

# 一、地球科学

## 我们的家园——地球

地球是我们人类的故乡，是太阳家族中一颗蔚蓝色的行星。你可能了解了一些地球的知识，但我们这里要介绍的内容是把地球作为一个普通的行星，放在行星队伍中进行比较，看看它作为天体的特征。

首先，地球是我们观察天体和认识宇宙的基地，地球的所有物理量都是我们衡量其他行星的尺子。比如，我们说水星公转周期是 88 天，这里所指的“天”就是以地球自转定的天。冥王星绕太阳的公转周期是 248 年，这里的年也是以地球公转作为计量单位的。地球的运动被当作天文计时器。

说到地球的形状，你一定很熟悉。我们每天都可以看到中央电视台播放的地球形体。要知道，我们人类能看到自己所在星球的全貌，这还是近 30 多年的事。在此之前，人类还处于“不识庐山真面目”的状态。现在不仅知道地球是一个球体，还精确地测出地球形体的基本数据。地球赤道半径平均为 6378.139 公里，极半径平均为 6356.755 公里。两者相差 21 公里，地球的扁率为  $1/298.257$ 。也就是说，地球的赤道周长比两极方向的周长要长。同时，两极方向的半径也不是等长的。北极方向比正球体高出 18.9 米，南极方向比正球体凹进 25.8 米。地球的赤道也不是一个正圆，长半径比短半径长 215 米。

长轴方向在西经 35 度左右。由此可见，地球的形状不是一个正圆球体，精确地说，地球的形状是一个略扁的旋转椭球体。夸大点说，地球的形状类似鸭梨。当然，恐怕凭我们眼睛是看不出来的。

地球作为类地行星的样板，它的地貌结构是很重要的特征，地壳质量只占整个地球质量的 0.2% 左右。大陆地壳平均厚约 35 公里，已发现大陆最古老的岩石年龄为 38 亿年，平均密度为每立方厘米 2.7~2.8 克。大洋的地壳平均厚度约 7 公里（包括海水），大洋地壳岩石年龄不超过 2 亿年，平均密度为每立方厘米 3~3.1 克。大陆占整个地球表面 5.1 亿平方公里表面的 29%，海洋占 71%，可以说，地球是富水的行星。地球表面绝大部分都被茫茫的积水（海洋、河流和湖泊）和连绵不断的植被所覆盖。这是其他行星所无法比拟的。

类地行星的大气特征是多种多样的。地球大气层有 1000 多公里厚，90% 的大气质量都集中在距地面 15 公里之内。根据大气的物理性质，将地球大气从下向上分为对流层、平流层、中间层和电离层。地球大气的成分受地表生物的影响很大，氮占 78%，氧占 21%，还有其他少量的气体和水分。而水星所谓的大气主要受太阳风的作用，包含氢和氦的成分。金星和火星的大气成分主要是二氧化碳。

一般认为，行星上有适宜的温度、有合适的大气成分和比较丰富的水，这个行星上就很可能有生物圈存在。地球上到处是生机勃勃，气象万千。目前生存着大约 150 万种动物，30 多万种植物，形成一个以人类为主宰的大生物圈。这是其他行星所望尘莫及的。

## 地球的年龄

地球和我们的关系十分密切，它不仅孕育了人类，而且构成了人类的生存环境，向人类提供了各种资源和发展文明的物质基础。热爱它的人都称地球为人类的母亲。然而，人类对于地球母亲的了解却是太少太少了，不能作出确切的答复，对于人类来说，地球究竟高寿几何却是一个谜，一个许多人感兴趣的谜。

在科学并不发达的过去，犹太学者根据《圣经》的上帝创世说，推算出地球的历史不过 6000 年左右。而我国古人则推测：“自开辟至于获麟（指公元前 481 年），凡三百二十六万七千年。”

以上的推测虽然都认为天地自形成以来经历了一段漫长的年月，但是，对地球的起源及地球的年龄的推测不超过 2500 万年。

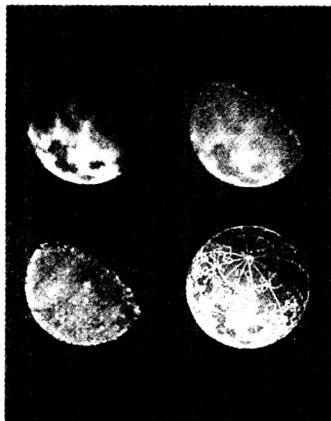
1862 年，英国著名物理学家汤姆森，根据地球形成时是一个炽热火球的设想，并考虑了热带岩石中的传导和地面散热的快慢，认为如果地球上没有其他热的来源，那么，地球从早期炽热状态冷却到现在这样，至少不会少于 2000 万年，最多不会多于 4 亿年。

汤姆森的推论引起了各种争论，莫衷一是。直到 20 世纪科学家发现了测定地球年龄的最佳方法——同位素地质测定法。科学家运用这种方法测定出岩石中某种现存放射性元素的含量，以及测出经蜕变分裂出来的元素的含量，再根据相应元素放射性蜕变关系，就可以计算出岩石的年龄。迄今，科学家

找到的最古老的岩石，它有 38 亿岁。然而，也有人认为，38 亿岁的岩石是地球冷却下来形成坚硬地壳后保存下来的，它并不等于地壳的年龄。

那么地球的年龄又是多大呢？20 世纪 60 年代以后，人们在广泛测量和分析那些以流星形式坠落地球的陨石年龄以后，发现大多数陨石在 44~46 亿年。60 年代末，美国阿波罗探月飞行，测取月球表面岩石的年龄也在 44~46 亿年。因此，在我们今天的教科书上，或一些科普读物上，都将地球的年龄定为 46 亿岁。

然而，对于地球 46 亿岁的结论还有许多争论。有人提出疑问，认为这个数据是基于地球、月球和陨石是由同一星云、



经历 46 亿年的岁月，地球依然生机盎然

获得 76 亿年的年龄值。

然而，众多的结论都是依靠间接证据推测出的。人们至今

同一时间演变而来的前提下，而这一前提还是一个有争议的假设。另外，认为放射性元素的蜕变率是不随时间、环境等条件的变化而变化的假设也未必正确。

也有人主张地球可能有更大的年龄值。如我国地质学家李四光，认为地球大概在 60 亿年前开始形成，至 45 亿年前才成为一个地质实体。

前苏联学者施密特根根据他的“俘获说”，从尘埃、陨石积成为地球的角度进行计算，结果

也未在地球上找到它本身的超过 40 亿年以上的岩石，因此，地球高寿几何，还有待于作更深入的研究。46 亿年这个数字，只是进一步研究的起点。

## 地球的形状

作为圆球形体的地球被发现了。但它是怎样的球形体？当时人们还是不清楚。有人说地球应该是个滚瓜溜圆的正球体，因为圆是最完美的形态。有人说地球应该是鸡蛋一样的长球体，两极处凸起，因为蛋是一切生命之源。而英国科学家牛顿则根据他的力学观点，断定地球是一个两极较扁、腰部凸出的球体。

牛顿的论断是由一次偶然发现引发的。1672 年，法国的一位天文工作者到南美洲圭亚那（西经  $52.5^{\circ}$ ，北纬  $5^{\circ}$ ）做天文观测，发现从法国巴黎（东经  $2.2^{\circ}$ ，北纬  $48.8^{\circ}$ ）带来的一架最准确的摆钟走慢了。开始，他还以为是摆钟出了毛病，但后来，当他回到巴黎后，这架摆钟却又恢复了正常，经检查，摆钟没有任何毛病。既然不是摆钟本身的毛病，那为什么会出现这种情况呢？

牛顿认为，地球自转产生惯性离心力，越靠近赤道，则惯性离心力也就越大，地球物质便有向赤道部分移动的趋势。正像我们转动伞柄，伞就会自动张开那样。结果，地球就形成赤道部分向外凸出的椭球体。正因为地球是这样的椭球体，赤道附近的圭亚那比北纬  $48.8^{\circ}$  的巴黎距离地球中心较远，这样，摆钟被带到圭亚那后，它所受的重力减小了，摆钟的摆动周期便会延长，所以摆钟就走慢了。

这种见解很有道理，但它毕竟属于思辩性的推断，不能作为一种科学定论公之于众。为了证实这种结论的正确性，后来法国科学院派出两支测量队，分别到北极圈附近的瑞典拉普兰地区和赤道附近的秘鲁地区实测子午线（即经线）弧段的长度。其结果是，北极圈附近的一度子午线弧段较赤道附近的一度子午线弧段稍长。这就证明了牛顿的见解是正确的。事实上，赤道半径较两极半径长 21.5 公里。

规则的椭球体，其经线圈都是椭圆，而纬线圈都是正圆。但后来发现，地球不是规则的椭球体，即它的纬线圈和赤道并非正圆。赤道直径，在东经 15°到西经 165°方向为长轴，在东经 105°到西经 75°方向为短轴。但二者相差只有 430 米，这和地球半径相比是微不足道的。这样，通过地心到地表就有 3 根不等长的轴，所以人们又称地球是三轴椭球体。现在根据人造地球卫星测得的地球形状，是它的南北两半球也不对称。北半球较为瘦长，北极略高出理想椭球体 18.9 米；南半球较为胖短，南极略低于理想椭球体 25.8 米。地球又有点像“梨形”。不过，这个差异就更小，南北极两半径仅相差 40 余米。

因此，总的说来，地球是一个不太规则的椭球体，它什么也不像。人们根据它独特的形状，就叫它“地球体”。

## 地球的大小

自从有人相信大地是个圆球，关于它的大小，便是人们渴望知道的问题了。最早测量地球大小的是古希腊天文学家埃拉特色尼。当时，他居住在现今的埃及亚历山大港附近。在亚历山大港正南方有个地方叫塞恩，即今天的阿斯旺，两地基本上

在同一条子午线上。在两地之间，有一条通商大道，骆驼队来往不绝。两地的距离大约相当今天的 800 公里。塞恩有一口很深的枯井，夏至这一天正午，阳光可以直射井底，说明这一天正午太阳恰好在头顶上。可是同一天的正午，在亚历山大港，太阳却是偏南的。根据测量，知道阳光照射的方向和竖直木桩呈  $7.2^\circ$  的夹角。这个夹角，就是从亚历山大港到塞恩两地间子午线弧长所对应的圆心角。埃拉特色尼根据比例关系，轻而易举地计算出了地球的周长：

地球周长：800 公里 =  $360^\circ : 7.2^\circ$

计算结果，地球周长约为 40000 公里，这和我们今天所知道的数值极为接近。

埃拉特色尼的方法是正确的。至今，天文大地的测量工作，也还是根据这一原理进行的。不过，精确的测量不是靠太阳，而是靠某恒星的高度和方位来进行测量和推算的。

后来，又有人重做埃拉特色尼的实验，由于仪器精度不高所测得的结果为 28800 公里。但当时，人们迷信仪器的测量，相信这个与实际长度误差很大的数字。所以，一直到 15 世纪以前，西方人一直认为地球的周长只有 28800 公里。哥伦布采用的也是这个较小的数值。他错误地估计，只要向西航行几千公里就可以到达亚洲的东部。如果他当时知道了地球的真实大小也许就不会做那次冒险的航行了。

在近代大地的测量中，是利用恒星来测定地球某两地间子午线弧长的。只要精确测知一段子午线弧长，便会很容易地计算出地球的周长。这同埃拉特色尼的方法基本一致。

近年来，由人造地球卫星测得的地球大小更为精确。目前所采用的有关数值是：

地球赤道半径 ( a )	6378. 140 公里
地球极半径 ( b )	6356. 755 公里
地球扁率 ( $\frac{a-b}{a}$ )	1/298. 257
地球平均半径 R ( $\sqrt[3]{a^2b}$ )	6371. 004 公里
赤道周长 ( $2\pi a$ )	40075 公里
地球面积 ( $4\pi R^2$ )	510100934 平方公里
地球体积 ( $\frac{3}{4}\pi R^3$ )	10820 亿立方公里

认识地球的基本形状和大小，在生产和科学研究上具有重大的实际意义譬如，在大地测量中，高精度坐标系统的建立；在空间技术应用中，导弹和人造卫星飞行轨道的确定；在对地球内部结构和地球表面一些物理现象的认识，以及天体物理研究等方面，都必须掌握地球有关方面的各种精确数值方能进行。

## 地球的“体温”

人们常说，太阳带给我们光明和温暖。地球上的光明固然归功于太阳，但地球上的温暖却不都是由太阳那里得到的。地球和人一样，也有自己的“体温”。

我们都知道，由于阳光的照射，地表温度会随昼夜和季节而发生变化，从而使地球表面和表层受到影响。但是，在地球深处，太阳热量所产生的影响越来越小，以至消失。实验证明，太阳的照射只能影响地下十几米以内的温度，这部分地层叫做变温层。十几米以下的地层不再随昼夜和季节而变化，被

称做恒温层。

那么，如果我们再往地层深处去，温度又会怎样呢？是不是还会继续保持恒温呢？

从很深的矿井和钻孔得到的资料表明，地球深处的温度是随着深度而增高的。从地壳深处冒出的温泉，水温可高达百度；而从地幔喷出的岩浆，温度则高达千度。我们把每深入地下 100 米，地温增加多少度，即温度随深度而增加的变化速度叫做“地温梯度”。

如果按照这个增温速度推算，地下 100 公里深处的温度将是  $3000^{\circ}\text{C}$ ，1000 公里深处将是 3 万度，地心的温度则会高达 20 万度。地球如果真有这样的高温是不堪设想的。因为那样的高温条件，地球将不再是固体球，而会被汽化。多数人认为，地球内部温度最高不超过  $4000^{\circ}\text{C}$ 。还有人指出，地心温度必须小于  $8000^{\circ}\text{C}$ ，因为若超过这个温度，无论压力情况如何，地核的铁都会变成气体状态。所以，前面所列举的地温梯度的数值，只适用于一定深度。随着深度的增加，地温梯度值会不断减小。

至于地球内部的热能从何而来，对于这个问题，目前尚有争议。但一般认为可能来源于三个方面：第一，在地球形成过程中，由于尘埃和陨石物质积聚，位能（即势能）转化为热能而保存至今。第二，在地球分层过程中，由于较重元素如铁，不断渗入地心，重力位能转变为热能，而保存下来。第三，地球内部有镭、铀、钍等放射性元素，会在缓慢蜕变过程中释放热能，为地球不断补充“体温”。不管哪种意见，都认为地球靠它自身可以产生热能。

有人计算过，地球自身每年散出的热量，相当于燃烧 370

亿吨煤的热量，这个数字是目前世界产煤量的 12 倍。还有人估计，在地下 10 公里深的范围内蕴藏着  $300 \times 10^{27}$  卡热量，相当于目前世界年产煤所含热量的 2000 倍。

地球蕴藏着这么多的热量，如果用它发电、取暖，造福人类，岂不是天大的好事！这的确是很诱人的课题，目前很多国家已把开发地热能列入日程。

## 地球的内部

在这我向你们讲述的是关于地球里面的事情。说得清楚一点的话，就是地球里都有些什么东西，这些东西处在一种什么状态下，它们是怎样分布的等等，即有关地球内部的结构、成分和环境等。

怎样才能了解地球内部的情况呢？最好的办法，就是钻到地球里头看一看，就像法国科幻小说作家凡尔纳写的《地心游记》那样可惜科学幻想小说毕竟代替不了现实，到目前为止，人们还没有能力自由自在地钻到地球中心去活动。

按照目前的科学技术水平，我们采掘的矿井，最深能达到一两千米，我们的钻井一般深度也只有三五千米。为了特殊的目标打的超深钻井，最大钻探深度也不过万米左右。

可是，地球的半径有多少呢？足有 6300 多千米！对于 6000 多千米半径来说，一两千米、最多只有 10 千米的深度，就像我们吃苹果时，用刀子划破了的薄薄的苹果皮。苹果皮自然不能代替整个苹果，所以我们今天真的无法确切地知道地心深处到底是什么。

当然，人们也不是对地球一无所知。因为地球总是每时每

刻在活动。人们运用自己已经掌握的知识，对许多来自地下深处的信息进行分析判断，可以推测出地下大概的情形。

地球上的火山活动告诉人们，地下有炽热的岩浆。人们还根据已经流到地球表面上的岩浆，把地下的岩浆分成含硅酸盐比较多的酸性岩浆和含硅酸盐比较少的碱性岩浆。但是，岩浆来源于地下并不是很深的地方，最多也不过几十到几百千米。那么再深的地下是什么呢？

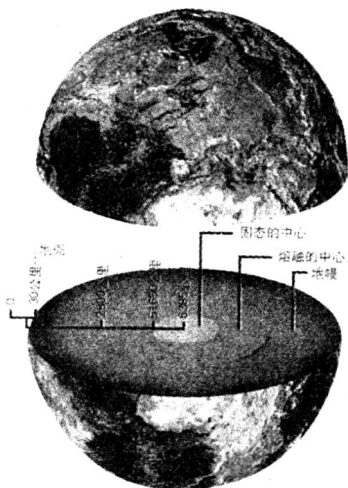
科学家们又找到另一种了解地下情况的武器：地震。我们知道，一年之内地球上大震小震不断。地震时产生的地震波可以在地下传播很远，地震波在地下传播时，传播速度与地层深度有一定关系。人们发现，地球内部有两个引起地震波变化的深度，一个在地下 33 千米处，一个在地下 2900 千米处。在 33 千米深处，地震波传播速度突然加速；到地下 2900 千米深处，地震波速度突然下降。

为什么地震波传播速度会发生变化呢？原来，地震波传播速度的快慢与通过的物质状态有关。如果是在固态物质中传播，速度就慢；如果在液态物质中传播，速度就快些。据此，科学家判断，在地表 33 千米以内，一定是固态的物质，就是我们可以看得见的各种各样的岩石，科学家称这一层为“地壳”。由 33 千米到 2900 千米，地震波速度与在地壳内的传播速度相比明显加快。科学家推断，这里可能存在着一种近似于液态的岩浆物质，科学家称这一层为“地幔”。当地震波传到地下 2900 千米以下，一直到地心，又再次减慢，于是科学家推测，这一部分可能又变成固态物质，因此把它称之为“地核”。就这样，地球划分出地壳、地幔、地核 3 个圈层。

打个不怎么恰当的比方，地球就好比一只鸡蛋，有蛋壳、

蛋清和蛋黄三部分那样。虽然谁也没有亲自到地下看到地幔和地核到底是什么模样，但是，这种判断是有充分的科学根据的，因此，得到科学界的普遍认可。

人们早就知道，地下温度较高，每往下 100 米，地温要增加  $3^{\circ}\text{C}$ 。这是指地壳部分的情况，地幔以下地温增加就要慢下来。到了 6300 千米的地心，地温要达到 3000 以上。不但地下的温度特别高，而且压力还特别大。有人估计，如果以地面大气压做标准，地心的压力要达到 300 多万个大气压。当然，



这是地球的横切面，显示了地球的各主要层我们生活在十分薄的地壳上面

这些数据都是科学家们的推测，不一定那么准确，但是，地下是一个高温高压的环境大概不会有问题。

再一个问题要回答的是，地球内部都是由什么元素组成的。

今天，我们在地球上已经发现有一百零几种元素。实际上，这些元素在地球里并不是平均存在的。有的元素特别多，有的元素特别少。以地壳（地壳研究得比较清楚）为例，氧、硅、铝、铁、钙、钠、钾、镁、氢、钛这 10 种元素占去了地壳 99% 以上，其余的八九十种元素

只不过占 1% 以下。在上面提到的 10 种元素中，氧的含量最多，占地壳总量的一半。其次是硅，占地壳的四分之一

强。再次是铝，占地壳的十三分之一。这 3 种元素占去了地壳总量的 80%。

那么，地壳以下都有什么东西呢？是不是与地壳的元素分配完全相同呢？

应该承认，我们对地下的物质组成知之甚少。人们大略可以这样估计：在地幔层，氧和硅的含量会比地壳有所减少，铁与镁的成分有所增加；在地核部分，大概铁与镍有明显增加，所以有人把地核又叫做“铁镍核心”。

当然所有这些说法都没有得到进一步的证实，只停留在假说阶段。

## 圈层结构

地球具有圈层结构。其内部有地壳、地幔和地核；其外部有水圈、大气圈和生物圈。地球的圈层结构不是在诞生时形成的，而是在诞生之后逐渐演化而来的。

在地球之初还是“混沌一团”的时候，各种物质混杂在一起，地球并不呈现明显的圈层构造。只是后来在地球重力作用下，“轻而清者”上升，“重而浊者”下沉，经过这样长期的物质分化过程，才产生了圈层结构。

地球在漫长的形成过程中，不断吸引周围的物质，体积逐渐增大，保存热量的能力不断增强。同时，由于放射性物质、地球自身收缩，陨星的降落和地球自转速度减慢而产生的热能不断积累，温度不断升高，使地球内部物质具有越来越高的可塑性，甚至某些低熔点的物质被熔融为液态。在这种情况下，较重的物质缓慢下沉，较轻的物质缓慢上升，地球的圈层分化

才成为可能。

地球的圈层分化，首先是硅酸盐（岩石物质）和铁镍的分化。论熔点，硅酸盐较高，铁镍较低。当地内温度升高到足以使铁镍熔化的时候，硅酸盐仍然处于固体状态。论密度，铁镍较高，硅酸盐较低。处于熔融状态的铁镍物质可以渗透过硅酸盐物质，流向地球深处，形成原始地核。同时，处于地球深处的硅酸盐物质，就浮到地球上部，成为原始地幔。在地球内部物质进行这种分化时，重力势能不断转化为热能，温度进一步升高，这又加速了地球内部的物质分化。

其次是原始地幔分化成为现代的地壳和地幔。随着地球温度的继续增高，原始地幔的可塑性不断增大，其中含铁和镁较多的硅酸盐由于密度较大，遂形成现在的地幔，它们是一种橄榄岩型的物质。而含硅铝和硅镁较多的硅酸盐由于密度较小，浮于地幔之上形成现在的地壳。

同时，地球内部的每一个层次又都有进一步的分化。原始地核分化为内核和外核；地幔分化为下地幔和上地幔；地壳分化为较重的硅镁层（又叫玄武岩层）和较轻的硅铝层（又叫花岗岩层）

地层的这种分布很有意思。较轻的地层总是浮在较重的地层之上，只是这种分布并不均匀，特别是迄今人们所熟悉的地球的上层结构。我们知道，浮在地幔之上的地壳，各处的厚度是不一样的其规律是，厚度越大，浮得就越高；厚度越小，浮得就越低这种现象，有如厚度不同的木块浮在水中的情形。厚度较大的木块，浮出水面的部分就较高，同时，没在水中的部分也较深在地质学上，把岩层的这种保持平衡的趋势叫做“地壳的均衡作用”事实上也的确如此，洋底处地壳最

薄，有的地方只有几公里厚；陆地高原处地壳最厚，有的地方厚达 60 余公里。

但是，地壳的均衡作用过程并不像浮在水中的木块那样简单。科学家通过测量地表各点的重力发现，地壳块体还没有完全达到平衡状态。正是由于这个缘故，所以现代地球的有些地方还不稳定，还受到某些力量的推动作用而产生运动，如火山、地震的发生。因此，我们有理由断定，今天的地球内部分化过程并没有完结，仍然是相当活跃的。

## 大陆漂移学说和板块学说

人们常用“坚如磐石”、“稳如泰山”来形容坚定和平稳。但事实上，岩石并不是坚不可摧的，在风吹、日晒、雨淋等外力作用下，它们也会慢慢变成碎屑。泰山也并不稳，近 100 万年以来，泰山不断运动，大约升高了 500 米左右。地球就是在这样的外力和内力的联合作用下，一直发生着沧桑巨变。

地壳有着缓慢的升降运动，举世闻名的珠穆朗玛峰，在几千万年前曾是鱼虫游弋的洋底。人们在那里发现，有的岩石有海相沉积，同时还发现了古老的鱼龙化石。而在意大利波河入海口一带的海水下面，人们又找到了早已被淹没的古代道路。

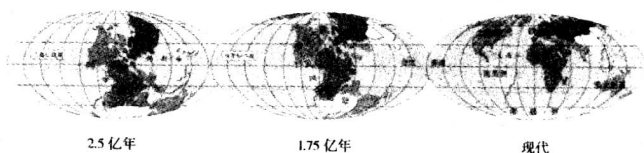
火山爆发和地震的不断发生，更说明地球内部的活动一直在进行着。1943 年的一天，墨西哥的一块玉米地里突然出现一个裂口，并从中不断喷出火焰和岩浆，一个星期以后，便堆积成一座百米高的小山包。此后，这个小山包不断增高，直到 1946 年，终于形成现在著名的海拔 2700 米的帕里库廷火山。显然，地球内部的运动改变着岩层的面貌。如果你有机会去深

山旅行，不妨仔细观察一下岩层的构造，本来应该是水平的沉积岩层，常，常变得七扭八歪，这便是地球内部运动造成的后果。

苍茫大地，谁主沉浮？至今，这仍然是个有争议的问题。目前多数人认为大地的水平运动是主要的，它和地幔物质运动有关。也就是说，是地幔物质的运动造成了地球表面形状的变化。

随着人们对洋底地貌研究的深入，有越来越多的证据表明，大约在两亿年前，大西洋还不曾存在，美洲与欧洲、非洲大陆的确是连在一起的。而且，南极大陆、澳洲大陆、印度半岛和非洲大陆，也曾身为一体。例如，若把南美洲大陆向东推移，使之与非洲大陆相嵌合，在它们嵌合处的岩系和矿床可以相当准确地对得上口。后来，对古地磁、古生物和洋底结构的研究，也都为大陆漂移提供了证据。于是，人们才又想起曾经被遗忘了的大陆漂移说。不过，这次它是以板块构造的新姿态出现的。

板块构造理论认为，整个地壳是由若干坚实的板块构成的。这些板块浮在地幔的软流层上。由于软流层的温度和密度不均衡，会产生缓慢的对流运动，大约每年流动 1 厘米至几厘米，所以浮在它上面的地壳板块，就会像坐在传送带上那样缓慢地漂移。在地幔软流层物质上升的地带，岩浆不断涌出，形成新的地壳，这便迫使原来的地壳张裂开来，并被推向远方，这就是所谓的海底扩张。如果这个地带正好是一块大陆，那么这块大陆就会被撕裂，中间的裂缝越张越宽，以至形成新的大洋。如今的大西洋就是这样形成的。并且，在地幔物质对流上升的地带，往往形成洋脊，如纵贯大西洋的洋脊就是这样产生



过去2.5 亿年间各个大陆变化图示

的。

运动着的板块还会发生碰撞。如果是较硬的洋底板块同较软的大陆板块相撞，洋底岩石层便会斜插到大陆岩石层下面，并在那里形成海沟；而紧靠大陆的岩石层则会凸起，形成岛弧或海岩山脉。如果是两块大陆板块相撞，在它们相对峙的地带就会发生隆起，形成高山，如喜马拉雅山脉就是印度大陆块同亚洲大陆块相碰撞挤压的结果。

## 大气圈

在地壳外面的广阔空间，是地球的大气圈，人们常称它是地球的外衣。谁都知道，作为地球环境要素之一的大气，是各种生命不可须臾缺少的东西。但你可曾知道，如今的大气，早已不是原来的大气了，而是至少经过两次“更新”之后的第三代大气。

现在笼罩着地球的大气，其厚度可在 3000 公里左右，通常称之为大气层或大气圈。它的总质量并不大，仅相当于地壳总质量的 0.05%。大气圈在结构上，自下而上依次可分为对流层、平流层、中间层、热层和外层。从成分上说，大气是一种混合物，其组成相当简单。它由不同成分的、具有不同的性