

## 页岩酸化溶蚀过程的瞬态实验表征和升尺度方法

凌博闻<sup>\*,+,1)</sup>, Mo Sodwatana<sup>+</sup>, Arjun Kohli<sup>+</sup>, Cynthia M. Ross<sup>+</sup>, Adam Jew<sup>+</sup>, Anthony R. Kavscek<sup>+</sup>, Ilenia Battiato<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> (Stanford University, Energy Resources Engineering, Stanford, USA)

**摘要:** 页岩油气作为自然资源, 对国家能源安全有重要的意义。酸化压裂在增加储藏渗透率和提高产量方面表现突出, 被广泛用于页岩油气田。然而, 近年的研究发现, 页岩在酸化溶蚀过程中裂隙表面粗糙度增大、孔隙绕曲程度增加、不溶颗粒脱落、裂隙闭合等因素会导致页岩储层流动阻力升高甚至渗透率下降。现存的针对真实页岩样本的实验方法缺少对溶蚀过程的瞬态观测, 无法量化溶蚀作用下孔隙结构随时间的变化, 另一方面, 微流实验在瞬态表征上优势明显, 但微流芯片普遍采用人造材料, 缺少对真实岩样理化性质的研究。针对以上问题及应用需求, 本工作研发了嵌入真实岩样的微流实验平台, 在孔隙尺度实时记录溶蚀反应对页岩样本结构和流体流场的影响。结合成分分析和图像识别, 本工作对不同矿物比例样本的溶蚀过程进行研究, 总结了孔隙结构的瞬态变化规律。同时, 本工作应用升尺度方法计算渗透率瞬态变化, 建立页岩在酸化过程中渗透率的变化规律, 为工程实践提供理论依据。

**关键词:** 渗流力学; 溶蚀反应流; 微流芯片; 升尺度方法