

文章编号: 0253- 9985(2000) 03- 0268- 04

鄂尔多斯盆地北部上古生界天然气聚集规律*

李 良, 袁志祥, 惠宽洋, 刘树平

(中国石化集团新星石油公司第三普查勘探大队, 陕西咸阳 712000)

摘要: 鄂尔多斯盆地北部上古生界是一个独立的含油气系统, 发育完整的生储盖组合, 利于天然气的聚集。位于乌审旗一带的大型生气中心, 具有面积大、生气强度大、总资源量丰富的特点, 为天然气的富集提供了物资基础。分布广泛, 十分发育的河流、扇三角洲及潮坪等多种成因类型的砂体, 为大中型圈闭的形成提供了广阔的空间, 有利生储盖组合, 为气田的形成创造了优越的条件; 位于生气中心内及附近区域构造较高部位的大中型砂岩发育带有利于天然气的运移聚集, 因而成为天然气的富集区带; 岩性圈闭和构造-岩性圈闭面积大、含气层段多, 成为该区主要的圈闭类型。根据以上特点分析认为, 伊陕斜坡东段(新街-乌审旗-红石桥), 杭锦旗断阶南部和天环坳陷(布伦庙地区) 为今后的三大勘探目标区和主攻方向, 首选目标则为新街-乌审旗-红石桥地区。

关键词: 上古生界; 聚集规律; 岩性圈闭; 勘探方向; 鄂尔多斯盆地

第一作者简介: 李良, 男, 39 岁, 高级工程师(硕士), 石油与天然气地质

中图分类号: TE121. 1⁺ 3 文献标识码: A

1 有利条件

晚古生代是鄂尔多斯盆地由克拉通盆地演化为内陆盆地的时期, 在盆地北部发育了广阔的滨海、沼泽煤系、网状河流相砂泥岩→干旱湖泊泥质岩层序, 形成一个完整的区域生储盖组合, 或称一个含气系统。

高强度生气中心、大面积多层复合砂体、平缓的西倾单斜是盆地北部伊陕斜坡上古生界天然气成藏的基本地质条件, 决定了其圈闭类型以大中型岩性圈闭为主。仅北缘杭锦旗断阶带和西缘断褶带为小型构造圈闭, 但同样具有大面积砂体, 不排除具有发育大中型构造-岩性复合圈闭的潜力。

1.1 大型生气中心

中石炭统沉积后, 由漫长的加里东运动造成的侵蚀地形基本被填平补齐, 上石炭统太原组、下二

叠统山西组煤层和碳质泥岩覆盖了盆地北部。在伊陕斜坡煤层、碳质泥岩、暗色泥岩厚度一般为 60~ 170 m。生气中心位于乌审旗一带^{** [1]}, 南至北纬 37°、北达北纬 39°以北, 面积巨大。

乌审旗生气中心的面积约占伊陕斜坡北部面积的 60%, 生气强度 $15 \times 10^8 \sim 36 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 。盆地北部上古生界总资源量为 $7\,394.4 \times 10^8 \text{ m}^3$, 平均资源密度 $0.098 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ (表 1), 以伊陕斜坡资源密度最大、资源量最多(占北部总量的 66%)。另一种以显微组分计算的结果更为乐观, 生气强度为 $20 \times 10^8 \sim 60 \times 10^8 \text{ m}^3$, 伊陕斜坡+ 天环坳陷 38°30′ 以北部分生气量(均值) 为 $162.96 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 平均生气强度达 $49.37 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$, 伊陕斜坡+ 天环坳陷 38°30′ ~ 37° 部分生气量为 $235.09 \times 10^{12} \text{ m}^3$ (均值), 平均生气强度达 $41.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ ^[2]。强

表 1 盆地北部上古生界天然气资源量和资源密度

Table 1 Amount and density of Upper Paleozoic gas resources in north Ordos Basin

构造单元	面积/ km^2	生气量/ 10^8 m^3	平均生气强度/ $10^8 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$	资源量/ 10^8 m^3	资源密度/ $10^8 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2}$
西缘断褶带	5 120	49 612. 8	9. 69	367. 2	0. 072
伊盟北部隆起	15 525	25 926. 75	1. 67	103. 5	0. 006
伊陕斜坡	28 650	473 011. 5	16. 51	4 920. 6	0. 172
天环坳陷	9 237	150 470. 73	16. 29	1 565. 3	0. 169
晋西挠褶带	17 300	104 146. 0	6. 02	437. 5	0. 025
北部全区	75 832	803 167. 38	10. 59	7 394. 4	0. 098

注: 表中计算区块南界为北纬 38°30′

* 本文属“九五”国家重点科技攻关专题“鄂尔多斯盆地北部天然气勘探目标评价”(99- 110- 03- 04) 部分研究成果

收稿日期: 2000- 06- 01

** 袁志祥, 李良, 刘树平, 等. 陕甘宁盆地北部天然气勘探目标评价(“九五”攻关第一阶段专题成果报告). 1998

大的生气中心不但为上古生界形成大中型气田提供了充足的气源,也有相当数量进入下伏的白云岩层段,为奥陶系风化壳气藏的形成作出了贡献。

1.2 大面积砂体

上古生界河流砂体、扇三角洲砂体、潮坪砂体等多种成因类型砂体在盆地北部十分发育,分布广泛。依累计厚度可分出3个砂岩发育带,分别是杭

锦旗地区(即伊深1井-伊17井-伊9井一带)、伊陕斜坡东段(新街-乌审旗-红石桥一带)及天环坳陷(布伦庙隆起一带)(图1)。3个砂体带主体部位有效砂岩(孔隙度 $>6\%$)累加厚度均在百米以上,且分布面积很大,如杭锦旗断阶带南部区域性产气层下石盒子组河道砂岩的分布面积达 $3\,000\text{ km}^2$,为大中型圈闭的形成提供了广阔的空间。

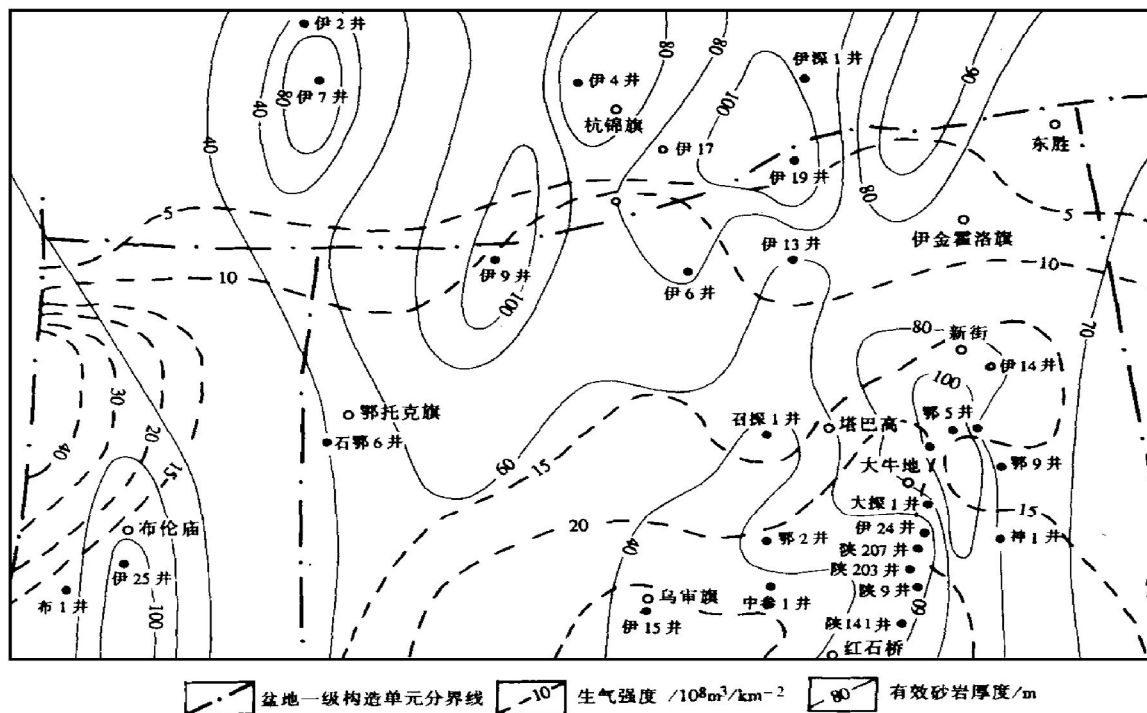


图1 盆地北部上古生界生气强度和有效砂岩厚度分布图

Fig. 1 Distribution showing Gas-generating intensity and valid sandstone thickness of Upper Paleozoic in north Ordos Basin

1.3 同层位内的有利生、储、盖组合

鄂尔多斯盆地上古生界是一个完整的含气系

统(表2)。同层位中发育的有利生储盖组合是形成大中型气田(藏)的主控因素^[3]。

表2 鄂尔多斯盆地北部上古生界含气系统特征

Table 2 Characteristics of Upper Paleozoic gas systems in north Ordos Basin

地层系统				岩相特征	生储盖层分布	圈闭类型	勘探现状
系	统	组	段				
与上覆三叠系整合接触							
二 叠 系	上统	石千峰组		干旱湖相泥岩为主	区域性盖层	盆地内部(伊陕斜坡)以岩性和构造-岩性复合圈闭为主,盆地边缘以构造圈闭和构造-岩性复合圈闭为主。	
		上石盒子组		湖相泥岩夹河流相砂岩	局部储层、盖层		
	下统	下石盒子组	盒3段	河流相砂岩为主,由3个次一级正旋回构成	区域性储层 局部盖层		局部见工业气流
			盒2段				
			盒1段				
		山西组	山2段	网状河砂岩和湖沼相泥岩、煤层	区域源岩、局部盖层 区域性储层		
	山1段		含气层				
	石 炭 系	上统	太原组	太2段	滨海沼泽泥岩、煤层潮坪砂岩		区域性源岩 局部储层
太1段							
中统		本溪组		铝土岩、泥质岩	下伏层的区域性盖层	已有小型气藏探明	

与下伏奥陶系平行不整合接触

在晚古生代克拉通盆地演化时期, 沉降速率较低, 古地形平缓, 古地理环境和水动力条件在大范围内具有相似性^[4]。海(湖)平面的升降形成石炭系太原组、二叠系山西组广覆的煤系地层, 在纵向上构成煤层、碳质泥岩与砂岩层交互的层序特征。早二叠世的山西期、下石盒子期, 盆地北部进入典型的陆相演化阶段, 平面上形成新街-红石桥、杭锦旗地区-伊9井-乌审旗、布伦庙地区(天环坳陷北段)3个网状河较发育的区带; 纵向上山西组一般包含2个正旋回, 下石盒子组包含3个正旋回, 发育5套河道砂体。上石盒子组和石千峰组则以泥质岩为主, 形成区域性封盖层。

在伊陕斜坡, 生、储岩在三维空间内相互过渡,

构成高效率的接触式生储岩组合, 断裂的极不发育, 使得上覆泥质岩对气的封盖作用得以充分发挥。如陕141井区山西组底部气层上覆的泥质岩突破压力达13.59 MPa^[5], 形成良好的直接盖层。

2 天然气富集区带

由于具有高效率的接触式生储岩组合, 生气中心产生的高强度天然气首先进入同地或附近的砂体中聚集, 因而处于生气中心内及其附近区域构造较高部位的大中型砂岩发育带形成天然气富集区的概率极高。陕141井区山西组1段复合砂体宽8~15 km, 南北向延伸百余公里, 处于乌审旗生气中心东上部上翘方向, 形成一个富集高产区带(图2)。

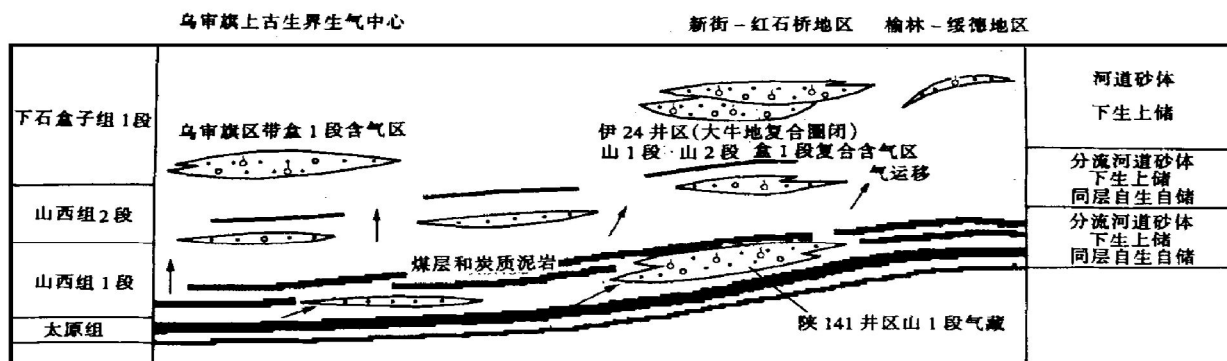
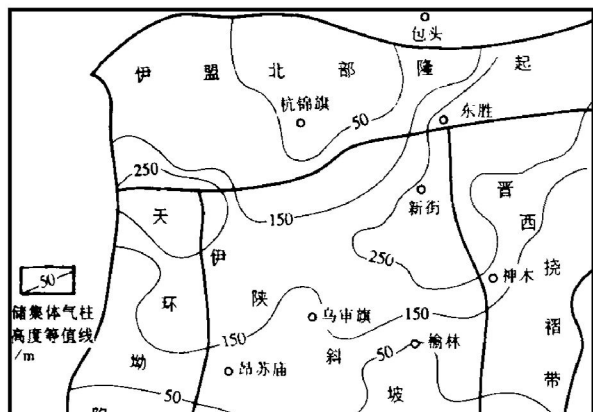


图2 盆地北部东段上古生界天然气成藏示意图

Fig. 2 Sketch map showing Upper Paleozoic gas pool-forming in east section of north Ordos Basin

上古生界天然气运聚数值模拟结果(图3)显示, 乌审旗生气中心的上翘方向即盆地北部东段是有利的(图中数值模拟结果以气柱高度表示)运移聚集区域, 此处恰是大面积砂岩分布带, 应是增储上产主攻目标区。杭锦旗断阶自古生代至今, 相对于南面的伊陕斜坡一直为隆起高部位, 也是天然气长期运移的指向区。



3 主要圈闭类型

鄂尔多斯盆地上古生界的成藏基本条件决定了其大面积含气, 勘探证实, $18 \times 10^4 \text{ km}^2$ 范围内均见气显示^[6], 陕141井区仅山西组1段气层面积就近千平方公里, 乌审旗一带的下石盒子组1段含气面积也达数百平方公里, 充分展示了上古生界的含气潜力。多层段含气则是另一大特征, 太原组1段2段, 山西组1段2段, 下石盒子组1段2段3段和上石盒子组4段都是区域性的含气层段。自南而北, 区域性含(产)气层有上移之趋势, 在陕141井区的中南部主力气层为山西组1段, 向北到塔巴庙区块(大牛地圈闭)主力含气层段为山西组1段2段和下石盒子组1段(图4), 进入杭锦旗断阶后, 产气层位均在下石盒子组1段之上, 可达上石盒子组, 什股壕圈闭在上古生界经测试有5个层

和构造圈闭,其中具有大中型规模的是岩性圈闭和构造-岩性复合圈闭,遮挡因素主要是岩性尖灭、成

岩作用等,圈闭面积从数十平方公里到上千平方公里,是增储上产的主要勘探目标。

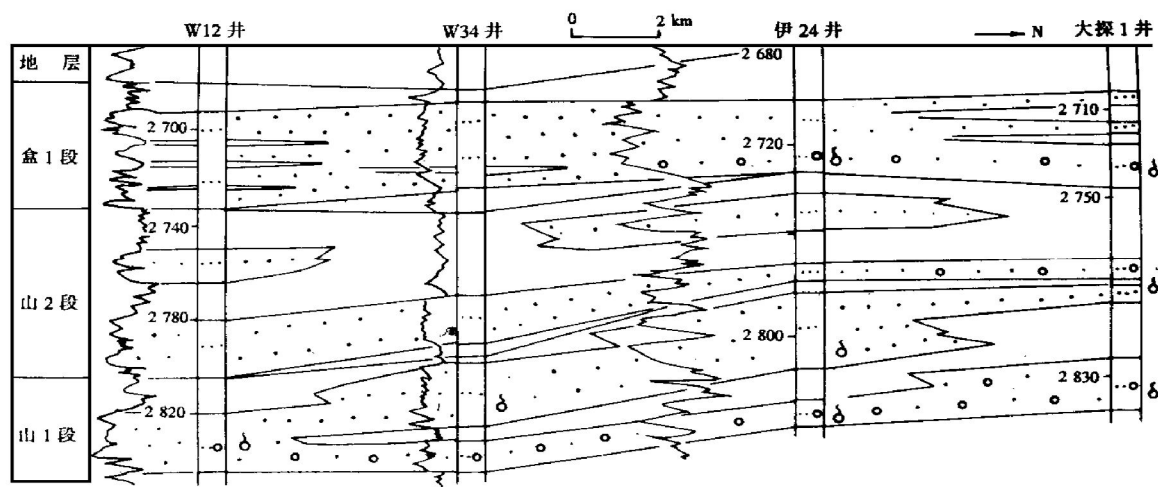


图4 塔巴庙区块大牛地圈闭山1段~盒1段含气砂层对比

Fig. 4 Correlation showing gas-bearing sandbeds of Shan 1 and He 1 members in Daniudi trap of Tabamiao block

大牛地就是根据上述思路,通过研究沉积相、高分辨率层序地层学和含气性识别出的一个大中型圈闭。该圈闭位于塔巴庙区块东南的伊24井区,是山西组1段、下石盒子组1段等多套南北向网状河砂体纵向叠合、与向西南倾没的塔巴庙鼻状隆起复合而成的构造-岩性复合圈闭,预测含气面积300~400 km²,大探1井等数口钻井已揭示圈闭有两套主力气层(山西组1段、下石盒子组1段),其中山西组1段气层与南部的陕141井区主力气层同属一层。

4 主攻方向

盆地上、下古生界是两套大的含气体系,从盆地北部的资源条件看,由于上古生界生气中心位于乌审旗一带,从而使上古生界碎屑岩层系优于下古生界碳酸盐岩系。上古生界含气层埋藏深度较小、厚度较大,勘探难度小于奥陶系风化壳,因此区域上应以上古生界为主要目的层,兼顾奥陶系风化壳;以陕141井区和大牛地(伊24井区)为代表的上古生界砂岩岩性圈闭、构造-岩性复合圈闭无疑成为当前以及今后一段时间内鄂尔多斯盆地天然气增储上产的主攻方向。

盆地北部伊陕斜坡东段(新街-乌审旗-红石桥)、杭锦旗断阶南部和天环坳陷(布伦庙地区)为

今后三大勘探目标区。首选目标区是新街-乌审旗-红石桥地区,该区处于乌审旗生气中心相对较高部位,区域构造的上翘方向;山西组、下石盒子组网状河流砂体相对发育;该区域几乎所有的钻井在上古生界都见到含气显示,在太原组、山西组和下石盒子组均有探明或控制储量;主力气层多,除山西组1段、下石盒子组1段外,山西组2段、下石盒子组2段和3段无论是砂体厚度、分布面积还是含气的普遍性都具有成为主力气层的潜力。

盆地古生界天然气具有含气面积大、丰度低、单井产量较低的特点,必须走规模勘探开发、寻找高丰度高产含气带、依靠技术增产的道路。

参 考 文 献

- 1 洪峰,宋岩,赵林.鄂尔多斯盆地北部天然气成藏控制因素[J].天然气工业,1998,18(5):22~25
- 2 戴金星,王庭斌,宋岩,等.中国大中型天然气田形成条件与分布规律[M].北京:地质出版社,1997
- 3 戴金星.中国煤成气研究二十年的重大进展[J].石油勘探与开发,1999,26(3):1~10
- 4 邓宏文.中国陆源碎屑盆地层序地层与储层分布[J].石油与天然气地质,1999,20(2):109~110
- 5 郑承光,范正平,侯云东,等.鄂尔多斯盆地陕141井区上古生界气藏储层特征[J].天然气工业,1998,18(5):14~17
- 6 李振铎,胡义军,谭军.鄂尔多斯盆地上古生界深盆气研究[J].天然气工业,1998,18(3):10~15

(下转第282页)

ORIGIN AND INTENSION OF CONCEPT IN PETROLEUM SYSTEM

Wang Shicheng¹ Zhou Qingfan

(1. Department of Earth Sciences, Petroleum University, Beijing; 2. Research Institute of Planning, NSPC, Beijing)

Abstract: The original concept of petroleum system was put forward by an American petroleum geologist Dow in 1972, and then it was supplemented and improved by Porrodon, Demaison, Meissner and others. The petroleum system consists of a effective source rock mass associated with all relative natural hydrocarbon systems and necessary geological elements for oil and gas pools. The petroleum system, together with sedimentary basin, pool-forming assemblage and play, constitute a petroleum investigation series. So the petroleum system does not belong to the category of new theory, but really a new method suitable for oil and gas researches. The object of the research is a petroleum unit of certain origin. The petroleum system could be divided into generation subsystem, migration subsystem and accumulation (preservation) subsystem due to different geological elements and functions. The petroleum systems in China are usually complex systems. When introduce and apply the method of this system, one should neither apply it indiscriminately, nor revise it without considering our own geological condition.

Key Words: petroleum system; investigation level; geological unit; subsystem

(上接第 271 页)

ACCUMULATION REGULARITY OF UPPER PALEOZOIC GAS IN NORTH ORDOS BASIN

Li Liang Yuan Zhixiang Hui Kuanyang Liu Shuping

(The Third Brigade of Petroleum Prospecting and Exploration of NSPC, Xianyang, Shaanxi)

Abstract: The Upper Paleozoic of north Ordos Basin is an independent gas system with a complete source-reservoir-cap rock assemblage. Gas generation centre along Wushen Flag is characterized by large distribution area, big gas generation intensity and abundant gas resources. Sandbodies deposited in river channels, fan deltas and tidal flat are favourable for the formation of large and mid scale traps; the source-reservoir-cap rock assemblage within the same stratum is favourable to form gasfield; large and mid scale sandbodies at the higher part of the gas generation centre are suitable for gas migration and accumulation. Trap types of the study area are mainly lithologic and structural-lithologic traps. It is suggested that Xinjie-Wushen Flag-Hongshiqiao in the east section of Yishaan Slope, the south part of Hangjing Flag fault-terrace and Tianhuan Depression are the targets for gas exploration.

Key Words: Upper Paleozoic; accumulation regularity; lithologic trap; exploration target; Ordos Basin