

准噶尔盆地重 32 井区齐古组油藏 主控因素

刘 巍¹, 陈 杰², 万 策¹, 吴孔友²

1. 中国石油天然气股份有限公司新疆油田分公司勘探开发研究院, 新疆克拉玛依 834000
2. 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东东营 257061

摘要 在分析地层、构造、沉积、储层及流体特征基础上, 从不整合和断裂两方面对准噶尔盆地重 32 井区齐古组油藏主控因素进行分析。结果表明: 齐古组油藏类型为发育在不整合半风化岩石带内的浅层地层—断块型超稠油油藏, 成藏模式为侏罗纪末—白垩纪源外—不整合—断控次生油气藏成藏; 不整合—断裂是油气运聚的主要运聚体系; 白垩系/侏罗系不整合风化黏土层普遍发育, 但其封盖能力差, 是稠油形成的重要原因; 多期构造运动及断裂—不整合复合输导体系是研究区齐古组稠油油藏形成的主控因素。

关键词 准噶尔盆地; 重 32 井区; 齐古组; 不整合; 稠油成藏

中图分类号 TE122.3

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.18.003

The Dominant Factors of Hydrocarbon Accumulation in Qigu Formation in Zhong32 Wellblock, Junggar Basin

LIU Wei¹, CHEN Jie², WAN Ce¹, WU Kongyou²

1. Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, China National Petroleum Corporation, Karamay 834000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China
2. School of Geosciences, China University of Petroleum, Dongying 257061, Shandong Province, China

Abstract Based on the characteristics of strata, tectonics, sedimentary reservoir and fluid characteristics, the dominant factors of the hydrocarbon accumulation in Qigu Formation in Zhong32 wellblock in Junggar Basin are analyzed from the aspects of unconformity and faulty. The results show that Qigu Formation reservoir belongs to the type that would exist in the semi-weathering rock of Cretaceous-Jurassic unconformity in a fault block background. The model of hydrocarbon pool-forming is a secondary reservoir controlled by unconformity-fault, out of the source rock province from the late Jurassic to the Cretaceous unconformity. The unconformity-fault system of migration and accumulation is the primary system in the hydrocarbon migration and accumulation. The long-term weathering and erosion makes the reservoir quality much better. Though the Weathered Clay of Cretaceous-Jurassic unconformity is widespread development in Zhong32 wellblock, its sealing ability is poor, resulting in the leakage of light weight fractions of hydrocarbon and the formation of heavy oil reservoirs. Multistage tectonization and unconformity-fault migration-accumulation system are the main controlling factors for super heavy oil reservoirs in Qigu Formation.

Keywords Junggar Basin; Zhong32 wellblock; Qigu Formation; unconformity; heavy oil accumulation

0 引言

重 32 井区侏罗系齐古组油藏位于准噶尔盆地西北缘乌夏断裂带, 北邻哈拉阿拉特山, 南邻玛湖凹陷北部斜坡带(图 1), 属于勘探老区。

关于研究区侏罗系齐古组油藏形成的主控因素, 前人多侧重于从断裂的影响方面进行分析^[1-2], 本文在对油藏解剖的基础上, 从不整合与断裂两个方面对油藏的主控因素进行了研究。

收稿日期: 2011-02-10; 修回日期: 2011-05-10

作者简介: 刘巍, 工程师, 研究方向为石油地质, 电子邮箱: xjliuw@petrochina.com

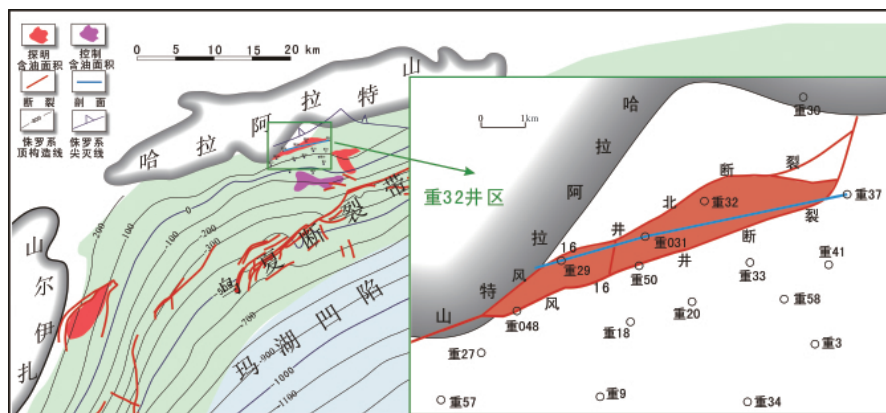


图 1 重 32 井区齐古组油藏平面示意图

Fig. 1 Oil reservoir planar diagram of Qigu Formation in Zhong32 wellblock

1 地质背景

从研究区到玛湖凹陷,构造特征上依次可划分为断裂带、斜坡区和凹陷区。研究区勘探面积约 25km²,地形起伏较大,地面海拔 296—376m,平均 347m。

研究区底部构造形态为一向东南缓倾的单斜,地层倾角约 5°,自下而上发育二叠系(P)、下侏罗统八道湾组(J_{1b})、上侏罗统齐古组(J_{3q})和白垩系吐谷鲁群(K_{1tg})。齐古组由南向北超覆于二叠系及八道湾组之上,其上又被吐谷鲁群超覆。由于长期处于构造高位且储集体与油源断裂相连通,致使研究区成为油气运移的主要指向区。油藏上倾及下倾方向均被断裂切割,风 16 井断裂和风 16 井北断裂是研究区内两条边界断裂,对中生界的沉积及油藏形成具有控制作用。

2 油藏解剖

2.1 沉积与储层特征

根据岩心、电性、粒度、沉积构造和砂砾厚度等资料分析,重 32 井区齐古组为一套弱氧化环境下的辫状河沉积,由于离物源区较近,砂体横向变化大。古地形北高南低,砂岩中较稳定矿物石英、长石含量由北向南逐渐增加,而不稳定的凝灰岩岩屑含量逐渐减少。

重 32 井区齐古组埋藏浅,埋深一般为 110—220m,平均 190m;厚度较薄,一般为 40—80m,平均 60m。层内自下而上岩性由粗变细,属正旋回沉积。碎屑颗粒一般呈细—中粒,分选中等,次棱角—次圆状为主,岩性有砂砾岩、粗砂岩、含砾砂岩、中砂岩、细砂岩和粉砂岩,其中油染褐色的中、细砂岩约占含油岩心的 90%。颗粒以岩屑为主,其次为石英和长石;岩屑主要为凝灰岩、安山岩、霏细岩、变质岩和花岗岩。胶结物以泥质为主,多呈孔隙式胶结,岩石较疏松,填隙物含量约 6%。黏土矿物以伊蒙混层(42.3%)为主,其次为高岭石(28.7%)、伊利石(14.5%)和绿泥石(14.5%)。

岩心分析结果表明,孔隙度平均为 20.5%,渗透率平均为 96.6×10⁻³μm²,排驱压力平均为 0.126MPa,饱和度中值压力为 1.28MPa,属高孔高渗储层^[1]。孔隙类型主要为剩余粒间孔(90%),其次为粒间溶孔(9%),还有少量粒内溶孔及晶间孔。

2.2 流体与温压特征

重 32 井区齐古组油藏原油密度介于 0.950—0.984g/cm³,平均 0.963g/cm³,属于稠油油藏。50℃时地面脱气原油黏度介于 8000—28500mPa·s,平均 13768mPa·s;温度升至 80℃时,原油黏度下降至 1000mPa·s 左右,黏度对温度反映较敏感。原油凝固点在 2.4—22.1℃之间;原油酸值较高, $w(\text{KOH}):w(\text{原油})$ 为 1.7—11.2mg/g,平均 3.73mg/g;含蜡量 1.3%;原油物性随着埋深的增加逐渐变好^[4]。地层水矿化度平均为 4692mg/L,为 NaHCO₃ 水型。油藏中部深度(海拔 135m)处的油藏原始地层温度为 17.25℃,原始地层压力为 2.27MPa,压力系数为 0.987,油水界面海拔 125m。

2.3 油藏类型

研究区齐古组稠油是油气发生多次运移的结果。以玛湖凹陷二叠系为主的烃源岩,首先形成二叠系、三叠系油藏,然后经构造运动改造,油气沿断裂向上运移发生稠变并在侏罗系形成次生油藏。由于埋深较浅,温度、压力较低,侏罗系油藏内气体或轻质组分不断发生扩散,致使原油越来越稠^[4]。

从构造背景方面分析,重 32 井区齐古组油藏分布在风 16 井断裂、风 16 井北断裂及重 32 井东断裂相交封闭的断块内,尤其是重 16 井断裂和重 16 井北断裂对研究区中生界的分布及油藏的形成具有明显控制作用。从油藏发育层位方面分析,研究区齐古组油藏紧邻白垩系/侏罗系不整合面之下且位于白垩系/侏罗系不整合半风化石带内(表 1)。因此,认为重 32 井区齐古组油藏为断块构造背景下,发育在不整合半风化石带内的浅层地层—断块型超稠油油藏(图 2、图 3)。

2.4 成藏模式分析

重 32 井区齐古组油藏的烃源岩主要是位于玛湖凹陷的二叠系风城组,其次是佳木河组,下乌尔禾组烃源岩可能也具有少量的贡献,油气藏位于烃源岩区之外。油藏形成时间为侏罗纪末—白垩纪,属次生油藏,具有混源特征^[5],输导特征主要表现为油气沿多个不整合的横向运移与沿断裂的垂向运移。简言之,将其成藏模式归纳为侏罗纪末—白垩纪源外—不整合—断控次生油气藏成藏(图 3),也可称为远源混向阶梯状输导晚期成藏。

表 1 重 32 井区白垩系/侏罗系不整合统计数据
Table 1 Statistics of Cretaceous/Jurassic unconformity in Zhong32 wellblock

井号	白垩系/侏罗系不整合									齐古组 厚度 /m
	不整合 深度 /m	厚度/m			岩性			油气显示		
		不整合 之上	风化 黏土层	半风化 岩石带	不整合 之上	风化 黏土层	半风化 岩石带	不整合 之上	半风化 岩石带	
重 031	185.5	—	—	82.5	—	—	—	—	—	59.0
重 048	171.0	7.0	2.0	61.0	砂岩	泥岩	粉砂岩	有	有	61.0
重 18	226.0	—	—	100.8	—	—	—	—	—	78.0
重 20	225.5	—	—	77.5	—	—	—	—	—	77.0
重 27	247.0	—	—	77.2	—	—	—	—	—	38.5
重 29	132.5	24.2	4.0	—	砾岩	泥岩	砂岩	有	有	34.5
重 3	291.5	7.0	—	—	砾岩	泥岩	砂岩	无	有	82.0
重 30	97.0	—	—	—	—	—	—	—	—	12.0
重 32	170.0	5.0	7.0	—	砂岩	泥岩	泥岩	有	有	46.5
重 33	207.0	—	—	103.4	—	—	—	—	—	89.0
重 34	358.5	—	—	78.7	—	—	—	—	—	82.0
重 37	191.0	9.0	5.0	88.0	砾岩	泥岩	—	—	—	90.0
重 57	328.0	6.0	10.0	—	砂岩	泥岩	砂岩	有	有	38.0
重 58	250.0	11.0	2.0	110.0	砂岩	泥岩	砂岩	有	有	71.0
重 9	332.0	—	—	—	—	—	—	—	—	86.5
重 41	252.0	9.0	5.0	111.0	砾岩	泥岩	泥岩	有	有	78.0
重 50	187.5	12.0	3.0	93.5	砂岩	泥岩	砂岩	无	有	44.0

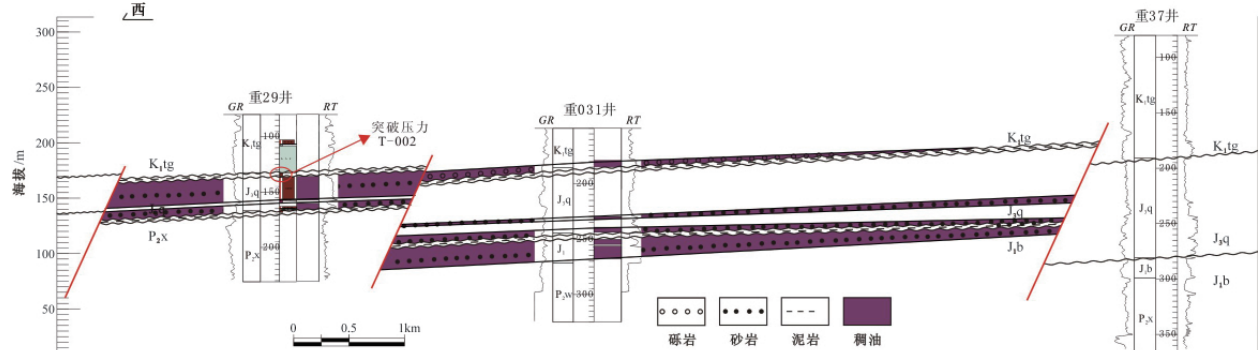


图 2 重 29—重 031—重 37 剖面油藏剖面
Fig. 2 Oil reservoir profile of Zhong29—Zhong031—Zhong37

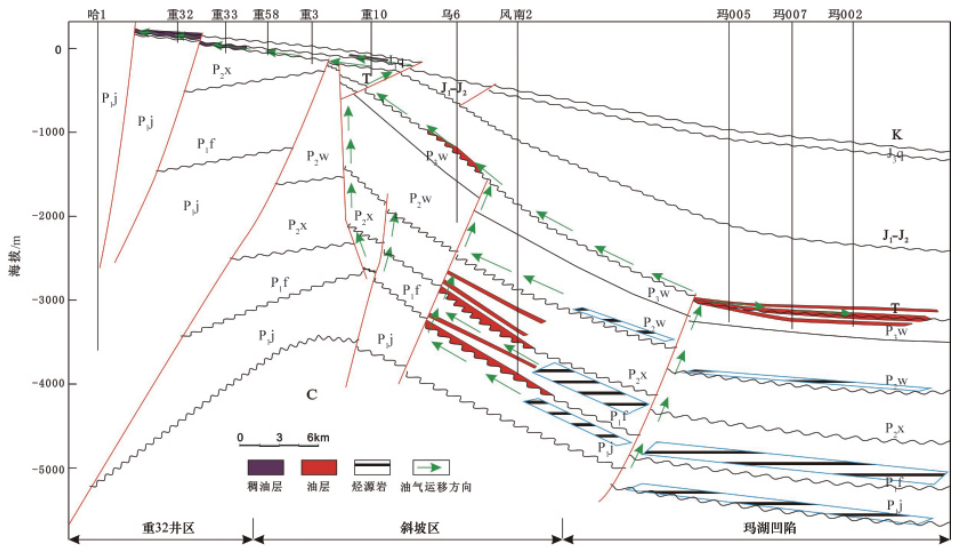


图 3 重 32 井区油气成藏模式
Fig. 3 Hydrocarbon accumulation model in Zhong32 wellblock

3 不整合对油气成藏的控制作用

不整合的形成是地表岩石遭受风化剥蚀的过程,其早期风化剥蚀程度的不均一性及后期水进形成的上覆岩石使得不整合具有了明显的层次结构,纵向上可划为不整合面之上岩石、风化黏土层及半风化带 3 层结构^[6-9](图 4)。

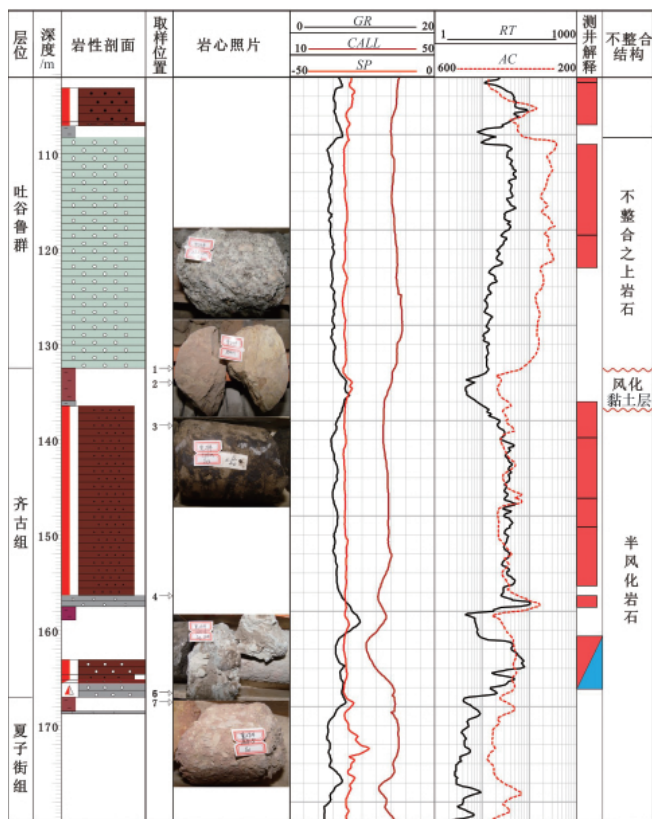


图 4 重 29 井区白垩系/侏罗系不整合三层结构

Fig. 4 The three-layer structure of Cretaceous/Jurassic unconformity in Zhong29 wellblock

3.1 不整合结构的判别

岩心是最可靠、最直观的资料,首先通过对重 18、重 27、重 29、重 3、重 32 这 5 口取心井的岩心进行观察,发现不整合三层结构的岩心特征明显。其次,不整合三层结构在测井曲线上也具有较明显的特征,主要表现为:(1) 不整合之上的岩石通常为冲洗带和侵入带电阻率相差较大、中子孔隙度较高、密度值较大、电阻率较高、声波时差值较低且起伏较大;(2) 风化黏土层通常为声波时差值较高、电阻率较低、密度值较小、中子孔隙度较低、自然伽玛值较高且低于正常泥岩、井径出现扩径;(3) 半风化岩石的测井曲线显示与不整合面之上岩石相似,但因普遍遭受溶蚀作用,通常其电阻率值较正常岩石变小而声波时差值变大(图 4)。

3.2 不整合特征统计

由于研究区属于老井区,测井、录井及试油等井资料较少,增大了不整合特征数据的统计难度。对重 32 井区内 17 口探井及评价井的白垩系/侏罗系不整合数据进行统计,如表

1 所示。结果表明,8 口油气显示井中有 6 口井的不整合之上岩石见油气显示,2 口井无显示;半风化岩石带内则是 8 口井均见油气显示。因此,可以推断白垩系/侏罗系不整合在重 32 井区齐古组油藏形成过程中具有重要的输导和储集作用。

3.3 不整合岩性配置特征

统计结果表明,重 32 井区白垩系/侏罗系不整合面之上岩石存在砾岩和砂岩 2 种岩性,且以底砾岩为主,其次为水进砂体;油藏分布区域均发育风化黏土层(图 5),推断风化黏土层是油气藏形成的必要条件;半风化岩石带存在砂岩、粉砂岩和泥岩 3 种岩性,且以砂岩为主。总之,研究区白垩系/侏罗系不整合岩性配置类型以砾岩-风化黏土层-砂岩(AHJ)型和砂岩-风化黏土层-砂岩(BHJ)型为主。

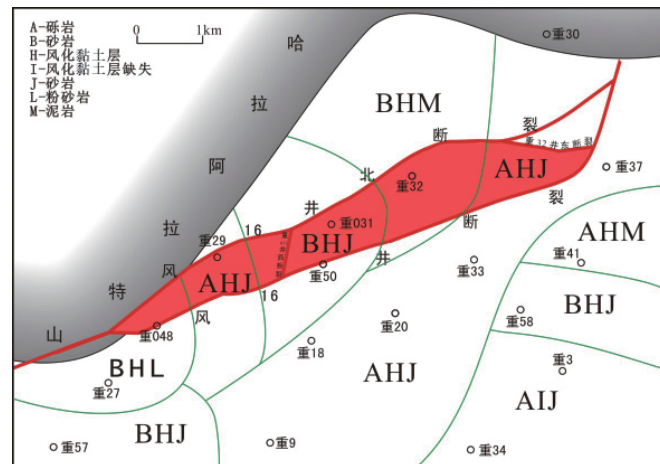


图 5 重 32 井区白垩系/侏罗系不整合岩性配置平面分布

Fig. 5 Lithology allocation planar diagram of Cretaceous/Jurassic unconformity in Zhong32 wellblock

3.4 不整合的封盖作用

研究区白垩系/侏罗系不整合对齐古组油藏的遮挡具有风化黏土层遮挡和半风化带泥岩遮挡两种模式^[10]。风化黏土层遮挡是指油气在侧向上或顶部直接受风化黏土层的遮挡;半风化带泥岩遮挡指半风化带中的薄层泥岩对油气具有一定的封堵作用,从而在其下形成油气藏。

分别在重 27 井和重 29 井白垩系/侏罗系不整合风化黏土层取 2 块样品并进行突破压力分析(表 2)。实验结果表明,T-001 突破压力为 0.337MPa,T-002 突破压力为 0.861MPa,两块样品的突破压力值均较小,显示其封盖能力较差。分析其原因,认为主要是重 32 井区紧邻造山带,海西、印支、燕山以及喜马拉雅等多期构造运动使地层产生较大幅度抬升并遭受剥蚀所致,这也是导致研究区稠油形成的重要原因。

4 断裂对油气成藏的控制作用

4.1 断裂基本特征

研究区内主要发育 4 条逆断裂(表 3)。风 16 井断裂、风 16 井北断裂是两条边界断裂,控制了研究区内中生界的沉积及油藏的形成。风 16 井断裂断开了白垩系吐谷鲁群底部,区

表 2 重 32 井区白垩系/侏罗系不整合风化黏土层样品特征统计

Table 2 Weathered clay statistics of Cretaceous/Jurassic unconformity in Zhong32 wellblock

样品 编号	井号	岩性	层位	深度 /m	突破 压力/MPa	突破 半径/nm	中值 压力/MPa	中值 半径/nm	气柱高 度/m	遮盖 系数/%	比表 面积/%
T-001	重 27	泥岩	J ₃ q	247.0	0.337	422.910	0.950	150.208	33.75	67.49	15.97
T-002	重 29	泥岩	J ₃ q	134.0	0.861	165.828	2.484	57.458	86.06	172.13	17.51

表 3 重 32 井区断裂要素

Table 3 Faults elements in Zhong32 wellblock

断裂名称	性质	走向	倾向	断面倾角/(°)	垂直断距/m
风 16 井断裂	逆	西南—东北	北北东	45	10—20
风 16 井北断裂	逆	西南—东北	北北东	45	15
重 031 井西断裂	逆	北—南	西	45	—
重 32 井东断裂	逆	西	北	45	15

内长 9km,其上盘齐古组超覆于二叠系之上,下盘齐古组超覆于八道湾组及二叠系之上;风 16 井北断裂也断开了吐鲁群底部,区内长 12km,走向、倾向与风 16 井断裂基本一致,两端与风 16 井断裂相交形成一封闭断块,其上盘齐古组剥蚀严重,厚度较薄(0—10m),下盘吐鲁群则超覆在齐古组之上。重 031 井西断裂和重 32 井东断裂是研究区内的次级断裂,其中重 031 井西断裂又将重 32 井区分割成两个小断块。

4.2 断裂对油气的输导与破坏

三叠纪末期,以风城组为主力的玛湖凹陷二叠系烃源岩达到生油高峰,油气经各级断裂垂向及不整合横向运移,首先在研究区内形成二叠系和三叠系油藏,之后经燕山运动和喜马拉雅运动使早期断裂(风 16 井断裂及风 16 井北断裂)发生活化并形成新的小断裂(重 031 井西断裂和重 32 井东断裂),致使先前原油藏遭到破坏,油气沿断裂发生再次运移形成侏罗系次生油藏。

5 结论

(1) 重 32 井区齐古组油藏属于断块构造背景下,发育在不整合半风化带内的浅层地层—断块型超稠油油藏,成藏模式为侏罗纪末—白垩纪源外—不整合—断控次生油气藏成藏。

(2) 不整合—断裂运聚体系是重 32 井区油气运聚的主要方式,不整合实现了油气的长距离跨区运移。

(3) 白垩系/侏罗系不整合风化黏土层在重 32 井区普遍发育,但因其埋藏浅封盖能力差,致使油气轻质组分渗漏,是形成稠油的重要原因。

(4) 多期构造运动及不整合—断裂的复合型输导体系是研究区齐古组稠油油藏形成的主控因素。

参考文献 (References)

- [1] 中国石油新疆石油管理局. 风城油田重 32 井断块侏罗系齐古组稠油油藏探明储量报告[R]. 克拉玛依: 中国石油新疆油田分公司, 1994.
Xinjiang Petroleum Administration Bureau, PetroChina. Oil reservoir report about Qigu Formation in Zhong32 wellblock, Fengcheng oil field,

Jurassic Basin[R]. Karamay: Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, 1994.

- [2] 中国石油新疆油田分公司. 风城油田重 32 井区块齐古组油藏新增石油探明储量报告[R]. 克拉玛依: 中国石油新疆油田分公司, 2008.

Xinjiang Oilfield Company, PetroChina. Report on new proven oil reservoir of Qigu Formation in Zhong32 wellblock, Fengcheng oil field [R]. Karamay: Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, 2008.

- [3] 吴胜和, 熊琦华. 油气储层地质学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998: 155—190.

Wu Shenghe, Xiong Qihua. Hydrocarbon reservoir geology [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1998: 155—190.

- [4] 霍进, 吴运强, 赵增义, 等. 准噶尔盆地风城地区稠油特征及其成因探讨[J]. 特种油气藏, 2008, 15(2): 25—27.

Huo Jin, Wu Yunqiang, Zhao Zengyi, et al. Special Oil and Gas Reservoirs, 2008, 15(2): 25—27.

- [5] 中国石油新疆油田公司勘探开发研究院. 准噶尔盆地不整合与油气运聚成藏关系研究[R]. 克拉玛依: 中国石油新疆油田分公司, 2004.

Research Institute of Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, PetroChina. Study on relationship between unconformity and hydrocarbon migration and accumulation, Jurassic Basin [R]. Karamay: Xinjiang Oilfield Company, PetroChina, 2004.

- [6] 吴孔友, 查明, 洪梅. 准噶尔盆地不整合结构的地球物理响应及油气成藏意义[J]. 石油实验地质, 2003, 25(4): 823—233.

Wu Kongyou, Zha Ming, Hong Mei. Petroleum Geology & Experiment, 2003, 25(4): 823—233.

- [7] 吴孔友, 查明, 洪梅. 准噶尔盆地不整合结构模式及半风化石的再成岩作用[J]. 大地构造与成矿学, 2003, 27(3): 270—276.

Wu Kongyou, Zha Ming, Hong Mei. Geotectonica Et Metallogenia, 2003, 27(3): 270—276.

- [8] 高长海, 查明, 曲江秀, 等. 柴达木盆地东部不整合结构的地球物理响应及油气地质意义[J]. 石油学报, 2007, 28(6): 32—36.

Gao Changhai, Zha Ming, Qu Jiangxiu, et al. Acta Petrolei Sinica, 2007, 28(6): 32—36.

- [9] 高长海, 查明. 不整合运移通道类型及输导油气特征 [J]. 地质学报, 2008, 82(8): 1113—1120.

Gao Changhai, Zha Ming. Acta Geologica Sinica, 2008, 82(8): 1113—1120.

- [10] 陈中红, 查明, 吴孔友, 等. 陆梁隆起白垩系底部不整合面特征与油气运聚[J]. 新疆石油地质, 2002, 23(4): 283—285.

Chen Zhonghong, Zha Ming, Wu Kongyou, et al. Xinjiang Petroleum Geology, 2002, 23(4): 283—285.

(责任编辑 刘志远)