



海岸动力地貌学

第二章 海岸形成的地质背景

林 颖典

Ocean College
Zhejiang University



导读

- **海岸的构造特征**往往决定了海岸最初的基本形态，虽然后期在各种外动力作用下，海岸的沉积地貌特征发生变化，但是无法改变**海岸沉积地貌的基本格局**。
- 海岸地貌形成过程中受到**内力**和**外力**作用，内力包括**地质构造、地壳运动、岩石性质和原始地貌状况**；外力作用包括**河流、冰川、风力、波浪和潮汐**等。内力作用是决定海岸地貌分布格局及其成因类型的基本条件，若外力作用为时不久，**地质构造**常成为决定海岸轮廓的最主要因素。



Contents

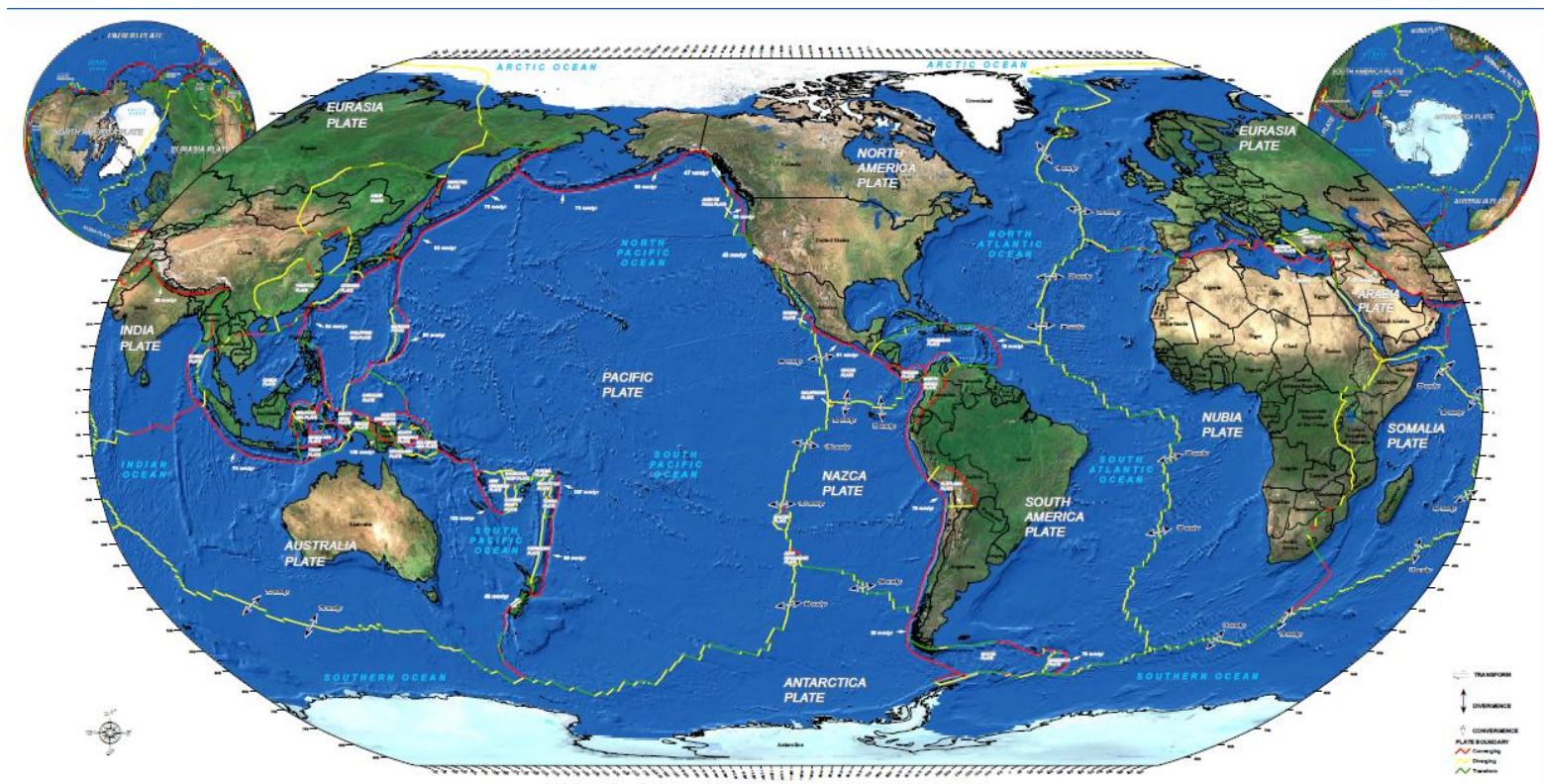
- **Continental drift (大陆漂移)**
- **Plate tectonics theory (板块构造论)**
- **Geological age**
- **Classification of coasts**
- **Inman & Nordstrom (1970) theory**

Continental Drift (大陆漂移)



ICE AGE 4 (冰川时代4)

Continental Drift (大陆漂移)



海洋：71%；陆地：29%

100 km 海岸带：38%世界人口；人口密度 = 3 × 平均人口密度

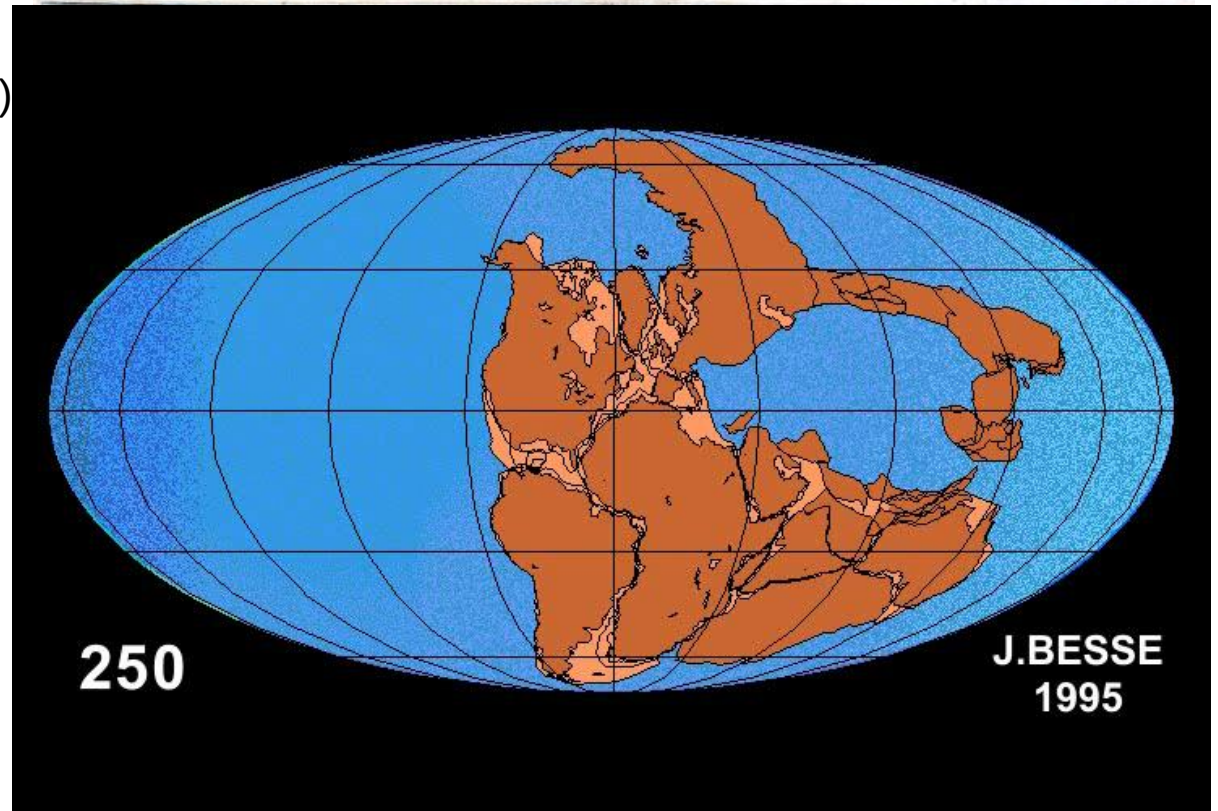
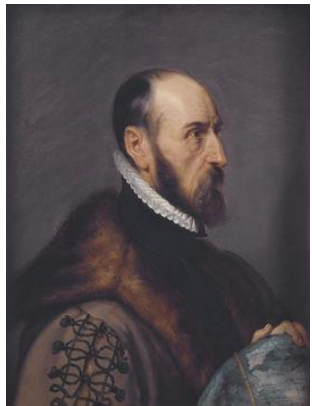


Continental Drift (大陆漂移学说)

Abraham Ortelius
(亚伯拉罕·奥特柳斯)(1564)
Typus Orbis Terrarum

Alfred Wegener
(阿尔弗雷德·魏格纳)(1915)

The Origin of Continents and Oceans,
Courier Dover Publications, ISBN 0-486-
61708-4



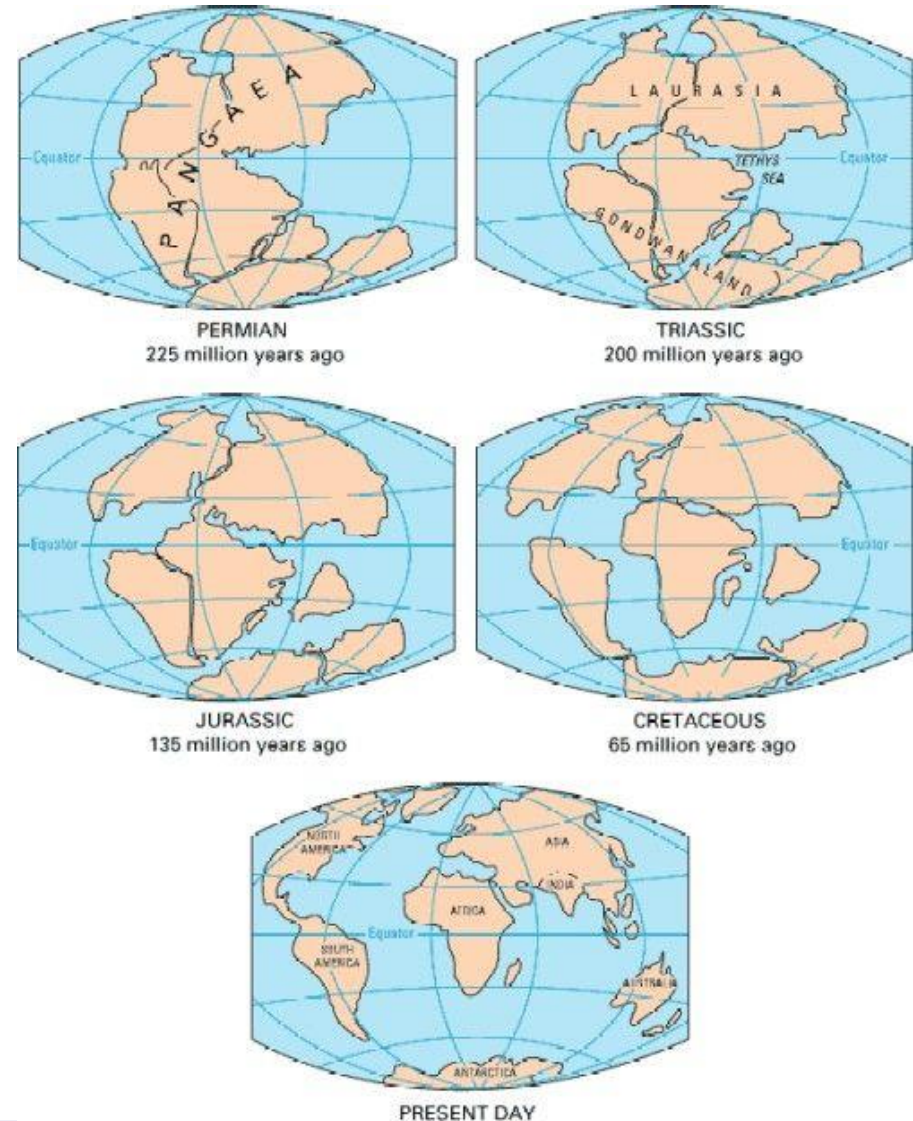
The continents are moving, along with the sea floor, at about
2 inches/year (5 cm/yr).

Pangaea (250 Ma 百万年前)
Supercontinent

盘古大陆，“超大陆”，“泛大陆” 希腊文 Πανγαία

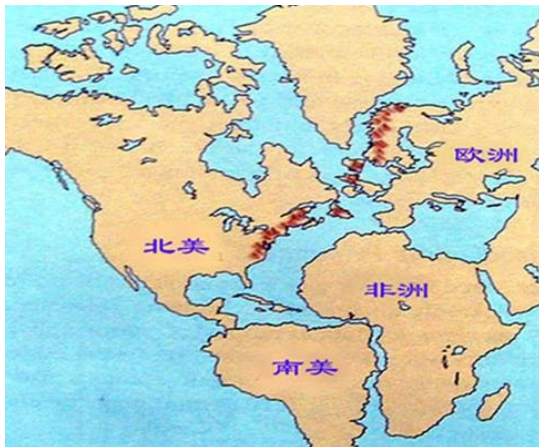
The Mechanism?
Plate tectonics
theory(板块构造学说)
(developed in the late
1950s and early 1960s)

证据?



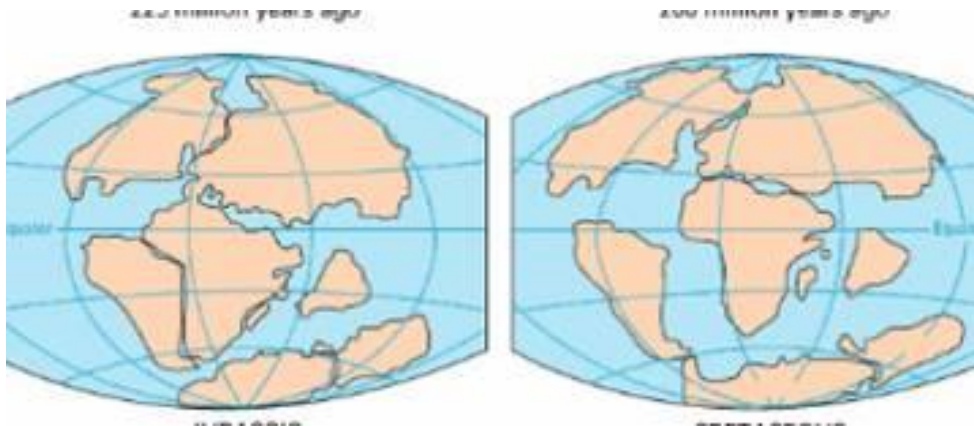
Continental Drift (大陆漂移学说) - 证据

- 地质构造方面的证据：阿巴拉契亚山脉（和非洲阿特拉斯山脉是同一条）是东北—西南走向，临至大西洋西岸就中断，而地质研究证明斯堪的纳维亚山脉与苏格兰、爱尔兰的山脉是与阿巴拉契亚山脉同源。另外，有证据证明南非的开普山和布宜诺斯艾利斯山是同出一彻。可见曾有段时间，美洲、非洲和欧洲是相连。

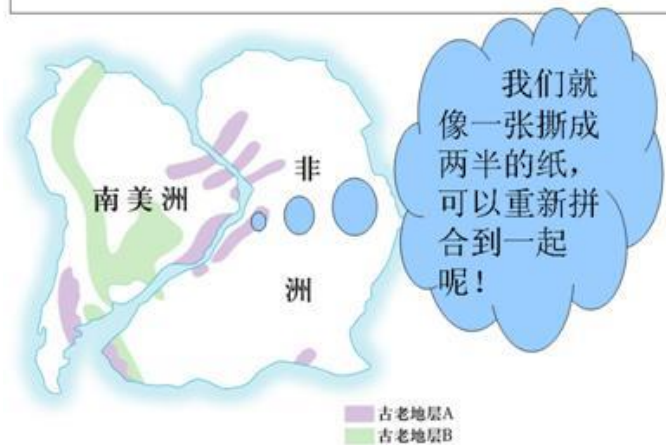


Continental Drift (大陆漂移学说) - 证据

- 大陆边缘的吻合：将大西洋两岸的非洲和南美洲拼在一起时，两岸的大陆边缘能十分吻合且完美的贴合。且经由两岸岩层的研究，发现在非洲某处海岸的岩层，恰与拼合后的南美洲海岸的岩层相同，再度印证两块大陆曾经是相连的。

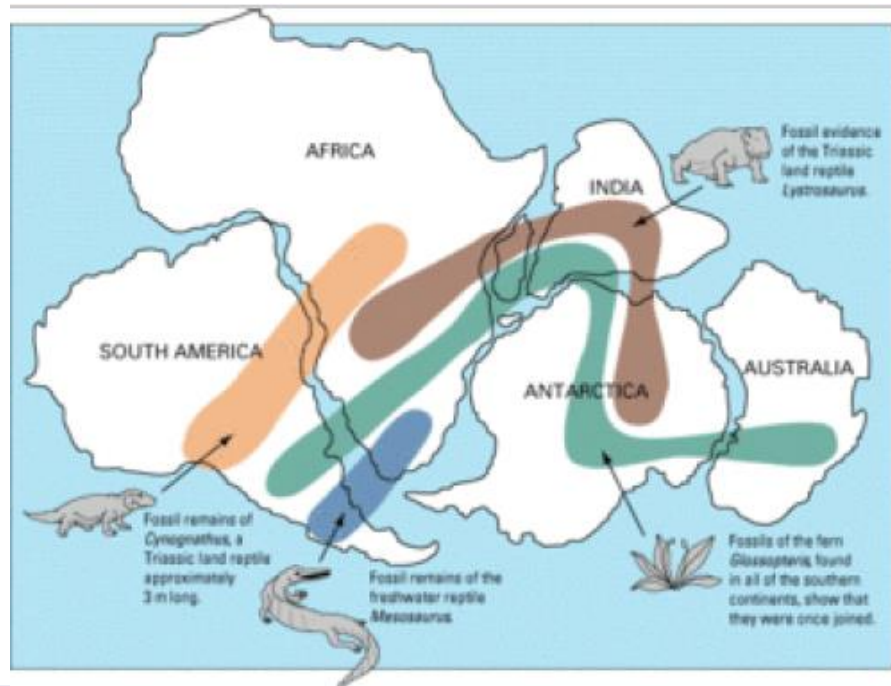


大陆漂移的证据3——古老地层的相似性



Continental Drift (大陆漂移学说) - 证据

- 古生物化石方面的证据：活在约2亿年前的中龙是一种住在陆上淡水沼泽的爬虫类，无法越过大洋。地质学家在大西洋两侧的南美洲与南非发现了中龙化石，即可证明南美洲与非洲过去是相连的。

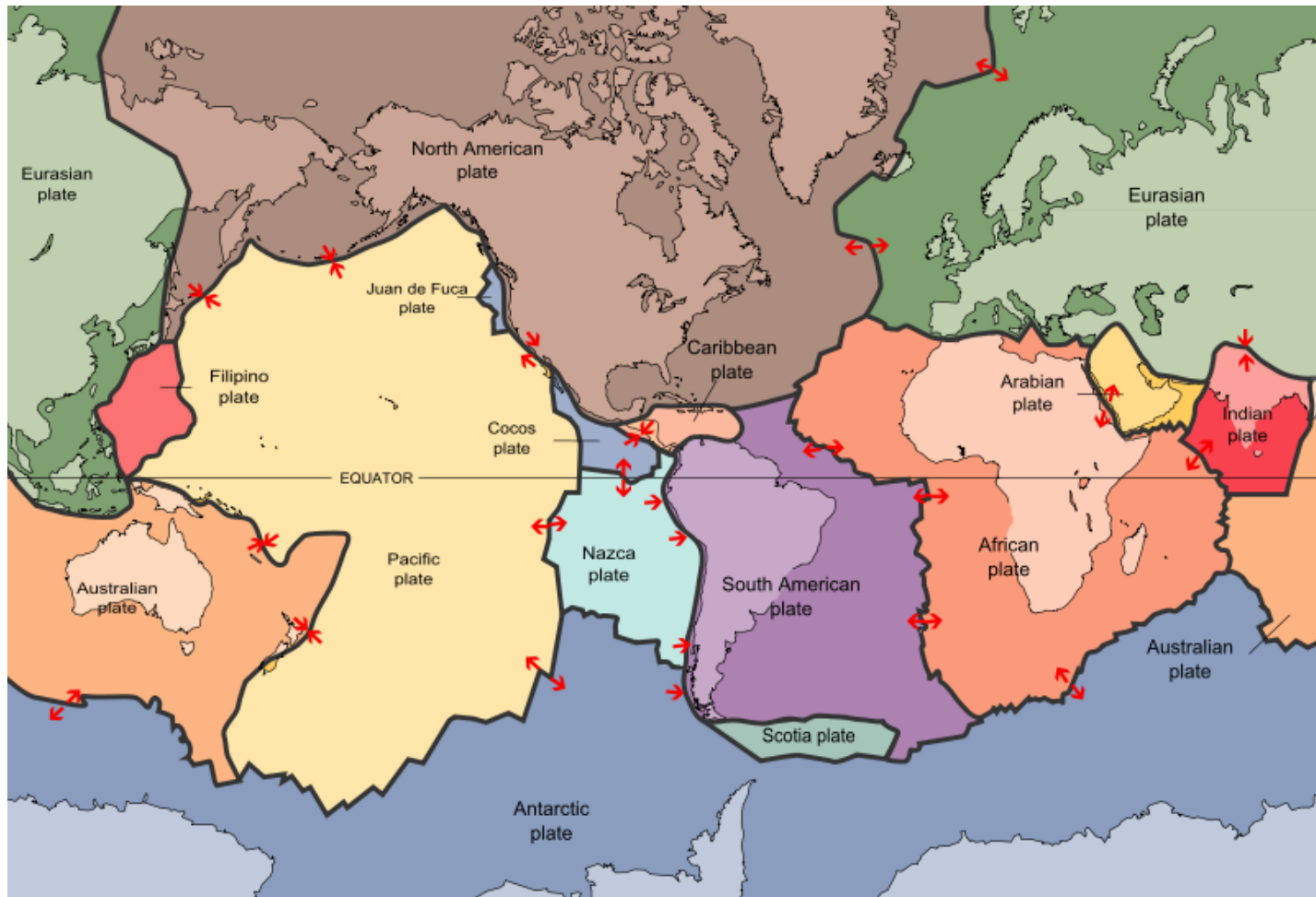




Continental Drift (大陆漂移学说) - 证据

- 气候的证据：在印度南部有冰川作用的痕迹，而印度南部远离喜马拉雅山，北部的冰川不可能在溶化前来到南部，何况印度南部是低纬度地区，年温度高，不可能出现冰川。证明印度曾经是中高纬度地区。
- 古磁场的证据：把非洲、南美洲、澳洲、印度和南极洲各大陆连接在一起时，各大陆测得的古生代磁极边缘轨迹大致重合在一起，证明它们在古生代期间确实属于同一大陆地块。
- 海底扩张学说和板块构造学说的创立。

Plate tectonics Theory (板块构造论)



6大板块:
- 勒皮雄

州板块



Plate tectonics Theory (板块构造论)

6大板块：太平洋板块；欧亚板块；印度洋板块；非洲板块；美洲版块；南极洲板块— 勒皮雄（ 1968 ）

- 这些板块漂浮在“软流层”之上，处于不断运动之中。
- 一般说来，板块内部的地壳比较稳定，板块与板块之间的交界处，是地壳比较活动的地带，地壳不稳定。
- 地球表面的基本面貌，是由板块相对移动而发生的彼此碰撞和张裂而形成的。在板块张裂的地区，常形成裂谷和海洋，如东非大裂谷、大西洋就是这样形成的。

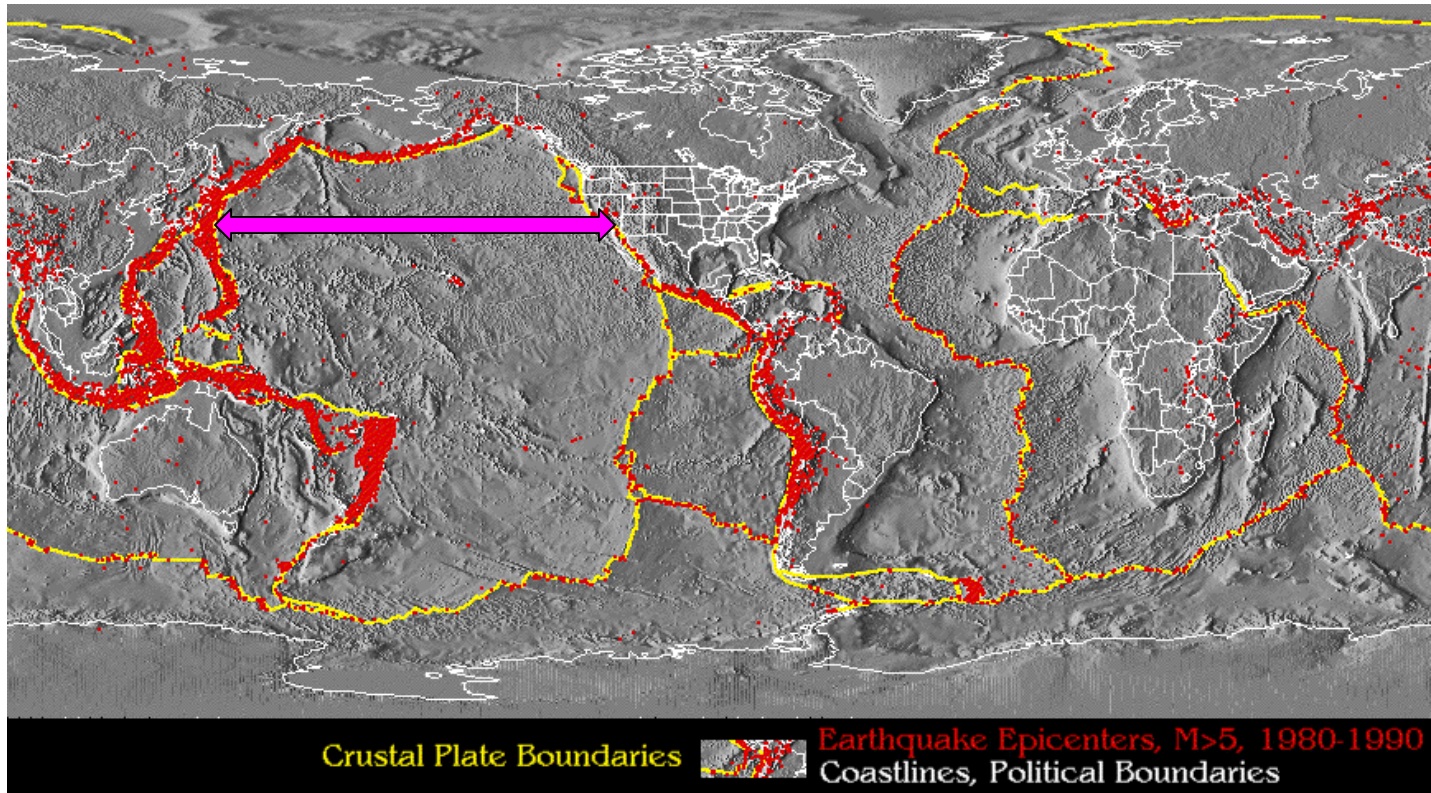


Plate tectonics Theory (板块构造论)

6大板块：太平洋板块；欧亚板块；印度洋板块；非洲板块；美洲版块；南极洲板块— 勒皮雄（1968）

- 在板块相撞挤压的地区，常形成山脉。当大洋板块和大陆板块相撞时，大洋板块因密度大、位置较低，便俯冲到大陆板块之下，这里往往形成海沟，成为海洋最深的地方；大陆板块受挤上拱，隆起成岛弧和海岸山脉。太平洋西部的深海沟和岛弧链，就是太平洋板块与亚欧板块相撞形成的。

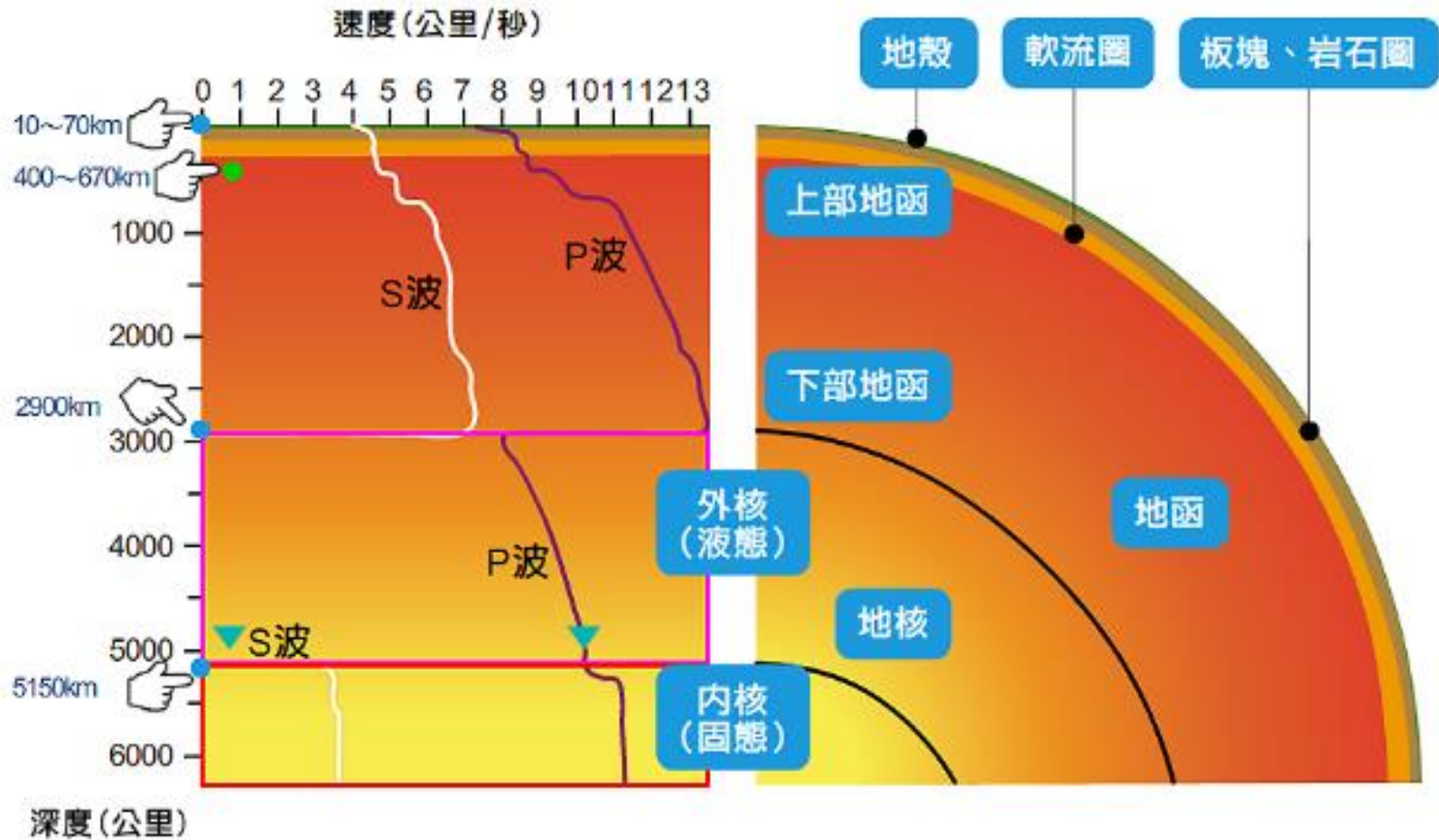
Pacific Rim of Volcanic Zone (Spreading)



$(5 \times 2 \text{ cm/yr}) \times (1 \times 10^8 \text{ yr}) = 10^9 \text{ cm} = 10^4 \text{ km} = \text{a quarter of earth circumference}$

Spreading Plates: Create new ocean basins, e.g., the Pacific and Atlantic Oceans, which are widening at 0.04-0.06 m/yr.

地层构造





Seafloor Spreading (海底扩张学说)

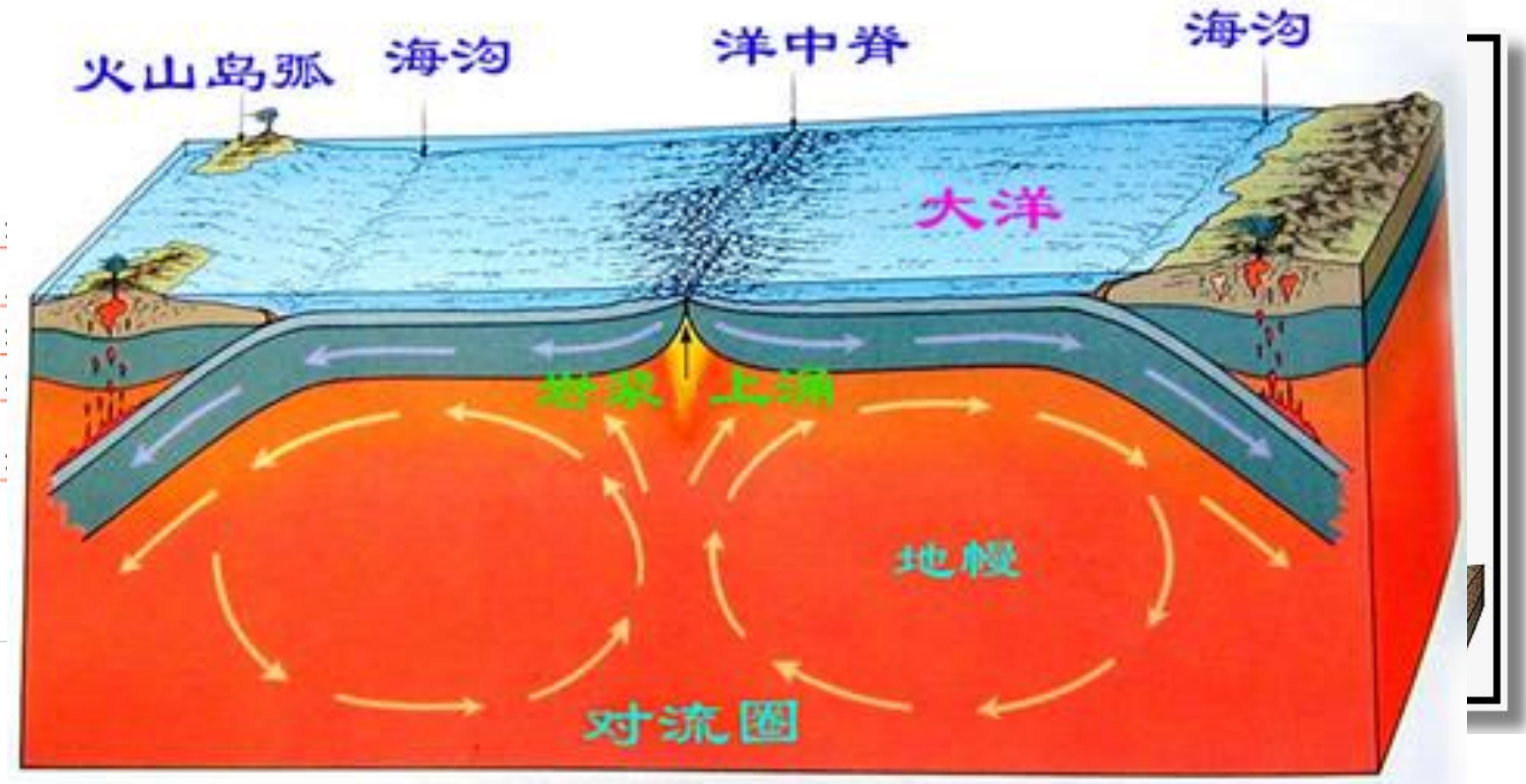
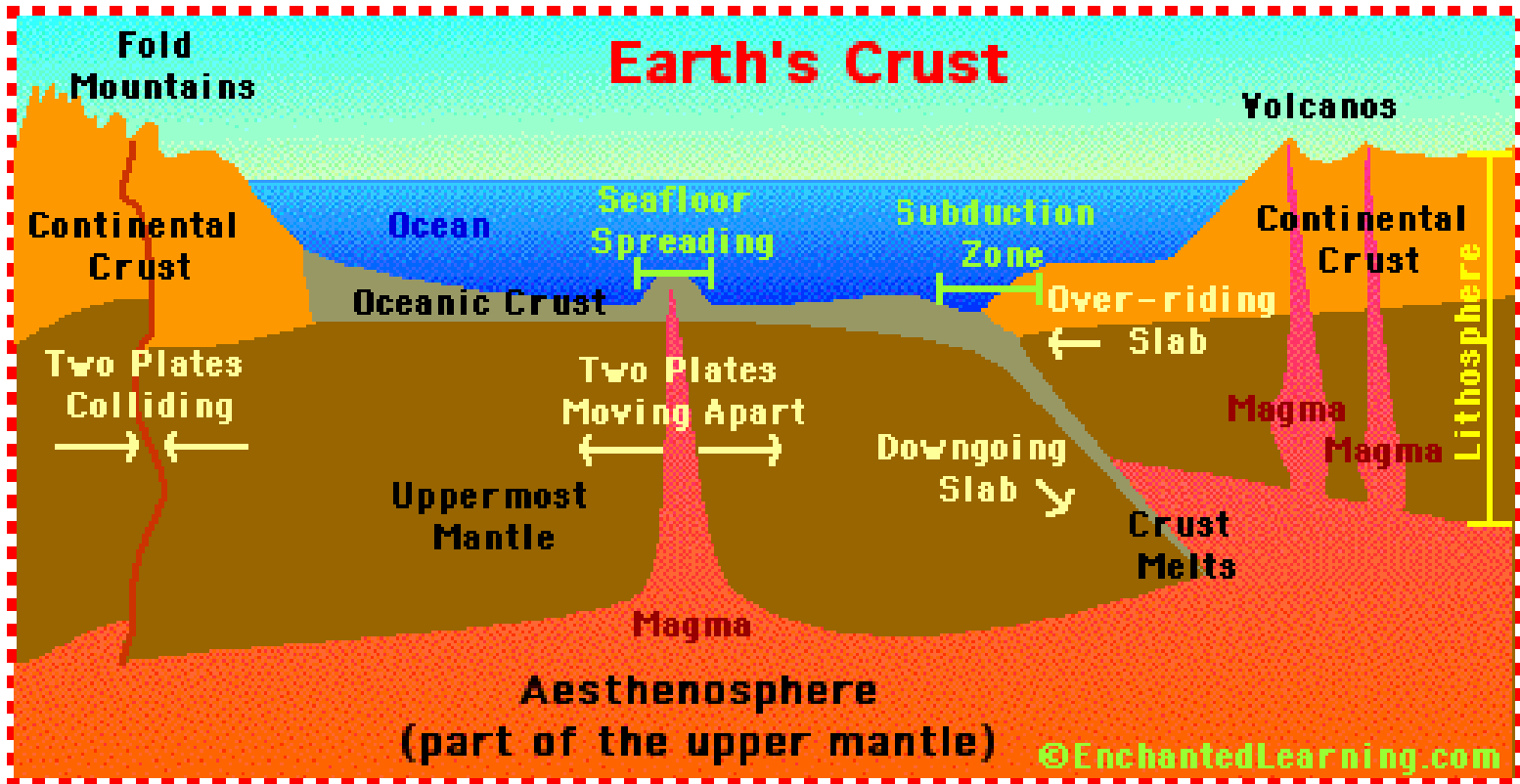
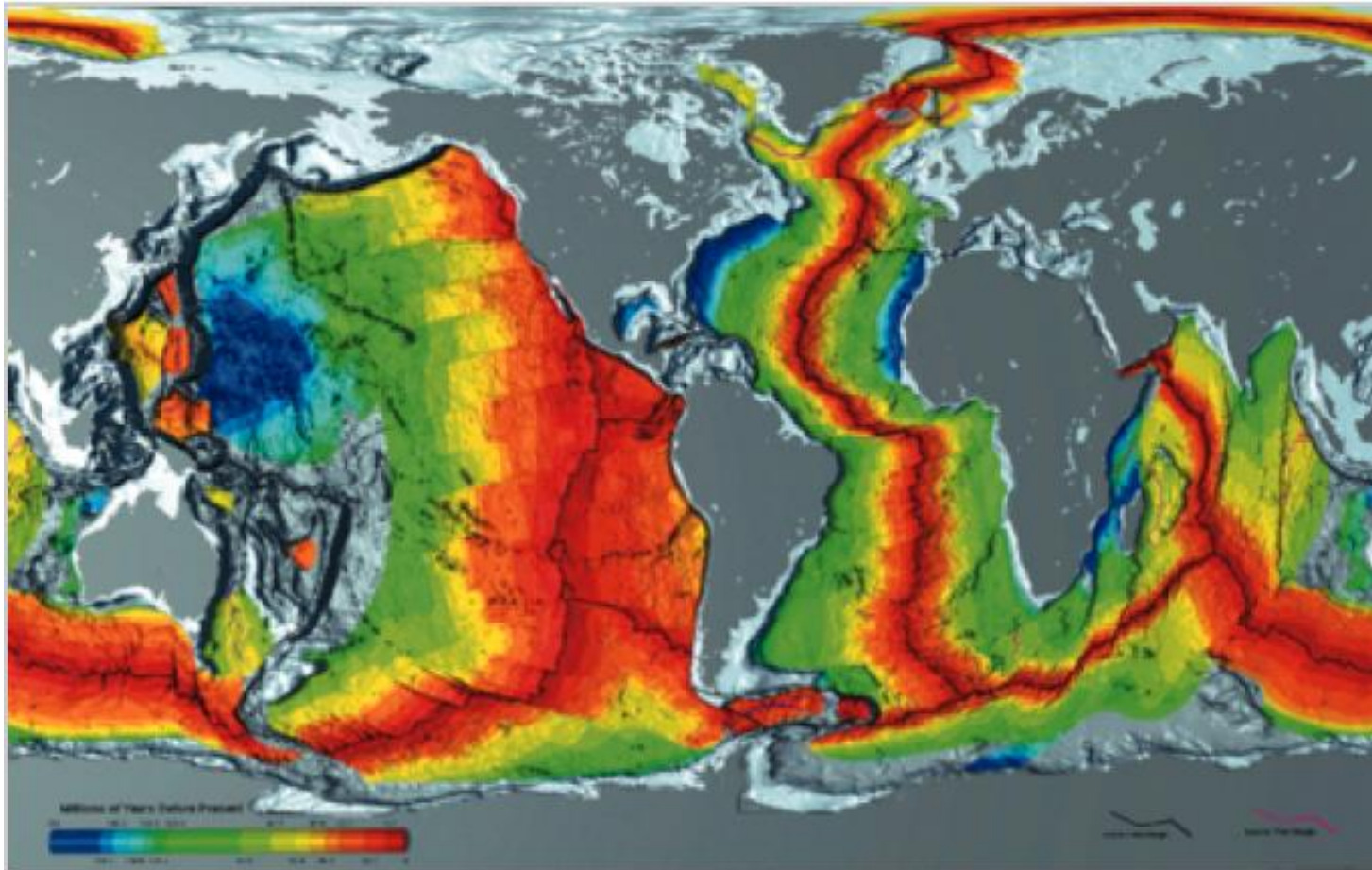


Plate Tectonics



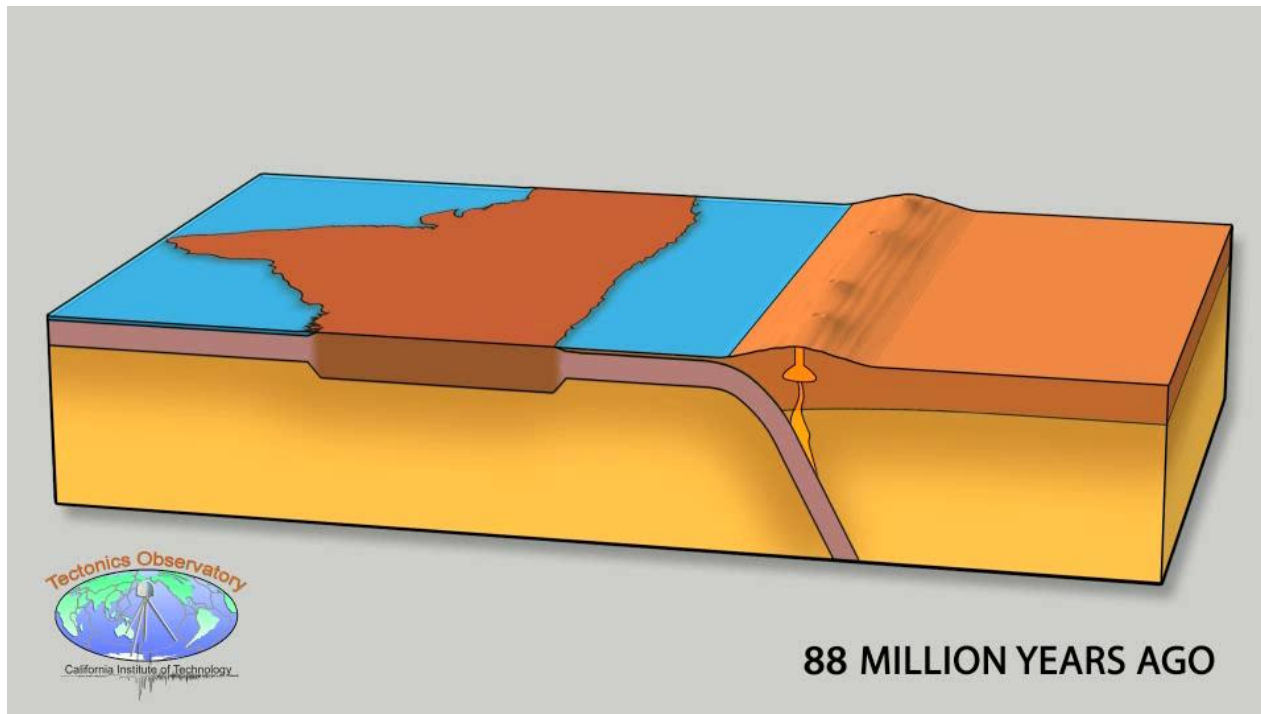
岩石圈



海洋地壳的年龄。最年轻的地壳（红色），是沿扩张中心。

Mountain Building

Himalayas is created by collision of Indian continent to Asian continent, even till now.

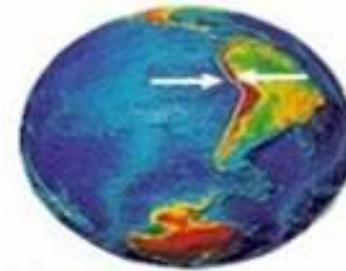
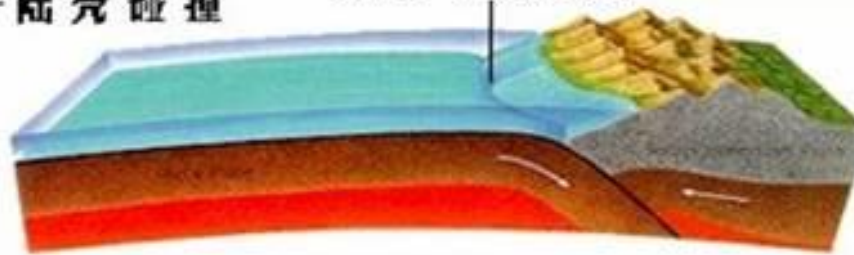


不同形式的碰撞带

阿尔卑斯山原本就是海底

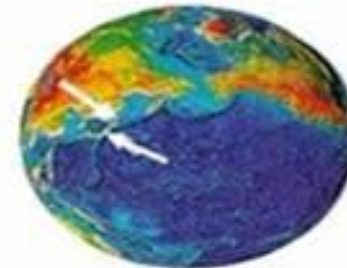
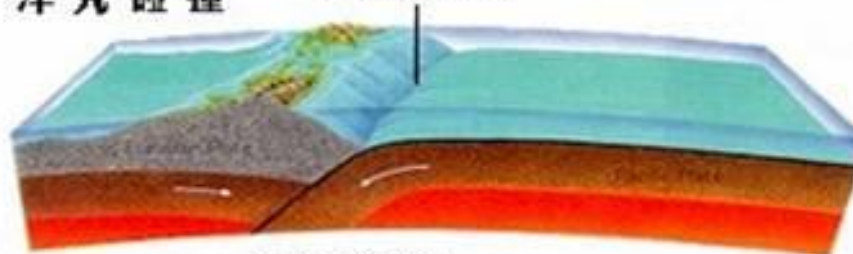
洋壳-陆壳碰撞

秘鲁-智利海沟



洋壳-洋壳碰撞

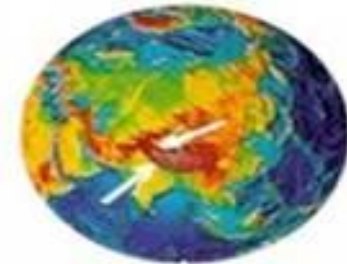
日本海沟



陆壳-陆壳碰撞

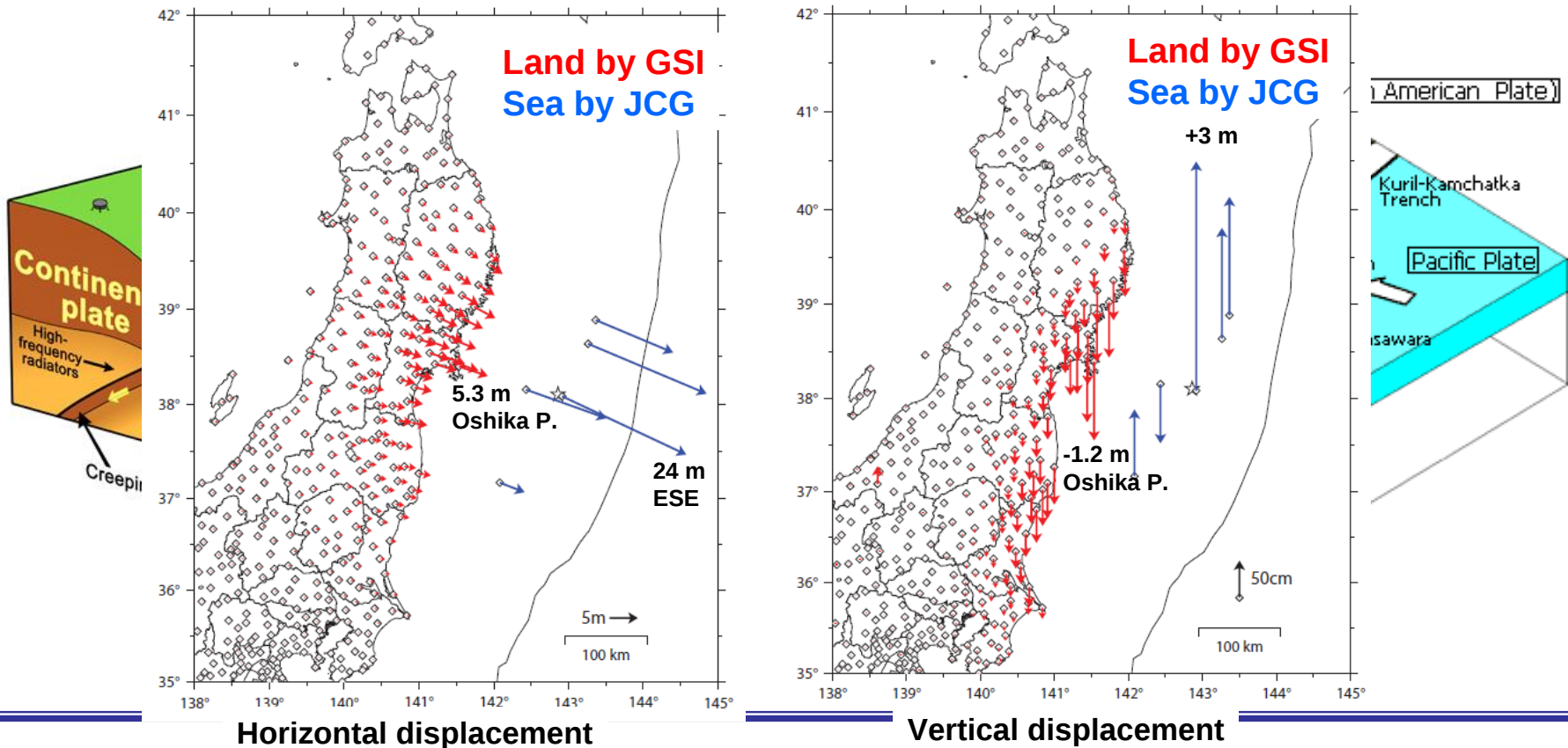
喜马拉雅山

西藏高原



Earthquake and Tsunami

The generation of the 2011 Tohoku tsunami in Japan
collision between N.A. plate and P. plate, 10 cm/y





Geological Age

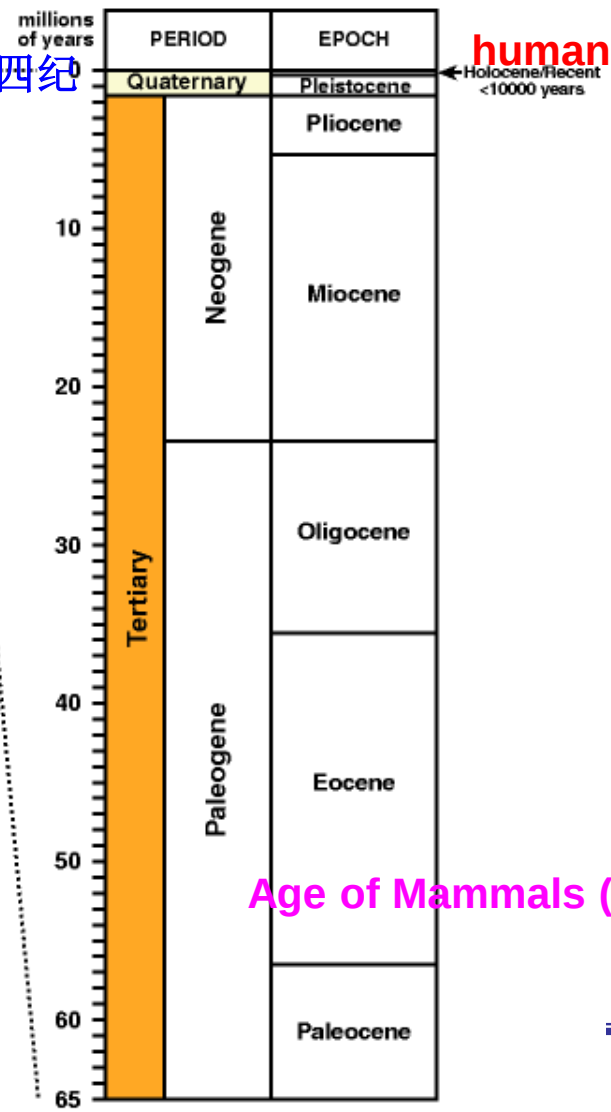
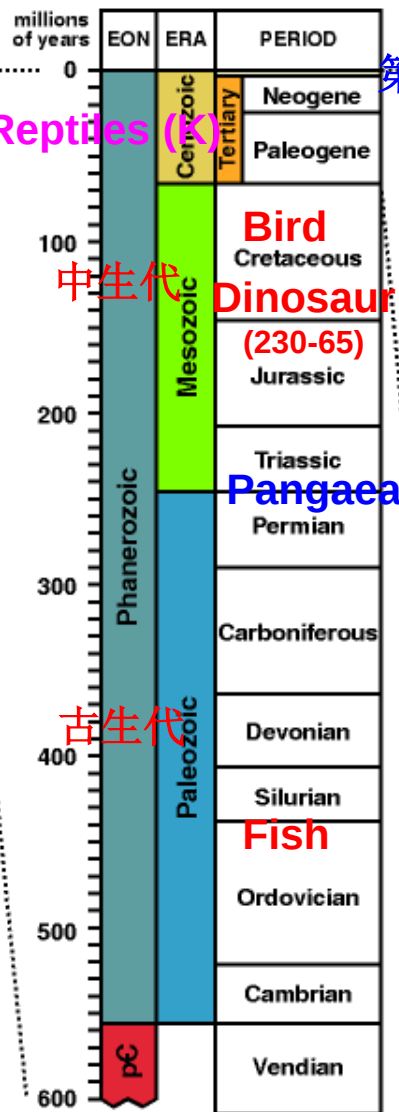
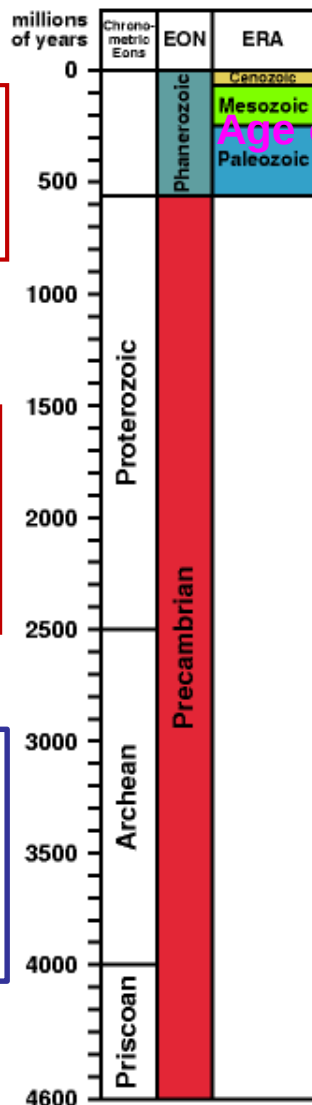
The age of earth
~ 4.5 billion years

The eldest stone
锆石
~ 4.4 billion years

K/T impact
Asteroid (小行星)?
Volcano?
Dinosaur extinction

显生宙

新生代



human
Holocene/Recent
<10000 years



If assuming the age of earth as **one year**, age of human being is only **half hour**.

时间	宙	代	纪 ^[1]	世	期 ^[2]	重大事件	年代, 百万年前 ^[2]
			第四纪	全新世	时:亚大西洋期、亚北方期、大西洋期、北方期、前北方期	末次冰期结束,人类文明兴起,第四纪冰河时期退去,目前的间冰期开始,新仙女木期发生寒流,大草原构成了撒哈拉,人类开始农业活动进而建立城市,旧石器时代/新石器时代文化(石器时代)开始公元前1万年,让位给红铜时代(公元前3500年)和青铜时代(公元前2500年),经历铁器时代(公元前1200年)文化持续在复杂性和技术方面成长进步,引起世界各地许多史前文化,最终通向古典时代,如罗马帝国,文化发展甚至到了中世纪至今,在1400至1850年小冰期(冰阶)导致北半球短暂的冷却,另请参阅古时期目录厘清早期的文化和年代,1815年坦博拉火山爆发,造年欧洲和北美天气异常形成火山冬天导致无夏之年(1816年),继工业革命以来,地球大气层中的二氧化碳含量从280ppmv(体积的百万分之一)上升到目前的390ppmv。 ^[5]	0.011700 ^{[4][6]}
					晚更新期(区域性塔兰托期、第勒尼安期、埃姆间冰期、桑加蒙间冰期)	许多大型哺乳动物(更新世巨型动物)蓬勃发展然后灭绝,晚期智人逐步进化,第四纪冰河时期继续的冰川作用和间冰阶(伴随着地球大气层中二氧化碳水平从百万分之100到300的波动 ^[5]),这种情况进一步强化冰室地球,大约持续了160万年,末次冰盛期(距今3万年),末次冰期(距今1万9千至1万5千年),石器时代人类出现文明曙光,相对于以前的冰河时代的文化技术水平复杂度与日益增加,如雕刻和黏土雕像(例如莱斯皮格维纳斯),特别是在地中海和欧洲地区,在7万5千年前多巴湖超级火山爆发,导致火山冬天把人类推向灭绝的边缘,更新世以老仙女木期结束,老仙女木期(Allerød)和新仙女木期气候事件与新仙女木期形成与全新世的边界。	0.126
				更新世	中更新期(原爱奥尼亚期)		0.781
					卡拉布里亚阶		1.806
					格拉斯期		2.588
		新生代 ^[4]	上新世		皮亚琴察期/勃朗期	252万年前第四纪冰河时期开始,寒冷干燥的气候强化了目前的冰室条件,南猿、许多现有哺乳动物属,和全新世软体动物出现,能人出现。	3.600
					赞克尔期		5.333
			新近纪	中新世	墨西拿期	适度的冰室气候,不时中断冰河时期;北半球开始造山运动,现代哺乳动物和鸟类家庭能被分辨出来,马科动物和乳齿象多种多样,禾本科植物变得无处不在,第一种类人猿出现(仅供参考,请参阅文章:“乍得沙赫人”),凯库拉造山运动形成了新西兰的南阿尔卑斯山脉,一直延续到今天,欧洲的阿尔卑斯山造山运动放缓,但也延续至今,在中欧和东欧喀尔巴阡造山运动形成喀尔巴阡山脉,在希腊和爱琴海的希腊造山运动放缓,但一直持续到今天,中新世中期发生生物集群灭绝,广袤的森林慢慢地通过光合作用吸收了大量的二氧化碳,逐渐降低大气中的二氧化碳水平从650ppmv到大约100ppmv ^[5] 。	7.246
					托尔顿期		11.62
					塞拉瓦尔期		13.84
					兰盖期		15.97
					布尔迪加尔期		20.44
					阿基坦期		23.03
			古近纪	渐新世	恰特期	温暖但气候变冷,接近冰室气候,动植物特别是哺乳动物快速进化和多样化,这个时期主要发生了现代类型的开花植物进化和传播。	28.1
					鲁培尔期		33.9
				始新世	普里阿邦期	适中,气候变冷,史前哺乳动物(例如:肉齿目,灵节目,犹因他兽科等)蓬勃发展,并继续在始新世发展,“现代”哺乳类物种出现,原始鲸多样化,禾草首次出现,再次的冰川作用行成了南极洲冰帽;清江红事件触发冰河时代,而冰室地球气候跟随到这一天发生,从沉降和衰变的海床海藻沉淀大量大气中的二氧化碳 ^[5] ,浓度从3800ppmv降低到650ppmv,在北美落基山脉的拉腊米和塞维尔造山作用结束,欧洲的阿尔卑斯山造山运动开始,在希腊和爱琴海希腊造山运动开始。	38.0
					巴尔顿期		42.3
					卢台特期		47.6
					伊普雷斯期		56.0
				古新世	斐尼特期	热带气候,现代植物出现;接着恐龙的灭绝一些原始血统的哺乳动物逐步多样化。	59.2
					塞兰特期	大型哺乳动物首次出现(相当于熊或小型河马尺寸),在欧洲和亚洲的阿尔卑斯造山运动开始,5500万年前印度次大陆与亚洲挤压,在5500-5500万年之间喜马拉雅运动开始。	61.6
					达宁期		66.0

Classification of Coasts

Early Coastal Classification

- (1) Effect of recent **changes in sea level**
- (2) Effect of **erosional** and **depositional** processes

Johnson (1919), Cotton (1952) -- Type (1)

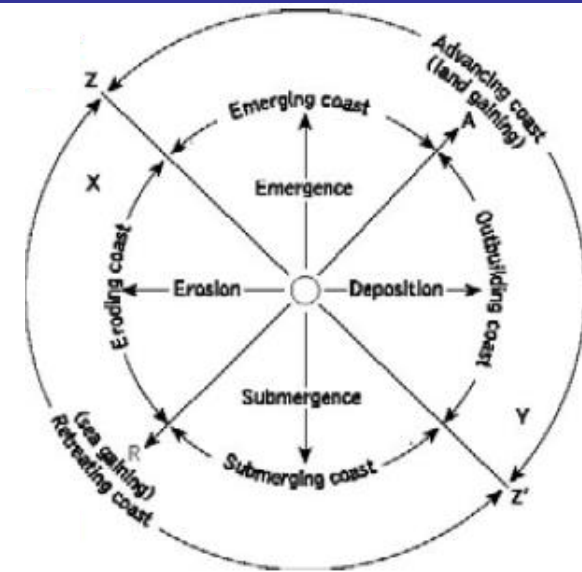
- Rising sea level – submergence coasts
- Falling sea level – emergence coasts
- No change - Neutral coasts

Shepard (1963), Valentin (1952) -- Combination of Types (1) and (2)

- Primary coasts (shaped by *terrestrial* agencies(陆地因子))
- Secondary coasts (shaped by *marine* agencies(海洋因子))

Others, Putnam *et al.* (1960)

- Detailed description for relatively **short** segments of coast
- Mountains, hills, plateaus, destructional and constructional plains



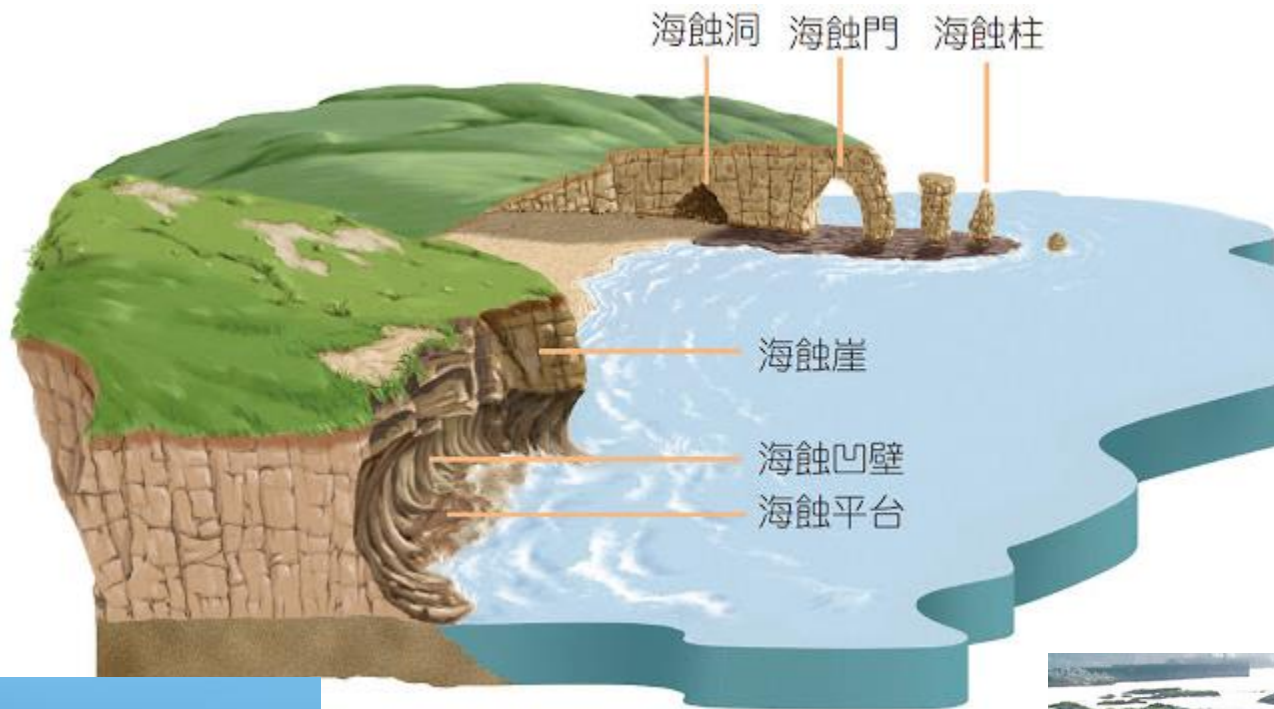
Valentin (1952)

Classification of Coasts

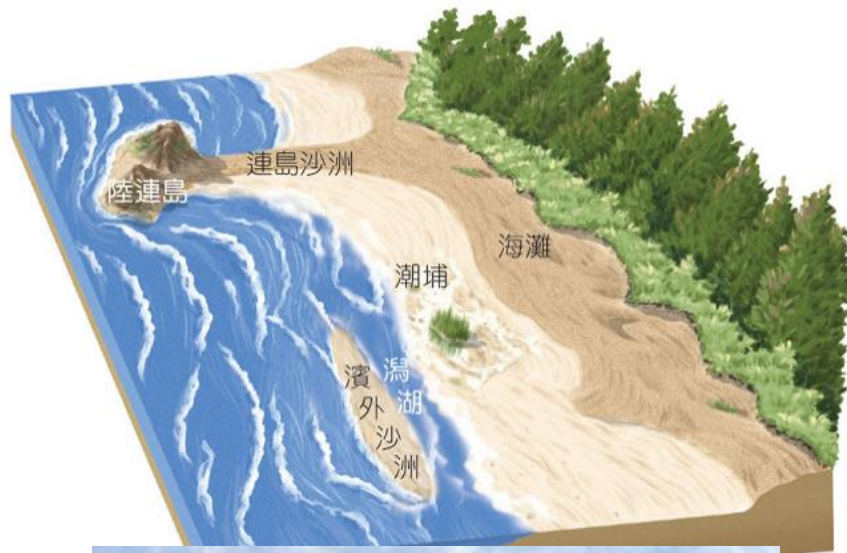
- Komar (1998) 依据海岸受陆地与海洋作用形成的地貌特徵，将海岸分成侵蚀海岸与堆积海岸



侵蚀海岸



堆积海岸





Inman & Nordstrom (1971) Theory – *J. Geology*, 79, 1-21

- Considered **continental margins** and devised a classification based on a **tectonic framework** (after plate tectonic theory in 1960s)
- Associated with the large solid portions of the earth's **crust** and **upper mantle** (tectosphere) 构造圈
根据海岸在岩石圈板块运动中的相对位置
- Two types of classification: **Tectonic (构造)** and **morphologic (形态)**



Inman & Nordstrom (1971) Theory – *J. Geology*, 79, 1-21

Plate Tectonics

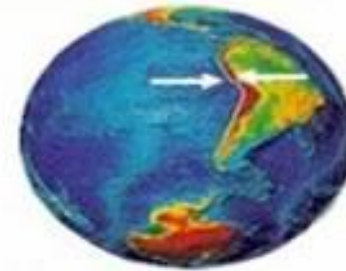
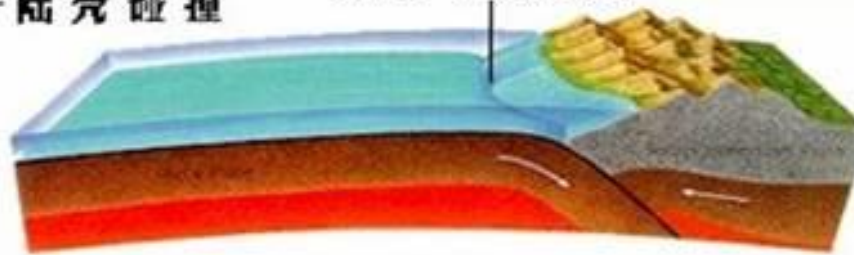
- Boundary: mid-ocean ridges, oceans trenches, transform faults, mountain ranges
- Oceanic crust is generated from spreading centers (mid-ocean ridges)
 - < 1 cm/yr, Mid-Atlantic Ridge
 - ~10 cm/yr, Pacific Antarctic Ridge
 - Volcanic islands near spreading center
 - Sinking of surrounding sea floor (1 cm/ 100 yr for the first 10 Ma; 1/3 rate for the next 30 Ma.) - Pacific Basin: 100 Ma (百万年)~4000m
- Ocean trenches are zones of collision where crustal material is consumed
 - The earth's crust is quite different under the oceans from that on land
 - Continental plates are less dense than (thus, ride on) the oceanic plates (Ocean/Land)
- Mountain ranges (fold mountain)
 - Himalaya, leading edge of two continental plates (Land/Land)

不同形式的碰撞带

阿尔卑斯山原本就是海底

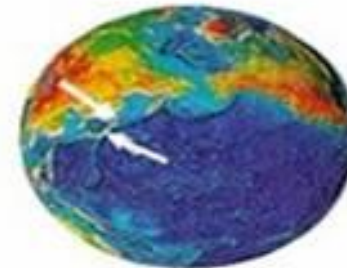
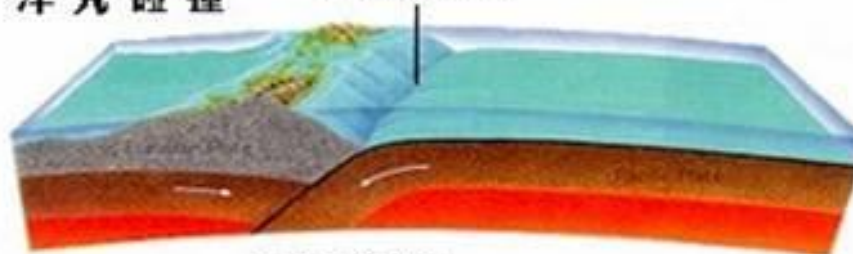
洋壳-陆壳碰撞

秘鲁-智利海沟



洋壳-洋壳碰撞

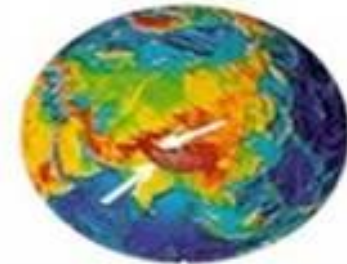
日本海沟



陆壳-陆壳碰撞

喜马拉雅山

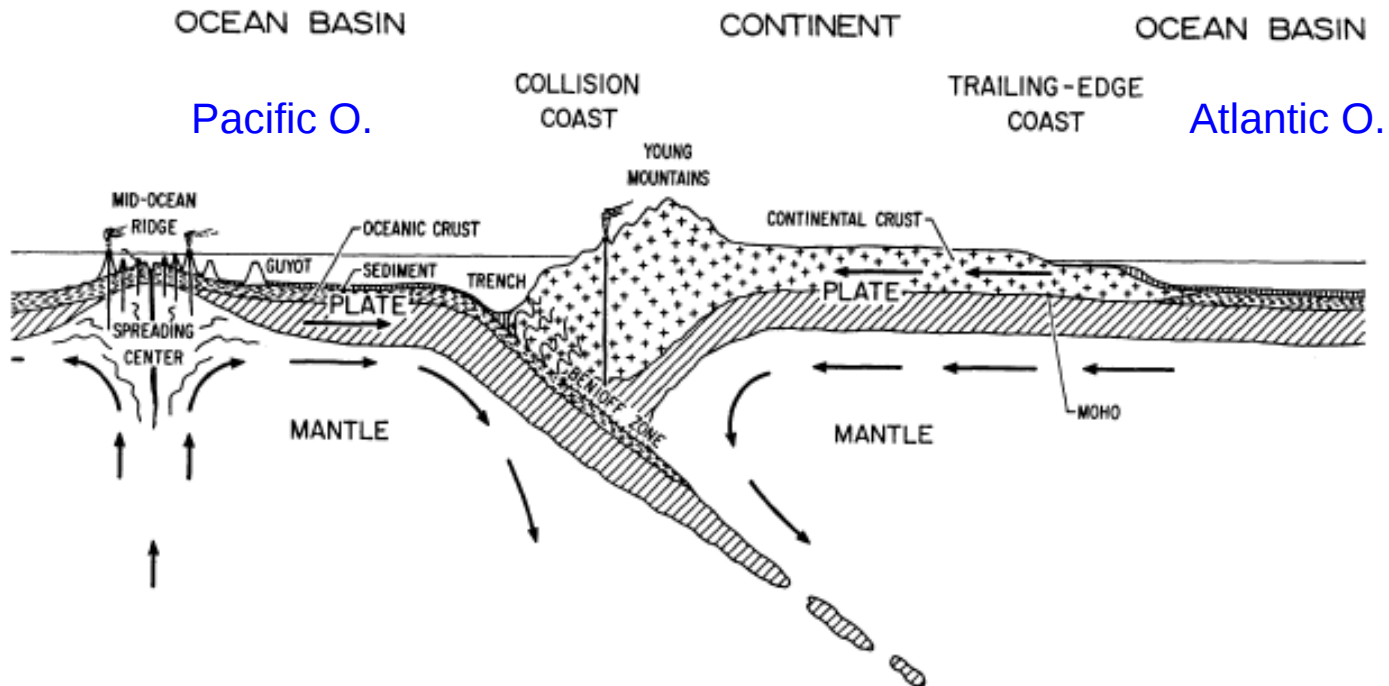
西藏高原



Formation of Collision and Trailing-edge Coasts

West

East



Lat. 35° S S. America

Inman & Nordstrom (1971)



Coastal Zone Dimensions

First-order Features

Coastline (**length**), ~ 1000 km

On-offshore (**width**), ~100 km (including continental shelves and coastal plains)

Vertical (**height**), ~10 km (ocean floor to coastal mountains)

Second-order Features

Length (~ 100 km); Width (~10 km); Height (~1 km)

Glaciated erosional relief; Major river deltas; giant coastal sand dunes



This subject



Third-order (higher-order) Features

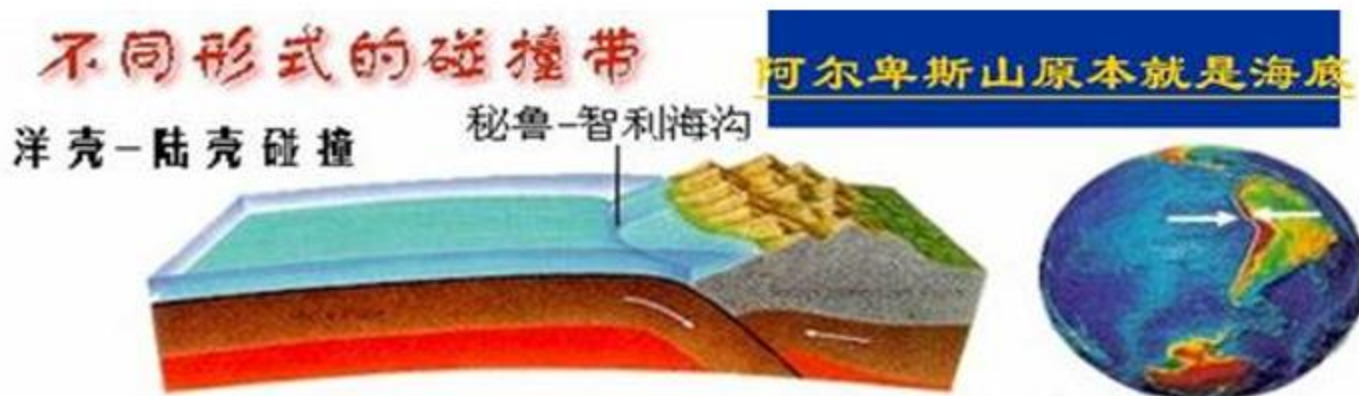
Length (1 ~ 100 km); Width (10 m ~1 km)

Those dependent upon wave action, sedimentary structures(sand transport, deposition)

Tectonic Classification

First-order Features

1. Collision (Leading-edge) Coasts (板块前缘碰撞海岸)
(straight and mountainous, sea cliff, raised terrace, narrow continental shelves, volcanism, seismicity)
 - a. Continental Collision Coasts (大陆碰撞海岸) (active coasts)
大陆碰撞海岸是由海洋板块俯冲在厚度较大而密度较小的大陆板块下面,
使板块边缘的地壳产生褶皱与抬升
e.g. Pacific coasts of North and South America
(thick and thin plates collide)





Tectonic Classification

First-order Features

1. Collision (Leading-edge) Coasts (板块前缘碰撞海岸)

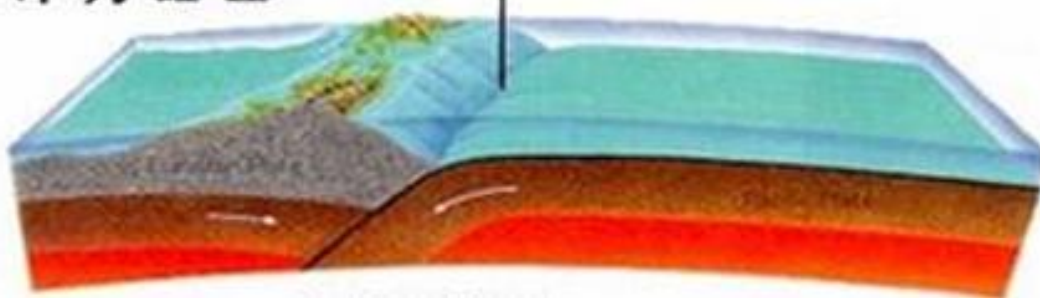
b. Island Arc Collision Coasts (岛弧碰撞海岸)

岛弧碰撞板块由厚度较薄而密度较大的海洋板块俯冲到厚度较薄而密度较小的大陆板块下面, 在大陆边缘形成海沟和火山岛屿, 这些海岸的山脉与海岸线平行, 为世界最年轻的山脉, 海岸前缘的大陆架比较狭窄, 是世界上火山和地震活动的重要地带, 常常发育成上升阶地, 并且没有大的河流发育

e.g. Japan, Philippines, Indonesian and Aleutian Island arcs
(thin/thin plates collide)

洋壳-洋壳碰撞

日本海沟





2. Trailing-edge Coasts(后缘拖曳海岸)

a. Neo(新)-training-edge coasts (新拖曳边缘海岸)

没有大陆架, 火山和地震活动较弱

e.g. Red Sea, Gulf of California, Gulf of Aden

(formed near beginning separation centers or rifts, juvenile, precipitous coastal land form with little or no continental shelf)

b. Afro(非洲的)-trailing-edge coasts (非洲型拖曳边缘海岸)

在板块后缘, 火山地震很弱, 泥沙产出不明显

e.g. Atlantic and Indian Ocean coasts of Africa, Greenland

(trailing on both neighbouring sides, stable/mature)



2. Trailing-edge Coasts(后缘拖曳海岸)

c. Amero(美洲的)-trailing-edge coasts (美洲型拖曳边缘海岸)

一侧为板块后缘, 一侧为前缘俯冲带海岸, 发育有巨大河流, 并有宽大的大陆架

e.g. East coasts of the Americas, India, Europe

(Active, erosion/deposition, lowest lying coastal land forms, widest continental shelves)

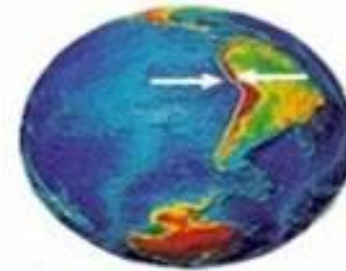
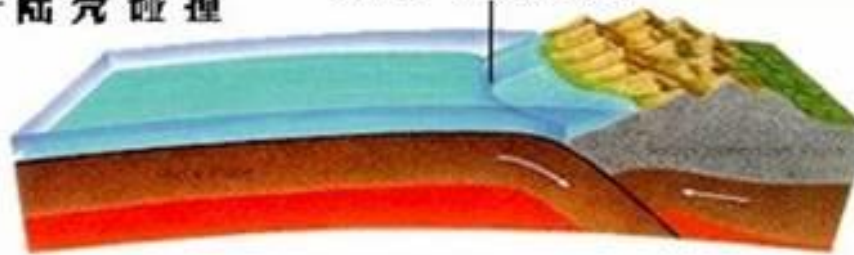
- Afro-trailing-edge is in between Neo-trailing and Amero-trailing-edge coasts
- Relatively low levels of seismic and volcanic activities for both Afro- and Amero-types of trailing coast

不同形式的碰撞带

阿尔卑斯山原本就是海底

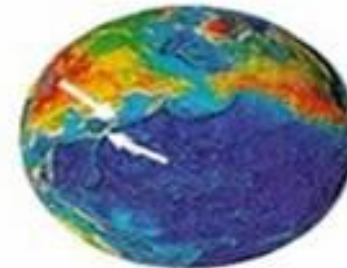
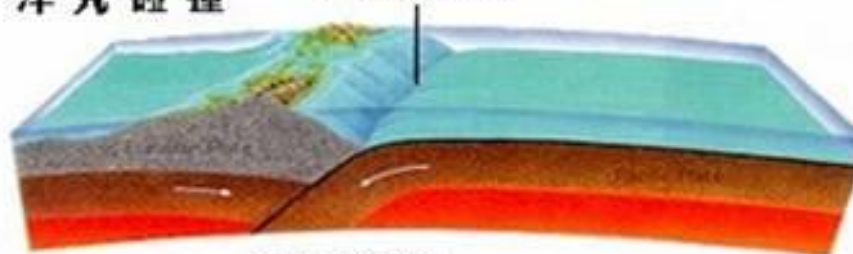
洋壳-陆壳碰撞

秘鲁-智利海沟



洋壳-洋壳碰撞

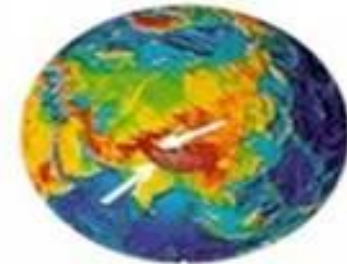
日本海沟



陆壳-陆壳碰撞

喜马拉雅山

西藏高原





3. Marginal Sea Coasts(陆缘海边缘海岸)

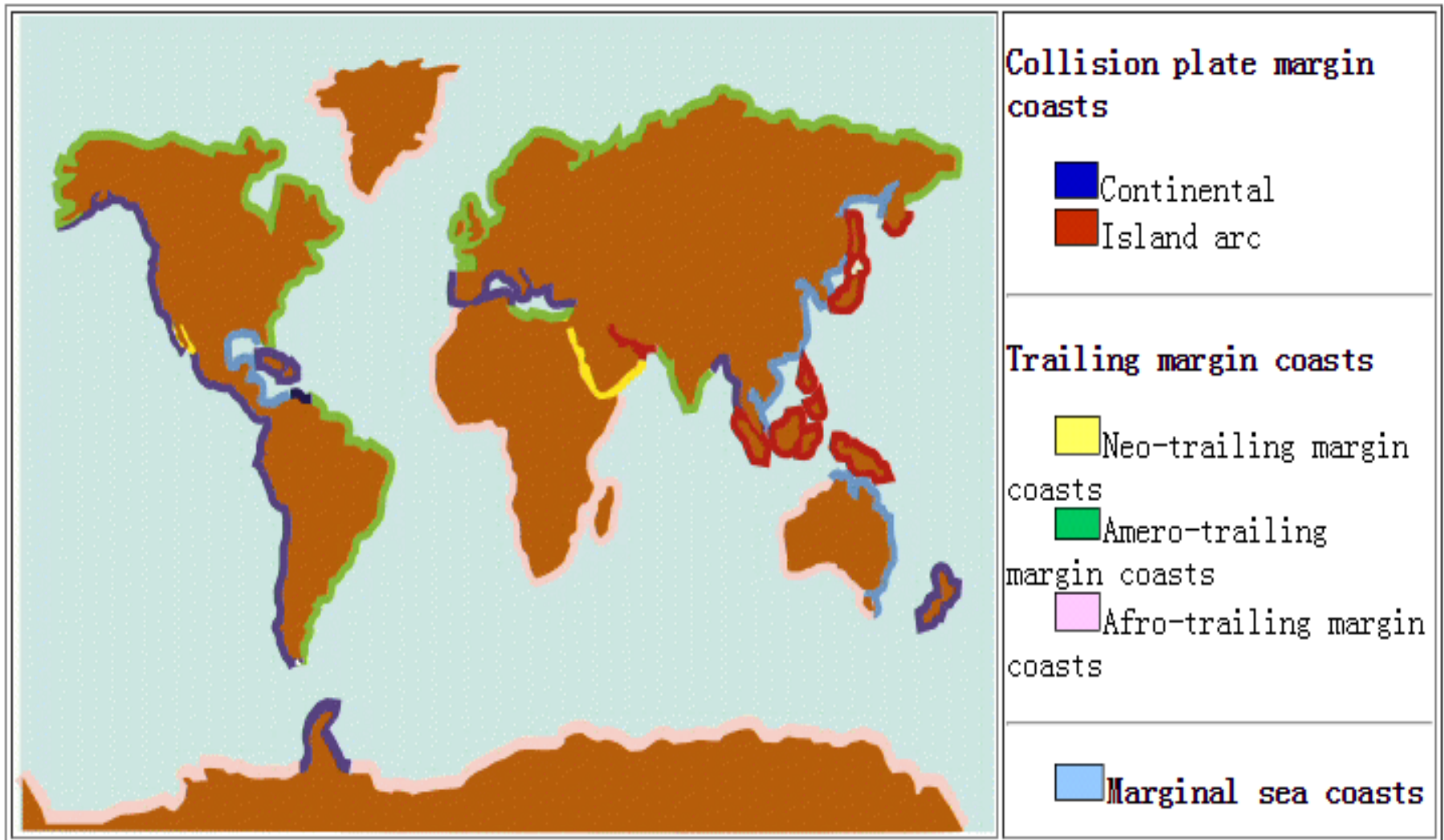
以岛弧为外围的边缘海岸, 常常受到冲积平原和三角洲的改造, 有丰富的陆源物质补充, 有宽大的大陆架

e.g. China, Vietnam, Korea, Gulf of Mexico

(protected from open sea by island arcs, most diversity of form, modified by large rivers and deltas)



World-wide Distribution of Tectonic coast





Statistical distribution of first-order features of the world coastal zones

CONTINENT	TOTAL COAST LENGTH (10 ³ km)	1. COLLI- SION COAST		2. TRAILING-EDGE COAST						3. MARGINAL SEA COAST	
		10 ³ km	%	a. Neo-		b. Afro-		c. Amero-		10 ³ km	%
				10 ³ km	%	10 ³ km	%	10 ³ km	%		
Europe-Asia.....	75.2	9.7	12.9	7.8	10.4	1.7	2.3	31.4	41.7	24.6	32.7
Africa.....	24.7	1.6	6.5			23.1	93.5				
North America.....	43.4	11.4	26.3	2.4	5.5			24.2	55.8	5.4	12.4
South America.....	27.3	9.0	32.9	2.4	8.8			12.5	45.8	3.4	12.5
Antarctica.....	24.5										
Australia.....	14.9	2.5	16.8	1.3	8.8			5.7	38.2	5.4	36.2
Large islands (>2,500 km ²).....	136.1	82.3	60.5			14.5	10.6	39.3	28.9		
Small islands (<2,500 km ²).....	93.0	60.3	65.0					32.7	35.0		
World.....	439.7	171.1	39.1	18.9	4.3	29.8	6.8	155.4	35.4	38.8	8.8

Second- and Higher order Features: Erosion and Deposition

Characteristics

Wave erosion; Wave deposition; River deposition; Wind deposition, Glaciated; Biogenous

Statistical distribution of second-order features of the world coastal zone

CONTINENT	TOTAL COAST LENGTH (10 ³ km)	WAVE EROSION		WAVE DEPOSITION		RIVER DEPOSITION		WIND DEPOSITION		GLACIATED		BIOGENOUS	
		Length (10 ³ km)	%	Length (10 ³ km)	%	Length (10 ³ km)	%	Length (10 ³ km)	%	Length (10 ³ km)	%	Length (10 ³ km)	%
Europe-Asia.....	75.2	28.9	38.4	15.3	20.3	6.6	8.8	0.5	0.7	23.9	31.8	.....	.....
Africa.....	24.7	9.4	38.0	9.6	38.9	0.7	2.8	3.5	14.2	.....	.....	1.5	6.1
North America....	43.4	8.2	18.9	7.7	17.7	1.5	3.4	0.1	0.2	23.9	55.0	2.1	4.8
South America....	27.3	13.1	48.0	5.7	20.8	3.6	13.2	.....	.....	3.6	13.2	1.3	4.8
Antarctica.....	24.5	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	24.5	100.0	.....	.....
Australia.....	14.9	5.9	39.7	4.3	28.8	1.4	9.4	1.2	8.0	.....	.....	2.1	14.1
Large islands (> 2,500 km ²)...	136.1	70.9	52.1	8.9	6.5	0.4	0.3	.....	.....	49.6	36.5	6.3	4.6
Small islands (< 2,500 km ²)...	93.0	51.3	55.2	.....	< 1	.....	.....	.....	.....	32.7	35.0	9.0	9.8
World.....	439.1	196.9	44.9	51.4	11.7	14.2	3.2	5.3	1.2	158.0	36.0	13.3	3.0



Effects of second- and higher-order factors

1. Erosional effects

- a. Wave erosion, resulting in sea cliffs(悬崖), beach scarp(陡坡)...
- b. Glacial erosion
- c. River erosion at previous lower stand of sea

2. Depositional effects

- a. Wave deposition forming beaches, barriers, spits, ...
- b. Glacial deposition modified by wave action
- c. River deposition and the formation of deltas
- d. Wind deposition and the formation of coastal dunes

3. Organic accretion

- a. Coral and algal (海藻) reefs
- b. Mangrove, salt marsh, etc.



Morphologic Classification of Coasts

1. Mountainous coast (山地海岸)

Shelf width < 50 km; coastal mountain ≥ 300 m; rocky cliffed shore zone with occasional pocket beaches

2a. Narrow-shelf hilly coast (狭窄大陆架丘陵海岸)

Shelf width < 50 km; coastal hills ≤ 300 m; occasional headlands

2b. Narrow-shelf-plains coast (狭窄大陆架丘陵海岸)

Shelf width < 50 km; low elevation

3a. Wide-shelf plains coast (宽架平原海岸)

Shelf width > 50 km; low-laying coastal plains; Amero-trailing-edge coastline

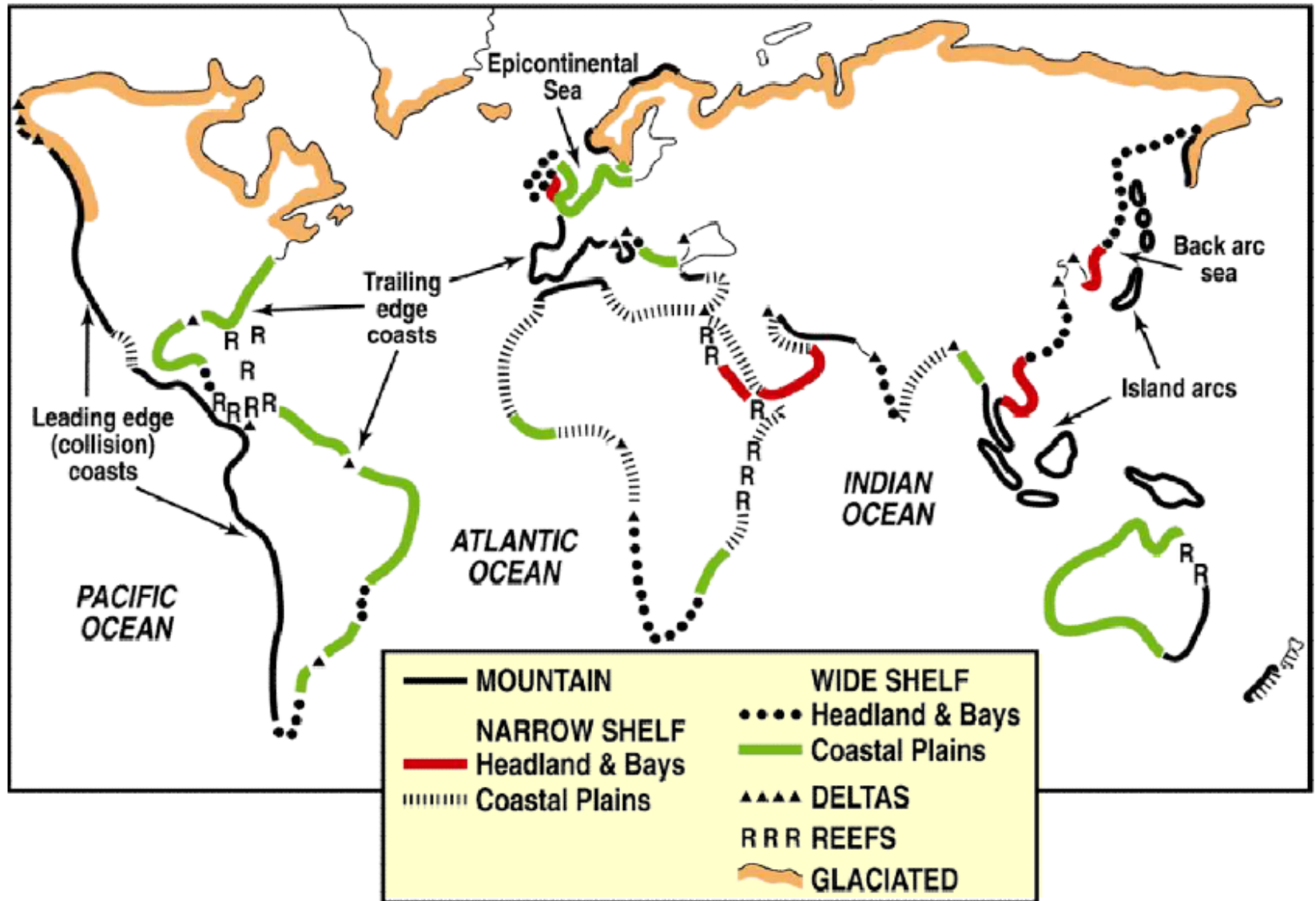
3b. Wide-shelf hilly coast (宽大陆架丘陵海岸)

Shelf width > 50 km; headlands widely separated

4. Deltaic coast (river) (三角洲海岸)

5. Reef coast (organic origin, [tropical zone](#)) (珊瑚礁海岸)

6. Glaciated coast (deep embayments or fjords(峡湾), [cold zone](#)) (冰川海岸)





Comparison of the morphologic classification with the first order tectonic classification (in %)

MORPHOLOGIC CLASS	FIRST-ORDER TECTONIC CLASS				
	1. Collision Coast	2. Trailing-Edge Coast			3. Marginal Sea Coast
		a. Neo-	b. Afro-	c. Amero-	
Mountainous coast (1).....	97.2	8.0	14.1	1.5	2.5
Narrow shelf, hilly coast (2a).....		75.1	46.2		5.6
Narrow shelf, plains coast (2b).....		15.9	4.0	89.3	
Wide shelf, plains coast (3a).....				2.2	3.1
Wide shelf, hilly coast (3b).....				1.3	77.4
Deltaic coast (4).....		1.0	3.4	1.9	5.8
Reef coast (5).....			3.0		5.6
Glaciated coast (6).....	2.8		29.3	3.8	
Total.....	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Percentage of world coastline*.....	39.0	4.6	7.5	35.2	8.1

No Antarctic coastline (5.6%)



Summary of Inman & Nordstrom (1971)

Tectonic Classification

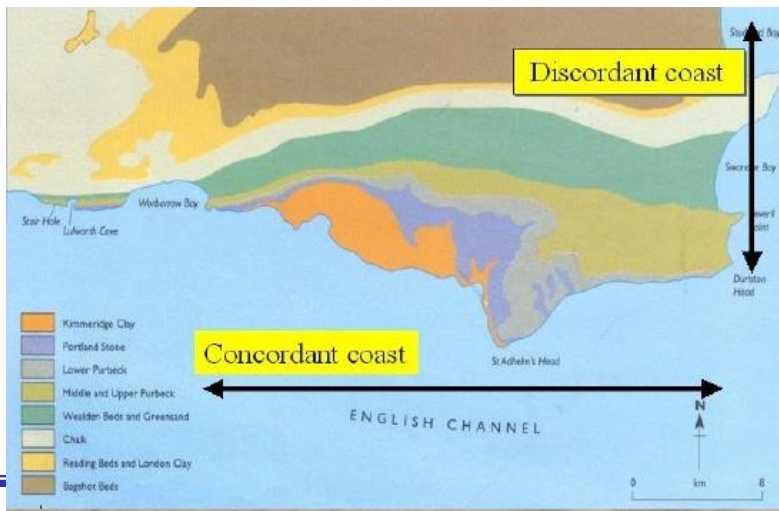
1. Collision coasts (Continental; Island arc)
2. Trailing-edge coasts (Neo-; Afro-; Amero-)
3. Marginal sea coasts

Morphologic Classification

1. Mountainous coasts
2. Narrow-shelf hilly, and plains coasts
3. Wide-shelf hilly, and plains coasts

地质构造对海岸形成的影响

- **纵向海岸(Longitudinal or concordant coast)**走向与构造线走向大致一致，受构造控制，岸线多平直，少港湾和半岛。如断层海岸，称达尔马提式海岸，太平洋海岸属此类型，故又称太平洋型海岸。



Freshwater Bay is an example of an area of concordant coastline

地质构造对海岸形成的影响

- **横向海岸(Transverse coast or discordant coast)**与构造线近于垂直，如果岩性软硬相间，频繁交替，岸线则曲折，多岬角、港湾，称里亚斯式海岸，大西洋海岸属此类型，故又称太西洋型海岸。
- **斜向海岸**介于纵向海岸和横向海岸之间，常发育成不对称雁状的曲折岸线。





断层海岸



台湾清水断层海岸



达尔马提亚海岸
在克罗地亚东南部和南斯拉夫南部沿海

断层海岸





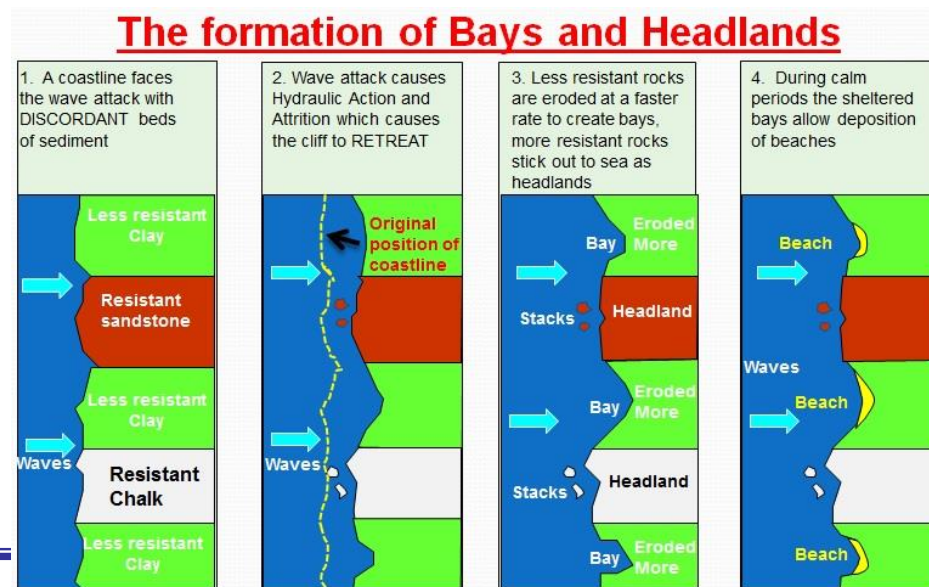
西班牙西北部的里亚斯发育最为典型，具有岛屿、半岛与海湾大致垂直于海岸线总方向的特征。



岩石性质对海岸的影响

岩性影响波浪对海岸的侵蚀速度和由此产生的碎屑物质的多寡。

- 坚硬而少裂隙的岩石不易侵蚀，多形成突出岬角，海蚀平台不发育。





岬湾海岸



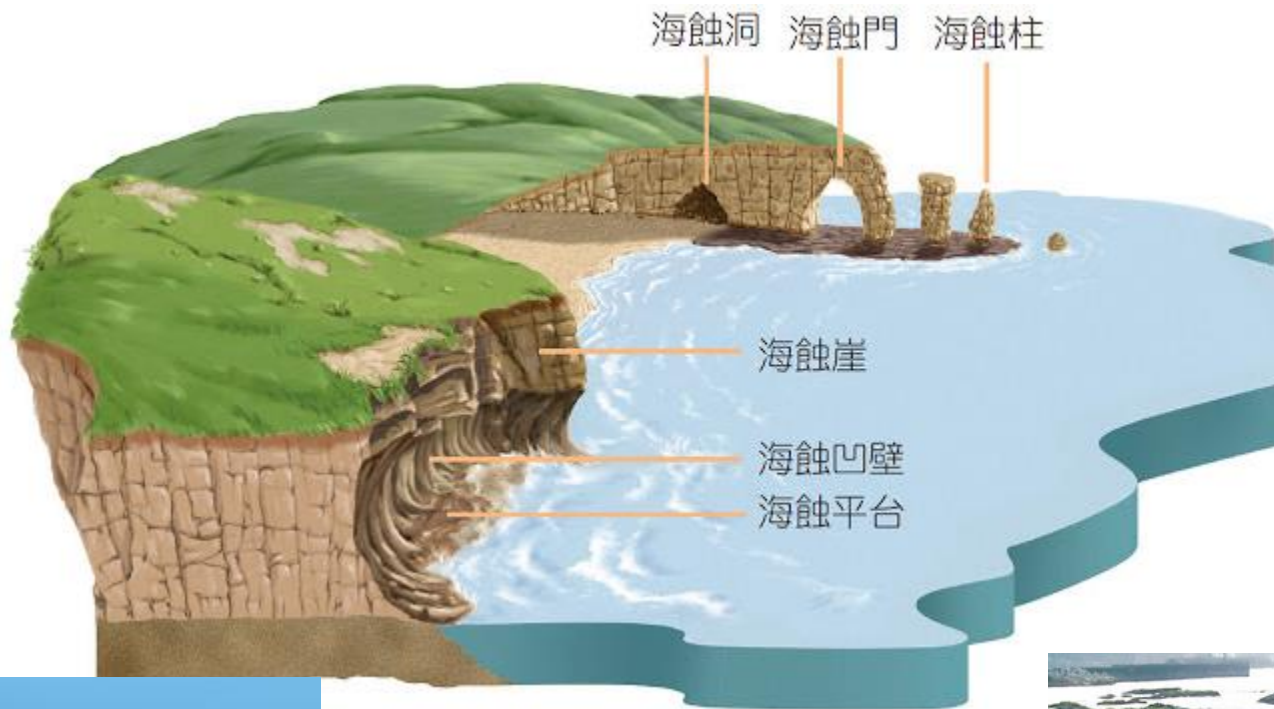


岩石性质对海岸的影响

岩性影响波浪对海岸的侵蚀速度和由此产生的碎屑物质的多寡。

- 强度中等的岩石，海蚀崖和海蚀平台都较发育，而且在平台外和岸边有碎屑物堆积。
- 结构疏松的岩石，岸坡斜缓，海蚀崖不发育，岸外有碎屑物堆积。
- 如果软硬岩石相间，则易形成海蚀洞（穴）或港湾。

岩石性质对海岸的影响





地壳的相对运动对海岸的影响

- 海岸上升会引起水下岸坡变浅，而促进沉积作用；当海岸下沉时，水下岸坡变深，使波浪到达海崖前保存著巨大能量，后来才消耗在对陡崖的冲蚀。
- 海岸地区的地壳运动影响入海河流带地貌的发育，地壳上升促进了河流的下切活动。缓慢下沉的河口段常发育三角洲，如黄河；迅速下沉区则形成溺谷湾及水下峡谷，如欧洲的莱茵河。



地壳的相对运动对海岸的影响

- 斯堪的纳维亚半岛由于冰盖消融地壳上升而导致海岸上升，从一万年开始，目前每年上升 9 mm（每年海平面上升 3mm）。因此必须要挖深港口。

SCIENCE

THE STATE OF THE UNIVERSE.

AUG. 7 2017 1:00 PM

The Only Place in the World Where Sea Level Is Falling, Not Rising

In Sweden and Finland, it's the land that's technically rising faster than the sea.





Thank You

