

文章编号: 1009-3850(2008)02-0020-07

哈萨克斯坦楚萨雷苏盆地热兹卡兹甘地区 石油地质特征及含油气远景评价

黄海平, 傅恒

(成都理工大学 能源学院, 四川 成都 610059)

摘要: 本文以石炭系为主要研究目的层, 综合地层、构造、油气等研究成果, 从目的层生烃条件、储集条件及生储盖组合等方面评述了研究区石油地质条件。下石炭统烃源岩为研究区主要烃源岩, 分布广、厚度较大, 有机质丰度较高、成熟度较高, 生烃潜力较大; 储层主要发育孔隙型和裂缝型两种类型; 盖层主要为石炭系和二叠系。结合生、储、盖条件综合分析, 研究区发育 4 套生、储、盖组合, 并根据各构造单元油气的地质条件, 将研究区划分为两个远景区: 西部坳陷带(特斯布拉克坳陷和科克潘索尔坳陷北部)和东部隆起带(萨雷苏隆起和塔斯金隆起北部), 4 个最有利局部构造: 西背斜、克济尔卡克、塔拉普及中萨雷苏构造。

关键词: 石油地质特征; 生储盖组合; 石炭系; 哈萨克斯坦

中图分类号: TE122

文献标识码: A

楚萨雷苏盆地位于哈萨克斯坦中部, 盆地以近东西向的楚河为界, 北部为热兹卡兹甘盆地, 南部为楚河盆地。热兹卡兹甘地区(以下简称研究区)位于热兹卡兹甘盆地, 勘探面积为 $5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地为晚古生代盆地, 呈北西南东向延伸^[1]。西北为早古生代变质基底的乌勒套山, 西南为加里东基底隆起带的卡拉套岩, 东为以前寒武纪和古生代为褶皱基底的热尔套山(图 1)。

研究区已进行过重力和磁力调查, 于 1998 ~ 2004 年在研究区西部及东北部施工了部分二维地震, 发现了一批局部构造。研究区内自上世纪 60 年代开始了油气钻探, 距今共施工各类探井 70 余口, 在中萨雷苏构造 H-1、卡济尔卡克构造 K₂、塔拉普构造 1700 和 IO-30 等钻井见良好的天然气显示。但研究区总体研究程度不高, 仍处于地质研究与早期油气勘探阶段。

1 地质背景

1.1 构造单元划分

楚萨雷苏盆地泥盆纪一早石炭世为哈萨克被动大陆边缘盆地的一部分^[2]。中石炭世一早三叠世为板块碰撞挤压期, 其中晚二叠世一中三叠世为全面隆升剥蚀。晚三叠世—侏罗纪, 为陆相沉积盆地。侏罗纪末—早白垩世, 为第二次隆升剥蚀。早白垩世—新近纪上新世, 缓慢沉降。上新世晚期以来, 呈现山间盆地的格局。

研究区主要包括西部坳陷带和东部隆起带两大构造单元(图 1)。西部坳陷带包括特斯布拉克坳陷和科克潘索尔坳陷北部, 坳陷内主要有二叠系沉积; 东部隆起带包括萨雷苏隆起和塔斯金隆起北部, 隆起区内二叠系沉积多被剥蚀。

1.2 地层特征

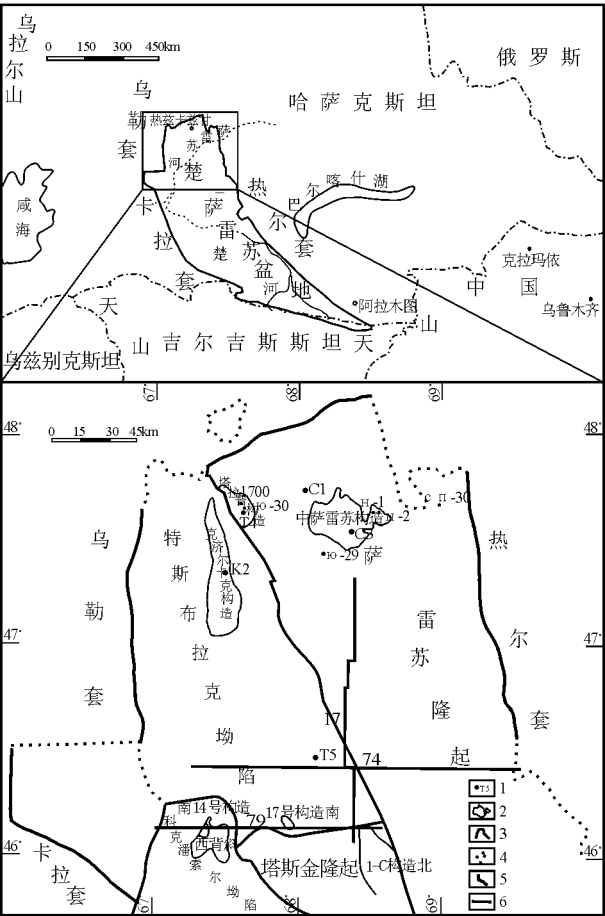


图 1 热兹卡兹甘地区构造单元划分图

1 钻井; 2 局部构造; 3 构造单元; 4 研究区边界; 5 边界断层;
6 地震剖面

Fig 1 Tectonic division of the Zhezqazgan region, Kazakhstan

1 = borehole 2 = regional structure 3 = tectonic unit
4 = study area 5 = boundary fault 6 = seismic profile

热兹卡兹甘地区及出露的地层从元古代到新生代均有沉积(图 2)。

1.3 沉积构造演化特征

下中泥盆统角度不整合在元古界变质基底和下古生界(加里东)褶皱变质基底之上(图 2), 为火山岩、火山碎屑岩和以含多层砾岩为特征的粗碎屑岩, 是早中泥盆世盆地形成初期火山活动表现强烈的陆缘弧构造背景下的冲积滨海沉积^[3]。到晚泥盆世火山活动基本结束, 盆地由弗兰期的粗碎屑岩冲积平原向法门期碳酸盐岩滨浅海沉积过渡。沉积厚度变化大, 反映基底起伏大, 基底隆起上沉积剥蚀、缺失或厚度变小。

早石炭世杜内期全球海平面上升, 由杜内下亚阶碳酸盐岩(局限)台地(局部成礁)渐变为上亚阶

碳酸盐岩与碎屑岩共积的陆棚台缘斜坡, 盆地基底隆起部位缺失。C/D界面为沉积构造转换面, 也为海侵面。维宪期—谢尔普霍夫期随全球海平面升降, 盆地出现碳酸盐岩台地(局部发育生物礁, 如研究区东南部的珊瑚礁)台缘斜坡陆棚沉积序列, 台缘斜坡陆棚暗色泥岩(烃源岩)广泛发育。中晚石炭世全球海平面下降, 盆地由海相过渡为陆相, 发育以红色陆源碎屑岩为特征的三角洲沉积。C₂₊₃/C₄界面为重要的沉积构造转换面, 也为海退面, 不仅反映海相与陆相的沉积过渡, 也反映弧陆俯冲碰撞开始红色磨拉石建造的构造背景。

早二叠世广泛分布的红色细碎屑岩夹盐岩反映了干旱气候条件下的盐湖沉积。早晚二叠世普遍发育的灰色泥灰岩则反映盐湖盐度减小, 应该是古气候由干旱向湿润变化的反映。

二叠纪末的海西晚期构造运动使上古生界变为平缓的褶皱并开始遭受风化剥蚀。到上白垩统沉积时, 盆地褶皱隆起高部位(如东部隆起带)的二叠系已剥蚀缺失。

中生界主要分布的是一套粉砂岩、粘土质砂。新生界主要分布粘土、亚粘土^[4]。

2 烃源岩特征

2.1 下石炭统烃源岩

研究区主力烃源岩为下石炭统烃源岩, 主要分布在维宪阶和谢尔普霍夫阶, 少量分布在杜内阶, 分布面积广, 厚度大。岩性为深灰色/灰黑色泥岩, 为台缘斜坡陆棚沉积的暗色泥岩, 厚 160~405m。据 17-99(图 3), 74-99(图 4)、179-99(图 5) 3 条地震区域大剖面及部署在中萨雷苏、塔拉普、克杰尔卡克等构造的地震剖面分析, 位于标准反射层 R_{III}和 R_I之间的下石炭统在研究区分布广泛、厚度稳定。钻井揭示, 局部隆起部位下石炭统下部层位沉积缺失, 如 C₃井缺失 C₄ t C₅; C₁、H-1、H-2 井缺失 C₄; 塔拉普构造缺失 C₄ t

2.2 有机质丰度

目前评价有机质丰度的主要指标有: ①有机碳含量; ②氯仿沥青“A”含量; ③总烃含量。从获得的数量的不多的测试数据分析, 下石炭统烃源岩的有机质丰度较高, K2、T4、C11-30 井的有机碳含量分别为 0.26%~1.98% (平均 0.85%)、0.19%~1.69% 和 0.08%~3.72% (平均 1.20%); K2、T4 井沥青总量分别为 0.027%~0.089%, 0.042%~0.365% (平均 0.129%); K2、T5 井沥青“A”含量分别为 0.012%

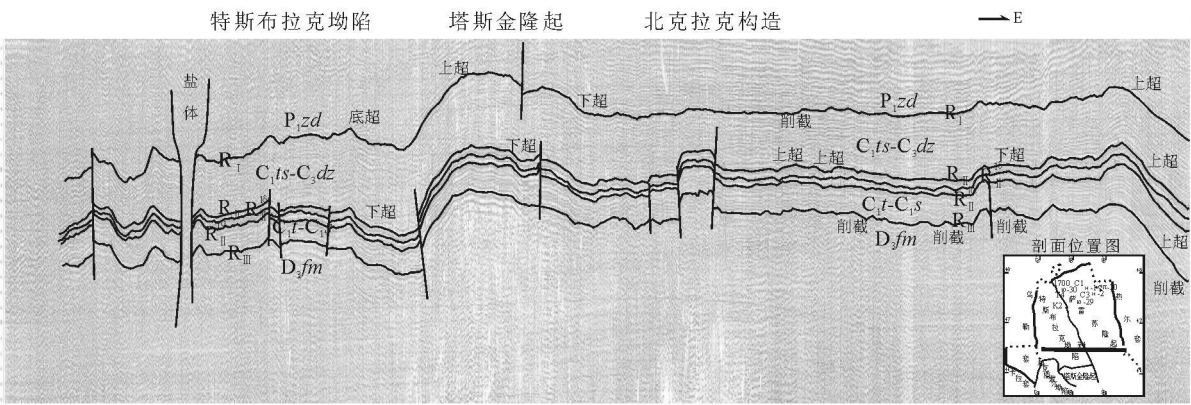


图 4 热兹卡兹甘地区 74-99地震区域大剖面特征

Fig 4 74-99 seismic profile in the Zhezkazgan region

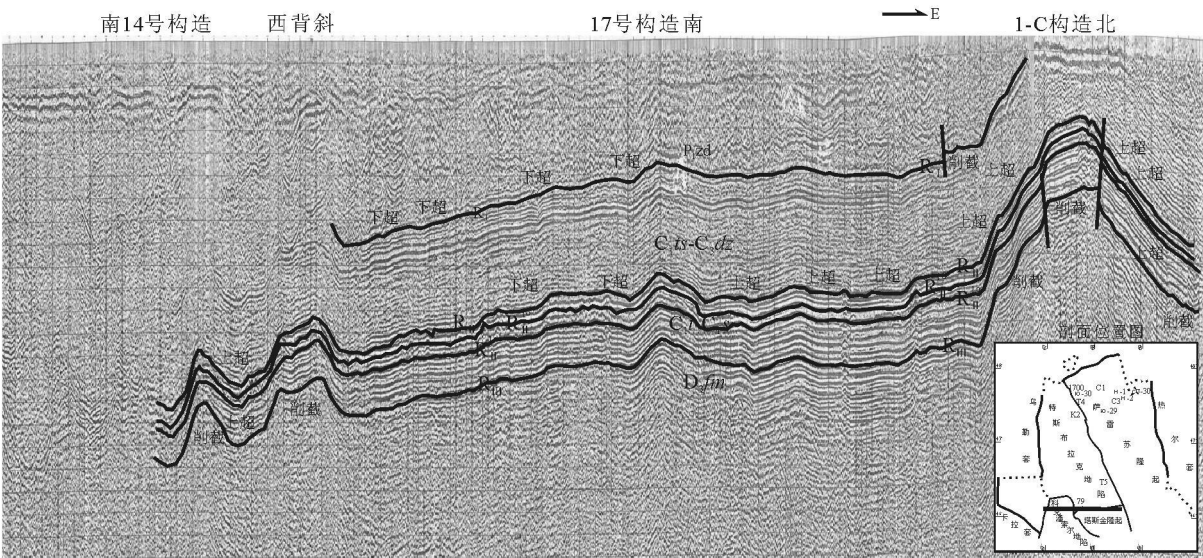


图 5 热兹卡兹甘地区 H79-99地震区域大剖面特征

Fig 5 H79-99 seismic profile in the Zhezkazgan region

~0.067%, 0.015% ~0.018%。

2.3 有机质类型

目前没有下石炭统烃源岩的有机质类型的地球化学测试数据,根据下石炭统烃源岩形成的沉积环境为台缘斜坡陆棚判断,其有机质类型应主要为腐泥型,也有陆源混入的腐植型。

2.4 有机质成熟度

成熟度是表示沉积有机质向石油转化的热演化程度。反映下石炭统烃源岩成熟度的测试数据有限, T₄井沥青反射率为 0.3% ~0.4%, CII-30井为 0.6% ~0.8%。另从下下石炭统泥岩有浅变质(称泥板岩)及研究区乃至全盆地油气显示均以气为主推测,下石炭统烃源岩成熟度较高。

3 储盖层特征

3.1 储层

研究区内的储层分布在泥盆系、石炭系和二叠系。已发现的含气储层有孔隙型储层和裂隙型储层两种类型。

孔隙型储层岩性为砂岩,岩石基质孔、渗较好,储渗空间主要为砂岩颗粒的粒间孔,储层均质性强。纵向上分布在中石炭统塔什库都克组(C₂)和上石炭统热兹卡兹甘组(C₃d₃),主要为三角洲砂体。据控制全区的地震剖面分析,位于标准反射层R₁和R₂之间的中上石炭统在研究区分布广泛、厚度稳定,厚379~759m。中上石炭统在热兹卡兹甘地区是砂岩型铜矿层,在研究区北缘出露地表,在研究区

东部隆起带埋深较浅。由于上覆二叠系盖层缺失,因此,东部隆起带中上石炭统不能成为有效储层。但在西部拗陷带二叠系盖层发育的区域,中上石炭统为有效的孔隙型储层,如 K₂井中上石炭统储层,产气 5500 m³/d。

中上石炭统砂岩孔隙型储层物性一般,孔隙度为中等储层,如 H-1 井 C₃d 砾岩和砂岩为 5.8%~10.0%,IO-29 井 C₂₋₃砂岩为 3.91%~8.45%,少数为好储层(>15%),如 C₁井 C₂₋₃为 11%~18%。下二叠统日杰利塞组砂岩孔隙型储层孔隙度为中等储层,IO-29 井 P₁d 砂岩为 3.91%~8.45%,C₁井 P₁d 为 10%~15%。

隙型储层岩性为凝灰岩、灰岩、致密粉砂岩及致密砂岩、盐岩、泥灰岩,岩石基质孔、渗差,储渗空间主要为裂隙,储层非均质性强。裂隙型储层纵向上分布较广,如下中泥盆统(D₂)凝灰岩;下石炭统维宪阶—谢尔普霍夫阶灰岩、致密粉砂岩、致密砂岩;下上二叠统(P₂)盐岩、肯杰尔组(P₂k_n)泥灰岩。这类储层最有意义的是中萨雷苏构造 H-1 井下中泥盆统(D₂)顶部古风化壳凝灰岩裂隙型储层,初产气(7~8)×10⁴ m³/d。该井至 2006 年 4 月项目组现场采样时仍在自喷。

裂隙型储层基质孔隙度很小,如 C-3 井 C₁致密砂岩为 1.3%~4.3% (平均为 2.8%),D₂火山岩为 0.3%~7.1% (平均为 2.6%);CII-30 井 D₂凝灰岩小于 1.0%。渗透率很低,最高仅 25.8 mD。个别样品孔隙度较高,如 IO-30 井 P₁₋₂k_n盐系为 10%~17%,推测与裂隙的贡献有关。

3.2 盖层

盖层的封隔性能与盖层的致密程度、厚度、平面展布及裂隙发育程度有关^[5]。泥岩盖层的有效厚度一般为数十米,前苏联高加索一些油气田的泥岩厚度仅为 5~6 m。

本区下石炭统的盖层主要为泥岩和灰岩,发育在下石炭统 C₁、C₂、C₃泥岩厚 160~405 m 加上泥岩中夹的灰岩、泥灰岩,厚度更大。而且该套地层平面上分布广、厚度稳定、埋深大,其封隔性能很好。是研究区最重要的区域性盖层。

二叠系盖层主要为 P₁d 泥岩夹盐岩和 P₁₋₂k_n泥灰岩,其中泥岩夹盐岩发育在 P₁d 在 C₁、K₂、C₃、T₄和 T₅井分别厚 340 m、350 m、500 m、570 m 和 600 m。泥灰岩(有时加石膏、硬石膏、芒硝、钙芒硝、泥岩)发育在 P₁₋₂k_n多残留在西部拗陷带,在 C₁、K₂和 T₄井分别厚 130 m、730 m 和 520 m。但该套盖层

平面上分布局限、厚度不稳定、埋深浅,在东部隆起带构造高部位多已缺失。局部有裂隙破坏现象,如 IO-29 井 P₁₋₂k_n P₁d 盐系孔隙度高达 10.64%~22.5%,IO-30 井 P₁₋₂k_n盐系孔隙度为 10%~17%。因此,二叠系盖层的封隔性能较下石炭统泥岩差,但在西部拗陷带仍是重要的盖层。

4 生储盖组合

综合生、储、盖条件分析,研究区主要发育 4 套(生)储盖组合(图 2)。

4.1 I 组合

该组合由基底(P₁—P₃—D₁₋₂裂隙型储层(储)—下石炭统(C₁、C₂、C₃泥岩、灰岩(生、盖)组成,分布广泛,储层为基底(P₁—P₃和 D₁₋₂风化壳裂隙型储层。盖层为下石炭统(C₁、C₂、C₃泥岩,封隔性能好。烃源岩为下石炭统(C₁、C₂、C₃泥岩,生烃潜力好。是研究区分布最广、最有利的组合,但储层非均质性较强。中萨雷苏构造 H-1 井初产气(7~8)×10⁴ m³/d 就是该套组合。

4.2 II 组合

该组合由下石炭统(C₁、C₂、C₃泥岩(生)——下石炭统(C₁、C₂、C₃灰岩、致密粉砂岩、致密砂岩裂隙型储层或颗粒灰岩、礁灰岩、砂岩孔隙型储层(储)——下石炭统(C₁、C₂、C₃泥岩、灰岩(盖)组成。该组合在研究区分布广,但裂隙型储层非均质性强,储层明显受裂隙发育程度控制,是研究区的次要组合。但该组合颗粒灰岩、礁灰岩、砂岩孔隙型储层目前还没有油气发现,这是研究区有潜力的油气组合。

4.3 III 组合

该组合由下石炭统(C₁、C₂、C₃泥岩(生)—中上石炭统(C₂、C₃d 砂岩孔隙型储层(储)—二叠系盖层(P₁d 泥岩夹盐岩、P₁₋₂k_n泥灰岩)(盖)组成。该组合储层均质性好,仅发育在研究区的西部拗陷带,是该带的有利组合。北克济尔卡克构造 K₂井中上石炭统储层产气 5500 m³/d 就是该套组合。

4.4 IV 组合

该组合由二叠系 P₁₋₂k_n泥灰岩(生)—二叠系(P₁d 泥岩夹盐岩, P₁₋₂k_n泥灰岩)裂隙型储层(储)—二叠系盖层(P₁d 泥岩夹盐岩, P₁₋₂k_n泥灰岩)(盖)组成。该组合储层非均质性强,分布局限在西部拗陷带。1700 井气显示属该套组合。

显然, I 组合和 II 组合是研究区最有利的组合。

5 分区评价

根据上述对生储盖条件的综合分析,将研究区划分为两个远景区,4个最有利局部构造。

5.1 有利远景区

研究区有利远景区为西部拗陷带,包括特斯布拉克拗陷和科克潘索尔拗陷北部。区内泥盆系、石炭系、二叠系目的层分布广、厚度大,最厚可达4500m以上。下石炭统烃源岩厚度较大,有机质丰度较高、类型较好、成熟度较高,生烃潜力较大。中上石炭统砂岩孔隙型储层,元古界、加里东基底和泥盆系风化壳变质岩、火山岩、火山碎屑岩裂隙型储层发育。I、II、III、IV生储盖组合发育齐全,I、III有利组合分布稳定。二叠系泥灰岩盖层分布广、厚度较大,保存条件较好。圈闭(局部构造)发育,24个圈闭中有两个发现有良好的气显示,其中克济尔卡克构造 K₂井 C₂₋₃砂岩、粉砂岩孔隙型储层初产天然气5500m³/d。该区带内最有利局部构造有3个,即西背斜、克济尔卡克和塔拉普构造。

1. 西背斜构造

西背斜构造位于科克潘索尔拗陷北部,上古生界目的层埋深较大,保存条件好。I、II、III、IV(生)储盖组合发育齐全,生、储条件好。科克潘索尔拗陷为楚萨雷苏盆地主要的生烃拗陷,拗陷内已发现3个小型气田(位于工区外),其中普里多罗日气田 A+B+G 级储量为 73×10^8 m³, 奥尔塔雷克气田表外储量为 7×10^8 m³。西背斜构造目前还没有开展地震勘探及钻探。

2 克济尔卡克构造

克济尔卡克构造位于特斯布拉克拗陷北部,由两个北东向延伸的北克济尔卡克和南西克济尔卡克背斜构成。构造内有6口钻井发现油气显示,K₂井 C₂₋₃砂岩、粉砂岩孔隙型储层初产天然气5500m³/d。I、II、III、IV(生)储盖组合发育齐全,其中II、III、IV组合为含油气组合,生、储条件与保存条件好。D₃-C₁与 C₃ dz 天然气储量共计 455×10^8 m³。

3 塔拉普构造

塔拉普构造位于特斯布拉克拗陷北部,呈北西

向箱状构造。构造内两口钻井见良好的油气显示。I、II、III、IV(生)储盖组合发育齐全,其中II、III、IV组合为含油气组合,生、储条件和保存条件好。C₂₋₃砂岩孔隙型储层及 C₁ vs、P₁₋₂裂隙型储层为含油气储层。

5.2 较有利远景区

研究区较有利远景区为东部隆起带,包括萨雷苏隆起和塔斯金隆起北部。区内泥盆系、石炭系目的层分布广、厚度较大。下石炭统烃源岩厚度较大,有机质丰度较高、类型较好、成熟度较高,生烃潜力较大。加里东基底和泥盆系风化壳变质岩、火山岩、火山碎屑岩裂隙型储层发育。发育I、II生储盖组合,I有利组合分布稳定。二叠系泥灰岩盖层厚度小或缺失,保存条件较差。其中中萨雷苏构造是该区带最有利的局部构造。

中萨雷苏构造位于萨雷苏隆起北部,构造规模大,构造内7口钻井见良好的气或沥青显示,H-1井 D₁₋₂风化壳凝灰岩裂隙型储层初产气 $(7 \sim 8) \times 10^4$ m³/d。构造顶部缺失二叠系,保存条件较差,仅发育I、II(生)储盖组合。主要储层为 D₁₋₂风化壳凝灰岩裂隙型储层。

参考文献:

- [1] С.Ж. Даукеев, Е. Н. Куантаев, А. Ш. На жметдинов. 哈萨克斯坦的含油气远景. 新疆石油地质 [J]. 1999, 20(4): 351—356
- [2] BYKADOROV V A, BUSH V A, FEDORENKO O A, FILIPPOVA I B, MILETENKO N V, FUCHKOV V N, SMIRNOV A V, UZHKENOV B S, VOLOZH Y A. Ordovician — Permian palaeogeography of Central Eurasia: development of Palaeozoic Petroleum-bearing basins [J]. Journal of Petroleum Geology 2003, 26(3): 325—350
- [3] 车自成,等. 中国及邻区区域大地构造学 [M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [4] 陈祖伊, 周维勋, 管太阳, 等. 产铀盆地的形成演化模式及其鉴别标志 [J]. 世界核地质科学, 2004, 21(3): 141—151
- [5] 张厚福, 方朝亮, 等. 石油地质学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2005.

Petroleum geology and hydrocarbon potential in the Zhezkazgan region of the Chu-Sarysu Basin, Kazakhstan

HUANG Hai-Ping FU Heng

(School of Energy Resources, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The examination of petroleum geology is based on the hydrocarbon generation, reservoir quality and source-reservoir-seal associations in the Carboniferous strata as the main target strata in the Zhezkazgan region of the Chu-Sarysu Basin, Kazakhstan. The Lower Carboniferous source rocks with greater thickness are characterized by higher abundance and maturity of organic matter, and thus have great potential of hydrocarbon generation. The reservoir rocks dominantly consist of two types: pore type and fissure type. The seal rocks are composed of the Carboniferous and Permian strata. Four source-reservoir-seal associations are recognized in the study area. Two prospects include the western depression and eastern uplift, and four most favourable structures for hydrocarbon accumulation include West Anticline Structure, Kezerkak Structure, Talap Structure and Central Sarysu Structure.

Key words: petroleum geology, source-reservoir-seal association, Carboniferous, Kazakhstan