

前梨园洼陷深盆气藏*

王秀林^{1,2}, 张洪波^{1,2}, 张孝义², 王运所², 段红梅², 王欲晓²

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国石油化工集团中原油田分公司, 河南濮阳 457001)

摘要: 前梨园洼陷受凹陷边界兰聊断裂控制, 持续发育, 为深盆气形成提供了必要的基础。洼陷内下第三系发育良好的烃源岩, 演化程度高, 气源充足, 沙河街组三段三、四亚段发育低孔低渗的致密砂岩储层, 为深盆气藏形成创造了条件。前梨园洼陷周缘已发现气藏具有“气水倒置”、异常高压、含气井段长且产量低、气藏不受构造控制等特征。东濮凹陷是陆相断陷盆地中“断洼型”深盆气的典型代表, 环洼的斜坡带是下一步勘探的有利区。

关键词: 深盆气; 气水倒置; 致密储层; 前梨园洼陷

第一作者简介: 王秀林, 男, 38岁, 在读博士生, 油气地质勘探

中图分类号: TE112.422

文献标识码: A

深盆气是当今世界油气勘探的重要领域之一。深盆气藏多发育在沉积盆地的深洼陷部位或洼陷与正向构造的过渡带, “气水倒置”现象是其重要的特征。按构造位置可以分为“深洼型”和“斜坡型”两种。“深洼型”在不同类型的盆地中表现不尽一致, 在断陷盆地中位于边界大断裂控制的断洼中, 在坳陷盆地中处于坳陷向斜中心, 在逆冲的前渊盆地中分布在“前渊”中。

深盆气形成有其独特的地质条件^[1], 一是具有区域深坳陷(洼陷)或单斜构造格局, 气源岩位于深部位(向斜)或下倾方向; 二是广泛分布生烃强度较高的烃源岩, 并且现今仍有气源供给; 三是致密储层向下倾方向直接与烃源岩相连(或处于烃源岩中), 向上翘部位储层物性变好, 即向构造高部位存在“顶水”分割带, 向下无边水和底水存在。

1 成藏条件

1.1 高成熟气源岩

前梨园洼陷面积约 400 km², 下第三系沙河街组生油岩厚度 1 000~2 400 m, 有机质含量 0.8%~1.4%, 有机质类型为 II_A-I 型干酪根, 主力生油岩沙河街组三段埋深均大于 4 000 m。特别是发育深盆气藏的沙河街组三段 3 亚段-沙河街组四段

上亚段生油岩埋深更大, 已全部进入以生气为主的演化阶段($R_o \geq 1.4\%$), 沙河街组四段上亚段气源岩现今 R_o 值在洼陷中心达 2.0% 以上, 已进入生干气阶段。大部分地区的生油岩现今尚处于主要生气期(凝析油-湿气阶段), 仍有大量的天然气供给, 生烃强度达 $120 \times 10^8 \sim 250 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (图 1)。已发现气藏的地化指标也证明气源来自于下第三系(表 1), 丰富的天然气资源为形成深盆气藏奠定了良好的物质基础。

表 1 前梨园洼陷深盆气地球化学特征表
Table 1 Geochemical characteristics of
deep basin gas in Qianliyuan depression

地区	井号	层位	埋深/m	CH ₄ /%	$\delta^{13}\text{C}_1$ /%	Ar ₄₀ /Ar ₃₆
杜寨	濮深 12	Es ₃ ⁴	4 802~4 821	91.17	-4.052	/
桥口	桥 14	Es ₃ ⁴	3 759~3 769	77.59	-4.540	/
桥口	桥 20	Es ₃ ⁴	4 580~4 649	78.66	-4.003	/
白庙	白 12	Es ₃ ⁴	3 871~3 880	81.13	/	554.8
白庙	白 7	Es ₃ ³	3 736	84.37	-4.120	/

1.2 简单的构造格局

深洼陷和斜坡带是形成深盆气的主要场所, 有利于烃源岩和致密砂岩构成良好匹配, 沿下倾方向储层物性变差, 为天然气对地层水进行活塞式整体排驱, 将倒置的气水界面逐渐向上推进, 形成水封创造了条件。

东濮凹陷为典型的断陷盆地, 具有“两洼、一隆、一斜坡”的构造格局, 前梨园洼陷紧邻凹陷的边界断层——兰聊断裂, 是简单的单断“箕状”洼

* 中国石油化工集团公司科技攻关项目(P01008)

收稿日期: 2002-12-02

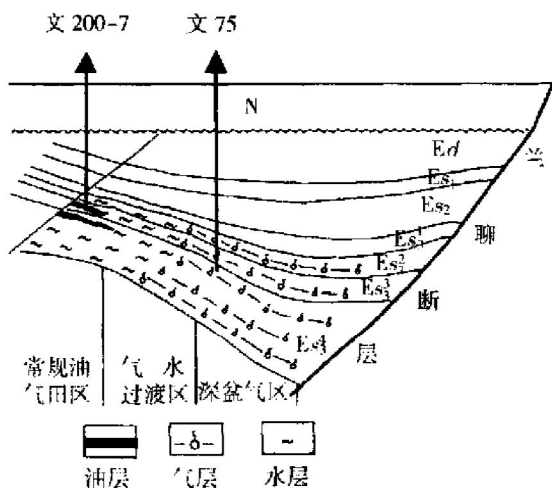


图2 东濮凹陷深盆地气成藏模式图

Fig. 2 Pooling model of deep basin gas in Dongpu depression

2 气藏特征

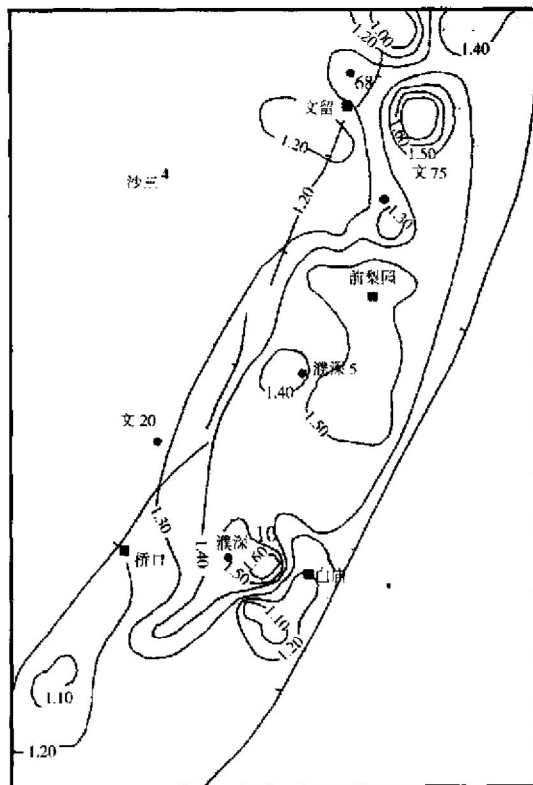
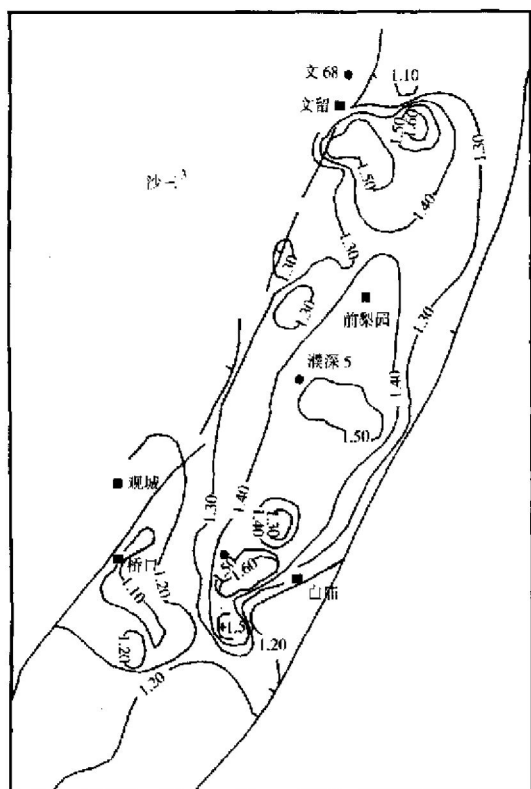
前梨园洼陷的天然气藏已展示出深盆地气的特征。

2.1 气水倒置

文75气藏位于前梨园洼陷向西抬升的文东斜坡带上,再向高部位的文东油田的文200-7井 Es_3^3 亚段为具有底水和边水的常规油藏,二者之间也无断层分割(图2)。

2.2 异常高压

异常压力是深盆地气的主要特征之一^[3],表明深盆地气具有独立的封闭气水系统。前梨园洼陷普遍存在异常高压现象(图3),文75井从 Es_3^3 到

图3 前梨园深盆地气区 Es_3^3 ~ Es_4^4 亚段地层压力系数分布Fig. 3 Formation pressure coefficient in Es_3^3 ~ Es_4^4 deep basin gas area, Qianliyuan depression

Es_3^4 未见明显水层,含气井段近600 m,具典型的“气水倒置”特征,杜寨气藏位于洼陷向西南抬升部位,它与隆起带之间也无明显的岩性(或构造)分割区,显示深盆地气的特征。

深盆地气发育区压力系数大于1.3,向构造高部位常规油气田发育区,压力系数降至1.0~1.2。

造成深盆地气异常高压的主要原因有两条,一是快速埋藏的情况下,当地层泥砂比高时出现不均衡压实作用,造成地层流体难以顺利排出;二是烃类生成和地温升高,导致超压“封存箱”的形成。

2.3 致密砂岩普遍含气

前梨园洼陷 Es_3^3 ~ Es_4^4 亚段普遍含气,洼陷周

缘的文75井、杜寨(4口井)、濮深10井都有良好的气显示,也都获得低产气流,其中杜寨气藏上报控制储量 $37.93 \times 10^8 \text{ m}^3$,新钻在洼陷东缘的前8井在 Es_3^3 — Es_3^4 亚段见良好的气显示,电测解释有气层,含气井段长、无水层,平面上含气连片是前梨园深盆气藏的重要特征。

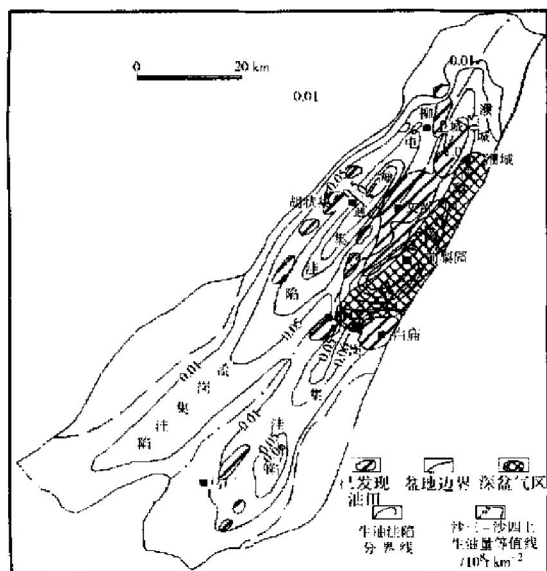


图4 前梨园洼陷深盆气分布示意图

Fig. 4 Distribution of deep basin gas in Qianliyu depression

2.4 气藏分布不受构造控制

已发现的文75、杜寨和前8等3个气藏都没有构造圈闭存在,在当时按常规气藏思路勘探时,遇到了不少麻烦,不知道气藏出现在何处,究竟范

围有多大,如果按深盆气藏的模式去分析,就能很好地解决以上问题。

3 深盆气藏分布

前梨园洼陷的地质条件决定着整个深洼陷区环洼的斜坡带和兰聊断裂下降盘为深盆气分布区(图4),包括前梨园深洼、文东斜坡、桥口北翼、白庙北翼毛岗西部等区域;同时,一部分气向高部位越过气水过渡带,运移到文东构造、白庙构造浅层、桥口构造浅层,形成常规气藏。因此,环前梨园洼陷的斜坡区是下步深盆气勘探的有利区。

经过以上对前梨园洼陷深盆气藏特点的分析可以看出,断陷盆地的深盆气主要分布在断洼内,处于常规含油气构造带以外,其展布范围与洼陷的走向一致。由此不难看出,东濮凹陷的西部洼陷带受控于长期发育的西倾的文西、黄河断裂系,并受东掉断层影响,形成深断陷,同样具备形成深盆气藏的条件,也是下一步深盆气勘探有利区域。

参 考 文 献

- 1 袁正文,许化政,王百顺,等. 阿尔伯达深盆气研究[M]. 北京:石油工业出版社,1996
- 2 关德师,牛嘉玉,郭丽娜,等. 中国非常规油气地质[M]. 北京:石油工业出版社,1995
- 3 李明诚,李先奇,尚尔杰. 深盆气预测与评价中的两个问题[J]. 石油勘探与开发,2001,28(2): 6~7

DEEP BASIN GAS ACCUMULATION IN QIANLIYUAN DEPRESSION

Wang Xiulin^{1,2} Zhang Hongbo^{1,2} Zhang Xiaoyi²
Wang Yunsuo² Duan Hongmei² Wang Yuxiao²

(1. China University of Geosciences, Beijing; 2. Zhongyuan Oilfield Company, SINOPEC, Puyang, Henan)

Abstract: Being controlled by Lanliao fault on the margin, Qianliyu depression continues developing to provide the necessary foundation of the formation of deep basin gas accumulations. Well-developed hydrocarbon source rocks occur in Lower Tertiary in the depression, which has high evolution degree and abundant gas source. Tight sand reservoirs with low-porosity and low-permeability develop in the 3rd and 4th sub-members of the third members, Shahejie Formation, which are favorable for the formation of deep basin gas accumulations. Gas accumulations, characterized by "inverted gas and water", anomalous high-pressure, long gas-bearing interval and low production, as well as unrelated with structure, etc., have been discovered around Qianliyu depression. Dongpu depression is a typical "fault-sag" type deep basin gas among the non-marine fault-depression basins, and the slope zone surrounding the depression will be favorable target for exploration in the future.

Key words: deep basin gas; inverted gas and water; tight reservoir; Qianliyu depression