第十二章　岩石圈板块

§12.1　板块构造

20 世纪初，奥地利气象学家巍格纳（Alfred Lother Wegener，1880-1930）发表“海陆起源”，明确提出了大陆漂移的观点，主张地壳运动以水平活动为主，向传统的地槽-地台学说发起了挑战。随着二次世界大战的结束，深海海底探测与地质发现，出现了海底扩张的学术思想。20 世纪 60 年代后，活动论进一步推出了岩石圈板块构造观点。

§12.1.1 板块构造学说的基本思想(basic idea of plate tectonics theory)

地球表面由岩石层板块组成，岩石层(lithosphere)板块在软流圈上运动。岩石层在厚度上相当于地壳与上地幔(uppermantle)之和。下地幔(lowermantle)由于压力和温度的增加不再呈刚性，而是容易形变和能够流动的，即软流圈(asthenosphere)。岩石圈相对于软流圈来说是刚性的，它可以在软流圈上移动。岩石圈并非是一个整体，它由大洋中脊、海沟、转换断层、地缝合线等分割成大小不一的块体，谓之板块。板块内部相对稳定，而其边缘和板块之间的接触带活动性十分强烈，是构造运动、沉积作用、岩浆活动、变质作用、地震活动的重要场所，又是极为有利的成矿地带。总之，板块构造学说体现了以下三方面的思想：

一是板块构造学说的活动论思想，板块构造学说主张地壳运动以水平运动为主导；二是板块相互作用思想，板块之间不断进行着各种形式的相互作用，并造成了板块之间的复杂多样的、强烈的各种地质作用和地质现象；三是板块发展思想，板块在其相互作用中又是发展和变化的。板块有产生、发展和消亡的历史。

§12.1.2　板块划分（plate subdivision program）

1968 年，勒皮雄(Le Pichon）编制出计算机程序，将 Lamont-Doherty 地质研究所的大量地球物理资料进行处理，将全球划分为六大板块（图 145），并将板块运动的历史追溯到磁条带异常与地质资料所能够认识的过去。全球六大板块分别是欧亚板块(Ⅰ)、美洲板块(Ⅳ)、非洲板块（Ⅱ)、南极洲板块（Ⅴ)、太平洋板块（Ⅵ）和印度洋板块(Ⅲ)。

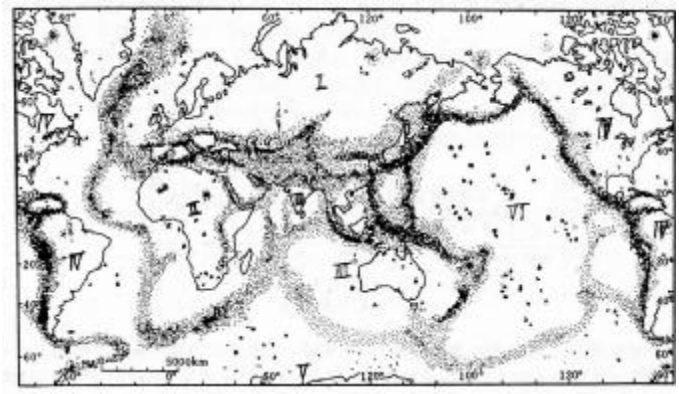

图 145　世界板块划分

Figure 145　Globe plate division

§12.1.3　板块边界类型（plate boundary styles）

一、拉张-增生板界或洋-洋板界（pullapart-secondary enlargement plate boundary）

在大洋中脊附近，由于异常上地幔的存在，使其上部的地壳抬升，处于构造拉张的状态，致使地壳减薄，洋脊中央地带形成地堑式的裂谷，并在一定时期，局部形成断裂引起岩浆的侵入和火山喷发，最终形成新的洋壳。

二、挤压-消减板界或陆-洋板界（squeezing-shortening plate boundary）

在大陆边缘的陆壳与洋壳接触带上，由于洋壳的扩张，引起陆壳与洋壳之间的相互挤压。由于洋壳的密度比陆壳密度大，其相互挤压的结果，并在重力的作用下，洋壳向陆壳下俯冲。当洋壳俯冲到一定深度后，由于地幔热的作用下不断融化、消失。

贝尼奥夫带是俯冲板界上的重要标志。由于洋壳在挤压、俯冲过程中与陆壳之间产生的摩擦，从而导致了广泛的地震活动。这些地震的震源深度从浅到深都有，根据贝尼奥夫对西太平洋大陆边缘地震震源的研究，基本上分布于向大陆倾斜的面上，这一倾斜面实际上就是洋壳向陆壳下俯冲界面。

三、剪切-转换板界或转换断层（shear-conversion plate boundary or transform fault）

洋脊在其延伸方向上并不连贯，它们是由一系列横向的所谓转换断层相互连结起来的，转换断层构成第三种板界类型。

与一般的平移断层不同，转换断层活动方式由洋脊扩张产生，断层活动分为三个区段。

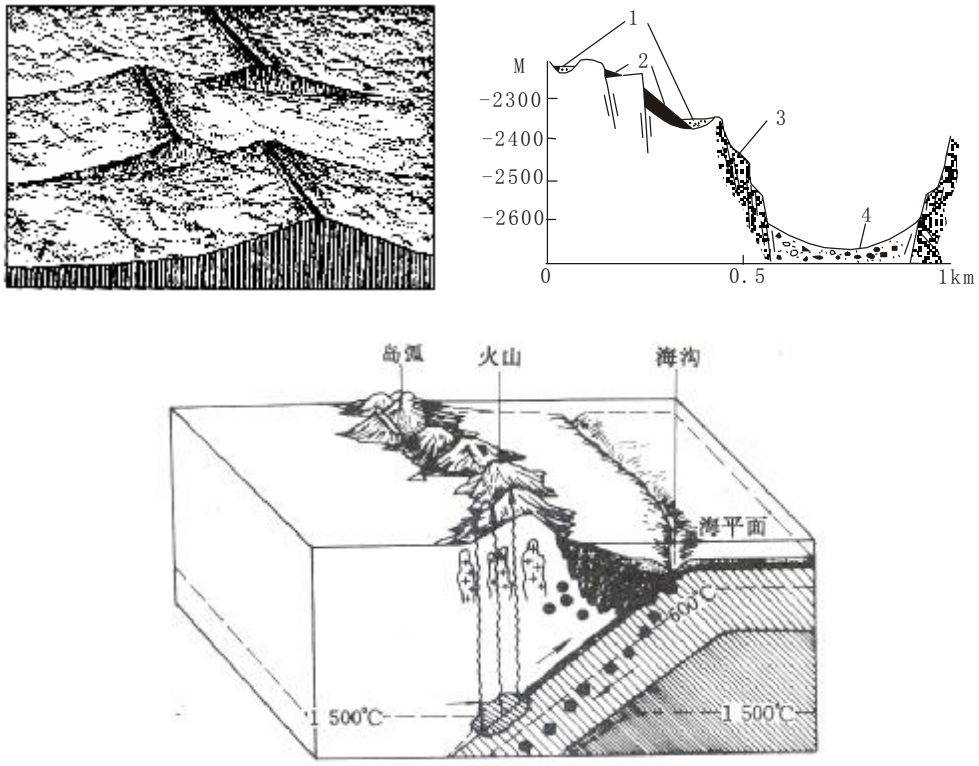

图 146　三种板块边界类型（据 H.W.Menard，1969）

Figure 146　Three plate boundary types

由上述岩石层板块大地构造可以得到如下推论:(1)板块的边界是地球表面地震和火山的活动带，包括洋脊裂谷、海沟和转换断层；(2)板块的离散边界为洋脊裂谷，是海底扩张和新岩石层增生的部位。由软流层中对流所产生的拉张作用，使下地幔中的高温高压物质溢出地表，形成新的岩石层，造成浅源地震，并将老岩石层向两侧作水平推移，造成海底扩张；(3)板块的聚敛边界为海沟，与岛弧和弧后盆地共生。(4)板块的滑动边界为转换断层。这里既没有新岩石层的增生，也没有老岩石层的消亡，而是不同板块的相互错动，并伴随有地震活动。

§12.2 海底扩张

§12.2.1 大洋中脊（mid-ocean ridge）

大洋中脊(mid-ocean ridge)是通过海底声纳探测发现的，分布于太平洋、印度洋和大西洋海底，全长达 65000km，高 2 至 3km，是目前固体地球中最长的一条山脉。在洋脊的两侧

还分布有一系列的平行于洋脊的突出地形。

洋脊的中部为深的谷地，缺少深海沉积物，海底打捞发现洋脊中有许多的枕状玄武岩。

§ 12.2.2 中脊两侧对称的地磁异常条带（symmetry magnetic anomaly band intermediate ridge bilateral）

地磁测量发现，在洋脊附近存在对称的地磁异常条带。地磁场强弱变化呈平行于脊轴方向的对称的带状分布。

美国地质学家凡因-马修斯认为，磁异常条带是由海底扩张（图 147）产生的。

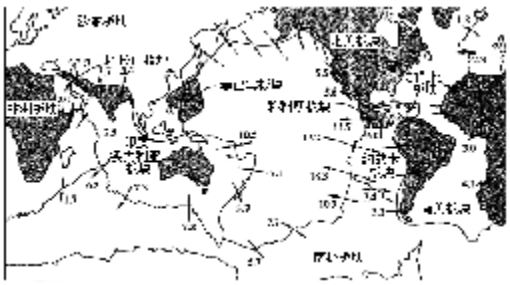

图 147　海底扩张示意图

Figure 147 Sketch map of sea floor spreading

首先，地磁场在地球历史上存在强弱变化，尤其是地磁极的变化，称为地磁倒转。地球磁轴与地球自转轴大体上保持着一致的方向，而各个大陆所对应的地磁极，在不同时期有着不同的位置，从而说明各个大陆是有迁移的。这是因为地磁变化会被从地幔上升并挤入到洋壳中的岩浆岩中的磁性矿物记录下来。当洋脊再次扩张时，先期的增生洋壳被后来形成的新洋壳分割开，向大陆边缘方向转移，从而形成地磁条带。

§ 12.2.3 洋底岩石年龄分布（rock age distribution in ocean bed）

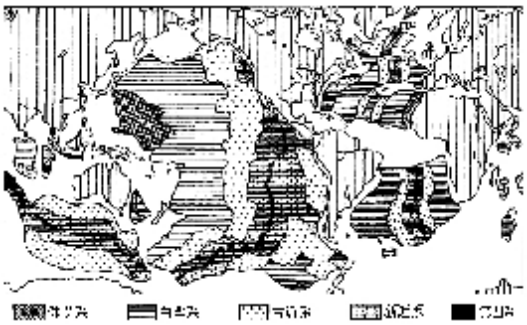

图 148　北太平洋洋底岩石年龄分布（据 W.C. Pitman，1994）

Figure 148　Rock age distribution in north pacific ocean bed

大洋底岩石年龄调查显示，自洋脊向海沟方向，岩石年龄由小变大，这进一步证实了海

底扩张的观点，是海底扩张（sea floor spreading）的直接证据。

根据对太平洋海底岩石年龄（图 148）调查结果表明，最老的岩石不超过距今 2 亿年的侏罗纪，而大洋水的年龄则比大洋底沉积的年龄大的多。科学家推断，大洋壳演化的周期约为 2 亿年左右。

§12.3 大陆漂移

§12.3.1 大陆边缘(continental margin)

在对全球大陆边缘研究发现，在洋壳与陆壳相互作用中，并不都出现洋壳的俯冲-消减活动。同时也存在不俯冲的情形。我们常把具有洋壳俯冲—消减的大陆边缘称为主动型大陆边缘，把没有洋壳俯冲-消减的大陆边缘称为被动型大陆边缘。两种大陆边缘由于洋壳的不同行为形成了各具特点的构造地貌形式。概括起来，大陆边缘包括以下三种：

一、大西洋型（atlantic ocean forma）

大西洋型大陆边缘属于被动型大陆边缘，洋壳与陆壳之间以相互间的挤压为基本特征。此种大陆边缘在构造地貌上，表现为宽的陆架，巨厚的陆麓堆积，无深海沟出现。

二、东太平洋型（eastern pacific ocean forma）

东太平洋型大陆边缘属于主动型大陆边缘，存在洋壳向陆壳下的俯冲-消减活动。在大陆边缘的构造地貌上，存在深的海沟，发育挤压构造山系。由于洋壳俯冲产生的深成作用，形成了大量的火山喷发及拉张、断陷盆地。

三、西太平洋型（western pacific ocean forma）

西太平洋型大陆边缘属于主动型大陆边缘，存在洋壳向陆壳下的俯冲-消减活动。大陆边缘构造地貌上，呈现（海）沟—(岛)弧—(弧后)盆（地）组合型式。

§12.3.2 大陆漂移（continental drift）

1915 年，奥地利气象学家魏格纳明确提出大陆漂移的概念，大陆漂移说认为大陆之间存在着相对运动，而且运动在水平方向上是规模巨大的。表现为：(1)石炭纪的成煤期，世界上只有一个超级大陆(Pangea)，它由轻质的刚性硅铝层组成，漂浮于重质的硅镁层之上；(2)侏罗纪的恐龙时期，泛古陆解体，开始离析出南极洲、澳大利亚、非洲；(3)白垩纪(100Ma)非洲与南美东西分离；(4)冰期之初(1Ma)，斯堪地那维亚、格陵兰、加拿大开始裂解，呈现出今日的大陆与大洋的位置。

一、大陆飘移的板块机制（plate mechanism continental drift）

板块运动引起大陆之间的相互移动。由于洋壳的不断扩张，推动两侧的陆板块相互分离。由于洋壳的俯冲-消减大于洋壳的扩张速度，大洋萎缩，相邻大陆便相互靠近。

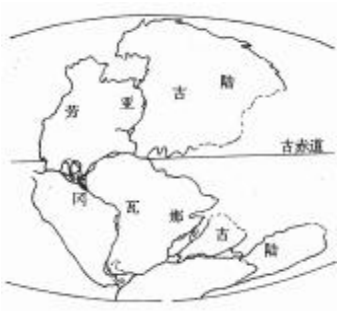

图 149 劳亚古陆与冈瓦那古陆

Figure 149 Laurasia and Gondwana

二、大陆漂移基本图像（basic picture of continental drift）

大约在 2 亿年前的晚古生代末，全球的各个大陆相互连结在一起，形成了统一的联合古大陆，周围被泛大洋包围着，这个泛大洋就是古太平洋。现在的北方大陆联合在一起（不包括印度次大陆），形成了劳亚古陆（图 149）；现在南方的各个大陆（包括印度次大陆）联合组成冈瓦纳古陆。南、北大陆之间有一个狭长的海域，叫特提斯洋（古地中海）。

巍格纳曾对大陆进行了几何上的拼接（图 150），并对相邻大陆之间在地质构造、古生物面貌等方面的连续一致性进行了研究对比。在对晚古生代南方大陆古冰川研究发现，印度次大陆及其它南方大陆上均存在可以拼接的统一的古大陆冰盖活动形成的冰川遗痕。

印支运动导致了全球构造进入了一个崭新的历史时期，这就是联合古大陆的分裂、漂移。

首先是北大西洋开始出现，接着是南大西洋产生。

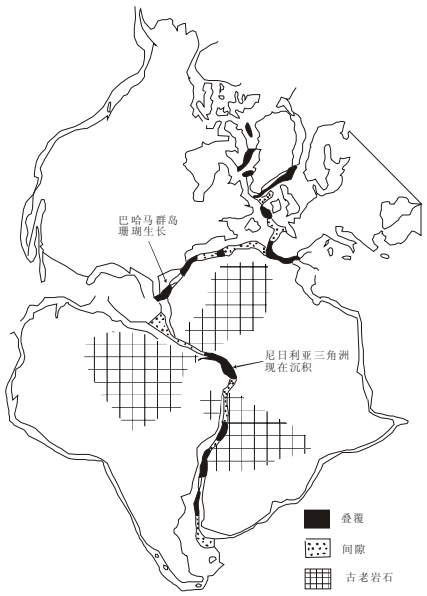

图 150 大西洋两岸大陆的几何拼合

Figure 150 Geometry joggling of Atlantic side banks continent

在对北美大陆和欧亚大陆同一阶段的古地磁磁极的研究发现，由两个大陆推导出来的同时期的古地磁极并不重合在一起，这说明它们之间发生过位置上的移动。古地磁极移曲线表现为，距今越久远，曲线的间距越大，这说明自中生代以来，伴随着大西洋的形成和发展，北美大陆和欧亚大陆不断分离漂移开来。与此同时，非洲与南极洲，印度次大陆与澳大利亚之间也开始分裂，出现了古印度洋。随着印度板块向北漂移和印度洋的不断扩大，古特提斯

洋不断萎缩。第三纪初，伴随着新阿尔卑斯-喜马拉雅构造运动，特提斯洋最终消失，形成了横亘于欧亚大陆的近东西向巨大的构造山地。横亘于欧亚大陆的近东西向巨大的构造山地。

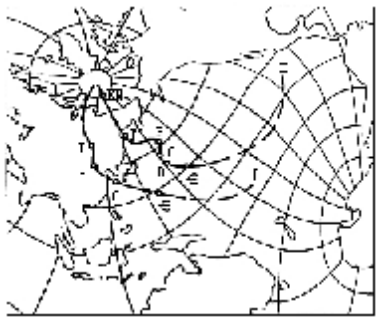

图 151 北美与欧洲 5 亿年来视极移轨迹

Figure 151 Appearent polar wander contrail of muskey and Europe since five hundred millions

三、特提斯洋的消失及青藏高原的隆升

由于印度板块向欧亚板块的俯冲、消减，造成了古特提斯洋的消失，但板块之间的相互作用并未停止。

进入第四纪以来，由于印度板块向欧亚板块下的俯冲活动，使喜马拉雅及青藏地区的地壳迅速上升。抬升幅度至少在 2500m 以上。在阶段性上升中，与外力相互作用，在青藏地区形成了两级夷平面：一是海拔 4000m 左右的较老平坦面，也是现今的高原面及高原周边的山顶面；二是海拔 6000m 左右高原上的山顶面，属于老夷平面。伴随青藏高原的抬升，东部地区强烈下陷，形成了西高东低的阶梯状地势。

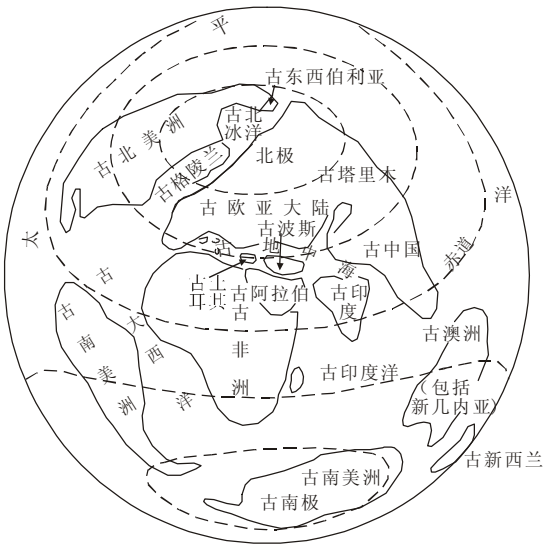

图 152 大陆漂移的基本图像

Figure 152 Basic picture of continental drift

喜马拉雅山地和青藏高原的隆升对中国大陆、东亚，乃至全球的都产生极为深刻的影响。在

地势上，它构成了世界的第三极点；改变了东亚的行星风系，促进了东亚大陆季风气候的形成；喜马拉雅山脉阻挡了印度洋暖湿气流北上，以及中国西高东低阶梯状地势的存在，太平洋暖湿气流在向西移动过程中被迫抬升，形成中国东部较多的降雨，以上两个方面的因素加剧了中国西部的干旱。

阅读材料

关于大地构造的几种学说

一、板块构造学说（plate tectonics）

板块构造学说是现代最引人注目的全球性构造理论。它是在大陆漂移、海底扩张等学说的基础上继承、发展而来的学说。

（一）大陆漂移说（continental drift theory）

本世纪初，德国的魏格纳（A. Wegener）根据被大洋隔开的两边陆地的轮廓、地层、构造、古生物、古气候和冰川等各种现象和特点的相似性、相关性和连续性，提出了轰动一时的大陆漂移说。他认为，在中生代以前，地球上只有一块联合古陆（即泛大陆），海洋也只有一个泛大洋。后来在地球自转的离心力和天体引潮力的作用下，联合古陆开始被分离。由较轻的硅铝层组成的陆块，像冰块浮于水面一样，在较重的硅镁层（洋壳）上漂移，逐渐形成了现有的海陆分布轮廓。这一假说与当时盛行的地壳水平位置固定不变而只有升降运动的观点是针锋相对的。因而激起了“漂移”与“反漂移”的热烈争论。由于漂移说当时还缺乏洋底地壳性质的了解，对驱动力的解释也不够有说服力，存在一定的缺陷。结果在反对者的强攻之下被冷落下来了，后来只有少数人还在继续研究。直到五十年代以后，由于各种资料尤其是海洋地质和地球物理方面的资料更丰富了，大陆漂移说才又被人们重视起来，并得到了新的发展。

使大陆漂移说重新抬头的重要原因是从古地磁的研究中得到有力的证据。古地磁的特性表明：岩石，尤其是岩浆岩，形成时都按地磁场的方向被磁化，并具有稳定的不受后来位置变动影响的剩余磁性。据此，便可测出不同地质时期和不同地区岩石形成时的磁纬度和地磁极。测定的结果发现，各大陆岩石的古地磁极与现在的地磁极位置发生了明显的相对变动，而且各大陆有不同的磁极变化轨迹。这就是说，不是地磁极和地轴发生了明显的位移就是大陆发生了漂移，二者必居其一。事实上，前者的变动是相当微小的，主要是被磁化了的岩石和大陆一起后来发生了显著的位移。古地磁极的移动轨迹对于古大陆的复原提供了重要的证据。最近，迪茨（R. S. Dietz）和侯尔登（J. C. Holden）根据新资料编绘出一套新的大陆漂移图。

既然各大陆是从联合古陆分离出来的，那么它们的轮廓是可以拼合的。魏格纳的假说就是在这种现象启发下提出来的。最近，布拉德（E. C. Bullard）等人应用电子计算机技术成功地完成了大西洋两侧陆块

的拼接。后来也发现南半球各大陆也能很好地吻合。这种现象决不像反漂移论者所说的是“偶然性的”，而是大陆确曾漂移而造成的。

（二）海底扩张说（sea floor spreading）

自第二次世界大战以来，对洋底大规模的考察中发现，洋底岩石的年龄相当年轻，洋底沉积层也很薄；而且发现了环绕全球的高热流的大洋中脊和裂谷体系等新情况。在六十年代初，赫斯（H. Hess）和迪茨在大陆漂移说和地幔对流说的基础上，根据洋底的新资料提出了有名的海底扩张说。该学说认为，大洋中脊和裂谷体系正是地幔物质上升的涌出口，涌出的岩浆冷凝成新的洋底，由于不断涌出和冷凝，结果便导致洋底向两侧不断扩张。但海底扩张说与过去的地球膨胀说不同之处是，较早形成的洋底，当其远离中脊被推至海沟处时，便沿一斜面向下潜入地幔中，于是造成地幔物质的循环。故地球总的体积基本上保持恒定，而洋底则在不断更新。

据研究，海底扩张的速度每年约数厘米，在 $1\text{-}2\times10^8$ 年的时间内扩张的幅度便可达几千公里，整个洋底便可更换一次，完成一次对流周期。所以，洋底没有发现侏罗纪以前（$>1.9\times10^8$a）的岩石，沉积层的厚度也很薄。

海底扩张的原动力主要来自地幔物质的对流。所谓大陆漂移也正是由于海底扩张引起的。这种解释与魏格纳的也有所不同，即软流圈的物质对流是作用于岩石圈的下部，使洋底发生更新；而岩石圈下部的移运带动了上层大陆地壳的漂移。所以大陆不是独立、主动地漂移，而是被洋壳载运着在地幔对流体上移动。

大陆和大洋移动的假说近来得到愈来愈多的精确证据。例如，通过古地磁的测定，发现洋底地磁正向和反向的磁极异常带是沿大洋中脊向两侧呈对称分布的。用与同位素定年法相结合所推算出的地磁倒转年代表的鉴定，它们的年龄也相应呈对称变化的。根据洋底某一地点的年龄及其与大洋中脊的距离，便可得出该地点洋底扩张的速度。图 2-34 就是根据这些古地磁资料编制而成的洋底年龄图，其实也是一幅简化的洋底地史图。此外，还通过海底钻探、深潜作业、地震和重力等测量所得的资料，也为海底扩张说提供了许多其他证据。通过这些资料还可以看出，环绕全球的大洋中脊和裂谷被一系列的横向断裂分为一段一段，中脊峰顶在断裂带两边也被错开一定的距离。但这种断层性质不同于一般的平推断层而称为转换断层，因断层面两侧错动的距离受大洋中脊轴的控制而保持一定的限度，相互错动仅发生于中脊轴之间（箭头相逆处），外侧并未错动（箭头相同），错动的方向与平推断层的错动方向刚好相反。它是由于洋底从中脊轴部向两侧扩张而引起的相对运动。

（三）板块构造说（plate tectonics）

六十年代后期，有一批学者在新资料新观点的基础上进行了总结，并提出岩石圈板块构造学说（简称板块构造说）。它把海底扩张、大陆漂移、地震与火山活动、山脉的形成等许多地质现象，纳入一个比较

符合逻辑的理论体系之中，用统一的动力学模式来解释全球性的构造运动的过程及其相互关系。它对地球科学的发展起到巨大的推动作用。

板块学说认为，地球的岩石圈不是整体一块的，而是被一些构造活动带如大洋中脊和裂谷、海沟、转换断层等分割成相互独立的构造单元。这些构造单元或岩石圈的块体，称为板块。板块内部是比较稳定的区域，各板块之间的接合处则是相对活动的地带。目前认为，对全球构造的基本格局起控制作用的有六大板块：太平洋板块，亚欧板块，美洲板块，非洲板块，大洋洲（或印度洋）板块和南极洲板块。这个划分方案是由勒皮松（X.Lepichon）等人提出的（1968）。当然，除六大板块外还可划分出许多较小的板块。

板块构造的内容和特点主要表现在其边界上。已知的板块构造边界有三种类型：

1.扩张（或增生）型边界。它是新地壳增生的地方，喷出物多为玄武岩；以张应力产生的正断层和节理为主；地震的震源较浅，烈度也不大。如美洲板块与非洲板块之间的边界等。

2.俯冲（或汇聚）型边界。它见于两个板块相汇聚、消减的地方。它们又可分为两种：1）岛弧海沟型边界，即质量较重的大洋地壳俯冲到较轻的大陆地壳之下，并在重返地幔中而消亡；俯冲的这边皆为深长的海沟，被挤压抬升的一边则形成岛弧和海岸山脉；这一带多火山（以安山岩喷出物为主）和地震（浅至深源地震，烈度大而频繁），以及出现超深断裂及叠瓦式逆掩构造。如太平洋板块与亚欧板块之间的边界。2）地缝合线型边界，当两个上覆大陆地壳的板块汇聚时，最后在原弧沟系中发生碰撞，由于两边陆壳的轻重彼此相当，于是产生大规模的水平挤压，褶皱成巨大的山系。这种边界的范围很宽而且界限不明显；强烈地震多，分布亦广；板块拼缩的速度较前者小（前者每年约缩减 5cm 以上，后者多在 5cm 以内）。如印度洋板块与亚欧板块之间的边界——喜马拉雅山系。

3.转换断层（或次生）型边界。这类边界中物质既不大量增生也不发生减少，而只是由于前两类边界的活动导致板块间的其他部分作剪切向水平错动成为板块的分界。它仅见于大洋地壳中，以浅震为主，亦有少量玄武岩喷出。

另外，在三个板块相邻接的地点，称为板块的三联接合点。这个点可随板块的运动而位移。若其中一个大的活动的板块及其边界条件与应力场不相适应时，将会导致板块边界的全球性大调整。

现代的构造活动大多发生在这种定义的板块边界上，目前还可粗略地测定各板块移动的速度和方向，并可合理地解释各种大地构造现象和其他许多特征，如地磁、地震、火山、地热、岩浆活动、洋底地形、大洋的成因和年龄、大陆漂移，等等。所以，这学说比其他学说更全面。

这一学说认为，驱动板块活动的机制主要是由于地幔物质的对流。地幔上升流导致板块分离，下降流引起板块的汇聚。关于地幔对流的形式，有人认为以热对流为主，也有人认为是重力对流，或两者同时起作用。对流的规模亦有不同的看法。最近有人根据重力异常和火山的性质与分布，提出了地幔柱和热点的概念（即呈“点”状分布的圆柱状的地球深部的上升流），并认为它也可引起板块的活动，或与地幔对流

同时起作用。此外，也有人注意到，不少大洋中脊的走向与横断中脊的转换断层呈有规则的相交，岛弧海沟也多向东凸出，这些现象可能与地球的自转运动有关，因而提出了板块运动中存在扩张极的问题。但这一看法如何与上述的对流机制协调起来，尚待进一步的研究。

总之，关于板块运动的驱动力问题目前尚未圆满解决，有待深入研究。但是这一学说的基本原理，即板块存在大规模的水平运动，板块可以增生也可以消减的论点，却得到愈来愈多的证实，充满着强大的活力。

二、地槽-地台说和地洼说（geosyncline-platform theory and tectonics of diwa）

地槽-地台说是最早的有关地史的传统学说，它曾为大地构造学说奠定过基础。它主要从地壳运动的历史观点出发，按地壳的物质组成和建造及其表现形式划分大地构造单元（主要是大陆部分），故又称为地史学派。它的基本的论点是：地壳运动主要受垂直运动所控制，地壳此升彼降造成所谓振荡运动，而水平运动则是派生的或次要的（以 B·B·别洛乌索夫为代表）、槽台说认为，驱动力主要是地球物质的重力分异作用。物质上升造成隆起，而下降则造成凹陷。主要的构造单元有地槽和地台两类，并认为地台是由地槽演化而来的。

地槽区是地壳活动强烈的地带，在地表呈长条状分布；具有升降速度快和幅度大，接受巨厚的沉积并有复杂的岩相变化，褶皱强烈，岩浆活动频繁等特点。地槽的发展大致分为两阶段：初期以不匀速的下沉为主，地势起伏很大，接受巨厚的沉积，并有基性岩浆活动，沉积物以陆源碎屑为主，随着下沉的幅度增大，沉积物也由粗变细，乃至出现碳酸盐类沉积。后期，地槽受强烈挤压抬升，沉积物由细变粗，并产生强烈的褶皱和断裂，同时出现中、酸性岩浆活动和变质作用，最后形成突起的褶皱带（造山带）。如喜马拉雅地槽、昆仑地槽、秦岭地槽等。地槽经过强烈的降升运动之后，活动性减弱，并受长期的剥蚀夷平，此后逐渐转化成为地台。

地台区是地壳较稳定的区域，升降运动的速度和幅度都较小，构造变动和岩浆活动也较弱。由于其前身是由地槽转化而来的，故下部为紧密褶皱和变质的基底；上部沉积了较薄的盖层，常形成宽阔的褶皱，构造形态和地势起伏较地槽区简单。若地台区的沉积盖层被剥蚀而露出古老的褶皱基底时，则称为地盾。地台的例子如中朝地台，俄罗斯地台，加拿大地盾等。

地槽和地台也有规模大小和等级的差异。另外在地台与地槽之间具有过渡性质的地区，常又分出另一种构造单元，称为山前拗陷或边缘拗陷带。

在地壳发展历史中，构造运动具有强弱交替的周期性和阶段性。在稳定期，地壳运动较和缓，主要表现为缓慢的升降和引起海陆变迁。在活动期，地壳的构造运动和岩浆活动等都较频繁，主要表现为强烈的褶皱和隆起，形成巨大的山系，故有人称它为造山运动。地壳运动的周期性决定了地壳发展历史具有阶段性。因此从地史的观点出发，把地球上曾经发生过的比较强烈和影响范围较广的构造运动分为若干阶段，

称为构造运动期或造山运动幂。如加里东运动期、海西运动期、燕山运动期、喜马拉雅运动期等。由于地壳运动发展的阶段性，可引起地壳的组成、结构和构造以及古地理环境的一系列的发展和变化。

这一学说的理论基础主要是根据大陆上的资料得来的，极少涉及现代海洋的构造和演变情况，故具有一定局限性。地槽转化为地台一说也不够全面。大量资料表明，地台区也不是固定不变的，只是相对稳定的一种构造单元。因此，地台和地槽都不是地壳发展的最后形式，彼此可以转化。如我国东南部，地台区的特征已不断消失，活动性已逐渐增加，有向新阶段转化的趋势。据此，陈国达（1956）认为，地壳构造除地槽与地台外，还存在一个新的构造单元——地洼区（原称活化区）。这观点现已发展为一个新的分支——地洼学说。

地洼说认为，在地壳发展过程中，活动区和稳定区可以相互转化，不仅地槽区可以转化为地台区，地台区也可以转化为地洼区，这种转化绝不是简单的重复，而是由简单到复杂、低级到高级的螺旋式的向前发展。地洼本身也不是地壳发展的最后形式和阶段，更可能转化为别的更新的构造单元。当然，地壳发展是不均衡的，各地区、各阶段的情况是有差别的。地洼说的出现使传统的大地构造理论增加了新的内容。

三、地质力学学说（geomechanics theory）

地质学家李四光从地质力学的观点研究了地壳运动和大地构造的问题，建立了一个新学派。他认为，全球地质构造的展布不是乱杂无章的，而具有一定的方向和方位。这是在地壳运动的一定动力方式作用下，形成了相应形式的构造应力场的结果，从而产生出一定方向和方位的构造体系。

构造体系是地质力学的基本概念。它是指“许多不同形态、不同性质、不同等级和不同次序，但具有成生联系的各项结构要素所组成的构造带以及它们之间所夹的岩块或地块组合而成的总体”（李四光）。构造体系可划分为三种基本类型（型式）：纬向构造体系，经向构造体系，扭动构造体系。

1.纬向构造体系。它们的主体走向是沿纬线方向延伸的，构造上是剧烈的挤压带，在大陆上往往表现为东西向的隆起山脉。它们规模较大，常各自出现在一定的纬度上。如我国的天山-阴山构造带，昆仑-秦岭构造带，南岭构造带。这是因为地球自转所产生的离心力，使地壳物质发生由极地向赤道方向的运动，从而形成南北向的挤压力与压性构造带。

2.经向构造体系。它们是南北向的强烈构造带，这种构造体系可能是由于大陆相对于大洋作自东向西运动的结果。按其性质可分二类：一为巨大的张裂带，如东非裂谷；一为大的压性构造带，如我国的川滇南北向构造带，在地貌上为横断山脉。

3.扭动构造体系。这是地壳表面大量存在的构造型式，可分多种类型，如山字型、多字型、歹字型、帚状、S 型、棋盘式等等构造型。总之，它们是受某种扭动力的作用而造成的，规模大小不等，复杂程度不同，主要反映了区域性构造运动的方式。如我国西北的祁-吕-贺山字型构造是由西翼的祁连山、东翼的吕梁山和中间脊柱的贺兰山组构而成的一个体系。我国东部至太平洋西岸是个大型的多字型构造体系，其主

体是由一系列北北东走向的大致相互平行的隆起带和沉降带组成，其间又受若干条东西向复杂构造带的分隔。它对我国东部地貌的形成与分布影响甚大。

这一学说认为，地球自转及其角速度的变化所引起的地壳水平运动，是推动地壳构造变化的主导因素。地球是个旋转的天体，地壳运动是地球运动的一部分；地质构造是地壳构造运动的产物。所以，地壳运动是地球内部和外部矛盾的许多方面相互斗争的反映。地球内部物质能量的各种变化，都是引起地球自转角速度发生变化的重要因素。此外，还有来自其他天体的影响，如引潮力。实际资料证明，地球自转角速度是有变化的。一般认为，地球的重力所要求的地球内部物质的移动，倾向于使地壳各部分力求达到平衡（重力补偿作用）；而地球自转离心力及转速变化所产生的力，则倾向于破坏这种平衡。正是由于这种矛盾，使地壳产生了这样或那样的构造运动。如果地球自转速度一旦加快，便可引起地壳大规模的水平运动。但自转速度不能无限地快下去，因为它将受地壳移动产生的阻滞力、岩浆的侵入和喷出以及天体引潮力等诸因素的影响而得到自动调节与控制，从而使地球的自转速度又逐渐变慢下来。随之，密度较大的物质因重力作用又渐向深部移动，使地球质量又趋于集中，从此又孕育着新的转速加快的可能性。这种因地球自转速度时快时慢从而引起地壳有张有弛的运动，便是地质力学的基本观点。它与魏格纳的解释有类似之处。这种作用能否引起大规模的地壳运动？它在整个地壳运动驱动力中起主导还是辅助的作用？这些都是有争议的问题。

综上所述，各学派的基本观点及划分大地构造单元的方法和结果都不同。因为对同一事物或问题可以从不同的角度和不同的方法进行考察。但除了差异之外，其中必有一定的相互联系，可相互补充。

自 1859 年霍尔创立地槽说以来，对地壳的认识曾起积极的作用，但随着时间的推移，许多问题用这一学说便不能解释了。现代科学的发展，可能给地槽这个概念以新的内容。比如，过去认为地槽是大陆中间的槽型拗陷，实际上它是位于板块的边缘。海沟就是现代的地槽，那里发现了典型的地槽型沉积——混杂堆积。这种成因、年代和成分复杂的混杂岩层，在许多老地槽中都有发现，过去对其成因一直无法进行解释。现在认为它是由于板块向海沟俯冲时相互碰撞和剥落而产生的。对地槽转变为褶皱山脉的过程，板块说比地槽说能作出更加合理的解释。R. S. 迪茨认为，对于地槽旋回是由板块构造所控制的这一观点，也可为地槽变化这个老问题提供新的答案。可见，地槽与板块并不是互不相干的概念。

在板块构造说和地质力学说中都提到地壳的水平运动具有一定的方向性。从板块间的洋脊轴与转换断层之间的几何关系来看，它们在球面上的展布都有一定的经、纬向规则，并提出了扩张极和扩张轴的问题，而在大型的构造体系中也有经向和纬向的关系问题。两者在这方面反映出来的一致性决不是偶然的。它表明地壳水平运动与地球自转运动之间必然存在某种相互关系。

地洼说与板块说之间也存在密切的联系。它们主要表现在时间上的一致性和空间上的联系性方面。如板块的活动和地台的活化或地洼的形成都是从侏罗纪开始的，而且彼此的发展阶段可相吻合。又如中国南

部地洼区，在越靠近亚欧板块与太平洋板块之间或与印度洋板块之间的汇聚边界上，其活化强度愈大，并造成了这个地区地洼成矿的明显带状分布，而且控制地洼成矿的断裂带，大都相当于各级板块间的地缝合线上。此外，两者均认为引起活动的原因（动力）皆来自地球内部（主要是上地幔软流层）物质的运动。从上可见，各学派之间可相互促进、相互补充，为建立统一的大地构造理论体系提供了可能性。

思 考 题

1. 地球上 2-3 亿年前曾经存在一个联合古陆，有什么证据？
2. 地球上现在有哪几个板块？板块边界有那些类型？
3. 大陆漂移说的主要内容、主要证据和主要面临的问题？
4. 板块构造的基本原则和存在的主要问题？
5. 板块构造学说近年来取得了哪些主要进展？
6. 板块运动与地质构造、火山活动、地震灾害的关系？
7. 试分析地球表面形态与板块构造的关系.
8. 环太平洋火山带及地震带与哪种类型的板块运动有关？该带的火山岩主要是什么类型，为什么？

参 考 文 献

1. 刘光鼎. 20 世纪地球科学的发展. 地球物理学进展，2000，2：1~6.
2. 宋春青，张振春编著. 地质学基础(第三版). 北京：高等教育出版社，1996.
3. 刘本培，蔡运龙主编. 地球科学导论. 北京:高等教育出版社，2000.