

利用地震地层学方法 在珠江口盆地寻找生物礁的尝试

邱 燕

(地矿部第二海洋地质调查大队)

内容提要 由于生物礁与围岩在岩性和物性上有着明显差别,因此来自礁体的各种地震参数均与围岩不同,反映在地震剖面上则为一种特殊的地震相单元。本文着重介绍利用地震参数找礁的地震地层学方法,并列举实例,扼要论述礁体边缘、内部、基底和外围的反射特征。

生物礁是一种与生物作用有关、呈水下突起地貌的特殊地质体,主要发育在浅海碳酸盐的沉积环境中。由于它与围岩间在岩性、密度、孔隙、沉积和层理等特征上都有明显的差别,因此反映在地震时间剖面上也有其特殊的显示。在地震剖面上对反射结构等地震参数进行解释,是寻找地下生物礁的一种可行方法。

珠江口盆地位于北纬 $18^{\circ}\sim 23^{\circ}$ 、东经 $110^{\circ}\sim 118^{\circ}$ 间,面积 15万km^2 ,为中生代含油气盆地。近年来,在该区的油气勘探工作中,为进一步预测勘探目的层,我们开展了利用地震地层学方法寻找生物礁的初步尝试。通过实践,取得一定成效和如下初步认识。

一、地震地层学找礁的方法步骤

根据地震剖面等资料寻找生物礁的方法步骤见图1。

第一步,资料收集与统一 收集珠江口盆地现有1口钻井资料,通过过井剖面或邻近钻井的地震剖面。将钻井资料的各种地质信息投到地震剖面上,转换成与地震资料解释

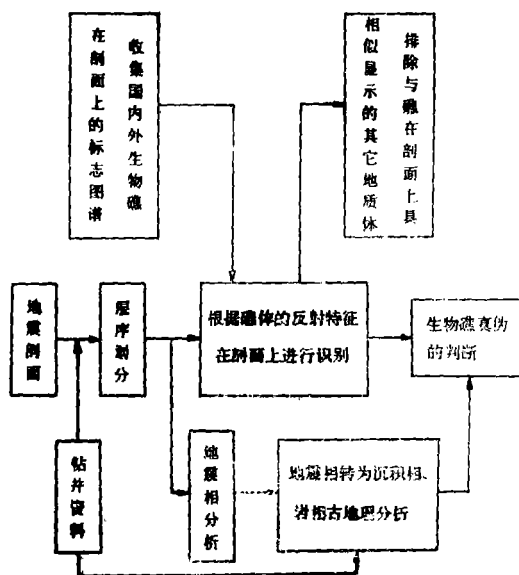


图1 找礁方法步骤框图

相一致的格式。

第二步,划分地震层序 根据地震时间剖面上反射波削蚀、顶超、上超、下超等接触关系及波组特征,在珠江口盆地第三系中确定了 T_2 、 T_4 、 T_5 、 T_5' 、 T_6 、 T_6' 等6个反射界面,并由此而划分出A~E五个地震层序。结合钻井资料分析, T_5 、 T_6 为区域不整合面, T_2 、 T_4 、 T_5' 为局部不整合面,

T_5 为两个强相位,振幅强,连续好,为全区稳定的反射标准层,经钻井证实为碳酸盐岩顶部的反射*。通过与井对比确定各层序的地质时代见表1。

地震层序年代表 表1

地 层	反射层代号	地震层序	地质年代 (10 ⁶ a)
第四系			
上新统 万山组			
中 新 统			
粤海组	T_2	E	11
韩江组	T_4		
珠江组	T_5		
	T_5'	C	16.6
下第三系			
渐新统 珠海组	T_6	B	25
始~古统	T_8	A	29
始~古统	T_8		
下第三系前第三系			70

第三步,识别可能为礁体反射的地震相。来自生物礁的各种地震参数,诸如振幅、频率、连续性等都会发生与围岩不同的变化,产生地震相变。我们应用部分国内外经钻探证实的礁型油气藏在地震剖面上的显示实例与区内地震资料对比,在360多条水平叠加时间剖面上分析生物礁的反射标志,识别出大小几十个可能为生物礁体的地震相单元。同时对各层序的地震相进行了分析。

第四步,生物礁真假的判别。利用地震相分析岩性、岩相变化,综合钻井、地质和物探资料,建立地震相与沉积相的对应关系,恢复相应地质时期的岩相古地理,进而根据沉积环境来帮助判别生物礁的真伪。为此,编制了 $T_2 \sim T_4$ 、 $T_4 \sim T_5$ 、 $T_5 \sim T_6$ 、 $T_6 \sim T_8$ 等四层地震-沉积相图,对全盆地各主要地质时期的岩相古地理进行了分析,

并对生物礁最易生长发育的浅海和浅海碳酸盐台地及其边缘环境中的每个特殊地震相单元进行了落实。同时排除一些与礁在时间剖面上具相似反射特征的其它地质体。如盆地中部 T_2 界面上有许多类似礁体的反射(图2)。在该区有较高的磁异常,同时在几条地震剖面上可见明显的火山通道(图3),通过左右追索,发现这些反射在一定范围内基本是连片的,推测为上第三系韩江组沉积后海底火山喷发的产物。经上述分析,判别出在珠江口盆地第三系中可能发育的礁体及礁群共18个。

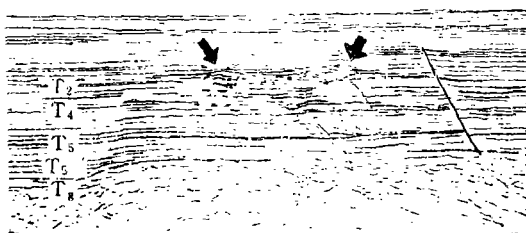


图2 火山体反射,与礁体反射极为相似

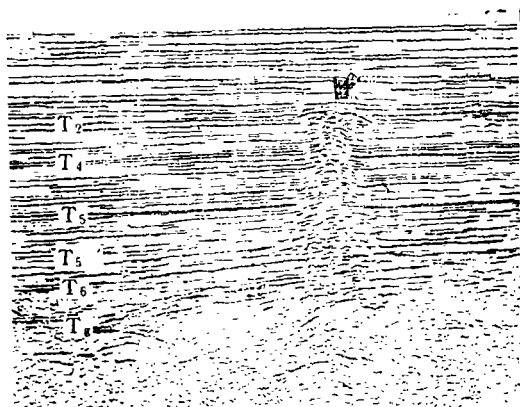


图3 火山通道反射

二、生物礁的反射特征

珠江口盆地生物礁在地震时间剖面上的反射类型较多,礁体大部发育在 T_5 和 T_6 界面上,即B、C层序中,其它层序亦有分布。兹列举6个具代表性的实例论述礁体的

反射特征。

1. 一号礁体

该礁体从 T_6 发育至 T_4 以上,边界反射振幅强,连续性好,内部反射紊乱,基底反射断续不清,两侧地层上超于礁体上(图4)。



图4 一号礁体

2. 二号礁体

发育在台地边缘,可分出礁前和礁后。边界反射振幅较强,连续性较好,局部有断续现象。内部无反射,基底为断续反射。左侧地层上超于礁体之上(图5)。

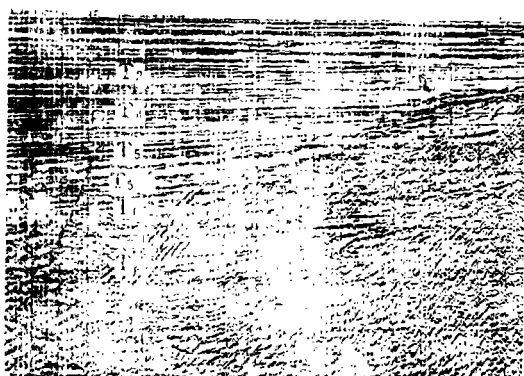


图5 二号礁体

3. 三号礁体

外形呈眼球状,边界反射振幅较弱,顶部边界仅隐约可见,内部为断续反射。基底反射不连续,且时间明显上提约70ms。两侧地层上超,上覆层有明显的披覆现象(图6)。

4. 四号礁体

礁体边界无反射,礁体的存在是根据两侧地层上超和上覆层有明显的披覆现象来判

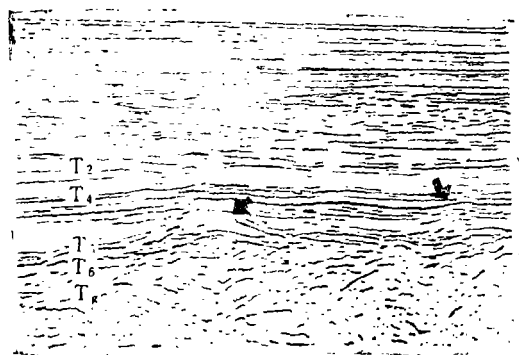


图6 三号礁体(左)与四号礁体(右)

别的。基底为断续反射,时间上提约20ms(图6)。

5. 五号礁体

为一典型的礁体反射。从平行盆地走向的测线上看(图7),礁体外形呈扁豆体,边界反射振幅强,连续性好,沿边界产生的绕射现象较多,而使礁体内部反射复杂化。基底为断续反射,并向上微凸(时间上提约10ms)。两侧可见地层上超,上覆层有清楚的披覆现象。从垂直盆地的测线上看(图8),礁体可明显分出礁前和礁后,礁前陡,

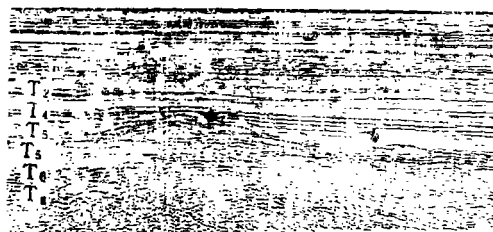


图7 五号礁体(左)与六号礁体(右)
(测线与盆地走向平行)

礁后缓。边界反射振幅强,内部无反射,基底反射断续不清。上覆层仍有披覆现象,但向上很快消失。

6. 六号礁体

外形呈眼球状,边界反射连续,振幅强,可见绕射现象。礁体内部为空白带,基

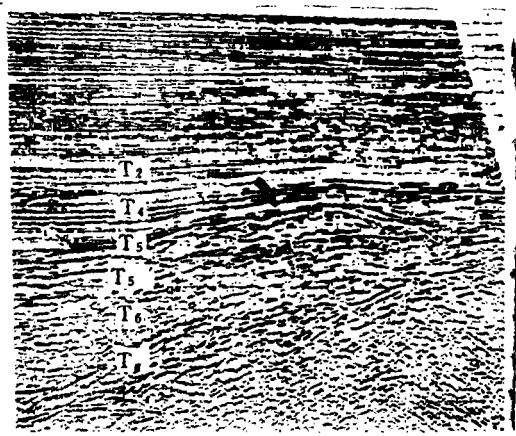


图8 五号礁体

(测线与盆地走向垂直)

底下凹约30ms, 两侧可见上超, 上覆层披盖现象不明显(图7)。在垂直盆地走向的剖面上(图9), 礁体亦可分出礁前、礁后, 礁前陡, 礁后缓。边界反射较强, 绕射现象清楚。内部为断续反射。基底反射较强, 延至礁体中部出现断续现象。

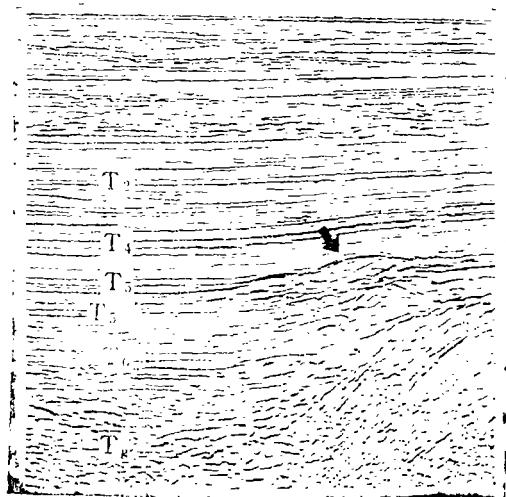


图9 六号礁体

(测线与盆地走向垂直)

根据地震、钻井资料综合分析, 各礁体的生长环境及落实程度见表2。

综上所述, 珠江口盆地第三系生物礁在地震时间剖面上的显示特征可归纳如下:

表 2

名 称	分 类	发育层位	生长环境	落实程度
一号礁体	块 礁	$T_5 \sim T_2$	浅海相	可 靠
二号礁体	台地边缘礁	T_4	浅海碳酸盐台地	较可靠
三号礁体	小环礁	$T_6 \sim T_5$	浅海相	可 靠
四号礁体	小环礁	$T_6 \sim T_5$	浅海相	较可靠
五号礁体	塔 礁	$T_5' \sim T_6$	浅海相	可 靠
六号礁体	塔 礁	$T_5' \sim T_6$	浅海相	可 靠

1. 边界反射

在礁体与围岩间存在较大波阻抗的情况下, 礁的边界为强反射, 连续性一般较好, 如一、五、六号礁体。由于礁本身的差异而影响礁与围岩间的波阻抗界面变化时, 其边界偶尔也出现断续反射现象, 如三号礁体。当礁体形态比较混圆时, 边界可能出现能量散失现象, 而使礁体的反射成为空白, 但在时间剖面上可看出整个礁体的形态, 如四号礁体。

2. 内部反射

由于礁体呈块状, 因此它的内部反射紊乱、断续, 如一、六号礁体。有时内部为反射空白带, 如二、三号礁体。

3. 基底反射

由于礁体的礁核、礁前和礁后等微相在岩性和密度上都有差异, 引起礁与基底间的反射系数发生变化, 使基底反射出现断续现象, 如三、四号礁体。速度异常可使基底反射发生变化。当礁体致密、含钙较高时, 一般层速度较大, 此时基底反射出现时间“上提”, 如三、五号礁体。若礁体孔隙度大, 而围岩又为含钙较高、岩性致密的碳酸盐岩时, 礁体的层速度低于围岩, 基底反射则出现下凹现象, 如六号礁体。

4. 外围反射

(1) 披覆。礁体常为水下隆起, 高于同沉积地层, 致使紧邻礁体的上覆地层常具顶薄侧厚特征, 在后期差异压实作用下可形成披覆。披覆现象几乎在所有礁体的外围反射中都有存在, 随着层位提高, 披覆效应逐渐消失。当礁体边界反射不清时, 可借助上覆层中的披覆和其它一些现象来帮助判别, 如四号礁体。但要注意区别其他一些地质体(如基底突起等)所引起的披覆现象。

(2) 上超。礁体外围的上超现象, 在时间剖面上一般对称出现在礁体两侧, 与盆地边缘的地层超覆较易区别, 上超现象有时清楚, 有时不清楚。当礁体生长发育时间较长, 明显高于同沉积的围岩时, 则两侧上超现象明显, 如五、六号礁体。

(3) 绕射。岩性的突变点或陡峻带的边缘, 都可使礁体的边界、内部及基底出现绕射波, 如五、六号礁体。这种绕射波在一般常规处理中多难以去除, 可用以作为识别礁体的佐证。

由于生物礁的岩性、密度、大小、厚度、埋藏深度及周围沉积物岩性变化等因素的差异, 使生物礁在时间剖面上的反射特征各异。上述显示特征也并非在一个礁体反射中能全部出现。因此, 在利用地震时间剖面

识别生物礁时, 常常是根据资料的具体情况, 采用其中几个显示特征相互补充验证, 以达到正确判别生物礁的目的。

三、几点看法

1. 生物礁在地震时间剖面上是一种特殊的地震相单元。在地震资料质量较高的情况下, 经地震地层学的常规分析(层序划分、地震相分析)之后, 用相辨法在时间剖面上识别生物礁是有效的。

2. 当地震测线不通过火山颈或火山通道时, 火山体在地震时间剖面上从外形轮廓、层速度及上覆层的披覆现象等都与礁体有许多相似性, 需通过磁法资料及平面上的追踪解释加以排除。

3. 作全盆地的岩相古地理分析, 可以提高生物礁解释的可靠程度。

参考文献

- [1] C·E佩顿(美) 《地震地层学》 石油工业出版社 1980年
- [2] B·Γ·库兹涅作夫(苏) 《礁地质学及礁的含油气性》 石油工业出版社 1983年
- [3] 陆基孟等 《地震勘探原理》 石油工业出版社 1982年

(本文收到日期 1986年7月15日)

《石油学报》恢复邮局发行

《石油学报》是石油科学技术综合性的学术刊物。1980年创刊, 在国内外公开发行人。本刊主要刊登石油地质, 包括石油生成, 区域勘探、资源评价等; 油田开发: 包括油藏工程, 开发工艺、油田开发实例等; 石油工程, 包括钻井、采油、储运、管道、机械等专业的科研成果。本学报是石油科技工作者进行学术讨论、交流经验的园地。可供国内外石油科研人员、油田矿场技术人员和大专院校师生阅读与参考。

《石油学报》为季刊, 逢季首月25日出刊, 约12万字左右, 定价1.5元, 全年6.0元。欢迎各油田、石油科研单位的科研人员和石油院校师生和图书馆踊跃订阅。并欢迎各省、市、自治区图书馆和有关单位订阅。

本刊从1987年7月起交北京报刊发行局总发行, 欢迎读者速到邮局办理订阅。边远地区订不到时, 请与本刊编辑部联系函购。国外总发行: 中国国际图书贸易总公司(北京2820信箱中国国际书店)。邮局代号

2—114

《石油学报》编辑部地址: 北京市六铺炕石油工业部

石油工业出版社地址: 北京市安外, 外馆东后街甲36号

CONTENTS

EXPLORATION AND DEVELOPMENT

A Preliminary Recognition of Exploration of the Organic Reef in Changxing Formation of Upper Permian in Eastern Sichuan

According to the exploration in Eastern Sichuan, the characteristics of the hidden organic reefs in Changxing formation of Upper Permian is summarized in this paper. Based on the analysis of the distribution and controlling factors of the organic reefs, it is pointed out that the regions to the north of Linshui-Fuling-Xianfeng and to the south of Daxian-Kaixian-Fengjie are the favourable for searching the reef gas reservoirs. An idea of searching reef gas reservoirs by using the synthetic analysis method of geology, logging, seismic, particularly the seismic technique is proposed also.

Yang Zhonglun, Chen Xinsheng

An Attempt in Search of Organic Reefs in Zhujiangkou Basin by the Seismic Stratigraphy Method

Owing to lithological and geophysical characters of organic reef are obvious distinct from its adjoining rock, so various seismic parameters related to the former are different from the latter, which is a special seismic phase unit reflected on the seismic section. In this paper, the seismic stratigraphy method using seismic parameters to search reefs is emphatically introduced, some examples are listed and the reflection characteristics of reef's margin interior, base and periphery are briefly stated.

Qiu Yan

Seismic Reflection Characteristics of the the Organic Reef Gas Reservoirs in Upper Permian of East Sichuan

By use of the seismic stratigraphy method and based on analyzing a lot of seismic and geologic data and log information, it is pointed out in this article that on the seismic section the reflection characteristics of organic reefs and porous dolomites in Upper Permian of East Sichuan are of three categories as Shuanglong, Shibaozhai and Lage time interval, 67 seismic anomalies concerned with reefs are enclosed according to seismic data.

Chen Taiyuan