

## 能源生产引发美国大地震 液体注入可润滑断层并加速其移动

文章来源：中国科学报 张章

发布时间：2013-07-16

【字号：小 中 大】

近日，刊登在《科学》杂志上的三篇论文称，将废液注入地下的天然气开采、地热能源生产以及其他活动，引发了美国的多场地震。

这些地震中的绝大多数规模较小，但是也有一些超过了5.0级。其中一篇文章的作者、美国地质调查局地震学家William Ellsworth表示，这些地震中包括2011年11月6日美国俄克拉何马州发生的5.6级地震，地震中2人受伤，14座房屋遭到破坏。他还提到，发生在美国中部和东部震级达3.0级及以上的地震年度数量记录，在过去十年中增加至近10倍：从1967~2000年的平均每年21场，到2011年的最大值188场。

哥伦比亚大学拉蒙特—多尔蒂地球天文台地震学家Nicholas van der Elst领衔的另一个研究对地下水注射相关区域的地震，以及美国数次地震活动进行了考察。他们将局部地震活动的发生与那些发生在遥远处的大地震进行了比较，以确认地震活动的“家系”。

研究结果显示，在过去十年中，袭击美国内部的震级达4.5级及以上的地震中，至少一半发生在注入井附近。研究人员表示，在注入井附近的断裂地带是动态触发的首要标靶，因为废水注射过程使得局部断层“受到临界性地加载”，因此即使是来自遥远处的较小的地震信号，就足以使积累的孔隙压力加速弥散并引起破裂。

Ellsworth也怀疑，通过加大孔隙压力，天然气井的增加改变了地震敏感区域的压力，这润滑了之前就存在的断层，以至于使它们更容易断裂。之前也有研究将这种竖井使用的水力压裂法与附近发生的地震联系在一起。但是Ellsworth指出，这种有争议的技术——利用高压液体击碎岩石释放天然气——从未引发超过3.6级的地震。他相信，并非水力压裂法本身，而是将废水再注入围岩的处理过程，诱发了较大规模的地震数目的增加。

美国超过30000个此类的处理井中只有少部分似乎存在此类问题。van der Elst提到，找出哪一地区处于危险中的一个方法是观察全世界范围内大地震（8.0级及以上）后发生了什么，例如近年来袭击日本、智利和苏门答腊岛的大地震。

“这并不是一个十分简单的方法。”美国优斯公司副总裁、地震学家Ivan Wong说，van der Elst的研究是具有开创性的。田纳西州孟菲斯大学地震学家Stephen Horton表示，注射井可能至少以两种不同的方式诱发地震。

在第三个研究中，科学家提供了一个用于评估在由工业过程所主导的地区诱发地震危险的模板。随着社会对可再生资源依赖的增加，地热能源正变成一种越来越有吸引力的选择。然而，生产地热能源——即抽取热流体并将废水注射回地下——是否会诱发地震及所诱发地震的程度等问题，人们仍然不清楚。

加利福尼亚圣克鲁兹分校地震物理学家Emily Brodsky分析了索尔顿湖地热场的的数据。在这里，人们抽取了来自地球深处的水来给一系列发电机提供能量。Brodsky发现，能量生产中水流失的速率与地震发生率存在相关性。

Ellsworth建议，改进地震监测，并更全面地收集深部废水注射数据，将有助于发现、甄别出易发生远处触发的地震区域。这些研究和分析能帮助提高对诱发地震事件的了解，并凸显了改善地震监控的重要性，在表层下液体注入和抽取地区的地震监控尤为重要。