

烃源岩生烃门限深度及其控藏意义 ——以歧口凹陷沙一下亚段为例

刘海涛¹⁾, 王居峰¹⁾, 牛嘉玉¹⁾, 吴小洲¹⁾, 蒲秀刚²⁾, 刘 晓¹⁾, 吴丰成¹⁾

1) 中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083; 2) 中国石油大港油田勘探开发研究院, 天津, 300270

1 前言

“生烃门限”是指油气开始大量生成的深度、温度或时间, 该参数决定了对油气大规模成藏的时间和规模的认识, 一般根据反映生烃量指标的参数值与深度的变化关系进行求取, 通过寻找变化曲线的拐点得到一个固定深度值, 即为门限深度。然而通过对渤海湾盆地歧口凹陷主力生烃层系沙一下烃源岩热演化历史分析发现, 按照 3150m 固定门限深度值并结合构造沉积演化史认为该地区沙一下烃源岩在明化镇组上段时期成熟, 而通过对沙一下油源对比分析认为, 沙一下油藏主要属于自生自储为主, 原油成熟度分析表明其为生烃高峰早期生成的油, $s_1/Toc-H$ 变化曲线决定沙一下烃源岩很难在明上段-现今(约 5Ma)时间内由生烃门限达到生烃高峰。

2 区域概况

歧口凹陷位于渤海湾盆地黄骅坳陷的中北部, 面积约 5280 km², 是黄骅坳陷中最大的箕状凹陷(图 1), 古近系地层最大埋深超过 10 km。该凹陷经历了从始新世初始裂陷期、渐新世湖盆裂陷发育期、中上新世湖盆裂后拗陷期的三大演化阶段。凹陷以沙三段、沙一段为主要烃源岩, 储集体主要为三角洲相和河流相砂体, 区域盖层主要有沙一段中部泥岩、东二段湖进体系泥岩和明下段洪泛平原相泥岩及明上段中、上部泥岩。圈闭主要有背斜、断鼻、断块和岩性 4 种类型。歧口凹陷主要构造带的形成始于沙一段沉积期, 东营组沉积期进一步发育, 明化镇组沉积晚期构造基本定型。

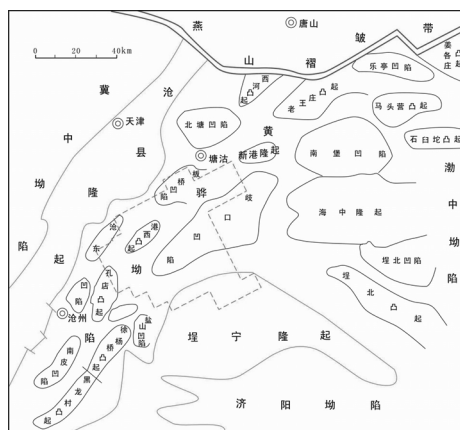


图 1 研究区工区位置图(虚线为 3150km²三维工区)

3 生烃门限深度的影响因素

影响有机质向油气转化的程度因素分内因和外因两种。内因主要是有机质本身, 具体是指有机质的类型与丰度, 外因主要指地层及其温度、压力等因素, 其中温度是影响有机质转化最关键的因素, 不仅温度的绝对大小对其起着重要作用, 而且温度的变化速率对油气的转化也有影响作用。如图 2 所示, 模型 1 与模型 2 骨架模型均由砂岩-源岩-砂岩-泥岩-砂岩五套地层组成, 深度为 5000m, 第 5 次增温及其以前的增温情况完全一样, 从第 5 个温度点增至第 6 个温度点时, 两个模型的热流值都是由 55mW²/m 增至 60mW²/m, 但增温速度不一样, 模型 1 用了 5 个时间单元, 模型 2 用了 15 个时间单元, 而从第 6 个温度增至第 7 个温度点, 两个模型的增温速度又设计成完全一样。模拟结果表明, 模型 1 的源岩底部均已进入湿气带, 而模型 2 的源岩

主体处于主生油带晚期, 因此高增温速率有利于烃源岩的热演化。由此可知, 同一地区同一套烃源岩由于各个地质历史时期热流值不同等因素的影响, 造成门限深度随着地质历史而不同, 即同一地区同一套烃源岩的生烃门限深度是动态变化的。

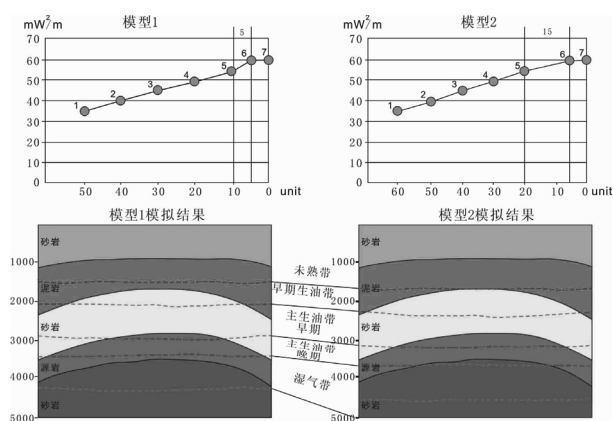


图2 不同增温速率条件下源岩热演化模拟实验图

4 研究区沙一下生烃门限深度及其对油气成藏的控制作用

4.1 生烃门限深度动态演化特征

以歧口凹陷 3150km² 三维数据体为依据, 通过对各主要组段的构造及沉积特征分析, 利用 Petromod11 软件, 建立含油气系统三维数学模型。

模拟结果表明, 歧口凹陷滨海斜坡区各地质历史时期理论生油门限深度与现今总体相比变浅, 尤其在馆陶组与东营组末期, 其中东营组末期研究区沙一段生油门限深度平均为 2300m, 馆陶组末期沙一段生油门限深度平均为 2450m。而明下段末期与现今接近, 平均约为 3100m。

4.2 生烃门限深度对油气成藏分析的影响

选取南北向剖面作成藏演化分析, 东营组末期沙一烃源岩未成熟, 因此在沙一段内未形成自生自储型油气藏。馆陶组末期, 沙一烃源岩下部已经开始成熟并排烃, 形成自生自储型油气藏。但如果按照 3150m 统一的生油门限深度线, 沙一烃源岩主要成熟期在明下段沉积时期, 比实际成藏期要晚 5Ma 左右。根据对研究区沙一下不同时期三维古构造的恢复, 结果表明沙一下地层在沙河街组末期基本定型, 因此十分有利于油气的聚集成藏。同时, 按照实际动态演化的门限深度确定的聚集与成藏时间相对较长。

5 结论

研究区沙一下烃源岩在不同地质历史时期与不同部位均存在动态变化的生烃门限深度, 由此推算的成熟期比按照现今门限深度值推算的要早, 因此油气开始聚集的时间早, 根据大量的分析化验资料表明, 主凹沙一下烃源岩现今仍然处于中-高成熟期, 供烃时间窗口大, 有利于油气充注成藏。

参考文献 / References

- 赵文智, 张庆春, 汪泽成, 等. 中国含油气系统基本特征与评价方法. 北京: 科学出版社, 2003: 1-46
- Dow W G. Application of oil correlation and source rock data to exploration in Williston basin. AAPG Bulletin, 1974, 58(7): 1253-1262.
- Perrodon A. Petroleum systems and global tectonic. J Petrol Geol, 1995, 18(4): 453-470.
- Perrodon A and Masse P. Subsidence sedimentation and petroleum systems. Journal of Petroleum Geology, 1984, 7(1): 5-26.