

6211

56.5411

板块构造评论

边兆祥 金以钟 编译

地质出版社



板块构造评论

边兆祥

编译

金以钟

地质出版社

内 容 简 介

本译文集主要是对大地构造研究领域中最流行的板块构造学说(包括大陆漂移、海底扩张、转换断层、俯冲-消亡带和极游移等概念)的评论。所搜集的十三篇译文,在一定程度上反映了当前国外学者对板块构造的不同意见和评价。八十年代将是大陆地质的年代,对于象中国以大陆为主体的国家,今后在建立适合中国大陆地质实际的、具中国自己地质特色的板块模式中,本书定会给人启迪和裨益。本书可供高等地质院校师生和其他地质科技人员参考使用。

板块构造评论

边兆祥 金以钟 编译

责任编辑:王章俊

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $11\frac{1}{2}$ 字数: 269,000

1986年8月北京第一版·1986年8月北京第一次印刷

印数: 1—2,202册 定价: 2.80元

统一书号: 13038·新249

前 言

板块构造是六十年代以来,首先在美国并迅速在全世界范围内发展成为一种流行的大地构造学说。到七十年代,才由尹赞勋教授引进我国。嗣后,为了学习新的大地构造理论,相继翻译和刊印了大量有关板块构造的文章。近几年来,板块构造学不仅已纳入高等地质院校的教学中,而且也像其他国家一样,已有愈来愈多的学者,应用板块构造理论,来阐明中国大地构造的某些特征,以及在区域成矿规律与成矿预测、地震地质、石油地质和水文-工程地质等各个地学领域中广泛推广运用。但是,到目前为止,在我国还缺乏对板块构造专门性的评论文章。这主要是因为板块构造学是从海洋地质学和地球物理学基础上发展起来的,而我国恰好缺少这方面的资料。

目前,鉴于板块构造还处于发展和完善阶段,有许多基础问题,如板块构造的形成和驱动机制,地磁异常的解释等,还有待于人们去探索。所以我们要对板块构造有分析地利用,汲取其精华,并逐渐使它趋于完善。

为了了解国外学者对板块构造的评价和再评价,我们选译了十三篇国外地质学家们从不同的角度,对板块构造理论所作的某些方面的评论。通过这些文章,可以发人深思,并能正确地对待这一假说。从这些文章中可以看出,在国外地质界里,对板块构造也有不同的看法和意见。

伽里(Kahle,C.F.)编辑了一本《板块构造学——评价与再评价》,共有24篇论文,我们选译了其中较有代表性的六篇。第一篇是伽里撰写的引论,对文集的各篇文章,都作了概略地介绍,所以我们也作首篇译出,以供读者了解此书全貌。

其余各篇,均选自近几年外文书刊上的有关评论文章。每篇论文的作者,都是某一方面的专家,所以这些评论是很有份量的,值得我们借鉴。

八十年代将是大陆地质的年代。板块构造登陆,将是检验板块构造理论的一块试金石。当前国外已有人根据在板块内部的大陆上,发现了与板块构造模式不相符的大型逆冲断层等复杂构造,提出了新的大陆构造假说,如以全苏地质研究所所长裴伟为代表的地壳分层剥离假说,法国以马托埃为首的所谓《反板块》的新大地构造概念。限于时间和人力,有关这方面的新论述,未能及时译出,待后再补,敬请读者谅解。

我国是一个以大陆为主体的国家,地质构造现象极其丰富多样,在揭示大陆地质奥秘的科学实践中已经作出了许多重大成果,建立了各种大地构造学说。今后为建立适合中国大陆情况的,具有自己特色的板块模式,理应作出更大贡献。编者的最大愿望是本书能给读者以启迪和裨益。即使所选论文,大多为七十年代的作品,但其中有关回顾板块构造发展史的沿革以及所提出的问题,对我们深刻了解板块构造还是有一定现实意义的。仍然值得一读。

地质出版社李鄂荣和张义勋同志热情地组织我们编译这本《评论》,并做了许多印校工作。本书初稿完成后,蒋荫昌同志进行了全文审校,并提出了许多修改的宝贵意见。书中图件多为罗中流同志清绘。对以上同志的辛勤劳动,在此衷心的感谢!

编辑者 边兆祥

1984.6

目 录

前言

板块构造：评价和再评价——引言 (C.F.Kahle)	1
板块构造和大陆漂移的问题 (P.S.Wessen)	5
驳海底扩张假说 (V.V.Belousov)	12
板块构造的检验 (A.A.Meyerhoff & H.A.Meyerhoff)	27
转换断层 (M.L.Hill)	114
伦尼兹定律对弹粘性的争论 (P.S.Wessen)	119
新全球构造——赞成和反对 (M.Ilich)	135
全球构造学说六十年——某些现代概念的赞成和反对 (R.Martin)	138
我为什么不接受板块构造 (V.V.Belousov)	145
对“新全球构造”的评论 (V.V.Belousov)	151
板块构造需要进一步研究的问题 (B.E.Hobbs, W.D.Means和P.F. Williams)	156
冰岛的大地构造与构造位置 (V.V.Belousov和Milanovsky)	158
大陆漂移的早古生代资料：从正反两方面，赞成和反对 (A.J.Boucot)	159

板块构造:评价和再评价——引言

C.F.伽里

摘 要

引自野外地质学、构造地质学、地层学、古生物学、地球物理学和海洋学等方面的资料,都是针对板块构造问题的。许多资料支持板块构造概念,但也有许多却不赞成。关于板块构造概念是正确还是谬误的最后论著尚待编写,因为现有资料还不足以作出最终评价。

概 述

本文集的总论题,是对人们业已熟悉的“板块构造”或特别为伊萨克斯等(1968)所称“新全球构造”的概念,及其所涉及有关地球的各种资料、观察结果和观念的评价与再评价。板块构造概念,包括大陆漂移、海底扩张、转换断层、消亡(岩石圈在大陆边缘和岛弧附近的俯冲断层作用)和极游移等观念。

本文集的观念发展自一九七一年四月二十七日在美国俄亥俄州博林格林州立大学举行的一次名为“海底扩张——某些不同观点”的讨论会。会上发言的有P.D.罗曼(国家航空与航天局期刊)、A.A.迈耶霍夫(美国石油地质学家协会)、B.帕特逊(哈佛大学)、D.W.施戈尔(美国地质调查所)、F.G.斯坦里(Case Western Reserve Univ.)、C.泰歇尔(堪萨斯大学)和P.J.威利(芝加哥大学)。

本文集搜集了许多极其分散的材料,含有丰富的世界性参考资料,这些在研究板块构造时都是十分重要的。一些作者赞成板块构造,一些人反对板块构造概念,而另一些人则保持中立。总起来说,这些论文:(1)表明要理解我们的地球,斗争还很艰巨;(2)为下述观点提供了典型的例证,即在科学中,反对某些观念与拥护某些观念的斗争,有时是胜负难分的。同时,这些论文也可用以强调并重申:无论某种概念或模式是如何有感染力,或已被广泛接受,在科学上都应当使用多重工作假说的方法。那些采纳板块构造概念这一新事物的人们,可能已经觉察到,这与由分子生物学所例证的、在生物学领域中稍早期的“革命”,有一定的相似之处。正如查拉加夫(1971, 642页)指出的:“新的空谈理论的生物学,已赢得巨大胜利,但也造成很大损害。由于它易于解释一切,所以它使我们对理解极少的事实,也轻率对待。”在这方面,板块构造的命运如何,尚待注视。

正如霍姆斯(1965)指出的:“人类的成就和推测,必定要经过认真考虑和锤炼,不然人们经常会犯错误的,而自然界则不会。”板块构造假说(迈耶霍夫兄弟,本文集;麦克威尔,本文集)、学说(狄金生,1971;哈蒙德,1971)或原理(威尔逊,1968),得到从未有过的采用先进技术获取的资料和论据所武装。板块构造是完全正确的,还是完全错误的?如果人们根据科学史来研究这个问题,那末以此方式进行思考则是愚蠢的(张伯

伦, 1890)。作为替代的情况, 我们可以指望在未来的年代里, 将发现板块构造概念比原先提出的要更加正确些。

所以, 无论它是正确、错误或正误参半, 最好简短地记录下, 什么是由板块构造概念所取得的成就。正如在已出版的众多论著中所指出的, 板块构造在地球科学中已引起了一场革命。虽然还不能精确地估量它的价值, 但在地球科学中, 板块构造也许是自均变说以来被最广泛接受的统一概念。与其他科学相反, 地球科学的预见能力, 并不是特别引人注意的。但是, 看来板块构造不仅在关于地球业已发生了和正在发生着什么, 而且也在关于地球未来必将会发生些什么等方面, 已为地球科学家们提供了更多更好的预见能力。无论板块构造概念的最终结局如何, 它也许已比以往引入于地球科学的任何观念或概念, 更能激励人们去对新问题进行更多新的探索, 而对老问题作出再考虑。所以地球科学家们应为板块构造概念在思索方面所产生的深度和广度, 而万分感谢那些与发展此概念有关的人们。在流行的出版物中, 板块构造也许已比地球科学历史中的任何论题受到人们更多的注视。总的说来, 这种情况是好的, 因为地质学和地球物理学知识, 已由此而得到传播, 并殷切希望这将更多地寄托于未来的学生。

威尔逊 (1968) 已对板块构造在教学和教科书编著工作中的潜在影响作过评论。从过去几年间已出版的教科书里, 几乎都常规地述及此论题的程度, 就能看出板块构造在这些领域中所起的实际影响。从学生的问题和议论方面来判断, 学生在理解板块构造概念方面的兴趣, 只不过稍逊于此概念可能在生产上、尤其在职业上会有什么影响的兴趣。若更多地从此主题的学术方面来考虑, 则此论题没有得到应有的重视。

对于大多数试图获得关于赞成和反对新全球构造知识的地球科学家说来, 可能会发现, 此项任务不是一件轻而易举的事, 这需要研究大量的地质学和地球物理学的资料, 而其中有些可能是难懂的。此外, 最为重要的是, 这还需要在真正的全球规模上去学习和思考。希望本文集中的这些文章, 能够帮助读者达到上述目的。

各篇文章摘要

第一篇论文系威利所著, 第二篇是G.A.戴维斯、B.C.帕契费尔、J.E.凯斯和G.W.维里等合著的。这两篇论文可作为本文集的引论, 并对与板块构造有关的概念作出综述, 简介概念的由来、发展及与其先前有关的地球假说和理论的关系。戴维斯等指出: 新全球构造或板块构造的许多概念, 早在三十多年前就由地质学家提出来了。

第三—七篇, 是J.C.麦克威尔、迈耶霍夫兄弟、P.S.韦逊、V.V.别洛乌索夫和L.S.迪伦等的论文。总起来说, 似乎是对板块构造错误和正确的方面, 做教训式和挑衅式的评价。这五篇论文涉及板块构造概念的事实、理论和哲学等各个方面。迈耶霍夫、别洛乌索夫和迪伦等的论文, 对与板块构造有关的许多调查结果和观念, 提出了不同的解释。在威利的论文里, 对这些不同解释的潜在价值进行了评述。韦逊以鉴定的眼光评述了支持板块构造的许多证据, 并解释何以仍把它视为假说或学说, 而不看作是事实 (凡茵, 1971, 249页)。麦克威尔讨论了不曾为板块构造所预示的有关海洋的调查结果, 并提出为检验与此概念有关的各种观念的建议。

第八—十三篇论文涉及转换断层。M.L.希尔认真研究了在使用“转换断层”和“平

移断层”这两个词组时，与其有关的定义和观念的核心问题，并描述了此类断层间的相似性和差异性，他指出许多地质学家仿佛并不认为定义是很重要的。作为一种类似的情况，有人把医学视为一种技术而不是一门科学，但至少医生则认为它具有合理而严格的定义（泰伯，1971）。像希尔那样要企图澄清适用于板块构造的的定义的认识是重要的，因为这样就能立即确定某一正在进行板块构造论题研究的特定工作者，是从技术的还是从科学的着眼点出发的。P.D.罗曼提供了一篇关于在辨认南加利福尼亚州和加利福尼亚半岛地区转换/平移断层时，卫星轨道摄影所可能具有的价值值的论文摘要，获自卫星资料的证据，几乎不支持存在大规模的平移（走向滑动）运动，而如果他所研究的断层是转换断层的话，这正是必须具备的。L.德洛齐重新审查了提到下列事实的证据：（1）南美大陆上的某些横推断层，在成因上都与横跨大西洋中脊的巨大破裂带有关；（2）有些横推断层在前寒武纪或古生代早期就曾是活动的。根据德洛齐的意见，大西洋中脊自前寒武纪就已经存在了。他的结论连同尔后迈耶霍夫兄弟的论文都是有意义的。在迈耶霍夫兄弟的论文里，总结出大洋的线性磁异常是从太古代时开始的，在成因上与太古代地盾相关。

在第十一、十二两篇论文里，D. W. 斯库尔和 M. S. 马洛分析了像在现代和古代海沟中的俯冲这类构造作用的证据及其识别方法。尽管他们在这些海沟中几乎没有发现什么沉积物变形的标志，他们的结论是，这一证据并没有迫使人们去赞成或反对板块构造，而且可能存在着各种各样的解释。他们的论文着重说明了在大洋深处研究地质学的困难性，并强调需要有更精密的技术以实现这种研究。

有人提议，在涉及板块构造的论述中，补充性的古生物资料将是有帮助的（埃斯顿，1971，第778页）。在本文集的第十三—十六四篇论文里，提供了此类补充性资料。总起来说，在这些论文里所提出的资料与移动的板块、漂移的大陆和极游移等是不相符合的。A.J. 鲍科特研究了早古生代的岩相、构造、生物地理和动物界的分布格局。K.M. 库多利得出两点主要结论：（1）地球的碳酸盐带在整个中生代的时期里，宽度在逐渐缩小，这个事实使他想到，地球在整个地史时期中不曾扩张；（2）菊石类种属的分布表明，中生代的洋流和现代的一样。C.J. 斯米利追踪了从晚古生代至现代的植物分布格局，并提出令人感兴趣的结论，即可以把植物分布的记录解释为与比过去一般所想像的范围小得多的大陆运动相符合。可能会在极其有限或没有大陆漂移的情况下发生海底扩张吗？从力学上来说，除非所有的大陆边缘都是俯冲带，否则这种观念似乎是不可能的。不过，在环太平洋边缘以外，大洋海沟（俯冲带）是极其罕见的。斯米利根据植物群资料所得出的结论，几乎与韦逊所得的结论相同（见本文集）——而韦逊的结论却是以地球物理资料为依据的！关于他们俩人所提出的结论的真实性和优点，留待读者自己去判断。

最后八篇论文涉及到板块构造的地球物理方面的问题。H. 杰弗里斯爵士（1971）再次讨论了修改过的伦尼兹定律。这条定律的结论看起来是禁止对流的，从而有许多观念和机制都与板块构造相关。许多地球科学家看来都不知道，哈罗德爵士早在板块构造模式出现之前，就已提出了一种统一的地球模式（参阅杰弗里斯，1971）。从这一模式上，也可用以对地球作出某种推断，就这个意义上来说，它也相像于板块构造的模式。R.S. 勃列格斯讨论了利用磁异常进行时间对比，并警告人们不要在缺乏充分地质控制的地区里使用这些资料。L. 克诺布夫论述了使岩石圈块段发生运动的一种可能驱动机制。他讨论了地幔中的低速通道，并把有大陆嵌入与没有大陆嵌入的岩石圈板块的漂移速率进行了比较。

迈耶霍夫兄弟审查了线性磁异常的解释。根据他们的判断，磁异常并不是在大陆间创造出新海底时的磁事件的“磁带录音”，而宁可说是地球在晚太古代最后一次冷却阶段所首次形成的一些特征。他们提出磁异常从各时代到现代都有所改变。A.A.迈耶霍夫概述了存在横跨北大西洋北部的大陆壳证据。M.A.萨利斯伯里分析了板块构造的增生扩张模式，并发现洋盆的地磁、地貌和地震等特征，与这种模式相符。R.C.博斯特朗、M.A.谢里弗和R.H.斯托克门提出一种假说，认为地球的制动力矩与地表的某些构造特征有关。最后，韦逊在他的第二篇论文里，主要根据伦尼兹定律，评述了赞成和反对对流的论据。他发现现有的证据，都不足以决定伦尼兹定律是否适用于整个地幔，因而也就不足以肯定伦尼兹定律(或修改方案)是否对于对流观念具有“毁灭性的”意义。无论如何，从这些论文中，可以看出有一点是清楚的，新全球构造存在许多缺陷，其中最为严重的是缺乏一种可以核实的驱动机制。因而驱动机制问题的解决，是板块构造模式最终成败的要害。

结 论

在科学论文的结论中，都惯于指出在进一步的研究或著作中值得重视的领域。在这方面，地球科学家最好还是多留意一下米厄斯(1970)的警告，他说：“从各方面来看，地质学家们并不是特别讲究哲学的，他们本身主要是忙于描述和解释地球这一直接目标的，而从来不深思熟虑地思考一下作为其工作基础的逻辑学和方法”。有关从哲学上来研究赞成和反对板块构造的权威性著作，留待编著。

译自C. F. Kahle, Plate Tectonics: Assessments and Reassessments—Introduction; In C. F. Kahle, ed. 《Plate Tectonics—Assessments and Reassessment》, 1974, AAPG, p.1—4.

译者 金以钟

校者 边兆祥

板块构造和大陆漂移的问题

P.S. 韦逊

摘 要

对现代大陆漂移学说其中包括板块构造、对流、海底扩张、古地磁和经典资料等的研究表明,与人们所能合理地接受的概念相比,漂移假说的缺陷则要多得多。提出只有海底扩张能够成立,而对流和古地磁则是可疑的。

讨 论

概述 正如韦逊(1970)所概括的,经典的大陆漂移学说因有不可克服的缺陷而受到非难,但新全球构造也决非没有缺点。当前,大多数学者对板块构造将能完全消除长期围攻经典学说的反面理由是有信心的。但是,对板块假说的某些缺点,以及对至今仍然存在着的与对流和古地磁等相关的争议,必须予以重视。

红海—东非 目前,就板块构造而论,东非和红海是研究得最详细的区域;很自然地,看看这个学说在此区域里有何遭遇是有益的。中东地区在构造上是由具有三个旋转极的三个板块系统所控制的建议(D.罗伯特,1969),已受到严厉的批判、特别是贝克(1969)的批判,他证明,设想横跨埃塞俄比亚裂谷以0.7厘米/年速率东西向扩展,产生出在别处所不可能具有的高扩展速率。贝克(1969)认为还是以 一个包括有非洲合恩(Horn)旋转在内的两极模式为好。吉布森和伽斯(1969)也批评过罗伯特的建议,他们都赞成单极模式。从这些相互矛盾的模式,可以看出这个地区的构造是多么复杂。

葛德勒等(1969)对此区域作过最全面的解释,他研究了地震、断层、火山的年龄和各种波长的重力异常。火山和断层的年龄一般都随着离开东非裂谷系的距离而增加,其情况与海底扩张假说所设想的相类似,但扩张速率不同,并且在以火山资料为根据的情况下,则得到一种不对称的格局。葛德勒等创造出一种可能的横剖面模式。但是,由于主要输入因数是由美国盆岭省研究P-波数据所推导出的密度校正值。因此,人们可以怀疑它对红海和东非地区的适用性。作为被广泛接受的由地震资料推导出的地壳和上地幔组成中具有区域性差异的结果,这种适用性就更加靠不住了。

红海区裂谷系以北也有类似的问题。麦肯齐等(1970)根据三个板块(努比亚、阿拉伯和索马里)对此区域的解释,得到用计算机对红海两岸所作拟合的支持。不过,存在一个以阿法凹陷为代表的重叠。红海扩张的速率是1厘米/年,意味着到今天的总扩张为30—65公里。弗罗因德(1970)指出,虽然板块构造模式在学术上是有成就的,但它不可能是正确的,这是因为(1)达纳基尔地垒被忽略了,(2)断层及所预测的断层关系,与所观察到的裂离相比较都是错误的。莫尔(1970)不赞成麦肯齐等(1970)对达纳基尔以及阿

斯哈地垒的忽略，并反对如今所作错误预测的裂谷的张开，后一缺陷是在企图用海底扩张和板块构造概念，来解释贝加尔、莱茵和盆-岭裂谷时，所普遍存在的一个问题。莫尔还宣称，阿法区的地震性预测也是错误的（新全球构造和地震的详细讨论，见伊萨克斯等1969年的论文，它是令人激动的、批评性的）。

能够暗示红海已经张开的特征，是在红海深海槽里打捞到的拉斑质玄武岩中，含有大量的稀土元素（希林，1969）。这些玄武岩近似于洋中脊系上的玄武岩，而不类似于地盾或高原玄武岩。一些时候以来，人们已了解到，洋中脊的地球化学性质是不寻常的。特别是，某些金属都富集在脊顶处。举例来说，随着距活动脊顶的距离加大，Al与Al + Mn + Fe的比值也在减小（鲍斯特隆等，1969）。尽管这样的地球化学证据支持红海正在发生的某些作用，但并不非要根据板块构造去解释中东的地貌特征。在比红海更为简单的区域中，两个板块的接合，可以十分精密地确定出来。这个事实部分地消除了有关对流体的太大而不能解释洋中脊系统的形态的障碍。通常热流的最高值出现在脊顶处（奥克斯伯格和杜科特，1969），而像欧文等（1970）的资料，使人们几乎不会对某些类似板块构造的机制的局部有效性发生怀疑。捞自大西洋底岩石表面的锰膜一般很厚，而且它随着离洋中脊轴的距离而增厚；来自中央裂谷里的标本都是新鲜的。玄武岩的剩磁值朝向中央裂谷而明显增大，反之，磁化率在远离中脊轴时则减小。中央裂谷上FeO/Fe₂O₃的比值最高，在中央裂谷边界上发生抗磁力频谱的变化；而在远离中脊轴处的屏蔽温度发生有特征性的变化。

大西洋的张开 甚至在大量能表明几乎已可得出关于中脊系的综合理论的证据面前，板块构造假说仍然提不出大西洋张开的确切日期。海底年龄的直接测定（费希尔，1969）是矛盾的；钾-氩法绝对年龄的正确解释表明，未发现年龄随着中脊系的距离而增大的证据；来自海岭的资料也同样未提供任何证据。福克斯等（1969）利用大西洋中脊的水平错断推导出，在大西洋的张开过程中，至少包含有两个旋转极，而且在一千万年前，可能由于板块间相互作用的结果，海底扩张的范围就发生过变化。沃林科和维拉斯（1969）曾写过关于大西洋张开年代的评论性文章。相反，雷门特（1969）根据菊石生物地层资料，把大西洋张开的时代肯定在早白垩世。贝尔与哈里森（1970）和福克斯等（1969）一样，使用大洋中脊的水平断错绘出大西洋板块构造的轮廓。而霍斯费尔德和马顿（1970）根据沿狄基尔线转换断层的一种同样分析，而计算出格陵兰和北美相对于欧洲的运动旋转极。但是，这些研究都是处置不当的，因为弗兰契梯等（1970）证明，破裂带资料本身并非都足够正确，以致可允许再造大西洋和太平洋的板块运动；为了获得有意义的结果，也必须考虑磁异常。摩根（1968）依据水平断错和海底扩张速率，撰写过一篇关于板块构造的综合性评论文章。

机制、磁异常、小板块和有关的问题 到目前为止，对怎样迫使覆盖全球的板块于中脊轴处离开问题，还没有一致的看法。机制可能包括岩墙贯入（参阅克劳斯和瑟林，1969），或者它是更加复杂的。例如，奥罗万（1969）观察到在裂隙形成以后，发生有蛇纹岩化、膨胀和扩张——整个作用受到随同世界范围的应力场而产生的对流体的驱动。就物质自其上升并被喷出到洋脊的那一深度而论，在洋中脊的地貌和地球化学之间，存在着某种矛盾。洋中脊的地貌暗示只在海底之下四公里就存在有岩浆房（肯伍，1970）；可是地球化学的资料却表明岩浆来源于相当大的深度（米达士和陶德，1970），如果把大西洋的资料作为典型的话，则其深度可能达到三十公里以下（霍纳士和博纳第，1970）。关于丹皮尔脊、

诺福克盆地、三王隆起和南斐济海盆等区域，柯兰（1970）认为继地壳破裂之后、有枕状熔岩的喷发，其结果会导致见于南太平洋区域里的原生对称磁异常。同样地，根据对格陵兰大陆架东南部磁性基底的研究，沃格特（1970）总结出，第三纪岩墙群可以解释滨岸的磁异常格局。这两篇论文都证明，对称的磁性轮廓不必与海底扩张和板块构造相关。已了解到在加利福尼亚地区（薛尔伐，1969）和中东的阿法三角地带（布拉德，1969）等处的大陆坡下面，都存在磁异常。凯劳格之所以严加指责根据海底扩张来解释海上的磁异常，是因为如果同样的异常产生在大陆上，则会把它简单地看作是这个地区的普通地磁特征（凯劳格，1969；劳逊和史匹斯的答复，1969）。

难以根据古地磁资料来解释小片地面的运动。举例来说，伊比利亚半岛的旋转是不正常的，从古地磁得出旋转了22度，而从地震资料得出只旋转了10度（瓦特金和理查德逊，1970；勒皮松和薛布特，1971）。同样的情况也适用于撒丁岛，那里的旋转也可从古地磁上来证明（捷得凡尔特和狄约格，1971）；另一方面，撒丁岛可能是一片陷落的大陆壳（赫茨等，1971）。除了学科间的矛盾之外，用板块构造来解释地中海及其邻区中的这些和其他小区域的运动（假定有过任何运动的话），似乎是可疑的。麦肯齐（1970）在研究了地中海的板块构造之后，阐明了岩石圈沿非洲-欧亚板块边界的消亡，但是这个设想与深度超过70公里处不存在地震是不相一致的。同样地，沿着爱琴和土耳其-非洲板块的边界发生消亡，导致了岩石圈呈漏斗状正插入地幔的结论，这在机制上是难以接受的。板块构造看来也不适于解释巴哈马地台（莱茨，1970）和加那利群岛。可以把后者视为非洲-北美大陆漂移“拟合”模式中的微型大陆：尤其是假设构造作用可使形状发生改变，将会使再造作用成为可以接受的（迪茨和斯普鲁尔，1970）。

推测板块构造在太平洋中有过长距离的活动，难以想像这么巨大的板块，如何与火山岛弧相适应。摩根（1970）认为，象夏威夷岛这样的地区，都是板块扩散的场所或者是固定的“热点”（参阅麦肯齐和摩根，1969）。一个有关的极其严重的缺点，构成了琼斯（1971）所谓的“阿留申之谜”。除非岩浆源能神秘莫测地变成渗坑，否则垂直于阿留申海沟的磁异常格局是难以解释的；即使这时此种情况看来也是不能理解的。莫尔（1970）认识到根据超镁铁质的地球化学和造山作用等资料，表明存在俯冲带，它从大陆边缘倾斜下去，目前只能在印尼-澳大利亚弧看到，这种情况一如费丘（1970）所证实的。北太平洋西部的地质历史，不可能与现今的东太平洋中隆或如今的岛弧系有关。虽然不难设想，如像可能发生在加利福尼亚半岛沿海地区的这种板块运动速率的变化；但运动方向的变化是难以接受的（泰勒等，1971）。如果已经发生了这种方向的变化，那末就应该存在“重新焊接”的破裂带，可是现在只有关于这种破裂带的少量证据（埃立逊等，1970）。

海兹勒等在破裂带及有关论题的研究中，列举了有关板块构造的一系列问题。首先，通过扩张速率和破裂带的走向所决定的几个给定板块的旋转极，应该重合；可是与大西洋和太平洋相比较，对印度洋说来，就未能证实存在有这种旋转极的一致性。其次，当把南部地区的旋转极用来对照来自北太平洋和南太平洋的破裂带资料时，就发现与来自北部地区和赤道太平洋带的资料都不相符合。第三，假如南极洲保持固定不变，那末所有它周围的洋脊必然移动过。米纳德（1969）联系上述第二点，承认整个北太平洋板块好像已改变了方向，不过伴生的构造格局“…看来具有所要求的但却是不可能的海底扩张和板块构造的形式”（138页）。对下列几个十分重要的问题，引起了海兹勒等和米纳德以及麦肯齐

(1969)的注意,即在海底盆地和海沟中的大量沉积岩,如何能够在板块的活动中保持完好,或许更加重要的是,它们又如何以未变形的状态而继续存在。施戈尔和凡霍恩(1968)发现秘鲁-智利海沟中的沉积岩都未被变形,于是必然的结论是,至少从新生代以来,大陆不曾为大洋板块所俯冲。赛福特(1969)和弗兰西斯(1971)已对未变形的沉积岩作过解释(尽管这种解释还不能完全令人满意)。

在能够推导出一种可以接受的地貌学和地球表面成因理论以前,对所有这些反对大陆漂移和板块构造的意见,必须作出明确解释。

虽然当前最重大的问题是上述的物理问题,但它涉及到上地幔的性状。由于通常接受没有对流体就不可能发生大陆漂移,因而渴望知道是否可能有对流,回答可能是否定的。这是因为地幔好像是服从修改过的非弹性伦尼兹定律,而并非象大多数地球物理学家所假定的那样服从弹粘性定律(韦逊,1974)。修改的伦尼兹定律得到古重力异常、地球非流体静力学的形状、地轴章氏摆动(Chandler wobble)的存在和衰减;以及月球的轨道、旋转、形状和自由摆动(Free librations)等诸方面资料的支持(杰弗里斯,1970)。此定律涉及范围包括通过来自波调谐锐度资料 and 通过直接由实验室岩石试验所得到的关系,并推断这条定律也适用于月球(伦尼兹,1956)。此外,这条定律也解释了从实验中为地球所找到的Q系数的恒定性(韦逊,1970)。在任何情况下,正如诺波夫(1969)和托策(1956,1967)所概括的,对流体只有在高度特殊化的和一种可能性不太大的态势下,才可以出现。诺波夫和托策还注意到了由地球的球形和旋转以及相对于绝热梯度的热力梯度的可靠性所引起的问题。考虑到由非流体静力的赤道肿胀推导出的高粘度值,对流在整个地幔内就不可能发生。况且,如果确实存在上地幔对流室,它们也会是太小而不能连贯起来。举例来说,特立顿和柴拉伽(1967)设法在大西洋两岸制造出水平规模为垂直的五倍的对流室,可是这种效应在理论上是难以理解的(罗伯茨,1967),而且所要求的条件在地球中是不可能出现的。

斯塔赛(1967a)把地幔对流和热动力引擎相比较,来证明对流是不可能的。他还证明如果把地球赤道肿胀与对流一并考虑的话,就会导致一场热灾难;况且简单的对流理论(斯塔赛,1970b),会导致比实测数值大十倍数量级的地热流量。同一简单理论还预示欧亚板块正在破裂。从地质观点来说,这种预言是相当奇特的,不过这里的负重力异常不可避免地会导出这种以简单对流为基础的离奇结论。另一个没有公认的问题是,对流假说要求大陆不是被堆积在赤道上,就是被堆积在两极(奥凯夫,1965),可是这些条件显然得不到满足。因为不存在对流-地球体的、对流-热流的和对流-火山等的相互关系,所以可推测不存在对流室(莫勃莱和哈茵,1969)。

根据地球化学和地震资料所提出的地幔内的化学边界(安得逊,1967),即使流体能够通过相变,也是与对流不一致的(诺波夫,1969)(韦霍根(1965)证明,在适宜的条件下,对流流体能够横穿相变界线)。大陆和大洋的热流的相等性,除非它是起因于最后冰期的效应(霍雷,1969),它由于与大陆伴生的深部构造和等温线的形态等诸因素,而对大陆漂移和对流提出了疑问(麦克唐纳,1965)。热流是以这样的概念为根据的,即地核由于来自地幔的铁的增生而仍在生长(陆康,1962,1965),这种生长控制了地球内部对流-流体范围的级序。但是这种概念是错误的,这是因为球谐函数不以通常所意指的简单方式来确定对流室的格局(罗斯蒂克,1967);还有,这种增生过程将释放出如此大量的

能，以致它将引起一场热灾难（斯塔赛，1963；赖特莱顿，1968）。乌锐（1952）对由铁滴引起的向下运动的可能性的讨论，给人们留下这种作用在动力学上是站不住脚的印象。在任何情况下，这种作用将会导致地球旋转速率的增加，而这与观测到的缓慢降低的转速正相反。

依赖于对流的海底扩张“传送带”机制，与地球化学和地球大气圈的资料相矛盾（韦逊，1970，331页）。根据推测，新海底产生于洋中脊系处，并自此以板块形式而向大陆扩散。威利（1971）指出，海底扩张的板块模式，不能精巧地适应刚性板块上的熔岩喷发。反对扩张的理由与反对板块构造的理由有密切关系，而一般所设想的与对流的联系，则是主要的绊脚石。有可能下地幔的性状符合修改的伦尼兹定律，而上地幔则服从弹粘性定律，从而允许对流发生在700公里以上的深度。然而，上述问题依然存在，根据先验证据，看来海底扩张和板块构造更有可能以一种非对流模式来解释，如像普拉克（1969）的涉及地壳均衡与重力作用的模式。哈里斯（1969）关于重力滑动对大陆漂移和造山作用的效应，得出一些有意义的结论，再次强调了整个地幔不可能发生对流和相变作用。他特别注重于明确而有系统地阐述了不会引起产生过多的热力的模式。非对流的海底扩张比对流本来就更易于接受，尤其是由于《地球深部取样联合海洋学会项目》（JOIDES）所测出的海底的年龄都很年青，而用古地磁法所做的大量工作的结果，情况更是如此。不过值得注意的是，麦克杜伽尔（1971）最近根据JOIDES的资料所进行的研究，涉及到有1,600万年的玄武岩侵入于大西洋坎佩尼阶（相当于晚白垩世晚期—译注）沉积岩之下。这一发现意味着我们对于海底年龄，不象一般所认为的那样确切无疑。

不幸的是，古地磁并不是十分精确的方法。已证明古代磁场只能有轻微的改变，但用旋转轴复原为一种简单的偶极，足以使此方法的假设之一变得不那么肯定（贝因，1963；斯特利，1968）。而包括从前寒武纪直到现代整个地质时期的古地磁资料，却能与某些复杂的非偶极磁场十分符合（例如，柯克斯和杜伊尔，1960；杜伊尔和柯克斯，1971；克利尔和伊匹尔，1970）。此外，已经为泥盆纪（埃姆利顿，1969）最成功地所证实的极游移（克利尔，1971）。杜恩等（1971）的研究表明，地球磁场无疑会突然地和不定期地逆转，并沿实际地磁极的大圆作无法预测的运动。为JOIDES航行所发现的一些大洋的古纬度，暗示存在有不具大陆漂移的极游移（斯卡特和柯克斯，1970），否则就是在资料方面存在很大混乱。

那些在磁场内可以产生出谬误古地磁结果而影响到岩石作用中，平行于局部应力场的磁化作用——例如磁暴——并非全然不可能的（斯塔赛，1963，第116页等）；而化学效应，特别是与红土层相关的，不能太轻率地予以忽略。在古地磁法中的这些和其他的缺陷，最近已由法塞（1970）作过说明，他对随便与已接受的再造不相一致的古地磁结果，不考虑或不作解释颇有意见。即使把古地磁的假设看成是被臻美客观化了的，有关古地磁极位置的可信卵圆形的最终资料表明，散布可达5,000公里，从而使绘制出的大西洋张开和类似现象的任何企图成为泡影（迈耶霍夫，1970）。

在研究了以板块构造、对流、海底扩张和古地磁等形式而发展起来的大陆漂移假说的最新进展以后，看来理论上的不利条件的动向，又导致回到经典证据及其与现代位置的关系上去了（德威和雷斯费尔德，1970）。在这些证据中，引证最多的仍是大陆在漂移前的结构上的拟合。不过，可以把许多海岸线并合在一起，并且在进行这种再造时，这里看上

去只是一个小的路径；罗斯蒂克（1967）已证实，即使漂移能成立，海岸线的一致，也永远不会相毗连。沃赛（1958）甚至把澳大利亚与美洲东海岸相连接，作为一种普遍存在可能拼合的证明（泰勒1965年讨论过这种漂移和其他有意义的方面）。认识到海岸线并非总是必须真正接壤才能表现出平行性是重要的；某些与洋中脊系有关的影响，可能已给人们以拼合的印象，然而真正的拼合事实上是极少的。在任何情况下，一般在重新绘制的图中都不把小板块包括在内，以增强拼合程度（例如，加勒比海地区，就曾被排除在1965年布拉德等的计算机拼合之外）。其他小块则出于同一目的需要而又包括在内（例如，罗卡尔沙坝）。史密斯和哈勒姆（1970）重新绘制的南大陆图，把古生代的南奥克尼群岛和南乔治亚岛都摒弃了，因为它们使计算机拼合欠妥。只有当南极洲和澳洲的开始破裂是发生在古生代尚未查明的扩张事件时，由此而产生的这种再造图也能理解；而且在此再造图中，对非洲、欧洲和印度的那些动物群所作的比较表明，这里并不需要发生大陆漂移。这一结论得到迪茨和斯普罗尔（1970）所着手的非洲-南极洲的拼合的支持，这一拼合也同样陷入困境，并引起南极半岛叠覆在南非洲上面。这个问题只有通过假定半岛是一个当非洲和南极洲连接在一起时还未存在的褶皱带，方能得以避免。

历代的边界都平行于现代的海岸线。举例来说，假定大陆以往是一个相连接的超级大陆，即使承认有一个不太可能出现的、几乎被世界范围的大洋所环绕的单一联合古陆；那末像对格陵兰（米勒，1965）就肯定不能抱有这种希望。有几个人已经“证明”需要有一些已经消失的大陆，用以解释阿帕拉契亚和太平洋沿岸山脉（吉勒利，1963，1964）；和需要有些海底为大陆所跨越，用以解释沉积柱（吉勒利，1969；罗伯茨等，1970）；是是，他们似乎没有觉察到对立面恰好是合理的，这种情况至少对阿帕拉契亚山脉来说但如此的（德威，1969）。当认识到冰期记录所提供的反对大陆漂移的证据是和赞成的一样多时；以及当认识到假如把那些证据都看成是真实的话，那末对大陆漂移说来，就会出现一些不可能发生的后果时（迈耶霍夫，1970），另一种长期存在的错误概念才被解决了。迈耶霍夫还证明，古动、植物群的分布暗示有稳定大陆的存在：如果人们考虑到迈耶霍夫的包括有显生宙干风带分布的资料，这个结论就是不可避免的。在这方面，像诺丁格（1963）所论述的来自叠层石的研究资料，都是反对漂移的不可争辩的证据。印度和亚洲相碰撞也是由来已久的想法了，这种观点得到南北地区具有丰富的可对比的化石记录的支持。不过，较新的研究证明，印度从元古代以来，就已经是亚洲的一部分了；来源于亚洲和印度（冈瓦纳古陆）的沉积物，在许多地区都是交互成层的（迈耶霍夫，1970；帕沃德哈和阿尔瓦利娅，1971）。

结 论

从对板块构造和大陆漂移假说的压倒多数的反对意见中，所得出的结论就是，这一假说某些方面和某些地方是错误的。对当前被广泛相信的假说而言，看来最好的选择是接受海底扩张，而不是大陆的相对运动——也就是说应根据极游移以及在这种名义上，即星球表面构造的空间上没有任何运动的磁场运动，重新检验古地磁证据。假如海底扩张没有传统形式的对流也能实现的话，那末可就更好了。只有作为一种最后的手段，目前所接受的假说虽为许多矛盾和缺陷所困扰，但还是应当被采用来作为地球动力性状的真实代表。

(参考文献从略)

译自 P.S.Wesson, Problems of Plate Tectonics and Continental Drift.
In《Plate Tectonics—Assessments and Reassessments》
ed. by C. F. Kahle 1974, Pub、AAPG, p. 146—154.

译者 金以钟

校者 边兆祥 张丽娟

驳海底扩张假说

V.V.别洛乌索夫

摘 要

本文研究了当今时髦的海底扩张假说，并得出此假说是不可接受的结论。

引 言

近年来，“海底扩张假说”（参考Heirtzler et al., 1968; Isacks & Oliver, 1968; Pitman et al., 1968; Oliver et al., 1969; Vogt et al., 1969; 及其他人），在许多国家已得到广泛的接受。下面的事实和推理，为此假说奠定了基础。

现在已获得的资料表明，按介于洋壳第二层顶面和含化石的上侏罗统底面之间的沉积物厚度来判断，它们大概不老于侏罗纪。诚然，仍可设想，一些较老的沉积岩可呈变质状态而被包含在第二层中，但是，这种变质岩尚未在任何地方找到。不过，在几个玄武岩连同未固结的沉积岩系和第二层分界线上，已发现有这种夹层。

大洋中沉积盖层具年青的性质，解释为整个海底都年青的标志。可以想到，大洋中的整个地壳，正如我们所知，其形成的时间，不早于中生代初期。

已经肯定，大洋中沉积盖层的厚度，在洋中脊的斜坡上变薄，而在各中脊范围之外（在洋盆中），则达到了最大的厚度。在宽30—50公里的中脊轴部之间的一些孤立拗陷中，或者完全没有沉积物，或者仅仅有一些小片的沉积物（参考Vogt et al., 1969）。地球物理勘测，以及对沉积物的打捞和钻探，不仅进一步证实了沉积物分布的特点，还证明沉积物在沿中脊的斜坡较低的部位尖灭，较新的沉积物则向上更远地展布（参考 M. Ewing & J. Ewing, 1966; Ewing et al., 1968; 及其他）。

大洋磁场的研究证明，这个磁场在异常呈明显的线性方面，与大陆磁场有本质的不同。异常条带的延伸几乎到处都与洋中脊平行，而最强烈的异常则见于中脊轴部。沿洋中脊脊顶平行展布的磁异常的研究，使一些研究者得出至少在一些剖面中可以观察到一种明显对称的结论：在中脊的两侧对称地分布着强度相等、形状与宽度相同的磁异常。

在想到下述情况时，采取了下一步骤，即在洋中脊轴部海底上磁异常的交互排列中，存在正向与反向地磁场的时代分布的重复（达到一定的范围），这样的分布已通过测量熔岩地层横剖面中的、主要是冰岛的、还有海洋沉积物等的磁方向而得到确定（参考Cox et al., 1964; Dickson & Foster, 1966; Dagley et al., 1967）。给人的印象是地磁年代表事实上一般是以化石的形式，保存在磁异常的水平分布中。在这里，轴部的异常相当于现代的磁场，而较老的异常，则依次向中脊斜坡位移（参考本文引用的著作及 Pitman & Heirtzler, 1966; Vine, 1966; Bullard, 1968）。