

海洋和海岸

識別與海洋和海岸線相關的特徵。

地球上約 70% 的表面被水覆蓋，形成陸地與水之間的界面的海岸是一系列特殊的地貌過程和一系列地貌的景象。例如，海浪和潮汐涉及大量能量的移動和消散，這些能量能夠引起沿海地貌的快速而壯觀的變化。

你會學到什麼

- 確定海洋運動的類型，包括波浪，潮汐和洋流。
- 識別與海岸線相關的要素。
- 確定不同類型的沿海危害。
- 討論人類對沿海流程的影響。

本節的包括以下內容：

- 海洋運動
- 海岸線
- 沿海危害
- 沿海過程的人類改造
- 自檢：海洋和海岸線

海洋運動

波浪



圖 1.海浪

波的特徵在於波的長度，高度（振幅），速度（波峰的前進速度）和周期（連續波峰之間通過同一點的時間間隔）。這些性質以及它們之間的關係，根據產生波的機理的性質，這種產生機理的強度以及存在波的環境而變化很大。

波浪的風力發電涉及將能量從移動的空氣轉移到水面。儘管這是一個非常熟悉的過程，但其發生的方式仍未完全了解（[Summerfield 1991](#)）。交換的能量主要取決於風的速度，持續時間和獲取（風吹過的距離，這對波高和周期有重要影響）。最高的波浪是由長距離朝同一方向吹的強風產生的；這樣的波浪可以達到 **50 英尺（15 m）** 的高度。低氣壓（風暴潮）和海床位移（特別是地震（海嘯））也會產生波浪。

在深海中，波浪中的水很少向前運動，因為波浪運動而不是水運動。但是，隨著波浪向淺水移動，其運動方式會發生巨大變化。海底開始乾擾波浪的振盪運動，其中水深減小到小於波浪長度的一半。單個水粒子的軌道變得不那麼圓，而是更橢圓。隨著振盪（深海）波轉換成平移波，水的向前運動現在變得很重要。隨著水深逐漸變淺，波長和速度減小，波浪高度增加，因此波浪變陡。最終，波浪被過度加深，直至其波峰向前撞擊而破裂，從而形成海浪。活躍的破碎波區域被稱為衝浪區域。一旦波形被破壞，剩餘的水就會沖刷而上升到岸上，並在重力作用下返回地下。

潮汐



圖 2. 1972 年芬迪灣新不倫瑞克省阿爾瑪的漲潮和退潮

潮汐是由月亮和太陽施加在海水上的重力引力引起的。由於月球離地球更近，所以儘管太陽的尺寸和質量很大，但月球的引力作用是遙遠太陽的兩倍以上。地球，月球和太陽相對於彼此的運動會在大多數海岸上產生半日潮，大約每 **24** 小時就有兩個低點和兩個高點。當太陽和月亮對齊時，比正常高的潮汐（稱為春季潮汐）每 **14-17** 天發生一次。在這兩個時期之間，當太陽和月亮相對於地球成 **90°** 角放置時，會發生潮汐低於正常值或潮汐的情況。春季潮和潮汐潮涉及高於和低於正常潮汐範圍約 **20%** 的偏差。

有幾個因素使這一總體情況複雜化，包括海盆的大小，深度和地形，海岸線構造和氣象條件。例如，太平洋沿岸的大部分地區都經歷了混合潮，每個 **24** 小時周期的高低都有不同的幅度。其他海岸線，例如南極洲的大部分地區，其晝夜潮汐每 **24** 小時只有一次高和一次低。

儘管潮汐類型之間的對比在某些沿海過程中很重要，但潮汐範圍對整體地貌意義具有更大的意義。最極端的範圍發生在沿海構造和海底地形引起潮汐期同相水振蕩的地方。在芬迪灣（加拿大東南部大西洋的入口）中，這種影響尤其明顯，那裡的典型潮差超過 **50** 英尺（**16 m**）。

潮汐範圍和類型很重要，原因有幾個。潮汐類型決定了潮汐之間的間隔，因此決定了漲潮后海岸乾燥的時間，這對於海岸線的風化過程和生物活動至關重要。此外，潮汐類型會影響潮流強度，因為在給定的潮汐範圍內，半日制水流的速度將比混合型或日式水流大，這是因為高潮和低潮之間的時間間隔較短。在潮

汐流集中的狹窄沿海沿岸，這種影響尤為重要。潮汐範圍很重要，因為它控制著波浪和水流有效地影響海岸線形狀的垂直距離，並與海岸線的坡度相結合，[Summerfield 1991](#)）。

潮流

水（或空氣）的水平運動稱為水流。被海灘坡反射或轉向後，波浪產生的水變成了拖流或跨岸水流，向海流動。當跨岸水流遇到來潮時，一些水向側面擴散，並與其他向側面移動的水匯合。合併的水形成一個細長的小室，水作為裂隙流從那裡流向大海，並延伸到所謂的裂隙端，離岸端長達半英里（**0.80 km**），水在各個方向分散。浪湧電流散佈在衝浪區之外。

同時，來自下流和入波的一些水作為長岸水流平行於岸邊向側面流動。這些是部分由傾斜地碰到海岸的海浪造成的。近岸海流可能非常強勁；他們可以沿海岸運輸沉積物和人員。在被稱為沙洲的近海沙丘地區，將沙洲與海灘隔開的槽中的近岸海流通常很強。通常，近岸海流會流入裂隙水流，主要是順風側的水流。

波浪通常被稱為海灘環境的“搖床”。波浪在淺水中的運動起到懸浮泥沙的作用，而水流則在移動或輸送泥沙。與潮汐有關的潮流可以在流速高的地方輸送和侵蝕沉積物。通常僅限於經歷大範圍半日潮的河口或其他封閉的沿海地區。

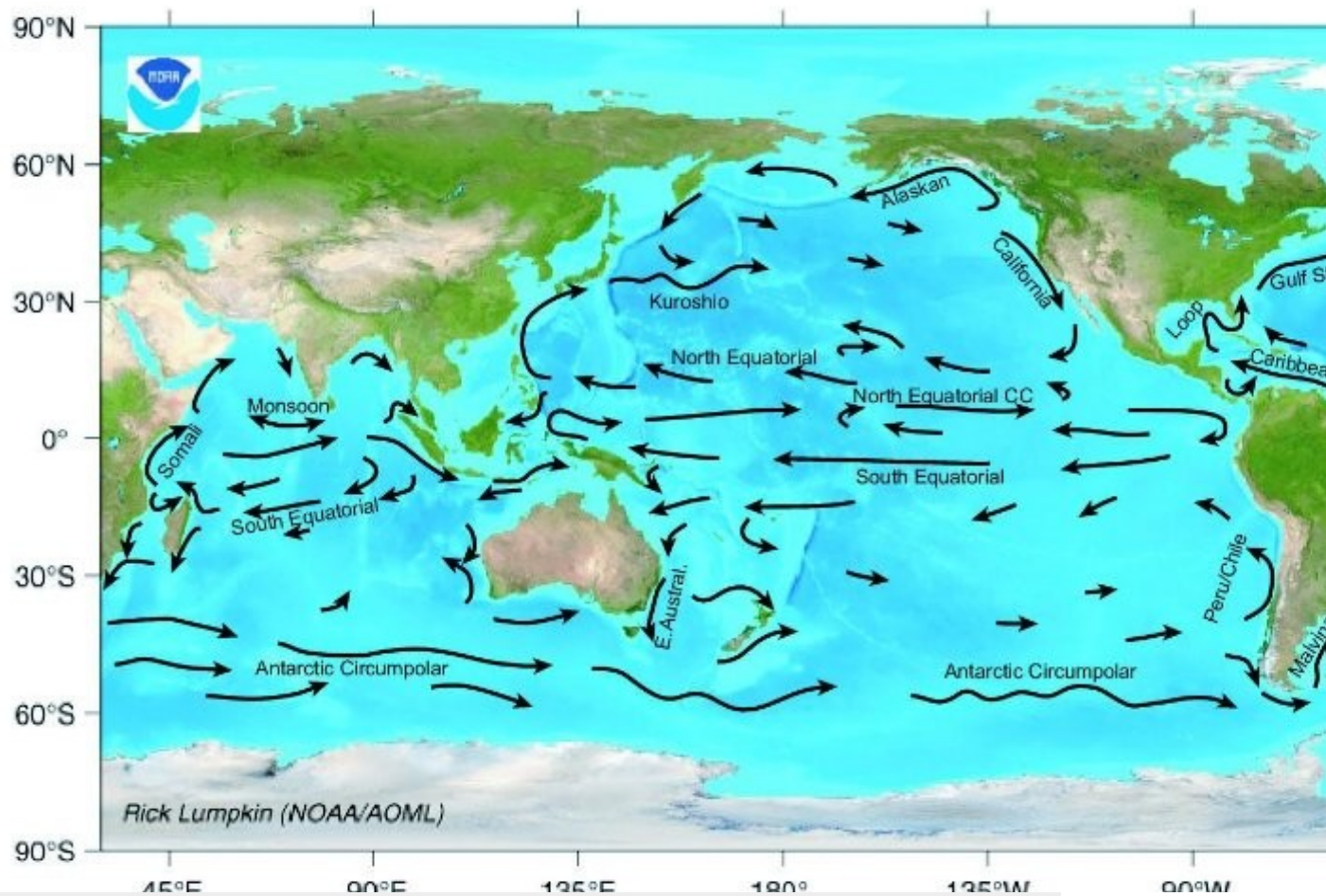


圖 3.主要海面洋流

海岸線

海岸線具有許多不同的地質特徵。讓我們花點時間看一下一些最常見的功能。

海灘

海灘是海洋沿岸的地貌。它通常由疏鬆的顆粒組成，這些疏鬆的顆粒通常由岩石組成，例如沙子，礫石，木瓦，鵝卵石或鵝卵石。構成海灘的顆粒有時是生物來源的，例如軟體動物的貝殼或珊瑚藻。

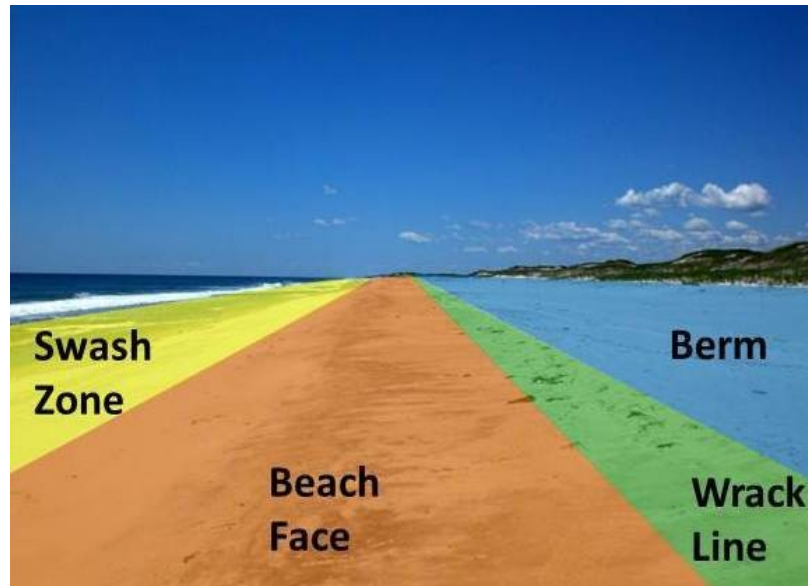
海灘通常發生在沿海地區，那裡是波浪或潮流作用沉積和修復沉積物的地方。

海灘可能是指：

- 小型系統，在這種系統中，岩石材料在波浪和水流的作用下在岸上，近海或近岸移動；要么

- 相當大的地質單位。

前者將在下面詳細說明；較大的地質單位將在其他地方討論。



大多數海灘的四個部分。

海灘上有幾個明顯的部分，它們與形成和塑造海灘的過程有關。

1. 斜帶：交替地被波前覆蓋和暴露。
2. 灘面：護堤下方的傾斜部分，暴露於海浪的沖刷下。
3. 破壞線：通過潮汐作用沉積有機和無機碎片的每日潮汐的最高範圍。
4. 邊緣：幾乎處於水平的部分，除了在極高的潮汐和暴風雨期間，都保持乾燥。可能有沙丘。

大部分位於水面以上的部分（取決於潮汐），並且在潮汐中的某個點或多或少受到波浪的積極影響，被稱為海灘護堤。護堤是構成活動海岸線的材料沉積物。護堤有一個頂峰（頂部）和一個面，後者是從頂峰向下通向水面的斜坡。在臉部的最底部，可能有一個波谷，並且進一步向海，一個或多個長的岸堤：略微抬起，形成了水下堤壩，波浪首先開始破裂。

沙粒沉積可能會從護堤頂部向內陸延伸，那裡可能有證據表明一個或多個較大的頂部（風暴海灘）是由很大的風暴波產生的，並且超出了正常波的影響。在某些時候，波浪（甚至是風暴波）對構成海灘的材料的影响停止了，並且如果粒子足夠小（沙子尺寸或更小），則風將塑造特徵。如果風是將穀物散佈到內陸的力量，那麼海灘後面的沉積物就會變成沙丘。

這些地貌特徵構成了所謂的海灘輪廓。由於夏季和冬季月份中波能的變化，海灘的輪廓季節性變化。在以夏季為特徵的溫帶地區，海面較為平靜，波峰之間的間隔時間較長，夏季的海灘輪廓較高。在這個季節中，波浪的輕柔作用傾向於將沉積物沿海灘輸送到堤岸，使其沉積並在水退去時保留下來。陸上風將其進一步向內陸形成並增強沙丘。

相反，由於海浪能量增加以及海浪波峰之間的間隔時間較短，因此在風暴季節（溫帶地區冬季）海灘剖面較低。高能量波快速連續地破裂往往會動員淺層的沉積物，使沉積物處於懸浮狀態，因為這些沉積物易於被長岸水流沿海灘攜帶，或被帶入海中形成長岸水壩，特別是當長岸水流遇到海浪時。從河流或洪水中流出。因此，從海灘護堤和沙丘中清除沉積物會降低海灘輪廓。

懸崖

陡峭的海岸，也稱為磨蝕海岸，是一種形式的海岸，其中海浪的作用形成了陡峭的懸崖，可能陡峭或不陡峭。

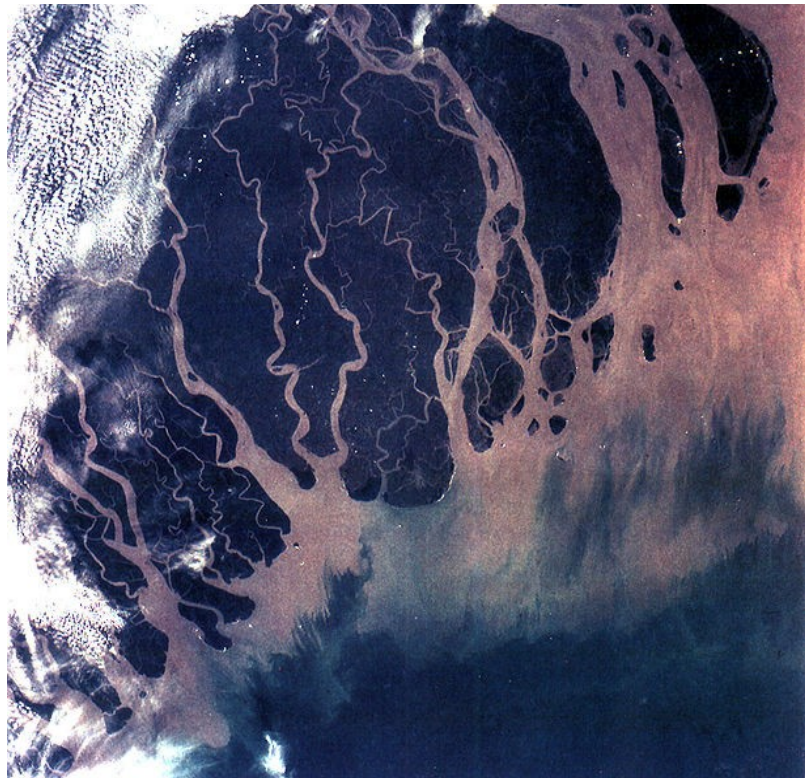


馬耳他的鼎力懸崖

在陸地表面在地下水位以下以相對陡峭的角度傾斜的沿海地區，海浪在海岸線上的持續作用（稱為磨損）可能會產生陡峭的偏斜（稱為懸崖），其傾斜角度取決於各種因素包括構成懸崖的材料的接縫，層理和硬度以及侵蝕過程本身。^[4]斜坡不斷被侵蝕。不斷侵蝕的波浪沖擊著懸崖腳，形成了一個波狀切口，產生了懸垂。當懸崖被底切時，該突出物的大小會增加，直到其在自身重量作用下坍塌為止。由於海洋的作用，已經破碎的鬆散碎屑逐漸從懸崖前的區域帶走。隨著沿海懸崖的坍塌，海岸線逐漸向內陸退縮。發生這種情況的速度尤其取決於衝浪的強度，懸崖的高度，風暴潮的頻率和基岩的硬度。因此，德國的梅克

倫堡海岸每年後退約 25 厘米，而英格蘭南部的白堊懸崖每年後退 $\frac{1}{2}$ 厘米。懸崖峭壁由鬆散的基岩材料製成，例如在德國敘爾特島（Sylt）上的紅崖（Red Cliff），但也可能發生在堅硬的岩石中，例如 Heligoland 的紅砂岩懸崖。但是，就海岸線的某些特殊性而言，前者與後者之間存在差異。

三角洲



印度和孟加拉國的恒河三角洲是世界上最大的三角洲，也是世界上最肥沃的地區之一。

當攜帶沉積物的河流到達（1）諸如湖，海洋或水庫之類的積水；（2）另一條無法迅速清除沉積物以阻止三角洲形成的河流；或（3）一條三角洲形成三角洲。內陸地區水擴散並沉積沉積物。

潮流也不能太強，因為沈積物衝入水體的速度比河流沉積水的速度快。當然，這條河必須隨時間攜帶足夠的沉積物，以形成三角洲。這條河的速度迅速下降，導致它承擔了大部分（如果不是全部）負荷。這些沖積層積聚形成三角洲。當水流進入死水時，它不再局限於其通道，而是在寬度上擴大。這種流量膨脹導致流速降低，從而降低了流量傳輸沉積物的能力。結果，沉澱物從水流中滴落並沉積。隨著時間的流逝，這條單通道會形成三角洲的波瓣（例如密西西比河的鳥腳或烏拉爾河三角洲），將其河口推入死水。隨著三角洲的發展，

隨著河道的坡度減小，其變得不穩定的原因有兩個。首先，重力使水以最直接

的路線向下傾斜。如果河流沖破了天然堤壩（即在洪水期間），它將溢出到一條通往海洋的路線更短的新路線上，從而獲得更穩定的陡坡。^[2]第二，隨著坡度的降低，河床上的剪應力減小，這導致河床內沉積物的沉積，河床相對於洪氾區的上升。這使得河流更容易突破堤防，並開闢一條新渠道，以更陡峭的坡度進入死水。通常，當通道執行此操作時，其某些流仍保留在廢棄的通道中。當發生這些頻道切換事件時，成熟的增量會形成分佈式網絡。

這些分佈網絡形成的另一種方式是來自河口壩（河口處的河道中段沙礫和/或礫石壩）的沉積。當這條中間河道的條形物沉積在河口時，水流被繞過它。這導致在河口壩上游端的額外沉積，這將河流分為兩條分流河道。這個過程的一個很好的例子就是路易斯安那州的蠟湖三角洲。

在這兩種情況下，沉積過程都迫使沉積物從高沉積區域重新分佈到低沉積區域。當通道在其整個表面上移動並沉積沉積物時，這會導致三角洲的平面形狀（或地圖視圖）形狀變得平滑。因為沉積物以這種方式沉積，所以這些三角洲的形狀近似於扇形。流量變化的過程越頻繁，形狀就越接近理想的扇形，因為通道位置的變化越快，沉積物在三角洲前緣的沉積越均勻。密西西比河和烏拉爾河三角洲的鳥兒足像是河水的例子，這些河水的伏流不足以形成對稱的扇形。顧名思義，沖積扇形三角洲頻繁下陷，並且更加接近理想的扇形。

礁石

礁石是一塊位於水面之下的岩石，沙子，珊瑚或類似材料製成的條形。礁石可能位於水面以下 **261 英尺（80 m）**。儘管最著名的珊瑚礁是通過珊瑚和鈣藻為主的生物過程開發的熱帶水域珊瑚礁，但也有一些由地質過程（例如沙子沉積，波浪侵蝕沿岩石露頭滑落以及其他自然過程）導致的珊瑚礁。

一種有用的定義如下，將礁石與土丘區分開。兩者都被認為是有機沉積沉積的變體：由生物體及其環境相互作用而形成的沉積特徵，具有天氣特徵，其生物組成與周圍海床及其下方的生物組成不同。珊瑚礁是由宏觀骨架支撐的。珊瑚礁就是一個很好的例子。珊瑚和鈣質藻類彼此生長，形成一個三維框架，該框架被其他生物和無機過程以各種方式修飾。相比之下，土墩缺少宏觀的骨骼框架。土墩是由不生長骨骼骨架的微生物或生物構建的。微生物堆可能專門或主要由藍細菌建造。

藍細菌沒有骨骼，個體是微觀的。藍細菌會促進碳酸鈣的沉澱或積累，並可能在成分上產生明顯的沉積物，這些沉積物對海底有緩解作用。藍藻土墩在有殼的宏觀生物進化之前是最豐富的，但是今天它們仍然存在（疊層石是具有層狀內部結構的微生物土墩）。密西西比河時期（例如），造成海洋沉積物的常見

原因是苔蘚和海藻，產生了一種截然不同的土墩。苔蘚蟲很小，而海百合的骨架分解。但是，苔蘚蟲和海百合草甸會隨著時間的流逝而持續存在，並在沉積物上產生沉積物上組成獨特的沉積物。

元古代帶超群包含可能的微生物墊和穹頂結構的證據，類似於層間岩礁複合體。

[3]

地質礁構造



Louisiade 群島的 Vanatinai 礁。

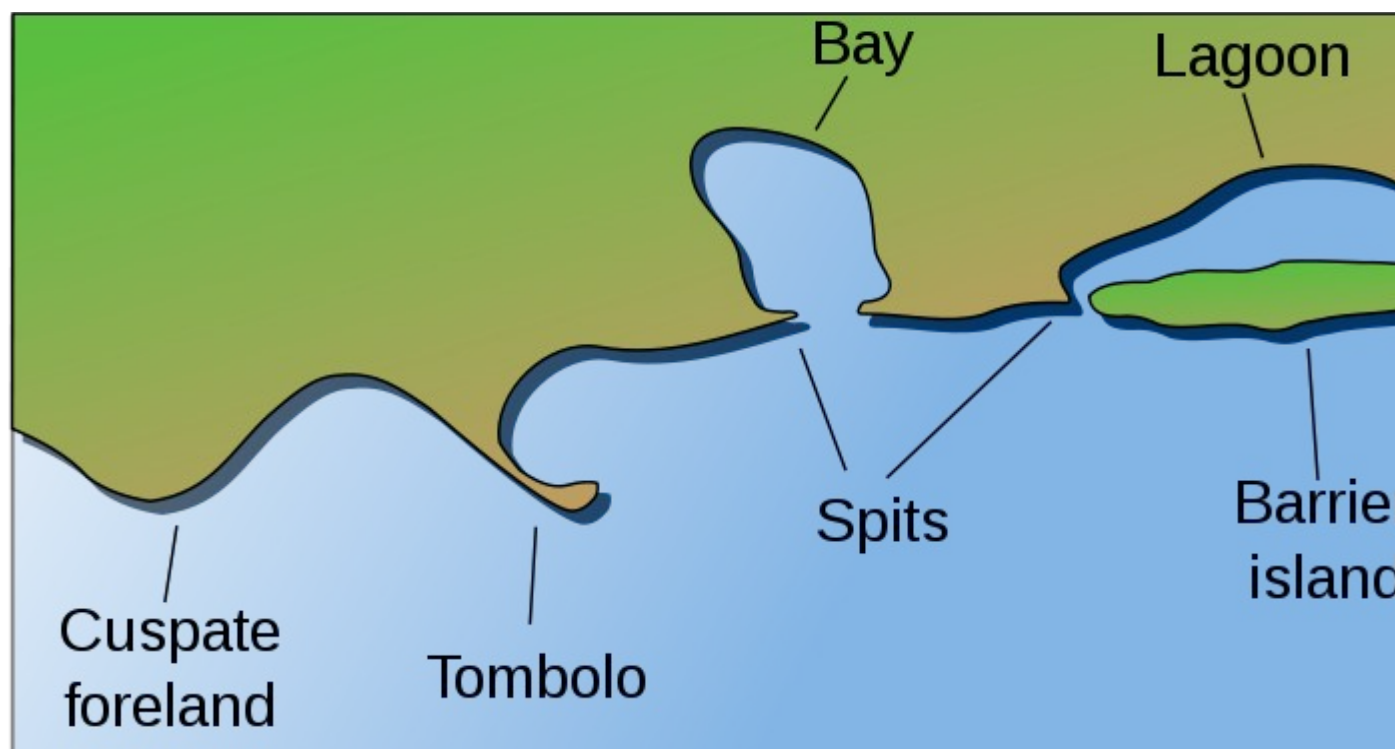
地質學家對埋在地層段中的古代礁石非常感興趣，因為它們提供了有關地球歷史位置的古環境信息。另外，一系列沉積岩中的礁石結構提供了不連續性，可作為化石燃料或礦化流體形成石油或礦床的陷阱或管道。

自奧陶紀以來，珊瑚礁，包括一些主要的滅絕群體 **Rugosa** 和 **Tabulata**，已成為許多古生代的重要礁石建造者。但是，其他生物體，例如鈣化藻類，特別是紅藻紅藻藻類的成員，以及軟體動物（尤其是白堊紀時期的紅雙殼類動物）在不同時期形成了龐大的結構。在寒武紀期間，已滅絕的親緣關係（可能是海綿）滅絕的 **Archaeocyatha** 的圓錐形或管狀骨架建造了礁石。其他群體，例如 **Bryozoa**，是重要的間隙生物，生活在框架構建者之間。在二疊紀-三疊紀滅絕事件消滅了較早的皺紋珊瑚（以及許多其他群體）之後，今天建造珊瑚礁的珊瑚礁菌出現了。在整個中生代成為了越來越重要的珊瑚礁建造者。它們可能源於皺紋的珊瑚祖先。毛珊瑚形成了方解石骨架，其對稱性與鞏石珊瑚的文石不同。但是，在二疊紀晚期，有一些保存完好的古龍香皺珊瑚的不尋常例子。此外，據報導，在一些鞏膜珊瑚中，在幼蟲後的鈣化初期有方解石。然而，鞏膜珊瑚

（出現在三疊紀中部）可能是由不鈣化的祖先引起的，而祖先的珊瑚不依賴皺紋珊瑚（在二疊紀晚期消失了）。毛珊瑚形成了方解石骨架，其對稱性與鞏石珊瑚的文石不同。但是，在二疊紀晚期，有一些保存完好的古龍香皺紋珊瑚的不尋常例子。此外，據報導，在一些鞏膜珊瑚中，在幼蟲後的鈣化初期有方解石。然而，鞏膜珊瑚（出現在三疊紀中部）可能是由不鈣化的祖先引起的，而祖先的珊瑚不依賴皺紋珊瑚（在二疊紀晚期消失了）。毛珊瑚形成了方解石骨架，其對稱性與鞏石珊瑚的文石不同。但是，在二疊紀晚期，有一些保存完好的古龍香皺紋珊瑚的不尋常例子。此外，據報導，在一些鞏膜珊瑚中，在幼蟲後的鈣化初期有方解石。然而，鞏膜珊瑚（出現在三疊紀中部）可能是由不鈣化的祖先引起的，而祖先的珊瑚不依賴皺紋珊瑚（在二疊紀晚期消失了）。

屏障群島

隔離島是沿海地貌，是一種沙丘系統，是由平行於大陸沿海的海浪和潮汐作用形成的異常平坦或成塊的沙子區域。它們通常成串出現，包括從幾個島嶼到十幾個島嶼的任何事物。它們在暴風雨和其他行動中可能會發生變化，但會吸收能量並保護海岸線，並在受保護的水域形成濕地可能繁茂的區域。屏障鏈可能會不間斷地延伸一百多公里，但分開島嶼的潮汐入口除外，最長和最寬的是德克薩斯州的帕德里島。^[4]屏障的長度和寬度以及屏障海岸的總體形態與包括潮汐範圍，波浪能，沉積物供應，海平面趨勢和地下室控制在內的參數有關。^[5]在世界海岸線的大約 13% 處都可以找到屏障島鏈。^[6]它們顯示不同的設置，表明它們可以在各種環境設置中形成和維護。已經給出了許多理論來解釋其形成。



屏障島與其他沿海地貌形成鮮明對比。

組成部分

隔離島由幾種不同的元素組成：

- **下岸面。** 岸面是海洋與島嶼岸邊交匯處的屏障部分。屏障島本身將海岸面與後岸和潟湖/潮汐平面區分開。下岸面共有的特徵是細沙，帶有泥土和可能的淤泥。進一步進入海洋，沉積物變得更細。由於深度，此時波的影響很弱。生物擾動很普遍，許多化石都可以在這裡找到。
- **中岸。** 中岸面位於上岸面。由於其深度，中岸面受到波浪作用的強烈影響。粒度更接近岸邊的是中等大小的沙子，它們通常帶有貝殼碎片。由於波浪作用較重，因此不太可能發生生物擾動。
- **上岸面。** 上岸面不斷受到波浪作用的影響。由於不斷變化的波流，導致人字形沉積結構的發展。粒度較大的沙粒。
- **前濱。** 前濱是漲潮和退潮之間的陸地區域。像上岸面一樣，它不斷受到波浪作用的影響。由於波浪的撞擊會產生高能量，因此存在交叉層理和層壓，並且存在較粗糙的沙子。沙子也分類得很好。
- **後岸。** 後岸總是高於最高水位點。在這裡還可以找到護堤，它標誌著前岸和後岸之間的邊界。在這裡，風是重要的因素，而不是水。在強風暴期間，高風和海浪會從後岸輸送並侵蝕沉積物。
- **沙丘** 沙丘是典型的屏障島，位於後岸頂部。有關更多信息，請參見沿海沙丘。沙丘將展現出典型的風沙丘特徵。此處的區別在於，障礙島上的沙丘通常包含沿海植被的根源和海洋生物擾動。
- **潟湖和灘塗。** 潟湖和灘塗區位於沙丘和後灘區的後面。這裡的水仍然是靜止的，這使細小的淤泥，沙子和泥土沉澱下來。潟湖可以成為厭氧環境的宿主。這將使大量的富含有機物的泥土形成。植被也很普遍。

沿海危害

當人類受其影響時，自然地貌過程被認為是危險。例如，風暴，颶風和海嘯是沿海過程和地形的自然驅動力，但也會造成沿海社區的生命和財產損失。風暴為淺海和河口生態系統提供了大量沉積物。當面對海平面上升時，許多濕地環境和隔離島都依靠風暴活動來沉積和積累沉積物。加之海平面上升，這些事件可能會對沿海環境和海灘產生巨大影響。

紋波電流

浪湧電流強勁而迅速，每秒移動 3 到 6 英尺（1 到 2 m），這比普通人可以游泳的速度快！這些電流是由於海岸線附近的“設置”而產生的。與在衝浪區的海面發現的水位相比，結冰的水位略有增加，並產生了不穩定的條件，最終通過形成裂隙流而得到緩解。這些危險的電流通常在沙洲的低點或鞍形處形成。由於裂隙電流趨於狹窄，因此陷入裂隙電流中的游泳者應與海岸平行游泳，以免被帶出大海。游泳者在暴風雨期間應格外小心，這可能會增加跳閘電流的頻率和強度。

風暴潮

低氣壓和很高的風速共同作用產生了風暴潮（水位異常高）。伴隨熱帶風暴，颶風和中緯度地區的正面風暴，強烈的陸上風將水拖向海岸，並將其堆積在海岸上，造成風暴潮。在熱帶風暴系統的中心，大氣壓力可能會比正常水平下降多達 100 毫巴，這可能會將海平面“吸入”氣旋中心以下 3.3 英尺（1 m）（[Summerfield 1991](#)）。吹向沿海堤岸的風會產生最大的風暴潮，如果與高潮同時發生，則會加劇風暴潮。當風暴潮產生的波浪到達海岸時，它們可能已經積聚到比正常漲潮高近 10 英尺（幾米）的高度。

當低壓風暴系統接近陸地時，強風會以多種方式影響海岸。高速陸上風，特別是與颶風有關的風，將水驅到岸上，並將水線升高到高於預計的潮汐變化以上。風暴潮的影響可能是災難性的，因為水面升高會導致廣泛的沿海洪水氾濫，並使海浪比正常情況更遠地侵入內陸。另外，與暴風雨有關的暴雨導致大範圍的河水氾濫。這些影響的結合會導致財產損失和生命損失（[Pinet 1992](#)）。

儘管在全球範圍內比較罕見，但風暴潮在經歷熱帶氣旋的沿海地區以及遭受強烈風暴的中緯度地區屢屢發生，沿海地區尤其有利。風暴潮在非常低窪的海岸上最具破壞性，其影響可向內陸延伸許多英里（千米），但其地貌意義在很大程度上起因於它們導致沿海岸線高得多的海浪襲擊的方式由正常的波浪到達。

有關颶風的更多信息，請訪問以下網站：

- [NASA 衛星照片](#)
- [美國宇航局“颶風的食譜”](#)
- [NASA 關於伊莎貝爾颶風的信息](#)
- [颶風獵人的故事和伊莎貝爾颶風的照片](#)
- [列出更多颶風網站](#)

- [颶風獵人首頁](#)

海嘯

海嘯是非常大的地震海浪，是由火山噴發，地震或水下塌陷徑向產生的。在公海中，這些海浪可能以每小時超過 **493 英里（793 公里/小時）** 的速度傳播！奇怪的是，由於海浪的平坦，低傳播，深海船隻上的水手可能沒有註意到這些海浪的通過。相反，當海嘯到達淺水區時，它們會大大減慢速度，並可能達到很高的高度[高達 **33 英尺（10 m）**]。由於高於正常高水位的水位突然變化，海嘯已經造成了極大的破壞和生命損失。美國的許多地區都經歷過海嘯，包括夏威夷，西北太平洋地區和阿拉斯加。現在使用一種新系統，即國際海嘯預警系統，以警告公眾即將發生海嘯。

使用這些 **Web** 鏈接可獲取有關海嘯的更多信息：海嘯發生的位置，發生的原因以及海嘯發生的情況。

- [西北太平洋海嘯—USGS](#)
- [海嘯與地震聯繫](#)
- [背景資料：海嘯-FEMA](#)
- [海嘯：大浪-NOAA](#)

沿海過程的人類改造

人們喜歡住在海灘附近。超過 **50%** 的美國人口居住在海岸線 **50 英里（80 公里）** 內。一旦發展起來，社區就會努力保護他們的海灘房屋和沿海企業。縱觀歷史，人類一直在嘗試減緩或改變動態沿海地區。沿海環境的人為（人為影響）變化可能有多種形式：入口的形成或穩定，海灘營養和沉積物的繞過，沙丘的形成以保護財產，疏通航道以用於運輸和商業以及引入堅硬的結構，例如碼頭，腹股溝和海堤。這些修改改變了沿海特徵，並對沿海進程和生態系統產生了深遠的影響。

海平面的變化是對氣候變化，大地變化，海床運動和其他地球過程的自然反應。人類的行動，包括濕地排水，地下水（最終流向大海）的撤出以及森林砍伐（這會降低陸地儲水能力），也可能導致全球海平面上升。此外，主要通過燃燒化石燃料引起的人為氣候變化也很重要。附近的大型工程可能會引起局部變化，例如河道或大壩的建設會影響三角洲地區的泥沙輸送和沉積。

國家公園管理局允許自然沿海過程繼續進行而不受干擾。但是，當包括海岸侵

蝕和風暴事件在內的自然過程干擾文化資源和公園基礎設施的保護時，可能需要對沿海動力進行修改。為了做出明智的決定，必須徹底研究沿海地區的變化將如何影響自然公園資源（生物和自然資源）。沿海公園的公園管理者努力在保護歷史地標（例如堡壘和燈塔）和保護自然生態系統之間取得平衡。另外，人類長期變化的歷史，再加上缺乏歷史文獻，使得界定自然的沿海系統變得困難。

軟結構

疏 ging

疏、清除我們沿海水道中的沉積物，包括沙子，淤泥，岩石和其他水下物質，是沿海管理中一個備受爭議的話題。疏 **water** 水道和港口以利於運輸，運輸和娛樂的效果尚未完全了解。反對者聲稱，沿海疏 **dr** 可能會對環境造成不利影響，並可能干擾沿海和海洋系統中的沉積物運輸和流動動態。

疏 **sediment** 的沉積物可能包括有害污染物和污染物。疏 **dr** 後，這些沉積物通常會在海上重新沉積，或用於在沖刷過的水道附近創建疏 **sp** 棄土島。此外，疏 **sediment** 的沉積物可能被納入海灘營養項目；但是，疏 **materials** 材料的沉積物粒度可能與天然海灘沉積物不兼容。粒度變化和污染可能超出動植物的忍受力，對本地生態系統功能產生負面影響。

疏 **dr** 的支持者指出，這種清除方法對於商業，娛樂和國防都是必不可少的。建立了諸如自然保護協會和美國陸軍工程兵團之類的機構間合作夥伴關係，以促進人們更好地了解挖泥如何影響沿海環境。

有關挖泥的更多信息，請訪問以下網站：

- 疏 **research** 研究，收益和資源的信息；[疏 **Operations** 運營技術支持 \(DOTS\)](#) 為美國陸軍工程兵運營與維護 (O&M) 疏 **ging** 任務提供直接的環境和工程支持
- [蒙特利灣國家海洋保護區 \(NOAA\) 疏 **ging** 概述](#)

海灘營養

海灘營養是在海灘上放置其他沉積物的過程。這種材料是從內陸或海上疏

another 的另一種來源獲得的。營養需要從“借款地點”清除沉積物，然後將沉積物運到海灘地區。借款地點可能會改變沉積物的運輸，水動力模式，海洋生態系統和沈積物的運輸，例如在鄰近的海岸線上形成侵蝕性的“熱點”。

水下營養是一種補充形式。海上堤岸（土墩）的形成可用於隨後的沉積物向陸地的遷移，這通常會導致鄰近海灘上的沉積物積聚。儘管仍然是一種相當新的補給方法，並且尚未被證明是完全有效的，但由於直接海灘養料帶來的成本限制或生物複雜性（例如遷移和保存瀕危物種），水下營養可以被替代。

通常，需要海灘養分來抵消海岸線硬結構穩定的影響。這些結構（例如，碼頭，腹股溝和海堤）通常會增加下漂侵蝕率，從而促使人們需要通過營養來持續進行沿海改造。人為改變後對海灘營養的需求在阿薩蒂格島國家海岸（馬里蘭州）非常明顯。在 1930 年代中期，美國陸軍工程兵團建立了一個碼頭系統來穩定大洋城的入口。在大洋城，由北向南的近岸海流輸送的沉積物使碼頭的沉積物積聚增加，而在碼頭南部的島嶼上發生了過度侵蝕和屏障島遷移。也就是說，自 1933 年以來，阿薩蒂格島已向西遷移超過 1,148 英尺（350 m）！漫長的泥沙運往阿薩蒂格島國家公園的威懾力對生物，地質和文化資源產生了許多不利影響。短期和長期海灘營養計劃均已到位，以減輕碼頭安置的破壞性影響。

有關 Assateague Island National Seashore 的更多信息，請訪問以下網站：

- [美國馬里蘭州大洋城-阿薩蒂格島，美國陸軍工程兵團格雷格里·巴斯（Gregory Bass）研究](#)
- 美國地質調查局關於沿海衝突的報告強調了[大洋城碼頭建設和阿薩蒂格島的遷徙](#)
- 馬里蘭新聞專線中的文章描述[了美國陸軍工程兵團在阿薩蒂格島上的營養工作](#)

有關方法，環境影響和海灘養護費用的更多信息，請訪問以下網站：

- [NOAA 疏浚活動概述](#)，包括法律和政治限制，用於海灘養護的沙子資源以及養護項目的潛在影響
- [NOAA 網站包含國家，州和聯邦海灘營養計劃的全國概況](#)
- [美國陸軍工程兵團對海灘滋養項目進行的環境審查](#)

海灘刮

刮海灘（即平整和推土）是使用重型機械重塑海灘和沙丘地貌的過程。通常，下層海灘的一層沙子被移到上層海灘。沙灘刮刮會產生沙丘，這些沙丘可用於為業主提供抵禦海灘侵蝕，暴風雨和冬季沖刷事件的安全性。在夏季，可以將形成的沙堤推平，為業主提供水景。但是，海灘刮刮對沿海環境的影響鮮為人知，該程序可能對沿海生物群和棲息地有害。支持者聲稱，刮海灘是一種確保海岸線保護的既省時又經濟的方法，而反對者則指出，這種方法可能是迄今為止海岸帶生態破壞性最強的形式。

請參閱此網站以獲取有關海灘刮ing的更多信息：

- [刮海灘如何影響北卡羅來納州的生物學和濁度的簡要概述](#)

硬質結構

通常將堅硬的結構放置在海洋環境中，以抵消缺乏沉積物的地區的侵蝕，或阻止富含沉積物的地區（例如入口）的積聚。不幸的是，這些人為的改變可能會加速鄰近的下漂流區域的侵蝕，從而增加了對其他硬結構的需求。目前，在許多州禁止建立新的硬結構，或者強烈不鼓勵在沿海管理實踐中使用。

腹股溝是沿海岸的垂線結構，用於維持海灘上的漂流或限制沿岸沉積物的運輸。滲透性腹股溝變得越來越流行，並且可能抵消不可滲透性腹股溝的一些負面影響。岸上垂直硬質結構的另一種類型是碼頭，通常將其放置在潮汐進口附近，以控制進口遷移並最大程度減少沉積物在進口內的沉積。

岸上平行結構包括海堤，艙壁和護岸。這些結構旨在保護沿海財產。在許多州相對容易獲得開發許可證，因為海堤可能建在私人財產的高水位之上，而且與海灘養護相比，它們相對便宜。具有諷刺意味的是，海堤通常會加速旨在保護的海灘上的侵蝕。波浪能從海堤反射出來，增加了海堤前面的侵蝕。設置海堤會減少海堤附近的沉積物供應，增加相鄰海灘的侵蝕。在許多地區，由於海堤，海灘已完全腐蝕，消失了。

其他用於阻止或改變沿海自然變化的人為結構包括防波堤，岬角，窗台和礁石。這些結構由天然或人造材料組成，旨在改變波浪的影響並減緩海岸線的侵蝕和變化。珊瑚礁和基石的淹沒會削弱波浪能，並可能創造新的棲息地，這對當地漁業具有重要意義。但是，這些結構對物理和生物過程的長期影響尚不明確，

需要進行徹底檢查。

有關這些和其他人為修改的更多信息，請訪問以下網站：

- 威爾明頓晨星文章涉及[北卡羅萊納州海岸的堅硬結構建設](#)；包含指向其他文章的鏈接，這些文章討論了沿海管理問題，Orrin Pilkey 博士和障礙島地貌學
- [美聯社文章“關於保護髮展的海堤的辯論”](#)

小結：水文學

概要

水文循環絕非簡單的直接循環。正如您在本課程中所看到的，這是一個非常複雜且不斷變化的動態。在本節中，您了解了：

1. 什麼是水文循環以及循環中的各個步驟
2. 水文循環對地球生命有多重要
3. 關於流和流負載
4. 什麼是含水層以及各種類型的含水層
5. 為什麼滲透率和孔隙率是含水層的重要組成部分
6. 與地下水抽取有關的問題
7. 地下水可能產生的各種特徵

合成

在本節的開頭，我們討論了 **Ogallala** 含水層。現在，我們一般對水文學有了更多的了解，我們知道，即使我們可能不居住在覆蓋 **Ogallala** 的州之一，我們也會受到其持續消耗的影響。這些州不僅將遭受飲用水或灌溉用水不足的苦難，而且該國其他地區也將遭受苦難。我們將看到商品價格上漲，因為農民必須適用水量少的農作物的使用。我們將看到某些農作物和牲畜產量下降。這可能會使某些產品非常稀缺。不僅如此，我們還需要找出一種方法來向這些貧困地區取水，就像加利福尼亞今天必須這樣做一樣。

我們還談到了中西部的洪水。您現在看到洪水的任何優勢了嗎？洪水像火災一樣，是地球週期的正常自然部分。當涉及人類時，它們成為一個問題。中西部

洪水的優勢之一是，事實上，洪水將有助於補給 **Ogallala** 含水層。這是地球如何保持平衡的一個很好的例子。我們面臨的問題是如何最好地適應和管理這種平衡。

