

国外油气新科技丛书

碳酸盐岩油气勘探译文集

曾国寿 等译



石油工业出版社

登录号	087488
分类号	TE1-53
种次号	003

国外油气新科技丛书

碳酸盐岩油气勘探译文集



200364042

石油工业出版社

(京) 新登字 082 号

内 容 提 要

本书选译了 13 篇最新国外文献, 涉及到碳酸盐岩的形成、分布、地质特征、成岩作用、油气藏形成及油气勘探理论与技术等内容, 并可概略反映国外碳酸盐岩油气勘探的理论和技术水平。对从事碳酸盐岩油气勘探和研究的有关人员及院校师生有一定的参考价值。

国外油气新科技丛书
碳酸盐岩油气勘探译文集
曾国寿 等译

石油工业出版社出版
(北京安定门外安华里二区一号楼)
石油工业出版社印刷厂排版
北京科技印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 32 开本 $11\frac{3}{4}$ 印张 258 千字 印 1-1,000

1992 年 1 月北京第 1 版 1992 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-0643-X / TE · 611

定价: 6.10 元

编 者 的 话

当今是科技迅速发展的时代，信息至关重要。石油工业则是技术密集、资金密集和风险很大的产业。为了节约资金和减少风险，引用各种新的科学技术成果，就成为发展石油工业的必由之路。

十多年来，我国的石油科技工作者，在党的改革开放方针的指引下，在学习国外先进的石油科学技术方面，取得了很大的成绩，促进了我国石油科技的迅速发展，同时，也为发展我国的石油工业作出了应有的贡献。

但是，从信息传播的速度和广度来看，还不能适应广大石油科技工作者的需要。为了解决这个问题，我们推出这套丛书。

在内容方面，这套丛书按石油科技中不同的专业，如石油地质、石油储运、石油经济……分成单册。每个专业里又根据当前我国石油工业急需的科技课题，从国外最新发表的文章中进行挑选后，组织翻译。有的还是由若干文章进行编译的。

我们希望广大石油科技工作者喜爱这套丛书，并请不吝赐教，以便改进工作。

国外油气新科技丛书编委会

国外油气新科技丛书编委会

主 任：李昭仁

副主任：安作相 于秀琳 段云舫

委 员：(按姓氏笔划为序)

于秀琳	马家骥	孔秀兰	司徒丽丽
安作相	吕德本	牟永光	李昭仁
李希文	陈广田	张 焱	林素珍
段云舫	胡文海	徐云英	章兆淇
陶世楨			

《碳酸盐岩油气勘探译文集》编委会

主 任：胡文海 林素珍 (审校)

委 员：于秀琳 安作相 张绍海

张书芹 林素珍 胡文海

目 录

一、碳酸盐岩台地水淹作用的地震 和地质特征·····	(1)
二、白云岩及白云化模式·····	(39)
三、碳酸盐岩沉积与油气聚集·····	(66)
四、海相碳酸盐岩油气生成和运移综述·····	(102)
五、北美东部上奥陶统区域岩相·····	(129)
六、俄亥俄州西北部奥陶系Trenton灰岩的 六种潜在圈闭远景带·····	(165)
七、用测井、岩心、试井和地震资料再评价 阿布扎比二叠纪胡夫组的地质特征·····	(189)
八、由相独立白云岩化作用形成的储层：五大湖区 特伦顿和黑河碳酸盐岩实例 ·····	(224)
九、田纳西（州）东部前-阿勒格尼（阶） （宾夕法尼亚系-二叠系） 烃类沿奥陶系诺克斯不整合的聚集·····	(244)
十、涅帕穹状隆起储集层孔隙空间中 盐的结晶条件·····	(262)
十一、肯塔基州志留系Lockport 白云岩地层圈闭·····	(268)
十二、英格兰南部大鲕粒灰岩的成岩作用 和埋藏历史·····	(297)
十三、突尼斯中东部的石油地质·····	(323)

一、碳酸盐岩台地水淹作用的 地震和地质特征

R.N.Erich, S.F.Barrett,
Guo Bai Ju

曾国寿 译
陈继新 校

1、 引 言

Schlager 将“海平面相对上升速度（实际是构造运动加海水升降运动）超过碳酸盐聚集速度，致使台地或礁被淹没在碳酸盐产出丰富的海水透光带下”，定义为碳酸盐岩台地水淹。这里所定义的水淹不整合，是由长期的（不是特定时期）遍及各地理区域的水淹作用引起的，它可根据地震或地质资料来辨认。对水淹作用重要性的认识，是随在碳酸盐岩台地和礁上许多巨型油田（例如在印度尼西亚和中国）的发现而加深。对水淹成因的了解可使地质学家在钻探之前较好地预测储层和盖层，帮助地质学家正确地模拟勘探区的沉积、构造和海水升降的历史。

在这项研究中，采用详细的岩性资料与高分辨率地震资料的综合，以提高对碳酸盐岩台地水淹作用识别的一般标准，以及确定水淹的原因。这项研究是建立在两种广泛的台地类型（即侵蚀型和加积型）为基础的实例上：美国东海岸晚侏罗世至白垩世的 Baltimore Canyon 台地和中国滨外珠江口（Pearl River Mouth）盆地早中新世台地。

1) 定义与概念

据现在的解释，在地震资料上所见到的水淹不整合，通

常被解释成显示高反射率已凝结的层段或海底表面 (Van Wagoner 等, 1987)。推测这是由于碳酸盐岩与其上覆的岩石的声学性质有很大差别之故。由于这种声学阻抗的突变性差别, 水淹层系通常为高水位期的部分层系, 而不是形成水淹层系的海侵层系的一部分。在地质上, 水淹不整合被描述成由浅水碳酸盐沉积突变为较深水碎屑或碳酸盐沉积。

在定义与发展水淹台地的概念中, Schlager (1981, 1989)、Schlager 和 Camber (1986) 把他们的研究集中在水淹不整合的三个主要原因上。构造引起的海平面相对抬高; 由海底生长减少或停止生长引起的环境变坏以及削峭作用和自身的侵蚀 (即由台地自身过剩沉积自流引起的重流的侵蚀 (Schlager 和 Camber, 1986)), 均被认为是引起水淹不整合最重要的原因。由前积碎屑物埋藏而未出露于地表 (未考虑它们的原始组合), 后来也包括在由 Schlager (1989) 提出的原因中, 它被看作是不同于环境变坏的另一类型。这项研究的目的是为了重新详细调查这些原因的关系, 表 1-1 中已列出了影响每个基本组合的特殊因素。

Schlager (1981, 1989a、b)、Schlager 与 Camber (1986) 提出的水淹不整合的原因, 可以看作是单独作用的, 每个原因都对台地的存在有影响。因此, “水淹不整合”这个术语可更正确地反映一种特殊作用或一系列作用, 它们对台地的层序有影响或与浅水沉积作用的结果一致。水淹作用的副产物可能是不整合, 但它不总是出现。

有时碳酸盐岩台地在其沉积过程中, 可能经受多次的水淹作用。尽管浅水沉积作用在易变的期间里可能会结束, 但它可在原先的位置或附近, 以比以前快的速度重新恢复沉积、加厚或向前推进。这些内部台地的水淹作用可在墨西哥

表 1-1 水淹作用的可能原因

海平面 (包括构造的影响)

冰川-海平面升降

重力海平面升降

中央洋脊的增长

三角洲沉积作用和页岩压实作用

洋盆的增长

局部或区域构造沉降

地壳均衡作用

环境变坏

海洋缺氧作用; 浅陆棚灾变性泛滥

高矿化度 (蒸发 > 沉积)

低矿化度 (沉积 > 蒸发)

海洋或大气圈 $p\text{CO}_2$ 含量变化

养料供应变化 (太多或太少)

黄藻动物死亡 (据其他生物或化学法判断)

温度 (太高或太低)

能量 (太高或太低)

光 (太少; 水太混)

演化变形 (例如有机物无能力形成礁至完全有效)

台地边缘的削峭作用和自蚀

迁回至深水的沉积 (台地上的聚集速率比海平面升高的速率低)

台地边缘的侵蚀 (如由断层或水道化引起的)

进积碎屑的埋藏

由前三角洲页岩或外陆棚砂岩淤积而成

台地中白垩世海湾的部分地区看到 (Win Ker 和 Buffler, 1988), 它们通常很难据地震和地质资料来辨别。

在地质记录中辨认水淹作用会受许多因素影响, 取心的密度不够或收获率低以及露头的质量易变, 都不可能对水淹作用提供合适的辨别依据。在地震资料上难于辨别水淹作用, 是由于地震资料的采集和处理有问题。早期的研究主要集中在地震资料上辨别碳酸盐岩建造, 但由于其内、外部特征分辨率低而受到限制。现在提高了地震资料的质量 (例如三维地震, 零相位处理), 相应分辨率也提高, 因此有了更为正确的解释。目前, 采用详细的速度模拟和多极噪声消除与岩性资料更加精确的结合, 从而获得了高度精确的地质层序的地震模型。Rudolph 等 (1989) 指出, 在模拟意大利三叠系较小规模层序边界中, 显示了应用岩石特性数据 (P 波和 S 波速度及其他资料) 和子波处理技术方法的优点。

2) 地震数据处理

Erlich 等 (1988) 已对 Baltimore Canyon 地区地震数据的采集和处理作了较为详细的描述。一般, 60 次覆盖的地震数据采用 2ms 的采样速度, 而且要在振幅编辑和噪声抑制之前进行多路分离和用 4ms 重新采样。采用球面扩散校正和 60 次覆盖资料内部噪声抑制, 来消除某些多次波的能量。在常规动校正以后进行 60 次覆盖迭加, 然后用跟踪海底的时变滤波器进行滤波 (再一次消除海底的多次波能量)。

在对数据进行偏移之前, 采用大时窗自动增益控制 (AGC) 装置进行标定, 而后用 500ms 的自动增益控制。装置重新标定以后, 将数据按照构造偏移用 Amoco 公司的标准绘图程序绘制成图。利用合成地震记录图 (图 1-1),

将地震资料与测井资料进行对比，就可以在地震资料上标出准确的地质年代和岩性来。

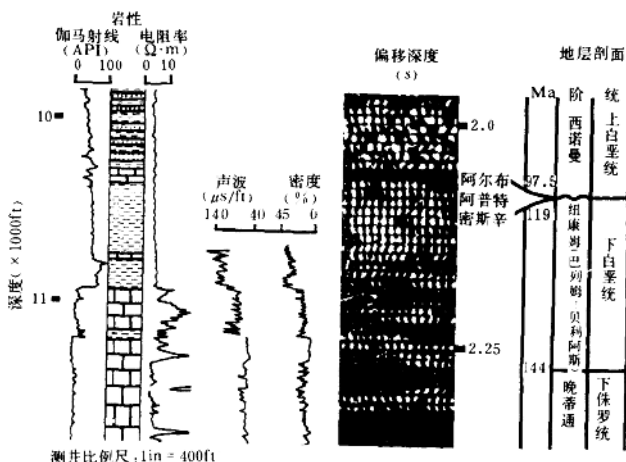


图 1-1 美国东海岸 Block587 井的
合成地震记录、电测井和岩性图

珠江口盆地的地震数据采用与 Baltimore Canyon 地区相似的参数进行采集。野外数据在记录之后已经过格式转换，并用远场信号作了零相位变换。在应用差分动校正之前，再次用 4ms 的采样间隔对数据重新采样。叠前反褶积以后，在 1km 的区间中对数据进行速度分析。常规动校正是在叠加之前完成的，随后是零相位反褶积。

在进行最终偏移之前，还用 8~60Hz 的时变滤波器对资料进行滤波。这些数据是以相对振幅值的形式显示出来的。合成地震图出自垂直地震剖面 (VSP) 记录，并与地震

和测井数据 (图 1-2) 相匹配, 然后采用与 Baltimore Canyon 数据装置相似的方式, 将地质数据换算成为地震信息。

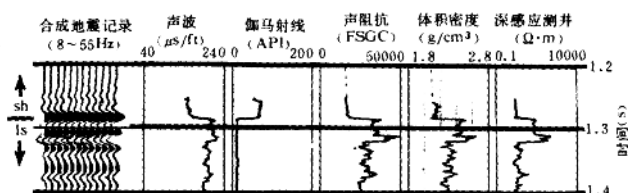


图 1-2 中国滨外 LH4-1-1 井的电测和合成地震记录图

2、 Baltimore Canyon 台地

1983~1984 年, 在广泛进行地震地层学研究之后, 已由 Amoco 公司、Shell 公司和 Sun 公司对 Baltimore Canyon 地区上侏罗统一白垩统碳酸盐岩台地的沉积层进行了钻探 (据 Erlich 等, 1988 和最近 Meyer 1989 的报告) (图 1-3)。以前的研究者是在没有利用井下岩性资料情况下, 推测台地和陆棚边缘地层的岩性和时代 (如 Gamboa 等, 1985; Schlee 和 Hinz, 1987)。在这项研究中, 古生物资料、岩屑、常规的岩心和井壁取心以及合成地震记录图, 都是应用地震资料推测台地和台地边缘地层岩性的限制因素 (图 1-1、1-4)。

图 1-5、1-6 为通过 Block 586 和 587 井的 AA' 地震测线。据所获得的全部资料, 认为 Baltimore Canyon 台地的这一部分形成于早蒂通期 (晚侏罗世) 的冲积边缘, 最后垂直堆积 (580m) 成为贝里阿斯期 (早侏罗康姆 / 早白垩世) 的侵蚀 (?) 边缘 (Erlich 等, 1988)。Block 587 井已钻

至台地这一部分的水淹层序，其标志是厚 82m 贝里阿斯期开阔海陆棚至深泻湖海绿石灰岩 (Meyer, 1989)。该层序原来是由 Erlich 等人解释的，他们把它解释为较浅海水的泻湖层段。这些岩层渐变地超覆在上蒂通期中等至高能浅水颗粒灰岩上，表明由浅水至深陆棚环境转变是整合接触。

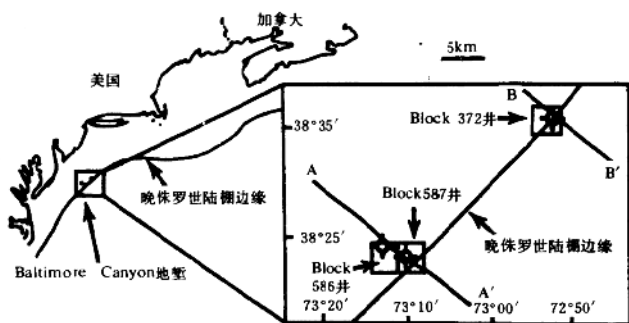


图 1-3 美国东海岸 Baltimore Canyon 地堑 AA' 和 BB' 地震测线和井位图

Block 586 井也钻至台地的水淹层序(图 1-4),为厚 46m 的贝里阿斯期较深水的灰岩和页岩(无海绿石),下部层段逐渐变为上蒂通期的浅水灰岩、砂岩和页岩,未发生沉积间断。两口井钻到的水淹层序均未发现有出露地表的证据。

这些下白垩世盆地岩层的水平至次水平超覆模式表明, Block 587 井的向海台地边缘,在水淹期间盆地底部下降很多(图 1-5)。台地边缘无中侏罗后期(上组康姆)至中阿普特期沉积物或被侵蚀掉。中阿尔布(下白垩世上部)海相灰岩直接覆于 Block 587 井的水淹层序上。

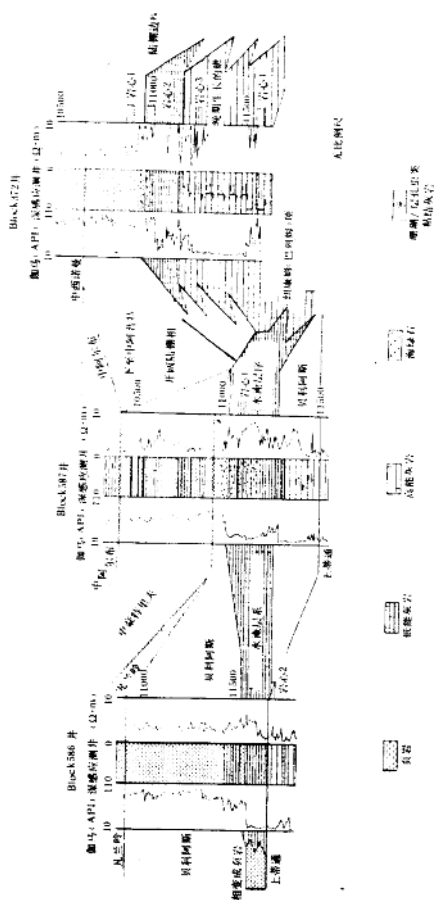


图 1-4 Baltimore Canyon 井的岩性与电测井图

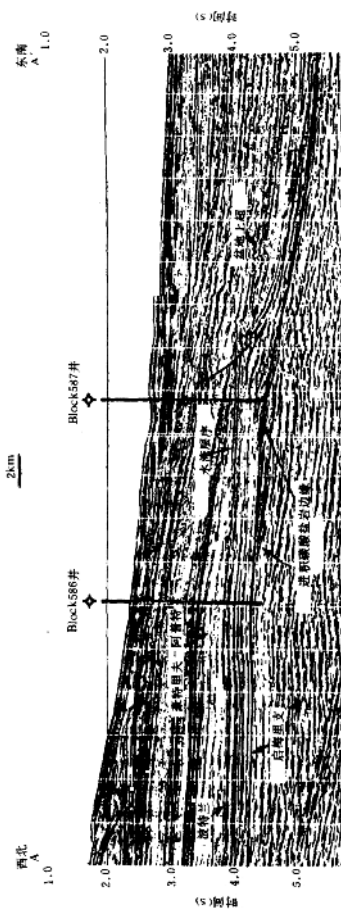


图 1-5 通过 Block 586 和 587 井的 AA' 地震测线

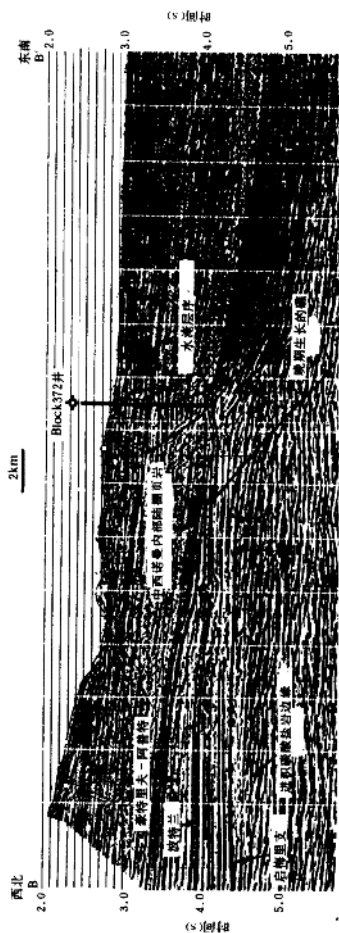


图 1-6 通过 Block 372 井的 BB' 地震测线

在 Block587 井区, 台地水淹之后, 沉积中断了 $1100 \times 10^4 \text{a}$ 以上 (晚贝利阿斯至中豪特里期), 随后的第二次沉积间断约 $2200 \times 10^4 \text{a}$ (中豪特里至中阿尔布期), 这样就在该区边缘形成了真正的水淹不整合, 但 Block587 井层段的变化缺失也有可能是由于海下侵蚀引起的。在 Block586 井更为向岸的部位 (古海岸), 未发现晚贝利阿斯—中豪特里期的水淹作用。在该井部位, 水淹层序向层序上部逐渐变为有地震记录的三角洲远端页岩 (图 1-4)。

BB' 地震测线通过 Block372 井, 探测证明该井位于晚期堆积增长起来的台地边缘 (图 1-3、1-6)。Block372 井钻进厚 125m 的中阿普特—上巴列姆 (上纽康姆期) 层段, 该段为层孔虫类、海绵、珊瑚粘结灰岩和被解释为陆棚边缘礁的颗粒灰岩。其上覆层为厚 73m 上阿普特开阔海相或深泻湖海绿石灰岩和页岩 (图 1-2)。在 Block372 井, 下伏的为总厚 198m 的上阿普特至上巴列姆灰岩和页岩的水淹层序。据相似的地震资料确认, 其为巴列姆—贝利阿斯期的堆积物。整个陆棚边缘层序 (贝利阿斯—上阿普特) 似乎与 Block587 井厚 82m 的水淹层序以及与 Block586 井厚 46m 的水淹层序相当。对比表明, 在 Block372 井区陆棚边缘礁沉积生长非常快, 其生长的速度跟上了海平面的上升速度, 几乎等于在 Block586 井和 587 井区浅水碳酸盐岩沉积停止之后生长了 $2500 \times 10^4 \text{a}$ (晚贝利阿斯—晚阿普特期)。反映了 Block372 和 587 井处的最后水淹状态, 各区开阔陆棚灰岩和页岩的厚度相似 (73m), 这表明台地不同部分最终的水淹方式是基本一致的。西诺曼 (上白垩统上部)、较年轻的深水灰岩和页岩覆盖在 Block372 井水淹层系之上, 表明存在一个延续了约 $2000 \times 10^4 \text{a}$ (晚阿普特—中西诺曼期) 的