

---

# 武汉岩土所在井筒-储层系统CO<sub>2</sub>相变-流动-泄露多场耦合模拟研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19807.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！*

二氧化碳捕集、利用与封存（CCUS）技术作为大规模温室气体减排技术，有望成为未来我国实现碳中和的重要选项之一。CO<sub>2</sub>地质封存目标储层深度较大，CO<sub>2</sub>沿井筒注入或泄漏过程中温度压力变化幅度大，或导致CO<sub>2</sub>发生相变，进而影响注入或泄漏特征，而目前在二氧化碳地质封存领域缺乏考虑CO<sub>2</sub>相变过程的井筒-储层全耦合数值模拟研究。

中国科学院武汉岩土力学研究所国内首个CO<sub>2</sub>深部咸水层封存全流程示范工程——神华CCS示范工程具体工程及地质条件为研究对象（图1），采用改进的可描述CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O系统相变过程的井筒-储层耦合模拟器T2Well/ECO2M，对注入过程中井筒-储层系统内的流体行为进行分析，并对井口实施定压边界以模拟井口阀门失效情况，分析这种假定情况下CO<sub>2</sub>-水混合物沿井筒油管泄漏的行为特征。研究表明：在间歇注入过程中的停注期，井筒温度在围岩热传导作用下上升，而压力在储层调节作用下降低，导致深度约300m以上井筒内的液相CO<sub>2</sub>发生气化（图2），但由此导致的温度压力变化有限；受控于储层渗透率及其初始和边界压力分布条件，储层中CO<sub>2</sub>沿注入井油管的泄漏过程表现出自限制特征，即泄漏发生到一定程度后自行停止（图3a）；在泄漏过程中，井筒-储层系统中的液相或超临界CO<sub>2</sub>发生了气化（图3b），这一相变过程促进了泄漏的进行；由于储层压力不平衡，停注期间及泄漏停止后，储层中的流体沿井筒发生了层间窜流（图4）。上述成果揭示了该CCS工程运行过程中井筒-储层系统中CO<sub>2</sub>的相变流动特征，并预测了假定条件下储层中CO<sub>2</sub>沿井筒的泄漏特征。该工程现已结束并封井，可为未来投入运行的CCS工程设计提供理论参考。

---

相关研究成果分别以Phase transition and fluid backflow during the non-injection period in the Ordos CCS project, China和Modeling of possible CO<sub>2</sub> leakage with phase transition in wellbore-reservoir system based on the Ordos CCS project, China为题，发表在Journal of Cleaner Production与International Journal of Greenhouse Gas Control上。研究工作得到国家重点研发计划和国家自然科学基金的支持。

论文链接：[1](#)、[2](#)

图1. (a) 注入井测井揭露的地层岩性柱状图 (b) 模型概念图 (c) 注入井监测数据

---

图2.  
工程运  
行期间注入井  
内 (a) 压力 (b) 温度 (c) 气相CO<sub>2</sub>饱和度 (d) 液相或超临界CO<sub>2</sub>饱和度随时间变化等值云图

图3.井口压力为1  
MPa时 (a) 井口  
水相与CO<sub>2</sub>泄漏质量流量随时间变化曲线 (b) 井筒内气相CO<sub>2</sub>饱和度随时间变化等值云图

---

图4.停注期间不同时刻井筒附近储层压力分布及液相或超临界CO<sub>2</sub>流场图

研究团队单位：武汉岩土力学研究所

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