

· 综述 ·

# 四川碳酸盐岩山地地震勘探综述

徐建斌\* 李学义 青奎文 周阿波 付子云

(\*, 四川石油管理局地质调查处; 四川石油管理局勘探公司)

## 摘 要

徐建斌, 李学义, 青奎文, 周阿波, 付子云 四川碳酸盐岩山地地震勘探综述 石油地球物理勘探, 2000, 35 (3): 386~ 394

四川 40 余年的山地地震勘探积累了丰富的经验, 在地震资料采集、处理、储层横向预测以及人机联作解释方面已基本形成了四川山地地震勘探四大技术系列。本文阐述和展示了四川碳酸盐岩油气勘探综合配套技术及其应用效果, 同时指出了目前四川碳酸盐岩地区地震勘探存在的技术难点, 并对解决这些技术难点的思路进行了探讨。

主题词 四川 碳酸盐岩 山地 地震勘探 综述

## ABSTRACT

Xu Jianbin, Li Xueyi, Qing Luanwen, Zhou Abo and Fu Ziyun. Summarization of seismic exploration in carbonatite hilly area in Sichuan Province OGP, 2000, 35 (3): 386~ 394

Geophysicists have accumulated rich experience of seismic exploration in Sichuan hilly area, which consists of four technical series relating to data acquisition, data processing, lateral reservoir prediction and interactive interpretation. Authors summarize both comprehensive techniques for hydrocarbon exploration in Sichuan carbonatite hilly area and their application effects; they also analyse some technical troubles in seismic exploration in this area and suggest some corresponding countermeasures

Subject terms Sichuan, carbonatite, hilly area, seismic exploration, summarization

## 地震资料采集、处理技术

### 配套的山地地震资料采集技术

经过几十年的地震勘探, 尤其是 1986 年实现数字化以后, 现已基本形成了较为成熟的山地地震资料采集配套技术, 即: 有效的选线定井技术; 适应各种复杂地表条件的测量技术; 不同

\* Xu Jianbin, Technical section, Geological Survey Division, No. 1 Xizang Street, Nanchong City, Sichuan Province, 637000, China

本文于 1999 年 11 月 24 日收到。

地表条件下的钻炮井技术; 复杂地表及高陡构造采集参数设计技术; 各种条件下严格有效的检波器埋置技术; 控制严密、信息量丰富的全三维采集技术; 山地高分辨率地震资料采集方法和技术; 较为成熟的 V SP 采集技术及取得较大进展的多波勘探技术; 能有效监控野外资料采集质量的 GR ISYS 和 PROMAX 现场处理系统等。在勘探中, 针对不同勘探目标, 合理实施地震资料的野外采集, 使采集质量不断提高。

### 高陡构造及石灰岩出露区的地震资料采集、处理技术

经过近几年针对高陡构造及石灰岩出露区的地震资料采集、处理技术攻关, 总结出一套有效的采集和处理方法, 在高陡构造主体部位勘探应当采用高覆盖次数观测; 小道距接收以及主要应采用下倾激发、上倾接收和排列长度适中(不宜过大)等有效的采集方法。在资料处理方面, 针对不同的勘探目标, 合理开发、利用 PROMAX、Omega、Ita、Geodepth 处理系统中先进的模块功能及方便、快捷的交互处理方式, 有针对性地运用多种静校正(折射静校正、同距波列静校正及横向变速静校正等)和叠前、叠后去噪等方法, 使复杂地表、地腹条件下采集的低信噪比资料有明显改善, 有效信息得到加强, 地震资料叠加成像取得较大进展。模型正演技术和自行研制的射线变速深度偏移、串级深度偏移软件的应用使过去常用的  $F-K$  偏移在某些构造部位归位不好的问题有所改善, 叠前深度偏移技术的开发与应用进一步提高了构造成像效果及归位准确度(图 1)。

### 三维地震资料采集、处理技术

四川三维地震勘探始于 80 年代初, 相继在川东沙罐坪、卧新双及川南沈公山等多个构造上开展了三维地震勘探, 尤其是 1999 年引进了 BM SP2 并行计算机和 Omega 地震资料处理系统, 改变了原来因受设备的限制, 三维资料只能采用二维数学地质模型、两步法实现三维偏移的方式, 在三度空间上更准确地控制了构造形态及断层展布, 为储层预测提供了更加丰富、精细的地震信息。

### 垂直地震剖面(VSP)技术

自 1986 年开始试验以来, 已完成百余口井 V SP 作业, 形成了一套较为成熟的炸药震源、零和非零井源距的 V SP 资料采集方法和处理程序, 特别在针对陡构造的设计和适应山区激发技术方面独具特色, 并在地震-测井联合勘探中起到了重要的桥梁作用。

### 地震转换波资料采集、处理技术

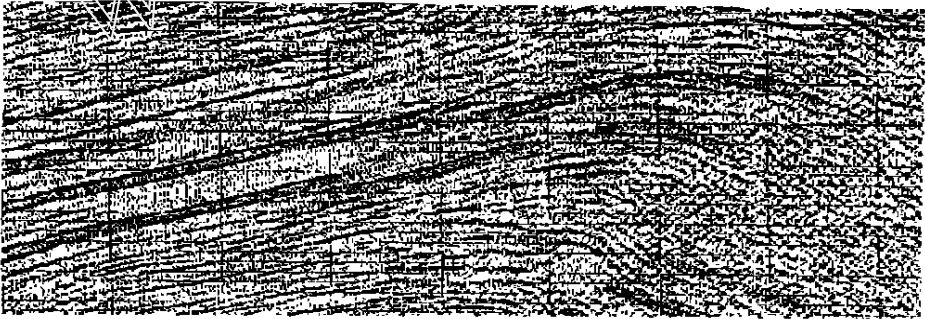
通过对山地地震转换波资料采集方法研究, 利用炸药震源、三分量检波器接收, 获得了丰富可信的多波资料, 研制了最佳拟合抽道集速度分析、静校正、动校正、动态叠加、时深/深时转换等 20 个转换波资料处理软件, 获得了信噪比较高的山地地震转换波剖面, 有利于碳酸盐岩裂缝性油气藏的勘探与开发。

## 储层横向预测技术

近几年来, 不仅合理开发利用引进的软件技术, 而且已将多年来研制的各种储层预测软件集成在工作站上, 初步形成了一套储层预测软件系统 OGW S(包括应用软件 16 个, 辅助程序 22 个), 具有反演波阻抗、速度、密度; 计算压力、孔隙率、渗透率、含油气饱和度、吸收系数以及突变论、分形分维、神经网络、连续频谱、多参数预测油气等功能。这些技术已在四川碳酸盐岩



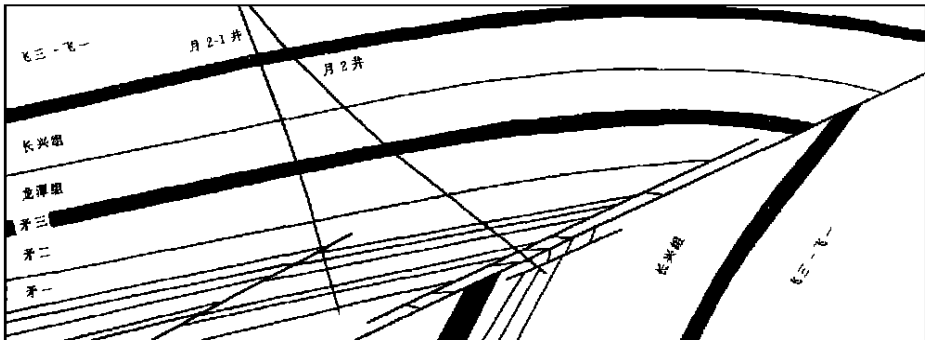
(a)1988 年处理的  $F-K$  偏移剖面



(b)1993 年处理的射线深度偏移剖面



(c)1996 年处理的叠前深度偏移剖面



(d)用钻井资料恢复的剖面

图 1 高陡构造偏移成像对比

油气勘探、开发中发挥了重要作用。

### 碳酸盐岩储层厚度预测

#### (1) 地震高分辨率采集、处理技术的应用

随着岩性油气藏勘探的深入,对储层预测精度的要求越来越高,高分辨率地震勘探技术是解决此问题的有效途径之一。通过地震高分辨率采集、处理试验攻关,不仅剖面纵向分辨率明显提高,而且由岩石物性及含油气情况变化导致的地震异常(波形、振幅、频率等)更加清晰,为提高碳酸盐岩厚度预测及储层含油气预测精度奠定了坚实的基础。

#### (2) 叠后高分辨率处理技术的应用

理论模型和常规时间剖面的叠后高分辨率处理结果表明:复波得到分解,小断层明显,纵向分辨率提高。因此,在厚度变化大的薄层勘探区域,利用老资料进行叠后高分辨率处理是储层厚度预测既经济又较为有效的措施之一。

#### (3) 正、反演技术的应用

一方面,利用模型正演技术,建立不同储层厚度、上下不同岩层组合关系的地震响应模式,结合高分辨率剖面,采用“波形、振幅、时差法”有效预测储层厚度;另一方面,利用直观易于识别的地震反演波阻抗、速度剖面和道积分剖面等,采用储层所对应信息的“零点值时差法”有效预测储层厚度;在储层厚度变化大、难以准确控制层位的反射复杂区,利用道积分剖面上相对波阻抗强弱及地层组系关系能较有效地预测储层分布。

### 裂缝、孔隙型碳酸盐岩储层预测

对于四川盆地低孔、低渗的碳酸盐岩裂缝—孔隙型或孔隙—裂缝型储层预测,经过 10 余年的艰苦探索,已能较好地利用地震反射波信息提取丰富的储层参数,并结合构造、地质及钻井等信息,综合判别和预测储层的孔渗发育带、裂缝发育带和含油气有利部位。

#### (1) 孔、渗发育带预测

利用地震信息中的多种特征参量(地震反射波波形、时差异常;振幅包络、振幅强度、瞬时相位、频率和道积分剖面、G-LOG、SEISLOG 等速度剖面异常;反演波阻抗、孔隙率等),进行综合解释,有效预测碳酸盐岩孔、渗发育带。

#### (2) 裂缝发育带预测

四川低孔、低渗碳酸盐岩特征使裂缝发育带的存在对油气储运起着至关重要的作用,它不仅增加了储集空间,而且增加了油气的渗滤通道,因而在钻前利用地震信息预测裂缝发育带空间分布情况,是提高碳酸盐岩钻探成功率的关键。裂缝发育带的预测主要采用了以下几种技术手段:

1) 高分辨率剖面使纵向分辨率提高,小断层明显。

2) 三维数据体切片(顺层、等时)等技术使断裂在三度空间上展现得更加清晰明了。

3) 分形理论的应用促进了碳酸盐岩裂缝发育带预测。

4) 通过多年多波勘探的技术攻关,已有一套施工和资料处理解释方法,在灵音寺构造上寻找裂缝发育带已初见成效,纵、横波联合勘探进一步提高了裂缝预测可信度。

#### (3) 含油气预测

含油气有利部位的预测,是在厚度预测、孔隙发育带和裂缝发育带预测的基础上,进一步应用一些新技术、新方法(如:AVO 技术、BP 神经网络法、SOM 自组织映射法、突变论法及多

参数含油气预测等),对碳酸盐岩储层进行含油气综合评价、预测,并取得了良好效果。  
**碳酸盐岩生物礁、鲕滩预测**

#### (1) 生物礁预测

利用高分辨率剖面 and 多种特殊处理技术(地震道积分、速度反演、顺层频谱、吸收系数等)以及模型正演技术,归纳出三种川东长兴组典型地震相类型:强反射(I类)、弱反射(II类)、无或极弱反射(III类);并总结出生物礁地震异常的四种基本识别模式:上隆丘状型、“长内”透镜型、“长内”亮点型、“长顶”中断型。并将地震相分析与沉积相联系起来,避免了以往的无方向性,因此在川东长兴组生物礁的预测、勘探与开发中已见到一定成效(图2)。



图2 “长顶”中断型地震异常识别模式

#### (2) 鲕滩预测

大量钻探资料表明,川东下三叠统飞仙关组普遍存在着滩相或坝相鲕粒灰岩,并在渡口河、天东56井区和铁山等构造上钻获中高产工业性气流,说明川东飞仙关鲕滩灰岩是具较大潜力的天然气生产层。通过近几年的攻关研究,结合钻井、地质、构造等资料,从测井曲线的电性识别、地层对比、鲕滩储层识别等角度出发,初步建立了区内测井相-岩相识别模式。通过测井相成果与合成地震记录、模型正演分析相结合,初步建立、总结出鲕滩地层在地震剖面上的基本响应模式,即一个或多个强反射段(所谓“亮点”)等,1996~1998年,按地震“亮点”特征,追踪孔隙性鲕滩储层的分布,相继在渡口河构造区部署了三口井,皆获成功(图3)。



图3 飞仙关鲕滩地震响应

## 人机联作解释技术

在上述地震资料处理、解释及储层横向预测的各环节,均发挥了人机联作解释技术先进、快捷、准确的优越性,实现了处理、解释一体化,提高了处理解释技术水平和成果精度。

## 勘探技术难点及解决思路

尽管 40 多年的勘探已取得丰硕的成果与经验,但随着勘探的深入,从简单的构造勘探向各种复杂类型圈闭勘探的转移,也就面临着不少难题。下面就其勘探技术难点及解决思路进行一些探讨。

### 碳酸盐岩地区地震勘探技术难点

#### (1) 碳酸盐岩出露区地震资料采集难。

川东高陡构造轴部一般出露石灰岩,该区域的地震资料往往难以得好,其剖面上形成信噪比极低的反射空白带,即“天窗”(图 4),严重制约了这些地区的油气勘探工作。其原因一是钻井困难,且往往缺水;二是碳酸盐岩刚性太强,激发的能量向下传播的相对较少;三是构造顶部附近断裂发育、倾角变化大,地震波传播路径复杂,地表有限的排列无法得到足够的反射信息,叠加效果受到影响。为增加能量,若只加大药量,却又增加了面波、声波及各种干扰波的能量,降低了信噪比。巨大地形高差以及速度的横向变化还造成静校正不准,也影响剖面品质。

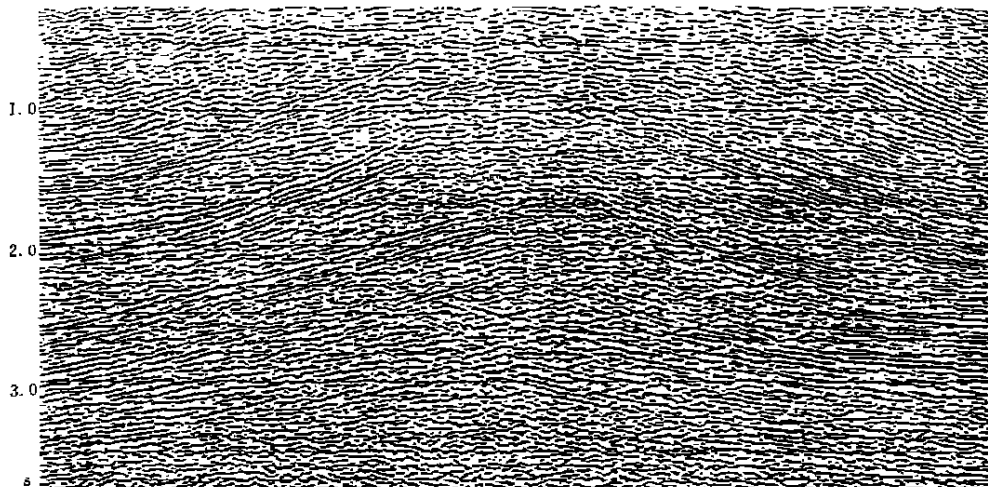


图 4 90-D 8NM C 线偏移剖面

#### (2) 薄碳酸盐岩地层及其与围岩波阻抗差微弱的储层界面反射成像难,进而储层横向预测难。

主要反映在川东石炭系减薄区和川中的下侏罗统大安寨段及中三叠统雷口坡组等层段的反射资料中。当石炭系厚度小于 10m 时,其顶底反射波相消干涉,无法形成较强反射,加之下伏志留系上部砂岩分布的不稳定,对它的识别变得更加困难。川中大安寨组为介壳灰岩与页岩互层,属非均质裂缝性储层,其中大一和大三层变薄也存在识别困难。而雷一<sup>1</sup>段为膏岩、云岩和灰岩的组合,属分布较稳定的孔隙性储层,虽然厚几十米,但与上、下地层的波阻抗差较小,加之横向的变异,也很难形成能量强、连续性好的反射同相轴。

对一些特殊的碳酸盐岩储集体,如长兴组生物礁、下三叠统飞仙关鲕粒滩的预测,但因其分布零散、单层厚度薄且横向变化大等特点,加之受上、下围岩变化的影响,因而其储层预测难。

度较大,对它们的预测技术还处于探索和试验阶段,预测效果尚存在一定风险。

### (3) 二叠系、三叠系裂缝发育带的预测则更加困难。

裂缝圈闭对二叠系、三叠系碳酸盐岩储层特别重要,在川南、川西南地区,利用多种地震信息和资料预测裂缝系统,虽已见到比较好的效果,但这项技术应用条件复杂,受控因素较多,预测效果不够稳定,地层的裂缝发育对地震波形影响的机制是目前国内外亟待解决的问题,因而在预测上也还有一定的风险。

### (4) 储层油、气、水判别难。

应用地震资料对储层含流体情况进行准确判别,圈定气水、油水界面是一个世界性的难题,同时也是勘探、开发工作急需解决的问题。近年来国内、外都有不少成功的范例,四川局的模式识别、多参数油气预测等技术的应用也见到一些效果,但总的来说这一难题还远未解决。解决技术难点的思路和对策探讨

只有遵循实践—认识—再实践—再认识的规律,认真总结多年的经验和教训,紧密联系生产实际,加大科研力度,不断研究、应用、推广新技术、新方法,多学科、多专业紧密结合,开展综合研究,才有可能逐步解决这些难题。

### (1) 加强理论研究,合理利用模型正演技术。

当前勘探领域很多认识和实施方案只是建立在经验积累之上,而理论依据则不够充分。地震资料是地下多种信息的叠加,因而具有多解性,利用模型正演技术对地震资料进行地质解释时,其模型设计不能太简单,应充分利用钻井、测井及区域地质资料,设计尽可能地符合实际正演模型,同时,应加强子波研究,增加正演剖面与实际地震剖面的可比性。

### (2) 加强野外生产管理,合理实施地震资料采集方案。

原始资料质量是处理解释工作的基础,影响原始资料质量的因素除了生产管理上的原因外,还有测线布置、观测系统设计、激发、接收、地震地质条件等多种因素。

1) 对于二维采集,在构造比较复杂、构造轴线多组系分布的地区布置测线要特别慎重,一定要针对地质目标,室内设计后必须到野外认真细致踏勘,选择最佳测线位置,四川山地地震勘探多年来总结的选线定井原则和经验还应继承和发扬。

2) 对于“石灰岩、陡构造、恶地形”三者同时存在的极其复杂的地震地质条件,采用下倾激发、上倾接收的不对称观测系统,适当加大覆盖次数和药量,适当减小检波道距,再加上严格施工,已取得了一定成效,但仍需进一步攻关。克服低信噪比可考虑增加检波器个数和组内距。

3) 对复杂地区或重点勘探区域,为确保地震构造解释精度和丰富的信息,应加强三维地震勘探。

4) 高分辨率资料对于薄储层和弱反射层的勘探十分有利,因此,应加大高分辨率采集的份量,在施工参数上也要因地制宜、精心选择,以前提出的“三高三小”工作方法现在看来有其片面性。实践证明,适当加大药量反而更有利于高、低频有效信息的接收。加强闷井作业也非常重要。检波器接收中要尽量挖深坑埋置(做到平、稳、正、直、紧)、单点接收,这些都是拓宽接收地震波频率范围、提高采集质量的有效措施,罗渡溪高分辨勘探成果(图5)充分证明了这一点。

5) 钻机、炸药、检波器、地震仪在性能上也有改进余地。钻机要加大功率、更轻便,并做多种震源试验;提高地震仪的灵敏度和抗干扰能力;炸药要高效、成型;检波器则应选用高频

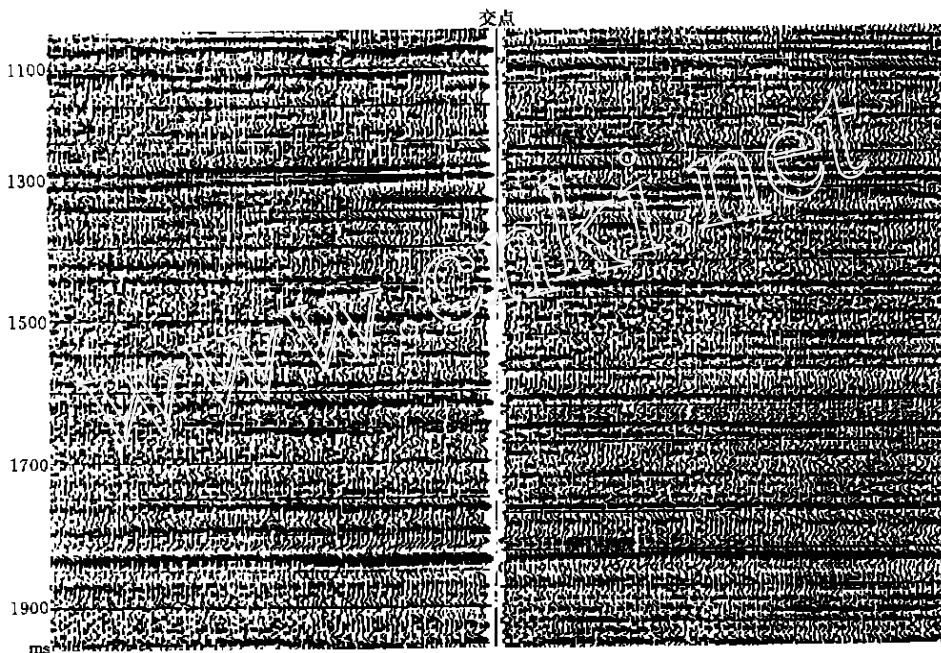


图 5 罗渡溪构造新(右)老(左)剖面效果对比

型等。

6) 原始资料的三高(高信噪比、高分辨率、高保真度)对提高构造解释和储层预测精度是至关重要的。对于振幅、相位、频率等方面的保真度如何衡量,值得加大研究力度。总之,提高采集质量是基础,必须常抓不懈。

(3) 进一步合理开发利用现有的各种软、硬件设备,提高地震资料的处理解释水平。

四川在山地地震资料的处理上有自己独特的优势,目前已拥有 BM R ISC/6000 SP9076-30A 并行机系统、BM A IX V 4.2 并行操作系统软件和西方地球物理公司 W GC Omega V 1.7.1 的应用软件包及工作站群集,功能完善,交互处理、并行处理能力强,资料分析和质量控制模块多。它们的投产将使四川的资料处理能力和水平有一个飞跃。但要注意各种设备的配套和各种功能模块的开发、应用,也要特别重视结合四川地质条件,进一步总结出适合四川资料特点的处理流程与参数,发展适合山地特点、碳酸盐岩特点的各种技术和方法,尽快形成生产力。

同时,要加强资料处理全过程的质量控制,提倡认真对待每一步工作的精细处理,杜绝“粗加工”。

(4) 加强新技术、新方法的研制、合理应用和推广。

1) 应调动广大科技工作者的积极性,针对四川碳酸盐岩地震勘探难点,开展攻关研究,不断推出有效的新技术、新方法。

2) 对已研制的新技术、新方法,应正确认识它们的适用条件和应用效果,以便合理应用。如:地震技术和测井技术在反演方法中可以得到很好的结合,加上钻井、地质资料,利用速度、波阻抗、孔隙率、含水饱和度、自然伽马等反演成果,由已知井推向未知区研究储层变化是十分有利的。但应对目前多种反演方法进行及时总结和对比,对单井约束、多井约束、无井约束等各



种条件下如何适应不同地质情况, 如何正确选择参数, 提高反演精度, 提出一套具体的原则和经验, 提高其技术的有效性。

3) 在加强新技术的推广应用中, 不能只满足于工作量的完成, 而应对各种复杂情况下如何灵活应用才能取得更好效果, 积累必要的经验, 以便达到不断改进和完善的目的。

(5) 对于生物礁、鲕滩等特殊储集体的勘探, 尽管目前已取得了一些成效, 但由于生物礁、滩与围岩的地震特征表现不是很明显, 而且各发现井对应模式并不单一, 因此今后研究的重点应把其气藏在测井资料上的明显特征与地震波的各种属性有机地联系起来, 并仍以各种反演方法为主, 配合高分辨率处理和多参数模式识别等, 总结出生物礁、滩的地震特征。同时要加强生物礁、滩的层序地层学、沉积相等的研究, 从地质理论上为它们的分布指明方向。

(6) 加强多波联合勘探技术研究。可利用纵、横波的速度差, 快、慢横波时差, 多种转换波的特殊性质, 研究碳酸盐岩裂缝发育带展布的方向及其发育程度、储层的各向异性以及划分气水分布。

(7) 充分利用各类三维数据体, 进行顺层、等时切片和相干数据体分析, 从而达到有效预测储层分布规律。

(8) 地震波在传播过程中受诸多因素影响, 加之复杂地质情况导致其变化规律更加复杂, 多种地震方法和技术具多解性。因此, 要利用地震信息得到符合地下客观实际的正确认识, 只有利用多学科、多专业的知识, 把物探、地质、钻井、测井等各种资料结合起来, 相互利用和验证, 同时对地震波属性的研究也要选用多种方法和技术, 扬长避短、相互补充, 才能使成功率进一步提高。

(9) 在探井钻探过程中, 要应用地震资料及时进行跟踪研究, 并及时反馈钻探过程中的各种有关信息, 特别是利用各项钻、测井资料, 标定新的处理剖面, 制定新的解释方案, 指导下一步钻探是非常必要的。

(10) 加速人才培养。尽快提高处理人员的综合素质, 特别要注意培养物探、地质相结合, 处理、解释相结合的复合型人才。

尽管四川碳酸盐岩地区地表地形复杂, 地表地下地震地质条件复杂, 但经过多年的实践—认识—再实践—再认识, 终于克服了一个又一个的困难, 解决了一个又一个的难题, 在勘探的许多领域取得了重大的突破, 使得四川天然气探明储量逐年大幅度上升。虽然目前还存在许多难点, 但随着技术的发展, 认识的不断深化, 这些难点终将会一个一个地被突破。

本文所采用的资料、图件等来源于我处近几年的科研及地震勘探成果和技术总结, 还参考了林毅仁(1996)、隆有灼(1997)、胡一川(1997)的科研报告, 在此一并致谢!

(本文编辑: 聂开华)

## 更 正

本刊 2000 年第 2 期第 258 页第 11 行中的  $300\text{km}^2$  应为  $300 \text{ 万 km}^2$ , 特此更正。

《石油地球物理勘探》编辑部

## 作者介绍

**王卫华** 高级工程师, 1952年生, 1976年毕业于江汉石油地质学校物探专业, 1990年在成都地质学院获应用地球物理工学硕士学位。先后完成30余项科研课题, 在有关刊物上发表多篇学术论文。现任石油地球物理勘探局副总工程师。

**孙沛勇** 工程师, 1971年生, 1993年毕业于大庆石油学院物探专业, 1996年于石油大学地球科学系获硕士学位。现在石油地球物理勘探局研究院从事科研工作。

**张海江** 1973年生, 1994年毕业于长春地质学院应用地球物理专业, 获学士学位, 1997年获硕士学位。现在北京石油勘探开发科学研究院从事多分辨分析方法在地震勘探中的应用研究, 包括多尺度波动方程正演模拟及偏移成像等方面的工作。

**王西文** 高级工程师, 1956年生, 1982年毕业于西安地质学院, 1987年在该校硕士研究生毕业留校任教, 1989年调入西北石油地质研究所, 1993年去日本作访问学者三个月, 1997年进入中国科学院地球物理所攻读博士学位, 现任西北石油地质研究所综合研究中心副主任。

**詹世凡** 高级工程师, 1962年生, 1983年毕业于西南石油学院地球物理勘探专业, 获学士学位。主要从事野外采集方法及资料解释方法的研究工作。现任石油地球物理勘探局副总工程师。

**戴云** 博士研究生, 1973年生, 1995年毕业于成都理工学院应用地球物理专业, 现正在攻读博士学位。在学习期间, 参加了有关“二维、三维折射波静校正和长波长静校正”方面的科研项目。现主要从事长波长静校正, 二维、三维山地静校正方面的研究工作。

**黄平** 高级工程师, 1964年生, 1991年于西南石油学院获硕士学位。曾参加国家“八五”科技攻关项目、主持“九五”科技攻关项目。现在四川石油管理局研究院从事储层预测方法研究工作。

**赵生斌** 工程师, 1969年生, 1992年毕业于西南石油学院勘查地球物理专业。长期从事地震勘探采集方法研究及地震勘探现场施工管理工作。现在吐哈石油勘探开发指挥部物探公司从事研究工作。

**杨振武** 1966年生, 1989年毕业于江汉石油学院物探系, 获学士学位; 1996年在中国地质大学应用地球物理专业获硕士学位。曾发表论文多篇, 现在江汉石油管理局勘探开发研究院从事综合

地球物理解释工作。

**杨振武** 工程师, 1958年生, 1986年毕业于合肥工业大学计算机软件专业。曾发表论文多篇, 现在新星石油公司西南石油局第二物探大队从事地震资料特殊处理工作。

**何展翔** 高级工程师, 1967年生, 1989年毕业于中国地质大学应用地球物理系, 获硕士学位。现在石油地球物理勘探局地调五处任总工程师。

**季玉新** 高级工程师, 1967年生, 1988年毕业于青岛海洋大学海洋应用地球物理专业。长期从事物探方法和人机交互解释工作站的开发研究工作。现在攻读同济大学电子信息工程专业硕士研究生。并负责胜利石油管理局计算中心方法室的“泥岩裂缝油气藏检测的地震处理方法研究”课题。

**牟中海** 副教授, 1960年生, 1982年毕业于西北大学地质系石油与天然气专业。曾出版专著《地震地层解释方法及应用》、《地质绘图程序集》, 发表论文多篇。现在西南石油学院从事地震资料解释与石油地质的科研与教学工作。

**张占松** 讲师, 1965年生, 1990年毕业于江汉石油学院应用地球物理专业, 获硕士学位。主要从事测井资料地质分析、井间储层预测、计算机在地质中的应用以及层序地层学的研究工作。发表论文多篇。现为中国地质大学在读博士生。

**张雪建** 工程师, 1992年毕业于南开大学数学系数理统计专业, 现在大港油田集团公司地质研究中心从事地震资料解释方法和软件开发工作。

**陈遵德** 副教授, 1956年生, 1986年毕业于中国地质大学应用地球物理专业, 获工学硕士学位; 现在成都理工大学攻读博士学位。长期从事地震勘探数据处理与解释的教学工作, 曾发表论文多篇。现负责国家自然科学基金和湖北省自然科学基金课题的研究工作。

**徐建斌** 高级工程师, 1961年生, 1984年毕业于西南石油学院勘探系, 1995年获硕士学位。1985年至1999年在四川石油管理局地质调查处研究所从事地震勘探科研工作, 现在处科技科从事科技成果管理工作。

**张景廉** 高级工程师, 1941年生, 1964年毕业于中国科学技术大学地球化学专业。曾从事铀矿地球化学热力学、核废物地质处置等研究。现在西北石油地质研究所从事油气地球化学及油气无机成因的研究与探索。