

文章编号:1672-9854(2009)-02-0031-06

中亚地区阿拉伊盆地构造地质特征 与油气条件分析

邰玉龙^{1,2}

(1 中国石化胜利油田分公司物探研究院; 2 中国石油大学(北京)资源与信息学院)



邰玉龙

摘 要 阿拉伊盆地位于特提斯构造带北缘,是在古生界基底之上发展起来的山间盆地,紧邻我国西部塔里木盆地。自中生代至新生代经历了陆表海沉积期、类前陆盆地期、山间盆地发育期、拗陷期、定形期等5个演化阶段,具有海陆交互、沉积多变、多期叠加、断-拗转换的性质。生储盖匹配良好;烃源岩为古近系、白垩系和中—下侏罗统的海相与潟湖相泥岩、石灰岩和泥灰岩;主要油气储集层为碳酸盐岩裂缝性储层和砂砾岩储层;多套泥岩、膏岩和泥灰岩为区域性和局部盖层;褶皱构造发育,以背斜、断块、断鼻等构造为主。盆地具有一定的油气勘探前景。

关键词 构造演化; 烃源岩; 油气地质特征; 油气勘探前景; 阿拉伊盆地

中图分类号: TE111.2 **文献标识码**: A

邰玉龙 1976年生,工程师。1997年毕业于中国地质大学石油地质勘查专业,现主要从事石油地质综合研究工作。通讯地址: 257100 山东省东营市北一路210号 物探研究院区域勘探研究室; 联系电话: (0546)8793985

阿拉伊盆地位于中亚地区吉尔吉斯斯坦共和国南部,约为长250 km,宽25~40 km,面积6 000 km²,为一近东西向展布的山间盆地(图1)。与其比较邻近的含油气盆地有东侧的塔里木盆地(中国),西南侧的阿富汗—塔吉克盆地(主体位于塔吉克斯坦),北侧的费尔干纳盆地(跨吉尔吉斯斯坦等三个国家)。

在大地构造位置上,阿拉伊盆地为欧亚板块南部边缘天山褶皱带中的一个中生代—新生代的山间盆地,夹持于帕米尔—昆仑山与南天山褶皱带之间,由于受印度板块向欧亚板块陆—陆碰撞挤压并持续向北推覆的影响而形成现今的盆山构造格局。

该区油气勘探始于1928年,前苏联对其先后开展了地质调查与油气勘探工作,盆内及周缘地区完成了1:20万的地质调查;1984—1989年在盆地中部累计完成二维地震562 km;1987—1991年历时4年钻探参数井阿参1井。后因苏联解体而中断勘探。2003年,我国胜利油田获得阿拉伊盆地的勘探许可,已在盆地内完成重力勘探1 720 km²、三维地震

220 km²、二维地震748.4 km,为深入评价阿拉伊盆地积累了丰富的资料。

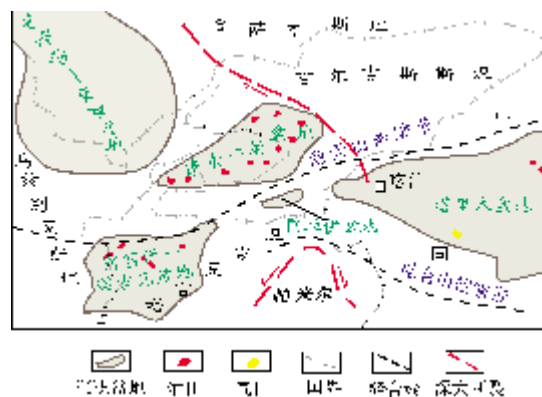


图1 阿拉伊盆地大地构造位置

阿拉伊盆地与我国喀什地区相邻,有利于我国与其进行勘探开发和工程项目的国际合作。同时该盆地与中国西部诸盆地的构造演化背景相似,在研究上可相互借鉴。

收稿日期:2008-08-04

1 地质构造特征及单元划分

1.1 地质特征

阿拉伊盆地位于特提斯构造带的北缘^[1],是特提斯北缘盆地群中的一个小型中—新生代盆地,晚三

叠世—古近纪曾与费尔干纳盆地、阿富汗—塔吉克盆地以及塔里木盆地基本连通,中新世以后逐渐成为现今独立的周缘前陆盆地^[2]。

阿拉伊盆地经过加里东运动和海西运动发育成稳定的古生代地块。后由于中—新生代的印支运动、喜马拉雅运动的影响,盆地内盖层褶皱断裂活动受

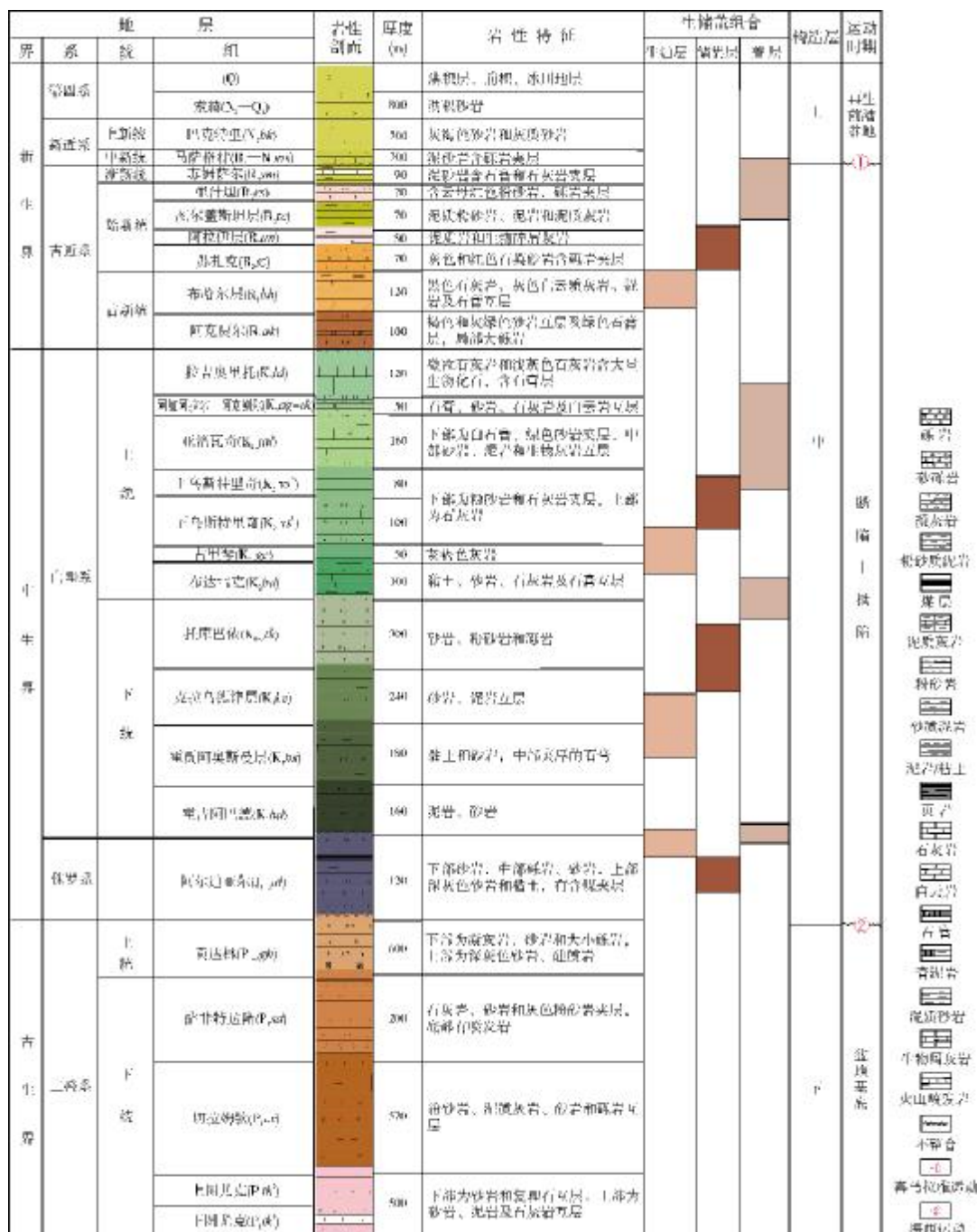


图2 阿拉伊盆地地层综合柱状图

基底断裂和区域构造活动控制,经历了复杂的构造隆起、拉张热沉降和挤压造山等地质演化过程,形成了上中下三个不同的地层结构。下部为褶皱造山条件下形成的强烈变质的古生代地层,构成盆地的基底;中部为角度不整合于基底之上的中生界和古近系,为断陷—拗陷阶段沉积的盆地盖层;上部为新近系和第四系,为再生前陆阶段形成的碎屑岩和磨拉石建造(图2)。

盆地的基底在南部山前边缘出露,由古生界海相—海陆交互相建造和前古生界变质岩系组成,呈块状结构。二叠系为河流相、湖相、沼泽相泥页岩、砂岩及含煤沉积。三叠纪由于大陆剧烈的拱起,沉积间断。侏罗系为湖沼相与河流相沉积,地层厚度0~1000m。白垩系为陆相、泻湖相和海相沉积,不整合在侏罗系或古生界上。下白垩统为红色泥岩和砂岩,自下而上粒度变细,总体上为退积型辫状河、扇三角洲沉积,反映同期活动由强变弱、湖盆扩张、湖面水体上升;上白垩统为碳酸盐岩、石膏和灰色黏土,局部多层膏岩沉积,表现海侵的特征。中生代阿拉伊地区广泛遭受海侵,中—晚侏罗世和晚白垩世两次规模较大的海侵形成了阿拉伊盆地重要的烃源岩层。古近系主要以盆缘三角洲相—扇三角洲和滨—浅湖泥质沉积为主,沉积中心位于盆地的中部一带,最大厚度为3000m。新近系为拗陷沉积,南厚北薄,在盆地的北部及西部有尖灭剥蚀,地层厚度0~2000m。第四系为河流相沉积,主要分布在盆地的南部一带。

1.2 构造特征及单元划分

中—新生代,受印度板块碰撞的影响,阿拉伊盆地成为强烈的挤压区,形成了一近东西向展布的狭长型盆地,呈现出凹凸相间的构造格局。主要断层横贯东西,控制了本区中—新生界的分布和构造形态,自南向北依次为外阿拉伊、南天山、杰凯里克斯柯以及哥史卡苏伊断层(图3),它们均为逆断层。其中外阿拉伊断层是控制盆地含油区域的南界断层;哥史卡苏伊断层则是北界断层。盆地中深层褶皱构造发育,以背斜、断块、断鼻等构造为主。

根据地震剖面特征、断层的平面组合形态,结合基底结构、地层空间展布等特征,将盆地内部划分为三个一级构造单元,即北部山前带、南部冲断带以及中部凹陷带(图3),各构造带均呈东西向展布,被南

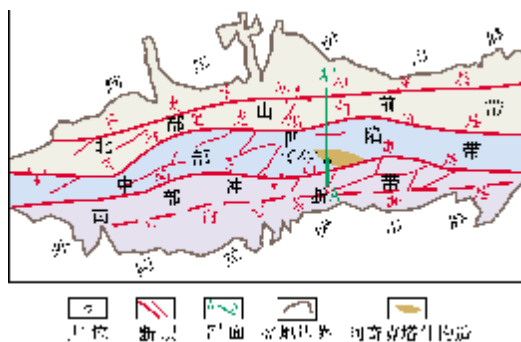


图3 阿拉伊盆地构造单元划分

天山和杰凯里克斯柯两条大断裂所分割。

北部山前带 断层表现为挤压性质,倾角上陡下缓,主断层面倾向为近南北向,向北由于断层和褶皱幅度减小,对上覆地层沉积相带和厚度的控制也随之减弱。由于受阿尔卑斯构造运动的影响,古近系遭受一定程度的抬升、剥蚀,形成自南向北抬升的斜坡带。

南部冲断带 中—新生代在南部基本为稳定沉积,沉积物厚达6000m以上,时代从老到新,沉积中心由南向北转移。断面均具有上陡下缓特征,上陡部位断层面倾角一般40°~70°;下缓部位具收敛合并趋势,断面倾角多小于20°,有的近于水平。断层向上延伸可切穿古近系,较少切入新近系。推测在大型逆掩断层下降盘发育有断层转折褶皱和三角带。

中部凹陷带 呈带状分布,整体表现为一山间向斜。地层发育较全,中—新生界厚度大,中生界顶最深处达7000m,是新生界沉积时期盆地的沉降中心。受区域挤压应力作用,凹陷带中央表现为凹凸相间的格局,形成穹隆、背斜、断鼻和断块构造。构造两侧为大的生烃凹陷,是油气运移、聚集的重要指向区,具有较好的油气勘探潜力。

2 沉积与构造演化

阿拉伊盆地的现今构造格局与特提斯构造带的形成与演化密不可分^[2]。盆地的基底由强烈褶皱的古生代地层组成,寒武纪、奥陶纪、二叠纪地层出露较少,其他古生代地层在盆地边缘大面积出露。晚古生代大规模海侵—海退,沉积了巨厚的海陆交互相地层,同时多次的造山运动使其复杂化。随着晚古生代末期构造运动的结束,该区进入了稳定构造阶段,形成中、新生代的沉积盆地。根据沉积充填过程和构造特征,中生代以来可划分为5个演化阶段(图4)。

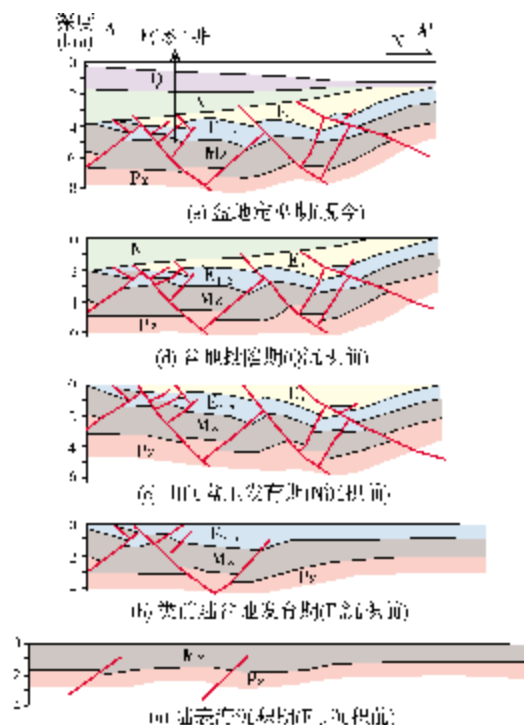


图4 阿拉伊盆地地质发育剖面示意图
(A—A' 剖面位置见图3)

陆表海沉积期(图4a) 中生代早期,在古特提斯洋闭合过程中,残余洋盆中的海水自西向东间歇性侵入。早—中侏罗世,沉积了滨海相的暗色泥岩与煤系间互的地层层序;晚侏罗世开始,随着新特提斯洋的形成,海侵范围进一步扩大,盆地内大面积沉积了稳定的海相地层。

类前陆盆地发育期(图4b) 白垩纪的沉积范围进一步扩大,至始新世末期,受印度板块与欧亚大陆碰撞影响,海水自西向东侵入,盆地内沉积了一套以灰绿色及紫红色泥岩、膏泥岩、灰色碳酸盐岩及白色石膏岩为主的海相地层。期间多次海侵、海退,形成海湾潟湖相的盐类沉积,沉积中心位于盆地南部。

山间盆地发育期(图4c) 古新世—渐新世早期,新特提斯洋关闭并褶皱上升,阿拉伯板块与欧亚大陆碰撞,中亚造山作用构造带(即Sengör所称的基墨里造山带)形成^[3]。受碰撞挤压应力作用影响,阿拉伊盆地南北两侧隆起造山,盆地逐渐结束海相沉积,以山间拗陷为主。沉积中心位于盆地中部,表现为海陆过渡相的沉积特点。浅海环境高水位时沉积

了碳酸盐岩,滨浅—半深海发育碎屑岩沉积,低水位时期,封闭潟湖环境普遍存在于盆地中,形成了相应的碳酸盐岩、碎屑岩和蒸发岩沉积。

盆地抬陷期(图4d) 渐新世末—中新世早期,印度板块持续与欧亚大陆碰撞,中亚地区东南部的帕米尔地区向北突刺^[1](图1),阿拉伊盆地强烈构造变形,南部冲断作用强烈,沿外阿拉伊逆掩断层(位于图4d以南)向盆地中部推覆,致使阿拉伊盆地抬升并遭受剥蚀。此时海水完全退出,形成稳定的陆相沉积,岩性以暗色砂泥岩及杂色砂泥岩为主,沉积中心位于南部山前,南厚北薄,厚度变化0~2000m。

盆地定型期(图4e) 新近纪末,阿拉伊盆地四周山体快速隆升,以山麓洪积—河流—冲积平原—沼泽沉积为主,岩性主要为棕红色砂岩、粉砂岩含暗色泥岩夹层,盆地内沉积了一套大于800m的陆相粗碎屑沉积。现代地貌呈现为南侧外阿拉伊山脉和北侧阿拉伊山脉的隆起以及中间阿拉伊盆地的坳陷(图3)。

3 油气地质特征

3.1 烃源岩

古生代—新生代古近纪,自西向东的多次海侵活动,使盆地内发育了巨厚的海陆交互沉积岩系,主要有浅海相礁灰岩、潟湖相膏岩,湖泊三角洲以及河流相砂泥岩等交互沉积,形成了菌藻类和水生浮游生物等有机质生源,为油气生成提供了重要的生烃母质。对阿拉伊盆地周围地层岩石样品的分析表明,该区烃源岩为古近系、白垩系和中—下侏罗统的海相与潟湖相泥岩、石灰岩和泥灰岩,有机碳TOC含量一般都大于2%,具有高有机碳、高氯仿沥青“A”的特点^①,有机地化指标较好,生烃能力较强(表1)。

3.2 储盖组合

受三叠纪中特提斯洋的形成和晚白垩世新特提斯洋壳仰冲的影响^[4],阿拉伊盆地长期处于由局限海到开阔海,再由开阔海到局限海的旋回演化状态,经历了古生代—新生代三次大规模的海侵—海退,沉积了三个海相碳酸盐岩—石灰岩—湖相膏泥岩沉积旋回。盆地内主要发育碳酸盐岩裂缝性储层和砂

① 石伯仲. 吉尔吉斯斯坦阿拉伊盆地地质研究报告. 中国石化集团胜利油田工程集团公司, 2003.

表 1 阿拉伊盆地烃源岩基本地球化学特征简表 (部分数据据资料^①)

地 层	岩 性	沉积环境	TOC (%)	沥青“A” (%)	有机质类型	地层厚度 (m)	烃源岩厚度 (m)
古近系	石灰岩	海相、潟湖相	2.95~14.59	0.05773	腐泥型	1020	150
	泥灰岩		3.80	0.07161			
白垩系	泥 岩	海 相	1.52~6.47	0.23042	腐殖型—腐泥型	600~1580	100~300
	泥灰岩		13.10~18.56	0.06432			
侏罗系	泥 岩	海陆过渡相	3.03	0.49840	腐殖型	120	20~100
	含煤系地层		45.08	3.80400			

砾岩储层,并在纵向上构成了三套主要的储盖组合(图 2):

- (1)侏罗系砂岩为储层,上部泥岩和石灰岩为盖层;
- (2)白垩系中—上部碳酸盐岩为储层,上部膏岩为盖层;
- (3)古近系中部碳酸盐岩为储层,古近系上部及新近系膏岩为盖层。

中生代以来的大规模海侵—海退,促使各套储盖组合内部还大量发育各种自储自盖式组合。

3.3 圈闭类型

阿拉伊盆地处于帕米尔构造和南天山褶皱系统的交汇处(图 1),在南北向的水平挤压应力和上覆地层不均衡重力的作用下,盆地内部地层发生拱胀而形成了具有规律性排列的正向构造。由于断层的持续活动,多数已经形成的正向构造又被切割而复杂化,形成了背斜、断鼻及断块构造。其中南部冲断带主要发育与逆掩断层相关的构造圈闭;中部凹陷带发育与构造隆起相关的背斜、断块圈闭;北部山前带发育与地层剥蚀相关的地层及复合圈闭。与中部凹陷带内的隆起有关的背斜、断块类圈闭以及受南北向挤压影响而形成的与逆冲断层有关的构造圈闭是勘探的有利目标。

4 含油气性评价

阿拉伊盆地与费尔干纳盆地的南部相邻,在中新世以前两盆地相连,具有相似的沉积环境和沉积特征^[1-2]。在费尔干纳盆地南部侏罗系以上地层共发现有 23 套含油层系^[5],参考该盆地的油气分布情况^[5-6],对阿拉伊盆地白垩纪—古近纪地层可划分出 3 个含油气层系:

- (1)上白垩统碳酸盐岩—碎屑岩;
- (2)始新统一渐新统海湖相—海相含石膏沉积;
- (3)渐新统一中新统红色陆相沉积和上新统磨拉石沉积。

费尔干纳盆地的油气分布于侏罗系、白垩系、古近系及新近系等四套含油气层系中^[7],主要油气储集层为古近系的砂岩和碳酸岩盐储集层,其中的始新统阿拉伊层(R_{2an})与图尔盖斯坦层(R_{2tc})为区域性的含油层,物性最好,孔隙度分别为 6%~30%和 12%~18%,渗透率分别为 (51~611.6)×10⁻³ μm² 和 (51~153)×10⁻³ μm²,储层单层有效厚度平均 5~27m。这两个储集层集中了费尔干纳盆地主要的石油可采储量和预测储量。

在阿拉伊盆地中,阿拉伊层为具有溶孔、溶洞的石灰岩—牡蛎壳层,厚 43 m;图尔盖斯坦层为泥岩、石灰岩、白云岩互层,厚 160 m。两者地层特征与费尔干纳南部地层相同,具有较大的油气潜力。阿参 1 井在钻井过程中见到多处气测异常或含油气显示(表 2),推测可能含有多套含油层系。钻至 4 478 m 时发生井喷,日产液 600 m³,在最初 5 个小时内出原油和气,折合日产油 150 m³,后由于卡钻和井壁塌陷原因而停钻。该井目前只钻到古近系,但古生界勘探潜力不容忽视。结合最新地震资料分析,阿参 1 井处于盆地中部凹陷带(图 3)阿奇克塔什构造的低部位,面积 17 km²,井喷时油水同出,可能处于含油气构造的油水过渡带上,油气藏类型为断层复杂化的背斜构造(图 5)。

目前,在阿拉伊盆地中部凹陷带已发现 8 个构造圈闭,总面积初步估计约 81.5 km²,是主要的油气运移聚集区带。参考邻区费尔干纳盆地及塔里木盆地的资料,估算阿拉伊盆地油气资源量为 (21~40)×10⁸ t^[8]。

表2 阿拉伊盆地阿参1井测试异常情况统计表

序号	地 层	测试井段 (m)	厚度 (m)	测试情况
1	图尔盖斯坦层(R ₂ tc)	2815~2860	45	气测异常
2	阿拉伊层(R ₂ an)	3730~3760	30	气测显示高压
3		3800~3810	10	气测显示高压
4	布哈尔层(R ₂ bh)	4226~4233	7	含油气显示
5		4241~4249	8	含油气显示
6		4282~4292	10	含油气显示
7		4309~4313	4	含油气显示

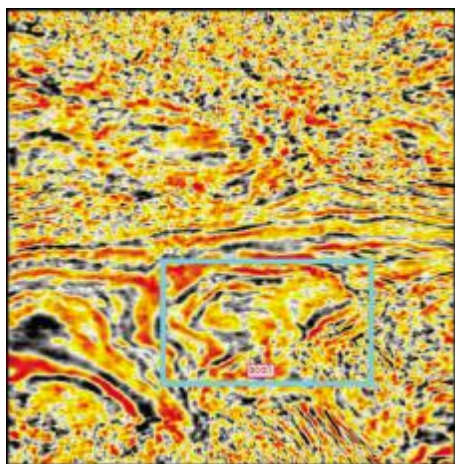


图5 阿拉伊盆地阿奇克塔什构造 2600ms 时间切片

5 结 论

阿拉伊盆地经过成盆期后,受内外地质动力作用的多期改造,原始面貌发生了较大改变,具有海陆交互、沉积多变、多期叠加、断—拗转换的性质,构造演化过程复杂,勘探难度大,资源探明程度低。盆地的地层层序较全,沉积厚度大;有三套成藏组合,主要分布于上白垩统—古近系,油气藏形成条件较为有利;资源量规模较大,圈闭发育,目前的区域勘探程度低,但已见工业油气流,具有较为乐观的勘探前景。

参 考 文 献

- [1] 贾承造,杨树锋,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,2001:107-136.
- [2] 童晓光,肖坤叶. 吉尔吉斯阿莱依盆地含油气远景分析[J]. 石油勘探与开发,2003,30(5):119-122.
- [3] 甘克文. 特提斯域的演化和油气分布[J]. 海相油气地质,2000,5(3-4):21-29.
- [4] 丘东洲. 亚洲特提斯域油气聚集地质特征[J]. 沉积与特提斯地质,2007,27(2):1-8.
- [5] 朱毅秀,刘洛夫,林畅松. 中亚地区费尔干纳盆地油气地质特征[J]. 兰州大学学报,2005,41(1):25-31.
- [6] 安作相,胡征钦. 中亚含油气地区[M]. 北京:石油工业出版社,1993:228-239.
- [7] 孙永祥. 有关天山山系山间盆地的含油气性[J]. 石油地质信息,1994,15(1):13-14.
- [8] 丁丽荣. 中亚地区阿拉伊盆地石油地质特征及勘探潜力[J]. 海洋石油,2006,26(4):29-33.

编辑:吴厚松

Analysis of Tectonic Geology and Petroleum-Bearing Conditions in Alay Basin, Central Asia

Huan Yulong

Abstract: Alay Basin is located at the northern margin of Tethyan structural belt and belongs to an intermontane basin that developed from Paleozoic basement. During Mesozoic-Cenozoic, the basin underwent the following main tectonic evolution phases: epicontinental sea sedimentation, pseudo-foreland basin, intermontane basin, depression and basin-shaping phases. It is characterized by continental-marine interaction, various depositions, multistage superposition and fault-depression conversion. The condition of petroleum geology of the basin is similar to that of Filgarna Basin. Better match of hydrocarbon source rocks, reservoirs and cap rocks indicate that the main hydrocarbon source rocks are Paleogene black shale, Cretaceous limestone and Lower-Middle Jurassic coal-bearing formation; the chief reservoir beds are fractured carbonate rocks and sandy conglomerates; the regional cap rocks are the Upper Jurassic to Pliocene shales and anhydrite rocks. Well-developed folds with anticlines, fault blocks and fault noses are in majority. All conditions imply good hydrocarbon potential and oil and gas prospecting.

Key words: Tectonic evolution; Source rock; Petroleum geology characteristics; Oil and gas prospecting; Alay Basin

Huan Yulong: male, Geologist, Add: Geophysical Research Institute of Shengli Oilfield Branch Company, SINOPEC, Dongying, 257100 China