

垦东地区海陆过渡带地震采集技术应用

杨善钦¹, 徐锦玺^{1,2}, 任福新^{1,3}, 杨怀春¹, 王卫强¹, 穆涛¹

(1. 胜利油田 物探公司, 山东 东营 257100 2. 中国科学院海洋研究所, 山东 青岛 266071 3. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要:分析了垦东地区海陆过渡带勘探的难点, 针对地震波激发和接收条件差、干扰波发育等特点, 在海陆过渡带地震波的激发、接收以及测量等方面进行研究, 优选了气枪震源和炸药震源激发参数, 改进了检波器及检波器固定方法, 从而提高了检波器与地表的耦合效果, 对检波器进行实时定位监测。采用上述措施, 提高了地震采集资料的信噪比和分辨率, 顺利完成了该区的地震采集任务。

关键词: 垦东地区 海陆过渡带 地震采集 接收 激发

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2005)02-0163-04

在胜利探区, 随着陆上勘探和开发程度的不断提高, 胜利油田稳产的难度越来越大, 因而两栖和极浅海等海陆过渡带逐步成为当前和未来勘探的主要目标。尽管海陆过渡带含有丰富的油气资源, 但由于海陆过渡带地表条件的复杂性, 有些在陆地适用的勘探技术, 在过渡带并不完全适用。因此, 需要针对过渡带特有的地表和地下条件, 采用针对性的方法和工艺, 在勘探思路应有别于陆上勘探^[1]。

在垦东地区地震勘探中, 针对特殊的地表条件, 在海陆过渡带地震波激发、接收及测量定位技术方面进行研究, 形成了一些特有技术, 较好地解决了海陆过渡带地震勘探难题, 提高了海陆过渡带地震资料的品质。

1 工区概况

垦东地区位于东营市垦利县新安乡东北的黄河入海口北部浅水和陆地之间的过渡带。表层为第四系沉积物和海水所覆盖。新黄河入海口附近为黄河泥沙最新淤积而成。由于黄河携带的大量泥沙与海水混合后, 在河口地带快速堆积, 使河口地带淤泥厚度较大, 离河口越远, 淤泥厚度越小, 厚度变化范围大约在 0.2 ~ 0.8 m。潮间带低平开阔, 地表松软, 承受力低, 近海水域底部平缓。根据卫星图片以及海底测量分析, 该区域水深变化较剧烈, 一般从南向北, 从西向东水深逐渐加大, 变化范围在 0 ~ 20 m。就水深变化程度而言, 南北方向变化比较剧烈, 且受黄河逐年淤积的影响, 部分区段还形成陡坡, 而东西

方向变化比较平缓。

通过对垦东地区地震地质条件的认真分析发现, 海陆过渡带对地震勘探的影响主要包括以下几个方面:

(1) 由于激发环境的巨大差别, 造成必须采用多种类型激发震源。沿海滩涂和潮间带地区, 淤泥较厚, 打井困难, 并且地下流沙严重, 打井后井孔容易被泥沙堵塞。

(2) 由于淤泥层较软, 引起检波器与地表耦合差, 影响地震波接收。有些地方是烂泥滩, 速度检波器和压电检波器都无法使用。检波器埋置困难; 不同的接收环境, 导致采用多种检波器类型。

(3) 由于潮水等因素冲击影响, 造成检波点实际坐标和理论坐标有较大差异, 影响叠加效果。

(4) 由于潮水涨落和潮流等影响, 对排列布线造成较大影响, 进一步增加了地震勘探的难度。

2 地震勘探采集技术

针对该地区存在的勘探难点, 从地震波的激发、接收以及测量定位方面进行研究, 并应用相应的技术方法, 获得了高质量的野外地震资料。

2.1 地震波激发技术

激发技术是地震勘探中取得高品质野外地震资料的关键。根据地表条件的变化, 通过卫星照片和水深测量将工区划分为井炮激发区和气枪激发区, 当水深超过 3 m 时, 采用气枪激发。通过在不同区带采用相应的激发技术, 保证激发出高能量、宽频

带、高信噪比的地震波。

(1) 气枪激发方法。海上施工时,经常遇到重复冲击、交混回响、鸣震等特有的干扰波^[2]。为了提高气枪能量及压制干扰,需要对气枪的沉放深度以及组合方式等参数进行优化,气枪沉放深度除考

虑与水面有关的虚反射外,还要考虑气泡效应的影响,合适的沉放深度及组合方式能抑制气泡效应等影响,拓宽地震波的频带,提高激发能量和地震资料的信噪比^[3]。

通过对气枪在不同沉放深度地震记录的能量和

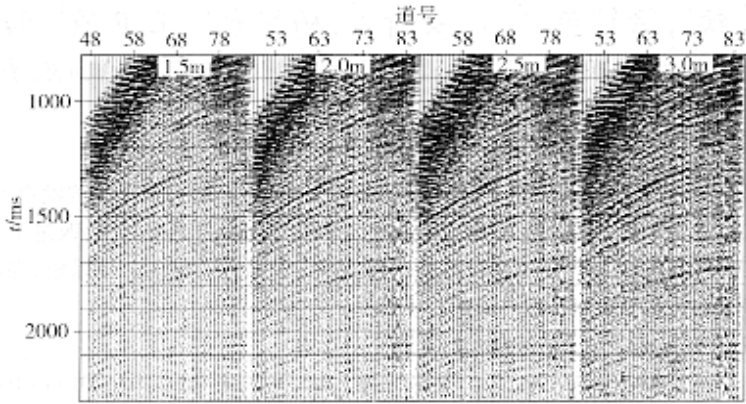


图 1 不同气枪沉放深度记录对比(固定增益显示)

信噪比等进行分析(图 1,图 2),认为沉放深度与地震波能量和信噪比有不同的关系,虽然 3 m 沉放深度能量较大,但其信噪比不如沉放深度 2.5 m 的记录。综合分析认为,气枪沉放深度选择 2.5 m,这时激发的能量较大,虚反射对有效波的影响小,并有利于减少气泡效应的影响。同时,为了压制该区波浪等引起的各种环境干扰,采用双阵列大容量的气枪震源(28 条枪,2 070 in³),通过气枪组合压制干扰,提高地震波资料信噪比。

井深可以降低虚反射的影响,获得地震记录的能量和信噪比较高。

由于垦东地区位于新老黄河入海口,在近陆和极浅水区域不适合气枪震源的激发,只能采用炸药震源。但考虑到部分区域表层淤泥厚,钻井设备无法进入。因而开发了适合水陆交互带的打井技术和打井设备,如人工墩钻、套筒打井和下药技术等,这使得炸药能下到所设计的深度,进而取得了较好的效果。

2.2 地震波接收技术

该区由于受黄河泥沙的影响,潮间带淤泥较厚,地表非常软,造成速度检波器与地表耦合很差,降低了检波器与大地的耦合谐振频率,要提高地震波的有效频带,必须提高检波器与大地的耦合频率。

检波器耦合性研究表明^[4],检波器的输出响应与检波器的耦合参数成正比,而检波器的耦合参数 k 可由下式给出。

$$k = \rho r^3 / M$$

其中, M 为检波器质量, ρ 为地表岩石密度, r 为检波器尾锥的直径。

上式表明要提高耦合参数,一是减小检波器的质量;二是挖去地表软层,将检波器埋置在较硬的介质上;三是增大检波器与地表的接触面积。通过改进检波器,加长检波器尾锥可以达到将检波器埋置在较硬的介质上以及增大检波器与地表的接触面积 2 种效果,保证了检波器与地表有良好的耦合性。

在实际生产中,根据表层特点,设计了 0.5 m 长尾锥检波器,并与 2 组采用不同埋置方式的普通检波器进行对比,一组直接插在表层,一组插在淤泥下

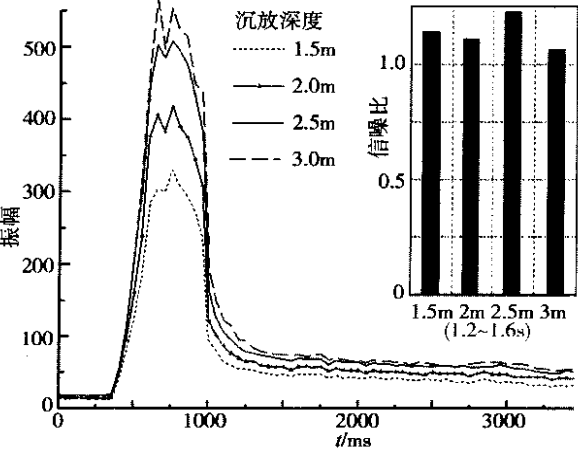
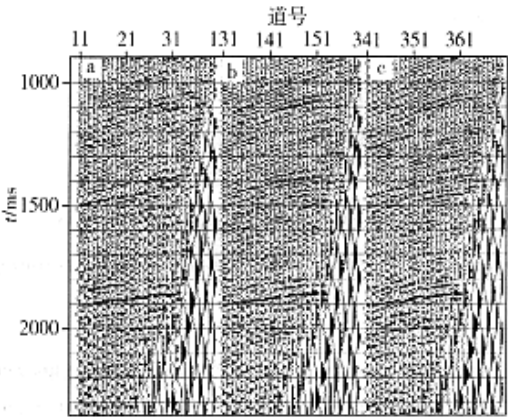


图 2 不同气枪沉放深度能量及信噪比对比

(2) 炸药激发及钻井方法。由于该区特殊的地理环境,在河水和海水组成的水动力条件下,很容易形成一种泥沙互层的表层结构,通过表层结构调查发现,在地表下 3.1 m 和 7 m 处分别有一层厚度为 0.9 m 和 0.6 m 的较硬的薄沙板层,这些高速层(硬沙板层)和低速层(流沙层或软泥层)易形成很强的虚反射界面。通过理论计算和野外试验分析,10 m

的硬地层上(约 0.3 m)。3 种情形下的地震记录如图 3 所示。不难看出,加长尾锥检波器记录面貌清晰、信噪比高、波组连续性好(如 1.3 s 和 1.8 s 附近的同相轴)显示了较好接收特性。其次为置于淤泥下硬地层的普通检波器,而埋置在地表的普通检波器记录面貌最差。



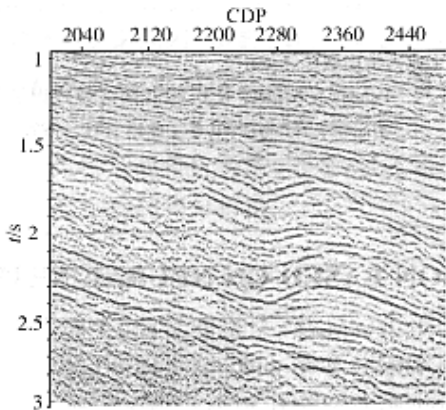
a—普通检波器插在地表 b—普通检波器插在淤泥下硬地层;c—长尾锥检波器插在地表

图 3 不同检波器埋置方式记录对比

2.3 精确定位及测量技术

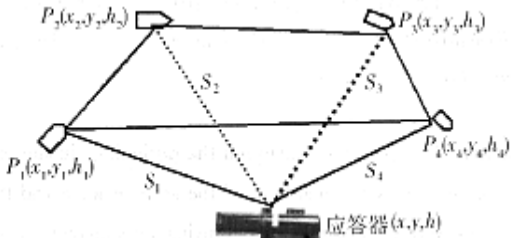
地震勘探中,检波器由于受风浪、潮汐、海流的影响经常发生移动,进而偏离了设计位置。如果将这种定位不准确的地震资料参与处理,势必会影响地震资料的质量。因此,保证检波器尽可能地固定在理论位置上以及对检波器位置进行实时测量,对于检波器的精确定位和较准是非常重要的。

在检波器固定方面,通过分析潮流特点和检波



器漂移规律,采取加双配重块和小板锚联合固定方法,经过试验获得理想效果,能够保证压电检波器受潮流的影响最小,使其位置基本保持不动。

在实时测量方面,利用声纳技术、空间定位技术与 GPS 技术,通过测量水鸟至应答器之间的距离来确定应答器在大地坐标系中的位置,而应答器与检波器捆绑在一起,进而可实现对检波器的实时精确定位(图 4)。然后用实测检波器位置数据直接参与采集资料处理,不仅可以使得地震资料的质量有较大提高,同时也可以对偏离设计标准范围之外的检波器进行重新放置。



($P_1 \sim P_4$ 为水鸟测量时大地坐标,水鸟与应答器的距离为 $S_1 \sim S_4$)

图 4 检波器定位示意

3 采集效果分析

在垦东地区过渡带地震勘探中,通过前述各种方法技术的运用,使地震资料的信噪比和分辨率有了明显提高。与采用常规方法采集的地震资料相比,新资料主要目的层波组特征明显,反射能量强,信噪比高,地层接触关系清楚,构造特征明显,断点清晰,地质信息丰富(图 5)。

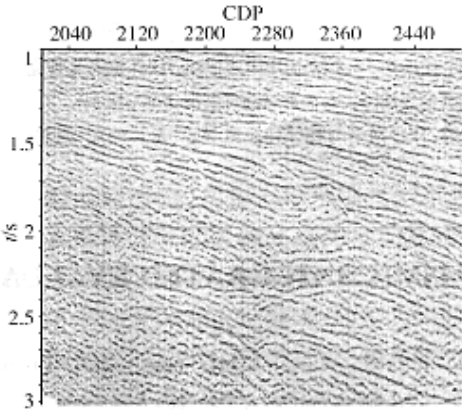


图 5 新(左)老(右)资料采集效果对比

4 结束语

多年来,胜利油田物探公司在滩浅海过渡带的地震波激发、接收以及测量定位等方面进行大量研究,并在滩浅海过渡带勘探中积累了丰富的经验。垦东地区勘探实践表明,在滩浅海过渡带等勘探难

点地区,通过检波器精确定位、提高检波器耦合、过渡带钻井激发等新技术和新方法的运用,获得高质量的地震资料是切实可行的,这不仅对于胜利油田可持续发展提供了技术保障,同时对国内外类似探区的勘探业具有重要的指导意义。

在研究过程中得到胜利油田重点实验室的资

助,物探公司生产技术科、四大队、地震勘探研究所以及仪器管理中心的大力支持,云美厚先生也对本文提出许多宝贵意见,在此致谢!

参考文献:

[1] 郑长明. 渤海湾赵家堡滩海地区含油远景及勘探开发工程方

法选择探讨[J]. 天津地质学会志,1996,14(1) 3-5.

[2] 陆基孟. 地震勘探原理[M]. 东营:石油大学出版社,1993.

[3] 谢里夫 R E,吉尔达特 L P. 勘探地震学[M]. 初英,李承楚,王伟宏,等译. 北京:石油工业出版社,1999.

[4] 王本吉. 检波器的地面耦合问题[J]. 国外石油地球物理勘探,1986,2(1) 70-81.

SEISMIC EXPLORATION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION
TO THE TRANSITIONAL ZONE OF KENDONG AREA

YANG Shan-qin¹, XU Jin-xi^{1,2}, REN Fu-xin^{1,3}, YANG Hui-chun¹, WANG Wei-qiang¹, MU Tao¹

(1. Shengli Geophysical Corp., SLOF, Dongying 257100, China; 2. Institute of Oceanography, CAS, Qingdao 266071, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: This paper has analyzed the difficulties in the exploration of the transitional zone in Kendong area, such as the unfavorable exciting and receiving conditions of the seismic wave and the development of the disturbing wave. The seismic wave excitation and receiving as well as measures for improving the detector are discussed, the improvement of the detector and the couple effect of the surface is studied, the parameters of air gun source and dynamite source are optimized, the detector fixation method is improved, and the real time fixed location monitoring of the detector is carried out. With the adoption of the above measures, the signal-to-noise ratio of the seismic data was raised, and the seismic data acquisition task was successfully completed.

Key words: Kendong transitional zone; seismic acquisition; receiving; excitation

作者简介: 杨善钦, (1967-), 男, 工程师, 现从事井间地震勘探技术研究、VSP 地震勘探技术和滩浅海高精度地震勘探技术研究工作, 公开发表学术论文数篇。

上接 162 页

参考文献:

[1] 刘天佑, 师学明, 侯连喜, 等. 综合运用模式识别方法评价塔北雅克拉地区圈闭的含油气性[J]. 石油地球物理勘探, 1997, 19(4).

[2] 李孝安, 张晓绩. 神经网络与神经计算机导论[M]. 西安: 西北

工业大学出版社, 1995.

[3] Pandya A S, Macy R B. 神经网络模式识别及其实现[M]. 徐勇, 荆涛译. 北京: 电子工业出版社, 1999.

NON-SEISMIC INTEGRATED EVALUATION BASED ON NEURAL NETWORK

HU Yan, ZOU Li-qun, DONG Wen-tong

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Beijing 100083, China)

Abstract: With the neural network method, this paper used geochemical exploration and geoelectric as well as remote sensing data to evaluate hydrocarbon-bearing characteristics of Liandaowan area, with satisfactory result obtained. The trained result was further analyzed, and thus important factors were selected. The evaluation effects based on different types of factors were compared. The results are of guiding significance in factor optimization.

Key words: [WT5 "BZ] geoelectricity; geochemical exploration; neural network

作者简介: 胡艳 (1966-), 女, 硕士, 主要从事遥感地质方面的研究工作。