

· 综合研究 ·

多方法识别和预测盐下生物礁

孙林*^{①②} 陈笑青^② 张亚中^{②③} 李艳萍^④

(^①中国地质大学(北京)能源学院,北京 100083;^②东方地球物理公司,河北涿州 072751;

^③中国地质大学(北京),北京 100083;^④青海油田研究院,甘肃敦煌 736202)

孙林,陈笑青,张亚中,李艳萍.多方法识别和预测盐下生物礁.石油地球物理勘探,2009,44(增刊1):79~83

摘要 巴格德雷区块位于卡拉库姆盆地二级构造单元查尔朱台阶的中南部地区,如今该区的油气发现主要集中在上侏罗统下部的卡洛夫—牛津统礁灰岩中,上覆盖层为上侏罗统上部的启莫里组大套的盐膏层。本文采用钻井、地质和地震等多学科资料,利用沉积环境分析、地质建模、地震相分析和地震属性提取等手段,综合识别、预测盐下生物礁,搞清生物礁的剖面形态和平面分布特征,从中总结出开展盐下生物礁识别的几种有效的手段和方法。

关键词 构造沉积演化 生物礁 地震相 地震属性

1 问题的提出

中亚卡拉库姆盆地是世界第三大富含气盆地,在该盆地巴格德雷区块已经发现多个生物礁型气田。通过钻井或岩心分析已经证实的生物礁类型主要为两种:一种是台地边缘堤礁带,如萨曼杰佩、雅什尔捷佩等气田的主要储层类型;第二种为台地前缘或斜坡区发育的点礁或礁滩带,如坦格古伊、皮尔古伊、杨古伊等气藏的储层类型。因此,确定这些不同类型的生物礁的平面分布和构造形态是该区油气勘探的关键。

2 盐下生物礁的识别和预测

该区上侏罗统上部启莫里组发育一套巨厚的盐膏层构成该区内一套区域盖层,厚度为400~1200m(图1)。该套盐膏层在纵向上从上至下分为上盐层、中石膏和下盐层,正是这套巨厚盐层的存在,导致地震勘探中的激发能量在盐层中明显衰减,使得盐下目的储层能量弱、信噪比低,给地震资料识别增加了难度。

本文从沉积背景差异分析、地震相识别、地震属性、厚度判别等4个方面开展对该区盐下生物礁识别。

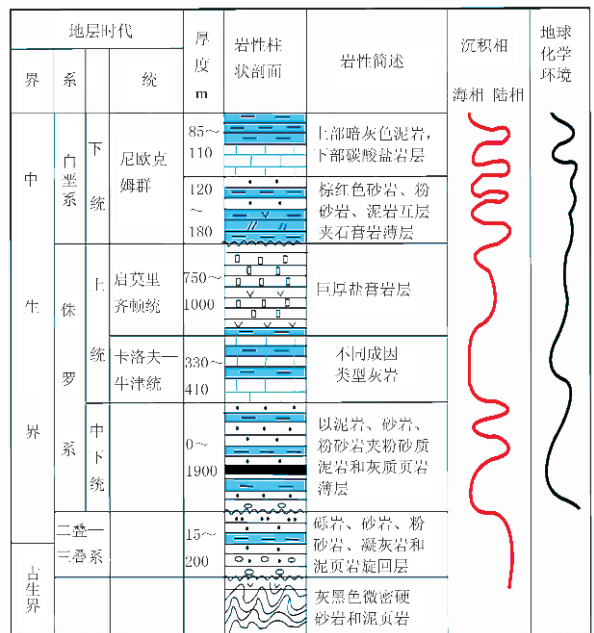


图1 巴格德雷区块地层岩性剖面

2.1 沉积背景分析

巴格德雷区块位于查尔朱台阶的中南部,而查尔朱台阶则属于卡拉库姆盆地北部的一个二级构造单元(图2)。因此,该区的沉积背景分析必须结合盆地的构造沉积演化特征。

卡拉库姆盆地的构造沉积演化大致可以分为三个阶段:

(1)二叠纪—三叠纪为裂谷盆地发育阶段;

* 河北省涿州市东方地球物理公司研究院,072751

本文于2009年3月12日收到。

(2) 侏罗纪—白垩纪为断陷—拗陷盆地发育阶段；

(3) 第三纪—第四纪为前陆盆地发育阶段。

在晚侏罗世, 巴格德雷区块从西向东位于泻湖、台地、斜坡的海相沉积环境。目的层卡洛夫组下部地层为一套碳酸盐岩—泥岩地层中间夹砂岩和粉砂岩薄层, 而该组上部地层相变为一套灰岩夹白云岩

和硬石膏岩薄层, 有时还夹有泥岩薄层。卡洛夫组硬石膏层和泥岩层可成为下部地层油气藏的盖层, 卡洛夫组和牛津组碳酸盐岩可成为油气勘探目的层系。

在平面上, 萨曼杰佩—麦捷让—雅什尔捷佩一带为台地边缘或台隆沉积相带(图3), 发育大型堤礁或层状生物礁。钻井揭示为海绵、藻类和珊瑚等

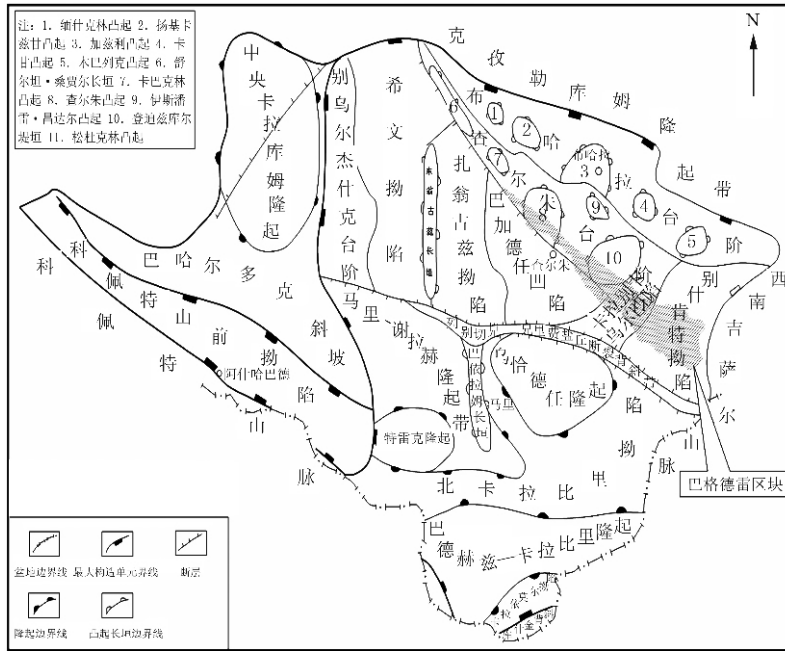


图2 卡拉库姆盆地构造单元及工区位置图

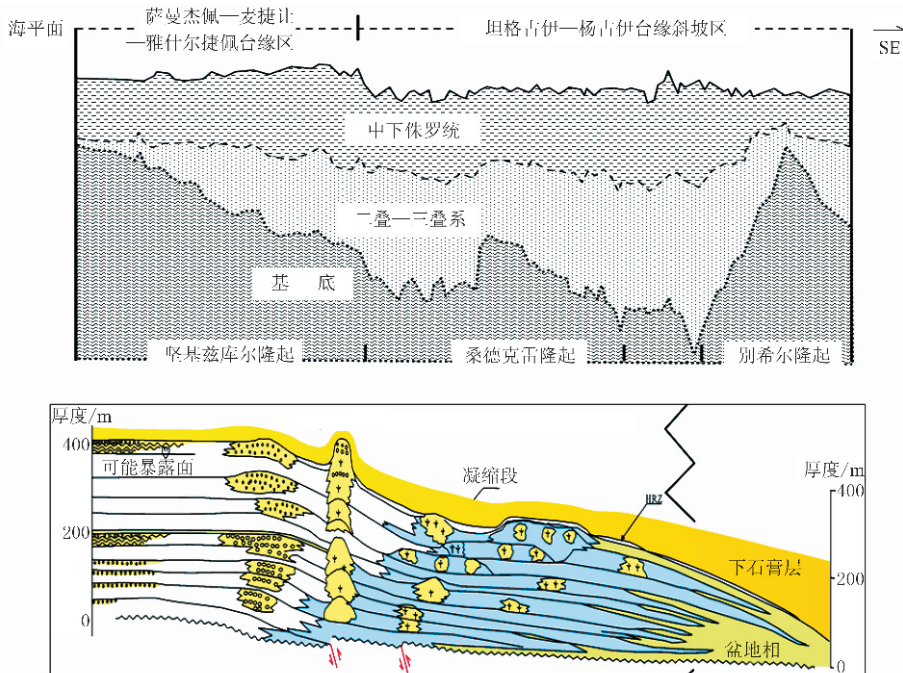


图3 巴格德雷地区岩相古地理剖面(上)及可能的沉积模式图(下)

生物黏结灰岩、多种骨架粒状灰岩,属于高孔隙—溶洞型、物性好类型,其孔隙度在 20%~28%或以上,渗透率在 120~5300mD。坦格古伊—杨古伊一带则为台地前缘斜坡相,在这些地区主要的储集相带为环礁、点礁带和礁滩复合带。钻井及岩心分析为富含藻灰岩、生物灰岩和碎屑灰岩,属于孔隙型、物性较好类型,其孔隙度为 12%~25%,渗透率为 10~100mD。

2.2 地震相识别

由于生物礁特殊的岩石格架、沉积环境和内部结构以及地震速度与围岩存在明显的差异,因此有些生物礁可以直接利用地震相的变化特征加以判别。

利用地震信息直接识别大型生物礁或堤礁的主

要标志:外部形态表现为丘形和透镜状,礁的边缘常出现上超及绕射等特有的地震反射现象;内部组成表现为振幅、频率和相位的连续性,且结构与围岩有较大的区别,生物礁内部反射波较为杂乱,或者无反射,如萨曼杰佩、雅什尔捷佩堤礁带(图 4)。

对于个体较小的礁体,地震异常特征虽不明显,但还是可以识别:如生物礁的上方有披盖现象,由于速度差异,在礁的部位常出现上拉或下拉现象、绕射波、散射波和出现断块边缘、构造高现象,以及气烟囱效应等,如杨古伊(即杨 1—杨 10)一带的点礁带就具有这些特征(图 5)。

实际上,不同类型的生物礁有不同的水深、温度和阳光等因素。因此,任何生物礁在海相的生长环

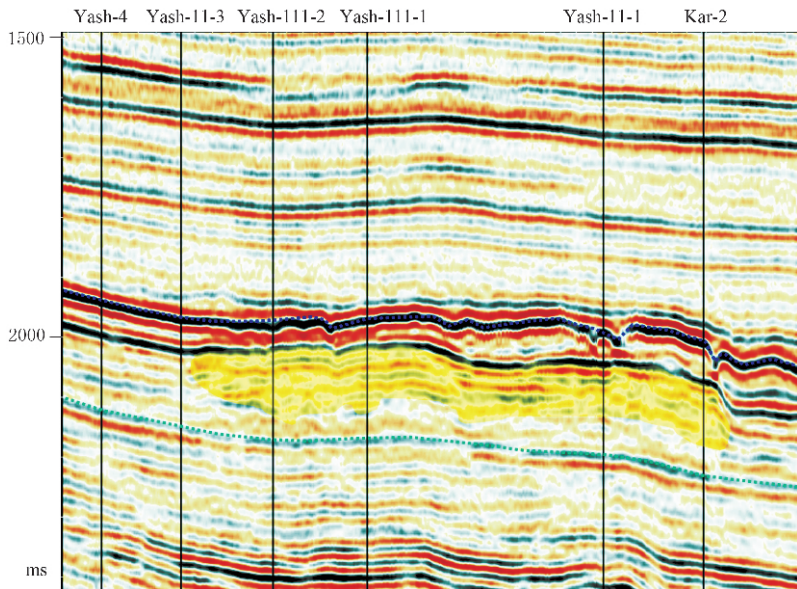


图 4 雅什尔捷佩堤礁相地震反射特征剖面

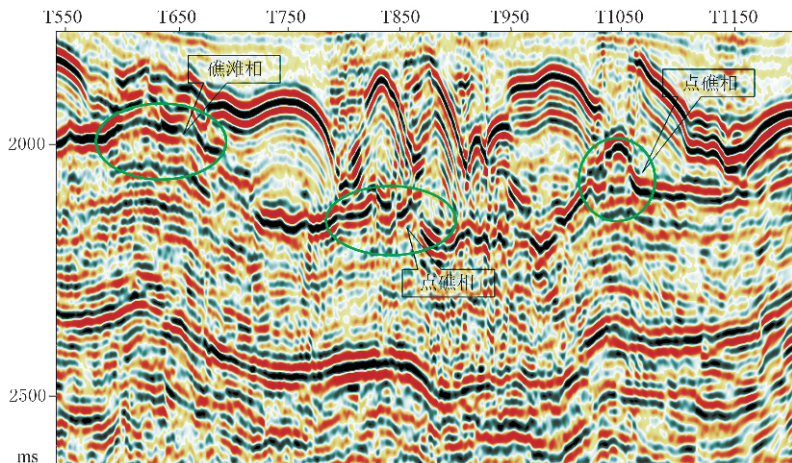


图 5 杨古伊地区点礁相地震反射特征剖面

境都不是孤立的,在平面上总能找到有相同海洋生物群相关联的裙带分布。这种地震相的平面变化特征反映了礁带的平面特征。

另外,由于礁体较小,地震变化特征可能与岩浆岩侵入体、盐丘、泥丘等特殊地质体反射特征相近,易于混淆。还需要借用其他信息和手段加以综合识别。

2.3 地震属性分析

前面已经提到,由于生物礁与围岩地震相特征存在一定的差异。这种差异就可以通过提取的地震属性来研究这些生物礁的平面特征。其中最直接的

地震属性就是振幅的变化。如在提取的均方根振幅(时窗为碳酸盐岩顶面以下 20ms)或相干体属性平面图上,礁灰岩表现为明显的弱振幅信息或差相干性,还要从剖面上排除断层的可能性。在杨古伊地区和鲍塔地区,这种平面上明显的弱振幅条带或差相干性条带就是点礁或环礁带的平面展布(排除断层)(图 6)。而在雅什尔捷佩地区的堤礁发育区,均方根振幅属性(时窗为碳酸岩盐顶面以下 20 或 40ms)同样表现位弱振幅特征,在平面上几乎为空白。这种“空白”振幅属性同时也反映了礁体内部的杂乱或无反射地震特征(图 7)。

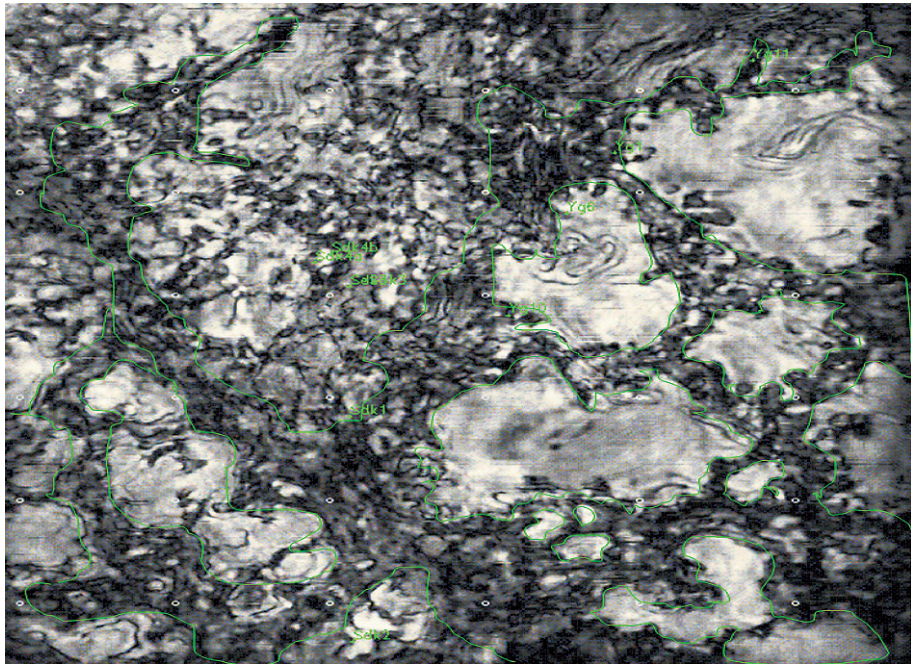


图 6 杨古伊地区均方根振幅平面图(碳酸岩盐顶面以下 20ms)显示的点礁带(弱振幅区)

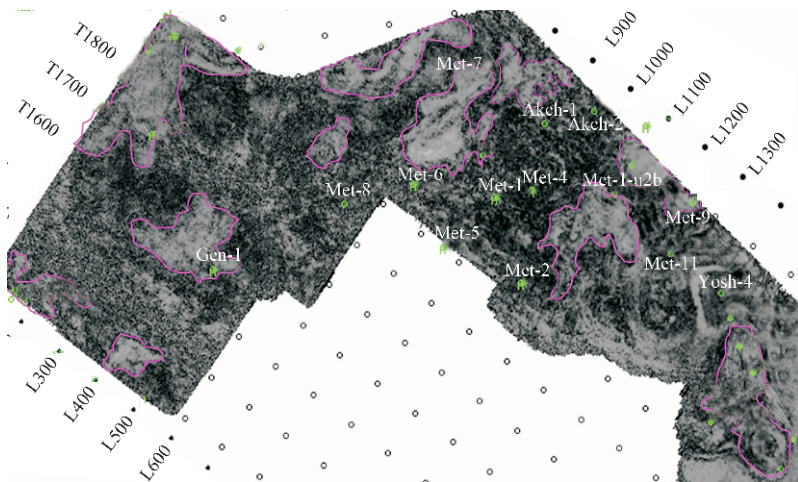


图 7 麦捷让地区均方根振幅平面图(碳酸岩盐顶面以下 20ms)显示的堤礁(弱振幅空白区)

2.4 厚度判别

由于生物礁特殊的生长、沉积环境,在欠补偿沉积环境中,大量的生物格架和生物碎屑堆砌使得生物礁发育处地层厚度比普通台地碳酸盐岩的厚度要大,即存在碳酸盐岩的厚度异常区。因此,通过厚度图的分析同样可以判别生物礁的形态和平面分布。

在麦捷让地区的碳酸盐岩厚度图上,平面上明

显的厚度异常区如雅什尔捷佩、麦3井西和根吉别克1井区就是生物礁发育的地区,基本反映生物礁的平面形态特征。同时,这些厚度异常区与振幅属性异常区存在很好的对应关系(图8)。

当然,利用地层厚度判别生物礁的时候,需要排除断层因素使地层加厚的情形,因为逆掩断裂发育区同样可以在厚度图上反映为地层厚区。

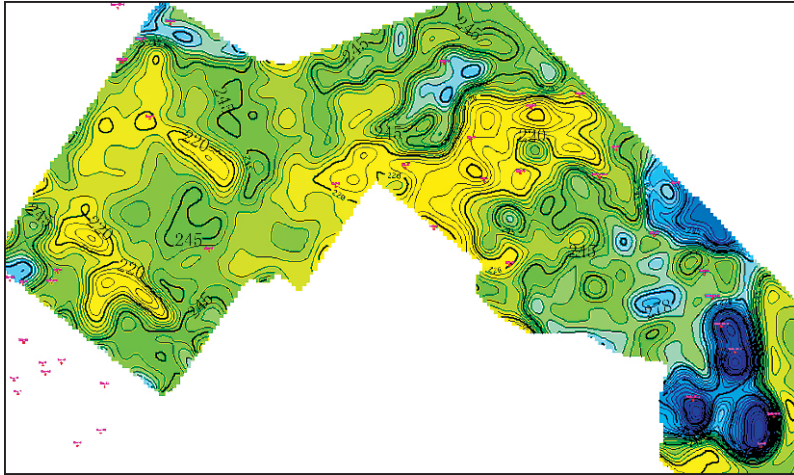


图8 麦捷让地区卡洛夫—牛津统碳酸盐岩厚度图(深颜色代表厚区)

3 结束语

生物礁的识别和预测可以利用沉积背景分析、地震相特征、地震属性和厚度异常等方面综合评价来实现。从已预测的生物礁平面图上可以看出,麦捷让—雅什尔捷佩堤礁在平面上主要呈块状分布;而在东部杨古伊等地区,点礁主要呈带状或环状分布特征。这与理念上分析不同类型的生物礁发育特征是一致的。研究生物礁的预测和识别,可为圈闭综合评价和井位的选择提供可靠依据。

参考文献

[1] 邓宏文,王红亮,祝永军等. 高分辨率层序地层学原理

及应用. 北京:地质出版社,2002

- [2] 强子同. 碳酸岩盐储集层地质学. 山东东营:石油大学出版社,1998
- [3] 陆基孟. 地震勘探原理. 山东东营:石油大学出版社,1993
- [4] 马永生,郭旭升等. 川东北谱光气田飞仙关鲕滩储层预测. 石油勘探与开发,2005,32(4):60~64
- [5] Richard T Houck. Estimating uncertainty in interpreting seismic indicators. *The Leading Edge*, 1999, 320~325
- [6] Quicy Chen et al. Seismic attribute technology for reservoir forecasting and monitoring. *The Leading Edge*, 1997, 16(5)
- [7] Catherine Lewis. Seismic attributes for reservoir monitoring. A feasibility study using forward modeling: *The Leading Edge*, 1997, 459~469

(本文编辑:冯杏芝)