

文章编号: 1001-6112(2009)06-0613-03

黔东南地区寒武系固体沥青的油源分析

王强, 张渠, 腾格尔, 张志荣, 秦建中

(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:黔东南地区三都—丹寨一带中上寒武统灰岩中广泛分布有固体沥青。文中运用碳同位素、饱和烃色谱、饱和烃质谱及芳烃质谱等技术,对这些固体沥青进行有机地球化学研究和油源对比分析。研究表明,黔东南地区寒武系固体沥青主要来源于下寒武统扎拉沟组的黑色页岩。

关键词: 固体沥青; 烃源岩; 油源分析; 寒武系; 黔东南

中图分类号: TE122.11

文献标识码: A

OIL—SOURCE ANALYSIS OF CAMBRIAN SOLID BITUMEN IN THE SOUTHEASTERN GUIZHOU PROVINCE

Wang Qiang, Zhang Qu, Tenger, Zhang Zhirong, Qin Jianzhong

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

Abstract: Solid bitumen is widely distributed in the Middle—Upper Cambrian limestones, the Sandu—Danzhai region of southeastern Guizhou Province. Analytical technologies including isotope, saturate hydrocarbon gas chromatogram, saturate and aromatic hydrocarbon GC—MS were applied to study the organic geochemistry and oil—source correlation of it. The results show that the Cambrian solid bitumen in this area is mainly generated from the blackshale of Low Cambrian Zhalagou Formation.

Key words: solid bitumen; hydrocarbon source rocks; oil—source analysis; Cambrian; southeastern Guizhou Province

在黔东南地区,古生界层位中发现油气显示以及固体沥青分布广泛,如以奥陶系灰岩和志留系砂岩为主要产层的麻江古油藏和凯里残余油气藏等^[1~6]。近年来,笔者在野外地质调查过程中,在三都扎拉沟剖面的中寒武统都柳江组(E_2d)灰岩裂缝中发现了一些固体沥青,这与丹寨汞金矿的固体沥青处在同一层位上,表明这些固体沥青的分布具有一定的规模,经历过一次油气聚集成藏过程,并遭受后期的构造破坏而成现今的固体沥青。前人对南方海相固体沥青的研究已有较多的报道^[7~13]。本文运用饱和烃质谱、芳烃质谱及有机碳同位素等技术,对这些固体沥青和可能的源岩进行有机地球化学研究和油源对比分析,旨在查明该地区寒武系固体沥青的来源,为黔中隆起及其周缘地区的古油藏研究及油气勘探潜力分析提供依据。

1 沥青的地球化学特征

1.1 沥青族组成与生物标志物特征

黔东南地区寒武系固体沥青的主要地球化学特

征如表1所示。扎拉沟 E_2d 和丹寨 E_2d 固体沥青的氯仿沥青“A”含量很低,均小于0.002%;饱和烃组成具有较完整的正构烷烃分布,主峰碳为 C_{16} ,呈“前峰型”分布特征(图1);Pr/Ph在1.04~1.07之间;芳烃组成以富含三环菲系列化合物和二苯并噻吩系列化合物为特征,含量变化分别在54.63%~56.32%和23.59%~32.91%之间(表1)。

扎拉沟 E_2d 和丹寨 E_2d 沥青的孕甾烷含量大于或等于规则甾烷和重排甾烷的含量,三环萜烷含量低于藿烷含量,三环萜烷以 C_{23} 为主峰, C_{21} , C_{23} 和 C_{24} 三环萜烷呈倒“V”字型(图2);藿烷系列中以 C_{30} 藿烷为主峰, C_{29} , C_{31} 藿烷的含量相对较高, $C_{29}H/C_{30}H$ 比值为0.41~0.63, $C_{31}H/C_{30}H$ 比值为0.39~0.41(图2)。寒武系固体沥青藿烷分布特点为伽马腊烷含量普遍较高,2G/ $C_{31}H$ 比值大于0.70,反映了母质的咸水沉积环境,水体分层明显。

1.2 碳同位素特征

扎拉沟 E_2d 沥青的碳同位素为-32.2‰,饱和烃、芳烃、非烃和沥青的组分碳同位素分别为-27.9‰,

收稿日期:2009-05-15;修订日期:2009-10-15。

作者简介:王强(1966—),男,工程师,主要从事有机地球化学研究和仪器研发工作。E-mail:wq@mail.wuxisuo.com。

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2005CB22102)。

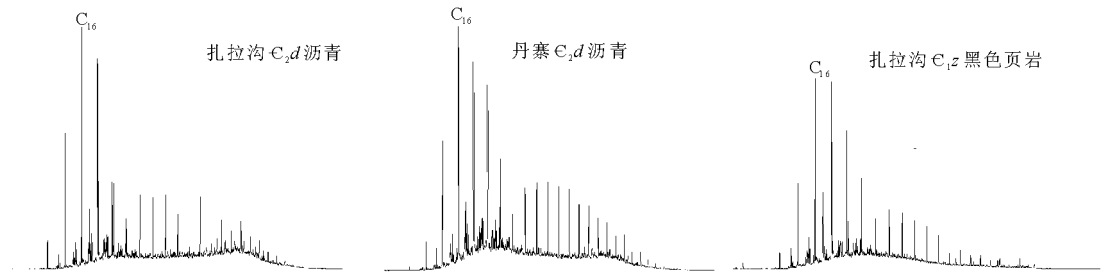


图 1 黔东南地区寒武系固体沥青/源岩饱和烃色谱图

Fig. 1 Saturated chromatogram of Cambrian solid bitumen and source rocks in southeastern Guizhou Province

表 1 黔东南麻江地区寒武系固体沥青与源岩的主要地球化学指标

Table 1 Principal geochemical parameters of Cambrian solid bitumen and source rocks in Majiang region, southeastern Guizhou Province

位置	层位	岩性	$R_b, \%$	$\delta^{13}C_{\text{干酪根}}, \%$	Pr/Ph	C_{28-29} 三环萜烷/ C_{29-30} 五环藿烷	菲系, %	二苯并噻吩类, %
扎拉沟	C_2d	沥青	3.30	-32.15	1.07	0.26	54.63	23.59
丹寨	C_2d	沥青	3.00	$\frac{-31.26 \sim -30.96}{-31.11(2)}$	$\frac{1.04 \sim 1.07}{1.05(2)}$	$\frac{0.21 \sim 0.41}{0.31(2)}$	56.32	32.91
扎拉沟	C_{1z}	黑色碳质页岩	3.24	$\frac{-32.36 \sim -30.74}{-31.44(3)}$	$\frac{0.91 \sim 1.03}{0.96(3)}$	$\frac{0.27 \sim 0.34}{0.31(3)}$	61.11	29.77
扎拉沟	C_2d	黑色碳质页岩	3.34	$\frac{-29.96 \sim -28.58}{-29.43(3)}$	$\frac{0.92 \sim 1.14}{1.03(3)}$	$\frac{0.25 \sim 0.36}{0.32(3)}$	$\frac{37.48 \sim 38.19}{37.73(3)}$	$\frac{2.96 \sim 3.78}{3.34(3)}$
丹寨	P_2w	黑色泥岩	0.99	-22.65	1.30	0.84	43.27	4.33
丹寨	P_2w	煤	1.00	-23.11	2.19	0.14	27.05	4.10

注:表中分式意义为 $\frac{\text{最小值} \sim \text{最大值}}{\text{平均值(样品数)}}$ 。

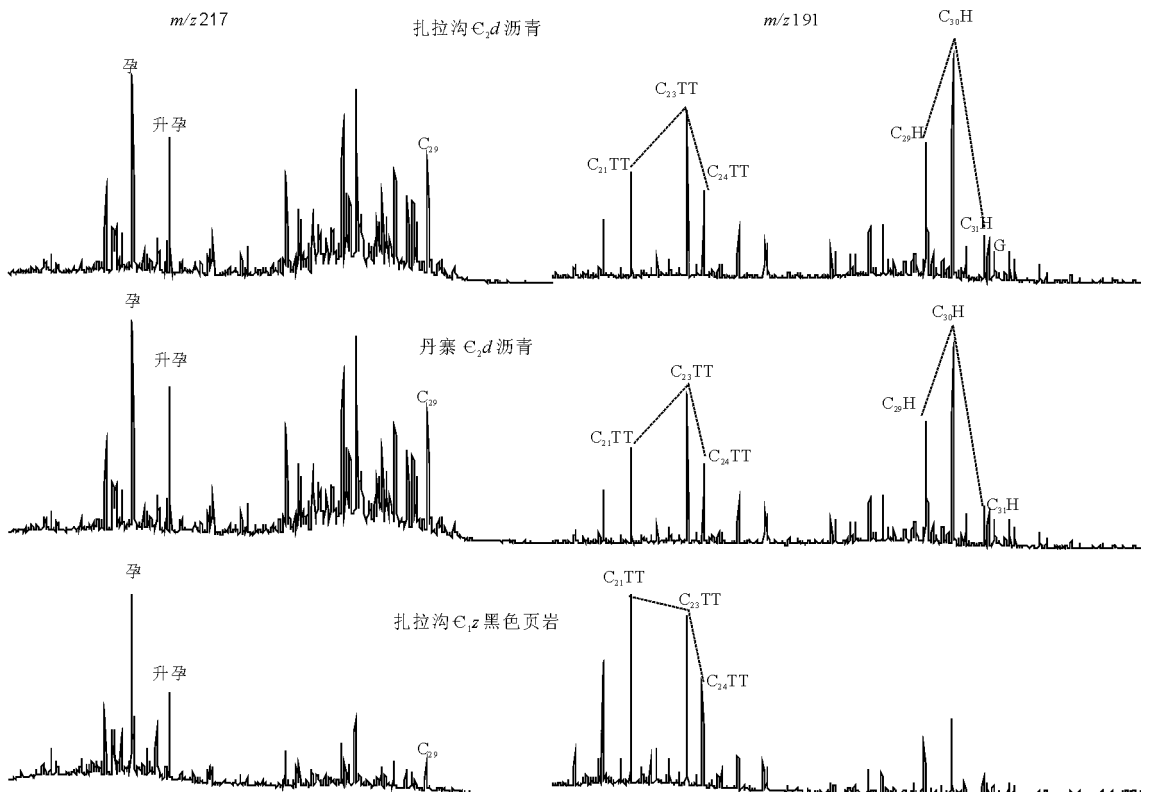


图 2 黔东南地区寒武系固体沥青/源岩饱和烃质量色谱图

Fig. 2 Mass chromatogram of Cambrian solid bitumen and source rocks in southeastern Guizhou Province

-28.6‰, -28.9‰和-28.3‰; 丹寨 ϵ_2d 沥青的碳同位素平均值为-31.1‰, 组分平均碳同位素分别为-28.0‰, -28.1‰, -28.3‰和-28.7‰; 两地的沥青抽提物的沥青“*A*”碳同位素也很接近, 分别为-28.4‰和-28.1‰, 它们的同位素类型曲线极为相似(图 3), 具有可比性, 二者应属同源。

2 沥青的油源对比

2.1 碳同位素特征对比

研究发现, 富含有机质的扎拉沟组(ϵ_1z)黑色页岩(有机碳含量为 0.95%~6.20%)的同位素类型曲线因演化程度高($R_0 > 3.2\%$)而成不规则状, 组分碳同位素明显重于扎拉沟 ϵ_2d 固体沥青和丹寨 ϵ_2d 固体沥青的组分碳同位素, 以芳烃碳同位素为最重和非烃碳同位素次之。说明随着演化程度的增加, 组分碳同位素变重, 源岩以芳烃的组分碳同位素最重。 ϵ_1z 黑色页岩中干酪根的同位素值为-30.7‰~-32.4‰, 平均为-31.4‰, 与扎拉沟 ϵ_2d 固体沥青和丹寨 ϵ_2d 固体沥青的碳同位素具有可比性(图 3), 符合原油—源岩的相关性; 而扎拉沟 ϵ_2d 的薄层黑色泥页岩的组分碳同位素虽然与 ϵ_1z 黑色页岩的组分碳同位素相似, 但干酪根碳同位素明显偏重, 为-28.6‰~-30.0‰, 平均-29.4‰, 相差 2‰, 说明沥青主要来源于扎拉沟组的优质烃源岩。

2.2 饱和烃色谱对比

从饱和烃色谱图(图 1)可以看到, 扎拉沟 ϵ_2d 沥青、丹寨 ϵ_2d 沥青具有可比性, 主峰碳为 C_{16} , Pr/Ph 值均为 1.07; 扎拉沟组黑色页岩的饱和烃色谱也具有完整的正构烷烃分布, 主峰碳为 C_{16} , Pr/Ph 值在 0.91~1.03 之间, 三者具有可比性(图 1)。

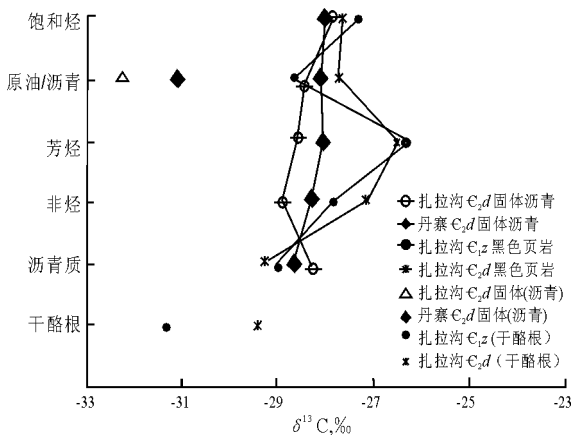


图 3 黔东南地区寒武系固体沥青/源岩碳同位素类型曲线
Fig. 3 Line chart of carbon isotope type of Cambrian solid bitumen and source rocks in southeastern Guizhou Province

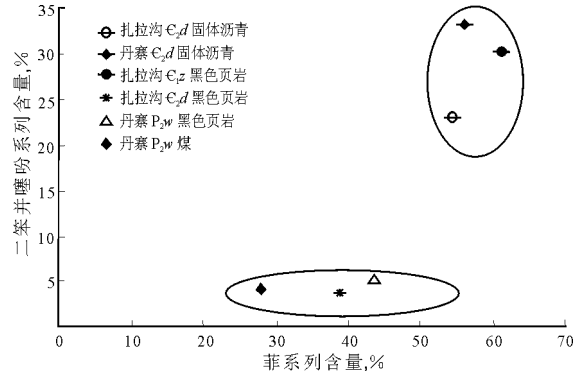


图 4 黔东南地区寒武系固体沥青/源岩碳同位素类型曲线
Fig. 3 Line chart of carbon isotope type of Cambrian solid bitumen and source rocks in southeastern Guizhou Province

2.3 生物标志化合物类比

扎拉沟组黑色页岩的孕甾烷含量高于规则甾烷和重排甾烷的含量, 三环萜烷含量也高于藿烷含量, 三环萜烷以 C_{21} 为主峰(图 2), 这与其演化程度高有关; $C_{29}H/C_{30}H$ 值为 0.46~0.58, $C_{31}H/C_{30}H$ 值为 0.33~0.35; 伽马蜡烷含量普遍较高, $2G/C_{31}H$ 值大于 0.70, 最高达 0.84, 指示咸化、水体分层环境, 与寒武系固体沥青的母质沉积环境相同。

2.4 芳烃族组成特征对比

从芳烃组成的三环菲系列化合物和二苯并噻吩系列化合物关系对比图(图 4)可以看出: 扎拉沟 ϵ_2d 和丹寨 ϵ_2d 固体沥青与扎拉沟 ϵ_1z 的黑色页岩具有相似分布特征, 以三环菲系列化合物和二苯并噻吩系列化合物含量高为特点, 暗示着它们之间的同源性。而扎拉沟 ϵ_2d 的薄层黑色泥页岩、上二叠统吴家坪组煤层及其夹层泥岩中这些芳烃组成含量则明显偏低(图 4)。

3 结论

- 黔东南地区扎拉沟 ϵ_2d 和丹寨 ϵ_2d 固体沥青具有相似的地球化学特征, 显示出同源性。
- 黔东南地区三都—丹寨一带分布有下寒武统扎拉沟组、中寒武统都柳江组的薄层黑色泥页岩、上二叠统吴家坪组煤层及其夹层泥岩等富有机质层段, 它们具有不同的地球化学特征。
- 黔东南地区三都—丹寨一带产于中寒武统碳酸盐岩层中的固体沥青主要来源于下寒武统扎拉沟组的优质烃源岩。

参考文献:

1 韩世庆, 王守德, 胡惟元. 黔东南麻江古油藏的发现及其意义[J]. 石油与天然气地质, 1982, 3(4): 316~327

境的严格控制。

3.2 构造运动对热演化程度的影响

与巴参 2 井、锡 1 井相比,该区多数剖面的热演化程度明显偏高^[7]。主要由于这些剖面正好位于祁连山活动带北缘,构造运动频繁,断裂发育,具有较高的大地热流值,致使有机质成熟度偏高。向北至西碱窝子及盆地腹部,由于该活动带影响减弱,热流值有所下降,有机质成熟度随之降低。南部下河沿剖面成熟度偏低的原因,可能在于断裂分割,使其处于长期隆升部位,并未遭到强烈的构造挤压。

4 烃源岩评价

根据烃源岩厚度、有机质丰度、类型、成熟度、油源分析,结合沉积相带展布特征,综合分析认为:中下石炭统是石炭系最有利的生油岩系;最有利生油区是乌达—巴参 2 井—锡 1 井—查汗布勒格以北的呈北东向展布的滨浅海三角洲及近岸浅海环境沉积区;较有利生油区是东西向展布的下河沿—大柳树—营盘水和红水堡一带;较差生油区是西碱窝子—青羊山及前黑山一带(图 3)。

5 结论

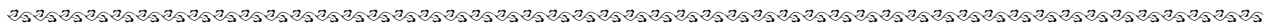
巴彦浩特盆地发育暗色泥岩、灰岩 2 种源岩,分布于中、下石炭统臭牛沟组、靖远组和羊虎沟组。暗色泥岩有机质丰度中等—好,以腐泥—腐殖型和腐殖型为主,普遍进入成熟—高成熟阶段,是好的烃源岩。碳酸盐岩有机质丰度较低,具有一定的生

烃能力,但厚度较小、分布局限,生烃潜力不大。沉积环境和构造运动对有机质丰度和热演化程度影响较大。巴彦浩特盆地有利生油区分布于乌达—巴参 2 井—锡 1 井—查汗布勒格以北的呈北东向展布的滨浅海三角洲及近岸浅海环境沉积区。

参考文献:

- 1 刘绍平,刘学锋. 巴彦浩特盆地的构造类型[J]. 西南石油学院学报,2002,24(3):24~27
- 2 熊保贤,陈文学,陈文礼等. 巴彦浩特原型盆地形成与演化[J]. 石油实验地质,2001,23(1):19~22
- 3 张明洁,杨 品. 准噶尔盆地石炭系(油)气藏特征及成藏条件分析[J]. 新疆石油学院学报,2000,12(6): 8~13
- 4 张朝军,石 昕,吴晓智等. 准噶尔盆地石炭系油气富集条件及有利勘探领域预测[J]. 中国石油勘探,2005,10(1):11~16
- 5 卫平生,李天顺,李安春等. 巴彦浩特盆地石炭系沉积相及沉积演化[J]. 沉积学报,2005,23(2):240~246
- 6 曹代勇,刘善印,张守仁等. 河西走廊—巴彦浩特盆地石炭系含油气远景评价[J]. 西北地质,2003,36(1):62~69
- 7 熊保贤,孙自明,肖 波等. 巴彦浩特盆地石炭系含油气系统及有利区带分析[J]. 现代地质,2000,14(4):429~434
- 8 王寿清. 对巴彦浩特盆地油气勘探的意见[J]. 河南石油,2000,(6):1~7
- 9 宋桂桥,马玉春,刘传川等. 巴彦浩特盆地构样式分析及其意义[J]. 河南石油,1999,(4):8~14
- 10 孙东胜,白玉宝,蔚远江. 祁连—走廊—贺兰拗陷区石炭系油气勘探有利区块选择[J]. 石油与天然气地质,2000,21(1):84~87
- 11 刘学锋. 巴彦浩特盆地构造特征及含油气远景初步评价[J]. 西南石油学院学报,1994,16(4):18~27
- 12 张世晖,刘天佑,顾汉明等. 巴彦浩特盆地火成岩的综合地球物理解释[J]. 物探与化探,2003,27(5):383~386

(编辑 韩 或)



(上接第 615 页)

- 2 马 力,陈焕疆,甘克文等. 中国南方大地构造和海相油气地质[J]. 北京:地质出版社,2004. 502~567
- 3 赵志东. 贵州及滇东地区下古生界油气资源评价[J]. 贵州地质,1984,1(1):79~88
- 4 梅冥相. 论“黔中隆起”[J]. 贵州地质,1994,11(3):199~206
- 5 田海芹,郭彤楼,胡东风等. 黔中隆起及其周缘地区海相下组合与油气勘探前景[J]. 古地理学报,2006,22(3):195~202
- 6 腾格尔,秦建中,郑伦举. 黔东南地区震旦系—二叠系海相优质烃源层的时空分布[J]. 海相油气地质,2008,13(2):37~44
- 7 张 渠,腾格尔,张志荣等. 凯里—麻江地区油苗与固体沥青的油源分析[J]. 地质学报,2007,81(8):1118~1124
- 8 秦建中,付小东,刘效曾. 四川盆地东北部气田海相碳酸盐岩储

- 层固体沥青研究[J]. 地质学报,2007,81(8):1065~1071
- 9 高 林,刘光祥. 贵州凯里地区下古生界原油油源分析[J]. 石油实验地质,2008,30(2):186~191
- 10 金 强,田海芹,戴俊生. 微量元素组成在固体沥青—源岩对比中的应用[J]. 石油实验地质,2001,23(3):186~191
- 11 金聚畅,秦建中,张志荣等. 松潘—阿坝地区高演化沥青的成因分析[J]. 石油实验地质,2004,26(4):370~374
- 12 饶 丹,秦建中,腾格尔,等. 川西北广元地区海相层系油苗和沥青来源分析[J]. 石油实验地质,2008,30(6):596~599
- 13 王涌泉,熊永强,李 芸. 应用化学降解方法研究固体沥青—以川东北固体沥青为例[J]. 石油实验地质,2007,29(6):609~611

(编辑 李凤丽)