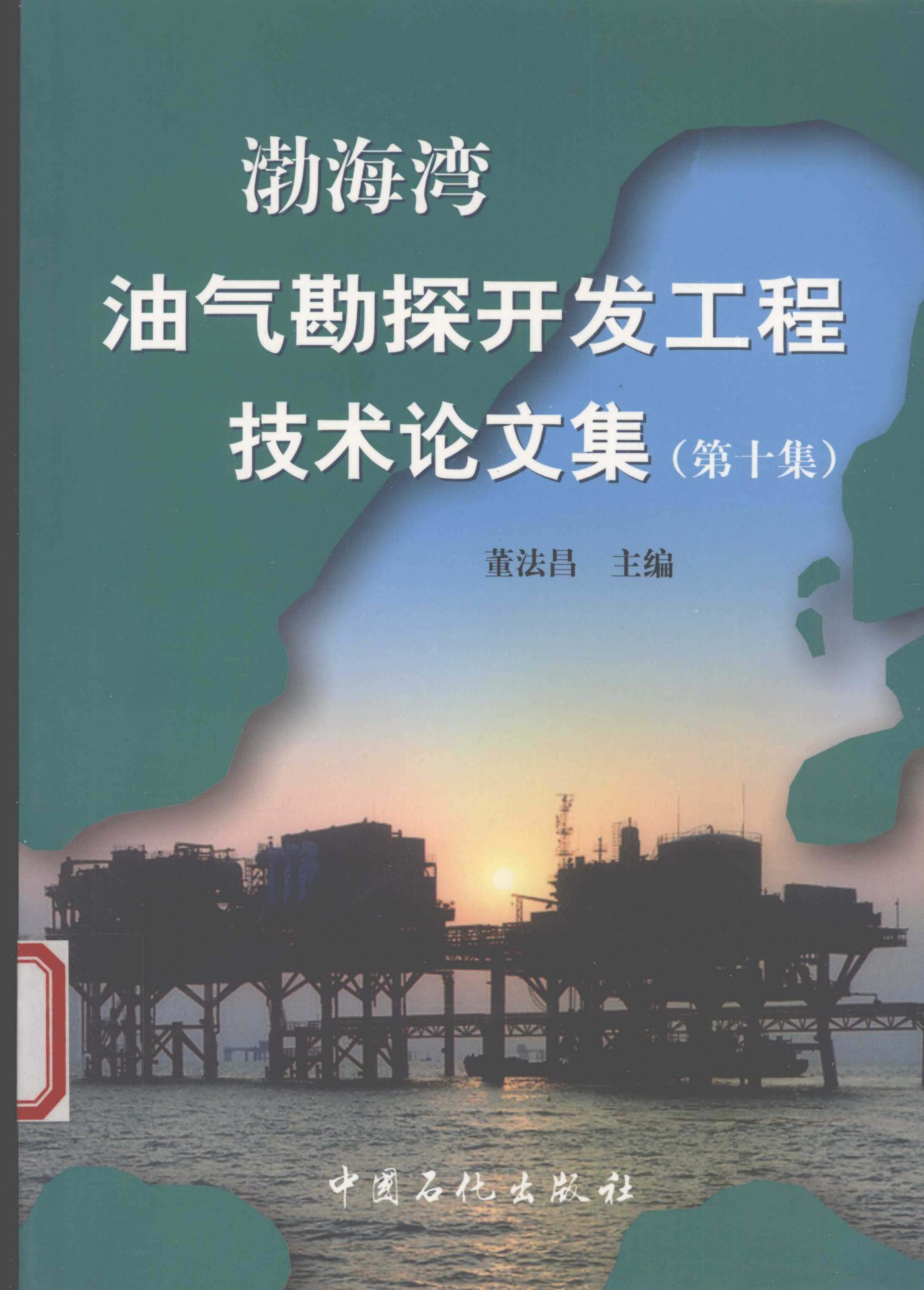


渤海湾 油气勘探开发工程 技术论文集 (第十集)

董法昌 主编

The background of the cover features a photograph of an offshore oil platform at sunset. The platform's complex structure of pipes, tanks, and support beams is silhouetted against a bright orange and yellow sky. The sun is a glowing orb on the horizon, casting a shimmering reflection on the dark water below. The entire scene is framed by abstract, torn-edge style shapes in shades of green and blue, which also serve as a backdrop for the title text.

中国石化出版社

图书在版编目(CIP)数据

渤海湾油气勘探开发工程技术论文集. 第十集/董法昌主编.
—北京:中国石化出版社,2005
ISBN 7-80164-847-1

I. 渤… II. 董… III. ①渤海湾-油气勘探-文集
②渤海湾-油田开发-文集 IV. P618.130.8-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 081641

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北天普润印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 15.75 印张 394 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

《渤海湾油气开发工程技术论文集》

(第十集)

编辑委员会

主 编：董法昌

副 主 编：董贤勇

编委成员：刘效国 杨 柳 刘化丽

顾 问：周长江 刘鸿祥

山东石油学会

海洋勘探开发专业委员会会员单位

(排名不分先后)

胜利石油管理局暨有限公司生产管理部
胜利石油管理局暨有限公司安全环保部
胜利石油管理局暨有限公司勘探事业部
中国石化海上石油工程技术检查处
胜利石油管理局暨有限公司技术检查处
胜利石油管理局海洋钻井公司
胜利油田有限公司海洋石油开发公司
胜利油田有限公司海洋船舶公司
胜利油田有限公司井下作业公司
胜利石油管理局胜利石油化工有限公司
胜利油田有限公司物探研究院
胜利油田有限公司地质科学研究院
胜利石油管理局钻井工艺研究院
胜利油田有限公司采油工艺研究院
胜利油田胜利工程设计咨询有限责任公司
石油大学(华东)
中国海洋大学
中国科学院海洋研究所(青岛)
国土资源部海洋地质研究所(青岛)
国家海洋局第一海洋研究所(青岛)

前 言

根据 2004 年 8 月份内蒙古包头市会议商定结果,2005 年度“第十次渤海湾浅(滩)海油气勘探开发工程技术研讨会”将由辽河石油学会主办。为提高技术研讨会效果,根据前九次研讨会取得的经验,山东石油学会海洋勘探开发专业委员会在与各单位协商的基础上,结合研讨会主题,下发了技术研讨会征文通知,并亲自送到专业委员会各成员单位。本次研讨会从浅(滩)海油气勘探开发为主,并兼顾其他内容。研讨会主要内容有:

- (1) 浅(滩)海地震勘探配套技术研究
- (2) 潜山油气藏勘探开发配套技术研究
- (3) 第三系油气藏勘探开发新思路、新方法研究
- (4) 浅(滩)海钻采工艺配套技术研究
- (5) 油气层保护技术
- (6) 海上提高最终采收率技术研究
- (7) 浅(滩)海海工工程设计及施工技术研究
- (8) 海上稠油开发工艺技术研究
- (9) 浅(滩)海安全环保技术研究

山东石油学会海洋勘探开发专业委员会挂靠单位中国石化胜利油田有限公司海洋石油开发公司领导对此十分重视,积极组织有关人员专门负责论文征集、修改和汇编工作。为提高论文集的技术权威性、学术参考价值和技术研讨会知名度,海洋勘探开发专业委员会通过多方协调,由中国石化出版社正式出版发行该论文集。

该论文集收录了来自 14 个单位的论文 38 篇,论文学科专业涉及范围较广,主要包括油气勘探、油藏描述、油田开发、采油工艺、机械采油、地面工艺、工程地质、海工工程、安全评估等。在编写过程中,由于时间紧、工作量大、加之自身知识水平有限,存在问题和不足之处在所难免,敬请批评指正。

目 录

油 气 勘 探

胜利滩浅海地区三维高精度地震资料处理技术研究及应用·····	孙志锋(1)
桩海地区前第三系潜山地质综合研究与评价·····	盛文波(10)
埕岛东斜坡地区下第三系层序地层格架的划分及特征·····	李竞好 王世艳等(19)
技术经济学在海洋石油勘探开发中的应用·····	付兆辉 李照延等(24)

油 藏 描 述

胜利埕岛油田馆上段高分辨率层序地层学研究·····	晁 静(30)
滩海地区油藏评价方法及应用实例·····	林承焰 高建等(40)

油 藏 数 模

提高埕岛油田馆上段注水效果地质建模研究·····	王海虹 李建等(47)
天然裂缝性油藏数值模拟研究·····	姚 军 李勇等(55)

油 气 开 发

埕岛馆上段油藏纵向层间非均质和井距非均匀对水驱规律的影响·····	赵红霞 王爱景(62)
埕岛西 A 区高速开发效果及影响因素研究 ·····	季雅新(67)
埕岛油田 SH4 井区油藏综合治理研究 ·····	齐陆宁 徐冬梅(72)
深部区块堵水调剖技术在埕岛油田的应用·····	王 富 陆友明等(82)

油 层 保 护

埕岛油田入井液对地层伤害分析探讨·····	张 群 杨松等(88)
浅海油田低密度泡沫液洗压井工艺技术·····	周思宏(94)
埕北 30 潜山油藏减少油层损害的钻井液技术研究与应用 ·····	赵学友(102)

采 油 工 艺

海上疏松砂岩稠油油藏采油工艺配套技术·····	周思宏(113)
压裂防砂工艺技术在埕岛油田的应用·····	杨 松 叶俊红等(119)
酸化及酸压工艺在埕岛油田古潜山油藏的应用·····	时丕同 孙希瑞等(125)
海上埕岛油田注水井调剖工艺·····	王 辉(132)

机械采油

- 憋压曲线在螺杆泵工况诊断中的应用..... 梁立民(139)
- 潜油电泵系统功效分析及优化运行研究..... 齐陆宁 刘兴奎(147)
- 潜油电泵变频调速装置在埕岛油田的应用..... 董贤勇 孙富旺等(154)

工程地质

- 现代黄河三角洲埕北海域海底滑坡分析..... 蒲高军 冯秀丽等(159)
- 现代黄河三角洲埕北海域海底斜坡失效概率分析..... 冯秀丽 蒲高军等(164)
- 海底土的电阻率特征及其腐蚀性分级评价..... 孙永福 宋玉鹏等(169)

地面工艺

- 海上井组平台新型自动量油系统工艺研究..... 董贤勇 梁立民(173)
- 高浊度海水处理系统的优化研究..... 刘兴奎(182)
- 应用化学脱氧剂脱氧工艺降低海水溶解氧含量,提高油田注入水质
..... 马向辉 周明亮等(188)
- 海上平台用原油换热器的改进与应用..... 李 勇(195)
- 海上自升式修井作业平台的设计与研究..... 孙永泰(200)

海工设计

- 深水油田开发海工技术现状..... 刘锦昆 刘 震(205)
- 浅海油田平台、独立桩加固施工技术..... 齐雅茹(209)
- 计算机技术在海底管道施工中的应用..... 王 雷(213)
- VERSATRUS 起重系统在国外海洋工程中的应用..... 王利霞(219)
- 海洋用 A3 钢阴极保护电场的三维有限元建模..... 孙虎元 王在峰等(223)

安全评估

- 滩海油田工程建设质量控制模式..... 任 强 闫 冰(228)
- 冰区自升式平台桩腿的安全评估..... 张剑波(233)
- 埕岛油田导管架式平台的振动安全检测及治理..... 马 越 王海涛等(239)

胜利滩浅海地区 三维高精度地震资料处理技术研究及应用

孙志锋

(胜利油田有限公司物探研究院)

摘 要 胜利滩浅海地区位于陆地、滩涂过渡带、极浅海、浅海等地形地表。条件高度复杂,野外资料采集困难,采集到的地震资料信噪比较低,地震资料成像较差,具有严重的滩浅海效应。这种效应严重影响了地质现象的判断与解释。为此,研究人员针对该地区地形条件及资料的特点,研究和开发了基于多项式的噪音去除技术、振幅、相位、能量一致性处理技术、多项式拟合等先进的去噪技术,在消除滩浅海资料的复杂地表低信噪比方面取得了突破性进展,使资料在中深层资料的成像方面取得较大的突破。资料研究处理后得到的高精度构造图比老资料连片处理的资料在上第三系和前第三系方面做出的 T_g 构造图更加复杂,也更加落实。并且建立了一整套有针对性的滩浅海地区地震资料的处理技术系列。较好地消除了滩浅海效应,提高了该地区三维资料的品质,为在滩浅海地区找到更多有利构造提供技术保障。

关键词 滩浅海效应 低信噪比 高精度成像

滩浅海地区是胜利油田最有潜力的发展地区,为胜利油田的发展提供了丰富的后备储量。滩浅海地区地震数据处理,对该区油气勘探具有重要意义。滩浅海地区一般包括烂泥滩、潮间带和浅海水域三部分。由于地表条件复杂,激发条件较差,自然环境恶劣,潮汐干扰严重等诸多问题的影响,滩浅海地区采集到的地震资料通常具有低信噪比、海上鸣震干扰明显、海底多次波干扰严重等特点,并且存在泥滩与浅水采集因素不同造成的地震数据间的差异。因此,滩浅海地区的资料处理一直是地震资料处理中的难点。而提高资料的信噪比、消除地震数据间的差异、消除海上鸣震、去除海底多次波就成为滩浅海地区资料处理技术的研究重点。

1 滩浅海效应

由于滩浅海地区地理位置和环境的特殊性,决定了采集到的资料通常具有低信噪比、各种干扰突出等特点。野外采集的地震数据存在由于地形地表因素造成资料间的差异性。这种不同于陆上海上的地震特征我们称之为滩浅海效应。

1.1 干扰波分析

陆地滩涂区资料信噪比较高,干扰相对较少。在陆地和滩涂区,由于地表条件相对较好,资料的信噪比相对较高,干扰类型主要是面波、随机干扰、低频噪音、多次波等等,表现为陆地的干扰波类型见图 1。

孙志锋,工程师,1996年毕业于大庆石油学院,现就职于胜利油田有限公司物探院从事地震资料处理工作,地址:山东省东营市北一路210号,邮编:257015,联系电话:(0546)8791225。

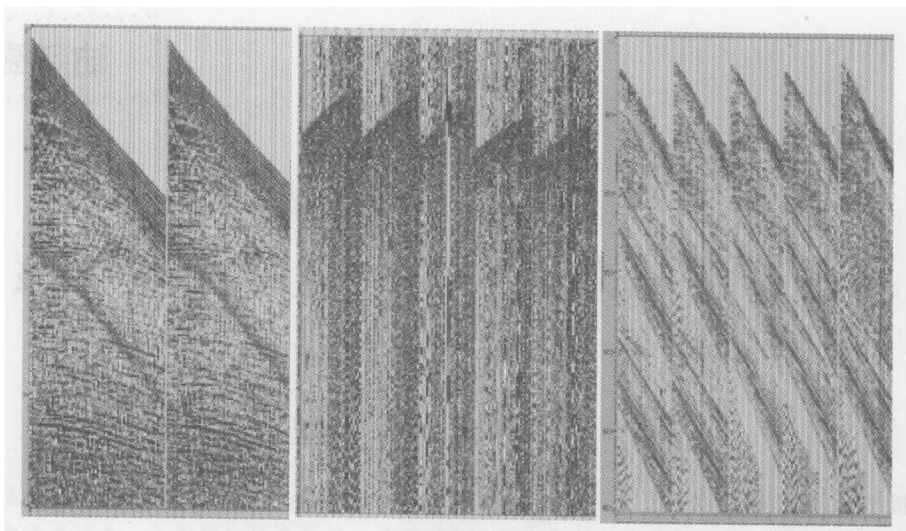


图1 陆上、滩涂过渡带、浅海原始单炮特征

潮间带和淤泥区资料信噪比较低，干扰严重。在潮间带和淤泥区，野外施工非常困难，地震地质条件较差，因而资料的信噪比较低，干扰主要由随机噪音，低频干扰、面波、次生干扰、方波野值干扰等。

浅海区资料信噪比较高，干扰以海上干扰为主。在浅海区和深海区施工的地震资料的信噪比较高，主要干扰为多次波、声波、水波和海上鸣震等干扰，随机噪音少，单炮的记录较好。

1.2 振幅能量频率差异分析

滩浅海地区资料存在振幅能量的差异，同时在频率上的差异性随着采集方式的改变而造成资料频率具有显著的差异性。海上资料的频率较高，频率一般在 $8 \sim 90\text{Hz}$ ，在潮间带和淤泥区资料频率低，频率一般在 $8 \sim 60\text{Hz}$ ，在陆地和滩涂区资料的频率稍高，频率一般在 $8 \sim 70\text{Hz}$ 。

1.3 相位差异分析

滩浅海地区随着地表条件的改变，激发接收方式的变化带来相位的差异。不同的震源和检波器存在一定的相位差。海上施工一般采用气枪激发，压电检波器接收。陆上和滩涂地区一般采用炸药激发，速度检波器或者压电检波器接收。炸药震源，相位为混合相位。在过渡带使用的是气枪或者炸药震源，检波器为陆地检波器和水中压电检波器，为混合相位和最小相位。存在明显的相位差。

通过分析，影响滩浅海地区野外采集数据品质的主要因素为滩浅海效应。消除滩浅海效应是实现滩浅海资料品质提高以及精确成像的关键因素。

2 处理技术研究

经过多年对滩浅海地区地震资料的单块处理和连片处理归纳总结了滩浅海地区资料特点，同时研究和开发了多项针对消除滩浅海效应的处理技术，并实现资料的精确成像。

2.1 二次定位处理技术

在海陆过渡带和海上施工时，由于风浪、潮汐和海流的影响，往往使检波点和炮点的位置偏离设计位置，产生的误差影响到资料的处理质量，根据测量成果的特点研究和开发了二

次定位处理技术。检波点二次定位技术是采用地震资料处理手段,利用地震波的传播规律,确定炮点至检波点的距离,再根据炮点的坐标,依次计算出各检波点的坐标。在处理时要分别定义出不同时间的观测系统,再统一恢复炮点和检波点的空间位置,进行一致性的野外静校正,这样较好地提高了资料的成像精度,特别是对浅层资料更为明显(图2)。

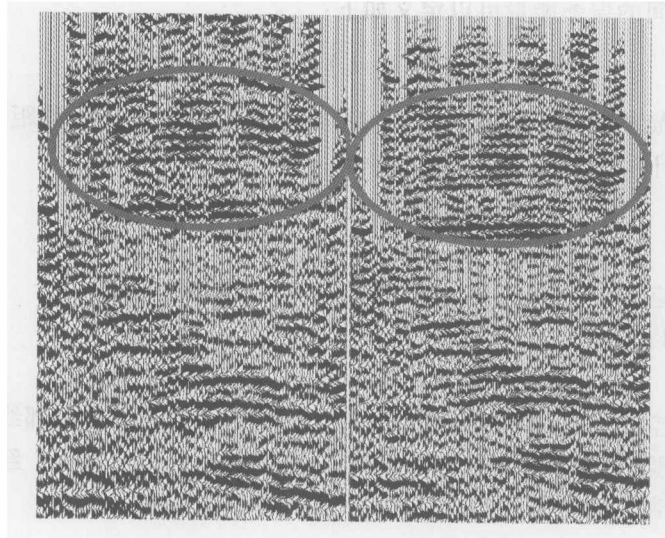


图2 二次定位处理前后的叠加剖面对比图

二次定位处理技术是建立在准确的二次定位的测量数据上的。一般在一次没有施工完的工区上再进行施工,每次都需要得到准确的测量数据,也才能真正达到二次定位的目的。

2.2 基于局部多项式滤波去噪技术

在地震信号处理中,相干噪声会对地震数据处理产生严重影响。人们提出了多种相干能量滤波的方法,并应用到了实际资料处理中。总的来说,这些方法可以分为两类:全局滤波和局部滤波方法。在实际滩浅海数据处理中,相干噪声在滩浅海地表条件下因为复杂的数据采集因素等原因只是局部线性的。为此提出利用线性多项式滤波器来检测并估计局部相干噪声之后,一个简单的相减就可以去掉这些噪声。

假设相干噪声和相干信号速度是不同的。记相干噪声的速度范围为 V 。对于 $v \in V$ 和零偏移距道的时间点 t_0 ,根据如下轨迹,我们可以从地震炮集 $s(t, x)$ 上提取出一个 1D 信号来:

$$t_x = t_0 + x/v \quad (1)$$

式中 x 是偏移距。

所提取出来的信号为:

$$y(x, v, t_0) = s(t_x, x) = s(t_0 + x/v, x) \quad (2)$$

为了能够去掉不想要的相干噪声, Radon 变换($\tau - p$)和频率-波数($f - k$),滤波器根据它们速度的差异来去除相干能量。这相当于估计对应于 (v, t_0) 的相干噪声为一维信号 $y(x, v, t_0)$ 的均值:

$$\hat{y}(x, v, t_0) = \sum y(x, v, t_0) / N \quad (3)$$

式中 N 是用来实现上述估计的地震道道数。

显然(3)式定义的信号估计器在相干噪声是局部线性而且在时空域分布为局部化的时候不是很好。为了检测和估计局部线性相干噪声,我们提出一个基于线性多项式滤波器的估计器。

为了估计在偏移距为 x_0 的相干噪声, 只用到偏移距为 x_0 的地震道周围的几个地震道 (记为 X) 来进行低阶的多项式拟合。假设一共采用了 M 个地震道并且多项式的阶数为 $L (L \leq M \leq N)$, 我们可以求出最小二乘意义下的多项式系数。利用上面得到的多项式, 可以得到偏移距为 x 的地震道上的相干噪声的一个估计。我们记这个估计为 $y'(x, v, t_0)$, 原始信号和它的近似之间的误差能量可以定义如下:

$$e = \sqrt{\sum_{x \in X} [y(x, v, t_0) - y'(x, v, t_0)]^2} \quad (4)$$

然后, 利用一个简单的基于阈值 σ 判别的检测器我们可以定出偏移距为 x_0 的估计相干噪声是否为真实的相干噪声。相干噪声的估计为:

$$n(x_0, v, t_0) = \begin{cases} y'(x_0, v, t_0) & \text{if}(e \leq \sigma) \\ 0 & \text{if}(e > \sigma) \end{cases} \quad (5)$$

逐道处理后, 对应于 (v, t_0) 的相干噪声的估计可以最终被确定。

滤波后的信号可以表示为:

$$s(x, v, t_0) = y(x, v, t_0) - n(x, v, t_0) \quad (6)$$

该方法在时间-空间-速度域都是局部化的, 可以更有效地估计局部线性相干噪声。在实际数据上的初步实验结果表明我们的方法是十分有效的。如图 3 所示, 经自适应滤波后较强的线性规则干扰得到压制, 提高了信噪比, 突出了有效波反射。

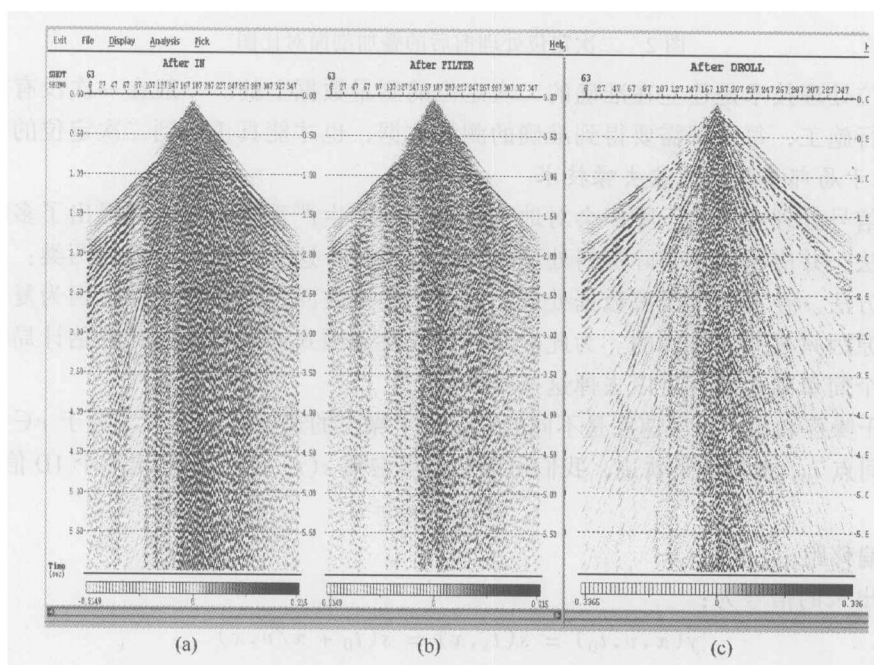


图 3 相干噪音压制对滩涂地区单炮压制效果

(a)一为浅海原始记录; (b)一为滤波后的浅海记录; (c)一为滤除的噪音

该方法也可以压制面波和异常噪音, 根据面波和异常振幅的特性设计波形宽度和振幅曲线, 作用于地震记录上, 检测出面波和异常干扰, 再从原记录中减去, 达到压制面波和异常干扰的目的。

2.3 多项式拟合多次波衰减技术

针对滩浅海地区的部分多次波情况, 研究开发一种基于在叠加速度谱上检测与估计相干

信号(多次波和一次波)的多次波消除算法并进行技术实现。在 CMP 道集上,局部相干信号的轨迹可以由叠加速度和零偏移距时间确定。在速度谱域中,多次波和一次波一般是分开的,从而可以进行多次波和一次波的识别。通过沿信号的双曲线路径进行多项式拟合,可以得到一次波和多次波的估计。为了进一步保护一次波,多次波一次波能量比首先被估计出来,仅仅只有能量较强的多次波被估计并从地震数据中减掉,最后一次波才被估计出来。因为一次波和多次波的估计都是在时空域局部进行,所以本文提出的方法计算效率很高。通过对合成和实际地震数据进行处理,所得到的实验结果表明本算法在实际应用中是十分有效的,因为它能在有效压制多次波的同时很好地保持了一次波。

在速度-时间域中,在 CDP 道集上的一次波和多次波被转换为点,而这些点又因为在速度-时间域中的速度差异落在了不同的位置。Radon 变换利用叠加速度来估计并消除多次波(Hampson, 1986; Foster & Mosher, 1992)。Radon 变换的振幅保持特性已经由 Nurul Kabir and Marfurt (1999)进行了分析。Linville 和 Meek (1995)提出一种局部滤波的技术来避免全局滤波的缺点,这种技术可以很好地消除相干噪声。在本文提出的多次波消除算法中,由叠加速度和零偏移距时间确定的双曲线被用来估计一次波和多次波的轨迹,并且多项式被用来近似信号振幅随偏移距的变化。因为它们在时间-空间域上是局部化的,所以可以在最小二乘意义下分别估计一个相干信号(一次波或者多次波(Ursin 和 Ekren, 1995))。本文提出的方法也是利用多次波和一次波在速度方面存在的差异,通过对叠加速度谱的解释得到一次波和多次波的速度,从而确定相干信号的轨迹。以该轨迹为中心,利用一个时窗沿着该轨迹在最小二乘意义下估计出相干信号。当一个一次波和一个多次波之间存在干扰时,如果多次波能量强于一次波的能量,它就被从地震数据中减掉。先减掉强能量的多次波有助于保存一次波的幅度。本文提出的方法对实际滩海地震数据进行了处理,实验结果表明其可以在较好保持一次波振幅同时,很好地压制多次波。

通过这种基于局部滤波的多次波压制技术既可以识别和估计出滩浅海地区数据上能量强的多次波,并将其从地震数据中去掉。然后,通过估计得到一次波,那些能量较弱的多次波被进一步压制。利用本方法,一次波的振幅得到了很好的保持,多次波也被有效地压制。任何在速度时间域内可以分开的多次波和一次波都可以用本文的算法来进行多次波压制如图 4

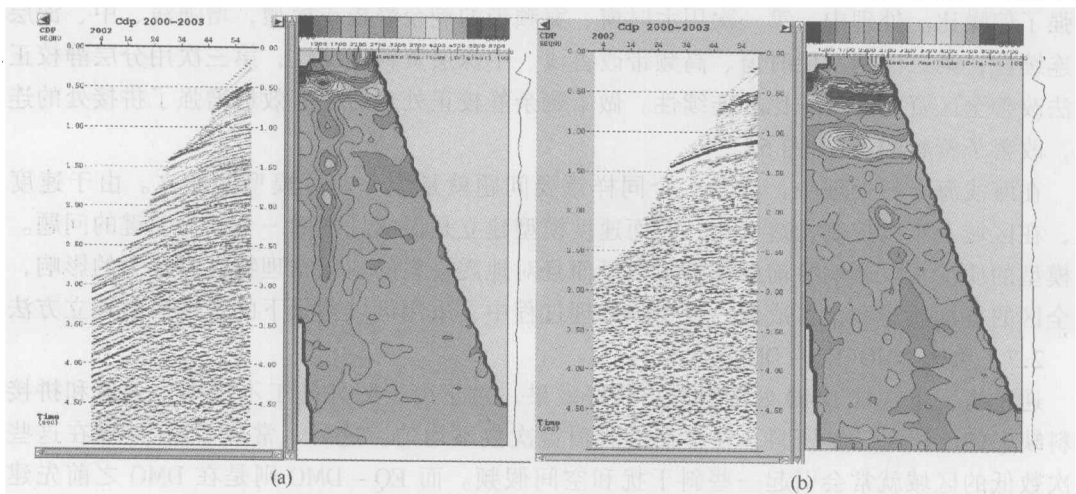


图 4 浅海地区多次波去除前后效果对比

(a)—压制多次波前的道集及速度谱; (b)—压制多次波后的道集及速度谱

为利用相干信号检测与估计技术对资料多次波进行压制的对比。综上所述,对滩浅海地区这种特殊地形的地震资料,认真分析存在的各种噪音及其特征,有针对性地选择去噪方法,或综合应用多种去噪技术,在保证有效信号的特征不遭受损失或破坏的同时,又达到去除噪音的最佳效果,这是在滩浅海地区地震资料处理过程中重要的技术环节。

2.4 振幅、频率与相位一致性处理方法

滩浅海三维野外施工时采用了不同的方法,陆地三维使用的是炸药震源、陆地检波器,滩浅海三维使用的是炸药震源或气枪、陆地检波器或水中地检波器,海上三维使用的是气枪和拖揽。陆地资料一般为混合相位,海上资料一般为最小相位,同时它们在振幅和能量上也表现了较大的不同。为此叠前全区统一做全三维一致性处理和相位校正,包括三维几何扩散补偿、三维地表一致性振幅补偿、三维地表一致性剩余振幅补偿、相位转换处理等。模型子波处理技术(MBWP)可以校正陆地、滩浅海、海上资料不同震源、仪器所引起的相位差。它是通过分析地震道,找出它们与反褶积算法所期望的理想道之间的差别,根据这个信息,就可以建立反褶积地震道的误差模型,设计一个误差校正滤波器,然后将它应用于反褶积后的地震数据。

2.5 匹配反褶积技术

这里匹配反褶积的两个数据体除了一个时移和一个相移之外是相同的,它们的相位差异图与频率的不同,是一条直线。其斜率给出了时移,其截距给出了相移。实际上在高频信号较弱的部分资料的相位差是不稳定的,而在低频端它的时窗不够长。线性回归用全频段将会导致非常差的时移和相移的估算。因此计算时移和相移,只能用相干性较高的频段。在这些频段相位差异是比较稳定的,这可能与两个有着极其不同的相位谱的子波有关。由线性回归,可以获取所估算的时移和相移的标准偏差。从而进行数据差异校正。目前该方法已成功的解决了可控震源与炸药震源数据的匹配问题,将会对海陆过渡带数据的处理有很大的借鉴意义。

2.6 地表一致性剩余静校正及精细速度分析技术

三维地表一致性剩余静校正是改善资料信噪比,增加连续性的有效手段,在滩浅海地区资料处理中,剩余静校正对提高资料的品质更加明显,它改善了资料的匹配关系和连续性,增强了信噪比。处理中,第一次用大时窗、宽频带的剩余静校正模型,增强浅、中、深层资料连续性;第二次用浅层时窗、高频带改善浅、中深层资料连续性;第三次用分层静校正的方法改善全区资料的信噪比和连续性。做了剩余静校正处理后,有效地增强了拼接处的连续性,改善了资料的品质(图5)。

在滩浅海资料处理中,涉及一个同样重要问题就是统一速度模型的建立。由于速度变化,在区域上难以控制构造变化,因而速度模型建立是保幅处理的一个极为关键的问题。速度模型的质量不仅影响叠前处理资料质量而且对地震资料的地球物理特性有较大的影响,影响全区的叠加质量和偏移成像。在实际处理过程中,采用区域背景下的速度模型建立方法。

2.7 均衡 DMO(EQ-DMO)技术

通常情况下常规 DMO 处理会取得较好效果。对于由于野外施工不规则、丢道和拼接带资料缺失的滩浅海三维资料,常常会造成覆盖次数不均匀,这时,常规 DMO 处理在这些覆盖次数低的区域就常会引起一些斜干扰和空间假频。而 EQ-DMO 则是在 DMO 之前先建立一个各道集内地震道的倾角加权表,对来自不同倾角地层的地震道按不同倾角先进行一定的增益补偿,即倾角加权,然后再进行 DMO 处理,这样就避免了负作用的产生。因此,在那

些覆盖次数不均匀的资料中进行 EQ-DMO 处理是非常必要的。EQ-DMO 与常规 DMO 在原理上基本是一致的,但在处理效果上,却存在很大差别(见图 6),主要在于:对于覆盖次数不均匀资料,常规 DMO 在覆盖次数低的区域常会引起空间假频或斜干扰等负作用的产生;而 EQ-DMO 则是在迭前能识别出倾角的道集中(如共炮检距道集),通过产生时空变的倾角加权表,对覆盖次数低的资料在 DMO 之前先按不同的地层倾角分别进行不同均衡因子的增益补偿(即倾角加权),使各倾角地层的覆盖次数达到均一化后再进行 DMO 处理,这样,就消除了同一面元因不同偏移距组之间地震道分布不均而造成的 DMO 假象,从而可避免常规 DMO 处理中空间假频或斜干扰的产生。

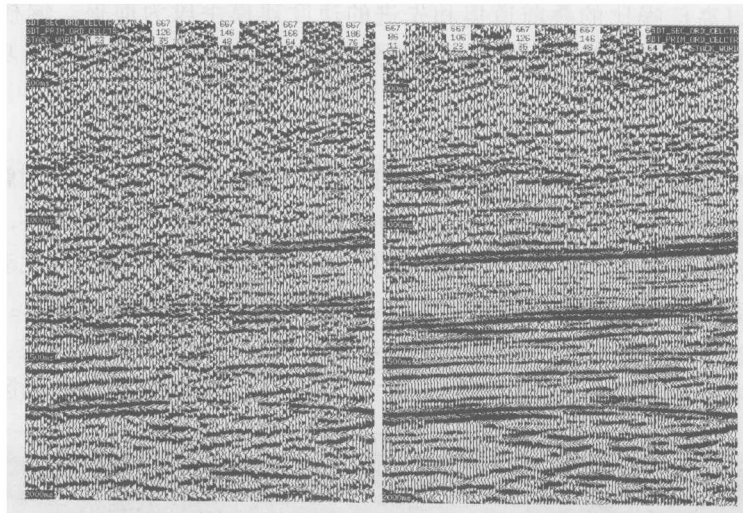


图 5 反射波剩余静校正前后对比

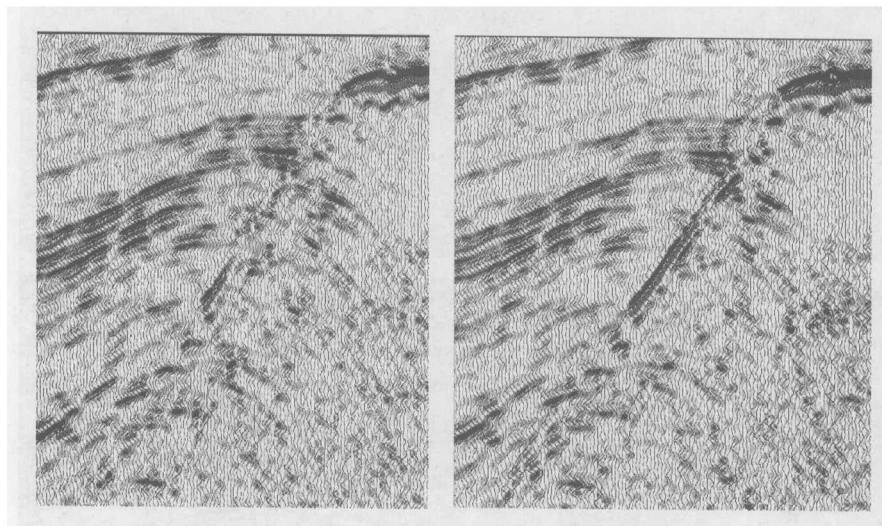


图 6 常规叠加与 DMO 叠加对比

EQ-DMO 由于在实现 DMO 处理之前先按不同的地层倾角对地震道进行了一定的倾角加权处理,因此它避免了空间假频和斜干扰的出现,从而保证了较好的 DMO 处理效果。

2.8 叠前时间偏移技术

叠前时间偏移方法是基于较复杂的横向变化介质模型,叠前深度偏移方法是基于复杂的

强横向变化介质模型。叠前时间偏移技术根据偏移成像理论,偏移成像精度越高,其方法对速度模型的精度要求就越高。滩浅海地区为复杂构造地区,要获得精度非常高的速度模型,难度较大。对于精度不太高的速度模型,往往偏移成像精度高的偏移方法的成像结果差于偏移成像精度较低的结果,而叠前时间偏移对速度的适应性较强。叠前时间偏移产生的共成像点道集是真正的共反射点道集,而且也具有保幅的特性(主要指波动方程偏移),所以用它作属性处理及正、反演的可靠性比常规 CMP 道集精度及可靠性都要高。而且碟前偏移成像是解决复杂地下构造成像和速度横向剧变地质体成像的最有效途径,并能够较好地描述复杂地区的地质构造、岩性及储层特性等特征。对于滩浅海地区资料,为了保证地震资料偏移成像的准确性,必须以高信噪比的叠前道集和先进的速度建模手段为前提。偏移孔径、偏移角度、偏移速度是叠前偏移最重要的参数,合理地选取偏移参数,将起到事半功倍的效果。

3 应用效果

桩海二次采集高精度三维为典型的滩浅海地区三维地震资料。经过处理解释人员在桩海 2 次高精度三维的研究和综合应用,取得了良好的应用效果。利用该块资料,使资料在中深层资料的成像方面取得较大的突破。资料研究处理后得到的高精度构造图比老资料连片处理的资料在上第三系和前第三系方面做出的 T_g 构造图更加复杂,也更加落实。更加精细的反映了小断层的情况,有利于前第三系及上第三系微幅构造油藏的研究和描述。同时在古潜山成像方面进行了有益的探索。并取得了良好的效果(图 7)。特别是在桩海地区的埕北凹陷以

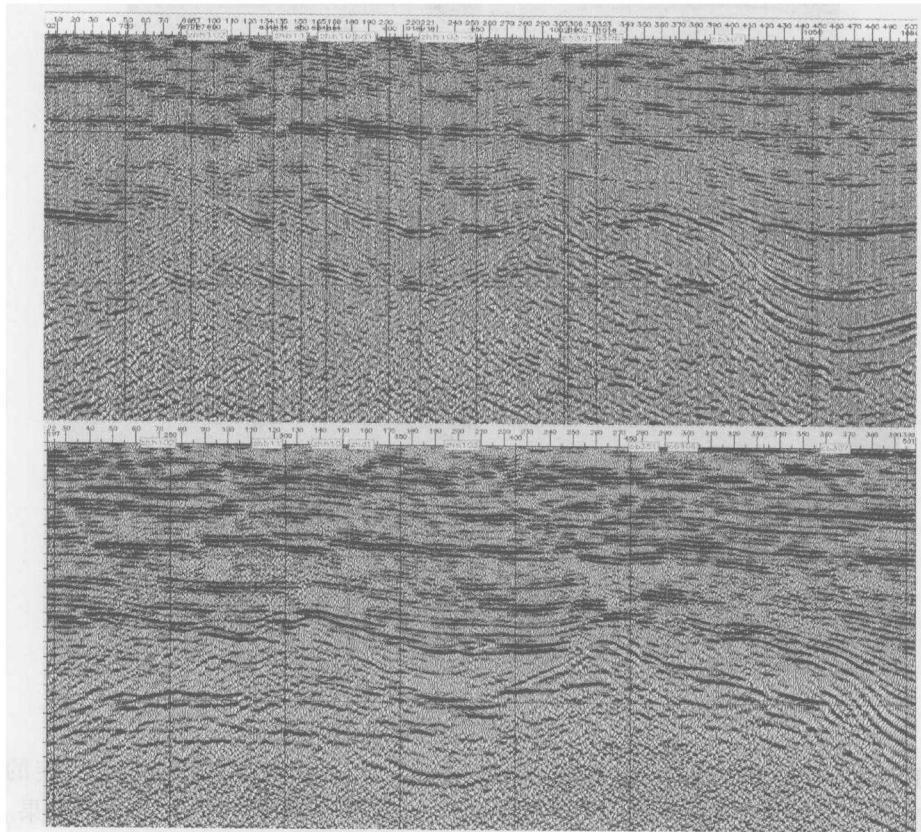


图 7 处理研究前后剖面效果对比

上:为 ZH 连井老剖面;下:为 ZH 新资料对应连井剖面

及渤北凹陷及桩海潜山成像及解释描述方面取得重大突破。在前第三系桩海潜山重新落实圈闭 15 个, 新增圈闭面积 23km^2 , 预测石油地质储量 $5000 \times 10^4\text{t}$, 设计井位 11 口, 已采纳 4 口。并在 ZH103、CB39、ZH104 的钻探成功。在 CB39 古生界 4173 ~ 4320m 处钻遇油层, 折算日产油 130t/d , 气 $4250\text{m}^3/\text{d}$, 在 CB40 侧中生界试油折算日产 13t/d 。在 ZH103 古生界试油获 127.7t/d 工业油流, 出油层埋深 4700m 以下, 含油井段长, 为下步潜山油藏的勘探提供了更大的有利空间。在 ZH104 古生界试油 $192\text{m}^3/\text{d}$, 且在上第三系馆陶组钻遇 20 多米油层, 显示了该地区上第三系的勘探潜力。在上第三系桩海潜山通过精细构造落实, 在桩海上第三系馆陶组重新落实微幅构造及有利圈闭 7 个, 追踪解释砂体 26 个, 预测有利含油面积 22km^2 , 预测石油地质储量 $4000 \times 10^4\text{t}$, 设计井位 9 口, 已采纳 5 口。在 CB352 馆下段 1977 ~ 1981m 井段中途测试日产油 53t , 在东营组测试日产油 62.9t 。

通过滩浅海高精度三维处理技术研究取得良好的应用效果。在该区共发现和落实有利圈闭 22 个, 追踪解释砂体 26 个, 预测有利含油面积 55km^2 , 预测石油地质储量 $9000 \times 10^4\text{t}$, 共设计井位 20 口, 采纳 9 口。上报探明储量 $5300 \times 10^4\text{t}$, 基本落实一个中型油田的储量规模。解释的成功更进一步印证了处理技术研究的针对性、优越性、创新性。

参 考 文 献

- 1 李庆忠. 走向精确的勘探道路. 北京: 石油工业出版社, 1993
- 2 熊翥. 地震数据处理方法系统思维. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 3 杨振武. 海上三维资料处理方法. 地球物理技术汇编, 1992, (17)
- 4 伊尔马滋. 地震数据处理. 北京: 石油工业出版社, 1994
- 5 Spitz, S., 1991, Seismic trace interpolation in the F - X domain: Geophysics, 56, 785 ~ 794.
- 6 Osypov, K., 2000, Robust refraction tomography: 70th Ann. Internat. Mtg., Soc. Expl. Geophys., 2032 ~ 2035.
- 7 Akbulut, K., etc, 1984, Suppression of seismic interference noise on Gulf of Mexico data: Presented at the 54th Ann. Internat. Mtg., Soc. Explor. Geophys., Atlanta.

桩海地区前第三系潜山地质综合研究与评价

盛文波

(胜利油田有限公司地质科学研究院)

摘 要 桩海地区油气资源丰富,目前已在太古界、古生界、中生界、新生界等 9 套新老层系获得工业油流,特别是前第三系潜山和上第三系显示出更强的勘探潜力。该区由于受多次构造运动作用,产生出不同结构特征的复杂潜山地质体,构造与成藏背景十分复杂。本文旨在通过桩海地区前第三系潜山综合地质研究,进一步认识潜山储层发育与分布、储集空间类型、油气分布规律、成藏控制因素及油气藏成藏模式,为潜山油气藏的勘探评价提供地质基础和成藏理论依据。

关键词 桩海地区 潜山油藏 成藏模式 勘探评价

1 地质结构特征

1.1 地层的保存与分布

太古界在华北地台是沉积岩的结晶基底,为一套巨厚的混合变质岩系,在构造活动中它的顶面往往成为拆离滑脱面,在挤压、扭动应力作用下,中、古生界地层经常顺其顶面褶曲或滑动伸展断裂。

下古生界:除埕岛主体约 40km² 的剥蚀区无保存处,其余地区都有分布,保存厚度不尽相同。埕东北坡最为完整,层位齐全,厚度约 1400m。桩西、孤北、长堤等区带由于受倒转褶皱、逆断重复的影响,在褶皱轴部、逆断重叠处地层加厚,埕岛潜山围翼、埕北 30 一带受拆离滑脱作用和风化剥蚀作用,多为顶底不全的碎块状分布。

上古生界:包括石炭系中、上统和二叠系下、上统。上古生界剥蚀严重,厚度差异大。本区的埕东北坡、孤北洼陷、长堤南段保存较好,层位较全,并有逆断重叠,分布有“下超”现象,即向凸起方向加厚,向凹陷方向变薄,厚度在 300~900m。桩西东部、长堤北部和埕北 30 南部、埕岛主体北部层位多不全,地层较薄,分布零星,厚度约 30~300m 不等。桩西西部、埕岛主体至埕北 30 潜山一带缺失上古生界地层。

1.2 断裂发育与组合特征

1.2.1 断裂发育特征

桩海地区的断裂主要由北西向、北东向、北北西向、北东东向四个方向的正断层和北北西、北西向逆掩断层相互切割交错组成的断裂格局。其中北东向、北西向正断裂和北北西向逆断层为分割地质块体的主要断裂。它们都交汇于桩西、桩海潜山块体,即埕东断裂、埕岛西断裂、埕北 31 断裂、长堤-桩南断裂和桩西西、长堤逆断裂。它们将桩海地区分割为孤北块体、埕东块体、埕岛-埕北 30 块体、桩西块体、桩海 10 块体和长堤块体。

盛文波,工程师,1992 年毕业于成都地质学院石油勘察专业,现从事油田地质研究。地址:山东省东营市聊城路 3 号地科院断块低渗透室,邮编:257015,联系电话:(0546)8716702。