

文章编号: 1001-6112(2008)05-0478-06

# 川西北地区海相油气成藏物质基础

——优质烃源岩

腾格尔, 秦建中, 付小东, 李武, 饶丹, 张美珍

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

**摘要:** 川西海相油气勘探程度低, 油气成藏条件研究薄弱。通过区域地质、烃源岩形成环境、有机地化和有机岩石学等综合研究, 重点探讨了龙门山构造带北段海相优质烃源岩发育情况。龙门山北段海相油气成藏的烃源条件好, 主要有筇竹寺组、大隆组优质泥质烃源岩和栖霞组、茅口组优质碳酸盐岩烃源岩, 而泥盆系烃源岩分布有限, 奥陶纪—志留纪缺乏优质烃源岩形成条件。该区经历过大规模油气运移、聚集成藏和后期破坏过程, 分析这一过程对川西海相油气勘探具有借鉴意义。预测龙门山逆冲推覆构造带和川西坳陷深处具有良好的海相油气勘探前景。

**关键词:** 生烃潜力; 油气显示; 海相烃源岩; 大隆组; 古生界; 中生界; 龙门山北段; 川西北地区

中图分类号: TE122.11

文献标识码: A

## BASIC CONDITIONS OF MARINE HYDROCARBON ACCUMULATION IN NORTHWEST SICHUAN BASIN —HIGH QUALITY SOURCE ROCKS

Tenger, Qin Jianzhong, Fu Xiaodong, Li Wu, Rao Dan, Zhang Meizhen

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Exploration and Production Research Institute,  
SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

**Abstract:** The prospecting degree of oil and gas is low and basic research about conditions of hydrocarbon accumulation is weak. Based on comprehensive study of regional geology, conditions of hydrocarbon formation, organic geochemistry and petrology, the developmental conditions of marine hydrocarbon in the north sector of Longmenshan structural belt were discussed. There were fair source rocks for hydrocarbon generation, mainly including muddy source rocks of Qiongzhusi and Dalong Formations and carbonate source rocks of Qixia and Maokou Formations. But the Devonian source rocks were limited in terms of their distribution. There was no qualified source rocks in the Ordovician—Silurian. It underwent large scale of hydrocarbon migration, accumulation and late destruction in the Longmenshan belt. Analysis of this process may be helpful for marine petroleum exploration. Based on geological data, it was predicted that there were favorable target zones with better exploration prospects in the thrust-nappe tectonic belt and deepest depression of the northwest Sichuan Basin.

**Key words:** hydrocarbon potential; oil gas show; marine source rocks; Dalong Formation; Paleozoic; Mesozoic; the north section of Longmenshan belt; the northwest Sichuan Basin

龙门山逆冲推覆带及川西坳陷隐藏着勘探潜力巨大的海、陆相油气聚集带, 20 世纪 50 年代以来该区三叠—侏罗系海陆过渡相、陆相层系一直是四川盆地油气勘探重点之一, 而海相层系因埋藏深、地质条件复杂等原因油气勘探程度低, 成藏条

件研究薄弱<sup>[1~7]</sup>。在龙门山前山构造带北段广元地区地表和钻井中, 中—古生界油气显示丰富, 下古生界又有大量沥青脉<sup>[8~13]</sup>, 展示该区海相层系具有良好的勘探前景。前人对该区油气来源已有研究, 但认识上尚存分歧<sup>[4,6,10~13]</sup>。本文基于区域

收稿日期: 2008-01-18; 修订日期: 2008-08-18。

作者简介: 腾格尔(1967—), 男, 高级工程师, 主要从事地球化学及油气地质研究。E-mail: tenger67@sina.com。

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973 计划)项目(2005CB22102)和中国石化海相前瞻性项目(G0800-06-ZS-319)。

地质、烃源岩形成环境、有机地球化学和有机岩石学等综合研究,重点探讨了龙门山北段海相烃源岩地质、地球化学特征及生烃潜力,旨在查明川西坳陷海相优质烃源岩的发育程度。

## 1 海相烃源岩特征及形成环境

以广元上寺—磨刀垭地区(长江沟剖面)为中心,选取周围南江桥亭、旺苍正源、广元谭家沟、江油甘系、北川通口及绵竹清平等中、古生界典型剖面进行了野外观察和样品采集,其中长江沟剖面  $\epsilon_1$  至  $T_1$  岩样共采集 93 个(图 1)。在广元上寺—磨刀垭地区地表有矿山梁、碾子坝(田坝)等长轴背斜,地震剖面显示其为漂浮在二叠系、三叠系之上的飞来峰体<sup>[2]</sup>,核部出露为下寒武统,向上见有中奥陶统、中一下志留统、泥盆系、石炭系、二叠系、中一下三叠统及侏罗系。

### 1.1 下古生界优质烃源岩

长江沟剖面下寒武统中、下部为灰色砂岩夹灰绿色页岩,未见底部黑色页岩段。向西南追索至绵竹清平剖面,  $\epsilon_1$  底部出露完整,见有黑色页岩、硅质岩和橘黄色含磷层,多呈纹层—薄层状,厚度达 50 余米。早寒武世筇竹寺初期,由于大规模海侵作用,四川盆地被淹没,当时广元—绵竹一带正处于川中隆起外围向北西倾斜的深水缓坡环境<sup>[14]</sup>,该带受南北两侧古陆及东侧川中水下隆起的阻隔而形成了半封闭式深水、低能、还原环境,加之上升洋流作用,接受了上述缺氧沉积组合,有利于有机质富集和烃源岩发育;而向上变为浅海—滨岸相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积,以氧化、动荡环境为主,不利于有机质聚集与保存。

本区黑色页岩相的形成机制与上扬子南、北缘

可能相似。也就是说,此套黑色页岩段在上扬子地区分布稳定,富含有机质,主要由低等菌藻类组成,缺少底栖生物,含有海绵骨针和放射虫等<sup>[14~17]</sup>。由此可以预测,在早寒武世初期,广元上寺—磨刀垭地区经历过与绵竹清平地区相似的沉积过程,此套黑色页岩段必将存在,今未被识别可能是因其深埋地腹等原因所致,如田 1 井已穿下寒武统 770 余米仍未见底。

研究区受加里东期古隆起影响<sup>[1,14]</sup>,可能缺失或者不适于川东广泛发育的富有机质的上奥陶统五峰组( $O_3\omega$ )和下志留统龙马溪组( $S_1ln$ )底部黑色笔石页岩相沉积,后者主要为浅海相黄绿色页岩、砂质页岩夹薄层细砂岩;二者至旺苍正源、南江桥亭才发育黑色笔石页岩相,出露厚度为数米至十几米。

### 1.2 上古生界优质烃源岩

二叠纪是中上扬子地区区域性海相优质烃源岩的主要发育时期。总体上,早二叠世是早寒武世之后又一个大规模的海侵期,区内接受了栖霞组( $P_1q$ )和茅口组( $P_1m$ )碳酸盐岩沉积。在龙门山构造带及盆地内,  $P_1q$  和  $P_1m$  主要为深灰色绿藻、介形虫等生屑泥晶灰岩和泥质灰岩条带以及多含蕨、有孔虫等生物化石的灰色厚层生物灰岩,发育以碳酸盐岩为主的优质烃源岩<sup>[3,4,10]</sup>。然而,  $P_1q$  和  $P_1m$  烃源岩宏观分布上表现为较强的非均质性:1)纵向差异大,同一组(如  $P_1m$ )在同一剖面上呈深浅色带、薄厚相间分布,如在长江沟剖面上,  $P_1m$  下部以灰色厚层、块状灰岩为主,而中部以深灰色中厚层状为主夹薄层状,至上部以深灰色、灰黑色纹层—薄层为主间夹中厚层状灰岩、泥(质)灰岩,并自下而上灰岩中硅质成分和燧石条带逐渐增多,表明有利于有机质富集的地质环境变化频繁,总体由底向上水体加深,呈低能、还原环境变化趋势;2)横向变化快,同一层段在邻近地区具有不同岩性,如  $P_1q$  在长江沟多见薄层—中厚层状灰岩夹泥页岩,而绵竹剖面上以浅色厚层状、块状灰岩为主,少见泥页岩夹层。

晚二叠世早期在大范围内沉积了龙潭组( $P_2l$ )或者吴家坪组( $P_2\omega$ )。在晚二叠世长兴期/大隆期,海侵规模达到了最高潮,使龙门山前缘广元—旺苍地区处于台内深水凹陷,沉积了一个滞留海沉积体系,主要由富含有机质的灰黑色硅质岩及硅质灰岩夹黑色页岩组成,即大隆组( $P_2d$ );其向南延伸至江油—绵竹一带相变为浅水台地相的长兴组( $P_2ch$ )灰岩<sup>[3]</sup>。  $P_2d$  在长江沟剖面上出露完整,厚度约 40 m,下部主要为灰色灰岩夹泥页岩,中上部主要为富硅质、富泥质页岩相夹硅质泥灰岩(图 2)。

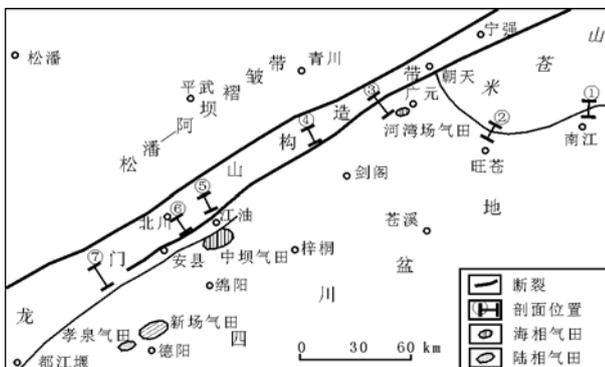


图 1 研究区区域构造及剖面位置

- ①南江桥亭;②旺苍正源;③广元谭家沟;④长江沟;  
⑤江油甘系;⑥北川通口;⑦绵竹清平

Fig. 1 Regional structure and section location of the study area

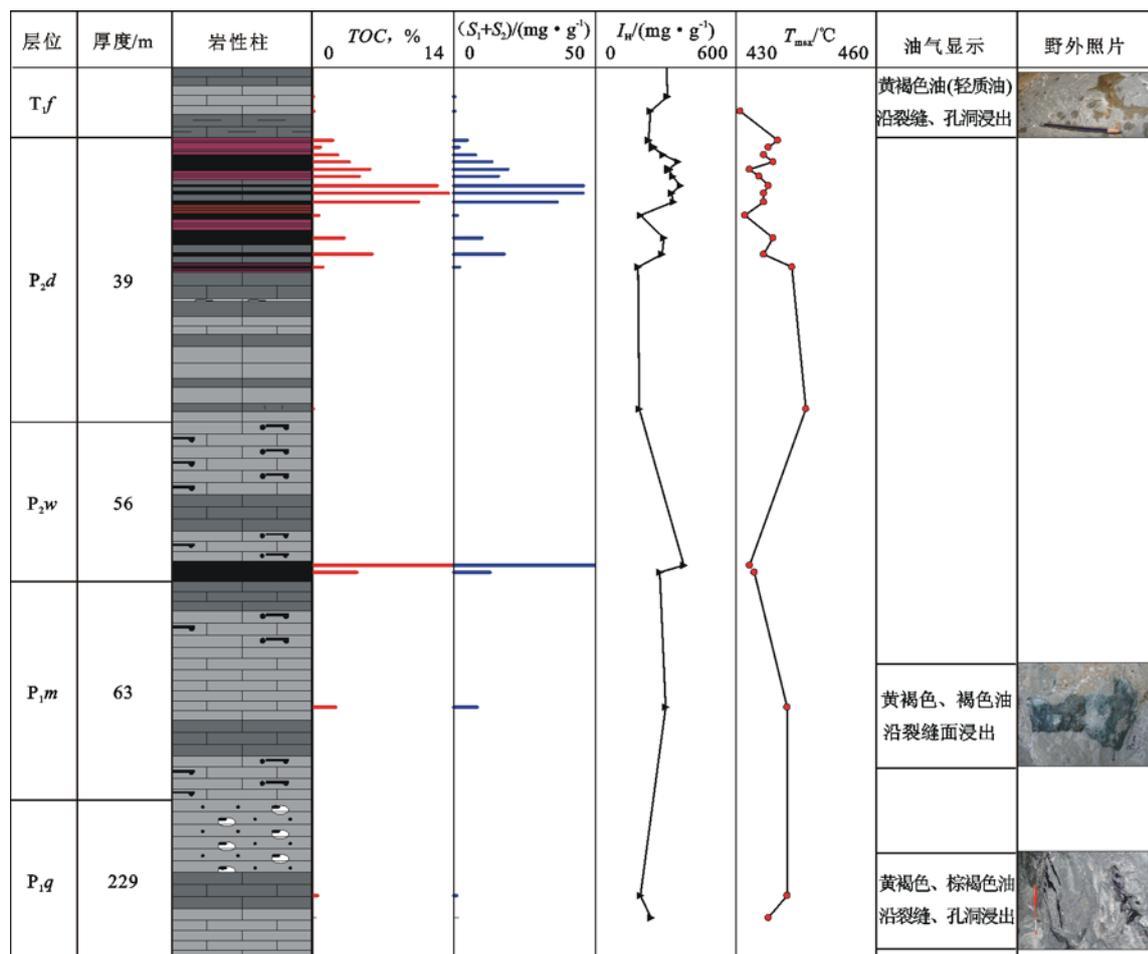


图2 川西北上寺—磨刀垭地区大龙组有机地化综合柱状图

Fig. 2 The complex histogram of organic geochemistry from Dalong Formation in Shangsi—Modaoya area, the northwest Sichuan Basin

前人有关四川盆地油气源研究中很少涉及大隆组。实际上,除了广元—旺苍地区外,该组向东延伸至通南巴地区,河坝1井见同样一套富含有机质的硅质页岩相,厚度约45 m,其中硅质、泥质岩类厚度达37 m。该组继续向东延伸至宣汉地区,开江—梁平海槽区飞仙关组一段(T<sub>1</sub>f<sup>1</sup>)底部高自然伽马、低电阻层段被认为是由含放射虫、腕足、有孔虫等晚二叠纪生物化石的硅质岩、硅质灰岩、硅质泥岩组成,应划为P<sub>2</sub>d<sup>[18]</sup>。笔者对盆地边缘露头剖面及河坝1井、川岳84井、普光5井和毛坝3井等三叠、二叠系之间的地层进行了地球化学对比分析,其与川岳84井上二叠统顶部及T<sub>1</sub>f<sup>1</sup>底部高自然伽马、低电阻层段(厚度约35 m)都是一套富有机质、富泥质和富黄铁矿层段(图3)。如果二者均归属于P<sub>2</sub>d,显然与广旺深水凹陷的P<sub>2</sub>d连接成片,西起矿山梁,经旺苍、龙4井、河坝1井、川岳84井至梁平一带,其分布长约350 km,宽度100 km以上,沿一个相对狭窄的NW—SE向长条凹陷

区展布,形成一个深水、低能、还原的滞留海,其厚度为10~45 m;向南、北两侧缓坡带逐渐变薄,并相变为长兴组台地边缘礁滩相,北缘与普光和河坝气田等、南缘与龙岗和元坝地区富含天然气和固体沥青的P<sub>2</sub>ch—T<sub>1</sub>f大中型生物礁、鲕粒滩相邻。因此,P<sub>2</sub>d对该地区油气聚集成藏究竟有无贡献、有多大贡献值得关注。

在上二叠统P<sub>2</sub>w/P<sub>2</sub>l及P<sub>2</sub>ch/P<sub>2</sub>d中,烃源岩的非均质性更为明显,频繁的同时异相演变就是最好例证。上二叠统的这种非均质性必然导致同一地区不同层段、不同地区同一层段上烃源岩发育程度的差异性及时空分布上的不稳定性,提高了烃源岩性质的复杂性及评价难度。这主要与中、上扬子地区二叠纪海平面和古地理环境多变有关,台内凹陷、斜坡和台地边缘等变化较快,使得沉积环境在纵、横向不稳定,造成有机质聚集和保存条件变化大,难以形成与下古生界类似的广泛稳定展布的烃源岩。台内凹陷和礁后潟湖是最有利于有机质聚

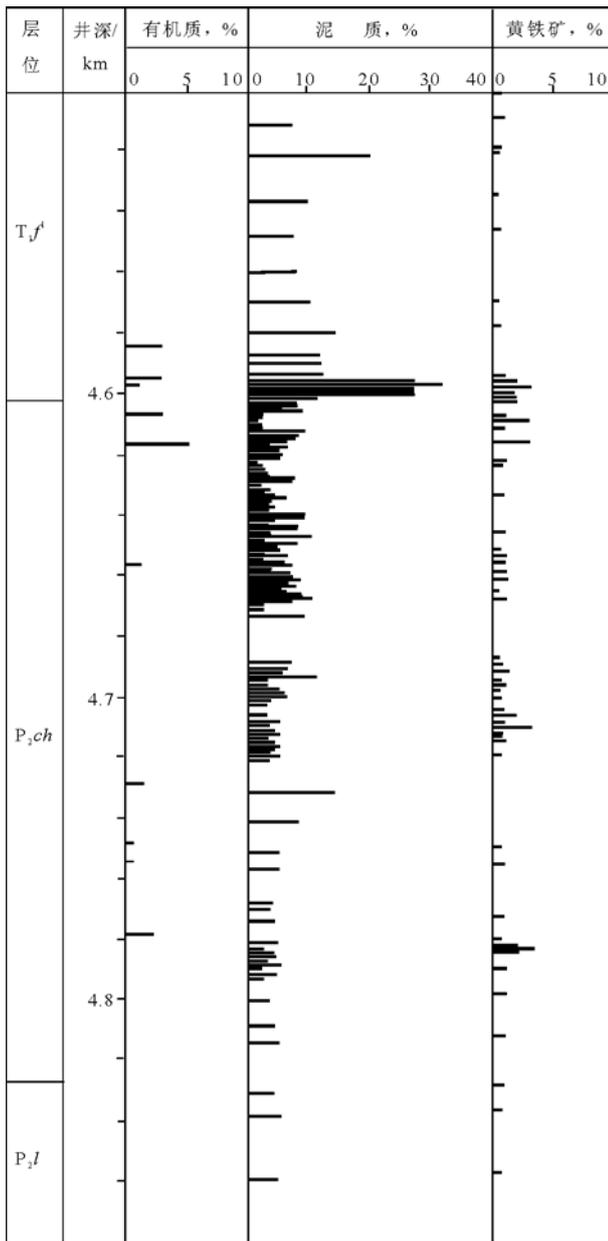


图 3 川东北地区川岳 84 井 P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> 的有机质及次要矿物组分含量

Fig. 3 Contents of the organic matters and accessory mineral components from P<sub>2</sub>-T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> in Well Chuanyue 84, the northeast Sichuan area

集和烃源岩发育的环境。

### 1.3 中生界优质烃源岩

有关中、下三叠统海相碳酸盐岩中是否发育优质烃源岩一直是个疑问。按照传统的烃源岩评价标准(TOC为0.1%~0.2%),中下三叠统中总有达标的烃源岩层段<sup>[3,10]</sup>,但依据近年来提出的标准(TOC为0.4%~0.5%),结合它们总体上以浅水、氧化环境下的浅色、厚层状、纯灰岩、贫有机质为主的沉积特点,也可以确认其为较差—非烃源

岩。近年来,笔者针对四川盆地周缘三叠系中多见有油气苗分布(如广元长江沟、万源白果乡等)之特点,对川东北城口、镇巴、宣汉—达县、诺水河和南江地区一直到川西旺苍、广元等地区的 T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> 浅海相、潟湖相等页岩—泥灰岩的生油条件进行了研究。在 P<sub>2</sub>d 发育地区,由 P<sub>2</sub>d 硅质灰岩相过渡为 T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> 灰岩相时,往往有一层数米厚的薄层状暗色泥灰岩、微晶灰岩夹页岩与其整合接触,再往上颜色变浅,呈中厚层状灰岩间薄层灰岩;而 P<sub>2</sub>d 相变为 P<sub>2</sub>ch 灰岩相时,向 T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> 直接过渡为浅色、紫色薄层—中厚层灰岩。这一特点在广元长江沟尤为明显,在采石场清楚见及 P<sub>2</sub>d 薄层状硅质灰岩过渡为 T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> 底部深灰色薄层状泥灰岩夹页岩,表现出沉积环境的渐变过程(图 2),并且后者被认为是海相优质烃源岩<sup>[11]</sup>。根据地表剖面这一特征与川东北部分钻井同一层位之间进行对比,应该与 T<sub>1</sub>f<sup>1</sup> 底部高自然伽马、低电阻率层段对应。例如川岳 84 井,该层段为一套数米厚的薄层状深灰色泥灰岩、微晶灰岩夹页岩,缺乏底栖生物化石,富含泥质和黄铁矿(图 3),指示深水低能还原环境,与广元、万源地区类似,表明该层段厚度不大(一般 10 m 左右)但分布广泛、稳定。

## 2 海相烃源岩地球化学特征及成烃潜力

### 2.1 寒武—泥盆系优质烃源岩

Є<sub>1</sub> 深灰色粉砂质页岩 TOC 普遍小于 0.50%,仅有个别样品达 0.50%~0.60%,平均为 0.13%,表明该区 Є<sub>1</sub> 地表出露层段中不发育烃源岩;而底部黑色页岩段主要出露于绵竹一带,TOC 为 0.40%~7.80%,平均达 2.30%(9 个样),干酪根碳同位素值(δ<sup>13</sup>C<sub>干酪根</sub>)为 -30.1%~-32.4%,平均为 -31.7%(6 个样),属于有机质丰度高、腐泥型(I—II<sub>1</sub>型)优质烃源岩。

志留系泥页岩 TOC 均小于 0.50%。泥盆系碳酸盐岩有机碳含量更低,TOC 普遍小于 0.30%,属于较差—非烃源岩;而中下泥盆统局部夹有泥页岩,尤其在江油甘系地区常见 0.5~3 m 厚的泥岩层,个别层段 TOC 较高,达 2%以上,但分布和规模有限。

### 2.2 二叠系优质烃源岩

本区 P<sub>1</sub>q 和 P<sub>1</sub>m 以碳酸盐岩为主间夹页岩或燧石条带,P<sub>1</sub>q 的 TOC 为 0.02%~2.86%,大于 0.3%者占 42%,P<sub>1</sub>m 的 TOC 为 0.08%~3.89%,

大于0.3%者可占67%;向南至北川通口一带二者灰岩 TOC 分别为 0.02%~3.40%, 0.01%~1.43%, 平均值为 0.40%~0.50%;  $\delta^{13}\text{C}_{\text{干酪根}}$  为 -27.3‰~-29.1‰, 平均值为 -28.5‰(4 个样), 属于腐泥型。这与前人研究结果一致, 下二叠统中发育好一极好的碳酸盐岩烃源岩<sup>[3,4,10]</sup>。从有机碳含量变化可以看出, 下二叠统烃源岩除了上述宏观分布特征以外, 微观上的非均质性也较强: 1) 泥页岩夹层有机质丰度普遍较高, 一般大于1%, 远高于灰岩层, 但累计厚度相对较小; 2) 有机显微组分中, 灰岩中碳沥青所占比例较大, 可达78%~90%, 腐泥组和藻类组分较少, 一般小于20%, 而泥页岩正好相反, 碳沥青多为9%~13%, 腐泥组和藻类组分可达40%~50%以上。成烃组分的不同可以造成生排过程的差异。

该地区也有吴家坪组底部王坡页岩, 主要为碳质页岩夹薄煤层, 向北至旺苍、南江、万源和城口一带均有不同程度的发育, 且有机碳含量普遍较高; 在长江沟碳质页岩 TOC 可达4.41%, 生烃潜力达12.99 mg/g, 氢指数为279 mg/g, 是生烃潜力较好的烃源岩层。但与川南龙潭组相比, 其厚度薄规模不大(一般小于5 m, 最厚不足10 m)。

针对大隆组的特殊性, 在长江沟剖面上按照不同岩性进行了系统采集。如图2所示, 大隆组中、上部硅质页岩相是高有机质丰度层段, TOC 为0.79%~13.52%, 平均达5.11%, TOC $\geq$ 2%者就占77%, 氯仿沥青“A”含量高达 $4\ 008.77 \times 10^{-6}$ ; 生烃潜力( $S_1 + S_2$ )为2.03~46.07 mg/g, 平均达17.21 mg/g, 其中 $S_2$ 为1.96~45.15 mg/g, 平均为16.54 mg/g,  $S_2/S_3$ 为0.79~13.52, 平均为5.11, 指示良好的生烃潜力; 氢指数为187~357 mg/g, 平均为312 mg/g,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{干酪根}}$ 为-26.1‰~-28.8‰, 平均为-27.5‰, 有机显微组分中腐泥组分含量普遍达60%以上, 分子化合物组成中 $\text{C}_{27}$ 甾烷占优势,  $\text{C}_{27} - \text{C}_{28} - \text{C}_{29}$ 甾烷呈“V”字型分布,  $\text{C}_{26} - \text{C}_{27} - \text{C}_{28}$ 三芳甾烷中也具有 $\text{C}_{26+27}$ 优势( $\text{C}_{26+27}/\text{C}_{28}=0.9$ ), 均反映出原始有机质输入以海相藻类为主, 干酪根属于腐泥型(II<sub>1</sub>型); 沥青反射率为0.69%, 热解峰温 $T_{\text{max}}$ 值为432~442℃, 平均为437℃,  $S_1/(S_1 + S_2)$ 为0.02~0.10, 平均为0.05, 尚处于成熟早期阶段;  $T_s/(T_s + T_m)$ 为0.2, 与其上覆飞仙关组油苗的 $T_s/(T_s + T_m)$ 值(0.3)相当, 而远小于川东北地区 $P_2ch$ 固体沥青的 $T_s/(T_s + T_m)$ 值(0.47~0.58), 也支持较低的成熟度。因此, 该地区 $P_2d$ 中、上部层段综合评价为

高生烃潜力的海相优质烃源岩。

大隆组烃源岩向东延伸至河坝1井, 其 TOC 为0.64%~4.62%, 平均为2.31%; 川岳84井中其有机质含量也达2%~6%; 在万源白果乡地区 TOC 最高达4.49%, 表明有机质丰度无论在盆地边缘还是盆地内部普遍较高。

### 2.3 三叠系海相优质烃源岩

在长江沟剖面上, 对 $T_1f^1$ 的中、上部厚层灰岩段采集了含有孔洞、裂缝原油和不含此类原油的岩样5个, TOC 为0.08%~0.20%, 说明下三叠统富有机质层段主要集中在底部薄层状深灰色泥灰岩段。研究表明<sup>[11]</sup>, 底部泥灰岩段 TOC 达1.94%,  $S_1 + S_2$ 为10.29 mg/g, H/C 原子比值为1.25,  $\delta^{13}\text{C}$ 为-27.1‰,  $R_o$ 为0.48%, 属有机质丰度高、类型好的低成熟烃源岩。在万源白果乡地区, 该段泥灰岩有机碳含量也达1.19%,  $S_1 + S_2$ 为2.28 mg/g, 且分子地球化学组分上与其上覆 $T_1f^2$ 灰岩裂缝原油之间具有可比性, 表明了其油气生成的有效性; 其与下伏厚5米左右的 $P_2d$ 黑色页岩构成一套十几米厚的优质烃源岩。

在川东北地区 $T_1f^1$ 底部也存在类似富有机质层段(图3), 川岳84井中其有机质含量可达2%以上, 与上二叠统顶部富含有机质层段形成近40 m厚的优质烃源岩。因此,  $T_1f^1$ 底部薄层状泥灰岩段, 作为大隆组连续沉积的产物, 沉积环境具有继承性, 二者经历了相似的沉积—构造和成烃演化过程, 可以视为同一套海相优质烃源岩。

## 3 油气显示

早在20世纪50—60年代就发现龙门山构造带北段矿山梁、碾子坝等背斜上产有大量的沥青脉, 据不完全统计有130余条<sup>[13]</sup>。根据野外露头和井下观察, 沥青脉主要产在寒武系, 多沿次一级断层、裂隙分布, 呈脉状、透镜状, 厚度为几厘米至数米, 长度为数米至数百米不等。不同矿井的沥青矿在宏观特征上有所不同, 可以分成两组: 一组是与镜煤或高碳质页岩相似, 表面光亮, 结构均匀、坚实, 可以点燃, 采出来的矿石多为碎屑(煤屑)状; 另一组是与成岩早期泥岩相似, 表面暗淡, 污手, 结构粗糙, 采出来的矿石都是块状。这些固体沥青经氯仿抽提, 可溶部分达97.4%, 沥青反射率为0.42%~0.51%, 尚处于低熟阶段。另外, 在天井山一带泥盆系石英砂岩中也富含固体沥青, 一般为2%~6%, 原始沥青储量可达 $9 \times 10^7$  t, 且其与寒武系脉沥青属于同期产物<sup>[4]</sup>。

该区中、古生界层位中油气苗也广泛显示。在泥盆系及其以上层位中,原油与固体沥青均有分布,而二叠系和三叠系主要见油苗。在沥青矿井、新打开的地表采石场,各层位多见有沿裂隙正在流出或者从晶洞浸出的原油,油味强烈,其中泥盆系和二叠系的原油多呈黑色、棕褐色,而三叠系沥青颜色相对较浅,多呈黄绿色、黄褐色,志留系砂岩中的油苗与三叠系相似。据碾子坝背斜田1井资料,在 $\epsilon_1$ 中油气显示丰富,在井深330~335.5 m,随循环流出大量原油,捞油30 L,伴有天然气;在井深149.78~163.73 m及208.05~208.38 m,还见沥青脉。另外,在河湾场构造的下三叠统、二叠系和奥陶系中已钻获工业气流<sup>[10]</sup>。

对于上述沥青和油气来源已有报道<sup>[4,6,10~13,19,20]</sup>,普遍认为二叠系和三叠系的油苗主要来自二叠系烃源岩,三叠系可能有自生自储的贡献;而对泥盆系—寒武系沥青和油苗来源具有不同的认识,有震旦—寒武系的来源<sup>[6,12,13,21]</sup>,也有二叠系和下三叠统的贡献<sup>[2,4,19]</sup>。显然,本区古油藏(包括众多沥青脉和广泛的油苗)其来源尚未明确。

#### 4 结论

龙门山构造带北段海相油气成藏的烃源条件好,优质烃源岩发育。二叠系中, $P_1q$ 和 $P_1m$ 发育优质碳酸盐岩烃源岩; $P_2d$ 为海相优质泥质烃源岩,可将 $T_1f$ 底部薄层状泥灰岩视为同一套海相优质烃源岩,此套烃源岩对 $P_2ch$ — $T_1f$ 天然气藏(普光、河坝气田和元坝气藏)的形成具有重要意义,在川西坳陷和镇巴探区海相油气勘探中也是值得关注的源岩层。 $\epsilon_1$ 底部黑色页岩是本地区另一套海相优质泥质烃源岩,其在绵竹一带发育良好,广元地区也有形成条件。奥陶纪—志留纪缺乏优质烃源岩发育条件。泥盆系烃源岩分布有限,不成规模。

本地区大量的沥青脉和油气苗表明,该区曾经有过大规模油气运移、聚集成藏和后期破坏过程,解剖这一过程对川西海相油气勘探具有借鉴意义。预测龙门山逆冲推覆构造带和川西坳陷深处具有良好的海相油气勘探前景。

#### 参考文献:

- 1 宋文海. 论龙门山北段推覆构造及其油气前景[J]. 天然气工业,1989,9(3):2~9
- 2 何军,于三公. 龙门山推覆体形成机制及其北段含油性[J]. 天然气工业,1989,9(3):16~21
- 3 王必君,包茨,李懋钧等. 中国石油地质志(卷十):四川油气区[M]. 北京:石油工业出版社,1989
- 4 王守德,郑冰,蔡立国. 中国南方古油藏与油气评价[J]. 海相油气地质,1997,2(1):44~50
- 5 陈洪德,庞林,倪新锋等. 中上扬子地区海相油气勘探前景[J]. 石油实验地质,2007,29(1):13~18
- 6 王兰生,韩克猷,谢邦华等. 龙门山推覆构造带北段油气田形成条件探讨[J]. 天然气工业,2005,25(增刊A):1~5
- 7 何鲤,刘莉萍,罗潇. 川西龙门山推覆构造特征及有利油气勘探区块预测[J]. 石油实验地质,2007,29(3):247~252
- 8 杨克明. 川西坳陷油气资源现状及勘探潜力[J]. 石油与天然气地质,2003,24(4):321~331
- 9 徐世琦,周建文,曾庆等. 龙门山北段隐伏断层前锋构造带与二叠系含油气远景[J]. 天然气勘探与开发,2004,27(3):7~10
- 10 蔡开平,王应蓉,杨跃明等. 川西北广旺地区二、三叠系烃源岩评价及气源初探[J]. 天然气工业,2003,23(2):10~14
- 11 谢增业,魏国齐,李剑等. 川西北地区发育飞仙关组优质烃源岩[J]. 天然气工业,2005,25(9):26~28
- 12 周文,邓虎成,丘东洲等. 川西北天井山构造泥盆系古油藏的发现及意义[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2007,34(4):413~417
- 13 黄第藩,王兰生. 川西北梁山地区沥青脉地球化学特征及其意义[J]. 石油学报,2008,29(1):23~28
- 14 刘宝珺,许效松. 中国南方岩相古地理图集(震旦纪—三叠纪)[M]. 北京:科学出版社,1994
- 15 马力,陈焕疆,甘克文等. 中国南方大地构造和海相油气地质[M]. 北京:地质出版社,2004.3~84
- 16 腾格尔,胡凯,高长林等. 上扬子东南缘下组合优质烃源岩发育及生烃潜力[J]. 石油实验地质,2006,28(4):359~365
- 17 腾格尔,胡凯,高长林等. 上扬子北缘下组合优质烃源岩分布及生烃潜力评价[J]. 天然气地球科学,2007,18(2):254~259
- 18 王一刚,文应初,洪海涛等. 四川盆地开江—梁平海槽内发现大隆组[J]. 天然气工业,2005,26(9):32~36
- 19 李艳霞,钟宁宁. 川东石炭系气藏中固体沥青形成机理探讨[J]. 石油实验地质,2007,29(4):402~404
- 20 刘光祥,王守德,潘文蕾等. 四川广元天井山古油藏剖析[J]. 海相油气地质,2003,8(1):103~107
- 21 戴鸿鸣,刘文龙,杨跃明等. 龙门山北段山前带侏罗系油砂成因研究[J]. 石油实验地质,2007,29(6):604~608

(编辑 李凤丽)