

56388
03809
03809

亨特·亚巴勒等著

大陆边缘地质学



石油工业出版社

美国石油地质学家协会进修丛书

388
09

美国石油地质学家协会进修丛书(五)

大陆边缘地质学

亨特·亚巴勒 等著

刘和甫 译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书为美国石油地质学家协会进修丛书(五),包括六篇论文。主要介绍了大陆边缘的演化,离散大陆边缘及挤压大陆边缘的构造、地层,陆隆、陆坡生油岩,以及陆缘外带海洋环境的潜在储集岩沉积侵位模式等。

Hunter Yarborough et al
GEOLOGY OF CONTINENTAL MARGINS
AAPG Continuing Education Course Note series 5
(Second Printing, June 1978)

美国石油地质学家协会进修丛书(五)

大陆边缘地质学

亨特·亚巴勒 等著

刘和甫 译

石油工业出版社出版
(北京安定门内大街东后街甲36号)
人民交通印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092 毫米 16 开本 5 印张 122 千字 印 1—43700
1983 年 7 月北京第 1 版 1983 年 7 月北京第 1 次印刷
书号: 15037·2427 定价: 0.53 元

目 录

一、与板块构造有关的大陆边缘类型及其演化.....	1
摘要.....	1
综览.....	2
二、离散大陆边缘的构造和地层.....	6
摘要.....	6
引言.....	6
初始大陆边缘.....	6
大型三角洲和海底扇.....	8
大陆架.....	9
大陆坡.....	11
大陆隆.....	13
蒸发岩.....	15
硫化物矿床.....	16
结论.....	17
三、挤压大陆边缘的构造和地层.....	18
摘要.....	18
引言.....	18
弧前构造.....	19
活动弧前系.....	25
弧前石油远景.....	30
参考文献.....	31
四、陆坡与陆隆生油岩.....	35
摘要.....	35
引言.....	35
生油岩的定义.....	36
词典中术语的定义.....	38
有机物的产生和聚集.....	38
大陆边缘沉积物中有机物含量.....	39
大陆边缘有机物的成熟度.....	47
结论.....	59
参考文献.....	60
五、大陆边缘外带海洋环境中潜在油气储集岩的沉积侵位模式.....	62
摘要.....	62
引言.....	62
正常沉积作用.....	63

相对于海平面的相位移.....	68
各种类型大陆边缘的可能储集岩.....	71
参考文献.....	72
六、陆坡和陆隆沉积相的地震辨认.....	73
摘要.....	73
参考文献.....	76

一、与板块构造有关的大陆边缘类型及其演化

亨特·亚巴勒

摘 要

晚古生代以来,大陆边缘形成三种基本的构造变形样式。陆架和陆坡的构造历史和沉积历史在成因上似乎与单一的构造样式有关,或者与二种或三种起作用样式的多期变形历史有关。下面所讨论的特别是与发生在大陆边缘的沉积层序有关;而与克拉通内部的裂谷盆地、拗陷和下沉无关(例如,北海、锡尔特盆地等),这些是许多大陆的曲折边缘或为“下沉克拉通”(例如,巽他地盾等)。

其中有一种样式的特征是张性构造,这是由于最初发生在中生代和新生代早期的冈瓦纳和劳亚超级大陆“破裂”的结果。相反的情况是,当新生代中期和晚期的板块运动使许多板块边界受到“剪切构造”变形。大陆边缘的第二种样式是遭受到合成剪切作用的分量——离散拉伸或聚敛挤压。大陆边缘变形的第三种基本样式是消减作用,这是发生在运动板块的“前导边缘”上。在这种构造轮廓中,可以发现前缘盆地和边缘盆地。这些消减边缘的构造、沉积和火山作用历史包括复杂的地质关系,因此提出了极为复杂的勘探问题。正向消减,斜向消减,岛弧碰撞,大陆碰撞和“翻转的”贝尼奥夫带是这类大陆边缘的几种情况。

尽管沿着大陆架和大陆坡已经确定有巨厚的海相和陆相沉积,但到目前为止所找到的石油仍比较少。控制油气生成、运移和聚集的基本地质因素和地球化学因素是大量油气聚集的必备条件。这些因素中如缺少任一因素几乎可以认为这一盆地或盆地的一部分是缺失所有的因素。沿着大陆边缘在陆架和陆坡上初期勘探其结果是重新评价大陆边缘的石油潜力。除了像密西西比河、尼日尔河和麦肯齐河的三角洲巨大沉积中心外,沿着大陆边缘的陆架已经发现的是极难勘探的目标。从大油田的角度来看,即使这些最有希望的“盆地”也是令人失望的。路易斯安那州的大陆架勘探和开发已有三十年,其结果是发现60亿桶石油,仅够供美国一年的使用。甚至更使人意外和令人失望的是一些曾认为“极有希望”的高潜力地区,如得克萨斯州、新舍斯科、纽芬兰和非洲西北部的大陆架。

在大陆边缘勘探的早期阶段一些观察到的、有根据的事实是:(1)极大多数前缘盆地(岛弧—海沟)由于缺乏砂质储集层而变得毫无希望。从火山弧中的安山岩、玄武岩、火成碎屑岩、变质岩等作为物源供应而成的碎屑岩具有十分低的渗透率。除了秘鲁北部和厄瓜多尔海岸附近有比较少量的油气聚集外,在安第斯山以西,中美洲以西,俄勒冈州和华盛顿州以西,日本以东,爪哇以南和苏门答腊西南的一些正进行钻探的前缘盆地都没有成功。(2)许多大西洋型张性大陆边缘的特点是在后裂谷期沉积岩层中构造变形微弱,除非具有某些特殊情况,如(a)具有足够厚度的蒸发岩其结果产生盐构造;(b)由于火山侵入或基底隆起使上覆盖层变形。(3)母岩,除了在前裂谷期和裂谷早期的沉积中可能存在之外,在许多张性的大陆边缘可能缺失。(4)关于潜在母岩的适当成熟度是许多年青盆地中的另一个问题,其中潜在母岩的埋藏深度不足达到适当的成熟度。(5)某些剪切带盆地具有太强烈的变形。

虽然许多初步观察似乎是悲观的,但我们必须指出地质学是一门不精确的科学。在这一

阶段大陆边缘勘探所得的地下资料是十分少的。我们刚开始对这些广阔地区进行勘探。肯定在大陆边缘盆地的巨厚沉积层中将会及时地找到许多潜伏的“有希望的点”。今天一些高潜力勘探目的物是明显的。大西洋型陆架的后裂谷期的沉积中构造变动轻微，但在裂谷深部沉积和前裂谷沉积中可以有巨大潜力。这些较老的沉积不仅有潜在构造圈闭，而且有有利的母岩。许多深沉积层是位于地热梯度极小的盆地中，只能由深钻和超深钻来进行勘探。对这些深部目的层的勘探在很大程度上受确定钻探的地震调查能力所限制。现在主要的问题不仅要得到高质量的深部地震资料，而且也要能“看透”在许多盆地中出现的某些十分有效的盖层（蒸发岩和厚的页岩）。许多有利的沉积层和构造圈闭是隐伏在这些声波不能通过的盖层之下。

与大西洋型张性边缘的、比较简单的构造和沉积样式不同，剪切带和消减边缘的盆地有着严重争论性的解释。巨大的背斜，也是许多前缘盆地的特征，如果有好的储集层存在时，可以提供潜在的巨大油气聚集，这些储集层可以夹在硬砂岩中。原地的和异地的碳酸盐岩储集层提供了潜力。良好储集层的优质砂可以来自弧后富含石英的蚀源区，并“冲蚀通过”岛弧而沉积在一般的岛弧来源的沉积物中。也可能有些地方的岛弧被侵蚀到足够深度，因而露出了粗粒富含石英的火成岩，从这些岩石也可以形成良好的砂质储集层。

对目前勘探工作的概括就要求一个合理的、科学的艰苦尝试。勘探工具是合理地限制在它应用的范围之内，而勘探者的观点将不仅要有乐观的想法也要有现实主义的思维。

综 览

1. 劳亚大陆和冈瓦纳大陆

晚古生代和早中生代的超级大陆——联合大陆。

从成因上来说，主要油气聚集与中生代和新生代时期大陆的碎裂有关。

中生代盆地主要为张性。

新生代盆地主要为剪性。

2. 板块构造学需要对盆地的构造样式作出新的假说。

3. 主要的克拉通盆地

仅有5%的石油发现在古生代盆地。

曾经出现在大陆边缘或其附近的古生代盆地由于大陆碰撞、消减和破裂而破坏。

其他盆地受强烈地深侵蚀和油田的被发掘。

4. 主要地震震中带

震源机制研究表明按盆地成因而言有三种基本构造样式：

a. 拉伸（“拉曳”）：正断层 $45\sim 60^\circ$ 。

b. 消减（挤压）和碰撞：冲断层。

c. 剪切：直立至高角度的断层，在地表附近有倒转。

许多盆地在地质历史中可以经历两种或三种基本样式；例如，许多张性盆地具有强烈相反的剪切叠加；而大多数大的剪性盆地具有大的张性分量。

5. 地幔柱（“热点”）

a. “热点”、大陆穹窿和裂谷盆地：莱茵地堑（穹窿），红海穹窿，东非穹窿。

b. “热点”、大陆裂谷作用和新海洋形成，

三联点的“停止发育支”作为裂谷盆地保存下来。

6. 岸外沉积厚度

盆地形成是三种基本构造样式或各种样式的复合结果。

7. 张性盆地

a. “模式研究”：张性（“拉曳”）裂谷。

b. 红海和亚丁湾：地幔穹窿和三联结合点。

主要石油生产发现在苏伊士湾（不是红海）；“冷的”希望点，“努比亚开特尔”顶上的中新世“盐盖”。

c. 裂谷沉积作用

1. 冲积期

良好的“硅铝质”储集层；湖相母岩。

2. 蒸发岩（可能缺失）期

化学沉淀；环境可能有利于深水或浅水“盐类”沉积。

3. 正常海期

白垩、泥灰岩、礁、黑色页岩等。

d. 非洲：地幔穹窿、盆地和张性边缘。

1. 加蓬盆地（平面图）

2. 加蓬盆地（剖面图）

可可海岸建造（湖相和陆相）良好的母岩。主要的潜力存在于盐沉积之前？

3. 加蓬盆地（地震剖面图）

4. 安哥拉盆地（剖面图）

主要的潜力存在于盐沉积之前？

5. 马达加斯加

e. 巴西的一些盆地

1. 雷康卡沃盆地（平面图）

2. 雷康卡沃盆地（剖面图）

湖相和大陆相母岩

f. “张性”大陆架的理想横剖面

位于大陆边缘的大多数陆架是比较贫油的，主要的例外情况是密西西比河和尼日尔河的沉积中心，该处沉积物荷载使地壳下陷。张性大陆架最常见的特点的缓慢沉积作用，有机碎屑的缓慢埋藏以及构造变形微弱（但在裂谷盆地“深部”早期沉积，“根部系统”、断块等属于例外）。

8. 剪性盆地

a. 加利福尼亚湾

在海湾口为张性（拉-曳的看法）向北“转换”为剪切变形。

圣安得烈斯剪切系：宽阔的“软的”板块边界。

b. 剪切图解

平行于剪切变形带存在有压性和张性分量。

同向（贯通的）和反向变形都存在。

c. 模式研究：剪切变形

盆地和构造圈闭的发育。

d. 聚敛的剪性盆地与离散的剪性盆地

盆地可以显示这两种的构造样式：“多期变形历史”。

e. 构造样式：剪切带“圈闭”

雁列褶皱和断层。

大的贯通同向断层。

大盆地边缘的断层和褶皱。

f. 加利福尼亚诸盆地——“良好的、不良的和不好的”圣安德烈斯剪切带

英皮里尔谷：缺乏适当的母岩；索尔顿和阿瓜普里埃塔地热场；“渗漏油气”剪切带，

“摩擦作用”地热源？

洛杉矶盆地

注意 200 英里宽的“软板块边界”和加利福尼亚大陆边地的许多剪性盆地。

文图拉盆地、圣玛丽亚谷、库亚玛谷、萨利纳斯—圣阿尔多以及圣华金谷的西南边缘。

圣克鲁斯盆地：“挤破”——构造变形十分强烈。

吉萨地热场：“渗漏油气”剪切带；淡水；“摩擦作用”地热源？

g. 洛杉矶盆地

1. 盆地和“地块”的区域图

离散的张性盆地；浊积储集层，最富有“锅穴”母岩之一。

2. 洛杉矶盆地西南部

雁列褶皱和断层。

3. 洛杉矶盆地东部

斜向聚敛，“上盘”圈闭，半褶皱等。

4. 圣安德烈斯断层和英格尔伍德断层带。

h. 加利福尼亚中部盆地

1. 圣华金谷的西南边缘

盆地边缘断层，褶皱和地层圈闭。

2. 圣玛丽亚谷

浅部、重质、“低温”石油。

3. 萨利纳斯（圣阿尔多）谷

浅部、重质、“低温”石油。

4. 库雅玛谷

小的“有希望的点”保存在广阔、“无油气的”复杂剪切带。

i. 委内瑞拉东部和特立尼达

加勒比海作为“太平洋舌”沿着南美的北缘形成主要剪切带盆地和褶皱。硅铝质的克拉通地壳产生良好的砂岩储集层。

j. 委内瑞拉西北部和哥伦比亚东北部

近北走向的科迪拉勒剪切带加上东西向的加勒比剪切带。

k. “苏门答腊”剪切带

印度板块斜向俯冲到东南亚板块下面，在火山弧的后面形成了大的右旋剪切带盆地、褶皱和断层。

l. “割裂”北美克拉通的主要剪切带

古生代时沿着“大西洋—墨西哥湾”边缘的消减和碰撞，使得大陆“碎裂”，并形成主要剪切带盆地、地垒岩块、褶皱和断层。在中生代和新生代时沿着太平洋边缘发生同样的“碎裂”。

m. 美国南部石炭纪古地理

阿纳达科剪切带：主要的、同向贯通的左旋剪切带盆地、地垒岩块、断层和褶皱。

亨敦隆起和内马赫山岭：褶皱和断裂的反向和同向变形。

n. 美国西部的前寒武纪沉积盆地：剪切带使“克拉通破裂”吗？中止发育的裂谷盆地？

o. 地震实例：剪切带样式

直立的、高角度断层，地表附近有时出现倒转。

p. 加利福尼亚边地盆地

9. 消减“盆地”

a. 边缘盆地和前缘盆地

前缘盆地（弧沟；弧脊）通常缺乏良好的砂质储集层（而是火山—碎屑）。边缘盆地虽然为有利的母岩和储集层所充填，但可能存在温度问题。仅在盆地历史的短期内具有有利的温度。

b. 西北太平洋的边缘盆地和前缘盆地

“东”日本：储集层的质量？

日本海：母岩、储集层和构造问题。

中国海：可能高潜力的剪性盆地，为浊积和三角洲碎屑所充填。

c. “迁移”弧后面的一级和二级边缘盆地。

复杂的构造和沉积历史。储集层和温度问题。

d. 为弧反向和弧—弧碰撞所“复杂化”的边缘——十分复杂的“历史”。

e. 苏门答腊

弧—脊—沟“盆地”。储集层问题。

f. 爪哇

g. 消减边缘概括：

挤压和“剪切”边缘。

h. 阿拉斯加湾

二、离散大陆边缘的构造和地层

K.O. 埃默里

摘 要

现有的地质和地球物理资料表明,在不同地区大陆边缘的地貌组分(大陆架、大陆坡和大陆隆)所具有的特征决定于构造和沉积历史。这些特征也决定了重要的油气聚集是否存在。离散大陆边缘的油气远景是最有希望的,其沉积厚度大而构造变动比聚敛边缘微弱;剪切边缘的特点是介乎两者之间。对所有大陆边缘要进一步的了解,特别是在它们的中部,等待由深井进行勘探。如没有这些资料对地球总的油气资源评价将是很不全面的。

引 言

大陆边缘的最初特征是归因于地壳岩石的种类、分布和厚度,并归因于大陆地壳和海洋地壳的相对运动方向。大陆边缘的最终特征为后裂谷下拗范围所控制,并为大陆岩块最初分离以后的沉积作用所控制。这些过程在大陆边缘各部分(陆架、陆坡和陆隆)是不同的,这是由于距碎屑沉积物源的距离不同,也由于水的深度不同和底的陡峭不同。由于差异是大的,人们在了解整个大陆边缘及其油气潜力之前,必须将大陆边缘分成几部分,并确定每一部分的性质和范围。下面的讨论是使这一主题条理化,并预期提出关于记录大陆边缘构造和地层的大陆边缘的历史轮廓。

初始大陆边缘

海底扩张产生三种大陆边缘类型:离散型、转换型和聚敛型。离散(或拉伸)边缘是在原始大陆上发生分裂,并以相应于大陆分离的速率形成新的洋壳。由于在拉张产生破裂之前使得大陆地壳变薄(或陆壳的拉伸)而引起了复杂的情况。同时,裂谷(或扩张)地带的位置变化使得陆壳破裂,并形成洋壳围绕的微大陆。这种变薄和破裂作用伴随着均衡下沉作用,这意味着它们不能精确地重新拼合起来(而不像真正的拼板玩具那样能精密地拼起来,因为这些具有预先切割成的垂直边界)。

转换边缘是当大陆岩块分离时发生走向滑动的一种边缘。在裂谷的后期,陆壳的碎片可以与相邻的洋壳发生相对运动。碎裂化作用和平移作用增加了原始大陆岩块重新拼合的困难。最后,聚敛边缘是沿着这些长边发生俯冲(或消减作用)。其中大多数是洋壳俯冲到陆壳下面(例如,南美的西岸);另外一些是:洋壳俯冲到已经发生变化的洋壳下面(小安的列斯群岛和南桑威奇群岛),甚至陆壳俯冲到陆壳下面(西藏高原——两倍陆壳厚度)。在少数聚敛边缘发育小的边缘盆地,这是发生在向大陆的一侧,由于派生的离散作用而产生的。关于这种离散作用在本文中不准备进一步去讨论。

在利用活动和被动大陆边缘术语时曾引起一些混乱。活动可能是指沿着聚敛边缘的地震

活动性；而被动可能是指沿着离散边缘缺乏地震，但这种术语能否用于离散的红海？从红海的目前宽度来看，在构造上作为一种被动的边缘似乎太活动了，但多少宽度才能称为被动边缘？然而，在初期裂谷作用之后随着发生长期拗陷，这种拗陷是指继续发生构造作用，但是地震很少。最后，平移边界在构造意义上可以是活动的或者是被动的，这决定于其时代。我建议放弃使用活动—被动术语，因为对于大陆边缘的成因分类来说这一术语是不够用的。

人们可以根据洋壳中地磁转向记录的型式、地震带和地形证据（如热点形迹、裂谷、破裂带、深海沟、大陆隆以及面向海岸的地质和形状的相似性）来推断板块运动以确定最初大陆边缘的型式。原始大陆的重新排列也可以适用，虽然这种排列（图1）本身是根据板块运动许多相同的准则。地球大陆边缘的总长度大约为175000公里，其中49%是离散型，33%是平移型，18%是聚敛型。这种情况可以认为大西洋是最简单的海洋，但从图2检查来看（与图1相比较）表示在南纬60°和北纬60°之间大西洋大陆边缘的总长度为45000公里，其中58%是离散型，29%是平移型，4%是聚敛型。其余的9%（直布罗陀、古巴以东的大安的列斯山脊和北斯科舍山脊）具有平移和聚敛双重性质，这是发生在不同的时期。像所有地质特征一样，直到目前我们所了解的情况，大西洋边缘是一种简单的情况。顺便提一下，关于墨西哥海湾原始大陆边缘的成因问题在深部地球物理和深部钻井资料获得之前仍未得到解决。

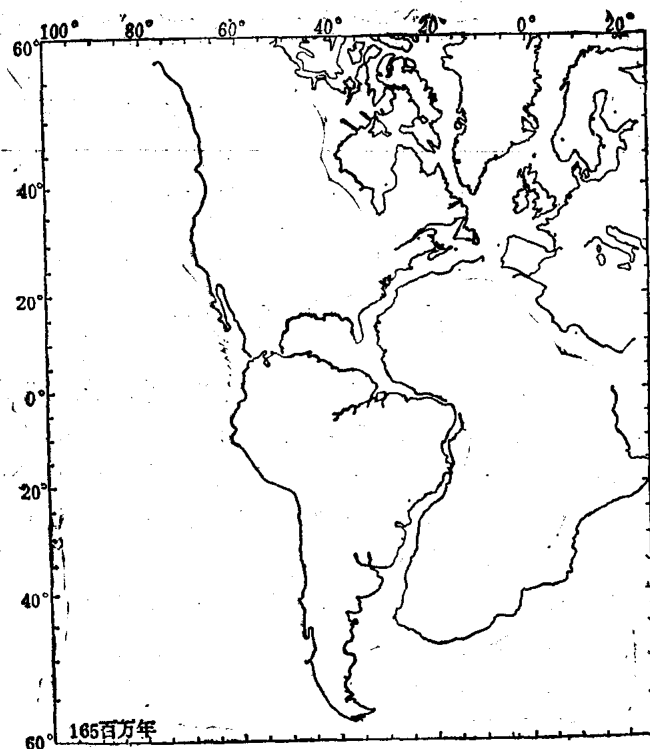


图1 原始大陆在165百万年以前的一种熟知的重新拼合。明显的困难是中美南部与南美西北部的重叠，以及巴哈马群岛与非洲西北部的重叠

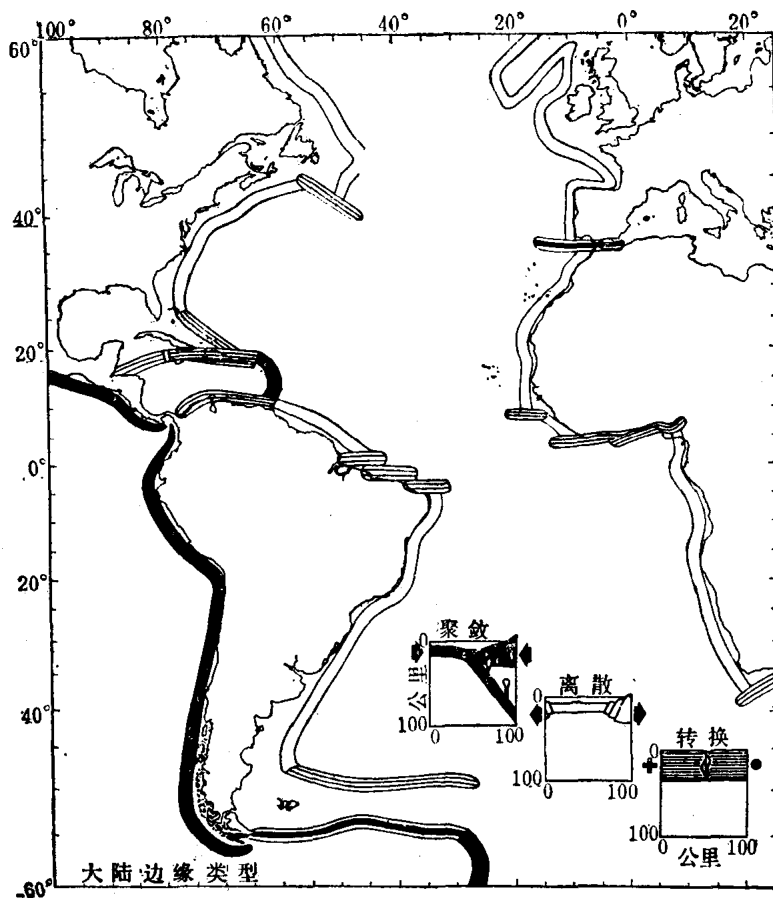


图2 大西洋大陆边缘的各种类型及其分布

垂直比例尺未放大

大型三角洲和海底扇

推进在大陆边缘的大型三角洲主要发生在初始的离散边缘，通常位于离散和平移块段之间的联结处。这些三角洲及其延伸的深海扇，可以横跨大陆架、陆坡和陆隆的整个宽度；事实上，深海扇（或深海锥）是陆隆的集成部分。现在大西洋有七个这样的深海扇是重要的：圣劳伦斯、赫德森、密西西比、亚马孙、奥林奇、刚果、尼日尔（图3）。其中三个是由三角洲—深海扇联合体组成。其余四个只是由深海扇所组成，与它们母河在地形上很少有联系，这些河流在目前好像比较不活动（圣劳伦斯、赫德森、奥林奇），或者河口仍被充填，只有当海水面降低时被深切（圣劳伦斯、亚马孙、刚果）。

大型三角洲及其深海扇包含有巨大的沉积物，这是由于它们位于河流系统的终端，从有支流分布的广大大陆地区汇集大量沉积物。沉积物局部地加载在深洋壳之上，使深洋壳低于一般水平多达5公里。沉积物范围从完全淡水（河流、湖泊）到半咸水（河口、泻湖、盐沼）到海水。封闭的有机物变成石油和天然气，只是在其中两个三角洲（密西西比、尼日尔）已得到开发，而另外一个三角洲（亚马孙）似乎为已发现的工业产区的延伸。这些有巨厚沉积堆积的其他许多地区对现在的油气开采来说水是太深。在三角洲前积层的浅水沉积物中陆源有机碎屑物是占优势，因此推测形成天然气的可能性大于形成石油的可能性。进一步

向海和向深处处，海洋浮游植物所形成的有机物质占优势，因此在沉积物表面以下2~5公里之间的深度可以生成石油（图3），该处温度为60℃到150℃促进了有机物质的成熟度。在更大的深度上（温度较高达200℃）天然气将占优势。在深海扇中油气的主要范围，可能受储油气砂层的分布所限制。

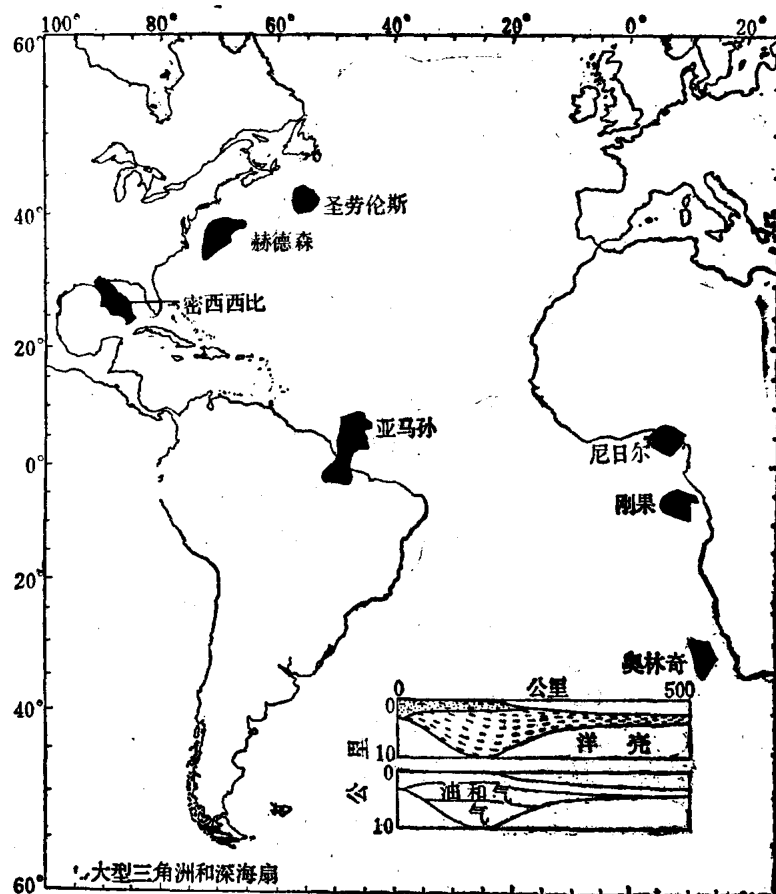


图3 位于大西洋的大型三角洲及深海扇的分布及范围

垂直比例尺在本图和以后图片中放大10倍

大陆架

关于大陆架成因的文章已经发表了很多，但大多数文章所根据的理论，并没有连续地震反射剖面或钻井资料的支持。根据连续地震反射剖面或钻井以及其他地球物理和地质资料的证据，可以认为存在着五种成熟的大陆架类型——这些是在大陆裂谷作用以后所发育起来的特征。所有这些类型主要是位于陆壳之上。

大陆架的五种类型中最简单的是其下为前裂谷或裂谷的岩浆岩、沉积岩或变质岩所直接下伏（例如，在北美东部的三叠系地槽），以及其上部表面为波浪、冰川或水流所侵蚀（图4A）。由于较软岩石的优先侵蚀或由于构造变形而形成局部较深的地区，就可以形成沉积物所充填的盆地。在大西洋最好的实例似乎是圣劳伦斯湾和纽因湾的内部，在那里冰川侵蚀起了重要作用。加勒比海的小安的列斯和舍斯科海（在南美和南极洲之间）的群岛是另外一

些例子，在该处海洋侵蚀切割了横越前裂谷和后裂谷岩层上狭窄的陆架。在这种 A 型陆架的地层中不存在油气的潜力，这是由于它们是低渗透率（对于火山岩来说）和厚度小（对于沉积物来说）。

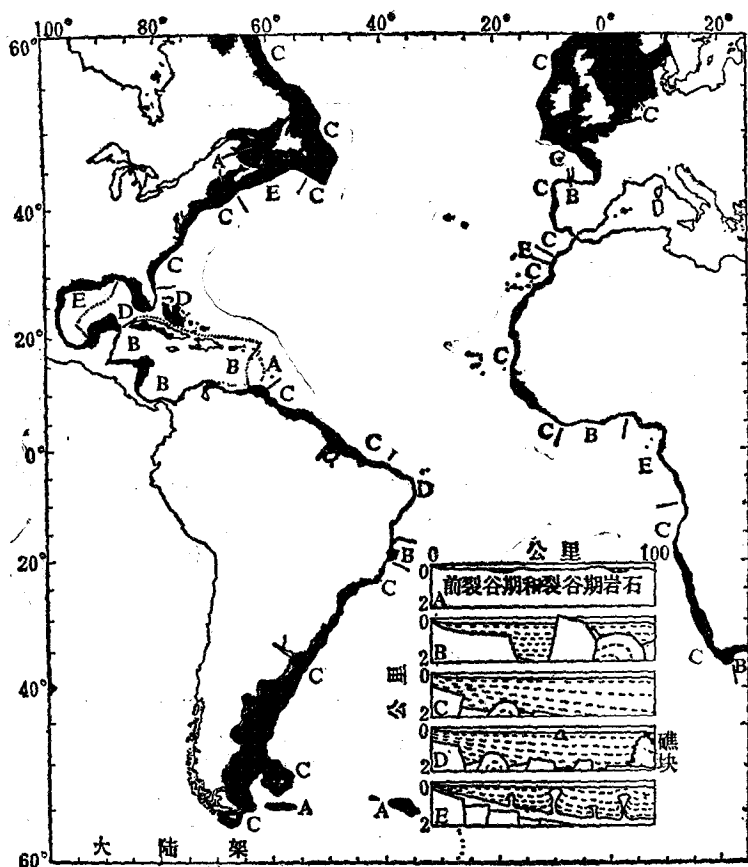


图4 大陆架的类型及其在大西洋的分布

概略叙述一下关于 B 型的大陆架（图 4），在其中任何一种较老的岩石被褶皱、断裂以及下凹成为不规则的地台，其上为后来的沉积物所沉积。与上覆的沉积物总厚度相比较，地台的不规则性是显著的。一个熟知的例子是南加利福尼亚的边地，这里包括的盆地含有几公里的海相沉积。在大西洋中被褶皱和断裂所变形的大陆边缘的实例大多数是在加勒比海、里约热内卢以东、非洲最南端的岸外、几内亚湾北部、以及西班牙北部的岸外。在盆地中沉积物有几公里厚（如在加利福尼亚南部的洛杉矶和文图拉盆地）的地方常具有十分高产的油气。大多数 B 型陆架的大西洋盆地对于生产工业油气来说，其所含有的母岩和储集岩是太少和太薄了。

C 型陆架（图 4）在大西洋大陆边缘分布最广，大约占陆架总长度的 50%。这些陆架位于前裂谷期岩石和裂谷初期岩石之上，这些下伏岩石表面的不规则性与上伏沉积物的总厚度相比是比较小。这种陆架的主要特征是在整个陆架持续沉积期间向着海洋拗陷。这是由于在裂谷作用时大陆边缘受到伸长和变薄，因此趋向于均衡平衡，以及由于上覆沉积物的重量。长期连续拗陷引起浅水沉积物形成楔形，在陆架折点附近沉积物的最大厚度为几公里到 10 公

里以上。显然，这种巨大厚度和多种沉积物源允许出现母岩、储集岩，使有机物质有成熟的适宜温度，以及存在大量的地层圈闭和构造圈闭。然而，大多数沉积物中含有陆源有机物，这就导致产气超过产油。在大西洋中 C 型陆架可以产气和产油，这是由于这些陆架在水平和垂直方向上都有很大延伸，但是到目前为止根据油气生产来说最突出的例子只是在北海。

D 型陆架在大小和拗曲等方面与 C 型有些相同（图 4），其浅水沉积物的厚度受钙质礁块（海藻和珊瑚）堤坝的生长所控制。这些礁块生长在陆坡折点附近。D 型陆架预期是集中在大西洋西侧的热带纬度上，该处水面具有较高温度足以促进钙质海相有机物的生长。在相同地区含有丰富的钙质生物碎屑，大部分构成碳酸盐台地形式，诸如佛罗里达、尤卡坦和巴哈马群岛的岸外。大家都知道，钙质礁块和钙质台地沉积是缺乏生油气岩层的，因为它们的有机物原始含量很低。如果没有良好的生油页岩夹层和下伏层，尽管有良好的储集层和构造圈闭，对 D 型陆架来说必须认为油气远景是不大的。

最后是 E 型陆架（图 4）。它与 C 型陆架不同之点仅在于 E 型是包括了挤入构造。例如在加拿大东南部，路易斯安那州和得克萨斯州，安哥拉—加蓬和摩洛哥等地的岸外都具有盐的挤入构造。在密西西比、马格达莱纳和尼日尔三角洲的岸外，可能还有墨西哥东部岸外，都发生泥挤入构造，但是总的说来，这些泥挤入构造比起盐和其他蒸发岩挤入构造要小些。在墨西哥湾北部和安哥拉—加蓬地区的 E 型陆架是整个大西洋周边中产油最富的地区。在大滩和斯科舍岸外的 E 型陆架勘探试井结果不佳，其他如摩洛哥和巴西的岸外钻探情况并不清楚。

简言之，E 型、B 型和 C 型陆架产油气最丰富，或者最有油气远景，而 A 型和 D 型是最差的。然而，正如所有石油地质学家所了解的，石油和天然气是少有的和特殊的地质环境的产物，所以在确定某区是否有这些重要能源矿产存在时，考虑特殊条件比考虑区域条件更重要些。

大 陆 坡

大陆坡，类似于大陆架，有几种明显的类型，也有一些难于分类的过渡类型。初始类型 A（图 5）是由被断层或褶皱所变形的岩石阶梯或山脊所构造，其上被一些沉积物所覆盖。阶梯状断层作用和褶皱作用的产生是由于：当裂谷作用过程中陆壳受到拉伸、变薄和均衡下沉，或者是由于在裂谷作用以后壳板块重新排列使后裂谷期的沉积物发生变形。在大西洋发生的例子如波多黎各北部岸外，加勒比海的大部分地区（该处有许多地方为后来的沉积物所覆盖，可以过渡为 B 型陆坡），福克兰海原北面的陆坡，非洲南端岸外，几内亚湾的北部，以及比斯开湾。在这些薄的陆坡沉积物中没有油气聚集，但是在前裂谷期的岩石中或者在后裂谷期的变形岩石中，可能有油气产生，这与陆坡的环境无关。

B 型陆坡（图 5）代表了一种长期进积的陆坡，有点类似于三角洲的生长，它们也是沿着有大量陆屑沉积物供应的大陆边缘分布。在陆隆中向海方向的岩层是连续的，通常不具有沉积间断。B 型陆坡发生在拉布拉多岸外，新斯科舍岸外，布拉克海原的向海岸部分，里约热内卢以东，西南非洲的岸外，几内亚湾以及西北非洲岸外和欧洲的许多岸外地区。油气可以出现在这一类型陆坡的较老深部沉积中，如在三角洲中，但是在陆坡前缘的地层对于其中有机物成熟为石油来说，是太年青些。而且，现代大陆坡是缺乏作为储集岩的砂粒。大多数的砂，从大陆架向海方向搬运是经过海底峡谷向陆坡输送。对于古代陆坡沉积物来说也可能是

属于同样的情况。

C型陆坡（图5）是C型陆架（图4）的延伸，也就是属于前裂谷期岩石顶上的沉积物向海洋方向延伸，它们是连续地向海洋方向拗陷。然而，陆坡的面正是由于块体运动和浊流被侵蚀而呈连续状，或者由于在向下拗陷时轻微的转动而使坡度变陡。这些大陆坡是大西洋中最普遍的类型，分布在北美、南美、西北非和欧洲的岸外。油气可以分布在较老的地层中，其温度可以达到60℃以上（对有机物来说可达到成熟作用），这些地层是在沉积楔状体的深部，或者在陆坡下部的露头附近。

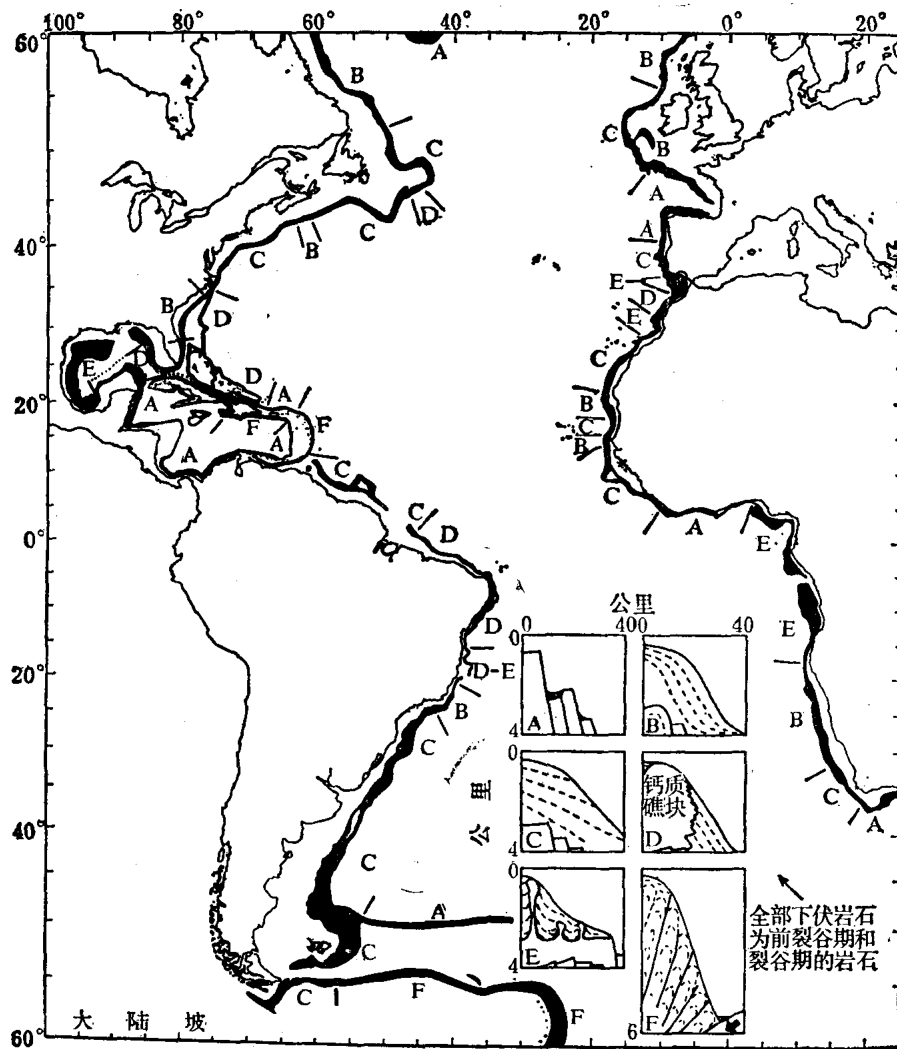


图5 陆坡类型及其在大西洋的分布

有些陆坡被钙质（藻类和珊瑚）礁块的生长所代替（D型，图5），是D型陆架（图4）向海洋方向的延伸。礁块的厚度决定于陆壳或洋壳的下沉程度；因此D型陆坡与C型陆坡要不是在地质历史上有关系，否则就是在组成上有关系。在许多地方礁块呈陡崖状出露，而在另外一些地方为沉积物所覆盖，这些沉积物大部分为钙质组成。D型陆坡通常仅分布在现代或古代大西洋的暖流地带附近。其中包括有布莱克海原，西佛罗里达，尤卡坦和巴哈马陡崖，巴西东北部岸外的陆坡以及摩洛哥岸外的小块地区。由于在钙质剖面上缺失生油