

鄂尔多斯盆地过渡带东胜气田观测系统研究

袁 勇

中国石化华北油气分公司勘探开发研究院 河南郑州 450006

摘要: 本文通过总结前人观测系统设计参数的规律, 致力于提高鄂尔多斯盆地过渡带东胜气田地震资料的信噪比和分辨率, 论证观测系统中的几个关键参数对成像效果的影响。研究结果表明: ①地区整体表现为北高南低、西高东低, 地层倾角 $0.3^{\circ} \sim 1.5^{\circ}$, 主要目的层下石盒子组埋深 2000 米 ~ 3300 米, 影响设计观测系统最大炮检距差别大; ②为了精细描述气藏控富地质单元, 观测系统设计覆盖次数逐年增加, 目的层段叠加次数由 64 次增加到 208 次。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 东胜气田; 观测系统; 覆盖次数

引言:

近几十年来, 地震技术取得的进步巨大而效果明显, 三维数字地震技术重点应用多次覆盖, 成为勘探领域中坚力量。观测系统参数包括总的覆盖次数、面元、方位角、目的层深等一系列, 通过优化上述参数来选取最优观测系统, 从而做到既能满足地质任务又能满足节约成本支出。东胜气田位于鄂尔多斯盆地构造、沉积、成藏过渡带, 与盆地内部相比, 构造复杂、沉积变化快, 含气非均质性强, 属于典型致密低孔、低渗储层^[1]。随着杭锦旗立体勘探开发的深入, 现有地震资料针对上古生界 7 ~ 15m 的目的层, 在构造的整体性评价、断裂的精细性评价、储层的连续性评价、甜点的精确性评价等方面都不能满足需求。本文对以往采集观测系统、单炮和剖面品质进行了综合研究, 优化设计野外施工的观测系统参数, 对施工效率的提高, 施工成本的节约, 都有着非常积极的意义。

1 气田物探现状

东胜气田的油气勘探最早始于 20 世纪 50 年代, 截至 2018 年底, 共完成二维地震 8234.55km, 三维地震 5499.03km² (图 1), 上古生界累计提交天然气三级地质储量 9722.64 亿方^[2], 为下一步天然气开发提供了资源基础。2010 ~ 2018 年, 围绕勘探开发任务目标, 坚持以地质需求为导向开展三维地震资料采集, 主要围绕十里加汗、独贵、新召、什股壕四个区带, 针对地质特点及预测难点, 分区分藏开展地质物探一体化精细描述, 支撑气田效益建产。

作者简介: 袁勇, 1986 年 7 月 17 日, 汉, 男, 籍贯: 湖南沅江, 中国石化华北油气分公司勘探开发研究院, 工程师职称, 本科学历, 研究方向是天然气开发地质研究方面, 邮编: 450006, 邮箱: yuanyong.hbsj@sinopec.com。



图 1 东胜气田历年三维地震分布图

2 观测系统参数分析

在设计观测系统参数时, 源于地震采集技术的快速进步, 我们对参数相关论证的要求是不断变化的。观测系统设计的原则就是要论证分析它的各属性 (炮检距、方位角和覆盖次数等) 与它的关系。

2.1 炮检距与观测系统的关系

在设计炮检距时, 应该同时考虑最大炮检距、目的层深度、最小炮检距设计, 使炮检距均匀的分布。2018 年新召工区三维最大炮检距 5009 米 (表 1), 炮排距由 350m 变为 300m, 更有利于综合解释。最小炮检距 X_{min} 应足够小, 以便能对浅反射面有适当的采样, 一般取 $X_{min}=1.0 \sim 1.2$ 倍最浅目的层深度。

表 1 东胜气田各气区三维地震观测系统参数表

三维观测系统类型	2010、2011 年什股壕三维工区	2012 年十里加汗三维	2014 年独贵加汗三维	2017、2018 年新召东、西三维工区
	16L4S112P64F	24L4S126P108F	32L4S140P160F	32L4S156P208F
薄层次数	8 线 × 8 线 = 64 次	9 线 × 12 线 = 108 次	13 线 × 16 线 = 160 次	13 线 × 16 线 = 208 次
接收道数	1792	3024	4480	4992
线距/炮线距	200m/350m	200m/350m	200m/350m	200m/300m
面元	25m × 25m	25m × 25m	25m × 25m	25m × 25m
最大非纵距	1575m	2375m	3175m	3175m
纵向最大偏移距	2775	3125	3475	3875
最大炮排距	3191m	3925m	4707	5009
横向滚动距	200m	200m	200m	200m
纵向滚动距	350m	350m	350m	300m
排列片纵横比	0.57	0.76	0.89	0.8
炮检距分布	均匀	均匀	均匀	均匀
方位角分布	较宽	宽	宽	宽

2.2 方位角与观测系统的关系

排列片的纵横比和横向覆盖次数决定了面元内方位

角的分布, 宽方位角比窄方位角在速度分析、AVO、三维成像等方面有更多优势, 2018年新召工区三维较2011年什股壕工区三维最大非纵距增加了1600米(表1), 方位角更宽。覆盖次数降低, 方位角的分布就变差; 排列面的纵横比过小, 也会引起静校正的耦合问题。

2.3 覆盖次数与观测系统的关系

对于三维地震观测系统中的覆盖次数定义为横、纵测线方向上的覆盖次数的乘积。适当提高覆盖次数对于地质情况复杂、信噪比低的地区, 有很好的改善作用。近年来, 东胜气田实施的三维地震有效接收段内接收线数由16线增加到32线, 横向叠加次数增加, 目的层段叠加次数由64次增加到208次(表1), 主要原因是: ①西部新召比东部资料差; ②方位角变宽, 叠加次数随之增加; ③目的层变深, 叠加次数随之增加。

3 采集效果分析

2011年什股壕气区三维地震资料主频20~23Hz, 频宽6~40Hz(图2), 单期河道砂体厚度5~10m, 一个复合相位内包含3~4期叠置河道, 早期构造解释精度低, 配套储层预测技术尚未完善, 窄河道描述不精细。地表风化层速度厚度变化大(自西南至东北地表逐步变化), 风化程度较高, 速度较低, 一般为450~600m/s; 潜水面大部分地区5~10米, 沙丘区20米以上。目的层下石盒子组受东北部乌兰格勒凸起影响整体呈东北高西南低的斜坡, 小型低幅度构造及鼻状隆起带发育。局部构造主要以古地形披覆构造为主, 其次为背斜和断鼻构造, 发育多个北东向展布的鼻隆构造带。在地震剖面上披覆型背斜主要是由于古基底隆起造成的地层逐渐抬高, 在后期沉积过程中受到填平补齐作用, 倾角不断减缓。挤压型背斜倾角相对较大, 由于其形成过程中受到了非常强烈的构造挤压作用, 不少挤压型背斜近似垂直, 往往伴生褶皱带或断裂、微断裂发育。

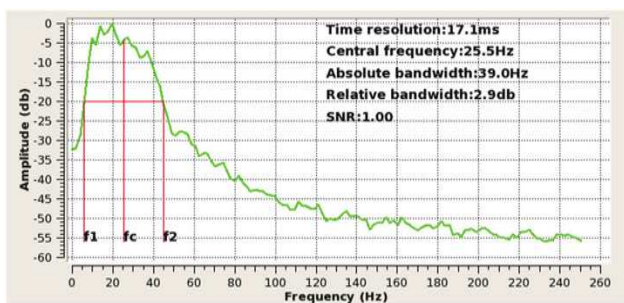


图2 什股壕气区三维地震资料主频分布图

2018年新召气区三维地震资料地震资料主频20Hz, 4号河道略高, 频宽5~40Hz。新召4、5号河道单期心滩厚度3~6m, 长度300~600m, 宽度60~120m; 新召6、7号河道单期心滩厚度2~4m, 长度200~450m, 宽度90~200m。针对新召不同河道沉积、成岩差异导致含气非均质性强、识别难度大的问题, 在砂体叠置模式总结及正演模拟认识基础上, 采用基于相对等时面的地层切片属性预测储层, 储层预测符合率89%。对道集开展保幅去噪等优化处理, 改善道集质量, 尽可能消除非地质因素对反射振幅的影响, 得到适应于AVO、叠前参数反演等技术应用的道集数据。基于构造导向滤波及OVT域宽方位叠前道集数据, 通过蚂蚁追踪、最大似然及叠前各向异性裂缝检测技术实现高角度裂缝精细预测。盒1段裂缝方位为北西-南东向, 以垂直缝、高角度缝为主(倾角70°~90°), 长度3~62cm, 主要分布于中、细砂岩; 平面主要分布于4、5号河道与三眼井断裂附近。

4 结束语

4.1 东胜气田三维地震采集分块多、持续年度长, 采集仪器设备、观测系统差异、激发接收参数及分块间能量、频率差异大。区内信噪比和分辨率较低, 上古生界薄砂、窄河道、含流体响应及兼顾下古缝洞型油气藏精细成像研究要求高。

4.2 两个古隆起构造带基本框定了杭锦旗地区中元古代-古生代的区域构造格局, 使该地区整体表现为北高南低、西高东低, 地层倾角0.3°~1.5°, 以泊尔江海子断层为界分为南北两个构造单元, 北部构造复杂, 南部整体构造简单。

4.3 近年来, 随着在鄂尔多斯盆地在勘探开发一体化评价的基础上, 精细描述气藏控富地质单元, 追求致密砂岩气藏单井高产, 观测系统设计覆盖次数逐年增加, 目的层段叠加次数由64次增加到208次, 夯实了千亿方气区。

参考文献:

- [1]张占杨.鄂尔多斯盆地北缘下石盒子组盒1段心滩砂体定量刻画[J].天然气技术与经济.2021, 15(04): 6-12.
- [2]卢凯瑞, 马献珍, 付豫蓉, 等.下一个大牛地, 看东胜[J].中国石油石化.2019(11): 48-49.
- [3]郭德祥.三维地震勘探观测系统的设计与应用研究[D].长安大学2018(1): 77.