

· 经验交流 ·

波形分类方法在松辽盆地火山岩相识别中的应用

唐华风^{*①} 王璞琚^① 姜传金^② 于晶^② 刘万洙^① 程日辉^①

(^①吉林大学地球科学学院; ^②大庆油田勘探开发研究院)

唐华风, 王璞琚, 姜传金, 于晶, 刘万洙, 程日辉. 波形分类方法在松辽盆地火山岩相识别中的应用. 石油地球物理勘探, 2007, 42(4): 440~444

摘要 本文以松辽盆地 SP 地区营城组上部旋回火山岩为例, 利用自组织神经网络方法进行波形分类计算, 采用时窗、振幅、频率和相位参数进行训练, 经过 30 次迭代计算, 划分了 15 种模型道。由计算得到的地震相图可观察到地震波形呈块状或沿断裂呈条带状分布, 与地质背景相吻合。然后遵循岩相命名原则, 根据钻井岩相标定单井火山岩相并进行岩相平面预测。预测的火山岩相分布规律与钻井岩相统计规律一致。此岩相预测结果应用于 SP 地区火山岩气藏开发井网部署, 取得了较好效果, 表明该方法预测火山岩相是可行的。

关键词 松辽盆地 营城组 波形分类 火山岩相

1 概述

2002 年, 松辽盆地徐家围子断陷的 XS1 井于营城组火山岩中获得高产油流, 自此深层火山岩被认为是大庆油田储量接替的重要目标层。由于火山岩有效储层的识别是火山岩勘探的首要任务, 而火山岩储层分布受岩相控制^[1,2], 所以火山岩相研究成为储层预测的关键。有多种火山岩相划分方案和识别模式^[1~9], 其中以划分五相十五亚相的方案(表 1)^[2,7,8]应用最多, 故本次研究工作也采用该分类方案。据现有钻井揭示, 五相十五亚相分类方案中的喷溢相上部亚相、火山通道相火山颈亚相、爆发相热碎屑流亚相和侵出相内带亚相是火山岩储层中物性最好的相带^②。识别出上述四种亚相的分布范围, 对有效火山岩储层的预测具有指导作用。

传统的岩相平面预测是按成图单元的地震波构成的外部形态、内部结构和地震参数得到地震相图, 在钻井控制下或根据经验模板转化为岩相图。随着高精度三维地震资料和钻井资料的不断补充, 为精确预测火山岩相平面分布提供了详细资料, 同时也

提出了采用新方法进行精细岩相预测的要求。如今使用神经网络方法预测钻井岩相^[9~14], 地震波多参数组合预测沉积微相^[15], 波形聚类方法识别辨状河道^[16]都取得了成功, 从而为进行精细沉积岩相的识别提供了理论基础和技术支持。考虑到利用自组织神经网络方法进行波形分类计算时不受模型和钻井

表 1 松辽盆地火山岩相分类^[2]

相(代码)	亚相(代码)
火山沉积岩相(V)	凝灰岩夹煤沉积(V ₃)
	再搬运火山碎屑沉积岩(V ₂)
	含外碎屑火山碎屑沉积岩(V ₁)
侵出相(IV)	外带亚相(IV ₃)
	中带亚相(IV ₂)
	内带亚相(IV ₁)
喷溢相(III)	上部亚相(III ₃)
	中部亚相(III ₂)
	下部亚相(III ₁)
爆发相(II)	热碎屑流亚相(II ₃)
	热基浪亚相(II ₂)
	空落亚相(II ₁)
火山通道相(I)	隐爆角砾岩亚相(I ₃)
	次火山岩亚相(I ₂)
	火山颈亚相(I ₁)

* 吉林省长春市建设街 2199 号鸽子楼吉林大学地球科学学院, 130061

本文于 2006 年 9 月 1 日收到, 修改稿于 2007 年 5 月 10 日收到。

本研究属国家自然科学基金资助(40372066 号)及高等学校博士学科点专项科研基金资助(200301183042)课题。

① 王璞琚等. 大庆目标区火山喷发岩储层建模机制分析及数学表达. 国家自然科学基金重大项目课题研究报告, 2002

② 中国石油勘探开发研究院和大庆油田公司勘探开发研究院. 庆深气田开发方案. 中石油公司开发项目报告, 2005

限制,可真实反映地震信息变化,所以本次研究选择了能直接反映岩相变化的地震波形态参数来识别火山岩相,即首先利用自组织神经网络进行波形分类计算,得到地震相图,然后在钻井控制下进行精细火山岩相平面预测。

2 波形分类方法及其适用条件

2.1 波形分类计算方法

岩相变化引起地震波形态变化(波形参数包括振幅、频率和相位),所以根据波形变化可以预测火山岩相。利用自组织神经网络方法预测火山岩相,在进行波形分类计算时不受模型和钻井限制,可真实反映地震信息变化。鉴于许多教科书对自组织神经网络方法的原理均有详细阐述,故本文只简要叙述应用自组织神经网络进行波形分类的过程。

进行波形分类计算的时窗有两种类型:一种为具有特定地质意义的不等厚时窗;另一种是不具有特定地质意义的等厚时窗。这两种类型的时窗在神经网络进行训练时选取的参数不同。等厚时窗的波形分类计算采用的训练参数为振幅、频率和相位。不等厚时窗的波形分类计算除了采用上述三种训练参数外,时窗厚度本身就是一个重要的训练参数。本次研究采用神经网络方法在不等厚时窗内进行波形分类计算,选择振幅、频率、相位和时窗参数对实际地震道进行训练。通过每次迭代之后,神经网络按照波形分类数合成相同数量的模型道,再将模型道与实际地震数据进行对比,通过自适应试验和误差处理,在模型道和实际地震道之间寻找更好的相关(通常经过 20 次迭代就达到网络最佳收敛),进而划分地震相。通过观察地震相图上模型道的分布,可以了解评估地震波形在所解释区域的分布,再检查每一口井与地震相模型道的对应关系,进行岩相预测。

2.2 波形分类适用条件

波形分类计算最佳时窗是半个波长到两个波长之间。若选择时窗层段太厚,期间可能包含多个相序,计算的结果将无法解释;若时窗层段太薄,则不能真实地反映相变引起的波形变化。为了正确反映岩相变化引起波形变化的关系,除了控制时窗的选取,还需要正确选择波形分类数、地震资料和迭代次数。

3 波形分类计算参数选取及计算结果分析

根据岩性、电性界面和地震反射特征,将松辽盆地 SP 地区营城组火山岩划分为三个旋回。钻井揭示上部旋回火山岩厚度为 50~262m,中部旋回火山岩厚度为 100~302m,下部旋回火山岩厚度为 20~293m。由于整段火山岩厚度大,超过了波形分类计算的有效计算范围。而各个旋回的时窗厚度符合波形分类计算的要求。本文以上部旋回为例,介绍预测火山岩相的波形分类方法。

3.1 参数选择

3.1.1 时窗特征与地震资料选择

时窗和地震资料参数的选择是相互制约且相互配合的。营城组上部旋回火山岩段地震数据特征表现为:①高分辨率地震数据的主频在 50Hz(图 1),波长为 20ms,用该资料进行波形分类计算的最佳时窗为 10~40ms(图 2 中的 I 类区),厚度约为 20~100m;②常规地震数据的主频在 28Hz,一个波长为 36ms,用该资料进行波形分类计算的最佳时窗为 18~72ms(图 2 中的 I 类和 II 类区),厚度约为 40~200m。对比常规和高分辨率地震资料的适用时窗,选用常规纯波数据进行波形分类计算更合理。

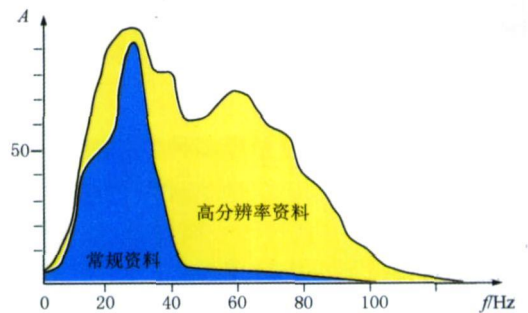


图 1 SP 地区火山岩高分辨率资料与常规资料频谱分析对比

3.1.2 波形分类数(模型道)

赵政璋等人(2005)提出了一种波形分类数估算方法^[7],即:①把层段时窗厚度除以 6 作为第一次计算的分类数;②把上次计算分类数的 50%作为第二次计算的分类数;③把第一次计算分类数的 150%作为第三次计算的分类数。在此基础上,再按照波形分类数合成相同数量的模型道,根据模型道分布特征和与钻井吻合程度,最终确定波形分类数。

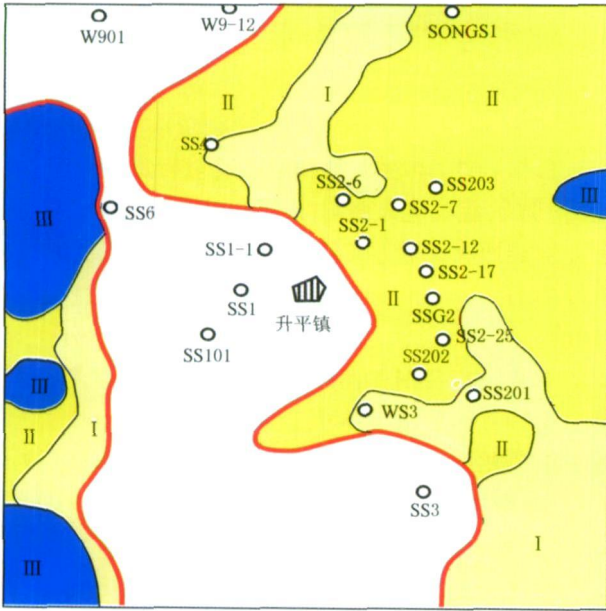


图2 SP地区营城组火山岩上部旋回时窗厚度分布特征

I: $20\text{ms} \leq \text{时窗} \leq 40\text{ms}$; II: $40\text{ms} < \text{时窗} \leq 72\text{ms}$;
III: $72\text{ms} < \text{时窗} \leq 95\text{ms}$

这种波形分类数估算方法不适用于岩相变化快的地区,如火山岩相横向上和纵向上变化都快,如果分类数少则不能正确反映出岩相变化引起的地震波形变化。鉴于此,本文提出了改进的波形分类方法,确定过程分为三步:

(1) 根据可能存在的岩相组合的种类,确定最小波形分类数为9,计算结果表明相同的岩相对应多个模型道,同时也出现同一模型道对应多种岩相组合;

(2) 根据同一模型道对应多种岩相组合,增加波形分类数使同一模型道只对应一种岩相组合;

(3) 重复第(2)步直到同一模型道只对应一个岩相组合,最后将波形分类数定为15种。

3.1.3 迭代次数选择

迭代次数是神经网络方法中的一个重要参数。通常情况下,应用神经网络大约在10次迭代后就收敛到实际结果的80%。在实际应用中采用10~20次迭代便能确保较好的分类。比较波形分类计算结果,30次迭代以后计算结果相差就很微小,最终选用的迭代次数为30次。

3.2 计算结果分析

以SP地区营城组上部旋回火山岩为例,选用常规纯波地震资料,利用自组织神经网络方法,采用时窗、振幅、频率和相位参数进行训练,经过30次迭

代计算,划分出15种模型道,结果如图3所示。由图3a左侧可看出,模型道13,14和15的组合呈明显条带状分布;模型道4,7和11的组合呈块状规律分布。由图3a右侧可看出,模型道1,2和3的组合呈块状分布和条带状分布;模型道4,5和6的组合呈圆状和块状分布;模型道7和8的组合呈块状分布和条带状分布;模型道9,10和11的组合呈块状分布;模型道13和14的组合呈东西向条带分布。这与断裂控制火山岩相带展布是吻合的,所以可认为该结果是可靠的。

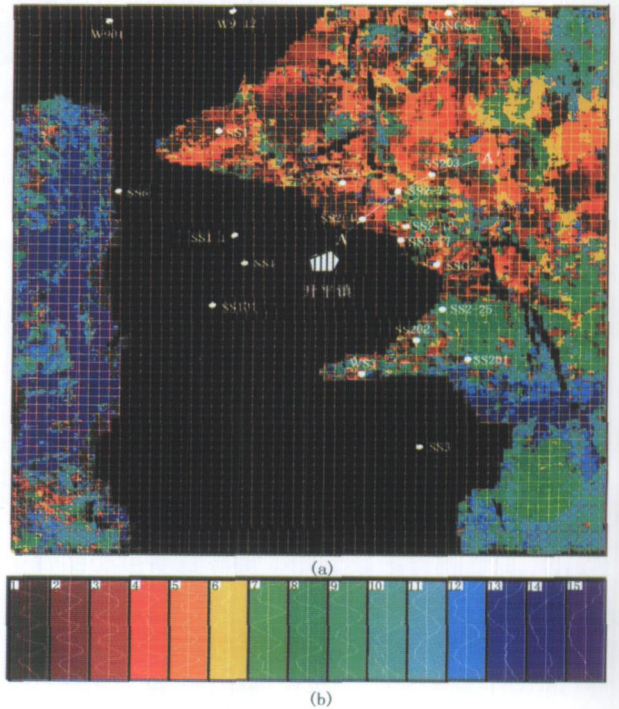


图3 松辽盆地SP地区营城组上部旋回火山岩波形分类图(a)及模型道(b)

由于是不等厚层段的波形分类,所以按时窗厚度、频率、相位和振幅参数进行模型道拟合。模型道具有以下特征:模型道1~15是分段时窗厚度变小,模型道分为1~6,7~10和11~15三个不同厚度的时窗段,各段的模型道从左到右呈频率变低,振幅减弱、相位变大的趋势。模型道呈块状分布反映岩相变化小;而由多模型道组成的杂乱状分布,反映岩相变化大。此外,模型道组合能提供火山岩体厚度变化的趋势,从而反映出岩体的外部形态。从AA'测线来看模型道由2(SS2-1)→12→6(SS2-7)→8→4(SS203)→9,厚度变化为厚→薄→厚→薄→厚→薄,反映出火山岩体外形为复合丘形。这与这三口

井处在火山中心位置的事实吻合。

4 利用波形分类计算结果识别火山岩相

4.1 岩相命名原则

利用钻井岩相标定模型道, 将波形分类地震相图转化为岩相图。在标定过程中要突出火山通道相(I)、火山颈亚相(I₁)或侵出相(IV), 因为它们指示火山口位置。找出火山口位置后就便于预测火山口附近的岩相分布, 用 I₁(+IV) 表示。当在钻井岩相中没有见到上述两种相时, 假如只见到喷溢相上

部亚相(III_B)和爆发相空落亚相(II₁), 而且喷溢相上部亚相厚度占地层厚度的 55%~70%, 则认为喷溢相上部亚相为优势相, 用 III_B+II₁ 表示; 若喷溢相上部亚相超过地层的 70%, 并确认喷溢相上部亚相夹爆发相空落亚相, 用 III_B+II₁ 表示; 若喷溢相上部亚相和爆发相空落亚相均为 45%~55%, 而且认为是爆发相空落亚相和喷溢相上部亚相的混合相, 则以 III_B 和 II₁ 表示。据此原则可类推其他火山岩(亚)相的组合命名。

4.2 岩相单井标定和识别

遵循上述原则, 根据钻井岩相标定了 SP 地区营城组上部旋回火山岩波形分类模型道(表 2)。

表 2 SP 地区营城组上部旋回火山岩波形分类模型道钻井岩相标定

井号	模型道	岩 相	备注
SSG2	2	火山通道相火山颈亚相、侵出相外带亚相+喷溢相(I ₁ +IV ₃)	2与3呈块状
SS4	3	火山通道相火山颈亚相、侵出相中带亚相+喷溢相中下部亚相(I ₁ +IV ₂)	3与4呈杂乱块状
SS201	7	喷溢相中上部亚相夹热碎屑流亚相(III ₂₊₃ 夹II ₃)	7与8呈块状
SS202	8	喷溢相中下部亚相夹爆发相热碎屑流亚相(III ₂₊₁ 夹II ₃)	8和7呈块状
SS2 1	2	侵出相外带亚相、火山通道相火山颈亚相+喷溢相中下部亚相(IV ₃ +I ₁)	2与1呈块状
SS2 6	4	火山通道相火山颈亚相和隐爆角砾岩亚相、喷溢相中上部亚相夹爆发相热碎屑流亚相(I ₁₊₃)	4与2呈块状
SS2 7	2	火山通道相隐爆角砾岩亚相、喷溢相中上部亚相夹爆发相热碎屑流亚相(I ₁)	2与3呈块状
SS2 12	5	喷溢相中上部亚相夹爆发相热碎屑流亚相和空落亚相(III ₂₊₃ 夹II ₃₊₁)	5与4呈块状
SS2 17	2	火山通道相火山颈亚相、喷溢相中部亚相和上部亚相夹爆发相热碎屑流亚相(I ₁)	2与3呈块状
SONGS1	5	喷溢相夹爆发+火山沉积相(III夹II+V)	5呈块状
WS3	12	爆发相热碎屑流亚相夹喷溢相上部亚相(II ₃ 夹III ₃)	12、7和8呈杂乱块状

综上所述, 除了模型道 6, 9, 10 和 11 之外, 其他模型道均有钻井标定。根据模型道 6 零散分布在模型道 1~4, 7 和 8 之间, 且范围小, 推测模型道 6 为喷溢相。另外模型道 9, 10 和 11 分布在构造高平台的区域, 厚度变化较小, 且单一模型道呈块状分布, 推测为喷溢相中下部亚相。

单模型道岩相标定以后, 需要将模型道组合起来预测岩相。首先是将火山颈亚相或侵出相的模型道与其他模型道组合, 确定火山喷发中心; 其次是寻找 AA' 测线的模型道组合类型, 因为丘状外形是近火山口相组合的标志, 预测岩浆流动方向, 在火山机构相序相律的约束下进行岩相预测。

在没有钻井控制区域, 首先按距离最近的火山口控制岩相的原则来预测岩相, 然后根据波形分类的模型道预测, 认为同一模型道代表岩相相同。最后参考火山岩厚度、火山岩顶面及底面构造图预测

岩相分布。

图 4 为 SP 地区营城组上部旋回火山岩相识别结果。从整体上来看, 火山岩相分布受断裂的控制, 具有如下特征: 横向上的相序为火山通道相—侵出相—喷溢相—爆发相。以喷溢相所占比例最大(66%), 爆发相次之(27%), 火山通道相排第三(6%), 侵出相占比例最少(2%)。此分析结果与钻井统计规律相符^[8]。由此可验证该方法是有用的。

5 结束语

利用自组织神经网络方法进行波形分类计算时不受模型和钻井限制, 能真实反映地震信息变化, 故选用此法预测火山岩相。该方法具有受经验因素干扰小和快速精确的特点。采用自组织神经网络方法计算得到的 SP 地区营城组上部旋回的地震相图

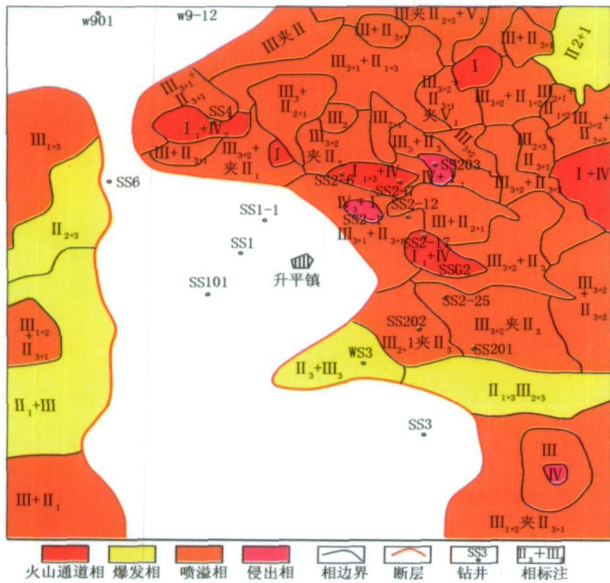


图4 松辽盆地SP地区营城组火山岩相预测图

I—火山通道相, I₁—火山颈亚相, I₃—隐爆角砾岩亚相; II—爆发相, II₁—空落亚相, II₂—热基浪亚相, II₃—热碎屑流亚相; III—喷溢相, III₁—下部亚相, III₂—中部亚相, III₃—上部亚相; IV—侵出相, IV₃—外带亚相; V—火山沉积相, V₂—含外碎屑火山碎屑沉积岩。摘自五相十五亚相分类方案^[2]

符合地质规律。经过钻井岩相标定识别岩相,其分布规律与钻井岩相统计规律一致。这表明利用该方法进行火山岩相预测是可行的。

为作好这项工作,需要根据资料特征和目标层段特征进行波形分类数和地震资料选择。此外,在利用此法时要注意:①此法不能控制模型道的选取,势必增加解释工作量;②地层中含油、气和水时也会引起地震波形态变化,增加了岩相解释的难度。

参考文献

[1] 王璞珺, 陈树民, 刘万洙等. 松辽盆地火山岩相与火山岩储层的关系. 石油与天然气地质, 2003a, 24(1): 18~27

[2] 王璞珺, 迟元林, 刘万洙等. 松辽盆地火山岩相: 类型、特征和储层意义. 吉林大学学报(地球科学版), 2003b, 33(4): 449~456

[3] 李长山, 陈建文, 游俊等. 火山岩储层建模初探. 地学前缘, 2000, 7(4): 381~389

[4] 刘万洙, 王璞珺, 门广田等. 松辽盆地北部深层火山岩储层特征. 石油与天然气地质, 2003, 24(1): 88~91

[5] 陈建文, 王德发, 张晓东. 松辽盆地徐家围子断陷营城组火山岩相和火山机构分析. 地学前缘, 2000, 7(4): 371~379

[6] 李世凯, 刘万洙, 陈树民等. 松辽盆地储层火山岩岩性、岩相与储层物性的关系研究. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33(专辑V): 136~140

[7] 邱春光, 王璞珺, 门广田等. 松辽盆地徐家围子断陷火山岩相和亚相的测井识别. 吉林大学学报(地球科学版), 2003, 33(专辑V): 123~127

[8] 郭振华, 王璞珺, 印长海. 松辽盆地北部火山岩岩相与测井相关关系研究. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(2): 207~214

[9] 邱颖, 孟庆武, 李悌等. 神经网络用于岩性及岩相预测的可行性分析. 地球物理学进展, 2001, 16(3): 76~84

[10] 魏莲, 肖慈珣. 用自组织神经网络方法实现测井相定量识别. 物探化探计算技术, 2001, 23(4): 324~328

[11] 薛林福, 潘保芝. 用自组织神经网络自动识别岩相. 长春科技大学学报, 1999, 29(2): 144~147

[12] 罗立民, 王允诚. 自组织特征映射网络的改进及在储层预测中的应用. 石油地球物理勘探, 1997, 32(2): 237~245

[13] 张应波, 张骥东. 地震岩性预测新方法探索. 石油地球物理勘探, 1999, 34(6): 711~722

[14] 张治国, 杨毅恒, 夏立显. 自组织特征映射神经网络在测井岩性识别中的应用. 地球物理学进展, 2005, 20(2): 332~336

[15] 梁桂蓉, 黄晓红, 赵宪生. 利用地震波多参数组合预测沉积微相研究. 地震研究, 2004, 27(3): 252~255

[16] 邹新宁, 孙卫, 张盟勃. 沼泽沉积环境的辫状河道特征及其识别方法. 石油地球物理勘探, 2005, 40(4): 438~443

[17] 赵政璋, 赵贤正, 王英民等. 储层预测理论与实践. 北京: 科学出版社, 2005

(本文编辑:张亚中)

欢迎订购

《石油地球物理勘探》数据光盘(1966~2004年)

作者介绍

李庆忠 中国科学院院士,教授,1930年生;1952年毕业于清华大学物理系;曾在新疆、大庆、胜利及原石油物探局从事石油地震勘探工作50余年,所提出的理论和方法不仅解决了油气勘探中的技术难题,而且对物探技术的发展产生了深远影响,被石油天然气总公司命名为“石油工业杰出科技工作者”;先后出版专著两部,发表有影响的技术论文近30篇;现在中国海洋大学从事地震勘探领域的科研与教学工作。

蔡希玲 高级工程师,1962年生;1981年毕业于石油物探学校地震解释专业,1990年获石油大学勘查地球物理专业学士学位,2000年获成都理工大学地球探测与信息技术专业硕士学位;一直在东方地球物理公司(原石油物探局)研究院从事地震数据分析、处理和物探方法研究工作;现为中国地质大学(北京)在职博士研究生。

杨海生 高级工程师,1957年生;1992年于湖北省高等教育自学考试数学专业本科毕业;先后在江汉油田物探研究所和勘探开发研究院从事波动方程研究、地震方法应用软件开发设计及物探数据处理工作,发表论文约10篇。

董凤树 高级工程师,1967年生;1989年本科毕业于天津师范大学物理系,2002年获中国石油大学(北京)地质工程专业硕士学位;先后在大港油田物探公司及东方地球物理公司海上勘探事业部从事地震数据采集和资料处理工作。

石战结 博士,工程师,1978年生;2001年毕业于吉林大学地球探测科学与技术学院勘查技术与工程专业,2006年获该校地球探测与信息技术专业博士学位;曾先后发表论文近10篇;现在大庆油田有限责任公司勘探开发研究院从事地震数据处理与解释工作。

杨培杰 博士研究生,1972年生;1994年本科毕业于大庆石油学院测井专业,2005年获中国石油大学(华东)控制理论与控制工程专业硕士学位;主要从事测井数据的处理与解释工作;现在中国石油大学(华东)攻读博士学位,研究领域包括储层地球物理反演、地震信号处理、属性优化分析等。

赵淑红 讲师,1973年生;1995年毕业于西安地质学院应用地球物理专业并获学士学位,2006年获博士学位;现在长安大学地质工程及测绘工程学院从事地球物理领域的教学与研究工作。

漆立新 高级工程师,1963年生;1980年毕业于中国地质大学(武汉)物探系,获学士学位,1991年获该校地球探测与信息技术专业硕士学位;现在中石化西北分公司勘探开发研究院从事油气地震勘探与开发研究,同时为中国地质大学(武汉)在读博士研究生。

单联瑜 高级工程师,1958年生;1982年毕业于华东石油学院;现在胜利油田物探研究院从事地震资料的处理及科研管理工作,已发表多篇论文。

皮红梅 博士研究生,1981年生;2003年毕业于吉林大学地球物理专业,获理学学士学位;现在该校地球探测科学与技术学院攻读固体地球物理专业博士学位,研究领域为复杂地震波场数值模拟及地震非线性研究。

季敏 博士研究生,1976年生;1999年毕业于大庆石油学院应用地球物理专业;主要从事地震属性、地震综合解释等方面的研究工作;目前在中国石油大学(北京)攻读硕士和博士学位。

陈海清 高级工程师,1964年生;1983年毕业于石油物探

学校地震解释专业,1991年获石油大学函授学院勘查地球物理专业学士学位;一直在东方地球物理公司研究院地质研究中心从事地震资料解释及综合研究工作,现同时为中国海洋大学海洋地球科学学院在职博士研究生。

王保丽 博士研究生,1981年生;2004年毕业于中国石油大学(华东)勘查技术与工程专业,2006年获该校地球探测与信息技术专业硕士学位;现在该校攻读博士学位,研究专业为地质资源与地质工程。

董臣强 高级工程师,1970年生;1992年本科毕业于成都地质学院石油地质专业,2000年获中国地质大学(北京)石油与天然气工程专业硕士学位;一直从事油气勘探研究工作;现就职于胜利油田分公司新疆勘探开发中心,同时在职攻读中国地质大学(北京)石油与天然气工程专业博士学位。

唐华凤 博士,1979年生;2001年本科毕业于吉林大学资源环境专业,2004年获该校海洋地质专业硕士学位,2007年获该校矿产普查与勘探专业博士学位;求学期间在专业期刊上发表论文8篇;现在吉林大学地球科学学院从事石油地质领域的教学与科研工作。

孟小红 教授,博士生导师,1958年生;1982年毕业于长春地质学院地球物理专业,1987年获该院地球物理专业硕士学位,1991年获中国地质大学(北京)地球物理专业博士学位;现在中国地质大学(北京)地球物理与信息专业学院从事计算与综合地球物理领域的教学与科研工作。

张翔 副教授,清华大学博士后,1969年生;1994年毕业于江汉石油学院应用地球物理专业,获硕士学位;曾参与纵、横波勘探等多项研究,发表论文多篇;现在长江大学地球学院从事电磁勘探、模式识别及图像处理等方面科研和教学工作。

朱军 高级工程师,1966年生;1987年毕业于西南石油学院物探专业,获学士学位,1990年获石油大学应用地球物理专业硕士学位。毕业后先后在西安石油勘探仪器总厂、中国石油集团测井有限公司从事测井方法和仪器的研究开发工作,曾主持和参与多项部级项目研究开发,发表论文20余篇,获专利多项。现在中国石油勘探开发研究院研究生部攻读博士学位。

郝志伟 硕士研究生,1980年生;2004年毕业于中国石油大学(华东)石油地质专业,获学士学位;现在胜利油田物探研究院从事石油勘探研究工作,同时为中国石油大学(华东)在职硕士研究生。

孙怡 工程师,1973年生;1995年毕业于西北大学地质系石油与天然气地质专业,2004年获石油大学(华东)地球探测与信息技术专业硕士学位;一直从事石油勘探研究;现为中国石油大学(华东)地质资源与地质工程专业在读博士研究生。

韩复兴 博士研究生,1981年生;现在吉林大学地球探测科学与技术学院应用地球物理系攻读博士学位,研究方向为地震波传播与成像。

钱荣钧 教授级高级工程师,1969年毕业于北京石油学院勘查地球物理专业;曾参加过辽河、中原、内蒙、塔里木等油田的勘探工作,长期致力于地震勘探技术的研究和管理工作,先后主持多项国家、省部级和局级重大攻关项目;现为《石油地球物理勘探》杂志主编。

sensitive; the variation of attributes is the largest for gas bearing vugs, second for oil bearing and the smallest for water bearing. Abovementioned seismic attributes feature can provide useful help for recognition of vug and fluid bearing nature.

Key words: seismic attribute, seismic physical model, vug, seismic data processing, attribute detection, feature analysis

Ji Min. CNPC Key Lab of Geophysical Exploration, College of Earth Resource and Information, China University of Petroleum, Changping District, Beijing City, 102249, China

Analysis of underwater fan in Q32 well of Qigequan area, Qaidam basin. Chen Hai qing, Yang Bo, Wang Guang hua, He Li hong and Feng Guang zhan. OGP, 2007, 42(4): 429 ~ 434

Studying the palaeotopographic feature and rule of structural evolution in an area is the precondition and foundation to look for and analyze various fans and deltas. Different in internal structure of fan with surrounding beds, there is difference in lithology and dips with surrounding beds, which becomes possible that utilizes seismic attributes to analyze the internal structure, configuration and development size of fan. The feature analysis of horizontal seismic attribute is an effective tool to determine the development size of fan and describe spatial distributing feature of fan. The Qigequan area is situated in the margin of Qaidam basin, where developing the lithologic and stratigraphic erosion pinchouts; and at the same time, affected by Alar source area and Arjin piedmont steep slope near source area, developing various different types of sedimentary bodies in different geologic epochs, including alluvial fan, near shore underwater fan, fan delta, turbidite fan and braided river fan, which is one of the most prospective areas for looking for various lithologic (stratigraphic) traps in Qaidam basin. The discovery of underwater fan in Q32 well started firstly from studying palaeotopographic and palaeotectonic feature in E_3^1 and E_3^2 epochs, used such technical tools as seismic attributes and horizontal slices to describe and demonstrate the internal structure, configuration and distribution range of discovered sedimentary bodies that are finally proved by drilling results, which provided meaningful reference for following

development of study on (lithologic) stratigraphic traps.

Key words: slope broken zone, underwater fan, seismic attribute

Chen Hai qing, Geological Research Center of GRI, BGP, Zhuozhou City, Hebei Province, 072751, China

Gray approximation based elastic wave impedance equation and inversion. Wang Bao li, Yin Xing yao and Zhang Fan chang. OGP, 2007, 42(4): 435 ~ 439

In order to more accurate petrophysical parameters data volume and reduce the accumulation effects of computed errors, the people want to directly pick up petrophysical parameters by some approach. Using Connolly elastic impedance (EI) formula to carry out inversion only directly yields the information of P, S waves velocities and density, and again yields corresponding elastic parameters by computation. The dimension of elastic impedance in different angles is non uniform. In view of the shortage of Connolly approach and representing Zoeppritz's equation as the reflectivity being the function of shear modulus μ , Lamé coefficient λ and density ρ by Gray approximation, the paper presented a new elastic wave impedance inversion formula based on Gray's AVO approximate equation, standardized the formula in order to uniform the dimension among the elastic wave impedances in different angles. The inversion was carried out for practical seismic data in A area by standardized elastic wave impedance inversion formula in the paper, shear modulus μ and Lamé coefficient λ can be directly picked up from inverted elastic impedance data volume, which showed using the approach presented in the paper to pick up elastic parameters is more robust and accurate.

Key words: Gray approximation, elastic impedance inversion, standardization, Lamé parameter

Wang Bao li College of Earth Resource and Information, China University of Petroleum, Dongying City, Shandong Province, 257061, China

Application of waveform classification to identify volcanic facies in Songliao basin. Tang Hua feng, Wang Pu Jun, Jiang Chuan jin, Yu Jing Liu Wan shu and Cheng Ri hui. OGP, 2007, 42(4): 440 ~ 444

Taking the volcanic in upper cycle of Yingcheng Formation in SP area of Songliao basin,

the paper utilizes self organization neural network approach to carry out waveform classification, uses such parameters as time window, amplitude, frequency and facies to implement training and divides 15 kinds of model traces after 30 iterative computations. The seismic waveforms can be seen as pieces distribution or strips distribution along the faults on the resulted seismic facies map, which is coincident with geologic background. Then, following the lithofacies naming principle, we calibrated volcanic facies at single well based on drilling lithofacies and conducted planar prediction of lithofacies. The distribution law of predicted volcanic facies is consistent with the statistical raw of drilling lithofacies. Application of the predicted lithofacies results to deploy the development well network of volcanic gas reservoir in SP area achieved good effects, showing the feasibility using the approach to predict the volcanic facies.

Key words: Songliao basin, Yingcheng Formation, waveform classification, volcanic facies

Tang Hua feng, College of Geoscience, Jilin University, Gezi Building, No. 2199, Jianshe Street, Changchun City, Jilin Province, 130061, China

Analysis on seismic feature of reservoir in Neogene Shawan Formation first oil sand layer in Chepaizi area of Junggar basin. Dong Chen qiang and Wang Jun. *OGP*, 2007, 42(4): 445 ~ 447

The 2 D geologic model was constructed based on the practically drilled stratigraphic sequence and measured velocity and density data at Pai 2 well, from which the forward simulation was conducted. The resulted forward simulation was correlated with practical seismic data, and both of them had similar feature of seismic response to the sand body in Shawan Formation reservoir at Pai 2 well: the oil bearing sand body on the higher parts showed strong reflection energy, all rapidly energy changed points appeared when seismic reflection events stretched toward lower parts, and reflection energy changed from strong to weak until disappearing in these changed points. The frequencies related to oil layer and water layer also have distinctive difference: lower for oil layer and higher for water layer. Combing application of amplitude with frequency parameters can successfully predict the reservoir in Shawan Formation first oil sand

layer in Chepaizi area.

Key words: Junggar basin, Neogene, oil layer, seismic parameter, amplitude, frequency

Dong Chen qiang, No. 236, Bei'yi Road, Dongying District, Dongying City, Shandong Province, 257100, China

Using velocity inversion of seismic Rayleigh wave to compute S wave statics of P SV wave. Meng Xiao hong and Guo Liang hui. *OGP*, 2007, 42(4): 448 ~ 453

In multi wave and multi component seismic exploration, it has been very difficult to compute S wave statics of P SV wave up to now. Aid by the principle of Muzyert approach, the paper presented using dispersion information of Rayleigh wave in land seismic P SV wave data to invert shallow S wave velocity structure, and then compute S wave statics of P SV wave. The paper listed in detail the flow chart computing S wave statics. It is shown by the test of practical 2 D seismic P SV wave data that using the dispersion information of seismic Rayleigh wave can effectively invert the S wave shallow velocity structure and predict the long wavelength trend of S wave statics of P SV wave.

Key words: P SV wave, S wave statics, Rayleigh wave, velocity inversion

Meng Xiao hong State Key Lab of Geoscience and Mineral Resource, China University of Geoscience, Haidian District, Beijing City, 100083, China

New technology and effects of mountainous MT data processing. Zhang Xiang, Yan Liang jun, Su Zhu liu and Hu Wen bao. *OGP*, 2007, 42(4): 454 ~ 456, 473

The MT data in mountainous area inevitably suffered from the various interferences and influence of topography and local anomalous bodies. In view of this issue, the paper presented new mountainous MT data processing and interpretation approaches: ① using regression algorithm based on supporting vector computer for denoise, which plays some role in diminishing the influence of topography at a part of survey points and local anomalous bodies; ② using 1 D non linear inversion that approaches global optimum by MT second order function to construct initial geoelectric model of 2 D inversion; ③ using 2 D mountainous inversion