

地球的起源

我们一降生到这个世界上，就同地球分不开了。地球作为我们诞生、劳动、生息、繁衍的地方，人类共有的家园，和我们的关系太密切了。那么地球是如何形成的呢？

对于这一问题，自古以来，人们就对它有着种种解释，也留下了很多的神话传说。

我国古代有“盘古开天辟地”之说。相传，世界原本是一个黑暗浑沌的大团团，外面包裹着一个坚硬的外壳，就像一只大鹅蛋。多年以后，这个大黑团中诞生了一个神人——盘古。他睁开眼睛，可周围漆黑一片，什么也看不见，他挥起神斧，劈开浑沌，于是，清而轻的部分上升成了天空，浊而重的部分下沉成了大地……

在西方国家，据《圣经》记载，上帝耶和华用六天时间创造了天地和世界万物。第一天他将光明从黑暗里分出来，使白天和夜晚相互更替；第二天创造了天，将水分开成天上的水和地上的水；第三天使大地披上一层绿装，点缀着树木花草，空气里飘荡着花果的芳香；第四天创造了太阳和月亮，分管白天和夜晚；第五天创造了飞禽走兽；第六天，创造了管理万物的人；第七天，上帝休息了，这一天称为“安息日”，也就是现在的星期天……

现在看来，这些美丽的神话传说是没有科学根据的。随着生产的发展，对太阳系的认识也逐渐深刻。18世纪以来，相继出现了很多假说。近数十年来，由于天体物理学等近代科学的发展、天文学的进步、宇航事业的兴起等为地球演化的研究提供了更多的帮助，现介绍几种假说供参考。但要解开宇宙之谜，还须我们不懈的努力。

星云说：法国数学家和天文学家拉普拉斯（1749~1827）于1796年发表的《天体力学》及后来的《宇宙的叙述》中提出太阳系成因的假说——星云说。他认为太阳是太阳系中最早存在的星体，这个原始太阳比现在大得多，是由一团灼热的稀薄物质组成，内部较致密，周围是较稀薄的气体圈，形状是一个中心厚而边缘薄的饼状体，在不断缓慢的旋转。经过长期不断冷却和本身的引力作用，星云逐渐变得致密，体积逐渐缩小，旋转加快，因此愈来愈扁。这样位于它边缘的物质，特别是赤道部分，当离心加速度超过中心引力加速度时，便离开原始太阳，形成无数同心圆状轮环（如同现在土星周围的环带），相当于现在各行星的运行轨道位置。由于环带性质不均一，并且带有一些聚集凝结的团块。这样在引力作用下，环带中残余物质，都被凝固吸引，形成大小不一的行星，地球即是其中一个。各轮环中心最大的凝团，便是太阳，其余围绕太阳旋转，由于行星自转因此也可以产生卫星，例如地球的卫星——月亮，这样地球便随太阳系的产生而产生了。

灾难学派的假说：1930年英国物理学家金斯提出气体潮生说，他推测原始太阳为一灼热球状体，由非常稀薄的气体物质组成。一颗质量比它大得多的星体，从距离不远处瞬间掠过，由于引力，原始太阳出现了凸出部分，引力继续作用，凸出部分被拉成如同雪茄烟一般的长条，作用在很短时间内进行。较大星体一去不复返，慢慢地太阳获得新的平衡，从太阳中分离出长条状稀薄气流，逐渐冷却凝固而分成许多部分，每一部分再聚集成一个行星。被拉出的气流，中间部分最宽，密度最大，形成较大的木星和土星。两端气流稀薄些，形成较小的行星，如水星、冥王星、地球等。

陨石论（施密特假说）：前两种假说都提出了一个原始太阳分出炽热熔融气体状态的物质。施密特根据银河系的自转；和陨石星体的轨道是椭圆的理论，认为太阳系星体轨道是一致的，因此陨星体也应是太阳系成员。因此他于 1944 年提出了新假说：在遥远的古代，太阳系中只存在一个孤独的恒星——原始太阳，在银河系广阔的天际沿自己轨道运行。约在 60~70 亿年前，当它穿过巨大的黑暗星云时，便和密集的陨石颗粒、尘埃质点相遇，它便开始用引力把大部分物质捕获过来，其中一部分与它结合；而另一些按力学的规律，聚集起来围绕着它运转，及至走出黑暗星云，这时这个旅行者不再是一个孤星了。它在运行中不断吸收宇宙中陨体和尘埃团，由于数不清的尘埃和陨石质点相互碰撞，于是便使尘埃和陨石质点相互焊接起来，大的吸小的，体积逐渐增大，最后形成几个庞大行星。行星在发展中又以同样方式捕获物质，形成卫星。

以上仅介绍三种关于地球起源的学说，一般认为前苏联学者施密特的假说（陨石论）是较为进步的，也较为符合太阳系的发展。根据这一学说，地球在天文期大约有两个阶段：

（1）行星萌芽阶段：即星际物质（尘埃，硕体）围绕太阳相互碰撞，开始形成地球的时期。

（2）行星逐渐形成阶段：在这一阶段中，地球形体基本形成，重力作用相当显著，地壳外部空间保持着原始大气（ CH_4 、 NH_4 、 H_2O 、 CO_2 ，等）。由于放射性蜕变释热，内部温度产生分异，重的物质向地心集中，又因为地球物质不均匀分布，引起地球外部轮廓及结构发生变化，亦即地壳运动形成，伴随灼热融浆溢出，形成岩侵入活动和火山喷发活动。

以上便是地球演化较新的观点。上述从第二阶段起，地球发展由天文期进入到地质时期。

地球的年龄

地球有多大岁数？从人类的老祖先起，人们就一直在苦苦思索着这个问题。

玛雅人把公元前 3114 年 8 月 13 日奉为“创世日”；犹太教说“创世”是在公元前 3760 年；英国圣公会的一个大主教推算“创世”时间是公元前 4004 年 10 月里的一个星期日；希腊正教会的神学家把“创世日”提前到公元前 5508 年。著名的科学家牛顿则根据《圣经》推算地球有 6000 多岁。而我们民族的想象更大胆，在古老的神话故事“盘古开天地”中传说，宇宙初始犹如一个大鸡蛋，盘古在黑暗混沌的蛋中睡了 18000 年，一觉醒来，用斧劈开天地，又过了 18000 年，天地形成。即便如此，离地球的实际年龄 46 亿年仍是差之甚远。

人们是用什么科学方法推算地球年龄的呢？那就是天然计时器。

最初，人们把海洋中积累的盐分作为天然计时器。认为海中的盐来自大陆的河流，便用每年全球河流带入海中的盐分的数量，去除海中盐分的总量，算出现在海水盐分总量共积累了多少年，就是地球的年龄。结果得数是 1 亿年。为什么与地球实际年龄相差 45 亿年呢？一是没考虑到地球的形成远在海洋出现之前；二是河流带入海洋的盐分并非年年相等；三是海洋中盐分也常被海水冲上岸。种种因素都造成这种计时器失真。

人们又在海洋中找到另一种计时器——海洋沉积物。据估计，每 3000 ~ 10000 年，可以造成 1 米厚的沉积岩。地球上的沉积岩最厚的地方约 100 公里，由此推算，地球年龄约在 3—10 亿年。这种方法也忽略了在有这种沉积作用之前地球早已形成。所以，结果还是不正确。

几经波折，人们终于找到一种稳定可靠的天然计时器——地球内放射性元素和它蜕变生成的同位素。放射性元素裂变时，不受外界条件变化的影响。如原子量为 238 的放射性元素——铀，每经 45 亿年左右的裂变，就会变掉原来质量的一半，蜕变成铅和氧。科学家根据岩石中现存的铀量和铅量，算出岩石的年龄。地壳是岩石组成的，于是又可得知地壳的年龄，大约是 30 多亿年，加上地壳形成前地球所经历的一段熔融状态时期，地球的年龄约 46 亿岁。

地球的幼年时代——太古代时期

经过了天文期以后，地球便正式成为太阳系的成员。大约又经过 22 亿年，地球发展便进入到地质时期——太古代。这段从 46 亿年 ~ 38 亿年的地质时期有哪些特点？

(1) 薄而活动的原始地壳：根据资料分析，原始地壳的部分可能更接近于上地幔。硅铝质和硅镁质尚未进行较完全的分异，因此太古代时期的地壳是很薄的，也没有现在这样坚固复杂。由于地球内部放射性物质衰变反映较为强烈，地壳深处的融熔岩浆，不时从地壳深处，沿断裂涌出，形成岩浆岩和火山喷发。当时到处可见火山喷发的壮观景象。因此我们现在从太古代地层中，普遍可见火山岩系。

(2) 深浅多变的广阔海洋中散布少数孤岛：当时地球的表面，还是海洋占有绝对优势，陆地面积相对较少，海洋中散布着孤零的海岛，地壳处于十分活跃状态，海洋也因强烈的升降运动，而变得深浅多变。陆地上也有多次岩浆喷发和侵入，使上面局部地区固结硬化，使地壳慢慢向稳定方向发展，因此太古代晚期形成了稳定基底地块——“陆核”。陆核出现，标志地球有了真正的地壳。

(3) 富有 CO_2 ，缺少氧气的水体和大气圈：太古代地球表面，虽然已经形成了岩石圈、水圈和大气圈。但那时的地壳表面，大部分被海水覆盖，由于大量火山喷发，放出大量的 CO_2 ，同时又没有植物进行光合作用，海水和大气中含有大量的 CO_2 ，而缺少氧气。大气中的 CO_2 随着降水，又进入到海洋，因此海洋中 HCO_3^- 浓度增大。岩浆活动和火山喷发的同时，带来大量的铁质，有可能被具有较强的溶解能力的降水和地表水溶解后带入海洋。含 HCO_3^- 高浓度海水同时具有较大的溶解能力和搬运能力，因此可将低价铁源源不断地搬运至深海区，这就是为什么太古代铁矿石占世界总储量 60%，矿石质量好，并且在深海中也能富集成矿的原因。

(4) 太古代的地层：太古代的地层，都是一些经过变质的岩石，例如片麻岩、变粒岩、混合岩等深变质的岩石。我国太古代地层只分布在秦岭、淮河以北地区。出产鞍山式铁矿的鞍山、吕梁山、泰山、太行山等地均有太古代地层。

地球的少年时代——元古代时期

地球发展从 26~6 亿年，这段经历了 20 亿年的悠久历史，称为元古代。在这漫长的时期，地球上许多事物从无到有，就像是一个人的少年时代，长成了初步的轮廓。

太古代末期的一次地壳运动，在我国称为泰山运动、鞍山运动或阜平运动。太古代形成的陆核，到元古代时进一步扩大，稳定性增强，形成规模较大的原地台，后又经过几次地壳运动，原地台发展为古地台，地壳发展也由单层结构发展为双层结构。所谓双层结构，即是有结晶基底和沉积盖层，在世界范围内出现八大地台与九大地槽对立的局面。

这时海洋中，已经出现了丰富繁多的藻类，由于这些布满海洋的藻类植物的光合作用，吸收大量 CO_2 放出氧气，因此这时海洋和大气中有较多的游离氧存在，同时 CO_2 也相对减少，为生物发展准备了物质条件。

元古代末期，我国有一套地层名词，称为震旦系，指的是 8~6 亿年这段时期。这是 1924 年李四光先生在长江三峡地区所建立的地层系说。“震旦”是中国的古称（这套地层名称目前尚未在国际上采用）。在震旦纪的后期，有一次世界性的大冰期。我国大部分地区均有分布。冰期是指：较大范围内气温下降，雪线降低（一般雪线在 5000 米海拔高度左右），冰原扩大（例如震旦冰期时，长江三峡，贵州、湖南、江西等省均有分布）。震旦纪的磷矿、锰矿都是我国重要的含矿层位。例如开阳磷矿、浏阳磷矿、襄阳磷矿、湘坛锰矿等，都产于这一时代。

地球的青年时代——古生代时期

古生代大约是 6~2.3 亿年，经历 3.7 亿年的历史。这比起太古代和元古代来，时间不算很长，但从地球的发展来看，却是一个重要的时期，这犹如人生的青年时代。根据发展可分早、晚两个阶段：

中生代：三迭纪 T

海西（华力西）运动（2.3 亿年）

古生代 { 晚古生代 { 二迭纪 P
(海西期) { 石炭纪 C
加里东运动
早古生代 { 志留纪 S
(加里东期) { 奥陶纪 O
寒武纪 E

蓟县运动（6 亿年）

元古代：震旦纪

早古生代划分三个纪：寒武纪是根据英国威尔士西部的寒武山而得名；奥陶纪是英国威尔士的一个民族的名称；志留纪是威尔士民族居住地。

晚古生代也划分三个纪：早、晚古生代之间有一个地壳运动，称为加里东运动。海西运动结束了古生代的历史。泥盆纪是根据英国西南的德文郡命名，日译为泥盆，我国沿用至今。石炭纪，因盛产煤层而得名，石炭是煤的旧时称呼。二迭纪首先研究地点在乌拉尔山西坡——彼尔姆，因这套地层明显具有上、下两部分，日译为二迭纪，也为我国采用。

该时期地壳发展日趋稳定，加里东运动以后，世界绝大部分地槽回返褶皱，古生代末期海西运动后，世界范围内只剩下两在地槽与两在古陆对立形势，地球在这时的南北分异较为明显。古地理发展的海陆配置，这时也发生较大变化，初步建立了现时地貌轮廓。生物的演替，经过了几次飞跃，植物与动物都先后征服了大陆，高等生物发育繁衍。该期主要地质事件有：

(1) 从海洋占绝对优势到陆地面积不断扩大。

前古生代，地球上出现不少古陆，但多为一些地槽海所分隔，在元古代褶皱回返的地槽，到古生代时又重新下陷，形成广阔的地台浅海，因此早古生代时，地球仍然是汪洋泽土，海洋占有绝对优势。早古生代，特别是志留纪末期的地壳运动，称为加里东运动。这次运动后，加里东地槽全部回返褶皱，另一些地槽也部分发生褶皱回返，如蒙古地槽北缘的阿尔泰——萨彦岭地区；阿马拉契亚地槽的北段和南段的一部分；塔斯马尼亚地槽的南段等。地槽褶皱回返转化为地台以后，由于活动区转化为稳定区，不但大地构造性质发生变化，而且隆起上升，由海洋成为陆地，所以加里东运动后，世界陆地面积便不断扩大了。

(2) 南升北降地壳发展形势到北方大陆联合南方大陆开始解体。

经过了加里东运动以后，一些地槽回返褶皱上升为陆地。但到了晚古生代，有些地区又开始下沉，成为地台浅海，因此世界总的形势仍然是南升北降，南方为大致连在一起的冈瓦纳古陆；北方除加拿大与欧洲连起来以外，其余地区仍为地槽海与地台浅海所分割。但是到了晚古生代后期，由于海西运动，世界大部分地槽回返上升，世界范围内只有横亘东西的古地中海地槽和环太平洋地槽还是海洋外，其余均隆起为陆地，于是北方古陆联合为一体，称为劳亚古陆。被古地中海所隔的南方冈瓦纳古陆，却开始解体，印非之间被海水所侵成为中生代大陆全面漂移所发生的前奏。

(3) 地壳发展由活动趋向稳定，形成两在地槽与南北古陆对立形势。

发生在古生代，尤其是在二迭纪所发生的海西（华力西）运动，其影响要远比加里东运动大得多。通过这次运动，世界绝大多数地槽全部回返上升。如西欧地槽、乌拉尔地槽、阿巴拉契亚地槽、塔斯马尼亚地槽等均转化为地台。上述地槽约有大部分位于北半球，因此经过海西运动后，世界范围内地壳发展日趋稳定，出现许多年轻地台，开始了两在地槽与两大古陆的对立形势，结束了地槽占优势的历史。

(4) 北方发育广大煤田，南方冰雪晶莹。

海西阶段，地壳运动频繁，海槽相继隆起，陆地面积不断扩大，陆地森林繁茂，尤其是沼泽地带，更适合一些进化不很完全的植物生长，再加上石炭——二迭纪气候湿润，因此植物大量繁衍，那时的北半球呈现出绿树成荫，森林繁茂的景观。又因地壳运动频繁，海陆多变，陆地长好的植物，常为海水覆盖，不久又上升为陆地，继续生衍森林，这种环境，恰为成煤创造了良好条件，因此，石炭、二迭纪是北半球最主要的成煤时期。

晚古生代的冈瓦纳古陆，虽然在印非之间下沉，海水内侵，却仍高高隆

起，出现自震旦冰期以来的又一次大冰期——石炭——二迭冰期。冰川活动持续 5000 万年，冰盖面积仅巴西境内就超过 400 万平方公里。这次冰期正好位于当时南极周围，冰川中心厚，呈放射状向四周围扩散，应属极地大陆冰盖类型。这次冰积物现在的分布位置，恰在非洲南部，印度半岛，南美的东缘，如果将这些大陆拼合，便恢复了大陆漂移前的状况，为大陆漂移说提供了有力的证据。

(5) 中国地壳处于北升南降，北方稳定南方活跃的发展形势。

元古代中国北方形成的古陆，到早古生代仍在不断扩大，中奥陶纪以后，华北整体上升，形成华北陆台，并与西部塔里木古陆，东北、朝鲜连成一片陆地，称为中朝陆台。

南方受加里东运动的影响，陆地面积也在不断扩大，志留纪末，是加里东构造阶段最剧烈的时期，南方大部分为广西运动。这次运动使湘、桂、赣边的南岭地区上升，位于江南古陆与康滇古陆之间的上扬子海上升形成上杨子古陆，并与江南古陆、康滇古陆联成陆地。这时江浙一带的华夏海岛，也成为华夏古陆。加里东运动后，我国西部的天山、昆仑山、祁连山、秦岭、大小兴安岭及喜马拉雅地区仍处于活动海槽。中国地壳北升南降的形势，早古生代就已形成。

早元古代我国北方形成的阿拉善古陆、晋陕古陆、胶东古陆，在早古生代初期仍下沉为地台浅海、至中奥陶纪后，才与华北大陆整体上升。以上说明早古生代整个北方多处于稳定的地台阶段，沉积了稳定的地台浅海沉积，以石灰岩为主，岩层厚度多在数十米以内，而华南则沉积了厚度较大的碎屑岩系，反映了地壳运动较为活跃的特点。因此，早古生代中国地壳发展显示了北方稳定南方活跃的特点。

晚古生代中国与世界一样，陆地面积进一步扩大，北升南降，北方稳定南方活跃的形势空前发展，中国初步奠定了现时地貌轮廓。

在华北、东北南中地区，从晚奥陶纪就已上升为陆地以来，沉积间断了一亿数千万年之久，到了中石炭纪，地壳才发生沉降，出现多次短暂的海侵，这种时海、时陆的海陆交互作用，最有利于成煤。因此华北煤田，主要形成于中、上石炭纪及早二迭纪，如本溪组、太原组、山西组等这些古生代的地层中，均广泛分布煤田。至晚二迭纪时，又全部隆起成陆，沉积了陆相地层，一直延续至今，这样华北及东北南部便结束了海侵历史。新生代虽然沿海有几次海侵，但与过去相比，规模小、时间短，是微不足道的。

在华南，早古生代末的广西运动（加里东）对该区的影响：很多地区在早泥盆纪上升为陆地，但到中晚泥盆纪时，一些地区复又被海水覆盖。当晚二迭纪的北方，已是一片陆地之时，而南方的半壁河山，仍在海洋之中。由于地壳活跃，火山喷发，流出的火山岩——峨眉玄武岩散布在大半个西南地区。由于海陆交替频繁，有利煤田形成。

在中国北部、西北部，原来分布好几条大地槽，沉积了厚至一二万米碎屑岩和火山岩。由于受晚古生代末海西运动的影响，天山、昆仑、祁连、秦岭、阿尔泰、蒙古——兴安岭等地槽，都相继褶皱隆起。

上述我国经过晚古生代海西运动后，华北、西北、东北以及华南部分，已连成广阔的大陆，我国大陆只有西藏、西南和华南部分地区及东北乌苏里江口等地区有海水存在。所以说，晚古生代，或者海西构造阶段，是海洋向陆地转化的重大变革时期，也是中国出现大陆占优势的时代。同时经过了海

西运动后，地势起伏，分异显著，山盆相间的景观，也开始出现。山盆的出现阻隔了气流自由流通，同时陆地增多，气候由湿润而转为干燥。这一方面使生物界受到一次严峻考验，另一方面也促进了生物的演化，为中生代生物大飞跃，提供了条件。

从上述整个古生代地壳发展来看，仍处于明显南北分异：北升南降或南海北陆；北方稳定，南方活跃的发展总形势。

(6) 古生代中国的矿产资源。

古生代是世界、也是我国的重要成矿期。

铁矿：我国西北祁连山寒武纪变质岩中，与火山岩有关的“镜铁山式”铁矿；华北中奥陶纪石灰侵蚀面之上“山西式”铁矿等，均具有工业价值。

磷矿：产于寒武纪的“昆阳式”矿磷是一种较丰富的磷矿床。分布在云南，四川、湘西等地。

锰矿：是我国又一个含锰地层，如广西的“桂平式”矿体属于上泥盆纪地层中。湖南、广西、江西、皖南等省中下二迭纪顶部有一套岩层称为当冲组的，是重要属锰层位。

铝土矿：华北平原中奥陶纪侵蚀面之上的G层铝土层，具有重要价值。

煤矿：石炭—二迭纪是我国主要成煤时代，北方产在石炭纪及早二迭纪地层中，南方则主要产在晚二迭纪地层中。北方主要产煤地层有本溪组、太原组、山西组，如开滦、淮南、平顶山、淄博、本溪、焦作、太原、大同等煤田。南方主要产煤地层有石炭纪浏水组，晚二迭纪龙法组（乐平、斗岭、梁山为同一时代），如洪山殿、牛马司、乐平、斗岭山等煤矿。

地球的壮年时代——中生代时期

地球发展2.3~0.7亿年，称为中生代。从海西运动开始，燕山运动结束。三迭纪称为印支期（印支构造旋回），发生侏罗、白垩纪的称太平洋期或旧阿尔卑斯期（我国称燕山期）。

海西运动后，世界许多地区，因海槽回返隆起，地壳发展，只留下横亘东西的古地中海地槽和围绕古陆边缘的环太平洋地槽，北方地台由分而合，南方地台由合而离，大陆全面飘移。经过晚白垩纪海侵（中生代后的最大海侵）后，由于燕山运动（又称太平洋或旧阿尔卑斯运动）影响，出现全球性的海退，基本构成现时地貌轮廓。由于地理、气候环境发生较大变化，生物要适应新的环境，于是又出现新的飞跃。古生代末，新露头角的裸子植物，到中生代大量繁衍，表明植物也完全征服了大陆。动物发展到中生代已是爬行动物时代了，标志着动物完全征服了大陆。始祖鸟，一种介于爬行动物与鸟之间的动物，表明动物向空中发展。我国云南上三迭纪地层中卞氏兽的发现（下颚像爬行动物，牙齿却像哺乳动物），说明爬行动物中一支早已向哺乳动物演化。

以上说明地球发展进入到中生代，一切都已“成熟壮大”，犹如人生的壮年时代，该时期的主要特征有：

(1) 环太平洋地槽内带强烈褶皱（回返），活动带不断向外推移。

环太平洋地槽从中生代发展来看可分为内外两带，靠大陆部分称为内带，靠海的一侧称为外带。三迭纪时，地槽仍处于活动状态，沉积了巨厚的地层。至侏罗、白垩纪太平洋期（燕山期）内带隆起，形成褶皱山脉，如北

美内华达山脉、亚洲西伯利亚东部各山脉。而活动的地槽外带向外推移，相当于现在科迪勒拉山系、大小兴安岭，这些山系至新生代喜山运动才发生褶皱。活动地槽区移至现代海沟，如日本深海沟、台湾东侧深海沟、马里亚纳海沟等。活动区向外推移的同时，岩浆活动与内生金属成矿作用也不断向外推移。因此岩浆活动与内生金属成矿时间，从陆地至海洋是由老到新。

(2) 古地中海地槽东西发展不平衡，活动区由北往南推移。

古地中海地槽横亘东西，穿越欧亚，西延可与阿巴拉契亚地槽相连，将大半个地球分为南北两部。气势雄伟、挺拔壮观的阿尔卑斯山、比利牛斯山以及高耸入云的喜马拉雅山在中生代时还是波涛汹涌的古地中海呢。是什么时候回返褶皱成山的呢？研究它们的发展历史，东西、南北均有差异，活动带是由西往东、自北而南推移的。

(3) 北升南降的局势空前发展，大陆全面漂移。

中生代经历印支运动、宁镇运动、燕山运动以后，环太平洋地槽内带隆起，古地中海地槽西段北带部分隆起，加里东、海西褶皱带还处于活动状态，地貌分异不断发展，因此北方大陆继古生代以后继续上升。南方冈瓦纳古陆，晚古生代在印非之间海水内侵，经过印支、燕山两期地壳运动，大陆进一步发生分裂，古地中海、古大西洋、古印度洋等相继开始形成和发展。南美、印、非、澳之间都有海水侵入，至中生代末，古陆尤其是冈瓦纳古陆彻底解体，大陆全面漂移。这次大约从两亿年前开始的大陆漂移，到现在仍在进行。

(4) 地壳重新活跃，地壳发展进入到一个新的时期——地洼阶段。

印支运动以后，地球上许多地区大地构造的性质，不像是地槽转为地台的一些性质，不再是稳定的，而是表现十分活跃。这种现象，前苏联学者，B.B. 别洛乌索夫称之为“地台活化”；我国学者，黄汲清先生称之为“再生”；陈国达先生称之为“地洼”。活化的主要表现是：

岩浆活动十分强烈，地球上一些地区，大规模的中酸性岩侵入活动。例如中国东部地区，大规模的基性喷发，又如印度德干高原，玄武岩厚度达 3800 米，分布面积数百平方公里，几乎覆盖了整个高原。再如我国沿海中酸性喷发，火山岩遍布山东、福建、浙江等地。升降幅度增大，地貌反差加剧。世界形势的变化，北升南降，即是这种性质的表现。

形成了丰富的内外生矿床。中生代是继古生代后又一个重要形成期，三迭、侏罗、老第三纪在全球范围内都有重要煤田，如我国云南平浪组，河北下花园，北京门头沟，东北鸡西、抚顺，江西萍乡等。

石油的又一重要形成期，在我国显得更为重要，我国许多大型油田的形成都在中生代以后。如陕甘宁柴达木、松辽平原、四川盆地等，大庆油田的含油层也形成在白垩纪。

表现中生代以来地壳重活跃的最主要的成矿作用，还是环太平洋内生多金属成矿带的形成。中生代以来，北美科迪勒拉，西伯利亚等地，都有超基性岩入侵形成，尤其是燕山期，有大量中、酸性岩浆岩侵入和喷发活动，形成种类繁多、储量丰富的金属矿床，称为环太平洋内生金属和部分稀有金属。例如我国从东北到华南，钨、锡、铋、钼、铜、铅、锌、锑、汞、砷、金、银、铀、稀土等，都有分布，其中钨、锑、汞、砷的储量和产量均居世界之首。

根据以上三项，陈国达教授，认为是地台活化，地壳发展进入到新的时期——地洼时期。并提出“地洼”学说或“动定转化递进”说。

(5) 地壳发展从南北分异转向为东西分异。

从世界形势来看，由于大陆漂移以后，冈瓦纳古陆解体，古地中海地槽封闭，原来冈瓦纳古陆上的非洲与印度，逐步分别与欧洲与亚洲拼合，晚古生代那种两大古陆对应的局面已一去不复返了，而一些活动地带多呈南北分布，因此是造成分异的主要原因。

(6) 中国古地理发展基本结束了南海北陆的局面，华南华北连成一片。

北方自中奥陶纪沉积马穴沟灰岩以后，再经过 1 亿年的间断，至中石炭纪有短时的沉积，晚石炭纪后便上升为陆地，结束了海侵的历史。

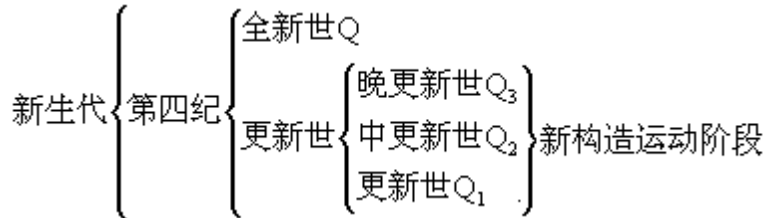
南方海西运动后曾一度海退，但到早、中三迭纪华南又开始下沉，海水卷土重来，云、贵、川、湘、桂、赣、苏、皖等广大地区，又为海水所覆，沉积了广泛的地台浅海沉积。三迭纪晚期，由于印支运动的影响，华南地区全面上升，海水退出，华南、华北从此便连成完整的大陆。此时仅有西藏、喜马拉雅地区、东北乌苏里江仍是一片海洋和东南沿海有过几次交替海侵。中国大陆自印支运动后转为以陆地为主的环境了。侏罗、白垩纪后，海水面积进一步缩小，云南西部和乌苏里江口也已上升为陆地。至此，我国海陆分布已基本完成。所以说，燕山运动，基本构成了我国现时地貌轮廓，奠定了我国地貌基础。

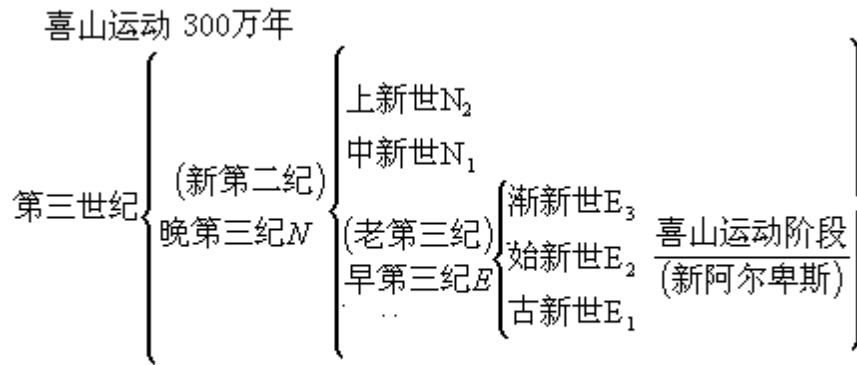
(7) 古气候发展，气候分带已开始形成。

经过燕山运动后，地球上海陆配置基本完成，因此气候带在中生代晚期已基本形成，从气候演化看，以干湿交替为特征，正因为这种新的气候条件，促进了中生代生物大飞跃。三迭纪时，受印支运动影响，海水在全球范围内退却，出现了干燥气候，生物为适应这一环境，在发展中又出现多次飞跃。侏罗纪时这种湿润气候，使地球上森林密茂，因此侏罗纪是世界上的一个重要成煤期。同时海洋浮游生物也大量繁殖，因此也是重要的石油成矿期。

地球“回春”——新生代时期

新生代是地壳发展最近的一个时期，相当于人类历史的近代史，大约 7000 万年以来的这段地壳发展时期，从时间来看虽然是最近和最短的，但从整个地壳演化来说，却是内容丰富而又极其重要的时期。中生代地壳重新活跃，新生代继承发展了地洼特征，故称地球的回春期。





燕山运动 7000万年

中生代：白垩纪 K

新生代包括第三、第四纪。中生代侏罗纪至第四纪以前称阿尔卑斯构造阶段，而第三纪这一阶段称为新阿尔卑斯构造阶段。

1. 地壳发展由活动趋向稳定，两大地槽继续向地台发展

新生代地壳发展主要方面由活动趋向稳定，大地构造轮廓和古地貌逐步接近现代状况，从活动区发展来看具有明显的三个阶段。

(1) 第三纪早期，中生代以来两个活动区还在继续活动。

从欧洲阿尔卑斯山部分地区，亚平宁山、喜山地区，地壳还处于活动状态，表现为横亘东西的大海槽——古地中海（特提斯）地槽。

环太平洋地槽，紧靠中生代褶皱带外侧（太平洋一侧），还在不断下陷，处于非常活跃的地槽阶段，以及相邻的大陆（西欧、俄罗斯南部、非洲北部、北美东部）等明显下沉引起全球性的海侵，因此早第三纪海侵是新生代以来最大的一次海侵。

(2) 第三纪晚期和第三纪末，由于喜山运动的影响又发生了新的变化。

古地中海强烈褶皱返回，横亘东西的山脉取代了昔日的海洋，从北非的阿特斯、欧洲的比利牛斯、阿尔卑斯、喀尔巴阡，东延至高加索、喜马拉雅，成为地球上最年轻的山系，第三纪末，喜马拉雅山就已高出海面 5000 米了。残存的地中海及东南亚一带仍为海槽。

(3) 第三阶段，喜山运动后第四纪以来。

喜马拉雅地区继续上升，成为世界最高峰，青藏高原也因喜山上升而隆起，南带至今仍处于活动状态。

环太平洋地槽内带不断隆起，安第斯山继续隆起，东北也相继上升，活动区推移至现在的海沟，西太平洋群岛进一步发展，台湾脱水而出。

2. 地壳发展由稳定又重新趋向活动——进化到地洼发展新阶段

印支运动后地壳发展进入到地洼初动期阶段，燕山运动后进入到极烈期，喜山运动后活动性仍继续发展，因此新生代是地壳的回春期。

(1) 大规模的断裂活动和断块活动。

断裂活动有一些继承中生代的断裂，另一些是新生的。断块活动，是指几组断裂切割一个地区，使其隆起或下陷的一种断裂组合活动。如庐山经断块活动被抬升，华北平原、汾河、渭水流域断裂后则下陷，前者称断隆、断块山，后者称断陷盆地。这些断裂活动至中生代以后又比较活跃，表现强烈。

(2) 规模较大的岩浆活动。伴随大规模的断裂活动，出现广泛的岩浆活动，以喷发为主。例如德干高原玄武岩、东北五大连池、台湾、海南、福建、

浙江、云南等地，新生代以来都发生了强烈喷发。

(3) 加里东及海西阶段的一些古老褶皱带在新生代以来也重新活动，表现强烈的上升及断陷下沉，形成巨大的山系和巨大的深拗盆地。

我国西部及中亚地区大型盆地和巨大山脉相间的自然地理景观都是因此形成。新疆的三山两盆、欧洲的莱茵地堑便是一例。

(4) 冈瓦纳古陆继续分裂、漂移，愈来愈接近现代地貌。

古地中海至新生代全部上升隆起，使非洲与欧洲、印度与亚洲完全拼合在一起。

以上说明从加里东、海西、印支期转化的地台，至新生代又重新活跃。

3. 古地理及古气候变化

早第三纪世界气候分带已经明显，许多地方出现反映不同气候的沉积物，在时间和空间上相互交替出现。

晚第三纪气候分带与现在十分相似，北半球干燥区呈南西西——北东东方向延伸，西风带已经形成。

第四纪以来，干湿及冷暖交替的波动气候，出现冰期和间冰期，以及东亚季风的形成和发展。

在冰期干冷气候条件的特殊环境下，出现第四纪黄土堆积。

冰期和干冷气候，也促进了生物的发展，第三纪末，第四纪初地球上古人类出现。

黄土堆积、第四纪冰期、古人类出现被称为第四纪以来三件重大地质事件。

4. 喜马拉雅运动和中国现代构造及地貌的形成

我国现代构造和地貌，晚古生代海西运动后已初步形成轮廓，中生代燕山运动以后基本奠定基础，喜山运动则完成了现时构造和地貌轮廓。

(1) 第三纪喜山运动以前，我国大陆轮廓就已基本形成，山川交错、盆地相间的地理景观。西北地区形成大型盆地，如塔里木、准噶尔、柴达木等盆地。东部地区由于大陆与洋壳的挤压，产生北东——南西；北北东——南南西的山系。隆起区仍继续上升，下陷盆地仍在下降，第三纪沉积物，厚度可达 5000 米以上，例如洞庭盆地。

(2) 第三纪末的喜山运动，喜马拉雅海槽上升为 5000 米以上的山地，台湾也脱水而出。至此，基本造就了我国现时地貌轮廓。同时喜山运动，伴随大量的火山喷发。

(3) 喜山运动后，地壳发展进入第四纪时，新构造运动表现仍十分强烈。

在地貌上，山脉隆起、盆地下沉的地貌景观得到加强。青藏高原跃居为世界屋脊，珠峰成为世界第一高峰。根据有些资料，青藏高原、云贵高原，第四纪以来上升了 1~2 千米以上，喜山上升了 3000 米以上。

盆地下降，如华北平原第四纪下降达 1000 米以上，沿海地区最多的曾发生七次海侵。我国洞庭凹陷下降也在 100 米以上。太平洋西部南海珊瑚岛礁厚度也达 200 米以上。

由于升降运动伴随的断裂运动。青藏高原周围断裂分割，使高原抬升。天山、祁连山、秦岭等地，因升降成为高山，山岭之间相对下降形成河谷或湖泊。

5. 新生代的矿产资源

新生代的矿产主要有第三纪红色盆地的膏盐、油气和煤。例如湖南盐井

的盐和石膏、乌克兰钾盐。伊朗的油气主要产于第四纪，美国落基山煤田，部分产于第三纪。第四纪主要是现代盐湖（西北、内蒙等盐湖）及砂矿、金刚石、砂金、金红石等砂矿床。此外有海岛上的鸟粪磷矿床。

地球的演化，从无到有，经过了 46 亿年漫长岁月，才形成今日能为人类提供一个休养生息的场所。由无生命到有生命，最后创造了人类，并进入到今天文明社会，我们应该去认识、了解、保护这个属于人类的地球。

地球内部圈层结构

科学家们根据无数次地震波在地球内部传播状态的分析，证明地球内部有圈层状的特点。由外向内分三层，地壳、地幔、地核。它们之间就像鸡蛋分为蛋壳、蛋白和蛋清一样。

地壳 地壳是地球内部结构中最外的圈层，是由岩石组成的地壳固体外壳。地壳总厚度在 5 至 70 公里之间，大陆地区壳厚，如青藏高原地区厚度达 70 公里，大洋地区地壳薄，如大西洋地壳有的地方仅厚 5 公里。海陆地壳的平均厚度约为 33 公里，仅占地球半径的二百分之一。地壳的上部主要由密度小、比重较轻的花岗岩组成，主要成分是硅、铝元素，称为“硅铝层”。地壳的下部是由密度较大、比重较重的玄武岩组成，主要成分是镁、铁、硅元素，称为“硅镁层”。在地壳的最上层，是一些厚度不大的沉积岩、沉积变质岩和风化土，它们是地壳的表皮。在地壳中，蕴藏着极为丰富的矿产资源，目前已探明的矿物已有二千多种，其中尤以金、银、铜、铁、锡、钨、锰、铅、锌、汞、煤、石油、天然气等为人类文明不可缺少的宝贵资源。

地幔 位于地壳以下，地核以上，亦称为“中间层”。其下界深 2900 公里。地幔约占地球总体积的 83.3%。地幔可分为上下两层，上地幔约到 1000 公里深处，一般认为，这里的物质处于局部的熔融状态，是岩浆的发源地，地球上分布广泛的玄武岩就是这一层喷发出来的。下地幔在 1000 公里以下到 2900 公里，主要是由金属硫化物和氧化物组成。地幔的质量为 4.05×10^{21} 吨，占地球总质量的 67.77%，温度较高，上地幔约为 1200 ~ 1500 °C，下地幔为 1500 ~ 2000 °C。

地核 地球内部结构的中心圈层。可分为外核和内核两部分。外核自地下 2900 公里到 5100 公里，占整个地球质量的 31.5%，体积占整个地球的 16.2%。由于地核在地球的最深处，受到的压力很大，外核的压力已达到 136 万个大气压，核心部分高达 360 万个大气压。地核内部的温度高达 2000 ~ 5000 °C，物质密度平均为 10 ~ 16 克/厘米³ 之间。地核主要由铁、镍组成并含少量其它元素，可能是硅、钾、硫、氧等物质。

地球上的褶皱构造

褶皱是地球外表层岩石区最普遍的一种地质现象，由于褶皱才使地面此起彼伏，就像是干缩了的苹果一样。

褶皱是岩层在构造运动水平压力作用下，所产生的一系列波状弯曲，是一种未丧失岩层连续性的塑性变形。单个背斜或向斜称为褶曲，它由核（轴）部和翼等要素组成。褶曲是组成褶皱的基本单位，两个以上的褶曲的组合，才叫褶皱。在自然界总是一个褶曲连着另一褶曲。由于受力状况、强弱不同，

弯曲形态和程度也不同。

褶皱基本的形成由背斜和向斜组成，两者有什么区别呢，我们由下表可以做一个比较：

背斜、向斜基本情况比较

内容	背斜	向斜
弯曲方向	向上弯曲	向下弯曲
岩层产状	向外倾斜	向内倾斜
地层层序	老地层在中间	新地层在中间
地貌特征	一般是正地形隆起为山	一般是负地形凹下为谷

地形倒置/坳下为谷/隆起为山

在上表中，背斜和向斜的最主要的区别，是根据地层的新老来判断的，背斜的中间（称为核部）是老地层，向斜的中间（核部）是新地层，其他的条件都是不可靠的。例如地貌一般背斜隆起，但如果岩性有差异，背斜所处的岩层容易风化，向斜处的岩层难于风化，则出现相反的情况，背斜成谷，向斜成山，这种现象我们称为地形倒置。

此外根据褶皱向上弯曲是背斜，向下弯曲是向斜，来判别褶皱，有时也会发生错误的结果。表示一个背斜，由于倒转逐步变为向下弯曲，误判为向斜。同样向斜也可变为上弯曲的翻卷褶皱。

研究褶皱，不仅在恢复地壳运动方面，在找矿、找油、找气、找水等方面都具有重要的意义。此外研究一个地区的地层、断层应首先研究褶皱。

褶皱轴（核）部往往是矿床富集的地区，向斜是保护所有沉积矿床的最好构造。背斜，尤其是短背是重要储油构造，油、气都储集到轴部，因为油、气比水轻，被水一挤压，便向顶部集中。向斜可以把水“收”集到两翼或轴部，我们找矿、找水、找油，都要搞清褶皱分布，否则就会使钻孔落空。

地球上的断裂构造

如果说岩层的弯曲称为褶皱，那么岩层被错断，使岩层连接性被破坏发生位移或裂开时我们称为断裂。根据断裂程度和规模，把那些位移显著、规模较大的断裂称断层，规模小、位移又不显著的称为节理。一种是受引力产生的、张开裂口的张节理；另一种是由于受扭动产生的剪切应力发生袭面闭合的剪切理。

断层，是地壳表面规模较大的断裂，它可以切穿地壳，进入上地幔，地面延伸数百公里。如我国郯庐大断裂，从东北南部延至长江，乃至贵州，长达千余公里，但有时也有一块平标本上见到仅数厘米的，只要岩层有明显错位的，便可称为断层。

断层由下列几项要素组成：

断层面和破碎带：岩层发生位移时，被错断两盘沿着移动的面称为断层面，在绝大多数情况下往往不是单一的面，而是一系列密集的破裂面或错动破碎带，称为断层破碎带或断层带。

断层线：断层面、破碎带与地面或平面的交线称之为断层线，它表示断

层延伸的方向。

上盘和下盘：断层面两边的岩层称为断层的两盘。断层以上的称上盘，以下的称下盘。

断距（位移）：断距是岩层被断开的距离，也是两盘相对的位移量。因此断距也是衡量断层规模大小的指标之一。

断层，是地球上常见和重要的地质现象，如何判断断层的存在？最主要的有下列各项：

首先地貌方面的标志：断层线通过处一般岩层破碎，易于风化，所以断层线通过处，多是负地形，沟谷较多，过去老地质学家常说：“逢沟必断”，就是这个意思。当然不是每条沟谷都是断裂，但是沟谷，则需做断层来考虑，再来寻找依据加以证实。

在地貌上，断层还有很多表现：例如山脊被错断、河流突然拐弯、山地与平原交接处等这些地貌形态发生变化外，往往都有断层通过。

其次是岩层的重复与缺失：由于断层活动，岩层往往被错动后，一些岩层多出来，发生重复，另一些岩层则被断掉后少了层数发生缺失。因此如果岩层层序发生变化，则说明可能是断层活动的结果。我们注意用那些特征明显的岩层（称为标志层）是否重复或缺失来确定断层的存在。

再次是：断层破碎带、断层两盘出现的磨光面，断层角砾等都可以作为断层证据。

此外，植被的生长状况明显变化、泉水分布呈线状分布，断层崖、断层三角等都是断层存在的证据。

根据断层的性质，可以分为三种类型：

正断层：上盘下降、下盘上升的断层，它是由于引张力作用，使上盘“掉下来”。

逆断层：上盘上升、下盘下降的断层，它是由于挤压力作用形成的。

平移断层：两盘平错，是由于扭力作用形成的。

地壳中的“寿星”

如同人有生日、有年龄一样，地壳也有自己的年龄。科学家对不同大陆上的地壳岩石进行了抽样分析，认为大陆地壳的最早雏形出现在 37 ~ 40 亿年前。大部分地壳的年龄在 28 亿年左右。现已发现的有 30 亿年以上高龄的地壳有近 10 余处，其中最老的寿星是格陵兰岛的戈德霍普，它的高寿是 39.8 ± 1.8 亿年。其次是：

刚果南部 35.2 ± 1.8 亿年；

俄罗斯科拉半岛 34.6 亿年；

沃罗涅兹河地区 34.6—34.8 亿年；

美国明尼苏达州 33 亿年；

南非德兰士瓦中部 32 ± 0.7 亿年；

美国蒙大拿州 31 亿年；

斯威士兰 30.7 ± 0.6 亿年或 34.4 ± 3 亿年。

随着地质年代测定数据的增多，可能还会发现岁数更多的大陆地壳。

科学家从南非的前寒武纪岩石中，还发现了 32 亿年前的细菌化石，被命名为“伊索拉姆原始细菌”。这是目前知道的最古老的生物遗迹，可以说它

是地球上最早的生命了。

地质年代

自从陆上出现了生物以来，古代生物的遗体——化石，就成了我们认识地球的最好标志。科学家们根据化石以及岩石中的放射性元素来计算，把地球历史演变划分为五个年代，即太古代、元古代、古生代、中生代和新生代。共十余个纪。

太古代、元古代为地球发展的初级阶段，距今最远，经历时间也最长，当时的生物仅处于发生和孕育阶段。古生代鱼类、植物、动物都从低级向高级发展。中生代地壳活动强烈，发生了一次强大的地壳运动——燕山运动。新生代距我们最近，大约有八千万年，地球上相继繁荣，出现了人类，到处生气勃勃，百花争艳。

地质年代表

中生代	白垩纪	1.4	爬行动物时代
	侏罗纪	1.9	
	三迭纪	2.5	
古生代	二迭纪	2.85	两栖动物时代
	石炭纪	3.3	
	泥盆纪	4.0	鱼类时代
	志留纪	4.4	海生无脊椎动物时代
	奥陶纪	5.2	
寒武纪	6.0		
元古代	震旦纪	9.0	动物孕育、萌芽发展的初级阶段
		25	
太古代		38	最原始低等生物产生
—地球的初级发展阶段		46	

大气是从哪里来的

我们的地球之所以生机勃勃，是因为它有其他行星所没有的得天独厚的三大宝：适量的阳光、充足的水源和丰富的大气。

地球大气是从哪里来的呢？天文学家常常用天体的起源来解释地球大气的起源。

根据太阳系起源的流行理论——康德—拉普拉斯学说认为：大约在 50 亿年前，太阳系是一团体积庞大、温度极高、中心密度大、外缘密度小的气态尘埃云。整个尘埃云先是缓缓转动，后来温度渐渐冷却，尘埃收缩，而使转动加快，中心部分收缩成太阳，周围物质收缩成九大行星及其卫星。最初收缩凝聚的地球团块是很疏松的，气体不光在地球表面，大部分被禁锢在疏松的地球团内。这时的地球像一块吸足了水分的海绵团，蕴含着大量的气体。

后来，由于地心引力作用，疏松的地球收缩变小。气体受到收缩，被挤出来。大多气体分散到地球表面，形成薄薄的一层大气。地球收缩到一定程度后，收缩速度减慢，强烈收缩时产生的热量渐渐失散，地球逐渐冷却，地壳开始凝固。地球凝固后，地球内部受放射性元素的作用不断升温，使地壳一些地方发生断层、位置移动和火山爆发。地壳和岩石中的水和气体也随之释放出来，这些被释放出的气体中，一部分像氢和氦等轻分子跑到了宇宙空间，而氧和氮等重分子大部分被地球吸力抓住，充实了地球大气。

地球不断失去氢和氧，然而太阳风和地球本身的活动，如火山爆发等，又不断地补充地球大气失去的气体。所以，从古至今，地球大气总是那么丰富。

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。

对流层 从海平面到 18 公里高空，占大气总量的 80%。对流层里气象万千，冷热空气上下对流，兴云造雨，下雪降霜，电闪雷鸣都在这里发生。

平流层 从对流层顶到 50~55 公里的高空。此处空气稀薄，水汽和尘埃含量极少，很少有天气现象，气流平稳，是高速喷气机最理想的飞行区域，平流层中含有大量臭氧，因此又得名“臭氧层”。它能吸收太阳辐射中 90% 的紫外线，像地球的贴身“防弹衣”一样，使地面生命免遭紫外线伤害。

中间层 从平流层顶到 80~85 公里的高空。它负责吸收太阳的远紫外线和 X 射线，使大气中的氧和氮分子离解成原子和离子。该层的温度随高度增加而降低。

热层 从中间层顶到 500 公里处的高空。这一层的温度很高，气温昼夜变化很大。

外层 500 公里以外高空，是地球大气层向星际空间过渡的区域，它有两条辐射带和一个磁层。磁层在 5~7 万公里的高处，它是地球大气的最外层，它像一道挡风的钢铁长城，保护地球生物，免受太阳风的致命打击。

在 50~1000 公里处有一个电离层，分为 D、E、F₁、F₂ 四层，里边的气体基本都是电离的。地球上的短波无线通讯都靠电离层的反射。80~500 公里区域，电离密度较小，美丽的极光就出现在这层。

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、具有不同的性质和功能的物质以适当比例相配备，为有机世界的生存和发展，提供了有利的条件。现代靠近海平面的干洁空气的组成是：

成分		氮	氧	氫	二氧化碳	其他
含量 %	按体积	78.08	20.94	0.93	0.03	微量
	按质量	75.52	23.15	1.28	0.05	微量

可是，地球的早期大气却完全不是这样的。

地球脱胎于星云，而星云的主要成分是氢和氦。可想而知，地球的第一代大气是以氢和氦为主的。不过，地球在形成之初，由于其体积还很小，没有足够的重力把这些气体挽留在自己周围。因此，最初的地球无法拥有大量的气体。有如现在的月球或小行星那样。后来，随着地球不断吸引和兼并它周围的固体颗粒，体积和质量不断增大，地球的引力也不断增大，并可以把原始的气体吸引在自己周围，便形成了以氢、氦为主的第一代大气。由于这些大气分子很轻，在阳光照射下异常活跃，很容易逃逸出地球。

随着地球的进一步增长，以及地球内部温度的升高，在地球内部圈层分化的同时，从地球的内部不断有气体产生出来，这就是地球的第二代大气。其主要成份可能是水（ H_2O ）、二氧化碳（ CO_2 ）、一氧化碳（ CO ）、甲烷（ CH_4 ）和氨（ NH_3 ），此时还没有动植物呼吸所必需的游离氧。第二代大气产生于火山喷发或从地球物质中渗出，人们根据当今火山喷发产生的气体和某些陨石上所发现的气体成分证实了这一点。

至于第二代大气是怎样演化成现代大气的，这个过程比较复杂，但在演化过程中起关键作用的是绿色植物。因为绿色植物通过光合作用能够吸收二氧化碳，释放出游离氧，从而把还原大气变成氧化大气，使第二代大气的成分发生重要变化。

在距今 30 亿年以前，地球上出现了原始的低等植物——蓝绿藻。这是地球大气由还原大气变成氧化大气的关键性的事件。在距今 6 亿年以前，绿色植物在海洋中得到大量繁殖与发展，并占据优势。在距今 4 亿年以前，绿色植物开始在陆地上出现。这样，使得在大气中的游离氧不断增多。同时，还原大气的氧化过程被加速。在氧化过程中，一氧化碳逐渐转变成二氧化碳；甲烷逐渐成为二氧化碳和水；氨逐渐转变成水汽和氮。很明显，这时的大气还不是氧化大气，而是以二氧化碳逐渐占据优势的大气。只是由于绿色植物光合作用的持续作用，大气中的二氧化碳才得以日益减少，而游离氧日益增多。有人估计，当大气中游离氧达到现代大气氧的 1% 的时候，就可能出现有效的臭氧层。它对太阳紫外线起屏障作用，可保护地球上生命免遭紫外线伤害。游离氧是生物发展的产物，反过来它又促进生物界的发展。

大气中氮气的增多，除了与游离氧有关外，还取决于生物的发展。生物在其生存期间，需吸收环境中含氮化合物，在体内合成蛋白质等复杂的有机物。当动物及其排泄物腐烂时，蛋白质一部分转变为氨和铵盐，另一部分直接转变为氮；氨在游离氧的作用下又释放出氮。由于氮的化学性质不活泼，在常温下不与其它元素结合，所以它在大气中会越积越多，终于成为大气的主要成分。

总之，在绿色植物的光合作用下，由于二氧化碳不断减少和氧、氮不断积累，终于使得地球的第二代大气演化成了现代的第三代大气。

地球生命的保护伞

在地球大气由原始大气演化为还原大气时，由于太阳辐射，产生了光致离解效应。将水分子分解为氢和氧，分解出的氢逃逸出大气层，比氢重的氧留了下来。性能活泼的氧除了与其他元素化合外，还有一部分形成了臭氧（ O_3 ）。

臭氧（ O_3 ）是氧（ O_2 ）分子的一种同位素，它主要分布在地球大气的平流层里，在海拔 25 公里附近密度最大。因此，科学家又把海拔 25 公里附近的大气层叫做臭氧层。据估计，在海拔 10~50 公里范围内，臭氧占整个地球所拥有的臭氧总量的 97% 以上。但是，与地球大气相比，还不到地球大气总量的 1%。

臭氧含量虽少，但却维系着地球万物生灵的命运。因为强烈的太阳紫外线对生物会产生致命的危害，它会破坏生物体内的生殖分子和 DNA（细胞的脱氧核糖核酸，它起着制造和传递遗传信息作用），引起细胞异变和一些疾病。紫外线对蛋白质也有破坏作用。而 DNA 和蛋白质对光线的吸收主要集中在紫外线波段。

臭氧能吸收太阳紫外线，使大气下层的氧分子不再被分裂。被吸收的太阳紫外线能烤热臭氧及周围的空气，形成高于同温层的空气层，就好像在汹涌澎湃的对流层上的一把保护伞，挡住了大部分的太阳紫外线，使地球上的生物免遭紫外线的致命伤害。正因为地球大气中有了臭氧层这个天然屏障，远古的生物才能从海洋过渡到陆地，而发展成形形色色的生物界，我们人类以及地球上的所有生灵才能安然无恙地生活在地球上。

如果大气层中的臭氧含量减少，到达地面的太阳紫外线就会明显增强，地球上的生物就会遭殃了。

水圈

在地球上，很少有什么物质会像水那样变幻多端，分布广泛。上至高层大气，下至地壳深处，几乎处处都有水的踪迹和水的影响。相互沟通的世界大洋，陆地上的江河湖泊，以及埋藏于地表下面的地下水等，它们互相连通，共同构成了我们这个星球上所特有的“水圈”。在地球上的总水量中，海水约占 97%，其余 3% 存在于冰川、江河、湖泊、地下和大气中。如果我们把地表看做是很平坦的，将地球水均匀覆盖其上，那么全球将成为一个平均水深 2745 米的水球。水是生命的摇篮，也是一切生命机体活动必不可少的基本要素。

在太阳系中，地球是唯一拥有液态水的天体。水占地球表面积的 77%（为此，有人提议地球应改名为“水球”），总量达 145 亿亿吨。这还不算矿物所含的结构水和结晶水，也不包括生物体中的水（生物机体的 2/3 是水组成的）。

你一定会问，这么多的水是哪来的呢？

传统说法，地球上的水是地球形成时，从星云物质中带来的。星云物质由三大类物质组成：一类是气物质，如氢和氦，约占星云物质的 98.2%；另一类是冰物质，如水冰、氨、甲烷等，约占 1.4%；第三类是土物质，主要有铁、硅、镁、硫等与氧的化合物，是些温度高达 1000 左右时仍是固态的

物质。地球是由物质组成的，但仍有一小部分冰物质，这便是地球水的来源。

1961年，科学家托维利提出，地球水是太阳风的杰作。太阳风是太阳外层大气向外逸散出来的粒子流。从地球形成至今，地球从太阳风中吸收氢的总量达 1.70×10^{23} 克。如果这些氢全部与地球上的氧结合，可产生 1.53×10^{24} 克的水，恰恰接近地球水的总量 1.43×10^{24} 克。

不久前，美国人弗兰克等人又提出一个假说：地球水来自太空冰球。这位科学家研究了 1981~1986 年以来人造卫星发回的数千张地球大气紫外线辐射图像，发现在圆盘形的地球图像上总有一些小黑斑。这些小黑斑都很短命，仅存在两三分钟。经多次分析和否认了其他一切可能后，他们认为这些小黑斑是由一些看不见的冰块组成的小彗星，撞入地球外层大气后破裂、融化成水蒸气而造成的。估计每分钟约有 20 颗平均直径为 10 米的这种冰球坠入地球，每年可使地球增加 10 亿吨水。地球形成 46 亿年，总共可从这种冰获得 460 亿亿吨水，是现在地球水总量的 3 倍多。扣除蒸发的水分、矿物质和岩石，以及生物体内含有水分，仍富富有余。所以，这一假说因无法自圆其说，也遭到了人们怀疑。

地球之水究竟来自何方？还有待于人类继续探索。

生物圈

在地球发展的最初阶段，地球上本没有任何生命现象。由于地球本身的特有性质和它在太阳系中得天独厚的位置，决定了地球上物质的进一步演化。地球上自从有了原始的地壳、大气圈和水圈，生命便合乎规律地出现和发展了。

现在多数人认为，生命是由无生命的物质转化来的。这种转化，需要有一定的物质条件，即必须具备甲烷、氨、水汽和氢等，而这些物质在原始大气中是大量存在的。实现这种转化，还需要有一定的能量，而来自太阳的紫外线、大气中的电击雷鸣和地下的火山熔岩等都是重要的能源。所以，在原始地球上，实现从无生命到有生命物质的这种转化，便具备了可能性。

为了模拟这种转化过程，本世纪 50 年代美国科学家米勒成功地做了一个实验。他在封闭的容器里，按照原始大气的成分，装满甲烷、氨、水汽和氢，并使之保持一定的温度。同时，在容器中不断地点燃电火花。这样，在经过一定时期的连续作用之后，终于产生出了有机分子。后来，又有人多次重复米勒的实验，并加入多种成分的物质，获得了在生命物质中常见的氨基酸，甚至于某些蛋白质。近年来，在地球上某些早期沉积岩（年龄在 35 亿年左右）中，以及在陨石中，也发现了有机分子的遗迹，跟实验室里所获得的有机物质有些相似。经科学推测，它们应该是地球和太阳系早期的有机物。

简单有机物还不是有生命的物质，从简单的有机物转化为有生命的物质需要一系列的条件和经过一系列的过程，其中原始的海洋是重要的一环。大气和地表上的有机物会随着降水和地面径流汇集到海洋，并在海洋一定部位浓集。这样，它们有更多的机会相互接触，并结合成更为复杂的有机分子，甚至成为能自行与周围环境进行物质交换的独立体系。再通过不断进化，这些独立体系开始进行最原始的新陈代谢和自我繁殖，这才发展成生命物质，人们叫它非细胞生命。这个过程大概发生在距今 35 亿年以前。这是从无生命到有生命的一次飞跃。不过，正是因为生命的形成是一个极为漫长的过程，

人们要想在实验室里获得有生命的分子，目前尚不可能实现。

原始生命之所以在水中形成，也在水中发展，是因为那时的大气中还缺少游离氧，高空还没有形成可以抵御太阳紫外线的臭氧层，原始生命只有从水中获得氧和靠水的保护才能生存和发展。在陆地还未具备生命生存条件之前，原始生命一直生活在海洋里。它们在海洋里渡过了十分漫长的岁月，直到距今 6 亿年前，绿色植物在海洋里大量繁殖，成为海洋生物的主要成员之时，陆地仍然是一片荒漠，找不到任何生命的踪迹。

绿色植物的出现为其登陆创造了条件。因为绿色植物在光合作用中所产生的游离氧不断积累，最终导致高空臭氧层的形成。它能有效地吸收紫外线，保护地面上的生物免遭伤害。于是，在距今 4 亿年前，绿色植物开始从海洋发展到陆地。首先登陆的是陆地孢子植物，此后，依次出现了裸子植物和被子植物。动物也敢于开始登陆和发展，依次出现了两栖动物、爬行动物和哺乳动物。

地球上的生命从无到有、从简单到复杂、从低级到高级，一步步进化发展，至今已有数百万种动植物。它们占领了海洋、陆地、地壳的浅层和大气的下层，构成地球上所特有的一个圈层——生物圈。地球上的生命依靠地壳、大气圈和水圈的改造，促使其演化和发展。可以说，由于生命和生物圈的出现，地球圈层之间的联系和接触越来越密切了。

至此，我们可以看到，地球岩石圈的顶层，大气圈的底层，以及水圈和物质圈的全部，是地球外部各圈层密切接触和有机联系的纽带，各圈层在这里相互作用、相互渗透，构成一个完整的物质体系。对于人类社会来说，它就是周围的自然界，即自然地理环境。

还要特别指出的是，到了后来，地球在它自身演化的同时，还要受到人类活动的影响，接受人类有意识的改造。所谓改造地球，就是合理地利用各个圈层的自然资源，有目的地改变各圈层的状况和它们之间的关系，使之朝着有益于人类的方向发展。

地球冰期成因的七大假说

大约在 9 亿多年前的震旦纪，整个地球几乎完全被冰雪覆盖，这就是地球史上三大冰期之一的震旦大冰期。这个时期的冰川堆积物遍布世界各地。

2 亿多年前，地球进入了第二冰期：石炭二迭纪大冰期。主要发生在南半球，非洲的扎伊尔和赞比亚当初都在冰川之下，北半球只有 1/3 的印度埋于冰雪中。

大约 300 多万年前开始了第四纪大冰期。最盛时，冰川覆盖着地球总面积的 32%，现在仅为 10%。我们正处在第四纪大冰期的末期，是个比较温暖的时期。

但从整个地球气候史看，温暖时期占着绝对优势。近 2 亿 5 千万年以来，冰期只有 200 万年，是什么原因造成原本温暖的地球几次陷入寒冷之中呢？科学家们提出了冰期成因的七种假说。

1. 由太阳系在宇宙间所处的位置变化引起。当太阳系随同银河系的自转通过宇宙间寒冷区域时，或转到宇宙尘微粒子稠密区域时，部分太阳辐射被宇宙尘埃吸收，地球得到的太阳辐射减少，温暖降低，地球出现冰期。

2. 地球公转轨道的偏心率每 93000 年就会发生一次变化，造成地日距离

加大；或地球受木星的吸引，地球公转轨道变圆（大约每 10 万年一次），地日距离变远，地球温暖降低，形成冰期。

3. 地球转速的变更，造成地壳运动，两极大气的变化。如地球转速加快时，两极寒冷的大气涌向赤道，气候变冷。

4. 强烈的地壳运动，使火山活动频繁，火山喷发出大量碎屑，遮天蔽日，减弱了太阳辐射热。强烈的地壳运动还会造成大陆上升，大量新岩石暴露于空气中，岩石风化使大气中保护地球热量不致散发的二氧化碳含量降低，造成气温下降、冰川活动，产生冰期。

5. 大陆飘移使各大陆相对两极的位置在不同时期发生不同的变化。在移近两极时气候寒冷，出现冰期，如石炭——二迭纪冰期，非洲、澳洲、南美洲、南极洲以及印度原是一个完整的古大陆。而非洲就是当时的南极。北极在太平洋中。所以那时南半球的古大陆都有冰川行动。

6. 地球南北磁极互相倒转的过渡时期，地磁场相当微弱，大气层中弥漫着带电子粒子和宇宙尘，阳光被遮挡，气温下降，雨和雪断断续续，一下就是数百年，冰期到来。

7. 寒冷的北冰洋的海水通过海峡与温暖的太平洋、大西洋交流时，潮湿的气候使北冰洋上空大雪弥漫，结成冰盖，将大部分的太阳辐射反射掉，致使气候变寒，冰期出现。

到底哪种假说更切合实际？是否还有什么其他原因？下一次大冰期何时将至？都有待人类继续探讨。

造成四次全球性生物灭绝的杀手

发生在 6700 万年前的“恐龙灭绝”事件已是世人皆知的一大惨案。但在漫长的地球历史演化过程中，地球上惨遭灭顶之灾的生物远不止恐龙家族。据科学分析，整个显生届时期，有 4 次最明显的全球性生物群突然灭绝的现象。

第 1 次发生在距今约 4.4 亿年的奥陶纪末期。这次遭到灭绝的生物门类大约有 75 个科，其中重要的有达尔曼虫等三叶虫类、孔洞贝等腕足类以及某些单列型的四射珊瑚和头足类等。

第 2 次发生在晚泥盆纪，距今约 3.4 亿年。大约有 80 余种海洋无脊椎动物如腕足、三叶虫、珊瑚、苔藓等类遭了灾。

第 3 次距今约 2.4 亿年，在二迭纪末期。许多在古生代繁盛一时的极重要的海洋无脊椎动物以及苔藓动物中的隐口目和变口目，总计 90 多个科几乎彻底灭绝。

这三次“生物大灭绝”几乎隔 1 亿年发生一次。

第 4 次发生在使雄霸地球长达 1 亿多年的庞然大物——恐龙绝种的年代，即距今 6700 万年的白垩纪末期。与恐龙同时绝迹的还有海蕾、海权、菊石、箭石和某些固着蛤型瓣鳃类。

是什么造成如此大规模的全球性生物灭绝的呢？

像 1765 年将繁荣的大都市庞培在旦夕之间葬于火山爆发的熔岩流下的灾难性突发事件，尽管也会使当时当地生物群遭遇不幸，但从整个地球看这种灾难只是局部的。所以，像火山爆发、洪水、冰川、地震、海啸等自然灾害，都不足以成为地球史上 4 次全球性生物大灭绝的元凶。

人们从月球上大大小小的陨石坑以及目前已发现的地球上的巨大陨石坑得到启发：地球也像月球一样，曾无数次地遭过星体的撞击。这些天外来客足以给地球生物带来毁灭性的灾难。目前被承认发生在出现了4次全球生物灭绝的显生届、直径大于10公里的撞击物约有了100个左右。这些天外来客以每秒数十公里的高速闯入地球大气层，因空气的阻力，它们会发生爆炸，并放出大量碎块和粉尘，同时产生巨大的冲击波和光辐射。浓重的尘埃云遮天蔽日，能长达数年之久。陆地上的动植物长期失去光照，不能正常生长和活动，直至死亡。

如果陨物撞入海洋中，会使大量海水变成蒸气，升腾到空中，与大气中的氧和氮迅速化合成含氮的酸，形成酸雨落入海中，破坏海洋生物的生态平衡。此外陨落物还携带各种有毒元素和物质，随海流的移动迅速扩散到世界各地，使大量微生物和超微物质死亡。人们从恐龙遗骸和蛋壳中发现有毒物质，以及白垩纪与第三纪分界处的地层中铱等有毒元素异常（比地球上的正常含量高出25倍之多）等现象，为星体撞击地球引起全球性生物灭绝的灾变说找到了证据。

对恐龙灭绝的种种猜想

大约在2.3亿年到7000万年前的中生代，主宰世界的是形形色色的恐龙家族：身躯庞大的雷龙，矮小灵活的巨爪龙，一脸凶相的霸王龙，天上飞的翼手龙，水里游的鱼龙。它们占领了地球的海陆空，在那个时代，简直找不到可与恐龙相抗衡的其他动物。那知，在6500万年前，这些雄霸地球长达1亿多年之久的恐龙，却突然全部死亡。这桩震惊世界的“恐龙灭绝”案，成为当代科学十大未解谜之一。

究竟使恐龙遭致灭族之灾的凶手是谁？原因何在？

科学家们多方探究，提出了种种解释。可归纳为三大类：地球灾变、天外因素、生物进化。

认为恐龙灭绝于地球灾变的人也提出了几种不同的见解。一说是恐龙灭绝与地球史上的一场大洪水有关。这场大洪水来自太阳系一个生存期为100万年的冰天体，它曾定期接近地球，引起大洪水，造成恐龙灭绝。二说是，当时地球气温下降，而恐龙是温血动物，习惯温和的、变化不大的环境。一旦气候变冷，这些恐龙既无皮毛保暖，又缺乏自我调剂体温的器官，无法适应气候变化，只有死了。三说是当时出现大规模火山爆发，产生了大量二氧化硫等有毒气体，还有大量火山灰，破坏了地球的植被，破坏了恐龙的生存环境。四说是缘于地球磁场发生了变化，南极变北极，北极变南极。在转换过程中，地磁场一度为零。结果严重干扰恐龙的内分泌系统，使恐龙无法繁殖后代，或是后代有遗传疾病，最后断子绝孙。

有人认为恐龙灭绝是由天外因素造成。至于是什么天外因素，也是说法各异，有的说是高能宇宙线所致。大约在7000万年前，太阳系附近爆发一颗超新星。这颗超新星发出了极度强烈的高能宇宙线，穿透地球的大气层，使恐龙受到致命的照射而灭亡。有人纠正说，致恐龙于死地的高能宇宙线，不是来自超新星爆发，而是太阳上超级耀斑爆发的产物，还有人认为灭绝恐龙的天外因素是天体撞击地球。究竟什么天体？有的说当时曾有一颗直径约10公里的彗星改变了自己原有的运行轨道，以每秒30公里的速度，撞击地球，

造成了一场空前的大灾难。彗星撞击后扬起遮天蔽日的尘埃，长期不散，地球生态环境遭破坏，影响了植物生长，断绝了恐龙的食源，致使恐龙最终灭绝。有的说，撞击地球的天体是颗小行星，太阳系中的无数小行星，在运行中与地球偶然相擦而过，给地球带来了无数灾难。还有的说这天体可能是来自太阳系的一块暗物质或是小黑洞。1982年，诺贝尔物理学奖得主阿尔瓦雷茨博士为天体撞击地球造成恐龙灭绝种得出了有力证据：“在葡萄牙的塔格斯，有一处形成于7000万年前、直径达300公里的巨大陨石坑。这个陨石坑形成的年代与恐龙灭绝时间非常相近。”因此，现在多数人认定恐龙灭绝的真凶可能是撞击出这个巨大陨石坑的天外来客。

生物学家却认为恐龙之死是生物进化的必然，既非天灾，也非地祸。恐龙体态越来越庞大，胃口也越来越大，活动能力反而越来越小，行动笨拙，结果发展到无法适应环境的地步，被更先进的动物所取代了。有人认为，在恐龙的进化过程中，出现了一场大规模的无法扼制的致命瘟疫，导致恐龙绝种。也有的说，中生代时代，生物进化中出现了最初的哺乳动物，这些贪吃的小家伙以恐龙蛋为美餐，致使恐龙绝了后。还有人说，中生代末期，被子植物迅速发展，植物体内含有对多数动物有害的有毒物质。而一只5吨重的恐龙每天要吞食200公斤植物，渐渐地恐龙体内毒素积累成疾，导致生理变化以致死绝，有恐龙遗骸和蛋壳中含有有毒化学物质为证。

到底哪种说法正确，灭绝恐龙的元凶是一个还是几个？还待进一步研究。

妙趣横生的地球方向

东西南北是人给地球确定的方向。人们确定顺着地球自转的方向为东，逆着地球自转的方向为西。地球绕一个假设的地轴自转，地轴的两端，人们称它为两极，看到地球自转的方向为逆时针的端，就是北极；反之，另一端便是南极，站在南极看地球自转是顺时针的。

由于地球是个球形，地球的方向也因此趣味横生。

没有尽头的东、西方：如果你从地球两极以外的任何一点出发，一直朝东走，你的前方永远是东。即便绕地球一周回到原地，再继续朝前走，仍旧是东，无休无止。向西走也是同理。也就是说，向东走，你找不到东的头；向西行，你看不到西的边。所以东、西方向又称无限方向。

只有一头的南、北极：被称为有限方向的南、北极，它们的尽头就是它们自身。从北极以外的任何一点向北走，都会到达北极；而站在北极四下望去，又都是南方，而无东、无西、无北方。南极与之正相反。

永远到不了南、北极的方向：朝东、西、南、北以外的任何方向前进，既不像东、西方向那样可以回到原地，也不会像南、北方向最后在南北极会合，而是一条螺旋形路线，只能从南极或北极擦边而过，却永远到不了南、北极。如果你要到南极或北极会朋友，可千万认准方向哟，否则就会永远擦肩而过却不相见。

地球公转

地球环绕太阳的运动，称为地球公转，同自转一样，地球公转的方向也

是自西向东。地球公转的轨道总长为 94000 万公里，是一个近似正圆的椭圆形，太阳正好是这个椭圆的焦点之一。随着太阳自身的运动、变化，地球和太阳之间的距离也有最远和最近的变化。每年 11 月初，地球位于“近日点”；每年 7 月，地球位于“远日点”，在近日点时，地球公转速度比远日点快。地球公转平均速度为每秒 29.79 公里，平均角速度为每日 $59' 8''$ ，公转一周所需要的时间为 365 日 48 分 46 秒。地球公转的轨道平面与赤道平面的交角，称为黄赤交角，黄赤交角的度数 $23^{\circ} 26'$ ，由于它的存在，使各地正午太阳高度和昼夜长短（赤道除外）发生季节变化，从而造成地球上的春夏秋冬四季交替和五带的划分现象。

地转偏向力

地球上水平运动的物体，无论朝着哪个方向运动，都会发生偏向：在北半球向右偏，在南半球向左偏，这种现象称作地球自转偏向力。物体静止时，不受地转偏向力的作用，地转偏向力是地球自转运动影响的结果，当物体运动时，由于其本身的惯性作用，总是力图保持其原来的运动方向和运动速度，地转偏向力的方向同物体运动的方向相垂直，并且对物体的运动方向产生一定影响，使之向右或向左偏转。地球自转的线速度各地不同，在北半球，当气流自北向南运动时，即从自转速度较小的纬度吹向自转线速度较大的纬度，这时，气流会偏离始发时的经线，发生向右偏，即原来的北风逐渐转变为东北风；其他情形也是同样的道理。在赤道上作水平运动的物体不会发生偏向现象，因为赤道上的自转偏向力为零。

地球自转创造的奇迹

地球以一条假想直线为轴的旋转运动，叫地球自转。地球自转的方向是自西向东。地球自转的平均角速度为每小时 15° ，即每 4 分钟 1° ，地球自转速度由于纬线的长短不同而有所变化，在地球赤道上自转线速度为每秒 465 米，自赤道向南北两极降低，两极处的线速度为零。在地球上我们看到各种天体东升西落的现象都是地球自转的反映，地球昼夜更替、各地时间差异也是由地球自转而产生。地球自转一周为一日，本世纪发现地球自转不是均匀的，由于地球表面潮汐的影响，使地球自转的速度逐渐变慢；另外，地球自转速度还有季节性的周期变化和时快时慢的不规则变化。

大自然中还有许多怪现象，都是地球自转创造的。比如日月星辰从东方升起，再比如：

赤道与两极的重量差 由于地球不停地自转，产生了一种惯性离心力作用。使地面上的重力加速度因纬度高低不同而不同，赤道处的重量加速度最小，两极处最大。同一物体在不同纬度上的重量也不同，在两极重 1 公斤的东西，到了赤道就会少 5.3 克。

地球成了椭圆形 由于惯性离心力由两极向赤道逐渐增大，其水平分力指向赤道。在这巨大的水平分力的作用下，海水从两极流向赤道，地球内部除地轴之外的所有质点也都向赤道挤压，形成了一系列与赤道平行的海岭和山脉。久而久之，原始地球的赤道直径就比两极半径大了，地球渐渐变成了椭圆形。

物体运行发生偏向 在北半球，北风会逐渐变成东北风，东风逐渐变成东南风；而在南半球，北风渐渐变成西北风，东风变成东北风。从北极向赤道某点发射火箭，所需的时间假定是 1 小时，那么，当火箭到达赤道时，准会落在预定目标以西约 1670 公里处，原预定目标竟向东转了 15 度。这是怎么回事呢？这又与地球自转有关，地球自西向东自转，而地球上的物体倾向于保持原来的运动状态，物体的运动就会产生偏向，结果就出现了风转向、火箭没有击中目标的事。

高处下落物总是落在偏东处 有人在垂直的深井中做过试验：自井口中心下落的物体，总是一定深度撞在矿井的东壁上。这也是由于地球自西向东自转，使自高处降落的物体在下落时具有向东的自转速度，结果必然要撞东壁了。

飞机向西比向东飞得远 在排除风力影响因素的情况下，两架飞机用同一速度从同一地点出发，分别向东、西各飞行一小时，结果发现向西飞行的飞机比向东的飞机飞得远，谁帮了西行飞机的忙？是地球向东自转玩的把戏。

日界线魔方

麦哲伦的船队在 1522 年 9 月一天回到西班牙的时候，被一个奇怪的现象弄糊涂了：他们的航行日志上明明记着这一天是 5 日，而当地的这天却是 6 日。他们过“丢了”一天！

这个谜终于被后人揭开了，原来地球存在着一天“日差”。地球自西向东自转一周，时间便过去一天。由于地球是个球体，各地见着太阳的时刻不一样，东边总比西边见到得早；地球上的经度分为 360° ，因此经度每差 15° ，时刻就差 1 小时。也就是从东向西行走，每越过 15° 就要晚 1 小时；当环绕地球一周跨越 360° 再回到原来的地方的时候，便晚了 24 小时，也就是整整晚了一天。麦哲伦船队的一天就是这样在不知不觉中“丢掉”了。

地球存在着一天日差的道理被认识了以后，又发生了问题。

当英国移民向西经过大西洋到达美洲大陆的时候，俄国人也越过白令海峡向东到达了阿拉斯加（美洲北部的一个地区）。在他们遇到一起的时候，常为时间问题发生争吵：俄国人说是星期日的时候，英国人却说是星期六；而英国人说是星期日的时候，俄国人又说是星期一。

为了不把日子搞糊涂，地球上需要规定一个一天开始的地点。在 1884 年，国际上规定了把 180° 经线作为国际日期变更线，这条线又叫日界线。紧靠这条线两侧的地方，时刻是一样的，但日期却相差 1 天：当西侧进入到 2 日零时的时候，东侧还是 1 日零时。

实际上的日界线在白令海峡和南太平洋地区，不完全在 180° 经线上，而有段曲折，这是为了躲过这里的陆地，以使这些地方不致出现两个日期。

日界线，对于还不熟悉它的人来说，简直就像是会变时间戏法的魔术师。

大洋洲岛国斐济的塔佛乌尼岛上有一商人开了一个铺子，门脸朝东。 180° 经线刚好通过这里。这个铺子有一个习惯，每逢星期六在前门营业，第二天便又挪到后门营业。原来这里的基督教有一条不许礼拜天经商的禁令，这个商人便根据日界线两侧的一天日差，用上述办法躲过礼拜天。在前门是星期六的时候，后门是星期日；过去一天以后，前门是星期日了，后门就是星

期一了。

轮船从东往西越过日界线的时候，要在一天里撕掉两页日历；而从西往东越过日界线，就要两天才能撕一张日历。

从我国开往美国的轮船，如果正好在过新年这天通过日界线，那么第二天就要再过一次新年；而从智利开往日本的轮船，如果在 12 月 31 日这天越过日界线的话，第二天，就是新一年的 1 月 2 日，结果就会把新年给过“丢”了。

如果前面的船上有一个船员刚好在 1 月 1 日过生日，第二天他便可以获得又一次的生日祝贺；而后面船上如果有人也赶上新年这天过生日，那就对不起了，他只好认倒霉，他的生日纪念日过“丢”了。要想得到大家祝贺，那只好明年再说了。

日界线不仅可以把一天“变”没有了，还可以把过去了的一天“追回来”。比如：一个到中国的旅客，要赶到美国过新年，却不巧耽搁到元旦的黎明才起程。不要紧，当超音速飞机把他送到美国的时候，才是除夕的夜晚。他还来得及在美国再获得一次新年晚会的欢乐。

日界线有时还会把两侧的时间差上“一年”呢！每年终了的时候，在世界上，汤加、斐济、吉尔伯特、新西兰这些在日界线西侧又靠近日界线的国家，总是首先进入新的一年，而在日界线东侧靠近日界线的西萨摩亚，却是最后一个结束世界年度的国家。当前面这些国家进入到 1996 年的时候，后面的国家还被落在 1995 年里呢！

大洋洲的基里巴斯是个地跨日界线的岛国，它的独立日是 7 月 12 日，这是按首都塔拉瓦在日界线以西而定的；这个国家在日界线以东的人，却总是每年的 7 月 11 日庆祝独立日。在这个国家，遇有宴会或约会，必须说明是西区的日期，还是东区的日期，否则就会闹出笑话来。

看得见的赤道

航海上有一个传统习俗，在船只驶过赤道的时候要举行一个隆重的仪式，有的称之为赤道祭。下面就是这样的一个活动场面：

“海龙王”和“王后”率领着成群的海员，在锣鼓的喧闹声中绕甲板一周，然后这些人被迎面的高压水龙喷嘴喷成一只只落汤鸡。这时，“海龙王”赐给每个人一杯“酒”——一种由红酒、醋、酱油、胡椒粉兑成的混合物，表示祝贺，然后，再把他们扔进一个事先准备好的游泳池里“洗礼”。当这些人从水里爬上来之后，“海龙王”便发给他们每人一张印有美人鱼的“证书”，证明他们曾经过了赤道。

在大海上，赤道线是无从捉摸的，它究竟在哪里，要靠仪器测定，然而，在陆地上却不然……

在肯尼亚首都内罗毕的北边，有一座叫做“西里维尔别克”的旅馆正处在赤道线上，旅客在这里能喝到“一个半球”的酒，又能吃到“另一个半球”的菜。

在乌干达首都坎帕拉附近的一条公路正好与赤道相交，在交叉处的公路两侧各修建了一个巨大的水泥环做标志，成为“看得见的赤道”。

不过，要“看赤道”最好还是到厄瓜多尔的首都基多去。基多城北 24 公里的加拉加利镇处在赤道上，1744 年在这里建立了一座纪念碑，上面镌刻

着 18 世纪以来对测量赤道做出贡献的地理学家的名字。200 多年来，这里成了旅游胜地。旅游者在这里可以看到这座 10 米高的棕红色方柱形石碑，碑身四面刻有斗大的西班牙文字母 E、S、O、N，表示东、南、西、北四个方向。碑顶上安放着一个石刻大地球仪。地球仪中间有一条显眼的白线；这条线在 6 级台阶组成的碑座上又重新出现的时候，画成了红白相连的两色。这就是“看得见的赤道线”。到这里来的旅客，总爱双脚跨在赤道线两侧——两个半球，拍一张有趣的照片。凡来这里参观纪念碑的人，还能得到一张“证书”，证明他曾于某个时间到达了南、北半球的分界线。

近年来发现，这个赤道纪念碑的位置，由于当初测量的误差，比准确的赤道线偏北了大约 2 公里，于是，又在精确的赤道线上建立了一座规模更大的新碑。新碑高 30 米，旅客可以从碑中的电梯登临碑顶的瞭望台，饱览远处的雪山和近处的庄园。碑顶部有一个铝质的地球仪，直径达 4.5 米，碑的底座是直径 100 米的大圆盘，上面有刻度，可以利用碑影显示出南、北半球的月、日、时。

其实早在七八百年以前，居住在当地的人就已经观察到这里是太阳一年两次跨越南、北半球经过的“太阳之路”。每年 3 月 21 日和 9 月 23 日两天，人们都在赤道纪念碑前的广场上，举行盛大的纪念活动，这已成为当地的传统。

北回归线标志塔

北回归线就是北纬 $23^{\circ}27'$ 线，是太阳能够垂直照射在地球上的最北纬线，每年夏至，阳光直射到这里，它是热带和北温带的分界线。

北回归线在地球表面上的总长度大约 37000 公里，大部分穿过海洋地带，其中通过陆地的长度大约 11655 公里，共经过 16 个国家和地区。在我国，北回归线经过台湾、广东、广西、云南 4 个省区，陆地长度约 2020 公里。

一个值得注意的现象是，世界上南北回归线经过的陆地，大多是沙漠或干旱地带，然而北回归线经过我国的地区，情况却截然不同，这里自然地理条件很好，雨量充沛，四季长青，生物资源丰富。

在我国，最早设立的一座北回归线标志塔在台湾省嘉义县，建于 1909 年。最初建成的是一座宝塔形的大理石标志塔，高约 20 米；碑的四周均刻有“北回归线标”字样，并注明经纬度是 $23^{\circ}27'45.1''$ ，东经 $120^{\circ}24'46.5''$ ；塔的顶部为一个石质实体地球仪。该塔后经两次重修，新塔于 1968 年 8 月 21 日竣工。塔高约 5 米，塔顶有一个直径 50 厘米的地球仪。塔周围已辟为公园，为台湾省的一个旅游地。

我国大陆上已在广东的广州、汕头、封开三地建成北回归线标志塔。

广州的北回归线标志塔为混凝土与花岗岩混合结构，塔身形似火箭，高 23.5 米，这个数值与北纬 23.5° 相对应，塔顶为不锈钢筒托着一个直径 1.2 米的空心铜球，全塔总高 30.4 米。

从拱门进入塔身，站在中心位置上，抬头可望见铜球的空心；夏至日阳光直射，穿过铜球空心照到塔底。

标志塔旁的道路模拟地球上赤道、南北回归线、南北极圈 5 条纬线和子午线来布置，并在模拟温度带上种上相应的代表性植物。

广州北回归线标志塔是目前世界上南北回归线标志中塔身最高、规模最

大、较有特色的一座。

封开北回归线标志塔位于江口镇工滨公园内。塔基以花岗岩砌成八卦状，基座上以虚实相间的线条标明北回归线的走向。塔高 15 米，四面镶着“北回归线标志”字样；上部为不锈钢结构，其造型从各个角度看去都呈“北”字形。塔顶是一个铜球，球中心有一个圆洞也垂直于地面，供太阳直射时校验。

封开北回归线标志塔于 1984 年 6 月 21 日（夏至日）建成，是我国大陆第一座北回归线标志塔。

极昼与极夜

太阳终日不落的现象称为极昼；太阳终日不出的现象，称为极夜。由于在地球公转过程中，地轴与公转轨道面保持 $66^{\circ}33'$ 的夹角，造成除赤道上和春分日、秋分日外，其它地区都有昼夜长短不等的变化，纬度愈高愈显著，在南、北极圈内就会出现极昼与极夜现象。太阳直射在北半球时，极昼出现在北极地区，极夜出现在南极地区；太阳直射在南半球时则反之。在南北极圈以内，每年都有极昼和极夜出现，南北极点都有半年的极昼与极夜现象，即半年白昼，半年黑夜。

潮汐

由于月球和太阳对地球各处的引力不同，会引起地球上的水位、地壳、大气的周期性升降现象。海洋水位的升降为海潮，地壳相应的现象称为陆潮，大气则称为气潮，而其中就以海潮的现象最为明显。人们把白天出现的海水上涨现象称为“潮”，把夜晚海水的上涨现象称为“汐”，合称“潮汐”。月球引起的潮汐，称为月潮或太阴潮，太阳引起的称为日潮或太阳潮。由于太阳距离地球比月球远，所以日潮作用没有月潮的作用大。潮汐涨落伴随着海水的周期性流动称为潮流。

地方时

根据天体通过各地子午圈所定的时刻称为“地方时”。地球自西向东旋转，经度不同的地方，同一瞬间的地方时便有差异，两地地方时的差值等于它们的经度之差：经度相差 1° ，地方时刻相差 4 分；经度相差 $1'$ ，地方时相差 4 秒。以某一子午线的时间为邻近地区的共同时间，这样便有了标准时。我国使用东八时区作为全国大部分地方通用的共同时间，称为“北京时间”。

时区

1884 年国际经度会议决定，在全世界按统一标准划分时区，实行分区计时，把这种按时区系统计量的时间称为“区时”或“标准时”。世界时区的划分，以本初子午线为标准，从西经 7.5° 到东经 7.5° 为零时区，又称为中时区；从零时区的边界分别向东向西，每隔经度 15° 划分一个时区，东西各 12 个时区；东十二时区与西十二时区重合，全球共 24 个时区。各时区都以

中央经线的地方时作为本区的区时，即本区的标准时，相邻两时区的区时相差 1 小时。因地球自西向东自转，由中时区向东每增加一个时区，时间增加一小时；向西则相反。时区的界线原则上是按照地理经线划分，但在具体实施中，往往根据各国的政区界线和自然界线来确定。

四季划分

在地球上，南北半球的中纬度地区，一年有春、夏、秋、冬之分，合称四季。四季是一种天文现象，由于太阳的回归运动，地球上的白昼长短和太阳高度有季节变化和纬度差异变化，每一季为三个月，夏季在一年中白昼最长，太阳高度最大；冬季在一年中白昼最短，太阳高度最小。春秋二季是夏冬二季的过渡季节。我国古代的立春、立夏、立秋、立冬为四季的开始，在气象和气候学上，通常又把最冷和最热的三个月称为冬季和夏季。我国以平均温度 10℃ 升至 22℃ 期间的季节为春季，22℃ 以上为夏季，22℃ 降至 10℃ 为秋季，10℃ 以下为冬季。

二十四节气

二十四节气是我国传统农历的一部分，是根据太阳在黄道上的位置把回归年分为二十四个等分点，它分十二个节气和十二个中气：立春、惊蛰、清明、立夏、芒种、小暑、立秋、白露、寒露、立冬、大雪、小寒、雨水、春分、谷雨、小满、夏至、大暑、处暑、秋分、霜降、小雪、冬至、大寒。（前面十二个为十二节气；后面十二个为十二中气）二十四节气的制定，是从春分点算起，太阳沿着黄道穿越星座，每运行 15 度定为一个节气。如春分就是太阳过春分点的时刻；清明就是太阳经过距离春分点 15 度的时刻，以此类推。二十四节气约起源于战国时期的黄河流域，在表明气候变化和农事季节上，对我国古代的农业生产有重要的意义。

岩石

组成地壳的主要物质之一。是在各种不同地质作用下所产生的，由一种或多种矿物有规律组合而成的矿物集合体。组成岩石的基本元素是氧、硅、铝、铁、钙、钾、镁等。岩石的种类繁多，按其含矿物的多少，可分为由一种矿物质组成的单矿岩和由多种矿物组成的复矿岩。按其成因可分岩浆岩、沉积岩、变质岩。其中岩浆岩又叫火成岩，是组成地壳的基本岩石，它是由岩浆活动形成的。岩浆活动有两种：一种是岩浆从火山口喷出地面冷却而成的岩石称为喷出岩，另一种是岩浆从地球深处沿地壳裂缝处缓慢侵入而猛烈喷出地表，然后在周围岩石的冷却挤压下固结而成的岩石，称侵入岩。大陆常见的喷出岩就是玄武岩，地壳中最常见的侵入岩是花岗岩。我国的黄山、华山都是由花岗岩组成的。沉积岩是地壳最上部的岩石，它是由亿万年前前的岩石和矿物经过长期的外力作用而形成的。常见的砂岩、页岩、石灰岩都是沉积岩。岩浆岩和沉积岩在受到高温、高压或外部各种化学溶液的作用时，其内部结构重新组合，矿物发生重新结晶而成的岩石就是变质岩。

海峡

海峡是指海洋中连接两个相邻海区的狭窄水道。如连接太平洋与北冰洋的白令海峡、连结东海与南海的台湾海峡等。海峡是地壳运动造成的，地壳运动时，临近海洋的陆地断裂下沉，出现一片凹陷的深沟，涌进海水，把大陆与邻近的海岛以及相邻的两块大陆分开，就形成了海峡。海峡的地理位置一般比较重要，常被人们称为“海上走廊”。例如，马六甲海峡就是太平洋和印度洋的交通要道。

海湾

洋或海伸入陆地的部分。海湾一般三面靠陆，一面与海相连，其深度和宽度在向陆地的推进过程中逐渐减小。海湾的形状各种各样，有的曲折蜿蜒，有的则比较开阔，与大海融为一体。我国的海湾也很多，如山东半岛的胶州湾，北部的渤海湾和东部的杭州湾等。

大陆架

是陆地向海洋延伸的浅海地带。围绕陆地边缘，又称“水下平原”“陆棚”“大陆浅滩”等。大陆架的范围一般从低潮算起，一直到深海中的大陆沿为止，平均宽度 75 公里，深度一般在 200 米以下，坡度和缓。大陆架海区水产资源丰富，富产鱼、虾、贝类。海底富藏石油、天然气、铁、铜、锡等矿产。

三角洲

河流流入海洋或湖泊时，因流速减低，所携带泥沙大量沉积，逐渐发展成冲积平原。三角洲又称河口平原，从平面上看，像三角形，顶部指向上游，底边为其外缘，所以叫三角洲，三角洲的面积较大，上层深厚，水网密布，表面平坦，土质肥沃。如我国的长江三角洲、珠江三角洲等。三角洲根据形状又可分为：尖头状三角洲，如我国的长江三角洲；扇状三角洲，如非洲的尼罗河三角洲；鸟足状三角洲，如美国密西西比河三角洲。世界上比较著名的三角洲很多，主要有尼罗河三角洲、密西西比河三角洲、多瑙河三角洲、湄公河三角洲、恒河三角洲以及我国的长江三角洲等。三角洲地区不但是良好的农耕区，而且往往是石油、天然气等资源十分丰富的地区。

大陆

指地球上面积广大的陆地。地球上有六个巨大的陆地：欧亚大陆、非洲大陆、北美大陆、南美大陆、澳大利亚大陆和南极大陆。其中，欧亚大陆面积最大，包括欧洲和亚洲两大洲；澳大利亚大陆最小；北美大陆和南美大陆是连在一起的，中间仅隔一条巴拿马运河。全球陆地还包括六大板块四周分布的许多岛屿，大陆和它四周的岛屿合起来称为“洲”。大陆的地貌结构比较复杂，有高原、山脉、平原、河流、盆地以及丘陵等地形。现在一般认为，

在太古代时代地球上的陆地是一个整体，是连在一起的，后来，经过漫长年代的地质运动，才形成今天全球六大块陆地的样子，并且，这些大板块还在不断地移动。

大洲

地球上，大陆和它附近的岛屿合称为洲。全球共有七大洲：亚洲（亚细亚洲）、欧洲（欧罗巴洲）、非洲（阿非利加洲）、北美洲（北亚美利加洲）、南美洲（南亚美利加洲）、南极洲和大洋洲。其中，亚洲面积最大，大洋洲面积最小。这七个洲的总面积为 14935 万平方公里，占全球总面积的 29% 其余 71% 的面积都是海洋。

岛屿

散布在海洋、湖泊、河流中的陆地称为岛屿。面积大小不一样，小的面积不足 1 平方公里，陆地面积较大的称为岛，陆地较小的称为屿。聚集在一起的岛屿称为群岛，如南沙群岛；按弧形排列的群岛称为岛屿，如日本群岛就是一个岛屿。世界岛屿的总面积为 970 万平方公里，约占陆地总面积的十五分之一，岛屿按成因可分为大陆岛、海洋岛、冲积岛。大陆岛是一种由大陆向海洋延伸露出水面的岛屿，世界上较大的岛屿都是大陆岛，如格陵兰岛为世界上面积最大的岛，我国的台湾岛、海南岛也是大陆岛。海洋岛又包括火山岛和珊瑚岛。火山岛是因为海底火山喷发，岩浆冷却后逐渐堆积，直至露出水面而形成的。夏威夷群岛就是由一系列海底火山喷发而形成的火山岛。珊瑚岛是由热带、亚热带海洋中的珊瑚虫残骸及其它壳体动物残骸堆积而成的，主要集中于南太平洋和印度洋中，热带浅海（南北纬 30° 之间），一般都有珊瑚的堆积。我国南海中的西沙群岛、南沙群岛有许多岛屿就是珊瑚岛。冲积岛一般是由河口带或滨海沙岸地带流水携带的泥沙、砾石，冲击而形成的岛屿。世界最大的冲积岛是位于亚马逊河河口的马拉若岛。

山脉

山脉是沿一定方向延伸，包括若干条山岭和山谷组成的山体，因像脉状而称之为山脉。构成山脉主体的山岭称为主脉，从主脉延伸出去的山岭称为支脉。几个相邻山脉可以组成一个山系，如喜马拉雅山系，包括柴斯克山脉、拉达克山脉、西瓦利克山脉和大、小喜马拉雅山脉。世界上著名的山脉主要有亚洲的喜马拉雅山脉、欧洲的阿尔卑斯山脉、北美洲的科迪勒拉山脉、南美洲的安第斯山脉等。喜马拉雅山脉为世界上最大的山脉，它的主峰珠穆朗玛峰海拔 8848 米，为世界上最高的山峰。科迪勒拉山脉，长 7000 ~ 8000 公里，它的支脉与南美洲的安第斯山脉相连，全长 1.7 万公里，构成世界上最长的山系。

平原

陆地上海拔高度相对较小的地区称为平原。平原是陆地上最平坦的地

域，海拔一般在 200 米以下。平原地貌宽广平坦，起伏很小，它以较小的起伏区别于丘陵，以较小的高度来区别于高原。平原的类型较多，按其成因，可分为构造平原、侵蚀平原和堆积平原。堆积平原是在地壳下降运动速度较小的过程中，沉积物补偿性堆积形成的平原，洪积平原、冲积平原、海积平原都属于堆积平原；如长江中下游平原就是冲积平原。侵蚀平原，也叫剥蚀平原，是在地壳长期稳定的条件下，风化物因重力、流水的作用而使地表逐渐被剥蚀，最后形成的石质平原。侵蚀平原一般略有起伏状，如我国江苏徐州一带的平原。构造平原是因地壳抬升或海面下降而形成的平原，如俄罗斯平原。世界平原总面积约占全球陆地总面积的四分之一，平原不但广大，而且土地肥沃，水网密布，交通发达，是经济文化发展较早较快的地方。我国的长江中下游平原就有“鱼米之乡”的美称。另外一些重要矿产资源，如煤、石油等也富集在平原地带。

高原

指海拔较高（一般在 500 米以上），面积较大，顶面起伏较小，外围较陡的高地。一般以较大的高度区别于平原，又以较大的平缓地区和较小的起伏区别于山地。高原是地壳一部分经过长期的、连续的、大面积的隆起而形成的。有的高原起伏微缓，如内蒙古高原；有的高原起伏大，如青藏高原、云贵高原；有的高原地表破碎、丘陵起伏，如黄土高原。我国的青藏高原是世界上最高的高原，平均高度在海拔 4000 米以上，有“世界屋脊”之称；世界上最大的高原是南美的巴西高原、印度半岛的德干高原、亚洲西部的伊朗高原、阿拉伯高原、埃塞俄比亚高原等等。我国的高原面积约 260 万平方公里，主要有青藏高原、内蒙古高原、黄土高原、云贵高原四大高原，另外，还包括帕米尔高原的一部分。

丘陵

丘陵一般海拔在 200 米以上、500 米以下，相对高度一般不超过 200 米，高低起伏，坡度较缓，由连绵不断的低矮山丘组成的地形。丘陵一般没有明显的脉络，顶部浑圆，是山地久经侵蚀的产物。丘陵在陆地上的分布很广，一般是分布在地或高原与平原的过渡地带，在欧亚大陆和南北美洲，都有大片的丘陵地带。我国的丘陵约有 100 万平方公里，占全国总面积的十分之一。自北至南主要有辽西丘陵、淮阳丘陵和江南丘陵等。

盆地

四周由山脉或高原环绕，中部比较低平或间有小的丘陵、山脉，形成盆状的地形称为盆地。按成因，可分为构造盆地和侵蚀盆地。构造盆地主要是地壳运动和地质构造控制形成的盆地，可分为由断裂陷落的断陷盆地，如吐鲁番盆地；地壳弯曲下陷而形成的凹陷盆地，如江汉平原。侵蚀盆地是受外力侵蚀作用而形成的盆地，这类盆地面积较小，为流水、冰川、风和岩溶等外力作用所致，可分为河谷盆地、冰蚀盆地、风蚀盆地、溶蚀盆地等。世界上最大的盆地是非洲的刚果盆地，面积 337 万平方公里。我国的盆地约 190

万平方公里，主要有塔里木盆地、准噶尔盆地、柴达木盆地、四川盆地，它们的面积都在 10 万平方公里以上，其中四川盆地是个聚宝盆，素有“天府之国”之称。

岩溶地貌

指地表中溶性岩石（主要是石灰岩）受水的溶解而发生溶蚀、沉淀、崩塌、陷落、堆积等现象形成各种特殊的地貌，如石芽、石林、溶洞等，这些现象就总称为岩溶地貌，又称为喀斯特地貌。喀斯特是南斯拉夫西北部一个石灰岩高原的地名。岩溶地形的地面往往是石骨嶙峋、奇峰林立，地表崎岖不平，地下洞穴交错，地下河发达，有特殊的水文网。在岩溶地貌地区，地表水系比较缺乏，影响农业生产。我国石灰岩分布面积约有 130 万平方公里，广西、贵州等省都有典型的岩溶地貌。近年来，我国岩溶地貌的许多地方开辟为旅游胜地，如广西的桂林山水，云南的路南石林都很有名。

冰川

极地或高山地区沿地面运动的巨大冰体，由降落在雪线以下的大量积雪在经过一系列的变质作用而形成冰川。地球上的冰川，大约有 2900 多万平方公里，冰川的移动速度缓慢，这跟地形的坡度有直接关系。根据冰川的形态特点，可将冰川分为大陆冰川和山岳冰川两大类。大陆冰川又称“冰坡”“冰原”，是覆盖着整个岛屿与大陆的巨大冰体，它的特点是：面积较大，有的达百万平方公里以上；厚度大，有的达几千米，中央部分冰层最厚，外形呈盾状或表面有较大起伏的饼状覆盖。大陆冰川主要分布在高纬度地区，如格陵兰和南极大陆冰川是世界上最大的两个大陆冰川。山岳冰川又称为“高山冰川”，以发育于山地、并受地形的影响比较大为特点，根据冰川的形态和部分可分为悬挂冰川、冰斗冰川、山谷冰川、山麓冰川等。冰川是一个巨大的固体水库，它储存着大量的淡水资源，随着科学技术的逐步发展，大量的冰川将被开采为淡水资源为人类服务。

沙漠

沙漠指地表为流沙所覆盖，沙丘分布广泛的地区。沙漠地区一般气候干燥、降雨量小、蒸发量大、植被稀少、气温昼夜变化较大。沙漠的主要分布地区是在南北纬 15°~30° 之间的信风带。这些地区的降雨量少，气候干旱，地面岩石风化的细小砂粒在风力的作用下容易飘扬堆积成大面积的沙丘，日积月累逐渐就形成了分布广泛的沙漠地带。沙漠地区温差大，夏天地面白天最高气温可达 60° 以上，夜间可降到 10° 以下，沙漠的年温差也较大，一般在 30~50° 左右。沙漠地区的降水量比较小，一般年降水量在 30 毫米左右，沙漠中的生物难以生存，常见的沙漠中的植物一般都是耐干旱植物，如仙人掌。沙漠地区的风沙大、风力强，强大的风力作用有时可以推动沙丘，有很大的危害性。我国的沙漠总面积达 1535 万平方公里，世界上最大的沙漠是非洲的撒哈拉沙漠，面积 860 万平方公里。

海洋

大洋的边缘部分称为海，是由大陆、半岛和岛屿与海洋隔开的水域。面积比洋小得多，占海洋总面积的 11%，一般深度较浅，水温受大陆的影响较大，有显著的季节变化。按所处的地理位置又可分为边缘海、地中海和内海等。边缘海又称“陆缘海”或“边海”，位于大陆边缘，并与大洋相通，如我国的黄海就是边缘海。地中海是介于两块主要的大陆之间的海，又称“陆间海”，地中海有海峡和邻近海区或与洋相连，如欧、亚、非之间的地中海等。内海是指深入大陆内部的海，一般有狭窄的水道与大洋相连，如我国的渤海就是内海。洋是海洋的中心部分，是指远离大陆、深度较大的广大水域。面积约占海洋总面积的 89%，一般深度在 2000~3000 米以上。水色因含盐分较多（平均为 35‰）而呈现蓝色，海洋的沉积物多为钙质软泥、硅质软泥和红粘土等。全球有四大洋：太平洋、大西洋、印度洋、北冰洋。海洋占地球表面的 71%，总面积为 3.6 亿平方公里。海洋是一个“蓝色宝库”，富含黄金、铁、锰、锡等矿产资源和多种化学元素、稀有元素，并且海洋还有丰富的生物资源，地球上的生物资源 80% 以上都在海洋里。近年来，人们在研究利用海洋的潮汐能发电，这将为人类带来取之不尽的能量来源。

洋流

海洋中海水沿着一定方向的大规模的流动。也称“海流”。洋流主要是受盛行风、地转偏向力作用和岛屿阻挡等的影响。洋流的宽度一般达数十公里乃至数百公里，长达数千公里。按其水温和成因可分寒流、暖流、风海流、密度流、沿岸流、向岸流、离岸流等。洋流的存在对世界各地的气候影响很大，往往同一纬度地带的大陆东西两岸因受寒流、暖流的不同影响，气候就会呈现明显的差异。经常出现暖流的沿岸地带，气候湿润，降水丰富，生物资源也很丰富；而寒流经过的地带往往气候干冷，降水稀少，甚至形成沙漠气候。

湖泊

指陆地表面积水的洼地，面积一般大小不一，大的叫湖，小的叫泊。湖泊是在地质、地貌、气候、流水等因素的综合作用下形成的。在种类上，按湖盆的成因，可分为构造湖、堰塞湖、岩溶湖、火山口湖、冰川湖、人工湖等；按泄水情况，可分为排水湖和非排水湖；按含盐量的多少，又可分为咸水湖和淡水湖；构造湖是由地壳构造运动形成的凹陷积水而形成的湖泊，一般湖水较深，容积较大，如我国的滇池。堰塞湖是由于山崩、地震、滑坡、泥石流、冰碛或火山喷发熔岩阻塞河道而形成的。岩溶湖也叫喀斯特湖，主要是由石灰岩地区的溶蚀洼地积水而成的湖泊，一般湖底有地下水与之相通，如我国贵州的草海。湖泊具有调节水量、气候和防洪、灌溉、养殖、旅游等综合作用。世界上最大的湖泊是欧亚大陆之间的里海，面积 37.1 平方公里；最深的湖泊是前苏联的贝加尔湖，水深 1620 米；世界上最低最咸的湖泊是死海。我国最大的咸水湖是青海湖。

土壤

指陆地上具有肥力的、能够生长植物的疏松表层。土壤主要是由矿物颗粒、有机物残体、腐殖质以及水分、空气等成分组成。在植物生长过程中，土壤具有供应水分、养分、空气、热量的能力。土壤中的各种肥力因素是互相联系、互相制约的，它们主要决定于土体类型和土壤结构。常见的几种土壤类型有黑土、砖红壤、黄壤、红壤、棕红壤、褐土、冰沼土、黑钙土、栗钙土、紫色土、水稻土、草甸土等。我国的贵州、广西、四川等处的山地为黄壤；河北省的冀西山地、燕山山地、山东半岛、辽东半岛及秦岭等处为棕壤；褐土的分布主要集中于从河北省北部到太行山东麓一带；灰化土分布于我国大兴安岭北部；水稻土在我国的分布最广，几乎遍及全国，主要集中分布在秦岭——淮河以南，其中长江三角洲、四川盆地、珠江三角洲、台湾西部平原最为集中；紫色土集中分布于四川盆地；江南地区分布有红壤；砖红壤主要在广西、广东和云南各省的南部边缘地带以及海南省大部分地区。

植被

是指一定地区内覆盖地面的植物及其群落的总称。全球地表的植被称世界植被，某一地区的植被称为地方植被，天然的森林、草甸等称为自然植被，各类森林可称为森林植被。植被是一种宝贵的财富，合理地开发、利用、保护植被将会给一个国家带来长远的经济效益。根据植被地理分布规律，在一定区域内可依照植被类型的一致性和差异性划分出不同等级的植被区域。例如，全球可划分为：热带雨林、季雨林、常绿阔叶林、常绿针叶林、落叶阔叶林、针叶林、针阔叶混交林、寒温带针叶林、稀树草原等多种植被区域。

