

文章编号:1001-6112(2006)02-0162-06

# 南盘江盆地主要烃源岩地球化学特征研究

赵孟军<sup>1</sup>, 赵陵<sup>2</sup>, 张水昌<sup>1</sup>, 刘培初<sup>2</sup>

(1. 中国石油天然气股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083;

2. 中国石油化工股份有限公司 南方勘探开发公司研究院 贵州科研所, 贵阳 550000)

**摘要:**通过对烃源岩发育的沉积环境研究认为,中下泥盆统盆地相沉积的黑色泥质岩类是南盘江盆地最主要的烃源岩,石炭系、二叠系和中下三叠统为次要烃源岩。6 个浅井的 120 个样品表明,南盘江盆地中下泥盆统烃源岩有机碳含量为 0.37%~3.63%,平均值为 1.65%;为腐泥型有机质,热演化已经处于过成熟阶段。南盘江盆地中下泥盆统烃源岩的生标分布总体上反映了古生界海相烃源岩特征,但是由于其成熟度很高,使得低碳数的孕甾烷和三环萜烷系列含量很高,且总体生标特征具有很强的趋同性。

**关键词:**烃源岩发育;烃源岩评价;生标特征;南盘江盆地

**中图分类号:**TE122.1

**文献标识码:**A

有效烃源岩是在自然环境下能够生成和释放出足够烃类、形成具有工业价值油气藏的沉积岩<sup>[1]</sup>。有效烃源岩的发育及时空分布决定了沉积盆地的油气成藏规模和分布。国外一些学者研究认为,有效烃源岩有机质丰度下限值要达到 1%,并且与岩性无关<sup>[1,2]</sup>;西方绝大多数石油公司和地化服务公司将有机质丰度下限值定在 0.4%~1.0%<sup>[3]</sup>;Peters 按生烃潜力大小,认为烃源岩有机碳含量下限值至少应 > 0.5%<sup>[4]</sup>。而我国学者认为,我国海相烃源岩有机碳含量下限指标为 0.4%~0.5%<sup>[5~9]</sup>。塔里木盆地、四川盆地和鄂尔多斯盆地海相油气勘探实践也证实了高有机质丰度烃源岩对形成商业性油气藏的重要性,低丰度的碳酸盐岩不能成为有效烃源岩,关注古生代海相碳酸盐岩烃源岩的同时不能忽视其中的泥页岩<sup>[5]</sup>。一些学者应用模拟实验和生烃动力学方法,对碳酸盐岩生烃的丰度下限、高成熟碳酸盐岩烃源岩有机质丰度恢复问题等进行了深入研究,并提出了碳酸盐岩烃源岩评价标准<sup>[9~11]</sup>。张水昌等对我国碳酸盐岩烃源岩的发育环境和控制因素进行了大量研究,建立了中国海相沉积盆地海相烃源岩的 4 种发育、分布预测模式:热水活动—上升洋流—缺氧事件型、台缘缓斜坡—反气旋洋流型、干热气候—咸化静海型和湿润气候—滞留静海型<sup>[12]</sup>。

南盘江盆地构造发展、演化可分为晋宁—加里东期地块增生阶段、海西—印支早期弧后裂陷盆地演化阶段、印支中晚期弧后前陆盆地发展阶段和印支晚期—喜马拉雅期逆冲、褶皱、抬升、改造演化阶

段等 4 个主要阶段<sup>[13,14]</sup>,形成了广泛分布的中下泥盆统、石炭系、二叠系和中下三叠统等 4 套烃源岩<sup>[13,15~18]</sup>,控制了现今古油藏沥青和天然气显示的分布格局。在前人工作的基础上,笔者研究认为,南盘江盆地的主要烃源岩是中下泥盆统,并开展了中下泥盆统烃源岩地球化学特征和热演化史研究。

## 1 烃源岩发育环境

南盘江盆地的寒武系—三叠系中统均为海相沉积地层,总厚约 13 000 m。烃源层烃源岩的发育受沉积环境的严格控制,主要分布在盆地相和台盆—深水广海陆棚相区,台地相区有机质丰度已低于生烃的下限值,不属于有效烃源岩,其主要原因是台地相区沉积时处于氧化基准面之上(二价硫含量低),不利于有机质的保存<sup>[19,20]</sup>。

### 1.1 泥盆系

经过加里东期的长期抬升剥蚀后,泥盆纪早期自南往北的大规模海侵使得区内泥盆系与下伏寒武系普遍呈超覆不整合角度或不整合接触关系<sup>[21]</sup>。板内拉张裂隙导致南盘江盆地在泥盆纪处于比较典型的槽台沉积环境,大片台盆相沉积区包围着一些孤立的台地相沉积区,盆地东北边缘发育一条北东—南西向的带状台地边缘生物礁相沉积,地层总厚度 1 143~2 936 m。早泥盆世出现海侵砂岩体系,晚期为以暗色泥岩为主的碎屑岩,到中泥盆世则是以暗色泥、页岩为主的碎屑岩,夹少量薄层灰岩,晚泥盆世时以碎屑岩以及泥质条纹灰岩为主,发育厚度大、丰度高的烃源岩。

收稿日期:2005-08-08;修订日期:2006-02-22。

作者简介:赵孟军(1965—),男(汉族),河北巨鹿人,博士、高级工程师,主要从事油气成藏地质研究。

基金项目:国家“十五”重点科技攻关项目(2001BA605A-06)和中国石油化工集团公司项目(P00045)。

1.2 石炭系

石炭纪基本上继承了泥盆纪的古地理格局,海水由南向北超覆。与泥盆纪不同的是,槽台格局分异不明显,盆地内主要处于开阔海台地相以及台盆—深水广海陆棚相的沉积环境<sup>[22,23]</sup>,与下伏地层多为整合接触关系,地层总厚度 584~1 855 m。总体来说,石炭系以开阔海台地相沉积为主,沉积了以浅色碳酸盐岩为主、夹少量碎屑岩的地层<sup>[23]</sup>,由于处于氧化环境,岩石中有机质含量较低。只是在台盆—深水广海陆棚相沉积了一套含硅质岩的暗色碳酸盐岩,夹少量的以泥、页岩为主的碎屑岩,部分有机质富集的层段构成了有效烃源岩。

1.3 二叠系

由于盆地构造活动,二叠纪的古地理格局又发生了较大变化,突出特点是槽台格局重现和玄武岩喷发、同源辉绿岩侵入以及火山碎屑岩沉积<sup>[24]</sup>。火成岩类和火山碎屑岩夹于上下二叠统之间。二叠系与下伏地层多为整合接触关系,沉积岩总厚度 160~1 891 m。盆地内广泛分布台盆—深水广海陆棚相沉积<sup>[25]</sup>,沉积物为一套灰—深灰色为主的碳酸盐岩夹少量碎屑岩和硅质岩,岩石颗粒含量少,以泥晶灰岩为主。总体来说不发育烃源岩,只是部分层段岩石有机质含量较高,可作为烃源岩。

1.4 三叠系

早三叠世早期,沉积基本继承晚二叠世的台盆格局。在经历了晚二叠世海退后,早三叠世继续海侵并向西北方向有所扩大,碳酸盐岩台地与深水碎

屑岩盆地泾渭分明<sup>[26,27]</sup>。三叠系地层总厚度 810~5 000 余 m。早三叠世晚期—中三叠世,海侵略有扩大,形成台地、盆地两大沉积区,即北部浅水碳酸盐岩分布的台地区和覆盖南盘江盆地的深水碎屑岩分布的台盆区,中三叠统盆地西部罗平断拗属于台地相,其余则属于台盆相区<sup>[28]</sup>。台地相为一套浅色碳酸盐岩为主、夹少量碎屑岩的沉积,不发育烃源岩;除罗平断拗外,南盘江盆地其余地区均为台盆相沉积,在下三叠统发育丰度较高的海相泥灰质烃源岩,但厚度不大。

2 主要烃源岩及分布特征

南盘江盆地纵向自泥盆系到三叠系均有烃源岩发育,其中泥盆系以中统盆地相沉积的黑色泥质岩类发育最好,有机质含量高,厚度巨大<sup>[14]</sup>;石炭系和二叠系以碳酸盐岩沉积为主,泥质岩类以及火山碎屑岩类的分布比较局限,烃源岩通常发育于台盆—深水广海陆棚相区,总厚度比较大,台地、丘台相区岩石有机质含量普遍偏低,不具备作为有效烃源岩的条件;三叠系烃源岩主要发育于台盆—深水广海陆棚相区,岩性包括碳酸盐岩和泥质岩类,主要发育于三叠系下统,厚度相对较小(50~100 m),中三叠统虽然厚度巨大,但基本上属于浊积岩类的土黄色碎屑岩,虽然其中夹有少量烃源岩,但基本不具有生烃能力。

从南盘江盆地烃源岩发育的沉积环境、平面展布、厚度以及有机质丰度情况(表1)分析,其主要烃

表 1 南盘江盆地露头剖面及浅钻岩样热解分析结果

| Table 1    Rock Eval analysis of samples from outcrops and shallow wells in the Nanpanjiang Basin |                  |                |      |        |       |                                          |      |                       |     |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|------|--------|-------|------------------------------------------|------|-----------------------|-----|--------|
| 相区                                                                                                | 剖面               | 层位             | 岩性   | 有机碳, % |       | S <sub>2</sub> / (mg · g <sup>-1</sup> ) |      | T <sub>max</sub> / °C |     | 样品数/ 个 |
|                                                                                                   |                  |                |      | 平均     | 最高    | 平均                                       | 最高   | 平均                    | 最高  |        |
| 台地相                                                                                               | 秧 1 井            | T <sub>2</sub> | 泥岩   | 0.31   | 0.97  | 0.004                                    | 0.06 | 469                   | 532 | 71     |
|                                                                                                   |                  | P              | 灰岩   | 0.08   | 0.38  | —                                        | —    | —                     | —   | 45     |
|                                                                                                   |                  | C              | 灰岩   | 0.02   | 0.02  | 0.003                                    | 0.08 | 359                   | 359 | 24     |
|                                                                                                   |                  | D              | 灰岩   | 0.02   | 0.05  | —                                        | —    | —                     | —   | 24     |
| 台缘—槽盆相                                                                                            | 册亨纳福             | T              | 泥岩   | 0.74   | 2.17  | 0.007                                    | 0.02 | 343                   | 357 | 11     |
|                                                                                                   | 隆林科风             | T <sub>2</sub> | 泥岩   | 0.33   | 1.38  | 0.007                                    | 0.21 | 348                   | 520 | 75     |
|                                                                                                   |                  | T <sub>1</sub> | 泥岩   | 1.36   | 2.85  | 0.060                                    | 0.32 | 383                   | 426 | 11     |
|                                                                                                   |                  | T <sub>1</sub> | 灰岩   | 0.06   | 0.09  | —                                        | —    | —                     | —   | 6      |
|                                                                                                   | 田林利周             | T <sub>2</sub> | 泥岩   | 0.21   | 0.26  | —                                        | —    | —                     | —   | 8      |
|                                                                                                   |                  | T <sub>1</sub> | 泥岩   | 0.62   | 0.79  | —                                        | —    | —                     | —   | 2      |
|                                                                                                   | 罗甸纳水             | P <sub>2</sub> | 灰岩   | 0.27   | 1.51  | 0.001                                    | 0.02 | 433                   | 462 | 19     |
|                                                                                                   |                  | P <sub>1</sub> | 灰岩   | 0.13   | 0.72  | 0.004                                    | 0.02 | 354                   | 354 | 16     |
|                                                                                                   |                  | C              | 灰岩   | 0.23   | 0.58  | 0.002                                    | 0.02 | 432                   | 432 | 10     |
|                                                                                                   | 桑郎水电站            | D <sub>2</sub> | 泥岩   | 0.74   | 3.13  | 0.003                                    | 0.04 | 436                   | 505 | 24     |
| 南丹罗富 <sup>1)</sup>                                                                                | D <sub>2</sub> l | 泥岩             | 1.35 | 3.63   | 0.005 | 0.18                                     | 358  | 368                   | 60  |        |
|                                                                                                   | D <sub>2</sub> n | 泥岩             | 2.20 | 3.50   | 0.001 | 0.02                                     | 381  | 381                   | 40  |        |
|                                                                                                   | D <sub>1</sub> t | 泥岩             | 1.69 | 2.97   | —     | —                                        | —    | —                     | 20  |        |

1) 浅钻样品分析结果

源岩就是中下泥盆统烃源岩,类型主要为泥质;其次是二叠系、石炭系和三叠系烃源岩,属于辅助烃源岩,类型主要为碳酸盐岩,其次为泥灰岩和灰质泥岩。

泥盆系烃源岩主要分布于望谟—南丹一带,厚度达 1 000 m,以中泥盆统暗色泥质岩类烃源岩为主,包括纳标组和罗富组,岩性为黑灰色—深灰色含灰质或含粉砂质泥岩,普含黄铁矿,时见水平层纹,局部含碳质。中泥盆统烃源岩在广西、贵州地区分布较广,最厚在广西来宾,达 641 m,槽盆相的南丹源岩厚度 > 570 m,连通贵州望谟厚度 600 m 以上,由发育中心向外减薄,弥勒、罗平、丘北一带厚度为 0。整体上表现为东厚西薄的特点。

3 中下泥盆统烃源岩评价

3.1 有机质丰度

对南盘江盆地中下泥盆统烃源岩最发育的南丹罗富地区进行了浅钻取样,设计每口井井深 50 m,总进尺 300 m,实钻 300.3 m,岩心总长 254.44 m,实测与浅钻相配套,实际控制剖面烃源岩总长约 700 余 m。浅钻每口井取样 20 块左右,平均每 2.5 m 取 1 个样品,总共采样 120 块。图 1~3 分别是中泥盆统罗富组、中泥盆统纳标组和下泥盆统烃源岩的有机质丰度剖面,可见都具有很

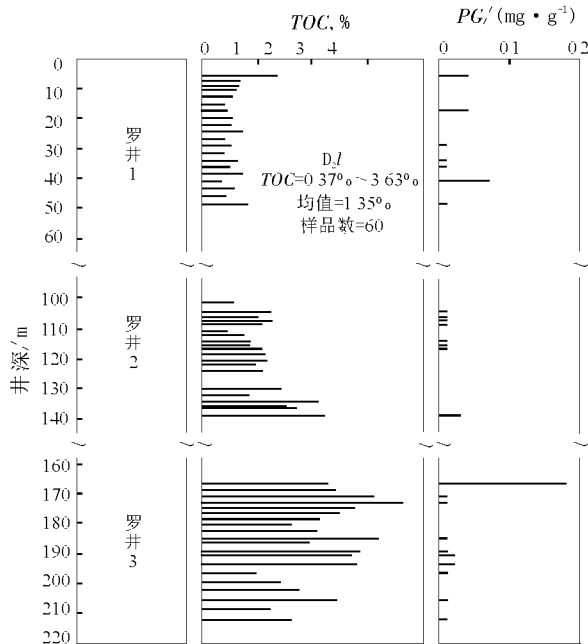


图 1 南盘江盆地南丹罗富地区泥盆系罗富组(D<sub>2</sub> l)有机质丰度剖面  
Fig. 1 Profile showing organic matter abundance of the Luofo Formation (D<sub>2</sub> l) of Devonian in the Nanpanjiang Basin

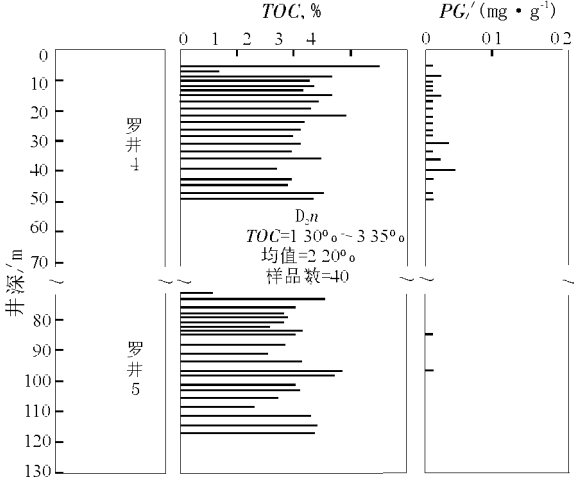


图 2 南盘江盆地南丹罗富地区泥盆系纳标组(D<sub>2</sub> n)有机质丰度剖面  
Fig. 2 Profile showing organic matter abundance of the Nabiao Formation (D<sub>2</sub> n) of Devonian in the Nanpanjiang Basin

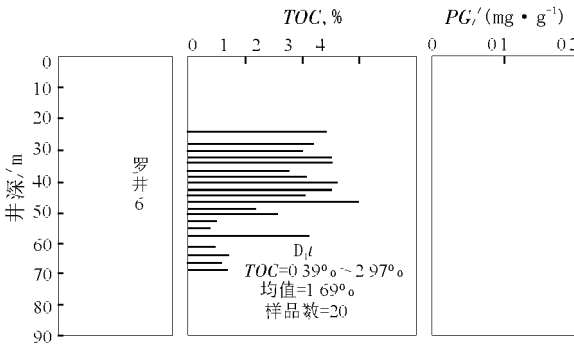


图 3 南盘江盆地南丹罗富地区泥盆系下统(D<sub>1</sub> t)有机质丰度剖面  
Fig. 3 Profile showing organic matter abundance of the Lower Devonian (D<sub>1</sub> t) in the Nanpanjiang Basin

高的有机质丰度,其中罗富组(D<sub>2</sub> l)的 TOC 为 0.37%~3.63%,平均值为 1.35%;纳标组(D<sub>2</sub> n)的 TOC 为 1.30%~3.50%,平均值为 2.20%;下泥盆统(D<sub>1</sub> t)的 TOC 为 0.39%~2.97%,平均值为 1.69%。值得注意的是,由于中下泥盆统烃源岩成熟度较高,PG 值很低,D<sub>1</sub> t 烃源岩的 PG 值全部为 0。

从分析结果(表 1)发现,南丹罗富剖面的泥盆系烃源岩有机碳含量很高,平均为 1.69%,属优质烃源岩,120 个样品中仅 7.5%的有机碳含量 < 0.5%,而有 44%的样品有机碳含量 > 2%;而桑郎水电站剖面的泥盆系烃源岩样品分析结果表明,其生烃能力远远不如南丹罗富的烃源岩,24 个样品的平均有机碳含量为 0.71%,58%的样品有机碳含量 < 0.5%,只有 15%的样品有机碳含量 > 2%。而秧 1 井泥盆系属于台地碳酸盐岩,不具备生烃条件,其 26 件样品平均有机碳含

量为 0.02 %,最高为 0.05 %。

3.2 有机质类型

3.2.1 元素

很显然,由于中下泥盆统烃源岩成熟度高,泥盆系烃源岩干酪根的 H/C 原子比极低,主要显示为假 II 型。27 个中下泥盆统烃源岩干酪根的 H/C 原子比为 0.03~0.09,平均值为 0.06;O/C 原子比为 0.01~0.06,平均值为 0.02。

3.2.2 干酪根显微组分

根据区内桑郎剖面分析,干酪根分离纯度达到 53 %~97 %,干酪根含量最低为 0.01 %,最高达 0.75 %。透射光下做干酪根显微组分鉴定,泥盆系泥岩有机质腐泥组达到 87.6 %,其余非腐泥组组分为 12.38 %,显然是腐泥型(Ⅰ)有机质特征。同时反映深水槽盆相沉积远离陆源,有机质类型单一。

3.2.3 干酪根碳同位素

6 口浅井中下泥盆统烃源岩的 27 个干酪根碳同位素值为 -24.6 ‰~-27.6 ‰,均值为 -26.6 ‰(图 4),大致可以判断为 II 型干酪根。考虑到过高的成熟度对干酪根碳同位素值的影响,仍可以判断中下泥盆统烃源岩以腐泥型为主。

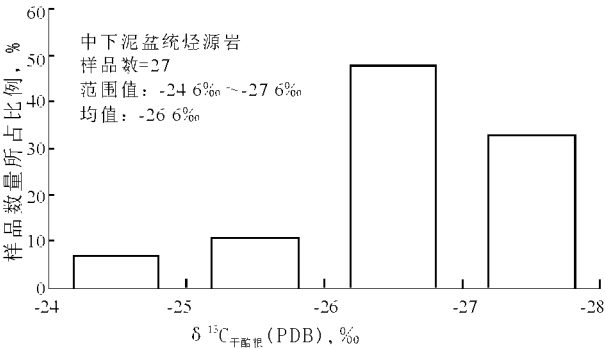


图 4 南盘江盆地南丹罗富地区泥盆系烃源岩干酪根碳同位素分布

Fig. 4 Distribution of kerogen carbon isotopes of Devonian source rock in the Luofu area of the Nanpanjiang Basin

3.2.4 族组分和饱和烃色谱分析

氯仿沥青“ A ”族组分分析以饱和烃为主,一般含量在 40 %~50 %之间,芳烃含量约在 0 %~10 %之间,饱/芳比值 > 3;饱和烃色谱分析主峰碳多位于 C<sub>18</sub> 和 C<sub>17</sub> 上,正构烷烃含量以轻组分为主,C<sub>21+22</sub>/C<sub>28+29</sub> 达 2.85,反映南盘江盆地地区泥盆系有机质以富含脂族的低等生物母质为主,有机质类型属于腐泥型。

3.3 有机质成熟度

分析结果见表 2,其中除 T<sub>max</sub> 受没有 S<sub>2</sub> 峰或 S<sub>2</sub> 峰低矮的影响可靠程度低外,泥盆系烃源岩有机质演化已经达到过成熟阶段。此外根据 X 衍射分析,桑郎剖面泥盆系泥岩粘土矿物组成主要为伊利石,含量达 76 %~91 %,其余为绿泥石,含量占 9 %~34 %,构成了伊利石—绿泥石组构特征,属于过成熟阶段。

总之,南盘江盆地中下泥盆统烃源岩以泥质岩类为主,属盆地相沉积,主要分布于望谟—南丹一带,厚度可达 1 000 m 以上,有机质丰度高、为腐泥型,热演化已处于过成熟阶段。

4 中下泥盆统烃源岩生标特征

对 28 个中下泥盆统烃源岩抽提、色谱和色质分析结果表明,中下泥盆统烃源岩(D<sub>1t</sub>,D<sub>2n</sub>和 D<sub>2l</sub>)的生标特征具有很强的趋同性,并且低碳数的孕甾烷和三环萜烷系列含量很高,这与其成熟度很高有关<sup>[29]</sup>,总体上南盘江盆地中下泥盆统烃源岩具有如下特征(图 5):

1) 色谱分析的主峰碳数主要为 C<sub>16</sub>,C<sub>17</sub> 和 C<sub>18</sub>,奇偶优势值为 0.95~1.14,均值为 1.01,表现为成熟特征;Pr/Ph 为 0.70~1.76,均值为 1.20;Pr/nC<sub>17</sub>和 Ph/nC<sub>18</sub> 值较高,分别为 0.50~0.85 和 0.51~0.92。

2) 三环萜烷十分丰富,且以 C<sub>23</sub> 为主峰,出现丰富的高碳数三环萜烷。

表 2 南盘江盆地泥盆系烃源岩有机质演化程度参数

Table 2 Organic matter thermal parameters of Devonian source rock in the Nanpanjiang Basin

| 地区    | 层位             | 岩性  | R <sub>o</sub> , % | R <sub>b</sub> , % | T <sub>max</sub> / °C | 包裹体均一温度/ °C        | 经历最高古地温/ °C |
|-------|----------------|-----|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------|
| 望谟桑郎  | D <sub>2</sub> | 泥岩  | 2.50~3.54          | 2.75~3.84          |                       |                    |             |
| 南丹大厂  | D <sub>2</sub> | 礁灰岩 |                    | 3.53~4.12          | 448~480               | 200~360<br>200~420 | 198~251     |
| 隆林含山  | D <sub>1</sub> | 灰岩  |                    | 4.40               |                       |                    |             |
| 秧 1 井 | D <sub>3</sub> | 灰岩  |                    | 2.99               | 446~453               |                    |             |
| 南丹罗富  | D              | 泥岩  | 2.75~4.23          |                    | 358~381               |                    |             |

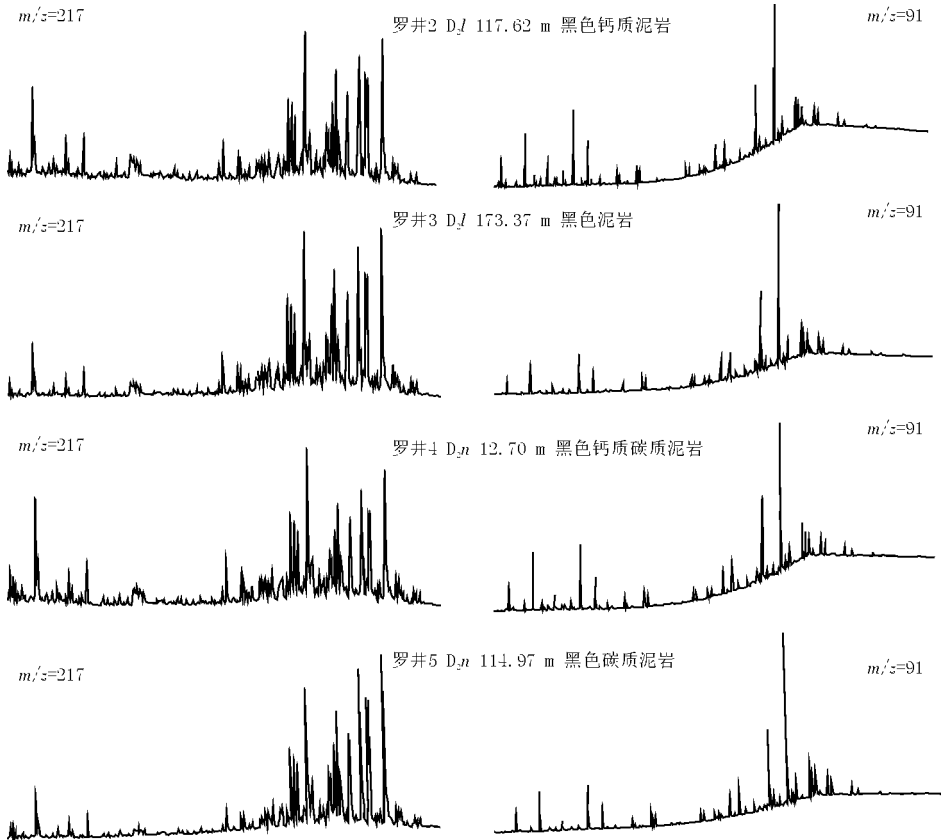


图 5 南盘江盆地泥盆系烃源岩甾萜烷分布特征

Fig.5 Distribution of steranes and terpanes of Devonian source rock in the Nanpanjiang Basin

3)  $C_{30}$  藿烷远高于  $C_{29}$  藿烷,较高含量的  $C_{29}$  Ts 和 17- $\alpha$  重排藿烷,以及较低含量的  $C_{34}$ 、 $C_{35}$  藿烷,反映中下泥盆统烃源岩具有泥质岩性特征。

4)  $C_{29}$  甾烷 20S/ (20S + 20R) 及  $C_{29}$  甾烷  $\beta/\beta + \alpha\alpha$  反映其成熟度大致为 0.8 %~0.9 %,基本上处于生油高峰阶段,这和源岩的实际成熟度矛盾很大。

5) 规则甾烷以  $C_{29}$  为主,  $C_{28}$  也比较丰富,呈偏“V”字型或反“L”型分布,反映了海相古生界烃源岩的甾烷分布特征<sup>[30]</sup>。

至于生标特征所反映的成熟度矛盾,根据以往研究塔里木盆地过成熟烃源岩的经验,出现这种现象并不奇怪。中下泥盆统烃源岩  $R_o$  大于或远大于 3.0 %,源岩中的沥青“A”由于热裂解而不复存在,此时分析到的沥青“A”实际是泥岩中的封闭体系“包裹体”中的液体。

### 5 结论

1) 南盘江盆地纵向自泥盆系到三叠系均有烃源岩发育,其中泥盆系以中统盆地相沉积的黑色泥质岩类发育最好、厚度巨大,是南盘江盆地最主要的烃源岩。石炭系、二叠系和中下三叠统为次要烃

源岩。

2) 南盘江盆地中下泥盆统烃源岩以泥质岩类为主,有机质丰度高,6 口浅井的 120 个样品的有机碳含量为 0.37 %~3.63 %,平均值为 1.65 %;该套烃源岩为腐泥型有机质,热演化已处于过成熟阶段。

3) 中下泥盆统烃源岩的生标分布总体上反映了古生界海相烃源岩特征;由于其成熟度较高,故低碳数的孕甾烷和三环萜烷系列含量很高,且总体生标特征具有很强的趋同性。

参考文献:

1 Hunt J M. Petroleum geochemistry and geology[M]. New York: Freeman, 1979

2 Bissada K K. Geochemical constraints on petroleum generation and migration - a review [A]. In: ASCOPE, ed. The 2nd ASEAN council on petroleum conference and exhibition [C], The 2nd ASEAN council on petroleum conference and exhibition, Manila, 1981. Singapore: Singapore Office, Edit-Ads Consultants, 1981. 69~87

3 Bjolkke K. Sedimentology and petroleum geology[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 363

4 Peters K E, Cassa M R. Applied source rock geochemistry [A]. In: Magoon L B, Dow W G, eds. The petroleum system:

from source to trap[M]. Tulsa: AAPG, 1994. 93~117

5 张水昌, 梁狄刚, 张大江. 关于古生界烃源岩有机质丰度的评价标准[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(2): 8~12

6 梁狄刚, 张水昌, 张宝民等. 从塔里木盆地看中国海相生油问题[J]. 地学前缘, 2000, 7(4): 534~547

7 夏新宇, 戴金星. 碳酸盐岩生烃指标及生烃量评价的新认识[J]. 石油学报, 2000, 21(4): 36~41

8 程克明, 王兆云. 高成熟和过成熟海相碳酸盐岩生烃条件评价方法研究[J]. 中国科学(D 辑), 1996, 26(6): 537~543

9 秦建中. 关于碳酸盐烃源岩评价标准[J]. 石油实验地质, 2004, 26(3): 281~286

10 钟宁宁, 卢双舫, 黄志龙等. 烃源岩生烃演化过程 TOC 值的演变及其控制因素[J]. 中国科学(D 辑), 2004, 34(增刊): 120~126

11 薛海涛, 卢双舫, 钟宁宁. 碳酸盐岩气源岩有机质丰度下限研究[J]. 中国科学(D 辑), 2004, 34(增刊): 127~133

12 张水昌, 张宝民, 边立曾等. 中国海相烃源岩发育控制因素[J]. 地学前缘, 2005, 12(3): 39~48

13 秦建华, 吴应林, 颜仰基等. 南盘江盆地海西—印支期沉积构造演化[J]. 地质学报, 1996, 70(2): 99~107

14 周明辉. 南盘江坳陷油气系统研究[J]. 云南地质, 1999, 18(3): 248~265

15 刘特民, 刘炳温, 陈国栋等. 南盘江盆地构造演化与油气保存区划分[J]. 天然气工业, 2001, 21(1): 18~23

16 孙肇才. 中国南方古、中生界海相油气勘探研究[M]. 北京: 科学出版社, 1993

17 杨惠民, 刘炳温, 邓宗淮等. 滇黔桂海相碳酸盐岩地区最佳油气保存单元的评价与选择[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1999. 98~125

18 周明辉. 滇黔桂海相油气成藏条件及勘探潜力分析[J]. 石油实验地质, 2005, 27(4): 333~337

19 腾格尔, 刘文汇, 徐永昌等. 缺氧环境及地球化学判识标志的探讨——以鄂尔多斯盆地为例[J]. 沉积学报, 2004, 22(2): 365~372

20 鲍志东, 陈践发, 张水昌等. 北华北中上元古界烃源岩发育环境及其控制因素[J]. 中国科学(D 辑), 2004, 34(增刊): 114~119

21 梅冥相, 马永生, 戴少武等. 南盘江盆地晚古生代盆地充填序列特征及生储盖组合划分[J]. 现代地质, 2001, 15(1): 74~82

22 彭 军, 陈洪德, 田景春等. 川滇黔桂地区石炭系层序地层研究[J]. 沉积学报, 2000, 18(2): 190~197

23 赖生华, 陈洪德. 南盘江坳陷石炭系层序地层格架及古地理环境[J]. 云南地质, 2004, 23(2): 233~240

24 赖生华, 陈洪德, 余 谦. 南盘江坳陷二叠系层序地层格架及古地理环境[J]. 沉积与特提斯地质, 2004, 24(3): 80~89

25 沈安江, 陈子斗. 南盘江地区二叠纪生物礁成因类型及潜伏礁预测[J]. 石油勘探与开发, 2001, 28(3): 29~32

26 章正军, 丁 俊, 赵 珉. 南盘江盆地三叠纪沉积构造演化[J]. 云南地质, 2000, 19(2): 171~178

27 吴浩若. 晚古生代—三叠纪南盘江海的构造古地理问题[J]. 古地理论, 2003, 5(1): 63~76

28 梅冥相, 高金汉, 孟庆芬等. 南盘江盆地早—中三叠世层序地层格架及相对海平面变化研究[J]. 现代地质, 2002, 16(2): 137~146

29 梁狄刚, 陈建平. 中国南方高、过成熟区海相油源对比问题[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(2): 8~14

30 Peters K E, Moldowan J M. The biomarker guide: interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments[M]. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1993

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MAIN SOURCE  
ROCKS IN THE NANPANJIANG BASIN

Zhao Mengjun<sup>1</sup>, Zhao Ling<sup>2</sup>, Zhang Shuichang<sup>1</sup>, Liu Peichu<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CN PC, Beijing 100083, China;  
2. Guizhou Institute, Southern Branch of Petroleum Exploration and  
Production, SINOPEC, Guiyang, Guizhou 550000, China)

**Abstract :** Based on the study of depositional environment , black argiloid of the Middle and Lower Devonian is the most important source rock , and the source rocks of Carboniferous , Permian and Middle and Lower Triassic are accessory in the Nanpanjiang Basin. 120 samples from 6 shallow wells indicate that , source rocks of the Middle and Lower Devonian have a total carbon content varying from 0. 37 % to 3. 63 % with an average of 1. 65 %. They are sapropelic and over-mature in thermal evolution. Biomarkers of source rock reflect the marine source features of Paleozoic with higher content of lower carbon number compounds such as pregnanes and tricyclic terpanes in almost all samples because of the very high source maturation.

**Key words :** source development ; source evaluation ; biomarker features ; the Nanpanjiang Basin