

塔河油田叠后地震资料高保真处理技术

王者顺^{1,2}, 樊佳芳³, 高鸿³, 唐文榜³

(1. 石油大学资源与信息学院, 北京 102249; 2. 中国石油化工集团 新星石油公司, 北京 100083; 3. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘 要: 塔河油田岩溶储集体(洞穴、礁滩、孔洞、裂缝或裂隙等)的地震波场特征是弱反射背景之上的强弱不同的绕射波, 因此, 绕射波准确归位成像和振幅保持是研究岩溶储集体的基础。笔者从塔河油田地震资料高保真处理实践中, 总结出了一套适应该区碳酸盐岩储层预测要求的以叠后高精度偏移算法和振幅保持处理为主的叠后高保真处理技术, 取得显著的效果。

关键词: 塔河油田; 地震勘探; 数字处理; 振幅保持

中图分类号: P631.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2004)05-0436-03

塔河油田位于塔里木盆地塔北隆起区阿克库勒凸起(亦称轮南凸起)南部, 在新疆维吾尔自治区轮台县和库车县境内, 因依塔里木河北岸而得名。目前控制储量达到 2 亿多吨, 成为塔里木盆地第一个被证实的地质储量超亿吨的大型油田, 也是中国第一个海相自生自储的大型油田。

勘探实践表明, 塔河地区是一个奥陶系、石炭系、三叠系含油层系叠合连片的大型油气田。其中奥陶系碳酸盐岩的油气占该区已探明储量的近 90%, 下奥陶统风化面以下 250m 范围内整体含油, 储集空间类型包括溶洞、礁滩、孔洞、构造和溶蚀裂缝-裂隙。区内近 1/3 的井在揭开奥陶系风化壳时发生放空、钻压下降、泥浆大量漏失等情况, 反映钻遇大容积储集空间。然而, 储层纵横向非均质性强, 缝洞等储集空间的种类、规模及其相互组合和空间分布的差异较大, 加上长期的叠加改造, 形成了不同程度的垮塌和充填。准确预测岩溶储集体的分布、规模以及充填物的类型成为塔河油田油气勘探开发的重要内容。在现有条件下, 地震勘探因其技术手段灵活, 可提取多种属性参数来对储层描述, 成为岩溶油藏预测的首选。而要实现用多种属性参数对储层描述, 其基础是地震资料的高保真处理。

1 岩溶储集体预测与叠后高保真地震处理

塔河油田勘探开发的实践表明, 碳酸盐岩整体含油, 但是仅在局部空间富集成藏, 骨架岩石低孔、

低渗, 但是在局部空间可能形成高孔、高渗, 甚至超大的储渗空间。

碳酸盐岩储层的预测的主要目标是有限尺度、非规则形态、非均匀分布的高孔、高渗、高度富集储集空间, 亦即非均匀体; 而且, 非均匀体的尺度大小各异、内外的弹性差异各不相同, 其地震波场特征往往是以强弱不同的绕射波的形式出现, 这就有别于层状介质的地震预测, 需要将工作重点放在非均匀体产生的不同强度的绕射波的研究上面。利用绕射波的振幅深入研究非均匀体的性质就成为可能, 而高精度的振幅保真处理是实现这一目标的基础。

另外, 碳酸盐岩非均匀储集体在地震记录上主要表现为绕射波。从理论上讲, 只要研究绕射波分布、形态, 就可以找到这些非均匀的储集体, 并确定其边界。实际上, 由于碳酸盐岩中分布众多的储集体, 它们的绕射波互相干涉, 形成复杂的地震波场图像, 要逐一研究每个非均匀体形成的绕射波是很困难的。图 1 给出了典型的下奥陶统内幕绕射波(包

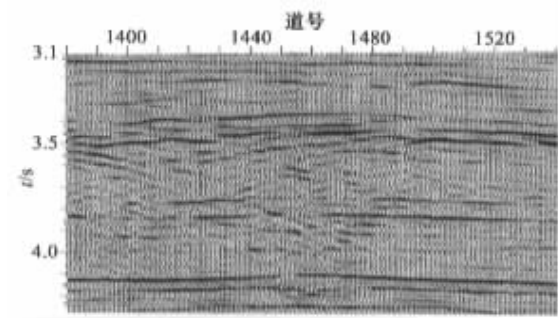


图 1 典型的下奥陶统内幕绕射波

括风化面的回转波)的图像。分解这些绕射波的方法是偏移处理。因此,做好偏移处理是研究非均匀储集体的基础工作。

一般说来,现在流行的地震资料处理都注意到了振幅保真处理,并进行了偏移处理,但是也存在一些问题:主要表现为对偏移的精度注意不够,对叠后振幅保真处理注意不够;尤其是多块三维联片处理或大面积三维处理时,这一问题更加突出。

笔者以塔河油田联片三维工区地震资料处理中叠后提高保真度处理工作为例,介绍叠后高保真处理的有关技术和处理流程。通过以剩余振幅补偿和区域振幅平衡为主的高保真振幅处理和在提高信噪比的基础上的高精度(90°算法)偏移处理,解决了大面积三维联片处理中由于加密网格造成的振幅变化(“条带”现象)和表层激发接收条件变化造成的区域振幅差异。同时,解决了由于使用精度低的偏移算法造成的绕射波和风化面回转反射波归位收敛不足的问题。

2 叠后高保真处理

塔河油田联片三维工区总面积为 632.21 km²,包括五块三维工区。其中 2 块工区 CDP 面元为 25 m×37.5 m,其余 3 块为 25 m×25 m。测量时,主测线的方位就有 3 种:相互垂直和斜交。联片处理结果,形成主测线方位统一、CDP 面元统一(25 m×25 m)的三维数据体。由于原始数据的上述状况,给振幅保真带来一定困难,叠偏数据存在“条带”现象。由于采用算法精度较低(45°)的偏移处理,下奥陶统内部储集体的绕射波和风化面的回转反射波收敛归位不足,有碍于后续的岩溶储集体的正确预测。在分析原有的叠加纯波数据体、偏移纯波数据体及速度资料特点的基础上,通过多次试验,选择了处理技术,确定了针对性强、效果明显的处理流程(图 2)和优化的参数。其中关键的技术是,在提高数据信噪比和精细调整偏移速度基础上的 90°算法的高精度偏移技术及剩余振幅补偿和区域振幅平衡技术。用这样的流程和技术进行了联片处理数据的叠后高保真再处理,得到了保真度高的叠加偏移数据,确保岩溶储集体预测正确进行。

2.1 高精度偏移处理

图 3 给出了原联片处理的叠后偏移剖面。从中可以看出,在剖面上,绕射波和回转反射波都未很好收敛,而且剖面的信噪比也较低。新一轮提高偏移精度的处理的方法是:①选用 PGS Tensor 软件叠后信号增强的方法(fxdecon)去除随机噪声,改善地

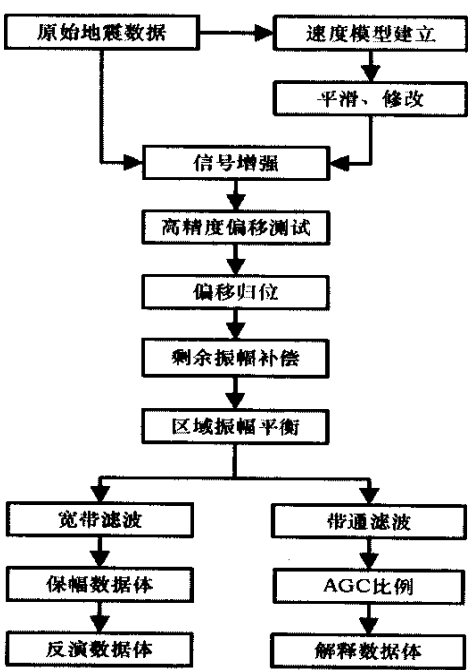


图 2 叠后高保真处理流程

震数据信号的信噪比和连续性。通过这一处理,确保偏移处理在高信噪比的叠加数据上进行。②选用 PGS Tensor 有限差分法串联偏移(cfdmig)技术进行偏移。经过用超声模型试验数据的检验,目前常用的商业地震偏移软件多数的偏移精度小于 60°,而 cfdmig 偏移精度远超过 60°^[1]。

由于 cfdmig 偏移为串联偏移,可以在每一级偏移过程中监控偏移效果,判断偏移速度的准确性,为检查大面积数据的偏移中的局部地段速度的准确性提供了方便条件。这样,就可以在偏移处理过程中不断发现速度不正确的地段,不断修改速度,重新进行新的偏移。最后,形成正确的偏移速度场,同时得到正确的偏移结果。

高精度偏移处理前后的结果对比(图 3)显示,绕射波和回转波均收敛很好,信噪比有了提高。

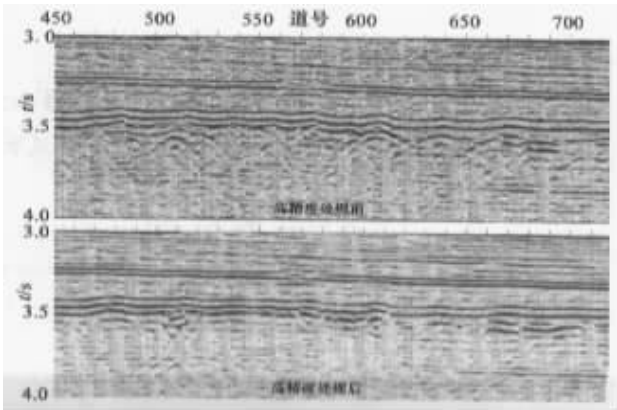


图 3 高精度偏移处理前后的结果对比

2.2 叠后保幅处理

对叠加数据进行能量分析发现,道间能量差异比较大,无论是在叠加剖面上还是在能量分布图上均出现强弱相间的“条带”现象,显然不符合地质规律。通过采用针对性的叠后振幅补偿和区域振幅均衡,有效地解决了这一问题,实现了相对振幅保持。

2.3 处理效果分析

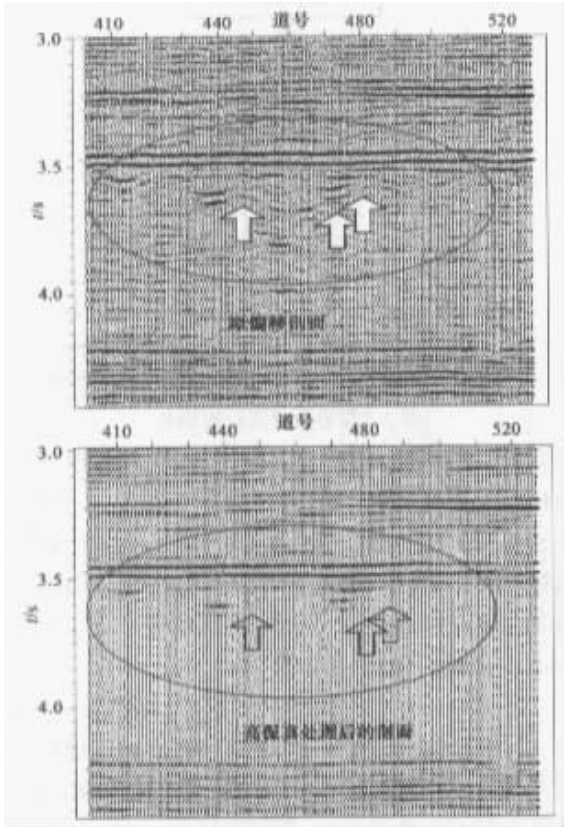


图 4 某测线偏移剖面与高保真处理后的结果对比

图 4 是经过高精度偏移处理和振幅保真处理结果与原处理结果的对比。由图可见,原处理结果中,存在明显的偏移不正确的情形,有多处向下弯曲的

现象,而本次处理则消除了这些现象。同时去噪也取得了明显的效果,使得资料的信噪比显著提高。横向上的振幅一致性明显增强。这样的结果,能较好地符合地质规律,反映出地下介质的非均质性——弱反射背景之上的短轴强波。本次处理的三维数据体已经在多种岩溶储集体预测技术中应用取得符合实际的结果^[2]。

3 结论

塔河油田岩溶储层是由均匀的骨架岩石及其中以有限的尺度、非规则的形态、非均匀地分布的高孔高渗、高度富集的储渗空间(即非均匀体)共同组成。非均匀体是预测的主要对象,其地震响应特征是弱反射背景之上的强弱不同的短轴波,强震幅度轴波则是预测的重点。采用在提高信噪比的基础上精细调整偏移速度场并采用高精度偏移技术可以使非均匀体的绕射波准确收敛,并使风化面的回转波收敛,再做好振幅保真处理,就可以得到符合碳酸盐岩储层地震波场特征的处理结果,确保岩溶储集体的正确预测。

参考文献:

[1] 唐文榜,蒋多元.用超声模型试验数据检验不同精度时间偏移算法的效果[A].陈颢.寸丹集[C].北京:科学出版社,1998:489—494.
[2] 唐文榜,刘来祥,樊佳芳,等.溶洞充填物判识的频率差异分析技术[J].石油与天然气地质,2002,23(1):41—44.
[3] 邱中建,康竹林,何文渊.从近期发现的油气新领域展望中国油气勘探发展前景[J].石油学报,2002,23(4):1—6.
[4] 张抗.塔河油田性质和塔里木碳酸盐岩油气勘探方向[J].石油学报,2001,22(4):1—6.
[5] 何发歧,周家驹,云露.塔里木盆地塔河油田油气勘探新技术[J].石油实验地质,2001,23(3):316—323.
[6] 陈清华,刘池阳,王书香,等.碳酸盐岩缝洞系统研究现状与展望[J].石油与天然气地质,2002,23(2):196—202.

A STUDY ON POST-STACKED SEISMIC DATA
HIGH FIDELITY PROCESSING IN TAHE OILFIELD

WANG Zhe-shun^{1,2}, FAN Jia-fang³, GAO Hong³, TANG Wen-bang³

(1. Faculty of natural resource and information technology, University of Petroleum, Beijing 102249, China; 2. China National Star Petroleum Corporation, SINOPEC, Beijing 100083, China; 3. Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: Seismic wave field feature of Ordovician carbonate karst reservoir (cave, reef, hole, crack and cranny) in Tahe oil field is the

参考文献：

[1] 王懋基,张文斌,欧介甫,等. 航空物探解释方法及应用[M]. 北京:地质出版社,1992.

[2] 邬伦,刘瑜,张晶,等. 地理信息系统—原理、方法和应用[M]. 北京:科学出版社,2001.

[3] 黄国瑜,叶乃菁. 数据结构(C语言版)[M]. 北京:清华大学出版社,2001.

[4] Kruglinski D J, Wingo S, Shepherd G. C++ 6.0 技术内幕[M]. 希望图书创作室译. 北京:北京希望电子出版社,1999.

[5] 熊盛青,范正国. IBM4341 计算机航空伽马能谱解释处理系统及应用[J]. 物探化探计算技术,1993,15(1).

[6] 张文斌,熊盛青. 一种有用的解释参数——航空伽马能谱变异系数[J]. 物探与化探,1990,14(4).

THE RADIOACTIVE PARAMETER STATISTICAL METHOD BASED ON PRIOR GEOLOGICAL DATA

HUANG Xu-zhao, FAN Zheng-guo, LIANG Yue-ming, XU Kun
(China Aero Geophysical Survey and Remote Sensing Center for Land and Resources, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the mean values, variances and variation coefficients obtained from the statistical radioactive contents of various stratigraphic units, we can get to know distribution characteristics and migration regularity of radioactive elements, which serve as the basis for geological interpretation of radioactive fields and geological mapping. On the MAPGIS platform, the authors used the VC++ development language to design a computer automatic statistical software for airborne gamma power spectrum parameters on the basis of prior geological data. Such a database can not only make statistics of the mean values, variances and variation coefficients of radioactive elements in every stratigraphic unit but also check the rock naming or boundary accuracy of the stratigraphic units in available geological maps according to the variation coefficients.

Key words: mean value; variance; variation coefficient; geological mapping; correlation coefficient; spectrogram; GIS

作者简介: 黄旭钊(1962—),女,高级工程师。1984年毕业于长春地质学院物探系,现从事地理信息系统在航空物探领域的应用研究工作,已发表论文数篇。



上接 438 页

difference magnitude diffraction wave over weak reflection amplitude,so,the diffraction wave exact imaging and fidelity amplitude processing is the basic of carbonate karst reservoir study. The paper,by the real seismic data high fidelity processing with post-stack high precision migration arithmetic and true amplitude in Tahe oil filed , summed up a set of post-stack seismic data high fidelity amplitude processing technology to adapt the area Reservoir prediction.

Key words: Tahe oil field; seismic exploration; data processing; fidelity amplitude

作者简介: 王者顺(1955—),男,高级工程师,石油大学资源与信息学院博士,中国石油化工集团新星公司、中国石油化工股份有限公司教授级高工,一直从事研究工作,公开发表论著多篇。

加入台湾华艺思博网(CEPS)中文电子期刊服务声明

《物探与化探》期刊,將自 2004 年 8 月起,加入台湾中文电子期刊服务—思博网(CEPS)。中文电子期刊服务—思博网是目前台湾地区最大的期刊全文数据库,收录台湾地区 300 余种核心期刊的全文,其访问地址为: www.ceps.com.tw。读者可以通过这一网址检索《物探与化探》期刊 2004 年起各期的全文,在一段时期后,还可以回溯检索 1997~2003 年历年的全文。

由于《物探与化探》期刊被 CEPS 收录,故凡向本刊投稿者,均视为其文稿刊登后可供思博网(CEPS)收录、转载并上网发行;其作者文章著作权使用费与稿酬本刊一次付清,不再另付其它报酬。

请各位继续支持本刊,谢谢!