

二连盆地巴音都兰凹陷烃源岩评价及油源研究

田福清^{1,2}

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. 华北油田分公司勘探处, 河北 任丘 062552)

摘 要:腾格尔组和阿尔善组是二连盆地巴音都兰凹陷主要的生烃层位。对巴 72×井烃源岩评价表明,阿尔善组和腾格尔组烃源岩有机质丰度整体达到中等—好级别,有机质类型以 I—II₁ 型和 II₁—II₂ 型为主,但烃源岩成熟度不高,整体处于未成熟—低成熟热演化阶段。原油色谱—质谱图和生标参数对比均表明,阿尔善组原油主要来源于该组烃源岩,为该组自生油气。

关键词:二连盆地;巴音都兰凹陷;烃源岩评价;油源对比;生物标志化合物

中图分类号:TE122.1⁺13

文献标识码:A

文章编号:1672-1926(2008)04-0541-03

巴音都兰凹陷位于二连盆地马尼特坳陷的东北部,北部和东部与巴音宝利格隆起相邻,西部接壤阿拉坦合力凹陷,南部与阿北—阿南凹陷毗邻,面积约 1 200 km²,为一东断西超单断箕状凹陷;发育有腾格尔组二段(K₁bt²)、腾格尔组一段(K₁bt¹)和阿尔善组(K₁ba)等多套烃源层^{①②}。

该凹陷勘探程度较低,对其含油气远景合理评价是研究区油气勘探需解决的主要问题之一^[1]。本研究以巴 72×井烃源岩分析测试资料为主,结合前人相关研究成果对该凹陷的生油条件进行综合评价,并对该井采集到的一个原油样品进行油源研究。

1 有机质丰度

巴音都兰凹陷的烃源岩层位集中分布在白垩系腾格尔组(K₁bt¹和 K₁bt²)和阿尔善组(K₁ba),2 个组岩性都主要为深灰色泥岩、钙质泥岩与砂砾岩呈

不等厚互层。本研究在巴 72×井的腾格尔组和阿尔善组共采集烃源岩样品 54 块,其中阿尔善组 18 块,腾格尔组一段 29 块,腾格尔组二段 7 块。

腾格尔组二段(K₁bt²)、腾格尔组一段(K₁bt¹)和阿尔善组(K₁ba)烃源岩样品有机质丰度高并且差别不大,所有样品有机碳含量(TOC)值分布范围为 1.95%~5.08%,均值为 3.04%;3 个层位(由上到下)均值分别为 3.25%、3.02%和 3.00%,达到好烃源岩的标准^[2-3]。所有样品生烃潜量分布范围为 7.73~31.3 mg_烃/g_{岩石},均值为 13.47mg_烃/g_{岩石},其中 80%的样品大于 10.00 mg_烃/g_{岩石},达到好烃源岩评价标准。氯仿沥青“A”含量和总烃含量除 K₁bt²样品分别为 0.053%和 278×10⁻⁶,属中等烃源岩外,其它 2 个层位均值都达到了好烃源岩的标准。综合评价 3 个层位烃源岩有机质丰度 K₁bt² 为中等—好烃源岩,其它 2 个层位为好烃源岩(表 1)。

表 1 巴 72×井烃源岩有机质丰度综合评价

井号	井深(m)	层位	TOC(%)	S ₁ +S ₂ (mg/g)	沥青“A”(%)	烃(×10 ⁻⁶)	评价
巴 72×	945~1 675	K ₁ bt ²	$\frac{3.25(7)}{2.59\sim4.17}$	$\frac{11.61(7)}{9.34\sim17.3}$	0.053 1(1)	278(1)	中等—好烃源岩
巴 72×	1 675~2 020	K ₁ bt ¹	$\frac{3.02(29)}{2.04\sim5.08}$	$\frac{13.24(29)}{7.73\sim31.3}$	$\frac{0.176\ 9(9)}{0.095\ 5\sim0.344\ 9}$	$\frac{1\ 056(9)}{541\sim2\ 055}$	好烃源岩
巴 72×	2 020~2 508	K ₁ ba	$\frac{3.00(18)}{1.95\sim3.81}$	$\frac{14.54(18)}{9.25\sim19.97}$	$\frac{0.2784(4)}{0.216\ 2\sim0.340\ 7}$	$\frac{1\ 695(4)}{1\ 089\sim2\ 316}$	好烃源岩

注: $\frac{a(b)}{c\sim d}$, a 为均值; b 为样品数; c 为最小值; d 为最大值

收稿日期:2007-11-21;修回日期:2008-01-20.

作者 E-mail: dashi801010@163. com.

①华北重点探区生油岩评价研究. 华北油田分公司勘探开发研究院, 内部报告, 2003.

②王吉茂, 马顺平, 王静, 等. 冀中坳陷重点区带资源评价研究. 华北油田分公司勘探开发研究院, 内部报告, 2004.

2 有机质类型

从 72×井烃源岩样品干酪根元素组成范氏图可以看出(图 1): K_1bt^2 有机质类型为 II_2 型; K_1bt^1 为 II_1 型有机质; K_1ba 为 $I-II_1$ 有机质,为典型的湖相沉积有机质。有机质类型指数统计表明(表

2): K_1bt^2 烃源岩有机质类型指数为 31.50,为 II_2 型有机质; K_1bt^1 烃源岩 9 块样品的有机质类型指数分布范围为 38.75~66.75,均值为 50.94,为 II_1 型有机质; K_1ba 烃源岩 4 块样品的有机质类型指数分布范围为 48.00~73.25,均值为 65.83,为 II_1 型有机质^[2-4]。

表 2 巴 72×井烃源岩有机质类型指数统计

井号	井深(m)	层位	样品数	类型指数范围	均值	评价
72×	1 002	K_1bt^2	1	31.5	31.50	II_2
72×	1 176~1 969	K_1bt^1	9	38.75~66.75	50.94	II_1
72×	2 102~2 487	K_1ba	4	48.00~73.25	65.83	II_1

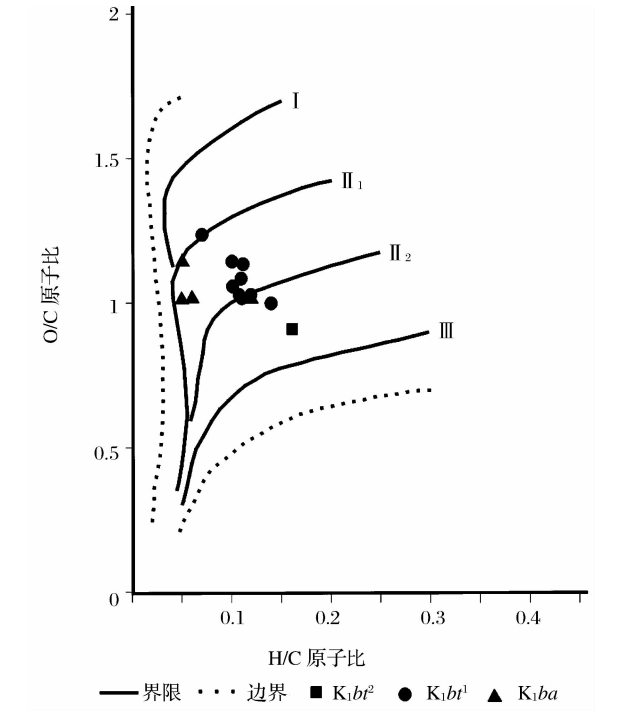


图 1 巴 72×井烃源岩干酪根 H/C—O/C 关系

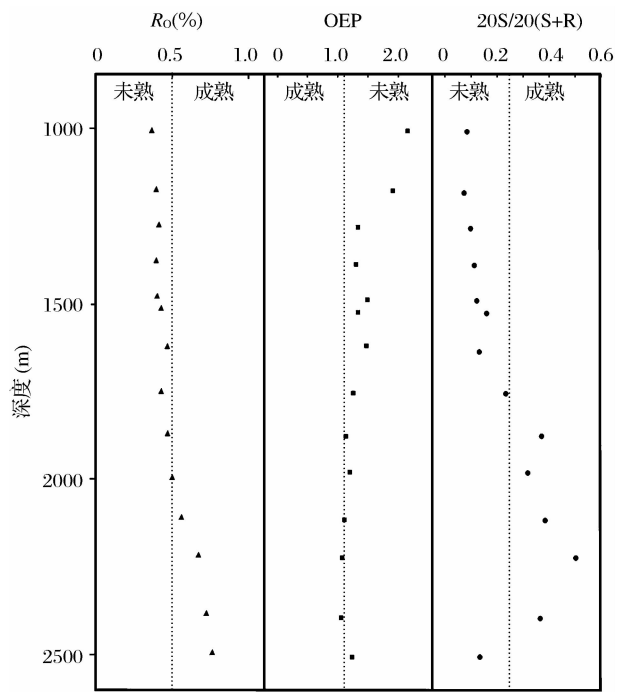


图 2 巴 72×井成熟度剖面

3 有机质热演化

本文以镜质体反射率(R_o)、OEP 和 C_{29} 甾烷 $20S/20(S+R)$ 3 个参数来综合研究烃源岩的热演化程度^[7-8]。由图 2 可见,巴 72×井下白垩统成熟门限在 1 650 m 左右,也就是说 K_1bt^2 整体处于未成熟阶段。同时注意到,直到井底(K_1ba),烃源岩样品 R_o 值最大只有 0.77%,OEP 值最小也是在 1.0 左右, C_{29} 甾烷 $20S/20(S+R)$ 值除个别样品外(为 50.69%),其它也都小于 0.40,表明直到井底(K_1ba),烃源岩也只是处于低成熟热演化阶段,也就是说 K_1bt^1 和 K_1ba 整体处于低成熟热演化阶段。

4 油源对比

在巴 72×井 2 196.4~2 209.0m(K_1ba)取得原油样品一个,属密度为 0.866 g/cm³ 的正常原油。其 OEP、 C_{29} 甾烷 $20S/20(S+R)$ 值分别为 1.09 和 0.49,表明原油成熟度不高^[4-6],为低熟—成熟原油。通过原油和烃源岩样品的色谱和色谱—质谱图以及相关生标参数对比表明^[7],原油样品与阿尔善组 2 208.5 m 处样品有很好的对应关系(图 3、图 4、表 3),表明原油来源于该凹陷的阿尔善组烃源岩,为该组原生的油气。

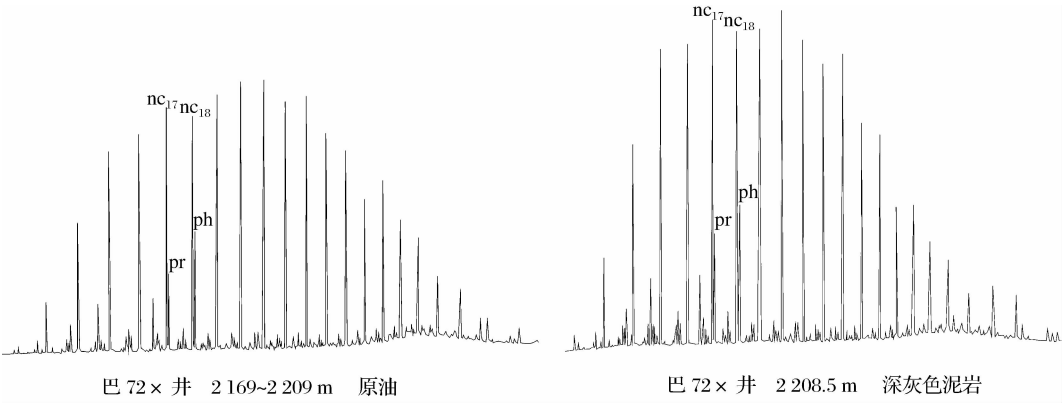


图3 巴72×井原油与烃源岩色谱

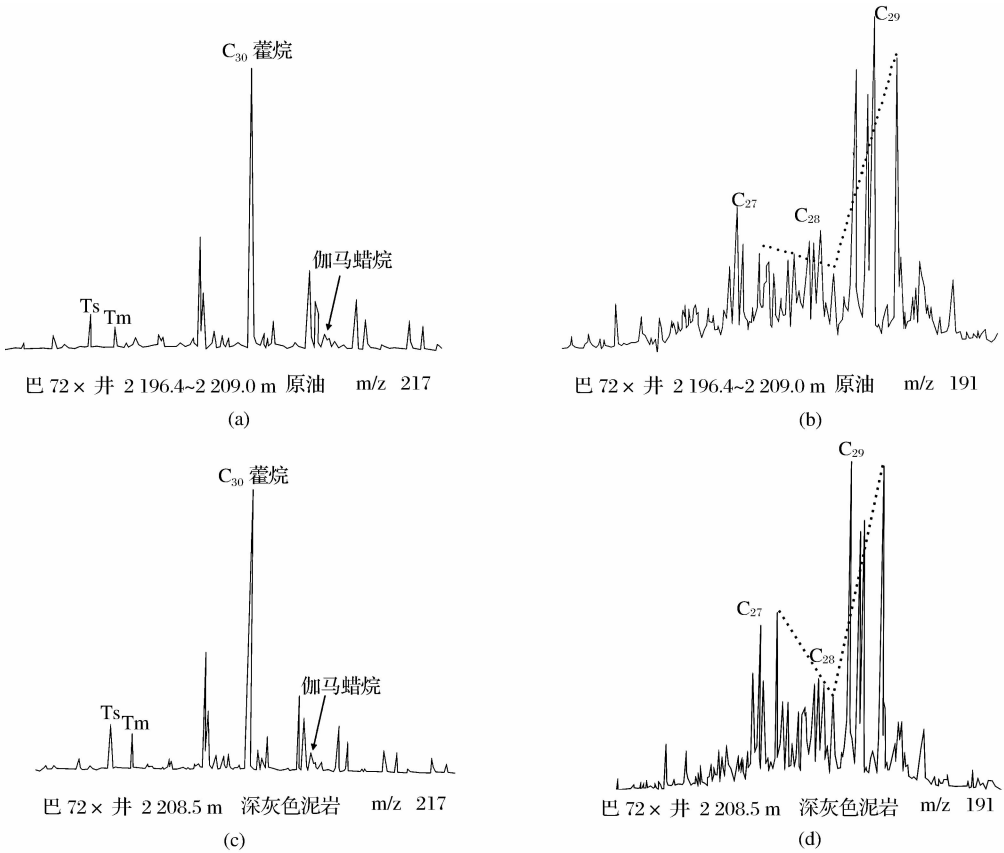


图4 巴72×井原油与烃源岩甾、萜烷色谱—质谱特征

表3 巴72×井原油、烃源岩饱和烃色谱、色—质参数对比

井深(m)	层位	类型	Pr/Ph	Pr/nC ₁₇	OEP(%)	$\frac{20SC_{29}}{20(R+S)C_{29}}(\%)$	$\frac{\beta C_{29}}{\sum C_{29}}(\%)$	$\frac{\text{伽马蜡烷}}{C_{31}\text{霍烷}}(\%)$	$\frac{5\alpha-C_{28}}{5\alpha-C_{29}}(\%)$
2 196.4~2 209.0	K ₁ ba	原油	0.66	0.37	1.09	48.85	50.57	0.26	0.21
2 208.5	K ₁ ba	泥岩	0.76	0.35	1.10	50.69	43.98	0.31	0.24

5 结论

(1)烃源岩评价表明,巴音都兰凹陷阿尔善组和腾格尔组烃源岩有机质丰度高,整体达到中等—好烃源岩;有机质类型以Ⅰ—Ⅱ₁型和Ⅱ₁—Ⅱ₂型为主;是各层位烃源岩成熟度普遍不高,腾格尔组一段

和阿尔善组整体处于低成熟热演化阶段,腾格尔组二段处于未成熟热演化阶段。

(2)油源对比结果表明,巴72×井2 196.4~2 209.0 m段(阿尔善组)原油来源于阿尔善组(2 208.5 m)烃源岩,为该组原生油气。

(下转第 565 页)

Research on Reservoir Beds in Shengtuo Oil Field,
Dongying Sag of Bohai Bay Basin and Its Application

LI Chun-ying^{1,2}

(1. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina, Beijing 100083, China;
2. Shengli Oil Production Plant of Shenli Oil Field Company, Dongying 257051, China)

Abstract: Aiming at the problem of complex distribution of remaining oil and the poor effect of adjustment in the extra-high water-cut period, this paper studies rhythmic layering subdivision and sedimentary micro-facies. All these are based on sedimentology and sequence stratigraphy. We find that the critical geologic factors in the remaining oil distribution are the properties of rhythmic layering and the interlayers. Based on the conclusion, we reconstruct the well pattern of rhythmic layering and achieve a good result.

Key words: Shengtuo oilfield; Rhythmic layering; Sedimentary microfacies; Well pattern reconstruction.

(上接第 543 页)

参考文献:

[1] 华北油田地质志编写小组. 中国石油地质志(卷五)—华北油田[M]. 北京:石油工业出版社,1988.

[2] 许怀先,陈丽华,万玉金,等. 石油地质实验测试技术与应用[M]. 北京:石油工业出版社,2001.

[3] 黄第藩. 陆相油气生成理论基础[M]//中国陆相石油地质理论基础. 北京:石油工业出版社,1991:146-234.

[4] 文志刚,王正允,何幼斌,等. 柴达木盆地北缘上石炭统烃源岩评价[J]. 天然气地球科学,2004,15(2):125-127.

[5] Petres K E, Moldowan J. 生物标志化合物指南[M]. 北京:石油工业出版社,1995.

[6] 曾宪章,梁狄刚,王忠然,等. 中国陆相原油和生油岩中的生物标志物[M]. 姜乃煌,张水昌,林永汉,等译. 兰州:甘肃科学技术出版社,1989.

[7] 张虎权,王廷栋,林卫东,等. 民和盆地原油地球化学特征与油源对比[J]. 天然气地球科学,2006,17(3):305-308.

Source Rocks and Oil-Source Rock Correlation in the Bayindulan Sag of Erlian Basin

TIAN Fu-qing^{1,2}

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;
2. Huabei Oilfield Company, Renqiu 062552, China)

Abstract: Tenggeer formation and Aershan formation are the main source rock in the Bayindulan sag. Evaluation on the source rocks of B72× well indicates that the organic matter abundance in the source rock of Tenggeer formation and Aershan formation belongs to the medium- good source rock. Its organic matter is mainly I—II₁ type and II₁ type, but the maturity of hydrocarbon-source rocks is not high, which are wholly on the stage of immature- low mature thermal evolution. The comparisons between the GC-MS map and biomarker parameters demonstrate that the crude oil of Aershan Formation is mainly from its source rock, and belongs to primary petroleum.

Key words: Erlian basin; Bayindulan sag; Source rock evaluation; Oil-source correlation; Biomarker.