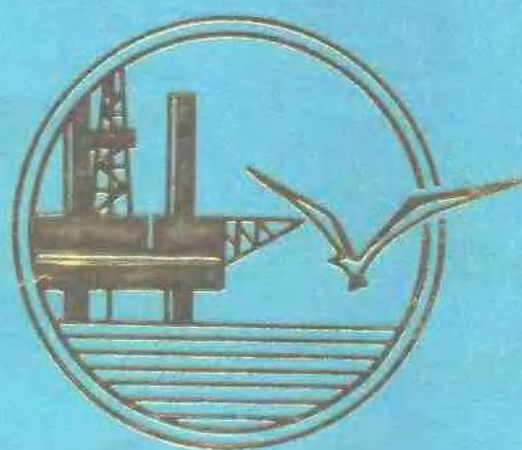


渤海石油公司对外合作以来的

总结资料

第二辑

(地质勘探专辑)



渤海石油公司勘探开发部

北京)

登录号	085539
分类号	TE-1
种次号	011-2

前

言



本辑为地质勘探专辑，共编辑了十三篇文章，涉及到石油勘探阶段一些主要作业（当然远远不是全部）的技术和管理。这些文章的内容在1984年6月石油部在塘沽召开的海上勘探经验交流会上作为技术交流材料作过介绍。出版前作者们又对这些文章作了必要的修改与补充。

按内容性质分类，本辑包括两部分：地震作业、录井、测井、测试基本上属于专业公司的技术；油田评价，油气藏早期评价、油田评价及其有关项目的分析研究则属于石油公司的技术；还有地质勘探中的管理工作。所列专题有的是与外国操作者、专业承包公司一起工作学到的技术，有的是与外国石油公司开展平行作业经过摸索总结出来的一些作法或体会。地质服务公司的组建是地质工作体制改革的一个重要组成部分，实践证明这种改革是正确的、必要的。

由于我们水平的限制，难免存在缺点和错误之处，衷心希望兄弟单位的同行和读者批评指正。

在此，谨向为本辑编写、出版工作做出贡献的有关单位和同志们致以谢意。



200364505

渤海石油公司勘探开发部

石油大學
圖書館
贈書
贈書者:地科系
日期:95.12.18

一九八四年十二月

目 录

5258/13

(一) 海上特殊地震作业——极浅海地震勘探介绍.....	(1)
(二) 渤海三维地震勘探.....	(10)
(三) 现代录井介绍.....	(30)
(四) 对外合作以来渤海合作区测井资料分析的初步总结.....	(44)
(五) 渤海中日合作区地层测试工作现状及评价.....	(76)
(六) 法国埃尔夫公司是怎样进行圈闭评价的.....	(122)
(七) 油气藏早期评价中的构造及储集层研究.....	(159)
(八) 海上油(气)田早期油藏评价.....	(187)
(九) 海上油田开发可行性研究中的油田评价.....	(201)
(十) 海上油田滚动勘探、滚动开发的十点具体作法.....	(267)
(十一) 外国石油公司地质勘探中的组织与管理.....	(270)
(十二) 对外合作中地质管理工作的三个要点.....	(283)
(十三) 地质服务公司经营和管理——提高录井质量的一项重要措施.....	(290)

海上特殊地震作业

—极浅海地震勘探介绍

王 永 洪

极浅海是指水深 0 ~ 3 米的海域。这样的海域在渤海湾分布面积约有 3500 km²。由于渤海的地质条件与周围的胜利、大港、辽河油田有紧密的联系，所以这里通常是石油勘探的有利地区。

一九八〇年渤海对外合作以前，在上述海域的部分地区做过一些地震工作（约 4000 km）。由于当时的设备和技术条件的限制，虽然花了很大气力，取得一些地震资料，但资料质量较差，不能很好的用于地质解释。

一九八三年五月至九月，在渤海中日合作区内的黄河口和歧口海域附近，由美国西方地球物理公司承包，采用一套先进的无线电频率数字地震遥测记录系统（DIGISEIS—200 TMRP 系统），做了 450 多公里极浅海地震剖面，获得较好的地震资料。

现将该系统的工作原理和海上作业方法等加以介绍。

一、系统工作原理

DIGISEIS—200 TMRP 系统是由美国西方地球物理公司和海洋工程公司共同研制发展起来的。它是利用遥测单元，把检波点采集的数字地震讯号，用无线电频率发送回中央记录装置。

系统主要包括遥测单元和中央记录装置两大部分。

（一）遥测单元

遥测单元是一套浮在水中的资料采集装置（Data Acquisition Unit）简称“DAU”，如图 1。它放在一个直径 6 吋，长 30 吋密封的玻璃钢管内，顶部装有一根长度约 70 吋的天线，全部重量约 22 英磅，工作时由内部电池供电。电压为 24 伏，可连续工作 12 小时以上。每天工作结束后，放在地震仪器船上进行充电。图 2。

“DAU”的工作原理如图 3 所示。

“DAU”的无线电接收器接收中央接收设备的指令控制。“DAU”电路按这些指令启动，并将检波点输入的地震讯号放大，滤波和数字化处理，经射频发送器发送到中央记录装置。

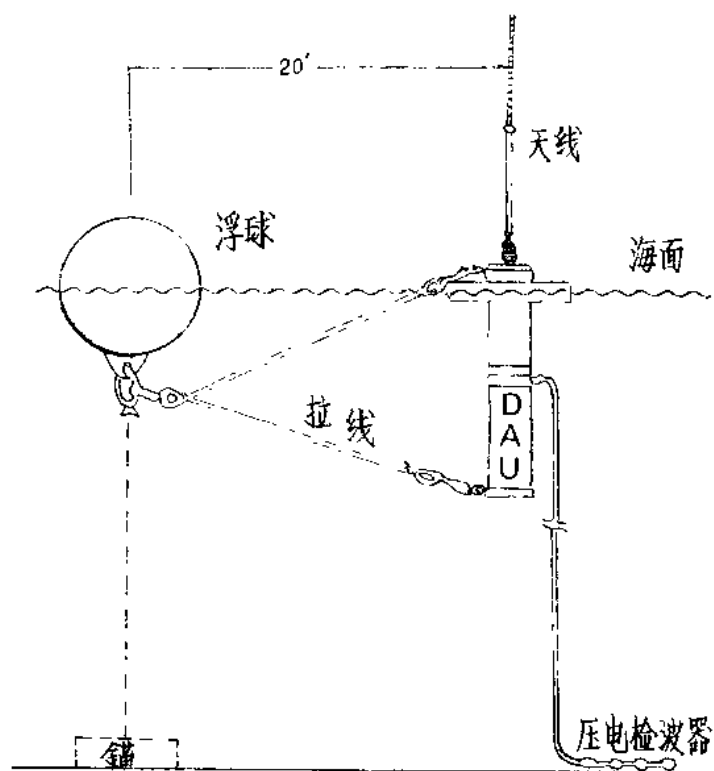


图1 浮在水中的“DAU”示意图

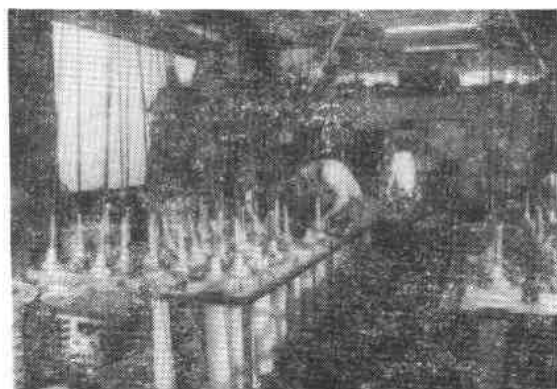


图 2

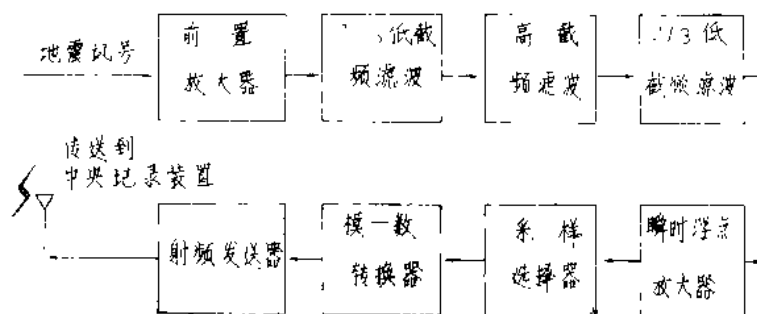


图 3

(二) 中央记录装置

中央记录装置由中央接收设备和数字记录设备两部分组成。如图 4。中央接收设备一方面向遥测单元发出操作指令，另一方面把接收到的地震数据进行检测和解调。数字记录设备把解调出来的地震数据记录在磁带上，同时把数据进行数模转换照相显示。

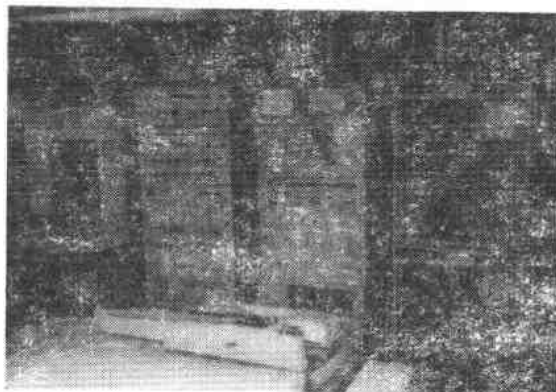


图 4

各部分的工作流程如图 5 所示。

1) 中央接收设备 (CRE)

中央接收设备包括中央 RF 系统、接收子系统和数字处理机。

中央 RF 系统有 25 瓦射频指令传送器，联在一起的音频发生器、编码器和控制逻辑。上述设施用来传送功率和对“DAU”提供操作指令。

接收子系统由许多脉冲编码调制器组成。每一个调制器里有一个晶体，用来检测由特定的“DAU”送来的数据。从各自“DAU”来的数据在各个晶体插件里被解调、波形化并且转换成晶体管逻辑电路水平。脉冲编码调制器的输出连接着旋扭开关，旋扭开关可以选择要接到数字处理机上的地震道数。

数字处理机有两个数字处理机箱。

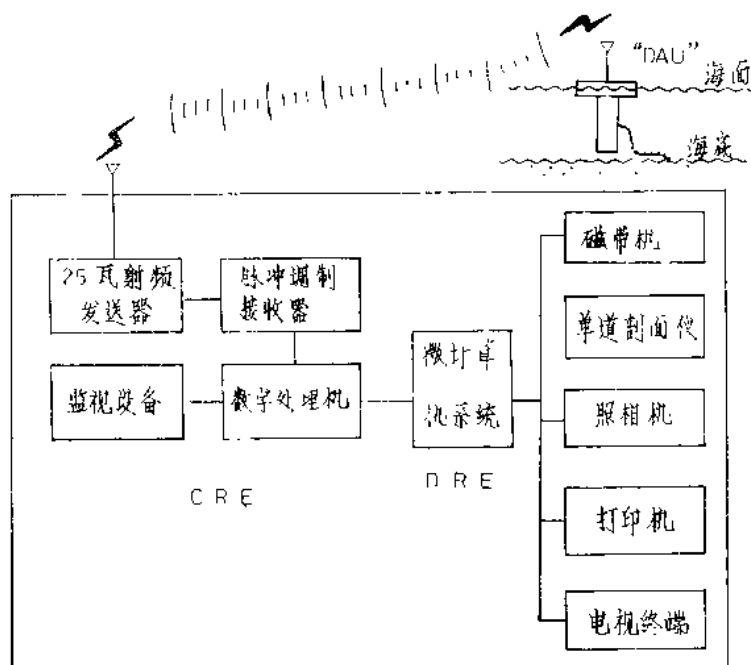


图 5

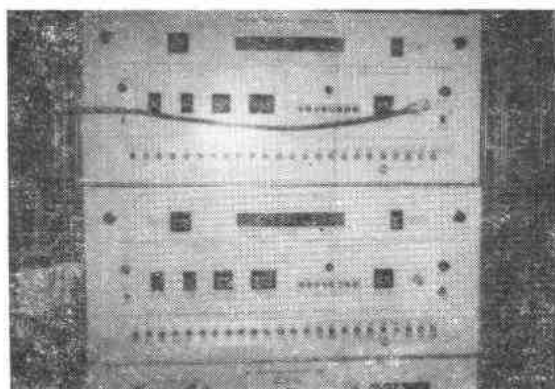


图 6 数字处理机箱

如图 6。每个机箱里有 21 个标准的处理机插件。插件里的逻辑电路可以对地震资料或状态信息进行检测。检测后的状态信息被送到监视设备。地震数据通过数据转移通路送到数字记录装置进行记录。

2) 数字记录设备 (DRE)

数字记录设备是一台微型计算机系统。它包括数字存储器, SBC—660 机箱及一些外围设备。

数字存储器用来存储地震讯息, 同时为来自中央接收设备的地震数据和送到磁带机记录的地震数据提供控制程序。

SBC—660 机箱由一台主机和回放部分组成, 主机对数字记录设备的运转提供管理控制;

回放部分进行数模转换和对模拟信号进行管理控制。

外围设备包括二台磁带机，一台单道剖面仪，一部模拟照相机、一台打印机和一台电视终端。终端用来输入系统操作参数和进行脱机操作。

二、人员组织和设备

(一) 人员组织

美国西方地球物理公司极浅海地震队作业人员共有33人，除主要的技术岗位由公司的技术人员担任外，其余岗位都是临时雇用人员。人员组织如图7。

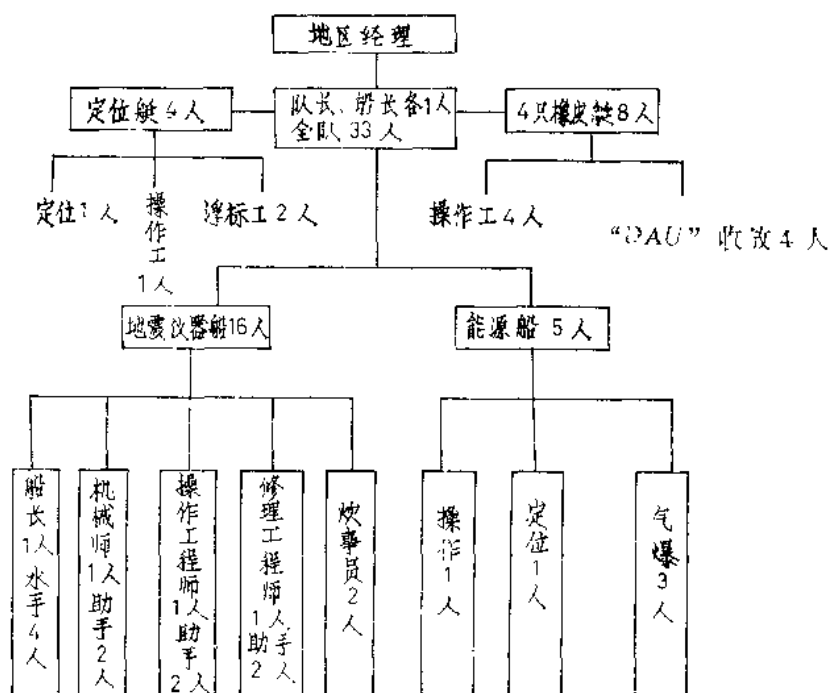


图7 极浅海人员组成图

(二) 船只设备

极浅海地震勘探除需要一套先进的仪器设备外，还需要有一支适合于极浅海工作的船队。美国西方地球物理公司极浅海地震队作业时使用的船只只有：

地震仪器船——“西方努力号”（WESTEN LNDEVOR），见图8。该船是由一条浅海地震船改装而成的。吃水深度2.5M，载重约300吨，船速10.5节/小时，续航能力达32天。船上装有DIGISEIS—200TMR系统一套完善的通讯设备。可安排34人食宿，是全队的后勤供应和生活基地。

气枪震源船——“牧人号”(ENGER)。见图9。这是一条专门为极浅海设计制造的一条方驳。吃水深度可达1米。船上装有2台GM 6—71高压柴油空压机、8只不同容积的空气枪陈列和一台定位仪器。

定位艇是一只小型双体汽艇，艇上装有2台85马力的挂机、一台定位仪器和检波点定位用的浮球。吃水深度0.5M。

作业艇——有4只橡皮汽艇，专门用来收放“DAU”的作业。上面装有25马力的挂机。吃水深度0.5M。如图10。

交通艇——一只工作交通艇，动力为85马力挂机。吃水深度0.5M。

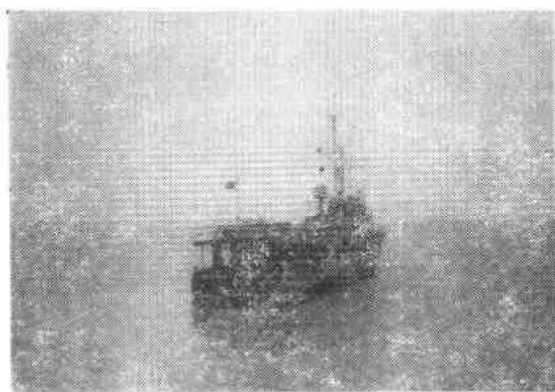


图8 “西方努力号”地震仪器船

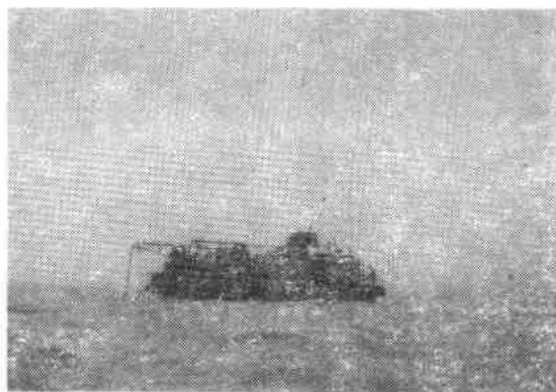


图9 “牧人号”气枪震源船



图 10

三、作业方法和特点

采用数字地震遥测记录系统进行极浅海地震勘探作业。

定位和抛标：工作开始，先由定位艇驶到地震测线上，由艇上的定位仪器定出检波点的位置，并在每个检波点的位置上抛下一个带重锚链的浮球做为标志。

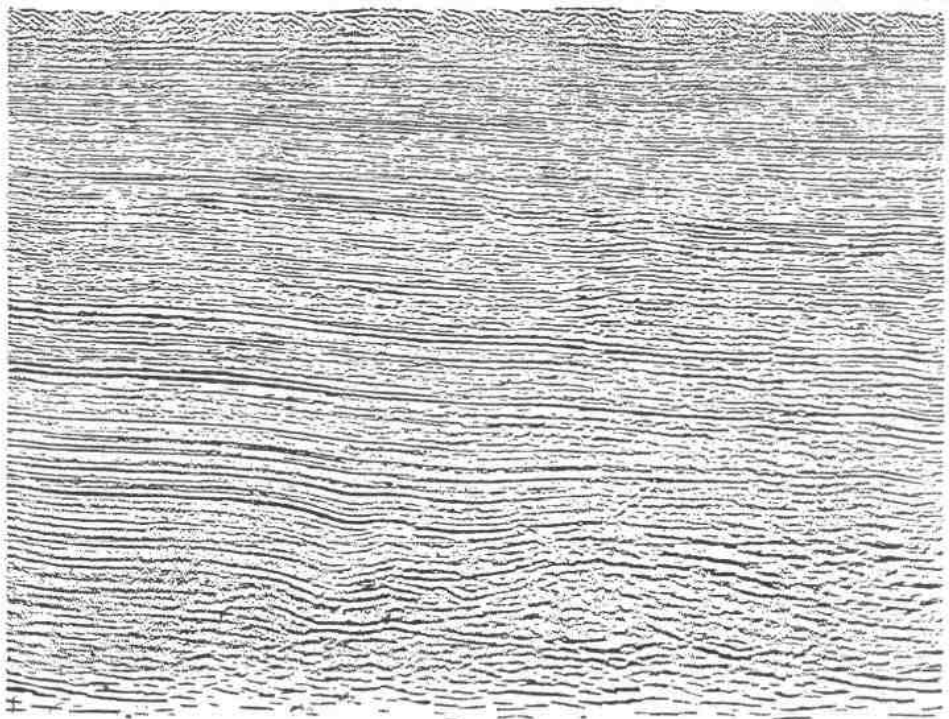


图 11

施放检波器和“DAU”：4只作业艇紧跟在定位艇后面，在每个检波点的位置上放置一道检波器和“DAU”，每只作业艇上装有18道检波器和18个有编号的“DAU”。（共72道检波器和“DAU”，实际用来接收的48道，备用24道）。“DAU”必须按规定的道编号放置，编号放错，该检波点的“DAU”不工作。

排列检查：检波器和遥测单元施放完后，由地震仪器船上的中央接收设备对排列上的各道进行噪声检查（48道接收时，可检查66道），发现有工作不正常的道，及时通知作业艇进行检查或更换。

激发：能源船上的定位仪器定出每个炮点的位置，由计算机控制放炮的时间和位置，并且记录在磁带上。本次作业采用6支高压空气枪组合震源，总容积400cu in，压力为4500 PSI，每16.6M放一炮（资料处理时二炮迭加成一炮）。

接收：中央接收设备根据能源船爆炸时发出的无线电信号，来接收每一炮的地震资料。中央接收设备装有“复盖转换开关”，每放二炮开关转换一次，排列上的接收点也随之转换。因此，正常情况下一次可连续放40~50炮。平均日放200多炮，最高日放650炮（约10KM）。

中央接收设备的操作全部由终端控制，操作情况在电视屏幕上显示，并由打印机打印出来。

排列向前移动：每只作业艇守候在排列上，随时把已经接收过的地震道收回小艇，再施放到新的检波点上。

通讯联系：每一条船上都装有无线电对讲机。仪器船用无线电对讲机，指挥海上作业。

交通艇负责各作业船之间的人员和物质联系传送，给各作业艇送午餐。

每天工作结束后，所有的作业船驶回地震仪器船。由专人对设备进行维修检查和对“D AU”进行充电。保证第二天的工作正常进行。

极浅海地震作业，一般都在白天进行，不需要专门的护航船，在风力不超过6级的情况下，可以正常工作（风力超过6级时，一方面浮标往往被吹走，位置不准；另外，遥测单元被吹弯，天线有时斜在水里，工作不正常）。当设备出现问题时，可以随时通过电传或1.2 KM的单边带与基地进行联系，可以很快的派船或直升飞机送去，保证了野外工作连续进行。

实践表明，目前美国西方地球物理公司采用的极浅海地震工作方法，同合作前采用的海滩（或潮间）地震工作方法相比，具有很多的优越性。如表1。

	极 浅 海 地 震 队	海 滩（潮间）地震队
记录系统	DIGISEIS—200TMRF无线电频率数字地震遥测记录系统	“51”型光点、模拟磁带记录系统
震源	高压空气枪组合震源	炸药震源，人工钻炮井、炸药量5~10kg
传送方式	无线电遥控数字化资料传送，传送距离18~27公里	电缆传送，传送距离600M
观测系统	48道接受，24次迭加，道间距33.3米，炮间距16.6M×2，偏移距266.6M	24道接受，单次迭加，道间距25米，炮间距300米
人员编制	全队33人	全队60多人
船只设备	一支吃水浅，速度快，操作方便的船（艇）队	机帆船或木爬犁
施工效率	白天施工，平均日放200炮，最高日放650炮。	白天施工，平均日放10~15炮

从上述对比中可以看出DIGISEIS—200TMRF系统作业方法有以下特点：

1) 施工方便

系统采用无线电遥控数字传送，完全取消了地震电缆，地震仪器船可以远离接收点停泊在水深4 M以上的水域进行接收。其余的作业，采用吃水很浅的小艇。震源船可以工作到水深1 M左右，小艇可以把遥测单元放置在水深0.5M左右的海域。因此，克服了极浅海水浅施工不便的不利因素。

2) 效率高

采用空气枪震源比炸药震源不仅安全，对渔业资源影响小，而且操作方便，效率高。过去用炸药震源炸一炮几乎要花1~2小时（指井中爆炸），而空气枪爆炸一次只要10多秒钟。

另外，采用多道遥测单元无线电传送，比用电缆传送，不仅施工方便，而且可以间断性

地连续放炮，效率大大提高。

3) 多道接收

该系统可以根据用户的需要选择记录道数。当采样间隔为4毫秒时，可以记录到200炮。

4) 资料质量好

本次作业，采用48道接收，24次水平迭加和2次爆炸垂直迭加的工作方法，所获资料质量比合作前有很大的提高。见图11。同时，采用无线电频率数字化讯息传送，可以消除电缆模拟传送所造成的道间影响和波形畸变，提高了原始资料质量。

5) 设备先进，操作方便。

目前，国际上使用无线电遥测地震仪器日趋增多。它既适合于极浅海地震作业，也适合于陆地上一些地表条件差采用电缆施工困难的地区。通过对外合作我们已开始引进这方面的设备和技术。今后要进一步的研制和发展无线电遥测地震仪器，以期在地球物理勘探近岸石油方面作出新的贡献。

渤海三维地震勘探

王 云 峰

随着石油勘探、开发的不断发展，在世界范围内，大的、简单的构造油藏多被发现、开发；现正向着小而复杂的断裂构造油藏及各类非构造油藏展开勘探。尤其在海上，由于钻井费用的昂贵，搞清这些复杂油气藏的分布范围，减少干井——定准井位——是一个严重的问题，它直接影响到勘探开发的投资和开发的速度。为了适应这种需要，产生了三维地震。

三维地震勘探是在二维地震勘探的基础上发展起来的。它们之间，不论在野外采集，或是在室内处理及解释方面都有很多相似之处，但也有一定的差别。本文以介绍渤海BZ28—1区块和BZ34区块的三维地震勘探为主，重点是阐述海上三维地震与二维地震勘探的不同之处。

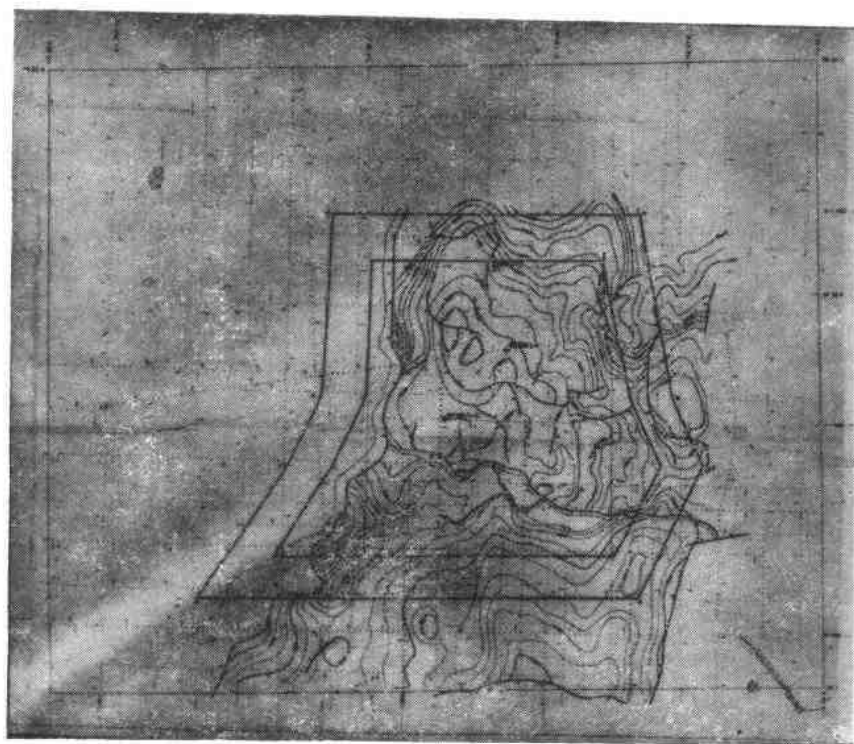


图1 BZ28—1施工设计构造图

一、问题的提出

BZ28—1及BZ34地区进行三维地震勘探之前，二维地震已经搞了详查、或精查，并且打了若干探井，见到了高产油流。紧接着是考虑油田开发问题，但根据现有的二维地震资料

和钻井资料尚不能确定准确的含油面积和油气储量，主要问题如下：

（一）没有得好内幕反射

图1为BZ28—1区块第三系底的古侵蚀面等 T_0 构造图，三口油井显示于上。

BZ28—1—1井。第三系直接复盖在寒武系灰岩之上，三百多米的寒武系灰岩（夹70多米页岩）之下是更古老的花岗岩，高产工业油流，就在该灰岩内。BZ28—1—2井揭露，第三系直接复盖在奥陶系灰岩之上，在灰岩内，获高产油流。图15是两口井的联井剖面，2.3秒附近的强层，为两种灰岩的顶面反射。其下，未见到两种灰岩之间，及寒武系灰岩与花岗岩之间的反射，代之的是一些干扰背景和可信度极低的零散反射。这样使我们不可能知道，两种灰岩的确切产状，不知道两种灰岩的分布，尤其是纵向上的分布。

（二）花岗岩——寒武系灰岩——奥陶系灰岩，横向上的界线不清。

BZ28—1—3井揭露，第三系直接复盖在花岗岩之上。由这三口井得知，第三系直接与两种灰岩或花岗岩接触。从花岗岩，两种灰岩的速度、密度特征分析，这三种接触面均有较大的反射系数。在实际地震记录上难以从反射特征上、能量上加以区分，图15中2.3秒附近的强层就是。在BZ28—1—1井和BZ28—1—2井之间，难以找到两种灰岩的反射界限。

（三）需要进一步确定砂岩体的分布

BZ28—1—3井在第三系底部沙河街砂岩内见到了高产油流，据地质上的推断，可能属冲积扇上的砂岩，并且根据现有地震资料圈出了砂岩体（即扇体）的分布范围，但须更精确的地震资料加以证实。

（四）小断层及砂岩体的分布不清

据BZ34区块的BZ34—2—1井资料，在第三系内，从明化镇组到沙河街组地层中存在着多套砂岩油层，（主要有六层），试油结果总的日产油量达1900方，从图2 D94—2地震剖面上看，主要问题是（1）在构造部位地震反射波的能量变化较大，这可能是含油砂岩相变很快的反映，所以含油层的分布除受构造条件的控制外，还受到砂岩体分布的控制。（2）小断层很发育，很复杂；浅层断层往往不通到深层而深层断层也较少通到浅层，且落差小，延伸短。这直接影响到构造的细节和砂岩体的分布。

三维地震能够使各类反射得到完全的归位，使提供的构造准确、可靠。由于界面陡、不平引起的能量分散也能被完全收敛，这就有可能得到BZ28—1区块内的微弱的内幕反射。由于各种异常波的归位，由于划分较小的共反射面元克服了部分的电缆羽角的影响，使记录的干扰背景进一步降低（即提高了信噪比），提高了分辨率，这就有可能解决BZ34区块的小断层分布问题和为搞清砂岩体提供较可靠的依据。

三维地震测线很密（一般线距为40—100米），为搞清构造及断层的细节创造了条件。

三维勘探可以提供任何方向的地震剖面 and 任何时间的等时切片（所以我们称它为最终地震勘探），这对了解地下构造及断层是非常有利的。

由于三维地震勘探具有上述的一些功能，为了解决BZ28—1及BZ34两个区块二维地震

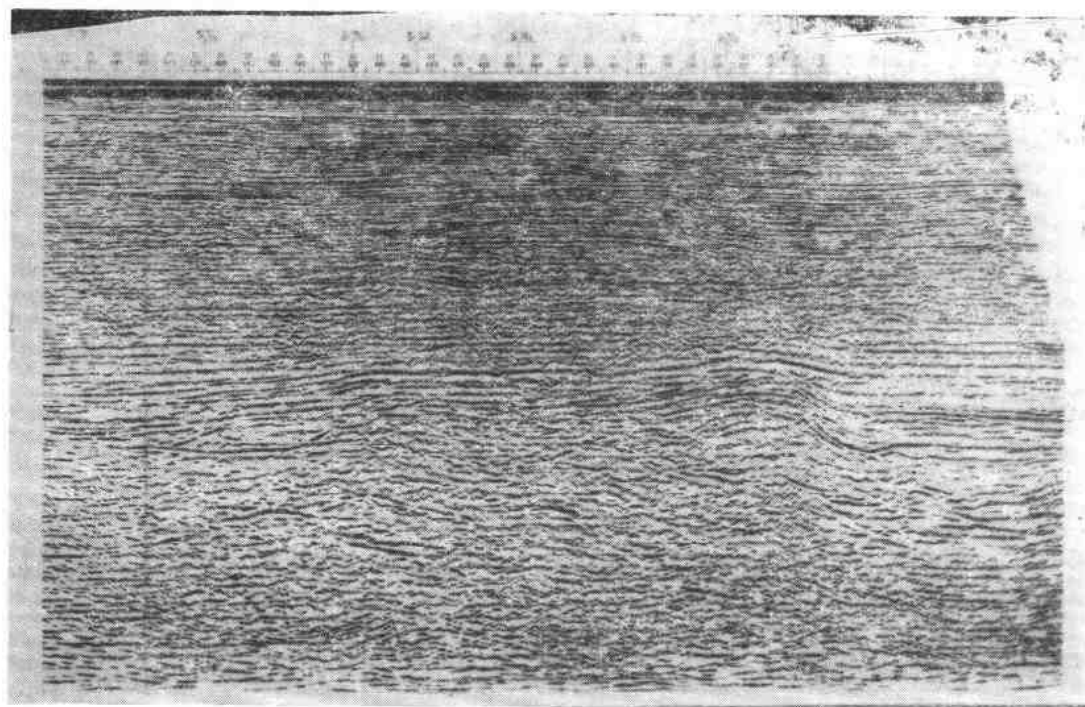


图2 BZ34 D94—2测线

勘探没有解决的问题，我们在这两个地区进行了三维地震勘探。

二、海上三维地震勘探简介

(一) 野外采集

1. 首先确定要查明的构造范围，然后再根据地层倾角等参数确定要得到该构造的附加勘探范围。图一为BZ28—1区块实际设计图，内框为要查明的构造范围，外框为野外的勘探范围，内外框之间为附加勘探范围。

附加勘探范围的宽度按以下两种方法之一计算：

(1) 当构造的倾角较大时，利用下式计算，见图3：

$$D = \frac{1}{2} V t_0 \sin \varphi$$

V ：地层平均速度

t_0 ：双程反射时间

φ ：目的层在测线方向上的视倾角

(2) 当地层的倾角较小时，可利用下式计算见图4：

$$D = \frac{V}{2} \sqrt{\frac{t_0}{F}}$$

t_0 ：双程反射时间

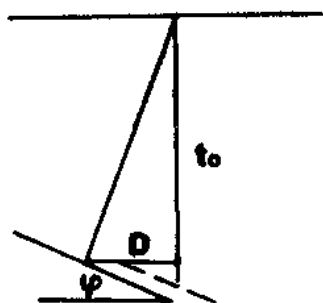


图 3

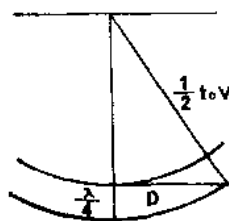


图 4

V : 平均速度

F : 有效波的主频

在实际设计中,因这两个区块有较大的倾角,——尤其是BZ28—1区块,我们采用了(1)式来进行计算。

2. 其次要考虑测线间隔,我们从空间采样可能要出现空间假频的角度来考虑,得到计算测线时隔的公式。

$$l = \frac{V}{4F_m \sin \theta} \quad (3)$$

l : 测线间隔

V : 平均速度

F_m : 不发生畸变的最高频率

θ : 与测线垂直方向上的视倾角

特别要注意 θ 角,如果要计算接收点的间距,它应为测线方向上的视倾角。在实际设计中由于BZ28—1比BZ34区块角度(θ)大,所以其测线间距小,为50米;BZ34区块为60米。

除按(3)式考虑测线间距外,还要考虑我们所要分辨的小断层,如果我们所希望分辨的断层间距很小,工区断层很多,测线距也应小些。

3. 测线方向和施工方向的确定

测线方向要考虑两个因素:

(1) 垂直工区的构造走向和主要断层走向——这与一般二维地震勘探布线原则相一致。

(2) 尽量减小电缆羽角——即按“流向”布线。

在我们的实际三维布线中,主要考虑的是第一条,因工区海流是转流难以考虑。

在BZ28—1区块(如图1)第三系底的等 l 图,呈现出一个较完整的构造(西部有一段为断层),但主要断层,即构造的东侧和西侧的断层是近南北向的,所以测线方向垂直主要断层——近东西向——是合理的。

BZ34区块包括三个局部高点,见图5,产状多变难以考虑。区块内小断层较多,以东西向为主,查清这些小断层是三维勘探主要目的之一,所以测线方向近南北向为好,但实际设计为近东西向,这对查清小断层是不利的——实际的三维资料解释证明了这一点(以后还

要谈到)。测线方向选定后,施工方向和方法仍需考虑:(1)尽量使相邻测线的电缆羽角保持一致,以保证不同共中心面元内共中心点分布均匀。(2)便于施工,图6是BZ28—1区块实际施工示意图,图上测线两边的箭头表示施工方向。可以看出,它不像二维野外采集那样,按测线顺序施工,而是循环进行。

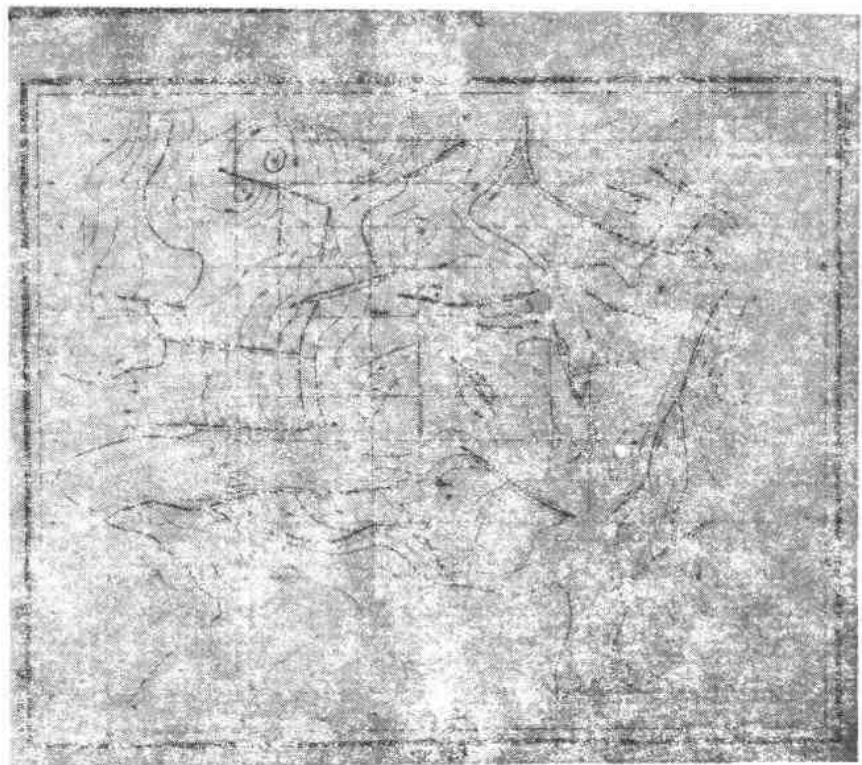


图5 FZ34区块构造图

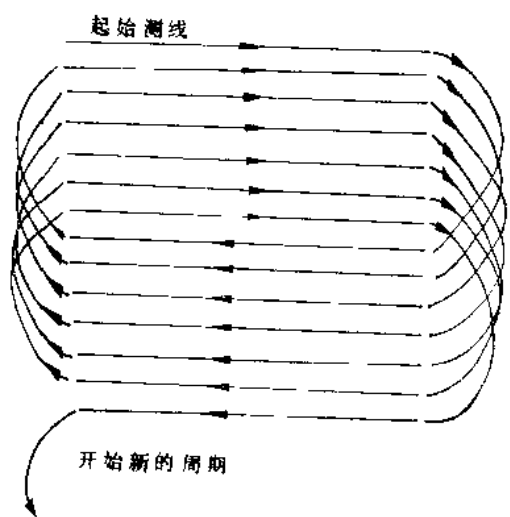


图6 野外采集施工示意图