评估水力压裂法的废水影响

基于一项最新发表的研究，在开采马塞勒斯页岩中的天然气时，采用水力压裂法所产生的废水处理是一个非常巨大的工程。而且随着天然气开采的发展，这套方案依然会继续执行。本项研究并没有评估废水的环境后果。但是研究的主要作者，肯特州立大学（Kent State University）生物系助理教授Brian Lutz认为，如果未得到正确的处理，水力压裂法所产生的废水会对环境和人类健康产生一系列影响。此分析仅限于宾夕法尼亚州。目前，宾夕法尼亚州和西弗吉尼亚州在马塞勒斯页岩气的产量上一起占首要位置。

在水力压裂过程中，一种混合液体被打至地下深层，压裂了里面的石头从而把石头里的天然气释放出来，这些天然气再经过矿井传输到地面。在每口井中，3~7百万加仑的水，混合着沙子以及复杂的化学混合物（混合物可包括富马酸二甲酯、甲醛和各种挥发性有机化合物以及其他一些物质）构成了所使用的压裂液体。

从19世纪50年代开始，天然气已经从一些相对较浅的地层中萃取出来。但横向压裂法的优势促进了页岩气开采的发展。绝大多数的页岩气处于地下一英里以下的马塞勒斯页岩层中，甚至在更深的岩层中，比如俄克拉何马州的伍德福德页岩层。在2010年，页岩气占到了国内天然气产量的23%，而此数字在2000年仅为2%。在页岩气当中，大约10%来自马塞勒斯页岩，它在最近几个月已经成为美国页岩气中最大的生产源。与此相对应的是，马塞勒斯页岩的水力压裂过程中所产生的废水量从2004年到2011年增加了近6倍，这使得传统天然气开采方法所产生的废水量在它面前越来越显得不那么巨大，尽管目前传统开采法每单位采出天然气依然会比水力压裂法多产生65%的废水。

按照宾夕法尼亚州环境保护部副新闻秘书Kevin Sunday的说法，传统上，宾夕法尼亚州的天然气生产商都会将他们的废水运到市政污水处理厂来进行净化，然后再排放到河流中。但随着天然气的开采转变到非传统方法，所产生的废水中饱含了地下页岩中释放出来的重金属、放射性物质以及盐，使得这些废水更加难处理。特别是去除废水中溶解的盐将需要昂贵的蒸馏或反渗透技术。

基于这些环保的考虑，环境保护部秘书长Michael Krancer要求在马塞勒斯页岩开采的公司在2011年4月前停止将废水运输到市政污水处理厂。据Sunday所言，这一行业的公司都立即遵从了这一安排并加速了之前已经在进行的转变，即把废水运输到那些能够更好地进行金属沉淀以及悬浮物过滤操作的私营工业污水处理机构。当州政府此前对总溶解固体量500 mg/L的处理后废水实施更严格的排放标准后，天然气开采公司发现在水力压裂操作中，相比于排放到环境，投资集中的可移动废水循环再利用处理设施变得更具有成本效益。Sunday说："循环再利用率从来没有这么高。大约70%的回流水得到了再利用，甚至有些设备达到了百分之百的再利用率"。

但是Lutz说，在废水排放量下降的同时，运到俄亥俄州进行地底注射处理的废水量显著地从2010年的大约2600万加仑增加到2011年的1.06亿加仑。他指出宾夕法尼亚州绝大部分地质不适合这种做法。Lutz补充说道，在2011年3月到12月间，大致有十几起小型地震与俄亥俄州扬斯敦附近的处理厂所进行的地下废水注射活动有关，这很可能会使得这种废水处置方案在未来受到限制。

Lutz说到："去年有11个月的时间里没有发行过任何新的地下注射许可证，但这只是一个非正式的暂停，它并没有在政府文件中具体注明。虽然现在新的许可证刚刚又开始发行，但他们已经放慢了许可证审批速度。""此外，俄亥俄州监管部门现在要求提供更长更全面的地质记录审查报告，这使得地下废水处置这一方案与之前相比变得非常之昂贵。"他强调说，现在的情况是产生的废水量在呈指数增长的同时，处理废水的方法变得愈加有限。"这造成了更多的人类暴露机会。"他说。

据宾西法尼亚州石油和天然气管理局前任局长、现任私人顾问的Jim Erb所言，现在相关利益方都在讨论未来的废水处置方案，这包括提高废水循环再利用率以及宾西法尼亚州和俄亥俄州交接处这块地质情况更合适的地方建设更多注射井的可能性等等。

与此同时，研究者们正在努力去更好地研究接触废水后对健康的潜在影响，以及水力压裂法所涉及的其他人体暴露。宾夕法尼亚大学环境毒理学卓越研究中心主任Trevor Penning讲到，到目前为止，绝大多数与水力压裂法相关联的健康问题的报道都是传闻。他说："我

们最终需要用一些关联性来说明其中存在的因果关系。对于那些觉得自己因为居住在水力压裂操作附近的社区而健康受到影响的人们，我们缺乏的是他们的实际暴露数据。”

在其他一些检查水力压裂法对公共健康影响的研究努力中，宾夕法尼亚大学环境毒理学卓越研究中心和其他9个环境健康中心在国立环境健康科学研究所（NIEHS）的资助下，正在与管理式医疗公司一起合作分析社区健康指标数据和水质测量数据，并比较进行水力压裂操作与未进行此操作的地方的相应情况。Penning讲到，当务之急是鉴定空气和水中具体化学物质的危害从而对人类健康的风险进行评估。

Penning指出，考虑到进入一口井的水量，虽然它们只占到水总体积的很小一部分（0.5%~2.0%），但是压裂液体中的化学物质含量是很大的。他说：“这是一个复杂的混合物问题。其中最主要的一个问题就是废水会从废水池中渗到可能会发生人类暴露的地下水以及地表水供给中去。”

Charles W. Schmidt，硕士，来自缅因州波特兰市的一位获奖科普作家，为《探索杂志》（*Discover Magazine*）、《科学》（*Science*）和《自然医学》（*Nature Medicine*）撰稿。

译自*EHP* 121(4):A117 (2013)
翻译：周惠嘉

***本文参考文献请浏览英文原文**

原文链接
http://dx.doi.org/10.1289/ehp.121-a117

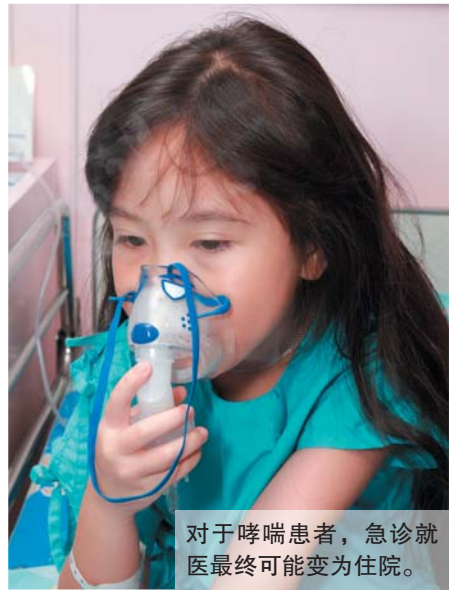
健康影响债券 投资者会为干预措施买单吗？

加利福尼亚州弗雷斯诺县全县的小儿哮喘患病率为20%，它是美国首个试验开展健康资金策略的社区，该策略既能减少治疗费用又能向投资者提供金融激励。基于全国对社会影响债券（social impact bonds，SIBs）不断增长的兴趣，试验性的融资机制有助于解决社会问题，弗雷斯诺县提议的健康影响债券（health impact bond，HIB）将通过支持在减少哮喘相关急诊和住院方面开展工作而介入政府通常不涉足的领域。

作为试点项目的一部分，200名患有中度至重度哮喘的当地儿童将在2013年初开始接受预防保健。选择这些儿童的依据是他们的哮喘诊断以及从MediCal（加州医疗补助计划）的医疗费理赔数据中所得到的他们的医疗花费情况——研究人员能够匹配每名儿童的诊断和治疗费用，使他们明确了解最终能通过预防保健省下的部分费用。

管理此项目、位于康纳狄克州的社会企业集体健康（Collective Health）的创始人兼首席执行官Rick Brush说，“一些孩子差不多每个星期都要去看急诊。”他指出，这一项目试点阶段的重点放在那些平均每年有1.5次急诊和约有半数情况最终需要住院的儿童。

私人健康基金会加州捐赠基金（The California Endowment）负责健康社区事务的高级副总裁Tony Iton表示，“债券将支付那些我们通过无数次科学研究所了解的、能促进病人健康并降低医疗保健费用的居家干预措施”。Iton说，加州捐赠基金正投入110万美金启动弗雷斯诺县的健康影响债券项目。



对于哮喘患者，急诊就医最终可能变为住院。

社区卫生工作者会到患儿家家访，评估哮喘的室内诱发物，实施包括清理或调换地毯等解决方案，监督是否按要求用药，建议需改变的行为（例如，不要在孩子周围抽烟），并清除灰尘、霉菌和害虫。工作人员每月有电话回访，每季度有家访，以提供进一步的帮助并确保改进的建议到位。一年后，将对原来的医疗费用理赔数据中的急诊次数和住院情况以及干预措施后的治疗费用进行比较。

根据加利福尼亚州公共卫生署的数据，在弗雷斯诺县约有15.7万人患有哮喘。根据来自加利福尼亚州、佛罗里达州和印第安纳州的费用数据，Brush估计哮喘相关的急诊和住院每年大约花费弗雷斯诺县的患者和保险公司3500万美元。（他说，如果将缺课和误工天数造成的相关间接费用计算在内，费用估计将增加到每年8700万美元。）因此，医疗卫生改进以及

© Phaitoon Sutunyawatchai/Shutterstock.com