

文章编号: 0253- 9985(2005) 02- 0242- 04

泌阳凹陷新庄地区浅层三维地震勘探

邱荣华, 孙耀华, 张永华, 田小敏, 朱景修
(中国石化河南油田分公司, 河南南阳 473312)

摘要: 泌阳凹陷新庄地区油层埋藏浅、厚度大、富集程度高, 油藏类型以断鼻断块油藏为主。针对新庄地区油层埋深浅、断块复杂的特点, 采用了保护好浅层反射信息的三维地震勘探方法。采集上运用基于模型的设计技术而确定了小偏移距、小面元的束状观测系统; 处理上注重速度分析和叠前偏移处理; 解释上综合应用人机联作系统的多种功能识别断层、落实断块。解释成果用于部署探井, 发现了一批含油圈闭, 收到明显的效果。

关键词: 泌阳凹陷; 浅层油藏; 富集条件; 浅层三维地震; 勘探效果

中图分类号: P631. 4 文献标识码: A

3-D seismic survey of shallow reservoirs in Xin Zhuang area, Biyang depression

Qiu Ronghua, Sun Yaohua, Zhang Yonghua, Tian Xiaomin, Zhu Jingxiu

(Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang, Henan)

Abstract: Reservoirs in Xin Zhuang area, Biyang depression, are characterized by shallow burial depth, large thickness and high enrichment, and are mainly of fault-nose and fault-block types. In view of the shallow burial depth of reservoirs and complexity of fault blocks, 3D seismic survey method that can well preserve reflected signals has been applied in Xin Zhuang area. In seismic acquisition, a fasciculate observation system with short offset distance and small bin has been used. In seismic processing, stress has been put on velocity analysis and pre-stack migration. In seismic interpretation, various functions of interactive system have been integrated to identify faults and to ascertain fault blocks. A lot of oil-bearing traps have been discovered by exploration wells positioned on the basis of the interpretation results.

Key words: Biyang depression; shallow oil reservoir; enriching condition; shallow 3D seismic survey; exploration efficiency

泌阳凹陷面积 1 000 km², 而有效勘探面积仅 800 km²。凹陷面积虽小, 但成油条件优越, 据最新油气资源评价成果, 油气资源量达 3.4×10^8 t。

新庄油田的构造位置总体上处于北部斜坡王集-新庄鼻状构造带的中东部主体部位(构造带西部是王集油田)。区内断层发育, 断层走向以北东向为主, 也发育部分北西向及近南北向断层。在鼻状构造背景上, 由于断层的交错切割, 形成一系列断鼻断块圈闭。新庄油田的储层主要为凹陷北部侯庄三角洲前缘亚相水下分流河道和河口坝沉积, 砂层发育。岩性以砾状砂岩、含砾砂岩及细砂

岩为主。岩石类型以岩屑砂岩为主, 石英砂岩、长石砂岩次之。受该区地质构造条件的控制, 其油藏类型主要为断鼻油藏和断块油藏。油层具备埋藏浅(埋深 100~ 800 m), 单井油层厚度大(20~ 120 m), 含油层段较为集中(核桃园组二段中、下亚段一三段上亚段), 单位面积含油丰度高(多达 300×10^4 t/km² 以上)等特点。因此, 虽然单个圈闭面积不大(0.2~ 0.5 km²), 但由于富集程度高, 仍能累计形成整装规模储量, 有利于开发形成规模产能。由于油层埋藏浅, 因此原油主要为稠油。地面原油相对密度为 0.886 4~ 0.984 0 g/cm³,

粘度则分布在 220~ 33 499 mPa·s(地面 50℃)。随埋深增加地温增高原油性质呈明显变好趋势。油田北部为特稠油,南部则为普通稠油^[1]。

针对北部斜坡油层埋深浅(最浅只有 80 m)、构造破碎、断块复杂等特点,在地质任务的提出、采集参数的选取和处理方法的确定等重要工作环节,组织采集、处理、解释和地质人员参加研究制定可行性的技术方案。在参数论证分析过程中,使每一项主要的技术参数,都要满足下一道工序和最终地质任务的要求。确保地震勘探工作始终贯穿三维地震采集-处理-解释一体化的总体思路。

1 资料采集

1.1 观测系统

浅层三维地震采集观测系统首先必须保证浅层古、新近系不整合面及其以下目的层的反射在地震剖面上具有一定的覆盖次数和信噪比,能够连续追踪。同时兼顾中深层地震反射资料的品质。在观测系统设计过程中,用已有资料分析区内的地表表层结构和地下地质结构等信息建立深度模型,并以此为基础进行三维射线追踪和正演模拟剖面分析^[2]。观测系统设计分析后认为,在新庄地区,为了保证浅层的速度分析与成像,应采用小偏移距;为了提高目的层的分辨率和保证处理中动校拉伸的精度,应采用小面元。最终确定的三维观测系统为小面元的束状观测系统,野外施工参数为覆盖次数 36 次,面元 12.5 m × 25 m,采样间隔 1 ms,记录长度 4 s。

1.2 激发技术

在新庄地区泌阳河及其支流横贯整个工区,河滩河道与农田交互出现,潜水面深度变化不一,激发岩性横向变化较大。以往河滩河道区的野外地震监视记录上常见强烈的浅层多次折射干扰波。形成的主要原因一方面是由近地表砂、砾互层产生多次折射,另一方面是因钻具能力差及河滩区钻井成孔工艺差,难以在潜水面以下激发所致。因此针对河滩河道区特殊的表层条件,采用双向微测井技术确定低降速带的位置,选择合适的激发井深。为了解决河滩河道区表层砂层和砾石层区钻井难、成孔难的问题,在打井过程中开展钻井成孔工艺研究。通过采用 141- PAC 固沙剂

与泥浆粉不同配方进行试验,选用混合型固沙剂作为钻井泥浆,并用新型材料的专用钻头打井,确保在潜水面以下激发。同时进行不同炸药类型和药量大小的试验,确定合理的炸药类型和药量。

1.3 “三无”施工

为了保证浅层信息的完整性、覆盖次数的均匀性,在大范围障碍区克服困难,做到无空道、无空炮和无超炮排偏移炮点的“三无”施工,以确保采集资料的质量。

2 资料处理

由于北部斜坡带的目的层埋藏浅、断裂发育、构造复杂,为确保浅层不整合面和断面成像清晰,在处理中尽力保护浅层信息,注意提高主要目的层反射资料的信噪比和分辨率,提高断层及复杂构造的成像精度。在处理中特别注重静校正、速度分析、振幅补偿等方法以及叠前时间偏移成像技术的应用。

2.1 精细速度分析

为了能够使埋藏浅、断层落差小、构造复杂地区的地震资料准确、清晰成像,在处理中做了精细的速度分析工作。首先,通过试验选好速度谱参数;然后,处理和解释人员一起,结合沉积构造特点,加密速度控制点,最终速度分析采用 6.25 m × 12.5 m 的网格,提高了速度分析精度。

2.2 叠前偏移成像

为了使复杂断裂带与小断块的偏移归位更准确,采用了三维叠前时间偏移成像技术。在处理中采用一种完全意义上的克希霍夫叠前时间偏移方法。将具有某一均方根速度特性的绕射双曲线作振幅叠加,将叠加结果放在绕射双曲线的顶点,实现叠前时间偏移^[3]。在叠前时间偏移的过程中,使偏移速度分析与叠前道集偏移反复交替进行,保证最佳偏移效果。

由于建立了较精确的速度场,使地震数据体成像效果好、偏移归位准确,断面清晰,断点在地震剖面上反映清楚,小断块易于解释。同时应用一系列保护浅层的处理技术,使古、新近系不整合面及其以下目的层的反射在地震剖面上清晰可辨。目的层主频也由原来的 35 Hz 提高到 60~70 Hz,能分辨出断距 10 m 左右的小断层。地震资料的信噪比和分辨率明显提高(图 1)。

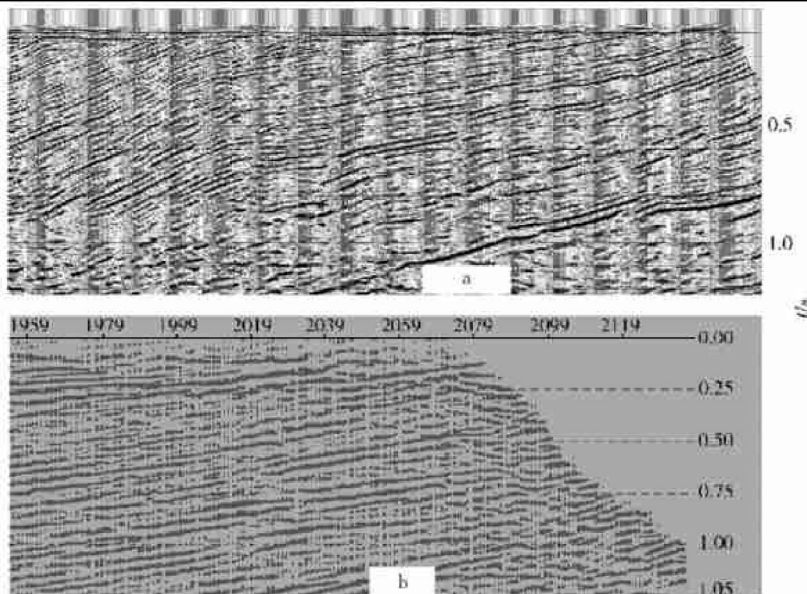


图1 新庄地区南北向新老地震剖面对比图

a—新地震剖面; b—老地震剖面

Fig. 1 Correlation of the previous and current S-N seismic sections in Xin Zhuang area

3 资料解释

由于新庄地区发育北东向和北西向以及南北向多组断层,使得该区断裂系统和构造面貌复杂。同时由于北部斜坡带是继承性的古斜坡,主要目的层核桃园组二、三段向北层层遭受剥蚀。因此,如何在该区不整合面以下目的层中准确识别小断层,查明小断鼻、小断块和地层不整合圈闭,是在该区取得突破的关键。针对该区构造破碎、圈闭面积小、断裂复杂等特点,采用了以三维可视化为核心的综合解释技术,综合应用层位标定、相干体、纵横剖面与水平切片相结合等解释技术^[4,5],提高了地震资料解释精度。

3.1 三维可视化技术

该区三维数据体 CDP 网格密度为 $12.5\text{ m} \times 12.5\text{ m}$,数据量大、信息丰富。解释工作中首先利用地质层位齐全、标志层清楚的探井在地震剖面上进行层位标定,再从过井剖面出发,横向追踪对比使之闭合,保证全区层位对比的准确性。同时将时间切片与时间剖面进行交互对比,充分利用三维可视化技术^[6],调整三维地震数据体中反射振幅的颜色和透明度等参数。来突出显示目的层的反射特征,并在同一窗口中一次完成锁定层位、体元追踪工作,对所有的纵横剖面进行解释。

3.2 三维相干技术

新庄地区主要圈闭类型为断鼻、断块圈闭,断裂的精细解释和描述十分重要。利用三维相干体技术有利于断层的识别及其展布规律的分析^[7,8]。图2中的a和b分别为新庄地区280 ms相干体切片和常规时间切片。常规时间切片对该时间层的构造形态反映较明显,但对断层的反映则不如相干切片清晰。利用相干切片、断面立体显示、断棱边缘检测等断层解释方法,可查明复杂断裂带断层交错切割关系和小断层的细节。

4 勘探效果

通过对 80 km^2 三维地震资料的 T_1 、 T_4 、 T_5^2 、 T_5^3 、 T_5^4 、 T_5^6 等反射层进行精细解释,编制了相应的6层构造图,查明了断距大于10 m的80余条不同级次的断层,理顺了该区的断裂系统,发现和落实了一大批断鼻断块圈闭(图3)。新庄油田1986年发现并上交探明储量 $725 \times 10^4\text{ t}$ 。通过2001年以来在该区开展深勘探,2002年上交探明储量 $1\,243 \times 10^4\text{ t}$ 。2003年6月,据该油田北部地区新一轮三维地震构造图成果统计,新发现和落实大小圈闭60余个,累计圈闭面积 15.7 km^2 。经过圈闭综合评价和井位论证工作,已分两批部署浅探井22口,目前已完钻16口,有13口井钻遇油

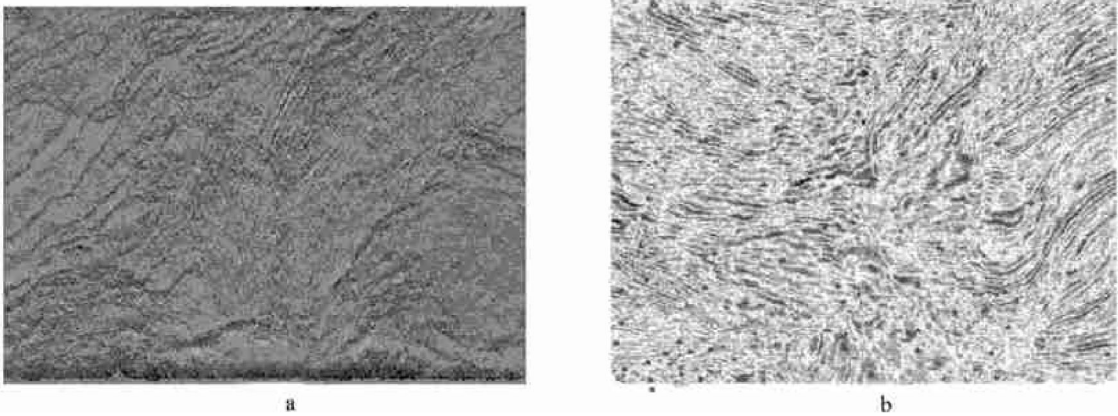


图 2 新庄地区 280 ms 水平切片
Fig. 2 Horizontal slice(280 ms) in Xin Zhuang area
a—相干切片;b—时间切片

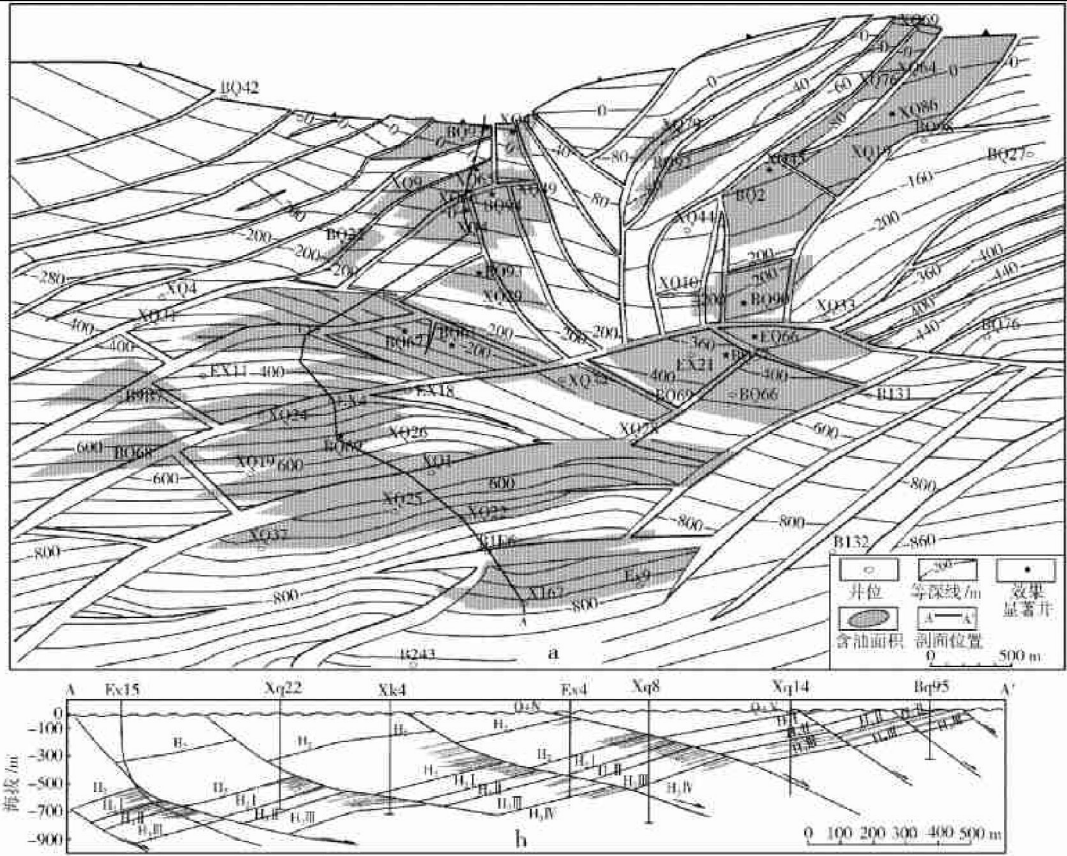


图 3 泌阳凹陷新庄地区浅层油气勘探成果图
Fig. 3 Diagram showing exploration achievements of shallow reservoirs in Xin Zhuang area, Biyang depression
a— T_5^2 反射层构造与含油面积叠合图;b—南北向油藏剖面

层,新发现一批含油圈闭,在复杂断块区大大提高了探井成功率。2003 年 11 月结合该区南部以往钻井资料综合评价计算,初步探明加控制储量 $2\,138 \times 10^4 \text{ t}$ 。根据该区地震资料解释成果分析,

尚有一批圈闭可经评价筛选分期逐步部署浅探井钻探,将进一步扩大该区块的含油面积,增加地质储量。预计新庄油田的储量规模有望达到 $5\,000 \times 10^4 \text{ t}$ 。
(下转第 262 页)

- 13 李思田, 杨士恭, 程守田. 中国东部及邻区中生代裂陷作用的大地构造背景[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990. 109~124
Li Sitian, Yang Shigong, Cheng Shoutian. Geotectonic background of Mesozoic-Cenozoic rifting in eastern China and its adjacent regions [M]. Wuhan: China Geological University Publishing House, 1990. 109~124
- 14 Li S T, Mo X X, Yang S G. Evolution of circum-Pacific basins and volcanic belts in East China and their geodynamic background[J]. Journal of China University of Geosciences, 1995, 6(1): 48~58
- 15 任建业, 李思田, 焦贵浩. 二连断陷盆地群伸展构造系统及其发育的深部背景[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1998, 23(6): 568~572
Ren Jianye, Li Sitian, Jiao Guihao. Extensional structure system and its further background of Erlian rift basins[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 1998, 23(6): 568~572
- 16 朱建辉. 中国东部构造-热体制与断陷盆地多期性迁移特征[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 367~370
Zhu Jianhui. Tectonic thermal regime and multiple transporting characteristics of faulted basins in eastern China[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 367~370
- 17 祝玉衡, 张文朝. 二连盆地层序地层样式及油气意义[J]. 石油勘探与开发, 1999, 26(4): 49~53
Zhu Yuheng, Zhang Wenchao. Type of stratigraphic sequence in Erlian basin and its significance in oil/gas exploration [J]. Petroleum Exploration & Development, 1999, 26(4): 49~53
- 18 王英民, 金武弟, 刘书会, 等. 断陷湖盆多级坡折带的成因类型、展布及其勘探意义[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 199~203
Wang Yingmin, Jin Wudi, Liu Shuhui, et al. Genetic types, distribution and exploration significance of multistage slope breaks in rift lacustrine basin[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 199~203
- 19 李群. 松辽盆地南部隐蔽圈闭及有利地区预探[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 159~161
Li Qun. Subtle traps and predication of favorable areas in southern Songliao basin[J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(2): 159~161
- 20 陈冬霞, 庞雄奇, 翁庆萍, 等. 岩性油藏三元成因模式及初步应用[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 228~232
Chen Dongxia, Pang Xiongqi, Weng Qingping, et al. Discussion and preliminary application of ternary genetic mechanism of lithologic reservoir[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 228~232
- 21 孙冬胜, 刘池洋, 杨明慧, 等. 冀中坳陷马西断裂带分段特征及其与油气的关系[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(3): 238~244
Sun Dongsheng, Liu Chiyang, Yang Minghui, et al. Segmentary characteristics of Maxi fault and their relationships with oil and gas in Jizhong depression[J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(3): 238~244
- 22 隋凤贵. 断陷湖盆陡坡带砂砾岩扇体成藏动力学特征[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 335~340
Sui Fenggui. Characteristics of reservoiring dynamic on the sand conglomerate fanbodies in the steep slope belt of continental fault basin: a case study on Dongying depression [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 335~340

(上接第245页)

参考文献

- 1 邱荣华. 泌阳凹陷北部斜坡油气聚集条件及油藏类型[J]. 石油与天然气地质, 1990, 11(2): 214~219
Qiu Ronghua. Hydrocarbon accumulation factors and pool types in north slope of Biyang depression [J]. Oil & Gas Geology, 1990, 11(2): 214~219
- 2 魏建新, 牟永光, 狄帮让. 三维地震物理模型的研究[J]. 石油地球物理勘探, 2002, 37(6): 556~561
Wei Jianxin, Mu Yongguang, Di Bangrang. Research of 3-D seismic physical model [J]. Oil Geophysical Prospecting, 2002, 37(6): 556~561
- 3 罗省贤, 李录明. 三维叠前深度偏移速度模型建立方法[J]. 石油物探, 2002, 38(4): 1~6
Luo Shengxian, Li Luming. Method for model construction of 3-D depth migration velocity before stack [J]. Geophysical Prospecting, 2002, 38(4): 1~6
- 4 袁选俊, 谯汉生. 渤海湾盆地富油气凹陷隐蔽油气藏勘探[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(2): 130~134
Yuan Xuanjun, Qiao Hansheng. Exploration of subtle reservoir in prolific depression of Bohai Bay basin [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(2): 130~134
- 5 石万忠, 李举子, 李梦溪, 等. 时-频分析在高分辨率层序地层学中的应用[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(3): 234~237
Shi Wanzhong, Li Juzi, Li Mengxi, et al. Application of time-frequency analysis to high resolution sequence stratigraphy [J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(3): 234~237
- 6 谢晓军, 邓宏文, 王居峰. 储层精细描述的地震处理解释一体化思路探讨——以准噶尔盆地腹部莫西庄地区为例[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(5): 533~538
Xie Xiaojun, Deng Hongwen, Wang Jufeng. Integration of seismic processing and interpretation for fine reservoir characterization: taking Moxizhuang area in Junggar basin as an example [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(5): 533~538
- 7 Brown A R, Edwards G S, Howard R E. Fault slicing: a new approach to the interpretation of fault detail [J]. Geophysics, 1987, 52(10): 1319~1327
- 8 Gersztenkorn Adam, Marfurt K J. Eigenstructure-based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping [J]. Geophysics, 1999, 64(5): 1468~1479