

科研进展

您当前的位置: 首页 > 科研进展

广州地化所: 长7段优质烃源岩氢气生成特征的实验研究

发布时间: 2023-10-17 来源: 广州地化所

【大】 【中】 【小】 分享到: [icon]

氢气(H₂)有望成为解决全球温室气体排放和大气污染问题的一类极其重要的新型清洁能源, 因此近年来地质天然气资源潜力受到广泛关注。目前研究最多的是无机成因H₂, 如地球深部脱气、水-岩反应等形成的氢气资源。我国大陆最新的研究结果表明, 有机成因H₂也可能成为含油气盆地天然H₂的一个重要来源。氢也对油气生成过程具有重要的控制作用, 但目前对于烃源岩的生成过程、机制与影响因素的认识较为薄弱。已有研究主要利用开放体系和微体封闭体系研究烃源岩和凝析的H₂生成过程与影响因素, 在揭示地质条件下烃源岩的生成过程方面存在较大的局限性。

针对上述问题, 中国科学院广州地化所有机地球化学国家重点实验室彭平安院士团队博士生刘秉冬在导师贾崇鲁研究员指导下, 对鄂尔多斯盆地长7段这一典型的优质烃源岩样品进行了实验研究。研究人员首先利用高压半开放热解装置制备了生-排油过程后的成熟烃源岩, 然后利用高压釜热解装置对比研究了低成熟烃源岩、成熟烃源岩和残留油的H₂生成过程。综合烃类气体与H₂产率的变化规律, 明确了该类烃源岩高压封闭体系中H₂的产率、热演化阶段、主要生成机制与影响因素, 取得了如下成果认识:

(1) 综合烃类气体与H₂生成量的变化规律, 将H₂的生成过程划分为4个阶段(图1), 分别对应于早期轻烃生成阶段(I)、湿气C₂-生成阶段(II)、湿气C₂-裂解阶段(III)以及晚成甲烷生成阶段(IV)。无论是初始低成熟烃源岩, 还是经历生-排油过程的成熟烃源岩, 通过80%的H₂都在阶段III和IV生成(图1a), 即过成熟阶段, 而甲烷化、芳构化和缩合等反应是H₂的主要生成机制。

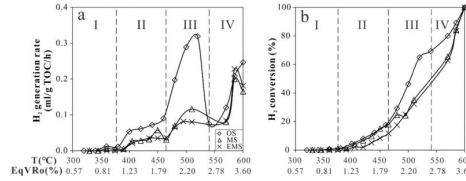


图1 生-排油前后烃源岩样品的H₂生成速率(a)和转化率(b)

(2) 生-排油过程对烃源岩H₂产率和生成过程具有显著的影响。初始低成熟烃源岩及经历生-排油过程的成熟烃源岩H₂产率可以达到8-18mg/TOC, 而在48%排烃效率条件下, 烃源岩的最大H₂产率下降了约53%(图2a)。此外, 在H₂热演化过程中, 生-排油过程对阶段III的H₂生成速率影响最大(图1a), 可能与轻烃-湿气生成量的显著降低及相关的裂解过程中脱甲基化反应强度的降低有关。由此, 生-排油过程将导致与固体有机质缩合反应有关的H₂生成(阶段IV)的相对贡献比例增加(由30%到50%, 图1b)。

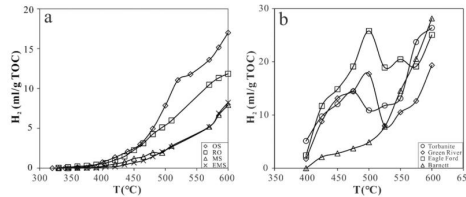


图2 (a)高压釜体系生-排油前后烃源岩样品的H₂产率, (b)前人报道的高压封闭体系烃源岩的H₂产率

(3) 热解条件是影响烃源岩H₂产率和生成过程的关键因素。本次研究在高压封闭体系下获得的烃源岩H₂产率与在常压封闭体系下获得的结果相比总体偏低, 热演化规律也有明显不同, 表明压力是影响封闭体系H₂生成过程的重要因素。从H₂产率曲线来看, H₂产率在封闭体系最大实验温度下还未达到最大(图2), 但前人报道的开放体系结果整体上比封闭体系获得的H₂最大产率略高一个数量级。是否主要与甲烷等轻烃生成与H₂生成过程对H自由基的竞争有关有待进一步研究。因此, 在不考虑次、矿物等与有机质反应的情况下, 体系开放程度、升温方式与压力是利用热模拟实验评估有机成因H₂潜力需要考虑的关键因素。

研究受国家自然科学基金项目(42125304)和有机地球化学国家重点实验室自主课题(SKLOG2020-1)资助, 研究成果近期发表于《分析与应用热解》(Journal of Analytical and Applied Pyrolysis) 期刊。

论文信息: Xiaodong Liu(刘秉冬), Qiang Wang(王强), Wanglu Jin(贾崇鲁), Jianzhong Song(宋建中), Ping'an Peng(彭平安). Pyrolysis of an organic-rich shale containing type II kerogen before and after oil generation and expulsion: Implications for the generation of late hydrocarbon and hydrogen gases. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2023, 106105.

论文链接

下一篇: Biosensors and Bioelectronics|深圳先进技术研究院提出一种基于微流控的呼吸道病毒精准检测新技术