

文章编号:1672-9854(2010)-03-0001-10

桂中坳陷海相地层油气成藏与热作用改造

陈子焯¹,姚根顺¹,郭庆新¹,彭平安²,徐政语¹,马立桥¹,贺训云¹

(1 中国石油杭州地质研究院; 2 中国科学院广州地球化学研究所)



陈子焯

摘要 桂中坳陷是在加里东运动基础上形成的晚古生代海相大型沉积坳陷,已演化成由上古生界和三叠系充填的残留盆地,其中泥盆系深埋地腹,是主要的勘探目的层系。桂中1井揭示泥盆系—石炭系具有两套生储盖组合,钻遇了气测异常、油迹砂岩、固体沥青等三类油气显示,其中泥盆系沥青显示井段累计709m。桂中坳陷古油藏(沥青)主要来源于中—下泥盆统塘丁组 and 罗富组泥岩。桂中1井和南丹大厂储层固体沥青为运移/成藏的油气发生热裂解而形成的焦沥青。桂中1井经历了两期油气充注,第一期为印支期前的主力生烃期,第二期(晚期)为燕山期—喜马拉雅期,以紧邻油气显示层的可溶烃类为代表。经历了三期油气改造:第一期为印支期前的油气藏经历了地层沉降增温的热裂解作用而演化为固体沥青和甲烷天然气,第二期为燕山晚期岩浆活动导致的更高温度的热蚀变作用,第三期为喜马拉雅期构造抬升的改造或破坏作用对上泥盆统油气藏的影响。晚期成藏的天然气应是下一步的勘探方向。桂中坳陷西部地层保存相对完整(目的层深埋),断裂和岩浆活动相对不发育,可能更有利于天然气的聚集和保存。

关键词 桂中坳陷; 古油藏; 油气成藏; 油气成因; 勘探方向; 上古生界

中图分类号 TE112.31

文献标识码 A

陈子焯 1965年生,博士后,高级工程师。1984年毕业于北京大学地质系,2001年在成都理工大学获博士学位。已发表《川东—鄂西地区二叠纪生物礁成因类型及潜伏礁预测》、《中国南方海相碳酸盐岩油气勘探战略选区评价》等论文30余篇。通讯地址:310023 浙江省杭州市西溪路920号;电话:(0571)85224924

桂中坳陷是滇黔桂盆地东北部的一个次级构造单元,在大地构造上处于扬子陆块南缘与华南加里东褶皱带的结合部位,位于特提斯与滨太平洋两大构造域的复合地带^[1]。坳陷面积约 $4.6 \times 10^4 \text{ km}^2$,北部与雪峰山隆起(江南隆起)毗邻,西北部与黔南坳陷相接,东部以龙胜—永福断裂和大瑶山断裂为界,与桂林坳陷及大瑶山隆起相邻,西部以南丹—都安断裂为界而与南盘江坳陷及罗甸断坳相接(图1)。

桂中坳陷地表发现油气苗31处,沥青57处。南丹大厂龙头山中泥盆统的古(礁)油藏面积约 10 km^2 ,沥青储量达 $1.1 \times 10^8 \text{ t}$,已开采沥青累计达万吨以上。2003—2008年,中国石油在坳陷中西部通过地震方法试验攻关,获取了资料品质相对较好的二维测线27条共1200 km,局部测网密度达到 $3 \times 3 \text{ km}$ 。坳陷区目前共钻各类探井47口,其中1000 m以上的深井

有7口,见气与沥青显示井11口。以2007年完钻的桂中1井为最深,完钻井深5151.86 m,完钻层位为下泥盆统那高岭组(D_1n),主要目的层段上石炭统黄龙组(C_2h)、上泥盆统桂林组(D_3g)、中泥盆统应堂组(D_3y)及下泥盆统四排组(D_1s)见油气与沥青显示,沥青显示井段累计709 m。这些成果充分显示桂中坳陷具备油气形成的基本地质条件,值得进一步研究与勘探,它是中国南方进行油气资源评价与战略选区的重要地区之一^[1]。对于桂中坳陷的层序地层、岩相古地理及油气地质条件,前人做了大量的工作^[2-14],并取得了许多成果,但对于桂中坳陷的油气成藏和改造的研究还很薄弱,油气成藏期次与改造过程还不明确。笔者通过研究桂中1井和南丹大厂古油藏的地球化学特征,结合近几年区域地质调查成果,对桂中坳陷海相地层油气成藏和改造过程进行了初步分析和讨论。

收稿日期:2010-01-20;改回日期:2010-05-20

本文为全国油气资源战略选区调查与评价项目《黔南桂中海相地层油气资源前景评价》(编号:XQ2007-01)资助成果

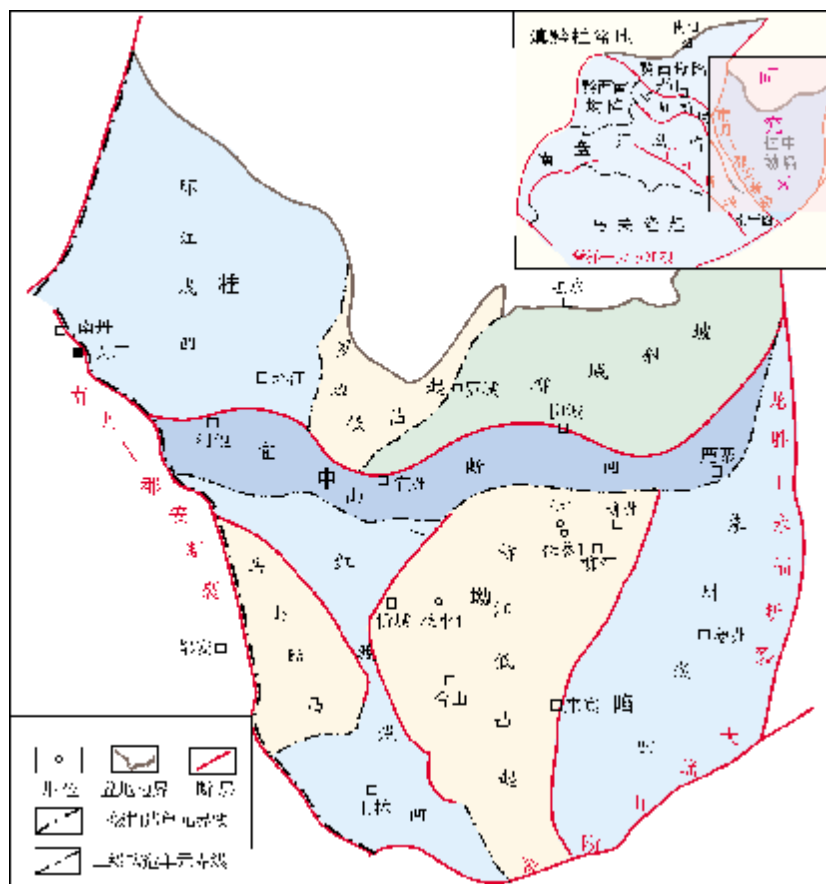


图1 桂中坳陷构造及位置

1 桂中坳陷油气地质条件

桂中坳陷是在加里东运动基础上形成的晚古生代海相大型沉积坳陷^[15],由海相碎屑岩及碳酸盐岩组成,累计厚度可达6000~8000余米。其中泥盆系深埋地腹,是主要的勘探目的层系,地面出露中—上石炭统和二叠系,向斜区保留部分三叠系。印支运动后的晚中生代—新生代以隆升、剥蚀为主,仅局部地区发育小型的陆相盆地沉积^[16],桂中坳陷现已演化成为由上古生界和三叠系充填的残留坳陷。泥盆纪—石炭纪呈台地、台盆相间的沉积格局。台盆相的塘丁组(D_{1t})和罗富组(D_{2l})(层位分别对应于台地相区的郁江组(D_{1y})和东岗岭组(D_{2d}))泥岩为主要烃源岩,台地相的白云岩和生物礁灰岩为主要的储集体,台盆相和斜坡相的泥岩和泥灰岩为主要的盖层,油气地质条件优越。通过桂中1井钻探揭示的地层岩性组合分析(图2),结合露头地质调查成果,认为

桂中坳陷存在上下两套生储盖组合。

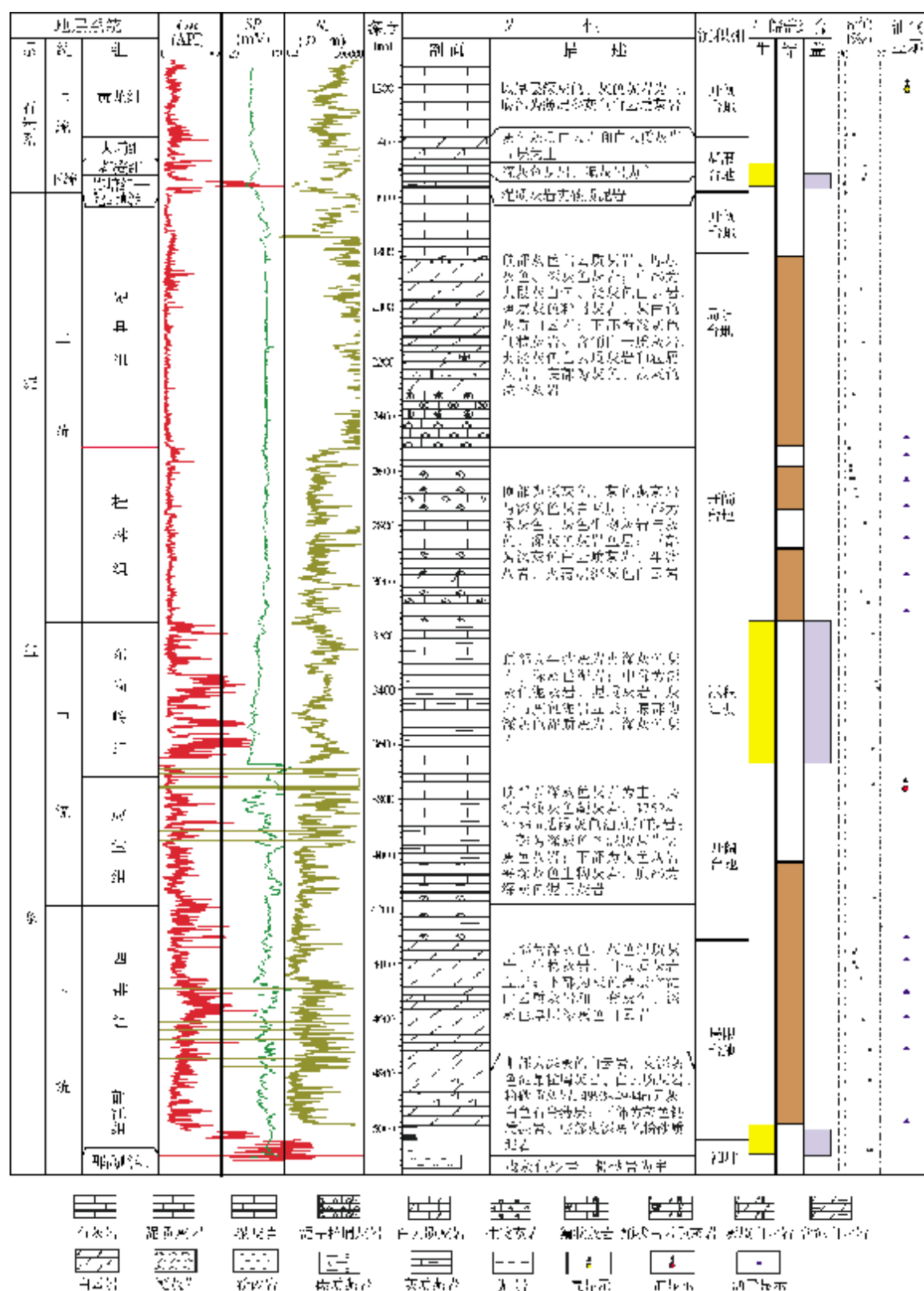
下组合 下泥盆统郁江组(或塘丁组)泥岩、泥灰岩(生油层)—下泥盆统四排组(D_{1s})白云岩,中泥盆统应堂组(D_{2y})生物灰岩、石英砂岩(储集层)—中泥盆统东岗岭组灰色泥岩、泥灰岩(盖层)。埋深3350~5100m。

上组合 中泥盆统东岗岭组(或罗富组)灰色泥岩、泥灰岩(生油层)—上泥盆统桂林组(D_{3g})生物灰岩,融县组(D_{3r})白云岩、颗粒灰岩(储集层)—下石炭统灰黑色碳质泥岩(盖层)。埋深1540~3605m。

2 桂中1井油气显示

桂中1井钻遇了差气层、油迹砂岩、固体沥青等三类油气显示。

(1)上石炭统黄龙组(C_{2h})1207~1209m井段,深灰色灰岩内气测异常明显,全烃含量最高达4.721%,组分分析为气层特征,岩屑无荧光显示,定



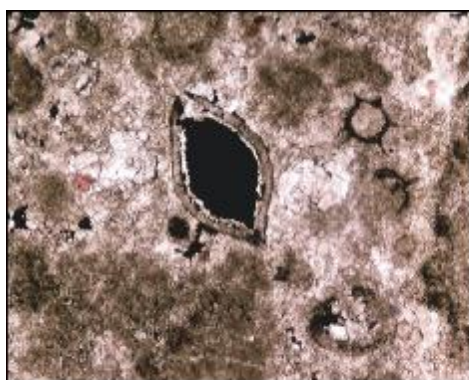
桂中 1 井台地相带的地层名称与桂中坳陷相同层位的台盆相带名称有差别: 碳同位素样品全为固体沥青

量荧光 3.5~3.7 级,综合解释为差气层。

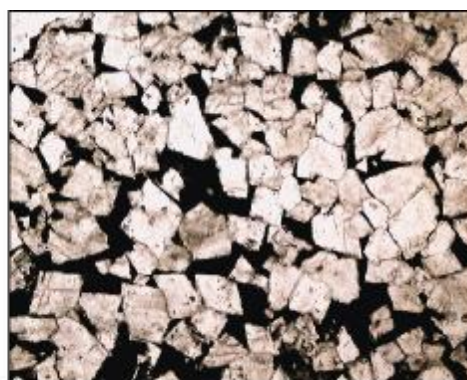
(2)中泥盆统应堂组 3 752~3 753 m 井段,浅灰色细砂岩内气测见明显异常,全烃含量最高达 2.179%,组分较全,岩屑含油痕迹明显,油味淡,荧光直照淡黄色,滴照亮黄色,定量荧光 4.6 级,综合解释为差油层,综合定名为浅灰色油迹细砂岩。

(3)沥青主要分布在上泥盆统桂林组和下泥盆

统四排组(图 3),集中显示 4 层,厚度累计 709 m,占桂中 1 井揭示地层总厚度的 14%。其中桂林组沥青集中显示 2 层,包括 2 585~2 797 m 井段(厚 212 m)和 2 886~3 146 m 井段(厚 260 m),累计厚度 472 m,岩性主要为生物灰岩。四排组沥青集中显示也为 2 层,包括 4 345~4 460 m(厚 115 m)和 4 605~4 727 m(厚 122 m),累计厚度 237 m,岩性主要为白云岩。



(a) 上泥盆统桂林组生物灰岩。2631m。单偏光



(b) 下泥盆统四排组白云岩。4460m。单偏光

图 3 桂中 1 井沥青显示的镜下特征

3 古油藏(沥青)的来源及成因

3.1 来源

油气地球化学对比研究表明,桂中坳陷古油藏/储层沥青主要来源于中—下泥盆统泥岩,主要证据如下。

(1)中泥盆统罗富组泥岩的各项分子参数均落在储层固体沥青的对应参数范围之内(图 4)。

(2)储层固体沥青的碳同位素组成范围与罗富组和塘丁组泥岩的十分接近。中泥盆统罗富组干酪根的碳同位素组成为 $-27.4‰ \sim -24.0‰$,下泥盆统塘丁组干酪根为 $-27.8‰ \sim -26.8‰$ (这些数据来自岩样,在图 2 中没有反映)。桂中 1 井泥盆系储层固体沥青的碳同位素组成分布在 $-27.5‰ \sim -23‰$ 之间(图 2),这些结果总体上比桂中坳陷储层可溶烃类中正烷烃的分子碳同位素组成偏重,表明储层固体沥青与可溶烃类可能具有直接的成因联系。

(3)南丹大厂古油藏中固体沥青的碳同位素组成范围在 $-28.1‰ \sim -25.9‰$ ^[12,17],与中—下泥盆统烃

源岩干酪根也十分一致。

3.2 成因

油气地球化学研究表明,桂中 1 井和南丹大厂古油藏(D₂d)的储层固体沥青为运移/成藏的油气发生热裂解而形成的焦沥青,主要由于地层沉降引起储层古地温的升高,大厂古油藏可能还与岩浆/成矿热液蚀变有关。

3.2.1 储层游离烃与吸附/包裹烃分析

储层游离烃(氯仿沥青 A)与吸附/包裹烃(沥青 C 或矿物结合有机质)在一些分子参数上具有明显差异。相比储层吸附/包裹烃,储层游离烃具有较高的 Pr/nC₁₇、Ph/nC₁₈(图 5),储层游离烃中低碳数正烷烃表现出一定的偶奇优势。按照干酪根的生烃演化规律,这些特征是低成熟演化阶段的表现。但区内的地质演化、热史评价以及固体沥青反射率的测定结果(图 6)都指示了高—过成熟的演化阶段,因此储层中的游离烃来自于干酪根生烃的可能性较小,它可能是碳酸盐矿物结合有机质在过成熟阶段热演化的结果,与吸附/包裹烃有直接的成因联系。

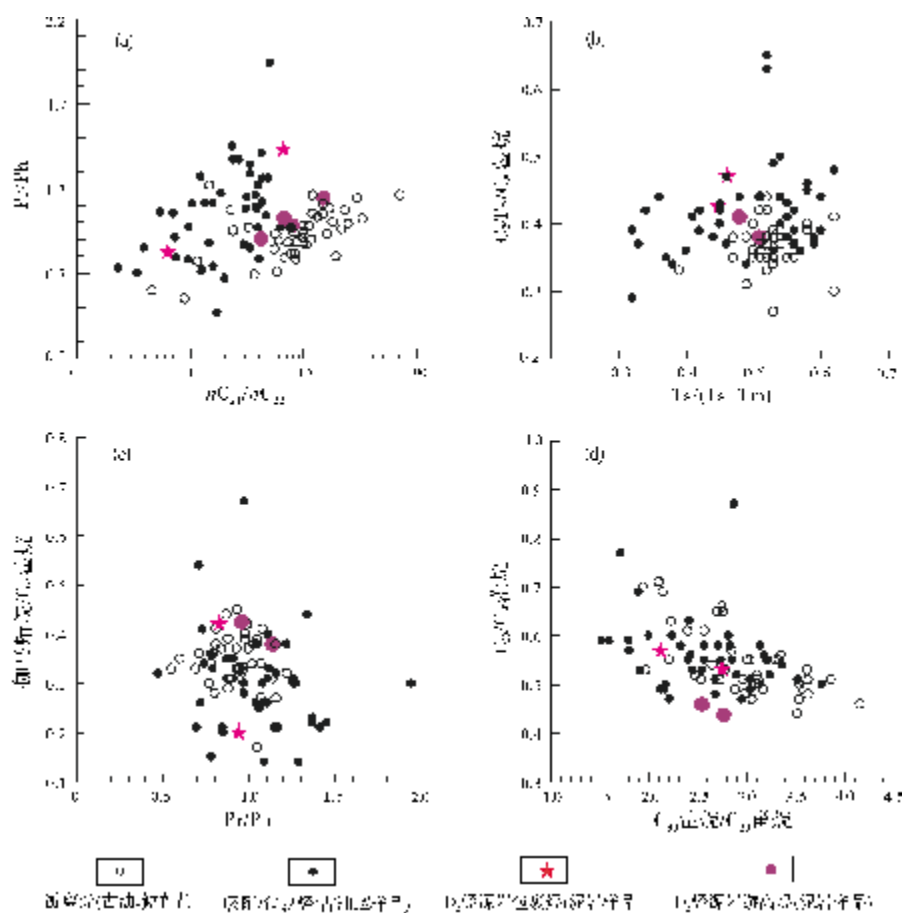
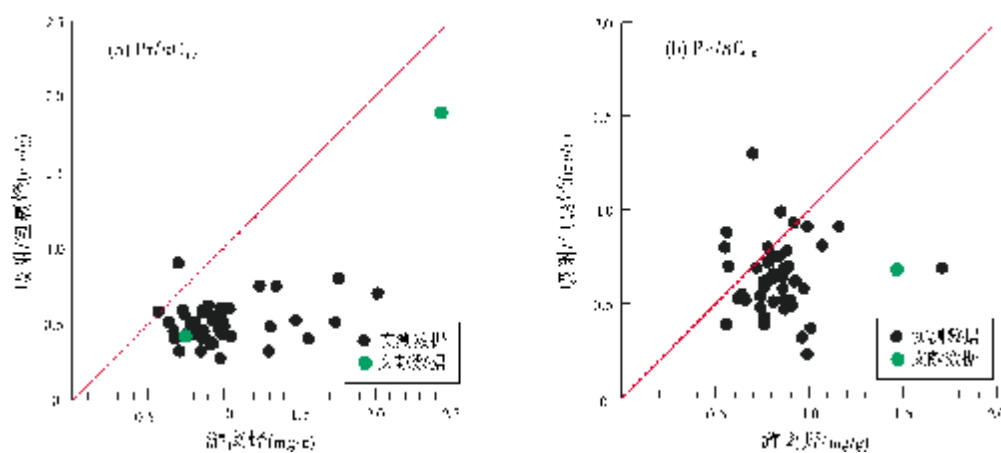


图4 桂中1井、大厂古油藏与罗富组泥岩的分子参数对比

图5 储层样品游离烃与吸附/包裹烃的分子参数对比
(部分数据源自文献[12,17])

另一种可能是生物降解作用,轻度的生物降解会使支链烷烃与直链烷烃的比值增加。镜下观察显示,除融县组储层可能在地质历史上与地表水连通

而遭受一定破坏外,其他储层没有显示生物降解的迹象。中一下泥盆统储层在主力生烃期后整体上处在 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上的地温条件,生物降解作用发生的可

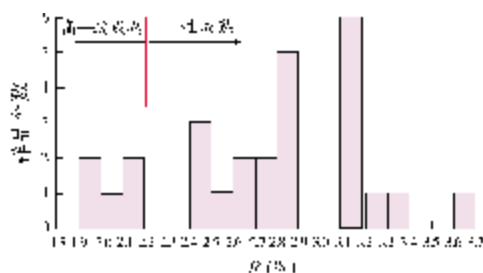


图6 桂中1井储层固体沥青镜质体反射率的分布

能性不大。生物降解作用可能导致低碳数正烷烃首先损失,而游离烃中低碳数烷烃含量却很高,这同样表明生物降解的可能性不大。

3.2.2 固体沥青的碳同位素组成

如前所述,固体沥青的碳同位素组成接近烃源岩干酪根或略偏重,说明充注/运移的油气发生了显著的热裂解过程。

但大厂古油藏与金属矿脉共生的固体沥青的碳同位素组成在 $-19\text{‰} \sim -18\text{‰}$, 桂中1井的为 $-27.5\text{‰} \sim -23\text{‰}$; 大厂古油藏甲烷的碳同位素组成为 $-26\text{‰} \sim -24\text{‰}$, 较桂中1井的 $-34\text{‰} \sim -30\text{‰}$ 也显著偏重。如此重的同位素组成除非来自于高等植物(煤型), 否则合理的解释只能是固体沥青除了经历地层沉降引起的高温作用以外, 还经历了来自成矿/岩浆热液的蚀变作用。

有关储层中固体沥青的成因问题, 前人普遍认为是热裂解作用形成的焦沥青^[12,17-18]。本次分析结果也支持这一观点, 综合起来有以下四个方面的依据:

- (1) 沥青反射率较高, 在 $2\% \sim 4.5\%$ 之间;
- (2) 固体沥青的同位素组成接近烃源岩干酪根甚至略偏重, 表明曾经充注/运移的油气已经发生了显著的热裂解过程;
- (3) 可溶烃类中没有生物降解等表生蚀变作用的证据, 生物降解形成固体沥青的可能性很小;
- (4) 其他形成固体沥青的过程, 如储层分异、水洗等作用, 虽然据目前有限的研究资料不能排除, 但即便有, 其贡献也应该较小。

4 油气充注期次

储层可溶烃类的研究表明桂中1井可能经历了两期充注。第一期为海西—印支期的主力生烃期, 储层固体沥青为这一期油气藏的裂解产物; 第二期为燕山期—喜马拉雅期, 以紧邻油显示层的可溶烃类为代表。

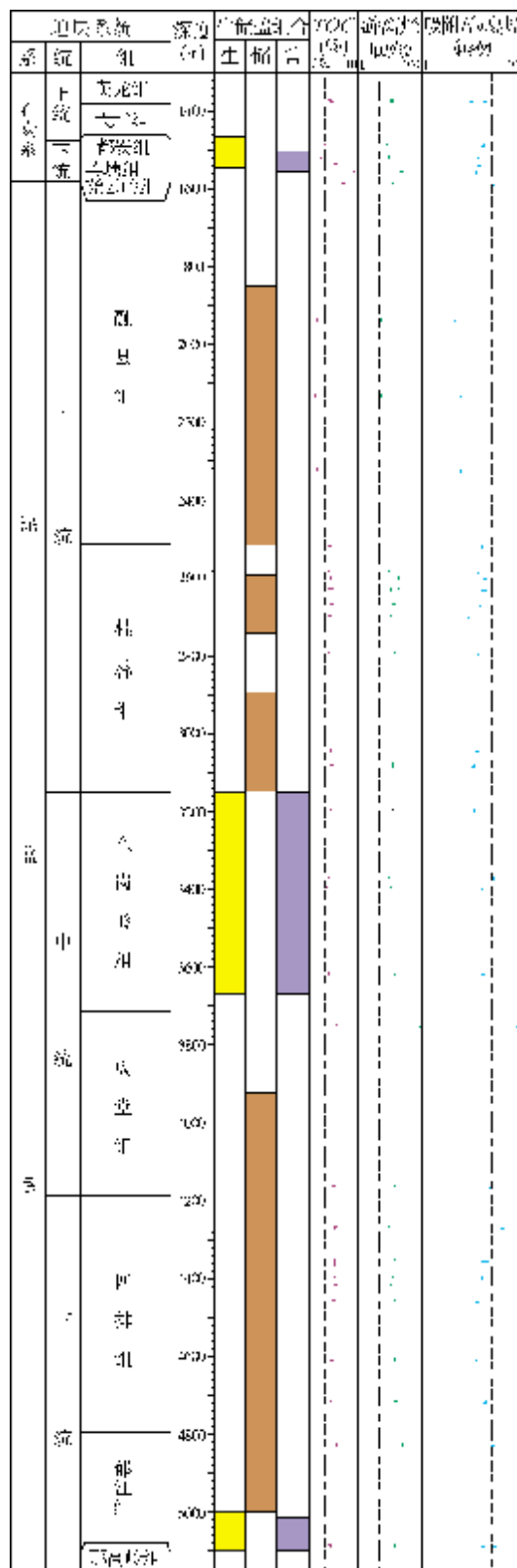


图7 桂中1井泥盆系—石炭系储层地球化学特征

中泥盆统紧邻油显示层(图7,3751~3752 m)的游离烃与吸附/包裹烃在烷烃分布、生物标志物组成以及碳同位素组成(图2)上与其他样品均有显著差异。

(1)游离烃、吸附/包裹烃中正烷烃均为单峰型分布,且 C_{21} 以下烷烃含量较低,与多数储层样品游离烃以 C_{21} 以下烷烃为主、吸附/包裹烃呈双峰型分布特征有显著差异(图8)。

(2)游离烃、吸附/包裹烃中五环萜烷的相对含量很高,三环萜烷较低,与其他储层样品特征明显不同(图9)。

(3)游离烃、吸附/包裹烃中均不具有 C_{27} 规则甾烷优势,而是表现为 $C_{29} > C_{27} \geq C_{28}$ (图10)。

(4)储层可溶烃类的 C_{23} 三环萜烷/ C_{30} 藿烷值与三环萜烷/五环萜烷、 C_{21}/C_{29} 甾烷值显示非常好的正相关性,前两个参数可能与母源有机质类型、成熟度以及烃类运移有关,而 C_{21}/C_{29} 甾烷可能与母源有机质类型和成熟度有关。成熟度的增加与油气运移都有可能

这三个比值都较低(图11),表明第二期充注烃类经历显著热蚀变的可能性较小。

桂林组与四排组储层固体沥青在碳同位素分布上都具有由深变浅而逐渐变轻的规律(图2),显示同期成藏的可能性较大。

因此,桂中坳陷的成藏过程可能表现为两期。

第一期是储层沥青所对应的海西—印支期的生烃与成藏过程(过成熟阶段)。中一下泥盆统烃源岩于早石炭世开始进入生油高峰;中—晚石炭世,烃源岩相继进入高成熟阶段而到达生气高峰;晚石炭世至早二叠世,进入过成熟阶段,生成的油气藏开始裂解,同时伴随的可能还有储层矿物有机质的再生烃作用,这一过程主要发生在过成熟阶段 $R_o > 2.0\%$ 之后,在 $R_o > 3.0\%$ 之后逐渐变弱^[9];二叠纪中—晚期直到早三叠世为裂解高峰期,矿物结合有机质的生烃过程也已完成,油气藏基本完全裂解而形成储层沥青和甲烷天然气。

第二期(晚期)成藏过程为燕山期—喜马拉雅期应堂组上部油显示层所代表的后期高成熟阶段烃类的充注。可能来自区域内至今仍在高一过成熟过

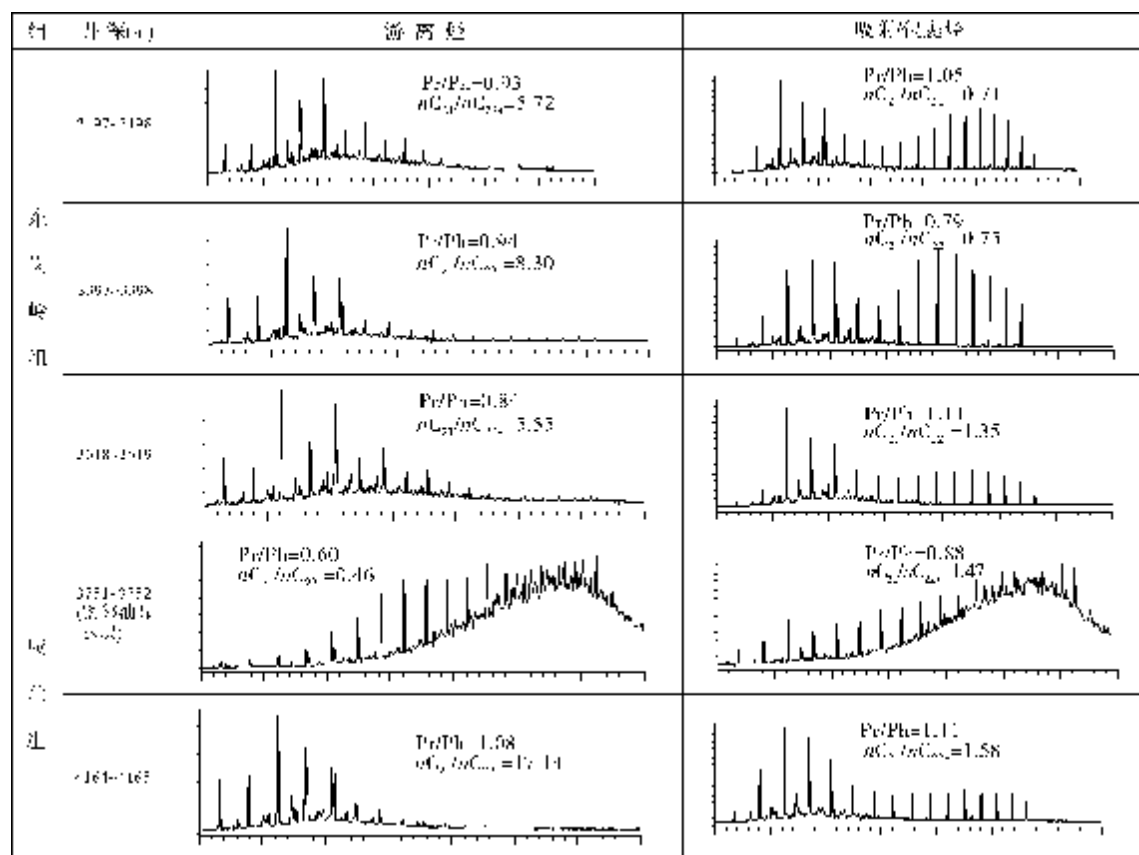
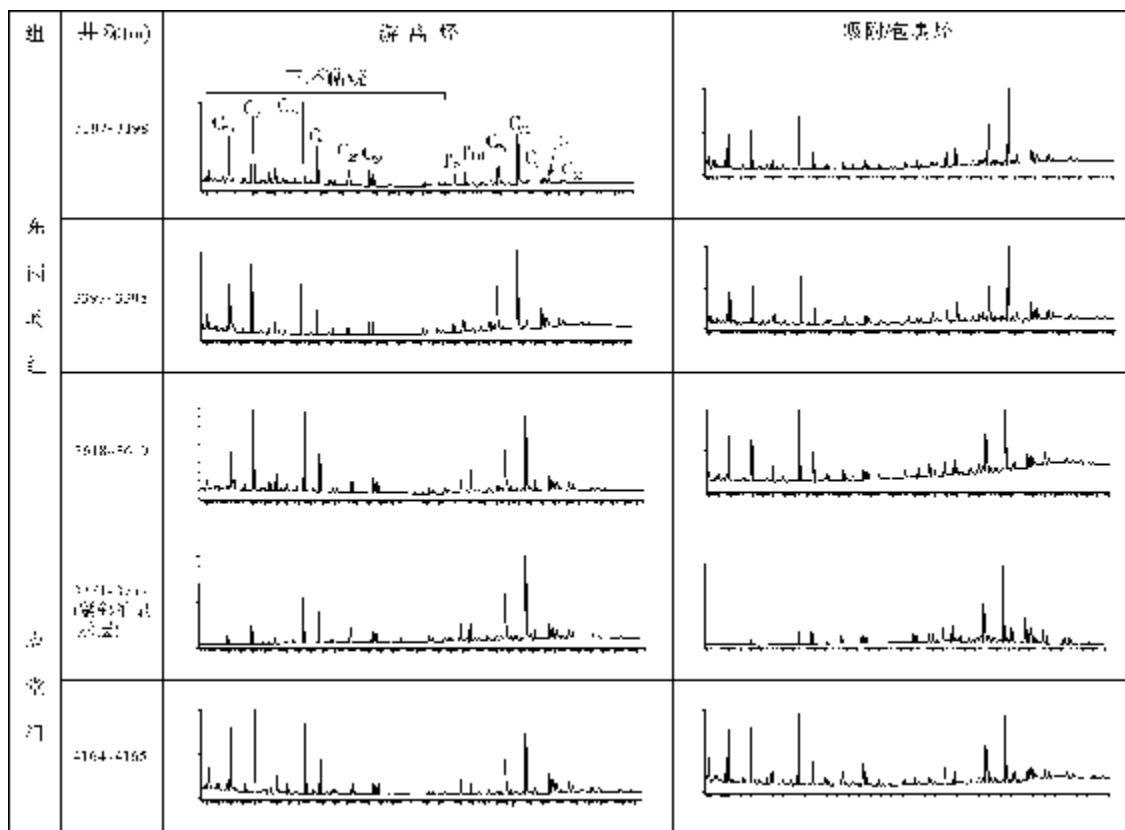
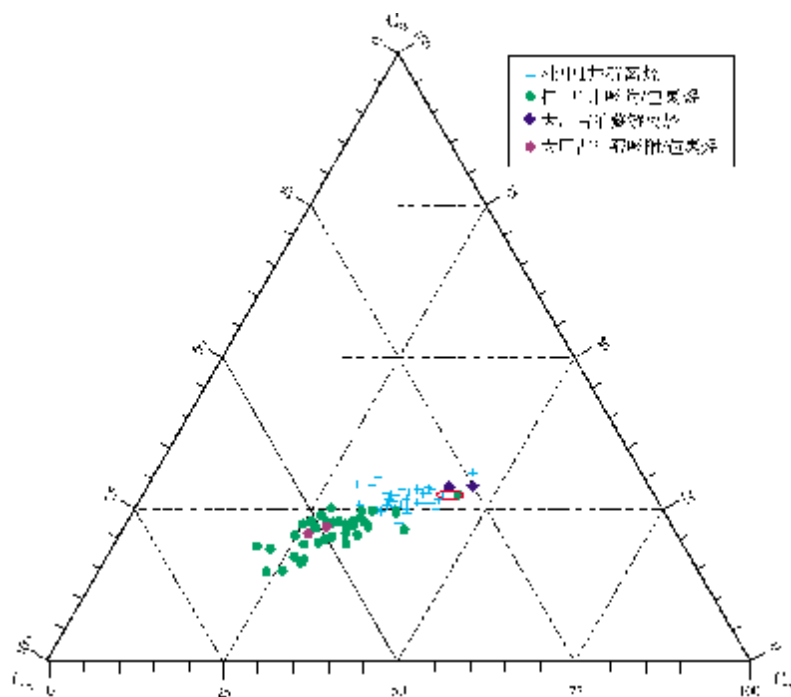


图8 桂中1井中泥盆统紧邻油气显示层的储层样品游离烃与吸附/包裹烃色谱图

图9 桂中1井中泥盆统储层样品游离烃与吸附/包裹烃 $m/z191$ 质量色谱图图10 桂中1井和大厂古油藏可溶烃类中的 C_{27} 、 C_{28} 、 C_{29} 规则烷烃分布三角图

红圈为紧邻油显示层的储层(3171~3172m)样品中的可溶烃类

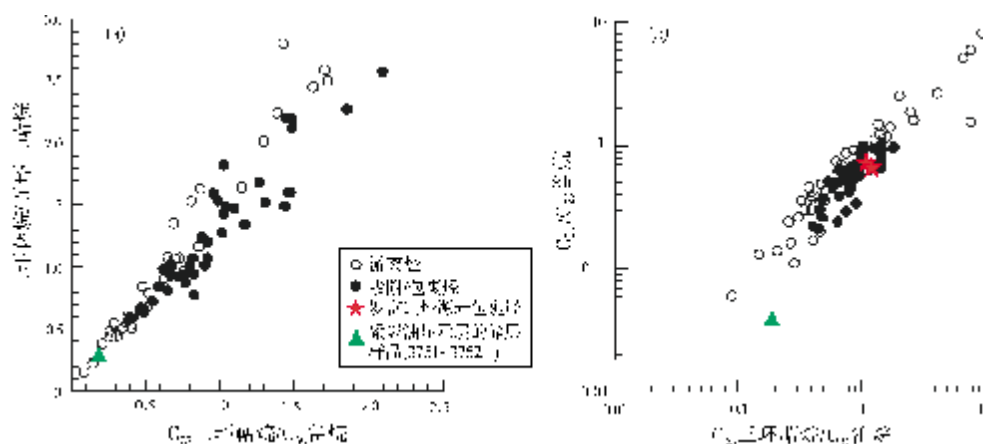


图 11 桂中 1 井和大厂古油藏可溶烃类中的规则烷比值分布

渡阶段的烃源岩,在印支期后形成的高成熟阶段烃类运移至储层。该过程可能发生在燕山运动之后,地层因抬升而避免了可能受 180°C 以上热作用而导致的裂解过程。应当指出的是,该层位中的固体沥青应该是印支期前油气充注的结果,表现在固体沥青具有很高的反射率以及与上下层位有类似的同位素组成。

5 桂中坳陷油气的热作用改造及保存

桂中坳陷的油气改造过程可以分为热作用和构造运动而引起油气藏破坏这两种,后者主要涉及区域性油气保存条件,本文不作过多讨论。桂中坳陷的油气热作用改造过程及油气保存特征如下所述。

(1)海西—印支期的油气藏经历了显著的热裂解作用而演化为固体沥青和甲烷天然气,储层中的可溶烃类更可能是储层有机质生烃的表现,它们也已经进入演化阶段末期,因此这一期的成藏过程对“油”而言意义不大。除了地层沉降带来的热作用以外,古油藏的固体沥青同位素特征指示了它们还经历了燕山晚期岩浆活动导致的更高温度的热蚀变作用,结果导致沥青与储层吸附/包裹气体的同位素显著偏重。就本文有限的数据分析,这一过程可能主要发生在南丹大厂的金属成矿区,时间为白垩纪早期($90\sim 100\text{Ma}$)。桂中 1 井部分储层固体沥青的碳同位素组成比桂中坳陷泥盆系烃源岩干酪根的略偏重,沥青反射率随深度无规律地变化,这些均表明这中间不能排除岩浆活动的微弱影响。

(2)对于“气”来讲,可能有干酪根裂解气和油裂解气两种,限于区内天然气研究资料的局限,在类型划分上还难以确定。但是据南盘江坳陷秧 1 井的天然气分析

结果,其氮气含量在 $54\%\sim 74\%$ 之间,可能反映了天然气高演化阶段生成、晚期聚集的特点。烃类气体生成的量很小,而主要聚集的则是从黏土矿物中 NH_4^+ 黏土盐在较高的温度下裂解形成的氮气^[20]。因此,应该加强相关气显示的地球化学分析,以利于进一步评价桂中坳陷天然气的改造与保存。应堂组上部储层具有高成熟阶段的油显示,是否有对应的天然气聚集也是一个值得考虑的问题。因此,对于桂中坳陷来说,燕山期—喜马拉雅期成藏的天然气应是下一步的勘探方向,有利聚集和保存区是战略选区的目标。桂中坳陷西部地层保存相对完整(目的层深埋),断裂和岩浆活动相对不发育,可能更有利于天然气的聚集和保存。

(3)上泥盆统融县组储层中的有机碳是泥盆系中最低的,而上泥盆统桂林组储层中的有机碳比下泥盆统四排组储层中的也明显偏低(图 7),镜下观察显示,桂林组的沥青发育也不如四排组(图 3),可能反映了上泥盆统油气藏受喜马拉雅期构造抬升的改造或破坏作用的影响更为明显。

6 结 论

(1)桂中坳陷存在两套生储盖组合:下组合位于中—下泥盆统,埋深 $3\,350\sim 5\,100\text{m}$;上组合位于中上泥盆统—下石炭统,埋深 $1\,540\sim 3\,605\text{m}$ 。

(2)桂中坳陷古油藏(沥青)主要来源于塘丁组和罗富组泥岩。

(3)桂中 1 井和南丹大厂储层固体沥青为运移/成藏的油气发生热裂解而形成的焦沥青,主要由于地层沉降引起的储层古地温升高,大厂古油藏可能还与岩浆/成矿热液蚀变有关。

(4)桂中1井经历了两期油气充注;第一期为海西期—印支期的主力生烃期,储层固体沥青为这一期油气藏的裂解产物;第二期为燕山期—喜马拉雅期,以紧邻油显示层的可溶烃类为代表。

(5)桂中坳陷的油气经历了三期改造过程;第一期为海西期—印支期的油气藏经历了地层沉降引发热裂解作用而演化为固体沥青和甲烷天然气;第二期为燕山晚期岩浆活动导致更高温度的热蚀变作用;第三期为喜马拉雅期构造抬升的改造或破坏作用对上泥盆统油气藏产生影响。

(6)燕山期—喜马拉雅期(晚期)成藏的天然气应是下一步的勘探方向。桂中坳陷西部地层保存相对完整(目的层深埋),断裂和岩浆活动相对不发育,可能更有利于天然气的聚集和保存。

参考文献

- [1] 吴国干,姚根顺,徐政语,等. 桂中坳陷改造期构造样式及其成因[J]. 海相油气地质, 2009, 14(1): 33-40.
- [2] 曾允孚,张锦泉,刘文均,等. 中国南方泥盆纪岩相古地理与成矿作用[M]. 北京:地质出版社, 1993.
- [3] 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.
- [4] 龚一鸣,吴治,杜远生. 黔桂泥盆纪层序地层及海平面变化的频幅、速度和相位[J]. 地球科学, 1994, 19(5): 575-586.
- [5] 覃建雄,陈洪德,田景春,等. 川滇黔桂地区泥盆系层序地层分析[J]. 沉积学报, 2000, 18(2): 172-179.
- [6] 陈洪德,覃建雄,田景春,等. 中国南方古生界层序格架中的生储盖组合类型及特征[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(1): 62-69.
- [7] 梅冥相,曾萍,初汉明,等. 滇黔桂盆地及邻区泥盆纪层序地层格架及其古地理背景[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2004, 34(4): 546-554.
- [8] 梁兴,叶舟,马力,等. 中国南方海相含油气保存单元的层次划分与综合评价[J]. 海相油气地质, 2004, 9(1-2): 59-76.
- [9] 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.
- [10] 侯明才,陈洪德,田景春. 泥盆纪右江盆地演化与层序充填响应[J]. 地层学杂志, 2005, 29(1): 62-69.
- [11] 楼章华,朱蓉. 中国南方海相地层水文地质地球化学特征与油气保存条件[J]. 石油与天然气地质, 2006, 27(5): 584-593.
- [12] 赵孟军,张水昌,赵陵,等. 南盘江盆地古油藏沥青地球化学特征及成因[J]. 地质学报, 2006, 80(6): 894-901.
- [13] 林良彪,陈洪德,陈子料,等. 桂中坳陷中泥盆统烃源岩特征[J]. 天然气工业, 2009, 29(3): 45-47.
- [14] 马永生,陈洪德,王国力,等. 中国南方层序地层与古地理[M]. 北京:科学出版社, 2009.
- [15] 刘宝珺,许效松,潘杏南,等. 中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M]. 北京:科学出版社, 1993.
- [16] 侯宇光,汪新文,吴立群,等. 桂中坳陷北部河池—宜山褶皱—冲断带分析[J]. 现代地质, 2009, 23(3): 401-408.
- [17] 赵孟军,张水昌,赵陵,等. 南盘江盆地古油藏沥青、天然气的地球化学特征及成因[J]. 中国科学, D辑 地球科学, 2007, 37(2): 167-177.
- [18] 赵孟军,张水昌,刘丰钟. 油藏演化的两个极端过程[J]. 石油勘探与开发, 2003, 30(5): 21-23.
- [19] 张水昌,童箴言. 海相碳酸盐岩中矿物结合有机质的组成及成烃演化[J]. 沉积学报, 1992, 10(1): 76-82.
- [20] 张淑品,赵孟军,张水昌,等. 南盘江盆地秧1井天然气地球化学特征及成因分析[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(6): 797-803.

编辑:吴厚松

Hydrocarbon Accumulation and Thermal Reconstruction of Neopaleozoic Marine Strata in Guizhong Depression

Chen Ziliao, Yao Genshun, Guo Qingxin, Peng Pingan,
Xu Zhengyu, Ma Liqiao, He Xunyun

Abstract: The Guizhong Depression in middle Guangxi province is a large Neopaleozoic marine sedimentary one that was developed on the base of Caledonian Movement and it has been evolved into a residual basin filled with Neopaleozoic and Triassic strata. The Devonian strata buried deeply are the main exploration targets. The drilled result demonstrates the existence of two suits of Devonian-Carboniferous source-reservoir-cap associations in Well Guizhong-1, in which three kinds of hydrocarbon showings were discovered, i.e. gas-testing abnormality, oil-traced sandstone and solid bitumen. The solid bitumen-showing intervals are thick up to 709m in Devonian strata. The hydrocarbon (bitumen) of paleo-reservoir mainly derives from middle-lower Devonian Tangding and Luofu mudstone in Guizhong Depression. The solid bitumen in Well Guizhong-1 and the paleo-reservoir at Dachang is pyrobitumen, one of the thermal cracking products of hydrocarbon. Two phases of hydrocarbon charging underwent in the trap of Guizhong-1. The first was during the dominant one of hydrocarbon generation before Indo-Chinese Epoch, and the second (the late phase) was during Yanshan-Himalayan Epoch, which is represented by the dissoluble hydrocarbon nearby with the hydrocarbon showing interval. Three times of hydrocarbon reservoir reconstructions went through in this depression. During the first, the hydrocarbon that accumulated before Indo-Chinese Epoch underwent thermal cracking due to subsidence and was changed into solid bitumen and methane gas. During the second, the thermal alteration of hydrocarbon happened under higher temperature caused by Later Yanshan magmatic activity. During the third, the gas formed in the reservoirs due to Upper Devonian reservoir reconstruction or destruction caused by Himalayan Movement. The gas accumulated during late phase is the future direction of exploration. The western part of Guizhong Depression is an area favourable for gas accumulation and preservation owing to relatively integrated strata (so the exploration targets are buried deeply) and undeveloping faults and magma activities.

Key words: Neopaleozoic; Paleo-reservoir; Hydrocarbon accumulation; Hydrocarbon potential; Reservoir reconstruction; Exploration target; Guizhong Depression

Chen Ziliao: male, Doctor, geologist. Add: PetroChina Hangzhou Institute of Geology, 920 Xixi Rd., Hangzhou, Zhejiang, 310023 China