

中亚及邻区沉积盆地形成演化与含油气远景

游国庆¹ 王志欣² 郑 宁¹ 岳来群³

(1. 中国地质科学院地质研究所, 北京 100037; 2. 中国石油大学(北京), 北京 102249;
3. 国土资源部油气资源战略研究中心, 北京 100812)

摘要: 中亚及邻区位于亚洲大陆古老地块之间的巨型构造活动带, 在这个地区发育众多类型的沉积盆地。在形成演化机制上, 发育有裂谷盆地、前陆盆地、克拉通盆地等单型盆地和这些单型盆地组成的叠合盆地。在形成时代上, 发育前寒武纪沉积盆地、古生代沉积盆地和中新生代沉积盆地。这些不同时代不同类型的沉积盆地发育在不同的大地构造背景下, 基底性质、成盆机制、沉降特征、构造特征及含油气性等具有较大的差别。沉积盆地类型和形成时代与油气分布规律和含油气远景密切相关, 拉张裂谷型沉积盆地油气资源潜力较大, 克拉通裂谷—坳陷型盆地具有一定的油气资源潜力。

关键词: 中亚及邻区; 沉积盆地; 构造演化; 油气聚集

中图分类号: P544.4; P641.4+62 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)04-1175-08

中亚及邻区系指高加索山脉以东、阿尔金断裂以西、西西伯利亚地台以南、科佩特—昆仑山系以北的广大区域(图 1), 它的大部分地区位于亚洲地区, 其余小部分地区位于欧洲, 主要包括里海海域的西北部和西部。这个地区经历了复杂的构造演化阶段, 形成了不同基底性质、成盆机制、构造特征的沉积盆地, 这些众多的沉积盆地具有不同的油气资源潜力。

1 地质背景

根据李廷栋等人^[1]关于亚洲构造分区的观点, 显生宙以来亚洲大陆构造格局是欧亚板块、非洲板块、印度—澳大利亚板块和太平洋板块相互作用建造起来的主要由一些大、中型地块和挟持于这些地块之间或位于大陆边缘的几条巨型构造活动带组成, 它是一些大小陆块经历了多次裂离、汇聚、增生和拼合的复杂演化过程而拼合起来的一个区域。东欧地台虽然不属于亚洲地区, 但它对中亚及邻区的构造演化有着重要的影响。

中亚及邻区主要位于乌拉尔—蒙古构造活动带和特提斯—喜马拉雅构造活动带西部范围内(图 1)。由于这个地区处于复杂的大地构造环境, 对其构造演化特征有不同的认识。总体来说, 有两种观点: 一种观点, 前苏联多数学者^[2]根据地台盖层结构及年龄的相似性把中亚地区划为晚古生代古特提斯年轻统一的图兰地台, 它位于欧亚古大陆板块南部; 另一种观点, 近一些年来, 根据野外地质露头、深部地球物理和钻井资料以及同位素年龄资料综合分析, 认为这个地区是一个由克拉通、微大陆地体、洋壳地体、古岛弧地体等多种不同类型的地体拼贴而成的复杂构造活动区^[3-8]。后一种观点为目前普遍接受的观点, 认为在古生代时期, 随着古亚洲洋的不断缩减, 该地区的众多地块碰撞拼贴, 最后于石炭纪末拼贴成为哈萨克斯坦古板块。随后, 古特提斯洋的关闭, 哈萨克斯坦古板块与东欧板块、西伯利亚板块、塔里木板块形成统一的欧亚板块, 从而, 进入中生代构造演化阶段。自二叠纪以来, 该地区中、新生代的构造演化主要受欧亚大陆南缘特提斯洋演化的影响。

收稿日期: 2010-06-07; 改回日期: 2010-06-22

基金项目: “全球油气地质综合研究与区域优选(GT-YQ-QQ-2008-2-08)”项目资助。

作者简介: 游国庆, 男, 1964年生, 副研究员, 从事区域地质与油气地质研究; E-mail: youchina@126.com。

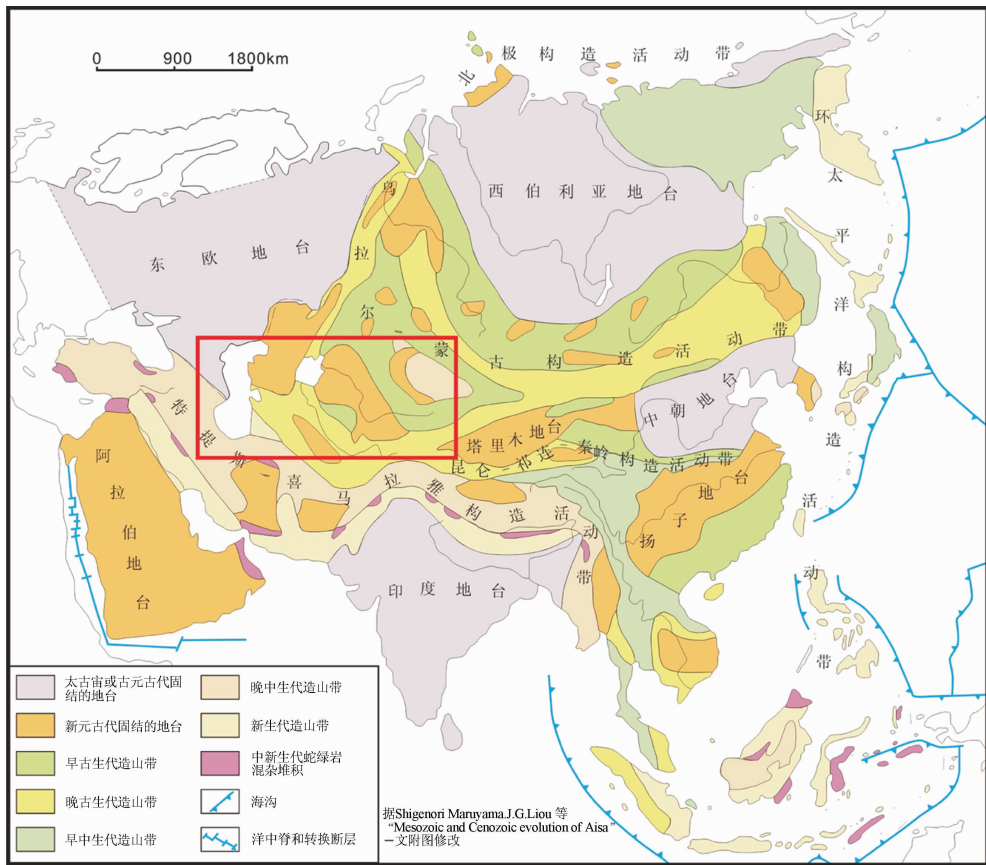


图1 亚洲及邻区构造分区略图(据李廷栋等人,2002,修改)

Fig.1 Diagrammatic map showing tectonic divisions of Central Asia and its adjacent regions (modified after Li Tingdong, et al., 2002)

2 沉积盆地类型及演化特征

该地区沉积盆地处于不同的大地构造背景,经历了不同的构造演化阶段,其基底性质、成盆机制、沉降特征、沉积类型、构造特征及含油气性等有很大的差别。按照盆地演化的时代顺序,并根据成盆的构造背景,对该地区的沉积盆地进行类型划分(表1)。一些沉积盆地主要受拉张应力场控制,发育为裂谷盆地,如:早期的滨里海盆地、大高加索—南里海盆地;一些沉积盆地主要受挤压应力场控制,发育为前陆盆地,如:后期的南里海盆地、捷列克—里海盆地、费尔干纳盆地、阿赖盆地、阿拉湖盆地、伊塞克湖盆地、西伊犁盆地等;另一些盆地则与古老地块密切相关,发育为克拉通型盆地,如:中生代的阿姆河盆地图尔盖、锡尔河等盆地;这个地区的绝大多数盆地都经历了多个构造演化旋回,在不同时期受不同的构造应力场控制,发育为叠合型盆地,如:滨里海盆地、

北乌斯秋尔特盆地等。

2.1 前寒武纪盆地

早期发育的滨里海盆地属于前寒武纪盆地。该盆地发育巨厚的沉积盖层,至今未钻穿前寒武纪地层。根据深部地球物理资料推测,滨里海盆地经历了里菲纪裂谷作用,在相邻的俄罗斯地台东南缘上发展成的前寒武纪裂谷盆地。对滨里海盆地形成时间存在着不同的认识和分歧,一些学者认为是前寒武纪形成的,另一些学者认为是早古生代中期形成的。

2.2 古生代盆地

古生代沉积盆地主要包括滨里海盆地、北乌斯秋尔特盆地、图尔盖盆地、田尼兹盆地、楚—萨雷苏盆地、巴尔喀什盆地和斋桑盆地。

滨里海盆地属于克拉通基底上发育的盆地。从基底性质来看,早期(里菲纪、或奥陶纪、或泥盆纪)裂谷作用,在盆地中央形成了巨型拗陷,这个构造单元可能具有大洋地壳或过渡性地壳的特征^[9]。在晚

表 1 中亚及邻区主要沉积盆地构造背景和类型
Table 1 Tectonic background and types of main sedimentary basins in Central Asia and its adjacent regions

盆地名称		构造背景	盆地类型	发育时代
南里海		阿尔卑斯造山带内	山间压陷盆地	新生代
捷列克—里海		造山带前渊内	前陆盆地	
科佩特达格前渊				
费尔干纳、阿赖、阿拉湖、伊塞克湖、西伊犁等		天山造山带内	前陆盆地	
超级里海盆地	滨里海	稳定克拉通	克拉通内坳陷盆地	中生代
	北乌斯秋尔特	前寒武纪地块, 三叠纪发生剪张, 后为稳定克拉通	克拉通内裂谷—坳陷盆地	
	曼格什拉克、北高加索	斯基夫—图兰造山带, 三叠纪发生剪张, 后为稳定克拉通	克拉通内裂谷—坳陷盆地	
	捷列克—里海	新特提斯洋被动陆缘	被动陆缘盆地	
	大高加索—南里海	弧后扩张带	弧后裂谷盆地	
		新特提斯洋		
阿姆河—阿富汗—塔吉克	克拉通—被动边缘	克拉通内坳陷—被动陆缘盆地		
图尔盖、锡尔河		哈萨克斯坦造山带, 三叠纪发生剪张, 后为稳定克拉通	克拉通内裂谷—坳陷盆地	古生代
费尔干纳		天山造山带内, 三叠纪发生剪张, 后为稳定克拉通	克拉通内裂谷—坳陷盆地	
滨里海		东欧克拉通东南缘拉张	裂谷盆地	
		中石炭世碰撞挤压	(东缘和南缘) 前陆盆地	
北乌斯秋尔特		前寒武纪地块	被动(活动)陆缘盆地	
		被动(活动)陆缘		
图尔盖、田尼兹、斋桑		未完全固结的地块—岛弧造山带, 走滑剪张	走滑拉分盆地、被动(活动)陆缘盆地	
巴尔喀什、楚—萨雷苏				
滨里海		东欧克拉通东南缘拉张	裂谷盆地	前寒武纪

泥盆世—早石炭世期间, 可能与穆戈贾尔地块从东欧克拉通上裂开的过程有关, 滨里海盆地为快速沉降的大陆边缘裂谷盆地(图 2), 这个时期的裂谷作用导致的盆地沉降是盆地发育过程中最重要的阶段。中石炭世开始, 滨里海盆地东缘和东南缘分别与穆戈贾尔地块和北乌斯秋尔特地块碰撞(图 3), 形成了乌拉尔海西造山带和南恩巴造山带, 西南缘受到古特提斯洋板块俯冲形成卡尔平褶皱冲断带, 滨里海盆地的南缘和东缘为前陆坳陷。至早二叠世末, 上述褶皱冲断带不断增高, 断绝了盆地与大洋之间

的大多数通道, 形成了局限海盆地。晚二叠世到新生代, 盆地进入了克拉通坳陷沉降阶段。

一些地质和地球物理资料表明, 北乌斯秋尔特盆地的基底具有前寒武纪地块性质, 在古生代(石炭纪)为被动(或活动)陆缘浅海盆地。

图尔盖盆地、田尼兹盆地、楚—萨雷苏盆地、巴尔喀什盆地和斋桑盆地等沉积盆地基底以海西期拼贴的岛弧和增生体为主, 主要开始发育于石炭纪。由于此时哈萨克斯坦造山带、乌拉尔造山带以及北乌斯秋尔特地块的拼贴还未最后定型, 不同的基底构

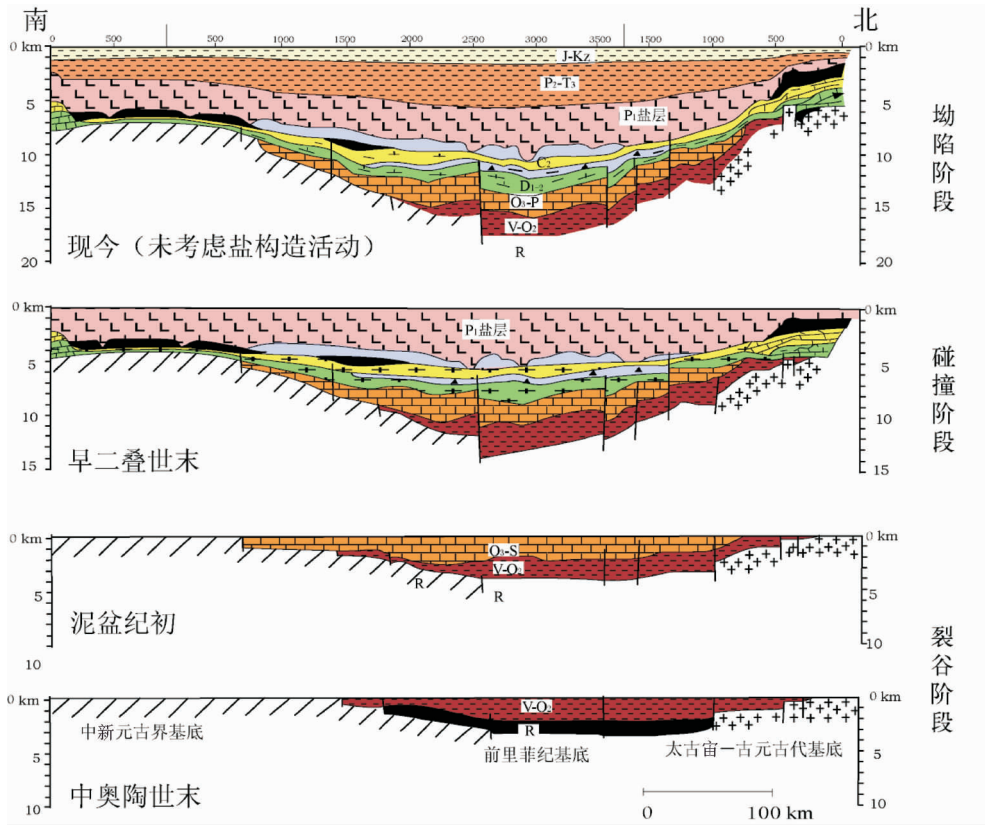


图2 滨里海盆地构造演化剖面图

Fig.2 Structural evolution section of Caspian Basin (modified after Volozh Yu.A., 2003)

造单元之间仍有剪切走滑活动，这些盆地还与走滑拉分作用有关。同时，这些盆地的基底构造单元未最终固结定型，在盆地晚海西期的造山活动中沉积盖层发生了较为严重的变形，并影响古生界地层的含油气性。

2.3 中生代盆地

这个时期，从北里海到中里海地区发育为统一的中生代沉积盆地，其范围包括滨里海盆地、北乌斯秋尔特盆地、曼格什拉克盆地、北高加索盆地、捷列克—里海盆地、大高加索—南里海盆地，东南部的阿姆河—阿富汗—塔吉克盆地可能也与统一的里海超级盆地相连。

在中生代，里海超级盆地南北部的基底结构明显不同。滨里海盆地在古生代时期是在东欧克拉通基底上发育起来的裂谷盆地，该地区在中生代已经远离区域构造活动带，盆地的沉降和沉积速率变缓，属于克拉通盆地。

北乌斯秋尔特盆地、曼格什拉克盆地、北高加索

盆地、阿姆河盆地的基底是海西期拼贴和固结的造山带和地块^[10]。晚二叠世—三叠纪，该地区仍有裂谷活动，三叠纪地堑是造山带变形调整的产物，并非真正的拉张背景下形成的裂谷盆地。三叠纪沉积主要分布在一些狭长、线状的地堑—半地堑中(图4)。该地区在三叠纪之后基底固结，远离了区域构造活动带，形成了克拉通坳陷盆地。

侏罗纪到白垩纪的大高加索—南里海盆地是现今南里海盆地和大高加索造山带的前身。这个时期该地区处于新特提斯洋北缘俯冲带的弧后拉张区，形成了大型的弧后拉张盆地，沉降速率较高。该盆地的区域性拉张可能也是整个中生代里海超级盆地沉降的一个原因。

图尔盖盆地、锡尔河盆地、费尔干纳盆地是在三叠纪发育的裂谷型地堑、侏罗纪—白垩纪克拉通构造背景下发育的裂谷—坳陷盆地。

2.4 新生代盆地

大高加索山脉—科佩特达格山脉一线以北地

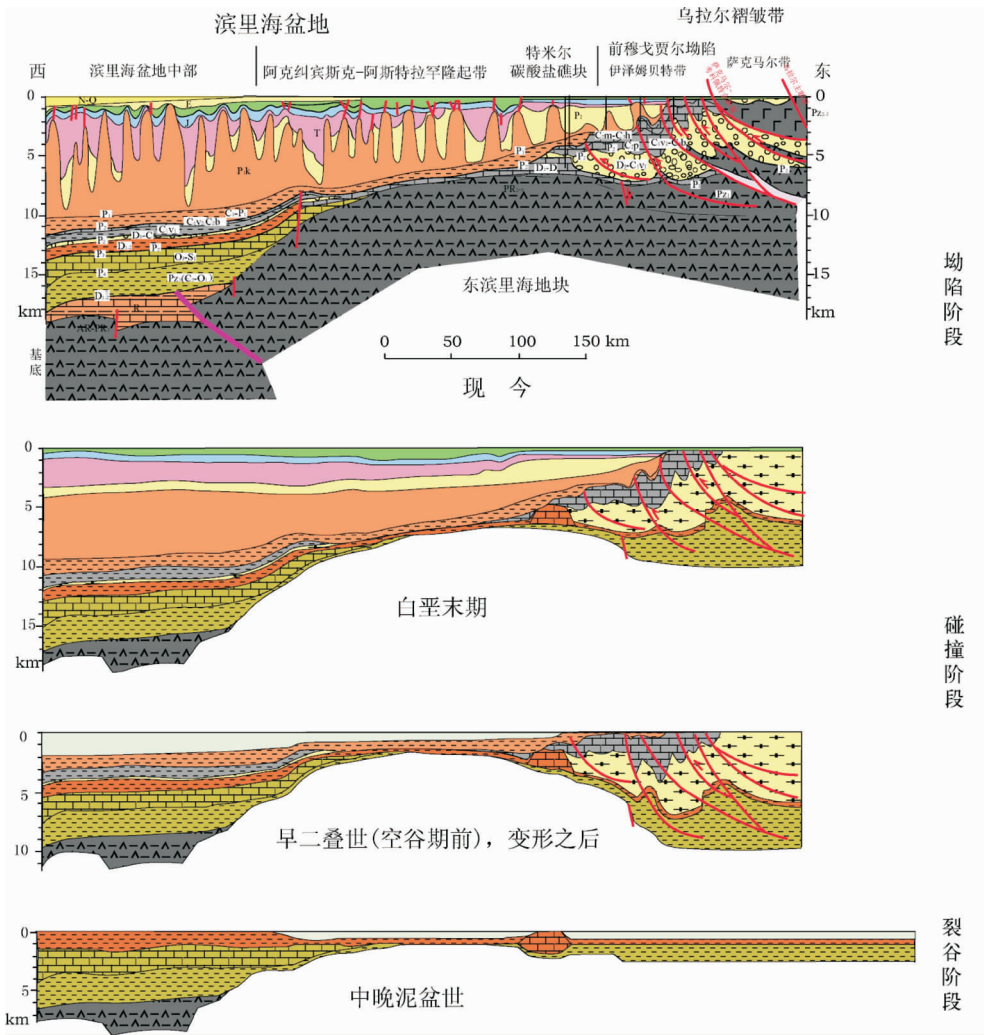


图 3 滨里海盆地东缘前陆拗陷构造演化剖面图

(据 Volozh Y^图,2003,修改)

Fig.3 Structural evolution section of foreland depression at the east edge of Caspian Basin (modified after Volozh Y^图, 2003)

区,新生代期间为稳定的克拉通环境,大部分沉积盆地沉降缓慢,仅形成厚度有限的沉积地层。但是,在大高加索造山带和科佩特达格造山带的前方分别形成了捷列克—里海盆地和科佩特达格前渊两个前陆盆地,沉积了较厚的新生界盖层。

南里海盆地位于科佩特达格—大高加索山脉以南,基底为中生代弧后扩张形成的洋壳或减薄的陆壳^[1]。在新生代期间,受特提斯造山区的多期挤压构造活动影响,南里海盆地具有山间压陷盆地的性质(图 5)。

在东南部的天山造山带内,分布着多个小型新生代山间盆地,这些小型盆地在中新世开始大幅度

挤压形成盆地。费尔干纳盆地是较重要的典型山间含油气沉积盆地。

3 沉积盆地的油气远景

中亚及邻区发育众多的沉积盆地,有 20 多个盆地具有多套生油层系以及与之匹配的储层和盖层组合。在这个地区主要的烃源岩是滨浅海、潟湖和滞留海湾等环境中形成的海相和海陆交互相沉积地层,这些烃源岩主要为晚古生代和中生代发育的碳酸盐岩和页岩。

滨里海盆地发育的上泥盆统、下石炭统—中石炭统和下二叠统盐下层系海相页岩和碳酸盐岩是主

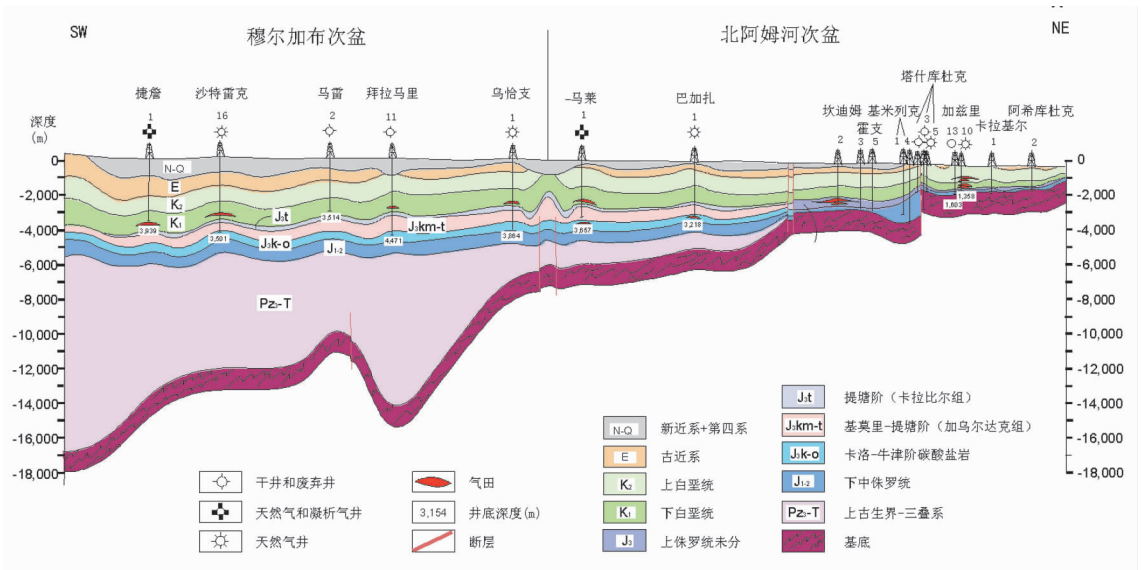


图4 阿姆河盆地区域地质剖面图

Fig.4 Regional geological section of Amu Darya Basin (after IHS, Amu Darya Basin, 2006)

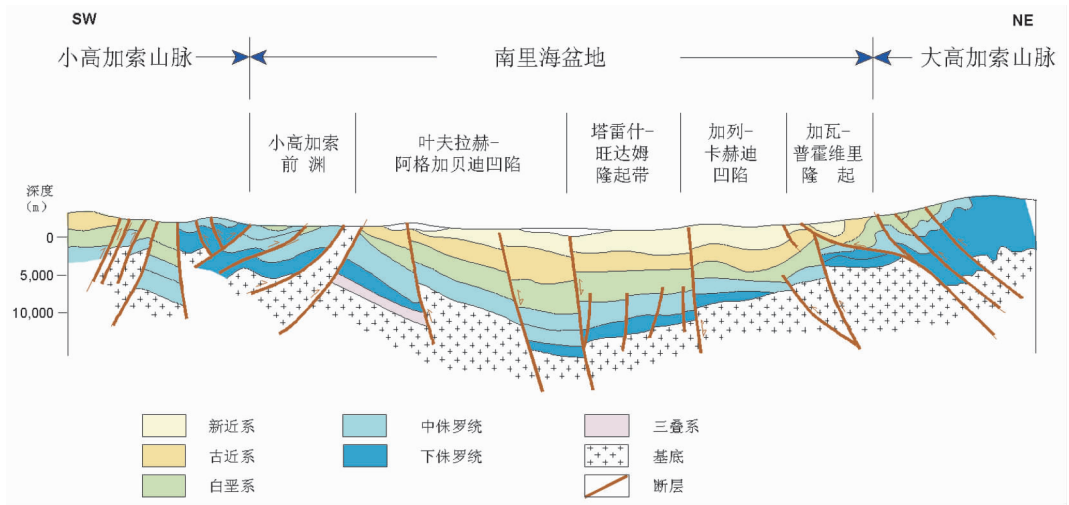


图5 南里海盆地库拉次盆地区域地质剖面

Fig.5 Regional geological section of Kula subbasin in South Caspian basin (after IHS, South Caspian Basin, 2006)

要的油气源岩。北乌斯秋尔特盆地的中生界储集层中发现的天然气来源于中侏罗统陆相泥岩。捷列克—里海盆地生油层为下侏罗统海相地层、中侏罗统滨海沉积和含煤陆相地层。南里海盆地的烃源岩主要为渐新统到中新统的一系列富含有机质的海相页岩。阿姆河盆地主要烃源岩是下中侏罗统碎屑岩和碳酸盐岩。楚—萨雷苏盆地烃源岩主要是上泥盆统—下石炭统浅海、潟湖和近岸相沉积页岩和碳酸

盐岩。图尔盖盆地发育的中—下侏罗统浅海相泥页岩是主要的烃源岩。费尔干纳盆地的生油层为下—中侏罗统和上白垩统—古近系。

该地区油气成藏以自生自储或下生上储为主^[2]，气藏大多数集中在中生界储层，油藏多位于新生界储层，同时，本地区的次生油气藏也占有重要的地位。油气既可垂向运移又可侧向运移，存在自生成藏、它生成藏和多期混源成藏模式。

在中亚及邻区大小不等、类型各异的沉积盆地中,油气田主要集中在里海周边的盆地中,包括滨里海、北乌斯秋尔特、含曼格什拉克、北高加索和捷列克-里海、南里海和阿姆河等盆地。在已发现的含油气盆地中,油气主要发现于古隆起、断阶带、前陆冲断变形带等构造圈闭以及生物礁灰岩、膏岩和砂泥岩与砂岩等地层组成的岩性地层圈闭。如:阿姆河盆地已发现的油气田主要位于古隆起和断阶带;费尔干纳盆地已发现的油气田绝大多数位于盆地南缘的逆冲带;滨里海盆地区域性碳酸盐岩、礁灰岩、以及与膏岩和泥岩地层组成的岩性地层油气藏是重要的油气勘探目的层。

从这个地区沉积盆地的形成演化对油气的形成聚集关系来看,滨里海盆地、南里海盆地和阿姆河盆地等裂谷盆地或裂谷盆地周缘地区是最具油气资源潜力的区域;其次,中新生的北乌斯秋尔特盆地、北高加索盆地、曼格什拉克盆地、图尔盖盆地和费尔干纳盆地等克拉通裂谷-坳陷型盆地也是具有较好油气资源潜力的区域;再次,晚古生代走滑拉分盆地或被动(活动)陆缘盆地具有一定的含油气资源潜力,主要是在晚海西期半固结的褶皱系基底上发育的图尔盖、田尼兹、楚-萨雷苏、巴尔喀什、斋桑等小型挤压盆地。

4 结论与认识

中亚及邻区是各种地体拼贴而成的复杂构造区,这个地区多种类型的沉积盆地发育于不同的大地构造背景,主要发育受伸展背景控制的裂谷盆地、受挤压应力场控制的前陆盆地和在稳定地台背景上发育的克拉通盆地,但大多数盆地是经历了多个演化旋回形成的叠合盆地。

在沉积盆地中发育的烃源岩主要为晚古生代和中生代的滨浅海、潟湖和滞留海湾等环境中形成的海相和海陆交互碳酸盐岩和页岩。中亚及邻区沉积盆地油气资源丰富,油气成藏条件优越。

在含油气沉积盆地中,古隆起、断阶带、前陆冲断变形带等构造圈闭以及生物礁灰岩、与膏岩和砂泥岩等组成的岩性地层圈闭是油气勘探的主要目标区。

不同类型的沉积盆地具有不同的油气聚集规律和含油气远景。与裂谷作用有关的滨里海盆地、南里海盆地和阿姆河盆地等盆地具有较大的油气资源潜力;而与克拉通坳陷和挤压有关的中新生的北乌

斯秋尔特盆地、北高加索盆地、曼格什拉克盆地、图尔盖盆地和费尔干纳盆地等盆地也具有一定的油气资源潜力。

致谢:在本文完成期间,中国地质科学院地质研究所的耿树方研究员、牛宝贵研究员和王军副研究员提出了一些宝贵的修改意见,在此谨向他们表示诚挚的谢意!

以此文祝贺李廷栋院士 80 华诞,祝李院士健康长寿!

参考文献 (References):

- [1] 李廷栋,戴维声,韦光明. 亚洲地质(中国地质图集) [M]. 北京:地质出版社, 2002.
Li Tingdong, Dai Weisheng, Wei Guangming. Geology of Asia (Geological Atlas of China) [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002 (in Chinese with English abstract).
- [2] Неволлина Н В. Геофизическая характеристика и тектоника нефтегазоносных провинций средней Азии и Европейской части СССР[M]. Москва: Недра, 1988. 149-167.
- [3] 李春昱,王荃. 我国北部边陲及邻区的古板块构造与欧亚大陆的形成[C]//唐克东. 中国北方板块构造文集(第一集).1983:3-16.
Li Chunyu, Wang Quan. The palaeo-plate tectonics of the northern frontier of China and adjacent regions and the formation of Eurasia continent [C]//Tang Kedong. Selected works of the plate tectonics of northern China. 1983:3-16 (in Chinese with English abstract).
- [4] Захаров С А. Проблемы тектоники средней Азии. В: тектоника Тянь-шаия и Памира[M]. Москва: Наука, 1983. 4-8.
- [5] Coleman R. G. Continental growth of Northwest China [J]. Tectonics, 1989, 8(3):621-635.
- [6] Моссаковский А А. Центральнo-азиатский складчатый пояс геодинамическая эволюция и история формирования [J]. Геотектоника, 1993, (6):3-32.
- [7] 施央申,卢华复,贾东等. 中亚大陆古生代构造形成及演化[J]. 高校地质学报, 1996, 2(2):134-145.
Shi Yangshen, Lu Huaifu, Jia Dong, et al. Origin and evolution of tectonics in central Asia[J]. Geological Journal of Universities, 1996, 2(2):134-145 (in Chinese with English abstract).
- [8] 安作相. 中亚含油气区[M]. 北京:石油工业出版社, 1991:1-24.
An Zuoxiang. Petroliferous Zones of Central Asia [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1991:1-24 (in Chinese with English abstract).
- [9] Volozh Y, Tavbot C, Ismail-Zadeh A. Salt structures and hydrocarbons in the Pricaspian basin[J]. AAPG Bulletin, 2003,(78): 313-334.
- [10] Amu-Darya Basin, Turkmenistan, Uzbekistan, Afghanistan, IRAN, Tajikistan; Basin Monitor, IHS Energy and its affiliated and

subsidiary companies, 2006.

[11] South Caspian Basin, Azerbaijan, Turkmenistan, Iran, Georgia, Armenia; Basin Monitor, IHS Energy and its affiliated and subsidiary companies, 2006.

[12] 王素华, 钱祥麟. 中亚与中国西北盆地构造演化及含油气性[J].

石油与天然气地质, 1999, 20(4):321-325.

Wang Suhua, Qian Xianglin. Tectonic evolution and oil-gas potential of basins in central Asia and Northeastern China [J]. Oil & Gas Geology, 1999, 20 (4):321-325 (in Chinese with English abstract).

Formation, Evolution and Petroleum Prospects of Central Asia and its Adjacent Regions

YOU Guo-qing¹, WANG Zhi-xin², ZHENG Ning¹, YUE Lai-qun³

(1. Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; 2. China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249, China; 3. Research Center of Petroleum Resource Strategy, Ministry of Land and Resources, Beijing 100812, China)

Abstract: Central Asia and its adjacent regions are located along a huge tectonic active belt between old blocks of Asian continent. Basins of various types are developed in this area. In the aspect of formation and evolution mechanism, single type basins like rift basins, foreland basins, and craton basins as well as their superimposed basins are developed. In formation ages, Precambrian, Palaeozoic and Mesozoic-Cenozoic sedimentary basins are developed. Sedimentary basins of different types and ages are developed in different geotectonic backgrounds. The properties of their basements, basin formations, subsidence features, and structural and petroliferous characteristics show remarkable differences. The types and formation ages of the sedimentary basins are closely related to hydrocarbon distribution regularity and petroleum prospects. Rift valley sedimentary basins seem to have great potential of petroleum resources, whereas craton rift and depression basins have certain potential of petroleum resources.

Key words: Central Asia and its adjacent regions; sedimentary basin; structural evolution; hydrocarbon accumulation

About the first author: YOU Guo-qing, male, born in 1964, associate researcher, now engages in the study of regional geology and hydrocarbon geology; E-mail: youchina@126.com.