

地 质 矿 产 部

# 地球物理地球化学 勘查研究所刊

第 3 号

地 质 出 版 社

地 质 矿 产 部

地 球 物 理 地 球 化 学  
勘 查 研 究 所 所 刊

第 3 号

地 质 出 版 社

## 内 容 简 介

本刊为报道所内最新科研成果和学术论文集。此期为第3号,选入了15篇文章。内容包括有:应用物化探方法和仪器解决工程地质水文地质问题的六篇,反映了我所近期科研工作密切配合城市经济建设新的进展;从经验和理论角度全面总结了导电纸模拟方法的应用,为科研提供了一份完整的科学文献;还总结了勘查地球化学方法寻找各类矿床、热水的研究成果,以及开展穆斯堡尔谱、资料解释的 Fuzzy 的数学模型、地电化学新方法试验研究效果。最后,为加强物化探情报工作,促进科研发展,提供了一篇有关情报理论方面的综述性文章。

本所刊可供从事地球物理地球化学勘查和有关地质、仪器等生产、科研、教学的科技人员,以及地质院校学生使用和学习参考。

### 地质矿产部 地球物理地球化学 勘查研究所所刊 第3号

责任编辑:傅学信

地质出版社出版发行

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所经销

开本:  $787 \times 1092^{1/16}$  印张:  $17^{1/8}$  字数: 400 000

1988年4月北京第一版·1988年4月北京第一次印刷

印数: 1—1,530册 国内定价: 4.10元

ISBN 7-116-00099-2/P·087

— · — · 目 录 · — · —

〔物探方法研究〕

试论强干扰下浅层超浅层反射地震技术的开发——上海市区某地段应用效果

- ..... 王庆海 徐明才 刘永东 (1)
- 地震反射技术在工程地质调查中的试验研究 ..... 徐明才 王庆海 刘永东 (7)
- 跨孔声波透视法在钻孔灌注桩质量和外形检测中的应用 ..... 雷振英 赵雁 袁远 (15)
- 穆斯堡尔谱应用于矿物学找矿 ..... 徐笑貌 (25)
- 物化探地质资料综合解释的 Fuzzy 数学模型 ..... 王忠敏 (33)
- 导电纸模拟在地质工作中的应用 ..... 何裕盛 (45)

〔化探方法研究〕

- 新疆某铜镍矿床地电化学勘查方法试验 ..... 刘吉敏 (151)
- 汞量测量方法对寻找各类型矿床的应用 ..... 伍宗华 (165)
- 热田水地球化学的研究 ..... 朱立新 朱炳球 史长义 余慧 王公远 (197)
- 用纯仪器中子活化分析方法测定我国第二批地球化学标样  
..... 卜维 苏江玉 吕毅 陈浩 (209)

〔仪器研制与讨论〕

- 钻井压裂裂缝方位测量仪的应用 ..... 李志武 周燕云 (213)
- 对浅层地震勘探仪器的讨论 ..... 刘永东 王庆海 程大祥 徐明才 (219)
- TDS-3图型输入板及其应用 ..... 卢环 (225)

〔情报专题综述与研究〕

- 物探在城市工程地质中的应用 ..... 丁志俊 (231)
- 科研工作中的情报意识与行为的刍议——为加强情报工作而作 ..... 傅学信 (249)

---

本刊主编：陈云升；副主编：傅学信、李美生。参加本期编审、编辑工作人员：陈云升、傅学信、宋翠兰、张常杰；图件制作人员：黄裕芳、孙莲燕等。

# BULLETIN OF THE INSTITUTE OF GEOPHYSICAL & GEOCHEMICAL EXPLORATION, MINISTRY OF GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES NO.3

---

## CONTENTS

### Studies of Geophysical Methods

- A Preliminary discussion on the development of shallow and super-shallow reflection seismic technique under strong interferences—a case history of an urban district in Shanghai  
.....Wang Qinghai, Xu Mingcai, Liu Yongdong ( 1 )
- Investigation of engineering geology with reflection seismic technique  
.....Xu Mingcai, Wang Qinghai, Liu Yongdong ( 7 )
- Application of crosshole acoustic method to detection of quality and appearance of borehole concreting pile  
.....Lei Zhenying, Zhao Yan, Yuan Yuan ( 15 )
- Application of Mössbauer spectrum to mineralogical Exploration  
.....Xu Xiaomao ( 25 )
- Fuzzy mathematical models for comprehensive interpretation of geological, geophysical and geochemical data ..... Wang Zhongmin ( 33 )
- Application of conductive paper modelling to geological survey  
.....He Yusheng ( 45 )

### Studies of Geochemical Methods

- A study of geoelectric chemical exploration on a copper nickel deposit in Xinjiang..... Liu Jimin (151)
- Application of mercury measurement to the exploration of various deposits  
..... Wu zonghua (165)
- Hydrogeochemical investigation for geothermal fields  
.....Zhu Lixin, Zhu Bingqiu, Shi Changyi, Yu Hui, Wang Gongyuan (197)
- Detection of the second generation of the geochemical standard samples in China by means of pure instrument neutron activation analysis  
..... Bu Wei, Su Jiangyu, Lu Yi, Chen Hao (209)

### Designing and Discussion on Instruments

- Instrument for detecting the orientation of fracturing fissure in drillhole  
..... Li Zhiwu, Zhou Yan yun (213)
- A discussion on shallow seismic instruments  
..... Liu Yongdong, Wang Qinghai, Cheng Daxiang, Xu Mingcai (219)

Model TDS-3 digitizer and its application ..... Lu huan (225)

**Review and Study Concerning Information**

Application of geophysical exploration to urban engineering geology  
(investigation report).....Ding Zhijun (231)

Opinion on consciousness and behaviour of information in scientific and  
research work—for strengthening information work.....Fu Xuexin (249)

# 试论强干扰下浅层超浅层 反射地震技术的开发

## ——上海市区某地段应用效果

王庆海 徐明才 刘永东

### 摘 要

本文叙述了研究第四纪分层及其内部构造的重要意义。论述了第四纪松软地层的特点, 城市地震勘探的特点以及强干扰条件下浅层、超浅层反射地震技术。最后, 介绍了一个强干扰条件下反射地震技术的应用实例。

随着地质事业的不断发展, 为满足城市经济体制改革的需要, 城市地质工作, 包括地球物理勘探已提到议事日程上来。为适应这一形势发展的需要, 在总结已完成的上海市区延安东路过江隧道2号井至江边地段应用效果的同时, 对实用等方面做些讨论还是有所裨益的。

## 一、研究第四纪分层及其内部构造的重要意义

地壳表层的岩石和软土与现代人类活动极为密切。毫不夸张地说, 它们是人类活动的根基, 衣食住行离不开它。仅就建筑物而论, 无论其规模大小, 结构繁简, 都是以岩石或土层为基础。进而言之, 地面和地下建筑物, 如: 隧道、地铁、港口、水坝、高速公路、高层建筑、大型工矿、军事设施等, 常以表层的软土层、岩石层直接作为依托介质。因此, 查清第四纪及表层各地层之间的关系、构造形态、物质成分、结构以及各种特性参数, 对现代工程建设、地面沉降、抗震、防震以及第四纪的研究有着极其重要的价值。换言之, 为制定经济开发计划, 为提出某项具体的设计、施工方案, 较全面地系统地超前提供地质、地球物理资料, 进而为确定技术措施, 提供客观的依据, 以保证现代工程的发展, 质量和安全。

由于历史的原因, 许多重要的经济、政治、文化、交通中心——城市, 是在没有查清其地质条件的前提下建成和发展起来的。就是说, 以建筑学观点认为, 许多设计施工不合理现象大量存在。同时, 随着时间的推移, 社会的变迁, 表层及表层工程势必发生天然的、人工的, 具有危害性的各种隐患, 如下沉、塌陷、断裂、挤压等等。对此, 需要用现代工程观点加以认识。随着社会的发展和科学技术的进步, 表层工程对地质构造特性参数的精度要求越来越高。国内外大量的建筑工程实践, 也说明了这一点。

为满足人类现实生活的需要, 适应现代社会的发展、新建、扩建、改建城市是经济建

设工作中的一个重要组成部分。因此,对表层(含地基)的调查和研究是经济建设工作中的重要环节。

## 二、松软地层的特点

由于地理位置及其成因不同而使第四纪地层具有不同的地质特点。西部地区大部分为陆相沉积,其成分含粘土多,固结力大、较坚实,层理较清楚,利用某些地质手段可以进行地层划分,寻找内部构造,如断层等。

我国东南沿海及华北的地区平原大部分的地层为崩积、残积、坡积、冲积、湖积、河积、海进海退沉积而成。在第四纪残积、坡积和冲积层中,松散堆积层中的孔隙水广泛存在。这种情况在东南沿海一带更为普遍。由于气候湿润、降雨量大、距海岸线近,使松散地层更加松软。加之沉积物中含沙量大,在内外力作用下,某些物质在地层之间互相运移和渗透,造成地层之间物性差异小,波阻抗( $\rho V$ )差异不明显。

地层的几何尺寸和形状取决于当时的沉积条件。在新生代的第四纪的我国东南沿海一些地区,地壳的总趋势是下降的,气候也经过多次冷暖交替变化。由于地壳升降以及大洋水面高低变化的影响,海水大幅度进退,海陆面积互相消长。在不同的时期,河流入海处(河口)的位置不同,形成了相互重迭沉积,造成地层厚薄不匀、构造形态变化复杂多具尖灭状透镜体夹层存在;也常有大小不等的空穴及长短不等、方向不一的断层和裂隙等不规则的地质构造体,给地质调查带来许多技术困难。

## 三、城市地震勘探的特殊性

城市——政治、经济、文化之中心,人是这个中心的主宰者。各种建筑物,包括机关、厂矿、商店、学校、农舍、铁路、公路等,是人们从事政治、经济、文化等各种活动的场所。换句话说,人与这些物体在做相对运动;相对运动的结果在牛顿空间就发生了不被人们注意的自然现象——波,包括震动波、电磁波、声波等。这些不仅给人们带来一定危害,也给地震工作带来很大干扰。因此,过去一直将城市地震勘探这一领域视为禁区。不仅如此,工业区、居民区、商业区、交通干线等高度集中,施工现场地面狭小,地表、地下条件(柏油路、砖瓦水泥板、地下管道,建筑物等)错综复杂,均给地震勘探的施工带来极大的技术困难。这也是该项工作在过去迟迟不能有突破性进展的主要原因。在当代科学技术高度发展的今天,人们才有打破这一禁区的可能性。

综上所述,城市地震勘探具有以下特殊性:

1. 震动波和电磁波干扰严重,易造成假异常、误差大;
  2. 地表、地下障碍物多,使弹性波产生绕射、干涉,致使有效波屏蔽,影响观测效果;
  3. 施工现场一般较狭小,难以采用合理的观测方式,影响工效;
  4. 激发源要安全可靠,产生的弹性波频率要高(不宜采用爆炸源);
- 目前我国在该项工作中大部分采用沿袭多年的常规手段——钻孔、取样、实验室测



试。不难看出,该方法存在以下几个问题:

1. 对于地层连续形态和构造特点的勘察,仅仅依靠少数钻孔资料推断而成,与客观情况往往出入较大,给工程建设带来危害。

2. 利用钻探取样,在实验室进行参数测试。由于样品的被测状态与样品在地层中的原生状态(压力、含水量、温度)不一致,使测得的参数不准确。

3. 钻探取样、实验室测试耗资大,成本高、效率低。

鉴于常规方法存在以上问题,根据现代科学技术发展水平,可以利用各地层间的物性差异,特点,并采用浅层反射地震方法解决这一问题,是近代发展起来的行之有效的 手段,应予以推广。因为,这种方法探测速度快,成本低,内在潜力大,有发展前途。这方面已引起人们的十分重视。虽然此项技术应用于现代生产实践的时间较短,有些不足尚需进一步完善和改进,但从今后发展的需要来说,它是一种先进的技术而不容置疑。

浅层地震勘探,始于本世纪50年代,受当时科学技术水平的限制,只能用弹性波折射法进行调查——即折射地震勘探。这种方法简单,便于推广,在探明工程地质问题中得到了一定发展。但此方法却存在着盲区、盲层、排列长等一系列问题,致使一些待解决的地质问题得不到解决。随着科学技术的进步与发展,新的勘探技术——浅层反射波地震勘探在工程地质上的应用得到了迅速发展。该技术可为工程地质解决如下问题:

1. 利用浅层反射地震技术,可以了解各地层之间整合和不整合关系,地层内部松软填充物及其障碍物的规模及形状,地层厚度及其连续变化形态。查清第四纪内部的地质构造,如断层的断距、走向等。从而使建筑物的布局桩基设计、施工技术要求更趋合理、可靠。

2. 利用PS波浅层反射地震联合勘探技术,了解地层在内外力作用下产生的次生构造形态和地层各种物理参数;根据地质地震效应原理,进行综合分析,为抗震防震、地面沉降提供科学依据。

3. 与钻探方法相比,浅层反射地震技术可连续追踪地层的分布及其构造形态变化。

为适应城市浅层、超浅层反射地震勘探工作条件的需要,其收录设备,野外观测方式和电算处理,解释各个技术环节,必须具有以下特点或性能:

1. 收录设备应有较高的分辨率,较高的灵敏度和较大的动态范围以及较强的抗干扰能力。

2. 利用数据处理技术最大限度地提高地震记录的信噪比和分辨率。

3. 由于待查的地质问题和浅层反射地震工作方法的特殊性,在地震剖面上出现的 有效波一般为若干波的复合波。因此,要综合利用波的振幅、相位、频率,差异并给予识别和合理的解释。

#### 四、强干扰下反射地震技术应用实例

通过上述了解到,在城市开展浅层、超浅层反射地震调查工作存在着许多技术难题,如施工条件和待解决的地质问题往往各不相同。因此,没有什么千篇一律的工作方法可照搬硬套,要求技术人员,必须了解施工现场的工作环境,地质条件,待解决的地质问题。

根据强干扰下地震勘探技术理论,结合客观实际,制订施工设计方案。为进一步说明之,下面仅举一例。

上海市过江隧道超浅层反射地震勘探调查实例:

延安东路过江隧道是上海市的重大建设项目。1985年10月在2号井开挖施工中,因碰到地层中的流体包含物,造成了一定的事故。为确保安全,加快施工速度,我们承担了延安东路过江隧道陆家嘴2号井至黄浦江岸边的调查任务。陆家嘴至黄浦江岸边超浅层反射地震调查地段处于东南100m处为陆家嘴码头,是浦东、浦西之间的主要交通要道之一;大型轮渡往返频繁,车水马龙热闹非凡。西南10m以外即是苏州河。黄浦江的汇集转弯处,水流较急,来往船只较多,掀起的波浪不断冲击江岸,东北仅7m处即为2号井。为确保井下施工安全正在加固井壁,安装设备的敲击声和电焊声连成一片。西北方为从事各种活动的居民区。

不言而喻,施工勘查现场被来自上下、左右、前后的震动波和电磁波包围,其干扰强度可想而知。

该施工勘查现场地段位于长江三角洲东北部,其第四纪地层为海陆相互交替沉积,地层形态变化复杂,沉积物的颗粒 $uH$ 值多小于5。沉积的结构很不稳定,层的厚薄变化较大(多具尖灭或透镜体夹层),沉积物质相互渗透,造成地层岩性变化不大。有些相邻地层之间,密度差异很小,波阻抗界面不十分明显。由于在旧建筑物拆除后的位置上进行施工,地表、地下条件复杂,且场地狭小(45m×50m)。

为确保过江隧道的施工安全,需要对0—30m之间地质层位进行详细划分,并连续追踪具体形态,查清一定规模的透镜体和地下障碍物。

针对上述施工条件和地质任务,我们采用了如下技术措施:

1. 采用增益高、动态范围大,小采样间隔,一点多次击发,相关叠加,可任意设置门阈值的HDFS V-MINISOSIE系统(引进设备组装);

2. 采用非爆炸型Wacker随机震源;

3. 短排列、小道间距,几次叠加的观测方式;

4. 采用12个检波器的检波串作为检波装置;

5. 利用具有多种滤波,高采样率,处理功能的TFMPUS计算系统,进行数据处理。

经过对野外采集的地震数据进行特殊电算处理,得到较满意的地震剖面图。结合已有的钻孔地质资料,对所得地震剖面图,进行地质解释,得到以下结论。

1. 由地震剖面图可解释0—30m之间为3—4个界面;与有关地质资料对比分别解释为表层粘土和亚沙土界面(5m);亚沙土含水量不同界面(11—12m);亚沙土和粘土界面(17—18m);粘土和亚粘土界面(24—26m)。上述结果,经钻孔验证基本一致。

2. 发现距2号井中心55m处的隧道轴线上有一直径约13m、埋深7—18m呈馒头状的透镜体,经钻孔验证为含水量变化较大的透镜体。

3. 在2号井向江边前进方向的左侧,发现有落差为2m左右的正向地层错动,经钻孔证实此落差为2—2.5m层位错动(断层)。

4. 2号井附近发现地层普遍下斜,信噪比低,经综合分析认为因2号井开挖而造成地层沉降和松散所致。

经过上海市30多位专家评审,认为该资料可靠合理,可以利用。

该项技术,不但在上海过江隧道超浅层地质调查中初步取得成功,而且在第四纪地层划分及其寻找第四纪构造调查中也取得了明显的地质效果。从1985年11月至1986年3月,还分别在上海市的朱行、闵行、蕴藻浜,北京市的永乐店等地区,进行了该项技术方法的实验研究。从获得的浅层地震剖面上分析,可得到如下信息:

1. 根据采用不同工作方法,可不同程度地划分第四纪地层;
2. 可寻找第四纪至基岩的内部构造,并可连续追踪其变化形态。

总之,该项技术对研究第四纪(尤其是松软地层)是一项较好的技术手段。

但该项技术经历较短,工作量做的还不够多,因此,在技术方法上还存在许多不足之处,还需要进一步作大量的工作,使之得到发展和完善。希望该项技术能得到有关部门重视,使之尽快在经济建设中推广应用,为社会主义“四化”做出贡献。

## **A PRELIMINARY DISCUSSION ON THE DEVELOPMENT OF SHALLOW AND SUPER-SHALLOW REFLECTION SEISMIC TECHNIQUE UNDER STRONG INTERFERENCES—A CASE HISTORY OF AN URBAN DISTRICT IN SHANGHAI**

Xu Mingcai, Wang Qinghai, Liu Yongdong

### **ABSTRACT**

The paper deals with the important significance to investigate the Quaternary layer and its inside structure, describes the characteristic of the Quaternary soft-for-mation, the particularity of urban seismic exploration and shallow and super-shallow reflection seismic technique under strong interferences. Finally, it gives an example for the application of reflection seismic technique under strong interferences.



# 地震反射技术在工程地质 调查中的试验研究

徐明才 王庆海 刘永东

## 摘 要

本文对浅层地震反射调查的特点及其存在的问题进行了论述。并结合在两个测区开展的试验研究,系统地讨论了地震反射技术在工程地质调查中所采用的野外工作方法和数据处理技术。还对获得的最终结果进行了分析解释。

## 一、序 言

随着国民经济建设的深入发展,大型、高层工程建筑对地下地质情况的要求越来越高,探清掩埋的小沙丘、暗河浜、古河道等较小尺寸的地下障碍物对于大型工程建筑来说是十分需要的。以往开展的工程地质调查大都采用钻探地质手段,钻探虽可直观地了解地层的纵向分布情况,但却不能连续地追踪地层的横向分布情况。加密钻孔无疑又增大了勘探费用,特别是对于调查深目的层的情况更是如此。浅层地震反射工程地质调查可连续地追踪地层的横向分布情况,能够探明具有一定规模的地下障碍物,但对地层的纵向分布情况却没有钻探调查那样详细。因此,浅层地震调查配合少量的钻探工程调查能更好地了解地层的分布情况,探测较小尺寸的地下障碍物及其构造。

## 二、浅层地震调查的特点及其问题

用地震反射技术解决工程地质调查中的问题主要有第四纪分层及其调查地层的横向分布情况,确定持力层的深度、厚度和起伏状况。此外,还有查清不利于施工的地下各种障碍的。因此,用地震方法解决这些软地基问题,还存在以下几个问题。

1. 由于第四纪地层未胶结成岩,地层界面的反射系数较小,形成的反射信号微弱。
2. 由于探测的深度较浅,采用的排列短,道距小,不易采用组合接收(或激发)的方式压制震源产生的干扰波。采用长偏移距接收,虽然可避开地滚波的干扰,但接收到的反射信号易受相位畸变的影响,给追踪、识别反射波带来困难。
3. 第四纪地层往往受不同沉积环境、不同沉积条件及其相互沉积作用的影响,地层形态复杂、薄层、夹层、互层现象严重,形成的反射信号往往叠加在一起,形成复合波。
4. 浅层地震反射工程地质调查受外界干扰严重,表层条件往往较差,给激发、接收地震波带来很大困难。

因此, 浅层工程地质调查中主要解决的技术关键在于提高地震记录的信噪比和分辨率。针对上述问题, 我们分别在SH测区和WT测区的工程地质调查中进行了浅层地震反射方法技术的试验研究。

### 三、野外工作方法

SH测区和WT测区浅层地震工程地质调查的目的在于了解30m以上地层的分布情况, 探测该深度范围内有没有暗河滨、古河道等不利于工程建筑的地下障碍物。SH测区表层地震地质条件较好, 有利于激发和接收地震波。WT测区表层地震地质条件较差, 地表干旱, 不利于夯源的敲击。

通过试验, 在SH测区, 我们发现地滚波和声波的速度分别为120m/s和340m/s。若干波频率约为120Hz, 则组合长度 $L \geq 1.5 \frac{V}{f}$ 即:  $L \geq 4m$

才能压制声波干扰。

由于要探测的目的层较浅, 为不使反射信号发生相位畸变, 若采用1m道间距, 则组合长度为4倍的道间距才能压制声波干扰。显然, 这种混波作用严重地影响了地震记录的分辨率, 在工程地质调查中是不能接受的。

为了提高地震记录的分辨率和信噪比, 通过试验, 在SH测区和WT测区分别采用10m和12m偏移距, 1m道间距, 24道接收, 12次覆盖, 单点激发和接收的野外工作方法: 采用具有动态范围大, 分辨率高, 能多次相关叠加, 可任意设置噪声门限消除环境噪声等特点的DFSV-Minisosie系统采集数据; 采用12个/串的40Hz检波器接收信号, 在WT测区,

对100Hz的单个检波器和40Hz的串检波器也进行了对比试验研究。震源为可随机夯击的夯源BS60Y, 为提高施工效率, 增加夯源敲击的随机性。我们同时采用了2个夯源, 在每个物理点进行1000—2000次的相关叠加, 形成一张共炮点记录。仪器记录因素分别为: 记录长度250ms, 采样率0.5ms, 仪器低切为90Hz, 高切为512Hz。在SH测区得到的共炮点记录如图1所示。

从图1可以看到浅层反射信号十分明显。但由于界面之间的厚度较薄, 不同界面之间的反射波复合在一起, 不易分辨。从图中还可看到声波和地滚波严重地干扰了有效波, 80ms以下的有效波几乎被干扰波所掩盖。因此, 提高地震记录的信噪比和分辨率是数据处理技术面临的主要关键。

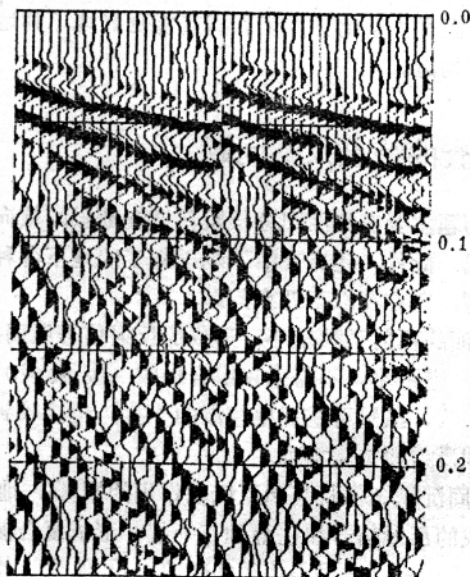


图1 在SH测区获得的共炮点记录

## 四、数据处理

针对浅层高分辨率地震调查的特殊性和浅层地震记录的特点,在资料处理过程中,需要最大限度地改善资料的品质,使之达到工程地质调查的目的。

该数据处理是在Cyber720计算机上进行的。由于Cyber720机上的处理模块可定义的最小采样率为1ms,为了既不损失原始资料的分辨率,同时又能为计算机接受,我们采用了等效处理方法,即把道间距和记录长度分别拉长1倍,这时,采样间隔从0.5ms变为1ms,每道中的样点数保持不变。可以证明:等效处理不改变速度,仅使频率降低1倍。

通过试验研究,我们采用了图2所示的数据处理流程,在处理过程中,分别对数字滤波、反滤波和偏移等进行了试验研究,取得了较好的处理效果,达到了提高地震记录信噪比和分辨率的目的。

### 1. 数字滤波

数字滤波包括频率滤波和视速度滤波。前者是根据有效波和干扰波的频率差别消除干扰波、突出有效波的,后者则是根据有效波和干扰波的视速度差异衰减干扰波的。

从图1所示的共炮点记录上看到,有效波与干扰波的频率差别很小,但视速度

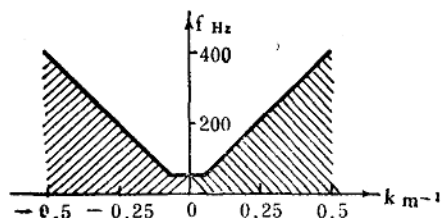


图3 视速度带通滤波器

有效方法。由于浅层地震反射调查探测的地层厚度较薄,不同地层之间的界面反射波往往复合叠加在一起,形成复合波,给有效地分辨不同地层界面的反射波带来了很大困难。反滤波可缩短每个界面反射波的延续时间,提高地震记录的纵向分辨率。

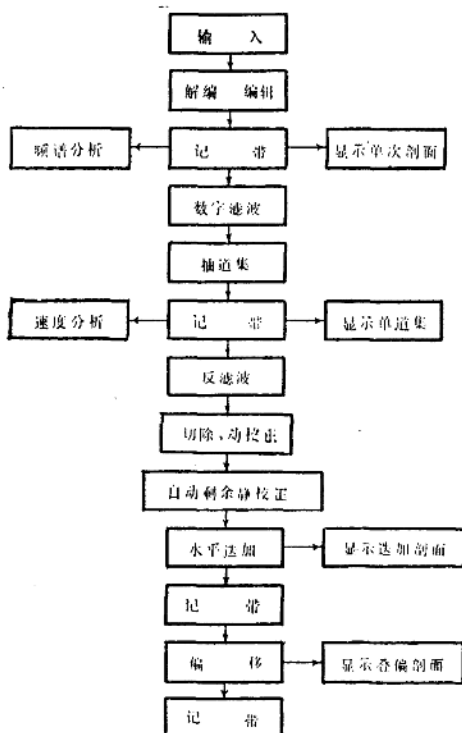


图2 数据处理流程

差别却很大。采用图3所示的视速度带通滤波器可衰减低视速度的干扰波。图4表示了用图3所示的滤波器进行视速度滤波前后的共炮点记录。显然,视速度滤波衰减了低视速度的干扰波,地震记录的信噪比显著提高了。

### 2. 反滤波

反滤波是提高地震记录纵向分辨率的

图5是反滤波前后的地震时间剖面图。显然,反滤波前时间剖面上地震反射波同相轴连片的现象在反滤波后的时间剖面上得到了改善,有效地提高了地震记录的分辨率。

### 3. 偏移

波动方程偏移是提高地震记录横向分辨率的有效手段。在地层倾斜、干扰波发育严重的情况下,偏移不但可使反射波归位,而且有助于干涉带自动分解,绕射波自动收敛,从而提高地震记录的信噪比和分辨率,改善资料的品质。

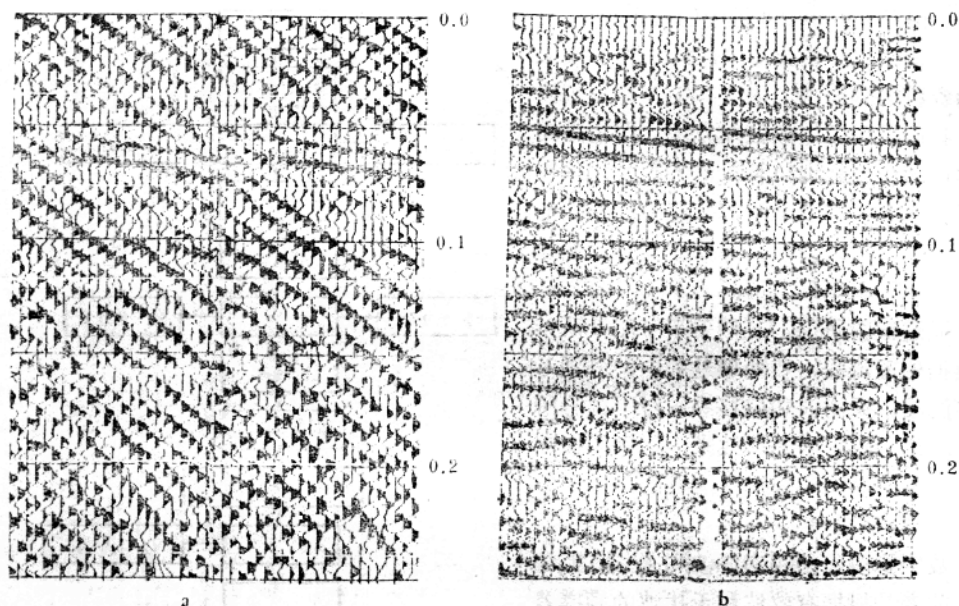


图4 视速度滤波前(a)后(b)的共炮点记录

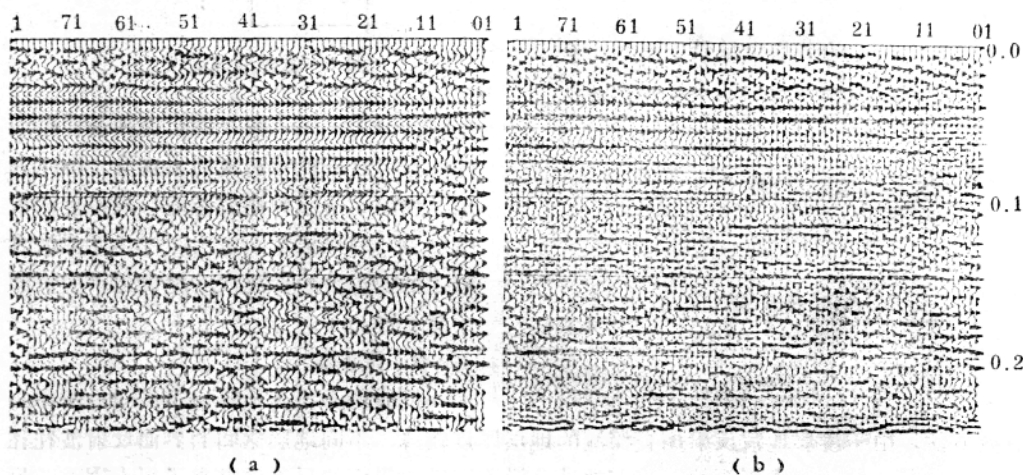


图5 反滤波前(a)后(b)的地震剖面图



图6所示的是偏移前后的地震时间剖面图。显然,经偏移后,地层错动的断点在剖面上的反映得更加清楚了。在叠加时间剖面(图6a)上的干涉条带很容易被解释为地层凹陷引起的,而在叠偏时间剖面(图6b)上,这个干涉条带自动分解了,地层的真实产状被显现出来了。从迭偏时间剖面上,确定地层错动断点的位置更加准确。

除此之外,我们对求取速度、叠加等处理也进行了试验研究。我们认为,由于浅层地震反射波频率高,道距小,准确地求取速度是十分重要的。在叠加过程中,选用合理的方法,有助于突出弱反射信号,突出超浅层反射信号。

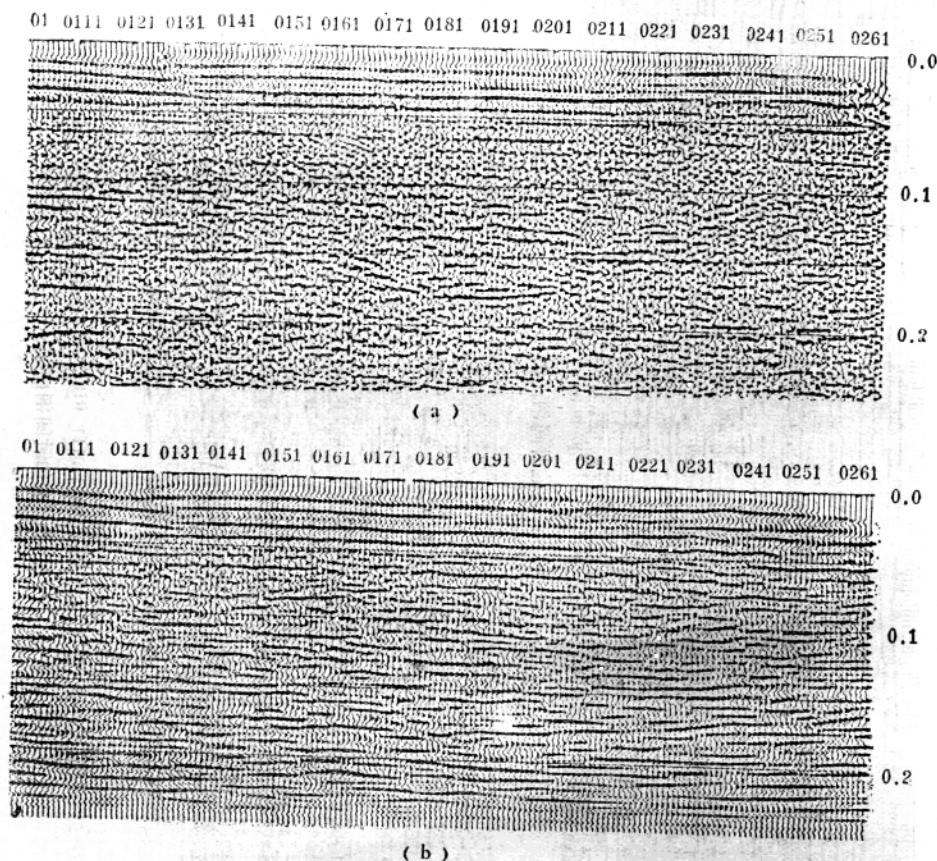


图6 偏移前(a)后(b)的时间剖面图

## 五、资料解释

图7是在SH测区采用图2所示的处理流程得到的叠偏时间剖面图。与钻孔地质资料相对比,图中所示的最浅一组反射波 $T_1$ 可解释为灰色淤泥质粘土顶界面形成的反射波,其埋深约7m。 $T_1$ 反射波波形特征明显,横向连续性好,在约CDP60—CDP75之间, $T_1$ 反射波能量变强, $T_1$ 波的第二个相位以及 $T_2$ 反射波的波形特征发生明显变化,它反映了地层岩性