

在世界海洋油气田 勘探与开发



中国海洋石油总公司勘探开发研究中心
石油工业部科学技术情报研究所

世界海洋油气田勘探与开发

(东南亚海上石油会议论文专集)

主 编

王 福 松

助 编

蔡 建 华

中国海洋石油总公司勘探开发研究中心
石油工业部石油科学技术情报研究所

目 录

地 质

- 对东南亚第三系盆地是否有一个令人满意的分类 (1)
- 降低勘探风险的地质研究 (12)
- 马六甲海峡扭断裂控制的Lalang油田和Menykapu油田 (20)
- 孟加拉国的气田地质 (33)

地 球 物 理

- 压力、地层倾角测井和地震资料在南 Furious 油田开发设计中所起的作用 (48)
- 泰国湾用三维地震方法进行油气田开发的一个典型例子 (65)

测 井

- 东南亚碳酸盐岩储集层的测井曲线解释述评 (81)
- 应用线性编程技术评价复杂岩性含油气层的孔隙度和岩性的
多测井曲线程序包 (97)
- 全波声波测井：若干实例 (112)
- 孟买近海盆地超压区的分析研究 (123)

开 发

- 马来半岛近海Tapis油田的勘探、开发及油藏工程研究 (129)
- 菲律宾 NRC 小油田的勘探开发 (141)
- 马来半岛海上 Semangkok 油田的开发方案 (146)
- 马来半岛近海 Pulai油田的开发和油藏工程研究 (165)
- Yakin油田的开发与防砂实例 (176)
- Udang油田用单油管选择性完井进行分层采油 (186)
- Snapper气田薄油带的开发 (194)
- 泰国湾Erawan气田的开发 (204)

海 上 工 程

- 生产、储油、装油的油轮浮式生产系统概念的发展 (216)
- 自升式装置在海洋石油生产中的应用 (225)
- 全世界浮式采油设施及其应用和发展方向综述 (236)
- 马来半岛海上Semangkok油田设备计划 (245)
- 泰国湾Erawan气田的工程管管理 (257)

考 察 报 告

- 赴泰国、印度、马来西亚考察总结 (264)
- 赴希腊考察海上石油勘探开发技术报告 (281)

对东南亚第三系盆地是否有 一个令人满意的分类

Charles S Hutchison
University of Malaya

梁绍全 译
吴永甫 校

从侏罗纪到早中新世在中国南部和澳大利亚北部大陆边缘发生了主动断裂。边缘海的磁异常表明,微大陆漂移得很远,远至婆罗洲。这些微大陆与岛弧一起形成了核心,紧靠核心堆积了远端的浊流沉积,其物源可能远达湄公河三角洲。

渐新世后,受干枯边缘海岩石圈俯冲的影响,澳大利亚和菲律宾相对于印度尼西亚的聚敛,导致古微大陆的隆起和它们的浊流沉积的披覆,在邻近盆地形成了浅水沉积的新生陆块。

除非认识到微大陆的重要作用,否则板块构造的盆地分类是不会成功的。由于它们存在于东南亚发育的造山地带之中,因此有碍于系统地提出一个很好的分类。

一、引言

就全人类力所能及的范围而言,需要分类是基本的。自然界的复杂性阻碍了完善分类的提出,而且分类名称和符号的规定通常还掩盖了人们的无知。正象没有两个造山带是相同的一样,没有两个盆地是完全一样的。试图把阿尔卑斯造山带的“标准”或者阿帕拉契亚地向斜的“标准”强加于世界其他地方,就能很好地说明世界性分类的危险。现在我们已清楚地认识到,这种企图会把工作引入歧途。基本的分类不应陷入这种相同的陷阱。当应用一个在其他地方已取得成功的模式时,首先必须充分估计到自然界的局部的特性。

二、现有的东南亚分类

1975年Murphy和Soeparjadi各自独立地提出了对东南亚盆地的分类尝试^(1,2)。其中,Murphy⁽¹⁾提出的分类较为详细,他把盆地分为“陆架盆地”、“陆缘盆地”、“群岛盆地”和“边缘海盆地”等类型。对一般性的大分类单位的划分是令人满意的,但是“陆架盆地”和“大陆边缘盆地”的分类单位太大,大到不符实用。Soeparjadi等⁽²⁾则采用诸如“外弧”(outer arc)“前陆”(foreland)“内克拉通”(interior Cratonic)和“在陆缘上的开阔陆架”(Open shelf on continental margin)等盆地分类单位。当和世界其他地方比较时,其中的一些术语容易被误解。“内克拉通”是想象的一种古老原始的稳定地块,即意味着盆地与板块边缘的构造无关。我认为这种类别应正确地应用于象扬子地台上四川“红色”盆地这样一类的东南亚盆地和印支地块的呵叻-万象(Khorat-Vientiane)盆地。这种类别不应用于婆罗洲(加里曼丹)区域。

这两种分类法在不同的场合使用了相似的术语，而它们各自的定义需要仔细地审查。

现在使用与板块构造单元有关的术语是可取的。在这方面，Bally和Snelson⁽³⁾的基于构造的一般分类法是很杰出的，在任何合适的地方应当遵循，在本文末尾我将加以简要介绍。但在这样做以前，有必要探讨一下有关东南亚的特殊性以及它是澳大利亚北部和中国南部二者的断裂而分离出来的微大陆所组成的论据。这种认识要求必须为该区域修订一种分类系统。本文并不打算解决分类问题，而只是希望提出这个问题能引起那些想要努力了解这个复杂地区的人们的重视。

三、破裂的中越边缘

Taylor和Hayes⁽⁴⁾介绍过的物探和地质证据表明，中国边缘南面一直到北纬19°均以地垒和地堑构造为特征，据他们解释这是一种破裂的大西洋型被动边缘。Holloway⁽⁵⁾也发展了一种破裂的陆架模式，并证明越南的东部可能是正在继续断裂的过渡型地壳的一些部分。断裂过程中的一些重大铲形正断层被认为是很重要的，而且陆壳的减薄和拉伸过程并不限于地堑和地垒的形成。由Song Chay断裂系统⁽⁶⁾所控制的一些裂谷构造从北部湾岸外沿河内裂谷延续到陆上。河内裂谷似乎构成三臂交会 (triple junction) 的一臂，其他两条臂是南北向断裂的越南的陆缘 (continental edge) 以及平行于海南岛东北海岸的东北向的地堑。

中国东部地带为燕山期 (中侏罗世到中白垩世) 的一条深成火山弧 (Volcano-platonic arc) 所占据；接着是古新世前弧区 (fore-arc region) 的断裂，而一些裂谷发展到晚新世至中中新世海底扩张阶段，形成了南中国海边缘盆地。南中国海边缘盆地进一步把断裂的地块向南推移到婆罗洲的位置^(4,5)。经鉴别，靠近婆罗洲的微大陆有芦孔尼尔 (Luconia) 滩、礼乐滩 (Reed Band) 和北巴拉望地块。但是整个插入区域 (intervening Region) 是变薄的过渡型地壳，因为婆罗洲的相当大的面积是由第三系地层组成的，我们必须考虑在婆罗洲本身内部存在有类似微大陆的可能性。

中国边缘不象北澳大利亚边缘，它没有前白垩纪断裂的记录。

四、破裂的北澳大利亚边缘

澳大利亚西北陆架是具有很多侏罗纪裂谷构造⁽⁷⁾的大西洋型被动边缘。断裂的陆架向北为阿尔戈深海平原中的大洋岩石圈所代替，在那里的磁异常经确定为侏罗系。Veever⁽⁷⁾指出，通常采用的大印度 (Greater India) 裂开前的位置是靠近西澳大利亚，但是这种三臂交会的断裂系统要求在侏罗纪断裂以前应有一陆块存于阿尔戈深海 (Argo-Abyssal) 平原-帝汶 (Timor) 区。后一陆块还未经确认。它大概有印度那么大，但可能已被裂解成一些较小的微大陆，现在散布于整个东南亚，而且也许已被较新的沉积物所覆盖。

虽然印度是在侏罗纪从西澳大利亚分裂出来的，但西澳大利亚和西北澳大利亚的原始裂谷系统在晚元古代—早古生代时就已完全形成。在一些破裂的裂谷或大陆岩石圈内的裂谷中，可以看到断裂早期的历史记录，这些裂谷以高角度伸入澳大利亚大陆并一直延伸到大陆边缘。如坎宁 (Canning) 盆地、邦纳帕提 (Bonaparte) 湾盆地那样一些拗拉槽 (或堑沟)，开始裂开并且具有可追溯到深部寒武系的沉积充填。

有趣的是一些拗拉槽含有元古代最晚冰川沉积，紧接着是寒武纪最早期的磷酸盐类沉

积。这种独特的层序表明，气候变化迅速，正好是华南扬子地台（一般称之为华夏寒古陆的区域）上层序的重复。然而，如果华夏古陆以前在寒武纪时是和澳大利亚相连的话，那么二叠纪时肯定就不相连了，因为从华夏古陆那时所处的赤道古纬度以及所发育的华夏古陆大羽羊齿属(*Gigantopteris*)植物群就能说明这一点。当时，澳大利亚和冈瓦那古陆的其他部分处于较高的南部纬度带，并发育了较冷气候的舌羊齿属(*Glossopteris*)植物群，接着是石炭-二叠纪的冰川作用，而华夏古陆没有这样的冰川作用。

这种论据可以说明在东南亚并不缺少陆块，这些陆块可能已断裂而脱离澳大利亚北部边缘。此论据还进一步说明（8）西藏、苏门答腊、印度支那、缅甸、马来半岛到扇高原（Shan Highland）以及西婆罗洲的基底都可能已在不同时期断裂而脱离澳大利亚西北部边缘。

现已确认，中国和澳大利亚边缘都由于断裂而复杂化，插入海（inlirring Sea）中的海底扩张型式应当给大陆碎块（Continental fragment）的漂移和停留位置提供线索。

五、中国和澳大利亚之间的大洋岩石圈

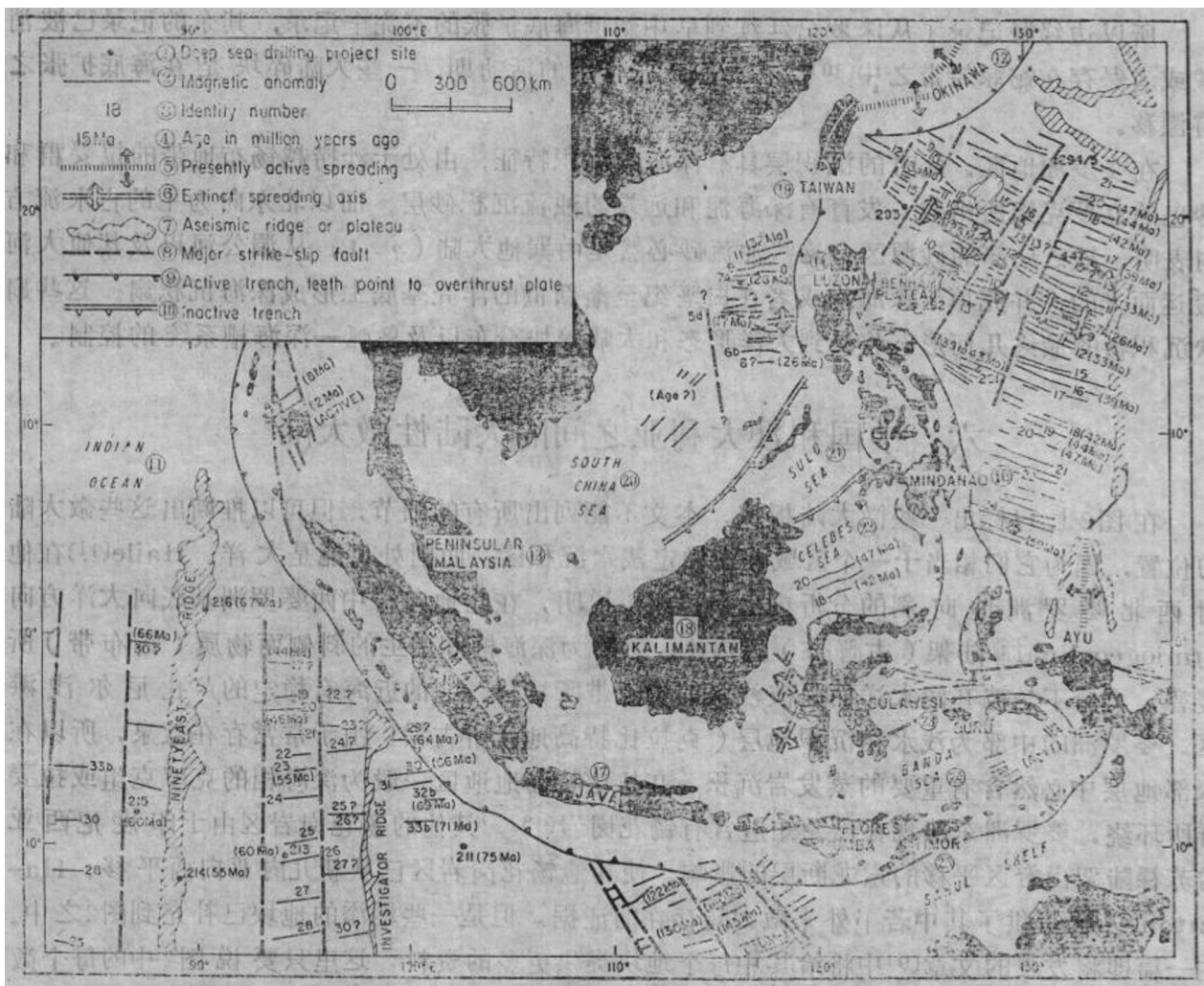


图1 印度洋的海洋磁力异常和转换断层型式以及东南亚的边缘海

- ①—深海钻井设计井位；②—磁异常；③—鉴别的数字；④—以百万年表示的以前的年代；⑤—现在活动的扩张；⑥—已不再活动的扩张轴；⑦—无地震的海脊或高原；⑧—大的走向平移断层；⑨—活动的海槽，锯齿指向逆掩板块；⑩—不活动的海槽；⑪—印度洋；⑫—冲绳；⑬—马来半岛；⑭—吕宋；⑮—苏门答腊；⑯—棉兰老；⑰—爪哇；⑱—加里曼丹；⑲—台湾；⑳—南中国海；㉑—苏禄海；㉒—西里伯斯海；㉓—苏拉威西海；㉔—班达海；㉕—帝汶

图1概括了磁异常型式、确定的洋壳时代(与磁异常特征一致)、水深和热流。该图是根据各种资料来源(9,16)汇编而成的。

在中国和澳大利亚之间的边缘海似乎没有一个是由于弧后扩张而形成的。这些海都是以较年青的火山弧为界,如在西里伯斯(苏拉威西)、苏禄、班达海;或者象在南中国海盆地的情况那样,以碎块状的过渡型地壳为界。这就可得出结论:该区的一些边缘海是从前大洋系统的一些碎块。班达、西里伯斯和苏禄海的磁异常与印度洋阿尔戈深海平原侏罗系异常的平行性表明,这些已定名的边缘海都是在各年青岛弧后所截获的印度洋岩石圈的碎块。此大洋岩石圈中的一些部分已经隆起而形成沿挤压区分布的蛇绿岩带,最老的确定了时代的蛇绿岩看来似乎是在婆罗洲的不同部分。其地质细节与侏罗—白垩纪⁽¹⁰⁾时是一致的。与遍及该区的燧石—细碧岩、蛇绿岩组合中相伴生的深海燧石的时代经确定为白垩纪。

可把班达海地壳解释为早白垩系,但这些磁异常的时代未经确定。西里伯斯海具有晚始新统的异常(42到47百万年以前),而把南苏禄海的海底解释为渐新统⁽⁹⁾。

南中国海盆地具有显示中渐新世至早中新世扩张史的磁异常(32到17百万年以前)。

所以边缘海记录了从侏罗纪延续到早中新世海底扩张的不完全记录,其余的记录已被消减或者保存在蛇绿岩带之中⁽¹⁰⁾。在海底扩张作用的活动期,一些大陆碎块是在海底扩张之前漂移。

在婆罗洲地区,此时的沉积层具有深海的沉积特征,由处于沙捞越钨布地带的拉姜群和沙巴的克罗克组所组成。发育有深海泥和远端的浊流沉积砂层,而以北东向为主的古水流方向表明,缺乏局部的砂源区。这些浊流砂必然是由巽他大陆(?),从湄公河以及其他大河搬运而来的,并充填于深海沟或者在白垩纪至渐新世的洋壳基底上形成深海沉积扇。这些扇状沉积物的最终几何形态将受到大洋形态和大陆碎块分布以及岛弧—深海槽系统的控制。

六、中国和澳大利亚之间的大陆性微大陆

在图2上已标出一些微大陆板块,本文不能列出所有的细节,但可以推断出这些微大陆的位置,因为它们相当于一个区域中的稳定浅水沉积区,而别处可能是大洋。Haile⁽¹¹⁾在他对西北婆罗洲地向斜的分析中已举例加以说明,在此地向斜中西婆罗洲基底向大洋方向为miogeoclinal^①陆架(古晋带)所接替,然后为深海槽和增生的斜侧面物质(钨布带)所接替,再后不是被开阔大洋而是被浅水的美里带所接替,它的近海有稳定的芦孔尼尔浅滩区。婆罗洲的中部为浅水相沉积地层(克拉比特高地)所占据。由于常常存在盐泉,所以在深部地层中必然含有重要的蒸发岩沉积。开拉比特高地地区一般为深海相的克罗克组或拉姜群所环绕。婆罗洲东部现在已经知道含有钨花岗岩⁽¹²⁾。其他的钨花岗岩区由于印度尼西亚的苏禄陆架山脊区平移的索龙断层的影响,使其他钨花岗岩区已从新几内亚向西平移。Hamilton⁽¹³⁾已提供了其中若干外来微大陆存在的证据,但是一些增添的地块已补充到图2之中。在一篇即将发表的文章⁽⁹⁾中将给其中每个地块提供更多的资料。这里只要说图2中的每个微大陆都代表一个局部的外来的地体(terrain)就够了,这外来的地体中断了区域地质的连续性。

① miogeocline是在大陆边缘或者沿着地槽的一个浅水沉积物的推进楔。

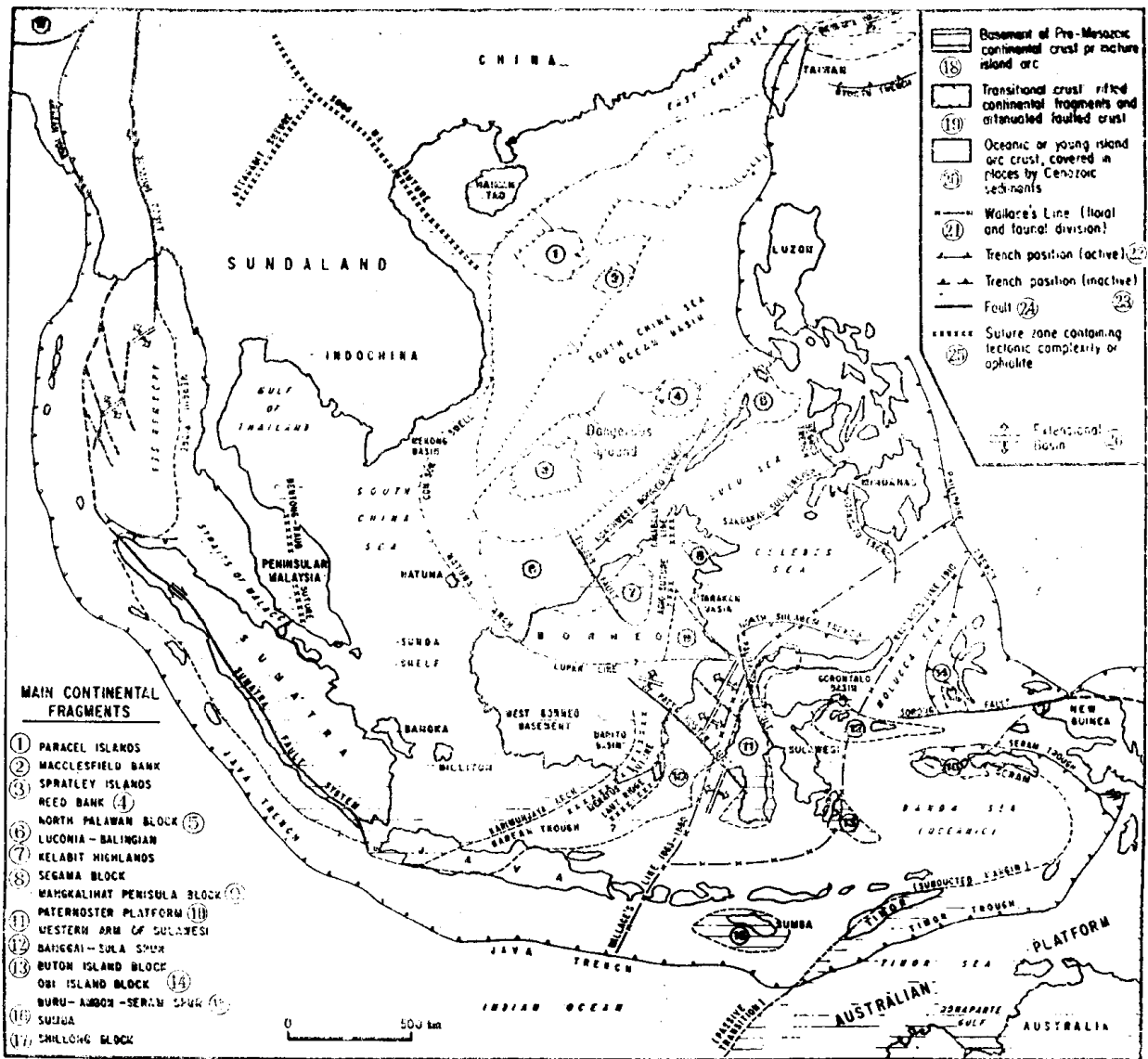


图2 东南亚前中生代大陆基底的分布。巽他和澳大利亚陆块都具有广阔的前寒武基底，其间是许多裂开的大陆碎块，其细节还未完全知道。其中一些较大的碎块见图。

①—帕拉塞尔群岛（西沙群岛）；②—麦克斯菲尔德滩（中沙群岛）；③—斯普拉特利群岛（南沙群岛）；④—礼乐滩；⑤—北巴拉望—民都洛地块；⑥—卢孔尼尔滩；⑦—凯拉比特高地；⑧—塞加马地块；⑨—曼格卡里海特半岛；⑩—帕特诺斯特地块；⑪—西苏拉威西臂；⑫—邦盖—苏拉陆架山脊；⑬—布通岛；⑭—奥比岛；⑮—布鲁—安汶半岛陆架山脊；⑯—松巴；⑰—西隆—阿萨姆地块；⑱—前中生代陆壳基底或壮年期岛弧；⑲—裂成大陆碎块的过渡型地壳以及减薄的断裂的地壳；⑳—为新生代沉积原地覆盖的洋壳或年青的岛弧地壳；㉑—华拉斯线（植物群和动物群分区）；㉒—深海槽位置（活动的）；㉓—深海槽位置（不活动的）；㉔—断层；㉕—包含构造复杂性或者蛇绿岩的缝合带；㉖—扩展盆地

七、一个合理的分类

东南亚的主要盆地示于图3中。这是Bally和Snelson⁽³⁾提出的分类，分配程序的字母代

替了它们的数字系统。在东南亚不是每一个盆地的类别都能识别的。图3中所使用的字母有以下含意：

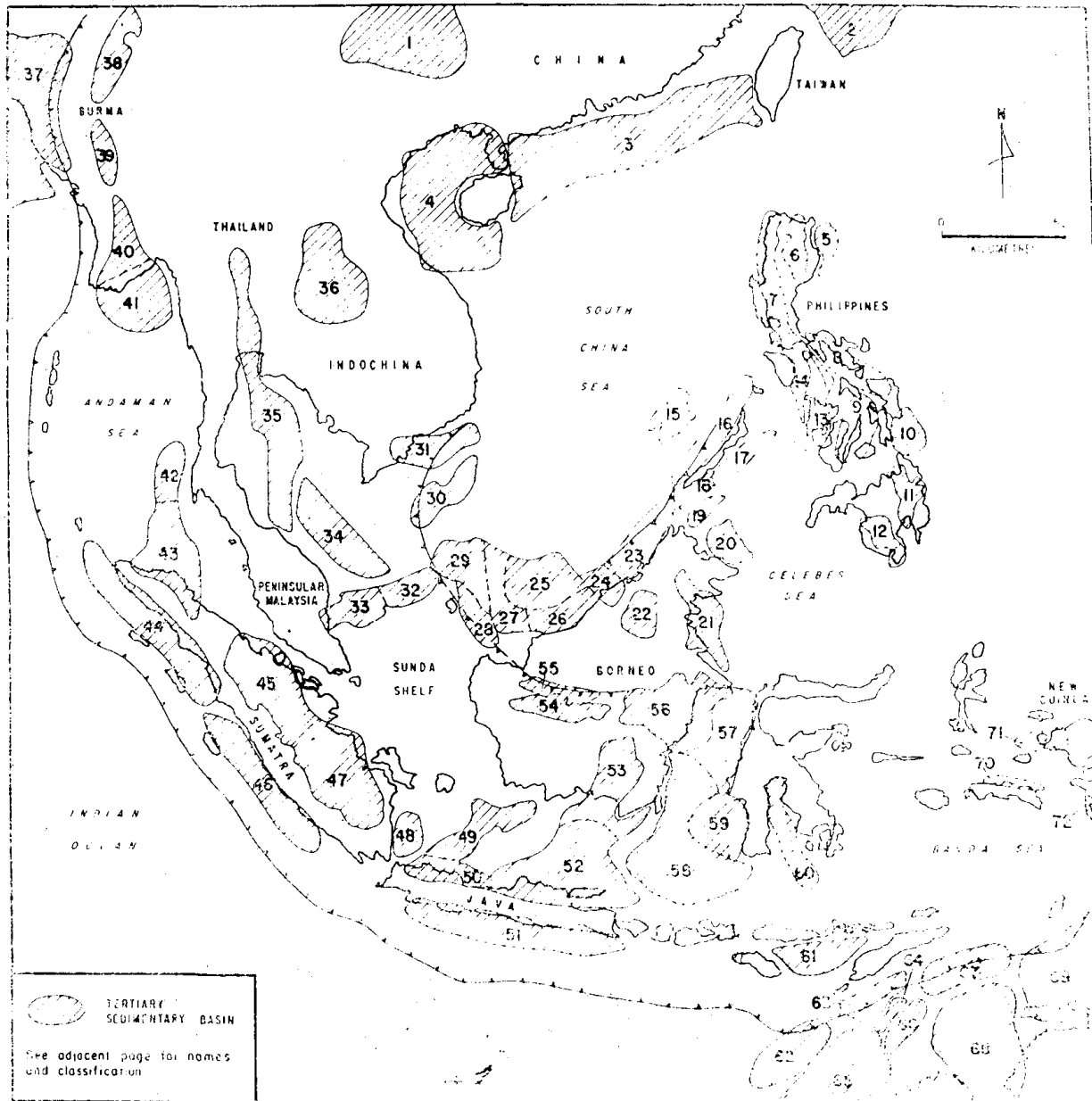


图3 东南亚的主要盆地（图中数字说明见表1）

表1 东南亚盆地号码、名称、分类和地温梯度

号码	盆地名称	类别	梯度	号码	盆地名称	类别	梯度
1	中国西南	C		7	中吕宋河谷	G	24
2	东中国海	B		8	拉盖萨马	Fl	41
3	南中国海陆架	B		9	比萨扬	Fl	31
4	北部湾（东京湾）	A		10	莱特	G	41
5	马德里山脉	G		11	达沃-阿古桑	H	
6	卡加延河谷	H	22	12	哥打巴托	G	18

续表1

13	伊洛伊洛	G	21	43	北苏门答腊	J	47
14	南民都洛	H	29	44	实武牙(锡博尔加)	G	24
15	礼乐滩	K		45	中苏门答腊	J	61
16	西巴拉望	D/K	27	46	明古鲁	G	24
17	东巴拉望	G	22	47	南苏门答腊	J	49
18	巴拉巴克	I		48	巽他	J	46
19	Bancauam	I	28	49	勿里洞南	J	32
20	山打根	G	38	50	西北爪哇	J	46
21	打拉根	A	38	51	南爪哇	G	
22	Kelebit-Long Bawan	K		52	东爪哇	J	39
23	沙巴	D/G	28	53	巴里托	J	36
24	巴兰河三角洲	K	28	54	Melawi	J	
25	中Luconia	K	43	55	Ketungau	J	
26	Balingian	K	41	56	Kutei	A	32
27	西Luconia	K		57	北望加锡	A	
28	Sokang Sub盆地	K	56	58	Paternoster台地	K	
29	东北纳土纳	K	34	59	南望加锡	A	25
30	西贡	A		60	Bone	A	8
31	头顿	A		61	萨武	G	
32	西纳土纳	A	38	62	斯科特高原	B	
33	Penyu	A	38	63	阿什莫地块	B	23
34	马来亚	L	45	64	Volcano Sub盆地	B	26
35	暹罗湾	L	50	65	布劳斯盆地	B	27
36	呵叻-万象	C		66	伦敦德里高地	B	37
37	孟加拉	B/E		67	Sahul脊	B	47
38	上钦敦	GE		68	博纳帕特	A	
39	中部盆地	G/E		69	金钱滩	B	
40	下伊洛瓦底	J		70	布拉	G	17
41	马达理湾	J		71	萨拉瓦蒂	B	36
42	南安达曼	I	33	72	宾图尼	B	30

盆地分类: A=大陆岩石圈的裂谷(拗拉槽); B=大西洋型被动边缘; C=克拉通; D=深海槽; E=Foredeep或碰撞带; G=弧前; H=弧中; I=边缘海; J=弧后; K=大陆碎块上和大陆碎块间的盆地; L=Pannanian型弧后盆地。平均地温梯度以°C/1000米表示。

A: 大陆岩石圈中的裂谷(拗拉槽)。澳大利亚的康宁盆地是一个很好的例子,但婆罗洲的库太盆地可能也属于这一类。在这种情况下裂谷是与望加锡海峡通道有关的三臂交会型式的一部分。

B: 大西洋型被动边缘(miogeoclines)。它们代表了一些已发展到形成大洋程度的裂谷系统。这些破裂且变薄的边缘显示从大陆经陆架直到洋壳的miogeoclinal型的过渡。沿印度的东缘向东到加尔各答,以及澳大利亚北部陆架都是很好的例子。这种边缘包含有地垒和地槽构造。

C: 克拉通盆地。它们是在稳定的克拉通地区由于地壳逐渐减薄和长期下沉而发育起来的,四川盆地和呵叻盆地就是很好的例子。

D: 深海槽。就苏门答腊海槽来说,主动充填作用是由从尼科巴扇沿着海槽经过的浊流沉积完成的,而在某些古海槽地点,海槽可能被填满并停止活动。

E: 狭窄深海槽或碰撞带。狭窄深海槽是在下面部分俯冲并与另一陆块相碰撞的大西洋型边缘处产生的。印度东部的miogeocline与缅甸板块相撞,已部分地俯冲到缅甸板块的下面,形成了一个很好的凹陷,使一些大河流局限于此凹陷。孟加拉盆地的东部就属于这种类型。由于此狭窄深海槽所处的位置,伊洛瓦底江已向缅甸的一些盆地提供了沉积物。

F: 中国型盆地。这是Bally和Snelson⁽³⁾提出的一类盆地,但是我并不认为有此必要。可把四川大盆地划归为克拉通型。

G: 弧前盆地。它们出现于增积的楔状体和火山弧之间。在苏门答腊、爪哇和菲律宾⁽¹⁴⁾都有很好的例子。

H: 弧内盆地。这是我加到Bally和Snelson⁽³⁾系统中的一个类别,包括存在于火山弧内和周围的难于分为弧前或者弧后的一些盆地。

I: 边缘海盆地。这些盆地是以洋壳为基底,但没有统一的成因。如象上面所证明的那样,该区域大多数边缘海都为从前的大洋系统的碎块所限制。一般来说,它们的充填物是浊流沉积,但是,当其地区范围成为有限制并由于从隆起的邻近地块供给局部沉积物的发展而扩大时,它们就可能发育成良好的含油盆地。

J: 弧后盆地。这是东南亚非常重要的一个类别,它们只发育于陆壳上发育火山弧的地方。这个类别不能应用于岛弧。这个类别清楚地适用于苏门答腊,但是再往东进入婆罗洲区域,就不清楚了。

K: 陆壳碎块上和陆壳碎块间的盆地。本文中我已表明赞同划分出这一类别。不过,由于它包括很宽的环境系列,这种分类是不能解决问题的。我没有看到任何令人满意的再细分的方法。图3的一些含油盆地就是根据这种分类列出的。但此类别是高度变化无常的,而不能从任何一个分类系统中排除。

L: Pannonian型盆地。这些是由于在弧后区陆壳的极度拉伸和减薄而产生的一些盆地,在本区这可能是一种重要的类别。在南中国海边缘盆地任何一侧的巽他陆架正在扩张而形成过一个过渡地壳区。显然,K和L类别不是总能区分开的。

M: 加利福尼亚型盆地。这类盆地主要是由大的走向平移断裂所产生的。现在我们知道,这类断层在控制盆地的几何形态方面具有重要意义,例如在苏门答腊弧后盆地和沙巴近海。但是,这个类别对于本区是否有必要还有待于讨论,所以在图3中我回避了这种类型。

八、和地温梯度的关系

表2是盆地一览表，所用地温梯度是由Rutherford和Qureshi⁽¹⁵⁾搜集的，盆地类型和地温梯度之间的相互关系不是完全一致的，但是可做以下概括：

(1) 弧后盆地(J)始终具有高地温梯度。大陆碎块上和大陆碎块间的盆地(K)则是变化无常的，但可能具有高地温梯度。

(2) Pannonian型弧后盆地(L)具有高地温梯度。

(3) 弧前盆地(G)以低地温梯度为特征。

(4) 大西洋型边缘盆地(B)和拗拉槽(A)有比较多变的地温梯度。

(5) 意想不到弧内盆地(H)具有多变到低的地温梯度。

表2 钻入第三系盆地的井中测得的地温梯度一览表

盆地名称	井数	盆地类别	平均地温梯度 (°C/1000米)
中苏门答腊	84	J	60.7
Sokang	7	K	55.9
暹罗湾	18	L	50.1
南苏门答腊	46	J	48.5
北苏门答腊	48	J	47.4
Sahul Ridge	1	B	47.4
西北爪哇	51	J	45.9
巽他	26	J	45.6
马来盆地	46	L	44.8
中Luconia	35	K	42.8
拉盖-萨马	5	H	41.4
莱特	1	G	40.6
东爪哇	32	J	39.4
Penyu	2	A	38.3
西纳土纳	21	A	37.7
Taraken	12	A	37.5
Londonderry高	2	B	37.2
苏拉丸提	25	B	36.4
巴里托	13	J	35.5
东北纳土纳	7	K	33.9
南安达曼	4	I	32.8

续表2

盆地名称	井 数	盆地类别	平均地温梯度 (°C/1000米)
库 太	67	A	31.9
勿里洞	1	J	31.7
比萨扬	13	H	31.2
Bintuni	12	B	29.7
巴兰河三角洲/沙巴	66	K/G	28.3
西苏禄	6	G/I	27.9
南民都洛	2	H	29.2
西巴拉望	29	D/G/K	27.2
Browse	2	B	27.2
Valcan Sub盆地	4	B	25.7
南望加锡	4	A	24.6
吕宋中部河谷(盆地)	4	G	24.1
四川*	?	C	22—27
苏门答腊弧前	10	G	23.9
Ashmore	1	B	23.1
卡加延河谷	5	H	22.1
东巴拉望	3	G	21.9
伊洛伊洛	3	G	21.1
哥打巴托	1	G	17.7
布拉盆地	2	G	17.3
波 尼	1	I	8.2

A=裂谷(拗拉槽); B=大西洋型边缘; C=克拉通盆地; D=海槽; G=弧前盆地; H=内弧盆地;
I=边缘海盆地; J=弧后盆地; K=大陆碎块上和大陆碎块之间的盆地; L=Pannonian型弧后盆地。

九、结 论

自然界的复杂性在我们和完善的盆地分类之间竖立了一道障碍。包括陆壳碎块上和陆壳碎块间的K类盆地,因这类盆地本身就是易变的,这就必然使我们想到该区的地质复杂性。因为不了解形成盆地的力学原理,所以任何一种分类还是处于构造上以经验为根据的阶段。所以弧后盆地类别可包括一个变化范围,即既包括断裂成因也包括走向滑动成因。边缘海盆地同样也没有独特的成因。它们可能是由于弧后扩张而发展起来的,或者可能是在年轻的弧—

槽系统后面捕获的洋壳碎块。

困难大都是难以克服的。所有的地质分类都过于简化，但并不意味这些分类都没有价值。地质上有用的一个准则，而且我估计在全人类的努力中也是一个有用的准则，就是，如果你不知道某事物的话，那至少要描述它，并把它进行分类。对于理解来说，这可能是仅次于最好的一种做法。要防止的危险是把分类看作理解的同义语。

参 考 文 献

1. MURPHY, R W: "Tertiary basins of Southeast Asia". SEAPEX Proceedings Singapore, 1975, Volume 2, pages 1 - 36.
2. Soeparjadi, R A; Nayan, G A S, Beddoes, L R Jr; James, W V: "Exploration play concepts in Indonesia". Ninth World Petroleum Congress Proceedings, Applied Science Publishers, London, 1975, Volume 3, pages 51 - 64.
3. Bally, A W and Snelson, S: "Realms of subsidence" Mioll, A D (editor), Facts and principles of world petroleum occurrence. Canadian Soc. Petroleum Geologists, 1980, Memoir 6, pages 9 - 94.
4. Taylor, B and Hayes, D E: "Origin and history of the South China Sea Basin" Hayes, D E (editor) The tectonic and geologic evolution of Southeast Asian Seas and Islands Part 2, American Geophysical Union, Washington, 1983, Geophysical monograph 27, pages 23 - 56.
5. Holloway, N H: "The North Palawan Block, Philippines: its relation to the Asian mainland and its role in the evolution of the South China Sea" Geol. Soc. Malaysia Bulletin, 1981, Volume 14, pages 19 - 58.
6. Tran Van Tri (editor): Geology of Vietnam (North Part) English translation, 1979, Research Institute of Geology and Mineral Resources, Hanoi, 80 pages.
7. Veevers, J J: "Western and Northwestern margin of Australia" Nairn, A E M and Stehli, F G (editors) The Ocean Basins and Margins, Volume 6, The Indian Ocean, 1982, Plenum Press, New York, pages 513 - 544.
8. Gatinsky, Y G and Hutchison, C S: "Cathaysia, Gondwanaland and the palaeotethys in the evolution of continental Southeast Asia", paper to be presented at the GEOSEA V Congress, April 1984, Kuala Lumpur, Geol. So. Malaysia.
9. Hutchison, C S: "Marginal sea formation by rifting of the Chinese and Australian continental margins and implications for Borneo" 1984, Paper to be presented at the GEOSEA V Congress, April 1984, Kuala Lumpur, Geol. Soc. Malaysia.
10. Hutchison, C S: "Ophiolite in Southeast Asia" Geol. Soc. America Bull., 1975, Volume 86, pages 797 - 806.
11. Hoile, N S: "Borneo". Spencer, A M (editor) "Mesozoic-Cenozoic Orogenic Belts: Data for orogenic studies." 1974, Geol. Soc. London Spec. Publ. 4, pages 333 - 347.
12. "Geological Mapping and mineral exploration in North-east Kalimantan, 1979 - 1982 Final Report" Bureau de Recherches géologiques et minières, 1982, Report Number RDM 007 A0. Orleans, France, 121 pages plus maps.
13. Hamilton, W: "Tectonics of the Indonesian Region" US Geol. Survey, Professional Paper 1078, Washington.
14. Bachman, S B; Lewis, S D; Schweller, W J: "Evolution of a forearc basin, Luzon Central Valley, Philippines". 1983, Amer. Assoc. Petrol. Geologists Bull. 67, pages 1143 - 1162.
15. Rutherford, K J and Qureshi, M K: Geothermal gradient map of Southeast Asia 2nd edition, SEAPEX, Singapore; and Indonesian Petroleum Association, Jakarta.
16. Hayes, D E (director) "A geophysical atlas of the east and southeast Asian seas". 16 sheets) 1978, MC-25, Geol. Soc. America, Boulder.
17. Tang, Zhi "Tectonic features of oil and gas basins in eastern part of China". Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 1982, Volume 66, pages 507 - 521.

降低勘探风险的地质研究

Gatot K Wiroyudo
PERTAMINA, Indonesia

张彦才 译
胡乃人 校

摘要

1981和1982年在印尼盆地共钻新探井473口，做地震测线一万公里，加速了新的地质综合研究工作。其中一部分工作导致了一系列新的发现。所有这些活动在最近的15年中得到了近五亿美元的财政支持。尽管这样，为进一步开发这些新发现的资源仍需要更多的投资，而且还要耗费更多、更大量的费用进行进一步的勘探。显然，对于这样大量的投资，面对目前的经济状况，特别是面对涉及的地质风险，资源国和投资者双方都需要慎重对待。所以，最理想的是，涉及未来投资的决策应尽量少受必须承担的风险的影响。

作为一个资源国，印度尼西亚适应外来的财政支持，并力图保持一个适合于外国投资的良好环境。15年来，印尼石油工业提出了各种鼓励性措施，努力满足使资金回收风险越来越低的各种投资的要求。目前正在引入另一种新的降低风险的方法，主要用于解决勘探决策固有的地质不确切性因素。

用这一方法来鼓励范围广泛的各种可能性，包括从与地质、经济和工程有关的一般性的有限的研究，到诸如石油地球化学、生油岩研究等深入的专业性研究。

由于与勘探风险有关的决策取决于盆地地质，所以这样的研究应扩大为盆地范围的协同研究。显而易见，这些协同努力可以适当降低在盆地投资的风险，因而也应看作是一项鼓励投资措施。

一、引言

印度尼西亚盆地中的现代石油勘探起始于1961年，当时 ASAMERA

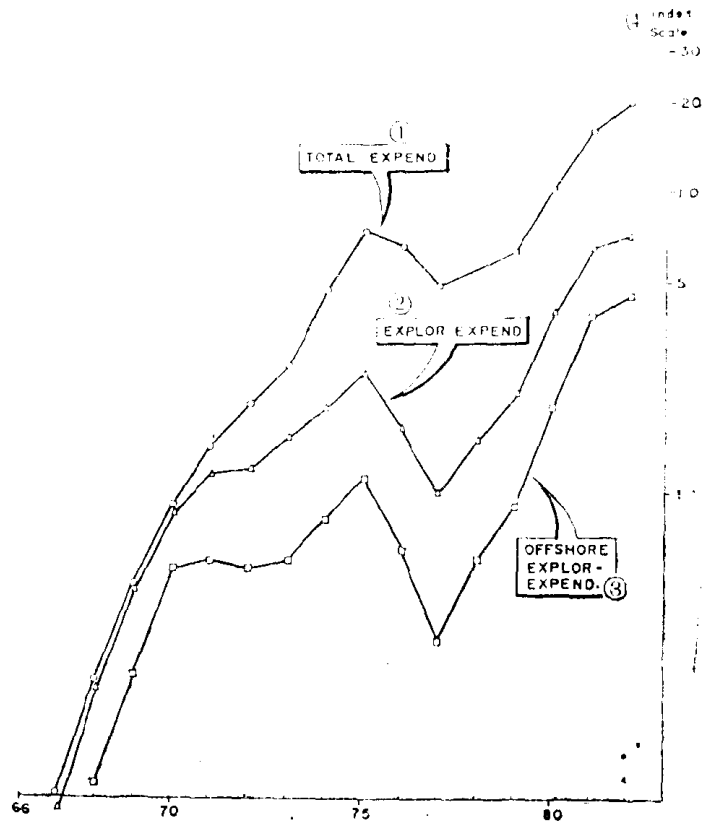


图1 印尼盆地每年的勘探费用回顾
①—总费用；②—勘探费用；③—海上勘探费用；④—比例指数

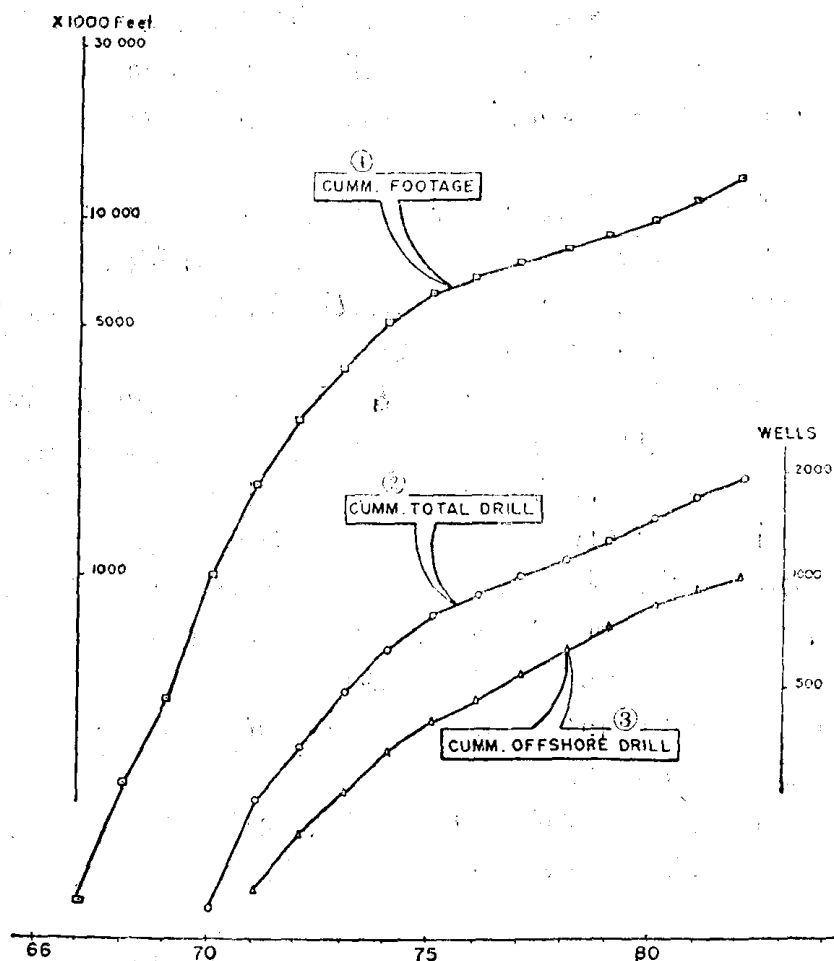


图2 印尼盆地勘探回顾——累计钻井进尺和井数

①—累计进尺；②—累计总钻井数；③—累计海上钻井数

在北苏门答腊陆上获得了约3,910公里²的合同区。

在其后约15年中，勘探活动稳步增加。1982年的勘探费用比1977年高20倍（图1）。到1982年为止，共钻井1,943口，累计钻井进尺达1,850万米。地震勘测同样加强了，从1967年起共完成地震测线72.5万公里，其中1980—1982年期间共完成11.4万公里（图2和3）。这些数字表明，当地震勘测的规模有所减小时，基于以前勘测结果的钻井活动却在接替上去，并使总费用上升了。它同时也表明了勘探活动的总趋势，表明过去15年中周期性的认识循环。第三个周期中新投资显著增加，是由于区域勘探取得成功，进一步促进了勘探活动。

尽管如此，仍然可以从总趋势中看出，整个勘探水平还低，从盆地的面积范围来看，每平方公里仅为25%。这一事实说明，需要为勘探费用和/或开发费用作出更多的投资。显而易见，相对于其他的各种选择而言，未来的资本投资将越来越具有竞争性。所以除了要有足够的远景证明投资是正确的以外，还必须采用一些其他的手段使投资更具吸引力。

二、讨 论

正如 Hardin 和 Mygdal 1968 年所指出的那样，石油工业的主要原动力是“赚钱”，而不是因为投资者对这一工业的偏爱。石油勘探和生产业务中的中心人物是石油生产者，他是

在整个活动中取得经济成功后才得以实现的。所以勘探的目标就是经济成效。

对东南亚地区来说，这一主题还从国家的观点作了强调。Siddayao 1978 年提出了开发自然资源的两个目的：第一是需要满足国家对能源需求；第二是希望石油能够提供外汇净收入。

据此，印度尼西亚通过宪法规定制定了开采自然资源的国家能源政策，国家应当控制本国所有的矿产资源，国家石油公司 PERTAMINA 负责石油的勘探、开发和生产。通过有关法律的制定，产品分成方案取代了原来的租让协议和工作协议合同，以便更好地适应外国投资者作为 PERTAMINA 公司的承包者参加投资。

根据这一方案，鼓励各石油公司（称作承包者）承担特定区域内石油勘探、开发和生产活动的投资风险。而他们有权以购买原油的形式，补偿他们包括基本投资在内的操作费用。这一方案，对外国承包者来说，可以制定一项稳妥的投资计划，而对国家石油公司来讲，则保留了在本国进行石油作业的独有的权利。事实上，由于承包者每年都必须交由 PERTAMINA 公司审批由其编制的年度工作计划和预算，PERTAMINA 公司就可以实施它的管理职责。

采用产品分成合同极大地增加了外国对石油部门的投资。所以，它很可能在将来仍要继续沿用下去。在纳土纳（NATUNA）地区投资额的稳步增加，也可以反映出投资者对产品分成合同的接受程度。1968年以来的累计勘探费用已接近五亿美元。当然，为了进一步勘探和开发这一地区，还需要更多的投资。

现在的问题是：目前的合同方式对邀请风险仍然较高的投资今后是否仍然够用。政府早就认识到了应主要致力于保持一个好的投资环境，为此，对合同条款已作过一系列的修改。

1975和1976年，PERTAMINA 公司根据油价骤涨的情况，谈判修改了工作协议合同的条款。

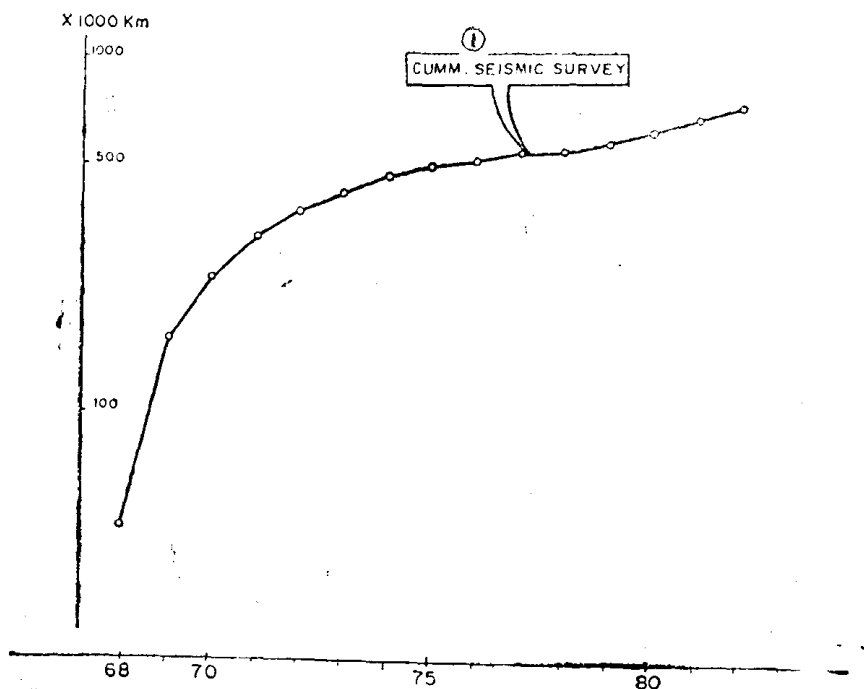


图 3 印尼盆地勘探回顾——地震勘测
①—累计地震勘测