

西藏伦坡拉盆地烃源岩特征及资源条件

顾 忆¹, 邵志兵¹, 叶德燎¹, 张小英², 卢亚平²

(1. 中国新星石油公司实验地质研究院, 江苏无锡, 214151; 2. 中国新星石油公司中南石油局研究院, 湖南长沙, 410117)

摘要: 伦坡拉盆地主要发育下第三系牛堡组烃源层系, 主力烃源岩为牛二段及牛三下亚段, 牛三上亚段也有一定的生烃能力。烃源岩受沉积相带的控制, 主要发育于深-半深湖相区, 蒋日阿错凹陷烃源岩厚度最大。烃源岩具有有机质丰度中等, 母质类型优良, 成熟度主体偏高的特点。自始新世末期以来, 伦坡拉盆地长期具有成藏的油源条件, 早期的源岩为牛二段, 晚期则以牛三下亚段为主。总体上看, 伦坡拉盆地具良好的油气资源前景。

关键词: 伦坡拉盆地; 烃源岩; 生烃模拟; 资源条件

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

西藏伦坡拉盆地面积 3600km², 海拔 4600 余米, 是世界上海拔最高的含油气盆地之一(图 1)。经过 60~70 年代的第 1 轮油气普查和 1991 年开始的由中南石油局进行了第 2 轮普查, 取得了大量宝贵的石油地质资料。在藏 1、西伦 1、西伦 2、西伦 5 等井获得油流或重要油气显示, 特别是 1999 年 7 月中旬在伦浅 3 井、8 月中旬在伦浅 1 井热试采试获高产工业油流, 结束了西藏不产原油的历史^[1,2]。

从取得的油气成果看伦坡拉盆地有以下几个显著的特点: (1) 盆地边缘及钻井油气显示相当丰富, 但工业油流甚少; (2) 油质变化大, 沥青、重质油、常规油并存, 且多见重质油, 如伦浅 3、伦浅 1、牛浅 2 井; (3) 藏 1 井虽获工业油流, 但产能低; (4) 钻井内产层集中于牛堡组。这些特点都是特定的成油地质条件的反映。

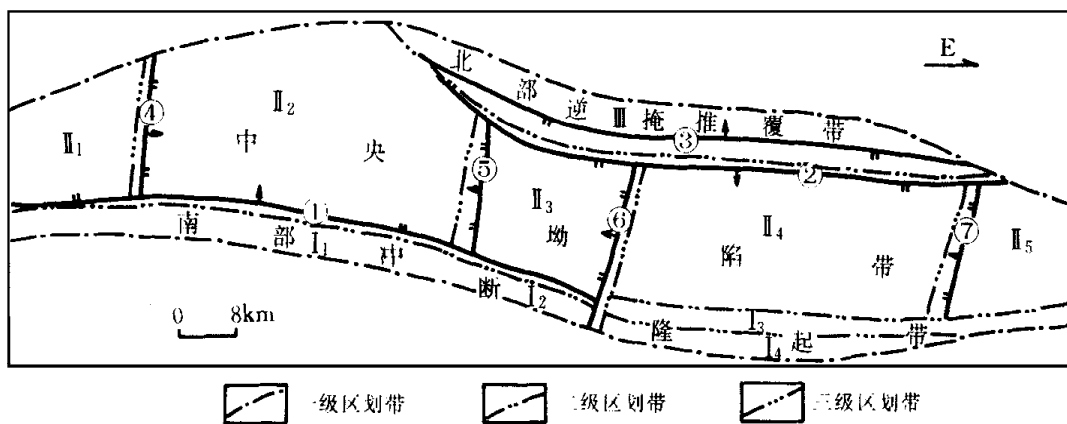


图 1 伦坡拉盆地构造区划图

I₁ 丁青冲断带; I₂ 长山冲断隆起; I₃ 多学库隆起; I₄ 东南浅凹; II₁ 三八二凹陷; II₂ 蒋日阿错凹陷;
II₃ 江加错凹陷; II₄ 爬错凹陷; II₅ 徐果错凹陷; III 红星梁逆掩推覆带。

长山正断层; ④ 红星梁正断层; ⑤ 达玉山逆冲断层; 蒋日阿贡约变换断层;

可卡森变换断层; 爬爬变换断层; ⑧ 录钦亥变换断层

Fig. 1 Structural division of the Lunpola Basin

1 烃源岩特征

伦坡拉盆地烃源岩主要发育于始新统牛堡组二、三段和渐新统丁青湖组一段。牛二段和牛三段烃源岩主要为湖相的深灰色、灰色泥质岩,在中东部的中央坳陷区钻井揭示的岩性为灰色、深灰色泥岩夹粉细砂岩、油页岩、泥灰岩薄层,反映为半深湖至深湖相的沉积,是盆地内主要生油层分布区。丁一段烃源岩岩性较细,颜色较深,主要为一套半深湖—深湖相的灰色、深灰色泥岩、页岩、泥灰岩,有机质含量较高。

伦坡拉盆地各层段烃源岩有机碳含量中等偏低,略低于我国陆相泥质烃源岩相应沉积相的有机碳含量,但氯仿沥青“A”、烃含量、转化率等指标却好于仅按有机碳含量划分的烃源岩标准。伦坡拉盆地这种残余有机碳含量中等偏低、但转化率特高的特征与下第三系烃源岩母质类型主要以腐泥型为主密切相关。因此,对于伦坡拉盆地的烃源岩评价,单纯地套用传统的烃源岩评价标准是不可取的。考虑到伦坡拉盆地地下第三系烃源岩多为咸水深一半深湖和滨浅湖相沉积,并有较高的灰质含量,而且对于I—II型干酪根来说,生烃模拟实验表明其原始有机碳在生油高峰时的损失率可达30%~50%,I型干酪根的损失率甚至最高可达62%^[3],因此,将本区残余有机碳含量的下限值定为0.3%是可以接受的。

1.1 有机质丰度

伦坡拉盆地烃源岩的发育受沉积相的控制,主要发育于中央坳陷带的浅湖—深湖相区,即蒋日阿错、江加错、爬错3个凹陷中烃源岩广泛发育,深一半深湖相区烃源岩有机质丰度优于浅湖相区烃源岩,总体的烃源岩有机质丰度中等偏低。按本区烃源岩评价标准,除西伦2井牛二段有机碳平均值为0.38%,属较差烃源岩以外,其余均达较好—好烃源岩有机碳含量标准。丁青湖组二、三段,虽然有机碳含量较高,但氯仿沥青“A”含量、烃含量很低,烃源岩未成熟,均达不到烃源岩的最低标准(表1)。

1.1.1 牛二段(E_{2n}^2)

中央坳陷带主要为深一半深湖相沉积,有机碳平均0.68%,达标率94%,属较好烃源岩。滨浅湖相烃源岩主要分布在南部冲断隆起带和爬错凹陷的南部和东南部地区,有机碳平均0.38%,达标率83%,

表1 伦坡拉盆地烃源岩有机质丰度

Table 1 Organic abundance of source rocks in the Lunpola Basin

层位	沉积相	C/%	"A"/%	HC/ 10^{-6}	"A"	HC
E_{2n}^2	深—半深湖	0.68	0.146	561.196	20.33	6.77
	滨 浅 湖	0.88	0.218	537.05	23.43	5.95
E_{2n}^{3-1}	深—半深湖	0.91	0.189	547.62	22.49	6.52
	滨 浅 湖	0.86	0.27	813.32	27.80	10.11
E_{2n}^{3-2}	深—半深湖	0.86	0.193	498.71	16.75	4.18
	滨 湖	0.97	0.16	433.57	17.08	5.46
E_{3d}^1	深—半深湖	1.29	0.133	453.34	9.38	3.33

属较差烃源岩。

牛二段烃源岩厚度巨大,沉积中心在蒋日阿错凹陷,烃源岩厚度均大于600m,凹陷南部最大厚度可达1200m;江加错和爬错凹陷北深南浅,烃源岩厚度分布于200~800m,平均厚度500m左右。

1.1.2 牛三段(E_{2n}^3)

(1) 牛三下亚段(E_{2n}^{3-1}):深一半深湖相平均有机碳含量0.91%,达标率为71%。有机碳达标率低于牛二段烃源岩,但达标的烃源岩其丰度要好于牛二段,深一半深湖相区的牛三下亚段属好—较好烃源岩,以好烃源岩为主。浅湖相烃源岩有机碳平均0.86%,低于深一半深湖相区烃源岩有机碳平均值,高于牛二段的浅湖相,属较好烃源岩范畴。牛三下亚段烃源岩在深湖—半深湖相区较厚,蒋日阿错凹陷最大可达500m,一般大于300m,烃源岩由江加错向爬错厚度减薄,由深湖—半深湖相区向滨浅湖相区减薄,浅湖相区烃源岩厚度约为100m。

(2) 牛三上亚段(E_{2n}^{3-2}):烃源岩主要分布于深湖—半深湖相区,有机碳含量平均0.86%,低于牛三下亚段深湖—半深湖相区烃源岩,高于牛二段。有机碳达标率49%,低于牛二段和牛三下亚段烃源岩,属较好烃源岩范畴。浅湖相有机碳平均含量达0.97%,亦属较好烃源岩范畴。牛三上亚段烃源岩厚度总的小于牛三下亚段,仍以蒋日阿错地区最厚,最大厚度400m。烃源岩厚度从蒋日阿错向江加错、爬错逐渐减薄,平均厚度约为200m。

(3) 丁一段(E_{3d}^1):有机碳平均含量达1.29%,为全区各层段中最高的,氯仿沥青“A”平均含量0.133%,是全区各层段中最低的,烃含量平均 453.34×10^{-6} ,表明丁一段烃源岩成熟度较低,总体评价为较好烃源岩。烃源岩成熟区主要位于江加错

和爬错北部,均为深一半深湖相的沉积,烃源岩厚度范围 100m~400m,平均 200m 左右。

总之,伦坡拉盆地烃源岩受沉积相带的控制,烃源岩主要发育于中东部的中央坳陷带的浅湖一半深一深湖相区,各层段烃源岩在蒋日阿错凹陷均相对较厚,牛二段烃源岩厚度最大,其次牛三下亚段、牛三上亚段、丁一段。有机质丰度各层段基本相似,属中等偏低,深一半深湖相区烃源岩平均有机碳含量均大于 0.75%,丁一段有机碳含量最高,但成熟度较低,牛三下亚段平均有机碳含量次之,其次牛三上亚段和牛二段,总体为较好一好烃源岩范畴,蒋日阿错、江加错、爬错 3 凹陷均有良好的烃源岩发育。

1.2 有机质类型

从干酪根扫描电镜组份看,干酪根类型大部分为 I 型,其次 II₁ 型, II₂ 型仅 1 个;从干酪根显微组份看,以 I 型为主,其腐泥质组份(包括菌类藻质体、类脂组、腐泥基质)的含量均超过 90%,两个 II₁ 型样品的腐泥质组份也在 50% 左右。表明本区烃源岩母质类型以 I - II₁ 型为主。

干酪根元素分析亦表明(图 2),本区烃源岩母质类型以 I - II₁ 型为主。从藏 1 井、西伦 2 井 H/C 原子比与埋深的关系图(图 3),可以看出,在 1300m 左右,即牛三段上、下亚段的分界处 H/C 原子比突

然变大。H/C 原子比主要是成熟度和类型的指标,一般认为,类型相似 H/C 原子比随着演化的加深逐渐降低,在生油高峰期(R_o :0.75%~1.3%)有一

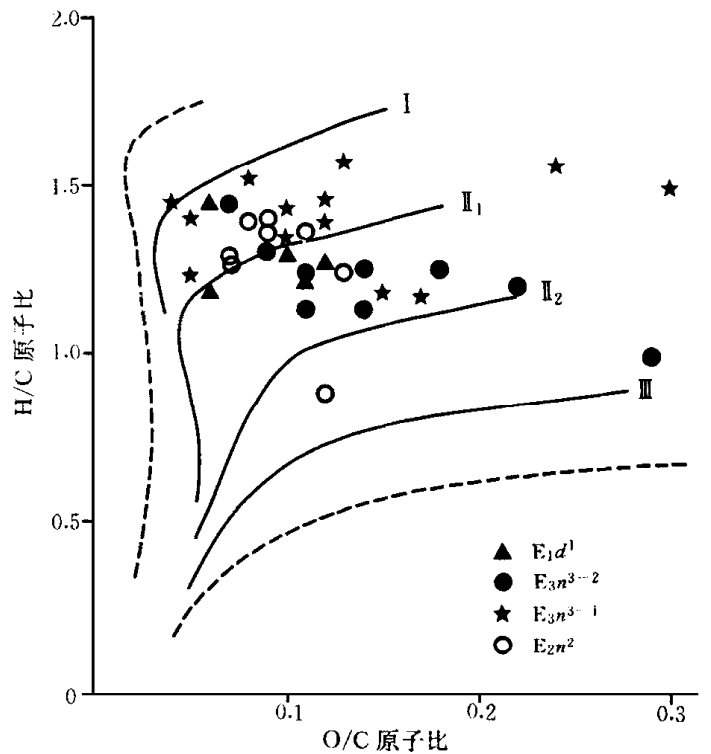


图 2 伦坡拉盆地生油岩干酪根 H/C-O/C 原子比关系图
Fig. 2 Relationship between the atomic ratio of H/C and that of O/C in kerogen of source rocks in the Lunpola Basin

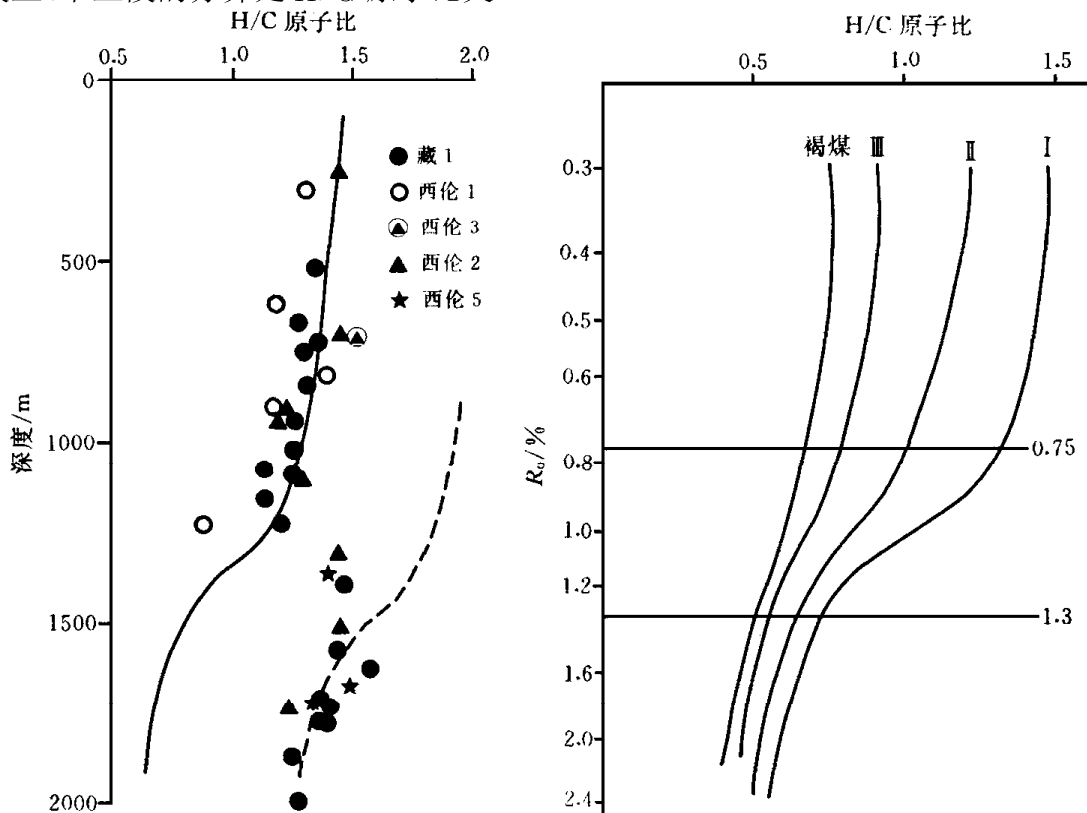


图 3 藏 1 井、西伦 2 等井 H/C 原子比与埋深关系图
(右图为 H/C 原子比与 R_o 的热模拟实验结果^[3])

Fig. 3 Relationship between the buried depth and the atomic ratio of H/C in wells Z- 1 and XL- 2

明显的变化^[3]。我们认为本区 H/C 原子比这一突变主要是类型差别引起的。深一半深湖相的牛三下亚段和牛二段其有机质类型要明显好于牛三上亚段和丁一段。

因此, 伦坡拉盆地烃源岩母质类型相对较好, 可以与我国主要大型陆相油气盆地主力烃源岩的母质类型相比拟。从沉积相看, 深一半深湖相区以 I 型为主, 浅湖相区以 II₁ 型为主; 从层位上看, 以牛三下亚段和牛二段较好, 以 I 型干酪根为主; 丁一段主要为 I - II₁ 型, 牛三上亚段的有机质类型相对较差, 以 II₁ 型为主。

1.3 成熟度特征

伦坡拉盆地位于青藏高原, 其独特的构造环境使其成为我国独一无二的高地温场、高海拔的含油气盆地。中国科学院地质研究所沈显杰等(1992)实测伦坡拉盆地牛 3 井大地热流值为 $140\text{mW}/\text{m}^{2[4]}$, 老四普实测的 3 口井(牛浅 2、红星 6、伦 2 井)地温梯度为 $4.6^{\circ}\text{C}\sim 6.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, 都表明了本区具很高的地温场。

图 4 为伦坡拉盆地烃源岩 R_o 与埋深的关系图, 图 5 为藏 1 井烃源岩转化率(“A”/C)与深度的关系, 它是十分经典的烃源岩烃类随成熟度的演化图, 反映藏 1 井烃源岩在丁一段(886m, 相当于 R_o 为 0.60% ±) 基本没有进入生油门限, 牛三上亚段正好位于低成熟—生油高峰阶段(886m~1372m, 相当于 $R_o = 0.6\% \sim 1.0\%$), 牛三下亚段位于生油高峰期后的成熟阶段(1372m~1677m, 相当于 $R_o = 1.0\% \sim 1.3\%$), 牛二段位于高成熟阶段($> 1677\text{m}$, $R_o = 1.3\% \sim 2.0\%$), 部分过成熟阶段($R_o > 2.0\%$)。藏 1 井烃源岩主生油段应在牛三段, 牛二段处于高成熟—过成熟阶段, 降解产物应以轻质油—凝析油气为主。因此, 伦坡拉盆地中东部凹陷区的烃源岩成熟度主要与深度有关, 即主要与埋藏所经受的温度有关, 而与所经历的埋藏时间关系不大。

伦坡拉盆地烃源岩成熟度有以下分布特征:

(1) 据镜质体反射率、生油转化效率与埋深关系的拟合研究表明, 它们之间有很好的对比性, 伦坡拉盆地烃源岩生烃门限埋深在 884m(R_o 为 0.6%), 生油高峰埋深为 1400m(R_o 为 1.0%), 成熟阶段底界埋深为 1650m(R_o 为 1.3%), 高成熟阶段底界埋深在 2083m(R_o 为 2.0%)。

(2) 从层位看, 丁青湖组烃源岩处于未成熟—低成熟阶段, 牛三上亚段处于低成熟—成熟阶段, 牛三

下亚段处于成熟—高成熟阶段, 牛二段处于高成熟—过成熟阶段; 就地区而言, 蒋日阿错凹陷牛二段成

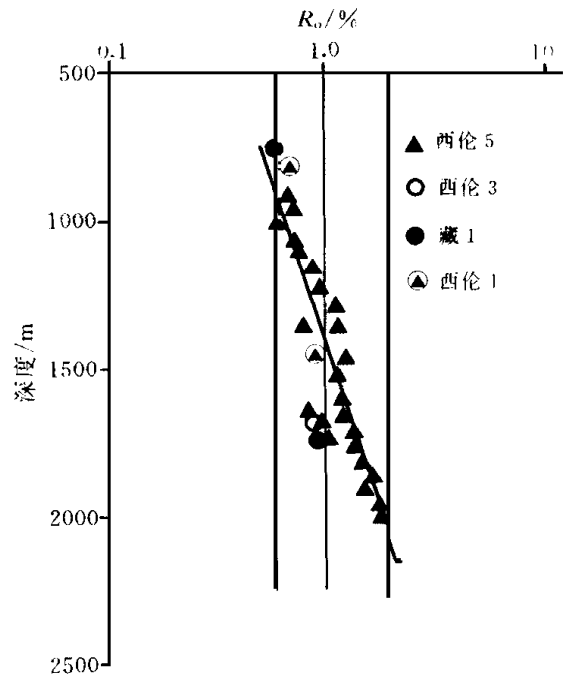


图 4 伦坡拉盆地生油岩 R_o 随埋深的演化曲线
Fig. 4 Evolution curve with buried depth for vitrinite reflectance (R_o) of source rocks in the Lunpola Basin

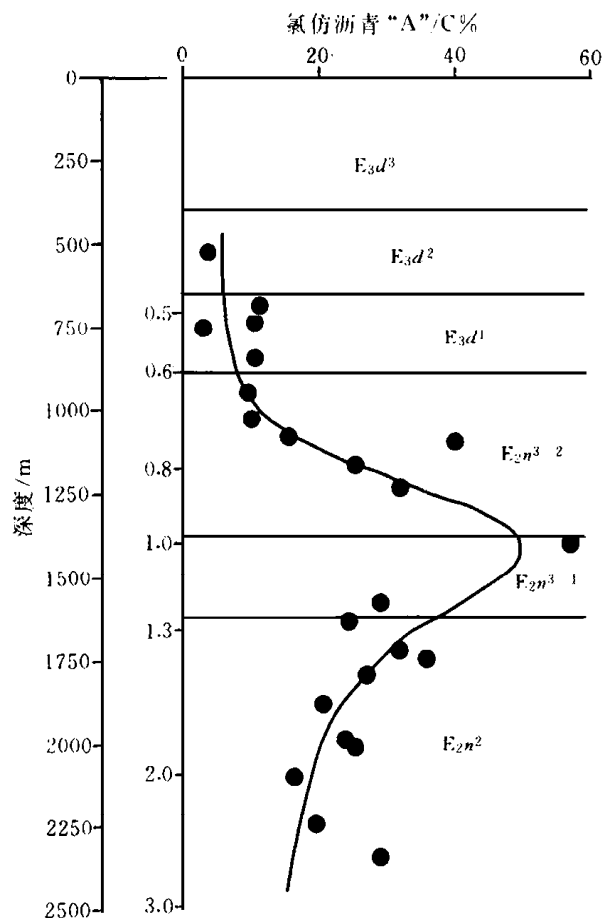


图 5 藏 1 井生油岩转化率随深度演化曲线
Fig. 5 Evolution curve of source rock conversion with buried depth in well Z-1

熟度最高,而江加错的牛三段成熟度最高,爬错凹陷无论是牛二段还是牛三段成熟度都较低。

(3) 根据成熟度分布,烃源岩降解产物性质变化很大,牛二段在蒋日阿错与江加错以高-过成熟凝析油气-天然气为主,而在爬错南部则以成熟阶段的正常原油为主,牛三段在全区基本以成熟阶段的正常原油为主,就成熟度而言,牛三段是盆地最佳成熟度的烃源岩。

(4) 根据烃源岩的埋藏演化,在始新世末即牛堡组沉积末,牛二段在江加错已处于主要生油阶段,而在蒋日阿错已进入高成熟阶段,显然牛二段的最佳成熟阶段是在始新世末。因此,牛二段应是早期成藏(始新世末)的主要烃源岩。

(5) 由于地温梯度高,成熟度变化率大,组段的沉积厚度又大,因而在一个组(段)地层内出现不同成熟演化阶段,如蒋日阿错凹陷的牛二段,其顶面刚进入生油门限,底面已处于过成熟阶段,即牛二段从顶面到底面包含了油气演化的所有阶段,这也是降解产物变化很大的一个重要原因。

2 烃源岩生烃史热模拟研究

选择西伦 3 井 709~709.12m、演化程度相对较低的牛三下亚段灰色泥岩进行了生烃史实验模拟研究(图 6)。

模拟结果表明,西伦 3 井 I 型干酪根烃源岩的液态烃产率峰值最高为 566.26mg/g·c,西伦 2 井 II₁ 型干酪根烃源岩的液态烃产率^[5]次之(555.38mg/g·c),均高于南松辽前 32 井 I 型干酪根液态烃的产率^[3]峰值(490mg/g·c),表明了伦坡拉盆地 I-II₁ 型烃源岩生油效率之高,可南松辽前 32 井白垩系 I 型干酪根烃源岩相比;II₂ 型的烃源岩相对要差一些。I-II₁ 型烃源岩的液态烃产率曲线与藏 1 井的烃类演化曲线(图 5)也十分相似,一方面说明了伦坡拉盆地烃源岩主要以 I-II₁ 型烃源岩为主,另一方面也间接证明了伦坡拉盆地烃源岩成熟度主要与深度有关是可信的。

3 油气资源条件

通过对伦坡拉盆地始新世末期牛三下亚段、牛二段和现今丁一段、牛三段上、下亚段、牛二段 4 个层段生油气量、排油气量和油气资源量的研究,我们

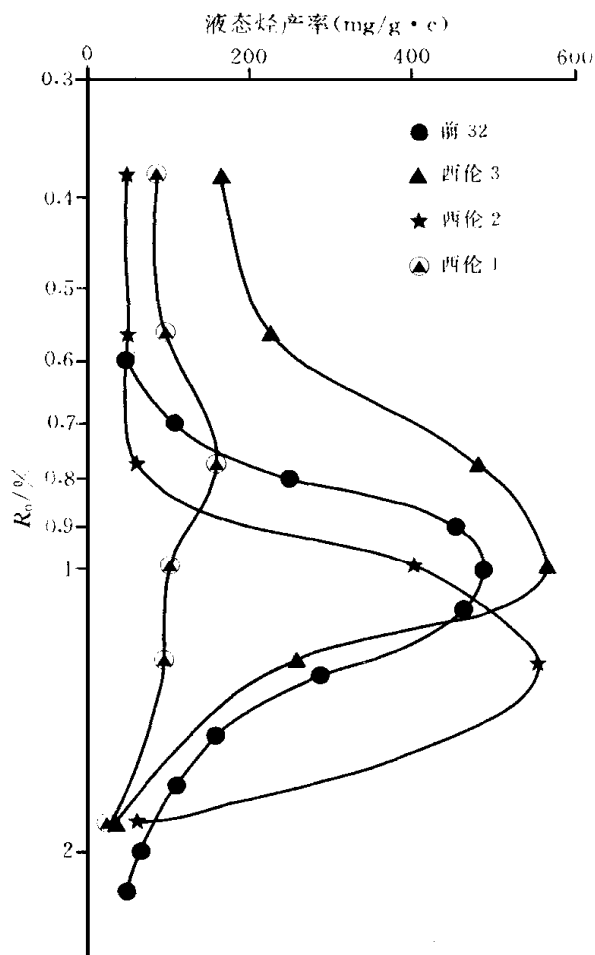


图 6 伦坡拉盆地生油岩液态烃产率对比
前江为松辽 I 型^[3];西伦 3 井为 I 型;西伦 2 井为 II₁ 型^[5];
西伦 1 井为 II₂ 型^[5]

Fig. 6 Correlation of production rate of liquid hydrocarbon of source rocks in the Lunpola Basin

认为:

(1) 始新世末期牛二段烃源岩就有大量油气生成,生油气量分别达 $24.633 \times 10^8 \text{t}$ 、 $17.488 \times 10^8 \text{t}$,牛三下亚段烃源岩也有一定的生油气能力。早期油资源主要分布于蒋日阿错凹陷,江加错分布较少,而晚期喜马拉雅三期运动对全区区域封盖层的破坏,特别是对蒋日阿错地区的破坏更甚,对早期油气资源的保存十分不利。

(2) 伦坡拉盆地牛堡组二段油气资源量在早、晚期有较大的变化,蒋日阿错早、晚期油气资源量相似,但油气资源结构由早期的正常原油变为晚期的轻质油为主。江加错凹陷由于晚期成熟度较高,油气资源量反而减少。爬错凹陷早期成熟度较低,晚期成熟度适中,油气资源量增加了近 50%。

(3) 现今伦坡拉盆地总生油量达 $53.730 \times 10^8 \text{t}$,

生气量 $39.620 \times 10^8 \text{t}$, 生油气总量 $92.719 \times 10^8 \text{t}$, 油气资源分布与早期有所不同。从生油量看, 牛三下亚段生油量 $23.607 \times 10^8 \text{t}$, 牛二段生油量 $21.708 \times 10^8 \text{t}$, 基本相当, 丁一段和牛三上亚段均不到 $2 \times 10^8 \text{t}$, 因此, 牛三下亚段和牛二段烃源岩是本区最重要的烃源岩。从油资源分布看, 牛三上亚段亦可与牛二段烃源岩相比。地区上资源总量 95% 分布于中央坳陷带, 其中蒋日阿错占 42%, 江加错、爬错分别占 22%, 30%。值得注意的是蒋日阿错高成熟轻质油气占有很大的比例, 而江加错、爬错油气成熟度, 尤其是爬错要低得多, 表明成熟阶段的油资源占有更大的比例。

4 结论

对以上有机质丰度、类型、烃源岩成熟特征的研究表明, 伦坡拉盆地第三系牛堡组是主要烃源岩系, 烃源岩受沉积相带控制, 主要发育于深一半深湖相区, 以蒋日阿错凹陷烃源岩厚度最大。主力烃源岩为牛二段及牛三下亚段, 牛三上亚段也有一定生油能力; 丁青湖组除江加错和爬错凹陷北部的丁一段外, 没有形成有效烃源岩。

(1) 烃源岩有机质丰度属中等偏低, 牛二段 (E_{2n^2}) 烃源岩有机碳平均 0.68%~0.88%, 牛三下亚段 ($E_{2n^{3-1}}$) 平均 0.86%~0.91%, 牛三上亚段 ($E_{2n^{3-2}}$) 平均 0.86%~0.97%, 丁一段 (E_{3d^1}) 平均 1.29%~1.47%。烃源岩主要发育于中央坳陷带的深一半深湖相沉积, 层段上牛二段烃源岩厚度最大, 其次牛三下亚段、牛三上亚段和丁一段; 地区上, 蒋日阿错凹陷烃源岩厚度最大, 均属较好—好烃源岩范畴, 蒋日阿错、江加错、爬错三个凹陷均有良好的烃源岩发育。

(2) 烃源岩母质类型优良, 以 I—II₁ 型干酪根为主。层位上 E_{2n^2} 、 $E_{2n^{3-1}}$ 明显优于 $E_{2n^{3-2}}$ 。沉积相上, 深一半深湖相区以 I 型干酪根为主, 浅湖相区以 II₁ 型为主, 部分为 II₂ 型。

(3) 烃源岩成熟度主体偏高。盆地整体上丁一段处于未—低成熟阶段, 牛三上亚段处于低成熟—成熟阶段, 牛三下亚段处于成熟—高成熟阶段。牛二段主体处于高成熟阶段, 部分地区已进入过成熟阶段,

理论上, 它们相应的降解产物应该是: 低熟重质油、正常原油、轻质原油、凝析油气, 并伴随成熟度升高, 天然气的降解率大幅度增加。这也为牛堡组烃源岩样热模拟实验降解产物、产率的变化所证实。由于高地温、高梯度及层段烃源岩厚度很大的特点, 同一层段可以包含多个成熟演化阶段, 则加大了油气性质变化的复杂性。区域上成熟度分布特点是, 蒋日阿错牛二段成熟度最高, 江加错的牛三段成熟度最高, 爬错凹陷无论牛二段还是牛三段成熟度相对较低。

(4) 牛二段是盆地沉积发育最好的烃源岩, 烃源岩规模最大, 烃源岩厚度在蒋日阿错最大达 1200m, 中央坳陷带平均厚度在 500m 以上, 主要的生油高峰期在始新世末, 据生油气量计算, 其时的生油气规模达 $40 \times 10^8 \text{t}$, 其中生油量已超过 $20 \times 10^8 \text{t}$ 。至今, 牛二段烃源岩已处于高成熟—过成熟阶段, 生油量减少至 $17 \times 10^8 \text{t}$, 降解产物主要应是轻质油及凝析油气; 牛三下亚段虽然沉积条件、烃源岩规模都差于牛二段, 但其具有伦坡拉盆地最佳的热成熟条件, 主体生油高峰期在渐新世, 现今生油规模达 $19 \times 10^8 \text{t}$, 已超过了牛二段的生油量, 可以与早期圈闭形成最佳配置。

(5) 从原油与烃源岩对比研究表明, 所发现原油均与牛二、三段烃源岩有关。

可以看出, 伦坡拉盆地自始新世末期以来, 长期具有成藏的油源条件, 早期的源岩为牛二段, 晚期则以牛三下亚段为主, 同时还可接受再分配的早期油气, 因此, 牛三下亚段的底部砂岩应具最佳的油源条件。

参考文献:

- [1] 新华社, 西藏发现原油[N]. 无锡日报, 1999-7-21(3).
- [2] 郭小强. 西藏伦坡拉盆地再传捷报—伦浅 1 井热试采又获成功[N]. 新星石油报, 1999-9-5(1).
- [3] 李执, 等. 新疆塔里木盆地东北地区生油与演化热模拟研究[R]. 地质矿产部石油地质中心实验室, 1989.
- [4] 沈显杰, 等. 青藏热流和地体构造热演化[M]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [5] 徐思煌, 等. 西藏伦坡拉盆地烃源岩生烃、排烃史定量研究[M]. 武汉: 中国地质大学, 1996.

(下转第 335 页)

参考文献:

- [1] 卢双舫,王子文,黄第藩等. 煤岩显微组分的成烃动力学[J]. 中国科学(B辑), 1994, 25(1): 101~107.
- [2] Barthe Schmidt B J, Nielsen B J. Do kinetic parameters from open pyrolysis describe petroleum generation by simulated maturation [J]? Bulletin of Canadian Petroleum Geology, 1996, 44(3): 446~457.
- [3] Ungerer P. State of the art of research in kinetic modeling of oil formation and expulsion[J]. Org. Geochem., 1990, 16(1~3): 1~25.
- [4] 张义纲. 天然气的生成、聚集和保存[M]. 南京: 河海大学出版社, 1991. 35~68.
- [5] 徐永昌,等. 天然气成因理论及应用[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 4~34.

KINETIC CHARACTERISTICS OF HYDROCARBON GENERATION ON THE PALEOZOIC COAL IN THE EAST MARGIN OF THE ORDOS BASIN

TANG Da-zhen, LIN Shan-yuan, WANG Ji-liu, LIU Da-meng

(China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the variation of kinetic parameters such as average apparent kinetic energy, maximum ratio of hydrocarbon generation and its corresponding main kinetic energy, main interval of hydrocarbon generation, combined with analysis of coal metamorphic process, several evident stages during a pyrogenic hydrocarbon generation of the Paleozoic coal in the east margin of the Ordos Basin has been elaborated here, i. e. early pyrolysis ($0.5\% < R_{o,m} < 0.8\%$), metaphase pyrolysis ($0.80\% < R_{o,m} < 1.65\%$) and terminal pyrolysis ($R_{o,m} > 1.65\%$). In the study area, the secondary hydrocarbon generation would be more beneficial to formation, accumulation and conservation of coalbed methane when the superimposed metamorphism of the Yanshan Period exerts the coals under the rank of $0.95\% R_{o,m}$.

Key words: the Ordos Basin; Paleozoic coal; hydrocarbon generation; kinetic energy; reaction kinetics

(上接第345页)

CHARACTERISTICS OF SOURCE ROCKS AND RESOURCE PROSPECT IN THE LUNPOLA BASIN, TIBET

GU Yi¹, SHAO Zhi-bing¹, YE De-liao¹, ZHANG Xiao-ying², LU Ya-ping²

(1. Research Institute of Experimental Geology, CNSPC, Wuxi 214151, China; 2. South-central Bureau of Petroleum Geology, CNSPC, Changsha 410117, China)

Abstract: The source rocks of the Lunpola Basin were developed in the Tertiary Niubao formation and mainly in N-2 and lower N-3 members and some in upper N-3 member of the formation. Distribution of source rocks was controlled by sedimentary facies with deep- and subdeep-lake facies were their major developing area. The thickest source rocks were in Jiangri-Acuo depression. Source rocks were characterized by medium abundance of organic matter, good parent type and relative high maturity. Since the end of Eocene, there has been favorable source condition for hydrocarbon accumulation, and the early hydrocarbon came from N-2 member and the late one from lower N-3 member. In a word, there is good resource prospect in the Lunpola Basin.

Key words: Lunpola Basin; source rock; modeling of hydrocarbon generation; resource prospect