

文章编号: 0253-9985(2009)03-0260-08

## 伊通盆地天然气成因类型与成藏

郭小文<sup>1,2</sup>, 何 生<sup>1,2</sup>

(1 中国地质大学 资源学院石油系, 湖北 武汉 430074)

(2 中国地质大学 构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074)

**摘要:** 在评价伊通盆地烃源岩的基础上, 分析了天然气地球化学特征和成因, 并利用 Basinflow 软件模拟天然气运移方向, 判断天然气有利聚集区。研究表明, 伊通盆地存在古近系双阳组、奢岭组和永吉组 3 套烃源岩, 以双阳组烃源岩有机质丰度最高, 有机质类型主要为 II<sub>1</sub> 型和 II<sub>2</sub> 型, 少部分为 III 型和 I 型。天然气主要以湿气为主, 成熟度在 1.3% 以下, 属于原油伴生气。天然气成因判别结果指示伊通盆地天然气主要为油型气, 少部分为混合成因气, 气源岩母质类型主要为 II<sub>1</sub> 型和 II<sub>2</sub> 型。天然气运移与聚集模拟结果表明, 伊通盆地万昌构造带和五星构造带二号断层上升盘是汇集流聚集地区, 而且具有双源供烃的特征, 是最有利的天然气聚集区。

**关键词:** 油型气; 天然气成因类型; 天然气成藏; 伊通盆地

**中图分类号:** TE122.1 **文献标识码:** A

## Genetic types and pooling of nature gas in the Yitong Basin

Guo Xiaowen<sup>1,2</sup>, He Sheng<sup>1,2</sup>

(1 Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China; 2 Ministry of Education Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources, China University of Geosciences, Wuhan, Hubei 430074, China)

**Abstract** Based on the appraisal of source rocks in the Yitong Basin, we studied the geochemical characteristics and origin of natural gas in that basin. Using the Basinflow software, and simulated the directions of gas migration to recognize the favorable accumulation zones. The results show that there are three sets of source rocks in the Yitong Basin, including the Shuangyang, Sheling and Yongji formations, among which the Shuangyang Formation source rocks are the highest in the organic matter abundance. The types of organic matter are mainly Type II<sub>1</sub> and II<sub>2</sub>, partly Type III and I. The natural gas with its maturity below 1.3%, is mainly composed of wet gas and is classified as associated gas. The gases in the Yitong Basin are mostly of oil-type and partly of mixed origins. The kerogens of the source rocks are mainly of Type II<sub>1</sub> and II<sub>2</sub>. The simulation results of gas migration and accumulation show that the Wanchang structural belt and the hanging wall of No. 2 fault in the Wuxing structural belt of the Yitong Basin are the most favorable areas for gas accumulation and are characterized by contribution from two sources.

**Key words** oil-type gas; genetic types of nature gas; accumulation of nature gas; Yitong Basin

伊通盆地是松辽外围盆地中最具有勘探前景的第三系沉积盆地, 已在盆地古近系双阳组、奢岭组等多套地层中发现具有工业价值的气藏, 研究伊通盆地天然气成因和成藏规律对本区下一步的天然气勘探具有重要指导意义。天然气具有多种成

因类型, 包括有机成因气和无机成因气; 有机成因气按有机质类型又可分为煤成气和油型气, 按照热演化程度可分为生物成因气、生物-热催化过渡带气、热解气和裂解气<sup>[1,2]</sup>。不同成因的天然气, 其化学组分和稳定碳同位素组成都不同。因此, 天然气

收稿日期: 2008-12-20。

第一作者简介: 郭小文 (1980—), 博士研究生, 石油地质。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40739904)。

的化学组成特征和甲烷及其同系物的碳同位素特征是鉴别天然气成因类型的有效地球化学指标<sup>[3~7]</sup>。在对伊通盆地烃源岩评价基础之上, 利用天然气化学组分和碳同位素资料综合分析天然气地球化学特征, 并研究天然气成因类型和成藏规律。

# 1 区域地质概况

伊通盆地位于吉林省中部, 呈北东方向展布, 南北长达 160 km, 东西宽 10~20 km, 面积约为 2 200 km<sup>2</sup>。盆地由北向南分为岔路河断陷、鹿乡断陷和莫里青断陷 3 个一级构造单元, 又可进一步分为孤店斜坡、波泥河—太平凹陷、万昌构造带等 11 个二级构造单元(图 1)。盆地内主要分布古近系和第四系, 仅在盆地边缘有零星分布的侏罗系和白垩系。古近系和第四系自下而上包括有始新统双阳组、奢岭组、永吉组, 渐新统万昌组、齐家组, 中新统岔路河组和第四系 7 套地层, 岩性主要有砂砾岩、砂岩和黑色、灰色、灰绿色泥岩, 地层最厚可达 6 000 m。构造演化经历了白垩纪—古新世初始断陷阶段、双阳组—奢岭组沉积期断陷发展阶段、奢岭组—永吉组沉积期凹陷发展阶段、万

昌组—齐家组沉积期凹陷萎缩阶段、齐家期末—岔路河期构造反转阶段、岔路河期—第四纪盆地萎缩和消亡阶段 6 个阶段。双阳组、奢岭组和永吉组地层中暗色泥岩为主要烃源岩, 天然气储层有岔路河断陷双阳组、奢岭组、永吉组, 鹿乡断陷双阳组、奢岭组、万昌组和莫里青断陷双阳组, 岩性主要为砂砾岩、细砂岩和粉砂岩。研究区具有很大的天然气勘探潜力, 故对伊通盆地天然气成因类型和成藏规律的研究对下一步天然气勘探将具有重要意义。

# 2 气源岩有机质丰度和类型

伊通盆地存在有波泥河—太平凹陷、新安堡凹陷、大南凹陷和靠山凹陷四个生烃凹陷, 主要的烃源岩有双阳组、奢岭组和永吉组, 油气源相当丰富。

## 2.1 有机质丰度

用于评价伊通盆地烃源岩有机质丰度的有机碳含量(TOC)数据 1 473 个、氯仿沥青“A”含量(EOM)数据 996 个和生烃潜量(S<sub>1</sub>+S<sub>2</sub>)数据 1 473 个, 统计结果如图 2 所示。

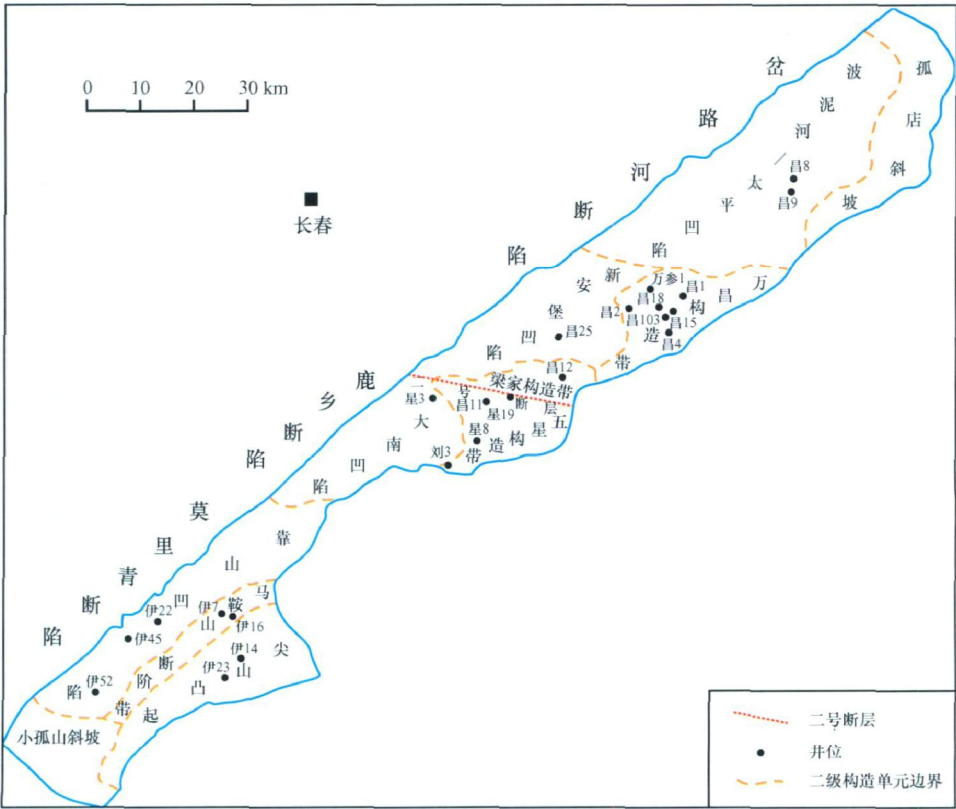


图 1 伊通盆地构造单元划分  
Fig. 1 Structural units of the Yitong Basin

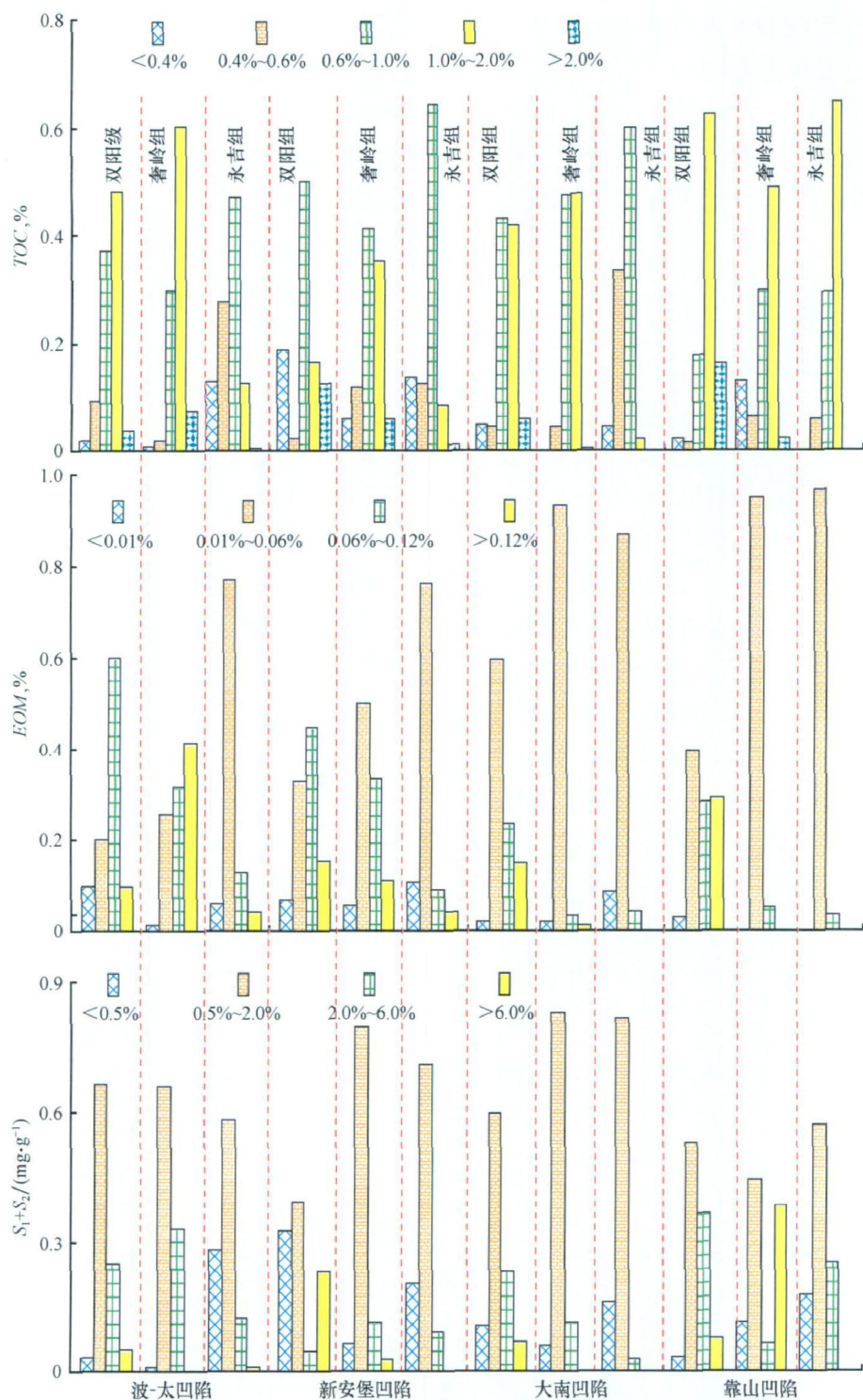


图 2 伊通盆地烃源岩有机质丰度分布直方图

Fig. 2 Histogram of the organic matter abundance of source rocks in the Yitong Basin

按照我国目前通用的陆相泥质烃源岩有机质丰度评价标准<sup>[8]</sup>, 岔路河断陷波泥河—太平凹陷双阳组和奢岭组烃源岩属于中等偏好的烃源岩, 有机碳含量大于 1.0% 的样品在 70% 以上; 永吉组烃源岩属于中等烃源岩, 大部分样品有机碳含量分布范围在 0.6% ~ 1.0% 之间。岔路河断陷新安堡凹陷双阳组烃源岩属于中等偏好的烃源岩,

奢岭组烃源岩属于中等烃源岩, 永吉组烃源岩中等偏差的烃源岩。鹿乡断陷大南凹陷双阳组烃源岩属于中等偏好的烃源岩, 奢岭组烃源岩属于中等偏差的烃源岩, 永吉组烃源岩属于差烃源岩; 莫里青断陷靠山凹陷双阳组烃源岩属于好的烃源岩, 奢岭组烃源岩属于偏差的烃源岩, 永吉组烃源岩属于差烃源岩。经综合对比, 双阳组烃

源岩最好, 而永吉组烃源岩最差。有机碳含量指标反映烃源岩偏好, 而氯仿沥青“A”含量和生烃潜量指标反映出烃源岩偏差, 这主要是受有机质类型和成熟度影响的结果。岔路河断陷双阳组和奢岭组烃源岩埋深较大, 烃源岩热演化程度高, 有机质类型差而使氯仿沥青“A”含量和生烃潜量偏低。鹿乡断陷大南凹陷和莫里青断陷靠山凹陷永吉组烃源岩由于埋深浅, 热演化程度低而使氯仿沥青“A”含量和生烃潜量也偏低。岔路河断陷永吉组烃源岩、鹿乡断陷大南凹陷和莫里青断陷靠山凹陷双阳组烃源岩沥青“A”含量和生烃潜量偏低主要是由于受有机质类型影响的结果。

## 2.2 有机质类型

有机质类型是衡量烃源岩的质量指标, 不同类型的有机质有不同的生烃潜能且产物也不同, 生油门限值和生烃过程也有一定差别。烃源岩热解分析和干酪根元素分析常用于确定有机质类型。伊通盆地 1 378 个烃源岩样品的热解分析资料和 84 个烃源岩样品干酪根元素分析资料指示

有机质类型如图 3 所示。

烃源岩氢指数 ( $HI$ ) 与最大热解温度 ( $T_{max}$ ) 参数反映岔路河断陷波泥河-太平凹陷双阳组烃源岩有机质类型主要为  $II_2$  型; 奢岭组有机质类型主要为  $II_2$  型, 少部分烃源岩样品为  $II_1$  型; 永吉组烃源岩有机质类型主要为  $II$  型和  $II_2$  型。新安堡凹陷双阳组烃源岩有机质类型主要为  $II_2$  型, 少部分为  $II_1$  型和  $II$  型; 奢岭组烃源岩有机质类型主要为  $II_1$  型和  $II_2$  型; 永吉组烃源岩有机质类型主要为  $II$  型和  $II_2$  型, 干酪根元素资料也反映出永吉组烃源岩有机质类型以  $II_2$  型为主。鹿乡断陷大南凹陷双阳组烃源岩有机质类型为  $II_2$  型, 少部分为  $II_1$  型和  $II$  型, 还有几个烃源岩样品有机质类型为  $I$  型; 奢岭组和永吉组烃源岩有机质类型主要为  $II$  型, 少数几个样品为  $II_2$  型。干酪根元素分析和岩石热解分析结果表明莫里青断陷靠山凹陷双阳组烃源岩有机质类型主要为  $II_1$  型和  $II_2$  型, 少部分为  $II$  型, 有几个烃源岩样品有机质类型为  $I$  型, 干酪根元素资料也反映出相同的结果; 奢岭组烃源岩有机质类型主要为  $II_2$  型和  $III$  型, 干酪根元素资料也表明奢岭组烃源岩有机质

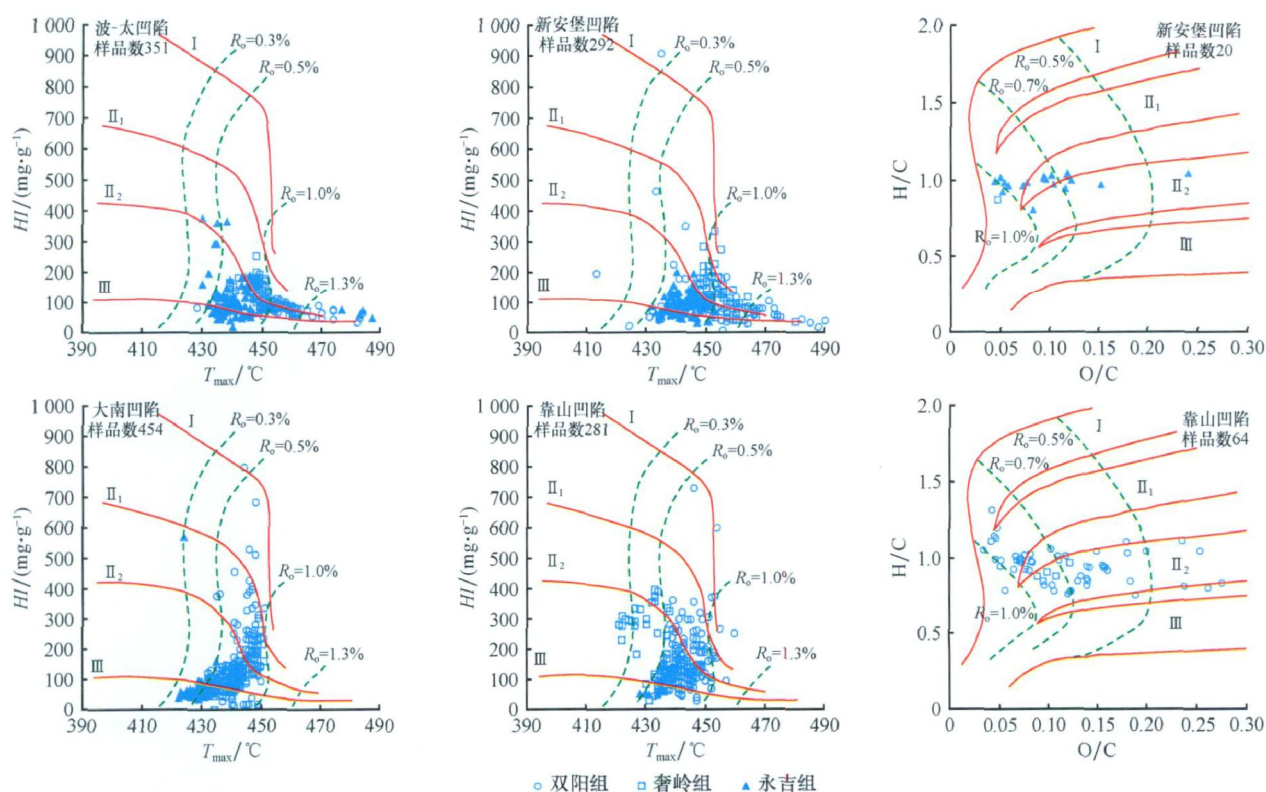


图 3 伊通盆地烃源岩有机质类型分类

Fig. 3 Types of organic matter from source rocks in the Yitong Basin

类型主要为 II<sub>2</sub> 型; 永吉组烃源岩有机质类型主要为 II 型。

### 3 天然气地球化学特征及成因类型

#### 3.1 天然气组分特征

伊通盆地 70 个天然气样品组分分析结果反映天然气以烃类气体为主, 非烃气体氮气和二氧化碳含量比较低, 一般都在 3% 以下; 在岔路河断陷有少数几个样品二氧化碳含量在 10% 以上, 烃类气体以甲烷含量最高, 都在 45% 以上。伊通盆地天然气中甲烷和重烃含量随深度变化关系如图 4 所示。岔路河断陷天然气甲烷含量一般在 40% ~ 80% 之间, 重烃气体含量一般在 10% ~ 35% 之间, 主要为湿气。只有在万昌构造带昌 4

井奢岭组, 昌 1 井、昌 15 井、昌 103 井永吉组几个浅层样品天然气甲烷含量大于 80%, 重烃气体含量小于 10%。鹿乡断陷天然气甲烷含量一般在 85% 以下, 重烃气体含量在 15% ~ 50% 之间, 干燥系数 ( $C_1/C_1-C_5$ ) 一般在 0.55 ~ 0.85 之间, 以湿气为主, 在鹿乡断陷五星构造带星 19 井万昌组的两个天然气样品为干气。莫里青断陷湿气样品甲烷含量在 50% ~ 65% 之间, 重烃气体含量在 35% ~ 45% 之间, 干燥系数为 0.5% ~ 0.65%。在尖山凸起伊 14 井、伊 16 井、伊 23 井双阳组天然气样品为干气, 甲烷含量在 90% 以上, 干燥系数都大于 0.95, 气藏深度一般小于 2 000 m。干气样品都分布在距生烃凹陷比较远的万昌构造带昌、五星构造带星和尖山凸起 (图 1) 这可能由于天然气运移效应使甲烷含量增加的结果。

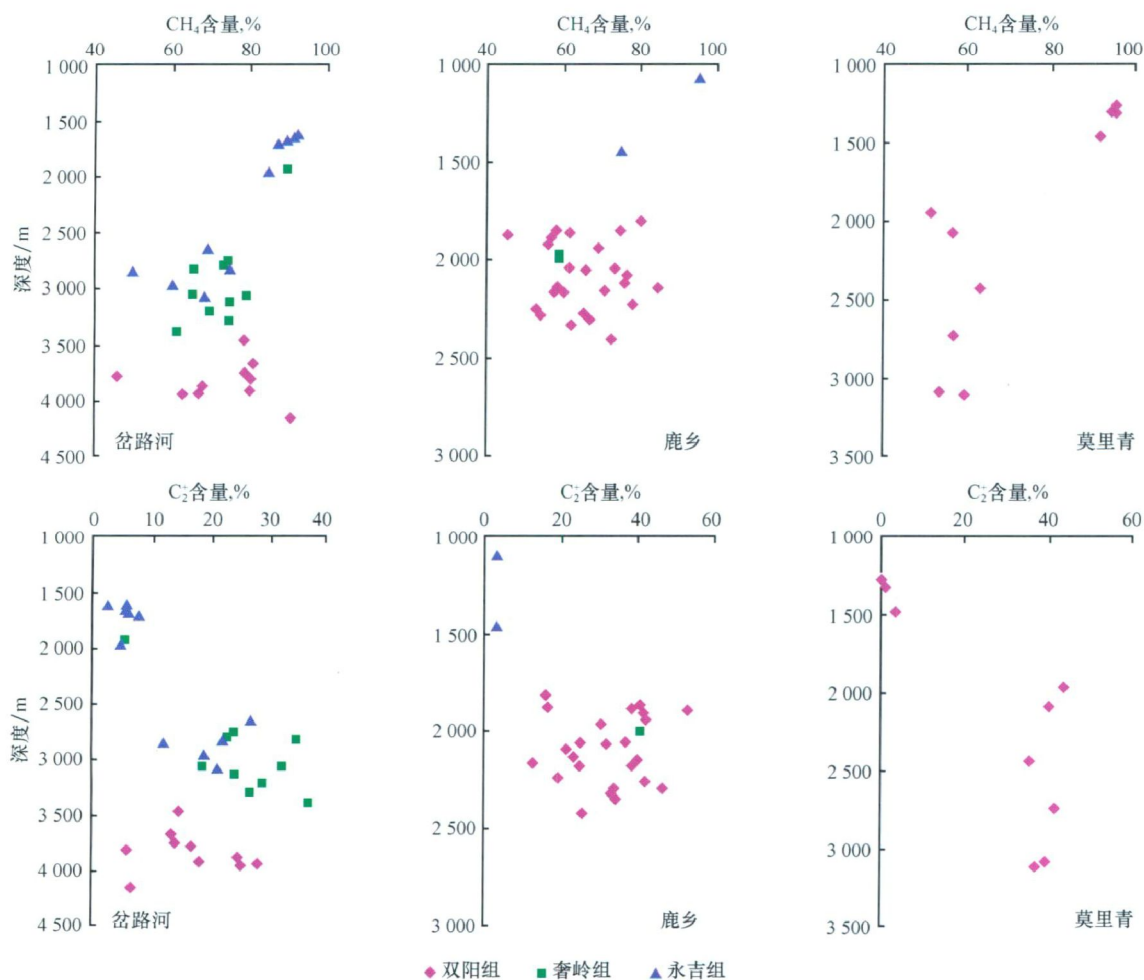


图 4 伊通盆地天然气组分随深度变化关系

Fig. 4 Chemical compositions of natural gas vs depth in the Yitong Basin

3.2 天然气碳同位素特征及成因分析

天然气碳同位素主要受母质继承效应和成熟度效应的控制<sup>[9-17]</sup>,不同成因的烷烃气碳同位素的特征是不同的,而不同特征是识别不同成因天然气的主要依据<sup>[18]</sup>。伊通盆地天然气组分同位素组成如表 1 所示,岔路河断陷甲烷碳同位素分布范围为 - 46.67‰~- 41.06‰,乙烷碳同位素分布范围为 - 30.27‰~- 28.21‰,丙烷碳同位素分布范围为 - 28.07‰~- 23.97‰。鹿乡断陷甲烷碳同位素分布范围在 - 50.4‰~- 44.73‰之间,乙烷碳同位素分布范围在 - 31.83‰~- 28.7‰之间,丙烷碳同位素分布范围在 - 30.01‰~- 25.73‰之间。莫里青断陷甲烷碳同位素分布范围在 - 48.34‰~

- 45.21‰之间,乙烷碳同位素分布范围在 - 34.76‰~- 46.77‰之间,丙烷碳同位素分布范围在 - 30.78‰~- 45.21‰之间。不同断陷碳同位素相差不大,岔路河断陷甲烷碳同位素相对偏重,鹿乡断陷最轻,莫里青断陷乙烷碳同位素最轻,这可能反映出不同断陷天然气成熟度和母质类型的差异。伊通盆地不同构造单元天然气碳稳定同位素分布均具有  $\delta^{13}\text{C}_1 < \delta^{13}\text{C}_2 < \delta^{13}\text{C}_3$  特征,二氧化碳  $\delta^{13}\text{C}$  值在 - 23.53‰~- 11.17‰之间,均小于 - 10‰,反映了伊通盆地天然气属于有机成因气。

有机成因气可分为煤成气和油型气,乙烷等重烃气碳同位素值可以有效地区分煤成气和油型气。伊通盆地天然气乙烷碳同位素值一般都在 - 28.8‰以下,丙烷碳同位素值一般都小于

表 1 伊通盆地天然气碳同位素和组分特征

| Table 1 Features of carbon isotopes and chemical compositions of nature gas in the Yitong Basin |       |         |     |                                |                                |                                |                                            |                       |                         |          |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-----|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|----------|----------------|
| 断陷                                                                                              | 井号    | 深度 /m   | 层位  | $\delta^{13}\text{C}_1$ ,<br>‰ | $\delta^{13}\text{C}_2$ ,<br>‰ | $\delta^{13}\text{C}_3$ ,<br>‰ | $\delta^{13}\text{C}_{\text{CO}_2}$ ,<br>‰ | $\text{C}_1$ 含量,<br>% | $\text{C}_2^+$ 含量,<br>% | 成因<br>类型 | $R_o^*$ ,<br>% |
| 岔路河                                                                                             | 万参 1  | 2 804.8 | 奢岭组 | - 44.06                        | - 30.27                        | - 27.38                        |                                            | 65.18                 | 34.24                   | 油型气      | 0.92           |
|                                                                                                 | 昌 2   | 1 959.8 | 万昌组 | - 46.05                        | - 28.60                        | - 26.74                        | - 11.17                                    | 74.37                 | 12.08                   | 混合气      | 0.75           |
|                                                                                                 | 昌 8   | 3 051.7 | 永吉组 | - 46.67                        | - 29.96                        | - 27.18                        |                                            | 67.88                 | 20.73                   | 油型气      | 0.70           |
|                                                                                                 | 昌 8   | 3 853.0 | 双阳组 | - 45.19                        | - 28.93                        | - 24.17                        |                                            | 67.61                 | 24.31                   | 混合气      | 0.82           |
|                                                                                                 | 昌 8   | 3 928.5 | 双阳组 | - 45.63                        | - 28.95                        | - 23.97                        |                                            | 62.37                 | 24.93                   | 混合气      | 0.78           |
|                                                                                                 | 昌 9   | 2 820.1 | 双阳组 | - 44.70                        | - 29.02                        | - 25.62                        |                                            | 49.58                 | 11.79                   | 油型气      | 0.86           |
|                                                                                                 | 昌 12  | 3 892.2 | 双阳组 | - 41.06                        | - 29.07                        | - 28.07                        |                                            | 79.84                 | 17.8                    | 油型气      | 1.27           |
|                                                                                                 | 昌 25  | 3 796.5 | 奢岭组 | - 43.27                        | - 28.21                        | - 25.73                        | - 23.53                                    | 80.00                 | 5.45                    | 混合气      | 1.00           |
| 鹿乡                                                                                              | A4- 6 | 2 139.0 | 双阳组 | - 46.66                        | - 30.03                        | - 27.76                        |                                            | 58.26                 | 39.44                   | 油型气      | 0.70           |
|                                                                                                 | 昌 10  | 1 913.2 | 双阳组 | - 49.08                        | - 31.71                        | - 30.20                        | - 12.91                                    | 55.99                 | 41.57                   | 油型气      | 0.54           |
|                                                                                                 | 昌 11  | 1 890.5 | 双阳组 | - 48.17                        | - 28.70                        | - 28.30                        |                                            | 56.36                 | 41.05                   | 混合气      | 0.60           |
|                                                                                                 | 星 3   | 2 394.0 | 双阳组 | - 46.17                        | - 31.50                        | - 26.92                        |                                            | 72.22                 | 25.38                   | 油型气      | 0.74           |
|                                                                                                 | 星 6   | 2 047.5 | 双阳组 | - 49.03                        | - 30.75                        | - 27.21                        | - 19.07                                    | 72.77                 | 24.62                   | 油型气      | 0.55           |
|                                                                                                 | 星 8   | 2 263.1 | 双阳组 | - 44.73                        | - 29.05                        | - 28.15                        |                                            | 53.78                 | 45.58                   | 油型气      | 0.86           |
|                                                                                                 | 星 11  | 1 890.0 | 双阳组 | - 47.91                        | - 30.50                        | - 28.21                        |                                            | —                     | —                       | 油型气      | 0.61           |
|                                                                                                 | 星 12  | 3 892.2 | 双阳组 | - 41.06                        | - 29.07                        | - 28.07                        |                                            | —                     | —                       | 油型气      | 1.27           |
|                                                                                                 | 星 109 | 2 163.4 | 双阳组 | - 47.52                        | - 29.24                        | - 28.16                        |                                            | 70.29                 | 24.83                   | 油型气      | 0.64           |
| 莫里青                                                                                             | 刘 3   | 2 322.5 | 双阳组 | - 50.40                        | - 31.83                        | - 30.01                        |                                            | 61.58                 | 33.91                   | 油型气      | 0.47           |
|                                                                                                 | 伊 7   | 2 051.5 | 双阳组 | - 48.34                        | - 34.76                        | - 31.63                        |                                            | —                     | —                       | 油型气      | 0.59           |
|                                                                                                 | 伊 14  | 1 289.0 | 双阳组 | - 46.77                        |                                |                                |                                            | 95.25                 | 1.19                    | 油型气      | 0.69           |
|                                                                                                 | 伊 16  | 1 451.0 | 双阳组 | - 45.21                        | - 31.94                        | - 30.31                        |                                            | 91.96                 | 3.73                    | 油型气      | 0.82           |
|                                                                                                 | 伊 19  | 1 014.5 | 双阳组 | - 49.93                        |                                |                                |                                            | —                     | —                       | 油型气      | 0.50           |
|                                                                                                 | 伊 22  | 3 166.3 | 双阳组 | - 45.61                        | - 33.02                        | - 30.78                        |                                            | 53.81                 | 39.10                   | 油型气      | 0.78           |
|                                                                                                 | 伊 23  | 1 248.8 | 双阳组 | - 46.20                        | - 33.76                        |                                |                                            | 95.36                 | 0.26                    | 油型气      | 0.74           |
|                                                                                                 | 伊 24  | 2 934.0 | 双阳组 | - 46.83                        | - 33.76                        | - 31.20                        |                                            | —                     | —                       | 油型气      | 0.69           |
|                                                                                                 | 伊 37  | 2 710.5 | 双阳组 | - 41.34                        | - 31.07                        | - 32.21                        | - 26.07                                    | 56.51                 | 40.02                   | 油型气      | 1.23           |

\*  $R_o$  由公式  $\delta^{13}\text{C}_1 = 21.72 \lg R_o - 43.31$ <sup>[5]</sup> 计算得到。

- 25.5‰ 主要以油型气为主, 有机质干酪根类型主要应该是以偏腐泥型 I 型或 II<sub>1</sub> 型为主。但在岔路河断陷和鹿乡断陷, 存在几个天然气样品乙烷碳同位素值在 - 28.8‰ 以上, 以岔路河断陷居多, 可能是由煤成气和油型气混合的结果。在伊通盆地烃源岩有机质干酪根类型偏腐泥型的地层有岔路河断陷波泥河- 太平凹陷奢岭组、新安堡凹陷双阳组和奢岭组、鹿乡断陷大南凹陷双阳组和莫里青断陷靠山凹陷双阳组, 它们应该是研究区天然气主要气源岩。

天然气甲烷碳同位素是反映其母质类型和成熟度的一项重要地球化学指标<sup>[19]</sup>, 但同时也受天然气运移分馏效应的影响<sup>[20]</sup>。伊通盆地甲烷碳同位素普遍偏轻, 都小于 - 41.06‰, 利用油型气甲烷碳同位素与成熟度 ( $R_o$ ) 的经验公式计算得到伊通盆地天然气成熟度如表 1 所示, 岔路河断陷天然气  $R_o$  在 0.53% ~ 1.27% 之间; 鹿乡断陷天然气  $R_o$  在 0.47% ~ 1.27% 之间; 莫里青断陷天然气  $R_o$  在 0.50% ~ 1.23% 之间。成熟度都在 1.3% 以下, 属于干酪根成熟阶段的产物, 很少部分样品  $R_o$  在 0.5% 以下应该这是由于天然气运移使甲烷碳同位素分馏而变轻的结果。

甲烷碳同位素结合天然气组分也可以提供天然气成因信息, 将伊通盆地 18 个天然气样品投影在  $\delta^{13}C_1 - C_1/(C_2 + C_3)$  图版上, 发现伊通盆地天然气主要为原油伴生气 (图 5), 在莫里青断陷存在一个异常点应该这是由于天然气运移而使天然气甲烷含量增加, 重烃含量相对减小的结果。

#### 4 天然气运移与聚集

伊通盆地天然气是由烃源岩在成熟阶段 ( $0.5\% < R_o < 1.3\%$ ) 干酪根降解形成的原油伴生

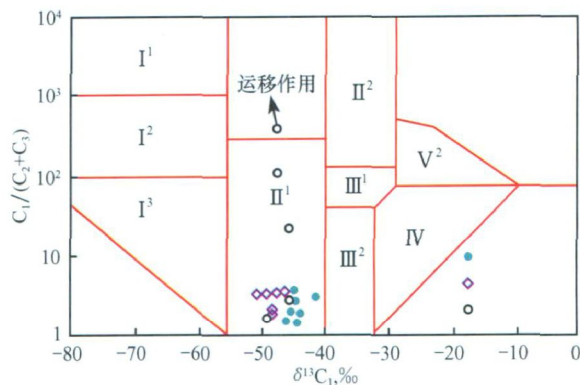


图 5 伊通盆地天然气成因类型<sup>[21]</sup>

Fig. 5 Genetic types of nature gas in the Yitong Basin

I<sup>1</sup>. 生物气; I<sup>2</sup>. 生物气和亚生物气; I<sup>3</sup>. 亚生物气;  
II<sup>1</sup>. 原油伴生气; II<sup>2</sup>. 油型裂解气; III<sup>1</sup>. 油型裂解气和煤成气; III<sup>2</sup>. 凝析油伴生气和煤成气; IV. 煤成气;  
V<sup>1</sup>. 无机气; V<sup>2</sup>. 无机气和煤成气

气, 随原油一起从烃源岩中排出, 并溶解在液态烃中随液态烃程连续油相运移, 其运移、聚集、分布规律基本从属于石油。油气的二次运移与地下流体势具有密切关系, 其优势运移方向宏观上受流体势的高低和流体势平面等值线的平面分布形态等因素的控制<sup>[22-23]</sup>。流体势的分布和演化受控于区域构造背景、古水动力学条件和流体性质等诸多因素; 具体到一个盆地, 主要受凹陷区与凸起区的相对位置、古构造面的起伏以及古温度、古压力等条件的控制。本文运用 BasinFlow 模拟软件模拟伊通盆地双阳组地层现今流体势及油气运移和聚集规律, 流体势的恢复和油气运移模拟是在地史、热史和成熟史模拟的基础上来完成的, 该软件同时考虑了影响烃类运移的 3 个物理参数, 即烃类所受到的净浮力、水动力以及毛细管压力, 其模拟结果如图 6 所示。伊通盆地高势区分布于 4 个凹陷沉积中心及附近, 低势区处于周缘构造带, 油气具有从凹陷区向周缘构造带运移的特征。岔路

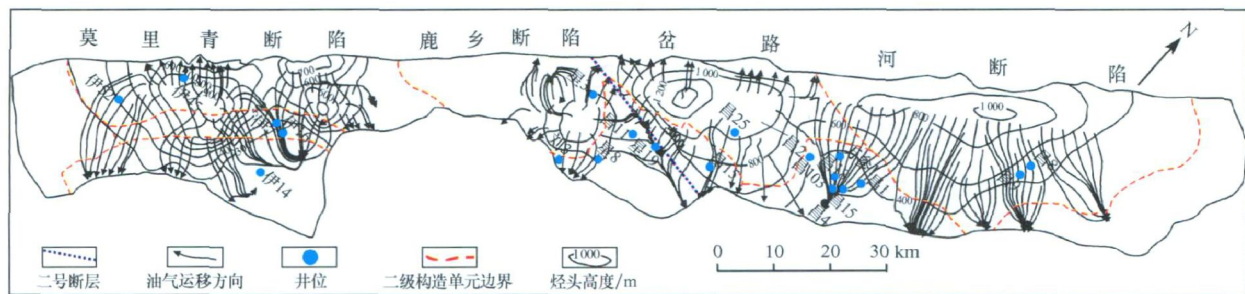


图 6 伊通盆地双阳组油气运移与聚集模拟结果

Fig. 6 The modeling of hydrocarbon migration and accumulation in the Shuangyang Formation of the Yitong Basin

河断陷波泥河-太平凹陷油气主要向万昌构造带和孤店斜坡运移,新安堡凹陷油气主要向万昌构造带、梁家构造带以及穿过二号断层向五星构造带运移;鹿乡断陷大南凹陷油气主要向五星构造带刘3井地区和二号断层上升盘;莫里青断陷靠山凹陷油气主要向马鞍山断阶带和尖山凸起方向运移。存在3个汇集流聚集地区,分别是万昌构造带、五星构造带二号断层上升盘和尖山凸起伊16井地区,这些部位为伊通盆地双阳组油气有利聚集地区。在万昌构造带和五星构造带二号断层上升盘这两个地区都具有双向供烃的特征,而且新安堡凹陷双阳组地层埋深大,热演化程度高,因此这两个地区应该是伊通盆地双阳组最有利的石油和天然气聚集区。

## 5 结论

1) 伊通盆地存在双阳组、奢岭组和永吉组3套烃源岩,以双阳组烃源岩有机质丰度最高,有机质类型主要为II<sub>1</sub>型和II<sub>2</sub>型,少部分为III型和I型。

2) 天然气成因分析表明伊通盆地主要为湿气,具有油型气的特征,但并非典型的油型气,而是与伊通盆地II<sub>1</sub>型和II<sub>2</sub>型烃源岩母质类型有关。天然气成熟度在0.47%~1.27%之间,属于原油伴生气,气源岩分别为岔路河断陷波泥河-太平凹陷奢岭组、新安堡凹陷双阳组和奢岭组、鹿乡断陷大南凹陷双阳组和莫里青断陷靠山凹陷双阳组。

3) 油气运移与聚集模拟结果表明伊通盆地存在3个汇集流聚集地区分别是万昌构造带、五星构造带二号断层上升盘和尖山凸起伊16井地区,而且万昌构造带和五星构造带二号断层上升盘具有双源供烃的特征,是最有利的天然气聚集区。

## 参 考 文 献

- 1 宋岩,徐永昌.天然气成因类型及其鉴别[J].石油勘探与开发,2005,32(4):24~29
- 2 刘文汇,张殿伟,高波,等.天然气来源的多种途径及其意义[J].石油与天然气地质,2005,26(4):393~400
- 3 刚文哲,高岗,郝石生,等.论乙烷同位素在天然气成因类型研究中的应用[J].石油实验地质,1997,19(2):164~166

- 4 戴金星,戚厚发,郝石生.天然气地质学概论[M].北京:石油工业出版社,1989:55~77
- 5 沈平,徐永昌.中国陆相成因天然气同位素组成特征[J].地球化学,1991,22(2):144~151
- 6 林武,李政,李钜源,等.济阳凹陷孤北潜山带天然气成因类型及分布规律[J].石油与天然气地质,2007,28(3):419~426
- 7 陈世加,马力宇,付晓文,等.塔里木盆地海相腐泥型天然气的成因判识[J].石油与天然气地质,2001,22(2):100~102
- 8 胡见义,黄第藩,徐树宝,等.中国陆相石油地质理论基础[M].北京:石油工业出版社,1991
- 9 徐永昌.天然气成因理论及其应用[M].北京:科学出版社,1994:98~99
- 10 Fuex A N. The use of stable carbon isotopes in hydrocarbon exploration[J]. Journal of Geochemical Exploration, 1977, 7: 155~188
- 11 Schoell M. Genetic characterization of nature gases[J]. AAPG Bulletin, 1983, 67: 2225~2238
- 12 Whiticar M. A geochemical prospective of nature gas and atmospheric methane[J]. Organic Geochemistry, 1990, 16(1-3):531~547
- 13 Schoell M. Multiple origins of methane in the earth[J]. Chemical Geology, 1988, 71(1-3):1~10
- 14 James A T. Correlation of natural gas by use of carbon isotopic distribution between hydrocarbon components[J]. AAPG Bulletin, 1983, 67: 1176~1191
- 15 Chung H M, Gomly J R, Squires R M. Origin of gaseous hydrocarbons in subsurface environment theoretical considerations of carbon isotope distribution[J]. Chemical Geology, 1988, 1(3):97~104
- 16 Jenden P D, Drazan D J, Kaplan I R. Mixing of thermogenic nature gases in northern Appalachian basin[J]. AAPG Bulletin, 1993, 77: 980~998
- 17 包建平,朱翠山,张秋茶,等.塔里木盆地库车坳陷不同构造单元天然气地球化学特征[J].石油与天然气地质,2007,28(5):664~668
- 18 戴金星,宋岩,程坤芳,等.中国含油气盆地有机烷烃气碳同位素特征[J].石油学报,1993,14(2):23~31
- 19 高波,范明,刘文汇,等.塔里木油田天然气的碳同位素特征及其成因类型[J].石油与天然气地质,2005,26(5):618~621
- 20 李丕龙,翟庆龙,荣启宏,等.东营凹陷中央背斜带油气运移聚集特征[J].石油勘探与开发,2000,27(4):64~66
- 21 戴金星.天然气地质和地球化学论文集(卷二)[M].北京:石油工业出版社,2000:210
- 22 郝芳,邹华耀,姜建群.油气成藏动力学及其研究进展[J].地学前缘,2000,7(3):11~21
- 23 郝芳,邹华耀,王敏芳,等.油气成藏机理研究进展和前沿研究领域[J].地质科技情报,2002,21(4):7~14

(编辑 董立)