

# 用于油气检测的地震属性差异分析方法 ——在塔中地区的应用

于常青

(中国地质科学院地质研究所,北京 100037)

**提要:**反射地震资料的属性与油气勘探的最终目标——油、气有密切联系。利用地震波场的属性中隐藏着识别油气藏的密码进行油气检测,是一项新的油气检测技术。有油气存在时其地震属性会在局部产生非常规变异,寻找这种变异的差异,就可以进行油气检测,这也就为油气圈闭的地球物理评价提供了基础。通过在塔里木油田的试验表明,上述检测油气的属性差异分析方法技术是有效的。建议在油气钻探之前,首先进行油气检测和圈闭评价,以减少风险,提高油气勘探的成功率。

**关键词:**油气勘探;地震属性;地震波场;差异分析;塔里木盆地

**中图分类号:** P631.4<sup>+</sup>44      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2011)04-1061-05

地震资料所包含的地震波传播的信息,包括了地震波的振幅、频率、相位等信息,当地下岩性发生变化时,地震波信息也会相应地发生变化<sup>[1]</sup>。其中,对振幅和频率的影响相当明显。

$$S(x, y, t) = Q(a, f, p, n)$$

式中,  $S$  为我们所能接收到的地震信息,  $Q$  为一个泛函数, 其中的  $a$  为振幅函数,  $f$  为频率函数,  $p$  为相位函数,  $n$  为剩余参考函数。

由于岩石物性的差异, 当岩石中含有油气的时候, 地震波在通过时会有变化, 这种变化是很微小的<sup>[2]</sup>, 然而, 这种微小的差异在地震波的振幅和频率上是会有所表现的, 因此, 地震微属性差异烃类检测技术, 就是利用这种微小的差异, 通过分析地震波的变化, 来进行差异分析, 从而对岩石的性质特别是由于含有油气所造成的变化进行预测分析, 进而进行油气预测<sup>[3,4]</sup>。

## 1 原 理

设地震振幅与岩石物性及含油气性的关系为:

$$A(x, y, t) = Q_a(v, d, p, s, n)$$

同样, 对频率而言, 也存在与此相似的关系, 即:

$$F(x, y, t) = Q_f(v, d, p, s, n)$$

这里的  $v$  为速度函数,  $d$  为密度函数,  $p$  为孔隙度函数,  $s$  为渗透率函数,  $n$  为函数余项。在物性相同的岩层中, 这些参数函数都遵循一定的规律而变化, 但是差异不会太大, 但是, 当物性存在差异时, 这些参数函数的变化规律就会改变, 并最终导致地震振幅函数和频率函数的变化<sup>[5]</sup>, 通过对这些变化进行分析, 就会发现其与岩石物性变化之间的关系, 从而达到预测的目的。

相关的研究分析表明, 当岩石中含有油气时, 其地震振幅和频率存在降低的规律。利用这种规律, 通

收稿日期: 2011-05-20; 改回日期: 2011-06-03

基金项目: 中石化海相前瞻性项目(YPH08110)资助。

作者简介: 于常青, 男, 1962年生博士, 研究员, 长期从事油气勘探的研究工作, 主要研究领域为地震资料处理解释、地震储层预测及综合评价、深部地球物理; E-mail: yucq@tom.com。

通过对地震的这种属性差异的分析,就可以达到进行油气预测的目的<sup>[6]</sup>。

流程:

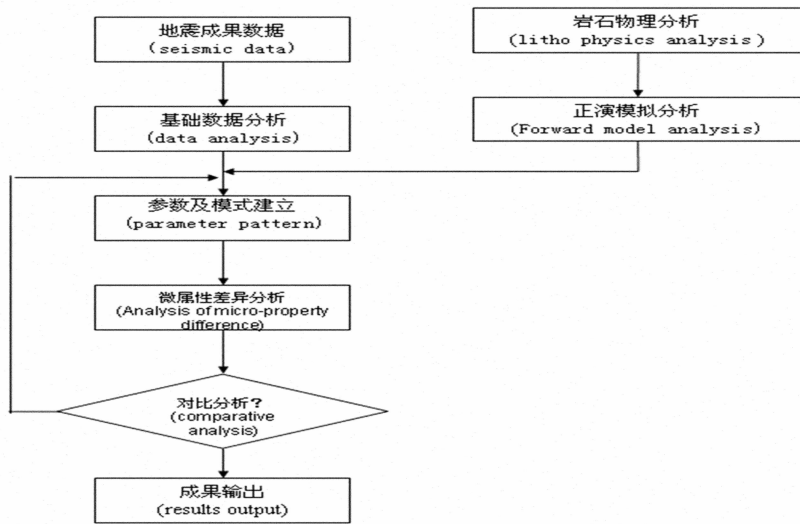


图 1 地震属性差异烃类检测流程图

Fig.1 Flowchart of hydrocarbon detection by using seismic attribute differences

## 2 应用

在对实际资料应用本方法进行处理前,首先要确认,该资料是否可以进行检测分析,即:①该资料品质怎样,特别是信噪比如何?②该资料的振幅特征如何?③该资料的保真性如何?

确认了这几个方面后,同时还要确认该地区的储层特点和有无测井资料(测井资料不是作为约束用,而是进行模型及模式确认)才可以对资料进行地震属性差异检测。

在确认了资料可以进行检测后,笔者一般按如下的流程来进行计算处理:

(1)首先,对地震资料进行基础分析,这些分析包括振幅分析、频率分析、信噪比分析等。同时,对相关的岩层进行岩石物理分析,并确定正演模型。

(2)根据模型进行正演模拟,结合基础分析的结果,给出相关的识别模式和差异标准及检测参数。

(3)根据识别模式和检测参数,进行地震微属性差异检测分析。

(4)对检测分析的结果结合模型和相关的测井

资料进行对比分析,并确认检测边界参数。

(5)对最终确认的成果进行剖面和平面的分析,成果输出。

在运算中,为了尽量减少运算量,加快运算速度,笔者一般采用按地震解释层位(主要目的层)来进行计算的方法,具体如下:

(1)在运算目的层之上、下,我们一般采用大比例时窗间隔来进行计算。

(2)在运算目的层内,为了确保运算精度和检测属性的微小变化,我们一般采用逐点运算的方式,为了加快速度,也可以采取隔点运算,但是可能会在一定程度上影响差异边界的精度。

(3)横向上,通常根据该地区储层的变化特征来确定范围,一般是 3~5 道。

(4)对于最终的分析,应结合该地区的储层情况和测井实际来进行,特别是异常边界参数的确立,一定要特别的细致、谨慎。

## 3 效果分析

应用上述方法,笔者对塔里木盆地塔中地区的资料进行了试验处理,通过处理发现,该方法对资料品质较好的资料效果明显。在过古隆 1 井的 TZ03-616NE 的处理成果剖面上发现:除了已知井古隆 1



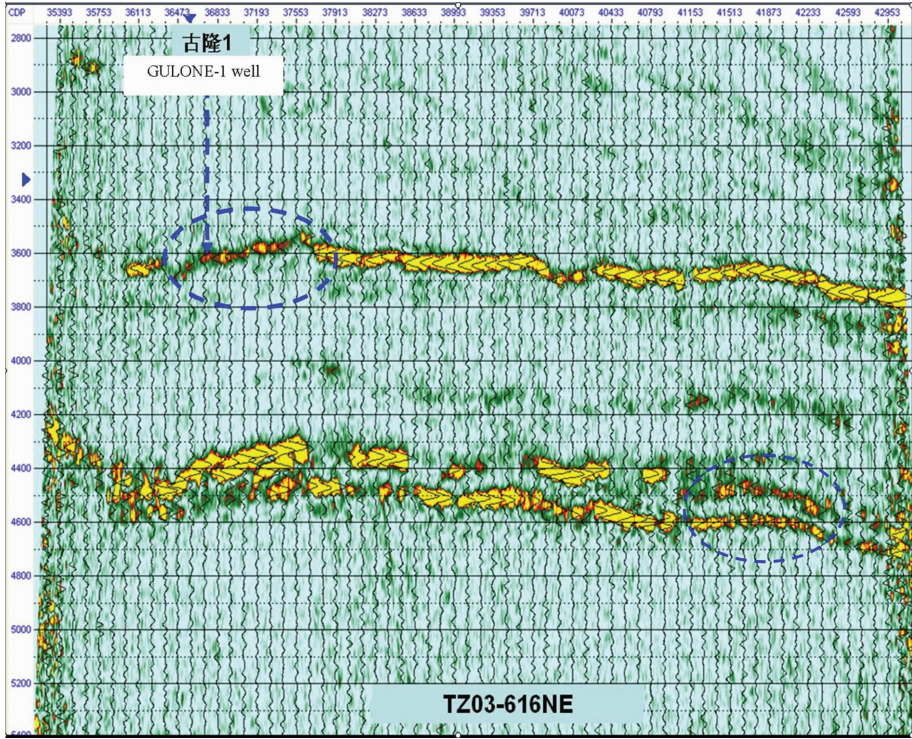


图 2 过古隆 1 井的 TZ03-616NE 剖面(红色为异常,黄色为强能量特征)  
Fig.2 TZ03-616NE profile across the GULONE-1 well  
(Red shows anomaly, whereas yellow stands for strong energy feature)

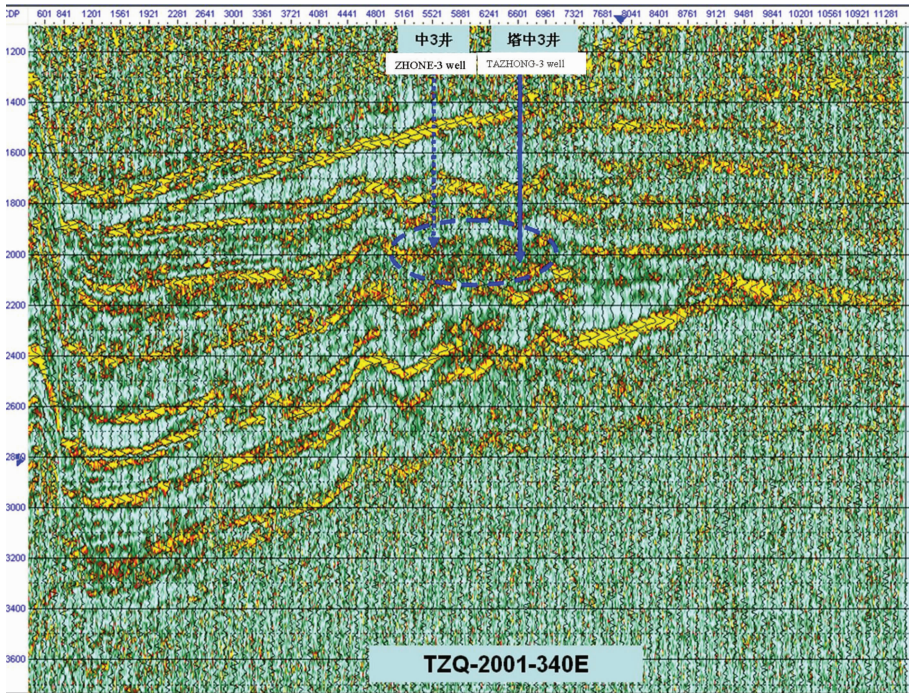


图 3 过中 3 井和塔中 3 井的 TZQ-2001-340E 剖面(红色为异常,黄色为强能量特征)  
Fig.3 TZQ-2001-340E profile across ZHONG-3 well and TAZHONG-3 well  
(Red shows anomaly, whereas yellow stands for strong energy feature)



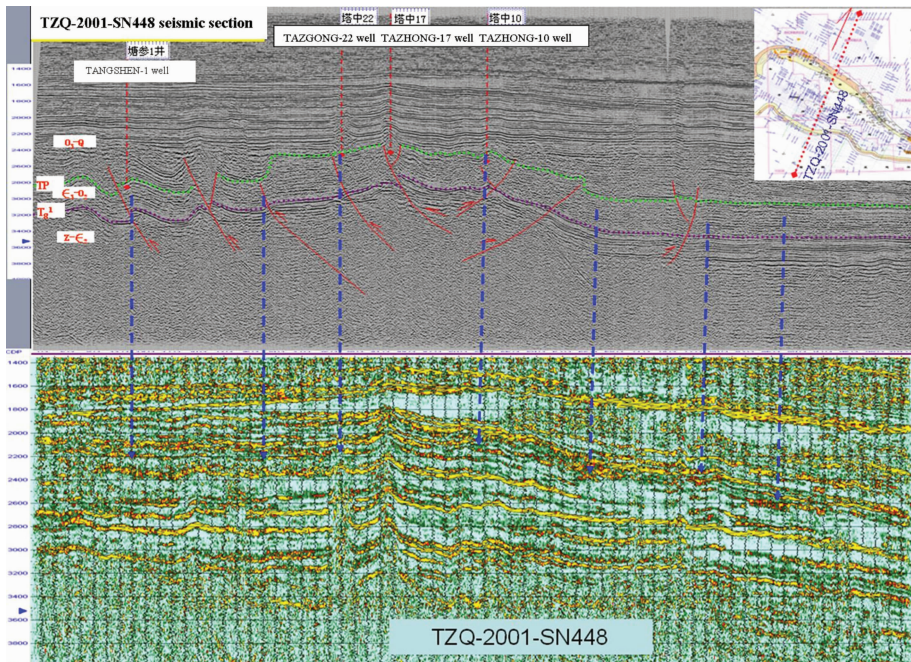


图4 过塔参1井-塔中22井-塔中17井-塔中10井的TZQ-2001-SN448线剖面  
(红色为异常,黄色为强能量特征)

Fig.4 TZQ-2001-SN448 profile across TAZHONG-22 well,TAZHONG-17 well and TAZHONG-10 well  
(Red shows anomaly, whereas yellow stands for strong energy feature)

井位置存在异常外,还在其西北方向的4.5秒附近发现异常;在对过中3井和塔中3井的TZQ-2001-340E剖面进行处理的过程中发现:中3井和塔中3井位置存在异常,该异常特征散乱,且上下岩层反映出强能量特征,经对过该位置的MT电磁测深资料和重磁资料进行分析得知,该位置存在火成岩;对过塔参1井-塔中22井-塔中17井-塔中10井的TZQ-2001-SN448线剖面的处理可以发现,所有异常对应的位置均有已知井存在或地质解释的礁体等异常,并在其北部低缓斜坡带上还发现3个可疑的类似礁体特征的异常存在。

## 4 结论及认识

在塔里木盆地塔中地区的资料处理试验表明,油气藏信息属于小概率事件的反映<sup>[7]</sup>。这类信息在地震剖面上基本上不可见。根据反射地震波场信息学的理论发掘由油气藏或流体发出的波场信息<sup>[8,9]</sup>,通过对这些信息的分析、检测,确定其与油气的关系,建立油气检测的方法技术体系,上述属性差异分析的检测方法是有用的。建议在开始油气钻探之前,首先进行

相关的油气检测和圈闭评价,以减少勘探风险,提高钻探成功率。

**致谢:**笔者研究过程中,得到了杨文采院士的支持和指导,特别是其波场信息学的概念给了本方法的研究指明了方向,使得本研究的目标更为明确,在此特表谢意。

## 参考文献(References):

- [1] 于常青,杨午阳,杨文采.关于油气地震勘探的基础研究问题[J].岩性油气藏,2007,19(2):117-121.  
Yu Changqing, Yang Wuyang, Yang Wencai. About basic research of petroleum seismic prospecting[J]. Lithologic Reservoirs, 2007, 19(2): 117-121(in Chinese with English abstract).
- [2] 杨文采,于常青.深层油气地球物理勘探基础研究[J].地球物理进展,2007,22(4):1238-1242.  
Yang Wencai, Yu Changqing. On basic research problems in applied geophysics for deep oil and gas fields[J]. Progress in Geophysics, 2007, 22(4): 1238-1242(in Chinese with English abstract).
- [3] 杨文采,于常青.微尺度反射地震波场与油气藏识别[J].石油天然气学报,2009,31(6):1-10.  
Yang Wencai, Yu Changqing. The macro-size reflected seismic wave-field and recognition of hydrocarbon reservoirs [J]. Journal of

- Oil and Gas Technology, 2009, 31 (6):1-10 (in Chinese with English abstract).
- [4] Huang Liangjie, Yang Wencai. Inversion of the acoustic wave equation by inverse scattering [J]. Chinese Journal of Geophysics, 1991, 34(2), 331-341.
- [5] Huang Liangjie, Yang Wencai. Approximation method of the inversion of the acoustic wave equation by inverse scattering [J]. Chinese J. Geophys, 1991, 34(3), 489-498.
- [6] Du Jianyuan, Yang Wencai. Cascade approach for cross-hole seismic tomography [J]. Chinese Journal of Geophysics, 1991, 34 (4), 679-690.
- [7] Yang Wencai, Du Jianyuan. Approaches to solve nonlinear problems of seismic tomography[J]. Acoustic Imaging, 1993, 20:591-604.
- [8] Yang Wencai, Jiao Fuguang. A velocity inversion technique for gas exploration, in Geophysical Case Histories in China [M]. Beijing: China Petroleum Industry Press, 1992:337-345.

## The application of seismic attributes variance analysis method for oil and gas detection in Tazhong area

YU Chang-qing

(Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**Abstract:** The attributes of reflection seismic data are closely related to the ultimate goal of oil and gas exploration. The utilization of the oil and gas accumulation-related code concealed in the attributes of reflection seismic data to detect oil and gas is a new technology for oil and gas detection. Where oil and gas occur, there exist local unconventional variations in seismic attributes, and the prospecting for the differences in such variations is a means for oil and gas detection. This means provides the basis for geophysical evaluation of oil and gas traps. The test in the Tarim oilfield shows that the analytical technology for detecting the variations in oil and gas attributes is effective. It is suggested that oil and gas detection and trap evaluation be conducted prior to oil and gas drilling so as to reduce risks and raise the success rate of oil and gas exploration.

**Key words:** oil and gas exploration; seismic attributes; seismic wavefield; variance analysis; Tarim basin

---

**About the author:** YU Chang-qing, male, born in 1962, doctor, professor, engages in oil and gas exploration research, seismic data processing and interpretation, seismic reservoir prediction and comprehensive evaluation, and deep geophysical exploration; E-mail: yucq@tom.com.