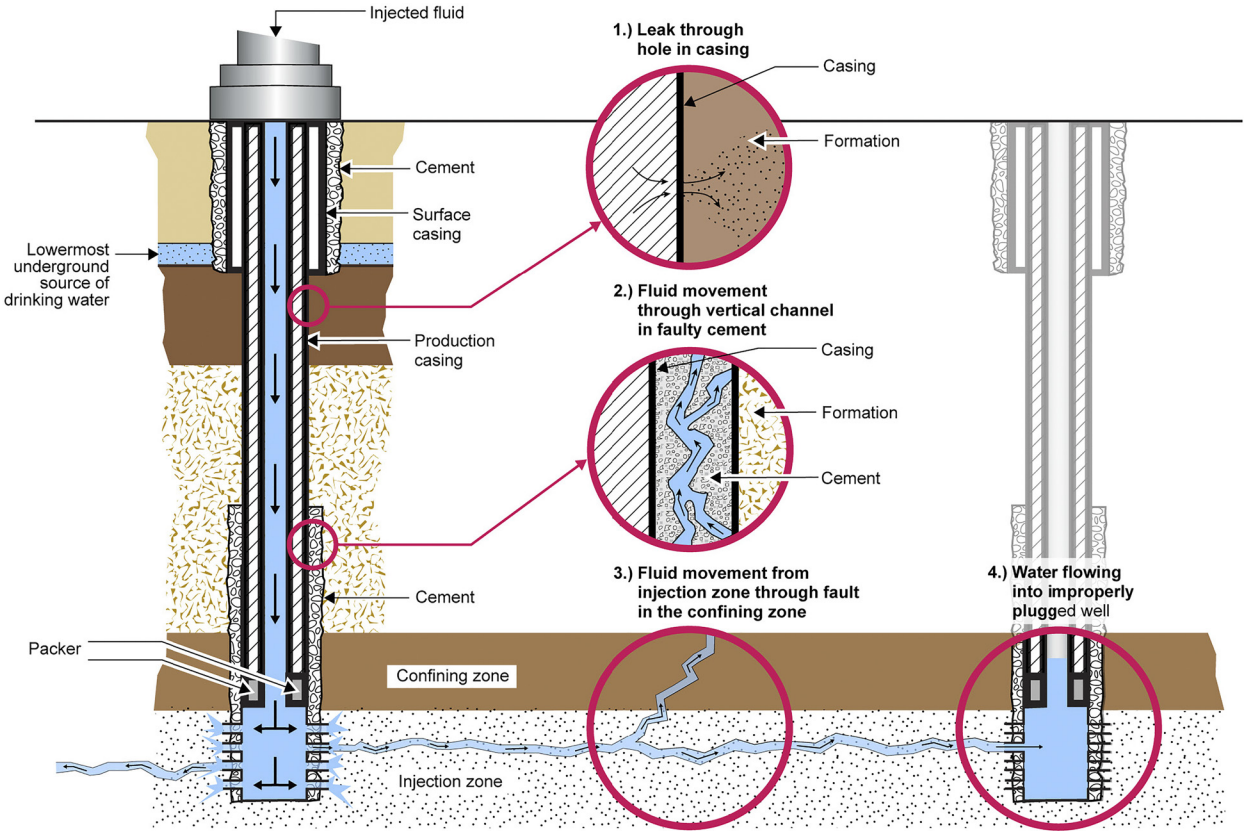
508残障人士无障碍阅读–本文有HTML支持代码 https://doi.org/10.1289/EHP4797-zh.

# 水力压裂废水何去何从？

***Lindsey Konkel***

https://doi.org/10.1289/EHP4797-zh

每口水力压裂的油井或气井在其使用寿命内都会产生数百万加仑的废水。[1] 大部分废水都被储存在地下二类井中。[2] 发表在《环境与健康展望》(*Environmental Health Perspectives*) 的一篇论文中，作者围绕这一问题对俄亥俄州的二类井进行了研究，俄亥俄州二类井主要分布在低收入地区和农村地区。[3]




美国国家环境保护署 (EPA) 已发现了几种水力压裂废水进入饮用水水源的路径。其中包括流体运动：1) 通过二类井的套管断层；2) 通过套管和钻井孔之间的空隙； 3) 原本应储在注入井的废水流入了地下岩层；或者 4) 通过未堵塞的废弃井或已完成钻孔的井。Image: U.S. Government Accountability Office.[7]

最底层地下饮用水源
封隔器
注入流体
水泥
表层套管
生产套管
水泥
封闭带
注入区
1) 通过套管的小孔泄漏
套管
地层
2) 在有缝隙的水泥中流体通过垂直通道流动
套管
地层
水泥
3) 流体从注入区穿过封闭带流动
4) 水流入堵塞不当的井中

在二类井使用寿命的不同阶段中，水力压裂废水中所含的残余压裂液、岩层中天然存在的潜在有毒物质以及氯化钠 (sodium chloride) 的比例可能各有差异。[3] 在二类井中，废水通过保护钢和水泥套管注入地下岩层。[3] 尽管一些研究已经指出，废水会通过多种潜在途径污染饮用水水源，但岩石层对废水起到天然屏障的作用。[4]

“由于有污染的可能性，了解这些井所处位置的社会人口模式很有必要，”耶鲁大学的暴露学科学家、通讯作者 Nicole Deziel 说。俄亥俄州的部分地区位于马塞勒斯页岩和尤蒂卡页岩上，本州的水力压裂气井以及毗邻的宾夕法尼亚州气井中废水均进入该区域。[3]

Deziel 和同事利用二类注入井分析了2010 年俄亥俄州人口普查区块组的数据。街区组是人口普查的小单位，通常有 600 到 3000 个居民。[5]针对每个街区组，研究人员评估了一系列社会人口因素，包括人口密度、家庭收入中位数、年龄中位数、白人居民比例、高中及以上学历居民的比例以及投票率。

“我们认为这些变量最能反映社会的脆弱性，” Deziel 说。这一点很重要，因为社会弱势群体可能没有很多资源来缓解外部压力，包括人为的因素和自然灾害。

研究人员在俄亥俄州发现了 257 座二类注入井，这些井从 2010 年7月至 2016 年 3 月间的某个时间点处于活跃状态。他们从非盈利性组织 FracTracker 联盟 (FracTracker Alliance) 获得了所有井的地理坐标，FracTracker 联盟编制了油井和天然气井现有的设施数据。

在 9205 个区块组中，2% 个区块组中有活跃注入井。和不含注入井的区块组相比，有注入井的区块组人口密度要低很多，平均每平方英里有 71.2 人，而不含注入井的区块平均每平方英里有 2210 人。每平方英里的人数每增加 1000 人，含注入井的区块组的几率就会大幅下降。

含二类注水井的区块组的中位数收入低于不含注水井的区块组。事实上，收入中位数每增加1万美元，区块组含注水井的几率降低 13–17%。与不含注入井的区块组相比，含注入井的区块组中老年人和白人居民的比例更高。

这些发现支持了德克萨斯州 2016 年的一项研究，该研究表明，二类注水井在低收入地区的分布情况各异。[6] 与这一研究结果不同的是，早期的研究发现有色人种聚居的地区出现注入井的可能性更大。

但人口普查区块并不能完全说明某个人是否和注入井相近。“农村人口普查区跨越的地理范围很广，我们并不确切知道人们住在区块的具体位置，也不知道他们与二类井之间的距离有多远，” 南加州大学 (University of Southern California) 环境科学家 Jill Johnston 说道。Johnston 没有参与这项研究。

该论文的作者指出，收入较低的农村地区的人口密度往往比较低，因此在那里设注入井不足为奇。然而，他们指出，尽管农村地区的环境意味着暴露的人数可能会少一些，但它仍然可能是健康风险的不利因素，例如离完备的医疗设施之间的距离较远。

Deziel 表示，确定社会和环境脆弱性的社区只是研究二类井潜在影响的第一步。“暴露和人体健康风险与这些设施之间的关系仍然存在许多疑问，”她表示。研究人员说，未来的研究应调查居住在注入井附近的居民是否面临着化学物质暴露或不良健康结局的风险的增加。

（**Lindsey Konkel**） 是一名居住在新泽西州的记者，-主要撰写科学、健康和环境方面的文章。

## References

1. Kondash AJ, Albright E, Vengosh A. 2017. Quantity of flowback and produced waters from unconventional oil and gas exploration. Sci Total Environ 574:314–321, PMID: 27639468, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.069.
2. Silva GS, Warren JL, Deziel NC. 2018. Spatial modeling to identify sociodemographic predictors of hydraulic fracturing wastewater injection wells in Ohio census block groups. Environ Health Perspect 126(6):067008, PMID: 29957590, https://doi.org/10.1289/EHP2663.
3. Konkel L. 2016. Salting the earth: the environmental impact of oil and gas wastewater spills. Environ Health Perspect 124(12):A230–A235, PMID: 27905276, https://doi.org/10.1289/ehp.124-A230.
4. Vengosh A, Jackson RB, Warner N, Darrah TH, Kondash A. 2014. A critical review of the risks to water resources from unconventional shale gas development and hydraulic fracturing in the United States. Environ Sci Technol 48(15):8334–8348, PMID: 24606408, https://doi.org/10.1021/es405118y.
5. U.S. Census Bureau. Geographic terms and concepts - block groups. United States Census Bureau, Geography. Updated 6 December 2012. https://www.census.gov/geo/reference/gtc/gtc_bg.html [accessed 26 November 2018].
6. Johnston JE, Werder E, Sebastian D. 2016. Wastewater disposal wells, fracking, and environmental injustice in southern Texas. Am J Public Health 106(3):550–556, PMID: 26794166, https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.303000.
7. U.S. Government Accountability Office. 2014. *Drinking Water. EPA Program to Protect Underground Sources from Injection of Fluids Associated with Oil and Gas Production Needs Improvement.* GAO-14-555. Washington, DC: U.S. Government Accountability Office. https://www.gao.gov/assets/670/664499.pdf [accessed 6 March 2019].