

文38断块沙三上亚段储层三维地质建模

郭 喆¹, 李月凤¹, 罗波波², 尹楠鑫¹, 吕 洋¹, 毛柱毫¹

¹重庆科技大学石油与天然气工程学院, 重庆

²中国石化中原油田勘探开发学研究院, 河南 濮阳

收稿日期: 2024年4月23日; 录用日期: 2024年6月21日; 发布日期: 2024年6月30日

摘 要

针对复杂断块油藏, 由于断块小且破碎, 难以建立高精度三维地质模型的问题, 论文以东濮凹陷文38断块为例, 利用断裂及构造解释结果, 以单井断点和单井分层数据为约束, 分别建立起文38断块沙三上亚段的高精度三维构造模型。在此基础上, 以沉积微相为约束条件, 利用各小层单井孔隙度和渗透率数据进行外推插值绘制等值线平面图, 进而通过确定性建模方法建立起文38断块沙三上亚段确定的、唯一的储层参数模型, 既为下一步油藏数值模拟提供了模型基础, 同时也为储层属性的空间表征提供了依据。

关键词

文38断块, 断层模型, 构造模型, 属性模型

3D Geological Modeling of Reservoirs in the Upper Third Member of Shahejie Formation in Wen 38 Fault Block

Zhe Guo¹, Yuefeng Li¹, Bobo Luo², Nanxin Yin¹, Yang Lyu¹, Zhu hao Mao¹

¹School of Petroleum Engineering, Chongqing University of Science & Technology, Chongqing

²Exploration and Development Research Institute, Zhongyuan Oilfield Branch Company, SINOPEC, Puyang Henan

Received: Apr. 23rd, 2024; accepted: Jun. 21st, 2024; published: Jun. 30th, 2024

Abstract

In view of the problem that it is difficult to establish a high-precision 3D geological model for complex fault-block reservoirs due to the small and fragmented fault blocks, this paper takes the Wen38 fault block in Dongpu depression as an example, using the results of fault and structural interpretation, with the constraints of single well fault point and single well stratification data,

文章引用: 郭喆, 李月凤, 罗波波, 尹楠鑫, 吕洋, 毛柱毫. 文 38 断块沙三上亚段储层三维地质建模[J]. 地球科学前沿, 2024, 14(6): 859-863. DOI: 10.12677/ag.2024.146080

respectively establishes the high-precision 3D structural model of the upper submember of Shahejie Formation in the Wen38 fault block. On this basis, with the sedimentary microfacies as the constraint condition, the porosity and permeability data of each small layer are used for extrapolation interpolation to draw the contour plane, and then the deterministic modeling method is used to establish the determined and unique reservoir parameter model of the upper submember of Shahejie Formation in the Wen38 fault block. This not only provides the model basis for the next step of reservoir numerical simulation, but also provides the basis for the spatial characterization of reservoir properties.

Keywords

Wen38 Fault Block, Fault Model, Structural Model, Property Model

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



1. 引言

储层地质模型的建立是进行油藏综合评价的地质基础，也是油藏数值模拟的必要参数和油藏开发调整方案的直接依据。储层建模的目的是通过在油气勘探开发中获取的地震、测井、测试以及钻井等各方面资料，对储层各方面的特征进行描述和预测，得到表征储层各项属性的三维数据体和图像显示，最后对储层及油层进行综合评价[1] [2] [3] [4]。储层三维地质建模包含确定性建模和随机建模两大类。随机建模又可以划分为具体的两类，分别是以各类离散的地质上空间分布特征为描述目标的基于目标构建模型方法和以各类连续的地质上空间分布特征为描述目标的基于象元构建模型方法[1] [5]；确定性建模方法，利用已知点数据进行井点的外推插值，对井间给出唯一的、可靠的预测结果，目前使用最多的确定性建模方法是地质统计学方法克里金算法[1]。文 38 断块沙三上亚段经历多年的注水开发，油藏现今的油水分布关系复杂，由于缺乏精细的三维地质模型，油藏数值精度难以满足开发需要，剩余油分布特征不明确，挖潜难度大，制约了油田难度效益开发。因此论文在文 38 断块沙三上亚段精细构造解释的成果基础之上，通过确定性建模方法建立高精度的三维地质模型，为后期的油藏数值模拟以及开发方案调整提供了依据，并且为提高油田的采收率奠定了基础。

2. 研究区概况

文 38 断块区位于河南省濮阳县境内，区域构造处于东濮洼陷中央隆起带文留构造带中部开发区西侧。西以文西 1 号大断层为界，东以文西 2 号断层为界，钻探面积约 14 平方公里，呈北东—南西方向延伸的狭长地带。该区块自上而下有沙二下、沙三上、沙三中三套含油层系。本次研究目的层沙三上含油层系为沙三上 1~5 砂层组，各砂层组油水界面基本一致，在-2350 m。平均单井钻遇油层厚度 18.6 m，沿文 38 断层的构造屋脊部位油层发育。油藏类型属于中低渗透油藏。沙三上沉积时期构造活动相对减弱，整体湖退特征明显，发育三角洲前缘沉积[5] [6] [7] [8]。

3. 三维构造建模

3.1. 断层模型的建立

断层模型是复杂断块油田建模的重点，也是这类储层建模的难点之所在。因构造、断裂作用活跃，

导致断层多而密集，断裂系统极为复杂。本次建模范围内井数 77 口，建立断层模型主要是依靠 77 口井的断点数据、测井、地震和地质相结合，充分利用地震数据资料，根据地震解释成果和断层平面组合关系建立断层基本模型，以三维地震数据体作为质量控制依据对断层模型进行校正，以保证断层模型的可靠性。因此本次断层模型建立主要依靠手机整理好的地震解释断层数据为基础，利用单井断点数据进行校正，在建立断层模型时，确保建立的断层模型也要过井上断点数据。通过测井解释断层数据与地震解释数据相结合，建立了文 38 断块的高精度三维断层模型(图 1)，研究区内发育十条正断层，断层走向整体以 SE 向为主，N 向次之，NW 向最少。

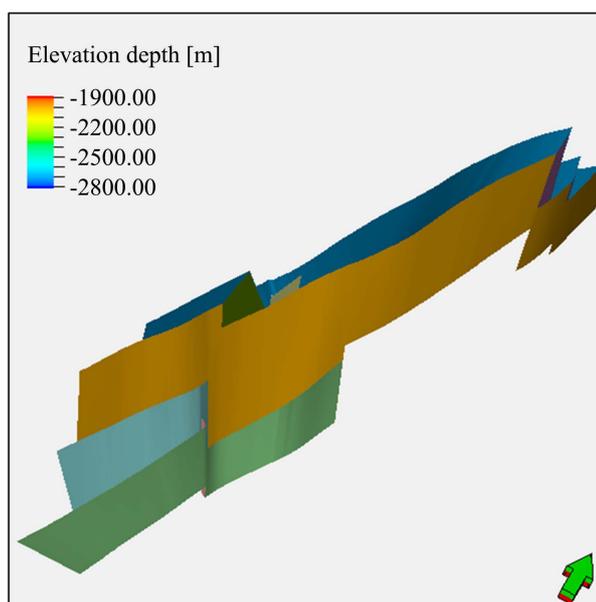


Figure 1. Three-dimensional fault model of upper Es3 in Wen 38 fault block
图 1. 文 38 断块沙三上亚段三维断层模型

3.2. 构造层面模型的建立

在三维断层模型建立的基础上，在三维地震层面构造形态的约束下，应用工区 77 口井的分层数据，通过层面插值和层间叠加，应用确定性建模的方法得到了 W38 断块的三维构造模型(图 2)，本次建模的平面网格步长为 $20 * 20$ m，垂直方向网格大小为 0.5 米，模型总网格数为 1,603,800 个。W38 断块油藏被断层切割成 8 个小断块，构造高点位于研究区的东北部，构造低点位于研究区西北部，整体呈北东高、西南低的菱形(图 2)。建立的高精度三维构造层面模型为后期的储层属性建模提供了框架。

4. 储层属性模型的建立

储层岩石物性模型包括孔隙度、渗透率和饱和度模型。这些物性参数值的高低对储层品质的好坏有着决定性作用。本次储层物性模型的建立，是小层单井测井解释成果基础之上，利用 Petrel 三维地质建模软件，以沉积微相为约束条件，绘制各小层的孔隙度、渗透率以及含油饱和度等值线平面图。再利用确定性建模的方面，建立了研究区的孔隙度和渗透率模型。如图 3 所示，研究区孔隙度属性模型与渗透率属性模型的具有一致性，高值区域吻合度高，沙三上亚段底部砂组孔渗值高，横向连续性较好，为重点开发对象。通过该方法建立的储层属性模型避免了随机模拟得到的多个等概率结果，进而为后期的油藏数值模拟以及开发方案调整提供了依据。

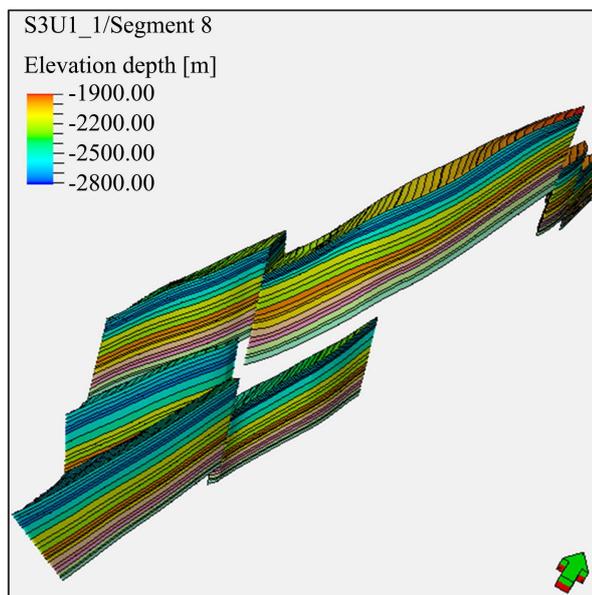
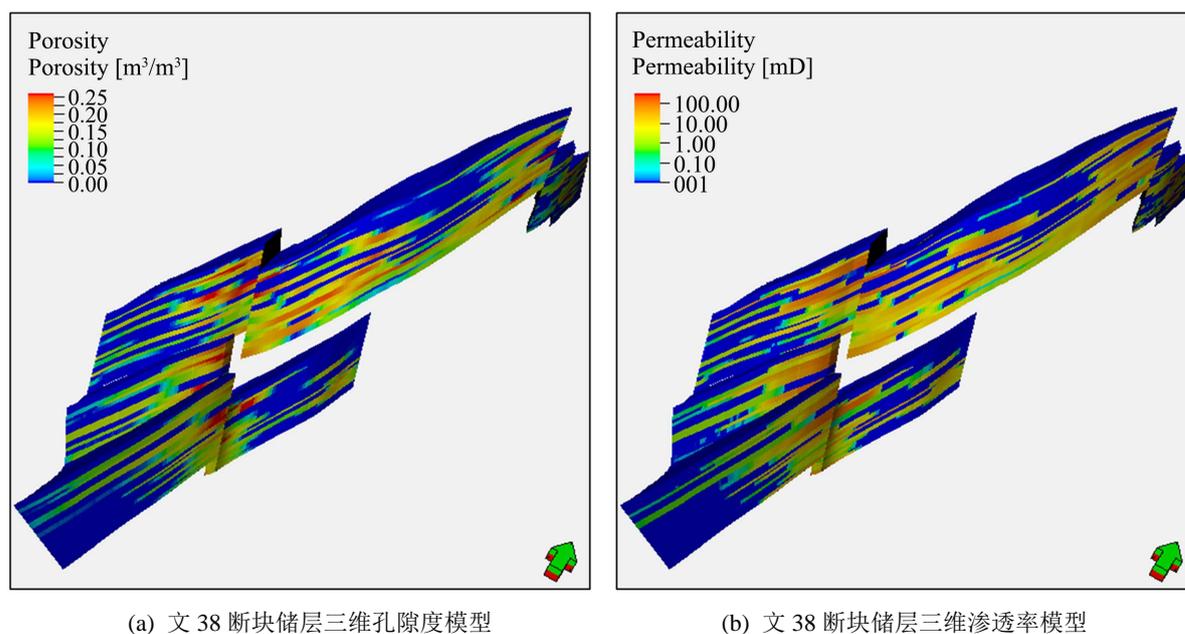


Figure 2. Three-dimensional structural plane model of the upper third member of Shahejie Formation in block Wen 38

图 2. 文 38 断块沙三上亚段三维构造层面模型



(a) 文 38 断块储层三维孔隙度模型

(b) 文 38 断块储层三维渗透率模型

Figure 3. Wen 38 fault block reservoir three-dimensional attribute model

图 3. 文 38 断块储层三维属性模型

5. 结论

1) W38 断块断层走向 SE 向规模最大，整个研究区被断层切割成 8 个小断块，构造高点位于研究区的东北部，构造低点位于研究区西北部，整体呈北东高、西南低的菱形，孔隙度与渗透率属性模型具有高度一致性。

2) 建立高精度三维构造模型的重点在于精细的断裂解释结果，在断层模型建立过程中，要确保每口

井的断点要位于断面上, 通过地震与测井断点相结果, 才能确保断层的三维空间产状和位置准确性; 构造层面模型的精度依赖于构造层位解释结果, 并在深度域用分层数据加以校正, 通过这样的方法才能建立起高精度的三维构造模型。

3) 建立储层属性模型采用确定性建模方法, 利用已知点数据进行井点的外推插值, 以沉积相以及砂体分布范围进行约束, 通过生成各小层的属性等值线平面图, 再利用赋值的方法给出无限接近真实地质情况的唯一结果, 从而保障模型的可靠性, 也为同类型油藏提供了一定的参考价值。

基金项目

重庆市教育委员会科学技术研究项目(项目编号: KJQN202101546)支助。

重庆科技大学研究生创新计划项目(项目编号: YKJCX2320142)支助。

参考文献

- [1] 吴胜和, 李宇鹏. 储层地质建模的现状与展望[J]. 海相油气地质, 2007(3): 53-60.
- [2] 姜香云, 王志章, 吴胜和. 储层三维建模及在油藏描述中的应用研究[J]. 地球物理学进展, 2006(3): 902-908.
- [3] 尹艳树, 吴胜和. 储层随机建模研究进展[J]. 天然气地球科学, 2006(2): 210-216.
- [4] 李阳, 吴胜和, 侯加根, 等. 油气藏开发地质研究进展与展望[J]. 石油勘探与开发, 2017, 44(4): 569-579.
- [5] 张宇恒. 三维地质建模研究[J]. 云南化工, 2018, 45(11): 50-51.
- [6] 尹楠鑫, 李中超, 熊运斌, 等. 文 38 断块沙三上亚段沉积微相展布特征及剩余油挖潜措施[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2016, 18(6): 27-30.
- [7] 王俊琪. 中原油田文 38 块沙三段地震储层预测研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国石油大学, 2016.
- [8] 赵文. 文 38 块沙三上亚段三角洲前缘储层构型研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国石油大学, 2016.