



118年11月20日 星期二 首页 | 期刊介绍 | 期刊影响 | 编委会 | 投稿须知 | 期刊订阅 | 联系我们 | 内网地址 | English

石油学报 » 2015, Vol. 36 » Issue (10): 1280-1289 DOI: 10.7623/syxb201510011

油田开发

最新目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

« 前一篇 | 后一篇 »

## 基于格子Boltzmann方法的页岩气微观流动模拟

姚军, 赵建林, 张敏, 张磊, 杨永飞, 孙致学, 孙海

中国石油大学石油工程学院 山东青岛 266580

### Microscale shale gas flow simulation based on Lattice Boltzmann method

Yao Jun, Zhao Jianlin, Zhang Min, Zhang Lei, Yang Yongfei, Sun Zhixue, Sun Hai

School of Petroleum Engineering, China University of Petroleum, Shandong Qingdao 266580, China

摘要

图/表

参考文献(0)

相关文章(15)

全文: [PDF](#) (4973 KB) [HTML](#) (1 KB)

输出: [BibTeX](#) | [EndNote](#) (RIS)

#### 摘要

页岩中的主要孔隙类型是纳米孔隙,气体在纳米孔隙中的流动不同于在常规孔隙中的流动,其存在微尺度效应,因此基于连续介质假设的达西方程不再适用。由于页岩气藏一般处于高压环境,气体比较稠密,理想气体状态方程也不再适用。而格子Boltzmann方法是一种介观流动模拟方法,其不基于连续介质假设,适用于从滑移区到过渡区的气体流动模拟,并且能够考虑气体稠密性和非理想气体状态方程的影响。基于考虑努森层影响和微尺度效应的非理想气体格子Boltzmann方法,结合镜面反射格式与反弹格式组合的滑移边界条件,采用二维平板模型,研究了孔隙尺寸、压力和温度等因素对微尺度效应的影响,并对影响机理进行了分析。结果表明:努森数是微尺度气体流动的控制参数;在滑移区和自由分子流区,各因素对微尺度效应的影响较小,而在过渡区,各因素对微尺度效应的影响较大;通过表观渗透率与固有渗透率比值随努森数的变化关系,并与常用的页岩气藏表观渗透率计算模型进行对比,验证了目前常用页岩气藏表观渗透率计算模型的准确性。

**关键词**: 格子Boltzmann方法, 页岩气, 纳米孔隙, 微尺度效应, 非理想气体

#### Abstract:

Nano-pores are dominantly developed in shale. Due to microscale effect, the gas flow in nano-pores is different from that in conventional pores. Therefore, Darcy's law based on the continuous medium assumption is no longer applicable. Shale gas reservoirs are generally under a high pressure environment with denser gas, so that the ideal gas state equation is also inapplicable. However, the lattice Boltzmann method is a mesoscopic flow simulation method, which is not based on the continuum assumption, but suitable for gas flow simulation from slip zones to transition zones as considering the influences of gas denseness and non-ideal gas state equation. Based on the lattice Boltzmann method for non-ideal gas in considerations of the influences of Knudsen layer and microscale effect, as well as slip boundary conditions in mirror reflection-bounce back pattern, a two-dimensional plate model was used to study the influences of pore size, pressure and temperature on microscale effect and analyze the influence mechanisms. The results show that Knudsen number is the control parameter of microscale gas flow. The influences of various parameters on microscale effect are smaller in slip zones and free molecular flow zones, but it is opposite to the transition zones. The variation relationship between Knudsen number and the ratios of apparent permeability and intrinsic permeability, the accuracy of the commonly-used calculation model of apparent permeability in shale gas reservoirs is verified through comparison with the two-dimensional plate model.

**Key words**: lattice Boltzmann method shale gas nano-pores microscale effect non-ideal gas

收稿日期: 2015-04-09

中图分类号: TE311

#### 基金资助:

国家自然科学基金项目(No.51490654、No.51234007、No.51404291、No.51304232)、壳牌(中国)项目(PT37341)、教育部长江学者和创新团队发展计划项目(IRT1294)、高等学校学科创新引智计划项目(B08028)、山东省自然科学基金项目(No.ZR2013DL011)和中央高校基本科研业务费专项基金项目(14CX05026A)资助。

**通讯作者**: 姚军,男,1964年3月生,1984年获华东石油学院学士学位,2000年获石油大学(华东)博士学位,现为中国石油大学(华东)石油工程学院教授、博士生导师,主要从事油气田开发工程、油气渗流方面的研究。Email:RCOGFR\_UPC@126.com **E-mail**: RCOGFR\_UPC@126.com

**作者简介**: 姚军,男,1964年3月生,1984年获华东石油学院学士学位,2000年获石油大学(华东)博士学位,现为中国石油大学(华东)石油工程学院教授、博士生导师,主要从事油气田开发工程、油气渗流方面的研究。Email:RCOGFR\_UPC@126.com

#### 引用本文:

姚军, 赵建林, 张敏, 张磊, 杨永飞, 孙致学, 孙海. 基于格子Boltzmann方法的页岩气微观流动模拟[J]. 石油学报, 2015, 36(10): 1280-1289.

Yao Jun, Zhao Jianlin, Zhang Min, Zhang Lei, Yang Yongfei, Sun Zhixue, Sun Hai. Microscale shale gas flow simulation based on Lattice Boltzmann method[J]. Acta Petrolei Sinica, 2015, 36(10): 1280-1289.

#### 链接本文:

<http://www.syxb-cps.com.cn/CN/10.7623/syxb201510011> 或 <http://www.syxb-cps.com.cn/CN/Y2015/V36/I10/1280>

#### 服务

- ▶ 把本文推荐给朋友
- ▶ 加入我的书架
- ▶ 加入引用管理器
- ▶ E-mail Alert
- ▶ RSS

#### 作者相关文章

- ▶ 姚军
- ▶ 赵建林
- ▶ 张敏
- ▶ 张磊
- ▶ 杨永飞
- ▶ 孙致学
- ▶ 孙海

版权所有 © 2013 《石油学报》编辑部

通讯地址：北京市西城区六铺炕街6号 (100724)

电话：62067137(收稿查询)，010-62067128(期刊发行、地质勘探栏目编辑)，62067139(油田开发、石油工程栏目编辑)

E-mail: syxb@cnpcc.com.cn(编辑部)，syxb3@cnpcc.com.cn(收稿及稿件查询)，syxb5@cnpcc.com.cn(地质勘探栏目编辑)，syxb7@cnpcc.com.cn(油田开发栏目编辑)，  
syxb8@cnpcc.com.cn(石油工程栏目编辑)，syxb4@cnpcc.com.cn(期刊发行)

本系统由北京玛格泰克科技发展有限公司设计开发 技术支持：support@magtech.com.cn

京ICP备13000890号-1