

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

地球科学百科全书



引 言

人和地球

人类经过漫长的演化和发展，对地球上的资源的依赖程度越来越大。人类从来也没有象今天这样把自己的命运和地球上的资源如此紧密地联系在一起。然而，尽管如此，大多数人对我们所居住的星球所知甚少甚至不去注意它。

其实，人们对岩石经风化形成的土壤很感兴趣，人们对宝石和稀有矿物的美丽很欣赏，我们的大部分能源是由史前时期的植物和动物的遗体形成的煤和石油所提供的。我们的工业严重地依赖于诸如铁、铅、石灰石、粘土等矿物。人们生活所必需的这些自然产物之所以能较容易地获得，是由于我们对地球有一定的了解以及将地球科学和地质工程学的基本理论加以运用的结果。

对于气势磅礴的科罗拉多大峡谷，对于寂静而神秘的巨大洞穴，对于巍巍高耸的珠穆朗玛峰，对于一泻千里的大河，谁不感慨万分、惊叹不已？自然界中的这些壮观景象，无论哪一种都是由最基本的地质过程形成的。而这些基本地质过程从地球诞生——约 45 亿年前——之后不久，就开始塑造着地球的面貌，直到今天也还在起作用。每个人都应当对我们这个古老而又脆弱的行星，这个作为我们家园的行星的复杂多样的环境有较多的了解。

地球科学

这本百科全书包括了地球科学的各个分支学科，其中每一门分支学科都会有助于我们认识作为行星的地球。广义来说，这些学科探讨的是地球的组成、地球上的过程、地球的历史以及地球在宇宙空间中所处的环境；狭义来说，地球科学的各门学科所探讨的是地球上的空气、土地、水以及地球上的植物和动物。

直到 19 世纪初，地球还一直被认为是自然科学家的研究领域。到这个时候，单独的一个人也还能在某种程度上掌握人类所积累的知识。但是，随着对地球进行了更多的观察和研究，以及地质科学被作为一门科学而从其它自然科学中分出来，对于任何一个人来说，要掌握在地球科学领域所积累的全部知识，就成为一件不可能的事了。紧接着，对地球的研究就形成了若干专门的领域，地球科学的一些主要分支学科也就逐渐分化出来。然而，这些分支学科中的任何一门都没有和母学科完全脱离开，而且各学科之间相互存在着联系以及彼此研究领域的相互重叠。

今天，为了把地球作为一个整体来看待，人们试图消除地球科学各分支学科间变化不定的边界的努力越来越加强了。但这并不是要回到 200 年前的所谓的自然科学那种水平上去。当然，把每一门学科的最重要的方面综合在一起是理所当然的，并且有着深远的意义。例如，假如我们要探讨地球的组成的话，就需要从各学科综合角度来考虑。如果要问我们的行星是由什么构成的，可能会有很多人回答说：“岩石和土壤”。这种回答并不令人奇怪，因为大多数人所想到的只是固体的地球。但是固体并不是地球上物质存在的唯一形式。气态物质和液态物质——空气和水，对于生命和地质过程来说，也是基本因素，水和空气也象地球的固体表面一样，是地球的重要部分。

气体、固体和液体这 3 类物质形态通常用大气圈、水圈和固体圈这 3 个术语来表示。大气圈是一个很厚的层，它包围着地球，为地球上的生命提供

着气体。大气圈是气象学家的研究领域。气象学家对大气层本身以及大气层中的所有现象——特别是与大气层有关的气候和气象感兴趣。地球科学的另一门分支科学是地质学。地质学家主要是对岩石圈，也就是对我们居住的行星的固体的“岩石”部分感兴趣。岩石圈的岩石除了为我们提供了居住的基础，还为我们提供了所需要的大量天然资源。水圈是以海洋形式存在的面积辽阔的一层水，它覆盖了地球表面几乎 71% 的面积。水圈也是地球的一个重要构成部分，如果没有水圈，生命也就不会存在了。辽阔的海洋是海洋学家特别感兴趣的。广义的水圈还延续到陆地上，包括陆地上的地下水以及沼泽、湖泊和河流。水文学家是研究地球上宝贵的淡水的分布、循环及其组成成分。

虽然上述 3 个圈层在组成物质上有明显的不同，但是它们彼此的界限却并不很明确。尤其是这 3 个圈层之间存在着相互作用，在岩石与空气、水与岩石、空气与水相接触的地方，它们的相互作用表现为连续的逐渐过渡带。这 3 个圈层之间的持续不断的相互作用，是地球科学家们所非常关心的，因为一些重要的变化通常就是发生在这 3 个圈层相互间的接触面上。

由于地球为生命提供了充分的空气、水和土壤，地球上生存着无以计数的植物和动物。这些数量众多的生物构成了生物圈。生物界也和地球的岩石圈、水圈、大气圈一样，是非常重要的。生机勃勃的生物圈与空气、陆地和水进行着错综复杂的相互作用。由于大部分生物都生活在大气圈、水圈和岩石圈相互接触处，因此生物圈是一个非常薄的圈层。

按理说，生物圈似乎是生物学家的研究领域。但是由于地球生物圈长期的持续不停的和非生物圈相互作用，使得生物对地球科学家来说也是非常重要的。在地球上有生命存在的 30 多亿年中，生物分布于地球上的各个部分。在这一地质历史期间，生物圈的有机物与大气圈、水圈和岩石圈相互作用，并参与到地球上的许许多多的过程中去。例如，我们呼吸的氧的大部分、煤和石油的形成，以及许多生物成因的岩石，都应归功于生物圈。地球上过去的生命所留下的记录，例如化石，对于了解我们行星的历史和生命的进化，也提供了有价值的线索。

地质科学

气象学家、海洋学家以及天文学家，长期来对我们的行星一直有他们自己的专门兴趣。然而，地质学家对于研究地球却有着最大的兴趣。特别重要的是，公众也对地球表现出越来越大的兴趣。一些担心的公民越来越关心我们的日益减少的自然资源。地质学家的作用就是寻找自然资源，使我们拥有一定的自然资源。此外，由于收集岩石和矿物越来越成为一种普遍的爱好，许多各种年龄的人都正在学习有关地球和地球上的矿物的知识。教师们也把地球科学看成是一门总的科学，而把地质学看作是这门总的科学中的一部分。教师们还发现，诸如地震、火山、恐龙、冰川这样一些问题，是好奇的年青人所特别感兴趣的。因此，理所当然，这本书中的大部分内容所涉及的都是和地质学有着密切联系的方面。

当然，从某种意义上说来，地质学就是地球科学，因为地质学 (Geology) 这一词是来自希腊词 geo 和 logos，前者是地球的意思，后者是研究的意思。地质学是研究地球、研究地球的起源和随时间的发展，研究地球的组成、形状和大小，研究在现在和在过去在地球内部和在地球表面起作用的过程以及研究地球上生物的起源和演化。地质学家作为研究地球的学者，进行系统观察和测量，以便搜集有关整个地球的相互联系的各个方面的知识。但是他们

的目的不是在于把大量的没有联系的事实堆砌在一起，而是把所收集到的资料进行分析以便提出某种原理和假说来解释他们的发现。

地质学包括了范围广泛的知识领域，它的研究领域和其它许多学科发生重叠。例如，天文学、化学、物理学和生物学对地质学都起着非常重要的作用。天文学告诉我们有关我们所居住的行星在宇宙空间中的位置以及与其它天体的关系。天文学家们也提出了有关地球和太阳系起源的假说。现在，随着空间时代的到来，天文学对于地质学来说，似乎显得更为重要。把天文学和地质学结合起来的一门新型的地球科学正在出现，这样的一门科学被称为天文地质学或行星地质学。天文地质学是把经典地质学的方法用于解释宇宙空间的一些问题。广义天文地质学研究太阳系中的其它固体行星的形状、结构、组成、历史和作用于这些固体星体表面的过程。但是天文地质学在许多方面与经典地质学有所不同。例如，包围着地球的厚厚一层大气层所导致的一系列地质过程在月球上就不存在。而形成月球地形的那些过程在地球上却是存在着，但是这些过程在地球上所形成的地形形态由于风化作用和侵蚀作用而受到破坏。因此，对于月球表面的形态就不能用对待我们地球表面形态那种眼光来研究。

化学对于研究地球上的物质来说，其重要性是无法估价的，因为地球是由岩石和矿物构成的，而岩石和矿物又是由化学元素和化合物构成的。专门从事研究岩石的化学组成和岩石所经历的化学变化的地球科学家，被称为地球化学家。地球化学家研究的领域位于化学与地质学的边缘。地球化学家不仅对构成地壳的化学元素有兴趣，而且还对矿物和岩石中的化学元素以及化学元素在矿物和岩石中的存在方式感兴趣。有关这些方面的知识可以为我们提供寻找有价值矿床的线索。地球化学对于地质年代学——研究地球历史时代的一门学科，也具有重要意义。

物理学在地质科学的许多方面都得到应用。地球物理学也和地球化学一样，是一门边缘学科。它是物理学和地质学之间的一门学科，运用物理学和地质学的原理和方法。地球物理学主要是研究地磁、重力、地球的电学性质以及其它一些物理特性。专门研究地震的地震学家，也是依赖于地球物理的原理和方法。把物理学上的和工程上的技术运用于地球物理和地质研究上，是地球物理学的一个重要内容。一些适用的地球物理仪器可以装置在一个地方来测定地磁、重力、放射性以及与地震有关系的岩石变形。在这方面的观测资料对于发现有价值的矿床，常常能提供一些线索。

为了更多地了解史前时期动植物的特点，地球科学家对生物学也发生了兴趣。通过把过去的动植物化石与现在活着的类似的生物进行对比，通常能使科学家复原古代动物群和植物群，并且对古代动植物生存的环境做出有根据的猜测。为了认识那些对地球表面进行着侵蚀并塑造着地形的地质过程，还可以运用地理学的概念。虽然地质学在很大程度上是源自其它学科，并且与其它学科在许多方面相重叠，但是地质学有自己的独特的特点而不同于其它基础学科。地质学最突出的特点可能就是地质时代的概念，因为如果用今天的地质现象来解释过去地质历史时期的事件，一个必须考虑的前提条件就是时间因素，必须要用地质历史这样的时间尺度来考虑各种地质现象所产生的后果。

地质学包括的领域非常广阔，因此地质学现在又被分成两大分支。物理地质学是研究地球的组成、结构、发生于地壳之上和地壳内的运动，以及研

究使地球表面发生变化的地质过程。物理地质学一方面作为地质学的分支，另一方面又包括非常广泛的内容。由于地质学家们对地球的物理特性已了解的较多，所以在物理地质学中又分出了一些专门的领域。例如，矿物学家着眼于矿物——构成地壳的基本单位，包括由单一化学元素以及由化合物形成的矿物。岩石学家则从事研究岩石，岩石则是由大量的矿物组成的。地貌学家研究地球表面的形态，探讨各种地形的产生和发展。构造地质学家研究固体地球中的各种类型的岩石的变形。地震学家的兴趣是地震，通过对地震的震动进行解释，得出了有关地球内部性质的结论。火山学家监测火山的活动，测量喷出的熔岩的温度，分析火山喷发的气体的成分。冰川学家关心的是冰川——冰川的形成、推进、冰蚀作用、冰川的退缩以及退缩的冰川留下的沉积物。地球化学和地球物理学也是专门的领域。地球化学家和地球物理学家用化学的和物理学的基本原理来研究地球。

对我们的环境乱加利用以及世界人口的迅速膨胀，这两个因素结合在一起，对环境地质造成严重威胁。环境地质是所有地球科学家都关心的一个领域。环境地质学着眼于地球资源的保护以及用地质学来解决人类的需要。环境地质学家的主要目的就是使人们认识到在制定未来的计划时，需要考虑地质学上的问题。

地质学的另一分支就是历史地质学。地质学家通过研究在过去地质历史时期在地理、气候和生命方面发生的巨大变化所留下来的岩石证据或综合的证据，来解释地球的历史。古生物学家根据埋藏在地下的化石，对史前时期的动物和植物进行描述和分类。古生物学家还根据在地质历史时期各种生物兴衰的线索，来探讨表面上看起来似乎不同的一些生物之间的进化关系。地层学家研究的是具有层理的岩石的形成、组成成分以及各成层岩石的先后顺序关系。地层学家通过相关分析，把一个地区的地层与另一个地区的地层进行对比，并根据地层的证据来确定地质事件在地质年代中的相对位置。古地理学家利用古生物学家和地层学家所收集的资料，来编制古地理图，以揭示古海和古陆的位置和分布范围。研究天体演化的学者们则着眼于地球历史的最早阶段。天体演化是天文学中的一个专门领域，所研究的是宇宙的起源和我们所居住的行星的产生。可见，历史地质学中的每一学科在把地球的整个地质历史形成一个整体概念方面，各自都起着非常重要的作用。

和地球科学的各主要分支一样，地质学的各个主要分支也是互相重叠和互相依赖的。物理地质学利用矿物学和岩石学的知识来探测地下的岩石属何类型以及这些岩石是如何形成的。历史地质学家则可能研究这同一种岩石，以确定在这种岩石形成之时是哪种生物在生存着，并研究这种生物所栖息的环境，以及当时的气候特点。

由于使稀有元素富集形成有经济价值的矿床要经过一系列复杂的过程，所以经济地质学家——研究矿物资源的学者，在很大程度上要依赖于地球科学的大多数学科。例如，石油地质学家在寻找埋藏的石油资源的工作中，要依靠物理地质学家和历史地质学家的工作。因此，地质学的两大分支——物理地质学和历史地质学的相互联系和结合，不仅会有助于寻找有价值的矿物，而且最终会有助于对地球的构成和地球的历史有更好的了解。当然，这一点也是所有地球科学的主要任务和最终目标。

为什么把本书作为地球科学百科全书

当代科学的一个最突出的特点就是持续不断地积累了大量的新资料。地

球科学也象所有科学一样，正经历着许多重大的革命性的变化。对于一些老的问题，正在用新的概念来解释。由于新的发现，某些概念正变得陈旧过时，受到修正甚至被完全抛弃。与此同时，用于研究地球的老方法正获得了新的用途。由于新的技术正被研究出来，因而使得对地球的内部、地球上的空气、水和陆地进行研究成为可能，并使人们对地球的基本结构有了更清楚地了解。登月飞行导致对月—地关系有了进一步认识。海洋学家增加了我们关于辽阔的世界大洋的知识。气象学家正致力于对受到威胁的地球大气层进行更好地了解，以及和其它地球科学家一起致力于保护受到威胁的人类居住环境。大陆漂移、海底扩张以及板块构造等学说已使得有关山地的形成、古代气候以及大陆和海洋盆地的起源等方面的地质思想发生了革命性的变化。这些只不过是激起人们对地球科学产生极大兴趣的少数几个进展而已。

革命性的事件接踵而来。毫无疑问，我们正面临一场科学革命。科学的飞速发展使得曾经是权威性的著作陈旧过时，使另外一些书不断地进行修改。本书正是收录了近年来在地质学、气象学、海洋学和月球科学等方面的大量的惊人的进展。这些接踵而来的事件不仅深刻地影响着人们关于自己所居住的行星的概念，而且也深刻地影响着当代所有的科学思想。可能更为重要的是，这些事实对于认识我们居住的脆弱的行星及其上面生存的动植物的未来，会提供许多启示。

这本百科全书向读者提供了有关地球科学各学科的详细情况。然而，我们希望，这本书还将会作为一个引子，引导人们进一步去认识我们的地球、地球在空间上和时间上的位置以及地球科学在我们日常生活中的作用。

C. S. 小赫尔伯特

W.H. 马修斯第三

中译本前言

地球科学正面临一场广泛而深刻的变化。首先，科学技术的发展为地球科学提供了强有力的手段。特别是空间科学的发展和遥感技术的应用，深海研究和对地壳深部钻探技术的发展，使今天的地球科学的研究，在广度上、高度上和深度上，都是以前所无法比拟的。新的科学技术的应用，把固体地球、海洋和大气作为一个运动的整体，从全球范围来研究地球上的各种现象，使原先彼此孤立的研究领域互相联系起来。新的事实不断被发现，科学观测资料以前所未有的速度积累，在许多重要领域，一些基本概念和基本理论受到动摇或改造，一些新的概念和新的理论正在不断提出。科学的发展日新月异，甚至连专业工作者也会感到“应接不暇”。

与此同时，由于社会生产力的发展，人类对自然界的需求越来越多，“资源问题”成为一个越来越迫切的问题。人类不仅需要越来越多的矿物原料、燃料，甚至连淡水和土地，也成为人类越来越重要的资源。为了解决许多资源日益不敷需要的情况，就需要对地球进行更多的了解，尤其是多学科的综合研究。例如，为了寻找更多的地下资源，必须把构造地质学、岩石学和矿床学结合起来，应用地球物理和地球化学相结合的新技术和新方法，进行构造岩相成矿带的综合研究。

另一方面，人类的活动正在越来越大的程度上改变着地球上的自然环境，给人类自身带来意想不到的不利后果，例如环境污染。此外，还有自然灾害的预报和防治，沙漠和土壤的改造和改良，以及地基的稳定性研究等等。所有这些，使人类从来也没有象现在这样感到需要对自己居住的星球进行全面深入研究的紧迫感。地球科学也从来没有象现在这样与社会生活的各个方面息息相关，受到普遍的注意和重视。

本书是一本关于地球科学的百科全书，图文并茂，文字简练，提供了有关地球科学各领域的理论、概念和科学发展史方面的基本情况，特别是近十几年来地球科学的进展和成就，适应当前科研、生产、文化教育各个方面的需要。地学领域的专业工作者以及一般广大读者都可以从中汲取有用的知识。

张文佑
1980年9月

作者和编辑

编辑 科尼利厄斯 S.小赫尔伯特 (Cornelius S.Hurlbut, Jr.)

主编米尔顿·鲁戈夫 (Milton Rugoff)

设计 林恩·威廉斯 (Lynne Williams)

顾问 编辑 乔戈·扎普勒 (Georg Zappler)

作者兼编辑

科尼利厄斯·S.小赫尔伯特 (Cornelius S. Hurlbut, Jr) 哈佛大学矿物学名誉教授,《Minerals and Man and Dana's Manual of Mineralogy》一书作者。

威廉·H.马修斯第三 (William H. Matthews III) 得克萨斯拉马尔大学地质首席教授,《Invitation to Geology and Fossils: An Introduction to Prehistoric Life.》一书的作者。

罗伯特·L.尼科尔斯 (Robert L. Nichols) 塔夫茨大学和东肯塔基大学地质学名誉教授。

詹姆斯·W.斯克汉 (James W. Skehan) 波士顿学院地质学教授兼韦斯顿观测站负责人,《Science and the Future of Man》一书的作者之一。

罗伯特·E.博耶 (Robert E. Boyer) 得克萨斯大学地质系主任,《Earth Science and Energy》一书作者。

供稿专家

小理查德·A.戴维斯 (Richard A. Davis, Jr) 南佛罗里达大学地质系主任,教授,《Principles of Oceanography》一书作者。

迈尔斯·F.哈里斯 (Miles F. Harris) 美国气象学会,《Getting to Know the World Meteorological Organization》一书的作者。

玛丽·莫里莎瓦 (Marie Morisawa)

杰弗里·L.沃纳 (Jeffrey L. Warner) 得克萨斯州豪斯顿约翰逊空间中心美国宇航局

查尔斯·H.西蒙兹 (Charles H. Simonds) 得克萨斯豪斯顿月球科学研究所。

顾问

文森特·曼森 (Vincent Manson) 美国自然历史博物

承担本书中的学科:

矿物学、结晶学、经济地质学。

承担本书中的学科:历史地质学、古生物

学、地层学。

承担本书中的学科:地貌学、冰川地质学、火山学。

承担本书中的学科:

构造地质学、地球物理学、大地构造学、岩石学。

承担本书中的学科:

环境地质、能源。

承担本书中的学科:

海洋学、海洋地质学。

承担本书中的学科:

气象学。

纽约州立大学地质学教授承担本书中的学科:水文学。

承担本书中的学科:

空间地质学。

馆矿物学部负责人。

本书中图片的选择和文字说明 : 苏珊·雷菲尔德 (Susan Rayfield)

本书包括的学科

- 结晶学：研究晶体的生长、结构、物理性质和分类。
- 经济地质学：研究人类所利用的地质资源：燃料、矿物和水。
- 环境地质学：运用地质学原理来解决人类居住的自然环境中所存在的问题。
- 地球化学：研究化学元素在矿物、岩石、土壤、水和大气层中的分布。
- 地貌学：研究地形的特点、地形的形成和演变以及地形的分类。
- 地球物理学：运用物理学原理来研究作为行星的地球。
- 冰川地质学：研究冰川和冰原、冰蚀作用和冰川的堆积作用所造成的后果以及所形成的地形形态。
- 历史地质学：研究地球从它诞生之时直到现在的演化以及在这一期间地球上的环境的演化。
- 水文学：研究陆地上的水的性质、分布及循环。水文学的研究又分为两大方面：地表流水和地下水。
- 海洋地质学：海洋学的一个分支。研究大洋底部以及海洋与陆地的交界地带的特点。
- 气象学：研究地球的大气层。
- 矿物学：研究矿物的形成、分布、性质和分类。
- 海洋学：研究海和洋的科学的、生物的、物理的和地质的特点。古生物学：根据化石来研究过去地质时期的生物。
- 岩石学：研究岩石的形成、历史、分布和结构。沉积岩石学：研究沉积岩及其形成过程。
- 地层学：研究各个地层的排列顺序、相互之间的关系和分布以及研究各个地层在地质历史上的意义。
- 空间地质学：研究太阳系中的固体物质和气体，包括研究其它行星的外貌特征以及作用于地球表面的来自地球以外的现象和物体。
- 构造地质学：研究岩石间相互关系及岩石发生形变的历史。
- 大地构造学：研究地壳中各种构造形态的起源、历史和分类。大地构造学和构造地质学相类似，但所着眼的构造形态的规模要大得多。
- 火山学：研究火山现象及其原因。

地球科学百科全书

地球科学插页图版

一个岛屿的诞生

1963 年，在冰岛附近的海域，一个喷发熔岩和蒸汽的火山岛从海底冒出海面。这个被命名为 Surtsey 的火山岛是大西洋中脊的露出海面的为数有限的几处之一。该火山岛提供了一个新的活生生的证据表明，地壳处于不停顿的运动之中。

地球的剖面

古代人类所想象的地球内部是一片漆黑的空间，或者想象为充满着水或火的一个空间。后来，在 1798 年，英国物理学家亨利·卡文迪什（Henry Cavendish）进行了一系列实验来“称量”地球的重量。这是人类进行测定地球重量的第一次尝试。实验结果使他认识到，地球的核心必定是由比地球表面比重大的物质所构成。

1. 此后，人们又根据地震波在地球内部传播路程上发生的弯曲，而对地球的内部有较多的了解。地震波有两种：一种是在通过密度较大的物质时，速度加快；另一种波在遇到液体或气体以后就消失了。通过对这两种类型的波进行的研究，科学家们得出结论认为，地球是由一些同心层所组成，这些层是：地壳、地幔、液体的外核和固体的内核。

2. 地壳是固体地球的外层。地壳是一层较薄的岩石壳，在陆地上，地壳的厚度达 40 公里，在大洋底部，地壳厚度不到 16 公里。地壳是由两部分构成的：一是构成大陆的巨大的花岗岩块体，一是位于花岗岩块体下面的比重较大的玄武岩连续层。

地幔层下限的深度约为 2900 公里左右。地幔层占地球总体积的 80% 以上。据认为，地幔层是由火成岩构成的。

地核的外层是熔融的铁镍物质，包围着地球的内核。地球的内核也是由铁镍物质构成的。地球内核的半径小于 1255 公里。地球最核心一点的密度非常大，位于地球最核心处的 1 立方英寸的体积的每一个面所承受的压力为 2 万吨，而这里的温度几乎和太阳表面的温度一样高。

3. 地球上部几层的放大的剖面。最外层的地层被人们认为是漂浮在密度较大的、具有塑性的物质的上面。由此，人们又认为，地壳连同地幔的最上部构成了一个硬壳，被称为岩石圈。岩石圈的下面，是被称为软流圈的柔软层。在软流圈中，温度非常高，压力非常大，岩石象糖蜜一样进行流动。地壳和地幔之间的界面被称为莫霍洛维奇不连续面或莫霍面。地壳是由两层组成的：最上层又称为大陆性地壳，是由含硅和铝很多的花岗岩构成的，被称为硅铝层。在这一层之下是大洋性地壳，主要是由玄武岩构成的，而玄武岩则含硅和镁很多，因此，这一层又被称为硅镁层。

漂移着的大陆

地理学家早就认为，假如各个大陆能够移动，彼此就会象锯齿那样咬合在一起。1911 年，德国科学家阿尔弗雷德·魏格纳提出“大陆漂移”的理论，认为各个大陆以前曾经是一个整体大陆，后来破裂成几部分并经过千百年的漂移而处于它们今天的各自的位置。魏格纳的理论遭到群起而攻之，一直

受到歧视，直到第二次世界大战后情况才发生变化。1.人们早已知道，如果按水深约 1000 米的大陆坡的轮廓进行比较，那么，非洲和南美洲就会很好地拼合在一起。此外，放射性同位素测定表明，非洲西侧的一些岩层可与南美洲东岸的岩层进行对比。此外，人们还发现，一种生存在 25000 万年以前的二叠纪时期的小爬行类——中龙的化石只是分布在南美洲和非洲的某些地区（见插页图）。人们认为，这种小动物不可能横越过数千公里的大洋，它们原先必定是生存在一个共同的淡水环境中。

2.从 650 公里的高空拍的照片，左边的阿拉伯半岛，正在缓慢的与非洲脱离开。这两个陆地之间是红海。红海的海底有一个活动裂谷把海底劈开，使红海逐渐变宽，最终会形成一个新的大洋。

一个古超级大陆的解体

这 4 幅图表示从二叠纪到现在，各个大陆的推测的位置。箭头表示各个大陆的移动方向。

1.根据大陆漂移理论，在 22500 万年前，地球上只有一个大陆——联合古陆，被一个整体的大洋所包围。

2.据认为在大约 13000 万年前的侏罗纪末，联合古陆破裂成南北两块，北面的一块被称为劳亚古陆，南面的一块被称为冈瓦纳古陆。

这时，在现在的非洲和南美洲之间出现一条裂谷，这就是大西洋的开始。后来成为印度的那部分陆地当时也正在离开巨大的冈瓦纳古陆。

3.在 6500 万年前的古新世，澳洲大陆还是南极大陆的一部分，但大多数其它陆块都已彼此分开并具有了它们今天的外形。

4.后来，澳洲大陆也与南极大陆分离开，而劳亚古陆则破裂成北美大陆和欧亚大陆。印度向北漂移，与欧亚大陆相碰撞，使喜马拉雅山崛起。据认为，从现在起再过 5000 万年，世界地图又将发生变化：澳洲大陆将向北移动，大西洋和印度洋将继续变宽，旧金山大断层以西的那部分加利福尼亚地区，将和北美大陆分离并向阿留申深海沟缓缓移去。

运动着的地壳

1.许多世纪以来，人们把地壳看成是僵硬的，陆地就好像是水泥中的石块那样镶嵌在地壳中。但是，在 1969 年，从大洋底部取得的岩心揭示了新的海底物质从巨大的裂谷系统中涌出，并向两侧移动，凝结形成新的地壳。这个过程称为海底扩张。地壳的板块（它们的边界用粗黑线表示）象巨大的木筏，携带着大陆和大洋盆地一起移动。据认为，整个地壳分为 7 个大的板块和至少有 20 个较小的板块。板块的厚度在 50~100 公里之间。

并不是所有板块都是与大陆边缘相接。某些板块既有花岗岩地壳，也有大洋性地壳。大部分陆块是由花岗岩地壳组成，而大洋底部是由大洋性地壳组成。科学家们已经知道，作为“地壳活动带”标志的地震活动和火山活动，大多数都是发生在板块之间的交界处的狭窄地带内。板块之间互相挤压碰撞，会产生冲击波和形成新的山脉。其中最不稳定的一个地区就是太平洋边缘的环太平洋带。在太平洋边缘的这一不稳定地带，板块的边缘向地壳以下的深处俯冲下去。这一地带又被称为“火山环”。可能是由于磨擦作用以及所产生的大量的热，造成了地震和火山的喷发。

2.海底山脉好象篮球球皮的缝合线一样，穿过全球所有大洋盆地，蜿蜒

伸长达 64000 公里。沿着海底山脉的脊部，是一条裂谷。熔融的物质通过裂谷从地球内部涌出来，并向两侧运动，被称之为海底扩张。一系列深 断裂，或者又被称为转换断层，横切过海底山脉，把海底山脉分割成若干短而直的地段。

板块的运动

由于地球板块沿着地球表面移动，互相挤压、碰撞或彼此分开，缓慢地却极为深刻地改变着地球的面貌。在上面的剖面图中，箭头表示的是板块移动的方向。

1. 宽广的凹地标志着两个板块向外扩展或彼此分离做辐散运动。火红的熔融物质通过板块之间的狭窄裂缝从地球内部涌出并冷却，把大陆性板块向两边推开，并形成新的大洋洋底。留下的呈条带状分布的地磁的记录揭示了在板块移动期间地磁场的方向。

2. 另一种类型的彼此辐散运动的板块边界。这种边界是古老的大洋盆地底部发生破裂，大洋性板块彼此分离运动而形成。而这个古老的大洋盆地原先则是由一个大陆破裂而形成。

3. 两个板块以海沟为界。这是两个彼此辐合运动的板块的边界。一个板块在这里向下做俯冲运动，然后板块破坏。另一个板块在岛弧附近慢慢向海沟中移动。岛弧与陆地之间还有一个海盆，如日本和夏威夷即是。板块之间互相挤压和碰撞所产生的巨大热量和摩擦作用，导致强烈的地震和猛烈的火山喷发。

4. 彼此辐合运动的两个板块之间的另一种类型的边界。这种边界是大洋性板块向大陆性板块下面插入运动而形成的。这种边界所造成的结果是使得大陆性板块的前缘部分发生褶皱，导致大面积山地的崛起。当下沉的板块沉入到炽热的地幔层中熔融后，巨大的压力又迫使它以火山的形式回到地面。在美洲西侧就存在这种过程，导致安第斯山脉的隆起以及造成智利和秘鲁的地震。

5. 两个大陆性板块也会发生碰撞，导致在两个大陆的边缘地带的陆地形成规模巨大的褶皱。印度板块就是这样。在数百万年前，印度板块向北移动，插入到亚洲板块的下面，发生规模巨大的碰撞，导致喜马拉雅山脉的崛起。

6. 两个大陆性板块相碰撞，有时会使海底沉积物隆起，形成新的大陆性地壳。

7. 两个板块碰撞以后，可能会有一个新的裂谷形成，例如红海中的裂谷，使两个大陆性板块之间的距离越来越宽，最终会形成一个大洋。

8. 两个板块之间的距离周期性地变宽和变窄，导致大洋也周期性地扩大和缩小。大西洋就可能出现过类似情况。这幅图表示的是大西洋的现阶段的情况。

从地球中冒出的“火”

1. 火山和熔岩流是不断改变地球表面的强有力因素。当岩浆从地球内部穿过地壳到达地表面时便凝固，形成火山和熔岩流。许多火山锥是由熔岩流和凝灰岩与角砾岩互层混合构成。如果中央火山孔被堵塞，那么岩浆和气体就可能从火山锥的侧面的裂缝冲出来，形成寄生火山锥。某些火山，例如墨西哥的帕里库廷（Parícutin）火山是由喷发出的石块、火山渣和火山灰构成

的。在某些火山地区，在地下很浅的地方，温度就很高，使地下水达到沸点。这种热的地下水到达地表就是温泉。在另外一些地区，沸腾的水和蒸汽间歇性的喷发，形成间歇泉，或者仅仅喷出气体，形成喷气孔。

大部分岩浆都不能到达地表面，而是作为侵入岩体在地壳内冷却和结晶。当岩浆被挤入到水平的岩层之间时，就会形成岩床（岩磐）。岩磐长可达数公里、厚可达数百米。

蘑菇形的侵入体被称为岩盖。这种侵入体是粘稠的岩浆侵入到两个岩层之间并把它上面的岩层顶起来形成拱形而形成的。如果岩浆被挤入到早就形成了的岩石裂缝中，就会形成岩墙。如果岩墙周围的较软的岩石被侵蚀掉，岩墙就常常会形成一道非常突出的墙立于地表。如果岩浆源本身发生凝固，那么就形成岩基，岩基延伸的范围常达数千公里。规模较小的岩基被称为岩株。

2.火山喷发有 5 种基本类型。冰岛式或裂隙式喷发，熔岩在裂隙两侧形成面积广大的熔岩原。

斯特隆波里式喷发，这是取自西西里岛西北面的斯特隆波里岛的名称。这种喷发的特点是熔岩从火山口中象喷火似的喷出来。夏威夷式火山，例如冒纳罗亚山，这种火山的特点是熔岩比较平静的向外涌出。熔岩经常填塞了破火山口，形成“沸腾湖”似的形态。

维苏威式喷发或火山式喷发。这种喷发的特点是比以上几种都要猛烈得多。维苏威火山以及其它这一类的火山就是以猛烈的壮观的喷发为特点，喷发出来的火山碎屑物堆积在火山口周围，形成火山锥。培雷式火山喷发，取名于西印度群岛的培雷火山。这种类型的喷发也是非常猛烈的，其特点是，过热气体和细粒火山灰形成巨大的火烧云，而且还有粗粒火山灰的喷发，粗粒火山灰则以极大的速度沿火山的山坡冲下去。1902 年，培雷火山就是以这种方式喷发，摧毁了一座约 3 万人口的城市。

岩石的循环

1.地壳中的岩石按成因可分为 3 种类型：火成岩、沉积岩和变质岩。每一种岩石都有自己独特的结构和特点，一般是很容易加以识别的。

所有的岩石都一刻不停地进行着循环性地变化。当炽热的岩浆从地球内部喷出后，便冷却并凝固成火成岩，暴露在地表面受到风、水、冰的作用，岩石破碎了，并受到侵蚀，最终被冲到大海中形成一层层沉积岩。当沉积岩沉入到地下的压力很大、温度很高的地方，就会发生重结晶作用，变成变质岩。如果变质岩继续下沉到更深的地方，那么更高的温度就会把它熔化，变成岩浆。熔融的岩浆受到挤压向上运动，冷却又形成火成岩。如果熔融的岩浆在地下冷却凝固，形成的火成岩被称为侵入岩。如果熔融的岩浆到达地表后冷却凝固，形成的火成岩称为喷出岩。

正如小箭头所表示的，岩石的这一复杂循环在任一环节上都可能受到干扰。有的沉积岩可能从来也不会到达地表，也不会受到风化作用，而是直接转变成沉积岩。如果沉积岩或变质岩受到抬升作用并再一次受到侵蚀作用，那么在岩石的循环中又可能出现另外一些小循环。

2.沉积岩（如砂岩和石灰岩一类的岩石）覆盖着地球陆地表面的将近 3/4 的面积。沉积岩是由风化产物形成的具有层理的沉积物。由于上面沉积新的沉积物，老的沉积物便被压得紧实。同时由于地下水的循环，带来了氧化硅、

氧化铁以及其它矿物把沉积物胶结起来。砂岩主要是由石英颗粒组成的。大多数石灰岩是由从海水中沉淀下来的钙的颗粒物组成。

变质岩（如中国的大理岩和片岩）是形成于地球内部非常深的地方。在这里，高温和高压再加上有化学活性的液体和蒸汽的存在，改变了原始岩石的成分。大理岩通常是由灰岩变质而形成，大多数片岩则是由页岩变质而形成的。片岩如果进一步受到变质作用，还会变成片麻岩。

火成岩（如下图的花岗岩和玄武岩）是液体岩浆经结晶的颗粒互相结合在一起而形成的。火成岩根据组成岩石的颗粒的等级以及所含有的矿物进行分类。如花岗岩是粗颗粒的岩石，流纹岩则是细颗粒的岩石。这两种岩石基本上都是由正长石、长石和石英所组成，是由含硅很丰富的岩浆结晶而成。玄武岩是细颗粒岩石，与玄武岩相对应的粗颗粒岩石是辉长岩。这两种岩石都是由含硅很低的岩浆形成的，都是由斜长石化长石和含铁锰的矿物组成。

侵蚀作用和堆积作用

矿物：天然宝石

矿物有 20000 多种以上。大多数矿物都是由细小的、不易觉察的颗粒所组成的。但是有些矿物在颜色、形状和结构方面都非常漂亮。矿物通常都是由几种元素构成的，但是有少数化学元素，如金、银、铜等本身就是矿物。所有矿物内部的原子都是有秩序的，常常表现为几何形的晶格结构和排列。晶体可由熔融的液体、溶液和蒸汽状态的原子围绕一个核心一层层地生长而成。许多晶体都是非常细小的，但是某些晶体却有数十米之大。

1. 孔雀石的不光滑的表面显示出它的呈放射状的丝或纤维结构。孔雀石分布于苏联、扎伊尔、西南非洲和美国西南部。孔雀石常呈铜绿色，是由二氧化碳和水的作用而形成的。

2. 微斜长石是长石组矿物的一个成员。有时被当作宝石的天河石，就是一种绿色的微斜长石。分布较普遍的白微斜长石和灰微斜长石用于生产陶瓷釉。

3. 磷灰石 (Apatite) 的英文词是来自希腊语，意思是“欺骗”，由于这种矿物的外形和颜色使古希腊的矿物学家们容易与其它矿物相混淆。磷灰石存在于石英矿、长石矿和铁矿之中。

4. 黄铜矿为含铜较多的一种原生铜矿，是由黄铜晶体构成的。黄铜矿常常被误认为是金子。

5. 方铅矿通常与锌、铜、银的矿物共生。许多世纪以来，人们一直从方铅矿中获得铅。图中的立方方铅矿晶体是与琥珀色的萤石共生的。

6. 这是从科罗拉多银矿中采得的标本，粉红色的菱锰矿附着在石英之上。

7. 这是从塔斯马尼亚采集的褐铁矿标本。由于桔红色针状的铬铁矿晶体的纵横交错，使标本形成中空。这种罕见的晶体是由溶有铬的溶液与铅的矿物进行反应而形成的。

8. 方解石是一种分布较普遍的碳酸盐矿物。这种矿物由于颜色的变化和晶体形态的变化而有众多的变种。图中的琥珀色的方解石晶体是与赤铁矿共生的。

9.紫水晶（Amethyst）是石英的一种。它之呈紫颜色是由于含有少量的铁的缘故。

Amethyst 一词是来自希腊语，“不醉”的意思，古代希腊人认为紫水晶可以使人们不醉。

10.这是在公元前 6000 年的一个铜矿中发现的天然铜。铜可能是人类最早使用的金属。铜现在基本上都是用作电导体，是从含铜矿物，如黄铜矿中提炼出来的。

11.透石膏是一种透明的石膏晶体。大多数石膏是海水蒸发后沉淀下来的颗粒细小的沉积岩。

12 葡萄石通常是由许多晶亮的、排列紧密的浅绿色晶体构成的。葡萄石通常存在于玄武岩洞中，与沸石共存。

改变陆地形态的各种力

陆地上规模最大的形态——山脉、峡谷、高原，似乎是永存的，不可改变的。但实际上，水、冰、风和风化作用一刻也不停顿地破坏着地球表面的现有形态并形成新的形态。

流水是最强有力的侵蚀力量。它使崎岖不平的地形轮廓变得平滑，它侵蚀着河谷，加深着峡谷，每年把千百万吨的沉积物带到海里。地壳的岩石也一刻不停地受到风化作用的进攻。风化作用是一种物理的和化学的破坏过程，是由于冰冻作用、降水和温度变化导致的对暴露在地表面的岩石进行作用的过程。

虽然风是地质营力中起作用最小的一种，它却能把细粒物质带到遥远的地方。当携带着沙子的风在力量减弱而把沙子沉落下来后，就形成了沙丘。沙丘看起来似乎是静止不动的，但是实际上，由于沙子不断地被风从迎风坡吹到背风坡，沙丘处于不断地移动之中。由于沙丘的移动，使得沙丘这种形态甚至能出现在山坡上。在有的地方，由于沙丘的移动，埋掉了森林和村庄。

1.布里斯峡谷的大自然雕刻的石柱。这是石灰岩高原由于水沿着岩石的垂直节理进行侵蚀和物质在重力作用下的移动而形成的残留物。红颜色是岩石中的氧化铁造成的。

2.犹他州国家保护的天然拱桥。这种巧妙的拱门有着复杂的历史，是由许多地质营力作用的结果，其中最主要的作用力是各种侵蚀作用。敞口洞的形成是由于这一部位的岩石抗风化作用和抗侵蚀作用的能力较弱的缘故。

3.沙丘的形状主要取决于风的强度和方向。这张图片是撒哈拉的贩盐商队穿过非洲的尼日尔共和国的特奈尔沙漠的象大海中的波涛一样起伏的沙海。

水的作用

流水在改变陆地面貌方面所起的作用，比其它侵蚀因素加在一起所起的作用还要大。大气层每年吸收 42 万立方公里的水分，其中大部分又降落到海洋中，只有约 3/10 以雨、雪、雹的形式降落到陆地上。降落到陆地上的水的大部分被蒸发掉或以地下水的形式排走，但是还有约 38×10^{15} 升（ 10^{16} 加仑）的水从地面流走，塑造出峡谷和河谷，形成宽广的洪积平原和三角洲，并把千百万吨的沉积物带到大海中。

地下水是经过土壤、基岩中的节理和洞穴渗到地下的水。有时地下水在

靠近潜水面附近能形成流水通道和贮水窖，地下水位下降后，流水通道和贮水窖中的水就流走了，形成了洞穴。

在海岸地带，风暴形成的海浪能以每平方米 29000 公斤的巨大力量冲击着海岸。在某些地方，海岸后退的速度一年超过 1 米。流水的侵蚀作用如果不被大陆的周期性隆起所抵消，那么，大约有 2000 万年，大陆将会被流水侵蚀成低平原。

1. 这是阿拉斯加的一个河谷中的河曲。由于河流持续不断地在凸出部位的外侧进行侵蚀以及在凸出部位的内侧进行堆积，使河曲不断地移动。

2. 新墨西哥州的卡尔斯巴德洞穴。这个洞穴形成于第三纪时期。在潜水面附近石灰岩逐渐被溶解，然后由于大面积抬升并发生下切作用，造成地下水位下降。这个巨大的洞穴位于地下 200 米以上的深度。从上面悬垂下来的钟乳石和从中国式戏院的底部突出起来的石笋，是由含碳酸氢钙的水滴沉淀而形成的。

3. 马耳他岛的海蚀拱。这种形态是由于海浪和海流对一个狭窄的海岬两侧进行侵蚀而形成的。当海蚀拱崩塌，就会形成脱离了海岸的海蚀柱。

冰川

大约在 100 万年以前，北半球的很大一部分覆盖着大片冰原，有的地方达 1 英里厚，除了一些很高的山脉的顶部，整个大地都被埋在下面。大约在 11000 年前，地球上的气候慢慢地变暖，露出了经过冰川改造的地形，由于冰川的磨刮，大地呈现出一片没有植物生长的、光秃的景观。

现在，冰川覆盖着地球陆地表面的不到 1/10。冰川现在依然是一个强有力的地质营力。冰川雕刻着山峰，威胁着河谷，挖凿出湖盆，把刨凿出来的石块带到其它地方。冰川还蓄存着地球淡水的 80%。如果全世界的冰川都融化，世界大洋的海面将升高 60 米。冰川的一种类型是大陆冰川。这种冰川覆盖着格陵兰和南极大陆的大部分。另一种类型的冰川是山谷冰川，这是从山脉高处的雪原流下来的冰河。山谷冰川的长度从 1500 米到 120 公里。最长的冰川在阿拉斯加的南部。

冰川的运动主要取决于地面的坡度和冰的厚度。有的冰川一天只向前蠕动几厘米，有的冰川一天可移动 10 米。冰川和河流一样，在中心部位速度最快，而在两侧的边缘地带，速度减慢。冰川底部的速度比冰川表面的速度慢得多。冰川的这种不平衡运动形成巨大的冰裂缝。有的冰裂缝宽达 15 米，深达 40 米以上。

在温带地区，冰川向下移动所能达到的海拔高度取决于融化作用和蒸发作用能把冰川摧毁的高度。从位于斜坡上的冰川终点流出的溶融的水流，通常由于含有所谓冰川泥的细粒岩石粉末而呈现乳状的蓝色或绿色。如果冰川的前缘是稳定的，大量的石块就会在这里堆积起来形成冰碛。在极地地区，冰川注入到大海中并破裂成大块的冰形成冰山。

1. 加利福尼亚州的约斯密特国家公园中的极为光滑的花岗岩表明运动着的冰川所具有的磨蚀力量。在有的地方，冰川底部的石块从基岩上擦过去，留下了长而深的擦痕。

2. 加拿大育空地区克留恩国家公园中的斯蒂勒冰川。该冰川在丛山中为自己掘凿出一条路径来。冰川表面上的黑色条带是冰碛，是冰川刨蚀它两侧的谷壁而掉到冰川上的石块。

3. 约斯密特国家公园中的满布巨砾的原野。这些巨砾是由冰川带来的，被称为漂砾。有的巨砾是冰川从数公里以外挖掘来的。冰川退却后，这些巨砾就被留在这里。

复原过去

古生物学家的重要职责就是根据化石碎片来复原过去的生命。

1. 这些岩层是经历了千百万年沉积下来的。其中每一层都可能保存有过去的植物和动物以及有关这一漫长时期内气候的基本状况的记录。上部的岩层是新的。下部较老的岩层可能会保存有比较原始的生命形态的记录。科学家们利用放射性年代测定技术可以测定出数十亿年以前的岩石的年代。

在北美洲发现的陆地上最大的哺乳动物雷兽的骨骼，如图所示，是在南达科他州的劣地地区发现的，这里是世界上化石最多的一个地区。雷兽的骨骼保存在大约 3500 万年前的渐新世时期沉积的砂质粘土和砂岩岩层中。

2. 雷兽的骨骼在挖掘出来以后，要清洗干净，涂上一层保护剂、编号然后装入野外袋中。回到室内再把骨骼拼接起来。骨骼的形状和大小可以告诉我们有关动物生活方式的许多方面。牙齿是动物身体上的最坚硬部分，牙齿可以告诉我们动物吃什么以及如何捕食。眼睛、耳朵、鼻子的位置和形状可以根据颅骨上的窝坑来确定。脚的结构可以告诉我们动物如何行走。关节可以表明动物的大小，脊柱和肋骨可以告诉我们有关它的体重。

根据骨骼，人们知道了雷兽是巨大的、非常重的、行动不方便的一种动物，很象现在的犀牛。它有一个长长的角从前颅伸出去。它站立起来有 2 米多高，约有 5 米长，在开阔的平原上蹒跚地走来走去，以树叶和草本为食。

3. 仅仅根据骨骼不能给出动物外形的精确图形。肌肉的多少，以及象峰之类这样的突出部分，也会大大改变身体的形状。但是骨骼对于复原动物的外形是关键性的。图中的骨骼上的精巧的突起和斑块状粗糙面（用线条表示的）是肌肉附着在骨头上的部位。肩椎上的几根长刺表明，这是为强有力的肌肉附着之用的，而雷兽的头部是靠这强有力的肌肉抬起来的。没有任何证据表明这种动物身上长毛。

4. 最后一步是复原雷兽生存的环境。在发掘点附近火山灰中碳化的化石树叶表明，3500 万年前属于亚热带气候。棕榈树非常繁盛，大地是一片沼泽化平原，地面散布着活火山。为什么在这比较温和的气候时期，雷兽却绝灭了，直到现在这仍是个不解之谜。但古生物学家们推测，可能是由于它的牙齿仍未特化，经受不了环境的变化出现的硬草对它的牙齿的磨损。

化石记录

化石 (Fossil) 一词来自拉丁语，是“挖掘”的意思。化石这一词最初是指史前时期植物和动物的遗体以及岩石和矿物。由于化石化的过程通常很慢，结果只有动物遗体的坚硬部分，如骨骼、牙齿、壳才能保存下来。偶尔有时候，岩层固结作用的速度很快，使有机体的较柔软部分也得以保存下来。非常著名的例子就是在巴伐利亚的侏罗纪灰岩的露天采石场中发现的始祖鸟——最早出现的一种鸟的化石，就是根据保存很好的羽毛而识别出来的。

在琥珀（化石化的松香）、冰和冻土中，也发现了动物的遗体。但是大多数化石是以其它方式保存下来的。最普遍的一个过程就是矿化过程。所谓矿化过程就是当生物遗体处于水中，溶于水中的矿物向生物遗体中渗透，生

物体最终可能完全被矿化质取代。植物通常是通过碳化过程而达到化石化的。所谓碳化过程就是细菌把有机化合物分解，把植物遗体变成一层碳的薄膜而残留下来。再如蠕虫的腔孔和动物的足迹，也可以作为化石记录的一部分。

1.这是大约 5000 万年前的枫树叶子在粉砂岩的岩层中被挤压成薄薄的一层碳膜，保存了它的轮廓和脆弱的纹理。

2.这是 25000 万年前的一种小爬行动物——中龙。当时在河流和池塘中大量存在着。中龙用它那长着针状牙齿的颚来捕食鱼类。

3.这是大约 1 亿年前的白垩纪灰岩中钙化的藻礁，表明当时气候温暖。

4.这是在大约 5000 万年前始新世时期的河堤上留下的昆虫和鸟的足迹。当淤泥固结以后，足迹也就保存下来了。

5.这是在科罗拉多州弗洛里森特的露出地表的页岩中发现的昆虫与蜘蛛的化石。这里以昆虫化石谷而闻名于世界。这个画面中共有 3 万多个昆虫。这层页岩是大约 3000 万年前在一个浅水湖中沉积的火山灰经压实而形成的。

6.这种很罕见的海盘车（星鱼）皮化石发现于犹他州西南部的一个丘陵上。它栖居于 45000 万年前奥陶纪时期的热带海域。它的肢体上的凹沟两侧的管足，使这种棘皮动物能在海底移动。

7.3 亿年前宾夕法尼亚纪期间海洋中有大量的无脊椎动物，其中就有图上的这种腕足动物。当时许多陆地上有沼泽地、三角洲，其上覆有浅水。

生物谱系树

无论植物还是动物，都可以根据结构分为若干大类或分类。虽然化石记录是不完备的，但是可以使我们据此提出有关一些最重要类群的总的演化图式。在这一幅图上，表示了主要动物类群之间的相互关系。虚线表示化石记录的缺失，每个柱的宽度表示种的数量。竖的直线所分开的各个部分表示在这一部分中的动物类群可能是由共同的祖先演化而来的。

左面的垂直方向表示的时间单位是地质时代，各个地质时代是根据一定的岩石建造而确立的。在前寒武纪时期出现了最早生物，可能有藻类、菌类和软体动物。在寒武纪时期出现了腕足类动物、软体动物和甲壳类动物。寒武纪时期三叶虫很普遍。在奥陶纪时期，珊瑚和三叶虫非常丰富，并出现了最早的鱼类。在志留纪时期，陆地上出现了植物和蝎形节肢动物。

泥盆纪被称为“鱼的时代”，但是也有早期的昆虫和两栖类出现。在石炭纪时期，两栖类和能飞的昆虫繁盛起来，并出现了早期的爬行类。在二叠纪时期，爬行类和植物都多样化起来。到了三叠纪时期，出现了恐龙和早期的哺乳类。

在侏罗纪时期，水生爬行类主宰着海洋，会飞的爬行类很普遍，并出现了早期的鸟类，同时，现代哺乳类动物处于优势地位，以及有骨鱼数量众多。在第四纪期间——包括直到今天，在这一期间内 4 次冰川的推进，使北半球的很大一部分覆盖着冰，并且出现了人。

天穹

地球大气层向上延伸的高度达 1600 公里以上。大气层由 4 层构成，每一层的物质成分、温度和密度都不相同。贴近地球表面的一层是对流层。对流

层是很薄的一层，主要是由氧和氮构成的，云和天气变化都出现在这一层中。对流层之上是平流层。平流层上界距地面 50 公里高。这一层是稳定的、干燥的。平流层中有一层臭氧层。臭氧层起着保护作用，挡住了来自宇宙空间的大部分短波辐射，使地球表面免于受到这些短波辐射的冲击。平流层之上是电离层。电离层是由若干层能反射无线电波的电导层（D、E、F₁、F₂）所构成。极光是电离层中的现象。极光好象是悬挂在极地上空的色彩变幻的帷幔。大气层的最外层叫外逸层或逸散层。这一层主要是由氢和氦等较轻的气体构成。人类对这一层现在还所知甚少。这一层逐渐过渡为星际空间。

大气层保护地球表面不受许多有害因素的伤害。如从外层空间以极高的速度飞来的陨石，由于和大气层上层空气的摩擦，温度升高达到白热状态，通常在距地面 50 公里以上的高度就已化为气体。再如，有许多形式的辐射不能穿过大气层，但是可见光、红外光（热辐射）、一部分紫外光以及从宇宙空间中来的无线电波则可以穿过大气层而到达地球表面。

Ablation 消融 雪原、冰川、海冰等形态上的雪、粒雪 (n̄ ã ò 或冰的损耗。消融是由于下列原因造成的：(1) 雨水和暖空气导致融化；(2) 蒸发 (evapo- ration)；(3) 升华，即不经过液态阶段的蒸发，升华作用在南极大陆起着特别重要的作用，在这里气温太低冰雪不能融化，但是湿度却很低；(4) 风蚀，即雪被风吹走；(5) 崩解作用，冰山或较小的冰体从末端伸入湖泊和海洋中的冰川上破裂脱离的过程。

Abrasion 磨蚀 风力、流水、波浪和冰川等所携碎屑物对基岩进行的机械磨损。亦即侵蚀或刻蚀辅之以对岩石的擦划 (scratching) 和冲蚀 (scouring)。象用砂纸将岩石打磨过一样，给留下平滑、光溜的表面。磨损也表示碎屑物自身在搬运过程中的磨损，并因而变得越来越小。

Abstraction 袭夺 参见 Piracy (袭夺) 条。

Abyssal Hills 深海丘陵 深海盆地中的低缓的圆丘形的形态。它高出周围的深海平原的高度可达 1000 米之多，它的底部的宽度可达几公里。深海丘陵在所有大洋盆地中都有分布，但是在太平洋中分布最普遍，太平洋海底几乎有一半面积是深海丘陵。在大西洋中脊的外缘，深海丘陵分布也很普遍。深海丘陵的起源现在还不清楚。大多数海洋地质学家和地球物理学家赞成火山起源说。但是，深海丘陵也有可能是沉积的物质经过紧实和成岩作用而形成的。由于深海丘陵有沉积盖层的覆盖，因此要取得构成深海丘陵的基岩的样品是很困难的。

Abyssal Plain 深海平原 深海中的平坦海底，根据某些作者的定义，它的坡度小于 1：1000。深海平原在所有大洋盆地以及许多陆间海如墨西哥湾、北极海盆和地中海都有广泛分布。在海洋开发的早期，人们认为，从陆缘向外的整个大洋盆地都是平坦的、单调的平原。现在已经知道，深海平原所占面积还不到所有大洋盆地面积的一半。

大洋底部的原始地形可能是面积宽广的低矮的深海丘陵。然后，携带着沉积物的浊流从大陆外缘向外流，导致海底丘陵之间的低地上沉积了细颗粒物。最后，这些沉积物把大洋底部广大面积上的深海丘陵完全给掩埋起来，就形成了深海平原。

Abyssal Zone 深海带 深度在 2000—6000 米左右的大洋底部，包括从大陆坡底部以下的所有地区，但不包括深海沟。深海海底也可以定义为大洋底部，但不包括水温从来不高出 4°C 的海沟的那部分洋底。

深海带的总面积在 5 亿平方公里以上，超过地球表面任何其它地形所占的面积。由于所处部位非常深，环境条件非常严酷，生活在这里的生物对这里的环境条件具有特殊的适应性。总的来说，这里的环境条件相当均一。这里的水温很低 (0 ° —4°C)，没有季节变化，盐度是稳定的，为海洋中的平均盐度，即千分之三十五。海洋深处的压力为海洋表层压力的数千倍。生命所需要的食物和氧是来自于海洋的上层。冷的水体的下沉是氧的唯一来源，海洋上层沉落下来的有机体残片是食物的主要来源。

以前人们曾认为，深海带没有生命。虽然与大陆架地区相比，深海带的生命是贫乏的，但是就是在深海带的最深处，生命也是很丰富的。已发现在这里有种类繁多的生物，包括海绵、腔肠动物、各种类型的蠕虫、甲壳动物、棘皮动物、软体动物和脊椎动物。这里的生物个体都较小，呈呆板的褐黄色。

几乎所有类型的生命在这里都有它的代表。它们的食物主要来自上层的沉落物。

深海带的沉积物是颗粒非常均一的细粒物质。这些物质可能是陆源的(来自于陆地的)，或者是浮游生物的钙质甲壳或硅质甲壳所形成的淤泥。深海带的沉积速度极慢，每 1000 年才堆积 1 厘米左右。

Accessory Mineral 从属矿物 岩石中含量很少以致在岩石分类时可以忽略的矿物。

ACF Diagram ACF 图解 一种三角形图解，用来表示化学成分不同的岩石经变质作用而产生的矿物组合(变质相)。已设计了几种图解，每种图解表示出岩石在遭受一定范围的温度和压力影响下所形成的矿物。具有 A、C 和 F 顶角的等边三角形表示多数岩石中发现的最主要的化学组分。A 角表示岩石中的 $Al_2O_3 + Fe_2O_3\%$ ；C 角表示 $CaO\%$ ；F 角表示 $FeO, MgO, MnO\%$ 。由于岩石中发现的其他化学组分不表示在图解上，在岩石成分被标绘之前，必须作某些考虑。一个必要条件是 ACF 图解只可以用于二氧化硅足够丰富的岩石，它不仅形成所有的硅酸盐矿物，而且也形成石英。

Achondrite 无球粒陨石 一种石陨石，它缺乏球粒陨石特有的那种小球粒体。无球粒陨石比球粒陨石更少见。无球粒陨石由紫苏辉石、斜长石、透辉石、橄榄石和少量的镍铁组成。

Acoustics, Underwater 水下声学 研究声音在水中的传播。声音在淡水中传播的速度要比在空气中传播快得多(声音在淡水中传播的速度为每秒 1455 米，在空气中传播为每秒 333 米)。但是在咸水中声音传播的速度增加到每秒 1550 米，这是因为声音传播的速度受水的含盐度、温度和压力的影响。如果温度、盐度和压力这三个变量的值增加，都会使声音传播的速度相应的增加。声音传播的速度在温跃层(Thermocline)达到最大。

研究声波在水中传播的情况对于声纳的使用非常重要。如果水温是均一的，声音传播速度随深度而增加，导致声波向表面折射或弯曲。然而由于温跃层的存在，导致形成了一个声波消失带，这是由于位于温跃层的声源发出的声音，其传播速度在两个方向上减少。因此在海战中，潜水艇沿温跃层运动，可以避免被侦察出来。

水下声学应用得最广泛的方面可能是用于精确测量海深。根据声波从海底的反射，可进行最精确的海深测量。因此，不同的海底对于所得到的反射效果有很大影响：平滑而坚硬的海底所得到的反射效果最好；松软的表面不规则海底则把声波吸收或散射。

Actinolite 阳起石 阳起石是一种含水的钙、镁和铁的硅酸盐矿物。是绿色的纤维状的角闪石，常常出现在结晶片岩里，与绿帘石和绿泥石共生，阳起石的化学成分与透闪石相似，但是这种钙镁硅酸盐中至少含有 2% 的替代镁的铁。透闪石是白色的，而阳起石因含铁是绿色的。玉石中一种叫软玉的是一种致密的透闪石—阳起石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Acute Bisectrix 锐角平分线 它是一个晶体中的结晶学方向，它平分两个光轴之间的锐角，这个角是 $2V$ ，即光轴角。

Adamantine Luster 金刚光泽 金刚光泽是金刚石具有的那种光泽。

Adiabatic Process 绝热过程 在和周围环境之间没有热量交换或者没有质量交换的情况下，一个系统的状态的变化。大气层中的许多重要现象

都和绝热变化有关。例如，在大气层的下层通常存在着温度随高度而递减，主要就是由于空气绝热混合的结果。导致水蒸汽凝结、云和雨形成的降温作用，主要是由于空气上升时温度下降的结果；晴朗的、干燥的天气通常是与空气下沉引起的增温变干作用有关。上升空气的降温作用和下沉空气的增温作用主要是由于空气的绝热膨胀和绝热压缩的结果。如果一个受到增温作用或降温作用的系统通过辐射和传导与周围发生热量交换，那么就称之为非绝热过程（diabatic process）。

如果将装在一个容器内的气体压缩，而且该气体没有通过容器壁而损失热量和得到热量，那么，这个气体就经历了绝热过程并且增温。该气体所增加的热能等于压缩该气体所消耗的能量。在用自行车气筒用力打气时，筒内空气温度升高，就是压缩变热的一个熟悉的例子。当一团气体在没有获得热量也没有失去热量的情况下使其膨胀，该气体便绝热降温，所转化的热能等于该气体在膨胀过程中克服周围的压力所做的功。从自行车轮胎的气门冲出来的空气是冷的，就是由于膨胀导致降温的一个证据。

大气层中某一高度上的气压是和位于该高度之上的空气柱的总质量成比例的。因此，气压也和空气密度一样，是随着高度的增加而减小。当一团空气上升时，由于周围压力不断减小，它的体积膨胀并降温。相反，当空气下沉时，因周围大气压力不断增加而受到挤压，便绝热增温。若一团空气不含有液态水，那么它在大气中上升时，以每一千米温度下降 9.8°C 的干绝热速率降温；若该空气做下沉运动，那么它将以同样速率增温。然而，如果上升空气为水蒸汽所饱和，而且，随着空气的上升。水蒸汽的凝结作用一直继续着，那么，这时降温的速率要小于干绝热速率，因为水蒸汽的凝结释放出的潜热补充到该系统中。当下沉的空气含有能使空气中的水蒸汽一直保持着饱和状态的液态水，那么，它的增温速率亦小于干绝热速率。

当一层很厚的含有水蒸汽的空气在大规模环流的作用下，迅速地翻过一个山脉，那么，这团空气在上升过程中，在还没有出现凝结作用以前，一直是以干绝热速率降温，在出现凝结作用以后，就以饱和水蒸汽的绝热速率降温。如果出现了降水，那么空气在山脉的背风坡下沉时，它所含有的水量比在迎风坡上升时少。含水量减少了的空气在下沉时就以干绝热速率增温，常常下沉到很低的高度形成干热风。这种风是许多山区所特有的。在阿尔卑斯山区，这种风被称为焚风，这个名称是大多数气象学家所熟悉的；在落基山脉，这种风被称为钦诺克风。虽然空气在下降过程中可以通过辐射而散失热量，但因为焚风通常是和气旋相联系的，气旋则能使一厚层空气在较短时间内迅速翻过山脉，这样，与空气在迅速下沉过程中的增温相比，由辐射作用所导致温度的下降是很小的。

绝热过程

1. 这是瑞士福里 (La Fouly) 地区的阿尔卑斯山。湿润空气在上升过程中体积膨胀、降温、水汽凝结形成云。

2. 表示翻越山地的空气在上升和下沉过程中温度绝热变化的几个位置点。

3. 含有水蒸汽的一团空气沿着山的一侧上升时，在水蒸汽没有发生凝结以前，一直以干绝热速率降温，温度变化如图上的 A 点和 B 点之间，温度下降的速度为每公里 9.8°C 。这样，上升 2 公里后，气温就从 20°C 降到 0.4°C 。当水蒸汽发生凝结以后，（在 B 点），如果空气继续上升，降温的速率就变

小，以饱和水蒸汽的绝热速率即每上升 1 公里温度下降 6.5°C 的速率降温。这样，B 点和 C 点之间，高度相差 1 公里，气温下降了 6.5°C ，即从 0.4°C 降到 -6.1°C 。在 C 点，空气开始沿着山地的背风坡下沉，而温度开始升高。常常在山顶处有降水发生，结果使空气在下沉时温度以干绝热速率增加（每公里 9.8°C ）这样从 C 点到 D 点高度相差 3 公里，温度升高 29.4°C ，而它在上升过程中温度总共下降 26.1°C ，这样总的温度变化就升高 3.3°C 。

Adularia 冰长石 冰长石是一种无色的、透明至半透明的正长石的变种。它通常以完好晶体的形式出现在岩脉里。它们虽属单斜晶系，但却出现斜方的对称。

Aerolite 石陨石 以硅酸盐矿物 (silicate minerals) 为主要成分的石质陨石。

Aftershock 余震 主震之后接连发生的地震。余震一般在地球内部发生主震的同一地方发生。通常的情况是一个主震发生以后，紧跟着有一系列余震，其强度都比主震小。余震的持续时间可达几天甚至几个月。

Agate 玛瑙 玛瑙是一种细粒的石英变种，它由颜色上和透明度上有差异的玉髓层交替而组成。常以空洞充填物的形式产出。单个的环带是同心地排列的，并与空洞壁的形状相同。在不规则的空洞中形成的玛瑙囊的横切面上，可表现出各种不寻常的特点，根据这些特点将玛瑙分别称之为：堡垒玛瑙，美景玛瑙，星状玛瑙，睛玛瑙和角砾状玛瑙。玛瑙的本色变化范围从带不同程度的灰白色到黑色，比较罕见的是浅红色、浅棕色、浅蓝色、浅绿色或浅紫色。地衣状玛瑙是一种灰色到白色的半透明的玉髓，它包含有形状像地衣的黑色的氧化锰和棕色的氧化铁。

玛瑙广泛地用作宝石和装饰品，当它们用作宝石和装饰品时，往往是经过人工染色的。虽然其晶体结构与粗粒的结晶质的石英相同，但是玉髓的纤维状性质允许它吸附染料。这种玛瑙首先切成所要的形状，然后浸泡在不同的化学颜料或染料溶液中，溶液浸透玛瑙，并使其具有鲜艳的和持久的颜色。

尽管吸附可能是不均匀的，因为有些条带就比其他条带有更多的孔隙。

Age 期 是地质时间单位世的次级划分，也是现行采用的最小正式时间单。在期的时间内形成的岩层称为阶。

Agglomerate 集块岩 一种火成碎屑岩，由火山岩碎块和凝灰岩为基质固结而成。火山岩碎块有许多直径大于 32 毫米的圆块。集块岩没有明显的分层，通常位于火山颈中。圆度较好的岩块为火山弹，圆度不好的石块可能是由于有棱角的石块在火山喷发时磨擦的结果。由于大的石块不可能被抛到离火山口很远的地方，所以集块岩的分布范围是有限的。集块岩和火山角砾岩是完全不同的，前者是有许多圆的石块，而后者则是由许多角砾岩组成。

Agglutinate 粘合集块岩 一种火成碎屑岩，主要是由从火山口喷出的液体熔岩凝结而形成的岩块构成的。凝块在落地时有很大的塑性，后来的凝块在凝固时能和先落地的凝块粘在一起。一块粘合集块岩通常是由熔岩喷泉和熔岩帘形成的。参见 Spatter Cone [寄生熔岩锥，溅落熔岩锥] 条。

Aggradation (或 Alluviation) 加积 (滞积) 河水搬运过程中携带物质的沉积。当搬运介质无力将碎屑物质往下搬运时，就将其堆积在河床、坡麓或河漫滩上。

原因各种各样。比如河流的坡降小了，泥沙多了，泥沙的粒径粗了，流量减了，等等。加积率变化很大。

尼罗河每年给河谷加积的厚度为 9 毫米，而底格里斯—幼发拉底河的年沉积厚度为 18 毫米。美国西部半干旱地区，年沉积厚度可达 40 毫米。人的活动对加积率也会有所影响。比如美国加利福尼亚州的水力采矿，可以使当地河流的加积率提高一倍。

A-horizon A 层 参见 Horizons, A-, B-, 和 C- [A 层, B 层, C 层] 条。

Air 空气 构成地球大气层的各种气体的混合物。纯净的空气被认为是不包括气态的污染物质和其它污染物，也不包括悬浮的尘埃和液态的或固态水的质点。所谓干燥的空气就是能携带全部水蒸汽移动的空气。某些气体在近海面处的纯净的、干燥的空气中保持着比较稳定的量。除了这些稳定的或“恒定”的气体，大气层中还有一些变化着的气体。某些可变气体是自然界本身产生的，但是有一些可变气体可以看作是污染的结果，是由于工业生产或人类的其它活动而进入大气层中的。从气象学角度来说，最重要的可变气体是水蒸汽、二氧化碳和臭氧。

太阳系各元素的丰度表明，地球的原始大气层应该与今天的大气层完全不同。地球原始大气层主要是由氢、氦和水蒸汽组成。氢和氦这样的较轻气体，过去在逃逸，今天仍然在从大气层中逃逸，它们先是通过向上散逸到空气密度很小的地方，在这里，有一定比例的分子不能遇到其它分子的碰撞，并能逃脱地球引力场的作用。据认为，大部分水蒸汽和二氧化碳是地球内部和地壳中的岩浆活动和变质作用释放出来而进入大气层中，也就是作为“多余的挥发物”释放出来。水蒸汽凝聚形成了海洋，而二氧化碳则参与生命过程以及作为石灰岩的组成部分而沉积下来。地球上的石灰岩含有巨量的碳酸盐，人们因此认为，地球原始大气层中二氧化碳的密度是非常大的。今天的大气层中存在着的大量的氮，其来源还不完全明瞭，但可能也是从岩石中释放出来进入大气层中。由于氮具有惰性，还一直保持着元素的形式存在着；由于它重，不能通过扩散而逃逸。现在在地球大气层中存在着的大量的氧，某些科学家认为是水蒸汽在光的作用下经过光化学分解而形成；另外一些科学家认为只是在最初氧还稀少的时候，是由光化学作用形成的，而现在大量存在的氧是由植物光合作用形成的。

虽然在地质时期大气层中的气体发生了非常巨大的变化，但是在所有实际工作中，可以把某些气体看做是稳定的。这类气体包括氮、氧、氩、氖、氦、氫、氙、氡、一氧化二氮。在地球上距地面一百公里高度的大气层内任何一点，这些气体的比例几乎都没有变化。这些稳定的气体保持着固定的比例说明，在距地面 100 公里的高度内都存在着由空气的扰动运动所进行的机械混合作用。如果没有混合作用，那么，随着高度的增加，重的气体比轻的气体减少的更快，结果就会形成分层现象。卫星观测表明，在 100 公里以上，气体开始出现分层现象。假设今天大气层中的氧是在过去一亿年内形成的，那么，每 100 年中氧的变化只是现在大气层中氧的百万分之一；测量表明，大气层中氧的含量的确有变化，在过去 60 年中，大气层中氧含量的变化小于 0.010% 另一方面，造成空气污染的那些气体的变化是非常大的。

然而，与那些稳定的、无害的气体相比，造成空气污染的那些气体的含量却是非常少的，通常用百万分之几来表示。其中最值得注意的有一氧化碳、二氧化硫、一氧化氮、二氧化氮和臭氧。这些气体在空间上和时间上的变化是非常迅速的：在一小时内会发生百分之十以上的变化，在一个城市的不同

街区，也会发生很大的变化。

Air Pollution 空气污染 大气层中存在着的对生物有害的物质。这个术语通常所指的是人为造成的浓度超过自然浓度的那些物质。可是，据估计，大气层中悬浮的微粒有四分之一是自然界本身产生的。这些天然污染物包括花粉、孢子、萜（树和植物形成并散发出来的碳氢化合物）、海水的浪花飞溅出的盐分、被风吹扬起的尘埃、闪电或其它自然原因引起的森林火灾所形成的烟以及火山喷出的气体和尘埃。天然产生的污染物的量只是在局部的和暂时的情况下，才能达到足以致害的程度。至于空气污染的主要原因，则是由于各种燃料的不完全燃烧而把气体的、固体的或者液体的杂质排入地球大气层中的结果。在石油还没有象今天这样广泛使用以前，用煤来取暖以及作为交通运输和厂矿企业的动力，它的燃烧产生对空气有严重污染的物质主要有以下几种：烟尘、二氧化硫和飞灰。空气中如果有煤烟的存在，空气湿度即使还远没有达到饱和时，水蒸汽也能很容易地在它上面凝聚。因此，烟和雾很容易结合在一起，形成烟雾。本世纪六十年代以前，在许多工业化地区，烟雾是一种经常的现象。在六十年代，一些限制措施减少了未被燃烧的煤尘向空气中的排放。天然气和石油代替煤作为燃料后，暂时使空气变得较清洁了，这在宾夕法尼亚的匹兹堡和英国的伦敦是非常明显的。但是，随着石油和天然气的更广泛的使用，特别是随着汽车的激增，产生了另一种空气污染——光化学烟雾。光化学烟雾最初是在五十年代被观测到，并在洛杉矶地区对它进行深入的研究，结果发现，汽车排出的一氧化氮和烃起着很重要作用。在阳光照射下，一氧化氮与大气层中的氧结合形成一种有害气体——二氧化氮，表现为典型的淡褐色。除了二氧化氮外，光化学作用还使一氧化氮和气体烃化合形成另外一些较次要的污染物，其中包括臭氧。这些由光化学作用产生的氧化物，具有讨厌的味道以及形成浓雾，引起眼睛和肺发炎，危害建筑物、植物和纺织品。

在美国，排入大气层中的污染物中的各个来源所占的重量百分数估算如下：车辆排出的污染物占 42%，固定地点燃烧的燃料排出的污染物占 21%，工业生产过程的污染物占 14%，森林火灾产生的污染物占 8%，固体废物的处理产生的污染物占 5%，其它各种来源的污染物占 10%。在美国，一年排出的污染物的总量据估计超过 2 亿吨，其中一氧化碳 47%，二氧化硫 15%，烃 15%，微粒 13%，二氧化氮 10%。

这些污染物滞留在大气层中的时间不超过九个月。如果污染物能很快地均匀地在整个对流层中扩散开，那么，空气污染就是一个无关紧要的问题。然而，污染物扩散所需要的时间随着气象条件和污染源周围的地形情况而有很大的变化。从气象学角度看，污染物在大气层中的扩散以及浓度的变稀，是与风的速度和风的稳定性、与空气的流体静力学的稳定性，也就是与大气层中空气垂直混合的程度有关。在方向上和速度上变化非常迅速的强烈阵风，能很好地把周围空气进行混合，而静止的空气或轻微的、稳定的风会使污染物积聚起来。一个温度随着距地面高度的增加而迅速降低的不稳定的气团，空气能进行上下运动，这样就使污染物能在巨大高度内混合。如果是内部温度变化很小，或者温度随高度而

空气污染

烟雾笼罩着加利福尼亚丰塔纳·圣贝纳迪诺盆地。这是由于在有逆温存在的条件下，汽车排出物和其它污染物被滞留在紧贴地面的一层空气中而形成

成的。

增加的稳定气团，就限制了空气的垂直交换，并使污染物局限在近地面的很薄一层内。通常，在太阳快升起的时候，地面温度最低，大气是最稳定的；在午后，地面温度最高，大气是最不稳定的。风的速度和空气的扰动也是遵循同样的日程序：在太阳快升起的时候，风速和空气的扰动最小，在午后达到最大。然而，随着大尺度天气状况的变化，每天的情况也不完全如此。如果是在以气压比较高、空气下沉、天气晴朗、距地面一定高度内存在逆温（温度随高度而增加）为特征的反气旋（Anticyclone）的情况下，再加上下垫面如果是象水那样的冷下垫面，污染物就不容易扩散，空气的污染就会加剧。在中纬度地区的秋季，这种天气是最多的。而春季则如此相反，春季的最突出的特点是空气进行强烈的混合，这就有利于产生降水，而降水则能“清除”或冲走污染物。

周围被高山环绕的深谷就和开阔的地方大不相同，深谷这种地形形态妨碍着空气的混合，对于造成空气污染，起着非常重要的作用。

Alabaster 雪花石膏 雪花石膏是一种用作雕塑的致密的细粒的石膏变种。

Albedo 反照率，日照率 物体对入射或射来的太阳辐射反射的比例分数（或百分比）。地球的反射率还没有精确地估算出来，但是最近依据人造卫星观测计算得到的数值约为 0.30。

云的反射大于地球反照率的一半，剩余的是无云的大气圈和地表的反射。太阳光谱的不同波段，也就是说可见光，红外光和紫外光之间的反照率是不同的。可见光波长在地表各种特征的反照率的代表值是：裸露的地面：10—20%；绿色森林：3—10%；干

反照率

太阳辐射日平均只有 30%被云、大气、粒子和地表反射到空间中去。剩余的能量被地表吸收并转化为热。

砂：18%；新下的雪：80—85%；田地：3—25%。陈旧的积雪的反射要比新下的雪小得多，因此要考虑冰川的溶化和积雪的溶化时是必须考虑一个因数。云的反照率随其厚度和雪的类型有很大变化，其范围由小得可以忽略不计的反射值到 80%。

月面的反照率随月面地形变化。月海具有低的反照率，这意味着它的表面有低的反射率，因而呈现暗色。月球高地具有高的反照率或反射率，所以似乎更亮一些。

Albite 钠长石 钠长石西文名称 Albite 来源于拉丁文 albus，意思是白色的。它是钠、铝的硅酸盐，是一种普通的造岩长石，通常是白色的，是斜长石系列的钠端成员。见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Albite Twinning 钠长石双晶 钠长石双晶是所有斜长石特征的双晶类型，晶轴 b 是双晶轴，在晶面上或相应的解理面上有条纹出现就是双晶存在的证明。参见 Twin Crystal [双晶] 条。

Albitization 钠长石化 热水溶液将岩石中全部或部分矿物改造成为钠长石的过程。

Alexandrite 变石 变石是金绿宝石的一种变种，有一种罕见的性质，日光下呈现祖母绿，而在人工照明下呈现红色。1833 年在乌拉尔发现的，Alexandrite 这个名称是以俄国亚历山大二世来命名的。

Alkali Feldspar 碱性长石 碱性长石是指富钾或钠的长石，或指钾钠长石系列中的一个成员。碱性长石包括微斜长石、正长石、透长石、歪长石和钠长石。

Alkalic Igneous Rock 碱性火成岩 碱质 ($K_2O + Na_2O$) 与二氧化硅的比值大于 1:6 的岩石，常含富钠的辉石，角闪石和/或似长石。

Allochthon 移置岩块 由于加在地壳上的力的作用

移置岩块

纽约东南的朗德山，是在约 4.8 亿年前塔科尼克山脉形成期间从它原先的位置推挤而来的逆掩地块。

下，从原先形成的位置移动了很大距离的岩块，移置岩块是与原地岩块相对而言。当岩石被冲断到附近的地壳剖面上或因褶皱而运动时，一般就形成移置岩块。纽约州东部的塔科尼克山地是移置岩块，是从它们现今位置的东南面新英格兰西部冲断而来的。

Alluvial Fan 冲积扇 水流从陡谷进入平地后堆积下来的物质。因地面坡度的突然变化，水流在平地上散开，无力将沙砾等冲走所致。这些被弃置的沙砾堆积起来，从山口向外作扇形成锥状铺展。河流自峡谷行至扇上，会变成多条汉流或辫状河网，河水还会渗入地下，顺流而下再以泉水冒出。主干可能下切很深。河流往往只是在山洪暴发时才有水，这又会携带大量沙砾，从而变为泥石流。因此，冲积扇的沉积成分很杂，有沙砾，有泥流，又有岩石碎屑。

冲积扇的广狭和坡度，取决于上游集水区的大小、流域内岩石的性质、气候（连带地还有植物、水文状况）、谷坡的陡度、河流的坡降、地质结构及毗邻冲积扇和沉积地区的几何形态等条件。冲积扇主要见于干旱和半干旱地区，但有时也会在湿润区形成。

冲积扇

由粉砂、砂子和砾石组成的扇形沉积物是加利福尼亚州的一条河流从峡谷流出至死谷而形成的。

Alluvium 冲积层 河流带下来的物质。成分包括粘土、粉泥和砂砾。一般呈层状，但也有例外。可分为河床淤积、垂直加积、河滩堆积和崩积等类型。会构成尖滩 (point bar)、心滩 (channel bar)、漫滩、天然堤、冲积锥、冲积扇、麓扇平原、三角洲和阶地。来自冰川融流的冲积层，可构成冰水沉积平原、谷边碛，冰碛阜和蛇丘。

Almandite 铁铝石榴石 铁铝石榴石主要产在云母片岩之中，因它呈深红色、紫红色，可以作为引人注意的宝石，在圣经中叫做红榴石。作为宝石的铁铝石榴石来自世界许多地区，但主要来源是斯里兰卡和印度的砂矿。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Alunite (或 Alumstone) 明矾石 明矾石是一种含水的钾铝硫酸盐，用于生产明矾。它是硫酸溶液和富含钾长石的岩石反应而形成的。通常致密块状的明矾石是很难和石灰岩、白云岩以及其他块状矿物，如硬石膏和菱镁矿相区别。

Amazonite 或 Amazonstone 天河石 天河石是一种绿色的微斜长石，因为它有鲜艳的颜色，而用作装饰材料 and 宝石材料，在许多地方都有天河石产出，最有名的产地有：美国的普尔克斯峰，科罗和阿米拉冠特豪斯盆地，以及马达加斯加，挪威和乌拉尔山脉。

Amber 琥珀 琥珀主要是由碳、氢、氧组成的松香树脂类化石。它是一种坚硬、稍脆的化合物，具有树脂光泽、硬度为 2.25，颜色黄红，摩擦可生电。琥珀的希腊名字是“electron”，即“电”字的词源。

早期的希腊人和罗马人用琥珀避疾病邪恶以及用作珠宝装饰。现在人们依然用它作珠宝装饰、香烟嘴及烟袋嘴。琥珀大多产于波罗的海沿岸第三系内，另外还产于丹麦、瑞典、英国和意大利。某些琥珀中还包有已经灭绝的昆虫和蜘蛛的化石。这些古代生物落入粘性的、防腐的琥珀中，而琥珀则是由生长在过去地质时代给松球的树木渗出的。它随着时间的推移而硬化，把完好无损的动物封闭在内而保存下来，甚至于连蛛丝化石也可以这种形式保留下来。

Amblygonite 锂磷铝石 锂磷铝石是一种含锂、铝的氟磷酸盐，产于花岗伟晶岩，与锂辉石、电气石、锂云母及磷灰石共生。它用作提取锂的资源。

Amethyst 紫水晶 紫水晶是一种紫色的石英宝石变种，这种颜色是由于有少量三价铁的结果。紫水晶的颜色很少是均匀的，通常是分布在平行菱面体的晶面的层上，当其加热时，会变成柠檬黄，黄棕色。

Ammonoid 菊石 一种类似现代鹦鹉螺的头足类动物，现已灭绝，仅由化石记录而知。菊石在早泥盆纪由鹦鹉螺分枝而成，与鹦鹉螺有较大差别。它在中生代十分发育，然而正象同时代数目最多的恐龙一样，灭绝于白垩纪末。菊石与鹦鹉螺都有壳，为圆锥状或高高立起的旋壳状。这两种头足类动物的外壳在结构上完全不同。某些白垩纪菊石向上卷成螺旋状，其壳很象某些白垩纪腹足

菊石

1. 菊石是一种宽 5 厘米的头足类动物，生活于约 2 亿年前的中三叠纪。

2. 这些早侏罗纪山石标本发现于英格兰约克郡。类软体动物。

Amphibole 角闪石 角闪石是火成岩和变质岩中作为铁镁组份出现的一个普通矿物族。它在成份上和外观上和另一造岩矿物族辉石相似。这两族矿物可以根据柱状解理来区别，角闪石的解理角 56° 和 124° ，而辉石是 87° 和 93° 。

角闪石

这个复杂的含水硅酸盐矿物族中最普通的成员是普通角闪石，它是暗绿到黝黑的矿物，产于火成岩中。

角闪石就实质而言，是钙、镁、铁、铝的硅酸盐，含有一点水。这族矿物中化学成份有相当的变化。要区别它们是困难的，除非用 X 射线或光学的试验。角闪石族矿物中只有直闪石是斜方晶系的，其余的角闪石，包括镁铁闪石—铁闪石系列，透闪石—阳起石系列，蓝闪石—钠闪石系列和普通闪石都属单斜晶系。

Amphibolite 角闪岩 主要由普通角闪石和斜长石组成的变质岩，有时含少量石英。各种矿物可以分别聚集成条带，形成层纹状构造；细长形的普通角闪石颗粒常常形成平行的容易裂开的面。角闪岩是由富含镁和铁的火成岩如玄武岩（暗色岩）或辉长岩形成的。当埋藏于地壳深处和经受 450° — 700°C 的温度时，原生的玄武质岩石变质生成普通角闪石；含钠更多的斜长石；绿帘石；以及在比较低的温度和压力条件下（且有水参加）具有更大稳定性的绿泥石矿物。角闪岩也可以由含有少量泥质和粉砂的石灰岩形成。

Amphidromic Point 无潮点 大洋中潮峰绕之旋转的点，以及从该点

有若干条等潮线（潮水位相等的点的连线）向外延伸。在每一个无潮点处，潮差为零。这种类型的潮汐流是地球自转的结果。地球自转导致北半球的等潮线以逆时针方向转动，而南半球的等潮线以顺时针方向旋转。这种类型潮汐流的典型例子是河口处的潮汐流。在这里，科里奥利力和潮汐流两个因素相结合，导致河口处海面倾斜。河口地带海面的倾斜在一个潮汐周期内绕一个无潮点运动，它的运动方向在北半球为反时针、在南半球为顺时针。

Amygdale (或 Amyg-dale) 杏仁子 玻璃质或细粒火成岩中的无潮点被称为气泡的气孔被潮汐及地球自转引起水域一种或几种次生矿物水面的倾斜，海洋或海湾就是这样。有一个中心点，这一点上无部分充填或完全充填水流运动，而其周围则有水流循环的形成物。杏仁子见于喷出岩或浅成侵入岩中。杏仁子有球形、椭球形或管状的，直径通常不到 1 英寸。杏仁子是由从冷却的熔岩中析出的溶液沉淀而成或者是有气孔的岩石在固结以后很长时间由地下水沉淀而成。沉淀作用开始是在气泡壁上发生，然后向气泡内部发展。

某些杏仁子呈环带状，这是由于沉淀的矿物发生了变化。单杏仁子是由一种矿物形成的，复杏仁子通常是由两种矿物形成的。形成杏仁体的矿物通常有玛瑙、玉髓、石英、方解石、绿帘石和沸石。密执安州基韦诺角 (Keweenaw Point) 的玄武质熔岩流就含有铜杏仁子，因此就是铜矿。含有很多杏仁子的火山岩（通常为玄武岩或安山岩）称为杏仁岩。

Analcime 方沸石 方沸石是一种钠、铝硅酸盐矿物、是沸石矿物的一种，它通常是白色或无色的，并以偏方三八面体的晶体和其他沸石共存于玄武岩的空洞中。方沸石颜色和晶形与白榴石相似，但是常常可以根据其自由生长的晶体加以区别。白榴石作为一种造岩矿物，嵌在细粒的基质中，方沸石总是火山玻璃蚀变的产物，也发现过方沸石作为火成岩原始成份的情况。见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Andalusite 红柱石 红柱石是一种铝硅酸盐，它和蓝晶石、夕线石有相同的成份，它是由接触变质和区域变质作用形成的。红柱石常常所见到的是粗而长的晶体，其许多部位已为云母所置换。没有蚀变的红柱石作为矿产大量开采。首先是在加利福尼亚，用来制作内燃机火花塞子和高级瓷器。在巴西的米纳斯加拉斯，浅红棕色的红柱石小卵石在砂矿中发现，用来切成宝石。它们之所以引起极大的兴趣是因为有很强的多色性，在一块红柱石中随透光的方向不同，而呈绿色或红色。空晶石是红柱石的一种变种，其中含有碳质色体，它们对称排列组成一个黑十字。

红柱石

空晶石（一种红柱石变种）的横切面，由在晶体生长时捕获的碳质不纯物形成的黑十字，有人相信它有魔力，做成护身符佩戴在身上。

因为想象它有一种魔力，一些晶体的切片被做成护身符佩戴在人身上。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Andesine 中长石 中长石是斜长石矿物中的一种，是闪长岩和安山岩中的主要成分。作为斜长石系列的钠和钙端成员，钠长石 (Ab)，钙长石 (An)，中长石的成份从 70ab, 30an 变化到 50ab, 50an。

Andesite 安山岩 一种基本上由斜长石（奥长石—中长石）和一种或一种以上的暗色矿物（它们经常呈斑晶出现，可以是普通角闪石，普通辉石或黑云母）组成的火山岩。安山岩得名于南美安第斯山，因为在安第斯山，这种岩石大量存在。

Andesite Line 安山岩线 把玄武质成分的火成岩和安山质成分的火成岩产地分开的线。当在地球表面追踪时，这条线从阿拉斯加沿海向西南到日本然后往南到马里亚纳和帛琉群岛的向海洋一侧，俾斯麦群岛，以及斐济和汤加群岛。在太平洋的东缘这条线的踪迹不清楚，但是可沿着北美洲和南美洲海岸延伸。

Andradite 钙铁石榴石 钙铁石榴石以产于变质的不纯的钙质沉积岩中为特点，它可以有黄色、绿色或棕色等不同颜色。翠榴石是一种透绿色的并有闪耀的光泽的钙铁石榴石，是一种高贵重的宝石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Angiosperm 被子植物 一种开花植物，其特征是具有阔叶和相当复杂的种子。被子植物有诸如草、阔叶树、蔬菜、和花与果等人们所熟悉的形态，最普遍而广泛地分布在所有地方的植物之中。被子植物有多种类型的化石。最早出现于三迭纪，在白垩纪得到发展，从那时起，被子植物在世界植物中占统

被子植物

1. 一朵花的剖面图。中心为雌性生殖器官部分。有一个花柱，花柱带有子房，而子房内含种子。柱头在顶部，可接受花粉。雄性部分是围绕着花柱的细长的花丝，顶部是产生花粉的花药。

2. 似榆树 (elmlike) 是被叫着被子植物的开花植物中最大的一类。图为数百年前落下的树叶。

治地位。古生物学家不能解释被子植物的起源和迅速演化扩展的原因。

Angle of Repose 休止角 使未固结的物质能永久停留下来的最陡的坡度，这个坡度大致为 30° 。岩屑坡、三角洲前积层，火山渣堆成的火山锥的斜坡以及砂丘背风坡通常都是休止角。

Anglesite 硫酸铅矿 硫酸铅矿在铅的硫化矿床氧化带作为次生矿物出现，形成小型铅矿，通常是无色、白色或浅黄色。可以根据其金刚光泽和高的比重辨认它。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Anhedral 他形晶的 他形晶是指一个矿物颗粒没有被晶面所包围的形象，相反，自形晶的是指一个矿物颗粒被晶面包围着的形象。

Anhydrite 硬石膏 硬石膏是无水的硫酸钙，它常常以蒸发岩的形式成层存在，与石膏、石盐和石灰岩共生，硬石膏的晶体很少见，常为块状，乍一看，和其他类似的矿物集合体是很难区别的。在缺乏硫磺资源的地方，如英国和德国，从硬石膏中提取硫来生产硫酸。它还可作为土壤改良剂。少量的硬石膏在波特兰水泥中作为缓凝剂。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Anisotropic 异向性 所有的晶体，除等轴晶系的以外，在不同的结晶学方向有不同的物理性质，叫做异向性。特别是在晶体光学中显示晶体有不此一个折射率。

Ankerite 铁白云石 铁白云母是白云石族矿物中一个含铁的成员。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Annular Drainage 环状水系 见 Drainage Patterns [水系型] 条。

Anorthite 钙长石 钙长石是斜长石系列的钙端成员是较罕见的。这个系列的另一端成员是富钠的成员—钠长石，随含钙量的增加，成分连续地从钠长石到钙长石变化。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Anorthoclase 歪长石 歪长石是一种钠、钾铝的硅酸盐，是长石族矿物中钠超过钾的一种长石。在挪威的拉威克的歪碱正长岩中是主要组成矿物。它有引人注目的浅蓝的内晕色，所以广泛用来装饰公共建筑物。

Anorthosite 斜长岩 一种基本上由斜长石（主要是拉长石）组成的粗粒火成岩。因此它应当被分为辉长岩的一种类型，但和大部分辉长岩不同，它经常是淡色的，因为缺乏暗色矿物。

Antecedent Stream 先成河 一条河流，为了保持原来的流向，对它流经的抬升的地段进行下切，而且河流形成早于地质构造的形成。由于抬升的速度很慢，河流才能保持不断下切。这种先成现象在全球几个活跃的构造地区，例如台湾、匈牙利都可见到。

要确定一个老的河流切割山脉而成的峡谷是先成还是叠置的，那是一件相当困难的事。人们认为切割喀斯喀特山的哥伦比亚河是先成河。

先成河

这种河流保持原有的河道（a），而不管地面抬升（b）。这里河流深切抬升了的地段，形成峡谷。

Anthracite 无烟煤 一种坚硬的、黑色、易破碎的煤，通常含有 92% 以上的固定碳，8% 以下的容易挥发的成分，有光泽，不易弄污手指，它的碎块断裂面成弧形或呈不规则状（与烟煤碎块相比较），燃烧时，火苗短，呈蓝色，无烟，能产生大量的热量。无烟煤又称“硬煤”，主要分布在地层受到强烈褶皱地区，这里由于变质作用，烟煤（又称“软煤”）变成了无烟煤。在转化期间，水分及容易挥发的物质去掉了，而碳的含量相对地增加了。美国的宾夕法尼亚州、犹太州、科罗拉多州、马萨诸塞州、罗得岛以及新墨西哥等地都蕴藏有无烟煤，其他重要的无烟煤产区是英国的威尔士、中国、法国、西班牙和朝鲜。

Anticline 背斜 岩石中一种向上弯凸的褶曲。最简单的背斜，其两翼自褶曲轴向外倾斜。另一些背斜，其两翼倾向可与轴面相同，可以是水平的，甚或有更加复杂的形态。在背斜中，自两翼向核部岩石依次变老。在切过背斜的道路开挖面或河岸上能见到其内部构造。背斜是地壳中侧向挤压力作用使岩层弯曲的结果。在阿巴拉契山脉的宾夕法尼亚一带背斜呈现为一系列绵长低缓的山脊。

Anticlinorium 复背斜 一种区域性延伸的巨型背斜或拱曲。其宽度至少在几英里以上。复背斜与背斜的一个区别是其两翼往往由一些次一级褶曲组成。与背斜一样，它也是受地壳中挤压力弯曲而成。美国佛蒙特州格林山脉的岩石构成了一个复背斜。

Anticyclone 反气旋 空气环绕一个高压中心以近似于闭合的路径流动。因此常常把反气旋表示为高压。反气旋通常与气旋（Cyclone）共存。反气旋的空气流动形式与气旋相反，它的特点是空气环绕着高压中心按顺时针方向运动（在南半球为反时针方向），并且有一个从中心向外的运动分量。由于空气做下沉运动，结果便绝热增温、湿度较低、天空一般是晴朗的，这些就是反气旋的典型特征。

Antigorite 叶蛇纹石 叶蛇纹石是蛇纹石的一种板状的变体，是亮绿至暗绿的蛇纹岩中的主要组成份。这种蛇纹岩在建筑物上作装修的面石。

Apatite 磷灰石 磷灰石是钙的氟磷酸或氯磷酸盐，它是磷酸盐类中分布最广的，丰度最大的矿物。在各种岩石：火成岩、沉积岩和变质岩中，

它都以少量的副矿物晶体出现。各种颜色的六方晶体发现于可能是热液成因的伟晶岩墙中和一些矿脉里。在瑞典的基鲁纳，整个巨大的磁铁矿都有磷灰石分布。纽约的塔哈瓦士矿体情况与基鲁纳相似，但规模较小。

磷是植物生长最重要的元素之一。磷灰石可向土壤提供磷。磷灰石构成有工业价值的磷矿床。当磷灰石在地表风化时，它被化学分解，其中一部分磷留在土壤中，对植物来说，这部分磷是很有用的，而大部分磷进入溶液中，并最终到了海里，这种磷的一部份在那里与其他元素反应，并在海底沉淀下来。留在海水中的大部分磷，被浮游生物摄取，最后进入鱼类的骨骼中，也就是说，小鱼吃浮游生物，大鱼吃小鱼。当这些鱼死的时候，它们的硬体部分沉到海底，在那里形成厚层的堆集。这就是磷酸盐的岩石建造。这些磷酸盐主要是叫做胶磷矿的隐晶磷灰石组成。这种岩石形成的矿体储量以百万吨计，是生产肥料的磷酸盐的主要来源。美国是磷肥的主要生产国，其次是苏联，摩洛哥和突尼斯。苏联磷酸盐产量的大约百分之四十五来自磷块岩，而其余部分来自可拉半岛著名的结晶磷灰石矿床。在那里柱状的磷灰石与霞石正长岩共生，它是 1932 年开采的，差不多满足了苏联的需要。在加拿大的魁北克，安大略，磷灰石在结晶灰岩中形成很好的大晶体，并且含量相当高，可以作为磷酸盐矿开采。

磷灰石常常是浅绿—棕色的，但是黄色、蓝色、紫色以及无色的变种，在某些地方找到过。

磷灰石

1. 有锥面末端的六方柱晶体是磷灰石最常见的形态。

2. 一种多重晶面的磷灰石晶体，它还显示出六个其他的晶面。

当晶体是透明时，可以切成宝石，从墨西哥杜拉采得的黄绿色磷灰石，从美国缅因州的奥本得到的深紫色的晶体就是最值得注意的例子。尽管磷灰石的硬度对其广泛用作宝石来源是太低了。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Aphanitic 隐晶质 一种岩石结构类型，在该结构中单个矿物颗粒太小，用肉眼不能识别。

Aphotic Zone 无光带 远洋环境（开阔的大洋）中接收不到足够的阳光来进行光合作用那部分水体。它包括了远洋环境的大部分水体，因为光线所能射入的深度主要是局限在海水表面的薄薄一层内。无光带的上界随着纬度、季节或短期天气情况以及陆缘的部位而变化。例如，在清澈的热带水域，它的上界在 100 米深，而在中纬度，它的上界通常只有 50 米深。

在大陆架地带的水体中，由于有悬浮物质，因此整个大陆架地区无光带上界的深度与远洋相比，相对要浅。风暴对海水的搅动、从陆地流来的季节性径流或者大量的浮游生物都可能限制光线射入的深度。随着季节的不同，太阳光的入射角发生变化，也影响到无光带的上界的深度。

Aplite 细晶岩 一种主要由长石，石英（和通常含有少量白云母）组成的淡色脉状岩石。它具有细粒的，似糖粒结构。虽然这个词汇也可用于具有这种结构的任何岩石，成分上从花岗岩到辉长岩，但如果没有修饰语它是专指花岗岩成分的岩石。

Apollo Program 阿波罗计划 以发射到月球为目的的一系列美国人造宇宙飞船的飞行计划，包括向月球发射宇宙飞船、登月并返回地球。除了得到月球各个地区的样品之外，这个计划还通过在月面上放置或者在轨道上飞

行的各种仪器收集了大量数据资料。

第一次探测于 1969 年 7 月 19 日进行，那时阿波罗 11 号在月球北纬 $0^{\circ}41'$ 、东经 $23^{\circ}26'$ 处降落，那里接近静海的西南部边缘，在最近的高地北边 80 公里处。阿波罗 11 号采集了 21.5 千克样品。一半岩石是富钛和富铁的玄武岩，它含有单斜辉石、长石、钛铁矿和少量二氧化硅和金属铁。这些岩石的化学分析表明存在着两类岩石：一类是高碱类，另一类是低碱类。所有这些岩石都是由月球内部的部分熔融体结晶生成的。玄武岩的年龄是 37 亿年。阿波罗 11 号收集的其余岩石是由冲击坑形成过程中产生的热焊结的土壤组成的角砾岩。静海的土壤是上述两种类型的玄武岩加上由于陨石冲击从南边 80 公里处的高地溅射出的长石质岩石的混合物。

第二个人造飞行器阿波罗 12 号在风暴洋东南部着陆，以期有可能检查到三年半以前在月面着陆的探测 III 号宇宙飞船的碎片。这个飞行器带回了 34.2 千克样品。这些岩石几乎完全由富铁的玄武岩组成，而玄武岩大都由单斜辉石和斜长石构成，但是缺乏阿波罗 11 号样品那样特别高的钛含量。阿波罗 12 号土壤大多是由当地的岩石组成的，但也含有被称为 KREEP 的外来组分，因为它有高含量的钾 (K)、稀土元素 (REE) 和磷 (P)。在土壤中发现明显的白色层。该层富含浅色的绳状的具有 KREEP 成分的少量的玻璃质。由北面 300 公里哥白尼坑溅射出的呈放射状或线状分布的物质穿过阿波罗 12 号的位置；白色层被认为与溅射有关。阿波罗 12 号玄武岩的年龄约为 33 亿年。

1971 年 2 月，第四颗人造探测器阿波罗 14 号在弗腊莫洛岩层分布区登陆，这是个穹状地区，具有一系列向雨海放射的低缓的脊。因此，推断阿波罗 14 号取得的岩石样品是由于雨海冲击抛出的碎屑云造成的丘状的沉积，这次考察采集了 42.7 千克样品，并安置了一个地球物理实验装置。宇航员也攀登上一座由陨石冲击形成的 100 米高的小山，它形成于距今 29 亿年前。事实上，阿波罗 14 号收集的所有岩石都是复杂的角砾岩，它们是由粒径 1 微米到几厘米范围的碎屑焊合或熔结在一起形成的。某些碎屑本身就是角砾。差不多阿波罗 14 号岩石和土壤都具有在阿波罗 12 号发现的克里普 (KREEP) 成分。阿波罗 14 号岩石测定的年龄是 39.5 亿年，这个年龄被采纳为雨海冲击的年龄。

阿波罗 15 号登月舱于 1971 年 7 月在称为腐沼的月海区登陆。有一条叫作哈德利谷的 1 公里宽的谷地切过月海，而研究这条谷是一个主要课题。不过最主要的课题还是亚平宁山（或前缘）的样品，它是雨海盆地三重环的一部分，沿亚平宁前缘找到的岩石，多数都是复杂的角砾岩，有点与阿波罗 11 号的角砾岩相似，但具有不同的成分。这些角砾岩含某些月海物质；因此，除少数例外情况，它们必然是在雨海盆地充满玄武岩之后形成的。然而角砾岩中找到的一些碎屑，特别是马刺冲击坑处，含有没有染的高地物质。在角砾岩中，有一块碎屑是 150 克重的斜长岩岩块，由于推断它有很老的年龄，所以叫作“创始岩”。事实上它揭示了一个异常老的年龄值——距今 45 亿年。沿此前缘找到的其他高地物质包括一系列类似阿波罗 14 号的许多岩石的角砾，也找到一些强烈重结晶的角砾，和后来在高地中央德卡特（阿波罗 16 号）着陆位置找到的冲击熔融岩石。

象阿波罗 12 号位置一样，阿波罗 15 号位置也位于沿一系列穿透月海物质的大坑处。阿波罗 15 号收集的玄武岩是富铁的，成分上和年龄上都类似于阿波罗 12 号收集的玄武岩。

第五个人造登月飞行器阿波罗 16 号在 1972 年 3 月登月，着落在德斯卡特高地的南纬 $9^{\circ}00'$ 东经 $15^{\circ}31'$ 的一个古老冲击坑圆丘状的底面上。这是唯一的一个到达高地中央部位的飞行器。取样的目的是带回凯利岩层的丘状平原物质和谷周围山丘的物质，这些样品被认为具有固有的特点，可能有高含量的玻璃，因此具有硅质火山岩特征。宇航员立即认出这些岩石看起来并不象地球的火山岩。

阿波罗 16 号带回的岩石全都是来自凯利平原单位的。虽然漫游月球的宇航员向石头山坡走上了大约 300 米，但整个取样区都被一行行来自很年轻（2 亿年）冲击坑的物质所覆盖，南列只穿透凯利物质。阿波罗 16 号带回的所有样品都是冲击成因的；其中许多看上去类似于地球上一些较大的冲击坑中落回的物质。大多数阿波罗 16 号带回的岩石测定的年龄大约是 39.5—41 亿年。

阿波罗计划系列的最后一次飞行，阿波罗 17 号在北纬 $20^{\circ}9'$ 、东经 $30^{\circ}45'$ 处的金牛岸谷着月，它延伸到澄海的东南边沿之外。取样目标首先是覆盖谷底的暗色土壤。底部好象还有被年轻的沉积物漫覆的冲击坑，因此阿波罗计划有采取最年轻的岩石样品的潜在趋势。第二个取样目标是谷南、北地块的高地上的样品。

这些样品的检查研究已经对着陆位置得到了足够的基本了解。谷底的暗色幔覆物质大都是由谷底富铁富钛月海玄武岩组成的月壤，它们很类似于阿波罗 11 号取回的贫碱玄武岩。4 号站上取得一种橙色物质证明是由透明的橙色玻璃组成的，它的钛含量甚至比典型的阿波罗 17 号月海玄武岩更高。阿波罗 17 号在谷底和谷北地块与谷南地块下部边缘采集的所有土壤中都出现橙色玻璃。37.5 亿年前形成的橙色土壤大致与下伏的月海玄武岩属同一时代。因此，找寻最年轻的月球物质的希望没有实现。谷北地块和谷南地块的物质是复杂的冲击熔融岩石和角砾岩，与阿波罗 16 号在高地中央采集的样品十分类似。阿波罗 17 号采集的岩石年龄测定约为 39.5 亿年，在阿波罗 14 号和 16 号采集样品的同一年龄范围之内。

轨道实验

实验

目的

多光谱摄影

通过滤光器拍摄月亮照片

CM 窗流星

通过计算空间飞船上坑的数目确定微陨石流量

紫外照相

以近紫外光拍摄地球和月球照片

月亮轨道的反照

检验地球-太阳体系中电磁谱的摩尔顿区

伽倻射线谱

测定月亮表面铝、硅、铀、钍的浓度

X-射线萤光

测量月球表面铝、硅和镁的浓度

α -粒子谱

测定月球表面氦的产生率

S-波段脉冲发射器

测定月球重力场

质谱分析

测定月球大气成分

远紫外光谱

测定月球大气原子成分和密度

双静态雷达

研究月球表面的电学性质

红外扫描辐射仪

研究月球表面的热效应

粒子屏蔽/边界层

研究地球电磁圈层

磁力计

检测月面上的磁力异常；测定月球内部的电性

月亮测深仪

测定月亮电性的变化

表面实验

实验	目的
无源地震	测定月球内部构造
有源地震	测定着月位置近表面的构造
月面磁力仪	测定局部磁场；确定月球内部电性

阿波罗计划

1. 由正准备登上月面的登月舱看阿波罗 11 号指令舱。
2. 宇航员尤金·瑟南准备把含有月壤岩心的取心管拖出月亮。
3. 在阿波罗 11 号飞行期间，宇航员埃德温·奥德林在登月舱一条腿附近走动。

4. 在阿波罗 15 号第一次月面的哈德利—亚平宁登月位置的车外活动过程中，宇航员詹姆斯·伊尔文在月球游动车上走动。

太阳风谱仪	测定太阳风的成分
超热离子检测仪	检测月球大气中的高能离子
热流	测定月球内部热产生率
载荷粒子检测仪	检测月球大气中的离子
冷阴极离子表	检测月球大气压
激光测距往复反射仪	以高精度测定月亮的轨道运动
太阳风成分	测量太阳风的稀有气体部分
宇宙线检测仪	测量各种靶物质中宇宙线径迹与粒子
便携磁力仪	测量登月位置局部磁异常
月亮重力导线测量	测定登月位置地下密度与构造
土壤力学	月壤负荷强度和其他力学性质的测量
远紫外照像/光谱	测定地球周围与银河氢的分布
月球射尘流和陨石	测定月球表面宇宙尘流量和陨石碎屑的生成
月球地震的利用	测定着月处的地下构造
地下电学性质	用物质电性测定地下构造
月亮大气成分	测量月球大气的成分
月面重力仪	测定月亮固体潮和检测重力波
月尘检测计	测量月球大气内固体颗粒的数量
月球中子探测仪	研究月壤的成层性和混合和测量月球中子能量谱

Apophyllite 鱼眼石 鱼眼石是一种钙、钾的氟硅酸盐矿物，在玄武岩空洞中找到过鱼眼石的自由生长的晶体，它常与沸石，硅硼钙石，方解石和针钠钙石共生。

鱼眼石是四方形的，有均衡发育的柱面和底面

鱼眼石

这个普通矿物有完好的四方晶体（a 和 b），晶体有时达 5 厘米。给人以立方晶系的外貌。但是，根据在底面上有珍珠光泽和很好的解理，可以将其与立方体区别。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Apparent Dip 视倾角 岩石露头面上暴露的任何构造面的俯角。视倾角是指除与被测量的构造走向相垂直的面以外的平面上测量所得的角度。因此，一个平面的视倾角总是多少要比真倾角小些。参见 Dip [倾角] 条。

Aquamarine 海蓝宝石 海蓝宝石是一种浅绿蓝色的、透明的绿柱石变种，用作宝石。

Aquifer 含水层 （原文出自拉丁语，意为“含持水分的地方”）一

个地质单元。不论风化层 (Regolith) 或基岩 (Bedrock)，只要足以使地下水透过和积存，从而形成水泉或便于掘井抽取，它就是一个含水层。沙、砾通常是很好的含水层，砂岩如果胶结得不太密实，也会成为含水层。

Aragonite 文石，霏石 文石是一种斜方晶系的碳酸钙矿物，它和方解石构成一对同质双像，这就是说它们有相同的成份，差异仅仅在于结晶学上和物理性质上。因为文石是在比方解石狭窄得多的压力和温度条件范围内形成的。所以它不那么普通，常常局限在接近表面的沉积物中。文石可以在空洞中形成钟乳石，亦产生在温泉和间歇泉周围。贝母珍珠和珍珠本身就是文石。文石的晶体，有两种不同的类型：(1) 细长柱状，头渐尖的单晶，英国矿工称为教堂塔尖型的晶体；(2) 假六方晶系的双晶，它由三个晶体生成在一起而形成。Aragonite 一词来源于西班牙的地名 Aragon，在那里找到假六方的双晶。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

文石

这个粗大的假六方晶系的双晶是一个碳酸钙矿物，它是珊瑚和珍珠的组成物质。

Arch 穹隆 一种非常宽广的背斜。它的翼离开它的轴缓缓倾斜。它有区域性的范围。辛辛那提穹隆的范围从田纳西延伸至安大略。在古生代的大部分时期，它是一个陆地。

Archaeopteryx 始祖鸟 人类已知的最早的鸟。它的化石具有很大意义，因为始祖鸟依然保留有它的祖先爬行类的某些特征。始祖鸟是人们在巴伐利亚 (德国) 的 Solenhofen 的晚侏罗世石灰岩中挖掘出的两个化石而得知的。始祖鸟象乌鸦般大小，有一个相当长的脖子和象蜥蜴的细长尾巴，嘴里长有锋利的牙，长在独特的牙床上，翅膀的前缘有三个趾，趾象鸟的爪子一样。它的头盖骨、牙、后肢、髌关节带和骨骼构架明显的是爬行类的特征。然而，在极细粒的石灰岩中的羽毛压痕是明显的证据，说明始祖鸟是鸟，是热血动物。

因为鸟的骨骼易碎、羽毛纤细，因此鸟的化石相对较稀少。正因为如此，在 1.4 亿年前的地层中发现了始祖鸟这件事本身就是很有意义。更重要的是它的演化意义。始祖鸟在脊椎动物演化中占据了一个重要的时段。它的象爬行动物的骨骼表明它是由爬行类到鸟类的理想的联结环节。

始祖鸟

1. 凭化石复原的始祖鸟是最早的鸟。它保留了爬行动物的嘴、有翅爪和多骨的长尾巴。

2. 始祖鸟化石，1861 年发现于巴伐利亚采石场。

Archeozoic Era 太古代 是现知相当前寒武纪最早期的一个最古老的地质代。太古代代表地球上生物证据不足的那一大段地质历史。太古代的岩石大都遭到岩浆侵入而变成变质极深的变质火山岩和变质沉积岩。老达三十六亿年的太古代岩石已在明尼苏达西南部发现。这些岩石一般不含史前生物的直接证据，但却含有大量可能是有机成因的复杂碳化合物。由于古老的岩石普遍都变质了，致使所有的生物痕迹均遭破坏。

Arête 鳍脊 (法文意为“尖缘”) 由山岳冰川作用形成的陡峭的呈锯齿状的分水岭。鳍脊是由于分水岭两侧冰斗的溯源刨蚀或由于两条相邻而平行的冰川谷 (glaciated valleys) 冰川的侧蚀作用使位于中间的分水岭被削成尖峭的山脊。山口 (cols) 是鳍脊上的较低处，角峰 (horns) 则是鳍

脊上的高耸处。

Argentite 辉银矿 辉银矿是银的硫化物，是一种银矿，晶体很罕见，通常是块状的，或者是在其他银矿物上呈被膜状。辉银矿在墨西哥，秘鲁，智利和玻利维亚是值得注意的大银矿。它是等轴晶系的银硫化物，化学式 Ag_2S ，它仅仅在 179°C (325°F) 以上才稳定，在较低的温度下，它转变为斜方晶系的螺状硫银矿。于是，几种等轴晶系的晶体其实是一种副象，外形是辉银矿，而内部结构是螺状硫银矿。这种矿物特征是比重高 (7.3)，高的延展性（很容易用刀子切割）。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

鳍脊

两个相邻的冰斗在溯源侵蚀，最初在它们之间形成了一个山脊 (a)。不断的侵蚀使山脊越来越窄 (b)。最后，形成了一个刀刃般的山脊或鳍脊。

Arkose 长石砂岩 长石含量至少为 25% 的一种粗粒砂岩。它来源于诸如花岗岩和片麻岩之类的富长石岩石的不完全分解作用。由于长石砂岩指示快速的剥蚀作用，也标志着在长石还没有足够的时间完全风化为粘土矿物之前沉积物便快速沉积下来，所以它对于识别不整合面和复原古气候来说是有用的。

Arroyo (或 Wash, Wadi) 干河道 干旱区或半干旱区的河道。由于侵蚀性的水流是间歇性或断续性的，这种干河道通常干涸无水。河道两坡很陡，河道本身则宽窄、深浅不等。美国西南部，自 1880 年起，因受过度放牧或气候变迁（或二者兼而有之）的影响，曾经历过一个干河道大发展的时期。在非洲和阿拉伯的沙漠地区，把这种干河道称为 wadi。湿润地区也可能有象干旱区那样的干河道，但叫冲沟。

干河道

这是美国新墨西哥州奇马约附近的干水沟，当骤雨形成的径流汇成洪水由高地直泻而下时，干河道就变得很凶猛了。

Arsenate 砷酸盐 砷酸盐是一类含砷和氧的矿物，这些矿物中每个砷原子和四个氧原子连接，所形成的原子团，如所周知，是砷酸根离子 AsO_4^{3-} ，它是砷酸盐的基本组成单位。钴华（钴的砷酸盐）和镍华（镍的砷酸盐）是这一类矿物中最通常的矿物。

Arsenic 自然砷 自然砷是化学元素砷以自然状态出现的一种矿物，自然砷典型的形态是块状或是由锡白—灰色的同心层状。经常是出现在热液脉中，和银、钴和镍矿共生。如所周知，许多天然和人工的砷化合物是剧毒的。参见 Element, Native [自然元素]，Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Arsenide 砷化物 砷化物是砷和金属结合的化合物，有几种代表性矿物，包括红砷镍矿和砷铂矿，在矿物分类中，砷化物和硫化物常常是放在一大类中的。

Arsenopyrite 毒砂 毒砂是一种铁的砷硫化物，是最普通的含砷的矿物，也是砷的主要来源。它分布很广，在很多地方与自然金共生和在某些金属矿，如锡矿、钨矿、铜矿和锌矿中，有丰富的毒砂。它是单斜的，但在某些晶体中由于双晶化而呈现出斜方的对称。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

毒砂

这种银色金属光泽的矿物是剧毒的砷的最丰富的矿源。

Artesian Well 自流井 这种井水的压力很大，使水源的密闭的含水层 (Aquifer) 中的水分，都往顶部上升。原文是从法国 Artois (阿图瓦) 这个地名得来的，因为那里的地下水自流条件发现得比较早。自流井的井水，不见得都能涌到地面，但有些地方的自流井，水压却特别大，能形成高 60 米的喷泉。法国加莱 (Calais) 的一口自流井，从公元 1126 年以来一直在喷着水。

自流井必须具备以下几个条件：(1) 要有一个斜含水层，它的上端在比自流井高的地方出露于地表，下端又深埋在自流井之下；(2) 降水能在斜含水层露出地表的上端往下渗〔是为“充水区” (Area of recharge)〕；(3) 含水层周围要有不透水层包着，防止水分外渗，这样，水压力才能越来越大；

(4) 充水区的下方要有井筒，以便密闭含水层的水分能向外涌〔是为“排水区” (Area of discharge)〕。在非洲的撒哈拉北部、澳大利亚昆士兰州的沙漠，美国的大平原 (Great Plains)，以及美国新泽西州建在滨外沙滩 (Barrier beach) 上的大西洋城 (Atlantic City) 这类地方，自流井水都是特别重要的水源。

在自流水从密闭的含水层中沿着节理或断层涌出地面时，就会形成自流泉 (Artisan Spring)。

自流井

雨水向下渗透，穿过渗透性强的砂岩而到达含水层，该含水层夹在二层不透水的页岩之间，然后从井口向上喷出该井穿过不透水的页岩层。

Arthropod 节肢动物 节肢动物是动物界里数量最大的一类。节肢动物完全属于无脊椎动物。它在大小和形状上是多种多样的。节肢动物包括昆虫、蝎子、虾、蜥蜴、蟹、蜈蚣和绝种的三叶虫。典型的节肢动物的身体是环节的，轴对称，并由一个几丁质的外甲包护着。外甲在某些形式下含有碳酸钙。它的运动是通过附肢的连结进行的，有的附肢上长有带有钳子的腿。节肢动物在生长过程中直到成熟，一直有脱落外甲壳的现象。一个节肢动物可脱落几次外壳，只有外壳才能变成化石。节肢动物的脱壳过程叫脱皮或蜕变，它解释了为什么节肢动物化石只是由身体的一部分构成，而不是一个完整的动物体标本。

节肢动物适应于多种多样的环境，能在陆地上、水中和空气中生活。节肢动物在今天的自然界中具有很大意义。但尽管这种动物具有很长的地质历史 (从寒武纪到全新世地层中都有它的化石)，然而却仅有种类很少的化石被保存下来。被保存下来的化石都是重要的化石。这一类动物包括三叶虫纲 (灭绝的三叶虫)、腿口亚纲 (板足鲎亚纲，绝灭) 和介形亚纲 (介形虫)。

节肢动物

长有节状腿的环节动物——节肢动物的家谱。每个动物的相对大小表明在给定时期内，作为特征动物的丰富程度。

Asbestos 石棉 对几种能被分离成细长纤维的矿物的一种通用术语。尽管化学成分不同，但它们都是易弯曲的，并可用它们来制成不燃烧的织物和其它物品。纤维蛇纹石 (Chrysotile)，即所谓纤维状蛇纹石或蛇纹石石棉，构成商业石棉的 95% 左右。其它类型石棉都是角闪石 (Amphibole)。各种石棉均发现于变质岩中。

石棉早就被加工成织物，用于做防火衣，而后又做成剧场的帘子。这些用途仍继续保持，但今后更多的石棉用于建筑业，大部分做成石棉水泥制

品（如瓦、盖屋板、壁板和波状板壁）。把带有粘结剂的石棉喷在墙上和天花板上，具有隔热和隔音特性而且防火。最大消费者之一是自动化工业，因为石棉在汽车制动器衬里中已被证明是唯一可用的材料。

纤维蛇纹石主要产在橄榄岩中，这种岩石已蚀变成块状的蛇纹岩（Serpentinite）。石棉呈横纤维（纤维与脉正交）以及平行于脉的纵纤维出现。在大多数矿床中纤维长度为零点几毫米到四厘米之间，不过已发现纤维长达 30 厘米的石棉。纤维蛇纹石脉通常是绿色到黄绿色，但偶尔可以是金黄色。纤维蛇纹石石棉的开采在 1870 年始于加拿大，现在是主要的生产国。由于西伯利亚大型矿床的发现和开发，苏联也变成了世界上一个主要的供应国。类似矿床在南非共和国、中国和罗得西亚（津巴布韦）都已找到，但产量较小。

直闪石是一种斜方角闪石，作为石棉的一种，呈细长的灰到褐色的横纤维产出。因为这种纤维性脆和抗张强度低，直闪石的商业价值小。

铁石棉（铁直闪石）是一种镁铁闪石的变种，只发现在南非共和国。它呈柔软的纤维产出，长 5~30 厘米。

青石棉（钠闪石），即纤维状的钠闪石变种，呈横纤维脉产在南非几个地区的变质铁矿中。因为这种丝绢状的柔软纤维是蓝色的，所以通常称其为蓝石棉。某些南非的青石棉被石英交代，但保存着石棉的纤维状性质。当切割和磨光后它是一种吸引人的装饰材料，在珠宝业中被广泛用作称之为虎眼石（tiger 'seye）的材料。

透闪石是一种白色的单斜钙—镁质角闪石。铁可以置换部分镁而呈淡绿色，但随着铁含量的增加，这种矿物就变成深绿色，并被称为阳起石。因此石棉变种可以是白色或者不同的绿色色调。它们在纵纤维脉中特征地呈细小的丝绢状纤维而被发现。据认为，名为石棉的这种物质原来是指一种纤维状的透闪石。矿物学上的珍品“山皮”（mountain cork）和“山软木”是透闪石纤维的毡状互生物，有的呈厚的、有韧性的、柔软的带状体，象皮革，称“山皮”；有的呈较厚的块体，具海绵状软木性质，称“山软木”。

Assay 化验 测定一种矿石含有什么金属及各种金属含量的试验。化验一词也指对物质进行试验或分析。

Asterism 星彩性，星光性 一些矿物的反射光或透射光产生一种星芒状的图形，这种性质是星彩性，它是由于其中的包裹体或空洞按晶格定向排列的结果，这种现象，在星芒红宝石和星芒海蓝宝石最显著，在这些矿物中细针状的金红石按三个结晶学方向，彼此成 120° 分布，将这样的矿物切磨成一个圆顶宝石，在反射光下，显示出三个相交的光束形成的六角星芒，每一光束和一种方向的包裹体方向是垂直的。

石榴石，石英和几种其他的矿物也可以显出星彩性。

如果包裹体是按两个相互垂直的方向排列，那么星芒是四角星状的，而不是六角星状。

某些金云母有针状的金红石，它按六方格子彼此呈 120° 定向，如果一个点光源的光穿过这种云母，就会形成一个美丽的六角星的图案。

Asthenosphere 软流圈 地球内部直接在岩石圈之下的球壳或球层。软流圈的上界面从地表下大约 100 公里处开始，并延伸到 250 公里深度。当地震波进入地球内部的这个区域时，波速突然降低，是软流圈上部界限的特征。软流圈也叫上地幔，它的强度比覆盖在它上面的岩石圈还小，而粘滞性

则随深度的增加而增加。有一种理论认为，软流圈中的对流，能使强度小的物质以闭合环即通常说的对流室形式作塑性流动。这些对流室的运动对紧挨着的那部分岩石圈产生曳力，使这部分岩石圈和更外层的地壳在地球表面上移动。

Atmosphere 大气层 行星或太阳最外面的由气态物质构成的那一层。由于大气层的气体不是被封闭在一个容器内，它没有一个明确的界限。地球的大气层向上延伸直到与行星际空间的气体相混合，中间没有界限，而行星际空间的气体又是太阳外层大气的延续。然而，地球大气层上层气体与下层相比，是非常稀薄的，因为大气层下部的空气受到位于其上面的空气的全部重量的挤压。大气层的最外层叫作外大气层，有时也叫作“逸散区”，因为在这一层里，空气的密度非常小，有相当数量的原子或分子从这里离开地球。

外大气层下界的高度叫作逸散的临界层。它的高度有各种不同的估计：从 500 公里到 1000 公里。

在这个高度以上，空气粒子一般以向上的自由运动为主，因为在这里方向向上的运动所遇到的其它粒子的碰撞机会极少。地球大气层最上限的高度有时被认为有 3 万公里：在这样的高度上，分子似乎还严格地随着地球转动，但是已不能保持在地球引力作用下所应具有轨道。从普通气象学角度来说，可以把大气层的上界或“顶”的高度看做是远为低得多，因为大气层的大部分质量只是局限在比地球直径小得多的很薄的一层内。的确，地球大气层的三分之二的质量位于地形的最高点（8.8 公里）以下，而在 33 公里以上那部分空气的质量则不到整个大气层的百分之一。

根据着眼的角度的不同，例如，根据温度、离子化程度或气体的组成等，有各种不同图式将大气层按垂直方向分层。从地面到 100 公里的高度称混成层（homosphere），是由一些稳定的气体以固定的比例混合的。在这一层里，氮（N₂）和氧（O₂）占纯净的、干燥的空气中的 99%。然而，众所周知，某些稀有的气体或稀少的组成成分，以及空气中的变化着的水蒸汽，对于使地球适合于生命的生存是非常重要的。水蒸汽和二氧化碳对于大气层的温室效应起着非常重要的作用，温室效应使地球表面温度变化的幅度保持在较小的范围内。这两种气体能容许太阳的大部分辐射通过并到达地表，同时也能强烈吸收地球所辐射的长波红外辐射能，并把所吸收的红外波段能量的一部分再辐射回地表，使地表温度高于假如没有这一作用存在情况下的温度。在这一层中的臭氧（O₃）是氧分子（O₂）被紫外光分解而产生的。臭氧吸收太阳的紫外光并保护植物和动物的机体免受紫外光的伤害。大气中的水蒸汽与大多数天气现象有关系，由于有水蒸汽，水的循环才成为可能。

从 100 公里向上，空气的组成成分不再是一成不变的，叫作不均质层（heterosphere）。在这一层里，气体不再按照固定的比例存在，而是按照它们的分子重量分布。在这一层的底部，最重的气体（氮）最多，在这一层的顶部，最轻的气体（氢）最多。在 250 公里和 1000 公里这一高度范围，在太阳紫外辐射的作用下，氧分子分解成氧原子，因而，在这里，氧原子多于氧分子。由于氧原子的产生取决于所吸收的太阳紫外辐射，而太阳紫外辐射随着太阳活动的 11 年周期，也就是太阳黑子活动周期而变化，因此，在 200 和 5000 公里之间，氮、原子氧、氦和氢的相对比例在白天和晚上，在太阳黑子活动的最强时候和最弱时候都不一样。

电和磁场的情况则是进行大气层垂直分层的另外一些图式的划分依据。大气层中 50 公里以下，相对来说是没有离子化的一层，为中性层。从中性层的顶部向上为离子层。离子层的特征是离子和自由电子的数量很多。离子化的主要能量来自于太阳的紫外辐射。离子层的变化强烈地影响着无线电通讯。磁层，是地球大气层的离子化部分的较外层区域。这一层大致位于 250 公里以上。在这里，带电气体的运动受磁场的作用要超过引力的作用。在 6 万公里的高度上，粒子的行为不仅仅受到地球引力场的作用，还受磁场的作用，并且基本上还是随着地球在运动，所以这一高度也可以看做是地球大气层的一部分。

按照温度随高度的变化进行大气层垂直结构的划分，是一个众所周知的图式。这一图式是气象学家所感兴趣的，因为温度随高度变化的情况决定着大气层的稳定性，并对天气有深刻的影响。按照温度变化所划分出的最下面的一层是对流层 (troposphere)。在这一层里，温度随高度而降低：从地表面约 15°C 到 11 公里高度处降到约为 -57°C 。11 公里是对流层顶的平均高度。再上面一层是平流层 (stratosphere)。在这一层，起初温度是稳定的，然后上升，在 50 公里附近的高度处，温度升到 -2°C 左右。50 公里是平流层顶的平均高度。大气层中的这两个层次的存在实际上是由于下述两个因素决定的。一是存在着影响太阳辐射和地面辐射透射情况的气体；一是大气层的混合或扰动。温室效应在地球表面上创造了一个温暖的环境。臭氧层的存在 (10 至 50 公里) 使得在 50 公里的高度上温度达到最大值，因为在这一高度上臭氧最强烈地吸收了太阳辐射。

再向上为中层 (mesosphere)。在这一层中，温度再一次随高度的增加而降低，在 79 公里处下降到约 -92°C 的最低值。在 89 公里的高度，为热成层 (thermosphere) 的底部。在这一层，随着高度的增加，温度非常迅速地增加，在太阳黑子活动周期的中期，温度最高可以达到 1200°C 左右。

虽然对流层下部的温度高于上部，这种造成空气相对不稳定的温度分布情况有利于空气的垂直运动，但是由于水蒸汽主要是集中在对流层的下部，因而，云和降水也主要是局限在对流层的下部。由于地球表面温度相对较高，就能使水进行蒸发；湿润的空气在上升过程中，随着高度的增加和气压的降低，体积膨胀、冷却，使水蒸汽凝结。对流层顶部的低温在某种意义上来说是起冷凝器的作用。

水蒸汽的凝结以及变成降水落下，造成平流层含有的水蒸汽相对非常少，这已由大量的研究所证明。

在平流层中，温度随高度而增加，因此平流层是非常稳定的，垂直运动则被遏制住了。由于垂直方向的稳定性，又缺乏降水，使得进入到平流层中的尘埃以及其它物质在这里要比在对流层中停留的时间长。

地球的自转以及绕太阳的公转使太阳辐射表现为有规律的日变化和季节性变化，这在大气层的下部表现得非常明显。由于地球是圆形，造成在低纬度地区太阳辐射过多，而在极地地区则不足。大气层的热状况以及对流层顶的高度和平流层的温度，也随着纬度和季节而变化。

地球热带地区和极地地区的温度差异造成气压的差异，并进而导致大气层的全球性环流或大气环流。这种由热量输送导致的环流，其特点是以水平环流为主，这是由于大气层的厚度与大气层在水平方向延伸的距离相比，是微不足道的。地球的转动造成大规模运动的空气主要表现为地转式的运动，

也就是相当于在科里奥利力和气压梯度力二者的合力作用下的运动。地球的气候可用大气环流、太阳辐射的分布以及地表形态，如山脉的分布等因素来解释。

高层大气不仅反映出太阳辐射的周期变化，而且也反映出太阳辐射的不规则的、微小的变化——形成太阳风的高能粒子流的变化。在热成层，温度的变化不仅在白天和晚上是非常明显的，而且也随着太阳黑子活动的周期性而有明显的变化。磁层反映太阳风的变化，在太阳的耀斑之后，就在地球大气层中产生磁暴，干扰着无线电通讯。在太阳活动最强烈的时候，出现形态各异的极光，这可以很好说明高层大气的稀薄气体进行着能量的再释放。参见插图“天穹”。

Atmosphere, Planetary Circulation of 大气层的行星环流 广义的地球大气层的运动。行星环流包括两方面内容：大气层运动的平均状况，常常又被称为大气环流；以及大气层运动的瞬时的动态情况。大气运动的平均情况并不反映运动的动态情况，主要是反映不出在低纬度的赤道地区和高纬度的极地地区的热量和角动量的交换。角动量与质点的角速度以及质点距转动中心的距离平方成正比。赤道附近的质点，由于距地球自转轴的距离最大，因此就比极地附近的质点具有大得多的角动量。由于运动着的空气和与之接触的地面之间存在着摩擦，地面上的东风从地球上获得了向西的角动量，同时也减缓了地球自转的速度。地面上的西风则失去角动量并把失去的角动量传递给地球，加速了地球转动的速度。由于地球和大气层都保持着大致稳定的速度，因此地面的东风系统所获得的角动量应当与地面西风系统所给予地球的角动量相平衡，而且角动量从东风带传递给西风带。

根据所观测到的整个地球上风系和温度的分布，可以发现沿纬度方向有角动量和热量的传递。我们根据实际温度分布知道，热带地区和极地地区向宇宙空间辐射出去的能量几乎是相同的。然而，热带地区所接收的太阳能要比它所辐射出去的能量多的多，而极地地区所辐射出去的能量比它接收的太阳能多的多。这样，过剩的热量就从热带地区输送到极地地区，必然会形成大气环流的连续不断的动态的画面。地球表面风的分布也表明，大气层在低纬度从地球获得向西的角动量而在高纬度失去向西的角动量，并把失去的角动量传给了地球。

由于大气环流的概略图式不能圆满解释所观察到的热量和角动量在纬度方向的传递，气象学家提出了一个已经得到证实的理论，就是大气层中移动着的旋涡——移动着的低压、高压和波，也担负着部分的热量和角动量的传递。因此，这些移动的旋涡也应当看做是大气环流的一个组成部分。

驱动全球风系的力量是赤道地区接收的过多能量和极地地区能量不足所形成的纬度间的温度差异。如果地球是一个不转动的球体，并且具有均一的表面，那么，赤道地区的受热和极地地区的冷却，可能会导致在每一半球的上方形成为一个巨大的对流环，在赤道地区变热的空气就会上升，向极地流去，然后变冷下沉并顺着地球表面回到赤道。这样的闭合对流环是沿着经线方向即南北方向进行的。把各个经度上的对流环进行综合，所得到的环流图式气象学家称之为经向环。

地球的转动使这一简单图式复杂化了，而地球的由陆地、水和山脉组成的不均一的表面使这一图式更进一步复杂化了。在赤道附近地区，空气一般是向上运动，而在纬度 30° 附近的副热带高压带，空气下沉到地表面，当空

气在高空向极地方向运动时，就产生了相对于下面地表面向东的运动分量，而且这个运动分量近似地保持着赤道地区来的空气的过剩的角动量。向东的角动量有一部由副热带纬度上空的平流层底部附近的西风急流所输送。

在副热带高压带地区下沉到地球表面的空气有一部分回到赤道，由于地球转动的结果，产生了向西的运动分量，并分别在北半球和南半球形成东北贸易风和东南贸易风。另一部分空气向极地流去，并获得了向东的分量，在极地锋面处与极地东风带相遇。极地东风带是由极地反气旋的空气向外运动的结果，极地反气旋是由极地地区的冷的下沉空气所形成的。

上述输送赤道空气的经向环被称为海德莱环，这是用英国自然科学家乔治·海德莱的名字命名的，他于 1735 年第一个解释贸易风的向西的分量，认为是由于地球转动的结果。海德莱环是半持久型的行星环流，在任何一个地点，海德莱环都是日复一日地非常连续地出现。海德莱环的垂直环流（在低纬度地区向上然后在高空向极地方向运动）主要是输送热带地区的热量和角动量。作为这个环流环的回流部分——贴近地面的贸易风系统，则是把水蒸汽输送到热带辐合带去。

在中纬度地区，情况就完全不同了。在这里，对流环并不是可以直接观测得到的形态，确切地说只是统计的结果，是根据每天观测所计算出的热量和角动量的输送情况的统计。这一不明显的环流一方面受海德莱环流的推动，另一方面受极地锋面气旋扰动的推动。在中纬度地区，热量和角动量不是由垂直的对流环流所输送，而是由水平运动输送，即通过西风带中的波动及与其相伴随的气旋和反气旋这些移动的旋涡来输送。在西风带的两侧的南风 and 北风把大量温暖的空气输送到极地，把大量冷空气输送到热带。输送角动量的水平运动旋涡是由于西风带里波的不对称所导致的，这种不对称性的存在可由行星波轴部的“倾斜”得到证明。

Atmospheric Density 大气密度 空气的质量和它所占据的体积之比。在海平面处的温度和气压条件下的空气称为标准大气，这时每立方米干燥的空气的密度为 1225 克。然而，由于低层大气是被上面空气所大大挤压，因此，随着海拔高度的增加，大气密度显著减少。这样，在海平面条件下，2.2 磅重左右的空气通常占据 1 立方米的体积，在 32 公里的高度上，同样重量的空气就占据 100 立方米的体积，在 95 公里高度上，占据 100 万立方米的体积，在 158 公里的高度上占据 10 亿立方米的体积。

从地球表面直到 30 公里左右高度的自由大气的密度是不能用普通气象仪器直接进行测量的。一种替代办法就是根据观测到的气压和温度再借助于理想气体的状态方程式计算出来。所谓状态方程式就是表示密度与气压、温度以及气体分子量关系的函数方程式。然而，在高层大气层中，密度就成为最主要的测量对象，因为在这里密度比其它变量更容易测量。在 200 公里以下的高度，通过观测从火箭上放出来的球体的自由落体运动而直接测量出密度。自由落下的球体，它的下落速度的减缓是与空气的摩擦阻力成比例的，而空气的摩擦阻力又是与空气的密度成比例的。在 200 公里以上的高度，大气密度通过观测空气阻力对卫星运动的影响而计算出来。

Atmospheric Electricity 大气层的电性 地球大气层的电现象，包括晴朗天气时的地球的电场、空气—地球间的电流，以及包括象闪电和圣艾尔摩火这样的闪光放电现象。在天空晴朗时大气层中也存在着稳定的电场，地球表面带有负电，高层大气带有正电，贴近地面附近的大气层的电场

强度约每米 100 伏特；在天空晴朗时，10 公里高度上电场强度减弱到约每米 5 伏特。然而，在雷暴区附近以及在对流云的下面，地面上空的电场变化非常大，不仅在强度方面有很大变化，而且在电场的方向上也有很大的变化。计算表明，如果大气层的电场不能以某种方式维持，那么，它就会在短短的几分钟内以电流的形式从带正电的大气层流向带负电的地球，进行中和。在二十世纪初，英国自然科学家 C.威尔逊认为，地球之所以能维持着带负电，是由于雷暴作用的结果。在任何一个时间内，在整个地球表面都存在着 2000 个以上的雷暴。大多数雷暴的底部都带有负电，据认为，正是这些底部带负电的雷暴从地球表面把大量的正电荷攫走而使地球维持着带负电。下述事实对这一观点是一个支持：全球的雷暴总数在格林尼治日（格林尼治子午线时间的午夜开始的 24 小时）内的变化与晴天地球电流的变化是相同的。晴天地球电流在格林尼治时间 19：00 达到最大。

当雷暴云中的电荷积蓄得越多，云和地面之间的电压差就越大，最后达到冲破云和地面之间空气的阻挡而进行一次放电。闪电被认为是把大气层中的负电荷输送到地球上的一种方式之一。闪电是一种大规模的电火花，是沿着狭窄的、离子密度很高的通道上发生的一种气体放电。闪电的亮度非常强，而时间非常短。一次闪电的电弧光是电流在云和地之间来回流动许多次造成的，直到积蓄的电位差消失，电流才停止流动。

此外，还有证据表明存在着尖端放电。尖端放电在使空气—地球之间的电流达到平衡方面起着非常重要的作用。尖端放电是通过一个突出的物体作为导体进行的无声、无光的放电。在不太宁静的天气条件下，特别是在雷暴雨的天气，树木或其它具有尖突状的突起地物，可能会成为向大气层中进行尖端放电的施放点。介于闪电放电和尖端放电之间的一种形式是电晕放电，常常又称之为圣艾尔摩火。

这种放电有亮光，常常还有声音；它很象尖端放电，是从突出在大气层中的突出物体上进行放电。

Atmospheric Humidity 大气湿度 一般是指对空气中水蒸汽含量的度量。表示湿度的方法最通行的有两种，一是相对湿度，通常又简单地称为湿度，另一个是露点。

相对湿度大致上是大气中实际存在的水蒸汽与在该时刻的温度条件下空气中所可能容许存在的最大水蒸汽含量之比，用百分数表示。由于这个比数是用百分数来表示所观测到的水蒸汽压与饱和蒸汽压之比，因此是比较精确的。所谓饱和蒸汽压是指一种物质的蒸汽与该物质的液体表面或固体表面处于平衡时的蒸汽压。在饱和状态，既没有分子从液体或固体中转变成蒸汽，也没有分子从蒸汽转变成液体或固体。一种物质的饱和蒸汽压只是随温度而变化。

相对湿度是用来衡量湿度影响人类的舒适程度的最常用的方法。如果温度比较高，相对湿度也比较高，这样皮肤也就不会干燥，限制了通过蒸发来散失身体的热量，就会感到闷热。如果温度低，湿度高，通过水蒸汽的传导作用，从皮肤上损失的热量就增加，就会感到湿冷。虽然在许多方面都用相对湿度来表示空气湿度，但是在气象工作中，这一方法不如其它表示湿度的方法重要，因为相对湿度的变化不仅仅是取于一个因素，它既与温度变化有关，也与水蒸汽的变化有关。

露点就是使空气中实际存在的水蒸汽在用降温的办法使其达到饱和时的

温度，而水蒸汽压不变。

人们通常认为，凝结作用是在空气温度降到露点时才开始。实际上，如果空气中存在着可被水溶解的质点，即所谓吸湿性凝结核，那么，温度在高于露点时大气中也会出现凝结作用。可是，如果空气中不存在着合适的凝结核，那么，凝结作用就可能受到抑制而不能发生。

Atmospheric Motions 大气层的运动 大气层中的典型运动形式，小者从直径只有 1—10 厘米，存在时间只有 1 分钟的扰动旋涡；大者到如贸易风那样形成大气环流的大规模风系。而在这两种极端之间还有许多运动形式，每种形式各有自己特有的规模和存在时间。总之，一个可以被识别出来的运动形式，它所存在的时间大致是和它的规模成比例的（不包括那些与地形有关的运动形式）。

规模在 1 米到 1 公里这一范围内的运动形式有：较大的扰动旋涡、阵风、龙卷风和对流云。规模在 10 至 100 公里这一等级的运动形式有：锋、飚线和热带气旋。热带以外地区的气旋和反气旋在水平方向上的规模大致为 1000 公里，而行星波的长度约为 1 万公里。

虽然大气层向上延伸是无限的，但是它的大部分质量是集中在地球周围很薄的一层内。如果把这一层的厚度与地球的直径相比，就好象苹果皮和苹果相比一样。这样，那些规模最大、具有气象意义的运动形式在垂直方向上的延伸几乎不超过 20 至 30 公里（不包括大气层的潮汐运动以及类似的迅速运动的波）。

值得注意的是，大气层中每秒 10 米至 100 米这一数量级的风速与运动的规模无关。这一数量级的风速不仅可以在行星风系中见到，而且也可以在规模比较小的现象中，如雷暴雨、飚线和龙卷风中见到。不同地方的风速的差异，也与运动的规模无关。

然而空气的辐散、向两侧的运动、从两侧向中间的辐合，所形成的风速则与运动的规模有关：大致与按运动规模划分的速度等级成比例。空气水平辐散运动形成的风速与扰动的规模成反比。实际上，大气层中空气垂直运动的速度也是与运动的规模成反比，因为空气的垂直运动基本上受辐散作用决定的。

因此，大气层中的大规模运动系统内的空气垂直运动的速度是很小的，每秒从 1 厘米到 1 米，而在象雷暴雨这样运动很剧烈、规模较小的运动系统中，空气向上和向下的运动速度可能是此数的 50 倍以上。

除了大气层这一因素外，太阳辐射（Solar radiation）、引力作用、地球的旋转和摩擦作用，也是解释存在着各种空气运动形式的重要因素。

气压的不均衡是大气层中空气运动的直接原因。因为大气层是一个大致处于流体静力学平衡状态的流体，也就是说，空气在向下做自由落体运动的加速度与重力加速度相比是非常小的，气压所反映的仅仅是上面空气的重量。因此，重力是空气运动的一个基本力量。然而，归根到底，空气运动的原动力是来自太阳的辐射，更明确地说，是由于太阳能在地球表面和在大气层中的分布与吸收的不均衡，结果形成了温度的差异分布，导致了大气的环流。

透过大气层射入进来的太阳辐射，大部分被地球表面吸收。由于大气层的温度要比地面低，因此，地球表面是大气运动的两个主要能量来源之一。夏天的午后在受热的陆地上空形成的厚层积云就是这种热源在较小的范围内

起作用的典型例子。地面空气受热后变轻并具有向上的浮力，穿过周围密度较大的空气而上升。由于低纬度和高纬度的地表面受热的不同，就导致在水平方向上气压的不平衡。大气环流之所以能维持，主要就是因为赤道地区作为热源，而极地地区作为能量消失场所的结果。

地球的旋转产生的科里奥利力（Coriolis force）使得空气在从气压高的地方流向气压低的地方的过程中发生偏转，因此，空气在进行大范围的运动时，它的路线近似于和等压线相平行。这样，旋转的地球就为大气层中空气作旋转运动提供了先决条件。而旋转着的空气在作向心辐合运动时，就形成了象气旋、飓风和龙卷风这样的涡流系统。由于科里奥利力是随纬度而变化的，这就是为什么波这种运动形式只是出现在大气环流的西风带中的部分原因。大气运动一方面由于摩擦作用而不断损耗能量，另一方面由于太阳能不断地转换成风的动能而得到补充。

从卫星上拍摄的云的照片非常清楚地揭示出大气运动的各种形式。卫星照片以及从飞机上和地面观测点拍摄的云的照片显示出大气运动的复杂的，有时是令人惊奇的运动形式。

Atmospheric Pressure 气压 大气作用于单位面积上的压力。某一点的气压是由位于该点之上的空气柱的重量所形成的。这样，气压基本上就是对大气“重量”的度量。对于大气层中任何一点来说，它的所有方向的气压都是相等的。

在气象学上最普遍使用的气压单位是毫巴。一毫巴等于1平方厘米上受到1000达因的力（1达因为使1克物质产生 $1\text{cm}/\text{秒}^2$ 加速度所需要的力）。另一种最普遍使用的气压单位是水银柱高，也就是说，水银柱的重量是和测量地点之上的空气柱的重量完全相等。水银气压计（是人们所使用的许多类型气压计中的一种）对于测量气压来说，是一种非常精确的仪器。

大气层中气压的差异是空气运动的直接原因。气压差常常又用一个专门术语来称呼，谓之气压梯度力。通常垂直方向的压力被重力所平衡。如果温度是已知的，那么根据垂直方向的压力与重力相平衡这一点，就可以确定不同高度上的气压。水平方向气压梯度力的存在是形成风的直接原因。在自由大气中，空气的大范围的运动基本上表现为地转风的形式。地转风是由水平气压梯度力与地球旋转产生的科里奥利力二者的合力所导致的空气的运动。在地转风的情况下，风的运动路线是和等压线（气压相等的各个地点的连线）相平行的。然而，由于运动着的空气与地球表面之间存在着摩擦，结果风的运动路线实际上以某种角度穿过等压线，也就是说空气一方面从气压高的地方吹向气压低的地方，同时又具有一个与等压线相平行的分量。

由于气压场和空气运动之间存在着这种关系，因此，不同高度上的气压场的平均情况，可以用来研究大气环流。地球表面等压线的分布显示出了半持久性的高压带和低压带的存在。如果地球表面是平滑和均一的，那么，可以想象，气压的分布将完全是呈带状的。在南半球，气压的分布最近似于理想的带状，因为这里81%的地球表面是水域。在每一半球的高纬度地区，明显地有一个低压带存在，在赤道地区两侧的副热带地区，分别有一个高压带，在极地地区，为高压或反气旋（Anticyclones）。

由于北半球陆地面积非常大，大大改变了近地面层的气压分布。温度的季节性变化明显地影响了气压分布的平均状况。冬季，寒冷的陆地表面对它上面的大气层起冷却作用，密度大的空气滞留在地面之上，形成了高压中心。

空气从陆地上的反气旋的下部沿着地球表面向外吹，特别是从亚洲东缘和南缘吹出去的空气形成了印度和东南亚的冬季季风。冬季季风的特点是冷而干。夏季，大陆上的空气受热上升，然后流向邻近的海洋，在陆地上形成低压区。空气从大洋沿着地球表面又流回到陆地的低压区，形成了夏季季风。夏季季风的特点是多云并且常常伴有大量的降雨。

根据风和气压场的关系，可以大致推断出地球表面的主要风带。从副热带向赤道低压带吹的风由于科里奥利力的存在，就向西偏，在北半球形成东北贸易风，在南半球形成东南贸易风。从副热带高压带向高纬度的低压地区吹的风就向东偏，形成地面西风。极地东风很明显是从极地反气旋吹出来的具有向西分量的风。地球上的主要风系随着季节而变化，这反映了高压带和低压带随着季节移动以及反映了具有明显对照的陆地和海洋的气压分布随着季节的变化。

Atmospheric Radiation 大气辐射 由大气层发射出来的或经由大气层传播出来的红外辐射。大气辐射对于大气层中温度的垂直分布和地球—大气系统的热量平衡方面起着非常重要的作用。水蒸汽以及空气中含量很少的二氧化碳吸收从地面辐射出来的一定波长的红外辐射，而其余部分的地面辐射经由大气层进入宇宙空间。被大气层吸收的这部分能量又被发射出来，一部分向上，一部分向下，它们在经过大气层时，又被反复吸收和再发射。向下发射的那部分能量使得地球表面比没有这种作用存在时要温暖得多。这种作用被称之为温室效应。向上辐射出去的那部分能量为地球热量平衡方程中的支出部分。

Atmospheric Tide 大气层潮汐 全球性大气层的振荡运动。由于这种运动与海洋的潮汐运动相似，所以如此称呼。大气层潮汐运动是由引力和热力作用引起的，它波及到整个大气层。太阳和月球都使大气层产生引力潮，但是幅度是比较小的。例如，月球引力潮在地球表面所造成的气压波动的最大幅度约为 0.8 毫巴，而太阳的引力形成的大气层潮汐波就更小了。大气层的热力潮是由地球的自转运动产生的。地球的自转交替地使地球的一半向着太阳受热而另一半背着太阳受不到热。

大气层的潮汐运动在高层大气表现得最明显。在这里，空气很稀薄，周期性的变热和变冷都趋向两个极端。在中间层，潮汐风是明显地处于主导地位的有规律的运动，速度达每秒数十米。在大气层的下层，热力导致的潮汐风的速度就小得多了，每秒只有数十厘米。

热力形成的潮汐主要表现为半日潮，在 24 小时的周期内，使气压产生两个高值和两个低值。由热力潮引起的气压的波动，在热带地区最大，幅度可达 1 或 2 毫巴，并掩盖了其它形式的气压变化。在纬度较高地区，每日气压的巨大变化以及气旋和反气旋的运动，通常掩盖了潮汐作用所引起的气压变化。

Atmospheric Waves 大气层中的波 一般指大气层中任何一种可以被识别出来的在时间上和空间上具有周期性的运动形式。声波是由某种机械扰动产生并经过大气层传播，使空气周期性地受到压缩和膨胀，空气质点的运动方向与波的传播方向一致。引力波是和人们非常熟悉的水塘中的涟漪或者水中波浪相似的一种波动。这种运动就是离开了平衡位置的质点在弹性力的作用下回复到平衡位置。引力波也出现在大气层中。现在对引力波的研究越来越重视。

在对大气层的运动做数值预报时，要把声波和引力波从运动方程中消除掉，以便仅仅预报出对天气预报有价值的那些波动或扰动。大气层中的行星波就是这一类型的波。行星波又叫长波或罗斯比波。它是在西风带中的主要部位做水平的波状运动或蛇曲式的运动。行星波的波长达 1 万公里，比对流层下部的气旋和反气旋扰动这种波动运动形式的波长还要长。罗斯比波是和行星波非常相似的一种波。它的存在是科里奥利力随纬度变化的结果。

如果空气翻越一个山脉，常常由于有下沉气流而形成了波动面呈直立状态的波动运动。在这种山地波的波峰部位，由于空气上升冷却，水蒸汽凝结，可能会形成云。参见 Adiabatic Process [绝热过程] 和 Geostrophic Wind [地转风] 条。

大气层中的波

加利福尼亚沙斯塔山之上由大气波动运动形成的盘状或板状云。这种云被认为是湿度变化的结果，也就是当空气翻过山体时，空气的上层部位的凝结作用明显地比较强而形成的。这种现象可能是由于存在着流线的缘故。

Atoll 环礁 中间环抱一个被称为潟湖的水体的环形或椭圆形珊瑚礁岛。太平洋中有数量极多的环礁。环礁可能高出海底数千米。在环礁为最高部位环绕形成一个潟湖。一般来说，珊瑚礁都存在着不同的环境和生物带，环礁在这方面尤为突出。在迎风一侧的海底斜坡上，通常覆盖一层来自珊瑚礁上部的碎屑物。在 60 米左右的深度，开始出现珊瑚礁动物区系，特别是出现珊瑚和珊瑚藻或红藻等造礁生物。在迎风侧的顶部，有一个由珊瑚藻形成的狭窄的隆起，还有一个宽广的珊瑚礁平台。也可能有高出水面的珊瑚礁岛存在。珊瑚礁岛是海浪带来的碎屑物形成的。在岛屿的背面，也就是在背风侧，是一个陡坡倾入潟湖中。由于背风侧缺少波浪的作用，所以它的环境和生物的垂直分带不同于迎风坡。背风侧可能有许多生物和迎风侧是一样的，背风侧也可能象迎风侧一样，具有分带性，但是背风侧的分带性表现得较差。在潟湖中，可能有小型的顶部平坦或尖顶的礁。

环礁

1. 随着火山锥的下沉，裙礁向上成长形成堤礁。最后火山锥沉入水下，留下一个由环礁环抱的潟湖。

2. 环礁小者不到 1.5 公里宽。大者可达 30 公里宽。

解释环礁的产生和发展的理论有很多。达尔文在他的珊瑚礁 (Coral Reefs, 1842) 一书中第一个对珊瑚礁成因提出有说服力的理论。他的理论经得住时间的考验，近年来收集的资料证明了他的理论。达尔文的理论的基本点是，火山岛相对于海面下沉，与此同时珊瑚礁相应的生长。最初，环绕火山岛周围发育了一个裙礁 (Fringing reef)。随着火山岛的下沉，珊瑚礁向上长，形成了堤礁 (Barrie reef)，堤礁和火山岛之间则形成了一个潟湖。继续沉降的结果，使火山岛没入水下，留下了一个在中间有一个潟湖的环形礁。

Attitude 产状 岩石的面状构造或线性构造跟一个设想的水平面的空间关系。面状构造的产状以走向、倾向和倾角来表示，而线性构造由方位和倾伏角来规定。

Attrition 互磨 河流携带的微粒在河床中彼此冲撞、摩擦。因此，微粒的粒度顺流而下越来越小。互磨的速率取决于颗粒的原有粒度在河流搬运过程中的混和程度以及它们的矿物性质。石英岩比长石、角闪岩或辉石等类

岩石耐磨。砾石比砂子磨耗得快。在天然河流中，风化作用和支流的汇入，对顺流而下的砂砾互磨，也都起着作用。

Augen 眼球 在岩石的横断面中观察到的大透镜状颗粒，或形成眼球状构造的矿物集合体。眼球经常与变质岩有关，特别是粗粒的带状结构的变质岩（比如片岩和片麻岩）。眼球经常由石英、长石或石榴石矿物组成。这个术语来源于德语词汇眼睛。

Augite 普通辉石 普通辉石是一种钙、镁、铁的硅酸盐，是辉石族矿物中最普通矿物，它是一个重要的造岩矿物，主要是在暗色火成岩中找到。

Aureole 接触变质晕 由熔融的岩浆凝固的岩体（岩浆）周围的变质岩带。接触变质晕是化学和矿物学变化的产物，这种变化是由来自岩浆的热和化学上具有活性的流体进入早先形成的固体岩石而引起的。沿着固体岩石和岩浆的接触带蚀变最强烈（接触变质），随着离接触带的距离增加变质程度减弱，逐渐过渡到四周的岩石中在化学成分和矿物成分都不发生变化的地方。在这个带或接触晕内，可变矿物成分的数量取决于温度、压力和岩石的化学组成。

Aurora 极光 在地球的中纬度和高纬度地区的上层大气中进行能量发射的一种现象。极光常常被作为自然界的一种凶或吉的预兆。极光表现出多种多样的形态，它的运动和变化非常迅速，有时是颤动的、以淡绿色为主，有时有局部的红色和粉红色。它的形象常常被描述为弧形、放射形、光轮和飘带。常常在出现强烈的放射状和帷幔状光亮后，呈现一片明亮区。

极光是与地球磁场俘获太阳的带电粒子流有关。强极光常发生在太阳最活动时期的耀斑出现之后。在这时，地球磁场受到太阳的高速质子和电子流的极大的破坏。地球磁场受到的干扰使得被地球的磁层（Magnetosphere）所俘获的粒子从朝向地球的月牙形的辐射带的角上大量地离开。这些离开磁层的高速粒子连同从太阳射来的其它粒子激化了大气层上层的气体，就好象一个充有氖气的灯管在通上电流后气体被激化而发光。极光的绿色光是由氧发出的，而红色光是由氧和氮一起发出的。

在北半球，极光被称为北极光、极地光和北方光；在南半球，极光被称为澳大利亚霞光。在出现强磁暴时，极光亦较强，能达到较低的纬度和极大的高度。通常，在极地地区，极光出现的高度约从 80 公里到 250 公里，但是在强磁暴出现期间，北极光向上可达 800 到 1000 公里高。

Authigenic 自生矿物 与所在的岩体同时形成或在岩体形成以后生成的矿物。这个词特别用来指象电气石晶体这样一些形成于沉积岩中的矿物。

Authigenic Sediment 自生沉积物 与生物作用无关的直接从海水中沉淀下来的矿物。海中沉积物中有许多类型是以这种方式形成的，其中包括锰结核、磷结核、沸石、海绿石和其它粘土矿物以及一些较稀少的矿物。这种沉淀作用要取决于许多因素，特别是要取决于浓度、以及取决于海水的环流和陆地来的沉积物的情况。

Autochthon 原地岩块 一种基本上未从其原先生成位置移动过的岩石块体；用来与移置岩块相比较，移置岩块已从其原先位置移动过。原地岩块可以经受广泛的变质作用。

Autunite 钙铀云母 钙铀云母是一种黄绿色板状矿物，是次生的含水磷酸盐，它产在铀矿床之上的氧化带。参见 Mineral Properties [矿物性质]

条。

Available Relief 有效起伏（有效地势） 从分水岭的最高处到主谷谷底的垂直高程。这个高程对溯源侵蚀和河谷的下切深度，起着决定作用，因此又是流域发育的主要限制因素。

Avalanche 雪崩，岩崩 大的雪块、冰块，泥石块或岩块沿着高山陡坡非常迅速的运动。这是所有块体运动中最壮观、最危险的运动。雪崩可以有跌落、滑动、滚动或流动等形式。

雪崩包括粉末状雪崩、湿雪崩和板状雪崩。有些雪崩由净雪组成，另一些含有岩屑。巨大而危险的雪崩是在 30° — 45° 的山坡上发生的。在较陡的山坡上积雪不多；在坡度比 30° 小得多的山坡上是很少发生雪崩的。瑞士每年发生雪崩几万次，其速度每小时可高达 320 公里，并可能形成危险的大气爆炸。雪崩会形成如雪崩巨砾舌，槽沟和擦痕等小地貌。

在高山冰川的冰瀑处或者悬崖上悬挂着冰川的这些地方，常常会发生冰崩。落到高山下谷地中的冰块可以重新结合，形成再生的冰川。

在由含细粒物质的土被覆盖的陡坡处，通常会形成岩屑崩。骤雨使土被含水达到饱和会使物质具有运动性，而地震就会触发它们崩落。在新罕布什尔州白山上，佛蒙特州绿山上和其它地方多森林山坡上的淡色岩石，都是岩屑崩的产物。

岩崩主要是从基岩衍生出来的。它开始是滑坡和下陷，常常是由地震触发起的。与陡坡平行的

雪崩

1. 加利福尼亚莫哈维沙漠中的黑鹰崖是史前时期一次岩崩造成的。它只是由小岩石碎片组成，不含有粘土和沙。岩崩是在照片背景中的高山上发生的，它的极大的运动性可能是由于下面被压缩的空气所致。

2. 湿雪或粉状雪形成的大规模的瀑布，常常伴随着速度每小时高达 300 公里的象陆龙卷一样的风。这里所显示的由湿雪形成的瀑布在阿尔卑斯山称做 Grundl-owine。

节理和岩面，粘土和页岩的存在以及大雨，这些因素都孕育着发生岩崩。岩石在降落过程中分裂成碎片，它的沉积作用造成一种紊乱的地形。

伴随着岩崩有■的轰鸣。岩崩能向两侧流动几公里，据报导还能沿山坡向上爬到 450 米以上的高度。人们认为，岩崩的极大流动性是由于有着能减少内部摩擦力的填塞空气和一个压缩空气垫；这个压缩空气垫使岩崩如同气垫船一样滑动。岩崩如果落入一个水域，就会形成巨浪。1957 年在阿拉斯加利特乌耶湾发生的那一次，是历史上记录到的最大的山崩波。由地震触发的这次岩崩，带着估计有 3050 万立方米的岩石从 914 米的高处跌落到利特乌耶湾，波浪高达 536 米，冲向湾的对岸，毁灭了一座森林。1963 年，在意大利阿尔卑斯山峰翁特谷城发生的一次岩崩压死了 2600 人，有 22500 万立方米以上的岩屑落入一个水库。一阵阵波浪漫过堤坝，使水库下游 20 多公里的地带遭到淹没，毁灭了所有的一切。1881 年瑞士埃尔姆发生的一次岩崩，使 115 人遭到死亡；1903 年在加拿大阿尔伯塔省开兰克发生的一次岩崩，造成 70 人死亡。

雪崩槽沟是在一个长时期内由重复发生的雪崩作用在谷壁的基岩中切割出来的构槽和河槽。

Aventurine 砂金石 砂金石是被其他矿物包裹体染上颜色的石英和长

石的变种。砂金石英可以含有氧化铁，铬云母或一些浸染于其中的其他矿物。它可以是黄色的、棕色的、绿色的或红色的，取决于包裹的矿物，通常人们把砂金石的玻璃仿制品作为装饰材料，而不是天然的砂金石，大家知道这种仿制品叫金石或砂金玻璃，包裹在其中的铜屑对光的反射，产生一种黄或红的颜色。参见 Sunstone [日长石] 条。

Axial Angle (或 Optic Angle) 光轴角 是结晶学二轴晶晶体两个光轴之间的锐角，用 $2V$ 表示，视光轴角 $2E$ 表示，它是在空气中测量这两条光线之间的角度。

Axial Ratio 轴率 轴率是表示结晶轴相对长度的一个比值。在四方和六方晶系， c 轴的长度是以 a 轴轴长为单位来表示的。例如，石英 $a:c=1:1.102$ 。在斜方晶系、单斜晶系，三斜晶系， a 轴和 c 轴轴长是以 b 轴轴长为单位来表示的，于是就有两个比值， $a:b$ 和 $b:c$ 。例如，重晶石 $a:b:c=1.627:1:1.310$ 。参见 Crystal Axis [晶轴] 条。

Axis of Symmetry (或 Symmetry Axis) 对称轴 对称轴是一条想象的穿过晶体的直线，晶体绕它旋转一周，可使自己达到相同的位置。参见 Crystal Symmetry [晶体对称] 条。

Azurite 蓝铜矿 蓝铜矿是一种深蓝色的含水碳酸铜。许多矿物有颜色变化，而蓝铜矿总是蓝的。它产于铜矿体之上的氧化带中，在那里它常常和绿色的含水碳酸铜——孔雀石共生，它也常常和铁的氧化物，赤铜矿和自然铜伴生。完好的晶体在法国的泽西，纳米比亚的朱米布，亚利桑纳的布尔斯巴发现。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

B

Bahada (或 Bajada)^① **麓扇平原** 干旱和半干旱地区的一种沉积地貌。可能由几个毗邻的冲积扇相连而成,也可能由冲积扇冲下来的物质构成。冲积泥沙、碎屑流和泥流物质堆积其中,地面起伏不平。美国西南部的盆地和山脉区(Basin and Range Province)^②,亚洲和澳大利亚比较干燥的山区,都有不少这种麓原。参见 Slump [滑移] 条。

Barchan 新月形沙丘 见 Dune [沙丘] 条。

Barite 重晶石 重晶石是硫酸钡,是一种广泛分布的矿物,主要产状是在铅、银、铜、钴和铋的金属矿脉的矿石中以副矿物形式存在。在石灰岩的空洞中,岩脉中及交代体中也找到过大量的重晶石。由于它有不可溶性,存在于石灰岩之上的风化粘土中,形成残块。重晶石是化学工业的钡的主要来源。因为它有高的比重(4.5),因此大宗用途是作油井打钻时的泥浆增重剂,钻孔灌入含有细粉状重晶石的泥浆可以防止油或气从钻孔中喷出来。结晶好的重晶石,例如,像完整模型那样的斜方对称的晶体在许多地方发现过,但是最好的晶体来自卡贝兰,威斯特摩兰,英格兰。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条,附录 4。

Barriar Beach 近岸砂坝 (或 Barriar Island, 岸洲; Offshare, 近岸地带) 一种大致与海岸线平行延伸的砂脊和砾石脊,有一个潟湖和(或)一个潮汐沼泽把它与海岸隔开。沙坝的顶部高出高潮水位。近岸砂坝通常由从海滩表面吹来的砂子所形成的沙丘组成。一条堆积的砂坝,可以长达 15 公里(10 英里),但是通常不到 1 公里宽。两个沙坝之间常有一条潮汐小水道。北卡罗来纳州赫特拉角的沙坝离开大陆有 30 多公里,但大多数地方的沙坝都是紧紧靠近海岸的。

由于风浪把物质从向海岸一侧搬运到向陆地一侧,砂坝就向岸边移动,最后必然与大陆连结起来。砂坝随着海岸的缓坡伸入洋底。有一些可能一直是在刮风暴时被小水道切穿而与大陆隔开的砂嘴。另一些砂坝是由于波浪从海底把物质卷拥上来在近岸处形成的。砂坝一直处于活动的环境中,它受近岸海流和波浪作用而不断地改变形态,在美国的大西洋和墨西哥湾沿岸有一些很好的实例。新泽西州大西洋城的城区,佛罗里达州代托纳海滩和迈阿密海滩,以及得克萨斯州的加文斯板,都是建立在砂坝上的。砂坝链是被一些潮汐小水道各个分隔的一系列砂坝。

Basal Conglomerate 底砾岩 一种粗粒沉积岩,它在一上复沉积岩系的底部,停积在剥蚀面之上,由分

底砾岩

加利福尼亚的底砾岩中的砾石与漂砾,它们停积在白垩系粉砂岩的侵蚀面之上,被第三系砂岩覆盖。

选好的均一的岩石碎块组成。在典型情况下,它在海相岩系中构成最初的地

^① 这是个阿拉伯语词,原义“渐趋低下”。在英语中有相当多的同义词,主要有 alluvial apron, mountain apron, fan apron, compound alluvial fan, piedmont alluvial plain 等。但由于在西南亚和北非,这种地貌最为典型,当地的这个用语也就被其他语言直接借入并广为应用了(bahada 为英语转写词形、bajada 为西班牙语转写词形,读音相同)。——译者

^② 这是美国西南部一个广阔的自然区,通称大盆地(Great Basin)。西起内华达山脉,东达犹他州沃萨奇山脉,向南逐渐狭缩,顶端为加利福尼亚州莫哈韦沙漠。——译者

层单位，并标志着不整合面，或者直接停积在不整合面之上。它是由于不断前进的海洋侵蚀陆地而形成的，并产生出由相对较薄层的砾石和粗砂覆盖的近于平坦的岩石表面。

Basalt 玄武岩 一种细粒暗色火山岩，相当于辉长岩的喷出物。基质的主要成分是拉长石，但是含钙更多的斜长石可以作为斑晶出现。普通的暗色矿物是普通辉石和橄榄石。普通辉石既可在基质，也可在斑晶中出现，而橄榄石通常在斑晶中出现。在有些玄武岩中有少量普通角闪石和黑云母。

玄武岩是覆盖在洋底沉积物之上或伏在其下的最丰富的火山岩。在哥伦比亚高原地区它形成覆盖几万平方公里的熔岩流。在别处，如夏威夷群岛，玄武岩形成巨大的火山。

玄武岩

苏格兰北部法罗群岛的峭壁受侵蚀揭示出凝灰岩和玄武岩的交替层，这证明了该群岛及火山成因。每个玄武岩层代表一次火山喷发。凝灰岩是固结的火山灰。

Basalt, Plateau 玄武岩，高原 见 Plateau Basalt [玄武岩高原] 条。

Base Level 侵蚀基准面 大陆向下侵蚀的极限。海平面是最基本的侵蚀基准面，但在任何高程上，都可以有暂时性的、局部性的侵蚀基准面。比如耐蚀的岩石，就可提供一个暂时性的侵蚀基准面。河流可以对它的局部进行陵削，但比这个局部的侵蚀基准面更低的地方，侵蚀就无能为力了。在内流盆地中，它的最低点，也是局部性的侵蚀基准面。对于进入水库的河流说，拦河坝是一个局部性侵蚀基准面。

侵蚀基准面

海洋是最低的也是最终的侵蚀基准面，在此面以上的河流就会切割河床。湖面或大坝对下游河道来说是局部侵蚀基准面。该河也就以此为分段了。

Basement Complex 基底杂岩体 在当地已知最老岩石序列之下的一套未分异的岩石。一般而言，基底杂岩体是由前寒武纪年代的火山岩和变质岩组成的。然而，某些基底杂岩体也可以有古生代、中生代甚至新生代的年龄。参见 Craton [克拉通] 条。

Basement Rock 基底岩石 由前寒武纪岩石组成的那部分大陆壳，参见 Craton [克拉通] 条。

Basin 盆地 地壳中充填了沉积物的凹陷。基于以下两方面可将盆地进一步划分为不同类型：1) 它们的位置和形成时间与更大的地壳构造的关系；2) 盆地的几何特征。参见 Geosyncline [地槽] 条。**Batholith 岩基** 出露面积达 100 平方公里以上，中粗粒的大型火成岩体。它们在地壳深处形成。重力资料表明：有些岩基的底板深达地表下 10 公里。关于岩基侵位的起因和机制尚未有公论，但一般认为它们常与地壳上先显著下沉、以后上升形成造山带的那些地区有关。美国加利福尼亚州内华达山脉的核部和中科罗拉多的派克斯峰及其附近山峰都是岩基生成的。在澳大利亚东南部的塔斯曼地槽带发现了一些著名的奥陶纪至二迭纪年代的岩基。

Bathyal Zone 半深海带 大陆架边缘与大洋的底部之间的地带，也就是水深从约 200 米到 2000 米或者到水温从来不高出 4°C 处的洋底。把该带的上界定义为光线射入的最大深度实际上更恰当些。半深水地带的总的情况是

缺少阳光、温度从 4°C 到 15°C 左右，它的正常盐度为 34—36/1000。虽然这一地带的情况具有相当一致性，但是却有多种多样的沉积物。分布较普遍的沉积物有：陆源（来自陆地）沉积物（包括粘土、浊流沉积、冰川沉积），由有孔虫、翼足类（浮游的腹足类软体动物）和颗石藻（coccoliths）形成的深海软泥，以及自生沉积物。

Bathymetry 测深学 对大洋底部的测量和制图。有关海底地势的资料对于航海以及大洋盆地的科学调查都是非常重要的。直到第二次世界大战前，只有大陆架地区才有较好的海图。现在许多国家集中力量来取得深度资料以及编制精确的世界大洋洋底图。要编制这样的地图靠许多商船和所有科学考察船进行精确的深度测量。拉蒙特地质调查所（Lamont Geological Observatory）的 Bruce C. Heezen 和 Marie Tharp 根据许多商船和科学考察船测得的深度资料编的海底地势图是最好的海底地势图。

Bathyscaph 深海潜水器 一种用于考察大洋深度的能自由移动的容器。瑞士物理学家奥古斯特·皮卡德（Auguste Piccard）和他的儿子贾奎斯（Jacques）设计并于 1954 年建造的特莱斯特号（Trieste）是第一个深海潜水器。特莱斯特号是一个 2 米宽的观测球，缚在一个潜水艇形的容器的外壳上，这个潜水艇形容器中装有发动机和螺旋桨，并且还用作起稳定作用的装置。特莱斯特号和它的第二代特莱斯特 II 号（Trieste II）下潜深度超过 9100 米。参见 Deep-Sea Research Vehicle [深海研究器] 条。

海水温度测量仪

这个仪器是由一艘海洋研究船拖着的探测海面以下 100—300 米深的水温变化。现在它正在被绞到船上取得它所记录的温度。

Bathythermograph 海水温度测量仪 测量和记录深度不超过 300 米的海水温度的一种仪器。这是一种不到 1 米长的样子象水雷的一种仪器，拖在一条航行中的船的后面。因此，这种仪器仅限于测量上层的水温，而且通常是用来研究温跃层（海面以下 100—200 米深处温度和密度发生急剧变化的薄薄一层）。因为这种海水温度测量仪可以在船只航行中使用，而其它测量仪器则在船只停止不动时才能使用，因此这种海水温度测量仪可使海洋学家节省很多时间和经费。

Bauxite 铝土矿 铝矿石。 铝土矿从二十世纪初以来已成为铝的唯一商品来源。当时认为它是一种矿物并被认为只有一种化学成分，而且对其物理性质作了描述。很久后，矿物学的研究表明它是一种很细的几种矿物的混合物，因此叫做岩石更为恰当。它的主要矿物成分，是含水的铝氧化物、三水铝矿、勃姆石和硬水铝石，其中任何一种都可以占优势。在热带或亚热带地区，由于含铝高的岩石经过风化作用，铝土矿为残积矿床。在温带，粘土基本上是铝硅酸盐，是含铝高的岩石的风化产物，但在热带，氧化硅也要迁移，残留的只是铝和铁的氧化物。这些残余的富集物，叫作红土（laterite），在富含铝和铁或仅富含铁的基岩地区形成大面积的盖层。如果下面的岩石只含有少量的铁，则生成铝土矿；如果铁含量高而铝含量低则形成铁矿。

Baymouth Beach 湾口海滩（或 Baymouth bar 湾口沙洲 Bay Barrier 湾内砂坝） 一种沙脊或砾石脊，或者兼有沙和砾石，由浪和近岸海流作用形成，全部或者差不多全部横亘湾口而从一个陆岬延伸到另一个陆岬。湾口海滩通常由从一个陆岬或从两个相对的陆岬的沙洲逐渐发育形成的。这种海

滩在由沉降作用形成的不规则海岸地带很普遍。随着海滩的扩展，海湾就会转变成一个潟湖。如果近岸海流比进出潟湖的海流强大，就有可能把海湾完全封闭起来。海浪和风从海滩上带来物质，以及河流把带来的沉积物和生长在潟湖中的植物的积聚，就会使潟湖逐渐填塞。三角洲，淤泥滩和沼泽最后会把潟湖淹没。

海滩

一个典型的温带沙质海滩的横剖面，它显示了海中一侧的碎浪带和陆地一侧的风作用带和沙丘发育带。夏委由能量小的低浪形成一个沙洲，称为夏委后侧海滩，冬天的大风大浪形成一个冬天的横一个后侧剖面和更向内陆海滩。

陆岬会受到侵蚀，海滩将越过潟湖，淤泥滩或沼泽后退直到与大陆连结起来。典型的例子有：马萨诸塞州马塞县的文亚德南岸，罗得艾兰州沿岸，特别是波兰和立陶宛的波罗的海沿岸，那里的一个湾口海滩将近 100 公里长。

Bayou 旧河道湖，长沼 半闭塞的旧河道中的湖泊或呆滞水流。可以出现在河漫滩上，也可以形成于三角洲中。河水漫出河床或冲出新的河道，老河道被甩开，并逐渐淤塞，都会产生这种旧河道湖或长沼。

Beach 海滩，湖滩 是沿着湖岸、海岸和洋岸延伸的由砂和（或）砾石沉积而成的一种形态。它从防波堤最外端一直延伸到波浪作用的上限；海滩上没有植被，并倾斜没入海水中。海滩由岩石碎片、贝壳、其他坚硬的海洋有机物和石英等矿物组成。

海滩处在活动的环境中。由于波浪作用使海滩向海洋方向移动，而海流则使海滩物质沿着海岸方向移动。这种连续运动导致摩擦，容易使碎屑物聚集一起，并使碎片更碎。当带来的物质多于被搬运走的物质时，海滩就向外伸展（即前进海滩）；当带来的物质少于被搬运走时，海滩前沿就受到侵蚀，并向陆地方向后退（即后退海滩）。使沉积学家感到兴趣的波纹，细流和冲痕，海滩嘴，交错层和其他特征都形成于海滩。在湖滩和海滩的沙质滩上会有沙丘。人们一直在海滩上开采黄金、钻石等矿产。参见湾口海滩 [Baymouth Beach]，沙嘴 [Spit] 和沙颈岬 [To-ombolo] 条。

Bead Tests 珠球试验 珠球试验是将一个未知物质溶在一滴熔融的透明的熔剂中作所含金属的定性分析试验。最通常的熔剂是硼砂，硼砂是放在白金丝的小环上在本生灯上熔融成透明的玻璃珠球似的球滴。极少量的样品就能使硼砂表现出特征的颜色，例如，钴产生蓝色的珠球，铬是绿色珠球。

Becke Test 贝克（线）试验 贝克线试验是光性矿物学中用来比较一个矿物与另一个矿物折射率的一种试验。1893 年贝克发现，两个透明矿物彼此接触时，在显微镜下检查，就可以确定哪一个矿物折射率高。这个试验，要求焦距对准在接触线上，然后，提升显微镜镜筒，就会使像稍稍离开焦点。一条亮线—贝克线就会向有较高折射率的矿物，或其他周围介质，如液体移动。

Bedding 层理 在沉积岩中，有时也在岩浆岩和变质岩中可见到的成层或面状构造。在沉积岩中，层理是物质在其沉积过程中颗粒大小及矿物成分变化的结果。变质岩所显示的层理可能是变质过程中未完全破坏的原沉积岩的层理。一些火成岩也显示出层理，那是由于反复的火山熔岩流造成的。有时，下沉至岩浆熔融体底部并形成特殊的矿物层的晶体也可以产生层理。

是在美国新泽西州哈得孙河沿岸的帕利塞兹岩床便是一个著名的例子，在陡壁底之上 6 米处是一层与均一成分的岩体不同的富含橄榄石的特殊层。

层理

在页岩和石灰岩露头上不同风化特色反映了不同的层次。

Bed Load 河床推移质 河流在河床上或贴近河床输送的固体碎屑物质。这些物质由于太重、悬浮不起来，只有顺着河底滚动，滑动或跳动着前进。它们的运动时断时续，是由于其运动速度比水慢。它们会运动，则是因为颗粒上下的水流速不同，但又都有推拖力，或者是因为被旋涡卷起的关系。河床推移质的运动取决于颗粒的摩擦、水流的比降和河水的流速。

Bedrock 基岩 露于地表或埋藏于厚薄不等的表土之下的连为一体的固结岩石。它出露地表时，被称为露头。基岩通常出现在山区以及侵蚀作用剧烈的干旱地区的陡坡上。有时，它被数百米厚的未固结的沉积物覆盖，如美国西南部死谷和其它内流盆地。基岩由火成岩、变质岩和沉积岩组成。它可能蕴藏有煤、石油、有用矿物、矿石以及其他很多经济上重要的原料。我们对于这个星球的大多数知识来自于对基岩的研究。

Beheaded Stream 被截流河（断头河） 因遭其他河流的袭夺而丧失一部分支流或流域的河流。参见 Piracy [袭夺] 条。

Belemnoid (或 Belemnite) 箭石类 一种灭绝的头足类动物，可能类似于现代的乌贼。在侏罗纪和白垩纪的海洋中，这种动物是非常普遍的。箭石是古代人们就注意到的化石之一。它的尖的象箭似的外形使人们有一种迷信的想法，认为它曾是风暴的象征。由于它的形状，人们也称其为化石雪茄或手指石。已知最老的箭石是在密西西比时期（下石炭纪）的湖中发现的。箭石在白垩纪末灭绝。箭石作为侏罗纪和白垩纪地层的指示化石是非常有用的。

箭石

1. 这个箭石化石的中心卵状凹陷是它的墨囊的压印。

2. 这种似枪鱼的中生代头足类动物，在受到干扰时，放出一片黑墨色。剖面所示的长的、雪茄状的内部骨骼，叫作鞘，朝着动物臀部的封闭切面叫作闭锥。

Benioff Zone (或 Subduction Zone) 贝尼奥夫带（或俯冲带） 以约 45° 的角度插入大陆或大陆边缘之下的面。根据板块构造理论，岩石圈的板块沿着本尼奥夫带沉入上地幔。深海沟表示出本尼奥夫带在地球表面的位置。地震震中大致沿本尼奥夫带分布。这是用美国地震学家雨果·本尼奥夫 (Hugo Benioff) 的名字命名的，是他发现了这个带。

Benthos 海底生物 栖居在海底的生物体。海底生物代表了种类繁多的生命，既有植物（海底植物），也有动物（海底动物）。海底生物有不同生存方式，有的不能移动，只是固定在一个地方，有的沿沉积物表面移动或在沉积物中打洞居住。海底生物有的移动缓慢，如海胆、腹足类软体动物和蟹，有的是固着的，如海绵、珊瑚和海葵，然而，它们的幼年期一般都是浮游的（漂浮的），使它们能广泛分布。

Bentonite 斑脱岩 斑脱岩是由火山灰或凝灰岩蚀变而形成的粘土，它主要由两种粘土矿物组成，即蒙脱石和贝得石。斑脱岩有一种独特的吸附水的性质，使它的体积膨胀到原来体积的几倍。当一个建筑物的地基放在这些粘土上时，就会导致复杂的不稳定性。

Bergschrund 冰川源头裂隙 在高山冰川的源头，冰川和基岩及基岩上面的雪原之间的一条半圆形深裂隙（Crevasse），或相隔很近、几乎平行的冰隙群。在冬季，冰川源头裂隙通常为雪所填塞或形成雪桥；但在夏季，则是敞开的。朝向冰川下游方向的那一端裂隙的壁为冰川，裂隙另一端两壁或者为冰，或者为基岩，或者为冰和基岩。当冰川离开基岩或静止的雪原向下游方向移动，就形成冰川源头裂隙。夏季，冰冻作用在冰川源头裂隙中特别活跃，因为蓄在裂隙中的冰雪融水到晚上可能冻结。如果这种冻结和融化作用是发生在基岩裂隙中，那么，这个地方的岩被崩解成一块块并被冰川带走。基岩就这样被剥蚀，而冰川通过这种方式进行溯源侵蚀形成冰斗（Cirque）。

Berm 后侧海滩 位于海滩背海一侧的小的临时性平而狭的高地或阶地。其特征是一方面是一个平坦的或徐缓地向陆地倾斜的地面，另一方面与海滩向海一侧的陡坡相接。后侧海滩一方面由堆积浪把物质往上推运形成的，又被破坏浪把它切截。通常，冬季形成的较高的后侧海滩和夏季形成的较低的后侧海滩，二者是同时存在的，夏季的后侧海滩位于靠海的一侧。

Beryl 绿柱石 绿柱石是一种稀有元素铍的铝硅酸盐矿物，自古以来，就知道绿柱石，并制作为宝石。二十世纪技术的进步使得从绿柱石提取铍变为可能的事。铍用作一种结构金属和合金。今天绿柱石也作为铍矿进行勘查。

绿柱石的主要来源是花岗伟晶岩，那里绿柱石常常嵌在粗大的长石和石英中，呈浅绿色的六方晶体。虽然晶体的长轴平均大小只有几个厘米，但是，也找到过巨大的绿柱石晶体，长 8 米，横切面 2 米。一些晶体是不透明的，而且有疵瑕，只能作为铍的矿石。非常罕见的是透明的宝石级绿柱石，“袖珍绿柱石”。它产在伟晶岩的空洞中，以很完好的晶体出现。虽然，绿柱石常常是无色的，但也有各种颜色的变种，这些变种有各式各样的名称。最普通的，也是最著名的是蓝—绿色的海蓝宝石，有浓的金黄色的晶体叫金色绿柱石，铯绿柱石是粉红色至玫瑰红色的。

深绿色的绿柱石，即祖母绿，价值非常高，以至将它归入钻石、红宝石、海蓝宝石这一类贵重宝石中，不同颜色的变种，它们的产状是不同的。有些地方，它和伟晶岩共生，但是并不在伟晶岩本身中，而是在附近的岩石里。在别的一些地方，如在穆佐、哥伦比亚，它产在黑色碳质石灰岩中的矿脉里，和石英，黄铁矿晶体共生。在乌拉尔，南非（阿扎尼亚），津巴布韦和埃及，在云母片岩内发现过祖母绿。

绿柱石是一种铍、铝、硅和氧组成的环状硅酸盐，也可含有少量的其他元素，致使它们有宝石的颜色。祖母绿含有少量的铬和钒，铯绿柱石的粉红色是由于铯存在引起的。绿柱石几乎无例外地是六方晶体，不管它们是大晶体还是小晶体。因此，可以依靠六方柱和底面的出现来辨认。小的宝石晶体还会由于其他晶面出现而晶形产生很大的变化。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

B-Horizon B 层 见 Horizons, A-, B-和 C- [A 层, B 层和 C 层] 条。

Biaxial Crystal 二轴晶 二轴晶是有两个光轴的晶体，所谓光轴，就是沿此方向运动的光线不产生双折射。只有斜方晶系，单斜晶系和三斜晶系是二轴晶。

Bifurcation 分叉 河流的分股或分叉现象。“分叉比”（Bifurcation rate）就是某一级河流数目对较高一级河流数目的比率。“级”（order）表

示整个河系中各个河流的相对关系。再无任何支流可分的最小的河流是最低一级，主干河流则是最高一级。

Biogenic Sediment 生物成因的沉积物 由动物或植物残体形成的沉积物谓生物成因的沉积物。许多热带海滩是生物成因的，与珊瑚礁共存的碎屑物全都是生物成因的。深海沉积物中有很大部分是生物成因的，而且常常是由浮游的小的动植物残体构成的。在生物的个体死后，它的残体（骨骼或壳）就沉到洋底，那些由硅质或碳酸钙构成的骨骼或甲壳就可能残存下来。

Biosphere 生物圈 地球表面与接近地球表面的生物所生存的空间，在这里生存着从普通显微镜看不到的病毒到巨大的红杉树。生物圈又被称为生命圈。生物圈的几乎任何地方，从热泉到冰水，都有生物生存。生物圈的生物，从生存在海底的到在地球表面 15 公里以上，都拍摄到了它们的照片。在油井中发现的简单的生命形式比在地下 1.8 公里深的地壳内部还要多。

生物圈和地球的岩石圈、水圈、大气圈等物理圈一样重要。动植物不断地与地球的其它圈层相互作用，并参与许多重要的地质过程中。煤和石油是由史前时期有机物遗体形成。很多岩石，特别是石灰岩，可能具有由有机物形成的因素。细菌在某些类型的铁矿的形成中起着关键作用。而化石的研究对于地球历史和生命的发展提供了很多资料。

Biostratigraphic Unit 生物地层单位 根据化石或古生物特点鉴定与统一的岩层或一组岩层。它可以根据单个化石种属，也可以根据特有的化石组合来鉴定，而不管其周围岩石的物理性质或结构性质如何。它们包括化石带和组合带，化石带是由一种特定生物生存期间所形成的那些岩石组成的，而组合带则由一组共生的化石而不是一种标准化石的范围来确定。

Biotite 黑云母 云母类中的一种普通造岩矿物。呈绿色，黑色或深褐色。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Biozone 生物带 大洋中有生物生存的那一特定的深度。见 Marine Environment [海洋环境] 条。

Bituminous Coal 烟煤 一种深褐色接近黑色的煤，含有约 70—80 % 的固定碳，15—20% 的容易挥发的物质，质地较软，足以弄污手指，典型的碎块呈不规则的长方块状，燃烧时多烟。烟煤又称“软煤”，以便区别于无烟煤（“硬煤”）。这种煤蕴藏量最为丰富，工业上用途最广。美国主要产区是西弗吉尼亚、宾夕法尼亚、肯塔基、伊利诺斯、俄亥俄、弗吉尼亚、印第安纳、亚拉巴马、犹他以及田纳西等州，欧洲、非洲、亚洲以及澳洲^①也都有烟煤。

Blastoid (或 Sea Bud) 海蕾 海蕾属棘皮动物门海蕾纲，已灭绝。这种短茎的棘皮动物有一个小的、对称的、球状到芽状的孟，或者身体很典型地由 13 个凸起的板形成特征的五边形图案。嘴在孟的中心，由五个叫着气门的通道环绕。海蕾首先出现在奥陶纪，在二迭纪绝灭。五角海蕾 (Pentremite) 是一个特殊的种类，在密西西比纪（下石炭纪）的岩石中特别普遍，是这个时期地质建造的很好的指示化石。

Blowpipe 吹管 用来把空气吹向火焰、助其加速燃烧以产生烈焰的管子。借此把物质放进火焰，以便了解其性质。从 19 世纪中叶起，人们已利用吹管，对矿物中的普通元素，进行质量检验。正规的吹管，一端大一端小，

^① 现在称为大洋洲 (Oceania)。——译者

可以把空气从人的肺部、通过小孔直接送到蜡烛或酒精灯的火焰中去。现代的吹管，则是利用可燃气和空气，使之自动直接变成炽热的火焰。

Body Wave 体波 能够通过地壳传播的任何地震波。体波可以是压缩波（P 波）或剪切波（S 波）。

Bog Iron Ore 沼铁矿 该词指的是主要由针铁矿组成的含水氧化铁的不纯的混合物，在沼泽的底部呈层状或结核体存在。在 18 世纪被广泛用作铁矿石。

Bolson 封闭洼地 在干旱区或半干旱区中不能排水的大盆地，四周常常围有断块山。在大封闭盆地的最低部位通常有干盐湖和雨季湖，这些湖的四周有由中积扇聚集而成的冲积平原。较低地区植被稀少，但在山地植被增多。虽然风成地形随处可见，但大部分地形是由流水形成的。然而流水是季节性的。许多封闭盆地在更新世时期是洪积湖。在美国西南部的巴卒和兰奇地方与墨西哥北部可以看到封闭盆地，这个名词主要是用于指这些地区的。

Bomb 火山弹 火山喷出的熔岩块冷凝后构成的火山物体。直径从几厘米至几米不等。许多火山弹都有泡囊（气孔），而且凝块会在空中旋转，和地面碰撞又会变得平滑，所以火山弹多半都是圆的。如果液态熔岩裹着一个火山岩或非硬核后冷却（这些硬核是岩浆上涌时从喷火山弹管壁上带出来的），就会成为有核火山弹（cored bomb）。

火山岩

这种粘稠的熔岩凝块，从火山口喷发出来后、冷却过程中，表面爆裂、变成人们熟知的“面包皮”火山弹。

Bonanza 富矿带 表示富矿体的一个矿物学词汇。该词也用来表示好运气。

Bond, Chemical 化学键 化学键是将原子质点连结在一起的力。这种力通常是用四种化学键中的一种来描述的，即，离子键、共价键、金属键、温德华键。识别化学键的类型在矿物学中是非常重要的，因为，矿物的物理性质直接取决于键型和连结力的强度。例如，金刚石和石墨两者都是由碳原子组成，金刚石很硬，因为它的原子是靠很强的共价键连结在一起的，然而石墨很软，因为，相邻两层的碳原子是靠温德华键结合而形成这种结构的。

离子键，即静电键，将离子连结在一起是异名电荷之间的吸引力。惰性气体，氦、氖、氩、氪、氙，在它们的外层电子壳中有最多的电子当原子结合在一起时，它们趋向使自己的电子获得一种惰性气体的电子壳构形。达到这种情况的途径之一是失去或得到电子，例如，钠原子外层电子壳有一个电子，很容易失去，使原子变成正离子，另一方面，氯原子获得一个电子，到达稳定的电子壳构形，变成带负电的离子。因此，氯化钠中，氯和钠是靠它们相反的电荷吸引而结合在一起的。在离子键的化合物中，一个正离子并不是与一个负离子成对的。但是，带相反电荷的离子是彼此包围的，在一个离子周围最邻近的范围内，它们的电荷分配是相等的。在氯化钠中，每个钠离子的正电荷，被周围六个氯离子分享，反之，一个氯离子的负电荷也被六个钠离子分享，于是整个晶体是电性中和的。在很多矿物中，主要的结合机理就是这种离子键。

共价键，即同极键中，成键原子依靠共用外层电子而得到惰性气体型的电子构型，例如，氯，其外层电子尚缺少一个，它可以和另一个氯共用一个电子，于是从每个氯原子提供的一个电子对于两个氯原子的外层电子来说是

双重的。这样，这两个原子中都近似地得到惰性气体型的电子构型。共价键是最强的化学键。在有机化合物中共价键是最普通的化学键。在矿物中最好的代表是金刚石，碳原子外层电子壳中四个空位被和四个其他的碳原子共用的电子所充填，每个原子和四个其他的原子相连，形成一个连续的骨架。

温德华键是不带电荷的结构单位或中性分子间产生的弱键。在矿物中，在晶格中，它是由于这些本质上是中性的单位表面所带的少量的残余电荷产生的，它联系着这些质点。这是最弱的化学键，一般仅仅在有机化合物、固化的气体中。它的熔点低，硬度小就证明了这一点。在矿物中出现温德华键时，它是和其他类型的化学键结合在一起的，它是容易产生解理和硬度小的方向。石墨是由共价键所连结的碳原子层所组成，但层是靠温德华键连结在一起的。

金属键是连结金属原子的化学键类型，真正的金属原子很容易将它们的外层电子给其他原子。金属的结构单位是带正电的原子，它们靠围绕原子核的电子的集体电荷连结起来。因为电子是自由地在结构中运动的，它们使金属有很高的导电和导热性。

在矿物中，纯的金属键仅仅存在于自然金属之中。

Boracite 方硼石 主要由硼酸镁构成的矿物。以晶体存在于蒸发岩沉积中。方硼石的晶体在温度超过 265°C (509 ° F) 时是正轴的，但在低温下却是斜方的。所以晶体如呈现正轴形，就表明它受过高温。

Borate 硼酸盐 一类包含化学组 BO_3^{-3} 的矿物。已发现的硼酸盐矿物有一百多种，但工业生产的硼和硼化合物是从极少数几种硼酸盐矿物中还原而得的。硼酸盐矿物以硼砂、硬硼钙石、斜方硼砂和钠硼解石等最为丰富。

Borax 硼砂 一种水合钠硼酸盐矿物。被作为硼矿石开采出来。因为是蒸发岩的一种，所以主要产于干旱区的干盐湖沉积中，而且表层呈粉状。硼砂常常具有洁净、透明的晶体。但在干燥环境中，这种晶体会很快丧失水分，变为白色，外观很象三方硼砂 (tin-calconite)。

Bornite 斑铜矿 一种钢铁硫化物，又是一种铜矿石。刚采出时呈青铜色，但接触空气后，很快晦暗成斑驳的紫色和蓝色，因此又获得“孔雀矿” (peacock ore) 一名。有些地方采出的斑铜矿，虽然属于更早生成的铜矿的次生交代矿，但绝大多数仍是原生矿，并可能与黄铜矿、辉铜矿密切混生在一起。作为铜矿石，它的重要性比不上黄铜矿和辉铜矿。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Bort 次金刚石 金刚石的黑色变种，通称黑金刚石 (carbonado)。这种黑色金刚石是隐晶的，所以没有晶体那么亮。有时对其他某些金刚石也用这个称呼——或者因为有何瑕疵，或者因为同样缺乏光泽，价值没有宝石大。

Botryoidal 葡萄串状 某些矿物的集合体，以其形如成串的葡萄，故名 (构成英语词的希腊语词素。包含的也是这个意思^①)。

Boudinage 布丁构造 (或石香肠) 在沉积岩中或变质岩中状似一串香肠的构造。它是层状岩石受地壳中拉力拉伸的结果。单个的石香肠都是较脆性的岩层因拉伸而在某些部位变细、断成一节节而生成的。其情形类似于因受强力拉开而在钢棒中形成的细颈子。脆性层上下的岩层较具塑性，它同时围绕香肠被拉伸并作塑性流动。

^① 英语词中 botry-意为“葡萄串”，-oid 意为“似”，“象” (-al 是形容词后缀)。——译者

Boulder Train (或 Indicator Fan) 砾列 (或指示扇形地) 一种扇形地域。在这个地域内有极为特殊的、很容易被辨认出来的冰川漂砾, 这些漂砾是从扇形地域的顶端搬运来的。石块在搬运过程中由于破碎和磨损, 距石块的来源处的距离越远, 石块的体积越小。砾列非常清楚地指示出冰川运动的方向。提供漂砾来源的岩石露头区的面积是已知的, 而且列中漂砾的体积亦能估计, 即可计算出这个露头区被冰蚀的体积。扇形地域两侧边缘的砾列间的角度表示了冰川运动的最大变化。由于砾列中所有漂砾并非都是巨砾那么大, 有些权威人士倾向于把这种形态称为指示扇。

Brachiopod 腕足动物 由两片被称之为贝壳的壳构成的海生动物, 属腕足动物门双壳类的一个类群。壳有几丁质的、钙质的或碳酸盐质的, 包着并保护着它的软体部分。成年的腕足动物通常是用被称为肉茎的潜步贴附在海底。肉茎通过在肉茎或腹、壳内的通道而伸出来, 与其相对应的贝壳 (通常较小), 叫着臂状壳或脊状壳。软体动物门分为两个纲, 无关节动物纲包括相当原始的无绞链的腕足动物, 它们的壳上没有带绞链的齿, 通过肌肉使两个壳保持合拢, 大多呈卵状或舌状, 没有肉茎通道。另一纲是关节

腕足动物

腕足动物这种双壳类软体动物的基本构造包括纤毛环 (触手)、消化系统和闭壳肌。

网状河

此河位于冰水沉积平原, 河道、砂坝、岛屿交织成一片。动物纲, 该纲动物有发育很好的绞链结构, 一个壳上的齿和另一个壳上的穴咬合, 使壳保持合拢。关节动物纲的腕足动物与无关节腕足动物相比, 具有更坚固的壳和更复杂的结构。腕足动物从早寒武纪到现在均有生存, 在古生代极为丰富。

Bragg's, Law 布拉格定律 布拉格定律是结晶学中用来测定晶格常数的公式。从晶体一个原子平面族“反射”回来一定波长的 X 射线的角度揭示了这些平面之间的距离。在布拉格方程中, $n\lambda = 2d\sin\theta$, λ 是波长, d 是原子平面之间的距离, θ 是这些平面反射的 X 射线的角度, 当 $n=1$, 称为 1 级反射, 当 $n=2$, 称为 2 级反射, 等等。

Braided Stream 网状河 (辫状河) 有多条合而又分、分而又合的河道的河流。河流如果流量变化很大, 泥沙又很多, 往往会成为网状河。河流如流经半干旱地区, 大部分流量来自高山源地, 就会具备形成网状河的条件。降水和融雪水使泥沙大增, 流经半干旱地区时, 势必挟走大量泥沙。河水作季节性回落或随流程逐渐递减, 无力挟泥沙以俱下, 这时网状河就应运而生。美国内布拉斯加州的普拉特 (Platte) 河^①是网状河的典型例子。

冰川融化, 送下大量粒径大小不等的碎屑物质, 河流流量随冰川冰的融化和再冻结而大起大落, 这样会产生另一类网状河。在这种情况下, 河中沙砾等物因流量的变化时走时停, 河道受此影响, 围绕着它们来回摆动和分为多股。这一类网状河见于冰岛、美国阿拉斯加、欧洲阿尔卑斯山区以及其他有融作冰川的地方。

产生网状河的第三种环境见于日本。这里的河流从陡峻的山区发源, 进

^① 这是密苏里河右岸的一条大支流, 自西而东横贯于内布拉斯加州中部, 水量的季节变化很大, 春季涨水时, 河面可宽达 1600 米左右, 但其他季节几乎完全是干的。在河水渐次减少时, 就分多股下泄。——译者

入平原后，尽管气候湿润，河水仍然会备受阻拦，不能畅流。原因就是推移质颗粒太粗，河流的坡降变化大。山区的大径流量和陡峻的坡度，把大颗粒的物质侵蚀下来，使之滚入平川地。但由于坡度趋缓，河流拖带不走，河道也因而变成多股。

在较老的沉积层小辨识网状河沉积，会提供昔日环境情况的信息资料。美国纽约州和宾夕法尼亚州的苏斯克罕纳（Susquehanna）河和美国北部的其他河流以及欧洲的河流的沉积物，都是更新世融冰的遗物。澳大利亚穆兰比吉（Murrumbidgee）河这类河流的古网状河道，显示它们的老河道是在和今天的气候大不相同的情况下形成的。

Breccia 角砾岩 一种由直径大于 2 毫米并被细粒基质包围的棱角状岩石碎块组成的碎屑岩。角砾岩与砾岩不同，组成后者的砾石是浑圆的，而前者由包埋在基质中且未经搬运与磨蚀的角砾组成。沉积角砾岩很少见，然而它可作为陆上浊流或海底滑坡的见证。构造角砾岩或断层角砾岩是在断裂活动及其他地壳变形过程中因岩石破碎造就的岩石碎块构成的。火成角砾岩可由火山爆发而破碎的棱角状火山岩碎块粘结构成（它被称为火山角砾岩），岩石破碎也可发生在深成岩侵入过程中，如果被侵入岩碎片粘在一起，生成所谓侵入角砾岩。

Breccia, Flow 流状角砾岩 见于熔岩流中，特点是有玻璃状和细粒填隙物质，还杂有直径 3 厘米或更大的碎块。这些碎块可能是熔岩从喷管壁上扯下的，也可能是熔岩流动时从地面“拣起”的。但更多的是熔岩流硬壳破碎后的产物。这些碎块随后即嵌入仍然在流动的液状熔流中。在阿熔岩流（a'alavaflow）和块状熔岩流的顶部和底部，通常都有这种流状角砾岩。这种角砾岩含有更早熔岩流的情况以及熔岩流流动的路径，所以很有研究价值。

Breccia, Impact 撞击角砾岩 参见 Lunar Geology（月球地质 [学]）条。

Breccia, Lunar 月球角砾岩 参见 Lunar Geology（月球地质 [学]）条。

Breccia Pipe 角砾岩筒 由角砾岩组成的一种长筒状构造。从横剖面上看，岩筒是圆形的或多角形的，但也有板状或不规则状的。一般岩筒的长度比宽度大几倍。组成岩筒的岩石碎块小的很小，大的则可重达几吨。可以认为：岩筒因岩浆运移而形成，岩浆猛烈地打开自己流入上复地壳的通道，同时伴有上复地壳的陷落并掉到下面空处。关于岩浆运动，已经提出两种解释方法：1) 火山或熔岩流就近喷发，造成岩筒中岩浆流空；2) 岩浆脉动引起岩浆前进和后退的循环。在一些岩筒中，有证据表明岩浆注入及其迁移是循环式发生的。岩浆的每次退缩使得筒壁岩石越来越破碎，而造成角砾岩。

有许多岩筒的岩石碎块之间充填了一些有用矿物。岩筒的重要性正是在于这些有用矿物的局部富集。美国西南部盆地、山脉地区的一些斑岩铜矿就产生在角砾岩筒中，金刚石也被发现在著名南部非洲的金伯利岩筒矿床中。

Breccia, Pyroclastic 火山碎屑角砾岩 含有大量多角碎块的火山碎屑岩。其中的碎块直径在 64 毫米以上，埋置在颗粒较为细小的填隙物质中。碎块原是较老的火山岩和非火山岩在火山喷发中破坏和崩解的产物，也有火山喷发出的熔岩凝块。火山碎屑角砾岩因为大型碎块不会从火山喷孔抛得过远，所以分布范围是有限度的。唯其如此，多见于火山颈中，一般也不

会有凝灰岩那样明显的层状结构。

识别火山碎屑角砾岩必须多加小心，因为它的外貌与其他角砾岩有些相似。凝灰角砾岩含有的碎块，直径也在 64 毫米以上，但其中的填隙物质的直径却更小。

Brucite 水镁石 氢氧化镁矿物。通常呈板状结晶。一般都是同蛇纹石、白云石和菱镁矿共生，也可经过二次蚀变，比如因地下水作用于硅酸镁、特别是作用于蛇纹石而生成。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Bryozoan 苔藓虫 属苔藓动物门，又称为群栖虫。苔藓虫形成断面 60 厘米的螺旋状和分枝的带状群体。苔藓虫经常可在贝壳、岩石、化石及其它物体的粗糙面上发现。苔藓虫在现代海水中数量非常多。有少数种类生存于淡水中。每个苔藓虫藏在自己的杯状壳或甲壳之中。壳可作为化石保存下来。个别的可生活在小的盆状小

苔藓虫

内部的基本解剖结构，一个苔藓虫包括一个简单的 U 形消化管和肌肉系统。

室中，在群体的表面象一个小凹痕。苔藓虫从奥陶纪起直到现在，都有生存，可能也还发现了寒武纪的苔藓虫。

Butte 孤山 四周有悬崖陡坡的平顶小山，由水平的沉积岩组成。孤山与平顶山 (mesa) 非常相似，但顶部比较狭小。

Calaverite 碲金矿 矿物的一种，即碲化金 (goldtelluride)。在大多数情况下，金都是以天然金存在的，但在发现有碲的地方，就很难见到天然金。然而，19 世纪晚期和 20 世纪初期，美国科罗拉州的克里普尔河 (Cripple Creek) 和澳大利亚卡尔古尔利 (Kalgoorlie) 地区，除有碲金矿外，还发现了大型金矿。

Calcareous 钙质 可能是由碳酸钙组成的无脊椎动物的坚硬部分。形成珊瑚礁的造礁珊瑚，是隐藏在碳酸钙外壳中。牡蛎、蛤和蜗牛也隐藏在碳酸钙的外壳中。壳可作为化石保存下来。参见 Limestone [石灰岩] 条。

钙质

6 亿年前海洋中大量存在的含石灰质的海藻，在蒙大拿州由于冰川侵蚀而显露出来。

Calcite 方解石 作为一种矿物，是碳酸钙最普通的存在形式，和霏石是同质异象矿物。碳酸盐矿物通常分为两大组。一组是菱形晶系以方解石为代表；一组是斜方晶系，以霏石为代表。方解石不仅是最丰富的碳酸盐矿，而且在所有矿物中，其晶体形式之繁复多样，也是独一无二的。由于结合形式众多，使单一晶体出现大量不同的形式，从平面形到针尖那么尖细都有。

所有的方解石，不论是单晶的或双晶的，都显示出完全的菱形解理。而解理是矿物的最主要特征。其他菱形晶系的矿物，也具有这种物理性质，但解理面交叉的角度不同。方解石解理面的角度为 $74^{\circ} 55'$ 。化学成分纯粹的方解石，是透明、无色的，特称为冰洲石。最常见的方解石多呈乳白色，也可能呈黄、蓝、绿或红色。方解石的双折射性能，比其他任何矿物都良好得多。如果透过冰洲石的一个解理菱形体观察某个物体，光线会一分为二，从而映现出物体的两个形象。

方解石

这是方解石可能呈现的一组结晶类型。

结晶良好的方解石，都是在很多地质条件下，由溶液状态沉积而成的。在热液矿脉中，它通常是与矿石矿共生的脉石矿物。在石灰岩洞穴中和基性火成岩的孔洞和细矿脉中，则表现为很细的结晶体。但大部分方解石，都是造岩矿物。由于颗粒很细，遂成为厚度很大的石灰岩和白垩的主要矿物。在大理岩（变质的石灰岩）中，方解石结晶为可劈解的较粗颗粒。洞穴里的钟乳石、石笋和石结壳，也都是方解石构成的。由热钙质泉和冷钙质泉水沉积成的石灰华，同样都来自方解石。

和石灰一样，方解石也是重要的工业原材料。可用来生产水泥、石灰和泥浆，而以在普通水泥 (Portland Cement)^① 的生产中用量最大。其他方面，还可作为建筑工程中的规格石料，熔化金属矿石的助熔剂，混凝土的染料。磨研成粉，又是肥料和粉刷材料。因为方解石有良好的双折射性能，其中的特殊一类——冰洲石，长期以来一直用于专门的光学仪器中，例如安装在尼科耳棱镜 (Nicol Prism) 上，产生偏振光。参见 Mineral Properties [矿物性质]，附录 4。

Caldera 巨火口 位于火山顶部的巨大的、近于圆形、侧壁陡立的盆

^① 又称硅酸盐水泥，或音译为波特兰水泥。这种水泥凝固后与英国波特兰岛 (Isle of Portland) 上的波特兰石极为相似，故名。——译者

地，比火口（Crater）大得多。它的直径可能在数公里以上，有数百米深。火山重新活动可能会在巨火口内形成一个新火山。在巨火口内通常有巨大的湖泊，例如俄勒冈州火口湖，位于一个直径约有 9 公里、深有 900—1200 米的巨火口中。巨火口现在被认为是由于爆炸、塌陷或爆炸之后的崩塌形成的。但以前却认为是由于猛烈的喷发破坏了火山顶部形成的，以前还认为只是些小的巨火口，例如日本的磐梯山，才纯粹是由爆炸形成的。

夏威夷的冒纳罗亚火山和基拉韦亚火山以及尼加拉瓜的马萨亚火山顶部的巨大盆地是由与爆炸活动无关的崩塌形成的巨火口。下述事实对此看法提供支持：周围有断层崖以及几乎没有火成集块岩。崩塌作用是由于熔岩流从火山侧翼喷出以及岩墙的侵入，使岩浆的位置降低，位于上面的火山锥失去支持而造成的。据认为，大型巨火口都是在猛烈喷发之后崩塌形成的。印度尼西亚的克拉卡托火山、巴厘岛的巴图尔火山、阿拉斯加的卡特迈火山、美国俄勒冈州火口湖，是最著名的巨火口。阿留申群岛的布尔迪尔火山是海下巨火口。格列西亚群岛的桑托林火山是被局部淹没的巨火口。

Caliche 钙质层 一种颜色暗淡的土状方解石沉积，常在某些缺雨地区出现。常常见到钙质层与诸如粘土和（或）砾石之类的物质相混合。钙质层可以是固结的和经压实的，也可以是松散的粉末状的。当溶解有重碳酸钙的地下水向上运动时便形成钙质层。在干旱区，这些水分蒸发后，留下碳酸钙的薄壳，便在地表或地表附近形成钙质层。有些地方开采钙质层用作筑路材料或者混凝土的骨料。美国的某些地方把钙质层叫做硬质层（hardpan）或者灰盖（tepetate）；英国则把它称为钙质结砾岩（calcrete）。这个术语也用于智利北部几个沙漠区内出现的一些硝酸盐矿物。

Cambrian Period 寒武纪 古生代最早的一个纪；始于六亿年前。约延续一亿年。纪的专名取自英国威尔士的拉丁名称——Cambria，亚当·塞奇威克 1835 年最早研究这个地方的这段地层并命名了。

寒武纪的岩石分布于非洲、亚洲、澳大利亚、南极洲、北美洲、南美洲、格林兰和欧洲，大都是海相的。它们是现知保存化石较好的最早的岩层。

寒武纪时，北半球各大陆的海均以缓慢的海侵为特征，最初从浅滩开始，而后海水逐渐侵入内陆；晚寒武纪时，北美大陆有三分之一被海水淹没。大部分寒武纪的沉积物沉积在两条窄长的海槽里，一条是沿阿巴拉契亚山脉现今所在的呈东北—西南向延伸的大通道充填了阿巴拉契亚地槽。另一条是充填了平行于北美西部今天的科迪勒拉山脉所在位置的西部通道的科迪勒拉地槽。类似的地槽显然在别的大陆上也存在，不过都不及北美的那些地槽有名。这些古海道正是进行大量沉积作用的场所。某些地槽轴部形成的地层累计厚度可达九千到一万五千米。寒武系下统的岩石主要由砂岩、页岩和少量石灰岩组成，至晚寒武纪，海水充满了地槽，沉积了由石灰岩和白云岩构成的碳酸岩沉积物。寒武纪末，是大陆上升和海水后退的时期，在新英格兰、加拿大东海岸和欧洲有局部的造山运动，这个时代以惊人的火山活动标志着它的结局。寒武纪气候的直接证据不多，但从广布的碳酸岩沉积物和化石记录的性质却说明气候甚热，寒武纪海洋里充满了无脊椎动物群支持这种说法。大部分海洋无脊椎动物门类在寒武纪都有化石代表，唯独没有脊椎动物。由于缺乏陆生和淡水的动、植物，想必是当时陆地上没有生物。

虽然寒武纪的生物不同于今天的生物，但还不能说它是初生的动物，而是从简单地海绵动物到复杂的节肢动物。后者包括现代蟹、虾和小龙虾的绝

种亲属三叶虫。它们都具有我们今天看见的昆虫那样的节肢和体节。这些食腐肉的底栖动物其身長一般从 2.5 厘米到 10 厘米，但大个的 *Paradoxides harlani* 竟长达 45 厘米。三叶虫占整个寒武纪动物群的 60%，其中的某些种是细分寒武系特别有效的标准化石。腕足动物的丰富程度居第二位。这类小双壳动物借肉茎附着在海底上，其壳体的数量占寒武纪化石的 10%到 20%。还有古杯类，这是与海绵动物有明显关系的一种奇怪动物。它在下寒武统的岩石里形成礁体，特别丰富。此外，还有海绵、蠕虫、腹足类、头足类、原生动物和原始棘皮动物，如海林禽。寒武纪的植物以生长在海底上的钙质兰—绿藻礁为代表。

最著名和最重要的寒武纪化石是美国古生物学家瓦尔寇提一九一〇年在加拿大西部 B.C.省瓦普塔 (Wapta) 山中寒武统的一层称作布尔吉斯页岩 (Burgess Shale) 的黑色页岩中发现的化石，即使最小的标本也保存得相当精致，这批化石包括海绵、水母、节肢动物和环节蠕虫。这类动物因为不具硬体，同时在像寒武纪那样老的岩石中又特别稀少，很少作为化石被发现。古生物学家对于具有极大价值的早期软体类化石的重要发现，提供了前寒武纪肯定存在生物类型的重要线索。

寒武纪的岩石中经济资源相对比较贫乏，建筑石料（主要是大理岩和板岩）已在新英格兰和英国；铜在田纳西和扎伊尔；铁在宾夕法尼亚、法国、大不列颠、西班牙和西德；铅在德国；重晶石在南密苏里和弗吉尼亚等地开采。

寒武纪

1. 六亿年前时海洋充满了无脊椎动物。原始海绵状生物，包括易碎的玻璃海绵和钳形腕足类 (A) 分布广泛。叫作始海百合的柱形棘皮动物 (B) 用其长的触手捕捉食物。寒武纪的蜗牛和多节蠕虫 (C) 在泥中留下印痕。

2. 跟马蹄蟹一样的早期节肢动物三叶虫是这个纪时占统治的生物类型。这些海底的食腐肉动物 (A) 其大小可以从 2.5 厘米到 45 厘米。极像现生种的一种水母漂越过洋底上密集的海草丛。

Camptonite 闪煌岩 火成岩煌斑岩类的一个变种，主要由拉长石以及钠质普通角闪石，辉石和橄榄石组成。

Canadian Shield 加拿大地盾 见 Craton [克拉通] 条。

Cannel Coal 烛煤 由非常小的颗粒构成的一种烟煤（软煤），主要是由被分解成细粒的植物质、花粉、藻类以及孢子等组成。由于烛煤容易点燃，而且火苗高，呈黄色，先前烛煤也叫作 Candle Coal。凡是有煤的地方，都有烛煤存在。

Canyon 峡谷 一种蔚为壮观，非常深邃、狭窄、两壁陡立的河槽或河谷，一般都切入基岩中。谷壁可以垂直高出河底数百、数千英尺。美国西部有许多景色秀丽的峡谷，它们都是在第三纪和第四纪期间，由于构造隆起和气候变化而被河流（尤其是科罗拉多河及其支流）切割出来的。

Capacity (of Stream) 河流的泥沙输送量 河流能够输送的一定粒度固体碎屑物质的总量。最初仅指“河床推移质” (Bed load) 而言，现在也用来指悬浮物质 (Suspended load discharge)。把一定数量的碎屑物质输送出去的能力，是随着坡度变陡、水量加大和河槽变窄而增长的。这些因素影响到水流速度，河底糙度，而水流速度和河底糙度又影响到涡流，进而复影响到河流泥沙输送量。决定河流泥沙输送量的另一因素是被输送物质

粒度的均一性。假若混进粗粒推移质中的细泥沙增多，那末不但被输送的物质总量增多，粗粒推移质也会增多。但如果比原有的推移质颗粒粗的物质多起来，河流的泥沙输送量就要减少了。

颗粒的搭配对于湍流以至输送能力也都会发生重大影响。大量的颗粒物质会引起旋涡，旋涡与旋涡又在相牵掣。不过，如果粗粒物质间距离远，又都会造成湍流，推送细粒泥沙下移。因此，河流泥沙输送量的测定，乃是各种互有关系的变叛的复杂的反应式。但可以断言，河流的最大输送量，即便有，也是很难达到的。

Cap Rock 岩帽，岩盖 覆盖在盐丘的盐柱上面坚硬的不透水的覆盖物。主要由石膏和硬石膏构成，其中还有些方解石和含量不固定的硫。在美国墨西哥湾沿岸地区某些盐丘上的岩盖中含有大量的硫，硫是由于盐丘的岩盐和硬石膏暴露在地面而形成的。那些在上面的岩盐被溶解掉了，但硬石膏没有溶解；它保留下来作为盐柱的保护帽。在某些岩盖上，硬石膏以后就转化为石膏、石灰石和硫。

岩帽

这种自然形成物中下部的软基岩比它上面硬的物质容易被风化，这是犹他州阿什国家纪念物，这种处于惊险的平衡状态的形态是由这种风化作用形成的。

实验室的实验表明，岩盖中的硫是通过细菌将硫酸盐还原而形成的。在有石油的地方，这些细菌把硬石膏中的一些硫酸盐转化为硫化氢。以后硫化氢被氧化（或许是与更多的硬石膏进行反应）成为硫。

那些巨大岩盖中的硫主要是在地下 450—750 米处形成的，是由 Frasch 过程萃取出来的。墨西哥湾沿岸某些盐丘上比较多孔和容易渗透的岩盖中或许也有石油。

Carbonado 黑金刚石 见 Bort [次金刚石] 条。Carbonate 碳酸盐碳酸盐是含碳酸根 CO_3^{2-} 的化合物。有三种重要的等构造的碳酸盐矿物族，方解石，文石和白云石族。除了这几族矿物以外，唯一的重要碳酸盐是铜的碱式碳酸盐，蓝铜矿和孔雀石。

Carbon Dating 碳年代测定 参见 Radiometric Dating [放射性年代测定] 条。

Carbon Dioxide 二氧化碳 由一个碳原子和两个氧原子构成的一种无色气体，分子量为 44.00995。它是干燥空气中含量最多的四种气体中最重的一种。

二氧化碳在海洋和大气之间不断进行交换。海洋中含有地球上二氧化碳的 99% 以上。大气层中的二氧化碳每年有一半稍多一些溶解于海洋之中，比此数少一些的二氧化碳又从海洋回到大气中，其差额由天然燃烧和人为燃烧所补充。在工业革命已经开始的 1860 年，空气中二氧化碳的浓度约为 290ppm，在 1970 年，二氧化碳的浓度约为 320ppm。矿物燃料燃烧后所产生的二氧化碳，约有一半滞留在大气层中。从 1970 年，二氧化碳的浓度每年以 1% 的速度增加。

二氧化碳使大气层具有温室效应。据认为，根据世界燃料消耗的增长速度估计，到公元 2000 年，地球气候将变暖，温度增高约 0.5°C 。一般来说，这样的估计仅仅是从地球一大气层辐射平衡的角度考虑到初步的效应，还没有考虑到大气层对二氧化碳的增加所可能产生的调整作用以及大气层与海洋

之间二氧化碳的交换量的增加所产生的后果。因此，二氧化碳的增加对世界温度的影响尚需进行更深入的考虑。

在距离空气污染源远的地方，二氧化碳表现出季节性的变化。这是由于在生长季节，植物吸收二氧化碳增多，二氧化碳被用于光合作用中，制造碳水化合物。

Carboniferous Period 石炭纪 包括密西西比纪（早石炭世）和宾夕法尼亚纪（晚石炭世），以及相当这部分地史时期形成的岩石在欧洲建立的时间单位。该术语是康尼比尔和菲利浦 1822 年描述不列颠群岛的含煤岩石提出来的。

Carbonization 碳化作用 化石化的一种类型，也叫蒸馏作用。当有机物在地下或在水下，缓慢地发生分解，氧、氮、氢也被蒸馏而失去的过程。当有机体中的液体、气体完全离去后，只有很薄的碳膜留下来，在某种程度上就好象原来的植物和动物的复制品。这种方式的保存可以保存生物的非常精细部分，如昆虫的翅膀、叶脉、甚至个别的细胞壁。植物、笔石、昆虫和鱼一般都是以这种形式变成化石。煤也是碳化的方式形成。当大量植物被压缩，受到热、压力和周围物质的吸附作用时，有机质的挥发成分便逸出，碳化植物的遗留物质就是煤。

Carnotite 钒钾铀矿 铀和钾的钒酸矿物。在美国科罗拉多高原地区，这种铀矿石特别丰富。它属于次生矿物，一般认为是地表水对原有的铀矿和钒矿发挥作用后而生成的。呈鲜黄色，所以是一种很浓的颜料，只须少许便能把岩石染黄。

Cassiterite 锡石 锡石是一种氧化锡的矿物，是锡的唯一的矿石矿物。锡石在花岗岩和伟晶岩中有广泛分布，但量很少，只有少数几个地方花岗岩，伟晶岩中的锡石才有足够品位作为矿床开采，其中著名的有玻利维亚和英格兰的柯瓦尔的高温热液脉含有工业价值的锡石矿。当今世界上绝大多数的锡都是从砂矿的锡石中提取的。那是经过无数年的风化作用，使锡石从母岩中分离出来，并在砂矿中富集。这种锡砂矿最大生产国是马来亚、苏联、泰国和中国。现在玻利维亚是唯一的从脉状矿床中开采大量锡石的国家。见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Casts and Molds 阳模和阴模 虽然不能把阳模和阴模和阴模

1. 阴模的形成：当（a）一个化石被埋在沉积物中时，（b）化石分解，留下了它的外形的记录，叫作阴模，（c）沉积物最终覆盖了阴模。

2. 阳模的形成：当（a）一个化石在两个沉积层间分解的时候，（b）阴模被第三种物质充填，（c）沉积物的上覆岩层风化了，露出了化石的阳模。模看作是实际上的有机物的遗留物，但是史前时期动物和植物的印模却被人们认为是化石。所谓阳模和阴模这种保存类型，没有原始有机物质遗留下来，也没有任何有机物的置换者。然而有机物的痕迹或压印提供了动植物性质的相应证据。阴模是有机物或有机物的一部分（骨、壳、牙齿等）在周围物质中的压印。如果一个动物的壳在其周的沉积物未硬化成岩以前压入沉积物，它就可能留下一个壳的外部压印，被称为阴模。当一个动物的壳被沉积物充填，然后壳的本身又被溶化或风化而消失时，就形成了内阴模，它留在了固结了的沉积物中而反映出动物的内部结构。内部阴模有时被称为石核或核。

阳模是有机残留物的正像复制品，是根据阴模而做出来的。当把某一种

物质，如矿物或人造物质充填到由有机物的坚硬部分溶化形成的阴模时，就得到阳模的造形。如果天然阴模被充填而依然嵌埋在围岩中时，也形成阳模。由于阳模和阴模的形成，使得一定数量的化石被保存下来，这是蛤、蜗牛化石的特征，因为这类动物的壳很易分解。

Cataclasite 碎裂岩 一种由早先存在的固体岩石经变形而产生的变质岩，但没有形成新矿物。形变包括脆性岩石的压碎或震裂，而原生岩石的矿物成分和结构仍可辨认。碎裂岩在两个固体岩体之间发生运动（断层）的地方形成。它们在地球内的较浅的深处形成，那里岩石脆，足以被震裂，并且温度很低以致不能产生化学反应形成新矿物。随着形变增强，碎裂岩过渡为糜棱岩。碎裂岩也可以由陨石冲击形成。参见 LunarGeology [月球地质学] 条。

Cataclastic Metamorphism 碎裂变质作用 脆性岩石经过压挤、碾磨而粉碎、还原的过程。参见 Kinefic Metamorphism [动力变质] 条。

Cataclysm 激变 大约在 40 亿年前，月球因陨星撞击的增强而迅速缩小，这就是激变。

Catastrophism 灾变论 一种假说，认为在连续的岩层中出现的化石上的差异是因为一次自然灾变导致古老生物灭绝，而其上的年轻岩石中跟着创造出新的生物。这种假说支持地球是年轻的观点以及用狂暴和超自然的灾变，如洪水的说法，来解释地质和生物进化变化的一种短创世期的观点。灾变论的主要支持人是法国著名生物学和古生物学家 B.G. 居维叶（1769—1832 年），他主张反对生物的进化，把多数动物的灭绝和地形形状统统归之于圣经的诺亚洪水造成的。这次洪水和其他灾变事件之后创造出一批专门生物取代那些被毁坏掉的动植物。地球这种颤抖性灾变是全球性的，而且不会像地震、火山爆发、飓风、洪水和海啸这样的局部性自然灾害相混淆。

居维叶在十八世纪的科学界中的声望大大延长这种过时教义存在的时间。灾变论后来被均变说理论取代。均变说认为现在在改造着地球和地球上生物的自然过程在整个地质时期都一直较为均匀和持续地起作用。

Cat's Eye 猫眼石 猫眼石是一种绿色的金绿宝石的变种，是一种价值极高的宝石。

Cave and Cavern 洞穴和大洞穴 大到足以容人匍匐进出的岩石孔洞（cavity）。有的学者认为孔洞的凹进处必须从入口可通至光线无法射进的地方、内里的横断面必须大于入口，这才算洞穴。大洞穴就是比洞穴大的孔洞。有的凹入处，入口的横断面最大，顶部伸在底部上空，这称为崖洞（rock shelter）。

人类从远古起，便对洞穴十分注意。原始居民利用洞穴遮身蔽雨。嗣后，人们又开发洞内的鸟粪和药材。考察和研究洞穴的科学称为洞穴学（speleology）。

洞穴有多种成因。波浪和海流可以沿着海岸线在海蚀崖中掏洞。隧道般的大洞穴，是融冰水流在冰川底部的冰中开辟的。熔岩流的顶部、底部和两侧，如果硬结成壳，中心部分的水排空后，就能形成几公里长、许多米宽的隧道形洞穴。粗粒岩屑坡的岩块间和冰川中沉积的大碎块间，会出现“熊窟”洞（“bear—den” cave）。层状沉积岩中，则易形成崖洞。其中的风化作用可把耐蚀力弱的部分蚀去，剩下坚硬部分，形成洞顶和顶底。

至于大洞穴，最大和最著名的多半见于石灰岩、大理岩和白云岩中。石

灰岩虽然并非最容易溶解于纯水，但若水中溶有二氧化碳，就比较易于溶解。水中的二氧化碳，一部分来自大气，大部分来自含有朽烂腐殖质的土壤。结构均匀的石灰岩不透水，但大部分都有裂缝和垂直的层面节理。含有溶解二氧化碳的壤中水，通过这些隙缝运动，隙缝总有一天要扩而大之，形成管道和峒室。过去人们认为，这些空洞都是和地表水流相似的水流造成的，位置高于地下水面。现在大多数学者则认为，洞穴的成因来自含二氧化碳的融雪水，位置一般都比地下水位低。当地下水位受地表河流下切的影响而下降，或海平面也下降时，地下洞穴才会高出地下水位。一旦洞穴充满空气，钟乳石和其他次生地形形态即应运而生。但甚至洞穴形成以后，水流仍会通过溶解和磨蚀使之继续扩大。

许多洞穴都有次生沉积。自洞顶下垂的是钟乳石，自洞底向上矗立的是石笋。钟乳石和石笋上下相连时，形成石柱。另外还有石幔和石帷幕，点缀着洞壁和洞顶。这些次生地形，有的是使人悚然的苍白，有的是悦目的灰，黄和褐色。这些地形连同洞中的河流、湖泊、瀑布以及蝙蝠、盲鱼和其他生物，使许多宏伟的洞穴成为幽奇、瑰丽的胜景。

人们对洞穴的年龄知之甚少。当然，洞穴总比所处的最年轻的岩层年轻，也比洞中最古老的沉积物古老。河水含碳酸钙的量显示着石灰岩的溶解速度，从此又可推知洞穴形成的速度是很快的。钟乳石和石笋的形成，所需年数出入甚大，所以对于测定洞穴的年代，没有多大用处。充其量不过只能说明洞穴最少已有若干年而已。更新世哺乳动物的骨骼和复杂的洞穴沉积层，可以表明某些洞穴的古老程度。利用附近地区地质史资料，对比洞穴内连续发生的地质事件，利用碳-¹⁴测定法查找年代测定资料，也都可帮助阐明洞穴的年代问题。

深邃洞穴的气温，往往高于或低于周围地区的常年平均温度。在晚近的地质年代中，气候曾经历过多次变化。许多洞穴都可提供这种变化的证据。

方解石是碳酸钙在低温条件下溶解后形成的；霏石是碳酸钙在高温条件下溶解后形成的。美国西部的某些洞穴中，有的钟乳石和石笋由霏石构成，外面却包着方解石，而且还在增厚。人们认为这是洞穴内生成霏石时的温度比今天高的证据。

美国国家洞穴协会登记的美国洞穴，达 11000 多个。新墨西哥州的卡尔斯巴德洞穴 (Carlsbad Caverns)^①和肯塔基州的猛犸洞^② (Mammoth Cave) (两者都位于国家公园内)，可能是最著名的。

卡尔斯巴德洞穴中有世界已知最大的地下石厅，其中的大房间 (Big Room) 长约 400 米，宽约 200 米，高约 90 米。其中有一个名叫大穹丘 (Great Dom) 的石笋，高达 19 米。主洞穴已经探明的长度约 37 公里，只有长 5 公里的一段向公众开放。洞穴总长迄今尚未查明。入夏，便有几百万只蝙蝠栖居其中。肯塔基猛犸洞的主洞和进洞通道的长度，5 层合计达 240 公里。奥地利、法国阿尔卑斯山区，比利牛斯山区，苏联高加索地区，英国英格兰、匈牙利、南斯拉夫、西班牙和中国，都发现了洞穴。的确，只要有石灰岩，总

^① 卡尔斯巴德洞穴位于美国新墨西哥州东南部，1923 年辟为国家保护区，1930 年设为国家公园，即称为卡尔斯巴德洞穴国家公园 (Carlsbad Cavern, National Park)。

^② 猛犸洞，或音译为马默斯洞。位于肯塔基州中西部，1941 年辟为国家公园，即称为猛犸洞国家公园 (Mammoth Cave National Park)。

会把露头显示在外。法国格勒诺布尔附近的古夫尔贝惹洞 (Gouffre Berger Cave)，向地下伸进至少有 1.1 公里，是迄今为止人类已经进入的最深的洞穴。

Cavitation 空蚀 (气蚀) 流速极高时始能发生的一种河流侵蚀。当河道狭窄、流速增高时，压力必须减低，以便稳定的总能量得以维持。如果压力降低到水压变成气压，水中就会出现气泡。当河流重新变宽、流速降低时，水压升高，气泡会随即破碎。气泡破碎在水中形成冲击波。冲击波扑向槽帮，发生冲蚀或造成许多小坑凹。空蚀多出现于管道和水渠中，河流空蚀很罕见。

Celestite 天青石 天青石是硫酸锶，是元素锶的主要来源，通常以小粒状分布在石灰岩和砂岩之中，或以晶体形式在上述岩的空洞中排成行。天青石常常有完好的斜方晶系的晶形。与重晶石 (硫酸钡) 有很相似的物理性质，用肉眼几乎不可能区别这两种矿物，可用火焰来区别，天青石火焰是红色，重晶石是绿色。参见 Mineral properties [矿物性质] 条。

Cenozoic Era 新生代 最新近的一个地质代，约始于 7000 万年前的白垩纪之末。“新生”这个词译为“现代的生物”，与这个代的期间内演化出来的许多现代动、植物种有关。新生代分成两个十分不相称的地质时间间隔；相当长的第三纪和十分接近现代的第四纪。第四纪约开始于二百万年前。新生代因为当第三纪和第四纪时热血动物空前的进化和繁盛也称为“哺乳动物时代。”

新生代的海洋无脊椎动物与它们的白垩纪的先驱类似，不过外观上明显地更现代化。有孔虫大量存在，而且是第三纪的标准化石，这对于石油地质学家来说是特别有价值的。珊瑚、苔藓虫、棘皮动物 (特别是海胆) 以及节肢动物也都很丰富。早古生代海洋中占统治地位的腕足动物现在变得数量大大减少。软体动物成了新生代海洋中占统治地位的无脊椎动物，但整个中生代时期十分普遍的菊石却被空前大量的瓣鳃类和腹足类所取代，其中许多属种类类似今天的蛤、牡蛎和蜗牛。由于第三纪期间有鱼类、两栖类、爬行类、鸟类，特别是有哺乳动物化石标本中以脊椎动物为特点。鱼类非常丰富，有许多硬骨鱼和大量鲨鱼。有的鲨鱼竟长达 18—25 米，仅牙就有 15 厘米长。两栖动物以蝶螈、蟾蜍和蛙为代表。中生代的爬行动物业已退化，其代表种类蛇、蜥蜴、鳄鱼和龟和今天数量差不多，鸟类和今天很相似，由于其身体脆弱，很少找到它们的化石。最有意思的是第三纪的所谓“巨鸟”，一种象鸵鸟似的不会飞的动物，如 3 米高和蛋有 30 多厘米长恐鸟 (Dinornis) 和 Diatryma。

哺乳动物得到大发展。古新世的哺乳动物既原始又小，而且和现生种不同。始马 (Hyracotherium, 也称 Eohippus) 是最早的马，出现于始新世。始新世的类型还包括最早的啮齿类、骆驼类、犀类和食肉哺乳动物的先驱——古食肉类。渐新世的哺乳动物获得更为近代的外形，包括狗、猫、骆驼、马、披毛犀、猪、兔、松鼠以及非洲的小象。始新世和渐新世时还存在着跟今天活着的任何哺乳动物都不一样的哺乳动物，一种大披毛犀状的四足兽——尤因他兽 (Uintatheres)，它立着肩高达 2 米。另一组早期新生代的大型哺乳动物——雷兽 (Titanotheres) 首次出现于始新世，当时大概像羊一般大小，中新世时才长到雷兽的尺寸。最大的陆生哺乳动物——王雷兽

新生代

本部分地史包括距今最新的 7000 万年，由第三纪和第四纪两个纪组成，称为哺乳动物时代。

图示这两个纪的每一个世，年代顺序下早上晚。左栏代表性的景观表示每个世的气候，右栏为代表性的动物。古新世时，世界上大部分地区覆盖着热带树状蕨类、棕榈和最早的显花植物的密林。巨大的恐龙已经灭绝，只残存为数甚少的爬行动物；哺乳动物中的有袋类和一些早期食肉的哺乳动物—古食肉类。

始新世的湿热气候持续了 2000 多万年，大部分地球表面覆盖着半热带的密林，冠齿兽这类的喉叫动物甚多，奇数脚趾的奇蹄类以最早的马—始祖马为代表。渐新世始于 4000 万年前，结束于 2500 万年前，这时山脉隆起，气候变冷。大的森林让位给开阔的草原，这时以大有蹄类雷兽占优势。到 2500 万年前的中新世，草原继续覆盖着大部分地球，喉叫动物，如称作三棱象的一种早期象继续扩大分布范围。

第三纪的最后一个世——上新世约结束于 11000 万年前。上新世时，变冷的趋势达到极点。上新世末，夏季形成冷而短的风，刮过草原，上新马（现代马的直系祖先和上筒角鼠（长角的老鼠）繁盛。更新世大冰期开始于 200 万年前，其间有四期冰盖和冰川覆盖大地。哺乳动物朝向个体大的趋势发展，大型似犰狳类的洞齿兽和大型的陆生树懒从南向北扩展。巨大的披毛犀的粗厚毛外套使它们能够适应北极的气候。和它们同期的早期人，却在其山洞的墙壁上绘画着披毛犀的形像。更新世结束于 1 万年前，进入全新世或现代。

（Brontotherium）的化石已在北美找到，体大如象，肩高 2.4 米，有一个巨大的角状物从头盖骨上突起并且顶端分叉。中新世哺乳动物发生了更大的变化而且数量多，这或许因为中新世时牧草在平原和大草原扩展起了作用。马、骆驼、鹿、猪、犀牛和其他熟悉的现代哺乳动物出现于北美。更新世也有一种奇怪的哺乳动物，如称作俾路支兽（Baluchitherium）的巨大无角犀类，它是一种所有各时期中最大的陆生哺乳动物，体长 9 米，肩高 5.5 米。俾路支兽类最早出现于渐新世，中新世灭绝。这些巨大的四足兽应当说只限于亚洲有，因为在别处尚未发现它们的化石标本。从渐新世到中新世还有一类重要的动物是巨猪类（Entolodons）或巨猪（Swine），其中的一种肩高达 1.8 米。上新世的哺乳动物较之早第三纪各世的要进化些，大的陆生树懒，如南美上新世和更新世常见的 Mylodon 可以高达 4.5 米，一吨多重。现存的雕齿兽（Glyptodonts）就是犰狳类的远亲。

新生代的沉积物大都埋藏甚浅，形态变化不大，而且大部分由海、陆相的厚沉积物组成。北美海相沉积物多限于沿大西洋、墨西哥湾区以及沿太平洋海湾的窄带内分布。非海相沉积物出现于大平原区和美国西部。火山岩分布于北美西部和西北部。欧洲、南美、非洲、亚洲、和澳洲也有非海相和海相的新生代岩石。

Centrosphere（或 Barysphere）地心圈（或重圈） 地球内部的中心部分。它位于岩石圈或地壳的下面，由上下两部分组成，上部称为地幔，下部称为地核。对它的准确特征还看法不一，但是认为它的比重约为 13，温度大约为 4000°C。还认为部分地核是液体，铁是地核的主要成分，地幔主要由富含铁和镁的硅酸盐组成。

Cephalopod 头足动物 头足动物属软体动物门头足纲，包括鱿鱼类、章鱼类和珍珠鹦鹅螺。这类动物的英文名称是来自希腊语的“头”和“足”

两个词，表示的是由头上长出很多足的动物。巨大的八臂章鱼和庞大的深海鱿鱼早就有了许多怪诞的传说。深海鱿鱼是无脊椎动物中最大的。栖居在大西洋中纽芬兰附近海域的鱿鱼，有的全身长达 15 米，重达 30 吨左右。在它的蛇一般的臂上长着吸盘。鱿鱼和章鱼都是“喷气推进”。它们将水吸入腔洞，然后用被称为漏斗的结构将水排出，由排出的水的反作用力推动动物运动。

人们较容易发现的头足类动物化石有两种：菊石和箭石。这两种动物灭绝于白垩纪末。在中生代，菊石在当时的浅海中数量很丰富。它们的钙质壳很容易保存下来。头足类动物是三迭纪、侏罗纪和白垩纪沉积岩的指示化石。大多数今天还存在的头足类动物，例如鱿鱼和乌贼，在它们身体的内部有一个壳；然而，象菊石和鹦鹉螺这样一些重要的化石生物，则是外面有一层硬壳，整个身体隐藏在其中。作为化石而常见的头足动物的外壳有直的锥形的圆锥状，另外还有稀疏圈状的壳或公羊角状的螺旋壳。

Cerargyrite 角银矿 角银矿是氯化银矿物，它是其他银矿物的蚀变产物。地表有角银矿出现就指示出地下有原生银矿。在澳大利亚新南威尔士的布罗肯山，通过发现一块形状不规则的角银矿“团块”，导致发现一个大铅锌银矿。角银矿含有 75%以上的银，有的地方角银矿形成有价值的银矿。角银矿很软，和角质相似，所以称为角银矿。还有一种溴银矿，溴化银，它与角银矿性质相似。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Cerussite 白铅矿 白铅矿是一种碳酸铅矿物，分布极广。存在于覆盖原生铅矿的氧化带中，是方铅矿蚀变后形成的。它常常和其他次生矿物，例如，硫酸铅矿，砷酸氯铅矿，菱锌矿和褶皱铁矿等共生。白铅矿是斜方晶系，并且常常找到晶体，假六方的双晶和网状群体，结晶很好的白铅矿在许多地方找到过，但是，最好的晶体是来自阿扎尼亚朱米布，澳大利亚新南威尔士的布罗肯山。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

C-Horizon C 层 见 Horizons, A-, B-and C- [A 层, B 层和 C 层] 条。

Chabazite 菱沸石 菱沸石是沸石类矿物中的一种，和其他沸石在玄武岩的空洞中出现，根据它的菱面体的外形可以和共生的矿物区别。

Chalcanthite 胆矾 胆矾是一种含水的硫酸铜矿物，和人工的硫酸铜一样。它是罕见的次生矿物，只是在干旱的地区才出现，在那里，它是由那些原生铜的硫化物氧化而形成的。在智利的茶魁卡马塔，它是一种重要的矿石矿物。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Chalcedony 玉髓 玉髓是一种隐晶质的石英，含有纤维状构造，通常分布在，或填充在岩石的空洞中，玉髓是指那些棕色到灰色半透明，有蜡状光泽的变种，其他变种是，红色的赤玉髓，棕色的肉红玉髓，绿色的绿玉髓，绿中带红色斑点的叫鸡血石。玛瑙和缟玛瑙是呈层状的玉髓。自古以来，大多数有色的玉髓变种是有价值的半贵重宝石

Chalcocite 辉铜矿 一种硫化铜矿物。是很重要的铜矿石。主要作为次生矿形成于富含原生硫化铜矿床的下面。辉铜矿呈铅灰色，露头处色泽近乎黑色。因为能勉强切片，可借此同其他类似矿物区别开来。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Chalcopyrite 黄铜矿 黄铜矿是一种铜铁的硫化物矿物，是最重要、分布最广泛的铜矿物之一。它形成于多种地质条件。在火成岩、伟晶岩墙，接触变质矿床和结晶片岩中都有存在。就经济价值而言，较为重要的产状是

热液脉中与其他硫化物共生。在斑岩铜矿中，黄铜矿有同等重要的意义，它在其中是主要原生矿物。

黄铜矿有一种黄铜般的黄色，以至和一个更为丰富的矿物——黄铁矿，共享“愚人金”这一名称。

用小刀刻划可以区别这三个矿物，金是有延展性的（即，小刀可划动），黄铜矿是脆的，而黄铁矿用小刀划不动。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Chalk 白垩（来自拉丁语 Calx，意思是石灰） 一种软的细粒土状石灰岩，颜色为白到灰色。白垩大都由生物成因的方解石组成。其中含有细小植物和动物的残体，尤以古代浅海栖居的有孔虫和颗石藻（微体藻类介壳）为多。碳酸钙（通常作为方解石出现）可这种岩石总体积的 99%。白垩沉积是白垩纪时期的典型岩石，在英国、法国和北美洲有广泛的分布。

Challenger Expedition 挑战者号考察 挑战者号考察是由 H. M. S. 挑战者号从 1872 到 1876 年期间航海所进行的。挑战者号是由英国海军装备起来用于研究世界大洋的一条船。挑战者号考察被认为开创了海洋科学。在海洋科学中，挑战者号是第一个长期以收集科学资料为唯一目的的一条船。首席科学家查尔斯 W. 汤普森 (Charles W. Thompson) 是一个化学家，他是领导三人科学家小组的负责人。在三年半时间中航行了 125000 公里以上并取得了大量资料返回英国，在随后的 20 年中发表了 50 卷的挑战者号报告。它的报告的主要贡献是鉴定了约 5000 个新的生物种、对海水进行了详细的化学分析以及发现了锰结核。

Chandler Wobble 钱德勒摆动 地球绕其自转轴的摆动。参见 Nutation [章动] 。

Chatoyancy 猫眼性 猫眼性是某些矿物在反射光时产生一个光的亮带，犹如猫的眼睛一样的这种性质。

在有些矿物中，由于有平行排列的长条状包裹体或者是由于紧密平行排列的纤维产生的这种丝绢状现象。一块从这种矿物切成的圆顶宝石散射反射光，就产生光泽带，它穿过宝石，与纤维和包裹体的长方向成直角。猫眼性在猫眼石（一种金绿柱石的宝石级变种）、虎睛石（被石英交代的纤维状钠闪石）中表现的非常明显。

Chert 燧石 一种压实了的特别硬的硅质沉积岩，它由石英矿物组成，但石英的结晶构造很细，以致在普通显微镜下不能看出。燧石呈条带状（条带状燧石）或呈不规则块状（燧石结核）。燧石具有锯齿状到贝壳状的断口。典型的颜色是黑色、白色或灰色。许多燧石的成因现在还不清楚。有些燧石，例如放射虫燧石，是生物成因的。另一些燧石则被认为是胶体二氧化硅的原生沉积，或者先前存在的岩石经硅质交代形成的。

Chézy Equation 谢才公式^① 安东尼·德·谢才 (Antoine de Chézy) 于 1769 年提出的计算河流流速的基本公式。和曼宁公式同样被广泛应用。谢才公式把河流的流速同它的坡降、深度联系起来。 $V=C(RS)^{1/2}$ ，其中 V 为河流的平均流速，R 为水力半径（深度），S 为坡降。字母 C 代表给每条河流确定的常数，数值的大小取决于重力，摩擦力和河流的糙率。一旦把 C 确定下来，就可利用这个公式为任何深度和坡度计算水流速度。

Chinook 钦诺克风 美国落基山地区对该山脉东坡的焚风的称呼。焚风是一种干热风，是翻越过山脉后的强风在背风坡下沉时形成的。钦诺克风

一名原来是因这种风从钦诺克印第安人的居地刮来的而得名。

Chlorite 绿泥石 绿泥石是统称为绿泥石族矿物的几个矿物的代表。它们是类似云母的假六方结构的层状硅酸盐，特征的颜色是绿色，但是，含锰的绿泥石是橙红到棕色，含铬的可以是紫色的。绿泥石是低级变质岩中的普通矿物，在火成岩中是铁镁矿物，如辉石，角闪石，黑云母和石榴石蚀变的产物，某些片岩几乎全部由绿泥石组成，很多火成岩之所以是绿色，也是由于有绿泥石存在的缘故。

绿泥石本质上是镁质硅酸盐，斜绿泥石是这族矿物中最普通的成员。所有的绿泥石都是由于镁被铁代替，铝被硅代替的量变化引起的。除了绿色以外，绿泥石有特征的云母状解理，但解理片没有弹性。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Chondrite 球粒陨石 一种含球粒的石陨石，它与无球粒陨石相反，无球粒陨石也是石陨石但不含球粒。球粒是小的、圆的球体，主要由橄榄石和顽火辉石组成，这些小球夹在主要由橄榄石、紫苏辉石、斜长石和镍-铁组成的岩石中。在所有陨石中，球粒陨石是最多的一种。

Chromate 铬酸盐 是含 CrO_4^{2-} 根离子的矿物。在矿物分类中，铬酸盐通常是和硫酸盐放在一起。铬酸盐中最常见的是铬酸铅。

Chromite 铬铁矿 铬铁矿是尖晶石族中的铁、铬氧化物，是铬的唯一矿石矿物。纯的铬铁矿还没有找到过，因为，某些镁总是代替铁，并且一些三价铁离子和铝又代替铬。铬铁石在橄榄岩以及由它变来的蛇纹岩中是一个普遍的副矿物。在这些岩石中铬铁矿形成大的不规则块体，成为铬矿。有巨大的层状铬铁矿床，如南非（阿扎尼亚）的布什维尔德的岩浆杂岩体。人们设想它是岩浆分异的结果。苏联，阿扎尼亚，土耳其和菲律宾对铬铁矿有大规模的开采。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Chrysoberyl 金绿宝石 金绿宝石是一种罕见的铍、铝氧化物矿物，存在于花岗岩和伟晶岩中，也在云母片岩中发现过。它是几种含铍矿物中的一种，但是远不及绿柱石丰富。金绿宝石一般是黄绿色，呈板状并为假六方双晶，有时切成宝石，但是，比较贵重的宝石是猫眼石和变石（日光下绿色，人工照明下红色）。参见 Mineral Properties [矿物性质]，Twin Crystal [双晶] 条。

Chrysocolla 硅孔雀石 硅孔雀石是一种无定形态的铜硅酸盐，就严格意义来说，它不是矿物，因为它不是结晶质的。它的化学成份变化很大。可作为提炼铜的矿石。存在于铜矿的氧化带中。以其贝壳状断口和蓝绿色为特征。在智利茶魁卡马塔，品位很富，是一个小铜矿。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Chrysotile 纤蛇纹石（温石棉） 纤蛇纹石是蛇纹石的纤维状变种，它是工业开采的石棉矿物中最重要的一种。

Cinder Cone 火山渣锥 主要由从火山口喷出的未固结的火山尘、火山灰、火山砾、火山块、火山弹构成的锥形火山。通常是玄武岩质，但也可能是流纹岩质的。火山渣锥的高度通常在 300 米以下，斜坡很陡，基本上为稳定角。顶端为碗形或漏斗形盆地，称之为火口或火山口，深可达 100 米。虽然在火山锥斜坡上经常有物质向下崩滚，但是其体积与火山锥松散物质的总体积相比，是很小的。如果火山口是长条形，而不是圆形，那么就会形成火山渣山脉。火山渣锥主要分布于美国的新墨西哥、亚利桑那（主要是在弗

拉格斯塔夫附近)、俄勒冈、爱达荷、加利福尼亚、以及夏威夷、意大利和南极大陆。帕里库廷火山是一个巨大的火山渣锥,1943 年在距墨西哥城约 350 公里处的一块玉米田里冒出直到 1952 年一直在喷发。

Cinders 火山渣 见 Pyroclastic Material [火山碎屑物质] 条。

Cinnabar 辰砂 (珠砂) 辰砂,即硫化汞,它是汞的唯一重要的矿石矿物。依据朱红色和比重高 (8.10) 一般是可以辨认它的。因为辰砂有很强的着色能力,一块岩石只含有少量的辰砂就可以染成红色。中国人在知道它是含汞的以前很久,就将它作为颜料。辰砂形成于表生矿床中,常常是浸染在岩石中,或呈细脉充填在新近的火山岩中。有些地方在温泉找到过辰砂。最有名的开采辰砂的矿床是西班牙的阿玛丹,从古代到今天,开采一直连续进行,其他重要的地区是南斯拉夫的伊德利亚,秘鲁的环卡维利卡以及中国的湖南。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条,附录 4。

Cirque 冰斗 形似半个碗的半圆形凹地。这种地形是由与雪堤或冰川作用有关系的那些过程在山地斜坡上形成的。在任何有冰川作用的山脉中,都会有冰斗形成。冰斗分布于高山顶峰附近和高纬度地区海面以下,这些高纬度地区冰斗是由于冰后期海平面的上升,而被淹没在海面之下。冰斗后部的壁一般是陡峻的,高一百至几百米。在冰斗底部的岩石盆地中常常有一湖泊。在山地的阴坡,而北半球则在山地的北坡,由于冰雪受阳光照射较少,因而冰斗的规模较大,数量较多。在冰川谷的源头通常有一个或几个冰斗;但是,在冰川谷的其他地段也有冰斗存在。冰斗的形成是由于冻结作用,物质的坡移,冰川磨蚀和刨蚀,以及还存在着一些使雪堤或冰川切入山坡的过程。据认为,冰斗的底部的高度接近冰斗形成时的雪线高度。因此,它们具有气候意义,并可用来估计从冰斗形成以来雪线上升的高度。

Clastic 碎屑的 描述由破碎的岩石碎片(碎屑)或由生成地点搬运来的生物遗体构成的岩石时所用的术语。砾岩、砂岩和角砾岩是典型的碎屑岩。具有碎屑结构的火成岩叫作火成碎屑岩。有些生物化学沉积岩(例如由破碎的贝壳组成的贝壳灰岩)也描写为碎屑的。

Clay 粘土 一种软的有滑感的土状沉积岩,它由比尘粒还细的矿物碎屑组成。这些颗粒是由二氧化硅、三氧化二铝和其它元素组成的粘土矿物。粘土中也可以出现石英、方解石以及其他矿物的细小颗粒。粘土几乎可以呈任何一种颜色。潮湿的时候,它有土的气味。湿的粘土通常具有可塑性,但在干的时候便成为坚硬的固体。粘土被用于制造砖、瓦、陶瓷、下水管道以及其他产品。高岭土(或者瓷土)是一种特殊的白色粘土,可用来制造瓷器。它含有高岭石和其他粘土矿物的颗粒。班脱岩是另外一种粘土,由风化的火山灰组成。班脱岩含有蒙脱石矿物,看上去滑润呈肥皂状。新鲜的班脱石是白色、淡绿色或淡蓝色的;晒干的或风化的样品则呈棕黄色、棕色、黄色或带红的颜色。湿的时候,班脱岩吸水膨胀,于是呈冻胶状外貌。它能吸附石油和植物油中无用的带色物质,因而称之为漂白粘土。班脱岩和其他粘土的另一种重要用途是用于石油和天然气的旋转法钻探中;泥浆泵入充填钻孔把岩屑带到地表、冷却钻具、附着和保护钻孔井壁。

Cleavage 解理 岩石沿着一组未必平行于原始层理的平面裂开的能力或趋势。解理是原有岩石受变形或变质作用而产生的一种次生叶理,并造成密集的平行破裂或别的一些平行构造和结构。地质学家已识别出许多形式的解理并作了分类。

根据形成机制，它与岩石固有的内部结构，构造特征的关系及与褶曲或层理之类特征的关系，可以对解理进行分类。

板解理 (Slaty Cleavage)，是能使板岩裂成一些大薄片的特性。片理则与岩石中的片状、透镜状及柱状矿物颗粒发生重结晶而形成的平行的板块排列有关。片理这个术语代表了一些岩石 (片岩) 中的解理，这些岩石中的单个矿物不用放大镜就可看见。板解理和片理两者都是在使脆性岩石发生变形又不致破裂的压力、温度条件下岩石发生流动的结果。在岩石流动期间，矿物颗粒转动为面状排列，或者它们沿着平行于流动方向的平面发生重结晶。

破解理 (Fracture Cleavage) 是发育在岩石中的一组密集的破裂面 (其间隔从几毫米至几厘米)，它与岩石中矿物的定向与否没有关系。这种解理是原岩遭受到使它发生剪切的力而产生的，也就是说，是在当各段岩石相互滑动时产生的。

在破解理中解理面之间的各个薄片间并未发生位移。

剪切解理 (Shear Cleavage) 也是岩石的一种剪切构造，它引起破解理面之间的薄片发生可见的位移。它的样子近似破解理但增加了沿解理面的运动。

滑解理 (Slip Cleavage)，也叫应变解理 (Strain-slip Cleavage) 或细褶皱解理 (Crenulation Cleavage)。它们发育在具有波长不到一英寸的褶皱的片岩中。变形作用之强足以把褶皱的较短的翼拉长并驱使片状矿物平行于由被拉长的翼所组成的平面重新排列。这些平面是软弱带，沿此发育了滑解理。

顺层解理 (Bedding Cleavage) 类似于板解理，但它平行于原岩层理或层状构造。顺层解理的成因可在前面提到的控制各种解理形成的因素之中去找。依具体地区而别，顺层解理可能是变形作用、重结晶作用的结果，也可能因受上复巨厚岩层的压缩而成。

地质学家们透彻地研究了劈理的各种类型及它们与构造轮廓的几何关系。现今关于这些关系的认识已足以将解理特征用来作为复原地壳变形复杂历史的工具。

Cleavage, Mineral 矿物解理 见 Mineral Cleavage [矿物解理] 条

Cleavelandite 叶钠长石 叶钠长石是钠长石的一种片状的变种，常常是出现在伟晶岩中。

Cliff 悬崖 在基岩或风化层中切割出的陡坡或陡面。悬崖主要是由断层、火山活动、波浪和近岸海流冲蚀，流水和冰川作用形成的。由断层造成的悬崖很普通。长几百公里，某些地方宽达 3 公里，加利福尼亚内华达山脉东侧的长几百公里，某些地高达 3000 米的陡面是一个断层崖。由于物质的坡移、流水和冰川作用该断层崖已受到改造。高耸的悬崖常常围绕着破火山口。在夏威夷群岛冒纳罗亚火山和基拉韦亚山顶附近破火山口周围差不多是垂直的悬崖，高达 100 米以上。那些从俄勒冈州火口湖中隆起的悬崖高达约 600 米，而在水下还有 100 多米。

住在海边的人对海蚀崖很熟悉，拿破仑被囚的南大西洋圣赫勒拿岛上的悬崖高达 600 米。英吉利海峡沿岸的白垩崖，在有些地方超过 100 米，从罗马时代以来就已经驰名。冰蚀谷的谷壁无论露出在陆上部分，还是被海水淹没部分 (峡湾)，都十分陡峭，甚至直立。在加利福尼亚州约塞米提谷和瑞

士劳特布鲁内谷中的悬崖高达 100 米以上，饮誉全世界。在挪威，阿拉斯加和新西兰的峡湾中的悬崖同样著名。与高山冰川作用形成的角峰，冰斗和薄刀岭有共生关系的悬崖，或许是地球上最使人叹为观止的地形。

大峡谷和宰恩（Zion）峡谷中壮观的悬崖是由流水的侵蚀活动和物质坡移共同造成的。

Climate' 气候 笼统地说，是指长期的天气现象；比较严格地说，是指在一个特定地区的特定时间阶段内的统计的平均。这个特定的时间阶段通常为几十年。温度、降水、云量和其它气候要素具有很大的变率，其变化的幅度通常作为表述一个地方的气候的一部分内容。虽然气候要素存在着可变性，但因为制约气候的一些主要因素是相对稳定的，在气象要素出现了较大的偏离正常值后，几乎必然地要回到平均值或“正常值”。历史情况表明，地球的气候在经过数十年、数百年和数千年后，是会发生变化的。而在千百万年这样漫长的时间尺度内，地球气候的变化是非常大的。气候变化最突出的例子可能就是冰期和间冰期的变化。

气候 (Climate) 这一词来自希腊的 Klima-词，该词为倾角的意思。由此可以看出一个重要问题，就是希腊人强调纬度在决定地球气候的温度要素所起的作用。地球上之所以存在各种气候类型，是由于制约气候的主要因素（包括太阳辐射、地球的自转、大气的组成成分、以及诸如陆地、水体、山脉和地面覆盖物等地球表面的形态）都是相对有规律的和稳定的。尽管人类活动产生的二氧化碳、热量、水蒸汽和固体微粒进入大气层中被认为是气候变化的可能原因，但人类活动对气候的影响还是很小的，从效果来看，似乎只是局部性的，至多也是地区性的。

气候

地球上的四种主要气候带：极地气候、温带气候、热带气候、高原气候。

Clouds 云 云是大气层底部可以看得见的一种物质形态。云可能是由细小的水滴、也可能是由细小的冰粒、或者是由二者混合形成的（当云与地球表面相接触时，就被称之为雾）。当水蒸汽凝聚在大气层中细小的尘土、海盐或烟的微粒上时，就形成了构成云的水滴。这些微粒就被称为凝结核。

如果温度高于冰点，云就完全由水滴组成。如果温度低于冰点，那么云就是由冰粒（水或水蒸汽凝聚在被称为冰核的细小微粒上而形成的）和液体水混合而成。在比正常冰点低得多的温度条件下，细小的水滴仍能保持液态，这样的水被称为过冷水。在大气层中温度低到 -35°C ，在实验室里温度低到 -40°C 还观察到有过冷的水滴存在。在温度非常低的情况下，云几乎完全是由冰晶组成。由水滴组成的云要比由冰晶组成的云具有更清晰的轮廓和比较稳定的形态，冰晶组成的云显得稀薄。

由于空气中通常总是存在着凝结核，因此，云的形成主要是取决于水蒸汽的冷却。在任何温度条件下，空气中所能容纳的水蒸汽都是有一定限度的。

云

1. a) .空气的水平运动形成层状云。b) 空气的垂直运动形成堆积状云。

2. 云可以根据高度和形状分类。通常在 9000 米或更高处形成的卷云常常被吹成一缕缕的羽毛状，称为“马尾云”。高积云约在 3000 米高，呈蓬松的片状或层状。雨层云，是真正形成降雨的云，它的高度从近地面到 2000 米左右。人们熟悉的雷暴云砧，是厚厚而高耸的积雨云。这种云的底部可能几乎碰到地面，而强烈的上升气流使这种云的顶部能达到 23000 米。

如果达到这个限度，空气就被称为饱和空气。如果水体的蒸发使空气中水蒸汽的量继续增加，或者气温降低，都会使空气中的水蒸汽过剩，这样水蒸汽便凝结成液态。雾通常是由于水蒸汽从水体源源不断的蒸发使空气中的水蒸汽过剩而形成。云通常是由于温度的降低使水蒸汽凝结而成。

空气处于完全饱和状态时的温度称为露点。温度如果低于露点，水蒸汽就凝结并形成构成云的小水滴。在大多数情况下，空气的上升运动能使气温一直下降达到露点。上升空气温度的下降是由于随着高度的增加、气压的降低，空气的体积膨胀，空气的分子更加分散，不能象原先那样频频相撞，气温也就降低了。这种由于体积变化而导致气温的降低，称之为绝热冷却。

如果上升的空气向水平方向扩散，那么所形成的云将是层状的。如果空气迅速地垂直向上运动，那么所形成的云具有明显的垂直的、或者是堆积的特征，云涛起伏，如雷暴云就是。现在所通用的云的分类，是 1803 年英国自然科学家卢克·霍华德（Luke Howard）最先提出来的。他的分类是根据这两种基本云形——层状云和堆积云，再结合高度——高、中、低而得出来的。最高的云是卷云和卷层云。这两种云总是由冰晶组成的，并且呈现出羽毛状或簇状。太阳或月亮周围的晕就是完全由冰晶组成的冰晶云或卷层云。另一种很高的云是卷积云，呈现为一朵朵云块，可能是由水滴和冰晶混合组成。

属于中等高度的云有高层云，它几乎总是由水和冰混合组成，但有时也可能完全是由冰晶组成。高积云通常是由水组成的。低云包括积云、雨层云和层积云，它们通常是由液态水组成的，但也可能是由水和冰混合组成的。高高耸起的积雨云，也叫着雷暴云砧，它的上部常常象一个“铁砧”或一团“羽毛”伸展着，这种云含有水滴、冰晶以及大的水滴、雪花、粒雪和雹。

构成云的微粒是非常小的，它的大小约为一个普通雨滴的百万分之一。构成云的小滴与雨滴相比，就好象绿豆粒与篮球相比一样。人们曾经认为，雨滴只是由构成云的小滴通过水蒸汽的不断凝聚变得越来越大而形成的。云的小滴，直径约从 0.002 到 0.1 毫米。在从开始凝结到 0.04 毫米这一阶段，小滴成长很迅速，然后，凝结作用的速度就变得非常缓慢了。由于只有大于 0.2 毫米的水滴才能避免蒸发而迅速地落到地上成为雨，因此，对于解释小的水滴如何能很容易地就变成足够大的水滴并作为雨落下来，用连续凝结作用来说明就不合适了。

现在人们认为，雨是由原先在云中形成的雪融化而成。由过冷的小水滴、水蒸汽和冰晶组成的一团混合物，是不稳定的，水滴不断的消失，冰晶则迅速成长。这是由于在同一温度条件下，水滴的蒸发要比冰的升华作用快。随着水滴的蒸发，所产生的蒸汽就凝聚到冰晶上，结果，云中的水就不断从液态转变为冰。当冰晶变得足够大时，或者以雪的形式，或者在经过下层的较暖空气时，就化为雨而落到地面。这个由冰晶成雨的理论是由阿尔弗雷德·魏格纳（Alfred Wegener）于 1911 年提出的，1943 年由托尔·贝格伦（Tor Bergeron）给以充分地阐述，并由芬德森（W. Findeisen）进一步发展。把人造冰晶撒入云层中，可以导致水从液态向冰的连续转化。在 1946 年，文森特·谢弗（Vincent J. Schaefer）通过把六磅压碎的“干冰”（固体二氧化碳）撒入到过冷的高积云中，证明这种方法是成功的。这一实验很快就导致进一步的研究。人们把各种物质的微粒撒入云中，尝试进行人工降雨、防止冰雹和雷电的实验。

然而，雨除了从由冰水混合构成的云中降下来的外，也还有从温度高于

冰点的由液态水构成的云中降下来的。因此，冰晶的理论并不能解释所有降水。在温度高于冰点的所谓暖云中，云中的小水滴在开始阶段是靠凝结作用生长起来的，但是，向下降落的水滴的进一步变大则是由于它在下降过程中与较小的水滴相会合。一个在向下降落的水滴，不仅可以通过碰撞而俘获较小的水滴，而且还由于它在通过云层迅速降落的过程中形成了局部真空，吸获了另外的水滴。当有许多大小不同的水体存在时，由于碰撞作用的结果，雨滴成长的速度就非常快。如果云层深厚以及空气的对流运动很强烈，碰撞作用发生的可能性就极大。参见 Condensation [凝结作用]。

Coal 煤 由植物的残体部分分解、自然界本身形成的一种极易燃烧的岩石。它常与沉积岩共生，成层状，大都是由非海生的碳化的植物物质组成。煤是在潮湿的类似沼泽地的环境中大量的植物残留物堆积，经过几个阶段而形成的。在煤化的过程中，当水和

1. 华盛顿州 2. 俄勒冈州 3. 加利福尼亚州 4. 蒙大拿州 5. 爱达荷州 6. 内华达州 7. 怀俄明州 8. 犹他州 9. 亚利桑那州 10. 新墨西哥州 11. 科罗拉多州 12. 北达科他州 13. 南达科他州 14. 内布拉斯加州 15. 堪萨斯州 16. 俄克拉何马州 17. 得克萨斯州 18. 明尼苏达州 19. 衣阿华州 20. 密苏里州 21. 阿肯色州 22. 路易斯安那州 23. 密西西比州 24. 亚拉巴马州 25. 田纳西州 26. 肯塔基州 27. 印第安纳州 28. 伊利诺斯州 29. 威斯康星州 30. 密执安州 31. 俄亥俄州 32. 缅因州 33. 佛蒙特州 34. 新罕布什尔州 35. 马塞诸塞州 36. 罗德艾兰州 37. 康涅狄格州 38. 纽约州 39. 宾夕法尼亚州 40. 新泽西州 41. 特拉华州 42. 马里兰州 43. 弗吉尼亚州 44. 北卡罗来纳州 45. 南卡罗来纳州 46. 乔治亚州 47. 佛罗里达州

煤

1. 世界上煤蕴藏量大约有一半，即约 4 万亿吨分布在北美洲。美国东部和中部的大多数煤层都是在宾夕法尼亚纪（即石炭纪）的沼泽中形成的。

2. 煤形成的各个阶段是：

(1) 腐烂的沼泽地植被由于细菌的作用转变为泥碳；(2) 泥碳渐渐埋入地下而形成褐煤；(3) 压力进一步加大就变成烟煤；(4) 在高温高压下，形成无烟煤。

一些容易挥发的碳氢化合物从沉积物中减少时，碳含量的百分比就相应增加。不同种类的煤（取决于所含的成分即“固定”碳的百分比）很明显是与它被埋藏的深度，及周围的温度与压力大小有关。高级的煤较之低级煤要更为致密，水分和挥发性气体含量要小，而燃烧时热量要大。

泥煤（由部分腐烂了的植物构成的一种褐色的、多孔的、海绵状的煤）是煤形成的第一阶段。当泥煤被沉积物覆盖时，就可能渐渐地转变为褐煤，这是一种黑褐色的低级煤。漫长的时间和埋藏于深处所产生的持续不断的压力使褐煤慢慢地转变为烟煤（软煤）。烟煤呈深褐色和近黑色，破碎时其断裂面很粗糙，燃烧时多烟。烟煤通常在粘土底层上形成厚薄不等的煤层，粘土底层是由土壤层变化形成，成煤的植物显然曾经生长于这层土壤之上。有些煤层底层粘土就是耐火粘土（fireclay）。无烟煤（亦称硬煤）非常坚硬，呈黑色，不易点燃，燃烧时火苗呈蓝色，几乎无烟。无烟煤的固定碳含量在 92%—95% 之间。它是烟煤被埋藏在深处后，在地壳发生运动诸如褶皱运动期间受到变质作用而形成。煤除了可作为矿物燃料之外，还是炼钢中使用的焦炭的重要来源。焦炭在鼓风炉中燃烧，碳就夺取铁矿石中的氧。

在美国东部、欧洲、英国、比利时、德国以及苏联南部煤通常蕴藏在密

西西比纪（即下石炭纪）和宾夕法尼纪（即石炭纪）的岩层中。白垩纪的煤蕴藏在洛矶山脉和太平原的某些地区。

Coastal Plain 沿海平原 一种地势向着海洋缓缓倾斜的低平原。它是海底上升的结果，一般是由地壳的各种向上运动形成的。向海洋倾斜的海相沉积通常构成沿海平原的基础。沿海平原在向陆地方向是与形成年代较老的被侵蚀较厉害的地面为界。一个沿海平原的海岸线在上升时期朝海洋方向移动，因而岩石随着离海岸愈近而愈年轻。如果上升运动是近期发生的，那末就在陆地上的靠近海岸地带有上升的海蚀崖、海蚀洞和海滩。如果发生的上升运动是古老的，侵蚀就会把这些地貌特征毁灭掉。在美国从新泽西洲到得克萨斯州以及向南进入墨西哥的大西洋和墨西哥湾沿岸，有一块连绵不断的沿海平原。它在有些地方宽达 300 公里，大多数地方海拔高度不到 150 米，差不多占美国全部领土的 10%。

Cobaltite 辉砷钴矿 辉砷钴矿是一种钴的砷硫化物矿物，通常含有一定量的镍。辉砷钴矿常常有和黄铁矿相似的晶体，但是它是银白色的有别于黄铁矿。在变质岩中和在矿脉中与其他钴镍矿物共生。在安大略的古波特，瑞典的图纳别尔格有辉砷钴矿。见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Coccolithophores (或 Coccoliths) 颗石藻 非常细小的能进行光合作用的生物，属浮游生物，只生存于低纬度的暖水中。每个个体的直径只有几微米。死后分解形成几片碳酸钙，沉积在洋底形成钙质软泥。颗石藻也是古代沉积形成的白垩的重要构成成分。

Coelacanth 空棘鱼 泥盆纪期间非常丰富的一种总鳍鱼类。从前人们认为空棘鱼早在白垩纪末，即 7000 万年前就已绝灭了。但是在 1938 年，一条大约 1.5 米长的空棘鱼被一个在非洲东南沿海地带旅行的人所捕获，此后又有几个其它类型的空棘鱼被捕获。所捕获的这些都属于矛尾鱼类。这些至今仍生存着的空棘鱼为研究这一类动物的化石以及脊椎动物的历史提供了很有价值的补充资料。

Coelenterate 腔肠动物 腔肠动物属腔肠动物门，又被称为“空体动物”，包括诸如水母、海葵和珊瑚等。所有腔肠动物都是水生动物，大多数种属生存于海水中。活着的腔肠动物的特点是具有囊腔、明显的嘴和长有带刺细胞的触手。某些类型，如水母有一个伞形的身体，是简单的随波逐流移动的生物。另外一些，如群体珊瑚，一个群体是由许多个体组成。

大多数动物学家和古生物学家认为有三个腔肠动物纲：（1）水螅纲（Hydrozoa），包括象螅体这样小的动物；（2）水田纲，包括钵水母；（3）珊瑚虫纲，包括珊瑚和海葵。由于脆弱并缺乏坚硬部分，所以水螅和钵水母通常不能作为化石而被保存下来。但是极个别的水母种属可以通过碳化作用或作为阳模和阴模在细粒沉积岩中被保存下来。

珊瑚虫纲的石质珊瑚在地质上是非常重要的，它的珊瑚单体的杯状钙质外壳是作为珊瑚动物或者珊瑚虫藏身之所。外壳通常被辐射状隔板分开，被称为中隔。珊瑚虫生活在珊瑚单体顶部中心碗状凹坑的盂中。有些珊瑚，如孤独珊瑚，每个珊瑚虫建立单独的珊瑚单体。珊瑚根据形状分为角珊瑚、杯珊瑚以及纽扣珊瑚。群体珊瑚或复合珊瑚是由珊瑚单体复合而成的大规模石质珊瑚。

在热带海域，珊瑚虫生长并相互叠加，最后形成大型珊瑚礁体，被称之为

为礁。例如澳大利亚东北海岸的大堡礁和佛罗里达暗礁南端的珊瑚礁。珊瑚礁由于具有多孔和渗透结构，某些深埋在地下的珊瑚礁可能会含有许多石油。

珊瑚化石是说明过去地质时代气候的证据。现代珊瑚严格地生存在热带和亚热带的温暖海域中，似乎在过去也是如此。因此，可以认为，含有珊瑚化石的岩石总是沉积在温暖的海域中。既然如此，珊瑚礁在北极圈新西伯利亚岛的存在说明，那里的气候至少在志留纪时期是属于热带或亚热带的。珊瑚遗体从奥陶纪到现在的岩石中均有发现。珊瑚在古生代特别丰富，为古生代提供众多的指示化石。

Coke 焦炭 将煤炭化而得到的一种可燃的固体物质，用作燃料。

Col 山口 分水岭上的低的部位，通常是由于山岳冰川作用的结果。山口是分水岭两侧两个冰斗的溯源侵蚀最后相遇而形成的。阿尔卑斯山中的圣伯纳德、圣戈索德和其他著名隘口都是山口。

Colemanite 硬硼钙石 硬硼钙石是一种含水的钙硼酸盐，用作硼砂的一种来源。通常产于第三纪的湖相沉积中，它与硼钠钙石和硼砂互层，可能是由于这些矿物蚀变而来的。硬硼钙石是一种无色到白色的，有极完全解理的矿物。在加利福尼亚和内华达州以及在阿根廷都发现许多矿体。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Collapse Depression 熔岩坍塌凹坑 在玄武岩质的熔岩流中的熔岩隧道的顶部局部塌陷形成的凹坑或凹地，有圆形、长条形或不规则形状，长有几米到几百米，深通常 3 至 9 米。某些凹坑是干的，没有被其它东西充填，有的是小水塘，还有的凹坑里面充填有沉积物以及长有植物。坍塌可以发生在熔岩流凝固以后很久，或者也可以发生在还存在着液体熔岩的时候。熔岩隧道顶部坍塌产生的有棱角的岩块则覆盖在凹陷坑的底部。在月球的熔岩流上也发现有坍塌凹坑。

Collophane 胶磷矿 胶磷矿是隐品质的磷灰石，是磷质岩石的主要组成部分。

Colluvium 崩积物 来自风化层和基岩中的物质，只是在重力作用下进行移动并依靠着谷壁堆积的松散物质。崩积层会断落、滑动、滚动或流动，既可以缓慢地，也会迅速地移动。它的成分取决于源地的岩石。崩积物没有层理，一般不成形态，由来自它上面谷壁的带棱角的和准棱角的石块组成，这些石块的体积彼此差别很大。因而会把它与冰碛物混为一谈。崩积物所有物质坡移运动形成的堆积，如岩堆、泥流、土流和塌沙等形成的堆积物都属于崩积物。崩积物可以把产生它的源地岩石完全镶盖和遮掩起来。在泛滥平原的边缘地带，崩积物可能与冲积层重叠在一起。

Columbite 铌铁矿（钶铁矿） 铌铁矿是一种铁、锰、铌的氧化物矿物，纯的铌铁矿是很罕见的，因含有部分代替铌的钽构成一个铌—钽系列，随着含钽的增加，逐渐变成钽端成员——钽铁矿。这种矿物是同时作为铌、钽的矿产资源开采的。比重 5.2—7.9，随钽的含量增加而增加。这一系列矿物产于花岗岩和有关的伟晶岩中，与其他含量稀少的矿物，如锡石、钨锰铁矿和细晶石共生。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Columnar Jointing (或 Columnar Basalt, Polygonal Columns) 柱状节理（或柱状玄武岩） 是一些几何形状规则的长柱，其横剖面为六角形或五角形。这些长柱各以节理为边界，柱面的数目从三条至八条不等，

但以六条为最常见。柱长从几厘米至一百多米，直径从几厘米至几米。在熔岩流、熔岩湖及岩脉、岩床和其他侵入的火成岩体中能见到它们。绝大多数柱状节理见之于玄武岩中，但也见于黑曜岩及其他火成岩与熔结凝灰岩中。在岩体中柱状节理长轴延伸方向垂直于岩体冷却表面。所以它们通常垂直于岩流和岩床的顶面、底面，垂直于岩墙的侧壁。柱状节理是火成岩在摄氏几百度固结以后继续冷却到空气温度并发生收缩作用的条件下发生的。当淤泥干涸，失水而收缩时，也会形成类似的柱状节理。

加利福尼亚的德弗尔斯波斯特派尔保存了壮观的玄武岩柱。怀俄明州德弗尔斯堡的柱状节理长达百米左右，直径达 2.5 米以上。类似的玄武岩柱在哥伦比亚河和斯内克河玄武岩中也普遍可见。北爱尔兰巨人台阶（Giant's Causeway）、芬格尔斯岩洞、斯塔弗岛、内布里底群岛、苏格兰诸地的柱状节理都是世界知名的。

compaction 压实作用 细粒沉积物厚度或体积的缩小。压实作用是因被上复年轻沉积物的不断堆积而造成的沉积物内部孔隙减小而发生。如果均一性质的沉积物堆积在一个平坦表面上，则它们在各处都压实至同等程度。如果沉积物堆积在一个不平坦的表面上，那末低的部位得到的沉积物将比高的部位多。当更新的沉积物在这老沉积物上盖满时，它们将开始获得原始表面的形态，这是由于低凹区上的沉积物发生比较强烈的压实作用而造成的。由此而造成的沉积物构造之产生乃是差异性压实作用的直接结果。

Compensation Depth 补偿深度 海洋中的一定深度，在这个深度上，光合作用所产生的有机物质的量和由于氧化作用造成的有机物质的分解相平衡。补偿深度随着海水的透明度、太阳光的入射角和其它因素而变化，但是一般来说，它的深度大致在 100 米左右。

这个术语的第二个意思是表示这样的—个深度：在这个深度以上，碳酸钙是稳定的，在这个深度以下，碳酸钙则溶解。这一深度在 3500 米左右，是由于低温和高压相结合造成的结果。

Competency (of Stream) 河流挟沙能力 河流能够搬运的最大粒径的推移质，就代表着河流挟沙能力的大小。河流的挟沙能力不仅因地而不同，还因时而有所差异。主要取决于流速。河流挟沙能力可以下式表示： $C = V^{-6}$ 。C 为挟沙能力，V 为流速。河流之所以能在洪水期间搬运粒径大得多的物质，原因是洪水流量大，速度也快。

Compression 挤压作用 导致一个物体的长度或体积减小的一对相向的力。每单位面积上测到的这种力称为压应力。产生这种压应力的力垂直作用于一个平面上，沿此平面物质的组分被推挤到一起。地表的许多构造，如褶皱和逆掩断层都是地球内挤压力的直接结果。

大多数岩石在受破坏前有很强的抗挤压能力。这种特性使多数岩石合乎建筑的要求。例如从魁北克 St. Ludger de Milot 采来的 Venus de Milo 花岗岩那样的建筑石料在被压碎之前可抵抗住每平方厘米 2300 公斤的压力。

Concoidal Fracture 贝壳状断口 贝壳状断口是在脆性矿物和玻璃中找到的一种光滑的，曲面型的断口，这种断口很像一个贝壳的内表面。石英的断口就是一个很好的例子。

Concordant 整合侵入 描述地壳岩石与注入其中的火成岩体之间构造关系的一个术语。如果它们的接触面平行于老岩石的面状构造的话，那末

可以说这种构造关系是整合的。岩床是整合岩体，它平行于它所侵入的岩石的层面。其他岩浆成因的整合侵入构造有岩盖、岩盆、岩脊（或岩鞍）。

Concretion 结核 一种硬的岩石块体，典型情况下呈圆形式瘤状，其化学与物理性质和它们周围的岩石不同。它具有某些沉积岩的特征，常常呈同心状构造，表明成层依次沉积而成。结核由从溶液中沉淀出来的物质构成，常常围绕着一个象化石或砂粒一类的核心发育。在正常情况下结核的外部是光滑的，而其形态与大小有很大的变化。由向内生长的晶体排列成的空洞结核，被称为晶洞。这些有趣的矿物形成物最近已经作为装饰品而为人们所熟知。

Condensation 凝结作用 一种物质从气态变为液态或固态的作用。在气象学上，习惯上把凝结作用仅仅理解为从气态向液态的变化，就象露的形成过程那样。从水蒸汽直接变成冰的变化，如霜的形成过程，或者相反过程的变化，即从冰直接变成蒸汽，这种变化称为升华作用。

凝结作用和相反的变化过程——蒸发作用一样，是水分循环过程中的一个重要环节。凝结作用不仅能形成云和雾，还能形成被称为湿霾的一种现象。当空气中存在着细小的盐的微粒时，就会出现湿霾现象，因为这种微粒甚至在比较干燥的空气中也能促进凝结作用的进行。凝结作用本身并不能形成降水，但不包括毛毛细雨。降水的形成，还需要其它一些机制，才能使构成云的小滴成长为能降落到地面上的液态的大滴或固态的颗粒。

虽然通过蒸发作用可以把大量的水蒸汽输入到空气中，使水蒸汽达到饱和而引起凝结作用，但是，在大气层中，凝结作用主要是由于空气冷却的结果，使含有一定量水蒸汽的空气达到饱和状态而发生凝结作用（确切地说，并不是空气饱和，而是空气中的水蒸汽饱和。但是，“饱和”空气和“不饱和”空气这两个术语使用得也很普遍），因为一种气体的饱和蒸汽压仅仅随温度而变化，因此蒸汽气压的每一个值都有一个相应的被称为露点的温度，在这个温度时，饱和现象就一定会出现。当空气温度与露点一致时，相对湿度为 100%。然而，在大气层中，凝结作用并不是一定要相对湿度恰好达到 100%时才会出现。因为饱和蒸汽压是根据纯水或纯冰的平静的表面测定的，但是这种情况在大气中并不总是存在的。冰面上的饱和蒸汽压要小于水面上的饱和蒸汽压，这对于降水的形成是一个极重要的物理现象。

通常，大气中的凝结作用需要有所谓凝结核的微小质点的存在，或者其它具有固体表面的液体的存在，以供水蒸汽在上面凝聚。在非常纯净的空气中，相对湿度要达到 90%才可能出现凝结作用。然而，事实上，相对湿度超过 102%的情况就很少能观测到。由此可以得出结论，证明在大气层中通常总是存在着凝结核的。最普通的天然凝结核据认为有尘埃、草原和森林火灾产生的烟粒以及海盐的微粒。造成空气污染的那些微粒也可能作为有效的凝结核，因为这些微粒常常象海盐一样具有吸湿性，也就是说，与水的分子具有一种亲和力。具有吸湿性的微粒是非常有效的凝结核，因为当水蒸汽凝聚在这种微粒上时，形成了饱和蒸汽压非常低的溶液。例如，当相对湿度约在 78%时，在大粒的食盐上就开始了凝结作用。因此，由海水中进入空气中的盐分被认为对于大气中水分的凝结起着重要作用。盐分是在海浪的浪花飞溅时被带入空气中，水分也是从浪花飞溅处蒸发的。

饱和蒸汽压与水滴的半径或曲率以及与水溶液的性质有关系。由于这个原因，非常小的微粒作为凝结核效果不如大的微粒。在半径为 10^{-7} cm 的一个

水滴周围，它的饱和蒸汽压是平坦水面的饱和蒸汽压的 3 倍，这两个例子是一种极端情况。要在如此小的水滴上出现凝结作用，就要使水蒸汽的浓度为正常的饱和蒸汽压的 3 倍。然而，对于一个由纯水构成的半径为 10^{-5}cm 的水滴来说，相对湿度约为 102% 时，才能出现凝结作用。

凝结作用

如果地面的温度和露点是已知的，那么，空气上升到多高才开始有云出现也就可以计算出来。上升空气降温的速率为每升高 100 米温度下降 1°C ，空气每上升 1000 米，露点下降 0.2°C 。

Cone-in-Cone Structure 迭锥构造 一个套一个的一套平行锥的总和，是由具有一定的薄层状特征的钙质沉积岩构成的。多数迭锥是由纤维状方解石组成，每个锥是由薄的泥质膜隔开。锥的侧面为螺旋状或有沟槽。锥的高度从 10 毫米到 10 厘米。迭锥构造的成因尚未全部弄清。但似乎是由于上复沉积物的重量的压力作用再加上矿化结晶作用的配合，沿着一系列交叉的锥形剪切带溶化的结果。

砾岩

距今 4.5 亿年前波良活动沉积下的一层白色石英卵石和细砾，它们构成了现在出露于纽约州的厂旺贡克山的砾岩。

Cone of Depression 下降漏斗 即水井正在抽水时，下降漏斗

当一水井地下水大量被抽取时，水面即出现漏斗状下降区。某一地区井水过多抽取会降低潜水面。

周围的潜水面所形成的漏斗状下降区。井中的水面因抽水而下降以后，周围的地下水向井中补充，这一区域的潜水面因而下降，它的最低点就在井内。一旦抽水停止，井周围的潜水面以及井水水位都会上升，下降漏斗也就慢慢填平了。

Cone Sheet 锥状岩席 若干席状岩脉中，每一个按相互间断的同心环排列，它们组合在一起构成了地壳中倒立的锥形构造。同心环倾向同心轴，并与水平面相交成 $30^{\circ} - 45^{\circ}$ 角。锥状岩席似乎大多是岩浆体注入地壳的脆性部分而形成。注入体的压力产生了上复地壳的胀性裂缝，岩浆从主岩浆体注入到这些裂缝中去。注入岩浆的固结就造成了锥状岩席。这种构造的特出实例已在苏格兰和怀俄明州发现。

Conglomerate 砾岩 一种碎屑沉积岩，由直径不小于 2 毫米的大致浑圆的岩石颗粒夹在砂或粉砂的细粒基质中构成。它类似于胶结了的卵石。虽然这些岩石碎块的粒度、形态和成分可能变化很大，但在典型情况下，它们在搬运过程中由于河流或波浪作用的磨蚀，都呈浑圆而光滑的形态。这种岩石也叫做圆砾岩，在英国尤为流行。

Connate Water 封存水 参见 Subsurface Water [地下水] 条。

Conodont 牙形石 一种小的琥珀色的有些像牙似的化石。据认为这是某种已绝灭的鱼的坚硬部分，可能是牙或软体组织，如鳃的内部支撑物。虽然地质学家甚至还不明白牙形石的来源，但是这些特有的化石在微体古生物学中具有明显的价值。牙形石最早出现于早奥陶纪，直到三迭纪前都很丰富，多数于二迭纪末绝灭。一些科学家认为，从三迭纪到白垩纪的岩层中的牙形石都是古生代的，是和中生代沉积物一起再沉积的。某些奥陶纪、泥盆纪和密西西比纪（下石炭纪）的牙形石对于显微古生物学工作是特别有用的指示

化石。

Conrad Discontinuity 康拉德间断面 地球最外层即地壳内部两个带之间的界面。目前只能根据地震波通过地球传播的性状来判断这个界面。在这个间断面上，向下传播的地震波的速度从每秒 6.1 公里增加到每秒 6.4—6.7 公里。这个间断面的深度是可变的，并且常常难以判定，因通过地壳的地震波速变化趋向于是渐变而不是突变。

顺向河

这种河流类型的流向取决于地面的坡向，因而叫顺向。褶皱地层中的较软的岩石形成的平行带即为支流的河道，此为后成河。

Consequent Stream 顺向河 流向受地面原有坡面控制的河流。可以表现为与山坡或路堑平行流动的多条小河。从更大范围说，它们会在抬升的沿海平原上，顺着向海的坡面徐缓下行。

Contact Metamorphism 接触变质作用 由于与从地壳深处上升的岩浆接触，在早先形成的（围岩）岩石中发生化学、矿物和物理变化。这些变化是由于来自岩浆的热量和含水液体引起的温度上升造成的，这些流体在变质过程中对十分重要的化学反应起催化剂作用。接触变质作用的温度范围可以在 300°C 到 800°C 之间变化，最大围压可与地球表面之下 10 公里深处的压力相当。由接触变质产生的岩石一般粒度很细，易脆（比如角岩）或者为粗粒状（比如大理岩和矽卡岩）。

岩石的接触变质作用限定在局部地区。据测量，变质作用所影响的围岩的范围从几十米至几公里。变质作用的广度受岩浆体大小、温度和成分控制。大侵入体或较高温侵入体，可使该作用延续时间较长，因此较深地渗透到围岩中。一定种类岩石的接触变质作用以及一定条件下可以形成值得矿物收藏者收藏的矿物或者甚至宝石级的矿物。例如，以它的纯度、深蓝色而著名的青金石（杂青金石），就被作为次级宝石来寻找。青金石、杂青金石主要产在阿富汗和伊朗，但在美国科罗拉多的意大利山也发现有它的细脉。这些地方的青金石、杂青金石正是产于接触变质的石灰岩中。

Continental Accretion 大陆增生 此术语用于一个被广泛接受的理论——在地质历史期间大陆不断增加它的表面积，但该理论并没有被普遍承认。大陆增生借以发生的机制，与地槽带的发育和破坏并随后形成稳定大陆壳（克拉通）的这一旋回有关。这种旋回的情况如下：一个海槽（或地槽）向随后形成的相对稳定化的大陆块发展，以及充填了来源于陆块的沉积物，或海洋生物的坚硬部分的堆积物，或来自大洋底火山活动的岩屑。充填了沉积物的海槽而后遭受到地壳作用力（板块构造），引起沉积物褶皱，部分熔融以及焊接成原始克拉通。由于这种旋回是反复的，在原先陆块的四周建造了一系列含有一个比一个更年轻的岩石地段，形成类似于树木生长年轮那样的图案。

大陆增生

大陆被认为是由几个较小的陆场面发育而成的。这里表示的是大约（a）26 亿年前，（b）16 亿年前，（c）12 亿年前，以及（d）今天估算的北美范围。

大陆通过增生作用的演化很好地显示在北美大陆上。北美最早的陆块，经年龄测定，要老于 25 亿年，而焊接在大陆上的地槽沉积物，其最年轻地段的年龄小于 6 亿年。估算已加到原始地壳上的物质量，是困难的。据认为，

大部分最早的地壳在第一个增生旋回期间已被改造。在整个地质时期，加到大陆上的那些地壳，也受到广泛地变形。一些科学家坚决主张，北美原始地壳不断地受到改造作用，因而大大地减小了它原先的面积。

Continental Borderland 大陆边缘地 大陆边缘地在地形和构造上是非常复杂的地区。地形的不规则是由于块状断裂和褶皱形成的。大陆边缘地的浅海盆地把沉积物截留并堆积下来，结果只有极少一部分沉积物到达陆基（Continental rise）。南加利福尼亚、珊瑚海、南中国海、印度洋西北部和委内瑞拉北部沿海就是典型的大陆边缘地。

Continental Crust 大陆性地壳 固体地球的最外层的厚厚的不连续部分。它构成了大陆性地块并具有类似于花岗岩的成分（花岗岩主要是由石英和长石构成的）。大陆性地壳又被称为硅铝壳，因为硅和铝在这里含量很高。虽然大陆性地壳被描述为具有花岗岩的组成成分，但是实际上，这里有着极为多种多样的化学元素和矿物，还有厚层沉积岩。这一层的代表性厚度为 20—30 公里。它的垂直厚度可以根据地震波的传播方式和传播速度来确定。大陆实际上是浮在密度较大的玄武岩地壳上的巨大的、不连续的花岗岩块。

Continental Drift 大陆漂移说 大陆漂移说认为大陆不是静止不动的地块，而是沿着地球表面进行运动着的地壳的一部分。在 1628 年，英国科学家培根（Francis Bacon）就注意到非洲西海岸和南美东岸在轮廓上的相似性。在 1880 年代末，奥地利地质学家爱德华·休斯（Eduard Suess）则提出，非洲、南美洲、澳大利亚和印度曾经是一个较大陆块的一部分，他把这个较大的古陆称为冈瓦纳古陆（Gondwanaland）。修斯的理论主要是根据南半球的各个大陆分布着有密切联系的地质建造。

在 1912 年，大陆漂移理论被德国气象学家魏格纳（Alfred Wegener）重新提出来。魏格纳的论据有些象休斯，他的理论是根据现在被辽阔的大洋分开的陆地岩石和地形上的相似形，以及根据化石的分布。象许多其它地质学家一样，魏格纳也看到，在各个大陆上的动物化石和植物化石表现出强烈的相似性。他认为，在彼此分离的大陆上存在着的许多相类似的动植物种，不可能是由于它们越过辽阔的海洋迁移的结果，因为动物要游过如此漫长的距离是根本不可能的。大多数科学家根据当时普遍承认的理论很快就对魏格纳提出异议，这个理论认为，动物的迁移的确是存在过，但不是通过游泳的方式迁移，而是通过陆桥迁移的，陆桥曾在地质历史上把各个大陆联起来，但后来沉没入海下。

魏格纳不同意陆桥说，他提出以下理由：陆桥也和大陆一样，应当是由比地球内部的物质密度要小的岩石构成的。如果巨大的陆块能沉入大洋之中，那么大洋下面地壳的密度应当和陆地的密度是一样的。但是在大洋中进行的重力测量表明，大洋下面地壳的密度要比陆地地壳的密度大。假如陆块被迫沉入到大洋下面的地壳中，那么它应当还会浮起来，因为它比大洋下面的地壳要轻。但是没有发现任何这种重新浮起的迹象。因此，魏格纳提出，北美和欧亚大陆曾经和“冈瓦纳”古陆联在一起，构成一个单一的大陆，他把这个大陆称为联合古陆（Pangea），他还认为，这个古陆大约在 22500 万年前，也就是中生代初开始解体。

魏格纳的漂移理论遭到群起而攻之。大多数科学家认为，巨大的陆块不可能沿着地球表面向横的方向运动。这个问题一直到 1950 年代才得到解决，

因为在这时，科学家们发现所有大洋盆地中的地壳离开新发现的中脊越远，它的年代越老。人们认为，这些中脊是地壳的薄弱地带，地球深处的熔化的岩石从这个薄弱带冒出来。这些熔融的物质被从地球的深处沿着狭长的裂缝挤出来的结果，把裂缝两侧的海底向两边推开，同时也使大陆之间的距离加宽了。这个新的理论由赫斯（Harry H·Hess）和迪茨（Robert S·Dietz）几乎同时提出来，被称为海底扩张说（Sea floor spreading），支持了魏格纳的大陆漂移说。今天，大陆处于运动之中是一个得到普遍承认的事实。对大陆究竟怎样彼此分离以及又是怎样沿着地球表面运动所进行的研究，导致地球科学的一个全新的分支的出现，这个新的分支学科被称为板块构造。

现在，大陆漂移已经成为一个被普遍接受的概念。人们正在把注意力放到对漂移过程出现以前的大陆进行复原。科学家们认为，所有大陆曾经联在一起，构成一个主要的陆块，被称为联合古陆。然而，还有一些科学家认为，曾经存在着两个主要陆块：劳亚古陆（Laurasia）和冈瓦纳古陆，劳亚古陆是由北美大陆和欧亚大陆组成的，冈瓦纳古陆是由非洲大陆、澳洲大陆、南极大陆、印度和南美洲大陆组成的，两个古陆之间由一个狭窄的海分开。两派学者在原始大陆的解体时间以及各个大陆漂移的路径上，看法是一致的。

持有一个原始陆块这一理论的学者们通常认为，最初解体大约发生在两亿年前，也就是三迭纪中期。在此之前，联合古陆由一个泛大洋（Panthalassa）所环绕，北非和欧亚大陆之间被一个小的水体所分开，这个小的水体被称为特提斯（Tethys）海。今天的太平洋和地中海是这些古水体的残余。北美的极地地区和欧洲的东部和北部相连。非洲的西北部与北美的东岸相接，非洲的西岸与南美洲的东岸相连。澳大利亚、印度和南极则与非洲南部相接。

随着巨大的东西向裂谷系统的发育，联合古陆开始解体，并有玄武岩岩浆喷出。裂谷系统与赤道相平行，但位于赤道稍北一点。这个裂谷系统揭开了大西洋和印度洋发展的序幕。该裂谷系统今天仍然存在着残迹，这就是沿北美东海岸的三迭纪红色砂岩盆地和玄武岩夹层。

大约在三迭纪末，西地中海和加勒比海开始形成。这时另一个巨大的裂谷系统把非洲、南美洲与南极大陆、印度和澳大利亚分开。在侏罗纪时期，北大西洋继续展宽，而这时非洲和欧亚大陆向彼此互相靠拢的方向漂移，特提斯海变窄。大约在侏罗纪末（大致在一亿三千万年前），另一个巨大的裂谷开始把南美洲和非洲分开，最先分开的是这两个大陆的南部地区，然后在今天的尼日利亚附近，形成了一个狭窄的海。在白垩纪时期，南美洲与非洲最后完全分离，北大西洋继续展宽，而南极大陆、印度和澳大利亚离开非洲一直向南漂移。据认为，大约在白垩纪末，印度脱离南极大陆开始了向北插入亚洲大陆下面的 5000 公里旅行。与此同时，那个把北美与非洲西北部分离的裂谷继续向北发展，形成了格陵兰的东缘。

印度离开南极大陆向北移动，大约在 4500 万年前，最终和亚洲大陆相撞，形成了喜马拉雅山脉。与此同时，澳大利亚脱离南极大陆，开始向东北方向漂移。在最近 4500 万年期间，各个大陆漂移到它们现在的位置上。根据对大洋盆地进行的地球物理研究，取得了大量有关板块在中生代和以后期间运动的资料。然而，近年来，从世界的陆地上取得的资料表明，在中生代以前，甚至在前寒武纪，都存在着板块运动。但是，早期各个大陆块的相对分布以及它们的形状现在还不太清楚，不象中生代以后的各个板块的位置和形

状能予以复原。参见 Convection Currents [对流]。再看插页图“古代联合古陆的瓦解”；插页图“漂移着的大陆”；以及插页图“地壳的移动的板块”。

大陆漂移

魏格纳的大陆漂移理论被海底扩张的证据所证实。地壳沿着洋脊（图中的粗实线）裂开，地幔中的物质沿着洋脊涌出。大多数大洋中的地震带（虚线）沿着洋脊分布，在洋脊裂谷带，地震最密集。

Continental Ice Sheet 大陆冰原 参见 Clacier [冰川] 条。

Continental Margin 陆缘 海岸线与大洋底部之间那部分海底环境，谓陆缘。它包括大陆架、大陆坡和陆基。所有这些部分在组成成分上都是硅铝性的或大陆性的。陆缘除了有海水覆盖以外，从它的所有其余特点来看，都是大陆的一部分。陆缘在地质上和地形上都表现出和它相邻的高出海面的陆地具有共同性。陆缘有着世界上最重要的经济资源。海洋中的大多数生物栖居在这一地区，具有商业意义的渔业活动也主要是仰赖于这一地带。近年来，世界上很大一部分石油是取自陆缘，而对其它矿物资源的开发近年也取得进展。

Continental Rise 陆基 陆缘的最外缘的部分谓陆基。这是一个沉积物堆积速度相当快的地区。由于从大陆坡、陆基到深海平原的坡度很和缓，因此，陆基从地形上是很难以识别出来。陆基的坡度平均为 $1:150$ ，但是最大坡度可达 $1:50$ ，最小坡度为 $1:800$ 。虽然陆基带地形的起伏通常和缓，相对高差不大，但是在陆基可能有海底峡谷穿过，以及孤立的海山可以形成局部的高起地形。陆基是由厚层细粒陆源沉积物构成，这些陆源沉积物是由浊流、重力滑动和底流带到大陆坡的前缘来的。陆基基本上是由许多海底冲积扇联接而成。

Continental Shelf 大陆架 坡度和缓的浅海带，它的范围从海岸线向外延伸到坡度发生急剧变化处。它的坡度只有约 $00^{\circ}07'$ 或 $1:500$ 。大陆架的宽度从几公里到数百公里。它的外缘的深度从 35 米到 250 米。全世界平均，大陆架外缘深度为 128 米。大陆架上地形的相对高差一般在 20 米以下，大部分大陆架上有礁石、冰川谷和冰川堆积物。海底峡谷向陆地方向的发展也会蚕食着大陆架。由于大陆架对于人们现有的巨大价值和潜在的价值，是人们对海洋研究的最详细的部分。无论就大陆架上的海产品还是矿物资源来说，当前都具有极重要的经济意义，勿容置疑，其重要性必将日益增强。

Continental Slope 大陆坡从大陆架的外缘延伸到陆基上限的这一地带。大陆坡是陆缘的最深部分，它的坡度平均为 $4^{\circ}17'$ ，它的最小坡度为 1° ，它的最大坡度超过 45° 。大陆坡平均延伸到 3600 米的深度，但是在大陆坡延伸到深海沟处，它所延伸的深度可达 7000 米。大陆坡上的地形的相对高差，在海底峡谷处可超过 1000 米。整个世界的大陆坡上，海底峡谷都是很普遍的。由于大陆坡上的坡度很大，几乎没有什么沉积物在这里堆积。

Contour Line (and Contour Interval) 等高线（及等高间距） 一个给定的面（通常是平均海平面）之上地表各处相同高度的各点的连线，一般把它绘于一张图上。3 米等高线意味着地面与海平面之上 3 米的水平面的交线，其他照此类推。等高间距是两条相邻等高线之间的高程差。如果地形图比例尺小，该区内地形高差大，那末等高间距就大；如果地图比例尺大，地形高差小，那末等高间距就小。

等高线图由以特定等高间距绘制的等高线及图件比例尺反映着地表的高度、形态和规模。地表陡峻的地方，等高线就密集；地面平坦，等高线就稀疏。这种图对于工程专家、城市设计师、地质学家、林务员、军人和其他与地表打交道的人员特别有用。美国地质调查所已经出版了几千幅美国各地的等高线图（等高间距从 1 至 100 英尺不等）。参见 Topography [地形学] 条。

Convection Current 对流 一种有助于解释地壳内部热流不规则分布以及所谓大陆漂移这种现象的概念或机制。某些地球科学家早已提出了对流概念来解释地壳变形，但直到本世纪六十年代初，才收集到足够的资料，使得多数地球科学家觉得这个概念似乎是合理的。对流是所谓地幔的地球较深层内热梯度的结果。温度变化（上地幔中较冷和下地幔中较热）引起了较热的塑性物质向地表上升。在接近地表处这些热的物质转向水平方向，并平行地表面流动，直到它们充分冷却下来，于是它们又开始下沉。这种运动在地幔内产生了对流环。这些对流环可以有多种形状和大小。它们不一定是连续的，且可以改变对流速度，停止对流或甚至改变对流方向。科学家一般认为，对流的上涌部分与大洋下的漫长的山脉系（叫作大洋中脊）相一致，而对流的向下部分与深海沟相一致。对流运动有助于解释大洋中脊处新洋壳的增生以及地壳向下被拖入深海沟。这种运动引起大陆在某些地区分裂和在另一些地区碰撞。

Convective Circulation 对流环流 表现为闭合的环式对流的一种有规律的运动，通常在环的中心部位空气向上运动（离开热源），在环的外缘地区空气向下运动。对流环流基本上是由于流体受热不均匀以及重力使这个在密度上产生了差异的流体进行运动而形成的。由于地球表面和近地面层的空气受热存在着地区上的差异，以及受热地区空气的外流，导致在地球表面和高空形成方向完全相反的气压差。对于小范围的空气运动来说，所形成的气流是横穿等压线，从高压区一直流向低压区。然而，如果是大规模的空气运动，气流开始的方向是穿过等压线，由于地球自转产生的科里奥利力，使气流的方向发生偏转，最终发展为地转风，也就是空气流动的方向与等压线相平行的风。虽然空气的对流运动

对流环流

近地面层的空气受热后体积膨胀并上升。当达到大气层的上层，热量就散失掉，最后变冷，体积收缩并下降到地球表面。A 点的气压要低于 B 点的气压，因为体积膨胀了的暖空气，它的单位面积上的空气柱的重量要比密度较大的冷空气的空气柱重量轻。然而，由于暖空气占据的体积要比冷空气占据的体积大（虚线以上部分即是暖空气多占的那部分体积），因此，C 点的气压要大于 D 点的气压。

是大气环流以及大气层中其它运动形式的推动力，但是大气层中空气流动的方式并不是一个简单的环式对流，实际上要复杂得多。

Convergence 辐合 在气象学上，辐合一词通常表示空气向一个特定空间内的净流入的运动。见 Divergence [辐散] 条。

Copper 自然铜 自然铜是铜元素以非化合物状态作为矿物的形式存在。是一种自然金属，过去它曾作为一种铜矿广泛开采过。但是，自然铜的储量小，很少见到值得开采的储量。在许多地方，铜的硫化矿床的氧化带发现过自然铜。只有一个地方例外，那就是苏必利尔南岸，密执安州的克威纳

夫半岛，平行半岛轴线，长 160 公里，自然铜作为一个大铜矿开采。开采业至少追溯到 1850 年以前，这个地区连续 75 年是铜的主要生产地，与这种类型相似的矿床只有一个，那就是玻利维亚的科罗科拉，但是远远没有克威纳夫那么重要。参见 Mineral Properties [矿物性质]，Native Elements [自然元素] 条，附录 4。

Coprolite 粪化石（来自希腊文 *kopros*，“粪”的意思）变成化石的粪球或动物的粪便。在典型情况下，粪化石呈圆形，管状，小球状，粪便化石常与鱼类、两栖类以及哺乳动物的化石伴生。粪化石的形态和外部特征可以得到排泄这些粪便的动物的解剖学资料。粪化石的数量也可以提供有关动物所吃的食物类型的线索。在典型情况下，粪化石富含磷酸钙和某些有机组分，有些可用来当肥料。

Coquina 贝壳灰岩 一种粗粒的含有机质的灰岩，基本上是由贝壳和碎壳片粘合在一起形成的多孔状块体。许多贝壳灰岩形成的时间相当新，例如佛罗里达沿海的现代胶结壳沉积。较老的更坚固的由贝壳胶结的团块被称为贝壳灰岩。

coral Reef 珊瑚礁 由造礁珊瑚、特别是由珊瑚和珊瑚藻建造的能抵抗住波浪的一种结构物。海水中只有在射入的光线足够强、能使光合作用进行的深度，珊瑚所赖以生存的藻类才能存在。因而，珊瑚也只有在这一深度才能居住下来并繁盛起来。珊瑚所赖以

珊瑚礁

1. 珊瑚礁分布在北纬 30° 和南纬 35°（根据年平均温度）之间的温暖的热带和赤道带。实线代表广义的 20°C 等温线（根据最冷月的平均温度）；虚线代表狭义的 20°C 等温线。大多数珊瑚礁（涂黑色的地区）分布在狭义带内。

2. 珊瑚礁最发育的部位是它的迎风侧或珊瑚礁的前侧。在这一侧海底斜坡的上部，存在着鼻和沟的形态。

生存的藻类称为虫黄藻，它们和珊瑚共生，一方面，它们为珊瑚提供钙，另一方面，它们需要外来的支持。

由于珊瑚通常所栖居的深度不超过 60 米、水温要高于 20°C，所以珊瑚礁只分布于低纬度地区。虽然珊瑚礁是以珊瑚为特点，但是还有种类极为繁多的其它的植物和动物栖居在珊瑚之上和周围。随着水的深度的变化和波浪活动情况的不同，存在着不同的带，每带具有一定的珊瑚类型和形态。在水的机械运动最强烈，也就是波浪运动最强烈的地区，珊瑚生长得最繁盛，或者，珊瑚在这个方向上生长的速度最快，因为运动的水体中含有的空气为水中提供丰富的食物和氧。在碎波带生长着各种粗大的珊瑚，而在背风的静水区，珊瑚的形态比较纤细脆弱。

Coralline Algae 珊瑚藻 珊瑚藻是红藻（Rhodophyta）中的最大一族。这种生活在海中的含钙生物通常是和珊瑚礁共存的。珊瑚藻可能以大块的包壳形式存在，或以树枝状形式存在。红藻是所有能进行光合作用的生物中生存的深度最大的一种，因为这种植物所利用的是太阳光谱的蓝光和紫光部分。

Cordierite 堇青石 堇青石是一种镁、铝、铁的硅酸盐矿物，在片麻岩和片岩中作为副矿物存在，是由于富铝岩石的变质作用而形成的。堇青石和石英相似，用物理性质很难区别它和石英。但是，堇青石有很强的多色性，一个方向观察是无色的，与此垂直的另一方向观察是紫色的。因此，当切成

宝石时，称为二色石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Core 地核 地球最核心部分。地核由三部分组成：(1) 一层厚约 1700 公里的外部液体核，(2) 一个半径 1216 公里的固体内核（比月亮略微大些），

(3) 围绕固体内核有一个厚约 500 公里的内过渡带。多少年来，科学家们怀疑有一个固体内地核，而且直到最近他们才获得关于有一个固体内地核的强有力的证据。位于蒙大拿州比林兹附近的一批地震台，发现了只能够被固体的内地核反射回地表的地球内发生的地震波。

地核还在别的方面具有独特的特点。科学家们相信，地核液体部分的内部流体运动是产生地球主磁场的原因。地核怎样产生主磁场，还只有肤浅的认识，但是可以把它比拟为自激发电机。据认为，存在于地核中的物质主要是铁，并有少量的镍和硅，密度大体上是水的 13 倍。见插图“地球内部的横断面”。

Coriolis Effect 科里奥利效应 以十九世纪初期法国数学家加斯帕德·古斯塔夫·科里奥利命名的效应。这个效应就是物体在像地球这样的旋转球体上运动时，其运动会产生偏斜。从观测者的角度看，在地球表面上运动着的任何物体，在北半球会向右偏，在南半球会向左偏。对沿赤道运动着的物体，则无科里奥利效应，由赤道向南或向北这种效应增强。

虽然从理论上说，科里奥利力对在地球上运动的任何物体都有作用，但最明显的是飞机或导弹的飞行路径。这种效应对流体也有作用，如对大气和海洋，对正在流动的水，特别是对大的洋流系统。

Corrasion 刻蚀 搬运介质对基岩河道进行的机械磨损，其中包括水中颗粒的撞击，冲刷或擦划（磨蚀），水对基岩的剪切力（涡蚀）或压力效应（气蚀）等各种方式。刻蚀的结果，会使岩石平滑、光亮，但也可能弄得坑坑洼洼，沟沟槽槽，并出现壶穴。

Correlation 对比 确定成层岩石的先后顺序关系或确定它们是属于同一时代的形成物的过程。对两个地区岩层的对比，主要就是确定这两个地区的岩层序列中的在地质时代、含有化石都相同的地层。对于都存在着所有地质时代地层的两个地区，对比通常是必要的。然而，由于沉积物总是在一个地方或另一个地方沉积，通过对比分散的露头就可以把反映地质事件的许多岩层加以综合。如果有断层、不整合或其它搞乱地层的因素的存在，可能会使对比工作复杂化。

在地表面有连续露头而没有中断的地层是最容易进行对比的。组成物质相似的岩石建造以及在一个沉积序列中占有同样位置的建造，在进行对比时可用来作为标准层。如果有化石存在的话，对于对比彼此相距很远的露头是很有用的。指示化石（在地质历史上存在的时间较短、但在当时在地理上曾有广泛分布）对于对比特别有用。生物地层学单元，如生物带和集合带，以及某些最著名的生物的演化阶段也被用来进行化学对比。为了寻找矿物和石油，还必须对没有出露的地下岩层进行对比。这种

对比

不同地区的地层剖面可以通过岩石结构和化石类型的相似性进行时代对比。剖面 B.C.D. 都有石灰岩层被砾岩覆盖，形成了可以对比的地层序列。在剖面 B 和 C 中，砾岩层上面有一层含化石的页岩层，而该页岩层在 A 中也存在，这样，A 和 D 即使没有共同的岩层，也可进行对比。对比是通过对比取得的岩心样品和岩石标本或用地球物理仪器测定的被埋在地下的岩层的电

学和放射性的性质进行对比来进行的。

Corrosion 溶蚀 即基岩所受河水的化学磨损。在河流流经石灰岩地区或其他容易溶解的岩石区，这种过程表现得最为明显。许多河流都通过溶蚀带走大量荷载。溶蚀是一种重要的侵蚀营力。全世界每年被河流溶蚀的物质，总量达 39 亿吨。澳大利亚的溶蚀进程很慢，欧洲各河的溶蚀最剧。气候、地质结构，地形地貌，植被和时间，都是决定溶蚀量大小的因素。在其他条件相同的情况下，地下水对地表水的比率越高，河水中化学组分的浓度也越高。

这是因为透过岩石的渗滤作用，往往能更多地接触基岩，从而有更多的时间进行溶蚀活动。陡坡上的溶蚀比缓坡上的少，因为缓坡上的水流得缓慢。植被促进下渗，延滞水流，对溶蚀很有利。流量大（比如洪水期间），河水中化学组分的浓度就低。流域小的河流，它的化学组分可以反映基岩的成分，而且各有不同。但如果流域面积大，基岩成分变化多，各河的化学成分就差不多。参见 Karst Topography [岩溶地貌] 条。

Corundum 刚玉 刚玉是一种氧化铝矿物，宝石级的刚玉有很高的价格，如红宝石和海蓝宝石，它们与祖母绿、金刚石都归在珍贵宝石一类中。但是普通刚玉有较大的储量，在许多地方发现过，是作为磨料来开采的。刚玉的莫氏硬度是 9，因此，它作为标准磨料已有几个世纪，它的极高的硬度使其作为宝石的价值提高了，即使经过许多年，它仍然保持其光亮的本色。

刚玉的晶体很常见，虽然在习性上有变化，但柱面总是常常出现的，显示出六方对称，晶体可以是长的六方柱状，柱面被切成板状，或者被几个不同倾角的双锥面所包围，形成桶状。纯的刚玉是无色的，但是，它常因含少量的不纯物质而呈现颜色。原生的刚玉可以是棕色、灰色、粉红色或蓝色。宝石级刚玉的透明晶体有多种多样颜色，除了红色的红宝石、蓝色的海蓝宝石外，还有绿色、黄色、紫色或无色的。

这些宝石级的刚玉的各色变种可以含有细小的针状的金红石，按六方晶系定向，互为 60° 。当含有针状金红石的晶体被琢磨成圆顶宝石后，就呈现出星彩性，它是由于定向包体对光的散射而形成六角星状的图案，例如，星彩红宝石、星彩海蓝宝石。

刚玉在含有似长石类的火成岩，例如霞石正长岩中，是原生的组分，它也可以是富铝岩石变质的结果形成的，例如，铝土矿变质形成的。在缅甸找到的很好的红宝石是石灰岩重结晶时由夹杂的铝质物形成的，在石灰岩中，以及在上复的风化壳中都找到过红宝石。因此，刚玉的化学性质是惰性的，并且有高的比重 4.0，于是在砂矿中富集。在斯里兰卡，很有名的海蓝宝石和红宝石就是来自冲积矿床。

在电炉里用铝土矿熔融，使其结晶，大规模地生产人工刚玉。人工刚玉和人工碳化硅已被大量用来代替天然刚玉作磨料。含少量铬和钛着色的红宝石和海蓝宝石是在氢氧焰下熔融氧化铝粉，冷却形成人造刚玉的单晶。对那些无瑕疵的人造刚玉，要将其和天然宝石区别开是很难的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Cosmic Sediment 宇宙沉积物 通常存在于世界大洋盆地的沉积物中的来自地球以外的微粒。这些微粒大多表现为极微小的金属质的或硅酸盐的小球，它的直径约为 1 微米到 0.5 毫米。这些微粒可能是金属质的陨石在进入大气层后破碎而成。在海底沉积物中还发现由橄榄岩和辉石构成的小块石

质陨石 (Chondrites)。据估计, 每年沉积的宇宙沉积物的数量大概有几千吨。

Cosmogony 宇宙论 对太阳系包括行星地球的起源的科学假说以及造物主创造的神话传说。参见 *Ea-rth, Origin of* [地球的起源] 条。

Coulee^①干河道 一种幅宽、壁陡的河道, 或者是干的, 也可能有水流。在美国西南部, 它和 arroyo (干河), 与 dry gully (干冲沟) 是同义词。美国西南部的这种干河道, 为古冰川融水提供了去路, 象华盛顿州的大古力谷 (Grand Coulee) 又名干古力谷 (Dry Coulee), 就是一个例子。

Country Rock 围岩 包围矿床或矿脉的主要岩体; 以及火成侵入体周围的围岩。

Covalent Bond 共价键 参见 *Bond Chemical* [化学键] 条。

Covellite 铜蓝 铜蓝是一种铜的硫化物矿物, 常常存在于硫化物富集带, 与其他铜矿物共生, 如辉铜矿, 黄铜矿和斑铜矿。铜蓝是由它们变化而来的, 铜蓝以其板状解理和印度蓝色可以鉴定出来。参见 *Mineral Properties* [矿物性质] 条。

Crater 火山口 火山顶部的圆形或椭圆形、漏斗形、碗形或碟形凹地。直径通常小于 1.5 公里, 深可能有几百米, 底部可能有一个孔, 可能有火山气体、液体、固体从里面喷出。火山口周围有一个环, 把外坡和火山口内坡壁分开。内坡壁通常是由熔岩、火山碎屑物或由二者共同构成。火山和火山口是由火山物质在火山喷口周围堆积的墙或环形成的。随着这

火山口

新西兰北岛恩高鲁霍火山顶部的漏斗形凹地, 是从火山喷口喷出的气体、液体和固体形成的。

个墙增高增厚, 火山锥和火山口就形成了。火山锥和火山口向上增长, 因此是一种堆积地形。在喷发以后, 火山口的底部的直径大致和火山管道一样粗, 但是随着不断地发生向火山口内的滑坡, 火山口不断地变粗。如果在一个老的和大的火山口内又出现一个新的火山口, 那么随着新火山口的发展, 出现一个新火山锥, 此复火山口就称之为巢式火山锥或巢式火山口。

海拔很高的火山普遍有火口湖。如果在寒冷季节火口湖仍不冻结, 就说明火山的热量仍然存在。美国西部亚利桑那州的福拉格斯塔夫附近的日落火山口和北加利福尼亚拉森国家火山公园的火山渣锥就是火山口的极好的例子。在月球、火星以及在地球上, 有为数众多的由陨石撞击形成的类似火山口的环形坑。

Craton 克拉通 由前寒武纪岩石 (6 亿年或更老的岩石, 并被叫作基底岩石) 组成的那部分大陆壳, 从前寒武纪末以来它们未遭受到大的变形。基底岩石代表了一度是山脉的地区, 但已受到广泛剥蚀, 逐渐变成较平坦的地势较低的地区。克拉通又分为两种地形: 地盾和地台。地盾是这样一些大陆地区, 它们暴露出大片缓缓凸起的基底岩石表面。地台由基底岩石组成, 但基底岩石之上覆盖着基本上平铺的成层岩层 (主要是沉积岩)。地台区一般围绕地盾分布。

克拉通的分布通常限于大陆内部。它们被认为是大陆生长的核。在北美克拉通地区中, 地盾和地台陆块都被发现。克拉通也构成了其他大陆的大部

^① 源于法语词 *Coulée* (动词 *Couler* 的派生词), 本意“流动”。也可作 *Coulie*。——译者

分。南美中北部和非洲西北部和中部是克拉通地区。澳大利亚西半部和斯堪的纳维亚半岛都是前寒武纪岩石分布区。加拿大地盾是被剥蚀的前寒武纪岩石大面积出露的地区。该地盾占有了加拿大的 500 万平方公里的面积，包括拉布拉多平原，魁北克、安大略、巴尼托巴和萨斯喀彻温等省的部分，以及西北地区的大部分和北极群岛的一部分。对于地质学家来说，地盾是很重要的，剥蚀作用使古老岩石含有的许多矿物资源得以出露。已发现了大的金、铀、镍、钴和铁矿，构成了加拿大最大工业之一——采矿工业。

沿加拿大地盾区南部边缘，地盾和地台之间的关系表现得最清楚。正好在大湖区之南，前寒武纪基底消失在美国内部低地的未变形的成层岩石之下。该低地代表了克拉通的地台区，从阿巴拉契亚山脉向西扩展至落基山脉，向南至墨西哥湾。就像加拿大地盾一样，美国内地地台是一个天然资源库。该地区不仅含有像石油、煤和金属矿床那样的矿物资源，而且提供了巨大面积的肥沃土地，对于发展农业是十分有利的。

Creep 潜动 土被缓慢的，几乎感觉不到的向着下坡的运动，潜动主要是由重力造成的，但是土壤的潮湿度，冰冻和融解，植物的生长和腐烂，动物的挖洞以及土被从含有胶质，都会加速潜动。据测定，表面移动速度为每年 1 毫米到 25 毫米以上。不管地面上的植被数量如何，潜动在陡坡和缓坡上广泛发生，它会毁坏电线杆，篱笆和堆成土墙。潜动虽然不是一种自然奇观，却是土地剥蚀的一种主要过程。

潜动

这种感觉不到的物质坡移形式，即土壤表面向山下缓慢移动的迹象，从倾斜的篱笆和树可以看出来，由于树干移动的速度较迅速，树根则向后生长。

Creodont 早期肉食动物 肉食哺乳动物中的最原始的一种，出现于白垩纪。这种肉食动物的祖先，在第三纪达到其早期的最大发展。经过早期的特化，一些种类象猪，另一些种类则象狗。虽然其牙和爪为了某些功能已经特化了，但其脑子的大小大概只是现代大小相同的食肉动物的脑子的一半。这种动物有可能在早上新世灭绝的。

早期肉食动物

巴猫 (Patriofelis)，约在 5000 多万年前生活于北美的陆地上的狮子般大小的肉食动物。

Cretaceous Period 白垩纪 中生代的最后一个纪。

约始于 13500 万年前，结束于 7000 万年前。纪名来源于拉丁文 creta，白垩的意思。起初（1822 年）用来描述英吉利海峡沿岸的白垩陡壁。白垩纪是一个广泛海侵的时期。大西洋沿岸和墨西哥湾平原曾在海面之下，一个广大的内陆海从墨西哥湾向北直伸到北冰洋，把北美分成两块陆地。最大海泛期，相当现今 50% 的陆表都沦浸于海下，白垩纪末，大陆的形状和大小均与今天的接近。

白垩纪的岩石广泛分布和形成于所有各个大陆上，海相和非海相的沉积物都有，但晚白垩世以海相沉积物居多。欧洲白垩纪的岩石分布得也甚广泛并研究得极为详细。有些是富含化石的白垩，有的含黑色燧石体。下白垩统含化石的海相地层形成于德国南部、法国、瑞士和苏联的北部。在英格兰、苏联和德国北部，下白垩统的组大都是淡水的和陆相的。上白垩统的岩石由海相沉积组成，含化石的白垩形成于法国和英国。白垩纪的地层在南美、澳大利亚和亚洲（西伯利亚北部、印度南部、东印度群岛和日本）也很著名。

在北美，白垩系构成广而厚的中生界，这些岩石在落基山及太平洋区相当普遍（科罗拉多、达科他、怀俄明、蒙大拿、堪萨斯、衣阿华、内布拉斯加、犹他和东爱达荷）；沿太平洋岸（从下加利福尼亚到不列颠哥伦比亚和阿拉斯加）；在大西洋沿岸从新泽西向西南到佛罗里达呈一窄带延伸；在墨西哥湾平原呈一个曲带从大峡谷东南进入阿肯色南转穿过俄克拉何马和得克萨斯并进入墨西哥。白垩纪（和中生代）结束于拉拉米造山幕。当地壳变形时落基山地槽的沉积物褶皱、断裂并抬升形成庞大的落基山系。这一造山运动在北美西部并伴有大量的火山活动。该区多处常见有火山物质和熔岩流。

白垩纪的气候潮湿而暖温，或许比侏罗纪略冷一些，说明气候不相同，特别是早期。晚白垩世当海水广泛覆盖北美西部的时候，气候可能比今天更温暖而稳定。

白垩纪的生物以动、植物的许多演化方面的大进化为特征。植物发展了，早白垩世首次出现被子植物（显花植物）。待到白垩纪的中期，却以像胡桃、榆树、橡树、木兰和枫树这样的树类为代表。谷物和禾本科植物经历了迅速发展时期。树本、花卉和灌木的更进化的种类给鸟类和哺乳动物提供了食物和保护所，对于它们的发展极其有利。软体动物成为这时的最主要海洋无脊椎动物，腹足类和瓣鳃类（蛤和牡蛎）十分丰富，头足类则处于演化的最后阶段，菊石具有多种的形状和大小，大部菊石的壳体呈典型盘卷状，有的呈直形、松卷或高螺旋卷。许多种菊石

白垩纪

当白垩纪时，出现许多爬行动物新种，但到白垩纪末却大部分都绝灭了。角龙中最令人害怕的一种三角龙，B.长9米。霸王龙，A.一度生存过的最大陆生食肉哺乳类，身长12米，高6米，重8吨。甲龙，C. 覆有骨板和骨钉，尾端形成大量粗壮的骨棒。似棘龙的鸭嘴龙，D.是一种具有蹼状脚趾和用来滑水的粗尾的半水生爬行动物。

都有刺、肋、瘤的壳饰，另一些则壳面光滑无饰。这种外形的特化预示着这族生物白垩纪末的绝灭。棘皮动物也十分普遍，尤其是海胆。

爬行动物继续统治着陆地、海洋和空中，出现许多新种，到了白垩纪末才绝灭。恐龙中鸭嘴龙类的鸭嘴龙（Trachodon 也称 Anat Osaurus）和有装甲的甲龙（ankylosaurs）最常见。有角的角龙亚目的恐龙包括三角龙（Triceraptops），是一种身材矮胖的食草动物，体长9米，其2米大的脑壳上生有一个鹦鹉嘴状的喙、用一个骨骼状的褶边盾保护着颈部；具有三个角的，或许爬行动物时代最有名的恐龙——霸王龙（Tyrannosaurusrex）是最大的食肉爬行动物，这种恐龙足有6米高，12至15米长，重6吨。飞行的爬行动物是一种高度进化的类型，但为数甚少、变化不大、无齿翼龙（Pteranodon）是白垩纪的一种典型翼龙，有一个重不过6公斤而长却有7.6米的展翼。海生爬行动物也是常见的类型。鱼龙（Ichthyosaurus）和蛇颈龙（Plesiosaurus）是由一种长达15米的巨大蜥蜴状的爬行动物沧龙（Mosasaurs）衍接起来。某些具有长3.4米、宽3.6米阔鳍的大海龟也为数众多。白垩纪末和古生代末一样，也是以许多一度极为繁盛的中生代种因气候和地形改变而敲响它们绝灭的丧钟为特征。各式各样大量爬行动物的急剧减少，恐龙类、翼龙类、鱼龙类、蛇颈龙类和沧龙类全部绝灭。菊石和箭石在白垩纪末也绝灭了。

白垩纪的岩石包含着煤、石油和天然气多种矿产资源。粘土页岩和石灰

岩是用于制造波特兰水泥、陶瓷制品以及建筑材料。

Crevasse 冰裂缝 冰川上层近乎垂直的楔形裂口。冰隙长可达几百米，宽达数米，深可达 30 多米；裂缝的宽度越往下越窄。冰裂缝是由于冰川运动产生的压力使脆弱部位发生破裂而形成的。在夏季，冰裂缝是敞开的，显而易见的；然而在冬季，可能被所谓冰裂缝盖的层层雪所隐埋。由于冰裂缝的存在，在某些冰川上旅行，既困难又危险。在冰坝的下方，冰裂缝通常规模很大，数量很多，在这个地段是难以通行的。

Crinoid 海百合 属于棘皮动物门海百合纲。它的名称来自萼，有一些分枝的臂，看起来象一个长茎的花。某些活的海百合是无茎的。在成年阶段独立生存。海百合是由茎、体、萼以及臂组成的。典型的萼呈杯状，有五个槽呈放射状，沿着分节的臂向外伸延，好象管道一样，把食物送到嘴里。萼由很多钙质的板组成，包着动物的柔软部分。海百合的茎起着支持和连接作用，它由一个相对较长的有弹性的主茎组成，而主茎是由一些钙质的圆盘状或纽扣状的碎片或圆柱体组成的。许多海百合的主茎长达 15 米左右。当这种动物死后，圆柱体散落到周围的海底，古生代的石灰岩中含有大量这种散落下来的海百合柱体，叫作海百合石灰岩。

所知最早的海百合出现于澳陶纪岩石中。海百合在古生代岩石中特别丰富。现在大多数海百合生物是无茎的羽状星，它的丰富程度大不如主茎状海百合。

Cristobalite 方石英（方英石） 方石英是二氧化硅的高温等轴晶系的变体，它在 1470°C 以上是稳定变体。在其冷却时转变为低温的变体，在 275°C 到 163°C 是亚稳定变体，在空洞中形成球状的集合体，或是细粒基质的组份。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Crocoite 铬铅矿 铬铅矿是一种罕见的铅的铬酸盐，有亮红的颜色，在铅矿的氧化带发现过细长柱状的铬铅矿晶体，与磷氯铅矿、白铅矿、彩铅矿共生。最有名的产地是丹塔斯、塔斯马尼亚以及乌拉尔山的别列索夫斯克。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Cross-Bedding (或 Cross-Strata; Inclined Bedding) 交错层理（或者交错层；斜层理） 在一个较厚的岩层中出现的倾斜的层。交错层是与水平层成某一角度沉积下来的，在典型的情况下，它在粒状沉积物（特别是砂岩）中出现。它们是三角洲中和砂丘中沉积的沉积物以及冰川溶水沉积的沉积物的标志，对恢复古气候是有用的。

交错层理

沉积期（用实线表示）与主要侵蚀期（用虚线表示）交替更迭时，便出现交错层理。

Cross Fibers 横纤维 横纤维是指紧密排列的纤维状矿物，它们的延长方向是与矿脉相垂直的。这个术语最常用于石棉，但是，也有用于其他矿物的，例如，纤维石膏。

Crossopterygian 总鳍鱼 总鳍鱼是细叶状的原始的总鳍鱼类，出现于中泥盆纪，被认为是大致具有相同呼吸器官的现代肺鱼的祖先。总鳍鱼有四个叶状鳍，鳍含有骨头的多肉的上部，与陆地脊椎动物的肢相似。总鳍鱼的牙是锥状的，具有与某些曲齿目两栖动物相似的复杂构造。

新翼鱼 (Eusthenopteron) 是泥盆纪的一种总鳍鱼，为细长的食肉的鱼。它的颅骨很象早期的两栖动物。这一目中唯一还生存着的成员是矛尾鱼

(La-timeria) 中的盾刺类 (Coelacanth)，它曾被认为在 7000 万年前绝灭了，然而，从 1938 年以来，几个活着的种类已在非洲东南近岸海域捕捉到。

Crust 地壳 地球的最外层或壳。它的下限是莫霍洛维奇面或称莫霍面。莫霍面的特征是当地震产生的地震波进入直接位于地壳之下的地幔时，在该界面上发生波速突然增加。

地壳在成分上或在分布上是不均一的。形成大陆的地壳物质由两个亚层组成，它们合起来的厚度约 30 至 40 公里，或在巨大的山脉下更厚。上部层（常常叫作硅铝层）暴露于克拉通的地表（克拉通是前寒武纪以来保持未变形的地壳部分）。硅铝层主要由密度较小的火成岩（如花岗岩）和变质岩（如片麻岩）组成。这些岩石的平均密度为 2.8，以及它们的整体化学成分表明，它们含有大量的二氧化硅（61.9%）和三氧化二铝（15.6%）。将上部地壳和下部地壳分开的是另一个界面，它由地震波从上部地壳进入下部地壳时波速的增加来确定。这个称为康拉德间断面的界面，被认为代表了下部地壳的成分变化。因为下部层代表了最后 15 至 20 公里的地壳物质，分布在钻井能够达到的深度之下，科学家只能推测它的成分。但是，他们的推测是以确实的证据为基础的。科学家测量了地震波通过各种密度的地球物质的速度。通过下部地壳层的波速表明，下部地壳是由密度约为 3.0 的物质组成的。地表已发现的，具有类似密度的岩石是辉长岩。辉长岩是一种粗粒岩石，其 SiO_2 含量要比上覆的上部地壳岩石更低，以及含有大量的铁和镁。辉长岩的细粒等成分岩石是玄武岩，已经知道玄武岩形成了大洋下边的地壳。所以，科学家有理由推测，形成下部地壳的物质是玄武岩。

最近对上述设想产生了异议，因为科学家们已经知道，下部地壳层的高温和高压能使玄武岩转变成成为另一种矿物成分的岩石（榴辉岩）。新形成的榴辉岩具有约 3.5 的密度，这与下部地壳层中的地震波波速数据不一致。也有人提出，下部地壳层的成分与上部地壳层相同，但是在更下部的深度上形成的矿物有更大的密度，这就可以解释地震波速度的增加。在大洋下发现的地壳与大陆地壳有很大的不同。大洋壳的厚度要比大陆壳小得多，平均约 10 公里，且更为均一。大洋壳的平均成分（常称之为硅镁层）主要是二氧化硅（48.7%），三氧化二铝（16.5%），氧化铁（8.5%），氧化镁（6.8%）以及氧化钙（12.3%）。它的密度约为 3.0，比整体大陆壳的密度更大。与较老年龄的大陆壳不同。大部分大洋壳是非常年轻的，年龄小于 2 亿年，沿着将大洋盆地分开的洋脊而不断产生。参见 Sea Floor Spreading [海底扩张] 条。

Crustal Plate 地壳板块 见 Plate Tectonics [板块构造] 条。

Cryolite 冰晶石 冰晶石是一种钠、铝的氟化物，虽然是单斜晶系，但常常以粗大的假立方晶系的块状出现，这是由于裂开的结果。这种矿物通常是雪白的，但是由于含有不纯物，也可以是粉红色的或浅棕色的。在一些地方发现到少量的冰晶石。但是唯一重要的矿床是在格陵兰西海岸的伊维赫图特。那里周围是花岗岩，大的块状的冰晶石和菱铁矿，方铅矿，闪锌矿和黄铜矿共生。冰晶石被大量开采来作为由铝土矿电解铝的助熔剂。在玻璃和搪瓷工业中冰晶石也是很重要的。在胶结的磨料中和在制造农药中作填充剂。

Crystal 晶体 晶体是由光滑外表平面包围的，形状规则的物体，这是其内部原子有规律排列的外在表现。这个名词常用于任何原子有规律排列

的固体。参见 Crystallography [结晶学] 条。

Crystal Axis 晶轴 晶轴是用以描述原子平面、晶面和晶体的方向性的参照直线。晶轴一般是选平行晶胞中一个晶棱的方向，长度与晶棱长度成比例。

Crystal Chemistry 晶体化学 是研究结晶物质内部构造和它们化学成分和物理性质关系的科学。

Crystal Classes 结晶对称型 结晶对称型是结晶体可以形成的对称性，共有 32 种可能组合。当所有的对称面 and 对称轴都相交于晶体内的一个共同点时，这些组合是对称面 and 对称轴唯一的排列方式。参见 Crystal Systems [晶系] 条。

Crystal Habit 晶体习性 习性是指一个矿物晶或结晶质集合体的特征状态和晶面。某些矿物几乎任何时候都是被相同的单形或单形组合的晶面所包围。因此，有一个相同的形态或习性。一种矿物在不同产地可以有完全不同的外貌，这取决于出现的单形。

Crystal Lattice 晶格 晶格是形成晶体的原子、离子和分子排列成的格架。法国结晶学家布拉维首先指出，晶体中三维的行列里只能有 14 种基本不同排列形式。这就是通常说的布拉维格子。

Crystalline 结晶物质 结晶物质是内部原子有规律排列的物质。这和内部无序的无定形态是相反的。矿物是结晶物质，自然界有少数无定形态的物质，被称之为非矿物。

Crystalloblastic Series 或 Idioblastic Series 变晶序列 变晶序列是变质作用中按晶面发育的趋向所排出的矿物系列。在变质岩中大多数矿物颗粒是没有晶面包围的，即，它们有不规则粒状的结构，称为变晶，不管其内部结构如何。当地壳中由于应力而产生变化时，有些矿物表现出比序列中邻近矿物有更大的形成完好晶面的趋势，称为自形变晶。

德国岩石学家贝克，按照矿物形成自形变晶的趋向排了个队，在序列中后面的矿物有较低的趋势。榍石是序列中第一个，差不多任何时候都形成完好的晶面，石英和那些位置在后的矿物几乎任何时候也不具备完好晶面。这个序列如下：(1) 榍石、金红石、磁铁矿、钛铁矿、电气石、十字石、蓝晶石；(2) 绿帘石、黝帘石；(3) 辉石、角闪石；(4) 铁菱镁矿、白云石、钠长石；(5) 云母、绿泥石；(6) 方解石；(7) 石英，斜长石；(8) 正长石、微斜长石。

为什么变质岩石有这种性质，迄今为止还没有一个完满的解释。

在变质岩中关于矿物的生长，早就知道：(1) 变晶序列并不指示结晶作用的相对年龄，即，排在序列前的矿物并非一定比排在后面的矿物开始生长早；(2) 虽然有例外，有高密度、高硬度、高表面能的矿物将发育成显示自身外形的晶体，这一点是很明显的。

许多地质学家和冶金学家正在搞矿物生长现象的研究。参见 Xenoblastic [他形变晶状的] 条。

Crystallography 结晶学 结晶学是研究固体物质中原子排列，控制生长的规律，该物质外部形态及内部构造的科学。这个定义还不能包括这门科学的许多分支。结晶学是从研究矿物晶体形态开始的，即晶体形态学，它仍旧是结晶学的一个重要分支。通过外部几何形态的研究，晶体可以归成 32 个对称型，归成六个晶系。

长期以来结晶学还包括研究晶体的性质。这些性质当中，如硬度、电导、热导都是向量，即这些性质的大小是随结晶学方向不同而改变的。通过晶体的光速也许是最重要的带方向性的特性，因为它的倒数是折射率，是很容易测量的，晶体光学一般是研究透射光下特征的，它是结晶学一个重要的分支。早就确认，晶体各种不同的物理性质和形态特征都是与内部原子排列有关系的。但是 1912 年以前，这种关系是不清楚的。当 X 射线被用来研究晶体内部构造后，构造结晶学就变成首要的分支。晶体内原子的大小和排列，原子平面之间的距离，结构基本单位的大小，即晶体的晶胞大小就能够测定了。当考虑到化学成份时，对晶体的许多物理性质就能够给出一个有意义的解释。参见 Crystal Optics [晶体光学]，Crystal Symmetry [晶体对称] 条。

Crystal Optics 晶体光学 晶体光学是研究光通过晶体中的性质的结晶学分支。晶体对透射光的作用因晶体而异，每个晶体有自己特征的光学性质，这在晶体的描述和鉴定中是非常有用的。光学性质中最重要的是折射率，它很容易测定。当光以一个倾斜角从空气射入晶体时，就产生折射，也就是说，入射光线的行程发生转折，光的速度降低了，速度是折射角的一个函数，而折射率是光速的倒数。

透明物质的光性可分两类：均质的和非均质的。均质体包括等轴晶系的晶体和非晶质物质，如玻璃。光通过它们时各个方向有一样的速度，因而，它们只有一个折射率。非均质体包括了等轴晶系以外的其他晶体，在非均质体中，光速随晶体的方向改变而改变。每个方向相对应有一个折射率。当光线进入一个非均质体的任意切面时，产生双重的折射，也就是说，分解为两个折射率。在四方晶系和六方晶系的晶体中，平行 C 轴的光线不产生双折射，因为只有一个方向，即光轴，所以这些晶体叫做一轴晶。对它们而言，测出最大和最小的折射率，其中一个，光的振动方向平行 C 轴，另一个光的振动方向垂直 C 轴。

斜方、单斜和三斜的晶体是光性上的二轴晶，因为有两个光轴，即有两个不产生重折射的方向。对这些晶体而言，要列出最大、最小和中等折射率来。这三个折射率是光在三个相互垂直的方向振动时测到的。还要列出，两个光轴之间的角度，光轴角 ($2V$)。

Crystal Symmetry 晶体对称 在结晶学中，晶体对称的外在表现是晶面的规则排列以及晶面之间夹角。这种规律性通过相仿晶面以下列三种不同方式来验证：一个横切平面；通过一条直线；绕着一个点。

对称面是一个想象的平面，平分晶体为两半，在理想晶体中，其中一半与另一半互为镜像，在这个镜像面的一侧的每一个晶面每一条棱，每一个点与另一侧的面、棱、点相对应。某些等轴晶系的晶体，例如，立方体，它有九个对称面，其他晶体，可以有一个、两个、三个、四个、五个、六个或七个对称面，而有些晶体却一个也没有。

对称轴是一条想象的直线，它穿过晶体，绕它旋转一周回到原来位置，如说旋转 180° ，晶体就自身重复，这个对称轴就是二次对称轴，在晶体中，除一次、二次、三次、四次和六次对称轴外，没有别的对称轴。

对称中心是晶体中心处一个想象的点，从晶面上开始引任一直线通过这个中心，那么在相对的位置能找到相似的点。

Crystal Systems 晶系 32 个晶体对称型中，有一些有共同的对称特征，可使它们归到同一结晶轴的特征，归到这样六大类，即晶系：等轴晶

系、四方晶系、斜方晶系、单斜晶系、三斜晶系和六方晶系。参见 Crystal Optics [晶体光学]，Crystal Symmetry [晶体对称] 条。

Crystal Twin 双晶 参见 Twin Crystal [双晶] 条。

Cube 立方体 立方体是等轴晶系的一种单形，由六个互相垂直的晶面组成，这些晶面在对称性上是等效的，在几何性质上完整的立方体中，每个面都是一个正方形。

Cubic System 等轴晶系 见 Isometric System [等轴晶系] 条。

Cuesta^①单面山 这种地形不很高，也不太平整，脊部略呈线状。一面是陡崖，另一面是缓缓的背坡。

单面山乃徐徐倾斜的沉积岩受到侵蚀所造成的。和猪背脊 (hogback) 形状近似，只是坡度更缓。顶部是耐蚀的岩层，崖面随着下垫岩层的被侵蚀而后退。

单面山主要见于两种地质条件下：(1) 出现于近期抬升的滨海平原上。这里有向海徐缓倾斜的沉积层。

美国南部的墨西哥湾沿岸和法国的巴黎地区，都有这一类的地形，(2) 广阔陆面上的徐缓倾斜沉积层，如果它的中央部分受到强烈的侵蚀，剩下周围是缓斜的脊，也能形成单面山。美国纽约州北部和英国的沃尔兹 (Wolds)，都有这样的例子。

Culmination 积顶点 构造上地壳上褶部分的最高点。

在由褶皱造成的山区里，积顶点应是沿着褶皱轴的最高点。沿着一条山脉的延伸方向，可以发现数个积顶点。在一个已受到侵蚀破坏的褶皱山区，地形上的最高点不一定与积顶点相一致。在具有多个积顶点的褶皱山脉中，将积顶点分开的低凹部分被称为凹陷。

Cumulo-Dome 堆积火山穹丘 斜坡陡峻的、顶部为平坦的平面、圆顶、通常没有环形坑的火山穹丘。它可能位于、也可能不位于老火山口或老的巨火山口之内。一方面它比盾形火山或复合火山小，另一方面又比寄生熔岩锥或火山渣锥大。是由非常粘稠的非玄武岩质熔岩喷出形成的，由于非常粘稠，不能流动到距喷口很远的地方，而形成这种堆积火山穹丘。这种火山的生长好象是以从一个管子里向外冒泡的方式进行的。在穹丘增长期间，铺展开的熔岩形成的硬壳破碎成岩块，堆积在陡峻的斜坡上形成岩屑堆。粘稠的熔岩也可以从熔岩壳的裂缝中向外喷出，此时堆积火山穹丘就向外增长，形成熔岩塔。堆积火山穹丘并不象火山渣锥和复合火山锥那样普遍。加利福尼亚的拉森峰，是最大的一个堆积火山穹丘，高 800 米，基部的直径 2400 米。法国的奥弗涅地区的多姆山，阿留申的波戈斯洛夫峰也是堆积火山穹丘。马提尼克岛的培雷峰、阿松森岛上以及在北加利福尼亚的萨斯塔山斜坡的下部，也有堆积火山穹丘。参见 Plug Dome [岩颈丘]，Tholoid [火山口堆积穹丘] 条。

堆积火山穹丘

这是由于岩浆太粘稠，流不远，在火山喷口附近堆积形成的一种火山构造。

Cuprite 赤铜矿 赤铜矿是一个次生的铜的氧化物，产在铜矿床的氧化

^① 原为西班牙语词，再上溯，则是来自拉丁语 costa 一词，意为肋骨，缘。用以指称这种地貌，是取其形近。过去曾有人译为“鬃丘”，传神而欠通俗，不如作“单面山”更直截了当。——译者

带，与褐铁矿和其他次生的铜矿物共生。因为，它常常有红宝石的颜色，呈立方体状晶体，所以，被称之为红宝石铜。有些地方作为一个小型铜矿开采。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Curie Point 居里点 ^②即熔融物质在冷却过程中达到的某种温度。在这个温度上，任何磁性矿物都会开始产生磁场。高于居里温度，热扰动会使原有的定向磁场遭到破坏。

Cutoff 截弯取直 多弯河流冲破弯道走直路。有两种截弯取直。一种是紧急截弯取直 (Chute Cutoff)，出现于洪水来临时。这时河水穿过河弯内侧沙嘴的靠里的低矮部分。这一种截弯取直可能在洪水过后就放弃了，河流重回原来的河道去。另一种是颈部截弯取直 (neck cutoff)。当一个曲流环发育到颈部非常细，被河水一穿而过，这就是颈部截弯取直。这种截弯取直和主干很协调，河道也缩短了，从而会保留下来。在这种情况下，旧河道就成了牛轭湖。

Cycad 苏铁类 苏铁类植物相当于苏铁目，代表了数量很大的植物类群。苏铁是一种类似棕榈的植物。棕榈则是现在的种子植物中最原始的一种。苏铁类植物有短的有髓的躯干，其上有木质的薄层覆盖物，赤裸的种子长在球形果中，小叶长在树干的两侧。现存的苏铁类植物叫作椰子棕榈或西谷椰子的，现在在热带地区的某些地方还能见到。苏铁植物的化石在中生代岩层中已被发现。尚存的种类有圆柱状竖直的干和在短粗的躯干上长着象大的蕨类植物似的叶子。有证据表明原始苏铁出现于晚二迭纪以前。

Cyclone 气旋 空气环绕一个低压中心作环形运动的系统，通常用“低”来表示。在北半球，气旋中空气运动为反时针方向，在南半球为顺时针方向，并且都具有一个指向中心的运动分量。气旋这个词最初一般是用来表示任何一个环形风系或高度弯曲的风系。然而现在这个术语通常表示的是热带以外地区的、持续时间为几天到一周左右（持续时间取决于纬度和季节）、沿着地球表面向东运动的气旋。在印度洋地区，热带气旋通常也被称之为气旋，但是在世界其它地区，热带气旋各有自己的地区性名称，如飓风和台风。

热带以外地区的气旋（充分发育的热带以外地区的气旋通常伴随着反气旋）与热带地区的偶然性气旋不同，前者在天气的日变化上表现出一种有规律的情况。这两种主要气旋类型的差异不仅表现在频率上，而且也表现在它们的形成和结构上。热带气旋起源于一个物质的暖湿气团内。而热带以外地区的气旋大部分是形成于锋面地带（干冷气团和暖湿气团之间的地带）；由于这个原因，气象学家常常把热带以外地区的气旋称为锋面气旋。

一个成熟的热带气旋的结构基本上是一个旋转轴垂直向上穿过对流层的环形旋涡。而热带以外地区气旋，它的轴朝向冷空气方向移动，水平移动的距离常达数百英里以上。气旋环流是不对称的，特别是在发展阶段。以风的封闭式运动为特点的气旋向上只有几公里高，再往上就让位于波的运动形式——中纬度西风带上层的典型运动形式。

20 世纪初，一批挪威气象学家提出了有关气旋的形成和发展过程的理论。他们认为，气旋之形成和发展是由于在极地锋面地带波的扰动和发展的

^② 某些物质的磁性随温度变化的规律，是法国著名物理学家皮埃尔·居里 (Pierre Curie, 1859—1960) 于 1895 年发现的。为纪念他的发现，科学界特把这个温度称为居里点。——译者

结果。当代的气象学家虽然也承认温度差异非常强烈的地带的存在对于气旋的形成和发展起着重要作用，但是，他们已不是把气旋内的锋作为气旋形成和发展的原因，而是看作为气旋发展的一个小插曲。

气旋发展的必要条件似乎是：（1）事先存在着空气的旋转运动，（2）在对流层的中部，存在着一个空气向外的辐散运动区，在对流层的下部同时存在着一个空气向内做辐合运动的区域，而且向内做辐合运动的空气不能补偿上面的空气的外流。在热带以外地区的气旋中，导致它的上部空气向外吹的辐散运动是由西风带上层做波动运动的气流吹向极地的空气形成的。由于大气层中不容许存在真空，上面的空气辐散外流产生了低压中心，导致了对流层下部的空气做向心的辐合运动以及向上运动去补充在进行辐散运动的空气。地球本身的自转运动产生的科里奥利力，是空气进行涡旋运动的根本原因。地球大气层中空气的大规模辐合运动都会导致空气做气旋式的旋转运动（不包括赤道附近的空气的辐合运动）。在地球的特定纬度上，当空气向着同一点辐合时，就会产生涡流。当做涡流运动的旋转轴变短，向心辐合的空气就开始相对于下面的地球旋转。

气旋

a) 中纬度气旋发展的早期阶段：冷锋从下面推动一个暖气团。

b) 发展阶段，冷空气继续把暖空气向后推，暖气团则在锋面处形成凸出，成为一个低压区。

c) 锢囚阶段，冷锋超过了暖锋，并把暖锋完全抬离开地面。

d) 由于气压趋于均衡，低压涡终于消失。

现在关于中纬度气旋形成的理论已经有所发展，不仅解释了气旋为什么能在中纬度地区盛行，而且也解释了与之相伴随的反气旋的形成。

如前所述，中纬度西风带上层做波动运动的气流的吹向极地的那股气流形成空气的辐散运动，与此相反的是，做波动运动的气流的吹向赤道去的那股气流则形成空气的辐合运动。这个辐合运动又导致它下面气压的升高，结果形成反气旋。在大气层上层处于发展之中的气旋的西面，导致空气做辐散运动，结果在它的下部形成了反气旋。上层空气的辐合运动和辐散运动分别位于一个波的前部和后部。

气旋的特点是，空气做上升运动、绝热降温（降温仅仅是由于空气上升体积膨胀的结果）、水蒸汽凝结形成云和降水、常常还有强风。因此，气旋常常又被简单地称为风暴。参见 Convergence [辐合]；Cyclone, Tropical [热带气旋]；Polar Front [极锋] 条。

Cyclone, Tropical 热带气旋 起源于热带大洋上的、水平方向的规模为 100 到 1500 公里的做旋转运动的风暴。热带气旋形成于水温在 27°C 以上的水域。它的典型路径是向西和向极地方向运动。因此，热带气旋常常冲向大陆的向着赤道的沿岸地带或者大陆东面的沿岸地带。南大西洋是没有热带气旋的，其一，因为这里的水温没有达到足够高，其二，因为两个半球的贸易风相会所形成的热带辐合带总是位于大西洋中的赤道以北的水域。热带气旋并不在赤道两侧 5 度的纬度内形成，可能是由于这里的科里奥利力太小，不能使空气形成涡旋运动。

在北大西洋、加勒比海、墨西哥湾和墨西哥西面的太平洋海域中的凶猛的热带气旋被称为飓风。在世界其它地区，热带气旋有各种地方名，例如，在西太平洋被称为台风，在印度洋被称为气旋，在菲律宾被称为碧瑶风。根

据国际协议，把热带气旋划分以下等级：风速超过每秒 32 米，为飓风；最大风速在每秒 17 米和 32 米之间，为热带风暴；风速不超过每秒 17 米为热带低压。

阿波罗 7 号宇宙飞船的宇航员于 1968 年 10 月 17 日拍摄的飓风格拉底斯的照片（佛罗里达州以西 200 公里拍摄），得到了极为精彩的热带气旋云图的立体图像。该照片显示出向中心盘旋上升的云带，云带彼此分离，而且主要是由积云构成的。靠近飓风的中心为内带，是由非常厚的积雨云构成的，高度可能达 15 公里左右，环绕着被称为眼的风暴中心。风暴眼，有时是无云的，在这张照片上，风暴眼被一个圆形的由冰晶构成的卷层云帽所遮盖，这个云帽是从风暴眼壁顶部的结成冰的云伸展出来。

热带风暴眼的周围有一个风速很高的带，风速可达每秒 100 米（每小时 358 公里），而风暴眼内却比较平静，二者形成明显的对照。眼的直径约从 5 公里到 50 公里，它的温度通常要比周围高几度。这是由于风暴眼是由下沉空气形成的，下沉空气则绝热增温。由于这个暖的核心的存在，在热带气旋中心的低压的上方必定存在着高压区或反气旋。热带气旋中的空气向风暴中心做旋涡状的辐合运动，到了风暴眼的壁处，风向变成近似于切线方向，并且空气非常迅速地上升，到了上面，又以反气旋的形式向外吹，反气旋可能正好位于下面的气旋之上。因此，热带气旋的结构与其它气旋是完全不同的，热带以外地区气旋的中心部位是一个冷的核心，它的上面也没有一个高压区存在。

虽然热带气旋产生的机制还不太清楚，但是据认为，它的能量是由上升气流含有的水蒸汽凝结所释放的潜热提供的。显然，这一点可用来解释为什么热带气旋仅仅形成于非常温暖的水域，因为在这里通过海面的蒸发，可以源源不断的提供大量的能量。

虽然不同的飓风所形成的降雨和云的情况千差万别，但是飓风带来的阵雨都具有带状结构的特点，这种带状结构的性质通常可以用卫星摄影和雷达探测出来。一个强大的热带气旋，它的中心的气压要比周围的气压（约为 1000 毫巴）低 200 毫巴或 20%。当一个热带气旋靠近海岸时，强大的风把海水往前推到沿岸地带的浅水区堆积起来，使海面升高，这种现象常常被通称为潮汐，但学术上称之为风暴浪。强风暴中心的低压也会加剧海水水位的升高。高高涌起的海面和汹涌的波涛，淹没沿岸的低地所造成的灾害，常常比狂风本身所造成的灾害还要严重得多。1970 年 11 月 12 日淹没了恒河河口低地的孟加拉风暴吞没千百万人，这个悲惨的事例表明风暴浪造成的灾难的严重程度。

当一个飓风登上陆地后，由于断绝了能量的来源（大洋中的温暖水域），它的威力很快就减弱了。然而，它在陆地上的整个路程中，常常继续下着暴雨，形成大洪水。例如，1972 年阿格尼斯飓风沿美国东部向北移动就形成了大洪水。

Cyclosilicate 环状硅酸盐 环状硅酸盐是硅氧四面体

热带气旋

1. 热带气旋在世界上的分布。它分布在六个地区，是有季节性的。这六个地区全都在热带和亚热带大洋中水温超过 27°C 的水域。

2. 在北半球，以旋涡状形式向低压中心吹去的风（反时针方向），形成一个气旋。以旋涡状形式从高压中心向外吹的风（顺时针方向）形成一个反

气旋。在南半球，气旋和反气旋的风向则与北半球的相反。

以共用氧离子而连结在一起，并且形成环状的一类硅酸盐。有三元、四元和六元环，它们的硅氧比都是 1:3。绿柱石 $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 是一个例子。参见 Si-licates Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Cyclothem 旋回层 在一个沉积旋回中沉积的一系列沉积层，典型情况下它的构成为：(1) 一套植物的堆积；(2) 灰岩的沉积；(3) 砂岩的沉积和 (4) 陆地侵蚀到海平面，而岩石被风化为土壤。这些层（宾夕法尼亚纪的某些建造可代表其典型情况）可能是由产生周期性的海进与海退的不稳定的地壳条件引起的。旋回层的下半部由陆相（非海相）沉积物构成，而其上半部则由海相沉积构成。所谓“理想的旋回层”已在伊利诺伊州西部宾夕法尼亚纪的一套岩石作了描述，它似乎是代表三角洲环境沉积的沉积体。一个理论的沉积系列由下列岩石单位构成，从最新到最老的顺序依次为（顺序 1 是最老的岩石，也即旋回的第一阶段）：

(10) 含石灰岩结核的灰色海相页岩；(9) 含化石的海相石灰岩；(8) 含石灰岩结核的坚硬的黑色的薄层海相页岩；(7) 含化石的细粒不纯灰岩；(6) 灰色海相页岩；(5) 煤；(4) 煤层下粘土；(3) 淡水石灰岩；(2) 页岩或砂质页岩；(1) 细粒砂岩，底面是不整合面。旋回层的不同旋回或者一组有关的旋回层称为大旋回层 (megacyclothem)。

Cystoid 海林檎^① 棘皮动物门海林檎纲的原生动物。这种附有棘皮的原生动物，主要生存于古生代。典型的海林檎有球状或囊状的萼（这是身体的主要骨架），由大量排列不整齐的钙质板构成。这些钙质板上有许多孔眼和裂缝，可能是分泌或呼吸用的。萼以短茎固着于海底。海林檎生活于寒武纪至泥盆纪之间，而以奥陶纪和志留纪时期最为繁盛。

^① 林檎，又名花红，俗称沙果，本是蔷薇科落叶乔木。海林檎以其形和沙果相近，故得此名。——译者

Dacite 英安岩 一种火山岩，它是相当于石英闪长岩的喷出物。主要矿物是斜长石（奥长石至中长石），石英，普通辉石或普通角闪石。它们都可以在细粒或玻璃质基质中作为斑晶（粗晶）出现。如不用显微镜来鉴定，英安岩是难于与流纹岩区别的一种淡色岩石。

Darcy's Law 达西定律 这个定律说明水通过多孔介质的速度同水力梯度的大小及介质的渗透性能成正比。这种关系可用下列方程式表示： $V = K [(h_2 - h_1) \div L]$ 。其中 V 代表水的流速， K 代表渗透力的量度， $(h_2 - h_1) \div L$ 代表地下水水位的坡度（即水力梯度）。因为磨擦的关系，地下水的运动比地表水缓慢得多。可以利用在井中投放盐或染料，测定渗透率和到达另一井内所需的时间。在美国佛罗里达的含水层中，曾沿着多口水井，采用碳¹⁴方法测定地下水的年龄。结果测出渗透速度为每年 7 米。在渗透性能良好的介质中，渗透率可高达每日 6 米。美国还测得过每日 235 米的纪录。不过，在许多地方，速率通常是每年不超过 30 米。

Dark Mineral 暗色矿物 具有暗色的造岩矿物。主要暗色矿物是角闪石、辉石、橄榄石和黑云母。由于这些矿物都含铁和镁，它们也叫铁镁质矿物。

Datolite 硅硼钙石 硅硼钙石是一种含水的硼硅酸钙，通常是以有闪亮晶面的晶体出现的。常常出现在玄武岩的空洞中，与沸石，葡萄石和鱼眼石共生。在美国，硅硼钙石主要产在马萨诸塞州，康涅狄格州和新泽西州的暗色岩中。著名的产地是马萨诸塞州的韦斯特菲尔德和新泽西州的伯根山。除了结晶很好的硅硼钙石以外，还有像无釉瓷器那样的致密变种。在密执安州基威诺半岛发现过和自然铜共生的硅硼钙石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Deep-scattering Layers 深海声波散射层 在回声深度记录仪上所记录的海洋中的特定的反射层。这一层对于声波通常以散射的方式进行反射，该层反射的声波记录远没有海底反射的声波记录那样有清晰的轮廓。深海声波散射层的特点之一就是以一日为周期的移动：在夜间这一层几乎移动到海面，而在白天通常移动到 200 米到 600 米的深处。在所有大洋中都存在着这样的层。显然，这一层是由各种生物形成的。从这一层的特点来看，这些生物必定会游泳，数量非常多，而且能反射声波。鱿鱼、鱼以及被称为磷虾（euphausids）的虾类甲壳动物，都具备这些特点。然而，深海声波反射层似乎主要是由磷虾形成的。

深海声波散射层

这是在墨西哥的拉戈角（Cape Largo）附近海域记录的回声测深图。上面黑色的带是表示发射的信号。下面的弯曲的带表示的是真正的海底剖面。中间的线条很密颜色很深的带表示的是“假海底”，实际上这是深海声波散射层，突起的峰可能是鱼群。

Deep-sea Drilling Project (DSDP) 深海钻探计划 对世界大洋的历史进行调查的一项研究计划，这一研究是用一条特制的船，格洛玛挑战者号（Glomar Challenger）在深海钻探来进行的。这项计划是由全国科学基金会资助的，是在莫霍计划的基础上发展起来的。莫霍计划是在 1960 年代初提出的打钻到地球的地幔层的深层钻探计划。由于缺乏资金以及地球深层取

样的联合海洋调查 (JOIDES) 计划。

在深海钻探方面跃居领先地位，莫霍计划遂被放弃。

地球深层取样的联合海洋调查在 1963 年在美国东南部的大陆边缘的外侧首次取得了深海钻探资料。

格洛玛挑战者号是 1968 年造出来的第一个专门设计在大洋底部进行深海钻探的船只。格洛玛挑战者号的建成，又开始了一项新的研究计划——深海钻探计划，该项计划的行政事务是由加利福尼亚大学斯克里普斯海洋研究所进行管理的。通过打钻和岩心取样表明，该船的性能超过了原先所预期的程度。这条船迄今一直在工作，每航行两个月，就换一次科学顾问。除了北冰洋外，格洛玛挑战者号几乎在整个世界大洋中都进行了钻探。深海钻探计划已取得了许多重要的资料，其中包括证实了大洋地壳在地质上是很年青的（不超过两亿年），以及证实了海底扩张说。

Deep-sea Research Vehicle (DRV) 深海研究器 专门设计能容纳一人至两人考察大洋深处的一种小型潜水器。深海研究器是从早期的深海考察器特莱斯特号 (Trieste) 发展而来的。在 1960 年代，建造了许多各种型式的深海研究器，如深海之星号 (Deep-star)、阿尔文号 (Alvin) 和陆架潜水员号 (Shelf Div-er)。大多数潜水器下潜的深度有一定限度，个别的深海研究器能下潜到最深的海沟的底部。某些深海研究器还装备有机械手以取海底样品。但是深海研究器的主要用途是能对大洋深处直接进行观察和摄影。参见 Deep-submergence Rescue Vehicle [深海营救器] 条。

Deep-sea Sediments 深海沉积物 在陆缘或大陆阶梯以外的深海海底堆积的沉积物。虽然深海环境是比较均一的，但是这里也有多种多样的沉积物类型，主要为两大类：陆源的和远洋的 (Pelagic)。陆源沉积物来自陆地并含有大量泥砂。远洋沉积物包括粘土、火山尘和宇宙尘、自生沉积物和生物成因的沉积物。深海沉积物通常颗粒很细，沉积速度很慢，形成薄层理。沉积速度大致为 1000 年 1 厘米。

深海沉积物

1. 深海沉积物的主要类型在世界上的分布。

2. a. 陆源沉积物直接来自于陆地并充填到较低部位。b. 远洋沉积物均匀地沉积到大洋的底部。

Deep-submergence Rescue Vehicle (DSRV) 深海营救器 专为深海营救而设计的一种小型深海潜水器。深海营救器最初是在 1960 年代中期用于营救失事的美国潜水艇 Thresher 和 Scorpion 号上的船员的。毫无疑问，在今后的研究工作中，也可以使用这种装置。因为这种装置很小，可以用大型飞机迅速运到世界上任何一个地方。参见 Deep-sea Research Vehicle [深海研究器] 条。

Deflation 吹蚀，风蚀 由风造成的物质的移动。这是在干燥地区中沙质海滩、荒漠、干河床上和活动的沙丘之间，以及植被受到犁耕或天然原因破坏的湿润地区的一种重要地质过程。粘土、粉沙和砂子容易被风吹走。在本世纪 30 年代风灾的日子里，从大平原吹来的尘土一直到过北大西洋。同样，撒哈拉的红色尘土一直落到阿尔卑斯山，有时还刮到英国。

风蚀盆地（风蚀坑） 是因风把颗粒细的物质吹走而形成的洼地。在加利福尼亚州莫哈维沙漠的干荒盆地中，有大到几千平方米和深在 3 米以上的一个风蚀盆地，在干荒盆地沉积物被石膏镶盖而不容易风蚀的地方会出现高达

3 米的平顶山。怀俄明州拉腊韦盆地中的大洼地，最宽处达到 14.5 公里，深达 45 米；蒙古戈壁荒漠中的庞江（Páng Kiang）洼地宽 8 公里，深 60—120 米，都是由吹蚀形成的。从植被稀少的沙丘上吹蚀的沙子在沙丘顶部附近成小风蚀坑。这些风蚀坑如果是最近形成的，它们没有植被，与周围略带绿色的地区形成明显的对比。

在更新世冰川时期，风蚀作用也是一个重要过程，正是在这一时期，风把颗粒细的物质从谷边碛和冰水平原吹走，形成了大量黄土。

Degradation 深蚀 河流中的下切侵蚀（downcut-ting）过程。岩石和疏松物质都被切削和移动。有时是 denudation（剥蚀）的同义词，不过，深蚀只表现为积极的侵蚀过程（active erosion processes）。深蚀把河流的坡降夷平到这种侵蚀活动无法继续进行为止。深蚀的规模取决于河水的流量和流速以及流经的岩石的性质。深切的反义词是加积（aggradation）。

Delta 三角洲 当河流流入池塘、湖泊和海洋等水体时所形成的沉积。河流以分岔流的形式流过三角洲平原，把携带的泥砂沉积下来达到海平面的高度，随着泥沙物质在三角洲前端河口处的沉积，整个河流就以分岔流的形式向外伸展。

沉积的物质有砂砾、砂、泥沙和粘土。三角洲是地面相当平坦的平原，分布着潟湖、湖泊和沼泽。

岔流流过三角洲注入开阔的水域，在河槽和河口沉积起砂洲，沿着岸旁建造起天然冲积堤。分叉河流深泓线的比降非常小，岔流的大部分地段的槽底可能低于基准面。三角洲上的汊流经常处于活动和变化的状态中，新的岔流不断出现，旧的阻塞。泛滥期间，一条岔流的天然冲积堤的决口是三角洲演化的一部分，因决口处向外伸出一条新的河道，旧的河槽就被废弃。

三角洲

1. 一个三角洲的横剖面，粗的物质首先沉积，形成称做前积层的一系列斜坡。较细的物质冲得较远成为底积层。覆盖在这些沉积物上的是顶积层。

2. 三角洲形成的各个阶段是：a 一条注入湖泊中的河流，沉积了携带的物质而形成一个河槽；b 河流改道，放弃它的旧河道；c 在泛滥季，河流形成辐射状岔流。

三角洲的形态取决于三角洲形成以前的海岸线和泥沙、沉积率、以及波浪，近岸海流作用的相互关系。有许多岔流的三角洲大多数都呈弓形（扇形）或者象希腊文的字母△。尼罗河的三角洲是标准的三角洲形态的代表，尼日尔河是典型的弓形三角洲。在沉溺河口（例如加拿大马肯齐河）狭窄的槽壁内形成的三角洲都是河口湾型三角洲。如果一条河流挟带着大量细粒物质，有若干条主要的岔流，而这些主要岔流几乎没有的岔流，并且倾向于沿着这些主要岔流河道沉积，形成手指状平面形态，其结果是形成鸟足状三角洲。密西西比河的泥沙主要是粘土—粉沙，就有着这种三角洲。现在的大多数三角洲都是相当年轻的，都是在海平面稳定以后的晚更新世开始发育的。

Dendrite 模树石 模树石是指一种分叉的树状的图案，是一个外来的矿物在另一个矿物的表面上结晶而形成的。它可以出现在细粒岩石的裂缝中，好像摊平了的树枝。与窗玻璃上的冰花相似，它们又可以像植物的残骸，常常被误认为是化石。锰的氧化物经常结晶为模树石。在藓纹玛瑙中，所看到的苔藓状图案可以断定是氧化锰形成的。

Density 密度 密度是指一种物质的致密程度，即单位体积的质量。通常

用每立方厘米克来测量。有时候，比重这个词用来代替密度这个词，但是密度这个术语必然要求有单位名称，而一个物质的比重则是该物质密度和水的密度的比较。这时，纯水的密度是每立方厘米一克。一个矿物的密度取决于原子构造和化学成份，而且还受温度和压力的影响。温度升高密度降低，反之，压力增高，密度也增高。

Density Current 密度流 在海洋学中，把由于两地之间密度差异引起的海水流动称之为密度流。任何水体都具有特定的密度，水体的密度极易受温度、盐度和悬浮在其中的泥砂含量的变化的影响。当两个水体相遇时，密度较大的水体就会下沉到密度较小的水体的下面，这样就使海水产生流动。密度流的最典型的例子就是盐度高密度大的地中海的海水经过直布罗陀海峡流入到盐度较小比重较轻的大西洋中后下沉形成数百公里长的舌状水流。浊流是一种特殊类型的密度流，它是由悬浮着的泥砂造成的。大洋中的所有深海环流基本上都是与密度流有关。

密度流

每年由于有大量的水分从地中海蒸发掉，使其海水较大西洋有较高的盐度和较大的密度。较重的地中海的海水经过直布罗陀海峡注入到大西洋的底部形成密度流。

Deposit Feeder 摄土动物 一组，种类极为繁多的在海底沉积物中打洞并取食的无脊椎动物。这些动物中既有挖深洞的，也有挖浅坑的，如各种腹足类软体动物、蛤、蠕虫、海参、海胆和穴居的蝦。这些无脊椎动物取食于沉积物中的有机物质和屑粒。在某些海洋环境中的几乎所有沉积物都被这些生物吃过并以小粒的形式被排泄出来。

Depression 凹陷 褶皱产生的山脉中，凹陷是一个低点，褶皱轴向它倾伏。它们一般发生在枝地槽（或横越地槽 Embayment）中，是一种围绕整个地区的大型构造。南阿巴拉契山脉的一些部分组成了一些凹陷。

Desalination 海水淡化 从海水中取得淡水的过程谓海水淡化。如果能从海水中取得淡水，这将是一项巨大的自然资源。虽然在大多数情况下海水淡化在经济上是不合算的，但是现在世界上有数百个海水淡化装置在运转中。第一个海水淡化工厂于 1954 年建于美国，现在仍在得克萨斯的弗里波特（Freeport）运转着。佛罗里达州的基韦斯特（Key West）市的海水淡化工厂是世界上最大的一个，它供应着城市用水。现在所用的海水淡化方法有海水冻结法、离子交换法，还有一种应用的最普遍的方法就是蒸馏法。

Desert 荒漠 降水量少于可能蒸发量的一种地区。荒漠分为热漠和寒漠，但都以植被比较稀少为其特征。荒漠几乎占到世界陆地表面的百分之三十。地层记录中广泛存在着厚层的风成砂岩和象盐、石膏等蒸发岩这一事实，表明在大部分地质年代里都有荒漠存在。

热漠是由下列原因之一发生的：1. 与冰源距离很远，2. 高山阻挡了它获得水气，3. 有顺着海岸的寒流和顺岸风，4. 位于高压区，其特征是空气由于下沉而变得干热。寒漠因温度很低，致使大气中不能够容纳很多水分。热漠的特征是有砂丘、黄土、风棱石和沙漠砾石覆盖层（都是由风的作用形成的），它的地貌形态有蒸发岩，盐湖，盐碱滩和沙漠岩漆。寒漠以其具有土溜沉积物，多边形土，断裂土（参看 Frost Action [冻裂] 条和其他冰缘地形为特征，而以冰川地形为共同特点。热漠主要分布在美国西南部，沙特阿拉伯，非洲北部和西南部，中亚以及南美洲的西南岸。寒漠分布在南极，格陵兰和

其他一些地方。

Desert Pavement (或 Deflation Armor Desert Armor Lag Gravel) 沙漠砾石覆盖层 (风成戈壁, 戈壁荒漠, 残留砾石) 由于风把泥沙物质吹走而使石子残留在地表。当石子完全铺满地面和风不再能够把细粒物质带走, 这个过程就结束了。

沙漠砾石覆盖层

沙漠卵石覆盖层或风成戈壁的发育情况: a. 土壤层中散布着石块; b. 风吹走了地面上的细小颗粒; c. 大大小小的石块都残留在地表。最后这些大大小小的石块形成一片连续的覆盖层, 阻止了风的进一步吹蚀。

Devonian Period 泥盆纪 古生代的第四个纪, 约始于 34500 万年前。泥盆系最初研究于英格兰西南部的德文郡 (Devonshire), 德文郡的泥盆系由海相沉积岩组成, 但在威尔士、苏格兰和英格兰西部, 泥盆系却是巨厚的陆相老红砂岩。早泥盆世时, 北美是一个低洼的大陆, 海水甚少, 阿巴拉契亚地槽在泥盆纪的大部分时间内接受了沉积。这时期的岩石见于密西西比河谷、大湖区、加拿大西北部和阿巴拉契亚地区。泥盆纪的地层在纽约州发育的最好, 这里层序完整, 化石丰富。纽约州西部泥盆系出露于亚利桑那、科罗拉多、犹他、怀俄明、爱达荷、蒙大拿和内华达州。大部分属于中、晚泥盆世。泥盆系也出露于不列颠群岛、德国、法国和苏联; 中国和亚洲的其他地点; 南非; 澳大利亚和新西兰; 以及南美。在北美, 泥盆纪末以始于中泥盆的一个造山运动——阿肯特幕的高潮为标记, 这次上升, 伴有巨大的火山活动, 隆起了从阿巴拉契亚地区经新英格兰到加拿大的沿海各省的山脉。

气候显示泥盆纪时是温暖的。化石记录说明远至北极地区当时处于温带气候。泥盆纪的生物以陆生植物的扩展为特征, 植物从株小无叶的种到株高达十二米的树状蕨类均有。海洋无脊椎动物异常丰富, 由造礁珊瑚、海绵、棘皮动物、软体动物和众多的腕足动物组成。三叶虫在数量上极大地减少, 然而个别特大的种却可大到 74 厘米长。陆地上出现了最早的昆虫, 还有些淡水蛤类和蜗牛。脊椎动物经历了一次几乎是爆发式的发展, 淡水鱼和海生鱼类都相当多, 这些鱼类包括原始无颌的甲冑鱼类; 有颌具甲的盾皮鱼类; 以及真正的鲨鱼类。还有与颌连结起来身长达 9 米具重甲的鲨鱼状的节颈鱼类。新的类型有肺鱼类, 一种既有腮, 也发育着肺作为辅助呼吸器官的原始类型, 这类鱼的某些代表今天仍然活着, 形成用腮呼吸的鱼类和用肺呼吸空气的两栖动物间的一个重要的环节。它不但将漂浮囊改变成原始肺, 而且这些鱼的某些进化到成对的阔鳍状的鳍状肢, 使其能够在水面上生活一个短时期, 同时有能在陆地上的有限的运动能力。鉴于脊椎动物的空前演化, 泥盆纪曾被称为鱼类时代。最重要的是显示出从总鳍类演化而来的原始爬行动物——四足类 (四足脊椎动物) 的出现。

泥盆系的有些岩石具有重要的经济价值, 在阿巴拉契亚地区产玻璃砂, 在安大略、纽约、俄亥俄和印地安那产建筑石料, 而北美的许多地方产石油和天然气。

Diagenesis 成岩作用 沉积物石化的当时和石化后发生的物理和化学变化。该术语曾以不同的含义使用过, 不过许多的含义都和沉积作用之后或沉积作用进行当时控制沉积物的集聚过程有关。这些变化包括压实作用、固结作用、重结晶作用和交代作用等形成沉积岩的整个时期所发生的作用。

Diamond 金刚石 (金刚钻、钻石) 金刚石是自然的碳元素, 通常认

为是最贵重的宝石，其所以如此珍贵，是因为它罕见并有特殊的性质。一块普通的石头，没有任何引人注意的地方，就不会引起高度的重视。金刚石是很罕见的，要找到一个金刚石的晶体，矿工必须剥离 1000 万到 3000 万倍的岩石。它有几种性质使其成为引人注目的宝石。它的硬度是所有的矿物中最高的。佩戴多年后仍旧十分光亮不至朦胧。有很亮的光泽又提高了它的价值，这种光泽只有少数几种矿物可以媲美。金刚光泽这个词就来自金刚石。它还有异常强的色散能力。当白色光通过切好的金刚石就出现光亮的光谱色带就是证明。

用作宝石的最好的金刚石仅占开采量的 20%，那是无色的金刚石。大部分金刚石不是成色不好（常有黄色或棕色的色调），就是有疵瑕，只能作为工业用途，有深色的稀少宝石，如蓝色的霍普金刚石（Hope diamond），黄色的提凡尼金刚石（Tiffany diamond）比同样大小的无色金刚石有更高的价值。

在化学成份上，金刚石是纯碳，和石墨是一样的，石墨是软的片状的黑色矿物。这两种矿物性质有很大的差别，这是由于碳原子的排列和将原子连系在一起的力不同引起的。在石墨中，碳原子层之间的连接是靠弱的温德华键，但是在金刚石中，每一个碳原子是和四个碳原子连接的，靠的是强的共价键。金刚石是立方对称的，常常以晶体出现，最常见的是八面体，并见有完全的八面体解理。这样，尽管它的硬度很大，但是脆，在平行四个八面体方向中一个方向容易裂开，宝石工匠就是利用这个特性将它切成任意大小的宝石。

金刚石是化学惰性最大的物质之一，它不溶于酸和碱。加上它的硬度大，比重高（3.52），因此，它能以自然状态被水流长距离搬运，并能堆集成砂矿。所有早期的金刚石都是来自冲积层（即水带来的）矿床。首先是在印度，1725 年在巴西开始开采砂矿，1866 年在南非（阿扎尼亚）开采砂矿，直至 1869 年才在南非（阿扎尼亚）的金伯利找到含金刚石的岩石。金伯利岩体大致有圆形轮廓的断面，向下延伸，有岩筒状的模样。南非有许多金伯利岩筒，西伯利亚也有一些在进行积极勘探工作，包括世界上最大的金刚石矿，南非的德兰士瓦的“首相”岩筒在内。但是金刚石岩筒生产的金刚石仅仅是冲积矿床产量的补充而已。世界上最大的生产国是扎伊尔；几乎全部金刚石都是从砂矿中找到的。虽然，扎伊尔全部金刚石中仅有 5% 达到宝石级，但是，西南非洲（纳米比亚），每月生产的十万克拉金刚石中，有 80% 是宝石级的。

因为它有很高的硬度，金刚石有许多重要的工业用途。金刚石细粉可用来抛光金刚石和其他宝石。较大的金刚石晶体用作金刚石钻头，钻头是从地下取得岩石标本的不可缺少的工具，边上嵌有金刚石的金属盘能够切割最硬的材料，叫做金刚石锯。直径 1~2 英寸的金刚石锯就能锯宝石。但要锯开花岗岩的大石块，要直径 9 英尺的金刚石锯。金刚石拔丝模，是一个单晶金刚石上面钻一个固定直径的小孔，用它来拔金属丝。金刚石抗摩擦，通过小孔，拔了许多哩长的丝后，孔径依旧不变。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Diaspore 一水硬铝石 一水硬铝石是含水的铝氧化物，细块状的一水硬铝石是铝土矿的主要组成矿物，铝土矿是铝的矿石。板状的一水硬铝石在刚玉岩中和绿泥石片岩中与刚玉共生。

Diastrophism 地壳运动 所有大的地壳运动，包括对山脉、大洋盆地

以及深海沟的形成起主要作用的运动。

Diatom 硅藻 一种微小的单细胞水生植物，外面有精巧的硅质外壳包着。已经知道，硅藻的生存时代是从侏罗纪到现在。在现代海底，有大量的硅藻壳堆积着，形成厚层的硅藻软泥。硅藻软泥可以变化而形成致密坚硬的硅质岩石，叫作硅藻土。硅藻也能形成块状硅藻土，这是一种细粒的、白色的或黄色和浅灰色的粉末状岩石，也属于未固结的硅藻土。硅藻土常用于作吸附剂、研磨材料、过滤材料和绝缘材料。硅藻土主要产于加利福尼亚、俄勒冈、华盛顿、内华达诸州；巴西、德国和阿尔及利亚也是很大的产地。

Diatreme 火山道 由角砾岩组成的一种长筒状构造。参见 Breccia Pipe [角砾岩筒]。

Dichroism 二色性 二色性是结晶学上的一个术语，某些晶体具有这种性质，当偏振光透过晶体时，显示出两种不同的颜色。参见 Pleochroism [多色性] 条。

Differential Thermal Analysis 差热分析 差热分析是一种测定晶质物质热反应的温度和量的方法，这个方法包含着连续的加热和记录样品和惰性体之间的温度差。这种记录通常是自动记录在一张移动的记录纸上。显示出究竟是吸热效应或是放热效应。

当反应是放热的，那么样品的温度就比惰性体高，反之，当反应是吸热的，样品的温度则比惰性体低。这种方法在研究粘土矿物时特别有用。

Dike 岩墙 由地下深处注入上覆地壳中的岩浆固结而成的板状岩体。它是岩浆注入到横切被侵入岩石的任何面状构造的裂隙中而生成。岩墙规模大小，从宽几毫米、长几厘米变化至宽几百米、长达几百公里以上不等。依据其空间排列形式和数目可以将它们分为各种类型。几组平行岩墙称为岩墙套 (Set)，大量平行的岩墙称为岩墙群 (Swarm)。苏格兰西南部的克莱德湾附近是一个这样的地区。另外一些岩墙与火山活动中心有联系，从一个中心向外作辐射分布。在科罗拉多中南部西班牙峰发现了一个壮观的放射状岩墙阵。

Dike Ridge 岩墙脊 岩墙比围岩抗侵蚀能力强时形成的一种地貌景观。如若岩墙易受侵蚀，则它构成一条槽沟。若岩墙和围岩性质相同，则地形上显不出差别。围绕南科罗拉多西班牙峰发现 500 多条岩墙脊的不寻常的岩墙脊群，这些脊宽最小不足 1 米，大的达 18 米，高超过 40 米，长超过 24 公里。从新墨西哥船岩 (Ship Rock) 地区伸展出令人惊叹的岩墙脊，其长几公里、高 15 米左右。

Dimorph 同质双形 同质双形是结晶学中的一个术语，指一个化学元素或化合物有两种不同的结构的现象。同质双形矿物的例子有金刚石和石墨，两者都是碳。黄铁矿和白铁矿，两者都是硫化铁。参见 Polymorph [同质多像] 条。

Dinosaur 恐龙 参见 Fossil Reptile [爬行动物化石]，Jurassic Period [侏罗纪]，Triassic Period [三叠纪] 条。

Diopside 透辉石 透辉石是辉石族的一种矿物，钙镁的硅酸盐，和钙铁辉石（一种钙铁硅酸盐）形成一个完全的固溶体系列。颜色，白色到亮绿色，颜色深度随铁的含量而增加。透辉石是一种接触变质的矿物，在结晶的灰岩和白云岩中存在。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Diorite 闪长岩 一种主要由斜长石（奥长石—中长石），普通角闪

石和黑云母组成的粗粒火成岩。通常有足够量的暗色矿物，因而岩石呈暗色。在世界许多地区都有闪长岩，通常作为比较小的环形体（岩株）或薄板状体（岩墙）产出。

Dip 倾角 任何层状或面状构造的空间方位。它是由与一个想象的平面的夹角来确定的。如果在一个与被测量面的走向相垂直的直立面上测量得的倾角，就是所谓真倾角。而在不垂直被测量面走向的任何其他直立面上所测得的结果都将小于真倾角，它们被称为视倾角。

倾角

当与走向正交时测得的倾斜层的倾斜度为倾角。在露头的层面上水平面方向是走向。在本图中岩层走向是南北向，倾角是向东 40° 。

Dip Joint 倾向节理 其走向平行于平面构造倾向的一组节理。

Discharge 流量 河槽送下的水量。以秒立方米为计算单位，用过水断面乘以平均流速求之。公式：

$$Q=AV$$

其中 Q 是流量（秒立方米）； A 是河道过水断面面积（宽乘深），单位平方米； V 是平均流速（秒米）。

Discharge Rating Curve 流量率定曲线（水位流量关系曲线） 估算河川径流的曲线。在河岸某个点测量河流的深度，宽度和流速，就能得出流量大小的数值。流量算出（以 $Q=AV$ ）以后，把流量与水深的关系标在图表上。利用这条曲线，可以显示任何深度上的流量。只要河道稳定，深度和宽度都没有变化，这条曲线就准确得很。参见 Discharge [流量] 条。

流量率定曲线

测量河流水流时，水位高由水位计记录（b）。流量测定是在河流纵剖面上进行，还要测定流速。有一种测定方法，即选几个点，从篮车上放下流速测量仪。由这些测得的流量数据便可得出流量率定曲线（b），河流的流量可依水位高度直接在曲线上求得。

Discontinuity 间断 一般指物理性质或过程的突然改变。地球物理学家将这一术语用于地球内部的一些层带，在这些层带内，地震波在通过地球向下传播时，速度会发生突然改变。

对于研究沉积物在大洋盆地内沉积过程的地质学家来说，间断表示沉积作用中止和（或）发生侵蚀的时期，从而在沉积记录中产生了一个间断。在构造地质学中，间断则表示岩石类型的突然改变，如由断层作用或造山活动引起的这种改变。参见 Conr-ad Discontinuity [康拉德间断面]，Mohorovicic Discontinuity [莫霍洛维奇间断面] 条。

Discordant 不整合侵入 描述岩浆岩体跟它所侵入的围岩的原生面状构造之关系的一个术语。不整合侵入体切过了围岩的面状构造，一般形成岩墙、锥状岩席、岩基有岩株。

Dislocation 位错 脆性岩石因挤压或剪切作用而破裂、变形的过程。

Dispersion 色散 色散是晶体光学的术语，是指白色光分为相应的色光。也指光学性质，特别是折射率随光波长度变化而变化的现象。

Distributary 岔流 参见 Delta [三角洲] 条。

Divergence 辐散 在气象学上，指空气从一个给定的体积中向外的净流出。地球表面的空气在向水平方向进行分散开时，就需要有从上面向下运动的空气来进行补充。如果地球表面的空气做辐合运动，就会导致空气的向

上运动，因为空气的可压缩性是比较小的。

辐散

1. 一团空气下沉 (a)，接近地面时，作水平扩张或叫辐散 (b)，由于地球的自转运动，辐散的空气变成反气旋 (c)（北半球为顺时针方向，南半球为逆时针方向）。

2. 一向上运动的空气柱 (a)，其底部产生辐合运动 (b)。在作辐合运动时，空气柱变成了气旋 (c)（北半球为逆时针方向，南半球为顺时针方向）。

气旋和低压区的特点是在近地面处空气为净流入；空气的这种净流入导致空气以向上运动为主。如果在高空存在着空气向外净流出的运动，那么，下面空气的流入就会继续下去。在一个气旋发展期间，上面的辐散要超过下面的空气的流入。反气旋的特点则是风沿着地球表面从高压中心向外吹。如果高压区处于发展之中，在反气旋上面的空气的流入要超过在下面的空气的辐散。

气旋和反气旋的发展以及运动是与空气的辐散和涡旋运动有密切关系。在大气层中的中等规模和大规模的运动系统中，空气的辐合通常导致气旋涡动性的加强。相反，空气的辐散则导致气旋涡动性的减弱和反气旋涡动的加强。空气的辐散运动和涡旋程度之间的关系与一个旋转的舞蹈演员控制他的旋转速度的方式相类似。当舞蹈演员缩回他的手臂（质量的辐合），旋转速度就变快；如果伸出手臂时（质量的辐散），他的旋转速度就减慢。

Divide 分水界 不同流域彼此间的界限。分水界一侧的雨水朝一个方向流动，进入一个河流系统中。分水界另一侧的雨水向另一个方向流动，进入另一个河系。分水界一般都表现为山脊、较高的地面以及分水界分开的各流域的最高部（但也有例外）。河流袭夺可使分水界移动位置。美国大陆分水岭是向东流入墨西哥湾和大西洋、向西流入太平洋各河流的分水界。

Dodecahedron 十二面体 十二面体是由 12 个晶面组成的等轴晶系的一种单形，在几何学上完整的菱形十二面体，每个晶面都是一个菱形。五角十二面体，通常称为黄铁矿多面体，每个面是五边形。

十二面体

这个十二面体的单形有 12 个晶面，这对于许多结晶为等轴晶系的矿物是很普通的一个单形。

Doldrums 赤道无风带 大致位于北纬 5° 和南纬 5° 之间的赤道低压槽。赤道无风带以前被称为赤道静风带。由于这里不存在着强大稳定的气压梯度（可以导致风的形成的气压变化），因此，这一地区大气层下层没有盛行风系统。静风时间占三分之一，然而也经常吹着猛烈的狂风。

Dolomite 白云石，白云岩 白云石是一种钙镁碳酸盐矿物，虽然钙镁的含量可以变化，但成分常常密切地对应着分子式 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ 。它以菱面体晶体出现，常常有弯曲的晶面是它的特征。有些变种的光泽是珍珠光泽，因而得名“珍珠白云石”。颜色常常有粉红色色调，也可以是无色的，灰色的、棕色的或黑色的。虽然白云石结晶成菱面体晶体，对称性比方解石要差，但这两个矿物有相似的菱面体解理，在块状时彼此也很相似。尽管如此，它们可以很容易区别的，白云石不和冷稀盐酸反应冒泡。

Dolomite 这个名词是先用作一种沉积岩的名称，后来才用作矿物的。人们发现矿物和岩石有相同的化学成份。白云岩是一种沉积岩，相同成份的变质岩是白云石大理岩。白云岩储量很大，分布很广，世界上很多地方都有，

包括意大利北部的阿尔卑斯的白云岩。白云岩被认为是石灰岩中钙有一半被镁代替形成的。

代替常常不完全，白云质岩石常常是方解石和白云石矿物的混合物。在铅锌矿脉中白云石常常呈可以分辨的晶体出现，作为一种脉石矿物和方解石、重晶石及萤石共生。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Dome 穹隆 一种向上褶皱的构造，在这种构造中像层理那样的层状要素从隆起的顶端向四周倾斜，犹如一组倒扣着的碗。穹隆可有圆形的或椭圆形的，面积可达几个平方公里以上。它们是地壳中向上逆冲的一股力造成的，根据其成因可将它们分类。盐丘由塑性流动的岩盐形成，它从地壳中升起是因为它的比重比围岩小。它如活塞一样冲击上覆地壳使之变形为一个穹隆。盐丘对经济地质学家很重要，因为它们含有硫磺和岩盐，并形成圈闭，油气可储藏其中。在美国的墨西哥湾沿岸、墨西哥湾之下、科罗拉多州、犹太州及其他许多地方如苏联、法国、中东各地都发现了盐丘。

穹隆也可以因岩浆注入地壳岩层之间而形成。岩浆使较软弱的上覆地壳向上弯曲而成穹隆。这种火山穹隆是因岩浆很粘，不能流得很远，在一个有限范围内聚集而形成的。当挤压力使地壳弯曲时也能生成另一种椭圆形穹隆，这样的穹隆通常叫背斜。参见 Cumulo-Dome； [堆积火山穹隆] Fold [褶曲]。

Double Refraction 重折射 重折射率是非等轴晶系的透明晶体的一种性质。原来的光线分解为两个相互垂直的偏振光线。这两个光线，以不同的速度透过晶体，在任意一个切面上，此晶体将有两个折射率，它与每一条光线是相应的。

重折射

透明的方解石块将透射光分解为两条光线，这种反射的两个影像就显示了这种重折射。

Drainage Basin (or Watershed) 流域 某一河流及其支流流贯的地区。境内的降水都取道主（干）流外泄。流域以分水界或河间地与其他流域隔开。大多数流域都直接或最终通向大洋。有些流域不通大洋，称为内陆流域，以湖泊为宣泄尾闾。

流域

1. 密西西比河及其支流形成了一个庞大的流域。

2. 河流的类型决定于其发育地的岩石性质。树枝状水系（a）常见于平坦的地面；格状水系（b）常出现在沉积岩边缘地带形成的平行带状谷地；平行水系（c）则常在沿岸平原或倾斜的高原地区发育；放射状水系（d）则常常在中心地区比四周地势高的地区出现；向心水系（e）则是四周向流域的中心点流动；长方水系（f）是受岩石的节理或断层影响而形成。

Drainage Density 河网密度 流域切割程度的尺度。说明河网的相对空间分布，表示流域内河流总长与流域面积的比率。河网密度取决于流域气候状况，地质条件和自然地理特征。气候影响着植被和流量。岩石和土壤类型则左右着流域的抗蚀性能和下渗水量。地形地貌对径流和河流的地表侵蚀力也大有关系。一般而论，砂岩地区的河网密度比页岩地区差。河网密度稀疏（每平方公里有河道 3—4 公里）表明该地属于粗结构地区，是美国阿巴拉契亚高原一类耐蚀岩层为主的流域的典型现象。中等河网密度（每平方公里有河道 8—16 公里）见于岩类复杂的美国中东部。高河网密度（每平方公里

有河道 30—100 公里) 为半干旱地区弱岩石流域所特有。超细结构地区的河网密度, 每平方公里内河道超过 200 公里, 劣地 (badland) 就以这种河网密度著称。

Drainage Patterns 水系型 河网 (包括主流和全部支流) 的几何排列样式, 也就是流域内河流分布的空间轮廓。水系型有许多种。树枝状水系型其状如树, 河网中的分支排列零乱, 没有特别明显的统一流向。美国中西部水平沉积层上的河流, 常构成这种水系型。平行水系型 (Parallel drainage pattern) 由多条顺着明显的坡面, 大致朝同一方向流动的河流构成。沿海平原或倾斜的高原地区, 有这种水系型。格状水系型 (trellised pattern) 见于美国宾夕法尼亚州中部一类倾斜式褶皱沉积层地区。在这种地区, 主谷都顺长伸展, 并同抗蚀力弱的岩石的走向一致。支流都比较短, 且与主谷呈直角衔接。这种水系型出现于冰川地区。在这些地方, 河流在冰川沉积层的伸长丘陵地 (如美国纽约州帕尔米拉附近的鼓丘地区那样) 间穿行。环状水系 (trellised drainage) 出现于河流围绕着圆丘对软弱岩石进行侵蚀的地区, 美国北达科他州的布莱克丘陵 (Black Hills) 和英国威尔得地区 (The Weald) 那类环状水系, 就是这样形成的。河流受节理系统或断层控制的地方, 出现一种长方水系 (rectangular drainage)。美国宰恩国家公园 (Zion National Park) 有这种例子。放射状水系 (radial drainage) 是河流从一个共同的中心向外延伸。圆丘或火山 (如日本的富士山和美国夏威夷的冒纳·劳亚火山) 上的河流, 就是在山坡的制约下, 构成这种水系的。河流奔向盆地中心的地方, 形成向心水系 (centripetal drainage)。这种水系的出现, 也是地表坡度起着作用。在大面积的构造盆地, 火山口和破火山口内, 不乏其例。干旱和半干旱区的盆地, 水流向盆地中心汇聚, 也表现为向心水系。

Dredge 挖泥器 在海洋学研究中用来从大洋底部取样的一种力气很大的器械, 通常是拖在船的后面。挖泥器一般是篮子的形状, 由链子编成的。它从大洋底部采集大块岩石、锰结核、磷结核, 甚至能剥下一块基岩下来。在所有海洋研究的器械中, 挖泥器是最有用的一种。

Dreikanter 三棱石, 风棱石 参见 Ventifact [风棱石] 条。

Drift Bottle 浮瓶 用于测量海流的一种容器。瓶子中装有镇定物和一张卡片, 投放海中的位置是经过测定的。瓶子无论被谁发现, 都要把卡片寄回, 上面写明发现瓶子的日期和位置。把所发现的瓶子表示在地图上, 就可以确定海流的总的流向和流速。现在也用塑料制的漂浮卡片来测量海流。

浮瓶

为了研究海流, 设计了能漂浮的浮瓶, 里面装有一张卡片, 以供在上面填写发现的时间和位置。

Drip stone 滴石 参见 Stalactite [钟乳石] 条。

Drogue 浮锚 在海洋学研究中, 用来测量海水运动的速度和方向的一种装置。这是一种沉入水中随着海流运动的装置。浮锚通常是由十字架、降落伞或其它能产生阻力的装置组成。有一根细金属丝或尼龙绳把浮锚和水面上的浮标相连, 在浮标上则可以装上旗子、灯、雷达反射器或无线电发报机, 以供追踪和观测。

浮锚

把一个降落伞沉入到一个已知的深度, 由于降落伞的阻力使它和海流保

持相同的速度运动，可以追踪海流的运动。

Drowned Valley 溺谷 被海洋湖泊或水库淹没的河谷的较低一端。它可能是陆地下沉，海面上升，或者两者兼而有之而形成的。特拉华湾和切萨皮克湾是溺谷的例子，特拉华河谷和萨斯奎哈纳河谷的较低的一端都是下沉的。英国的泰晤士河谷和布里斯托

溺谷

一个沿海的河谷系统 (a)，在经过海面上升或地壳下沉以后被淹没 (b)。尔河道以及南美洲的普拉塔河也都是沉溺河谷。河口湾是被海所淹没的河谷，其特征是淡水和咸水在这里进行混合。

Drumlin 鼓丘 由冰川冰形成的一种平缓细长的流线形低丘。鼓丘基本上是由冰碛物组成的。长轴方向与冰川移动的方向一致，长轴的长度是短轴的两倍以上。鼓丘可高达 60 米，长 1.5 公里以上。鼓丘一般彼此分离单独存在，但两个以上互相衔接的鼓丘也并不少见。在纽约州北部、马萨诸塞、威斯康星、密执安、新斯科舍、北爱尔兰等地，可以见到由数十个甚至数百个长轴方向平行的鼓丘组成的鼓丘群。邦克山丘和布雷德山丘是美国两个著名鼓丘。

虽然地质学家在下述一点上的看法是一致的：鼓丘是由向前进行强有力推进的冰所形成的，但是，一些人认为，鼓丘是以前的冰碛物又经过冰川侵蚀而形成，而另外一些人则认为，鼓丘是由于冰碛物堆积而成。

Druse 晶簇 岩石空洞长有许多小晶体。这种空洞常常很小，空洞中被包围着的晶体就被称为晶簇，例如，石英晶簇。

Dubois Equation 迪布瓦公式 拖带河底松散颗粒的摩擦力的计算公式。只是在颗粒小，河流流速缓慢的情况下，这个公式才是有效的 **Dune 沙丘** 由风吹成的沙墩，沙山或沙脊。凡是在有沙源，有足以搬运沙子的强风以及可以使它们沉积下来的地方都有沙丘。在刮向岸风的沙质海滩近旁的内陆，在干季时出露的河流的沙质河床附近，以及在荒漠地区在有砂岩崩解和其他岩石分解能产生沙子的地方，普遍都有形成沙丘的条件。沙丘小者高度只有 1 米，高者可超过 100 米。除非被植被固定下来，不然沙丘是会移动的，因为沙子从向风一边被吹到背风一边。但是沙丘的移动很慢，每年通常不到 30 米。沙丘可以吞没森林，房屋，甚至整个村落，如果沙丘继续移动的话，那末村落以后还会显露出来。

根据沙子的数量和分布，以及风力大小和风向等因素，沙丘可以有各种形态。横向沙丘是与风向垂直的沙脊。新月形沙丘的特点是沙峰的一边是平坦的向风坡，另一边是处在静止角的背风坡，钩角指向顺风的方向。沿海低沙丘是与海滩平行的沙脊，海滩是提供沙子的源地。一般说沿海低沙丘是有植被固定的，它的移动不能深入内地很远。

阿拉伯半岛，撒哈拉和西南非洲的卡拉哈里上的沙丘是世界上最大最著名的沙丘。在欧洲沿岸，从马萨诸塞州到佛罗里达州的大西洋沿岸，和在得克萨斯州、加利福尼亚州、俄勒冈州和华盛顿州沿岸都有沿岸沙丘分布。密执安湖以南的印第安纳州中有一片沙区。在美国西南部的沙丘通常与干河床，干湖床有关。新墨西哥州的白沙国家保护地和科罗拉多州的大沙丘国家保护地是拥有美国最壮观的沙丘奇景的两处地方。

沙原是一层薄薄的风成沙地，它很薄甚至能反映出它所覆盖的地貌。沙原面积可达几千平方米，在利比亚沙漠中的沙源，面积达数百平方公里。

风成砂岩是沙丘固结的产物，是经历许多地质年代形成的。在大峡谷及其周围的二叠纪科科尼诺（Coconino）沙岩是一个著名的实例。这一片砂岩面积有 83000 平方公里，厚达 300 米，体积达到约 12000 立方公里。由于这个面积比美国迄今发现的其他沙丘要大得多，因而科科尼诺沙漠在二叠纪时代一定与今天的撒哈拉沙漠和阿拉伯半岛沙漠的面积相似。

沙丘

沙丘滑落面的发育过程：风从沙丘顶部吹过，结果在沙丘的背风面形成一个背风区（a）沙子滑落使坡度达到临界角；（b）于是发生沙崩形成滑落面。

Dunite 纯橄榄岩 橄榄岩类的一种变种，几乎完全由橄榄石组成，但含少量作为副矿物的辉石和铬铁矿。在北卡罗来纳、南卡罗来纳和佐治亚的纯橄榄岩具有重要的意义，因为商业上的刚玉矿床与它们伴生。苏联乌拉尔山脉和新西兰有大的岩体群，该岩石是以新西兰著名的登（Dun）山命名的。

Earth, Origin of 地球的起源 为了解释太阳系和行星地球的起源，已经提出了许多科学假说。然而还没有一个得到满意的证实，而对其中的大多数都提出了严厉反对意见。这些假说都假定在距今 40 到 50 亿年之间，原先存在的物质与能量进行了重新分配。根据观测事实，已经提出两种基本理论。单体假说提出，在行星起源过程中，只涉及太阳。第二天体假说假定太阳系是由另一个天体偶然与它相互作用产生的力引起的。后一种假说一般都假定有另一颗恒星在太阳附近通过；因此这类假说也被叫作相遇说、入侵说或双星说。

解释地球起源的最早的科学尝试是 1755 年德国哲学家伊曼纽尔·康德做出的。1796 年法国数学家皮埃尔·拉普拉斯在不知道康德的早期工作的情况下，更完善地发展了这种假说，并用更为科学的术语阐述。这种理论叫作星云说，它推断太阳系最早来源于一个在宇宙空间旋转的巨大的气团。这个气团叫作星云，由于重力的吸引它逐渐变小，而由于这种收缩又使旋转变快。最后，这个星云的最外部分旋转得那么快，以致使气体环与收缩的星云体分开。这些环缓慢地浓缩形成行星，而中心星体便成为太阳。对这一假说的主要反对意见是太阳的旋转比起行星来太慢。另外，热气体环可能在空间弥散在宇宙空间中，而不是浓集为固体行星。

星子假说，在 1900 年左右由天文学家 F. R. 莫尔顿和地质学家 T. C. 钱伯林提出。他们的理论是：在行星形成之前太阳便已是一个恒星。在某个时候，一颗入侵的恒星通过太阳，它施加了非常大的引力，从正对着太阳的一面拉出太阳物质。这种物质后来冷却并凝结为称作星子的固体颗粒，它们以入侵星一样的方向绕着环太阳轨道旋转。这些星子中最大的作为核心吸引其他星子，并通过吸集作用最后生长到现在的大小。卫星则是位于形成行星的星子群附近的另一些星子群形成的。第二天体假说解释了行星、卫星和小行星的发展，也处理了太阳缓慢旋转问题。但这种假说已经受到怀疑，因为天文学家认为另外一颗恒星那么近地走过太阳是非常不可能的，即使发生过这样的“近距离飞行”，入侵星能够产生足够的横向推力使扯出的太阳物质能定位到轨道上去的说法，也是令人怀疑。相反，这些被扯出来的物质会落回太阳中去。

许多宇宙起源学家已经重新回到太阳和行星起源于气体与尘埃组成的云的思路。不过早期的星云理论集中于太阳家族的物理习性，而现代的方法则对太阳系的化学成分特别注重。天文学家已经发现了我们的银河系的各恒星之间有许多大型气尘云。更重要的是，其中有些星云正在凝集形成恒星。不旋转的星云凝集形成没有行星的单个恒星，但快速旋转的星云发育成为旋涡或涡流，它们可以破裂为两个或更多的部分。这些星云的碎片可以形成双星甚至三星。这些观察导致了尘云假说或者原行星假说，这一假说最先是由德国天文物理学家卡尔·冯魏扎克提出的，后来由美国天文学家杰拉德·库伊珀作了修改。这种假说认为星际气尘云缓慢地旋转着经过宇宙空间。渐渐星云中心凝集形成一个大星体，即原太阳，我们的太阳就是由它演化来的。其余的尘云变扁平，形成环绕新形成的恒星的薄的盘状体，而盘状体的旋转引起涡旋状的涡流体在云的中心形成。然后，由于重力吸引，每个旋涡体收集它周围的物质，因此造成原行星。人们认为 9 个原行星（它们各与现在的

九大行星对应)形成了,它们原来都比最后形成的行星大得多。在某些大涡流体内部发育起来的较小的涡流,造成了形成行星的月亮或卫星的小碟状体。许多天文学家都支持这种理论,因为大型望远镜的观测已经揭示了恒星之间的若干真正的星云。同样重要的事实是,有些这样的大型气尘涡旋正在形成新的恒星。原行星假说为大多数宇宙起源学家普遍接受,因为它解释了太阳系的许多已知事实。尽管如此,这个假说还远非十全十美,而太阳系的起源还大都是推断。

Earthquake 地震 在地球内部逐渐积累起来的应变突然释放所引起的地球震动或隆隆作响。地震活动主要集中在称为地震带的相当狭窄的地带内。现在已知这样的地带与地球外层岩石圈巨大的活动板块的边界一致。

地震产生于地表下一有限的深度内,按震源深度可将地震分为三类。震源深度小于 70 公里的地震称为浅源地震。浅源地震在所有地震带内都有,并且它的发震率最大。在 70 和 300 公里深度之间发生的地震称为中源地震。而震源深度从 300 公里到 700 公里的地震则叫深源地震。中源和深源地震为数有限,分布不广,一般局限于中美和南美西部、阿留申群岛和太平洋西缘的一些地震带内。最近已用板块构造(地壳板块的运动)和海底扩张(大洋下面沿板块边界增加新物质)的概念来解释地震成因。浅源地震发生在两个板块同时相互碰撞或同时作分离运动的那些地区,而中源和深源地震只发生在一个板块向另一个板块撞去的地方。

在加利福尼亚沿众所周知的圣安德烈斯断层,发生许多浅源地震,其中一些是大的破坏性地震。这些地震是由彼此在作瞬间滑动的两个巨型地壳断块的相对运动引起的。一个断块,洛杉矶城和西南加利福尼亚大部分位于其上,正相对该州的其余部分作北西向移动。能量沿这个断层突然释放,引起 1906 年的地震,使旧金山遭到毁坏。1911 年,约翰霍普金斯大学的哈里·弗·里德提出他称之为弹性回跳的学说,来解释旧金山地震。将地震前后穿过圣安德烈斯断层的测量标志进行比较,里德发现最靠近断层的那些标志所受到的位移比远离断层的标志要大。他认为,如果穿过并垂直于断层作一直线,那么这条直线就会逐渐变形成为一条加长了的 S 形曲线,好像地球的两地块确实作过相对运动一样。这种变形会继续下去,直到所积累的应变超过使这两地块结合在一起的摩擦力为止。里德说,在应变释放的时候,相邻断块会彼此突然折断,由此释放出的能量足以引起地震。现在已用弹性回跳学说来解释浅源地震,作些修改后可能还可用来解释较深的地震。

由于地震平均每年要招致 14000 人的伤亡,因此正在大力解决预报与控制地震并减少地震引起的危害问题。

提出来控制或者也许是减轻大破坏性地震的一种方法是沿着地震活动的断层钻许多井,将水注入这些井中,井中的水能够沿断裂带移动。这种水会起润滑作用,使接近断裂带的岩体彼此的滑动变成许多小的颤动,而不致产生一次大的位移。较小的运动产生的地震强度就很小,使生命财产的损失也大为减小。见 Earthquake Prediction [地震预报] 条。

地震

当内压力在相反方向上推挤地壳时,地壳就慢慢弯曲成 S 形。根据弹性回跳学说,能量不断积累在被弯曲的岩石中,直到岩石突然折断,产生垂直的断层崖,并且释放出的能量以地震波形式传入地壳。

Earthquake, Measurement of 测震 地震所释放的相对能量,按照

两个标准尺度来确定。第一个尺度称为梅卡利尺度（以意大利科学家吉乌塞皮·梅卡利命名，他于1902年提出），是用来确定烈度的，根据地震对人和人造的各种物体产生的作用大小来确定。烈度表上的数字从I度（指只有灵敏的仪器才能记录到的地震）变化到XII度（指产生毁灭性破坏的地震）。梅卡利烈度表的度数是对震源附近的地方制定的，粗略地表示了在这样的位置上地震冲击的程度有多大。对每一个地震，烈度数是在许多地方确定的，并且一般以记录到的最高烈度数作为该地震的烈度。

第二个尺度就是地震震级或称里希特尺度。它是根据地震仪记录到的地震在震源处所释放的能量来确定的。因此，里希特尺度对地震的描述与地震对地球表面上各处物体的影响无关，所以每个地震只有一个震级。美国地震学家查理·弗·里希特提出的这种尺度把震级分成从-3到9的各级。较小的数字表示地震释放的能量较小，只有在地震仪记录上才能觉察。尺度另一端的数字表示破坏性地震，如1964年的阿拉斯加地震，是在北美记录到的最强的地震，在里希特尺度表上定为8.4级。

Earthquake Prediction 地震预报 预报地震，估计发震时间，震级大小和震中位置的各种技术。这种迅速发展的技术，大都以地震前记录到的岩石性质的变化为基础。在过去几年里，为了地震预报，监视过与地震有关的一些现象。这些现象包括：（1）大地电导率的增加；（2）深井中地下水化学成分的改变；（3）地球表面轻微的垂直和水平运动；（4）地震学的一些标志，如应力方位的改变，地震波的速度和频率成分的移动以及微震活动增强等。

地震是伴随着岩石破裂和沿断层面的移位而发生的各种运动所引起的震动现象。在断层运动以前，岩石中的应力逐渐增强，岩石的物理性质改变。这些变化使地震发生前的地震图像改变，因而如果能判断出这些改变，就可将它作为危急的运动信号。二十年来，苏联和日本科学家积极从事震前地震图像的研究。同时，美国科学家已在实验室内广泛地研究了在变形应力作用下的岩石力学性质。岩石体积轻微的增加称为扩容，它是应力重新取向和地震波发生变化的明显原因。随着应力增加和岩石接近破裂，显微裂隙和小空隙发育，使岩石的总体积增加。但是这种情况在地底下是否会出现尚无定论。

一种假设认为随着地下岩石扩容，形成显微裂隙。地下水渐渐渗入这些开口裂隙中，岩石中的流体压力增加。这样一来岩石就更易破裂。另一种假设认为，扩容更可能在充满流体的多孔岩石中出现。水流进新发育成的裂隙中，因而总的流体压力降低。这使即将发生的断层运动得以延迟，直到有足够的地下水流进一定区域而使流体压力恢复到以前的水平为止。无论哪种机制，扩容和地下水移动都给视为地震前兆的特征提供了一种可能的解释。因为电导率主要与岩石中的水量有关，因而随着扩容发展，电导率会增加。而且，在扩容期间，地下水流增加，这能够促进氡的释放。氡是一种由一些短寿命的同位素的放射性形成的天然气体。显微裂隙能够产生微震，已知在地震之前微震强度增加。随着裂隙的产生和流体压力的改变，还会发生应力的重新取向。

用得最广的地震预报因子是地震波速度的变化，这是苏联科学家首先注意到的，尔后美国地震学家也注意了这种现象。即使是最轻微的岩石运动也会产生两种基本形式的声波：压缩波（P）和剪切波（S）。这两种波通过岩石的运动方式和速度都不相同。正常情况下，P波的走时比S波快约1.75倍。

但是在即将发震的地区，曾观测到 P 波速度与 S 波速度之比 (V_p/V_s) 在地震前几周，数月甚至几年时间内降低。然后波速比 V_p/V_s 逐渐回升，恰好在震前达到正常值为止。这种现象的解释可能与未充填水的显微裂隙有关，因为在未被流体饱和的岩石中，P 波的速度要减小。某些地震学家用预先监视 P 波速度的办法来预报地震。此外，波速比 V_p/V_s 的下降和发震之间的时间间隔好像与震级有关；时间间隔越长就是地震越强的预兆。

流体压力不仅是地震预报的关键，也许还是控制地震的关键。美国地质测量学家们在科罗拉多州的朗格列油田，试验了流体压力触发地震的作用。这个地区流体压力较正常值大了许多，因为作为第二次恢复计划的一部分，已将水注入油田中。首先将流体抽去使压力降低，使得小震的频度显著减少。然后又将水注入油田内，使压力再次增加。小震随之大量增加。现在用钻井的办法有可能控制地震区的流体压力，特别是人口稠密的地区，如沿加利福尼亚州中的圣安德烈斯断层。这有助于减小地震震级。

以新的见识来看全球规模的地壳运动，对解释地震现象已有所帮助。最近的理论认为，地壳和最上层的地幔，分成几个巨大的块体，称之为板块，这些板块在地球表面上缓慢地运动。板块边界就是那些地震活动集中的地区，这些地震是一个板块相对另一个板块运动所产生的。

虽然已有一些有关地震的重要新资料，但要准确地预报地震还存在不少问题。无法保证对较小的浅震适合的那些条件，对很大的地震或者在地壳内部较大深度上发生的地震也适合。此外，在任何地区，为了监视地震前兆，都必须布设大范围的地震台网。中国是地震特别多的国家，已经建立了一个由 250 个地震台和许多深井监视点组成的庞大系统，它作出过一些成功的地震预报，包括通过监视深井中氡含量增加结合地震波监视作出的地震预报，在大震到来之前，撤出一个城镇的大量人口。在美国，现有一个由 100 个地震台组成的台网在工作，这些台站设置在加利福尼亚中部圣安德烈斯断层的一段 300 公里长的地段上。计算机系统能在几分钟内确定每个小震的精确位置。也记录了 P 波和 S 波的相对波速异常。这些资料可供科学家们在人口高度集中的震区作大地震预报之用。即使没有办法阻止地震的发生，能发出警告，使人们能采取些预防办法也是好的。

Earth's Planetary Motions 地球的行星运动 这种运动就是地球绕地轴在赤道上以 1100 公里/小时多的速度自转，同时又以 106,000 公里/小时的速度绕太阳公转。这些运动在地球上就产生了白昼和黑夜以及一年四季这种形式的周而复始的变化。

地球每 24 小时绕地轴自转一整圈，即 360° ，便产生了白昼和黑夜。地球只有一半向着太阳，另一半沉浸在黑夜里，随着地球自西向东的旋转，太阳每天都在东方首先出现，始终是东升西落。

地球的自转轴偏离地球轨道面的垂线 $23\frac{1}{2}^\circ$ ，因此它与地球轨道平面的夹角为 $66\frac{1}{2}^\circ$ 。地轴的这个倾角就造成白昼和黑夜的长度随地球绕太阳公转而改变。由于地球倾斜，日光分布不均匀，造成偏向太阳的半球昼长夜短，偏离太阳的半球则昼短夜长。白昼和黑夜的长度逐渐改变，在夏至（6 月 21 或 22）这天，地球的北极恰好和太阳成 $23\frac{1}{2}^\circ$ 交角，在北半球是一年中白昼

最长的一天，而在南半球则是一年

地球的行星运动

由于地球自转轴在空间保持固定的倾斜方向而产生季节变化，地球自转使指向太阳的极点交替地改变。随着地球在其轨道上的运动，6月21日北极圈的昼长达24小时，而12月21日，北极圈则几乎完全沉浸在黑夜里。中白昼最短的一天。在夏至时，白昼的长度从赤道上的12小时增加到北极圈的几个星期。在地球的北极，“白昼”竟长达六个月。冬至（12月21或22），北半球的白昼最短，这时北极刚好偏离太阳 $23\frac{1}{2}^{\circ}$ 。

每年有两天，在夏至和冬至点之间的中点上，地轴和地球轨道面垂直，太阳射线达到赤道南北的距离正好相等。这种情况发生在3月21或22和9月22或23。这两天称为春分或秋分，统称二分点，表示白昼和黑夜的长度相等，在整个地球上都是如此。

地球在自转的同时，还在作摇摇摆摆的运动。这种运动称之为岁差，是一种极为缓慢的运动过程；要经26000年地轴才能转完一周。岁差运动是顺时针进行的，它主要由月球对地球的引力引起。在作岁差运动的时候，地轴的位置改变，引起二分点和二至点的时间逐渐移动。但是，变化速率极慢，地轴要倾斜到相反的位置上需要13000年，那时夏至和冬至的时间就反过来了。

地球绕太阳的公转再加上地球与其轨道平面始终成 $23\frac{1}{2}^{\circ}$ 的倾角，这就产生了地球上的季节变化。当北半球上每天接受较大部分太阳射线的时候，温暖的天气就在北半球降临了。这种暖和的趋势是从春分点（3月21日或22日）之后开始的，因为从春分到秋分（9月22或23），北半球是昼长夜短。夏季则是由于白昼较长和阳光的强烈照射引起，这时大部分太阳光几乎是直射地球。在北半球是夏季的时候，南半球却在过冬。从秋分起季节形式发生变化。秋分以后，南半球的白昼比12小时长，北半球上的阳光变成了较弱的斜射光。在冬至时，南半球上正是白昼最长的时候。随着季节变化周期的完成，这种情况逐渐改变，北半球又换上了明媚的春天。

季节的变化并不是地球离太阳远近的反映。因为地球的轨道不是圆形，地球和太阳之间的距离在不断变化。地球距太阳最近的时间大约在1月1日，而地球距太阳最远的时间大约是7月1日。但是，在一次公转时间内，地球距太阳距离的最大差值只有5百万公里，而地球距太阳的平均距离却大约为1亿5千万公里。因此，控制地球上季节变化的是阳光的直射与否和白昼的总时间如何，而不是地球距太阳的远近。

Earth Tides 固体潮 由于日月的引力作用使地壳产生的变形。地壳不是完全的刚性体，它显示出大洋那样的潮汐运动。地球表面各点的周期性起落没有海洋的涨落那样大，但是也有小于1米的最大位移。这种位移用重力仪来测量，重力仪记录的是地球重力位的变化。由于地壳的形变，安放重力仪的台站随之起落，重力仪所记录的重力变化随重力仪台站与地心之间距离的改变而改变。

固体潮

当月亮在地球之南或北时，对于一已知纬度，相继的高潮会有很不相等的潮高。例如在南半球上向着月亮那一边的高潮就比纬度相同而在月亮另一

边的高潮高得多。

Easterly Winds, Polar 极地东风 北极地区和南极地区的盛行风系统。许多科学家认为这一概念会引起误解，因为极地地区的风向变化非常大。

Echinoderm 棘皮动物 棘皮动物属棘皮动物门，为海生动物中的一个大的类群。大多数棘皮动物为明显的五星放射对称。活着的棘皮动物有发育很好的神经系统和消化系统及一个独特的体腔，是生物中比较复杂的类群。典型的棘皮动物有一个由众多的钙质板拼合在一起构成复杂的格架，外面有坚硬的皮包着。棘皮动物一般为星状，但是也有象心脏、饼干、黄瓜状的外形。棘皮动物门分为两个亚门：一是有栖亚门或附属型，这一亚门包括海林檎纲 (Cysto-ids)、海蕾纲和海百合纲；另一个是游泳棘皮动物亚门或自由移动型，包括海星纲 (Stelleroidea) [星鱼 (海盘车)、蛇星 (Serpent star)]，海胆纲 (Echinoidea) 和海参类 (Holothuroidea)。从寒武纪到现在，都有棘皮动物生存。棘皮动物的化石在全世界的许多海相建造中都很丰富。

棘皮动物

棘皮动物的五个活着的纲和一个化石纲 (海林檎)。图中所示的为这些动物的水维管系统和简单的消化道。

Echinoid 海胆 棘皮动物门海胆纲的代表，是自由移动的棘皮动物，有外甲。海胆有球状、盘状、心状或饼干状。现在生存的海胆有海胆、心状海胆、沙海胆等。海胆的外甲是由许多钙质板组成，包着动物的软体部分。它的表面有许多大量的活动的刺，这对于海胆的运动和支持外甲有帮助，也提高了防御敌人的能力。

海胆

沙海胆是栖居于海底的鹿茸平的环形棘皮动物。

所知最早的海胆是从奥陶纪岩石中发现的，但是直到中生代，海胆才繁盛起来，到白垩纪特别繁盛，从那时到现在，海胆都非常繁盛和多种多样。

Echo-Sounding 回声测深 通过向海底发射声波并记录声波经海底被反射回来所经历的时间来测量海深的一种技术。回声记录仪发出的声波的速度为每秒 1460 米。最现代化的回声测深仪上的声波发生器可以调整声波的频率。声波的频率和振幅的变化都会导致声波到达海底以及从海底反射回来所需要的时间发生变化。回声记录仪通过记录声音传播的时间来解释海底地形的变化。仪器的操作人员必须能区别出由发出的声波频率的变化所造成的明显的畸变和真正的地形变化二者之间的区别。最新型的回声测深仪称之为精密深度记录仪 (PDR)，能精确地反映出海底地形，其精度在 1 米以内。

Eclogite 榴辉岩 主要由石榴石和绿辉石组成的一种粒状变质岩。榴辉岩也用来表示据认为在一定的温度和压力范围内形成的矿物组合 (变质相)，然而近来的实验工作表明与榴辉岩有关的矿物组合的形成所需要的条件可以有很大的变化幅度。在温压偏低的情况下若有另一种已经很好建立起来的变质相的存在，亦能形成榴辉岩。因此，该矿物不能代表特定的变质条件。

Eddy (或 Vortex) 旋涡 湍流的旋转运动。河流中水流发生突变时就会出现旋涡。引起旋涡的原因：(1) 流速脉动或流速加速度，(2) 流速减速，(3) 水流在河湾曲部或沙丘背风坡受到阻碍，(4) 水的密度因温度或荷载 (泥沙或溶解质) 发生变化，(5) 河床或槽帮有岩石或大木料形成障碍。对于河流荷载的搬运，旋涡的作用很大。旋涡可以把泥沙逆流和顺流移

动，还会因此造成局部性的侵蚀，瓠穴和槽滩。

Ekman Layer 艾克曼层 海洋的最上面一层（还包括近地球表面的那层大气层），在这一层中的海水的大规模运动在理论上体现了摩擦力与科里奥利力之间的平衡。运动着的大气与海面之间的摩擦作用通过内摩擦或剪切力向上传入大气层中，向下传入到海水中。由于地球的自转而产生的科里奥利力，使得在北半球的运动物体产生向右的加速运动，而在南半球的运动物体产生向左的加速运动。

风和海面之间的摩擦力使得海水发生运动。科里奥利力的作用使得海水的运动偏离风的方向而向右流去（在北半球）。摩擦作用向下大致可达 100 米深，最初是由瑞典海洋学家艾克曼（Vagn Walfrid Ekman）于 1902 年计算的。根据艾克曼的理论，海面处水流动的方向与风向成 45° 角（在北半球离开风向向右偏 45° 角，在南半球向左偏离风向成 45° 角）。 45° 角乃是理论值。观测表明，实际偏离的角度要小得多。随着深度的增加和流速的减小，水的流动方向越来越向右（或向左）偏离风的方向，这种运动情况就好象螺旋一样，被称为艾克曼螺旋。最后，在艾克曼层的底部，水流的方向和风向完全相反，但流速非常小。水的平均流向在北半球是偏离风向向右，在南半球则是偏离风向向左而去。

这个理论被 F. A. 阿克布隆（F. A. Akerblom）于 1908 年第一个用来解释空气的运动。大气层中的艾克曼层是从地面以上 10 米左右到自由大气的底部。自由大气是大气层中的一个层位，在这个层位中的风是不受地面摩擦的影响。在自由大气中的风被认为是地转风，也就是这种风是科里奥利力和气压梯度力二者的合力所形成的，不受摩擦的影响。

大气层中的艾克曼层的底部，风速非常小，这是因为在这一部位，风的方向是和等压线（气压相等的各点的连线）成一个角度并产生地面摩擦。在艾克曼层的顶部，由于等压线和地转风的风向相平行，故这一部位的摩擦力最小。随着高度的增加，风速渐渐增加，风向也逐渐变化，到自由大气的底部，就变成地转风了。

Elastic Limit 弹性极限 岩石由于受外界力作用而发生永久变形的那个点。此点因各类岩石而异。如果一种岩石经受了比弹性极限小的外界力，它的变形在外界力解除后将消失而恢复原始形状。

Elastic Rebound 弹性回跳 约翰·霍普金斯大学的哈里·弗·里德（Harry F. Reid）（1911）提出来解释地震机制的学说。

Electrical Conductivity 电导率 一定电压的电流流过物质的流畅程度的定量测量。有些金属矿物有很高的电导率，这使地球物理学家们提出了电法勘探，用来确定这些矿物的大矿床所在位置。

Electric Log 电测井记录 显示井孔中各类岩石电性质的连续图表（记录）。这种测井记录是用降低或提高电位探针来得到的，电位探针可测量探针所通过的岩石单元的电性质。

Electrum 银金矿 银金矿是金和银的天然合金矿物。绝大多数自然金中含百分之十至十五的银（以固溶体形式），但是，当银的含量在 20% 或更多时，就叫银金矿。

Element, Native 自然元素 自然元素是自然界产生的不与其他元素化合的化学元素。除了大气中的稀有气体不算外，有 20 种纯的或接近纯的元素作为矿物找到过。它们当中绝大多数是罕见的，有的稀奇到只有矿物学意

义。只有，金、银、铜、铂、铁、硫、碳（金刚石和石墨）有历史的和工业上的意义。这些元素可以分为三类：金属、半金属和非金属，每一类的自然元素代表列如下：

金属：金、银、铜、汞、锌、铂、钯、铁、锡、铅、钽；

半金属：砷、锑、铋；

非金属：硫、碳（金刚石和石墨）、硒、碲。

矿物学分类上通常是将自然金属固溶体和自然金属归为一类，重要的固溶体是银金矿（金和银），金—汞剂，铂铱矿（铂和铱）和铱铁矿（铱和铁）。

Emerald 祖母绿 祖母绿是一种深绿色的绿柱石变种，是一种贵重的宝石，这种颜色是由于少量的铬或钒引起的。

Emery 刚玉砂 刚玉砂是一种天然的细粒的刚玉，原来是和磁铁矿渗杂的，个别有赤铁矿或尖晶石渗杂。它们是一些粒状物质，从古代起就作为一种磨料。

Enargite 硫砷铜矿 硫砷铜矿是一种铜的矿石矿物，虽然与其他几种铜矿物相比不是那么普通，但在几个地方，它曾经是一种重要的铜矿，其中著名的美国蒙大纳州的比尤特，秘鲁的莫罗科查和塞罗—德帕斯科，智利的丘基卡马塔。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Endogenic Processes (或 Endogenous Process) 内力作用 (或内力过程) 发生于地球表面以下而又影响到地表和地表以下的过程，包括火成岩的喷发，侵入活动和如地壳挠曲、褶皱、断层等运动。它们形成如岩基，逆冲断层和各种背斜的地面形态以及地面上如山脉、火山和地堑等地质特征。这些过程的能源是原始热量，辐射，重力，此外还有一种处于次要地位的能源就是放热化学反应。

Energy Resources 能源 人类可以从地球上得到的并能用来做功的原料。各项工业生产活动都需要能量，它是工业的动力，也几乎可提供人们所知的一切方便。因此地球科学家的一项主要任务就是要寻找人们目前需要的和将来需要的作为能源的原料。能提供能量的能源有不同种类，其中大多是直接或间接来自太阳。木头，这个在 100 年以前还是最常用的燃料已不再是一种重要的能源。化石燃料——煤、石油、天然气以及含油沙层和油母页岩——就是从太阳光养育的有机质中得来的。这些物质在燃烧时就释放出贮存的热量，这样便产生了能量。

石油（原油和天然气）提供的能量占全世界能量供应的 2/3 以上。现在寻找石油的工作已扩展到大陆架的外缘，因为陆地上最有希望的地方都已探索了。墨西哥湾，阿拉斯加的北坡以及挪威海都是近海地区开发石油的范例，石油蕴藏量都很丰富。不过美国、北非、苏联、委内瑞拉，尤其是中东控制着世界石油市场，因为世界上已探明的储量的大部分是在这些地区。

最近的将来，在能量供应方面，原油和天然气的作用显得特别重要，因为环境条件限制了煤的使用，由于工艺上的原因，核燃料也不能得到最大限度的利用。举例来说，尽管美国估计藏有 3900 亿吨煤，但在世界范围内大量增加煤的使用却遭到反对，因为人们害怕环境受到破坏。尽管如此，由于能源危机，煤的使用在一定程度上还是有所增加。现在已经开始研究使煤的燃烧对环境的影响减少，特别是减少对空气的污染，以及在研究把煤进行气化来大规模生产煤气的技术。

将来核动力可望是一种用之不竭的干净燃料。当前需要解决的问题是选

择安全的地点，核动力电站的结构以及考虑热污染的影响，即冷却过程中产生的大量废水，这些水都很热。此外，目前用铀 235 来制造核能的方法并不能长久使用，因为这种原料的供应是有限的。

解决的办法就是使用增殖反应堆，这种反应堆在 20 世纪 80 年代中期在生产核动力方面起着重要作用。这种反应堆是利用铀 235 裂变产生的多余的中子来把其它物质转变成为可裂变的物质。在这一过程中，所创造出来的燃料要大于所消耗的燃料。例如，可把钍 232 转化为可发生裂变的铀 233，把铀 238 转化为可发生裂变的钚 239。使用这种增殖反应堆有一个尚待解决的问题，就是寻找适当的方法来长期贮存或销毁在反应过程中生成的剂量很大的放射性废物。

受控热核反应可以释放大量清洁的能量，而产生的放射性废物微乎其微。较轻的氘原子核或氚原子与氦原子结合时发生的聚合反应也似乎已证明是可行的。这两种方法都能产生惰性氦和能量。氦是很理想的原料，因为在海洋中大量存在氦，而氚则要少得多，不过在 2000 年前未必能达到实际使用的地步。

水力发电的地位已经牢固地树立起来。每年都建设许多大坝控制水量，并把水力转换为电。不过，水力发电的潜力是有限的，因为许多河流上最适宜建立水电站的地点都已经开发，因此不能指望把水力发电加到可利用的能量总数之中了。

其它几种能源的潜力还正在调查。来自地球内部热量的地热能就是这样的能源。在加利福尼亚州北部的盖塞斯 (Geysers) 地区，在冰岛、意大利、日本、新西兰以及其它一些国家都早已证明天然蒸汽是有用的。地球内部的热量的利用可以通过抽取地下的热水或把地表水压入地下岩石温度很高的地区，借以产生蒸汽。

直接收集太阳能来作为热量的来源早就应用了。架设在大楼上的太阳能板已经证明是一种收集太阳光的有效技术。有些国家就用这种办法获得能量来烧热水供家庭使用。将来，或许能用巨大的塔台或轨道卫星来收集太阳能并传送到发电厂。

海洋是一个非常吸引人的尚未被开发的能量来源。布列塔尼的朗斯·埃斯图瓦列的巨大的潮汐发电厂为法国供电，世界上一些地区也正在兴建类似的发电厂。加拿大的芬迪湾的潮汐波涛很是引人注目，尽管尚未确定在这儿建造一个潮汐发电厂是否经济划算。大的洋流以及大洋内部温度的变化都是可以用来产生大量电力的潜力。据估计利用这些能源的成本是非常可观的。至于将来人类利用这些能源只是一种猜测。

除了煤、石油和天然气之外，其它的化石燃料也可以提供大量能量。含油沙，即一种浓稠的砂质沉积物，含有焦油的“石油”分布在北美洲西部、委内瑞拉以及巴西。在加拿大的阿萨巴斯坎地区进行露天开采含油沙矿，每加工两吨含油沙可生产一桶石油。不过大多数含油沙层都埋藏很深，难以开采，因此这种含油沙将来的地位是不稳定的。蕴藏在页岩中的有机质矿物叫做油母页岩，也能作为生产石油的来源。

油母页岩绝大多数分布在科罗拉多州、犹太州和怀俄明州，欧洲和英国也有一些。开采油母页岩矿和从中炼制石油成本都很高，不过由于对能量的需要，这些油母页岩矿也是一种有用的石油来源。

把固体的有机质废物用作燃料可以达到双重的目的：满足对能量的需求

以及对固体垃圾进行了处理。把垃圾转变为能量的技术已获得发展，但是由于固体垃圾十分分散，要把它们集中起来是很困难的，并且其费用也是昂贵的。尽管固体垃圾能够转换成一些能量，但在最近的将来，却并不会成为主要的能源。

因此，在最近一、二十年里，石油仍将是我们的主要能源。核动力的生产将是逐步地增加，而且到 2000 年时增殖反应堆的核动力生产才能发挥重要的作用。其它几种能源的贡献也将有所增加，但是在今后的数十年内它们提供的能量所占的百分比可能仍然是很小的。

Enstatite 顽火辉石 顽火辉石是斜方辉石族矿物中的一种镁硅酸盐，顽火辉石的单斜的同质多相变体是斜顽辉石。随着镁被铁替代，这个矿物先过渡为古铜辉石（5—13%的氧化铁），然后再过渡为紫苏辉石（13—20%的氧化铁）。在辉石岩，橄榄岩和玄武岩中，顽火辉石和其他斜方辉石是很普通的，它们也出现在陨石中，不论铁陨石或石陨石中都有。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Eocene Epoch 始新世 第三纪第二个最老的世，始于距今 5400 万年，延续约 1800 万年。它是由查理·赖伊尔爵士在 1833 年对法国巴黎盆地出露的岩石提出的名称。它的名称来自希腊语，意思是“现代的黎明”，指的是在始新统岩石中找到了相对较少量的现代生物的化石。这些岩石既含海相沉积也含陆相沉积，在法国北部、英国东南部、德国、荷兰和比利时出现。在地中海地区中，它们作为含大量有孔虫 Nummulites（货币虫）的海相石灰岩产出。它们的介壳形成了巨厚的货币虫石灰岩，这些石灰岩由法国南部通过欧洲东部、非洲北部穿过喜马拉雅山到菲律宾广泛展布。埃及开采这种含化石的石灰岩用作建造金字塔的石料。

在北美洲，海相与非海相成因的始新世沉积出露于从得克萨斯东南部到马里兰州和弗吉尼亚州的大西洋和墨西哥湾沿岸平原。太平洋沿岸的始新世岩石在加利福尼亚州、华盛顿州和俄勒冈州出现，它们基本上是海相的，虽然煤层和半成水沉积也在华盛顿州和俄勒冈西部出现。非海相的始新世地层覆盖了北美洲内部的西部的大部分地区，包括新墨西哥州西北部、科罗拉多州、怀俄明州、蒙大拿州、北达科他和南达科他州的西部以及加拿大的阿尔伯达省。其中包括瓦萨奇组（它造成了布莱斯峡谷国家公园和犹他州的“粉峭壁”的特殊风景）和由古湖泊沉积构成的绿河组，它是油页岩的来源。火山活动的证据可以在犹他州、华盛顿州西北部和其他地方见到。

始新世的气候是温暖、潮湿的，甚至在加拿大北部的一些地方还差不多是亚热带气候。无脊椎动物已发现的有有孔虫（特别是货币虫）、瓣鳃类、腹足类和棘皮动物的化石。另一些海生动物包括多骨鱼和鲨（其中有 24 米长的 Carcharodon）以及 24 米长的叫作 Zeuglodon 的像鲸鱼一样的哺乳动物。始新世的陆生植物广泛分布并与诸如山毛榉、榆树、胡桃树之类的现代形态关系十分密切。鸟类处于全盛时期，例如 Diatryma（已在怀俄明州找到它的遗体）有两米高。哺乳动物变得形体较大，发育了更为特化的脚和牙齿以适应变化的环境。马（它在古新世之前出现）以类似狐狸的始马（Hyracotherium 也称 Eohippus）为代表，而蝙蝠、啮齿类、骆驼、犀牛、驴和始祖象都首次出现。更原始的哺乳动物有象狗的古蹄兽类、食肉类和尤因他兽（Uinatheres）——具有尖锐牙齿的动物、以及具有三对钝的骨质长牙的体形小的象。

始新世岩石中的经济资源包括石油（墨西哥湾沿岸和加利福尼亚州）、俄勒冈和华盛顿州西部的煤、科罗拉多州西部、犹他州和怀俄明州的油页岩以及墨西哥湾沿岸平原区的褐煤和铝土矿。

Eolian 风成（来源于希腊字 *Alolus* 风神） 与风有关或由风造成的自然现象。尘暴、沙暴、龙卷风和沙源都是由风的活动造成的。黄土沙子是风所搬运和沉积的物质的组成成份，因而都是风成的。风成波痕是风在沙丘和其他堆积物上形成的。风棱石和雅尔丹地形是风蚀作用形成的，风成沙岩是由风搬运，堆积的沙子经固结而成的。

Epeirogeny 造陆运动 形成穹隆和盆地的，规模巨大的地壳上隆和下陷。一般，地壳内产生的构造可以被区分为造陆的或造山的，但是它们彼此可以渐变。

在地壳区域断裂运动或褶皱运动的末期或临近末期发生的造陆运动与山脉地形的发育有关。假整合，也就是基本上平行的沉积岩层之间的不规则表面（由沉积物的沉积间断和相继的剥蚀作用引起），一般是由造陆运动形成的，而褶皱，逆掩断层和角度不整合是典型的造山运动。参见 *Orogeny* [造山运动] 条。

Ephemeral Stream 间歇性河流 暴雨来临方才有水的河流。河道里一年绝大部分时间都是无水的，也可以把它看成冲沟（gully）或干涸河（wash, arroyo、coulee 或 wadi）。甚至即使在有水时，也是往下越流越少，河床里堆积了很多泥沙。因为这种河流从暴发洪水到完全干涸各种情况都有，所以流量变化特别大。多见于干旱和半干旱地区，但凡是同地下水位接近的地方，也会出现这种河流。

Epicenter 震中 在产生地震的地壳扰动源正上方的地表上一点。地震的源在地球内部，并称为震源。

要测定地震震中，需要世界上几个台站的资料，或者同一台站几台地震仪的资料，这些台站已对地震效应作了观测，包括地震波从震源到观测台所走过的时间。每个地震观测台都必须记录两类地震波的走时，即 P（纵）波和 S（横）波。由于这两个波在地壳内走的速度不同，一个就将比另一个先到达观测台。纵波的速度较快，它总是比横波先到。

P 波和 S 波之间的到时差随震源与观测台间距离的增加而增加。当地震震源和地震观测台相距 180° （经度）时，即当它们在地球的相对的面上时，到时差达到最大值。

根据 P 波和 S 波的到时和震中和观测台间的角度差二者之间的关系，已制作成专门用表。使用由几个台站测得的震中距离（用角度表示，单位为度），在地球仪上画出与每个台站和震中之间的角距相对应的弧。当画出三个或三个以上的这种弧时，它们将在一点相交，或者在球面上形成一个小三角形。这个交点或者三角形的中点便是震中的位置。

Epidote 绿帘石 绿帘石是一种钙铁铝的硅酸盐，在变质岩里是长石、辉石和角闪石蚀变的产物，在石灰岩的接触变质矿床中具有显著的特征。虽然，当它作为孤立的晶体出现时常常是黑色的，但是作为一种造岩矿物而言的绿帘石有一种特征的绿色，常常和绿泥石共生。绿泥石也是绿色的，许多岩石的绿色就是由于这两种矿物存在的结果，晶体常常有柱状的外貌，平行的长的方向有条纹。发育很好的晶体在许多地方都找到过，但是，最值得注意的是奥地利苏尔茨巴赫哈尔，以及阿拉斯加的威尔士王子岛。

绿帘石是包括斜黝帘石在内的一族矿物的主要组员，这些矿物都是在相似条件下形成的，有相似的结晶学特征和化学成份。它们是钙铝的硅酸盐，但除上述元素以外，还含有代替铝的铁。绿帘石的物理性质和光学性质的变化是由于矿物中铁的含量变化的结果。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Epithermal Deposit 浅成热液矿床 在接近地表的中温中压条件下形成的热液脉矿。多半见于第三纪火山岩中。通常认为其成因与火山活动有关。所含矿物以金、银与汞为主。最常见的伴生脉石矿物为石英、方解石、霏石和萤石。

Epoch 世 是比纪短，比期长的地质时间单位，是地质纪的标准下一级单位，也是形成一个统的岩石的时间单位。世对于描述新生代的第三纪和第四纪的次级分划特别有用。

Epsomite 泻利盐 泻利盐是一个含水的硫酸镁矿物，这种自然界产生的化合物大家都称它为泻盐。这种矿物在矿山的掌子面上和空洞壁上以粉化物的形式出现，在湖相沉积矿床中很少见。泻利盐容易溶解于水，它有一种苦味。泻利盐能够从其他镁的矿物制取，制品常常作为工业目的和医药（主要是泻药）。Epsomite 一词是来自英格兰 Epsom 砂丘的矿泉。

Equatorial Bulge 赤道凸起 地球不是一个圆球，而是一个扁椭球，在两极是略微扁平的，在赤道是凸起的。赤道凸起由地球自转形成的离心力产生。已用人造地球卫星精确测量了地球的大小。地球的赤道半径是 6378.16 公里，极半径是 6356.18 公里。体积与地球相等的圆球，其半径应为 6371 公里。因此赤道凸起反映了地球赤道半径和同体积的圆球的半径相差达 7.16 公里。

Equipotential Surface 等势面 某个已知物体可能具有的势能等值面。以晶球的等势面为例，在这个面上，重力的引力对面上所有的点都是相等的。等势面多用作天文观测和大地测量的参考面。

Era 代 地质时间的大单位。每个代都有个说明当时生物发展阶段的名称。例如，中生（居间的生物）代表示在复杂程度方面居于古生（古老生物）代`类型和更为进化的新生（近代生物）代的类型之间。

另两个代，即太古代和元古代指古生代的寒武纪开始之前的所有时间，关于寒武纪之前的这两个代的术语，由于对地球历史开始一章的划分难于普遍在全世界上建立起来，以致应用的极不统一。

在一个代的时间内形成的岩石称做界（era-then），代的结束总是典型地以地质记录明显而广泛分布的物理间断为标志。这些间断可以由造山时期及（或）大陆上升或挤压而造成。动、植物的大批改变大都和一个代末的物理改变相伴随。所以每个代的主要生物属种常常与后继者不一样。见插图“化石记录”和“生物谱系树”。

Erathem 界 用来描述一个代的地质时期中形成的岩石的时间地层单位。界包括了确定每个纪的所有系的岩石，它是已经划分出的最大的时间地层单位。

Erosion 侵蚀 地表任何部分受到的自然营力的磨损。物质必须是能够移动的、这样才能加以侵蚀。

最重要的侵蚀营力有：块体运动，波浪和滨岸流、冰川冰、地下水和流动水。最后一种是最重要的侵蚀营力。所有这些营力都是以重力为基础的。

侵蚀的标志无所不在，且多种多样。如海蚀崖的后退，农田上冲沟的发育，大型峡谷的下切，是最明显的几种类型。河流携带下来的物质和河口的沉积，都是河流沿河遭受侵蚀的证据。由别处大块陆地受到侵蚀所造成沉积岩的巨大厚度，更表明侵蚀规模之大，已达到使人很难想象的程度。

如果已知河流每年送入海洋的物质的重量和流域面积，就可推算出一个河流流域的侵蚀率。美国密西西比河的年平均侵蚀率约为每 6000 年 30 厘米。科罗拉多河的侵蚀率比密西西比河的要快 3 倍。

侵蚀

1. 内华达州立卡西德勒尔峡谷公园中，粘土、泥沙沉积物受雨水冲刷而被刻蚀成哥特式尖峰。

2. 亚利桑那州斯克莱顿平顶山上，风化和风蚀形成了这样的砂岩岩柱。

对岩石进行分析后，人们已经知道，侵蚀活动是贯穿在整个地质时期的。月球上也有侵蚀活动，但其速率比地球慢，侵蚀营力也不同。

Erosion, Differential 差异侵蚀 不同的露头 and 面积大的地区，侵蚀率都会有差异。原因是岩石的耐蚀性不同（差异耐蚀性），受到的侵袭也不同。以石块从崖上落入河中为例。下落石块没入水下的部分、受到的侵蚀会比露在水面上的部分大。摇摆石就是这样形成的。

年代久远的大理石墓碑是很能说明差异侵蚀的例子。随着时间的推移，大理石墓碑因溶解、风化、雨淋和重力作用等原因，表面变得很粗糙。这些过程都是施加在石碑的迎面上的，而在耐蚀力强的部位，通常形成棱脊。

从鼓丘和侵蚀谷可以看到规模更大的差异侵蚀实例。在这些地方，沉积岩由于耐蚀程度不同，经历过侵蚀以后，耐蚀力强的形成鼓丘，耐蚀力差的变为谷地。鼓丘可有数十米高，绵延数十公里长。

Erratic 漂砾 由冰川或浮冰搬运的石块，与所在地方的基岩不同。漂砾常常指的是冰川搬运的石块。

漂砾

加利福尼亚国立约塞米蒂公园中的这些巨大的砾石是大约一万年前的一个冰川留下来的。

Erythrite 钴华 钴华是一种次生矿物，是一种含水的磷酸钴。虽然，钴华本身没有经济意义，但是，这种深红色至粉红色的矿物在地表出现，就意味着在地下可能找到其他的钴矿物以及伴生的自然银。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Escarpment (或 Scarpt) 长陡崖 处于下面的坡度和缓的地面和上面的高地之间长而笔直的悬崖或陡坡。长陡崖不是由断层便是由侵蚀形成的。它出现在高原的边缘，并与鬃丘、单背斜崖和断块山有关。Scarpt 一词一般用来指由断块造成的悬崖；escarp-ment 一词更多地用于指由侵蚀造成的悬崖。参见断层 [Fault] 和断层悬崖 [Fault Scarp] 条。

Esker 蛇形丘 一种长而窄的岗岭，形状通常蜿蜒曲折，两侧陡立，顶部起伏和缓呈浑圆状。蛇形丘是冰川作用的产物。它的组成物质是由冰水搬运来的几乎没有层理的沙和砾石。它的长度可达 100 米至 150 公里以上，高度从 2 米多到 50 米以上。蛇形丘常见于山谷之中，但有的也穿过山脊。蛇形丘的伸延方向与冰川移动方向大致一致。根据任何一个地区的基岩分布情况都可以表明蛇形丘中的圆石被搬运的距离达 20 公里以上。在北美和欧洲过去有冰川分布的地区，蛇形丘甚为普遍（在缅因州有一些规模很大的蛇形丘）。

陡崖

加利福尼亚州的内华达山，顶峰怀特尼峰高 4418 米，是巨大的岩块沿着地壳的断层向上滑动形成的。图上显示的是山峰东坡的长陡崖，长达 640 公里以上，几乎是垂直的，西坡比较徐缓。

蛇形丘

加拿大西北部地区，跨越威廉王岛蜿蜒及英里的蛇形丘。这个由沙和砾石组成的岗岭是一个冰川内的暗河沉积下来的。

蛇形丘主要有三种：(1) 形成于静止的不运动的冰体之中的蛇形丘。冰川融水流携带的沙和砾石充填于冰中的暗河道，在冰川退却以后，冰中暗河道里的充填物质就变成蛇形丘。人们认为，在这种情况下，冰必须是静止的，否则，冰中的暗河道维持的时间就不会很长。(2) 形成于冰面之上的蛇形丘。冰面水道被沙砾充填，冰川消融退却后，沙砾落到地面上，形成蛇形丘。用这种形成蛇形丘的方式来解释有些蛇形丘能翻山越谷，可能是再恰当不过了。(3) 由末端伸入湖泊或海洋中的冰川形成的蛇形丘。这是由携带沙和砾石在冰内暗河中流动的冰川融水流在注入湖泊或海洋的暗河口附近由于流速的减缓，沙和砾石就沉淀下来，在冰川消融退缩以后，就形成蛇形丘。

Estuary 河口湾 一种沉陷的河谷，淡水和海水在其外侧互相混和。凡深切河口，因陆地下沉或海面上升而没入水下，就会产生这种河口湾。分布着许多下沉河口的海岸，称为里亚式海岸 (ria coast)。两壁陡立，底部深邃的冰蚀河口湾，另名峡湾。在河口湾中，潮汐效应非常明显。这不仅因为咸水会从大海溯河而上，上游的淡水逐渐混和，而且因为退潮时还会进行冲蚀活动。河口湾是微咸水贝壳类动物的栖息之所，而这些动物又是海味的重要来源。目前大家对此最为关心，因为河流污染正严重威胁着这些贝壳类动物的生存。

Etch Figure 蚀像 蚀像是晶面上的溶蚀坑，这些溶蚀坑的形态随溶剂不同和晶体不同而变化。而在一个晶体上也随晶面不同而异。一个晶体同一单形上不同晶面上溶剂的溶蚀作用是一样的，但是不同单形的晶面上，蚀像是不同的，因此，晶体的对称由蚀像揭示出来。

Euhedral 自形晶的 在结晶学上，自形晶这个术语应用于被自身晶面包围的矿物。相反，它形晶的，是指没有晶面的矿物碎块。

Euphotic Zone (或 Photic Zone) 光合作用带 带有充足的阳光射入使得光合作用能够进行的海洋表层。这一层通常深达 60—70 米，但是在低纬度要比在中纬度深得多，因为在低纬度的海水中，悬浮物质较少。在大陆架海域，光合作用带最浅，因为在这里的海水中悬浮物质最多。

Eurypterid 板足(阔翅)鲎 一种已绝灭的水生节肢动物，以成对的阔翅状附肢为特征，附肢是用于游泳的。板足鲎很象现代的蝎子，某些种类明显拥有带刺的毒腺。在纽约州志留系中发现的一种异鲎，长至少有 2.7 米，是所知节肢动物中最大的一种。板足鲎化石从早奥陶纪直到二迭纪均有发现，尤其是在某些志留纪和泥盆纪建造中非常普遍。

板足鲎

这种最大的古生代节肢动物，与马蹄蟹有密切关系。它用背在海水中游泳。

Eustatic Change of Sea Level 全球性海面变化 全球性海面的一致的同时的变化是由下列原因造成的；(1) 全球冰川总体积的变化，(2)

河流、湖泊和地下水的总量的变化，(3) 沉积物在大洋盆地中的沉积，(4) 海洋温度的降低或增高，(5) 岩浆水（来自岩浆的水）向大洋中的补充，(6) 由于海底的抬升或下降导致大洋底的面积和深度发生变化。全球性海面变化只有在地质上稳定的地区才能被识别出来以及予以测量。由冰川总体积的变化而导致的全球性海面变化被称为冰川引起的海面升降（Glacioeustatism）。由于地壳运动造成大洋盆地体积的变化进而导致海面变化被称为地壳运动引起的海面升降（Diastrophic eustatism）。

Euxinic Environment 循环不良的水体 水的循环受到限制、但也有适当径流从邻近的陆地流来的海水或淡水环境。水的循环之所以受到限制，可能是由于地形的阻挡，如海底山脊、排水口狭窄以及其它不规则地形造成的。这种环境导致有机物的积累和生命的缺乏。黑海的一部分以及大多数峡湾就是循环不良的水体。

Evaporation 蒸发 从液体或固体状态转变为气态的变化过程。在气象学上，从冰直接变为蒸汽这一变化过程通常称为升华。根据气体动力学理论，当液体自由表面处的分子获得了方向向上的高于平均值的速度时，就会逃入空气中成为蒸汽状态，这时就出现了蒸发作用。蒸发过程中的能量总是从周围环境中吸收取得的；所转换的热量被称为汽化潜热。在 0°C ，水的汽化潜热即每蒸发 1 克水所需热量为 597 卡。在 0°C 的情况下，如果由水蒸汽凝结出 1 克水来，也会有同样多的热量释放出来。由于水是从地球表面蒸发的，并在几公里上空温度较低的大气层中凝结的，因此，蒸发作用就把热量传送到大气层中。蒸发——包括冰转化为蒸汽——和蒸腾，是水进入大气层中的唯一方式，而水进入大气层中是水循环的一个环节。

当空气达到饱和、也就是说相对湿度为 100% 时，水向大气层中的净蒸发就中止了。当有干燥的空气经过湿润的表面之上吹过时，蒸发作用进行的最迅速。如果水温比上面空气的温度高，蒸发作用也是很快的。因为水温如果高于气温，就会使大气层的最底层变得不稳定，导致空气进行对流和扰动，结果水蒸汽就被向上输送，干燥的空气就被向下输送。这一输送的结果，就使得蒸发作用能继续进行下去。由于风速越大，越有利于空气的扰动，所以，风是影响蒸发作用的另一个因素。

地球的气候常常用湿润指数来表示，湿润指数反映了获得的水分（降水）和丧失的水分（蒸发）二者之间的差异。影响蒸发的最基本因素有：所能获得的能量的多少，也就是温度的高低；所能获得的水量的多少；风速；以及大气边界层空气的相对湿度。蒸发作用强烈地依赖于地面温度，也就是说取决于纬度。在赤道辐合带两侧的大洋之中的宽广的贸易风带，上述四个因素对于蒸发都是有利的。

大气中的降水主要是与赤道辐合带和极地锋面气旋带的湿润空气向上运动有关，因此，降水也表现出与纬度有关。按纬度带进行平均得出的降水和蒸发之间的差异，大致反映了地球上气候的干湿程度。一般来说，副热带地区干燥气候的面积最大，这里从太阳得到的热量非常多，而这里的大气层的状况又是以空气下沉运动和反气旋为主，因此这里的降水很少。

Evaporite 蒸发岩 蒸发岩是一种化学沉积岩，它是由于水溶液中，溶剂蒸发，矿物从中沉淀出来而形成的。石膏，岩盐和硬石膏是典型的蒸发岩，它们沉积在古代封闭海湾底部。当今，在变干的盐湖中仍有蒸发岩形成。例如，在犹他州的大盐湖中，在印度西北部库奇丛林沼泽地有一个孤立的海水

体中。在美国的得克萨斯州，新墨西哥州，犹他州，密执安州，在印度，在德国都有厚层的蒸发岩矿床。在海湾国家的盐丘也是由于蒸发岩形成的。

Evorsion 涡流侵蚀水在压力作用下（如在急流、瀑布和地下冰川中）同时又受偏向力作用对基岩进行的侵蚀。有些壶穴可能是涡流侵蚀造成的。参见 **Corrasion** [磨蚀] 条。

Exfoliation 页状剥落（来源于拉丁文 **ex**—“剥落”，和 **folio**—“叶”）在地质学上是指从花岗岩以及其他由同心圆状薄片构成的块状岩石或由鳞片状、板状、页状或壳状构成的块状岩石的剥离作用。这些块状岩石也许是平坦的或者是弯曲的，厚度从少于 1 厘米到几米，长度从 1 厘米左右到几十米。页状剥落既有大规模也有小规模。在大规模剥落的类型（片蚀）中，外壳沿着或多或少与地形平行的节理分离，可以达到 100 多米长，从 30 厘米到 6 米厚。在基岩片理化的地方，片理常常与基岩有一定角度。人们认为这种类型的片理化作用是由于地底深处的岩石在侵蚀作用下暴露地表而产生的。由于这些岩石所受压力减少，它们的体积便膨胀，最后发育成大致与地形平行的节理。大型基岩圆丘就是在地形形态的规模较大的地方形成的。在加利福尼亚州约塞米提国立公园中有一些引人注目的由页状剥落形成圆丘（包括大名鼎鼎的那个半圆丘），在科罗拉多州的落基山国立公园中和巴西里约热内卢港内修格洛夫山上，也都有引人注目的由页状剥落作用形成的圆丘。

在小规模的页状剥落中，由节理形成的块状花岗岩和其他块状岩石，由于剥落作用剩下了球形的坚硬石核（球面风化），石核的外面包着一层层风化的外壳。石核的直径从几厘米到几米。外壳一般有几厘米厚，通常在锤击之后可与石核分离。而且风化的外壳的各层彼此也能互相分开。球面风化是地面上小规模化学页状剥落的一种实例。水和空气进入节理硅酸盐矿物受到水解。水合和氧化作用，促使粘土和其他矿物的形成。这些矿物的形成使体积增加，产生应力，使得作为整体的岩块形成了一层风化的外壳。由于岩块上的角比棱容易风化，棱又比面容易风化，岩块就逐渐变成球形。

页状剥落

花岗岩内部的膨胀力必然导致岩石从表面向里形成一层层同心层的风化壳和裂隙，加利福尼亚州约塞米提国立公园中的皇家圆丘就是这样形成的。

Exogenic Processes 外力作用 在地面上或接近地面所发生的地质过程，如风化、物质坡移、流水、地下水、波浪和近岸海流、风以及冰川等作用。包括人类在内的动物和植物的活动也属于外力作用。（虽然重力在地面或地面附近发生作用，但是重力也在地下很深处发生作用，因而它不被认为是外力作用，而是一种定向力。）外力作用使许多岩石受到侵蚀，搬运以及沉积下来，形成或改变了大多数的地形。在所有外营力，流水的意义最重要，但是各个营力所起的作用因时间，地点而有所不同。例如，风在撒哈拉，冰川活动在南极却具有重要作用。现在，流水是新英格兰各州最重要的外力作用，但在 15000 年以前冰川却在这里显得更加重要。

太阳是外力作用所需要的能的主要源泉，太阳把海洋和大气烤热，使海洋产生环流，大气进行循环，水分得以蒸发。月亮和太阳的引力作用是比较次要的能源，它形成潮汐和潮流。所有地质形态除掉陨石形成的形态外，全部都是由外力作用和内力作用形成的。

Explcsion Pit (Or Embryonic Volcano) 爆炸坑式火山口（或雏

形火山) 由喷发力量很弱、仅能把喷发物质推出火山管道的火山形成的火山口,呈坑式或环形坑式,周围有一圈陡壁,由火山孔道所穿过的围岩构成。这种火山可能除了喷出气体外,很少或完全没有岩浆物质喷出,因此没有足够的碎屑物来堆积成火山锥。坑底可能低于地下水位,因而有可能形成一个湖泊。德国艾弗尔火山区的马尔,就是一个里面有湖泊的爆炸坑式火山口。美国加利福尼亚的尤拜海拜火山口就是爆炸坑式火山口,在这个火山口中喷出由岩浆凝固而成的岩块,其中包括围岩碎块以及沉积层物质。由于爆炸坑式火山口缺乏岩浆物质,在某些情况下,很难把它和纯粹由陨石撞击形成的环形坑相区别。

Exsolution 出溶 在结晶学中,一个无序的晶体里,分离出或不相混溶出两个不同的物相叫做出溶。高温下形成的矿物可以接受外来的离子参加晶体结构中,但当温度降低,就导致结构产生一种普遍的不相容。这些离子不再是能共处的,然后受力趋势迁移,通过晶体并集局部集中。它们自己排列成为另一种不同的结晶构造,其生成过程是在主晶的固体状态下进行的。条纹长石形成,即在微斜长石中找到钠长石的窄的片子,被确认为是出溶的结果。

Extrusive Igneous Activity 喷出火成活动 岩浆从地幔和地壳内的热区向上移动到地球表面,在地球表面引起的任何火成活动。它产生由岩浆凝结作用形成的各种熔岩以及由火山岩屑固结形成的火山碎屑岩所组成的喷出岩。它还增加大气圈的气体,水圈的水以及形成火山锥和各种山脉,大的熔岩高原以及火山口,破火山口,间歇泉,喷气孔和许多别的火山地貌。

Facies 相 对于岩石形成的环境中的矿物、岩石和化石特点进行描述的一个术语。它指的是同一单位的岩体中一部分与另一部分明显不同的性质与一般外貌。在用于沉积岩时，用于描述呈现不同特点的堆积体，它在横向上逐渐递变为在同一时期形成但特点十分不同的另一堆积体。在典型情况下，沉积相代表地层单位在横向上的次一级划分，它们包括生物相（一个地层单位中化石记录在横向上的变化），它含有该单位特定部分的代表性的相化石。相变指的是同时代的沉积体中出现的岩石或化石的横向或垂向变化。这种变化是由沉积环境的变化引起的，因而它们便成为沉积环境变化的标志。

火成岩相指的是，与主要火成单位的典型岩石分异开来的单个岩体的一部分的物理、结构与化学变化。变质相由变质矿物组合构成，这些组合在变质作用过程中，在局部的温度压力条件下达到了化学平衡。

Fault 断层 地壳中的一个裂口或破裂带，而且沿着它相邻的岩体发生了运动。断层长度变化很大，从几厘米至几百公里不等，两盘之间的位移量也可有这样大的变化。

断层对地球科学家来说特别重要，因为地壳断块沿断层的突然运动是地震发生的主要原因。科学家们相信：他们对断层机制研究越深入，就能越准确地预报地震，甚至控制地震。

根据断层线上原来相邻接的两点在断层运动中的相对运动状况可以将断层分类。如果它们的运动只在水平方向上，并且平行于断层面，那末这断层叫走向滑动断层。走向滑动断层又进一步分为右滑和左滑断层。如果一个观察者站在断层的一侧，面向断层，另一边的岩块向他左方滑动，那它就叫左滑断层。之所以如此称呼，因为要追索被移动了的地表特征时，该人需沿断层线转向左边，才能在那一边找到与这边相对应的特征。这种走向滑动断层也叫右旋或左旋、右行或左行断层，或统称走向断层。加利福尼亚圣安德列斯断层是一条右旋断层或滑动断层。

沿断层面作上升下降的相对运动，则是倾向滑动断层。上盘相对下盘向下运动的倾向滑动断层是正断层。当断层面倾角小于或等于 45° ，上盘相对下盘作向上运动时，叫冲断层，而若断层面倾角大于 45° ，则称逆断层。两盘相对运动方向界于走向滑动断层和倾向滑动断层之间的，叫斜向滑动断层。断层两盘之间的相对位移常被叫作断层落差和平错。落差反映垂直位移，而平错反映水平位移。以上所说的断层都有一个共同的运动特点，即在运动中两盘的构造保持着平行。但也可以有这样的断层，相邻两盘块体之间发生了扭动、转动，这样的断层被称为旋转断层或剪状断层（Scissor Fault）。参见 Plate Tectonics [板块构造]、Seismology [地震学]。

Fault Scarp 断层崖 被破裂和断层分开的地壳相邻块体发生不等量的垂直运动，产生了陡坡或悬崖，即是断层崖。断层崖的表面一般是平滑的、直线状的，可在发生近代地震区见到它。老断层崖不易确定，因侵蚀作用减低了它的高度和光滑的表面。

Fauna 动物群 在古生物学中，指一定地层记录中的化石化了的动物群遗体。

Fayalite 铁橄榄 石铁橄榄石是橄榄石族的一个矿物，是该族岩石系

列的铁端成员。

Feldspar 长石 长石是造岩矿物中最重要的一族。它的重要性在于它非常丰富，构成地壳的矿物中有 60% 是长石，远比其他矿物丰富得多。长石是大多数火成岩的主要组成成分，长石的种类和含量是火成岩分类的基础。长石也存在于变质岩和某些沉积岩中。

长石作为工业矿物和宝石矿物在经济上也是重要的，仅仅在美国就有数十万吨的长石用于玻璃和陶瓷工业。少量的黄色透明的长石，用来切成宝石，它主要产在马达加斯加。而大量的、普通的长石宝石是一种有闪烁蛋白光的月长石，即日光长石，这种闪烁的光彩是由内部的红色和绿色的包体的内反射形成的。深绿色的微斜长石叫做天河石，也可以切成宝石或做装饰石料。

虽然长石结晶有单斜晶系和三斜晶系两种，但是，所有的长石都有共同的特点，这些特点可以用来鉴定它们，以区别于别的在晶体外形和外貌上与其相似的矿物。它们有两组等于 90° （或近于 90° ）的解理，硬度约为 6。长石的颜色多种多样，大多数长石是无色的、白色的和亮灰色的，但是也有黄色、棕色、红色、绿色或黑色的。

在大多数岩石中找到的长石的平均粒度是小的，一般都小于 5 毫米，但是，在伟晶岩中单个晶体可能非常大，达 10 米甚至 10 米以上。迄今所知的最大的晶体是伟晶岩中的长石。

长石是钾、钠—钙、钡（罕见）的铝硅酸盐矿物，它们可以分为两族，即钾质长石族，部分属三斜；钠—钙质长石族（即斜长石），总是属三斜晶系；钡长石，是一种罕见的造岩矿物，并不重要。钾质长石又叫钾长石，包括单斜的正长石和三斜的微斜长石两种钾铝硅酸盐。透长石是正长石的一个变种，含钠，钠是替代一些钾的。随着斜长石中钠被钙替换的程度不同，形成一个系列，系列的一端为含钠的钠长石（钠铝硅酸盐），系列的另一端则钠被钙替换形成的矿物。在这个系列上的不同部位的斜长石，随钙的含量增加的顺序，有下列名称：钠长石、更长石、中长石、拉长石、倍长石和钙长石。

Feldspathoid 副长石似长石 副长石是一种化学成份上与长石相似，但二氧化硅的含量不足的矿物。它是由钾、钠、钙的铝硅酸盐矿物构成的一组造岩矿物。对于那些要形成长石而二氧化硅不足的岩浆或碱质和铝超过长石结构要求的岩浆来说，在凝结成火成岩过程中，副长石化作用代替了长石化作用。副长石中以霞石和白榴石最常见，方钠石、蓝方石和黝方石比较少见。

Felsenmeer 石海 参见 Frost Action [冰冻作用] 条。

Felsite 霏细岩 一种主要由石英和长石的微晶质集合体组成的淡色火成岩。石英、长石和暗色矿物（较罕见）可以呈斑晶出现；于是该岩石被称作霏细斑岩。用显微镜研究，归并在霏细岩这个术语之下的岩石可获得更具体的名称：流纹岩、粗面岩、石英安粗岩、安粗岩、英安岩和安山岩。

Ferberite 钨铁矿 钨铁矿是铁和钨的一种氧化物，它是钨锰铁矿系列中铁端成员。

Ferromagnesian 铁镁质矿物 这个术语应用于造岩矿物，在这些矿物中铁和镁是主要元素。重要的矿物是角闪石、辉石、橄榄石和黑云母，这些矿物也叫暗色矿物。

Filter Feeder (或 Suspension Feeder) 过滤性摄食动物 (摄食

悬浮物的动物) 栖居海底、摄食水中的悬浮有机物的无脊椎动物。这类动物是有选择性的摄食者，它们仅吃食作为食物的微小颗粒，而不是吃食所有的悬浮物质。这些动物中的大部分是以固着的方式生存着，包括蛤、腕足类动物、藤壶、多种海底蠕虫、海绵和海百合。所有这些生物都是靠海流给它们带来悬浮物质。然后它们通过特殊的过滤器官来取得食物。每种生物的过滤器官都不同。

Fiord (或 Fjord) 峡湾 在高纬度地区，受过冰川作用的山地海岸的一种狭长的深水海湾。峡湾可伸入陆地几十公里，通常深达几百米。峡湾两侧的岸壁异常陡峭，并有以下特征：有前端被削掉的山嘴，悬谷 (Hanging Valley) 和落差很大的瀑布。峡湾的水上部分和水下部分在一起通常构成断面为 U 形的谷地，峡湾底部的特点表现为深盆地。峡湾通常是由滨海冰川形成的冰川谷没入海中而成。峡湾的盆地形的底部朝海那面的凸坎或为冰碛，或为基岩。如果凸坎是基岩，这就表明这个地方是冰川的前端尖灭位置或是冰川无力向下刨蚀而以浮冰的方式向大洋中漂去的位置。阿拉斯加、不列颠哥伦比亚、拉布拉多、挪威、格陵兰、新西兰、智利和南极洲的峡湾被列为世界上最美风景之列。

峡湾

曾经历过冰川作用的山岳海岸部分地被海水淹没而形成的一种海湾。图为挪威奥尔登附近深深伸入陆地内部的北峡湾 (Nordfiord)。

Fireclay 耐火粘土 能经受高温而不分解、不变软亦不变糊状的一类粘土。非塑性的特别坚硬的耐火粘土称之为燧石状粘土。许多耐火粘土都来自煤层下面的底粘土，但并非所有的底粘土都是耐火粘土。耐火粘土富含含水的铝硅酸盐，而缺乏铁、钙与碱质；主要粘土矿物是高岭石和伊利石。在地表条件有利于淋失除高岭石和伊利石以外的其它大多数矿物的地方，形成耐火粘土。地下水在植被的辅助下把比较易溶的物质带走。耐火粘土用于制造砖（用来垒窑）、粘土坩埚、熔玻璃的罐子以及铸造砂的粘合料。

Flame Test 焰色反应，焰色试验 焰色反应是矿物鉴定中用来确定某种元素存在的方法。这种试验方法是將一小块矿物在本生灯上加热进行的。如果这个矿物含有挥发性元素，那么它将使火焰呈现出特征的颜色，钠的黄色火焰，钡的绿色火焰，锶的深红色火焰就很好地证明这些元素存在。

Flash Flood 暴发洪水（暴洪） 河流流量的突然、迅速增长。暴发洪水来临时，河水陡涨，河水壁立，冲向下游。干旱和半干旱地区猛烈的局部性暴雨，往往会使平日干涸的河道骤然水满为患，也就最容易出现暴发洪水。湿润区的河流流域，遇到大暴雨，河水陡然上涨，也会出现暴发洪水。

纽约州康克林的萨斯奎汉纳河的洪峰流量及再现时段

洪水流量(立方米/秒)	等级	洪水再现时段(年)
1988	1	200
1858	2	100
1706	3	50
1580	4	25
1378	5	10
1197	6	5
924	7	2
696	8	1.25
596	9	1.11
405	10	1.01

Flint 黑燧石 黑燧石是一种细粒的石英。破碎后有贝壳状断口，形状尖锐的边棱，黑燧石和浅色燧石在成份和结构上是相似的。前者常见是白垩中呈暗色的团块，而后者颜色较浅，常见于层状矿床中。

Flood 洪水 河流漫溢岸外的流量。大多数河流平均每 1.2 年总有一次漫岸。虽然由于人们要在河漫滩上造屋、营生，常把洪水看作灾难，但它往往又是有益于人类的自然事件。洪水会把泥沙沉积在河漫滩上，不断更新其肥力。水渗入土中，还能接济地下水。

一种减少洪患的办法是对洪水的量值和频率进行预报。根据量值将洪水流量逐一列出，即可分析它的频率。

利用这些资料可以计算出洪水的间隔期即重现期 (recurrent interval)，过了间隔期，洪水就要来临。将每次洪水标在重现期之间，一条洪水频率曲线便可制成。工程技术人员要利用这种曲线图，作为造桥、修路的参考。

Floodplain 河漫滩 紧邻河流的平坦地面。易受洪涝，却又是由河流的冲积物沉积而成的。河漫滩大部分都很平坦，但还是有一些小的起伏，如洼凹，浅沼和低脊。有沙嘴和水道。还会有牛轭湖，堤垸、泥沼和长沼。这些地貌都显示出河漫滩是由侵蚀和沉积发育而成的。当多曲流河在疏松的河漫滩上纵横驰骋时，会在一处冲破岸，在另一处堆上泥沙。沙嘴可以在曲流的内侧出现，而曲流的外岸又可能遭到水冲。在网状河中，沙嘴可在河道中间形成。一旦河流稳定下来或弃此而他去，这些地方就会变成河漫滩的一部分。有些冲积物，比如天然堤和粗粒表层，还会被洪水加高。河漫滩的沉积区内，另有支流汇流处，废弃的旧河道和湖泊等。河漫滩上如果出现植被，往往会减缓侵蚀，帮助拦沙。河漫滩的沉积层有以下几类：(1) 边侧加积沉积 (如突滩)，(2) 垂直加积沉积 (如漫岸沉积)，(3) 崩积 (如河谷两侧的坍塌物)，(4) 河道淤积 (如槽滩、弃河道)。

Floss Ferri 铁华，霏石华 铁华是一种产于铁矿床中的霏石 (文石)，外貌上很像煤。

Flow Regime 水流状态 这是指河道中水的湍流状态，它决定河床物质形态与荷载搬运的方式。当水流流速缓慢，弗劳德数小于 1 时，便称作平静状态。当弗劳德数远小于 1 时，河床底部会产生小湍流，而水面平静，这

时沉积物的搬移很慢。当弗劳德数增加，但仍小于 1 时，底部湍流呈砂丘状，产生旋涡，水面翻腾如“煮沸”样。这种湍流运动，向上越过砂丘背部到迎水面下沉，这样就使沉积物及砂丘作为推移质向前作底流运动。

当弗劳德数远大于 1 时，上层水流呈快速流动状态，此时称超临界流。从平稳水流到超临界流之间有一个转变过程，在此过程中河底呈平面。然而，当弗劳德数远大于 1 时，河底即发生变化，河底与水面平行。当水面波浪变幅大于砂质河床波浪的变幅时，即河底呈逆砂丘形时，沉积物则被冲离逆砂丘的迎水面，沉积到下一个逆砂丘的背水面。当水面波浪的变幅约为逆砂丘的波浪变幅的两倍时，水波就破碎了，湍流也就产生了，大量的砂子被冲起成为悬移流。

Fluorescence 萤光 萤光是物质吸收光后又发射出光来的一种性质。有些矿物当其暴露在短波段的射线（如紫外线、X 射线或阴极射线）下，能发出可见光。紫外光很容易产生，因而比较常用。有些矿物仅仅在波长较短的紫外光下发萤光，而另一些矿物却只能在波长较长的紫外光下发萤光。萤光作用是一种不能预测的性质，对同一个矿物的一种样品，可以有很亮的萤光，而另一种样品却可以完全没有萤光作用。有些矿物，虽然并非一定，但却往往能发萤光。例如，白钨矿，硅铇矿，金刚石和钙铀云母。

闻名世界的萤光矿物样品是来自新泽西州的富兰克林铇矿，这个地方矿物中发萤光最特殊的是方解石和硅铇矿。在紫外光的照射下，方解石发出粉红色的光，像一块红热的煤一样，而硅铇矿变成鲜艳的黄绿光。挑选出来的某些有萤光性质的矿物制成美观的陈列品，这些颜色单调的石头，突然发生一种闪亮的颜色。

萤光性质在地质学中有实际的用途。白钨矿和几种铀的矿物通常都有萤光性质。于是可以在夜间用手提紫外光灯照射露头，就能查明岩石中是否有这些矿物。石油也发萤光，因此用紫外光检查岩屑就可以鉴定石油存在与否。

Fluorite 萤石 萤石成份是氟化钙，是最普通和最丰富的含氟矿物。它是一种重要的工业矿物，以氟石的名称出售。在美国每年消耗萤石超过 100 万吨。萤石是等轴晶系的，通常有很好的立方体的晶形，有些地方的萤石晶体，长度可达 30cm。这个矿物也可以没有晶体外形，以纤维状集合体形式出现于一个壳上。它有完全的八面体解理，完好的立方体晶体必须小心才能挑选出来，晶体的颜色可以有很大的变化，它们可以有不同的色调，如，红色、绿色、黄色、蓝色、棕色、紫色或无色。一个单晶可以有平行立方体晶面的各种颜色的色带，有些萤石在紫外光下发萤光，但并非所有萤石都是这样的。因为萤光现象最早是用萤石研究的，因而名称也是从萤石而得来的。

萤石有许多不同的地质产状，这些产状标志着萤石形成于压力条件和温度条件变化幅度很大的情况下。它作为副矿物在火成岩和伟晶岩中出现，但有时生成在石灰岩空洞的洞壁上。萤石常常产在热液脉里，并在这些矿脉中成为主要矿物，或者作为金属矿的脉石矿物，最有价值的萤石矿是以垂直矿脉形成或成层交代围岩形成的，这些围岩常常是石灰岩。南伊利诺斯州，是美国最大的萤石产地，这两种类型的萤石矿床都有。在罗尔克莱尔第三矿中，萤石是没有晶形的，出现在裂隙脉中，有些地方脉宽达 12 米，长度达 30 公里，在卡夫田罗克，平卧的晶洞中有粗粒晶体集合体。

萤石在古代就为人们所认识，用作装饰品，罗马人用它雕刻成酒杯，饭碗和花瓶。许多民族，包括中国人和美洲印地安人都曾用它作装饰品和雕刻

人像。它变成一个主要的工业矿物，还是十九世纪末叶的事，萤石作为底开平炉炼钢时的助熔剂。这种用途至今还延续着，但是今天更大量的消耗是化学工业。它是制取氢氟酸的原料，氢氟酸是提制金属铝时所必需的，其次就是合成冰晶石时需要了。在陶瓷工业上，萤石用作白色，乳白色釉和搪瓷以及钢火炉、冰箱和澡盆的搪瓷衬里。萤石还有一个小的，但是十分重要的用途是制作光学仪器的透镜和棱镜，然而，今天光学材料主要是人工合成的。

Focus 震源 地球内部代表地震发源地的，或者更精确地说，产生地震波的一点。

Foehn 焚风 翻越山脉的强风在背风坡下沉形成的一种干热风。参看 **Adiabatic Process [绝热过程]** 条。

Fold 褶曲 由地壳弯曲而形成的构造。褶曲规模变化极大。其宽度和长度从几毫米到几百公里不等。褶曲可发生在任何一种岩石中。但在层状岩石如沉积岩中最易辨认。由于褶曲的构造形态的复杂性，可以进一步将它分为许多类型。地质学家对褶曲分类使用的术语花样繁多，其中有一些是异语同义的。一般来说，褶曲可据以下几条来鉴别：1) 其轴和轴面的空间方位；2) 总的外貌；3) 褶曲形成机制。为了便于进行褶曲的分类，对褶曲的各个组成部分给予了专门名称。

一个简单的上凸褶曲被称为对称背斜。褶曲的两侧称为翼。而最高部位称为脊。脊对石油地质学家很重要，因为它们可以成为油气聚集的构造圈闭。

一个褶曲的几何学特征由以下一些方面来描述：轴的走向；轴与水平面相比较的倾角大小；轴面的走向与倾角。

褶曲的顶被称为褶曲脊、褶轴或枢纽线。枢纽线表示褶曲中的最大曲率点，每一层或层面都有一条枢纽线，在非直立褶曲中，枢纽线和脊可不一致。通过或联结褶曲中所有枢纽线的面称为褶曲轴面。

褶曲的向下弯曲段（凹槽）即为向斜。背斜与向斜在地壳的褶皱区往往相伴出现。

当轴面倾斜，因之亦使褶曲的形态变为倾斜时，该褶曲被称为不对称褶曲。轴面再进一步歪斜，就称为倒转褶曲，其中褶曲两翼向同一方向倾斜。倒转一翼层次上下颠倒，上表面跑到了翼的底部。伏卧褶曲则是轴面为水平状态。

在阿尔卑斯和新英格兰的部分地区，地壳的某些部分变形为巨大的席状岩块构造，它们被叫做推覆体，它们或者整个地、或者部分是伏卧褶曲的产物。并非所有褶曲构造都如上所说那么简单。

在许多情况下，枢纽线并非总是水平的，于是形成了倾伏的背斜和向斜。另一些褶曲，褶轴从一个中心点（该点即积顶点）各向相反方向倾伏而组成穹窿，或者是褶轴向同一个中心点倾伏（该点为凹地），组成了盆地。

Foliation 叶理 在地质学中，指各种岩石中结构或构造单位的面状排列。原生叶理形成于岩石生成时，次生叶理产生在岩石生成之后。原生叶理见于火成岩或沉积岩中。火成岩在其熔融状态中发育起叶理，当晶体在熔融物质中形成时，它们可以在残余液体的片流的控制下排列成一系列平行面。

最容易构成叶理的矿物是片状晶形的矿物，如云母，或柱状晶形的矿物，如角闪石。如果柱状晶体的长轴都处在一些平行的平面上，那么也能组成叶理。若在这些平面上，柱状矿物又互相平行，那么这种结构叫线理。沉积岩也能具有平行于层理的原生叶理。沉积岩的片状和柱状晶体可以排列成一系

列的平行层。

次生叶理是原先的火成岩与沉积岩发生变质作用的结果。次生叶理通常被看作为劈理或岩石劈理，岩石易于沿这些劈理面劈开，而这些面可以与沉积岩原始层相一致，也可不一致。

Food Chain 食物链 食物链又被称为有机物循环或生态金字塔。这个术语是关于所有有机物之间的相互依赖的关系。作为食物链的基本过程是光合作用。在有阳光存在的条件下，植物通过光合作用把水、二氧化碳和营养物化合形成有机物质。在海洋中，食物链是从藻类到鲨鱼。海洋中的小动物，如浮游动物，它们吃食植物，被称为食草动物或初级消费者。然后，底栖的无脊椎动物或小鱼以这些初级消费者为食，它们被称为食肉动物或二级消费者。根据环境条件，可能会有好几个等级的食肉动物，但是最终是以一种食肉动物为顶点，在大部分海洋中，这个居于顶点的动物是鲨鱼。整个食物链都消耗氧，因为动物需要氧，同时又产生二氧化碳。动物的排泄物和尸体的腐烂又产生了各种营养物，这些营养物基本上又被植物所利用。

Fool's Gold 愚人金 愚人金是指一种容易误认为金子的矿物，这些矿物中最普通是，铁的硫化物——黄铁矿。它是一种黄铜色的矿物。另一种更具黄金色的矿物是铜的硫化物，黄铜矿。第三种是蛭石，即一种黄色闪闪发亮的云母。用小刀刻划这些矿物都能证明它们不是黄金。黄金是软的，用刀能刻划，刻后留下一光滑的发光的小道道，黄铁矿刻划不了，黄铜矿能刻划，但留下的是浅绿色的粉末，而蛭石能剥成薄片。

Foot Wall 下盘 处于断层面之下，与上盘相对的岩壁称下盘。在采矿地质学中，这个名称用来指某一水平或倾斜含矿层、含矿脉的底板，而不管它是否沿着断层。

Foraminifer 有孔虫 有孔虫属原生动物门有孔虫亚纲，从寒武纪到现在一直都存在着。虫体隐藏在细小的壳内，小壳分为许多小的内格，由一些微孔或孔状接缝所穿通。壳一般是碳酸钙质的，也有硅质的和几丁质的。某些有孔虫则是通过把细粒矿物质或其它外来的颗粒胶结起来，来建造自己的壳，这种壳为胶结的或含沙质的。由于有孔虫特别小，在钻探过程中不会被破坏，所以对寻找石油特别有价值。

某些有孔虫可以很容易地用肉眼看见，少数种类的有孔虫的壳，直径达5厘米。某些有孔虫的壳（例如抱球虫属）大量堆积在现代洋底的许多地方，形成厚层沉积物。这种软的、细粒的、被称为抱球虫软泥的钙质物质，现在覆盖着约1.3亿平方公里的海底。

在过去地质时代也有与此相似的沉积，但已变成厚层的白垩和石灰岩。

Force 力 能使物体运动或者能改变物体运动方向的一种作用。力有大小和方向，可以用矢量作图来表示（矢量的长度与力的大小成比例，矢量的指向表示作用力的方向）。构造地质学家用力矢量来分析地与地壳形变有关的各种问题。

Formation, Geologic 地质学的组 用于局部地区岩石或地层分类的基本地质单位。作为单一的单位来识别与填图。组是根据岩石的物理与化学特点而不是地质时代分出来的。组通常依最先描述的地点的地理名称取名，并与占主要地位的岩石名称相结合来定名，例如：包芒特粘土、圣路易斯灰岩。但是，如果一个组由各种不同类型的岩石（例如砂、粘土和灰岩的交互层）组成，那么就把它称作组，例如圣焦昆组。地质学中的组可以进一步划

分为段，段也可按地理名称和（或）岩性（岩石类型）名称定名。另一些更小的单位是小扁豆层（组里面的较小的透镜状岩体）、舌状层（不同岩性的指状交互或舌状交互体）和层（单个的岩石薄层）。如果几个组有某些共同的确定的特征，就可以把它们叫作一个群，群是已经识别出来的最大的岩石单位。

Forsterite 镁橄榄石 镁橄榄石是橄榄石族矿物系列中镁端成员。

Fossil 化石 被保存在地壳的岩石中的古动物或古植物的遗体或表明有遗体存在的证据都谓之化石。化石(Fossil)一词来自拉丁语“fossilis”，意思是挖出来。大多数化石是史前生物的能保存下来的坚硬部分，而且这些生物是在化石采集地区生存的。

在有文字记载的人类历史的早期，某些希腊学者曾被在沙漠中及山区有鱼及海生贝壳的存在所大大迷惑。公元前 450 年希罗多德(Herodotus)注意到埃及沙漠，并正确地认为地中海曾淹没过那一地区。公元前 400 年亚里士多德就宣布化石是由有机物形成的，但是化石之被嵌埋在岩石中是由于地球内部的神秘的塑性力作用的结果。他的一个学生狄奥佛拉斯塔(Theophrastus) (约公元前 350 年)也提出了化石代表某些生命形式，但是他认为化石是由埋植在岩石中的种子和卵发展而成的。斯特拉波(Strabo) (约公元前 63 年到公元 20 年)注意到海生化石在海平面之上的存在，正确地推断，含有该类化石的岩石曾受到很大的抬升。

在中世纪的黑暗时代，人们对化石有各种各样的解释，人们或者解释为自然界的奇特现象，或者解释为是魔鬼的特别的创造和设计以便来迷惑人。这些迷信以及宗教权威们的反对，妨碍了化石研究达数百年。大约在 15 世纪初，化石的真正起源被普遍接受了。人们懂得了化石是史前生物的残体，但仍然认为是基督教圣经上所记载的大洪水的遗迹。科学家与神学家的争论大约持续了 300 年。文艺复兴时期，几个早期自然科学家，著名的达芬奇论及到化石的问题。他坚决主张，洪水不能对所有化石负责，也无法解释化石出现在高山上。他们肯定地相信，化石是古代生物无可置疑的证据，并认为海洋曾覆盖过意大利。他认为，古代动物的遗体被深埋在海底，在后来的某个时候，海底隆起高出海面，形成了意大利半岛。在十八世纪末和十九世纪初，化石的研究打下了牢固的基础，并形成一门科学。从那时起，化石对于地质学家越来越重要了。化石主要发现于海相沉积岩中，当海水中沉积物如石灰质软泥、沙、贝壳层被压紧并胶结成岩时，就形成了海相沉积岩。只有极罕见的化石出现在火山岩和变质岩中。火山岩原来是熔融状态，它的里面是没有生命的。变质岩经历了非常大的变化而形成的，使得原始的岩石中的化石一般都化为乌有。然而，即使在沉积岩中，所保留下来的记录也只是史前动植物的很小一部分。如果考虑到形成化石这一过程所需要的苛刻条件，也就不难理解为什么沉积岩中所保留下来的也只是史前动植物的很小一部分。

虽然一个生物是否能形成化石取决于许多因素，但是有三个因素是基本的：(1) 有机物必须拥有坚硬部分，如壳、骨、牙或木质组织。然而，在非常有利的条件下，即使是非常脆弱的生物，如昆虫或水母也能够变成化石。

(2) 生物在死后必须立即避免被毁灭。如果一个生物的身体部分地被压碎、腐烂或严重风化，这就可能改变或取消该种生物变成化石的可能性。(3) 生物必须被某种能阻碍分解的物质迅速地埋藏起来。而这种掩埋物质的类型通常取决于生物生存的环境。海生动物的遗体通常都能变成化石，这是因为海

生动物死亡后沉在海底，被软泥覆盖。软泥在后来的地质时代中则变成页岩或石灰岩。较细粒的沉积物不易损坏生物的遗体。在德国的侏罗纪的某些细粒沉积岩中，很好地保存了诸如鸟、昆虫、水母这样一些脆弱的生物的化石。

人们已知道，由附近火山落下的火山灰曾覆盖过整片森林，在森林化石中有时还可见到依然站立的树，以很好的姿态被保存下来。流沙和焦油沥青通常也能迅速把动物掩埋起来。焦油沥青的行为好象一个捕获野兽的陷阱，又象防腐剂能阻止动物坚硬部分的分解。洛杉矶的兰乔·拉·布雷(Rancho la Brea) 沥青湖由于在其中发现许多骨化石而闻名了，在其中发现的骨化石包括长着锐利牙齿的野猪、巨大的陆地树獭以及其它已经绝灭的动物。在冰期生存的某些动物的遗体被冻结在冰或冻土之中。显然，被冰冻的动物有的可以保存下来。

虽然地球上曾有众多的人们并不知道生物生存过，而只有少数生物留下了化石。然而，使生物变成化石的条件即使都满足了，仍然还有其它原因使得某些化石从未被人们发现过。例如，很多化石由于地面剥蚀而被破坏掉，或它的坚硬部分被地下水分解了。还有一些化石可能被保存在岩石中，但由于岩石经历了强烈的物理变化，如褶皱、断裂或熔化，这种变化可以使含化石的海相石灰岩变为大理岩，而原先存在于石灰岩中的生物的任何痕迹会完全或几乎完全消失。还有很多化石则存在于无法获得来进行研究的沉积岩层中，也还有很好出露于地表的含化石的岩石分布在世界上的某些地方，却没有进行地质学研究。另外一个很普遍的问题是，可能由于生物的残体变成碎片或保存得很差，而不能充分显示出该生物的情况。

再者，当我们向过去回溯的时间越古老，化石记录缺失的时间间隔越长。岩石越老，受到破坏性力量的机会就越多，化石也就越加不可辨认。而且由于较古老的生物和今天的生物不同，因而对它们进行分类就很困难，这一情况使问题进一步复杂化了。然而，尽管如此，大量保存下来的生物化石仍为我们认识过去提供很好的记录。

动物和植物变成化石可以通过很多不同途径，但究竟通过那种途径，通常取决于(1)生物的本来构成，(2)它所生存的地方，(3)生物死后，影响生物遗体的力。大多数古生物学家认为生物残体的保存有四种形式，每一种形式取决于生物遗体的构成或者生物遗体所经历的变化。

生物的本来的柔软部分只有当它被埋在能够阻止其柔软部分分解的介质中时，才能得以保存。这种介质有冻土或冰，饱含油的土壤和琥珀。当生物在非常干燥的条件下变成木乃伊，也能保存它的身体上本来的柔软部分。这种情况一般只发生于干旱地区或沙漠地区，并且在遗体不被野兽吃掉的情况下。

大概动物柔软部分的化石得以保存的最著名的例子是在阿拉斯加和西伯利亚。在这两个地区的冻原上发现的大量的冻结的多毛的猛犸遗体——一种绝灭的象。这些巨兽有的已被埋藏达 25000 年。当冻土融解，猛犸的遗体就暴露出来。也有些尸体保存得很不好，当它们暴露出来时，其肉被狗吃了，其长牙被象牙商倒卖。猛犸象的毛皮现在在很多博物馆展览，有的把猛犸象的肉体或肌肉放在乙醇中保存。

生物身体的柔软部分在东波兰的饱含油的土壤中也发现到，在这里有保存很好的一种绝灭的犀牛的鼻角、前腿和部分皮。在新墨西哥州和亚利桑那州的洞穴中和火山口里发现了地树獭的天然形成的木乃伊。这里的极端干燥

的沙漠气候能够使动物的软组织在腐烂之前就全部脱水，并能保存部分的皮、毛、腱、爪等。

生物变成化石的更有趣和不寻常的一种方式就是在琥珀中保存。古代的昆虫可被某些针叶树分泌出的粘树胶所捕获。当松脂硬结后并进一步变成琥珀，昆虫便留在其中。有些昆虫和蜘蛛被保存得非常好，甚至能在显微镜下研究它的细毛和肌肉组织。

虽然生物体的软组织的保存形成了一些有趣的和令人叹为观止的化石，但这种方式形成的化石是相对罕见的。古生物学家更经常地是研究保存在岩石中的化石。

生物体上的硬组织也能被保存下来。差不多所有的植物和动物都拥有一些硬部分，例如蛤、螺或蜗牛；脊椎动物的牙和骨头；蟹的外壳和能够变成化石的植物的木质组织。生物体的坚硬部分由于是以能抵抗风化作用和化学作用的物质构成的，所以这类化石分布的较普遍。无脊椎动物例如蛤、蜗牛和珊瑚等的壳是由方解石（碳酸钙）组成的，其中很多没有或几乎没有发生物理变化而被保存下来。脊椎动物的骨头和牙以及许多无脊椎动物的外甲含有磷酸钙，因为这种化合物抵抗风化作用的能力非常强，所以许多由磷酸盐组成的物质也能保存下来，如曾发现一枚保存极好的鱼牙。由硅质（二氧化硅）组成的骨骼也具有这种性质。微体古生物化石的硅质部分和某些海绵通过硅化而变成化石。另一些有机物具有几丁质（一种类似于指甲的物质）的外甲，节足动物和其它有机物的几丁质外甲可以成为化石，由于它的化学成分和埋葬的方式，使这种物质以碳的薄膜的形式而保存下来。碳化作用（或蒸馏作用）是生物埋葬之后在缓慢腐烂的过程中发生的，在分解过程中，有机物逐渐失去所含有的气体和液体成分，仅留下碳质薄膜。这种碳化作用和煤的形成过程相同。在许多煤层中可以看到大量的碳化植物化石。

在许多地方，植物、鱼和无脊椎动物就是以这种方式保存下它们的化石。有些碳的薄膜精确地记录了这些生物的最精细的结构。

化石还可以通过矿化作用和石化作用而保存下来。当含矿化的地下水把矿物沉淀于生物体的坚硬部分所在的空间时，使得生物的坚硬部分变得更坚硬、抵抗风化作用的能力更强。较普通的矿物有方解石、二氧化硅和各种铁的化合物。所谓置换作用或矿化作用是生物体的坚硬部分被地下水溶解，与此同时其它物质在所空出来的位置上沉淀下来的过程。有些置换形成的化石的原始结构被置换的矿物所破坏。

不仅动植物的遗体能形成化石，而且表明它们曾经存在过的证据或踪迹也都能形成化石。痕迹化石能提供有关该生物特点的相当多的情况。很多壳、骨、叶以及生物的其他部分，都能以阳模和阴模的形式保存下来。如果一个贝壳在沉积物硬化成岩之前就被压入海底，它的外表特征就会留下压印（阴模）。如果阴模后来又被另外一种物质充填，就形成阳模。阳模能显示出贝壳本来的外部特征。外部阴模显示的是生物体硬部分的外部特征，内部阴模显示的是生物体坚硬部分的内部特征。

一些动物以痕、印、足迹、孔、穴的形式留下了它们曾经存在的证据。其中如足迹，不仅能表明动物的类型，而且提供了有关环境的资料。恐龙的足迹化石不仅揭示了它的足的大小和形状，还提供了有关它的长度和重量的线索，留有足迹的岩石还能帮助确定恐龙生存的环境条件。世界上最著名的恐龙足迹化石发现于得克萨斯州索美维尔县罗斯镇附近的帕卢西河床中的晚

白垩纪石灰岩中，年代大约在 1.1 亿年前。留有恐龙足迹的大的石灰岩板被运到全世界的博物馆中，成为这种巨大爬行动物的哑证据。

无脊椎动物也能留下踪痕。在许多砂岩和石灰岩沉积层的表面可以看到它们的踪迹。无脊椎动物的踪痕既有简单的踪迹，也有蟹及其它爬虫的洞穴。这些踪痕提供了有关这些生物的活动方式和生活环境的证据。洞穴是动物为着藏身觅食而在地面上、木头上、石头上以及其它能打洞的物质上打出的管状或圆洞状的孔穴，后来若被细物质充填，就可能得以保存下来。打出该洞穴的动物的遗体偶尔也能在充满洞中的沉积物中找到。在松软的海底，蠕虫、节肢动物、软体动物以及其它动物都可留洞穴。某些软体动物，如凿船虫——一种钻木的蛤、石蜊 (Litho-domus) ——一种钻石的蛤，它们的洞穴化石和钻孔化石也常常能被发现。在人们所知的最古老的化石之中，有管状构造，据认为这种管状构造是蠕虫的洞穴。在许多最古老的砂岩中，就有这种管状构造。

钻孔是某些动物为了觅食、附着和藏身而打的洞。钻孔经常出现在化石化的贝壳、木头和其它生物体的化石之上。钻孔也是一种化石。象钻孔蜗牛这种食肉动物就能穿过其它动物的壳来钻孔以吃食其软体部分。许多古代软体动物的壳上可见到象是钻孔蜗牛打的整齐的洞。

化石对于追溯动植物的发展演化是有用的，因为在较老的岩石中的化石通常是原始的和较简单的，而在年代较新的岩石中的类似种属的化石就要复杂和高级。

某些化石作为环境的指示物是很有价值的。例如造礁珊瑚似乎总是生活在与今天相似条件下。因此，如果地质学家找到了珊瑚礁化石——珊瑚最初被埋藏的地方，就可以有理由地认为，这些含有珊瑚的岩石形成于温暖的相当浅的海中。这就使得勾画出史前时期海的位置及范围成为可能。珊瑚礁化石的存在还可指示出古代水体的深度、温度、底部条件和含盐度。

化石的一个更重要的用途是用来进行对比——确定若干岩层间彼此相互关系的密切的程度。通过对比或比较各岩层所含的特征化石，地质学家可以确定一个特定区域的某种地质建造的分布。有的化石在地质历史上生存的时间相当短，然而在地理分布上却相当广泛。这种化石被称为指示化石。由于这种化石通常只是和某一特定时代的岩石共生，所以在对比中特别有用。

微体生物的化石对于石油地质工作者作为指示化石特别有用。微体古生物学家（研究微体古生物的学者）通过对从钻孔中取得的岩心进行冲洗、将微小的化石分离出来，然后在显微镜下进行研究。通过对这些细小的古生物遗体的研究所获得的资料对于判断地下岩层的年代和储油的可能性是非常有价值的。微体古生物化石对于世界油田之重要可从某些储油地层用某些关键的有孔虫的属来命名这一点见其一斑。其它微体古生物化石，例如、介形虫、孢子和花粉，也被用来确定世界其它许多地区的地下岩层。

虽然植物化石对于指示气候十分有用，但用于地层对比就不很可靠。植物化石提供了许多有关整个地质时代的植物演化的资料。参见插页图版“化石记录”和“生命的演化”。

Fossil Amphibian 两栖动物化石 两栖动物化石是脊索动物门两栖动物目的动物所保留下来的残体。两栖动物是脊椎动物中最早有四条腿的动物，现在包括蟾蜍、蛙和蝶螈。这些冷血动物主要是通过肺进行呼吸，而且在陆地上度过其生命的大部分时间。在其发育的早期阶段，即幼年期，是在

水中生活，用鳃呼吸。

两栖动物显然是由总鳍鱼演化而来，出现于晚泥盆纪，在宾夕法尼亚纪（晚石炭纪）、二迭纪、三迭纪较繁盛。两栖动物的早期种属在形状和大小上变化非常大，并留下了有意义的化石记录。大多数古生代两栖动物，因为其复杂的折迭牙而被称为曲齿类（Labyrinthodonts），也叫坚头类（Stegocephalians），因为它们有很沉重的颅盖骨。早期的两栖动物的颅骨，在两眼之间到颅顶有一开口处。它标志着所谓松果眼的位置。松果眼是一切较高级的脊椎动物，包括人的退化的构造。

两栖动物化石

鱼甲龙的骨，发现于格陵兰。它是最早的陆上脊椎动物之一，尾巴依然是鱼鳍形，时代为 3.4 亿年前的晚泥盆纪。

Fossil Bird 鸟化石 鸟化石是脊索动物门鸟纲动物所保留下来的残体。由于鸟的躯体脆弱，很难作为化石保存下来。然而，一些有趣的和重要的鸟类化石依然被发现。最老的化石是在德国侏罗纪岩石露头中发现的，这种原始的鸟被命名为始祖鸟。始祖鸟比爬行动物稍小，有羽毛。人们从两个相对比较完整的骨架和少量碎片化石以及另一个羽毛化石了解了始祖鸟。始祖鸟有乌鸦般大，有锐利的牙、相对较长的脖子、蜥蜴般的尾巴、在每个翅膀上有三个尖利的趾。羽毛有力地说明它是鸟，是热血动物。然而牙、头、臀骨带、后肢和紧密的骨骼结构完全象爬行动物。这些不寻常的化石提供了鸟类与爬行动物之间有密切联系的证据，是古生物学中最重要的发现。

白垩纪的鸟类比侏罗纪更丰富、更加特化。头、肢、骨的结构更象鸟，很多种属依然有牙。白垩纪的鸟的特化也有相当可观的证据。有些类型，例如有齿鸟（Hesperornis）有小而无用的翅膀，长有很多利牙的颌、粗壮的适于行走的足、约高 1 米，有些象现代的鸕鶿（Loon），看来适于游泳和潜水。鱼鸟，是另一种白垩纪的鸟，比有齿鸟小，有发育很好的翅膀。大概很象现代海鸥的习性。由于在堪萨斯州西部的白垩纪石灰岩中搜集到保存得异乎寻常好的骨架，人们对鱼鸟了解得很多。

新生代的鸟很象现代的鸟。虽然新生代的鸟作为化石保存下来相对较稀少，但肯定在当时是丰富多样的。鸭、兀鹰、猫头鹰、乌鸦、塘鹅、企鹅的化石是属于第三纪的鸟类化石，其中很多与现代相似的种属在大小和生活习性上是接近的。有一个例外，就是一种灭绝的企鹅，差不多 1.5 米高，明显高于今天任何一种企鹅。第三纪的不会飞的火鸟有很大意义。其中之一的不飞鸟（Diatryma），生存于始新世，差不多有 2 米高，有根粗壮的颌和差不多象马一样长的头。恐鸟是所知最大的鸟，站高 3—3.6 米，蛋的直径约 30 厘米。这些鸟在有史时期还曾生活于新西兰，被认为是天然灭绝的。

Fossil Fish 鱼化石 鱼化石是保存下来的脊索动物门鱼纲的化石。所知最早的鱼化石是在奥陶纪岩石中发现的，似乎是最老的脊椎动物。原始无颌的鱼与现在还生存着的七鳃鳗和八目鳗有联系。它的头及前段被一个骨质的覆盖物保护着，有的是被长有保护性鳞片的复杂的覆盖物保护着。无颌的种属无能力咀嚼，显然是以食泥为生。这种无颌鱼出现于中奥陶纪，在志留纪数目增加，在泥盆纪末灭绝。

稍微更高级的盾皮类（Placoderms）也是有甲的，而且还有颌。其中的节甲类（Arthrodirees），有鲨鱼那样大，有甲、强有力的颌和有节的脖子，长达 9 米。节甲类出现于晚志留纪，在泥盆纪处于优势地位，灭绝于二迭纪。

鲨鱼、鲛鱼和其它有软骨骨骼架的鱼到泥盆纪才出现。从那时以来，这些鱼数量一直就很多。真正多骨鱼出现在同一时期，包括鲑鱼类、河鲈、鳗鱼、海马、肺鱼。多骨鱼是鱼类中发展最高级的、而且也是鱼类中最丰富的。多骨鱼具有一个内部的多骨骼架，发育很好的颌、鳃和具有特征的覆盖在外的迭置鳞片。多骨鱼包括总鳍类。总鳍类这种比较原始的类群在泥盆纪数量非常多，被认为是用肺呼吸的两栖类的祖先。以前人们认为这种不寻常的鱼在白垩纪末（约 7000 万年前）就已灭绝了。后来在 1938 年，在南非东南海岸一条拖网渔船的挖泥机挖出一条总鳍鱼（空棘鱼）。后来，又有几条空棘鱼——均属矛尾鱼属，被捕获。这些捕捞到的总鳍鱼类对于以前只是从化石来认识的这一类群，提供了极有价值的情况。多骨鱼的化石从中泥盆纪直到全新世的地层中都有分布。

Fossil Fuel 化石燃料 由古代的植物和动物的遗体形成的燃料。这种燃料是以碳氢化合物的形式储存下来的太阳能。该术语一般用于可作为燃料的碳氢化合物的沉积物，包括石油、天然气和煤。化石燃料提供了世界能源的 95%。煤是由古代沼泽植物形成的。它在世界上的分布既广、数量又丰富，是世界上唯一储量最大的工业能源。大部分煤是用来加热锅炉制造蒸汽。此外，还可用煤制取液态燃料。

鱼化石

鱼的演化。每个鱼的大小表示该鱼在其所生存时代的相对丰富的程度。

石油天然气包括了气态、液态和固态物质，主要是由碳氢化合物组成的。石油天然气可能是由和沉积物一起沉积到古代的海底的有机物质后来经过化学分解而形成的。有机物如何变成石油，人们还不完全了解，似乎是需要漫长的时间才能使沉积物中的温度不断升高和使沉积物压实。虽然新的油田不断被发现，但我们的经济的发展和现代技术造成了对这种有价值的和不可更新的自然资源的史无前例的需求。90%以上的石油产量被用作燃料，其残馏物被用作润滑油或者被石油化学工业制成数百种工业产品。参见 Energy Resources [能源]，条。

Fossil, Guide 指示化石 见 Guide Fossil [指示化石] 条。

Fossil Mammal 哺乳动物化石 脊索动物门哺乳动物纲化石。哺乳动物最早在侏罗纪出现。很显然，它是由和哺乳动物相象的爬行动物，例如兽孔目演化而来的。虽然在中生代哺乳动物非常稀少，但在新生代进化的非常迅速，有的体形非常大，形状可能也很不寻常。大概这一类动物太特化了，以至于不能适应变化着的环境条件，这些稀奇古怪的种属大多都灭绝了。人们通过化石对这些动物有了很好的了解。

多瘤类 (Multituberculates) 是一种相当小的、似乎是最早的，有些象啮齿动物的一种食草哺乳动物，出现于侏罗纪，其数量大概从来都不很多，并于始新世早期灭绝。随之其后的是一些在某种程度上更特化的种属，例如贫齿目，是相当原始的哺乳动物。现在尚生存着的贫齿目有食蚁兽、树懒和犛狳等。贫齿目的特点是牙齿不发育（某些种属完全无牙）。贫齿目在上新世和更新世曾普遍分布于美国南部。大懒兽科（一种灭绝的大型陆懒，有小象般大，有宽而短的头和有力的腿）也属此类。它是南美现代树懒的祖先。象旱地树懒一样，雕齿兽大约在同一时期也发展了，它是犛狳的祖先。雕齿兽是一种长甲的哺乳动物，有致密的象海龟一样的壳。雕齿兽中的个体较大的种属高达 1 米，长达 4.5 米，粗而重的尾巴被一系列骨环保护着，有的种

属的尾巴末端演化成一个多骨的、有茂密刺的棒子。

最早出现的食肉哺乳动物是肉食亚目，出现于古新世。随之其后的食肉动物小者有黄鼬那么大，大者有熊那么大。这些食肉动物的爪很尖锐，进化的很好，但是它们的牙齿并没有象现代食肉动物那样特化。它们的相对较小的脑子表明其头脑发育的水平很低。这类动物灭绝于始新世末。代替这些早期食肉动物的更特化的食肉动物，是在新生代期间演化出来的。根据更新世沉积物中的化石，人们清楚地了解了一种长着锐利犬齿的猫（或虎）——斯剑虎（*Smilodon*）和一种狼犬（*Canis dirus*）。这两种动物分别属于猫科和狗科。在加利福尼亚州的兰乔拉布利沥青湖中发现了这两种动物的大量化石。

在第三纪的哺乳动物中，体形最大的是伍塔类（*Uintatheres*）或恐角类（*Dinocerta*）。伍塔兽（*Uintatherium*）有三对钝角，公的有短剑般的上牙，高 2 米，有小象一样大。和身体相比相对很小的脑子表明，这种动物比当时大多数哺育动物的智能都低。

最早的长鼻类（*Proboscideans*）象及其亲属在非洲的上始新世岩层中发现，大约和现代小象一样大，但是有大的头和较短的牙齿。该类动物的演化表现为体型的增大、牙齿及头部结构的变化和象牙的延长方面。猛犸象和乳齿象化石是著名的化石形态。乳齿象极象现代象，但是其牙齿结构完全不同。此外，乳齿象的头盖比现代象长，牙也格外长，有的长达 2.7 米。在北美有几种典型的真象和猛犸象，其中多毛猛犸象最著名。这种动物一直生存到更新世末，是由古代洞中的岩画和冰冻的遗体而得知的。根据这些证据把它复原为披复着茂密黑色长毛的象。

单蹄类动物（或奇蹄类动物），是每一个肢上有一个变得很大的中心蹄（趾）的哺乳动物。现代的单蹄类动物包括马、犀牛和獾。灭绝的单蹄类包括雷兽（*Titanotheres*）、爪兽（*Chalicotheres*）和俾路支兽（*Baluchitheres*）。这几种动物的个体都非常大，体形都极不寻常。最初的一种单蹄类动物是蹄虎兽（*Hyracotherium*），是所知最早的一种马，出现于古新世。这种小动物高度约为 30 厘米，从牙齿可知是软食动物。在最初的马出现之后，由于有一套完整的马的化石，清楚地反映了这种重要动物的演化过程。

雷兽属出现于始新世，最初约为绵羊般大小。到中渐新世，已变得巨大，但依然有很小的原始的脑子。大雷兽（*Brontotherium*）是一种象犀牛的雷兽，站立肩高 2 米。从颅骨长出一块巨大的骨头，延伸成扁平的角，角的顶端呈分裂状。尽管这种动物在第三纪演化非常迅速，终于在中渐新世灭绝。大雷兽是北美发现的最大的陆生哺育动物。

爪兽（*Chalicotheres*）虽然在某种程度上有些象雷兽，但仍有自己的特点。例如石爪兽（*Moropus*）有象马一样的头和脖子，但是它的前腿比后腿更长，除了它的长爪代替了蹄子以外，它的足极象犀牛。

犀牛也是单蹄动物。犀牛类动物中也有很多有趣的和著名的化石。俾路支兽是最大的陆生动物，为无角的犀牛。它生存在晚渐新世和早中新世。这种怪异的动物从头到尾长 10 米，站立肩高 5.5 米，肯定重很多吨。俾路支兽在北美没有发现，似乎灭绝于中亚。多毛犀牛是两只角的犀牛，在更新世时期分布于从法国南部到西伯利亚东北部这一广大地区内。在西伯利亚的冰冻带发现了这种动物的完整的尸体、在波兰的油苗中发现了它的遗体，由此人

们对这种动物有了很好的了解。这些不寻常的动物也在古代洞穴中的岩画上出现，为研究这种动物提供了大量的资料。

偶蹄动物包括诸如猪、骆驼、鹿、山羊、绵羊和河马等。偶蹄动物的化石存在于从始新世到更新世的地层中。在世界许多地方都发现了这类动物的化石。偶蹄动物的化石中，最重要的是骆驼和已灭绝的巨猪 (Entelodonts)。所知最早的骆驼在始新世发现，比羊羔还小，肢体很短。但是，在它的演化过程中，牙和肢体经历了相当程度的特化，越来越大。很多中新世的骆驼有长的腿，可以使它吃到树枝上的嫩叶。巨猪是外形象猪的巨大的偶蹄动物，生存在渐新世和早中新世。这种动物的特征是长而重的颅骨和相对小的脑子，以及在眼睛之下、沿颌的下缘的大突起物。这种大猪有的肩高 1.8—2 米，长约 3.4 米。

哺乳动物化石

哺乳动物的演化。每一目动物所画的黑柱的宽度表示各个给定的时期内繁盛的程度。

灵长目 (Primates) 是最高级的哺乳动物，包括狐猴 (Lemurs)、眼镜猴 (Tarsiers)、猴、猿 (Apes) 和人。灵长目似乎出现于第三纪。参见 Fossil Man [人化石] 条。

Fossil Man 人化石 和现代人同属一个生物类群的成员的化石。这一类群包括现代人属和现在已经绝灭的属。人化石基本上出现于更新世时期。人化石主要是包括人类制造的工具和骨骼这两部分内容。人化石发现于欧亚非大陆——所谓旧大陆的砾石中和石灰岩洞穴的沉积物中。灵长目是高度进化的一个类群，包括狐猴、眼镜猴、猿猴、类人猿和人。人（加上猴和猿）被归于拟人类 (Anthropoidea—An- thropos 为希腊字，意思是人再加上和人相似的生物) 这一亚目中。拟人类有朝向前方的大眼睛、较特化的牙齿和大的脑子。大多数拟人类能坐下与站立、能用手自由地控制物体。由于人与类人猿之间的明显相似性，把人与类人猿归为类人 (Hominoid) 超科。进一步又把人与类人猿分开，人则作为人科 (Hominidae, the hominids) 而被划分出来。

森林古猿 (Dryopithecus) (最初被称为 Proconsul)，是一种类人猿，它的化石是在中新世和上新世的沉积物中发现的。人们通过在南欧和亚洲搜集到的化石而了解了它。人们认为，正是这种早期类人猿演化出了大猩猩、黑猩猩和猩猩，也演化出了所知最早的猿人。森林古猿被认为是所有人化石的祖先。人们通过在印度、东非、中国和南欧的中新世和上新世沉积中发现的牙齿和爪子的碎片，而识别出了森林古猿的存在。森林古猿的化石表明，这是一种小的、有两足的、大约 1 米高的、有短的面孔和象人的牙齿的动物。另一种猿人，南方古猿 (Australopithecus)，出现于早更新世。它的化石最初于 1924 年发现于南非。南方古猿大约有象人的头盖骨、有两足、高度不到 1.5 米，站立与直立行走。虽然它们的脑子仅有现代人的一半大，但却是使用木棍和石头作为武器的打猎者，大概还用天然工具捕鱼。1959 年在坦桑尼亚的奥杜威峡谷 (Olduvai Gorge) 发现了南方古猿鲍氏种 (Australopithecus boisei, 以前称为 Zinjanthropus boisei)。这个由里凯 (Louis S.B. Leakey) 发现的标本经测定至少有 175 万年。然而最近的发现表明，这种类人猿可能生活在距今 200—500 万年前，约在中更新世灭绝。由于这种化石也在爪哇、以色列北部和中国发现，所以南方古猿曾在世界上

有广泛分布。

在南方古猿之后出现的是直立人，或著名的爪哇人。爪哇人的化石是1891年在爪哇的特里（Trili）附近的梭罗河岸首次发现的。爪哇人被作为最早的直立猿人（*Pithecanthropus erectus*），出现于早更新世（大概在间冰期），在接近中更新世末时灭绝。直立人的头盖骨象类人猿，前额倾斜、扁平，下颌低，无颧，而牙齿与人类接近，脑量接近于正常人。此外，颅骨帽内部宽，特别是在大脑皮层的语言区，提供了脑量接近现代人水平的证据。腿关节肌肉附加物表明，爪哇人可能是直立姿态。1927年至1937年间，科学家在中国北京附近发现了四十多块史前人化石，并命名为中国猿人属北京人。与其一起发现的还有中更新世灭绝的哺乳动物化石。因为北京人的脑子和骨骼与直立人极相似，所以与爪哇人同归一类。中国猿人的颅骨有更大的容积，且明显地拥有石制的锋利工具，知道怎样使用工具和管理生活。中国猿人可能是同类相食者，因为大部分头盖骨的基部都已被敲破以便能从中取出脑髓，许多长的骨头都被破开，以便从中取出骨髓。

真人（*Homo sapiens*），是只包括所有现代人的一个类群。真人是由直立人进化而来的，大约出现于50万年前的中更新世时期。尼安德特人就是真人中的一种。他们大约在11万至3万5千年前居住于欧洲、非洲、中国和近东。作为最著名的人类化石，尼安德特人的发现首先是从德国杜塞尔道夫（Düsseldorf）村附近的尼安德特山谷的石灰岩洞洞底部挖掘出来的头盖骨和一些腿骨开始的。这些化石发现于1856年，直到1864年才被认出是一种与众不同的人类。在1856年至1864年期间，对这些骨头的解释真是五花八门，有的认为这是病理形成的人的颅骨或白痴的颅骨。有的认为是原始的未进化的人的颅骨。另一个尼安德特人颅骨化石是年轻女性的，早在1848年就在直布罗陀岩石上的一个石坑中发现，到1906年才被认出是尼安德特人。自1848年发现这类化石以来，已搜集到几具完整的和许多不太完整的男人、女人和孩子的骨架。这些丰富的化石表明，尼安德特人分布广泛，在晚更新世时期数量非常多。他们矮小结实，一般高度为1.5米，头向前伸，上身向前倾，显得很笨拙的样子，手和脚很大，膝盖微弯。尼安德特人头很大，额很低，鼻子扁平、下巴向后、眉脊明显的突起。尽管尼安德特人相貌原始，他们仍有与现代人几乎相当的脑容积。他们居住在山洞中，根据他们的骨骼经常与石器，例如刮刀、矛头和斧等在一起，明显表明是以狩猎为生。与尼安德特人化石在一起的还有他们猎取的动物的骨头、包括多毛的猛犸象、巨大的洞熊、野牛、马和多毛犀等。他们发展了原始文化，据认为还使用火。根据所发现的尼安德特人的某些骨骼所放的位置、食物、石器以及骨器的排列，表明尼安德特人有埋葬死者的习俗，还表明他们有某种宗教形式或埋葬礼仪。

大约在35000—40000年前，尼安德特人被新人或现代人（*Homo sapiens*）取代。最初出现的新人是克鲁马努人，其化石最先是在1868年发现于法国多尔顿（dordogne）峡谷的艾季（Eyzies）附近的克鲁马努石洞中。由于在西欧和中欧收集到大量的骨骼，因而对克鲁马努人有了很好的了解。他们似乎在每一方面都更是属于现代人，远比尼安德特人高级。克鲁马努人身高1.8米，直立行走，具有直的股骨，较长的腿，高的前额、长鼻子、尖下巴、长的头型。从体格上来说，克鲁马努人的脑容量和今天的人一样，其智力高度发达。他们用燧石和骨头做了很多很好的工具，还有相当的艺术能力，这可

由他们生活过的一些洞中的绘画和骨雕证明之。

人类的早期进化大概发生于东半球的欧亚非大陆，即所谓旧大陆。虽然最近在新墨西哥州的发现表明，可能早在 20 万年以前真人（Homo sapiens）就已生活在新大陆（美洲），但是大多数科学家认为，人类到达西半球是比较晚的。一般都认为，北美与南美的早期居民属于现代人中的蒙古种分支；人们还认为，早期美洲人的祖先显然是从亚洲的东北部（西伯利亚）经过白令海峡地区迁移到阿拉斯加的。这样的迁移可能有好多次，所知最早的迁移是在晚更新世冰期之后，大约 1 万年以前发生的。在广大地区都发现了遗存、如得克萨斯、佛罗里达、华盛顿诸州和墨西哥、秘鲁。第一批人到达美洲显然是在典型的更新世哺乳动物、如猛犸象、乳齿象、陆地树獭和各种灭绝的马、驢犂等灭绝以前。事实上，有证据表明，这些种属的灭绝（特别是乳齿象和猛犸象）是由于早期人类的猎捕而加速。

人化石

a 南方古猿，作为最早出现的确定无误的人类，脑子类似于大猩猩，直立行走，居住在陆地上，可能使用石头防御。

b 直立猿人，最初出现的真正的人，能使用原始工具杀死所猎捕的动物。

c 尼安德特人，具有很大的脑容量，并能制造各种各样设计得很好的工具。

d 最早出现的新人（现代人）是克鲁马努人。从体形来看，与现代人几乎没有什么差别，脑子很大，有了真正的文化。

Fossil Reptile 爬行动物化石 脊索动物门爬行动物纲化石。爬行动物显然是由两栖动物在宾夕法尼亚纪（上石炭纪）期间演化而来的，然后数量稳步增长，成为中生代陆地上占优势的动物。故中生代又被称为爬行动物时代。中生代爬行动物不仅成功地居住在陆地上，而且也能在海洋和空中生存。最重要最著名的爬行动物化石是已灭绝的恐龙属。恐龙在中生代最丰富。

“恐龙”（dinosaurs，意思是可怕的蜥蜴）这一词是个集合名词，指的是在中生代期间持续约 1.4 亿年时间内在生物中占主宰地位的爬行类中最突出的一个类群。恐龙在大小上，最小的有 30 厘米长，最大的有 26 米长，从几磅重之小到 45 吨重之巨。有的恐龙是两足动物，用后腿行走，而另一些则为四足兽，用四条腿行走。虽然大多数恐龙栖居陆地，但也有水栖恐龙和半水栖恐龙。

根据臀部结构，将恐龙分为两类：蜥臀目（象蜥蜴的骨盆带）和鸟臀目（象鸟的骨盆带）。蜥臀目在侏罗纪特别丰富，而且它的臀骨类似于现代的蜥蜴。蜥臀目的化石最初出现于三迭纪，直到白垩纪才绝灭。蜥臀目爬行动物又分为两个相当特殊的类群：兽脚亚目（肉食两足恐龙，个体的大小差异很大）和蜥脚亚目（食草、四足、半水栖、通常是个体巨大的恐龙）。

兽脚亚目中还包括一种象鸟一样用后肢走路的恐龙，这种恐龙全是食肉的，如侏罗纪的异龙属。某些兽足亚类是异乎寻常的大，毫无疑问是捕食动物的兽类，这可由它们的用于捕抓和撕裂鱼类的长着尖利爪子的前肢以及大而粗壮的用像剑一样尖利的牙齿武装的颞来证明。所知最大的兽脚亚目类动物是霸王龙（Tyrannosaurus rex），当它用后足站立时，高达 61 米左右，长达 15 米，被认为是地球上最大的动物之一。蜥脚亚目的恐龙是恐龙类中个体最大的。其中如雷龙（Brontosaurus）长 26 米，重 45 至 50 吨。它们基本上

是食草恐龙，已经适应于水栖和半水栖、可能是栖居在湖泊、河流和沼泽中的躯体巨大、脖子细长的恐龙。

鸟臀目是由食草的爬行动物组成。它们在外形上和大小上差异很大，似乎比蜥臀目进化的程度更高。这个目包括鸭嘴恐龙（鸟脚亚目）、披甲恐龙（剑龙属）、有防护器官的恐龙（甲龙亚目）。鸟脚亚目是占优势的爬行动物，是半水栖的动物。其中的某些，如鸭嘴恐龙，是高度特化的。剑龙亚目是草食四足鸟臀恐龙，从背部向下，有尖突状鳞片，其尾上有密密的钉刺。剑龙属是侏罗纪恐龙，是典型的披甲恐龙，重约 10 吨，长约 9 米，站立臀高约 3 米。剑龙属后背的两侧各有一排带尖突的密密排列的鳞片状铠甲，从头盖骨的后面开始，沿着后背两侧直到尾端。尾巴上也有四排较长而弯曲的钉刺保护着，可能是用于防御。这种动物的头盖骨很小，其脑容量只有胡桃般大小。所有恐龙的智能被认为都是很低的。

背甲龙（Ankylosaurs）（甲龙亚目—Suborder Ankylosauria）是四足、食草的白垩纪恐龙，身体较扁平、头盖骨和背部由骨甲保护着，象棒子一样的尾巴有钉刺保护着。古蜥龙（Paleosaurus）是一种典型的甲龙属，在它的躯体两侧和尾巴上竖立着密密丛丛的大刺。它的用尖刺装备起来的后背和长满刺的棒形的尾巴，大概提供了必要的保护，使这种动物免受白垩纪凶恶的食肉恐龙的袭击。

角龙亚目的特点是有角，它的化石只是在白垩纪岩层中发现。这种巨大的吃食植物的恐龙长有鸟嘴形的颌，脖子上的骨质皱褶装饰从头盖骨向后伸延，还有一个或几个角。三角恐龙或三觭龙是有角恐龙中个体最大的一种：其中有的长达 9 米，其头盖骨的长度——从它的鹦鹉般的嘴的尖端到脖子护甲的后部的长度为 2 米。

已灭绝的中生代游泳爬行类有鱼龙（Ichthyosaurs）、沧龙（Mososaurs）和蛇项龙（Plesiosaurs）。鱼龙是短脖子的象鱼一样的爬行动物，很象麒麟（Dolphin），长可达 9 米。沧龙长达 15 米，它的巨颌长满短而弯曲的牙齿。蛇项龙的特征是有宽阔的甲鱼般的橡皮脚掌和长的脖子与长的尾巴。它既不能随波逐流，也没有鱼龙和沧龙那样好的游泳器官，但它的长脖子在捕食鱼及其它小动物时可能是有用处的。

爬行动物化石

爬行动物的演化；从它们的两栖动物的祖先到它们的鸟类和哺乳动物的后代。

飞龙（Pterosaurs）（有时又称为翼手龙属），是长有蝙蝠般的翅膀的中生代爬行动物。翅膀由臂和长而薄的指支持着。飞龙能很好地适应空中生活。它的轻的身体和宽翅膀（由皮覆盖着）使其能高飞和滑翔很长的距离。最早的飞龙化石发现于下三迭纪岩石中。飞龙灭绝于白垩纪。某些种类的飞龙翅膀宽 8.2 米和有小而轻的身体。现在，在得克萨斯州的比格本德国家公园中发现了一个巨大的有翅的爬行动物，根据测量，这个飞龙的翼展是 15.5 米，差不多是先前发现的飞龙翼展的两倍，成为飞龙中之最。

在恐龙出现以前，还有许多种类爬行动物存在过。对于这些具有进化意义的恐龙出现前的爬行动物，我们知道的还很少。其中包括杯龙（Cotylosaurs），属于爬行动物中比较原始的一个类群。虽然它具有两栖动物的特点，但已进化到只能适应陆地生活了，生存于宾夕法尼亚纪（上石炭纪）和二迭纪，在晚二叠纪期间明显地灭绝了。盘龙（Pelycosaurs）是晚古生代爬行动

物的一个类群。其中有的在背部有高的鳍，作为其特征标志。这类动物化石发现于二迭纪岩层中。

植龙 (Phytosaurs) 是一种象鳄鱼似的已灭绝的爬行动物，在三迭纪岩层中发现其化石。植龙具有用尖利的牙齿武装的长颌，圆柱状的身体，躯体上披覆着骨质盔甲，短腿，尾巴扁平能划水。虽然植龙很象鳄鱼，但并没有演化成鳄鱼，它是和鳄鱼平行演化的，是爬行动物中的一个独特的类群。植龙虽然在晚三迭纪很丰富，但在该纪末就灭绝了。兽孔类 (Therapsids) 是类似于哺乳动物的一种爬行动物，已经进化到能很好地适应陆地上生存。虽然兽孔类爬行动物的化石数量并不很多，但对它的研究提供了大量有关哺乳动物起源的有价值的证据。该类动物最早出现于中二迭纪，一直到中侏罗纪才灭绝。

Fossil, Trace 痕迹化石 参见 Trace Fossil [痕迹化石] 条。

Fracture 破裂 任何固结岩石中的一种裂隙或裂理。破裂是外力或内力作用引起的。根据其生成机制和与其他构造面的几何关系，可将破裂进行分类。当平行破裂面有运动发生时，叫断层。没有平行破裂面运动或只有垂直于断面很小的运动时，这时的破裂，叫节理。

Fracture Zone 破裂带 地壳中的大破裂。基本上和洋脊系垂直相交。在洋脊内，这些破裂带发生破碎或水平位移达几百公里以上。例如在中大西洋或东太平洋的那些断裂。其中一个例子是加利福尼亚岸外的门多西诺破裂带，它是地壳中两个相邻板块反方向滑移的结果。参见 Plate Tectonics [板块构造]。

Franklinite 锌铁尖晶石 锌铁尖晶石是锌和铁的氧化物，是尖晶石族矿物中的一个成员。因为，它是在新泽西州富兰克林发现的，因而得名 Franklinite，它是一种重要的锌矿。在富兰克林矿山，这个矿物常常是黑色的八面体晶体，很像磁铁矿，被包裹在结晶灰岩中，与其他锌矿物，如硅锌矿，红锌矿共生。除了富兰克林这个产地外，锌铁尖晶石是罕见的矿物。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Frasch Process 富拉什法 从得克萨斯和路易斯安那州东南的墨西哥湾沿岸地带某些盐丘的帽岩中采取自然硫的方法。这些帽岩中的硫矿床通常在地下 450—730 米深。最初是用掘井法来开采硫。但由于坍塌和毒气，使得这种开采方法很危险。最后化学家富拉什 (Herman Frasch) 找到了更好的开采硫的方法，即利用硫的低熔点的方法。当温度达到比沸水的温度稍高时 (113—119°C)，硫就变成液体。根据这一原理，在盐丘帽岩中钻井，放入三个管子，三个管子一个套一个，把过热的水——温度在 100 °C 以上，通常情况下，在这一温度时水就变成了蒸汽，——从一个管子中压入地下去融化帽岩中的硫，再把压缩空气从第二个管子中压下去，迫使液态硫通过第三根管子流出来，流到地表面后，硫被灌入缶子并冷却，又变为固体硫。或者以液态的方式通过管道或槽而运走。

Front, Polar 极锋 参见 Polar Front [极锋] 条。

Frost Action 冰冻作用 反复冰冻和解冻的一种过程，
冰冻作用

这一片铺满石块的不毛之地是位于南极，是在若干世纪中岩石因冰冻融解破碎而形成的，它被称作“felsenmeer”，这是一个德文单词，意思是“石海”。

对于机械风化和岩石的破碎起主要作用。水结冰所产生的张力使岩石产生楔形裂缝、破裂以及被劈开。在实验室里，装入一个容器的水在冻结时所产生的压力达 2100 千克/平方厘米。虽然这种高的压力在自然界是达不到的，但即使小得多的压力也会使岩石破裂。冰冻作用所产生的效果取决于是否存在着封闭的空间和冰冻融解周期的频率。在极地和中纬度低地以及从极地区域到赤道的高山，冰冻作用广泛出现。它是造成岩堆、冰川石流和其他地形的主要原因。胜利的军队利用冰冻作用来毁坏打败了的军队的大炮：将炮筒内灌满水，两端堵塞，一经冰冻，炮筒就破裂了。

由冰冻作用使基石破裂产生的石块和大漂石而形成的铺满石块的原野称为石海。

Frost Heaving 冰冻鼓起作用 由冰冻作用，即由在风化层上层中水的冰冻所引起的地面向上膨胀。如果地面原先是水平状态，风化层在融解后仍会恢复原来的面貌。然而，如果地面有坡度，冰冻的风化层会以与坡度成直角隆起，但在融解以后，就会垂直下沉，造成风化层的下移潜动。新英格兰各州的许多农民证实，冰冻鼓起作用也会把大漂石带到地面上来，会使春天的土地松软多孔，会使春天的公路和其他地面行车困难（由于解冻）。

冰冻鼓起作用

在小山坡上，一块岩石在冰冻时因膨胀会与山坡呈直角隆起。发生融解时，岩石垂直下陷，并这样向山下移动着。

Froude Number 弗劳德数 表明重力对表层水流的影响。公式 $F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$ 。其中 F 为弗劳德数， g 为重力常数（重力加速度，等于水的比重除以密度）， V 为流速， D 为水深。如 F 小于 1，表层波会溯流运动； F 大于 1，表层波会顺流运动； F 等于 1，流速和表层波的速度恰好相等。

Fulgarite 闪电熔岩 闪电熔岩是由于闪电雷击岩石 熔化而形成的光滑的管状石头。它们通常是裸露的山巅上，那里常常受雷击，不仅仅形成小石头管子，而且形成一个岩石熔化的表面，呈现出像涂了清漆的样子。闪电熔岩可以由任何一种岩石形成，但是，形成最大石头管子的是那些显然是未固结的砂子。在这种情况下，石管可以达 6 米长，有时是分叉的，直径超过 1 厘米。

Fuller's Earth 漂白土 漂白土是一种细粒的、土状的、粘土状物，可能是在适当的岩石化学风化形成的。它由粘土矿物、蒙脱石组成，它和粘土相似，但是没有可塑性，含有大量的水，并且富含镁。它的传统用途是作润滑剂、增强剂、涂料剂，现在工业上有新的广泛的用途，用于油脂的精炼和脱色，原木加工中的漂白剂。

Fumarole 喷气孔 通常位于火山地区地表面，喷出热的气体的一种喷口。喷气孔可见于熔岩流、熔岩湖、火成碎屑岩流等岩体的表面；在活火山的火山口和巨火口中；以及在象黄石国家公园这样的有热的侵入火成岩体的地方。气体的温度可高达 1000°C。气体的主要成分为水蒸汽和二氧化碳，但是也有氮、氩、一氧化碳、氢以及其它气体。不仅不同喷气孔的气体成分有很大不同，就是同一喷气孔变化也很大。

喷气孔还喷出在高温条件下变成气体的化合物，喷出后冷却变成固体堆积在喷口的周围。现在还不确切知道喷气孔喷出的气体有多少是来自岩浆、有多少是来自大气层，有多少来自地下水以及有多少来自其它来源。如果在没有风的情况下，从喷气孔喷出的二氧化碳就可能聚集在盆地的底部，会对

动物造成危害。在美国黄石国家公园的死谷，由于这种原因聚集的二氧化碳的浓度使灰熊和其它动物遭到窒息。能喷出含硫气体的喷气孔称为硫磺温泉（英文 Solfataras 一词来自意大利语的硫一词）。喷出大量二氧化碳气体的喷气孔称为喷气孔（Mof-ettes）。在美国，喷气孔见于黄石国家公园和加州拉森国家公园、雷尼尔山和吉塞斯。雷尼尔山顶火山口中的喷气孔的热量曾救了被暴风雪围困的登山队员的性命。阿拉斯加的万烟柱谷中的“烟柱”就是喷气孔。

Gabbro 辉长岩 一种含有斜长石（最普通是拉长石）的粗粒深成岩。虽然分类是建立在长石的成分上，但暗色矿物经常出现。最普通的暗色矿物是辉石，它可以构成岩石的 50%或更多；橄榄石也可以出现。虽然有些辉长岩几乎完全由长石组成并因此为淡色，但是在大多数辉长岩中暗色矿物是十分丰富的以致使岩石呈暗色。辉长岩中最普通的付矿物是磁铁矿、钛铁矿和磷灰石。

Galena 方铅矿 方铅矿是一种铅的硫化物，是一个主要的铅矿，通常含有银，银是作银矿物而混杂的，于是方铅矿也是一种重要的银矿。立方体的晶体，有立方体解理，黑色，比重高是它的特征。它是一种最普通的金属硫化物。在矿脉中，充填的裂隙中，以及石灰岩中不规则的交代矿囊中有方铅矿常与闪锌矿、黄铁矿、白铁矿、黄铜矿、石英、方解石、重晶石和萤石共生。它还在接触交代矿床，沉积岩和伟晶岩中出现。作为铅的唯一的来源，方铅矿在每一个大洲很多国家里都广泛地开采。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Gangue 脉石 脉石是指金属矿中与有价值的矿物共生的无用的岩石和矿物。

Garnet 石榴石 石榴石是一个矿物族，它的各个成员都有共同的晶体结构，但是产状，化学成分和物理性质是不同的。虽然几千年来就知道深红色的石榴石作为宝石，但是石榴石最通常的颜色是红色，除了蓝色以外，各种颜色的石榴石都找到过。有些石榴石破碎后有尖棱的断口，加之有很高的硬度，作为一个有价值的磨料。例如，在纽约州，高尔山每年有几千吨石榴石作为磨料开采。

虽然石榴石族中化学成分变化很大，但是所有的成员都依从一个共同的基本分子式，它可用 $A_3B_2(SiO_4)_3$ 式表示，在分子式中，字母 A 可以是镁、铁、锰或钙，B 可以是铝、铁或铬。在一个已知的石榴石中，可能仅仅只有一种 A 元素和一种 B 元素出现，这时，石榴石对应着下面将给出的名称。但是大多数石榴石含有两个或更多的 A 元素和至少两个 B 元素，这样就使石榴石的化学成分有很大变化范围。尽管成分变化大，可以给出下列亚种名称，镁铝榴石、铁铝榴石、锰铝榴石、钙铝榴石、钙铁榴石、钙铬榴石。

所有的石榴石都是等轴晶系并有相同的晶体构造，有相似的晶体外形。最通常的晶形是十二个面的菱形十二面体和二十四个面的四角三八面体，或者两种单形的聚形，但是其他的性质如颜色是随成分而变化的。

除了钙铬榴石外所有的石榴石都曾作为宝石，最熟知的深红色的镁铝榴石，它作为宝石已有几百年了，他们大多数是来自捷克和斯洛伐克，著名的是波希米亚林石榴石。红色到紫红色的铁铝石榴石叫红榴石，在圣经时代，它就作为宝石了。据认为，圣经上高级教士的胸前挂着的宝石之一就是红榴石。但是，价格最高的宝石是橙色到金黄色的变种桂榴石，关于锰铝榴石虽然知道得不多，但有一种来自斯里兰卡橙色至红色锰铝榴石制成很受欢迎的和诱人的琢磨过的宝石。钙铁榴石是一种普通的石榴石，大多数是没有作宝石的价值的，但是，一种绿色的钙铁榴石叫翠榴石，它像金刚石那样，是石榴石中价值最高的。

石榴石

大晶体是晶形复杂的石榴石晶体，主要的晶形是菱形十二面体，受到四角三八面体晶形的修饰。

小晶体仅仅呈现出四角三八面体的晶形

石榴石形成于多种地质条件下，通常存在于变质岩，片麻岩和片岩中，还存在于结晶灰岩的接触变质矿床中。在火成岩中，它作为副矿物存在，在伟晶岩中有大的石榴石晶体。因为，石榴石的硬度高和有抵抗化学风化的能力，因而它是砂子中的常有的成分。尤其是由比重高的矿物组成的暗色砂子中。参见 Asterism [星彩性，星光性]，Mineral Properties [矿物性质] 条。

Garnierite 硅镁镍矿 硅镁镍矿是一种含镍的蛇纹石，是含镍的橄榄岩蚀变形成的。只有少数几个地方，特别是在新喀里多尼亚，硅镁镍矿才成为一种重要的镍矿。参看 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Gastrolith 胃石 英语词由希腊语构词成分构成：ga- stros，意为“胃”，lithos 意为“石”。是一种非常光滑的圆形石块。一般认为是某些已经灭绝的爬行动物为磨碎胃内的食物用的。在某些爬行动物的体腔内，曾发现大量的胃石。胃石几乎毫无例外都是与蛇颈龙（Plesiosaurs，）已经灭绝的长颈、小头和会游泳的爬行动物）的遗骸同时发现的。有一个大型的蛇颈龙的遗骸，体腔内的胃石竟有半蒲式耳^①之多，最大的直径达 10.2 厘米。

Gastropod 腹足动物 属于腹足纲（软体动物门中最大的一纲），包括蛇、蛞蝓、油螺、和鲍。现存的腹足动物，都有一个独特的头部，头上长着一或两对触角或一只宽平的足，一般都裹着盘旋状单瓣壳，壳外蒙有套膜，壳则覆于动物的背上。大多数腹足动物都有呼吸器，生活在浅海中。有的营淡水生活。其他的（如肺螺）陆栖，用肺呼吸。腹足动物不论现有的或已成为化石的，它们的壳都千奇百怪。如螺旋状的，耳状的，帽状的，蠕虫状的，锥状的，扁平的，塔楼状的，圆筒状的等。外壳表层有肋状、沟槽、核瘤、脊柱或其他各种各样的饰纹。

很多腹足动物的壳，都是由文石（霏石）构成的。这是一种不稳定的碳酸钙，因此很易溶解，腹足动物的化石往往只以印模和印痕的形式保存下来。有时还能发现腹足动物化石存在的间接证据。这就是蛇化石在松软沉积上留下的行迹。此外，许多软体动物的壳上，都有内食蛇钻过的洞，也都是这些动物曾经存在的确凿证据，不论它们的壳或印痕是否有所发现早寒武纪期间已有腹足动物，不过为数甚少，从奥陶纪直到全新世、数量才越来越多。它们的化石在海相沉积和淡水沉积中都有发现。

Geanticline 地背斜 一种大范围的宽阔的隆起或背斜，由原先在地壳的下沉部分（地向斜）形成的岩石组成。弗蒙特州的绿山脉构成一个地背斜。

Gem 宝石 宝石是一种因其美丽而被琢磨成装饰品的矿物和岩石。传统的宝石是矿物，是天然的，但是今天有很多合成的宝石，因此，宝石的定义扩大了，包括了人造矿物，以及那些没有天然照物的物质。宝石矿物和宝石物质之所以成为宝石主要是由于美观、耐用和罕见，有些宝石这些性质全具备，但有些宝石只具备其中一个。最主要的质量评价标准是美观性，包括透明度、耀光程度、光泽和颜色。耐用性取决于硬度。软的矿物制成的宝石不

^① 约当 0.018 立方米，或 1.8 万立方厘米。——译者

好，因为它易被刻划出伤痕，不久就失去其引人注目的性质。要保持宝石的抛光面，宝石的硬度就必须高于空气中的灰尘。空气灰尘总是会有石英微粒的，因此，价值最高的宝石是那些硬度高于石英的宝石，如金刚石、祖母绿、红宝石、海蓝宝石、锆英石、尖晶石、金绿宝石和黄玉。矿物的罕见性也是一个影响宝石价值的，值得注意的因素。具有中意性质的宝石是很少有的，它的价值高于那些质量一般的、较多见的宝石。

有时将最宝贵的宝石叫珍贵宝石，如金刚石、红宝石、海蓝宝石和祖母绿。只有某些金刚石符合作为一个优质宝石的所有条件：罕见、高硬度、透明度、高光泽、闪耀光强、颜色要求。但是，最好的金刚石是无颜色的，有颜色的金刚石也不能作为宝石。虽然红宝石，海蓝宝石和祖母绿缺乏金刚石般的高度光泽和耀光性，但是它们有其他令人响往的性质加上其美丽的颜色。有些宝石，如绿松石，杂青石，它们的价值仅仅在于其颜色。因为它们不透明，硬度又低。蛋白石是最受欢迎的宝石之一，因为它有一种颜色变化玄妙的内反射。

Geochemistry 地球化学 研究地球的化学成分和其内部发生的化学变化的科学。狭义的地球化学指的是在地球的各个部分，包括大气圈和水圈以及地表岩石中元素的丰度及其分布和迁移。

Geochronology 地质年代学 对用于地球历史的时间进行研究与分类的学科。地质学家通过确立地质事件的顺序来说明时间的推移。时间序列使得我们有可能建立相对年代（一个地质事件或事物相对另一个的年代关系）。依据相对年代建立的时间顺序已经用于建立一种由命名的地质时代单位（如代、纪、世和期）组成的地质年表。

相对时代简单地把一个事件与另一事件关联起来，而测定的（绝对的）时间则可以用年来定量地表示。在某些介壳与树的生长年轮以及叫作季候泥的季节岩层中可以观察到表明年龄的天然证据。对地球年龄的测定最初曾尝试建立在对地球的内热、海水的盐度以及沉积物的沉积速率的研究的基础上。这些不可靠的方法现在已被放射性（或同位素）年龄测定法所代替。放射性年龄测定法是根据放射性元素（如 ^{14}C 、 ^{238}U 等）的衰变速率的测量拟定的一套复杂的技术。放射性年龄测定表明，地球在大约距今 45 亿年的时候形成的，这个数字与对陨石和阿波罗宇航员取回的月岩样品所测得的年龄相一致。

Geode 晶洞，晶球 通常是一个包含玉髓外壳的球状体，由内层直到洞的中央是由水晶构成的。它的直径从几厘米到 30 厘米以上不等，而且由于它的光亮、重量和用槌敲打所发出的声音，使人很容易辨认。它可能含有石英和其他矿物。包含有方解石、白云石、重晶石、闪锌矿和方铅矿。晶洞虽然可由多种沉积岩构成，但一般情况下是在灰岩 (limestone) 或页岩 (shale) 内发现。晶洞矿通常比封入的岩石更耐风化和腐蚀。岩石风化后离开晶球，沉积于覆盖岩床的土壤中，这样一来，原来蕴藏晶球矿物的洞有时就难以测定了。有机物的腐烂或易溶的岩石的溶解经常发生，一些洞由于渗透的压力影响而变大，就是很好的证明。

一个在地球表面的晶洞，一般会连续产生以下几种情况：（1）海洋石灰石或页岩的形成，（2）在岩石内部开始生出一个球状或椭圆球状的窝，（3）来自地下的溶液在矿物的腔中起沉淀作用，（4）侵蚀作用把晶球带至地球表面。晶球是由矿物的收集者，为了使它们构成水晶而珍藏起来的。第二次世

界大战期间，由于工业上需要石英水晶，它们才被勘探出来。

Geoid 大地水准面 地球上的一个假定面，这个面上的每个点都与平均海平面相合。这个假想的连续面在各点上应垂直于重力方向。在地球表面上这个面这样表示：（1）在海洋上，它与平均海平面符合；（2）在大陆部分，它是通过大陆的一个假想面，假设在陆地上挖掘很多深沟，将海水引入，深沟内的海水平面就是大陆部分的大地水准面。大地测量学家和地球物理学家们都用大地水准面这个概念来作为一个参考面，以绘制等高线图和将重力数据折合为比较值。

Geologic Column 地质柱状剖面 在局部地区抑或整个地球上所见到的岩石的从最老到最新的整个顺序。因此，加利福尼亚州的地质柱状剖面即包括已知在该州出现的所有岩石单位。根据任一地区中已编制的地质柱状剖面，地质学家就能确定他在这儿有可能见到的岩石类型。这一概念不应该与地质年表相混淆，年表只涉及地质时代单位。

Geologic Range 地质范围 一类生物所经历的全部地质时期的长度。一个曾经在很短的一段地质历史中生存过的种可用作标准化石，因为它们有短的地质范围。例如，某种三叶虫只曾在早寒武世生存过，那么它们作为下寒武统标准化石时就非常有价值。

Geologic Time Scale 地质年表 由赋予名称的地质时段构成的地质历表，在各个予以命名的时段内，沉积了地质柱状剖面中所表示的那些岩石。在地质学发展的早期人们就认识到了把地球的历史划分为易于安排的“章节”的需要。进行这种划分的最早的一次尝试是由约翰·莱曼（Johann Lehmann）在 1756 年进行的，他根据中欧出露的岩石编制了一个时代表。莱曼识别出三类山和构成这三类山的三类岩石。随着这项先驱性的工作之后，是十八世纪的矿物学家亚伯拉罕·沃纳（Abraham Werner）提出的岩石与时代的四重划分。沃纳认为所有岩石都是由海水中沉淀出来的，它们都可归于四个分期中的一个之中。虽然沃纳的岩石形成理论现在不再有效，但他的建立各个时间单位的思想却保持了下来。随着十九世纪地质学思想的前进，地质学家更加需要有一个地质年表。他们不懈的努力导致了今天得到普遍应用的地质柱状剖面和年表。

设计年表的一个主要问题是建立划分地球历史的各主要时段的标准。这些天然时段，完全是依据在岩石记录被认为是其变化幅度最容易识别的一些地质事件建立起来的。因此，造山活动和海洋位置变化的时期便普遍地被看作是划定年表中代和纪的界线的足够重要的标志。然而，现在我们知道，造山运动可能只限于一个大陆之内，而海的“进与退”也没有确切的规律性。因此，建立现在所使用的标准岩石柱状剖面 and 地质年表的基础乃是岩石中化石组合顺序的对比和叠置的基本原则。

地质年表中的时间单位与原来用于区分地质柱状剖面的岩石单位有同样的名称。因此，人们可以说寒武纪时期（对地质年表而言），也可以说寒武纪岩石（对地质柱状剖面而言）。最大的时间单位是代。代被划分为纪，而纪则又划分为世。

与标准日历上的天和月不一样，地质时间单位是人为划分的，而且各自经历的时间长度不等，因为没有办法知道每一个代、纪或世内所包含的时间有多长。尽管如此，地质年表仍然使地球科学家有时间概念，比如他们说某一岩石是白垩纪时期的，就意味着它在大约距今 6500 万年前的白垩纪形成

的。

地质年表中的五个代中每一个都有自己的名称，用以描述代表该代特点的生物发展的程度。例如古生代的字面意义是“古代生物”，说明在这个代中生物相对较简单、是其发展的古老阶段。各个代及其名称的字面意义可依从最新到老的顺序排列如下：

新生代——现代的生物

中生代——中等生物

古生代——古代生物

元古代——久远的生物

太古代——初始的生物

太古代和元古代的岩石通常被合在一起称作前寒武岩的岩石。前寒武纪的岩石大都已经变形而且是很老的；因此这一地球历史阶段的记录是难以解释的。前寒武纪时期代表从地球历史开始一直到最早含化石的寒武纪岩石之间的那一段地质时代，因此，它所代表的时间约为全部地质时间的 85%。

每个代中的多数的纪都是根据最先研究了它们的岩石的地方命名的。

古生代被划分为七个纪（最老的放在该表的底部）。这些纪及其名称的来源列在下面：

二叠纪 (Permian) ——取名于苏联的彼尔姆 (Perm) 省

宾夕法尼亚纪 (Pennsylvanian) ——取名于美国宾夕法尼亚州

密西西比纪 (Mississippian) ——取名于密西西比河谷上游（欧洲地质学家使用的石炭纪这个术语包括北美的宾夕法尼亚纪和密西西比纪）

泥盆纪 (Devonian) ——取名于英国德文郡 (Devonshire)

地质年表

地质时代单位的顺序。最新的时间单位在柱状图的顶部，而最早的时间单位在图的底部。

Geology 地质学 关于地球的起源、成分、结构和历史以及地球上的栖居物的一门科学。名称起源于希腊文 geo (地球) 加 logos (论述)，地质学的领域十分广泛，这就使它分为两个大的分支：物理地质学与历史地质学。物理地质学研究地球的成分、结构、地壳内和地壳上的各种运动、以及现在正在使地球表面发

志留纪 (Silurian) ——取名于大不列颠的古老部落志留部落

奥陶纪 (Ordovician) ——取名于大不列颠古老部落奥陶部落

寒武纪 (Cambrian) ——取名于拉丁文坎布里亚 (Cambria)，意思是威尔士

中生代的各纪及其名称来源是：

白垩纪 (Cretaceous) ——来自拉丁文 Creta，意思是白垩

侏罗纪 (Jurassic) ——取名于法国与瑞士之间的汝拉山 (Jura Mountains)

三叠纪 (Triassic) ——来自拉丁文 trias，即的意思

新生代的各纪的名称来自一种过时的分类系统，该系统把地球的所有岩石分为四个组。下面的两个划分时期是现在还沿用的该系统中的幸存的两个：

第四纪——意思是第四个衍生物

第三纪——意即第三个衍生物

生变化或已使它发生变化的那些过程。物理地质学的比较重要的专门化了的分支包括：矿物学：研究矿物的学科；岩石学：进行岩石的研究；构造地质学：从事地球构造的研究；地球化学：研究地球物质的化学；地球物理学：进行地球物质的物理性质的研究；以及经济地质学：研究地壳的有经济价值的产物及其商业与工业上的应用。历史地质学是关于地球及其栖居者的起源与演化的学科，它的分支包括：古生物学：研究由化石所揭示的史前生物；地层学：涉及岩层的成因、成分、本身的层序与对比；古地理学：研究古代海洋与陆地的分布与关系的分支。

地质学与其他基础科学有重要的相依关系。天文学提供了关于地球起源及其在宇宙中的位置的知识。化学用于分析和研究地球的岩石与矿物，物理学的原理则用来解释作用于地球的物理力和地球对这些力的反应。植物学和动物学对于史前植物与动物以及它们如何经历地质时期而演化发展提供了更好的了解。“地球科学”这个术语通常用来把所有研究地球的学科合并在一起，其中也包括地质科学。不过它也包括研究大气的气象学和研究海洋的海洋学，它还与研究天体的天文学有所交叉重叠。

Geology, Economic 经济地质 地质学的一个分支，是关于有用天然物质的一门学科。它研究有用天然物质的地理分布、勘探方法和许多物质的成因。这些有用的天然物质基本分为两类：金属的和非金属的。属于金属的有诸如金、银、锡、铜、铅和锌等的矿石。非金属是一个更大的类，包括诸如沙、粘土、建筑石料和所有工业矿物，其中石棉、硫、盐和硼砂不过是几个例子而已。非金属类还包括煤和石油这两种最重要的自然资源。

Geology, Environmental 环境地质学 研究地球地质过程和资源与人类关系的科学。特别研究地球资源利用、利用方式引起的问题以及地球环境的反作用。

人类是一种很重要的地质营力。人类的存在，改变着周围的环境。不仅如此，人口的迅速增加，人口的迅速集中，都牵涉着环境问题。比如美国三分之二的人口生活在城市中或城市周围。到 2000 年，美国城市人口将上升到总人口的六分之五。这种情况世界各地都会发生。因此，城市地区将感受到最沉重的环境压力。尤其是一些生活必需品——淡水、食品、能源和土地，将变得越来越短绌。研究人口高度集中地区环境地质问题的城市地质学遂具有特殊的重要性。

每个城市的连续发展势头，需要消耗越来越多的，各种各样的矿产资源。另一方面，垃圾和污染的洪流正从城市向周围大地和海洋泛滥。如何更有效地利用资源和以何种最不损害环境的办法处置垃圾，也就成了大问题。

城市发展规划与土地的利用，在很大程度上取决于资源供应情况及利用的可能性。土地的多重利用，对于有效的资源开发至关重要。例如用于居住和工业的土地，首先应该开发它们的矿产资源。可用作建筑材料的某些岩类和砂砾，应先行移出。这样，原址也会更适于兴建学校、操场、教堂和其他设施。河流也应精心照料，在河流两岸栽植林带，可能起到保护作用。这既有利于蓄存自然径流，也会减少暴涨的洪涝和河流污染，还能提供休憩疗养场所。

环境地质一个很重要的方面，是需要多种专门家的合作。建筑师、房地产经纪人、工程师、城市规划人员、投资者、建筑公司经营者，等等，都与地质有关系，以上不过少加列举几种而已。环境地质图的内容，包括土壤和

基岩性质的评价，矿藏分布，地表径流和地下水类型等。还要标明各种自然灾害（断层带，洞穴区域，下陷区域，可能的滑坡，诸如此类）。对于有关地区全面开发的规划以及最小限度破坏环境说，这种地质图是至关重要的。

这里谈及的虽然只是城市地区，但环境地质也包括海洋在内。几乎所有的资源，尤其是食品和水这类最关紧要的资源，都来自城市之外。对于人口稀少地区和海洋的愚蠢开发，都会很快殃及广大人民。可见环境方面的这类互相影响，是没有国界限制的。海洋最足以说明问题。其中的资源，例如石油和高蛋白的海产；给海洋造成的污染，例如向其中倾倒放射性废料，对世界所有国家都休戚相关。在某些情况下，必须进行国际管制。

有些环境恶化是许多地球资源利用过程中造成的。因此，在经济活动和环境保护间，便出现了尖锐的矛盾。这种矛盾可从世界面临的能源问题上，看得一清二楚。煤是最好的例子。煤由于地下资源丰富，作为世界的一个主要能源可维持二百年之久，甚至更长的时间。但煤的使用却带来严重的环境问题，如对大气的硫污染，露天剥采造成的大面积土地破坏，富酸沥滤物对地下水的污染，等等。

这些矛盾很难解决。在资源的开发利用和环境的有控制变化之间，必须保持某种平衡。必须特别当心，避免资源的不必要消耗，也必须作最大努力，探求较少损害环境的各种途径。

Geology, Historical 历史地质学 研究大陆的运动、地形的形成与破坏、海进与海退、大量沉积岩的沉积、火成岩体贯入地壳、长期熄灭的火山喷发、岩石圈的剥蚀、三角洲与珊瑚礁的生长、气候的变化、热带范围的扩大与缩小、冰川的进退、干湿变化。历史地质学也研究与这些物理发展和变化有关的史前生物。

Geology, Lunar 月球地质学 参见 Lunar Geology [月球地质学] 条。

Geology of Mars 火星地质学 参见 Mars, Geology of [火星地质学] 条。

Geology, Physical 物理地质学 学研究地壳中矿物，岩石，岩体和地质构造的一门科学。它研究地貌的特征，起源和发展以及地表上下的各种作用力和力的作用过程，从理论上探讨大陆和海盆的早期历史，大气和海洋的起源以及地球深部的性质。它有许多分支学科：火山学、地震学、冰川地质学、水文学和构造地质学。它利用化学、物理学和数学方面的知识，为工业提供有开采价值的原料。

Geology, Structural 构造地质学 对见之于地表或地球内部的构造的分类和描述以及对遭受外力作用的岩石进行研究的一门学科。构造地质学家不仅必须能鉴别各类构造，而且必须能说明有关其形成的过程并揭露出地质事件发生的年代学次序。

Geomagnetic Reversal 地磁反转 关于地球磁场和磁场的极性在整个地质时代并不保持恒定的理论。地磁反转的证据是根据对某些类型岩石的天然剩余磁化强度方向的研究发现的。1906 年法国物理学家伯纳德·布鲁恩赫在研究火山岩的磁化强度方向时，发现这种岩石的磁化方向和地球现代磁场方向正相反。根据不同年龄的岩石的分析结果，科学家们已经能够得出磁极反转的历史。

Geomorphology 地貌学 研究地表形态，包括陆上的和海底的形态，特别是研究各种地貌以及风化层特征、起源和发展历史的一门地质科学。这

门科学还研究作用于地表或地表附近的物理或化学变化过程，例如风化、剥蚀作用、江河、地下水、冰川、风、波浪以及沿岸海流等。

描述地貌学 (Geomorphography) 是对地貌特征加以描述。地貌成因学研究地貌形态的起源。古地貌学是研究古侵蚀面以及其它各种古地形（已埋在地底下或仍留在地表上的）。地文学按原先下的定义不仅仅是指地貌学，还包括气候学和海洋学。

Geophysics 地球物理学 研究作用于地球或在地球内部发生的物理现象的科学。它包括三个基本的研究领域——大气圈和水圈，固体地球以及磁层，它要研究并弄清这样一些问题，如磁性、重力、放射性、组成成分和地震活动性。此外，地球物理学家已经能够用他们对这些课题已有的认识，来发展寻找各种自然资源的方法。地震及其成因的研究提供了有助于工程师和建筑师们在建造各种人造建筑物时减小地震危害的资料。地球物理学的这一分支称为地震学，它已开始为地震预报作出重要贡献。

Geostatic Pressure 地球静压力 由一个垂直柱状物质作用于地壳一个断面上的压力。见岩石压力。

Geostrophic Wind 地转风 由科里奥利力（地球自转所产生的力）和气压梯度力（大气中气压差异产生的力）的合力形成的水平方向吹的风。地转风的风向与等压线（天气图上气压相等的各点的连线）相平行。在北半球，如果一个人顺着地转风的风向站着，那么，低压在他的左面，高压在右面。在南半球，则完全相反，低压在右面、高压在左面。地转风和气压的这种关系早已由德国气象学家巴洛特 (Buys Ballot) 给以定性描述，他在 1857 年就提出了巴洛特定理。地转风的风速与等压线的间距成反比，等压线的间距越小，风速越大。

在空气这种流体中，压力的差异能产生一种力量，推动该流体从压力高的地方流向压力低的地方。这个力被称为气压梯度力，等于两点间的压力差与两点间距离之比。在天气图上，气压梯度力的方向是从高压指向低压，并且和等压线方向垂直。因此，地转风吹的方向是和气压梯度力成直角。见 Vorticity [涡旋程度] 条。

Geosyncline 地槽 一种伸长的或盆状的地壳下沉部分。它可以伸展数千公里，并且其内部堆积的沉积物可以达到数千米的厚度，代表数百万年的沉积作用。不是所有地槽都有类似的形态特征，因此科学家根据它们与稳定大陆内部（克拉通）的关系，它们的岩石类型和起源，以及它们的形态，将它们分为若干亚类。

大概，最重要的地槽是克拉通和大洋盆地之间的那些地槽，因为现在认为，它们的演化直接与板块构造以及海底扩张的过程有关。这些地槽叫作正地槽。它们是地壳沉陷的线状槽，沿其长度分为两个明显不同的带。最靠近克拉通的带叫作冒地槽，它的特征是下沉幅度小并缺乏火山活动；它主要是由沉积在大陆棚上的沉积物构成。与冒地槽有关的岩石是由邻近的克拉通的剥蚀作用衍生的砂岩和灰岩以及海生生物骨骼残体的沉积物。这两类沉积物表明，它们在较浅的海水中沉积以及下沉速率几乎等于沉积物沉积速率。第二个带即优地槽，展布在冒地槽和深洋底之间。在这个带内沉陷是较快的，并与火山活动有关。在优地槽区中发现的岩石来源于：(1) 火山活动，(2) 由克拉通剥蚀来的并越过冒地槽搬运来的粒子非常细的沉积物，以及 (3) 由不同成分组成的岩石，即所谓的浊积岩（从大陆棚的陡坡上大量落下来的泥

和粒子更粗的物质的悬浮体)。在横剖面中正地槽的沉积物堆积体形成一种楔状体。这种楔状体沿克拉通很薄,向海增厚,直至优地槽中陡然终止。

现今正在发育的正地槽的一个很好实例是沿北美东海岸的大陆棚和大陆隆。但是,必须注意:今天并不知道代表优地槽的隆起部分在火山活动上现在是否是活跃的。离北美大西洋海岸的一系列海山大概是古火山。海底喷发可以产生分离得非常细的火山物质,它们是优地槽特有的,并可以被搬运到大陆隆和大陆坡的地区中。现在科学家认为,古老的正地槽被保存在被褶皱山脉带占据的地区中,例如北美东部的阿巴拉契亚山脉(大陆增生)。按照这种理论,与大西洋海岸毗连的大洋很可能是未来山脉的位置。瑞士阿尔卑斯山脉是一个古地槽抬升和弯曲的结果。

已知在稳定克拉通内部也有地壳沉陷区。以前所有的克拉通沉陷区都被分类为副地槽。副地槽被定义为是这样的地区,其中沉积的沉积物厚度大于与它们毗连的部分(副地槽被认为是下沉的活动性比正地槽小得多的地区)。随着所收集的资料越来越多,副地槽又被细分为三类:(1)外枝准地槽(exogeosynclines),或者横切盆地,(2)原地槽(autogeosynclines),或者孤立盆地,以及(3)联合地槽(zeugogeosynclines),坳状盆地。外枝准地槽以克拉通内的下沉区为特征(但在克拉通边缘附近),其中的沉积物由从毗连克拉通的上隆的正地槽中剥蚀下来的物质供给。原地槽是基本上被碳酸盐沉积物(灰岩)充填的盆地,包括一些砂岩。充填盆地的少量砂石物质来自于附近的低地或者来自遥远的上隆的正地槽。最后一类地槽即联合地槽,位于克拉通内部,并含有来源于附近的克拉通上隆部分的砂石物质。与科罗拉多落矶山脉的前沿山地毗连的丹佛盆地是这类地槽的一个范例。

地槽

位于大陆棚上的由浅水沉积物组成的典型地槽的横剖面。它过渡为大陆坡、大陆隆以及深海盆地型的沉积物。

Geothermal Energy 地热能 从温泉、间歇泉和喷气孔的蒸气和热水中得到的热量或从地球内部得到的热量。许多有喷气孔分布的地区已被开发,利用它的蒸汽作为动力。在意大利的拉德莱洛,从 1818 年以来就从喷气孔的蒸气中提取硼酸,这里早在 1904 年就用地热发电。蒸气的源泉和量随着深度而增加。现在已经对地热能进行利用的国家有冰岛、意大利、日本、墨西哥、新西兰、美国和苏联。在另外许多国家中,新的装置正在建设之中或已经做出计划。1969 年意大利的地热发电为 39 万千瓦,另外,还有发电能力为 5 万千瓦的设备正在安装之中。在美国加利福尼亚的索诺马县的盖瑟斯(间歇泉),1969 年的发电能力为 83000 千瓦,但是总的设计能力是 633000 千瓦。联合国现在正在支持 5 项开发计划。在许多缺乏普通资源的国家中,似乎正越来越依赖地热能。据估计,从地球内部向外的总的热流量是从火山活动地区流出的热流量的 3000 倍。如果这些能量通过打深井予以利用在经济上是可行的话,人类将有一个新的重要的能源。

在某些地区,盐水和蒸汽喷孔共生。通过利用蒸气来从盐水中提取淡水正在研究之中。

Geothermal Gradient 地热梯度 地球内部随深度增加温度上升的速率。实际的地热梯度仅对钻孔或矿井已经打到的那些深度(小于 16 公里)才是已知的。即使在这些深度上,由于热流和热传导的局部条件的影响,地热梯度也有变化。接近地表的地热梯度平均为每公里 25°C (大约每英里 78°

F)。地球内部更深处，地热梯度的确定取决于许多因素，它包括有关地球起源和发育的主要条件，它的成分和物理性质方面的一些假设。根据这些假设，已经作出几条不同的曲线，来估计地球深部的地热梯度。

Geyser 间歇泉 沸水和蒸汽从里面间歇性喷出的地壳孔道。大间歇泉能向空中喷出 30 米以上的水柱，小间歇泉喷的高度不到 30 米。两次喷发之间的时间间隔不仅不同间歇泉各不相同，就是同一间歇泉的两次喷发之间的时间间隔也有变化。间歇泉的水蒸发后，氧化硅的水合物就沉淀下来，称为硅华，在泉口周围堆积成间歇泉锥或间歇泉堆。

间歇泉见于冰岛，在这里最早对间歇泉进行观察，还见于新西兰和美国黄石国家公园。在黄石公园大约有 200 个间歇泉，比世界上所有其余地区的间歇泉加在一起还要多。老实泉 (Old Faithful) 位于黄石公园中，是最著名的间歇泉。它的两次喷发之间的时间间隔为 65 分钟左右。黄石公园中还有一个卡斯尔间歇泉 (Castle Geyser)，喷发间隔约为 9 小时。喷发的持续时间不同泉也有很大不同：老实泉为 2—5 分钟，卡斯尔间隔泉为 45—60 分钟。老实泉向空中喷出的水柱高达 32—56 米，取决于喷发的猛烈程度和风速。在一次喷发期间，它大致喷出温度高于 95°C 的水 40 立方米，其中大部分并不流回到泉孔内，而是开始流向大西洋的漫长旅程。

在老实泉的泉锥中埋藏着的许多部分硅化了的树桩、树干和松树的针叶表明，泉锥在达到今天的规模以后，曾有数百年的热状况的不活动时期，在此期间泉锥上长起了树木。然后，热状况的重新活动导致树木的死亡。根据对硅华沉积速度的测量和泉锥的体积，老实泉有数千年之久。

间歇泉这种现象的存在是由于从地表向下伸延的孔道形状不规则、水的来源通常为地表水（在黄石公园，来自岩浆的水不到 5%）、以及存在着足以使水达到沸点的热源。现在人们认为，热量是由于进行深层循环的地表水在运动到一个缓慢冷却的侵入岩体附近获得的。

如果孔道很粗、没有阻塞以及热源又是充分的，就会形成沸湖。

间歇泉的间歇活动的性质是用压力越高水的沸点越高这一道理来解释的。在一个孔道中，水的沸点随深度的增加而升高。如果孔道很长，在局部地方有弯曲和有阻塞，那么水最初可能只是在孔道的局部地方沸腾，产生蒸汽，蒸汽的压力不断地增加。高于沸点的水就会被水蒸汽向上推去，其中有一些喷出去，形成了预备性的小规模喷发，然后通常还接着有一次主喷发。喷发的结果，孔道中的压力减小、沸点降低。可能在温度达到过热之后，变成蒸汽的水越多，就有越多的水喷出去，压力就会进一步减小，其余的水就更加沸腾，最后，孔道中的水连同蒸汽一起喷出来，形成主喷发。当孔道中再充满水并达到沸点，就爆发了另一次喷发。

Geyserite 硅华 硅华是由热泉而形成的一种蛋白石状的沉积物。

Gibbsite 三水铝矿 三水铝矿是一种铝的氢氧化物，它和勃姆铝土矿及一水硬铝石组成铝土矿，铝土矿是炼铝的矿石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Ginkgo 银杏 铁线蕨属的树。虽然在地质时期曾经特别繁盛，存活至今的却只有 *Ginkgo biloba* 一个种。这类植物在中生代期间分布甚广，而且可能在晚二叠纪即已出现。日本人把它尊为圣树，种植在庙宇附近。银杏由于它的原始性，人称“活化石”。在地质时期，银杏从二叠纪一直生活到全新世，全盛时期则在中生代中期。

Glacial Drift 冰碛 冰川和冰川融水的沉积物（通称冰碛）。成层冰碛由融水沉积，不成层冰碛（冰碛物）由冰川沉积，在经历过冰川作用的地区二者均很普遍。冰水沉积是冰川融水携带的物质在陆地上的沉积；冰海沉积和冰湖沉积是冰川融水携带的物质在海洋和湖泊中的沉积。

Glacially Transported Fragment 冰川搬运的岩块 冰川冰搬运和沉积的石块或漂砾。通常，大陆冰川搬运距离不远，但众所周知，北美和欧洲的许多岩块被搬运了大约 500 公里，有的超过 1000 公里。密执安州铜矿脉中的铜块几乎被搬运了 1000 公里到了伊利诺斯州。漂砾被搬运到山坡上，高达 1200 米。岩块尺寸从微粒到巨块，变化不等，如美国新罕布什尔州康韦附近的麦迪逊漂砾约为 $27 \times 12 \times 12$ 米³，重约 9000 吨。

Glacial-Marine Deposit 冰海沉积 由冰川融水流带到海洋中的岩石粉末组成的沉积物，通常含有由冰驮来的岩块。岩块一般是带棱角或几乎是带棱角的，有的还有擦痕，它的规模从小的颗粒到重达几吨的大石块。岩块间的填充物质通常含冷水贝壳和其他冷水生物的残体。如果冰驮载来的岩块不太多，填质可能是成层的。在更新世时期冰海沉积通常分布在南北半球的高纬度地区。现在在阿拉斯加近海，格陵兰和南极大陆周围，以及其它任何有滨海冰川存在的地区正在形成着现代冰海沉积。这些现代冰海沉积物尚未被现代远海沉积物所覆盖。

Glacial Stage 冰期 把延续时间非常长的大冰期划分出次一级的冰期，如第四纪大冰期分为更新世的几次冰期。在一次冰期期间，冰川作用达到最大规模，无论是北半球还是南半球，气候都大大变冷。两次冰期之间有一段时间较长、较温暖的时期，被称为间冰期。在美国密西西比河上游谷地划分出四个冰期，以沉积物出露得最好的州命名，按时间顺序从老到新为：内布拉加冰期，堪萨斯冰期，伊利诺斯冰期和威斯康星冰期。欧洲也有四个冰期——贡兹（Günz）冰期，明德尔（Mindel）冰期，里斯（Riss）冰期，玉木（Würm）冰期——据认为基本上与北美的四个冰期相当。

Glacial Striation 冰川擦痕 这种成批出现的擦痕，有的直，有的略弯；有的互相平行或近乎平行，深不足 1 毫米，长仅数厘米。冰川沟痕（glacial groove）可能有 25 毫米深，50—100 毫米宽，若干米长。冰川槽沟（glacial trench）可能达 30 厘米深，1.5 公里长。这些擦痕、沟痕和槽沟以在大块软性岩石上最多。它们出现于陡坡上，山谷里或山头上。或在地表，或被土被、基岩深埋地下或隐在现代冰川下面，或被冰川搬运到很远的地方。在北美、欧洲乃至其他地区，都有大面积的分布。所有大山脉的谷地中，都有其踪迹。一般发现于更新世的岩层中，但二叠—石炭纪和前寒武纪以及其他年代的岩层中，也有这类冰川擦痕。

许多营力都能给基岩留下擦痕、沟痕，或者把它磨得很光滑。这样的营力有火山气冲击波，断层作用，风的磨蚀，雪崩，滑坡，搁浅冰山，海冰，河冰和冰川。但这里所谈，是完全由冰川对基岩通过擦刮、冲蚀和磨光等活动造成的擦痕。这种擦痕分布非常广泛，甚至达到大陆规模。擦痕多与冰碛物或其他冰川沉积同时出现。一律以线状作大面积的分布，包括冰川新近消退的地区。

冰川运动时，冰川冰拖着底部的碎石块在基岩上缓缓挪动。冰川擦痕就是这样形成的。磨蚀给这些岩层留下大量名为“岩粉”（rock mill）的极细粉末。粉沙和沙粒擦出细细的擦痕，大些的碎块则造成沟痕和沟槽。碎块因

磨蚀而消失或重新混进冰中并和基岩脱离接触时，擦痕才不再延长。像石英岩这类风化速度很慢的岩石上的冰川擦痕，可存在很长时间；而风化快的岩石上的冰川擦痕，即使非常明显，也可能在 25 年左右就完全消失了。许多岩层上现有的擦痕，也许是在冰后期掩埋很久，只是晚近方才显露出来的。

此外，还常见一种十字形擦痕（早期的擦痕被后来的擦痕穿过）。这可能由于冰川运动方向发生变化，或者来自冰川碎块的旋转。北美洲发现的冰川擦痕，大多数都是在距今 8000—18000 年前的最后一次冰期（威斯康星冰期）时形成的。

Glacial Surge 冰川涌浪 冰川的突然较迅速的移动。通常，河谷冰川每天移动不到 1 米，而冰川涌浪的速度，据报导每天移动超过 120 米。这种运动使中碛发生弯曲成环形，使冰体破裂形成裂缝，冰面形态沿河谷向下移动、冰川上游部分的表面降低等特征。据认为，冰川涌浪产生的主要原因是由于底部的冰的融化起着润滑作用。冰川底部冰的融化可能是由于摩擦或地热梯度较高，但是更重要的原因可能是由于积雪的增加（可能由于一些地方地震激起天气不稳定的结果），使冰的融点降低并引起底部融化。融水膜厚度达到临界值时，基岩对冰川的摩擦阻力大大减弱，于是冰川较迅速地向前推进。迄今已在阿拉斯加、印度、斯匹次卑尔根等地方的数百条冰川中观察到冰川涌浪。1966 年阿拉斯加有 12 条大冰川发生涌浪。

Glaciated Valley 冰蚀谷 经冰蚀作用改造的河谷。其两壁陡峻甚至是直立的。由于冰川作用，其基岩谷地的横剖面为 U 形。冰蚀谷的普遍特点是有以基岩为底的盆地，盆地中可能有湖泊，冰蚀谷的另一普遍特点是存在着阶梯状形态而使谷地呈现不规则性。由于支流间的山嘴被冰川削掉了，冰蚀谷通常比河成谷更直更宽敞。冰蚀谷不同于河成谷之处还在于冰川谷的支流汇入主流的地方是坡坎，冰蚀谷的支流是从悬谷上落下来的。因此，冰蚀谷的一个特别标志就是有瀑布。世界上最高的和最令人惊叹的一些瀑布就是由冰川作用形成的。谷底的特点通常有终碛、后退碛和底碛，谷壁的特征则是有侧碛。终碛和后退碛常常形成堤坝拦截流水，形成美丽的湖泊，如加拿大落基山脉中的路易斯湖和国立冰川公园中的圣玛丽湖。冰蚀谷的底部和侧壁下部的基岩的特点通常为被磨光的具有擦痕的凹凸不平的面，如果不被冰期以后的流水侵蚀破坏，就能保存下来。如果谷底为谷边碛充填，这样的谷底一般是平坦的。冰蚀谷的上端通常起始于一个或几个冰斗，下端与一个 V 形的河成谷相接。约色麦特河谷（Yo-semite Valley）可能是美国最著名的冰蚀谷，劳特布龙伦河谷（Lautebrunnen Valley）则是瑞士众所周知的冰蚀谷。

Glaciation 冰川作用 冰川对地面的覆盖和改造。山岳冰川作用产生的景观与大陆冰川作用产生的景观迥然不同。山岳冰川作用形成侵蚀地貌，有冰蚀谷、悬谷、削断山嘴、冰斗和角峰；还形成沉积地貌，有冰碛、谷边碛和冰砾阶地。经历大陆冰川作用的地区的特征是有鼓丘、蛇丘、冰水沉积平原和冰碛。在两种冰川作用地区，湖泊以及漂砾、羊背石、冰川擦痕、锅穴和冰砾阜都很普遍。总之，山岳冰川作用增加地形的锐度和陡度，而大陆冰川作用则形成较平坦和较平缓的景观。

早在十九世纪初，瑞士自然科学家就认识到瑞士的冰川在以前分布范围更广阔。后来查明北欧和英伦三岛也经历过冰川作用。到十九世纪中叶，证明北美广大地区也曾为冰川冰所覆盖。一些时间以后，冰川地质学家们认识

到，更新世冰期期间的冰川作用是比较复杂的，不仅仅是一次冰川的前进和接着的一次后退。他们的结论是，在更新世，冰川前进和后退四次，间冰期的气候与现在的气候相似。在美国，将这四次冰川前进命名为：内布拉斯加冰期、堪萨斯冰期、伊利诺斯冰期和威斯康星冰期，这是因为冰川沉积在这四个州或者是最先被研究或者是出露得最好。在欧洲，命名为：贡兹冰期、明德尔冰期、里斯冰期和玉木冰期。现在已经查明情况甚至更为复杂：钾-氩法测定的时代表明，冰期在几百万年前就开始了。碳-14 法测定的年代表明，最近一次冰川在不到 15000 年前才从它在伊利诺斯州、俄亥俄州、新英格兰州和邻近各州的最前进的位置开始后退。

在威斯康星冰期的极盛时期，地球陆地面积的大约 30%被冰川冰所覆盖。以加拿大为中心的一个大陆冰川向南伸进美国的北部，覆盖面积约 1300 万平方公里。当时阿肯色州大概像现在加拿大北部一样冷，有麝香牛生存，而且在新泽西州的沿岸地带散布着冰，栖居着海象。大陆冰川也曾覆盖欧洲、南极洲和格陵兰；而阿尔卑斯型高山冰川则分布于所有的高山地区，其中也包括澳大利亚的山地。

不仅在更新世时期，冰川作用广泛发生，而且在更新世前亦发生过广泛的大规模的冰川作用。地层中记录着有冰碛岩、冰溜湖和其他冰川特征的存在，这就证明，约在 23 000 万年前的晚古生代，非洲、印度、南极洲、澳大利亚和南极洲的部分地区经历过冰川作用。在 6 亿年前的晚前寒武纪还出现过几次冰川作用。

更新世冰川作用期间的侵蚀和沉积不仅改造了它所覆盖的地区，而且还有一些全球性作用。在冰川时期，从海洋中获得了大量的水并被禁锢在陆地上的冰川之中。这就引起了海平面的降低，在威斯康星冰期海平面降低达 100 多米。在其他冰期，海平面也发生类似的降低，但是在间冰期，海平面较高。现在在水下 100 多米的海底有河谷、河流沉积、泥炭和滩脊这些地貌形态的存在，就是海平面曾经有过下降的证据。在海平面低的时期，大片海底露出水面，河流在这些地区沉积金刚石和锡矿。而且岛屿也与大陆或其他岛屿相连，因而便于动物移居，而现在是不可能的。

更新世大陆冰原的重量使地壳沉陷，有些地方达几百米。这一点可由地壳逐渐回弹导致的隆起予以证明，地壳由于回弹导致的隆起作用在最近的冰消地区，如加拿大北部和斯堪的纳维亚，仍在继续。更新世冰川作用时期，由于大陆冰原覆盖了加拿大和美国北部，使北美气候带向南推移。现在处于干旱或半干旱地带的西南部各州，在当时较冷且较潮湿。因此，曾有为数众多的洪积湖分布在这一地区内流盆地中。邦奈维尔湖则是其中最大的。该湖最大时面积超过 5 万平方公里，深 300 多米；占据着犹他州、内华达州和爱达荷州的部分地区。在盐湖城附近的沃萨茨 (Wasatch) 山脉山坡的较低部位，可以明显看到该湖的湖岸地貌形态。

对于更新世时期和地质历史早期冰川作用产生的原因，没有任何一个解释是得到普遍承认的。但是，可以肯定，它们不是由于地球逐渐变冷引起的，因为前寒武纪和晚古生代冰川作用之后是持续时间很长的温暖时期。解释冰川作用的理论有：(1) 太阳的辐射能随时间而变化。(2) 在大气层中高度每增加 100 米，气温降低 1°C ，因此，导致地壳隆起的造山运动时期则有助于冰川的形成。据认为，在地质历史早期的冰川作用发生时，地球处于隆起状态，因而地壳的隆起就可能是这些较老的冰川作用产生的一个重要原因。

此外，在第三纪期间温度持续降低，可能是由于持续的造山运动引起的。然而，用地壳的反复上升和沉降来解释更新世的四次冰川作用，或冰后期冰川规模的短期波动变化似乎是非常没有道理的。(3) 尘云散布于银河系的空间；如果太阳系通过这种尘云，地球接收到的太阳能就会减少。但是，这个理论没有任何证据。

Glacier 冰川 由雪变成的移动的冰体。冰川分布于高山地区和高纬度地区，在这些地区，寒冷的季节所下的雪要大于较暖的季节所融化的雪。地球上现在约有 1550 万平方公里或约 10% 的陆地面积覆盖着冰川。其中南极冰原和格陵兰冰原占大部分，然而除澳大利亚外，其他各州也都有冰川分布。现在的冰川是更新世（冰期）冰川作用衰减后的残余，当时，冰川冰覆盖着地球上大约 30% 的陆地面积。如果现有的冰因气候变暖而融化，海水位就可能上升 60 米，世界上大量的财富就会被毁坏，伦敦、纽约、悉尼、檀香山和其他许多沿海城市就会部分或全部被淹没。

如果雪线以上新下的雪不断地累积掩盖，就慢慢地转变成粒雪，并最后变成冰。当冰累积到足够厚度时——通常可达几十米，这取决于山坡的坡度和冰的温度——冰体就开始向下移动，这样就形成冰川。冰川移动到雪线以下的一部分就会慢慢地消耗掉。因此，冰川是由两个部分组成的：(1) 雪线以上的累积地带，降雪超过消融损失；(2) 雪线以下的损耗地带，冰雪损失超过降雪补给。如果一个冰川的终点基本上保持稳定，这个冰川就是平衡的。如果气候变冷，消融减少、降雪增多，冰川的终点就沿河谷向下前进，直至达到新的平衡为止。如果气候变暖，冰川的终点沿谷往上后退，直至再次达到平衡为止。北半球和南半球的新多冰川在本世纪上半叶一直在后退，反映了气候变暖的趋向。

冰川移动可用许多方法证实：(1) 冰川已移动到原来没有冰的地区；(2) 在冰川上盖的草棚已逐渐被搬运到谷下；(3) 冰川中的钻孔发生变形；(4) 根据冰川中的洞亦可探测出冰川是否移动；(5) 横过冰川装置一排木桩使在一条直线上，若冰川向谷下移动时，木柱的位置错列；(6) 冰川上的岩石与该点横断面两侧谷壁上的岩石不同，而与更上游谷壁上的岩石相似；(7) 曾被冰川覆盖的基岩上的擦痕和沟表明了冰川的运动，这只能是夹带岩块的冰川移动在基岩上留下的。

研究表明，当冰的温度较高时，在谷较狭窄、冰较厚的地方，冰川中部比边缘移动得更快，表层比深层移动得更快。已观察到很少几个冰川每天移动超过 45 米，但大多数每天只移动 1 米左右。这种流动的力学原理仍在研究之中，但已查明沿剪切面冰川的一部分比另一部分移动得更快；加之，整个冰川可沿基岩滑动（底部滑动），基岩和冰之间的融水据认为也有助于这种运动；此外，受压的冰是一种塑性物质；因此，冰川也是在流动，它的一部分比另一部分移动得快。

虽然南极冰川的温度低至 -21°C ，而许多中纬度冰川的温度则为 0°C 左右，因为大多数雪是在低于零度以下的温度降落的，所以冰川温度较高，它的热源成了冰川学家研究的课题。热是由摩擦作用产生的，当冰川的一部分剪切滑过另一部分以及冰川在其下面的基岩上滑动时的摩擦就转变成热。冰川底部吸收地热也能够使冰川的温度升高。计算表明，格陵兰冰原冰之间滑动摩擦产生的热等于吸收的地热。在温暖的季节，冰川上形成的融水向下渗透并冻结，放出其潜热（80 卡/克）从而使冰的温度上升。此外，如果气候

变暖，大气中的热量也能够向下传导入冰川。

冰川有几种主要类型。由高处的雪原补给并沿谷地向了移动的冰河通称阿尔卑斯型冰川或山岳冰川。它起源于一个或几个冰斗，它的末端终止于河谷或海洋中。现有的许多冰川是更新世较大的冰川退缩后的残余。阿尔卑斯型冰川长可达 100 公里，宽可达几公里，厚可达 600 多米，可能有若干条支冰川。每天它们通常只移动 1 米许。其特征为有冰瀑布、冰塔、冰隙、侧碛和中碛以及有冰川融水流出的冰下水通。在喜马拉雅山、安第斯山和高加索山，以及在阿拉斯加、新西兰、斯堪的纳维亚和其他地方，这样形成的高山景观属于世界上最壮观的风景。美国大陆（不包括阿拉斯加）上的五十多个阿尔卑斯型冰川分布于内华达山脉、卡斯卡德（Cascade）山脉、奥林匹克山、北落基山及国立雷尼尔公园和冰川公园。

在山脚的大冰原叫山麓冰川，其坡度和缓，流动较慢。山麓冰川是由若干条从山地中的谷地流出来的冰川补给的，到达低地后，这些谷冰川不再受到谷壁的限制，于是彼此联合并伸展而形成。如果说阿尔卑斯型冰川像冰河，大陆冰原像冰洋，那么，山麓冰川则像冰湖。在阿拉斯加、格陵兰、冰岛、斯匹次卑尔根和南极洲有山麓冰川分布。在更新世期间，山麓冰川分布于阿尔卑斯山和落基山的山前平原上。最著名的山麓冰川是阿拉斯加的马拉斯皮纳（Malaspina）冰川。该冰川也是第一个被认作是山麓冰川。它是由起源于圣埃利亚斯山脉的许多谷冰川补给的；其面积约 2200 平方公里，厚度至少为 600 米；其坡度和缓，约为 20 米/英里。在它们的中部为白色的有裂隙的活动冰；在边缘的静止不动的冰上有厚达 5 米的由冰消融形成的冰碛；冰碛土生长着云杉树林。南极洲的许多山麓冰川中，最著名的可能是威尔逊冰川，长约 60 公里，宽 15 公里。

单独的一个山谷冰川从高山流出并在低地处扩展开，就是通常所说的扩足冰川或尾部扩大的冰川。在南极洲的麦克默多海峡地区可以看到最典型的扩足冰川。

冰原或冰盖是一个冰川冰的海洋，其覆盖面积可达几十万平方公里，从中心慢慢向外移动。它之所以向外流动，是因为在中部积雪较多。冰原分布于冰岛、斯匹次卑尔根、加拿大以北的群岛等地，大陆冰原还覆盖着格陵兰和南极洲的大部分地区。格陵兰冰原面积约为 170 万平方公里，其中许多地方的厚度超过 1000 米。有的地方，冰原和海洋之间有一狭条陆地；在另外一些地方冰则直接抵达海洋，由于冰的破裂形成冰山。南极冰原覆盖面积超过 1150 万平方公里——超过美国和墨西哥面积之和——厚度超过 4500 米。它蕴藏着世界上约 90% 的冰和 75% 的淡水。在大多数地方，它终止于海洋并形成许多冰山。在更新世期间，一个大陆冰原覆盖着加拿大和美国北部约 1500 万平方公里的面积；另一个大陆冰原覆盖着欧洲约 520 万平方公里的面积。

冰斗冰川被限制在一个冰斗盆地之中，因而较小。如果雪线越来越低，冰就会移动流出冰斗盆地。注出冰川通常占据河谷，它不是由冰斗中的雪原补给，而是由一个冰原补给的。在一些山脉中，山脉像堤坝一样拦截冰原，冰通过河谷溢出，在这里就可见到注出冰川。在冰岛、挪威、格陵兰和南极洲，这种冰川很普遍。参见插图“冰川”。

Glaciolacustrine Deposits 冰湖沉积 冰川湖中的沉积物。冰湖沉积最主要有两种类型，冰川湖边缘上的湖滩和主要由融水流带到湖里的沉积物。湖滩很重要，因为它们表示这些湖泊原来的范围；湖滩冰碛物的地区

性差异反映了自它们形成以来已发生的地壳运动的性质；一个比一个低的一组湖滩说明湖的出水口由于冰川后退引起的下降。冰川湖滩最早发现于苏格兰格伦罗伊，后来在其他许多地方也有发现，值得注意的是在美国五大湖周围形成的湖滩，它们紧挨着目前的湖岸。

带入冰川湖里的沉积物，粗细相间形成韵律叠层。其形成过程如下：夏天，消融作用最盛，泥沙和岩粉被融水流带到湖里。粗粒物质迅速沉到湖底，而岩粉却悬在水中。冬天，消融停止，湖面冻结，在冰下没有波浪和激流，岩粉沉到湖底，把夏季沉积的一层埋在下面。因此，每年沉积一层粗的物质和一层细的物质。数一数层数，即可测定冰川湖所经历的年代。这种方法亦用来测定冰川后退的速度。

一对沉积层叫做一个年变层；有时把湖底沉积物叫做季候泥。更新世冰川作用结束期间形成的冰湖沉积一般无化石。

Glaciology 冰川学 是地质学的分支，是研究地球表面天然的冰和雪的一门学科。重点研究冰川，亦研究海冰、湖冰和河冰。因此，冰川学与气象学、气候学和水文学有着密切关系。

Glaucophane 蓝闪石 蓝闪石是角闪石族中的一种钠镁硅酸盐矿物，是一个从蓝闪石到钠闪石的系列，它仅出现在变质岩中，有某些地方，如，加利福尼亚海岸山脉的蓝闪石片岩系中是主要成份。参见 *Mine- ral Properties* [矿物性质] 条。

Glomar Challenger 格洛玛挑战者号 为执行深海钻探计划而专门设计的一条研究船。深海钻探计划是由美国国家科学基金会出资的一项研究计划，从 1968 年开始执行。该计划的目的在于取得从大洋底部的沉积岩层直到地壳深处数千米的岩心，来探查大洋下面的地壳。格洛玛挑战者号长 120 米，排水吨位为 10500 吨。船的中部有一个高出吃水线 60 米的钻塔，钻塔配备有 6000 多米长的钻杆，还配备有先进的钻探设备，如陀螺仪控制的使钻杆保持稳定的系统；可以精确地确定钻孔位置的卫星导航；使船能保持在原来位置上的用计算机控制的由动力制动的位置固定系统；钻探系统中还包括一个漏斗，当钻杆提上来以后，漏斗仍继续留在海底（漏斗的位置可以由分辨率很高的声纳扫描探测系统确定出来，这样就能把钻杆重新放入钻孔中）；还配备有一个实验室，专家们能在船上对所取得的岩心样品进行研究。

格洛玛挑战者号由于具有极不寻常的钻探能力，导致取得了许多重大科学成就，如证实了海底扩张说，大陆漂移说、太平洋西北部地区的洋底沉积物年代最老，以及证明了墨西哥湾最深处的海底覆盖着盐，揭示了在由原生火成岩构成的大洋底部之上的沉积物中含金属非常丰富（主要是铁和锰的氧化物），证明了过去深海海水所含有的氧和现在一样多。

Gneiss 片麻岩 是一种通常由石英和长石组成的，含有少量云母的粗粒变质岩。石英和长石与云母分别在岩石中形成不规则的条带。因为片麻岩除石英、长石、云母外，还可以由许多矿物组成，该术语意指岩石的结构和构造要比意指它的化学—矿物成分更多。片麻岩一般按岩石的最丰富的某一矿物或数种矿物命名；例如，含大量普通角闪石的片麻岩叫做普通角闪片麻岩。也可按结构和成因方式对它们进行分类。片麻岩被认为是与中至高的温度和压力有关的区域变质产物。片麻岩可以代表火成岩类（正片麻岩）或沉积岩（负片麻岩）的重结晶作用。

在整个新英格兰，纽约州阿迪朗达克山脉，斯堪的纳维亚大部分地区，

英伦诸岛和阿尔卑斯山脉都有片麻岩，并且一般作为山脉的核心岩石或较老的岩石。片麻岩，特别是以花岗片麻岩著称的变种被用来作建筑石料。美国康涅狄格州南部的条带状粉红色斯托尼克里克花岗岩就是这种建筑石料。花岗片麻岩和大多数其他片麻岩不同，在于花岗片麻岩含有更多的石英和长石，而片状云母状矿物较少。石料中云母百分含量愈低，其强度就愈大，云母颗粒通常构成条带，它们形成岩石内的软弱面。

Goethite 针铁矿 针铁矿是一种分布很广的矿物，是水化的铁氧化物，它是所谓褐铁矿的主要组成物质。西文名称是在 1806 年取的，为了纪念 Goethe。在很多地区，它是一种重要的铁矿。最大的产地是阿尔萨斯—洛林。

针铁矿是一个具有固定成份和性质的结晶质矿物。但是在许多地方要区别针铁矿和褐铁矿这种不纯的无定形态的铁氧化物是不可能的。这些矿物常常在一起存在。结晶很好的样品是很容易鉴定出是针铁矿，但是以土状的无定形态出现的样品是不可能仅仅依靠观察来鉴定的。以往所说的褐铁矿大多数现在认为是针铁矿。针铁矿和褐铁矿是含铁矿物在氧化条件作下风化产物的特征。它们是普通的天然颜料，它们将其存在的岩石染成黄色和棕色。针铁矿是水中直接沉淀或生物成因的沉淀，可以形成分布很广的层状矿床。通常在沼泽中形成矿床。它们还是金属矿脉顶上铁帽的主要成份，它们还存在于蛇纹岩之上风化形成的残积红土之中。参见 Bog Iron Ore [沼铁矿], Mineral Properties [矿物性质] 条。

Gold 金 金子是自然中主要以自然金属形式出现的元素。它常和银形成合金，纯的金是黄的，随着银的比例增加而变得发白。当银的比例增加到 20% 或以上时，这种合金叫做银金矿。

虽然金是稀有元素，但是它却广泛分布在自然界中，在各种地质条件下存在。经常在与花岗岩质火成岩有关的含金石英热液脉中发现金子。含金硫化矿物，最常见的是黄铁矿。在接近地表，因为它的对化学风化有很强的抵抗能力，于是金子就从硫化物中分离出来，它们既可以保留在土壤层中，或者被冲到附近的河流中形成砂金，因为它有很高的比重 19.3，金子就能通过砂砾落到河床底部的基岩的裂隙或下面的坑凹不平处。砂金中发现过小金片或小金块，结果导致 1849 年在加利福尼亚形成的淘金热潮。其实在世界上最大的金矿产地，最初正是从砂矿中发现有金子存在的证据。

砂金在整个地质时代都在形成，含金的砾石可以被较年青的岩石所掩埋，固结形成含金的砾岩。南非德兰士瓦的前寒武纪维特瓦特斯兰德砾岩就是这种砾岩。这个古代砂矿的发现是在 1886 年，从那时起，这种砾岩和一直向南延伸到奥兰治自由邦的类似的砾岩是世界上巨大的金矿来源。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Gondwanaland 冈瓦纳古陆 德国气象学家 A. 魏格纳 (1880—1930 年) 对一个假想的中生代陆块的命名。

这个古陆包括现今南半球的大多数陆块。由于发生大陆漂移，冈瓦纳古陆破裂并形成现今的南美洲、非洲、印度半岛、澳洲以及南极洲等大陆。参阅 Pang-aea [联合古陆]。同样见插图“一个古超级大陆的解体”。

Gorge 山峡 狭窄的陡峭如壁的山谷或通道，常常是由水流侵蚀雕凿出来的。山峡比深谷 (ravine) 要深，比峡谷要小。虽然山峡可能是越过山岭的唯一通道，一条大河流经的深邃的山峡常常很难通过，因为在此山峡中河流与绝壁之间根本没有道路可言。Gossan 铁帽 一种表生矿床，大部分由覆

盖于金属矿脉上的含水的铁的氧化物组成。富含硫化物，特别是黄铁矿矿脉的地表氧化，导致硫的迁移和褐黄色的褐铁矿和/或针铁矿的形成。氧化也可以引起铜、铅、锌和银的迁移。然而，在许多地方这些金属的次生矿物形成在被更丰富的氧化铁包围的地表附近。因此铁帽，或有时叫铁边帽（ironhat），是许多稀有的有意义的矿物的产地。

Gouge 断层泥 沿断层分布的粉状的粘土质岩石。它是在大的断层壁之间的岩石碎块被压碎和研磨的产物。虽然不存在普遍的规律，但在某些情况下断层泥的数量则表示沿断层出现的位移的大小。这个术语也被矿工们用以描述接近矿脉的柔软岩石，因为矿工用他的锹能很容易地“挖出”这种柔软的物质。

Graben 地堑 相对其两侧地面向下凹陷的地壳狭窄槽形部分。地堑两侧边界为地壳中的由于破裂而形成的陡倾斜面。可以认为，地堑是平行地表而作用于地下岩层的张力的产物。这种力或者是因地壳上隆为宽阔的拱曲而产生，或者是因地壳的拉伸而产生。其中任何一种情况下，这些力总大于岩石内聚力，引起了陡倾至几乎直立的破裂的发育并伴随着地壳的伸长。这种伸长使得以断裂为边界的楔形断块相对于相邻地块沉陷。这个过程可以与在一个拱的两侧被拉开情况下其拱心石的运动相对比。地堑对于美国西南部多盆地和山脉的几个州、德国的莱茵地堑和东非断裂谷的地形有重大关系。

Graded Stream 均衡河流 沿途既不侵蚀，也不沉积的河流。这种河流拥有一种平衡状态，借以调整对河道的陡削和沉积能力，从而始终保持着一种均衡剖面。在这种纵剖面上，无论哪里都能把泥沙经常不断地向下游输送。如果长期间河床的坡度为了适应河流的流量和河道的特点进行调整，因而河流的泥沙都能顺流冲走，那么，这条河流就是均衡河流。用现代术语说，这种河流是处于稳定状态的畅流河，河水和泥沙进入多少，排走多少。河系就利用这种状态进行自我调节。河系的环境条件假若发生什么变化，河流的坡降，水力学特征（河道形式和糙度）以及河道类型，都会自动调整，使上述变化所产生的影响消灭于无形。

Gradient 坡降 在水文学中，求河流坡度的方法是利用河道（或河面）两点间的落差，除以两点间的距离，并以米数或公里数表示之。一般而论，坡降是近源头处陡急，近河口处徐缓。河流坡度大小与河流的荷载量、流量、河道形状、河床糙度和河道类型等，都有密切关系。如果河流的力能大于河流的荷载量，它就会侵蚀河道，使坡度下降，如果河流无力把泥沙冲走，便会把它们沉积在河道中，坡度就会因之上升。

岩石类型及其在岩石学上的性质都会影响到坡降，因为河流如果遇到耐蚀的基岩，那么调整其他要素就比调整基岩上的坡度容易些。

Granite 花岗岩 一种主要由长石和石英组成的粗粒火成岩。钾长石（正长石或微斜长石）是最主要的矿物，但常有一些奥长石。除石英和长石之外，经常有少量（大约 10%）云母和普通角闪石。黑云母是主要的云母，但也可以有白云母。副矿物是锆石、榍石、磷灰石、磁铁矿和钛铁矿。参见 Granodiorite [花岗闪长岩] 条。

Granite, Graphic 文象花岗岩 参见 Graphic Granite [文象花岗岩]。

Granitization 花岗岩化 除熔融作用外，任何先前存在的岩石转变成花岗岩凭借的一种过程。这种过程最可能引起物质的加入并形成长石以及

铁、锰元素从原生的岩石迁移到外源，从而形成花岗岩。一些地质科学家把这个术语应用到由沉积岩形成的花岗岩质岩石，不管熔融是否发生。该过程的精确的作用方式和程度仍然没有了解清楚，但许多地质学家认为世界上的大花岗岩体不是由岩浆形成的而是由花岗岩化形成的。

Granodiorite 花岗闪长岩 基本上由长石和石英组成的粗粒火成岩。除了花岗闪长岩中长石主要是斜长石，有少量钾长石，它类似于花岗岩；花岗岩中的情况恰好相反。除了显微镜检查仅凭眼睛是不能区分这两种岩石。

Granophyre 花斑岩 以石英和长石文象交生为特征的细粒花岗岩。石英和长石的关系和文象花岗岩相同，但规模较小。

Granular Disintegration 粒状剥蚀 矿物颗粒从粗粒岩石（如花岗岩、辉长岩和大理岩）中分离。颗粒沿着它们的分界面分离，形成很少遭受化学变化，而且实际上仍然保持它们原来的大小和形状的颗粒。粒状剥蚀最容易在角上发生，不大容易在边界上以及最不容易在面上发生，结果产生浑圆形露头 and 巨砾。它出现在南极、炎热的沙漠以及气候温和的地带中。它大概由几种过程（包括溶解，霜冻作用，化学变化和温度改变引起的膨胀）产生。通常在荒漠中发生的矿物颗粒的堆积作用在英文中称之为 *grus*。

Granulite 粒变岩 由大小相等紧密结合的颗粒组成的任何变质岩。粒变岩可以含有扁平的石英和/或长石透镜体，它显示岩石具有粗略的层状构造。北美地质学家用这个术语来指结构，而大多数欧洲地质学家把限定条件的变质作用产生的特定矿物所组成的岩石称作粒变岩，不管结构或构造如何。美国的这个术语可应用于任何岩石，不考虑化学成份如何。后一种意义上的粒变岩的一个实例是大理岩，它是用来作建筑和装饰石料的变质石灰岩。

Graphic Granite 文象花岗岩 石英和长石以下述方式交生， 在一定的切面上发暗的石英作为类似楔形文字特征的区域在颜色较淡的长石背景上出现。由于这种情况类似文字交生，故被叫做文象花岗岩。长石，通常是微斜长石，可以宽达 1 米之大的晶体，长石内的石英棒都可以有共同的结晶学定向。其他长石晶体中的石英可以有几个不同的定向。认为文象结构代表这两种矿物同时结晶；然而证据似乎表明微斜长石被石英交代。

Graphite 石墨 石墨的西文名称来源于希腊文，意思是可写字的，因为用它生产铅笔。它是一种黑色的碳元素的矿物。石墨和金刚石构成一对同质双像矿物。两个矿物共同的成份都是自然碳。这个矿物又称为黑铅，因为千百年来它常和方铅矿相混，方铅矿是一种黑色的铅的硫化物。除了颜色以外，这两种矿物的性质是完全不同的。

石墨通常是呈鳞片状散布在变质岩中，如大理岩，片岩和片麻岩中。在这些岩石当中，找到过层状或脉状的值得开采的石墨矿床。有些石墨可能是含碳物质或有机成因的碳质形成的。例如，在墨西哥的罗德岛和梭诺拉，煤层变质形成石墨，但是石墨的热液脉是由于区域变质作用由碳水化合物形成的。

石墨有各种很重要的用途。将它和粘土相混合制成铅笔的铅芯。它和油脂混合制成润滑剂。因为它在高温下有化学的惰性，可以用它制成人工熔炼金属的坩埚，它还可用在电镀技术、翻砂的面料，制造电池和电极。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Graptolites 笔石 一类已灭绝的群体动物。在早古生代曾大量繁殖。笔石群体套着由许多管状或盂状结构组成的几丁质外壳，活体就安居其中。盂状结构沿着单个或分叉的肉基生长。有的固着于海藻、岩石、贝壳或其他物体上。另有些笔石的肉基固着于气囊状的浮子上。有些漂浮种作世界性的广泛分布，在寒武纪、奥陶纪和志留纪岩层的对比上，价值特别大。由于笔石没有生存至今的对应物，关于它们在动物界中究竟属于何类，存在着很大疑问。早期分类把它们归入腔肠动物门，现在则认为属于已经灭绝的脊索动物^①。

Gravimeter 重力仪 地球物理学家用来测定地球表面任何一点重力场强度的仪器。这种仪器能够测出重力位在 0.01 毫伽量级上的变化，1 毫伽等于标准重力加速度 980 厘米/秒² 的 1/1000。重力仪可以用来确定地面下矿体和储油构造的位置，因为它们会影响所在地区上的重力位。虽然重力仪已有许多种类，但它们的工作原理实质上都是一样的：用弹簧或水平系统所悬挂的重块由于受重力变化的影响而从一参考位置产生移动。位移的改变很小，在将它转变到读数面板上之前，必须用光学的、机械的或电的方法来加以放大。

Gravitational Constant (万有) 引力常数 在牛顿的万有引力定律 $F=G\left(\frac{m^1m^2}{r^2}\right)$ 中，G 就表示所谓引力常数。这个定律可叙述为：两物体间的引力 (F) 等于它们的质量乘积除以它们的中心之间的距离 (r) 的平方并乘以引力常数 (G)。G 等于 $6.670 \pm 0.005 \times 10^{-8}$ 厘米³/克·秒²。它是相距 1 厘米，质量都为 1 克的两物体间的引力。

这个常数首先由洛德·卡文迪什在 1791 年测定。他将一根水平横梁在中心处用精致的扭转纤维丝悬挂起来，即这根丝受到一已知大小的扭矩的作用。在横梁两端固定两个质量相等的小物体。将两个质量大的块体放在接近横梁两端处，放置方式是要使小的固定重物 and 大的重物之间的引力会使横梁旋转。已知纤维丝的扭转常数，四个块体的重量和它们间的距离以及横梁偏转的角度，他就能计算引力常数。他得的值是 6.754×10^{-8} ，与现在计算的引力常数值相比误差并不大。

为了得到两物体间引力大小的一些概念，看看彼此相碰的两个弹子球就可以了。两球之间的引力小于一个球的重量的三百亿分之一。

Gravitational Potential 重力位 处在重力场作用范围内的任何块体都具有位能，它是由作用于物体的重力引力产生的。参考面或块体的零位能在离重力场中心无限远距离处。随着块体作接近于引力中心的运动，它的位能就在负方向上增加。因而可将重力位定义为 $V = -G \frac{M}{t}$ ，其中 V 是重力位，G 是万有引力常数，M 是受到引力作用的物体的质量，t 是该物体与重力场中心之间的距离。

Gravity Anomaly 重力异常 地球表面上任何一点实测重力值对计算的理论重力值的偏离。如将相等的重力值标在图上并用线连结起来，就得到类似于地形图那样的一个面，重力异常就能很好地显示出来。重力异常图使地球科学家能定出重力高和重力低的地区。实测重力值对理论重力值的偏差

^① 再细分，属于半脊索动物（口索动物，原生脊索动物）亚门。——译者

是因为构成地壳局部地区的物质密度大于或小于地壳平均密度的结果。如果地壳的成分和厚度都是均匀的，就不会有重力异常存在。在海洋上和大陆上测量重力值已经作了许多年，最近用人造地球卫星进行这种测量。根据已经搜集到的广泛的重力资料，地球科学家们已能够确定海洋下的地壳比大陆地壳薄而致密。地球物理勘探工作者根据较小规模的局部重力变化，来定出石油和某些有重要经济价值的矿体在地下的埋藏位置。正是重力的变化使 J.H. 普拉特 (Pratt) 和 G.B. 艾黎 (Airy) 提出了他们的均衡假说。

Graywacke (或 Lithic Arenite) 杂砂岩 (或岩屑砂屑岩) 一种坚硬的粗粒砂岩，其特点是棱角状的石英、长石和其他岩屑的颗粒分布在粘土级颗粒构成的基质中。这种已经胶结了的“不纯净砂”，在典型情况下呈暗绿色、带绿色调的灰色或黑色。像长石砂岩一样，杂砂岩代表了一种沉积物的快速剥蚀、搬运、沉积与深埋的环境，其速度之快足以使原始物质来不及完全风化。

Greenhouse Effect 温室效应 一种热效应。由于这种效应的存在，使大气层对于地球表面所起的作用犹如温室的玻璃所起的作用。玻璃能允许短波太阳辐射通过并且能把红外辐射吸收和再辐射出来。大气层中起着温室玻璃作用主要是水蒸汽其次有二氧化碳，它们也能容许大部分太阳辐射透射进来并到达地球表面。到达地球表面的太阳辐射的大部分被地面吸收，然后，由地球表面辐射出来。但地球表面辐射的长波辐射大部分被对流层中的水蒸汽所吸收，其中有一些又被再辐射到地球表面。因此，地球表面的温度就比如果没有水蒸汽和二氧化碳存在时要高。

地球表面的平均温度约为 15°C 。这个温度要比位于地球距太阳的平均距离上的一个黑体在辐射平衡时所应具有的温度大致要高出 40°C 。黑体是一个理想体，它吸收落到它上面的辐射并将这些辐射全部再辐射出去；它的温度取决于在单位时间内从它的表面上单位面积内辐射出去的能量。因此，它的温度也是取决于它所接收到的能量数。如果落到处于地球位置上的黑体的辐射是已知的，那么，这个黑体的温度就可以计算出来。地球表面的实际温度是地球表面从太阳和从大气层接收的能量和地球表面辐射的能量二者的平衡。

Greensand 绿砂 一种具有绿色色调的砂。绿颜色通常是由于绿色矿物的存在，不过有时也由于生长在沿海地带的藻类形成。

Greisen 云英岩 一种主要由石英、云母和黄玉组成的蚀变花岗质岩石。在蚀变过程中形成的其他矿物是电气石、萤石、黑钨矿和锡石。锡石，锡氧化物的出现为其特征，有些人将云英岩定义为一种含锡的岩石。

Grossularite 钙铝榴石 钙铝榴石是一种钙铝硅酸盐矿物，是石榴石族矿物的一员。主要存在于结晶灰岩中，是区域变质或接触变质作用的产物。

Groundmass 基质 火成岩中围住大晶体（斑晶）的细粒物质。

Guide Fossil^① 标准化石 某些岩层所特有，因而能作为这些岩层年龄指示物的化石。遗骸成为这类化石的种，繁衍都很迅速，仅仅生存于地质时代的短促时间内，但分布却十分广泛。成为标准化石的种，如果数量很多，又易于识别，这类化石的用处就更大了。

^① 其中的 guide 一词，原义指导，引导，指引，指示（所以，整个词的字面含义是“指示化石”）；另有 index fossil（其中的 index，意为标志），与 guide fossil 同义。——译者

标准化石

普遍存在的化石是地球历史特定时期一个标志，它能帮助地质学来确定遍布全世界的各岩层的地质年代先后顺序。游泳生物和浮游生物进化较快，分布广泛，是很好的标准化石，例如一本过去出版的书中所附的化石插图菊石类。

Gully 冲沟 通常无水的小型河谷。由大雨或暴雨在植被很少甚至毫无植被的地面上冲刷而成。这种沟谷如果太小太窄，则称为雨水沟（Shoestring）或细沟（rill）。冲沟由于垂直下切、挖蚀（暗掘），坍塌或形成地下管道（沙性物质中颗粒的被冲刷）等作用继续扩大。某些冲沟呈断续状，它们略呈线状，但彼此间并不相连。参见 Arroyo [干河道] 条。

Guyot (或 Tablemount) 海底平顶山 顶部平坦的海底火山。海底平顶山最初是在第二次世界大战时在太平洋发现的。虽然在全世界都发现有海底平顶山，但只是在太平洋分布的最普遍。海底平顶山的平坦的顶部低于海面达 1000 米。据认为，波浪的活动是平顶形成的原因，平顶之上有珊瑚礁以及其它浅水有机物残骸的存在可为此看法提供佐证。海底平顶山顶部平面的深度是由于地壳沉降运动的结果。虽然大多数海底平顶山的顶面近于水平，但也有的呈倾斜状态，这是地壳不均匀沉降的结果。

(a) 一个海底火山

(b) 受到抬升作用而升高，它的顶端由于波浪的活动而被削掉

(c) 然后下沉形成了一个海底平顶山。

海底平顶山

Gymnosperm 裸子植物 种子植物的一部分。一般都是长着片状或鳞状叶的常绿树。大多数的种都有一个壮实的主干，支持着细小得多的枝杈。很多裸子植物都已成化石，发现于泥盆系至全世界的岩层中。包括密西西比纪和宾西法尼亚纪大量存在的种子蕨和科达树属（Cordaites）。现有的西米棕（Sagopalm）又称苏铁，中生代的准苏铁属以及松、冷杉、雪松等针叶树，也都是裸子植物。银杏，又名线铁蕨（Maidenhair^①），在中世代是很多的，现在尚存的，却只有一个科。

Gypsum 石膏 石膏是含水的硫酸钙，因为它是用来生产熟石膏的原料，所以在商业上是十分重要的。这种普通的矿物还有其它用途。如块状细粒的雪花石膏，几百年来被切磨作装饰品。清澈透明晶体是众所周知的透石膏，它能剥离成薄片，用在光学仪器上。纤维石膏是一种有丝绢光泽的石膏变种。当把纤维石膏切成一个光滑的圆的馒头形，就显示出一种美丽的、可变化的光泽，这种光泽叫做猫眼石似的光泽。要是石膏不是如此软（硬度是 2），这种石头就成为可爱的宝石了。

石膏是一种沉积岩，与石灰岩和页岩成互层。石膏是一个广泛分布的矿物。通常它是在岩盐层下。有些成层的石膏矿床是由海水蒸发形成的，海水蒸发使石膏和其他溶解的盐类结晶和沉淀。参见 Evaporite [蒸发岩] Mineral Properties [矿物性质] 条。

^① 英语中的这个俗名，是拉丁语名 Capillus Veneris（直译：维纳斯的头发）的意译，字面含义是“少女”的头发，形容其分枝繁茂。——译者

Habit, Crystal 晶体习性 参见 Crystal Habit [晶体习性] 条。

Hadal Zone 超深渊带 深度在 6000 米以上的大洋的最深的海底。超深渊带基本分布于大洋的海沟中。由于在这一深度，压力特别大、温度低、没有光线和缺乏食物，生物比较稀少。在这一环境，物质沉积的速度很慢，颗粒非常细。

Half-life 半衰期 半衰期是放射性物质天然蜕变的度量；准确地说，是放射性元素的原子有一半蜕变成稳定的衍生（派生的）元素所需要的时间。每种元素的蜕变速率是不变的。然而，不同的放射性元素的半衰期变化很大：铀的半衰期是 4500 万年，但钍的半衰期是 13900 万年，而钾-40 只有 1300 万年。

Halides 卤化物 在化学分类中带负电的元素是卤素的化合物称为卤化物，卤素包括，氟、氯、溴、碘。最普通的卤化物是岩盐（即氯化钠）、钾盐（即氯化钾）和萤石（即氟化钙）。

Halite 岩盐 岩盐是氯化钠的矿物，通常又叫做盐和石盐。因为盐是动物生活中的生理必需品，所以它是早期人类第一批寻找和交换的矿物之一。人类的食用在从前是岩盐最主要的和唯一大宗用途。而今天和工业用途相比，这只是比较少的了。岩盐已是化学工业大宗的原料，它是民用和工业上无数的产品要用的钠和氯的来源。大量的岩盐还用于食品加工工业。

海水溶解有大约 3% 的氯化钠，人们有目的地使海水蒸发来获取岩盐。但是在整个地质过程中，海水由于自然原因而蒸发，岩盐作为一种沉积岩覆盖着地球表面的广大地区。它是最丰富的蒸发岩，在海水中沉淀的顺序上，是在石膏和硬石膏的后面，因此，常常在岩盐之下找到石膏和硬石膏。有些地方岩盐不纯，和石盐互层还有其他沉淀矿物，方解石和钾盐以及砂子和粘土。

有 75 个以上国家大量开采岩盐。如果岩盐层在地下不深处，就挖竖井达到岩盐层，用地下开矿的方法开采。然而有一种简单的萃取法，用水泵把水打到含盐层，然后把卤水用泵抽到地表，蒸发卤水来提取岩盐。今天大约有 1/3 的岩盐是由海水在人工盐池（又叫盐田）中蒸发提取的。海水引入盐池后，由太阳加热蒸发直到盐沉淀为止。

虽然最常见的岩盐是层状的矿床，但是找到很好的立方体，并有立方体解理，这种晶体的习性和具有咸味的特点，使这个矿物是很容易鉴定的。参见 Mineral properties [矿物性质] 条。

Hanging Valley 悬谷 在支谷与主谷交汇处，谷底悬在主谷谷底上面的支谷。在经历过冰川作用的山地中悬谷很普遍。形成悬谷的方式很多，但最通常的方式可能是主谷被冰川侵蚀较深，而支谷是一个较小的冰川，因而侵蚀较浅。支谷中没有冰川而主谷中有冰川也能够形成悬谷。通常在该地区冰川还未完全消融，支谷就表现为悬谷。加利福尼亚州约塞米蒂 (Yosemite) 国立公园和瑞士劳特布朗伦 (Lauterbrunnen) 河谷中的悬谷就是最著名的例子。

Hanging Wall 上盘 是指一个断层的上盘，它有别于下盘或底盘。这个术语在采矿地质学里通常指一个水平或倾斜含矿脉或层的上界，而不管它是否沿一条断层展布。

Hardness 硬度 硬度是指一个矿物抵抗刻划的能力，硬度和晶体结构中原子间的键力有关系。键力越强，矿物的硬度就越大。有些矿石，如滑石，非常软，手摸一下就能摸下一层来，产生一种滑感，另一个极端是金刚石，它有很牢固的键力，除了它自己而外，没有别的矿物能刻划它。

一种物质的硬度是用矿物刻划来确定的，这些矿物叫莫氏硬度标，这个硬度标是德国矿物学家莫斯（1773—1839）挑选出来的。它由下列十个矿物组成（由低到高）。例如，一个物质能刻划正长石，但不能刻划石英，这时它的硬度为 6.5。

- | | |
|-------|-------------|
| 1.滑石 | 5.磷灰石 |
| 2.石膏 | 6.正长石 |
| 3.方解石 | 7.石英 |
| 4.萤石 | 8.黄玉 |
| 9.刚玉 | 10.金刚石 Heat |

Balance 热量平衡 射入的太阳辐射和地球—大气系统辐射出去的能量二者之间的平衡。地球表面温度的相对稳定就反映了这一平衡。影响热量平衡有两个因素，一是地球—大气系统对太阳辐射的反射或吸收，另一个是所吸收的能量被地面和大气层以红外波的形式再辐射。

被反射回宇宙空间去的约占射入的太阳辐射的 30%，这一数值被称为地球的反照（射）率。如果把射入的能量作为 100 份，那么地球和大气层总共吸收射入能量的 70%，也就是没有被反射回宇宙空间去的那部分能量；空气吸收了约 20 份，地球表面吸收了 50 份。为了保持平衡，地球—大气系统必须辐射出去 70 份到宇宙空间去。由于地面辐射的很大一部分被大气层所吸收，因此，从地球表面直接辐射到宇宙空间去的能量只是地球表面所吸收的能量的很小一部分。向宇宙空间辐射的能量大部分是从大气层辐射出去的，而且其中主要部分是从对流层中辐射出去的，因为吸收地面红外辐射的最主要的气体——水蒸汽，就集中在这一层中。

地球表面和大气层之间的能量交换主要是通过辐射进行传送的。但是，通过水的蒸发把能量以潜热的形式输送到大气层中也是一个很重要的方面。通过空气的扰动直接把热量（与“潜热”相对而言）向地面输送或者从地面向上输送。空气的扰动对于地球表面和大气之间的能量交换来说是又一个机制。例如，地面之上的空气通过和地面的直接接触而变热，然后，这部分变热的空气作为载热体，通过扰动向上运动，与上面的空气混合。

由于下述两个重要方面：一，大气层和地球表面之间通过强烈的辐射进行热量交换，二，空气对于主要由短波构成的太阳辐射是比较“透明”的，可以允许射来的太阳能的大部分到达地球表面，使大气层具有温室效应。

热量平衡

赤道地区的地球表面与太阳光线垂直，接收最直接的太阳辐射。而在高纬度地区，同样的太阳光束分布在较大的面积上，使单位面积上所得的热量减少。

就整个地球来说，它所吸收的能量和辐射出去的能量始终维持着平衡。然而，在低纬度地区，地球表面吸收的能量要大于辐射出去的能量，而在高纬度地区则相反，吸收的能量要小于辐射出去的能量。在低纬度和高纬度之间这种不平衡是形成大气环流的一个主要因素。为了维持地球—大气系统的热量平衡，低纬度的过剩热量就必然要通过大气环流和洋流输送到极地方向

去。

Heat Capacity 热容 某一物体温度升高摄氏 1 度所需的热量。各种物质的热容不同，通常热容用卡/度 (°C) 表示。质量为 1 克的物质，其热容值就是该物质的比热。

Heat Flow 热流 热量从物质的较热区域传导到较冷区域的流动。温差越大，或温度梯度越大，热流量就越大。因此，正如对某些类型的岩石的放出的热进行的测量表明，地球内部产生的热在不断向较冷的地表流动。根据各类岩石的分布情况所作的计算表明，达到地表的热量每年超过 8×10^{20} 焦耳，或者每年每平方米有 30—40 卡。流向地表的这种热流的速度不仅受地热梯度控制，而且也受热源和地表之间岩石的热导率控制。如果岩石的导热性能不好，那么现在达到地表的大部分热来自的最大深度可能只有几百公里，并可能经历了整个地质时期。

Heat Flow Provinces 热流省 大陆或海洋中有一定热流的地区。它们的边界通常与独特的地形区（地文省）或有特殊的造山作用特征的地区（构造省）有关。在海洋中，洋脊是以热流值高、变化大为特征的热流省；洋盆一般热流为中等，较均匀；而海沟有低的热流。古老的大陆核（前寒武纪地盾）有低热流值；很年轻的造山活动区的热流是可变的。北美的盆地和山脉省与内华达山脉，是在中生代—新生代造山活动旋回期间形成的，分别显示出高和低的热流特征。实测热流值一般与海底扩张和板块构造假说相符合。沿洋脊，热流高；近海沟，热流低。海沟被认为是冷的大洋地壳板块俯冲入大陆地壳之下的地区。

热流省

根据通过地壳的热流量大小，把美国西部分成四个地带。各带的边界大致与地形的边界一致。盆地和山脉省以及哥伦比亚高原是高热流区。落基山脉和科罗拉多高原区有中等大小的热流值。沿海地区既有高值区又有低值区，而内华达山脉是低热流区。

Heavy Liquid 重液 重液是一种高密度的液体，它用来测定矿物颗粒比重或用来分离不同比重矿物的。各种重液的比重变化范围是从大约 2.5 克/厘米³ 到大约 4.25 克/厘米³。很多溶液和化合物可用来配制重液。三种最常用的重液，在室温下最大密度（克/厘米³），溴仿 2.89，二碘甲烷 3.31，克里利奇液，是蚁酸铊的水溶液。

将一小块矿物浸泡于重液之中就可以测定其比重，看这矿物在重液中究竟是上浮还是下沉。如果是浮起，说明重液比重大于矿物，将重液稀释，直到矿物小块停着（悬浮起来），既不上升也不下降，这时，矿物和重液的比重相等，重液的比重可用维氏天秤测定。溴仿和二碘甲烷必需用有机溶剂来稀释，如丙酮或苯。克里利奇液必须用水来稀释。

用重液来分离矿物的机械混合物也是很容易的，若是两个矿物组份的比重都是已知的话，将重液的比重调整到一个中间的比重，将矿物混合物浸入其中，比重较大的物质直接下沉，而比重较小的矿物就上升。

Heavy Mineral 重矿物 重矿物是指比重较高（大于 2.8）的造岩矿物。与之相对的是比重较小（小于 2.8）的矿物。一般地说，暗色矿物如角闪石、辉石、橄榄石、黑云母和岩石中大多数的副矿物都是重矿物，暗色矿物和轻矿物是可以用重液分离的。

Hematite 赤铁矿 赤铁矿西文名称来源于希腊文“血”的意思，意指这种

矿物常常是红色的。

它是一种铁的氧化物，是铁的主要矿石矿物。虽然，其他的金属逐渐地代替铁的地位，但是铁仍旧是最重要的金属。因此，赤铁矿是经济上最重要的矿物之一。只有为数不多的地方，赤铁矿有完美的金属闪光菱面体晶体。可是更多的情况下，晶体常常是扁平的，更有甚者形成薄板状，有些样品板状成簇组成玫瑰花状，叫铁玫瑰。有时呈鳞片状集合体，称之为镜铁矿。所有这些结晶很好的赤铁矿变种都是黑色的，但条痕，即矿物粉末的颜色都是红色的，所谓肾状铁矿就是这种红色，肾状铁矿是一些放射状的集合体，有肾状的表面。红色是绝大多数没有结晶形态的土状赤铁矿的颜色。赭石就是这种红色的土状赤铁矿，它一度是作为颜料的。

赤铁矿是广泛地分布在各种岩石当中的副矿物，它以细分散粒状出现在许多火成岩中，在特殊的情况下，在区域变质岩中形成巨大的块体。在红色砂岩中，赤铁矿是石英颗粒的胶结物，并且将岩石染上颜色。

若要在经济上值得开采，就必须含有几千万吨赤铁矿，这种储量是大量规模的沉积作用造成的，在前寒武系地层中有很多这种铁矿，它们通常含硅的杂质。富铁矿，含铁量至少在 50%，它是由于雨水将二氧化硅淋去而富集成的。这些富矿是世界上铁的来源，但是，它的储量正在日益减少。为了弥补这种不足，矿业公司正在将注意力转向原始的含铁建造，即所谓含铁石英岩。这种岩石仅仅含 25—30%的铁，但是它有非常巨大的储量。用机械的办法，可以使低品位的铁矿石的铁矿物富集。这样，含铁石英岩将是持久的铁矿资源。

在每个大洲都找到和开采大型的赤铁矿床。在 1961 年苏联取代了美国成为最大的生产国。排在美国之后的是法国、加拿大、中国、瑞典和澳大利亚。在美国，自从 19 世纪末以来，矿物的最大产地是大湖区的前寒武系岩石中。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Hemimorphite 异极矿 异极矿是含锌的硅酸盐，是锌矿氧化带的次生矿物，在结晶学上属于斜方晶系的一个低的对称型，晶体的顶和底的形态不一样，因此，有异极矿这个名称。西文名称，意思是半个单形。单晶罕见，但是，这个矿物通常是无色表面嵌有晶面的乳头状或葡萄状的块状体。异极矿含有 54%的锌，只要储量丰富，它就是一个有价值的锌矿。

Heulandite 片沸石 片沸石是沸石族矿物中的一员，它出现于基性火成岩的空洞中与其他沸石矿物及方解石共生。

Hexagonal System 六方晶系 在结晶学中，所有包含六次对称轴或三次对称轴的晶体，称为六方晶系。在这个晶系中，所有的晶体都有四个结晶轴，三个长度相等的轴在一个平面上，彼此交角为 120° ，第四个轴与其他三个轴的平面垂直。

Hiatus 间断，缺失 地层顺序中的间隙或间断，表现为缺失在正常情况下应该存在的岩层单位。这种缺失是由于直接覆盖在间断面之上的地层在沉积之前，那个应该存在的而实际缺失的岩层从来不曾沉积，或者沉积后被侵蚀掉了。地质间断代表一个时间阶段，这段时间由地质柱状剖面中实际存在的的中断或不整合面上缺失地层而表现出来。

Hill 丘陵 通常是指高于周围平地，顶部浑圆状有明显的坡地的较小的、孤立的地表隆起。它比山小，一般认为丘陵的相对高度在 300 米以下，不过，这种说法并不是绝对的。例如法国的诺曼第丘陵 (Normandy Hill，法

语为 Collines de Normandie) 海拔 400 多米, 而布列塔尼的黑山 (Black Mountains, 法语为 Montagnes Noires) 海拔只有 300 米左右。

Hogback 猪背岭, 鬃丘 耐蚀而特别倾斜的沉积岩上, 形成的狭长山崖, 是岩层的断层上块侵蚀后的产物。由于倾角太大, 外形上可能是对称, 但背坡陡峭犹如侵蚀面 (即陡崖)。美国南达科他州布莱克山 (Black Hills) 东坡上的砂岩, 是非常典型的, 怀俄明州的比格赫思山 (Bighorn Mountains) 和英国英格兰的威尔德 (Weald) 地区, 也都有这种地形。猪背岭的形状与单面山 (Cuestas) 差不多, 只是倾向坡更陡些。

Holocene Epoch (Recent Epoch; Postglacial Epoch) 全新世 (现代; 冰后期) 第四纪最后一个世, 自更新世之末始, 即从距今约一万年开始一直延续到现在。是地质时期中已知最短的一个世。名称的字面意义为“全新的”, 包括最后一次冰川以后的整个时期。

Holocene Transgression 全新世海进 由于最近一次冰期内形成的冰川的溶化而导致的海平面的升高。这次升高始于大约距今 18 000 年前并一直持续到今天。在最后一次 (威斯康星) 冰期期间, 海平面比现在低 100 多米, 当时的岸线在大陆架的外缘附近, 在距今 18000 年到 7000 年之间, 海平面以每千年 10 米的速度上升。在距今 7000 年和 3000 年之间, 海平面上升速度逐渐降低到每千年 2 米。对最近几千年来上升速度的意见很不一致, 不过人们认为它只有每千年 1 米。

Homeomorph 异物同形 异物同形是矿物学中的一种现象, 指不同的化学成份的两个矿物有相似的结构和晶体形态。例如, 方解石 CaCO_3 和硝酸钠 NaNO_3 是相似晶格常数, 解理和光学性质的异物同形现象。

Hook 钩状沙嘴 顶端弯向陆地的一种沙嘴。从新泽西州海岸伸向纽约港的钩状沙嘴 (Sandy Hook)、马萨诸塞州的科德角的顶端都是著名的钩状沙嘴。

Horizons, A—, B—, C—A 层, B 层和 C 层 土壤剖面中的三个层次。最上层为 A 层 (也叫淋溶层), 自地面向下厚达 1 米以上。这一层的特点是含有腐烂的植物形成的腐殖质。这一层的原生物质受到深刻的分解, 形态也发生了变化。在气候湿润地区, 在含有二氧化碳的水的淋溶作用下, 分解产生的可溶性盐类被带走, 而原始的物质经过化学作用形成的粘粒则由地下水带走。B 层位于 A 层之下。这一层腐殖质含量极少。在气候湿润地区, A 层的原生物质分解所形成的铁和粘土矿物向下移动到 B 层。在气候干燥地区, 由于毛细管作用, 碳酸钙被从下面带上来, 并且由于蒸发作用的结果而沉淀在 B 层中, 这一层也沉淀从 A 层淋溶下来的某些矿物质。

B 层有时被称为淀积层, 是因为有大量的物质淀积在这一层中。C 层位于 B 层之下, 向下逐渐过渡到没有发生过变化的母岩或原生岩。

C 层既有未发生过变化的原生岩, 也有已发生了变化的原生岩。在这一层中, 有些物质发生分解和破坏, 形成了一些新的物质。参见 Soil [土壤]; Soil Profile [土壤剖面]。

Horn 角峰 山坡陡峭的金字塔山峰, 有三个以上山脊呈放射状从顶峰向四周伸延。角峰是经历过冰川作用的山脉中最高和最显著的地貌, 是在三个以上的冰斗的溯源侵蚀和交切过程中受到冰蚀作用相对较小的高地。瑞士阿尔卑斯山中的马塔角峰和威斯角峰、加拿大落基山脉的阿西尼波因山 (Assiniboine) 和美国落基山脉的大堤顿 (Teton) 都是著名的角峰。

Hornblende 普通角闪石 普通角闪石是角闪石族矿物中最常见的一种，是暗绿色的或黑色的造岩矿物，在火成岩和变质岩中均有。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Hornfels 角岩 由细粒等粒矿物组成的，以及由接触交质作用产生的变质岩。某些角岩含有孤立的大晶体，一般认为它们代表变斑晶或者代表由原生岩石形成的大晶体残余。另外有些角岩可以显示与原岩有关的构造特征，比如沉积岩的层理。这样的残余特征被保存下来是由于和其他变质岩不同，岩石转变为角岩时未遭受变形。角岩是由泥、砂以及它们的成岩对应物，或者由细粒、富石英的火山岩遭受温度从 200 至 800°C，以及在地球表面下小于 10 公里范围内所遇到的压力影响而形成。形成角岩所必须的热来自从地球深处内运移上来并注入地壳表层岩石的熔融岩。

Horse Latitudes 马纬度或副热带无风带 位于北纬 30° 和 40° 与南纬 30° 和 40° 之间，与副热带高压带所在地区相一致的地带。以前曾被称之为副热带静风带。在这一纬度上，静风所占的时间多达四分之一，天气通常晴朗而干燥。据说在这一纬度上航行的商船由于有时无风而静止不动，造成淡水不够用，这时船员就把马匹扔到海里，因此，这一纬度又被称为马纬度。

Horst 地垒 一般长大于宽的地壳物质的上升地块。地垒的两边是两个正断层。美国西南部的盆地和山脉地形部分地由地垒构造发展来的。非洲中东部的鲁文佐里山脉是作为地壳上升地块的一个地垒经侵蚀而成的。

Hot Spring 热泉 参见 Thermal Spring [温泉] 条。

Hot-spring Deposits 热泉沉积 热泉水在地表面出露的地方通常所形成的堆形、锥形和阶地形的沉积。如果地下水的环流达到足够深的地方，就可以通过和热的火成岩体的接触以及通过和岩浆气体和液体的混合而被地球内部的热所加热。由于热水的溶解能力比冷水强得多，它溶解了岩石中的碳酸钙、硅以及其它物质并在地表将溶解的物质沉淀下来。碳酸钙沉积（石灰华）之发生是由于下列原因：热水在到达地表后变冷和蒸发；随着水从孔道向上运动，压力减小，二氧化碳从热水中逸出；藻类在地表热水中的新陈代谢活动。

美国黄石国家公园猛犸洞的热泉阶地是美国最大和最美丽的热泉阶地，是由石灰华构成的。那些增长很快的阶地由于在热水中生存的藻类的遗体的存在而具有漂亮的色彩。那些停止增长的阶地通常是纯白色。在停止增长的泉华阶地上的冰川沉积物以及在冰川沉积物附近存在的石灰华表明，这些沉积物的时代是很老的了。参见 Mineral Spring [矿泉]，Thermal Spring [温泉]。

Huebnerite 钨锰矿 钨锰矿是钨和锰的氧化物，是钨锰铁矿的锰端成员。

Hurricane 飓风 参见 Cyclone, Tropical [热带气旋]。

Hyalite 玻璃蛋白石（玉滴石） 玻璃蛋白石是蛋白石的一种变种，有球状或葡萄状表面，通常在岩石空洞中形成一个皮壳。在有些样品中，呈玻璃质的球体，看去好像水滴一般。

Hydraulic Geometry 水力几何形态 河道过水断面的轮廓。河道的形状与河流的流量密切相关，与河流的流速、坡降、糙率以及河中泥沙，也互有联系。河流的宽度、深度、流速、随流量的大小，发生很有规律的变化。

一般而论，由于流量是顺流增长的，所以宽度的变化比深度的变化快得多。流量既然是顺流增长的，流速通常没有多大变化，事实上老维持一个常数。

Hydraulic Gradient 水力梯度 即潜水面 (WaterTable) 的坡度。水力梯度就是潜水面上具有水平距离的两个点的高度差。可以用 $G = H/L$ 公式表示之。其中 G 代表水力梯度， H 代表高度差， L 代表两点间的距离。

Hydraulicking 水力冲挖 利用水的猛烈冲力移动疏松物质。有的水力冲挖天然存在于冲积河道或土壤中。在疏松土层，特别是在老的河流阶地或泛滥平原上采矿，人们也采用水力冲挖的办法。

Hydraulic Mining 水力采矿 利用水的高压喷射把泥土或含有贵重矿物的砂砾冲走的一种采矿方法。该方法主要用于金矿开采，将物质没有固结的河滩沙冲入闸沟，在闸沟里金子由于比重大而从其它的矿物中分离出来。在许多矿区水力采矿被法律禁止，因为大量碎石放入河流污染河水，妨碍航行和损害附近的农作物。

Hydraulic Radius 水力半径 一条河道的有效深度。等于水道的过水断面除以水道的湿周。在所有的水文方程式中，水力半径均表示平均深度。

Hydrocarbon 碳氢化合物 仅仅由氢和碳两个元素组成的有机化合物。各种碳氢化合物之间的区别就在于不同的化合物它的分子所含有的碳原子数和氢原子数目不同。例如，一个碳原子与四个氢原子结合形成一个甲烷气体的分子。乙炔则由 2 个碳原子和 6 个氢原子结合而成。碳氢化合物存在形式有液体、气体或固体。许多碳氢化合物有极大的商业价值，如石油、煤、沥青、天然蜡等。

Hydrograph 水文过程线 表示水流随时间而变化的图表。可以年、月、日为单位表示这种变化，也可表示瞬间流量。对于确定水流高低水位的时期和变率，对于灌溉、水力开发、防洪，有效水分供应，下水道设施等的设计，这种图表都能提供资料，所以用处是很大的。

Hydrologic Cycle (或 Water Cycle) 水文循环，或水循环 地球的海洋、大气和陆地间的水分交换。影响陆地水的供应和分布的连续性现象，是水文学研究的核心，在气象学和海洋学的许多方面，也都占有重要地位。

水文循环可以简括地归纳为以下三种交换：(1) 从水的最初来源——海洋出发，经过蒸发进入大气；(2) 从大气中以降水的形式洒落地面；(3) 从陆地经地表和地下水流以径流的形式进入河流，转归大海。水文循环的实际情况，当然复杂得多。据估计，水的总通量，大约有 6% 是直接处于海洋/大气——陆地——海洋的循环中的。

水文循环

水从陆地、海洋、湖和河流等表面蒸发，以及植物的蒸散而进入大气层；风携带着水蒸汽，直至它们以雨、雪的形态重新回到大地。水贮存在地下、冰川中、湖泊中，而后以地面径流、地下径流的方式流入海洋。

Hydrology 水文学 研究冰、雪、陆地地表水、地下水的分布以及它们的地质作用的科学。海洋学研究洋和海，气象学研究大气中的水分，水文学则研究雪被、冰川、地下水、河流和湖泊。水文学者研究河流的流速、水深和流量、流量和降水的关系、河流携带的泥沙量、河水中溶解的盐分以及旱涝的大小及发生的概率。他们研究雪被和冰川中的水量以及随气候变化的增减情况。还研究潜水面的位置，地下水的性质和运动、含水层的特点及其在地下水盆地中的水量变化。水文学对预防水患，减少土壤侵蚀，开发水力资

源，为灌溉、工业用水和家庭生活用水查找水源，都至关重要。

Hydrometeor 水汽凝结体 大气水汽因相变而产生的各种液态或固态产物。或形成于大气内，或附着于地表。水分子被风从地表上吹走，也能形成这种水汽凝结体。水汽凝结体有各种各样的形状。包括：（1）形成并悬浮于空气中的水分子，如云、雾、湿霾、霪和冰雾；（2）各种形式的固态凝结体，如冻雨、毛毛雨、雹和雪；（3）不待落到地面便被蒸发的雨幡；（4）被从地面吹起的微粒，如吹雪或水沫；（5）裸露于地表的冰水沉积物，如露、霜和雨凇。

Hydrosphere 圈水 海洋、陆地、地下以及大气中所有水的总称，液态的和冻结的都包括在内。这是一个裹在地球四周、厚薄不等的外壳。是与气圈、岩石圈、生物圈以及地心圈并存的地球五大层圈之一。其中包含地表水、地下水、雪、冰被、冰川，地下冰以及悬浮或溶解于水中的气体、液体和固体物质。过去有人认为，水圈是因原始大气逐渐冷却而从中凝结而成的，但新的论证则认为水圈中的水乃是从地球内部经火山的喷管和喷气孔喷涌而出。

水圈

地球水的分布状况

水	千立方米
海洋	1330 00000
冰川、冰原	29400 000
湖泊、内陆海、河流	230 000
地下	8500 000
总计	1368130 000

Hydrostatic Pressure 静水压力 由均质流体作用于一个物体上的压力。这是一种全方位的力，并均匀地施向物体表面的各个部位。静水压力增大，会使受力物体的体积缩小，但不会改变其形状。地壳内部深处的岩石受到的压力与此类似，它来自上覆岩层，名为岩石静压力。

Hydrothermal Alteration 热液蚀变 热水溶液从深层源地向地球表面上涌时，对遇到的矿物发生作用后产生的矿物学变化。热液矿脉形成时，围岩矿物往往也同时发生蚀变。

Hypabyssal Rock 浅成岩 由贯入到地壳较浅部位的岩浆经结晶作用而形成的火成岩体。这类岩石可以较小的侵入体比如岩墙、岩席和岩盖为范例。浅成岩通常是斑状的并具有比深位深成岩更细的结构，但比喷出岩的颗粒为粗。

Hypersthene 紫苏辉石 紫苏辉石是镁铁的硅酸盐矿物，是斜方辉石系列中的一员。顽火辉石是纯的镁端成员，含有 40%的氧化镁，铁可以任意比例替代镁，当矿物含有 13—20%的氧化铁时，称之为紫苏辉石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Hypothermal Deposits 热液矿床 热液矿床是在高温高压下由热水溶液形成的金属矿床。这种矿床中最重要的金属矿床是锡石、黑钨矿、白钨矿、辉钼矿、自然金、黄铜矿和方铅矿。最普通的脉石矿矿物是石英，但是它常常与萤石、电气石、黄玉和斧石相伴生。

Ice Age 冰期 作为一个非专门性术语，泛指存在着广泛的冰川作用的时期。作为一个较专门的术语，用来表示第四纪的更新世。

Iceberg 冰山 从滨海冰川的末端分离出的一大块冰体，偶尔也指从末端伸入湖泊中的冰川分离出的冰体。在有滨海冰川分布的格陵兰、阿拉斯加和南极洲沿海水域，冰山很普遍。冰山的下部有很大部分插入到海水中，通常有 80% 在水下，没入水中部分的比例有时超过了船舶。冰山可漂浮几百公里，距离来源越远，冰山变得越小。它们对于北大西洋海上航行是一个威胁，并且已造成了铁坦尼克号沉没这样的海难事件。冰从末端伸入水中的冰川上破裂下来称作裂冰作用。

Ice-contact Slope 冰接坡 依靠在静止的冰川冰前端的冰水沉积物由于冰川消融发生倒塌形成的斜坡。冰接坡朝以前冰川前端静止的冰锋位置倾斜并反映了冰锋位置这条基线。靠近冰接坡的沉积物的特点是层理发生变形，这是由于冰融化发生倒塌而造成的，蛇丘、冰砾阜、冰砾阶地和冰碛、以及锅穴和冰前三角洲都常常以具有冰接坡为特征。

Iceland Spar 冰洲石 冰洲石是化学上纯净的，光学上清澈的，无色的方解石变种，因为它首次发现于冰岛玄武岩的空洞之中，因而得此名。

Ice-rafted Fragment 冰筏石块 冰山、海冰或河冰搬运的石块，在冰海沉积和冰湖沉积中很普遍。这种冰筏石块或冰运石块在南极洲周围的海相沉积中大量存在，距离其来源地常常达数百公里。参见 Erratic [漂砾] 条。

Ichthyosaur 鱼龙 已经灭绝的短颈海生爬行动物，外形像鱼。鱼龙与现代的海豚近似。有的身长 7.5—12 米，不过平均身长却短得多。见于三叠系至晚白垩系的岩层中。参见 Fossil Reptile [爬行动物化石] 条。

鱼龙

这些食肉的“鱼形”动物，长 3 米以上，这种海生爬行动物已经完全适应海洋生活。

Idioblastic 自形变晶的 自形变晶是变质岩中的一种结构，其中矿物形成特征的晶面。见 Crystalline [变晶序列] 条。

Idocrase 符山石 符山石是一种成份复杂的硅酸盐矿物，通常是出现在不纯灰岩里的接触变质矿物。虽然经常呈完好的四方晶系晶体，有正方形的横切面。但是更常出现的是有条纹的柱状集合体。符山石一般为绿色或棕色的，但也可以是黄色的、红色的或蓝色的。有一种致密的绿色的变体是采自加利福尼亚，用作装饰材料。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

符山石

由四方柱和切头双锥晶面组成的晶体形态是这个矿物的特征。

Igneous Rock 火成岩 由岩浆（岩石物质的热熔融体）冷却和随之固结形成的岩石。这些岩石被分为两大组：在地壳内部结晶的深成岩以及由达到地球表面的岩浆所形成的火山岩。给予这两类岩石的许多不同名称取决于其化学和矿物成分，结构和产状。参见 Extrusive Igneous Activity [喷出火成活动]，Intrusive Igneous Activity [侵入火成活动]，Magmatic Differentiation [岩浆分异作用] 条。

Ignimbrite 熔结凝灰岩 由火山沉积物即通常所说的炽热的火山灰

流的固结作用所形成的喷出火成岩。通常，炽热的火山灰流是由岩浆泡沫和泡沫气泡的爆裂形成的大量的灼热微粒物质。它沿着地面向横向散布，有时在短距离内达到十二级风的速度。熔接凝灰岩也可以指形成地层的炽热的火山灰流沉积物。熔接凝灰岩在美国西部大盆地中广泛发育。其中一些在数千平方公里的面积上达数十米厚。它们基本上作为水平岩席沉积，因此可以充作在它们喷出的第三纪（地质时期的最后 7000 万年）期间测量变形的理想参考面。参见 Welded Tuff[焊结凝灰岩]。

Ilmenite 钛铁矿 钛铁矿是铁钛氧化物，是钛的主要矿石矿物。钛铁矿是火成岩一个普通的副矿物，但是在辉长岩和斜长岩中以很大的矿体出现。并且主要与磁铁矿形成混晶。在这些岩石中的钛铁矿块体是作为钛矿来开采的。磁铁矿是用磁选和钛铁矿分离的。磁铁矿作为铁的矿石。钛铁矿能抵抗化学的作用，在岩石风化时，它能从中分离出来，被冲到附近的河流中去，在那里富集成砂矿，或者可以被冲到海里去，掺合在海砂之中，和其他重矿物，如金红石、独居石和锆石一起形成巨大的堆积，可以作为滨海砂矿来开采。在美国佛罗里达东海岸砂丘和滨海砂中，在印度、巴西和澳大利亚都有这种砂矿在开采。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Incised Meander 嵌入曲流 参见 Meander, incised [嵌入曲流] 条。

Index Mineral 指示矿物 用来表示变质程度的矿物。参见 Isograd [等变度]。

Index of Refraction 折射率 折射率是表达光在真空中速度（或空气中速度）和在透明物质中速度比值的一个数值。当光线从空气中斜射入一种光密媒质时，它就发生转折，即折射。媒质密度越大，折射线的倾斜角越大，折射率就越大。入射角 i 对折射角 r 的关系，两者都是从界面的法线测量的，可用斯涅尔定律来表示。对固定的两个媒质来说 $\sin i$ 和 $\sin r$ 的比值是一个常数。每个透明的物质都有一个、两个或三个特征的折射率。折射率的测定是矿物鉴定的一个重要方法。参见 Becke Test [贝克（线）试验] 条。

Indicator 指示石块 冰川搬运的石块，是非常具有特征的，根据它的特征可确定基岩的位置，测量出移动的方向和距离。有些指示石块已被搬运了 1100 多公里。参见 Erratic [漂砾] 条。

Infiltration 渗润 雨水和融雪水从地表通过空洞、裂缝和节理向风化层和基岩中的运动过程。渗润作用向地面植物供应水分，并向地下水进行补给，以便灌溉、民用和工业需用。至于渗透作用（Percolation）则是地下水经过彼此相通的孔道，在风化壳或基岩中从一个地方向另一个地方的缓慢运动。

Inosilicates 链状硅酸盐 链状硅酸盐是硅氧四面体共有氧离子，连结成链状的一类硅酸盐。有两种类型的链：（1）单链，硅氧四面体中，四个氧中的两个是共有的，使硅氧比提高 $\text{Si} : \text{O} = 1 : 3$ ；（2）双链，它是两个单链边靠边结合而成的。在这种双链状硅酸盐或带状结构中，有一半的四面体共有三个氧，另一半四面体共用两个氧，造成硅氧比 $\text{Si} : \text{O} = 4 : 11$ 。链状硅酸盐包含两个重要的造岩矿物族，单链状的辉石和双链状的角闪石。参见 Silicate Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Insequent River 斜向河 这种河的河道，不是由任何明显的坡面决定其流向的。同地表不耐侵蚀的性能或岩层的类型，也都没有多大关系，干支流的流向没有规则，因此流域会发育成树枝状。

Interference Colour 干涉色 干涉色是非均质晶体于白色光中，在

正交偏光下观察到的颜色。光通过第一个偏光镜后，当其通过晶体时分解为两支有不同速度的光线。因为，它们有不同的传播速度，当它们射入第二个偏光镜时，这两条光线就彼此干涉，消除了某些波长的光，就出现了它的补色。这样产生的颜色就称为干涉色。它在用偏光显微镜鉴定矿物时是很重要的。

某些矿物显出另外一种干涉色，即内晕色，它是由于密集的、平行的解理裂隙、双晶片、以及外来的包裹体的反射光和折射光而产生的。这种干涉色在某些拉长石的标本上反映得很显明。这种内晕色的表面颜色和水上的油膜相似。这种晕色是薄膜表面反射光的干涉形成的。这种现象最常见于金属矿物，特别是褐铁矿和闪锌矿。

干涉色

入射的白色光线 A 和 B 遇到油薄膜层，在表面上和油水界面上，部分产生反射，穿过油层的那部分光线 B 是慢的，因为它经过较长的距离，它的振动和光线 A 的那部分反射光有个相差。最后合成的光波长与原来混合的白光波长不一样，因而显示出颜色。

Interference Figure 干涉图 干涉图是在聚敛偏光下观察非均质晶体的某个切面时，所观察的色圈或有色曲线以及黑臂或黑色曲线组成的图像。这种图形在偏光显微镜鉴定矿物时是很有用的。

Interfluve 河间地（江河分水区） 参见 Drainage Basin [流域] 条。

Interglacial Stage 间冰期 广泛的冰川作用时期（例如第四纪更新世）的进一步划分。间冰期标明冰期期间冰川作用处于最低程度（冰川最小）和大部分冰溶化的时期，它允许温度上升到像现在这样。这些间冰期又被更短的、冷得多的称作冰期的一些时期分开。在美国已经描述了三个间冰期，它们都是以其沉积物表现最清楚的地点命名的。以从老到新的顺序排列，它们是：阿夫顿间冰期（由衣阿华州的阿夫顿命名），亚茅斯间冰期（依据衣阿华州的亚茅斯命名）和散加芒间冰期（命名于伊利诺斯州的桑加蒙城）。在欧洲也识别出三个间冰期：贡兹-民德、民德-里斯和里斯-玉木间冰期；它们的时间可能与北美的三个间冰期相当。

Intermittent Stream 间歇河 每年只在部分时期有水的河流。这种河流是靠地下水补给的。地下水水位高，河里就有水；干季时，地下水下降得比河道还低，河水就断流。河道如果位于地势高又多孔隙的岩层（如石灰岩）上，也会干涸。

Intertidal Zone (或 Littoral Zone) 潮间带 高潮时的海岸线与低潮时的海岸线之间的地带。这是沿着海岸分布的一条狭窄地带，它的宽度取决于海底的坡度和潮差的大小。潮差带在宽度上的变化还受月球位置的影响，因此，潮差带的宽度在大潮时最大，在小潮时最小。在潮差很大、海底缓缓倾斜的海岸带，如加拿大的大西洋一侧的芬迪湾和法国北部的圣马洛湾，潮间带的宽度可以达到几公里。

Intrusion 侵入 岩浆贯入或侵位到先前存在的岩石中。通过断裂的形成强迫岩浆发生这种过程可能是猛烈的，而当岩浆流进早已存在的断裂中时就不那么猛烈。

Intrusive Igneous Activity 侵入火成活动 任何一种发生在地表下面的火成活动。它是某些矿床的形成和热力变质作用的主要因素。它形成

在地球表面下由岩浆固结而生成的侵入火成岩体。这些岩体有各种大小和形状，比如岩墙、岩床和岩基，并经常以粗粒结构为其特征，因为它们慢慢地冷却。花岗岩、闪长岩、辉长岩和其他粗粒火成岩是侵入的岩石。固结后的侵蚀使它们暴露于地表。在所有的大陆都发现它们以及在整个地质时代的各时期都有形成。前寒武纪侵入岩在亚利桑那州科罗拉多大峡谷山峡内部找到。包括花岗岩和辉长岩的侏罗纪侵入岩在加利福尼亚约塞密特国立公园产出。新生代的侵入岩在怀俄明德维尔斯托尔发现。参见 Extrusive Igneous Activity [喷出火成活动]。

Ion 离子 离子是带电荷的原子，原子是保持化学元素特性的最小单位。它们由很小的原子核组成，原子核又由质子和中子构成，原子核周围有一个很大的空间被高速运动的电子占据着。每个质子带有一个正电，每个电子带有一个负电。因为原子在电性上是中性的，因此，质子数目就等于电子的数目。如果一个原子失去一个或几个电子，就带正电，叫做阳离子，如果一个原子得到一个或几个电子，就带负电，叫做阴离子，也就是说，离子要么是带正电的阳离子，要么是带负电的阴离子。除了自然元素外，矿物的组成单位是离子，如同一个磁铁的正极吸引另一个磁铁的负极一样，带异名电荷的阴阳离子的吸引力使它们结合在晶体之中。这个吸引力就是离子键。离子键是矿物的化学键中最主要的类型。

离子的细小的，高度带电的核周围是由十分稀疏的电子占据的空间。这个空间并没有一定的界面。离子的大小或离子半径只能根据它和另一个离子的相互作用来确定。因为带相反电荷的一对离子由于静电吸引力和斥力对立的结果而被拉在一起。吸引力和排斥力处于平衡的距离认为是这对离子间的特征距离，并等于离子半径之和，通常阳离子半径比阴离子小。

在一个矿物结晶的时候，有相同电荷、相同或近似离子半径的离子可以互相代替。例如，橄榄石可以是纯的硅酸镁，如果有铁存在，它能进入晶体结构中某些位置里，形成一种镁铁的硅酸盐。这种离子交换是很普遍的，于是就产生矿物系列。

某些矿物，著名的有沸石，显示出有离子交换性质，阳离子仅仅是很弱地连结的结构骨架上，在溶液中可以被另一些阳离子代替。水的软化过程就是以此为根据的。参见 Bonds, Chemical [化学键] 条。

Ionosphere 离子层 大气层中离子（带电的粒子）比较多的一层。更严格地说，就是地球大气层上层导电性高的区域——从距地面 50 公里左右的高度向上直到磁层（圈）的外缘。在这一层，存在着大量的自由电子，对于无线电波的传播有很大影响。离子层的存在最初是由德国数学家卡尔·弗里德利希·高斯（1777—1855）根据对地球磁场的变化进行的研究推导出来。当意大利物理学家古戈里耶尔莫·马戈尼（Guglielmo Marconi）成功地把电磁波传送到很远的距离时，人们还不明白为什么电波能绕着地球弯曲传播。哈佛大学的 A.E. 肯内利（Kennelly）和英国工程师奥利维尔·海威赛德（Oliver Heaviside）在不知道高斯及其以后的一些物理学家所提出的见解的情况下，各自于 1902 年独立地提出了一个看法，认为存在着一个能把无线电波反射回地球表面的导电层。

太阳的紫外辐射是大气层上层离子化的主要根源，但是 X 射线、宇宙线和其它粒子辐射也导致离子化。整个离子层被认为是中性，也就是带正电的离子数与带负电的电子、离子之和相等。电子密度在白天和晚上的巨大差

异以及在太阳活动周期的不同阶段和磁暴期间的变化说明了太阳辐射对于离子层的存在起着巨大的作用。在离子层内，根据离子密度的不同，可以分为几个不同层：D 层（距地面 50—85 公里），E 层（85—140 公里），F 层（140—600 公里），从 600 公里向上到磁层（圈）的外缘为离子化程度最高的一层。白天，D 层的电子密度约为每立方厘米 100 个电子，到距地面二万公里的高度上，增加到每立方厘米约 1000 个电子。然而，离子层中，带电粒子的数目与不带电的中性粒子的数目相比，仍然是很少的。例如，在 300 公里的高度上，白天，中性粒子的密度为电子密度的一百万倍。

离子层

沿地面传播的电波以直线方式传播，传播的距离只能有地平线那么远。受到电离层反射的电波，能传播到地平线以外的地方，使得远距离无线电通讯成为可能。

Iridescence 晕色（晕彩） 晕色是矿物学中的一种现象，在矿物的表面或内部产生的一种光的干涉现象。因此，随入射光的角度不同产生一系列的颜色。表面晕色和肥皂泡相似，是由一个表面薄膜对反射光的干涉而造成的。内部晕色是由于紧密的空裂隙、解理面或包体的反射光和折射光造成的。某些拉长石就呈现出一种美丽的内晕色，颜色从蓝变到绿、变到黄。

Iron 铁 作为自然元素的铁常常是和镍形成合金的。它有两种产状，一种是在地球上，另一种是在陨石中。某些地球上的自然铁被认为是原始岩浆矿物，但是大多数自然铁可能是由于铁的化合物通过碳质物质的同化作用还原而形成的。陨石中的铁常含有 7—75% 的镍。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条及附录 4。

Iron Meteorite 铁陨石 以铁和镍铁为主要成分的陨石。这与以硅酸盐矿物为主要成分的石陨石就有所不同。

Island 岛，岛屿 比大陆小而且四面环水的小块陆地。岛屿面积的大小从 100 平方米至数十万平方公里不等。有些岛屿地势较低，在暴风雨中即可被水淹没；而有些岛屿，例如新西兰，则有海拔高达数千米的大山。世界上最大的岛屿按面积大小排列依次为：格陵兰、新几内亚、婆罗洲和马达加斯加。

岛屿的形成途径各有不同，如夏威夷和加那利群岛这样的一些火山岛就是由海底火山在水下喷发和水面之上的喷发形成并高出海面。多山的沿海地区被水淹没后，山峰和山脉仍留在水面之上也能形成岛屿，如缅甸州海岸一带、芬兰群岛、达尔马提亚海岸以及苏格兰的西海岸就有这样的岛屿。沿岸地带沙洲岛屿是由近岸地带的波浪和海流形成的，这些岛屿与海岸平行，中间隔有潟湖或沼泽地，而且地势低平。浪蚀岩柱（石柱）是较小的岛屿，是由海蚀作用把岬角与大陆分割开而形成的。许多海岸都有这种岛屿，在加利福尼亚和俄勒冈沿岸地带这种岛屿很普遍。还有一种，就是珊瑚以及其它海洋生物在沿海堆积而成的堡礁，还有太平洋中可以看到圆环形的岛屿或叫环礁。许多岛屿在一起形成一组就叫做群岛。

Island Arc 岛弧 由火山岛组成的一串岛链，通常和深海沟相伴随。岛弧分布在海沟的向着陆地的那一侧，并呈弧形向大洋方向凸出。在太平洋周围有许多这样的岛链形岛弧，如阿留申群岛、日本列岛和马里亚纳群岛。

Isograd 等变度 画在图上的线，用来划定地球表面含有在变质过程中遭受特定范围的温度和压力的岩带的边界。每个等变度标志这样的边界，在

这种边界上特定的矿物组合开始出现于岩石中。被挑选来代表变质作用度的矿物是在某一限定的温度压力条件下形成的。它们被称作指示矿物，按变质程度增大为序，它们是：绿泥石、棕色黑云母、铁铝榴石、十字石、蓝晶石和硅线石。

Isometric System 等轴晶系 在结晶学中，有三个相等又相互垂直的结晶轴的晶系叫等轴晶系。等轴晶体通常在所有的结晶学方向上都有相等的长度，以及相同的光速。许多常见矿物，如石盐、萤石、石榴石和方铅矿属于等轴晶系。

Isomorphous 类质同像的 在结晶学中，类质同像这个术语原义是只有相同晶体形态的矿物，但现在一般的是用作固溶体的同义词来用的。

Isostasy 均衡作用 地壳凭借某种平衡条件被地幔中塑性物质流漂浮支撑，这样的平衡条件叫作均衡作用。十九世纪中叶发展起来的这种均衡作用理论，是为了解释测地员在制印度地形图时得到的巨大差异的测量结果。卡利安普尔城和卡利安那城之间的一条近南北向的线（前者在该线南端，而后者位于喜马拉雅山脉的丘陵地带附近），用所谓的三角测量的测地法测量过，并用经纬度的天文测量检验过。当计算和比较这些结果时，观察到沿这两个城之间 603 公里（375 英里）的测线上有约 150 米的差异。

为了解释这种差异，一个英国传教士约翰·亨利·普拉特提出，在喜马拉雅山和测锤之间有某种引力。测锤是悬挂在测量员用的三角架之下的重物。测锤及其连结线用来作为各种角度测量的参考标准。普拉特认为，在上述两个位置上测锤线因喜马拉雅山的质量而偏离，而且在卡利安那偏离最大，因为这个地方最靠近山脉。他的计算表明，由于山脉的水平引力所造成的误差量，要比实测误差大三倍。1855 年，他将他的发现报告了伦敦皇家学会。不久后，皇家天文学家 G. B. 艾里着手解释这种差异。艾里宣称，地壳漂浮在物质密度更大的底层上。为了保持地壳和底层之间的平衡，地壳形成山脉的地段的根，就应当比地壳包含平原或洋底的地段更深地沉没到底层中。只要考虑海中漂浮着的两个冰山就可以很好地理解这种概念。这两个冰山具有同样的密度并漂浮在密度更大的介质中。如果一个冰山在海面之上的高度比另一个冰山高两倍，那末为了保持均衡平衡的状态，就会发现较大的冰山在海面之下的深度要比较小的冰山大两倍。

同样，艾里推测，由地壳物质组成的喜马拉雅山脉更深地穿入较致密的底层中。因为山根密度较小，它们代表了山脉下边的质量不足，因而对测地员的测锤的引力很小，而不是像普拉特所假定的那样。基于艾里理论的偏离度的再计算，所得到的结果几乎等于实际观察到的偏离度。

四年之后，普拉特提出了另一种解释。他主张，漂浮地壳的底层有相同的密度，而地壳的不同地段有不同的密度；他还认为，山脉地段的密度比形成大洋底的地壳段更小。任何地方的地壳，当没有艾里所推测的山根时，应当等深地伸入较致密的底层。然而，正如艾里的理论所提出的那样，与山脉地壳有关的质量对测锤的引力是很小的。

自从普拉特和艾里提出他们对均衡作用的看法以来，对于地壳的认识愈来愈深刻，看来，这两种理论中的任何一个都可以适用于地壳的不同部分。当与普拉特理论比较时，在艾里理论的均衡作用中维持的地壳面积量仍是一个争论的课题。

Isotherm 等温线 地球上温度相等的点的连线。通常用在天气图上。

Isotope 同位素 同位素是指它们的原子核有相同的质子数而不同的中子数的两种或两种以上的同种化学元素。同种元素的同位素有相同的原子数和不同的原子重量以及稍许不同的物理性质。

Itacolumite 可弯砂岩 一种会在本身重量的作用下向下弯的砂岩。它的可弯性是由于存在着孔隙度、三种可塑矿物（云母、绿泥石和滑石）的结合以及石英颗粒的交嵌排列所引起的。

Jade 玉石 玉石指硬玉和软玉这两种矿物中的任一种，它们用作装饰品，作为雕刻材料受高度重视。虽然，硬玉和软玉属于两个不同的矿物族（硬玉是一种辉石、软玉是一种角闪石）有不同的化学成份，它们有很强的韧性，通常都是绿的。在显微镜下，硬玉是细粒的集合体组成。而软玉是毛氈状的细纤维块状。软玉不如硬玉硬，但是，这些绞合的纤维使其有更大的结合强度，以致用铁槌也很难敲碎。在雕刻和磨光制品上是很难彼此区别的。但是，当把它们放在一起，在光泽上有稍稍的差别是可以发现的。硬玉是玻璃光泽，软玉是油脂光泽。行家还能观察它们颜色上的差别，硬玉经常是有杂色斑点的，而软玉是比较均匀的。有时，硬玉是半透明的、细粒的祖母绿色的物质，而软玉是有暗斑的深绿色。软玉在矿物学上属透闪石，是白色或无色的钙镁硅酸盐，但是，当其含铁时，可以是绿色的，铁越多，绿色越深。软玉的颜色可以从白色、通过绿色的色调加深而过渡到差不多黑色。虽然，硬玉常常是绿色的，但是可以是蓝色、棕色、黄色、紫红色、灰色或黑色。

千百年来中国人就将上述矿物看作玉石，它被雕刻成优美雅致的艺术品。古代玉石的艺术品在墨西哥和中美洲也发现过。当库克海军上校 1769 年到达新西兰时，南岛的毛利人不仅仅用玉石制作装饰，而且用它制成刀、斧和武器。

Jadeite 硬玉 硬玉是一个辉石族的矿物，和角闪石的软玉一起归属为玉石。参见 Mineral Properties[矿物性质] 条。

Jasper 碧玉 碧玉是一种致密的、粒状的、微晶质的石英变种。它通常是红色的，因为其中散布着细小的赤铁矿色裹体。

Jet 煤玉（煤精） 煤玉是一种密实的黑色的煤块，能够抛得很光。它们用来制作珠子和其他装饰品。

Joides 地壳深层取样的联合海洋调查组织 Joides 一词是地壳深层取样的联合海洋调查(Joint Ocean-ographic Investigation for Deep Earth Sampling) 的缩写，是由美国五家规模很大的海洋研究机构组成的一个组织。该组织热中于研究大洋盆地的历史。在 60 年代初期，该组织进行了最初的尝试，在美国东南沿海的陆缘钻了几个孔。今天，这个组织正在进行着一项世界范围的大洋盆地钻探计划，称之为深海钻探计划。

Joint 节理 穿过固结了的岩石的一种潜在分裂面或裂隙。在平行于节理面的方向没有或几乎没有运动。风化作用或垂直于节理面的运动可能形成一个开放节理或裂缝。由于节理是一些软弱面，当为一些巨大构筑物选择场地时（如大坝、隧道、公路路堑），必须严密地对节理进行检查。地质学家和工程师们已为在野外和实验室中研究节理花费了许多时间。野外地质学家与构造地质学家们利用至今研究所得去了解在地表与地壳内产生各种构造特征的各种力的型式。

通常，节理具有一定的分布型式，而且很少在固结了的岩块中发现单条存在的裂隙。依其几何方位及它们之间及它们与其他构造之间的关系，节理系可作如下分类：那些在平面图上构成相互平行的形式而在横剖面上未必有此种关系的节理被称为系统节理。这些节理也组成平坦的表面并与其他节理面相交。几个系统节理组成一个节理网。当在一地区认出了两个或更多的节理网时，整个模型被称为节理系。非系统节理构成被切割的、不平行的表面，

它可能与其他节理面相交但不切过它。

当节理出现于表现了某些层状构造——如叶理、片理或层理——的岩石中时，它们可依据与该层状构造的定向关系来分类。走向平行于平面构造的节理被称为走向节理，那些走向平行于平面构造倾向的节理被称为倾向节理。斜向节理则是其走向相对于平面构造来说处于任意方向。在一般具有层理的砂岩及其他沉积岩中，平行于层理的节理被归入顺层节理。

被称为柱状节理的一种特殊的节理可以在某些特定的火成岩类中见到。出色的柱状节理见之于怀俄明州东北的德维尔斯堡国家文物保护地、新泽西州沿赫德逊河的帕利塞兹及北爱尔兰的巨人台阶。

Jointing, Columnar 柱状节理 见 Columnar Jointing[柱状节理]。

Jolly Balance 育氏弹簧秤 它是一种用带刻度弹簧来测定矿物比重的仪器。它有两个盘子挂在弹簧下面。上面一个盘子在空气中，下面一个盘子放在水中。当样品放在上面盘子上时，称量(a)可以从弹簧拉长的刻度上读出来。然后将样品移到下面的盘子上，称量(w)是样品浸泡在水中时由弹簧伸长数读出来的。弹簧伸长量(a)与样品空气中的重量成正比，伸长量(w)与样品在水中重量成正比。于是 $a/a-w$ = 比重。

Jurassic Period 侏罗纪 中生代的第二个纪，它于距今约 1.9~1.95 亿年前开始，持续了差不多 5400~5900 万年。它是根据法国与瑞士之间的汝拉山命名的，1795 年亚历山大·洪堡最先描述了那里的富含化石的岩石。在英格兰、德国、法国、苏格兰、苏联北部和地中海地区的一些部分，侏罗纪沉积有广泛的分布。它们也在西伯利亚、华北、印度以及亚洲的其他地区，在南半球也十分广泛地分布。在北美洲，南达科他以东，侏罗纪岩石还不清楚；西部地区则有海相沉积。该大陆内部的西部，包括加拿大的大不列颠哥伦比亚东部和艾伯塔，美国的爱达荷州、怀俄明州、蒙大拿州、科罗拉多州、犹他州、亚利桑那州、新墨西哥州、内华达南部和南达科他州，虽然量不太大，却都有所见及。这些岩石大部分由被认为代表风成沙漠砂和海流沉积物的陆相沉积构成，局部地区也可以见到石膏和含化石的海相岩石。这些建造中多数都有颜色，而且在诸如锡安峡谷国立公园、虹桥和犹他州的阿什国立文物保护地等地侵蚀成巍然壮观的风景。在北美洲西部，厚的岩层（大部分是海相的）从阿拉斯加沿加拿大西海岸延入华盛顿州、俄勒冈州、加利福尼亚州和内华达州。这些建造中的某些火成岩是中晚侏罗纪时期火山活动的证据。

在美国墨西哥湾沿岸地区的深井中也钻到了侏罗纪岩石。这些海相灰岩有几百米厚，而且是大量石油的来源。在侏罗纪末期，北美洲和别的一些大陆隆起引起大陆海退。在北美洲西部有造山作用发生，这时内华达造山运动使山体抬升占据了与现在的内华达山脉、海岸山脉、阿拉斯加山脉、喀斯喀特和克拉马斯山相当的位置。这种变动伴有许多岩浆活动，大的花岗岩体侵入严重变形的侏罗纪岩石。这些侵入体在加利福尼亚北部的约塞米蒂国立公园的陡峭的花岗岩峭崖和圆形穹窿中也可见到。

侏罗纪似乎是一个相当一致的由热到温暖气候的时期。然而，被认为代表古代沙漠砂的风成沉积指出了美国西南部某些部分的干旱的条件。

侏罗纪的植物是多种多样而又数量众多的。它们类似于三叠纪的植物，不过一个引人注目的例外是松杉与苏铁的增多。在三叠纪和侏罗纪的苏铁是

如此之多，以致使人们把中生代的这个部分称为“苏铁的时代”。二叠纪晚期出现的银杏或白果树逐渐变得越来越多。在侏罗纪银杏存在于全世界，而今天却只有个别的种存活着。现代的开花植物和木质坚硬的树那时还未出现。海洋无脊椎动物，包括造礁的珊瑚、瓣鳃类、腹足类、有孔虫、苔藓虫以及棘皮动物，那时大量存在。菊石和箭石特别多，在这时期这两类动物都达到了它们发展的顶峰时期。

陆上居住的无脊椎动物有陆生蜗牛和各种昆虫以及其他的节肢动物。脊椎动物以爬行类占优势，包括有许多奇形怪状的种属。各种体形与大小的爬行类成功地占据了陆上海洋及空中的各种环境。侏罗纪的一些典型种属是雷龙和梁龙，它们都是巨大的四足草食恐龙。其中有些长达 25 米（82 英尺）、重量达 35 或 40 吨。剑龙是另一种四足食草恐龙，沿着它的背有两排大的骨质的三角板，用于防卫大的恐龙的侵袭。剑龙还有另一种防卫武器，就是它的尾巴长而弯曲，长了四颗长而头尖的钉状物。虽然这种动物重量达十余吨，长达 4.5 到 7.5 米（15—25 英尺），但是它的看上去令人可笑的小头所容纳的脑子却只有核桃那么大。异龙是侏罗纪最大的食肉恐龙。这种庞然大兽长 10.5 米（35 英尺），用后腿行走，有长了大尖牙齿的有力的颚。它的尾巴长而重，无疑是用于平衡它的躯体的。前肢相对较小，具有利爪，用于撕裂食物。另外一类恐龙使自己适于飞行。它们被称为飞龙，这些不平常的动物有中空的骨骼（像鸟类那样），而且躯体相对较小。有些白垩纪的飞龙有很宽的翼达 7.5 米（25 英尺），有一个最近发掘出的飞龙翼宽达 15.5 米（51 英尺），但多数飞龙要小得多。这些动物的翅膀由薄的在肢间展开的具羽毛的膜状物构成。滑翔可能是主要飞行方式。它们的较大的颅骨表明它们比其海生的与陆生的同类达到了更高度发展的智力。恐龙在海里也继续发展，鱼龙和蛇颈龙是常见的种属。

虽然哺乳类还是小而原始的，但它们在侏罗纪时期是肯定存在的。依据牙齿与颞骨碎片可以得知它们的存在，这些碎片表明它们躯体大小相当于从老鼠到小狗那么大。它们的牙齿表明其中一类适应于草食，而另一类有尖锐的牙齿，表明它们显然是食肉的。侏罗纪哺乳动物化石稀少而零星，使得人们难以将这些早期形态与今天的典型形态相比较，因而哺乳类的早期发展至今还不清楚。

侏罗纪的一个重要事件是最早的鸟类的出现。人们是由两套骨骼标本、一根羽毛和另一套碎片标本得知的。称之为始祖鸟的这类原始鸟类有牙齿，翅膀上有爪和另一些不同于孔龙的特点。实际上，只有羽毛的存在使这些化石与某些小的飞龙有所不同。所有这些残留体都是在巴伐利亚的细粒石灰岩中找到的。

与内华达造山作用相伴生的岩浆活动形成含矿的石英脉，这些矿脉产出价值数百万美元的黄金。侏罗纪的煤在中国、西伯利亚、日本、匈牙利和澳大利亚都构成矿山。在怀俄明、阿肯色以及墨西哥湾沿岸的得克萨斯和路易斯安那诸州的侏罗纪岩石中找到了石油。

侏罗纪

侏罗纪的名称得自法国与瑞士之间的汝拉山。侏罗纪始于大约距今 1.9 亿年前、历时 5000 年以上。在该纪的恐龙之中最大量的是食肉兽，它们用有力但像鸟一样的后肢直立行走。Antrodemus（右上）有 12 米（40 英尺）长，颅骨长 60 厘米（2 英尺），可能是最大的一种；较小的食肉孔龙如鸟脚

龙 (Ornitholestes. 左上) 是一种轻巧的食肉兽，长度只有 2 米 (6 英尺)。侏罗纪恐龙以蜥脚目达到了最大的体躯，例如雷龙 (左下) 有 24 米 (80 英尺) 长，重量超过 30 吨。这些恐龙在沼泽和湖泊中以草为食，在那里水的浮力担负了它们的四肢不足以承受的巨大体重。剑龙 (右下) 是长有护甲的恐龙，它有现在的象那么大。

Juvenile Water 岩浆水 直接来自岩浆并初次出现于地表的水。

Kame 冰砾阜 通常是由大的冰水砾石构成的不规则山丘。静止冰川冰面低洼处或靠其边缘的沉积物，冰融化时落到地面上，即形成冰砾阜。其特征多冰接坡和坍塌与滑动产生的变形层理。形成这些特征的确切过程尚且不明。

Kame Moraine 冰砾碛 融水流在冰川终点或以下沉积的大量物质。从冰川流出的每条融水流通常形成一个冲积扇；冲积扇衔接起来便形成冰砾碛。冰川后退，靠冰的沉积物失去支持，便形成一个面向上游的冰接坡。此外，如果沉积物在具有不规则表面的冰川的边缘地带沉积，当冰融化时就会形成有许多锅穴的冰砾碛。产生冰砾碛的因素是丰富的融水，冰上和冰中的冰碛材料和静止的冰锋。参见 Kame Terrace [冰砾阶地] 条。

Kame Terrace 冰砾阶地 冰融化后，冰川舌的边缘和谷壁之间留下的流沉积物、湖相沉积物和坡移物质沉积等组成。冰砾阶地普遍见于谷地的两侧；一系列一级比一级低的阶地可能是由于冰在不断地变薄位置在逐渐降低的过程中，接连发生冰川静止期（冰川既 not 前进也不后退的时期）所形成的。冰砾阶地通常有锅穴，向下游倾斜，并和谷边碛一起向下游延伸很远。它们挨着谷冰川以及挨着变小的残存冰原形成。根据冰砾阶地与蛇丘和冰砾阜的共存关系，具有冰接坡，在阶地的面上没有曲流痕和挨着它的冰融化后发生的坍塌导致的沉积物的变形，即可识别出冰砾阶地。

冰砾阶地

河流和湖泊在静止的冰体和谷的边壁之间沉积的物质，在冰融化后这些沉积物保留下来并形成冰砾阶地。冰下面的一条充满岩屑的水流通道留下一条长而浑圆状的脊梁，称为蛇丘。

Kaolin 高岭土 它是由粘土矿物组成的岩石，含铁量很低，通常是白色的，出现的矿物都是含水的铝的硅酸盐，其中高岭石最丰富。高岭土常常用来烧细瓷和陶瓷，所以高岭土有时又叫瓷土或陶土。

Kaolinite 高岭石 它是一种含水的铝的硅酸盐矿物，是高岭土或粘土的主要成份。它是一种次生矿物，由铝硅酸盐矿物，特别是长石蚀变而成。有的地方，高岭石形成巨大的矿床，并不含其他矿物杂质。高岭石更普遍是作为土壤的组成部分。它可被水流搬运，并形成层状的粘土矿床。高岭石中常有石英和其他矿物杂质。参见 Mineral Properties [矿物性质]，附录 4，Kaolin[高岭土]条。

Karst Topography 岩溶地形 根据南斯拉夫达尔马提亚海岸一个名叫 Karst 的地区命名。这种地形的特点是地表水系很不发达，有的是以灰岩坑洞穴和地下洞穴，天生桥，伏流，干谷和发达的地下排水网络为其特征的。如果有遭到地下水溶解的石灰岩，再加上其他因素，如石灰岩的节理非常发育，层薄，降雨量中常或丰富，沟谷深深切入石灰岩中等，就会产生这种地形。节理，层面和沟谷都有利于地下水的运动。岩溶地形分布得很广泛。美国的印第安纳州、亚利桑那州和肯塔基州，这种地形就很发育，这几个州单是灰岩坑共计便有 50 万个。

岩溶地形

岩溶景观发育过程中，石灰岩由于地下水的溶蚀而形成地下洞穴，而有些地方由于顶部坍塌，而形成灰岩坑。

法国南部的石灰岩区 (Causse Region)，尤卡坦半岛、牙买加、古巴、波多黎各以及中国的广西，都有这种地形。

Kernite 四水硼砂 它是一种含水的硼酸钠矿物，成份与硼砂相似，但水的含量较少。是 1926 年在靠近现在加利福尼亚波隆镇附近的莫哈维沙漠的地下发现的，在那里与其他硼酸盐矿物共生。存在于第三纪的粘土质的层状地层序列之中，有几百万吨储量。四水硼砂在温度升高，压力大的情况下脱水形成的。在阿根廷的丁卡辽乌四水硼砂和硼砂共生。它有两组很好的解理是很特征的，解理使它碎裂成长的，裂片状的碎块。参见 Mineral Properties[矿物性质] 条，附录 4。

Kettle Hole 锅穴 在冰碛物中一块局部或全部被掩埋的冰块融化后形成的穴或盆地。锅穴见于谷边碛和冰水沉积平原上。许多锅穴积水形成水塘、湖泊和沼泽。它的规模从直径几米至数公里、深度 1 米至 30 多米不等。小锅穴可能是由从冰川上分离出的冰块经融水流搬运并被掩埋形成的。但是大锅穴则是由静止的巨块冰川冰被掩埋而形成的。谷边碛和冰水沉积平原有许多锅穴。

锅穴

由冰川形成的冰水沉积物几乎把一块静止的冰给掩埋起来 (a)。当冰块融化，即形成充满水的洼地或锅穴 (b)。锅穴的侧壁已坍塌 (c)。

Kimberlite 金伯利岩 橄榄岩岩石类型的一种变种，它主要由橄榄石和金云母组成。金伯利岩是产金刚石主要岩石类型。该名称来自南非金伯利，那里是最早从岩石中发现金刚石的地方。

Kinetic Metamorphism (或 Dislocation, Cataclastic Metamorphism) 动力变质作用 (或断错变质作用，碎裂变质作用) 由于这种作用脆性岩石被外力震裂，随后由于压碎或磨碎作用颗粒大小减小。其结果是形成新的岩石，而原始化学和矿物成分没有变化。该作用发生在地球表面附近，那里的温度和压力太低不能发生化学反应。参见 Cataclasite[碎裂岩]；Mylonite[糜棱岩] 条。

Kipuka 熔岩内圈地 (夏威夷语) 面积从几平方米至几万平方公里的地区，其中老岩石 (或者火山岩或者非火山岩) 被年轻熔岩包围但不是掩埋。与岩流竖趾丘不同，熔岩内圈地可以低于或者高于周围的熔岩表面。它们在夏威夷很普遍。在那里，有些熔岩内圈地在很远处就可以被识别，因为老岩石被植被覆盖而年轻熔岩流是光秃的。有些熔岩内圈地是两个岩流之间的低地；还有一些熔岩内圈地由一个岩流分岔而后又合并而形成。这种分岔是由于老地形略微隆起或者岩流前锋推进不规则而引起。熔岩内圈地提供了关于老岩石的资料，否则就不可能获得这方面的资料。

Knickpoint (或 Nickpoint) 坡折点 河流的平滑凹形纵剖面上，因急流、险滩或瀑布而出现折断的地方。这可能同河流对耐蚀岩层的侵蚀受阻有关。河流遇上耐蚀岩层侵蚀不了，就会造成坡折点。河流对河道进行新的下切，坡折点也会形成。局部的或地区性的基准面下降，促使河流的坡降增大，河道从而降低，坡折点会相应溯流上移。河水的流量因河流袭夺或气候变化而增长，可以使河流获得进行新的下切活动的能量。所有的坡折点，都会因逐渐溯源退缩而消失。

Kyanite 蓝晶石 它是一种铝的硅酸盐矿物，与红柱石和夕线石有相同的成份。是一种变质矿物，长刃状晶体是其特征，出现在片麻岩和云母片岩

中，常与石榴石和十字石共生。蓝晶石与其他矿物相比，更明显表现出矿物硬度随结晶学方向改变而变化。平行长的方向莫氏硬度是 5，而垂直长的方向是 7。

有重要价值的蓝晶石矿床分布在印度，肯尼亚以及美国的北卡罗来纳和乔治亚州。蓝晶石主要用来制造火花塞和其他高耐火度的陶瓷。参见 Mineral Properties[矿物性质] 条。

Labradorite 拉长石 这个名称来源于产地拉布拉多。这种长石是辉长岩和玄武岩的主要成份。它的成份用钠长石和钙长石的百分比表示，变化于钠长石 30% 钙长石 70% 到两者各占 50% 之间。在拉布拉多有巨大的有解理的块体，当标本转动时，它们显示出一种蓝色、绿色和黄色的美丽的颜色序列。

Laccolith 岩盖 一种大致成圆形的火成岩侵入体（从上向下看），它有一个平行于它所侵入的岩石的层理的上表面。岩盖的直径从 1.5 公里到 8 公里不等。在横剖面上，它们呈穹状；通常，但不总是，有一个平坦的底面。岩床类似于岩盖，但延伸较长而在横剖面上较薄。有人建议，可依据直径与平均厚度的比率来区分这两种东西，岩盖的比率小于 10，岩床的比率是 10 或更大。岩盖通常发生在层理基本是平坦的地方，如在美国西部的科罗拉多高原。

Lagoon 潟湖 既没有和开阔海域进行大量的水的交换、也没有大量地接受来自陆地的淡水径流的沿岸的海湾。潟湖通常是由砂嘴的增长把海湾嘴堵住而形成的，或者是由近岸砂坝所形成。珊瑚礁也能形成阻塞的屏障。潟湖中水的活动性很小，基本上没有大浪和强大的海流。风是使潟湖水进行流动的一个主要因素。因含盐度很高，这一情况可能导致蒸发矿物的形成，例如石膏和石盐。生存在这样的环境中的生物必须能忍受含盐度很高和水基本上不运动这种状况。结果，生物的种的数量较少，但是能适应这种环境条件的生物种的个体数量非常多，密度非常高。

Lake 湖 陆地上一种相当大的一片积水。湖水的来源有降落下来的雨水或雪，或是河流及泉水的注入。在干旱地区常可见到没有出水口的湖泊，其水就会变成；有一些湖泊，如大盐湖、死海其盐度比海洋还要浓。大多数咸水湖的盐分是因风化作用或火山活动生成的；再由水或风带入湖中，通常，这样的湖都比较大。盐分的浓缩是由于水分的蒸发作用。有些咸水湖，如里海和咸海曾经是和大海相通的。湖泊可能是永久性的，亦可能是时令性的，寒冷地区的湖泊则可能终年都是冻结的。

位于美国和加拿大边界上的苏必利尔湖是最大的淡水（不含盐分）湖，面积为 82414 平方公里；西伯利亚南部的贝加尔湖容水量为最大（23000 立方公里），深度也最大（1621 米）；南美洲的的喀喀湖，高出海平面 3809 米是海拔最高的一个大湖；而以色列的死海则比地中海低 397 米。加拿大湖泊最多，南美洲最少；芬兰有 55000 个湖泊；美国明尼苏达州据说有 10000 个湖泊；在加拿大某些省湖泊竟占到面积的 75%。在高纬度地区和高山地区湖泊就更多了。

湖泊形成的途径多种多样。一些最大的湖泊是由地壳的断裂运动和缓慢的上翘运动形成的。非洲断裂谷以及美国西南部的那些湖泊便是由断裂作用形成的。非洲的维多利亚湖，亚洲的里海和咸海则是地壳向上翘曲而形成的。火山活动亦能形成湖泊；湖泊还可形成于火山口或破火山口中（如美国俄勒冈州的火口湖），或由于熔岩流和火山阻挡住水的流出而形成。山崩堰塞了山谷亦可形成湖泊，特别是在多山地区容易形成。1840 年，一次山崩堵塞了克什米尔的印度河，形成了一个长 70 公里深 300 多米的湖泊；当水坝被冲垮后，洪水顺山谷直泻而下，使数百公里长的地区都遭受了损失。

湖泊

1. 当一个小型湖泊衰老时，就慢慢地被腐烂的植物所填塞，直到最后变成一块泥炭沼泽地

2. 大约 15000 年前，最近一次冰河期间大湖区开始发育。(a) 约在 13500 年前冰原大大后退，沿冰缘地带留下一大片冰川湖。(b) 在 12000 年前冰后退得更远，早期的密执安湖和休伦湖连成一片，形成了古湖 (Algonquin) (中间的湖)。(c) 约在 4500 年前，大湖区遂变成今日的样子。

由冰川形成的湖泊比其它各种类型的湖泊数量加在一起还要多得多。有些湖泊是由冰围堵而成，例如格陵兰岛以及其它现在有冰川分布的地区就有分布。许多湖泊分布于冰蚀而成的基岩盆地内。有些湖泊是因为冰碛物不规则的堆积而形成的。锅穴的深度低于潜水面以下可形成池塘或较小的湖泊，例如美国马萨诸塞州的科德角上的即是。石灰岩地区由于溶蚀而形成的落水洞可能包含有小水塘或湖泊，在美国肯塔基州以及南斯拉夫岩溶地区常可看到这种湖泊。由河流形成湖泊，其方式亦各有不同，例如，泛滥平原上被遗留下来的河床形成的牛轭湖以及三角洲上的那些湖泊。在沙颈岬之间或沙丘之间的湾头滩地的后面以及风堆成的沙坝拦截了小河都可形成湖泊。

湖泊这种地貌是短命的，当它们刚刚形成的时候也就是它们毁灭的开始。在潮湿地区，水从湖中外流，河流的侵蚀使湖坝的高度降低，而岩屑沉积物和有机质充填湖中都使湖水减少。而在干旱地区由风和流水带来的可溶性和不溶性的物质沉淀于湖盆之中以及水分的蒸发都使湖泊缩小。

湖泊沉积物可能被埋在地下。美国最著名的格林河沉积层是由始新世湖泊堆积而成，该湖曾覆盖今日的犹他州、科罗拉多州以及怀俄明州各一部分。在许多地方沉积层厚达 1500 米，有朝一日，这个含有机物很丰富的页岩可作石油的矿源。

Laminar Flow 层流 在平滑、顺直的河槽里慢速行进的理论水流。河水以平行的层次、彼此相叠而不混和地流动。这种水流的切应力和水层对运动的抗力成正比。而抗力的大小则取决于水的粘度（抗扰性）和水层间的速度变化。水层流速自河底向上递增，以表层水流速最大。理论上，包括近底层和近岸层的水流，它的边界层是层流，这是因为摩擦力减缓了流速并削弱了湍流的关系。层流搬运不了河流的碎屑荷载。

Lamprophyre 煌斑岩 主要由暗色矿物（它们既作为斑晶产出，也出现在基质中）组成的暗色脉岩。任何一种铁镁质矿物（黑云母、普通角闪石、辉石和更稀少的橄榄石）都可以占优势。长石或似长石也可出现。

Land Bridge 陆桥 特别狭窄又很易遭海水淹没的陆地，是不同大陆的联系纽带。陆桥有多个，白令陆桥是其中之一。这个陆桥而今已没入白令海峡，但过去曾是迁徙动、植物的传播路径。

Landslide 山崩，坍塌 指在陡峭的，不稳定的山坡或陡崖上大量的基岩或风化层向下运动。这些物质的运动形式有崩落、滑动或流动，常可移动几十米至数公里，运动的速度有时几乎觉察不出来，有时却极其迅速。山崩可以发生在陆地上，亦可发生在海底。可促使山崩发生的因素有：陡坡、水分、片岩、密集的节理、基岩面与斜坡相平行、内聚力小的疏松物质或固结程度很差的物质，粘土、页岩一类受潮后极易滑动的岩石以及地震。

按照这些不同的因素，山崩可以是岩石或碎石崩落，岩石或碎石滑动、碎石流或泥流即土滑。某些种类山崩之所以能滑动性那么大，是因为在滑动

体与地面之间有一层空气垫。这样的山崩对生命和财产危害性极大。如果运动速度很快的崩塌体落入峡湾、湖泊或水库之中，则可能激起巨浪，如果堵塞山谷中的河流以及由崩塌形成的天然坝又被冲决，则会发生灾难性的洪水。山崩的疤痕和它的堆积物在山地的斜坡上是很普遍的。山崩堆积物形态上的特点是呈波状，在一些没有出口的凹地中有小水塘。

Land-Use Planning 土地利用规划 参见 *Geology* , *Environmental* [环境地质学] 条。

Langley 太阳辐射单位 气象学上用来表示单位面积上所接收的能量。一个太阳辐射单位等于 $1 \text{ 克} \cdot \text{卡}/\text{cm}^2$ 。这个单位是用美国太阳辐射物理学家 Samuel p · Langley 的名字来称呼的。(在气象学上通常使用 15° 克卡，也就是把 1 克水从 14.5°C 升高到 15.5°C 所需要的热量)太阳辐射单位还常常和时间单位一起用来表示辐射通量。例如，当地球处于距太阳的平均距离上时，大气层外缘与太阳光线相垂直的平面所接收的太阳辐射能，每分钟约为 200 个太阳辐射单位，这就是太阳常数。

Lapis Lazuli 杂青金石 杂青金石是由几种矿物组成的一种宝石或装饰石料。深蓝色的青金石是其主要成份。除了青金石外，还有普通辉石、角闪石以及黄铁矿嵌布在白色的方解石母体中，阿富汗东北部是杂青金石的主要来源，这种情况已延续几个世纪了。其他有记载的产地是靠近西伯利亚贝加尔湖南岸和智利安第斯山的奥瓦尔。

Lateral Secretion 侧分泌 侧分泌理论主张成矿元素来自邻近围岩的溶解和扩散。

Laterite 砖红壤 砖红壤是一种高度风化的、浅红棕色到浅黑色的沉积物，它们发育在热带地区。西文名称来源于拉丁文 later 砖的意思。因为，它干了以后有砖一样的颜色和硬度，可以作为砌筑材料。作为风化作用的最终产物，它的成份变化范围很大，但典型的砖红壤含有铝的氢氧化物、铁的氢氧化物和氧化物、残余的石英以及含量可变的粘土类矿物，如高岭土。

砖红壤既不是一种矿物，又不是一种土壤，更恰当说是铝和铁在土壤带的堆积。风化作用越长，就可以产生更加有粘性的砖红壤质土壤。砖红壤中含有矿物质的结瘤或结核。澳大利亚、巴西、古巴和西南亚的有些砖红壤含有很高的含水铝氧化物，足够形成铝土矿（一种铝的矿石）。古巴的一些砖红壤矿中含水氧化铁的含量很高，可作为铁矿石。

Latite 安粗岩 一种喷出岩，二长岩的细粒对应物。在安粗岩中斜长石超过钾长石，但是常常结构是如此的细，以致即使用显微镜也不可能测定长石的数量和种类。普通辉石或普通角闪石到处可见。

Laurasia 劳亚古陆 这个名称是德国气象学家阿夫雷德 魏格纳(1880—1930)对中生代的一个推想的大陆所用的名称，该大陆包括了现在北半球的大部分陆地。当发生大陆漂移时，劳亚古陆破裂而形成了北半球各大洲。见联合大陆。也见插页图版“正在分开的超大陆”。

Lava 熔岩 由地表或洋底喷口涌出的熔融物质，还包括由这种熔融物质冷却和凝结形成的岩石。喷口可以位于火山口或破火山口中，火山侧翼上或别处。在熔岩像河一样流动的地方形成熔岩流，在峭壁上熔岩呈滴落下，而在熔岩流被阻塞的地方就形成熔岩湖。抵达地表的熔融的熔岩，其温度从约 750°C (1382°F) 至 1200°C (2192°F)。曾报导，夏威夷基拉韦厄火山口熔融岩石的温度还要高，那里逸出的气体可以被引燃。夏威夷熔岩喷发

时，一般呈现淡黄红色，表明其温度约 1100°C (2012 ° F)。熔岩冷却非常慢，因为它是热不良导体。熔岩厚度愈大，冷却愈慢。据估算，在温度约 1100 °C (2012 ° F) 时喷发的 9 米厚熔岩流，其冷却至空气温度需要 10 年多时间。1944 年墨西哥帕里库亭火山喷出的约 9 米厚熔岩流，在 12 年以后仍然冒热气。据报导，在墨西哥霍鲁略火山 1759 年喷出之后 21 年的熔岩裂缝中可以点燃雪茄烟，以及 87 年后此火山仍喷出蒸气。

火山之间的熔岩成分变化很大；另外，同一个火山早期喷发的熔岩可以在成分上不同于晚期喷发的熔岩。熔岩一般含有不同比例的 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、 CaO 、 MgO 、 Fe_2O_3 、 FeO 以及 H_2O ，另外还含有少量其它许多种元素。根据化学成分，熔岩有三种基本类型：硅铝质熔岩（流纹岩，黑曜岩）含有 66% 或更多的 SiO_2 ；镁铁质熔岩（玄武岩）含有小于 52% 的 SiO_2 ；中性熔岩（安山岩）含有 52% 至 66% 的 SiO_2 。熔岩成分部分地决定了火山喷发类型。硅铝质熔岩要比镁铁质熔岩粘稠得多，其气体不能像镁铁质熔岩所含的气体那样很易逃逸，因而火山喷发一般要猛烈得多。熔岩粘度主要取决于其化学成分和温度。 SiO_2 含量高的熔岩，其粘度要比 SiO_2 含量低的熔岩大得多。因此，流纹岩岩流要比玄武岩岩流粘稠得多。熔岩粘度还随温度减小而大大地增加。夏威夷熔岩的粘度从喷火口喷出处的 1000 泊（水的粘度的 100000 倍）变化至离喷口几公里的 10000 泊。在冰岛测得过高达 1 千万泊的熔岩粘度（像 8°C 或 46 ° F 时的制鞋工人所用的蜡）。

Lava Curtain (或 Fire Curtain) 熔岩喷泉 参见 Lava Fountain[熔岩喷泉]条。

Lava Flow 熔岩流 在相对平静喷发期间由喷口喷出的液体岩流；还包括由它固结而形成的岩体。岩流大小基本上取决于粘度。例如，流体玄武岩熔岩趋向于形成快速运动的、薄的、长岩流；像黑曜岩那样粘稠的硅铝质熔岩，形成缓慢运动的、厚的、短岩流。冰岛报导有 80 公里长的岩流，以及夏威夷冒纳罗亚 1859 年的侧翼岩流，在它抵达大洋之前流动了 50 公里。岩流的厚度变化很大。在夏威夷它们的厚度范围从约 30 厘米至约 20 米。约 400 个实测的哥伦比亚河玄武岩岩流的平均厚度是 23.5 米 (78 英尺)。1784 年，冰岛南部拉基地裂缝喷出的岩流是历史上最长的岩流。据计算，它的体积约为 12 立方公里。因为熔岩粘度很大，所以岩流流动速度不快。在冰岛苏尔蔡测得过每小时 65 公里的岩流，但是大多数岩流流动速度要慢得多。熔岩流要比侵入岩冷却得更快。侵入岩通常是粗粒的。熔岩流有玻璃质或细粒结构，一般由玄武岩、安山岩、流纹岩、黑曜岩、熔岩渣和浮岩组成。

有三种基本类型的熔岩流。镁铁质暗色熔岩形成夏威夷语叫作帕喏喏 (Pahoehoe) 和阿阿 (aa) 的熔岩流。安山岩质或中性成分的熔岩形成叫作块状岩流的类型，因为这类熔岩具有形状规则的碎块。帕 喏喏岩流，一般是玄武岩质的，具有各种形态特征：有平滑的，波状连续的表面；紧密相间的，弧状，同轴直线排列的串珠的形态；其顶部不完全的坍塌形成熔岩巷道和坍塌洼地；大量球状气泡；在厚岩流中气泡带在顶部，在较薄的熔岩流中气泡带位于底部，中间带没有气泡。

阿阿岩流，一般也是玄武岩质的以及可以有类似于帕喏喏岩流的化学成分，具有被渣块状碎块（一般直径小于 1 米）覆盖的表面以及有凹凸不平的熔岩塔；在喷发末期，没有熔融物质供给熔岩流时，形成了许多表面槽；气

泡一般很不规则并在流动方向上被拉长；渣块状带在岩流的顶部和底部；而致密块状熔岩带在中央。

块状岩流中含硅铝成分通常要比帕纳姆和阿阿岩流更高，其表面被具有较平滑侧面的不规则状碎块覆盖，它的玻璃质比例比帕纳姆和阿阿岩流更高，其熔岩塔类似于堆积-火山穹隆上的那些熔岩塔但要更小些，块状带在岩流的顶部和底部以及致密熔岩在中央，有不规则状气泡。

当阿阿熔岩进入大洋时，就如在夏威夷群岛见到的那样，由被蒸气破碎的液体熔岩形成的巨浪般蒸气堤以及黑色火山碎屑云，可以冲入云霄高达几百米。大洋激烈地沸腾，海中生物被杀死，火山碎屑堆积在海底上，从而陆地向海洋延伸。类似于火山渣锥的海岸锥可以由火山碎屑堆成，以及当受到波浪和岸流冲刷时可以形成沿海岸分布的黑色沙滩。在夏威夷 1960 年喷发期间，熔岩流使为 3 公里的海岸线加宽达 800 米。

历史上，在夏威夷冒纳罗亚和基拉韦厄火山侧翼上，在意大利维苏威火山和埃特纳火山，以及在冰岛、墨西哥、日本和亚速尔群岛都观察到熔岩流。因为城镇和庄园曾被熔岩流掩埋过，所以人们曾作过努力，试图使岩流不通过人口稠密区。第一个有记载的尝试发生在 1669 年埃特纳火山斜坡上，几十个人用铁棒打碎岩流侧面上的壳，暂时把熔岩流从卡廷纳城下引开。为了引开岩流，在西西里和夏威夷建筑了墙，但成效不大。1935 年冒纳罗亚火山上的熔岩流威胁了希洛城和它的港口。在火山学家指导下，美国军队投下 20 个 272 公斤的炸弹，试图破坏熔岩流动的管道顶部。这可以使管道中熔岩散口并因此而冷却，从而使它的运动缓慢下来，以及管道顶的倒坍可以堵住岩流并使它转向。爆炸使液体熔岩喷入天空；并在管道顶倒坍的地方可以见到细细的一条熔岩流。在爆炸那天，熔岩锋每小时前进 250 米，30 小时后，向前运动被停止。某些权威认为爆炸使岩流停止流动，而另一些权威认为它是因为别的原因停止流动。

在控制这样巨大规模的熔岩流上，唯一公认的成就是 1973 年在冰岛黑迈取得的。1 月 23 日，在黑迈形成了一个新火山。在为时两个月的剧烈活动和破坏之后，在火山口中出现一个熔岩湖，并且以一天 3 至 8 米的前进速度向冰岛最重要的渔业区溢出岩流。美国运输机运来了 47 部强大的水泵，它们的总排水量为每小时 4500 吨。三条几百米长的粗大管子，将抽出的海水输送至熔岩前锋。海水的排出，降低了熔岩前锋的温度，以及随熔岩流冷却，推土机爬上熔岩，使熔岩保持一定的高度，以便三条输水管能深入岩流内部。同时，大卡车和蒸气推土机在熔岩锋前筑起一座灰坝。在连续注水两周之后，熔岩从 1000°C 冷却至 100°C。这样，形成了高达 40 米的固结的熔岩墙，在它背后熔融的熔岩流被阻止并转向。

像印度德干高原和美国哥伦比亚高原那样的盾火山以及熔岩高原和平原，几乎全由熔岩流组成；复合火山锥部分由熔岩流组成。熔岩流在地质时代的每个周期都有形成。

Lava Fountain (或 Fire Fountain) 熔岩喷泉 (或火焰喷泉) 由于泡沫状熔岩的喷发以及液体熔岩表面气泡的爆裂，白炽的熔岩块被喷射到高空达 600 米之多。它们就好似在盛满水的玻璃中放入苏打片，由于强烈起泡，使水珠喷离水面之上高达 30 厘米 (1 英尺) 那样的情景。在空气中冷却着的熔岩可以作为固体碎块或塑性凝块而落到大地上。这种堆积作用可以形成寄生熔岩锥。当白炽的熔岩块从长的地裂缝中喷射出来时，就形成火帘或

熔岩帘。沿着裂隙喷射物的堆积作用可以产生火山渣锥或寄生熔岩锥构成的山脊。在夏威夷冒纳罗亚和基拉韦厄火山喷发期间，曾出现过火山现象之中最为壮观和令人生畏的熔岩喷泉和熔岩帘。

Lava, Pillow 枕状熔岩 参见 Pillow Lava [枕状熔岩] 条。

Lava Tree 熔岩树 在熔岩流表面之上突起的空心圆柱状熔岩管，高达好几米。当流体熔岩围绕一棵树固结，而后岩流表面下陷就能形成这种熔岩树。

有时在熔岩中还可保存树皮的花纹，但是更常见的是树木已炭化。熔岩树可以用来确定岩流流动方向，因为在熔岩流上游一侧熔岩树要更高些（这就好似一条迅速流动的河，其河面在立在其中的杆子的上游一侧要更高些），以及因为来自熔岩树的物质改造了由它们向下游流动的熔岩。在夏威夷岛上，在俄勒冈州本德附近的“熔岩铸造的树林”（“Lava Cast Forest”），以及在上世界上其他树林受到年轻熔岩侵袭的地方，熔岩树是很普遍的。

熔岩树

围绕树干的熔岩流，当它向前流动时熔岩表面下降。(a) 当树被烧光时，被叫作熔岩树的熔岩空心杆在岩流表面凸起。(b) 在岩流表面之下垂直的圆柱状空间叫作树模。

Lava Tunnel (或 Lava Cave, Lava Tube) 熔岩隧道 (或熔岩洞, 熔岩管) 固结熔岩流内部的隧道。帕纳纳熔岩流锋向前推进是因为岩流内部有一个或若干个非常流动的管状熔岩带，它们不断地向岩流锋提供熔岩。易流动的熔岩与更粘滞的熔岩相邻。当岩流源中不再有熔融状熔岩流出时，易流动的熔岩就完全流走，留下宽超过 8 米而长达几公里的隧道。在熔岩隧道中可以形成熔岩钟乳石和石笋。这些熔岩隧道的顶部若部分倒塌，在岩流表面造成坍塌凹地。在美国的新墨西哥、加利福尼亚、俄勒冈、爱达荷和夏威夷，以及在新西兰、萨摩亚和许多有年轻熔岩流的地方，都发现了熔岩隧道。

Lazurite 青金石 它是一种铝、钠、钙并含有一些硫的铝硅酸盐矿物，有深海蓝色，是装饰石料杂青金石的主要矿物成份。青金石是在结晶灰岩中接触变质作用形成的一种罕见矿物。

Leaching 淋溶 来自风化壳和基岩的可溶物质或其他化学成分的搬运过程，特别指这种物质向下的搬运过程而言。可溶物质或者在深处沉积下来，或者被搬运到河流中，然后进入海洋。淋溶是一种重要的土壤形成过程和风化过程。它可以把矿体的金属带到底部，矿体的矿物质含量因此更为富集（即所谓次生富集），还会把化学风化的物质从近地面处搬运到别处，而把铝土及其他有价值的物质留在原处（即所谓残积富集）。对于冶金学，淋溶作用也是很重要的。

Lepidolite 锂云母 锂云母是含锂的云母族矿物，它主要限于伟晶岩中，在那里与其他含锂的矿物，如锂辉石、磷锂铝石和锂透长石共生。虽然，它通常是粉红色至淡紫色，但也可以是浅黄色至浅灰白色。当锂云母较纯品位又高时，是作为锂矿开采的。

Leucite 白榴石 是似长石族矿物中的一种，常常是白色的偏方三八面体的晶体，嵌布于细粒的基质之中。这种等轴晶系的晶体标志着形成的温度高于 605°C，低于这个温度，白榴石转变为四方晶系。虽然，白榴石是比较罕见的，但是在一些现代的熔岩中，白榴石很丰富。最著名的产地是维苏威

的熔岩。

Levee 堤 天然堤 (natural levee) 是由漫溢的河流把碎屑物质 弃置于河岸的边缘而形成的脊状物。河流经常往河漫滩上漫溢。河水把碎屑物遗留在河槽里，河槽相应变浅。河水失掉搬运它们的能力，只好靠岸、近岸堆积起来。大多数河流的天然堤都不怎么显眼，然而像密西西比河这样的大河，天然堤往往高大得很。

为防护附近农村遭受洪涝，许多河流沿岸都建有人工堤。河流被这种堤防约束漫不过岸，无法把泥沙带到河漫滩上，势必将其沉积在河槽里。泥沙会使河床淤高。为了防止因漫流而酿成新的洪水，人们不得不把堤加得更高。

Light Mineral 轻矿物 所谓轻矿物是指比重小于 2.8 的造岩矿物，反之，比重高于 2.8 的称为重矿物。这个术语有时也用于浅色的矿物，包括长石、石英、似长石和方解石。比重轻的矿物和颜色浅的矿物实质上是相同的。

Lightning 闪电 在雷暴雨的时候，两个符号相反的充电中心通过它们之间由高度离子化的气体粒子形成的一条通道发生的可以看得见的放电现象。在一块雷暴云的内部，在雷暴云和地面之间，在不同的云之间、以及云与它下面的空气之间，都可以形成闪电。闪电呈树枝状，是由一根形状不规则的主干和许多分支构成。在大的雷暴雨时，闪电可能达 6 公里长。闪电的主干枝只有几厘米宽，在这个狭窄的通道内的空气在 10 万分之一秒内温度可能达到 15000°C。受热的空气爆炸性的扩张形成冲击波，这种冲击波以声波的形式表现出来，就是所听到的雷。

在雷暴云内可以形成闪电这一现象表明，在云的内部也存在着符号相反的充电作用。在云的顶部，显然是充正电，在云的底部，有过剩的负离子。室内实验表明，在大多数雷暴云内部，使该雷暴云内在彼此分离的两个中心充符号相反的电的方式有多种：对流、运动着的雨滴和冰水混合物。然而，现在对于雷暴雨的电的性质还不能给以解释，还不知道究竟什么过程起主要作用。参见 Atmospheric Electricity[大气层的电性]；Saint Elmos' Fire[圣·艾尔摩火]。

Lignite 褐煤 一种介于泥炭与沥青煤之间的棕黑色的低级煤。由于它富含挥发份，所以易于燃烧并冒烟。褐煤的另一个英文名称 brown coal 也译作褐煤，它用作家庭燃料、工业热源燃料及发电的能源。焦化后的褐煤可制作为煤砖用于炊事和加热；它也作为活性炭的来源，用于水的处理、复原黄金和提取碘。在世界上的某些地方，把褐煤用作热源燃料和化学制品及气体与液体燃料的原料。在美国，最先在大平原北部（北达科他州、蒙大拿州东部、怀俄明州东北部和南达科他州的西北部）和墨西哥湾沿岸地区（亚拉巴马州、阿肯色州、堪萨斯州、路易斯安那州、俄克拉荷马州和得克萨斯州）以及太平洋沿岸诸州（加利福尼亚州、俄勒冈州和华盛顿州）发现了褐煤。

Limestone 石灰岩 一种沉积岩，它主要由方解石（一种碳酸钙矿物）组成。它通常也含有石英颗粒、粘土矿物、白云石或其他物质。如果这种岩石中有大量白云石出现，则称之为白云质灰岩。有些石灰岩中矿物颗粒太细，没有放大镜便分辨不出来，另一些石灰岩则很便于观察。由于石灰岩含有方解石，可以用一个简单的实验来鉴定它：在石灰岩上滴一两滴稀盐酸，就会发出嘶嘶声并放出气泡。虽然纯的石灰岩是白色的，但它可以含有粘土或植物物质或动物物质，而使它变为灰色或黑色；它也可以是黄色、棕色或红色的。

石灰岩是相当软的，能用小刀刻动。

多数石灰岩是海相成因的，由古代海洋中沉积的钙质沉积物形成；另一些石灰岩则在湖泊之类的淡水中形成。由于一些较早形成的岩石受到风化，它们的方解石矿物被溶解掉。河流可以把这些溶解下来的物质带入海洋，在那里，一些小动物，如珊瑚、海百合、海绵和有孔虫吸收这些溶解质来建造自己的碳酸钙质介壳。像藻类之类的植物也能从溶液中吸收碳酸盐来建造自己的身体。介壳、介壳碎片与植物残体堆积在海底上形成灰质沉积，后来可能形成生物石灰岩。

石灰岩也可以起源于化学反应。当温度和水的化学成分许可的时候，碳酸钙可作为不计其数的方解石细小颗粒沉淀出来。这可以形成灰质泥，后来转化为石灰岩。许多石灰岩也含有介壳或植物碎片。

Limonite 褐铁矿 是一种无定形的含水的铁氧化物，棕色至黄色。针铁矿和褐铁矿有相似的形成条件和外貌。但是，针铁矿是结晶质的，并有固定的化学成份。绝大部分以前称为褐铁矿的无定形态的含水的铁氧化物现在知道是针铁矿，但是，对于真正是无定形态的物质仍保留褐铁矿的名称。并且用指天然的棕色的没有固定鉴定特征的氧化物。

Lineation 线理 由任何一种岩石的线状组分的平行排列所产生的岩石特征。它可以是圆柱状（棱柱状）晶体平行排列或许多小褶皱轴一致化的结果，或者是其他结构、构造特征产生的。类似于叶理的分类，线理依其线状特征出现的时间可分成主要的两类。原生线理的生成与线理发育其间的岩石的产生有关。形成在岩石原始发育之后的任何线理可认为是次生成因的。一种岩石如果它曾经反复经受过产生线理作用，可以显现出一种以上的线理形式。

由火成岩中柱状矿物晶体的平行排列所显示的原生线理是岩石熔融体中流体组分定向流动的结果。次生线理可能导致诸如布丁构造、擦痕面、窗櫺（栅状）构造等构造特征的形成或褶皱轴面的平行化。另一些次生线理可能是砾岩中变形卵石平行排列的结果，或是诸如层理、节理和劈理等面状特征相互交切的结果。

线理，同其他构造特征一样，能帮助地质学家复原形成一个地区地壳构造的力的历史。

Lithification 成岩作用 未固结的沉积物转变为沉积岩的过程。岩化作用由新沉积的松散的单个造岩颗粒的胶结作用完成的，可能还伴有诸如压缩、压实、结晶、重结晶和干化之类的一些作用。例如，松散的砂子可以经成岩作用和粘结在一起而成为称作砂岩的沉积岩。

Lithology 沉积岩类学 对在手标本上或地表露头上见到的岩石、特别是沉积成因的岩石的描述与研究。岩类学描述是依据诸如粒度、岩石类型、矿物成分以及颜色和构造之类的特征进行的。

Lithosphere 岩石圈 地球最外面的部分。它由地壳和上地幔顶部较冷的坚硬部分组成。岩石圈也作为氧圈的同义语，即在地球的这个带内的岩石至少由 60% 的氧组成。

Lithostatic Pressure (或 Geostatic Pressure) 岩石压力 地壳中一个断面上所受其上面的垂直柱的物质压力。在全部由花岗岩组成的地壳中的 1.6 公里深处，每平方厘米上的岩石压力超过 350 公斤。

Littoral Zone 大潮潮间带 大潮时位于高潮时的海岸线和低潮时的

海岸线之间的地带。参见 Intertidal Zone[潮间带]。

Lodestone 极磁铁矿 极磁铁矿是磁铁矿的一种，它有很强的磁性，因而用作天然磁石。

Loess 黄土 一种松散的，一般也不分层次的风成沉积物，主要是由粉砂和粘土组成。黄土由未经风化的石英、长石以及其它岩石物质的小颗粒组成，一般呈黄色或浅黄色，在尚未风化的地方常呈灰色。有些地方，例如中国的黄土高原，黄土层可厚达几百米。黄土可能形成直立陡峭的悬崖，这可能是由于含有粘土以及由于存在着很多直上直下的孔道的关系。黄土中的直立孔道则是由植物的根、碳酸钙沉淀物的胶结作用和把形状不规则的颗粒联接起来形成的。

现在地质学家都认为大多数黄土都是风成沉积物，因为：(1) 不论海拔高低，都可覆盖一层；(2) 黄土中含有各种陆生的有机体残骸；(3) 黄土中包含的贝壳极易破碎，并不是由水搬运来的，只能是曾生活在地表，而后被风带来的尘土所埋葬；(4) 它所含有的颗粒大小和风所能吹起的尘土一样；(5) 在一些地方黄土结合成较粗糙的、明显是由风形成的堆积物；(6) 黄土被弄湿或受压力的作用，体积就缩小了，因而也就表明它原来是在干燥的情况下堆积下来的。

现代黄土是由两种不同的环境所形成的：一种是从荒漠中吹来的，在背风处沉积下来(荒漠黄土)；一种是现代冰川融水流的沉积物经风搬运沉积而成。这些粉沙和泥质物质是在融化季节中沉积下来的，而后在寒冷的月份中因为没有融水了，这些沉积物就变干，于是就被风吹走了。这一过程在一些地方年复一年地重复，就能形成相当厚的黄土层。

黄土以及类黄土的沉积物大约覆盖了陆地面积的十分之一。有些最肥沃土壤就是在黄土上发育起来的。黄土层覆盖了美国中西部、华盛顿州、爱达荷州以及阿拉斯加州；欧洲；中国北部以及世界其它地方。

在美国黄土层与冰川沉积物互相交错，但仍可在地表见到。黄土形成的时代，可根据它们在地层的位置，在黄土上的风化层剖面，在某些地方堆积在未风化的冰碛物之上这一事实来判断。

Longitudinal Profile 纵剖面图 在水文学中，为一表明河流从源头到河口的坡降的图表。因为河流都是源头陡，河口平缓，图上表明坡降通常呈下凹形，但加积河的纵剖面可能是向上凸起的。纵剖面是否平滑或不整齐，取决于破折点的有无。

Longshore Current 沿岸流 水在近岸处平行海岸的流动，通常只是指拍岸浪带的海水的运动。沿岸流是由以某一角度到达海滩的波浪形成的。当波浪到达近岸的浅水地带，就发生弯曲(折射)，结果波峰线和海岸平行。这种情况的出现，使波浪的一部分能量变为和海岸相平行的矢量，成了沿岸流。在风暴的时候，沿岸流的速度每秒可能超过 1 米。波浪到达海滩的角度和波浪的大小在决定沿岸流的速度方面起着重要作用。

沿岸流

由于波浪通常以一个角度冲向海岸，因此拍岸浪的前进和后退形成的沿岸流使沉积物沿着海岸朝一个方向输送。

Lopolith 岩盆 由熔融岩浆侵入到地壳而形成的巨大碗状岩体。岩盆占有很大面积，其直径从几十至几百公里，厚度可达几公里。厚度与直径的平均比例在 1:10 至 1:20 之间。形成岩盆的熔岩是以平行于成层岩石之类

的构造特征而侵入地壳的。岩盆形成的确切机制——甚至它们究竟是形成在地壳内还是在地表——仍然不清楚。加拿大萨德伯里岩盆被认为是一个典型例子，虽然它也被一些地质学家作为一块大陨石与地表碰撞所产生的弹坑特征来解释。另一个实例，南非共和国的布希韦特（Bushveld）岩盆也很著名。

Low Velocity Zone (LVZ) 低速带 地球上地幔中的一个地带，在此带内地震波的速度开始逐渐减小。参见 Mantle[地幔] 条。

Lunar Geology 月球地质学 在清澈的夜空里，人们能够看到地球的唯一天然卫星——月亮，像一只银盘悬挂在天穹上。像太阳一样，它也由东方升起，向西方沉落。对于月亮的科学研究可以分为三个时期。最早的是天文研究时期，解释月球的物理常数和运动。第二是摄影地质学时期。根据由望远镜拍摄的照片和漫游号（Ranger）、探测号（Surveyor）和月亮轨道空间飞船发回的信息研究月球。第三是阿波罗与月亮号（Luna）的登月飞行带回了月岩和月尘的样品和新的月球照片。

地球、月亮和太阳（及其他行星）都位于叫作黄道的平面上。地球 365.26 天（一年）绕太阳公转一周，相对于固定的恒星，地球每 23 小时 56.07 分钟（一个恒星日）绕自转轴一周，相对于太阳则是 24 小时。相对于地球来说，月亮绕地球公转和绕月轴自转都是 27 天 7 小时 43 分，而相对于固定的恒星则是 29 天 12 小时 44 分钟。月球的自转周期和公转周期的耦合导致月球的一侧始终面向地球。因此，月球的地理被分为近侧与远侧。地—月平均距离为 384400 公里。

月亮的照片揭示出有两种基本类型地块：一种是暗色的，另一种是亮的。暗色区（称作“月海”，由拉丁文 Mare 而来，即海的意思）比山峦起伏的亮区（称为“高地”或“台地”，来自拉丁文，是陆地的意思）较平坦些。月球分为月海和高地的地貌分类与地球分为大洋和大陆相似。相对于高地和大陆来说，月球的月海和地球的大洋都是低的区域。相对高地和大陆来说，月海和大洋的地貌与地质特点也都是相对比较年轻的。月海表面上的环形形态是冲击坑。在高地上也出现环形坑，而且更多些；事实上，高地上的山丘乃是由于大小不同的环状坑叠覆造成的。因此，研究地球环形坑得到的环状坑的形成知识，对于理解月球地质是重要的。

地球上三种类型的环形坑：火山的、陨石冲击的和沉降的。所有这三类无疑在月亮上都存在。什么样的过程与多数月球环状坑的形成有关，这个问题曾通过将月球环形坑的形态与其附近的岩石同地球三种类型的环形坑的形态与岩石作比较予以解决。实际上，月球上所有的环形坑都是陨石冲击引起的。

月球环形坑的特征是形态随环形大小而变化。直径小于 1 毫米的小坑[叫作刺坑（Zappit）]已在阿波罗计划由月球带回的岩石中找到。这些小坑由一个中心小坑组成，中心小坑是玻璃线，周围为碎裂（裂片）带，这个带大约是小坑直径的两倍。这些微小环形坑在地球上找不到对应物。虽然人们发射出的抛射物速度达到每秒 7 公里，但是还不能发射小的抛射物使其速度足够产生玻璃线刺坑，因此，产生月球刺坑的冲击粒子必然具有每秒数十公里的速度。

直径几厘米到 15 至 20 公里的月球环形坑呈碗状，具有低于周围地面的底。环形冲击坑的外环高于周围地面，由细粒物质和大的岩块组成。由环向外到环形坑直径几倍远的地方是一系列切线状的脊，然后是放射状的脊。脊

下是以前充填坑的物质；它们是在坑形成时贯入的，叫作连续贯入平伏体。平伏体中的物质是来自冲击过程中生成的充满玻璃碎屑的云雾（地球上的冲击坑和爆发性火山具有类似的特点）。小的次级环形坑的环延伸到主坑以外更远的地方。轻灰尘和岩块的窄线性沉积体在各个方向上向远方伸展。这些特点使得环形坑看上去像旭日放射光芒，称之为线列。

中等大小的月球环形坑直径 20 到 100 公里，呈现出与较小坑相似的坑外特征，但坑本身有很大不同。它们不是碗状的，而是有一个平坦的底。壁上滑塌和阶地是常见的，有一个中央峰——即在环形坑底的中心有一群小山丘。像中等环形坑一样，月球上直径大于 100 公里的大型环形坑也具有坑外沉积、平坦的底，滑塌与阶地状的坑壁和中央峰。但是盆地有许多环，而且不是单一的坑壁，而是环绕盆地有几个山带。

显然，月球的多数环形坑和地球上的火山口并不相似，与沉陷成因的落水洞和破火山口也不相象，而是与地球上的冲击坑相似，例如亚利桑纳州的陨石坑、澳大利亚的戈塞斯峭壁以及德国的里斯坑。

月球地层学（即层状岩石的研究）不像地球的地层学，因为月球上缺少像我们在地球上对比岩石用的那样的含化石的沉积岩。月球地层学的依据是由坑溅射出的物质的摄像、坑的年龄的解释以及特定的表面的环形坑的丰度。地球上的地层叠置原理还适用，即上覆的溅射物及其伴生的环形坑比下伏的物质和坑要更年轻。坑的年龄依据坑的陡度和溅射构造判断。坑的丰度也是相对年龄的标志之一，坑越多表面就越老。坑的丰度范围由只有几个坑的月海到被坑饱和的高地。一块被环形坑饱和的月球表面，环形坑非常之多，任何新的坑都不能以同样的大小破坏老的一个。

对于月球年表已经搜集了许多资料。最老的岩石是前雨海系，也即是说老于雨海盆地的岩系。这些岩石形成了光照率高、坑多的高地，这里是一片被直径 50 公里的环形坑所饱和的区域。月球近侧的大约 75% 的地区下伏着前雨海物质。坑是很低缓的而且没有放射状构造，也没有次级坑和溅射沉积物；环是低而圆的，并被后来的坑切割；底是浅的。多数前雨海坑是那么低缓又为年轻的坑叠覆，以致它们具有模糊不清的坑。

随着多环圆形盆地的形成，前雨海时代便告结束。远东海是最后一个多环盆地，它恰恰形成于雨海之后。根据对阿波罗计划带回来的雨海冲击事件形成的岩石所做的放射性年龄测定，这一事件是距今 39 到 40 亿年前发生的。月球上很大面积被这一事件的溅射物所覆盖，阿波罗 14 号飞行器采集的弗腊莫洛建造样品便是由这种溅射物组成的。

具有雨海年龄的沉积物有两种广泛分布的类型。较老的一种是形成平原的物质，例如阿波罗 16 号采集的凯利组样品。平原物质有中等的反照率和中等的环形坑密度，但比起前雨海的高地则较暗，坑也较少，不过比充填月海的玄武岩则环形坑较多。

“平原”单位大都是经过改造的喷溅物质的水平沉积层。它们充填了高地的环形坑，并沿某些多环盆地的内边缘出现。组成月球近地侧 10% 的“平原”物质，趋向在多环盆地附近出现。根据平原单位岩石的放射性年龄测定，早期雨海时期的范围从 38.5 亿到 40.5 亿年前。

雨海系后期沉积的低照率少坑的月海充填物是一种层状玄武岩系，它构成了月球近地侧的 15%。月海玄武岩充填了大多数近地侧多环坑，也倾泻到大的低洼地区，晚雨海期的放射性年龄在 31.5 亿到 38.5 亿年的范围内。

雨海期环形坑是低缓的，但清晰可见，这与前雨海环形坑不同。阿基米德坑和伽辛提坑都是典型的雨海坑。溅射沉积物和次生坑是低缓的；坑环是低的、破裂的和圆形的；坑底浅并充填了后期物质。还没有见到成列线状脊。

埃腊托森期标志着成坑作用的速率大大减缓的开始和火山作用实际上停止下来。这个时期留下了部分低缓的环形坑具有伴生的溅射物和被解释作火山岩的少数特征。环形坑（例如埃腊托森坑和亚里士多德坑）表现出有发育良好但部分低缓的溅射沉积物和次生坑。没有见到线状脊。环状坑的环是破裂的，而底部未被后来的物质充填。

埃腊托森期的结束时间和哥白尼时期开始的时间现在还不清楚。不过阿波罗 12 号由哥白尼线状脊取得的样品表明脊形成于 10 亿年前。哥白尼期的环形坑（例如哥白尼坑、带戈和开普勒坑）是新鲜的并具有十分确定的溅射物、次生坑和线状脊。坑环是明显的；底是深的而未被沉积物和玄武岩充填。

月球高地具有高的反照率、为巨大的冲击坑所饱和。构成高地表面的岩石都经历了多次冲击事件。下述资料是依据阿波罗飞行器和月球号飞行器带回的高地样品综合出来的：

1. 高地是古老的，可能在 38 亿和 42 亿年间。
2. 高地的平均成分相当于地球上的亏损碱性元素的斜长岩质辉长岩的成分。
3. 高地岩石中 85% 是角砾岩，其中许多受过冲击事件的冲击、磨蚀、变质和/或熔融或部分熔融。
4. 角砾岩的成分范围从辉长质斜长岩到富含微量元素和含低钙辉石的玄武岩。
5. 高地岩石的 14% 是斜长岩。
6. 高地岩石的 1% 是富镁的堆晶岩。
7. 斜长岩和堆晶岩是粗粒的、微量元素含量低，并受到了冲击事件的冲击、磨蚀和退火。

多数高地岩石是角砾岩，也就是具有细粒基质和大的碎屑的岩石。（碎屑或多或少是圆形的矿物、玻璃和岩石碎屑）角砾岩的基质是由类似于碎屑的小碎片组成，有两个例外。其一，较小的颗粒含有较低百分比的矿物碎片和岩石碎片，而含高百分比的玻璃。其二，较小的颗粒更显棱角状。角砾岩由大约 700°C 的退火作用形成。加热到较高温度 800°C 到 1000°C 的角砾岩受到变质，而那些达到更高温度的角砾岩则被部分熔融。被冲击作用加热到 1100°C 的角砾岩就部分地或全部熔融。由阿波罗 16 号从凯利组带回的角砾岩是部分熔融的。当部分熔融体与残余物质分离开来时，就形成了一种富含微量元素的玄武岩。这种岩石的类型称为克里普（KREEP），这是钾（K）、稀土元素（REE）和磷（P）的词首缩写词。

非角砾岩的高地岩石是碎裂斜长岩，也就是受到反复的磨碎与退火的粗粒岩石（含有几厘米大的颗粒）。

从化学上看，月球高地揭示出从玄武岩到斜长岩的不同成分系列。在月球高地上已经找到若干高镁堆晶岩，它们并不属于上述诸系列，不过它们的数量不多。尽管如此，这些堆晶岩与高地主要成分系列的碎裂斜长岩和辉长岩一起说明深成过程在月球高地的演化中起着某种作用，虽然重要性不大。

因为迄今只分析了月亮高地的 50 个不同的岩石样品，所以计算月球高地的平均成分还很困难。一种用于估计平均成分的技术是阿波罗 15 号和 16 号

飞行期间由月球轨道分析月球表面的镁、硅和铝的 X 荧光实验。实验结果表明月球高地具有高的铝—硅比值和低的镁—硅比值，并且表明这两个比值与斜长岩质辉长岩的比值大致相等。

计算月球高地平均成分的第二种方法是月壤中玻璃颗粒的统计分析。这种方法假定在月壤中找到的玻璃颗粒是由先前的月岩与月壤的完全熔融造成的。由阿波罗和月球号带回的某些月壤已用这种技术研究过，在每一个土壤样品中都已发现了所提出的斜长岩质辉长岩的成分。这些数据与轨道 X 射线荧光数据以及岩石分析一起，表明月球高地平均成分必然位于这一系列岩石分析的中部，接近斜长岩质辉长岩。这些资料也指出，月球高地起初具有接近斜长岩质辉长岩的成分，但其各区之间稍有不同。在陨石冲击过程中，原始地壳受到磨蚀、部分熔融、退火并再结合成为角砾岩以及现在找到的碎裂斜长岩。

月球高地岩石的放射性年龄测定得出的年龄值在 42 亿和 38 亿年之间。这意味着高地的强烈冲击基本上是在月球历史的头 7 亿年期间完成的。

月海由富铁玄武岩和成分类似的角砾岩构成。在所有近地侧多环形盆地及其相邻广大地区中都发现有月海物质。例如雨海是在环形盆地中，而酒洋海与其邻近但并不是在环状盆地中。类似的关系也维持于澄海与静海之间。月海玄武岩呈现出范围广泛的火山岩结构，从化学上看，则在每个着月点形成几个十分确定的岩石类，尽管它们与高地岩石有明显差别，但它们也比较富 FeO 和 TiO_2 而较贫 Al_2O_3 。对月海玄武岩进行的高温高压实验表明月海熔岩是从 150 到 400 公里之间的深度处的辉石岩石经部分熔融而形成。月海玄武岩在化学成分上可以分为许多组这一事实证明存在着近地表的结晶分离作用。阿波罗 12 号和某种程度上阿波罗 15 号玄武岩呈现出橄榄石堆积作用的证据，而阿波罗 11 号和阿波罗 17 号玄武岩则经历过橄榄石、尖晶石和钛铁矿的堆积作用。

反复的陨石冲击已经击碎和研磨了月球表面，造成了称为月壤的松散物质。在广大的月海区域中，月壤厚度为 3 到 10 米，而冲击强烈的地方月壤厚度可达 25 米。月壤下面的岩石还是破碎的，但没有磨细。可以清楚地注意到，小陨石与大陨石同样重要。虽然从单个来看，小陨石不如大陨石的冲击作用强，但这种较小陨石的冲击次数要多得多，因此小冲击的净效应是大的。直接由陨石冲击引起的现象有：（1）月壤中的玻璃珠，（2）岩石表面的玻璃质溅落物，（3）月球表面磨圆的岩石，（4）岩石表面的显微小坑（刺坑）。

月壤由磨碎的岩石、矿物和玻璃颗粒组成，它们都是棱角到次棱角状的。受到冲击扰动的物质，约有 5% 被熔融，并淬火形成玻璃。如果熔体在飞行中淬火，则形成玻璃珠。如果玻璃落在月壤时淬火，则形成凝集体（一种玻璃胶结的集合体）。凝集体的百分比用来量度月壤的成熟度。新磨碎的月壤没有凝集体，而成熟的月壤大约含 50% 的凝集体。

反复的陨石冲击引起一种称作“成圆作用”的现象，也就是说一种月壤缓慢翻转的现象。一次冲击会造成体积相当于冲击体 1000 倍的冲积坑。被撞击而飞溅出来的物质呈薄层沉积在面积为冲击坑四倍的区域上。反复的冲积使月壤翻转，每次冲击产生一个不同的层。在阿波罗飞行过程中取得的岩心中已经观察到这些层的顺序；例如，一条阿波罗 15 号岩心有 9.5 米长，有 50 个以上的层代表月球最近 6 亿年的历史。

通过几条途径对月球内部有所了解。天文学观察得出月亮的平均密度为

每立方厘米 3.34 克。如果我们把这些数据和月海玄武岩的密度 (3.3 克/厘米³) 及高地岩石密度 (3.1 克/厘米³) 结合起来看, 月球内部就似乎不会存在几个不同密度、不同成分的层圈。至多有一个占月球质量 5% 或半径 20% 的金属核。

月球内部最上部的 25 公里被认为是破裂的月海玄武岩。25 到 65 公里的区域被认为是斜长岩壳, 65 公里以下的区域被认为是辉石岩质物质 (它们可能是月海玄武岩的来源)。最近的地震资料指出: 月球可能有一个液体的或者部分液体的核, 其半径为月球半径的 20%。

月震很少, 而且震级低, 在里氏分级中低于 2 级。它们发生在 800 到 1000 公里的深度, 也就是说比地球的任何地震都更深, 这表明月球有一个厚的刚性月亮。月震发生的时间与月球潮汐相关, 这说明, 与地球不同, 月球并没有一个活动的全球构造体系。

通过仔细地追踪, 月球轨道上的空间飞船计算了月球全球重力分布。月球重力场的一个最明显的特点是在直径大于 200 公里的所有环形盆地上有大约为每平方厘米 800 千克的超额质量集中。这种质量集中由盆地之下接近月表的碟形体得出最好的解释。由于月海岩石的年龄老于 30 亿年, 月球就必然在数十亿年来维持高于均衡平衡的质量集中这种不均衡情况, 这表明月亮必然具有巨大的强度或者很高的粘度。

月球重力观测表明, 月球的质量中心比其物理中心离地球近 2 公里。造成这种现象的原因据认为是月亮厚度的变化。

月球地质

1. 月球时间尺度表示总的岩层单位和典型的环形坑形态。只能确定出两个时间。

2. 这些从轨道空间飞船上拍摄的月球环形坑照片表明环形坑形状的变化和它的大小关系。

3. 阿里斯塔克斯环形坑 是一个中等规模的环形坑, 直径约为 40 公里。照片表明环形坑底部平坦、中心高起、内壁为滑坡阶地, 以及有喷射物的沉积。

在阿波罗 15 号和 17 号着月地点已经进行了月表热流测定。两次测定都是大约 30 尔格/厘米²/秒, 差不多是地球平均热流的一半。产生这些热流所需要的放射性元素 (钾、铀和钍) 的分布还不清楚, 但是, 已经表明, 虽然近 30 亿年几乎没有表面火山作用, 但现在月球内部尚有某些热。由月球轨道卫星所做的磁力测量, 表明在几百公里的距离上月球便没有行星那样宽的磁场。然而, 月球表面的磁力仪检测到高达数百伽玛的磁场, 而所有飞行器取回的月球样品都具有天然剩磁 (NRM)。局部的磁场是由岩石的天然剩磁造成的, 但是, 如果没有月球磁场, 那么岩石的天然剩磁是怎样得到的呢? 显然回答是这样的: 当岩石形成时, 必然有一个 100 到 1000 伽玛的月亮磁场 (地球磁场大约是 5000 伽玛)。也许月核在数十亿年前起一个电动机的作用。

月球起源的现代假说有: (1) 月亮由于地球的分裂形成; (2) 它在太阳系中另外的地方形成, 然后被地球俘获; (3) 作为与地球一起的双行星形成; 和 (4) 由地球轨道上微星环聚集而成。

月球从地球上分裂出去的理论最早由乔治·达尔文 (查理·达尔文的儿子) 在 1878 年提出。然而, 带回的月球样品虽然在化学上类似于地球岩石,

但它们在细节上有那么大的差别，以致使得分裂起源失去了人们对它的倾心。另外，如果月亮是由分裂形成的，那么它的轨道就得位于或者接近地球的赤道平面，而月亮的轨道变化在与此平面成 18 度和 28 度的角度之间。

俘获说受到欢迎，部分原因是从化学角度上看不存在问题。但是它有个天体力学问题。它要求月亮距地球的距离永远不近于 2.89 个地球半径（罗奇极限），不然月亮就会碎裂，它还要求俘获必须发生在 35 亿年前。许多细节模式已经提出，包括以逆行轨道俘获月球的模式在内。俘获说的主要问题是：俘获的几率是很低的。

双星假说也遭遇到分裂说的同样问题：月球与地球之间的化学差别和月球轨道相对于地球赤道面的倾斜。另外，月球上的所有挥发元素都低于地球。这是双星说很难解释的。

月球由地球轨道的微星聚集而形成（类似于土星的环而质量更大）有和裂变说及双星说同样的化学问题。然而，为了解释化学的不一致，已经提出了复杂的图式。

简而言之，阐明月球的演化要比确定它的起源更容易些。

Lunar Orbiter 月球轨道飞船 一系列为取得月面图像而设计的无人乘坐的卫星。有五颗是在 1966 年 8 月到 1967 年 8 月发射的。轨道飞船为铝结构，其中装有几架照像机。照像机拍摄照片、处理胶卷，然后用电视扫描仪扫描并将得到的图像传输回地球。由于这种轨道飞船位于月球的极轨道上，所以它能够拍摄整个月面的照片。结果是除了接近月球远地侧南面的一小块地区外，几乎整个月球都被拍了照片。阿波罗计划所拍摄的月球照片为月球面积的很有限部分。

Macrofossil (或 Megafossil) 大化石 就形体而言用肉眼可以观察到的化石。无脊椎动物如化石海绵, 珊瑚, 蛇和蛤蚌以及脊椎动物化石, 都是大化石。

Magma 岩浆 由地球内部深处岩石生成的熔融或流体物质, 它可被迫向上侵入地壳(作为深成岩)或喷至地表上(作为熔岩)。当冷却和凝固时岩浆变成种种火成岩。参见 Magmatic Deposit [岩浆沉积物], Magmatic Differentiation [岩浆分异作用], Magmatic Stopping [岩浆沉积物; 岩浆分异作用; 岩浆蚀顶作用]。

Magmatic Deposit 岩浆沉积物 分布于火成岩体整体中的矿物沉积。它表明形成沉积物的矿物由熔融的岩浆结晶。大部分岩浆沉积物由更经常作为副矿物出现的矿物组成, 这些矿物作为分散的颗粒散布在体积巨大的岩体中。其中重要的有磁铁矿、钛铁矿、铬铁矿、磁黄铁矿、镍黄铁矿、刚玉、铂、金刚石。

它是通过某些过程比如岩浆分异作用(矿物以岩墙、层或不规则状岩体形式富集)形成矿体。在某些岩浆沉积物中比如携带有散布的金刚石的橄榄岩, 矿体是整个岩体本身。

Magmatic Differentiation 岩浆分异作用 通过这种过程, 矿物和化学成分不同的岩石从共同的岩浆衍生出来。当玄武质成分的岩浆冷却时, 橄榄石和斜长石(倍长石)最早结晶。如果它们基本上留在原位, 它们与周围的熔体起反应, 橄榄石形成辉石, 倍长石形成拉长石。产生的岩石将是辉长岩或玄武岩。然而, 如果早期形成的晶体迁出了, 残留的熔体将结晶形成不同的岩石。如果在完全结晶之前其他矿物已迁出, 还要发育其他岩石类型。因此许许多多的火成岩变种可以由一个共同的母岩浆形成。

某些矿物的堆积形成大矿床, 也归因于岩浆分异作用。在岩浆结晶中早期形成的矿物比如磁铁矿, 钛铁矿和铬铁矿可以从熔体中沉降和堆积成大的矿体。参见 Reaction Series [反应系列]。

Magmatic Stopping 岩浆顶蚀作用 使岩浆这种熔融物质得以打开它向上进入上覆固结地壳岩石的道路的一种作用。当岩浆来到并接触地壳较冷岩石时, 迅速的加热作用使这些岩石迅速膨胀, 结果由于热应力而破裂。由岩浆推进到上覆岩石而产生的机械应力也对破裂的产生起作用。之后, 岩浆流入裂隙并伴随有进一步的破裂, 岩浆能包围地壳岩石的巨大块体并使之与其它岩石隔离开。因为固体岩石块比岩浆重, 它们将掉落到岩浆体中并且部分地甚至全部融化掉。当岩块从上覆地壳脱离开后, 接着又有新的表面与岩浆接触, 受到热应力作用。当这种作用持续进行下去时, 岩浆就能打开通向上面地壳的道路。工人在开采建筑用料的花岗岩中偶然看到的外来岩块(被称为捕虏体), 就是这个过程存在的证据。

当岩浆的密度不如它侵入的岩石那么大时, 或者当岩石遭受挤压时, 岩浆顶蚀作用将能进行得很有效。例如, 一种花岗岩成分的岩浆, 它的密度比固体的花岗岩小大约 10%, 因而, 花岗岩块将掉落到同样成分的岩浆中去, 从而使得新的表面得以露出, 侵入的岩浆能不断地发生作用。然而, 在那些岩浆和被侵入岩石密度一样或者更大的地方, 破碎的岩石将不掉入岩浆, 它保护了上面的岩石不被进一步破碎。侵入花岗岩中的辉长岩浆就是这样的一

个例子，这时岩浆的密度与固结花岗岩相比是一样或者更大些。当这个过程包含有规模达几米至几百米大的围岩岩块移位时，它被称为逐渐顶蚀作用；当岩块达几公里规模时，它被称为火山坍塌。

Magnesite 菱镁矿 菱镁矿是碳酸镁矿物，属于方解石族的碳酸盐。通常是白色、致密的土状块体，或者是有解理的集合体。致密块状的变种是和蛇纹岩或橄榄岩伴生的，是这些岩石由含碳酸根的水作用蚀变形成的。有解理的菱镁矿或是变质作用的产物，与滑石片岩共生，或者是石灰质岩石受镁溶液交代的结果。

两种类型的菱镁矿都用作提取氧化镁的矿源。菱镁矿 MgCO_3 加热，分解出 CO_2 ，结果就得到氧化镁。

MgO 有多种用途，包括生产耐火砖和耐火胶泥。大型沉积型的菱镁矿是产在中国辽宁省、苏联、奥地利以及美国的华盛顿州和内华达州、希腊的尤波耶群岛。在加利福尼亚海岸山脉中发现有不规则粒状的菱镁矿。参见 Mineral Properties[矿物性质] 条。

Magnetic Anomaly (或 Nondipole Field) 磁异常 (或非偶极场) 对均匀的或理想化的球形地球磁场的偏差。地球产生的磁场类似于把铁屑洒在棒状磁铁周围时所显示出的那种磁场。地球科学家们记录地磁场的方向和强度；相等强度的值连结起来就作成了等磁力线，其方式与制图工作者将相等高度的点连结起来作成地形图的方式很相似。与均匀的球形磁铁产生的磁场相比较，便可发现地磁场很不规则，作出的等值线有许多凸起和凹陷，如地形图上的山丘和河谷。在小比例尺图上，异常是由地壳中矿物成分的不规则分布产生的，与磁性矿物的集聚形式有关。地质学家们利用磁法勘探技术定出磁异常位置，以便寻找矿床。

Magnetic Declination (或 Magnetic Variation) 磁偏角 (或磁变化) 磁北方向与真北方向之间的夹角，单位为度。

Magnetic Field of Earth 地球磁场 地球周围磁力起作用的空间。地球是一个巨大的磁体，产生的磁场与一块棒状磁铁产生的磁场相像。表示磁场的磁力线，从南地磁极出发，绕过地球表面进入北地磁极，由此穿过地球形成一个闭合环。认识到地球有磁场已经有许多世纪了。伊丽莎白一世皇后的医生，威廉·吉尔伯特使用了一个球形磁铁来研究地磁场的形状。他得到的结果与已经知道的地球磁场的形状一致，于是他作出了地球本身是一个巨大磁体的结论。此后又进一步弄清了地球磁场的分布和形状。虽然地磁场一般来说与棒状磁铁的磁场一致，但有许多地区磁力线偏离了理想的形状。这就是所谓磁异常。这些偏差归因于地壳和地球更深处的力。

在地磁场的任何一点，场的强度和方向可用一矢量来表示（在三维空间中划一条线表示大小和方向）。在绝大多数地方，表示总磁场的矢量被分解成下述分量：（1）水平和垂直分量，表示场的磁力强度（用奥斯特或伽玛作单位测量，1 伽玛 = 10^{-5} 奥斯特）。地球的总磁场强度一般来说大约在 0.3 到 0.7 奥斯特之间，视测点的地理坐标而定；（2）磁偏角或者磁场向东或向西偏离地理的真北方向的角度。

许多世纪以来，已对各个地方的总磁场的强度和方向作了许多记录。这些资料一般是以等强度（等伽玛）点的连线形式作在图上。这些记录表明总磁场已在作不断地向西漂移。代表零偏角的点在大约 4 个世纪内已沿赤道从东经 20° 移到西经 65° 。

已记录到地球磁场型式以日（日变）和年或更长时间（长期变）的改变。日变量表现为偏角改变几个弧分，而强度变化是在 10^{-4} 奥斯特的量级。这种变化是周期性的并且是恒定的，可以认为是由于太阳和月亮对地球外层大气中的电流起作用的结果。地磁场在日变化的基础上迭加的其他变化是不规则的，并且对磁场的影响幅度极大。迅速的较大幅度的变化称为磁暴，并认为是由太阳能量的突然喷发造成的。磁暴对地磁场的影响一般有几几天，它们会影响无线电通讯，在两极地区引起极光。此外还有像前面提过的向西漂移这样的长期变化，其产生原因则在地球内部。

Magnetic Iron Ore 磁性铁矿 磁性铁矿是磁铁矿的通用的同义词。

Magnetic Poles of Earth 地球的磁极 按正确的物理含义，地球的南磁极位于地理北极地区，而北磁极位于南极地区。地理极和磁极的颠倒显然是由于我们把地球磁场看作是与洒在小棒状磁铁周围的铁屑排列的形状相似：磁力线从棒状磁铁的北极离开而进入磁铁的南极。相反的极相吸，这解释了为什么指南针的指北极指向北。不过根据惯例，北半球的磁极仍作为地磁北极或指北极。

地磁场的轴（连结南—北磁极并通过地心的一条线）并不和地理轴（地球的旋转轴）重合，而是偏离自转轴大约 11.5° 。这个倾角使地球的北磁极位于北纬 78.50° 和西经 69° ，而南磁极位于南纬 78.50° 和东经 111° 。科学家们还指出，磁极的地理位置并不是恒定不变的，在整个地质时期已经有改变（称这种运动为极移），并且极的位置还曾经对换过，使磁场方向发生反转。

Magnetic Reversal 磁性反转 地磁场周期性的变更，其原因还不完全明白，在变更过程中，地磁场的极性本身会反转，以致南磁极和北磁极对换了位置。磁性反转对认识板块构造和大陆漂移非常有用，因为它们造成地壳中形成的正常磁场和反转磁场的条带；将这些条带作成图能够证明海底扩张和沿着转换断层的运动。已经发现自白垩纪以来，地磁场总共有 130 次反转。

Magnetic Storm 磁暴 与太阳骚动有关的地球磁场的强烈骚动，由太阳喷射的大量带电粒子流引起。磁暴最初是用地面上的磁力仪观测到的。利用人造卫星已经有可能研究地球的磁层对太阳粒子辐射的反作用。极光是彩色微光，它由高层大气中带有能量的气体产生的辐射引起，在磁暴时极光最强，在低纬度地区也能看到。较强的磁骚动常常使无线电通讯受到严重干扰。像极光一样，磁暴也有周期性，它与 27 天的太阳旋转周期和 11 年的黑子周期有关。

Magnetic Susceptibility (或 Susceptibility) 磁化率 物体被外磁场（强度已知）磁化所获得的磁感应强度与外磁场的磁场强度之比。并不是所有岩石或矿物都具有相同的磁化率。如铁这样的物质，有正的磁化率，称之为顺磁质；而有负磁化率的物质，如石英或长石，叫做抗磁质。岩石的磁化率是岩石最重要的磁性质，并能容易地被测量到。地球物理学家们已想出了一些方法，能够探测地球内部由顺磁质或抗磁质的聚集所引起的磁化率的改变。将这种变化画在图上，他们就能够确定含有重要矿物的矿体的所在位置。

Magnetism 磁性 引起原子之间，或磁体之间或电流之间产生引力或斥力的物理现象。地球内部磁场的产生使某些天然物质（铁磁性矿物），如磁

铁矿（通常称之为天然磁石），变成了天然磁铁。其他一些矿物也能被磁化，但磁化程度较弱，这些物质是钛铁晶石，赤铁矿，褐铁矿和磁黄铁矿。在自然界中发现的某些金属，如铁、镍和钴，可以做成很好的磁体，并且能够产生比铁磁矿物高几千倍的磁场强度。

Magnetite 磁铁矿 是一种氧化铁矿物，是铁的主要矿石矿物之一。其最重要的物理性质之一就是磁性，并因此而得此名。小的磁铁矿颗粒是可以被磁铁吸起来的。有一种磁铁矿，叫极磁铁矿，可以用作天然磁石。八面体的晶体是很常见的，但是最大的磁铁矿块是出现在粒状的块状集合体之中。

磁铁矿是一种普通的副矿物，散布在许多火成岩中。在某些岩石里，它是由于岩浆分异作用而分凝出来的，并形成巨大的铁矿体。有些矿床常常含有钛铁矿。磁钛矿常常出现在变质岩中呈巨大层状和透镜状矿体。世界上最大的磁铁矿矿床是瑞典的基鲁纳和格利沃，这些矿床被认为是由岩浆中分凝出来的。其他的重要矿床分布在挪威、罗马尼亚、苏联。在美国可采的磁铁矿床在纽约州、犹他州、加利福尼亚州、新泽西州和宾夕法尼亚州。在北明尼苏达州，低品位铁矿—含铁石英岩中，磁铁矿是主要矿物。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Magnetometer 磁力仪 测量地磁场强度或地磁场变化的仪器。已经研制出许多类型的磁力仪，用在矿物资源的勘探中。已设计出用在陆地上或装载在飞机或船上用的磁力仪。磁力仪可帮助地球科学家确定磁异常的位置，而这样的磁异常可能是由于含铁品位很高的大型矿体造成的。

Magnetosphere 磁层、磁圈 地球磁场的外层。它的下界与 F 层（离子层的最上面的一层，高出地面约 150 公里）的底部相近。在磁层中，带电气体（等离子体）的运动主要是受磁力的作用，而地球引力的作用则退居次要地位。人们很早就知道地球是一个较强的磁体，并且有一个向外伸延很远的磁场。但是，仅仅是在最近几年，由于借助卫星观测，地球磁场在空间的形状才被描绘出来。磁层并不是如以前所想象的那样具有对称的形状。它的形状实际上是不对称的：在向着太阳的一侧受到挤压，背着太阳的一侧好像彗星的尾巴一样，向外伸延很远。这种不对称的形状是由于太阳风冲击地磁场的结果。太阳风，是从太阳射出来的连续不断的带电粒子流。1951 年德国天文物理学家路德维格·比尔曼（Ludwig Biermann）就预言了太阳风的存在。他认为，这样的粒子流可以解释为什么在背着太阳的一侧有彗尾存在。太阳的粒子流在地磁场迎着太阳一侧的前端，形成连续的冲击波。太阳风的等粒子体所限定的地磁场具有边界，这个有边界的地磁场所占据的空间常常被称为地磁腔（Earth's magnetic cavity）。磁层的外缘（magnetopause）在迎着太阳的方向上距地面的高度被压缩到约为 10 个地球半径的距离；在地球两极的上空，磁层外缘距地面约为 14 个地球半径的距离；在背着太阳一侧，地磁场的长圆筒形的尾巴向外伸延的距离是地球—月球距离的若干倍。

Malachite 孔雀石 孔雀石是一种绿色的含水碳酸铜。是一种次要的铜矿石。把孔雀石切磨后，制成雅致的装饰品。孔雀石是原生铜矿上部氧化带中的次生矿物，常和其他的次生矿物共生，特别是蓝色的碳酸铜，即蓝铜矿共生。孔雀石也许是由蓝铜矿蚀变而来的。它常常是葡萄状的，当切开后，有些孔雀石由于不同深浅的绿色而呈现出同心环状。最好的孔雀石采自苏联的乌拉尔山、扎伊尔、纳米比亚的朱姆勃、亚利桑纳州的比斯伯。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Manganese Nodule 锰结核 不规则地分布于大洋底部的含锰和铁非常丰富的、外形像马铃薯似的结核。在北太平洋中部的深海盆地中，有巨量的锰结核成片分布。但是在其他地区也发现具有潜在商业价值的锰结核。还采集到表面有一层壳像是铺筑过的地面的含锰很丰富的沉积。结核显然是由沉淀作用形成的。结核通常有一个核心，砂粒、火山喷出的颗粒物质甚至生物的残骸，都可以作为结核的核心。结核生长的必不可少的前提条件是沉积作用速度要慢。很显然，在有红色细粒的粘土状沉积物的地区，结核的数量很丰富。从近海地带沉积作用速度很慢的地方直到大洋中脊的侧翼，在这一广大地区内的深海平原和深海丘陵地带，结核增长的速度最快。

锰结核之所以能作为有潜在商业价值的资源受到重视，不仅由于它含锰很高，而且还含有其它金属，如钴、铜、镍以及若干稀有元素，有钛、钒和锆。已发明的开采技术还存在许多重大问题。几家公司提出了几种不同方案来研制深海海底采矿方法，正在试验的方法有各种吸泥船和吸泵。虽然锰沉积物的确切数量并不清楚，但却有着很大的吸引力，据估计，仅在太平洋海底，可能就有 1.6×10^{12} 吨的锰结核，并且在这一地区平均每年以 6×10^6 吨的速度在增加着。

Manganite 水锰矿 水锰矿是一种锰的氧化物矿物。或是在低温热液中形成的，或是由于雨水作用而形成的次生矿物。它常和其他的锰的氧化物共生，特别是软锰矿共生，水锰矿可以蚀变为软锰矿。水锰矿可以作为一种次要的锰矿。而软锰矿是主要的锰矿。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Manning Equation 曼宁公式 通常用来计算河流平均流速的公式。平均流速 (V) 与水流的坡度 (S)、深度 (R 代表水力半径) 以及糙率 (n) 都有关系： $V = 1.49/nR^{2/3}S^{1/2}$ 。如果已知河流的坡降和深度，就能采用和其他河流已知糙率（最光滑为 0.01，最粗糙为 0.06）对比的办法，估算出河流的糙率。

Mantle 地幔 地球内部从地壳以下直到地核的这一层。地幔的上界是所谓的莫霍洛维奇间断面，该界面位于大陆地表下约 40 公里和洋底表面下 10 公里处。地幔的下界在地幔—地核边界处，距地表约 3000 公里。随着地震波进入地核，其速度突然降低，这就被认为是地幔下界的标志。

地幔可进一步分成上地幔和下地幔。二者间的边界似乎不鲜明，深度从大约 700 公里到 1000 公里。在上地幔中还分出一个界面，它的深度在海洋底下大约 60 公里，大陆下面大约 150 公里。这个界面向下是地震波的速度开始逐渐减小的带。这个低速带 (LVZ) 的存在首先是由 B. 古登堡在 1926 年提出的。低速带的存在现在已被很好确定，并且已知其下限深度超过 350 公里，取决于它与上复地壳性质的关系。从低速带下部界面开始，地震波的速度和岩石密度迅速增加，直到下地幔边界为止。在下地幔中，地震波的速度和岩石密度又逐渐增加。

地幔占地球体积的 83%，地球质量的 67%。地幔中的对流是地壳板块在地表上做俯冲运动的能量来源，也是侵入的火成岩的来源，在这种侵入火成岩中主要矿物是富铁和富镁的矿物。

Map 地图 地质学上的一种形象表示法，通常用颜色、符号和文字来表示地球上具有选择性的自然形态。地图通常表示的是地球表面的情况，然而，也可以用来表示地球的一定深度的情况或者表示月球以及其它行星的情况。

大多数地图都具有能确定方位的特点，使观察者能确定地图上和地面上任何一点的位置。地图都用北极作为参照，任何一幅地图都具有一定比例。根据比例，就可以确定各个形态的相对大小和位置。

有几种地图对于地学科学是很重要的。最常用的是地形图，它表示地形的轮廓、水体、植被和人工建筑物。在地形图上，地表形态通常是用等高线表示。等高线，就是高度相同的各点的连线。等高线是以海平面为零，再接海拔高度的增加进行设计绘制的。

以前，编绘地形图是一个令人厌烦的工作，它要求用测量的方法对一系列高程点进行野外测量。现在，大多数地形图可以通过空中摄影迅速而精确地绘制出来。空中摄影所拍摄的像片是彼此互相重叠的像对，然后再用光学立体测量仪进行仔细测量。光学立体测量仪可以精确测量出地面一点的三度空间的坐标值。

美国地质调查署和其它的国家机构出版一系列地图。每一组地图都设计有一定的图幅面积和地图比例尺。例如，公共测量署编制的地图的图幅面积为 $7\frac{1}{2}$ 分（也就是纬度为 $7\frac{1}{2}$ 分，经度 $7\frac{1}{2}$ 分的面积）。在这种地图上，1 英寸相当于地面的 2000 英尺，如果用线划比例尺表示，比率就是 1：24000。另一类地图的图幅面积为 15 分，地图上的一英寸约等于地面 1 英里（1：62500）。这两组地图对于公路、通讯线路、管道线的规划和设计、市政的发展规划、水坝的设计和河流的治理以及制定工业发展规划等方面，具有重要参考价值。此外，对于矿业开发、水文研究、洪水控制、水土保持、森林保护和野生动物的保护方面也有一定价值。这两种图也可以作为底图，把其它资料表示在上面，因此，是许多地质图的不可分割的部分。地质图是用图的方法来表示地球表面或近地面处岩石间的相互关系。大部分地质图主要是根据野外对岩石的仔细观察所得到的资料编绘的。然而，有时可能有大面积地区，由于有土壤、植被和人工建筑物的覆盖，没有岩石裸露出来。对于这样的地区，地质图的编绘者必须取得被覆盖在下面的岩石的资料。因此，地质图并不是局限于通过实际观测所得到的地面资料。在这点上，它是与地形图不同的。对地下岩体特点的深刻透彻地了解，通常会有助于地质图的编制。土壤的类型、地形的形态、甚至植被都能提供有关地下岩石的线索。河流和冰川这种自然力对地表面的切割，有助于使地下岩石出露出来。科罗拉多河大峡谷是一个很典型的例子，这里的地层出露的情况是举世无双的。打井、打深钻、采矿也能提供有用的资料。此外，还研究出一些技术可以测量被掩埋在地下的岩石的某些特点，例如，通过测定其密度和磁性的变化来了解地下岩石。将各种途径获得的资料合在一起，科学家们就可以对构成地下的岩石有了立体的认识。

地质图也和地形图一样，用许多符号、常常还用颜色来表示一定的岩石类型和分布范围。在每一幅图上对符号和颜色都附有说明，通常还附有一个或几个垂直剖面图，来表示地壳上部很浅一层内的立体情况。

地质图有许多用途：对于解释有 45 亿年的地球历史、特别是在解释过去的 6 亿年的历史是很有用的；对于寻找自然资源也有很大的帮助，因为许多自然资源与一定的岩石类型有密切的共生关系或者形成于一定的岩体之中，如石油、天然气、煤、石灰石、砂、砾石、硫、盐、金银类的贵金属以及镍、铜、铬铁矿、锌等其它许多金属就是如此。甚至随着人们对淡水需求的日益

增加而变得越来越重要的地下水，它的分布在很大程度上也是受地下浅层岩石的特性所决定的。

由于在有关环境问题方面需要利用地质资料，导致环境地质图的出现。环境地质图表示的是对环境有影响的那些要素，如地形，包括坡面的稳定性，以及径流、污水的渗透、实际存在的或可能出现的污染物的沉淀，还表示与城市发展和土地利用有关的资源的分布。这样的地图对于土地的有效利用、资源的管理、污染的控制都是极为有用的。

在天气预报、对气象卫星提供的信息的利用以及对风暴的监测等方面，导致对另外一些类型的地图进行广泛使用。随着对水资源研究的不断加强，对各种类型的水文图的需求也日益增加。通过对海洋的考察使得海图有许多改进。由于空间探索的结果，月球图也达到极为精确的程度。近年来，空间飞行的发展为从更高的高空进行更方便地测量地球表面提供了条件。现在正在研究一种新的地图使其能反映出从高空观察地球所具有的那种视野广阔的特点。

Marble 大理岩 主要由重结晶的方解石和/或白云石组成的细粒至粗粒的变质岩。这种岩石通常具有粒状、糖粒状结构，可以被高度磨光。它可具有像云母、滑石、黄铁矿、阳起石、绿帘石、石英、长石或铁氧化物之类的矿物包裹体产生的色彩丰富的条带状和卷状花纹。大理岩早就被用来作为建筑和装饰石料。雕塑家珍视它，因为它硬度中等，这种硬度软得易于雕塑，而又硬得能很好地抵抗风化作用和破损。由粒状方解石或白云石组成且无包体的纯大理岩用来作雕塑品，而不纯的变种用来作装饰石料以及装饰建筑物和纪念碑的表层。大理岩生产中心分布在全世界。在欧洲采掘到纯的大理岩，意大利卡拉拉采石场为米开朗琪罗那样的雕塑家提供了一大批高质量大理岩。美国阿帕拉契亚区，尤其是佛蒙特，佐治亚和田纳西有各种等级的大理岩。正在落基山和海岸山脉地区寻找大理石的新产地。

Marcasite 白铁矿 是一种硫化铁矿物，与黄铁矿是一对同质双像矿物，白铁矿是斜方晶系的，黄铁矿是等轴晶系的。因为这两种矿物常以晶体形式出现，它们一般说可以晶体形态来区别。白铁矿是青铜似的黄色，比黄铁矿那种黄铜矿似的黄色浅。因此，它有时被称为白色黄铁矿。在低温金属矿脉中常常发现白铁矿。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Mare 月海或火星海 月球和火星表面上大的平坦地区，具有低的日照率或者反射率，因此比周围地区显得更暗些。对月球的早期观察认为月海是大洋。（Mare 一词来自拉丁文，即海的意思）人们所谓的月亮上的人，他的眼睛便是月海，他的右眼是雨海，他的左眼则是澄海。月海盆地为距今 38 亿到 31 亿年前的富铁与富钛的玄武岩所充填。

Margarite 珍珠云母 珍珠云母是一种含水的钙铝硅酸盐。是板状的，有一组完好的解理，像云母一样是一种层状硅酸盐。但是，它较硬，珍珠云母的薄片易碎不易弯。因此，它又称为脆云母。珍珠云母常在刚玉矿床中出现，在刚玉砂矿中珍珠云母是很特征的。这样的共生组合在希腊的纳克梭斯岛以及美国的马萨诸塞州的切斯特发现过。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Marginal Plateau 陆缘高原 陆缘向海一侧的比较陡立的阶梯形的形态，位于比大陆架和大陆坡还要深的深海底。美国东南部沿海的布莱克陆缘高原、南美洲东部沿海的以及非洲西部沿海的类似的陆缘高原，都是陆缘

高原的典型例子。

Marine Environment (或 Biozone) 海洋环境 (或生物层) 按深度、特定的环境条件和特定的生物群将大洋进行划分或分层。基本上可以分出两大类海洋环境：海底环境和远洋环境，后者又称水体环境，其中每一大类又可以进一步划分。无论是浮游生物还是游泳生物，都栖居于水体环境中。而底栖生物有的是沿着海底移动，有的实际上就是依附在海底之上。这几大类生物群所占据的层位，是与海水的深度、可得到的光线的多少、食物、温度和压力诸环境条件有关系的。

对海洋环境进行分层最初是由海洋学的先驱爱德华·福布斯 (Edward Forbes) 于 1834 年在北海尝试进行的。后来人们对海洋环境提出了各种各样的分类和分层。在 1940 年，美国全国科学协会全国研究委员会成立了海洋生态和古生态委员会，经过这个委员会努力的结果，提出了一个被普遍接受的大洋分层。

海洋环境

海洋环境的各个层位又被称为生物层。

Marine Erosion 海蚀、浪蚀 海浪或岸流进行侵蚀并把陆地物质带走的作用。海浪的侵蚀作用是通过溶解、水力作用和磨蚀作用等方式进行的。通过溶解的方式进行侵蚀，其重要性是最小的。但是在有石灰岩和其它可溶性岩石存在的地方，溶解的确能发挥它的作用。风暴时海浪的水力作用可在每平方米上施加 29000 公斤以上的压力。在水力作用下，节理和裂隙加宽和加长，在波浪退回去以后，被压缩的空气体积发生膨胀，使一个个石块与岩体的联系松懈以及脱离岩体。脱落下来的石块被海浪卷起，朝海滨的岩岸猛击，发生磨蚀作用。水力作用和磨蚀作用的结合，再加上岸流的作用和物质的坡移作用，就形成了海蚀崖。如果海浪的作用使陡崖不断向后退，以及陡崖能源源不断地给波浪提供石块，那么海蚀崖的高度通常会不断地增加。在岩石不是非常坚硬的地方，海岸凹进去并形成小的海湾；在岩石非常坚硬的地方，形成岬角。这种侵蚀作用除了形成海蚀崖外，还有浪蚀平台、浪蚀岩柱、海蚀洞和拱顶。侵蚀作用形成的沙和砾石在海流的作用下沿着海岸移动；这些沙和砾石一旦沉积下来，可能会形成沙嘴、沙洲和其它类似的沿岸地貌形态。颗粒细的物质被进一步带到海里去沉积下来。

赫尔戈兰 (Helgoland) 岛的变化是海蚀作用的一个最突出的例子。赫尔戈兰是北海中的一个小岛，长约 1600 米，最宽处 500 米，周围是海蚀崖所环绕。历史的和地质的证据表明，在公元 800 年，该

海蚀

1. 海岸的剖面，表示出陡崖、浪蚀龛、浪蚀台和海积阶地，所有这些都是海蚀作用造成的海岸后退所具有的典型形态。

2. 北海中的赫尔戈兰岛在海浪作用下逐渐变小，最初在公元 800 年周长为 193 公里，到 1900 年减小到 6 公里。

岛海岸线长大约有 200 公里，到公元 1300 年，海岸线长约为 75 公里，到 1649 年，为 15 公里，到 1900 年，海岸线长只有 5 公里。英国约克郡海岸南部的弗兰布罗角，是海蚀作用的另一个极为典型的例子。这个地方是由松散的没有固结的沉积物组成的，在最近 100 年中，海岸后退的速度平均每年在 1 至 2 米。自从罗马时代以来，海岸后退 3 至 5 公里，有 30 多个村庄消失殆尽。

Marl 泥灰岩 一种沉积岩，它由粘土、方解石和白云石的土状混合物

组成。它常含有化石介壳，而且不论在淡水还是咸水中均可形成。泥灰可以硬化成为泥灰岩或者钙质泥岩。

Mars, Geology of 火星地质学 所有四颗类地行星（即地球、水星、金星和火星）直径都在 4800 和 12500 公里之间，而密度在 3.9 和 5.5 克/厘米³ 之间。相反，大行星或者类木行星（土星、天王星、海王星和冥王星）直径在 43 000 和 137000 公里之间，密度为 0.71 到 2.47 克/厘米³。在类地行星中，火星最像地球。

火星的直径是地球的一半。它的密度 3.94 克/厘米³，比地球的密度 5.52 克/厘米³ 小许多。地球表面岩石的密度为 2.7 克/厘米³ 到 3.2 克/厘米³，因此地球内部必然有密度更大的物质。地球内部密度较大的主要原因是：内部的岩石比表面更富铁和镁，并在中央有个金属铁核。另外一个原因是岩石的重量压缩内部物质使其密度稍微增大。火星表面似乎不会有比地球或月亮岩石密度大得多的岩石。通过简单地假设火星由像地球或月球的岩石组成，并假定它们在内部受到压缩但比地球中心受的压缩较小，我们就能解释观测到的密度值。

火星不具有大的金属核的另一标志是它的惯量矩，也就是由绕其轴自转来储集运动能的能力的量变。（一个均匀球体的惯量矩是该球体质量 m 的 0.4 倍乘以其半径的平方 R^2 ，乘以角速度 W ）地球的惯量矩是 $0.33mR^2W$ ，因为其一大部分质量在其内部深处的金属核上。对火星来说该数值为 $0.375mR^2W$ ，根据我们所说的表面岩石的压缩，这表明火星没有大的金属核。

火星离太阳的距离是日地距离的 1.52 倍，所以火星表面每平方厘米接受的太阳能只是地球的 43%。因此火星比地球冷得多。火星的旋转轴与其轨道面倾斜 25° ，所以像地球一样，火星具有明显的气候季节。因为火星的轨道更偏椭圆，它的北半球季节的分明程度和经历的时间不同于它的南半球。

火星北极在火星最接近太阳的时候，斜离太阳，并且最快地移离开去。因此北部的冬天持续 156 天，而北部的夏天为 177 天。

火星大气比地球的大气密度小得多，其成分也很不同。在火星表面大气总压力是地球表面的百分之一。由红外光谱观测推断了火星大气的成分，它检测到占主要地位的二氧化碳和少量的水。可能出现的另一些气体是氮（它是地球大气圈中最大量的气体），还有氩，不过这些气体用光谱技术不易检测。

除了最高峰的顶部之外，火星表面的总压力的范围是从 3 到 8 毫巴，顶峰的压力的数量级是 1 毫巴。相反，地球表面的大气压力大约是 1000 毫巴，在 3 千米高程降到大约一半。

火星大气具有很少但可明显识别的水。如果所有这些水都凝结，就会在火星表面形成只有 0.03 毫米厚的一层薄膜。水的量明显地取决于季节。冬季时期，极区检测不出大气水，但在夏季晚期水量增到最大。

由于火星远离太阳，它的表面是冷的。夏天赤道地区午后最高温度是 22°C 左右，而在日出前降到 -70°C 。这个行星的最低温度出现于冬季的极区，所测到的温度可以冷到 -138°C 。这种大的温度变化引起了特大风，风速为每秒数百米。尽管火星大气是很稀薄的，但强烈的风常常引起巨大的尘暴漫及整个行星。

除了环形坑似乎更低缓外，火星的环形坑地区非常像月球的高地，低缓的原因可能是大量的风所吹扬的尘土物质的充填和坑的外环被风侵蚀所致。

火星的大平滑地区（月球上也有对应物）被认为是由火山熔岩流和风吹沉积物联合造成的。大的盾火山集中在经线 80° 和 220° 之间。其中最大的一个是水精灵奥林匹克火山，估计有 23 公里高，是地球上最高的火山夏威夷的冒纳罗亚火山高度的两倍以上。火星极区覆盖着冰盖，它随季节而进退。残留的夏季冰盖被认为是固态二氧化碳，而冬季广泛分布的冰盖则是水结的冰。若干沟谷状特点被识别出来，并被认为是火星上过去液体水活动的证据。

火星高地似乎满布着直径 20 公里的平底坑，然而较小的碗状环形坑处于不饱和状态，其不饱和程度以 10 的因次下降。南半球环形坑地区延展到南纬 70° ，环形坑总数减少。大环形坑之间的地区是相对平坦无起伏的。坑间区被认为是由坑的溅出物和可能的火山及风吹堆积物构成的。这类物质掩盖了小坑，故可用来解释小坑少见的原因。幔覆物质似乎向南极方向增厚，并能识别出认为是火山熔岩流前锋的特征。

火星上也已经鉴定出环形盆地，它们与月球上的类似特征相对应。像月球的情况一样，盆地越大，环的数目越多。人们普遍同意，环状盆地由陨石的冲击作用形成的，陨石的大小由几十公里到数百公里。现在已经描述的有六个环状盆地。其中最大的是海利斯，其中心在经度 295° 南纬 45° 。这个盆地外径大于 2000 公里，比月球上的最大环状盆地雨海大得多，雨海的直径为 1500 公里。

火星火山比地球上多数火山大得多。（虽然月球也有几个具有玄武岩流喷溢的大型区域，但相对应的火山并不存在。）最大的火星火山，水精灵奥林匹克火山直径 600 公里，具有一系列直径数十公里的顶峰破火口。火山的边沿大约有 2 公里高。

火星有一条大型裂谷系，在 30° 和 100° 经度间延伸 4000 公里，靠近赤道地区。这个大峡谷显然是一种构造特征而不是侵蚀地貌。峡谷的东端并入一个形状不规则、顶部平坦的巨大的地块中，该地块是由低丘陵和低地形成的，地块周围为环形坑高地。

大峡谷的西端分支成为一系列小得多的凹陷。

比起月球和地球来，火星上的风蚀作用要重要得多。月球实际上没有大气圈，因此也就没有风蚀作用。在地球上，与火星不同，风的侵蚀作用不如水的侵蚀作用的影响重要。1971 年后半年的一次大尘暴携带了大量的细尘粒，它是那么强烈以致使火星的地貌为之改观。尘埃似乎有较高的二氧化硅含量，表明火星像地球和月球一样，基本上是由硅酸盐组成的。风的侵蚀作用似乎侵蚀着地貌上较高的部位并在低的地方沉积了一些物质。一般地说，这种侵蚀作用似由赤道地区带走物质而在极区沉积成类似砂丘的地貌特征。若干大的平坦的平原区覆盖着浅色和暗色的条带，在火星 9 号观测期间，这些条带的位置和形态都发生了变化。这些条带被认为相当于地球上具有较少的砂覆盖着的沙漠区。

火星的物理性质

	火星	地球
平均直径（公里）	6775.0	12742.1
赤道直径（公里）	6786.8	12756.3
极直径（公里）	6751.6	12713.6
密度（克/厘米 ³ ）	3.94	5.52
惯量矩	$0.375mR^2$	$0.33078mR^2$

离太阳平均距离 (公里)	227941000	149600000
离太阳最大距离 (公里)	249226000	152100000
离太阳最小距离 (公里)	206656000	147100000
轨道偏心率	0.0933	0.0167
赤道对黄道面 (地球轨道面) 的倾角	1.85 °	0.0 °
赤道对轨道的倾角	25.2 °	23.45 °
绕太阳公转的周期 (天)	687.00	365.26
自转周期	24 : 37 : 22	23 : 56 : 04
一天	24 : 39 : 35	24 : 00 : 00
逃逸速度 (公里/秒)	4.0	11.2
表面重力 (厘米/秒 ²)	380	978

Mascon 质量浓集 一个将月球中的浓集与其超出预期的重力平衡的质量结合起来的术语。质量浓集在月球上直径大于 200 公里的所有环状月海盆地上造成正的重力异常。

质量浓集是重要的，因为它们表明自质量浓集形成以来就没有达到过均衡平衡。因为月海盆地中的岩石年龄都大于 30 亿年，所以我们推断质量浓集也是在 30 亿年前形成的。这些关系表明月亮有足够的强度来保存这种数十亿年前的大型特征。相反，地壳在不到 1 百万年的时间就转变为均衡平衡。见 Lunar Geology [月球地质] 条。

Mass Wasting 物质坡移 大量的物质在重力作用下沿斜坡向下运动。这些物质运动可能是崩落、滚落、向下滑动或缓慢移动。其速度可能非常之快，也可能几乎觉察不出来；可以发生在陆地上，亦可发生在海底；可以发生在陡峭的山坡上，也可发生在地势平缓的山坡上。土层或基岩可能是少量的往下运动，亦可能是大量的往下运动。雪崩、山崩、泥石流以及缓慢移动都是物质坡移的例子。虽然物质坡移主要是取决于重力作用，然而陡坡、岩石的裂缝和岩层的倾斜、水、冰冻和解冻、受潮和变干、有机体钻洞、植物的腐烂、地震颤动以及其它许多因素也都起一定作用。物质坡移几乎到处都可发生，因为坡地是很多的。物质坡移加宽了山谷，剥蚀着地面，为沉积岩的形成提供了沉积物。

Matrix 基质 在地质学中，把沉积岩中的细微颗粒和充塞在岩石中颗粒较大碎块之间的填隙物质，称为基质。某些火成岩的基质用另一词表示：ground-mass^①。天然包裹着化石、结核和矿物的岩石，也称为基质。

Meander 曲流 指河道中的弯曲部分。具有许多弯曲河道的河流称为曲流河。许多河流由于迂回曲折而大大延长了。河曲的发生是由于河流为了能尽量多地携带荷载而对其周围环境自我调节的结果。一条曲流河，其最大流速的深泓线（最深处的各点连线）和流线（一系列流体粒子的连线，每个流体粒子的流速都与此线相切）都靠近每一弯流段的外侧，在各弯流段之间的折弯点上穿过。当河水这样迂回曲折流过时，在曲流段的外侧水量就多，过多水量的压力引起曲流段外侧向下游急速流去，因而发生侵蚀作用。同时，在弯流段的内侧水量较少。水量少，再加上由于水流从河岸内侧分离而引起壅水及曲流内侧沉积。外侧河岸不断遭受侵蚀，内侧河岸不断沉积，这样曲

^① 这个词，在中文中也译为基质，本书即采用这种办法，把 matrix 和 groundmass 统一译为基质。——译者

流段的位置就发生了变迁。

曲流

1. 美国犹他州回春的圣胡安河深切岩石而成的“鹅颈”状曲流——嵌入曲流或称深切曲流。

2. 河槽切割与淤积交替进行，南斯拉夫有一条河在穿越谷底时形成的平滑的环形曲线。

发生曲流地段的坡降并不相等，可以形成水塘和浅滩。水位较深的水塘位于弯流段的中心轴附近，而浅滩则在弯道附近形成。因此曲流段的河床横截面通常并不是对称的，而弯道处的横截面更是如此。

曲流的波长取决于河床的宽度以及弯曲面的半径大小，而曲流的弯曲部的大小则取决于河床的宽度，这就是它们之间的关系。

对于曲流的形成原因有许多说法。一般认为，当成年河没有能力下切时会形成曲流。另一种理论则认为，河曲的形成是由于坡降增大，因而使流速超过运送荷载所需流速的缘故。曲流延长了河道，降低了坡降。曲流形成过程还与河床内输送物质的大小和河床地貌有关。参见 Meander, Entrenched [深切曲流] 条。

Meander, Entrenched (或 incised) 深切曲流 (或嵌入曲流) 一岸陡立或两岸都很陡的河床。多曲流河如果向河槽下切很深，就会出现深切曲流。当河流流经的地方环境发生变化，使河槽进行新的下切活动，而河槽位置并不变动，深切曲流即相应形成。深切曲流可能是第一循环曲流，也可能是在多次循环中形成的。河流下切、地面上的上升（或者侵蚀基准面下降），原有的曲流维持不变，这样的深切曲流是第一循环曲流。在河漫滩上蜿蜒前进的河流正经历着回春作用时形成的深切曲流，是多次循环曲流。

河流在地面上升时下切，弯曲段会有所移动。这种移动给弯曲段的内侧留下显著的“滑走坡”或沙嘴；外侧也会因此形成深切岸。这就是内在曲流或不对称曲流。曲流究竟是内在曲流或两岸的坡度差别不大，主要取决于地面的上升速度（这同河中的泥沙及岩层的耐蚀性又都有关系）。有些深切曲流就是在像美国弗吉尼亚州谢南多厄河 (Shenandoa River) 沿岸的那类岩层条件下形成的。那里的弱岩石受到的选择侵蚀，使河流的曲流得以延展。

Mediterranean 地中海 作为一个术语，通常指被陆地环绕的巨大的咸水体或内陆海，但有通向大洋的出口。例如墨西哥湾、北极海和地中海。

Meerschau 铝海泡石 铝海泡石是一种粘土状的矿物，它用来雕刻铝海泡石烟斗。

Meltwater 融水 雪和冰融解之水。在有些地区，融水有很大的地质作用，沉积了各种具有层理的冰碛物，如冰水沉积平原、谷边碛、蛇丘、冰砾阜、冰砾碛和冰砾阶地，以及为冰川湖的沉积输送物质。融水还形成冰缘河道、锅穴和其他侵蚀特征，并有助于形成季节性地貌，如形成冰坝湖和在冰川内部和底部形成冰下暗道。从冰川流出的融水流通通常是灰白色的，因含有冰川磨蚀产生的岩粉。

融水成为一种真正的威胁。如果地球表面上现在所有的冰川冰由于气候变暖而融化，整个世界上海洋的水位就会上升约 70 米。海岸上的许多大城市就会部分或全部被淹没，并毁坏世界上一大批财富。有些权威人士认为，目前煤和石油燃烧正在增加大气中的二氧化碳含量，这将使地球温度升高并使冰川冰融化。

Member 段 构成地质组的组成部分的小的岩石地层单位。可以依据岩石类型、硬度及颜色之类的特征将它与其他地质组划分开来。由于它通常都有相当大的地理范围，所以可以给段建立正式的名称。

Mesa 平顶山，方山 一种顶部平坦的桌状孤丘，或者是四周为悬崖或陡峭的基岩坡，顶部很宽广，通常是由水平层理的沉积岩构成的孤山。平顶山山体的高度从 30—600 米，长数百米到几公里不等。平顶山是侵蚀作用的残留物，因为它们位于大河的分水岭地带，或者是其上覆盖有如熔岩、砂岩或砾岩一类抗侵蚀的岩石，或者是这两个因素的结合所致。美国的亚利桑那州、科罗拉多州、新墨西哥州以及犹他州等地都有这种平顶山。科罗拉多州的弗德平顶山是美国著名的崖洞。亚利桑那州的莫纽门特山谷耸立着许多色彩绚丽的平顶山、顶部比平顶山小得多的小方山以及顶部很小，或根本就没有平顶的柱状形态。以色列的一座平顶山马萨达山也很出名，因为在这里公元 73 年犹太人英勇地抗击罗马人的入侵。

Mesosiderite 中铁陨石 一种相当罕见类型的石铁陨石。镍铁作为一种基质包围着相当大的橄榄石、紫苏辉石和钙长石的晶体。

Mesothermal Deposit 中深热液矿床 中深热液矿床是在中等深度和温度下形成的一种矿床，也就是说，深度比深成热液矿床小但比浅成热液矿床大。这种矿床的主要金属矿物是黄铁矿、黄铜矿、毒砂、方铅矿、闪锌矿、黝铜矿和自然金；可开采的主要金属是金、银、铜、铅和锌。

Mesozoic Era 中生代 从古生代结束（约距今 2.25 亿年）和新生代开始（大约距今 7000 万年）之间的一段地质时期。中生代由三叠纪、侏罗纪和白垩纪组成，被人们称为“恐龙的时代”，因为在中生代岩石中找到了大量的种类繁多的恐龙化石。除陆生恐龙属（它们在三叠纪出现，于白垩纪末消亡）外，飞行的恐龙（飞龙）和海生恐龙（鱼龙、蛇颈龙和沧龙）在整个中生代都是常见的。在这个代内出现了最早的鸟类——始祖鸟和开花植物，而无脊椎动物（特别是软体动物）是大量的而且种类繁多。

在北美洲，中生代的建造出露于从新斯科舍到北美洲大西洋岸附近的北卡罗来纳州、大西洋和墨西哥湾沿岸地带平原、大平原、科罗拉多高原和落基山地区。在北美洲的最西部，中生代时期的火成岩和沉积岩呈带状从阿拉斯加一直延伸到加利福尼亚。中生代岩石也广泛地出露于英国、德国和苏联。

在南美洲西部、澳洲东部、非洲和亚洲也找到有这时期的岩石。中生代末期，世界上许多最大的山脉（包括安第斯山和落基山在内）经历了大规模地隆起。

Metacryst 变晶 变晶是在变质作用中形成的变质岩里的大晶体。例如，云母片岩中的石榴石、十字石和红柱石等。**Metal, Native 自然金属** 自然金属是天然的、不与其他元素化合的金属。见 **Element, Native** [自然元素] 条。

Metallogenetic Province 成矿区 这是指在一定时间条件下有利于形成金属矿床的区域。加利福尼亚的含金—石英脉和密西西比河流域的铅—锌矿床就是两个成矿区的例子。

Metamict Mineral 蛻晶矿物（变晶矿物） 在结晶学中，有些矿物原来是结晶质的，受到放射性元素的放射性照射后，晶格结构变到歪曲，于是变成无定形态。这样的矿物叫蛻晶矿物。因此，这样的矿物是没有解理的，光性上均质，不能对 X 射线产生衍射。

许多蛻晶矿物保留着晶面，形成以前晶体的假像。加热蛻晶矿物晶质结构就重新形成，它的密度就增加。所有的蛻晶矿物都是有放射性的，结构的破坏是由其中含有的铀和钍中发出来的 α 粒子的轰击造成的。

Metamorphic facies 变质相 这是芬兰岩石学家 P.E.艾斯科拉在 1915 年发展的一个概念，并在分类学上应用于多种变质岩的分组和分类。他的变质相的正式定义 1939 年发表于德国；意译内容为“一定的变质相包括在化学和矿物成分之间显示独特和特有的相互关系的全部岩石，通过这种方式已知化学成分的岩石总会有相同的矿物成分，而岩石之间化学成分的差异反映到矿物成分的系统差异中。”每个相在一定的温度、压力范围内发育，当其中的一个或两个条件超过范围的界限，新相就会发育。

自从 1939 年以来变质岩石学领域中的其它地质科学家略微修改了原来的定义。然而，艾斯科拉确定的基本概念仍然有效。至今已承认十三个变质相。每个相都以对其专有的特别的矿物或矿物组合来命名。虽然关于相的精确数目的见解略有不同，但大多数相被所有地质学家采用。每个相由两种主要的变质作用：局部变质作用（接触变质作用）或区域变质作用之一产生。第二种类型被分为两个亚组，即动热变质作用和埋藏变质作用。前者与地壳的弯曲以及变形有关而埋藏变质作用只由于岩石被埋藏在地球的深处而发生。

Metamorphic Rock 变质岩 早先存在的岩石，因受到下述一种或多种条件（温度、压力、剪切应力或化学活动性）的明显改变而在固态下产生变化。这种物理和化学变化除引起岩石的结构、构造发生变化外，还产生在环境中稳定的新矿物。见 Cataclastite [碎裂岩]，Eclogite [榴辉岩]，Gneiss [片麻岩]，Granulite [粒变岩]，Hornfels [角岩]，Marble [大理岩]，Mylonite [糜棱岩]，Phyllite [千枚岩]，Phyllonite [千枚糜棱岩]，Quartzite [石英岩]，Schist [片岩]，Skarn [硬卡岩]，Slate [板岩]，和 Soapstone [皂石岩] 条。

Metamorphism 变质作用 使固体岩石的化学构造或矿物成分产生变化的一种过程。变质作用最重要的营力是温度和压力的改变。任何岩石中的矿物在限定的温度和压力范围内一般是稳定的。当新的物理条件施加影响时，它们成为不稳的并且彼此反应形成新的稳定矿物。变质作用过程必须的温度、压力下限没有明确的规定。某些地质学家使用的任意的下限温度是大于 100°C ，压力等于在地球表面下面大约 3 公里深的地方所遇到的压力。变质作用能够发生的上限，当温度和压力条件接近 800°C 及约 地表下 35 公里时达到。超过这些上限，岩石开始熔融形成岩浆，熔融的物质与火山有关。

虽然温度和压力控制变质过程，但是对矿物组成间的反应而言它们不是唯一的因素。实验室的实验以及类似岩石中天然产出的那些矿物的组合表明水或水蒸气或其他气体的存在大大地增加化学反应的速率。没有这些物质，某些反应根本不能发生，或要几百万年才能完成。产生化学反应需要的水存在于变质前岩石的孔隙或裂隙中，或作为某些矿物原子结构的一部分。在初始的变质作用之后温度和压力条件会变得更低，岩石中出现的矿物倾向互相反应以达到新的平衡状态（退化变质作用）。由于大量的水逃逸或者在低温下不能起化学反应，矿物间的化学反应不能发生，或充其量只能以很慢的速度发生。因此变质岩中发现的矿物组合一般反映变质作用期间达到的最高温

度和压力。参见 Metamorphic Rock [变质岩] 条。

Metamorphism, Contact 接触变质作用 参见 Co-ntact Metamorphism [接触变质作用] 条。

Metamorphism, Kinetic 动力变质作用 参见 Kin-etic Metamorphism [动力变质作用] 条。

Metamorphism, Retrograde 退化变质作用 参见 Retrograde Metamorphism [退化变质作用] 条。

Metasomatism 交代作用 存在的矿物通过其化学组分的置换，部分或全部转变成新矿物所凭借的一种过程。这种作用发生有迁移的流体引入（它不是起源于岩石外部就是起源于岩石内部）能与存在的矿物起反应。交代作用对经济地质学是重要的，因为它对许多地区性矿床的存在起重要作用。内华达林肯县普洛西地区的铅锌矿床和亚利桑那比斯比硫化物矿以及西班牙里奥-廷托硫化物矿是这种类型矿床。参见 Granitization [花岗岩化] 条。

Meteor Crater 陨石坑 由陨石冲击及其引起的爆炸作用所形成的环形盆地。这种环形坑不断地有所发现：

1930 年时知道的还不到 10 个，1966 年多于 33 个，而最近估计最后可以找到 250 个。被埋藏的或被侵蚀作用破坏的坑数以千计，而由于陨石落入大洋没有形成的坑可能为数更多。鉴定这种坑的许多标志中包括：（1）陨石的存在；（2）柯石英与超石英的存在，它们形成时的压力要比火山活动造成的压力大得多；（3）与坑伴生的震裂锥；（4）焊结石英砂岩的存在，它们形成时需要的温度高于火山活动的温度；（5）坑周围没有熔岩、以及没有火山碎屑沉积和热液活动；（6）倾斜层和断裂地层的出现。

大概现在已知的最好的冲击坑是亚利桑那州北部科科尼诺高原的陨石坑。它的直径大约是 1200 米、深 150 米，其环大约高出周围地区 50 米。环下面的沉积岩已被搞得倾斜并受到断裂。周围地区已收集大量的陨石碎片。熔结的石英砂岩、柯石英、超石英和震裂与研碎的岩石都存在，但没有火山岩。沙特阿拉伯的瓦巴尔坑，加纳的阿善提坑和加拿大魁北克的朱伯坑都被认为是冲击成因的，就像欧洲、非洲、澳大利亚、阿根廷和塔斯马尼亚的其他坑一样。

Meteoric Dust 陨石尘 当陨石进入地球的大气圈时，由陨石的熔融和氧化作用形成的小颗粒。在格陵兰和南极冰盖和深海沉积物中已经鉴定出陨石尘。参见 Cosmic Sediment [宇宙沉积物] 条。

Meteoric Iron 陨铁（铁陨石） 陨石中出现的自然铁。它是与镍的合金。少量的其他金属一般也出现，例如小的石墨和硅酸盐包裹体。

Meteoric Water 大气水 来自大气的水。各种形式的空中水（atmospheric water）、地表水和地下水统统包括在内。岩浆水（juvenile water）是晚近来自岩浆、熔岩流和火山氢的氧化作用而生成的水分。宇宙水（cosmic water）为量甚微，则是随着陨石来自宇宙空间的。

Meteorite 陨石 从外部空间落到地球的一种地外岩石。陨石可以分三类：石陨石（有时也称作 stones 或 aerolites——都译作石陨石）基本上由硅酸盐矿物组成；铁陨石，大都由镍铁组成；石铁陨石，它既含有镍铁也含有硅酸盐矿物。石陨石进一步分为两类，即球粒陨石和无球粒陨石。

Meteorology 气象学 气象学和大气科学——研究地球大气层以及其它行星大气层的科学——是同义语。然而，有时人们赋予气象学的使命是，

探讨对大气层中的现象的认识、预报以及最终进行控制。一般认为，气象学和气候学之间存在着差别。气候学主要是研究天气状况的一般特征，而不是研究具有偶然性的实际情况。因此，根据这一定义，应当把气候学看做是气象学的主要分支之一。

根据研究的方法、研究的特定领域，以及在人类活动中的应用情况，可把气象学分为许多专门学科。物理气象学，又称为大气物理学，传统上研究大气的光、电、声现象，以及研究大气层的化学组成、辐射规律、云与降水的物理过程。大气热动力学有时被包括在物理气象学中，但更经常地被放在动力气象学中。动力气象学是从流体力学的角度来研究大气的运动。雷达气象学和卫星气象是从事分析和研究用雷达和其它电子技术观测到的大气现象。天气气象学和数值天气分析与预报是从事分析和研究在同一时刻在一个大范围地区里所得到的气象观测资料，进而预报天气的变化。气象学另外还有一些分支，是气象学与其它学科的边缘学科，如生物气象学、农业气象学。

Miarolitic Cavity 晶洞 深成岩中，花岗岩中特别常见的小的棱角状空隙。晶洞常常填着造岩矿物的晶体。

Mica 云母 云母是一族层状硅酸盐矿物。它的特征是板状习性和极完全的解理。虽然，它属单斜晶系，但它却有假六方对称，绕着底面的柱面彼此交角近 60° 。这些就产生了菱形和六边形的板状。云母撕开的薄片既有挠性又有弹性，在弯曲后，又能重新恢复到原来的平直状态，以此区别于云母和其他板状矿物，如滑石，后者有挠性而无弹性，珍珠云母，是所谓脆云母的一种，它在弯曲时破碎。

云母族矿物系列处于两端的矿物是白云母和钠云母（白云母）、金云母（棕色云母）、黑云母和锂云母。云母的主要产状，除了锂云母以外的其它云母都是小片状地产于变质岩和火成岩中。锂云母几乎毫无例外地存在于伟晶岩中，伟晶岩中也能找到最大的和最完好的其他云母的晶体。

Microcline 微斜长石 微斜长石是一种钾的铝硅酸盐，属三斜长石，这是一个低温型，它的高温型的同质多像变体正长石和透长石是大家知道的钾长石。微斜长石是火成岩和变质岩中的造岩矿物，它是伟晶岩中最常见的钾长石，它们可以形成巨大的晶体与石英交生形成文象花岗岩，伟晶岩中的微斜长石多用于工业的目的。

Microfossil 微化石 一般只在显微镜下方能看到的化石。微化石对石油地质工作者特别有用，因为它们体型小，钻头破坏不了。通常只有无脊椎动物，像有孔虫、放射虫、牙形石和介形类的遗骸，才能成为微化石。植物微化石主要是硅藻和其他某些藻类、孢子和花粉。极小的鱼鳞、鱼骨和鱼齿也可以成为微化石。绝大多数微化石都必须利用显微镜研究，但有些种，例如有孔虫的大型种，体径也可大到 2.5—5 厘米。

Micropaleontology 微体古植物学 古植物学的一个分支，研究对象是微化石——从极小的到用肉眼看得见的。这些微型化石通常都是被封固在岩石中的微型动植物的遗体。这些动植物只是在显微镜下才能发现。像有孔虫和硅藻这些微型生物，钻探机械奈何不得，可以完整无损地带到地面上来，从而作为寻找石油的标志化石，是很有用处的。

Microseism 微震 地球内部非常微弱的震动。在许多情况下，微震可能和地震并无关系。它们是由各种各样的原因产生的，例如树的摇摆，摩托车的震颤，或者更重要一点的如海浪对海岸线的冲击作用，深海中水波的干

扰或者地壳岩石中的潮汐运动。

Mid-Oceanic Ridge 大洋中脊 参见 Oceanic Ridge [洋脊]。

Millerite 针镍矿 针镍矿是一种镍的硫化物，它是一种次要的镍矿。有青铜黄色，但是通常可以和颜色相似的黄铁矿区别开来，因为它呈细头发状的晶体。针镍矿是低温矿物，常常在晶洞中形成或以晶质包裹体存在于其他矿物之中。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Mimetite 砷铅矿 砷铅矿是砷酸铅的矿物，在外貌上、产状上以及物性上都很像磷酸氯铅矿，是一种次生矿物。它的西文名称是因为冒充磷酸氯铅矿，冒充，英文 Mimic 词根演化而来的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Mineral 矿物 矿物是一种天然的，均匀的，有限定（通常不固定）成分和有序的原子的排列的固体，一般说矿物是无机过程形成的。

Mineral, Cleavage 矿物解理 指某些矿物沿一定平面裂开的性质。裂开的方向受晶体内部结构的控制，并且总是与某一晶面的方向或可能的晶面方向平行。解理按裂开的性质和矿物裂开的方向予以说明，性质用极完全、良好等词表示，方向则用与其平行的单形符号来表示。例如，云母有极完全的底面解理，普通辉石有不完善的菱形解理。

Mineral, Colour 矿物的颜色 对某些矿物而言，颜色是基本的，不变的特性，作为鉴定它的主要依据。

例如，孔雀石总是绿色的；蓝铜矿、青金石总是蓝色的，铬绿泥石总是粉红色的。因为存在有一种主要元素，大多数金属有一种固定的颜色，例如，黄铜矿的黄铜色，毒砂的银白色，磁黄铁矿是赤铜色。

大多数非金属矿物是由本质上没有特征颜色和无色的元素组成的，但这些矿物的有色变种也大多可能是由于有少量对光有强烈吸收的元素，即着色元素的存在缘故。例如，红宝石的红色，绿柱石的祖母绿色是由于有铬存在。在石英中微量铁的存在是紫色石英的紫色产生的原因。另外一些矿物的颜色是由于晶体结构中存在缺陷引起光的选择性吸收造成的，无色金刚石，通常就是因为这个原因呈现出绿色、蓝色和黄色。在矿物生长时，常常会裹入一些其他的矿物，而且被它们所染色。例如，赤铁矿呈红色，氧化锰呈黑色，绿泥石呈绿色，它们常常有染色作用，使无色矿物染上这些颜色。

Mineral, Dark 暗色矿物 参见 Dark Mineral [暗色矿物] 条。

Mineral Deposit 矿床 一种矿物或一组矿物富集到有经济价值的程度就称之为矿床。一般说，矿床分两类：（1）金属矿床；（2）非金属矿床，包括其他有用的天然材料。矿床这个术语有时仅仅作为金属矿床的同义语，没有大小、产状、形状的含义在里面。

Mineral Hardness 矿物硬度 参见 Hardness [硬度] 条。

Mineral, Heavy 重矿物 参见 Heavy Mineral [重矿物] 条。

Mineral, Light 轻矿物 参见 Light Mineral [轻矿物] 条。

Mineral, Luster 矿物的光泽 矿物的光泽是指一个矿物对光的反射特点和性质。一般说，按光泽来说，矿物可以分为两类：金属光泽的和非金属光泽的。金属光泽的矿物有一种金属的闪光的外貌，其他的就属于非金属光泽。对于某些介于两者之间的矿物，叫做半金属光泽的矿物。还有一些术语用来进一步说明非金属光泽的特点。有金刚光泽，即像金刚石那样的光泽。玻璃光泽是指破碎的玻璃那样的光泽。松脂光泽是指像松脂那样的光泽，闪

锌矿就有这样的光泽。珍珠光泽是一种像珍珠一样的光泽，它出现在平行某些矿物表面的平面上，例如，鱼眼石。油脂光泽，它很像涂了一层薄薄的油层，例如霞石。丝绢光泽，例如，纤维石膏就有这种丝绢一样的光泽。

Mineral, Parting 矿物裂理 矿物裂理是指矿物受压力或双晶化沿结构的薄弱处裂开的平面。裂理与解理相似，因为裂理也平行结晶学的平面。与解理不同之处在于，它仅仅出现在矿物的某些受到双晶化或经受一定压力的样品中。例如，在刚玉和赤铁矿中菱面体的裂理，在磁铁矿中八面体的裂开。参见 Twin Crystal [双晶] 条。

Mineralogy 矿物学 矿物学是研究矿物的科学。它包括对矿物晶体学、物理和化学性质以及它们的成因，产状和共生组合的研究。

Mineraloid 似矿物（准矿物，胶体矿物） 似矿物或准矿物是指自然产生的无定形态的物质，因而，它们不包括在任何严格的矿物定义之中。似矿物是由于胶体溶液固结形成的。胶体有吸附其他物质的能力，所以它们的成份有很大的变化范围。最普通的例子是蛋白石和褐铁矿。

Mineral, Primary 原生矿物 参见 Primary Mineral [原生矿物] 条。

Mineral, Properties 矿物性质（参见附录 4 矿物的性质表） 矿物的性质是一种矿物的基本特性。这些性质取决于矿物的化学成分和内部结构并且是鉴定其类别的因素。矿物的主要性质是化学成分、晶系、矿物的光泽、比重、矿物的解理和矿物的颜色。

Mineral Resources 矿产资源 可开采并有一定经济价值的矿物，它们的已知或潜在的蕴藏，称为矿产资源。矿物没有生命，这与森林和野生动物有所不同。

矿物通常是天然存在的，无机的，结晶的。可以是液体的（如石油），或是固体却不结晶（如煤），也可能是有机物演变而来的（如化石燃料）。

矿产资源通常分为 4 大类：矿物燃料，金属，非金属和水。矿物燃料包括煤，油，天然气和有关制品。它们主要用作能源。金属带正电荷，有良好的导热性和导电性。一般有金属光泽，可打成片或拉成丝。传统上又把金属分为铁和铁的合金，非铁金属，贵金属和小金属。具体如下：

1. 贵金属 (precious metals) ——金，铂，铑和银^①。
2. 非铁金属 (nonferrous metals) ——铝，铜，铅，锌和锡^②。
3. 铁和铁合金金属 (iron and ferroalloy metals) ——铬、钴、铁、锰、钼、镍、钨和钒。
4. 小金属 (minor metals) ^③——铋，砷，钡，铍，镉，钙，锂，镁、汞、镭和铀，稀土金属，硒和碲，钽和铌，钛，锆。

^① 关于贵金属的范围说法尚多。有人以为包括金、银和铂族金属（铂，■，铑，钯，钨，铱）共 8 种元素。有人以为应包括铼，■，铈，钼，银，钨，铱，铂和金，即周期表中第二，第三过渡系的 VII b、VIII 和 I b 族金属，共 9 种元素。——译者

^② 非铁金属，有广狭二义。广义包括铁和铁基合金以外的所有金属。文中所谈是其狭义。又有人将 nonferrous metals 译为有色金属，其实二者范围并不完全相同，置于此处，尤为不妥。为避免混淆，仍按字面译之。——译者

^③ 此处的 minor metals 和他处习用的 rare metals（稀有金属），指称泛有相同处，又有不同处，故不得已仍照字面译之。——译者

镭和铀是核能的来源，所以本应视为矿物燃料，但一般仍归入小金属。非金属包括缺乏金属性质的各种元素和其他种类繁多的非金属，有以下几类：

1. 建筑材料——集料，粘结料，水泥材料，碎石，规格石料，石膏，绝缘材料，石灰和颜料。

2. 陶瓷材料——粘土，长石，滑石和叶蜡石，硅灰石和其他次要陶瓷材料（重晶石，铝土，硼砂，萤石、锂和锂矿物^④）。

3. 金属材料、化学材料和耐火材料——铝土，水镁石，铬，硬水铝石，白云石，耐火粘土，萤石，铸造砂，石灰石，菱镁矿，磷灰岩，石英和石英岩，盐和卤水，夕线石（硅线石）—红柱石—蓝晶石—蓝线石，尖晶石，硫和锆。

4. 工业用矿物——磨料，石棉，重晶石，膨润土，硅藻岩，石墨，云母，硅酸砂，滑石，沸石和其他矿物填料及过滤材料。

5. 化肥材料——农用石灰石，硝酸盐，磷灰岩，碳酸钾和硫。

6. 各种宝石。水，尽管它可以列入非金属类，但通常单独算一类。

矿产资源分类还有多种。有些根据成因，有的根据矿物产状的描述特征。这些分类，特别是包含成因的分类，对于了解矿产资源十分有用，有助于开采其他更多的矿床。

矿产资源大多数都有一个重要特征，即不能再生性。它们的总量就是那么多了，一旦采出并消费，就永远丧失。在这方面，它们和某些类型的能源（如流动的水和太阳的射线）以及某些自然资源（如农产品，木材和来自海洋的食品）有所不同。这些都是可以再生的。只有寥寥几种矿产资源看来是可以“生长”的，也就是说在某种程度上对消费掉的供应进行补充。这样的例子有：富铝土矿可在近地面母岩的风化和蚀变中形成，富盐卤水可在荒漠谷中生成，磷酸盐矿可因某些洞穴中蝙蝠粪便的沥滤而堆积等。但这些矿床即使能“生长”，速度也是很慢的，同消耗速度相距甚远。因此，必须十分注意总的供应情况和每种矿产资源的消费速度。

矿产资源的地理分布在供应这些资源方面是个重要因素。矿产资源的价值大小与其产地大有关系。建筑业使用的大部分材料和水，都是低值资源。它们的价值多半取决于距离使用地点的远近（如沙石资源就是如此）。对建筑业说，运费至关重要。如果建筑材料产地过远，运输费就大得多。建筑公司希望消耗量大的材料当地能够生产。产地在市区边缘最为理想。如果远在50公里以外，吸引力就很小。但另一方面，价值高的资源，不拘产于何地 and 运程有多远，都要设法寻求。石油便是这样的矿产。石油是用油轮和油管在全世界到处运输的。几乎所有的金属，也都被视为高值资源。

有些国家拥有的高价值矿产资源，比其他国家多得多。矿产资源的地理分布，左右着世界贸易。石油是一个例子。中东地区的伊朗，伊拉克，科威特和沙特阿拉伯，拥有世界最大的已知石油资源。这些国家的经济活动中心是石油的产销，而石油是世界很多国家所必需。另一个例子是锡。这种矿产资源缅甸、印度尼西亚、马来西亚和泰国等远东国家都拥有。有些国家尤其是高度工业化国家，矿产资源的消费量远远大于本国的产量，贸易是和平解决问题的办法。但有时候，贸易满足不了需要。为了解决这种供需矛盾，为

^④ 指锂辉石，锂云母和磷铝锂石等而言。——译者

了向他国发动侵略以便获得更多的资源，国际冲突也就不可避免了。

世界人口越来越多，更多的国家力图提高生活水平，对矿产资源的需要遂与日俱增。工业化的发展，需消耗更多的已告枯竭的世界矿产资源。部分解决这个难题的办法有以下一些：加强科学研究，生产代用品，压缩消费量，开发新的地区，例如海洋，对某些矿物循环使用，规划进一步的社会发展计划以提高矿产资源的利用率。

保护环境意识的增长，也反映在对矿产资源的种种关注上。人们已把工业看作主要的污染源。在工业生产和环境保护间，存在着重大矛盾。某些矿产资源的使用有害于环境，所以已经削减其消耗量，如煤炭即是。开发新的能源（如太阳辐射和地热）就反映了人们从环境角度上洁化资源的愿望。但尽管矿产资源已告枯竭而对它的需要量仍日益增长和因此产生的种种问题日益严重，都继续是对人类的重大挑战。

Mineral Spring 矿泉 一个温泉或冷泉，所含各种溶解盐类达到可观数量，便叫矿泉。通常有碳酸泉，硫黄泉，磷酸泉和氯化钙泉，氯化镁泉，氯化钾泉，氯化钠泉和氯化锂泉等。含有溶解气体，包括溶解的二氧化碳和硫化氢气体的矿泉也不少。矿物质都是水分从基岩和风化壳中携带出来的。通常认为矿泉的作用，在于热水和溶解盐具有医疗功效，但来矿泉疗养的人，一般都能得到歇息和休养，同样是矿泉的可贵之处。世界上有名的矿泉很多，如法国的艾克斯莱班（Aix-Les-Bains），瑞士的巴登（Baden），捷克的卡尔斯巴德（Carlsbad），美国阿肯色州的霍特·斯普林斯（Hot Springs），纽约州的萨拉托加·斯普林斯（Saratoga Springs），都以矿泉著称。参见 Spring [泉]，Thermal Springs [温泉] 等条。

Minerals Silicate 硅酸盐矿物 参见 Silicate, Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Miocene, Epoch 中新世 第三纪时期的第四个世，大约从距今 2600 万年前开始，持续大约 1400 万年。它的名称是查尔斯·莱尔爵士 1833 年定的，意思是“不那么新”。在意大利、法国南部、奥地利、罗马尼亚、比利时和荷兰出露有中新世海相沉积。在西印度群岛和安的列斯也清楚地见到这类岩石。在北美洲，中新世时期的海相地层见于从北卡罗来纳州到长岛的大西洋岸平原北部，在切萨皮克湾地区充分发育。佛罗里达州的大西洋岸平原南部也有零星的中新世沉积。在墨西哥湾沿岸地区，包括佛罗里达州西部、密西西比州南部、亚拉巴马州、伊利诺伊州南部和得克萨斯州东南部，既有海相地层也有非海相地层。太平洋岸地区的中新统大都由加利福尼亚的巨厚的海相岩石剖面构成。晚第三纪的非海相沉积出现于大陆内部，即落基山和密西西比河之间以及从南达科他到得克萨斯一带。美国西北部的中新统以大量的火山灰、火山渣和熔岩为特点。在中新世末期左右，构造活动影响了北美的部分地区，而在欧亚大陆的阿尔卑斯—喜马拉雅地区则有造山运动。

北半球各大洲的普遍隆起和局部的造山运动在世界的多数地区造成了寒冷而干燥的气候。内华达南部的盐类沉积表明北美洲部分地区类似沙漠的气候条件。中新世的条件对陆地生物来说是理想的，禾本科植物和谷类植物越来越占优势，而森林则大大地减少。最早的红杉在美国的科罗拉多、格陵兰和欧洲出现。海洋脊椎动物和鱼类是大量的，其中许多与现代种属相似。哺乳动物的发展达到顶峰，随着草原面积的扩大而蔓延开来。它们要比其渐新世的祖先先进得多，其中包括有三趾马、骆驼、鹿和羚羊。巨猪是一种样子

像猪的高大的动物，它大约有 2 米（6 英尺）高，在北美洲是常见的，它与犀牛和乳齿象一样，都代表早期的象科动物。食肉动物是大量的，其中有些躯体很大；灵长类（其中包括类人猿）在继续进化。

在加利福尼亚、墨西哥湾沿岸地区、苏联、中东、东印度群岛和南美洲部分地区的中新世地层中找到了石油。与中新世岩石共生的其他矿产有盐类、粘土、硅藻土和建筑石料。

Misfit Stream 不称河 河谷显然太宽或太窄的河流。其中大多数属于河水过少不称河。和流经的河谷相比，这种水量过少不称河的曲流又细又弯。水量过少不称河有多种成因：洪水侵蚀，岩石耐蚀力差，河流发生过袭夺现象。不称河多见于北欧，北美洲北部以及其他遭受过第四纪冰川作用的地区。因为在那个期间，融化的冰川水量很大，开掘的河谷很宽。冰消以后，水量大减，遂遗留下很多不称河。

袭夺河因袭夺而流量大增，可能产生水量过多不相称河。

Mississippian Period 密西西比纪 古生代的第五个纪；它始于距今 3.45 亿年，持续了大约 2500 万年。它的名称来自美国密西西比河谷上游，那里密西西比系表现为广泛分布的石灰岩沉积。在欧洲，人们不承认密西西比是一个独立的纪，而把它大致相当于石炭系的下部。这个时代的岩石在欧洲有广泛的分布，在那里它由含大量海相化石厚石灰岩层组成。在苏联的顿涅茨盆地有密西西比纪时期的有价值的含煤沉积，在中国、西伯利亚、小亚细亚、澳大利亚和南美洲也有这个时期的沉积层。

在这个纪内，密西西比河谷的多数地区受到海侵，而沿大陆东部边缘，阿巴拉契地槽接受了海相沉积物。在美国东部有些密西西比纪的岩石构成了某些比较明显的山脊。在美国和加拿大西部出露有广泛分布的密西西比纪海相石灰岩。在魁北克东部、新斯科舍和新不伦瑞克则出现含陆生植物与淡水鱼化石的陆相沉积。密西西比纪末期是广泛的地壳变动的时期，北美洲大陆有普遍的抬升。在美国和加拿大没有广泛的造山运动的证据，不过在欧洲西部却有山脉形成。

密西西比纪的气候可能是温暖而潮湿的，广泛分布的海域导致了世界多数地区温暖的气候。密执安州和纽芬兰的盐类与石膏的存在指出那些地区相当干旱的气候条件。

密西西比纪的生物似乎与其泥盆纪的祖先有密切关系。苔藓虫（特别是螺旋状的阿基米德虫）、有孔虫和有壳针的软体动物是常见的。海百合与海蕾非常多，在许多密西西比纪石灰岩中找到了它们的残体形成的化石。陆地上有浓密的沼泽森林，在蕨类、灯芯草和其他水生植物间生活着两栖动物。也有许多鱼类，其中包括大约有 300 种鲨鱼。密西西比纪的有经济价值的矿产包括：苏联、弗吉尼亚和阿巴拉契地区的煤、美国中部和阿巴拉契地区的石油、三州（密苏里、堪萨斯和俄克拉何马州的部分地方）地区的铅锌矿；印第安那州中南部和密苏里州西南部的建筑石料。

Mistral 密斯脱拉风 法国南部的一种地方风的名称。当冷空气从内陆的高压中心吹出来经过山脉中的隘口时，就形成密斯脱拉风。在亚得里亚海北部沿岸地区，把这种风称为布拉风。

Modulus of Elasticity 弹性模量 固体抗变形的能力。

Mohorovicic Discontinuity (或 **Moho**) 莫霍洛维奇间断面 (或莫霍面) 相当坚硬的地球外壳 (地壳) 和由较热的塑性物质组成的地球其

余大部分(地幔)之间的明显界面。莫霍面的深度在海洋底下大约 10 公里在大陆下面 30 或 40 公里左右。莫霍面的存在是根据地震波通过它时的行为得知的。由于地幔岩石的密度比它上面的地壳的密度大,地震波由地壳进入地幔,波的速度就突然增加。

这个间断面是以它的发现者,克罗地亚地球物理学家安德鲁扬·莫霍洛维奇(1857—1936)命名的。众所周知,是他研究了 1909 年巴尔干地震产生的地震波图象,并且他得出结论:地球具有层状构造。

1960 年初提出了穿进地壳和上地幔的钻探计划。这就是所谓“莫霍计划”,这个计划用专门建造的钻探船在北美西海岸海面上进行了初步工作之后,由于缺乏资金而被迫放弃。

莫霍洛维奇间断面

地幔和地壳由于密度的突然改变而分开,分界面称为莫霍洛维奇间断面,或莫霍面,它的深度在大陆平原下面可深达 32 公里,而在海洋下面深度只有 6 到 8 公里。

Mohs Scale of Hardness 莫氏硬度表 参见 Hardness [硬度] 条。

Mold 阴模(古生物印痕) 古生物学用语,史前生物遗留下来的印痕。参见 Casts and Molds [阳模和阴模] 条。

Mollusk 软体动物 构成种类繁多的软体动物门。如有水生也有陆生的无脊椎动物。包括蛞蝓、蛤蚌、牡蛎、鱿鱼和章鱼。大多数软体动物都有钙质壳作为外骨骼。以化石保留下来的就是这部分。然而有些软体动物,如蛞蝓却是没有壳的。软体动物由于数量丰富,种类多,它们的化石,对古生物研究价值甚大。不仅如此,某些软体动物如牡蛎还是主要的造岩生物。

软体动物有以下几纲:

1. 双神经纲(Amphineura)^①——如石鳖是。化石不常见。壳由 8 块壳板组成。生存于奥陶纪至全新世期间。

2. 腹足纲(Gastropoda)——如蜗牛和蛞蝓。化石普遍见于古生界,中生界和新生界的岩层中。蛞蝓无壳,而蜗牛却有单壳,一般呈螺旋状。最早见于寒武纪,现代非常丰富。

3. 掘足纲(Scaphopoda)——有各种各样的长牙状壳。化石不太常见,但在某些中生界岩层中,有的地方种却大量存在。生活于泥盆至全新世期间。

4. 斧足纲(Pelacupoda)——如蛤蚌,贻贝,牡蛎和扇贝是。均为常见化石,尤以中生界和新生界岩层中最多,斧足类都有双壳^②,一般同样大小。从寒武纪到全新世均有。

5. 头足纲(Cephalopoda)——鱿鱼,章鱼,鹦鹉螺和已灭绝的菊石等是。它们的化石都很有价值,尤其是发现于古生界和新生界岩层中的化石,价值更大。它们生长单壳,壳多作旋卷状,并被隔壁分开,古老如寒武系岩层中,已发现有头足纲化石,而鱿鱼,章鱼和乌贼等,甚至在今天的海洋里还多得

^① 有的学者根据钙质骨板的有无,又把它的双板亚纲和无板亚纲,提升为两个独立的纲,以代替双神经纲。——译者

^② 最初命名时,学者们就因这个纲的动物具有两个壳瓣而称为双壳纲,后才因其常有发育的斧形足,故又称斧足纲。且因多具瓣状鳃,亦名瓣鳃纲。更因其头部退化而称无头纲。但现在更多的学者又倾向于使用最初的定名,即双壳纲(Bivalvia)。——译者

很。^③

软体物动

共分五个纲，内部结构相似，外部形态丰富多彩。图中虚线所示为消化系统。叶状结构为鳃。

Molybdenite 辉钼矿 辉钼矿是硫化钼的矿物。是钼的主要矿石，黑色，六方形板状，有完全的解理。与石墨很相似。两个矿物总是容易相混。辉钼矿有浅蓝色的色调，而石墨则有棕色的色调。这点有助于区别这两种矿物。比重是有效的区别两者的方法，辉钼矿比重 4.65，石墨比重 2.23。辉钼矿常产在高温脉状矿床中，与锡石、黑钨和萤石共生。也在接触变质矿床中找到过。在某些花岗岩和伟晶岩中作为副矿物出现。世界上最重要的工业矿床是科罗拉多州的克利马克斯矿，那里辉钼矿呈细脉出现在硅化的花岗岩中。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Monadnock 残山，残丘 兀立在由流水侵蚀形成的平原之上的孤立的山峰或丘陵。流水侵蚀最终阶段是准平原化，不过流水的侵蚀作用从来都是不彻底的，因而有残留的山峰（残山），它们或是由抗蚀力强的岩石组成，或者是因为远离基准面。最典型的残山就是美国新罕布什尔州的摩那德诺克山（MountMonadnock）。

Monocline 单斜 在一个方向上变化了倾角的一段岩层，在这段倾斜岩层的两边有水平的或近乎水平的层理。在横剖面上，一个单斜类似于一段台阶，其两边的同一层垂直方向上相差了几百米甚至几千米。

Monoclinic System 单斜晶系 在结晶学中，单斜晶系里，单形都有三个不相等的参照轴，其中一个与其他两个相垂直，如果这三个轴分别是 a、b 和 c 的话，b 是垂直 a 和 c 的。但是 a 和 c 之间的夹角并没有严格的要求，这个角度在少数几个晶体中等于 90°，而在大多数晶体中是倾斜的。

Monsoon 季风 盛行风向随季节变化的一种地面风。季风的形成是由于季节的变化使气压的变化趋向两个极端的结果。南亚的季风是特别典型的。在夏季，暖湿的空气从印度洋和南太平洋向北和东北方向运动，经过印度、中印半岛和中国。这个气流持续几个月，被称为夏季季风，带来了大量的降雨。在冬季，气流的方向相反。空气从中亚的北部向南和东南方向吹向赤道地区的大洋中。冬季季风持续数月之久，带来干燥而晴朗的天气。

Montmorillonite 蒙脱石 蒙脱石是一族粘土矿物，它的显著特征是能吸附水，能产生一种滑感。蒙脱石是班脱岩（膨润土）的主要成份。班脱岩是火山灰蚀变成的，当其放在水中时，体积能膨胀几倍。见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Monzonite 二长岩 一种粒状深成岩，其中斜长石超过钾长石，石英数量不超过 5%。因此它的成分介于正长岩和闪长岩之间。颜色一般也居中；暗色矿物可以有普通角闪石、黑云母或辉石，它通常比正长石更丰富但不及闪长岩。副矿物有磷灰石、榍石、锆石和磁铁矿。

Moonstone 月长石 月长石是某些长石的透明变种，是一些有蛋白光的正长石、钠长石或更长石。

Moraine 冰碛 一种地貌形态，它的物质一般是由冰碛物组成的，出现在冰川之上和冰川曾经覆盖的地区。它包括侧碛、中碛、终碛、后退碛、

^③ 除上述几纲之外，有的学者对软体动物还列有单板纲（Monoplacophora）。——译者

端碛和底碛。

如果谷冰川在悬崖之间运动，冻裂作用使石块从悬崖上分开并落在下面的冰川上。冰川两侧因此发育成的岩屑覆盖物称为侧碛。谷冰川因气候变暖而消失时，侧碛随冰川变薄而下降，以致最后沿谷壁而沉积。所形成的脊的高度 1 米至几百米不等。通过侧碛在谷底以上的高度可测出冰川原来的厚度。

中碛是沿冰川中部延伸的岩屑脊。两个谷冰川汇合，两个内侧碛结合即形成中碛。一个地区的主谷冰川一般有许多中碛，因为它有若干支冰川。如果冰川的向前运动等于其终点向后融化的速度，冰川的终点保持稳定。冰川像一个巨型传送带，在冰面之上、冰体之中、和底部携带着物质向终点运去，并在那里沉积下来。冰川终点保持稳定的地方，即形成端碛。

冰碛

1. 这组示意图示出岩块的前进运动。岩块由冰从底部基岩面移至冰川末端，最后沉积，构成冰碛的一部分。

终碛是在冰川的最前端的锋的位置形成的端碛。后退碛是冰川锋后退并在一个新的位置暂时保持稳定时形成的。当冰川的终点以均匀的速度后退及它所挟带的岩屑沿着冰川退却的整个路径上沉积，即形成底碛。终碛和后退碛的高度取决于冰川的终点保持稳定的时间的长短、冰川挟带的岩屑量和冰川运动的速度。它们的高度为几米至几百米不等。终碛和后退碛常常形成堤坝把谷地拦截起来，形成像手指一样狭长的湖泊，世界上最美丽的湖泊就属于这一类湖，例如意大利北部的科莫湖和加尔达湖、加拿大落基山脉中的路易斯湖和蒙特利尔州国立冰川公园的圣玛丽湖。大陆冰川的终碛和后退碛通常为几百米宽，几十米高，延伸几百公里。在密执安州、俄亥俄州、印地安那州，以及欧洲各地，大陆冰川的终碛和后退碛是非常引人注目的。

终碛将地质上完全不同的地区分开。在终碛以内的地区有后退碛、冰砾阶地、冰碛、底碛、冰川擦痕、羊背石、湖泊和许多其他的冰川地貌。在终碛以外的地区则没有这些地貌，通常是以流水地貌为主。

Mosasaur 沧龙 已灭绝的海生蜥蜴流线型类的一种。原来生活在白垩纪的海洋中。这种大型爬行类动物，有的身长可达 15 米（50 英尺）。巨大的开启自如的颌里，长满了向后倒钩的锐利牙齿。参见 Fossil Reptiles [爬行动物化石] 条。

沧龙

这是白垩纪海生爬行动物，由蜥蜴类祖先演化而来，曾广泛分布世界海洋之中。

Mountain 山 相对高度在 300 米以上，坡度较陡的由岩石构成的高地，岩石或裸露，或有植物覆盖。山的顶部面积有限，或是尖的，或是圆的。山与丘陵的不同就在于它比丘陵要高；与高原的不同就在于它顶部的面积比高原要小。山可由火山活动（堆积山）、褶皱或断裂作用（断层山）以及侵蚀作用形成。按地理学家的说法，山的高程是指从海平面到山顶的高度；而对登山运动员来说，则是指从山的底部到山顶的高度。高山地区雨量比四周地面要大，迎风坡通常比背风坡要潮湿。气温随高度的增加而递减，因而即使赤道附近的高山顶上也可覆盖一片冰雪，并从中流出冰川。高山对于生物的迁徙是有效屏障，对历史的进程也具有深刻的影响。

大面积的山地的形成是由于造陆运动的结果。造陆运动的规模要比造山

运动大，造山运动只是局部的过程，仅仅与山地内部构造，例如褶皱、断层的形成以及形态的改造有关。

山

1. 当地壳上两个地区受压缩时 (a)，它们之间的地面就弯曲形成褶皱山地。穹丘 (b) 是由聚集在地底下大口袋中的融熔状的岩石向上涌出，因而使地面升高成为一个山包。断层山 (c) 是由于地底下压力使岩体断裂，断层的一边上升，另一边下沉而形成的。

2. 怀俄明州的特通山脉卡瑟德拉尔 (Cathedral) 山群的陡峭断层崖，最高点位于大特通地区，高 417 米。

Mountain Cork (或 Mountain Leather) 软木状石棉 软木状石棉是指一种酷似软木或皮革的一种透闪石石棉的毛毡状集合体。比较薄的，韧性好的叫“皮石棉”，比较厚的，很轻，叫“软木状石棉”，它有许多孔隙，呈块状像软木。

Mud Cracks (或 Sun Cracks, Desiccation Cracks) 泥裂，干裂缝 淤泥、粉沙或粘土在干燥过程中发生收缩，因而形成一片多边形的裂块。在某些沉积岩上也会发生这种现象，从剖面来看，裂缝呈典型的楔形，楔形的尖端向下。在长时间曝晒而气候干燥温和的地方，这种裂缝最为发育。泥裂主要是形成于大陆性气候地区，而且沉积了淤泥和粘土的水是很浅的。

Mudflow 泥流 以细颗粒为主的风化物浸透了水而形成粘稠粥状的流动体。泥流含水率从 10% 到 60% 不等。它的固体物质重量的 50% 以上是由比沙粒还小的颗粒组成。泥流流动的距离可从一米至八十公里以上，而其厚度则从几厘米到数十米不等。

泥流中的物质通常是没有分选，缺少层次，常包含有有棱角的岩石碎屑，其中有些可能是带有条纹，因此与冰碛物很相似，有时候易同冰碛物混淆。泥流的稀稠程度有不同，最稀的像刚搅拌的混凝土那样，稠的像稠粥那样。其流速可从每小时一公里至八十公里以上不等，主要取决于山坡陡峭的程度以及同这些碎屑物混合在一起的水量的多少。很稠的泥流可以带动房屋般大小的石块，由于石块互相碰撞而不时发出沉闷的轰鸣声。

必须具备下列条件才能形成泥流：(1) 要有像山区那样的陡坡；(2) 山坡上覆盖一层由细粒物质组成的风化物；(3) 植物很少或根本就没有；(4) 隔些日子就下大雨的地区。这些条件在半干旱或干旱地区常常具备，在覆盖着由细颗粒组成的没有固结的火山灰的火山上也具备这些条件。在美国内华达州、加利福尼亚州和亚利桑那州以及世界上许多地区的断块山上都常见到泥流。暴雨打湿了的泥、石等物质沿陡峭的山坡向下流动，流进山谷，有时一直流到山脚下冲积扇上。

当由细颗粒组成的没有固结的火山灰被雨水、融雪水、火山蒸汽凝结的水以及从火口湖流出来的水浸泡达到饱和就构成了火山泥流。这种泥流很危险。维苏威山坡上的赫库兰尼姆正是在公元 79 年维苏威火山的一次喷发中被泥流淹没了。最具有灾难性的一次泥流是 1919 年爪哇的克勒特 (Gunong Keloet) 火山山坡上暴发的那次，摧毁了 104 个村庄，使 5000 多人丧生。

Muscovite 白云母 白云母是一种含水的钾铝硅酸盐，是云母族矿物中的一种。晶体厚时，这种矿物可以是绿色的，浅棕色或红色。在花岗岩、片麻岩和片岩中那些浅色的云母就是白云母。在一些伟晶岩中，有白云母的晶体出现，它可以解理成很薄的透明片子，被称为“书页云母”。在玻璃出

现以前，这种来自莫斯科的云母片用作窗玻璃，叫做莫斯科玻璃。英文矿物名称就来源于俄语莫斯科的古称莫斯科维。

由于它有抗热的性质，现在透明的白云母片用作炉灶的窗口。在电气工业中，常常用白云母冲压成形，用在电子管上。在绕电阻元件时，用白云母垫底。细磨的白云母用在盖屋顶的材料、涂料和糊墙纸中，使它们闪闪发光，因为它的解理面能反射光。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Mylonite 糜棱岩 由大的岩石碎块经研磨和压碎产生的一种细粒变质岩。糜棱岩的发育沿着大的固体岩石块体之间运动面（称做断层）产生。糜棱岩在近地表发现的低温低压条件下形成，并未遭受化学或矿物转变作用。据认为这种情况普遍存在于加利福尼亚圣安德烈斯断裂带或苏格兰西北阿辛特地区莫因逆断层带。

Nnansen Bottle 南森瓶 一种海水取样瓶。该瓶是以它的设计者，挪威科学家南森（Fridtj off Nansen, 1861—1930）的名字命名的。在一个缆绳上系上若干个南森瓶，就可以取得任一深度的水样。每一个瓶都是由两端有阀门的金属管构成。当瓶子往水中放的时候，阀门是开放的。当系在缆绳最上面的南森瓶到达预定深度时，下面的瓶子继续顺着缆绳往下滑，并使上面的瓶子倒转过来，关闭它的阀门，把海水充填进去。下面的那个瓶子的阀门是靠携带一个重物来关闭的。因此，不管缆绳放到多深，南森瓶都能运用自如。

Native Element 自然元素 见 Element, Native [自然元素] 条。

Nappe 推复体 一种巨大的外来岩块（从原生地移置来的），它被逆掩或者经倒转褶曲而达相邻的地表之上。褶曲或断层岩石所搬运的距离必在一公里或更多的量级之上。移动距离小于此数的构造不归入推复体。举例说，瑞士阿尔卑斯是巨大推复体构造的侵蚀残余。

Natrolite 钠沸石 指水合硅酸铝钠矿物。在玄武岩空洞中，常充填钠沸石和其他沸石及方解石。针状晶体，常常呈放射状。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Natural Bridge 天然桥 通常是指横跨在一条河上或一条山谷之上的拱状物，是由天然营力造成的。由于天然桥很美观，巨大而又罕见，所以很能激发起人们的兴趣，不过它在地质上并不重要，因为它很短命，是一种偶然的形态，形成它的过程也就是毁灭它的过程。天然桥是在波浪、沿岸流以及地下水的作用之下形成的，还有江河侵蚀以及火山活动也都能形成天然桥。天然桥通常是在正受着海蚀作用的沿岸地带由波浪和海流形成的。波浪在一个狭小的岬角两边扑打时，可能会把它打穿，而在大陆与岬角外侧部分之间就形成一座桥。这种侵蚀活动继续下去，最终必将把桥摧毁，形成一个浪蚀岩柱。这种浪蚀岩柱在美国加利福尼亚州、法国以及澳大利亚沿海一带，在加斯佩半岛的珀斯山以及许多地方都可见到。

地下水对石灰岩进行溶蚀，常常在垂直节理处发育成为狭窄的很深的山洞或隧道；当这种山洞的顶壁大部分倒塌而只保留一小部分时，天然桥也就形成了。美国最著名的天然桥是在弗吉尼亚州的那座，高出塞达河约 60 米，桥宽约为 45 米，一条公路干线经过此桥。

水流的侧蚀作用打穿深切的嵌入曲流（河曲）的陆颈也能形成天然桥。如果陆颈的上部平面没有倒塌的话，一座天然桥就形成了，河水就将从桥底下流过。世界上最大的天然桥——美国犹他州东南部的虹桥（Rainbow Bridge），就是这样形成的，它高出布里奇河面达 94 米，全长为 85 米。

熔岩流的中心部位液体状的熔岩流空后，其顶部几乎全部倒塌，只剩下很少一部分会形成熔岩桥。在夏威夷群岛以及哥伦比亚河熔岩高原中都能找到这种桥。在美国犹他州的国立拱桥博物馆中的拱和桥又是以其它方式形成的：地壳的变形形成了垂直裂隙；侵蚀作用使这些裂隙加宽变成了狭缝或变成峡谷，在它们之间就形成了狭窄的直立的岭脊或鳍状物，这种地形由抗蚀能力小的岩石构成的地方就会被地下水、风化作用、冻裂、风或重力所打穿，这样就形成了窗洞，继而就变成了桥或拱。

天然桥

犹他州国立天然桥博物馆奥代乔岩拱是由侧蚀作用蚀穿了嵌入曲流的突出的山嘴而形成的，该拱宽 60 米（200 英尺），高达 30 米以上。

Natural Gas 天然气 天然存在的液态碳氢化物（氢和碳的化学混合物），通常和石油共生于地下。油层中的天然气，有的为量甚少；有的可高达 100%。其中的气体从含沸点很低的天然碳氢化物到几乎全由氢、氮或二氧化碳构成。后一类气体经济价值不大。而仅占某些气体 2—3% 的氮，经济上却很重要。所有石油烃中最稳定的成分甲烷（ CH_4 ），构成天然气碳氢化物的最大部分。此外往往还含有为量很少、彼此差别却很大的其他烷属烃——乙烯（ C_2H_6 ），丙烷（ C_3H_8 ），丁烷（ C_4H_{10} ）、戊烷（ C_5H_{12} ）和己烷（ C_6H_{14} ）。天然气中游离氢极少（如某些火山地区和德国若干盐矿附近的天然气，就是这种情况）。大部分天然气的一氧化碳和不饱和气体都不多。在标准天然气中，碳的含量大约为每千立方米 35 磅。其中三分之一可以还原为碳黑。天然气在有限量的空气中燃烧后，会剩下非常微小——直径从 10 到 150 微米——的颗粒，这就是碳黑。以空气的密度为 1.0，天然气的密度可从甲烷的 0.554 到超过 1.0（少数气体）。大部分天然气的密度在 0.65 至 0.90 之间。

井下采出的天然气，可按所含天然气油的多少分类。每 1000 立方英尺所含天然气油不足 0.1 加仑的天然气称干气（dry gas），每 1000 立方英尺所含天然气油 0.3 加仑或更多的称湿气（wet gas）^①。

天然气油提出后的天然气称残余气（residue gas）。甜气（sweet gas）和酸气（sour gas）^②则分别指硫化氢含量少或多的天然气而言。天然气中的主要杂质有氮，二氧化碳，硫化氢和氦。其中含的二氧化碳和氮过多，会降低它的可燃性能，从而降低其热值。

氮和二氧化碳还会使天然气燃烧所需的温度提高。

天然气的成因还不太清楚，但人们相信也和石油一样，都是史前海洋沉积层中微小动植物的遗体，经细菌分解后而生成的。储油层中天然气的存在形式多种多样：以游离气体分布于储油层的顶部，溶解于水中，或者为液态气。液态气存在的深度超过 1800 米，而且必须在高温高压条件下。但处此情况，天然气和原油在物理性质上，又不易区别了。

天然气也同石油一样，是最重要的矿物燃料和能源。大多数产油区都有天然气。

Natural Remanent Magnetism (NRM) 天然剩余磁性 岩石在形成时获得并且在岩石存在的整个时期内保持稳定的磁性。天然剩余磁性用在测定整个地质时期地球磁场的古地磁学研究中。某些岩石由于含有磁性矿物而较另外一些岩石更容易磁化。这些矿物是铁的氧化物，如磁铁矿和赤铁矿，或者如磁黄铁矿这样的硫化物。玄武岩质熔岩和红色砂岩保持其天然剩余磁性的能力最强，因为它们含有能被磁化的矿物的百分比最大。

当熔融物质形成像玄武岩质熔岩这样的岩石时，能被磁化的一些矿物结晶，并且在其温度降到所谓居里点时就被磁化。与熔岩有关的磁性矿物的居里点大约是 500°C。熔岩在很高的温度时被强磁化的能力比在室温下被感应磁化的能力要强。因此，即使熔岩在后来的某个时候受到不同强度和方向的

^① 这里提供的只是一种说法，国际间对此尚无统一的定量区分标准。——译者

^② 对这两个词，中国石油工业界尚无公认的与之完全相应的术语。所以只好按字面直译（有人将 sweet gas 译为“无硫气”，这是不准确且显然有误的，故不取）。——译者

其他磁场的作用，它的天然剩余磁性仍能保持稳定。

在红色砂岩形成期间，磁性矿物的小碎屑本身沿当时占优势的那种磁场方向排列。某些因素会影响砂岩获得的天然剩余磁性，使得它比熔岩获得的磁性小。在矿物质点已经排列定位之后，由于水流的作用，它们还会移动，或因沉积物在成岩作用下发生变化，因此减小了磁性质点的总效应。

Nautilus 鹦鹉螺 现存唯一有外壳的头足类。科学价值很大。它介于似鹦鹉螺类和菊石类之间，有“活化石”之称。结构比较简单的鹦鹉螺，自早古生代以来，体形皆无甚变化。结构复杂些的，大约在 7000 万年前就已灭绝。最早的鹦鹉螺外壳并不盘卷，但很长很直，且略呈锥形。在奥陶纪和志留纪期间，鹦鹉螺甚为普遍。奥陶纪曾生存过外壳不盘卷的内角石属，长可达 5 米，不过大多数的鹦鹉螺都短小得多。

Nekton 游泳生物 海中生物的一类，指能在海中游泳，善于控制自己的运动和位置的生物。这一类生物包括具有某种游泳能力但是又任凭洋流摆布的那些无脊椎动物和幼鱼。游泳生物包括种类繁多的生物，其中包括种类繁多的鱼类。可以算作游泳生物的无脊椎动物有鱿鱼，珍珠鹦鹉螺（Pearly nautilus）和某些虾类。游泳生物所具有的能动性使它避免被其它动物吃掉，能寻找食物以及能隐蔽起来，一般都能向比较合适的地方移动。

Neogene Period 新第三纪 新生代晚期的一个地质时代单位，它把中新世和上新世合在一起。在把第三纪叫做一个代的分类中，把新第三纪看作第三代的最年轻的纪，它继老第三纪之后而出现。

Nepheline 霞石 霞石是钠铝硅酸盐矿物。这种造岩矿物是最丰富的似长石矿物。它是霞石正长岩、响岩和其他二氧化硅不足的侵入岩和喷出岩的主要成份。在岩石中细小的霞石和石英相似，但是，它的硬度较低，脂肪光泽可以有别于石英。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Nepheline Syenite 霞石正长岩 正长岩的变种，含 5% 或更多的霞石。和普通正长岩一样，钾长石和斜长石所占的比例大体相同，暗色矿物经常出现。另外，一些霞石正长岩含有方钠石（蓝）和钙霞石（黄），而另一些含有刚玉。

Nephelinite 霞石岩 基本上由辉石和霞石组成的细粒岩石。次要矿物包括石榴石或其他似长石，斜长石和橄榄石。随着斜长石和橄榄石的增加，霞石岩变成霞石玄武岩。普通副矿物是榍石、磷灰石和铁氧化物。

Nephrite 软玉 软玉是一种韧性的致密的透闪石—阳起石，它是玉石的组成部分。它的颜色有变化，从白色直到由于绿色的色素加深所致的黑色。

Neptunism 水成论 一种被废弃的理论，它主张所有岩石都是在水中形成或由水形成的。这个理论由德国著名矿物学家维尔纳（1750—1817）提出，他认为所有层状岩石（其中包括玄武岩和花岗岩）都是由曾经覆盖全球的世界海洋中沉淀出来的。水成论者支持基督教圣经的解释，特别支持关于诺亚洪水的说法。他们把化石解释为诺亚洪水的牺牲品，而把花岗岩和玄武岩解释为原始海洋中的最老的沉积物。

水成论受到了火成论的反对，火成论同样也是已经被废弃了的理论，它认为所有岩石都是由原始的熔融体凝固而成的。

Neritic Province 浅海区 从海岸线到大陆架外缘的整个大陆架之上的水体环境。这一环境大多都能接受到光线，而且养分很丰富，因此，无论植物还是动物，数量极为丰富，种类繁多。大部分海味都是从此一环境中

取得的。见 Marine Environment [海洋环境] 条。

Nesosilicate 岛状硅酸盐 岛状硅酸盐是有彼此不共用氧离子的孤立硅氧四面体的硅酸盐。而其他硅酸盐，氧离子有共用的。在岛状硅酸盐结构中，四面体靠其他阳离子连结在一起。硅氧比是 1:4。例如，在锆英石 ZrSiO_4 中。参见 Silicate Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Névé 粒雪 新雪和冰之间的一种雪的形态。它形成于永久雪原和冰川的表面附近。雪是一种轻的绒毛状六边形晶体的集合，其孔隙度高达 95%，比重低到 0.1；然而粒雪通常是由压实的直径为 1 厘米以上的几乎呈圆形的团粒组成的，其孔隙度为 50% 左右，比重约为 0.5。雪由于融化和冻结的反复作用、升华、凝结和压力作用而变成粒雪。同样的过程使粒雪变成冰。有些人认为粒雪是长达一年以上的雪。滑雪者把它叫做玉米雪；也叫做永久积雪 (firn, 德语“上一年的”意思)。

Niccolite 红砷镍矿 红砷镍矿是一种镍的砷化物，是一种次要的镍矿。在 1751 年瑞典化学家克罗斯特德从它里面分离出镍以前，红砷镍矿因为具有铜红色而使人相信它是铜的矿物。红砷镍矿和其他镍的砷化物、硫化物一起产生于脉状矿床中，并与银和钴的矿物共生。在东德的萨克森银矿，十二世纪有这种共生组合的描述。常常还和磁黄铁矿、镍黄铁矿以及黄铜矿产在一起。例如，在安大略的舒德布里的镍矿里就是这样。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Nickpoint 坡折点 参见 Knicpoint [坡折点] 条。

Nicol Prism 尼科尔棱镜 尼科尔棱镜是用光学方解石制成的，以获得平面偏光的棱镜。在棱镜制作中，方解石的解理块被切成特殊的角度，并用加拿大树胶粘起来。光线通过棱镜后时产生双折射，常光因为其有比较大的折射率，由在界面上的加拿大树胶产生全反射；而非寻常光能从棱镜中通过，于是形成平面偏光。这种棱镜是尼科尔在 1828 年发明的。现在，因为价格昂贵，大部分已为片状的偏光胶片代替。

Niter 钾硝石 钾硝石是硝酸钾矿物，常常通称硝石。在干旱地区的空洞或干处，硝石常作为一个矿物出现，形成一白壳或粉化的表面。在富含有机质的土壤中，硝石常结成壳或浸染。在智利的沙漠地区，钾硝石和大量的钠硝石共生。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Nitrates 硝酸盐 硝酸盐是指含有硝酸根 NO_3 的化合物，自然界只有两个硝酸盐可以认为是普遍存在的，即钠硝石 (NaNO_3) 和智利硝石 (KNO_3)。

Nivation 雪蚀 能够使一片雪区的雪向下掘进土被或基岩的过程。雪蚀作用在高山和两极地区的山坡上起作用。雪蚀包括冻结作用、潜动、土溜、片蚀和细沟冲刷。雪蚀作用发生在雪区的下面或边缘上，形成几米深的雪蚀凹地。当雪区的雪变得很厚，能够像冰川冰一样向下运动时，冰蚀作用随即开始。

Nondipole Field 非偶极场 在地球磁场内偏离理想形式的那些部分。见磁异常。

Norite 苏长岩 含有两种辉石矿物——普通辉石和紫苏辉石的一类辉长岩；有大量的紫苏辉石。

Nuclear Breeder Reactor 核增殖反应堆 参见 Energy Resources

[能源] 条。

Nuclear Energy 核能 参见[Energy Resources [能源] 条。

Nuée Ardente (或 Glowing Cloud, Glowing, Avalanche) 白炽云 意指“云”和“火焰”，法语。由火山喷出的一种热云或过热的气体和充满气体的碎屑团（有时是白炽的）。它起源于富气体的酸性岩浆，并由于重力和有时由于喷发时的爆炸力可以有飓风般的运动速度。白炽云有时也叫作火山碎屑成因的砂、灰和浮岩流。1902 年，培雷火山斜坡上的白炽云是最著名的白炽云之一，它以每小时约 160 公里的速度向下滚动，摧毁了西印度群岛马提尼克岛上的圣皮埃尔城，大约有 3 万人丧生，只有两个人幸存——其中一个是在地牢中的囚犯。热风将玻璃瓶熔化，一座圣母玛丽亚塑像（重达 3 公吨）被携带至 15 米远。据说这一次的云是黑色的，但是在后来的喷发中报导过有暗红色的云。

白炽云的巨大活动性可能是由于碎屑物放射出气体。气体将碎屑腾空，大大地减小了内部以及底面的摩擦力，以及能使云像飓风般地并不发声地运动。有些白炽云是从堆积-火山穹丘侧翼爆发般地喷射出来的；另一些白炽云像煮沸的牛奶或起泡的啤酒那样从火山口周边滚动出来。

熔结凝灰岩（在许多地方都有）被认为是由白炽云物质堆积作用产生的。在西印度群岛的圣文森特岛苏弗里埃尔火山，爪哇岛的默拉皮火山、危地马拉的圣玛丽亚火山等地都见到过白炽云。

Nunatak 冰原岛峰 （爱斯基摩人的用语） 高出冰川并完全被冰川冰包围的山丘或山峰。格陵兰和南极洲的冰原有一共性，冰原岛峰通常分布在冰原的边缘附近，因为正是在冰原的边缘附近基岩山丘或山顶才突出冰的表面。冰川若消退，冰就变薄，冰原岛峰则增大；彼此相邻的冰原岛峰可联合形成更大的冰原岛峰。它们与冰的关系如同岛与水的关系以及岩流竖趾丘与熔岩的关系。

Nutation, Earth's Free 地球的自由章动（也叫钱德勒摆动，在 1891 年以它的发现者，美国业余天文学家 S.C. 钱德勒命名） 地球围绕其自转轴的摆动。它是在地球自转轴和地球转动惯量轴之间发生移动的结果。转动惯量轴是这样的一种轴，即围绕它地球有相等的质量分布。对空间的一个观察者而言，好像会看到地球自转轴在围绕转动惯量轴画圆。由于纬度等于地球自转轴和观察点处铅垂线间的余角，因自转轴摆动，这个角度就会发生变化。这个角度的变化造成纬度的循环变化。地球表面上已知纬度的一点达到其纬度最大变化又回到原纬度值所需的时间或周期是 435 天。

Obsequent Stream 逆向河 流向与地面原有坡向相反的河流。和顺向河相对而言。一般（但不是一律）都是以与沉积层倾向相反的方向奔流的。这种河大多数都很短，坡降也陡。

Obsidian 黑曜岩 一种有玻璃光泽的岩石，通常是黑色的，但有时为棕色或红色。这种岩石常常具有条带，以及在非常薄的部分是透明的。大多数黑曜岩（一种天然玻璃）由流纹岩质岩浆生成，这种岩浆冷却得如此之快以及密度如此之大，以致没有矿物形成。黑曜岩最经常地产在熔岩流和堆积-火山穹丘中，以及作为碎屑产在火山碎屑岩中。在黑曜岩岩流中可以发现从黑曜岩至浮岩的每一种过渡物。

在西西里之北的利帕里群岛上，在黄石国家公园中，在俄勒冈州中部的纽贝里火山，以及在美国西部别的地方都发现有黑曜岩，但它不是一种普通的岩石。原始人用这种岩石制作工具。含相当大量水的暗淡变种叫作松脂岩。

Ocean 洋、海洋 覆盖地球表面广阔空间并把两个或更多大陆分隔开的庞大水体。一般来说，作为一个洋，必须非常辽阔，同时还要有据以与邻近水体相区别的特征。这类特征包括海流、水团、海底地形特征以及有陆地作为明显的边界。符合这些标准的只有三个非常大的水体：大西洋、太平洋和印度洋。北极海和地中海有非常明确的范围，但与前面提到的三大洋相比是非常小的。南极地区的海域不能作为一个大洋来看待，因为它环绕着一个大陆，又不具有明确的界限以与其它大洋分隔开。

Ocean Basin 大洋盆地，洋盆 位于陆缘以外地区的洋底。洋盆约占地球表面的 40%。洋盆包括深海平原、深海丘陵、洋脊、海沟和火山岛。某些科学家认为，洋盆还包括大陆坡和陆基。

Oceanic Circulation 大洋环境 洋流的总称。在开阔海域的海流，根据它的位置以及驱动海流的机制，

大洋环流

世界大洋中的主要表面流的基本图式大致是由两个因素造成的。由于受热和蒸发的不同造成的密度的差异，导致水在水平方向上和垂直方向上运动。风和大洋表层的摩擦形成了表面流。一旦水团开始运动，就在因地球自转而产生的科里奥利力的作用下，运动方向就发生偏转。

基本上分为两大类型。表面流或吹流，仅限于海水表层的 100 米，正如名称所表明，是由盛行风形成的。世界上著名的一些海流系统都是属于这一类型，如墨西哥湾流、阿拉斯加海流和日本海流。表面流是沿着一个巨大的椭圆形路径运动，这个椭圆形路径被称为环。这种路径是由于盛行风、陆块和地球自转三个因素相互作用而形成的。每一大洋盆地的南半球部分和北半球部分都有一个巨大的主要的环，是由盛行西风和贸易风形成的。在低纬度和北半球的纬度较高的地方，还可能形成较小的环。在南半球有一个所谓西风漂流带，自西而东环绕着地球运动。西风漂流带之所以能这样环流，是由于它在环绕南极大陆的运动中，在它的路径上没有任何陆块阻挡。表面流的流速较快，在大洋盆地的西侧流速更快，这是由于地球自西而东的旋转和科里奥利力的作用。

在大洋的其余地方，是以温盐海流或深层海流处于主导地位。这种海流的速度可能很慢，而且既能做垂直运动，也能做水平运动。这种海流主要是

由温度变化造成的密度差异形成的。密度较大的水企图向密度较小的水的下面移动，产生了密度梯度，于是导致深层环流。参见 Long Shore Current[沿岸流]；Upwelling[海水上涌]条。

Oceanic Crust 大洋性地壳 固体地球最外面的薄薄的连续的一层。它的成分类似于玄武岩，平均密度为 2.9。这一层又被称为硅镁层，因为硅和镁在这一层里含量很高。大洋地壳构成了环绕地球的一个连续的层，在大洋底部，它的厚度不超过 8 公里，在大陆的下面，要厚一些。虽然钻探还没有穿透这一层，但是它的厚度可以根据地震波穿过这一层所走的路径和速度测定出来。

在大洋的底部，这一层是被厚约 1 公里的沉积物和沉积岩所覆盖。在陆缘地带，覆盖在大洋地壳上面的沉积物厚度可达数公里，因为从陆地来的物质大部分都沉积在一地带。大陆上的火山活动可以把这一层的玄武岩物质带到大陆的表面。参见 Conti-nental Crust [大陆性地壳] 条。

Oceanic Ridge (或 Mid-Oceanic Ridge) 洋脊 (或大洋中脊) 洋脊是地球表面唯一的规模最巨大的形态，它伸延的长度超过 5 万公里，是火山作用形成的山脉。洋脊存在于所有大洋盆地中，并且几乎把大西洋、印度洋各分为两部分，故洋脊通常又被称为大洋中脊。在某些地区，火山的顶峰高出海面，形成岛屿，如大西洋中的冰岛、亚速尔群岛、阿森松岛。虽然洋脊的中央高起地带是比较狭窄的，但是整个洋脊却有数百公里宽，如大西洋中脊，占据了大西洋洋盆面积的三分之一以上。虽然整个地球上的洋脊都是连续的，但是由于在洋脊延伸的漫长距离上，存在着许多平移断层，因此整个洋脊有多处被错断开。此外，沿着洋脊的伸延方向存在着狭长的中央裂谷，裂谷是由它的两侧的高角度断层形成的地堑。

洋脊

大洋中脊系统环绕着地球，伸延距离达 5 万公里以上。岩浆从洋脊的脊部中央裂谷带喷出，冷却形成岩石，并向两侧扩展形成新的海底。插图表示的是大西洋中脊的横断面。和洋脊相交的线是断层。

洋脊具有以下特点：地震非常多、由非常年轻的玄武岩组成、有高的热流、厚的地壳、重力值高于正常值（参看 Isostasy [地壳均衡]）。现在已经证明，离开洋脊向大陆方向，大洋盆地地壳的年龄越来越老。这一点支持了大多数地质学家的一个信念，即洋脊系统是大陆漂移和海底扩张过程中的扩展的中心。洋脊上的沉积物主要是深海钙质软泥，沉积的速度每一千年只有 2—4 毫米。在洋脊的较低部位，为粘土沉积，粘土沉积的速度每一千年不到 1 厘米。在洋脊的非常陡峻的地区，所沉积的这些颗粒很细的软泥和粘土可能会沿着斜坡向下运动，堆积在低的部位。

Oceanic Rise 大洋隆 大洋盆地中高于周围深海丘陵之上的大面积高地。大洋隆与陆缘、洋脊有明显的不同。通常大洋隆的面积广大，有数千平方公里。据认为大洋隆是由于大洋底部轻度隆起而形成的。与洋脊地区相比，大洋隆地区的地震是不活跃的，而洋脊地区的地震是很普遍的。可以作为大洋隆的例子有：大西洋中的大百慕大洋隆（Bermuda Rise）和太平洋中的达尔文洋隆（Darwin Rise）。

Oceanography 海洋学 应用所有科学，包括生物学、化学、地质学、气象学和物理学对海洋进行的研究。海洋学是一门比较年轻的学科，第一个对海洋进行系统的研究是挑战者号在 1872—1876 年进行的考察。人们通常把

美国海军上尉莫里 (Matthew F. Maury, 1806—1873) 称为“第一个海洋学家”。他在就职于美国水道局期间,写了关于海洋学的第一本书:海洋自然地理学 (Physical Geography of the Sea, 1855), 他是把毕生精力贡献给海洋研究的第一个人。

早期对海洋的研究主要是由那些对海洋中的生物的丰富和种类繁多感兴趣的生物学家所进行的。海流和水化学的研究起初并不占据重要地位,后来才变得重要。由于在早期航海中,大多数都是靠帆航行,所以有关海流和天气的知识是非常重要的。于是,记录有关海流和气象方面的有价值的资料,就成为航海日志的一项基本内容。比较详细的资料很及时地满足了在航运、海防和渔业方面的需要。

海洋学领域的专家有海洋生物学家,他们着眼于海洋中生命的特点和分布;有海洋化学家,他们研究海洋中的化学成分和化学反应;有海洋地质学家,他们研究海洋底部的地形、地质历史和沉积物。海洋物理学家和海洋气象学家关心的是海洋之上和海水之中的流体的运动(空气的运动和水的运动)。由于这些方面彼此都互相有联系,因此,对于一个海洋学家来说,具有海洋学各个方面的全面知识,是非常重要的。

与我们对大陆的认识相比,我们对覆盖地球表面约 70% 的海洋的认识却是很少的。由于越来越需要寻求食物和自然资源的新的来源,以及由于海洋对于运输和防务仍然有着重要意义,因此海洋环境越来越受到科学家们的注意。第二次世界大战以后,大部分海洋环境开始受到深入地研究。目前,在美国以及在其它一些正在积极从事海洋研究的国家,如加拿大、英国、德国、日本、摩纳哥和苏联,所有的大量的海洋学研究都是由各个政府机构提供资金的。在美国,资金主要是下列机构提供的:全国科学基金会,国家海洋和大气局 (NOAA), 美国渔业司和美国地质调查所。

海洋学正在迅速地成为许多大学的课程的一部分。美国的加利福尼亚大学、特拉华大学、迈阿密大学、密执安大学、罗德岛大学、华盛顿大学和威斯康星大学以及俄勒冈州立大学、得克萨斯大学和伍德霍尔海洋学院都有内容广泛的教学计划。由于在从事海洋学研究以前,学生们必须在科学领域打下全面的基础,所以这些设有海洋学课程的学校大多数只是提供基础教育。

Octahedron 八面体 八面体是等轴晶系的一个单形,它由八个对称上等价的晶面组成,在几何上的完整八面体,每个晶面都是等边三角形。

oil 石油 参见 Petroleum[石油]条。

Oil Shale 油页岩 一种颗粒极细的沉积岩,形成过程中含有大量成油有机物(碳氢化合物)。大多数油页岩呈暗色(黑、褐或深灰),有些层因含有蜡状有机物质而呈黄、红或绿色。用显微镜观察这种岩石的薄层,可以发现微小矿粒的四周,包围着大量色暗,形状不定的黄、红、绿微粒,这可能是单细胞植物藻类的孢子、花粉和花丝的化石。其他动植物的化石可能很明显、数量也多。不过油页岩中大多数有机物一般都变成了很细的粉末,无法加以辨别。油页岩中还含有大量不能燃烧的矿物,如方解石、白云岩、粘土和长石,这些通常要占到岩石成分的一半以上。

油页岩最初是堆积在古湖泊,池沼和潟湖底部的软泥和污泥。生活在水域底部的动、植物极多。它们死亡后沉于底部,一部分遗骸保留下来,静水中尤其多。因静水中缺氧,有机物不能完全腐朽。富含有机物的泥层,逐渐被上面的较新泥层掩盖。上覆层的重压,慢慢使下面的泥层变成坚硬的

岩层。已知某些年代最古老（大约在 6 亿年前）的岩层，以及许多生成较为晚近的岩层，包括少数形成于现代湖泊中的岩层中，都已发现了油页岩。它在遍及全世界的某些沉积层中，分布是相当广泛的。

油页岩加热到 480°C 左右，其中的很多有机物质就会融化。给这种液体的温度再加高，就会变为气体。有些气体可浓缩为汽油，一部分会成为气态碳氢化合物（石油气）。这么一来，油页岩中的有机物质，约有 25—75% 可以成为石油和可燃气体。油页岩可以当固体燃料燃烧，也可加工生产石油或可燃气体。比如可燃气态碳氢化合物，已成为欧洲某些国家油页岩工业的主要产品。石油提出以后，剩余废料可在建筑上作轻集料使用。

已探明的油页岩矿，估计每吨可提炼出 10 加仑石油，总量达 2 百亿桶。所以全世界的油页岩是油、气和固体燃料的一个低一级的来源。品质最高的油页岩矿分布于北美洲。如美国科罗拉多，犹他和怀俄明等州的落基山脉地区，油页岩矿区广达 8000 平方公里。这些矿是第三纪始新世堆积在两座大面积湖泊底部沉积层的一部分。这个名为格林河（Green River）组的湖盆沉积，是因在怀俄明州格林河附近有露头而定名的。它大约在 5000 万年前开始沉积。科罗拉多州西北部皮西安斯（Pitkin）河流域的高质量油页岩，估计含石油达 130 亿桶。

阿拉斯加州北部布洛克斯山脉（Brooks Mountain）有侏罗纪和白垩纪沉积的大面积油页岩矿。阿拉斯加州东部有第三纪油页岩矿。新西兰也有油页岩。

只有品位最高又便于开采的油页岩，才有经济价值。格林河岩组的油页岩，可以生产等量石油的费用提炼的石油，估计可达 800 亿桶。这个潜在油源的蕴藏量，均相当美国已探明石油资源的两倍。用加热法从某些油页岩矿中提炼石油的试验已在进行。如果最后证明以工业规模从油页岩中提炼石油是可行的话，那末这种潜在的石油供应能力将是非常大的。

Oligocene Epoch 渐新世 第三纪的一个世，它始于距今 3800 万年，持续了大约 1200 万年。像查尔斯·莱尔爵士在 1833 年所描述的那样，它原来作为始新统的一个部分，1854 年才定下渐新世的名称（字面意思是“有点新”）。最先是在巴黎盆地和伦敦盆地附近研究了这些岩石，在典型情况下它们由含化石的粘土、砂岩、石灰岩和泥炭组成。在法国、德国、俄罗斯、比利时、西班牙、不列颠群岛、西亚、南美、北非和西印度群岛，渐新世岩石包括海相沉积、半咸水沉积和陆相沉积。冰岛和不列颠群岛西北部的熔岩流表明了火山活动，在渐新世末期左右，阿尔卑斯、比利牛斯、亚平宁和喜马拉雅明显地发生地壳变形。在北美洲，渐新世地层（大都是海相的）出露于墨西哥湾沿岸地区和大西洋岸平原的南部。类似的沉积在太平洋沿岸地区（加利福尼亚、俄勒冈和华盛顿州）和阿拉斯加南部出现。陆相沉积出露于俄勒冈州中北部、怀俄明州平原区、科罗拉多、内布拉斯加和南达科他州。它包括白河层，该层已被侵蚀成为南达科他州黑山东南的著名的“崎岖地”。这些大部分由砂和粘土组成的河流沉积物含有无数保存完整的哺乳动物化石。

渐新世的气候比先前的始新世稍微更冷和更干一点，但是，德国北部的棕榈化石和达科他两州的鳄鱼与棕榈残体表明了这些地区具有比较温暖的气候。

这个世的生物与始新世相似，海洋无脊椎动物包括有孔虫、腹足类、瓣

鳃类、珊瑚和棘皮动物。鰐鱼、鲨鱼和多骨鱼也是大量的。植物由于禾本科的发展而形成大草原，迅速发展的哺乳动物群便栖居在这些大草原上。许多比较原始的哺乳动物逐渐消亡，而许多现代的动物群，如马、鹿、羚羊、骆驼、犀牛以及猫科和狗科的一些成员大量滋生。大的哺乳动物，有如象那么大的雷兽和俾路支兽也出现了。俾路支兽的化石见于中亚，它是像犀牛的一种兽，长 10 米（33 英尺）、肩高 5.5 米（18 英尺），被认为是地质历史上最大的陆生哺乳动物。长鼻类（类似象的动物）、类人猿和猴子也在此时出现。

渐新世的经济资源相当有限，但却形成了中东和北美的石油以及欧洲的泥炭。

Oligoclase 更长石 更长石是一种斜长石矿物。是花岗闪长岩和二长岩的主要矿物。它的成份按斜长石族矿物系列两端矿物的百分比为：钠长石（ab）、钙长石（an）变化从 10ab90an 到 30ab70an。当更长石含有赤铁矿包裹体时，使其产生一种金色的闪光，称为砂金石或日长石。

Olivine 橄榄石 橄榄石是从镁橄榄石（硅酸镁）到铁橄榄石（硅酸铁）的一个矿物系列。仅含镁或仅含铁或接近这两个极端的橄榄石是少见的。最常见的橄榄石含镁较铁多。橄榄石是一种造岩矿物，在所构成的岩石中的含量的变化可以从附属的地位到主要组成矿物。主要的产状是在暗色岩石中，如辉长岩、榄岩和玄武岩中。在一种叫纯橄榄岩的岩石中，橄榄石是唯一的主要组成矿物。在这些岩石中，橄榄石是呈现为细小的有裂纹的或有云雾状的颗粒，但是在几个地方找到过大的清澈透明的晶体，切成贵橄榄石的宝石。橄榄石的名称来源于其特有的橄榄绿色。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Onyx 缟玛瑙 缟玛瑙是一种微晶质的石英变种，它有不同颜色的玉髓层，它们是平行平面的排列的。除了玛瑙的层是同心环状排列以外，它和玛瑙相似，黑白层相间的缟玛瑙用作浮雕玉石。在砌石行业中缟玛瑙这个名称也用于条带状大理岩，因为它和真正的缟玛瑙是很相似的。

Oolite 鲕状岩 一种沉积岩，通常是石灰岩，它由叫做鲕粒（Oolith）的一些小的球状或椭球状颗粒构成。鲕粒很像鱼子，其直径范围从 0.25 到 2 毫米。在典型情况下它们由碳酸钙的同心层构成，不过有些则由二氧化硅、磷酸盐或铁的化合物构成。它们由矿物的化学沉淀作用围绕着诸如介壳碎片或砂粒之类的外来物质构成的核逐渐加积生长而形成。当温暖的水受到激荡而产生了使浓度增长到能沉淀碳酸钙的蒸发作用时就会发生上述情况。鲕粒的圆形是由于它们不断地沿海底滚动造成的。现在，在佛罗里达和巴哈马的潟湖与潮沟的浅海水中正在形成鲕粒。具有鲕状结构的岩石是某些海相沉积岩系的典型岩石。

Ooze 软泥 深海沉积物的一种。这种沉积物至少有 30% 是由浮游的微生物残体形成的。这些浮游微生物既有植物——通常最主要是硅藻和颗石藻，也有动物——如有孔虫和放射虫。软泥的成分可能是碳酸钙（有孔虫和颗石藻）或者是硅（放射虫和硅藻）。有孔虫软泥是所有深海沉积物中分布最广的一种。有孔虫软泥分布于整个大西洋、印度洋和南太平洋。硅藻软泥在南半球最多。

Opal 蛋白石 蛋白石是一种准矿物，即胶体矿物，有些蛋白石可以作为宝石，有很高的价值。在分类上是一个准矿物而不是真正的矿物，因为它

是非晶质的。它的化学成份 ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) 表明是含有相当量水的二氧化硅。其比重变化取决于水的含量, 从 2.0 变化到 2.25。含水越少, 比重越高。

宝石或贵蛋白石长期以来很有价值, 因为内部变幻看的颜色非常美丽。在大约 2000 年前普来尼的描述就很详细: “它们有比红宝石柔和的火, 有紫水晶那样闪光的紫色, 有祖母绿般的绿色——所有这些美丽的颜色不可多得地集中在一起”。今天, 贵蛋白石有许多不同的名称, 火蛋白石是一种半透明的宝石, 发生红色到橙色的闪光; 黑蛋白石是一种深色的蛋白石, 发出变幻的闪光。在普来尼时代和许多世纪以来, 蛋白石和金刚石相竞争。但是到了十九世纪, 蛋白石早就变得不流行了, 因为有人认为它们是不吉祥的。而今天, 蛋白石又夺回了高贵的地位。

澳大利亚是宝石的蛋白石的主要来源, 在昆士兰、新南威尔士、南澳和西澳有很广的分布。其他的重要产地是墨西哥的魁里塔罗和内华达维尔京峡谷。

虽然, 这些年来注意力集中在贵蛋白石, 但其他的蛋白石更丰富。普通蛋白石有白色的、蓝色的、黄色的、绿色的或红色的, 有特征的乳状光泽或蛋白光。但是它们没有内反射。玻璃蛋白石产生在晶洞壁上, 清澈的球状, 像水滴一样。硅藻土是一种细粒的像白垩的东西, 它是由无数有蛋白石介壳硅藻组成的。硅藻堆集在海底或湖底。

蛋白石是在低压和低温条件下形成的, 沉淀在地表岩石裂隙和晶洞中。它还存在于近代火山灰和沉积岩里的硅化木及一般的硅化物质中。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Open Pit Mining 露天采矿 由地表开采有价值的矿物的过程。这种方法有时叫露天采剥或露天采掘, 成本比地下开采低并且在那些具有大量低品位或价值低的矿石的矿床中, 例如铁矿、磷酸盐和斑岩铜矿的开采中常被采用。

Order of Stream 河流分级 河流流域内所有河流的级别的划分。本身是支流再无更小支流汇入的河流, 是最低一级河流。两条或更多最低一级河流共同构成较高级河流, 两条或较高级河流共同构成更高级河流, 再上如此类推。某一级的河流至少要有两条, 方能构成更高级河流, 而某一级的河流拥有多少次一级河流, 则无任何限制。

Ordinary Ray 常光 光通过光学上一轴晶的晶体, 被折射成两条光线, 常光和非常光。常光不管光在什么方向上传播都有恒定的折射率。

Ordovician Period 奥陶纪 古生代第二个最老的纪; 始于距今 5 亿年前, 持续大约 7500 万年。最先在北威尔士研究的奥陶纪岩石, 取名于居住在该地区的凯尔特族的奥陶维斯 (Ordovice) 部落的名称。这个系由英国地质学家查尔斯·拉普沃思 (1842—1920) 在 1879 年定名。他对威尔士的下古生代地层的研究, 把奥陶纪岩石清楚地与下伏的寒武系和处于奥陶系之上的志留系分开来。查尔斯·拉普沃思在建立寒武系、奥陶系和志留系之间的界线时解决了地质学历史上一个最著名的争论不休的问题。奥陶纪是广泛的海相沉积作用的时期。浅海淹没了现在的地中海地区、不列颠群岛、斯堪的那维亚、波罗的海地区以及西伯利亚的大部地区。在北美洲, 海水覆盖达该大陆的 70% 的面积, 而周围的陆地也比寒武纪时低许多。在看来很温暖的奥陶纪海洋中沉积的沉积物形成了数千米厚的沉积岩。其中有些是杂砂岩、黑色页岩和火山灰, 表明是深海沟或海底盆地中的沉积物, 另外一些, 例如白云

岩、石灰岩和钙质页岩，代表在覆盖大陆的相对浅的海中沉积的沉积物。许多黑色页岩含有大量笔石、浮游的群体动物，它们由于随洋流而迁徙，遍布世界各地。当它们死亡时，遗体沉到洋底作为沉积物的一部分。北美洲的某些早奥陶纪的笔石类似于威尔士下奥陶系岩石中所发现的那些笔石。这些标准化石使得许多奥陶纪地层能够进行大陆间的对比。笔石数量之多使人们将奥陶纪称之为“笔石的时代”。

在奥陶纪结束之际，北美洲东部沿新泽西州到纽芬兰一线隆起。这次造山变动称为塔康造山运动，它伴有大量火山活动与岩石变形。纽约州东部的塔康山是这次隆起产生的奥陶纪古陆的侵蚀残留物。

奥陶纪的气候可能在世界大多数地区都是温和而少变化的。目前还没有十分确定的气候带的证据。这种气候和浩瀚的奥陶纪海有利于生物的发展。大洋里充满了大量的海生植物与无脊椎动物，它们的成为化石的遗体在世界上广泛地大量出现。这些生物比寒武纪的生物更复杂也更多样化，在寒武纪已占主要地位的三叶虫和腕足动物，这个时期甚至数量更多。它们与不同种属的珊瑚、海林檎、海蕾、海百合、腹足类以及瓣鳃类结合在一起。尤其重要的是具有直的锥状壳的特别大的头足类的发育。其中有一些，例如内角石，长达 4.5 米（15 英尺）。现在知道的最早出现于奥陶纪时期的苔藓虫，得到了快速与广泛的发展。

奥陶纪的最值得注意的事件是作为已知最早的脊椎动物——甲胄鱼的出现。依据落基山地区收集的碎屑骨甲和鳞片得知，这些小的带盔甲的无颌鱼与现在的八目鳗或七鳃鳗有关。

奥陶纪岩石有各种矿产。伊利诺伊州北部和密苏里州圣彼得砂岩建造的分选好的纯石英砂是玻璃砂的重要来源。田纳西州和佛蒙特州开采奥陶纪的大理岩，阿巴拉契地区北部与中部生产作水泥、白粉、肥料和建筑石料的石灰岩。威斯康星州南部、伊利诺伊州北部和衣阿华州有铅锌矿山。美国中部地区地下的奥陶纪建造产生了大量石油和天然气。

Ore 矿石 矿石是可以从中提取一种或几种有用金属的矿物或矿物的集合体。矿石中矿物包含有价值的金属，但这些矿石矿物通常与没有价值的称之为脉石的矿物密切地混合在一起。“矿石”一词含有矿物集合体可以被开采且提取金属能赢利的意思。当金属的价格高的时候矿石是值得开采的，当价格降低到开采矿石是不经济的时候就不再考虑开采。

习惯上，“矿石”一词过去常常指的是金属矿物或集合体，但现在已扩大到包括作为非金属物质来源的许多天然物质。所以黄铁矿是一种硫的矿石而硬硼钙石是一种硼砂矿物。

ore Body 矿体 含有一种或几种有价值矿物的块体。矿体在大小和形状两方面的变化很大，并且在矿物学或构造上有明显特征，借此与围岩相区别。只包含有价值的金属矿物的矿体很少，而通常无用物质占的比例很高。

Ore Deposit 矿床 矿床是有确定位置的，天然产出的，有足够富集而具有经济价值的矿物或矿物集合体。参见 Mineral Deposit [矿床] 条。

Ore Dressing 选矿 选矿是使有价值的金属矿物与脉石（无用的矿物）分离的过程。选矿使用的方法取决于金属矿物和脉石的性质。选矿方法有重力法、磁性法、机械浮选法和静电法以及更原始的手工破碎和手工选矿法。

Ore Shoots 富矿体 指矿床中有价值的矿物有足够的富集，因而可以

经济地开采的那一部分矿体。例如，在含金—石英脉中，脉的大部分是石英，而金则局限于管状块体（富矿体）内。

Orogeny 造山运动 字面上意指“山的形成”。该术语最初指使山脉地体发育并引起山脉内岩石变形的主要过程。今天它主要是指后一种过程。山系的形成部分与地壳内的垂直运动有关，这种运动称为造陆运动。造山运动还涉及山脉地区地壳外部层的弯曲和破裂，并形成褶皱和断层。山链的深内部（这里产生高温和高压的条件），由于岩石塑性流动成为褶皱而形成造山构造，原岩转变成成为新岩石（变质作用）以及大量熔化岩石进入山核（深成作用）。大多数地质学家，但不是所有的地质学家，赞同造山运动是由作用在地壳上的挤压力引起的。褶皱和断层使挤压力造成的应力释放，并使地壳缩短。

大概，整个地质时间中，北美发生的最令人瞩目的造山运动幕是北美东部的塔康期，阿卡德期和阿莱干尼期，以及北美西部的内华达期和拉拉米期。在欧洲，奥陶纪和志留纪的加里东运动形成了巨大的山脉（从爱尔兰延伸至斯堪的纳维亚）。虽然北阿巴拉契亚山脉与塔康造山运动的细节关系还不清楚，但是现有资料表明，加里东运动与塔康运动基本上是同时的。某些地质学家推论，北美东部的山脉与欧洲西部的山脉原先是连续的。

阿卡德和阿莱干尼造山运动发生在相当于现在的纽芬兰延伸至阿拉巴马的线状山脉的地区中；塔康造山运动发生在北阿巴拉契亚。阿卡德造山运动可能与发生在距今 4.1 亿至 3.8 亿年期间的，延续时间较短的地壳运动、变质作用和/或深成活动有关。与这次造山运动有关的多数变质和深成构造特点出现在阿巴拉契亚的大部分地段中。这次造山运动的高潮被认为发生在中泥盆纪（大约 3.8 亿年前）的新英格兰。塔康造山运动影响了北阿巴拉契亚的大部分，在该山脉的不同部分发生了不同强度的变形。这次造山活动的时间从晚奥陶纪至晚志留纪。阿莱干尼造山运动的时期不能像阿卡德造山运动那样很好地被确定，但是据认为，它影响了北、中和南阿巴拉契亚部分地区的地壳岩石，这些岩石的时期从宾夕法尼亚期（早石炭世）至早二叠纪，还可能至早三叠纪（大约 3.2 亿至 2.2 亿年以前）。这次运动以南段和中段的强褶皱为特点。现今阿巴拉契亚山脉的地形不只与这些事件有关，而且与可能发生在阿莱干尼造山运动结束后不久的造陆运动有关。

在美国西部，所谓内华达造山运动的变形和深成活动期，发生在加利福尼亚、内华达、俄勒冈、华盛顿和爱达荷以及不列颠哥伦比亚的部分地区中。它以广布并复杂的褶皱和断裂活动以及巨大的花岗质岩基的侵入活动为特点。它开始于侏罗纪，以及持续于大部分白垩纪，在不同的地区出现的时间不同，从最早的 1.8 亿年前至 8000 万年前。所谓的拉拉米造山运动幕大体上从晚白垩纪持续至早第三纪（大约 8000 至 6000 万年前）。广义上，拉拉米造山运动包括了许多独立的造山事件，一般发生在现今被落基山脉占据的地区。由于挤压力使数百米的沉积岩发生褶皱和断裂，拉拉米造山运动形成了一个长的山脉链。蒙大拿州的比尤特铜矿，以及科罗拉多的金、银和铅矿与大致同时的火成活动有关，这样的火成活动形成了这些地区中的矿化带。

Orpiment 雌黄 雌黄是一种砷的硫化物，有亮的柠檬黄色，它在铅、银和金矿中和其他的砷的硫化物，如雄黄共生。在美国，雌黄产于犹他州的默尔谢，内华达州曼哈坦。雌黄曾经用作涂料，但是这种用途并没有延续下去，因为它有毒。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Orthoclase 正长石 正长石是钾铝硅酸盐，是长石族矿物中的一员。它是单斜的，与三斜的微斜长石构成一对同质双像。这两个矿物统称钾长石。正长石是花岗岩中一个普通的组份。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Orthorhombic System 斜方晶系 属于斜方晶系的单形都有三个互相成直角的参照轴。斜方晶系的结构单位，即晶胞，有三个互相垂直，但并不相等的晶棱。

Ostracod 介形类 体型很小的双壳瓣水生甲壳动物，外形很像微型的蛤蚌。甲壳小到只能用显微镜才好观察。通常都是多肢多节的体躯，裹在这种甲壳里面。这类微小生物的遗骸变为化石后，成为很有价值的标准化石。介形类从早奥陶纪起，一直到全新世都有。

Ostracoderm 甲胄鱼 原始的无颌鱼，属无颌纲。与现存的七鳃鳗和盲鳗有亲缘关系，甲胄鱼身上覆有骨质的甲，身长最大可达约 30 厘米。甲胄鱼最早在美国科罗拉多州卡农城附近的奥陶纪的砂岩中首次发现，其遗骸在挪威、格陵兰及英伦三岛有所发现。

这是最早的鱼类，也是人们最先知道的脊椎动物。甲胄鱼在奥陶纪晚期开始出现，而在志留纪世数量大增，而到泥盆纪末期则灭绝了。这种原始鱼类的牙齿、脊椎骨及甲的碎片在多见于某些泥盆系岩石中。

甲胄鱼

长鳞鱼 (A) 属晚志留世小型原始无颌鱼，其头部覆有小块甲骨。以近水面的浮游生物为食。**Hemicyclaspis (B)** 鱼，其头部有平坦的盾状甲，全身披有骨甲，生活在浅水河底，用它的大嘴吞吃小型食物。

Outcrop 露头 暴露于地表的任何地壳岩石。对地质学家来说，在根据地表观察进行研究和推断组成地球外层岩石种类和构造型式时，露头是重要的。在潮湿地区，层状岩石往往被植物、土壤及松散覆盖物掩盖。在荒漠和山区，植被和松散层稀少，露头常见。在露头不多或没有的地方，地质学家必须转而钻探或用地球物理方法去探明地壳岩石的组成和结构。

Outwash 冰水沉积 冰水的沉积物，主要是融水流从冰川中携带出来并沉积在陆地上呈层状和交错层的砂和砾石。距离冰川越远，冰水沉积颗粒越细、分选和分层越好，碎块变得更圆。现代冰川的冰水沉积可能含有动植物遗骸。但是，更新世冰原的冰水沉积一般无化石，因为冰的附近没有动植物生存。大多数冰水沉积是在冰川退缩阶段沉积的，在这期间气候温暖，使冰川后退并产生大量融水。在冰川推进阶段，由于气候较冷，不能形成大量融水，故冰水沉积较少。此外，一些在冰川推进期间沉积的冰水沉积被水掩盖并纳入其冰碛之中。谷边碛、冰水沉积平原、冰砾阜、冰砾碛、冰砾阶地、和冰前三角洲都是由冰水沉积组成的。

冰水沉积物可用来制造混凝土，修筑公路，故具有相当大的经济价值。它们亦是最好的含水层——传输水的地层，从这些沉积物中可抽取大量的地下水，供工业和城市使用。

Outwash Plain 冰水沉积平原 由冰川融水流在冰川前缘沉积的砂和砾石形成的冲积扇联合而成的宽广平原。这样的平原形成于冰川前缘地面多少是平坦的和向前倾斜的，有融水流从冰上或从冰川内的通道流出的地方。冰水沉积平原在冰川的前缘地带可能延伸数公里，沿冰川前缘的锋面延伸几十公里。这些平原常常与大陆冰原联系在一起，形成于大陆冰原终碛或后退碛的冰川前锋部位。与后退碛联系在一起的平原普遍多锅穴。在科德角、马

撒葡萄园岛和长岛，明尼苏达、威斯康星、密执安和伊利诺斯；丹麦西部、德国北部和新西兰可以看到极典型的冰水沉积平原。参见 Outwash[冰水沉积]，Valley Train[谷边碛]条。

Overland flow 坡面漫流 流域地表——从分水线到最接近河槽——的纯坡面水流。往往在平滑的地面是薄薄的片流，在杂草坡面是缠绕线流。雨水落到地面时，可能被植被截留。降水还会渗入土壤或被坑洼或其他障碍阻留。只有当土壤的下渗容量饱和，地面阻留、植被截留达于极限时，雨水才能顺坡变为漫流。坡面漫流通常为混合流，即部分是湍流、部分是层流。只是顺坡而下，方更多地成为湍流。

Overthrust 逆掩断层 一种低角度的（ $<10^\circ$ ），使巨大的地壳岩体发生运动的断层，其移动的水平距离在几英里以上。这个术语的英文名称多少有点含混，因为断层上盘可以沿着断层面上冲也可以下滑。

Oxbow Lake 牛轭湖 由废弃的河曲演变成的湖泊。通常多见于河漫滩上。河道的曲流段如果被截直，就会出现牛轭湖。因为新的河槽短些，坡度也大些，河流会从中流过，而将老河槽弃置。老河槽的两端迅速淤塞，与河流隔断联系，一个新月形的牛轭湖就这样形成。牛轭湖最终会满淤而变为沼泽。

Oxide 氧化物 氧化物是含有氧和一种或几种其他元素的化合物，在矿物学的分类中，氧化物通常分为三个族，第一族是简单氧化物，它是氧和一个金属的化合物，金红石，即二氧化钛，就是一个例子；第二族是复杂氧化物，有两种不等价的金属原子出现在晶体结构的不同位置上，例如，尖晶石，即镁铝的氧化物（ $MgAl_2O_4$ ）；第三族是氢氧化物，即含氢氧根的矿物，例如，水镁石，即氢氧化镁 $Mg(OH)_2$ 。

Oxidized Zone 氧化带 矿体上部受到地表水携带的氧、二氧化碳和有机酸作用的那个部位。氧化带从地表延伸到含有氧、二氧化碳和有机酸的水溶液向下移动终止的地方。在氧化带内原生金属矿物与溶液反应生成大量的次生氧化物。通常的例子是针铁矿和褐铁矿由黄铁矿和铁的硫化物形成；赤铜矿、孔雀石和兰铜矿来自铜的硫化物；白铅矿和硫酸铅矿来自方铅矿，铅的硫化物；以及菱锌矿和异极矿来自闪锌矿、锌的硫化物。

Oxyshere 氧气圈 氧气圈是地球的最外面部分。参阅岩石圈[Lithosphere]条。

Ozone 臭氧 一种近似于无色、但略带一点不太明显的蓝色的气体。它的分子是由氧原子构成的。臭氧有点像淡的氯气的味道。臭氧主要是由紫外线的光化学作用形成的。虽然臭氧在整个大气层中都有微量的分布，但是它主要集中分布于距地面 10 至 50 公里之间的臭氧层。臭氧屏蔽了大部分具有潜在危险的太阳紫外辐射。太阳紫外辐射到达地面的量哪怕很少，也会引起严重的烧灼，据认为，如果没有臭氧的屏蔽，那么太阳晒烤的程度要比夏季最热的日照还要厉害 50 倍以上。在距地面 20 至 25 公里高度之间，臭氧的浓度通常最大，达百万分之五至十。

臭氧在近地面处的出现会造成空气污染。臭氧对阔叶植物、灌木、果树和森林有着严重危害。例如，当臭氧的浓度达百万分之 0.03，烟草就会出现异常。臭氧还危害纺织品、并加速橡胶的老化碎裂。臭氧还被作为研究大气运动的“示踪物”，特别是根据臭氧来研究平流层的运动。由于臭氧的分布与温度和风有关系，这样，根据臭氧的分布情况和臭氧的运动规律，气象学

家们已能推断出平流层空气运动的情况。

由于臭氧层的顶部强烈吸收太阳辐射，因而臭氧在气象学上是非常重要的。强烈吸收太阳辐射的结果，使得在距地面 50 公里的高度附近，温度非常高。这里也就是平流层和中间层分界的地方。

Paleobotany 古植物学 研究植物化石以便了解植物界发展史的学科。大多数古植物学研究都从植物学入手，但从地质学背景上探讨，也是很必需的。晚近又盛行从孢粉学开展古植物研究。这些极为微小的植物物质是特别有价值的微化石，已被石油地质学家用于石油和天然气的勘探中。

Paleocene Epoch 古新世 第三纪最老的一个世；它大约始于距今6500万年前，持续约1100万年。原先（1833年）查尔斯·莱尔爵士把它描述为始新系的一部分，古新世（来自意大利语，“古新”的意思）是W. P. 森姆珀（Schimper）在1874年确定的。这些岩石首先在巴黎和伦敦附近作了研究，在这些地方，它们大都由含化石的粘土、石灰岩、砂岩和泥炭组成。在北美洲，古新世沉积在新墨西哥州圣胡安盆地、怀俄明州的大霍恩盆地、蒙大拿州和南北达科他州。它们也出露于太平洋岸区、大西洋岸和墨西哥湾沿岸平原。在欧洲，它们出现于德国西部、比利时和英国东南部。古新世的气候普遍温暖而潮湿，生物形态类似于始新世。

海洋生物包括有孔虫、腹足类、瓣鳃类、棘皮动物以及许多鲨鱼和多骨鱼。陆生哺乳动物是大量的，虽然还没有特化而且形体相对较小，其中包括原始的食肉兽、食虫目、犹因他兽和最早的马。欧洲与北美的陆生动物的相似表明在两个大陆之间出现过陆桥。但是南美洲的种属有相当大的差别，表明该大陆那时是孤立的。植物在形态上更接近于现代：棕榈、蕨类、针叶树、苏铁属以及显花植物都是大量的。熔岩和火山灰沉积表明在新墨西哥州、科罗拉多和蒙大拿州的晚古新世时期由相当强的火山活动表现出来，而其他地方这个世则平静地结束。古新世的经济资源相当有限，不过还是产有粘土、泥炭、斑脱岩和一些铝土矿。

Paleoclimatology 古气候学 研究地球过去的气候，这对于复原古地理环境以及对于研究地球的历史都是有用的。古气候学的研究是以均变说原则为前提，并用今天已经知道的那些能反映气候特点的指示物进行类比。古气候学需要了解今天的气候、今天的生命形式以及生态学的知识。例如，珊瑚（主要生存于温暖的浅海中）化石和热带植物化石（在南极大陆发现）是很有价值的古气候指示物。煤层是在热带亚热带条件下生长得很茂盛的植物所形成的，南极大陆发现的那些煤层，以前应当是在较温暖的条件下形成的，这就暗示出南极大陆曾经有过很暖和的气候。风成砂岩中的交错层理和蒸发岩意味着是在干旱条件下形成的。冰碛岩、冰川擦痕以及其它与冰川有关的形态表明，在过去的地质历史时期该地处于冰川条件下。

Paleoecology 古生态学 研究远古植物和动物群社与环境相互关系的学科。地质史上的古生物研究，有助于更好地了解远古的自然和生物环境，重现这些古生物群组及其环境的情况。

Paleogene Period 老第三纪 将新生代的古新世、始新世和渐新世合并在一起的一个地质时代单位。在把第三纪表示为一个世的分类中，它被看作是第三纪的最老的时期，其后随之而来的是新第三纪。

Paleogeographic Map 古地理图 重新恢复某一地区的给定的地质历史时期的主要地理特点的一种图件。这类图是依据由可以出露的岩石与化石综合推断而绘制出来的。图的解释则依据所推断的沉积物沉积环境和其中生活的古代生物。这些推断则又是根据与现代沉积环境和生物环境进行比较作

出的。这类图的精度可能相差很大，这取决于区内出露的岩石的类型与时代以及地质记录的性质。

Paleogeography 古地理学 研究古代海陆分布及其相互关系的一门科学。“古地理学”，通过对沉积岩及其所含的化石的解析，复原古代海陆分布。地质时代的各主要的纪和世的古地理图已经被编制出来，对于有用矿产资源的预测可提供线索。

Paleogeology 古地质学 研究地球历史的某一早期阶段的地质条件和地质事件的科学。这类研究可用于编制古地质图，以便揭示地质历史上较早的某一时期地面地质情况，而现在这些地方已被覆盖。

Paleomagnetism (或 Fossil Magnetism) 古地磁学 (或化石磁学) 研究地质时期地球磁场的大小和方向的一门科学。最适合于作为古地磁场指示物的岩石是玄武质熔岩和分层好的红色砂岩，因它们具有高的磁稳定度。这些岩石成为磁性指示物的本领是由于它们含有少量（通常小于 10%）磁性的铁氧化物和一些硫化物矿物。熔岩的磁性比砂岩强，因为它含有磁铁矿这种很容易磁化的矿物，而砂岩含的是赤铁矿，其磁性较小。

熔岩和砂岩是按下述方式变成古地磁指示物的。熔岩随着它侵入地壳上部或流到地表上而开始冷却。如它冷却到温度 575°C 以下，磁铁矿小颗粒好像小磁铁棒具有的作用一样就开始使它们自己沿平行于地磁场的方向排列。这与纸面上的铁屑使自身沿纸下棒状磁铁的磁力线排列的方式相类似。随着岩石凝固，磁铁矿或其他磁性矿物颗粒就在沿平行于地磁场方向被磁化的这种位置凝固在整块岩石中。在砂岩中，磁化过程是由单个矿物质点在沉积环境中沉积时按地磁场方向排列引起的。由于地球磁场的大小和方向在变化，使新形成的磁化岩石中的原生磁化只有小部分被保留。这种剩余称为天然剩余磁性（NRM）。

古地磁学在有力支持大陆漂移说方面已被证明是有用的，并且还提供了地磁场并不是恒定不变，而是能够改变的证据，包括地磁场的磁极反转。

Paleontology 古生物学 英语名的希腊语构词成分：Paleo=古，onto=生物，logy=学科。古生物学是研究化石的学科。古生物学的研究成果，大大丰富了人们对古动植物和它们生活环境的了解。由于化石代表的生物类别甚多，古生物学因此划分为四个主要分支。

古植物学，研究植物化石和它们的发展变化情况。孢粉学是古植物学的一个特殊分支，研究孢粉和它们在各个时期的分布。

古无脊椎动物学，研究无脊柱动物化石，其中包括原生动物（即极微小的单细胞动物）、蛇类、蛤蚌类、海星类和蠕虫类，以及曾经生活在史前海洋中的无脊柱动物。

古脊椎动物学，研究有脊柱动物的化石。鱼类、爬行类、两栖类、鸟类和哺乳类的化石，是典型的脊椎动物化石。

微体古生物学，研究极微小生物的化石。这种化石称为微化石，通常是微小动植物的壳或碎片。这些微化石都极微小，钻探和钻孔设备损伤不了，可以完好带到地面上了。因此对于石油地质学家辨识地下岩层，特别有价值。

Paleozoic Era 古生代 从 6 亿年前的前寒武纪结束到 2.25 亿年前中生代开始之前的一个代。它被分成了七个地质时代单位：寒武纪、奥陶纪、志留纪、泥盆纪、密西西比纪、宾夕法尼亚纪和二叠纪。古生代的开始标志着地质历史上第一个精确的记载的开始，它以出现和发育主要的无脊椎动物

类型为特点。它们的化石和相对未扰动的古生代岩石，使得有可能相当准确地复原这个时期的历史事件。古生代岩石覆盖了北美洲的东部和中部的许多地区，在该大陆的北部与西部则出露比较有限。它们也在欧洲北部、南美、澳大利亚、非洲和亚洲出露。这些岩石中大都由古代海洋中沉积的沉积岩组成，其中许多含化石特别丰富。

Paleozoology 古动物学 研究动物化石的学科。下分古无脊椎动物学和古脊椎动物学。古无脊椎动物学研究无脊柱动物化石，如原生动物（即极其微小的单细胞动物）、蛇类、珊瑚和海星等多种多样的动物化石。古脊椎动物学研究鱼、爬行动物、鸟和哺乳类等所有有脊柱的动物。

Palynology 孢粉学^① 研究孢子和花粉化石的学科。

Pangaea 联合古陆（泛古陆） 按照魏格纳的大陆漂移理论，联合古陆是一个原始陆块，现今所有的大陆都起源于它。1912年，德国气象学家A. 魏格纳提出，世界上的陆块并非稳定的，而是浮在下面一层上的巨大的漂移岛。今天不是所有地质学家都承认有一个超大陆的。有些人推测存在过两个次大陆，即由北美洲、欧洲和亚洲组成的劳亚古陆，以及由南美洲、非洲、印度、澳洲和南极洲组成的冈瓦纳古陆。另一些人将超大陆视为地质历史上地球诸陆块所占据的空间轮廓。到本世纪六十年代，由于提出了令人信服的证据，大陆漂移说得到了广泛的承认。在这以前，对这种学说一直有很大的争论。

魏格纳本人是第一个试图恢复联合古陆形状的人。他的工作（以及后来那些科学家的工作）是以最佳地并合现今大陆的轮廓为基础的，这种做法与我们玩七巧板很相似。随着对海底扩张和板块构造的认识深化，科学家已能追索大陆漂移的路径。但是，他们的大陆复原未考虑联合古陆的经、纬度坐标以及相对于南、北极的位置。

1970年，美国佛罗里达州迈阿密大西洋海洋学和气象学实验室的科学家R.S. 迪茨和J.C. 霍尔登完成了一张复原图，此图标明了超大陆的绝对地理坐标，这个超级大陆在中生代开始（大约2.25亿年前）时存在。他们还确立了自联合古陆解体之后各个地质时期结束时现今大陆所在位置的坐标。他们将联合古陆描述为一个不规则的陆块，覆盖地球表面的40%（2亿平方公里）。它被一个古海洋（叫作泛大洋）包围。今天的太平洋是这个泛大洋的一部分。大西洋和印度洋被认为是在联合古陆解体之后形成的新大洋盆地。联合古陆的复原表明，现今的大陆从它们原来的位置向北和向西运动。在联合古陆解体之前，现今的大陆等位于赤道的两侧，大致被赤道所等分。当时的赤道通过纽约城以及横越北美洲的南部。那时的纽约城应当位于它今天的位置向东经度84°的距离处，或者大体位于与德国汉堡相同的纬度上。印度（其位置还未被确证）和澳大利亚在它们现今位置的更南边与南极洲毗连。其他的地质学家，虽然他们承认早先存在着像劳亚和冈瓦纳那样的巨大陆块，但是他们很难承认曾有过原始的联合古陆。关于早古生代和前寒武纪大陆移动仍是一个基本上未解决的问题。

^① 此处释文不太准确，或仅指其狭义。按孢粉学为孢子花粉学的简称，对古今植物孢粉的研究均包括在内。有两个主要分支，一支研究古孢粉，即孢粉化石，一支研究现代孢粉。Palynology 系总括这两个研究领域的统称，并非只限于研究孢粉化石。研究孢粉化石称古孢粉学，在英语中另有词表示即

Paleopalynology。——译者

Paragonite 钠云母 钠云母是一种含水的钠铝硅酸盐，是一种云母，常和白云母共生，并与它可以其物理性质相区别，两种云母的区别在于它们的化学成份。在钠云母中钠离子占据着白云母中钾的构造位置。

Parallel Drainage 平行水系 参见 Drainage Pattern [水系型] 条。

Paramorph 副像 副像是一种与原来矿物有相同成份的假像，方解石按文石成副像是一个普通的例子，因为，两者有相同成份 CaCO_3 。

Parasitic Cone (或 Lateral Cone) 寄生火山锥 (或侧翼火山锥) 巨大的复合火山锥和盾火山侧翼上的火山渣锥和其他小火山。将它们叫作寄生火山锥是因为它们与主火山锥有共同的喷道来供给物质，并由此喷道排出火山物质。在火山达到某一高度，当岩浆从火山侧翼冲出比上山顶火山口更容易时，就形成寄生火山锥。西西里岛埃特纳火山基本上是一个盾火山，但在它的侧翼有 200 多个寄生火山锥。夏威夷的冒纳罗亚和基拉韦厄火山也有星罗棋布的寄生火山锥。卡斯卡德山脉的沙斯塔火山有一个名叫沙斯廷纳 (Shastina) 的巨大寄生火山锥。

Parting 裂理 参见 Mineral Parting [矿物裂理] 条。

Peat 泥炭 由部分腐烂还原的植物构成的矿层。柔软、色褐，呈海绵状。约含 60% 的碳和 30% 的氢。看起来像是紧密捆扎起来的腐烂木材，在积水缺氧的环境中，由植物质分解而形成。泥炭是煤生成过程的中间产物。世界某些地区用作燃料。

Pectolite 针钠钙石 针钠钙石是含水的钙钠硅酸盐矿物。产状上和沸石相似，在玄武岩空洞壁上，和沸石、葡萄石、硅硼钙石及方解石共生。针钠钙石的特征是一个白色的集合体，晶体很尖，能刺入皮革。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Pedalfer 铁铝土 (Pedalfer 一词是由以下几个部分组成：Pedon 是“土”的意思，al 和 fer 分别是“铝”和“铁”的缩写) 铁铝土是含有大量腐殖质并经历了强烈淋溶的一种酸性土壤。土壤中的 A 层，由于淋溶作用使铁迁移到 B 层中并在这里沉淀下来，同时，钠、钾、镁、钙则以离子和碳酸氢盐的形式被淋溶作用带走，其中有一部分通过地下水被带到河流中并最终被带到海洋中去。

A 层的原始物质分解后形成的次生粘土则以机械方式进行迁移并沉淀在 B 层中。土壤剖面的上部通常是淡灰色。在有森林覆盖、气候温暖、降水量超过 600 毫米的地方，铁铝土发育的最好。铁铝土一般分布在美国的东北部和北欧。参见 Horizons, A-, B-, C [土壤剖面 A 层, B 层, C 层]。

Pediment 麓原, 山前侵蚀平原 通常是指覆盖有一层薄薄的松散砾石的倾斜平缓，几乎是平坦的基岩面。麓原是干旱地区具有山麓冲积扇的山脚下的典型地形，有些麓原面缓慢向山顶升高，形成了山麓通道。

麓原是如何形成的，这一问题从来都是有争议的。一些人认为麓原的起因是片蚀作用，或者说是由漫流的雨水侵蚀而成。这一过程不仅使风化物搬了家，而且当松散的粒子被搬走时，这些粒子也磨蚀了基岩面。经过一段漫长的时间之后，这一过程就可能导致麓原的形成。另一些人则认为麓原的起因是由从山上往盆地流动的河水侧蚀而造成的。由于河流不断地在两侧变换着河道，就可能侵蚀出一大片麓原面。最后，还有一种混合起源论，就是麓原是由风化、片蚀以及河流的侧蚀和改道等因素联合作用的结果。

Pedocal 钙层土 (由希腊字 Pedon 和 Cal 组成。Pedon, 土壤。Cal, 钙的缩写) 碳酸钙含量非常高的一种碱性土壤。钙层土形成于降水很少的地区, 这里的植被是草本或灌木, 土壤干燥, 温度较高。由于毛细管水向上运动和蒸发, 结果在地面附近沉淀了大量碳酸钙。由于降水不足, 腐殖质很少, 以及化学风化作用和粘土矿物的形成过程要比湿润地区慢。钙层土一般分布在美国的西部以及其它降雨量少的地区。

Pedology 土壤学 土壤学是研究土壤的特性、组成、土壤形成过程、土壤的利用和保护的一门科学。土壤学与化学、物理学、地质学、气候学和生物学有联系。

Pegmatite 伟晶岩 成因上与大的细粒深成岩体有密切关系的非常粗粒的火成岩。在粒状火成岩中它可作为脉或岩墙出现, 但更经常见到的是完全被包围在邻近的围岩内。虽然伟晶岩的大小变化相当大, 但它们一般是小的; 最大的长超过 3 公里, 而有些长仅 1 米左右。

虽然伟晶岩可以和数种岩石类型有关, 但最经常的是与花岗岩共生, 除非另有说明, 伟晶岩指花岗伟晶岩。这些小的粗粒岩体代表花岗质岩浆结晶作用的终止相。当矿物慢慢地从熔融岩石物质中分离出来时, 水和其他挥发分被浓集在仍为流体的部分。这种高度活动的物质(伟晶岩由它们形成)被驱逐出岩浆房。同它一起迁移走的有许多稀有元素, 对于寄存于造岩矿物的晶体构造中来说它们的原子不是太大就是太小。这种流体岩浆的最后结晶作用产生花岗岩的普通矿物大晶体: 石英、长石和云母。在伟晶岩中已发现有最大的著名晶体: 巴西 5 吨重的石英晶体, 安大略 100 吨重的金云母, 苏联几百吨重的长石单晶。

除了造岩矿物外, 一些伟晶岩寄生有许多不常见的矿物, 因为稀有元素出现在流动的伟晶岩中。绿柱石、电气石、锂云母、锂磷铝石、锂辉石、黄玉、金绿宝石和许多不常见的矿物几乎全部来自伟晶岩。虽然这些矿物通常有裂隙和缺陷, 但其中大部分是透明的宝石品种, 它们偶然在伟晶岩洞中产出。因此伟晶岩与其他地质产状相比是较大的宝石品种的来源。

Pelagic Environment 远洋环境 有时又称为水环境, 是指海底上面的全部水体而言。远洋环境基本上分为两大部分: 浅海区(Neritic)(陆架环境)和深海区(开阔的大洋环境)。海洋中的所有浮游生物和游泳生物都是栖居在这一环境中。

Pelagic Sediment 远洋沉积 在深海区缓慢沉积的细粒物质, 这些物质基本上不是来自陆地, 或不是由海流带来的物质。这类沉积物可能是由细小的动植物残骸构成的(生物成因的软泥), 也可能是由粘粒物质或自生沉积物构成的。沉积速度很慢, 每 1000 年才只有几毫米到 1 厘米。由于这种沉积方式造成的结果是, 远洋沉积物一般呈较薄的、厚度较均匀的沉积层, 与大洋底部的地形没有什么关系。远洋沉积与陆源沉积有很大不同, 后者则是沉积在地形上较低的部位。

Pelecypod 斧足类 属于软体动物门斧足纲。特征是都有两片钙质壳瓣, 包裹着身体的柔软部分。这一纲的动物一律生活在水中, 而以海洋环境中最多。大多数斧足类慢移, 底栖。有些(例如牡蛎)固着海底, 有的浮游(例如扇贝)。常见的生活在咸水中的蛤蚌以及普通的淡水贻贝, 也都属于斧足类。

大多数斧足类的壳都由碳酸钙构成, 但每片壳瓣的外层都覆有角质物

质。壳的里面，钙质层上另有珍珠质或瓷质条纹。壳的形状各式各样，大多数是蛤蚌模样。多数有壳喙，这是壳的最老的部分。体型大小甚为悬殊。有的小蛤蚌，长不过1厘米的几分之几，而南大洋的庞大的车磔，长可达2米。斧足类有的在海底沉积层上爬动，有的钻穴于泥浆、岩石、树木甚至其他的壳中。

Pele's Tears 佩尔神的眼泪 佩尔是夏威夷人所称的火焰和火山女神。佩尔神的眼泪是球状的、圆柱状的、哑铃状的或梨状的玻璃状玄武熔岩滴，长6毫米至13毫米。它们作为小的液体熔岩滴喷发，并在飞行过程中凝固。佩尔神的头发是固体熔岩线，有时超过2米长。当形成佩尔神眼泪的液体熔岩滴被喷发时，它们通常被液体熔岩线束缚。这些熔岩线在飞行中固结，与熔岩泪断开，并可以被风吹到数英里之外。在冒纳罗亚和基拉韦厄火山喷发期间，在夏威夷岛上普遍发现佩尔神头发。

Pelycosaur 盘龙 属于爬行动物纲盘龙目。盘龙是已经灭绝的似哺乳动物的爬行类动物，原仅生活于晚宾夕法尼亚纪和二叠纪期间。它的名字来自希腊语，Pely-就是“盘”的意思，以其骨盆如盘，故名。一般的特征是背部有一个大鳍或帆状突起，支撑在长长的脊柱上。它们的牙齿经过研究后证明，有的盘龙吃草，有的盘龙食肉。

Penepplain 准平原 低洼，几乎没有什么崎岖的地面，这是流水侵蚀循环中的最后一个阶段。主要是由水流侵蚀及物质坡移发展而成的。准平原化过程不受岩石或构造的限制，仅受侵蚀基准面的制约。古老的准平原是由一片宽广的、稍有起伏的地面组成，不管岩石的硬度如何都被削平了，土壤剖面深厚，地表有冲积层。一个老的准平原上的河流可以显示出回春的迹象：河源位于宽而浅的谷地中，河床的纵剖面存在着裂点，而向上抬升的冲积阶地形成许多谷地。如果准平原受到侵蚀，那么老的准平原面可以根据峰顶的高度分属不同的等级，每一等级的山峰位于同一高度上这一点来辨认。这一类的古老准平原已经在阿巴拉契亚山脉和落基山脉，法国的中央高原以及阿尔卑斯山中识别了出来。

不过，对这种准平原的辨认，甚至准平原这个概念本身都存在着争论。争论的一个论点是，大陆是不会长期稳定而让水流去实现准平原化作用的。可以证明这一点的事实是：现在并没有发现海平面这一高度上的准平原。峰顶高度存在着等级性可能是由岩石的抗蚀性的不同所致。这种等高面还可能由于下述原因形成：(1) 构造剥蚀，也就是侵蚀作用剥落地平面沉积物直到抗蚀力强的地层，例如科罗拉多高原；(2) 波浪运动形成的准平原化，这一类的等高面可在海滨附近见到。等高面也可在内陆有分布，这是以前在海洋面积很大时形成的；(3) 荒漠地区由于剥蚀作用形成倾斜平缓的基岩裸露的地面或麓原称为山麓准平原化。美国犹他州的尤因塔山地区和怀俄明州的大霍恩山地区的以前所谓的准平原现在被认为是麓原面；(4) 河流的侧蚀作用可使地面达到同一高程面即所谓泛准平原化作用。

现在已经识别出曾被埋在地底下，而后因侵蚀作用又重新暴露的准平原（再现的准平原—mor-van）。法国东北部的莫尔旺高原（典型准平原），美国东南部的皮埃蒙特高原东部边缘上的“瀑布带”准平原以及加拿大许多地方的前塞武纪岩石面等都是这类准平原。

Pennsylvanian Period 宾夕法尼亚纪 地质时代的一个纪，始于距今3.2亿年前；它始于密西西比纪之后，终于古生代的二叠纪之前。它以宾

宾夕法尼亚州的州名为名，与欧洲石炭系的上部相当。这个时期的岩石出露于北美洲的东部；美国的中大陆地区，包括西得克萨斯；北美洲的西部，包括落基山北部、新墨西哥、科罗拉多、大盆地地区（特别是犹他州和内华达州）以及沿加利福尼亚到不列颠哥伦比亚和阿拉斯加的太平洋边陲。在欧洲，宾夕法尼亚系（上石炭系）岩石在英国、法国北部、德国、比利时、苏联、西班牙和阿尔卑斯东部都有广泛分布。它们也出现于南美、澳大利亚、南非、中国、朝鲜和印度北部。

在宾夕法尼亚纪时期的大部分时间里，北美洲内部有一片稍有起伏的宽阔的低地。这片温暖的沼泽低地被广泛分布的蕨类、灯芯草属和其它喜湿植物的森林覆盖着。这些植物的遗体形成了西弗吉尼亚、俄亥俄、印第安纳、伊利诺斯、宾夕法尼亚以及肯塔基的煤田的大量的煤。这些煤田总计大约有 52 万平方公里（20 万平方英里）的面积。陆相沉积和广泛分布的煤层表明西欧也有类似的条件。美国东部和中部（特别是伊利诺伊州）的煤层中发育的旋回层和海相与非海相沉积物的交互层，表明这个地区海平面曾反复地变化。虽然在北美洲这个纪相对平静地结束，但在西南的几个地区有造山幕出现。

人们普遍地推断宾夕法尼亚纪的气候温暖潮湿，具有热带到亚热带的性质。但是局部地区也有干而冷的证据。

宾夕法尼亚纪时期的海洋里充满了各种各样的生物，而珊瑚、腕足类、苔藓虫类、海百合和软体动物更是常见的。呈明显的纺锤形的有孔虫称之为纺锤虫，在这时是大量出现的。有些岩石几乎完全由这种类似麦粒的底栖生物遗体组成。两栖动物是主要的脊椎动物；其中有些是特化的，体躯长达 3 米（10 英尺）。虽然它们遗体很少见，但在宾夕法尼亚岩石中已经找到了已知最早的爬行类的化石。植物化石十分丰富，揭示了这个时期植被的许多情况。蕨类、木贼和高大的树特别多，它们的炭化遗体可能造成了宾夕法尼亚系中引人注目的丰富的煤炭资源。稠密的丛林式的森林中栖居着大量的蜘蛛、蝎子、蜈蚣和昆虫，其中包括长达 10 厘米（4 英寸）的蟑螂和两翼张开达 74 厘米（29 英寸）的蜻蜓。

世界上 80% 的煤炭来自欧洲和北美洲的宾夕法尼亚纪岩石。这些岩石也产许多石油，特别是在得克萨斯州、俄克拉荷马州和堪萨斯州的中部；另外，在西弗吉尼亚州的北部、俄亥俄州的北部和宾夕法尼亚州还有铁矿；在美国东部还有制造波特兰水泥的石灰岩与粘土以及其他粘土产品。

Pentlandite 镍黄铁矿 镍黄铁矿是一种铁镍的硫化物矿物，是主要的镍矿。通常产于基性火成岩中，与其他的镍矿物、黄铜矿、磁黄铁矿共生。在这种共生组合中，磁黄铁矿占压倒多数，其他矿物被包裹其中。因为镍黄铁矿和磁黄铁矿都有同样的浅黄的青铜色，用肉眼观察是很难区别它们的。但是，磁黄铁矿有磁性，而镍黄铁矿没有磁性，于是可以用磁选的方法从粉碎了的集合体中分离它们。在世界最大的一些镍矿中，主要都是从镍黄铁矿中提炼镍的，如安大略的萨德伯里，苏联尼尼托巴的凌湖和彼得萨莫是大的镍矿产区。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Perched Water Table 栖留潜水面 即因有不透水层而高悬在地下水面之上的饱和带的顶部。当水向下运动受阻——通常是受粘土层或页岩岩层的阻隔而无法下达地下水面时，便会形成这种栖留地下水面。

栖留潜水面

不透水岩层可以阻止水向下渗透，因而在潜水面以上形成孤立的水体。

Perennial Stream 常年河 常年有水的河流。这种河流的河槽低于地下水水位，因而可以获得地下水的稳定补给。

Peridot 橄榄宝石 橄榄宝石是一种可作为宝石的橄榄石的变种。虽然橄榄宝石有较低的硬度（6.5—7），但是，它有橄榄绿的颜色使其成为引人注目的宝石。最大的橄榄宝石来至红海中的圣约翰岛。宝石级的晶体在拿瓦胡印地安人的乡村中发现过。

Peridotite 橄榄岩 一种主要由暗色矿物组成的火成岩；暗色矿物中通常有比例变化范围很大的橄榄石和辉石，可以有普通角闪石和云母（更罕见）。当岩石主要由辉石组成时，就叫辉石岩，当主要由橄榄石组成时就叫纯橄榄岩。

Period 纪 一个时间比代短比世长的地质时代单位。地质学中的每一个纪都是一个特定的时间阶段，它们的名称大部分都来自一些地点名称，在这些地方最先研究和描述了这些纪的岩石。比如宾夕法尼亚纪便是由宾夕法尼亚州命名的，在这个州有许多宾夕法尼亚纪岩石的露头。在地质时期的一个给定的纪中形成的岩石称之为系。大多数地质学家承认 12 个纪，其中 7 个在古生代、3 个在中生代，还有 2 个在新生代。参见 Geologic Time Scale [地质年表]。

Perlite 珍珠岩 一种火山玻璃，具有许多由同心状裂纹形成的小球。球粒小者有铅弹丸那样大，大者至豌豆般大；它们由玻璃冷却期间的破裂而形成。大多数珍珠岩有流纹岩成分。

Permafrost 永久冻土 温度永远低于冰点的土被或基岩。如果这种土被或基岩含水，即产生冻土。永久冻土位于“活动层”下面，“活动层”从地面向下约有一米深，在冬天冻结、夏天融解。在永久冻土下面是不冻土，其温度随深度而增加。有些地方永久冻土深达 580 米。北半球约 22% 的陆地面积下面是永久冻土，包括永久冻土分布面积极为广阔的阿拉斯加、加拿大和西伯利亚。形成永久冻土的年平均温度不得高于 -2°C 。大的江河湖泊下面没有永久冻土。史前长毛象和毛犀牛的尸体在西伯利亚和阿拉斯加的永久冻土中已经保存了几千年。建筑在永久冻土上的建筑物，如果不把永久冻土与建筑物的热进行隔离，就会慢慢地沉没到地下。因此，在北方地区制定土地利用规划时，永久冻土是一个重要的问题。

永久冻土

永久冻土面积约占北半球陆地面积的 20%。

Permeability 渗透性 指一个多水物体传送水分和其他液体的性能而言。可渗透固体就是能够传送液体的物体。它的渗透性能取决于孔洞多少和孔隙大小和这些孔隙联接程度如何。比如粘土，孔隙度可能比砂土大，但因为孔通道特别细小，毛管作用使液体无法通过，渗透性就很低。砂砾因为其中的孔道大，渗透性一般也就高于沙土。渗透性对于地下水层、油层和气层中水、油、气的开采量及开采速度，起着一部分的决定作用，所以渗透性的大小是有经济意义的。

Permian Period 二叠纪 古生代最年轻的一个纪。它始于距今 2.8 亿年前，持续 5500 万年。它是 1841 年由 R. 默奇森爵士命名的，名称取自俄罗斯北部乌拉尔山附近的波尔姆（Perm）区。二叠纪岩石也在德国、英国、亚洲（特别是印度的索盐岭）、非洲、南美洲、澳大利亚和东印度群岛出现。

在北美洲，它们在美国中部地区、阿巴拉契地区北部以及美国西部、阿拉斯加和加拿大的大部分地区出露得最好。在密西西比河谷区以东，二叠纪的海相沉积岩十分少见。

在美国西部陆相沉积（包括广泛分布的蒸发岩和红层）也很常见。在新墨西哥州，著名的卡斯巴洞穴便是在可溶的卡皮坦灰岩被地下水溶解形成的地下洞室。

随着二叠纪的结束，古生代即告终结。这一事件由古老的阿巴拉契地槽褶皱、隆起形成巨大的山脉所表明。这标志着阿巴拉契地区在整个古生代时期的一系列造山事件中的最后一期。

在二叠纪时期内，由于有限的海洋和大陆普遍隆起，气候发生巨大的变化。巴西、马达加斯加、澳大利亚、非洲和南极洲的杂砾岩被认为是二叠纪和宾夕法尼亚纪时期南半球冰川和极其寒冷的气候的证据。南非的德韦卡杂砾岩便是一种这样的建造，它被认为是大陆漂移理论的强有力的证据。蒸发岩沉积在堪萨斯州、新墨西哥州东南部和俄克拉荷马州西部也十分发育。这些石盐和石膏层表明了局部地区的干旱气候条件，海洋伸入陆内的分支在缓慢蒸干过程中，留下的残留的石盐。

这些气候与地理的巨大变化也与二叠纪的生物情况相符合，象三叶虫、海蕾、海林擒，纺锤 和腕足动物的某些高度特化种等主要动物群大量消失。另一些种属，例如菊石以及瓣鳃类和腹足类的某些种属则越来越大量出现。两栖类和爬行类数量增多，而且爬行类变为高度特化的种类。盘龙目是常见的，并以背上长出长的骨质刺为特点。这些刺由皮连在一起，使得这种动物好像背上生有脊鳍一样。另一些爬行动物更类似现在的蜥蜴，它们是中生代大型恐龙的祖先。另一类动物群是类似哺乳类的兽孔目，它们可能是哺乳类的祖先。二叠纪的植物与宾夕法尼亚纪有很大差别，许多成煤植物消亡，而被更先进的针叶植物（具有球果的植物）代替。

美国中部地区和西部的二叠系岩石产石油与天然气；得克萨斯、堪萨斯、新墨西哥和俄克拉荷马等州产石盐；新墨西哥州、得克萨斯州、科罗拉多州、堪萨斯州、南达科他州、衣阿华州和俄克拉荷马州产石膏；爱达荷州、犹他州和怀俄明州产磷酸钙（一种矿物肥料）；德国和美国的得克萨斯州与新墨西哥州产出钾盐；在欧洲、印度、中国、澳大利亚和世界其他地方二叠纪的煤成为开采的煤矿。

Permineralization (或 Petrification) 完全矿化作用（或完全石化作用） 许多古代有机体被沉积物掩埋之后，其最坚硬的部分被矿物溶液取代而得以保存下来，这一过程称之为完全矿化。这种矿物溶液通常来自地下水的渗滤，多孔的骨头和甲壳的渗润，其中含有的矿物质在细微的孔隙中和孔缝中沉积下来。这样产生的化石过程叫石化作用，因为它已确实变成了石头。这种矿物质使有机体的坚硬部分变得更坚硬了，更能抵抗风化以及其它毁灭性的力量。这样长期保存下来的化石可以称之为“石化木”、“石化骨”等等。

硅石、方解石及许多铁的化合物就是这样的石化矿物，当然已知的石化矿物还有很多。石化木是这样保存下来的石化矿物中最为常见的。一段木头被沉积物掩埋之后，即被循环的地下水浸润，水充满了所有的空隙和孔道，水中含有矿物质，通常是二氧化硅。结果完全矿化了的植物重量增加了，耐腐蚀性也增加了。

Perthite 条纹长石 是两种长石的连生体，其主体是钾长石，通常是微斜长石，贯穿有钠长石的小薄片。这种连生体被解释成是由于冷却产生出溶现象的产物。但是在高温条件下，是一个单一的长石，它的结构能容纳钾和钠。当温度降低时，钠就不能在微斜长石的结构中呆下来，并且在固态情况下迁移出来，形成钠长石的小薄片。

Petrifaction 石化作用 树木或其他有机物由于灌满了溶解矿物质而变为石质物质的过程。石化作用把许多远古生物的坚硬部分都保留了下来。参见 **Permineralization** [完全矿化作用，完全石化作用] 条。

Petrified Wood 石化木 树木因石化作用或完全矿化作用（完全石化作用）而变为化石。植物被掩埋在沉积层里以后，含矿地下水会把植物原有的木质组织保存下来。地下水渗透到被埋树木中，把所含矿物质积存在植物遗骸的管孔和空处。在新生代和中世代的岩层中，石化木很常见，美国亚利桑那州石化森林国家公园，石化木尤其多得很。数以千百计的树干和残枝，本来是埋在页岩里面的，经过风化的侵蚀，已经全都暴露出来。参见 [完全矿化作用、完全石化作用]、[硅化木] 和 **Replacement** [交替作用，交代作用] 等条。

Petrogenesis 成因岩石学 研究岩石成因的岩石学分枝。这个术语狭义地一般用来指火成岩的成因。

Petrography 岩相学 岩石学的分枝，从事岩石分类的研究，特别是用显微镜进行研究。

Petroleum 石油 天然碳氢化学化合物（碳氢化合物或烃）的完全混和。可能含有杂质（如氮、氧和硫）。以气、固、液三态藏于地下。“石油”一词兼指原油和天然气而言。人们认为石油是由微小的动植物的遗骸变化来的。它们被埋在史前浅海的泥沙中，经过细菌的分解，然后即成为碳氢化合物。有机物最终变为石油的过程，迄今尚未彻底了解。石油的生成，看来需要漫长的时间，还要有高压和高温。大部分页岩太密、太实，石油和天然气难以容身。而砂岩和石灰岩却有空隙（称为空洞，以孔隙度表示），油气生成后可在其中累积。如果空洞间有通道相连，这种储油岩层就是可渗透岩层。对于油储。这在多空洞和可渗透两方面都是良好的条件。油层中的石油并非在储油岩层中生成。即使有这种情况，也是微乎其微。储油岩层中原来充满了古海水，沉积层就在其中沉积。后来，石油进入，把水挤走。不过，水并未全部他移。事实上，所有油层中，仍有水分和油、气同时存储在空洞中。在某些情况下，移动中的油会渗到地面上来。但石油如果遇到障碍，既不能渗透，又不能绕道，便会停止运移，就地积聚起来。背斜、断层、盐穹以及储油层孔隙度、渗透性发生变化，都会阻塞石油运移，形成储油构造，迫使石油积聚为有开采价值的石油富集，即储油层。石油在储油层中的积聚，是油气浮力、运移天然气的推力和地下水的循环协同作用的结果。

对于石油成因及其在地壳中某些部分聚积的知识，在现代石油开采中都得到应用。人们根据研究结果认为，石油是在史前海洋中的古老沉积形成的，最初只是小油滴，弥散在沉积层各处。沉积层中还有盐水。天然气的成因，显然和石油相同。由于油比水轻，气比油轻，三者很易分离开来。在运移过程中，油、气一般都在水上活动，通过多孔岩石到达地面。大量的油、气，早在千年、万年前就已溢出地面，散逸在大气中。但石油并没有跑光，有些石油还是被地壳褶皱、褶皱作用构成的储油构造封闭起来。

在找油过程中，石油地质学家（或勘探地质学家）要研究地面裸露的岩石，并将研究结果制成地图。也要检验探井（或称初探井）采上来的岩石碎块。很多石油公司利用地球物理学找油，还利用和记录地震的仪器相仿的地震仪。利用地震勘探，可通过爆炸制造小型人工“地震”，把在地壳中进行的“地震波”记录下来，可以弄清岩石的类型、深度以及是否合适的储油构造。

掩埋在地壳深处的岩层，虽然是油、气的主要来源，但对这种迅速减少的非再生资源日益增长的需要，正激发着人们对其他来源的兴趣。油页岩就是一种很有前途的新油源。这种细粒结构的岩石，是地质时期形成于古湖泊、古海洋底部的沉积层。这些古水域中的生物死亡后，遗骸储集起来，陷入水域底部，最后变为石油。油页岩可以作为固体燃料，也可提炼石油和可燃气。油页岩的已知储量，估计可提 2 百亿桶石油。含油的焦油砂（tar sand）是另一种来自表层岩石的潜在油源。加拿大阿尔伯达省阿萨巴斯卡（Athabasca）的焦油砂，是一种含碳氢化合物矿，估计所含石油约 6 亿桶沥青。这是一种焦油状的石油代用品。如把这种黑色的胶状物质从焦油砂中提炼出来，成为液态，就肯定是石油的一大来源。当然，这也同油页岩的情况相同，从焦油砂中提炼石油，最大的问题是费用比较昂贵。而将石油提炼出来以后，又会剩下大量废料，毁坏大面积土地。

世界上很多地方都已发现石油。生成时期从寒武纪到晚第三纪都有。得克萨斯州是美国产油最多的州。路易斯安那、加利福尼亚、俄克拉荷马、堪萨斯、伊利诺伊和怀俄明等州，也都盛产石油。苏联、罗马尼亚、中东地区（科威特、沙特阿拉伯、伊拉克和伊朗）、东南亚（文莱和印尼的苏门答腊）、南美某些

石油

典型的背斜贮油层 (a) 石油和天然气贮存在透水岩（如砂岩）形成的潜水面之上，其上覆有不透水的冠岩（如页岩）；(b) 砂岩层中的石油层，由于有不透水的页岩保护而没有散失；(c) 盐柱周围的地层呈带状并向上倾斜，使石油处于密封状态。石油也可在石灰岩之上形成。

国家（委内瑞拉的哥伦比亚）、加拿大和墨西哥，也都是主要的石油生产国。

Petrology 岩石学 地球科学的分枝，研究岩石（包括岩石成因、产状、成分、结构和构造）。岩石学包括成因岩石学（研究岩石成因）和岩相学（从事岩石的描述和分类，特别是用显微镜鉴定）。

Phacolith 岩脊（或岩鞍） 与变形形成褶皱的层状岩石有关的火成岩体。岩脊一般出现在背斜的脊部或出现在向斜的凹槽。在横剖面中它们看起来像新月形，其中一些岩脊在新月形的最厚部分厚达数千米。一些地质学家认为形成岩脊的岩浆并没有主动挤进岩石层间，而是被动地流进褶皱岩层之间的软弱带或经褶皱作用所空出来的空间。

Phanerozoic 显生宙 地质时代的一个大的分期，它包括有动植物大量证据的那部分地质记录。这个时代包括了地球历史的大约 10% 的时期，主要包括古生代、中生代和新生代及其相应的岩石。

Phenocryst 斑晶 火成岩中一种嵌入基质中，且比基质晶体大得多的晶体。一般说来具有这种大的且令人注目的晶体的岩石是斑岩。斑晶大小变化很大；在细粒岩石中斑晶可能只有 1—2 毫米，而在粗粒岩石中可达 10 厘米之长。

Phlogopite 金云母 金云母是云母族矿物中的一员，它是棕色的，富含镁质，特征是有一组极完全的解理，沿解理可将它撕成小薄片。金云母的薄片和白云母一样是有用的，主要用作电器的绝缘材料。这种矿物是在变质的镁质灰岩或超基性岩中形成的。参见 Asterism [星彩性, 星光性], Mineral Properties [矿物性质] 条。

Phonolite 响岩 成分与霞石正长岩相同的细粒火山岩。主要矿物是富钠的正长石和霞石。另外，通常还有辉石或角闪石以及其他似长石，尤其是方钠石。

Phosphate 磷酸盐 含有磷酸根离子，即 PO_4^{3-} 酸根的一类化合物。这类化合物数量特别庞大，有 250 种以上。其中许多是次生矿物，除少数几种外都是很少见的。最大量的原生磷酸盐矿物是磷灰石，而进入次生矿物的磷在很大程度上来自磷灰石的蚀变作用。

Phosphate Rock 磷酸盐岩 一种主要由磷酸钙组成的沉积岩。见磷块岩。

Phosphorescence 磷光 磷光是一种可见光的发光现象，在导致发光现象的照射移开后仍然继续发光。

应该将它和萤光现象区别开来，萤光现象要求物体必需连续地暴露在激发的照射之下。磷光寿命变化是很大的，有些矿物只延续几分之一秒，而另外一些矿物可以延续几分钟。

Phosphorite (或 Phosphate Rock) 磷块岩 (磷酸盐岩) 一种主要由磷酸钙组成的沉积岩。它虽然可作为球粒或结核团块出现，但更为常见的情况是呈类似石灰岩的层状体。多数磷块岩可能是由脊椎动物的骨骼或者某些节肢动物与腕足动物的介壳所形成，不过其中许多都在沉积后发生了变化与富集。动物的粪便，例如鸟粪和古代生物的粪化石可能与磷块岩的形成有关。磷块岩用于生产肥料。美国的佛罗里达、爱达荷、怀俄明、犹他、田纳西等州以及加利福尼亚州南部都有具经济价值的矿床，另一些产地分布在加拿大、突尼斯、阿尔及利亚、法国和苏联。

Phyllite 千枚岩 基本上由白云母、绿泥石和石英矿物组成的一种变质岩。绿泥石和云母的颗粒很大，足以使岩石具有丝绸光泽。有些千枚岩具有薄的而且是可辨认的绿泥石和云母条带与石英条带相间。千枚岩由海底上的泥和粘土沉积物形成的岩石衍生而成，而且随后埋藏在沉积物堆积体下面。下沉的沉积岩温度和压力达到足以产生化学反应的深度。化学活动是产生新矿物和使已有的岩石转变成千枚岩的主要原因。

Phyllonite 千枚糜棱岩 靠近地表由固体岩石压碎而产生的，具有特征结构的一种变质岩。这一过程沿地表发生，在那里，致密的岩体彼此相对运动。这种表面叫做断层面或剪切带。一些矿物的压碎或粒化和重结晶作用以及另一些矿物（比如云母）的变质生长，使岩石具丝绸光泽。在许多情况下，千枚糜棱岩与另外的岩石即千枚岩类似，后者由不同的变质过程形成。

Phyllosilicates 层状硅酸盐 层状硅酸盐是由硅氧四面体连成一无限的层状的一大类硅酸盐。这样的构造单位有时又称为“硅氧层”，这种层使整个层状硅酸盐矿物族中的每个矿物都有板状的习性，有一组完全的解理。在层状硅酸盐中，硅氧比 $\text{Si} : \text{O} = 2 : 5$ ，反映在这些矿物的分子式中，如滑 $\text{Mg}_3 [\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_2$ ，蛇纹石 $\text{Mg}_6 [\text{Si}_4\text{O}_{10}] (\text{OH})_8$ 。这一类矿物中另一些重要的矿物是云母和绿泥石。

Physiography 地文学 参见 Geomorphology [地貌学] 条。

Phytosaur 植龙 已灭绝的似鳄爬行动物。身长在 1.5 至 7.5 米之间。植龙无论外形或生活习性都与鳄鱼相似。不过，这种相似只是限于表面而已。因为在爬行动物中，植龙和鳄分属不同的类群。植龙只生活于三叠纪时期。

Piezoelectricity 压电性 压电性是指，由于机械应力在晶体表面产生的电学上的极性。并非所有的晶体都有压电性，有压电性的晶体中，仅仅在平行某个结晶学方向施加压力时才会产生电性。要显示压电性，晶体必须属于没有对称中心的对称型中的一个，这些晶体中至少有一个极轴。如果，在这个极轴的两端施加压力，电子就会流向一端，产生负电荷，而另一端产生正电荷。

压电性是 1881 年由皮埃尔·居里和加奎斯·居里首次发现的，但是直到第一次世界大战结束以前，并没有什么用处。后来，发现海下的潜艇的声波冲击一个石英片时，可以由压电电流发生器探测出来。1921 年发现，由于石英有压电性，就可以用来控制无线电的频率。当一个固有的定向的石英片放在交变电流的电路中，当石英片的频率和这电流的频率一致时，就会产生机械的振荡。今天数以百万计的石英控制器用于无线电中控制频率，使之发射和接收的频率恒定。

电气石也是有压电性的，因此用于制造测量瞬时压力的检量计。

Pillow Lava 枕状熔岩 由椭球状、球状或枕状构造堆积而成的玄武岩质或安山岩质熔岩，上部岩枕的形状常常以下部岩枕为背景。岩枕直径一般约为 1 米，但拉长的岩枕可以长达 4 米。岩枕边缘由玻璃组成（如果未蚀变成橙玄玻璃的话），而岩枕内部有结晶程度更高的物质。岩枕之间的空间可以含有玻璃质棱角状碎块（普遍已蚀变为橙玄玻璃），它们是从岩枕上剥落下来的，另外还有海相沉积物。

据说，萨摩亚群岛岩流的岩枕是在它沿大洋底运动时形成的。水下摄影表明，夏威夷沿岸的近代海底熔岩流以发育岩枕为特征。在许多地方枕状熔岩与海相沉积层互层。在哥伦比亚河熔岩高原中新世玄武岩岩流中，常见枕状熔岩与湖相沉积层伴生。在加拿大前寒武纪枕状熔岩也是普遍的，而且在世界上许多地区的每一段地质历史中都发现有枕状熔岩。根据下述理由，一般认为枕状熔岩形成于大洋、湖、河或沼泽中，以及它们或者在水下喷发或者流入水中：（1）曾经观察到枕状熔岩形成在大洋底上；（2）近代枕状熔岩产在深水中；（3）玻璃质边缘表明，枕状熔岩是在迅速淬火的条件下形成的。当与水接触时就可以发生这样的淬火作用；（4）在岩枕之间的空隙中有海相沉积物；（5）它们与湖相沉积物共生，以及（6）在陆上岩流中未发现岩枕。

Pinacoid 平行双面 平行双面是由两个平行的晶面组成的单形。平行双面出现在除等轴晶系以外的各个晶系中。

Piping 管涌水 把细粒物质从地底下容易穿过的疏松地方移走。地底下从而出现了孔洞和暗道。在劣地地区（badlands）这是一种常见现象。

Piracy (或 Stream Capture) 袭夺 (河流袭夺) 即一条河流的河槽被另一条河流截去，置于它的流域之内。如果一条河流的坡降比分水界另一侧的河流陡，或者流经耐蚀性差的岩层被侵蚀得快，都容易出现袭夺现象。曲流向外侧摆动过甚，也会造成袭夺。扩张着的流域，在其早期发育阶段，它的支流会将另一河流的支流袭夺过来，也就是扩大自己的流域面积，接受

别的河流的支流，同时还把后者的部分坡面漫流，转移过来。

和河谷相比，河槽水流过宽过窄（是为不称河），有倒钩河，阶地向上游的坡度比向下游陡，都会发生袭夺。袭夺处往往形成瀑布。袭夺还使分水界移动，袭夺河把断头河的一部分流域，纳入自己的流域范围。这使人们不等忆及，正是由于袭夺，随着向东流的河流慢慢将密西西比河各支流的流域袭夺过来，美国东海岸所有流域的分水界，正在逐渐向西移动。

袭夺

当把两条独立的河流隔开的山脊受到支汊河流的向源侵蚀而发生塌崩时（a），其中一条河流会侵入到另一条河中，把它纳入自己的河槽范围（b）。

Piston Corer 活塞式岩心提取器 在提取深海沉积物岩心的各种装置中，活塞式岩心提取器是使用的最广泛的一种。这种装置是由一个钢管和位于钢管内的活塞构成。当空心的取样钢管往下进入沉积物

活塞式岩心提取器

库仑堡活塞式岩心提取器（a），引导取样器撞击海底，松开机械装置，主取样器下落；（b）钢质岩心管深深插入沉积层，利用真空产生的吸力将样品吸入钢管中。

中时，活塞留在沉积物表面不动，这样就产生了有助于沉积物的岩心进入空心钢管的吸力。然后钢管和它里面的岩心样品就被提到船上。这个装置可以提取长达 30 米的岩心。

Pitchstone 松脂岩 具有树脂光泽的火山玻璃。松脂岩的颜色和成分变化很大，可以是成分上与流纹岩、英安岩或安山岩相当的玻璃质岩石。

Placer 砂矿 砂矿是一种表生矿床，例如含有一种或几种有用矿物颗粒或质点的砂子和砾石。虽然通常砂矿是指金矿而言，但许多其它经济上重要的矿物在砂矿中也被找到。某种矿物要聚集成为砂矿，必须是比重大（大于 3）并且化学性质稳定和机械强度大。锡石、钛铁矿、独居石和许多宝石矿物包括金刚石、锆英石、刚玉、黄玉、石榴子石和尖晶石都具备这些必要条件。它们在世界的许多地方，像金子一样可以从砂矿中获取。

砂矿

脉因风化而裂开，其中重矿物质被冲刷顺地而下，在河中集中成为砂矿。

Placer Mining 砂矿采矿 砂矿采矿是开采没有固结的地表矿物以获得有用矿物的一种采矿方式。这类采矿所需设备在大小和复杂程度上相差很悬殊，小者可用盘子，大者用庞大的挖掘机。有一种类型的砂矿采矿叫水力采矿，用高压水打碎没有固结的砂子和砾石沉积物。

Placoderm 盾皮鱼 属于鱼类中已经灭绝的一个亚纲——盾皮鱼亚纲（Placodermi）。盾皮鱼有发育良好的关节颌，这是和原始的甲胄鱼不同之处。盾皮鱼还披有板状皮，头部有坚固的骨质盔甲。这种鱼分为几个类型，最大的为庞大的鲨鱼状的节颈鱼（Arthrondir），它生长着大块的甲质颌、尖尖的牙齿和锐利的棱脊。还有恐鱼（Dinichthys），这是泥盆纪的一种节颈鱼，最长可达 9 米（30 英尺）。盾皮鱼生活于晚志留纪和二叠纪期间，而以泥盆纪最多。

Plagioclase 斜长石 斜长石是在纯钠长石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 和钙长石 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 之间形成连续固溶体的三斜长石的矿物族。钙可以任意比例替代钠，伴随着铝代替硅。

这个系列以钠长石 (ab) 和钙长石 (an) 的相对量为基础, 人为地分为六部分。这些部分的名称以及钠长石和钙长石的成份如下:

	%ab	%an
钠长石 $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	100—90	0—10
更长石	90—70	10—30
中长石	70—50	30—50
拉长石	50—30	50—70
倍长石	30—10	70—90
钙长石 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	10—0	90—100

所有的斜长石的一个共同的特点是具有钠长石律双晶, 横截面解理的条纹就是这种双晶存在的证据。有这种条纹, 就可以和其他长石区别开来。斜长石的比重随钙含量的增加而均匀地增加, 从钠长石的 2.62, 到钙长石的最大值 2.76。

斜长石是火成岩和变质岩中最丰富的造岩矿物, 在沉积岩中比较少。火成岩的分类在很大程度上是以斜长石的含量和种类为基础的。在浅色的岩石中, 斜长石成份越接近钠长石, 而在越是暗色的岩石中, 斜长石成份就越接近钙长石, 这是一条规律。参见 Twin Law [双晶律] 条。

Plankton 浮游生物 漂浮着的或游泳能力很差的水中生物, 因而也是不能与海流相抗衡或者不能控制它们自己位置的水中生物。大部分浮游生物都是微生物, 但也有少数几种个体很大。在光合作用带或光可以射入的那一层水层, 有种类繁多的植物型浮游生物 (浮游植物) 和动物型浮游生物 (浮游动物)。许多类型的藻类、硅藻和颗石藻都属于浮游植物。浮游动物包括原生动物 (单细胞动物)、昆虫、蠕虫以及某些个体很大的动物, 如水母。大多数底栖动物的幼年期都是浮游生物, 这使它们能有广泛的分布, 虽然它们的成年期是很不活动的。

Plate Tectonics 板块构造 地球科学的一个分支, 探讨地壳的块体 (称为板块) 的形成、破坏和运动。板块构造的概念大量地吸收了最近才被承认的大陆漂移和海底扩张的概念。后两者有助于解释地震 (地震活动性)、火山作用以及褶皱山系 (由地壳的弯曲和挠曲而产生的线性山脉) 的起因。

地壳板块由地球最外部 (叫作岩石圈) 的物质组成。它可以由大洋壳 (大洋之下的那部分, 是由富铁和镁的致密岩石组成)、大陆壳 (主要由陆块特有的二氧化硅和三氧化铝组成) 以及地幔的最上部分组成。板块边界不一定与大陆边缘吻合; 许多大的板块, 例如美洲板块, 由大陆壳和大洋壳两者的物质组成。板块的数目和大小尚未肯定。地质学家赞同有 6 至 8 个大板块以及若干个较小的板块, 它们覆盖了地球表面。随地球科学家继续发现新的板块边界, 较小板块数目的估算就会改变。

板块的厚度变化在 70 和 230 公里之间, 板块较厚的部分与大陆块吻合。据认为, 板块漂浮在较弱的粘滞层即所谓的软流圈 (地幔) 上。驱使板块漂移的机理仍不清楚, 但一个合理的解释是在软流圈之下的物质中发生对流运动。

根据迄今已得到的证据, 似乎有三类与单个板块有关的边界: (1) 相邻的板块彼此作远离运动的边界, (2) 能使两个板块彼此相对滑动, 且两者中有一方不发生变形的线性带, (3) 两个板块碰撞的地带。人们还知道火山活动和地震活动主要沿板块边界发生, 以及板块内部保持相对的刚性和稳定。

沿大洋中脊发现有第一类边界。大洋中脊形成了划分大洋盆的几乎连续的山脉。洋脊是岩石圈内的拉张带。张力使沿洋脊轴产生断裂以及毗邻的板块相背运动。由于来自地球更深部的熔融物质向上涌，沿断裂形成了新壳。除火山活动外，大洋中脊也是地震活动的场所。这里的地震起源于地壳内较浅的深度（小于 70 公里）。因为多数科学家今天相信，地球未曾发生大规模地膨胀（在过去的 2 亿年中大约是 2%），所以对既未造成全球膨胀而又产生如此大量新地壳的事实必须寻找某种解释。答案应在增长着板块的引导边缘，即与洋脊轴相对的边界去寻找。这种接合线相当于第三类板块边界。为了解除由板块碰撞产生的应力，一个板块被变形，并大体呈 45° 角滑移到另一个板块之下。在大洋板块与大陆板块相碰撞的地方，较薄的且更致密的大洋壳应是向下运动的板块。比大洋壳轻的大陆岩石不能沉没入更致密的板块中，因而运动到它的上边。

向下运动的板块浸没到上覆板块之下的带，叫作贝尼奥夫带或消减带。与消减带伴生的自然地理特征是深海渊和火山岛弧系，例如太平洋西缘的那些深海渊和火山岛弧系。随着向下运动的板块继续向下运动就产生地震。地震的深度分布从地球浅层至深处（直至 700 公里深）。与消减带有关的地震以两种方式产生。浅震的产生是由向下运动的板块在俯冲到上覆板块边缘之下时发生破裂的结果。随着下沉的板块继续向下运动，向下运动的大洋壳和上覆板块之间的滑动产生了更深的地震。与碰撞板块有关的另一个特点是在上覆板块上形成褶皱山脉。它们是由上覆板块引导缘的弯曲而造成的。除变形作用以外，向下运动的板块则熔融而形成岩浆。熔融物质被迫升入大陆板块的断裂中。

第二类边界被发现在与大洋中脊毗连的板块边界上。这些边界是走向基本垂直于洋脊系的断裂，这种断层被称为转换断层。许多地质科学家现在认为加里福尼亚的圣安德烈斯断层是一条转换断层，与位于太平洋东缘的大洋中脊有关。沿这些转换断层，板块能彼此滑动而没有很大的变形。参见插图，“地壳的移动板块”，“漂移的大陆”和“运动着的地壳”。

板块构造

据信，熔融物质流在地幔内的对流环中运动，通过大洋中脊中的裂谷上升，当它们流出来后就冷却下来，形成沿大洋底展布的板块，而后沉没到沿大洋盆地周边的深海沟中。

Plateau 高原 顶部广阔、平坦或倾斜平缓的高海拔地区，其一边或几边有陡崖将高原面同邻近的较低地区隔开，特别是指比四周邻近地区高出 300 米以上的广阔地区。高原与平顶山不同，其规模要比平顶山大得多；高原与山也不同，因为其顶部面积要大得多。高原可能遭受深峡谷（Canyon）的切割，而火山、岩盖以及断层崖也可在高原上产生。有些作者认为“高原”只是指由水平沉积岩组成的顶部平坦的高海拔地区。而另一些人则认为高原包括熔岩流连续喷出而形成的地区，如印度的德干高原（Deccan Plateau）以及美国西北部的哥伦比亚河高原（Columbia River Plateau）就是这样形成的；还包括地块上升过程中形成的地区，如美国西部的科罗拉多高原（Colorado Plateau）即是。

Plateau Basalt（或 Lava Plateau, Flood Basalt）高原玄武岩（或熔岩高原，溢流玄武岩） 由大规模玄武岩质熔岩的溢流而形成，一个高原玄武岩基本上由水平的和叠置的岩流组成，可以覆盖几十万平方公

里。这些岩流是从长裂隙中而不是从圆形喷口中涌出的，它们分布广而且平坦是因为它们的易流动性以及供给熔岩的裂隙不断更换。常见火成碎屑物质和河、湖相沉积夹层。作为夹层出现的残留土壤和其他特点都表明，在相继喷发的岩流之间有相当长的时间间隔。如果在岩流喷发之前地体是崎岖不平的，那么原来较高的地方就可以作为岩流竖趾丘凸起在岩流之上。高原玄武岩的时代范围可以从前寒武纪至现代。

美国西北部哥伦比亚高原和印度德干高原是两个著名的高原玄武岩地区。在南美洲、苏格兰、冰岛等处也有高原玄武岩。在加利福尼亚州北部、爱达荷州、华盛顿州和俄勒冈州熔岩覆盖了 52 万平方公里的面积。不知道这些岩流的厚度最厚有多厚，但是哥伦比亚河和斯内克 (Snake) 河的深峪谷暴露了厚度达 1200 多米的熔岩，有一个钻井直至 3000 多米深度还未见岩流底。这些岩流的估算体积大约为 25 万立方公里。400 多层岩流的平均厚度为 23.5 米。体积最大的岩流是中新世的岩流，在某些地方它们已被褶皱或断裂。印度德干高原始新世熔岩几乎连续地覆盖了 65 万平方公里的面积，附近的剥蚀残留体表明，玄武岩质熔岩原先至少覆盖 130 万平方公里的面积。

高原玄武岩

暗影区表示被熔岩流厚厚地覆盖着的美国西北部 (a) 和印度 (b)。印度巨大的玄武岩高原几乎覆盖了 647500 平方公里。

Platform 地台 下部由基底岩石组成，其上为基本平卧的，主要由沉积岩层组成的大陆区。见 Craton [克拉通] 条。

Platinum 自然铂 它是一种自然金属，是铂族元素的主要成员。虽然，在自然界，铂存在于与其他元素的化合物中，但是，其矿物学上的产状却主要是以自然元素的形式出现。因为它有极高的比重（当纯时 21.45），并且有化学上的惰性，使它在砂矿中富集，在南美哥伦比亚就有这样的一个砂矿。但是，今天最大产量来自基性火成岩的原生矿。最主要的铂生产国是苏联、南非（阿扎尼亚）、加拿大。参见 Mine-ral Properties [矿物性质]，Native Elements [自然元素] 条，附录 4。

Playa 干荒盆地，干盐沼 荒漠地区盆地底部的一种平坦的，被太阳晒干的光秃秃的平地，地面上是粉沙、粘土以及蒸发形成的盐。干燥时，表面非常硬，而湿润时，变软而有弹性。这是时令性湖泊的湖底，上面可能覆盖着一层白花花的盐。干荒盆地四周常常有冲积扇围着，再往远处，可由麓原以及山脉环抱着。在背风处常常可见到沙丘和黄土。有些干荒盆地占地数千平方米，而有些则可达数百平方公里。许多干荒盆地是更新世时期湖泊的湖底。在死谷 (Death Valley) 有大片干荒盆地，在美国加利福尼亚州、内华达州以及新墨西哥州，阿拉伯沙漠、阿塔卡马沙漠及撒哈拉沙漠等地常可见到这种干荒盆地。

Playa Lake 雨季湖 偶而下一场雨之后在干荒盆地上形成的一种浅水的时令性湖泊。这种湖通常不能排水，因此是盐湖，面积常可达数十平方公里，不过在雨后几个星期便消失了。

Playfair's Law 普莱费尔定律 关于河流协调汇流 (accordant stream junction) 的定律，1802 年由普莱费尔^①提出，故名。普氏认为：“每

^① J.普莱费尔 (John Playfair, 1748—1819 年)，英国苏格兰早期的地质学家和数学家，有多种著述行世。

一河流都有一条主干，受各种类型的支流的补给。每条支流奔流在与其大小相当的河谷里。主干和所有支流共同构成一个河谷系统。这些河谷彼此相通，又都同它们的斜度非常适应。无论所处的水平面是否过高或过低，都不会岔入主干。”这个定律在于阐明支流的坡降是同主流的坡降非常顺滑地会合在一起的。

对这个定律有几种例外情况：(1) 悬谷。冰川借此干扰了河床造床过程；(2) 袭夺。新被袭夺的河流和袭夺河的坡降暂时还不能适应；(3) 回春作用。在这期间河流和它行经的地段的上升不能适应。

Pleistocene Epoch 更新世 第四纪的最早的一个世，始于距今 2 到 3 百万年时，一直持续到全新世开始之前，即大约距今 1 万年的时候。这个名称（意思是很新）是在 1839 年查尔斯·莱尔爵士引进的。更新世是大陆冰川广泛分布，覆盖了 30% 的陆地的时代。在北美洲冰期的高峰时期，巨大的冰盖覆盖了整个加拿大，并向南达到密苏里州的圣路易斯。类似的冰川从斯堪的那维亚向南推进，覆盖了不列颠东部，冰从苏格兰覆盖到爱尔兰北部。在欧洲，冰达到法国南部、德国和波兰的中部。另一些地方，在喜马拉雅山、安第斯山、苏联的一些山脉、新西兰、北美的落基山和海岸山脉以及在东非的赤道地区，高山冰川都延伸到比现在低得多的地方。在现今没有冰的澳大利亚东南部和新几内亚的一些山上也发现了冰川。更新世冰川的精确范围现在还不清楚，不过有可能它差不多覆盖了 3400 万平方公里，约占地球陆地表面的五分之一。其中包括南极洲的 1300 万平方公里，欧亚大陆的大约 325 万平方公里和格陵兰的 200 万平方公里。现在，冰川覆盖的面积还不到 1600 万平方公里，大部分分布在格陵兰和南极洲。更新世并不是一个单个的延续的冰川时期，而是至少有四个相对短的冰期的复冰期，即内布拉斯加冰期（最老的）、堪萨斯冰期、伊利诺伊冰期和威斯康星冰期，它们都已经在命名的州中识别出来。欧洲的相应的冰期包括（从老到新）：贡兹冰期、民德冰期、里斯冰期和玉木冰期。这些冰期被比较温暖的长得多的间冰期分开，在间冰期期间冰发生消退。

在美国三个间冰期（从最老到最新）称之为桑加蒙间冰期、亚茅斯间冰期和阿夫顿间冰期，它们都已经作了描述。在欧洲，相应的间冰期（从最老到最新）是贡兹-民德间冰期、民德-里斯间冰期和里斯-玉木间冰期。更新世所经历的时间还不清楚，不过冰期可能在 2 万年前达到最大，而在加拿大可能在距今 6000 年时结束。有些地质学家认为全新世是一个间冰期，而更新世则无间断地延续到今天。

冰的范围能够用沉积物的类型和冰川产生的景观来证明。更新世的杂砾岩和冰水沉积在芬兰、斯堪的那维亚、俄罗斯、波兰、德国北部和不列颠群岛出现。阿尔卑斯和其他欧洲山脉表现出冰川剥蚀作用的影响，而沿地中海的海阶则揭示了冰川对海平面的影响。广泛分布的更新世冰川在喜马拉雅、高加索山和亚洲的另一些大山脉是清晰可见的，而人们认为冰盖曾覆盖了西伯利亚北部的某些部分。在北美洲，更新世的开始以第一次大陆冰川的前进为标志，它最后覆盖了这个大陆的大约 1250 万平方公里的面积。冰川发育的区域包括格陵兰、纽芬兰和加拿大。冰几乎前进到密西西比谷的俄亥俄河口，而冰川沉积物则向南达到密苏里和俄亥俄河。这个区域的许多地方是湖区、丘陵地貌和贫瘠的汇水凹地。多数土壤已被冰川剥蚀掉了，裸露着已被前进的冰擦蚀和磨蚀的基岩。消融的冰川所沉积的沉积物形成各种形态，例如冰

磧、鼓丘、蛇丘、冰磧阜、冰水沉积平原和称为冰漂砾的巨大漂砾。由加拿大东部和新英格兰除掉的土壤，搬运到南面，沉积在陆上或海洋中。纽约州的长岛几乎完全由消融的冰川沉积物构成。在冰期中，由于从大陆上流回大洋的水减少，海平面降低。但是当冰期的冰川消融，允许溶化出的水回到海洋时，海平面便升高。岸线波动也由于陆地升高或沉陷而造成。冰的巨大重量使活动的地壳发生缓慢沉陷，随后由于冰川消融，重载被除去，允许地壳呈现相对平衡。这种在冰川区常见的运动，在斯堪的那维亚和芬兰得到了最好的证明。类似的隆起的证据可以在大湖区和尚普兰湖观察到，那里原来岸线是水平的，现在升高并倾斜了，由此得知最大的隆起在北边。

更新世冰盖在某些地区导致河道和流域范围的重大变化。当冰消融的时候，在通常情况下河谷沿冰流的方向排列。冰也凿蚀出长而窄的线状凹陷槽，后来它们被水填满成为湖泊。纽约州的芬格湖，明尼苏达州与加拿大北部的无数小湖就是以这种方式形成的。在最后的大冰盖消融时期也形成一些大湖（指威斯康星冰带）。它们是流域的变化和部分由于冰川侵蚀形成的低凹地蓄水而造成的。现在已经消失的阿加西湖是更新世北美最大的湖泊，它曾经占据了明尼苏达州、北达科他州和马尼托巴省的部分地区。这些地区的肥沃土壤便来自这些古湖泊中沉积的沉积物。邦纳维尔湖是美国西部的一个类似的冰期湖泊，是由冰川伴生的气候变化导致的降雨造成的。犹他州的大盐湖是这个巨大的更新世湖泊的一个小的含盐残留体。在美国和加拿大西部的山脉地区内也有广泛分布的冰川。大型山谷冰川在雕蚀出蒂顿岭、内华达山脉、落基山、喀斯喀特山脉和海岸山脉的壮丽景色方面起着重要作用。向南到亚利桑那州和加利福尼亚州南部都可见到高山冰川的证据。虽然更新世冰期的根本原因现在还不完全清楚，但与下列一个或几个方面有关的一些解释已经提出：（1）太阳辐射的变化；（2）大气圈成分的变化，（3）地球磁极地理位置的移动，（4）大陆高程的变化，（5）大陆相对于大洋盆地的位置移动，和（6）大洋和大气圈环流都发生巨大变化。

更新世也是多火山活动的一个时期，造成了喀斯喀特山脉的许多火山。在亚利桑那州、科罗拉多州、加利福尼亚州、新墨西哥州、犹他州、内华达州、华盛顿州、俄勒冈州、爱达荷州、以及加拿大和墨西哥都可以见到许多火山渣锥、熔岩流和别的剧烈的火成喷发活动的证据。

气候的波动、造山活动以及冰盖的前进与消退都深刻地影响了更新世的生物。许多植物和动物都能够迁移或者适应气候的变化，但是另外一些则不能这样，于是便消亡匿迹。许多大型动物曾居住在欧洲和北美洲；对这些动物和其他一些冰期动物，都已在新生代条目下讨论过了。虽然一些类人的灵长目动物早在更新世最早一期冰期之前的晚第三纪就已发展起来，但是，可能直到早更新世，即距今 1 到 2 百万年间，真正的人还没有出现。人可能经历了相对较快的形体与智力的进化，在欧洲、亚洲和非洲的更新世沉积物中已经发现了人类制造的器具和骨骼遗体。有些这类物件与消亡了的冰期动物遗体，例如多毛的猛犸象，一起出现。参见 Fossil Man [人化石] 条。

Pleochroism 多色性 多色性是偏振光沿不同结晶学方向透过某些晶体时呈现不同颜色的一种特性。

它只有在非均质体中才能见到，是由于对某个波长的光选择性吸收产生的。在四方晶系和六方晶系的晶体中，只有两个不同吸收方向，这种现象叫二色性。在斜方、单斜和三斜晶系的晶体中，光透过时有三个不同颜色的方

向。有许多有多色性的矿物，颜色的差异微弱，观察到的只有同一颜色的微小变化。

但是有几个矿物，这个差别很厉害，例如，坦桑变色宝石 (Tanzanite)，即一种宝石级的黝帘石，呈现出深红、蓝和黄的色调。

Plesiosaur 蛇颈龙 一种海生爬行动物，特点是有宽阔的龟状体躯，桨状鳍肢和长长的颈和尾。蛇颈龙的遗骸见于中三叠纪至白垩纪的岩层中。参见 Fo- ssil Reptiles [爬行动物化石] 条。

Pliocene Epoch 上新世 第三纪的最后一个世，始于大约距今 1200 万年前，延续大约 900 万年。它的名称 (译作“较新”) 是查尔斯·莱尔爵士 1833 年确定的。更新世的海相沉积出露于德国西北部、比利时、荷兰、英格兰东南部、法国南部和意大利。陆相沉积岩出现在欧洲东南部、亚洲西部，火山岩 (包括埃特纳火山和维苏威火山) 见于西西里和意大利。在北美洲，沿大西洋岸，北卡罗来纳州、南卡罗来纳州和佛罗里达州、墨西哥湾沿岸的路易斯安那州、得克萨斯州、密西西比州和亚拉巴马州都既发现了海相沉积也发现了陆相沉积。在俄勒冈州既有海相的也有非海相的更新世地层，不过它们在加利福尼亚州发育得特别好。晚第三纪时期的火成岩占据了美国西南部与东南部的很大面积，诸如沙斯塔山和雷尼尔山之类的火山可能是与这个时期的隆起作用 and 造山活动相伴生。在大平原地区和科罗拉多高原的部分地区，至少一部分更新世的陆相地层与中新世沉积一起出现。

更新世的气候逐渐变冷变干旱，这个时期的生物表现出对变化着的环境的影响相适应。猛犸象广泛分布，骆驼、马、犀牛、鹿、羚羊和长颈鹿是常见的动物。柱牙象受到高度特化，而灵长类 (包括猴、猿和长臂猿) 发生明显的进化。食肉类动物大量存在，包括类似鬣狗的狗、长着锐利犬牙的猫和熊。植物化石普遍保存不好，不过似乎与中新世的植物化石相类似。海生无脊椎动物以软体动物、有孔虫、棘皮动物和珊瑚占主要地位。鲨鱼和多骨鱼是大量的，并且与现今的种类相似。更新世的经济资源包括石油、磷酸盐岩 (用作肥料) 以及陶瓷工业使用的粘土、砂和砾石。

Plug Dome 岩颈穹隆 一种边坡非常陡的堆积穹隆。

Plunge 倾伏角 褶曲轴或其他线状地质构造与水平面之间的夹角。参见 Fold [褶曲] 条。

Pluton 深成岩体 侵入于地壳之中的一种火成岩体。深成岩体依其大小、形状及与被侵入的地壳岩石的构造关系来分类。深成岩体的大小变化范围从只有几厘米厚的岩床和岩脉直到占据许多平方公里的岩基。参见 Batholith [岩基]，Dike [岩脉]，Lac- colith [岩盖]，Lopotith [岩盆]，Phacolith [岩鞍 (岩脊)]，Sill [岩床] 条。

Plutonic Rock 深成岩 由任一种熔融成因 (岩浆成因) 的岩石，固结后在地壳中形成的大的岩体。深成岩以大颗粒为特征，如通常在花岗岩中所见的晶体。它们组成如岩基、岩株、岩鞍等深成岩体。

Plutonism 火成论 一种过时了的理论，它假设所有地球岩石都是原始熔融体固结而成的。它是由苏格兰地质学家 J. 赫顿 (1726—1797 年) 提出的，它因希腊阴间之神和地球永恒之火的保存者 Pluto 而得名。火成论者带动了对火山和火成岩的广泛研究，证明了水成论者所提出的水成论概念的错误 (水成论是由那些认为所有岩石由水中形成的地质学家所倡导)。

Pluvial Lake 洪积湖 更新世寒冷、潮湿的洪积 (冰川) 时期在现在

是炎热和干旱的地区存在的湖泊。在内华达州、加利福尼亚州、犹他州及邻近各州，这种湖泊很常见，在这个地区现在是无水的或是分布着盐湖的山间盆地中以前曾经有过约 120 个淡水湖。湖蚀崖、浪蚀台、石灰华沉积、湖积和河流注入湖泊形成的三角洲可证明这些淡水湖泊的存在。地层上的证据和碳-14 测量都表明，这些湖泊与最近一次冰川期是同时代的。

洪积湖

现在，美国西南部是一个干旱地区，几乎没有湖泊 (a)，在冰河时期，这个地区的温度比现在低，降雨量也比现在大，遍布洪积湖 (b)，如巨大的邦纳维尔湖，深 300 多米，其体积可与密执安湖相比。

邦纳维尔湖是最大的洪积湖。它的面积最大时达 50000 平方公里以上，其深度超过 300 米。大盐湖、普罗沃湖和塞维尔湖就是它残存下来的盐湖。邦纳维尔湖扩大时，由于水的重量使地壳陷落；继洪积期以后，由于水的蒸发，地壳又向上隆起。邦纳维尔湖岸线不是水平的，就可说明这一点。湖盆中的沉积物表明，在邦纳维尔湖之前至少还有过三个洪积湖，它们都与更早的冰川事件相联系。在加利福尼亚州的死谷也曾经存在过一个深约 200 米的洪积湖。在玻利维亚、智利和阿根廷的沙漠地区，以及北非的撒哈拉地区也曾有过洪积湖。在洪积时期，死海比现在要深 300 多米。

Pluvial Period 洪积期 更新世中的一个时期，现在是干旱和半干旱的地区在当时较冷、较潮湿。在更新世的冰川作用期间，由于大陆冰原覆盖加拿大和美国北部，使气候带向南推移。美国的西南部较冷和潮湿，而且蒸发较少。因此，在西南部的内流盆地中有许多洪积湖。这些湖泊的湖岸形态在断块山较低的山坡上仍然很显著。积累的资料表明，在更新世，有多少冰期，就有多少洪积期。在南美、亚洲和非洲也有洪积期的证据。

Podzol 灰壤 见 Pedalfer [铁铝土] 条。

Poikiloblastic 变嵌晶状 和某些变质岩有关的一种结构。它是由新矿物围绕先前存在的颗粒生长而成，它形成似筛状结构。

Polar Front 极锋 极锋是大气层中的重要锋，或者是密度不同的气团之间的过渡带中的一个。极锋是分隔热带起源的气团和极地起源的气团的锋，是大气环流中的一个近似于持续的、半永久性的部分。极锋是以气旋出现非常频繁为特征的地带。

早在 20 世纪初，挪威气象学派就提出了有关极锋的理论。他们认为，极锋地带气旋的产生是由于分隔暖气团和冷气团的锋发生扰动的结果。然而，现代动力气象学理论在解释气旋和反气旋（在北半球表现为具有反时针环流的高压区）的一些主要特征时，认为与锋无关。这个新的理论认为大气层下层的锋的扰动和气旋是与大气层中的波有关系。但是，这个新的理论在解释波的特点时，却还是乞灵于温度有显著差异的地带的存在。

然而，在大气层中，的确存在着锋，而极锋理论对于锋面气旋的消长及其伴随的天气的变化所提出的解释对于天气预报来说也是有实际意义的。极锋理论认为，位于锋的极地那一侧的冷而密度大的极地气团，开始时呈一个楔形插入西风带的暖空气之下。看起来，这似乎是一个不稳定的状态，因为密度大的空气只是部分地插入暖气团之下。但是由于地球的自转，有可能成为一种均衡状态。在气旋开始出现的时候，极锋就发生弯曲变形。极锋的一部分迅速向赤道方向扫过去，形成冷锋。极锋的另一部分在气旋环流中以较慢的速度运动，形成暖锋。暖锋运动的速度之所以较慢，是因为暖空气是向

极锋的极地一侧的冷空气的上面爬。这样，冷锋最终就会赶上并超过与地面相接触的暖锋的下部。这时，气旋的发展阶段就接近于完结。当气旋被完全锢囚，也就是说，气旋的位于对流层底部的那一部分，仅仅是由冷空气团在旋转，这时气旋就开始消亡了。

在一个锋面气旋经过的路径上出现的典型天气主要是由与气旋相联系的空气的垂直上升运动所形成的。由于暖的、通常也较湿润的气团被机械地抬高，结果形成云和降水。晴朗而干燥的天气是下沉的极地气团的典型天气，极地气团是紧随冷锋之后而来。由于冷锋的迅速推进，使空气突然抬升，常常在暖气团一侧形成大型积云和雷暴雨。如果湿润气团沿着暖锋的锋面缓慢地爬升，那么这时出现的典型云通常是层状云。

极峰

1. 密度大的冷气团像一个楔子插入热带气团之下。密度小的暖空气由于上升而变冷，形成云和降水。

2. a) 在冬季，起源于阿拉斯加和加拿大北部的极地大陆性气团推进到北半球的大部分地区。b) 在夏季，太阳融化掉北方的雪原，极地气团退缩，占据的面积只有冬季的一半。

Polarization of Light 偏光 通常光线是在与其传播方向相垂直的所有方向上振动的，如果，振动方向被限制在一个平面内时就称为偏光。光线从一个光滑的非金属表面反射也会产生部分的偏振，振动方向与反射表面平行。完全的偏光是由尼科尔棱镜产生的。光线进入尼科尔棱镜后分成两个偏光，其中一个被消除了。在有双折射的晶体中由于具有不同的吸收性实际上也会产生偏光。一种滤片，即偏光片，入射光被分解为两个偏光，其中一个几乎能全部吸收掉，而另一个则只吸收一点儿，并让其通过，就是平面偏光。

Polar Wandering 极移 磁极和地理极的位置变化。这些移动是在研究地磁场的演变（古地磁学）和地球的古气候的发展时发现的。当将不同地质时期的极移路线（根据北美和欧洲大陆所得资料作的图）

作比较时，发现除在现在的极位置附近外，它们大致平行但不重合。为了解释极移路线间的相差——大约等于经度 30 度——科学家们应用了大陆漂移的概念。如果把北美和欧洲大陆之间的分离考虑进去，就发现两条极移路线相重合。因此有关极位置移动的古地磁证据同时支持了大陆漂移说。

极移

根据北美和欧洲的古地磁测量结果所画的北磁极随时间移动的曲线。大约 5 千万年前这两条曲线是重合在一起的。

Pollution, Air 空气污染 参见 Air Pollution [空气污染] 条。

Polymorph 同质多像 一个元素或化合物有不同的晶体结构，即有两种或三种不同的变体叫做同质多像。金刚石和石墨是同质多像，虽然，它们的物理性质是完全不同的，但是它们都是碳元素组成。同样 FeS_2 可结晶成两个不同的矿物：黄铁矿和白铁矿。当只有两种物质时，正如上面说过的那样，有时称为同质二像。同一成份有三个矿物的例子是，红柱石、夕线石和蓝晶石， Al_2SiO_5 是它们的共同成份。

Porosity 孔隙度 含孔隙、空间和空隙岩石的性质。具很少空隙的岩石孔隙度低，具有许多空隙的岩石孔隙度高。它定量地表示为空隙的体积和总体积的比率。孔隙度范围实际上从 0 到大于 50%。火成岩和变质岩的孔隙

度可以小于 1%。沉积物的孔隙度平均为 20%，但是大多数沉积岩要小得多。孔隙度随深度减小，因为压实、胶结和重结晶等作用增强；在很深的深度上上覆岩石的重量压碎所有的空隙，因此不再具有孔隙。空隙可以由下述几种情况形成：(1) 沉积物和沉积岩颗粒之间未充填的空间，(2) 岩石的破裂，(3) 石灰岩和其他可溶岩石的溶

孔隙度

当砾石中的大碎屑之间的孔空间被细粒物质充填时 (a)，物质缺乏分选，它吸住水的能力低。虽然颗粒大小不同，分选好的砂和砾 (b) 保持水的能力同等高，因为两者含有相同的空间体积。

解或 (4) 熔岩中的气体洞穴和其他空隙。岩石的孔隙度有巨大的经济意义，因为它决定岩石所能含气、油和水量的限度。

Porphyroblast 斑状变晶 变质岩细粒基质中发育很好的晶体。这些晶体是在变质作用过程中形成的。

Porphyroblastic 斑状变晶的 变质岩的一种特征结构，它由其他矿物的细粒基质内一种或更多矿物明显的大斑晶形成。这些大颗粒 (斑状变晶) 可以显示完整的晶体轮廓或只显示几个晶面。某些矿物达到大颗粒的能力部分决定于这些矿物的内部构造，而且相当大的程度上与对于这些矿物的生长十分重要的元素的可利用率有关。

Porphyry 斑岩 一种火成岩，在其中粗矿物颗粒 (斑晶) 被更细的基质所包围。结构通称斑状。任何成分的岩石都可以有斑状变种，并被描述为斑岩，例如花岗斑岩。

Porphyry Copper 斑岩铜矿 斑岩铜矿一词原指一种含有各种各样浸染状含铜金属矿物的斑状岩石。现在的用法不局限于斑岩，而包括任何规模巨大的、铜矿物均匀浸染的和铜的百分含量低的铜矿床。它们有时被称为低品位铜矿，因为其铜的含量通常低于 1%，甚至可低至 0.5%。由于高品位矿石的急剧减少，因此世界铜的大量增加来自斑岩铜矿床。北美最大的露天矿犹他州的宾厄姆峡谷就是这样的矿床。虽然矿石平均只有 0.7% 的铜，但年产量约为 25 万吨。

Postglacial Epoch 冰后世 第四纪最后一个世，即全新世 (Holocene Epoch) 的同义词。

Potash Feldspar 钾长石 钾长石是以钾作为主要元素的长石，即正长石、微斜长石和透长石。这几种长石都是钾铝硅酸盐。

Pothole 瓠穴 基岩中的一种圆形坑洼，由沙、砾或瓠穴

由旋涡卷带的岩石块以螺旋状运动向下在基岩上挖掘出来的深穴。

漂砾在河水冲击下作旋转运动所造成。冰川下有一种特殊的瓠穴，在融水受压向下急冲时形成，称为冰川瓠穴 (moulin)。瀑布下方的大型瓠穴，另名跌水潭 (plungepool)。

Precambrian 前寒武纪 (系) 寒武纪以前的地质时代 (纪) 和地球历史的这一时期内形成的所有岩石 (系)。它包括从地球生成到出现复杂形态的生物 (距今 6 亿年) 之间这段时间，人们认为它占了地球的 45 亿年历史的 90%。北美洲已知的最古老的岩石是明尼苏达州西南部的莫尔顿片麻岩，其年龄为 36 亿年。波罗的地区的最古老的岩石 (27 亿年) 来自芬兰东部的卡莱林地区。取自坦桑尼亚的岩石也有 36 亿年，在格陵兰发现了 38 亿年的

古老岩石。

前寒武纪被划分太古代（早前寒武纪）和元古代（晚前寒武纪）。对于这个地质时代某些部分或者全部也用前古生代、无生代和隐生宙这些术语称呼。

前寒武纪的岩石普遍缺乏化石并遭受到变质作用；因此，地球历史的这部分的记载难以辨认。在包括南极大陆的所有大陆上这个时代的岩石都存在。人们也推断在地球的大陆壳的许多地区的年轻岩石下面也存在这类古老岩石；但是它们的出露面积只占地球表面不到 20%。它们一般存在于（1）诸如落基山之类的褶皱山脉的核；（2）深切的峡谷（亚利桑那州的大峡谷）的底部；和（3）称之为地盾的大型稳定地区。地盾这个术语来自加拿大起伏较低的缓穹状的盾状地区，它占据了 450 万平方公里以上的面积。人们对该地区做了一些详细勘探，因为那里存在着诸如铁、铜、锌、镍、金、银和铂之类的有价值的矿产。另一些广泛出露的前寒武纪岩石，出现于南极洲、安加拉、亚马逊河流域、澳大利亚、波罗的、中国- 朝鲜、埃塞俄比亚、圭亚那、印度和普拉舍地盾。

前寒武纪岩石中缺乏化石，使地质学家长期为难。较老的前寒武纪建造大都为被花岗岩侵入的高度变质的火山岩与沉积岩。存在过的任何化石都已被破坏，但是，某些含碳的沉积物可能是生物成因的，被认为是生命的直接证据。在晚前寒武纪期间形成的岩石含有已知的最古老的生物。这些大都由蠕虫潜穴、放射虫、藻和细菌组成。在非洲南部的斯威士兰的昂弗瓦赫特系中，发现了前寒武纪最老的化石和距今 32 亿年的最早的生物的直接证据，它们由细菌状构造构成。北美洲的最老的已知化石是类似于细菌和藻的微体生物遗体。它们见于加拿大的安大略省的贡夫林特组，其时代为距今 19 亿年。最早发现的多细胞动物的证据是 1947 年在澳大利亚的阿德莱德北面的爱迪科拉山发现的。这些特殊的化石作为前寒武岩细粒砂岩中的印模痕出现，而且显然代表环节蠕虫、水母和其他无脊椎动物之类的软体海洋生物的遗体。

Precipitation 降水 水的固态或液态质点从大气层中落到地面上，谓之降水。几乎所有的降水都是从云中降落下来的，但是降落下来的质点要比在云中悬浮的小滴大许多倍，而且这种悬浮的小滴的形成也需要一些特定的条件。

液态形式的降水包括雨和毛毛雨。毛毛雨是由非常小的、常常似乎还能随气流漂浮的水滴形成的。雨滴要比毛毛雨的滴大得多，直径在 0.5 毫米以上的水滴被称为雨。某些大的水滴在下降过程中会发生严重变形，水滴底部的曲率变得平缓。直径大于 5 至 8 毫米的水滴是不稳定的，在下降的过程中会分裂成小的水滴。当向下降落的水滴冻结在所碰到的突出出来的物体上并在其上面形成一层薄冰层时，就称为冻雨或冻毛毛雨。固态降水有多种形式。雪是由白色的或半透明的冰晶组成的。虽然有时候雪可能以单个晶体的形式落下来，但通常是由许多冰晶组成的具有复杂的多分枝结构的六角形的片状。在无风的情况下，雪片的直径最大可达 25 厘米之大。非常对称的晶体是很少见的，因为单个晶体在彼此互相碰撞和结合的过程中，就已经受到破坏了。

从空中降落下来的非常小的、没有分枝的冰的晶体称之为冰晶。这种晶体看起来好像是漂浮在空气中，只有在阳光之下才能看得见，有时称之为“金刚尘”或“空气中的霜”。这种晶体可以从云中落下来，也可以由晴空中落

下。

和毛毛雨相当的固体降水是所谓粒雪。粒雪是由非常小的、白色的不透明的冰粒形成的。雪丸在外表上与粒雪有些相似，但体积更大一些，而且雪丸在碰到坚硬的物体会弹回来并且会破碎。粒冰雨是由透明的小冰球降落下来而形成的，这些小冰球是向下降落的雨滴在接近地面时遇到了一层冷空气冻结而成。所谓小雹通常是指外面有一薄层冰包着的粒雪。

雹是直径大于 5 毫米的球形、圆锥形和形状不规则的冰块。雹总是形成于空气进行强烈上升运动的云中，这种云有积雨云或雷暴云砧，在这种云中存在着过冷的水。据报导，雹块最大者超过垒球。雹块是由于冰在小的冰粒上逐渐累积而成。如果小的冰粒在下降过程中速度减慢或受上升气流的顶托、并穿过含有过冷的液态水滴的云层时，小冰粒由于不断有冰在它的上面累积，体积就增大。

所谓阵性降水，是指像阵雨、雹、阵雪这样的降水。阵性降水是从对流性的积云中降下来的。持续而稳定的降水，例如，毛毛雨、连阴雨、粒雪等，是从比较稳定的层状云中降下来的。

降水是水分的整个循环过程中在大气层中的一个环节。降水几乎提供了所有河流和湖泊的水以及地下水的来源。因此，温度、蒸发、降水，就构成了地球气候的基本要素。

降水在全球上的分布基本上呈带状。降水的分布主要是受大气环流的控制。然而，山脉、大陆和海洋强烈改变了这一带状分布的情况。一般来说，在空气以上升运动占主导地位的两个地带，降水是丰沛的。这两个地带就是热带辐合带和极地锋面气旋所经过的西风带。在空气以下沉运动占主导地位的地区——副热带高压区和极地高压区，降雨或降雪则很少，世界上一些最大的沙漠就分布在这一地带。

由于陆地和水体受热作用分别产生不同的后果，便形成季风。季风控制着降水，使其具有季节性的特点。夏季季风通常带来丰沛的降雨，如印度、东南亚和北美东南部地区。反之，冬季季风吹来的是干而冷的空气，空气的运动是典型的反气旋的运动方式，天气是比较干燥的。在面积广大的欧亚大陆内部，由于距离大洋非常遥远，降雨大大地受到限制，而山脉的存在可能更加剧了这一情况。由于携带着水汽的气流沿山脉上升，在迎风坡和山脉的顶部，水蒸汽凝结并形成降水。然后，气流沿背风坡向下吹，就变成了干风，并在山脉的“雨影区”形成沙漠，沙漠可能一直延伸到缺乏水分来源的大陆内部。参见 Atmosphere [大气层]，Clouds [云] 条。

Prehnite 葡萄石 葡萄石是一种含水的钙铝硅酸盐矿物，特征是与沸石共生于基性岩石的空洞中。虽然，它可以是无色的晶体，但它通常是绿色的，并常常呈葡萄状集合体。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Primary Mineral 原生矿物 原生矿物是在岩石或矿体原始的形成过程中生成的矿物。与其相反的是次生矿物，是由先前存在的矿物蚀变形成的。例如，从岩浆结晶而成的花岗岩中的长石是原生矿物，但从长石蚀变形成的**高岭石**是次生矿物。

Prism 棱柱 在结晶学中，棱柱由三个或更多的等效面组成，这些面都与柱的单轴平行。通常用棱柱横截面的形状，给晶系及面数命名，如六方柱 (hexagonal prism)，八方柱 (ditetragonal prism)、四方柱 (rhombohedral prism)。

Productivity 生产率 生产率是对在某一环境中进行的光合作用的水平的评价。在清澈的营养丰富的浅海区，生产率一般是比较高的。尽管一个地区的生产率可能很高，但由于动物的迅速消费，使得植物的

生产率

1. 图示的海洋中的有机物的循环或食物链，是生物对能量的获得、利用和转换的方式。

2. 图示的生态金字塔表明了海洋动物群的每一个等级所能获得的食物量。对于最低等级的动物来说，必须有大量的生物和食物来供给它。但是生态金字塔的每一个等级所能获得的有机物和食物的量则是逐级减少，因此呈现出金字塔形。图的最下面的最宽的那一部分表示的是食物的生产者（硅藻和其它植物），也就是能利用太阳能进行光合作用来为动物制造食物的植物。初级消费者是食草动物（如蜗牛类软体动物）。二级消费者是食肉动物（如鱼），它们捕食吃草动物或彼此互相猎食。在金字塔顶端的是三级消费者，是一些大型动物（如鲨鱼、海豹和北极熊），它们以另外一些食肉动物为食。

总量保持在一个低的水平上。下列因素都能使光合作用的速度下降，因而也能使生产率下降。这些因素是：混浊的水；有波浪的海面——波浪能把阳光反射掉；昼长的季节性变化；缺少营养物质。一般来说，浅的海湾、河口和礁群地区，是生产率最高的海域。

Profile of Equilibrium 均衡剖面 均衡河流的纵剖面。原本都呈源头陡峭，河口附近徐缓的平滑、下凹形。这种纵剖面反映着河流输沙能力、挟沙能力对河流泥沙量、流量的均衡情况。剖面的下凹形，是河流输沙能力、挟沙能力顺流增强而形成的。这些能力的增强却又是因为流量和横断面（宽度和深度）在增加、扩大，水流阻力（相对糙度）都在减小的关系。这些因素和泥沙颗粒具有顺流变小的普遍趋势，都意味着河流坡降可以更低，但泥沙仍能顺流输送下去。

河流不断调整自己的纵剖面以抵消环境变化带来的影响。比如环境变化，使河流在某一个点以下的输沙能力受阻，河流会把泥沙沉积该处，以便加大坡降，从而增强顺流而下的输送能力。而泥沙在这个点沉积，会缩小上游的坡降，河流于是继续溯流加积，直至新的均衡纵剖面建立，使泥沙仍能顺流下输。如果流域内发生的变化，使河流在某一点以下的输送力过大，河流会冲刷该处的河床，缩小以下的坡度，降低流速，减弱泥沙的输送能力。但如此一来，上游的坡降会加大，河流又溯源侵蚀河床，建立新的均衡纵剖面。总之，河流是通过各种办法来维持它的均衡纵剖面的。

Proterozoic Era 元古代 相当于前寒武纪最新部分，是继太古代之后的地质历史上的第二个代。有时元古代岩石含有沉积岩和比下伏的太古代要少一些的火成岩与变质岩，但是许多地方可以见到火山活动。无脊椎动物（海绵骨针、放射虫和藻的碎片）见于某些沉积岩，被认为是生命的最老直接证据。晚前寒武纪岩石见于加拿大安大略省西部；北美洲苏必利尔湖区以及美国的阿巴拉契亚、落基山和大峡谷区，在苏格兰和芬兰与瑞典的北部也有很好的出露，另外在南美洲、非洲、印度、澳大利亚和中国已经广泛地识别出来。元古代岩石含有丰富的铁、铜、镍、银、金和钴矿床，如加拿大和美国的元古代地层中的矿床。

Protist 原生生物 可能兼具植物和动物特征的单细胞生物。通常把它们归入原生生物界。其中包括原生动物、细菌、真菌、病毒和某些藻类。有

些原生生物（例如有孔虫和放射虫），正由于体型过小，是很有价值的微化石。

Protore 矿胎 矿石品位太低，在现在条件下开采不能获利的矿床。随着价格的提高或技术的进步，矿胎可以成为矿。

Proustite 淡红银矿 淡红银矿是一种银的砷硫化物，常常与浓红银矿共生，浓红银矿是一种银的锑硫化物。这两种矿物都是红色的，前者颜色淡，后者颜色浓。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Pseudofossil 假化石 形似某些动植物遗骸的无机物体。这种物体通常见于某些地质层组中，很容易被误认为真化石。石结核 (concretions) 可以具有动植物的模样，岩石也会因风化而貌似海绵、藻类或其他生物。名为树枝石的似苔藓矿物结壳 (mosslikemineral incrustation)，外表和蕨类植物、苔藓或其他类似植物的形状差不多。顺着一些岩石的断裂处出现的擦痕 (Slikenside)，有的就很像棕榈叶子。

Pseudomorph 假像 假像是矿物学中的一种现象，即一个矿物被蚀变并被迁移，而原来的外形却被保留下来。最普通的假像为一个矿物具有另外矿物的外形，这种形态与该矿物的化学成份和晶体构造无关。黄铁矿常常蚀变为褐铁矿，于是就称之为“具黄铁矿假像的褐铁矿”。孔雀石依蓝铜矿呈假像，高岭石依长石呈假像都是类似的方式形成的。另一个较少见的假像是结壳假像。即一个矿物沉淀在另一个矿物晶体的外表上，例如，石英成为立方体萤石的结壳，如果萤石后来被溶液带走，在石英内部留下一个铸型，它显示出以前的晶体是存在过的。

Psilomelane 硬锰矿 硬锰矿是一种含钡的锰的氢氧化物矿物，是一种黑色的次生矿物，通常是葡萄状或钟乳状块体。软锰矿和水锰矿也是黑色的锰的氧化物，但是硬锰矿可以用硬度来和它们相区别，硬锰矿的硬度稍稍大一些 (5—6)，它常是葡萄状，这也是区别的特征。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Pterosaur (或 Pterodactyl) 翼龙 一类会飞的爬行动物。翼龙以细长的手指、支撑着蝙蝠状的双翼。翼非常宽，外覆以皮，加之身体很轻，所以能飞翔、滑行很长的距离。最早为人所知的翼龙，都是在下三叠纪岩层中发现的。这些翼龙到白垩纪即已灭绝。其间，有的翼龙的翼长达 8.2 米，身体却非常轻。晚近在美国得克萨斯州大本德国家公园 (Big Bend National Park)，发现一个巨型的有翼爬行动物的遗骸化石。这个翼龙的翼长约 15.5 米 (51 英尺)，几乎相当前此已发现的任何翼龙的翼长的两倍，从而成为这类动物已知中最大的一个。

翼龙

无齿翼龙是生存于白垩纪时期的火鸡般大小的会飞的爬行动物，两翼展开可达 8 米。

Pumice 浮岩 一种由天然玻璃组成的白色或灰色的轻的喷出火成岩。气泡很多 (气体空洞) 说明了它的重量轻。作为某些火山淬锥的重要组成以及作为火成碎屑岩的碎屑，它被发现于黑曜岩流表面上。浮岩能浮在水面上。在海上偶尔会遇到大的浮岩筏，它由海底或沿海喷发形成，有时其数量很多，规模非常大，甚至妨碍船只航行。在东印第安克拉卡托阿火山喷发之后，海员离开他们的船，并且走向海岸越过漂浮的浮岩 3 公里。可用作研磨料、绝缘体，掺在拉毛水泥、灰泥和水泥中。

Pyramid 锥体 在结晶学上，锥体是由 3、4、6、8、12 个不平行的晶面交会于一点形成的单形。对具体的锥体，我们可以称之为，三方锥、四方锥和六方锥等等，两个锥体的底对底就组成双锥。

Pyrargyrite 浓红银矿 浓红银矿是一种银的碲硫化物，是一种重要的银矿物。浓红银矿和砷的类似矿物淡红银矿通常是共生的，因为它们有共同的颜色，常将两者置于一个红银矿的名称之下。淡红银矿是浅红色，而浓红银矿是深红色。两个矿物都是有价值的银矿，但是浓红银矿含银量较高。在德国、墨西哥、智利、玻利维亚和美国都在开采这两种矿物。

Pyrite 黄铁矿 黄铁矿是硫化物矿物，它是最普通和最丰富的硫化物。因为它有黄铜般的黄色，以前曾被误认为是黄金，所以被称为“愚人金”。“愚人金”这个名称还包括其他黄色矿物。这两者是很容易区别的，金子很容易刻划，而黄铁矿的硬度大于 6，用刀子是不能刻划的。

黄铁矿在很宽的温度压力条件下都能形成，因此，它在许多地质条件下都可以找到。在高温下，它在火成岩中成副矿物。在接触变质矿床中和在热液矿床中也能形成。在一个大气压条件下黄铁矿能在空洞中沉淀出来，在海底，温度仅零上几度的条件下，黄铁矿能形成结核。在矿脉中它和许多矿物共生，主要的是方铅矿、闪锌矿和黄铜矿。

近乎纯的黄铁矿的大规模矿床是开采用来提取硫的。黄铁矿中硫占 53.4%。这些硫可以在煅烧黄铁矿时分解出来，并且可以收集起来。硫还可以在焙烧金属矿时，从黄铁矿和其硫化物中收集。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Pyritization 黄铁矿化 化石化的一种。也就是有机物原有的坚硬部分被硫化铁置换的过程。这种置换过程在钙质遗骸中是很常见的。置换矿物也许是黄铁矿，也许是白铁矿。后者在某些情况下，会转变为黄铁矿。硫化铁可能是由分解的有机物体中的硫和沉积层中含有的铁共同构成的。许多腕足动物、甲壳动物和软体动物的遗骸，都经历了黄铁化作用。

Pyritohedron 黄铁矿型十二面体 黄铁矿型十二面体是等轴晶系的一种单形，有 12 个晶面，又叫五角十二面体。

Pyroclastic Material (或 Tephre) 火山碎屑物质 因火山喷发而抛出来的各种大小的固体岩石碎块，以及液滴和液球（它们中的大多数已在空中凝固）。火山碎屑物质按照碎屑的大小、来源和成分，以及它们喷发时的物理条件来分类。大小分类如下：（1）直径 64 毫米和几米之间的碎块，若作为固体被喷发，叫作岩块；若在塑性条件下喷发，叫作火山弹；（2）64 毫米和 2 毫米之间的碎块叫作火山砾（lapilli，意大利语，意指“小石头”）；（3）火山灰由直径小于 2 毫米但大于 0.25 毫米的碎屑组成。一般将作为液体喷发的中等大小的碎屑叫作火山渣；（4）火山尘是最细的喷发物质，单个碎屑的直径小于 0.25 毫米。

火山尘、灰和砾呈固态或更经常地呈液态喷发。当发生猛烈气体喷发时，固体岩石能被破碎成为尘、灰、砾和岩块，这些碎块可以被高高地吹到空中。经常还喷发出沉积岩、变质岩和深成火成岩碎块。这些外来喷射物是火山气体和岩浆从岩浆库到达地表过程中，使通道壁破碎而得到的。更早火山幕中形成的火山岩碎块也被喷出，并称之为副喷射物。来源于对火山喷发起主要作用的岩浆库的物质，叫作基本喷射物。

当多泡的熔岩达到地表时，它可以被喷射到空中达几百米高度（熔岩喷

泉)。很多物质在空中固结,形成由火山玻璃组成的尘、灰和砾。

火山碎屑物质也按照它们的岩相学成分分类,可分有流纹岩质、安山岩质或玄武岩质成分。流纹岩质物质颜色淡,一般为白色或淡灰色;玄武岩质物质颜色较深,一般是黑色或红色,而安山岩质物质的颜色居中。在火山喷口四周,火山碎屑物质的堆积形成了火山渣锥和寄生火山锥。复合火山是通过火山碎屑物的堆积以及熔岩的喷发而形成的。火山喷发期间,风常常将很多细粒火山碎屑物质携带至很远处。当1943年和1952年之间墨西哥的帕里库廷火山处于活动的时候,相当大量的火山尘落至50公里远处,少量火山尘落到300公里(180英里)远的墨西哥城中。据估算,在印度尼西亚克拉卡托火山1883年的喷发中,有4立方公里的火山碎屑物质被吹到27公里的高空中。火山尘被携到全世界,在1883年秋和1884年春引起了美丽的朝霞和夕阳。

这一年中达到地球表面的太阳辐射仅为正常年份的87%。

由于在喷发期间,在火山的顺风一侧,细粒火山碎屑物质沉积量更大而且距离更远,所以火山四周细粒火山碎屑物质的分布和厚度将表明喷发期间的风向。

如果火山碎屑物质落在陆地上,后来就可被人们发现,或者被雨水搬运走,有些最终会抵达海洋。

由火山碎屑物质固结而形成的岩石,可以为它们在喷发之后的地质历史提供线索。凝灰岩,火山碎屑质角砾岩,集块岩,熔结凝灰岩(或焊接凝灰岩)以及其他火山碎屑岩是由火山碎屑物质的固结而形成的。见Pele's Tears [佩尔神的眼泪]条。

Pyroclastic Rocks 火山碎屑岩 岩石碎屑组成的固结岩石,这些岩石碎屑或者由从火山口喷出的散射的液滴和凝块固结而形成,或者由老的火山岩和非火山岩的震裂和崩解而形成。火山碎屑岩通常按照碎屑的大小分类。例如,凝灰岩由固结的火山尘和砂组成,而角砾岩由固结的棱角状碎屑组成,直径从几厘米至2或3米。

火山碎屑岩在火成岩和沉积岩之间搭起了桥。

虽然火山碎屑岩的物质有火成来源,但是它们一般以与其他沉积物相同的方式发生沉积作用。在整个地球历史上都形成过火山碎屑岩。在美国西部新生代火山碎屑岩是非常普遍的。在一个地区的火山地形完全被破坏之后,火山碎屑岩的存在常常只表明更早期的火山活动。下列特征有助于对它们进行鉴别:(1)它们普遍与熔岩流互层;(2)它们的化学成分类似于喷发的火成岩的化学成分;(3)一般它们部分地由玻璃物质组成;(4)它们可以含有多孔浮岩的碎片以及破碎的玻璃泡的壁。

Pyrolusite 软锰矿 软锰矿是锰的氧化物矿物,是最重要的锰矿。它主要的用途是生产镜铁(spiegeleisen)和锰铁合金,这种合金是用来炼钢的。每生产一吨钢要消耗锰13磅。少量的锰用在各种铜、锌、铝、锡和铅的合金中,用在生产干电池和化学试剂。

软锰矿是三种黑色的锰氧化物之一,但是软锰矿和其他两种矿物是可以区别出来的,根据硬度可将它与硬锰矿和水锰矿加以区别,软锰矿比较软(硬度1—2),有时像烟黑和泥土一样污手。所有这三种矿物都是次生的,在接近地表的条件下形成的。大多数结晶岩石中含有少量的锰,它可以从岩石中分解出来,以氧化物,主要是软锰矿的形式重新沉积下来。有些软锰矿是由

含锰的石灰岩风化形成的。结核矿床，主要是软锰矿，在沼泽、湖底都有，在海底也有锰质结核。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Pyromorphite 磷酸氯铅矿 磷酸氯铅矿是一种次生的铅的磷酸盐矿物，出现于铅矿床的氧化带。其特征是金刚光泽和很高的比重（7.04）。虽然，它含有 82% 的铅，但是，由于量少，只能当成小矿看待。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Pyrope 镁铝榴石 镁铝榴石是一种镁和铝的石榴石，颜色变化从深红到黑色，透明的镁铝榴石可作为宝石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Pyrophyllite 叶蜡石 一种铝硅水合物矿物，外观、许多物理性质和用途，都和滑石（talc）相同。但仍可用 X 光透视和化学试验，把二者区别开来。叶蜡石也和滑石一样，形成于变质岩叶片状、辐射状的许多薄层中。

Pyroxene 辉石 辉石是在结构、化学成份以及物理性质方面紧密相关的一族矿物。虽然，它们结晶成斜方和单斜两个晶系，但是，所有的辉石都有相似的解理。两组解理方向的交角大致是 93° 和 87° 。用测解理角的方法，可以将它和外貌相似的角闪石相区别。角闪石中，两组解理交角大约是 56° 和 124° 。

辉石是链状硅酸盐，其中硅氧四面体 SiO_4 以公共氧而连结在一起形成链状，有 $\text{Si} : \text{O} = 1 : 3$ 。平行的链是靠 X、Y 的阳离子的离子键相连结的。其通式可以写成 $\text{XY}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ ，这里 X 是镁、铁、钙、钠或锂，Y 是镁、铁、锰、铝或钛。这种在 X 和 Y 位置上的显著的替代关系导致它们在化学成份上有很大的变化。斜方辉石的主要成员是，顽火辉石，紫苏辉石；单斜辉石的主要成员是，透辉石、普通辉石、锂辉石、硬玉和霓石。参见 Silicate Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Pyroxenite 辉岩 辉岩是粗粒的主要由辉石组成的火成岩。

Pyrrhotite 磁黄铁矿 磁黄铁矿是一种铁的硫化物矿物，因为它能被磁铁吸引，所以称为磁黄铁矿。它的化学式 Fe_{1-x}S ($x=0-0.2$) 显示出铁相对硫而言是不足的，铁的不足率越大，磁性就越弱。陨硫铁，这个矿物的成份接近 FeS ，是非磁性的。磁黄铁矿通常存在于基性火成岩中，一般是细分散的颗粒，但是，在有些地方，如加拿大安大略的舒德布里和澳大利亚西部，它是以大块状的形式出现，为了取得和它伴生的铜、镍和铂矿物而开采它。磁黄铁矿也是一个硫的次要的来源。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Quartz 石英 石英是一种二氧化硅矿物，它很丰富，分布也广，它在很多火成岩、变质岩和沉积岩中是作为一种重要成份存在的。它在砂岩和石英岩以及未固结的砂子及砾石中是主要矿物。石英的完好晶体比其他任何矿物容易找到得多。在矿脉中，在岩石空洞里，伟晶岩的晶洞中，晶体完好的石英或出现于石英之中，或与别的矿物共生。据报导在巴西一个伟晶岩中，有一个石英晶体重达 5 吨。大多数石英是无色透明的，当找到很好的晶体时，就称为水晶。可作为宝石的其他粗晶质的变种因颜色而另有名称，紫石英是紫色到蓝紫色的，黄水晶是橙色至棕色的，蔷薇石英是粉红色的，烟晶颜色从浅黄到深棕色。

除了粗晶质的石英外，还有许多用肉眼不能区分的单个颗粒和纤维的石英变种。根据组成它们的细质点的形态，可将这些石英变种分为两类：火石、燧石和碧玉是粒状的，而光玉髓、玛瑙和其他各种颜色的玉髓是纤维状的，所有这些石英变种中有一种迟钝的波状光泽，有些变种在很厚时也是透明的，但有些变种，仅仅在最薄的边缘才透光。

因为石英晶体中许多是清澈透明的，并且有它特有的结晶学性质，所以在几种有趣的科学仪器中都有使用石英的。石英能透过紫外线和红外线，使它成为光谱仪的棱镜和透镜的理想材料。石英有左右两型，即按透过的偏振光是向左还是向右旋转，分为左旋和右旋。这种性质称光旋光性，这种性质利用在产生单色光的仪器中。石英还有压电性，因此，它用作制造控制无线电频率的谐振片。用于这些用途的天然的大石英晶体产地主要是巴西。对石英的巨大需求导致合成石英的使用增加了。

我们看到和拿到的石英有时又叫低温石英，它是 SiO_2 的七个同质多像变体中的一个，它在 573°C 以下是稳定的变体。这个温度以上，它就转变为高温石英，高温石英有不同的物理性质和结晶学性质。这种转化是可逆的，在温度降到 573°C 以下时，它又重新变成低温石英。

Quartz Diorite 石英闪长岩 主要由斜长石组成的粗粒火成岩，通常含有少量正长石。普通暗色矿物是黑云母和普通角闪石；基本副矿物是磷灰石、榍石和磁铁矿。

Quartzite 石英岩 一种主要由石英颗粒组成的变质岩。这些颗粒由砂组成的岩石重结晶而成。

Quartz, Smoky 烟晶 烟晶是有浅黄到烟棕色的，甚至几乎是黑色的粗晶质的石英变种。它最早是在苏格兰的凯戈姆山，因此又叫凯戈姆石。

Quaternary Period 第四纪 新生代的第二个纪，也是最年轻的一个纪；它始于距今 200—300 万年前，而且包括了自第三纪结束以来的所有时间。它的名称的意思是“第四个衍生时期”，最初在早期的地质时代分类中曾被提出作为一个代。它由两个世构成，即更新世和全新世（也叫作现代 [Recent]）。另一种分类把第四纪和中新世及上新世一起放在新第三纪中。早第四纪（更新世）由广泛的冰期标志出来，例如北美洲和欧亚大陆许多地区广泛分布的大冰盖，和其他许多地区出现的较小的冰川。当冰川穿过大陆前进时，在这个冰期期间有四个大的冰川阶段。有三个延续时间长得多、比较温暖的间冰期将它们分开。间冰期期间冰消退了，而温度上升。今天仍处在间冰期中。虽然冰川只漫覆了地球陆地表面的部分地区，但这些冰对第四

纪时期的地理、气候、植物和动物有深刻的影响。晚新生代时期的大陆冰川对于形成现代的地貌景观形态也是重要的。

世界上许多地方出现第四纪的非冰川沉积物，大都由风吹砂、尘土、河流沉积物和湖泊沉积物、火山产物（火山灰、熔岩和渣锥）以及海洋沉积物构成。地中海附近出现海洋阶地（它记载了海平面的较高位置），在欧洲的其他地方也发现了非冰川沉积。厚的黄土堆积在蒙古和中国中部与北部出现，有肥力的冲积沉积物由诸如普拉马普德拉河、伊洛瓦底江、长江和黄河之类的大河沉积下来。类似的非冰川物质也在非洲、南美洲和其他大陆出现。在北美洲，沿大西洋和墨西哥湾沿岸有第四纪时期的海洋阶地，其中有些在现在的海平面之上 250 英尺的高处。在阿巴拉契地区和美国的中南部及东南部，更新世冰川融化的水使非冰川区河流流量增大并再度调整了排水网型式，使得剥蚀作用和河流沉积作用增强。在落基山的中部及其东面的高原地区也有相当强的剥蚀作用的证据。科罗拉多高原上剥蚀作用占优势，那里的科罗拉多河在晚第四纪时期刻蚀了大峡谷。由于冰川伴生的气候变化引起美国西部落雨量增大，大盆地地区形成了许多湖泊。其中之一是犹他州的大盐湖，乃是更新世时期原来面积 50000 平方公里深 300 米的邦纳维尔湖的一个很小的残留体。沿太平洋岸，从加利福尼亚到喀斯喀特山脉，有巨厚的河流沉积的砂、砾和粘土组成的沉积体。在这里也有现在已经上升到海平面以上的海相沉积。

更新世时期，长鼻类动物（象及其家族）经历了相当大的进化。柱齿象、多毛猛犸象和多毛犀牛在北美洲是常见的。食肉动物以美洲剑齿虎、长着锐利犬牙的猫和 *Canis dirus* 及恶狼为代表。美洲剑齿虎有狮子那么大，具有强有力的颌部和高度发展的利刃的犬牙。恶狼（dire wolf）比现在的狗大得多，在更新世时期加利福尼亚南部与美洲剑齿虎都是很常见的。这两者的遗体在洛杉矶的许多拉布里沥青坑中都已找到。但是，到目前为止，整个更新世中最有价值的事件乃是古人类的出现。

Quicksand 流沙（层）含水过多、易有压力、又会使人、动物或其他物体陷没的沙层。流沙的密度比人、畜等的密度大。人畜等立于其上本可不坠，只是当胡乱挣扎和失去平衡时，才会灭顶。泉水缓缓上升，充满沙粒间隙，就会产生流沙，流沙多出现于河床和沿海一带。

Radial Drainage 辐射状水系 参见 Drainage Pattern [水系型] 条。

Radiation 辐射 参见 Atmospheric Radiation [大气辐射] ; Solar Radiation [太阳辐射] ; Thermal Radiation [热辐射] 条。

Radioactive Age Determination 放射性年龄测定 放射性年龄测定是为测定地球物质形成时间的一种复杂的实验室分析。该方法包括母放射性原子对其衰变产物（放射成因的子原子）的比值和此比值对已知半衰期的放射性元素的比较。（采用一种放射性元素将其原子核的一半转变成子元素的时间来计算年代数。）这种试验可用于测定早先存在的岩石变质作用的结晶年龄，熔融岩浆结晶的年龄，褶皱山的年龄，在沉积物沉积作用期间形成新矿物的沉积岩的年龄。

这些计算的准确性取决于：（1）如何准确地得知放射性元素的半衰期，（2）放射性母元素和/或其子元素在岩石形成以后是否有加入和迁出，（3）形成时岩石中子元素的数量，（4）岩石形成过程所用时间与岩石总的年龄之比是短暂的这一假定是否正确。

岩石中已发现几种放射性元素，现在被作为地质钟来应用。已应用的所有方法中，以铀 238 和 235 ($U-238$ 和 $U-235$) 各自向铅 206 和 207 ($Pb-206$ 和 $Pb-207$) 放射性衰变为基础的铀—铅法最为有用。至今仍被用于绝大部分地质时期形成的岩石，且对大于 100 万年的岩石最有用。年轻的岩石，这种方法欠准确，主要因为存在于岩石中的子元素铅 207 数量有限。通常是对矿物锆英石和榍石进行铀—铅测定，因为这些矿物含有铀并且与许多火成岩和变质岩有联系，在岩石中的含量达到 1% 左右。

钾—氩 ($K-Ar$) 法取决于放射性同位素钾 40 ($K-40$) 向氩 40 ($Ar-40$) 的蜕变。钾是非常普遍的元素，许多岩石和矿物中都有。这种方法至今仍被用来测定从地球历史的开端到最近 30000 年以前这段时间范围内的时间。因此，这种方法对年轻的岩石也欠准确，因为在较年轻的岩石中形成的氩—40 的数量是非常少的。钾—氩年龄被用于像角闪石、霞石和云母、白云母和黑云母这样一类矿物，因为在大多数火成岩和变质岩中可以找到这些矿物中的一种。某些海相沉积岩，如果它们含有含钾矿物海绿石的话，也可以用这种方法测定年龄。由于矿物或岩石形成后氩—40 进入大气圈而可能有损失，钾—氩法的用处有所减小。这种方法的误差在百万年级。

铷—锶法利用铷同位素铷 87 ($Rb-87$) 向锶 87 ($Sr-87$) 的衰变。任何早于 2000 万年岩石都可以用这种方法测定年龄，因此许多比较年轻的岩石如果它们含有足够的铷—87，也可以用这种年龄测定法。（铷不能形成独立矿物，但可以出现在像白云母、黑云母和所有含钾的长石中。）但是，用铷—锶法准确地测定年龄是困难的，因为铷—87 的半衰期没有很好确定，一般用 47 亿或 50 亿年半衰期。比较新的年代不能由这些方法中的任何一种来测定。碳 14 法部分地弥补了这个缺陷，但需要进一步研究由宇宙射线轰击大气中的氮 (N) 所产生的 C—14 中子。C—14 的半衰期为 5730 年。放射性碳的演化大体如下：重新形成的 C—14 与氧结合成 CO_2 ， CO_2 被植物代谢，随后植物被动物和人食用。因此所有有生命的有机体都含有一定量的 C—14。只要有机体活着，C—14 数量保持不变，但当新陈代谢停止，C—14 放射性强度减小，

减小的数量是 C—14 半衰期的函数。生存的年代不超过 50000 年的那些物质可以采用 C—14 法进行年龄测定。这种方法已被广泛地用于冰河事件和考古学发现物的年龄测定。

放射性年龄测定

铀、钍、铷和钾是用于放射性法年龄测定的四种主要元素。这里列出了半衰期和这些元素中的各种稳定子同位素以及各种同位素测定法适用的对象。

母同位素	半衰期 (年)	稳定子同位素	一般的测定的矿物和岩石
铀 238	4.5 亿	铅 206	锆英石 沥青铀矿 沥青铀矿
铀 235	0.7 亿	铅 207	锆英石 沥青铀矿 沥青铀矿
钾 40	1.3 亿	氩 40	白云母 黑云母 角闪石 海绿石 透长石 全岩火山岩
铷 87	47.0 亿	锶 87	白云母 黑云母 锂云母 微斜长石 海绿石 全岩变质岩

Radiogenic Heat 放射热 放射性物质衰变过程中释放的热。一般认为，这是地球内部热能的主要来源。地内热源又主要来自铀、钍、钾的同位素，钾-⁴⁰。一个铀-²³⁸ 原子裂变为铅-²⁰⁶ 释放的热能为 1.8×10^{-2} 卡。现已计算出，1 克铀-²³⁸ 裂变为稳定铅产生的热量相当燃烧 800 公斤的煤。花岗岩每吨约含 4 克铀，13 克钍，4.1 克钾-⁴⁰。所以只是花岗岩能够产生的热量就颇为可观。

玄武岩和其他铝铁质岩石含有的放射性元素虽然少些，但显而易见，放射热仍是地球内部热能的主要来源。

Radiolarian 放射虫 原生动物门放射虫亚纲（或目）的一类原生动物。这类独具一格的海生动物，从寒武纪到全新世都有。它们藏身在精致的多刺硅质外壳里。在印度洋和太平洋的某些部分，这种外壳形成放射虫软泥硅质沉积层。化石性放射虫软泥构成的岩石，称为放射土，被用来制造过滤和绝缘材料。有的硅质沉积物如燧石和黑燧石的构成，也要借重放射虫。例如美国加利福尼亚州的弗兰西斯卡燧石（Franciscan chert），它的构成来自凝固的放射虫软泥，便以放射虫岩（radiolarite）闻名于世。

Rain 雨 参见 Precipitation [降水] 条。

Ray 月面辐射纹 月面的一种条纹，由反照率很高的火山喷出物沉积构成。这种条纹又长又窄，可从火山口向外延伸相当火口直径几十倍甚至几百

倍的距离。辐射泥物质是火山在形成期间，顺着多条轨迹喷射出来的。月面的这种形成物和更靠近火口的沉积显然有所不同，后者是突然喷发的气、尘云物质降落后堆积而成的。

Reaction Series 反应系列 矿物从岩浆中结晶的系列，在岩浆中早形成的矿物与熔体反应形成该系列继续向下的新矿物。这个最早由美国地质学家 N. L. 鲍温 (1887—1956) 提出的概念，有时称作鲍温反应系列，他提出铁镁矿物构成不连续系列，长石构成连续系列。因此橄榄石，这种首先结晶的矿物，与四周的熔体反应形成辉石；辉石与熔体反应形成角闪石等等。同时连续反应在长石系列发生。最先形成的倍长石与熔体反应形成拉长石，拉长石与熔体反应形成含钠更多的长石。

在反应系列的任何阶段晶体从熔体中析出而形成的岩石，其成分不同于母岩浆。参见 Magmatic Differentiation [岩浆分异作用]。

反应系列

随岩浆冷却，各种各样的矿物当达到它们的结晶温度时便形成。在左边的系列，各种硅酸盐重新形成不连续反应链中下一个矿物。右边系列表示从钙质斜长石到钠质斜长石的连续反应。

Realgar 雄黄 雄黄是一种以橙红色为特征的硫化砷矿物，与黄色的硫化砷矿物雄黄共生，产在铅、银和金的矿脉中，是在接近地表的条件下形成的。雄黄还产于火山升华物中，如在意大利的波祖奥利。它还可以从温泉中沉淀，如国立黄石公园的诺利斯根舍尔盆地。

Recent Epoch 现代世 第四纪最后一个世，即全新世的同义语。

Red Beds 红层 地质历史时期中在高度氧化的沉积环境中形成的红色沉积岩。它们由砂岩、粉砂岩和页岩组成，其颜色是由于赤铁（高铁氧化物）的存在造成的。一般都认为它们标志着一种干旱的陆相沉积环境。它们往往与蒸发岩沉积体共生。

Regional Metamorphism 区域变质作用 地壳大面积的变质作用（岩石的变化），按原来使用的这一术语，区域变质的必要条件是由曾经靠近地表或在地表的岩石被深埋在地下的中温和高压的条件下。这个术语现在表示和地壳大规模弯曲和变形有关的温度和压力变化幅度很大的条件下。因此区域变质作用可以包括发生在 400 到约 800°C 温度范围内以及在地表下约 10 至 35 公里深度上遇到的压力变化幅度很大的条件下发生的岩石变化。在这样变化幅度很大的温压范围内遭受变化的岩石，并包括褶皱引起的变形，一般称作动热变质作用，该术语几乎和区域变质作用同义。加拿大地盾以及其他克拉通是含有区域变质岩石的地区。在这种地区中由区域变质作用产生的最普遍的岩石类型是片麻岩、片岩和角闪岩 Regolith (或 Mantle Rock) 浮土、表土 见于地表和近地表的未固结物质。它停积于层状岩石上但不同于层状岩石，通常用铁锹就可以把它挪走。有两种主要的表土：残积的（原积的）和经过搬运的。残积表土是岩层经物理和化学风化形成的。在接近地表处，它可能在物理上和化学上大大有了变化；但在较深处，风化作用强度减弱，表土变得与产生它们的层状岩石越来越相似。它或经搬运，或未经搬运，一般厚几十米。影响它的厚度及其他特征的主要因素是层状岩石的种类、排水性、地形坡度，以及它形成时的气候和时间。红土是含铁组分高的残积表土，它发育在潮湿的热带、亚热带地区。铝土矿是含铝组分高的残积表土。

搬运表土是由发生在地表或近地表的作用运送来的或沉积的。它包括了

冲积（它是一种河流冲积表土）、冰碛（冰川表土）、被风搬运的黄土或砂丘砂、海滩沉积、山麓堆积和火山灰。搬运表土在山间盆地中可达几百米厚。正如固结岩层可以通过风化作用变为不固结的表土一样，表土也可以通过胶结作用、压实作用、再结晶作用和其他作用变为层状岩石。几乎所有沉积岩都是由表土形成的。

表土具经济意义：金、铂、金刚石、锡石（一种重要锡矿）和其他砂矿，某些种类的铁矿、锰与镍矿、粘土和铝土矿、在建筑中很重要的砂和石子都采自表土。

Rejuvenation 回春作用 河流对河床恢复下切能力的作用。出现这种作用的原因：（1）陆地上升、倾斜或翘曲，（2）海平面下降，（3）水文变化引起的径流增加，（4）河流泥沙减少。陆地上升，倾斜、翘曲和海平面下降，可使侵蚀基准面下降，从而恢复了河流的下蚀能力。气候变化，使径流增加（泥沙没有因而增加），或者因袭夺了别的河流而增加流量，也都能增强河流的下蚀能力。此外，泥沙减少同样会增强对河床的侵蚀力。河流的回春作用可反映在以下几方面：纵剖面发生变化（出现坡折点），出现上升阶地，河槽下切（出现深切曲流），河源处出现又宽又平坦的河谷。

回春作用

一条缓慢减弱向下侵蚀的河流（a）又开始加速下切，通常是因为陆地抬升翘起而重新给河流以活力（b）。

Relict Sediments (或 Palimpsest Sediments) 残余沉积物 沉积物现在所处的环境与它沉积时的环境有了很大的变化，这种沉积物便称作残余沉积物。这个名词常常是用来指大陆架外缘海底上的沉积物。这些沉积物原本是在更新世冰川时期沉积在海滩或是近海地区上的，那时海岸线还远远在今大陆架上。当冰川融化时，海平面就上升，原在高潮时的浅水环境以及由海流沉积下来的沉积物，相应地就被深水覆盖起来了。而后，这些沉积物之上的覆盖物或被波涛，或被海洋冲走，或根本没有被现代沉积物所覆盖，因而仍留在海底的表面之上。

Remote Sensing 遥感 对一个物体或一种现象不是通过直接接触的方式，而是用一个信息获取装置（传感器）进行探测，谓之遥感。现在在地质科学中已被普遍应用的遥感技术有很多种。信息通常是用电磁波传感取得，然而用重力、磁力和声波等进行传感取得信息也是很重要的手段。遥感还包括把接收到的信息转换成人可以通过直觉的方式来感知的图像或一种刺激。

眼睛是一个最基本的传感器。从一个物体上反射出来的光线被眼睛接收，然后变成一个神经刺激传到大脑中，并作为一个图像记录下来。普通照相机也是把与眼睛接收的波谱宽度相类似的电磁波记录在胶片上。然而，这两种普通传感器对于很大一部分电磁辐射是察觉不出来的，因为眼睛和相机所能感受到的只是可见光，而可见光只是电磁波谱的很小的一部分。

电磁波谱是一个范围很宽的辐射波谱。根据传播能量的特点或根据波长和频率，可以将电磁波谱分成几部分。为了探测和记录不同波长的辐射，设计了各种不同的遥感器，包括能探测从波长较短的宇宙线、伽马射线和 X 射线到波长很长的无线电波的各种遥感器。不同的波段能显示出被探测目标的不同方面的特点，这样，遥感对于记录具有复杂而多样性的地球上的情况，提供了迷人的工具。如果没有遥感技术，地球将依然是不可探测的。

在光谱中比可见光波长稍长一些的波称为近红外。植物所反射的光属于

这一波段范围，这一点非常重要。根据红外摄影的颜色反差，就可以探测出植物的种类和植物的长势，并根据植物的长势来判断植物是否有病害。在这一点上，近红外摄影对农业研究是有用的，而且近红外摄影还能迅速提供有关谷物产量的情况。近红外摄影还有助于对植物病害的范围和程度做出果断的估价。

近红外摄影在监测水体中某些种类的污染是有效的，特别是在监测因水体污染而使藻类植物以及浮生植物和近岸植物生长茂盛的水体是有效的。近红外摄影还有另外一些用途，如识别某些土壤类型和基岩类型以帮助找矿、监测雪和冰、编绘积雪厚度图、土地的分类和评价、森林和野生动物的管理、土壤水分含量的分析、生态类型的鉴别和城市调查。

热辐射（也称为远红外），它的波长也比可见光长。一些特制的遥感仪器能接收热辐射并把它转换为电讯号，然后再加以放大并作为一个图像记录下来。热辐射反映出温度的差异，因而也能显示出地球表面热状况的差异。

热红外探测技术的应用可以增加我们对地球表面许多方面的知识：通过对火山、热泉和其它高热流地区的监测，可以准确预报火山的喷发以及发现有价值的地热资源；通过对大洋中温度差异的探测和鉴别，有助于发现冷水的上涌和确定洋流的轮廓，这样就可以追踪出鱼群和其它海中生物的行动路径，以便提高捕鱼量；通过监视热水的流动和混合，可以监视水的热污染，特别是监视与原子反应堆有关的热污染；迅速发现森林火灾以及确定地下矿井中火灾的位置；确定在暴风雪时在广阔的牧场上的家畜所在的位置以及在人迹罕到的地区野生动物所在的位置。

波长大于红外波段部分的波谱，称之为微波。

这一波段的波主要是利用人工发出的脉冲波，而不是利用自然界中存在的辐射。雷达波就是人工发出的微波。雷达波的优点就在于能穿过云层以及能透过诸如雾、热辐射、烟、霾这样的障碍物进行探测。

这样，对于地球上的某些地区，如巴拿马的达里安省，这里经常是恶劣的天气，雷达则可以提供精确的地图。

由于人工发射的雷达波是可以控制的，因此，用雷达波探测，可以获得地球表面的各种信息。雷达图像能清晰地显示出地形轮廓，这对于从事地学科学的工作人员来说，是很有用的。利用雷达，可以很容易识别一些地质形态，如基岩的类型、断层、节理的分布、水系类型、河流阶地和冰川沉积物等。用遥感手段编绘的精确地图，对于公路建设、流域的研究、水库设计、城市和乡村的土地管理都是很有用的。

空间时代的出现，可以从极大的高度上俯视地球的大片地方。这一有利条件给遥感开拓了新的领域。早在发射不载人的卫星时期就已开始了从宇宙空间拍摄地球的照片。自从美国发射了双子星和阿波罗系列的载人空间飞行，从宇宙空间对地球进行摄影又得到重要发展。1972年7月发射的第一颗地球资源卫星是向从宇宙空间对全球进行系统监视跨出了新的一步。从卫星上得到的图像使得人们能从更宏观的角度来研究地球上的过程，并且以前认为没有联系的许多重要现象之间的关系通过卫星图像能给以正确的认识。一张卫星相片相当于500多张航空相片所拍摄的面积。这样，整个一条山脉、海岸线的重要地段、一片湖群或者一个矿化带，都可以拍在一张照片上进行研究，这就排除了在镶嵌相片上存在的那些使人容易产生误解的线。在一张卫星相片上进行大范围的宏观研究，这对于海底扩张和地壳的板块运动学说

来说，也是一个非常重要的手段。

遥感除了有广阔的视野、可以从宏观的角度来研究地球外，另一个优点就是对一个地区可以进行连续监测。这样，就可以对地球上一些现象的动态过程进行系统监视。通过遥感进行的系统监视，对于季节性的变化就可以很容易识别出来以及可以进行分析 and 评价，对于那些由于气候或其它因素的波动而引起的变化也可以予以认识。卫星相片边缘部分的误差是非常小的，因为地面上的每一个点都是从它的正上方被拍摄下来的。这一点使得编制土地利用分析图、土地资源一览图和城市规划图以及进行环境的研究，都大为方便。有了精确的图再加上重复的摄影，使得人类第一次能有效地对地球表面的许多部分进行系统的连续的监视。有了这种手段，对于人类的各种各样的活动以及人类活动对环境的影响就可以给予估价。

1973 年的载人天空实验室计划，是向着空间往返飞行系统跨出重要的一步。这次飞行也对遥感技术进行了进一步的试验和改进。这次实验所使用的是一组各自接收电磁波谱的不同波段的传感器。从这些传感器上得到的照片和图像的分辨率是非常高的。以后进行的载人和不载人的空间探险，将会进一步改进现有的技术，并将会提供一个更有效的“眼睛”，以便从天空中探视我们的资源。

遥感

这个图表示的是电磁波谱。它的范围从波长很短的伽玛射线到波长很长的无线电波。该图表明，波谱范围内的波长和频率是连续的。这里还列出了探测各个波段所使用的传感器。可见光谱只是整个电磁波谱的一个很狭窄的带。

适用于电磁波谱不同波段的传感器

闪烁计数器；伽玛射线分光计	带有滤色镜和光电倍增管的扫描器；	图像正析像管；装有红外片带滤色镜的相机；	装有普通胶卷的相机；装有红外片的相机；装有固定探测仪的扫描器和辐射计；	装有固定探测仪的扫描器和辐射计；	雷达；装有红外接收仪的扫描器和辐射计；	电磁脉冲技术
---------------	------------------	----------------------	-------------------------------------	------------------	---------------------	--------

Replacement 交替作用，交代作用 在地下水以及热液作用下，物质被溶解以及与矿物质进行交换的过程。在石化木的形成过程中，树木上的孔洞都充填着硅，而木头中的木质纤维则被硅石所置换。这一过程进行得很细致，因此每一个细小的特征都被完整地保存了下来。在著名的国立黄石公园的石化林以及亚利桑那州的国立石化林公园之中，树皮、年轮、细胞以及其它构造都经受了置换作用并保留了下来。在加利福尼亚州耶莫 (Yermo) 附近的米奥塞纳 (Miocene) 湖沉积物中蜘蛛及其各种昆虫的壳多糖结构经交替作用后，形象逼真，其肌肉、心脏、消化道以及它一些身体结构依然清晰可辨。除硅石以外，方解石、白云石以及黄铁矿一类的矿物也可充作代换物。锌铅以及铜等矿体，是在由岩浆产生的热液用这些矿物和灰岩及其它岩石进行交代作用形成的。

Resequent Stream 再顺河 这种河流采取和顺向河相同的流向，只是所处水平面更低，而且是在比原有地平面更低的面流动。

Retrograde Metamorphism 退化变质作用 由于与高温高压有关的变质过程所产生的一定矿物或矿物组合在温度降低、压力减小的情况就变得不稳定。矿物可以反应形成在调整后的物理条件范围内有能力稳定的新组合。矿物转变的过程很慢，在显微镜下观察一般容易辨认这种转变的证据。当这一过程进行得不完全时，放大的颗粒经常显示原来的高变质度核心被新形成的低变质度矿物环围绕。发生变化的矿物帮助地质学家测定在变质作用期间岩石达到的最高温度和压力。

Reversing Thermometer 颠倒温度计 这是在测量海水温度方面用的最普遍的一种仪器。这种仪器的误差不超过 0.02°C 。这样高的精度可以探测出温度的微小差异，进而也就能探测由温度差异产生的密度梯度以及深层水流。这种温度计能记录下任一深度的温度，而当它在被提到水面上以后，所记录的温度一直保持不变。颠倒温度计是缚在一个南森瓶上沉降到预定深度。顺着缆绳放下去的一个重物使瓶子松缚并使其颠倒过来，同样也使温度计颠倒过来。当温度计颠倒过来以后，温度计中的水银就以玻璃管的狭窄处为界，被分成两部分。一部分水银跑到玻璃管的一端，其余的水银跑到玻璃管的另一端。每一端水银的体积则是由水的温度决定的。

Reynolds Number 雷诺^①数 区别层流和湍流的公式。雷诺数是由流速、密度和水力半径（深度）除以粘滞度得出的无因次参数。雷诺数小，表示是层流；雷诺数大，表示是湍流。对于水流，雷诺数徘徊在 300 至 600 之间。

Rhodochrosite 菱锰矿 菱锰矿是一种碳酸锰矿物，以粉红色为特点，发育完好的晶体是很罕见的。深颜色的晶体，例如，科罗拉多州的阿拉姆采到的，是很宝贵的。菱锰矿经常缺乏晶体的外形，是块状或柱状。那种深色和浅色条带相交替的菱锰矿作为装饰石材而开采，例如，阿根廷的卡塔玛卡。菱锰矿主要产于热液脉中与银矿、铅矿和铜矿共生，例如，罗马尼亚的卡普尼克。虽然，工业用的大多数锰是从锰氧化物矿物提取的，但是，某些地方，如蒙塔纳州的布特，菱锰矿就是作为锰的矿床来开采的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Rhodolite 镁铁榴石 镁铁榴石是一种浅玫瑰红色至紫色的石榴石，成份介于镁铝榴石和铁铝榴石之间。

Rhodonite 蔷薇辉石 蔷薇辉石是一种锰的硅酸盐矿物，以玫瑰红色为特征，它产生于锰矿体中，与粉红色的菱锰矿和黑色的锰的氧化物共生。蔷薇辉石的很好的晶体在新泽西州的富兰克林锌矿找到过，因为它有引人注目的颜色，早就为人们切成大大小小的装饰品。苏联斯维尔德洛夫斯克附近有最著名的蔷薇辉石矿。俄国亚历山大二世的石棺材就是从上述产地开采的一整块蔷薇辉石切成的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Rhombohedron 菱面体 它是六方晶系中一个由六个菱形晶面包围起来的单形。方解石族的碳酸盐矿物通常是这种单形。

Rhynchocephalian 喙头蜥 爬行纲喙头目动物。这种爬行动物最早出现于早三叠纪，这期间曾大量繁殖，在世界上广泛分布。现仅存一种喙头蜥，学名 *Sphenodon punctatum*。更普通的称呼是楔齿蜥（Tuatara）。这种蜥形

^① 雷诺（Osborne Reynolds, 1842—1912）英国工程师和物理学家。因研究水力学和流体动力学而闻名。

“雷诺数”就是他最先提出，并被以他的姓氏命名。——译者

原始动物，在长约 1.8 亿年的生存期间，体型几乎没有什么变化。在动物学中格外受到重视，已经通过立法，加以保护。目前仅只生活在新西兰沿海的几个小岛上。楔齿蜥身长 60—90 厘米（2—3 英尺），长着松松弛弛的鳞状皮，还有缘饰脊突，从头部一直延长到尾巴的末端。有人认为，楔齿蜥是从澳大利亚迁徙到这些辽远的岛屿上来的，这里的生存竞争最好对付。加上潜穴习性，使它们与生存竞争距离更远。

Rhyolite 流纹岩 一种火山岩，成分与花岗岩相当的喷出岩。基本矿物是正长石和钠长石以及一种或多种 SiO_2 矿物（石英、方英石或鳞石英），还有黑云母和不甚普遍的普通角闪石。许多流纹岩是细粒的，而另一些完全成部分由玻璃组成，鉴别单个矿物很困难或者不可能。但是，甚至在细粒的变种中，一般都有长石，石英和黑云母斑晶。

Rift (或 Taphrogeosyncline) 裂谷 (断裂地槽) 一种充填了沉积物的狭长槽子，它由于一部分地壳沉陷而产生。裂谷是沿边界处的一条或多条陡倾斜断层作向下运动而产生。在形成过程中，裂谷以大量地震活动和火山活动为特征。

全球性洋脊系统大洋中脊上的狭盆地、以及红海盆地、美国东海岸的三叠纪盆地都被认为是裂谷。

自裂谷被认为是因地壳拉伸而成以来，这个术语也应用在成因模式中。阿帕拉契的三叠纪盆地是在今天所见各个大陆在刚开始裂开时产生的。见 Continental Drift [大陆漂移] 条。

Rift Valley 裂谷 地壳的狭窄裂缝。裂缝的底部多山地。裂谷是洋脊系统的中央山脊的标志。裂谷通常只有几十公里宽，然而延伸长度很长，沿着整个洋脊系统延伸，而且还延伸到陆地上。非洲大裂谷是陆地上裂谷的最突出最著名的例子，它从埃塞俄比亚一直延伸到南非。裂谷地带地形的相对高差很大，是由于许多高角度断层造成的。整个裂谷区是以极大的地震活动性为特点。裂谷也是活火山分布的地方。在冰岛地区，活火山非常普遍。冰岛地区是洋脊系统的一部分。

在洋脊的不同地段，裂谷的性质有所不同。例如，在北大西洋，裂谷底部地形的相对高度很高，而位于太平洋中部的东太平洋隆起区，裂谷底部地形的相对高度最小。参见 Oceanic Ridge [洋脊] 条。

Rill 小沟，冲沟 非常细小又相当长的小沟，有时称作鞋带状冲沟。这种小沟常见于崎岖地或公路两侧陡而缺乏植被的地方。

Rille 月沟 月球表面的一种成因不明的直的或弯曲的 V 形沟。月沟主要在月海盆地边缘出现，延伸远达数百公里。阿波罗 15 号飞行器的一位成员曾亲临过一条月沟，即哈德利沟。

Ring Dike 环状岩脉 一种席状的火成岩体，它出露在地表时构成圆环或椭圆形环，在横剖面上成为近乎直立的圆柱体。这圆柱体可以连续，组成实心环；也可断续，在环形构造中留下缺口。环状岩脉的直径变化可以相当大，有一些达几百米，而另一些则达几公里。

已知环状岩脉是因熔融岩石注入地壳中的圆柱状破裂带而形成。但破裂如何造成还只是推测的。一种可能是：破裂是像活塞似的岩浆体向上推挤上覆地层造成的。环状岩脉已在世界上许多地方发现，著名的有挪威、尼日利亚、澳大利亚、美国新罕布什尔州。

Rip Current 离岸流，退流 从海岸流向海中的一股狭窄的急流。这

种海流常常又称之为退流，是因为它离开海岸流去。离岸流是由波浪引起的。当在近岸处有一个较浅的水下沙坝，海浪把海水拥到沙坝后面，这些海水从阻力最小的地方退入深海中时，就形成了离岸流。通常根据它携带的悬浮的泥沙物质使这种海流呈羽毛状或气泡状，就可以识别它的存在。离岸流被认为是输送沉积物的一个重要的机制。

离岸流

在沿岸地带，表面流以带状的迅急碎浪的形式流向海中，送走了由岸流带来的海水。离岸流是沿海底较通畅的部位形成的，例如在近岸沙坝的较低部位或海水的通道处形成的。

Ripple Mark 波痕 在砂一类的未固结的粒状物质上产生的由一系列的突出的脊棱与凹下的谷组成的波状表面形象。它们可以由水流、风或者波浪活动中水的激荡而产生。流动波痕具有不对称的形态，这是由于空气或水在一个方向上大致连续的运动引起的。波动波痕有对称的轮廓，它们是由水的波动产生的，如拍岸浪带之外的海滩。波痕常见于沉积岩，形成它们的过程在许多地质时代中都占重要地位。

River 河流 流动在天然河道中的水流。river 这个词，在英语中一般指大的、主干河而言。小些的可按大小级别、称为 stream (河)、creek (溪)、brook (溪) 和 rill (小溪)^①。河流可以常年有水，这称为常流河；可以部分时期有水，这是断续河。如果基本径流来自水位起伏不定的地下水，河流在地下水位高于河床或与河底持平时才有水，地下水位下降到比河底还低，河流就会干涸。如果河床总是高于地下水位，河水就会在顺流而下时因渗漏而断流。这种河称短命河。河流是极其重要的侵蚀力。它们把所挟物质，以底质、悬移质和溶液的方式，送入海洋。

Roche Moutonnée (或 Sheepback, Sheep Rock. Sheepback Rock) 羊背石 基岩因冰蚀而形成的流线型凸起。由于冰川磨蚀作用，迎着冰川来的方向那一面平缓、圆滑并带有擦痕。冰川的剥蚀作用，或许加上融水的冻融作用使得背着冰川来的方向那一面坡度陡并且凹凸不平。在沿着冰川运动方向上（纵向），羊背石是扁长和非对称的，但沿其横向多少是对称的。羊背石一般不过几十米长，但在缅因州和其他地方可见到大的羊背石，像一个小山丘一样，迎着冰川来的那一面缓缓倾斜，背着冰川来的那一面坡度很陡。

羊背石

冰川越过露头运动时，把迎冰川面磨圆磨光，而其背面由于岩石被剥蚀而变得尖锐多角。

Rock 岩石 组成地壳可观部分的矿物集合体。广义的岩石，通常包括砂、砾、粘土和其他未胶结的矿物物质层。然而，更严格的用法指固结的和比较硬的矿物集合体。坚如磐石这一成语反映了后一种更普遍的用法。岩石被赋予许多不同的名字。命名取决于岩石的成因、结构和组成矿物，但它们一般分成三个主要部分：火成的、沉积的和变质的。火成岩由侵入、喷出或火山活动之岩浆固结形成。沉积岩由其他岩石的碎屑或有机体通过搬运或沉

^① 本条释文中所列各种较小河流的称呼，多半是一些习惯用法，彼此间缺乏绝对明确的界线，而且适用范围，因国家、地区而有所不同（比如美国东北部有些地区，把本来应该称为 creek 的，也称为 river，其他地方也有类似情况）。在汉语中，不易列出与之绝对对应的词，故只好逐一原文列出，括号中的中文词，供参考，对照。——译者

淀形成。变质岩是遭受了由热、压力和水引起的深刻变化的岩石。参见 Rock Cycle [岩石循环]。

Rock, Basic 基性岩 二氧化硅低(22—45%)，铁和镁高的火成岩。由于黑云母、角闪石、辉石和/或橄榄石含量丰富，基性岩为暗色。该术语与富二氧化硅和颜色较淡的酸性岩呈鲜明对照。基性和“酸性”术语使人误确，所以现代岩石学家反对使用这样的术语，而宁愿使用“镁铁质”和“硅铝质”。

Rock Crystal 水晶 水晶是一个很古的术语，现在还在用，是指清澈无色的石英晶体。

Rock Cycle 岩石旋回，岩石的循环 有关地球物质在经历如侵蚀、搬运、沉积、热、压力、火山活动等种种作用时的改造、变化、破坏的一个次序的基本地质概念。火成岩、变质岩和沉积岩这三种主要岩石类型之间的相互关系以及内营力和外营力对这些岩石的作用是非常复杂的，但可以考虑以深处于地表之下被称为岩浆的熔融岩石为起始点。这些火成物质可作为熔岩喷出到地表(喷出岩)，或可在地下结晶而成深成岩(或侵入岩)。造山运动之类的地壳运动将深成岩带到地表，进而遭受剥蚀和化学破坏。地质营力(风、水、冰)可能把风化和侵蚀产物搬运，并把它们堆积起来变为沉积物，而最后它们被固结而形成了沉积岩。此后的变形作用可能产生强烈的热和压力，使沉积岩转变为变质岩，也能生成岩浆。当这种岩浆冷却并固结成火成岩时，理论的或理想的岩石旋回就完成了。

岩石旋回说明了地球物质对各种形式能的反应，而旋回经常是不完整的。当地质事件被引出理想旋回的顺序时，就有许多干扰和短路。例如，火成岩可以在风化变为沉积岩之前发生变质。见本书插图版“岩石旋回”。

Rock Flour 岩粉 粉碎了的岩石，为一个运动的冰川在擦过基岩时冰川底部冻结的岩屑产生的细砂、粉砂和粘土所组成。在显微镜下检验表明，岩粉的颗粒是有棱角的，没有风化的，是由多种矿物组成的，唯独没有由化学风化形成的粘土矿物。岩粉是黄土、冰碛和冰湖沉积的重要成分。它使融水流呈乳状。

Rock Glacier 冰石流 前缘很陡的类似冰川的运动体，由带棱角的岩块组成，从山区的高崖脚向下移动(或已移动)。冰石流长 1.5 公里，宽 3 公里，厚 45 米，是由冻裂作用从悬崖分离的岩块组成的。其锋每年向前移动达 4 米。岩块间有较深的间隙，充填着冰。其表面呈向下坡方向凸出的同心波状皱纹(与熔岩流上的皱纹相似，但要大得多)，这表明冰石流中部运动的速度比边缘更快。有些观察家把它们流动归因于岩块间隙中的冰。另一些人则认为这种运动是冻胀引起的一种蠕动。也可能真冰川和冰石流之间仅仅存在着规模上的差别，冰石流是由规模很小的冰川形成的。冰石流一般分布于山区，如安第斯山、阿尔卑斯山、比利牛斯山、落基山和内华达山以及斯堪底纳维亚和阿拉斯加。

Rock Salt 岩盐 岩盐是指粒状块体的石盐矿物。

Rockslide 岩滑，滑坡 岩石沿着和陡峻的斜坡大致相平行的层理、节理、解理以及断层面发生的迅速运动，也指由于这种运动所造成的沉积物。促使岩滑发生的条件是：(1) 粘土或页岩覆盖在整块的基岩之上，因而摩擦力很小；(2) 岩石中的裂缝或断裂面朝向陡峭的悬崖；(3) 暴雨，因为暴雨为粘土或页岩添加了润滑剂，因而减小了摩擦力。岩滑的一个著名的例子是，1925 年在怀俄明州的格罗斯·温特河谷发生的一次岩滑，据报告说，那

次岩滑的速度每小时达 80 公里 (50 英里) 以上。该河谷的南坡上, 岩层与河面夹角约为 20° 。上面的岩层是砂岩, 下面为页岩。河水的侵蚀作用切开了砂岩形成悬崖, 因而砂岩失去了支持。一场大雨之后, 雨水减少了摩擦力, 于是有 4000 万立方米 (5000 万立方码) 的碎石块倾入谷地内, 把河水拦住而形成—个长 6 公里 (4 英里), 深 60 米 (200 英尺) 的湖泊。

Rock-Stratigraphic Unit 岩石地层单位 根据岩石的物理、化学与构造特点而不是根据化石或相对年龄划分在一起的一套岩层。基本的岩石地层单位是组, 它是具有特有的用于描述和填图的特点的可以识别的相似岩石的单位。这个单位可进一步划分为段和层。具有某类特点的一些组通常可以放在同一个群中。

Rock, Ultramafic (或 Ultrabasic) 超镁铁质岩 (或超基性岩) 几乎不含长石的火成岩。这种岩石主要由一种或一种以上暗色矿物如辉石、角闪石和橄榄石组成。这种岩石中常有金属氧化物和硫化物存在。

Ropy Lava (或 Corded Lava) 绳状熔岩 帕噶噶熔岩流特有的表面特征之一。它们具花边状同心排列的样子, 类似于弯曲的绳索 (彼此紧密排列), 或者类似于在流动的热柏油中出现的皱纹。一般在岩流表面的小岩舌上发现有绳状熔岩。单根“绳”的宽度一般从一厘米至几厘米, 而长度可达 6 米 (20 英尺) 或更长些。绳状熔岩带的厚度范围一般从几厘米至一米。较粗的绳常常由较细的绳编搓而成。在岩流的塑性壳之下, 流体熔岩的拖曳形成了熔岩绳。

绳弯曲凸出的方向是流动方向, 因为岩流中心部分的壳下熔岩要比边缘上的熔岩流动得更快, 并引起更大的拖曳。因此, 绳可以用来标志熔岩流动方向。

在前寒武纪那样老的熔岩中也可以见到绳状熔岩。

Rose Quartz 蔷薇石英 蔷薇石英是一种玫瑰红至粉红色的石英, 用作宝石和装饰品。它产在伟晶岩中, 有时形成很大的块体。但是, 完整的晶体很少见。这种石英最著名的产地是巴西的米纳斯·加拉斯。粉红色被认为是由于有少量的钛存在染成的。

Rubellite 红色电气石 红色电气石是粉红色至红色的电气石, 它含有锂, 产于含有其他含锂矿物的伟晶岩中。

Ruby 红宝石 红宝石是一种红色的刚玉, 红色是由于有少量的铬存在的结果。有些红宝石呈现出星彩性, 称为星彩红宝石。

Ruby Silver 红银矿 红银矿这个术语指浓红银矿和淡红银矿。

Run off 径流 进入河道、最后又排出流域之外的雨水总量。径流包括从地表进入河道的水流和通过渗漏进入河道的水流。径流是降雨经过蒸发和蒸腾以后的剩余部分。亦即: 径流 = 降雨 - 蒸发 - 蒸腾。

据估计, 世界上的降雨, 80% 到不了河中, 河流能得到的不过 20%。

径流进入河中有几种不同方式。有的降雨以地表径流的方式, 漫过地表、进入河中。这只是当植被截留、洼地阻留和向土壤下渗均已达到饱和以后, 才能发生。洪水径流主要就是由地表径流构成的。径流的第二个组成部分是壤中流——雨水渗入土壤后又横向进入河道的水流。壤中流水量的多少, 取决于土壤的性质及其输送水分的能力。壤中流往往是河水流量的最大来源。径流的第三个组成部分是地下水。在暴雨期间, 地下水对径流作用很小, 但却是常年径流的最重要的组成部分。因为它可以供应深层渗漏, 又是无雨期

间的河流的稳定水源。河道的直接降雨只占径流的很小一部分。

Rutile 金红石 金红石是一种暗红色的氧化钛矿物，常作为副矿物在花岗岩、片麻岩和片岩中出现，是三个二氧化钛同质多像变体中最丰富的一个，其他两个是锐钛矿和板钛矿。金红石是能抵抗化学作用和机械作用的矿物，并且有较高的比重（4.2）。于是细少的晶体就从它产出的岩石中分离出来，并和其他的重矿物一起进入滨海砂矿。工业上大量开采的金红石是来自滨海砂矿，那里，它和钛铁矿、磁铁矿、锆英石和独居石共生。最有名的一些产地是在南昆士兰和南威尔士，它使澳大利亚成为世界上最大的金红石生产国。

金红石的最大用途是作焊条上面的焊药，有的金红石用来提取合金用的钛。用来制涂料的钛白，大部分来自钛铁矿。自然界的金红石太黑不能作为宝石，人工生产的金红石是透明的，仅稍稍有点黄色的色调，可切成漂亮的宝石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Saint Elmo's Fire 圣艾尔摩火 大气中的一种电现象。这是一种具有亮光的电晕放电，常常还有声音。它是介于闪电放电和点式放电之间的一种放电现象。当有雷暴云从上空经过时，常常可以看到从船的桅杆上和从高山的顶峰上冒出一股火，这就是圣艾尔摩火。圣艾尔摩火是从物体上，特别是从突出的物体上发出来的。这时在这些物体表面附近的电场强度约达每厘米 1000 伏特。这一名称是从前在地中海上的航海者给起的。他们认为这种现象的出现就是守护神圣艾尔摩来巡视了。这种现象的出现被认为是好的预兆，因为它多出现在猛烈的雷暴雨的尾声阶段。

Salina (或 Alkali Flat) 盐碱滩；高盐湖 通常是指干旱地区湖水的蒸发或由毛细管作用带上的溶液蒸发后留下的盐分在地面上形成的盐壳。盐分可能有岩盐、石膏、硼砂、芒硝以及其它矿物。盐湖城西部的博纳维尔盐碱滩（汽车在盐碱滩上行驶的速度已做了记录）是一个出色的例子。盐碱滩在美国的内华达州、加利福尼亚州和新墨西哥州；阿拉伯沙漠、阿塔卡马沙漠以及撒哈拉沙漠是很普遍的。这个名词也可用来指盐度很高的沼泽地或池塘。

Salinity 盐度 在一千克海水中所溶解的固体总量。虽然溶于海水中的固体物质的主要成分是钠和氯，但是在海水中还存在着 60 多种其它元素，其中大多数含量非常少。在 1884 年，苏格兰化学家迪特迈(William Dittmar)在对挑战者号考察所收集的海水样品进行分析时，发现不管溶于海水中的物质总量怎样变化，样品中各个成分所占的比例是稳定不变的。因此，只要根据一种元素的浓度就可以确定出盐度来，通常是根据氯的浓度来确定盐度，这就是将氯的浓度乘以 1.80655 就得出盐度值。以前，盐度是用化学分析法（滴定法）测定的，现在，是用盐度计来测定，盐度计是通过测定海水的导电性来确定海水中溶解的固体物质的浓度。盐度还可以根据密度、折射率、声速或冰点来确定，但是这些方法都是很麻烦的，因此很少使用。

开阔海域的海水盐度约为千分之三十五。然而，海水中的盐度有很大变化，在有淡水流来的地方，盐度偏低，在蒸发比较强烈的地方，盐度偏高。

Salt 盐 盐是指石盐矿物，它是一种普通的盐类。

Salt Dome 盐丘 由一个直立圆筒形的盐塞向上运动而产生的大致圆形的构造。这种盐塞通常直径达一公里，垂直方向延伸几百米。它们发生在下面埋有厚层沉积岩的特定地区，并由深埋的岩盐沉积派生。岩盐是比重较小的矿物，它们在不均匀的压力下极易变形。岩盐或盐柱因上覆地层的压力可以塑性流动的形式向地表上冲。于是围岩（封闭岩）向上拱起而造成地面穹丘状外貌。岩盐塞突破围岩，这种盐丘叫刺穿盐丘或底辟。

许多盐丘的顶盖岩石是由石膏、生石膏、不同数量的硫和方解石组成的。有些盐丘蕴藏了有经济价值的硫和石油矿床。石油和天然气也可积聚于因岩柱上或周围的岩石变形而造成的裂隙之中。在北美墨西哥湾沿岸平原和欧洲北德意志平原中的一些盐丘中伴生有这一类有价值的贮藏。

Salt Marsh 盐沼 指海潮所能达到的范围内的地势低下、有茂密植被的地方。在多海湾和多岸洲的海岸，盐沼特别多。来自陆地的流水所携带的细粒物质沉积于海湾的边缘或岸洲的陆地一侧，常常在这里形成辽阔的沼泽。盐沼是以草本植物占优势，并栖居着大量的种类繁多的生物，其中有鱼、

水生贝壳类动物、蟹类和鸟类。在美国的大西洋沿岸，有许多盐沼区。其中许多盐沼区因有大量的野生动物，已被作为野生动物的保护地或保护区。在英国、北欧和美国的墨西哥湾沿岸的多海湾的海岸带，盐沼也是很普遍的。

Sand 砂 一种由风化了了的岩石的碎屑和矿物构成的松散而未胶结的沉积物。这些碎屑的直径必须在 1/16 至 2 毫米的范围内才叫做砂。最大的粒径差不多像钉头那样大小。砂粒小于细砾而大于粉砂。虽然多数的砂大都由石英的小颗粒构成，但许多别的矿物，如长石、云母、石膏、磁铁矿和石榴石也作为砂粒出现。某些热带岛屿上的珊瑚砂由生物成因的粒径相当于砂粒的钙质颗粒组成。夏威夷的著名的“黑砂”滩是由熔岩流经剥蚀形成的粒径相当于砂粒的细粒碎屑所组成的。

砂是一种有用的矿物资源，用于建筑工业的砂浆和混凝土。鼓风砂(blast sand)是一种粗粒砂，用压缩空气来带动它清洗砖石建筑物。它也用于刻蚀建筑石料、如花岗岩和大理岩上的设计图案等。细粒砂用于制作砂纸和其他研磨料。玻璃砂是用于造玻璃的一种特别纯的石英砂。

Sand Crystal 砂晶 含有相当数量石英砂的具有粗糙的外部形态的晶体。方解石、石膏或重晶石砂晶由于在未固结的砂沉积体内生长，因而才能发育起来。在结晶作用进行的时候，生长着的晶体包围的砂粒可以占到它的体积的 60%。

Sandstone 砂岩 砂粒级沉积物经天然胶结作用而形成的一种沉积岩。有些砂岩是由于地下水通过松散的砂沉淀出矿物而形成的。这是由于溶解的矿物质由水中析出后就成为胶结物把砂粘结在一起。这种胶结物可能为方解石、石英、褐铁矿或赤铁矿。与砂一起沉积的粘土或者来自风化长石的砂粒大小的粘土粒也可以作为胶结物。

砂岩的颜色在一般情况下是由胶结物的颜色决定的。例如氧化铁胶结物使砂岩呈红色、黄色或棕色。砂岩也可以是白色、黑色、灰色、绿色或奶油色。在正常情况下砂岩的破裂面是切开胶结物，而不是切开单个的砂粒发生破裂；因此破裂面有砂粒般的粗糙感。但是有些石英砂粒被二氧化硅胶结得那么紧密，以致它们构成了特别坚硬与致密的岩石。如果这种岩石破裂，破裂面切开颗粒形成平滑面，而不是通过颗粒之间；这种岩石叫作石英岩。除了沉积的石英岩之外，还有另外一种类型的石英岩，它们被归属于变质岩类中加以描述。

Sand Wave 沙波 由流速很快的底流在沙质水底形成的一种形态。流速很快的底流能使沉积物移动，通常使砂质水底的表面形成波状起伏的形态。沙波的形状很像正弦曲线波形(S形波)，波峰和波谷为平滑的曲线。波长通常从几米到几百米，波高可达 4 米或 5 米。由于沙波的形成需要有强大的水流，因此沙波仅分布于河流、河口湾和有较强大潮汐流的小海湾中。在切萨皮克湾(Chesapeake Bay)的狭窄的湾口处，潮汐流的速度很快，在湾口处的水底，形成了充分发育的沙波。见 Bed Load [推移质、底沙]。

Sanidine 透长石 透长石是钾铝硅酸盐矿物，是高温的钾长石，而正长石和微斜长石是低温型。它产在熔岩中呈玻璃的外貌，常常是透明的晶体。

Sapphire 海蓝宝石 海蓝宝石特别是指用作宝石的蓝色的刚玉。这个名词还用来指其他颜色适合做宝石(红色除外)的宝石刚玉，如，绿海蓝宝石、黄海蓝宝石。海蓝宝石的蓝色是由于有少量的钛存在的缘故，在星彩海蓝宝石中星彩性现象是很明显的。

Satin Spar 纤维石膏 纤维石膏是石膏的一种变种，石膏纤维平行紧密排列，使这种石膏有点像缎子一样的纹理。

Scapolite 方柱石 方柱石是钠和钙的铝硅酸盐矿物族，该族矿物系列是从钠端成员的钠柱石到钙端成员钙柱石的一个固溶体系列。方柱石是一种变质矿物，产在片岩、片麻岩和结晶灰岩中。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Scheelite 白钨矿 白钨矿是钨酸钙矿物，钨的矿石矿物之一，产在花岗岩、伟晶岩和接触变质矿床和高温热液脉中，与锡石、辉钼矿、黑钨矿共生。白钨矿也有黄色的、绿色的或棕色的，在许多矿床中主要还是白色的，外貌和石英很相似，但白钨砂在紫外线下通常发淡蓝色的萤光，可以此与石英区别。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Schist 片岩矿物 颗粒大得足以允许鉴别单个矿物颗粒的一种变质岩。在这种岩石中云母一般占优势并倾向于以它们薄的面基本彼此平行的方式定向排列，使岩石具层状构造。片岩这个术语与岩石结构或构造的关系比与其矿物成分的关系更密切。当一种或更多的矿物在岩石中占优势时它们的名称加在片岩的前面，如石英云母片岩。片岩可由原先存在的各种各样的岩类：变质的页岩或粘土质砂岩，不纯的石灰岩和富铁或富镁的火成岩重结晶而生成的。片岩可在温度和压力变化幅度很大的条件下发育，并与地壳大面积的弯曲和起伏不平有关。

Schistosity 片理 粗粒变质岩中的层状或面状构造。它是由板状矿物比如云母或像椭球状的颗粒平行排列而成。这种排列是由外力作用在岩石上而发生矿物生长造成的。当似板状矿物的最大横断面与作用到岩石上的最大压应力垂直时，它们就生长得最迅速。

Scoria 火山渣 火成岩的一种，色黑、深灰或红，多气泡，有玻璃状或细粒状结构和玄武岩或安山岩组分。气泡没有浮石的多，所以比浮石重，入水漂浮不起。一般以碎块存在于玄武岩火山渣锥中，或玄武岩熔岩流的上部 1—3 米之间。

Scuba 自携式水下呼吸器 Scuba 是由自携式水下呼吸器 (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus) 的各个单词的第一个字母构成的一个术语。这种装置是在 1943 年由加格南 (Emile Gagnan) 和科斯提奥 (Jacques Y. Cousteau) 在地中海研制出来的。有了这种装置，可以使人在水下比较容易地游来游去，而不必用什么东西和海面相联。这种装置的发明对海洋科学是一大贡献，因为它使得对浅海部分的海域能直接进行考察。虽然使用这种装置能下潜到水下 150 多米深，但是在科学研究上，这种仪器主要是用于小于 50 米的深度。

Sea Floor Spreading 海底扩张 由赫斯 (Harry H. Hess) 于 1960 年在普林斯顿大学提出的一个假说，即海底是从位于大洋底部的中脊系统向外扩张。自从 1960 年以后，取得了足够的证据，使这一理论得到广泛的承认。这一观点使得德国气象学家魏格纳于 1912 年提出的引起人们议论纷纷的大陆漂移说得到肯定，并奠定了地球科学的一个新的分支——板块构造。直到 20 世纪五十年代，科学家还认为，大洋的底部是地球的最古老部分。由于在第二次世界大战期间，技术和仪器的发展，导致两项重要发现：(1) 大洋底部的地壳厚度是均一的，而且比大陆地壳要薄得多（大洋地壳的厚度为 6 至 7 公里，大陆地壳的厚度为 30 至 40 公里）。(2) 发现了大洋底部有一条几

乎连续的山脉，又称为大洋中脊系统，把世界主要大洋各分为两部分。大洋中脊延伸长度超过 4 万公里。这一条山脉系统还伴随有火山活动和地震活动。

根据从大洋底部取得的化石确定的时代以及对从大洋底部取得的岩石样品进行时代的测定表明，大洋盆地是比较年轻的，不早于距今约一亿三千万年的白垩纪。根据这些资料，赫斯提出，大洋中脊是地壳的薄弱地带。这个地带一直在做开裂运动，并有来自地壳深层的熔融物质加以充填。熔融物质的每一次喷射，大洋中脊两侧的洋底就由裂缝带向两侧运动。赫斯还认为，位于地壳下面的物质（地幔层）具有塑性，能进行流动，地幔层的塑性流动是由位于地球深处的对流运动造成的，并在地幔层内形成规模巨大的对流环。大洋中脊意味着对流环的上升流的影响或上升流的喷射，还意味着这里是新的大洋地壳产生的地方。赫斯根据从大西洋海底所取得的最古老的岩石的年代以及大西洋中脊到每一侧大陆的距离，认为海底每年大约以 2 厘米的速度离开大西洋中脊进行扩展。这个理论由于提供了可以解释大陆之所以能做彼此分离的运动的机制，所以它支持了大陆漂移说。赫斯的理论还对在大洋中脊上缺乏沉积物以及构成大洋中脊的岩石年龄很年轻和与大洋中脊相伴随的火山活动和地震活动，都提供了合乎逻辑的解释。

利用古地磁学（在地质历史时期中地磁场的强度和方向），地质科学家们做出了两项重要发现。其一，大洋底部的岩石在磁强方面呈现出长条形的条带状的变化，这些条带彼此平行，其中某些又与大洋中脊相平行，呈现出一种对称的图案，也就是说，在大洋中脊一侧的具有特定磁强的一条洋底条带在大洋中脊的另一侧有和它相对应的一个条带，以大洋中脊为中心，呈一个对称的平面，其二，地磁场在地质历史时期中发生过许多次方向倒转，导致磁南北极以及岩石中的磁的极性发生多次变化。

1963 年，瓦因 (Fred J.V Vine) 和马修斯 (D. H. Matthews) 在剑桥大学提出了检验赫斯假说的方法。他们认为，如果新的物质不断地从大洋中脊的中央裂缝中被挤出来，那么在正在固结的岩石中的磁化微粒将按照地球磁场进行排列，并且有着和地球磁场相同的极化方向。凝固以后，由地幔层内的对流环产生的力会使新形成的岩石裂开，形成长度相等的条带。接着，又一次发生了熔融的岩石被挤入到新形成的裂缝中。如果海底确实在扩张，那么，在数百万年中上述过程就会一直不停的继续着，因此就应当能发现，在中脊的两侧有互相平行的、磁强和极化方向一致的岩石条带。如果在冰岛南面横穿大西洋中脊做磁学研究，就会证实赫斯的假说并将进一步对海底扩张理论提供支持。参看插页图版“移动着的地壳板块”。

Sea Ice 海冰 海水冻结形成的冰谓之海冰。正常海水的盐度为千分之三十五，它的冰点为 -1.9°C 。当冰开始形成的时候，盐卤就分离出来。盐不参加到冰的结晶构造中，而是集中在冰内的一些小的空间内。海冰本身的盐度非常低，而且取决于结冰的速度。在北极，海冰通常累积到 2—3 米厚，而在南极，海冰只有约 1.5 米厚。南极的韦德尔海终年覆盖着海冰。

Seamount 海山 海面以下的海底火山。海山散布于整个大洋之中，但是在大洋性地壳的裂缝带附近特别普遍。它的高度有 1000 米或更高些，大致呈圆形。参见 Guyot [海底平顶山]。

Seawater Density 海水密度 单位体积的海水的质量。海水密度取决于盐度（溶于水中的物质的量）、温度和压力。而压力又取决于海水的深度。

淡水的密度基本上为每立方厘米 1.00000 克，而海水的密度通常在每立方厘米 1.02400 到 1.03000 克。虽然海水密度变化的幅度似乎不大，每立方厘米只有千分之几克的变化，但是这对于海水的深层环流以及不同水团的形成可能起着重要作用。由于海水密度总是表示到小数点后第五位，而且头两个数总是不变（也就是 1.0），因此通常使用速记符号 σ_{STP} 。 $\sigma_{\text{STP}} = (\text{密度} - 1) \times 10^3 \text{ 克/cm}^3$ 。

Secondary Enrichment 次生富集作用 次生富集作用是由原生低品位矿体经后期富集形成高品位矿石的过程。富集作用过程常常与上部矿体的氧化有关。近地表原生矿物氧化的结果，某些金属变成溶液并向地下水水平面移动。在水平面下由于缺乏氧导致某些新的金属矿物沉淀出来，从而使低品位原生矿石品位提高。

对于许多铜矿床的形成来说，次生富集作用是主要因素。铜的硫化物和伴生黄铁矿的氧化产生铁的硫酸盐和硫酸，硫酸和铜反应形成可溶铜的硫酸盐类。在氧化带之下溶液与原生硫化物反应，次生铜硫化物（通常是辉铜矿）或者包着原生硫化物或者交代原生硫化物。当氧化进行得比较深的时候，新的矿物又发生反应，并且铜往下迁移。地下水位基本上标志着氧化的下限，靠近地下水位处可能有一个次生富集作用带，原先位于上面氧化带中的原生矿体中的铜大部分都积聚在次生富集作用带中。

次生富集作用

原生矿物被氧化和溶解后由于地下水的渗透，通过矿脉往下迁移。它们所含的金属被再沉淀并沉积在地下水位处，使原来的矿石品位提高。铁的氧化物、金和银或铅的氧化物这样一类不溶矿物的富集仍留在地表附近，形成所谓铁帽的矿床。

Secondary Mineral 次生矿物 次生矿物是由原生矿物蚀变而来的矿物。

Sediment 沉积物 由悬浮状态中沉降下来的和由水、风或冰沉积下来的有机或无机成因的固体物质（这个过程即沉积作用）。沉积物可以由岩石形成的碎屑物、化学作用或蒸发作用的产物、生物的残留体或分泌物构成，或者由这些物质的混合物组成。在典型情况下，沉积物可用其成因（沉积环境）或搬运作用的方式来描述。据此，沉积物可分为：海相（在海内）、陆相（在陆上）、冲积（由河流搬运）、湖相（在湖泊中）、风成（由风搬运）、冰川（被冰搬运）和生物的（由植物或动物的残体或产物相伴生）。松散的沉积物经固结形成紧密联系在一起的固体沉积岩，例如砾岩、砂岩或石灰岩。

沉积物

在静水中 (a)，沉积物趋向以层状沉降，底部具有最大、最重的颗粒。在活动的水中 (b)，最大的颗粒沉积在波痕中，较细的颗粒以平的水平层沉降下来。

Sedimentary Rock 沉积岩 从水、冰和空气中沉降下来、堆积在干燥的陆地或水中的松散沉积物经固结作用形成的岩石。它在典型情况下呈层状或薄层状，这是由于搬运沉积物的流体运动速度的变化或者在沉积作用期间沉积物供应情况的变化造成的。沉积物通过岩化作用而转变为紧密联系在一起的岩石，岩化作用可以包括胶结作用（这时单个沉积颗粒之间的空间被石英或方解石之类的粘结物质所充填）、由上覆沉积物重量或地壳运动导致的压实作用、沉积物脱去水分的干化作用以及某些化学沉积物的结晶与重结晶

作用。

沉积岩依据构成它的沉积物的性质来进行分类。粘土、石英和方解石是沉积岩中最常见的矿物，它们通常由直接来自先存岩石经剥蚀作用形成的颗粒构成，或者由通过有机方式或无机方式或两者的混合方式从溶液中沉淀出来的物质构成。组成颗粒的性质和把它们粘结在一起的方式确定了沉积岩的结构，这种性质则与沉积物的沉积条件有关。碎屑沉积岩至少占沉积岩总量的三分之二，它们由石英、方解石、粘土或其他矿物胶结物粘结在一起的岩石颗粒、矿物或介壳构成。碎屑岩的名称主要依据其沉积颗粒的粒度来命名。典型的碎屑岩（依其组成颗粒的粒度自大而小为序）有砾岩、砂岩和页岩。

化学沉积岩主要由通过化学过程产生的物质构成，特别是那些通过水中溶解物质的沉淀作用形成的沉积物。沉淀作用可以是直接的，石盐和石膏之类的蒸发岩由海水或咸水湖的蒸发而形成时便是这样。白云岩、石灰华和某些类型的石灰岩也是由化学方式产生的。

生物化学（或生物）沉积岩由直接或间接通过植物或动物的化学过程所产生的沉积物构成。白垩和介壳灰岩之类的生物石灰岩、泥炭和煤都来自岩化为岩层的植物或动物碎屑。生物沉积物也能够由诸如珊瑚、有孔虫和放射虫之类的生物活动产生。这些生物由海水中吸取化学物质并用这些物质来建造坚硬的外部骨骼，这些骨骼由碳酸钙或二氧化硅构成。当这些动物死亡的时候，它们的残体作为生物化学沉积物堆积下来，这些沉积物可能经过很长一段时间形成沉积岩。

层理是沉积岩最具鉴别价值的特征，不过它们也还可以有另一些作为特征的沉积构造，例如化石、结核、晶球、交错层、沉积相、波痕和泥裂。这些可以在岩层内部或其表面上出现，并可以提供有关其形成时的沉积作用条件的线索。沉积岩的颜色有很大的变化，其颜色主要是由于少量的染色物质如氧化铁、碳和有机质引起的。在干旱气候下这种颜色最引人注目，在这种气候条件下只有很少的植物，因而大气风化作用引起的褪色作用降到最低程度。在大峡谷、布里斯峡谷和石化林国家公园之类的干旱地区出露的这种有色的沉积岩含有赤铁矿和其他铁矿物。

沉积岩占地球表面面积的 75%，但只占到地球外部 16 公里厚的一层的体积的 5%。沉积岩中 99% 是砂岩、泥岩和页岩。由于沉积岩在地球表面或者十分接近地表的地方形成，所以它们提供了地表的歷史事件的证据，因而它们对于复原地质历史具有一定价值。沉积岩也是许多有价值的天然资源的来源，比如土壤、水、煤、石油、建筑石料、建筑材料或某些矿石。

Sedimentation 沉积作用 使沉积物沉积下来的活动或过程。在地质学中，它也包括岩石颗粒由沉积物来源物质中分离出来的过程，这些颗粒搬运到它们沉积的地方的过程，颗粒的实际沉降作用（或沉积作用），沉积物的成岩作用等以及沉积物最后固结为固体的沉积岩的过程。

Sediment Coring 沉积物钻孔取样 在海洋学上，把通过钻孔取得深海沉积物岩心的过程称之为沉积物钻孔取样。取得深海沉积物岩心的目的就在于研究大洋底部的地质历史。岩心是通过科学家在考察船上操纵的岩心采取装置而取得的。所取得的沉积物岩心大多数都是直径为 5—10 厘米、长达 30 米的一个圆柱。岩心的长度主要取决于岩心取样设备的型号和海底沉积物的类型。活塞式岩心取样器是最有效的，也是用得最普遍的，但是人们也使用重力岩心取样器和爆炸式岩心取样器。

由于大洋底部沉积速度很慢（每 1000 年只有几厘米），因此在一根岩心中有可能看到几百万年的记录。岩心中的沉积物类型和化石将揭示出沉积物沉积期间大洋中的环境的基本特点。

近年来由于钻探技术的进展，通过在船上操作，就可以穿过数千米深的大洋，在大洋底部沉积物和岩石中打钻到数百米之深。深海钻探技术的进展主要是由深海钻探计划（DSDP—Deep Sea Drilling Project）所导致的。深海钻探计划是从 1968 年开始的一项计划。根据这项计划，为了复原大洋盆地的历史，已在全球的大洋底部进行了钻孔。

Sediment, Cosmic 宇宙沉积 参见 Cosmic Sedi-ment [宇宙沉积]。

Sediment, Relict 残余沉积物 参见 Relict Sedi-ment [残余沉积物] 条。

Sediment Transport 泥沙输送 通常指河流中固体碎屑荷载的运动而言。河流中的泥沙或者顺河底输送，是为推移质；或者悬浮输送，是为悬移质。河中泥沙的输送量，因时因地而有所不同。推移质不易测度，而悬移质是可以测度的。

把推移质颗粒推动的力，称为临界推移力。对小颗粒而言，这种推移力的大小，主要视水流深度和坡度的乘积而定（参见 Dubois Equation [迪布瓦公式] 条）；大颗粒的推移，流速是决定的因素，深度和坡度都没有多大关系。颗粒移动的最慢速度，称临界侵蚀速度。这个速度和颗粒的沉降速度以及水的湍流，共同对悬移质的移动起决定作用。

泥沙输送

在一条波涛汹涌的河流中，大的石块向前滚动或滑动，小的石块及碎屑呈跳跃状向前运动，这种现象称之为底沙滚动。水面以下约三分之一处细粒物质运动的速度最大。其运动路径不规则，悬浮在向上运动的水流之中。

Seismic Belts 地震带 地震活动性最强的地带，如世界地图上所画的那样。这些带主要位于下述三个地区：（1）沿大洋中的近乎连续延伸的海底山脉（大洋中脊）；（2）沿南北美的西海岸和阿留申群岛及太平洋西岸；（3）从太平洋西岸顺着马来西亚半岛，印度北部并向西沿地中海北岸延伸的一较宽阔地带。现在科学家们知道，这些带与洋底沿大洋中脊向两侧生长（参看海底扩张）和构成地球外壳的巨大板块的碰撞有关。参见 Continental Drift [大陆漂移]，Plate Tectonics [板块构造]，Seismology [地震学]。

Seismicity 地震活动性 关于地球内部运动的术语。也包括地震的地理分布和地震释放能量大小的研究。

Seismic Reflection 地震反射法 以测量爆炸产生的地震波走时为基础的地球物理方法。正如用灵敏的仪器所记录到的那样，地震波向地表下面传播，并从埋藏构造的界面上反射回来。地震反射法现在广泛地用来测量地表下隐伏的详细结构。一项重要应用是用来勘探石油。和大多数其他的地球物理勘探法不同，地震反射法测得的穿透深度确实可靠。

Seismic Reflection Profiling 剖面测量的地震反射法 用来测量海底下面地层特征的地球物理方法。

电火花，产生声音脉冲的发声器或者发出气泡脉冲的气枪装在船上。这些脉冲射到海底，传入地下。

它们从不同地层反射并传返回考察船，在船上用水中地震检波器接收这些反射脉冲，并在图上自动记录下来。

剖面测量的地震反射法

连续记录反射信号的仪器探查深达 100 米的海底，这能提供有关沉积物和岩层分布情况的资料。人为发射的声音脉冲从海底和海底下面反射，用水下地震检波器得到这些反射脉冲，并转变成电信号在图上记录下来。

Seismic Refraction 地震折射法 利用爆炸产生的地震波测定地壳构造的地球物理勘探方法。灵敏的仪器测量地震波向下通过地球传播所需的时间，在通过地球时，波从不同层的界面折射，然后再向上折射回到地表。折射法是地质学家用来确定石油矿床的可能位置的第一种地震方法。虽然在石油勘探中已不再像过去那样广泛地应用，但在工程施工中还用得很多。折射法还有这样的优点，它不仅能提供各地下层构造方面的资料，还能提供其成分方面的资料。在要建造的大建筑物、公路、水坝和桥墩的地区，工程地质学家用这种方法来确定土壤覆盖层的深度。

在地震波折射时，各波以同心波面形式从源点发射出。地震波通过地球传播，直至碰到有不同物理性质的两层间的分界面为止。在界面处，如果下层的波速比上层大，地震波就折射入下层。这与光线进入水中发生折射的方式相像。在两层间界面的某个点上，同心波面会以一定角度（称为临界角 θ ）到达边界，形成折射波面垂直于边界。在这一点处，波开始沿界面传播。随着它们在下面介质中的传播，波沿着边界产生振荡，其作用好像是在上下两层中产生波面的点源。上层中的新波面将以原波面折射入下层时的同样的临界角返回地表。

Seismic Waves 地震波 地震时地球内部的岩石破裂或沿断层面快速滑动而释放能量的形式。地震学家记录地震波用来定出震中和震级。地震波分两种，一种称为压缩波或纵波（P 波），它与声波类似。压缩波通过物质传播时，单个质点的行为可与弹簧的伸缩相比较。

P 波能在固体、液体或气体中传播。

另一种地震波是所谓剪切波或横波（S 波）。横波通过物质时，质点的振动方向与波传播方向垂直。由于这种差别，横波不能通过液体或气体传播。纵波和横波通过地球内部的传播情况可以用地震仪探测。地震还会产生面波（L 波），它只沿地表传播。

Seismograph 地震波显示仪 记录由地震或核爆炸引起的地球震动的仪器。地震仪有很多种，但其基本工作原理是相同的。简单的地震仪由两个主要部分组成，框架或支承结构和自由摆动的重物（摆）。框架牢固地固定在能传送地球运动的岩体上；因此框架将与支承它的岩石一同运动。由于摆是自由摆动的，并且有大的惯性（反抗运动的能力），它始终静止在原来位置。与摆相连结的是记录笔之类的记录装置。和记录笔接触，也与地震仪框架相连的是记录纸，摆的运动就记录在上面，因此地球的运动也就记录下来了。地震波可引起地球垂直运动和水平运动，所以地震仪被设计成能够记录垂直运动和水平的南—北及东—西向运动。

Seismology 地震学 地球科学的一个分支，研究地震及地震波。通过对地震波的研究，地球科学家们已经能够推断出地球内部的构造型式。地震研究长期以来注意震中位置（即发震地点）和地震成因。

最近地震研究的进展，好像使科学家们不久将找到能广泛应用的各种地震预报方法，因此能够减小人口集中地区大地震的危害。此外，了解地震情况，使工程师们能设计使震害减到最小的建筑物。把长期以来发生的大地震

的位置表示在图上得到的结果，有力地支持了岩石圈由移动板块组成这一概念，因为在图上，地震有群集在推断的板块边界附近的趋势。

Selenite 透石膏 透石膏是一种能劈成无色透明的薄片的石膏变种。

Septarium 龟背石 石灰石（或粘土—石灰岩）的粗糙球状结核。特点是有互相交叉的网状裂纹，裂纹里填塞着矿物质。龟背石内部包括着形状各异的多面块体，由方解石一类矿脉胶结在一起。龟背石遭到风化，可以只剩矿脉立在地面上，有的像是龟的化石。

Sericite 绢云母 绢云母是一种细小的云母，通常是以细小片状出现的白云母，在片岩中特别普遍，但是在热液脉的邻近的蚀变围岩中也有。**Series** 统一个比系小的时间地层单位。它是在地质时代的一个世中形成的一套岩层。因此，始新统便是在始新世时期内形成的岩系。

Serpentine 蛇纹石 蛇纹石是含水的镁硅酸盐矿物，通常是原生的镁质硅酸盐，特别是橄榄石和辉石。蛇纹石有两个不同的变体，叶蛇纹石是有蜡状光泽的、有不同深浅的绿色杂斑的片状变体。纤蛇纹石是一种有丝绢光泽的，颜色从黄色到暗绿色的纤维状变体。大多数石棉是纤蛇纹石（温石棉）。

蛇纹石作为一种岩石时是指块状的几乎完全是由叶蛇纹石组成的岩石。蛇纹岩被看成是一种变质岩，是由橄榄岩蚀变而形成的。纤蛇纹石石棉在块状的蛇纹岩中形成。蛇纹石可以是伴生的铬铁矿、铂矿的母岩，例如，在乌拉尔山。或者是硅镁镍矿提取的镍的母岩，例如在新喀里多尼亚。参见 **Mineral Properties** [矿物性质] 条。

Serpentinite 蛇纹岩 蛇纹岩是一种几乎全由蛇纹石矿物组成的岩石。它被当成一种变质岩，是由橄榄岩和成分相似的富铁和富镁的岩石蚀变而来的。此外，蛇纹岩中可以有纤蛇纹石石棉的矿脉形成。它可以是伴生的铬铁矿，铂矿的母岩，或者是由硅镁镍矿提取镍的母岩。

Shadow Zone 阴影带 地面上的一个区域，在这个区域内难以观测到由地震或核爆炸产生的纵波或横波。这个区域在离波源 100° 和 140° 弧之间。在这个区域内观测不到纵波，由于它们在地核—地幔边界上被反射或折射。从地核反射的纵波以小于 100° 弧的角度传到地球表面，而通过地核折射的那些地震波则以与波源之间大于 140° 的角度到达地面。横波在距波源 100° 以外的地方观测不到，因为横波具有不能在液体中传播的性质。正是观测到横波有这种性质，才使科学家们得出结论认为地核中有一部分是由液体构成的。

Shale 页岩 一种细粒的碎屑沉积岩，它由直径小于 $1/16$ 毫米的紧密堆积的沉积物构成。含水的铝硅酸盐（粘土矿物）在页岩中含量很高，不过其他矿物和有机质也可出现。页岩是易剥裂的——它容易沿密集排列的裂理裂开。这使得它容易与破碎成块状碎屑的粘土区别开来。页岩是所有沉积岩中最大量的岩石，它可以由在三角洲、河流洪泛平原、湖底和大洋底上堆积的泥形成。富含有机质的页岩可能是黑色或深灰色的；各种铁矿物则使页岩呈红色。能够从中提取石油的油页岩富含油母质之类的烃类衍生物。

Shear 剪切力 引起一个固体的不同部分如一付牌那样相互滑动的力。每单位面积上的剪切力称为剪切应力。它用每平方英寸上若干磅或每平方米上多少牛顿来计算。剪切应力沿一个面的切线方向或平行于它起作用，沿此面一个固体将因剪切力而最终破裂或变形。理论上，在一个固体中最大剪切应力将沿着一个与外力作用的平面相交成 45° 角的平面起作用。实验室

试验表明，遭受外力并因剪切力致使固体破坏的岩石，剪切面总是位于一个与岩石表面交角大于 45° 的位置上。这个剪切角对理论值的偏差是由物质的内摩擦和强度造成的。

Sheeting 席状节理作用 在没有另外破裂的块状岩体中产生破裂面的一种现象。（如果发生的规模小，这种现象被称为页状剥落作用或球状风化作用）。

它以大致平行于地表地形的破裂系统为典型。席状节理严格地分布于接近地表处，至深处席状节理变稀。席状节理在花岗岩及其他粗粒结晶岩石中有最好的显示，虽然它也发生于砂岩中。可以相信，它是因为侵蚀作用把地表浮土从块状岩石表面搬走的同时平行地表的压力增加的结果。挤压力增加直到超过了岩石的破裂强度，于是破裂发展了起来。在采石场已经观察到席状节理作用的形成，其作用之激烈使得大块岩石从采石场的底板向上弹射出来。

Sheetwash（或 Rainwash）片蚀（雨水冲蚀） 漫流水顺坡形成的片状水流。没有植被的地面，遇到猛烈大雨就容易出现这种片蚀。片蚀是半干旱区的共同特征，但气候湿润地区，如果植被低矮和稀疏，也会发生片蚀。

Shield 地盾 指地势稍有起伏的，由基底岩石表面组成的大陆区。见 Craton [克拉通] 条。

Shield Volcano 盾形火山 取名是因为它们的形状类似于古代勇士使用的环状盾，盾形火山是具有缓坡的宽广隆起，主要由叠置的熔岩流和次要的火山碎屑岩组成。它们的高度最低者不到 30 米，最高达 9200 米。底面附近的坡度在 2° 和 4° 之间变化，在山顶附近坡度变陡，常常增至 5° 以上。缓坡需要熔岩有更大的流动性。若主喷口是圆形的，底面就是圆形的，但是若喷口是长形的，则底面将是椭圆形的，例如构成瓦胡岛的那两个火山就是这种情况。虽然大多数盾形火山由玄武岩质熔岩流组成，但是有些盾形火山由安山岩质岩流组成；还可能极少量的其它类型熔岩。在冒纳罗亚火山，现今的岩流不是从山顶喷口喷出的，而是从侧翼辐射状裂缝中喷出的。在盾形火山相当显著地被切割的地方，在山顶附近以及在流出侧翼岩流的斜坡上发现有很密集的岩墙。

在山顶上发现有巨大的、陡壁的、平底盆地（叫作破火山口）。在侧翼上发现有寄生火山渣锥和脊、溅落熔岩锥和脊、坑状火山口和放射状断裂以及周边断层崖。当几个盾火山排列成行时就形成盾火山脉，而当许多盾火山不规则分布时就产生盾火山群。在冰岛、墨西哥、罗斯岛（南极洲）以及其他地方也发现有盾火山。西西里埃特纳火山基本上是一个盾形火山。

Shock Wave 冲击波 通过介质传播的速度大于在相同介质中声波速度的压缩波。作用于地球物质的冲击波，能使地球物质的结构变形，或改变其矿物成分。有时，冲击波甚至可以使岩石融解或汽化。在亚利桑那州的温斯洛附近，形成巨大陷坑的陨石产生的冲击波，使某些地球物质转变成斯石英（石英的高压形式）。

Sial 硅铝层 由英文“硅”和“铝”两个词头字母组成的一个术语；它指地壳的最上层。硅铝层中的岩石所含硅和铝的量比地球其他部分岩石所含的量大多得多。硅铝层指形成大陆地块的那部分地壳；它覆盖在称为硅镁层的地壳物质层上。两层之间的界面称为康拉德界面。

Siderite 菱铁矿 菱铁矿是一种碳酸铁矿物，属于方解石族的矿物。

与方解石有相似的结晶构造。它是一种结晶很好的矿物，常与银矿共生在矿脉中。比较大量的菱铁矿是存在于土状铁矿的结核中。由于混有粘土质而不纯。作为一种不纯的土状物质，即一种黑色条带状矿石，以层状形式与煤层共生，在英国就作为铁矿开采。作为一种铁矿，最重要的是石灰岩被菱铁矿交代而形成的矿床。例如，奥地利的斯蒂利亚。

西文 Siderite 这个名词还用来指铁陨石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Silica (SiO_2) 二氧化硅 二氧化硅有很多变体，其中最普遍的和最丰富的是石英。

Silicate 硅酸盐 硅酸盐是含有硅和氧的一大类矿物。是最重要的一类矿物。占已知矿物数的 25%，常见矿物中的 40% 是硅酸盐，估计地壳组成的 95% 是硅酸盐。参见 Silicate Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Silicate Structure and Classification 硅酸盐的结构和分类 所有硅酸盐矿物的基本构造单位是硅氧四面体，硅离子被四个氧离子围绕，氧离子在一个规则四面体的顶点上。硅氧键消耗正好等于氧离子成键能量的一半。而另一半对与其他硅离子成键是有用的。于是，硅氧四面体通过共顶点而连结起来。硅酸盐结构的多变性就是由于这种共有顶点而产生的。共有的氧离子，可以是一个、也可以是两个、三个或四个全部共有。下面的分类是以这种基本四面体群的单位组成方式为基础的。

孤立四面体群，岛状硅酸盐，硅氧四面体是孤立的，四面体是由其他的离子连在一起。

$\text{Si} : \text{O} = 1 : 4$ ，正如，橄榄石的分子式 $(\text{Mg}_1\text{Fe})_2\text{SiO}_4$ 所表示的那样。

双四面体群，即所谓焦硅酸盐，两个硅氧四面体靠共有一个氧而连结，有 $\text{Si} : \text{O} = 2 : 7$ ，如，异极矿，分子式是 $\text{Zn}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 就是其中的一种。

环状结构，即环状硅酸盐，有三元、四元、六元环，是三个、四个、六个四面体组成的封闭的环形。在各种环中，每个四面体有两个氧离子为相邻的四面体所公有。结果 $\text{Si} : \text{O} = 1 : 3$ 。六元环的代表矿物 $\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$ 。

链状结构，即链状硅酸盐，由硅氧四面体连结起来，形成无限延长的链有两种类型。其一是单链，每个四面体中有两个氧离子被共用，产生 $\text{Si} : \text{O} = 1 : 3$ ，另一种是双链，半数的四面体共用两个氧离子，另外半数的四面体共用三个氧离子， $\text{Si} : \text{O} = 4 : 11$ 。单链出现在辉石里，顽火辉石 $\text{Mg}_2(\text{Si}_2\text{O}_6)$ 就是一例，双链的是角闪石，透闪石 $\text{Ca}_2\text{Mg}_5(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$ 是一个例子。

层状结构，即层状硅酸盐，每个四面体有三个氧离子共用，形成一个无限扩展的层，有 $\text{Si} : \text{O} = 2 : 5$ 。这种层是控制云母结构特征的因素。有很多层状硅酸盐，都以有一组完全平行这个层面的解理为特征。滑石 $\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ 是一个典型例子。

三维架状，即架状硅酸盐，每个四面体的四个氧离子都和其他四面体共用，于是 $\text{Si} : \text{O} = 1 : 2$ ，这就是石英和其他二氧化硅的结构。

但是，对不是二氧化硅的矿物来说，这种三维架状骨架是一个基础结构。铝可以代替一个或一个以上的硅。当这个代替发生后，其他的离子能够并且必然进入这个结构，致使电性保持中和，在主要的长石矿物族中就是这样。

例如，正长石 KAlSi_3O_8 ，铝代替四分之一的硅，这种负电的不平衡是由正电的钾离子存在来补偿的。

Silicification 硅化作用 经历过二氧化硅 (SiO_2) 交代作用的生物遗骸。这种交代作用可能是含有二氧化硅的地下水注满生物遗骸的空腔和组织以后完成的，也可能是原有硬质部分已经溶解而由二氧化硅沉积其中的结果。这种保存方式有时会把生物遗骸的标本几乎十分完整地保存下来，但更多的情况是把原有结构的许多细部都泯灭掉了。人们在美国得克萨斯州格拉斯山 (Glass Mountain) 二叠纪动物群的化石中，发现了惊人的例子。经过特殊的酸处理，这些石灰岩层中竟显示出多种多样完全硅化的腕足动物，海百合、藓苔虫和软体动物。由于高度的交代作用，甚至连最细微的部分也原样未变。

加利福尼亚州莫哈维沙漠 (Mojave Desert) 传来另一有关硅化作用的引人注目的现象。该处的石灰岩结核中竟有十分完整的昆虫、蜘蛛和其他节肢动物硅化化石。这些硅化化石格外完整，甚至它们身体上的各种附肢 (件) 和毛发，都可以看得清清楚楚。

Silicified Wood 硅化木 经过二氧化硅交代作用但仍保存着原有形状和结构的石化木。其中的硅氧可能已形成玉髓和蛋白石。

Sill 岩床 由贯入地壳的熔融物质 (岩浆) 形成的似板状岩体。岩床形态和原先的岩石的层状构造，比如层理相平行，岩床的厚度和长度相比是较薄的。它们可以在地球表面的任一角落形成，但一般是在下述地区最易辨认，即地壳没有遭受到广泛弯曲或起伏不平的地区。

岩床可按成因分类。由岩浆单次贯入形成的岩床叫做简单岩床。相同成分的岩浆反复贯入产生复合岩床。一种有意义的岩床类型即分异型是在厚的岩浆体移动到地壳内，并需要长时间固结时形成。在缓慢冷却过程中，特定的矿物晶体能够在开始结晶的高温下形成。由于新形成的晶体密度比四周的岩浆大，它们沉淀到岩床的底部。在所有残余岩浆固结时，在岩浆固结形成的岩席中可以有富某种特定矿物的层。该类型的一个岩床出露在围绕纽约城的哈得孙河的新泽西堤的岩壁上。在它底面之上约 6 米处能够看到富橄榄石晶体的岩层。全世界发现了许多范围较大的岩床，比如北英格兰大暗色岩床。

Sillimanite 夕线石 夕线石是一种铝硅酸盐矿物，是 Al_2SiO_5 的三个同质多像变体之一，其他两个是蓝晶石和红柱石。夕线石是深度变质岩中的变质矿物，常常是长的、针状晶体，一般是纤维状，因此，它又称为纤石 (Fibrolite)。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Silt 粉砂 一种主要由直径在 1/16 毫米到 1/256 毫米的颗粒组成的碎屑沉积物。它由小于细砂而大于粗粘土的碎屑构成。粉砂颗粒可以被胶结而形成粉砂岩，粉砂岩的结构与成分类似于页岩，但却不呈现出页岩的纹层与裂理。

Silurian Period 志留纪 古生代的第三个纪，始于距今 4.3 亿年前，持续 3000 万年。志留一名乃是罗德里克·默奇森爵士以古老的凯尔特部族的 Silur 部落命名，这个部落曾经在最先研究这个系的威尔士的这个部分居住过。除大不列颠之外，志留纪岩石还在法国、德国、斯堪的那维亚、波罗的群岛和俄罗斯西北部出现。它们也出露于亚洲、澳洲、新西兰和南美洲。北美洲的志留纪岩石类似于下伏的奥陶系，主要出现于美国北部和东部、加拿

大东部、纽芬兰和哈得孙湾的北部与西南部。

在早志留纪时期，从纽约州西部到亚拉巴马沉积了厚的砾岩与砂岩。这些建造表明在这个纪开始时沿东岸的陆地还大大地高于海平面之上。中志留纪沉积主要由页岩、灰岩和白云岩组成。中志留纪岩石的一个良好实例出露于纽约州和加拿大安大略省的尼亚加拉河峡谷。尼亚加拉瀑布存在于罗克波尔白云岩之上，它属于中志留系，形成了瀑布的盖岩。加拿大的莫内和布朗斯维克的熔岩流和火山灰层表明了中志留纪相当强的火山活动。在晚志留纪时期，海水开始退出现在的俄亥俄州、密执安州和纽约州，留下了孤立的咸水水体。在这些陆地环闭和隔绝的海里沉积了厚的蒸发岩（石盐），在密执安州和纽约州都有盐矿山在开采。大多数志留纪岩石都在美国东北部出现，因为在整个志留纪时期北美洲西部似乎都是干旱的陆地。在志留纪，北美洲差不多是平静的；然而欧洲的地壳运动漫延 4000 英里，通过不列颠群岛、斯堪的那维亚半岛向西延伸到格陵兰，这是由于加里东山脉的抬升造成的。

造礁珊瑚的存在和广泛分布的石灰岩与白云岩表明志留纪的气候一般是温暖湿润的。晚志留纪时期的蒸发岩指出它们沉积的地区有一个特别干旱的时期。志留纪时期的海洋生物以广泛分布的苔藓虫、腕足动物、造礁珊瑚、软体动物和笔石为特征。三叶虫已经过了它们发展的顶峰时期，种类和数目减少，但是与它们有亲缘关系的板足堂却大量存在。这些蝎状的节肢动物，一般的体长由几厘米到 30 厘米，不过有一些长度达到 2 米。在接近这个纪的末期，显然生物在陆上建立了他们的据点，因为在澳大利亚的上志留系地层中找到了已知最早的陆地植物。

在威尔士的晚志留纪岩石中见到了蝎子和蜈蚣，它们可能是地球上最早的呼吸空气的动物。虽然原始的鱼化石很少，但它们可能是志留纪唯一的脊椎动物。

由志留系岩石取得的经济资源包括由俄亥俄州、密执安州和纽约州的蒸发岩中取得的岩盐，亚拉巴马地区伯明翰的铁矿以及美国几个地区的石油和天然气。

Silver 自然银 自然银是作为矿物存在的化学元素，它是一种少量的、但广泛分布的自然金属。在金属矿床的氧化带，自然银作为副矿物存在。然而，从热液中形成的自然银是比较大量的原生矿物。自然银作为原生矿物有三种矿床类型：（1）和沸石、方解石、萤石和石英共生，如挪威的孔斯堡矿，结晶好的自然银的大块标本就是从这个地方采来的；（2）和钴、镍和银的砷化物、硫化物共生，如，安大略的科巴特和法国古老的萨克森银矿区；（3）和晶质铀矿共生，如加拿大西北部的大熊湖。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Sima 硅镁层 由英文“硅”和“镁”两个词头字母组成的一术语，指大洋地壳和在大陆下部硅和镁的氧化物非常丰富的一层。硅镁层由富含硅和镁的岩石组成。在大陆地块的地壳内部，硅镁层的上部为硅铝层，二者的分界面称为康拉德界面。

Sinkhole (或 Sink, Swallow Hole) 灰岩坑 地球表面的一种洼地，通常由于石灰岩受地下水溶解而形成的。地下有石膏、硬石膏和盐层的地方，也会出现灰岩坑。灰岩坑深度从 1 米到 50 米不等，面积从数平方米到数平方公里不等。形状可能象一只茶碟，但也可能四壁陡立。这是岩溶地区最常见的地形。灰岩坑中可能还分布着池塘、湖泊或沼泽。平坦的底部以及某些缓

坡，都会种上庄稼。有些灰岩坑干涸无水，说明它们可能受到淋溶，进入某些坑洞〔就是落水洞（Swallow hole）〕中的水流也都消失于地下。灰岩坑或产状水平或略有倾斜的石灰岩岩层，如果裸露于地表，通常就容易发育出灰岩坑和岩溶平原。

灰岩坑有两种，一种叫塌陷灰岩坑（Collaps Sinks），是因地下洞穴的顶部塌陷而形成的；一种叫溶蚀灰岩坑（Solution Sinks），是由于含二氧化碳的水分向低处流动，地表下陷而形成的。后一种一多半分布在岩层有垂直节理的地方。美国肯塔基州猛犸洞（Mammoth Cave）附近地区，从空中俯瞰灰岩坑多达 7 万多个。各大洲都有灰岩坑。

Skarn 矽卡岩 含有的矿物主要是由钙、硅和少量铝、铁或镁组成的变质岩。矽卡岩是由遭受接触变质作用的不纯石灰岩或白云岩形成。由于它含有大量的同样大小的矿物颗粒，矽卡岩的结构是粒状结构。“矽卡岩”这个字来源于旧的瑞典采矿术语，指与矿床伴生的无价值的矿物。

Slate 板岩 由岩石（比如页岩）的变质作用或由火山灰衍生的细粒岩石。页岩的特点是能被劈为大的、薄的、平的石板。这是由于某些薄的，似板状矿物如云母排列成平行的面。云母矿物的定向排列在变质作用期间发生。板岩由于能被劈成石板，使它成为重要石料，可用于作地板贴砖、石板路、屋顶、台球桌的基底以及从前学校的黑板。它也可用来作电的绝缘材料。北威尔士长期以大量供应板岩而著名，大多数威尔士村舍是板岩盖的屋顶。在美国，盖屋顶板岩的最重要产地是弗吉尼亚和宾夕法尼亚。其他的重要生产中心在纽约州华盛顿县和佛蒙特州拉特兰县。

Slickenside 擦痕面 由一个破裂（断层）分开的两个岩体之间滑动或研磨而产生的一种平滑、磨光、带擦痕的面。有一些带有垂直擦痕的台阶样的很小的似阶状构造跟一些擦痕面伴生。一般认为：这些台阶可用来判定两个岩块之间的运动方向。人们推想运动是沿阶面方向进行的，因为一种相反的运动会把它们研磨掉。然而这种推想已经由实验研究与野外观察而受到怀疑。

Slipoff Slope 滑溜坡 正在进行下切活动的多曲流河，它的内侧河弯的向河缓坡即为滑溜坡。滑溜坡是在河流的能量不断加强并对曲流不断深切，侵蚀基准面不断降低的情况下发育起来的。因此，凹岸会被下切得陡崖壁立，凸岸则会泥沙堆积。由于深切和沉积的加剧，突滩（point bar）继长增高，并向河缓缓倾斜，河流两岸也因此出现不对称的阶地。

Slough 泥沼 曾经是河道，现为沼泽性洼地。一般分布在河漫滩和三角洲中，由废叶的河道演变而来，其中满是淤泥。

Slump 滑移 大块的土被或基岩沿着悬崖或陡坡向下或向外移动，即叫滑动。滑移通常发生在波浪冲刷而成的峭壁、河岸以及开挖公路在两侧形成的陡坎，陡壁处的物质缺乏支撑物，因而受到重力的向下作用而下滑。滑动区的上部比原来的表面要低，滑动区的下部却比原来的地面升高，这是因为滑动体的物质沿着一个凹面向上的一个凹面下滑和转动的缘故。在滑动体最高部分之上可见到弧形的峭壁，而在峭壁后面的高地，地面则可能破裂而产生裂缝。下大雨就可能使一大块风化物移动，因为水分渗入滑移物之中，使摩擦力减小，因而沿着滑动面下滑。位于滑动体底部的物质会破裂成小块，这些小块湿润后，就会发生缓慢的移动——称作泥流或碎石流（岩屑流）。在修建巴拿马运河过程中，发生了一次大规模的滑动，致使工程延期。

滑移

被水润滑了的一大块沉积岩向下移动时就常常发生滑移，这个滑动体在做滑动时，还沿着一个凹面向上的面进行旋转。

Smithsonite 菱锌矿 菱锌矿是一种碳酸锌矿物，是方解石族的一员，有与方解石相似的结晶构造，晶体非常罕见。这个矿物常呈葡萄状和钟乳状，或者呈蜂窝状（土菱锌矿）。在石灰岩地区菱锌矿是一种次生矿物，是由原生硫化物——闪锌矿氧化而形成的。

当这种矿物大量出现时，可以作为有价值的锌矿。

菱锌矿，绝大多数情况下是龇龇的棕色至灰色。但是，有几个地方，菱锌矿有一种使人愉快的绿色和蓝色，因此，被切磨成装饰品。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Snell's Law 斯涅尔定律 参见 Index of Refraction 折射率] 条。

Snow 雪 普遍承认的一种大气降水形式。它是冰的一种存在形式，由半透明的或透明的六边形小冰晶组成的。温度低于冰点时，大气中的水蒸气即形成雪。雪花是由冰晶联结而成的，每片雪花多达 50 粒冰晶，其直径超过 2.5 厘米。冰晶上有数不清的晶面反射光线，使它呈白色。在显微镜下观看，冰晶的大小、形状和型式是不同的。据说，没有相同的两片雪花。雪降落到地面后可能会变成粒雪，并最后变成冰川冰。

Snowline 雪线 一个地区的永久积雪的下限。从赤道到两极地区，雪线在山上出现的高度越来越低，这一事实表明，雪线的高度主要是由该地区的气候决定的。位于赤道的非洲肯尼亚山上的雪线约为 4500 米，阿尔卑斯山为 3300 米，阿拉斯加圣埃里亚斯山为 1000 米，在两极地区雪线高度接近于海面或就是海平面。距离水汽来源越远，雪线则越高；因此，靠近太平洋的华盛顿州的奥林匹克山上的雪线比相同纬度但距海岸 800 公里的冰川国立公园低 1300 米左右。雪线还取决于坡向，所以在北半球，山北坡的雪线高度一般比南坡低，而且在背风面总是比迎风面低。它还受到地球的影响，在阴影谷比在山脊上低。终年积雪的地区（在赤道附近只分布于非常高的地方，但是在两极地区则低到海平面）叫做雪原。

Sodalite 方钠石 方钠石是一种含氯的钠铝的硅酸盐，相对来说是比较罕见的，属似长石族的造岩矿物。主要产于霞石正长岩之中，与霞石、三斜霞石和其他似长石共生。虽然方钠石有白色的、灰色的或绿色的，但通常为蓝色或浅紫蓝色。大块的蓝色的方钠石常常被切磨成装饰品。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Soda Niter 钠硝石 钠硝石是一种硝酸钠矿物，是硝酸盐矿物中最丰富的，即平时所称的智利硝石。钠硝石溶于水，因此，它只出现在干旱和沙漠地区。主要是产在智利北部以及玻利维亚的邻近地区，在那里钠硝石和砂子，石盐和石膏互层，覆盖着广大地区。钠硝石就是在这里发现的，作为制造炸药和化肥的原料。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Soil 土壤 土壤是风化层的上部含有腐殖质并能维持植物生长的那部分。它是基岩或风化物经过物理的、化学的和生物的改造而形成的产物。土壤的特点是由气候、地形、排水情况、植被、成土母质、成土时间的长短等因素所决定的。土壤形成的过程是很缓慢的，因此，土壤学家对土壤侵蚀问题是特别重视的。地质学家对土壤也感到兴趣，这是由于：（1）土壤能提供有关古代气候的线索；（2）某些矿床与土壤有关系；（3）土壤是沉积物的

一个来源，来源于土壤的某些沉积物进一步又可以形成某些沉积岩；(4) 根据土壤可以确定某些成土母质的沉积年代。

Soil Horizon 土层 参见 Horizons, A—, B—, c— [A 层, B 层和 C 层] 条。

Soil Profile 土壤剖面 土壤的各层以及土壤下面的物质彼此顺序的排列。土壤剖面中的每一层，在物理、化学和生物学性质方面都是不同的。土层基本上是和地面起伏相平行的。在发育较充分的土壤中，存在着三个主要层次：A 层（位于土壤剖面的上部）、B 层（位于中间部位）和 C 层（位于土壤剖面的下部）。这三层都是由成土母质发育而成的。三个土层的总厚度在某些地方小于 1 米，而在有的地方可大于 10 米。参见 Horizons, A—, B—, C— [A 层, B 层和 C 层]。

土壤剖面

一个充分发育的土壤具有三个不同的层次。位于顶部的 A 层，含有分解了的有机物质和经过化学和物理变化的成土母质。B 层所含有的物质，若是在湿润地区，则是从 A 层移动下来的；若是在干旱地区，是从下面向上迁移而来的。C 层既含有经受了变化的成土母质，也含有未经受变化的成土母质，并且向下逐渐过渡到没有经受过变化的成土母质。

Solar Energy 太阳能 参见 Energy Resources [能源] 条。

Solar Radiation 太阳辐射 太阳射出来的电磁辐射称为太阳辐射，有时又称为日射（日射——insolation，为 incoming solar radiation 的缩写）。

肉眼可以看见的那部分光即可见光，只占太阳辐射光谱全部能量的一半左右。光谱的另一半能量大部分是在红外波段附近，而紫外光波段的能量只占很小一部分。气象学家常常把可见光和波长接近于可见光的波叫着短波辐射，把红外波段的辐射叫长波辐射，以便把二者区别开来。当地球处于距离太阳的平均位置上时，地球大气层外缘垂直太阳光线的单位面积上在单位时间内所接收的太阳辐射量，被称为太阳常数。太阳常数大致等于每分钟两个太阳辐射单位（一个太阳辐射单位为每平方厘米 1 克卡）。这样，太阳常数就等于使 1 克水在 1 分钟内温度从 14°C 升到 16°C 所需要的热量，或者等于每平方米约 1400 瓦的能量。

然而，太阳在任一时刻只能照到地球表面的一半，其中和太阳光线垂直的地球表面只有半球面积的四分之一。和太阳光线相垂直的那部分地球表面每平方米所接收的能量通量平均为 0.25 太阳常数，或者平均每分钟为 0.5 太阳辐射单位。由于地球的反射率（反射的能量与接收的能量之比）为 0.3，因此，太阳辐射中心的 30% 没有用在使地球和大气层变热上。这样，地球和大气层对太阳辐射的吸收率每分钟只有 0.35 太阳辐射单位。

地球和大气层对能量的吸收和再辐射的方式决定着地球的热量平衡，而地球的热量平衡又决定着整个地球的气候。

Solar Wind 太阳风 日冕连续不断地向外伸展所形成的等离子流（由带正电的粒子和带负电的粒子组成的总的电荷量相等的一种导电气体）被称之为太阳风。日冕是太阳的最外面一层。这一层温度很高、密度很低。日冕可在日食时用日冕仪拍摄下来。日冕仪是用一个起遮蔽作用的圆盘做的，它能使太阳的图像呈现出来。在太阳黑子周期的不同阶段，日冕的形状也不同，太阳风的速度也随着变化，太阳风的速度在每秒 300 公里到 850 公里左右这

一范围内变化着。

1951 年德国物理学家路德维格·比尔曼 (Ludwig Biermann) 就预言了太阳风的存在。他指出, 太阳的光压不足以解释所观测到的背向太阳延伸的彗尾。他认为, 由太阳射出的电子和质子组成的等离子流可能是背向太阳延伸的彗尾形成的原因。虽然比尔曼的工作导致后来发现了有质子和电子从太阳射出来, 但是现在认为, 背向太阳延伸的彗尾, 是由于等离子体和磁场二者相互作用的结果。太阳风和地球磁场的相互作用, 形成了前面所讲的地球磁层(圈)形状的不对称。

Solifluction 解冻泥流 浸透了水的土被缓慢地向坡下的移动。这种现象是寒冷气候, 特别是指两极地区以及高山地区的特征。这些地区地面都是冰冻了的, 夏季表层有很薄的一层融化, 可能是来自附近的雪区和冰川的融溶水不能往下渗透到冰冻的土地之中, 因此融化的那层土被就充满了水分沿着冰冻面向下滑动, 一般每年滑动 12 厘米以下。由这过程形成解冻泥流的表层是平坦的, 倾斜平缓, 它的末端形成一个小陡崖, 高度很少超过 3 米。解冻泥流沉积物分选很差, 缺乏层次。解冻泥流在两极地区是一种重要的过程, 它在这些地区形成长长的光滑的坡地, 并通过这种过程进行着剥蚀作用。

Sonar 声纳 Sonar 是“声波导航和测距系统”(Sound Navigation and Ranging)的缩写。声纳技术是通过从一个声源发出声波信号并接收被反射回来的信号来确定水下目标的位置。这一技术是在第二次世界大战期间完善的, 主要是用来确定潜水艇的位置。参看 Echo Sounding [回声测深], Acoustics Underwater [水下声学]。

Sorosilicate 焦硅酸盐 焦硅酸盐是以两个硅氧四面体靠一个共用的氧连结起来为特征的一类硅酸盐。硅氧比是 2:7。镁黄长石就是一例。参见 Silicate Structure and Classification [硅酸盐的结构和分类] 条。

Space Mission 航天任务(空间任务) ^①参见 Apollo Program [阿波罗探测计划], Lunar Geology [月球地质学], Mars, Geology of [火星地质学] 及 Surveyor [探索者号] 条。

Spatter Cone (或 Agglutinate Cone) 寄生熔岩锥, 溅落熔岩锥(或集块岩锥) 一种火山小丘或锥, 它们由粘稠液体落在地面上形成的熔岩凝块建成。随着熔岩凝块固化, 后来的凝块粘附在更早的凝块上, 因而可以形成斜坡陡峻的锥。溅落熔岩锥可以有 60 米或更大的高度, 但通常低于 15 米。在熔岩流表面上普遍发现小的溅落熔岩锥(叫作熔岩滴锥)。

若火山喷口被拉长, 就形成溅落熔岩壁垒。当喷发物一部分是溅落熔岩块而另一部分是着陆时已固结的物质时, 就形成溅落熔岩和火山渣锥。在爱达荷州月亮火山口国家文物保护地中有巨大的溅落熔岩锥。

Specific Gravity 比重 比重是已知体积的某种物质的体重和同样体积的另一种标准物质的体重之比。由于每个矿物都有特征的比重, 这个性质在矿物鉴定中是很重要的。就固体而言, 作为比较的标准物质是 4°C 时的水。于是, 如果一个矿物 10 克重, 等体积的水重量是 2 克重, 它的比重 5。虽然,

矿物碎块的重量是很容易称量的, 但是要测定同体积的水的重量是非常

^① 航天任务, 指载人或不载人的航天器在地球大气层 外宇宙空间的飞行(故也可译称为“空间任务”), 包括在某 些天体(例如月球等)上着陆。通常是为了探索科学资料和数据。——译者

困难的。可以用这样的原则来测量，将一个物质浸入水中，它会受到浮力，重量比在空气中轻，减轻的重量等于排开水的重量。这样在进行比重测定时，先称碎块在空气中的重量，然后称碎块悬挂在水中的重量，两个读数之差值就等于排开水的体积。计算公式是：矿物在空气中的重量/矿物在水中减轻的重量=比重。参见 Density [密度]，Heavy Liquid [重液] 条。

Specific Heat 比热单位 质量的热容量。一克物质温度升高摄氏一度所需多少卡热量的一种量度。在实验室内测定各种地球物质的比热值，对于从理论上估计地球内部不同深度处的温度以及估计热以多大的速率传导到地表具有重要意义。

Specularite 镜铁矿 镜铁矿是一种有闪亮金属光泽的、薄板状晶体的集合体状的赤铁矿。

Speleology 洞穴学 对洞穴和地下洞穴进行研究。这是一种包括洞穴发现、勘查、测量以及对旧穴进行考古学、动物学、植物学和古生物学、气象学和地质学研究的多学科性科学。洞穴学的很多研究工作特别是洞穴发现，勘查和测量是由洞穴学爱好者和半专业工作者完成的。美国和欧洲有好几种杂志专门从事于洞穴学研究。

Speleothem 洞穴沉积 洞穴中的结晶沉积物，包括钟乳石、石笋、石柱以及由滴石 (dripstone) 和流石 (flowstone) 形成的其他地形。

Sperrylite 砷铂矿 砷铂矿是一种铂的砷化物矿物，很罕见，但是，在某些地方，它是作为铂矿开采的主要产地是加拿大安大略的舒德布里，在那里，它是和铜镍矿共生的，并作为铂的主要来源。在南非（阿扎尼亚）的布施维尔德岩浆杂岩体中，它也是一个铂的矿石矿物。

Spessartite 锰铝榴石 锰铝榴石是锰和铝的石榴石，有暗红和浅棕红的颜色。

Sphalerite 闪锌矿 闪锌矿是一种硫化锌矿物，是锌的主要矿石矿物，是一种分布广泛的普通矿物。出现在矿脉和石灰岩的交代矿床中，与方铅矿、黄铜矿、黄铁矿和方解石共生。闪锌矿当它是纯的时候为白色或无色，但是这种情况很少，通常有一些铁，代替结构中的锌，闪锌矿随着含铁量增加而颜色变深，从浅黄，经过棕色变到黑色。黑色的闪锌矿容易与方铅矿相混淆。闪锌矿还有一个名称“blende”

（德文的原意是盲目的、欺骗的），因为它和方铅矿相似，但是炼不出铅来。闪锌矿有完全的菱形十二面体的解理（六个方向），而方铅矿是完全的立方体的解理（三个方向），以此区别它们是很容易的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Sphene (或 Titanite) 榍石 榍石是一个钙钛的硅酸盐矿物，由于形状像楔子叫榍石。是火成岩中，特别是在霞石正长岩中的普通的副矿物。它也出现在片麻岩、片岩和结晶灰岩中。在苏联的科拉半岛，榍石和霞石及磷灰石共生，形成巨大的块体，作为钛矿开采。在瑞士的比恩河谷和圣哥达，挪威的阿伦达尔，加拿大的安大略和魁北克找到过完美的晶体。透明、黄色或绿色的榍石可切成令人心爱的宝石，因为它有很高的光泽。但是，硬度低（5—5.5）妨碍它作为宝石的用途的进一步扩大。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Spheroidal Weathering 球状风化 把地面上或地面下的花岗岩或其它岩石的基岩块按照节理改变成坚硬的球形石核的过程。这心石核的外面环

绕了一层层同心圆状的风化岩。石核的大小，从直径为几个厘米到数米不等。它的外壳，通常有几英寸厚。只要用锤子一打，外壳便可同石核分开。球形风化实际上是小型化学剥落的实例。

水和空气进入节理之中使硅酸盐矿物受到水解、水合以及氧化等作用，生成粘土及其它矿物。这些新物质的生成使体积增加了，由此而产生的应力使外壳一层层从岩体上剥落下来。尖角比棱角易受风化，而棱角又比面易受风化，这样石块慢慢地就变成球型了。

Spherulite 球粒 由从一个共同中心放射的纤维状矿物组成的小球状或似球状集合体。在黑曜岩及其他硅质熔岩的基质中球粒普遍存在。某些球粒完全由长石组成，但更普遍的是长石与石英或磷石英共生。

Spinel 尖晶石 尖晶石是尖晶石族矿物的镁铝的成员，颜色随成份而变化，有白色、红色、蓝色、绿色、棕色或黑色。当透明、颜色很美时，尖晶石可作为宝石。最通常的红色宝石材料，就是所谓红宝尖晶石。其实，当红宝石缺乏完好的外部晶形时，与红宝尖晶石是十分相似的，这两种矿物会混淆。著名的“黑太子红宝石”，在它被嵌在英国王冠上很久以后才鉴定为红宝尖晶石。

尖晶石在结晶灰岩和片麻岩中是一种常见的变质矿物，在一些暗色的火成岩中也作为一种副矿物出现。因为，它的化学性质不活泼，又有很高的硬度和比重，它们堆积为砂矿。红宝尖晶石就是这样，在斯里兰卡、泰国、缅甸和马达加斯加的含宝石砂砾中找到的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Spinel Group 尖晶石族矿物 尖晶石族矿物是一组有相似晶体结构，晶体形态和类似化学成份密切相关的氧化物矿物族。这个族的最重要的成员是：尖晶石 $MgAl_2O_4$ 、磁铁矿 $FeFe_2O_4$ 、锌铁尖晶石 $ZnFe_2O_4$ 和铬铁矿 $FeCr_2O_4$ ，通式写成 AB_2O_4 ，A 可以是镁、铁、锌或锰，B 可以是铝、铁或铬。通常由于存在 A 元素的彼此相互替代和 B 元素的彼此相互替代，因此上面说到的矿物的化学成份就会有很大变化。例如，在尖晶石中，本身铁和锌、锰就可以替代镁 (Mg)，铁和铬可以替代铝 (Al)。八面体是整个尖晶石族所有矿物主要的结晶形态。

Spit 沙嘴 从大陆或岛屿向外突出在开阔水域中的，由沙脊或砾石脊组成的狭长的沙滩。沙嘴脊长度从几十米到 30 公里以上不等。同其它海滩的成因一样，也是由波浪和海流的活动所形成的。沙嘴常常同海上的峭壁连在一起，在靠近峭壁的地方由粗沙粒组成，离峭壁越远颗粒越细。这是因为沿岸海流输送细粒沙子的速度要比粗粒沙子快的缘故，另一个原因是粗粒沙子运动过程中因受到磨蚀而变小了。在具有岬角、海湾以及岛屿的曲折海岸线上常可见到这种沙嘴。美国的新英格兰、纽约、新泽西等地沿海一带以及英国诺福克以及萨福克等地沿海一带都常有这种沙嘴。

Spodumene 锂辉石 锂辉石是一个锂铝的硅酸盐矿物，出现在伟晶岩中，与其他的锂矿物共生，它是锂的主要矿石矿物。锂用在陶瓷、储电池和焊药上。但是大宗的用途是高温润滑油的附加剂。虽然锂辉石是比较稀少的矿物，但在伟晶岩中可以找到很大的晶体，已报导的最大晶体，长度超过 12 米，重量有好几吨，是在南达科他州里山的艾塔矿发现的。锂辉石一般是白色或灰色的，但是，找到过粉红色、绿色的透明晶体。浅红色的变种称为紫锂辉石，绿颜色的变种称为翠绿锂辉石，它们能切成美丽的宝石。紫锂辉石

是锂辉石中比较普通的宝石变种，产在加利福尼亚的帕拉及巴西和马达加斯加的许多地方。翠绿锂辉石发现于北加利福尼亚州的斯托尼角。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Spring 泉 地表上向外涌水的天然出口，涌水量从涓涓小滴到每天达数百万公升不等。泉与向外渗水的不同处，通常在于水量更大，水量更集中。二者差别在于地下条件的不同。如果透水岩层下面垫有不透水岩层，不透水岩层又裸露在坡面的下方，那末，在接触点上就会形成泉。入透水岩的雨水，向不透水岩层运动，然后再向旁侧推进，在接触点与坡面相切的地方就以泉水形式向外涌出了。

熔岩流和石灰岩地区会出现大型的泉。因为熔岩流里含有洞道，裂缝和其他地形，因此水分会向下渗漏；石灰岩中则往往有彼此沟通的大型洞孔，这种洞孔有的通到地面，就会形成泉。美国佛罗里达州的锡韦尔（Silver Spring）是美国最大的水泉，每昼夜可从石灰岩中涌水 20 亿公升的水。

泉

地下水在地面出露的位置通常有三种：（a）从块状岩（如花岗岩）的裂缝中流出；（b）从有洞穴的岩石（如石灰岩）中流去；（c）从不透水岩石上面的地面流出。

基岩的节理如果露到地面，坡上又有雨水补给的坡麓部，那末这种地方也会形成泉。比如美国加利福尼亚州死谷的弗尔内斯河（Furnace Creek），本来是美国最干旱的地区之一，因为山麓有这么一个节理系统，能获得大量雨水，水源供应就很充裕。

古寺院和城市，有的是依泉而建的；美国拓荒时期拓荒者的家宅和碉堡，也是往往构筑于泉水附近的。

Spur, Truncated 中断山嘴 参见 Truncated Spur [中断山嘴] 条。

Squeeze-up 挤出的熔岩 当粘稠的熔岩通过熔岩壳中的裂缝喷出或冲出熔岩流表面上时，就形成球泡状、线状或楔状熔岩体。球泡状挤出的熔岩体直径通常不大于 2 米以及高度小于 60 厘米。线状挤出的熔岩体可以长达 6 米以及高 30 厘米。楔状挤出的熔岩体通过一些挤压脊中央的裂缝冲上来，当熔岩向上推进时这种挤压脊变宽。最大楔状挤出的熔岩体在其底部约 9 米长，3 米高，1 米厚以及在顶部约 2 厘米宽。

Stability 稳定度 在气象学上，稳定度通常表示大气层中空气垂直运动的均衡程度。一团空气，如果使其做向上或向下运动会受到反方向的力的作用，那么这时大气层就是静态稳定的。如果大气层是处于稳定状态，这时若使一团空气上升，那么这团上升的空气中的温度就会比周围空气低，它的密度也就比周围空气大，这样，它就又会下沉；如果在大气层处于稳定状态的情况下使一团空气做向下运动，那么这团向下运动的空气中的温度就会比周围空气高，因此它又会上升。如果上升着的空气仍然比周围空气暖，而下沉的空气仍然比周围空气温度低，这时的大气层就是处于静态不稳定状态。如果一团做垂直运动的空气没有受到浮力使它产生加速或减速的运动，这时大气层的稳定度是属于中间状态。

大气层的稳定程度取决于温度的递减率，也就是取决于在给定的时间和给定的地点温度随高度的增加而减少的速率。如果空气是干燥的（水蒸汽不饱和），而且空气在上升过程中继续保持干燥，以及周围空气温度递减率小于每公里 9.8°C ，这时大气层就是稳定的；如果周围空气温度递减率大于每

公里 9.8°C ，这时大气层就处于不稳定状态；如果周围空气温度递减率刚好等于每公里 9.8°C ，即等于干绝热温度递减率，这时空气的稳定度就处于中间状态。道理就在于没有饱和的空气在大气中做上升运动时，随着压力的减低、体积的膨胀，也是以每公里 9.8°C 这一速率冷却（所谓绝热过程就是一团运动着的空气没有通过它的边缘与外界发生热量和质量的交换），反之如果一团不饱和的空气下沉时，一方面受到压缩，同时也以每公里 9.8°C 的速率增温。

如果空气是饱和的，那么做上升运动的空气，它的温度降低的速率就要小于干绝热速率，这是由于水蒸汽凝结释放出来的潜热补偿的结果。同样，饱和空气做下沉运动时，增温的速率也小于干绝热速率，这是因为下沉着的饱和空气一方面被压缩增温，另一方面由于水分的蒸发消耗了一部分热量，对增温作用有一定的抵消。对于饱和空气来说，如果它的温度递减率小于湿绝热温度递减率，那么，大气层也是处于稳定状态。

夏天的午后天空中是否会有积云出现，常常取决于大气的稳定度。因为此时地面被太阳晒热，近地面层的空气也变热并开始上升，如果这时大气是比较湿润和不稳定，那么上升的空气会继续保持比它周围的空气温暖，并继续上升到巨大高度，可能会一直上升到平流层的底部，并形成积云。如果大气是稳定的，上升空气很快就变得比它周围的空气冷，即使会有凝结作用出现，也无济于事。然后，这团比周围冷的上升空气又被迫做向下运动，直到它的温度和周围空气温度一致才停止运动。

Stack 浪蚀岩柱，石柱 一种离岸不远的小岩岛，兀立在浪蚀台之上。这是一种蚀余物，常由沉积岩构成，是从受海浪侵蚀的岬角上分离出来的。虽然在高潮位时，浪蚀岩柱四周都是海水，而低潮位时则显得高，四周无水。被一条孔道穿透了的浪蚀岩柱有时亦可称为穿孔浪蚀岩柱。在海岸线遭受海蚀之时，抗蚀力强的那部分就常常形成岬角。当岬角两个方向相反的山洞连成一体时，一个天然拱或称天然桥便形成了；这个天然拱或天然桥崩塌以后，伸入海洋中的那部分仍然存在的话，便形成浪蚀岩柱。随着时间的消逝，浪蚀作用将使岩柱缩小，最终变成浪蚀台。

全世界的沿岸地带都可见到浪蚀岩柱，英国沿海一带的浪蚀岩柱高达 150 米。在约翰·奥格罗茨 (John O'Groats)，“霍依老人”岩柱、奥克尼群岛以及怀特岛的岩柱林 (Needles) 是英国著名的岩柱。而美国的浪蚀岩柱可在俄勒冈州的锡尔山以及坎农海滩，在加利福尼亚州圣西米恩附近，以及加利福尼亚州阿奇士国家公园见到。

Stage 阶 通常使用的最小的时间地层单位。一个阶由在地质时代的一个期中沉积的岩层组成，在典型情况下，这个期内的岩层含有一套独特的化石组合，它们在广泛分离的许多地区中都可以识别出来并可进行对比。两个或更多的阶可以结合构成一个统。

Stalactite and Stalagmite 钟乳石和石笋 钟乳石呈冰柱状，通常由碳酸钙构成，从石灰岩洞顶下垂。长度从几毫米到许多米不等。为碳酸钙过饱和地下水的化学淀积物，还混和有洞顶隙缝和节理中的污泥。碳酸钙（二氧化碳蒸发和散逸后淀积而成）或形成为方解石，或形成为霏石，主要取决于沉积时洞穴内的温度。

石笋一般比钟乳石钝，由洞顶下落的水滴积久而成，自洞底向上生长。当钟乳石和石笋上下相连，就形成石柱 (column)。由于钟乳石的长度取决

于方解石的抗张强度，石笋的高度受方解石抗压强度，而抗压强度又大得多，所以钟乳石可以比石笋长。钟乳石和石笋或白、或半透明，又因掺有杂质，还混和着灰、红、黄、褐多种色调，把洞穴映衬得五彩缤纷。

碳酸钙构成钟乳石和石笋的良好条件有如下一些：(1) 洞穴上方有石灰岩或大理岩，(2) 有狭窄的节理和罅隙便于水分缓慢向下运动，(3) 含溶解的二氧化碳的水分可渗漏入洞，(4) 湿度低，便于碳酸钙蒸发后淀积，也有利于溶解二氧化碳逸出后的淀积。钟乳石和石笋的成长速度，同一个洞内各部分都有所不同，又随季节而有差异。因此，无法就钟乳石和石笋的重量和现有的生长速度，来确定它们的年龄。但如果构成物质可用碳⁻¹⁴测定法测定年代，石笋的最大年龄倒是可以计算出来的。

隧道和地下通道中以及桥梁下，凡是水能从石工建筑的泥灰中下渗，也会形成钟乳石；地下矿坑和悬崖下，同样会有钟乳石生长。构成钟乳石的材料有黄铁矿、石膏、岩盐、冰块、熔岩以及其他某些物质，但主要是方解石，它比其他各种材料加在一起的总和还要多得多。

洞穴中由滴水形成的化学淀积物，称为滴水石 (dripstone)；顺着洞壁或洞底流淌的水遗留下的化学淀积物，叫流水石 (flowstone)。

Staurolite 十字石 十字石是一种含水的铝硅酸盐，存在于片岩中，是一种变质作用的产物，与石榴石和蓝晶石共生，常见以很完好的单晶出现，清楚地显示出斜方的对称。但更普遍的是十字架状的双晶，它是由两个单晶穿插而形成的。双晶有两种类型，一种是，两个单体交角约 60°，另一种是交角是 90°。

只是在巴西，罕见的透明的晶体可切成宝石，除此之外，正交的十字石当作护身符(称为镇妖石)来出售就是唯一的用途了。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Steinkerns①化石石核 参见 Casts and Molds [阳模和阴模] 条。

Steptoe 岩流竖趾丘 被一条或多条熔岩流包围或兀立在其上的小丘或山，叫岩流竖趾丘。这种岩流竖趾丘显示了被熔岩埋没的岩石种类，而且对熔岩到来之前的地形多少也能有所说明。这个名词来自华盛顿州科尔法克斯附近的斯泰普托埃尖峰山 (Steptoe Butte)，它是由石英岩构成，兀立在哥伦比亚高原熔岩流之上。

Stibnite 辉锑矿 辉锑矿是一种锑的硫化物，是主要的锑矿。通常是叶片状、粒状或块状集合体，但有时也有细长条状的。晶体为黑色，有金属光泽。有很好的解理，硬度低 (2)，在火柴的火焰下很容易熔化。辉锑矿产在低温热液矿脉和交代矿床中，与其他锑矿物、辰砂、重晶石、雄黄、雌黄和金共生。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Stilbite 辉沸石 辉沸石是一种含水的钙钠铝的硅酸盐矿物，是一种沸石。最具特征的是由细小的板状晶体形成的束状集合体。在玄武岩的空洞中作为次生矿物出现，与其他沸石、硅硼钙石、方解石、鱼眼石和葡萄石共生。著名的产地有冰岛、印度、加拿大的新斯科舍 (Nova Scotia) 以及美国的新泽西州东北部。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Stock 岩株 一种小型的火成岩侵入体，一般覆盖面积小于 100 平方公里。岩株类似于岩基，只是后者比前者在面积与厚度两方面都增加了。岩株经常切过被侵入岩石固有的层状构造。但是它们的这个特征并非总是很明显的。在犹他州南部亨利山脉中埃尔斯沃思山是由一个岩株的侵蚀残余体组成

的。贝拉东北的戈龙戈扎地块，（在莫桑比克）是一个花岗岩株，它比周围地区高出大约 1220 米。

Stoping 顶蚀作用 参见 Magmatic Stopping [岩浆顶蚀作用] 条。

Strain 应变 岩石受到大于其强度的力作用时发生的变形或运动。应变以发生变形的物体的形状或体积的变化的百分率来计量。

Stratification 层理 岩石的组成颗粒呈薄层或成层的排列。它是沉积岩的最有特色的特点，不过层状也可以在一些古代的熔岩流和某些变质岩中见到。当沉积物沉积在一个个顶底相迭的层中时，层理就在一系列沉积岩中发育起来。每个层的顶和底都有一个多多少少清晰可辨的面显示出来，这种面便叫做层理面，它标志着一个沉积层的结束和另一个沉积层的开始。在典型情况下，成层性是由于沉积物补给的变化或者沉积这些沉积物的流体（风、水或冰）的流动速度的变化引起的。

Stratigraphic Unit 地层单位 为了填图、描述、对比或研究而划分在一起的一套岩层。它可以根据所含的古生物化石（或称生物地层单位）、年龄（或称时间地层单位）或者另外一些鉴定性质建立起来。不应该把它们与地质时代单位（如代或纪）混淆起来。

Stratigraphy 地层学 地质学的一个分支，其内容涉及由岩石年龄、顺序、构造、物理性质、分布以及成因模式揭示的一些情况的描述与解释。它主要依据沉积岩的研究，不过也可以包括火成岩与变质岩。地层学可以对岩石进行地层分类，这种分类把岩石有条理地组织成各种地层单位，而这些地层单位则是依据岩石的比较特征的物理、化学和构造特点来确定的。这类单位包括时间单位（代、纪、世、期）、时间地层单位（界、系、统和阶）、岩石地层单位（群、组、段和层）以及生物地层单位（组合带、生物带）。为了保持地层学分类的一致性和系统的步骤，美国地层学命名委员会所建立的命名与分类的特别准则，现在已被地层学家们广泛地采用。

Stratosphere 平流层 平流层位于对流层之上。它的上界距地面 50 公里高，上接中间层的底部。作为对流层和平流层之间界限的对流层顶，它的高度随纬度、季节和天气状况而有很大变化。对流层顶的平均高度约为 11 公里。从平流层的底部到距地面 32 公里的高度上这一范围内的特点是在垂直方向上温度保持不变。从 32 公里向上，温度开始增加，在 47 公里高度处，温度升高到 -2℃ 左右。平流层上部温度的增加是由于这里也是臭氧层的顶部，对太阳的紫外辐射进行强烈吸收的缘故。由于平流层的温度在垂直方向上保持不变而且随高度有所增加，所以平流层是以非常稳定为特点。

由于飞机在平流层中飞行要排出水蒸汽和二氧化碳，因此，在设计超音速高速飞机的方案中已注意到对平流层可能造成污染这个问题。气体和细小的微粒在平流层中停留的时间要比在对流层中停留的时间长。在平流层中天然存在的水蒸汽的量虽然据认为很少，但究竟有多少，并不知道得很确切。由于缺乏观测资料，还有许多问题不能给以回答。

Stratum 地层 由大致相同类型的岩石物质（固结的或未固结的）构成的一个确定的在地球表面有广泛地分布的沉积岩层，这个层可以有任何一种厚度，但具有有别于相邻地层的独特的均一的特征。虽然有些火成岩和变质岩也可以呈现出层状，但这一术语更严格地说，则只限于沉积物质。

Streak 条痕 条痕是矿物粉末的颜色。如果矿物不是太硬（莫氏硬度小于 7），它的条痕就可以由矿物在没上釉的瓷板上刻划而得到，这种瓷板

叫条痕板。很多矿物虽然有很宽颜色变化范围，条痕颜色常常是固定的，因此在鉴定矿物时是有用的。

Stream (或 River) 河流 有河道的天然水流。河流可按不同标准分类。一种是根据河床和地下水位的关系分类。河床比地下水位低的河流，常年有水，称常流河；河床比地下水位高的河流，仅仅雨后有水，称短命河。地下水位时而高于河床、时而低于河床的河流，称断续河。

河床还可根据河道的由来分流。顺着地表原有坡度奔流，称顺向河。原有地表受到侵蚀，河流在晚近形成的地表上，称再顺河。有的河流朝着原有坡度相反的方向流，称逆向河。有的河流流经比较“软弱”的地方，例如断层或节理分布区以及易受侵蚀的岩层，则是后成河。决定河流流向的原因不明显，就把这种河流称为斜向河。

河道穿经山岳的河流为先成河。这种河流早在山岳形成以前，便已经过当地奔流。另一方面有叠置河。这种河流穿越的是原来隐藏在上覆岩层下面的岩层，河流原在上覆岩层上流过，后来切入下伏岩层后，仍然照旧流贯而过。先成河和叠置河，往往很难辨别。

河流还可根据河道划法。河道弯曲的称多曲流河。河道分为多股的称网状河。支流被其他河流袭夺的是断头河。河谷过宽或过窄的河流是不称河。其中河水少、河谷显得太宽的，称河水过少不称河；河水多、河谷显得太窄的称河水过多不称河(Overfit Stream)。最理想的是均衡河。这种河流的流量和固体径流(泥沙)都处于适中状态，既不侵蚀河道，也不在河道中沉积。

Stream Capture 河流袭夺 参见 Piracy [袭夺] 条。

Stream Erosion Cycle of 河流侵蚀循环 这是由 W.M.戴维斯提出的关于河流发展过程的理论概念。他认为，河流的演化都要经过幼年、壮年和老年这几个连续的阶段，每一个阶段都有自己独特的特征。幼年时期的河流，河床狭窄，河岸陡峭，呈“V”字形，河床坡度大，多瀑布、急流。它具有侵蚀的能力引起迅速的溯源侵蚀。这种河流没有泛滥平原，因为流速大，因而有足够的能量下切河槽。时间一长，下切活动导致纵向坡面变得平滑，坡度减小。瀑布和急流消失。平滑、坡度小的纵剖面，提供的能量也就小了，河流不再是下切河谷，而是使之加宽。既然它的活动能力已衰退，泥沙就在加宽了的河槽中沉淀下来。当一个宽广的泛滥平原堆积起来之后，河流就变得弯弯曲曲，结果谷底的宽度就等于曲流段的宽度了。当河流在极宽广的有河流曲流带数倍宽的泛滥平原之上弯曲蛇形，而且具有牛轭湖、泥沼以及河岸冲积层时，河流就进入老年期了。从理论上讲，这时河床比降非常小，已没有能力进行侵蚀活动或携带泥沙了。所有的支流都已发育成熟，分布均衡。不过今天许多地质学家都确信这种理论并没有认识到河流的能量以及岩石的抗侵蚀能力之间的动力平衡，河流在岩石上流过本身也是对河谷的形状有影响的因素之一。

Stream Frequency 河流频数 即单位面积内河流的条数，或者河流总数对流域面积的比率。河流频数取决于气候、植被和岩石类型。可借此了解一个地区的切割程度和流域结构。

Stream Regime 河流情势 河流在流量、流速、河道性质和输沙能力等方面的常态。处于平衡状态的河流(均衡河流)，称为情势正常。

Stream (或 Fluvial) Terrace 河成阶地 由于回春作用使河流切入

以前的泛滥平原，形成了高出现在的泛滥平原之上，低矮的峭壁与现在的泛滥平原隔开的一种平坦的地面。河流阶地通常是冲积层被切割形成的，也可能是基岩被切割而形成（基座阶地）。阶地可能是成对出现，就是说河流两侧都存在着同样高度的阶地，也可能不成对。成对阶地是由于迅速切割形成的，而单一的阶地则反映了比较缓慢的下切活动，虽然侧蚀作用仍然存在。成对的阶地可能是因气候交替变化而形成的，干旱气候导致堆积作用的发展。雨量的增加引起植物的生长，对谷坡的侵蚀和剥蚀作用却减弱，加强了河槽的下切。

而不成对的阶地则意味着缓慢而连续的变化，表现的特点是同一级阶地的高度不一致，从山坡向河谷方向逐渐倾斜。基座和堆积阶地是由河流的沉积与下切的交替进行，同时还进行侧蚀所形成的。径流和气候的突然变化可以形成阶地。因此，阶地的存在可以表明一个流域的气候、构造、海面的高度以及水文情况发生过变化。

Stream Tin 锡砂 锡砂是砂矿床中呈滚圆状的氧化锡——锡石。

Stress 应力 作用在一个物体上或物体内部单位面积上的力。应力可由作用于固体挤压作用（挤压力），或者拉伸作用（张力）产生。应力也可由成对作用的力产生（作用在一个共同平面中但不是沿着同一条线作用的两个相等但方向相反的力）。由力偶产生的应力导致固体中一个质点相对另一个质点发生滑动或剪切。见于地表或地球内部的所有构造都是应力的产物。诸如断层、褶曲之类的构造是由超过受作用的岩石的强度而引起它破裂或弯曲而生成的。参见 compressive Stress [压应力]，Shear Stress [剪应力]，Tensile Stress [张应力] 条。

Strike 走向 地表任一个层状或面状特征，如层理或断层面的方向或走向。走向是以一个水平面与该特征面的相交线来代表的。

Strike Joint 走向节理 走向平行于面状特征的一种节理。

Strontianite 菱锶矿 菱锶矿是一种碳酸锶矿物，是文石族矿物中的一员，与文石有相似的晶体构造和晶体形态，如同这个矿物族的其他矿物一样，在冷盐酸中是有气泡产生。菱锶矿是一种低温热液脉的矿物。常产于灰岩中，与重晶石、天青石和方解石共生。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Subduction Zone 消减带 参见 Benioff Zone [贝尼奥夫带] 条。

Submarine Canyon 海底峡谷 两壁陡立的、狭窄深切的海底谷地。这种峡谷在所有陆缘都有分布。海底峡谷在大陆坡可以下切数千米深，向陆地方向可以伸延到大陆架，向海中方向伸延可以穿过陆基的上部。有许多海底峡谷，例如，美国大西洋沿岸的哈德逊峡谷（Hudson Canyon）和德拉维尔峡谷（Delaware Canyon）明显地是陆地上的河流系统的继续延伸。关于海底峡谷的起源已经争论几十年了。在已经被抛弃的假说中，有海啸成因说、断层成因说、海底泉成因说和海底滑坡成因说。现在为大多数海洋地质学家所接受的一个理论是，在海面下降，特别是在冰期期间，河流切割的河谷和浊流相结合而形成了峡谷。在间冰期时候，大部分大陆架都没有海水覆盖，河流携带大量泥沙物质从大陆架上面流过。据认为，河流所携带的物质以浊流的形式沿着大陆坡倾泻而下，切割出峡谷。

Submarine Landslide 海底崩塌 海底的大量泥土物质的运动。海底崩塌和陆地上的山崩大致相似。大多数海底崩塌常常是由地震造成的，尔后

海底崩塌又进一步引起地震性的海浪或海啸。在某些情况下，陆地上的山崩可能和海底崩塌相结合，例如在加利福尼亚的多山的海岸带以及在火山岛上就有可能发生这种崩塌。海底崩塌可能会引起对沿岸地带造成危害的巨大波涛。

Submarine Valley 海底谷地 大洋底部的狭长的、槽形的形态。在各种类型的海底谷地中，海底峡谷是人们所最熟悉的和分布最普遍的。分布在大陆架上的谷地被称为陆架河床，是注入海中的河流或陆地上的谷地的延续，同时另一方面又与海底峡谷相衔接，深度只有几十米，基本上与邻近的海岸相垂直。三角洲前沿槽谷和坡谷是和河成三角洲联系在一起。三角洲前沿槽谷是比较宽广的 U 形谷，从三角洲经过陆缘延伸。坡谷是海底谷地中的最小的一种，是在迅速向前伸延的三角洲的不稳定的斜坡上发生的突然跌落作用形成的。冰川槽谷是宽谷，深有几百米，是在更新世期间冰川的推进在大陆架上雕刻出来的。断层谷是狭窄的深而直的谷地，正象它的名字所表明的，是由地壳中的断层活动形成的。

Subsequent Stream 后成河 或称后生河、次生河。水流顺着某些因岩型、断层、节理、片理而不耐侵蚀的路线行进。倾斜的或经过褶皱作用的岩层上的水流，容易成为后成河。水流顺着松软的页岩和湿润地区的石灰岩岩层侵蚀，剩下的坚硬岩层便变成山脊。这种河流很善于适应下垫的岩层和地质结构。

Subsurface Water (或 Underground Water, Subterranean Water) 地下水 地表底下的任何水分都包括在内。这种水分大都在风化层 (Regolith) 的颗粒和碎块之间，以及基岩 (Bedrock) 的裂缝、通道、空穴和其他孔道中。地下水向下可达到数千米的深处，这种地方压力太大，一切孔道全行封闭，地下水也就到此为止了。

地下水在世界很多地区都有很大的经济意义。有人调查过，1965 年，只是美国一国，每昼夜抽取的地下水就有 2300 亿公升 (等于 610 亿加仑) 之多。以这么多的水供工业、灌溉和日常生活使用，占美国总用水量的 20% 左右。

在地质上地下水也极其重要。地下水作为一个侵蚀营力，把矿物质加以溶解，运送，把它们沉积在沿途经过的岩层中，或者带入江河，再转入海洋。这么一来，在整个地质年代中，海洋的盐分就越来越多。在海中，有些溶解的矿物质被动物、植物吸收，成长硬质部，动植物死后，这些硬质部又形成海成岩。

老的岩石就这样依靠水的作用产生出较年轻的岩石。岩石的风化一部分是由地面水的渗润作用和来自地面的气体溶解而促成的。地下水所含的矿物质在尚未固结的沉积层中到处沉积，沉积层因而逐渐变硬，然后成为沉积岩。石灰岩中的洞穴以及洞穴中的钟乳石、石笋和某些矿体，也都是在地下水的运动中产生的。

降水是地下水最重要的来源。降水落到地面以后，先是蒸发，然后顺地下进入江河和海洋，或者渗入岩层，使地下水得到补充。有些地下水能涌出地面为泉 (Spring)。

地下水分为三类：天落水、原生水和岩浆水。来自雨水、融雪水和融冰水的叫天落水 (Meteoric water, meteoric 由希腊语构成，原意为“高空”)；沉积过程中蓄存在颗粒和碎块间的水叫原生水 (Connate water)。沉积物即使已硬结为沉积岩，其中仍能保存一部分原生水。这种水分在地质学上

虽然不无意义，但从量上说就比天落水少得多了。海相沉积中的原生水太咸，农业和日常生活都无法利用。从油井中抽出的咸水，一般都认为是原生水。美国肯塔基州的含盐点 (Salt lick) 在美国早期历史中对印第安人、拓荒者和牲畜所以那么重要，就是因为有含盐分的水在这种地点向地表运动，倒不是因为埋藏有什么盐矿。当岩浆向上涌溢或冷却时，从里面挤出的水分叫岩浆水 (Juvenile water)。有些岩浆水会进入大气或水圈中；有些仍滞留在岩石中。从量上说，岩浆水目前没有多大重要性。参见 Water Table [潜水面] 条。

Sulfate 硫酸盐 硫酸盐是含硫酸根 (SO_4) 的化合物，硫酸盐矿物很多，但是只有少数几个是常见的，如，重晶石、天青石、硫酸铅矿和硬石膏，为无水硫酸盐，石膏、明矾、胆矾 (硫酸铜)、泻利盐，为含水硫酸盐。

Sulfide 硫化物 硫化物是一大类矿物，其中硫和一种或一种以上的金属化合。硫化物是未经氧化的物质，即不含氧的，相反，硫酸盐是经过氧化的物质，硫化物是一类重要的矿物，因为其中有许多是一般金属，如铜、铅、锌、镍、汞、钼和钴的矿石。

Sulfide enrichment 硫化富集 硫化富集是硫化物矿体通过形成次生硫化物而富集的现象，或者是由于被含有金属更多的硫化物交代的现象。黄铁矿和黄铜矿被辉铜矿交代就是一个例子。参见 Secondary Enrichment [次生富集作用] 条。

Sulfur 自然硫 自然硫是硫元素以自然状态存在的矿物。硫在硫化物和硫酸盐中含量很富。但是很长一段历史时期中，自然硫是这个元素的主要的大宗来源。自然硫曾被叫做火烧石，因为，它能着火，有一种蓝色的火焰，形成二氧化硫，它是一种有窒息作用的，有臭味的气体。这些特点和黄色可将硫与其他矿物相区别。

自然硫常常出现在火山口边或火山口附近，它是由火山喷气放出的气体形成的。在墨西哥、夏威夷、日本和阿根廷有些火山形成的自然硫是一种重要资源。在智利，海拔 5800 米的火山峰上开采自然硫。自然硫还可以由造硫细菌的作用于硫酸盐而形成。在第三纪石灰岩中，与硬石膏和石膏共生的自然硫的成因就被认为是这样的。这种类型的自然硫最有名的产地是西西里吉尔根蒂附近。在那里开采，并生产很好的结晶硫已有数百年了。在得克萨斯和路易斯安纳州盐丘的岩盖中找到的自然硫也有类似的成因。在那里，自然硫和硬石膏、石膏和方解石共生，硫在地下几十米的深处，用弗拉希流程提取。在墨西哥湾里，距海边几公里，有些这样的矿床，从二十世纪初开始，就是世界上主要的自然硫产地。

Sunstone (或 Aventurine Oligoclase) 日光石 日光石是更长石的一种变种，其中包含有赤铁矿的包裹体，产生一种金黄色的闪光。

Supergene 浅生作用 浅生作用是由下降的溶液而形成金属矿物的作用，相反，深成作用是指上升溶液的成矿作用。

Superimposed (或 Superposed) Stream 叠置河 这种河流本来流在上覆沉积层上，后来又向下切进耐蚀岩层中。也就是说河流在上覆岩层中奔流，然后切入下垫的岩层，但仍保原有的河道，没有移动。美国格林河 (Green River) 切进厚厚的第三纪沉积盖层，再叠置在它经过的犹他州的尤因塔山 (Uinta Mountain) 中，就是一例。在落基山这样的例子还有很多，其中的叠置河，塑造出不少风景如画的峡谷。参见 Antecedent Stream [先成河]

条。

叠置河图 a 表示一条河流在一地下构造的沉积物上流动。图 b 为河流已侵蚀表层沉积物而接触到地下褶皱构造。图 c 是当这条河侵蚀下切耐蚀强的岩层而到达褶皱层，其山脊为砂岩组成，河流仍保持原来的河槽不变。

Supratidal Zone 潮上带 海洋环境的最靠近陆地的部分，紧挨着潮间带的一条狭窄地带。这一地带只是在风暴时，才被海水淹没，或者潮间带的浪花可能向这里飞溅。在这里生长的植物有某些能忍受长期干旱的蓝绿藻。

Surveyor 探索者号 一系列在月面登陆的不载人的空间飞船。每一个探索者号飞船都载有一台电视摄像机和一架小的电动蒸气铲土机，它们都可以在地球上遥控。主要的科学发现是：月面上满布环形坑，它们可以小到探索号的电视摄影机的分辨率之下，即小于 1 厘米。由此得出结论，认为即使不是全部，也是多数环形坑都属冲击成因。在最后三次飞行期间所做的阿尔法粒子散射实验提供了月球物质的最早的化学分析数据，它们与后来取回的样品的分析结果基本一致。

Suspended Load 悬移质 被河流携带着悬浮在水中的固体碎屑。主要是一些比推移质 (bed load) 更细的物质。被作为悬移质输送的微粒，沉降速度小于河流的侵蚀速度。悬移质的多少，取决于其中颗粒的大小和重量、河水的沉降速度、比重和湍流情况。悬移质的分布，随着与河底的距离而有所不同。靠近河底，密度最大。一般地说，悬移质中的砂粒，越近河底越多；但粉沙的垂直浓度，似乎没有什么变化。悬移质和流量的关系极为密切。流量越大，挟带的悬移质越多。

Syenite 正长岩 一种主要由微斜长石或正长石组成的深成岩。通常有普通角闪石和/或黑云母以及少量斜长石。或者可能还有石英或者霞石，但数量不超过 5%。普通副矿物是磷灰石、榍石、锆石和磁铁矿。

Sylvanite 针碲金银矿 针碲金银矿是一种金和银的碲化物矿物。是这些金属的矿石矿物。在西澳大利亚卡尔古利、科罗拉多州的克里普尔克里克，针碲金银矿和金的碲化物共生，是重要的矿石矿物，除了在这些产地外，它是罕见的矿物。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Syncline 向斜 地壳外层中向下褶曲的构造。在最简单的向斜中，组成两翼的岩层从该向斜的弯曲中心向斜上方分开。在切过向斜的横剖面上，在地表由一翼至另一翼，先见较老岩层，以后岩石变年青而接近向斜中心位置。

Synclinorium 复向斜 宽度至少达几公里的大型向下褶曲构造。这种褶曲的两翼并不像简单向斜那样平滑，而是由一系列较小的褶皱所组成。在阿帕拉契之西并与它平行的地方，地壳岩石变形为这一类褶曲构造并被称为阿勒格尼 (Allegheny) 复向斜。

System 系 比界小的一个时间地层单位，是指在地质时代的一个纪中形成的岩石。象纪一样，多数的系的名称也来源于它们首先被研究与描述的地区，不过少数的系的名称也依据与其典型地区的岩石共生的一些显著的特点来命名。例如白垩系 (Cretaceous System——来自拉丁文 Creta，其意思是白垩)，是因为沿英国与法国之间的英吉利海峡分布的白垩纪地层具有白垩质的性质而定命的。

Systematic Joint 同系统节理 与另一个节理相平行的一个节理。

Taconite 铁燧岩 铁燧岩基本上是由细粒石英、铁的硅酸盐和铁的氧化物组成的低品位铁矿石。它含有 25%~30% 的铁并且可以作为初级铁矿石以便进一步从中获得高品位铁矿石（含 50% 或更高的铁）。由于高品位矿石接近于耗尽，铁燧岩作为供给钢铁工业高炉铁矿来源显得愈来愈重要。在美国铁燧岩正被大规模地开采并通过把铁矿物与无用的氧化硅分开以“提高品位”。每年用这种方法“制造”的近于纯的赤铁矿和磁铁矿超过 5000 万吨。虽然这种工艺是昂贵的，但富集的铁含量超过 60% 而且可以考虑作为不久将来的铁矿的后备资源。

Talc 滑石 滑石是一种含水的镁硅酸盐矿物，是一种最软的矿物，有油脂或肥皂的滑感，滑石粉有很多用途。爽身粉是最熟悉的了。磨细的滑石还用于颜料、陶瓷、橡胶、杀虫剂、铸造砂模的打光粉的掺合料。块状滑石（即皂石）的使用是比较少的，如实验室的桌面、配电盘以及卫生设备。滑石是一种次生矿物，是由镁质硅酸盐，如橄榄石、辉石、角闪石蚀变而来的，它是低级变质岩的特征矿物，是滑石片岩的主要成份。如块状的皂石，整个岩石几乎完全是由滑石组成。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Talus (或 Scree) 岩屑堆 从悬崖脚下或陡坡上滚落下来的石块聚集在一起堆积，便称作岩屑堆。石块能堆积起来的斜坡的坡度是能使物质保持静止不动的角度（ 25° — 30° ）。有裂缝的岩石以及冰冻作用都有利于岩屑堆的发育。当岩石中的裂缝很密集时，则形成的石块就较小，若岩石中的裂缝稀疏，形成的石块就大一些。当石块落到坡地上时常常已破碎，向坡下滚动时大块较小块滚动速度快。当岩石的碎块沿着长长的悬崖底部堆积的高度相同时，就成为岩裙，而如果在某一点上比其它地方堆积更为迅速时，就形成岩锥。如果悬崖非常高，那么悬崖底部的岩屑堆可高达几百米，例如加拿大的冰碛湖、美国俄勒冈州火口湖以及国家冰川公园中的岩屑堆就是如此。不过在紧靠刚刚爆破后的公路道口下方岩屑堆高度只有几米了。如果岩屑块太大，或正在迅速堆积之中，那么岩屑坡上是没有植物可言的；不过要是岩屑块堆积很慢，特别是岩屑堆形成过程已不再进行的话，那么就会出现植物。岩屑堆的固结就形成岩屑角砾岩。

Tantalite 钽铁矿 钽铁矿是铁、锰、钽的氧化物矿物，是钽的主要矿石矿物，是铌的次要矿石矿物。纯的钽铁矿是少见的，常常有些铌，与铌铁矿是一个系列，铌铁矿是矿物系列另一端成员。当纯的时候，钽铁矿的比重是 7.9，随铌含量增加而减少。钽铁矿可以根据很高的比重、黑色和一组完全的解理辨认出来，钽铁矿和铌铁矿产在花岗岩及有关的伟晶岩中，与黑钨矿、锡石、细晶石共生。钽是抗酸腐蚀的金属，用于化学装置上，外科手术的胛骨固定片和缝针，用在电子管中和工具钢中。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Tarn 冰斗湖 冰川在沿途各个地点的侵蚀程度的不同而形成的基岩洼地中的小湖。冰斗湖通常分布于由冰川作用形成的称为冰斗的洼坑的底部。位于同一条冰川谷中并由同一条河流联系起来的几个成串的冰斗湖称为串珠湖，因为它们像一串念珠。

Tar Sand 焦油砂 参见 Energy Resources [能源] 条。

Tectonics 大地构造学 地球科学的一个分支,探讨在地球表面或近地表的巨型构造形态。与构造地质学一样,从事大地构造学研究的地质科学家,感兴趣的是地球构造的分类,以及更为重要的是研究成因模式。参见 Plate Tectonics [板块构造] 条。

Tectosilicate 架状硅酸盐 所有四面体的四个氧离子都和另外的四面体共有的一类硅酸盐叫架状硅酸盐。硅氧比 $\text{Si}:\text{O}=1:2$,如在石英 SiO_2 中一样,重要的长石族矿物,似长石族矿物和沸石族矿物属于架状硅酸盐。在架状硅酸盐中,硅被铝代替,于是,虽然硅和氧的比值不是 $1:2$,但是硅加铝对氧的比值仍然是 $1:2$ 。参见 Silicate Structure [硅酸盐结构和分类] 条。

Tektite 熔融石(玻陨石、雷公墨) 几乎全部由玻璃组成的小的球状体。熔融石的精确可靠的成因还不清楚,许多权威人士认为是陨石。

Telluride 碲化物 碲化物是碲和一种或几种金属的化合物,主要的碲化物是碲金矿和碲金银矿。

Temperature 温度 一般说来,温度是指用温度计对一个物体的热的程度或冷的程度的度量。测量温度的温度计有好几种。开尔文温度计(缩写为“K”)是科学工作中使用很普遍的一种。开氏温度标度是用一种理想气体来确立的,它的零点被称为绝对零度。

根据动力学理论,当温度在绝对零度时,气体分子的动能为零。为了方便起见。开氏温度计的刻度单位与摄氏温度计上的刻度单位相一致,也就是说,开氏温度计上的一度等于摄氏温度计上的一度,水的冰点摄氏温度计为 0°C ,开氏温度计为 273.16°K 。

由于地球是球形的,射入的太阳辐射的分布取决于纬度。在低纬度地区接收到的热量要比高纬度地区多,结果使赤道地区和极地地区形成显著的温度差别。赤道地区和极地地区的温度差异为大气环流提供了能量。由于射入的太阳辐射的分布是随纬度而变化的,因此地球表面的温度的分布大致上是呈和纬度相平行的带状。但是,温度的带状分布型式又受到地球表面特征的极大改造。冬季陆地上的等温线明显地向赤道方向弯曲,夏季则向极地方向弯曲。大洋中的温度在全年基本上保持不变;陆地上的情况却与此相反,温度随季节而有显著的变化,在夏季温度很高,而冬季温度却很低。

陆地和海洋之间在温度上之所以存在着季节性的差异,是由于陆地和水体接收太阳辐射的方式不同。在陆地上,射入的太阳辐射只是被地面非常薄的一层所吸收,因此迅速变热。由于土壤的热容量(使1克物质温度升高一度所需要的热量)比水的热容量小,所以土壤增温的速度要比同样厚的一层水快。水的热容量非常高,使1克水的温度升高1度所需要的热量能使1克干燥的砂土的温度升高4度或5度。而且,太阳光线只有很少一部分消耗在使水面变热,大部分却是穿过水面射入水中可达100米深。通过水的混合作用,还可以进一步把热量向下输送,同时,通过洋流还把热量向极地方向输送。因此,大洋吸收热的能力要比陆地大得多。

陆地和海洋之间温度的强烈的反差形成了季节
温度

一月份的平均等温线反映出北半球的陆地对气温的明显的影响。北半球陆地占39%,而南半球陆地只占19%。

性环流,又称之为季风。季风在南亚和亚洲东部地区特别强大。但是季

风也出现于其它热带沿岸地区。

Tennantite 砷黝铜矿 黝铜矿—砷黝铜矿系列中的砷端元矿物。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Tensile Stress 张应力 参见 Tension [张力作用] 条。

Tension 张力作用 在一个使固体发生破裂（如果它超过了固体的破裂强度）的方向上作用的力。每单位面积上的张力称为张应力。它以每平方英寸上的磅数或每平方厘米上的牛顿数来计算。在地表或近地表的岩石是易于破裂的脆性物质，它对于张力引起的破坏作用只有很小的抵抗能力。如果张应力大于它所作用的固体的强度，破裂将在垂直于作用力的方向上发育。许多岩石露头中的破裂是这种张力造成的。诸如砂岩之类的岩石可被每平方厘米 70 牛顿的张应力所拉开。

Tephrite 碱玄岩 一种主要由富钙的斜长石（但含有一些霞石或白榴石）组成的火山岩；一种似长石玄武岩。

Terrace, Elevated Marine 上升海成阶地 海蚀崖以及在它前面的浪蚀阶地上升到海平面之上后形成的阶地。上升的原因可能是地壳运动，也可能是海平面降低或两者兼而有之；不过，如果沿着海岸从一个地方到另一个地方，阶地的高程变化很大，那么其上升的原因必定是由地壳运动引起。在某些沿岸地带还可以看到一组阶地，象一个巨大的楼梯，每一级阶地就好象一个台阶。在美国加利福尼亚州南部的帕洛斯·弗迪斯丘陵地区有一组阶地，高出海面 400 米，共有十三层之多。形成这些阶地的地壳上升运动的时间相当晚，因而台地上的海生贝壳类与生活在临近的大海中的是一样的。

在美国的俄勒冈州沿海以及智利、秘鲁和新西兰沿海地带，在直布罗陀以及太平洋岛屿上都有发育特别完好的上升海成阶地。这些海成阶地表明了从前的海平面的高度。

Terrace, Wave-cut (或 Wave-cut Platform or Bench) 浪蚀阶地，浪蚀台地，海蚀台地 由海浪和沿岸海流的活动的联合作用或在沿岸海流的单独作用下所造成的一种位于沿海地带的半水下陆地。海成阶地有两种，一种是浪蚀阶地，二是浪积阶地。浪蚀阶地是在基岩或风化层上开凿而成的。浪积阶地是由松散的沉积物组成，而这些松散沉积物是从浪蚀阶地的外侧滚落到较深的水中引成的。

浪蚀阶地是海蚀作用沿水平方向向陆地进行侵蚀的结果。海蚀作用所及于的高度等于波浪运动的最高位置和最低位置之间的距离。在高于波浪活动上限的海蚀崖上裸露的基岩或风化层，会被陆地上的侵蚀过程带到波浪能达到的地方并能被波浪带走。浪蚀阶地的阶地面向着海洋倾斜，因为近海的一侧要比靠近陆地的一侧更古老些，被磨蚀的时间更长，因而也就更低一些。不过，大浪较之小浪在破碎后溅得更远，当然对阶地地面的侵蚀能力更强。阶地面在高潮位时可能完全被水包围，然而在低潮位时则有一长长的条带形陆地露出水面，可宽达数十米。靠近海蚀崖的底部常常堆积起海滩。位于海岸以外那部分海蚀阶地，在一些地方可能是光秃秃的，不过在某些地方却有海相沉积物。海蚀阶地上可能有浪蚀岩柱兀立其上。在沉积岩的硬度存在着差异的浪蚀阶地的阶地地面上，可以看到有凹地，凹地中有小水塘，还可以看到一系列小鬃丘，鬃丘之间有小的侵蚀谷。

浪蚀台地的宽度取决于岩石的抗蚀能力、波浪力量的大小以及波浪作用的时间等。浪蚀台地窄者可能只有一米宽，宽者可达数百公里。在秘鲁沿海

可看到宽达 15—25 公里的升高了的浪蚀台地，在北海（North Sea）的赫尔戈兰岛周围的一个浪蚀台地在某些地方可宽达 25—30 公里。过去人们认为海蚀过程最终能把大陆夷为平原。不过在今天人们已认识到，海平面也在不断发生变动，海蚀作用也是自我限制的过程。随着浪蚀台地的变宽，海蚀作用也就减小了。在受到过严重海蚀作用的海岸地带都可见到海蚀阶地，例如美国加利福尼亚州、俄勒冈州以及华盛顿州的沿海地区，英国沿海地区以及赫尔戈兰周围都可见到。参见 Terrace, Elevated Marine [上升海成阶地] 条。

Terra Rossa（意大利语）红土 粘土质的红色风化壳，是由在地表或近地表的石灰岩溶解时，其中不溶性的杂质就堆积起来，形成的残留在地面的红色沉积物。地势平坦有助于红土的堆积。许多地方的石灰岩上都覆盖有红土，它填塞了石灰岩节理和其中的漏斗状的落水洞。因为红土通常是在白色或灰色石灰岩上形成，而这些岩石显然是不包含红粘土的。由此可知红色是由于从石灰岩中分离出来的铁等矿物的氧化所造成的。在这一点上，红土类似热带的砖红壤。南斯拉夫的喀斯特地区是典型的红土地区，这里的红土是覆盖在白色的石灰岩之上。

Terrestrial Radiation 地面辐射 从地球表面辐射出去的全部红外辐射称为地面辐射，有时又称为地球辐射。气象学家把地面辐射和大气辐射区别开来，地面辐射是从地面辐射出来经过大气层传播的红外辐射，大气辐射是由大气层辐射出来的红外辐射。整个地球的热量平衡是由到达地球的太阳辐射（称为入射辐射）、大气辐射和地面辐射决定的。

Terrigenous Sediments 陆源沉积物 深海沉积物中的重要的一类群。它是由从陆地上侵蚀来的物质构成的。

Tertiary Period 第三纪 新生代的最老的一个纪，始于距今 6500 万年前，大约延续 6300 万年。名称的意思是“第三个衍生期”，这是沿用 18 世纪对地层划分为四个大时期的分类命名。习惯上将这个纪分为 5 个持续时间不等的世，从老到新为：古新世、始新世、渐新世、中新世和上新世。它们的名称是根据现代海洋无脊椎生物种属在第三纪化石中占的比例命名的。因此，根据提出这个系统的查尔斯·莱尔爵士的意见，始新世（意思是“现代的拂晓”）有比更新世（译为更为现代）较少的现代物种。在另一种分类中，将第三纪看作一个代，其中的前三个世构成老第三纪而后两个构成新第三纪。

第三纪岩石大都由固结不紧实的非海相和海相沉积物组成，其中有些含很多化石。主要的岩石划分最早是在欧洲建立的，那里第三纪岩石有广泛的分布，易于研究和分类。在一些构造舒缓的盆地，如伦敦盆地、巴黎盆地与维也纳盆地中第三纪有最好的发育。意大利、法国南部、比利时、荷兰与德国也有很著名的第三纪沉积。非洲北部有海相第三系岩石，而在南美洲南部则有广泛分布的第三纪沉积。

在新西兰和东印度群岛，第三系以海相、非海相和火山岩的组合为特征，而在澳大利亚则有广泛的火山活动的证据。

在北美洲，第三纪岩石在从下加利福尼亚到阿拉斯加的太平洋沿岸的窄带中出现。它们多数是海相成因的，这些岩层很厚而且是强烈断裂与褶皱的。

在大西洋沿岸带平原，第三纪岩石的露头从新泽西州延伸到佛罗里达，并沿墨西哥沿岸平原继续延伸到墨西哥。它们既有海相的，也有非海相的，而在得克萨斯州和路易斯安那州的沿岸平原有特别大的厚度。有些地方，地

层被圆柱状盐颈刺穿，它们使岩石向上拱起形成盐丘，而盐丘可以与石油和天然气相伴生。在北美大陆内部，南从得克萨斯州以北的俄克拉荷马州到加拿大的阿尔伯达大平原区中，在从新墨西哥州到萨斯喀彻温省的落基山区，以及爱达荷南部、俄勒冈东部和内华达州的大盆地区，存在着非海相沉积。这些地层与南达科他州的巴德兰兹、犹他州的布赖斯谷国家公园的优美景色有成因关系。它们也是许多猛犸象化石的来源，并揭示了第三纪生物性质的许多情况。

北美洲西部有相当多的第三纪火山活动的证据。熔岩、火山灰和其他类型的火成岩覆盖了 78 万平方公里以上的面积，并出现有象沙斯塔山和胡德山之类的火山峰。拉森峰和雷尼尔山也是这种火山作用的产物。俄勒冈州、华盛顿州、爱达荷州和内华达州的哥伦比亚河与斯内克河流域地区，巨大的熔岩高原是由无数彼此叠覆的熔岩构成的，覆盖了 52 万平方公里的面积，厚度数百米。从第三纪中期（中新世）开始在地球上许多地区发生地壳运动并逐渐加强，持续到第三纪末。喀斯喀特造山运动是隆起作用达到顶峰的时期，它是导致亚洲的喜马拉雅山、欧洲的阿尔卑斯山、加利福尼亚和俄勒冈的海岸山脉以及华盛顿州和俄勒冈州的内华达山脉抬升的一期造山运动。

第三纪的气候比起现在的气候来，更为温暖、湿润而且较少变化。在第三纪早期，热带和亚热带气候远远延及加拿大北部边界，在稍后的时期内大平原地区则呈现出干旱境况。趋近第三纪末，气候逐渐变冷，预示着更新世最早的冰期即将来临。

由于第三纪生物很象第四纪时期，这两个纪的植物和动物都在新生代的条目下阐述。南美洲、东印度群岛、中东、苏联、加利福尼亚和路易斯安那州与得克萨斯州的墨西哥湾沿岸地区都产出大量的石油。墨西哥湾沿岸平原的盐丘产出岩盐，也产出石油。在蒙大拿州、怀俄明州、俄勒冈州及华盛顿州都有在第三系中采煤的矿山。第三纪早期（始新世）的绿河组是油页岩的重要来源，美国的落基山地区、墨西哥、秘鲁、玻利维亚在第三系地层开采铜、金和银矿床。在马里兰州、弗吉尼亚州和加利福尼亚州第三系地层中产出硅藻土。

Tetragonal System 四方晶系 那些有单的四次对称轴的晶体属于四方晶系。四方晶系的单形是以三个相互垂直的轴为参照系的。三个轴中两个轴是等长的，第三个轴是与四次对称轴一致的，不是较其他两轴长，就是短。

Tetrahedrite 黝铜矿 黝铜矿是一种铜、锑的硫化物矿物，通常产在矿脉中，与铜、银、铅和锌的矿物共生，黝铜矿常含有一些砷，并随砷的含量增加，向砷黝铜矿过渡，砷黝铜矿是固溶体的砷端成员。这两个矿物的产状、四面体的晶体外形和物理性质都很相似，以至不用化学方法就不能区别它们。虽然，铜是主要的金属，但是，铁和锌常替代铜。在含银的变种，银黝铜矿中，银含量可高达 18%，使这矿物成为一个有价值的银的矿石矿物。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Tetrahedron 四面体 四面体是等轴晶系中，由四个和三个轴截距相等的晶面组成的单形。几何学上完整的四面体，每个晶面都是等边三角形。

Thalweg (或 Talweg) 深泓线 (最低谷底线) 即河道最深点的连线。作为谷底的轴线，又可称为最低谷底线 (Valley thalweg)。河流的中泓线通常都是弯弯曲曲的。在多曲流的河流中，中泓线都会越过河流最易改变曲

道方向的那些点，偏向弯曲段的外岸。

Thecodont 槽齿类 已经灭绝的一类爬行动物。模样和喙头目近似。很多都是陆生，但也有生活在河湖中的。槽齿类数量不多，变种也少，而且仅只生存于一个地质时期——三叠纪内。不过，尽管在地球上没有活动多久，在生物演化史上却十分重要，因为鳄类、恐龙和翼龙，都是从槽齿类演化而来的。参看 Fossil Reptiles [爬行动物化石] 条。

Therapsid 兽孔目 和哺乳动物相似的爬行动物。曾经在陆地上生活得很好。这类爬行动物的遗体，虽然并不是很重要的标准化石，但研究它们可以获得有关哺乳动物起源的信息。这些爬行动物最早出现于中二叠纪，并一直生活到中侏罗纪。参见 Fossil Reptiles [爬行动物化石] 条。

Thermal Conductivity 热导率 在特定时间内所能穿透过特定厚度的物质的热量。对岩石而言，热导率用毫卡/厘米·秒·度(°C)表示。已经测出了不同岩石的热导率，其值在 3 到 15 毫卡/厘米·秒·度之间。

Thermal Spring (或 Hot Spring) 温泉 泉水天然增热到摄氏 5°C (华氏 10°C)，或者水温高于当地年平均气温，这种泉就叫温泉。美国西部的温泉大约有 1000 眼，东部大约只有 52 眼。世界各地的温泉，数量就更多。温泉水的溶解力比冷水高，所以其中一般都含有相当多的溶解矿物质。经过水分蒸发，二氧化碳散失、温度下降、藻类及其他生物的新陈代谢作用，以及其他过程，石灰华、氧化硅、明矾、硫磺及其他许多物质便沉积在泉口周围。温泉四周的阶地通常都是由石灰华堆积而成的。黄石公园中的猛犸温泉泉口的坪台是美国最著名和最大的温泉坪。

有人认为，水温或者来自 (1) 地下深处的热火成岩(如黄石公园的温泉是)或 (2) 天落水向地下深处循环时自然增热，然后又迅速上升，所以到达地面后，仍是温的(如美国弗吉尼亚州的“热泉”和乔治亚州的“温泉”)。不过，地壳运动的摩擦，放射性物质的蜕变；硫化物的氧化以及其他化学反应都能产生热，有些地方的地下水就可能是这么变热的。泉如果向外喷射沸腾的水和汽，另称为间歇泉(Geyser)。

Thermocline 温跃层 位于海面以下 100—200 米左右的、温度和密度有巨大变化的薄薄一层。由于在开阔海域，盐度几乎是稳定的，而压力对密度只有很轻微的影响，因此温度就成为影响海水密度的一个最重要的因素。大洋表面的海水温度较高，因此它的密度就比深处的冷水要小。温度和密度在温跃层发生迅速变化，使得温跃层成为生物以及海水环流的一个重要分界面。

Thermohaline Current 温盐海流 海水在空间上存在着的温度和/或盐度的差异使密度发生变化进而导致深层海水的缓慢运动称之为温盐海流。表面风对于 100 米左右以下深度的海水环流所起的作用微乎其微，而海水温度和盐度的变化则足以使海水密度产生差异。海水密度的差异使得产生了密度梯度，导致海流的形成。这种方式产生的海流流速非常慢(每年只有若干公里)，只有通过特殊的手段才能发现这种海流，也就是通过把不同深度的水团的温度、盐度和氧含量表示在图上，才能发现它的存在。参见 Density Current [密度流] 条。

Thin Section 薄片 在矿物学研究中，岩石和矿物切成的薄片，贴在玻璃上，然后磨到非常薄，通常是 0.03mm 左右。在这种薄片种，大多数矿物透明或半透明，它们的光学性质可在透射光偏光显微镜下研究。薄片还提供

研究岩石中矿物之间的结构关系的重要方法。

Tholoid 火山口堆积穹丘 在火山口或破火山口内形成的一种堆积穹丘。

Thunderstorm 雷暴雨 雷暴雨是一种局部性的暴风雨，并且总是和积雨云联系在一起，还伴随有闪电和雷。典型的雷暴雨表现为一阵暴风骤雨，偶而还有雹。

雷暴雨区的直径通常只有几公里，但是也观测到直径达 50 公里的雷暴雨区。规模较大的雷暴雨，云层向上伸延的高度达 15 公里以上，可能具有好几个垂直对流系统，每一个对流系统有一个强大的上升气流和下沉气流，这些就是雷暴雨的特点。在热带辐合带，由于两个半球的贸易风在此相会，空气做上升运动，因此，雷暴而非常频繁，产生了大量的能量，推动着大气环流的运行。根据一些热带地区气象站的报导，一年之中观测到的雷暴雨多达 300 次以上。在任何一个时刻内，整个地球上都有着 2000 个以上的雷暴雨在发展之中。一般认为，雷暴雨维持着大气层的电场。但是，这一点还没有得到证明。

雷暴雨实质上是一种对流现象。在这一对流现象中，水蒸汽的凝结起着非常重要的作用。由于水蒸汽凝结释放出潜热，为雷暴雨的发展提供了能量。如果一层很厚的湿润空气在克服了大气层的正常的稳定状态而升到足够高度时，就会发展成雷暴雨。因为如果空气被抬升到足够的高度，温度就会降低到足以使凝结作用发生，这样就会有潜热释放出来，使上升的空气能继续保持比周围大气温暖，这团空气就会不受限制地继续上升。最初导致空气上升的可能有以下原因：(1) 太阳把地表面晒热；(2) 冷锋的推进；(3) 空气被迫翻过一个高的地方；(4) 空气的辐合运动，例如在两个半球的贸易风相会的地带。在美国的中部和东部的春季和夏季期间，在冷锋前面的飚线地带能形成强大猛烈的雷暴雨，而且还常常伴随陆龙卷。因为在这种情况下，干燥的空气从西面或西北面移动到湿润的热带海洋气团之上；此时大气层处于潜在的不稳定状态。参见 Clouds [云]；Convective Circulation [对流环流]；Lightning [闪电]；Stability [稳定度] 条。

Tidal Bore 涌潮 象一堵水墙一样冲向河口的极不寻常的规模巨大的潮波。涌潮出现于狭长的港湾和河口湾处，而且只是在涨潮时才出现。当涨潮时，潮波进入窄而浅的河口区并受到河流的顶托，使潮波增高而形成的。涌潮通常不超过 1 米，但是在英格兰的塞汶河 (Severn)，涌潮的高度有 3 米，而中国钱塘江的涌潮高达 8 米。在圣约翰河注入芬迪湾处，也有著名的涌潮。

Tidal Power 潮 [汐] 力 参见 Energy Resources [能源] 条。

Tidal Wave 潮波 由海底地震引起的波长非常长的海中波浪。参见 Tsunami [海啸]。

Tide 潮汐 在靠近海岸地带，海面的逐渐升高和逐渐下降谓之潮汐。有的潮汐具有周期性而且可以预测，如天文潮；有的潮汐不具有周期性，例如由天气现象引起的潮汐就是。天文潮是由于地球、月球和太阳的引力作用与地球的自转运动相结合而形成的。根据牛顿的万有引力定律，这三个天体之间的引力导致水体凸出来。由于地球的自转，使得水体的凸出从一个地方向另一个地方不断的移动，使海面的水位发生日变化。海面变化的型式和变化的幅度取决于地理位置和月球运动轨道的位置。所谓全日潮，是指每一天

的海面变化只是出现一次高水位和一次低水位。所谓半日潮是指每一天的海面变化出现两次高水位和两次低水位。所谓混合潮，是指在一个月球月中，既有全日潮出现，也有半日潮出现。导致海面水位变化最大的潮称之为大潮。大潮每两个星期出现一次，是在地球、月球和太阳排列在一条直线上时才出现，因此，大潮是在新月和满月的时候才出现。小潮是海面变化幅度最小的潮，是在地球、月球和太阳三个天体成直角时出现，也就是月球的位置在月相为四分之一或四分之三时才出现。天文潮在海洋中表现的最明显，然而在小的水体中，也有天文潮，但是在小的水体中，天文潮的潮差很小，不被人们所注意。例如，北美的五大湖区天文潮的潮差只有 2 至 6 厘米。如果在有风吹向海岸的时候，风可能会把海水拥向海岸。在正常风的情况下，风所导致的海水位的升高是非常小的，并且被天文潮所掩盖掉了。然而，在风暴的时候，特别是在有台风或飓风的时候，风暴所引起的潮汐可能使正常的海水位升高好几米，使沿海地带发生破坏性的洪水。

潮汐

在新月和满月的时候，太阳和月球的共同作用形成了大潮（a），出现了高潮水位和低潮水位。潮差（高潮水位和低潮水位之差）非常大。当月相在四分之一和四分之三时，太阳的作用和月球的影响相抵消，导致形成潮差非常小的小潮。

Tiger ' s Eye 虎睛石 虎睛石是一种呈青石棉假像的石英，是一种宝石和装饰品，在交代石棉状的钠闪石时，石英保存了纤维状特征，使这个矿物有一种猫眼性，南非（阿扎尼亚）是虎睛石的主要产地。

Till 冰碛物 来自土被和基岩并直接由冰川冰沉积的物质。冰碛物的特征取决于它所来自的岩石和其他因素。因此，来自页岩的冰碛物主要是由含碎屑很少的粘土和粉砂组成的；而来自花岗岩的冰碛物则是砂质和石质的。但是，一般说来，冰碛物是粘土、粉沙、砂和带棱角的大石块的混合物，是致密的和非层状的，其分选性差。各个岩块的成分是很不相同的；岩块的外表也很不一样，它们可能是棱角状的、磨光的和有擦痕的。有的岩块可重几百吨；其长轴趋于与冰移动方向平行。如果冰碛物来自含有机体残骸的土被，那么它就含有化石。冰碛物不均匀地散布在更新世时期经历过冰川作用的北美和欧洲几百万平方公里的面积上。已测得厚度超过 300 米以上的冰碛物，但是北美洲北部的平均厚度可能不到 6 米。冰碛、鼓丘和其他冰川地形都是由冰碛物构成的。冰碛物可能与泥流、崩积层和火成碎屑角砾岩相混淆，但是具有带棱角状和有擦痕的岩块及其与冰溜湖和层状冰碛的联系，有助于对它的辨认。

Tillite 杂砾岩 一种碎屑岩，它由未经分选的、无层理的冰川沉积物、即杂砾（till）经胶结而形成的碎屑沉积岩。它由直接被冰川沉积的物质和冰川下面沉积的物质组成。典型情况下所含的碎屑是棱角状的并可以有擦痕与磨痕。杂砾岩在古气候学中很有用，因为它可指示冰川气候。在加拿大大部分地区广泛分布的前寒武纪杂砾岩——高干达组是最早为人们知道的冰川证据。另一些杂砾岩沉积见于马达加斯加、南非、南美、澳大利亚和塔斯马尼亚，表明在距今 2 亿年到 3 亿年间气候的巨大变化。

Time-stratigraphic Unit 时间地层单位（或称时间岩石单位 Time-rock Unit） 根据人为的时间界限而不是物理特性所确定的一套岩石。时间地层单位代表在地质时代的特定的一部分时间内形成的地层。时间

地层单位是下列的时间单位（由最长的开始）的地层上的对应物：

时间单位	地层单位
代	界
纪	系
世	统
期	阶

Time Unit 时间单位 地质时代的划分单位。地质时代的最大时间单位是代，例如新生代。代进一步划分成叫作纪的较小的时间单位；纪则进一步划分为世。因此，始新世代表第三纪的较小的部分，第三纪又是更长的时间单位新生代的划分单位。

Tin Ore 锡矿石 参见 Cassiterite [锡石] 条。

Tombolo 陆连岛，连岛沙洲，沙颈岬 把岛和大陆或两个岛连接起来的海滩。有些岛屿被两个陆连岛相连接。如果许多岛屿被连在一起，那么被连在一起的岛屿以及陆连岛组合起来就叫作复合陆连岛或连岛沙洲。在下沉海岸的沿岸地带可看到陆连岛，因为这里岛屿很多。连接直布罗陀山和西班牙大陆本土的海滩，还有连接波特兰岛和英国大陆本土的契西尔海滩都是连岛沙洲。在美国波士顿以北的马萨诸塞州海岸一带有许多陆连岛；波士顿港的楠塔斯基特海滩是一个复合连岛沙洲。

Tonalite 英云闪长岩 英云闪长岩是石英闪长岩 (Quartz Diorite) 的同义语。

Tongue 岩石 岩石建造的一种次级划分。岩石通常具有有限的地理范围，在典型情况下岩石具有这样的岩石剖面：在一个方向上它在不同成分的沉积物之间呈楔状尖灭，而在相反的方向上加厚并成为由类似的沉积物构成的较大的层状体的剖面。

Topaz 黄玉 黄玉是一种铝硅酸盐矿物，是众所周知的宝石。通常是无色的，有少量杂质时可以使其带有颜色，如红色的、黄色的、绿色的、蓝色的或棕色的。虽然，这些颜色中的任一种都能是宝石级的黄玉，常常称为“贵黄玉”，这就意味着需要将它和价值低的黄水晶加以区别。黄水晶与黄玉有相似的颜色，常常用来冒充黄玉出售。黄玉的特征是高硬度 (8)，有一个方向的完全解理。

黄玉产于伟晶岩中，与电气石、绿柱石、锡石、萤石和磷灰石共生。一般来说，有完好的晶形，有些晶体还非常大。第二次世界大战中，寻找石英晶体，在巴西发现一个巨大的、透明的未知矿物晶体有 596 磅重，经鉴定是黄玉，现陈列在纽约市美国自然博物馆中。巴西也产最好的酒黄色黄玉。这个宝石来自强烈风化的伟晶岩和水流磨圆的卵石。其他著名的产地是苏联涅尔钦斯克地区和乌拉尔山的木尔申斯克。木尔申斯克以产蓝色的黄玉晶体而著名。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Topography 地势，地形 是指某一地区或地方地表形态的高度、起伏、大小以及轮廓而言。通常可说地势崎岖不平或平缓，陡峭或平坦，高或低，地势起伏大或小等等。内力作用和外力作用都可影响到地形的形成。因此，地表上各个部分可以用冰川地形、冲积地形、风成地形、火山地形以及其它种类的地形来表示。虽然地球已存在有 40—50 亿年，某些岩石也有 30 亿年了，然而大多数地形可能是在新生代中期或晚期形成的，因此大多数地形存在的时间只有几千万年。地形图上就是用等高线、晕渲、颜色、晕滃以及比

例尺等来表示景观自然形态的高度、起伏、轮廓与面积大小等。

Tornado 陆龙卷 陆龙卷是一种小型的猛烈风暴。它的旋转方向和气旋的旋转方向一样。陆龙卷的形态表现为从一个巨大的积雨云的下部向下伸出一条特殊的漏斗状云，而这块巨大的积雨云常常被称为母体云。这个漏斗状的旋转的旋涡的上部是由小的水滴组成，它的下部在从地面向上的很短的距离内，是由尘埃和碎屑物组成。陆龙卷中心部位的气压比周围大气的气压低达 200 毫巴（约低 20%）。因而，周围的空气便向这个旋转的旋涡进行辐合、并且体积发生膨胀以及进行绝热冷却。陆龙卷中的云正是由于绝热冷却和由此导致的水蒸汽凝结而形成的。

许多观测表明，巨大的母体云旋转的方向和由它垂下去的陆龙卷的旋转方向是一致的。由于积雨云中有强烈的上升气流和下沉气流，因此，人们认为陆龙卷是形成于这样的一团空气之中：这团空气在局部部位有强大的对流、同时又具有和气旋的旋转方向相同的旋转或涡流。在这种条件下，首先导致下部空气向中心部位运动，同时还会使旋涡收拢，使旋涡中心到旋涡边缘的距离缩短，因此，这就导致陆龙卷的风速非常高，每小时可达 450 甚至 550 公里。

有人认为，强烈的闪电可能为空气的向心运动和汇聚提供了所需要的热量。但是，也观察到没有闪电的陆龙卷。据认为，陆龙卷风的最有可能的能量来源是上升的湿润空气所携带的水蒸汽的凝结突然释放出来的潜热。

由于对陆龙卷风内部很难以进行仔细观测，因而有关陆龙卷风的物理特征还有许多问题仍然是不清楚的。有关陆龙卷的规模和近地面处漏斗内的风向，只能根据它的破坏程度和破坏的路径来进行估计。陆龙卷的直径平均只有几百米，在地面上的持续时间平均约为 20 分钟。在美国，陆龙卷通常是沿着从西南向东北这条典型的破坏路径进行移动，它的宽度约为 400 米，长约 15 公里，但是，还有一些著名的大型陆龙卷横扫的宽度达 1500 米以上，所行路径长达 1500 公里以上。

在世界其它地区，陆龙卷主要是出现于澳大利亚，也只是偶而才有发生。很厉害的陆龙卷风只是在美国才经常发生，特别是在美国的中部。在这里，陆龙卷出现次数最多的月份是 4 月、5 月和 6 月。正是在这一地区的一年中的这一时期内，大范围的气象情况才是最有利于陆龙卷的形成。在美国中西部，典型的陆龙卷产生的条件是，在一个正在发展着的气旋的冷锋的前方有从墨西哥湾向北移动的一股暖湿空气，同时在这股暖湿的热带空气的上方有非常干燥的空气。这种情况是潜在的不稳定的。如果暖湿的热带空气被前进着的冷锋向上托起，那么这股被托起而上升的空气就比周围的大气温暖，它就会继续上升，如果在锋的前方的飚线处出现了高耸的积雨云，就会使空气上升的速度加快。虽然最猛烈的陆龙卷是形成于极锋气旋内，但是，陆龙卷也形成于热带气旋之内以及与气旋没有关系的积雨云中。

Tourmaline 电气石 电气石是硼硅酸盐类矿物，有复杂而可变化的化学成份，其不同颜色的变化取决于成份，铁电气石是最普通，数量最多的，是黑色的；镁电气石是棕色的；有锂存在时能形成很淡的颜色，可以是绿色、黄色和蓝色的，无色的比较罕见。这些罕见的含锂电气石，如果是透明无瑕的话可作为宝石，并有各式各样的名称，绿电气石、红电气石、蓝电气石和无色电气石。电气石的晶体常常是拉长的，有时显出从底到顶明显的环带，于是一个单晶在长度 5cm 的范围内，可以从深绿色变红色，变到无色。在别

的矿物里，颜色环带是同心环状，平行延长方向展布的。

电气石在六方晶系中是结晶成低级的对称型，因此，使它的晶体横断面很像一个球面三角形。由于这种结晶习性是很特征的，就用它来鉴定这种矿物。电气石的另一个结晶学特点是没有对称中心，有压电性，如果在晶体的两端施加压力，一端就会带正电，另一端就会带负电。因为，它有压电性，电气石用来制造测量瞬变压力的标准。有一种标准是用电气石片和电极连在记录仪上组成的。记录到的电压是和压力成正比的。有的标准是用来记录巨大的爆炸压力的，例如，来自原子爆炸和海浪对防波堤产生的相对平稳的压力。

黑色的电气石是火成岩和变质岩中的副矿物，但是，它在伟晶岩中最发育和最多。比较罕见的浅色电气石几乎毫无例外地是在伟晶岩中找到的，它们也会牢固地被其他矿物包裹，可见最好的宝石级晶体是伟晶岩的空洞，即矿囊中。著名的宝石级电气石的产地是巴西、马达加斯加和乌拉尔山脉，美国的加利福尼亚州梅萨格兰德和帕拉，缅因州的帕里斯和奥本。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Trace Fossil 痕迹 化石生物遗留在沉积层中的足迹、行（爬）迹、潜穴（钻孔）等遗迹的总称。由浅海沉积物构成的岩层中，痕迹化石特别多。它们显示了生物的生活活动（如行走、爬动、钻孔）情况。研究痕迹化石的学问称化石足迹学（Ichnology）。

Trachyte 粗面岩 一种火山岩，正长岩的喷出相应物。它由碱性长石组成，含有少量黑云母，普通角闪石或辉石。

Tractive Force 推移力 在水文学中，指能推移河床底部疏松颗粒的力而言。需要原初运动的推移力叫临界推移力（Critical tractive force）。这种推移力采用杜勃伊斯方程式（Dubois equation）测定，并受河水的深度、比重和河流坡降的制约。

Trade Winds 贸易风 贸易风是热带地区的一个主要风系。它大致分别位于北纬和南纬 15°C 和 30°C 之间的地带内，也就是位于赤道无风带的南北两侧。在北半球的这一地带内，盛行风是从东北方向吹来的，因此被称为东北贸易风。在南半球的这一地带内，风是从东南方向吹来的，被称为东南贸易风。之所以称其为贸易风，是因为古代的商船是顺着这种盛行风的风向航行的。

Transcurrent Fault 横推断层 一种巨大的、陡倾斜的走滑断层。

Transform Fault 转换断层 由海底的洋脊扩张而造成的一种走滑断层。参见 Plate Tectonics [板块构造] 条。

Transpiration 蒸腾作用 水分通过叶子和植物的其它部分进入大气层中谓之蒸腾作用。在生长季节内，一块玉米地所能蒸腾的土壤水分的量大约等于铺在同一块面积的地面之上 30 厘米深的水层的水量。树木所能蒸腾的土壤中的水分还要多一倍。水分从雪、冰和水的表面直接进入大气中被称为蒸发作用。水文学家和气候学家把土壤中水分由于蒸发和蒸腾作用而减少称之为蒸发—蒸腾作用或总蒸发。

Trapezohedron 偏方面体 偏方面体是每一个晶面都是偏方形（即没有两边平行的四边形）。在等轴晶系中偏方面体，通常是 24 个面的单形。

Traprock 暗色岩 应用于任何暗色，细粒的岩墙或火山岩的术语。大部分暗色岩为玄武质成分。

Travertine 石灰华 一种化学沉积岩。方解石在无机过程中发生溶解，沉积下来便构成石灰华。洞穴里的石灰华表现为由滴石和流石组合成的带状沉积，这里含有碳酸钙的溶液蒸发后的产物。有的石灰华另名粗石灰华（Cakareous tufa），这是一种轻的粗结晶的海绵状石灰岩，是泉水、小河和潜水蒸发后沉积下来的。

Tree Mold 树模 树模是熔岩流中的一种柱状空洞。这种空洞是裹着树木的熔岩冷凝以后出现的。树木可能被全部烧掉。否则也会逐渐腐烂。凡是熔岩冲入森林的地方，都能发现这种树模。

Trellis Drainage 格状水系 参见 Drainage Pattern [水系型] 条。

Tremolite 透闪石 透闪石是一种含水的钙镁硅酸盐矿物，是角闪石族中的一员。通常含有代替镁的铁，当铁含量大于 2% 时，这个矿物称为阳起石，因此，它是透闪石—阳起石系列中一员，有从纯透闪石无色向富铁阳起石的暗绿色的逐渐连续变化的颜色。

透闪石是纤维状矿物，有时，呈石棉状，作为一种石棉而开采。有时这些纤维紧密地交织在一起，形成一种异乎寻常的集合体，叫做软木状石棉。如果纤维是十分致密的，形成有很强韧性的块体，这种矿物叫软玉，它是玉石中的一种，透闪石常常存在于变质的白云质石灰岩和滑石片岩中。

Triassic Period 三叠纪 中生代的最早的一个纪；始于距今约 2.25 亿年前，持续 3000 到 3500 万年。它的名称来自拉丁文 trias（意思是三），最先由冯·阿尔伯蒂在 1834 年使用。它指的是德国三叠纪岩石呈现出的清楚的重划分，这个系也是在德国首先描述的。在欧洲，法国东部、俄罗斯西部、西班牙、英国和德国有陆相沉积。在阿尔卑斯和地中海地区出现海相沉积岩。在亚洲、澳大利亚、南非和南美洲的某些地区也出露有三叠纪岩石。在北美洲东部，三叠纪建造出现于沿大西洋海岸的一系列长形凹槽里，由新斯科舍到南佛罗里达都有所出现。它们代表非海相沉积，有些地方（例如哈德孙河的著名的帕利萨德）有侵入到沉积岩中的火成岩的证据。北美洲的西部、加利福尼亚州、亚利桑那州、新墨西哥州、爱达荷州、犹他州、蒙大拿州和怀俄明州都是海相沉积出现的地方。海相建造也从阿拉斯加州和育空地区向南延伸到墨西哥。美国内陆的西部，三叠纪岩石大都是陆相成因，它们出现于南达科他州西部、得克萨斯州西北部、新墨西哥州、内布拉斯加州西部和怀俄明州。亚里桑那州的假沙漠的泰尔组以在硅化木森林国家公园保存的巨大木化石而著名。这个纪的结束以中度的隆起为标志，导致北美洲大西洋海岸区三叠纪（和更老的）岩石倾斜并发生断裂；然而大陆西部还没有造山作用的证据。

某些三叠纪岩石（特别是沙丘沉积、岩盐和石膏）表明三叠纪大多数时期具有干旱与半干旱的气候。然而，生长在沼泽区的植物和爬行类与两栖类动物说明某些地区具有温暖的差不多是亚热带的气候。三叠纪的植物与动物比起古生代来更为进化了。但是由于保存条件不利，北美洲的三叠纪生物的记载并不十分广泛。成煤类型的植物在弗吉尼亚州和南、北卡罗来纳州找到。球果树木大量出现，它们的遗体在亚利桑那州的硅化木森林中找到了许多。具有掌状树叶的一类植物——苏铁，在这个时期也是大量的。海相无脊椎动物包括许多菊石、瓣鳃类、腹足类和造礁珊瑚。雷管状的箭石（与现代的鱿鱼有亲缘关系）数量特别大。这个期间脊椎动物明显增加；在海洋里鲨鱼是常见的，而真骨鱼的数量亦有增加。虽然两栖类也是常见的，但是爬行类在

数量上超过了它。爬行类不仅数量多，而且还发育了许多异常的形态。植龙属、半水生的象鳄鱼的爬行类是这个时期的特征。已知的最早的恐龙属是在三叠纪出现的，但是它们与中生代晚期的巨大的爬行类相比是很小的。这些早期种用后腿行走，这是由其骨骼化石和象鸟一样的三趾行迹得知的，这类行迹在康涅狄格谷的某些三叠系页岩中大量出现。海洋爬行动物以两个大类为代表：鱼龙是一种流线型的象鱼的爬行类；蛇颈龙，它具有笨拙的扁平的象海龟一样的躯体和蛇一样的长颈。这两种形态都似乎是由陆地爬行动物下海来的，表现出后来对海洋生活的适应。三叠纪也报道过有哺乳动物，但是究竟它们是真正的哺乳动物，还是二叠纪出现的象哺乳动物的爬行类兽孔目的延续呢，现在还有不同意见。这种争论是由于化石是碎片所造成的。

三叠纪的经济资源是比较有限的，但在德国、南达科他州、怀俄明州、蒙大拿州和内华达州都有岩盐和石膏矿山。少量的煤见于北卡罗来纳州和弗吉尼亚州。在美国东部则开采三叠纪的砂岩（棕色砂岩）用作建筑石料。

三叠纪

该纪因岩石呈现三重划分而得名，始于约二亿二千五百万年前，大约持续了三千五百万年。在此期间恐龙首先出现。腔骨龙（右），属小型兽脚亚目，长2米，骨空心。用后肢支撑身体，能迅速奔走，这有利于捕食及躲避敌害。三叠纪植龙如狂齿鳄（左），大型爬行动物，长达7—8米，生活在河中，以鱼和其它爬行动物为食。

Tributary, Barbed 倒钩支流 以指向上游的角度汇入主流的支流。这和两河汇合的正常方式是相反的。在这种情况下，很容易发生河流袭夺和支流倒流。倒钩支流常见于冰川地区。

Triclinic System 三斜晶系 在结晶学中，这种晶体的形成，是由于三个晶轴都不等长，彼此间出现斜角。在这种晶体中，只有中心是对称的。可是有些三斜晶体，没有任何对称可言。

Tridymite 鳞石英 鳞石英是一种二氧化硅矿物，是其中的一种同质多像变体。鳞石英从870°C到1478°C之间是稳定的，石英是低温稳定型，鳞石英在硅质火山岩中以小的晶体出现。不借助显微镜是不可能鉴定的。在科罗拉多州的圣胡安县的熔岩中，鳞石英是大量存在的矿物。

Trilobite 三叶虫 节肢动物门三叶虫纲的一类。这类已经灭绝的海生节肢动物，曾生活在从先寒武纪到二叠纪的各个地质时期，是寒武系岩层良好的指示化石。团体分三叶而得名。身体是藏在几个质外壳或背壳中的。变成化石的也正是身躯的外壳或背壳这部分。

Tripolite 硅藻土 一种粉末状或土状的硅质沉积岩，它由燧石或富含硅藻或放射虫的硅质石灰岩风化而生成。它是根据在利比亚的黎波里产地命名的，有时也叫作硅藻质土（diatomaceous earth）。硅藻土比重小、多孔、易碎并有磨感。它的颜色可以是白色、灰色、红色、粉色、黄色或浅黄色，它作为结核的表层而存在，或呈厚岩层出现。

Troposphere 对流层 对流层是大气层的最下面的一层。它是根据温度垂直分布的特点而被划分出来的。对流层内温度分布的特点是自下而上递减：从地表面的约15°C到11公里高的对流层顶。或平流层底降到约—57°C（对流层顶的高度随纬度、季节和天气状况而有显著变化）。

对流层中随高度的增加温度降低这一特点显然可以用空气的对流混合来解释，也就是在这一层中空气进行着与周围不发生热量和质量交换的绝热过

程为特点的垂直运动的结果，其中既包括于绝热过程，也包括湿绝热过程。如果空气是完全干燥的，那么，对流层的温度递减率为每升高 1 公里温度降低 10°C 。如果空气是完全饱和的，进行绝热混合的结果会使对流层温度递减率变小，因为空气在上升过程中不断有潜热释放出来。实际上，对流层的空气既不是完全干燥的，也不是完全饱和的，因此，对流层温度递减率则是介于两个极端值之间。还有一个影响温度递减率的因素就是辐射作用。它是一个重要的非绝热过程，也能使对流层的空气变热或冷却。但是，辐射作用在对流层中起的作用并不象它在平流层中是一个起决定作用的因素。

对流层分为三层。(1) 近地面层。这层挨着地面，厚度很薄。在这一层里，风的垂直分布一方面受温度垂直变化所决定，另一方面受下垫面的粗糙程度所决定。(2) 艾克曼层。这是介于近地面层和上面的自由大气层之间的过渡层。(3) 自由大气层。在这一层中，地面的摩擦作用被认为是微不足道的。

Truncated Spur 切断山嘴 位于冰川谷侧壁的三角形面，三角形顶点指向上方。以前的主流河谷被冰川占据和两个支流河谷之间的山脊的前端被冰川侵蚀向后退，便形成这种山嘴。

Tsunami 海啸 Tsunami 是一个日语词汇，表示的是由海底地震引起的波长很长的潮波和海波。海啸的海浪以极快的速度越过辽阔的大洋，可能对距离震源数千公里之遥的海岸地区造成严重的危害。海啸通常发生在太平洋中，因为太平洋周围受地震影响最强烈。1960 年 5 月的智利地震，导致的海啸越过了太平洋，远达夏威夷，根据记录，海啸的海浪高出正常浪高约 4 米。1963 年的千岛群岛地震和 1964 年年阿拉斯加地震所造成的海啸也影响到太平洋的广大地区。在海洋中，海啸的运动可能觉察不出来。在深海中，海啸的波长可达 100 公里以上，但是海啸波浪的幅度（浪高）可能不比大洋中正常海浪高。海啸波浪的性质取决于它所经过的海域的海水深度，当它到达水浅的沿岸地带时，波长减小，浪高则增加（有时浪高可达 100 米）。由于海岸地带海水越来越浅，如果海岸再呈扇形，使海浪向扇形的顶点汇聚，就会使海啸产生可怕的毁灭性力量。

Tuff 凝灰岩 由固结的火山碎屑（直径一般小于 2 毫米）形成的火山碎屑岩。它基本上是固结的砂和尘埃，这些砂和尘埃是由岩浆喷发的液滴固结作用或者由更老的火山岩和非火山岩崩解作用而产生的。由于岩浆的化学成分不同，凝灰岩的颜色也就各不相同，从白色至黑色。凝灰岩按照岩类学成分来分类——例如，流纹岩质凝灰岩、玄武岩质凝灰岩；也可以根据组成物质来分类，例如，富玻璃物质的玻璃凝灰岩；含大量结晶物质的石屑凝灰岩，这些结晶物质由老岩石爆发崩解形成；含有大量晶体的晶体凝灰岩，这些晶体在喷发时漂浮在岩浆中。许多凝灰岩是这些物质的混合物。

火山尘埃可以被携带至很远距离——有时，甚至环绕全球——因而凝灰岩可以有广泛的分布。加拿大育空地区一层凝灰岩覆盖了 52 万平方公里。在美国东部奥陶系岩层中也发现有巨大的凝灰岩层。这些广布的凝灰岩层可用于地层对比。形成凝灰岩的火山砂或尘埃可以落在陆地上、大洋中或湖中。如果落在陆地上，它们常常被流水改造并与非火山沉积物混合，从而形成凝灰质砂岩和页岩。凝灰岩普遍显示很好的呈层性，因为喷发物质在颜色、大小或其他特征上变化大。它也可以含化石。科罗拉多弗洛里桑特附近的中新世凝灰质层，是世界上最著名的化石昆虫产地之一。这些昆虫显然是从大气

圈中飘来的，并被落到湖中的火山尘掩埋。

Tuff, Welded 焊接，凝灰岩 参见 Ignimbrite [熔结凝灰岩]，Welded Tuff [焊接凝灰岩] 条。

Tundra 苔原，冻原 主要是指分布在欧洲、亚洲和北美洲的北极低洼地带的寒冷的无树平原而言。苔原的植物是一些地衣、苔藓、草类、藁类以及矮小的灌木；动物有各种驯鹿、麝牛、北极狐，在海岸附近还有北极鹿。苔原的地面是一层深色的潮湿的腐泥土下面覆盖着永久冻土。这里由于纬度高，又靠近冰冻了的北冰洋面，气温很低；因蒸发量小，又缺少排水渠道而很潮湿。

Turbidite 浊流沉积物 由浊流 (turbidity currents) 沉积的物质谓浊流沉积物。浊流沉积物通常是由颗粒较粗的物质组成，也就是相对于在这些物质沉积的环境中的正常情况下所应当沉积的物质的颗粒来说，是较粗的。实际上，所有深海中的砂子都是由浊流带来的沉积物。浊流沉积物还有以下特点：沉积物具有逐渐变化的层理（粗粒物质在底部，细粒物质在上部）；含有机物质以及具有沉积物结构的其它各种特点。

Turbidity Current 浊流 密度流的一种类型，是由水中悬浮的泥沙物质造成两个地区之间的密度差异而形成的。在局部水体中悬浮着泥沙物质，使得这部分水体密度较大，在重力作用下，将沿着斜坡向下运动，把邻近的海水排挤走。在大量沉积物被从浅海的大陆边缘地区输送到陆基地区的过程中，浊流起着非常大的作用。地震、火山喷发、过陡的海底斜坡以及其它能使大量泥沙物质处于悬浮状态的自然现象，都能形成浊流。

Turbulent Flow 湍流 水团朝一切方向的混乱运动，同时发生高度的混和与大量碰撞。涡流、漩涡、波浪和“白浪” (white Water) 都是湍流的不同形式。湍流有两大类型：河川流 (streaming flow) 和射流 (shooting flow)。河川流是常规湍流，射流是急流和瀑布水在非常高的流速中形成的。凡水流的密度、深度和速度的总和，远远大于水的粘滞度时，就会出现湍流。参见 Reynolds Number [雷诺数] 条。

湍流

当河流流速增加时 (a)，或河床变粗糙时 (b)，水体因转向而形成漩涡和涡流，以不同的速度向各个方向流动，于是湍流便产生了。

Turquoise 绿松石 绿松石是一种含水的铜铝磷酸盐矿物，因为有少量铜存在而产生引人注目的蓝色到绿色，所以长期以来就作为宝石了。它是次生矿物，在地表或接近地表形成，所以很早被人们所知道，最古老的矿山是在西奈半岛，人们确信早在公元前 3400 年埃及人就开采绿松石，其他重要的产地是中国的西藏、美国的西南各州。至少早在公元 900 年，美洲的印地安人使用绿松石，将它当作财产，直至今日，他们采绿松石琢磨成艺术品和装饰品。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Twin Crystal 双晶 同样物质的两个或几个晶体按一定的结晶学方向平行而位置相反地连生在一起叫双晶。接融双晶是两个晶体沿一个晶面结合而成的。

穿插双晶是，两个晶体彼此穿插，有不规律的接触面。重复双晶是三个或几个晶体按同一双晶律形成双晶。如果连续的这些界面是平面，单个晶体连生形成聚片双晶。如果，界面是不平行的话，就形成轮式双晶。

斜长石就提供了一个聚片双晶的好例子，就是所谓的钠长石双晶，是很

特征的，给出了一个很容易的鉴定方法。环状双晶产生环形的形态，这是由于双晶化后形成的假对称，这是在单斜晶体中不存在的。例如，斜方晶系的金绿宝石和文石，四方晶系的金红石都形成有六次轴的假对称的轮式双晶。

Twin Law 双晶律 在结晶学中，双晶中两个单体之间的关系叫双晶律。双晶可以通过两个方式形成；(1) 双晶匹配中一个单体是通过一个共同平面，即双晶面，反映推导出来的；(2) 双晶中一部分是另一部分围绕一个结晶学方向，即双晶轴旋转推导出来的。双晶律可指出是否有双晶轴或双晶面存在，以及双晶轴或双晶面结晶学方向。

Type Locality 标准地点 一个建造及其他地层单位典型地出现并由此得名的那个地理位置。它也用于一种地质特征（如一个矿物或一个化石种）最早被识别出来或描述的那个地方。

Ulexite 硼钠钙石 硼钠钙石是一种含水的钠钙硼酸盐矿物,以细纤维状产出,这些纤维形成特征的像松松的石棉球一样结构的集合体。硼钠钙石是在干旱地区形成的,与硼砂共生于蒸发矿床中,并形成一个粉化的表面。它是硼的一种矿源,用来生产硼酸钠,即硼砂。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Unconformity 不整合 将年轻地层与更老的岩石分开的一个埋藏的侵蚀面,这些老岩石在年轻的地层

不整合

地壳运动可以造成岩层连续性的中断。当原始层状构造(a)发生如下变化时即出现不整合:(b)受到断裂或受到隆起,(c)升高的地表受到侵蚀,(d)沉积物平平地覆盖在上面。

沉积之前受到了长时期的侵蚀。不整合可能由隆起与侵蚀、沉积作用的间断或者完全没有沉积物质的沉积而造成。不整合代表地质记录的间断或一个间隙,因为那个时候的特定时代的岩石缺失了。不整合间隙的岩石(或者与其他地区相比较这里缺失的岩石)并不代表这个时间间隔。不整合有四种基本类型,其中每一种都可以提供有关过去的地质事件的信息。如果埋藏的侵蚀面位于两套平行的地层之间,则称为假整合。不整合面以下的地层与其上的地层不平行,则有一个角度不整合存在。这表明下面的岩层在被侵蚀作用削蚀和被新的沉积物覆盖之前受到了变形(由于褶皱或断裂)。受到侵蚀的侵入火成岩或块状变质岩被年轻的沉积物覆盖导致的不整合称为非整合。更模糊的平行不整合类似于地层互相平行的假整合,不过这里很少找到有关侵蚀作用或者沉积作用的长期间隔的确确实实的证据。

Underfit Stream 水量过少不相称河 参见 Misfit Stream [不相称河] 条。

Underflow 潜流 起始于海滩、自海岸沿海底向海中比较缓慢的匀速运动的海流。尽管潜流这个术语被普遍用来表述离岸流(Rip Current),但二者是不同的,离岸流非常强大,而且二者起始的地方也是不同的。潜流是由海浪或向岸吹去的风把海水推到海滩上后,海水在重力作用下回流而形成的。

Uniformitarianism 均变论 认为过去的地质过程,大都以同现在的地质过程相同的方式和相同的速率起作用的一种学说。它假定今天地球的特点是在长时期内一直起作用的现代过程造成的结果,并推断地球的历史及在地球上栖居的生物的历史能够用现在得知的事件作最好的了解。这个学说也叫作过程的均变性。它已经更简单地表述为:“了解现在是认识过去的钥匙”。这个概念是詹姆斯·赫顿(1726—1797年)建立的,他是一位富有的苏格兰人,受过物理学教育,但在地质学方面有更大贡献。赫顿在消除灾变论方面做了很多工作,他排除了普遍的灾变产生生物与地质变化的必然性。

虽然对于许多地质学的现代思想来说,它是一种基本思想,但是不应该把均变论当作是科学的教条。过去的地质过程可能类似于现在的过程,但是它们不一定要以同样的速率与规模起作用,均变论也不可能在所有的地质解释中都是可靠而有效的。

Unit Cell 晶胞 三维晶格中,保留晶体对称性质的最小的平行六面体

单位。

Upwelling 海水上涌 把冷的海水带到海面的近于垂直的海水运动。海水上涌运动导致在某些沿岸地带，如加利福尼亚和秘鲁，出现不寻常的冷水。海水上涌是由海岸风和地球自转产生的科里奥利力的作用而形成的。例如，在美国的西海岸，风和海流的方向都是自北向南，但是由于科里奥利力的作用使表层海水向右偏转，也就是离开海岸而去。由于较温暖的海水离开海岸流走了，于是冷的海水从下面向上来顶替它的位置。这种类型的环流导致形成磷结核的沉淀，以及由于提供了大量的营养物质，有大量生物在这里生存。与此相反的环流是表层海水朝向海岸运动，会引起海水下沉（Downwelling），能把暖的海水带到极大的深度，比正常情况下暖水所能达到的深度深得多。

Uraninite 晶质铀矿 晶质铀矿是一种氧化铀矿物，是一种主要的铀矿，它是一种原生的铀矿物，其他大多数铀矿物都是由它蚀变而形成的。虽然曾发现过晶质铀矿的晶体，但是更常见的是块状、葡萄状的沥青铀矿。

晶质铀矿是某些花岗岩和伟晶岩的稀少组份。在热液矿脉中和镍、钴、铜的矿物共生，品位较富，如加拿大的大熊湖、捷克斯洛伐克的波希米亚。扎伊尔的辛柯罗威矿是世界上最大的铀矿产地。那里的晶质铀矿矿脉中，部分已蚀变，形成色彩灿烂的次生铀矿，晶质铀矿与铜矿物、钴矿物共生，在南非的维特瓦特兰含金砾岩中找到细小的晶质铀矿重砂。虽然，这种矿物的品位很低，但是，矿很大，使南非成为主要的产铀国。

晶质铀矿的成份是 UO_2 ，但是这个矿物总是部分氧化成 UO_3 。还存在有其他元素，值得注意的是铅和氦，铅是铀放射性蜕变的最终稳定产物，氦（即 α 质点）是在蜕变过程中放射出来的。因为蜕变速度是一个常数，铅和氦的量可以用来测定从矿物结晶作用开始以来经历的时间，因而，含晶质铀矿的岩石的年龄也就测定出来了。

虽然，晶质铀矿在 1727 年就发现了，在 1898 年镭发现以前，它被看成是没有什么用处的。此后 40 多年，它作为提取新元素镭的矿源。今天，铀在元素中有独一无二的地位，当然，晶质铀矿就是它的主要矿石矿物了，消耗量很大。铀很容易进行核裂变，即，它的原子可以分裂，释放出大得惊人的能量，就是原子弹的能量。今天已开始用核反应堆来发电，随着化石燃料的用尽，反应堆将日益发挥提供能源的巨大作用。反应堆要用铀，因此对晶质铀矿的寻找会继续到遥远的将来。参见 Mineral Properties [矿物性质]，Radioactive Age Determination [放射性年龄测定] 条。

Uvarovite 钙铬榴石 钙铬榴石是一种钙、铬的石榴石，祖母绿色，其特征产状是以细脉状穿插在黑色的铬铁矿中，其晶体甚小。它具备有作为高贵宝石的所有的物理性质，但是晶体常常太小，难切磨。

Valley 谷地 两侧是较高的地面的槽谷或线状洼地。通常谷地在纵向上都向海洋倾斜，其中有一条河流过。谷地可以呈“V”字形，也可以呈“U”字形，如果谷地狭窄，根深又有直上直下的岩壁，则被称作峡谷。很深的峡谷也可叫做深渊或深谷。

Valley Train 谷边碛 山谷冰川的融水流在终碛或后退碛的前面沉淀的长列状砂砾沉积。谷边碛沿河谷向下延伸数英里，最细的沉积被搬运得最远。谷边碛的特点是常常有锅穴存在。锅穴也可能积水形成湖泊。如果沉积物形成时掩埋了厚度不均匀的静止冰，那么，在这个地方就形成大的锅穴。现在在阿拉斯加、新西兰、巴塔哥尼亚、阿尔卑斯山等地的有冰川分布的河谷中，谷边碛正处于形之中。

Vanadinite 钒铅矿 钒铅矿是一种钒酸铅矿物，它是铅矿脉氧化部位的一种次生矿物，颜色红色到橙红色，以此和外貌相似的、在同样条件下形成的磷氯铅矿区别。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Van Allen Belts 冯·阿伦带 地球磁场俘获的高能质子和电子最集中分布的部位。这个带的形状呈月牙形的环带。这个带距地面最远处达 25000 公里，最近达 3000 公里。带电的粒子环绕地球磁场的磁力线做螺旋形旋转，同时从一个半球向另一个半球做往返运动。这个带是美国物理学家 J. A. 冯·阿伦于 1958 年发现的，故以他的名字命名。他是通过对探险者 1 号卫星上的盖格计数器所测量的辐射数据进行分析而做出这一发现的。探险者 1 号卫星是美国 1958 年发射的早期空间探测器。这个卫星还曾经被用来广泛地测定 350 公里高度处的大气密度。

Van der Waals Bond 温德华键 温德华键是在晶格中把中性的分子或本质上不带电的单位连结在一起的一种很弱的吸引力。这种力又叫做杂散场键 (Stray-field bond)，是化学键中最弱的一种。参见 Bond, Chemical [化学键] 条。

Varves 季候泥 (纹泥) 每年成对 (一厚一薄) 沉积而成的薄沉积层。一般见于冰川湖沉积中。浅色的粉砂层居下，往上渐次变为深色的细粘土层。每层季候泥都是一年之内气候变化的纪录。浅色的夏季粉砂层在暖季形成，深色的冬季粘土层在冷季形成。人们利用季候泥研究，测定出现最后一次冰期的第四纪的沉积的年龄。参见 Glaciolacustrine Deposits [冰湖沉积] 条。

Vein 矿脉 一种或多种矿物的板状或片状矿体，是由潜水或水热溶液在节理、罅隙和断层中沉积而成。这种矿脉通常延绵成带状，有的把孔洞完全填满，但也有填不满的。矿脉界限分明，与围岩显然有所不同。矿物以带状与围岩平行排列，很多矿脉的中部是空的，这说明矿物质是从孔洞四壁向中间沉积的。石英、方解石和石膏是由普通的潜水形成的，是矿脉中最常见的矿物，黄金、银和铜以及其他金属矿物则生成在水热溶液形成的矿脉中。矿脉大小不等，有的宽约 30 厘米，长约数米；有的则可数米宽，数百米长。矿脉或者垂直，或者倾斜，或者水平。矿脉总比周围的岩石生成的晚，两条矿脉相交时，从另一矿脉中插过去的总是新矿脉。

有的矿脉是由一种或数种无用矿物构成的，有的矿脉除了无用的脉石外，尚含有有价值的矿石。

人们通常把这种矿石称为脉矿 (Vein deposit or lode)。

Ventifact 风棱石 由风携带的沙子磨蚀形成的石块。风棱石通常被磨光，呈凹形或槽形，由于磨得很光，看起来滑溜溜的。风棱石的大小从一厘米到一米不等，因为风携带的沙子高于地面不超过一米。对于巨大的石块来说，携带沙子的风只能磨蚀它的和风向垂直的面。对于较小的石块来说，则可有两面，甚至多面被磨蚀，因为它可以有一个面或几个面受到风，或者由于风蚀的结果，小石块被翻转过来。在磨蚀面相交的地方就形成脊或棱。如果风棱石只有一个棱，有时称作单棱石 (einkanter^①)；如果有三个棱，则称作三棱石 (dreikanter^②)。

有利于风棱石发育的条件是：强风，植物极少，有足够量的沙子但又不至于埋没石块；地面平坦；降雪量不大，不会使石块长时间埋在雪下；漫长的时间。具备这些条件的地区有：热带沙漠，如撒哈拉沙漠以及卡拉哈里沙漠；北极以及格陵兰寒漠地区；干旱地区中干河床的背风一侧，还有就是离沙质海滩不远的陆地上。在美国北部以及欧洲亦可见到风棱石，这里的风棱石是在冰河期晚期，冰川后退后裸露的没有植物覆盖之时形成的。沙子通常是从冰水沉积物中吹来的。这些风棱石上常常存在着褐铁矿斑以及不具有光滑的外表显示了它们的古老性。

在风棱石分布很普遍的地区，基岩也可能被磨蚀和磨光。

风棱石

在荒漠以及其它缺乏植物覆盖的地区，被风吹起的沙子可以把石块的面磨蚀成光滑的面。

Vermiculite 蛭石 蛭石名称来源拉丁文，是蚯蚓的意思，是一类和绿泥石及蒙脱石密切相关的层状含水硅酸盐。当急速加热到 300°C，体积膨胀 20 倍，形成蚯蚓形状。这种膨胀材料用来隔音和隔热，用作填充物，土壤调节剂，种子的保存介质，以及油漆和纸浆的过滤剂。大型的蛭石矿是在南非、澳大利亚和苏联。在美国，蛭石产在卡罗来纳和蒙大纳州。

Vesicle (或 Gas cavity) 气泡 (或气洞) 玻璃质或细粒火成岩中的椭球状、管状或略浑圆形的洞，当含气泡的液体熔岩固结时形成。气泡直径一般小于 2 厘米，但可以更大些，特别是在有若干个气泡结合的地方。当岩浆向上移动到地壳中，压力降低，岩浆中的气体从溶体中出来并形成气泡。其中许多气泡逃出进入大气圈。然而，如果岩浆很粘，在它凝固时，可有一些气泡被捕获。只是在喷出火成岩中才有大量的气泡，但在浅成侵入体中也有一些气泡。如果在被堵住成潭的静止熔岩中形成气泡倾向于球状，如果在运动的熔岩中形成，气泡沿流动的方向被拉长。

管状气泡是空的，从岩流的底面向上凸出的拉长的管子并近于垂直底层。它们长可达数厘米，而直径一般不超过 2 厘米。大多数权威认为气泡是当熔岩喷发在湿岩石上时，由来自湿岩石并进入岩流的蒸汽形成的。还有一些专家认为气泡是由前进的熔岩之下捕获的空气形成的。具有大量气泡的岩石，比如浮岩，又被称之为多孔岩。多孔的岩石不仅地球上而且月球上也有。

Volcanic Chimney (或 Volcanic Conduit) 火山管道 见 Volcano

^① einkanter 德语，意即“单棱”。——译者

^② dreikanter 德语，意即“三棱”。——译者

[火山] 条。

Volcanic Conglomerate 火山砾岩 由浑圆的和几乎浑圆的喷发岩石碎块以及砂状凝灰岩基质组成的固结岩石。浑圆形状是因被流动水的搬运而造成的，波浪和岸流也可以造成浑圆状，但这种情况很少。固结是由于胶结作用。这些砾岩一般由粗粒火山碎屑岩和岩屑衍生。

Volcanic Eruption 火山喷发 最初只分出两类火山喷发，即平静式和爆发式。但是，这种分类太一般了，以致它的用处不大。今天已分出许多种类的火山喷发，其中冰岛型、夏威夷型、斯特隆波里型、武尔卡诺式、培雷型是最重要的。

在冰岛型喷发中，大量易流动的玄武质熔岩从长的地裂缝中流出，并遍布广大面积。地裂缝位置随一次又一次的喷发而改变，在一系列这样的喷发之后，建起了熔岩高原，例如哥伦比亚河熔岩高原和印度德干高原。

在夏威夷型喷发中，大量玄武质熔岩（只有少量火山碎屑物质）从山顶和侧翼喷口喷出。这些喷口位置无多大变化，这与冰岛型那些喷口不同。结果，形成了盾火山，如夏威夷冒纳罗亚和基拉韦厄火山。熔岩喷泉和熔岩帘（有时它们的高度大于 450 米）普遍与这类喷发有关。

在斯特隆波里型喷发中，熔融熔岩的气流通过火山口将熔岩凝块抛出，在碰撞过程中这些熔岩凝块形成火山弹。这种喷发具有较小强度。它们几乎可以是连续的，或有几分钟至一个多小时的喷发间隔。当从火山口中流出熔岩流时，就发生更强的周期性喷发。在西西里岛北面的利帕里群岛的一个岛上，斯特隆波里火山表现出典型的斯特隆波里型喷发，虽然这里同样发生其他类型喷发。

武尔卡诺型喷发是某些复合火山特有的一种非常猛烈的喷发作用，它通常在长期相对平静之后发生。暗色的充满火山灰的喷雾状熔岩云上升至很大的高度。在喷发的最后阶段，含有少量火山灰的大量火山气体上升至数千米高度。这种高速的充满灰的气体，其磨蚀作用钻通了火山管道以及加深和加宽了火山口。培雷型是一种强烈的喷发作用，以白炽云为特征。这些云是粘稠的充满气体的硅铝质岩浆的产物。在白天它们一般是黑色的，但在夜晚可以发暗红色。它们的运动受喷发力和重力控制，而且它们还可以由所组成的物质释放出的气体而增加活动性。高温和高速的云使它们成为最有破坏力的火山现象之一。参见 Volcano, Composite [复合火山] 条。

Volcanic Neck (或 Volcanic Plug) 火山颈 一种孤立的、斜坡陡峻、塔状、近于环形的小丘或山脉，由死火山管道中更坚固的岩石组成。它是整个火山大部分被破坏之后，幸存的剥蚀残余部分。火山颈可以高达 450 米而直径通常小于 1 公里。它由熔岩或固结得相当好的火山碎屑岩组成。一个大火山颈（一个主火山残余部分）四周常有较小的火山颈，这些小火山颈来自于火山的寄生锥。岩墙脊可从火山颈辐射出几公里远。

在美国新墨西哥州、亚利桑那州、犹他州和怀俄明州、以及法国、苏格兰和其他地方都有火山颈。新墨西哥舰崖是最著名的火山颈，高约 450 米；其中一个岩墙脊高出乡村房屋几十米，并向远处延伸数公里。一般认为怀俄明州代维尔塔是一个熔岩颈。此塔 300 多米高，并以长且优美的柱状节理著名。

Volcanic Spine 火山塔 一种由硅铝质火成岩组成的方尖塔状隆起，它是由非常粘稠的熔岩从堆积穹丘外壳的裂缝中挤出而形成的。高可达数百

米。

在毁掉马提尼克岛的圣皮埃尔城的灾难性火山喷发之后几个月，从培雷火山的火山口穹丘中喷出火山尖塔，它的记录高度约为 300 米，直径达 150 米。它的最大上升速度是每天 12 米，但是不断的崩塌很快地减小了其高度，总有一天会被完全破坏。由于它喷发时通过的喷口壁是凹凸不平的，它的各侧面有的被弄得平整、有的被弄得光滑和开槽，表明它是一种塑性熔岩。较小的熔岩尖塔常常覆盖堆积穹丘和块熔岩流。熔岩尖塔具有建筑物的特点，不要与陡的火山颈混淆，因为后者是一种剥蚀地形。

Volcano 火山 地球表面喷出热气、熔融液体和固体物质的孔；也指由这种喷孔喷出的物质堆积作用而形成的构造物。“火山”一词取名于罗马神语中诸神的铁匠之名“伏尔干”（“Vulcan”）；古人想像伏尔干的炼铁炉在西西里附近的利帕里群岛伏尔干诺岛之下。

火山的大小从几米高的小丘到地球上最大的山。夏威夷冒纳罗亚是世界上最大的火山之一。它从大洋底高高隆起达 9000 米，基底周长约 600 公里，以及体积约为 40 000 立方公里。

火山的形态主要取决于喷出的物质，一般为锥状或穹隆状。若喷出物以粘稠的熔岩或碎屑物质为主，就形成锥状火山；若以流体熔岩为主，就形成穹隆状火山。如果一个火山是活火山或只受到轻微的剥蚀作用，在其山顶就出现叫作火山口的碗状或漏斗状拗陷。由于爆发、倒塌或两者相结合，也可以在山顶出现叫作破火山口的更大拗陷。喷射出火山物质的喷口或喷孔一般位于火山口或破火山口的底部。一个环将火山口或破火山口的壁与火山的外斜坡分开。

一个火山由四个主要部分组成。火山体，或地上构造，座落在它第一次喷发之前的地形上。火山炉（岩浆库）位于地壳深处或下边的地幔中，产生热气体，熔融液体和固体的岩浆来自于火山炉。地上构造和火山炉之间是地下构造。由喷口通过地上构造和地下构造，向下伸入到火山炉的是火山道。

水蒸汽和二氧化碳是两种基本的火山气体。其他火山气体是氮、一氧化碳、氢、氯、盐酸气、氢氟酸气、二氧化硫、三氧化硫和硫化氢。在火山喷发期间喷射出来的气体体积非常大。在整个地质时期，这些气体的喷发，对大气圈和水圈的起源和演化，可能是最重要的因素。

熔岩流从火山体的山顶和侧翼上的喷口溢出。由于熔岩的化学成分不同，它们的厚度以及其他方面都有变化。许多种类火山全部或部分由熔岩组成。诸如火山尘、灰、砾、块以及弹那样的碎屑物质也从喷口喷射出来，以及这些物质的固结形成了火山碎屑岩。碎屑物质对于形成许多种类的火山也是重要的。在喷发期间尘埃可以被抛射入大气圈上层和沉积在几万平方公里的范围内。当喷入大气圈的火山尘埃足够多的时候，就可以使天空变黑暗。

火山是一种短寿命的地质景观，它们的最终命运是完全被破坏。奔流的水，其次为冰川、块体流以及波浪和岸流都是破坏火山的侵蚀力。它们自身的爆发也起破坏作用。即便在火山最强烈活动的时期，也有许多平静期。在这些平静期，奔流的水使火山斜坡冲成沟。如果火山斜坡上覆盖的是未固结的碎块物质，这种形成冲沟的侵蚀作用就更为强烈。下一次新的火山活动又使这些冲沟被掩埋。通常在火山的一生中，这种生长—剥蚀—生长旋回要反复无数次。但是，一旦火山的活动停止，强烈的剥蚀作用就开始，火山外部被破坏，而充填火山道的，更耐剥蚀的物质就形成火山颈。火山颈一度相对

地较高，后来它的地上部分，再后地下部分都可以被破坏。最后，由供给火山的火山炉固结而形成的侵入火成岩体，可以被剥蚀而暴露于地表。出露在新英格兰、加利福尼亚州和许多其他地方的岩基和其他侵入岩体，原先在它们熔融时可以产生火山。在有些地方可以证实火山碎屑岩和熔岩流具有与附近暴露的岩基相同的年龄和化学成分。看来，在这些地方存在着作为这些火山岩物质来源的固结岩浆库。

大概，地球表面的每一部分都曾一度是火山活动的场所。这种看法的证据是：活火山和熄灭火山的分布，陆地上和大洋下广布的熔岩流，更重要的是古熔岩流和火山碎屑岩（常常被更年轻岩石掩埋）在世界范围有广泛的分布。有史时期，大约有 500 个活火山以及发生了约 2500 次喷发。另外，有几千个近代熄灭的火山。除澳洲以外，它们分布在所有的大陆上。活火山主要聚集在两条漫长的带上。由 283 个活火山组成的环太平洋带（或称火环）包围了太平洋。由 98 个活火山（其中 77 个位于印度尼西亚）组成的阿尔卑斯山—喜马拉雅山带，其范围从加那利群岛，经地中海区，至孟加拉湾，最后通过印度尼西亚。在非洲和南极洲以及太平洋，大西洋和印度洋共有 84 个活火山。其余的活火山分布在西印度群岛和冰岛。火山当其快要喷发时，可以事先发出警报。如果火山上有雪原，临近喷发时雪原可以逐渐变高。可以突然发育喷气孔，或已有喷气孔，可以增高温度。当出现局部地震和喷射出少量火山气和尘埃时，喷发就即将发生，岩浆向地表上升可以用磁仪器来探测，因为岩浆是非磁性的以及减少了局部的磁强度。在夏威夷基拉韦厄火山，地面倾斜发生在喷发之前，火山顶可以升高约 1 米，而继喷发之后，火山顶普遍地下降约 1 米，以致有人将这种现象称为火山“喘息”。倾斜和上隆的原因被认为是由于岩浆从深部向上冲入地壳。

地中海区的维苏威、埃特纳和斯特隆波里（被人们叫作地中海灯塔）；土耳其圣地的阿拉拉特；印尼的克拉卡托；非洲的乞力马扎罗山；菲律宾群岛的马荣火山；日本的富士山；夏威夷岛的冒纳罗亚和基拉韦厄；阿拉斯加的卡特迈；墨西哥的帕里库廷和波波卡特佩特尔；厄瓜多尔境内安第斯山脉的钦博拉索和科托帕克希；加勒比的培雷火山；冰岛的赫克拉火山都是世界上著名的火山。在美国大陆部分有拉森、沙斯塔、火口湖、胡德和雷尼尔等火山。它们都位于加利福尼亚州、俄勒冈州和华盛顿州的卡斯卡德山脉。参见 Cinder Cone [火山渣锥]；Cumulo-Dome [堆积火山穹丘]；Shield Volcano [盾形火山]；Volcanic Eruptions [火山喷发]；Volcano, Active [活火山]；Volcano, Composite [复合火山]；Volcano, Compound [复式火山]等条。还可参看插页图版中有关火山作用的图幅。

Volcano, Active 活火山 火山按照它们的活动情况分为活动的，休眠的或者熄灭的三大类。某些权威将“活动的”火山定义为最近 50 年内有过喷发的火山，而将“熄灭的”火山定义为有史期间未喷发过的火山。这种熄灭的火山的定义是任意的，因为有史期间未喷发过的火山可以在任何时候喷发。在熄灭火山的岩浆库中可以有低热，但是这不可能由地表观察来测定。如果地热梯度比一个地区的平均值高得多，那末这个地方就有一个熄灭的“火山”。看来，这种分类值得商榷。真正的熄灭火山大概应受到显著的剥蚀作用。

Volcano, Composite (或 Staro-Volcano) 复合火山 (或层火山) 一种边坡很陡的锥状火山，由熔岩和火山碎屑岩互层组成。其高度可达数千米，

体积可达许多立方公里。在山顶附近，坡度可达 30° 或更大些，但是在底部附近，坡度可以平坦得多，所以复合火山的斜坡是凹坡。熔岩和火山碎屑岩互层产生了宏观层理。它的名称反映了这个特点。

经常出现岩床和岩墙。这些岩床和岩墙与岩流一起，巩固了火山锥以及使火山锥更能抵抗剥蚀作用。复合火山一般由安山岩质或硅铝质更多的岩质组成。当复合火山是活动的时候，平静喷发（喷出熔岩流）与更猛烈喷发（喷射出火山碎屑）相间发生。

如果复合火山是活动的或者只受到轻微的剥蚀作用，那么在其山顶上就出现火山口或破火山口。在其侧翼上常常出现火山碎屑岩质火山渣锥和堆积一穹丘。复合火山比盾火山更陡以及含有更多的火山碎屑物质。它们像火山渣锥一样，边坡很陡，但是体积更大。即使在低纬度区，复合火山因其高度很大，普遍被雪原和辐射状的冰川覆盖，因此，冰碛物和其他冰川沉积物可以与熔岩和火山碎屑岩互层，例如，俄勒冈州火口湖火山。

大多数复合火山是非常美丽和壮观的火山锥。下列世界著名的火山都是复合火山：卡斯卡德山脉的沙斯塔、胡德、圣海伦斯和雷尼尔；墨西哥的波波卡特佩特和奥里扎巴；日本的富士山；意大利的维苏威；菲律宾的马荣火山；厄瓜多尔的科托帕克希；阿留申群岛的希夏尔丁，以及坦桑尼亚的乞力马扎罗山。

Volcano, Compound 复式火山 由两种以上的简单类型的火山体（如火山渣锥、寄生火山锥、盾火山、复合火山和堆积一穹丘）组成的火山。西西里埃特纳火山是一个典型的复式火山。它是被一个 300 米高的火山渣锥盖顶的巨大的盾火山。这个复杂的火山构造说明了其喷发过程的近代变化。在其历史的大部分时间内，平静喷发的熔岩流建造了盾火山。愈近代，它的喷发愈猛烈，而且形成了火山渣锥。南极洲罗斯岛上的埃里伯斯火山是一个活动的，具有复杂历史的复式火山，高度达 4000 多米。它的基部是一个具有缓坡的盾火山；在盾火山形成了复合火山，以及在复合火山锥的破火山口中有三个更年轻的火山锥。

Volcano, New 新火山 一个新火山的诞生不仅是一种激动人心和令人生畏的场面，而且是一种罕见的事件。在有史时期只观察到大约十二个新火山。它们产在大洋底和大陆上（在有史期间内形成的寄生火山锥，例如西西里埃特纳火山斜坡上的那些寄生火山锥，不包括在这类火山中，因为它们的火山喷道与熄灭的主火山有关）。三个 20 世纪的新火山：墨西哥的帕里库廷以及冰岛海岸附近的苏尔蔡和海尔迈已被详细地研究过并作了详细的文字记载。

帕里库廷位于墨西哥城之西 300 公里，一个包包有许多巨大的盾火山和数百个玄武岩质火山渣锥的地区。1943 年 2 月 19 日，在帕里库廷附近发生了大约 300 次地震；第二天，在玉米田里诞生了这个火山。在第二天，这个火山的高度为 36 米；第五天，其高度为 222 米。在它诞生一年后，高度达 436 米。在它出现的第一夜，那是一个惊人和壮丽的景色。爆发声在整个米却肯州，甚至在 300 公里远的瓜纳华托也能听到。每次爆发都将成千上万的红热的碎块抛至火山环之上 600 至 900 米的高空。第一次熔岩是在第二天喷出的。在此火山整个活动期间，几乎所有的熔岩都是从火山锥侧翼溢出的。在第一年期间，熔岩掩埋了圣胡安帕兰加里库提洛和帕里库廷镇。灰常常落到 30 公里远的乌鲁阿潘以及很细的灰落到 300 公里远的墨西哥城。在此火山

活动期的前 9 年中，它喷出熔岩和火山碎屑的平均速率为每天 120 万吨。

因为许多大洋岛屿是火山岛，大洋又覆盖了四分之三地球表面积，所以新火山岛一次又一次地出现在地中海、太平洋和大西洋中是毫不令人奇怪的。通常新岛屿在它们受到波浪破坏之前达到的高度只有数十米。伴随海底喷发的现象包括有：大洋沸腾，水蒸气柱的形成，大量的死鱼，从大洋的同心波中喷出黑色的火山灰柱，漂浮在水上的浮岩，海水有强烈的臭味和异常的颜色。

研究得最细致的火山岛是苏尔蔡，它诞生于 1963 年 11 月 14 日的夜里，位于维斯特曼群岛附近，离冰岛南部海岸约 30 公里。在喷发前三天，在离新火山岛约 20 公里的一个岛，即在黑迈发现有少量硫磺的喷发，以及在 11 月 13 日，用于海洋学研究的水上飞机在离新火山岛 3 公里的地方发现水温突然由正常温度 7°C 升高至 9.4°C 。11 月 14 日，由新火山中心浮现同心波，波开始冲击新的暗礁，以及大洋具有不寻常的淡棕绿色。在这天稍晚些时候，在空中升起高达数百米的水蒸气柱和火山灰柱。在下一个夜里，诞生了苏尔蔡火山岛。在 11 月 16 日，它有 40 米高和 60 米（200 英尺）长；在 11 月 19 日，其高约 60 米，长约 600 米；1965 年 8 月 24 日，其长约 2100 米。大量熔岩的喷发，使苏尔蔡可以存在很长时间，不管海水剥蚀作用有多大。

在苏尔蔡新火山岛诞生十年后，在海尔迈岛本身又有一个新火山喷发。

在 1973 年 1 月 21 日，冰岛大陆上的科学家开始测到不知起因的地震活动。两天以后，在 1 月 23 日，在冰岛的最大渔港维斯特曼镇背后，平静地张开了一条地裂缝，长 1800 米，宽 3 米，并喷出了高度大于 100 米的熔融的熔岩帘。海尔迈的居民立即被撤离到冰岛大陆上。地裂缝出现三天之后，在 1 月 26 日，熔岩帘在 300 米长度上被再分为三个熔岩喷泉，而且其他火山活动也加强。它们包括玄武质熔岩河，火山气体和火山弹。在地裂缝上形成了一个火山灰锥。并迅速地生长至 100 米高度。在附近的一个峭壁上安置了电视摄影机，以便在安全的地方注视新火山的进展。1 月 30 日，它的锥顶高度为 185 米；100 多间房屋在火山灰下消失或被平坦的岩层和火山弹掩埋。3 月 25 日，在火山口中出现了一个熔岩湖，以及向外溢流出熔岩，大有充填港湾的危险。为了阻止和引开熔岩流，采取了紧急的措施，向熔岩流喷射了大量的冷海水以及在其前边用大卡车和压路机筑起了一条灰坝。两周之后，他们的努力奏效。火山活动持续了 6 个月，直到 1973 年 6 月 3 日。至此时，名叫埃尔德费尔（“火焰山”）的新火山的高度达到了 225 米以及喷出了 2.5 亿立方米的火山产物。三百座住房被毁坏了，但港口和渔业被挽救。此火山锥使该岛面积增加了 2.5 平方公里的可耕地。

Volcano, Shield 盾形火山 参见 Shied Volcano [盾形火山] 条。

Vorticity 涡流度、涡旋度 涡流度是指对一个流体中绕着一个轴旋转的涡流的度量，这个轴通常垂直于地面或指向天顶的一点。在大气层中或海洋中的一个涡流，其轴和地球表面垂直，有两个方面必须予以考虑：（1）涡流相对于下面地球的运动，称之为相对涡流度；（2）涡流环绕着垂直于地球表面的轴的运动，反映了地球的自转运动，故有时又称之为地球的涡流度。参见 Convergence [辐合]；Divergence [辐散] 条。

Wad 锰土 锰土是一种含水的氧化锰的混合物。Wash Load 冲泻质 [泥沙] 河流中比河床物质更细的固体径流。通常由悬浮在河水中粒径最细小的微粒组成。

Waterfall (或 Cataract) 瀑布 河流因平滑的纵剖面的破坏而陡急 (垂直或近乎垂直) 下跌。瀑布和梯级瀑 (cascad) 不同, 梯级瀑是一连串的小瀑布。和急流 (rapid) 也有区别, 急流没有那么陡。瀑布多半都是分异侵蚀造成的。有一种出现在水平沉积层中的瀑布, 原因是其中有耐蚀的角状岩体。瀑布跌水的力量很大。能侵蚀下面的物质, 掏蚀瀑布, 冲出跌水潭 (就象尼亚加拉瀑布那样)。侵入岩墙可以拦阻河流的侵蚀, 创造出瀑布。美国怀俄明州黄石河上的大瀑布, 就是这样形成的。

瀑布

当一条河流从耐侵蚀的岩层或冠岩上跌落时, 瀑布就形成了, 而耐蚀岩层底上覆有一层较软的岩层。当较软的岩层被侵蚀时, 冠岩架空而崩塌, 而产生瀑布陡崖的新的上缘。翻腾的水流瀑布跌落处冲出深潭, 而粗砾石则在下游湍流较少的地方沉积下来。

支流越过悬谷同主流汇合时也能产生瀑布。高山冰川作用地区, 主谷被冰川刨掘得比干谷深, 因而会出现悬谷。冰川融化后, 支谷就■然高出主谷了。加利福尼亚州的约塞米特瀑布 (Yosemite Falls) 是一个例子。海岸线上有海蚀崖, 它们向后退缩得比小冲沟快, 这样也会产生瀑布。

第三类瀑布是构造瀑布。1959 年, 美国蒙大拿州的海格本湖 (Hegben Lake) 发生地震, 断层崖横穿几条河流, 创造出许多瀑布。一个地区抬升, 使河流回春, 形成下切波, 出现波折点, 也会有瀑布诞生。所有的瀑布都不会长存。因为庞大的水压力促使瀑布不断后退, 直至河流的纵剖面平滑为止。

很难说那个瀑布是世界“最大”的瀑布。因为水头悬挂最高的瀑布, 很少是水力最大的。比如委内瑞拉丘伦河 (Churun River) 的安赫尔瀑布 (Angel Falls), 水头悬高 807 米, 水量却不足 560 秒立方米。事实上, 许多水头悬高超高 300 米的瀑布, 水量都很平常。反之, 巴拉那河的七瀑布 (Sete Quedas) 即瓜伊拉瀑布 (Guaira Falls), 水头悬高仅仅 65 米, 水量却最大: 13 310 秒立方米。有些水量和水头悬高都很可观的瀑, 显然也都是最为壮观的, 如维多利亚、尼亚加拉、保罗·阿尔方索 (Paulo Alfonso)^①和七瀑布等瀑布, 都是其例。这些瀑布都曾在不同时期被不同的考察者推为世界最大的瀑布。不拘怎么说, 这些雄伟的天然景物, 都是地球上最引人入胜的地方。不仅如此, 它们还都是极其重要的水力来源。

Water Gap 水峡 横穿耐蚀山脊的峡口或山隘。由河流侵蚀而成并由河流从中流过。水峡的成因, 或者是先成 (antecedence), 或者是叠置 (superposition)。如果来自先成, 那是山脊横着抬升以前, 河流已经在此流贯; 如果来自叠置, 那是本来流径上覆岩层的河流, 后来向下切入下伏的耐蚀岩层, 仍维持原有路径不变。许多地区, 如英国英格兰的乔尔克·当

^① 全名为 Cachoeira de Paulo Alfonso, 位于巴西东部巴伊亚州、阿拉戈斯州之间的圣弗兰西斯科河下游。——译者

斯 (Chalk Downs) 地区, 美国的褶皱山脉阿巴拉契亚地区和落基山脉地区, 都有水峡。参见 Wind Gap [风口] 条。

Water Mass 水团 一个以特定的温度和/或盐度为特征的、具有均一密度的巨大水块, 谓之水团。在所有海洋中, 凡是一个具有特定特点的水团, 它的均一性一般可达数百公里甚至数千公里。这样的水团基本上是由水体从一个地方流到另一个地方或从一个环境流到另一个环境中而形成的, 例如, 当淡水从象密西西比河这样的大河流入到海洋环境中, 就形成水团。地中海的海水经过直布罗陀海峡流入大西洋中后, 形成了一个典型的水团, 就是在大西洋中部, 这个水团仍然相当明显。

Watershed 流域 参见 Drainage Basin [流域] 条。

Waterspout 水龙卷 海水呈漏斗状上升到空中。水龙卷是在有积雨云存在的条件下而且是由于大陆性气团经过海面时空气扰动而形成的。虽然在结构上水龙卷类似于陆龙卷, 但是水龙卷在规模上和力量上通常都要小。在有水龙卷出现时, 海水只能升高到高出海面几米的高度, 但是水沫达到的高度则要高得多。在墨西哥湾中和在美国东南沿海的亚热带水域中, 水龙卷是很普遍的。

Water Table 潜水面 地壳中的一个不规则的界面, 凡是低于这个界面的地方, 所有的罅缝、小孔和其他的孔隙都充满了水。高于这个界面的孔洞, 里面有一部分是空气。如果气候湿润, 潜水面可能接近地表, 但在干燥地区, 则可能低于地面数十米以下。山丘地区的潜水面, 可能离地面很远, 谷地的潜水面, 又可能离地面近些。因此, 潜水面是地形的一种大致的反映。潜水面时高时低, 旱天下降, 雨季升高。

在风化覆盖层和基岩中, 隙缝和其他孔洞内有一部分空气, 是为通气层。通气层介于地表和潜水面之间。从潜水面起, 隙缝和其他孔洞内都充满了水, 这叫饱和层。饱和层向下一直延伸到巨大压力把一切空洞完全封死的地方为止。潜水面以下饱和层中的地下水叫潜水 (Phreatic water。 “phreatic” 来自希腊语, 原义为“井”)。积蓄在风化层和基岩中的空洞里的地下水, 叫下层滞水 (Groundwater)。很多地质学家用“Groundwater”一词时, 仅限于指潜水面以下的地下水 (即 Phreatic water) 而言。通气层内紧挨地面的这一层 (即土壤湿润层) 里的水分叫悬着水或上层滞水 (Suspended water)。这一层被植物吸收利用, 因而无法通过毛细管下达潜水面。紧挨潜水面上 (即毛细管边缘层) 的孔隙中的水分, 虽受表面张力的吸着, 但与潜水面以下的水分仍保持联系。过渡层中的水分则成为孔洞的薄膜。参见 Subsurface Water [地下水] 条。

Water Vapor 水蒸汽 以气体或蒸汽的形态存在的水。水蒸汽是水循环的一个环节。空气中的水蒸汽是来自地球表面的水的蒸发。大气层中的水蒸汽主要集中于地面之上几公里的范围内。在这里, 水蒸汽通过凝结变成液体或者通过升华作用变成冰晶形成云。通过蒸发和凝结作用, 水蒸汽从大洋中把潜热能输送到大气层中去。地球表面所吸收的太阳辐射能就通过这种方式把很大一部分能转化为推动大气运动的能量。水蒸汽在大气层的温室效应中也起着重要作用 (温室效应就是大气层通过吸收一部分地面辐射并把其中的一部分再辐射回地球表面; 使地球表面的温度比在没有这种作用存在时要高一些)。

空气湿度这一术语通常是用来表示空气中水蒸汽的含量。因为从地球表

面蒸发进入大气层中去的水蒸汽通常是在对流层内进行凝结，因此，大气层中的水蒸汽大部分分布于对流层内，对流层以外的水蒸汽只占极少一部分。大气层中的水蒸汽约有一半左右集中于距地面 2 公里的高度以内。空气中的湿度一方面随世界各地气候不同而变化，另一方面也随天气状况而变化。

wave 波浪 波浪是水面的一种扰动。实际上，所有的波浪都是由于气压的变化（风）而形成的，也有少数波浪是由于地壳的突然震动而形成的。理想的波浪具有呈圆滑的正弦曲线的波峰和波谷。波浪通常用波长（两个相邻的波浪上的相应的两点之间的距离）和波高（波峰和波谷之间的垂直距离）来表述。波浪还可以用它的传播速度来表述。

由风形成的波浪，其规模和速度取决于风速、风的持续时间以及风吹过水面的距离，在深水中有两种类型的波浪：一种是海浪，海浪是处于风的直接影响之下的波浪；另一种是涌浪，涌浪是在风停止以后还继续存在着的波浪或者是处在风的直接影响范围以外的波浪。海浪的波峰和波谷都呈尖状。在浅水区，海浪和涌浪都变得陡立和破裂，形状也发生变化，然后变成拍岸浪。当波浪缓慢地破裂、并且看起来好象是要翻越一堵墙的样子，这时的波浪称为破波。所谓卷跃破波是指这样的一种破波：波浪陡立、向前卷曲冲去，最后跌落下去而破裂。所谓激散破波是由小的波浪变陡而形成并冲向海滩的波浪。

波浪

1. 波浪的高度为波浪的最高点——波峰和波浪的最低点——波谷之间的高差。波长是相邻两个波浪的相应部位（例如从波峰到波峰）之间的距离。当一个前进着的波浪到达浅水地区，它的下部触及到水底速度减慢，落到后面，而波的上部却移动到前面去了。随着波峰变得越来越陡立，波浪也就变得不太稳定，最后倾倒下来并以拍岸浪的形式冲上海滩。

2. (a) 深水中的波浪，水质点（表示为黑点）做圆周运动。质点运动的轨迹随着深度的增加而越来越小。(b) 在浅水区，波浪的底部沿着海底拖动，水质点的运动轨迹变得扁平，成为椭圆。

虽然波浪可以越过一个水域，运动的距离非常漫长，然而水本身却几乎很少或者是根本没有移动任何距离。如果注意观察漂浮在水面的物体，就会看到，当有波浪经过时，在水面漂浮的物体似乎是在做上下运动，实际上基本是在做圆周运动。水面漂浮物体的运动反映了水质点的运动。在波峰处，水质点的运动方向和波浪运动方向一致，而在波谷处，水质点的运动方向与波浪运动方向相反。水面质点的圆周运动的直径等于波高，随着向水下深度的增加，水质点的圆周运动的直径越来越小，最后大约在相当于波长一半的深度处，水质点就完全停止做圆周运动了。

当波浪运动到浅水地方，之所以会变得陡立以至于最后破碎，是由于海底和水质点运动二者相互作用的结果。最终，由于水质点的圆周运动的速度超过了波浪的运动速度，使波浪崩溃瓦解。

当一条波浪运动到浅水处并触及到水底时，这条波浪就会发生弯曲或折曲，这是由于在这条波浪的某一段可能不受海底的影响，而在波浪的另一段，可能因受海底的影响而减速。因此，在一条波浪的横向方向上的不同位置上，波峰的速度也是不同的。这就导致波峰线发生弯曲或折曲，使其大致与浅水区水底的地形等高线相平行。在海岸工程中的所谓波向线的建筑物是和波峰线相垂直的，是由于波浪运动到近岸的浅水区波峰线发生折曲而建筑的。波

向线表示了波浪能量的传播方向。在海岬处，波向线是收敛式排列的，而在海湾处，波向线则是放射式排列的，表明了在这些地方波浪的能量是以汇聚的方式或是以辐散的方式进行传播。

就波浪可以做衍射运动或能被反射而言，它的行为有些象光线或声波。当波浪经过象防波堤这样的障碍物时，衍射作用使能量沿障碍物的两侧传播，结果当波浪越过障碍物时，导致障碍物背面的水也产生一定的运动。波浪也能被象防波堤这样的不可逾越的障碍物反射回来。如果障碍物是直立的和平滑的，以及波浪大致与障碍物相平行，那么波浪在被反射时能量的损失很少或几乎没有损失。

Wavellite 银星石 银星石是一种含水的磷酸铝矿物，常常是放射状晶体形成的球状集合体。是一种少见的次生矿物，在低级的变质岩中，褐铁矿中，以及磷矿床中发现过。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Weather 天气 天气主要是指以其对生物和人类活动的影响为标准的大气层的状态。天气是大气层中短期的变化。它与气候的区别就在于气候是“天气的综合”。虽然在实际气象观测中，天气这个术语只是指大气现象，但是更普遍的理解通常还包括从几分钟到几个月期间的温度、湿度、降水、云量、能见度以及风的基本情况。参见 Clouds [云]，Cyclone [气旋]，Precipitation [降水]，Temperature [温度]；Thunderstorm [雷暴雨]，Tornado [陆龙卷]，Wind [风] 条。

Weathering 风化 地表或近地表的岩石在机械过程和化学过程的作用下发生的变化。长期而持续的风化作用可使坚硬的岩石破碎，形成松散的或易碎的物质。风化作用基本上是岩石与大气和地下水之间的相互作用。风化了的岩石可深及地表以下数十米；深度取决于下列因素：侵蚀的速率、气候、地形、岩石的种类、渗透性以及时间。当岩石由于机械作用从上面破裂时，称作岩石崩解；由于化学作用而在下面破裂时，就称作岩石的分解。

造成岩石机械破碎的作用是：（1）水在一个受到局限的空间里冻结因而体积膨胀，（2）气温的变化引起膨胀与收缩交替发生，（3）深埋在底下的岩石由于侵蚀作用而出露在地面发生膨胀。

化学风化结果形成新的矿物。重要的化学反应是氧化作用（这一作用与氧有关）、水解作用以及水合作用（水的化学活动）、碳酸化作用（溶解在水中的二氧化碳的化学活动）以及溶蚀作用（可溶性物质被带走）。化学风化还可由有机体的生物活动或者它们腐烂的产物所引起。此外，化学风化生成了新矿物，体积也会增大，所产生的压力可使岩石崩解。化学风化生成的最重要的物质是粘土矿、碳酸钠、碳酸钾、碳酸钙、碳酸镁、二氧化硅以及铁的氧化物等。

其中有几种物质溶于水，流入河中，最终到达海洋，为海洋有机物所利用。粘土矿对人类的重要性极大，特别是在植物的生长方面。在气候温暖、多水的地方化学风化最为迅速。在石块小，而总的表面积大的地方，化学风化也相当迅速。

化学风化的一个尽人皆知的例子就是铁的生锈。在有水分和氧气的情况下，铁就会变成铁锈（褐铁），其物理性质与铁大为不同。化学风化的另一个常见的例子是铜上的绿色斑点（碳酸铜），这是由于二氧化碳和水作用于铜的表面而生成的。

风化作用对于人类极为重要。没有风化作用，地表上则不可能形成土壤，

海洋也就必然缺乏较高级的生命的形态。许多矿物部分地来自于风化作用，铝土矿（最重要的铝矿），某些铜矿石，还有沙金、铂以及金刚石等都是其例。风化作用使基岩变成风化壳，因而促进了流水及其它外营力的侵蚀作用。岩石表面或内部的黄色或褐色层是化学风化扩展的痕迹，是含铁的矿物风化的结果，古老的建筑物的石头也会发生风化。

Welded Tuff 焊接凝灰岩 由热的浮岩质岩屑固结而成，而这些岩屑是由火山云（所谓白炽云）沉积的。这种固结作用是由被焊接在一起的热塑性碎屑以及所含的热气体的活动性引起的。沉积层的重量压扁了气泡和浮岩以及使拉长的碎屑被拉平。变平作用在凝灰岩中产生纹理以及后来的流动能引起延伸和变形。这就产生了极容易与流纹岩中的流动条带混淆的结构，许多焊接凝灰岩（如黄石国家公园中的那些）曾经被看作是流纹岩质岩流。由于冷却造成的收缩，可以形成柱状节理。在俄勒冈州火山口湖和许多其他地方都发现有焊接凝灰岩，以及在黄石和新西兰北岛都有熔结凝灰岩高原。

Wentworth Scale 温德华标尺 为筛析沉积物和测量沉积岩粒度而设计的一种尺度。该标尺范围从粘土颗粒（直径小于 1/256 毫米）到漂砾（直径大于 256 毫米）。每一粒级乘以 2 得出相邻的更大的一个粒级。其术语从粗到细为：漂砾、中砾、砾、细砾、砂、粉砂和粘土。

Westerly Winds, Prevailing 盛行西风带 位于北半球和南半球纬度 35° 与 60° 之间的风带。在这一带内，任何方向的风都可能有，但是西风是占主要地位。参见 Wind [风] 条。

Winmanstatten Pattern 魏德曼图像 在铁陨石的光片和酸腐蚀表面上见到的一系列相互交叉的条带。铁陨石由铁纹石和镍纹石（镍—铁）成层地组成。腐蚀会把铁纹石条带溶走，因为铁纹石比更富镍的镍纹石更快地被腐蚀。

Willemite 硅锌矿 硅锌矿是一种硅酸锌矿物，仅仅在新泽西州的富兰克林发现过大量的硅锌矿，在那里与锌铁尖晶石和红锌矿共生，很早就作为锌矿开采，大多数富兰克林的硅锌矿在紫外线下发鲜艳的黄绿色的萤光。其他地方硅锌矿通常只是少量地在锌矿床的氧化带，作为次生矿物出现。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Wind 风 空气相对于地球表面的运动谓之风。由于近地面层空气的垂直运动非常小，因此，气象学家把风这个术语几乎单纯用来表示空气的水平运动。通常只有空气在进行强烈的向上或向下运动时，垂直运动才可以明显地被觉察出来。在近地面处，风是用风速仪和风向标来予以测量；在高空，通常是用电子仪器跟踪携带仪器的气球来观测风。在自由大气中，风向和风速也可以根据气压的分布近似地估计出来。

在自由大气中，大规模水平运动的速度近似于地转风的速度，即由科里奥利力与气压梯度力二者的合力所形成的风。地转风的风向与等压线相平行，北半球，低压区在风的左侧，南半球，低压区在风的右侧。风速与气压梯度力成正比而与科里奥利参数以及等压线的间距成反比。

许多特殊的地方风是与地形有关，是由于地形导致空气不均匀的受热和冷却的结果，如海陆风、山谷风、下降风、尘旋风等。另外，大气层中还存在着许多大规模的风系。东北贸易风就是在 17 世纪由英国天文学家埃德蒙德·哈雷（Edmund Halley, 1656—1742）发现并作为大气环流的一个主要部分。北半球的贸易风为东北风，南半球的贸易风为东南风。贸易风占据了热

带地区的大部分地方，或者占据了地球表面约一半的面积。每一半球的贸易风构成哈德利环的回流部分（见 Atmosphere, Planetary Circulation of [大气层的行星环流]）。所谓哈德利环，是由热力推动的，在赤道附近空气做上升运动，然后向两侧流去，在南北纬 30° 附近向下运动，并沿着地面流回赤道的环流。两半球的贸易风在赤道地区相会，形成了云带，这个云带就是热带辐合带的标志。贸易风是地球上最稳定的风系，它的变化要比中纬度西风带小得多。

西风带是地面风，位于纬度约 35° 到 65° 之间。西风带在低纬度一侧的界限根据副热带高压带可以很容易确定（副热带高压带是由哈德利环流的下沉空气形成的）。但是西风带在高纬度一侧的界限是不固定的、多变的和难以确定的。

极地东风带位于高纬度低压带的极地一侧。这个风系厚度不大，界线不太明确。极地东风带是厚度不大的极地反气旋向外吹的气流所形成的，或者可以说是流向极地变冷下沉形成极地反气旋的那股气流的回流。

向上距离地面越高，东风带的宽度就变得越窄。西风带的宽度越向上变得越宽，两侧也越向赤道和极地方面扩展。若从高空来看，在处于冬季的那一半地球，它的西风带就好象一个巨大的涡流，它的中心位于极地，它的外缘伸延到纬度 10° 左右的地带。在西风带的核心部位，也就是在纬度 30° 附近的平流层底部，冬季风速平均为每秒 40 米（每小时 140 公里）。

虽然根据所有经度上的长期平均来看，西风带表现为带状的风，但是，在任何一个瞬间，西风带又表现为波状弯曲。这种波状弯曲有各种称呼：行星波、西风带中的长波、罗斯比波。然而，在室内用流体做旋转运动进行的实验表明，西风带中的波并不是真正的罗斯比波（参见 Atmospheric Waves and Vorticity [大气层中的波和涡流度] 条）。在较长时间吹着近似于带状的气流之后，西风带中的波就发育最盛。由于波是把热量从低纬度输送到高纬度，因此，据认为，当低纬度和高纬度之间的温度差异达到一定的临界值时，带状气流就变得不稳定，也就是说，这时最有利于波的扰动作用的发展。实验室实验支持上述看法。把两个直径不同的圆筒套在一起，再把流体装入这两个圆筒之间的环形空间中并使流体进行旋转来模拟对流环流，实验结果表明，对流环流与两个因素有关：经线方向的温度差异和流体的旋转速度。

虽然地球的旋转速度是固定的，但是，地平面绕着一个垂直轴的旋转速度相对于一个固定的参考系来说是随纬度而变化：在两极最大，而在赤道则为零。从低纬度到高纬度的温度递减率，在热带地区最小，而在中纬度地区最大。用旋转的流体进行的模拟实验表明，在沿着圆筒的纵向方向温差较小以及圆筒的旋转速度较慢的条件下，有利于类似地球低纬度地区大气层中的哈德利环流那种环流的形成。如果圆筒的旋转速度较快，圆筒纵向方向的温差较大，则有利于“罗斯比模式”的形成，在这种情况下，带状气流和哈德利环流都被波的运动形式所取代，这种波的运动形式很象在地球中纬度大气层中的那种波。

夏季，在 30 公里左右的高度上，西风带就消失了，取而代之的是东风，东风从极地一直延伸到赤道。以前曾经认为，赤道地区上空的东风是稳定的，但是最近 15 或 20 年来的观测揭示出了赤道地区平流层的风存在着很有趣的周期性，称之为“两年波动周期”。大约每 26 个月，赤道地区平流层中空气流动的方向就发生一次变化，交替地吹着东风和西风。据认为，全球范围的

竖向传播的内引力波为两年周期的波动提供了原动力。

Wind Gap 风口 穿越耐蚀山脊的山口或豁子。可能是原先的河流侵蚀而成的〔这也可称为水口 (Water gap)〕。在褶皱区，松软岩层上有后成河发育，还以袭夺方式试图切过耐蚀岩层，就会产生很多风口。

美国褶皱性的阿巴拉契亚山脉和英国英格兰的南北唐斯 (North and South Downs) 地区，分布着为数很多的风口。

Witherite 毒重石 毒重石是文石族的一员，碳酸钡，这个族的矿物有相似的结晶构造和晶体形态。毒重石是罕见的矿物，一般是与方铅矿共生的，是钡的一个次要来源。而重晶石则是储量大的矿物，是钡的主要来源。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Wolframite 黑钨矿 黑钨矿是铁锰的钨酸盐矿物，是钨的主要矿石矿物，黑钨矿是纯钨酸铁 (钨铁矿) 和纯钨酸锰 (钨锰矿) 的系列。黑钨矿系指过渡的成份，它比该系列两端的矿物常见。一般产在与花岗岩共生的伟晶岩墙和高温热液石英脉中，主要的产钨国家是中国、苏联、朝鲜、玻利维亚和澳大利亚。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Wollastonite 硅灰石 硅灰石是硅酸钙矿物，一般是作为一种接触变质矿物存在于结晶灰岩之中，一般是与透辉石、石榴石、透闪石、符山石和绿帘石共生。

在那些以硅灰石为主的地方，可以开采，用来生产釉面砖。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Wulfenite 钼铅矿 钼铅矿是一种钼酸铅矿物，是铅矿床氧化带的次生产物，是钼的一个次要的来源。

它有很好的晶形，很高的光泽、黄到橙红的颜色，对矿物收集家来说是很值值的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Xenoblastic 他形变晶状的 变质岩中经常见到的一种结构，在该结构中矿物形成不规则的轮廓替代它们特征的晶面。不规则状发育的原因仍未了解清楚。参见 Crystalloblastic Series [变晶序列]。

Xenolith 捕虏体 出现在火成岩中但与它不相干的外来岩石碎块。在火成岩浆侵入期间，围岩碎块可以被破碎，并完全被后来结晶的岩浆包围。这样的碎块就是捕虏体。

X-ray Crystallography X 射线结晶学 X 射线结晶学是用 X 射线来研究晶体内部构造的近代结晶学的分支。用 X 射线研究一个单晶，不仅可以测量相邻原子平面间的距离和精确地测定晶胞的大小，而且可以确定晶体各种原子的位置。在研究晶体的粉末法中，用的是磨成尽可能细的晶体粉末对 X 射线的衍射。衍射线给出一个图样，并记录在底片上。因为，每种物质都能给出自己特征的图样，所以，X 射线粉末法是鉴定晶体和矿物的有力工具。

Yardang 雅尔旦地形，风蚀脊，白龙堆 在沙漠地区基岩或土被经风携带的沙子磨蚀形成的长长的岩脊或土脊。风蚀脊的脊部呈刃状、流线状，脊与脊之间由陡坡和底部呈圆弧形的槽谷隔开。脊和槽谷沿着最强大的盛行风方向延伸。这种地形在质地较软的岩石中最为发育。石脊或土脊高度从几个厘米到 8 米（25 英尺）不等，但是据说在伊朗南部的卢特（Lut）地区，有的脊可高于槽谷 200 米（650 英尺）以上。因为一般情况下，沙子被风吹离地面仅几英尺高，风蚀脊的迎风坡的底部通常被磨蚀成向内的凹槽，上部凸出来，形如伸出来的房檐。这种地形分布于土耳其斯坦（正是这里的雅尔旦地形最早报导于世）、秘鲁海岸、伊朗、南非的纳塔尔南部、莫哈维沙漠等地。

Yazoo River 亚祖式河流 河流支流的一种。在汇入干流以前，与干流平行前进。美国的亚祖河是最典型的例子。由于密西西比河的河床比河漫滩沼泽高，而亚祖河又必须越过河漫滩沼泽方能进入泛滥平原。因此同密西西比老汇合不了，必须顺着泛滥平原的边沿与干流平行流动。直到密西西比河摆向河谷的一侧，亚祖河方能与之汇合。

Young's Modulus (或 Modulus of Elasticity) 杨氏模量 (或弹性模量) 岩石或其他任一种固体抵抗变形的能力。不同的固体具有不同的量值，并且可以用在实验室里使一个岩石圆柱体经受压力负载来测量得到。这个已知长度和横断面积的岩石圆柱体被加压直到它将不再作弹性变形时为止，亦即当解除所加载荷后不能回复至它的原始形状。在这个转折点上的载荷值，以磅或公斤计，被原始横截面积去除。

这样可确定以每平方英寸面积磅数或每平方厘米上的公斤数来计算的应力 σ (希腊字母“Sigma”)。而应变 ϵ (希腊字母“epsilon”) 是用圆柱体的原始长度去除加载后长度变化值来得到的。然后，杨氏模量是用应力被应变去除而确定，或表达为： Y (杨氏模量) = σ / ϵ 。杨氏模量的值以每平方厘米上的达因数或每平方英寸上的磅数的方式给出。

Zeolite 沸石 沸石是一组成份和产状都相似的矿物。

沸石是含水的钠、钙（少量钾）的铝硅酸盐。沸石的清单中包括了许多种沸石，其中只有五、六种是普遍常见的。纯的时候，是白色的，但不纯时，

可使其染色，成为粉红、灰色或棕褐色。它的比重低，从 2.0 到 2.4，硬度变化从 3.5 到 5.5。当加热时，熔化的同时发泡，因此而得此名。名称中 Zeo 来自希腊文“沸腾”的意思。

大多数沸石结晶很好，特征的产状是在细粒的玄武岩（即所谓暗色岩）的空洞和裂隙中。在这种情况下，沸石可以与另一种沸石以及常常还有葡萄石、硅硼钙石、鱼眼石、针钠钙石（很罕见的情况下，还有紫石英）共生。著名的沸石产地是印度的德干暗色岩，冰岛的北部，加拿大的新斯科舍，在美国，由暗色岩构成的山脉从马萨诸塞经过康涅狄格到达新泽西。除此以外，结晶不好的沸石的巨大矿床在坦桑尼亚和在美国西部都有，是火山凝灰岩和火山玻璃蚀变产生的。

沸石有一种有趣而重要的性质。这种性质是由结晶构造决定的盐基交换容量。金属离子，主要是钠和钙，是靠弱的静电力联在刚强的铝硅酸盐骨架上的。这些金属离子可以相互代替，而不破坏基本结构，如果一个钠质沸石浸泡在高浓度的钙质溶液中，钙离子将进入晶体构造中，钠离子就进入溶液中。硬水软化，主要靠这个原理。水硬，是由于它含有很多钙离子。如果这种水通过装满钠质沸石的容器，钙就进入晶格，而钠就进入水中，于是水就软化了。

zinc Blende 闪锌矿 是 Sphalerite 一词的同义词^①。主要用于英国，美国使用较少。

Zincite 红锌矿 红锌矿是一种氧化锌矿物，在新泽西的富兰克林，作为锌矿来开采。虽然红锌矿在其他地方也有报导过，但是，它的唯一重要的产地就是富兰克林，在那儿与其他含锌的矿物，如锌铁尖晶石和硅锌矿共生，在红锌矿中有少量的锰存在，这可能使它有深红色和橙黄色的原因，因为，纯的氧化锌是白色的。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条。

Zircon 锆石，或锆英石 锆石是一种硅酸锆矿物，可作为宝石，作为锆的矿源，它是普通的分布广泛的火成岩中的副矿物。在变质岩中分布就不那么广泛。这些岩石风化时，锆石的细小晶体和颗粒就分离出来，因为，它的化学性质和机械性质稳定，它们就在河卵石和滨海砂中堆集。在澳大利亚，巴西和佛罗里达，锆石就是从滨海砂中选出来的。那里大规模开采锆石。海沙中选出的锆石用作提取金属锆和提取氧化锆。氧化锆是最耐火的物质之一。

锆石有很高的光泽和硬度，因此，它成为一种引人注目的宝石，几个世纪以来，就为这个目的，在斯里兰卡和缅甸的河卵石中找锆石，最近，从澳大利亚和苏联类似的矿床中找到锆石。这种晶体常常是棕色或红橙色，但很罕见的情况下，也有绿色的、紫色的或无色的。深色可用热处理去色，使之更引人注意，当在一定条件下加热，就可以产生出蓝色或无色的宝石。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条，附录 4。

Zoisite 黝帘石 黝帘石是一种含水钙铝硅酸盐，它的成份与斜黝帘石相同，并与其共生，斜黝帘石比黝帘石更丰富。这矿物通常是浅绿色至灰色的，1967 年在坦桑尼亚发现宝石级的有美丽的海蓝宝石般颜色的晶体，因

^① 按闪锌矿一词，在英语中同义词很多，和 Zinc blende 同义的，除词条中所说的 Sphalerite 以外，尚有 blende, jack, blackjack, steel jack, false galena, pseudogalena, mock ore, mock lead 等。见 M. 盖里等著《地质学词典》（Margaret Cary and others: Glossary of Geology）。——译者

此,黝帘石切成的宝石都统称坦桑宝石而时兴起来。参见 Mineral Properties [矿物性质] 条,附录 4。

Zone 生物地层带 生物地层单位的一种。包括层状岩石的若干亚层,各以一种或几种已灭绝生物的化石为其特征,并以此作为识别层带的根据。生物地层带可以其中的化石命名。

Zone of Aeration 通气层 参见 Water Table [地下水位] 条。

Zone of Saturation 饱和层 参见 Water Table [地下水位] 条。

附录 2 温度换算表

温度的度量和温标

温度是一个物体内分子活动性的数量指标。如果分子运动缓慢，那么可以说由这些分子构成的物体的温度低。如果分子运动迅速，那么温度就高。一般说来，如果一个物体的温度高，那么它就要膨胀，如果冷却，就要收缩。

温度计通常用华氏温标或摄氏温标来标定。华氏温标在美国全国天气通报中使用。摄氏温标有时又称为百分度，因为这种温标把水的冰点和沸点之间划分成 100 等份。摄氏温标在全世界的温度测量以及在美国的所有科学工作中被广泛使用。

开尔文温标是用于温度量度的第三种温标。开尔文温标又被称为绝对温标，因为该温标的零点是没有分子运动的温度。开尔文温标的刻度和摄氏温标的刻度一样，只不过开氏温标的零度比摄氏温标低 273 °。

华氏温度 (F) 换算成摄氏温度 (C) :

$$^{\circ}\text{C} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{1.8}$$

或者

$$^{\circ}\text{C} = 5/9(^{\circ}\text{F} - 32)$$

摄氏温度 (C) 换算成华氏温度 (F) :

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32$$

或者

$$^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$$

摄氏温度 (C) 换算成开氏温度 (K) :

