

文章编号: 1001-1986(2011)04-0020-04

# 鄂尔多斯盆地彬长矿区煤层气赋存特征

刘会彬<sup>1</sup>, 胡少博<sup>1</sup>, 尹润生<sup>1</sup>, 曹 剑<sup>1</sup>, 王 飞<sup>2</sup>

(1. 陕西省彬县煤炭有限责任公司, 陕西 彬县 713500;

2. 陕西彬长矿业集团胡家河煤矿, 陕西 长武 713600)

**摘要:** 鄂尔多斯盆地彬长矿区是我国“十五”和“十一五”期间重点规划建设的能源基地。利用彬长矿区部分矿井地质和矿井瓦斯资料, 通过对该矿区煤层气的来源、顶底板岩层的封存、地质构造的影响等特征的分析研究, 确定了彬长矿区中部和向斜构造核部为煤层气赋存的有利区域, 且煤层气主要赋存于 4 号煤层及其围岩中, 在顶底板封存良好的区域, 煤层气可达 5.71 m<sup>3</sup>/t。通过分析蒋家河矿井的地质勘探数据, 推算出彬长矿区煤层气的地质储量和开采储量分别为 542×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> 和 162.6×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 由此可见, 彬长矿区煤层气具有很好的勘探开发前景。

**关键词:** 彬长矿区; 煤层气; 赋存特征; 勘探开发前景

**中图分类号:** P618.11 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-1986.2011.04.006

## Occurrence features of coalbed methane of Binchang mining area in Ordos basin

LIU Huibin<sup>1</sup>, HU Shaobo<sup>1</sup>, YIN Runsheng<sup>1</sup>, CAO Jian<sup>1</sup>, WANG Fei<sup>2</sup>

(1. Bin County Coal Co., Ltd., Bin County 713500, China;

2. Hujiahe Coal Mine, Binchang Mining Group of Shaanxi, Changwu 713600, China)

**Abstract:** Binchang mining area in Ordos basin is an important resource base to be planned and constructed during China's "National Tenth Five-year Plane" and "National Eleventh Five-year Plane". Using some mine geological data and CBM emission data, through analyzing the occurrence features which are the source of CBM, and the sealing of top-lower rocks, and the effect of geological structure, it was confirmed that the center part and syncline center of Binchang mining area are the favorable zones for coalbed methane occurrence, the CBM occurs mainly in seam No.4 and the surrounding rocks, the zones that are well sealed can have CBM content of 5.71 m<sup>3</sup>/t. Through analysis of geological exploration data of Jiangjiahe, in Binchang mining area the CBM geological reserves and extractable CBM reserves are respectively about 542×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> and 162.6×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, therefore the Binchang mining area has good prospective for CBM exploration and development.

**Key words:** Binchang mining area; coalbed methane(CBM); occurrence features; prospective for exploration and development

煤层气是形成并储集于煤层的一种自生自储的非常规天然气, 其主要成分是烃类甲烷气体, 在煤矿俗称瓦斯或煤层瓦斯<sup>[1-2]</sup>。据 2006 年国家新一轮油气资源评价, 埋深浅于 2 000 m 的煤层气地质资源量达 36.81×10<sup>12</sup> m<sup>3</sup><sup>[1]</sup>, 位居世界第 3 位<sup>[1,3]</sup>。陕西省煤炭资源丰富, 2 000 m 以浅煤层气资源量 13 095×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 位居全国第 3 位<sup>[4]</sup>, 其中韩城、铜川、彬长矿区煤层气资源丰富<sup>[5]</sup>。彬长矿区煤层气资源丰富, 开展地面抽采、利用具有较好的前景, 但该矿区总体研究程度较低, 亟需开展系统的煤层气地质研究和地面抽采试验, 为煤矿安全生产提供保障<sup>[5]</sup>。

## 1 矿区地质概况

彬长矿区位于黄陇侏罗纪煤田中部, 地处咸阳市彬县、长武县境内。矿区规划面积 577.39 km<sup>2</sup>, 煤炭地质储量 78.91×10<sup>8</sup> t。本区含煤地层为侏罗系中统延安组。延安组地层含煤 8 层, 其中 4 号煤为主采煤层, 其多为中厚—特厚煤层, 平均厚度 19.39 m, 矿区内部煤层最厚可达 30 m 以上, 其资源量约占彬长矿区煤炭总资源量的 90%以上。本区地质构造简单, 煤层赋存稳定。煤质优良, 灰分小于 12%, 硫分小于 0.5%, 属低硫、低磷、低灰、高热值的优质动力煤。该区开采条件优越, 适宜大规模

收稿日期: 2010-08-30

作者简介: 刘会彬(1979—), 男, 陕西彬县人, 硕士, 工程师, 从事煤矿地质研究工作。

模机械化开采,是建设大型现代化矿井的理想之地。

在区域构造上,彬长矿区位于鄂尔多斯盆地南部的渭北隆起北缘的彬县—黄陵拗褶带。总体构造形态为中生界构成的 NW 缓倾的单斜构造,在此单斜上展布一些宽缓而不连续的次级褶皱构造。从南到北,矿区发育的背斜有太峪背斜、彬县背斜、路家—小灵台

背斜及矿区北部的七里铺—西坡背斜(图 1)。这些褶皱构造两翼多不对称,南缓北陡,南翼 1°~3°,北翼 4°~8°,它们对矿区煤层分布起着一定的控制作用,背斜轴部常缺失含煤地层及煤层。地表未发现断层,在矿区的水帘矿、火石嘴矿、下沟矿和蒋家河矿的生产矿井中,可见少量断距为 1.2~6 m 的小断层。

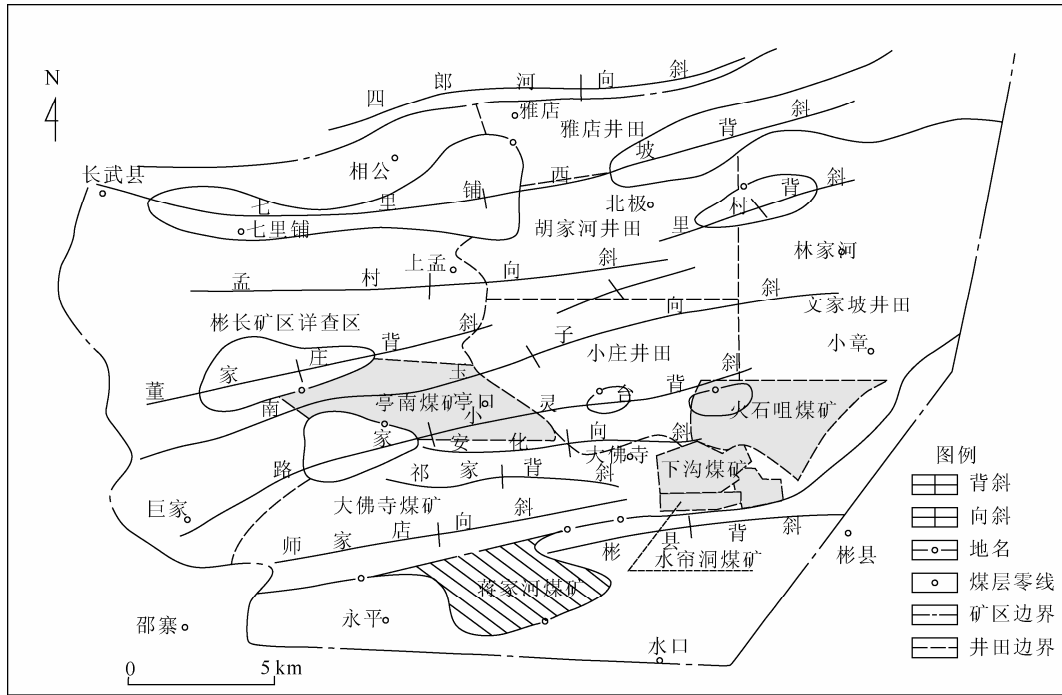


图 1 彬长矿区构造纲要和井田位置图

Fig. 1 The structure outline and the mine filed location of Binchang mining area

## 2 煤层气来源

a. 彬长矿区赋存的煤层气除煤层内自生自储外,煤层顶底板内也有较多的煤层气储积,其含量基本和煤层内含量相同(表 1),同时矿井实际生产中瓦斯涌出量也很大(表 2)。4 号煤为彬长矿区的主要气源层,埋深 300~700 m,结构简单,厚度大,分布广,可采面积达 577.39 km<sup>2</sup>,同时煤层埋藏深度、煤变质程度、镜质组含量、煤层的顶底板泥岩厚度与煤层气呈正相关关系<sup>[5]</sup>。彬长矿区 4 号煤层可采范围内大面积样点以氮气、沼气为主,甲烷浓度高,含量大,甲烷成分最高值 50%以上,大佛寺井田勘探的煤层气最高含量 5.71 mL/g。

表 1 4 号煤及其顶板瓦斯测定对照表

Table 1 Gas composition measured from seam No.4 and roof

孔号	层位	CH <sub>4</sub> /%	CO <sub>2</sub> /%	N <sub>2</sub> /%	CH <sub>4</sub> /mL·g <sup>-1</sup>
2-2	4 号煤顶板	35.64	1.91	62.45	1.99
	4 号煤层	40.35	3.12	56.53	2.39
3-1	4 号煤顶板	31.46	2.99	65.55	2.35
	4 号煤层	28.30	2.20	69.50	2.41

表 2 彬长矿区 2008 年部分矿井瓦斯涌出量统计

Table 2 Gas emission of Binchang mining area in 2008

矿井	绝对涌出量	相对涌出量
	/m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>	/m <sup>3</sup> ·min <sup>-1</sup>
大佛寺	155.49	21.79
下沟	31.51	4.39
水帘洞	16.88	5.61

b. 彬长矿区延安组合煤地层,地表无出露,属于一套生油含煤内陆碎屑河、湖沼相沉积<sup>[5]</sup>,在煤和石油共生矿区,煤层瓦斯高可能与油气田的瓦斯侵入有关<sup>[7-8]</sup>。彬长矿区范围为煤炭、石油、天然气共生区,瓦斯来源较多,在蒋家河矿井地质报告中,将该矿的煤定性为富油不粘煤,说明彬长矿区煤层中可能含有油成天然气。

## 3 煤层气赋存特征及其影响因素

煤层气的多少取决于保存条件的好坏,主要因素是煤层储气条件、区域地质构造和采矿活动<sup>[8-9]</sup>。

### 3.1 围岩对煤层气的封盖作用

彬长矿区 4 煤层顶底板均为厚度较大、透气性

较差的泥岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩等，顶板厚度 12~20 m，底板 4~10 m。4 号煤层顶底板的孔隙度低，渗透性差，排驱压力大，表现为隔气层性质，对煤层气起到很好的保存作用。

### 3.2 褶皱构造对煤层气赋存的影响

褶曲构造属于弹塑性变形，可保留一定范围的原始应力状态，在褶皱的轴部形成相对高压区，成

为煤层气赋存的良好部位<sup>[8]</sup>，单纯从向斜构造来看，两翼倾角越小、断裂不发育或发育逆断层，则有利于瓦斯保存<sup>[3]</sup>。彬长矿区主要受一系列近 EW 向宽缓褶皱控制，向斜两翼地层倾角平缓，断层断裂均不发育，在同一埋深及条件相同的情况下，有利于煤层气的富集，因此在蒋家河煤矿中部形成 N<sub>2</sub>-CH<sub>4</sub> 带，局部地段形成 CH<sub>4</sub> 带(图 2)<sup>[6]</sup>。

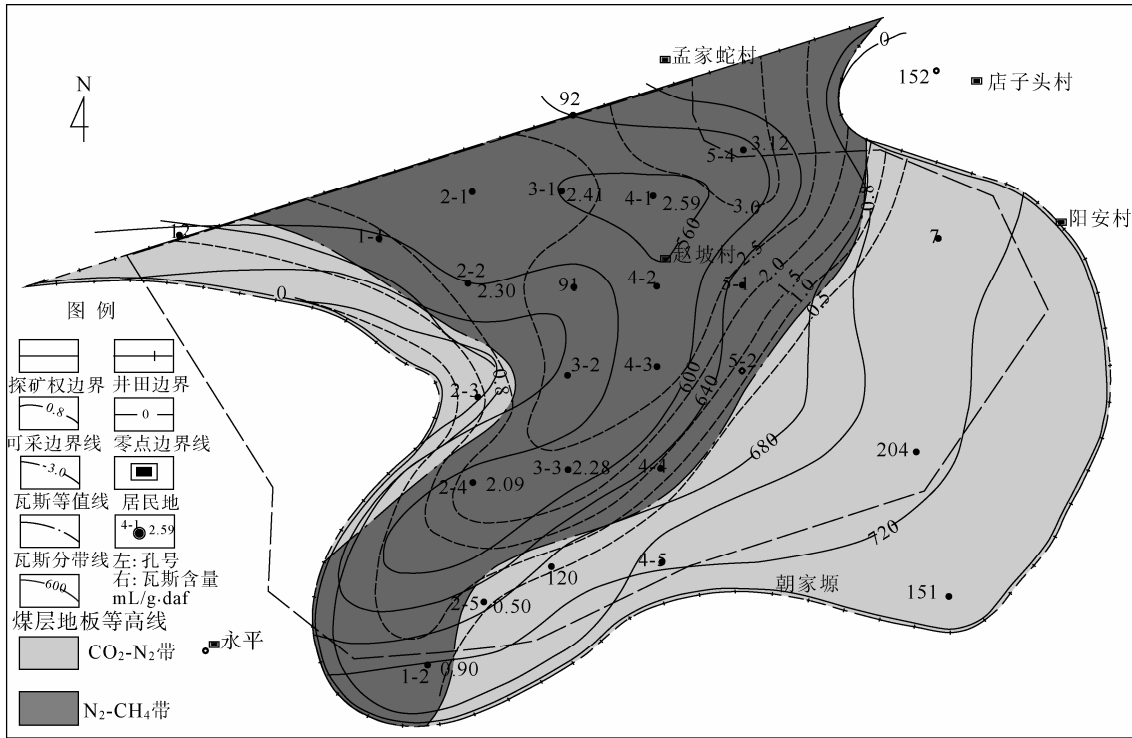


图 2 彬长矿区蒋家河煤矿 4 号煤瓦斯含量等值线图

Fig. 2 The gas content contour of seam No.4 of Jiangjiahe coal mine in Binchang mining area

### 3.3 地质构造演化对煤层气赋存的影响

彬长矿区处于鄂尔多斯盆地南缘渭北隆起区，继承了石炭纪、二叠纪和三叠纪沉积盆地特征，中生代以来，盆地边缘受燕山、喜山构造运动的影响较大<sup>[10]</sup>，盆地内部的彬长矿区未受到大的构造运动改造，地层完整性好，未发现有的断裂带和断层发育，导致中生代侏罗纪延安组煤层中的煤层气未能有效释放，附着在煤体内部，或者运移富集在围岩地层中，致使矿区的煤层气富集成藏。

### 3.4 煤岩组分与煤层气含量的关系

彬长矿区煤岩组分中，有机质显微组分含量较高，平均值 94.3%，其中镜质组及半镜质组含量相对较低，平均值为 25.3%；惰质组平均值 66.0%；壳质组含量较少，平均值 3.0%。镜质体反射率 0.593%~0.648%，说明煤的成熟度不高，煤层生气潜力大，孔隙度大，渗透率高，煤层气易于解吸运移<sup>[8]</sup>，这是彬长矿区煤层气受采煤扰动后瓦斯迅速积聚，造

成工作面瓦斯高的一个重要因素。

### 3.5 地下水活动与煤层气含量的关系

彬长矿区煤层本身含水性较差，且煤层之上的直罗组、洛河组含水层与煤层之间有透水性较差的泥岩相隔，煤层之下为铝土质泥岩和杂色砂泥岩也起到隔水作用，因此地下水对煤层气影响很小，使得煤层气在较长地质时期未随地下水的运移而逸散。由于矿区地下水主要为承压潜水，反而对煤层气起到很好的封存作用。

### 3.6 埋深与煤层气含量的关系

在煤层瓦斯风化带之下的甲烷带内，瓦斯含量与煤层的埋藏深度之间都存在正相关关系，即随着煤层埋藏深度的增加而增加<sup>[7-8]</sup>。彬长矿区 4 号煤层平均埋深 620 m，最高含量约为 3.0 mL/g.daf，同时随着埋深每增加 85.50 m，瓦斯含量相应增加 1 mL/g.daf<sup>[6]</sup>，因此煤层气含量随着煤层埋深增加而增加。

#### 4 煤层气的平面赋存特征

煤层受构造控制和基底岩层的影响,导致瓦斯分布也不均一,具有分区分段性;断裂发育较少,也能造成煤体内部瓦斯不能有效释放<sup>[3]</sup>。彬长矿区三叠系基底岩系顶面的起伏不平,经下侏罗统富县组地层填平补齐后,为延安组沉积巨厚煤层创造了有利条件<sup>[6]</sup>;加之煤层的赋存受一系列近东西向褶皱的控制(图1),导致煤层具有中部厚边缘薄、向斜核部厚两翼薄的特点(图2),煤层最厚可达30 m以上。因此在彬长矿区,处于向斜核部两侧与煤层厚度大的区块,煤层气含量较大,是煤层气富集区,为有利勘探开发部位。

#### 5 煤层气储量估算

根据DZ/T0216-2002《煤层气资源/储量规范》,煤中镜质体反射率小于0.7%,属I-II变质阶段之烟煤,即不粘煤-长焰煤范畴,按规范规定其煤层含气量下限为 $1 \text{ m}^3/\text{t}$ ,煤层厚度下限为0.8 m,煤层气具有可采性。

现以蒋家河煤矿煤层气储量计算为例,估算彬长矿区煤层气储量。

蒋家河煤矿在小区构造上受赵坡向斜控制,其轴部恰好为煤层气聚集区。该矿煤层属不粘煤,镜质体反射率为0.593%~0.648%,均小于0.7%;煤层气最高达 $3.13 \text{ m}^3/\text{t}$ ,最低 $0.50 \text{ m}^3/\text{t}$ ,平均 $2.96 \text{ m}^3/\text{t}$ (解吸煤样瓦斯含量平均值);含气区面积不小于 $9 \text{ km}^2$ (以0.8 m煤厚线为下限),煤体容重 $1.38 \text{ t}/\text{m}^3$ ,含气区煤层厚约8 m,据此推算煤层气储量为 $2.94 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

蒋家河井田地质勘查报告对4煤层顶板采样分析结果表明,顶板煤层气含量与4煤层煤层气含量基本相同,以此推算围岩煤层气量约为 $2.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,蒋家河井田煤层气地质储量为 $5.84 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。彬长矿区内,位于蒋家河井田NE方向(图1)的下沟井田与蒋家河井田均受近东西向宽缓褶皱构造影响,它们在瓦斯赋存上应有相似特征。下沟井田2003年被鉴定为低瓦斯矿井,但矿井内有高瓦斯区,采掘期间瓦斯时有超限,2005年瓦斯抽放系统投入使用,抽放率为30%~35%,瓦斯超限得到有效治理<sup>[6]</sup>。蒋家河井田因开发较晚,没有瓦斯抽放数据,因此借鉴下沟井田的抽放率,可以推算蒋家河井田煤层气开采储量为 $1.75 \times 10^8 \sim 2.04 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

蒋家河井田4号煤层煤炭储量为 $8\,503 \times 10^4 \text{ t}$ <sup>[6]</sup>,

煤层气含量可高达 $6.87 \text{ m}^3/\text{t}$ ,而彬长矿区煤炭储量为 $78.91 \times 10^8 \text{ t}$ ,按煤层气含量 $6.87 \text{ m}^3/\text{t}$ 推算,整个矿区煤层气地质储量约为 $542 \times 10^8 \text{ m}^3$ ;按照30%的抽放率计算,矿区煤层气开采储量为 $162.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。由此可见,彬长矿区煤层气具有很大的开采前景。

#### 6 结论

a. 彬长矿区煤炭资源丰富,煤层气地质储量约 $542 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,开采储量为 $162.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,这为该矿区煤层气的开采提供了坚实的物质基础,具有广阔的开发前景。

b. 通过分析彬长矿区构造及煤层赋存特征可知,彬长矿区中部及向斜核部两侧为煤层气富集区域,也即煤层气勘探开发的重点区域。

c. 彬长矿区虽然煤层气资源丰富,但由于矿区规划较晚,勘探程度较低,使煤层气的开采还处于井下抽采为主的局部开采阶段,地面开采仅处于政策规划阶段。如果能尽快地进入实质性开发开采,将会对区域经济和煤炭安全开采带来很大的好处。

#### 参考文献

- [1] 贾承造. 煤层气资源储量评估方法[M]. 北京:石油工业出版社, 2007.
- [2] 苏现波,陈江峰,孙俊民,等. 煤层气地质学与勘探开发[M]. 北京:科学出版社, 2001.
- [3] 张子敏. 瓦斯地质学[M]. 徐州:中国矿业大学出版社, 2009.
- [4] 张新民,庄军,张遂安. 中国煤层气地质与资源评价[M]. 北京:科学出版社, 2002.
- [5] 王双明,高新民,范立民. 陕西省煤层气资源及开发前景[G]//范立民,赵生茂,曹济中. 高产高效煤矿建设的地质保障技术——陕西省煤炭学会学术年会论文集. 北京:地质出版社, 2009: 3-9.
- [6] 韦文奎. 蒋家河井田勘探地质报告[R]. 西安:煤田地质局一八六队, 2006.
- [7] 杨孟达,刘新华,王瑛,等. 煤矿地质学[M]. 北京:煤炭工业出版社, 2000.
- [8] 胡殿明,林柏泉,吕有厂,等. 煤层瓦斯赋存规律及防治技术[M]. 徐州:中国矿业大学出版社, 2006.
- [9] 李增学,魏久传,房庆华,等. 煤矿地质学[M]. 北京:煤炭工业出版社, 2009.
- [10] 车自成,刘良,罗金海. 中国及其邻区区域大地构造学[M]. 北京:科学出版社, 2002.