

库车褶皱冲断带天然气成藏体系及有效运移优势通道

杨明慧^{1,2}, 金之钧³, 吕修祥^{1,2}, 孙冬胜^{1,2}

1. 石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102249

2. 石油大学石油与天然气成藏机理教育部重点实验室, 北京 102249

3. 中国石化勘探开发研究院, 北京 100083

摘要: 库车褶皱冲断带天然气成藏体系由侏罗系煤系烃源岩、侧断坡断层输导体系和侧断坡相关背斜构造圈闭构成。相对于走滑断层而言, 侧断坡断层是有效的天然气运移优势通道。研究表明, 侏罗系煤系生成的天然气通过侧断坡断层向上运移到白垩系巴什基奇克组侧断坡相关背斜的砂岩储集层聚集成藏, 异常压力的幕式泄压可能是油气运移的主要方式。克拉2、迪那2、迪那1和吐孜1等气田的发现是库车褶皱冲断带天然气成藏体系的有效体现。侧断坡相关背斜是库车褶皱冲断带天然气勘探的新领域。

关键词: 成藏体系; 运移优势通道; 天然气; 库车褶皱冲断带; 塔里木盆地。

中图分类号: P618.130

文章编号: 1000-2383(2004)04-0440-05

收稿日期: 2004-03-18

Petroleum Accumulation System and Effective Hydrocarbon Migration Pathway in the Kuqa Fold-Thrust Belts, Tarim Basin

YANG Ming-hui^{1,2}, JIN Zhi-jun³, LÜ Xiu-xiang^{1,2}, SUN Dong-sheng^{1,2}

1. Basin & Reservoir Research Center, University of Petroleum, Beijing 102249, China

2. Key Laboratory for Hydrocarbon Accumulation Mechanism, University of Petroleum, Ministry of Education, Beijing 102249, China

3. Exploration & Development Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China

Abstract: Petroleum accumulation system in the Kuqa fold-thrust belts consists of Jurassic coal source rocks, fault migration system and lateral ramp-related anticline traps. The lateral ramp fault is taken as an effective pathway of hydrocarbon migration in the strike-slip fault. The results indicate that hydrocarbon generated from the Jurassic coal migrates through lateral ramp fault upwards into the Cretaceous Bashenjiqike sandstone traps in the lateral ramp-related anticlines. Hydrocarbon migration may be associated with episodic expulsion of overpressure. The discovery of the Kela-2, Dina-2, Dina-1 and Tuzi-1 gas fields supports above hypothesis. Hence, the lateral ramp-related anticline may be a new potential realm for hydrocarbon exploration in the Kuqa fold-thrust belts, Tarim basin.

Key words: petroleum accumulation system; hydrocarbon migration pathway; natural gas; Kuqa fold-thrust belt; Tarim basin.

油气输导体系是连接油气源与圈闭的纽带,也是建立油气成藏体系(金之钧等,2003)的关键环节之一。在有些情况下,单纯依据流体势场或区域构造背景来判断油气的运移方向往往存在偏差,暗示还存在其他因素影响油气的运移过程。据物理模拟实

验,油气在运移过程中总是沿着最小阻力路径运移,一旦通道形成,在流速不变的情况下,绝大多数油气将通过该通道即油气运移优势通道向前运移(曾溅辉和王洪玉,1999)。受油气运移动力(浮力、流体压力、毛细管力)和介质条件(孔隙度、渗透率、孔渗性

分布特征)影响,油气运移通道主要由断层、输导层、裂隙及不整合充当(谢泰俊等,1997;Hindle,1997;金之钧等,2003)。在研究成藏体系时,不仅要关注输导体系,更要重视追踪和确定油气运移的优势通道及其有效性。

塔里木盆地库车褶皱冲断带探明天然气地质储量达 $4\ 151\times 10^8\text{ m}^3$,奠定了我国“西气东输”工程主力气源区的地位。研究表明,侧断坡相关背斜是库车褶皱冲断带天然气成藏最有效的构造圈闭之一(图1)(杨明慧,2002),克拉、迪那和吐孜等构造的天然气成藏均与侧断坡的发育有关。本文目的是分析库车褶皱冲断带的天然气成藏体系并讨论其运移优势通道问题。

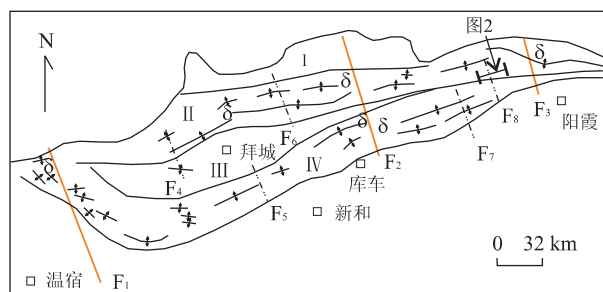


图1 库车褶皱冲断带位移转换构造

Fig. 1 Displacement transfer structures of the Kuqa fold-thrust belts

实线为走滑断层;点划线为侧断坡; F_1 , 喀拉玉尔衰走滑断层; F_2 , 康村走滑断层; F_3 , 吐格来明走滑断层; F_4 , 大宛齐侧断坡(δ); F_5 , 西秋2侧断坡; F_6 , 克拉2侧断坡; F_7 , 迪那2侧断坡; F_8 , 吐孜1、迪那1侧断坡; δ , 油苗出露点;I, 山前冲断带;II, 克拉苏—依奇克里克冲断带;III, 拜城凹陷;IV, 秋里塔格冲断带

1 地质背景

库车褶皱冲断带位于塔里木盆地与天山造山带之间,其构造演化具有陆内前陆盆地性质(金之钧等,2002;杨明慧等,2002)。自震旦纪开始至早二叠世,塔里木板块与天山接壤部位发生多次伸展活动(贾承造,1997;卢华复等,2000)。晚二叠世为陆缘前陆盆地形成的早期阶段,接受南天山造山带供给的磨拉石建造。三叠纪为陆缘前陆盆地发育的中、晚期阶段,随着造山作用的持续,晚三叠世以来发育的楔状体不断向前陆方向推进,形成一套冲积—扇三角洲沉积,至侏罗纪初期结束陆缘前陆盆地的演化。侏罗纪—古近纪为库车地区弱伸展演化阶段。始新世末,印度板块与欧亚板块碰撞的远距离效应使得南

天山的古生代造山带重新活动,研究区进入陆内前陆褶皱冲断带演化阶段。

值得注意的是,塔里木盆地在南北向挤压应力作用下,发育近北西、近北东向2个共轭扭压构造带(杨春林,1999)。与之类似,利用一些伴生构造,可以判别库车褶皱冲断带的秋里塔格、克拉苏—依奇克里克等北东东走向的构造带,表现出左行扭压特征(杨明慧等,2002)。

2 库车褶皱冲断带天然气成藏体系

油气成藏体系由烃源岩、输导体系和圈闭等3个基本元素构成(金之钧等,2003),库车褶皱冲断带的天然气成藏体系是由侏罗系煤系烃源岩、侧断坡断层输导体系和侧断坡相关背斜圈闭构成的。

2.1 烃源岩—侏罗系煤系

库车褶皱冲断带中、下侏罗统湖沼相煤、暗色泥岩和碳质泥岩是一套主要烃源岩。据露头资料,暗色泥岩一般厚300~500 m,最厚1 035.6 m,有机碳含量平均为2.53%,生烃潜力平均为3.92 kg/t,沥青“A”平均为0.108%,总烃平均为 739×10^{-6} 。煤层一般厚20~30 m,在阳霞煤矿、克孜勒努尔煤矿分别厚48 m和68 m。干酪根多为III型,也有少数为II、I型;有机碳含量平均为44.66%,沥青“A”平均为0.7486%,总烃平均为 $1\ 302\times 10^{-6}$,生烃潜力平均为107.99 kg/t(赵林和秦胜飞,1999)。

侏罗系煤系的烃源岩热演化程度较高,总体上已达成熟—过成熟阶段。地面样品 R_o 为0.64%~1.08%;据Easy R_o 计算,阳霞凹陷为1.19%,拜城凹陷达2.09%,进入过成熟阶段。总体来看,中部成熟度高,向北、南方向成熟度降低,两侧仅处于低成熟阶段。据有机质类型、热演化程度分析,库车褶皱冲断带富气,生气强度一般大于 $30\times 10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$,最高达 $120\times 10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$ (拜城凹陷),且中西部大于东部。一般认为大、中型气藏存在的前提是生气强度大于 $20\times 10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$,因此库车褶皱冲断带具有发育大、中型天然气藏的物质基础。

2.2 输导体系—侧断坡断层

库车褶皱冲断带断层对油气藏的形成起着控制作用。断层沟通了深部油气源和浅部储集层,是油气运移优势通道(图2)。只要有断层沟通烃源层和储层的圈闭,就有可能形成油气藏。如吐孜玛拉逆冲断层控制大宛齐背斜的发育,断面北倾、断距达千米以