

Application of Seismic Facies Analysis Technology

Hongtao Mao

Exploration and Development Research Institute of Liaohe Oilfield Company Branch of PetroChina, Panjin, Liaoning, 124010, China

Abstract

Seismic facies analysis technology is mainly applied to the blocks with relatively few drilling wells at the initial stage of exploration. Combined with the comprehensive analysis of drilling core information and other sensitive seismic attributes, it provides a certain basis for implementing sedimentary characteristics. In this paper, the division method, naming principle, mapping principle and common seismic reflection structure of seismic facies are summarized based on practical application experience in production. Seismic reflection structure has advantages in identifying geological phenomena such as stratum thickness, various over-voltage, pinchout and denudation, but there are still many solutions in identifying lithology by using seismic facies (amplitude, phase, waveform, etc.), so reliable sedimentary characteristics can be obtained by comprehensive study combined with drilling data, seismic attributes and sedimentary structural background.

Keywords

seismic reflection configuration; reflection structure; seismic properties

地震相分析技术应用浅析

毛洪涛

中国石油辽河油田公司分公司勘探开发研究院, 中国·辽宁 盘锦 124010

摘要

地震相分析技术主要应用于勘探初期钻井相对较少的区块。结合钻井岩芯信息和其它敏感地震属性综合分析, 从而为落实沉积特征提供一定的依据。论文结合生产中的实际应用经验, 对地震相的划分方法、命名原则、成图原理及常见的地震反射结构做了一个小结。地震反射结构在识别地层厚度、各种起伏、尖灭、剥蚀等地质现象具有优势, 但利用地震相(振幅、相位、波形等)识别岩性仍然具有多解性, 应该结合钻井资料、地震多种属性以及沉积构造背景综合研究, 才能得到可靠的沉积特征。

关键词

地震反射构型; 反射结构; 地震属性

1 引言

目前, 国际比较流行的地震相分析方法主要有: ①波形分类法, 主要通过分析地震道间的振幅等属性的异常来分析沉积相的变化, 这是大部分商业软件所采用的算法; ②地震属性特征映射法^[1-2], 地震属性特征映射起源于地震地层学, 通过定义典型地震相的反射特征来进行映射; ③基于地震地貌学的相划方法, 地震地貌学^[3]主要借鉴了地貌成像的方法, 能够立体地反映沉积空间的特点。虽然中国早已开展了地震相研究并取得了许多丰富的成果, 但地震属性参数在地震相中的应用以及地震相的自动识别的研究比较少, 尤其是对地

震属性进行优化后自动识别地震相的几何形态和内部结构研究没有深入。随着对地震相不断研究, 多地震属性参数在地震相中的应用研究会得到进一步深入, 地震相的自动识别技术会进一步发展。

2 地震相的定义

地震相是指沉积物(岩层)在地震剖面图上所反映的主要特征的总和。地震相标志分为: 内部反射结构、反射连续性、反射振幅、反射频率、外部几何形态及其伴生关系。

3 地震相成图原理

将各地震剖面上同一地层中的地震相单元投影到平面图上, 并将它们连结成为平面相区, 就可以得到某一时期地层的地震相平面图。

【作者简介】毛洪涛(1977-), 男, 中国陕西凤翔人, 硕士, 中级工程师, 从事油气勘探及部署研究。

4 地震相划分原则

①基本上只按照主测线的地震相特征编图，对联络线仅用作参考。

②在勾图时，选择可以反映垂直沉积相走向的地震相特征。例如，当一个方向为前积构型而另一方向为波状构造时，将该点作为前积构型处理。再如，当一方向为高振幅高连续结构，而另一个方向为中振幅中连续结构时，把该点当作后者处理。

5 地震相命名原则

对所划分出的地震相单元可根据地震反射构型 + 地震反射结构 (视振幅、视频率、连续性) 的顺序来命名。当地层单元内部上述三个方面的特征上、下都比较均匀时，可直接按“视振幅 + 视频率 + 连续性”的顺序进行描述和命名如“强振幅高频高连续性反射结构”，当地层单元内部以上特征上下不均匀时，则可在上述命名基础上加上垂向上的变化特点进行描述和命名如“振幅向上增强反射结构”。

6 地震相转沉积相思路

从盆地整体着眼，从沉积体 (骨架相) 识别入手，以盆地宏观沉积模式为指导，以钻井做为控制点，与地震宏观岩性预测技术相结合，综合分析推断，以预测沉积相的性质和展布 (见图 1)。

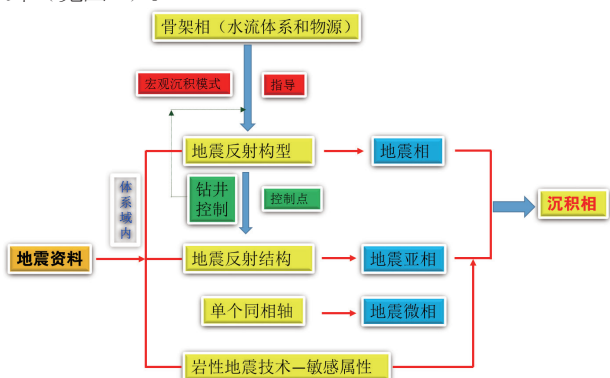


图 1 地震相转沉积相思维导图

沉积体是水流体系和物源的最直接的体现，构成了沉积体系域中重要的组成部分——骨架相。而只要把骨架相的性质和展布规律搞清楚，充填于其间的其他沉积相单元乃至沉积体系域的性质也就迎刃而解，正所谓“纲举目张”。

从地震相的特点上看，识别宏观沉积体是其独到的长处。它可以在三度空间上清楚地刻划沉积体的外形和岩层的叠置

模式，而这是识别沉积体的极为重要的依据。由于沉积体的识别主要利用的是几何地震学的信息，因此其受地震资料采集和处理因素的影响比较小，可靠程度比较高。大多数沉积体都有明显的差别，故“同一地震相对应多种沉积相”的问题相对比较小。即使那些多解性较强的沉积体，也可以根据其它标志综合研究而加以区分。

盆地宏观沉积模式是关于沉积盆地之构造、气候背景对于沉积环境进而对沉积体系域特征的时空发育演化控制作用的全面深入的概括和总结。因此，掌握了沉积盆地的背景控制因素就可以通过沉积模式对其沉积相特征进行预测和推断。

在地震相分析时，因地震资料中具有沉积信息比较少，加上多解性强、分辨率低的问题，深感可用资料不足。然而地震资料在反映盆地的构造背景、演化规律、古地形特征、物源区远近等背景控制因素方面具有独到能力，所以有必要采用盆地宏观沉积模式类比方法。

以钻井作为控制点，可有力地增强对地震反射特征地质意义的理解。这与由钻井出发建立地震相模式进而“转相”有着本质不同，地震相与沉积相之间不具有——对应关系，因此在其二者关系对照中，一种地震相可以与多种沉积相对应。钻井的作用在于确定该处这种地震相应属于什么沉积相。至于其他地区相同地震相应当作何解释，应当根据该区与骨架相的相互关系，以及与控制井点的相互关系，根据盆地沉积模式加以推断。

7 常见的地震相反射结构

7.1 杂乱反射结构

杂乱反射结构的基本特征就是振幅很强，但又不连续，故显得很杂乱。振幅强意味着岩性或岩层厚度横向变化剧烈，从而反射系数横向上变化很大。这种反射结构往往发育于冲积扇、陡崖浊积扇、海底扇等扇体中，或者由于重力滑动或构造变动而强烈变形的地层里 (见图 2)。

7.2 无反射结构 (极低振幅中连续性结构)

无反射条件的基本特征就是振幅极低，几乎看不出同相轴的存在。在这种情况下很难评价连续性的好坏，故笼统地称之为中连续性。形成无反射结构的根本原因是岩性均一，形不成反射界面。这与岩性本身无直接关系，巨厚的深湖相泥岩、滨海相砂岩、陆棚相灰岩、白云岩以及泥质沉积很贫乏的辫状河砂岩中都可发育这种反射结构。它们的岩性差别很大，但都在宏观上都均一 (见图 3)。

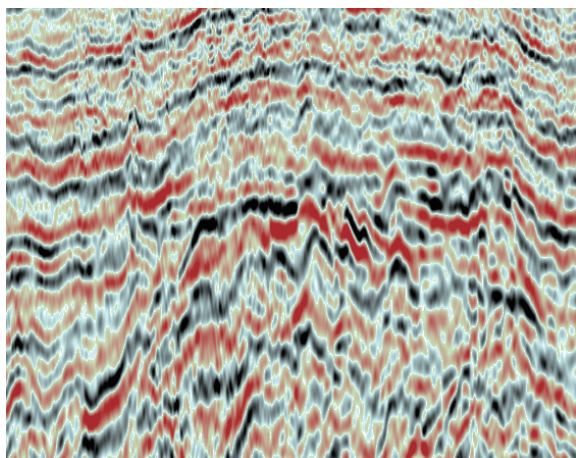


图2 杂乱反射结构

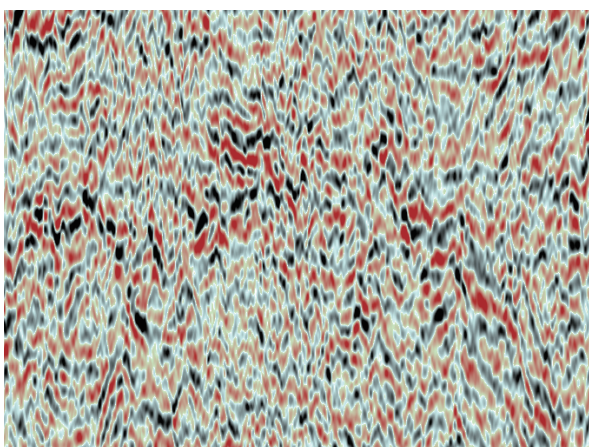


图3 无反射结构

7.3 三高反射结构(高振幅、高频、高连续性结构)

三高反射结构的特征是振幅、频率、连续性都很高。振幅高意味着界面上下岩性差异大;频率高意味着层厚较薄且频繁交替;连续性高则意味着岩性和岩层厚度横向上很稳定。它是浊积砂发育的深海相、深湖相或者薄煤层稳定发育的浅湖沼泽相的典型特征(见图4)。

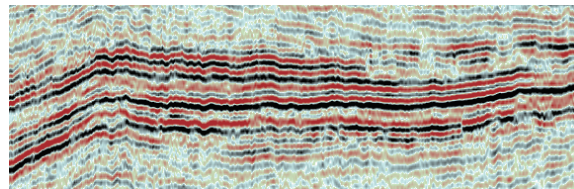


图4 三高反射结构(高振幅、高频、高连续性)

8 结论

地震相分析是进行沉积相研究的一种强有力的方法,过去一直沿用传统的“相面法”,即通过肉眼来观测地震反射特征,并与所建立的标准地震相特征进行比较,判别属于何种地震相,这种方法应用于局部的地震资料解释和分析中尚可,但是多解性强,解释和识别精度较低。随着地震数据处理技术、计算机技术的提高,采集资料品质的提高,通过一定的数学方法对地震数据体进行分析和计算,提取出能够反映沉积相变化的属性参数,依据地震属性参数的空间变化划分地震相,这种方法得到的地震相和沉积相更为可靠。

参考文献

- [1] Gao Dengliang. Application of seismic texture model regression to seismic facies characterization and inter-pretation[J]. The Leading Edge, 2008, 27(3): 394-397.
- [2] Gao Dengliang. Application of three-dimensional seismic texture analysis with special reference to deep-marine -facies discrimination and interpretation[J]. AAPG Bulletin, 2007, 91(12): 1 664-1 683.
- [3] Manuel Poupon. A new methodology based on seismic facies analysis and litho-seismic modeling: The Elkhorn Slough field pilot project, Solano county, California[J]. Seg Technical Program Expanded Abstracts, 1999, 18(1):927.