

文章编号: 1009-3850(2011)03-0071-07

藏北羌塘盆地羌资1井中侏罗统沥青脉 生物标志化合物分布特征及其意义

段开宾¹, 李忠雄^{2,3}, 汪正江³

(1. 安徽省地球物理地球化学勘查技术院, 安徽 合肥 230011; 2. 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074; 3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

摘要: 藏北羌塘盆地羌资1井中侏罗统沥青脉生物标志化合物含有丰富的正烷烃、类异戊二烯烷烃、萜类化合物和甾类化合物。正烷烃图谱形态以单峰形态占优势, 主碳峰以 nC_{16} 、 nC_{17} 为主, 次为 nC_{18} 、 nC_{20} 、 nC_{15} , 轻烃组分占有绝对优势, OEP 值介于 0.69~1.22 之间, 平均值为 0.96, 偶碳数优势不明显; Pr/Ph 值介于 0.35~0.78 之间, 平均值为 0.59, 具有明显的植烷优势。萜烷相对丰度表现为五环三萜烷 > 三环萜烷 > 四环萜烷, γ -蜡烷普遍存在, 但相对含量较低; 甾烷主要为规则甾烷, 少量孕甾烷, 规则甾烷 $\Sigma(C_{27} + C_{28}) > \Sigma C_{29}$, $\Sigma C_{27} / \Sigma C_{29}$ 介于 0.61~2.18 之间, 平均值为 1.06, 显示弱的 C_{27} 甾烷优势或弱的 C_{29} 甾烷优势。有机质母质构成中, 除有丰富的藻类等低等水生生物外, 可能还有陆生高等植物输入混合。成熟度参数和镜质体反射率均显示沥青脉中的有机质处于成熟-过成熟阶段。沥青脉形成环境为还原环境。另外, 除饱和烃和芳烃含量上有明显差别外, 中侏罗统夏里组砂泥岩中的沥青脉与布曲组碳酸盐岩中的沥青脉的生物标志化合物无明显区别。

关键词: 羌塘盆地; 石油地质钻探; 中侏罗统; 沥青脉; 生物标志化合物; 有机质成熟度

中图分类号: TE135+.6

文献标识码: A

1 前言

羌塘盆地位于青藏高原腹地, 面积约 $16 \times 10^4 \text{ km}^2$, 构造上位于著名的特提斯产油构造带东段中部。盆地南、北分别以班公湖-怒江缝合带和西金乌兰-金沙带缝合带为界, 东西边界缺失侏罗纪地层^[1-3]。根据航磁异常和 MT 基底埋深, 可以将羌塘盆地划分为 3 个次级构造单元, 即北羌塘拗陷带、中央隆起带和南羌塘凹陷带^[4] (图 1)。盆地内主要发育 3 套地层: 泥盆系-中三叠统海相碳酸盐岩、砂泥岩夹火山岩、硅质岩; 上三叠统-侏罗系滨海浅海/碳酸盐岩台地/三角洲相碳酸盐岩、碎屑岩夹膏盐组合; 白垩系-新近系陆相碎屑岩组合。目前, 中侏罗统、上侏罗统为盆地油气勘探主要目的层。中侏罗统自下而上由确莫错组(色洼组)、布曲组、夏里组碎屑岩、碳酸盐岩组成, 上侏罗统自下而上由索

瓦组、雪山组碳酸盐岩、碎屑岩组成^[5]。

羌资1井位于西藏双湖特别区龙尾湖复式背斜黑石河背斜上, 地理坐标 $N 33^\circ 50.625'$ 、 $E 88^\circ 14.261'$, 海拔 5021m; 羌资1井开孔层位是中侏罗统夏里组一段钙质泥岩、粉细砂岩, 终孔层位是中侏罗统布曲组生物碎屑灰岩, 终孔井深为 453m。

羌资1钻遇地层为中侏罗统夏里组一段和布曲组上部, 二者在垂向上呈渐变关系(图 2)。其中, 夏里组(井深 0~204m) 岩性以碎屑岩为主, 夹碳酸盐岩, 主要有钙质泥岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩、粉砂质细砂岩、纹层状粉细砂岩、生物碎屑灰岩、粉砂质泥灰岩、粉砂质生屑泥晶灰岩等, 沉积环境为潮坪; 布曲组(井深 > 204m) 岩性组合为纹层状泥晶灰岩、泥晶灰岩-微晶灰岩-生屑灰岩-粒屑(鲕粒、砂屑、生屑等) 灰岩-白云质灰岩, 沉积环境为碳酸盐岩台地。

收稿日期: 2010-11-20; 改回日期: 2011-08-23

基金项目: 国家油气专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”子课题“羌塘盆地石油地质资料浅钻施工及测试分析”

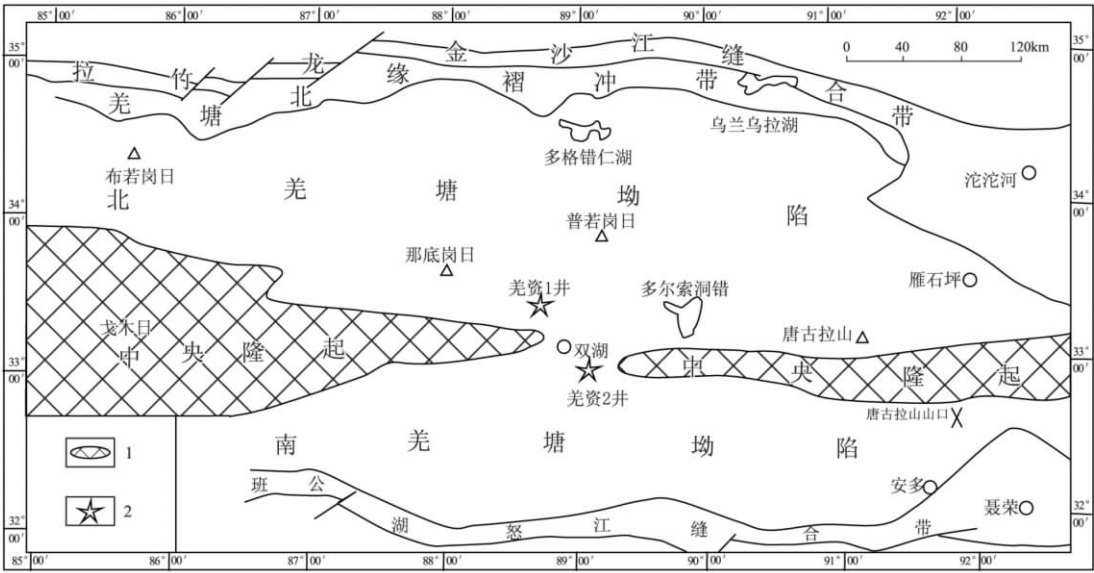


图 1 羌塘盆地区域构造及钻井位置
1. 隆起区; 2. 钻井位置

Fig. 1 Tectonic setting and well sites in the Qiangtang Basin
1 = central uplift; 2 = well site

夏里组泥岩、粉砂岩中发现少量黑色沥青，布曲组生屑泥微晶灰岩中发育大量黑色沥青脉。夏里组泥岩、粉砂岩中的黑色沥青薄膜多数沿层面产出，沥青较硬。布曲组生屑泥微晶灰岩中的沥青脉形态不一，宽窄不等，宽者 2~4cm，窄者仅 1~2mm，沥青脉的回次平均密度达 0.03~0.185 条/cm²；沥

青脉形态不规则，沿缝合线或压溶缝产出，沥青较软。沥青形成具有多期次特征，至少有两期，早期沥青可能形成于燕山期，而晚期沥青则可能形成于喜马拉雅期。

根据沥青脉产出的宏观特征判断，其应属于运移沥青^[8]。

表 1 羌资 1 井中侏罗统沥青脉有机地化数据

Table 1 Organic geochemical parameters for the Middle Jurassic bitumen veins in the Qiangzi-1 well in the Qiangtang Basin

序号	样品名称	层位	深度 (m)	C _{org} (%)	“ A ” (ppm)	族组成×10 ⁻²		饱/芳比	干酪根类型
						饱和烃	芳香烃		
1	含沥青灰岩、泥岩	夏里组	146.2	0.13	16	59.09	9.09	6.5	II ₁
2	含沥青砂泥岩		182.7	0.38	50	10.07	30.87	0.3	II ₂
3	纹层状沥青粉砂岩		190	0.33	28	48.81	22.62	2.2	II ₁
4	含沥青粉砂岩		203	1.83	101	10.58	52.90	0.2	II ₁
5	含沥青泥晶灰岩	布曲组	235.2	0.11	25	42.37	13.56	3.1	II ₁
6	沥青灰岩		252.2	0.11	15	20.41	26.53	0.8	II ₁
7	沥青灰色灰岩		266.1	0.22	42	27.37	22.11	1.2	II ₁
8	含沥青微晶灰岩		286.1	0.10	14	41.03	5.13	8.0	II ₁
9	沥青灰岩		287.5	2.36	19	20.34	10.17	2.0	II ₁
10	沥青灰黑色灰岩		316.8	0.17	41	39.02	7.32	5.3	II ₁
11	含沥青微晶灰岩		317.4	0.12	31	49.49	0.09	549.9	II ₁
12	沥青灰黑色灰岩		329.1	0.19	15	43.24	8.11	5.3	II ₁
13	沥青灰黑色灰岩		330.4	0.95	49	16.84	11.58	1.5	II ₁
14	沥青灰黑色灰岩		335.9	0.65	1084	37.93	12.07	3.1	II ₁
15	沥青微晶灰岩		337	0.52	41	38.39	29.46	1.3	II ₁
16	含沥青砂屑灰岩		373.7	0.52	25	41.03	21.79	1.9	II ₁
17	含沥青砂屑灰岩		387.6	0.61	31	37.35	26.51	1.4	II ₁
18	沥青砂质微晶灰岩		431.6	0.33	16	35.42	20.83	1.7	II ₁

我们从夏里组和布曲组砂泥岩、碳酸盐岩中选择了 18 件沥青脉(含有数量不等的围岩)样品到中石油西南油气田公司勘探开发研究院地质实验室进行了色-质联用(GC-MS)测试分析,以便探讨样品中生物标志化合物的来源、分布特征及地质意义。剖面特征、采样位置及基础地球化学数据见图 2、表 1。

2 生物标志化合物分布特征

GC-MS 分析结果表明,中侏罗统夏里组和布曲组 18 件沥青脉样品中均检出了丰富的正烷烃、类异戊二烯烃、萜类化合物和甾类化合物(图 3)。

2.1 正烷烃

从表 1 中可以发现,夏里组砂泥岩中的沥青脉饱和烃与芳香烃含量不稳定,饱和烃/芳香烃比值介于 0.2~6.5 之间,而布曲组碳酸盐岩中的沥青脉饱和烃含量明显高于芳香烃含量,并且具有较高的饱和烃/芳香烃比值,其比值介于 0.8~549.9 之间,除一个数据为 0.8(序号 6)外,其余数据均大于 1,表明有机质类型明显与低等水生生物

有关^[8]。系列剖面中的不同类型样品均检出具有相似分布特征的正烷烃系列,在 GC 图谱上具有以下特点:① 碳数分布比较完整,从 $nC_{13} \sim nC_{37}$ 均有分布,但含量不等;② 主碳峰分别为 nC_{16} 、 nC_{17} 、 nC_{18} 、 nC_{15} 、 nC_{20} ,其中又以 nC_{16} 、 nC_{17} 出现次数最多, nC_{20} 最少;③ 分布形态表现为以单峰形态为主,极少数具双峰形态;④ 具有较高的 $\Sigma C_{21}^- / \Sigma C_{22}^+$ 比值,比值变化范围为 0.89~9.02,均值为 3.97,除一件样品为 0.89(序号 14)外,其它样品均大于 1.0,说明轻烃组分占有绝对优势,有机质显然与低等水生生物的大量参与有关^[8]。

奇偶优势比 OEP 值基本上接近 1.0,介于 0.69~1.22 之间,平均值为 0.96,略具偶碳数优势。

2.2 类异戊二烯烃

所有的样品均检出丰富的类异戊二烯烃,其中最丰富、最重要的是姥鲛烷(Pr)和植烷(Ph),Pr/Ph 值介于 0.35~0.78 之间,平均值为 0.59,具有较为明显的植烷优势,剖面中 Pr/Ph 值的分布较为平整,波动起伏不大,未发现夏里组沥青脉的差别。

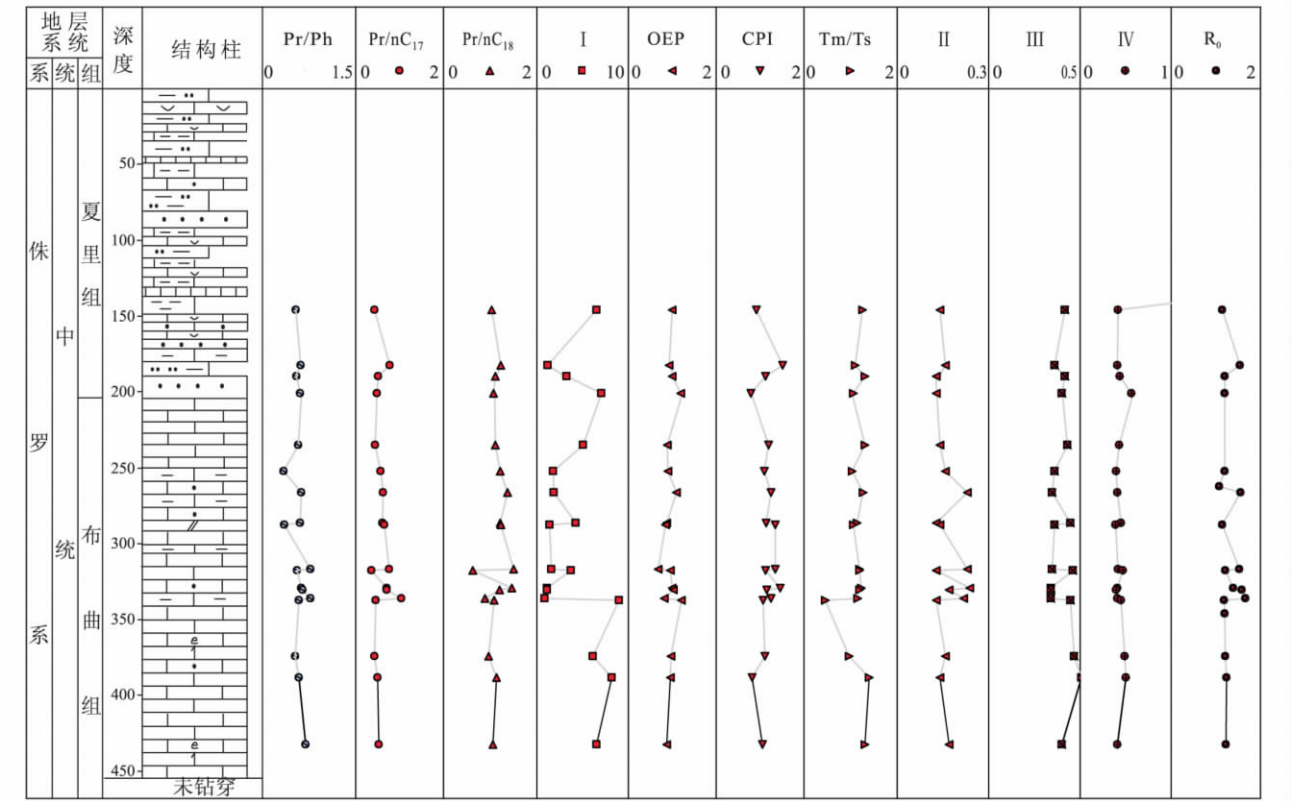


图 2 羌资 1 井中侏罗统沥青脉生物标志物综合柱状图

$$I = \Sigma nC_{21}^- / \Sigma nC_{22}^+, II = \gamma \text{ 蜡烷 } / C_{30} \text{ 藿烷 }, III = C_{29}ST\beta\beta / (\beta\beta + \alpha\alpha), IV = C_{29}ST20S / (20S + 20R)$$

Fig.2 Generalized column showing the distribution of the biomarkers from the Middle Jurassic bitumen veins in the Qiangzi-1 well in the Qiangtang Basin

$$I = \Sigma nC_{21}^- / \Sigma nC_{22}^+; II = \text{gammacerane} / C_{30} \text{ aromadendrane}; III = C_{29}ST\beta\beta / (\beta\beta + \alpha\alpha); IV = C_{29}ST20S / (20S + 20R)$$

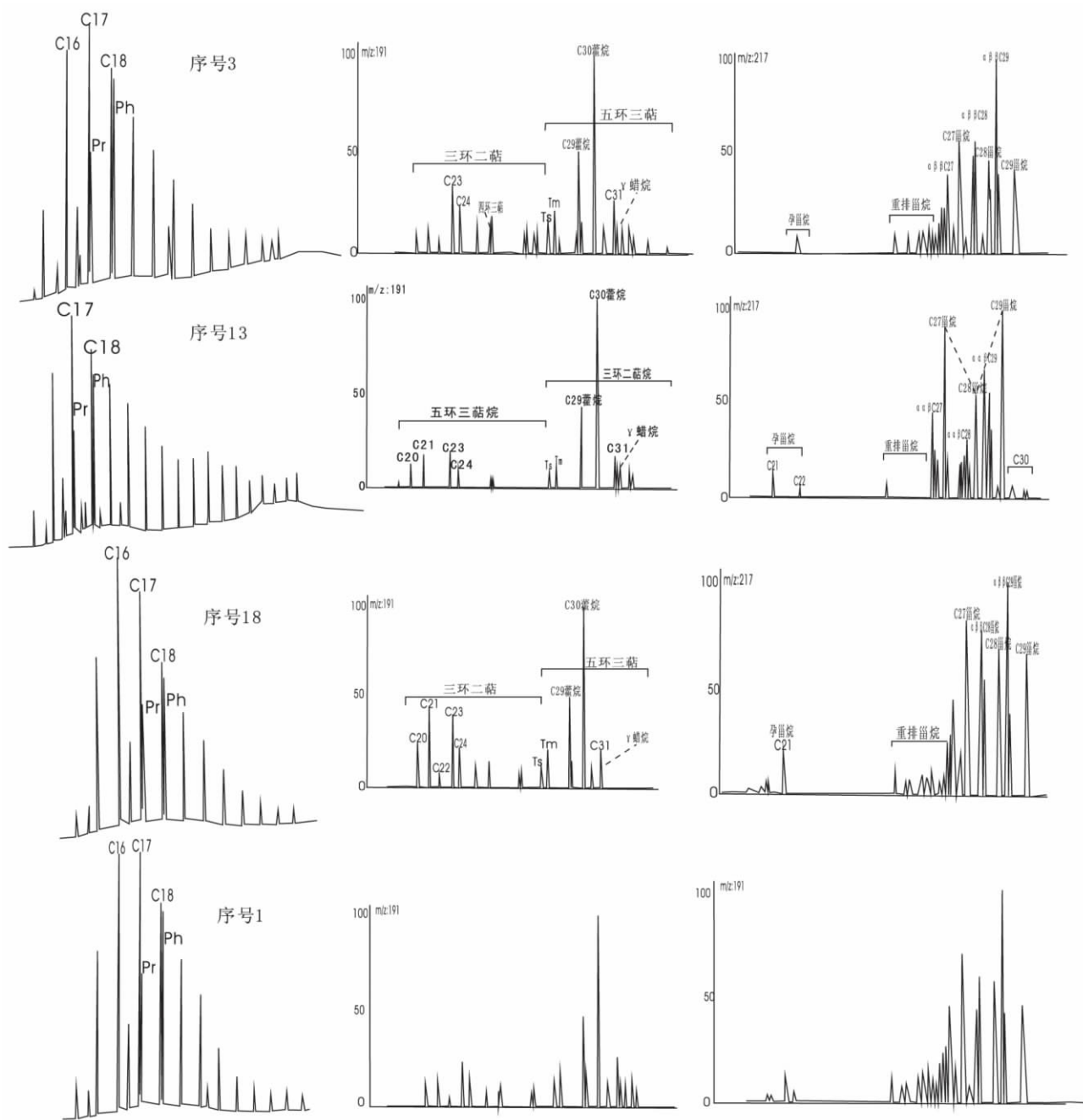


图3 羌资1井中侏罗统沥青脉饱和烃色谱和萜、甾烷质量色谱图($m/z191$, $m/z217$)

Fig. 3 Saturated hydrocarbon chromatograms, and terpane and sterane mass chromatograms for the Middle Jurassic bitumen veins in the Qiangzi-1 well in the Qiangtang Basin ($m/z191$, $m/z217$)

另外, Pr/nC_{17} 和 Ph/nC_{18} 分别为 0.37 ~ 1.05 和 0.63 ~ 1.51, 均值分别为 0.60 和 1.47, Pr/nC_{17} 和 Ph/nC_{18} 在剖面上具有非常相似的同步分布规律(图2), 说明两者之间有良好的正相关关系。

2.3 萜类化合物

所有的样品均检出丰富的五环三萜类化合物(藿烷系列)和三环萜烷以及少量的四环萜烷, 总体上看, 其相对丰度五环三萜烷 > 三环萜烷 > 四环萜

烷。五环三萜烷碳数分布范围 $C_{27} \sim C_{34}$, 均以 C_{30} 藿烷成分占优势; 三环萜烷碳数分布范围 $C_{19} \sim C_{30}$, 以 C_{23} 为主碳峰, 仅有一件样品的主碳峰为 C_{21} 。γ-蜡烷在样品中均有分布, 但数量较少, γ -蜡烷 / $\alpha\beta C_{30}$ hop 均小于 0.3, 介于 0.13 ~ 0.24 之间, 平均值为 0.16。未检出代表典型陆源输入的奥利烷和羽扇烷^[4]。未发现夏里组沥青脉与布曲组沥青脉之间有明显区别。

2.4 甾类化合物

所有沥青脉中检出的甾烷类化合物主要成分为规则甾烷($C_{27} \sim C_{29}$), 夏里组 1 件样品、布曲组 9 件样品检出少量孕甾烷($C_{21} \sim C_{22}$), 重排甾烷($C_{27} \sim C_{29}$) 量少未检出。13 件样品规则甾烷 $C_{27} \sim C_{28} \sim C_{29}$ 呈“V”字型分布, 其余样品规则甾烷 $C_{27} \sim C_{28} \sim C_{29}$ 则呈无规律分布; $\Sigma(C_{27} + C_{28}) > \Sigma C_{29}$, $\Sigma C_{27} / \Sigma C_{29}$ 介于 0.61 ~ 2.18 之间, 平均值为 1.06, $\Sigma C_{27} / \Sigma C_{29}$ 比值在剖面上呈无规律的波状分布, C_{27} 优势或 C_{29} 优势在剖面上呈间隔出现(样品数上以 C_{29} 占优势), 有机质具有以低等水生生物和藻类占优势的混合型母质来源特点^[1]。

地质体中的甾烷是在成岩过程中由藻类、浮游植物及高等植物的甾酸衍生而来。甾烷一旦形成, 不同碳数之间的甾烷不可能发生明显的相互转化, 因此, 甾烷是研究烃源岩母质类型的重要参数。一般来讲, C_{27} 甾烷通常来源于低等水生生物和藻类, 而 C_{29} 甾烷可以来源于藻类和陆源高等植物^[1]。由此可见, 羌资 1 井中侏罗统沥青脉的有机母质构成中, 既有丰富的低等水生生物, 可能还具有一定比例陆生高等植物输入混合的特点。

3 生物标志化合物与有机质成熟度之间的关系

在成岩作用和有机质演化过程中, 岩石中的甾烷、萜烷分子发生了“异构化反应”, 如甾烷的 $\alpha\alpha\alpha$ 型向 $\alpha\beta\beta$ 型转换、藿烷的 $\beta\beta$ 型向 $\beta\alpha$ 型和 $\alpha\beta$ 型转换, 侧链上 R 型向 $R + S$ 型的差向异构化等^[1]。因此, 这些不同构型化合物的相对丰度可作为判断有机质成熟度的参数, 常用的有 $C_{31}\alpha\beta 22S / (22S + 22R)$ 、甾烷的 $C_{29}\alpha\alpha\alpha 20S / (20S + 20R)$ 和 $C_{29}\alpha\beta\beta / (\alpha\beta\beta + \alpha\alpha\alpha)$ 等^[2]。

羌资 1 井中侏罗统沥青脉剖面中甾烷 $C_{29}\alpha\alpha\alpha 20S / (20S + 20R)$ 和 $C_{29}\alpha\beta\beta / (\alpha\beta\beta + \alpha\alpha\alpha)$ 分别介于 0.34 ~ 0.51 和 0.35 ~ 0.53 之间, 平均值分别为 0.44 和 0.40, 仅有极少数样品达到或接近热演化平衡值 0.55, 说明绝大多数样品有机质已达成熟阶段; 在剖面图上(图 2), 两者的分布特征也较为近似, 线条平稳且波动不大, 说明整个剖面具有一致或相似的热演化程度。上述特征与镜质体反射率 R_o 值反映的结果大致相同。

羌资 1 井中有 6 件侏罗统沥青脉样品的镜质体反射率 R_o 值大于 1.3, 介于 1.38 ~ 1.65 之间, 平均值 1.54, 有机质达过成熟阶段; 12 件小于 1.3, 介于

1.07 ~ 1.23 之间, 平均值 1.18, 有机质达成熟阶段; 在剖面图上(图 2), R_o 值的分布波动起伏较大, 反映了有机质热演化过程的差异。另外, 夏里组砂泥岩沥青脉与布曲组碳酸盐岩沥青脉一样, 也具有不同的两组 R_o 值。

4 生物标志化合物与形成环境的关系

地层中的姥鲛烷和植烷是植醇通过氧化作用形成, 而通过还原作用形成植烷^[1]。威尔特和威普尔斯(Welte and Waples) 也认为, 在高度还原的环境中, 由蜡水解形成的正脂肪酸和醇以及植烷酸和植醇的还原作用, 往往超过了这些有机物质的脱羧基作用, 因而就造成了植烷对姥鲛烷的优势, 而在还原条件较差或近于氧化环境中, 上述有机质以脱羧作用为主, 因而形成姥鲛烷相对植烷的优势^[3]。因此, Pr/Ph 值可以很好的反映成岩环境的氧化还原条件。羌资 1 井沥青脉剖面中 Pr/Ph 值介于 0.35 ~ 0.78 之间, 具有较为明显的植烷优势, 为还原环境; Pr/Ph 值在剖面中分布较为平稳、波动不大(图 2), 说明剖面上、下沥青脉形成于较为相似的环境中。

5 结论

(1) 羌资 1 井中侏罗统沥青脉中富含正烷烃、类异戊二烯烷烃、萜类化合物和甾类化合物。正烷烃具有低碳数优势, 轻烃组分占有绝对优势, OEP 值介于 0.69 ~ 1.22 之间, 平均值为 0.96; Pr/Ph 值介于 0.35 ~ 0.78 之间, 平均值为 0.59, 具有明显的植烷优势; 萜烷丰度顺序为五环三萜烷 > 三环萜烷 > 四环萜烷, γ -蜡烷普遍存在, 但相对含量较低; 甾烷主要为规则甾烷, 少数样品检出少量孕甾烷, 规则甾烷 $C_{27} \sim C_{28} \sim C_{29}$ 呈“V”字型或无规律分布, $\Sigma(C_{27} + C_{28}) > \Sigma C_{29}$, $\Sigma C_{27} / \Sigma C_{29}$ 介于 0.61 ~ 2.18 之间, 平均值 1.06, 显示弱的 C_{27} 甾烷优势或弱的 C_{29} 甾烷优势, 并在剖面上间隔出现。

(2) 生物标志化合物参数显示, 羌资 1 井中侏罗统沥青脉有机质母质构成中, 既有丰富的藻类等低等水生生物参与, 可能还有一定比例的陆生高等植物输入混合。

(3) 生物标志化合物成熟度参数和镜质体反射率均显示, 羌资 1 井中侏罗统沥青脉处于成熟-过成熟阶段, 且整个剖面具有相似的热演化程度。

(4) 生物标志化合物参数显示, 羌资 1 井中侏

罗统沥青脉总体形成于还原环境。

(5) 除饱和烃与芳烃含量上有明显差别外,夏里组砂泥岩沥青脉与布曲组碳酸盐岩沥青脉的生物标志化合物之间无明显区别。

致谢: 本文是国家油气专项“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”子课题“羌塘盆地石油地质资料浅钻施工及测试分析”的部分研究成果,是课题全体人员辛勤劳动的集体成果。课题在实施过程中自始至终都得到了“青藏高原油气资源战略选区调查与评价”总项目负责人丁俊研究员、王剑研究员及综合组副组长谭富文研究员的关心、指导和帮助;同时,“龙尾湖 1:5 万填图区块”项目组全体成员及西藏地勘局地热地质大队也为课题的顺利完成提供了有力支持。在此,谨向为本课题顺利实施给予帮助和支持的所有领导、同志和相关单位致以衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 王鸿祯. 试论西藏地质构造分区问题 [J]. 地球科学, 1983(1): 1-6.
- [2] 朱井全, 李永铁. 藏北羌塘盆地侏罗系白云岩类型、成因及油气储集特征 [J]. 古地学报, 2000, 2(4): 30-42.
- [3] 谭富文, 王剑, 王小龙, 等. 西藏羌塘盆地——中国油气资源战略选区的首选目标 [J]. 沉积与特提斯地质, 2002, 22(1): 16-21.
- [4] 赵政章, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原羌塘盆地石油地质 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 174-238.
- [5] 杨日红, 李才, 杨德明, 等. 西藏羌塘盆地中生代构造岩相演化及油气远景 [J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(3): 237-242.
- [6] 和钟铨, 李才, 杨德明, 等. 西藏羌塘盆地的构造沉积特征及演化 [J]. 长春科技大学学报, 2000, 30(4): 347-352.
- [7] 杜佰伟, 谭富文, 王剑, 等. 羌塘盆地最大规模沥青脉的发现及其意义 [J]. 沉积与特提斯地质, 2003, 23(1): 69-74.
- [8] 赵政章, 李永铁, 叶和飞, 等. 青藏高原海相烃源岩的油气生成 [M]. 北京: 科学出版社, 2000. 1-100.
- [9] 胡明毅, 龚文平, 文志刚, 等. 羌塘盆地三叠系、侏罗系石油地质特征和含油远景评价 [J]. 石油实验地质, 2000, 22(3): 245-249.
- [10] 林金辉, 尹海生, 李勇, 等. 藏北高原双湖地区中侏罗统海相油页岩生物标志化合物分布特征及其意义 [J]. 沉积学报, 2001, 19(2): 287-292.
- [11] PETERS K, MOLDOWAN J M. The Biomark guide: interpreting molecular fossils in petroleum and ancient sediments [M]. New Jersey: Prentice Hall, 1993.
- [12] MACKENZIE A S, BRASSELL S C, EGLINTON G, MAXWELL J R. Chemical fossils - the geological fate of steroids [J]. Science, 1982, 217: 491-504.
- [13] WELTE D M, WAPLES D. Über die bevorzugung geradzahlicher n-alkane in sediment-gesteinen [J]. Naturwissenschaften, 1973, 60: 516-517.
- [14] FU JIANGMO, SHENG GUOYING, PENG PINGAN, BRASSELL S C, EGLINTON G, JIANG JIGANG. Peculiarities of salt lake sediments as potential source rocks in China [J]. Organic Geochemistry, 1986, 10: 119-126.
- [15] FU JIANGMO, SHENG GUOYING, LIU DEHAN. Organic geochemical characteristics of major types of terrestrial petroleum source rocks in China [A]. Kelts K, Fleet A J, Talbot M. Lacustrine Source Rocks [C]. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1988: 491-504.

Origin, distribution and significance of the biomarkers from the Middle Jurassic bitumen veins in the Qiangtang Basin, northern Xizang

DUAN Kai-bin¹, LI Zhong-xiong^{2,3}, WANG Zheng-jiang³

(1. *Anhui Institute of Geophysical and Geochemical Exploration Techniques, Hefei 230011, Anhui, China*; 2. *Faculty of Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*; 3. *Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China*)

Abstract: The biomarkers from the Middle Jurassic bitumen veins in the Qiangzi-1 well in the Qiangtang Basin, northern Xizang are reported for the first time, including n-alkanes, isoprenoid hydrocarbons, terpanes and steranes. Chromatograms for saturated hydrocarbons, terpanes and steranes show that n-alkanes contain a relatively wide range of nC₁₆, nC₁₇, nC₁₈, nC₂₀ and nC₁₅. Examination of the relative abundance also shows an absolute dominance of light hydrocarbon compositions. OEP ratios range between 0.69 and 1.22, with an average of 0.96. Pr/Ph ratios vary from 0.35 to 0.78 with an average of 0.59, indicating an obvious dominance of phytanes. The relative abundances of terpanes display the tendency of pentacyclic triterpane > tricyclic terpane > quartcyclic terpane. Gammacerane is common, but has relatively low content. Steranes display the tendency of $\Sigma(C_{27} + C_{28}) > \Sigma C_{29}$, and $\Sigma C_{27} / \Sigma C_{29}$ ratios ranging between 0.61 and 2.18 with an average of 1.06. The maturity parameters and vitrinite reflectances also show that the organic matter in bitumen veins is now in the mature to overmature stages. The biomarkers in the bitumen veins from the Middle Jurassic Xiali Formation sandstone and mudstone are similar to those from the Buqu Formation carbonate rocks apart from different contents of saturated hydrocarbons and aromatic hydrocarbons.

Key words: Qiangtang Basin; petroleum drilling; Middle Jurassic; bitumen vein; biomarkers; organic matter maturity