

文章编号: 1009-3850(2013)01-0075-04

## 次生稠油油藏成藏模式研究—以鲁克沁构造带为例

朱世全 张明喻 吴 健 易建华 苟其勇 田志彬

(中石油长城钻探地质研究院, 辽宁 盘锦 124010)

**摘要:** 鲁克沁构造带稠油油藏主要为次生气藏, 原油本身低熟, 加之成藏过程中多种原因造成轻质组分逸散, 进一步稠化而成。该构造带位于库木凸起前缘, 长期处于有利的油气指向部位。台北凹陷二叠系桃东沟群湖相泥岩为长期稳定的油气来源。同时, 该构造带断层和不整合面非常发育, 为油气运移聚集提供了良好通道。通过对该构造带油气运聚规律的认真研究和总结, 概括出次生稠油油藏的成藏模式, 对吐哈油田下一步对浅层稀油、浅层气、深部气及深部凝析油的勘探具有重要意义。

**关键词:** 次生稠油; 稠油成因; 成藏条件; 油藏类型; 成藏模式

中图分类号: TE122.1

文献标识码: A

鲁克沁油气带经由多期构造复合而成, 为一个多类型、多层系、叠合连片的复式次生油气聚集带。该构造带油藏前侏罗系以稠油为主, 而侏罗系油品则随所处部位不同而有变化, 稠油、稀油、混合油兼有, 在鲁克沁鼻隆带以稀油为主, 在鲁克沁东区和鲁北鼻隆带则以稠油为主<sup>[1, 2, 4]</sup>。由于该油气带稠油埋深大多偏大, 开采难度大, 成本高, 所以寻找浅层稀油、浅层气、深部气及深部凝析油的意义更为突出。本文提出了次生稠油油藏成藏模式, 对油气运聚机理及纵向分布规律进行了论述, 对吐哈油田下一步的勘探部署提出了建议。

### 1 概述

鲁克沁构造带位于吐哈盆地台南地区库木凸起前缘(图1)。侏罗系七克台组和二叠系下仓房沟群是主要勘探目的层, 桃东沟群为主要烃源岩系。七克台组可分为上下两段: 上段以灰绿色泥岩为主偶夹薄层砂岩, 是区域性盖层; 下段为灰绿色泥岩、灰色泥岩夹细砂岩、砂砾岩等, 是主要含油层段, 主力油层位于本组底部。二叠系下仓房沟群自上而下可分为锅底坑组( $P_3g$ )、梧桐沟组( $P_3w$ )和泉子街

组( $P_3q$ )。梧桐沟组主要为一套砾状砂岩和砂砾岩, 是主力油层段。

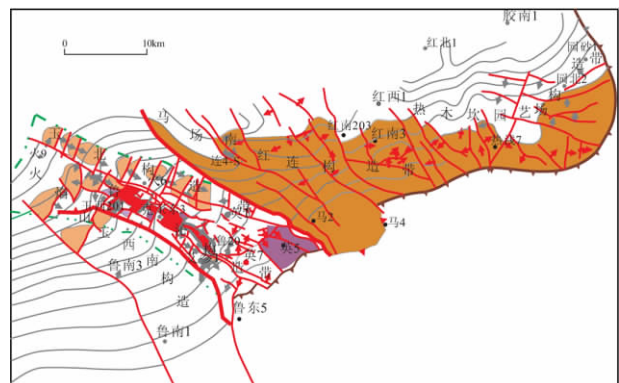


图1 鲁克沁构造带构造位置图

Fig. 1 Location of the Lukun structural belt

### 2 构造演化

鲁克沁构造带大致经历了4个演化阶段<sup>[1, 4]</sup>:

(1) 晚石炭世—早二叠世( $C_2 - P_1$ ) 准噶尔-吐鲁番板块与天山岛弧碰撞, 吐鲁番盆地南部前陆凹陷随之发生和发展。鲁克沁地区上、下二叠统之间

收稿日期: 2012-06-22; 改回日期: 2012-09-13

作者简介: 朱世全(1969-), 男, 博士, 工程师, 从事石油地质及储层沉积学研究。E-mail: ilhcg@163.com

表现出下削上超关系,并伴随逆冲活动。

(2) 晚二叠世—晚侏罗世( $P_2 - J_3$ ),印支运动使得火焰山—玉西—鲁克沁一带开始全面反转,由凹变隆,形成西低东高的古地貌,三叠系与侏罗系之间呈角度不整合接触。

(3) 早白垩世—早第三纪末期( $K_1 - N_1$ )的构造运动使得断块逆冲抬升,并产生新的褶皱和断裂构造,形成大量的局部构造。鲁克沁鼻隆带晚侏罗世地层剥蚀,与白垩系之间存在角度不整合。

(4) 喜马拉雅期( $N_2 - Q$ )为盆地消亡期,是吐哈盆地最强烈的构造运动。大型火焰山—七克台逆冲断裂将侏罗系及其以上地层叠覆在前侏罗系构造带之上,使前侏罗系构造带更为复杂。

### 3 稠油成因

原油本身低熟油质较重,加之成藏过程中油层浅埋,原油遭受生物降解,且后期遭受断块掀斜改造,轻质组分逸散,原油进一步稠化<sup>[1-4]</sup>。

对鲁克沁—鲁北已钻井稠油粘度进行综合分析,认为稠油粘度与地层埋深、不整合面的距离、断层存在一定的关系。在平面上,鲁东地区梧桐沟组油藏原油粘度由北向南具有加大趋势<sup>[1-4]</sup>(图2)。

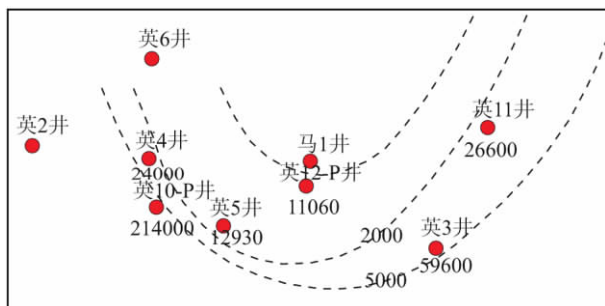


图2 鲁东地区梧桐沟组油藏原油粘度平面图(50°C)

Fig. 2 Planar distribution of the crude oil viscosity for the oil reservoirs from the Wutonggou Formation in eastern Lukun structural belt (50°C)

### 4 成藏条件

虽然台南生油洼陷具备一定生排烃能力,但鲁克沁构造带的前侏罗系稠油主要来自台北凹陷二叠系桃东沟群湖相泥岩,为低熟油气。稠油主要形成于早燕山期。其原生油藏主要形成于中侏罗世早期—西山窑组沉积时<sup>[1-2,4]</sup>。

浅层侏罗系、白垩系原油则为侏罗系煤成烃和次生稠油。煤成烃以稀油为主,主要来源于台北凹陷侏罗系煤系生油层,形成于晚喜山葡萄沟组沉积

期;次生稠油则主要形成于晚喜山期,由于构造运动,断层复活,部分古油藏发生破坏而形成<sup>[1-2,4]</sup>。

稠油及煤系原油整体上是向北往南运移、自西向东调整(图3),鲁克沁鼻隆北界英也尔断层可能是接纳油气的前方主要疏导系统<sup>[1-2,4]</sup>。

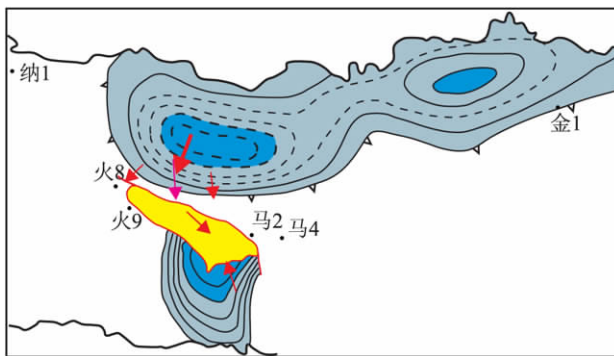


图3 吐哈盆地二叠系桃东沟群暗色泥岩厚度及烃类运移趋势图

Fig. 3 Thickness of dark mudstones and tendency of hydrocarbon migration in the Permian Taodonggou Group in the Turpan-Hami Basin

### 5 油藏类型

该区不整合面多,从中二叠统桃东沟群到白垩系吐谷鲁群,共发育8个规模不等的不整合面:(1)  $P_3cf^a/P_2td$ ; (2)  $T_2k^1$ 上部超覆不整合;(3)  $T_2k^2$ 下伏地层;(4)  $J_1b/T_2k^2$ ; (5)  $J_2x/T_2k$ ; (6)  $J_2s$ /克拉玛依组、仓房沟群和桃东沟群;(7)  $J_2q$ /桃东沟群;(8)  $K_1tg$ /桃东沟群、下二叠统及石炭系。剥蚀与超覆缺失带多岩性和地层油藏。

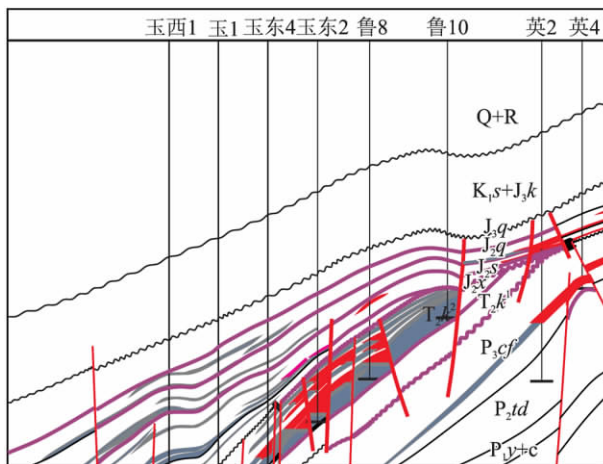


图4 鲁克沁稠油富集带东西向油藏地质剖面

Fig. 4 EW-trending geological section across the oil reservoirs in the heavy oil enrichment zone of the Lukun structural belt

总体上,中下侏罗统逐层超覆尖灭,形成岩性油藏,三叠系断层封堵形成断块油藏,二叠系不整合面与稠油封堵形成地层油藏。鲁克沁油气带经由多期构造复合而成,为一个多类型、多层系、叠合连片的复式油气聚集带<sup>[1,2,4]</sup>(图4)。

## 6 次生稠油油藏成藏模式

鲁克沁构造带稠油油藏主要为次生油气藏,原油本身低熟油质较重,加之成藏过程中油层浅埋,原油遭受生物降解而形成。台北凹陷二叠系桃东沟群湖相泥岩为储层提供长期稳定的油气来源。鲁克沁构造带位于库木凸起前缘,库木凸起是印支—早燕山期发展起来的古隆起,呈北西向展布,深入到台北凹陷。同时,印支运动使得该带全面反转,并形成西低东高的古地貌,使得该构造带长期处于有利的油气指向部位。鲁克沁油气带经历多期构造运动,断层和不整合面非常发育,为油气运移聚集提供了良好通道。

通过对鲁克沁构造带油气运聚规律的认真研究和总结,提炼出更具普遍意义的次生稠油油藏成藏模式。该模式有次生稠油油藏早中期成藏、晚期成藏两种模式,后者是在前者演变的基础上,在油气供给充足的条件下,进一步演化的结果。

在本模式中,我们认为因轻质组份逸散或生物降解形成的稠油,一旦成藏之后,后续生成的气和稀油就很难再进入圈闭中去排驱它,因而可以直接越过它而进入到下一个圈闭中。热解稠油在开始阶段为稀油组分,后期由于热解作用而成为稠油,此过程产生大量热解气。

在次生稠油油藏早中期成藏模式图(图5)中,①凝析油只有在满足特定温度压力条件下才能出现;⑤、⑥、⑦可以具有溶解气顶或次生气顶,其稠油为轻质组份逸散或生物降解而形成,且⑤中的稀油可以继续演变为稠油。同样,次生稠油油藏晚期成藏模式图(图6)中⑤、⑦、⑧也可以具有溶解气顶或次生气顶,且⑦中的稀油也可以继续演变为稠油。

在实际应用中,某个具体的油气田会缺失模式图中①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧中的一个或几个赋存状态,次序也可微调。模式图中的赋存状态及顺序是较为理想状态下的大概率事件。

## 7 结语

本模式反映的是一个具有长期稳定的运移通

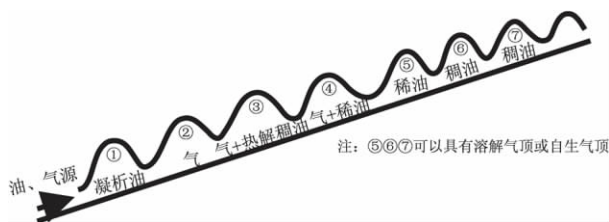


图5 次生稠油油藏早中期成藏模式图

Fig. 5 Model for the accumulation of the secondary heavy oil reservoirs during the early to middle stages

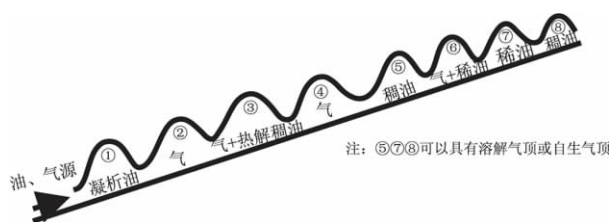


图6 次生稠油油藏晚期成藏模式图

Fig. 6 Model for the accumulation of the secondary heavy oil reservoirs during the late stages

道、油气供给充足的次生构造稠油油藏或次生构造—岩性稠油油藏的成藏及其演化结果。如果在演化过程中油藏遭受某些构造运动的破坏或油藏具有多通道、多油(气)源交叉作用,本模式的作用机理对油藏整体演化趋势的分析判定仍有指导作用。

本模式不适用于自生自储封闭式的岩性成藏。

本文得到了中石油吐哈油田研究院、长城钻探能源事业部、长城钻探地质研究院《鲁克沁东区油藏精细描述》项目组的领导和同事们的指导和支持,特此致谢!

## 参考文献:

- [1] 武超,赵铭,张君郎,等.吐哈油田公司勘探开发研究院科研报告——鲁克沁稠油富集带扩展勘探及油藏评价研究[R]. 2010.
- [2] 梁浩,李新宁,李兴亮,等.鲁克沁鼻隆带油气成藏主控因素浅析[J].石油天然气学报(江汉石油学院学报),2009,31(4): 204-206.
- [3] 李成明,苏传国,陈晓红,等.鲁克沁油气聚集带稠油成藏特点与潜力分析[J].吐哈油气,2004,9(4): 323-326.
- [4] 宋玉旺.鲁克沁稠油富集带油气分布规律及勘探潜力[J].石油地质与工程,2009,23(4): 1-5.

## Models for secondary heavy oil reservoirs: An example from the Lukqun structural belt in the Turpan-Hami Basin , Xinjiang

ZHU Shi-quan , ZHANG Ming-yu , WU Jian , YI Jian-hua , GOU Qi-yong , TIAN Zhi-bin

( *Geological Institute of Greatwall Drilling and Exploration Engineering Co. , Lt. , PetroChina , Panjin 124010 , Liaoning , China* )

**Abstract:** The Lukqun structural belt is located on the leading edge of the Kumu uplift , a favourable area for the hydrocarbon accumulation in the Tainan area , Turpan-Hami Basin , Xinjiang , where the heavy oil reservoirs occur as secondary oil reservoirs. The crude oil with low maturity was graded into the heavy oil due to the bleeding of light components during the hydrocarbon accumulation. The lacustrine mudstones have contributed to the steady hydrocarbon sources from the Permian Taodonggou Group in the Taibei depression. The highly developed faults and unconformities have provided good channels for the oil and gas migration and accumulation. The models for the accumulation of secondary heavy oil reservoirs proposed in this study may be significant to the future exploration of supergene light oil and gas , and deep-seated gas and condensate oil in the Turpan-Hami Basin.

**Key words:** secondary heavy oil; origin of heavy oil; hydrocarbon accumulation; type of oil reservoirs; model for hydrocarbon accumulation