

盆地模拟参数优选分析与研究——辽河拗陷为例

白东昆 (中国石油辽河油田分公司勘探开发研究院, 辽宁 盘锦 124010)

摘要: 盆地模拟技术是以石油地质的相关理论为基础, 利用多学科、多专业的知识, 对某个盆地的地史、成岩史、生烃史、热史、排烃史以及运移聚集史进行定量模拟, 再开展综合评价分析, 最后预测盆地中的有利勘探区带。本文主要对盆地模拟过程中的主要参数进行分析与研究, 以期获得更好的模拟结果。

关键词: 盆地模拟; 参数; 辽河拗陷; 孔隙度; 温度; 有机质; 干酪根

0 引言

盆地的形成、演化以及各种油气事件的出现、发展的过程, 一般而言, 应该分为6个过程: ①地史; ②热史; ③成岩史; ④生烃史; ⑤排烃史; ⑥运移聚集史^[1,2]。这6种历史过程组成了盆地模拟的本质内容。在实际应用中应针对不同的盆地地质情况, 选用不同的模拟方法。

盆地模拟能否合理地反映辽河拗陷的实际情况, 建立科学的地质模型是最为关键的一点。而模型的构建又必须对模拟的参数进行分析和优选^[1,2]。根据辽河的实际情况, 本文将辽河拗陷划分为3个区域: ①西部凹陷; ②东部凹陷; ③大民屯凹陷, 主要对盆地模拟的参数优选进行了分析与研究。

1 盆地模拟的概念

盆地模拟 (Basin Modeling) 是在物理化学的基础上, 根据实际地下的各种地质理论, 从时间与空间两个方面, 采用电脑软件对含油气盆地的各个过程进行定量模拟, 从而让研究人员可以认清盆地油气的规律^[2-5]。盆地模拟不但是一种技术手段, 而且是深入了解石油形成的地质过程的一种新方法或者新思路。其次, 盆地模拟技术还能够当作油气勘探开发的一种方式方法^[2,3]。盆地模拟不但可以对含油气盆地的研究技术和方法进行一定程度的改进和优化, 而且还可以实现电脑自动绘图, 从某种程度上而言, 也改进了传统的手工制图方法, 从而实现了石油地质研究的量化、计算机化和绘图自动化^[4,5]。

2 主要参数研究与选取

2.1 地史模型参数

地史模型的主要功能是对盆地的沉积史以及构造史进行重建, 最重要的参数有6种: ①②各分区的孔隙度-深度压实曲线; ③地层单元; ④地层厚度; ⑤剥蚀厚度; ⑥砂岩百分比含量等^[2-4]。

孔隙度-深度关系研究: 如果想要对地层的古孔隙度、古厚度、古埋深进行动态恢复, 以及计算排液量, 就必须得到地层的孔隙度与埋藏深度之间的函数关系随埋深变化的函数关系^[2-4]。本文是基于辽河油田二次资源评价时所积累的泥岩、砂岩孔隙度数据, 并且补充近几年来分析数据基础上, 对孔隙度-深度关系进行分段

回归, 得到砂岩、泥岩分段压实曲线。图1分别是大民屯凹陷砂岩、泥岩孔-深关系曲线。

本次盆地模拟把辽河拗陷新生界分为6个地层单元: ①馆陶组; ②东营组; ③沙河街组一二段; ④沙河街组三段; ⑤沙河街组四段。其次, 结合已知资料绘制了地层厚度图、剥蚀厚度图以及砂岩百分比含量图等。

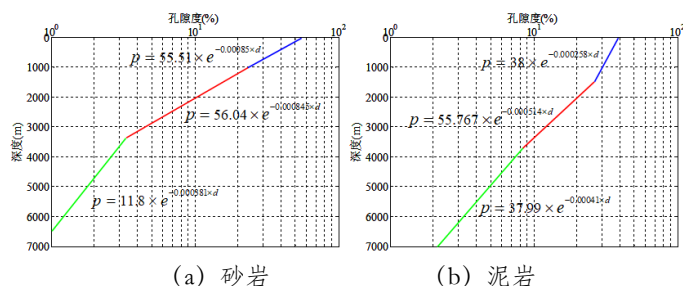


图1 大民屯凹陷砂岩、泥岩压实曲线图

2.2 热史模型参数

热史模型的主要功能是对盆地的古热流史以及古地温史进行重建, 主要采用了2种方法: ①地球热力学; ②地球化学, 在构建的过程中, 所使用主要参数有5种: ①现今地表温度; ②古地表温度; ③今低温梯度; ④古低温梯度; ⑤Ro-深度曲线等。

地温梯度研究: 地温梯度是地温场中十分常用的参数。根据统计表明, 整个研究区的地温数据分为2大类: ①110口系统测温井资料; ②5000多个试油静温资料。由于试油测温的持续时间比较长, 因此所获取的数据比较可靠。根据测温的性质以及精度, 对以上搜集的数据进行筛选、整理, 为后续地温梯度的研究打下较好的基础。结合辽河断陷恒温带深度(30m)、恒温带温度(11.5℃)资料, 完成辽河断陷上、古近系地温梯度等值图。

镜质体反射率(Ro): Ro是描述盆地中烃源岩成熟度的有效参数^[1]。本次研究结合了工区内486口井的1619个Ro数据, 按三个分区给出了实测的三条Ro-深度曲线。

2.3 生烃史模型参数

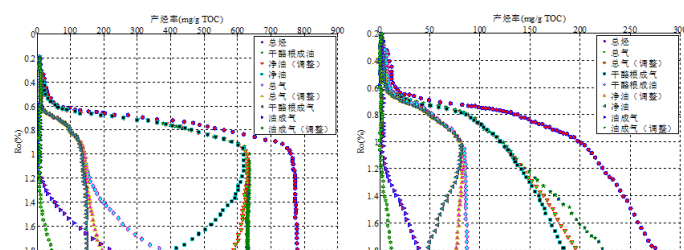
生烃史模型的主要功能是对盆地的烃类成熟度史以及生烃量史进行重建, 主要采用了7种参数: ①烃源岩的厚度; ②密度; ③原油密度; ④有机质类型百分含量;

⑤残余有机碳百分含量；⑥恢复系数；⑦产烃率模板等^[3-5]。

烃源岩密度、原油密度都是实验室测定的，而烃源岩的厚度和残余有机碳的百分含量是利用盆地中现有的探井，以及地震、地质统计所获得。

有机质丰度：本次盆模在三次油气资源评价地化数据基础上，补充近年来所有分析化验数据。以凹陷、层系为单元完成有机碳丰度和干酪根类型平面分布图。西部凹陷沙河街组沙四上段、沙三段和大民屯凹陷沙河街组沙四上段下部烃源岩有机质丰度高、类型好，为优质烃源岩。它们是西部凹陷、大民屯凹陷油气富集的雄厚物质基础。

产烃率模板：产烃率图版是某一层或某一类烃源岩自进入热演化以来，各阶段烃产率变化图版，它包括了不同 R_o 阶段对应的干酪根产油率、干酪根产气率、油成气率、总产气率等多条演化曲线，而且还可以根据需要增加其他产物产率曲线。本次盆模采用化学动力学方法来研究烃源岩的产烃率，补充样品 20 块，根据模拟产物分析结果得出油产率、气产率与 R_o 关系图版（图 2）。



(a) 沈 235 井 I 型有

机质烃产率图版

(b) 安 109 井 III 型有

机质烃产率图版

图 2 油产率、气产率与 R_o 关系图版

有机碳恢复系数：在热模拟实验过程中，原样的有机碳会由于温度的增加使得一些活性碳出现热降解，进而导致样品中的有机碳含量逐渐减少^[5-7]。将原样中的有机碳含量与不同模拟温度点剩余的有机碳含量，就能够获得不同类型的有机质有机碳恢复系数和温度之间的关系^[1]。将很多不同类型的恢复数据进行相应的分析和整理，最终就能够获得相应的有机质恢复系数图版（图 3）。

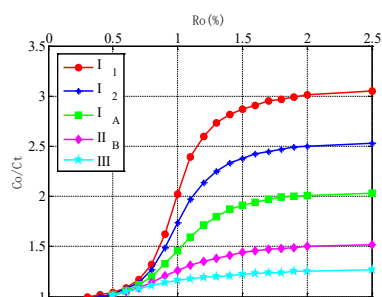


图 3 安 109 井 III 型有机质烃产率图版

2.4 排烃史模型参数

排烃史模型功能的主要功能是对盆地的排烃量史以及排烃流线史进行重建，这个过程采用的参数都是和油层物理以及开发试验具有一定关系，主要有 4 种：

① PVT 函数曲线；②油水系统相对渗透率曲线；③成油系统的相对渗透率曲线；④毛细管力曲线等，上述参数主要来自于实测资料^[5-7]。

2.5 运聚系数参数

在运用成因法计算盆地的资源量过程中，如果想要将生烃量转换为相应的资源量，就必须得到运聚资源量。之前的运聚系数取值都是针对凹陷整体，在一定程度上缺乏客观性，本次研究着眼于不同的构造单元，分别研究各自的运聚系数，在此基础上获得整个凹陷的运聚系数。结合盆地模拟所得到的油势图，对油气运聚的单元进行划分，并计算出这些单元各自的生油量，进而对构造带进行相应的划分，并结合构造带的分布面积、储层的实际情况、疏导体系的类型等多种因素，大致计算出构造带的供油量。采用统计分析的方法，对勘探程度较高的地质单元的石油资源量进行分析以及计算，将石油资源量与供油量相除就能够获得油运聚的系数。当然，上述运算还需在研究中交互调整。

3 结论

在实际过程中，应该结合盆地中的实际情况，对盆地模拟中的各种参数进行科学、合理地优选，以至获得较好的模拟效果。

参考文献：

- [1] 郭秋麟, 米石云, 石广仁, 等. 盆地模拟原理方法 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1998.
- [2] 张方礼, 高金玉. 静安堡油田高凝油油藏 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [3] 金之钧, 张金川. 油气资源评价技术 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1999.
- [4] 孟卫工, 孙洪斌. 辽河拗陷古近系碎屑岩储层 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2009.
- [5] 王韬, 李婷, 郭文建, 等. 沉积正演模拟在准噶尔盆地吉木萨尔凹陷东斜坡二叠系梧桐沟组中的应用 [J]. 特种油气藏, 2021, 28(01): 34-41.
- [6] 郭秋麟, 陈宁生, 柳庄小雪, 等. 盆地模拟关键技术之油气运聚模拟技术进展 [J]. 石油实验地质, 2020, 42(05): 846-857.
- [7] 周雨双, 贾存善, 张奎华, 等. 应用 TSM 盆地模拟技术恢复准噶尔盆地东北缘石炭系烃源岩热演化史 [J]. 石油实验地质, 2021, 43(02): 297-306.

作者简介：

白东昆 (1988-)，男，满族，辽宁辽中人，研究生，工程师，目前主要从事油气地质综合研究方面的工作。