

# 越南南部大陆架的地震地层研究

Mai Thanh Tan 著

冯敬译  
谢梅校

## 1 引言

利用地震地层方法研究越南南部复杂构造的大陆架并鉴别出非背斜油气圈闭(Mitchum 等人,1977年;Vail 等人,1977年;Sangree,1979年,Ringis,1986年)。虽然已经深入了解薄过渡层的基本地震响应和地震层序的人工合成记录,但是,只有应用现代技术才能投入常规工作。最近几年,地震数据质量的提高使人们得以精确地解释储层状态和沉积相。

Mai Thanh Tan(1990年)和 Truong Minh 等人(1991年)出版了越南南部大陆架研究的初步结果。本文的目的是进一步阐述越南南部大陆架的地震层序,沉积演变和油气圈闭情况(图 1a 和 1b)。

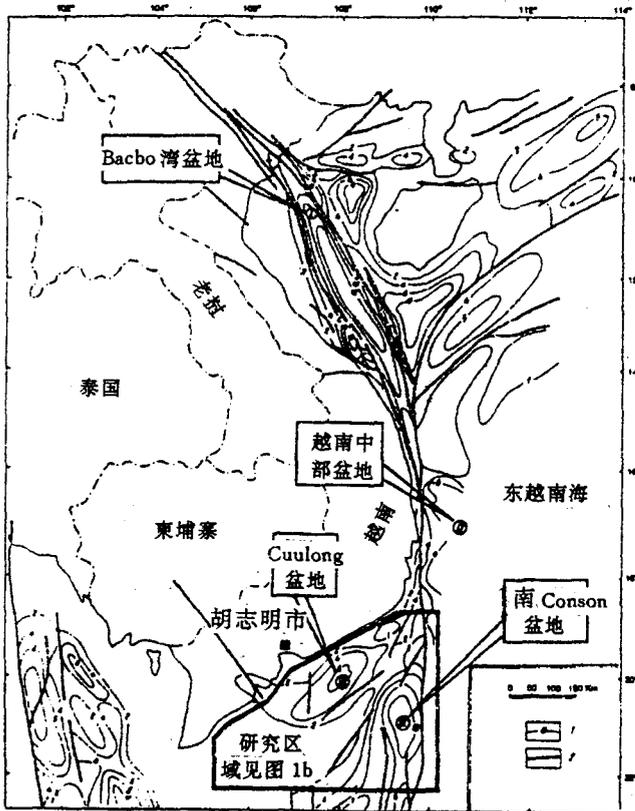


图 1a 越南大陆架新生代盆地的构造。1. 以公里为单位的等厚线;2. 断层方块表示图 1b 的位置。

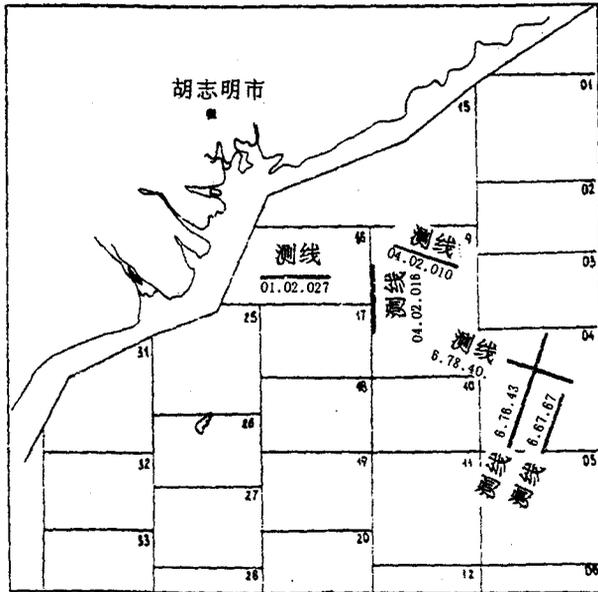


图 1b 越南南部海上 Cuulong 盆地研究区的位置以及图 5—9 中地震测线的位置。

## 2 越南南部第三系盆地演变

越南南部新生代沉积盆地是在很多不同大地构造背景下形成的,并受东南亚地区小板块间相对运动的影响(Mai Thanh Tan, 1990 年; Ngo Thuong San 等人, 1991 年; Nguyen Giao 等人, 1991 年)。目前正在进行油气勘探的 Cuulong 盆地和 South Conson 盆地中,地震层序是解释盆地演变和地震相分级的基础。

新生代期间越南大陆架的演变分四个阶段:

### 2.1 早第三纪早期

这一时期,地表发生了侵蚀作用,随后是岩浆活动和整个 Sunda Shelf 地区(包括 Cuulong 盆地)的大地构造抬升,原先的晚白垩世盆地地区则充满了沉积物。

### 2.2 早第三纪中晚期

由于地堑环绕断层的活动,地壳的变形形成了碎屑充填的沉积断槽。大地构造运动开始于始新世—渐新世期间,地裂作用影响了大陆区,导致隔离带的沉降。这样便在南中国海地区形成了大洋地壳。沿着发育完的东北—西南断层体系,岩浆流向地球表面并覆盖了周围地区。渐新世末期,盆地抬升,沉降作用结束。

渐新世晚期,断层体系由于广泛的大地构造运动而重新活动,使其进一步沉降。细碎屑沉积物不均匀地覆盖在较古老的层序上。与此同时,发生了沿某些断层带的岩浆侵入活动。

总之,早第三纪的主要特征是,形成了地堑盆地并随后抬升,深断层有时是侵入岩浆的通道。

渐新世末期和中新世初期,发生了抬升作用,第一阶段的裂谷演变结束。

### 2.3 中新世

这一时期发生了褶皱和广泛的沉积作用,整个地区渐渐沉降并延伸到南中国海(东海)的东北部。于是开始了新一轮的海相沉积作用,前一阶段的构造变形之后是海岸线前侵。盆地的西北边缘为海洋条件,而东南边缘主要为河口湾条件。早中新世主要为海洋条件,从而形成遍布盆地的 Rotalia 页岩沉积和局部沉积阻挡层。

早中新世末期的抬升和侵蚀作用之后是中新世期间的海侵作用,从而发育了早—中中新统沉积充填之间的不整合。晚中新世期间的褶皱作用引发进一步的局部抬升和侵蚀作用。

### 2.4 上新世—第四纪

这一时期盆地进一步沉降,沉积了巨厚的沉积物。

上新世期间,Conson Swell 的东北和东部发生了海侵。发育了大陆架环境,逐渐向南中国海加深。前几个阶段的盆地发育的构造控制作用现已消失。总之,浅海相沉积物的厚度向东增加。

## 2.5 相带

通过研究地震相,确定了几个相带(图 2,3)。

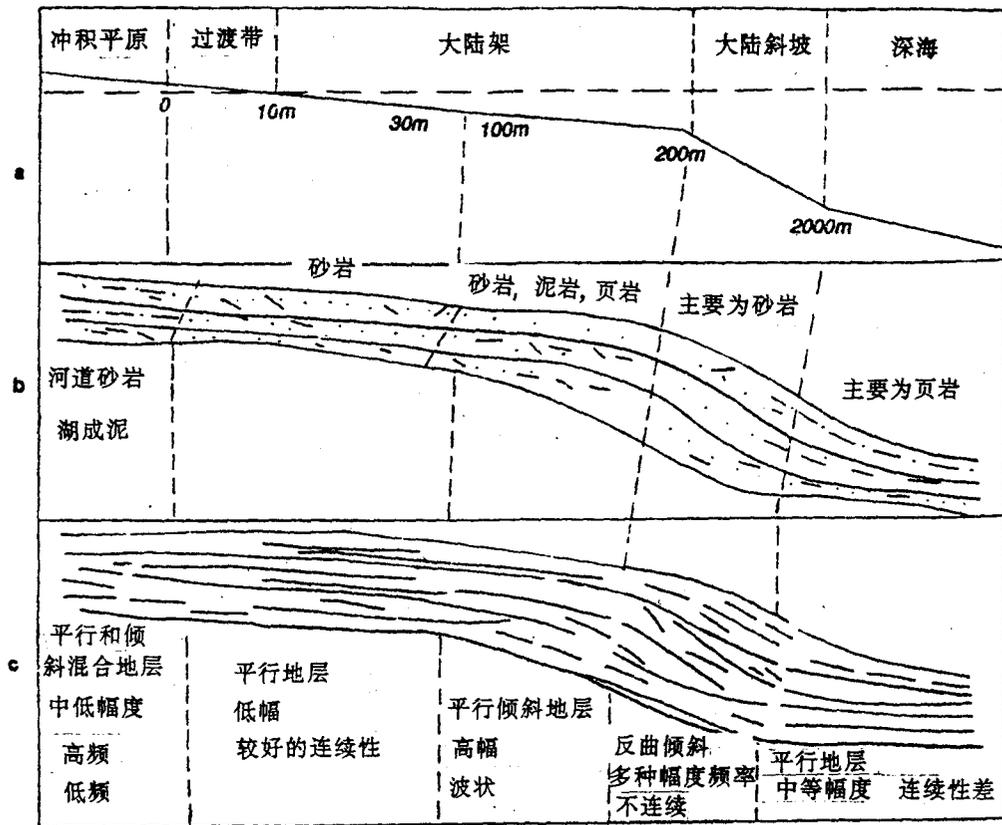


图 2 越南大陆架的沉积层

a. 地貌; b. 岩相; c. 地震相

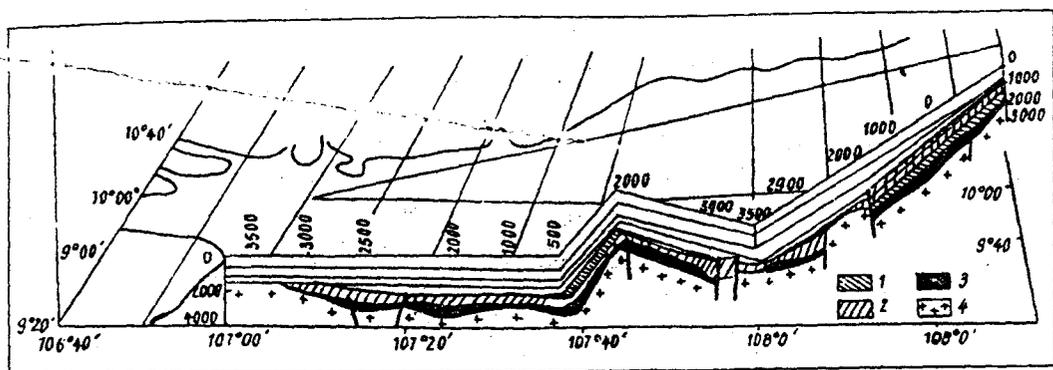


图 3 Cuulong 盆地地震层序解释结果。

1. 层序 A<sub>3</sub>(下中新世和上渐新世) 2. 层序 A<sub>2</sub>(渐新世) 3. 层序 A<sub>1</sub>(下渐新世) 4. 基底

- (i)大陆斜坡的上、中、下斜坡相;
- (ii)大陆架包括外、中、内(过渡)带;
- (iii)海岸平原主要有大陆架、湖泊、三角洲和浅海相;

(iv)大陆斜坡以外的深海带发生了深海沉积。

### 3 地震层序

地震层序内具有各种三维相单元,包括席状、楔形、滩状、透镜状和丘形。这些都与特殊的沉积区相关(如河道充填或斜坡充填)。每两个相单元之间关系应作研究,并分析古地形形态,以确保进行正确的地震数据解释。

尤其重要的是,要对越南大陆架进行地震层理类型分析。平行层理说明表面是稳定或均匀沉降。非平行反射剖面说明或者沉积速度发生变化或者沉积表面是倾斜的,或者二者兼而有之。剖面下部靠近声波基底的地方,记录的是混合地震相,说明沉积聚集迅速,沉积后区域的变化情况,或大地构造的影响(图 6,7,8)。无反射层段(亮点),说明存在着油源页岩,(如 Cuulong 盆地),或河口湾砂岩(南 Conson 盆地,图 5,8,9)。这些构造与底辟构造有关。

低幅反射剖面说明,该层段或为薄层或者其组合以某一岩性为主。本文作者的早期研究表明,越南大陆架低反射幅度的多数剖面都与砂岩或页岩相有关。

为了确定地震相的成因与分布,划定了地震层序的上下边界(为不整合)。除了使用边界几何数据(侵蚀截断、上覆、超覆和下伏),可用多种因素将地震层序与沉积条件联系起来,这些因素包括沉积能量、源区、大地构造区域、水动力区域。

### 4 越南海上的地震复合特征

越南海上 Cuulong 盆地新生代沉积充填可分成如下几个地震复合体(图 4)。

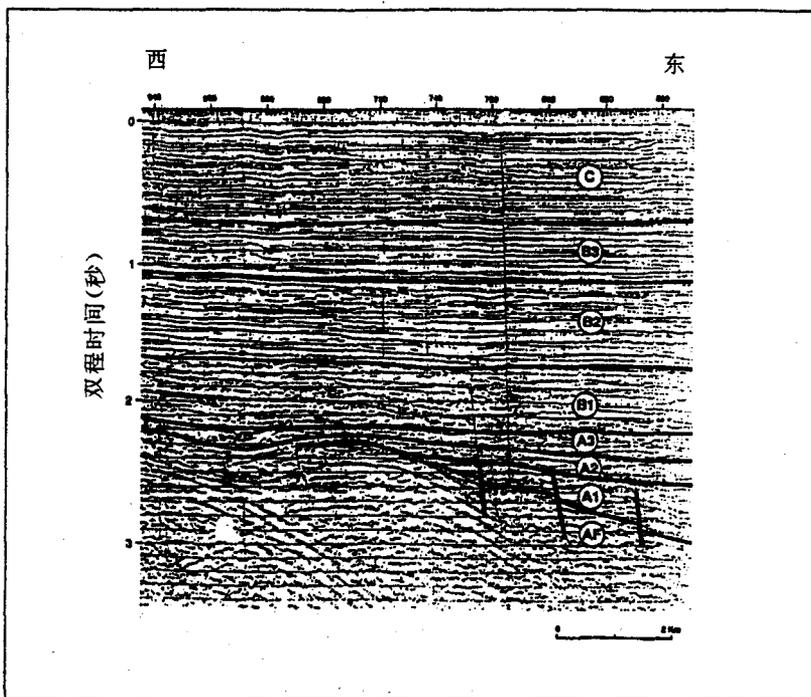


图 4 地震测线 0 4,0 2,0 19。细节见正文

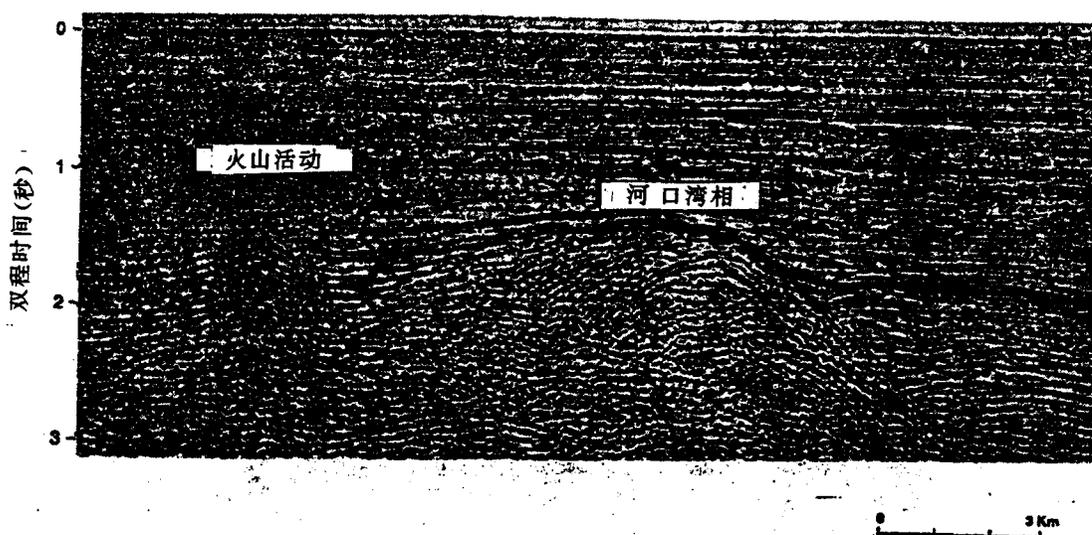


图5 南 Conson 盆地地震剖面中火山碎屑和河口湾相的解释结果。地震测线 6,78,40

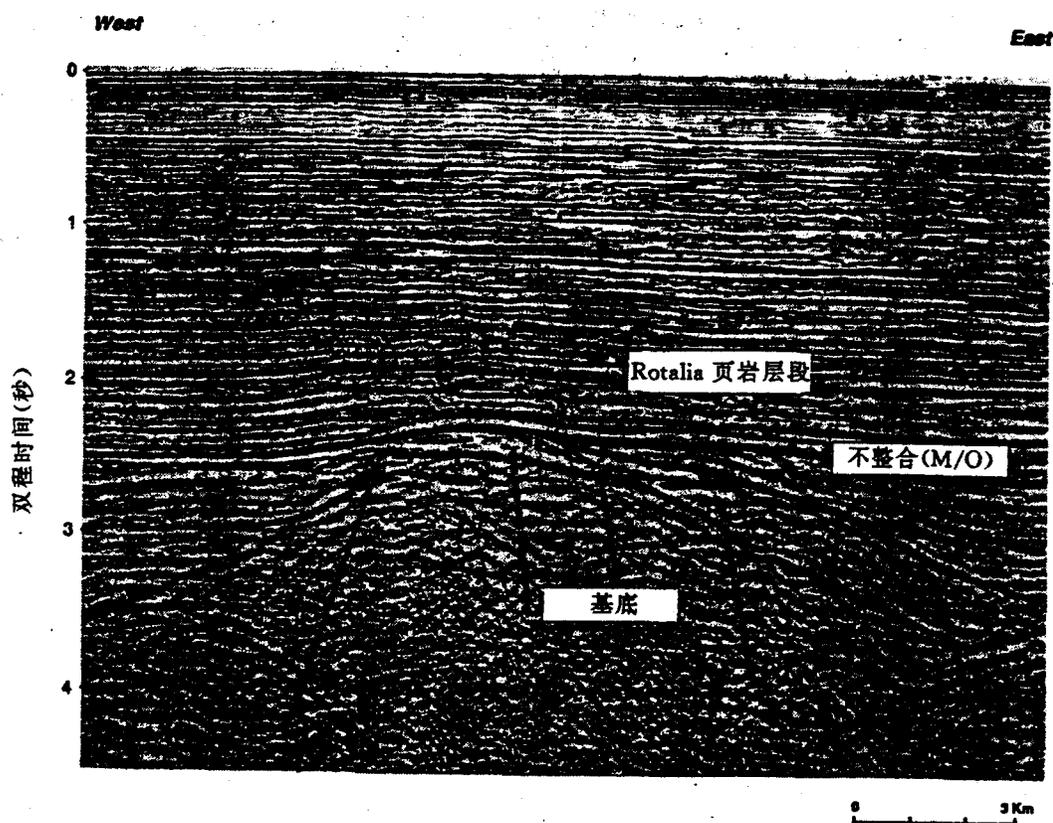


图6 Cuulong 盆地基底 Rotalia 页岩层中新世——渐新世不整合的解释结果。地震测线 04, 02, 027。

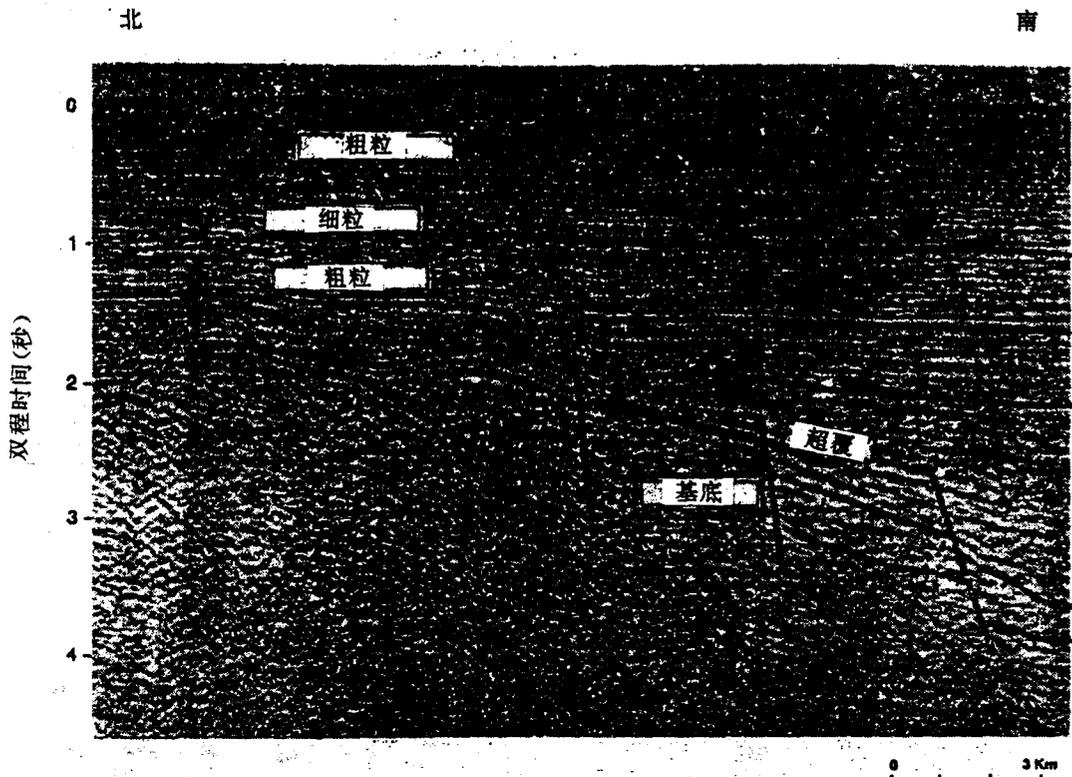


图7 Cuulong 盆地渐新世沉积物中地层圈闭的解释结果。注意粗粒和细粒的交替。  
地震测线 02,04,016。

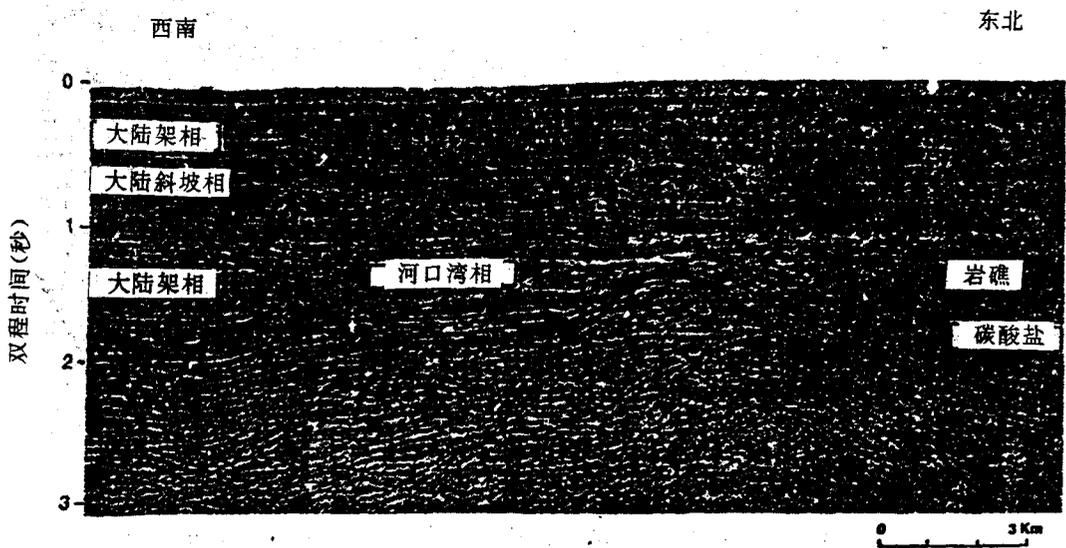


图8 南 Conson 盆地大陆架、斜坡、河口湾相、岩礁和大陆架碳酸盐的解释结果。  
地震测线 6,78,67。

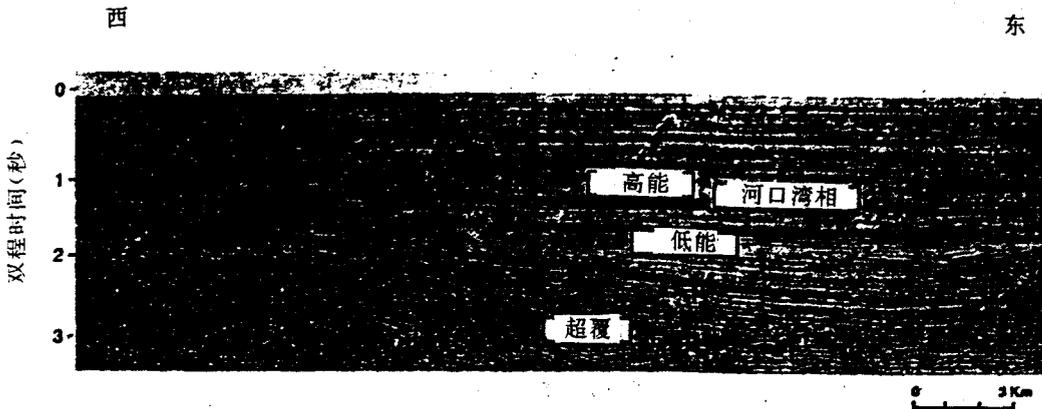


图9 南 Conson 盆地剖面中高能和低能海相和河口湾相的解释结果。地震测线 6,78,43。

#### 4.1 复合体 A 下

该复合体位于声波基底,是非均质岩石沉积。声波基底由变质程度和年龄各不相同的各种岩石组成,包括侏罗纪陆源沉积物,侏罗纪—白垩纪侵入体,花岗侵入岩的结晶岩。无论是确定新生代沉积物的厚度,还是在风化区和大地构造裂缝区进行石油勘探,研究基底是非常重要的(Areshev 等人,1992年),结果在基底找到了石油,并发现越南油气聚集似乎总是只与新生代沉积物有关。

#### 4.2 复合体 A

该复合体位于基底之上。其反射成分的稳定程度取决于基底的大地构造特征。这种复合体通常存在于沉积盆地的中心,向边缘变薄。该复合体形成了新生代沉积物的最低部分,可分为三个层序(A1,A2,A3),被多个角度不整合所分开(图 3,4)。

层序 A1 为渐新世—始新世早期,不均匀地覆盖在前第三系基底上。由陆源碎屑组成,夹杂着粉砂岩和粘土层。该层序由于复杂的断层体系而严重变形。

层序 A2(渐新世)比 A1 分布广泛,代表了一个从西到东和从西北到东南发育的三角洲。上覆层序 A3(晚渐新世)分布有限(图 3)。

地震剖面解释表明,渐新世末期盆地被抬升和侵蚀。渐新世和中新世之间存在着一个多个角度不整合(图 6)。

中新世的复合体 B 由多个稳定的连续反射表面组成。这一情况说明了循环的沉积条件,尽管循环特征随着时间和离海岸的距离而消失。

复合体 B 可分为三个层序:

层序 B1 与下中新统沉积层段有关,其顶部是 Rotalia 页岩层(图 6)。

层序 B2 是中中新统,特点是连续的反射界面。上部是丘形不连续的地层。

层序 B3 是上中新统,特点是连续性发生变化的中等幅度反射。

上覆复合体 C(上新统一第四系)的特点是广泛发育于盆地内的水平反射表面。该复合体在很多地区都覆盖于复合体 B 的侵蚀表面上,二者的界面是一个强烈反射的多个角度不整合,说明沉积区域发生变化。复合体 C 内没有褶皱和其它形式的大地构造变形,其界面几乎水平,少见断层。

## 5 地震地层及油气圈闭的位置

在 Cuulong 和南 Conson 盆地内,渐新世和中新世沉积物是油气勘探的目的层。大陆架上迅速沉积的厚沉积层序形成了多种油气圈闭、岩礁及碳酸盐聚集,通常位于盆地边缘的高地上。下面讨论圈闭类型,图 5—9 列出了地震剖面线的一些实例。

i 尖灭在 Cuulong 和南 Conson 盆地分布广泛,形成的地层圈闭是有利的油气勘探区。地震反射剖面为低幅,连续性差,能量低。这说明浅海相页岩夹杂有河流相冲积物。

ii 很多地震—地层标志物都可以鉴别出岩礁圈闭,如,鸟眼形式的反射形态,相干扰和频率的变化,衍射波形态,异常速度,岩礁周围的反射楔形,被上覆层序干扰的平行层理。已在 Cuulong 和南 Conson 盆地鉴别出了上渐新世到中新世期间的岩礁圈闭(图 8)。

iii 切蚀峡谷和河成冲积砂体可以形成重要的地层圈闭。沉积物主要是砂岩和粘土,砂体为狭长形状或透镜体状。在 Cuulong 盆地,油气聚集主要位于前三角洲地区的河道砂体内。这些砂体包括既是源岩又是盖层的页岩层。

古河道充填物中地震相的幅度、频率、连续性和顺序与周围地区截然不同。地震研究已鉴别出大陆架和大陆斜坡里的一系列第三系和第四系峡谷。其形成通常与海面低潮期间的冲积体系的演变有关。

iv 基底圈闭:风化和裂缝的基底可以形成有效的油气圈闭,因此也是重要的油气勘探目的层。一种可能是基底储层中的油气是从附近盆地地区的沉积岩运移而来。但是,基底储层油气的来源需进一步研究。

## 6 结论

采用地震地层学对越南海上沉积盆地内油气圈闭进行鉴别和开发,鉴定出了地震相,并确定了一系列大有前途的非构造油气圈闭的存在。

译自 Journal of Petroleum Geology V. 18 N. 3 July 1995