

开平-涧河地区煤层气成藏条件评价

范文科, 郑红菊, 陈 蕾

(中国石油冀东油田, 河北唐山 063004)

摘要: 开平-涧河地区位于河北省唐山市境内, 是一个由古生界、中生界及新生界叠合而成的构造盆地。盆内古生界含煤 20 余层, 可采及局部可采 9 层, 由东南向西北累积厚度逐渐增大。全区煤层有机碳含量均较高, 显微组分以镜质组为主, 演化程度适中, 多为气煤和肥煤, 具有较强的生气能力。开平向斜由东南向西北, 埋深逐渐增加, 煤层含气量增大, 变质程度加深, 吸附量也随之变大, 显示该盆地西北地区具有较好的勘探前景。盆内煤层气具有较好的上覆盖层, 埋深 800 m 以下为该盆地寻找天然气的有利部位。

关键词: 煤层气; 含气性; 吸附性; 有效厚度; 开平-涧河地区

第一作者简介: 范文科, 男, 34 岁, 工程师, 石油地质

中图分类号: TE122 文献标识码: A

1 概况

开平-涧河地区位于河北省唐山市境内, 是一个由古生界、中生界及新生界叠合而成的构造盆地, 轴向 NE, 向 WS 倾伏。以城坨-南新庄为界分为南北两部分: 北部构造简单, 保持了原有的向斜面貌, 称为“开平向斜”, 面积约 800 km²; 南部受后期构造运动影响破坏严重, 断层发育, 称为“涧河凹陷”, 面积约 600 km² (图 1)。

开平-涧河地区上古生界十分发育, 煤系主要为石炭系、二叠系。自下而上含煤层系分别为: 石炭系的本溪组、太原组, 二叠系的山西组及下石盒子组。其中太原组上段及山西组是主要的含煤地层。开平地区煤系厚度约 700 m, 涧河地区为 100~300 m。开平地区煤系上覆二叠系石千峰组, 涧河地区煤系上覆地层部分地区(南部)为侏罗系, 部分地区直接覆盖第三系。

开平地区下古生界含煤 20 余层, 可采及局部可采煤层 9 层, 其中 7 号、9 号、12 号煤层为全区稳定的中厚-厚煤层。开平-涧河地区煤层最大累计厚度 25 m, 具西北厚东南薄的趋势。9 号煤层最大厚度分布在马家沟矿区, 厚度为 8 m; 12 号煤层最大厚度分布在钱家营矿区, 厚度为 7 m, 在城坨-刘唐保一带厚度为 4 m。9 号煤层沉积环境以三角洲平原泥炭沼泽相为主, 12 号煤层以三角洲-堡岛复

合体系中的泥炭坪及泥炭沼泽相为主。

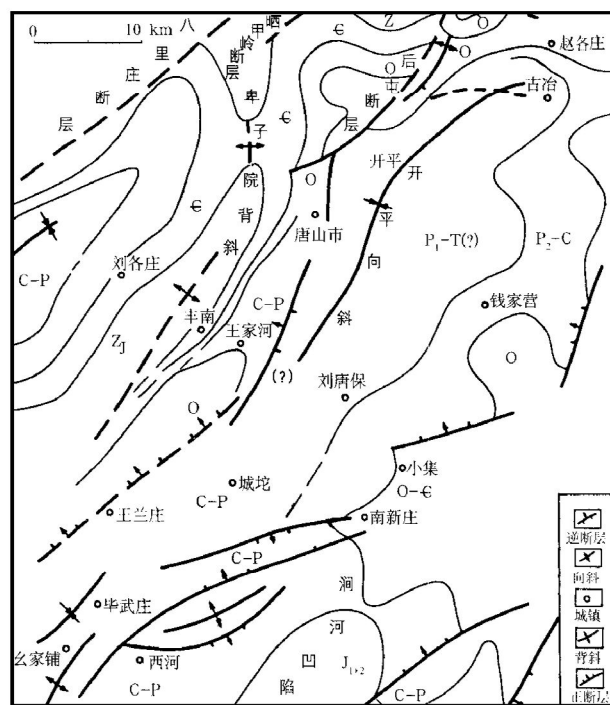


图 1 开平-涧河地区构造纲要图

Fig. 1 Structural sketch map of Kaping-Jianhe Region

2 形成条件

2.1 气源

开平地区煤的有机碳含量为 62.6%~76.4%, 显微组分以镜质体为主, 含量为 54.21%~90.33%, 平均 71.11%; 惰质体次之, 含量为 6.85%~65.85%, 平均为 23.32%; 壳质体含量最少, 平均为 2.49%。涧河地区石炭系、二叠系暗色泥岩的有机碳含量平均为 0.55%~2.99%, 其中太原组的

有机碳含量最高,为 2.55%~ 5.09%,其次为本溪组及山西组暗色泥岩,显微组分均以镜质组及惰质组为主。

开平-涧河地区石炭系、二叠系煤及煤系对应煤阶为气煤-肥煤阶段,因而具有较强的生气能力,可成为较好的气源岩。

2.2 储层

开平-涧河地区煤层气储层为煤层本身,储层优劣由其含气性、吸附性及物理特性决定。

2.2.1 含气性

开平向斜东南翼煤层由于埋深较浅,风化严重,800 m 以上的煤层含气量均较低;向西随着煤层埋深的增加,含气量具增高的趋势。西北翼唐山一带由于构造影响,易于形成水封堵煤层气藏,煤层含气量较高,一般在 8.0 m³/t 以上。唐 5 井 8 号煤高达 11 m³/t(表 1)。

表 1 开平向斜煤层含气量统计表

Table 1 Statistic data of coalbed gas capacity in Kaping syncline

井号及矿区	煤层号	深度/m	含气量/m ³ ·t ⁻¹
唐 5 井	5 煤	668	7.8
唐 5 井	8 煤	713	11.0
唐 1 井	8~ 9 煤	800	8.1
唐 5 井	9 煤	723	8.6
唐 4 井	12~ 1 煤	730	> 6
马家沟矿	12 煤	700	8.0
东欢坨矿	12 煤	1 000	2.8
林西、赵各庄矿	12 煤	1 500	11.1

2.2.2 吸附性

实验结果表明,开平向斜煤层在相同温度和压力条件下,随着煤的变质程度增加,煤的吸附能力增大(图 2);45℃时煤的吸附量要比 30℃时的小得多。唐 4 井、唐 5 井的兰氏体积为 27.25~ 55.87 m³/t,兰氏压力为 1.71~ 3.03 MPa;开平向斜煤矿中,东欢坨矿、范各庄矿、林西矿的吸附量较高,而唐山矿则较低(表 2)。

表 2 开平向斜煤层气吸附实验结果

Table2 Results of coalbed gas absorption test in Kaping syncline

井号及矿区	煤层号	实验条件	兰氏体积 /m ³ ·t ⁻¹	兰氏压力 /MPa
唐 5 井	5 煤	30℃,干燥	27.25	2.14
唐 5 井	8 煤	30℃,干燥	37.59	1.71
东欢坨矿	8 煤	30℃,干燥	47.05	5.18
唐 5 井	9 煤	30℃,干燥	55.87	3.03
唐 4 井	12~ 1 煤	30℃,干燥	49.75	2.04
范各庄矿	12 煤	30℃,干燥	47.83	5.12
唐山矿	12 煤	30℃,干燥	29.16	4.30
林西矿	7 煤	45℃,平衡水	38.25	3.72
东欢坨矿	8 煤	45℃,平衡水	28.87	2.15
唐山矿	12 煤	45℃,平衡水	28.88	2.53

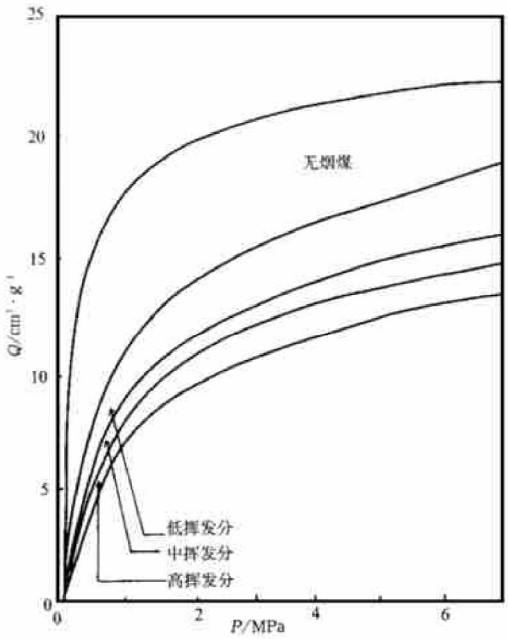


图 2 不同变质程度煤的吸附性

Fig. 2 Absorbability of coals in different metamorphic rank

2.2.3 物性

开平向斜内钱家营矿、范各庄矿、唐山矿煤层面割理倾向一般为 340°左右,不受构造影响,频度为 10~ 100 条/m,而且均未充填;钱家营矿面割理最不发育。开平向斜内端割理倾向在 150°左右,频度大于面割理。总体上开平向斜东南翼浅部割理不发育,这主要是由于煤层的风化作用所致。开平向斜西北翼裂缝发育,普遍存在倾向为 190°和 115°两组裂缝,这两组裂缝在东南翼也有表现,只是频度及延伸小于西北翼。煤层总孔隙度为 3.0%~ 13.29%,割理孔隙度为 0.89%~ 1.27%,比国内其它地区要低。西河凸起的西 2 井测井解释煤层孔隙度要好于开平地区,一般为 0.4%~ 14.0%。开平向斜石炭-二叠系煤层渗透率值变化较大,唐 1 井和唐 2 井的渗透率值较大,为 3.5×10⁻³ μm²;唐 5 井的渗透率值则较低,为 0.026×10⁻³~ 0.220×10⁻³ μm²。东南翼浅部甲烷风化带 800 m 以上的煤层为粉煤,其渗透率较低;西北翼唐山一带由于断层影响,构造裂缝发育,因而煤层渗透性较好。西河凸起西 2 井,测井解释煤层渗透率一般为 0.5×10⁻³~ 2.0×10⁻³ μm²,高于开平向斜。

2.3 保存

2.3.1 构造运动及上覆地层有效厚度

开平-涧河地区石炭纪至三叠纪一直为连续沉积。三叠纪末,印支-燕山运动使该区整体抬升遭受剥蚀。南部涧河地区剥蚀严重,煤层埋深较浅的

西河凸起,上覆地层有效厚度仅为 200 m 左右;而北部开平地区上覆地层有效厚度均在 200 m 以上,平均 900~1 000 m,最大厚度达 2 000 m 以上。向斜轴部上覆地层有效厚度逐渐增大,对煤层气的保存起到良好的作用。

2.3.2 水文地质条件

开平地区煤层埋藏较浅,与地表水连通,地层水矿化度较低。唐 4 井煤层中水的矿化度为 520~816 mg/l,为 NaHCO_3 水型;而埋藏较深的南部涧河地区水矿化度较高,封参 1 井煤层中水的矿化度为 4 777~5 737 mg/l,也为 NaHCO_3 水型。总体上,开平-涧河地区,从北到南、由向斜翼部到轴部,水动力条件由强到弱。因此,煤层气保存条件是由北向南、由向斜翼部到向斜轴部逐渐变好。

2.3.3 瓦斯风化带的深度

煤层瓦斯风化带是指煤层气含量小于 $2 \text{ m}^3/\text{t}$ 或瓦斯组分中甲烷含量小于 80% 的地带。从开滦

煤矿历年来瓦斯的组分资料分析,现今煤层埋深大于 800 m 时的甲烷组分含量明显增大,从而确定开平向斜 800 m 以上为煤层瓦斯风化带,其下是煤层气勘探的有利部位。

2.3.4 直接盖层

实验表明,开平向斜煤层上覆泥岩的平均渗透率为 $0.089 \times 10^{-3} \text{ mD}$,平均孔隙度为 1.97%,平均突破压力为 20.67 MPa,平均扩散系数为 $1.33 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$ 。因此上覆泥岩盖层的封盖能力较强。

3 结论

开平-涧河地区石炭系、二叠系煤及煤系暗色泥岩具有较强的生气能力,煤层气勘探的关键地质因素是储层及保存条件。含气量高、吸附量大、煤变质程度相对较深及盖层条件较好的地区,为有利勘探区。借鉴开滦煤矿的勘探经验,开平-涧河地区煤层深度在 800 m 以下的为有利勘探部位。

EVALUATION OF POOL-FORMING CONDITION FOR COALBED GAS IN KAPING-JIANHE REGION

Fan Wenke Zheng Hongju Chen Lei

(Jidong Oilfield Company of China Petroleum, Tangshan, Hebei)

Abstract: Kaping-Jianhe region situated in the boundaries of Tangshan City is a basin superposed by Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic sediments. The basin contains 20 coalbeds and 9 recoverable coalbeds, the cumulative thickness increases from southeast to northwest. The coalbeds contain rich organic carbon, microfabric is mainly vitrinite, the coals are gas coal and fat coal of moderate evolution with strong gas generatim ability. The buried depth of Kaping syncline increased from southeast to northwest, so as the amount of coalbed gas, the metamorphic grades and the amount of absorbed hydrocarbon. It suggests that the northwest part of the basin possesses favourable gas exploration prospects, and that the target beds are those buried deeper than 800 m.

Key words: coalbed gas; gas-bearing potential; absorptivity; effective thickness; Kaping-Jianhe region