

文章编号:0253-9993(2011)09-1486-04

黔西织纳煤田少普矿区16号煤煤层气富集的地质控制因素

王 聪 吴财芳 欧 正 姜 玮 姜 伟

(中国矿业大学 资源与地球科学学院 煤层气资源与成藏过程教育部重点实验室 江苏 徐州 221008)

摘 要:从构造、煤层厚度、煤层埋深和水文地质条件4个方面探讨了少普井田16号煤煤层气富集的地质控制规律。结果表明:现今煤层含气量的分布规律体现出褶皱控气的特征,其含气性在不同褶皱部位有所不同;煤层气含量受煤层厚度和煤层埋深的的影响也比较明显,煤层厚度与含气量、煤层埋深与含气量均呈现出一定的正相关性;同时,矿区地下水条件对煤层气也具有良好的封闭作用。通过配置分析各地质因素表明:矿区中部区块地质构造发育、煤层厚度大、埋藏深度大、地下水动力弱有利于煤层气的富集。

关键词:煤层气;控制规律;富集条件;少普矿区

中图分类号:P618.11 文献标志码:A

Factors controlling the accumulation research of CBM enrichment of No. 16 coal seam in the Shaopu coal mining of Zhina coalfield on the west of Guizhou Province

WANG Cong, WU Cai-fang, OU Zheng, JIANG Wei, JIANG Wei

(Key Laboratory of CBM Resources and Reservoir Formation Process, School of Resource and Earth Science, China University of Mining & Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The control of geological conditions on the coalbed methane (CBM) accumulation of No. 16 coal seam in the Shaopu coal mining was discussed from four aspects: structure, coal seam thickness, burial depth of coal seam, and hydrogeologic condition. The following conclusions are drawn: the distribution of gas content in the present coal seam shows that the gas is controlled by folds, but gas is different in different fold positions due to different dev; it is very obvious that CBM content is influenced by thickness and the buried depth of coal seams, the coal seam and gas content, buried depth and gas content both shows certain positive correlation; meanwhile, the mining area groundwater condition of coalbed methane also has good sealing effect. Through the analysis of the geological factors configuration that: the central block of mining geological structure and development, coal thickness, buried depth, underground hydrodynamic weak enrichment to coalbed methane.

Key words: coalbed methane; control law; enrichment conditions; Shaopu coal mining

煤层气的富集受多种因素影响,在查清煤层含气特征及其展布规律的基础上,研究分析煤层气的富集条件,对于煤层气的勘探开发具有重要的指导意义。

少普矿区位于黔西织纳煤田,二叠系上统龙潭组是主要的含煤岩系,含煤面积 20.86 km²。通过煤层

气资源量计算,该矿区埋深小于 1 000 m 的煤层气资源量为 40.72 亿 m³,资源丰度达到了 1.95 亿 m³/km²。为了查清少普矿区煤层气富集规律,本文在阐明该区含气量展布规律的基础上,从构造特征、煤层特征、煤岩煤质特征、煤层埋藏深度、煤储层压力、煤

收稿日期:2010-11-21 责任编辑:韩晋平

基金项目:国家基础研究发展计划(973)资助项目(2009CB219605);国家科技重大专项资助项目(2008ZX05034);国家自然科学基金重点资助项目(40730422)

作者简介:王 聪(1985—),男,山西大同人,硕士研究生。E-mail: kingwangcong@163.com

顶底板岩性及其封闭性、水文地质条件等方面入手^[1-4],详细探讨了研究区控制含气量分布特征的地质因素。

1 矿区概况

少普井田位于织金县城南 25 km 处,行政区域属织金县阿弓区及珠藏区管辖。井田边界西北端分别依次以 F1、F2、F3、F5 断层为界与阿弓向斜南段相毗邻;东南以珠藏向斜轴部为界与肥田二、三井田接壤;西部以 15 勘探线为界;东抵大坝河与红梅井田相接。少普井田属于多煤层矿区,其中 16 号煤层比较稳定,全区发育,属于主采煤层之一。

2 16 号煤含气量展布特征

16 号煤层含气量总体上呈由东往西逐渐增大的趋势,东部由于煤层厚度较薄,地质构造影响不大,含气量较低,含气量小于 $6 \text{ m}^3/\text{t}$,中部含气量较高,最高

达 $15 \text{ m}^3/\text{t}$ 。而西部由于地贵背斜的影响,含气量有所降低,表现出“两端低、中间高”的规律。

在南北方向上,含气量也表现出一定的规律性,由北向南,含气量逐渐增大,北段由于受一些正断层影响,含气量偏低,在井田南部由于珠藏向斜的影响,有利于煤层气的富集,使得含气量增大(图 1)。由图 2 可以看出,少普井田 16 号煤层中,西南部煤层气比较富集,东北部含气量比较低。

3 16 号煤层煤层气富集的地质控制因素

3.1 构造特征

本井田构造简单,构造线方向以北东东为优势方向,主要构造形迹为宽缓的地贵背斜和珠藏向斜,背斜及向斜轴部沿着脊线及槽线方向均有不同程度的波状起伏。主要断裂分布于井田北部及西北侧边缘,地贵背斜北西翼受断裂破坏严重,然而井田内部断裂则少而小,对煤层破坏性很小(图 1)。

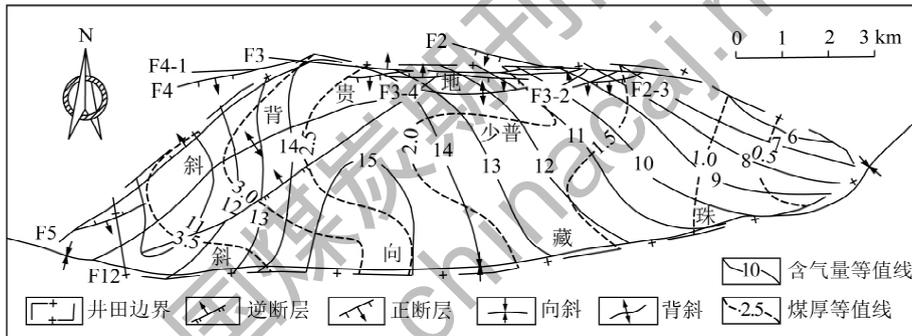


图 1 16 号煤层煤厚等值线与含气量等值线

Fig. 1 Coal seam thickness and methane content of No. 16 coal seam

地贵背斜顶部比较平缓,两翼地层明显不对称。北西翼地层倾角一般较陡,约为 20° 。近走向的 F1、F2、F3、F4 等断层,使背斜北翼遭到较大的破坏,且形成井田北部之天然边界。受断层影响,北翼地层倾角增大,一般为 $30^\circ \sim 40^\circ$,局部大于 45° ,深部倾角变陡。研究表明:背斜顶部裂隙比较发育,形成气体逸散运移的通道,故背斜轴部含气性往往较差,而两翼和倾伏端方向含气性变好^[5](图 1)。

井田主要断裂分布于井田北部及西北侧边缘,地贵背斜北西翼受 F12 断层(曾家坟断层,反向逆断层)断裂破坏严重。虽然地贵背斜顶部发育致密裂隙,但在北翼有逆断层形成(F12),煤层气应受逆断层的阻隔而煤层气得以较好地保存。在地贵背斜轴部 16 号煤层 11-5 钻孔测得甲烷含量为 $12.5 \text{ m}^3/\text{t}$,而在北翼逆断层破坏段 5-3 钻孔测得甲烷含量为 $14.9 \text{ m}^3/\text{t}$,含量明显增加。

井田南部为珠藏向斜,其向斜两翼往往裂隙发

育,不利于煤层气的富集,因此向斜轴部的含气性要比两翼好。越靠近向斜轴部,含气量就越高,少普井田含气量也呈现出相同的规律性。在南部靠近珠藏向斜轴部,含气量较高。在井田东部,地质构造简单,缺乏有利于煤层气富集的地质构造圈闭,所以含气量较低。

总体来说,本区 16 号煤层含气量的赋存规律与地质构造有着密切的关系。

3.2 煤层厚度

本井田含煤地层主要为二叠系上统龙潭组,属海陆交互相含煤建造。

16 号煤层位于煤系中下部,厚度变化不大,煤厚为 $0.30 \sim 7.34 \text{ m}$,平均厚约 2.4 m ,煤层由东往西厚度逐渐增大,煤层结构简单,稳定且全区可采。

一般认为,煤层厚度与煤层气富集有着重要关系。煤厚越大,含气量越高,煤层气越容易富集成藏。根据费克定律和质量平衡原理建立的煤层甲烷扩散

数学模型可知,在其他初始条件相似的情况下,煤层厚度越大,达到中值浓度或者扩散终止所需要的时间就越长^[6],对煤层气保存就越有利。根据国内外经验,单层煤厚度大于 3 m 的煤层一般具有高产可能^[7]。16 号煤层平均厚度在 2.4 m 左右,并且局部有接近 7 m 的厚煤带分布。这就为矿区煤层气的富集提供了有利条件,同时形成一系列的富气带。

16 号煤层煤厚的变化与含气量的变化呈现出一定的正相关性,随着煤层厚度由东向西逐渐增大,煤层含气量也表现出由东向西增大的趋势(图 1)。煤层厚度较大的地方,相应的含气量也较高,在煤层东

部,煤层厚度小于 1 m,含气量也较低,小于 $8 \text{ m}^3/\text{t}$,煤层中部,煤厚增加,而且煤层变化稳定,含气量迅速增大,最高达到了 $15 \text{ m}^3/\text{t}$,在煤层西部,虽然煤层厚度最大,由于地贵背斜的控气作用,含气量有所降低。

3.3 煤层埋深

大量实测资料证明:在瓦斯风化带以下,同一煤类随埋深增加,含气量增大^[8]。16 号煤层东部埋深较浅,中部埋深较大,最深处超过了 1 500 m,西部埋深总体上大于东部(图 2)。通过对矿区煤层含气量与煤层埋深之间的相关性分析,含气量随埋深的增加表现为“对数型”增大的趋势(图 3)。

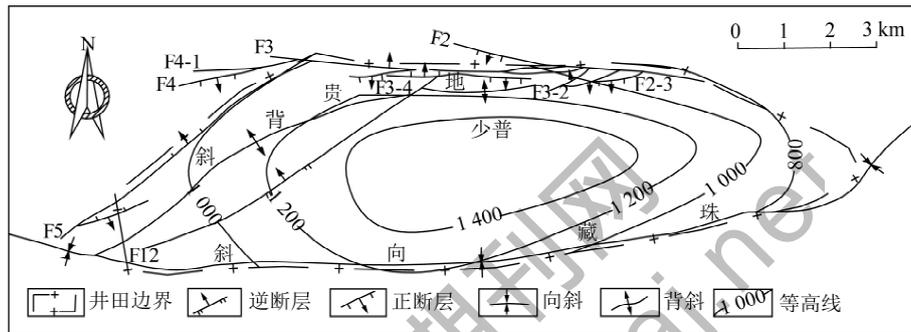


图 2 16 号煤层底板等高线

Fig. 2 Coal floor contour map of No. 16 coal seam

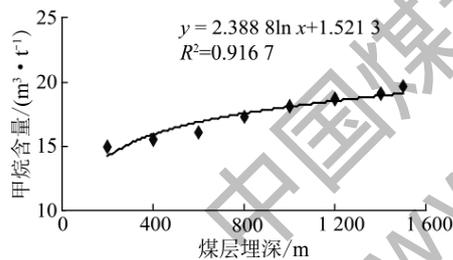


图 3 16 号煤层埋深与含气量的关系

Fig. 3 Relationship between coal seam depth of No. 16 coal seam and coalbed methane content

相关分析表明:浅部煤层的甲烷含量随埋深的增加其变化梯度大,往深部增加梯度逐渐变小,到一定深度(1 000 m)以后,含气量变化不大,此时埋深对含气量的影响变小。

3.4 水文地质条件

水文地质是影响煤层气赋存的一个重要因素。煤层气以吸附状态赋存于煤的孔隙中,地层压力通过煤中水分对煤层气起封闭作用。因此,水文地质条件对煤层气保存、运移影响很大,对煤层气的开采也至关重要。水文地质的控气特征可概括为 3 种作用:①水力运移逸散控气作用;②水力封闭控气作用;③水力封堵控气作用。其中,第 1 种作用导致煤层气散失,后 2 种作用则有利于煤层气保存^[9-10]。

本井田位于地贵背斜,主要直接充水含水层位大

隆、长兴组,出露于煤系顶部一逆向陡坡上,补给条件差,故降水下渗量小。龙潭组岩石裂隙小,裂隙率低,一般 < 5%,大部分为封闭型,钻孔抽水结果单位涌水量小,为 $0.000 457 6 \sim 0.011 693 0 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m})$,富水性弱。主要含水组为 $P_1 m$ 、 $T_1 f^2$ 、 $T_1 f^4$,其次为 $T_1 f^3$ 、 $T_1 f^1$ 、 $P_2 \beta$ 为相对隔水层,煤系上覆、下伏各含水层与煤系间均有相对隔水层,断层导水性差,地表水体规模小,边界进水条件简单,煤层储量 2/3 位于当地侵蚀基面以上。

地贵背斜北翼发育大型逆断层(F12),期间发育多条小型断层。矿井开采发现断层带大部分被泥质充填,并重新胶结,导水性差,个别断层出现涌水和淋水现象,但水量快速衰减,为静储量消耗。总体而言,区内断层的富水性弱,断层带煤层甲烷含量稍低的原因在于断层两侧裂隙较为发育,导致煤层气有所逸散。

总的来说,本井田水文地质条件简单,16 号煤层与各个含水层之间无明显的水力联系。本煤层地下水系统处于封闭状态,对煤层气有很好的封堵作用,使得煤层气受水力封闭作用而富集^[11-13]。这也是全区煤层气含量普遍较高的主要原因之一。

4 结 论

(1) 16 号煤层含气量赋存规律总体上呈由东向

西逐渐增大的趋势,表现出“两端低、中间高、南部大于北部”的规律。

(2) 地质构造是本区 16 号煤层含气量最主要的控制因素。煤层西部和南部发育褶曲,有利于煤层气富集,但不同的褶曲部位含气量不同。矿区地贵背斜、珠藏向斜对煤层气富集有明显的控制作用,背斜轴部由于裂隙发育而不利于煤层气的富集,两翼相对轴部较好,尤其在北翼由于 F12 逆断层的出现,形成了局部封盖条件,有利于煤层气的富集。相反向斜两翼裂隙发育而不利于煤层气的富集,两翼相对轴部较差。

(3) 其他控制含气量的主要因素还包括煤层厚度、煤层埋深和地下水条件。16 号煤层含气量总体上随着煤层厚度和煤层埋深的增大而增大,含气量与煤厚、含气量与埋深之间都呈现出了较好的正相关关系;同时矿区地下水条件对煤层气具有良好的封闭作用。

(4) 矿区东、西两端煤层气不富集,中部煤层气富集。通过配置分析各地质因素发现:矿区中部地质构造发育、煤层厚度大、埋藏深度大、地下水动力弱,有利于煤层气的富集。

参考文献:

- [1] 张松航,汤达祯,唐书恒,等.鄂尔多斯盆地东缘煤层气储集与产出条件[J].煤炭学报,2009,34(10):1297-1304.
Zhang Songhang, Tang Dazhen, Tang Shuheng, et al. Preservation and deliverability characteristics of coalbed methane in east margin of Ordos Basin[J]. Journal of China Coal Society, 2009, 34(10): 1297-1304.
- [2] 姚艳斌,刘大锰,黄文辉,等.两淮煤田煤储层孔-裂隙系统与煤层气产出性能研究[J].煤炭学报,2006,31(2):164-169.
Yao Yanbin, Liu Dameng, Huang Wenhui, et al. Research on the pore-fractures system properties of coalbed methane reservoirs and recovery in Huainan and Huaibei coal-fields[J]. Journal of China Coal Society, 2006, 31(2): 164-169.
- [3] 秦勇,宋党育,王超.山西南部晚古生代煤的煤化作用及其控气特征[J].煤炭学报,1997,22(3):230-235.
Qin Yong, Song Dangyu, Wang Chao. Coalification of the upper Paleozoic coal and its control to the generation and preservation of coalbed methane in the Southern Shanxi[J]. Journal of China Coal Society, 1997, 22(3): 230-235.
- [4] 陈萍,唐修义.低温氮吸附法与煤中微孔隙特征的研究[J].煤炭学报,2001,26(5):552-556.
Chen Ping, Tang Xiuyi. The research on the adsorption of nitrogen in low temperature and micro-pore properties in coal[J]. Journal of China Coal Society, 2001, 26(5): 552-556.
- [5] 李贵中,王红岩,吴立新,等.煤层气向斜控气论[J].天然气工业,2005,25(1):26-28.
Li Guizhong, Wang Hongyan, Wu Lixin, et al. Theory of syncline-controlled coalbed methane[J]. Natural Gas Industry, 2005, 25(1): 26-28.
- [6] 傅雪海,秦勇,韦重韬.煤层气地质学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2007:106-107.
- [7] 秦勇,叶建平,林大扬,等.煤储层厚度与其渗透性及含气性关系初步探讨[J].煤田地质与勘探,2000,28(1):24-27.
Qin Yong, Ye Jianping, Lin Dayang, et al. Relationship of coal reservoir thickness and its permeability and gas-bearing property[J]. Coal Geology & Exploration, 2000, 28(1): 24-27.
- [8] 王宏图,鲜学福,杜云贵,等.煤矿深部开采煤层气含量计算的解析法[J].中国矿业大学学报,2002,31(4):367-369.
Wang Hongtu, Xian Xuefu, Du Yungui, et al. Analytic method of calculating gas content in coal seam in deep mining[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2002, 31(4): 367-369.
- [9] 叶建平,武强,王子和.水文地质条件对煤层气赋存的控制作用[J].煤炭学报,2001,26(5):459-462.
Ye Jianping, Wu Qiang, Wang Ziheng. Controlled characteristics of hydrogeological conditions on the coalbed methane migration and accumulation[J]. Journal of China Coal Society, 2001, 26(5): 459-462.
- [10] 王勃,姜波,王红岩,等.低煤阶煤层气藏水文地质条件的物理模拟[J].煤炭学报,2007,32(3):258-260.
Wang Bo, Jiang Bo, Wang Hongyan, et al. Hydro-geological condition physical simulation of the low rank coalbed methane reservoir formation[J]. Journal of China Coal Society, 2007, 32(3): 258-260.
- [11] 张群,冯三利,杨锡禄.试论我国煤层气的基本储层特点及开发策略[J].煤炭学报,2001,26(3):230-235.
Zhang Qun, Feng Sanli, Yang Xilu. Basic reservoir characteristics and development strategy of coalbed methane resource in China[J]. Journal of China Coal Society, 2001, 26(3): 230-235.
- [12] 张建博,王红岩,邢厚松.煤层气高产富集主控因素及预测方法[J].油气井测试,2000,9(4):62-65.
Zhang Jianbo, Wang Hongyan, Xing Housong. High yield enrichment dominative factor and CBM forecasting methods[J]. Well Testing, 2000, 9(4): 62-65.
- [13] 闫宝珍,王延斌,丰庆泰.基于地质主控因素的沁水盆地煤层气富集划分[J].煤炭学报,2008,33(10):1102-1106.
Yan Baozhen, Wang Yanbin, Feng Qingtai. Coalbed methane enrichment classifications of Qinshui Basin based on geological key controlling factors[J]. Journal of China Coal Society, 2008, 33(10): 1102-1106.