

千姿百态的大地

方 楠 刘瑞霞 编著



中国大百科全书出版社

中小学图书馆百科学库

柳斌题





地质类

地 质

在太阳系中，虽有九大行星围绕着太阳不停地运转，但只有地球上存在着生命物体。地球是由什么组成的，它可以分成几部分呢？

大家知道，鸡蛋是由蛋黄、蛋清和蛋壳组成的，地球的结构与鸡蛋很相似，它也是由 3 部分组成的：地壳、地幔和地核。地壳包括土壤和岩层，厚度 10~70 公里不等；地幔总厚度有 2900 公里，分为上下两部分，地幔中的物质处在高温、高压下呈熔融状态，地表上火山喷发出来的物质就是来源于地幔；地核总厚度为 3400 公里，也分为内外两层，那里的物质是由密度很大的铁、镍等元素组成的。

以地球为研究对象的科学称地球科学，简称地学，包括地质学、固体地球物理学、大地测量学、大气科学、海洋科学、水文科学、地球化学和地理学等。地质学是研究地壳的构造、物质组成、发展变化、矿产的形成及分布规律的学科。

地质学分为基础性理论研究和应用性研究两大部分。地球是人类生产活动的场所，是生活和科学研究的基地，因而了解并掌握地球（特别是地壳）的状况、特点及其活动的规律性，开发利用地下资源，防止自然灾害，便成为地质学的主要任务。

地质学是在人类采矿和进行某些与地质有关的工程建设（如水库、交通等）活动中发展起来的，它的发展推动了这些行业的发展，而这些生产实践的活动又进一步扩大了知识领域，为地质学的研究和发展积累了更多的实际资料。

前面已经提到，地质学研究的重点是地壳，而地壳是由岩石构成的（土壤是岩石风化后的产物），岩石是地壳形成和演变的记录，岩石中还常保存有古代生物的遗迹，古代生物的演化与当时的海陆分布和自然环境密切相关。根据岩石和化石的记录，我们可以对各





地质时期发生的重大地质事件进行考察，了解地壳变化的规律。所以，地质学具有以下特点：

①研究范围大大超过人类生存的年代和接触的空间。人类进化过程，经过了古猿—猿人—古人—智（新）人—现代人 5 个阶段，历时 200 万～300 万年，其活动范围只限于地表，而地壳形成历史至少经历了 38 亿年，地质阶段的划分往往是以数百万年、千万年甚至数十亿年计算！如果将地壳的演变史浓缩成 3 个小时的电影，那么人类只出现在影片结束前的两秒钟内。至于地核与地幔形成的时间就更长久了。

②地质学是一门复杂的自然科学。地质学的研究对象从微观的原子、离子的特征，到矿物和岩石的形成，直至宏观的山川河流；从地表的常温常压到地幔的数千度和数百万个大气压，从物理变化至化学变化，能量中力、热、光、磁的相互作用和转化……所有这些，都需要运用数学、物理、化学、生物学甚至天文学的知识来作为研究手段。

③地质学是实践性很强的科学。一般说来，地壳中发生的事件不可能在实验室内简单地重复再现，如岛屿沉浮、火山爆发、大陆漂移、生物进化、海陆变迁、地磁极性倒转等，这些过程是在自然条件下长时间变化的过程。为了掌握第一手资料，取得感性认识，地质人员在学习书本知识和汲取前人经验的同时，必须经常到野外去考察，这是本学科的重要内容。

地质学的上述特点决定了地质学研究的方法：首先是野外观察，在此基础上做综合分析，对地质现象的过程做推理论证，得出应有的结论，然后再拿到野外去检验是与非。目前运用最为广泛的是“将今比古”或“推今及古”的比较方法，即根据对现在地质现象研究得出的规律，来推断古代的地质事件，比如现代的海洋中生长着螺蚌等壳类动物，而在太行山脚下的岩层中发现了螺蚌壳的化石，便可推断该地区古代是海洋。

“地质学”名词的由来

“地质”一词最早出现在拉丁文中，含义是指对应于神学中的“世俗科学”。17 世纪初，在意大利人阿尔德罗万迪的著作中，有一部分内容的标题为“地质”，但在当时没有产生什么影响。在英文



中，“地质”一词最早出现在牧师兼博物学家洛弗尔的（矿物总论或者矿物通史）（1661）一书中，在书中，“地质”是用来讨论各种土类矿物性质的。当时法国出版的《百科全书》第7卷在《自然地理》条目里也讨论了地质问题。18世纪下半叶，法国的J. A. 德吕克提出可以用“地质学”表示地球科学，但未被他人采用。瑞士人H. B. de 索修尔给“地质学”下的定义是：收集事实的科学，或者是以自然地理为基础的有关地球的理论，他对“地质学”一词的普及作了重要贡献。在德国，颇有影响的水成论代表人物A. G. 维尔纳，提出了用“地球结构学”来表示对固体地球的研究，其含义是“有关地球固体结构广泛而确实的知识”；而火成论的代表人物J. 赫顿在他的名著《地球的理论》中使用了“地质”及其派生词，这是在地质界阐明重要理论时的首次使用。

18世纪末，“地质学”一词经常出现，美国的R. J. 米切尔将地质看成是“地球的化学历史”，1793年法国的德吕克给“地质学”一词下的定义接近了现代意义：“首先是要将地质学从只限于对地球上动物界、植物界和矿物界的描述与分类的博学中划分出来，使它的功能就是要将有关地球的现象和原因联系起来。”1799年克尔文提出，地质学是有关地球各种组成物质之间的相互关系的科学。这两位科学家都强调了地质学的分析方面。

19世纪初，人们往往将“地质学”一词与赫顿的理论联系起来，部分原因是由于赫顿的好朋友J. 普莱费尔在为赫顿的理论论证时，采用了德吕克、克尔文使用的“地质”一词。普莱费尔的文笔流畅，言简意明，对传播赫顿的思想起了重要作用。同时，也使人们自然地“地质”一词与赫顿的学说联系起来，而维尔纳提出的“地球结构学”一词便渐渐被人遗忘了。

1807年，伦敦地质学会成立，“地质学”一词得到学术界的正式承认，但是直到C. 莱伊尔的《地质学原理》（1830）一书问世，地质学才有了较为被普遍接受的明确定义。

中国地质学会的会歌和会徽

中国地质学会成立于军阀混战、民族灾难深重的1922年1月，





成立学会的初衷，是为了发展地质科学，进行国内外的学术交流，开阔视野，跟上时代。当时以国民政府农商部地质调查所人员为骨干，由所长丁文江、翁文灏牵头，袁复礼、谢家荣两位青年人用英文起草了《中国地质学会章程》，经外籍顾问 A. W. 葛利普修改和审定，最后由翁文灏译成中文。这是我国成立较早的一个学术团体，它为中国地质事业的发展做出了巨大贡献。

从它成立的那天起，老一辈的地质工作者就酝酿它的会徽和会歌。会徽是由杨钟健、谢家荣、章鸿钊、葛利普设计的，张海若先生绘成。会徽在 1937 年公布，会徽图案为圆形，由 3 圈、4 方位、5 个字组成，中间为“中”字，上下左右分别为“土”、“石”、“山”、“水”，构图简要，寓意深长。

“中”代表中国和中国地质学会。这些字的安置方位、代表的含义、图形图案等，概括起来有 4 条解释，这也体现了设计者想要会徽具备的寓意：

①土、石代表地质的“质”，即研究对象；山、水代表内、外动力地质作用和所产生的现象。

②土、石、山、水 4 字，又代表中国地史上的四大时期。“石”代表太古宙、元古宙的地层，“水”代表古生代大量的海洋沉积，“山”代表中生代显著的造山运动，“土”代表新生代的土质。

③圆形可视为中国地貌的缩影。我国东部为海洋，湖泊也多，以“水”代表；西部多山，以“山”代表；南方多丘陵，以“石”代表；北方多黄土，以“土”代表。

④5 个字以上下左右排列，构成了“土中石”、“石中土”、“山中水”、“水中山”等句，暗示地质学中各种事物相互转换的基本哲理。

会歌晚于会徽 1 年问世，它对会徽做了艺术上的补充，使会徽的平面图案呈立体状浮现在我们眼前，让我们为有这样的祖国而感到骄傲。会歌是由尹赞勋、杨钟健作词，黎锦晖作曲的，创作于 1938 年，1941 年正式使用。

会歌歌词：

大哉我中华！大哉我中华！





东水西山南石北土真足夸。
泰山五台国基固，
震旦水陆已萌芽，
古生一代沧桑久，
矿岩化石富如沙。
降及中生代，
构造更增加。
生物留迹广，湖泊相屡差。
地文远溯第三纪，猿人又放文明花。
锤子起处发现到，共同研讨乐无涯。
大哉我中华！大哉我中华！

诺贝尔地球奖

地学的基础研究和应用越来越为人们所重视。1991年，世界上最权威性之一的诺贝尔奖，在原有的文学、和平、物理、化学、医学、生理学领域之外又增添了一项新内容——地球奖，用来表彰为保护地球环境做出卓越贡献者，它是由老诺贝尔的重孙——克劳斯·诺贝尔创立的。

克劳斯·诺贝尔认为，人类生活的地球目前正面临“大气污染”、“臭氧层变薄”、“资源枯竭”、“人满为患”的威胁。这种影响到人类生存的威胁不是来自太空，而是由人类自身造成的。为了引起地球居民的警觉，推动社会的地球环境保护事业，他借助其家族遗产，并继承诺贝尔奖的传统，创立了这项奖。

克劳斯·诺贝尔和他的非盈利性组织——“和睦地球”，将每年为杰出的环境成就颁发7项奖，其中6项为非固定授奖领域，它们是人口增长问题、裁军或削减军备方面的成果、资源保护、粮食、能源以及淡水问题，唯一的一项固定奖是地球道德奖。

克劳斯·诺贝尔指出，这7项奖的获得者将是为提高一切生物生存质量而做出最卓越贡献的个人和团体，其中的地球道德奖则是全部地球奖赖以建立的根本所在，它要授给世界各国中高度奉行利他主义和道德准则的人们。





内 营 力

地球自身具有的动力叫内营力。内营力产生的地壳活动，称为内力地质作用。这些活动包括板块移动、火山喷发、地震、海啸、陆海升降等一系列的地质现象。内营力的表现有以下几方面：

①**构造运动**。使板块分离、碰撞，出现海峡和山脉，使岩层褶皱，地壳隆起或凹陷，地质上称其为构造运动，它在形成地壳面貌中起主导作用。它的运动方式有两种：使地壳升降和水平移动。地壳的隆起或凹陷是升降运动形成的，大陆板块的分裂和碰撞是水平移动形成的。两种运动既是相互独立又是相互联系的，它们之间可以相互转化。以喜马拉雅山山脉为例，山脉是由升降运动形成的，而升降运动则是由南亚次大陆与欧亚板块相碰撞演化而来的。如果你见过冰河开冻就不难理解它们之间转化的过程：大大小小的冰块在水动力下不断碰撞、挤压，一个冰块爬到另一个冰块上面，有时两个冰块相撞，高高的翘起，又轰然塌了下来，这与板块的碰撞很相似。

②**火山喷发**。火山喷发流出来的熔岩叫岩浆，岩浆是地幔物质，为粘稠状的流体，具备高温高压。一般情况下地幔物质被地壳紧紧地禁锢住，不会流露出来，但是当壳裂开或凹陷变薄时，地幔压力就把岩浆挤出地壳，形成了火山喷发。这就好比鸡蛋壳破裂了，蛋清流了出来，所以火山喷发往往与构造运动相伴生。岩浆离开了地幔挤进地壳后就失去了热源，自身的温度便逐渐降低。如果岩浆温度高，压力大，顶部的地壳又薄，在岩浆还未冷却凝固时就冲破了地壳，在地表冷却下来，凝固后形成的岩石我们叫它“火山岩”，因为它是由火山爆发而形成的岩石。如果岩浆自身的温度较低，压力较小，地壳又较厚，岩浆往往还未到地表就已冷却凝固，半途“夭折”了，所形成的岩石便赋存在地壳中，这种岩石叫“侵入岩”，因为它“侵略”了原有岩石的“地盘”。火山岩、侵入岩都是岩浆岩，它们均来自地幔，而地幔又是我们无法见到的，因此它们是地质学家研究地幔中物质成分的第一手资料。

③**变质作用**。由于构造运动和岩浆运动，使原有的矿物和岩石



受到高温高压及化学成分加入的影响，迫使它们发生了一系列变化，形成了新的矿物和岩石，这种变化过程称为变质作用，由它产生的岩石叫变质岩。也就是说，内营力除了将地幔的物质带到地壳形成岩石外，还将地壳原有的岩石重新改造形成新的岩石。由此可见，在有岩浆岩的地方，尤其是侵入岩区，往往都伴有变质岩。变质岩与岩浆岩的区别在于，它是在固体状态下被重新改造形成的岩石，因为地壳中的压力和温度要比地幔中小得多，地壳中已有的岩石不会再化为熔岩了。

④**地震**。它是地壳快速颤动的现象。绝大部分地震是构造运动造成的，称构造地震。它产生的原理就好比我們用力折断一根筷子，开始时筷子弯曲，力量再大时随着“啪”的一声响，手中感觉一震，筷子就断了。当地壳中的岩石受到挤压（或拉张）时，会产生弹性变形，把压（拉）力转换成能量储存起来，如果力量超过某处岩石的弹性限度时，岩石就会发生断裂和破碎，它所累积的能量便会急剧释放，并以弹性波的形式向四周传播，这就是地震波。地震对人类的破坏作用很大，是需要积极预防的。容易发生地震的地区主要有海岸与大陆交界的地带，山脉与平原的交界线，河流、湖泊的沿岸地带和地下隐伏着大断裂带的地区。

综上所述，内营力是由地壳和地幔中的物质运动产生的，是地球自诞生之日起就已存在的动力。内营力还有其他的作用方式和表现形式，但对地貌（即地表）影响最大、地质界研究最多的就是以上4种，它们对大陆和海洋的分布、矿产的形成、生物界的演化、大气环境等都有着直接的影响。

外力地质作用

由地壳范围之外的能量所产生的地质作用称外力地质作用。作用的总趋势是将地表削高补低，使地面趋于平坦，它的作用方式有以下几种：

1. **风化作用** 在常温常压下（即地表的环境中），由于温度、水、氧、二氧化碳和生物的作用，使地壳表面的岩石发生崩裂、分解等变化，这就叫做风化作用。按风化作用的因素不同可以分成





3 类:

①物理风化。岩石只发生机械破碎而化学成分基本不变。引起物理风化的主要因素是温度变化，如在山区，白天岩石被阳光照射，温度上升至 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，到了夜间则降至 0°C 左右，岩石每日随温度变化反复膨胀和收缩，使表面产生裂隙以至呈片状剥落，就像我们家中的搪瓷制品，如果放在火上烤就会产生裂隙、掉瓷一样，胀缩转换愈快，温差愈大，岩石表面就破坏愈速。在寒冷地带，岩石裂隙中的水在冻冰时会将裂隙撑大而破坏岩石，这就像管道里的水在冬季会将裸露的管子冻裂一样。

②化学风化。是岩石在水、氧、二氧化碳 (CO_2) 以及各种酸类的化学反应影响下，引起的岩石和矿物中化学成分的改变过程。如生石灰遇水变成熟石灰，富铁的岩石在潮湿的气候下氧化的很迅速，我国南方的红色土壤，就是土中的铁被氧化成红色的缘故。水中有 CO_2 时易产生碳酸根 (HCO_3^-)，某些矿物遇到 HCO_3^- 就会溶解产生新矿物。化学风化能使岩石的硬度降低，密度变小，矿物成分发生变化，本来面貌完全被破坏。

③生物风化。由动植物生长造成的对岩石的破坏称生物风化，这种风化作用既有机械破坏又有化学分解作用，如生长在石头缝中的小树，根部撑开岩石寻求空间发展，同时分泌有机酸分解岩石，从中吸取养分。

地壳表层的岩石经过风化以后，除一部分物质溶解于水转移它处之外，难于风化灼碎屑成分、化学残余物便在原地残留下来，它们被称为岩石的风化壳。

2. 剥蚀作用 是一种将风化产物从岩石上剥离下来，同时也对未风化的岩石进行破坏的作用。能够起到剥蚀作用的地质营力有风、冰川、流水及海浪等，陆地是剥蚀作用的主要场所。

在干旱的沙漠地区，剥蚀作用主要为风对岩石的破坏。风的剥蚀作用有两种：一种是吹扬，将岩石表面的松散沙粒或风化产物吹走；一种叫磨蚀，是风沙对岩石表面的摩擦。在有风的天气里两种作用都会发生。

在地形起伏、气候潮湿、降雨量大的地区，剥蚀作用主要为流水的侵蚀，使岩石遭受破坏。侵蚀指的是河流中的砾石和沙子冲刷



河底岩石（河床），且把冲刷下来的颗粒带走。按着侵蚀作用的不同，可以分为两种：下蚀，是冲刷侵蚀河床基底，使基底的高度降低，这种作用主要发生在河流的上游；侧蚀，是对两岸轮换侵蚀，使河道弯曲，凹岸不断被侵蚀后退，凸岸不断向前发展，侧蚀作用主要在河流的中、下游盛行。

此外，冰川对岩石的刨蚀和掘蚀作用、海浪对海岸的冲蚀和磨蚀作用、地下水对岩石的岩溶作用等都算剥蚀作用的内容，剥蚀作用与风化作用的区别在于它是各种地质力量在运动过程中产生的，是与风化物直接相接触的。它与风化作用的方式虽然不同，但二者之间存在着密切的联系。

3. **搬运作用** 风化剥蚀下来的物质在地质营力的搬运下离开母岩区，产生迁移的过程叫搬运作用。搬运与剥蚀往往是同时由同一种地质营力来完成的，比如水流在冲刷物质的同时就把冲刷下来的物质搬运走。搬运作用的方式有 3 种：拖曳搬运是搬运体积较大的砾石等，悬浮搬运是运走那些细小的泥沙颗粒，溶解搬运是将矿物以胶体或真溶液的形式运走。在数种搬运介质中，流水的搬运能力最大，它分布广泛，作用时间长，同时具备 3 种搬运方式。如果没有地壳内营力的作用，只需 1000 万年，堆积高山峻岭的物质就会搬运到海洋中去，到那时地球表面将全部被水淹没了。

4. **沉积作用** 被搬运的物质经过长途跋涉后到达适当的场所沉积下来，沉积的过程叫作沉积作用。沉积作用有 3 种方式：

①机械沉积。被搬运的物质按颗粒大小依次沉积。

②化学沉积。呈离子或胶体状态的物质形成的沉积，这类物质沉积顺序是由矿物溶解度的难易决定的，最难溶解的矿物最先沉积出来，这个规律在咸水湖泊中是很明显的。

③生物沉积。死亡后的生物残骸在湖泊或海底形成的堆积层。

5. **成岩作用** 是松散沉积物转变为沉积岩石的过程。沉积碎屑经过长期的压实、固结，排除了颗粒之间的水分，缩小了体积，稍后呈离子或胶体形式的物质（泥质、钙质、铁质和硅质等）渗入到颗粒之间沉积，它们起了粘合作用，使沉积物变成了坚硬的沉积岩。由化学沉积和粘土形成的岩石，一般还会发生重新结晶的过程，使颗粒增大，对固结成岩起着促进作用。





地外营力话陨石

100 年来，地质学界公认，现在地球表面起伏不平的各种地貌形态是内外营力相互作用的产物。内营力来自地球内部，它使地表变得高低不平，跌宕起伏；外营力来自地球外部，力求把高山削低洼地填平，使地表变得平缓。地球表面千姿百态的大小地形，就是在内外营力这对矛盾斗争中不断发展演化的。除了这一对营力外还有其他的营力吗？有，那就是“天外来客”陨石给地球带来的地貌。

随着地球科学的深入发展，人们对地球的演化历史认识愈来愈深刻。前苏联地质专家认为，地球从形成至今的 46 亿年中，曾经历过 8 次大的灾变、漂移和撞击。我国自 1983 年以来，地质学家经过实地考察和室内研究，发现 4 个大陨石坑：位于内蒙古与河北交界处的直径约 170 公里，被认为是迄今世界上最大的多伦陨石坑；位于吉林省九台县的直径约 30 公里的上河湾陨石坑；位于广东省始兴县的直径约 3 公里的龙斗崙（shē）陨石坑；位于广东省新兴县的直径 6 公里的内洞陨石坑。就全球范围来说，这种陨石坑已经发现 70 多个了，其中有 40 个保存完整，另外 30 多个已被风化剥蚀。至于月球上的陨石坑则是数不胜数，且规模异常巨大。决定月貌特征的主要因素便是那些“天外来客”，而这种陨石坑对地貌产生的影响却微乎其微。以我国发现的那 4 个陨石坑为例，对于 960 万平方公里的神州大地来说，根本不可能影响到我国地貌形态的格局和发展。究其原因是因为地球有一件厚厚的“外衣”——大气层，陨石在通过 1000 多公里厚的大气层时，多数因与空气摩擦而销毁，个别体积大的也因受热不均发生爆炸，分解成碎片，从而减小了对地球的破坏作用。以 1976 年 3 月 8 日撞入我国吉林省上空的那颗陨石为例，原本在宇宙中运行时是一块物体，进入大气层后爆炸成无数碎片形成陨石雨，其中最大的一块重 1770 公斤，把地面撞击出一个深 6.5 米、直径 2 米的坑，这对所在地的地貌而言实在是微不足道。至于地史上仅有的几次体积庞大的陨石遗留下来的巨坑（如引起恐龙绝灭的小行星撞击地球的巨坑），也因漫长的外营力作用把它侵蚀的面目全非，使人们辨认不出来了。



尽管陨石对地貌的影响很小，但对地表生命的破坏性却极大，主要形式为因爆炸产生的大量尘埃笼罩全球，遮住阳光，阻断植物的光合作用，引发动物的饥荒和疾病流行。如果一颗直径 2 公里的陨石与地球相撞，它爆炸释放出的能量约 1 万亿吨 TNT，将使全球 1/4 的人丧生。

1994 年 7 月间，一颗彗星分裂成的 21 块碎片全部鱼贯地与木星相撞，爆发瞬间产生的亮度超过了木星的亮度，爆炸生成的浓烟遮住了整个木星表面，尽管最终研究成果还没有出来，但科学家已通过“彗—木相撞”这一事件，反推地史中已发事件的结果了。

地球是一个星体，与其他星体间的撞击是不可避免的。但是它们均为偶然事件，就拿上例直径 2 公里陨石与地球相撞来说，平均 50 万年（非周期性）才发生一次。科学家对靠近地球的 163 个小行星和 150 个短命彗星的运行轨道推算表明，在 150 年内它们都不会同地球发生大碰撞，尽管太阳系中直径较大的小行星数目很多，但存在与地球相撞的可能性却是微乎其微。前苏联科学家认为的地球上发生的巨大灾变、板块漂移及撞击事件，在 46 亿年的地史中也仅有 8 次，平均将近 6 亿年才发生一次。前几年国内流传小行星要撞击地球（为此，王朔等人还将其编成了故事，在《编辑部的故事》中播出），就是有人不知道小行星与地球撞击的概率而造成的误会。

也许有人会问，万一 150 年后真有小行星与地球相撞怎么办，难道那时便是世界的末日了吗？不是的，人类不会坐以待毙的。现在的人们就已经找出了避免小行星碰撞的有效方法：建立空间警戒搜索网，努力寻找尚未发现的近地小行星，如果发现它将与地球撞击，人类可以发射宇宙飞船将核弹送抵该星体上引爆，以改变其运动方向或速度，使地球免遭撞击。另一种方法是建立空间反射镜系统，它能够把太阳光聚焦到飞向地球的小行星上，使小行星表面温度达 1000~2000℃，岩石和冰雪融化产生的炽热喷气流，可使小行星离开原来的运行轨道，避免与地球相撞。

人类活动对环境的破坏

人类为了自身的繁衍和需要，不断地、无节制地向大自然索取



各种财富，这种超量的索取，已遭到了大自然的无情报复：人类为了生产和生活，砍光了满山的树木，导致了荒山秃岭；过量的抽取地下水，使地面下沉；围湖造地，导致了洪水泛滥；在草场上开垦农田，却扩大了沙化的面积，为沙漠前进铺平了道路。据统计，20世纪以来，人为因素形成的地质作用，每14~15年即翻一番，可见其速率之快，世界上70%的滑坡与人类的经济建设活动有关。在我国，据最新资料统计，滑坡、泥石流、崩塌、地面沉降及土地沙化等地质灾害，有一半以上是人为因素诱发。

人为地质作用速率快，影响广，灾害多，现已有专门的学科——环境地质学，来研究人类有史以来的生产活动所引起的地质地貌现象及其影响。

人类自石器时代以来，在采集石器过程中就对地壳岩石圈产生破坏作用。随后的采矿冶炼、兴修水利、建筑农垦，都日益加剧地对自然地貌进行凿破、分离、搬运、堆积，改变其原来的面貌。这种作用是巨大的，例如，采石场一年从山下采下的石方数量，是自然界的风化作用要经历几百上千年才能完成的。可在现代的“地质辞典”中，仅在“生物风化”中附带提到一句：“人类的活动在岩石风化中也起着一定的作用”，这显然是太低估人类改造自然的能力了。

现在认为产生地质作用的营力有内营力（火山爆发、地震等）、外营力（阳光、水、生物）、地外营力（陨石、流星等），却忽略了人工造成的地质作用，即“人为地质作用”。它与前3种营力的能源不同，是人力而不是自然力。尽管它们也有相同之处，但更多的是不同，尤其表现在两类地质作用的能源、速率及变化影响方面差别很大。因此，很有必要从外营力的风化作用中分离出来，单独成为一种特殊的营力，即第四营力。

第四营力表现为人类因经济活动对山、石、土、水产生影响，从而引起地壳形变、岩石圈和水圈的变化作用，它具有可见性、易观察、进程快、速率大、变化多、灾害多等特点。目前除了还未发现火山有人为活动影响引起外，其他一切地质灾害都可以由人为因素影响形成。地质灾害中属首位的为矿业，依次为建筑（交通、城市建设）、农业、水利。



现在对于地质灾害的现象和后果等，已屡见报道，但追根溯源，对人为地质作用的独特性，还未引起普遍重视，今后在防治地质灾害中，除了注意自然作用外，更重要的是研究人为地质作用的属性与特征及发生机制和条件，这样才能定性定量地预测预报和防治地质灾害。

构造运动

人们常说“山不转水转”，意思是说能看见水在流动却看不到山在动。其实山也是在动的，而且是不停地上升、下降或左右移动。中国有一个古代神话故事，说的是有一个老太婆自称已经活了许多年了，早已不记得自己的年龄了，只记得她家的桑林 3 次变成海，这就是“沧海变桑田”的故事。虽然是故事，却也说明古人就发现了大海和陆地相互转换的现象。让我们再看一些例子：地处我国大连附近海上的蛇岛，在离海面 50 多米高的峭壁上留有海浪打出的像蜂巢似的洞穴，地质上称为海蚀洞；意大利塞拉比斯镇上遗留有 3 根石柱，上面清楚地保存着大量海洋贝类动物钻蚀出的洞孔；海南岛某处古代村庄的遗址竟沉没在水下 13 米的深处；江西抚州的麻姑山上常能见到夹在岩石中的海洋螺蚌壳化石，唐代书法家颜真卿对此曾在《麻姑仙坛记》中描述过，并判断在远古时代这里是大海。还有一些变化快的例子，火山的喷发可在几天之内诞生一座山峰或是小岛，而地震，转眼就可以使地面水平错动好几米长。

地壳的这些运动叫构造运动，它决定着大陆及海洋的形状、面貌和彼此接触状态。它对地面的“建造”就好比人类建造城市那样，既造楼房、平房，又修街道、公园，每一处建筑物都有独立的外形，组合起来又形成整个城市的面貌。构造运动从不间断地“建造”着地壳，建造的结果是使地壳表面出现了高山峻岭、巨洋大川，使地球表面凹凸不平。

也许有人要问：既然构造运动每时每刻都活动，可我们为什么没有感到或看到高山、大海的形成呢？地质学家告诉我们，根据活动程度的强弱，构造运动可分为两个阶段：平静阶段和激烈阶段，前者时间长，后者时间短。在平静阶段，构造运动的速度很缓慢，





例如珠穆朗玛峰是世界最高峰，也在不断地“长高”，每年长3毫米，如果没有仪器只用肉眼是看不出来的。在激烈阶段，构造运动的速度之快是人们反应不过来的。例如，大地震发生时，在短短十几秒或几十秒钟内屋毁人亡，许多人都来不及躲避死神的追杀。

构造运动在平静阶段的表现形式通常是陆地长期的缓慢升降或海底洋中脊的缓慢扩张，每年仅几毫米至几厘米，可亿万年的积累却能使地表升降数千米，珠峰地区有3万多米厚的沉积层，就是在地壳不断沉降中形成的。两亿年前非洲大陆和南美洲大陆是连在一起的，而今天它们之间隔着一个大西洋。升降运动产生了各种有用的矿产：古代微生物和植物死之后，随着地壳长期稳定的下沉不断地被掩埋在地下，经过一系列的地质作用形成了石油和煤，又随着地壳缓慢上升露出地表或地表附近，便于人们发现和开采。地壳上升或下降，产生了高原；平原和盆地，引起了海水的进退。

构造运动在激烈阶段的表现形式主要是火山和地震。当火山爆发和地震发生时，大地颤抖，天空燃烧，浓烟冲天，熔岩奔流，将摧毁一切生物，改变原来的地貌，而形成广泛的火成岩区、高峻的山脉、裂开的大峡谷、积水的湖泽，陆壳塌陷形成海洋。激烈阶段虽然比平稳阶段时间要短暂得多，但每一次激烈阶段都促使地壳物质成分发生大改组、大结合。我们生产建设中需要的各种金属矿产也往往是在这个阶段形成的。在有生命存在的时代，这种激烈活动造成的恶劣环境更是无情地表现了“适者生存”的规律，是导致生物死亡、变异和进化的直接因素。激烈阶段是全球规模的，因此，地球史的重要事件和时代也往往是用激烈阶段来划分的。

构造运动的这两种形式可以相互转换，并具有周期性，当各种地质作用不平衡时地壳就产生了激烈的变动，达到一定平衡后就转入相对漫长的稳定阶段；接着又产生了新的不平衡，这些小型的、局部的不平衡，又在不断地积累、扩大，到达一定程度后，由量变产生质变，再一次开始激烈运动。

现在的地壳处在什么阶段呢？它距离上一次激烈的构造运动（形成喜马拉雅山的运动）有7000万年，距我国局部的新构造运动——即新华夏运动也过了200万年，处在相对稳定阶段，火山和地震等灾难性事件每年仅数次，可以说我们是生活在“太平盛世”中。



地 震

地震是地壳快速颤动的表现形式。按成因分，地震有两种，人工地震和自然地震。人工地震包括开山放炮、石油勘探及打桩等，其规模均小。人们常说的地震一般指的是自然地震，它的成因又可分为3种：因地壳断裂运动产生的地震叫构造地震，全球90%以上的地震均属此类；因火山爆发引起的地震叫火山地震，占地震总数的7%左右，由于伴随火山，震级不大；悬空的地表塌陷引起的地震叫陷落地震，发生在岩溶地区局部。后两种地震规模小，并均为伴生，单独存在且造成所有重大灾害的地震是第一种。

地震是一种常见的自然现象，全世界平均每年发生地震500多万次，平均每天发生1万多次，每分钟要发生7次。发生地震的地方叫震源，它在地面上的垂直点叫震中，从震源到震中的距离称震源深度，地面上任何一点到震中的距离称震中距。因震源深度不同，地震可以分为3种：浅源（ <70 千米，以几千米~20千米为多），由于距地表近，能量集中，故破坏性大，世界上所有灾害性地震都是浅源地震，如1995年1月日本兵库县发生的地震，震源深度仅12公里；中源（70~300千米之间）；深源在300千米以下。后两种地震对人类危害不大。地震发生时释放的能量是以弹性波的形式向外传播，有纵、横两波，纵波是上下振动，横波是左右晃动。地震造成的灾害可分为两类：一类是直接灾害，即地震发生后的十几秒至几分钟内，因房倒屋塌、山崩地裂造成的人员伤亡；一类是间接灾害，即地震引发的火灾、爆炸、洪水、海啸及因抢救不及时造成的疾病蔓延、冻、饿倒毙等。后者造成的人员伤亡、财产损失的程度远远大于前者。如明代北京地区发生地震，引起了王恭厂火药库的大爆炸，死亡百姓无数，繁华街巷顷刻间变为断壁残墙；明嘉靖35年陕西关中大地震，引发洪水泛滥，当地军民死亡83万人之多，难怪人们都谈震色变呢。

凡事都要一分为二，地震虽被人们认为是十足的恶魔，但它也是一种成矿的动力。人类生存是需要矿产的，矿产的形成是要消耗能量的，地震时放出的能量是相当大的，足可以生成矿产（当震级

