武汉岩土所在不同应力状态下岩石注水诱导水力耦合行为研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/15642.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

将流体注入地下是许多能源工程中不可或缺的一项重要操作，例如二氧化碳地质利用与封存、非常规储层压裂开采、地下储能、地热开采等。流体与岩石的相互作用涉及复杂的水力耦合过程，在提高目标储层渗透率的同时，也存在着激活附近隐伏断层进而诱发有感地震的潜在风险。地应力的相对大小和方向是影响岩石水力耦合行为的重要因素，充分理解不同地应力状态下流体注入岩石引起的水力耦合响应对于工业活动的高效、安全运行十分关键。相关领域科研人员在室内开展了大量的岩石注水实验，主要集中于静水压力和三轴压缩应力状态下岩石的强度弱化及破裂行为，但对于岩石在不同应力状态，特别是三轴拉伸应力状态下渗透率演化规律及剪切失效潜力的对比研究关注较少，这与目前实验技术的局限性有关。

针对这一问题，中国科学院武汉岩土力学研究所二氧化碳地质封存研究团队以地球上常见的安山岩为例，采用数值模拟方法对不同应力状态下岩石的注水水力耦合特性开展了系统研究。研究通过与三轴压缩应力状态下安山岩室内注水试验的对比，验证了数值模型的可靠性；在此基础上，系统地考虑了不同应力状态的影响，揭示了在三轴压缩和三轴拉伸应力状态下，流体注入岩石的水力耦合特性差异；分析总结了含不同倾角裂隙面的岩石在不同应力状态下的剪切失效潜力。结果表明，孔隙压力在静水应力状态和三轴应力状态下分布不均匀，局部孔隙压力随着靠近上游压力增大，这与耦合过程中应力诱发的渗透率变化密切相关。差应力的变化会影响岩石的水力耦合特性，尽管岩石在两种三轴应力状态下的水力耦合行为受到差应力的影响，但无论是三轴压缩还是三轴拉伸，其对水力耦合变化的影响是有限的。此外，即使在相同的差应力下，应力状态的差异也会影响岩石的水力耦合行为，在固定的差应力下，三轴压缩应力状态下的水力耦合参数一般大于拉伸状态，但两者之间的差异也随着差应力的增大而减小，说明差应力的增大会减弱应力状态的影响。不同应力状态下，裂隙面的有利破坏倾角也不相同。因此，在实际的工业活动中，工程师们应当根据施工现场的构造应力场来设计合适的注入方案以减少诱发地震活动的风险。

相关研究成果以*Hydromechanical behaviors of andesite under different stress states during fluid injection*为题，发表在*Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*上。研究工作获得国家自然科学基金、岩土力学与岩土工程国家重点实验室开放基金和中德1+1创新基金的资助。

论文链接

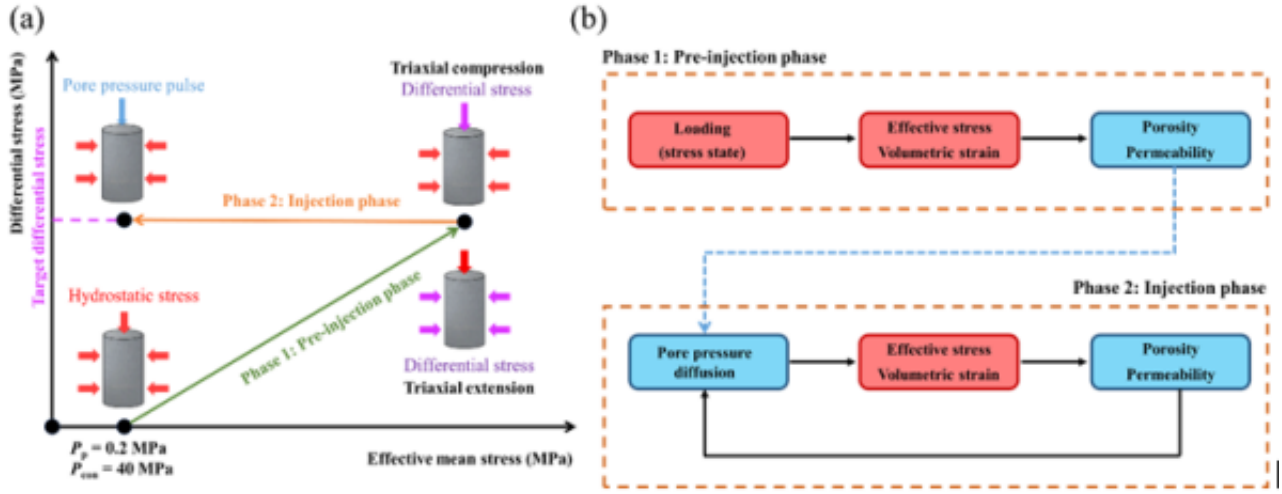


图1 （a）岩石注水数值模拟的加载路径；（b）岩石注水数值模拟的水力耦合过程

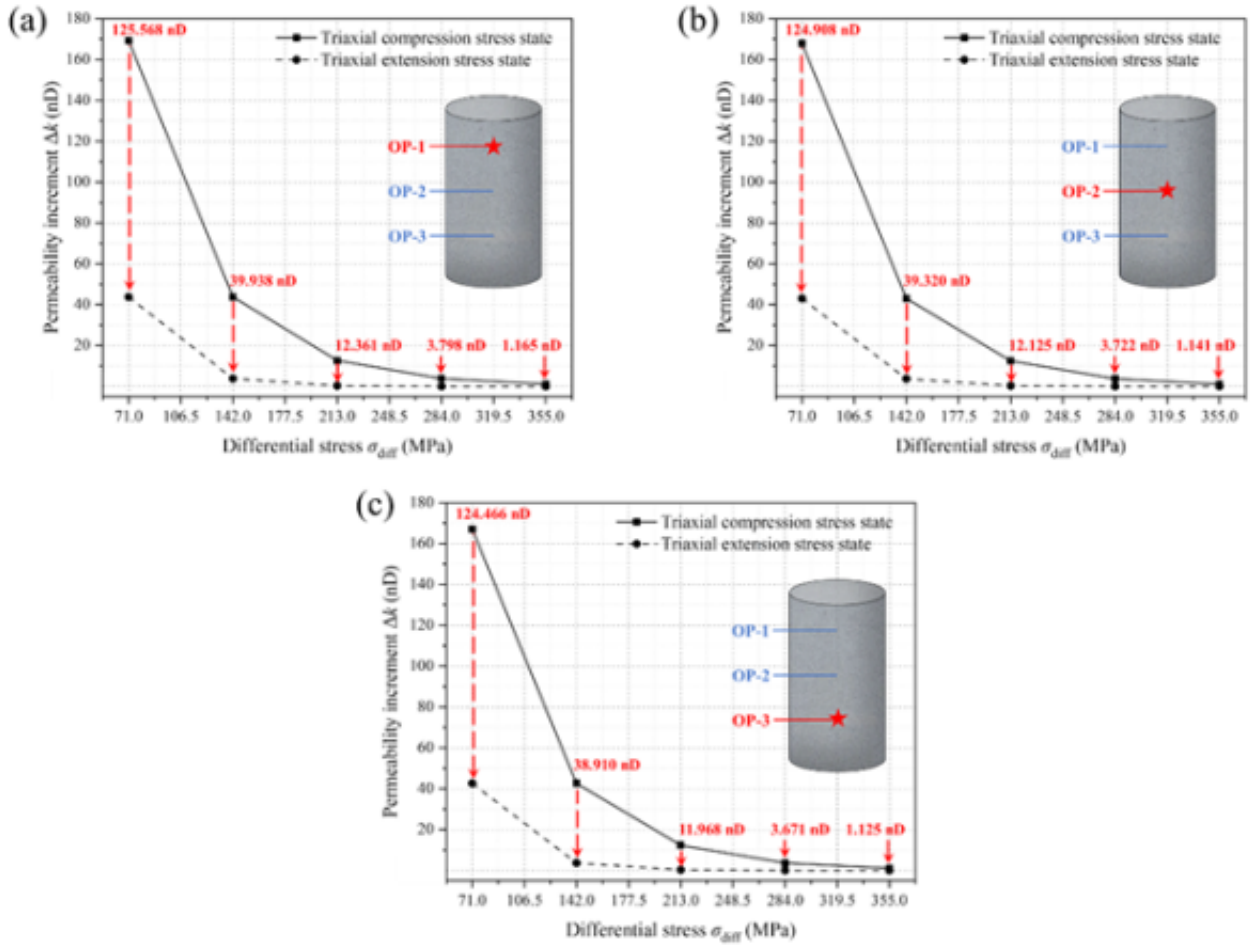


图2 三轴压缩和拉伸应力状态下不同位置处岩石渗透率增量随差应力变化的趋势：（a）观察点OP-1；（b）观察点OP-2；（c）观察点OP-3

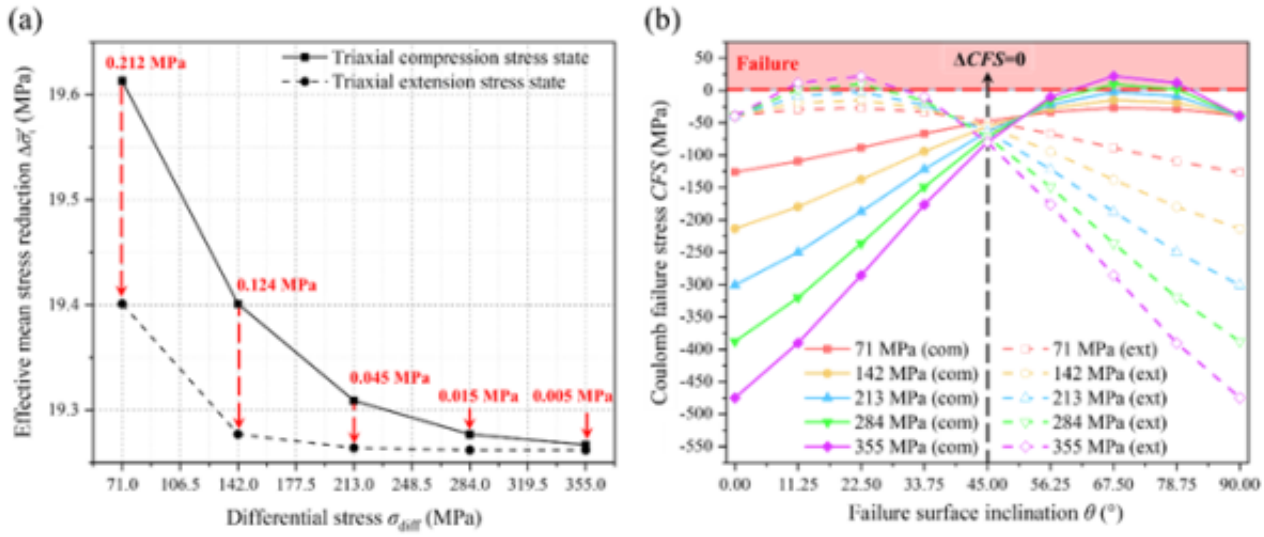


图3 （a）三轴压缩和拉伸应力状态下岩石平均有效应力减小量随差应力变化的趋势；（b）三轴压缩和拉伸应力状态下岩石库仑破坏应力随倾角变化的趋势

研究团队单位：武汉岩土力学研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发