

文章编号:1673-9469(2010)03-0046-04

白额地区2[#]煤层气藏成藏控制因素分析

李志杰¹,徐博会¹,郑柏平²,袁同星²,刘占勇²

(1.河北工程大学 资源学院,河北 邯郸 056038;2.中国煤炭地质总局第一勘探局,河北 邯郸 056004)

摘要:在分析白额地区2[#]煤储层空间发育特征、储层物性特征、含气量分布特征及区域构造背景的基础上,对煤层气成藏控制因素进行分析。结果表明:构造演化史直接控制着煤储层埋藏史及生烃史,是煤层气成藏主控因素;地下水水动力特征和围岩封闭特征决定了煤层气藏的保存条件,是煤层气成藏的关键;综合以上特征,可以得出2[#]煤煤层气藏为单斜-水动力封堵型煤层气藏。

关键词:煤层气;成藏类型;含气量;储层物性

中图分类号: TE122

文献标识码: A

Controlling factors of 2[#] coalbed methane reservoir in Bai'e District

LI Zhi-jie¹, XU Bo-hui¹, ZHENG Bai-ping², YUAN Tong-xing², LIU Zhan-yong²

(1. College of Nature Resource, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China; 2. The First Exploration Bureau, CNACC, Hebei Handan 056004, China)

Abstract: Based on the analysis of No.2 coalbed methane reservoir's 3D characteristics, gas content and their distribution features, physical properties of the reservoir, and regional tectonic background, the controlling factors of development features of coalbed methane reservoir were discussed. The results indicate that the regional tectonic evolution history, which dominates directly the burial history and hydrocarbon generation history, is the main governing factor of the coalbed methane reservoir. The groundwater hydrodynamic characteristic and surrounding rocks sealing characteristic are the key factors determining the preservation condition of coalbed methane reservoir. Summarily, The No.2 coalbed methane reservoir is monoclinic - hydrodynamic sealing reservoir type.

Key words: coalbed methane; pool-forming type; gas content; physical properties of the reservoir

煤层气是一种以吸附态为主、赋存在煤储层中、以甲烷为主要成分的非常规天然气。煤层气是一种洁净能源,可以在一定程度上弥补我国常规天然气的不足;煤层气的主要成分甲烷是一种温室气体,其产生的温室效应为二氧化碳的20倍,并且对臭氧层的破坏能力是二氧化碳的7倍^[1];煤层气(瓦斯)是煤矿生产中的有害气体,预先开采可以有效减少其突出和爆炸造成的危害。

我国已经在沁水盆地南部建成了煤层气商业开发示范区,现在勘探开发集中在河东煤田、铁法盆地和阜新盆地等地^[2]。白额地区位于河东煤田南部,区内煤层气资源丰富。关于煤层气成藏控

制因素及成藏类型前人做了很多研究^[3-6]。宋岩^[3]等在综合研究煤层气成藏控制因素的基础上对鄂尔多斯盆地东缘成藏类型进行了概括。然而,针对白额地区煤层气成藏因素的研究尚待深入。本文在分析2[#]煤储层空间发育特征、储层物性特征、含气量分布特征以及区域构造基础上,对煤层气成藏控制因素进行了探讨。

1 地质背景

1.1 构造特征

白额地区位于河东煤田南部,大地构造位置

收稿日期:2010-04-22

基金项目:河北省自然科学基金资助项目(F2009000833)

特约专稿

作者简介:李志杰(1984-),男,河北邯郸人,硕士研究生,从事煤田地质方面的研究。

位于华北地台鄂尔多斯台坳东缘的河东坳缘带的南部。河东坳缘带南部为乡宁-禹门口北东向断陷,为走向 NE,倾向 NW 的单斜构造,伴有次级宽缓的褶曲^[7]。白额地区地处乡宁-禹门口北东向断陷内。总体构造形态为一个走向 NE-NNE、倾向 NW 的单斜构造,地层倾角为 3°~8°,断层不发育,南部发育有 NE 向次级宽缓背、向斜构造,构造条件比较简单(图 1)。

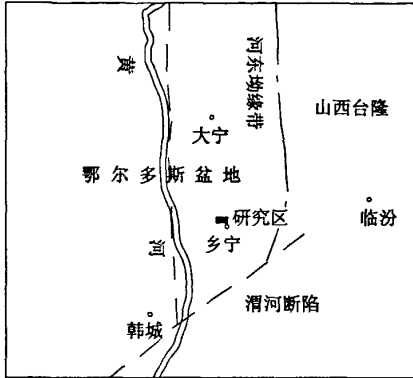


图1 区域构造概况

Fig.1 Regional structural situation

1.2 煤层发育特征

2#煤位于下二叠统山西组底部,上距 K₄ 砂岩底 47.22m 左右,沉积环境为一套湖坪-泻湖-三角洲沉积体系^[8]。煤层厚度为 2.09~6.23m,平均厚度 4.10m,变异系数 0.275,平面上分布稳定,局部含夹矸 1~2 层,属结构较简单煤层,总体上有自南向北逐渐变薄的趋势。该煤层埋深受构造控制作用明显,由东南向西北埋深逐渐增大,埋深 500~1050m,全部在风化带以下^[9],有利于煤层气的保存(图 2)。

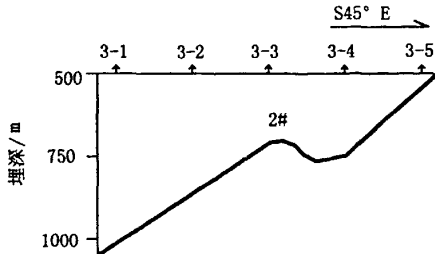


图2 2#煤横剖面示意图

Fig.2 Sketch map of the section of the No. 2 coal seam

2 煤储层物性特征及含气性

2.1 煤储层物性特征

煤岩煤质特征。2#煤镜质组最大反射率变化在 2.20%~2.50% 之间,煤层煤化程度较高,为高煤阶烟煤,煤级为贫煤、贫瘦煤。宏观煤岩成分以亮煤为主,含少量镜煤,少见暗煤及丝炭。宏观煤岩类型以半亮型煤为主,个别地方为半暗型煤。有机显微煤岩组分以镜质组和丝质组为主,镜质组含量在 66.5%~88.7% 间,平均为 78.8%,丝质组含量在 11.3%~33.5% 间,平均为 21.1%。矿物质含量一般在 6.1%~12.0% 之间,平均为 9.0%,原煤干燥基灰分含量为 10.90%~29.46%,平均值为 18.20%,属低-中灰煤,具有北高南低的总体分布趋势。孔隙-裂隙特征及渗透性。煤储层孔隙为煤层气储集的主要场所,裂隙分为割理和外生裂隙^[10],对煤层气的运移和产出起决定性作用。由等温吸附法、压汞法和低温液氮吸附法等测试得出,2#煤总孔隙在 36~67mm³/g 之间^[11],孔隙度 2% 左右,属于特低孔隙度煤层。孔径分布以大孔为主,过渡孔次之,微孔及中孔所占的比例最低,属过渡型孔隙类型。割理比较发育,密度平均为 12 条/cm,面割理走向 NE-SW,与本地区的走向近乎平行,端割理走向为 SE-NW。大部分割理面紧闭,裂隙中无充填物,连通性较差。外生构造裂隙不太发育。由于渗透性由外生构造裂隙体系和内生割理体系共同决定,测试得出渗透率为 0.01~0.90mD 之间,渗透率较低。

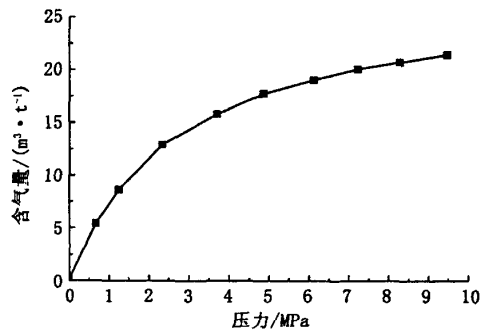


图3 2#煤空气干燥基等温吸附曲线

Fig.3 Isothermal adsorption curve of the No. 2 coal seam (air dried basis)

煤的吸附性能。煤层气主要以吸附状态赋存于煤储层中,吸附量的大小取决于煤对气的吸附能力,而吸附能力又取决于煤的孔隙率、变质程度

以及储层压力和温度,一般用等温吸附曲线来描述煤层气的吸附或解吸过程。 $2^{\#}$ 煤空气干燥基兰氏体积在 $27 \sim 37 \text{ m}^3/\text{t}$ 之间(图3)。

2.2 含气性

研究区地层倾向 NW,煤层气含量随埋深增大而增大($4.5 \sim 13 \text{ m}^3/\text{t}$)。总体上,浅部煤层气含量较低,深部煤层气含量较高。西南部背斜区域存在一近南北向椭圆形低气区,向斜区域存在一椭圆形高气区(图4)。

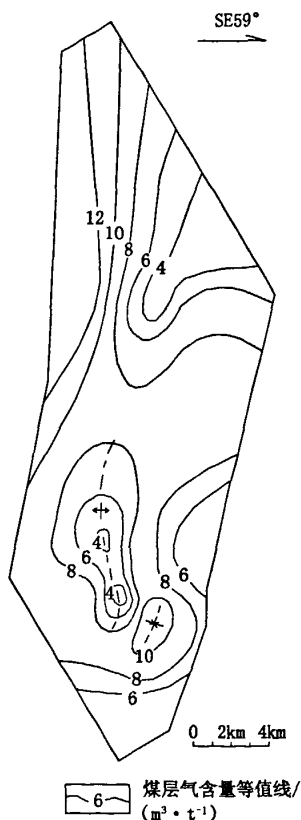


图4 $2^{\#}$ 煤含气量等值线图

Fig. 4 Gas content isoline of the No. 2 coal seam

3 煤层气富集主控因素分析

煤层气富集成藏的主控地质因素为区域构造演化、水动力作用和围岩封闭条件。其中构造演化不仅控制着含煤盆地煤的形成,还对煤层气的生成、聚集和保存有重要意义。含煤盆地抬升、煤层停止产气之后,上覆地层最薄时期是煤层气藏形成的关键阶段,当时煤层气散失的多少往往决定着现今煤层气含气量的大小。水动力条件和围

岩封闭条件等往往决定其成藏类型^[3,12]。

3.1 构造演化的控制作用

受加里东运动的影响,奥陶纪至早石炭纪本区抬升,地层遭受剥蚀。石炭-二叠纪,受海西运动的影响,至二叠纪末本区稳定沉降接受沉积。这一时期是地史上重要的成煤期, $2^{\#}$ 煤形成于这个时期,随着煤层埋深加大,煤化作用开始进行,同时煤层气开始生成。三叠纪由于印支运动的影响^[13],本区加速沉降,到三叠纪末达到最大埋深 3000 m , $2^{\#}$ 煤经历了长期深成变质作用,达到中等成熟阶段,同时也是煤层气生成的主要时期。印支期末至燕山期初,构造抬升使 $2^{\#}$ 煤盖层遭受剥蚀,随后由于燕山运动和吕梁山隆起共同的影响,致使本区先沉降然后抬升再沉降,但是埋深变化不太显著, $2^{\#}$ 煤达到高成熟阶段,达到最大生气量,同时这一时期为煤层气次要散失期,当时本区构造应力场挤压应力的最大主应力方向为 NW-SEE。白垩纪末由于喜马拉雅造山运动的影响^[14],本区持续抬升至今,上覆地层变薄,高煤阶煤层主要为割理-裂隙性孔隙,构造抬升后压力降低,割理裂隙面开启,渗透率增大,有可能造成煤层气大量散失^[15]。这一时期为本区煤层气主要散失期(图5)。

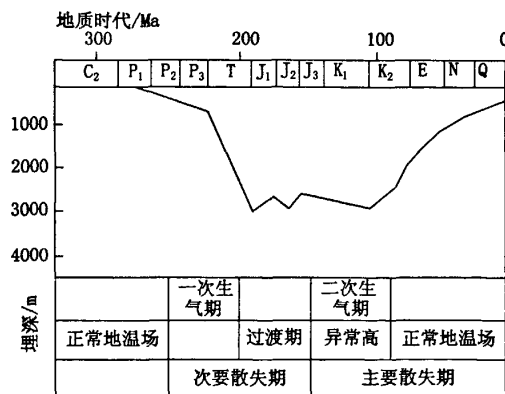


图5 $2^{\#}$ 煤埋藏史图

Fig. 5 Burial history of the No. 2 coal seam

随着煤层埋深的改变,储层压力、温度和煤级也处于不断改变之中^[16],煤的吸附能力与这3个因素有关,所以煤层气含量随着埋深也一直处于动态平衡状态之中。喜马拉雅期本区构造主应力场为 NE-SW 向挤压,与燕山期构造挤压轴向近乎平行,在这两种运动综合作用下,围岩封闭能力

变差,可能会加剧煤层气的散失。由于构造作用的影响,本区总体为一单斜构造,西北部煤层埋深大,覆盖层较厚,煤层气散失的偏少,含气量较高;东南部煤层埋深浅,盖层偏薄,煤层气散失多,含气量偏低。

3.2 水动力封闭条件的控制作用

2[#]煤层上覆地层为富水性极弱的裂隙承压含水层,水动力条件为临近水文地质单元侧向径流补给,由于单斜构造,沿着煤储层向深部运移,形成一个水动力条件相对滞流区域,水的承压作用使得储层压力增高,煤层气的解吸作用不易发生,地下水对煤层气形成封堵机制^[8],对煤层气的保存起到积极作用。

3.3 围岩封闭条件的控制作用

上、下覆地层对煤层气起到封闭保存作用,不同类型封盖层具有不同的封盖能力。泥岩页岩的封盖能力好于砂岩的封盖能力。2[#]煤层顶底板平面上分布稳定连续,顶板岩性主要为泥岩,偶为粉砂质泥岩或粉砂岩,底板岩性主要为粉砂岩质泥岩,局部为泥岩,良好的围岩封盖能力使得煤层气难以失散。

4 结论

1)构造演化史直接控制着煤储层埋藏史及生烃史,是煤层气成藏主控因素,煤层埋藏史通过改变储层压力、温度和煤级间接控制着煤吸附能力。

2)水动力条件和围岩封闭作用决定了煤层气藏的保存条件,是煤层气成藏的关键。

3)2[#]煤层气成藏类型为单斜-水动力封堵煤层气藏。

参考文献:

[1] 王宏,杨丽丽,李红,等. 我们煤层气资源开发意义探

究[J]. 辽宁大学学报(自然科学版),2008,35(1):85-88.

[2] 傅雪海,秦勇,韦重韬. 煤层气地质学[M]. 北京:中国矿业大学出版社,2007.

[3] 宋岩,刘洪林,柳少波,等. 中国煤层气成藏地质[M]. 北京:科学出版社,2010.

[4] 孙斌. 沁水煤层气田煤层气高产富集规律研究[D]. 北京:中国石油勘探开发科学研究,2002.

[5] 宋岩,王毅,王震亮. 煤层气成藏地质条件及气藏类型[M]. 北京:科学出版社,2005.

[6] 王红岩,刘洪林,赵庆波,等. 煤层气富集成藏规律[M]. 北京:石油工业出版社,2005.

[7] 廖昌珍,张岳桥,温长顺. 鄂尔多斯盆地东缘边界带构造样式及其区域构造意义[J]. 地质学报,2007,81(4):466-474.

[8] 吝文. 鄂尔多斯盆地二叠系山西组-石盒子组沉积特征研究[D]. 北京:中国地质大学能源学院,2005.

[9] 韦重韬,桑树勋. 河东煤田乡宁地区主煤层储层物性特征及意义[J]. 中国矿业大学学报,1997,26(4):45-48.

[10] 苏现波,林晓英. 煤层气地质学[M]. 北京:煤炭工业出版社,2009.

[11] 孙斌,邵龙义,李五忠,等. 大宁地区煤层气成藏控气因素分析[J]. 天然气工业,2008,28(3):40-44.

[12] 沈丽惠,齐俊启,赵志义,等. 煤层气生成及含气量控制因素[J]. 河北工程大学学报(自然科学版),2010,27(1):81-84.

[13] 张志庆,韦重韬,刘文平,等. 河东煤田中南部构造控气研究[J]. 能源技术与管理,2007,(4):10-12.

[14] 任战利. 鄂尔多斯盆地热演化史与油气关系的研究[J]. 石油学报,2006,17(1):17-24.

[15] 陈振宏,贾承造,宋岩,等. 构造抬升对高、低煤阶煤层气藏集层物性的影响[J]. 石油勘探与开发,2007,34(4):461-464.

[16] FAIZ M, SAGHAFI A, SHERWOOD N, WANG I. The influence of petrological properties and burial history on coal seam methane reservoir characterisation, Sydney Basin, Australia [J]. International Journal of Coal Geology, 2007, 70: 193-208.

(责任编辑 马立)