

[引著格式] 金成林, 周晓峰, 乔诚, 等. 伊通盆地莫里青断陷双阳组烃源岩特征及热演化分析 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院学报), 2015, 37 (7+8): 13~15.

伊通盆地莫里青断陷双阳组烃源岩特征及热演化分析

金成林, 周晓峰, 乔诚, 马江晓 (长江大学地球科学学院, 湖北 武汉 430100)
阳成 (中石油青海油田分公司采油一厂开发地质研究所, 甘肃 敦煌 736202)

[摘要] 结合有机质类型、丰度、成熟度以及热演化, 对伊通盆地莫里青断陷烃源岩的特征及其展布规律进行了研究。结果表明: 莫里青断陷主力烃源岩层位于双阳组 (E_2s), 泥岩厚度 200~800m, 从西北到东南, 泥岩厚度逐渐减小; 有机质丰度评价显示 E_2s 泥岩为中等-好烃源岩; 有机质类型主要为 II_2 型, 少部分为 II_1 型; 烃源岩成熟度因分布区域不同而存在一定差异, 凹陷中部烃源岩已进入成熟阶段, 而处于构造高部位的则显示为低成熟。

[关键词] 莫里青断陷; 双阳组; 烃源岩; 热演化

[中图分类号] TE122.1 [文献标志码] A [文章编号] 1000-9752 (2015) 07+08-0013-03

1 区域地质概况

伊通盆地位于吉林省东部长春和伊通之间, 位于中国东部最大的走滑断裂——郯庐断裂带北段, 总体呈北东-南西向狭长带状展布, 是在海西期褶皱基底上形成的古近纪含油气走滑断陷盆地, 从基底起伏及断裂活动的特征出发, 可将其分为莫里青断陷、鹿乡断陷和盆路河断陷共 3 个二级构造单元 (图 1)^[1,2]。其中, 莫里青断陷位于伊通盆地西南部, 可以进一步细分为靠山凹陷、尖山构造带、马鞍山断阶带、小孤山斜坡带等三级构造单元。

莫里青断陷在古近纪沉积了一套以扇三角洲沉积体系和湖泊水下扇沉积体系为主的陆相沉积^[3], 发育始新统双阳组 (E_2s)、奢岭组、永吉组 (E_2y), 渐新统万昌组 (E_3w)、齐家组^[4]。研究表明, E_2s 纵向上可划分为双阳组一段、二段、三段 (E_2s_1 、 E_2s_2 、 E_2s_3) 共 3 个岩性段, 主要发育扇三角洲、湖底扇沉积, 岩性以砂砾岩、砂岩和黑色、灰色、灰绿色泥岩为主, 其沉降中心位于老莫里青地区, 沉积了 1200m 厚的湖相泥岩^[5]。

2 烃源岩展布

莫里青断陷 E_2s 泥岩厚度 200~800m, 由沉积中心向外厚度逐渐变薄^[6] (图 2)。西部的靠山凹陷

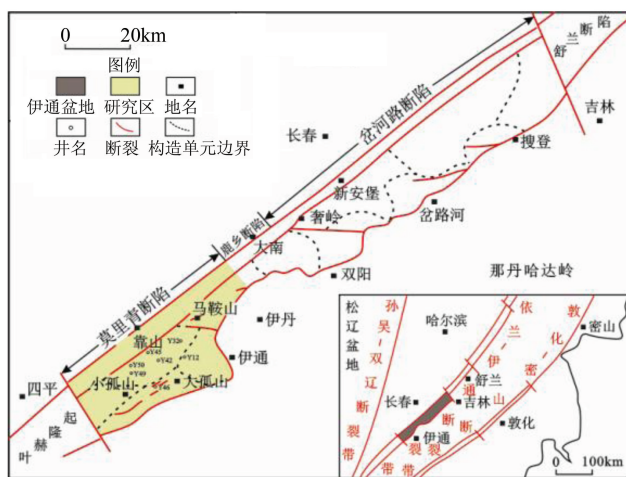


图 1 研究区构造位置图

构造带沉积厚度较大 (>400m)，而从西北到东南缘，泥岩厚度整体减小，东北部的尖山构造带和西南部的小孤山斜坡带厚度相对较薄，最薄处仅有 100m。

3 烃源岩地球化学特征

3.1 有机质丰度

有机质的丰度可以评价有机质的数量，用于表征有机质丰度的主要指标有岩石热解生烃潜量 ($w(S_1 + S_2)$)、总有机碳质量分数 ($w(TOC)$)、氯仿沥青“A”质量分数 ($w("A")$) 以及总烃含量 ($w(HC)$) 等。研究区 E_2s 泥岩 $w("A")$ 为 0.015%~0.70% (平均 0.15%)，其中大于 0.12% 的样品占 40% 以上； $w(TOC)$ 为 0.40%~2.15% (平均 1.03%)，大于 1.0% 的样品占 80% 以上； $w(S_1 + S_2)$ 在 0.09~7.87mg/g 之间 (平均 1.56mg/g)，大于 2.0mg/g 的样品占 40% 以上，大于 6.0mg/g 的样品占 10% 左右。参考陆相烃源岩评价标准，认为 E_2s 泥岩为中等-好烃源岩。

3.2 有机质类型

有机质的类型不同，其生烃潜能和最终产物也就不同，生油门限和生烃过程也会有相应差异，有机质的类型是衡量烃源岩好坏的重要指标。通过分析最大热解温度 (t_{max}) 和氢指数 (I_H) 的关系图 (图 3) 可以得出， E_2s 烃源岩有机质类型主要为 II_2 型，少量为 II_1 型。而研究区 E_2s 泥岩中正构烷烃多数呈前峰型，主峰碳为 $C_{17} \sim C_{19}$ ，少数呈后峰型，主峰碳为 $C_{21} \sim C_{23}$ ，表明中低分子量烃含量较高。Pr (姥鲛烷) /Ph (植烷) 以大于 2.0 为主，表明母质沉积环境为湖沼相沉积。生物构型甾烷 C_{27} 、 C_{28} 和 C_{29} 甾烷在泥岩样品中的相对含量大小为 C_{28} 甾烷 < C_{29} 甾烷 < C_{27} 甾烷，说明水生生物以及陆源植物均为母质来源，而一定量的 C_{28} 甾烷，表明存在藻类有机质的输入^[5]。

3.3 有机质成熟度

有机质向石油转化的热演化程度可以用成熟度来体现。位于凹陷的边缘的烃源岩，埋藏较浅，其 R_o 为 0.33%~0.67% (平均 0.43)，而有机质奇偶优势值 (OEP) 为 1.07~1.61 (平均 1.25)，均显示 E_2s 烃源岩成熟度较低；位于凹陷中部的烃源岩，根据甾烷成熟度参数 $C_{29} \alpha\alpha\alpha S / (S + R)$ 和 $C_{29} \beta\beta / (\alpha\alpha + \beta\beta)$ 相关图 (图 4) 分析， E_2s 烃源岩已进入成熟阶段。由此说明，区内烃源岩的成熟度与其所处位置有关，从凹陷中部至边缘的构造高部位有机质成熟度依次降低。

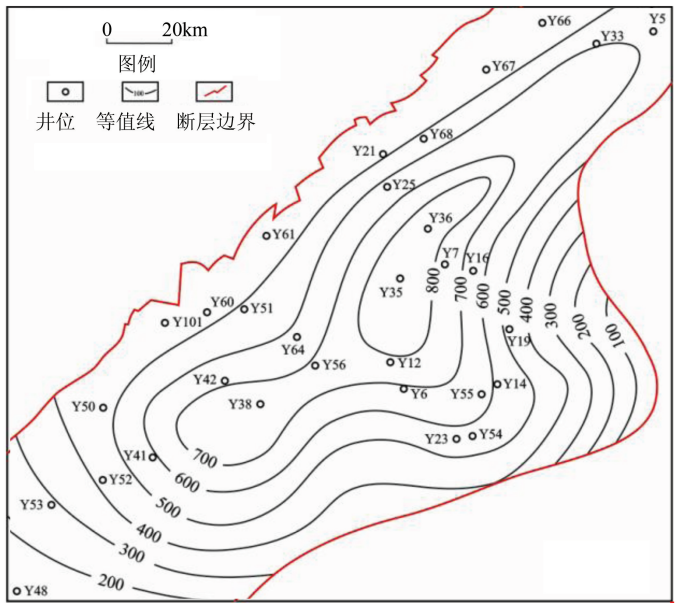


图 2 莫里青断陷 E_2s 泥岩厚度分布图

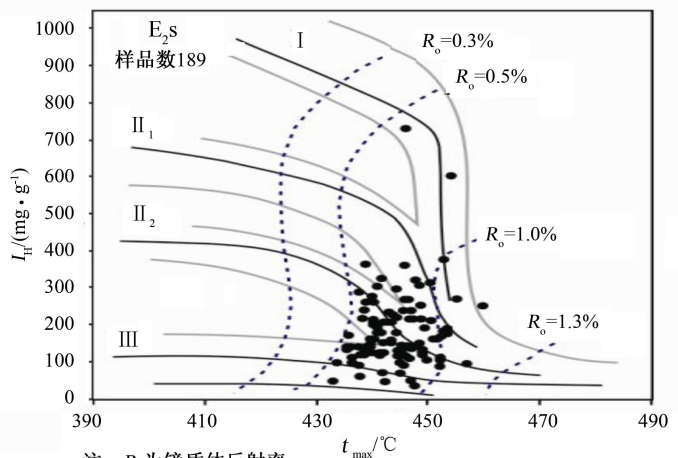


图 3 莫里青断陷 E_2s 烃源岩 $t_{max} - I_H$ 关系图

4 烃源岩热演化分析

E_2s_1 沉积时期，主控断裂开始活动，靠近主断裂一侧沉降作用强，沉积厚度相对较大，向斜坡部位减薄。随着断裂的进一步发育，沉积了 E_2s_2 和 E_2s_3 ，沉积中心位于断陷东北部。总结前人研究成果，始新世至今，莫里青断陷在各构造-沉积演化时期的地温梯度均较其他断陷低。伊通盆地各断陷的古地温梯度均高于现今地温梯度，莫里青断陷烃源岩在 1200m 深度左右开始生烃， R_o 约为 0.7%，即 2400m 深度左右开始大量排烃。研究区大孤山斜坡的高部位地区烃源岩热演化程度最低， E_2s 底部的烃源岩在岔路河组中期（约 15Ma）开始生烃，目前处于早期成熟阶段^[5,7]。靠山凹陷 E_2s 烃源岩在 E_2y 沉积早期（约 40Ma）开始进入生油窗，自 E_3w 沉积晚期（约 25Ma）大量生烃，目前处于中等成熟阶段。现今的成熟度指标同样证实了该观点，即凹陷中心和凹陷边缘有机质成熟度存在差异。

从研究区构造演化分析看，主控断裂在 E_2s 至 E_2y 沉积时期持续活动，断陷具有较高的古地温梯度以及稳定沉降速度，使得 E_2s 烃源岩迅速成熟。凹陷中心部位烃源岩在 E_2y 沉积早期进入生油窗，以陆源有机质为主，生成大分子量的烃，凹陷高部位与断裂系统分别成为油气运移的方向和通道。 E_2y 沉积之后，构造运动平缓，沉降作用减弱，地表热流值和剩余压力逐步降低，早期进入高部位的高蜡油与烃源岩中处于低成熟阶段的有机质，阻止了后期的高蜡油进一步裂解^[5,7]。凹陷中心的烃源岩迅速大量生烃，先期形成的高蜡油部分热裂解形成小分子正烷烃。因此，在长期较低热演化的基础上，东西两侧高部位的高凝油得以保存。

5 结论

- 1) 莫里青断陷的主力烃源岩层位 E_2s 有机质丰度较高，有机质类型则以 II_2 型为主，少部分为 II_1 型。
- 2) 研究区烃源岩热演化阶段存在一定的差异，凹陷中心 E_2s 烃源岩在 40Ma 左右开始进入生油窗，25Ma 前后达到生烃高峰，至今一直处于中等成熟阶段；处在斜坡部位烃源岩热演化程度最低，在 15Ma 左右开始生烃，目前处于早成熟阶段。
- 3) 莫里青断陷构造演化导致该区长期保持较低的热演化程度，以致区内东西两侧高部位高凝油得以保存。

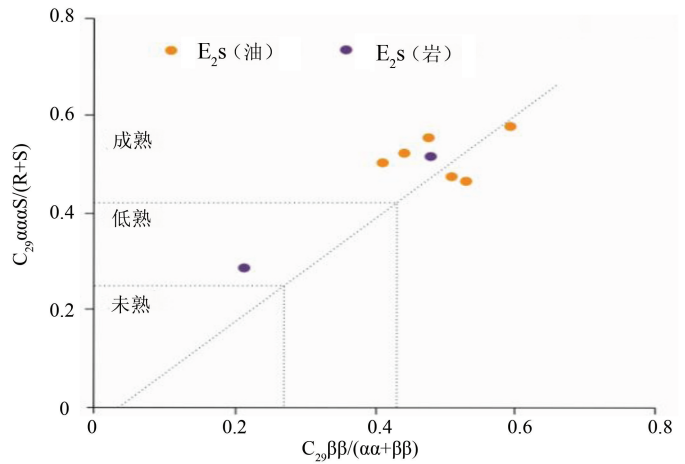


图 4 E_2s 烃源岩的成熟度关系图

[参考文献]

- [1] 曹强, 叶加仁, 郭飞飞, 等. 伊通盆地莫里青断陷地层压力演化与油气运聚 [J]. 吉林大学学报 (地球科学版), 2009, 39 (4): 642~647.
- [2] 唐大卿. 伊通盆地构造特征与构造演化——典型的走滑伸展盆地剖析 [D]. 武汉: 中国地质大学 (武汉), 2009.
- [3] 朱建伟, 刘招君, 魏志平, 等. 吉林省伊通地堑莫里青断陷水下扇沉积特征 [J]. 古地理学报, 2002, 4 (3): 67~72.
- [4] 邓守伟, 曹强, 叶加仁. 伊通盆地莫里青断陷烃源岩特征及生排烃史 [J]. 地质科技情报, 2007, 26 (6): 66~70.
- [5] 刘建, 宋阳林, 林小云, 等. 伊通盆地莫里青断陷双一段高凝油成因探讨 [J]. 特种油气藏, 2014, 21 (1): 23~25.
- [6] 于连忠. 伊通盆地莫里青断陷双阳组烃源岩特征及分布 [J]. 海洋地质前沿, 2013, 29 (7): 32~34.
- [7] 林小云, 宋阳林, 赵清平, 等. 伊通盆地莫里青断陷双一段油气成藏模式 [J]. 海洋地质前沿, 2014, 31 (3): 22~25.