

文章编号:1673-8217(2015)03-0055-03

南阳凹陷马店地区高精度三维地震技术与效果

赵雨晴¹,徐照营¹,院红玉¹,张永华²,王冶²,闫永芳²

(1. 中国石化石油工程地球物理有限公司河南分公司,河南南阳 473132;2. 中国石化河南油田分公司石油勘探开发研究院)

摘要:针对马店地区断裂发育、构造破碎的特点,在高精度三维地震勘探过程中,运用基于正演模型的参数论证、采用小面元宽方位观测,通过精细表层结构调查、逐点设计井深与优选激发岩性等采集技术,改善了地震资料的单炮品质;在处理上采用静校正、叠前去噪、精细速度建模及叠前深度偏移技术提高复杂断裂带地震资料的成像精度;解释方面采用了三维可视化和相干数据体联合手段,通过精细成图,搞清了马店地区复杂断块圈闭,通过钻探发现了新的含油断块。

关键词:南阳凹陷;马店地区;高精度三维地震;观测系统设计

中图分类号:P631.445.6

文献标识码:A

马店地区位于南阳凹陷东南部、张店鼻状构造东翼、牛三门生油次凹的东北部,整体为一宽幅鼻状构造,构造轴向东北-南西向,地层向北东方向抬升,为油气运聚的有利指向区。储层主要受东北部的金华-张店复合三角洲砂体控制。储层属于三角洲前缘水下分流河道、河口坝和席状砂沉积,物性较好。油藏类型以断鼻、断块油藏为主,油层主要分布在EH₂ II、EH₂ III、EH₃ I段。该区前期地震资料不能满足复杂断裂带解释的需求,断块圈闭高点不落实,仅发现出油点。为了发现更多的石油地质储量,2011年度在马店地区部署了高精度三维地震,通过高精度三维地震技术攻关研究,地震资料品质明显改善,通过叠前时间偏移处理与精细构造解释,搞清了马店地区构造断裂特征,发现了一批断块圈闭,钻探的多口井钻遇油层,取得了良好勘探效果。

1 技术难点

(1)表层条件复杂。马店地区东北部地表起伏大,达到290 m,地下横向岩性变化快;东南部的唐河滩区钻井成孔难度大,激发环境差。

(2)断裂发育,构造破碎。马店地区位于张店鼻状构造东翼,向东与唐河低凸起相接,受区域构造的影响,边界断裂从分段到连锁演化,造成马店斜坡区断裂复杂化,在宽缓的鼻状构造形成一系列北西、北东向断裂,构造极为破碎。

(3)南部断裂倾角较大,成像困难。马店地区南部为凹陷边界断裂,边界断裂断面倾角大,前期断裂面不清晰,断面前端横向分辨率较低。

2 高精度三维地震勘探技术

2.1 地震资料采集

2.1.1 观测系统参数论证^[1-3]

针对马店地区断裂复杂、工区边界断裂倾角较大的特点,采用基于正演模型及波动方程分析技术进行参数论证,并利用双聚焦成像理论,对三维观测系统属性参数进行成像聚焦分析,优选观测系统参数。

面元大小主要考虑马店地区复杂断块的最小尺度,如果地层平缓,18.5 m的面元能够满足地震成像的纵向分辨率的要求,对于马店地区27°左右的倾斜地层,减小面元尺寸才能保证有较高的横向分辨率,因此选用12.5 m×12.5 m的面元。覆盖次数的大小是依据工区内N68井测井数据和前期原始单炮地震记录的分析,通过理论计算得到该区覆盖次数与地下反射深度的对应关系,以此确定覆盖次数^[3]。图1为马店地区覆盖次数与地下反射深度关系图,由图1可知若覆盖次数大于150次,大部分地层信息都能得到可靠的成像。根据综合分析,确定的三维观测系统主要参数分别为:炮点距50 m、接收点距25 m、采用12.5 m×12.5 m小面元、纵横比0.45,覆盖次数168次。

为了进一步验证观测系统的实用性,根据地震反射强度与炮线距、接收线距的关系,对确定的观测

收稿日期:2014-11-20

作者简介:赵雨晴,工程师,1971年生,2010年毕业于中国石油大学(华东)资源勘查专业,现从事地震资料采集方法研究工作。

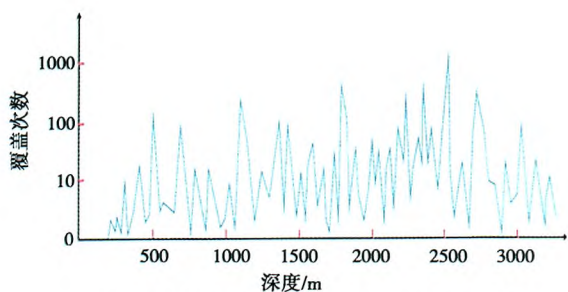


图1 马店地区覆盖次数与目的层深度关系

系统属性参数进行分析,结果表明该观测系统面元内炮检距分布均匀、方位角较宽。

2.1.2 精细表层结构调查

针对该区表层结构复杂、地下岩性变化大的特点,细化表层结构,以1 km×1 km 间距布设微测井调查点,通过双井微测井表层调查获得了该区低速

带、降速带的速度及厚度信息。综合微测井、岩性、卫星图片等资料建立精确的近地表结构模型。

2.1.3 逐点设计井深

根据表层结构调查结果,井深定在高速层顶面以下3~6 m,激发岩性以黄胶泥为主,若激发点位高速层顶面以下无胶泥层,就选择富含水的地层作为激发层位,提高激发能量。为了保证激发药包下到激发深度,配备相适应的钻机,保证钻机具备打够设计井深的能力,并合理搭配泥浆粉与141固井剂,确保药包下到设计深度。

通过在高速层顶面以下优选激发岩性,且闷井激发,有效地保证了激发能量下传,原始单炮有效波反射特征清晰。从图2中看出新采集地震资料的反射能量和频带宽度都有了较大的提高,目的层段频宽由前期的10~65 Hz 提高到现在的8~89 Hz。

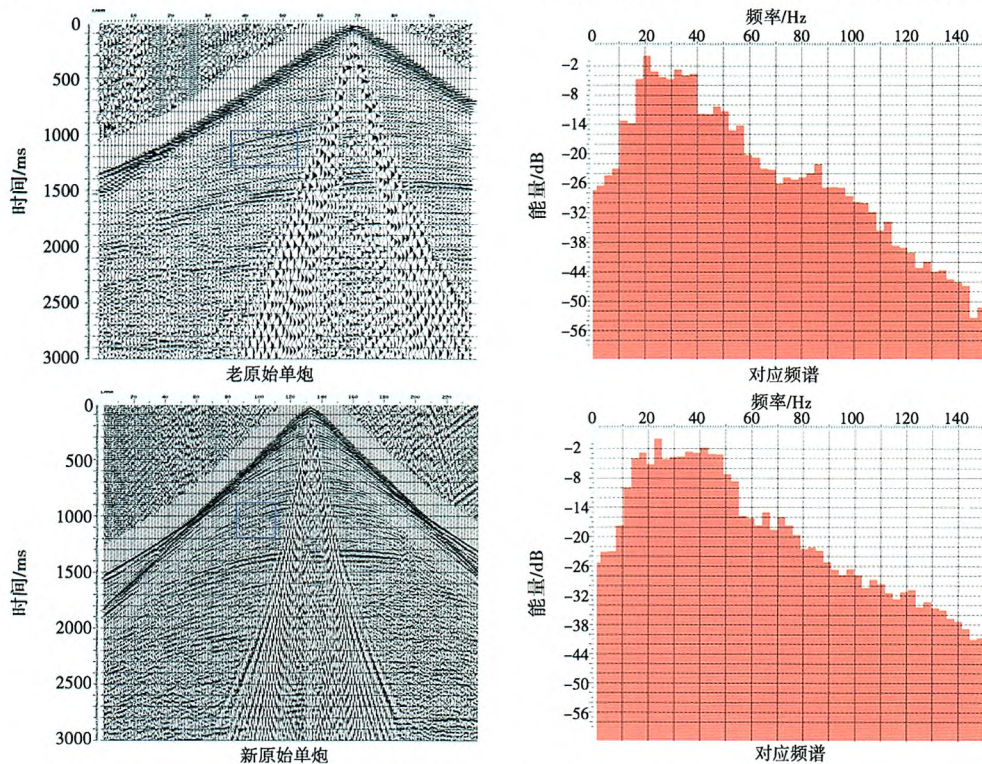


图2 马店地区新老原始地震记录对比

2.2 地震资料处理

针对马店地区断裂复杂,断面波、侧面波发育的特点,在断块精确成像处理中,重点加强高精度静校正、叠前多域去噪、高精度速度建模和叠前成像研究工作^[4-5]。

(1)叠前多域去噪。该区原始单炮资料存在面波、多次波、高频和低频等多种高能干扰,若不有效去除,势必影响成果剖面信噪比的提高。在压制噪声过程中,根据不同噪音的各自特点分别在不同处

理域中对各种噪音进行有效地压制。应用叠前交叉去噪技术压制规则低频噪声,应用单频干扰分离技术来分离50 Hz 等强工业干扰,应用三维空间域随机噪音衰减技术压制脉冲噪音、异常振幅干扰,应用Radon 变换压制多次波。

(2)叠前深度偏移成像。该区构造复杂、速度横向变化大,只有叠前偏移才能对大倾角的边界断裂与相互切割的复杂断裂精确成像。为了提高偏移成像精度,重点做好速度模型的建立工作。以常规时

间偏移数据为基础,用该区已知井的分层及测井数据对过井剖面进行标定,在剖面上尽可能多的拾取信噪比高、反射能量强界面,构建初始速度模型;再利用多次速度分析迭代方法逐步提高偏移速度精

度,建立高精度速度场;最后利用偏移速度场进行叠前深度偏移得到偏移数据体。从图3中看出,在断裂成像上叠前深度偏移比叠前时间有了明显的改进,断裂成像精度更高。

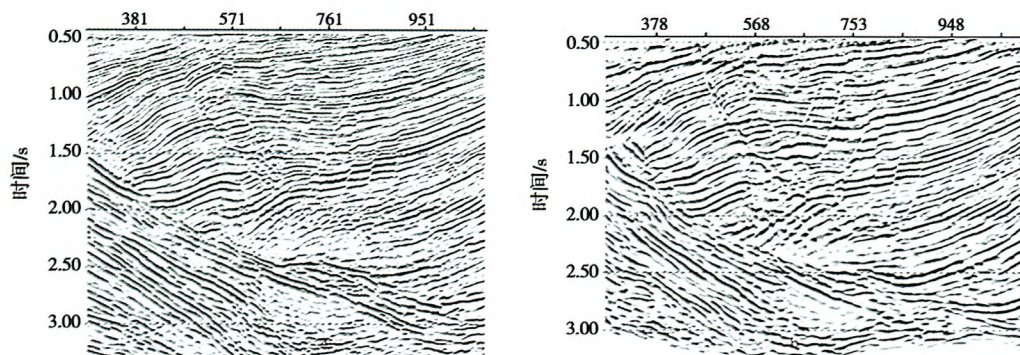


图3 马店地区叠前时间偏移(左)与深度偏移(右)对比

2.3 地震资料解释

针对马店地区构造破碎、断层交切关系复杂的特点,解释过程中以层位综合标定为基础,以相干数据体分析、面块切片、精细地震剖面解释等技术相结合精细刻画小断层、小断块^[6],通过自动追踪与三维可视化技术描述微幅度构造形态,寻找复杂小断块圈闭的高点位置。通过对马店复杂断块区精细解释,理清了该区断裂构造特征,发现落实断块圈闭12个。

3 地质效果

通过高精度三维地震资料采集,马店地区东部古河道发育区地震资料品质得到明显改善,取全取准了南部边界断裂带及目的层的反射信息。通过叠前深度偏移处理,边界断裂偏移合理、成像清楚,小断层断点干脆、易于识别。在高精度三维地震资料精细解释中,应用相干分析技术、三维可视化技术理顺了多组断裂的交切关系,发现和落实了一批大于 0.1 km^2 的断鼻、断块圈闭。在该区断块圈闭上部署钻探的N137、N138、N139等井均钻遇油层,其中N137井日产油 4.3 t ,N139井日产油 3.0 t 。

4 结论与认识

(1)合理科学的观测系统参数有利于地下反射信息的充分接收。

(2)采用小道距、小线距、小偏移距和小炮线距,

可以确保复杂断块的成像精度。

(3)通过表层结构调查选择激发岩性、逐点设计激发井深是提高原始单炮品质的关键。

(4)叠前深度偏移技术能够提高复杂断裂构造带成像精度;利用相干数据体、三维可视化等技术有利于搞清断裂的空间分布特征。

参考文献

- [1] 任新峰. 高精度三维地震采集技术在大庆外围油田的应用[J]. 长江大学学报, 2014, 11(13): 61-63.
- [2] Wu R S, Chen L. Directional illumination analysis using beamlet decomposition and propagation[J]. Geophysics, 2006, 71(4): 147-159.
- [3] 马义忠, 张付生. 泌阳凹陷核三下段高精度三维地震观测系统设计与采集效果[J]. 大庆石油地质与开发, 2008, 27(3): 139-142.
- [4] 张永华, 刘振东, 徐照营. 王集地区复杂断裂构造带高精度三维地震成像研究[J]. 石油物探, 2010, 49(6): 591-598.
- [5] 张永华, 马义忠. 泌阳凹陷新庄地区浅层复杂断块群成像研究[J]. 石油物探, 2008, 47(4): 376-380.
- [6] 朱军, 张永华. 白秋地区复杂断块圈闭识别技术[J]. 石油天然气学报, 2012, 34(3): 198-200.

编辑:吴官生