

文章编号: 1001-6112(1999)-02-0137-04

# 准噶尔盆地南缘西部天然气封盖层的有效性

房德权 宋岩 夏新宇

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院地质所, 北京 100083)

**摘要:** 本文在对天然气封盖层进行古埋藏史、古异常压力进行恢复的基础上, 结合主力烃源岩的生排烃时间, 对准噶尔盆地南缘西部天然气封盖层的有效性作出了评价。认为安集海河组对侏罗系烃源岩是有效的盖层, 而三工河组和白碱滩组则对中二叠统烃源岩是有效的。

**关键词:** 天然气; 盖层; 烃源岩; 准噶尔盆地

**中图分类号:** P618.13

**文献标识码:** A

所谓盖层封盖天然气的有效性, 是指地质发展过程中盖层对天然气形成封盖的可能性, 即在天然气运移过程中起到了封盖作用的盖层称有效盖层, 否则为无效盖层。盖层封盖天然气的有效性主要包括空间上封盖天然气的有效性和时间上封盖天然气的有效性两大方面内容。

空间上, 只有那些厚度大、分布面积广的区域性盖层, 才能大范围地封盖从烃源岩中排运到储集层中的分散烃类, 而这些分散烃类只有被区域性盖层封盖以后, 才有可能在继续运移的过程中聚集成藏。可见, 盖层分布面积越大, 封盖初次运移到储集层中的烃量就越多, 二次运移中可供聚集成藏的烃量就越大。从这个意义上讲, 区域性盖层在空间上封盖天然气的有效性较好, 而局部性盖层封盖天然气的有效性相对较差, 且局部盖层分布面积越小, 其封盖天然气的有效性越差。

在时间上, 盖层具有封盖能力的时间越早, 可封盖烃源岩排出的烃量就越大。前已述及, 在烃源岩开始排烃之前形成的盖层, 如果其连续性不被后期构造运动所破坏, 则该套盖层封盖下伏天然气藏是有效的。

## 1 盖层封盖天然气有效性的研究思路

### 1.1 盖层物性封闭的有效性

1.1.1 盖层封闭性的演化史及有效封盖时间的确定  
首先建立排替压力随埋藏深度变化的关系函数, 在古埋藏史恢复的基础上, 根据此函数恢复地质历史时期中各参数随深度的变化情况。

盖岩的排替压力达到  $1\text{ MPa}$  时, 就开始具备了一定的封气能力, 并将对应盖层初具封闭能力的地质条件定义为盖层封气门限, 将封气门限对应的地质埋深定义为盖层封气门限深度, 对应的地质时间定义为封气门限时间。

如后期断裂对盖层的完整性影响不大, 则可以认为上述的封气门限深度和门限时间即为盖层的有效封气深度和时间。但如果后期断裂活动对盖层完整性破坏严重, 则该盖层的有效性取决于断层的封闭性, 这种情况下, 盖层有效封气时间是断层最后形成封闭的时间。

### 1.1.2 烃源岩排烃史

烃源岩并非一经沉积就有烃类排出源岩, 而是当其埋藏到一定深度后, 才开始有烃类生成, 并且生成的烃类也并非马上排出源岩, 而是首先满足自身滞留、吸附需要后, 烃类才能排出源岩, 只有排出的烃类才能对气藏的形成做出真正的贡献。

烃源岩排烃早晚、排烃强度大小主要与烃源岩母质类型、温度、压力、烃源岩厚度及构造运动等条件有关, 排烃史研究应在盆地埋藏史、热史等研究基础上恢复其排烃演化史。

收稿日期: 1998-07-22

作者简介: 房德权(1964-), 男(汉族), 内蒙古牙克石市人, 博士, 主要从事油气藏保存条件及油气地质综合研究

### 1.1.3 盖层封盖史与烃源岩排烃史匹配有效性研究

盖层不仅是圈闭的构成要素之一,也是油气成藏系统中烃类从源岩到聚集区的侧向运移输导途径的组成部分,所以,盖层封盖史与源岩排烃史、圈闭形成史、烃类运移史的匹配是天然气形成的重要研究内容。

在前面确定了盖层的封气门限时间、烃源岩的排气时间后,两者的匹配关系就是研究的中心环节了。若在烃源岩进入大量排气期之前,盖层已经具备封气能力(早成岩B亚期-晚成岩A亚期),从匹配时间上最为理想,反之若烃源岩生气高峰期已过,盖层才开始具封气能力,这种匹配关系则差。若盖层在时间和空间上匹配都好,而且断层对其破坏小,则盖层与下伏烃源岩的匹配就可以认为是有效的。

### 1.2 盖层烃浓度封闭的有效性研究思路

由于地层孔隙水中含气浓度的大小主要受到温度、压力、地层水矿化度等条件的影响,即随埋深增加,温度、压力增大,地层孔隙水中含气浓度增大<sup>[3]</sup>,因此在正常地层压力系统中天然气具有自发向上进行扩散的动力。

当上覆盖层对烃源岩具有异常孔隙流体压力时,由于异常高压的存在,使得天然气在其孔隙水中的溶解能力增强,再加上源岩层内有机质演化生成天然气的持续供给,可导致地层中含气浓度梯度的局部变化,阻止天然气的向上扩散,甚至会造成天然气向下伏气藏的反向扩散,这种作用所造成的封闭作用,实际上就是烃浓度封闭作用。

研究烃浓度封闭的关键就是要确定什么时候盖

层中的烃浓度值大于其下伏地层中的烃浓度值,即确定其异常压力的临界值所对应的地质年代及地层埋深。

最后还要根据盖层物性封闭封气门限的形成时间、烃浓度封闭封气门限的形成时间,以及断层对盖层的破坏情况等,综合分析盖层封盖天然气的有效性。

## 2 南缘西部盖层物性封闭的有效性分析

前已述及,盖层物性封闭的有效性是指下伏烃源岩到达排烃高峰期之前,从物性角度看盖层是否已经具备了封盖天然气的能力。由于盖层的排替压力是盖层物性封闭能力最综合的反应,所以一般用排替压力何时具有封闭能力来评价盖层。

本文以呼2井为例,研究南缘西部泥质岩盖层物性封闭的有效性。

### 2.1 泥质岩孔隙度与深度关系图

利用准噶尔盆地实测资料回归出泥质岩声波时差与孔隙度之间的关系(式1),从而利用声波时差资料得出呼2井泥质岩孔-深关系式(式2,图1)

$$\varphi = 0.1085 \times \Delta t - 25.5825 \quad (1)$$

式中:  $\varphi$  为泥质岩孔隙度(%);

$\Delta t$  为声波时差( $\mu s/m$ )。

$$\varphi = 51.45 \times e^{-0.0006z} \quad (2)$$

式中:  $\varphi$  为泥质岩孔隙度(%);

$z$  为埋深(m)。

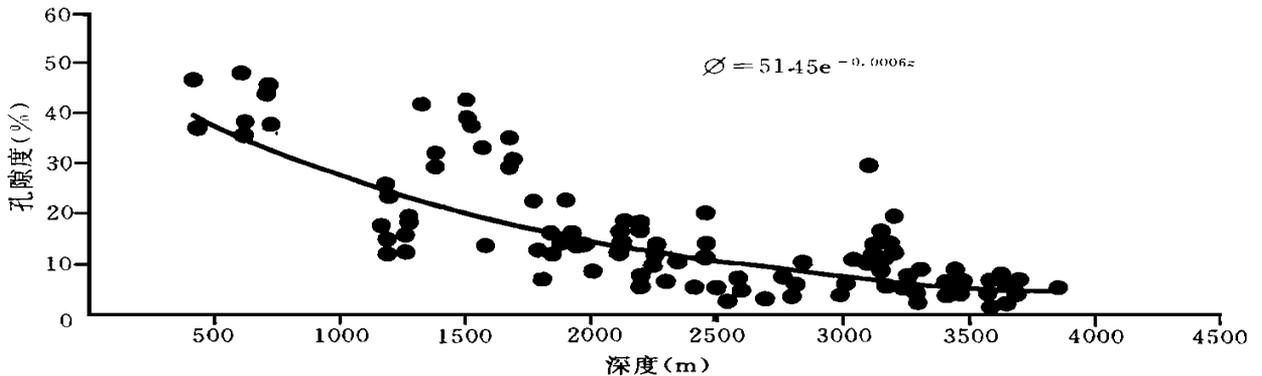


图 1 呼 2 井泥质岩孔隙度与深部关系图

Fig 1 Relationship of porosity to depth for the argillite of well Hu-2

### 2.2 泥质岩排替压力与孔隙度关系

由研究区盖层样品实测数据可以得到泥质岩排替压力  $p$  与孔隙度  $\varphi$  之间的关系 (式 3), 排替压力与孔隙度呈反比关系, 即随着孔隙度的增大排替压力变小 (图 2)。

$$p = 26\ 988e^{-0.1727\varphi} \quad (3)$$

### 2.3 古埋藏史恢复

利用盆地模拟方法恢复呼 2 井的古埋藏史 (图 3)。

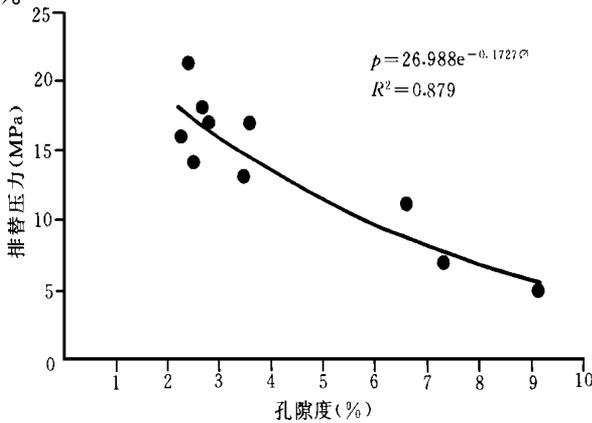


图 2 准噶尔盆地泥质岩排替压力与孔隙度关系  
Fig. 2 Relationship of entry pressure to porosity in the argillite of the Junggar Basin

### 2.4 主要烃源岩的生气高峰期

南缘西部安集海河组盖层以下的烃源岩主要有中二叠统芦沟组、红雁池组, 中、下侏罗统八道湾组、三工河组和西山窑组, 其生气高峰期如图 4 所示。中二叠统在三叠纪末期进入成熟阶段, 晚侏罗世早期进入湿气阶段, 白垩纪早期进入干气演化阶段。下侏罗统在白垩纪早期进入生油阶段, 白垩纪末期进入湿气阶段, 第四纪进入干气阶段, 而中侏罗统在白垩纪中期进入生油期, 晚第三纪进入湿气期。

### 2.5 评价物性封闭的有效性

将式 (2) 代入式 (3), 得到盖层排替压力与埋深关系式 (4)

$$\begin{aligned}
 p &= 26\ 988e^{-0.1727 \times 54.386e^{-0.0008z}} \\
 &= 26\ 988e^{-9.39246e^{-0.0008z}} \quad (4)
 \end{aligned}$$

式中  $p$  为排替压力 (MPa);  
 $z$  为埋深 (m)。

当  $p = 1\text{ MPa}$  时, 解 (4) 式的方程得  $z = 1309\text{m}$ , 即当泥质岩盖层具有封闭能力时埋深大约在

1309m, 根据其古埋藏史可在下第三系晚期和上第三系早期安集海河组就已经具备了封气能力, 而下侏罗统在白垩纪末期进入湿气阶段, 第四纪进入干气阶段, 中侏罗统在白垩纪中期进入生油期, 晚第三纪进入湿气期, 再加上排气期相对生气期的滞后效应, 所以, 安集海河组可以对中、下侏罗统的湿气和干气阶段生成的天然气构成有效封闭, 当然也可以封闭来自中二叠统源岩的次生天然气藏中的天然气 (表 1)。

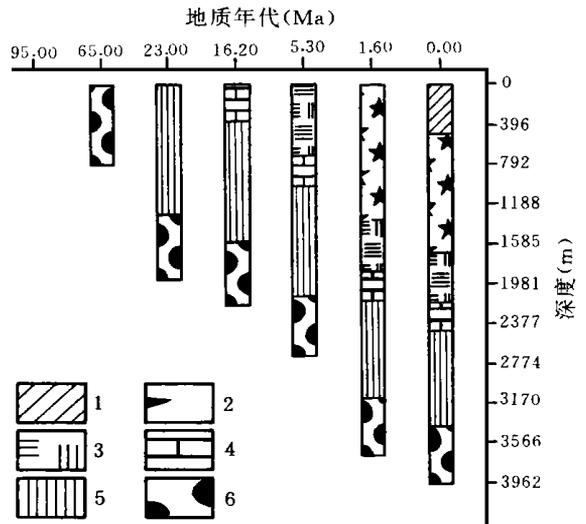


图 3 回剥柱状图 (Hu2 井)

Fig. 3 Histogram of back denudation

- 1. 第四系; 2. 独山子组; 3. 塔西河组; 4. 沙溪组;
- 5. 安集海河组; 6. 紫泥泉子组

同理可以计算出三工河组泥质岩盖层具有封气能力的时间为中侏罗世, 而中二叠统烃源岩在晚侏罗世才进入湿气阶段, 白垩纪早期进入干气演化阶段, 所以三工河组泥质岩盖层对中二叠统烃源岩产生的天然气可以构成有效圈闭。三叠系白碱滩组泥质岩盖层对中二叠统源岩产生的天然气可以构成有效封闭。

表 1 淮南地区天然气封盖层有效性评价表

Table 1 Evaluation on the effectiveness of natural gas seals in Huannan area

源岩盖层	安集海河组	三工河组	白碱滩组
第三系			
上侏罗统	有效		
下侏罗统	有效		
中二叠统		有效	有效

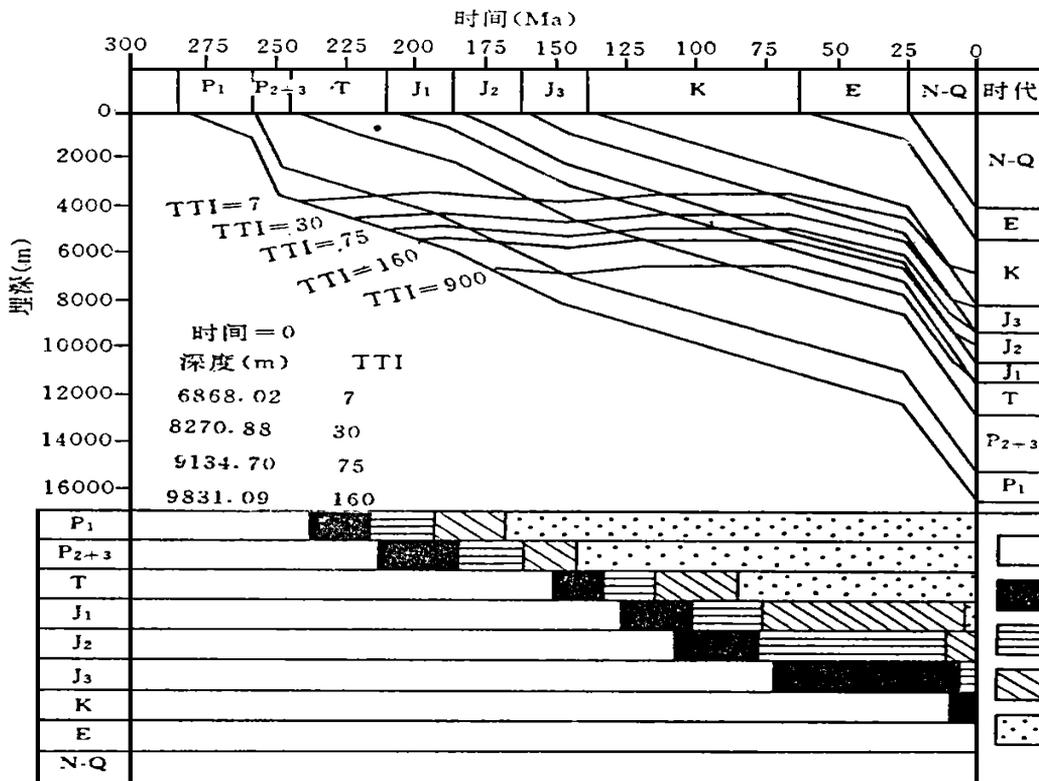


图 4 昌吉地区沉积埋藏史与有机质演化关系图

1. 未成熟阶段; 2. 生油阶段; 3. 生油高峰阶段; 4. 湿气阶段; 5. 干气阶段

Fig. 4 Relationship of sedimentary burial history to organic matter evolution in Chaugjie area

### 3 南缘西部浓度封闭的有效性

#### 参 考 文 献

由于资料所限,在南缘西部仅讨论安集海河组烃浓度封闭的有效性,安集海河组除在四参 1 井测得  $R_o$  数据外,盆地南缘其它地区均未有  $R_o$ 。实测数据,根据其最高热解温度为 420 ~ 441 ,平均为 431 , $OEI$  值为 2.09~ 5.57,平均为 3.02,表明安集海河组有机质演化程度低。在四棵树凹陷,因属第三系- 第四系沉积中心,沉积厚度大,演化程度略高,四参 1 井安集海河组埋深 4000m 时,  $R_o$  为 0.6% 左右,属低成熟演化阶段。而呼 2 井区安集海河组埋深更浅,演化程度更低,生成的油气尚不能满足自身吸附的需要,所以无需考虑其是否形成对下伏油气藏的有效封闭。

- 1 吕延防, 陈章明, 傅广. 松辽盆地朝长地区青山口组天然气盖层封闭特征及封闭有效性研究. 石油勘探与开发, 1993, 20(1): 55~ 60
- 2 陈章明, 吕延防. 泥质盖层封闭性的确定与源岩排气史的匹配. 大庆石油学报, 1990, (2)
- 3 张义纲. 天然气动态平衡成藏的四个基本条件. 石油实验地质, 1991, 13(3): 30~ 50
- 4 付广, 陈章明, 万龙贵. 烃浓度盖层封闭天然气的有效性及其研究意义. 沉积学报, 1997, 15(1): 147~ 151
- 5 石广仁. 油气盆地数值模拟方法. 北京: 石油工业出版社, 1994
- 6 况军, 何钊. 准噶尔盆地南缘生储盖组合、圈闭与找油领域. 新疆石油地质, 1989, 10(2)

(下转 145 页)

## 参 考 文 献

- 1 陈永生 油田非均质对策论 北京: 石油工业出版社, 1993

## DYNAM IC VARIATION OF RESERVO IR IN WATERFLOOD ING DEVELOPMENT IN NO. 12 FAULT BLOCK, HUZHUANGJIO LFIELD

CHEN L ing<sup>1</sup> WU Shenghe<sup>2</sup> L U Yuhong<sup>2</sup>

(1. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CN PC, Beijing 100083, China;*

*2 University of Petroleum, Beijing 102200, China)*

### Abstract

Reservoir properties have greatly changed in No. 12 fault-block, Huzhuangji oilfield after the oilfield has been developed by waterflooding for about ten years. In this paper, two adjacent cored wells (Hu12-20 and HJ1), drilled at the pre- and post-waterflooding, are selected as "research window". Dynamic variation of reservoir is explained from the view of point of reservoir physical properties, intraformational and interlayer heterogeneities and reservoir micropore structure, which will provide important geological basis for improving oilfield development effect.

**Key Words:** Huzhuangji oilfield; reservoir; heterogeneity; dynamic variation; waterflooding development

---

(上接 140 页)

## EFFECTIVENESS OF NATURAL GAS SEALS IN THE WESTERN PART OF THE SOUTHERN FRINGE OF THE JUNGGAR BASIN

FANG Dequan SONG Yan XIA Xinyu

(*Geology Branch, Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CN PC, Beijing 100083, China)*

### Abstract

Based on the restoration of the paleo-burial history and paleo-anomalous pressure of natural gas seals, the effectiveness of natural gas seals in western part of the southern fringe of the Junggar Basin has been evaluated combined with the hydrocarbon-generating and hydrocarbon-discharging time of major source rock. It is considered that the Anjihaihe Formation is the effective caprock for the Jurassic source rock, and the Sangonghe Formation and the Baijiantan Formations are effective for the Middle Permian one.

**Key words:** natural gas; cap rock; hydrocarbon source rock; the Junggar Basin