

由页岩气开采引发地表形变原因与孔隙弹性反演

近些年来，在中国四川盆地石油公司进行大量的页岩气开发活动。在页岩气开发期间，开采区发生了大量的微地震活动，甚至发生了一些中型地震。很多的研究表明，页岩气开采可以产生可以检测到的地表形变。我们利用 ALOS-2 InSAR 数据测量了长宁页岩气开采区的地表形变，并观测到由页岩气开采产生的明显的地表形变。同时我们利用了 Sentinel-1 卫星的雷达数据对页岩气开采活跃时期的地块做了时序分析，发现在长宁、威远和涪陵页岩气开采区在页岩气活跃开发时期地表产生了明显具有相关性的形变。所以，在构造稳定的四川盆地观测到的 InSAR 形变有可能是页岩气开采过程中水力压裂引起的。

由我们观测到的地表形变数据，我们对形变产生的原因做出了推测。首先，在孔隙弹性介质中，持续数月或长期抽注液体可能产生地表形变。其次，孔隙压力或流体通道中的液体在扩散过程中引起多次诱发地震或断层蠕动，这些诱发地震和断层蠕动产生了可观测到的地表形变。第三，由于四川页岩气开采地区长期抽注液体，改变了地壳质量分布，并产生了地壳弹性加载式的变形。所以我们基于 InSAR 数据的地表变形情况和地球物理模型来分析和检验这些假设。

为了定量解释页岩气开采和地表形变的关系，我们采用时空格林函数的方法将地表形变的源模拟为孔隙弹性体内多源的流体注入和抽取过程。如果将源看作是简单的火山源，有可能会得到错误的页岩气开采参数。我们对多源的生产过程进行最小二乘反演，并将结果和有限开放的页岩气生产资料进行对比验证。更多的成果我们将在大会上作报告。