

# 开平向斜王家河煤成气藏 形成条件分析

何海泉 张文惠 周兴太

(地质矿产部华北石油地质局地质研究大队)

王家河气藏是一典型的、非常规的煤成气藏。本文对这一气藏的形成条件,包括气源、储集、盖层、圈闭以及形成时间等进行了分析,指出王家河煤成气藏气源充足,属多种圈闭的构造裂隙气藏,气藏最终完成于第四纪。

## 一、气藏地质特征

开平向斜是华北地台燕山褶皱带南缘的一个负向构造单元,以残留较全的石炭二叠系为其特征,面积1000km<sup>2</sup>,行政上属唐山市辖区。根据已有资料分析,在该向斜中,现今石炭二叠系残留厚一般390—1180m,底板最大埋深2000—2500米;下三叠统仅在核部残留,最小厚度约500m;中三叠统一下第三系缺失;第四系(局部有部份上第三系)覆盖全区,厚10—1300m。由此分析,开平向斜是在地台期沉积后,于印支晚期

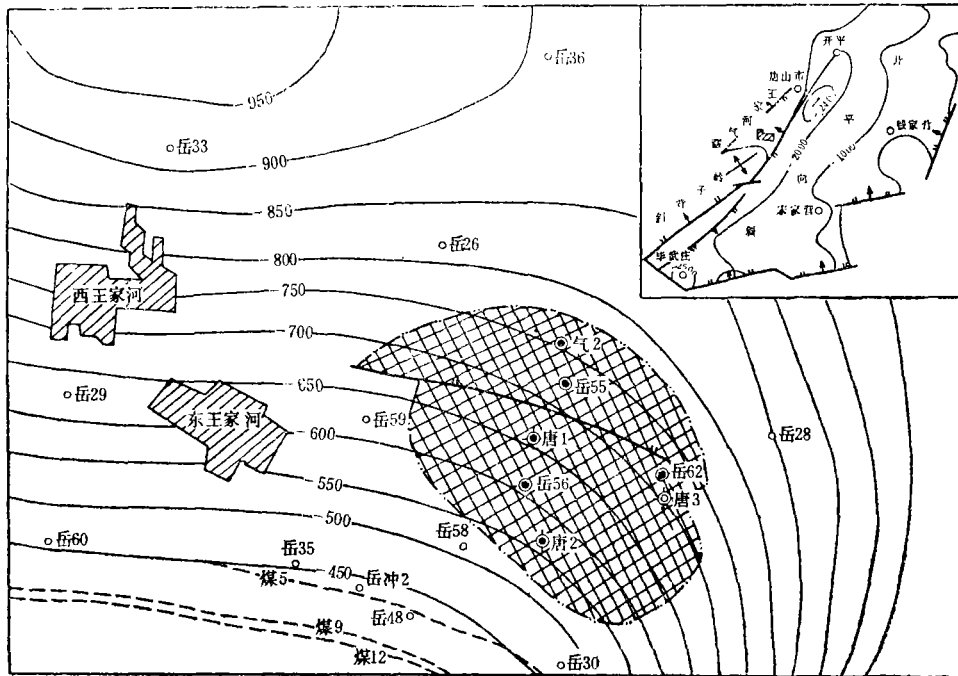


图1 王家河气藏分布图

一喜山早期经历了长期的不均衡抬升、褶皱、剥蚀，最后再沉降而形成的一个构造残留盆地，这一区域地质特征控制着该区煤成气形成的全部过程。

王家河气藏位于开平向斜西翼岭子背斜北倾没端（图1）。过去在进行煤田地质钻井时就曾有三口井（岳55、岳56、岳62）发生气喷，随后在此基础上以寻找石炭二叠系煤成气为目的的四口钻井（气2、唐1、唐2、唐3）均获得了工业气流，从而证实其为一个小规模的低产低压浅层煤成气藏。本气藏共有四个气层组，其中ⅠⅡ两层位于上石盒子组，ⅢⅣ两层位于下石盒子组（图2），其分布范围不尽一致，叠加起来已控制最大含气面积 $0.24\text{km}^2$ ，各层累计可采储量约 $200\text{—}320\text{万m}^3$ ，加之埋藏浅，故仍有一定的开采价值。从1985年8月2日起，唐1、唐2井已串联开采向唐山市输气，每天输气量约 $6000\text{—}7000\text{m}^3$ 。

## 二、气体组成及气源层探讨

开平向斜二叠系上石盒子组以上的沉积全为红色建造，不具生油气条件，而下石盒子组以下的石炭二叠系为一套暗色含煤岩系，平均厚约 $500\text{m}$ ，其 $R^\circ$ 为 $0.89\text{—}0.97\%$ 。属气肥煤阶，已达成熟阶段，具有一定的生气能力。在这套暗色岩系中，煤层发育，共20余层，厚者 $5\text{—}11\text{m}$ ，累计厚 $10\text{—}30\text{m}$ ，且集中分布在山西组、太原组中；而暗色泥质岩则多呈分散薄层状，总厚仅 $20\text{—}50\text{m}$ ，有机碳含量一般较低（ $<0.5\%$ ）。因此，其生气潜力显然应以煤层为主。

从地质发展历史来看，开平向斜的石炭二叠纪含煤岩系在中三叠世末埋藏最深（约 $3500\text{—}4000\text{m}$ ），达到了气肥煤阶段，因此其主生气期应在早一中三叠世；但此时在岭子地区一带，由于没有良好的储气空间和圈闭条件，未能形成同生气藏，其所生成的气除部分逸散外，大部分被吸附保存于煤层之中。此后，随着该区的抬升、褶皱、剥蚀，煤层的上覆压力减小，所含瓦斯发生解吸、运移<sup>[1]</sup>并储聚于在此期间所形成的构造裂隙和各种类型的圈闭之中，从而形成了后生式的王家河煤成气藏。

王家河气藏的气体成份甲烷占80%以上，没有或仅有痕量的重烃，其碳同位素 $\delta^{13}\text{C}_1$ 明显偏轻，这与该区以至国内外大多数煤田瓦斯气的特征一致。不仅如此，在碳同位素共同偏轻的前提下，王家河气藏的 $\delta^{13}\text{C}_1$ 较直接取自该区下伏煤层瓦斯气的 $\delta^{13}\text{C}_1$ 还偏轻 $8.2\text{—}12.4\%$ （表1）。这就进一步说明它是由煤层所生成的气经后期解吸、运移、聚集而成<sup>[1]</sup>。

王家河气藏所在的岳胥地区，平均每平方公里约有1500万吨煤的储量，主要可采煤的瓦斯含量平均每吨煤为 $1.29$ （煤9）和 $1.62$ （煤8） $\text{m}^3/\text{t}$ ，若以 $3\text{km}^2$ 范围计算，其瓦斯潜量就可达 $5800\text{—}7000\text{万m}^3$ 。这样，即使只有部份瓦斯解吸、运移、聚集也足以能形成像王家河这样的小型气藏，这说明其供气数量也是充足的。

1) 河北省煤田一队，1984年，岳胥勘探区煤田地质勘探报告。



表1 王家河气藏与唐山矿煤层瓦斯气样分析数据对照表

取样地点 及层位	深度 (m)	天然气组分含量 (%)						$\delta^{13}\text{C}_1$ (‰) (PDB)	备注
		CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>		
唐1井Ⅲ气层	396~415	83.69			0.92	14.80		-69.49	由我队采样分析
唐2井Ⅳ气层	439~461.5	87.105			0.176	12.18	微	-69.80	
唐3井Ⅳ气层	543.6~547.4	84.23				15.38	0.39	-69.33	
岳55井Ⅰ气层	366.99	81.62	痕量	痕量		18.09	0.29	-66.90	引自石油勘探开发 科学研究院戚厚发 同志资料
岳56井Ⅳ气层	471.71	82.53	"	"		17.26	0.21	-65.60	
唐山矿2641瓦斯抽放 孔山西组5煤	693	91.85	"	"		7.60	0.55	-60.00	
唐山矿2642瓦斯抽放 孔山西组5,6,7,8煤	693	93.45	"	"		6.15	0.39	-57.40	
唐山矿瓦斯泵站		91.15	痕量	痕量		8.23	0.53	-56.70	

### 三、构造裂隙是气体的主要储集空间

根据大量的肉眼观察和薄片鉴定资料，开平向斜石炭二叠系砂岩的原生孔隙已经消失，难以储集油气。在岭子背斜的北倾没端，由于其特定的地质条件造成了比较发育的构造裂隙，它们是王家河气藏的主要储气空间，从而对气藏的形成及其空间展布有着明显的控制作用。其根据是：

(1)王家河气藏所有见气的井在钻入含气层时均发生泥浆严重漏失（有的漏光不返水），然后气喷，有的还有放空现象，这说明气赋存于裂隙带中。

(2)岭子背斜北倾没端的构造裂隙以张性为主，一般宽1—2mm、长10—18mm左右，比较大者大部分无充填物。这些构造裂隙的发育受褶皱和断裂的控制。从横向看，在背斜轴部和转折部位以及断层附近较翼部发育，裂隙发育程度等值线与构造等值线的趋势基本相似；从纵向上看，背斜上部层位较下部层位发育，即上、下石盒子组较以下层位发育（图3、表2），王家河气藏在纵向和横向上的分布正好与这种特征一致。

(3)构造裂隙与岩性也有一定关系，一般胶结致密的中、粗砂岩比较发育，泥岩及胶结疏松的粉砂岩不发育，这就造成王家河气藏的储层以中、粗砂岩为主，细砂岩及含砾砂岩次之，泥岩及粉砂岩不含气的特点。

此外，在岭子背斜北倾没端的石盒子组砂岩中，还发育有一定的次生孔隙，它们也能作为储气的空间。但从总的看，一般实测物性数据仍很低，这说明其储气空间仍应以构造裂隙为主。



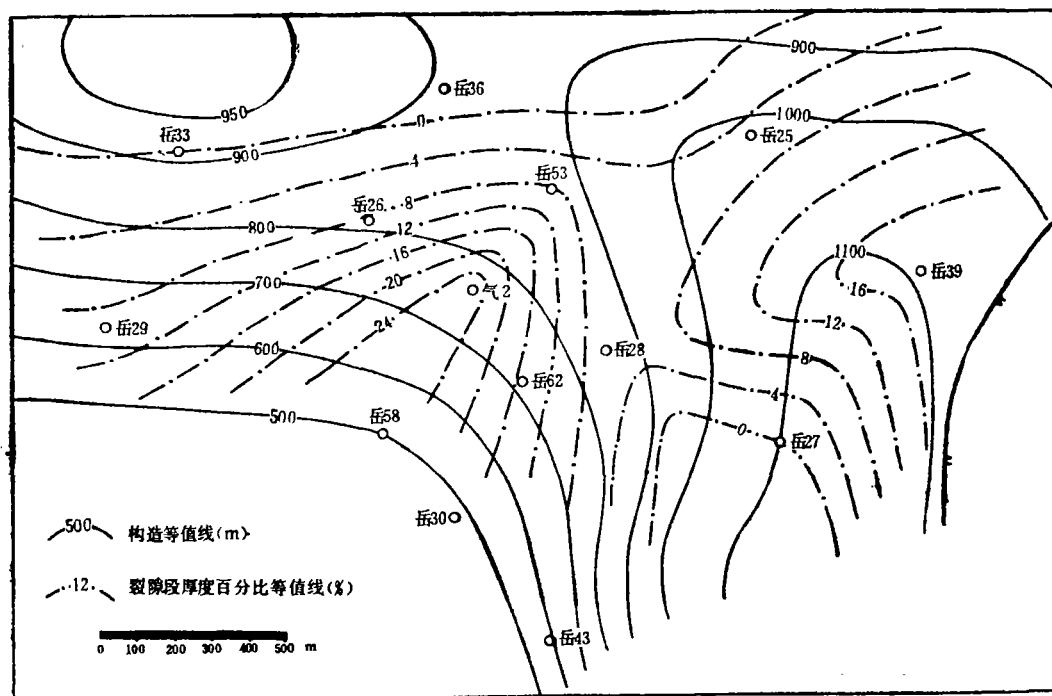


图3 岭子背斜北部倾没端 $P_1x$ 裂隙段厚度百分比等值线图

#### 四、泥岩和泥质胶结的砂砾岩可作为含气层的盖层

由图2可以看出，在王家河气藏各气层之上均覆盖着厚度较小的泥岩和粉砂岩。肉眼观察，这些泥岩或粉砂岩裂隙均不发育，粉砂岩的铸体薄片未见任何次生孔隙，压汞曲线为极细歪度，排驱压力高达  $124-150\text{kg/cm}^2$ ，饱和中值压力远远超过仪器的最大读数（图4），常规孔隙度为  $0.52-0.76\%$ ，渗透率小于  $0.1$  毫达西，表明其孔渗性极差，显然，它们就构成了各气层的盖层。这些盖层的厚度不大，岳62井Ⅱ气层之上的泥岩仅厚2米；气2、岳55井Ⅰ气层之上只有3米的泥岩和粉砂岩；唐1井Ⅲ气层的盖层为最厚，但也只有10米的泥岩和粉砂岩。这说明浅层低压气层并不要求很厚的盖层，像这样的盖层在开平向斜的石炭二叠系中也不缺乏。

另外，王家河气藏的Ⅰ、Ⅲ气层在上倾方向被新生界以地层不整合的型式所封堵（图5A、B），其岩性为基底式泥质胶结的砾岩。这种砾岩由于为大量粘土所胶结，孔渗性很差，煤田钻井也证实为较好的隔水层，因此它是王家河气藏又一种类型的盖层。

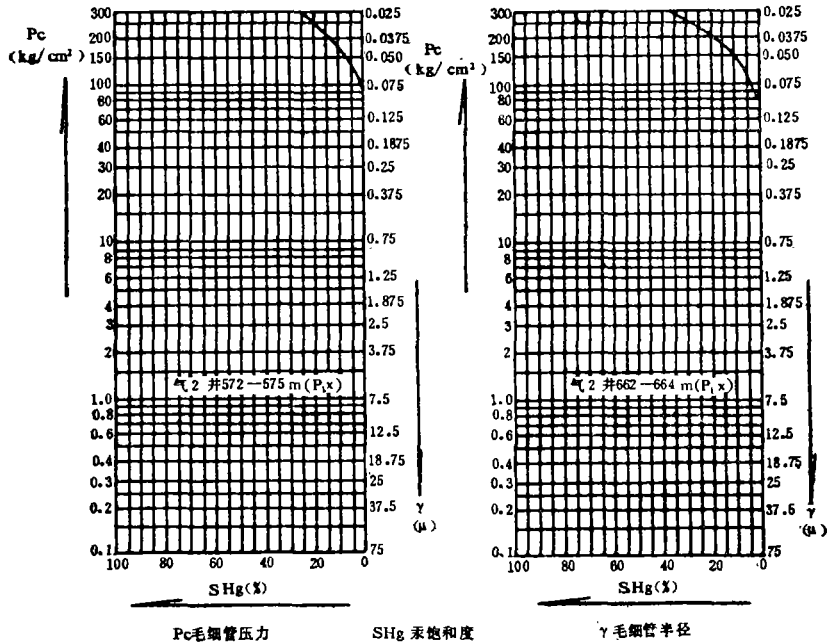


图4 王家河地区粉砂岩毛管压力曲线图

Pc毛管管压力 SHg汞饱和度 r毛管管半径

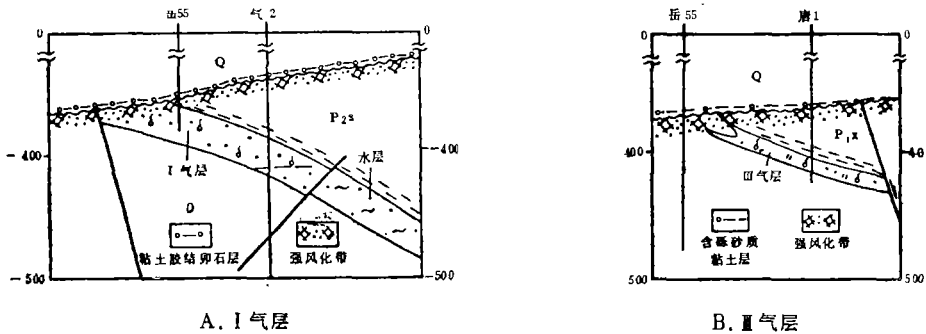


图5 气层圈闭条件分析剖面图

### 五、王家河气藏具有多种圈闭类型

王家河气藏赋存于岭子背斜北倾没端，其基本的圈闭条件是构造鼻，但地层、岩性因素又提供了一定的圈闭条件，从而构成了多种的复合的圈闭类型。

#### (1)构造-地层(不整合)圈闭

在构造鼻的基础上于上倾方向再由断层和新生界底部的不整合所封闭。气藏的I气层就属于这种圈闭，如图5。断层两盘及不整合面上下静止水位的不同也说明这个断层和不整合具有较好的封堵性能。

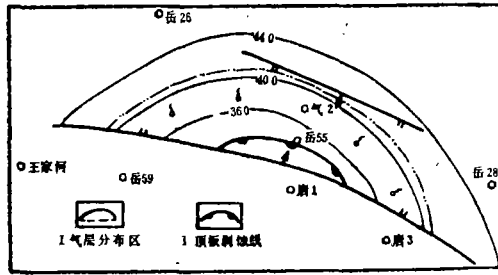


图6 I 气层圈闭条件平面分析图

(2) 构造-岩性圈闭

在构造鼻的基础上由岩性（裂隙）的变化所造成，且其岩性（裂隙）的变化亦由构造所控制，即在地层拱曲、转折最大的部位裂隙发育，而在拱曲、转折最大的部位裂隙相对不发育<sup>[2]</sup>，从而就造成了侧向上的封堵。王家河气藏的IV气层就属于这种圈闭，如图7。位于拱曲率最大部位的岳56、唐2、唐3井于不同深度钻迂IV气层时均发生泥浆严重漏失（不返浆），说明其纵张裂隙发育，渗透性好；而位于上倾部位的岳58井和西侧的岳59井，其静止水位均在相应于IV气层的砂岩之上，说明其裂隙不发育，渗透性变差，这就造成了裂隙储层的上倾封堵和侧向封堵。正由于这样，在致密砂岩区的钻井连气的显示也没有。

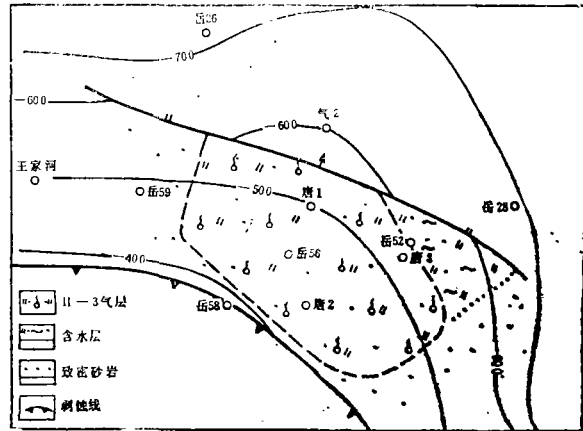
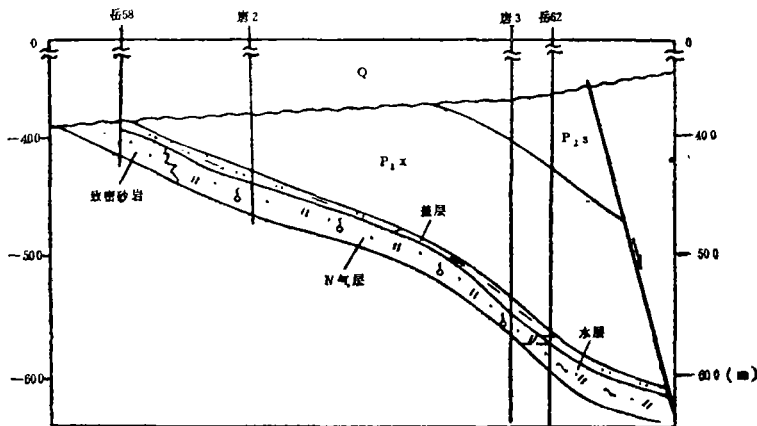


图7 IV 气层圈闭条件分析图

A. 平面图



B. 剖面图



(3) 地层-岩性-构造圈闭

地层不整合、岩性及构造三种因素联合所形成的圈闭，其中地层和岩性因素的作用更为明显。王家河气藏的Ⅲ气层就属于这种圈闭。如图8。在构造拱曲最大部位为中、粗砂岩裂隙发育带，东翼相变为粉砂岩，西翼相变为致密砂岩，二者形成侧向上的封堵，在上倾方向的剥蚀天窗则为地层不整合所封盖。

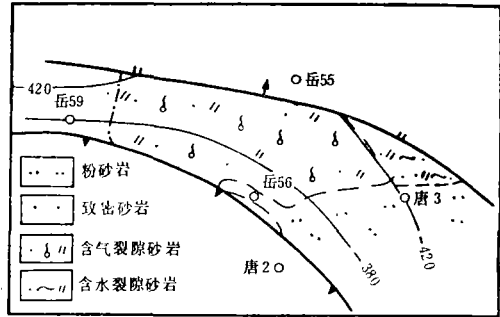


图8 Ⅲ气层圈闭条件平面分析图

### 六、气藏最终完成的时间

王家河气藏为煤层瓦斯后期解吸、运移、聚集而成，因此可以认为形成时间较晚。第四纪沉积以前，煤层上覆地层压力最小，为解吸的高峰时期，加之第四系底部的不整合为气藏的圈闭条件之一，故王家河气藏的最终完成时间应是在第四纪。若考虑到天然地震、现代人工采掘、抽水等活动亦有益于这种解吸，运移在一定程度上可使气藏更加富集，那么最终完成的时间就可能更晚。

本文是在我队“开平向斜王家河煤成气藏评价报告”的基础上写成，特向有关同志致谢。

(收稿日期：1986年8月15日)

### 参 考 文 献

- [1] 史训知、戴金星等 联邦德国煤成气的甲烷碳同位素研究和对我们的启示——《天然气工业》，第2期，1985。
- [2] 戴弹申 构造曲率是勘探裂隙性气藏的有效方法——《天然气工业》，第四期，1982。

THE FORMATIVE CONDITIONS OF THE COAL  
GAS OF WANGJIAHE GAS FIELD, KAIPING  
SYNCLINE

He Haiquan    Zhang Wenhui    Zhou Xingtai

( North China Bureau of Petroleum Geology,  
Ministry of Geology and Mineral Resources )

**Abstract**

Wangjiahe Gas Field is a typical nonconventional coal gas pool. The formative conditions for such a gas pool, including the source of the gas, reservoir, cap, trap and its timing are studied and analysed. It is hoped that this presentation would call forth valuable opinions on searching of coal gas, especially the thin seam coal gas.