

文章编号: 1001-1986(2007)03-0036-03

# 巷道对煤层瓦斯含量的影响范围探讨

韩保山, 赵继展, 王战锋

(煤炭科学研究总院西安分院, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 为了煤矿安全生产, 许多矿建立了井下瓦斯抽放系统。为了设计瓦斯抽放最佳方案和准确预测抽放区煤层瓦斯含量的分布情况, 需要进行井下瓦斯抽放数值模拟。但是, 由于井下巷道的存在使模拟模型的边界条件发生了不均匀变化, 要确定模拟边界就必须考虑井下巷道的影响范围问题。从数值模拟角度, 利用 COMET<sup>2</sup> 模拟软件, 针对两种不同渗透率的储层模型, 通过巷道存在 180 d、360 d 和 730 d 后对煤层瓦斯含量影响情况的模拟分析, 探讨了巷道对煤层瓦斯含量的影响范围, 得到了一些初步认识。

**关键词:** 巷道; 瓦斯含量; 影响范围; 数值模拟

**中图分类号:** P618.11 **文献标识码:** A

## Discussion on incidence of underground roadway to gas content of coal seam

HAN Bao-shan, ZHAO Ji-zhan, WANG Zhan-feng

(Xi'an Branch, China Coal Research Institute, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** For the safe production of coal mine, many coal mines have established various gas drainage systems. For the design of the optimum gas drainage scheme and the accurate forecast of the gas state in the target, a numerical simulation for gas drainage is necessary. But one of the main problems is that in the design of gas drainage schemes there is no scientific basis, so the study for the incidence of underground roadway to gas content in the coal seam is performed in the view of the numerical simulation in this paper. Via the simulation software Comet II, for two reservoir models with different permeability, a simulation study has been completed. By the analysis for the incidence of underground roadway, after it exists for 180, 360, and 730 days, some view has been obtained.

**Key words:** underground roadway; gas content; incidence; numerical simulation

为了安全采煤, 所有高瓦斯矿井均建立了规模不等的瓦斯抽放系统。为使井下瓦斯抽放系统效率更高, 需要对抽放方案进行优化设计。对于瓦斯抽放时的煤储层, 与未受采动影响的煤储层相比, 主要是拟抽放区周围井下巷道的应力变化, 造成了工作面内瓦斯压力和浓度的不均匀变化。对于煤层的数学模型来说, 实际上是模型边界条件发生了变化, 需要重新确定模型边界。而边界条件的变化主要是由煤层巷道引起, 因此, 需要研究巷道对煤层瓦斯的影响范围问题。

## 1 研究方法

井下巷道对煤储层特征影响范围的研究应从两方面进行, 一是通过实际观测获得数据进行分析研究, 二是借助数值模拟手段进行分析研究。第 1 种方法需要大量工程工作, 数据收集和处理量很大, 而

且数据采集难度也较大, 而得到的结论只是针对特定区域的, 不能考虑控制巷道影响范围的因素变化。

采用数值模拟手段的优势是, 一旦建立储层模型后, 可以改变储层参数模拟不同的情况, 不需要工程量, 数据采集和分析处理的工作也是自动完成的, 比前种方法简单得多。缺点是在建模时必须引入一些假设, 与实际情况可能有一些出入。不过从工程分析的角度看, 这些误差是可以忽略的, 因此, 本次研究采用了数值模拟的方法。

### 1.1 COMET<sup>2</sup> 软件

COMET<sup>2</sup> 是美国 ARI 公司专门针对煤层气地面垂直井开发研制的一套储层模拟软件, 经国内外多家煤层气开发相关机构或单位使用, 证实是较好的煤储层模拟软件。COMET<sup>2</sup> 是三维、两相、单/双/多孔隙度模型, 可以模拟从煤层、泥盆纪页岩和长规储层中产出的流体产量。模拟器也可以模拟油气系统

收稿日期: 2006-12-27

基金项目: 煤炭科学研究总院青年创新基金(2004QN36)

作者简介: 韩保山(1973—), 男, 河南安阳人, 工程师, 博士研究生, 从事煤层气(瓦斯)评价及开发研究。

的黑油型问题。

COMET<sup>2</sup> 考虑了几个影响煤层气产能的储层因素:a·孔隙度、渗透率和孔隙体积压缩系数及它们随应力的变化情况;b·煤基质收缩;c·气体重吸附。另外,还严格考虑了气体重度及其在水中的溶解问题。为了使 COMET<sup>2</sup> 成为一个通用模型,在其开发中使用了很少假设。

关于巷道对煤层瓦斯影响范围的研究,只要考察无采动影响煤层中的一条巷道。因此,可以把一条巷道看作一个原始煤储层中的大直径水平井筒,该井的产气情况,完全可以用 COMET<sup>2</sup> 进行分析研究。

1.2 模型的建立

矿井通风压力一般接近于 1 个大气压。因此,可将巷道的影 响范围看作是一个原始煤储层中的大直径水平井筒(井底压力为 1 个大气压)的产气问题。通过初步分析,认为控制巷道影响范围的主要因素是储层渗透性和时间。因此,必须针对不同的渗透率进行模拟研究。在这次研究中,建立了渗透率分别为 3 md 和 10 md 的两个模型,模型的其他参数相同,如表 1 所示。

表 1 模型的主要模拟参数取值

Table 1 The main parameters for the simulation					
模拟范围	孔隙度	煤层埋深	煤层温度	煤层厚度	初始气含量
700 m×800 m	0.01	/m	/℃	/m	/m <sup>3</sup> ·t <sup>-1</sup>
		240	20	6	30.5
初始储层压力	甲烷兰氏体积	甲烷兰氏压力	甲烷吸附	巷道尺寸	
/MPa	/m <sup>3</sup> ·t <sup>-1</sup>	/MPa	时间/d		
2.83	58	1.71	3.27	4 m×3.5 m	

1.3 模拟过程

首先,按照 COMET<sup>2</sup> 的要求划分网格,建立 2 个不同渗透率的储层模型;然后,分别设置不同的模拟时间段。本次研究设置了 6 个时间段,分别为 10 d、20 d、30 d、60 d、180 d、360 d 和 730 d;最后,使用软件的后处理模块,对比分析不同渗透率、不同时间下,同一巷道对煤层瓦斯含量的影响范围。

1.4 模拟结果

结合实际情况,重点考察了 180 d、360 d 和 720 d 后巷道对煤层瓦斯含量的影响。图 1—图 3 分别是渗透率为 3 md 时,巷道存在 180 d、360 d 和 730 d 时的模拟结果。图 4—图 6 分别是渗透率为 10 md 时,巷道存在 180 d、360 d 和 730 d 的模拟结果。从模拟结果可以看出,煤层渗透率对模拟结果的影响较大;而且,随模拟时间的增加,巷道对瓦斯含量的影响范围不断扩大,但扩大幅度逐渐变小。

从图 1—图 3 可以看出,渗透率为 3 md 时,巷道

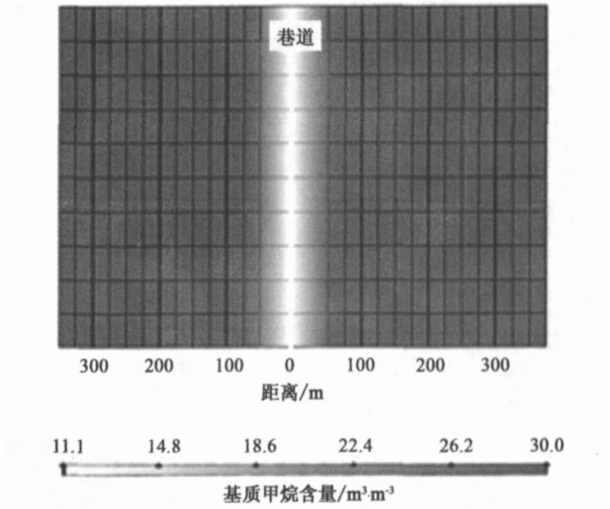


图 1 渗透率为 3 md 时间为 180 d 时瓦斯含量分布情况  
Fig. 1 The distribution of gas content in 180 days for the permeability of 3 md

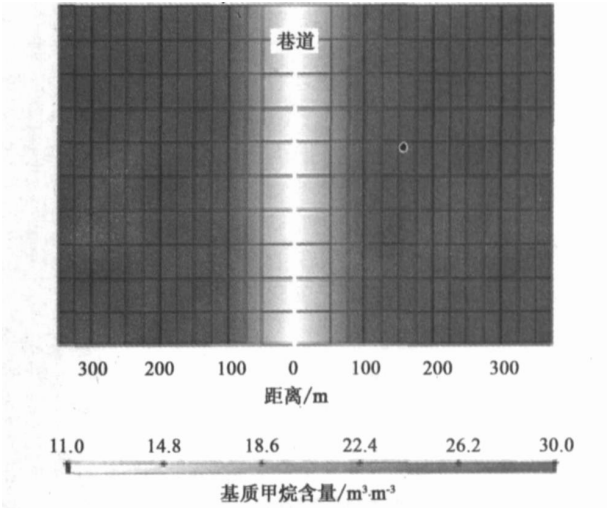


图 2 渗透率为 3 md 时间为 360 d 时瓦斯含量分布情况  
Fig. 2 The distribution of gas content in 360 days for the permeability of 3 md

对煤层瓦斯含量的影响范围随模拟时间的增加而扩大,且随时间的增加,影响范围的扩大幅度在降低,如:在 180 d、360 d 和 730 d 时,影响范围分别为 87.5 m、125 m 和 162.5 m。

从图 4—图 6 可以看出,渗透率为 10 md 时的情况与 3 md 时(图 1—图 3)的趋势一样:巷道对煤层瓦斯含量的影响范围,随时间的增加而扩大,且随时间的增加,影响范围的扩大幅度也在降低,如:在 180 d、360 d 和 730 d 时,影响范围分别为 175 m、250 m 和 325 m。所不同的是:相同时间下,煤层渗透率越大,巷道对煤层瓦斯含量的影响范围越大。如:渗透率为 10 md 时,巷道对煤层瓦斯含量的影响范围大约是 3 md 时的 2 倍。

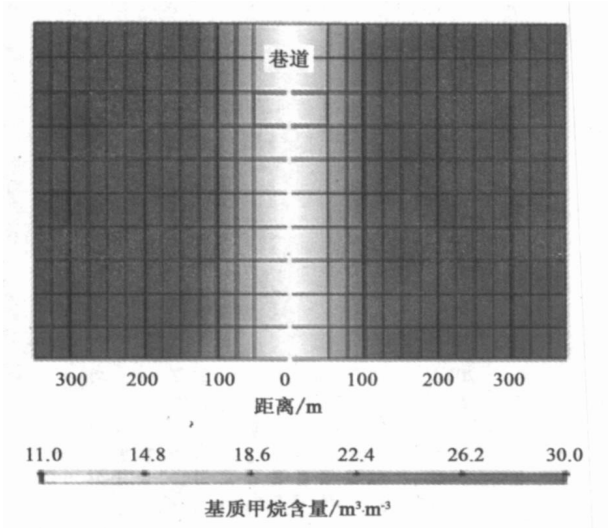


图 3 渗透率为 3 md 时间为 730 d 时瓦斯含量分布情况  
Fig.3 The distribution of gas content in 730 days for the permeability of 3 md

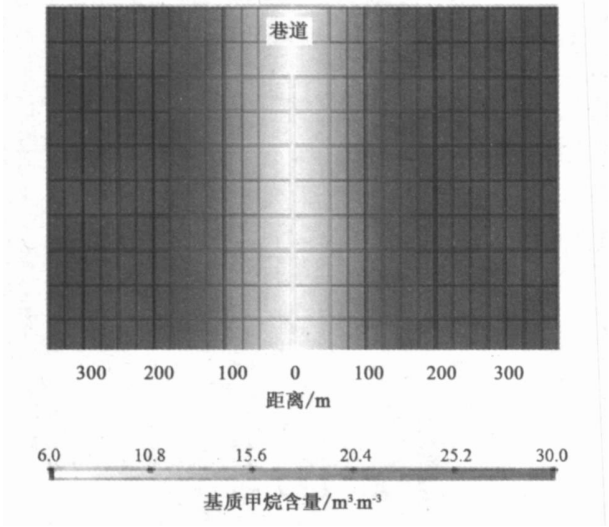


图 4 渗透率为 10 md 时间为 180 d 时瓦斯含量分布情况  
Fig.4 The distribution of gas content in 180 days for the permeability of 10 md

1.5 结果分析

利用数学分析的手段,可以发现这两组数据的趋势对数曲线拟合的很好,因此,对这两组数据进行对数拟合,可以得到如图 7 所示的两条趋势线。按照曲线的趋势前推,可以发现这两条曲线在时间轴上交于一点,预测到 1 000 d 时可以发现,巷道对煤层瓦斯含量的影响范围不超过 500 m。因此,在研究巷道对井下瓦斯抽放模拟的影响时,只需要考虑在拟抽放区周围(500 m 内)的最近巷道的影响,而其他较远巷道的影响可以忽略。

2 结语

井下巷道的存在对煤层瓦斯含量的影响是多方

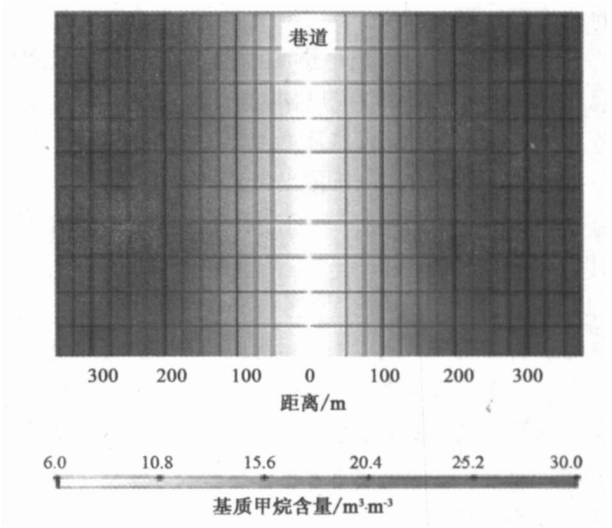


图 5 渗透率为 10 md 时间为 360 d 时瓦斯含量分布情况  
Fig.5 The distribution of gas content in 360 days for the permeability of 10 md

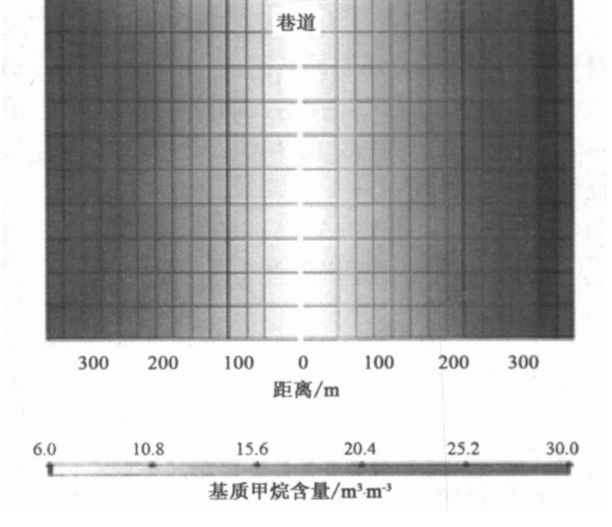


图 6 渗透率为 10 md 时间为 730 d 时瓦斯含量分布情况  
Fig.6 The distribution of gas content in 730 days for the permeability of 10 md

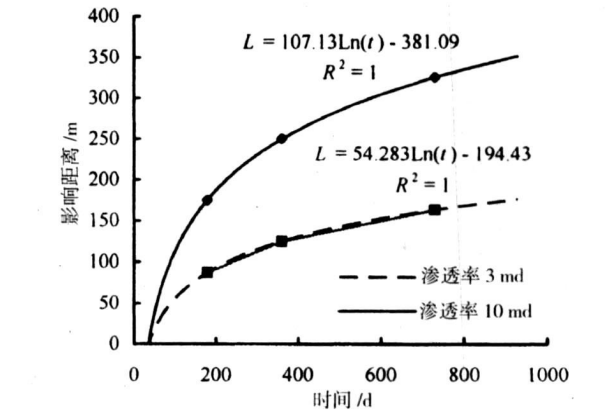


图 7 巷道对煤层瓦斯含量影响范围的趋势预测  
Fig.7 Trend forecast of incidence of underground roadway to gas content of coal seam

文章编号:1001-1986(2007)03-0039-03

## 西安 咸阳地下热水氘过量参数研究

苏 艳<sup>1</sup>,马致远<sup>1</sup>,刘 方<sup>2</sup>,吴文梯<sup>1</sup>,李 峰<sup>2</sup>,穆根胥<sup>2</sup>,余 娟<sup>1</sup>,胡 杨<sup>1</sup>,贾旭兵<sup>1</sup>

(1.长安大学环境科学与工程学院,陕西 西安 710054;

2.陕西省地质调查院,陕西 西安 710016)

**摘要:**通过分析西安、咸阳地区地下热水的 $\delta^{18}\text{O}$ 和 $\delta\text{D}$ 同位素数据,研究了氘过量参数 $d$ 的特征及水岩交换程度对 $d$ 值分布的影响。结果表明:西安、咸阳地区浅层地下热水水岩作用不明显,深层地下热水水岩交换作用显著,发生氧漂移,咸阳部分水点发生较为明显的 $^2\text{H}$ 交换;含水层封闭性越好,地质环境越还原,水岩作用就越强, $d$ 值就越小;氧漂移愈偏离大气降水线, $d$ 值越小,埋深愈大,滞留时间愈长,矿化度愈大,地下热水温度越高。

**关键词:**氘过量参数;水岩交换;氧漂移;西安;咸阳

**中图分类号:**P641.3 **文献标识码:**A

### Deuterium excess parameter features study on thermal groundwater of Xi'an and Xianyang

SU Yan<sup>1</sup>, MA Zhi-yuan<sup>1</sup>, LIU Fang<sup>2</sup>, WU Wen-ti<sup>1</sup>, LI Feng<sup>2</sup>, MU Gen-xu<sup>2</sup>, YU Juan<sup>1</sup>, HU Yang<sup>1</sup>, JIA Xu-bing<sup>1</sup>

(1. Environmental Science and Engineering Institute, Chang'an University, Xi'an 710054, China;

2. Geology Investigation Institute of Shaanxi Province, Xi'an 710016, China)

**Abstract:** By analyzing the  $\delta^{18}\text{O}$  and  $\delta\text{D}$  isotopic data of Xi'an and Xianyang, this paper studies the features of the deuterium excess ( $d$ -excess) parameter in thermal groundwater and the effect of the extent of water-rock exchange on  $d$ -excess value distribution, concluding that water-rock exchange of low thermal groundwater in Xi'an and Xianyang is not apparent, while the deep is quite apparent and there is oxygen draft. Deuterium exchange of some samples in Xianyang is also apparent. The more closed the aquifer is, the more reductive the geological environment is. The more intense the water-rock exchange is, the smaller the  $d$ -excess is. In addition, as the oxygen draft grows further away from the local mean water line, the  $d$ -excess gets smaller, the depth gets deeper, the residence time gets longer, the total dissolved solid gets bigger, the temperature of thermal groundwater gets higher.

**Key words:** deuterium excess ( $d$ -excess) parameter; water-rock exchange; oxygen shifting; Xi'an; Xianyang

收稿日期:2006-12-26

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2005D03);中国地质调查局项目(1212010535416)

作者简介:苏 艳(1982—),女,山东淄博人,硕士研究生,从事地下热水同位素水化学方法研究。

面的。为了降低问题的研究难度,使研究结果有针对性并便于应用,仅分析了巷道存在对煤层瓦斯含量的影响范围问题,可以满足研究井下瓦斯抽放模型边界的需要。通过以上研究分析,得到以下初步认识:

a. 巷道对煤层瓦斯含量的影响范围,主要受煤层渗透率的控制,渗透率越大,巷道对煤层瓦斯含量的影响范围越大;

b. 巷道对煤层瓦斯含量的影响范围与巷道存在的时间符合对数关系:巷道存在时间越长,其对煤层瓦斯含量的影响范围越大,但影响范围扩大的

幅度不断减少;

c. 对于井下瓦斯抽放数值模型的研究,仅需要考虑抽放工作面周围 500 m 范围内的巷道。

### 参考文献

- [1] 煤矿瓦斯综合治理技术手册编委会. 煤矿瓦斯综合治理技术手册[M]. 辽宁:吉林音像出版社,2003.
- [2] 张群,张培河,王晓梅. 煤储层描述和数值模拟研究[R]//国家“九五”重点科技攻关项目成果报告. 西安:煤炭科学研究总院西安分院,2001.
- [3] Gas Research Institute USA. COMET2 Version 2.11 Users Guide, 2000.