

文章编号: 1001-1986(2005)03-0033-03

宁夏汝箕沟矿区煤层气地质学特征

张学文¹, 穆桂松², 孟 方¹, 苏现波³ (1. 中国地质大学, 北京 100083;
2. 河南省教育学院, 郑州 450003; 3. 河南理工大学, 河南 焦作 454000)

摘要: 根据煤田勘探、煤矿开采阶段的资料, 结合室内外观测测试, 探讨了二号煤的煤层气地质学特征: a. 汝箕沟矿区二号煤厚度巨大、连续性强、含气量高, 为煤层气开发奠定了物质基础; b. 煤阶高, 但基质孔隙、割理、外生裂隙发育, 储层渗透性好; c. 区域上异常高压的分布范围可能比较广泛, 且吸附等温线反映出利于降压排采的特征。这些都充分说明该区煤层气的勘探开发可与沁水盆地相媲美, 且在煤厚、渗透性、异常压力、吸附等方面优于沁水盆地。

关键词: 汝箕沟矿区; 煤层气; 地质学特征; 勘探开发

中图分类号: P618.11 **文献标识码:** A

Coalbed gas geological characteristics of No. 2 coal in Rujigou district, Ningxia

ZHANG Xue-wen¹, MU Gui-song², MENG Fang¹, SU Xian-bo³

(1. Geological University of China, Beijing 100083, China; 2. Education Institute of Henan Province, Zhengzhou 450003, China; 3. Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: According to the data collected from different stages of coal exploration, coal mining, field investigation and laboratory measurements, the reservoir characteristics of No. 2 coal are emphasized in this paper. The results show: a. No. 2 coal seam is thick, laterally extensive, and high gas content, and that is the foundation for coalbed methane development; b. Although the coal rank is high, the matrix pores, cleats, and fractures are well-developed, therefore, the reservoir permeability is high; c. Perhaps the abnormal high reservoir pressure distributes regionally, as well as the adsorption isotherm showed that the coalbed gas can be quickly developed during depressurizing process. The conditions of coalbed gas are more favorable for development in the Rujigou district than that in the Qinshui basin with the correlations of coal thickness, permeability, abnormal high pressure, and adsorption.

Key words: Rujigou coal district; coalbed gas; geological characteristics, exploration and development

1 引言

汝箕沟矿区位于贺兰山中段, 距石嘴山市约 25 km, 是我国重要的优质无烟煤(太西煤)产地。该矿区总面积约 90 km², 由两个北东走向的向斜构成。东部为汝箕沟向斜, 由北而南可划分为 3 个井田: 白芨沟井田、大峰井田、大岭井田; 西部为二道岭向斜。这两个向斜被木呼鲁背斜分割(图 1)。矿区内发育的中生代地层为上三叠统延长群(厚 1986 m)、下中侏罗统延安组(厚 180~281 m)、中侏罗统直罗组(厚 200~300 m)、上侏罗统安定组(厚度大于 667 m)。直罗组构成汝箕沟向斜核部, 安定组构成二道岭向斜核部。延安组为主要含煤岩系, 其中的二号煤为主要煤层, 也是本文的主要研究对象。

汝箕沟矿区赋存着丰富的煤炭资源。截至目前仅延安组二号煤的保有储量就有约 6 亿 t。煤层气

资源也十分丰富, 初步估算表明该区二号煤的煤层气资源量达 $120 \times 10^8 \text{ m}^3$, 资源丰度高达 $1.3 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$, 是煤层气勘探开发的有利地区。但关于该区的煤层气地质学特征涉足者甚少。本文试图根据勘探、生产阶段的资料结合室内测试系统, 论述延安组二号煤的煤层气地质学特征, 为煤层气勘探开发提供依据。

2 煤厚变化特征

汝箕沟矿区延安组含煤 7 层, 其中二号煤为主要煤层, 厚 7.68~30.54 m, 平均 11.9 m。具有由浅而深逐渐变厚的趋势。发育两个富煤中心: 一个位于汝箕沟向斜大峰矿东北部, 另一个位于二道岭向斜的东北部, 这两个富煤中心的煤厚都在 20 m 以上(图 2)。

收稿日期: 2004-08-03

作者简介: 张学文(1962—), 男, 四川仁寿人, 中国地质大学博士生、高级工程师, 从事矿产资源评价研究。

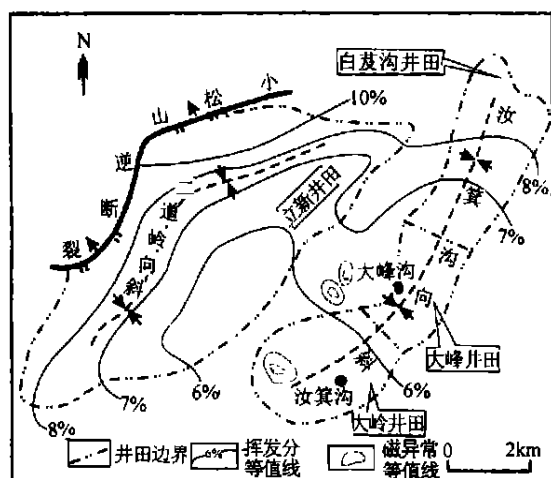


图 1 汝箕沟矿区二号煤挥发分等值线图及磁异常
Fig. 1 The volatile contour of No. 2 coal and the positive magnetic anomaly area in the Rujigou coal district

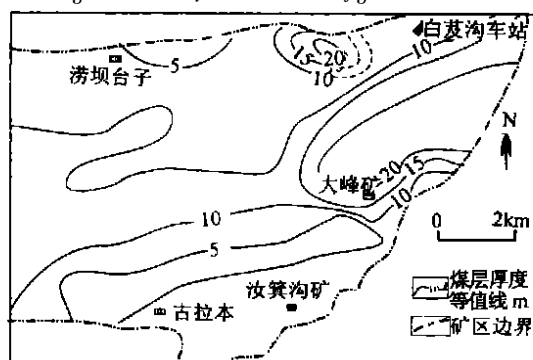


图 2 汝箕沟矿区延安组二号煤厚度等值线图
Fig. 2 No. 2 coal thickness in the Yan'an Formation of the Rujigou coal district

3 煤层气储层特征

3.1 煤岩煤质特征

汝箕沟矿区延安组二号煤为低灰、低硫无烟煤，

灰分产率一般不超过 10%，硫分含量多在 0.4% 以下。挥发分产率为 5.05%~11.9%，区域上以汝箕沟矿为中心向北、西逐渐增加，以二道岭向斜浅部最高(高于 10%)。(图 1)二号煤宏观上由光亮煤和暗淡煤组成，半亮煤和半暗煤不发育。光亮煤镜质组含量达 90% 以上，惰质组与矿物质含量极低。值得注意的是暗煤，宏观观测发现除含宽度不足 1 mm、长度在 10 cm 以下的与层面平行的镜煤线理外，几乎见不到其他结构构造，为块状。扫描电镜观测发现，几乎均由较粗大的镜质组或惰性组颗粒与颗粒之间的、作为填隙物存在的更细一级的煤颗粒组成，颗粒的圆度和分选性中等偏好，且沿长轴方向定向排列，填隙煤粒的圆度和分选性更好一些(图 3a)。这是由于泥炭化作用阶段，原地堆积的泥炭被河流冲刷、搬运、在异地再沉积，形成微异地煤。这种作用使得原始沉积的泥炭发生破碎，在搬运过程中磨圆、分选，在单向水流的作用下定向排列。

3.2 煤级

二号煤无论是挥发分还是反射率都是以汝箕沟为中心，向南西、北东方向逐渐降低，构成北东向展布的半环带状分带(图 1)。镜质体反射率在汝箕沟附近高达 4%，而在二道岭向斜浅部仅 1.4%^[1,2]。含煤岩系厚度以及上覆地层厚度叠加也不过 3 000 m，因此深成变质无法使煤的变质程度达到无烟煤，显然这是由于燕山期岩浆的侵入造成的，岩浆的侵入造成了区域岩浆热变质作用使得煤级在深成变质的基础上进一步升高^[3]。航磁异常区的展布与煤级的分带基本一致。

3.3 煤层顶底板封闭能力与含气量

二号煤层顶板尽管多为中粗砂岩、粉砂岩，有少量的泥岩和细砂岩，但顶板测试孔隙度为 3.44%，

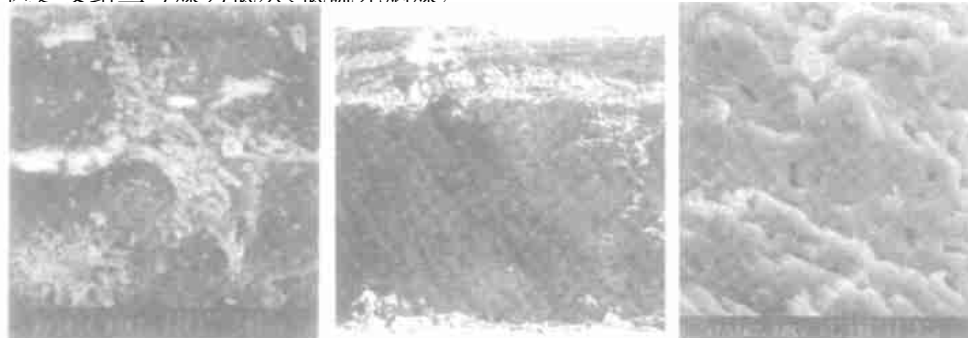


图 3 (a)·大峰露天矿的暗煤，具碎屑结构，由颗粒及颗粒间的填隙物(更细一级煤粒)组成，SEM；
(b)·大峰露天矿煤中两组共轭的剪性外生裂隙；(c)·大峰矿煤中的热变气孔，SEM

Fig. 3 (a)· The dull coal with clastic texture, the filling between the coal grains is the fine coal grain in the Dafeng coal mine, SEM.
(b)· Two set of conjugated shearing tectonic fractures in the No. 2 coal of the Dafeng coal mine.
(c)· The thermogenic gas pores in the No. 2 coal of the Dafeng coal mine, SEM.

底板多为中粒砂岩,孔隙度为 4.06% ^[4],可见孔隙度低,裂隙不发育,可作为良好的封闭层;同时中侏罗统直罗组的粗砂岩含水层充水性较好,对煤层气的保存十分有利。

煤田勘探与煤矿开采阶段的测试资料表明,煤层气含量为 $4.1\sim 28.8\text{ m}^3/\text{t}$ 。随深度的增加含气量逐渐增加,在埋深100 m以上时,含气量均超过 $10\text{ m}^3/\text{t}$ 。在埋深300 m以上时,含气量均超过 $20\text{ m}^3/\text{t}$ 。风氧化带以下的原生煤层气藏内甲烷占98%以上。可见该区煤层气的保存条件十分有利。

3.4 储层渗透性与压力

该区没有试井渗透率资料,井下测定的煤层透气性系数换算的渗透率多在 $1\times 10^{-3}\text{ }\mu\text{m}^2$ 以上,属于渗透性极好的储层。储层的渗透性还可通过煤中裂隙和媒体结构发育特征定性评价。对无烟煤区,多数情况下割理发生闭合或被矿物质充填,因此外生裂隙对煤层气运移产出的贡献起致关重要作用^[5]。但汝箕沟煤的割理比较发育,20条/5 cm左右,且几乎没有被充填;同时,汝箕沟光亮煤分层厚度占煤层总厚度的三分之二以上;另外微异地煤的粒间孔发育。这些都为煤层气的运移产出提供了通道。发育两组共轭的剪性外生裂隙,且长距离延伸(图3b)。二号煤基本上为原生结构煤,仅在断层附近发育碎裂煤。这是因为煤层没有遭受深埋压实作用,并且在岩浆上侵,煤层被烘烤变质的同时,产生大量的内生及外生裂隙。这些都有利于煤层气的运移产出和储层强化。

储层压力在 $0.3\sim 4.6\text{ MPa}$ 之间,白芨沟矿南二采区为 3.5 MPa ,二道岭矿区的钻孔中地下水带着大量的煤层气自喷而出,可见在汝箕沟矿区不仅存在异常低压储层,而且存在异常高压储层,特别是深部异常高压普遍存在。而异常高压区往往是煤层气高产富集区^[6]。

汝箕沟矿区为无烟煤,从理论上分析,原始粒间孔应不发育,但在扫描电子显微镜下除见到一些植物组织残余孔和大量热变气孔外(图3c),暗淡煤的原始粒间孔相当发育。一些较大的基质孔隙亦可作为煤层气运移的通道。正是由于这些孔隙的存在和极低的灰分产率,造成了太西煤与其他等煤级煤相比,密度较小的特点。

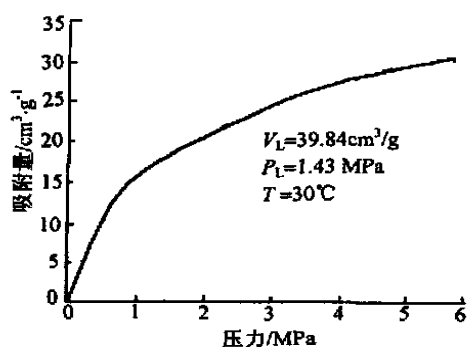


图4 白芨沟矿二号煤吸附等温线

Fig.4 The adsorption isotherm of No.2 coal in the Baijiagou coal mine.

3.5 吸附特征

二号煤的兰氏体积一般为 $32.3\sim 43.5\text{ cm}^3/\text{t}$,兰氏压力为 $0.75\sim 1.88\text{ MPa}$ 。兰氏曲线的曲率较小,利于煤层气的快速降压排采。(图4)

4 结论

汝箕沟矿区侏罗系延安组赋存着丰富的煤层气资源,其中二号煤分布稳定,厚度最大,煤级普遍较高,煤体结构完整,储层渗透性良好,含气量高,且随深度的增加而增加。异常高压储层分布范围广,吸附等温线反映出利于快速降压排采的特点。与沁水盆地石炭二叠纪煤层气地质学特征极其类似,同时在储层渗透性、吸附特征、煤厚等方面优于沁水盆地,是非常有利的煤层气勘探开发区。

参考文献

- [1] 吴传荣,张慧,李远虑.西北早一中保罗世煤岩煤质与煤变质研究[M].北京:煤炭工业出版社,1995,78-157.
- [2] 高山林,李芳,李天斌,等.汝箕沟晚中生代玄武岩的确定与煤变质作用关系简论[J].煤田地质与勘探,2003,31(3):8-10.
- [3] 李小彦.也论汝箕沟矿区煤的岩浆热变质成因[J].煤田地质与勘探,1994,22(1):22-27.
- [4] 王军,夏杰.白芨沟井田煤层气地质与资源评价[J].煤矿安全,2003,34(3):32-33.
- [5] Su, X., Feng, Y., Cheng, J., Pan, J. The characteristics and origins of cleat in coal from eastern North China[J]. Int. J. Coal Geol. 2001,47:51-62.
- [6] 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,2001,215.