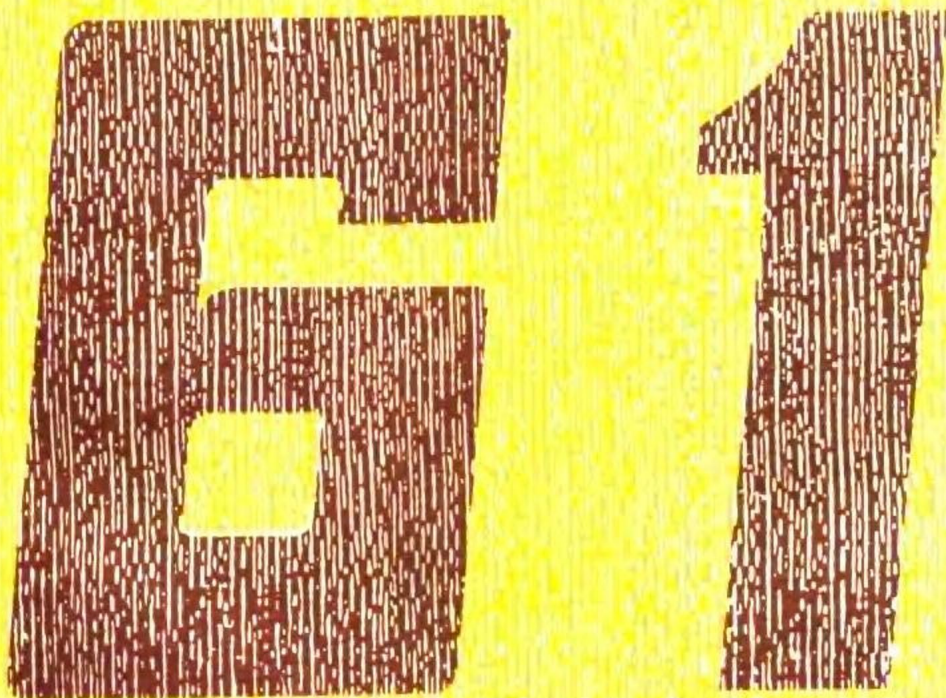


美国勘探地球物理学家学会 第61届年会论文集

中国石油天然气总公司
地球物理勘探局
地质矿产部石油物探研究所情报室

科技情报所

译



石油工业出版社

中国勘探地球物理学家学会 第61届年会论文集

中国石油天然气总公司地球物理勘探局科技情报所
地质矿产部石油物探研究所情报室 译

石油工业出版社

(京)新登字082号

内 容 提 要

本书系美国勘探地球物理学家学会于1991年11月在美国休斯敦召开的第61届年会上所发表的部分论文的详细摘要。内容包括井下地球物理、勘探史例、开采地球物理、物理模型模拟、地震采集、井中地震、地震反演、地震岩性、地震偏移、地震处理和地震理论等方面的最新成果。此书可供地球物理勘探工作者及有关院校师生参考。

美国勘探地球物理学家学会第61届年会论文集

中国石油天然气总公司地球物理勘探局科技情报所 译
地质矿产部石油物探研究所情报室

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
北京顺义燕华印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 16开本 81¹/₄ 印张 2058千字 印1—2,300

1993年4月北京第1版 1993年4月北京第1次印刷

ISBN 7-5021-0833-5/TE·778

定价: 58.50元

序

美国勘探地球物理学家学会(SEG)年会论文的译文专集从54届开始至今已出版八集了,受到我国广大物探科技人员的欢迎。SEG年会是勘探地球物理专业的大型国际学术会议,近几年每次在会上宣读的论文均有500篇左右,反映了这个学科各个分支及部分有关学科的最新成就。由于其信息量十分丰富,已成为很多物探单位和物探科技人员的必备参考书。

这一届年会会有一个单元是90年代技术突破预测的报告。这些报告指出在未来十年的技术发展中可能留下它们的标记:(1)神经网络;(2)模糊集合;(3)小波(*wavelet*)分析(这里*wavelet*与地震子波的概念不一样,我国数学界人士称为小波);(4)遗传算法。其中有一部分在我国地球物理界已开始做了一些探索或有了初步应用。在这一文集中也能看到一些线索,关心的读者可密切注意今后几届年会文集的发展情况。

从上届年会首次发表速度随深度线性变化情况下的DMO算子特点的文章以来,这个新概念在人们中引起了震动。时仅一年,这届年会上就有好几篇文章。由于计算量大,这项技术的应用受到了限制,但是目前已有了些简化算法,估计在近期内有可能找到实际应用的途径。

象最近几届年会一样,地震反演是年会的热点,论文数量与地震采集、地震处理、地震偏移和史例四大部分并驾齐驱,每届年会有四五十篇之多。坚持不懈的努力,最终必然是有志者事竟成!

其他如井下地球物理、岩性研究、开发和生产地球物理方面,也有值得注意的内容。

本届论文集中BG2、BG3、CH4、CH5、PM1、SA1、SA2、SB1、SB2、SI1~SI5、SL1~SL3、SM1~SM3由中国石油天然气总公司地球物理勘探局科技情报所组织翻译,参加审校工作的有牛毓荃、张淑敏、金福锦、孙忠勤。文集中BG4、BG5、DP1、PM2、SM4~SM7、SP1~SP6、ST1~ST5由地质矿产部石油物探研究所情报室组织翻译,参加审校工作的有翁史炀、曹映月、高林、李小秋、王炳章、程前进、游有志和周延坤。

俞寿朋

1992. 3. 3

目 录

井下地球物理.....	(1)
BG 2 VSPI.....	(3)
BG 2.1 井中多方位地震接收,地震各向异性野外描述的意义	(3)
BG 2.2 多分量多井源距VSP的处理	(8)
BG 2.3 三分量VSP:地下测量Vs的一种方法.....	(15)
BG 2.4 三分量VSP偏振测量的误差	(19)
BG 2.5 分析四分量地震数据中横波分裂的线性变换技术	(23)
BG 2.6 传播函数矩阵法和剥层法,Railroad Gap和Lost Hills油田两个数据体的横波双 折射检测比较	(27)
• BG 2.7 根据VSP资料确定裂缝方向时震源不均衡的影响	(35)
BG 2.8 得克萨斯BP Devine试验区的横波特征.....	(39)
BG 3 VSPII	(43)
BG 3.1 利用有限差分算法进行VSP偏移	(43)
BG 3.2 井壁取心器作震源的反向VSP数据集分析	(46)
BG 3.3 反向VSP资料的波场处理	(51)
BG 3.4 滤除反向VSP中出现的谐波噪声	(56)
BG 3.5 修整平均:VSP滤波器和采集应用	(60)
BG 3.6 有井源距VSP资料的深度变换	(64)
BG 3.7 陆上多线Walkaway反向VSP试验.....	(69)
BG 3.8 运用盐丘中的三分量检波器进行盐丘成象	(73)
BG 4 井间地震.....	(78)
BG 4.2 优秀讲稿:层析成象在井中和反射地震学中的应用	(78)
• BG 4.3 根据井间测量、VSP和逆VSP联合观测的地震各向异性来估算近地表裂隙分布.....	(78)
BG 4.4 井间反射数据的高分辨成象	(83)
BG 4.5 大偏移距井间层析成象中的震源波场分析	(87)
BG 4.6 由井中资料的首波求各向异性	(91)
• BG 4.7 裂隙发育地区的井间层析成象试验	(96)
BG 4.8 伊利诺斯州巴克霍恩(Buckhorn)试验场的各向异性旅行时层析成象	(101)
BG 5 井下地球物理5:测井.....	(108)
BG 5.1 用双极系统声速下井仪测量横波速度(测区是得克萨斯州海湾沿岸的第三纪地层)	(108)
BG 5.2 声测井数据的同态处理	(114)
BG 5.3 全波形声测井数据的自动处理	(117)
BG 5.4 非线性密度测井响应的线性最小平方反褶积	(123)
BG 5.5 巴西塞尔希培州井下重力测量	(125)
BG 5.6 利用常规的电阻率测井记录实现近钻孔区电阻率成象	(127)
BG 5.7 用耦合模多次反射波列法进行感应测井模拟	(131)
BG 5.8 用于确定临界饱和度的有效介质法	(135)
史例	(139)

CH 4 解释综述	(141)
CH 4.2 为什么大的发现并非如此之大：二维勘探的局限性	(141)
CH 4.3 三维地震在油田开发和勘探中的应用——Ship Shoal 113 Unit油田	(144)
CH 4.4 油田二次开发的综合研究方法	(150)
CH 4.5 三维地震与水平井	(152)
CH 4.6 用三维地震和垂直地震剖面法探测变质岩地层中的地热储集层	(155)
CH 4.7 北海盆地南部的地质统计学和深度转换	(158)
CH 4.8 90年代的一种勘探新方法：测井—地震层序地层学分析	(162)
CH 5 史例	(168)
CH 5.1 “面切片”：以面块代替线段进行解释	(168)
CH 5.2 近似空间成像技术在优化丹麦北海Roar气田储集层的构造和地层解释中的应用	(173)
CH 5.3 阿拉斯加北坡Endicott资料的三维深度偏移	(177)
CH 5.4 现代解释技术评价UKCS设得兰西部Clair油田的效果	(179)
CH 5.5 3D地震：作为埃及西部沙漠区Abu Gharadig盆地勘探和开发的工具	(181)
CH 5.6 三维反射资料的振幅解释	(186)
CH 5.7 三维方法观察Georgia东南区中部地壳Surrency地下亮点	(191)
◆CH 5.8 用地震横波确定裂隙方向	(196)
开采地球物理	(199)
DP 1 开发和采油地球物理专题	(201)
DP 1.1 根据井间层析图计算岩性图像	(201)
DP 1.2 强化采油的四维层析成像监控	(204)
DP 1.3 浅碎屑岩储集层中的井间层析成像：南得克萨斯West76油田	(208)
DP 1.4 井间地震反射波成像	(213)
DP 1.5 蒸汽驱电阻率的岩石物理学：电磁法在监测蒸汽驱过程的主要作用	(216)
DP 1.6 在怀俄明州Natrona县南Casper Creek油田利用多分量垂直地震剖面进行油藏特征研究	(222)
◆DP 1.7 不均匀及各向异性多孔介质中的流体模拟	(227)
DP 1.8 高分辨率电阻率层析成像技术应用于小规模油藏：伊利诺斯州Buckhorn试验工区的野外试验	(231)
物理模型模拟	(237)
PM1 物理模型模拟1：小型专题讨论	(239)
PM 1.1 作为巷道检测手段的层析成像反演：三维物理模型模拟的可行性研究	(239)
PM 1.2 用叠前逆时偏移做二维和三维物理弹性模型的地震井间成像	(243)
PM 1.3 物理模型模拟试验中菲涅尔带和绕射振幅的研究	(248)
PM 1.4 薄层河道砂岩：一项物理地震模拟研究	(251)
PM 1.5 利用井间地震对产油层绕射成像：物理弹性模型研究	(255)
PM 1.6 3D勘探的物理模拟与质量控制	(259)
PM 1.7 旁侧扫描地震：分析和物理模拟研究	(261)
PM 1.8 井间地震模拟：莱塞超声波实验与有限差分模拟的比较	(264)
PM 2 应用物理模型研究各向异性	(269)
PM 2.1 在受控裂隙的合成模型中实验与理论声学各向异性的比较	(269)
PM 2.2 含有定向杂物的介质中群速度与入射角的关系	(273)

• PM 2.3	弹性波在裂隙性岩石中的传播	(275)
PM 2.4	方位各向异性的P波反射研究	(279)
PM 2.5	各向异性固体中表面波的实验研究	(282)
PM 2.6	高压下实验室规模动态过程的声监控	(286)
• PM 2.7	裂隙愈合与正应力	(290)
PM 2.8	地震各向异性及盐丘识别: 物理模型的研究	(294)
地震采集		(299)
SA1	地震采集1: 综述	(301)
SA 1.1	地震数据采集的现状	(301)
SA 1.2	可控震源底板动态的试验分析	(301)
SA 1.3	表层对地震波的影响	(304)
SA 1.4	陆上三维采集技术的回顾	(307)
SA 1.5	无需内插的经济的高分辨率三维地震勘探	(311)
SA 1.6	整个记录系统的精度	(314)
SA 1.7	使用罗盘、尾部浮标和声波装置进行电缆定位	(319)
SA2	地震采集2: 陆上资料采集	(322)
SA 2.1	GCODE: 迅速开拓地震震源序列化的方法	(322)
SA 2.2	地震可控震源的的压力控制伺服阀	(326)
SA 2.3	陆上炸药震源子波: 观测资料与统计资料的比较	(328)
SA 2.4	沼泽地中三维勘探的准备工作: 成功的关键	(331)
SA 2.5	苏联Pre-Caspian盆地首次应用遥测记录系统和可控震源技术的结果	(333)
SA 2.6	解决密执安盆地中静校问题的双地震采集	(337)
SA 2.7	阿肯色州东部和密西西比州西北Ouachita构造带: 数据处理和采集史例	(340)
井中地震		(347)
SB1	井中地震1: 井间层析成像	(349)
SB 1.1	井间地震旅行时层析成像能分辨多大的速度变化	(349)
SB 1.2	矩量法井间绕射层析成像	(353)
SB 1.3	速度加静校正的层析成像反演	(357)
SB 1.4	井间数据中各向异性的确切证据	(363)
SB 1.5	井间地震数据的自动速度分析	(368)
SB 1.6	花岗岩现场特征的地学层析成像	(372)
SB 1.7	绕射层析成像应用于裂缝检测	(376)
SB 1.8	一种新旅行时反演计算机程序及其对井间数据的应用	(381)
SB2	波的传播	(384)
SB 2.1	用边界积分方程法研究非圆形井孔中的合成波形	(384)
• SB 2.2	含裂缝薄层沉积储层中地震导波的传播及其在用井间勘探作EOR监测中的可能应用	(387)
SB 2.3	井间数据中的槽波	(392)
SB 2.4	各向异性地层中的井下弯曲波型	(398)
SB 2.5	VSP观测系统的三维弹性波的传播	(404)
• SB 2.6	裂缝存在下的井中声波传播: 一种有限差分法	(407)
SB 2.7	井中斯通利波穿过渗透性裂缝的传播	(412)
SB 2.8	根据低速层中井间测量确定横波速度	(417)

地震反演.....	(423)
SI 1 地震反演1: 分析	(425)
SI 1.1 叠后地震反演方法的比较.....	(425)
SI 1.2 线性反演中P波速度和密度的分辨率.....	(428)
SI 1.3 对零偏移距野外数据反射系数的估算.....	(432)
SI 1.4 地震反演的系统方法.....	(436)
SI 1.5 运动学信息与叠前成象相结合的自动方法.....	(439)
SI 1.6 海洋数据集的大规模非线性反演: 求取震源函数、背景速度以及波阻抗差	(444)
SI 1.7 三维速度—深度模型的最大似然旅行时反演	(448)
SI 1.8 三维地震观测系统的深度成象分辨率	(452)
SI 2 层析成象总论	(457)
SI 2.1 近地表地震速度和衰减的三维层析成象	(457)
SI 2.2 频率域的波动方程相位反演.....	(461)
SI 2.3 Hudson模型下的各向异性介质参数的波动方程旅行时反演理论	(465)
SI 2.4 用最小构造手段进行井间地震数据的非线性旅行时反演	(471)
SI 2.5 使用最短路径射线追踪的非线性旅行时层析成象	(476)
SI 2.6 模糊逻辑旅行时层析成象: 合成数据试验.....	(479)
SI 2.7 具有有限视角的精确射线层析成象法.....	(484)
SI 2.8 用层析成象的弦 (string) 反演进行统计.....	(487)
SI 3 地震反演3: 算法	(495)
SI 3.1 二维介质线性化声波反演	(495)
SI 3.2 地球物理反演问题的蒙特卡罗法分析	(500)
SI 3.3 模拟退火法地震反演	(501)
SI 3.4 模拟退火、遗传算法和地震波形反演	(505)
SI 3.5 反演中的收敛遗传算法	(508)
SI 3.6 τ - p 域中声波地震资料的信息反演	(512)
SI 3.7 几何目标的参数表示反演: 解典型非唯一性问题的一般方式	(515)
SI 3.8 用平行性、可展性和平滑性最小平方准则反演三维地质构造	(521)
SI 4 层析成象: 绕射/反射.....	(526)
SI 4.1 地球物理绕射层析成象研究.....	(526)
SI 4.2 多频反向散射层析成象: 原理和重建方法.....	(531)
SI 4.3 共炮检距深度偏移和旅行时层析成象.....	(536)
SI 4.4 多炮检距共反射点旅行时层析成象.....	(540)
SI 4.5 反射层析成象问题的适定与不适定公式.....	(543)
SI 4.6 耦合速度确定及反射面成象问题的高分辨率SVD分析	(549)
SI 4.7 实用反射层析和最大熵成象.....	(555)
SI 4.8 井间数据中初至拾取计算机观察方法.....	(559)
SI 5 地震反演5: 各向异性/弹性偏移/反演	(563)
SI 5.1 横向各向同性地层中的相移偏移.....	(563)
SI 5.2 各向异性Born射线偏移和反演	(567)
SI 5.3 弹性波场的分解: 外推之前还是外推之后	(571)
SI 5.4 用有限差分法作地层参数化模型的多炮检距资料反演.....	(576)
SI 5.5 P-SV波动方程有限差分叠前逆时偏移	(581)
SI 5.6 二维渐近迭代弹性反演	(585)

SI 5.7	线性化弹性反演的特征矢量	(590)
SI 5.8	联合反演问题解的定量描述及其一般特性 (综合地球物理)	(595)
地震岩性		(597)
SL1	岩石物理	(599)
SL 1.1	北海某油田的综合储层特征, 第1部分: 岩石物理模型	(599)
SL 1.2	砂岩速度的数值模拟: 孔隙度及粘土的依赖关系	(602)
SL 1.3	孔隙流体: 衰减、渗透率、压缩性	(606)
SL 1.4	流体饱和度对纵波衰减的影响	(610)
• SL 1.5	在无裂隙和有裂隙的Carrara大理石中地震波的传播	(612)
SL 1.6	复合介质中弹性波的传播	(619)
SL 1.7	油饱和储层的地震模拟	(623)
SL 1.8	与Biot S波有关的旋度场	(626)
SL 2	地震岩性2: 综述	(632)
SL 2.1	地震岩性学综述	(632)
SL 2.2	奥斯汀白垩组的勘探技术	(635)
SL 2.3	加拿大艾伯塔盆地Caroline巨型气田上中泥盆统碳酸盐岩滩边缘的振幅随炮检距变化特性的检验	(639)
SL 2.4	利用计算的横波速度模拟含水和含气砂岩AVO响应中的变化	(643)
SL 2.5	AVO分析中的污染和偏差	(647)
SL 2.6	陆上地震数据AVA分析的预处理	(651)
SL 2.7	用于岩性预测的地震旅行时反演和AVO信息	(653)
SL 3	振幅随炮检距而变化	(659)
SL 3.1	精确分层的弹性地层的叠前合成地震记录	(659)
SL 3.2	用VSP进行AVO分析	(663)
SL 3.3	在叠加剖面中寻找AVO异常	(667)
SL 3.4	进行AVO分析时的关键性因素: 选择正确的地震测线	(671)
SL 3.5	二维非均匀储集层的AVO预处理与分析	(674)
SL 3.6	进行AVO反演的定向目标 τ -p道集	(679)
SL 3.7	弹性反演: 地层解释的关键	(681)
SL 3.8	P-P、P-SV、SV-SV及SV-P反射与透射的近似法	(685)
地震偏移		(691)
SM1	深度偏移	(693)
SM 1.1	复杂介质中的三维有限差分旅行时	(693)
SM 1.2	用有限差分旅行时能使复杂构造成象吗?	(696)
SM 1.3	改进的剩余偏移	(702)
SM 1.4	剩余深度偏移	(705)
SM 1.5	用无条件稳定显式有限差分法做深度偏移	(710)
SM 1.6	最佳McClellan变换滤波器在一步法三维深度外推中的应用	(715)
SM 1.7	通过六边形网格上的McClellan变换做三维偏移	(720)
SM 1.8	层替换的一种混合技术	(725)
SM 2	综述	(729)
SM 2.1	偏移综述	(729)
SM 2.2	陡倾角时间偏移和剩余深度偏移	(730)

SM 2.3	什么时候我们使用叠后深度偏移?	(734)
SM 2.4	叠前深度偏移: 根据北海两条测线	(738)
SM 2.5	断面反射在哪里?	(741)
SM 2.6	在横向各向同性介质中叠前频率一波数 ($f-k$) 偏移	(745)
SM 2.7	横测线的叠前偏移	(747)
SM 2.8	垂向不均匀介质中精确的两步法全倾角 ($>90^\circ$) 三维偏移	(749)
SM3	盐丘成象	(755)
SM 3.1	墨西哥海湾盐丘构造的地震成象	(755)
SM 3.2	通过檐突特征识别和叠后深度偏移对盐丘檐突反射波成象	(758)
SM 3.3	用地震回转波对盐丘成象	(760)
SM 3.4	在路易斯安那近海Main Pass第299区块中, 3D地震勘探回转地震波偏移的应用及其对油田开发的影响	(764)
SM 3.5	应用高斯波束偏移使盐丘侧翼成象	(767)
SM 3.6	深变介质中的DMO	(770)
SM 3.7	扇形三维: 以盐丘为目标的地震采集方法	(773)
SM 3.8	针对悬垂盐丘—沉积界面目标的三维叠前偏移	(776)
SM4	倾角时差	(781)
SM4.1	转换波DMO	(781)
SM4.2	介质速度的垂向梯度为常数时的2D DMO	(784)
SM4.3	3D等时面使我们搞清变速DMO	(789)
SM4.4	三维速度梯度DMO与悬垂体成象	(794)
SM4.5	速度随深度变化的DMO处理	(797)
SM4.6	三维时变 $f-k$ DMO	(802)
SM4.7	反假频及保持振幅的二维和三维DMO: 一种积分法	(805)
SM4.8	积分DMO和偏移中幅度、相位以及假频等问题的快速解法	(809)
SM 5	速度估计1	(813)
SM 5.1	深度偏移速度分析	(813)
SM 5.2	深度聚焦分析: 实际应用及潜在问题	(817)
SM 5.3	由旁轴波动方程聚焦点分析最优反演速度模型	(821)
SM 5.4	反演速度分析	(825)
SM 5.5	联合解决复杂地震成象问题	(830)
SM 5.6	偏移速度分析: 两种方法的比较	(833)
SM 5.7	速度谱偏移的偏移速度分析	(835)
SM 5.8	用加权叠加进行偏移速度分析	(839)
SM6	速度估计2	(844)
SM 6.1	解决偏移速度不精确的问题: 部分相干深度偏移	(844)
SM 6.2	偏移相干道集对速度模型的敏感性	(849)
SM 6.3	利用偏移相干图版确定速度模型	(853)
SM 6.4	地震数据是矢量	(859)
SM 6.5	高分辨率CVS: 推广后的协方差测量	(863)
SM 6.6	偏移速度分析	(868)
SM 6.7	不受深度影响的速度估算	(873)
SM 6.8	叠加速度比较	(879)
SM 7	叠前成象	(883)

SM 7.1	油气藏的可控照视法	(883)
SM 7.2	双重Radon变换域中的叠前成象	(887)
SM 7.3	具备先验信息的叠前线性反演: 超过叠前深度偏移的一步	(893)
SM 7.4	用经济的方法以最佳速度实现叠前时间偏移数据的构造成象	(898)
SM 7.5	用去偏移和一步射线追踪偏移法快速、准确地建立模型	(900)
SM 7.6	多速叠加 (MVS): 一种替换DMO的方法	(901)
SM 7.7	不规则地表情情况下的倾角时差校正	(905)
SM 7.8	3D虚谱叠前逆时偏移及其在逆VSP数据上的应用	(909)
地震处理		(915)
SP1	子波处理/多次波压制	(917)
SP 1.1	用约束交叉均衡法实现波动方程多次波压制	(917)
SP 1.2	光扫描空间的反混响	(921)
SP 1.3	用二维非线性滤波去除地震数据的混响: 一种基于波动方程的方法	(924)
SP 1.4	散射理论中的T矩阵作为基础的非线性反演的例子: 应用于多次波压制	(927)
SP 1.5	叠前时间偏移用于多次波消除和成象	(932)
SP 1.6	气枪特征波形和最小相位假设	(936)
SP 1.7	用于VSP数据的同态反褶积	(940)
SP 1.8	评述瞬时频率	(944)
SP 2	数学方法	(947)
SP 2.1	根据互易性消除与地表有关的多次波	(949)
SP 2.2	用二次倾斜叠加实现倾斜叠加反演	(953)
SP 2.3	一种预测反褶积的二维确定性配对算法	(956)
SP 2.4	二维相位展开	(961)
SP 2.5	地震信号模式识别中梅林—傅氏变换的应用	(965)
SP 2.6	梅林—傅氏变换中比例和时移不变性在地震勘探中的应用	(970)
SP 2.7	在相移和长度坐标系中设计离散Wiener滤波器的快速算法	(976)
SP 2.8	Hankel和Vandermond方程组的Levinson型算法及其在 n 阶样条函数的应用	(984)
SP3	处理途径、方法及数据实例	(991)
SP 3.1	通过波场重建防止空间假频	(991)
SP 3.2	沿岸三维地震成象的某些方面	(996)
SP 3.3	三维海洋地震处理的数据管理	(999)
SP 3.4	基本地震处理指令集核心系统	(1001)
SP 3.5	SDA: 一辅助地震反褶积处理专家系统	(1004)
SP 3.6	应用DMO驱动静校正的共偏移距数据处理	(1009)
SP 3.7	子波能量的“新”定义和分辨率定义的实质	(1010)
SP 3.8	中大西洋海脊(北23度)某一地震反射剖面上的海底散射的Kirchhoff-Helmholtz 模拟	(1012)
SP4	静校正和矢量波场	(1016)
SP 4.1	静态校正: 时间、振幅和相位	(1016)
SP 4.2	四分量地表一致性反褶积	(1019)
SP 4.3	静校时间拾取中叠加相关法的应用	(1023)
SP 4.4	模糊剩余静校计算	(1026)
SP 4.5	P波折射和SV波折射联合应用以确定转换波静校正	(1029)

SP 4.6	多分量井间和VSP资料中P波和S波的分离	(1033)
SP 4.7	从含噪声的井间地震资料中确定波的传播时间	(1037)
SP 4.8	P-SV转换波聚焦	(1041)
SP 5	压制噪音/相对振幅处理	(1045)
SP 5.1	用F-X预测衰减随机噪声	(1045)
SP 5.2	自适应信号处理地震软件包Spectron	(1049)
SP 5.3	倾角切除的F-X滤波	(1053)
SP 5.4	属于高振幅反射的水底微曲多次波的多道分离	(1056)
SP 5.5	真振幅信号恢复	(1060)
SP 5.6	不相干/相干波场分离应用于井间地震数据	(1066)
SP 5.7	地震资料计算机辅助编辑	(1069)
SP 5.8	叠前信号增强,用于记录困难环境的技术	(1073)
SP6	综述	(1075)
SP 6.1	数据处理综述,新方法解决老问题	(1075)
SP 6.2	在假频范围之外内插的原理	(1075)
SP 6.3	建立灵活的人机联作地质模型	(1082)
SP 6.4	发挥蒙特卡罗自动静校正潜力的实际步骤	(1085)
SP 6.5	迭代重建估计剩余静校正量	(1089)
SP 6.6	地表多次波的消除,实际资料中的应用	(1094)
SP 6.7	叠前中值 $f-k$ 滤波	(1098)
SP 6.8	离散平面波分解的最小均方差法	(1103)
地震理论		(1109)
ST1	射线方法	(1111)
ST 1.1	求解三维程函方程的波前扩展法	(1111)
ST 1.2	时间偏移的一种新的射线理论解释	(1117)
ST 1.3	通过三角化复合层面的三维射线追踪法	(1123)
ST 1.4	界面用显式表达式和参数表达式表示时射线与平面的交点求解问题	(1128)
ST 1.5	用参数化的中靶算法进行三维介质的射线追踪	(1133)
ST 1.6	带限地震波的波路径计算	(1137)
ST 1.7	WKBJ 走时和振幅的精确有限差分计算	(1141)
ST 1.8	多值旅行时情况的射线追踪	(1147)
ST2	各向异性	(1153)
ST 2.1	各向异性分量的实验分离	(1153)
ST 2.2	根据偏振和时差估算各向异性	(1158)
ST 2.3	各向异性的有限差分旅行时	(1162)
ST 2.4	岩石的通用各向异性弹性张量,近似、不变量和特定方向	(1168)
ST 2.5	岩石中各向异性弹性张量的完全反演,实验与理论的对比	(1174)
ST 2.6	任意各向异性介质中的轴向	(1180)
ST 2.7	横向各向同性固体中反射点的位移	(1184)
ST 2.8	薄层与横波分裂	(1187)
ST3	离散网格法	(1192)
ST 3.1	用点阵Boltzman声子格点体(PLS)方法模拟地震纵波	(1192)
ST 3.2	地下粘弹性平面波的模拟	(1195)

ST 3.3	声波模拟的高阶频谱单元法	(1202)
ST 3.4	用切比雪夫谱法进行地表地形的三维弹性模拟	(1208)
ST 3.5	复杂三维介质中弹性波的传播现象	(1212)
ST 3.6	用有限差分法及快速展开法实现弹性波模拟	(1216)
ST 3.7	用有限差分法研究3-D弹性波的传播	(1220)
ST4	波的传播	(1224)
ST 4.1	时空域中单程算子的偶数阶与奇数阶Thiele近似	(1224)
ST 4.2	用于重访复时间的Cagniard方法	(1230)
ST 4.3	利用非几何波确定横波速度	(1233)
ST 4.4	二维强非均匀介质速度模型中的波场平均法	(1237)
ST 4.5	常密度介质中的2.5维声波方程理论	(1243)
ST 4.6	声阻抗的分形随机模型——标度或1/f地质体的解释和随机反演	(1247)
ST 4.7	发射层析成像的主要思想、结果与展望	(1252)
● ST 4.8	裂隙与背景应力对弹性波传播的影响 (根据超声实验的结果)	(1253)
ST5	射线/波/井下理论	(1256)
ST 5.1	用于三维射线追踪的出射平面	(1256)
ST 5.2	同步Corpsular轨迹模拟	(1258)
ST 5.3	新的单程波动方程法	(1262)
ST 5.4	矿柱的速度和各向异性层析成像	(1265)
ST 5.5	由声波测井的波形计算相慢度与群慢度的参数估算法	(1270)
ST 5.6	通过复波数积分实现井下声波谱及波形模拟	(1274)
● ST 5.7	裂隙评价中的三维传播函数矩阵法	(1276)
ST 5.8	井中斯通利波反演求取地层参数	(1282)

井下地球物理

BG2● VSP1

井中多方位地震接收：地震 各向异性野外描述的意义

BG 2.1

Ranajit Ghose and Toru Takahashi, OYO Corp, Japan*

摘要 我们已做了一次VSP新试验。我们在井中沿方位的平面转动三分量检波器的同时，成功地进行了VSP采集。我们观测的分辨率和数据的质量是令人满意的。数据分析对一项基本假设的可靠性提出了怀疑，这项假设的含意是，在地震道的数学转动时，对于一个已知的地震波入射，随方位的改变检波器响应上的变化造成的影响是可以忽略不计的，即便对于像弱的弹性波各向异性或细小的分裂横波这样的细微现象的观测结果亦是如此。传感器的频率响应沿方位表现出非线性性。观测记录的偏振分析说明特定偏振相位波至的识别，在很大程度上受接收方位变化的影响。对于精细的观测，我们强调井中传感器精确物理监测的重要性，而不是采集后的地震道数学旋转。我们已经注意到传感器的物理旋转与地震记录的数学旋转之间有很大的差异。通过把井中检波器定向地放置在不同深度上，我们在浅层软的砂质粉砂岩中探测出水平偏振横波的平均速度异向性最大将近5%。

引言

各种波形之间有着明显的不同，它们所关联的地震异向性信息往往是非常微细的，在采集和解释时要格外小心，这是无可置疑的。

为了减少自由表面的影响，常常在井下记录横波。在井下，稍有不慎，电缆升降后发生的扭动都会使检波器沿它的轴发生旋转。然而井中的地震研究，包括质点运动分析和全波型衰减或横波分裂这些研究，都需要有关井中传感器方位的知识。检波器的方位可以根据观测到的三分量记录利用地震波传播和质点偏振运动的方向之间的关系来确定。或通过非地震方法，例如用井中磁罗盘或陀螺仪（这两种方法有它们自己的优越性和局限性）来确定。

一旦测出了传感器的方位，观测的地震记录就旋转到某一固定的参考方向。这种一道一道的旋转是处理不同类型数据的基础，至今这种旋转都总是通过简单的坐标变换用数学方法来完成的。有关旋转的多种方法已有不少文献探讨过（如最近Yardley和Crampin, 1991; Peron, 1990等）。

然而，检波器的灵敏度和（或）响应会随着它的线圈相对于某一地震波入射的迎角变化而略有变化。在所有数学坐标的旋转背后所做的一项基本假设是接收波场上接收灵敏度的这种微小变化的影响十分微小，可以忽略不计，这样就能证明不同传感器记录的数据及其随后数学变换到某一共同的方位是成立的。我们做了一些实际野外观测，精确地检测并确定地震各向异性的分布，通过与合成记录的理论研究相比较，发现上述假设的有效性不那么充分。对这一结果以前从未做过试验。

我们已进行了新的野外经验，在井中不同方位的传感器记录了三分量记录。本文介绍了我们的试验并讨论一些成果。这些成果令人信服地对目前的这种假设以及数学变换方法提出了挑战，并建立了这样一种现实，即对井中传感器方位正确无误地检测对于任何精细的地震

● 根据需要，只选择了部分内容。

观测来说都是头等重要的。

多方位地震接收：一种新的试验

图1(a)和图1(b)分别是我们的野外观测系统和所设计的测井设备，即井下装置。这口浅垂直井下了氯乙烯套管并可达到大约47米的深度，这个深度上是软的粉砂岩沉积地层，这里既没有明显的横向各向异性，又不含有带裂缝或裂隙的硬地层。

在零井源距处，沿正交方向安放了两台SH震源S1和S2，P震源放在远井源距位置。为了精确地标记出起始时间，接上了一些记录激发时间的检波器。在靠近P和S震源处，设计了两个地面检波器，每炮都提取监测信号，供振幅归一化处理 and 校准激发时间用。我们的组合探测器由四个主要部件组成，即上面的推靠臂：旋转装置、前置放大器和饱和式磁力仪以及装着三分量检波器（28赫）的装置，下面是锁定臂。探测器的运行（包括打开臂、磁力仪记录、仪器设备的旋转等）要借助于分离装置控制单元。记录三分量地震波用的是OYO的McSeis-1600型仪器，存储使用简易磁盘。接收频带设计为10~1000赫，采样为0.5毫秒。在变换检波器方位中，我们每炮采集约500毫秒长的纯波资料，在20~44米之间用7个深度记录。

我们检验了检测器的特性，结果很满意。两个水平分量之间频谱的相似性说明检测器与井孔之间耦合良好。经再次试验，在套管井中各方位上都有良好的一致性。观测的各道没有发生任何明显的鸣振，反射中套管的影响是可以忽略的。

我们多方位记录的数据质量是很好的。图2是在36米深以不同的传感器方位接收的资料。0度确定为与S1震源偏振近于平行的一个检波器水平分量的方位。它的数据清楚地显示出预期的两个旋转水平分量间的信号分布。当该检波器分量旋转离开了震源偏振的方位时，信噪

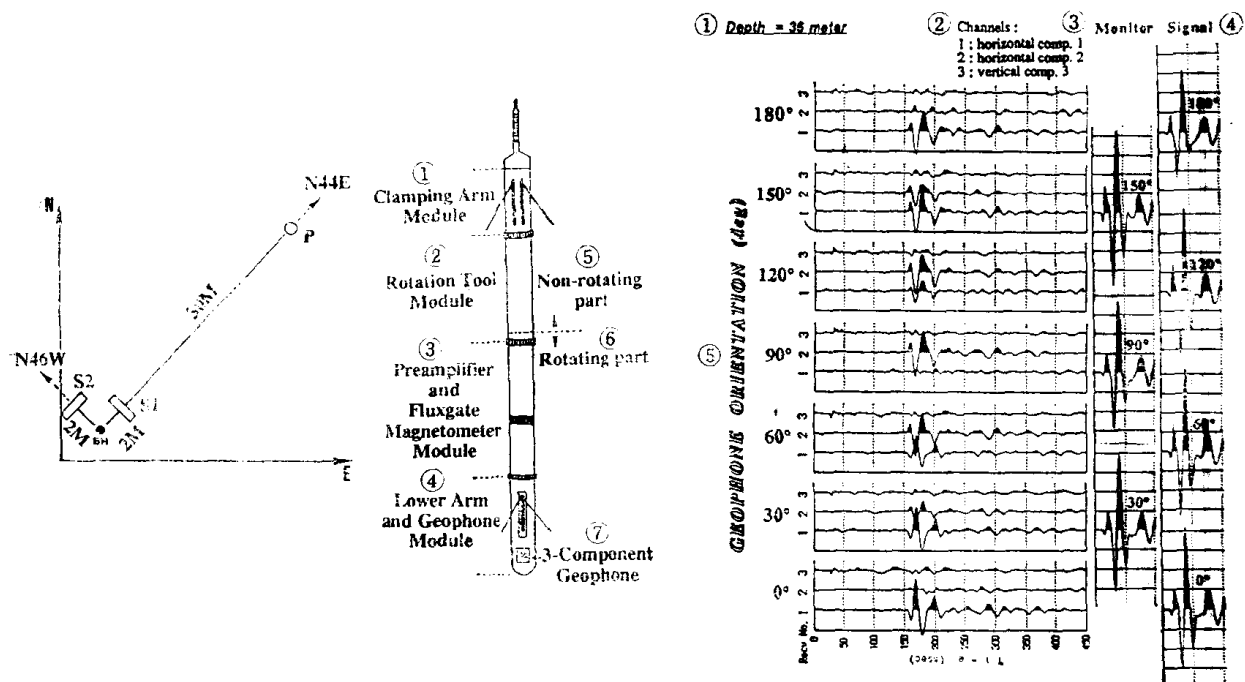


图 1 野外观测系统和井中装置组件
①锁定臂组件；②旋转装置组件；③前置放大器和磁盘组件；④下臂和检波器组件；⑤不旋转部分；⑥旋转部分；⑦三分量检波器

图 2 S1震源，在36米处观测的记录，井中检波器采用了多种方位。0度处为水平分量1，其方位与震源偏振方位大体是一致的

①深度为36米；②道：1，水平分量1；2，水平分量2；3，垂直分量3；③监测器；④信号；⑤检波器方位（度）