
研究揭示岩石长期缓慢破裂新机制

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36776.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！

研究揭示岩石长期缓慢破裂新机制。中国科学技术大学研究员张诗淮团队与昆明理工大学教授吴顺川合作，首次揭示了岩石在远低于破裂强度的低应力蠕变条件下，从微观破裂缓慢演化到宏观失稳的全新物理机制。这一发现为破解岩石亚临界破裂难题提供了精准的力学解码器，并为理解地震成核、地壳应力演化等地质过程奠定了关键理论基础。11月13日，研究成果发表于《物理评论快报》，这是中国岩石力学领域率先在该刊发表聚焦岩石破裂物理机制的研究成果。

亚临界破裂指的是岩石、冰、陶瓷等脆性材料会在看似稳定的低受力环境中，经历漫长演化后突然破坏的一种现象。这是一个长期困扰岩石力学、地球物理学、航空航天材料等多领域中研究人员的共性科学问题。针对岩石材料，传统理论依赖亚临界裂纹扩展，但该机制仅适用于接近峰值强度的高应力环境，难以解释地壳中低应力下持续数百万年乃至更长时间的缓慢变形及破裂现象。

针对上述科学挑战，研究团队首先设计了恒定低荷载蠕变实验，模拟自然界中长期构造力的作用。实验采用脆性聚苯乙烯材料制备含预制闭合裂纹的试样，通过数字图像相关技术精确测量裂纹周围的微应变演化，首次在缓慢滑动阶段直接观测到两个关键过程：一是裂纹界面在低于破裂强度的恒定应力水平下发生自相似的持续滑移；二是此过程伴随着持续的剪应力松弛并向裂纹尖端方向转移，表现为裂纹膨胀区向初始压实区的逐步扩展，引发尖端局部应变的持续累积。

基于此，研究团队进一步开发了结合速率-状态摩擦与断裂力学的有限元模型，揭示岩石中广泛存在的微裂纹在持续摩擦滑移的调控下，大多数会逐渐减速安静，而少数裂纹则会相互触发不断加速，最终形成宏观断层带。基于该发现，研究团队建立了从微观摩擦滑移到宏观失稳的统一物理框架，揭示了岩石亚临界破裂的本质是其内部永不停歇的微观摩擦主导的应力重分配与破裂的协同演化。

研究首次从实验与理论两方面完整揭示了岩石长期缓慢破裂的物理机制，成功破解了亚临界破裂难题，为岩石、冰、陶瓷等脆性结晶材料在任意受力条件下的长期变形与破裂提供了统一的解释框架，也为理解地震孕育、地壳应力演化及地下工程长期稳定性等领域提供了关键物理基础。

审稿人高度评价这项工作，认为其为分布式损伤如何演变成局部剪切带提供了宝贵见解，对理解地震成核的起始非常重要，有助于拓宽期刊《物理评论快报》的视野，促进地球物理学、材料科学和物理学界之间的跨学科交流。（来源：中国科学报 王敏）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1103/rtpv-wnfd>

作者：张诗淮等 来源：《物理评论快报》

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](http://www.iikx.com)转发