
广州地化所在页岩早期生烃与晚期生气过程综合研究方面取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5493.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！

广州地化所在页岩早期生烃与晚期生气过程综合研究方面取得进展。页岩气藏为非传统的自生自储气藏。相比传统天然气藏而言，页岩中残留的液态烃及固体沥青对于页岩气储量的贡献非常大。排烃过程以及残留烃与残余干酪根之间的相互作用是页岩气生成过程的重要控制因素。这表明页岩气藏的形成与演化过程与常规气藏之间既有相似性也存在显著的差异。作为重要的非常规油气资源，页岩气的勘探与开发可以有效地缓解我国能源自给率低且供需关系紧张的局面。对页岩气形成机理进行深入研究可为其勘探和开发过程提供科学的指导。然而，目前对于页岩早期的排烃过程及其对于页岩晚期产气过程的影响等的研究还比较缺乏。

由于难以获取贯穿低熟到过成熟阶段的实际地质样品演化序列，研究者往往通过热模拟实验来研究有机质的形成与演化过程。在实际地质条件下，页岩的演化过程通常分为两个阶段：即早期页岩浅埋阶段，页岩及其围岩孔隙度较高且上覆地层压力较小，其热演化过程更适于用半开放反应体系来描述；而在晚期深埋阶段，随着埋深增大，其围岩渗透率也不断变低同时上覆地层压力逐渐变大，达到某一个临界点后页岩的热演化过程则更接近于封闭体系。因此通过结合半封闭和全封闭这两种热模拟实验体系，可以更为有效地模拟页岩的早期生排烃及晚期产气过程，且所获取地实验数据将比单一热模拟手段更接近地质事实。

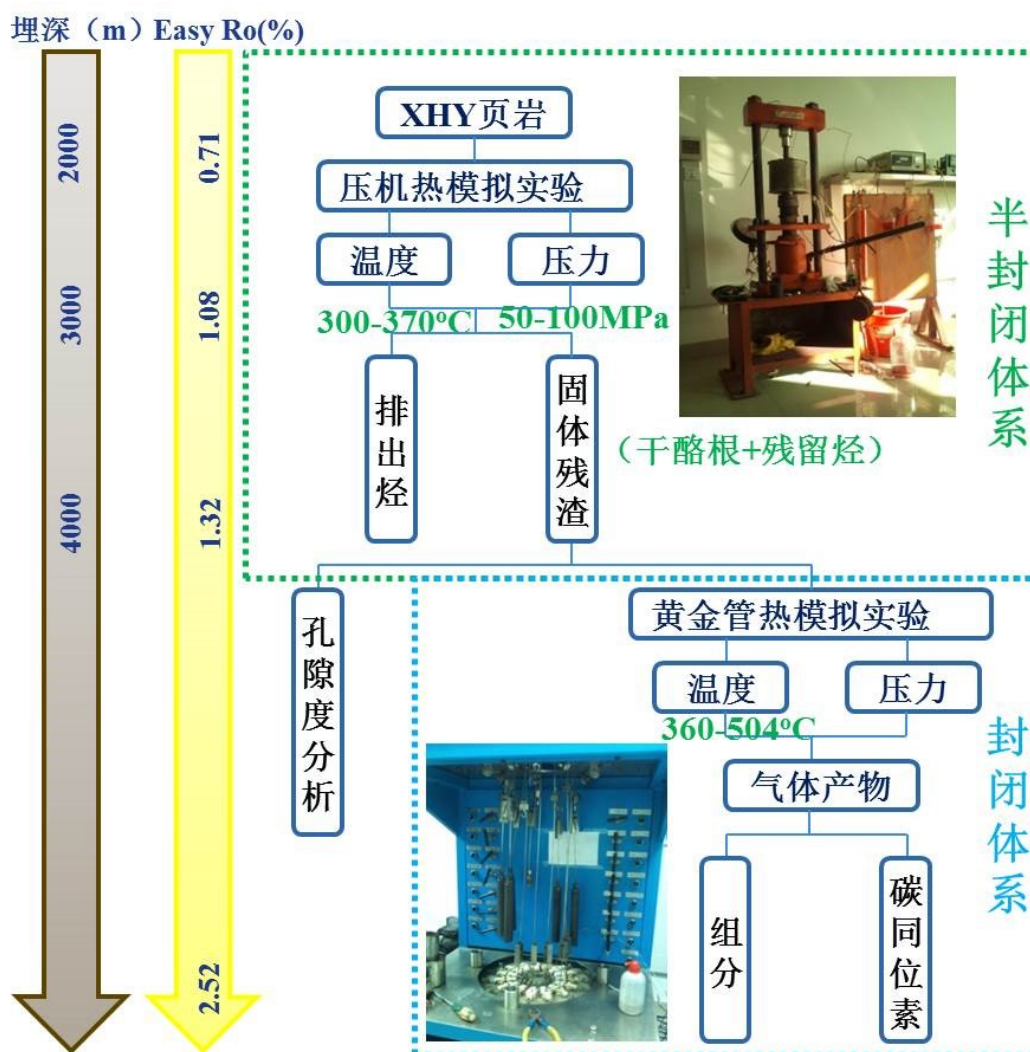
为此，中国科学院广州地球化学研究所研究员耿安松学科组副研究员吴亮亮及博士王鹏通过选取典型页岩样品，运用半封闭体系热解实验模拟页岩在实际地质背景下的排烃过程，随后利用封闭体系热解实验模拟上述页岩残渣后续的生烃过程(图1)。最终将两个阶段的模拟实验结果结合，可以分析页岩的早期生烃与晚期生气过程，综合评价页岩封闭性对页岩生成烃类气体特征的影响，并深入探讨了页岩气的碳同位素值倒转现象及机理。

通过压机热模拟体系对下马岭页岩的生排烃过程及其纳米孔隙演化特征进行了研究，结果表明生油窗阶段该页岩的生排烃过程主要受控于其有机质的溶胀吸附，当其总生烃量大于排烃门限(有机质最大吸附值)才会发生显著的排烃(图2a)。此外该页岩的排烃过程可以分为两个阶段(图2b)。在初期(Easy %Ro<1.0%,EE<13.43%)，页岩排烃的主要驱动力为上覆地层的压力。而大部分的生成烃均被压入孔径较小的纳米孔中(本研究中为<10nm)。因此，此阶段的排烃作用将会导致孔径较小的纳米孔体积减少。随着进一步增加温度和压力，生成烃的体积将逐步填满页岩中孔径较小的纳米孔。此时(EE>13.43%)，由于残留烃的支撑作用，导致页岩中微孔及细介孔的孔体积随温度和压力的增加不发生明显的减少。此外，该研究还进一步证实了页岩中残留烃的量主要受控于其有机质的吸附能力而不是静岩压力，表明高的TOC值将有利于页岩油气资源的形成和保存。

随后利用封闭体系热解实验模拟上述页岩残渣后续的生烃过程，结果表明较高的上覆地层压力/封闭压力抑制了页岩初次热解实验的生烃和排烃过程，抑制了干酪根裂解，有利于脂碳特别是生油潜力碳在干酪根中的残留(图3)。通过排烃过程中的组分分异，残留沥青中含有更多的键合态链烃组分，最终导致未发生显著排烃(高压条件下)的页岩富集大量的链烃组分，而发生显著排烃的页岩则缺乏链烃组分。研究结果还表明页岩排烃过程会进一步影响其晚期产气特征。随着页岩排烃效率不断增大，C1、C2、C3，C1-3以及C2-5的产气量及其湿度均逐渐减小，但C1、C2、C3的碳同位素值则不断变重(图3)。

此外，上述实验结果还表明，随着残留烃量的增加，页岩生成的乙烷碳同位素值随成熟度增加而变重的速率变缓，且尚未发生明显倒转。这表明在实际地质条件下，单一因素可能不足以造成明显的页岩气乙烷碳同位素倒转，实际页岩样品的碳同位素倒转可能是混合机制、水反应机制以及同位素分馏机制等多种因素共同作用的结果。

上述成果得到中科院战略先导B项目(XDB10010502)的资助。相关成果已在页岩气研究期刊International Journal of Coal Geology上连续发表了2篇文章。



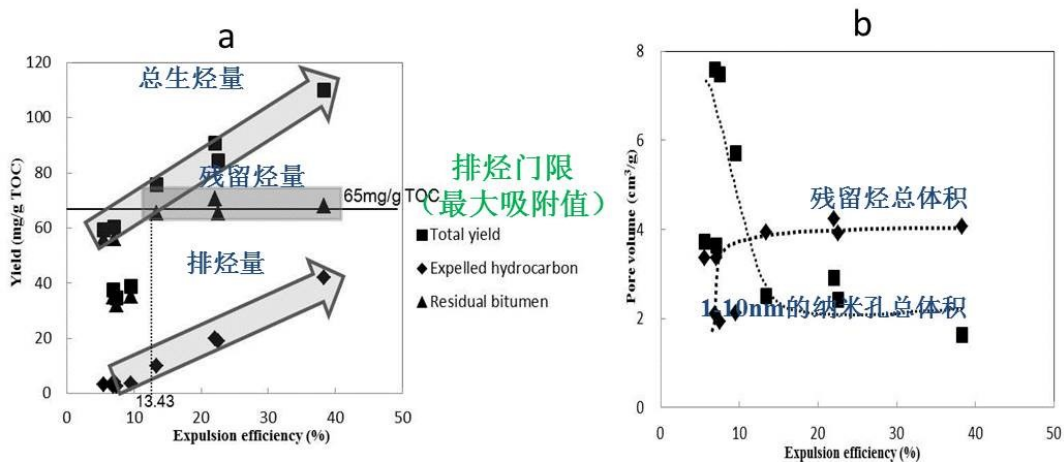


图2 a、页岩总生成烃、总排出烃及总残留烃量随页岩排烃效率增加的演化关系图，b、页岩中1-10nm的纳米孔总体积以及页岩中总残留烃体积随排烃效率增加的演化关系图

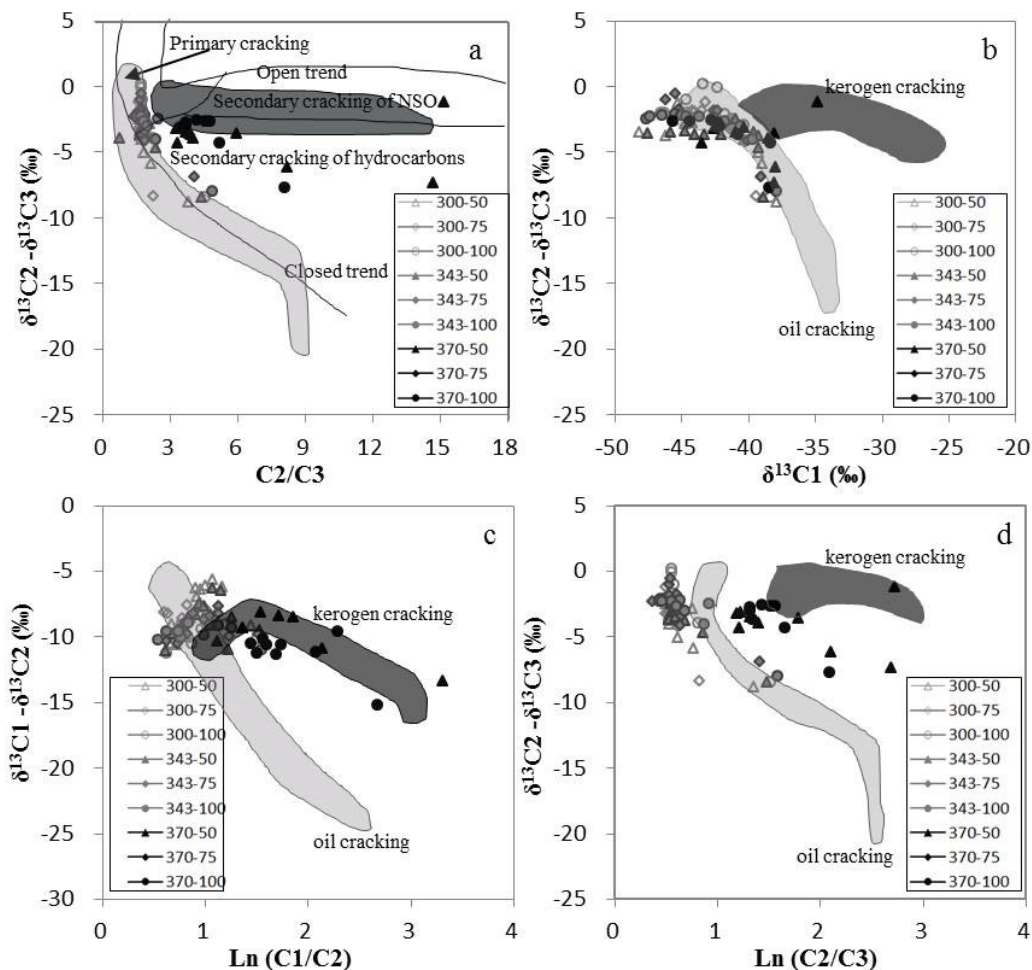


图3 半封闭与封闭体系热模拟实验所获取的不同排烃效率的页岩所生成的烃类气体在油裂解气与干酪根裂解气判识版图上的投点图

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