

石油与板块构造

〔美〕A.G.费希尔等著

石油工业出版社

石油与板块构造

〔美〕 A.G. 费希尔等著

李汉瑜等译

石油工业出版社

内 容 提 要

本书系美国普林斯顿大学学术报告论文选，共包括九篇论文。主要论述板块构造的基本概念与沉积盆地的成因，并着重阐明它们与石油聚集的关系。

* * *

全部译文由刘和甫同志校订，安延恺同志校中。

A. G. Fischer and Sheldon Judson
Petroleum and Global Tectonics
Published by Princeton University Press,
Princeton and London, 1975.

石油与板块构造

〔美〕A. G. 费希尔等著
李汉瑜等译

*

石油工业出版社出版
(北京安定门内外馆东后街甲36号)
化 工 印 刷 厂 排 版
大厂回族自治县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

•

850×1168毫米 32开本 8¹/₈印张217千字 印2,951—4,950

1980年3月北京第1版 1983年5月北京第2次印刷

书号：15037·2116 定价：1.05元

科技新书目：48—148

目 录

板块构造的展望

..... E. C. 布拉德 (1)

地壳的垂直运动和热流

..... W. J. 摩根 (15)

盆地的起源和发育

..... A. G. 费希尔 (34)

拖曳的大陆边缘的裂谷盆地和沉积历史

..... 戴维等 (67)

南红海的石油和板块构造

..... J. D. 劳威尔等 (107)

海洋沉积、地槽和造山运动

..... J. R. 冠雷 (130)

论石油的地球化学形成

..... J. G. 艾德曼 (187)

地温梯度、热流和烃类的开采量

..... H. D. 克莱米 (206)

大油田的分布及其地质特征

..... J. D. 穆迪 (246)

板块构造的展望

E. C. 布拉德

引 言

在近十五年来引入到地质学中的新观念，不仅加到了先前已有的关于地球的知识上，而且还代表了在研究态度上的深刻变化。传统的地质学是通过详细描述的增加而成长起来的。这种详细描述的积累结果在局部历史中就是阐明一个地区所遭受的沉积作用、侵蚀作用、褶皱作用、变质作用以及岩浆活动的顺序。然而这种详细的描述并没有产生一种可以和物理学、化学或分子生物学相比拟的全球性的理论；事实上，这种详细描述变成了一种累赘，它所带来的并不是通过它就可以看到一个总的轮廓。在地质学的学说发展上有一度曾经是科学的中心并引起公众的注意，这或许是一种过分的观点和一种夸张的说法。在十九世纪时生物进化的观点的发展，其中大部分都是地质学上的成就；进化论是真正的普遍理论，在广度和在预言能力上都是可以和物理学的理论相比的。同样地，水成论者和火成论者的争论曾经是真正的理论上的讨论，可以和托勒密和哥白尼的支持者之间的争论相比（除了在地质学上的辩论双方大部分都是错误的之外）。

在二十世纪的前半世纪，地质学已经不再是科学兴趣的中心；核子世界的发现和量子力学知识的巨大成就，吸引了最有前途的年青人和大部分研究经费。地质学家往往受他们所采用的详细描述和繁琐命名所束缚，使其偏离科学的主流，成为多多少少孤立的一群。地球物理学者和地球化学家围绕这一主题一点一滴地工作，但是大地构造和地层学的中心问题却还留下了大量尚

未触及的内容。

新的概念最初来自于对洋底地质的研究。值得注意的是对于被水所复盖的在地球表面占三分之二面积的洋底在这样长的时期内却很少受到注意。局限于只考虑对客观存在的三分之一进行研究显然是轻率的，除非所研究的三分之一是非常可靠的能代表客观整体的适宜样品，但事实已经证明并不是这样。在有那么些表明大洋和大陆是两回事的强有力的启示下，为什么这种显然是不合理的对待问题的方法会这样长久地被人遵从？这没有一个简单的解释；社会上的和技术上的因素的复杂配合造成了这样的情况。首先，并且也可能最重要的是，大部分地质学者认为所有的普遍性学说都是缺乏充分根据的，几乎是不合于是非原则的。如果一个人不相信有可能发现所观察的地质特征的普遍过程是可以表达出来的，那么，一个人就只能为了自身的方便而做容易作的详细研究，在新泽西州就比在太平洋中部更容易工作。再者，在野外，地质学是那样平淡无奇。它不象物理学那样，由战时（第二次世界大战）的成功而得到很丰富的经验。

战后的年代进入了一个转折的时代，有少数人卓有预见，特别是V.曼尼兹和R.菲尔德曾指引少数年青物理学者和地质学者去注意发现地质普遍过程的可能性。他们之中有H.赫斯、M.尤因以及R.雷维尔，战时的经验曾给了人们以信心和技能。我们业已进入了研究地球的新阶段。

可以预期在新学说主题方面的知识会有巨大的发展，并将在它的实际应用中引起反响。这次会议的目的是讨论地质作用的新见解并找寻与石油之间的联系。本文作为一篇引论只是提供一个背景，介绍一个轮廓，即新的概念是什么。这样的回顾在最近几年来要充分考虑到列出所有的证据似乎是为难了些。

海 底

新概念在最初是源于对大陆边缘以外的深洋底的研究。首先发现的就是洋底是一个新的世界，不能根据相对说来已经很了解

的大陆地质来加以讨论。每一事件都是不相同的。在陆地上，大部分山脉是从已经褶皱的和已经变质的沉积物及花岗岩质的火成岩通过水和冰所雕凿成的。在海洋里，则几乎所有的地形都是火山地形，并且几乎所有的火成岩都是玄武岩。

在所有的事件中，最为重要的是年代上的差别。在陆地上，岩石的年龄从40亿年前持续至现今的整个时期。只有地球历史最初的百分之十，即从45亿年前到40亿年前的一段记录才是完全缺失的。非常古老的岩石是罕见的，但广大地区是被超过20亿年的岩石所占据。但在除开大陆架以外的深海内，无论是在表层或在钻井所得的岩心中，都很难发现任何比白垩纪还老的（即老于1.5亿年）岩石。这是真正明显的和未曾预期到的结果，关于这一点，我们之中的大多数人首先是感到可疑的。可以预期海底即使有较老的岩石位于下面也是被近代沉积物的薄层所复盖着。老第三纪和白垩纪岩层的经常被发现的事实使人对此深信不疑，但决没有任何比侏罗纪还老的岩石。这一事实明显的重要性是对海底断层陡崖的取样以及更近年的联合海洋研究所地球深部采样委员会（JOIDES）的钻井计划作了很大努力。现在业已确定全部现存海盆的海底都是形成于地质时期的最近的百分之四的时期内。无疑地会发现这是并不确切的，因为我们偶而会发现在大洋的某些角落里保存着较老的岩石。但是主要的结论是没有疑问的，即：大陆的年龄要比洋底老若干倍。这一结论引出了一个可疑的问题，即：如果洋底是年青的，它必定是近代形成的。而且如果总是有大洋存在，则必定存在着对大洋底盘进行处理的机制。因此，我们看到对于洋底的产生和毁坏的作用。

大洋底的产生

大洋底的最显著的特点，可能也就是地球的最显著的地形特点，就是有巨大的海底山脉，即大洋中脊。大洋中脊的连续性现已有充分了解；它从西伯利亚的勒拿河口附近开始，横过北冰洋、经过冰岛、向南穿过整个大西洋，并且绕过南非而进入印度

洋。在印度洋分为两支，一支向北进入亚丁湾和红海，而另一支则向西南方，经过澳洲和南极洲之间进入太平洋。在此转向北方进入加利福尼亚湾；最后的一段开始于加利福尼亚北部的门多西诺角并平行于加拿大海岸向北延伸。

大洋中脊的大部分，确实除了在太平洋以外，各处的大洋中脊峰部都被陡峭的裂谷所切割，典型的有30公里宽。这种裂谷是地震的活动带，地震的震中准确地沿着裂谷排列成线形。这些地震表明在每次触发地震时裂谷都在裂开。在裂谷的底部采出的岩石是近代熔岩，它指出了并不令人惊异的结论，即裂口是被从底下向上升起的玄武岩所充填。正如所预期的那样，在裂谷下面，通过洋底的热流比起远离大洋中脊轴部地带所发现的热流要高出若干倍。

在中央裂谷，我们可以看到洋底形成的过程。谷底裂开，新的熔岩升上来，产生出一条新的洋底。这就是“洋底扩张”的过程，是首先被已故的H.赫斯在1962年所注意，虽然也有可能早在1929年就被A.霍姆斯隐约的预示过。扩张的详细过程是被记录成一种双带记录。熔岩从谷底挤出来，在冷凝过程中处于当时地球磁场的方向上，因之，就逐渐地建立起全部磁化于同一方向的洋底条带。当磁场换向时，如在10万年至100万年的任意时间内，就建成了极性相反的条带。因此，作为洋底扩张作用，洋底乃是形成于中央裂谷两侧的极性交替的条带。这两侧的条带的年龄是相同的。如果已经知道在一定时期内的地磁换向的时间表，则已知条带的整个长度就是在大洋中脊的峰部所形成的。

这一概念，是由瓦因和马修斯在1963年提出的，在地质学中是一种很不寻常的全球性学说。有意义的是注意有反对这些事件的带有偏见的例子，即L. W. 莫利也曾经有过同样的观念，在与瓦因和马修斯大致相同的时期，他的论文却未能出版。这一学说，是很重要的，因为它所作的预言已经被证实。它所预言的磁力剖面的样式，只要使用完全独立的古地磁证据和放射性测定年龄的证据所建立起来的地磁换向时间表就可以在横过世界上任何

有大洋中脊的地方获得，但是在规模上有点不同。它也曾预言在一个特殊的磁力条带上进行钻探时会得到什么结果。恰好在洋底之下经常是近代的沉积物，虽然它们也可能被水流侵蚀所移动；其下为回溯时间上年龄渐渐增加的沉积物，当这一片海底是在大洋中脊的轴部时，就可以由磁力换向的年龄来确定条带的年龄。这些预计业已被联合海洋研究所地球深部采样委员会在大西洋和太平洋的许多钻井很好地证实了。

如果两个板块是在一个球体的表面上移动分离，那么，在十八世纪中期，欧拉就证明了一个定理，表明它们的相对运动可能是与围绕通过一个被称为扩张极点的直立轴的旋转运动有关。这个定理优雅地描述了运动的几何学并导出了能证明的结果；例如，两个板块的分离速度，必定是靠近扩张极的地方小而离开扩张极九十度处最大。另外的预言是关于大洋中脊轴部的错动。大洋中脊的峰部及中央裂谷并不构成一条连续的、不中断的线；它们要被发生横向滑动的断层所移位。如果这些断层不是张开的，它们必定位于沿着相对于扩张极的纬度的圆上。所有这些预计都能由地形学、地震以及磁力线的研究上得到很好地证明。

这种工作的全部结果，毋宁说是现今板块运动的详尽图景以及回溯到从白垩纪开始以来的变化。

大洋底的毁坏

在大洋中脊的轴部产生出新洋底的速度，典型的是每年2~20厘米。这样的一种速度，在地质时代上必定被认为是快速的。每年20厘米的速度的结局将是在1亿年内产生2万公里的位移；这很清楚地表明必然有对洋底的处理和洋底返回到上地幔的某些过程，从上地幔它作为火成岩侵入体和熔岩上升出现于大洋中脊的轴部。

这样的一种洋底毁坏作用的显著位置是在沿着许多大陆边缘的地震带，并经常伴随有岛弧、海沟以及安山岩质的火山。最显著的这种地带是环绕着太平洋的，但此外还有印度尼西亚、加勒

比海以及介于南美和南极洲之间的斯科舍弧。地震位于倾斜面上，浅震源在靠近海沟的向海一侧，而深震源则位于岛弧向陆一侧的下边或上面。最深的地震源位于深度介于600~700公里之间。

似乎在靠近海沟处，板块是以45度倾角向下倾并强行进入上地幔的。冷板块将缓慢地被来自周围的地幔的较热岩石的热传导而加热。板块软化所需要的时间将取决于它的厚度，现在对它还只有粗略地了解。似乎有些象是大约为50~100公里厚，这是同冷板块达到地震波停止深度时的强度损耗相符合的。从地震波在冷板块中向下传播比起穿过周围较热岩石的速度要快一些的现象，现在已经确认出下降板块的图像。

板块构造和大陆

板块具有三种边界：大洋中脊，为产生板块的地方；转换断层，为板块曾彼此滑动处；以及海沟，为板块消亡处。一幅表示地震分布的图（图1）是对于了解这个系统的关键。这样的图绘出了板块的轮廓，正如现在的板块以及暗示的关于板块的运动及其过去历史上许多广泛的问题。图上显示出，正如很久以前由E.休斯所指出的，有两种岸线。一种是板块被毁坏的地方，如日本的东海岸外；而另一种，则没有地震，并且在洋盆与相邻的大陆之间似乎没有发生运动。北美的东海岸就是这种静止海岸的典例，该处没有板块边界，而且大陆与洋底是作为一个板块而共同移动的。这是大陆漂移的古老观念，但其侧重点已有改变；大陆不再如犁那样穿过洋底，而是随着洋底一起被带着移动。这种变化直接来自于海洋地质学的研究，板块增生作用的机制是发生在大洋中，而板块毁坏的机制则发生在大洋和大陆间的边界上。在没有象对大陆那样注意到洋底之前，这两种作用是无法了解的。但是，这种古老的观念对于大陆地质是有许多影响的。

如果南、北美洲从欧洲和非洲移开，那么，在过去它们必定比现在的位置相互更为接近。在每年移动2.5厘米的速度之下，2

亿年就可以形成5000公里的距离，因此，关于大西洋在中生代早期曾经是闭合的假定并不是不合理的。这一显然过早的外推推论已得到磁力线和联合海洋研究所地球深部采样委员会的钻井得到的详尽资料所支持。因此，必须认真地考虑北美和南美与欧洲和非洲曾经一度联合成为一个大陆的可能性。如果它们曾经是这样相联过，而且如果边缘没有因为大量地被侵蚀或者还未曾形成，那么，可能拼合各个大陆就会象拼合儿童拼板玩具那样。这些片块的边缘并不在海岸线上而是在大陆架的外缘上，这里才是大陆的真正边缘。自然，这种观念不算新颖；魏格纳和 du. 托伊特在论证大陆漂移说时就用拼合作为一部分证据。然而奇怪的是他们没有更认真地对待这一观念。魏格纳的书只给出了粗略的轮廓，du. 托伊特的南美和非洲相拼合的图幅要比较好一些，但仍只是一小幅图解。对于这种偶合的逼近原因是远远不够清楚的；魏格纳和 du. 托伊特曾经受到非难和恶意的争论，对于他们的成果来说，他们在科学上的声誉大部依赖于此。为什么他们如此妄说？我们大概从来也不知道；可能他们设想大陆边缘确实是被侵蚀作用歪曲过，也许对气候的判断以及相信在地质学中没有一种简单的观念能够有过于强的影响。

事实上，作拼合工作并不全是琐碎的问题，在用不同投影法绘的图上都可以详细地绘出地形，但必须在球体上进行拼合；它不是简单化的正统的从麦卡托投影图上切下南美洲并将它放到与非洲相对的位置上。致力于谨慎地拼合会得到充分地解答，因为它指出了对进一步实验的许多可疑之点。南美洲和非洲的拼合是良好的（标准偏差为90公里）；只在尼日尔三角洲处才有的明显误拼合，它的产生是由于撕裂和因而被预期过在片块组配时西非要超复到南美之上。北美、格陵兰和欧洲的拼合是甚至要好一点；北美和非洲的拼合要差一些，如果它们曾经真正是接触的，从古地理学上去确定它就是一个重要的问题。

大西洋的拼合对于许多地质细节带来了一种新的重要意义。如果拼合能够代表对过去的古地理的真实重塑，那么，不仅必须

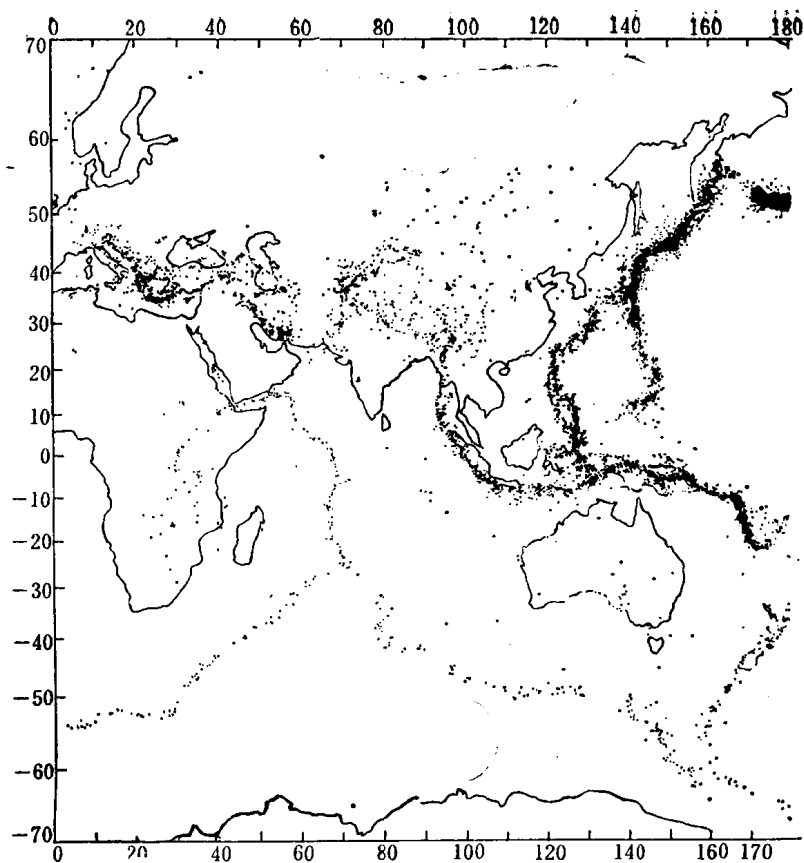
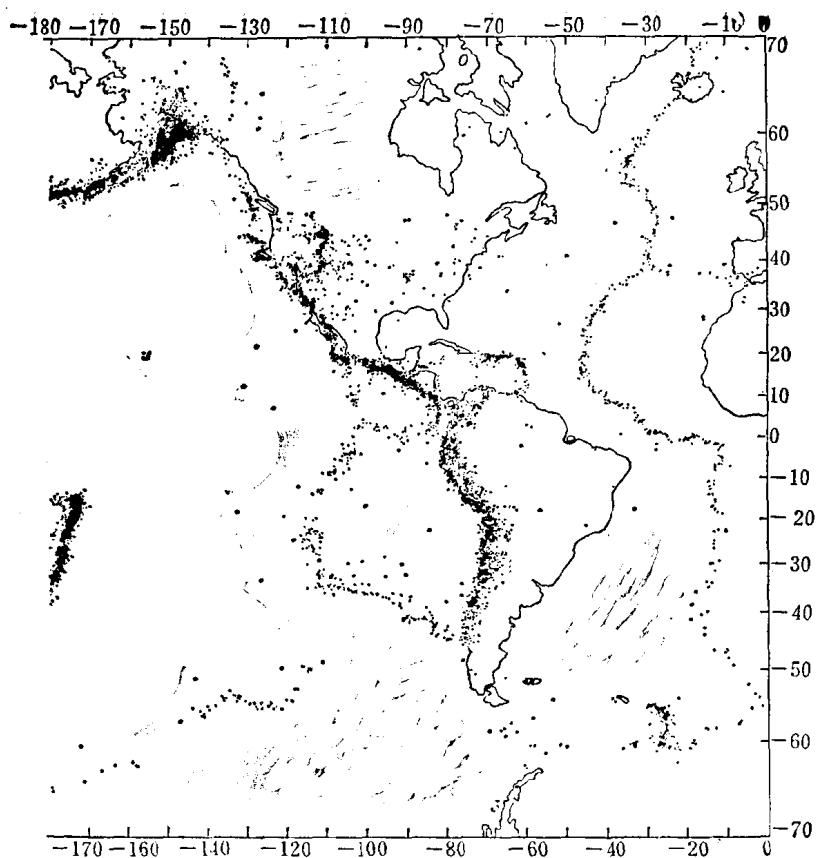


图 1 地球的地震性，1961~1967，

有几何性的片块拼合，而且两边的地质图也必须能够拼合得上。这种需要的严格程度由于大陆架分隔了两个海岸线而变得不明确了，所以对其地质情况往往是不明白的。在某些地方，如西非，可能有关键性的对比，该处有20亿年前的老岩石和5亿年前的老岩石相邻接，向西方，明确地在巴西的预期的地点重复出现。该处的大陆架是狭窄的，而且地质拼合也是从几何形体上所确定的。

在进行大西洋的拼合时，曾作过一些颇为武断的调整；既然



示震中位置 (震源深度 0~100 公里)

是武断的，这种调整就减少了支持大西洋周围各大陆原先是一个整体的说服力。但是，从另一种观点看，这种调整可以被作为有关的预言而有待于用其他证据加以证实或否定。如果它们被证实了，这种调整就不再是缺点而是预言可以给这种调整大大地增加了力量。这种在拼合中武断调整的主要例子就是消除冰岛，这与它没有大陆基底有关，罗卡尔滩作为一个陆块而保留，并且使西班牙旋转一点以避免与非洲超复，而使比斯开湾闭合。所有的这

些现在都已有很好的独立的证据。大西洋张开的详细情况可以由后来对磁力线的研究获知；但整个历史尚未完全了解，在加勒比海以及在北极群岛与格陵兰西北部相连接上还留有大量未确知的内容。

对于将印度洋周围的大陆组配成理论上的冈瓦纳古陆也曾作过相似的尝试。在这里，澳洲对南极洲的拼合是很好的，但在别的地方却有不清楚处，特别是在从前的马达加斯加的位置上。

一个大陆随同一个板块而被运来，最后到达海沟，在海沟处板块被毁坏。大陆主要是由花岗岩构成的，不能沉入到很致密的上地幔中去，如果海沟作为一个大陆的边界，则逼近的大陆会与海沟后面的一个大陆相碰撞。当发生这种情况时，可以预期两个大陆会有巨大的形变，并且会插进海底之下。这类情况中颇为清楚的就是印度与亚洲南部的碰撞。喜马拉雅山的形成可能就是这种碰撞的结果。但对其细节还远远不清楚，特别是不了解缝合线位于何处，它可能在恒河平原之下，或者在山脉的内部，或许是印度的一部分，现已滑到亚洲之下和已经上升的西藏高原之下。这一个包括西藏和新疆的地震区的广阔区域是和这种最后可能性一致的。另一个碰撞区是地中海，在那里，非洲相对着欧洲南部向北移动。

在别的地方则进行着有点不同的造山过程，那里没有大陆的碰撞。例如在南美，板块从东太平洋海隆扩张倾伏到安第斯山之下。这好象是板块向下移动，物质就被刮起来，并紧靠着大陆边缘堆起了大量的一种混杂物质；安山岩质火山构成的巨大山脉位于更向内地处，它的形成可能来自于缓慢熔化着的板块向上移动的物质。

大陆分裂作用的过程能够在现今的红海、亚丁湾以及加利福尼亚湾的作用中看到。好象首先是由地壳的断裂作用或引张作用形成一个裂谷，并断续地与海相连通。在裂谷内可以形成巨厚的蒸发岩；然后，若曾经有过与大洋更为持久的连通，即开始有海相沉积作用。裂谷或狭窄的海被沿着它轴部的分裂作用所加宽，

逐渐形成大洋。

地球历史上的一个中心问题就是确定在中生代早期大陆破坏时是否一度有过一个原始大陆的解体作用，即魏格纳所说的联合古陆的解体；或者无论大陆的分裂作用、漂移作用以及碰撞作用全都贯穿于整个地质时期。由于早期的大洋底似乎已经全部被毁坏掉了，要确定这一点并不是一件容易的事。可能最有力的证据就是来自于对古生代山脉的研究。阿帕拉契亚—加里东山系与第三纪山系在本质上并没有什么差别，由此会很自然地推测它们是以同样方式造成的；这就是说，在整个古生代时期曾有一种乌拉尔—大西洋式的山系，当山脉已经形成或形成后不久时，它们就闭合了，以后沿着一条稍有不同的线重新张开形成了现代的大西洋，它切割了老的山系，分成美洲和欧洲部分。再者，看来在大陆中部形成的乌拉尔山脉在其沉积物沉积时亚洲当时很可能是裂开的。有一些古地磁的证据表明亚洲是一个由早先形成的分离陆块共同配合镶嵌而成的。虽然对于前白垩纪的板块运动知道得很少，似乎这种过程曾经贯穿所有的或大部分的地球历史中而不仅是一种近代的新变化。

板块运动的机制

在讲到有关板块的运动时，我们有在地球表面所观察到的许多近于确凿的事实为依据，在谈到有关的驱动力时，我们却正推论着地球内部的大量的还不了解的力。因而阐明运动机制是涉及到详尽的系统化的论述和计算上的可能性，而不是去建立一些学说。运动能量的最终来源好象是放射性热能；力则是由重力和由于温度差异而产生的密度差异所产生的力。

在一般的格局内，有许多种可能性。最简单的就是所谓雷利—贝纳德对流，它是由于地幔内的热力作用的不稳定性而产生的；找寻不稳定的条件是相对较容易的，但要找出运动的形式却是不容易的。粘度随温度的改变有着重要的作用，但目前还了解得很不完全；如果地幔物质是塑性的或者作为一种非牛顿流体，

就更引入了不确定性。实际上，雷利—贝纳德对流的整体理论可能是不合适的，而且在靠近地表的条件下运动的形式是可以确定的；特别是在大洋和大陆之间放射性物质在垂向分布上的差异可以成为极重要的部分。它也曾显示出下沉的板块要比周围的地幔冷一些和致密一些，板块的拖曳下沉就好象一块桌布从桌上滑下来那样。

很可能，上面这些简单的看法都不足以说明问题，一个令人满意的学说是很复杂的。幸而这并不是主要的，因为本次会议的目的，是要了解推动板块运动的机制。

板块构造和石油勘探

石油勘探大部分是和沉积盆地的地层和构造有关的。因而主要的意义是在于垂向运动，这种垂向运动允许或起因于沉积物有巨厚的堆积。在另一方面，板块构造大部分是考虑水平运动。在石油勘探上板块构造影响较小的主要原因就是这种差别。无论如何，有可能预期在学说发展的下一个阶段，会涉及到邻近大陆边缘的作用以及所形成的各种类型的沉积盆地的勘探工作。合理地了解和推论盆地内的各种作用，将会用于对盆地的勘探工作中。

在本论文集内的若干篇论文中，依据板块构造观点对沉积盆地进行了分类。我们在此处只注意了主要的类型。最大量的沉积物可能是堆积在岛弧后方的沉降的洋底。在这些盆地中典型的是日本海。洋底沉降的原因还不清楚，可能与在上地幔中下降的冷板块所产生的向下对流有关。这些沉积盆地的最终情况如何还是属于推测性的。如果板块边缘的特征改变并且海岸中止为海沟与下沉的板块，则沉积作用继续进行，海就逐渐地被充填。黑海就是这样的一个例子。持续的沉积作用将复盖大洋基底并使温度上升；这可以使基底和沉积物都产生变质作用。最后的结局是产生了新的陆壳。

一种完全不同类型的沉积盆地就是形成于大陆分裂作用早期阶段的盆地，如红海。在这里有被海相沉积物所复盖的巨厚蒸发

岩。一些其他的盆地类型也是可能存在的，例如沉积物堆积在一个下沉板块的向陆侧以及两个碰撞的大陆之间，如象恒河盆地或地中海那样。

在这一分类中，所推论的一个大型单元是作为正在研究的特殊的例子。北海究竟是一个位于古生代岛弧之后的“内陆海”，还是英格兰开始随同美洲从欧洲分离出时的一种未完全分裂开的结果？墨西哥湾是一个内陆海，位于岛弧之后（在深水中蒸发岩的产出暗示它曾一度从大洋中隔离开来），但是在大陆架的和陆地上的巨厚第三纪沉积物之间的关系是什么？系统地通过关于这些盆地的证据以及试图在一个较大的格局内来拼合它们将是很有价值的。这样作，需要有完整的地层学知识，并且必须在这些领域上要有熟练的技巧。

尽管有许多疑问，尽管关于含油盆地与板块构造的详细关系还没有取得重要的成果，但值得指出的是其中很清楚的有一定关系。世界上的石油绝大部分都来自于非洲板块和欧亚板块之间的边界附近。这一边界从亚速尔群岛达到非洲北岸，沿着非洲的北部边缘横越地中海的途径还有些不大清楚，然后到达土耳其并横过中东进入巴基斯坦。它的全长的绝大部分代表了沿着非洲和阿拉伯对着地中海和土耳其与伊朗的山脉向北和东北方向推进的这条线上。最有意义的是了解板块边缘和向盆地的运动及与石油聚集的关系。特别是为什么在伊朗有那么长的时期都有盐类沉积？它们是否形成于一个开阔大洋的第一阶段或者是一个封闭着的大洋的最后阶段？这样的问题一般说来是易于提出来的，但却很难细致地作出回答。这次会议的主要目的就是要考虑这样的问题。

（李汉瑜译）