

地震勘探记录选集

石油科学研究院
地质勘探开发综合研究所编

科学出版社

地震勘探记录选集

石油科学研究院
地质勘探开发综合研究所编



科学出版社

1967

内 容 简 介

本集以大量的典型实例介绍了我国石油地震勘探生产实践的经验。内容共分四章：第一章为各地区地震工作特点，主要介绍了我国已进行地震勘探地区的地震地质条件，相应的工作方法及取得的效果。第二章重点介绍了复杂地区，如标准波不明显地区、厚砾石层地区、干涉现象严重地区的地震工作方法等。第三章为干扰波和异常波，主要介绍了几种常见的异常波的特点、产生条件和对它们的利用，对干扰波的压制方法也作了介绍。第四章比较系统地介绍了用反射波法研究断层的经验。

本集可供地震勘探工作者及有关专业的师生参考。

地震勘探记录选集

石油科学研究院
地质勘探开发综合研究所编

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

北京市书刊出版业营业许可出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1967 年 12 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1967 年 12 月第一次印刷 印张：10 插页：11

印数：0001—3,000 字数：228,000

统一书号：13031·2372

本社书号：3584·13—14

定价：[科六] 1.70 元

前 言

在伟大的毛泽东思想指引下,在党的领导和各兄弟部门的密切配合下,我国的石油地震勘探队伍也和整个石油工业一样,迅速地成长起来了,创造出了一套适合我国具体情况的地震勘探方法,取得了较好的地质成果,为我国油气田的勘探与开发作出了应有的贡献。

为了进一步交流经验和总结经验,促进地震勘探技术的提高和发展,更好地满足日益发展的石油工业的需要,我们组织地区同志编写了这本记录选集。

这是根据我们目前认识水平选择和编写的,编写的材料只限于 1965 年以前的,不够系统和全面,总结提高到理性认识上也很差,不妥之处,希望读者批评指正。

目 录

前 言	iii
第一章 各地区地震工作特点	1
第一节 一区	1
一、良好的地震地质条件	1
二、地震连片测量的工作方法	3
第二节 二区	3
一、表层地震地质条件简单, 深层复杂	4
二、构造断裂带上的地震工作方法	8
第三节 三区	8
一、有利的激发条件, 不利的接收条件	10
二、水网地区的施工方法	10
第四节 四区	10
一、复杂的表层条件	10
二、湖上地震工作方法	11
第五节 五区	15
一、表层条件复杂	15
二、深部地震地质条件的有利和不利因素	15
三、山地工作方法	16
第六节 六区	16
一、海上工作条件	16
二、海上工作方法	19
第七节 七区	19
一、表层地震地质条件复杂	23
二、盆地内部地质构造比较平缓	23
第八节 八区	27
第九节 九区	30
一、表层地震地质条件复杂	30
二、深层地震地质条件分区性明显	31
第十节 十区	32
一、北部盆地	32
二、南部盆地	34
三、东部盆地	43
小结	43
第二章 地震工作方法	44
第一节 因地制宜的仪器调节方法	44
一、突出标准波的工作方法	44
二、“两高两低”的工作方法	51

第二节 复杂地区的工作方法	51
一、厚砾石地区的工作方法	51
二、反向组合检波	55
三、干涉带中地震波的对比	64
四、用低频折射法勘探超覆地层的工作方法	74
小结	82
第三章 干扰波和异常波	83
第一节 干扰波	83
一、无规则干扰波	83
二、规则干扰波	83
三、海上干扰波	91
第二节 多次反射波	97
一、多次反射波问题	97
二、多次反射波在记录上的干涉特点	98
三、多次反射波的鉴别方法	98
四、多次反射波的压制	104
第三节 异常波	104
一、绕射波	104
二、迴转反射波	111
三、反射-反射波	116
四、反射-折射波	119
五、断面反射波	124
小结	125
第四章 断层、不整合与超覆	126
第一节 断层	126
一、断点的确定	126
二、断层线的确定	135
三、断点在平面上的组合	142
四、地质效果	145
第二节 不整合、尖灭与超覆地层的地震记录及其解释	145
一、弯曲界面所形成的记录特点	147
二、台阶状界面所形成的记录特点	147
小结	154

第一章 各地区地震工作特点

第一节 一 区

本区为一巨大的中生代断陷盆地。沉积岩系厚约 6000 米 (表 1)。目前的勘探基底为侏罗系。

表 1

地 层 单 位			主 要 岩 性	反 射 标 准 层		
界	系	组		名 称	追 踪 概 况	波组名称
新 生 界	第四系		黄土、黑土,下部为粘土流砂,底部有砾石			
	第三系	三	砂岩及粘土			
		二	粉砂质泥岩为主,夹褐煤,底部有薄层砾石			
		一	泥岩与粉砂岩			
中 生 界	上白垩系	二	上部为泥页岩,下部粉砂岩为主,底部有砂砾石			
		一	泥页岩、泥质砂岩及粉砂岩			
	下白垩系	四	上部以砂岩与泥岩互层为主,下部以泥岩、页岩为主,有时夹粉砂岩	03	浅层资料好时,可连续追踪	06
				04	不能连续追踪	
				06	基本能连续追踪	
				07	不能连续追踪	
				I	能连续追踪	I
		三	泥质岩为主,上下部多夹粉砂岩互层	I'	基本能连续追踪	
	白垩系	二	泥岩	II	能连续追踪	II
		一	砂岩、砂质泥岩	III	不能连续追踪	

一、良好的地震地质条件

盆地内大部分地区地形平坦,表层多为第四系所覆盖,潜水面比较浅,一般在 3—5 米,激发和接收条件良好。

深部地震地质条件也很好。地层倾角平缓,构造比较简单。沉积韵律明显,反射界面多,全区可获得六个标准层,其中第 I、II 标准层特征明显,能大面积连续追踪。

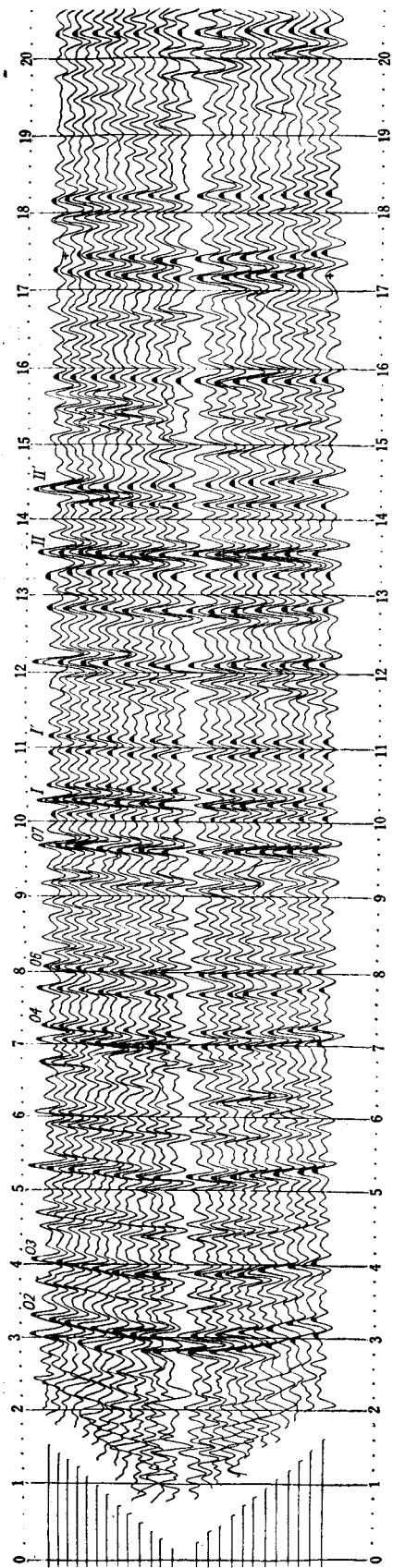


图 1 拗陷区典型记录

反射层次多,记录面貌清晰,第 I、II 标准波特征明显,波组关系稳定

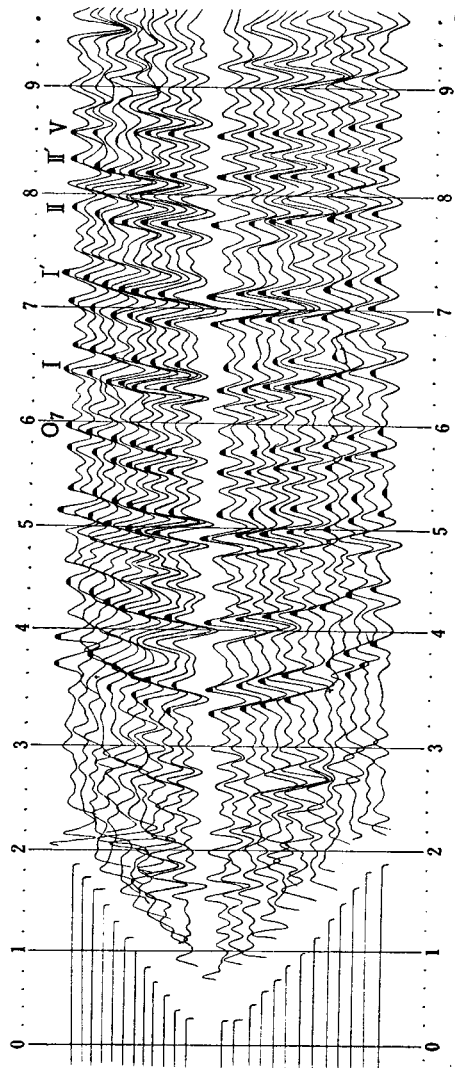


图 2 西部斜坡地区典型记录

反射层次少,而且浅,反射层靠近,相位数减少

在野外工作中,一般采用爆炸井深 7—15 米,炸药量 5—20 公斤,3—5 个检波器组合和中点放炮的简单连续观测系统,就能获得良好的记录。但是,盆地边缘个别高岗子地区,地形高差较大,潜水面深且不稳定,如东南隆起带上,局部地区的潜水面深达 30—50 米。此外,盆地中部多江叉沼泽,表土以下常遇流沙层,引起激发岩性的剧烈变化。在这些地区采取了比较复杂的工作方法。

地震工作中碰到的频繁错断的断层给解释工作带来困难,开始对它没有认识,曾把记录上各种强相位变化单纯地解释为地下岩性变化和不整合现象。目前在本区使用地震方法已能查清落差为 20—30 米的小断层。

二、地震连片测量的工作方法

以往,地震勘探部署常常是从局部构造着手,通过一个一个局部构造详查,最后连成片才认识全区的规律。这样盲目性很大,还延误勘探速度和浪费工作量。地震连片测量是毛主席“集中优势兵力打开灭战”的伟大思想在地震勘探上的具体运用,在一个短时期,集中优势兵力,把普查、详查和细测有机地联系在一起,从而迅速、全面地搞清盆地上下左右的区域构造和二级构造,并且准备出局部构造圈闭,为钻探既提供了战略部署依据,又具体落实了战役部署的依据。集中使用地震力量进行连片测量,不仅提高了地震工作效果,而且还有利于总结交流经验和科学研究,促进技术水平的提高。

本区进行地震连片测量只化了二年时间,迅速地查明了上下六个地震标准层的构造,绘出了全盆地的构造图,为油气田勘探提供了丰富的资料。

图 1—3 是本区典型地震记录 and 剖面。

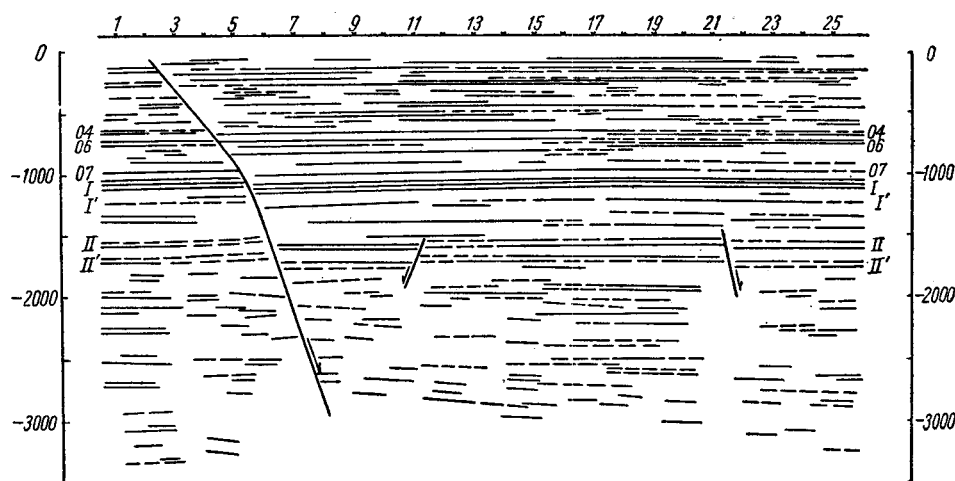


图 3 拗陷区典型剖面
反射层连续性好,层间厚度稳定,特征明显

第二节 二 区

本区为一个中新世沉积盆地,在拗陷内沉积岩系的最大厚度可达 6000 米以上(表 2),但在隆起上只有 1000 米左右。基底起伏很大(图 9),目前勘探的基底为前石炭系。

表 2

地 层 单 位			主 要 岩 性	反 射 标 准 层	
界	系	组		名 称	追 踪 情 况
新 生 界	第四系		粘土及砂质粘土,夹粉细砂层	0 I II III VI	大面积稳定连续追踪 凹陷内连续性较好,凸起上较差 能连续追踪 } 局部地区追踪较好
	上第三系	二	泥岩、砂质泥岩夹薄砂层,局部地区有玄武岩		
		一	泥岩、砂质泥岩、砂岩与页岩		
	下第三系	二	细、中、粗砂岩与砂质泥岩、泥岩		
		一	上部为暗色泥岩夹薄层灰岩, 中部为页岩、泥岩夹薄层砂岩, 下部为砂质泥岩及砂岩		
中 生 界	白垩系		粉细砂岩及砂质泥岩		
	侏罗系		泥岩、砂岩、砾状砂岩和砾岩		
	三迭系		砂岩与泥岩互层		
古 生 界			上部为砂泥岩、页岩夹煤层 中部为石灰岩		
			下部为砂岩、砂质泥岩、页岩		

一、表层地震地质条件简单,深层复杂

盆地内广大地区地形平坦,表层多为第四系所覆盖,近地表几十米内,除滨海地区的老河床和河流附近有流沙、淤泥及沼泽外,大部分为黄土、粘土、砂土等。潜水面浅,一般为4—5米左右。广大范围内低速带的厚度与速度变化不大,低速带底面与潜水面基本一致。这都构成了有利的激发与接收条件。但是,深部地震地质条件是非常复杂的,总括起来有两个明显的特点。

1. 反射层多,但标准层不突出

中新生界特别是第三系砂泥岩薄互层很发育,反射层多,但标准层不突出。另外,局部地区存在着厚约10—30米的玄武岩层,波阻抗与上下地层有显著差异,产生多次波,影响了中深层反射的正确对比。

2. 断层发育

本区由于新老构造运动影响,在隆起和凹陷边缘,构造顶部的断层相当发育,局部地区在水平距离500米内就有三条断层出现。由于断层多,使反射波的连续对比性遭到破坏,并产生异常波,在记录上出现复杂的干涉现象。另外,由于地层厚度及岩性在横向上

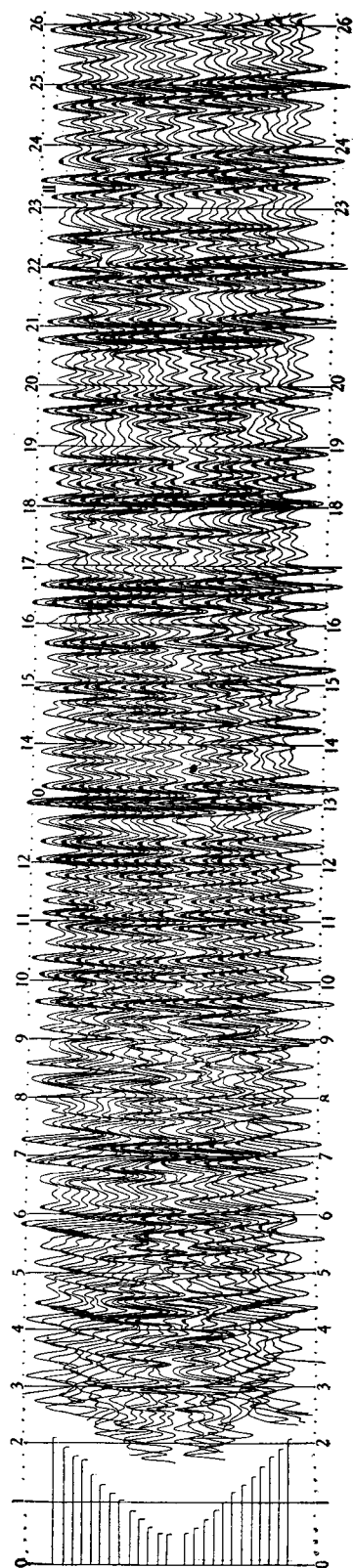


图4 盆地西部典型记录
反射层次多,深度大,标准波能量强,波形稳定,能连续追踪

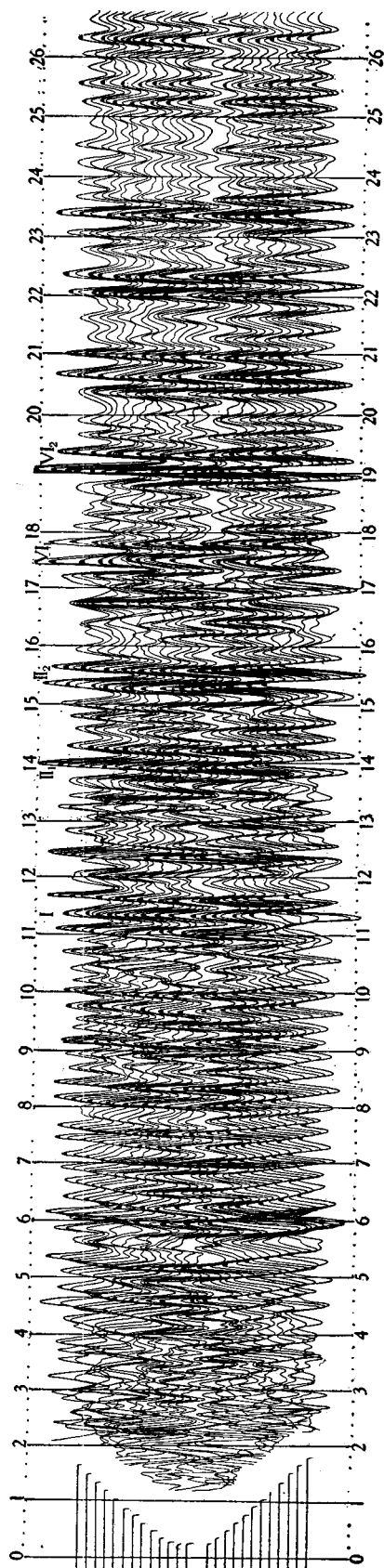


图5 盆地东部拗陷内典型记录
反射标准波能量强,波形突出,具有明显的波形特征

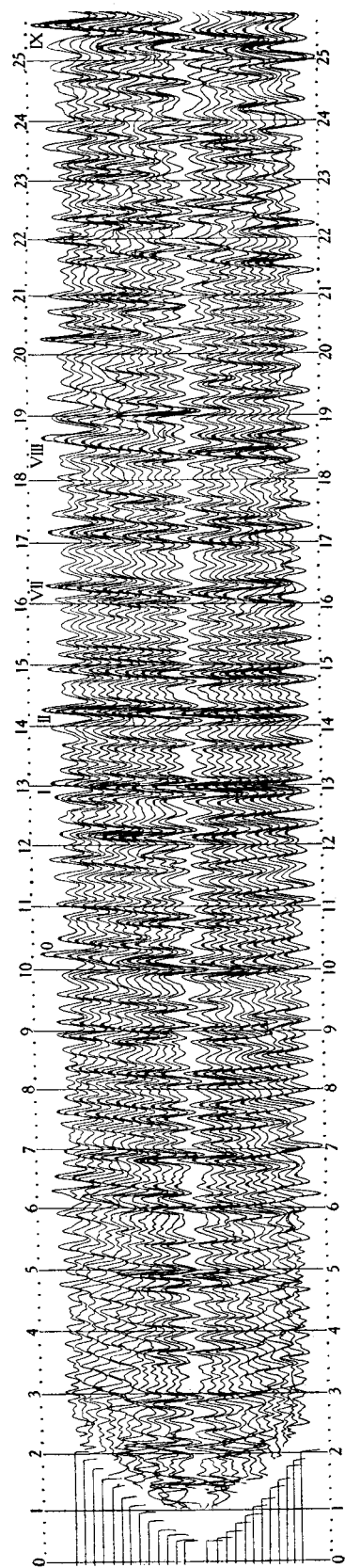


图 6 中部拗陷内的典型记录

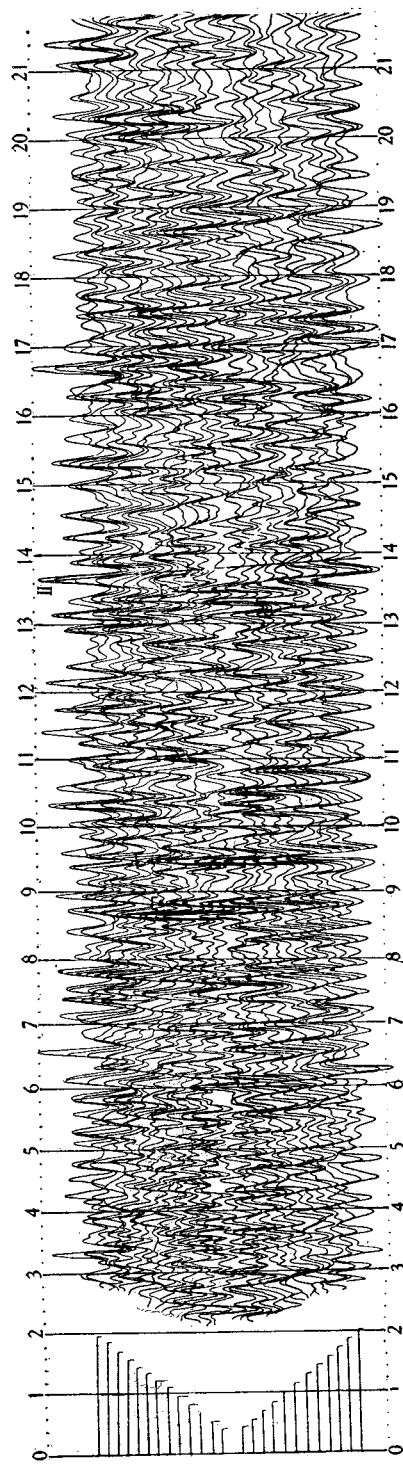


图 7 凸起上的典型记录(图中采用干涉带对比符号)

反射层欠少,波的干涉现象严重

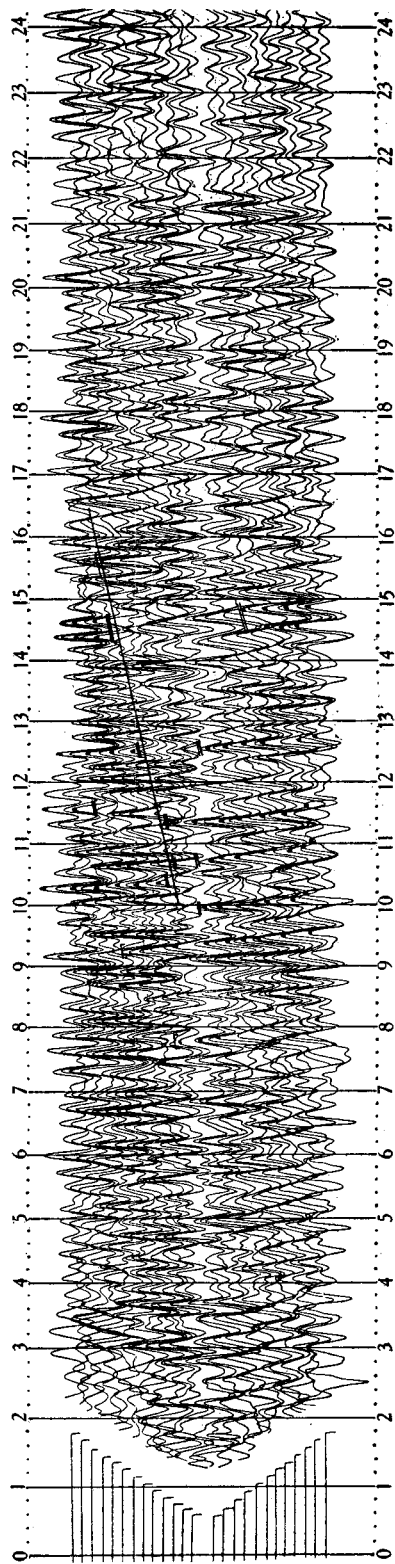


图 8 构造断裂带上典型记录

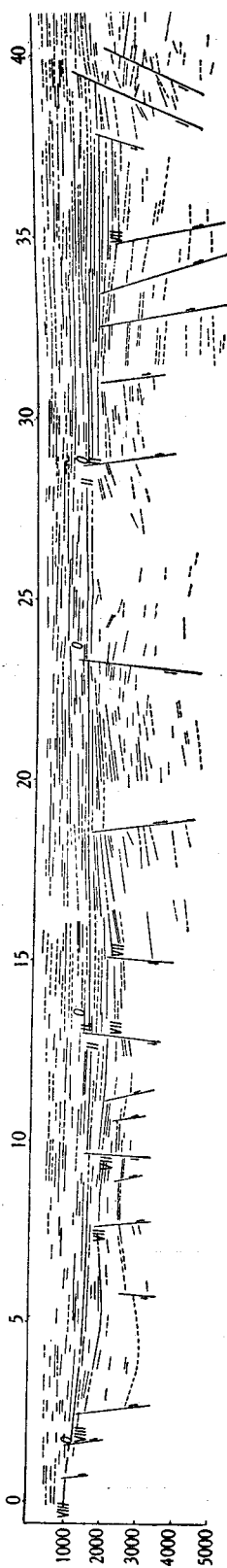


图 9 区域典型剖面
拗陷内反射层次多, 隆起上反射层次少, 基底起伏大

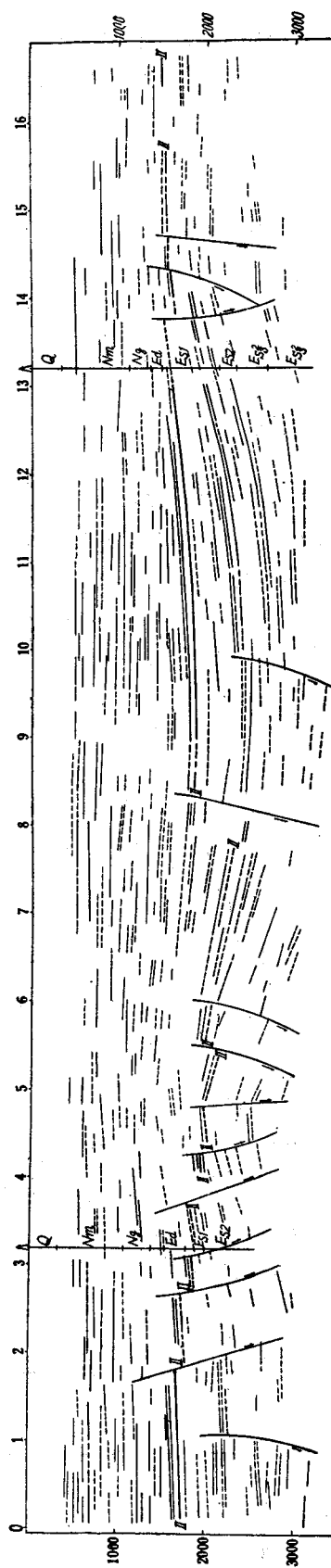


图 10 拗陷断裂带上典型剖面

变化较大,形成超复、尖灭等地质现象。

地震地质条件的这些特点,决定了本区地震记录上反射波多,波形特点不明显,连续性差等特点。因此,突出标准波的波形特征,就成了本区地震工作的关键。

二、构造断裂带上的地震工作方法

从本区具体情况出发,在区域勘探方面集中优势的地震力量,进行大面积连片测量,在构造断裂带上采用反复实践,反复认识的篦梳战术。为了搞清断裂复杂地区的构造情况,本着在复杂条件下选择相对简单的地区,在断层密集地段找相对简单地段的原则,在构造断裂带上首先选择大断层、大断块进行解剖。在野外地震工作方法上,通过实践,从改进仪器调节着手,逐步总结出一套以突出标准波为中心的工作方法。采用这套方法之后,地震记录上标准波突出,断层反映清楚。在室内资料解释上,针对记录上复杂的干涉现象,试用了干涉带内地震波的对比方法,地层产状、断层位置都得到了比较正确的解释,收到了较好的地质效果。此外,在多次反射波强烈干扰的地区,试用反向组合检波法抑制多次波,也取得了一定的效果。但是在复杂的构造断裂带上,地震工作方法还有待于进一步研究和完善。

图 4—10 是本区典型记录及剖面。

第三节 三 区

本区为中新世盆地,地层剖面及反射特点见表 3。

表 3

地 层 单 位			主 要 岩 性	反 射 层 特 征
界	系	组		
新 生 界	第四系		粘土、砂质粘土、砂层	上第三系底部的反射层可在较大范围内追踪 上下第三系不整合面以下,反射层连续性差,并存在严重的多次反射波
	上第三系		砂岩及泥岩	
	下第三系	二	泥岩、砂质泥岩与砂岩、砂砾岩互层	
		一	以泥岩、页岩为主	
中 生 界	白垩系	二	砂岩为主,局部夹砂砾岩	
		一	砂泥岩与泥质砂岩	
	上侏罗系		砂质泥岩、泥岩与粉砂岩	
	侏罗系 中下		砂岩、页岩与煤层	
	上三迭系		细砂岩、粉砂岩、砂质页岩互层	
	三迭系 中下		灰岩为主,下部夹砂质泥岩	

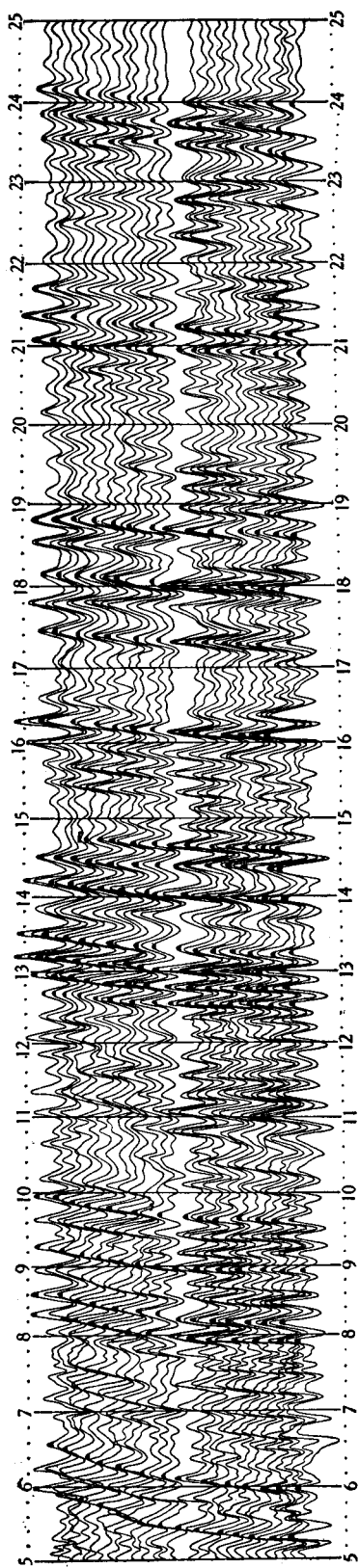


图 11 凹陷内的典型记录
反射层次多,反射时间可达 2.4 秒

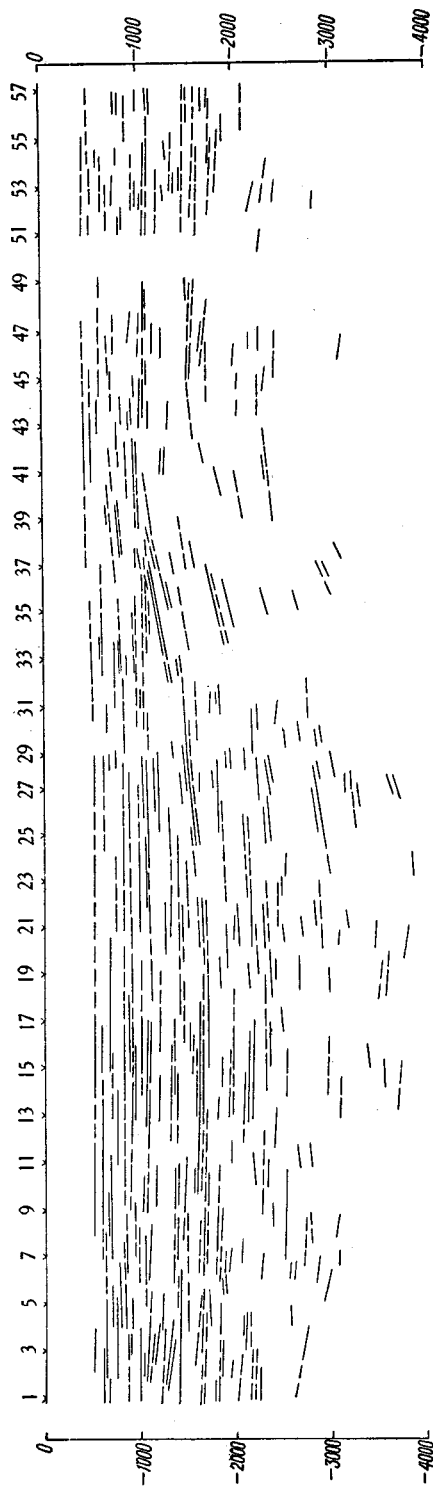


图 12 凹陷内的剖面图

一、有利的激发条件,不利的接收条件

盆地内地形平坦,低速带很薄,潜水面浅,夏季 1 米左右,冬季 4 米左右,大部分地区在 5—8 米以下可遇到粘土层,激发条件非常有利。在深 5—15 米的井中爆炸能得到 10 层以上的反射波,最大反射时间可达 2—3 秒(图 11)。但个别地区流沙层增厚,在流沙中爆炸往往不能得到足够强度的反射波。

盆地内水系发育,河网纵横,水田密布,造成野外施工的困难和不良的接收条件,特别是芦苇地区,草根丛生,造成低速带的不均一性,常使反射同相轴强烈扭曲。另外,草根不仅吸收有效波能量,而且还使检波器接触不好,造成无规则干扰。因此,检波器埋置条件的选择对改进记录质量有重要意义。

二、水网地区的施工方法

如前所述,本区大部分是河网、沟渠、水田密布的地区,沼泽也不少,交通运输多靠木船。地震施工上总结出三个特点:

- 1) 以船为家的施工方法;
- 2) 采用手摇钻等轻便钻井方法;
- 3) 灵活布置测线和选择观测系统,排列长度及检波点距要根据具体条件决定。

几年来的地震工作,取得了一定的地质效果,为今后开展水网地区的工作和进一步查明区域构造性质提供了有益的资料。图 11,12 是本区的典型记录和剖面。

第四节 四 区

本区是一个新生代沉积盆地。盆地基底起伏大,断裂发育。在凹陷内沉积岩的最大厚度可达 4000 米,在凸起上变薄,并遭后期侵蚀破坏。第三系在全区普遍发育,但厚度变化较大。在盆地的西部还有大量的玄武岩喷发。

一、复杂的表层条件

盆地内广布第四系,全新统是构成本区表层的主要沉积层。在全新世晚期,地壳开始上升,致使原来形成的广大湖盆被分割成许多小湖盆。沉积物围绕湖泊形成环形或透镜

表 4

地 表 分 区	工 作 因 素	激 发 条 件	接 收 条 件	工 作 方 法	效 果
耕 地 (旱地与水田)		一般在 8—13 米深度上有一层粘土为良好的激发岩性	较好	单井激发, 3—5 个组合检波	一般在凹陷内取得较好的记录(图14)在凸起上的连续追踪程度较差。
水 网 沼 泽		表层为厚 15—30 米的含腐植质的流砂或淤泥,激发条件很差、低频干扰严重、能量被强烈吸收。	地表为蒿草丛生的沼泽激发接收条件差	3—5 井组合, 5—15 个组合检波选择有利的埋置条件和激发岩性	可取得 4000 米以上的可靠反射,但追踪程度不好(图 15)
湖 泊		在湖底淤泥较薄时激发条件一般。在淤泥层较厚时激发条件差干扰较大。	同 上	水中三点组合爆炸, 3 个组合检波, 检波器穿过湖底淤泥接触到硬地层。	所得记录干扰背景较强(图 16)

体状,沿河流形成狭长条带。由于河流不时改道,湖泊沧桑变迁,造成本区表层条件极不稳定,纵横变化都很剧烈。

地下水位及岩层中含水情况也是不稳定的,随地区和季节而变,有时地下水位仅1—2米,有时深达15米左右。地下水层数也受岩性及地层结构的影响而变化。

平原内表层沉积的这种特点,是形成本区表层地震地质条件复杂化的主要原因。根据表层结构及地面特征可将工区分为耕地、水网沼泽及湖泊三类(表4)。

二、湖上地震工作方法

本区湖泊星罗棋布,但绝大部分湖泊的面积都较小,连通性差,湖水浅。这类地区的工作方法是:

1. 接收装置

在湖水深1—5米,湖底有一层厚度不等的淤泥,工作时,将检波器放入专用防水外壳(图13)内,插到淤泥以下,使其与硬地层接触。这种装置平时拆装检波器时不需动其顶部引线,只须打开防水系统上盖,拆下内部接头即可。

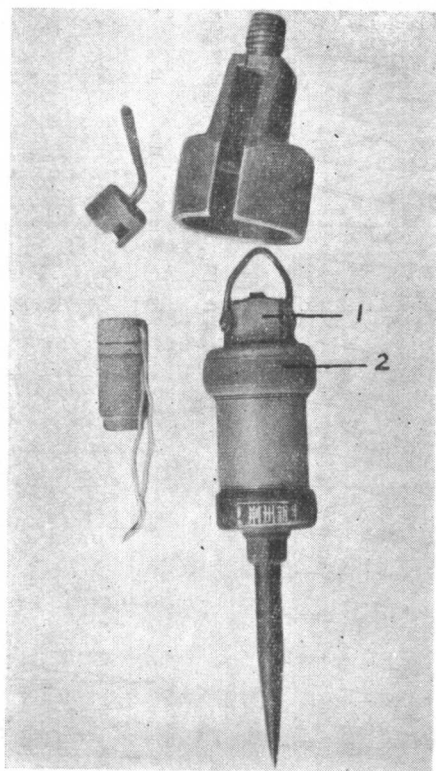


图13 检波器防水外壳

大线用塑料布包扎,工作时用均匀分布的橡胶球将大线浮在水面,同时,为了减少风浪的漂移影响用沉桩来固定其位置。