bamberisporites* 属,反映了该区晚白垩世温暖潮湿的古气候环境<sup>[14]</sup>。以上古气候特点说明:太平林场沉积初期,咸化水体并非干旱气候和高蒸发量所致,而最有可能是与嫩江组一同遭受了高盐度海水的侵入。

嫩江组早期的海侵事件,促使嫩江组成为松辽盆地有机质含量丰富的最重要生烃层位。孙吴—嘉荫盆地与松辽盆地在地理位置上相互邻接。在嫩江组一、二段沉积时期,呈南北方向展布的深湖相具有向孙吴—嘉荫盆地延伸的趋势,主要表现为与孙吴—嘉荫盆地邻接的松辽盆地东北角并无边缘相出现<sup>[15]</sup>(图 6)。已有研究表明,松辽盆地嫩江组沉积期地形趋于夷平,表现为坡缓,水深均匀,水体较浅的片泛湖环境,水域面积广阔,超出现今盆地范围<sup>[16]</sup>。综合本文太平林场组的地球化学分析,以及前人的古生物和沉积组合方面的证据,认为在早白垩世,孙吴—嘉荫

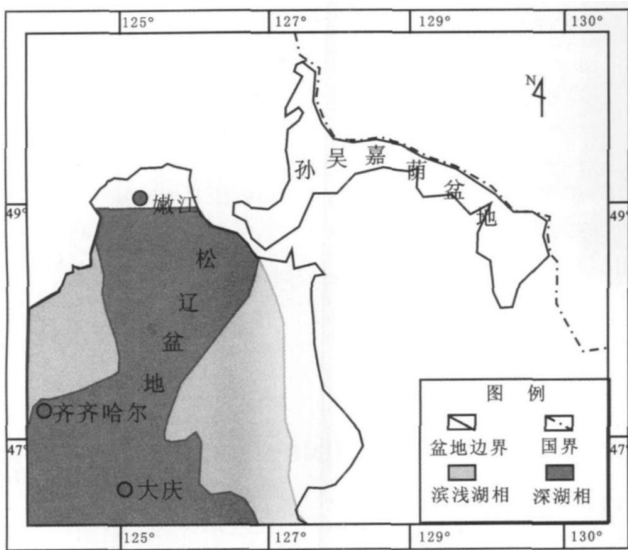


图 6 松辽盆地北部嫩江组一、二段沉积相图

(据王东坡, 1994 略作修改)

Fig. 6 The sedimentary facies of the first and second members of Nenjiang Formation in the north of Songliao Basin (after Wang Dongpo 1994)

盆地与现今松辽盆地水体相连, 是松辽古湖盆的一部分, 且二者共同遭受了海侵, 从而形成了有机质丰富的太平林场组和嫩江组优质烃源岩。

## 4 结论

本文通过对孙吴—嘉荫盆地筲北剖面和黑龙江剖面的太平林场组烃源岩进行地球化学分析, 得出太平林场底部为咸水环境沉积, 与早白垩世海侵事件一致, 向上具有水体盐度及还原性降低趋势。结合前人对古气候及古生物研究成果综合讨论, 认为孙吴—嘉荫盆地在太平林场组沉积初期与松辽盆地嫩江组一起遭受海侵影响, 两盆地在当时水体连通, 为统一松辽古湖盆。太平林场组烃源岩沉积保存环境有利于有机质的富集、保存及转化成烃, 可为该区油气生成提供物质基础。

## 参考文献 (References)

- 1 万传彪, 刘本培, 乔秀云, 等. 嘉荫盆地太平林场组巴尔姆孢的发现及意义 [J]. 地质学报, 2004, 78 (1): 1-6 [Wan Chuanbiao, Liu Benpei, Qiao Xiuyun, et al. The discovery of Balme spores and its significance of Taipinglinchang Formation in Jiayin Basin, Heilongjiang [J]. Acta Geologica Sinica, 2004, 78 (1): 1-6]
- 2 郑玉龙, 刘文龙, 乔秀云. 黑龙江孙吴—嘉荫盆地白垩纪孢粉组合及地层划分对比 [J]. 地层学杂志, 2005, 29 (4): 342-346 [Zheng Yulong, Liu Wenlong, Qiao Xiuyun. Cretaceous spore-pollen assemblages in Sunwu-Jiayin Basin and their stratigraphic significance [J]. Journal of Stratigraphy, 2005, 29 (4): 342-346]
- 3 乔秀云, 孙跃武, 万传彪, 等. 孙吴—嘉荫盆地嘉 D1 井孢粉地层学研究 [J]. 世界地质, 2005, 24 (1): 11-17 [Qiao Xiuyun, Sun Yuewu, Wan Chuanbiao, et al. Palynological stratigraphy of Jiad1 well in Sunwu-Jiayin Basin [J]. Global Geology, 2005, 24 (1): 11-17]
- 4 樊馥, 高福红, 刘立, 等. 孙吴—嘉荫盆地上白垩统太平林场组烃源岩特征及评价 [J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2007, 37 (5): 919-942 [Fan Fu, Gao Fuhong, Liu Li, et al. Characters and evaluation of source rocks of the late Cretaceous in the Sunwu-Jiayin Basin in China [J]. Journal of Jilin University: Earth Science Edition, 2007, 37 (5): 919-942]
- 5 李罡, 陈丕基, 万晓樵. 嫩江阶底界层型剖面研究 [J]. 地层学杂志, 2004, 28 (4): 297-299 [Li Gang, Chen Piji, Wan Xiaoxiao. Stratotype of the basal boundary of the Nenjiangian stage, Cretaceous [J]. Journal of Stratigraphy, 2004, 28 (4): 297-299]
- 6 王璞珺, Schneider Werner Matern Frank, 等. 陆相盆地中的海侵层序特征: 中欧盆地三叠系与松辽盆地白垩系对比研究 [J]. 矿物岩石, 2002, 22 (2): 47-53 [Wang Pujun, Schneider Werner Matern Frank, et al. The characters of transgressive sequence of terrigenous basin correlation between the Triassic in central European basin and the Cretaceous in Songliao Basin of China [J]. Journal of Mineral Petrology, 2002, 22 (2): 47-53]
- 7 傅强, 李益, 张国栋, 等. 苏北盆地晚白垩世—古新世海侵湖泊的证据及其地质意义 [J]. 沉积学报, 2007, 25 (3): 380-385 [Fu Qiang, Li Yi, Zhang Guodong, et al. Evidence of transgression lake of Subei Basin during Late Cretaceous and Paleocene epoch and its geological significance [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2007, 25 (3): 380-385]
- 8 袁文芳, 陈世悦, 曾昌民. 济阳拗陷古近系沙河街组海侵问题研究 [J]. 石油学报, 2006, 27 (4): 40-49 [Yuan Wenfang, Chen Shiyue, Zeng Changmin. Study on marine transgression of Paleogene Shahejie Formation in Jiyang Depression [J]. Acta Petrologica Sinica, 2006, 27 (4): 40-49]
- 9 王璞珺, 刘万涿. 事件沉积: 导论、实例、应用 [M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2001: 51-71 [Wang Pujun, Liu Wanzhu. Depositional Events: Introduction, Example and Application [M]. Changchun: Jilin Science and Technology Press, 2001: 51-71]
- 10 叶爱娟, 朱扬明. 柴达木盆地第三系咸水湖相生油岩古沉积环境地球化学特征 [J]. 海洋与湖沼, 2006, 37 (5): 472-480 [Ye Aijuan, Zhu Yangming. Geochemical and sedimentary features of Tertiary saline lacustrine source rocks in Qaidam basin [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 2006, 37 (5): 472-480]
- 11 邓宏文, 钱凯. 沉积地球化学与环境分析 [M]. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1993: 18-31 [Deng Hongwen, Qian Kai. Analysis of Environment and Sediment Geochemistry [M]. Lanzhou: Science and Technology Press in Gansu Province, 1993: 18-31]
- 12 孙镇城, 杨藩, 张枝焕, 等. 中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997: 125-142 [Sun Zhencheng, Yang Fan, Zhang Zhihuan, et al. Sedimentary Environment and Oil Generation of Salty Lake in Mesozoic and Cenozoic]

- China[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1997: 125-142]
- 13 李罡. 黑龙江省嘉荫地区晚白垩世太平林场组的俞氏链叶肢介 [J]. 古生物学报, 2005, 44(2): 322-324 [Li Gang. Hallysesheria yui from the Nenjiangian Taipinglinchang Formation of Heilongjiang province, China [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2005, 44(2): 322-324]
- 14 赵海滨, 尹志刚, 汪岩, 等. 黑龙江北部嘉荫盆地中南部原划新近系时代的重新厘定 [J]. 地质通报, 2006, 25(4): 460-464 [Zhao Habin, Yin Zhigang, Wang Yan, et al. Redefinition of the original Neogene strata in the south-central Jiayin basin, northern Heilongjiang, China [J]. Geological Bulletin of China, 2006, 25(4): 460-464]
- 15 王东坡, 刘昭君. 松辽裂谷盆地演化和海平面升降 [M]. 北京: 地质出版社, 1994: 15-50 [Wang Dongpo, Liu Zhaojun. Evolution of Songliao Rift Basin and Change of Sea Level [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1994: 15-50]
- 16 黄清华, 梁万林, 叶得泉. 松辽盆地白垩纪微生物群分布特征与富烃源岩岩层的形成 [J]. 古生物学报, 2007, 46(3): 380-386 [Huang Qinghua, Liang Wanlin, Ye Dequan, et al. The characteristics of Cretaceous microbiotas and formation of hydrocarbon-rich source rocks in Songliao Basin [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 2007, 46(3): 380-386]

## Geochemical Characters of Source Rock from Taipinglinchang Formation in Sunwu-Jiayin Basin

FAN Fu<sup>1</sup> CAI Jin-gong<sup>1</sup> GAO Fu-hong<sup>2</sup>

(1. State Key Laboratory of Marine Geology, School of Ocean and Earth Science, Tongji University, Shanghai 200092;

2. School of Earth Science, Jilin University, Changchun 130061)

**Abstract** As the important source rock layers in Sunwu-Jiayin basin, Taipinglinchang Formation can be compared with Nenjiang Formation well that suffered the transgression. The analysis of major element, microelement and isotope indicate that the characters of high salinity and strong reduction at the bottom of Taipinglinchang Formation are in consistence with the characters of Nenjiang Formation. There is the upwards-decreasing trend in salinity and reduction. In addition to the palaeoclimate and palaeobiology, it is believed that Sunwu-Jiayin basin was the part of big Songliao basin in the early Cretaceous. Taipinglinchang Formation and Nenjiang Formation deposited in the same lake and suffered the transgression. The sedimentary circumstance of Taipinglinchang Formation is ideal for the organic matter accumulation and transferring to hydrocarbon in the source rock, which provide the material foundation of oil and gas generation.

**Key words** Sunwu-Jiayin Basin, Taipinglinchang Formation, source rock, transgression