

文章编号: 1000-0550(2002)02-0320-06

塔里木盆地轮南低隆起 早古生代油气藏形成的期次与时间研究^①

王建宝 郭汝泰 肖贤明 刘祖发 申家贵

(中国科学院广州地球化学研究所有机地球化学国家重点实验室 广州 510640)

摘要 塔里木盆地轮南低隆起早古生代地层中发现有大量运移沥青及有机包裹体。本研究应用地质地球化学相结合的方法对该区沥青及有机包裹体进行了研究,探讨了其与油气运移与聚集的关系。结果表明这些沥青与有机包裹体可大致划分为三期,这三期沥青反射率分别是:1.20%~1.35%;0.80%~0.95%;<0.05%;与之对应的三期有机包裹体特征是:黄绿色荧光,共生盐水溶液包裹体均一温度为80~90℃,绿色荧光,均一温度60~70℃,兰绿色荧光,均一温度105~150℃。沥青与有机包裹体是油气生成与运移的直接证据。轮南低隆起早古生代地层中这三期沥青与三期有机包裹体的大量发现,说明在该区曾出现过三次较大规模油气生成与运移。结合该区埋藏史,受热史推断出这三期油气运移与聚集发生在晚志留世—早泥盆世,白垩纪—早第三纪及晚第三纪。本研究成果为该区油气藏的成因研究提供了重要依据。

关键词 塔里木盆地 轮南低隆起 沥青 有机包裹体 油气藏

第一作者简介 王建宝 男 1965年出生 博士 地球化学

中图分类号 TE122.3⁺¹ **文献标识码** A

1 前言

塔里木盆地轮南低隆起是该盆地勘探程度最高,最早开发的油气田。该区典型的特征是:油气藏层多,已在奥陶系、石炭系、三叠系及侏罗系储层中均发现有工业性油气藏,原油性质变化大,有正常原油、轻质油及重油,原油的含蜡量也有较大差别,有低蜡—中高含蜡量。虽然,近年来对该区油气藏成因进行了大量研究^[1-9],但仍有一些关键性问题没有解决。其中一个与勘探直接相关的问题是:该区不同层位、不同性质的油气藏是一期形成还是多期形成、何时形成?该问题长期困扰该区油气勘探。近年来,在轮南低隆起早古生代地层中发现有大量沥青与有机包裹体,本文试图通过其研究,提供油气藏形成时间与期次的信息。

2 地质背景

轮南低隆起又称轮南地区,它位于塔里木盆地塔北隆起的中段,面积约7200 km²^[1-2]。它是一个向东、西、南、北四个方向倾没的大型潜山隆起。东部是草湖凹陷,它是一个早古生代凹陷;西部是哈拉哈塘凹陷,其形成于印支期;南部是满加尔凹陷,形成于早加里东期。在轮南低隆起上发育有三个重要的次级构造。它们是轮南断垒带,桑塔木断垒带,及解放渠东—

吉拉克背斜构造。这三个带是油气最富集的地区^[4-6]。

轮南低隆起地层发育较齐全,包括早古生代、中生代及新生代地层,地层总厚7000~9000 m,其中普遍缺乏奥陶系顶部、志留系—泥盆系,下侏罗系地层。储层是:早奥陶统碳酸盐岩,石炭系、三叠系及侏罗系碎屑岩。生油岩层位是早—中寒武统,中上奥陶统及三叠系^[10-12]。油源区分布在轮南低隆起的南部、草湖凹陷及满加尔凹陷。

本研究样品主要取自轮南低隆起奥陶系碳酸盐岩。样品类型包括:碳酸盐岩储层,碳酸盐岩输导层,碳酸盐岩地层中的方解石脉,以及产于碳酸盐岩地层中的沥青。这些钻孔分布在轮南低隆起各主要的次级构造。取样井位见图1。

3 研究方法与实验

对所取样品首先进行宏观鉴定,选取含有缝合线构造、方解石脉或有黑色沥青物质充填的显微裂隙发育的碳酸盐岩样品进行全岩光片鉴定及包裹体分析。反射率测定使用仪器为MPV3显微光度计。为保证反射率测定精度,对同类组分分别测定,尽量采用较大测量光栏,每个反射率值测点数大于20个点。对于大多数样品,沥青反射率标准偏差小于0.1。

^① 国家973项目(G1999043308)及国家自然科学基金项目(批准号:40072043)的资助

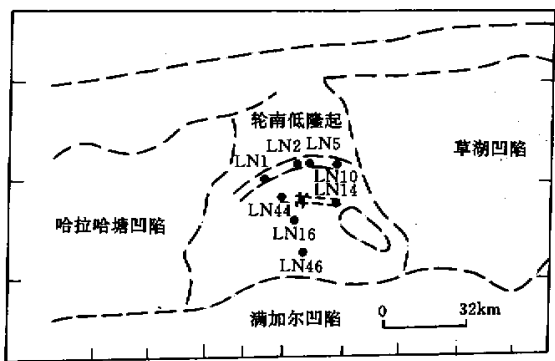


图 1 轮南低隆起构造位置示意图
(据塔指研究大队 1993 年资料, 简化)

Fig. 1 Sketch map showing the location of Lunnan Low Uplift

有机包裹体荧光颜色观测与描述采用兰光激发, 主档滤光片为 490 nm 水浸介质。流体包体均一温度测定采用美国地调所产的气流冷热台。为保证测定结果的可用性, 本研究只测定了与沥青或有机包裹体共生盐水溶液包裹体的均一温度。每个数据测点数一般多于 10 个点。由于温度值一般都低, 无需作压力校正。

4 结果与讨论

4.1 沥青的类型及形成时间

(1) 沥青类型 轮南低隆起早古生代碳酸盐岩中发现有二种成因沥青: 运移沥青及储层沥青。其特征如下:

① 运移沥青 产于贫有机质的灰白色碳酸盐岩中。在整个奥陶系地层中均有发现。沥青主要出现在缝合线结构中或是沿方解石脉分布。根据光性及显微结构特征, 运移沥青可明显分为三期:

I 期: BR_o 在 1.20% ~ 1.35%, 具中粒镶嵌结构, 或开始显示中间相小球体;

II 期: BR_o 在 0.80% ~ 0.95%, 均一状结构, 各向同性;

III 期: BR_o 在 0.05% 以下, 在反射光下呈黑色, 反射荧光下具黄褐色荧光。

② 储层沥青 产出的碳酸盐岩多呈花斑状, 黑白相间, 岩石较致密, 发育有裂纹。在反射光下观测, 沥青非常细小, 分散在碳酸盐岩矿物晶间隙中。沥青开始显示多色性, 具镶嵌结构。 BR_o 在 1.0% ~ 1.20% 范围内。

一般, 储层沥青有二种成因, 其一是原油经强烈热变质作用形成, 其二是原油经水洗, 氧化作用沥青化,

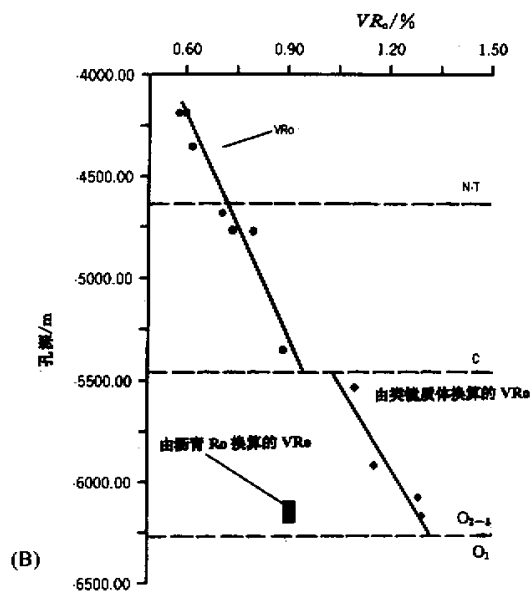
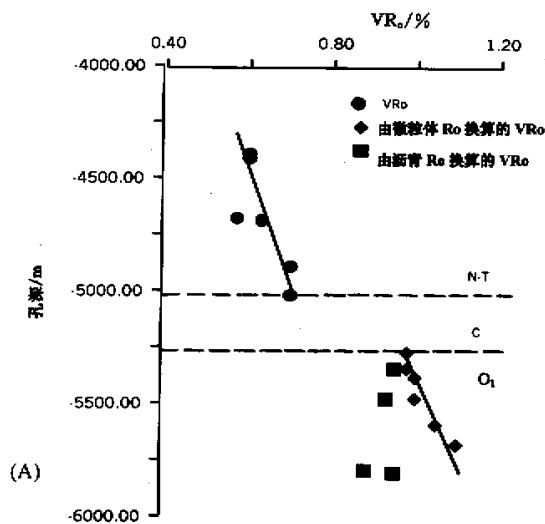


图 2 轮南低隆起 VR_o -埋深关系图(A-LN10, B-LN46)

Fig. 2 Plot of VR_o vs. depth in Lunnan Low Uplift (A-LN10; B-LN46)

再经热变质作用形成。轮南低隆起奥陶系地层在地史时期所受古地温从未超过 180 °C, 远未达到原油热解的温度。因此, 该地区储层沥青形成于第二种情况。后面还要进一步说明, 轮南低隆起在晚泥盆世整体抬升、剥蚀, 古油藏距风化面不到 300 m, 原油遭受到早期沥青化。

形成储层沥青的烃源岩可能有二种来源: 本研究储层本身碳酸盐岩贫有机质, 几乎没有生烃母质。因

此,原油是油源区烃源岩运移而来。

将实测运移沥青 BR_0 换算成等价镜质组 VR_0 后反映在地质剖面上,从中可见,由运移沥青 BR_0 所反映的等价 VR_0 比实测 VR_0 偏低,而且不同钻孔,甚至同钻孔不同样品偏差程度不等(图2),这说明,这些沥青形成较晚,而且形成于不同地质时代。

(2) 沥青形成时间推算

由于沥青 BR_0 所反映的是其形成后所经历的受热历史。因此,反过来可根据沥青 BR_0 受热史推算其形成地质时间。肖贤明等提出应用改进的 Karweil 方法可计算沥青形成时间,并在塔里木盆地得到了较好的应用^[13]。本研究采用此方法进行推算。计算所取主要参数如下:

① 成烃作用演化阶段划分 图3是代表性钻孔埋藏史图。从中可见轮南低隆起成烃演化阶段可明显划分成三个阶段:

第一阶段:寒武纪—早泥盆世。此阶段沉积了厚达4000~4500 m厚的地层。形成于此阶段的沥青经历早期热成熟作用。晚泥盆世强烈抬升、剥蚀,热成熟作用终止;

第二阶段:石炭纪—早第三纪。此阶段的特点沉降速率缓慢,所经历地质时间长。轮南低隆起大部分地区到白垩纪才有热成熟作用发生;

第三阶段:晚第三纪,此阶段沉降速率快,沉积厚度达3000~3500 m的地层,热成熟作用明显。

② 热平衡作用时间 Xiao Xian-ming 等应用如下热平衡时间,应用 Karweil 方法模拟计算塔里木盆地早古生代地层热成熟作用,取得了较好的效果:150Ma ($<75^\circ\text{C}$);100Ma ($75\sim 100^\circ\text{C}$);75Ma ($100\sim 150^\circ\text{C}$)

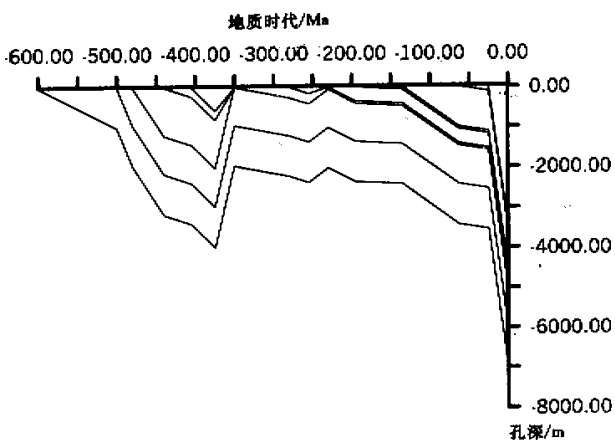


图3 轮南低隆起典型钻孔埋藏史图

(地质分层数据来源于96-111-01-04-06资料)

Fig. 3 Burial history of the typical borehole in Lunnan Low Uplift

及50Ma ($>150^\circ\text{C}$)^[14]。通过对代表性钻孔计算,可应用于轮南低隆起。

③ 古地温梯度 关于轮南低隆起古地温梯度,金奎励等作过专项研究,结果表明,该区总体古地温梯度较低,且隆起区高于拗陷区,介于 $2.0\sim 2.5^\circ\text{C}/100\text{m}$ ^[15]。为简化计算,隆起区古地温梯度取 $2.5^\circ\text{C}/100\text{m}$,拗陷区古地温梯度取 $2.0^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。

根据上述方法与参数,对典型样品沥青形成时间进行推算,计算结果见表1。从中可见,这三期沥青分别形成于400~380 Ma,130~25 Ma及 $<10\text{Ma}$,即分别形成于早泥盆世,白垩纪—早第三纪及晚第三纪。

4.2 有机包裹体的类型及形成时间

在本研究样品中,发现有大量有机包裹体,它们常与沥青、盐水溶液包裹体共生。为客观评价有机包裹体的地质意义,本研究采用如下方法对有机包裹体分期:

- (1) 有机包裹体本身的荧光颜色及特征
- (2) 共生沥青特征;
- (3) 共生盐水溶液包裹体均一温度。

根据这些特征,轮南低隆起早古生代碳酸盐岩中有机包裹体可大致划分为三期。这三期有机包裹体特征:

I期:绿黄荧光有机包裹体,共生沥青形成于早泥盆纪时期,未见储层沥青,共生盐水溶液包裹体均一温度在 $80\sim 90^\circ\text{C}$;

II期:黄绿色荧光有机包裹体,共生沥青形成于早白垩纪,共生盐水溶液包裹体均一温度 $60\sim 70^\circ\text{C}$;

III期:也是黄绿色荧光—绿色荧光,一般不见沥青,但共生有具黄褐色荧光的运移沥青质,共生盐水溶液包裹体形成温度 $100\sim 150^\circ\text{C}$ 。

从中可见,有机包裹体荧光颜色不足以有效区分其期次。必须结合其它标志,才能比较客观区分不同期次形成的有机包裹体。有机包裹体是油气运移或聚集过程中留下的证据。根据共生盐水溶液包裹体均一温度,结合其产出地层埋藏史,可推断有机包裹体的形成深度,进而确定有机包裹体形成的地质时代。计算公式如下:

$$H = (T - T_{\text{表}}) / G_T$$

其中:H—有机包裹体形成深度(m);

T—与有机包裹体共生盐水包裹体均一温度($^\circ\text{C}$);

$T_{\text{表}}$ —古地表温度,在轮南地区取 20°C ;

G_T —古地温梯度,如前所述,在轮南低隆起取 $2.5^\circ\text{C}/100\text{m}$ 。

表2是典型样品计算结果,可见这三期有机包裹

表 1 轮南低隆起某些钻孔样品运移沥青形成时间推算结果

Table 1 Dating of the migrated bitumen formation of some typical boreholes in Lunnan Low Uplift

井号	孔深 /m	时代	沥青 BR ₀ /%	等价 VR ₀ /%	总变质标尺 Z	成熟度阶段			青形成时间 /Ma
						第 3 阶段 $Z_3 = f(T_3, t_3)$ or $t_3 = (Z_3, T_3)$	第 2 阶段 $Z_2 = f(T_2, t_2)$ or $t_2 = (Z_2, T_2)$	第 1 阶段 $t_1 = f(Z_1, T_1)$	
LN5	5668	O ₁	1.27	1.19	0.25	$Z_3 = f(119^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.125$	$Z_2 = f(60^\circ\text{C}, 150\text{Ma}) = 0.10$	$t_1 = f(0.025, 78^\circ\text{C}) = 20$	400
LN5	5814	O ₁	1.32	1.22	0.27	$Z_3 = f(122^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.13$	$Z_2 = f(64^\circ\text{C}, 150\text{Ma}) = 0.12$	$t_1 = f(0.02, 81^\circ\text{C}) = 15$	395
LN5	5901	O ₁	1.06	1.07	0.22	$Z_3 = f(124^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.13$	$t_2 = f(0.09, 66^\circ\text{C}) = 105$		130
LN10	5801	O ₁	0.80	0.86	0.16	$Z_3 = f(121^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.12$	$t_2 = f(0.04, 64^\circ\text{C}) = 65$		90
LN10	5812	O ₁	0.83	0.90	0.17	$Z_3 = f(122^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.12$	$t_2 = f(0.05, 65^\circ\text{C}) = 70$		95
LN46	6160	O ₁	0.85	0.91	0.18	$Z_3 = f(129^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.15$	$t_2 = f(0.03, 95^\circ\text{C}) = 12$		37
LN46	6122	O ₁	0.85	0.91	0.18	$Z_3 = f(128^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.145$	$t_2 = f(0.035, 95^\circ\text{C}) = 15$		40
LN14	5421	O ₁	0.90	0.95	0.20	$Z_3 = f(116^\circ\text{C}, 25\text{Ma}) = 0.12$	$t_2 = f(0.08, 66^\circ\text{C}) = 90$		115

表 2 轮南低隆起包裹体测温数据及形成时间推算结果

Table 2 Measured temperatures of fluid inclusions and dating of their formation in Lunnan Low Uplift

井号	孔深 /m	岩性	有机包体特征		与有机包体共生沥青特征		与有机包体共生盐水溶液包体特征		
			荧光颜色	均一温度 /°C	BR ₀ /%	形成时间 /Ma	均一温度 /°C	形成深度 /m	推算形成时间
LN14	5421	灰褐云岩, 含运移沥青, 输导层	黄绿荧光	105	未见沥青		107	3480	R
			黄绿荧光	90	0.90(运移沥青)	115	63	1720	K ₁
LN14	5488	灰绿云岩, 含有缝合线	黄绿荧光	未测	未见沥青		62	1680	K ₁
			黄绿荧光	未测	未见沥青		99	3160	R
LN14	5512.5	灰褐云岩, 含储层沥青	绿黄荧光	87	1.04(储层沥青)	D2	83	2520	D ₁
			黄绿荧光	未测	未见沥青		147	5080	R
LN14	5521	灰褐云岩, 含储层沥青	绿黄荧光	71	1.05(储层沥青)	D2	85	2600	D ₁
			黄绿荧光	未测			145	5000	R
LN5	5814	灰色云岩, 含沥青及方解石晶洞	绿黄荧光	93	1.32(运移沥青)	395	85	2600	D ₁
			黄绿荧光	未测	未见沥青		130	4400	R

体形成时间分别是: 早泥盆世, 白垩纪及晚第三纪。与前述三期沥青形成地质时期非常吻合。

沥青与有机包裹体是油气生成、运移与聚集的证据。这三期沥青与有机包裹体在轮南低隆起早古生代地层中大量出现, 说明在早泥盆世, 白垩纪—早第三纪及晚第三纪这三个时期出现过较大规模的油气运移与聚集。因此, 可以认为轮南低隆起早古生代油气藏与这三个时期油气运移与聚集有关。

4.3 三期沥青与三期有机包裹体形成的地质地球化学背景

轮南低隆起早古生代地层中三期沥青与三期有机包裹体的形成必然具备一定的地质—地球化学背景。下面将从烃源岩发育、成烃史分析来论证这一问题。

轮南低隆起存在三个早古生代油源区: 它们是草湖凹陷早—中寒武世暗色泥岩, 泥灰岩; 满加尔凹陷早—中寒武世暗色泥岩, 泥灰岩; 及轮南低隆起南部及其

以南地区中—上奥陶统泥灰岩。据大量研究,这三个油源区生油岩均具较强生烃潜力,并具备向轮南低隆起运移的地质条件^[10,11,12]。这三个油源区生成的油气能否聚集成藏关键在于其成烃史。应用 Xiao Xian-ming 等(2000)所建立起的成烃史模拟计算方法,对这三个油源区成烃史进行了模拟计算,结果表明满加尔凹陷早—中寒武世生油岩主生油期出现在晚志留世—早泥盆世,北斜坡中上奥陶世生油岩主生油期出现在白垩世—早第三纪,轮南低隆起南部中上奥陶世生油岩主生油期出现在晚第三纪(图4,图5,图6)。这三次成烃期对轮南低隆起油气藏形成的贡献不同。在早古生代生成的油气形成的油气藏在晚加里东期遭抬升剥蚀,被破坏。现今油气藏主要是第二次、第三次成烃事件生成的油气聚集而成。由于在第二次、第三次成烃过程中,烃源岩成熟度变化大,因而可形成不同性质的油气。

因此可见,油源区存在的这三次成烃事件是轮南低隆起早古生代地层中三期沥青与三期有机包裹体形成的地质原因。

5 结论

本研究得到如下几点认识与结论:

- (1) 轮南低隆起早古生代地层中发育有三期沥青与三期有机包裹体,它们形成于晚志留世—早泥盆世,白垩纪—早第三纪,及晚第三纪;
- (2) 这三期沥青与三期有机包裹体在轮南低隆

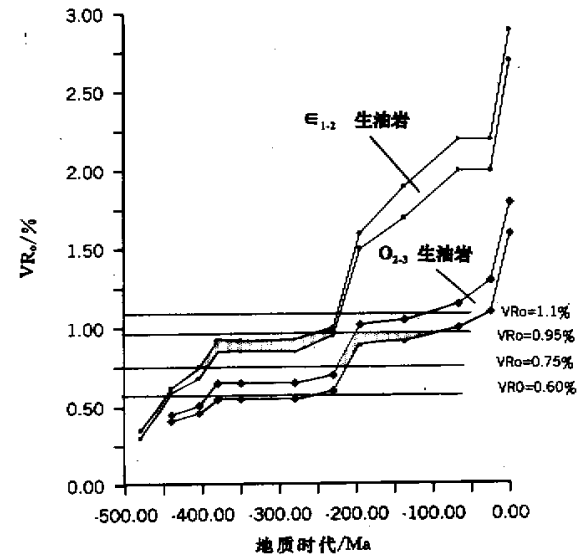


图4 草湖凹陷成烃史图

Fig. 4 Hydrocarbon generation history of source rocks in Caohu Depression

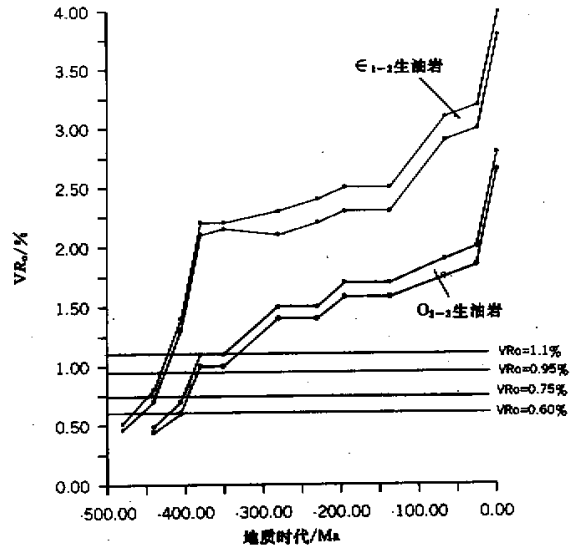


图5 满加尔拗陷 MC-1 井成烃史图

Fig. 5 Hydrocarbon generation history of source rocks from Well MC-1 in Manjiaer Depression

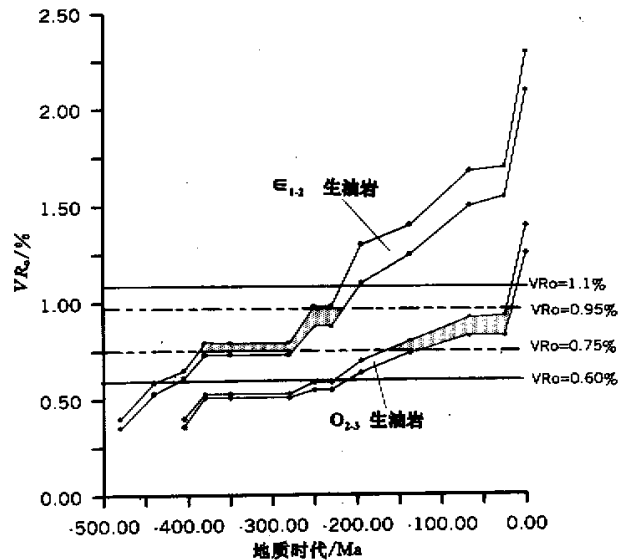


图6 轮南46井成烃史恢复图

Fig. 6 Hydrocarbon generation history of source rocks from Well LN46 in southern part of the Lunnan Low Uplift

起的大量出现,说明该地区在这三个地史时期出现过较大规模的油气运移与聚集;

(3) 成烃史研究表明,满加尔、草湖及轮南低隆起南部的寒武—奥陶系生油岩主生油期分别出现在晚志留世—早泥盆世,白垩纪—早第三纪及晚第三纪。这三次较大规模的成烃事件导致了轮南低隆起三

期沥青与三期有机包裹体的形成；

(4) 轮南低隆起油气藏内油气性质变化大,与该区多期成藏、多套生油岩有关。

参 考 文 献 (References)

- 冯祺,周东征,康利平等.塔北隆起新和—轮台断裂带构造特征及其控油性[A].童晓光,梁狄刚主编.塔里木盆地油气勘探论文集[C].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1991.267~273 [Feng Q, Zhou D Z and Wang G. Tectonic features and its control on oil and gas pools of Taibei Uplift [A]. In: Tong X G, Liang D G, eds. Paper Compilation of Oil and Gas Formation in the Tarim Basin [C]. Urumqi: Xinjiang Science and Sanitation Press, 1991. 267~273]
- 刘登明.轮南地区构造演化的特点及其对油气藏形成的影响[A].童晓光,梁狄刚主编.塔里木盆地油气勘探论文集[C].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1991.274~279 [Liu D M. Tectonic evolution and its effect on the formation of oil and gas pools in the Lunnan Area [A]. In: Tong X G, Liang D G, eds. Paper Compilation of Oil and Gas Formation in the Tarim Basin [C]. Urumqi: Xinjiang Science and Sanitation Press, 1991. 247~279]
- 贾承造,李小池等.塔里木盆地油气藏形成条件及油气富集规律[A].北京石油勘探开发科学研究院.“八五”国家重点科技攻关项目成果报告(85-101-01-02) [R]. 1995. 1~2, 85~101 [Jia C Z, Li X Z, et al. Formation conditions and petroleum accumulation pattern of the Tarim Basin [A]. Beijing Institute of Petroleum Development and Exploration, Internal report of state key project, 1995. 1~2, 85~101]
- 刘昌玉,陈永武.轮南坳陷带三迭系石油地质特征和油气聚集规律的研究[A].童晓光,梁狄刚主编.塔里木盆地油气勘探论文集[C].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1991.497~504 [Liu C Y, Chen H W. The petroleum geological characteristics and distribution pattern of oil and gas pools of Triassic strata in the Lunnan Area, Tarim Basin [A]. In: Tong X G, Liang D G, eds. Paper Compilation of Oil and Gas Formation in the Tarim Basin [C]. Urumqi: Xinjiang Science and Sanitation Press, 1991. 497~504]
- 覃汉生,郭建华,赵妮.塔里木盆地轮南地区奥陶系油气藏圈闭成因分析及油气藏类型[A].童晓光,梁狄刚主编.塔里木盆地油气勘探论文集[C].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1991.545~551 [Tan H S, Guo G H, Zhou L. Origin of trapping structures and types of oil and gas pools in Ordovician strata in the Lunnan Area of the Tarim Basin [C]. In: Tang X G, Liang D G, eds. Paper Compilation of Oil and Gas Formation in the Tarim Basin [C]. Urumqi: Xinjiang Science and Sanitation Press, 1991. 545~551]
- 周光熙,黄宏伟,石强.塔北隆起油气藏类型及其地质特征[A].童晓光,梁狄刚主编.塔里木盆地油气勘探论文集[C].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版,1991.574~588 [Zhou G X, Huang H W, Shi C.

- Types of oil and gas pools and their geological characteristics in the Taibei Uplift, Tarim Basin [A]. In: Tang X G, Liang D G, eds. Paper Compilation of Oil and Gas Formation in the Tarim Basin [C]. Urumqi: Xinjiang Science and Sanitation Press, 1991. 574~588]
- 黄传波.塔里木盆地寒武—奥陶系碳酸盐岩油气藏形成条件[J].新疆石油地质,2000,21(3):188~192 [Huang C B. Formation and distribution of oil and gas pools in the Taibei Uplift of the Tarim Basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1998, 19(5):357~361]
 - 黄传波.塔里木盆地塔北隆起油气藏形成及分布规律[J].新疆石油地质,1998,19(5):357~361 [Huang C B. Geological conditions to form oil and gas pools in Cambrian-Ordovician strata in the Tarim Basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2000, 21(3):188~192]
 - 顾乔元,潘文庆,曹淑珍.轮南地区奥陶系油气藏特征[J].新疆石油地质,1999,20(3):210~212 [Gu Q Y, Pan W Q, Chao S Z. Characteristics of oil and gas pools in Ordovician strata in the Lunnan Area [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 1999, 20(3):210~212]
 - 肖贤明.塔里木盆地三叠系烃源岩有机岩石学特征与生烃评价[J].地球化学,1997,26(1):64~71 [Xiao X M. Organic petrological characteristics of Triassic source rocks and its petroleum potentials in the Tarim Basin [J]. Geochemistry, 1997, 26(1):64~71]
 - 梁狄刚,张水昌,王飞宇等.塔里木盆地生油岩与油源研究[A].北京石油勘探开发科学研究院.1996-111-01-03 报告[R].1998 [Liang D G, Zhang S C, Wang F Y. Study on source rocks and oil sources in the Tarim Basin [A]. Internal Report (1996-111-01-03) [R]. Beijing Institute of Petroleum Exploration and Development, 1998]
 - 黄第藩,梁狄刚.塔里木盆地油气生成与演化[A].北京石油勘探开发科学研究院.“八五”国家重点科技攻关项目成果报告(85-101-01-04) [C]. 1995 [Huang D F, Liang D G. Formation and evolution of the Tarim Basin. Internal report (85-101-01-04) [R]. Beijing Institute of Petroleum Exploration and Development, 1995]
 - Xiao Xianming, Liu Zufa, Liu Dehan, et al. A new method to reconstruct hydrocarbon-generating histories of source rocks in a petroleum-bearing basin—the method of geological and geochemical sections [J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45(Supplement):97~104
 - 肖贤明,刘德汉,傅家谟.应用沥青反射率推算油气生成与运移的地质时间[J].科学通报,2000,45(19):2123~2127 [Xiao X M, Liu D H, Fu J M. Dating hydrocarbon generation and migration by means of bitumen reflectance [J]. Chinese Science Bulletin, 2001, 46(7):610~614]
 - 金奎励主编.有机岩石学研究——以塔里木盆地为例[M].北京:地震出版社,1997.155~180 [Jin K L. Organic Petrology—a Case Study of the Tarim Basin [M]. Beijing: Seismic Press, 1997. 155~180]

A Method for Eliminating Geology Factors of Affecting Compaction Trendline : an example from Yinggehai Basin

ZHANG Fa-qiang¹ WANG Zhen-liang³ WU Ya-sheng¹

YANG Ji-hai³ LUO Xiao-rong¹

1 (Institute of Geology and Geophysics , Beijing 100029)

2 (Department of Geology , Northwest University , Xi 'an 710069)

3 (China Offshore Oil Nanhai West Co. , Zhanjiang , Guangdong 524057)

Abstract In the Quaternary formation and Upper-Tertiary formation of Yinggehai Basin , except for abnormal pressure and compaction , there are mainly four factors affecting acoustic time , which are lithology variation , cementation , gas in the formation and crack. They usually co-exist and are difficult to distinguish. According to the ideology of seismic processing , i. e. , pre-stack noise attenuation/signal enhancement , we superpose multi-wells ' acoustic time data of the same local region. In result , the information of reflecting pore characters enhances. It is an effective method to avoid other factors to disturb acoustic velocity. Furthermore , applying this method in processing velocity spectra , the predicted result of the formation pressure conforms to the measured pressure during drilling.

Key words Yinggehai Basin , acoustic velocity , compaction curve , effect factors , curve superposition

(Continued from page 325)

Timing and Phases of Hydrocarbon Migration and Accumulation of the Formation of Oil and Gas Pools in Lunnan Low Uplift of Tarim Basin

WANG Jian-bao GUO Ru-tai XIAO Xian-ming LIU Zu-fa SHEN Jia-gui

(State Key Laboratory of Organic Geochemistry , Guangzhou Institute of Geochemistry , Chinese Academy of Sciences , Guangzhou 510640)

Abstract Lower Palaeozoic strata in the Lunnan Low Uplift , of Tarim Basin , China , have recently been found to contain abundant migrated solid bitumen and petroleum-bearing fluid inclusions. In order to determine their origin and timing of the formation , bitumen/inclusion-rich core samples recovered from several wells in the area (mainly carbonate reservoir rocks and carrier units) were examined using a combination of organic petrographic and microthermometric techniques. Based on bitumen reflectance (BR_o) measurements , solid bitumens were divided into three main groups , viz. (I) 1.20% ~ 1.35% , (II) 0.80% ~ 0.95% and (III) < 0.05% . Hydrocarbon fluid inclusions were also grouped into three different assemblages based on their fluorescence colour and homogeneous temperatures (T_h) : (I) yellow-green , $T_h = 80 \sim 90^\circ\text{C}$; (II) green , $T_h = 60 \sim 70^\circ\text{C}$ and (III) blue-green fluorescence , $T_h = 100 \sim 150^\circ\text{C}$. Spatial distributions of fluid inclusion Groups I , II and III within the structure closely matched those for bitumen Groups I , II and III , respectively , and indicated that there were three separate episodes of large-scale oil migration and accumulation in the uplift. Using the BR_o and inclusion T_h data in combination with available burial and geothermal history in formation for the area , it was concluded that three corresponding phases of petroleum generation and migration took place during (I) Silurian to early Devonian , (II) Cretaceous to early Tertiary and (III) late Tertiary , from Cambrian-Ordovician source rocks. These findings provide useful insights into the complex origins of oil and gas pools in this region of Tarim Basin.

Key words Tarim Basin , Lunnan Low Uplift , fluid inclusions , bitumen