TINYBOP

《地球万象》

手册

地球在我们脚下不停地变化着。 我们也许看不到变化的发生，但一些地貌如山脉和海滩确实在移动。 它们现在的位置和以前已经不同，在将来也会不一样。

有些变化就发生在瞬间。 我们可以看到、听到和感觉到它们，如山崩时岩石和泥沙会移动。 某些变化，像冰川的下滑和火山的形成，均缓慢地进行或者在地球内部深处进行，因此我们无法看见这些变化。

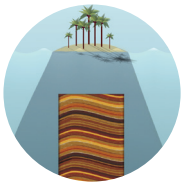
地球是一个模型，让您学习并观察使我们的星球发生变化的各种地质作用力——在表面和内部，在短短几分钟，在数百万年里，发生变化。

在应用程序中

我们鼓励开放式玩耍和探索。探索地球的每一处景色：滑动、点击、并滚动来揭示帮助学习的各个惊喜。

深入

点击放大镜可以观看地质力量的详细景象。

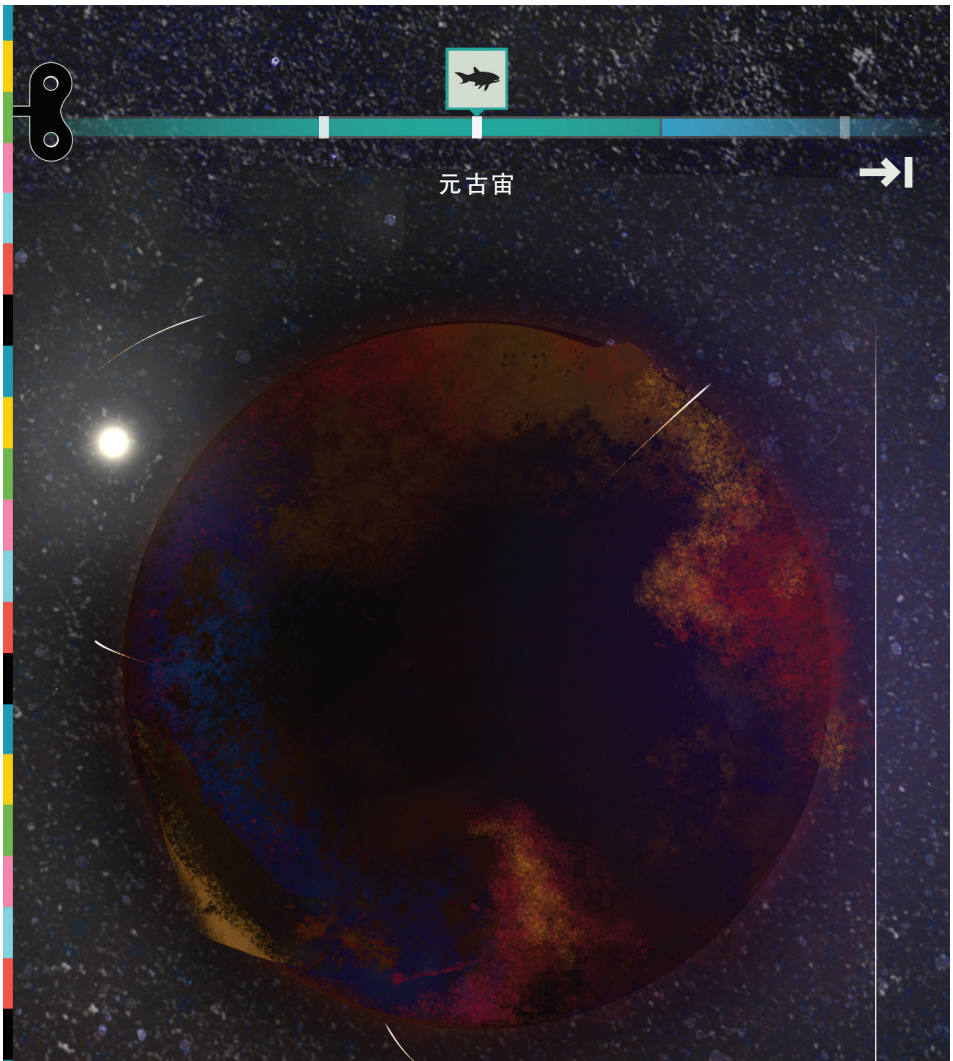


点击门可以看地质特征的详细景象。

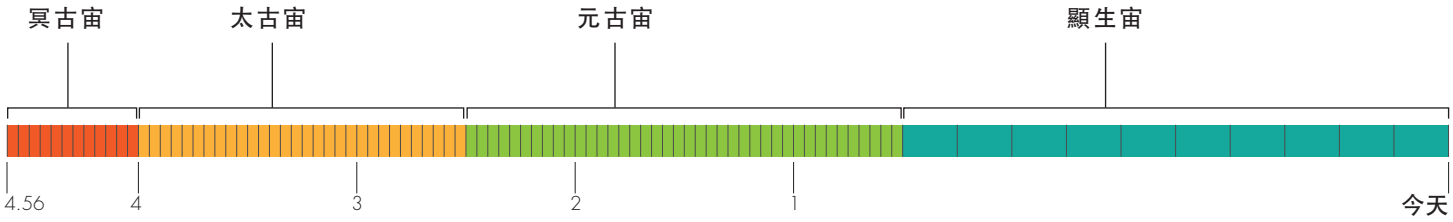
当您在探索的时候，地球想想我们的星球是怎样变化的？是什么造成了这些变化？地球内部的力量是怎样影响到外部？

在时间中旅行

有时候，地球的变化就发生在我们的时代，有时甚至急剧得我们用眼睛就能看到。 但有些变化则需要成百上千，甚至数百万年才能形成。这就是一场在地球漫长变化中的快速旅行。



从太空中俯视地球——在屏幕最上方左右滑动，在四个宙中穿梭，观察地球是怎样慢慢成型的。



冥古宙早期的地球

在46亿至40亿年前的冥古宙，地球还是个刚刚形成的滚烫的岩石球体。 随着它的温度降低，各个地层出现了。 它的表面固化成了岩石。 水冷凝形成早期的海洋。

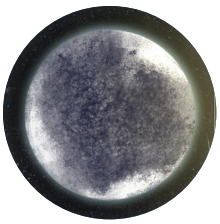
后期重轰炸期

在冥古宙中期到太古宙早期，即大约40亿年前，一些大型的流星击中了地球。 流星使地球表面的温度升高，熔化了早期的地壳，并发生了沉降。

板块构造

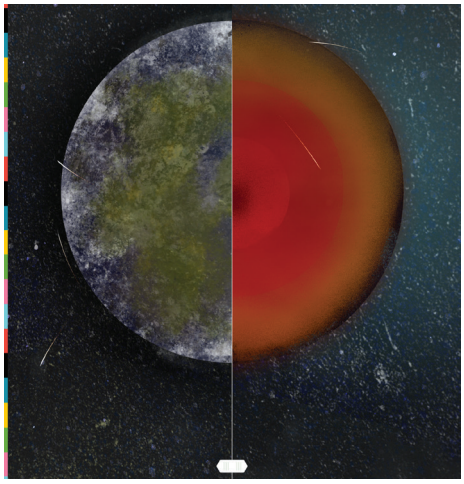
陆地早在冥古宙就开始形成了，但地壳的分裂发生在其后。 从40亿到25亿年前的太古宙开始至今，板块一直在漂移，大陆互相靠近或远离，聚合成超级大陆，随后又再次分裂。

泛古陆是离现在最近的一块超级大陆，它看起来就像把我们今天的大陆用拼图式的方法拼到了一起。今天的大陆也还在漂移，并最终会再一次形成超级大陆。



冰河时期和雪球地球

在25亿年至5亿年前的元古宙到现在的这段时间里，地球经历了较长的低温时期。在冰河时代，两极的冰盖（冰川）扩张并覆盖了地球上的大陆。 当冰川蔓延到足以到达地球赤道的时候，这个时期被称作“雪球地球”。 冰川先扩展后收缩，同时也雕刻了地球的表面。



从太空中俯视地球，在屏幕的最下方左右拖动滑块探索地球内部。

探索地球的地层

许多地表的变化起源于内部。您可以在这往里看看，地球内部并不是一块固体。

地球由不同的岩石层构成。 地壳位于地球表面。 地壳下面是地幔。 地幔下面是地球的中心，地核。 越深入地球内部，地层就会越热，密度也越大。

地壳

地壳是地球表面的薄层。 它被分成漂浮在地幔上的不同板块。地壳有两种类型：

大陆地壳的厚度约为[30英里 / 45公里]，大部分由花岗岩构成。 它包括山脉和地表的其他地貌。 我们能看到的最上方这个薄薄的、层次分明的地层大多数是沉积岩。

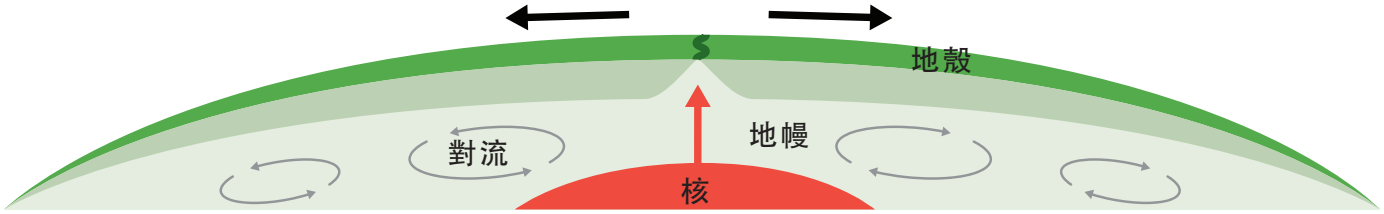
和其他地层相比，大洋地壳很薄。 它的厚度只有大约8千米 / 5英里，主要由高密度的火山成岩即玄武岩构成。 最上面的是一层沉积物和岩石。 大洋地壳覆盖了地球三分之二的面积，位于大洋底部。

地幔

地幔是密度更高的硅酸盐岩石层，厚度大约为[2,900千米 / 1,802英里] 。 约有地球体积的80%属于地幔。 它分为上层和下层。 上层地幔温度更低，比较脆弱。 下层地幔更坚硬，但温度也更高、更有弹性。

地心

地心是地球的中心，是密度最大、最热的部分。 它的温度高达[5,000 / 9,000]到[7,000 / 13,000][摄氏 / 华氏]度。 它也有两层。 外核是液状。 但内核是固体，因为它在来自地幔和地壳如此高的压力下被挤压成了固体。



观察塑造了地球的这些力量

来自地球内部和外部的力量改变了地球的表面。 当地表变化时，地球并没有增大或缩小。 当岩石和沉积物从一个地方消失，便又会在另一个地方出现。

内部

地核深藏于地球中心，犹如地球的发动机。 它释放的热量和辐射能提高了下层地幔的温度。 温度升高的下层地幔向地壳上升，把温度较低的上地幔的岩石向下挤压。 被挤压的岩石再被加热，上升，又向下挤压其它温度低的岩石。 这个加热、上升、降温和下降的循环叫做地质对流。

地幔中的对流使得漂浮在上面的板块移位，最终引起大陆运动并改变了地球的表层。 地球的移动及其炽热的内核也拔高山脉和形成了新海床，并产生了会引起火山爆发的熔岩浆。

尽管这里面许多过程发生得非常缓慢，我们无法察觉到，但当移动的板块相互碰撞产生地震的时候，我们是能够感受到的。

外部

水、风、以及冰，与重力一起，推动着覆盖地球表面的岩石与沉积岩。 这些力通过风化、侵蚀、以及沉积过程塑造并移动地壳来改变陆地。 这些过程依次切开、移动、并沉积岩石。

当板块的移动推动一座山身上拔高时，重力、风、水、以及冰就会经年累月地雕塑那座山。

问题讨论

地球的表面看起来总是一样的吗?

那些会经年累月地改变地球的力量都是哪些?

地球内部的活动怎样改变这个星球表面?

你是怎么看待科学家们称地球为“活星球”的?

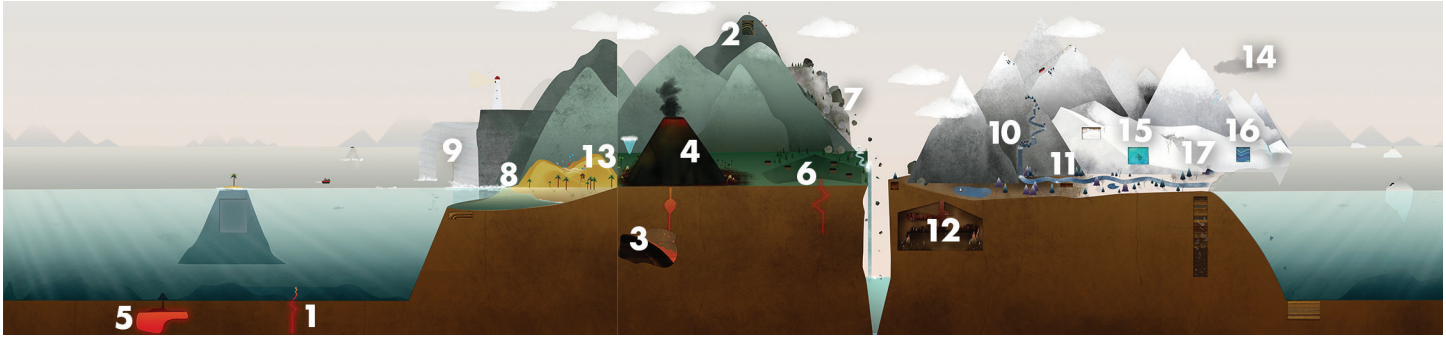
板块构造论

很久以前，陆地是全部连成一块的。 即使现在看起来，非洲和南美洲仿佛也是曾经彼此相邻的。 这两块大陆的外形激发了早期的板块构造学的研究。

板块构造学认为地壳破裂为单独的构造板块，这些板块在不停地漂移并改变形状。 地球内部的对流推动板块以每年 [1 ⌧ 英尺 / 35 毫米]的速度移动（大约相当于您指甲的生长速度）。 这个距离并不长，但经过一百万年，板块总共移动[35 千米 / 22 英里]。

有三种不同类型的块块边界带：分离性边界、汇聚性边界和转换断层性边界。 板块沿着这三种类型的边界块移动引起了火山暴发和地震，并形成了高山和海沟。

从太空中俯视地球——在屏幕最上方左右滑动，在四个宙中穿梭，观察地球是怎样慢慢成型的。



在分离性边界，板块彼此远离。在它们移动过程中，塑造出了山脉、火山、裂谷（地壳从上层地幔裂开的区域）和新的海底。

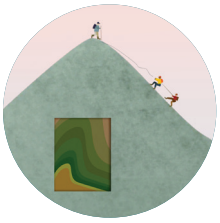
（1）点击海底上的大洋中脊。会发生什么？

在板块彼此远离的过程中，岩浆（熔化的岩石）会从地球内部升起来填补缺口，塑造出新的海底（洋底地壳）。 这些迷你火山不停喷发，沿着海底形成了隆起的海底洋中脊。 有百分之八十的火山喷发均发生在水下。

在汇聚性边界，板块挤向彼此。 如果一个板块是海洋板块，而另一个是陆地板块，海洋板块则会滑入到陆地板块的下部。 这个过程称为俯冲。 在俯冲带上，可形成火山和高山。

如果两个板块均为大陆板块，大陆板块则会挤压折皱，最终形成高山。 这可能要经历数百万年的时间。 例如， 珠穆朗玛峰，喜马拉雅山最高的山峰，每年升高大约 [☒英尺 / 4毫米]。

（2）点击门，来查看高山如何在汇聚性边界形成的详情。



您将看到地壳层互相挤压褶皱并隆起形成高山。

在转换断层性边界，板块滑向彼此，通常在海底位置。这不会塑造出新的地貌，但两个板块间会不断累积压力。最终，压力会以地震的形式释放。

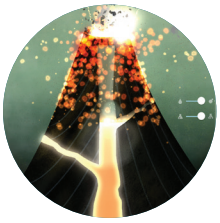
火山

火山是地球的出风口，熔岩、岩屑和气体从这里喷出。它们会有很多不同的形状和尺寸。

（3）找出一个向大陆板块下方俯冲的海洋板块。

提示：寻找火山！ 在这个火山中，海洋板块向大陆板块下方俯冲，被地球内部的高温加热并熔化成岩浆。 这个过程释放出水并让更多岩浆熔化、上升并累积在岩浆房中。 最终，这将导致火山喷发。

位于俯冲带的火山包括 圣海伦火山、 雷尼尔山、皮纳图博火山、 富士山、默拉皮火山、加勒拉斯火山和科多帕希火山。 它们是世界上最大的火山。 这些火山的爆裂喷发所导致的伤害是所有类型的火山中最大的。



（4）在四种不同的火山之间切换。点击每种火山使它喷发。

不同形状的火山，其喷发的形式也不尽相同。 火山的形状和喷发的力量是由它所释放出的岩浆类型决定的。 当岩浆到达地球表面时，便成为熔岩。

一座盾形火山并不产生爆裂喷发，它的岩浆很稀，所含的气体很少。

一座锥形火山也不会产生爆裂喷发，它的岩浆很稀，但含有很多气体。

一座顶火山通常不会产生爆裂性喷发，它的岩浆更粘稠，含有少量气体。

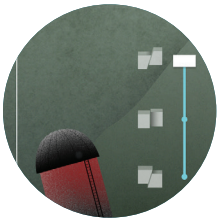
一座层状火山拥有更厚、更粘稠、含大量气体的岩浆，会产生爆裂喷发。

（5）点击热点火山。发生了什么？

热点是板块下的超高温地区，产生的大量岩浆从地壳的裂缝中爆发出来。 这些小型的爆发形成了水下山脉，称作海山。 海山逐渐升高，最终超出水面而成为了火山岛。

随着时间推进，热点上方的板块移动，岛也随着位移。 火山岛离开了热点后，就变成了死火山。 但在热点上原来的地方又形成了火山岛。 最终，岛链形成了，夏威夷群岛就是这样形成的。

地震

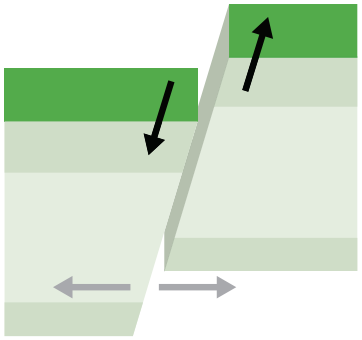


（6）在三种不同地震中切换，点击触发每一种地震。

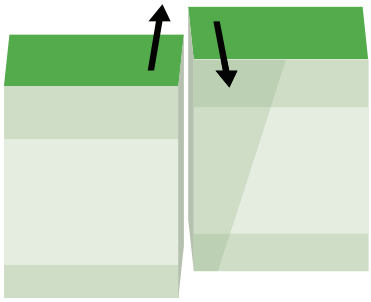
板块的界限或者说边缘不是平滑的。 上面有断层（岩石中的断裂）。 板块移动时，它们的边缘相互摩擦。 有时边缘在断层处被阻滞，而板块的其余部分继续移动。 压力和能量蓄积起来，直到阻滞的部分移动，全部能量便以地震波（如同水面上的波纹）的方式向外扩散，引发地震。

地震可以用里氏震级来测量，其数值代表地震释放的能量。数值越高，地震的强度就越大。

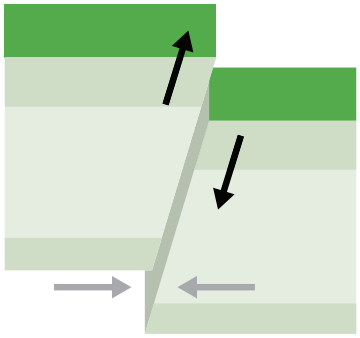
地震震源 是地表以下地震的发源地。 震源的深度最深可达800千米（500英里）的地表下的地壳和上地幔中。 当地震波到达地面时，地震就变得不那么激烈了。 所以，你离震央越远，你感觉到地震的可能就越小。 地震越深，我们在地表的感觉就越轻微。 震中震中是地表上位于震源正上方的地点。



正斷層



平移斷層



逆向斷層

地震有三种类型。它们因板块相互移动的方向的不同而不同。

在 正 断层，不同板块或大块的岩石向相反的方向移动，一块降至另一块下面，伸展地壳，形成盆地。 称为山脉的地貌在盆地的另一边升起。 这些断层通常发生在离散板块边缘并引起较弱的地震。

在平移断层带，板块或大块岩石相互滑过，引起地壳滑动或位置改变。这些都发生在转型板块边缘，会引起中强至强烈的地震。

在 逆 断层的板块或岩石相互聚合运动，使岩层逐渐堆高并压缩地壳而形成山脉或引起海啸。这些通常都发生在汇聚型板块边界，并形成强烈地震。

问题讨论

导致火山和地震的原因是什么?

为何火山有不同的形状?

地球内部的活动如何影响地球表面的活动? 地球内部的活动如何影响火山表面的活动?

风化、侵蚀和沉积

风化、侵蚀和沉积作用改变着地球表面。 例如，当山脉最初形成时它们也许是高耸崎岖的，就像美洲西部年轻的洛基山脉一样。 随着时间的推移，它们变矮变得平缓了，就像美洲东部的阿巴拉契亚山脉一样。 造成这些变化的过程有三种：风化、侵蚀和沉积。

风化会让岩石破碎、开裂、崩溃或以其他形式改变岩石。水、风、冰、植物和动物均可让岩石破碎并变成沉积物。

侵蚀会移动岩石和沉积物。水、冰、风可让岩石变松并携带岩石。重力则会助一臂之力，让岩石移动。

在沉积物中岩石会被抛落到新的地点。 冰川融化并移动过程中，会把岩石留在新的地方。岩石和沉积物不断在新的地方累积，形成新的地貌。

导致巨变的力量

风、水和冰以及重力是导致岩石和沉积物变形、侵蚀和沉积的力量。 重力让一切东西向下，也就是地球的中心移动。 当风速减慢的时候，它将较重的粒子拉回到地面。 它驱动溪流和冰川中的水从山顶流下。 另外重力会向下牵引岩石和沉积物--迅速滑下！ --发生岩石滑坡时。

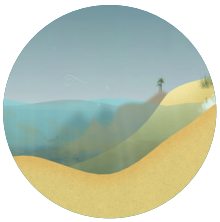
（7）点击岩石，触发岩滑。

因为整块岩石落下，这种类型的滑坡叫做岩滑。 风化会让岩石破碎。 气候的改变（通常是气候变暖）或突发的大气扰动会让破碎的岩石变松。 于是岩石开始落下，同时碰撞其他岩石一起滑落。 在重力的作用下，更多岩石纷纷落下。 在岩滑底部形成的岩石堆叫做岩堆。

水

不，以波浪、河流和地下水的形式 是侵蚀的主要动力。在岸边，携带着岩石和沙粒的波浪冲击土地，造成侵蚀并形成崖臂、拱坝和洞穴。

（8）点击水来查看它是如何搬运沙子并改变沙滩的。



沙滩始终在变化；沙粒不断注入，又不断被搬运出去，尤其是暴风雨沙滩的变化更明显且频繁。

微小的夏季波浪会让沉积物在沙滩上沉淀并不断变大。巨大的冬季波浪会带走沙子，侵蚀沙滩，让它变小。

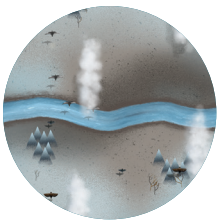
（9）点击水来制造波浪。发生了什么？

波浪风化崖壁，让其破碎成为沙粒。波浪可塑造所有类型的外形疯狂的地貌：阶地、台地、拱坝和海蚀柱。

(10) 轻触岩石，将其投入河流中。跟随它们向海洋迁移。

当河流流经并雕琢地球的表面，根据重力将水从较高地表输送至较低地表时，河流携带并运走岩石和沉积岩。 这首先造成侵蚀，然后河流把岩石都带入大海或河床而最终形成沉积。

（11） 轻触河流，使其加速。发生了什么？



一个新溪流的路径可能是一条从高海拔到低海拔的直线，而随着时间推移，它会蜿蜒而行。历经多年，随着它的泛滥和干涸，它会改变流经之处的地貌。 当它泛滥时，河水的力量会侵蚀其沿岸的土地。 当它干涸时，岩石和沉积物会沉积在河床上。 通过泛滥和干涸的多次轮回，河流本身的形状也发生变化。

（12）发现地下洞穴。

水对石灰岩的化学侵蚀可以形成地下洞穴。 水渗透至地下并与空气中的二氧化碳结合，并形成能溶解上面地表石灰岩的酸性溶液。

在洞穴中，随着水从上方滴落在矿床上，钟乳石便会形成。 那些矿物沉积径直滴落下来时，在地表上形成钟乳石。 钟乳石需100年才能长[2.5厘米 / 一英寸]。

风

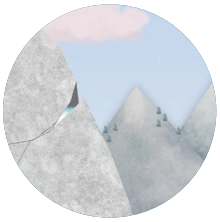
风能风化岩石，侵蚀岩石和沉积物，也能沉淀岩石和沉积物。 速度快的风能携带沉积物。当风速减慢时，所携带的沉积物随之落下。 大的颗粒被风吹动，缓慢移动，中型颗粒被吹起又落下，而细小的颗粒则随风漂流。

（13）点击沙丘来制造出风。会发生什么？

风将沙粒吹到沙丘上，根据风向的不同，沙丘的形状和大小会不断变化。在几十年间，新的沙丘变迁并移动 — 就在我们的眼前。

冰

冰风化岩石，水在岩石缝隙中结冰时会让岩石破裂。冰川形式的冰在缓慢移动过程中也会侵蚀并沉淀岩石。



(14) 轻触云彩，使其下雨并用水填充裂缝。发生了什么？

当水落入岩石的裂缝并结冰的时候，它会膨胀，推斥岩石并最终使其破碎。 这就是“冰楔作用”。 当冻楔作用反反复复发生时，就会将坚硬的岩石变成碎石。

当冻楔作用发生在高高的山顶时，重力最终会将风化和破碎的岩石移动下来——形成岩滑。

(15 或 16) 轻触门来查看冰川的分层。

冰川是长年累月形成的大型冰块。雪一年年堆积，挤压形成联锁结构的冰晶，最终形成天蓝色巨大的坚固冰块。

最终，像所有水一样，固体的冰块开始向下游移动，通常一天仅几[英寸 / 厘米]，每年大约[1000英尺/ 300米]。 冰川推动土地上的岩石和沉积物，刮切土地，重塑地形，在冰川融化过程中，沉积物、岩石和巨石又会沉淀下来。 从前冰河时期的冰川塑造了我们今天看到的许多地貌——湖泊、山岭、谷地。

（17）向右划动使冰川扩张，向左划动使冰川消退。

如果气候变冷，冰雪堆积的量会比融化的量大，冰川就会变大。

冰川扩张时携带着下方路径上的岩石和沉积物。

如果天气转暖，而堆积的冰雪少于熔化的冰雪，冰山将会缩小并后退。 冰川后退时，它携带的物质和下方被改造的地面便暴露出来。

问题讨论

水是如何改变山脉的?

重力是如何改变地球表面的?

冰川是如何像河流一样活动的?

风是如何让沙漠成形的?

我们在一分钟之内能够观察到地球表面的哪些变化呢？在我们的生活中又有哪些呢?

地球表面的哪些变化因为发生得太慢以致于我们观察不到呢?

来源

Christopherson, Robert W. Geosystems. Prentice Hall, 2011.

Murck, Barbara W. Geology,《自学指南》 Wiley, 2001.

《国家地理》：地球，2015年8月刊登。

《国家公园局地质图册》，2005年8月刊登。

《OSU火山世界》，2015年8月刊登。

Palmer, Douglas等，《地球：权威图片指南》第二版。DK，2013。

史密森尼博物馆：地质年代，2015年8月刊登。

美国地质调查局，2015年8月刊登

特别鸣谢国家大气研究中心的Alison D. Nugent； 华盛顿大学的Erin Wirth，以及哈佛大学的Karen Aline McKinnon。

感谢使用《地球万象》应用软件。

如果你对《地球万象》手册有任何反馈，请发邮件至support@tinybop.com通知我们。

要继续学习和探索，请在Twitter、Facebook、YouTube 和Instagram关注我们，并访问我们的博客。

App Store
下載