

· 综合研究 ·

# 盐下碳酸盐岩储层礁体识别

何晓松\* 孙林 张红斌 孙维钊 田军啟 杨国良

(东方地球物理公司研究院,河北涿州 072751)

何晓松,孙林,张红斌,孙维钊,田军啟,杨国良. 盐下碳酸盐岩储层礁体识别. 石油地球物理勘探, 2009, 44(增刊1):98~100

**摘要** 在中亚 A 区块,与生物礁建造有关的碳酸盐岩储层是最有利的储集类型。本文从生物礁地震反射特征入手,分析了碳酸盐岩层段地震反射特征,并利用地震属性对盐下碳酸盐岩地层进行生物礁识别,证实生物礁建造发育区为油气目标区。

**关键词** 膏盐岩 碳酸盐岩 生物礁建造 地震属性

## 1 引言

侏罗系上侏罗统海相碳酸盐岩层段是中亚多个区块石油、天然气勘探的主要目的层。以 A 区块为例,中下侏罗统煤系作为烃源岩,上侏罗统巨厚膏盐层作为盖层,盐下碳酸盐岩层段作为储层,三者构成了 A 区块主要的成藏组合。上覆巨厚高速膏盐层一方面为油气成藏提供了有利的纵向封堵条件;但另一方面,由于该套地层厚达 800m,且在后期新构造运动应力作用下剧烈变形,给碳酸盐岩层段地震反射成像及储层预测带来很大困难,尤其是针对碳酸盐岩地层开展有关生物礁建造识别的储层预测工作变得更加困难。也正是基于这一点,该区块以往主要勘探目标仅仅局限于构造圈闭。经过多达半个世纪的勘探,该区的构造圈闭已经钻探殆尽,正面临如何利用各种手段,寻找与生物礁建造有关的构造—岩性复合圈闭,达到增储上产的目标。本文采取综合利用地震资料多种地震属性方法进行储层预测,进而落实生物礁岩性圈闭,为减少钻探风险、提高预测精度提供了可能。

## 2 生物礁建造地震反射特征

生物礁建造在地震剖面上的响应有直接和间接两种识别标志。直接标志表现为礁体外形呈丘状或透镜状反射外形,边缘出现上超及绕射等特有的反

射现象,其内部反射波产状较为杂乱或无反射。总体上说,生物礁反射的振幅、频率、相位和结构与围岩有较大的区别,易于识别。间接标志为生物礁的上方有披盖现象,在礁体部位常出现上拉或下拉现象等等。在判断生物礁建造时需把上述两种标志结合起来(图 1)。

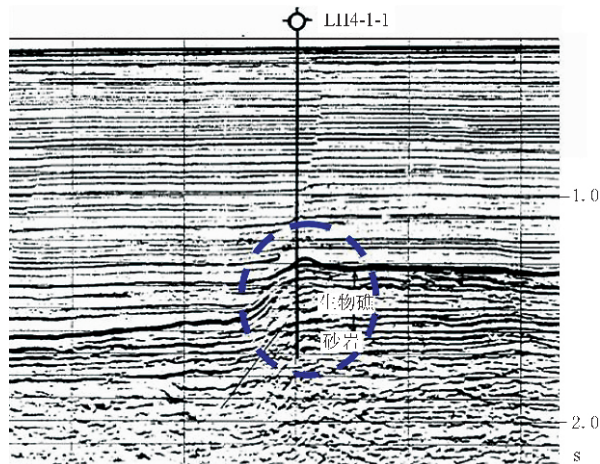


图 1 生物礁建造反射特征

另外,基于膏盐层岩性具有塑性特征,而上覆下白垩统和下伏碳酸盐岩地层均为刚性地层,因此在后期压扭应力作用下,膏盐层沿上下两个刚性滑脱面剧烈变形,同时由于下滑脱面即碳酸盐岩顶面局部增厚的生物礁建造的影响,导致生物礁建造上部下盐层的厚度减薄,而与生物礁建造形成镜像关系。根据这一特征,某种程度上可以利用下盐层厚度判断生物礁建造的分布(图 2)。

\* 河北省涿州市东方地球物理公司研究院,072751

本文于 2008 年 12 月 10 日收到。

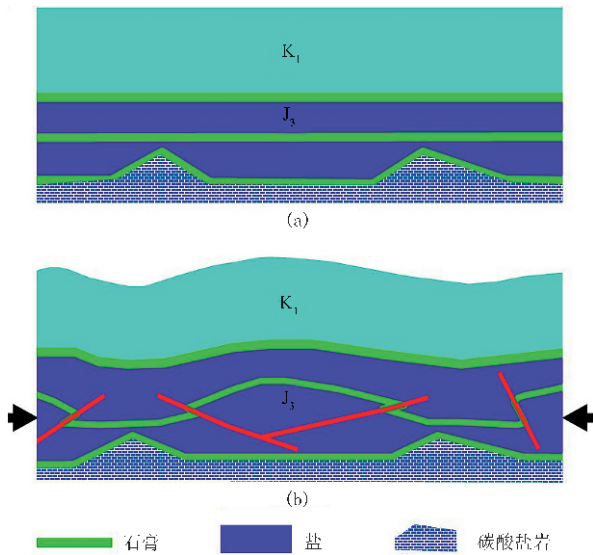


图 2 膏盐岩层变形机理  
(a)变形前; (b)变形后

### 3 碳酸盐岩层段的地震反射识别

上侏罗统岩性从上至下分别为膏盐层、厚约 10~35m 的高伽马值泥岩段和碳酸盐岩层段。从理论上讲,当地震波从低速的泥岩段进入高速碳酸盐岩层段时产生正反射系数,应当追踪波谷反射,但实际并非如此。由地震资料和钻井资料可知,所用地震资料目的层段主频约为 38Hz,层速度约为 5300m/s,目的层段地震资料分辨率小于 40m。也就是说,目前所用地震资料并不能完全分辨泥岩段顶界和碳酸盐岩段顶界。由图 3 可知,波峰为地震波从高速膏盐层进入低速灰质泥岩段界面的地震反

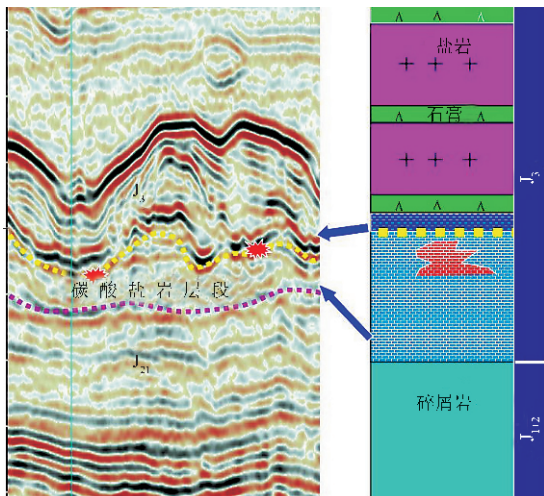


图 3 碳酸盐岩顶面反射特征

射,为真实地质界面反映,而波谷则由薄泥岩层调谐效应引起,并非真正的低速灰质泥岩段与高速碳酸盐岩段地震反射界面(图 3)。

### 4 生物礁识别

在盐下碳酸盐岩储层礁体识别中,在应用图分析、相干处理、波阻抗处理等技术的基础上,综合应用均方根振幅、瞬时频率等单属性特征。

在地震资料解释过程中,发现沿碳酸盐岩顶面地震反射局部发育很多挠曲现象(图 4),最初将其作为断裂解释。然而在经过图分析技术处理后,发现这些挠曲现象呈环状分布,与常规的断裂平面展布特征迥异。后经相干处理得到类似的成果,其环状之外的数据相干性较差,但呈有规律的带状分布。同时,这些带状区域之内的碳酸盐岩段地震反射特征具有共同点,即顶面弱反射、内部反射杂乱、局部增厚,与生物礁建造反射特征具有相似点。因此,我们选用几种单地震属性进行识别。图 5 显示了碳酸盐岩层段四种地震属性特征。从图中可以看出,研究目标的地震属性相干性较差,其均方根振幅呈现

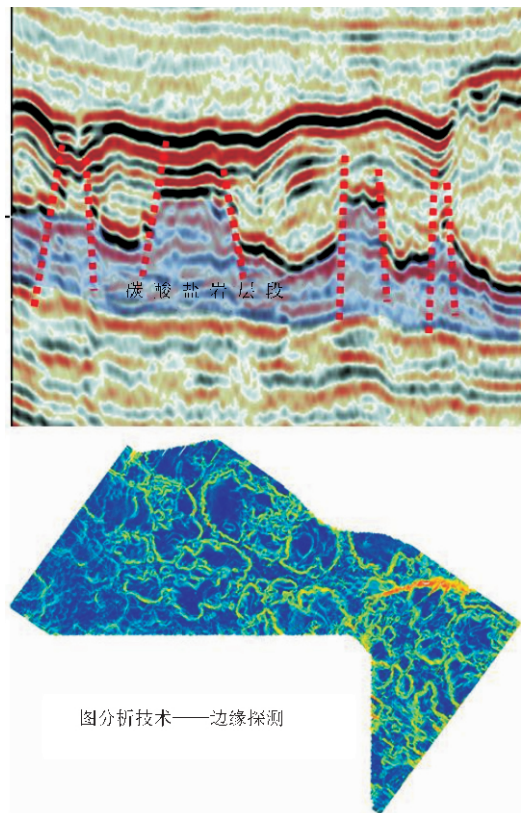


图 4 疑似生物礁反射特征(上)及平面分布(下)



低值,瞬时频率斜率表现为高值,峰值谱频率呈现低值,波阻抗特征为低阻抗特征,但这些地震属性均表明研究区内碳酸盐岩层段储集空间较发育(图5)。

由探井岩心薄片发现的与生物礁建造有关的生物碎屑泥晶灰岩成分证实,生物礁建造发育区为油气目标区。

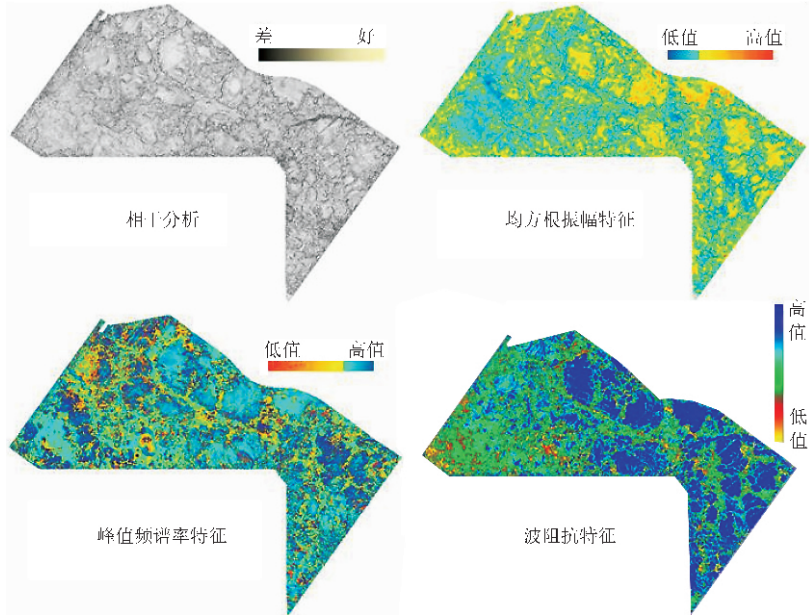


图5 碳酸盐岩层地震属性特征

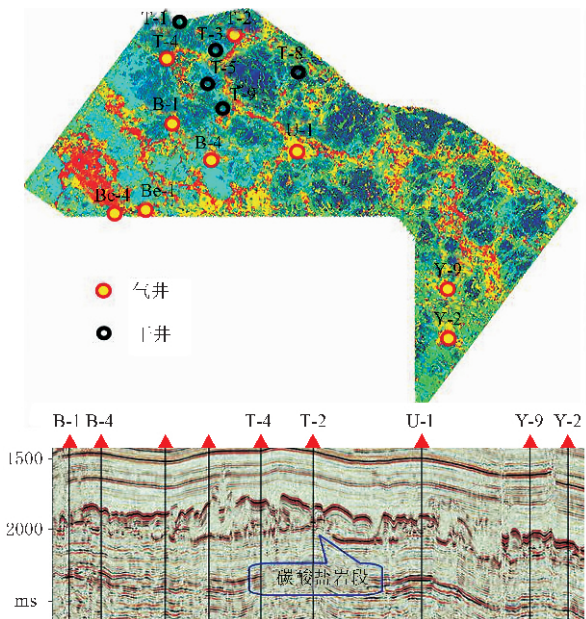


图6 生物礁发育区地震属性(上)及其剖面分布(下)特征

在上述分析的基础上,我们对碳酸盐岩层地震反射进行了波形聚类分析,落实了生物礁建造的

平面分布规律(图6)。研究结果表明,研究区平面分布具有规律性,呈条带状分布;工区内储层发育、气藏落实的探井均位于研究区范围之内,而储层不发育、无油气发现的探井则均位于研究区范围之外,据此证实了研究成果的正确性。

### 5 结束语

上述分析结果充分证实,利用生物礁地震反射特征、地震属性分析、岩心薄片分析、沉积环境以及构造发育成果可以基本落实生物礁建造的平面分布规律,最大限度减少钻探风险。

#### 参考文献

[1] 陆基孟. 地震勘探原理. 山东东营: 石油大学出版社, 1993  
 [2] 俞寿朋. 高分辨率地震勘探. 北京: 石油工业出版社, 1993  
 [3] 张恺, 陆克政, 沈修志. 石油构造地质学. 北京: 石油工业出版社, 1989

(本文编辑:张亚中)