

# 河南省孟州市石庄生油岩特点及潜力分析\*

苏俊亮,张明云,闫红圃

(河南省地质调查院,郑州 450007)

**摘要:**河南省孟州市石庄位于济源盆地东南缘,地层属华北地层区山西分区太行山小区。出露的主要地层有中生界三叠系、新生界第三系、第四系。中生代经历了长期陆相湖盆沉积阶段,岩石中有机物含量高。所以该区中生界地层一直作为煤系地层并进行了煤矿资源的勘查工作。本文通过对中生界上三叠统谭庄组的灰黑色岩系取样分析研究,认为该区上三叠统谭庄组为一套含生油岩地层,是济源盆地东侧生油区。在具备一定的运移、储集及盖层等地质条件下可以形成一定规模的油气资源。为今后在河南西北济源盆地寻找油气资源提供了启示。

**关键词:**孟州石庄;济源盆地;生油岩

**中图分类号:**P618.13

**文献标识码:**A

## 1 地质背景

区域地层属华北地层区山西分区太行山小区,工作区地处太行山西南缘,济源盆地的东南部。出露的主要地层有中生界二叠系、三叠系、侏罗系和新生界古近系、第四系。

区内构造较简单,褶皱以东西轴向为主,断裂构造以北西向和北东向高角度正断层为主。

区域矿产主要为煤、油页岩和铁。区内椿树腰、谭庄组地层内共出露煤线 74 条,谭庄组下段 34 条,上段 33 条,有三个煤组局部可采。油页岩基本和煤层(线)相伴,可达 11 层,最厚 6 m 多。铁矿产于第三系底部的粘土岩内,为薄层块状鲕状赤铁矿,但厚度较小,最厚 0.75 m。

## 2 地质概况

区内出露地层为中生界三叠系和新生界古近系、第四系,均为较平缓的单斜岩层。褶皱不发育,断层呈北西西向和北东东向分布。

地层自下而上描述如下:

①上三叠统谭庄组( $T_3t$ )

谭庄组自下而上分下、上两段。

下段( $T_3t^1$ ):岩性为米黄、灰黄色中一厚层状钙质粉砂岩与灰黄色钙质泥岩互层,夹朱黄、灰黄、黄灰色中~巨厚层状中细粒长石石英砂岩,及多层煤线和 2~3 层极薄煤层。本段

\* 收稿日期:2008-12-31

第一作者简介:苏俊亮(1968~),男,河南新乡人,地质工程师,主要从事矿产资源勘查研究工作。

厚 327~354 m。

上段( $T_3t^2$ ):底部为一层灰白色巨厚层状细粒长石石英砂岩;下部为灰、灰黄、灰绿色泥岩、钙质泥岩夹灰褐、灰、灰黄色钙质粉砂岩、细砂岩,及 9~11 层灰黑色油页岩和多层煤线;上部为灰黄、灰色泥岩、钙质泥岩及黄灰、灰褐色、灰黄色中-厚层状钙质粉砂岩,夹多层煤线及 2~3 层薄煤层(局部可采),顶部为一层灰白色铝土泥岩。本段厚约 434 m。

②古近系(Ez)

主要为一套红色砂页岩系,岩性为较疏松的粉细砂岩,页岩,砾岩。与下伏地层呈角度不整合接触。

③第四系(Q)

岩性主要为黄土、次生粘土、砂砾石、亚砂土、黄土状亚砂土、粘土等。

3 生油岩产出特点

石庄地区油页岩主要产于三叠系上统谭庄组上段。谭庄组上段在该地区地表呈北东向展布。岩性主要为长石石英砂岩、长石砂岩、粉砂岩、泥岩和页岩,含煤多层,但大多为煤线。油页岩常常与煤层相伴,产状与地层一致,倾向南东,一般倾角 $5^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 。ZK0001 钻孔中见到含油泥页岩 11 层,单层厚度在 0.53~6.58 m,总厚度达 20.8 m。ZK0201 见含油泥页岩 9 层,总厚度达 15.04 m(因其它原因未全部揭穿含油泥页岩)。见表 1。

表 1 钻孔中生油岩厚度及层数

Table 1 Numbers and thicknesses of layers of oil source rocks in drilling holes

| 层号<br>孔号 | 厚度(m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|          | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   |
| ZK0001   | 1.46  | 1.35 | 0.73 | 1.42 | 1.16 | 0.92 | 2.49 | 1.34 | 6.58 | 2.16 | 1.19 |
| ZK0201   | 0.99  | 2.09 | 1.28 | 3.04 | 0.53 | 0.58 | 2.71 | 2.80 | 1.02 |      |      |

4 生油岩测试结果

本次工作对施工的两个钻孔进行了系统地取样,并委托中原油田实验室对 20 件样品进行了分析测试。测试项目为:岩石可溶有机物和原油族组分分析、岩石中氯仿沥青测定、岩石热解分析、成分分析(表 2、表 3、表 4、表 5),通过这些分析测试工作试图对该区的油页岩进行一些定量的评价,确定该区生油岩的生油潜力。

表 2 生油岩可溶有机物和原油族组分分析结果表

Table 2 Soluble organic matter contents and crude oil compositions

| 样品编号     | 烷烃,%  | 芳烃,%  | 非烃,%  | 沥青质,% | 总烃,%  |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S0201-Y1 | 45.50 | 24.16 | 21.59 | 8.74  | 69.67 |
| S0201-Y2 | 42.75 | 28.26 | 20.15 | 8.85  | 71.00 |
| S0201-Y3 | 39.45 | 24.08 | 22.70 | 13.76 | 63.54 |
| S0201-Y4 | 40.21 | 25.78 | 23.54 | 10.48 | 65.98 |
| S0201-Y5 | 31.08 | 22.39 | 19.50 | 27.03 | 53.47 |
| S0201-Y6 | 30.83 | 25.21 | 18.54 | 25.42 | 56.04 |
| S0201-Y7 | 52.26 | 26.93 | 19.21 | 1.60  | 79.19 |
| S0201-Y8 | 50.08 | 25.92 | 21.44 | 2.56  | 76.00 |
| S0201-Y9 | 44.53 | 26.72 | 22.90 | 5.85  | 71.25 |

表3 生油岩中氯仿沥青分析结果表

Table 3 Chloroform asphalt contents in oil source rocks

| 样品编号      | 氯仿沥青含量, % | 样品编号     | 氯仿沥青含量, % | 备注 |
|-----------|-----------|----------|-----------|----|
| S0001-Y1  | 0.086 5   | S0201-Y1 | 0.106 5   |    |
| S0001-Y2  | 0.269 9   | S0201-Y2 | 0.060 9   |    |
| S0001-Y3  | 0.080 9   | S0201-Y3 | 0.102 2   |    |
| S0001-Y4  | 0.078 2   | S0201-Y4 | 0.107 4   |    |
| S0001-Y5  | 0.137 9   | S0201-Y5 | 0.092 5   |    |
| S0001-Y6  | 0.189 8   | S0201-Y6 | 0.074 8   |    |
| S0001-Y7  | 0.156 4   | S0201-Y7 | 0.208 1   |    |
| S0001-Y8  | 0.175 8   | S0201-Y8 | 0.220 0   |    |
| S0001-Y9  | 0.141 0   | S0201-Y9 | 0.274 4   |    |
| S0001-Y10 | 0.042 1   |          |           |    |
| S0001-Y11 | 0.159 0   |          |           |    |

表4 生油岩热解分析结果表

Table 4 Pyrolytic analysis of oil source rocks

| 化验<br>编号<br>Orig No. | 有机碳<br>TOC<br>% | 最高<br>峰温<br>Tmax °C | 可溶烃<br>S1<br>mg/g | 热解烃<br>S2<br>mg/g | 产油潜率<br>S1S2<br>mg/g | 产率<br>指数<br>P1 | 母质<br>类型 | 氢指数<br>H<br>mg/g | 有效碳<br>PC<br>% | 降解率<br>D<br>% | 烃指数<br>HCl<br>mg/g |
|----------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------------|----------------|----------|------------------|----------------|---------------|--------------------|
| S0201-Y1             | 3.1             | 441                 | 0.61              | 12.13             | 12.74                | 0.05           | I A      | 391.29           | 1.06           | 34.11         | 19.68              |
| S0201-Y2             | 2.66            | 441                 | 0.37              | 11.34             | 11.74                | 0.03           | I A      | 426.32           | 0.97           | 36.54         | 13.91              |
| S0201-Y3             | 7.83            | 441                 | 0.67              | 18.87             | 19.54                | 0.03           | I A      | 244.00           | 1.62           | 20.71         | 8.56               |
| S0201-Y4             | 9.35            | 441                 | 0.6               | 26.06             | 26.66                | 0.02           | I A      | 278.72           | 2.21           | 23.67         | 6.42               |
| S0201-Y5             | 3.83            | 441                 | 1.18              | 10.32             | 11.5                 | 0.10           | I A      | 269.45           | 0.95           | 24.92         | 30.81              |
| S0201-Y6             | 11.63           | 442                 | 0.65              | 8.99              | 9.64                 | 0.07           | I        | 77.30            | 0.80           | 6.88          | 5.59               |
| S0201-Y7             | 2.96            | 446                 | 0.79              | 13.08             | 13.87                | 0.06           | I        | 441.89           | 1.15           | 38.89         | 26.69              |
| S0201-Y8             | 2.85            | 448                 | 0.8               | 14.42             | 15.22                | 0.05           | I        | 505.96           | 1.26           | 44.32         | 28.07              |
| S0201-Y9             | 1.24            | 450                 | 0.82              | 16.51             | 17.33                | 0.05           | I        | 389.39           | 1.44           | 33.92         | 19.34              |
| S0001-Y1             | 2.65            | 441.00              | 0.68              | 6.78              | 7.46                 | 0.09           | I A      | 255.85           | 0.62           | 23.37         | 25.66              |
| S0001-Y2             | 8.58            | 447.00              | 1.12              | 15.05             | 16.17                | 0.07           | I A      | 475.44           | 1.34           | 15.64         | 13.05              |
| S0001-Y3             | 5.74            | 442.00              | 0.78              | 6.77              | 7.55                 | 0.10           | I B      | 447.94           | 0.63           | 10.92         | 13.59              |
| S0001-Y4             | 2.68            | 446.00              | 0.49              | 2.92              | 3.44                 | 0.44           | I B      | 108.96           | 0.28           | 10.56         | 18.28              |
| S0001-Y5             | 6.77            | 447.00              | 0.66              | 7.02              | 7.68                 | 0.09           | I B      | 403.69           | 0.64           | 9.12          | 9.75               |
| S0001-Y6             | 6.49            | 446.00              | 0.54              | 11.55             | 12.09                | 0.04           | I A      | 486.59           | 1.00           | 16.21         | 8.72               |
| S0001-Y7             | 2.75            | 449.00              | 0.82              | 6.44              | 7.26                 | 0.11           | I A      | 234.48           | 0.60           | 21.91         | 29.82              |
| S0001-Y8             | 2.06            | 446.00              | 1.03              | 7.44              | 8.44                 | 0.13           | I A      | 345.45           | 0.68           | 32.80         | 50.00              |
| S0001-Y9             | 3.84            | 448.00              | 0.73              | 1.90              | 5.63                 | 0.13           | I B      | 427.60           | 0.47           | 12.17         | 19.01              |
| S0001-Y10            | 0.58            | 448.00              | 0.17              | 0.84              | 1.01                 | 0.17           | I A      | 444.83           | 0.08           | 14.45         | 29.31              |
| S0001-Y11            | 5.37            | 449.00              | 0.65              | 13.96             | 14.61                | 0.04           | I A      | 259.96           | 1.21           | 22.58         | 12.10              |

表 5 生油岩主要成分及元素分析结果表  
Table 5 Main compositions and elements for oil source rocks

| 检验项目                |                    |      | 检验结果                |                     |                     |                     |
|---------------------|--------------------|------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 名称                  | 符号                 | 计量单位 | K05-042<br>S0201-Y6 | K05-043<br>S0201-Y7 | K05-044<br>S0201-Y8 | K05-045<br>S0201-Y9 |
| 水分                  | Mad                | %    | 0.68                | 0.73                | 0.67                | 0.88                |
| 灰分                  | Ad                 | %    | 90.98               | 88.63               | 88.87               | 88.86               |
| 全硫                  | St,d               | %    | 0.16                | 0.60                | 0.73                | 0.63                |
| 碳酸盐 CO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> ,d | %    | 2.82                | 4.36                | 4.44                | 3.89                |
| 碳                   | Cd                 | %    | 4.64                | 5.00                | 4.69                | 4.98                |
| 氢                   | Hd                 | %    | 0.64                | 0.66                | 0.66                | 0.77                |
| 氧                   | Od                 | %    | 0.56                | 0.51                | 0.39                | 0.62                |
| 氮                   | Nd                 | %    | 0.20                | 0.24                | 0.22                | 0.25                |

注:以上分析报告由中原油田实验室完成

5 生油岩指标评价

石庄地区生油岩主要产于三叠系上统谭庄组上段,为陆相湖盆沉积。其生油岩类型及潜力评价采用原石油部标准(表 6)中的指标。

表 6 陆相烃源岩有机质评价指标  
Table 6 Evaluation indexes of organic matter for terrestrial facies hydrocarbon source rocks

| 指标                                      | 湖盆水体类型 | 非生油岩   | 生油岩类型       |            |           |       |
|-----------------------------------------|--------|--------|-------------|------------|-----------|-------|
|                                         |        |        | 差           | 中等         | 好         | 最好    |
| TOC(%)                                  | 淡水-半咸水 | <0.4   | 0.4~0.6     | >0.6~1     | >1~2      | >2    |
|                                         | 咸水-超咸水 | <0.2   | 0.2~0.4     | >0.4~0.6   | >0.6~0.8  | >0.8  |
| “A”(%)                                  |        | <0.015 | 0.015~0.050 | >0.050~0.1 | >0.1~0.2  | >0.2  |
| HC(10 <sup>-6</sup> )                   |        | <100   | 100~200     | >200~500   | >500~1000 | >1000 |
| (s <sub>1</sub> +s <sub>2</sub> )(mg/g) |        |        | <2          | 2~6        | >6~20     | >20   |

(1)有机炭(TOC)含量:20 件样品中小于 1%的仅一件,大于 2%的 19 件,因此评定为最好的生油岩。

(2)有机质类型评价:按原石油部标准本次分析样品通过岩石热解参数可以看出,S0201-Y6 号样品为Ⅲ型(腐植型)有机质生油岩,生油潜力低,是生成天然气的主要母源物质;S0201-Y7、S0201-Y8 和 S0201-Y9 为Ⅰ型(腐泥型)有机质生油岩,生成液态烃的潜力高,是成油的主要母源物质;其余样品均为ⅡA型(腐植-腐泥型)或ⅡB(腐泥-腐植型),处于Ⅰ型和Ⅲ型之间的过渡型有机质生油岩。

(3)氯仿沥青“A”含量:本次氯仿沥青“A”分析样品除 S0001-10 号样品氯仿沥青含量 0.0421%,为中等生油岩,其余样品氯仿沥青含量 0.0609%~0.2744%,均达到好-最好生油岩级别,为优质烃源岩。

(4)族组分含量评价:本次族组分分析样品除 S0201-Y5 号样品总烃含量 53.47%,为中等生油岩,其余样品总烃含量 56.04%~79.19%,均达到好-最好生油岩级别,为优质烃源岩。

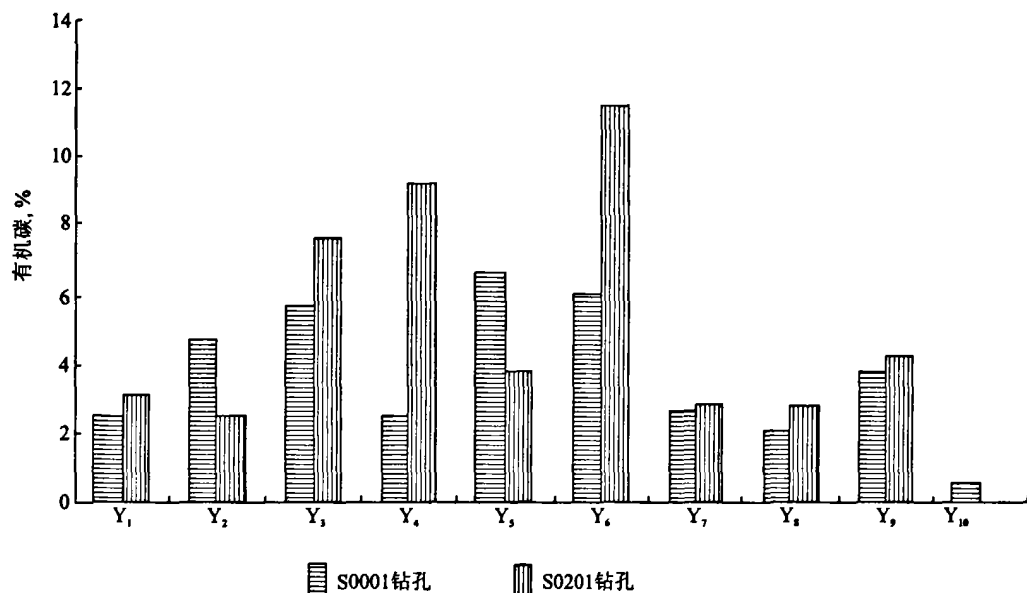


图1 有机碳分布直方图

Fig. 1 Distribution histogram of organic carbon

(5)产油潜率( $S_1 + S_2$ )分析: 20件样品中产油潜率小于2 mg/g的只有一件样品; 2 mg/g~6 mg/g的两件样品; 6 mg/g~20 mg/g的16件, 大于20 mg/g的一件。可以评价为好的生油岩。

(6)有机质成熟度及成烃演化阶段分析: 本次分析中岩石热解最高峰温( $T_{max}$ , °C)一般都在440~450°C, 有机质成熟度均已达到成熟演化阶段。

综合以上有机质丰度、氯仿沥青“A”分析、族组分分析、热解分析样品中产烃率、有机质类型评价、有机质成熟度及成烃演化阶段分析等, 说明孟州石庄生油岩主要为优质烃源岩, 少数为中等烃源岩, 有机质成熟度高, 个别样品有偏差可能是属于样品的非均质性造成的。

## 6 生油岩与我国已有油页岩的对比分析

生油岩又叫生油母岩或油源岩, 指的是生成并提供过工业数量石油的岩石。油页岩是富含腐泥型酞醌根的泥质沉积岩, 为一种可燃有机矿产, 是人造石油的重要原料。是煤与生油岩之间的一种过渡类型沉积物。本次勘查所取的样品的元素分析表明区内三叠系为一套由生油层与非生油层相间组成的生油岩系。该区为济源盆地的东侧生油区。通过本次所取样品的有机元素、水分、灰分分析及与我国某些产地油页岩的有机元素、水分、灰分(表7)的对比可以看出, 孟州市石庄地区中生界生油岩灰分含量远高于油页岩中灰分含量, 而水分、氢、氧元素含量低, 应定名为生油岩而非油页岩<sup>[1-6]</sup>。

表7 我国某些产地的油页岩的元素分析

Table 7 Main compositions and elements for oil shales from some other occurrence areas in China

| 水分(%) | 灰分(%) | C(%) | H(%) | O(%)  | N(%) | S(%) |
|-------|-------|------|------|-------|------|------|
| 1.67  | 71.12 | 11.4 | 2.17 | 7.0   | 0.52 | 0.63 |
| 1.01  | 72.52 | 12.2 | 1.95 | 11.06 | 0.52 | 0.15 |

## 7 结论

孟州市石庄处于中国中部济源凹陷的东缘,中生界三叠系潭庄组的湖盆沉积形成了生油岩系,而非油页岩。本次工作表明该区生油岩为优质的烃源岩,具有较高的成熟度。通过在该地区的地质工作,有望发现适宜形成油气资源的运、储盖层条件,取得在豫西寻找油、气资源的突破,丰富油气成矿理论,同时本次工作取得的成果和经验也会为今后生油岩乃至油页岩的地质勘查提供一些宝贵经验。

## 参考文献

- [1] 朱亚杰,等.油页岩科学研究论文集[M].华东石油学院出版社,1984.
- [2] 张景瑞,等.油页岩的性质及相应对策[J].甘肃科技,2001(04).
- [3] 刘伯谦.桦甸油页岩理化特性研究[M].东北电力大学出版社,2006.
- [4] 宋玉琴.民和盆地油页岩分布规律及成矿机制研究[M].长春:吉林大学出版社,2006.
- [5] 盛志纬.关于有效生油岩问题[J].石油实验地质,1989(1).
- [6] 邬立言,等.生油岩热解定理量评价[M].北京:科学出版社,1986.

## Characteristics and potential of oil source rocks in Shizhuang, Mengzhou city, Henan province

SU Jun-liang, ZHANG Ming-yun, YAN Hong-pu  
(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou, 450007, China)

### Abstract

The studied area Shizhuang, Mengzhou city, Henan province, is located at the south-eastern margin of the Jiyuan Basin. Stratigraphically, the area belongs to the Taihangshan region of Shanxi subdomain of North China domain. The main strata outcropped in the area include Mesozoic Triassic, Cenozoic Tertiary and Quaternary. During the Mesozoic the area experienced a long-term period of terrestrial basin facies deposition, and a large amount of organic matter was concentrated in the rocks. Consequently, the Mesozoic strata are always regarded as coal-series strata and target for the prospecting of coal resources. However, the analysis and research of dark-grey rock series sampled from the Upper Triassic Tanzhuang Formation show that the Tanzhuang Formation in the area is a series of strata containing oil source rocks, and that the area is an oil reservoir on the eastern side of the Jiyuan Basin where some oil-gas resources with a fair scale may be formed under certain geological conditions causing the oil-gas to be transported, trapped, covered and preserved. The result obtained in the research provides some revelation for the prospecting of oil-gas resources in the Jiyuan Basin in northwest Henan province.

**Key words:** Shizhuang; Mengzhou; Jiyuan Basin; oil source rock