力学所等在页岩气藏气水流动机理研究中取得进展

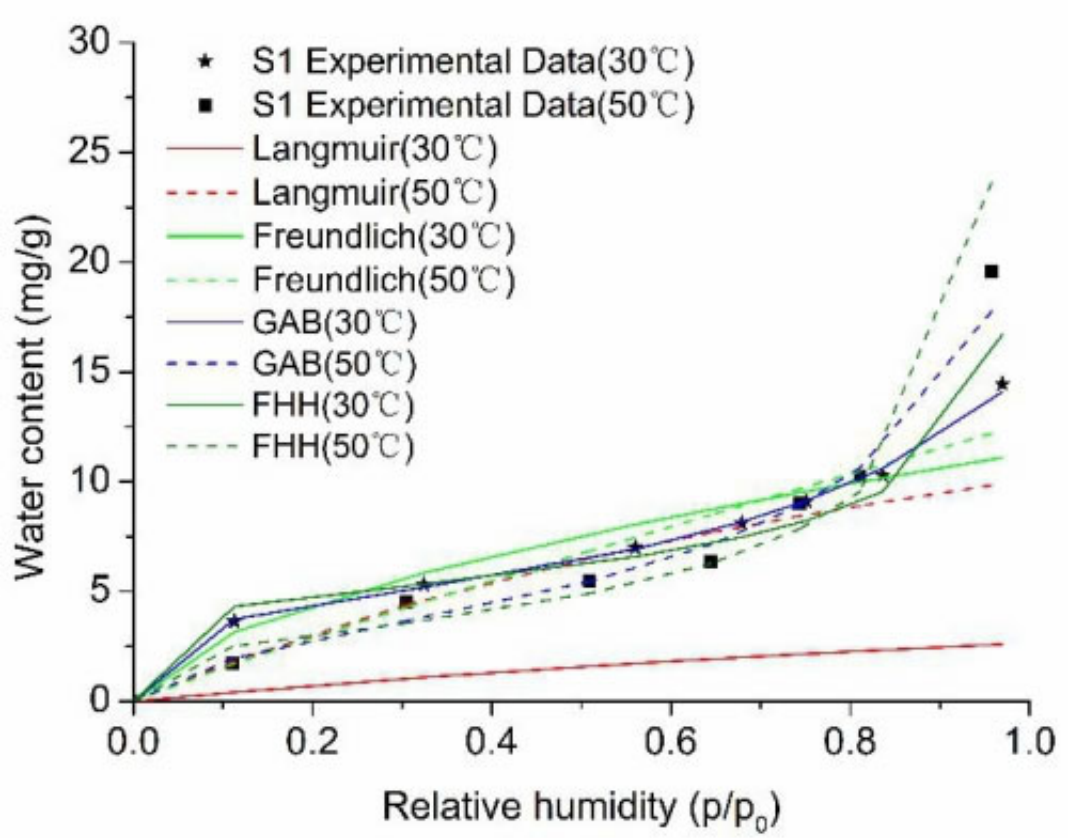

图1.吸附模型与实验数据拟合

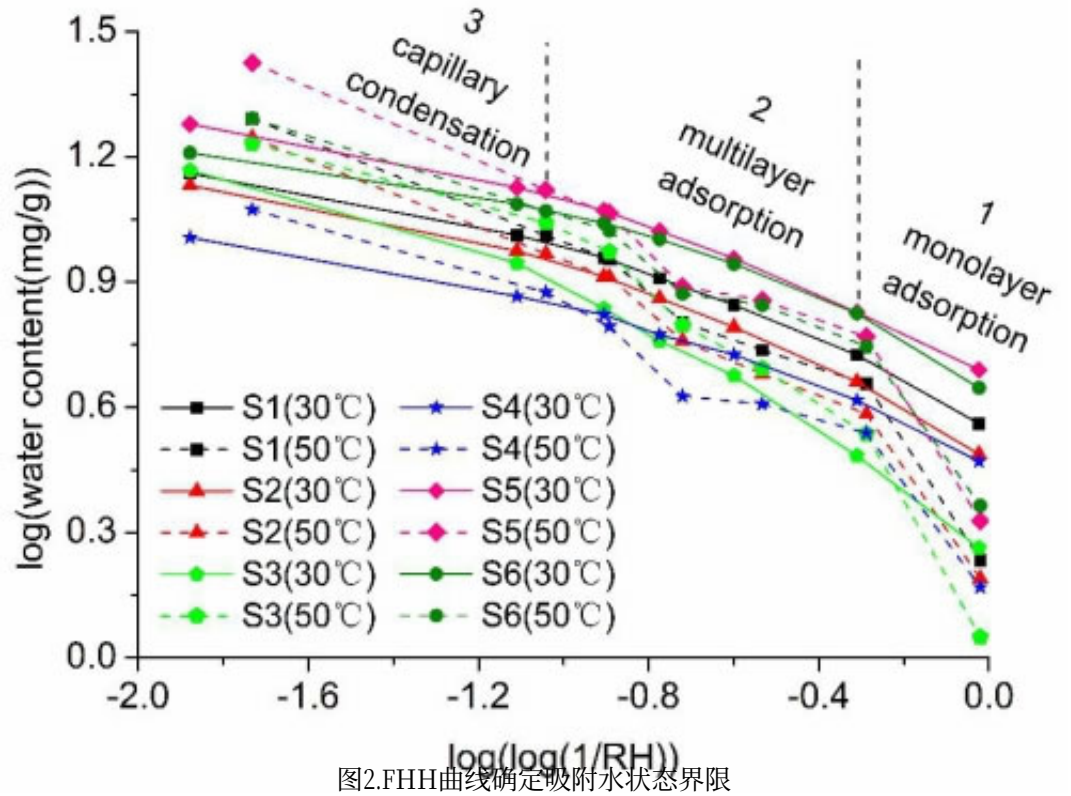

图2.FHH曲线确定吸附水状态界限

在世界经济对油气资源需求日益增加的背景下，非常规页岩气资源的开发利用备受关注。页岩气藏具有独特的存储和低渗特征，水平井完井和水力压裂技术是开发页岩气藏的关键技术。但在水力压裂过程中，只有少部分的压裂液在清洗阶段被回收，大部分压裂液滞留在页岩地层中，水锁问题严重影响着页岩气藏的有效开发。开展页岩气藏气水流动机理研究，对页岩气藏的高效开发具有重要理论指导意义。

近年来，中国科学院力学研究所、中国石油勘探开发研究院和美国劳伦斯伯克利国家实验室等机构的科研人员合作，在页岩气藏气水流动机理研究中取得系列进展。

科研人员设计了页岩水吸附解吸及渗吸装置，研究了页岩的水吸附解吸和渗吸特征，揭示了页岩水吸附解吸和渗吸机理，建立了页岩水吸附扩散数值模型。研究结果表明，页岩中水吸附与有机碳含量、矿物组成密切相关，GAB等温模型可以描述和预测其吸附过程，而FHH曲线可用于区分吸附水状态界限；页岩的水吸附解吸存在着严重滞后现象，毛管力达到1MPa量级水才能从页岩中排驱出来，水锁问题严重制约着页岩气藏的有效开发，页岩气的产出主要与未接触压裂液的压裂区域密切相关。

基于克努森数，科研人员对页岩气不同尺度下的流动模式进行划分，分析了各流动模式下气体流动特征和影响因素；根据尘气模型（Dusty Gas Model）和广义朗格谬尔模型（Extended Langmuir Model），利用TOUGH2模拟程序研究了页岩气的扩散吸附过程，分析了压力、温度和渗透率变化对页岩气扩散吸附的影响。研究结果表明，压力变化对各流态的比例影响很大而温度对其影响几乎不变，吸附作用影响着页岩气总的质量通量；尘气模型更适合描述低渗储层介质的扩散过程，当渗透率低于$1.0\times10^{-15}m^2$时，渗透率变化对页岩气扩散和吸附速率影响很小。以上研究结果对页岩气藏的扩散吸附流动、产能评价和压裂设计等具有重要理论指导意义。

相关研究成果发表在Water Resources Research、Energies、Transport in Porous Media、Journal of Natural Gas Science and Engineering等上。该研究得到了美国能源部、“十二五”和“十三五”规划国家油气重大科技专项、国家留学基金委、中国石油勘探开发研究院和中科院流固耦合重点实验室青年科技基金等的资助。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/122331.html