

阿姆河右岸气藏主控因素

杨浩珑¹, 时迎², 魏春光²

(1. 重庆科技学院石油与天然气工程学院, 重庆 401331; 2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 阿姆河盆地是中亚地区含油气丰富的沉积盆地, 阿姆河右岸是中亚地区主要气源地。近十年来, 研究区科研攻关成果显著, 但对天然气成藏研究仍然不足, 其主控因素尚不明确。为寻找阿姆河右岸项目下一步有利勘探目标, 对研究区气藏进行剖析, 重点分析构造及岩性气藏主控因素。综合利用地球物理解释、天然气成藏及沉积分析、圈闭及储层评价和单井产能分析等方法, 认为阿姆河右岸气藏主控因素主要分为构造和沉积2方面。其中构造因素包括基底古隆起控制圈闭分布、断层为重要的油气运移通道和新近纪以来的构造事件使油气再分配, 沉积因素包括膏盐岩有效遮挡是必要的封盖条件、生物礁滩体控制高产气井分布和储层类型影响气水界面及气藏类型。不同类型气藏由一种或几种主要因素控制, 使气藏具有呈团块状聚集、带状分布的特点。

关键词: 气藏 主控因素 构造 沉积 古隆起 断层 阿姆河右岸

中图分类号: TE112.31

文献标识码: A

文章编号: 1009-9603(2017)04-0061-06

Main controlling factors of natural gas enrichment in the Amu Darya Right Bank Block

Yang Haolong¹, Shi Ying², Wei Chunguang²

(1. School of Petroleum Engineering, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing City, 401331, China;

2. PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing City, 100083, China)

Abstract: Amu Darya Basin is an exploration area with huge potential of natural gas. It is known as the most important source of Mid-Asian nature gas pipeline. There is still a shortage in research of reservoir forming rules even though many researches have been carried out in recent 10 years, and controlling factors for gas reservoir forming are also uncertain. In order to find the next gas reservoir target in the further exploration, a series of comprehensive analysis was conducted. It focused on the main controlling factors that led to various types of gas reservoirs. Using a combination of geophysical data interpretation, gas reservoir accumulation analysis, trap evaluation, sedimentary facies analysis, reservoir evaluation and single well production capacity analysis, etc., the research concluded the main controlling factors of gas accumulation from two aspects—structure and sedimentation. The former includes basement paleo-uplift which controls the trap distribution, faults which are pathway for hydrocarbon migration and tectonic movement since Neogene that results in hydrocarbon redistribution. The latter includes anhydrous and salt shelter which is necessary for the trap of effective hydrocarbon, reef-beach bodies which are closely related to high-production gas well and reservoir type which determines gas-water interface and types of gas reservoirs. The distribution of each type of gas reservoir is determined by one or several main factors, forming bulk-like gas accumulation and striped distribution.

Key words: gas reservoir; main controlling factors; structure; sedimentation; paleo-uplift; fault; Amu Darya Right Bank

中国在阿姆河右岸开展油气项目合作以来, 对含盐盆地天然气成藏规律分析、盐下含气构造识别等方面均取得了丰硕成果, 在阿姆河右岸不断获得油气勘探新发现。从目前已完成的攻关成果统计

收稿日期: 2017-03-28。

作者简介: 杨浩珑(1980—), 男, 四川广安人, 讲师, 硕士, 从事油气田开发理论和技术研究。联系电话: 18983196878, E-mail: 41703900@qq.com。

基金项目: 国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”(2011ZX05059)。

来看,近1/3的研究聚焦在利用地球物理方法识别储层和预测储层^[1-2],约2/3的研究聚焦在礁滩体识别技术研究^[3-4]。同时,中、下侏罗统深层勘探研究也在积极开展^[5],但仍没有达到规模勘探的程度。在已发表的相关文献中,早期多以综述性论文为主,基本明确该盆地的构造背景、形成演化过程、构造特征和含油气系统^[6-9],其资料来源主要借鉴外文数据和相关文献^[10-12]。随着阿姆河右岸项目的推进,中国研究人员逐渐掌握了大量来自现场的实际勘探数据,研究工作也不断开展,不仅将中国的成熟勘探技术大量应用于研究区^[13-14],还结合其特点进行改进和创新。后期相关研究成果变得更加深入和实用,具有重点突出、多点突破的特点^[15-18]。

由于阿姆河右岸项目的迫切需要和科研成果应用时效等原因,关于构造、成藏和膏盐岩发育等方面的研究成果虽然较为丰硕,但与中国主要含气盆地和外国成熟的油气合作项目研究程度相比^[19],在某些方面仍存在差距,研究工作还不够系统和深入。一部分研究工作将中国油区的研究方法和技术简单运用到阿姆河右岸项目,但由于可获取的数据有限,其研究深度往往达不到同类油气田的水平,也满足不了研究区勘探形势的需求。特别是对于气藏主控因素的研究,目前主要完成阿姆河盆地成藏组合及气藏类型划分、资源量估算^[20]和膏盐岩分布等方面的研究^[21-22],而对气藏主控因素的研究缺乏全面深入分析。为深化对研究区乃至整个盆地天然气富集规律的认识,确定每一类和每一个区带气藏主控因素,更为精准高效地开展勘探工作,提高钻探成功率。笔者基于阿姆河右岸项目最新资料,利用国家天然气重大专项研究的海量数据,力求系统梳理和厘清阿姆河右岸气藏主控因素,并探讨其控藏机制和相互作用。

1 区域地质概况

阿姆河盆地总面积为 $42.7 \times 10^4 \text{ km}^2$,在地域上分属于土库曼斯坦、乌兹别克斯坦、阿富汗和伊朗,主体位于土库曼斯坦境内,是中亚地区面积最大、油气资源最丰富的含油气盆地。阿姆河右岸位于阿姆河盆地东北部(图1),是中国在海外最大的天然气合作区块之一,也是中亚管线的主要气源地,处于土库曼斯坦和乌兹别克斯坦边境,呈北西向长条形展布,分为A区和B区。A区位于中部偏西的隆起带内,为成熟的天然气开发区,是主要的产量贡献区;B区以勘探为主,包括很多勘探程度较低的区域,

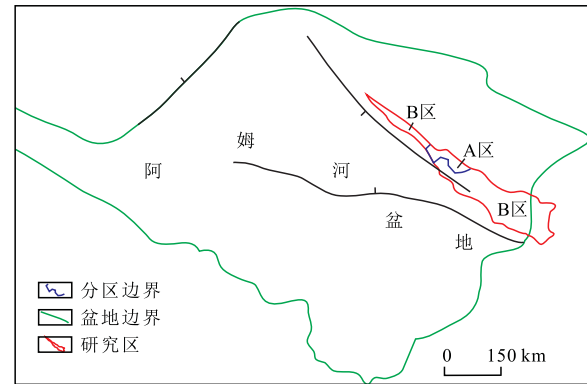


图1 阿姆河右岸区域构造位置

Fig.1 Distribution of tectonic units of Amu Darya Right Bank Block

域,具有较好的天然气勘探潜力。复杂的构造演化过程造成阿姆河右岸构造样式丰富,圈闭类型和气藏性质多样。

阿姆河盆地构造上属于土兰地台,从侏罗纪开始稳定沉降,大部分地区下侏罗统到第四系为连续沉积,局部存在剥蚀不整合或沉积间断。主要经历前中生代基底发育阶段、侏罗纪盆地初期沉陷阶段、白垩纪持续稳定沉陷阶段和新生代抬升改造阶段4个发育阶段。基底断裂为近东西向和近南北向展布的一组共轭断层,将盆地分割成隆坳相间的多个次级构造单元^[8,15]。盆地内发育中、下侏罗统陆相腐殖型煤系地层、上侏罗统海相碳酸盐岩、泥质灰岩和下白垩统海相泥岩3套烃源岩,其中主要烃源岩为中、下侏罗统陆相腐殖型煤系地层。主要含油气储层为上侏罗统海相碳酸盐岩和下白垩统海相泥岩,大部分油气都集中在这2套储层中。另外,发育较广的储层为下侏罗统含煤碎屑岩,目前勘探程度仍较低,但预测资源量较大。上侏罗统基末利一堤塘阶膏盐岩和白垩统阿尔必阶下部泥页岩为区域性盖层^[9]。

2 气藏主控因素

2.1 构造因素

2.1.1 基底古隆起控制圈闭分布

为研究阿姆河右岸区域构造演化,采用平衡剖面技术对其中西部侏罗纪末期地质剖面进行恢复(图2),发现现今隆起继承了侏罗纪末期基底古隆起的构造形态,受新近纪以来近南北向构造挤压作用影响,使得侏罗纪末期基底古隆起的幅度逐渐增大,形成目前自东向西逐渐抬升的构造格局,自西向东发育查尔朱隆起、坚基兹库尔隆起、桑迪克雷隆起及别什肯特坳中隆。萨曼杰佩、麦捷让和别列

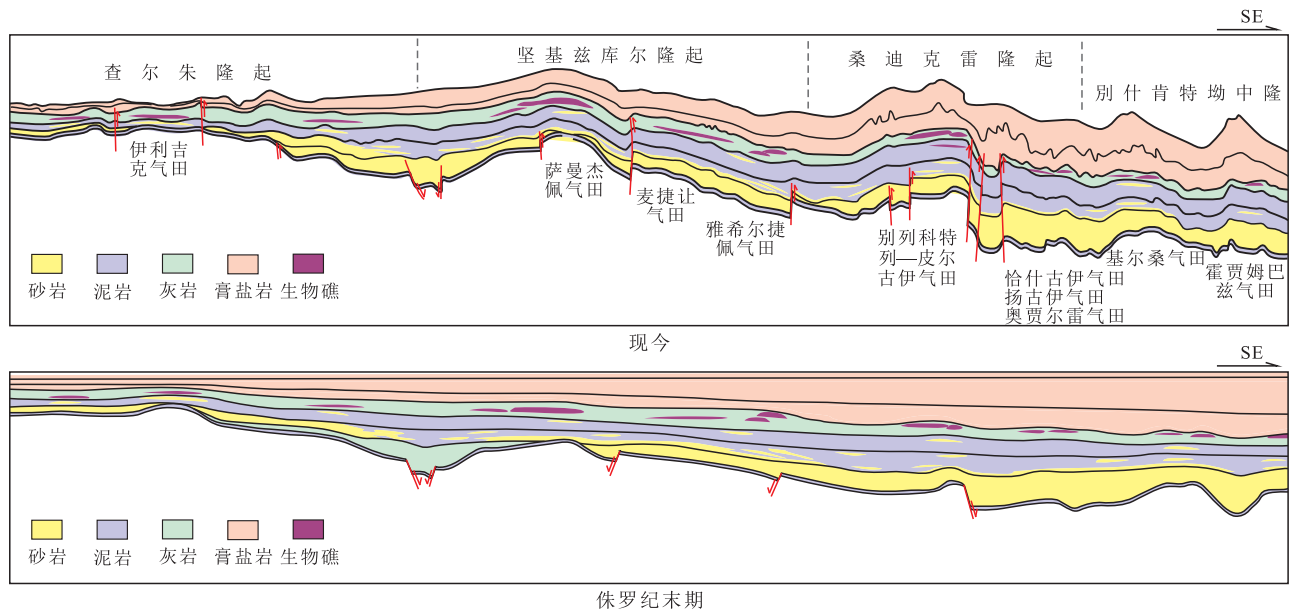


图2 阿姆河右岸中西部侏罗纪末期与现今地质剖面对比

Fig.2 Contrast between Late Jurassic and current geological profiles in the middle-west area of Amu Darya Right Bank Block

科特列—皮尔古伊等大型气田的形成均与基底古隆起有直接关系。

基底古隆起控制上侏罗统碳酸盐岩沉积,古隆起上发育碳酸盐岩厚度较大,储层物性较好,膏盐岩沉积后形成披覆型构造-岩性圈闭,且被新构造运动改造定型。同时,在基底高部位或者区域性断裂上方易形成水下隆起或者水下坡折带,适合生物礁生长,膏盐岩沉积后形成生物礁岩性圈闭。

新近纪以来,由于研究区中西部所受构造挤压作用减弱,对古构造破坏也减弱,因此构造圈闭对基底古隆起的继承性较好。而研究区东部改造强烈,形成逆冲褶皱带,对基底古隆起的继承性差,但由于古隆起上方碳酸盐岩发育厚度大,加上冲断带裂缝对储层的改造,仍可形成大型气田。基底古隆起不仅控制气藏形成,还控制生物礁的发育规模,影响储层发育的类型和范围,决定同沉积断层的发育和展布特征^[23-24]。

2.1.2 断层为重要的油气运移通道

地震构造解释结果显示,研究区发育盐上断裂体系、盐间断裂体系和盐下断裂体系。后期断裂易导致早期断裂重新开启甚至反转,形成裂缝带。其中盐下断裂体系包括盐下目的层断裂体系和盐下深层断裂体系。盐下目的层断裂体系不仅可以形成裂缝型储层,也可以形成生物礁储层。盐下深层断裂体系与盐下目的层断裂具有较好的相关性,均能有效沟通气源和储层,是研究区油气运移的主要通道。大多数盐下断层切穿上侏罗统灰岩,向上消失在膏盐岩内,有利于油气保存。

研究区目前发现的大多数气田均分布在断层附近,且越靠近断层,气田的含气性越好。扬古伊气田西侧的逆断层和走滑断层向下断至盆地基底或进入中、下侏罗统内,成为良好的油气运移通道(图2)。沿断层发育多个局部构造高点,有利于天然气聚集并成藏,同时储层内部又被众多中、小断层切割,既有利于油气运移,又增加储集空间。断裂发育特征与天然气成藏及分布存在紧密的时空配置关系。断层沟通气源及储层输导作用均极为重要,特别对于储层横向连通性较差的圈闭。断层除了输导油气外,与其伴生的构造裂缝也是极佳的天然气储集空间,从而形成裂缝型气藏^[25-26]。

2.1.3 新近纪以来的构造事件使油气再分配

阿姆河右岸基底断裂和上侏罗统顶面断裂相关性较好,为同一断裂体系,能够沟通目的层和中、下侏罗统气源。基底正断层在新近纪以来的构造挤压作用下发生反转而成为重要的天然气运移通道。这一时期既是构造定型期,也是天然气生成高峰期,同时也造成早期油气藏重新调整和聚集。以阿克古莫拉姆气田为例,在过A-6井的地震剖面上,早期正断层同沉积特征明显,上盘厚度增大,但由于晚期断层活动使其发生反转,形成逆断层,从而沟通中、下侏罗统气源。

天然气地球化学特征研究结果表明,研究区天然气具有自东向西运移的趋势,气水界面也自东向西逐渐抬升。单个隆起带内部,气水界面也具有自构造隆起斜坡低部位向高部位逐渐抬升的趋势,如坚基兹库尔隆起上的雅希尔杰佩气田、麦捷让气田

和萨曼杰佩气田的气水界面依次明显抬升(图3)。早期聚集的油气在新近纪以来的强烈构造挤压作用下调整再分配,早期充注的石油被天然气替代,形成现今的气田。新构造运动是油气二次成藏的

关键,现今留存的大部分气藏均为在新构造运动作用下形成的,同时也是对原有气藏的破坏过程,在研究区东部山前冲断带早期形成的气藏经通天逆冲断层逸散。

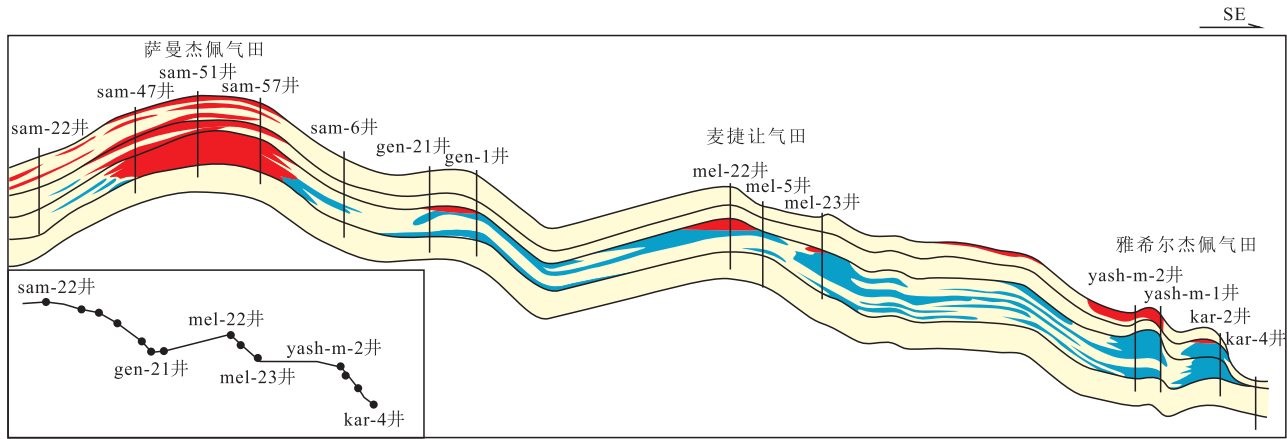


图3 坚基兹库尔隆起气藏剖面
Fig.3 Gas reservoir profile in K-uplift

2.2 沉积因素

2.2.1 膏盐岩有效遮挡是必要的封盖条件

天然气比石油更容易逸散,因此天然气成藏对盖层条件要求比较苛刻。阿姆河右岸区域性蒸发岩作为盖层控制天然气大致的平面分布范围。斜坡带岩性气藏除了区域性蒸发岩作为盖层的封堵作用以外,膏盐岩的侧向遮挡作用同样控制了气藏的形成,礁体间致密沉积充填物及膏盐岩侧向封堵是形成气藏不可或缺的因素之一。

以奥贾尔雷地区为例,气藏上倾方向发育的巨厚盐丘和上覆膏盐岩作为盖层,对气藏具有明显侧向封堵作用。侧向盐坑、上覆膏盐岩和下伏致密灰岩组合,确保圈闭的有效性。相反,在斜坡带上发育的圈闭,如果上倾方向未形成有效的膏盐岩封堵或构造圈闭幅度很小时,测试结果常常为微气井、干井或产水井。如 sand-21 井构造解释圈闭高度仅为 10 m,上倾方向膏盐岩未形成有效封堵,测井显示气层厚度为 10 m,全井段没有纯气层,其他层测试则为干层。膏盐岩既是不可或缺的区域性盖层,又决定气藏类型及发育特征,且膏盐岩与生物礁具有较好的空间配置关系,并直接影响成藏。

2.2.2 生物礁滩体控制高产气井分布

生物礁圈闭是研究区天然气富集程度较高的圈闭。虽然分布面积较小,但储层物性好,油气丰度高,周围有膏盐岩封堵,易形成高产气田。例如,桑迪克雷隆起的几个高产气田就是在典型的背斜构造背景下发育的生物礁气田(图2)。其中,奥贾

尔雷气田位于区域性断裂转折部位,翘倾式断块上方的坡折带适合生物礁滩体生长,在其西南翼水体突然变深,生物礁滩体易垮塌,扇体发育。新构造运动使奥贾尔雷构造抬升,形成了现今的高产气藏;别列克特列—皮尔古伊气田整体为一个背斜构造,背斜内部发育多个生物礁滩体,且每个生物礁滩体基本上各自具有独立的气水界面,具有一滩一藏的特点。恰什古伊和扬古伊气田与别列克特列—皮尔古伊气田类似,同时还受断层改造作用,生物礁滩体和断层共同控制高产气井分布。生物礁是最优质的储层之一,其上方的膏盐岩作为盖层,不仅起封堵作用,客观上还给勘探工作者识别盐下生物礁气藏带来挑战。

2.2.3 储层类型影响气水界面及气藏类型

阿姆河右岸中西部主要发育局限台地低能滩相、台缘边缘及开阔台地高能礁滩相、前缘上斜坡低能礁滩相和下斜坡盆地生物礁相。其中,台地边缘及开阔台地高能礁滩相地层和前缘上斜坡低能礁滩相地层为研究区主要含气储层,这2种沉积相带气藏发育特征及主控因素具有明显差别(表1)。

台地边缘及开阔台地高能礁滩相带的含气层通常为台地边缘内滩或层状生物礁沉积,储层连通性较好,垂向隔、夹层不发育,储层厚度大,具有统一的气水界面。如研究区中部坚基兹库尔隆起的萨曼杰佩气田就是在整装构造背斜下发育的特大型块状边水气藏。前缘上斜坡低能礁滩相的滩体被潮道切割,滩体间被潮道中充填的膏盐岩遮挡,

表1 阿姆河右岸2种沉积相带气藏发育特征及主控因素
Table1 Development features and main controlling factors of gas reservoir in two types of sedimentary facies in Amu Darya Right Bank Block

相带	储层类型	储层特征	储层分布	圈闭类型	气水系统	主控因素	其他因素	气田规模	典型气田
台地边缘及 开阔台地高 能礁滩相带	台缘高能礁滩 复合体内的 生物礁滩体	孔隙(洞)型 储层,非均 质性弱	厚度大,连 续性好,隔、 夹层不发育	短背斜构造 或构造-岩 性圈闭	气水界面 统一,气水 过渡带窄	构造高部 位、高能 礁滩储层	盐下深层 气源断层	气田规模 大,单井 产量高	萨曼杰佩 气田
前缘上斜坡 低能礁滩相	缓坡或台缘 斜坡低能礁 滩体或塌 积角砾	以裂缝-孔 隙型储层 为主,非均 质性强	厚度小,连 续性差, 隔、夹层 发育	构造-岩性 圈闭、岩 性圈闭	气水过渡带 宽,发育多个 气水系统	断层上倾 方向膏盐 岩封堵	盐下深层 气源断层	气田规模 相对小, 单井产量 变化大	别列克特 列-皮尔 古伊、恰什 古伊和扬 古伊气田

使储层非均质性增强。同时,受断裂改造作用影响,具有多个气水系统。如研究区B区中部桑迪克雷隆起带发育的别列克特列-皮尔古伊气田是具有低孔低渗透裂缝孔隙型的边底水气藏,恰什古伊和扬古伊气田是受构造控制的边底水气藏。

3 结束语

综合研究认为,阿姆河右岸气藏主控因素主要分为构造和沉积2方面。其中构造因素包括基底古隆起控制圈闭分布、断层为重要的油气运移通道和新近纪以来的构造事件使油气再分配,沉积因素包括膏盐岩有效遮挡是必要的封盖条件、生物礁滩体控制高产气井分布和储层类型影响气水界面及气藏类型。基底古隆起和膏盐岩作为气藏的主控因素,不仅直接控制气藏的发育和展布特征,还对其他控藏要素产生不同程度的影响。

参考文献:

- [1] 郑荣才,陈浩如,王强,等.土库曼斯坦阿姆河盆地卡洛夫-牛津阶储层特征及控制因素分析[J].岩石学报,2014,30(3):779-788.
Zheng Rongcai, Chen Haoru, Wang Qiang, et al.The reservoir characteristics and their controlling factors of Callovian-Oxfordian carbonates in Amu Darya Basin[J].Acta Petrologica Sinica, 2014, 30(3):779-788.
- [2] 崔泽宏,夏朝辉,刘玲莉,等.应用毛管压力与相渗曲线研究复杂碳酸盐岩储层生产能力——以土库曼阿姆河右岸M区块气田为例[J].油气地质与采收率,2011,18(1):89-91.
Cui Zehong, Xia Zhaohui, Liu Lingli, et al.Study on production capacity of complex carbonate reservoir by capillary pressure curve and relative permeability curve[J].Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2011, 18(1):89-91.
- [3] 张长宝,罗东坤,徐晟,等.土库曼斯坦阿姆河右岸区块礁滩体地震地质综合识别方法[J].油气地质与采收率,2016,23(4):64-69.
Zhang Changbao, Luo Dongkun, Xu Sheng, et al.Integrated seismic and geologic studies of reef-beach body recognition technology in Amu Darya Right Bank, Turkmenistan[J].Petroleum Geology and Recovery Efficiency, 2016, 23(4):64-69.
- [4] 刘勇,杨洪志,刘义成,等.阿姆河右岸基尔桑地区牛津阶生物礁储层特征及控制因素[J].天然气工业,2013,33(3):10-14.
Liu Yong, Yang Hongzhi, Liu Yicheng, et al.Characteristics and main controlling factors of the Oxfordian biohermal reservoirs in Girsan of Amu Darya Right Bank, Turkmenistan[J].Natural Gas Industry, 2013, 33(3):10-14.
- [5] 李浩武,童晓光,王素花,等.阿姆河盆地侏罗系成藏组合地质特征及勘探潜力[J].天然气工业,2010,30(5):6-12.
Li Haowu, Tong Xiaoguang, Wang Suhua, et al.An analysis of geological characteristics and exploration potential of the Jurassic play, Amu Darya Basin[J].Natural Gas Industry, 2010, 30(5):6-12.
- [6] 贾承造,杨树锋,陈汉林,等.特提斯北缘盆地群构造地质与天然气[M].北京:石油工业出版社,2001:1-16,136-143.
Jia Chengzao, Yang Shufeng, Chen Hanlin, et al.Structural geology and natural gas in the northern Tethys[M].Beijing: Petroleum Industry Press, 2001:1-16, 136-143.
- [7] 罗金海,车自成.中亚与中国西部侏罗纪沉积盆地的成因分析[J].西北大学学报:自然科学版,2001,31(2):167-170.
Luo Jinhai, Che Zicheng.Formation and comparative analysis of Jurassic sedimentary basins in central Asia and western China[J].Journal of Northwest University: Natural Science Edition, 2001, 31(2):167-170.
- [8] 徐文世,刘秀联,余志清,等.中亚阿姆河含油气盆地构造特征[J].天然气地球科学,2009,20(5):744-748.
Xu Wenshi, Liu Xiulian, Yu Zhiqing, et al.Geological structure of Amu-Darya basin in Central Asia[J].Natural Gas Geoscience, 2009, 20(5):744-748.
- [9] 郭永强,刘洛夫,朱胜利,等.阿姆达林盆地含油气系统划分与评价[J].石油勘探与开发,2006,33(4):515-520.
Guo Yongqiang, Liu Luofu, Zhu Shengli, et al.Classification and assessment of petroleum system in Amu-Darya Basin[J].Petroleum Exploration and Development, 2006, 33(4):515-520.
- [10] Boris A, Natal'in, Celal S A M.Late Palaeozoic to Triassic evolution of the Turan and Scythian platforms: The pre-history of the Palaeo-Tethyan closure[J].Tectonophysics, 2005, 404(3):175-202.
- [11] Brookfield M E, Hashmat A.The geology and petroleum potential of the North Afghan platform and adjacent areas[J].Earth Science Review, 2001, 55(1/2):41-71.

- [12] Kravchenko K N, Koshelev N I, Kravchenko N E, et al. The regional structure of the Turanian platform and its development [J]. *Tectonophysics*, 1976, 36(1/3): 263-273.
- [13] 陈迎宾, 胡焯, 王彦青, 等. 柴达木盆地鄂博梁Ⅲ号构造深层天然气成藏条件[J]. *油气地质与采收率*, 2015, 22(5): 34-39, 63. Chen Yingbin, Hu Ye, Wang Yanqing, et al. Research on the deep gas accumulation conditions of Eboliang-Ⅲ structure, Qaidam Basin [J]. *Petroleum Geology and Recovery Efficiency*, 2015, 22(5): 34-39, 63.
- [14] 陈迎宾, 胡焯, 王彦青, 等. 大邑构造雷口坡组四段天然气成藏条件[J]. *特种油气藏*, 2016, 23(3): 25-29. Chen Yingbin, Hu Ye, Wang Yanqing, et al. Natural gas accumulation conditions of the 4th member in Leikoupo Formation of Dayi Structure [J]. *Special Oil & Gas Reservoirs*, 2016, 23(3): 25-29.
- [15] 何雨丹, 魏春光. 中亚阿姆河盆地构造演化及其对油气藏的控制作用[J]. *地球物理学进展*, 2014, 29(3): 1 143-1 147. He Yudan, Wei Chunguang. Tectonic evolution and its vital role for oil and gas reservoir in Amu Darya basin [J]. *Progress in Geophysics*, 2014, 29(3): 1 143-1 147.
- [16] 聂明龙, 吴蕾, 徐树宝, 等. 阿姆河盆地别什肯特坳陷及其邻区构造成因与勘探意义[J]. *天然气工业*, 2013, 33(11): 45-50. Nie Minglong, Wu Lei, Xu Shubao, et al. Genetic mechanism and exploration significance of tectonic action in the Bieshikent Depression and its adjacent area in the Amu-Darya Basin [J]. *Natural Gas Industry*, 2013, 33(11): 45-50.
- [17] 徐明华, 李瑞, 张世荣, 等. 阿姆河右岸区块碳酸盐岩岩性气藏勘探实践——以麦捷让构造区为例[J]. *天然气工业*, 2011, 31(4): 24-27. Xu Minghua, Li Rui, Zhang Shirong, et al. An exploration practice of lithology carbonate gas reservoirs: The Metajan Structure in the Right Bank Block of the Amu Darya River [J]. *Natural Gas Industry*, 2011, 31(4): 24-27.
- [18] 方杰, 徐树宝, 吴蕾, 等. 阿姆河右岸地区侏罗系海相烃源岩生烃潜力[J]. *海相油气地质*, 2014, 19(1): 8-18. Fang Jie, Xu Shubao, Wu Lei, et al. Hydrocarbon generation potential of Jurassic source rocks in Right Bank of Amu Darya [J]. *Marine Origin Petroleum Geology*, 2014, 19(1): 8-18.
- [19] 魏春光, 谢寅符, 何雨丹. 厄瓜多尔奥连特盆地斜坡带地震多属性储层预测[J]. *吉林大学学报: 地球科学版*, 2011, 41(增刊1): 374-379. Wei Chunguang, Xie Yinfu, He Yudan. Reservoir prediction using seismic multi-attributes method in slope of Oriente Basin, Ecuador [J]. *Journal of Jilin University: Earth Science Edition*, 2011, 41 (Supplement 1): 374-379.
- [20] 余一欣, 殷进垠, 郑俊章, 等. 阿姆河盆地成藏组合划分与资源潜力评价[J]. *石油勘探与开发*, 2015, 42(6): 750-756. Yu Yixin, Yin Jinyin, Zheng Junzhang, et al. Division and resources evaluation of hydrocarbon plays in the Amu Darya Basin, Central Asia [J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2015, 42(6): 750-756.
- [21] 田雨, 张兴阳, 朱国维, 等. 阿姆河盆地右岸地区膏盐岩分布及其对盐下礁滩成藏的影响分析[J]. *科学技术与工程*, 2016, 16(12): 220-227. Tian Yu, Zhang Xingyang, Zhu Guowei, et al. Distribution characteristics of saline deposits and influences on subsalt reef-beach hydrocarbon accumulations in the Right Rank Area of Amu Darya Basin [J]. *Science Technology and Engineering*, 2016, 16(12): 220-227.
- [22] 聂明龙, 童晓光, 刘群明, 等. 土库曼斯坦阿姆河右岸地区盐下碳酸盐岩气藏类型及油气富集因素[J]. *石油实验地质*, 2016, 38(1): 70-75. Nie Minglong, Tong Xiaoguang, Liu Qunming, et al. Types of pre-salt carbonate gas reservoirs and hydrocarbon enrichment factors of Amu Darya right bank area in Turkmenistan [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2016, 38(1): 70-75.
- [23] 李吉君, 曹群, 卢双舫, 等. 四川盆地乐山-龙女寺古隆起震旦系天然气成藏史[J]. *石油与天然气地质*, 2016, 37(1): 30-36. Li Jijun, Cao Qun, Lu Shuangfang, et al. History of natural gas accumulation in Leshan-Longnyusi Sinian paleo-uplift, Sichuan Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2016, 37(1): 30-36.
- [24] 刘玉瑞. 苏北后生-同生断陷盆地油气成藏规律研究[J]. *石油实验地质*, 2016, 38(6): 721-731. Liu Yurui. Petroleum accumulation rules in hystero-genetic reconstructive-syngenetic rift basins, North Jiangsu Basin [J]. *Petroleum Geology & Experiment*, 2016, 38(6): 721-731.
- [25] 周义博. 徐家围子断陷气源断裂输导天然气能力评价[J]. *大庆石油地质与开发*, 2016, 35(1): 19-24. Zhou Yibo. Evaluation of the gas transporting capacity for the source-rock faults in Xujiaweizi Fault Depression [J]. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing*, 2016, 35(1): 19-24.
- [26] 刘畅, 陈冬霞, 董月霞, 等. 断层对南堡凹陷潜山油气藏的控制作用[J]. *石油与天然气地质*, 2015, 36(1): 43-50. Liu Chang, Chen Dongxia, Dong Yuexia, et al. Control of faults on hydrocarbon accumulation of buried hill reservoirs in the Nanpu Sag, Bohai Bay Basin [J]. *Oil & Gas Geology*, 2015, 36(1): 43-50.

编辑 单体珍