

文章编号:0253-9985(2008)06-0764-05

塔河油田碳酸盐岩缝洞型储层精细成像技术

马学军,李宗杰

(中国石油化工股份有限公司 西北油田分公司 石油勘探开发研究院,新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:针对塔河油田碳酸盐岩缝洞型油藏的特点,探索出适应塔河油田碳酸盐岩缝洞型储层的精细成像技术方法。主要包括统计去噪、地表一致性处理、子波一致性处理、速度分析、三维 DMO 叠加、串联偏移等成像技术。这些技术的精细组合使用,使奥陶系顶风化面及内幕岩溶特征准确成像,提高了钻井的油气产率,为塔河油田的稳步快速发展提供了技术保障。

关键词:风化面;串珠状异常;三维 DMO;速度分析;串联偏移;碳酸盐岩;塔河油田

中图分类号:TE122.2

文献标识码:A

Fine seismic imaging technology for fractured-vuggy carbonate reservoirs in the Tahe oilfield

Ma Xuejun, Li Zongjie

(Exploration & Development Research Institute of SINOPEC Northwest Company, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: A fine seismic imaging technology tailored to fit the characteristics of the fractured-vuggy carbonate reservoirs in the Tahe oilfield is developed. It consists of a series of techniques, including noise elimination, surface consistency processing, wavelet consistency processing, velocity analysis, 3D DMO stacking, cascade migration to image, and etc. It has been proven that a delicate combination of these techniques can yield fine images of the top erosional surface and inner karst of the Ordovician, thus improving oil well yield and providing technical support for a steady and fast development of the Tahe oilfield.

Key words: erosional surface; beaded anomaly; 3D DMO; velocity analysis; cascade migration; carbonate rock; Tahe oilfield

1 塔河油田碳酸盐岩缝洞型储层特点

塔河油田已在两大领域、多个层系(O, D, C, T)获得突破,有10个油气田(藏)(1, 2, 9区三叠系油气藏与2, 3, 4, 6, 7, 8, 10区奥陶系油藏)投入开发或试采。在塔河油田探明储量中,奥陶系油藏占95%。奥陶系碳酸盐岩油藏是一个与“古风化壳有关”的大型“岩溶裂缝-孔洞型油藏”^[1,2],具有不同于国内其他大型油田的特殊性和非常规性,油藏埋藏深,一般大于5 300 m。

奥陶系顶部风化面附近峰丛地貌发育、侵蚀沟谷蜿蜒曲折、纵横交错,裂缝、溶洞发育带其地震反射特征为^[3-6]:杂乱反射结构、弱振幅、低阻抗、低速度。

碳酸盐岩内幕裂缝、溶洞发育带其地震反射特征为:强振幅反射、低阻抗、低速度、平面上表现为条带状、树枝状振幅异常,剖面上表现为“串珠状”地震反射结构(图1)。勘探表明^[7-9],奥陶系碳酸盐岩在不整合面之下0~250 m深度范围内发育3套洞穴型储层,高产井和正地貌、小断裂、强串珠反射、局部构造轴线关系较大。

收稿日期:2005-01-09。

第一作者简介:马学军(1967—),男,高级工程师,石油物探技术研究。

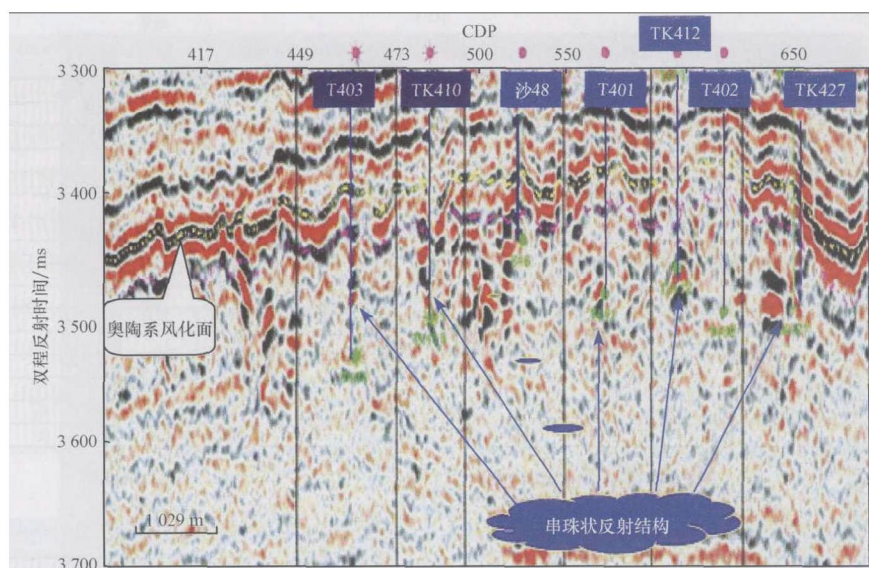


图1 塔河油田碳酸盐岩内幕“串珠状”地震反射异常

Fig. 1 Beaded seismic reflectance anomaly in the inner carbonate rocks in Tahe oilfield

2 碳酸盐岩缝洞型储层精细成像技术

塔河油田奥陶系储层岩溶纵横向变化大,要求地震资料具有较高的信噪比、分辨率和保真度,以及准确的空间偏移归位,才能准确的进行碳酸盐岩缝洞型储层预测。通过保真保幅的目标处理,突出潜山顶部及内幕的成像,加强地表一致性和叠前去噪处理,把相对振幅保持处理技术思路体现在几个关键处理环节^{①-③}。

2.1 均方根振幅和主频统计去噪技术

在处理过程中,合理消除地表以及采集因素不同引起的振幅横向变化非常重要。

首先需要对噪音进行消除,除了采用常规的去噪手段外,采用均方根振幅和主频统计去噪技术可取得较好的去噪效果。

均方根振幅和主频统计去噪技术是以不正常道与正常道在振幅与主频存在明显差异为基础,查找不正常道并实施自动剔除的技术。通过对整个工区的每一炮、每一道进行振幅和主频统计分析,去除异常振幅和异常主频道,实现叠前数据的科学净化(图2)。

2.2 振幅一致性处理技术

振幅和波形一致性主要采用原始振幅分析、异常振幅压制、球面扩散补偿、地表一致性振幅补偿、地表一致性反褶积、地表一致性静校正等技术,消除各炮点、接收点、偏移距间的能力差异。

采用球面扩散补偿技术弥补地震波在垂向上的能量衰减,使浅、中、深层能量适中,对部分记录存在的振幅差异,需要通过地表一致性振幅补偿作进一步的补偿。

地表一致性振幅补偿技术是从实际数据振幅统计出发,对振幅统计数据进行分析,在共炮点域和共检波点域,分别求取道集的比例因子进行补偿,使全区共炮点、共检波点域道集的平均能量水平趋于一致,解决激发条件和接收条件不同造成的差异,消除了振幅不一致对后续保幅处理的影响。

2.3 子波一致性处理技术

子波一致性处理主要采用道集一致性反褶积和地表一致性反褶积。

通过道集一致性反褶积、地表一致性反褶积及地表一致性振幅补偿等技术,使地震剖面的信噪比、分辨率、保真度明显提高和改善。

① 阎相宾,宁俊瑞,韩革华,等.塔河地区九联片三维地震资料处理解释及整体评价.西北分公司勘探开发研究院,2004

② 孙国峰,袁国芬.新疆塔里木盆地沙雅隆起塔河南地区三维地震勘探成果报告.西北分公司勘探开发研究院,2003

③ 邹达理.新疆塔里木盆地塔河地区于奇三维地震资料处理报告.西北分公司勘探开发研究院,2003

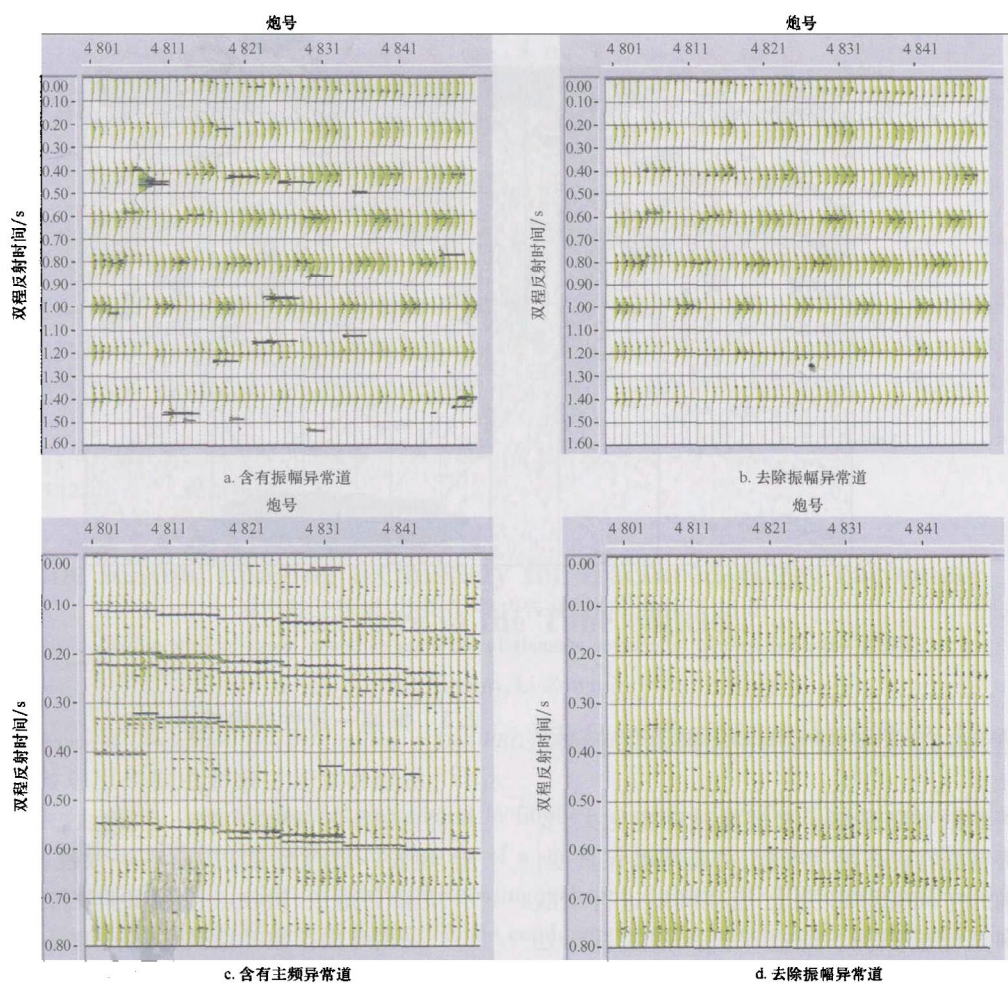


图2 去噪前后效果对比

Fig. 2 Comparison of effects before and after noise elimination

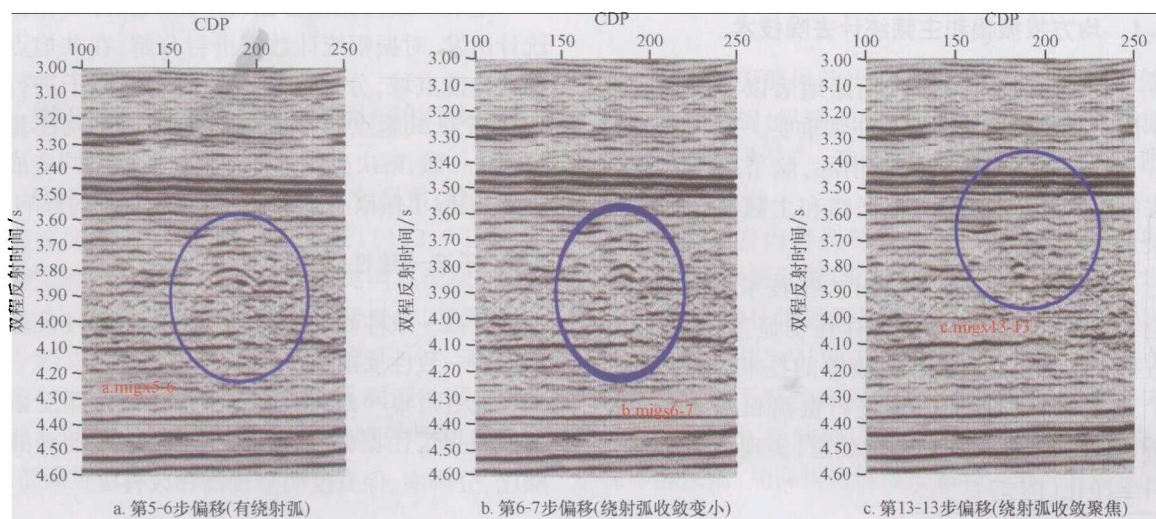


图3 偏移迭代效果对比

Fig. 3 Comparison of effects of migration and iteration

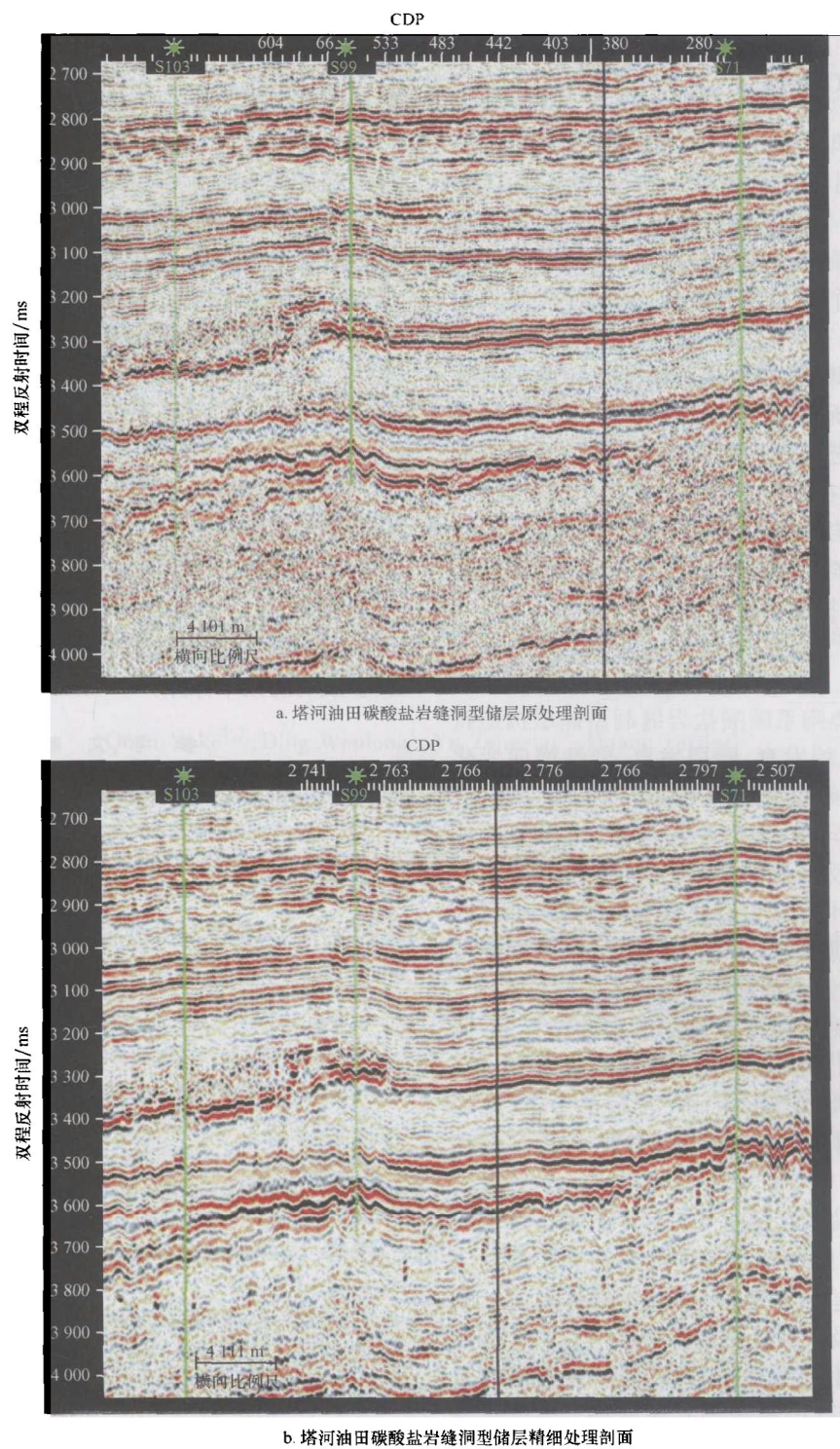


图 4 塔河油田碳酸盐岩缝洞型储层精细处理前后效果对比

Fig. 4 Comparison of effects before and after fine seismic processing of the fractured-vuggy carbonate reservoirs in the Tahe oilfield

2.4 速度分析

为了提高速度分析的质量,采用较小的速度分析矩阵(3×3),利用速度剖面 and 切片来控制速度拾取质量,保证速度分析的精度,在峰丛地貌发育地

由于奥陶系潜山的速度在空间上变化剧烈,

带,加密速度分析密度。

2.5 三维 DMO 叠加

塔河油田奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层绕射波发育,为了得到较好的叠加效果,采用三维 DMO 叠加技术,将一个非零偏移距地震道转换为按规定网格分布的若干个零偏移距地震道,这些道分别在对应的每个面元进行叠加,并按样点实现振幅归一化。

对影响 DMO 叠加效果的主要参数倾角和叠加孔径进行系统测试,根据地震剖面上地层倾角的分布特征来选取不同时段 DMO 叠加所用的倾角和叠加孔径,在不产生假频的情况下,选取适合奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层的最佳参数组合,达到深部奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层倾斜同相轴能量增强,信噪比提高的目的。

2.6 偏移成像

塔河油田奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层构造特征复杂,峰丛地貌发育,断层发育,岩性横向变化大,造成地震资料绕射波发育,速度空间变化大,存在局部低速异常,波组连续性差,难以准确成像。通过长期反复认识试验,认为采用有限差分法串联偏移(cfdmig),可以使奥陶系顶风化面及内幕岩溶特征准确成像,清楚刻画出风化面起伏情况,使奥陶系顶及内幕岩溶绕射弧收敛归位准确。

经过大量测试获得最佳的串联偏移参数:偏移起始速度为 1 600 m/s,每道最大倾角为 30 ms,偏移延拓步长为 24 ms,采用平滑后的 DMO 叠加速度场进行平滑,平滑半径为 1 200 m,得到偏移速度场。

首先应用偏移起始速度对整个数据体做全三维偏移处理,再应用剩余速度沿线和交叉线方向实施剩余有限差分法偏移,借助于偏移剖面上断层归位的对比及碳酸盐岩缝洞型储层在风化面和内幕缝洞体产生的绕射波、回转波收敛归位的合理程度,选定最佳的剩余偏移速度场。通过对串联偏移在沿线方向和交叉线方向的每一步质量控

制,追踪观察断层归位及绕射波收敛情况,确定最终偏移串联次数为 13 次,图 3 为不同串联偏移次数的偏移监控剖面。

从图 4 可以看到,塔河油田碳酸盐岩缝洞型储层经过目标处理后,剖面品质得到很大改善,信噪比和分辨率有不同程度的提高,波组特征、潜山顶面形态更加清楚,便于构造解释;潜山内幕反射的振幅强弱变化明显、保真度高,为奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层的精细预测研究打下了良好的基础。

3 结语

塔河油田勘探实践表明,通过对碳酸盐岩缝洞型储层的精细目标处理,比较准确的刻画出了奥陶系碳酸盐岩风化面和内幕缝洞型储层的地震反射特征,提高了碳酸盐岩缝洞型储层的识别精度,是精确预测碳酸盐岩缝洞型储层发育带、油气钻井成功的技术保障。

参 考 文 献

- 1 俞仁连,闫相宾,金晓辉,等.塔里木盆地研究进展与勘探方向[J].石油与天然气地质,2005,26(5):598~604
- 2 翟晓先.塔河大油田新领域的勘探实践[J].石油与天然气地质,2006,27(6):752~761
- 3 肖玉茹,何峰煜,孙义梅,等.古洞穴型碳酸盐岩储层特征研究——以塔河油田奥陶系古洞穴为例[J].石油与天然气地质,2003,24(1):75~80
- 4 韩革华,漆立新,李宗杰,等.塔河油田奥陶系碳酸盐岩缝洞型储层预测技术[J].石油与天然气地质,2006,27(6):860~878
- 5 李宗杰,韩革华,张旭光,等.塔河地区碳酸盐岩储层预测技术方法研究[A].见:蒋炳南.塔里木盆地北部油气田勘探与开发论文集[C].北京:地质出版社,2000.403
- 6 袁国芬.塔河油田碳酸盐岩储层地球物理响应特征[J].石油物探,2003,42(3):318~321
- 7 张旭光.利用地震信息检测碳酸盐岩溶洞[J].石油物探,2002,41(3):359~362
- 8 闫相宾.塔河油田奥陶系碳酸盐岩储层特征[J].石油与天然气地质,2002,23(3):262~265
- 9 王勤聪,李宗杰,孙雯.塔河油田碳酸盐岩储集层地球物理识别模式[J].新疆石油地质,2002,23(5):400~401

(编辑 高岩)