

文章编号: 1001-1986(2009)03-0027-06

演马庄井田煤层气资源开发前景评价

雷东记, 张子敏, 张玉贵, 李 普

(河南理工大学瓦斯地质研究所, 河南 焦作 454003)

摘要: 煤层气资源与可采性评价是煤层气开发的基础。运用瓦斯地质理论, 分析了井田地质构造、煤层埋藏深度、上覆基岩厚度、煤层厚度等地质因素与煤层含气量的关系。研究结果显示, 演马庄井田煤层含气量分布呈西低东高、北低南高的趋势, 并划分出 4 个煤层气开发有利块段及开发顺序。另外, 从水文地质条件、顶底板岩性、构造煤发育规律及煤层渗透性等地质因素和重要可采性参数方面, 评价了该井田煤层气的可采性, 认为演马庄井田具有地面开采煤层气的潜力。

关键词: 煤层含气量; 分布规律; 体积法; 可采性; 演马庄井田

中图分类号: TD712.2; P618.11 文献标识码: A DOI: 10.3969/j.issn.1001-1986.2009.03.007

CBM in Yanmazhuang mine field and preliminary evaluation of recoverability

LEI Dongji, ZHANG Zimin, ZHANG Yugui, LI Pu

(Institute of Gas-geology, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China)

Abstract: CBM resources and economic evaluation lay a foundation for CBM development. On the basis of gas geology theory, this article presents a quantitative and qualitative analysis of the relationships between coal-bed gas content and geological factors, including geological structure, buried depth, elevation of seam floor, thickness of upper bedrock, roof and floor lithologic characters, seam thickness, figuring out the distribution law of CBM—more in the east and south, less in the west and north. Accordingly four favorable tracts of CBM development and development order were divided. Meanwhile, the recoverability of CBM is evaluated in terms of geology and main minable parameters. And Yanmazhuang mine field was thought to have potential for surface development of CBM.

Key words: coal-bed gas content; distribution law; volume method; recoverability; Yanmazhuang mine

煤层瓦斯是在成煤过程中形成的复杂的气体地质体, 它既是一种灾害性气体, 又是一种洁净能源^[1-2]。演马庄煤矿是河南焦作矿区的主力矿井之一。近年来, 该矿已发生多次煤与瓦斯突出, 每年要投入大量的人力和物力用于防止此类事故的发生。因此, 合理开发利用煤层气资源、有效防治瓦斯灾害, 更显得意义重大。本文拟用瓦斯地质理论, 探讨演马庄煤矿瓦斯(煤层气)分布规律, 并对该矿煤层气的可采性进行评价。

1 井田地质概况

在焦作矿区中部, 韩王 - 演马 - 九里山等 3 井田组成一三角形断块, 南部以 EW 向凤凰岭断层为界, 北部以 NNE 向九里山断层为界, 东部以 NW 向

方庄断层为界(图 1)。演马庄井田位于该三角状断块内, 地层走向 N50°~70°E, 倾向 SE, 倾角 4~14°, 一般 9°左右。井田整体表现为宽缓的背斜构造, 区内断层发育, 偶有宽缓褶曲或波状起伏现象。

演马庄井田靠近凤凰岭断层, 井田内马坊泉断层走向 N35°E, NNE 向展布, 延展长度大于 3 000 m, 是井田中的一个分划性断层, 其控制了该井田张裂隙延展方向(总体为北东向)。马坊泉断层以北, 主要发育 NE-NNE 向断裂, 燕山期表现为挤压作用, 四川期又反转为拉张作用。在马坊泉断层以南, 主要发育 NEE 向断层, 这些断层主要受控于印支期作用, 相比之下, 构造比较简单。

演马庄井田主要含煤地层为石炭系太原组和二叠系山西组, 主要可采煤层为山西组二₁煤层, 也

收稿日期: 2008-07-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(50534070, 40772094); 国家高技术研究发展计划(863 计划)项目(2007AA06Z221)

作者简介: 雷东记(1983—), 男, 河南南阳人, 硕士研究生, 主要从事瓦斯地质与煤层气开发研究。

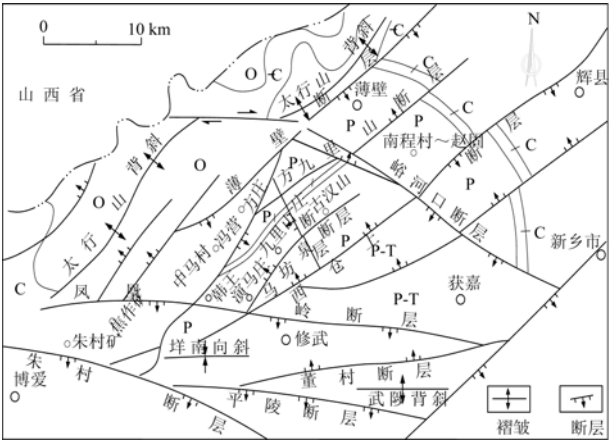


图 1 焦作矿区构造纲要图

Fig. 1 Structure outline plans in Jiaozuo Mining Area

文的研究对象。二₁煤层平均厚 6.58 m,属厚煤层,煤厚变化不大。

2 井田煤层气资源评价

2.1 井田煤层含气量分布规律

煤层含气量受控于多种地质因素,起主导作用的

因素控制着煤层含气量的总体分布规律^[3]。

通过对生产矿井、钻孔取样、瓦斯资料的筛选分析,较详细地了解了该井田二₁煤层含气量、分布规律及其地质特征(表 1)。由表 1 可见,演马庄井田煤层含气量分布规律主要受煤层埋藏深度、煤层底板标高、上覆基岩厚度、顶底板岩性、煤厚和地质构造等综合因素的影响。通过定性、定量分析,得出影响煤层含气量的不同关系(表 2)。由表 2 的对比分析可知,煤层埋藏深度和煤层底板标高是影响煤层含气量分布规律的主控因素。

由煤层实测含气量数据与煤层埋深的数学模型,并考虑地质构造因素的影响,预测出演马庄井田煤层含气量分布规律(图 2)。从图 2 可以看出,在埋深 149~525 m 范围内,含气量为 9.95~31.8 m³/t(daf)。另外,在平面上井田煤层含气量呈自西向东增大、由南向北减小的趋势;马坊泉断层以北,主要发育 NE-NNE 向断裂,小断层比较发育,断层导水性强,靠近小断层的工作面瓦斯含量很小;马坊泉断层以南,主要发育 NEE 向断裂,相比之下,构造比较简

表 1 二₁煤层含气量及其相关资料

Table 1 Coalbed methane content and related data

钻孔号	埋深/m	煤层厚度/m	标高/m	上覆基岩厚度/m	煤层含气量/m ³ ·t ⁻¹
1-5	294	4.99	-183.16	196.61	23.19
3-8	249	6.21	-138.63	190.36	21.96
2-9	256	9.9	-146.62	210.63	10.68
6-6	290	6.56	-184.24	202.96	14.93
6-14	245	6.29	-134.47	170.46	22.5
2-8	242	6.58	-131.29	190.83	15.69
2-6	214	7.49	-99.93	167.097	14.85
9-12	149	8.3	-45.73	63.53	9.95
6-9	206	6.02	-121.34	157.806	13.47
5-9	325	7.97	-223.35	258.586	21.6
7-9	206	5.69	-102.05	125.05	13.47
8-9	176	8.03	-73.03	99.65	13.88
6-15	248	6.45	-154	160.27	14.55
25071 运输巷	295	8.1	-184		20.1
12-9	525	5.32	-474		31.8

表 2 煤层瓦斯含量与主要影响因素的关系

Table 2 The relationship between coal gas content and the magjor effecting factors

主要因素(x)	关系表达式	相关系数(R)	对比关系
煤层埋藏深度	$y=-0.051\ 5x+8.4194$	0.870	>0.6
煤层底板标高	$y=0.058\ 6x+1.7501$	0.859	>0.6
上覆基岩厚度	$y=0.060\ 2x+6.2215$	0.767	>0.6
顶板内泥岩厚度	$y=0.079\ 8x+12.265$	0.651	>0.6
底板 20 m 内泥岩厚度	$y=0.121\ 2x+12.822$	0.310	<0.6
煤层厚度	$y=0.352\ 6x+15.108$	0.069	<0.6

本研究采用体积法^[4]对演马庄井田内煤层气地质储量进行了计算。煤层瓦斯含量、煤层厚度和分布范围是井田煤层气地质储量计算的主要参数。把煤层厚度、瓦斯含量稳定且分布连续的区域划分为一个计算块段。块段的划分见图 3，地质储量计算具体结果见表 3。由图表可知，演马庄井田煤层气地质储量计算单元划分为 8 个块段(图 4)，总面积约为

7.58 km²，瓦斯含量(煤层含气量)可达 30 m³/t 以上。

3 演马庄井田煤层气可采性初步评价

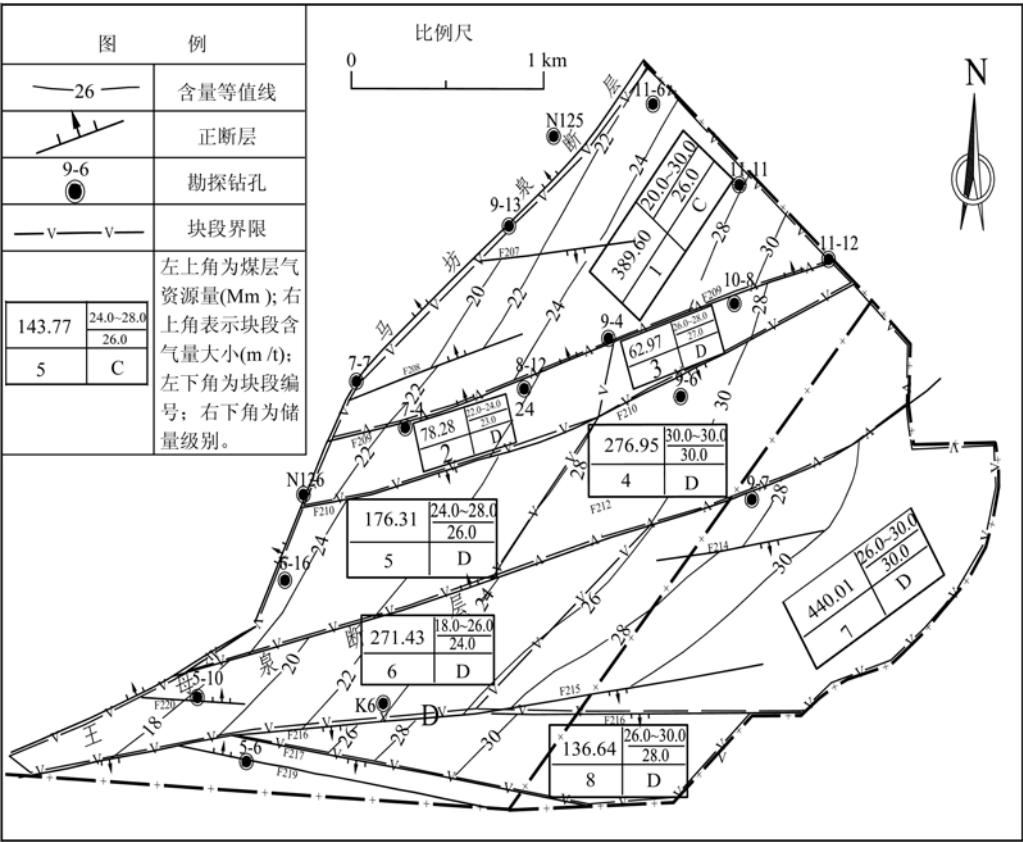
3.1 演马庄井田煤层气可采性地质评价

影响煤层气可采性的因素很多，下面主要从水文地质条件、煤层顶底板岩性和构造煤发育规律及煤层渗透性等地质因素来评价煤层气的可采性。

表 3 演马庄矿二₁煤煤层气地质储量计算成果表
Table 3 Coalbed methane resources of coalbed 二₁ in Yanmazhuang mine

块段 编号	面积 /km ²	含量 /m ³ ·t ⁻¹	煤厚 /m	密度 /t·m ⁻³	埋藏深度 /m	地质储量 /Mm ³	储量丰度 /10 ⁸ m ³ ·km ⁻²
1	1.49	20.0~30.0 26.0	7.0	1.45	300~460	389.60	2.61
2	0.37	22.0~24.0 23.0	6.4	1.45	350~390	78.285	2.12
3	0.27	26.0~28.0 27.0	6.1	1.45	390~450	62.97	2.33
4	0.84	30.0~30.0 30.0	6.0	1.45	460~570	276.95	3.30
5	0.99	24.0~28.0 26.0	6.0	1.45	390~460	167.31	1.69
6	1.44	18.0~26.0 24.0	6.0	1.45	270~340	271.43	1.88
7	1.61	26.0~30.0 30.0	6.5	1.45	340~570	440.01	2.73
8	0.57	26.0~30.0 28.0	6.0	1.45	390~570	136.64	2.40
合计	7.58					1 823.20	2.41

注：①分子表示计算块段内煤层气含量变化范围，分母为均值；地质储量计算过程围岩含气量系数取 1.1。



3.1.1 水文地质条件

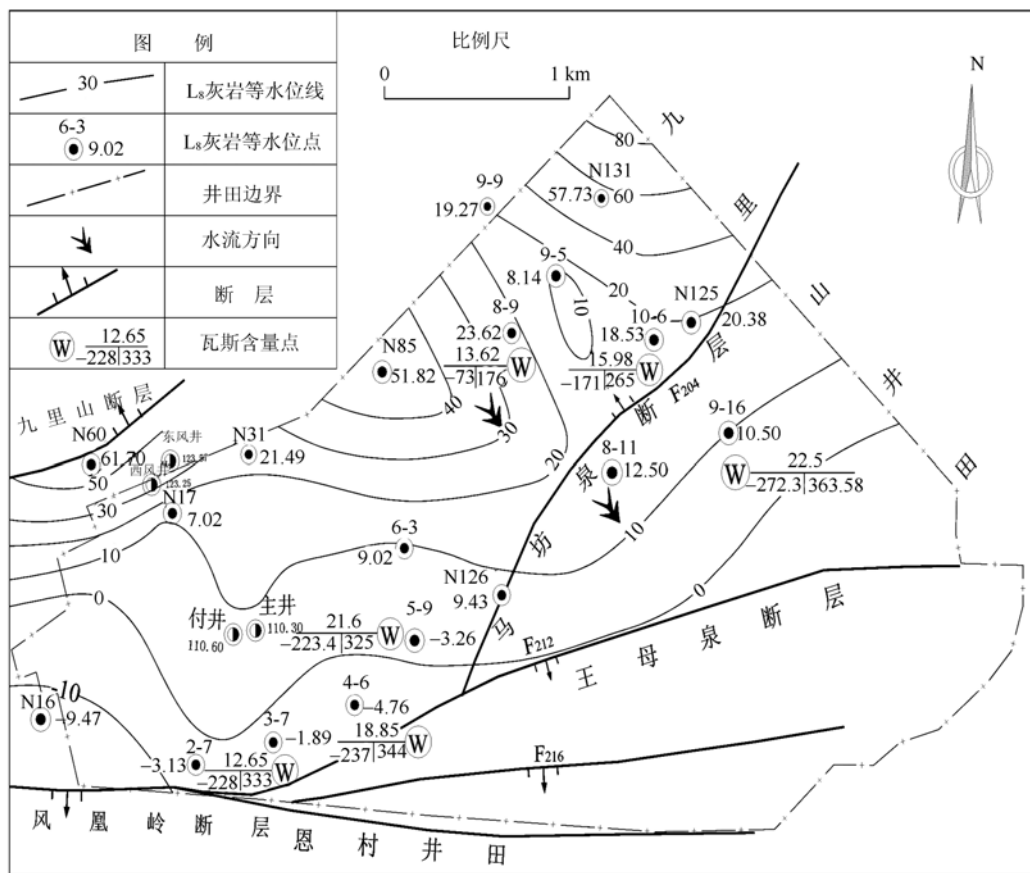
演马庄井田水文地质条件较为复杂, 断层带导水严重, 煤炭开采过程中曾多次发生突水事故。距二₁煤层底部层间距 20 m 的 L₈ 灰岩含水层是矿井水的直接来源, 一般断距大于 20 m 的断层能沟通煤层与 L₈ 含水层的联系, 从而降低了煤层含气量。图 5 是 1989 年 7 月 25 日 L₈ 灰岩等水位线图, 井田整体水势是由西北流向东南, 水流中的瓦斯也随着运移, 造成含气量有向东南方向增大的趋势。

马坊泉断层以北, 等水位线密集, 地下水径流较强, 增加了煤层气开采中排水降压的困难; 马坊泉断层以南, 因处于上升盘, 使区内二₁煤层、灰岩含水层与富水性弱的二叠系地层对接, 形成阻水边界, 造成等水位线稀疏, 地下水径流弱, 水文地

质条件相对简单, 利于排水降压采气。同时, 井田内煤层含气量由北向南有增大的趋势, 根据钻孔取心测得的含气量数据(图 5), 也反映了煤层含气量北低南高的分布规律。此区域为井田的煤层气开发有利区块。

3.1.2 顶底板岩性

井田内二₁煤层直接顶多为层状、灰黑色砂质泥岩, 致密性脆, 厚 1.03~1.05 m, 其次为层状或板状泥岩与胶结能力差的砂岩, 泥岩与砂质泥岩交替出现, 厚 0.7~6.37 m。伪顶部发育, 主要为碳质泥岩, 老顶为细-中粒砂岩(大占砂岩), 厚 15~24.5 m, 硅质胶结、较坚硬、厚层状, 以中-细为主, 局部直接覆于二₁煤层上; 二₁煤层底板多为厚 7 m 左右的砂质泥岩或泥岩, 次为厚 0.3~1.5 m 含碳质较高的泥岩, 局部有厚 0.1~0.7 m 碳质泥岩伪底(图 6)。这些



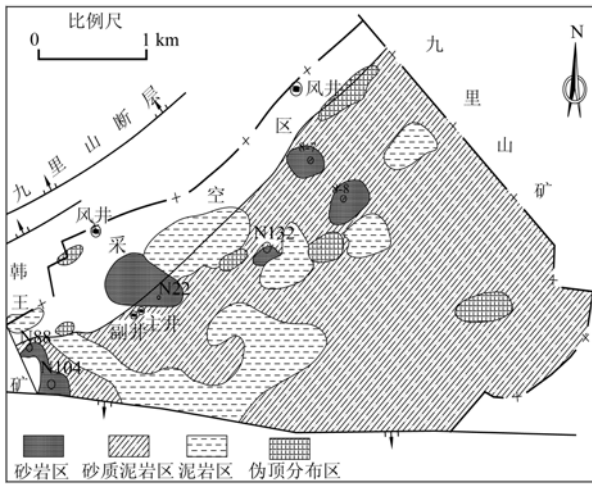


图 6 二₁煤层顶板岩性分布图

Fig. 6 Lithology distribution of roof of No.2₁ coalbed

表 3 煤层气评价参数分级表(摘自赵庆波, 1999, 略有调整)

Table 3 CBM evaluation parameters classification table (from Zhao Qingbo, 1999, a slight adjustment)

煤层总厚度 /m	含气量 /m ³ ·t ⁻¹	含气饱和 /%	孔隙直径 /μm	原始渗透率 /mD	灰分 /%	割理 /条·m ⁻¹	资源丰度 /10 ⁸ m ³ ·km ⁻²
巨厚>50	高:>20	高:>80	大孔:>1	高:>5	低:<15	发育:>100	高:>2
厚 10~50	较高:15~20	中等:50~80	中孔:0.1~1	较高:0.5~5	中等:15~25	较发育:50~100	中等:0.5~2
中等 3~10	中等:8~15	低:<50	小孔:0.01~0.1	中等:0.1~0.5	较高:25~40	不发育:<50	低:>0.5
薄<3	低:<8		微孔:<0.001	低:<0.1	高:>40		

c. 依据煤炭科学研究总院西安研究院对焦作煤田二₁煤层的吸附能力测试,其最大饱和吸附量为 38 m³/t(daf),又据演马庄井田煤层含气量分布规律及最大含气量 31.8 m³/t(daf)可知,该井田含气饱和度多处于欠饱和状态。另外,该井田二₁煤灰分平均值为 14.73%,属低灰煤(依据《GB/T15224.1-2004》煤炭质量灰分分级标准)。在煤层其他条件相同的情况下,灰分含量愈少,煤层含气量愈高。

3.2.2 煤层产气性能评价

a. 根据真视密度测定结果,井田煤的孔隙率一般为 7%~12%,煤中以微孔和小孔为主。外生裂隙较发育,但渗透率不高,储层渗透性和恩村相似^[6],为 0.002 × 10⁻³ μm²,经水力压裂处理后,可提高 1~2 个数量级。

b. 二₁煤层气临界解吸压力为 1 MPa 左右,临界解吸压力与原始煤层压力之比为 0.64 左右,低于美国圣胡安盆地,所需排水降压幅度较大。

4 结 论

a. 在简要分析演马庄井田地质构造特征的基础上,通过定性、定量分析井田内地质因素及其对煤层含气量分布规律的影响程度,建立数学模型预测了井田内不同埋深处的煤层含气量,得出井田煤层含气量分布规律是沿地层走向整体呈西低东高、北

3.2 演马庄井田煤层气可采性重要参数评价

煤层的含气量、渗透率、煤储层压力等是重要的煤层气可采性评价指标,在煤层气勘探阶段,应经过多种试验与测定对这些关键指标进行求取,并以此作为评价煤层气开采性的客观依据。赵庆波等(1996)制定了煤层气评价参数分级表(表 3)。

3.2.1 资源丰度评价

a. 本井田二₁煤层稳定,单层厚度一般为 5~7 m,煤层气资源丰富,资源丰度值为 2.41 × 10⁸ m³/km²,且煤层埋深多小于 800 m,利于煤层气的勘探开发。

b. 从煤的性质和热演化程度来看,该井田煤的镜质组含量高,煤阶为气煤至无烟煤,是煤层气开发的最佳煤层。该井田主要是无烟煤,煤中镜质组含量较高,镜质组和半镜质组含量为 84.3 %^[5],这对煤层气的生成和吸附非常有利。

低南高的趋势,为煤层气开发和瓦斯防治提供了依据。

b. 结合井田构造特征及煤层含气量分布规律,划分出 4 个煤层气开采有利块段及开发顺序,并对井田煤层气地质储量等进行了计算。结果显示,演马庄井田煤层气地质储量为 1 823.20 Mm³,属于小型储量规模;煤层气平均资源量丰度为 2.41 × 10⁸ m³/km²,属中等类别;煤层埋深大部分在 550 m 以浅,煤层气为浅部埋藏(《煤层气资源/储量规范》,2003)。总之,经初步评价该井田煤层气的可采性,认为演马庄矿二₁煤煤层气具有一定的开发潜力。

参考文献

- [1] 张子敏,张玉贵. 瓦斯地质规律与瓦斯预测[M]. 北京:煤炭工业出版社,2005.
- [2] 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.
- [3] 宋志敏,孟召平. 焦作矿区山西组二₁煤层含气量的控制因素探讨[J]. 中国矿业大学学报,2002,31(2):179-181.
- [4] 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.
- [5] 苏现波,盛建海. 河南省下二叠统山西组二₁煤煤层气储层描述[J]. 焦作工学院报,1999,18(1):9-14.
- [6] 卢社香,谷德敏. 焦作煤田煤层气地质特征及勘查开发方案初探[J]. 中国煤田地质,2006,18(6):20-23.