

CSTAM2012-B03-0090

## 煤层气井气水两相分布不稳定试井模型<sup>1)</sup>

牛丛丛<sup>\*,2)</sup>, 刘曰武<sup>\*</sup>, 蔡强<sup>†</sup>, 李海生<sup>†</sup><sup>\*</sup>(中国科学院力学研究所流固耦合系统力学重点实验室, 北京 100190)<sup>†</sup>(北京工商大学计算机学院, 北京 100048)

**摘要:** 煤层气是一种高效清洁的非常规天然气资源。煤层气的开采过程是一个排水降压采气的过程。由于煤层气主要是以吸附态的形式存在于煤层中, 只有压力降低到临界解吸压力以下煤层气才从煤层中解吸出来与水一起采出。在这样条件下必须考虑气水两相分布对流动的影响。在煤层气的排采过程中, 了解煤层中压力变化以及煤层性质变化的主要动态手段是煤层气井的测试, 即通过改变煤层气井的生产产量, 利用压力计监测井底压力变化, 从而通过对测试资料数据分析得到煤层的基本信息, 达到指导煤层气井的生产以及煤层气藏的排采。

本文根据煤层气藏排采的解吸特征, 提出了一种与解吸区域大小相关的煤层气井不稳定试井模型, 建立了一种考虑气水两相分布的渗透率关系。该模型较好的描述了煤层气排采过程中煤层内气水的流动状态。由于煤层气的解吸是从井底开始的, 因此井底附近含气量较高, 煤层解吸区内含水和气两相, 未解吸区域中只有水相。随着煤层气井的生产时间增加, 高含气区逐渐向外扩展, 从而可以采用分区的模式对气水两相进行描述。

利用有限体积方法对建立的模型进行了求解, 计算得到了煤层气井气水两相分布不稳定试井理论曲线及压力分布场。分析了煤层气解吸系数, 解吸复合半径, 气水饱和度分布等对试井理论曲线的影响。对于无限大煤层气藏, 其试井理论曲线主要包括 5 个阶段: (1) 井储段, 因为井储的作用, 有一段斜率为 1 的直线; (2) 表皮段: 井储结束后压力导数曲线有一个凸峰, 是因为表皮系数的影响; (3) 第一径向流段, 近井高速流动区径向流; (4) 气水两相分布影响段, 压力导数线开始下掉, 说明煤层的流动性变强, 随着压力的传播, 压力导数开始上翘, 逐渐达到平衡状态; (5) 解吸系数最终影响段, 当解吸系数越小时, 压力曲线下落的幅度越大, 压力导数曲线下落的幅度越大, 说明解吸量越大, 缓解压力下降的幅度也就越大。此研究结果对煤层气生产有重要的指导意义。

**关键词:** 煤层气, 渗流, 两相流, 有限体积法, 试井

<sup>1)</sup> 国家科技重大专项 (2011ZX05038-003) 资助

<sup>2)</sup> Email: niu\_cong\_cong@126.com