

文章编号:1001-6112(2011)05-0480-08

海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷 大磨拐河组油气成藏条件

李占东¹, 李阳², 张海翔³, 陈志巍⁴, 彭政⁵

- (1. 东北石油大学 石油工程学院, 黑龙江 大庆 163318; 2. 中国石油天然气股份有限公司 大庆油田有限责任公司 第一采油厂, 黑龙江 大庆 163257; 3. 东北石油大学 地球科学学院, 黑龙江 大庆 163318; 4. 中国石油天然气股份有限公司 大庆油田有限责任公司 第三采油厂, 黑龙江 大庆 163113; 5. 中国石油天然气股份有限公司 大庆油田有限责任公司 第二采油厂, 黑龙江 大庆 163414)

摘要:运用地层学、构造地质以及成藏系统等理论和方法,系统阐述乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组油气成藏条件。凹陷断裂经历了铜钵庙组—大磨拐河组沉积期的伸展变形、伊敏组沉积期的走滑变形和青元岗组沉积期—古近期末期的强烈反转变形3个阶段。大磨拐河组地层划分为3个三级层序和15个砂岩组,各个时期控制着不同沉积演化过程。大磨拐河组原油来源于南屯组,与南一段关系密切,存在2种油气运移方式:1)当断距大于300 m时,南屯组生油源岩与大磨拐河组储层对接,从而构成直接侧向运移的旁生侧储型油藏;2)油沿(不整合面)油源断层自南屯组向上垂向运移至大磨拐河组,再短距离侧向运移形成下生上储型油藏,总结油藏类型为构造、岩性、地层及岩性—构造4大类。

关键词:储盖组合; 油气输导; 成藏条件; 大磨拐河组; 乌尔逊—贝尔凹陷; 海拉尔盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

Petroleum accumulation conditions of Damoguaihe Formation in Urxun—Beier Sags, Hailaer Basin

Li zhandong¹, Li Yang², Zhang Haixiang³, Chen Zhiwei⁴, Peng Zheng⁵

- (1. *Petroleum Engineering Institute, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang 163318, China;*
2. *No. 1 Oil Production Factory, Daqing Oilfield, PetroChina, Daqing, Heilongjiang 163257, China;*
3. *Earth Sciences Institute, Northeast Petroleum University, Daqing, Heilongjiang 163318, China;*
4. *No. 3 Oil Production Factory, Daqing Oilfield, PetroChina, Daqing, Heilongjiang 163113, China;*
5. *No. 2 Oil Production Factory, Daqing Oilfield, PetroChina, Daqing, Heilongjiang 163414, China*)

Abstract: The petroleum accumulation conditions of Damoguaihe Formation in the Urxun—Beier Sags of the Hailaer Basin were studied with stratigraphic, tectonic and accumulation system theories. The fractures in the study area experienced 3 stages of deformation including the extension during Tongbomiao and Damoguaihe periods, the strike-slip during Yimin period and the strong inversion during Qingyuangang and the late Paleogene periods. Damoguaihe Formation was divided into 3 third-grade sequences and 15 sand layers. Different stages controlled different sedimentary evolution processes. The crude oil in Damoguaihe Formation came from Nantun Formation and was closely related to the first member of Nantun Formation. There existed 2 ways of hydrocarbon migration. 1) When the fault displacement was over 300 m, the source rocks in Nantun Formation connected with the reservoirs in Damoguaihe Formation, resulting in side-generating and side-reserving reservoirs. 2) The hydrocarbon in Nantun Formation migrated upwards into Damoguaihe Formation, and then moved laterally for a short distance, forming lower-generating and upper-reserving reservoirs. The reservoirs in the region were classified into 4 types: tectonic, lithologic, stratigraphic and lithologic—tectonic.

Key words: reserving and capping combination; hydrocarbon transmission; accumulation condition; Damoguaihe Formation; Urxun—Beier Sag; Hailaer Basin

收稿日期:2010-06-28; 修订日期:2011-08-18。

作者简介:李占东(1979—),男,博士后,从事储层地质、油藏描述研究。E-mail:13644593771@163.com。

基金项目:教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-04-0345)和大庆油田有限责任公司获奖项目资助。

海拉尔盆地是一个多期叠合和多期改造的中生代断陷盆地,也是大庆外围探区最重要的含油盆地之一。乌尔逊—贝尔凹陷是海拉尔盆地最有勘探潜力的凹陷之一,最近国内学者在此积累了丰富的经验。乌尔逊、贝尔凹陷在构造、层序、沉积、储层和油气成藏规律等方面的文献共同点多集中于对主力油层——南屯组(K_1n)油层或大套地层的阐述^[1-14],而对大磨拐河组(K_1d)沉积、成藏条件等研究甚少。大磨拐河组是一个认识程度低的含油层段,对于油气成藏规律、成藏控制因素的探讨还处于起步阶段。然而,近年来乌尔逊—贝尔凹陷勘探实践证明,大磨拐河组发育了类型丰富的各种油藏,发现了更多的低产油流井和工业油流井,勘探潜力巨大。因此,研究分析乌尔逊—贝尔凹陷的层序、沉积特征和油气成藏规律,对于加快凹陷的勘探开发具有重要意义。

1 构造特征及其层序沉积特征

1.1 构造特征

乌尔逊、贝尔凹陷是位于海拉尔盆地贝尔湖拗陷南部 2 个规模最大的相邻凹陷(图 1),其中乌尔逊凹陷呈 SN 向延伸,贝尔凹陷呈 NE 向分布,两者被长期发育的巴彦塔拉构造带所分割^[15]。从凹陷结构上看,乌尔逊凹陷具有西断东超的“箕状”特征,贝尔凹陷整体上具有东西成带、南北分块的构造格局。沿凹陷短轴方向,可依次划分为陡坡带、洼陷带和斜坡带 3 个二级构造单元。陡坡带是指长期继承性(早期伸展、中期张扭、晚期反转)断层及其控制的上盘断超带;斜坡带是指“箕状”断陷中宽度较大、坡度较缓的构造带;洼陷带夹持于陡坡带和斜坡带之间,是乌尔逊—贝尔凹陷的长期性沉降带,也是凹陷沉积的中心(图 2)。乌尔逊—贝尔

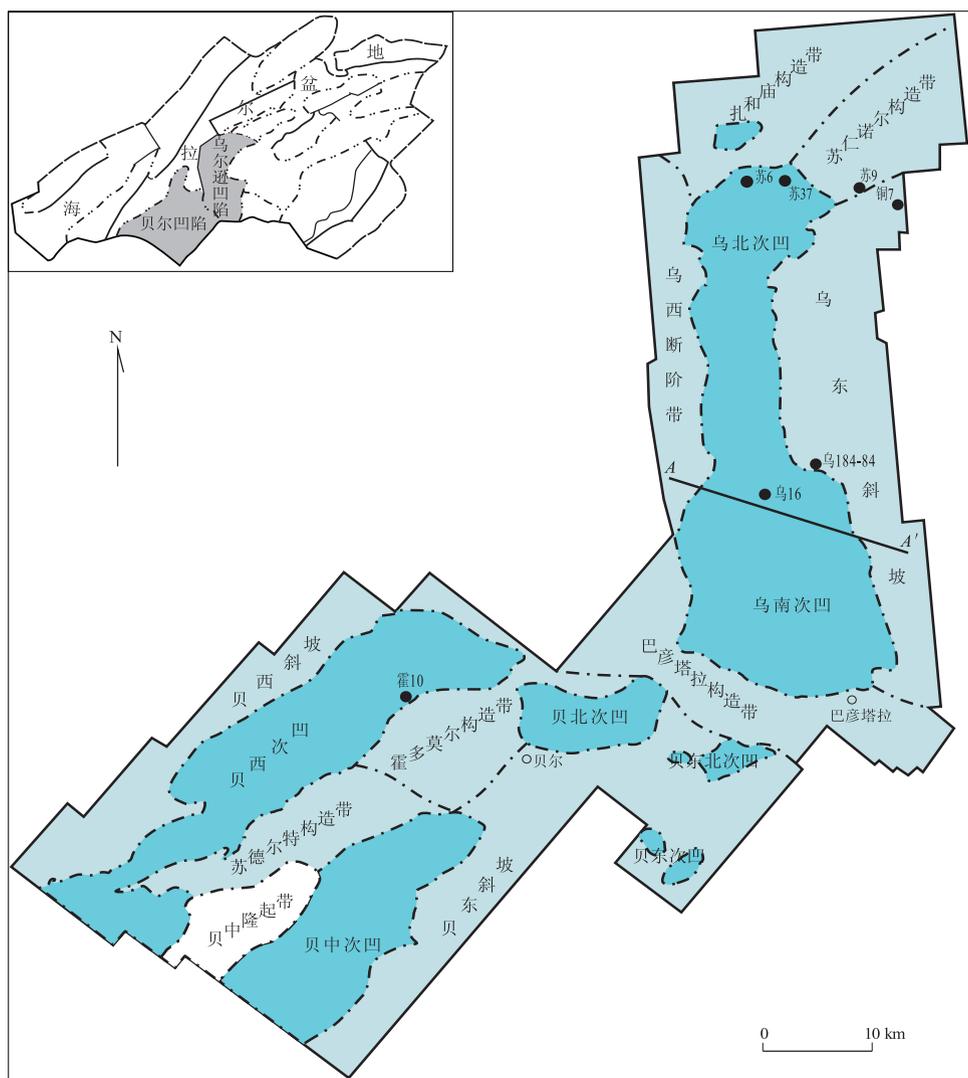


图 1 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组构造单元划分

Fig. 1 Tectonic units of Damoguaihe Formation in Urxun—Beier Sags, Hailaer Basin

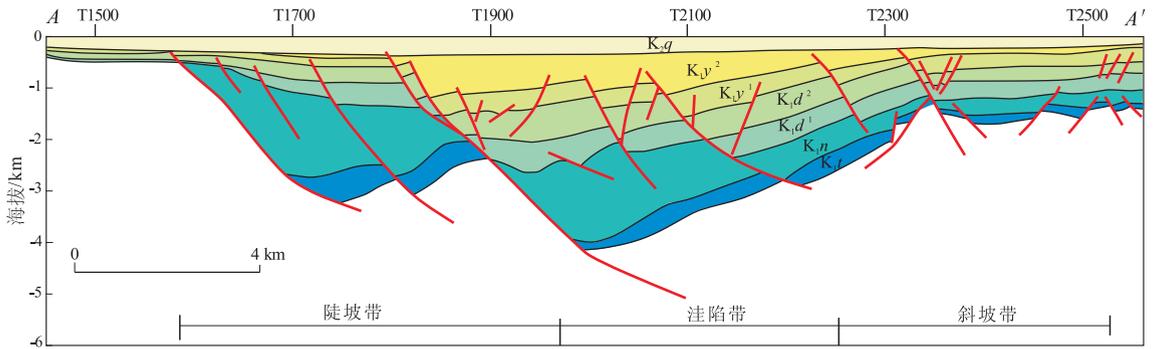


图 2 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷石油地质剖面

K_{1t} . 铜钵庙组; K_{1n} . 南屯组; K_{1d}^1 . 大磨拐河组一段; K_{1d}^2 . 大磨拐河组二段; K_{1y}^1 . 伊敏组一段; K_{1y}^2 . 伊敏组二段; K_{2q} . 青元岗组

Fig. 2 Petroleum geologic profile of Urxun—Beier Sags, Hailaer Basin

凹陷发育有 4 个规模较大的沉积中心,沿凹陷长轴方向自南向北分别为贝中次凹、贝西次凹、乌南次凹和乌北次凹,陡坡带和斜坡带由南向北为苏德尔特构造带、霍多莫尔构造带、巴彦塔拉构造带、乌西断阶带、扎和庙构造带、苏仁诺尔构造带以及贝西斜坡、贝东斜坡和乌东斜坡等共 16 个三级构造带。

乌尔逊—贝尔凹陷断裂的形成演化先后经历了 3 个主要时期^[1-3,16]: 1) 铜钵庙组(K_{1t})—大磨拐河组沉积期为主要的伸展变形时期,其间又可细分为不同的伸展构造幕,分别控制断陷盆地的发生、发展、消亡的演化过程;铜钵庙组—南屯组沉积时期为凹陷强烈的拉张时期,以分隔断陷期和拗陷期的裂后不整合面 T_2^2 作为分界面^[17],形成早期断陷沉积地层;之后盆地演化进入拗陷阶段,大磨拐河组断拗均有分布,但部分断层仍然强烈活动,对大磨拐河组和伊敏组沉积有一定控制作用,形成大磨拐河组地层和顶部区域不整合面,表现为断陷向拗陷转化的特征。2) 伊敏组(K_{1y})沉积时期主要发生走滑变形,形成一系列沿主干基底断层发育的断裂密集带,表现为“西北强、东南弱”的特征。3) 青元岗组(K_{2q})沉积期—古近纪(E)末期为反转构造变形时期,表现为部分主干基底断层发生反转构造变形,使伊敏组沉积末期形成的正反转断层进一步向上延伸断至青元岗组地层。

1.2 沉积层序特征

层序是指一套相对整齐的、成因上有联系的、顶底以不整合或与之相当的整合面为界的地层单元。一个完整的层序可由低水位体系域(LST)、水进体系域(TST)和高水位体系域(HST)组成^[4-5]。各体系域的基准面变化决定各层序内沉积体系的构成和时空配置。以层序地层学理论为指导,乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组内共划分 3 个三级层序

和 15 个砂岩组(图 3),该三级层序由 LST, TST 和 HST 组成。LST 形成于大一段(K_{1d}^1)地层沉积期,主要包括 D I 1 砂岩组,为正旋回沉积,地层厚度一般为 50~250 m,最厚 300 m,此时湖泊水域较小,以滨湖亚相为主。在有限的湖泊水域内,发育有扇三角洲、滨浅湖、湖底扇和辫状河三角洲。辫状河三角洲发育在盆地的缓坡和长轴方向,断陷陡坡处发育扇三角洲。TST 地层厚度较厚,主要包括 D I 2 砂岩组和 D I 3 砂岩组,岩性以灰色、灰黑色泥岩夹粉砂质泥岩为主,岩性较细,最厚达 670 m,盆地沉积范围逐渐扩大,湖泊水体逐渐由浅变深,湖泊相以深湖—半深湖沉积为主,中心洼陷带发育重力流沉积。在深湖—半深湖亚环境斜坡带发育辫状河三角洲、砂坝等沉积体,陡坡带发育少量湖底扇和扇三角洲。HST 形成于大磨拐河组沉积晚期,地层发育较厚,凹陷最大厚度达 760 m,包括 D I 4—D I 5 和 D II 1—D II 10 共 12 个砂岩组,以曲流河三角洲、网状河三角洲系发育为特征,但贝尔凹陷范围较乌尔逊凹陷小;乌尔逊凹陷东侧和南侧及东南侧的网状河三角洲并进一步向盆地中推进,主要发育网状河三角洲、湖泊相和曲流河三角洲沉积体系,湖泊相以滨浅湖为主,河流经过较长的距离在盆地的缓坡和长轴方向形成网状流河三角洲,盆地的陡坡也由辫状河三角洲演变为曲流河三角洲,网状流河三角洲快速向盆地中推进,占据了盆地更大的区域。

总之,贝尔—乌尔逊凹陷大磨拐河组地层垂向沉积演化与二级构造单元关系密切,洼陷带内自下由 LST 浅湖相到 TST 的深湖相,再向上演变为 HST 晚期浅湖相沉积;陡坡带内由 LST 扇三角洲演变为 TST 辫状河三角洲和 HST 曲流河三角洲;斜坡带内由 LST 辫状河三角洲向上演化为 TST 曲流河三角洲,再到 HST 网状河三角洲。

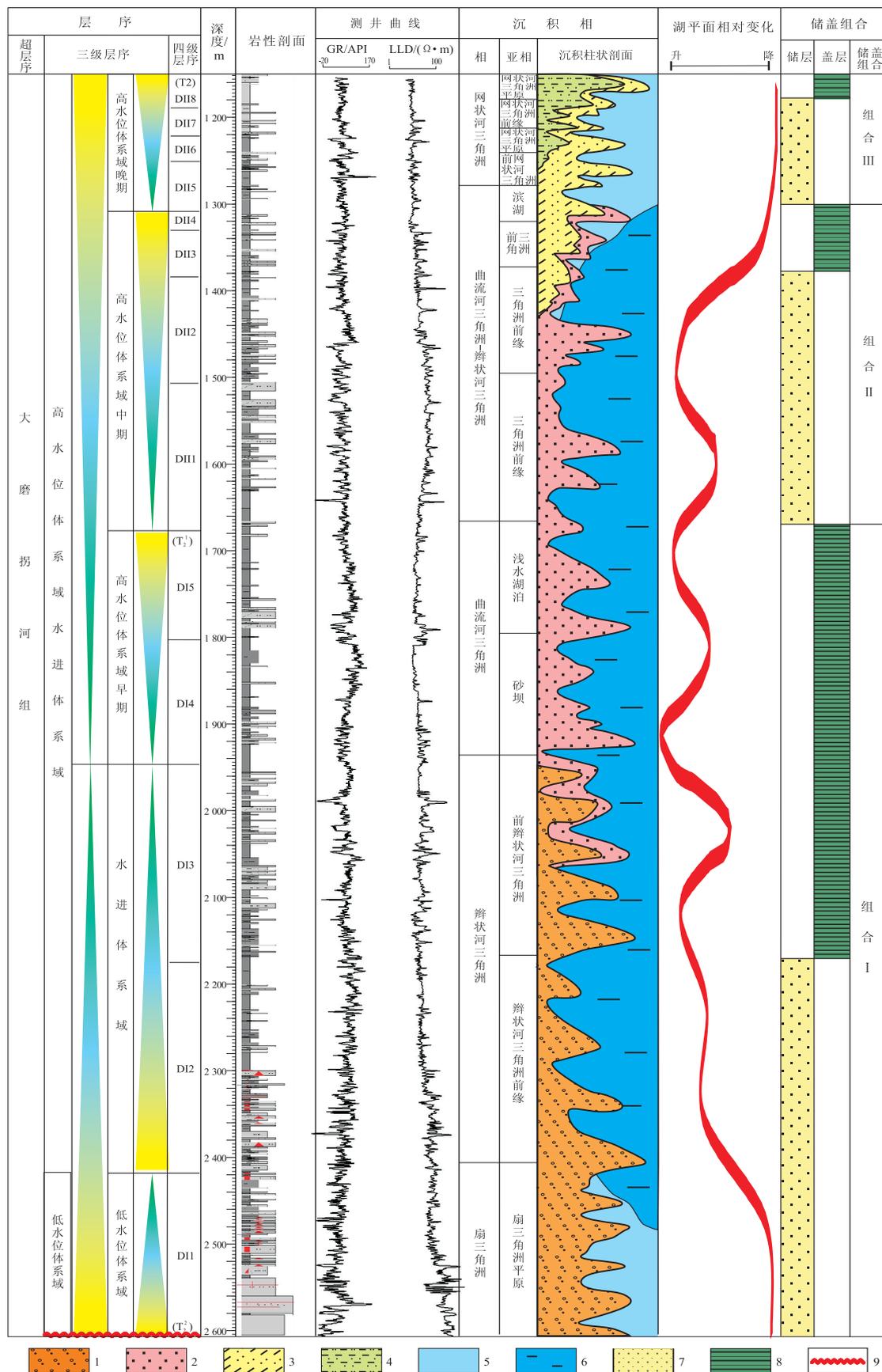


图 3 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组综合柱状图

1. 扇三角洲; 2. 辫状河三角洲; 3. 曲流河三角洲; 4. 网状三角洲; 5. 滨浅湖; 6. 深湖—半深湖; 7. 储集层; 8. 盖层; 9. 不整合面

Fig. 3 Synthesis column map of Damoguaihe Formation in Urxun—Beier Sags, Hailaer Basin

2 成藏条件分析

层序地层格架及其沉积体系的演化,控制了层序内不同相带的分布,继而控制着层序内的储盖组合特征及油气成藏过程,决定了凹陷有利的油气聚集带,对确定下一步勘探目标具有指导意义。

2.1 烃源岩特征

乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组原油来源于南屯组,且与南一段关系密切^[6,18]。首先,南屯组与大磨拐河组环境基本以深湖—半深湖相为主,从原油评价指标(表 1)可以看出,大磨拐河组原油与南屯组原油物性与族组成特征基本相近;其次,大磨拐河组原油中饱和烃含量接近南屯组,非烃+沥青质含量比南屯组略低,芳烃含量与南屯组相近,因此大磨拐河组原油与南屯组原油可能具有相同的来源。

乌尔逊—贝尔凹陷烃源岩中心分布在乌北、乌南、贝西和贝中次凹内,其烃源岩有机质的热演化程度变化范围较大。南一段烃源岩为好—较好烃源岩,具备形成工业油藏的潜力。南屯组沉积时期,乌尔逊—贝尔凹陷的洼陷面积大,水体深,以深湖—半深湖相沉积为主,有利于多种有机质繁衍。乌尔逊—贝尔凹陷南一段源岩暗色泥岩厚度 150~500 m,烃源岩有机碳含量为 0.4%~7.6%,样品中 68.6%以上大于 1.0%,平均为 1.861%(表 1);南二段源岩暗色泥岩厚度和分布面积都不大,烃源岩有机碳含量为 0.4%~7.1%,样品中 83.33%以上大于 1.0%,均值为 1.729%;大磨拐河组暗色泥

岩厚度和分布面积较大,但埋藏浅,烃源岩有机碳含量为 0.37%~6.98%,样品均值为 1.661%。南一段氯仿沥青“A”的样品均值为 0.086 5%,37.3%分布在 0.1%以上,说明该段为较好烃源岩;南二段与南一段相似,氯仿沥青“A”样品均值 0.073 9%,23%分布在 0.1%以上,为中等烃源岩;而大磨拐河组氯仿沥青“A”的样品均值相对较低,平均为 0.054 0%。通过对“A”/C_{OT}和 OEP 对比分析表明,凹陷内原油多为成熟油,但总体上南一段有机质丰度高、成熟度高、类型好,以 II₁和 II₂型为主,为较好源岩;南二段相对南一段较差,有机质丰度中等、成熟度不高、类型以 II₂和 III型为主,综合平均为中等和偏差源岩;大磨拐河组有机质类型以 III型为主,成熟度不高^[6],综合评价为差源岩。按照 R_o=0.5%,乌尔逊凹陷生烃门限深度为 1 800 m,生烃高峰深度为 2 000 m。贝尔凹陷生烃门限较深,平均为 2 000 m,贝中次凹门限深度达 2 600 m,烃源岩在伊敏组沉积时期进入生烃门限,伊敏组沉积晚期大量排烃,洼陷边缘南屯组烃源岩进入生烃门限较晚。随着沉积体埋藏深度的加大,生烃范围逐渐增加,生排烃强度也越来越大。

2.2 储层特征及储盖配置条件

贝尔—乌尔逊凹陷岩性以砂岩、含砾砂岩、砂砾岩、粉细砂岩和泥质砂岩等碎屑岩为主^[7],主要沉积相带为扇三角洲、辫状河三角洲、曲流河三角洲、网状河三角洲和湖底扇。钻井分析显示,乌北 D I 1 和 D I 2 砂岩组储层物性最高,孔隙度一般为 10.0%~24.8%,渗透率达(1.2~120)×10⁻³ μm²,

表 1 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷原油和生油岩综合评价

Table 1 Comprehensive evaluation of crude oil and source rocks in Urxun—Beier Sags, Hailer Basin

评价指标		南一段	南二段	大磨拐河组
地质特征	沉积相	深湖—半深湖	深湖—半深湖	深湖、浅湖
	岩性特征	砂、泥互层夹煤层	砂泥岩、砂砾岩	黑色泥岩及中、薄层砂岩
	暗色泥岩厚度/m	150~500	200~380	200~500
	暗色泥岩面积/km ²	994.82	847.40	1 147.97
原油	平均密度/(g·cm ⁻³)	0.846 5	0.845 9	0.822 8
	运动粘度/(mPa·s)	36.39	18.34	5.36
	饱和烃/%	53.17~80.91	61.12~81.16	64.41~80.60
	芳烃/%	10.51~19.60	7.65~19.47	10.07~15.72
地球化学特征	非烃+沥青质/%	7.41~23.54	10.10~19.69	8.40~20.52
	有机碳含量/%	1.861	1.729	1.661
	氯仿沥青“A”/%	0.086 5	0.073 9	0.054 0
	热解 S ₁ +S ₂ /(mg·g ⁻¹)	7.24	4.59	2.59
	有机质类型	II ₁ , II ₂	II ₂ , III	III
	R _o 均值/%	0.72	0.61	0.55
	OEP 值	1.04~1.31	1.06~1.62	0.74~1.67
	“A”/C _{OT}	2.10	0.76	0.63
	综合评价结果	好—较好	中等、偏差	差

属好—较好储层;乌南、贝中和贝北地区 D II3, D II4, D II6 和 D II7 砂岩组储层物性相对较高,孔隙度一般为 4.0%~20.0%,渗透率为 $(0.18 \sim 115) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,属中等—较好储层。

依据贝尔—乌尔逊凹陷大磨拐河组 15 个四级层序砂岩分布特征,建立了大磨拐河组储盖层概念模式。储层主要发育在 D I1, D I2, D I3, D II1, D II2, D II5, D II6 和 D II7 共 8 个砂岩组中,油也主要分布在这几个层序中,其余层段砂体相对不发育,为主要盖层。据此,将大磨拐河组划分为 3 套储盖组合:组合 I 中 D I1 和 D I2 砂岩组为主要储集层, D I4 和 D I5 砂岩组为第一套盖层,该套组合主要分布在乌北、乌南、贝西斜坡和贝中次凹地区;组合 II 中 D II1 和 D II2 砂岩组为主要储集层, D II3 和 D II4 砂岩组为组合的第二套盖层,该套组合在乌尔逊凹陷全区均发育,而在贝尔凹陷只在贝西、巴彦塔拉和贝中部分地区发育;组合 III 中 D II5, D II6 和 D II7 砂岩组为主要储集层, D II8 层序或 D II8 以上(包括伊敏组一段)为盖层,该套组合在乌尔逊—贝尔凹陷全区均发育,对大磨拐河组次生油藏勘探意义较大。

2.3 油气输导条件及运聚

实践表明,大磨拐河组的油气输导系统主要由 2 种介质构成:油源断层和有一定孔渗条件的砂砾岩层^[1]。

2.3.1 油气输导条件

油源断层是大磨拐河组油气运移的主要通道,当断裂活动时,可以使南屯组烃源岩与储层在侧向和垂向上直接沟通接触,形成各种类型的油气藏^[18-19]。乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组断裂比较发育,由于断层垂向运移能力良好,不但可以成为油气运移的良好通道,而且沟通上下不整合面及砂体,从而使油气呈“阶梯状”或“S 形”运移,形成多层叠置的油气藏,如霍多莫尔构造带的霍 10 井在 D II7 砂岩组内发现工业油流。不整合面主要指南屯组与大磨拐河组 T₂ 分界面,南屯组和大磨拐河组地层不整合面发育较广,尤其在乌尔逊凹陷的洼陷内以及贝尔凹陷的斜坡带和洼陷内较典型。所以,不整合面不仅发育有储集条件较好的储层,同时也是油气的重要通道,其存在与分布为凹陷低位域的原生油藏形成创造了条件。储层既可以作为油气的储集空间,又可以作为油气的运移通道,是油气运移过程中最基本的输导系统,油气在砂体中的分布位置主要取决于砂体物性的非均质性,油气常在砂体的相对高孔渗部位聚集成藏。

2.3.2 油气运聚

大磨拐河组油气运移主要有 2 种方式:1)南屯组生油源岩与大磨拐河组储层对接,从而构成了直接侧向运移的旁生侧储型油藏。该种运移方式的前提是断层垂直断距必须满足大磨拐河组储层与南屯组烃源岩直接对接。根据对大磨拐河组工业油流井 Knipe 图解分析发现,当断距大于 300 m 时,大磨拐河组砂体与南屯组烃源岩形成对接(图 4)。大磨拐河组断层断距除了陡坡带上的乌西断阶带之外(最大断距 1 500 m),其他地区多小于 200 m,因此,该种油气运移方式仅分布在乌西断阶带附近,其纵向上多发育于储盖组合 I 的陡坡带附近;2)油沿油源断层(不整合面)自南屯组向上垂向运移至大磨拐河组,再短距离侧向运移形成下生上储型油藏,平面分布范围较广,油源断层与透镜状砂体组合形成的输导体系构成了大磨拐河组主要油气输导系统,纵向上在 3 套储盖组合内均不同程度地发现油藏(图 5)。

3 油藏类型及油气聚集特征

3.1 油藏特征

乌尔逊—贝尔凹陷圈闭较发育,圈闭类型以断块、断鼻、断背斜和岩性为主,主要分布在凹陷各二级构造带上。陡坡带上的圈闭发育与边界断裂及其伴生断裂密切相关,主要发育断块圈闭和构造反转形成的断背斜圈闭。斜坡带上顺向断层和反向断层均发育,其圈闭类型以断鼻圈闭和断块圈闭为主,洼陷内以岩性圈闭为主。这些圈闭形成于大磨拐河组沉积时期,定型于伊敏组沉积末期。

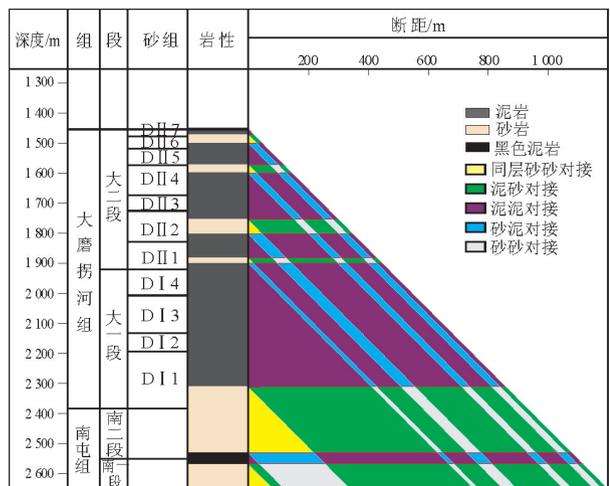


图 4 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷工业油流井 Knipe 图解(乌 16)

Fig. 4 Knipe graphic of industrial oil well Wu16 in Urxun-Beier Sags, Hailaer Basin

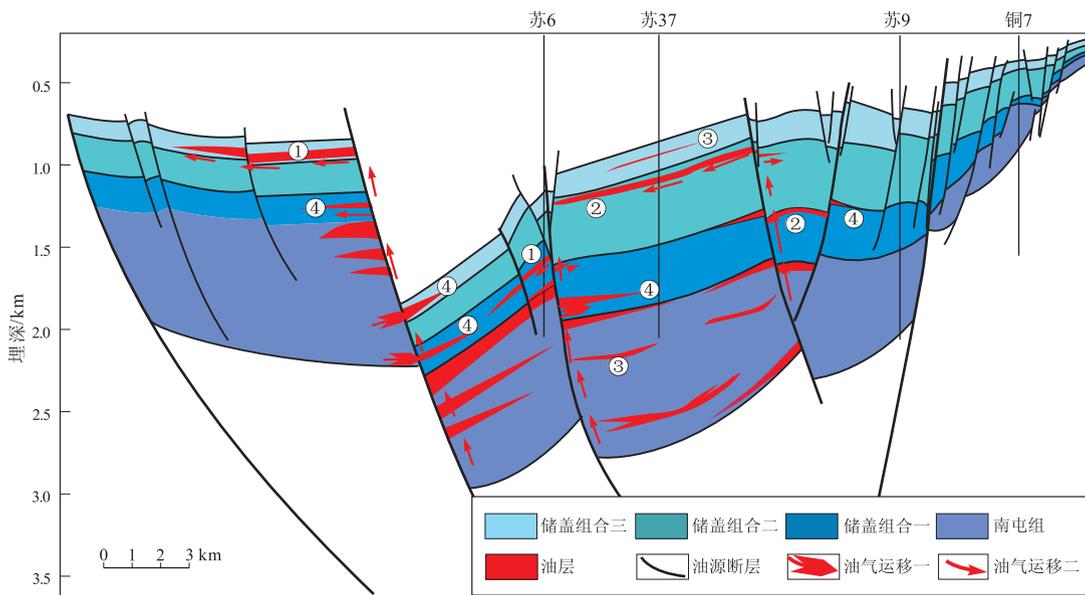


图5 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组成藏模式

①构造油藏(圈闭);②地层油藏(圈闭);③岩性油藏(圈闭);④复合油藏(圈闭)

Fig. 5 Accumulation pattern of Damoguaihe Formation in Urxun—Beier Sags, Hailaer Basin

乌尔逊—贝尔凹陷油气生储盖和圈闭在时空上具有良好的成藏配置关系。成烃和圈闭配置良好,成烃期次与圈闭形成期同期或圈闭形成略早。圈闭形成于大磨拐河组沉积晚期,主要生排烃期在伊敏组沉积晚期。在垂向上,下部南屯组生烃,大磨拐河组储层主要发育于低水位体系域早期和高水位体系域时期,上部伊敏组封盖,三角洲前缘、平原砂体为油气运聚提供了良好储集空间,构成一个完整的油藏组合。

乌尔逊—贝尔凹陷构造单元纵向主要为单断式箕状、双断式和复合式组合结构,单断箕状断陷多分布在靠近隆起的部位,双断式和复合式多发育在洼陷内。不同洼陷与构造带的构造样式不同,因此成藏条件也各具特点。根据圈闭成因类型及储盖配置条件,总结凹陷内大磨拐河组发育有构造、岩性、地层及岩性—构造4大类油藏(图5)。其中构造油藏可进一步细分为断背斜、断鼻和断块油藏;岩性油藏可进一步细分为三角洲、砂坝体及重力流岩性油藏;地层油藏以地层超覆油藏为主,分布于储盖组合—低位域圈闭内;岩性—构造油藏一般为冲积扇和扇三角洲等岩性圈闭受断层改造后形成的复合油藏。

3.2 油气聚集特征

乌尔逊—贝尔凹陷南一段有机质丰富、成熟度高,具有丰富的油源基础。根据凹陷内大磨拐河组不同沉积体系及断层的活动期差异,总结该区油气成藏为3种成藏体系:陡坡带、缓坡带和洼陷带^[2,20]。

3.2.1 陡坡带成藏特征

陡坡带因沉积、构造运动、断裂活动等因素影响而形成多种类型的油气藏。在断裂构造带附近,受后期构造影响,反转构造发育,可形成断背斜等构造油气藏;在陡坡带前缘端部,多形成受岩性和构造共同控制的复合油气藏。

1)断鼻或断块油气藏:主要发育在陡坡带的储盖组合II,III中控盆同沉积断裂附近,由于断层切割而形成油藏等。

2)超覆油藏:在盆地边缘部位的断阶上形成的扇三角洲、冲积扇等扇体,由于受构造升降运动影响,造成低位域砂岩超覆于南屯组地层之上,在其不整合面上形成油藏。

3)岩性—构造油藏:主要发育在陡坡带的下半部,成因与背斜型油藏相似,但砂砾岩体规模小,受地形条件限制及物源影响,砂体侧向尖灭,成藏条件好。

3.2.2 斜坡带油气运聚特征

斜坡带断层发育,不整合面以及切入不整合的次级断层为油气运移提供了良好条件。油气分布受储层及油源条件控制,油藏类型主要以岩性—构造油藏为主。按照斜坡带结构特点,一般划分为3个油气聚集带:内带扇体前端与断裂相配合,易形成岩性—构造复合油藏;中带断裂发育,可形成大量断块油藏;外带靠近凹陷边界,主要发育地层超覆油藏。

3.2.3 洼陷带油气运聚特征

洼陷带发育在低水位体系域内,沉积于南屯组

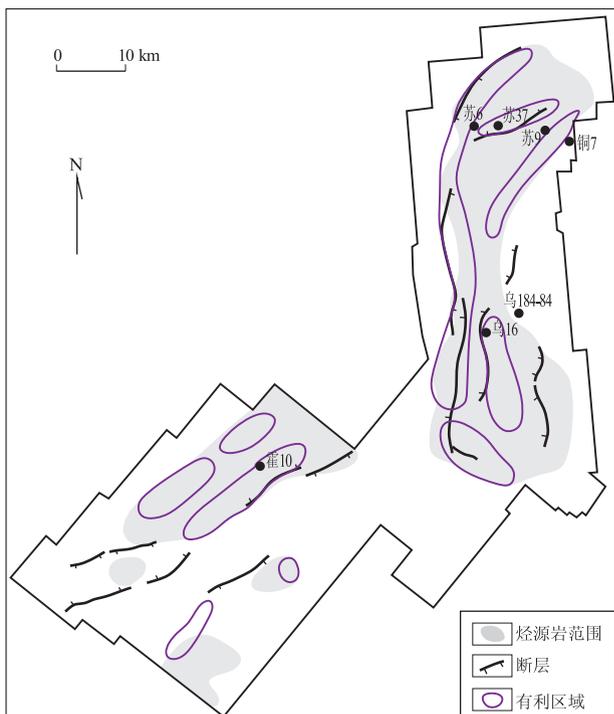


图6 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷有利勘探目标预测

Fig. 6 Prediction of favorable exploration targets in Urxun—Beier Sags, Hailaer Basin

不整合面之上,沉积物主要为远砂坝及重力流砂体,其储集物性较有利,有利于形成岩性油藏。

4 勘探远景

根据油藏特点和含油成因,结合贝尔—乌尔逊凹陷大磨拐河组储盖组合油藏特征,同时依据油气分布规律,对大磨拐河组有利区的分布范围进行了预测(图6)。勘探目标的优选原则是:1)在南一段有效烃灶范围内找油;2)在有利砂体发育区找油;3)在油源断层及伴生断裂带的圈闭中找油^[2]。乌尔逊—贝尔凹陷成藏条件综合分析表明,以构造油藏为主,多种油藏兼探。本次共预测10个有利区带,其中陡坡带有利区带主要分布在霍多莫尔构造带、乌西断阶带、苏仁诺尔断裂带、扎和庙构造带以及巴彦塔拉地区;斜坡带有利区主要分布在贝西斜坡和乌南乌184—84井—乌16井一线;洼陷带有利区主要分布在贝西次凹、贝中次凹西北和北部。

5 结论

1)乌尔逊—贝尔凹陷为中生代断陷盆地,从凹陷结构上看,乌尔逊凹陷具有西断东超的“箕状”特征,贝尔凹陷整体上具有东西成带、南北分块的构造格局。乌尔逊—贝尔凹陷的形成演化经历了3个时期:铜钵庙组—大磨拐河组沉积期的伸展变

形、伊敏组沉积期的走滑变形以及青元岗组沉积期—古近纪末期的强烈反转变形,表现为部分主干基底断层发生挤压反转,在上部形成一些与主干断裂伴生的次级断裂。

2)以层序地层学理论为指导,在大磨拐河组内共划分出5个时期15个砂岩组,分别控制着不同的垂向沉积演化过程。其垂向沉积演化与构造单元存在联系,洼陷带内自下由深湖相向上演变为浅湖相沉积;陡坡带内由低位域扇三角洲演变为水进域辫状河三角洲和高水位曲流河三角洲;斜坡带内由低位域辫状河三角洲向上演化为水进域曲流河三角洲,再到高水位时期的网状河三角洲。

3)乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组原油来源于南屯组,且与南一段关系密切。油源断层(不整合面)是油气运移的主要通道,存在2种油气运移方式:当断距大于300 m时,南屯组生油源岩与大磨拐河组储层对接,从而构成了直接侧向运移的旁生侧储型油藏;油沿油源断层(不整合面)自南屯组向上垂向运移至大磨拐河组,再短距离侧向运移,形成下生上储型油藏。大磨拐河组为中等—较差储层,发育以三角洲、河流—三角洲沉积为主的储层与分布较稳定的泥岩盖层构成大磨拐河组3套储盖组合。

4)乌尔逊—贝尔凹陷大磨拐河组发育有构造、岩性、地层及岩性—构造4大类油藏。南屯组一段成熟烃源岩区控制了大磨拐河组油藏的分布,成熟烃源岩区及其临近的构造高部位有利于油气富集。陡坡带的扇端部位多形成受岩性和构造共同控制的复合油气藏;斜坡带主要分为3个油气聚集带,即内带的岩性—构造复合油藏、中带的断块油藏和外带的地层超覆油藏;夹于半深湖—深湖相的洼陷带则以岩性油藏为主。结合大磨拐河组储盖组合油藏特征以及油气分布规律,对大磨拐河组共预测10个有利区带。

参考文献:

- [1] 吴河勇,李子顺,冯子辉,等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷构造特征与油气成藏过程分析[J]. 石油学报,2006,27(1):1—6.
- [2] 刘志宏,万传彪,任延广,等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷的地质特征及油气成藏规律[J]. 吉林大学学报(地球科学版),2006,36(4):527—534.
- [3] 刘志宏,任延广,李春柏,等. 海拉尔盆地乌尔逊—贝尔凹陷的构造特征及其对油气成藏的影响[J]. 大地构造与成矿学,2007,31(2):151—156.
- [4] 雷燕平,林畅松,刘景彦,等. 海拉尔盆地贝尔凹陷下白至统层序地层与沉积体系分析[J]. 石油地质与工程,2007,21(5):11—15.

塔河油田奥陶系油气藏为沙雅隆起海相碳酸盐岩油气藏整体面貌的缩影,其勘探经验与油气成藏规律及预测技术方法完全适用于塔河油田周围其它地区的勘探。对塔里木盆地其它地区,如塔中、巴楚等地区碳酸盐岩领域的勘探,也具有较好借鉴与指导意义,应用及推广前景广阔。

参考文献:

[1] 康志宏. 塔河碳酸盐岩油藏岩溶古地貌研究[J]. 新疆石油地质, 2006, 27(5): 522—525.
 [2] 康志宏, 魏历灵, 康艳芳. 塔里木盆地油气藏形成期分析[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(6): 462—464.
 [3] 陈红汉, 李纯泉, 张希明, 等. 运用流体包裹体确定塔河油田油气成藏期次及主成藏期[J]. 地学前缘, 2003, 10(1): 190.
 [4] 云露, 蒋华山. 塔河油田成藏条件与富集规律[J]. 石油与天然气地质, 2007, 28(6): 768—775.
 [5] 翟晓先, 云露. 塔里木盆地塔河大型油田地质特征及勘探思

路回顾[J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(5): 565—573.
 [6] 张涛, 云露, 邬兴威, 等. 锶同位素在塔河古岩溶期次划分中的应用[J]. 石油实验地质, 2005, 27(3): 299—303.
 [7] 顾忆, 黄继文, 邵志兵. 塔河油田奥陶系油气地球化学特征与油气运移[J]. 石油实验地质, 2003, 25(6): 746—750.
 [8] 顾忆. 塔里木盆地北部塔河油田油气成藏机制[J]. 石油实验地质, 2000, 22(4): 307—312.
 [9] 顾忆, 邵志兵, 陈强路. 塔河油田油气运移与聚集规律[J]. 石油实验地质, 2007, 29(3): 224—230, 237.
 [10] 冯常茂, 毛小平, 李相明. 塔河油田复式油气藏成藏模式探讨[J]. 石油天然气学报, 2007, 29(3): 178—181.
 [11] 陈强路, 钱一雄, 马红强, 等. 塔里木盆地塔河油田奥陶系碳酸盐岩成岩作用与孔隙演化[J]. 石油实验地质, 2003, 25(6): 729—734.
 [12] 彭守涛, 何治亮, 丁勇, 等. 塔河油田托甫台地区奥陶系一间房组碳酸盐岩储层特征及主控因素[J]. 石油实验地质, 2010, 32(2): 108—114.

(编辑 徐文明)

(上接第 487 页)

[5] 李军辉, 卢双舫, 柳成志, 等. 贝尔凹陷贝西斜坡南屯组层序特征及其油气成藏模式研究[J]. 沉积学报, 2009, 27(2): 306—311.
 [6] 霍秋立, 汪振英, 李敏, 等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷油源及油气运移研究[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(3): 377—383.
 [7] 曹瑞成, 曲希玉, 文全, 等. 海拉尔盆地贝尔凹陷储层物性特征及控制因素[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2009, 39(1): 23—30.
 [8] 沈华, 李春柏, 陈发景, 等. 伸展断陷盆地的演化特征: 以海拉尔盆地贝尔凹陷为例[J]. 现代地质, 2005, 19(2): 287—294.
 [9] 渠永宏, 廖远慧, 赵利华, 等. 高分辨率层序地层在断陷盆地中的应用: 以海拉尔盆地贝尔凹陷为例[J]. 石油学报, 2006, 27(1): 31—37.
 [10] 李占东, 卢双舫, 周件林. 海拉尔盆地贝西斜坡北部白垩系南屯组层序界面识别与地层格架研究[J]. 地层学杂志, 2009, 33(2): 169—176.
 [11] 李占东, 周件林, 文华, 等. 海拉尔盆地贝西斜坡北部地区储层特征及影响因素分析[J]. 岩石矿物学杂志, 2008, 27(1): 45—51.
 [12] 付广, 王有功, 黄劲松. 倾斜裂缝垂向封闭性演化特征研究:

以海拉尔盆地贝尔凹陷布达特群为例[J]. 地质科学, 2008, 43(1): 23—33.
 [13] 王雪峰, 李忠权, 蒙启安, 等. 构造因素对地震剖面视频率的影响: 以海拉尔盆地乌尔逊凹陷为例[J]. 石油实验地质, 2010, 32(1): 87—92.
 [14] 刘新颖, 邓宏文, 邸永香, 等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷南屯组优质烃源岩发育特征[J]. 石油实验地质, 2009, 31(1): 68—73.
 [15] 魏建设, 庞雄奇, 卢进才, 等. 乌尔逊—贝尔凹陷油气分布规律及其主控因素[J]. 天然气工业, 2008, 23(4): 19—25.
 [16] 李占东, 张明学, 胡玉双, 等. 海拉尔盆地贝尔凹陷构造演化及其对油气控制[J]. 科学技术与工程, 2010, 10(9): 2067—2074.
 [17] 张吉光, 彭苏萍, 张宝玺, 等. 乌尔逊—贝尔断陷油气藏类型与勘探方法探讨[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(3): 48—50.
 [18] 王家亮, 张金川, 张杰, 等. 海拉尔盆地贝尔凹陷的油气运聚分析[J]. 现代地质, 2003, 17(4): 459—465.
 [19] 汪新伟, 沃玉进, 周雁, 等. 构造作用对油气保存影响的研究进展: 以上扬子地区为例[J]. 石油实验地质, 2011, 33(1): 35—42.
 [20] 张秋, 聂志阳, 谭志伟, 等. 海拉尔盆地乌尔逊凹陷水文地质特征与油气运聚关系[J]. 石油实验地质, 2010, 32(5): 453—458.

(编辑 韩 或)