

Recognition of Faults in Dina 2 Gas Field and Its Influence on Water Invasion

Qingwen Cui^{1,2} Jianhua Xu² Haifeng Li² Yalun Guan^{1,2}

1.School of Geoscience and Engineering, Xi'an Shiyou University, Xi'an, Shaanxi, 710065, China

2.Korla Branch, GRI, BGP Inc, CNPC, Korla, Xinjiang, 841001, China

Abstract

The Dina 2 gas field is located in the east of the Qiulitag structural belt in the Kuqa Depression, Tarim Basin, and is the largest condensate gas field developed in China. Severe water invasion is the main contradiction in the current gas field development. This study is based on the idea of structural modeling of complex structural areas in the piedmont area, and adopts measures such as dip scanning and structural guidance filtering, and then introduces the ant body fault identification method to effectively improve the accuracy of fault description. Combining earthquakes and geology, combining wells and earthquakes, it is found that there are three normal fault belts developed in the Dina 2 gas field, namely the graben belt, the north wing normal fault development belt and the south wing normal fault development belt. The inside and outside of the normal fault development belt correspond to different water breakthrough patterns. The three normal fault development belts have the bottom water channeling up and transversely along the fault, and the outside of the three normal fault development belts is the edge water non-uniform advancing type. Through this research, it has pointed out the direction for the adjustment of the development plan of the Dina 2 gas field and the comprehensive management of water breakthrough.

Keywords

water invasion; ant body attributes; normal fault development zones; bottom water channeling up along the fault

迪那2气田断裂再认识及其对水侵的影响研究

崔青雯^{1,2} 许建华² 李海丰² 管亚伦^{1,2}

1. 西安石油大学地球科学与工程学院, 中国·陕西 西安 710065

2. 中国石油集团东方地球物理勘探有限责任公司研究院库尔勒分院, 中国·新疆 库尔勒 841000

摘要

迪那2气田位于塔里木盆地库车坳陷秋里塔格构造带东部, 是中国已开发的最大凝析气田。水侵形势严峻是目前气田开发主要矛盾, 本次研究基于山前复杂构造区构造建模思想, 通过倾角扫描及构造导向滤波等措施, 再引入蚂蚁体断裂识别方法, 断裂刻画精度有效提高。地震、地质结合, 井、震结合重新梳理发现迪那2气田发育三条正断层带, 分别为地堑带、北翼正断层发育带和南翼正断层发育带。正断层发育带内外对应不同的见水模式, 三条正断层发育带内为底水沿断裂上窜横侵型, 三条正断层发育带外为边水非均匀推进型。通过本次研究, 为迪那2气田开发方案调整以及见水综合治理指明了方向。

关键词

水侵; 蚂蚁体属性; 正断层发育带

1 引言

迪那2气田位于库车坳陷秋里塔格构造带, 紧靠天山南麓, 是西气东输的主力气田。气田地形复杂, 地表高差较大, 总体看来工区地形北高南低。工区东北部和西部为高大复杂山体分布区, 局部倾角较大; 中部为第四系砾石覆盖区; 南部为戈壁砾石区。近年来, 迪那气田见水井增多, 水侵形势严峻, 为减少水侵对气藏高效开发的影响, 开展断裂精细识别、总结断裂发育规律及其对水侵的影响

势在必行。

目前, 对于低信噪比的山前资料缺少有效的断裂研究手段, 制约了迪那气田精细开发以及水侵特征分析, 为迪那气田综合治理带来巨大的挑战。因此, 如何结合迪那气田地震资料的特征, 通过断裂识别方法的优选来提高迪那气田断裂识别的精度, 是迪那气田断裂研究过程中十分重要的问题。

2 迪那气田断裂识别的难点

目前, 迪那气田断裂精细刻画主要面临三个问题:

第一, 地震资料南、北两翼信噪比低、地震资料成像差、干扰严重导致断裂无法识别, 如图1所示。

【作者简介】崔青雯(1996-), 女, 中国陕西铜川人, 本科, 助理工程师, 从事石油地震资料解释工作的研究。

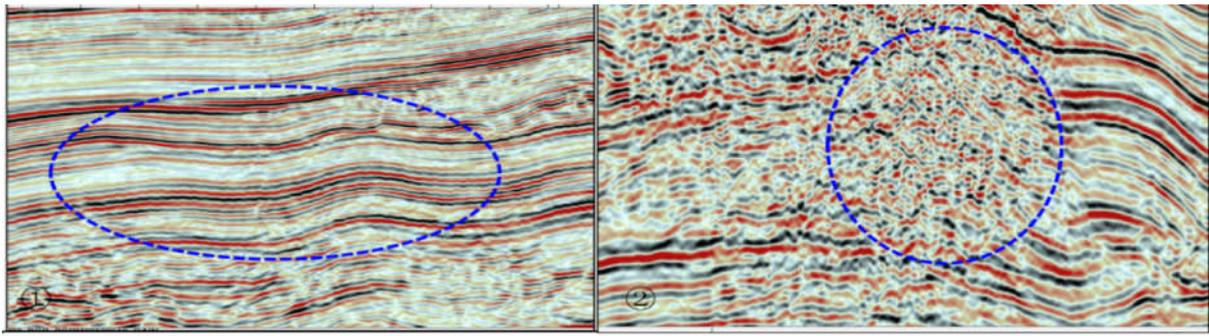


图 1 迪那气田古近系苏一段顶面三维地震剖面对比图

第二，构造高部位地震资料品质较好，但受限断裂识别方法，构造高部位断裂的识别精度低，无法满足气藏精细开发的要求。

第三，地震资料处理过程中，由于速度不合理造成的线性干扰，严重干扰了构造北部断裂识别^[1]。

3 断裂精细刻画

3.1 断裂识别方法

3.1.1 正逆断层理论区分

在高品质地质资料基础上，开展对断裂的深入细化研究。但正、逆断层识别及微断裂组合的识别存在多解性，细微的断裂很难准确把控，需开展正、逆断层差异性分析及微断裂组合方法研究。

迪那 2 气田整体为断层转折褶皱，逆冲断层从深部向浅部逐渐延展的过程中，地层在下伏断层膝折部位运动形成背斜。通常在背斜的发育过程中，岩层中间有一个既无拉伸也无压缩的无应变面叫中和面。在中和面的上部是受到拉伸线应变的一个容易形成正断层的张性环境，下部是受到挤压线应变的一个容易形成逆断层的挤压环境^[2]。成因的不同也会造成正、逆断层在空间展布规律、地层接触关系上的一些不同，如图 2 和图 3 所示。

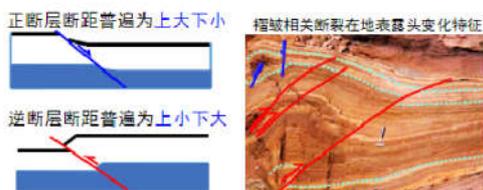


图 2 正、逆断层在空间展布规律上的区别



图 3 正、逆断层在地层接触关系上的区别

3.1.2 井震结合

在明确正逆断层差别的基础上，我们将地震与测井结合开展断裂精细识别工作，使得断层识别的可靠性增强。我们以某井为例，在之前的三维地震剖面解释方案中，该井旁无断层穿过。但在本次研究过程中，结合测井资料显示该井在古近系苏维依组存在 35m 的地层缺失，如图 4 所示。此外，结合新地震资料上断裂特征响应，推断此井有正断层穿过^[3]。

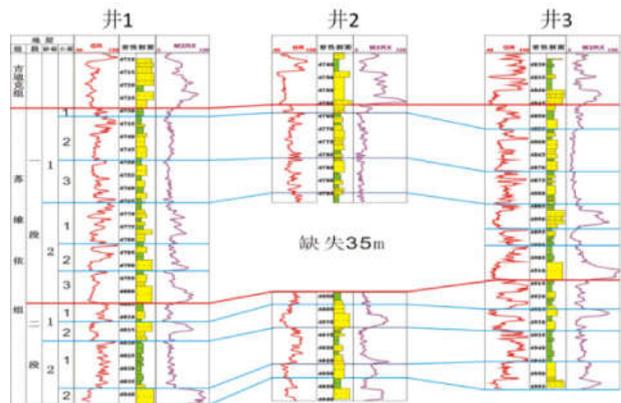


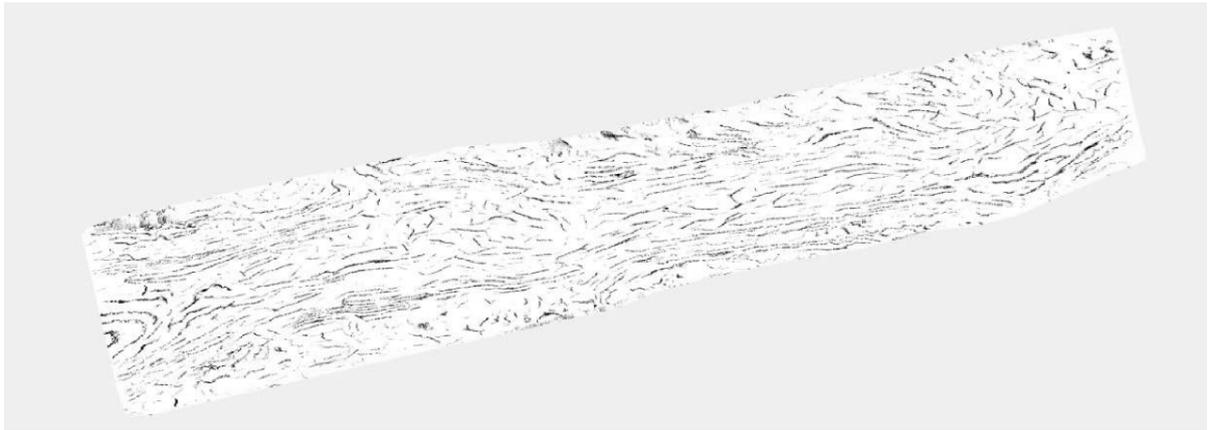
图 4 井 2 钻遇正断裂

3.1.3 多属性融合

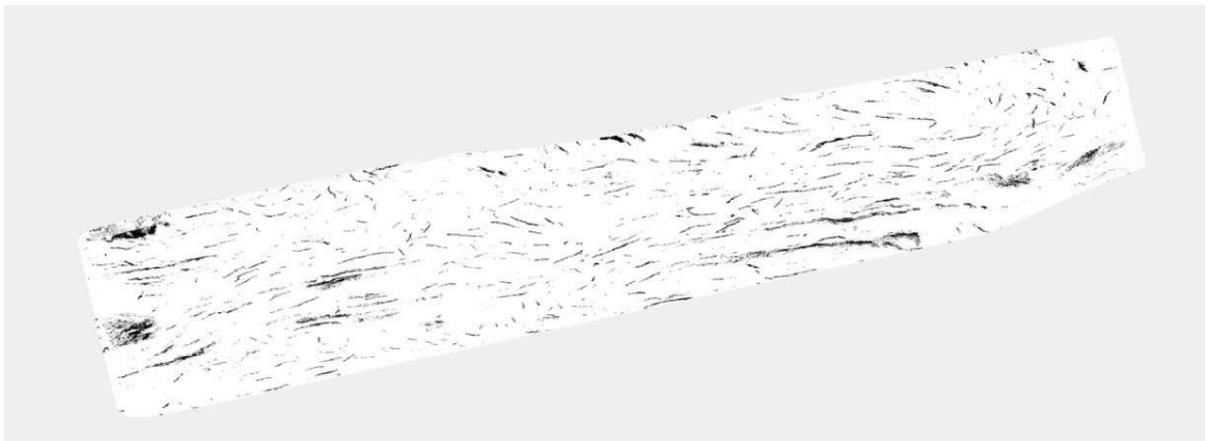
在断裂的解释过程中，使用多属性处理及蚂蚁体联合迭代断裂识别辅助断裂的精细解释，同样可以提高断裂识别的可靠性。将原始数据体经过构造导向滤波处理后增强断裂特征响应，其后提取 afe 相干属性做蚂蚁体断裂追踪提高识别精度，再用 F-K 滤波去除南北两翼高陡地层的杂乱干扰。经过多属性联合解释分析后的断裂属性体两翼断裂分布清晰，构造高点位置的识别精度高，如图 5 所示^[4]。

3.2 研究断裂展布规律

在山前复杂构造区构造建模思想指导下，针对迪那气田地震资料进行解释性处理，通过对地震数据体进行倾向扫描及构造导向滤波后进行属性优选。在属性优选的基础上，将蚂蚁体引入断裂识别的过程中，提高了断裂刻画的精细度。



(a) F-k 滤波之前



(b) F-k 滤波之后

图5 蚂蚁体属性平面图

除此之外，在断裂的三维地震剖面解释中，通过断裂分级对剖面断层精细解释，将迪那2气田的断层总体分为了三级。在平面上断层整体走向呈南西-北东向。一级断层控制构造南北两翼；二级断层断穿整个储层段的断层，在构造南北两翼紧紧伴随一级断层发育逆断层，在构造主体部位则发育正断层；三级断层主要分布在构造的主体部位，走向呈

南西-北东向以及近东西向为主^[5]。

通过对断裂规律的进一步研究分析得知迪那2气田有三条正断层发育带（见图6），分别是位于构造高点西部的地堑带（见图7）、位于构造北部的北翼正断层带以及构造南部的南翼正断层带（见图8）。

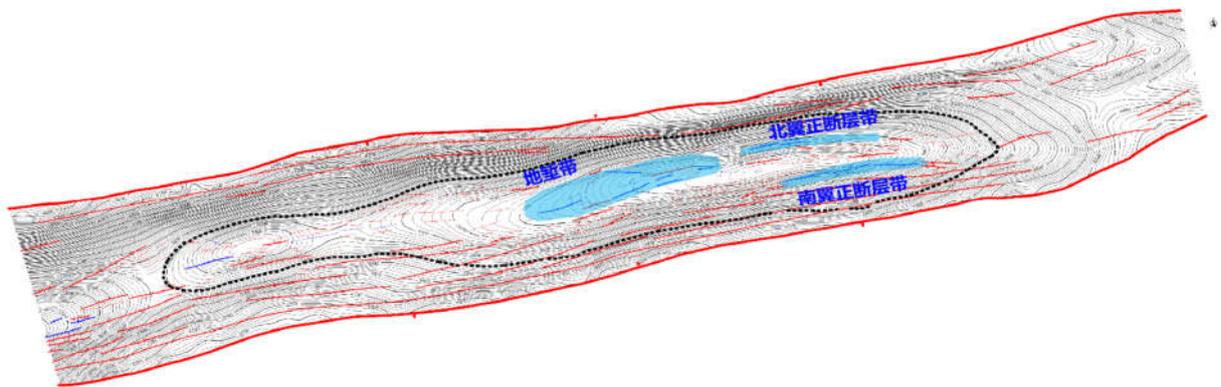


图6 迪那气田古近系苏一段顶面断裂系统图

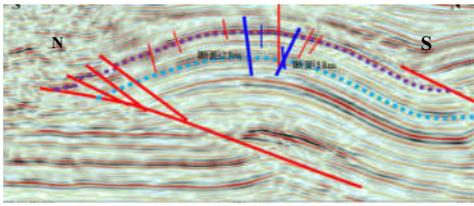


图7 地堑正断层发育带剖面示意图

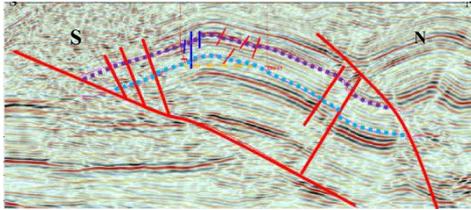


图8 南翼正断层带发育带剖面示意图

4 断裂对水侵的影响

迪那2气田依据对见水模式的分析总结分为为了底水沿断裂上窜横侵型以及边水非均匀推进型。三条正断层发育带内均有断穿气水边界的正断层组合发育,断裂作为运移通道,联通了下部底水,发生水侵,为底水沿断裂上窜横侵型。氯根出现异常后缓慢平稳上升,见水后产水量低、产气量稳定,控制产量可抑制氯根及产水量的上升速度,如图9所示^[6]。

正断层发育带之外,水侵模式为边水非均匀推进型。见水井井旁均无断穿气水边界的大断层发育,库姆格列木群二段底水上窜的可能性小。并且在见水前,长期低氯根生产、见水后氯根阶梯上涨,显示不同层段非均匀推进的水侵特征,如图10所示^[7]。见水后产气量快速递减、后期产水量高,控制产量不能抑制氯根上升。

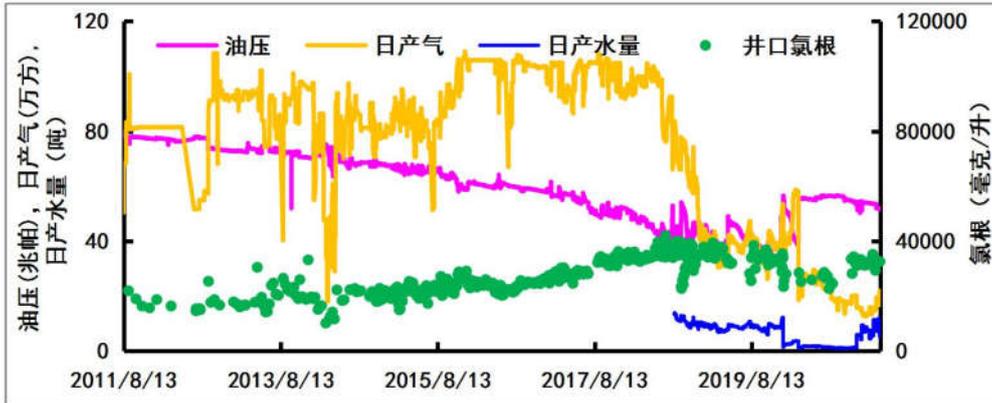


图9 井1 氯根含量变化图

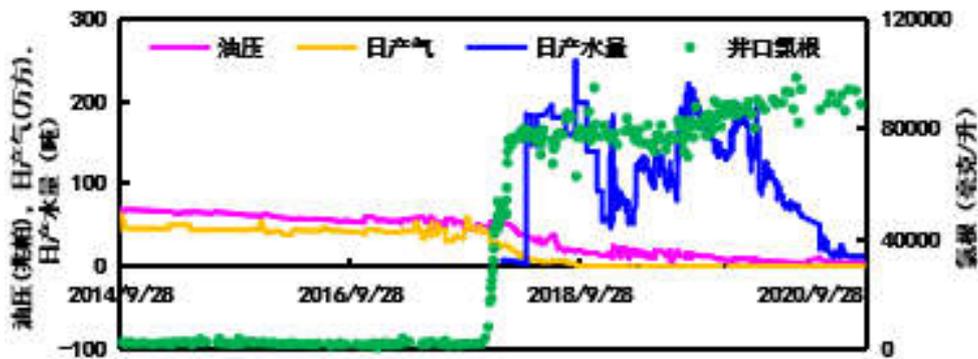


图10 井2 氯根含量变化图

5 结论

利用迪那2气田重新处理后的资料,通过深入分析正、逆断裂的区别以及利用井震结合和多属性融合的断裂识别方法确定了新的微断裂组合模式。并在进一步研究后总结出了三条正断层发育带,分别为地堑带、北翼正断层带和南翼正断层带。三条正断层发育带具有不同的水侵特征,在三条正断层发育带内为底水沿断裂上窜横侵型,在三条正断层发育带外为边水非均匀推进型。依据两种水侵模式,研究得知其对控产抑制氯根上升的动态特征差异,为迪那2气田开发方案的调整以及见水综合治理明确了思路和方向。

参考文献

- [1] 袁静,曹宇.库车坳陷迪那气田古近系裂缝发育的多样性与差异性[J].石油与天然气地质,2017,38(5):840-850.
- [2] 马玉杰,谢文会.库车坳陷迪那2气田地质特征[J].天然气地球科学,2003,14(5):371-374.
- [3] 纪学武,彭忻,臧殿光,等.多属性微断裂解释技术[J].石油地球物理勘探,2011,46(S1):117-120.
- [4] 麻旭刚,吕丁友,李才,等.基于构造导向滤波的最大似然属性在微断裂识别中的应用[C]//CPS/SEG北京2018国际地球物理会议暨展览电子论文集,2018:712-715.
- [5] 景宏涛,张宝,曾努,等.迪那2气田高压气井井筒堵塞治理技术研究与应用[J].天然气技术与经济,2018,12(3):28-30+82.
- [6] 王胜利,卢华复.南黄海盆地北部凹陷古近纪伸展断层转折褶皱作用[J].石油与天然气地质,2006,27(4):495-503.
- [7] 吴燕,唐斌,王明,等.高压裂缝性致密砂岩气藏出砂影响因素及防治——以塔里木盆地迪那2气藏为例[J].石油钻采工艺,2019,41(5):663-669.