

广州地化所在残留油对页岩晚期生气潜力及碳同位素组成影响研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4653.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！

广州地化所在残留油对页岩晚期生气潜力及碳同位素组成影响研究中取得进展。勘探实践表明，烃源岩充足的生气潜力是形成常规气藏和非常规气藏的先决条件之一。高过成熟页岩气的形成主要与残留油及干酪根本身的裂解有关，其生气的成熟度上限越高越有利于页岩气的保存与富集。前人基于封闭体系下的总气量与计算的原油裂解气量的差值，认为III型干酪根在过成熟阶段($R_o > 2.0\%$)仍有较大的生气潜力，其机理主要是残留油与干酪根发生了聚合反应，形成了热稳定性更高的“新的”有机质，但I-II型干酪根在过成熟阶段基本没有生气潜力(Erdman and Horsfield, 2006, GCA)。然而，过高的估算原油裂解气量会相应低估干酪根本身的生气潜力，这对生油量较小的I-II型干酪根影响较小，但对生油量较高的I-II型干酪根晚期生气潜力评价的影响非常大。

我国下古生界页岩的原始干酪根类型以I-II型为主，目前主体处于过成熟阶段($R_o > 2\%$)。因此，准确评价I-II型干酪根在过成熟度阶段的生气潜力及生气的成熟度上限对我国南方下古生界页岩气的评价至关重要。同时，天然气成熟度评价是天然气藏气源对比和成因研究的基础。前人基于大量的烃源岩和天然气数据，建立了天然气组分碳同位素($\delta^{13}C$)与镜质体反射率(R_o)的关系式及相关图版，在天然气成因评价与勘探中发挥了重要作用。然而，这些图版往往忽视了残留油对后期天然气碳同位素的影响。

鉴于此，中国科学院广州地球化学研究所研究员田辉课题组博士后盖海峰针对I-II型干酪根开展了多个系列分步热模拟实验，分别探讨了残留油对页岩晚期生气潜力及碳同位素组成影响，取得了以下新认识：

1. I或II型干酪根在完全排油之后的生气潜力类似，生气上限对应 E_{qVRo} (等效镜质体反射率)为3%左右，对应生气潜力为125~141 mL/gTOC(图1a);同时，过成熟阶段的气体以干气为主(图1b)，与地质条件下的气体组成相似。
2. 根据页岩在最小残留油含量时(80 mg/gTOC)的生气潜力(图2a)，建立了满足页岩气工业开采最小含气量(3m³/t)对应的页岩TOC与成熟度的关系图(图2b)，据此提出我国下古生界页岩TOC>2%时可有效避免由生气不足造成的勘探风险。
3. 烃源岩在成熟过程中甲烷的碳同位素与其排油效率密切相关， $\delta^{13}C_1$ -Log(R_o)关系式明显受残留油含量影响(图3a)，相同成熟度下，残留油数量越多，生成的甲烷碳同位素越轻，进而与生气母质之间的同位素分馏也越大。

以上结果指出：I-II型干酪根本身生气上限可拓展到EqVRo=3%左右，在过成熟度阶段(如EqVRo=2~3%)页岩的最小生气潜力仍可达60 mL/g TOC。同时，揭示了同一层位成熟度相似的页岩气藏中甲烷碳同位素具有较宽的分布范围这一地球化学异常的原因(图3b)，即页岩中残留油含量的微观非均一性。以上认识不仅扩大了页岩气的勘探范围，对进一步认识高过成熟页岩气的晚期富集也具有重要的意义。

相关研究工作得到国家自然科学基金(41522302, 41603049)、中科院战略先导专项(XDA14010104, XDB10040300)、广州地化所135项目(135TP201602)及中国博士后科学基金(2016M590545)等的资助。相关成果已发表于International Journal of Coal Geology 和Marine and Petroleum Geology。

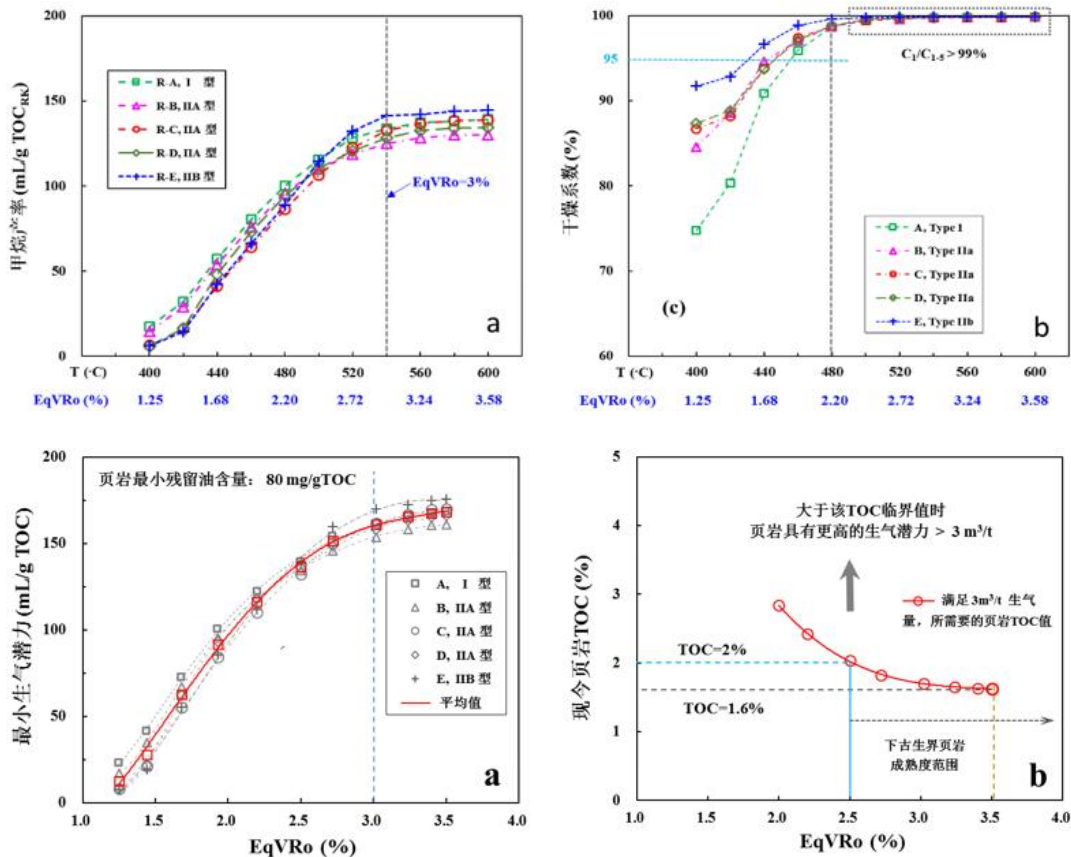


图2 I-II型干酪根晚期生气潜力(a)与不同成熟度下页岩生气量为3m³/t所对应的页岩TOC(b)

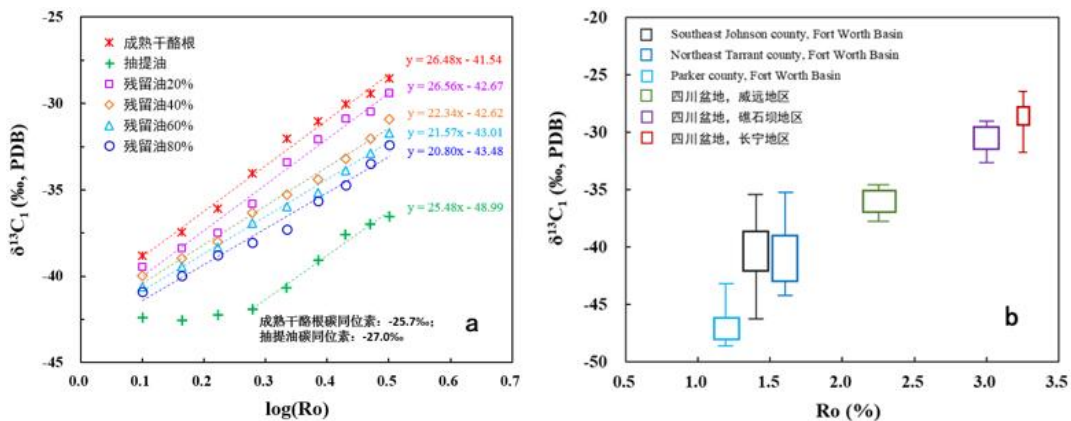


图3 封闭体系下残留油对甲烷碳同位素分馏的影响(a)以及相同成熟度页岩气中甲烷碳同位素的非均一性(b)

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](https://www.iikx.com/)转发