

doi:10.3799/dqkx.2017.033

# 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系成藏条件对比

朱祥峰<sup>1,2</sup>,沈传波<sup>1,2\*</sup>,赵斌<sup>3</sup>,胡守志<sup>1,2</sup>,王成林<sup>3</sup>

1.中国地质大学构造与油气教育部重点实验室,湖北武汉 430074

2.中国地质大学资源学院,湖北武汉 430074

3.中国石油新疆油田分公司勘探开发研究院,新疆克拉玛依 834000

**摘要:**斋桑盆地位于“一带一路”重要的沿线国—哈萨克斯坦国东北部,二叠系成藏研究相对较少。基于斋桑盆地构造演化背景,通过与邻区准噶尔盆地西北缘在构造沉积演化、烃源岩、储盖组合以及运聚模式的对比,揭示其二叠系勘探潜力。结果表明:斋桑盆地和准噶尔盆地均为板块碰撞的产物,沉积体系受断裂控制;与风城组烃源岩类型相似,麦恰特组烃源岩有机质类型以I和II型为主,源岩发育于高盐度、强还原性水体环境,为一套好—很好的烃源岩;但斋桑盆地二叠系储层中孔低渗,物性相对较好,且二叠系内部发育大套地层圈闭,可形成规模地层油气藏。综合对比分析表明斋桑盆地二叠系具有良好的勘探潜力。

**关键词:**斋桑盆地;准噶尔盆地西北缘;二叠系;成藏条件;石油地质。

中图分类号:P618.13

文章编号:1000-2383(2017)03-0435-12

收稿日期:2016-10-01

## Comparison of Permian Petroleum Accumulation Conditions between the Zaysan Basin and the Northwestern Margin of Junggar Basin

Zhu Xiangfeng<sup>1,2</sup>, Shen Chuanbo<sup>1,2\*</sup>, Zhao Bin<sup>3</sup>, Hu Shouzhi<sup>1,2</sup>, Wang Chenglin<sup>3</sup>

1. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources, Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Xinjiang Oilfield Company, CNPC, Karamay 834000, China

**Abstract:** The Zaysan basin is located in northeastern Kazakhstan, one important country along “the Belt and Road”. However, Permian petroleum accumulation research in Zaysan basin is relatively few. In this paper, Permian exploration potentials of the Zaysan basin are explored by a comparative study with adjacent northwestern margin of Junggar basin in tectonic and sedimentary evolution, hydrocarbon source rocks, reservoir cap assemblages, migration and accumulation patterns on the basis of background of tectonic evolution of the Zaysan basin. The results show both of them are the products of plate collisions and the sedimentary systems are all controlled by faults; similar to the Fengcheng Formation, the types of Maichat Formation source rocks are type I and type II; sources rocks deposited in high salinity, reducing environment and they are good source rocks; the reservoirs in the Zaysan basin are of medium porosity and low permeability reservoirs which indicates that the reservoir quality is relatively better. In Permian strata of the Zaysan basin there exists a large set of stratigraphic traps where the oil and gas can be directly accumulated so as to form oil and gas reservoirs. It is suggested that the oil and gas of the Permian strata in the Zaysan basin is characterized by huge potentials for exploration.

**Key words:** Zaysan basin; northwestern margin of the Junggar basin; Permian; accumulation conditions; petroleum geology.

**基金项目:**湖北省自然科学杰出青年基金项目(No.2016CFA055);中国石油科技创新基金项目(No.2016D-5007-0103);武汉市青年科技晨光计划项目(No.2016070204010145);中央高校基本业务费专项资金资助项目(No.CUG201536)。

**作者简介:**朱祥峰(1988—),男,博士研究生,主要从事油气勘探构造与成藏方面的研究。ORCID:0000-0002-4992-9721.E-mail:xiangfengzhu@yeah.net

\*通讯作者:沈传波,ORCID:0000-0001-5641-9714.E-mail:cbshen@cug.edu.cn

**引用格式:**朱祥峰,沈传波,赵斌,等,2017.斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系成藏条件对比.地球科学,42(3):435—446.

“一带一路”战略是国家推进对外合作新的构想,而油气国际合作是该战略的重要内容。哈萨克斯坦作为“一带一路”重要的沿线国,油气资源丰富,石油和天然气可采储量分别达  $5.5 \times 10^9$  t 和  $3 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>(郑俊章等,2009)。推动中哈油气资源合作,能够促进我国石油进口多样化,从而有利于保证国家能源安全。

斋桑盆地是哈萨克斯坦重要的含油气盆地,其横跨中哈两国,是“一带一路”经济带中重要的含油气远景盆地之一。该盆地于1942年首次开展石油普查工作;1982—1988年由原苏联石油工业部在斋桑盆地恢复地质勘探工作,完成了3 500多公里的地震剖面测试工作,并在Sarybulak构造上钻了一口深4 849 m的参数井;1988年底于二叠系首次获得油流;2002年钻探S-2井,在二叠系麦恰特组钻遇稠油层,在古近系

与侏罗系不整合面附近钻遇气层,从而发现斋桑油田。截至2014年3月,该地区钻井47口,其中7口钻穿二叠系麦恰特组,主要发现了2个油气田,位于南部山前Sarybulak主区块和东区块。油藏分布于二叠系和侏罗系,原油性质均为稠油,气藏分布在古近系斋桑组和下侏罗统托洛戈伊组。主力烃源岩为上二叠统麦恰特组(P<sub>1</sub>)、阿考尔康组(P<sub>2</sub>)的半深湖泥岩,其次为下二叠统塔朗钦组(P<sub>3</sub>)泥岩。

目前,有关斋桑盆地及其邻区的相关文献主要集中于古生物及地层(Emry *et al.*, 1997; Lucas *et al.*, 2003, 2012; Dorfman, 2011)、斋桑坳陷沉积及层序(Yakhimovich *et al.*, 1990; Orudzheva and Obukhov, 1991; Obukhov, 2000)以及中亚造山带(Glorie *et al.*, 2012; Yin *et al.*, 2015)的研究。斋桑盆地油气成藏尤其是对二叠系成藏以及其勘探潜力

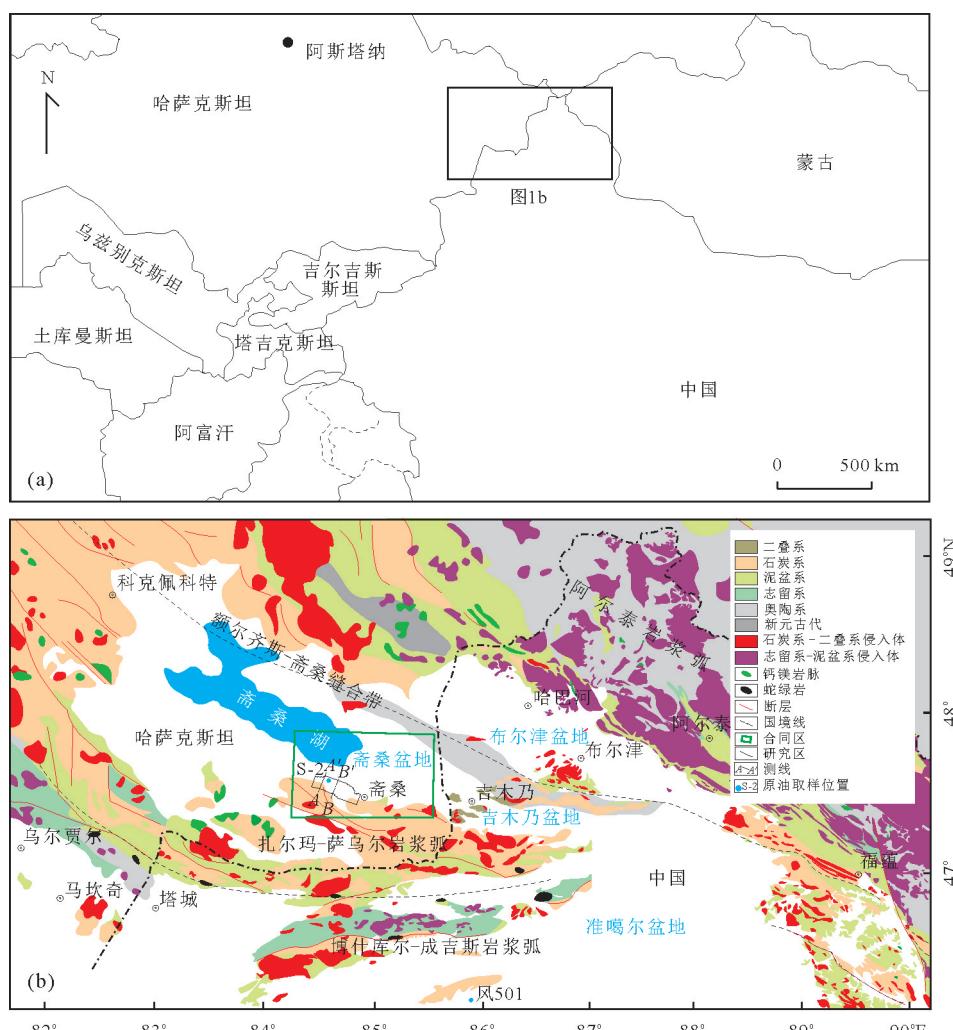


Fig.1 Relationship between the Zaysan basin and the northwestern margin of the Junggar basin

图 1b 改自韩宝福等(2010)、刘宣文等(2013)和 Li *et al.*(2014)

研究较少,资料也相对缺乏,勘探开发也主要集中在侏罗系与古近系,其中刘得光等(2014)对斋桑盆地古近系天然气成因进行了分析。

与准噶尔盆地西北缘高勘探程度相比,斋桑盆地研究程度较低(侯平等,2014)。在分析斋桑盆地构造沉积演化基础上,与准噶尔盆地西北缘二叠系展开成藏条件类比分析,明确斋桑盆地二叠系勘探潜力,对我国进一步在该盆地进行油气资源勘探合作具有重要的参考价值和现实意义。

## 1 区域地质背景

斋桑盆地位于哈萨克斯坦东北部,处在天山以北,分布在阿尔泰山和塔尔巴哈台山之间,东部与中国准噶尔盆地西北缘相邻(图1)。其与准噶尔盆地同属受海西、印支、燕山和喜马拉雅运动控制的二叠

纪—新生代叠合盆地(冯有奎,1999;陈新等,2002;郑俊章等,2009;韩宝福等,2010;王峙涛等,2010;林小云等,2015)。

该盆地基本上为南东转东西走向,长约400 km,宽约100 km。其横跨中哈两国,盆地总面积为 $4 \times 10^4 \text{ km}^2$ ,吉木乃盆地为斋桑盆地在中国境内的延伸(刘宜文等,2013),面积约 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地属于山间盆地,海西运动形成主要山体框架,部分框架在加里东时期形成(王峙涛等,2010),其与准噶尔盆地西北缘之间由晚古生代和早古生代构造体及其形成的断裂带相隔(兰廷计,1986;陈新等,2002)。该盆地自下而上发育志留系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系、侏罗系、古近系、新近系和第四系,缺失白垩系,发育3套大的不整合,基底由上泥盆统一中石炭统下部沉积火山岩和沉积岩构成,盖层为晚石炭世—新生代地层(图2)。

年代地层			岩石地层		厚度 (m)	岩性照片	岩性描述	沉积体系	构造运动
界	系	统	组	代号					
新生界	新近系	上新统	富达鲁什金组	N <sub>2</sub> <sup>2-3</sup>	0~194		灰绿色泥岩和泥质粉砂岩互层 中上部为绿色泥岩,下部位咖啡色泥岩	湖泊	喜马拉雅运动
		帕夫洛达尔组	N <sub>2</sub> <sup>1-2</sup>		52~480				
		中新统	阿拉尔组	N <sub>2</sub> <sup>2-3</sup>	140~193				
		渐新统	阿舒塔斯组	E <sub>3</sub> <sup>2</sup>	50~89				
		土兹卡巴克组	E <sub>3</sub> <sup>1</sup>		37~150				
	古近系	始新统	图兰金组	E <sub>2</sub> <sup>2</sup>	62~96				
		季姆奈组	E <sub>2</sub> <sup>1</sup>		100~206				
		古新统	斋桑组	E <sub>1</sub>	32~97		上部为褐色泥岩,中部粉砂岩,下部杂色泥岩,底部细粒石英砂岩	湖泊三角洲	
		中统	库斯金组	J <sub>2</sub>	52~225				
		下统	托洛戈伊组	J <sub>1</sub>	40~327		含煤的不等粒砂岩和粉砂岩,夹泥岩	湖泊沼泽河流	
中生界	侏罗系	中上统	阿科扎利组	T <sub>2-3</sub>	50~496		巨砾岩,粗砾岩,含细砾岩,砂岩	冲积扇河流扇三角洲	燕山运动
		上统	阿考尔康组	P <sub>2</sub> <sup>2</sup>	420~519		薄层含煤泥岩和粉砂岩	湖泊	
		下统	麦恰特组	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	480~622		砾岩和砂岩与砂岩和泥岩频繁互层,以砂岩和粉砂岩为主,碎屑常被碳酸盐岩交代	湖泊扇三角洲水下扇	
	三叠系	上统	塔朗钦组	P <sub>1</sub> <sup>2</sup>	140~400		以细粒岩性为主,含个别砂岩和粉砂岩夹层的沥青质泥岩	湖泊扇三角洲水下扇	
		下统	卡拉翁古尔组	P <sub>1</sub> <sup>1</sup>	290		砂岩粉砂岩为主,泥岩少见	湖泊扇三角洲水下扇	
		上统	肯杰尔雷克组	C <sub>3</sub> <sup>2</sup>	422		粗粒岩层、含煤泥岩和火山岩为主,其次为分级良好的层状砂岩	海陆过渡沉积	
		中统	阿坎塞组	C <sub>3</sub> <sup>1</sup>	148				
	石炭系		凯根布拉克组	C <sub>2</sub>				前中石炭世基底	

图2 斋桑盆地地层综合柱状图

Fig.2 Comprehensive stratigraphic column of the Zaysan basin

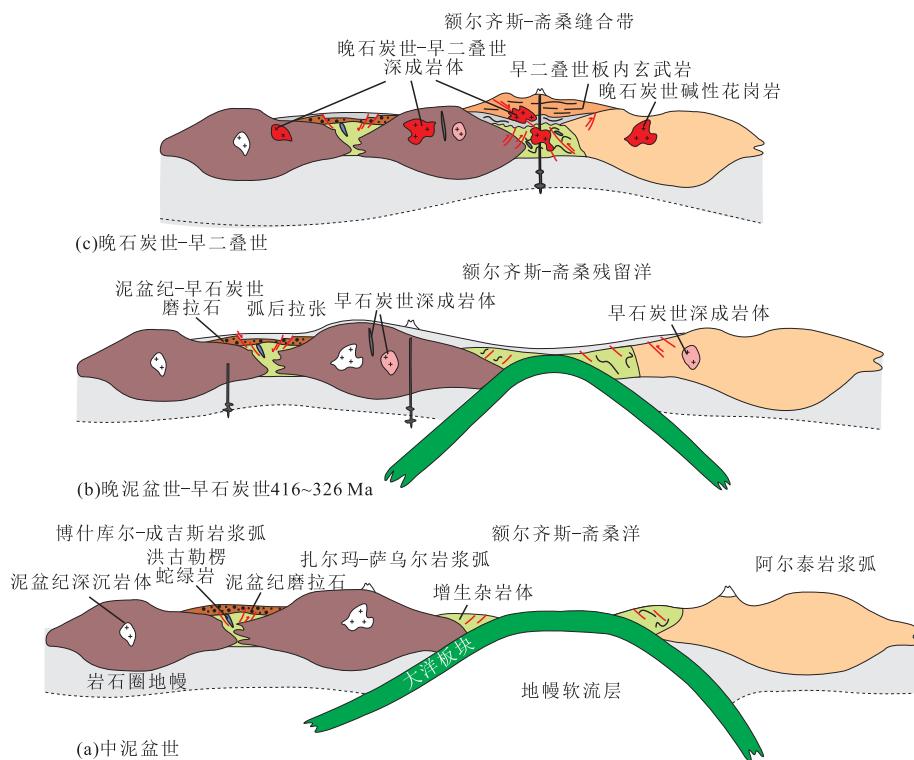


图 3 斋桑盆地形成演化示意

Fig.3 The formation sketch of the Zaysan basin

图 3a,3c 据 Li et al.(2014); 图 3b 据朱宝清和冯益民(1994), 成守德等(2009), Li et al.(2014), 徐学义等(2014)修编

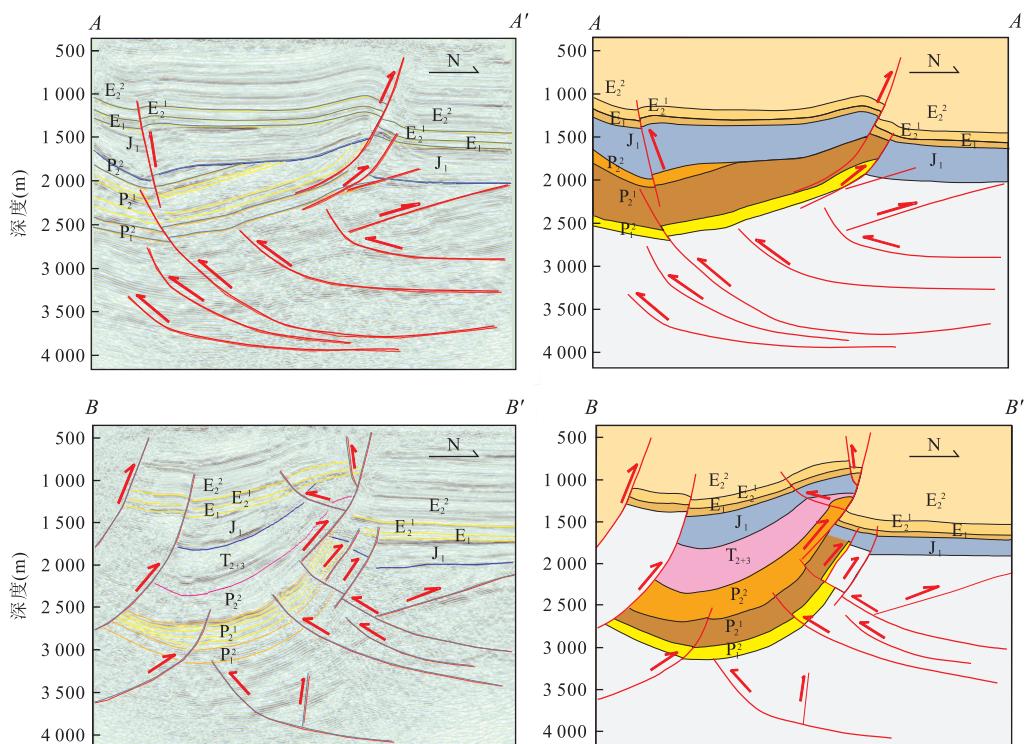


图 4 二维地震剖面 A-A' 与 B-B' 及其地质解释结果

Fig.4 2D seismic profiles of A-A' and B-B' and their geological interpretation results

斋桑盆地构造上处于西伯利亚板块和哈萨克板块之间,是西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块碰撞后洋盆闭合的产物,形成演化与准噶尔盆地形成相似(尹荷中,1987;朱宝清和冯益民,1994;王广瑞,1996;高长林等,2006;李锦铁等,2006;王京彬和徐新,2006;肖文交等,2006;成守德等,2009;郭召杰,2012;徐学义等,2014)。

在泥盆纪—早石炭世维宪早期,西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块最终聚合碰撞,额尔齐斯—斋桑洋最终消亡,洋盆全面闭合,其中额尔齐斯—斋桑缝合带(图1)代表了西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块洋盆消亡的最后位置,中泥盆世后,沉积由海相向海陆交互相—陆相沉积转变,晚泥盆世和早石炭世,地层中出现海陆交互相沉积和河流相沉积(徐学义等,2014);中晚石炭世—早二叠世为碰撞挤压向后碰撞伸展转化阶段(成守德等,2009;徐学义等,2014),此阶段新陆壳的形成、岩浆活动最激烈,新陆壳也逐渐克拉通化(图3),并且伴随强烈的壳幔深部作用和大规模伸展构造,此时形成斋桑盆地的雏形,中石炭统下部及以下火山岩和沉积岩构成了二叠纪以来斋桑盆地的基底(图2);晚二叠世之后,盆地进入陆内构造演化阶段,新陆壳固结完毕,主要接受陆相沉积和陆相火山作用,受海西和印支运动影响,盆地受到由北向南挤压应力影响,形成一系列向南推覆的逆断层,燕山—喜马拉雅运动,应力方向发生转变,盆地内形成由南向北推覆的逆断层(图4)。

## 2 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系成藏条件对比

### 2.1 构造沉积条件对比

斋桑盆地与准噶尔盆地构造上同属西伯利亚板块和哈萨克斯坦—准噶尔板块碰撞的产物,其形成演化都是对各构造活动的响应。晚二叠世海西运动晚期两个地区均受到由北向南的应力作用,形成多种推覆体(图5),盆地类型具有前陆盆地特征。三叠纪和侏罗纪期间受印支和燕山运动影响,内部多次隆升沉降,形成多期不整合,两者具有震荡坳陷盆地沉积特征。

由于构造演化上具有较强相似性,两者沉积体系均受断裂控制。晚海西期,斋桑盆地受到由北向南推覆作用,形成了一系列向南推覆的逆断层。海西运动形成了盆地内北高南低的古地貌,南部的凹陷湖

盆为二叠系沉降中心,发育扇三角洲相、水下扇、以及辫状河三角洲等砂体类型(图6a)。在早二叠世—中二叠世,准噶尔盆地周缘海槽褶皱成山,同时火山作用减弱(雷振宇等,2005),由于西部隆起的强烈抬升,导致了沿红车断裂带向盆地方向发生逆掩推覆,发育火山碎屑岩相、水下扇、扇三角洲沉积,中、晚二叠世西北缘边缘褶皱山系持续向盆地挤压,沉积范围逐渐扩大,发育北东向延伸的沉降中心,主要沉积冲积扇、水下扇和扇三角洲(图6b)。

### 2.2 烃源岩条件对比

斋桑盆地主力烃源岩为上二叠统麦恰特组和阿考尔康组的半深湖—深湖相暗色泥岩,其次为下二叠统塔朗钦组暗色泥岩。麦恰特组中与烃源岩互层的储层物性较好,具有“自生自储,源储一体”的特征。二叠系生储互层,储层普遍含油,隔层发育,具有非均质性。

准噶尔盆地西北缘主要发育有下二叠统佳木河组、风城组及上二叠统下乌尔禾组3套烃源岩,风城组为主力烃源岩,同时有石炭系和侏罗系的贡献(杜社宽,2005;石昕等,2005;柳波等,2013)。

与准噶尔盆地西北缘二叠系风城组原油相似,斋桑盆地某油田二叠系麦恰特组原油C<sub>27</sub>、C<sub>28</sub>、C<sub>29</sub>规则甾烷含量呈上升型分布,且C<sub>27</sub>规则甾烷、重排甾烷含量很低(表1),萜烷系列以藿烷为主(图7),表明两者之间具有较好的一致性。另外结合沉积相研究以及原油具有Pr/Ph较低、高伽马蜡烷指数、高胡萝卜烷特征(表1,图8),表明生油母质沉积环境为咸水、还原条件好的湖泊相。其次,原油的硫和微量元素镍含量分别为0.34%、80.6 μg/g,高于准噶尔盆地西北缘稠油中的0.22%和29.4 μg/g(内部

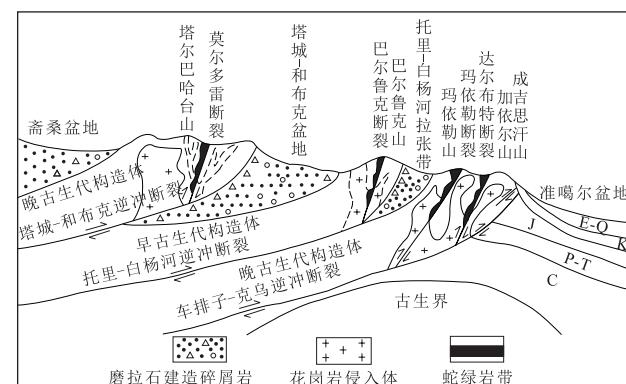


图5 斋桑盆地和准噶尔盆地西北缘推覆体剖面示意

Fig.5 Sketch of the thrust body section between the Zaysans basin and the northwest margin of Junggar basin  
据陈新等(2002)

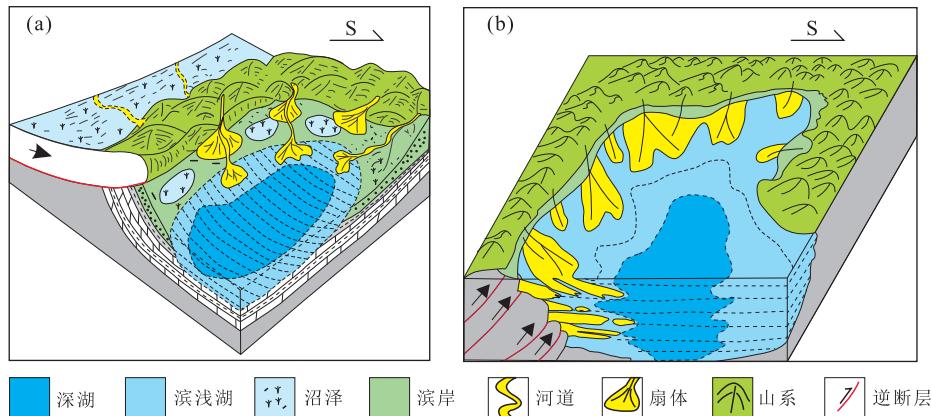


图 6 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系沉积模式示意

Fig.6 Permian sedimentary models of the Zaysan basin and the northwestern margin of Junggar basin

a. 斋桑盆地; b. 准噶尔盆地西北缘

表 1 斋桑盆地与准噶尔盆地车排子原油及烃源岩地球化学特征

Table 1 Geochemical characters of oil and source rock from Zaysan basin and Chepaizi swell of Junggar basin

指标	斋桑麦恰特组原油	车排子风城组原油	车排子风城组烃源岩
有机质类型	未知	—	I, II
Pr/Ph	<1.0	<1.0	<0.8
β-胡萝卜烷	含量高	—	含量高
规则甾烷	C <sub>27</sub> <C <sub>28</sub> <C <sub>29</sub>	C <sub>27</sub> <C <sub>28</sub> <C <sub>29</sub>	C <sub>27</sub> <C <sub>28</sub> <C <sub>29</sub>
重排甾烷	含量很低	—	含量很低
伽马蜡烷及伽马蜡烷指数	含量高, 0.24~0.36	含量高, 0.27~0.30	含量高
T <sub>s</sub> /T <sub>m</sub>	0.10~0.13, T <sub>s</sub> 相对较低	T <sub>s</sub> 相对较低	T <sub>s</sub> 不含或微含
δ <sup>13</sup> C(‰)	-32.05~-30.96	<-30	-31.948~-28.719
R <sub>0</sub> (%)	—	—	0.85~1.16

注: 车排子地区风城组烃源岩数据源自胡宗全(2004); 车排子地区风城组原油数据源自刘洛夫等(2011).

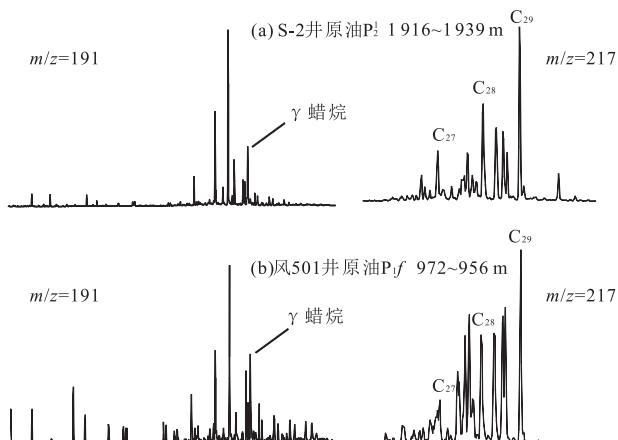


图 7 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系原油生物标志化合物质量色谱

Fig.7 Mass chromatograms of biomarkers of crude oil from the Permian strata of the Zaysan basin and the northwestern margin of Junggar basin

资料), 同样反映了其源岩沉积水介质条件为高盐度、强还原性的水体环境。笔者通过表 1 中斋桑盆地

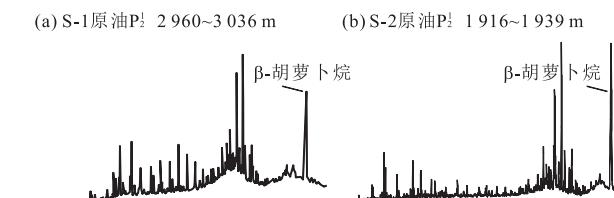


图 8 斋桑盆地麦恰特组原油饱和烃总离子流(TIC)图

Fig.8 TIC chromatograms of the saturate fraction of crude oil form the Maichat Formation of the Zaysan basin

麦恰特组原油与风城组原油以及烃源岩之间参数的对比, 斋桑原油与风城组原油具有较强的相似性, 推测其烃源岩类型同样具有相似性。

准噶尔盆地西北缘风城组烃源岩显微组分中, 腐泥组占优势, 壳质组发育, 镜质组与惰质组含量很低, 且根据前人对风城组进行采样统计: 34 个样品中 I 型和 II<sub>1</sub> 型共 28 个, 占总数的 83.39%, 均表明西北缘风城组有机质类型为 I 型、II 型(胡宗全, 2004; 吴孔友, 2009; 巩书华等, 2013; 陈建平等,

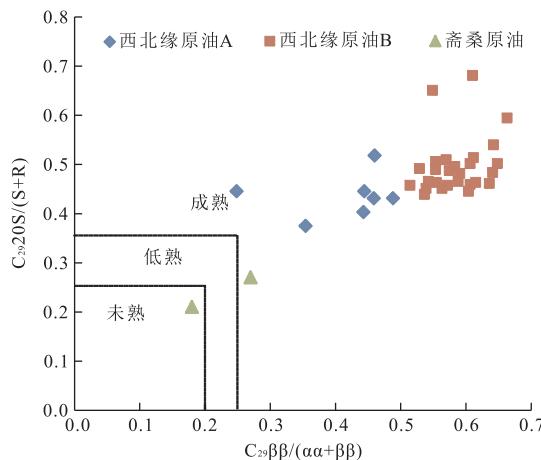


图9 原油规则甾烷成熟度参数关系

Fig.9 Relation of normal sterane maturity parameters in crude oil

原油A和原油B均来源于准噶尔盆地西北缘二叠系风城组烃源岩,原油A主要经过次生变化(据王旭龙等,2008),斋桑原油为斋桑盆地二叠系麦恰特组原油,图中出现处于未成熟区域点可能与其次生变化相关。

2016),陈建平等(2016)发现下二叠统风城组烃源岩干酪根具有明显富集<sup>13</sup>C而贫<sup>13</sup>C的特征, $\delta^{13}\text{C}$ 值主要分布在-32‰~-24‰,小于-29‰样品数量很多,表明其生源以水生生物为主。斋桑盆地原油碳同位素一般处于-31‰~-32‰的范围内,与准噶尔盆地二叠系原油基本一致,其母质以湖泊相的水生生物为主。

准噶尔盆地西北缘风城组烃源岩干酪根镜质体反射率R<sub>0</sub>在0.85%~1.16%(表1),其主要处于成熟阶段(王绪龙等,2008;吴孔友,2009;陈建平等,2016)。与西北缘相比,斋桑盆地成熟度较低(图9),另外,斋桑盆地K-1井二叠系麦恰特组岩石样品干酪根镜质体反射率为0.68%,2 347.00~2 406.35 m井段孢粉化石色变指数为2.83,相当于镜质体反射率R<sub>0</sub>为0.8%左右,均表明其成熟度明显偏低,刚进入生油窗。准噶尔盆地西北缘二叠系风城组有机质丰度较高(陈建平等,2016),有机碳含量平均为1.38%;热解生烃潜量平均为4.96 mg/g;氯仿沥青

A含量平均为3.804‰;总烃含量平均为2.820‰,为一套好—很好的烃源岩。

与准噶尔盆地风城组类比分析,斋桑盆地二叠系麦恰特组烃源岩有机质类型同样以I和II为主,母质类型以湖相低等的水生藻类以及浮游生物为主,源岩发育于高盐度、强还原性水体环境,为一套好—很好的烃源岩。

### 2.3 储盖组合条件对比

两个地区的主力烃源岩均发育于二叠系,均可作为储层。

斋桑盆地二叠系储集层主要为麦恰特组、塔朗钦组砂岩夹层,也是二叠系油藏的主要产层,其次二叠系卡拉翁古尔组。砂体沉积环境主要为扇三角洲、水下扇,砂体类型可划分为辫状分流河道砂、水下分流河道砂、河口砂坝、前缘席状砂(图2)。整个二叠系储层以不等粒岩屑质长石砂岩、长石质岩屑砂岩为主,同时还有砾岩和砂砾岩分布,颗粒成分岩屑和长石含量高、石英含量少,储层成分成熟度和结构成熟度均较低。麦恰特组砂岩储层孔隙度类型主要以剩余粒间孔(20%~95%,平均65.4%)为主,其次为粒内溶孔(5%~100%,平均45.5%),塔朗钦组以剩余粒间孔(90%)为主,粒内溶孔少量(10%)。根据取心井样品物性分析统计结果,二叠系储层的孔隙度分布范围为7.6%~29.7%,平均为16.0%,渗透率分布范围为(0.077~269.000)×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,平均为12.143×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>,储层具有中孔、低渗特征。

准噶尔盆地西北缘二叠系储层砂体沉积类型主要为水下扇、扇三角洲、辫状河三角洲、滨浅湖等(何登发等,2004;李丕龙等,2010),砂体沉积规模大(表2)。以克百地区二叠系风城组为例(表3),其孔隙度0.2%~17.1%,平均为7.73%,渗透率变化范围大,渗透率平均为0.07×10<sup>-3</sup> μm<sup>2</sup>(张顺存等,2015),属于低孔低渗储层,夏子街组和乌尔禾组同样为低孔低渗储层。

与西北缘二叠系储层相比(表3),斋桑盆地二叠系储层明显好于西北缘二叠系储层。斋桑盆地主

表2 准噶尔盆地西北缘二叠纪充填序列及沉积特征

Table 2 Permian filling sequences and sedimentary characteristics in the northwestern margin of Junggar basin

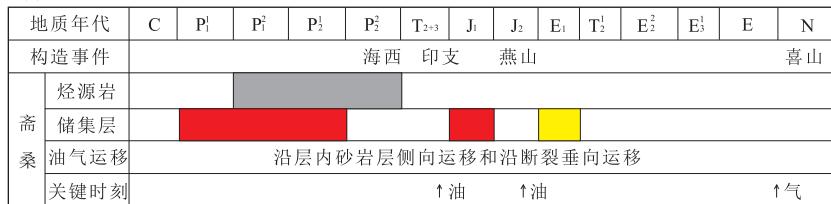
地层	代号	组名	沉积体系
二 叠 系	上统	P <sub>3w</sub> 上乌尔禾组	大型水下扇、冲积扇、辫状河、湖泊沉积体系
	中统	P <sub>2w</sub> 下乌尔禾组	大型水下扇三角洲、湖泊沉积体系
	P <sub>2x</sub>	夏子街组	扇三角洲平原、前缘或水下扇、湖泊沉积体系组合
	P <sub>1f</sub>	风城组	陆源近海滨浅湖、扇三角洲、冲积扇及湖底扇体系
	P <sub>1j</sub>	佳木河组	水下扇、扇三角洲相碎屑与火山岩相、滨浅湖相混合沉积体系

表 3 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系主要储集层段物性对比

Table 3 Comparison of the main Permian reservoirs between the Zaysan basin and the northwestern Junggar basin

地区	层名	代号	孔隙度(%)	渗透率( $10^{-3} \mu\text{m}^2$ )	储层评价
斋桑盆地	麦恰特组	P <sub>2</sub> <sup>1</sup>	7.6%~29.7%, 平均为 16.0%	0.08~269.00, 平均为 12.14	中孔低渗
	塔朗钦组	P <sub>1</sub> <sup>2</sup>	7.6%~29.7%, 平均为 16.0%	0.08~269.00, 平均为 12.14	中孔低渗
克百地区	风城组	P <sub>1</sub> f	0.2%~17.1%, 平均为 7.73%	0.01~1 160.00, 平均为 0.07	低孔低渗
	夏子街组	P <sub>2</sub> x	0.10%~22.74%, 平均为 8.69%	0.01~2 050.85, 平均为 0.78	低孔低渗
	下乌尔禾组	P <sub>2</sub> w	1.11%~16.14%, 平均为 7.57%	0.01~475.30, 平均为 0.59	低孔低渗
	上乌尔禾组	P <sub>3</sub> w	0.50%~24.60%, 平均为 8.07%	0.01~3 009.73, 平均为 7.02	低孔低渗

(a) 斋桑盆地



(b) 准噶尔盆地西北缘

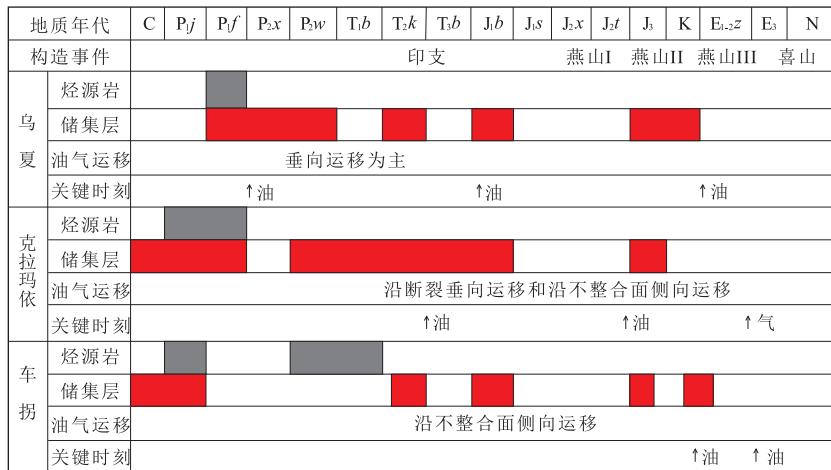


图 10 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘油气成藏事件

Fig.10 Hydrocarbon accumulation events in the Zaysan basin and the northwestern margin of Junggar basin

要发育两套生储盖组合,自生自储式生储盖组合和下生上储式生储盖组合(图 10a).二叠系油藏主要的区域性盖层为阿考尔康组大套灰色泥岩,塔朗钦组上部大套的灰色泥岩,其分别作为麦恰特组砂岩和塔朗钦组下部砂岩的区域性盖层.准噶尔盆地西北缘发育 3 套生储盖组合,分别是新生古储式生储盖组合、自生自储式生储盖组合和下生上储式生储盖组合(图 10b;石昕等,2005).其二叠系油藏的主要区域性盖层为三叠系百口泉组、二叠系乌尔禾组和夏子街组.

斋桑盆地与准噶尔盆地储盖组合条件对比分析表明,两者二叠系均具备形成油气聚集成藏的基本条件,但是与西北缘相比,斋桑盆地二叠系储层品质要优于西北缘二叠系储层,断裂发育同等条件下,其

二叠系极易形成有利的油气聚集带.

#### 2.4 运聚模式对比

斋桑盆地二叠纪受强烈构造运动的影响,断裂发育,古地形起伏较大,局部未接受沉积或遭受剥蚀.目前钻探区域内二叠系构造形态表现为前陆盆地特征,研究区南部为前陆凹陷,北部隆起部位二叠系减薄甚至尖灭,同时受东西向断裂切割,形成大型地层圈闭和断层圈闭.尤其重要的是斋桑盆地二叠系储层品质相对较好,其生成的油气一方面可通过断裂垂向运移形成断层油气藏,另一方面也在二叠系形成多种地层油气藏(图 11a).

准噶尔盆地西北缘同样由于受到构造挤压,断穿油源的断裂发育,但是其二叠系储层物性相对较差,从西北缘 80% 的油气储存在三叠系克拉玛依组

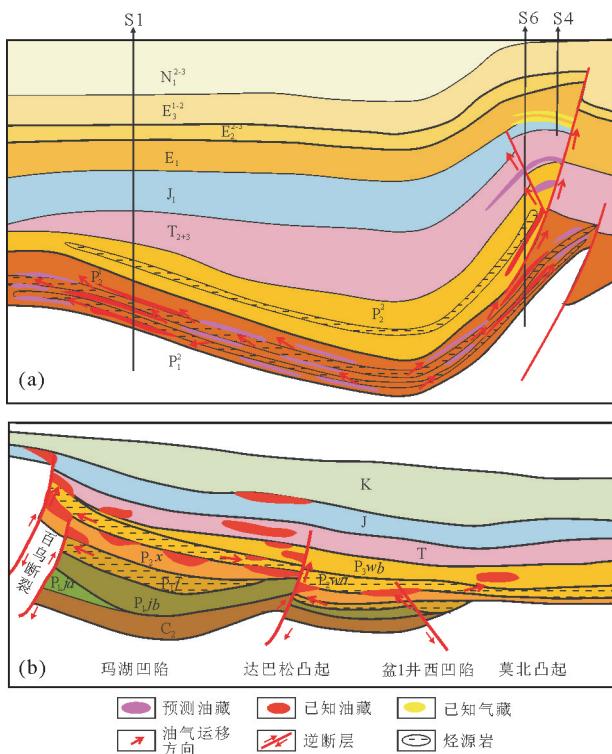


图 11 斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘油气运聚模式

Fig.11 Hydrocarbon migration and accumulation models in the Zaysan basin and the northwestern Junggar basin  
a. 斋桑盆地; b. 准噶尔盆地西北缘, 据黄凯等(1999)

砂砾岩中(王惠民等, 2005)来看, 其二叠系烃源岩生成的油气主要沿断层发生垂向运移(图 11b)。

斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系运聚模式有多所不同(图 11), 除了两者均沿断裂发生垂向运移外, 斋桑盆地还能在二叠系层内形成规模地层油气藏。

### 3 结论与认识

斋桑盆地与准噶尔盆地西北缘二叠系在构造沉积演化、烃源岩、储盖组合、油气运聚模式方面既存在相似性, 又有差异性。

(1) 构造上, 均为板块碰撞的产物, 同为多期叠合形成的叠合盆地。由于断裂发育, 沉积体系受断裂控制, 主要发育扇三角洲、水下扇等, 二叠系均发育主要的烃源岩, 且二叠系麦恰特组烃源岩与风城组类似, 有机质类型以 I 和 II 为主, 母质类型以湖相低等的水生藻类以及浮游生物为主, 源岩发育条件于高盐度、强还原性水体环境。二叠系均发育自生自储式生储盖组合, 同时在下生上储式生储盖组合中, 源内断裂为主要的垂向运移通道。

(2) 与准噶尔盆地西北缘二叠系低孔低渗储层相比, 斋桑盆地二叠系储层为中孔低渗储层, 储层物性相对较好。另外, 准噶尔盆地西北缘二叠系储层物性差, 其生成油气主要通过断层垂向运移, 相比之下, 斋桑盆地二叠系内部发育大套地层圈闭, 油气可直接运移至地层圈闭中, 形成规模地层油气藏。

(3) 与准噶尔盆地西北缘二叠系综合对比分析, 表明斋桑盆地二叠系具有良好的勘探潜力。

### References

- Chen, J.P., Wang, X.L., Deng, C.P., et al., 2016. Geochemical Features of Source Rocks and Crude Oil in the Junggar Basin, Northwest China. *Acta Geologica Sinica*, 90(1): 37–67 (in Chinese with English abstract).
- Chen, X., Lu, H.F., Shu, L.S., et al., 2002. Study on Tectonic Evolution of Junggar Basin. *Geological Journal of China Universities*, 8(3): 257–267 (in Chinese with English abstract).
- Cheng, S.D., Qi, S.J., Chen, C., et al., 2009. The Division and Features of Balkhash-Junggar Plate Tectonic Unit. *Xinjiang Geology*, 27(Z1): 14–30 (in Chinese with English abstract).
- Dorfman, B. F., 2011. Zaysan—The Only Surviving Cretaceous Lake—May Be Lost. *Procedia Environmental Sciences*, 10: 1376–1382. doi:10.1016/j.proenv.2011.09.220
- Du, S.K., 2005. Research on the Foreland Thrust Belt and on the Accumulation of Petroleum in the North-Western Margin of the Junggar Basin, China. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou (in Chinese with English abstract).
- Emry, R.J., Wang, B.Y., Tjutkova, L.A., et al., 1997. A Late Eocene Eomyid Rodent from the Zaysan Basin of Kazakhstan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 17(1): 229–234. doi:10.1080/02724634.1997.10010966
- Feng, Y.K., 1999. Hydrocarbon Potential of Kazakhstan. *Xinjiang Petroleum Geology*, 20(4): 351–356 (in Chinese with English abstract).
- Gao, C. L., Huang, Z. G., Liu, G. X., 2006. Paleo-Asia Ocean and Palaeozoic Basins in West China. *West China Petroleum Geosciences*, 2(2): 123–180 (in Chinese with English abstract).
- Glorie, S., Gravé, J.D., Delvaux, D., et al., 2012. Tectonic history of the Irtysh Shear Zone (NE Kazakhstan): New Constraints from Zircon U/Pb Dating, Apatite Fission Track Dating and Palaeostress Analysis. *Journal of Asian Earth Sciences*, 45(4): 138–149. doi:10.1016/j.jseas.2011.09.024

- Gong, S.H., Zhou, S.X., Li, J., et al., 2013. Comparisons of Geochemical Characteristics of Carboniferous and Permian Main Source Rocks in Junggar Basin. *Natural Gas Geoscience*, 24(5):1005—1015(in Chinese with English abstract).
- Guo, Z.J., 2012. A Review on the Paleozoic Tectonic Evolution of Northern Xinjiang and a Discussion on the Important Role of Geological Maps in Tectonic Study. *Geological Bulletin of China*, 31(7):1054—1060(in Chinese with English abstract).
- Han, B.F., Guo, Z.J., He, G.Q., 2010. Timing of Major Suture Zones in North Xinjiang, China: Constraints from Stictching Plutons. *Acta Petrologica Sinica*, 26(8):2233—2246(in Chinese with English abstract).
- He, D.F., Yin, C., Du, S.K., 2004. Characteristics of Structural Segmentation of Foreland Thrust Belts—A Case Study of the Fault Belts in the Northwestern Margin of Junggar Basin. *Earth Science Frontiers*, 11(3):91—101 (in Chinese with English abstract).
- Hou, P., Tian, Z.J., Zheng, J.Z., et al., 2014. Evaluation of Conventional Hydrocarbon Resources in Sedimentary Basins of Central Asia Region. *Earth Science Frontiers*, 21(3):56—62(in Chinese with English abstract).
- Hu, Z.Q., 2004. The Petroleum Accumulation Model in the Chepaizi Area, Northwestern Junggar Basin. *Fault-Block Oil & Gas Field*, 11(1):12—15(in Chinese with English abstract).
- Huang, K., Lai, S.X., Chen, J.L., et al., 1999. Permian Petroleum System and Distribution in Junggar Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 20(4):287—292 (in Chinese with English abstract).
- Lan, T.J., 1986. The Nappe of Western Junggar and Its Evolution. *Xinjiang Geology*, 4(3):35—43(in Chinese with English abstract).
- Lei, Z.Y., Lu, B., Wei, Y.J., et al., 2005. Tectonic Evolution and Development and Distribution of Fans on Northwestern Edge of Junggar Basin. *Oil & Gas Geology*, 26(1):86—91(in Chinese with English abstract).
- Li, D., He, D.F., Ma, D.L., et al., 2014. Carboniferous-Permian Tectonic Framework and Its Later Modifications to the Area from Eastern Kazakhstan to Southern Altai: Insights from the Zaysan—Jimunai Basin Evolution. *Journal of Asian Earth Sciences*, 113:16—35.doi:10.1016/j.jseaes.2014.09.017
- Li, J.T., He, G.Q., Xu, X., et al., 2006. Crustal Tectonic Framework of Northern Xinjiang and Adjacent Regions and Its Formation. *Acta Geologica Sinica*, 80(1):148—168(in Chinese with English abstract).
- Li, P.L., Feng, J.H., Lu, Y.C., et al., 2010. Tectonic Sedimentary and Hydrocarbon Accumulation in Junggar Basin. First Edition. Geological Publishing House, Beijing (in Chinese with English abstract).
- Lin, X.Y., Pan, H., Zhou, X.S., et al., 2010. Devotion of Coal-Measure Derived Hydrocarbons of Di'an'an Arch to Fubei Slope of Junggar Basin. *Earth Science*, 40(9):1549—1555 (in Chinese with English abstract).
- Liu, B., Liu, D.Y., Guo, T.X., et al., 2013. Oil Accumulation Related to Migration of Source Kitchens in Northwestern Margin Structural Belt, Junggar Basin. *Petroleum Geology & Experiment*, 35(6):621—625 (in Chinese with English abstract).
- Liu, D.G., Gong, H.Y., Lu, B., 2014. Natural Gas Origin and Exploration Potential in Eastern Zaysan Basin, Kazakhstan. *Xinjiang Petroleum Geology*, 35(5):603—606 (in Chinese with English abstract).
- Liu, L.F., Meng, J.H., Wang, W.B., et al., 2011. Differences in Geochemical Characteristics of Oils Trapped in the Upper and the Lower Series of Strata of Chepaizi Uplift along Northwest Margin of Junggar Basin and Their Significances. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 41(2):377—390 (in Chinese with English abstract).
- Liu, Y.W., Lin, J., Yin, L.L., et al., 2013. Application of Tomographic Static Correction Technique in Fujin Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 34(5):563—566 (in Chinese with English abstract).
- Lucas, S.G., Bray, E.S., Emry, R.J., et al., 2012. Dinosaur Eggshell and the Cretaceous—Paleogene Boundary in the Zaysan Basin, Eastern Kazakhstan. *Journal of Stratigraphy*, 36(2):417—435.
- Lucas, S.G., Holbrook, L.T., Emry, R.J., 2003. Isectolophus (Mammalia, Perissodactyla) from the Eocene of the Zaysan Basin, Kazakhstan and Its Biochronological Significance. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23(1):238—243.doi:10.1671/0272—4634(2003)23[238:im-pfte]2.0.co;2
- Obukhov, A.N., 2000. Manrak Upthrust-Overthrust Zone in Zaysan Depression and Its Oil-Gas Potential. *Petroleum Geology*, 34(1):89—93.
- Orudzheva, D.S., Obukhov, A.N., 1991. Zaysan Depression. *Petroleum Geology: A Digest of Russian Literature on Petroleum Geology*, 25(7/8):278—280.
- Shi, X., Zhang, L.P., He, D.F., et al., 2005. The Reservoir Formation Model in The Northwestern Margin of Junggar Basin. *Natural Gas Geoscience*, 16(4):460—463 (in Chinese with English abstract).
- Wang, G.R., 1996. Classification of Tectonic Units and Geologic Evolution in the Northern Xinjiang and Neighbor-

- ing Area. *Xinjiang Geology*, 14(1): 12—26 (in Chinese with English abstract).
- Wang, H.M., Wu, H., Jin, T., et al., 2005. Rule of Hydrocarbons Accumulation in the Northwest Edge of Junggar Basin. *Xinjiang Geology*, 23(3): 278—282 (in Chinese with English abstract).
- Wang, J.B., Xu, X., 2006. Post-Collisional Tectonic Evolution and Metallogenesis in Northern Xinjiang, China. *Acta Geologica Sinica*, 80(1): 24—31 (in Chinese with English abstract).
- Wang, X.L., Gao, G., Yang, H.B., et al., 2008. Research on Relation between Oil Properties and Petroleum Pool Formation of Permian in the 5th & 8th Districts, Northwestern Margin of Junggar Basin. *Geological Journal of China Universities*, 14(2): 256—261 (in Chinese with English abstract).
- Wang, Y.T., Yang, X.F., Wang, X.Q., et al., 2010. Analysis of Petroleum Geologic Conditions and Investment Environment of Petroliferous Basins in Southeast Kazakhstan. *China Petroleum Exploration*, 15(1): 67—73 (in Chinese with English abstract).
- Wu, K.Y., 2009. Research on the Stages of Reservoir Formation in Wuerhe-Xiazijie Area in Junggar Basin. *Journal of Oil and Gas Technology*, 31(3): 18—23 (in Chinese with English abstract).
- Xiao, W.J., Han, C.M., Yuan, C., et al., 2006. Unique Carboniferous-Permian Tectonic-Metallogenic Framework of North Xinjiang: Constraints for the Tectonic of the Southern Paleoasian Domain. *Acta Petrologica Sinica*, 22(5): 1063—1076 (in Chinese with English abstract).
- Xu, X.Y., Li, R.S., Chen, J.L., et al., 2014. New Constrains on the Paleozoic Tectonic Evolution of the Northern Xinjiang Area. *Acta Petrologica Sinica*, 30(6): 1521—1533 (in Chinese with English abstract).
- Yakhimovich, V. L., Suleymanova, F. I., Zarkhidze, V. S., et al., 1990. Correlation of the Neogene Sequences of Eastern Paratethys, the Zaysan Depression and the Arctic Basin. *International Geology Review*, 32(9): 890—895. doi:10.1080/00206819009465820
- Yin, J. Y., Chen, W., Yuan, C., et al., 2015. Petrogenesis of Early Carboniferous Adakitic Dikes, Sawur Region, Northern West Junggar, NW China: Implications for Geodynamic Evolution. *Gondwana Research*, 27(4): 1630—1645. doi:10.1016/j.gr.2014.01.016
- Yin, H. Z., 1987. Several Geotectonic Characters in North Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 5(1): 35—42 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, S.C., Huang, Z.J., Lu, X.C., et al., 2015. Main Controlling Factors of Permian Sandy Conglomerate Reservoir in the Northwestern Junggar Basin. *Journal of Lanzhou University (Natural Sciences)*, 51(1): 20—30 (in Chinese with English abstract).
- Zheng, J.Z., Zhou, H.Y., Huang, X.X., 2009. Basic Characteristics of Petroleum Geology and Exploration Potential Analysis in Kazakhstan. *China Petroleum Exploration*, 14(2): 80—86 (in Chinese with English abstract).
- Zhu, B.Q., Feng, Y.M., 1994. Plate Tectonics and Evolution in West Junggar of Xinjiang. *Xinjiang Geology*, 12(2): 92—105 (in Chinese with English abstract).
- ### 附中文参考文献
- 陈建平,王绪龙,邓春萍,等,2016.准噶尔盆地烃源岩与原油地球化学特征.地质学报,90(1):37—67.
- 陈新,卢华夏,舒良树,等,2002.准噶尔盆地构造演化分析新进展.高校地质学报,8(3):257—267.
- 成守德,祁世军,陈川,等,2009.巴尔喀什—准噶尔构造单元划分及特征.新疆地质,27(增刊1):14—30.
- 杜社宽.2005.准噶尔盆地西北缘前陆冲断带特征及对油气聚集作用的研究(博士学位论文).广州:中国科学院广州地球化学研究所.
- 冯有奎,1999.哈萨克斯坦的含油气远景.新疆石油地质,20(4):351—356.
- 高长林,黄泽光,刘光祥,2006.中国西部古中亚洋与古生代沉积盆地.中国西部油气地质,2(2):123—180.
- 巩书华,周世新,李靖,等,2013.准噶尔盆地石炭系与二叠系主力烃源岩地球化学特征对比研究.天然气地球化学,24(5):1005—1015.
- 郭召杰,2012.新疆北部大地构造研究中几个问题的评述—兼论地质图在区域构造研究中的重要意义.地质通报,31(7):1054—1060.
- 韩宝福,郭召杰,何国奇,2010.“钉合岩体”与新疆北部主要缝合带的形成时限.岩石学报,26(8):2233—2246.
- 何登发,尹成,杜社宽,2004.前陆冲断带构造分段特征—以准噶尔盆地西北缘断裂构造带为例.地学前缘,11(3): 91—101.
- 侯平,田作基,郑俊章,等,2014.中亚沉积盆地常规油气资源评价.地学前缘,21(3):56—62.
- 胡宗全,2004.准噶尔盆地西北缘车排子地区油气成藏模式.断块油气田,11(1):12—15.
- 黄凯,赖世新,陈景亮,等,1999.准噶尔盆地二叠系含油气系统类型及展布.新疆石油地质,20(4):287—292.
- 兰廷计,1986.西准噶尔推覆体及其演化.新疆地质,4(3): 35—43.
- 雷振宇,鲁兵,蔚远江,等,2005.准噶尔盆地西北缘构造演化与扇体形成和分布.石油与天然气地质,26(1):86—91.
- 李锦铁,何国琦,徐新,等,2006.新疆北部及邻区地壳构造格

- 架及其形成过程的初步探讨.地质学报, 80(1): 148—168.
- 李丕龙, 冯建辉, 陆永朝, 等, 2010. 准噶尔盆地构造沉积与成藏, 1 版. 北京: 地质出版社.
- 林小云, 潘虹, 周新硕, 等, 2015. 准噶尔盆地滴南—阜北斜坡区侏罗纪煤系成烃贡献. 地球科学, 40(9): 1549—1555.
- 刘得光, 龚红燕, 鲁斌, 等, 2014. 斋桑盆地东部天然气成因及勘探潜力. 新疆石油地质, 35(5): 603—606.
- 刘洛夫, 孟江辉, 王维斌, 等, 2011. 准噶尔盆地西北缘车排子凸起上、下层系原油的地球化学特征差异及其意义. 吉林大学学报(地球科学版), 41(2): 377—390.
- 刘宜文, 林娟, 尹丽丽, 等, 2013. 福津盆地地层静校正技术的应用. 新疆石油地质, 34(5): 563—566.
- 柳波, 刘定勇, 郭天旭, 等, 2013. 准噶尔盆地西北缘烃源灶迁移演化及其对油气藏的定位作用. 石油实验地质, 35(6): 621—625.
- 石听, 张立平, 何登发, 等, 2005. 准噶尔盆地西北缘油气成藏模式分析. 天然气地球化学, 16(4): 460—463.
- 王广瑞, 1996. 新疆北部及邻区地质构造单元与地质发展史. 新疆地质, 14(1): 12—26.
- 王惠民, 吴华, 靳涛, 等, 2005. 准噶尔盆地西北缘油气富集规律. 新疆地质, 23(3): 278—282.
- 王京彬, 徐新, 2006. 新疆北部后碰撞构造演化与成矿. 地质学报, 80(1): 24—31.
- 王绪龙, 高岗, 杨海波, 等, 2008. 准噶尔盆地西北缘五八开发区二叠系原油特征与成藏关系探讨. 高校地质学报, 14(2): 256—261.
- 王屿涛, 杨新峰, 王晓钦, 等, 2010. 哈萨克斯坦东南部含油气盆地石油地质条件及投资环境分析. 中国石油勘探, 15(1): 67—73.
- 吴孔友, 2009. 准噶尔盆地乌—夏地区油气成藏期次分析. 石油天然气学报, 31(3): 18—23.
- 肖文交, 韩春明, 袁超, 等, 2006. 新疆北部石炭纪一二叠纪独特的构造—成矿作用: 对古亚洲洋构造域南部大地构造演化的制约. 岩石学报, 22(5): 1063—1076.
- 徐学义, 李荣社, 陈隽璐, 等, 2014. 新疆北部古生代构造演化的几点认识. 岩石学报, 30(6): 1521—1533.
- 尹荷中, 1987. 新疆北部大地构造的几个特点. 新疆地质, 5(1): 35—42.
- 张顺存, 黄治赳, 鲁新川, 等, 2015. 准噶尔盆地西北缘二叠系砂砾岩储层主控因素. 兰州大学学报, 51(1): 20—30.
- 郑俊章, 周海燕, 黄先雄, 2009. 哈萨克斯坦地区石油地质基本特征及勘探潜力分析. 中国石油勘探, 14(2): 80—86.
- 朱宝清, 冯益民, 1994. 新疆西准噶尔板块构造及演化. 新疆地质, 12(2): 92—105.