



浙江大學 海洋學院

OCEAN COLLEGE, ZHEJIANG UNIVERSITY

Coastal Morphodynamics

# 海岸动力地貌学

## Coastal Morphodynamics

### 第一章 绪论

林颖典

Ocean College  
Zhejiang University



# 教材

- **主要教材**：王永红. 2012. 海岸动力地貌学. 北京：科学出版社

- **参考教材**：

Komar PD. 1998. Beach processes and sedimentation., 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice-Hall: Englewood.

Masselink G, Huges M, Knight J. 2011. Introduction to Coastal Processes and Geomorphology. 2<sup>nd</sup> Edition. Routledge.

Dean R, Dalrymple RA. 2004. Coastal Processes with Engineering Applications. Cambridge University Press.



## 评分方式

- 作业(60%): 4~5次作业
- 期末报告(40% = 20%ppt + 20%演示)

### 主题:

选取一篇国外相关文献进行阅读，并于课堂以ppt形式报告



# 授课内容

1. 绪论
2. 海岸形成的地质背景
3. 海平面
4. 海岸动力过程
5. 基岩海岸
6. 砂质海岸
7. 粉砂淤泥质海岸
8. 河口与三角洲
9. 珊瑚礁海岸
10. 海滩养护



# 课程意义

对于海岸动力地貌基本原理的掌握，可以帮助和解决与海岸带有关的问题，同时在海岸带的发展过程中带来经济与社会效应。

**实际应用**，例如：

(1) 建造港口是海岸带开发利用的一个重要方面，需要充分了解海岸动态演化规律；

(2) 海岸带有石油及天然气资源，还有丰富的矿产，对于这些资源的开发利用需要了解其分布规律、形成条件与地质地貌过程及水动力条件等；

(3) 对入海泥沙的输运和沉积规律进行研究，可以有效地帮助其全年的管理和利用；



# 课程意义

例如：

(4) 海岸河口水域饲料丰富，有丰富的渔业资源，捕捞作业时要考虑海岸动力地貌条件和底质水文特征等。并且不同的海岸适于养殖不同的产品，因此需要对于海岸带的水文地质等条件进行了解；

(5) 海岸带有潮汐能及波浪能等可再生海洋能，主要集中在浅海区，对于海岸沉积物的运输起到极大作用；

(6) 国防的需要，包括军港的选择和防护以及航道的使用、潜艇的活动、军事登陆及抗登陆等，都必须掌握海岸动力地貌。



## 定义

- **Coast (海岸):**

The part of the land near the sea; the edge of the land.

- **Coastline (海岸线):**

A coastline or a seashore is the area where land meets the sea or ocean, or a line that forms the boundary between the land and the ocean or a lake.



# 定义

- **Morphology (地貌):**

- The study of the structure of rocks and landforms.
- The form and structure of something.
- The underwater topography (地形).

- **Morphodynamics (地貌动力学):**

The mutual adjustment of morphology and physical, chemical, and biological processes involving sediment transport.



## 定义

- **Coastal Morphodynamics:**

The study of the interaction and adjustment of the seafloor topography and fluid hydrodynamic processes, seafloor morphologies and sequences of change dynamics involving the motion of sediment.



# 定义

- 什么是海岸动力地貌学？

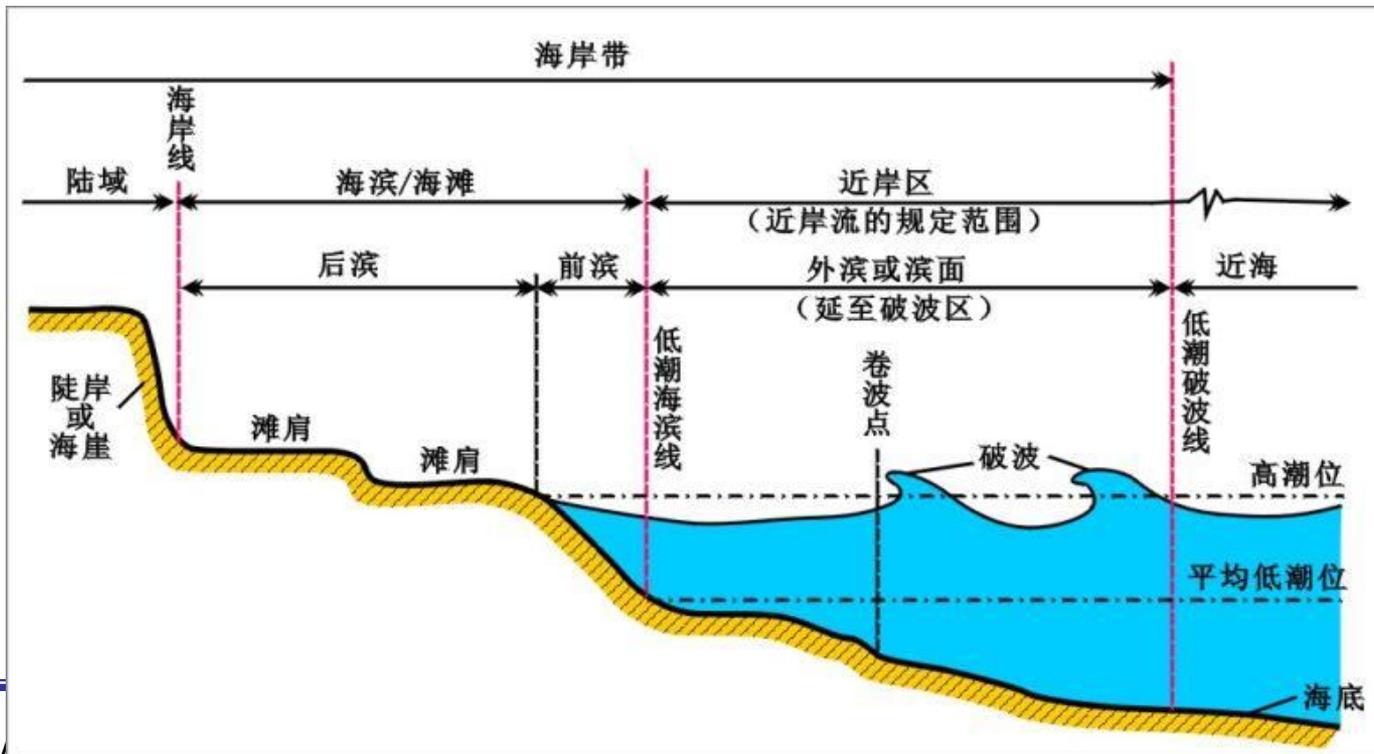
作用于海岸带的**水动力过程**，对于海岸地形、沉积结构和组合特征形成过程和演变规律进行研究的科学，称为**海岸动力地貌学**。

- 包括哪些水动力过程？

来自海洋方向的动力包括**波浪、潮汐、海流、沿岸流以及风**等；来自陆地方向的动力主要指**径流**等。来自海与陆的动力相互作用，使海岸沉积特征和地貌发生变化。

## 定义

- 哪些区域是海岸动力地貌学的研究对象？  
研究对象包括河口海岸带的陆地部分、水下岸坡以及水体。



# 海岸线

- 地球表面70.8%的面积为海洋所覆盖。**陆地**与**海洋**的交界线为**海岸线**。地貌学上给以该岸线确定的定义是：海水向陆达到的极限位置的连线，即海岸线的向陆一侧是永久性陆地。通常以**平均多年大潮高潮面**的水陆交界面作为**海岸线**。



Tallow Beach, Byron Bay, New South Wales in Australia



朱家尖，舟山，中国



# 海岸线

- 我国国家标准GB5791-86地形图图式规定：**海岸线**是平均大潮高潮的痕迹线所形成的海陆分界线。





## 海岸线

- 全球海岸线总长约44万km。
- 我国大陆岸线1.8万km，岛屿岸线（6500个岛屿岸线之和）1.4万km。
- 美国海岸线长9.5376万英里，虽然国土沿海地区面积仅占总国土面积的17%，人口却超过总人口的50%。沿海30个州，集中了人口的75%，13个大城市中的12个。
- 澳大利亚约80%的人口居住在近岸地区。
- 世界人口的60%的大城市位于距离海岸不超过50km的地区，2/3人口居住于距离海洋80km宽的狭长海岸带上。



## 世界海岸线的排名

| 排名 | 国家   | 国家面积(km <sup>2</sup> ) | 海岸线长度(km) | 海岸线/国家面积 |
|----|------|------------------------|-----------|----------|
| 1  | 加拿大  | 9093507                | 202080    | 22       |
| 2  | 印尼   | 1826440                | 54716     | 30       |
| 3  | 格陵兰  | 2166086                | 44087     | 20       |
| 4  | 俄罗斯  | 16995800               | 37653     | 2        |
| 5  | 菲律宾  | 298170                 | 36289     | 122      |
| 6  | 日本   | 374744                 | 29751     | 79       |
| 7  | 澳大利亚 | 7617930                | 25760     | 3        |
| 8  | 挪威   | 307442                 | 25148     | 82       |
| 9  | 美国   | 9161923                | 19924     | 2        |
| 10 | 新西兰  | 268021                 | 15134     | 56       |
| 11 | 中国   | 9326410                | 14500     | 2        |

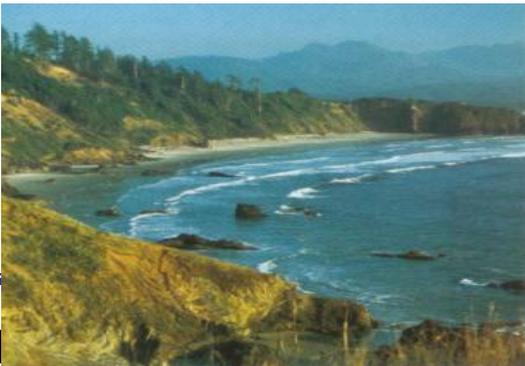


# 海岸带

海岸带 (coast zone) 的定义：在波浪、潮汐、海面波动、地壳运动和气候变化等动力因素综合作用下，海岸线的两侧具有一定宽度的条形地带不断发生变化，这个地带称为海岸带，其宽度受地形影响各地段不等。

海岸上有无河流入海，是海岸地形及滨海沉积的首要特征，据此可以将海岸划分为两大基本类型：河口海岸—河口区，非河口海岸—海岸带（狭义）。

目前，世界上约有三分之二的人口居住在狭长的沿海地带。





# 海岸带

我国《简明规程》中定义：**海岸带是指海水运动对于海岸作用的最上界限及其邻近陆地、潮间带以及海水运动对于潮下带岸坡冲淤变化影响的范围。海岸带包括潮上带、潮间带和潮下带，还包括河口和港湾以及海涂。**

**海涂是高潮淹没、低潮露出的潮间带范围，确切地说，是指多年的大潮高潮面与理论最低低潮面之间的潮间带范围。海涂的形成，主要是由于海潮不断运来泥沙堆积在岸边，使海岸扩展的结果。**

百度：陆地与海洋相互作用的地带，其上界起起始于风暴潮线，下界是波浪作用的下界，亦即波浪扰动海底泥沙的下限处。



# 海岸带



# 海岸带

## 潮上带 (Supratidal zone)

位于平均高潮线与最大高潮线之间的区域。

## 潮间带 (Intertidal zone)

位于平均高潮线与低潮线之间的区域。视能量差异，又分平均海平面至平均高潮面的上潮间带和平均海平面以下至平均低潮面的下潮间带。

## 潮下带 (Subtidal zone)

位于平均低潮线以下的区域。

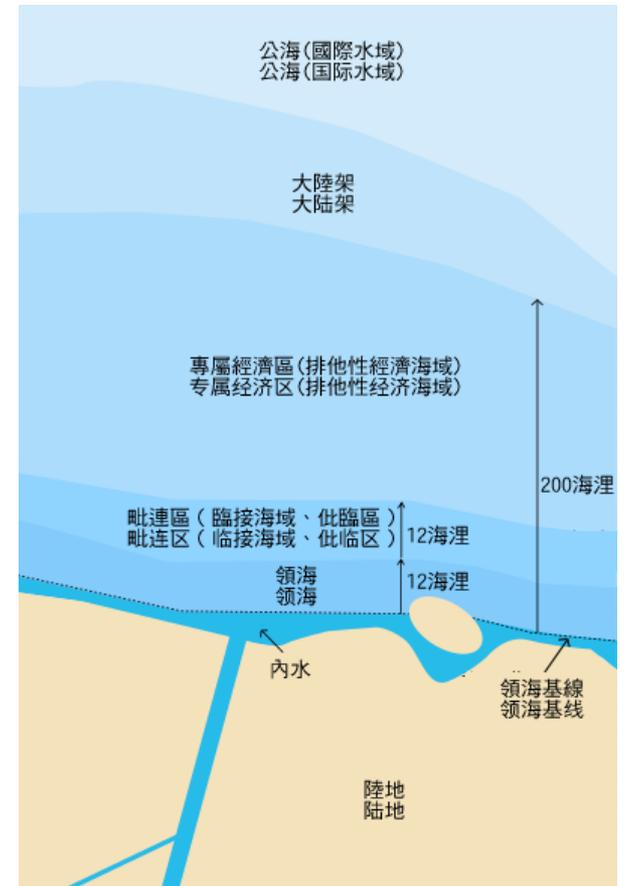




# 海岸帶

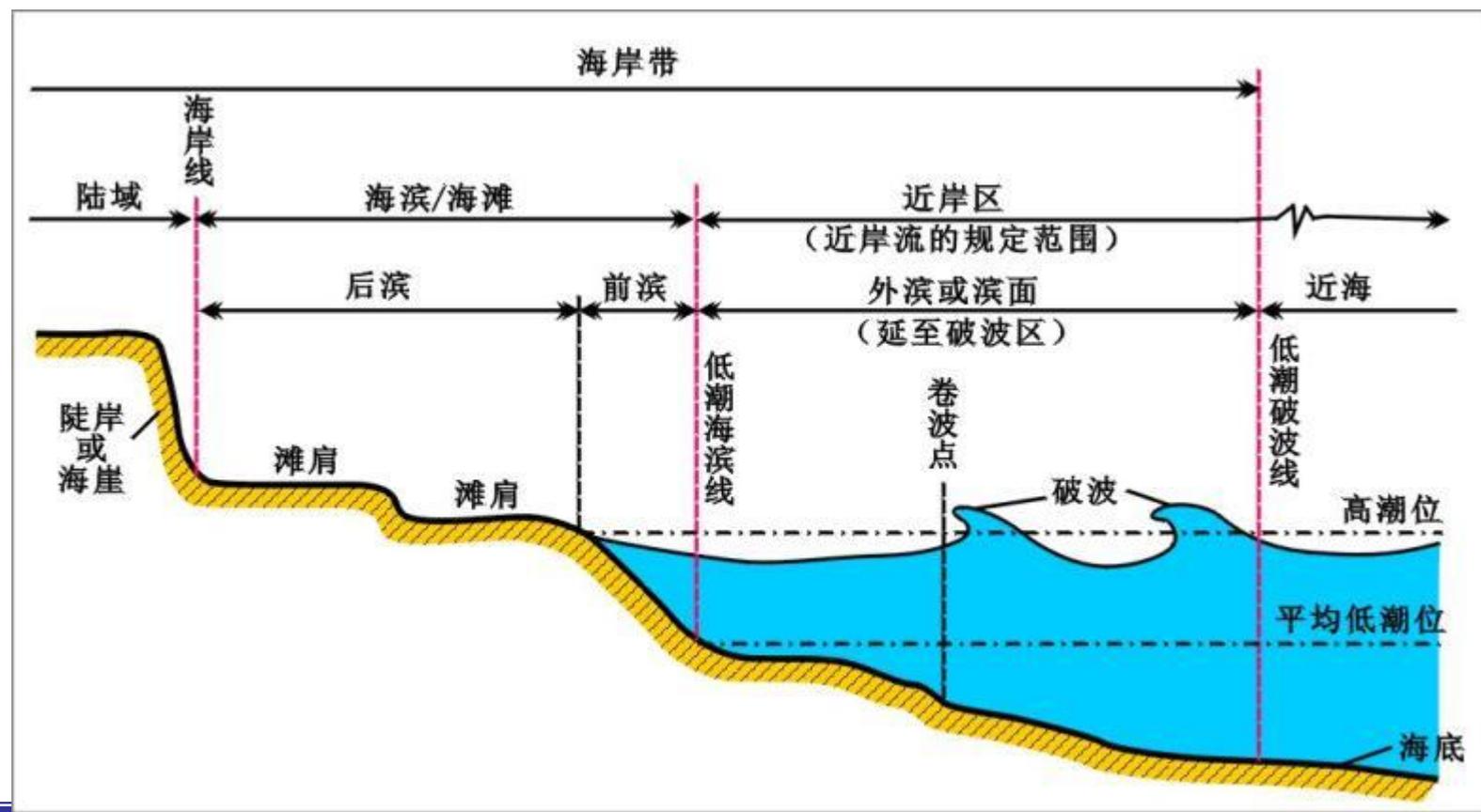
我国在20世纪80年代开展的《全国海岸带与海涂资源综合调查》时，规定调查范围为：由海岸线向陆方向延伸**10公里**左右，向海至水深**10-15米**等深线；在河口地区，向陆延伸至潮区界，向海方向延伸至浑水线或淡水舌。我国海岸带和海涂面积各约**35万平方公里**和**2.17万平方公里**。

专属经济区  
(200海里=370.4公里)



# 海岸带的构成

由陆地到海，海岸带包括陆域、海滨/海滩、外滨/滨面三个大的单元。

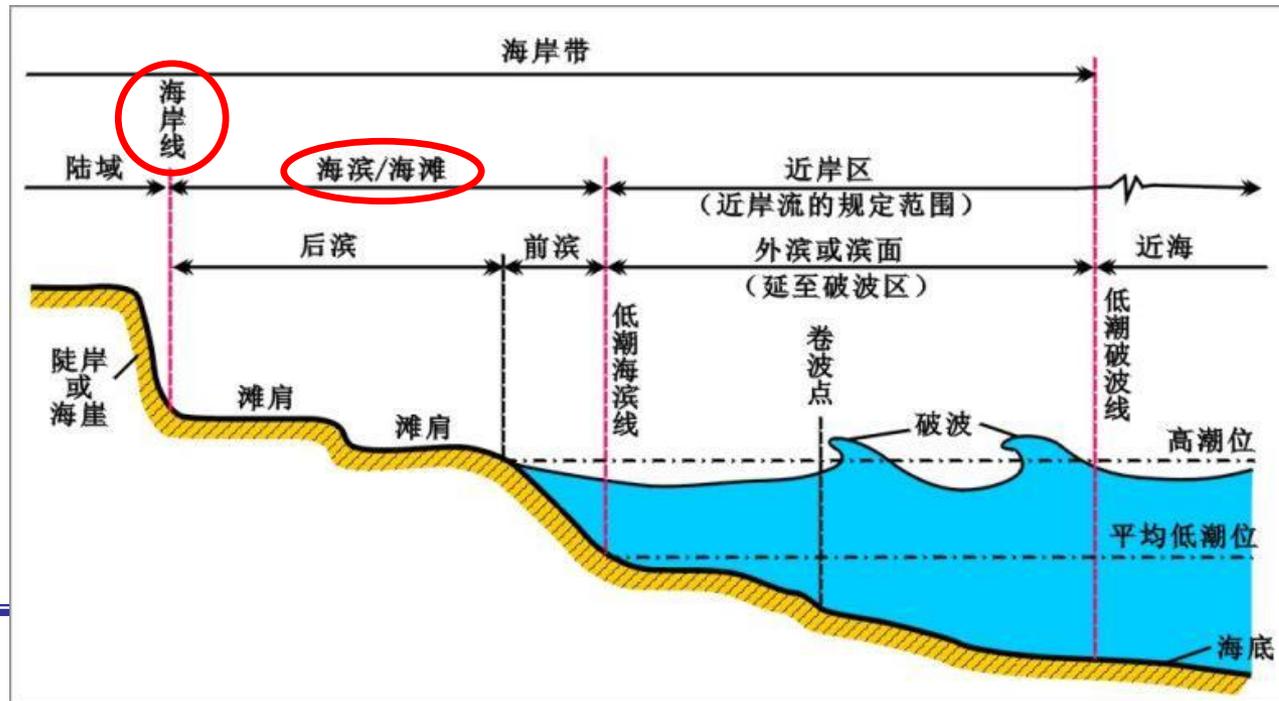


# 海岸带的构成

**海滨(Shore):**从低潮水边线至海蚀崖崖麓,该处表示这有效波浪作用的陆限。

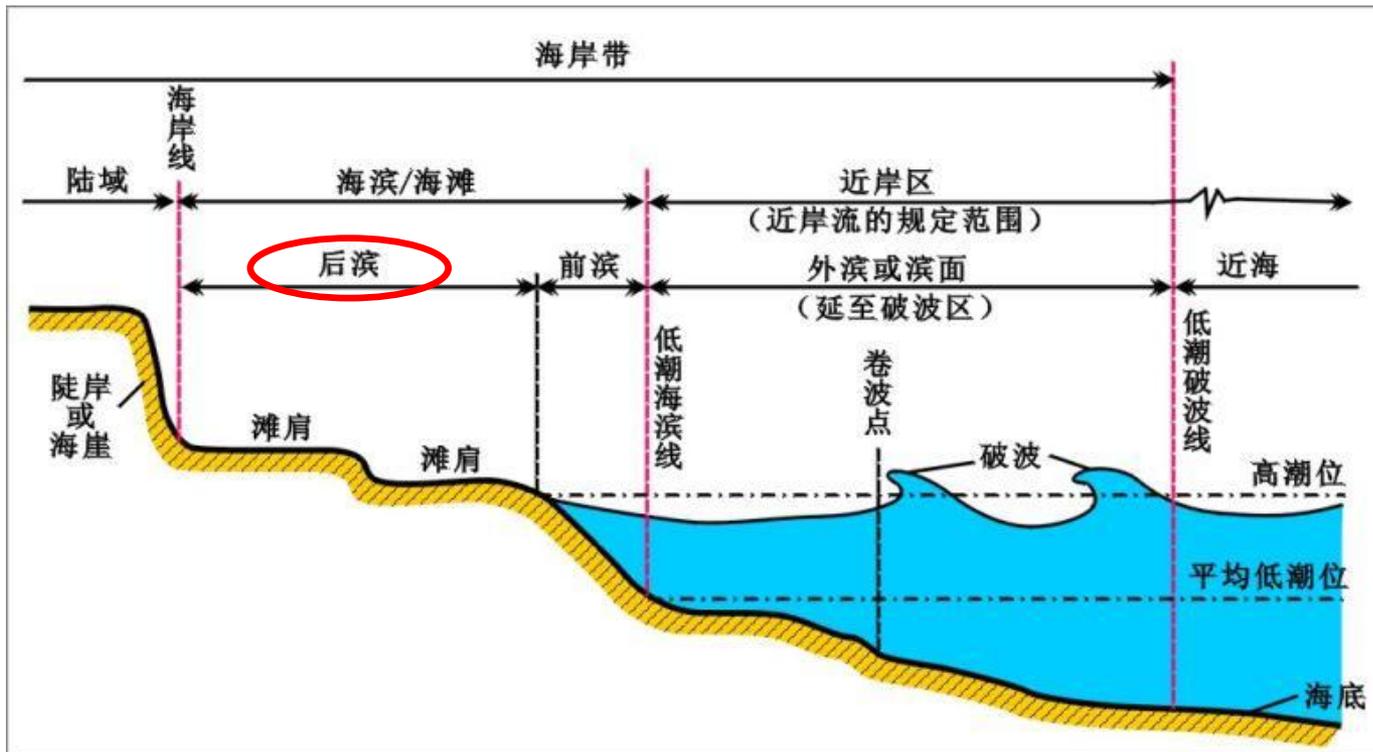
**海岸(Coast):** 从海滨向陆宽度不定的一个地带。

**海岸线(Coastline):** 这个界线把**海岸**与**海滨**分开, 海岸线标志着永久暴露的海岸的向海界限。



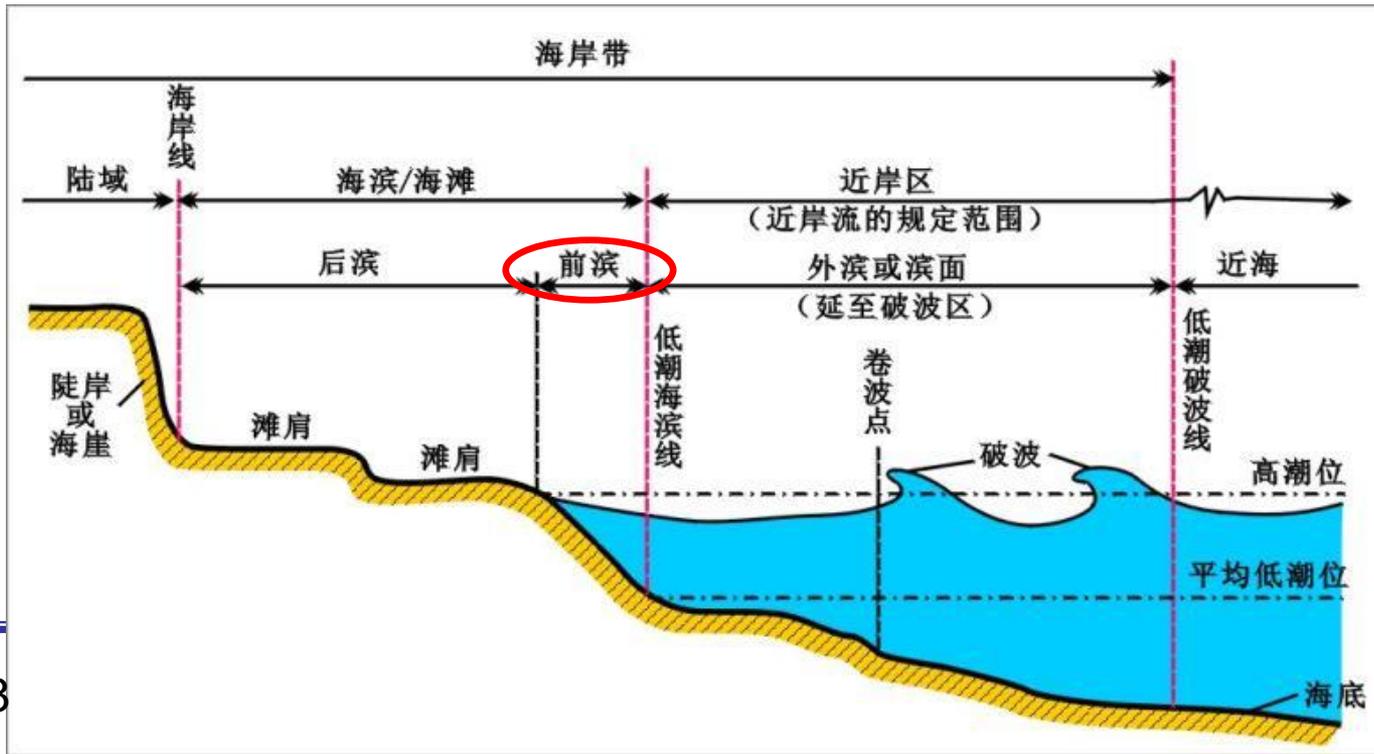
# 海岸带的构成

**后滨或后滩 (backshore/backbeach)**：是前滨与海岸线之间的海滨或海滩地区，由一个或数个滩肩 (berm) 组成。常位于高潮位之上，属**潮上带**，有伴随特大高潮时强烈风暴浪作用下所形成的**海蚀或海积地貌形态**，如沙梗、海蚀崖、海蚀阶地、泻湖等；它对应于**淤泥质海岸的起潮滩**。



# 海岸带的构成

**前滨 (foreshore)**：又称滩面 (beach face)，位于海侧滩肩外缘，或高潮时波浪冲击的上限与低潮海滨线之间的地区，亦称潮间带，也是伴随潮位升降时受拍岸浪作用强烈的地区，通常所说的海滩即处于潮间带。它对应于淤泥质海岸的潮间带泥滩，其宽度可达数千米以上，如渤海湾为4-6km。或者高潮时波浪上冲流 (Wave swash) 达到的界线和低潮时回冲流 (Backrush) 所达到的下限之间的斜坡。





## 海岸带的构成

- **滩肩 (Beach berm)**：在后滨海滩面或岸边的近乎水平的高滩，是由波浪作用所带来的泥沙沉积而形成，通常是高潮滨线的上缘。
- **滩肩顶 (Berm crest)** 或 **滩肩边缘 (Berm edge)** 是滩肩的向海界线。



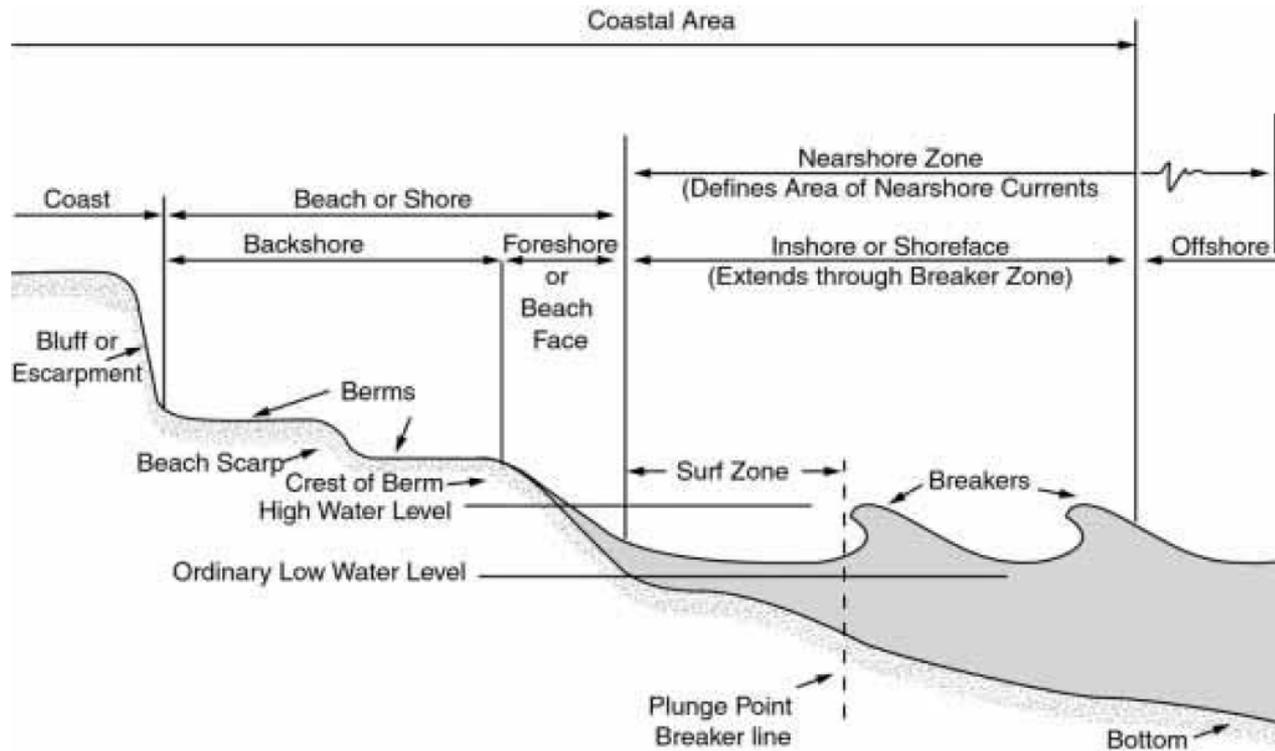
Lochhill, Moray, Great Britain



Berm Crest

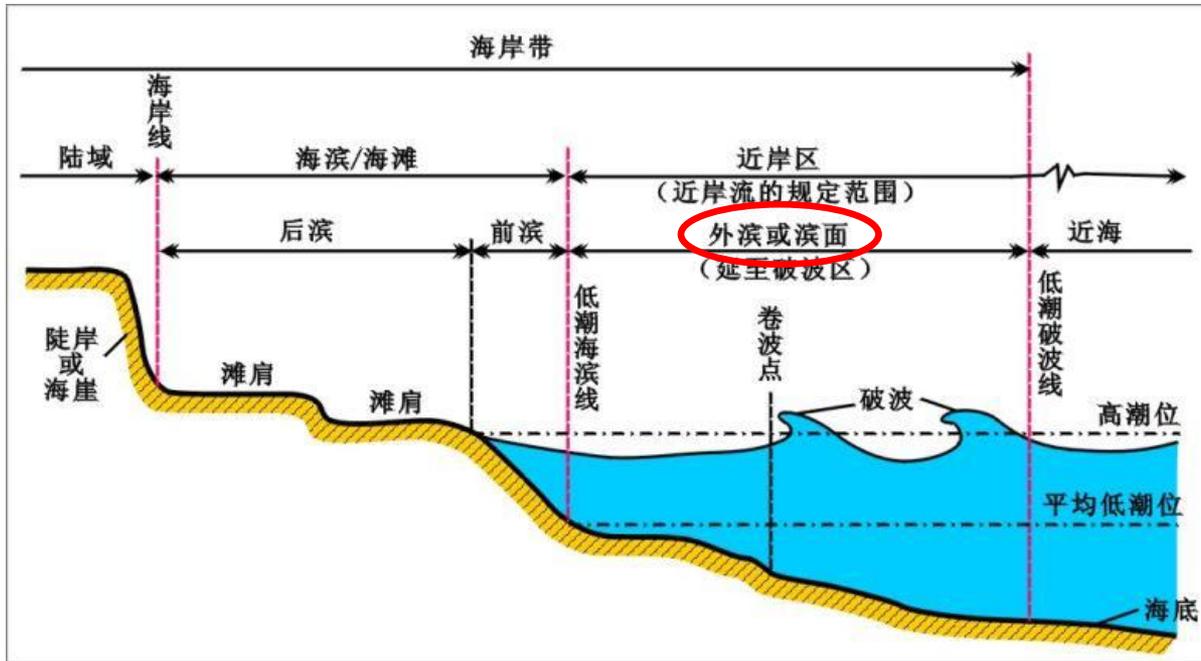
## 海岸带的构成

- **滩坎 (Beach scarp)**：波浪在海滩剖面上侵蚀留下的近于垂直的小陡崖，高度通常小于1米。



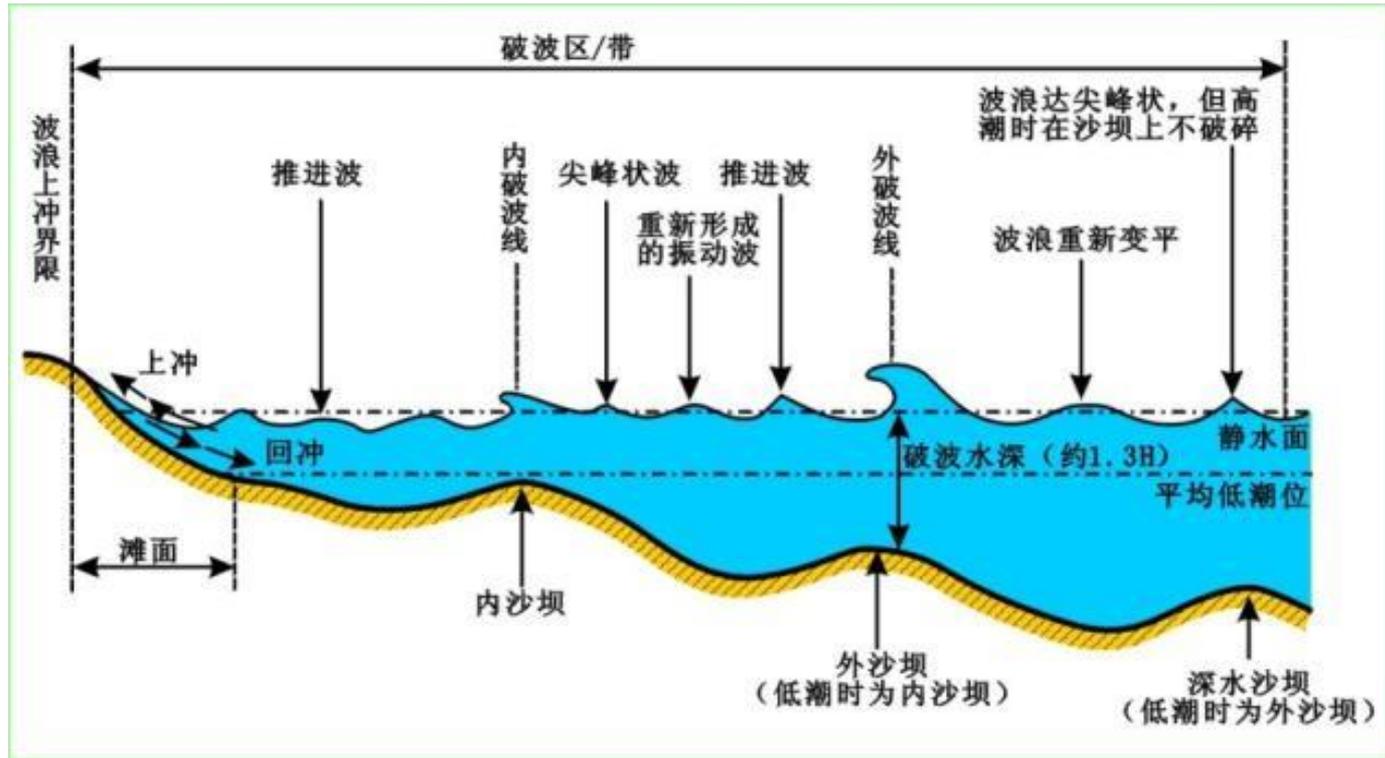
## 海岸带的构成

**外滨 (inshore)** 又称**滨面**:属潮下带, 从低潮海滨线向外延伸, 经过宽度不等的**破波区或破波带 (breaker zone)**, 亦即低潮海滨线以外的破波作用地区; 这里是**破波强烈作用下的泥沙运动地区**, 通常水下常出现与破波相对应的**1~3列平行于岸线的沿岸沙坝 (longshore bar 或 offshore bar)**。



与之相对应的**淤泥质海岸**称为**潮下浅滩**, 波浪在这里以渐变形态, 经过多次崩破波而消失, 无明显的破波区, 通常也不出现水下沙坝, 其宽度约为2.4~10km。

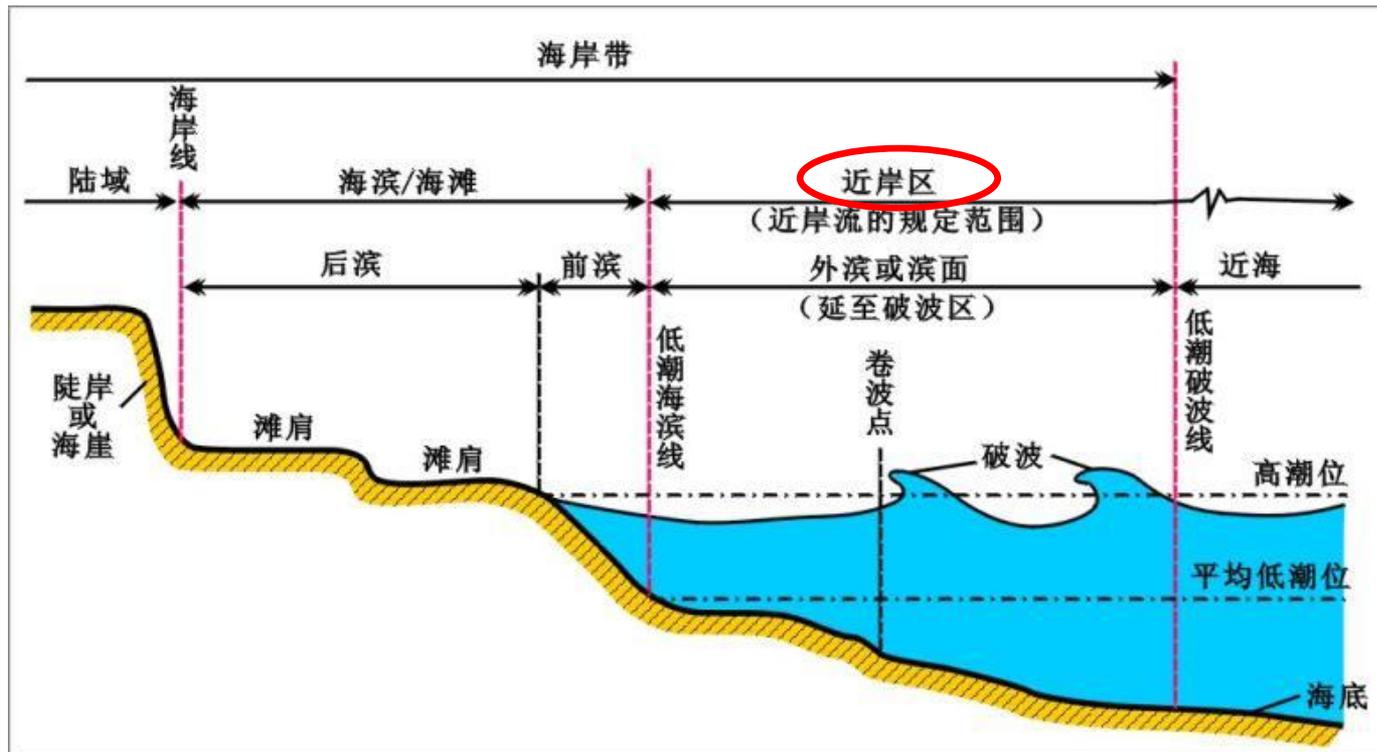
## 海岸带的构成



与之相对应的淤泥质海岸称为潮下浅滩，波浪在这里以渐变形态，经过多次崩破波而消失，无明显的破波区，通常也不出现水下沙坝，其宽度约为2.4~10 km。

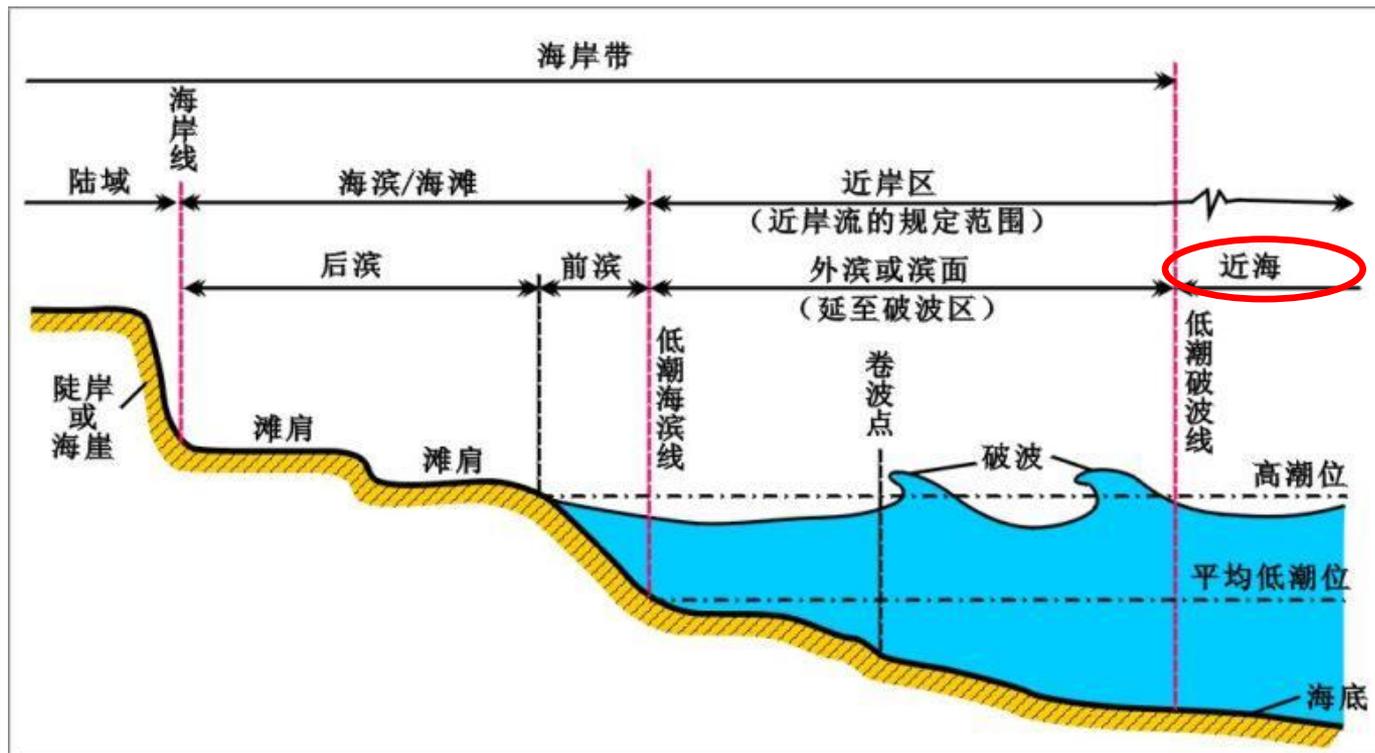
# 海岸带的构成

**近岸区 (nearshore zone)** :近岸区从低潮海滨线向海方延伸，很可能超出破波区，但由近岸流来规定其宽度范围。通常限定在**低潮破波线之内**。近岸区包括了**外滨和近海区**。



# 海岸带的构成

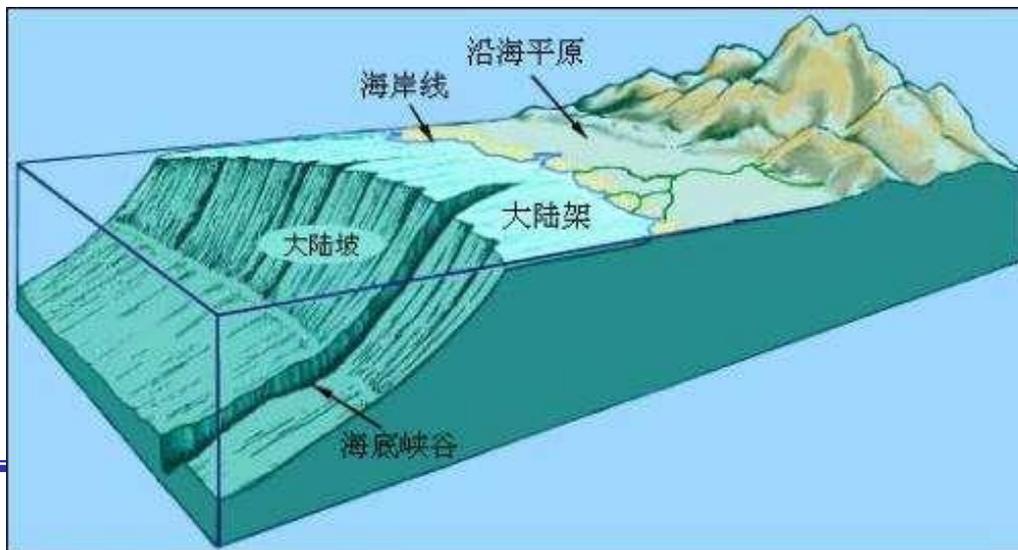
**近海区 (offshore)**：一般指破波区以外与大陆架边缘/坡折以内，宽度不等而且是海底比较平坦的海区；但对岸滩演变有意义的，则仅限于浅海波浪运动触及的海底以内以及潮流较大，涉及泥沙运动的范围。





## 大陆架 (continental shelf)

**大陆架**，是大陆沿岸土地在海面下向海洋的延伸，可以说是被海水所覆盖的大陆。在过去的冰川期，由于海平面下降，大陆架常常露出海面成为陆地、陆桥；在间冰期（冰川消退，如现在），则被上升的海水淹没，成为浅海。大陆架有丰富的矿藏和海洋资源，已发现的有石油、煤、天然气、铜、铁等20多种矿产；其中已探明的石油储量是整个地球石油储量的三分之一。深度一般不超过200米。





## 海岸地貌学研究

### 国内的研究

- 沿海人类对于农垦、捕鱼、航海及贸易需要；
- 汉代在长江三角洲和钱塘江口有捕鱼和海盐生产；
- 唐朝：出现**海塘**-动力条件、地貌特征、动态过程和地质条件。沿海岸以块石或条石等砌筑成陡墙形势的挡潮、防浪的堤，又称为陡墙式海堤。海塘是人工修建的挡潮堤坝，亦是中国东南沿海地带的重要屏障。海塘的历史至今已有两千多年，主要分布在江苏、浙江两省。





## 海岸地貌学研究

### 国内的研究

- 明朝永乐年间（1408-1430），郑和7次下西洋，得到了我国东南沿海、南洋、西亚、东非一带的海洋知识，对各处海岸海底地形和沉积特征有一定的了解。
- 清朝至中华人民共和国成立的数百年间，封建统治的闭关自守，经济操纵于资本家手中，海岸带建设，围海工程和港口建设等落后。



## 海岸地貌学研究

### 国外的研究

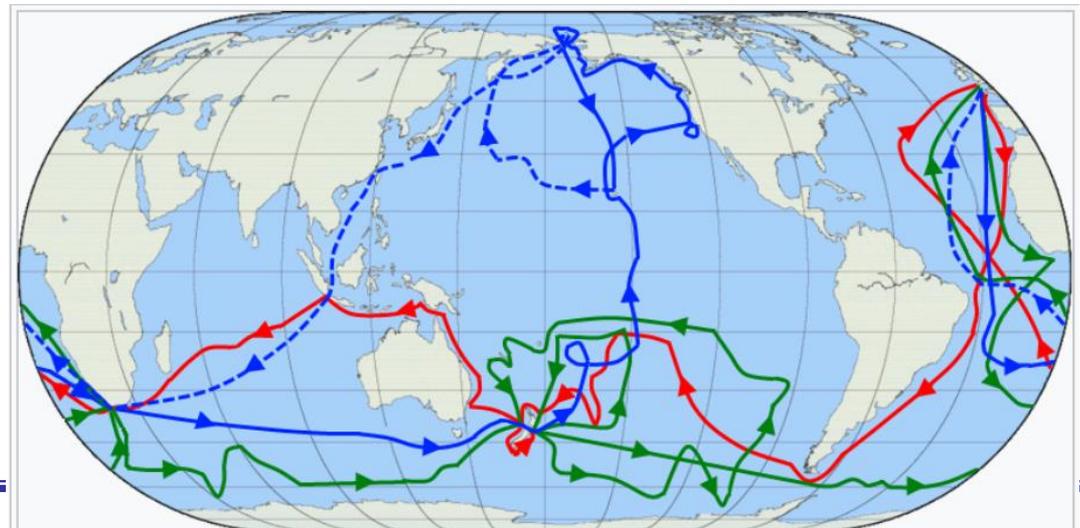
- 希腊人描述三角洲的形状和希腊字母  $\Delta$  相似。
- 15世纪意大利的达文西在进行沼泽疏浚就对海岸线进行精确的描述。
- 真正对海岸的科学研究事在文艺复兴后，是基于航海探险而发展的水道学开始，而后延伸至地质及生物学。
- 发现者的探险，特别是詹姆士库克 (James Cook) 船长的航行，探险和调查使得人们认识到要通过长期的现代的过程来获得实质的大量的侵蚀或者沉积。



# 海岸地貌学研究

## 国外的研究

- 詹姆斯库克(1728-1779)一英国皇家海军军官、航海家、探险家、制图师，他曾经三度奉命出海前往太平洋，带领船员成为首批登陆澳洲东岸和夏威夷群岛的欧洲人，也创下首次有欧洲船只环绕新西兰航行的纪录。



库克三下太平洋的路线：首次行程以红线条标示；第二次行程以绿线条标示；第三次行程以蓝线条标示。库克遇害后的行程以蓝色虚线标示。



## 海岸地貌学研究

### 国外的研究

- 19世纪是人们逐渐增加了对于世界多样性的认识。达尔文(Charles Darwin)的航行，詹姆士达纳(James Dana)对于美国的探险，都导致了許多地质学家的观察结果，去解释海岸是如何形成。
- 十六至十七世纪各国海军的建立发展以及大规模的筑港都大大推进了海岸带的研究。
- 十八至十九世纪，资本主义国家在海外寻找殖民地，也进一步对海岸带进行研究。



## 海岸地貌学研究

### 国外的研究

- 20世纪的前几十年，海岸学的主要原理，假说已经确立，积累了自然界的实验中能够丰富的资料，从描述阶段进入了定量的确定海岸过程的阶段。
- 1902年，美，N.M. Fenneman 研究了水下岸坡上的泥沙运动；1909年，美，W. Divis 提出了海蚀学说。1919年，美，D.W. Johnson写了“The shore processes and shoreline development”成为几十年来海岸学的主要指导书。但是对于水下岸坡的研究未给以足够的重视。



## 海岸地貌学研究

### 国外的研究

- 20世纪中期的海岸研究研究者也进行了大量的努力进行海岸的归类的研究。
- 日益接受的板块构造学说在可以解释太平洋（活动的板块边缘）和大西洋（Atlantic, 被动的板块边缘）海岸的不同（Inman and Nordstrom, 1971）。海岸学的研究也随着海洋地质和海洋学的发展而发展。



# 海岸地貌学研究 (20世纪中期的三种方法)

| Shepard (1948)                               | Valentin (1952)  | Cotton (1954)                                 |
|--|--|---|
| 1. 初期或年轻海岸                                   | 1. 前进型海岸   | 1. 稳定区域海岸                                     |
| (a) 陆源侵蚀<br>(b) 陆源沉积<br>(c) 火山活动<br>(d) 地壳变动 | (a) 上升海岸<br>(b) 构造海岸<br>(c) 有机海岸 (红树林, 珊瑚)<br>(d) 无机海岸 (海洋, 冲积)      | (a) 最近下沉<br>(b) 以前上升<br>(b) 以前上升              |
| 2. 次级或成熟海岸                                   | 2. 后退型海岸   | 2. 活动区海岸                                      |
| (a) 海洋侵蚀<br>(a) 海洋沉积                         | (a) 下沉海岸<br>(b) 冰川 (侵蚀的, 沉积的)<br>(c) 河流 (重叠的, 平摊的)<br>(d) 后退海岸 (海蚀崖) | (a) 最近下沉<br>(b) 最近上升<br>(c) 断层或单斜<br>(b) 复合型的 |



## 海岸地貌学研究

国外的研究(20世纪晚期的历程和历史地貌)

- 实验室和野外实验进行过程研究
- 测年技术的发展(放射性 $^{14}\text{C}$ )
- 海平面的变化研究历史
- 直到20世纪60年代，海岸学的研究一直集中在欧洲西北海岸，北美和前苏联。美国海军调查办公室也发展了一批强有力的研究学校，包括日本和澳大利亚。



## 海岸地貌學研究

国外的研究(20世纪晚期的历程和历史地貌)

- 测年技术的发展(放射性 $^{14}\text{C}$ ):

是利用自然存在的碳-14同位素的放射性定年法，用以确定原先存活的动物和植物的年龄的一种方法，可测定早至五億年前含碳有機物質(也可以來測無機物質，只是大部分不會)的年代。對於考古學與晚第四紀地質研究来讲，這是一個準確的定年法技術。



# 海岸地貌学研究

- 第四纪（英语：Quaternary Period）是地质时代中的最新的一个纪，包括全新世和更新世两个世。第四纪前是新近纪。它从约260万年前开始，一直延续至今。第四纪这个名称最早是意大利地质学家乔万尼·阿尔杜伊诺（Giovanni Arduino）于1759年研究波河河谷沉积情况时提出的。1829年，法国地质学家儒勒·迪斯努瓦耶（Jules Desnoyers）引用了这个定义。他在研究塞纳河低地的沉积层时发现了一层比新近纪更新的岩层。这个岩层一直延伸到地表。

| 第四纪的下级划分 |     |       |               |
|----------|-----|-------|---------------|
| 纪        | 世   | 期     | 年代 (万年)       |
| 第四纪      | 全新世 |       | 0 - 1.17      |
|          | 更新世 | 晚更新期  | 1.17 - 12.6   |
|          |     | 中更新期  | 12.6 - 78.1   |
|          |     | 早更新期  | 78.1 - 180.6  |
|          |     | 格拉斯期  | 180.6 - 258.8 |
| 新近纪      | 上新世 | 皮亚琴察期 | 以前            |



## 海岸地貌学研究的时空尺度

- 在空间上，海岸带的宽度可以从本质上发生变化。在一些情况下，海岸带必须包括大陆架以及大部分的海岸流域。例如，沉积通量穿过三角洲上溯到河流，向下到水下峡谷。
- 在其他的情况，如高的海蚀崖陷入深水中，不仅仅是海蚀崖面本身属于海岸带的研究，一些盐水影响的崖顶植物群落，也和海岸的研究相关。

## 海岸地貌学研究的时空尺度

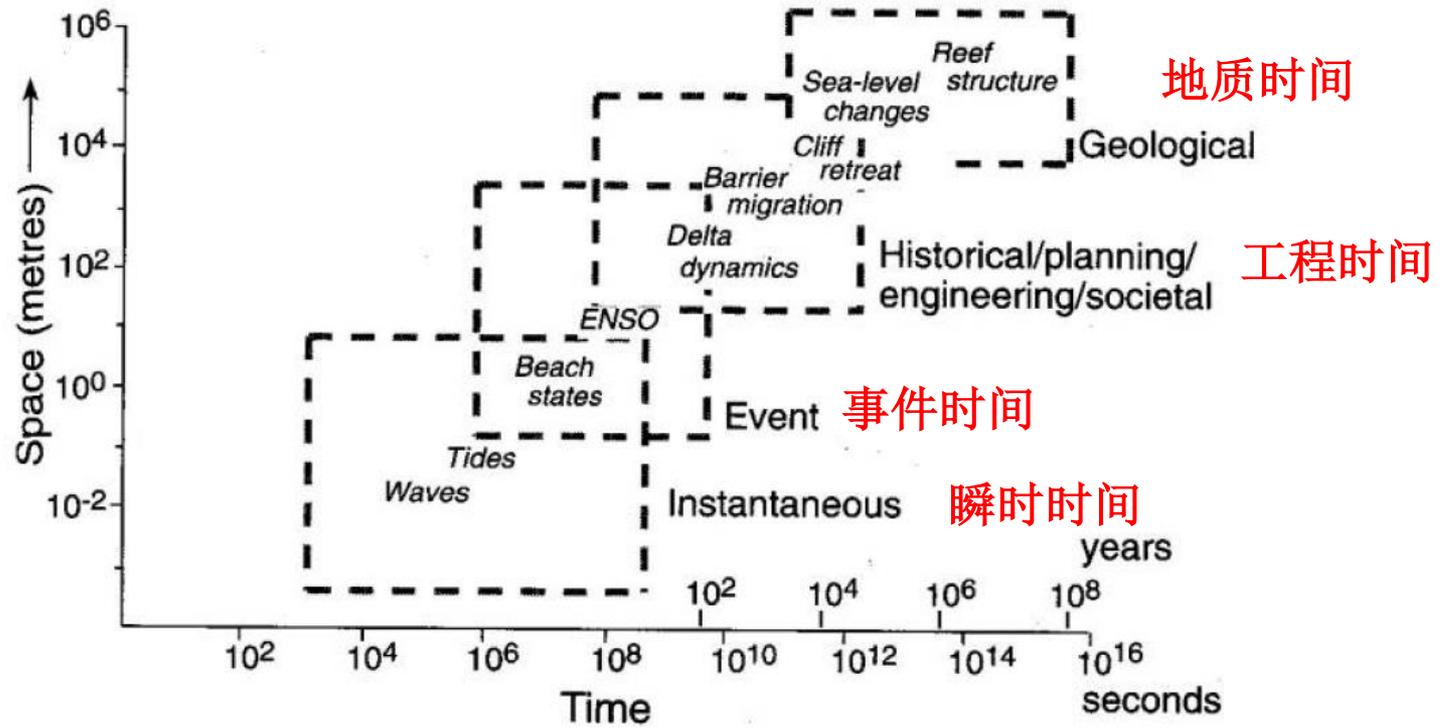


Figure 1.9. The representation of space and time scales appropriate for the study of coastal morphodynamics and the schematic representation of examples of coastal systems or patterns of variation and their general position in terms of space-time scales (based on Cowell and Thom, 1994).



## 海岸地貌学研究的时空尺度

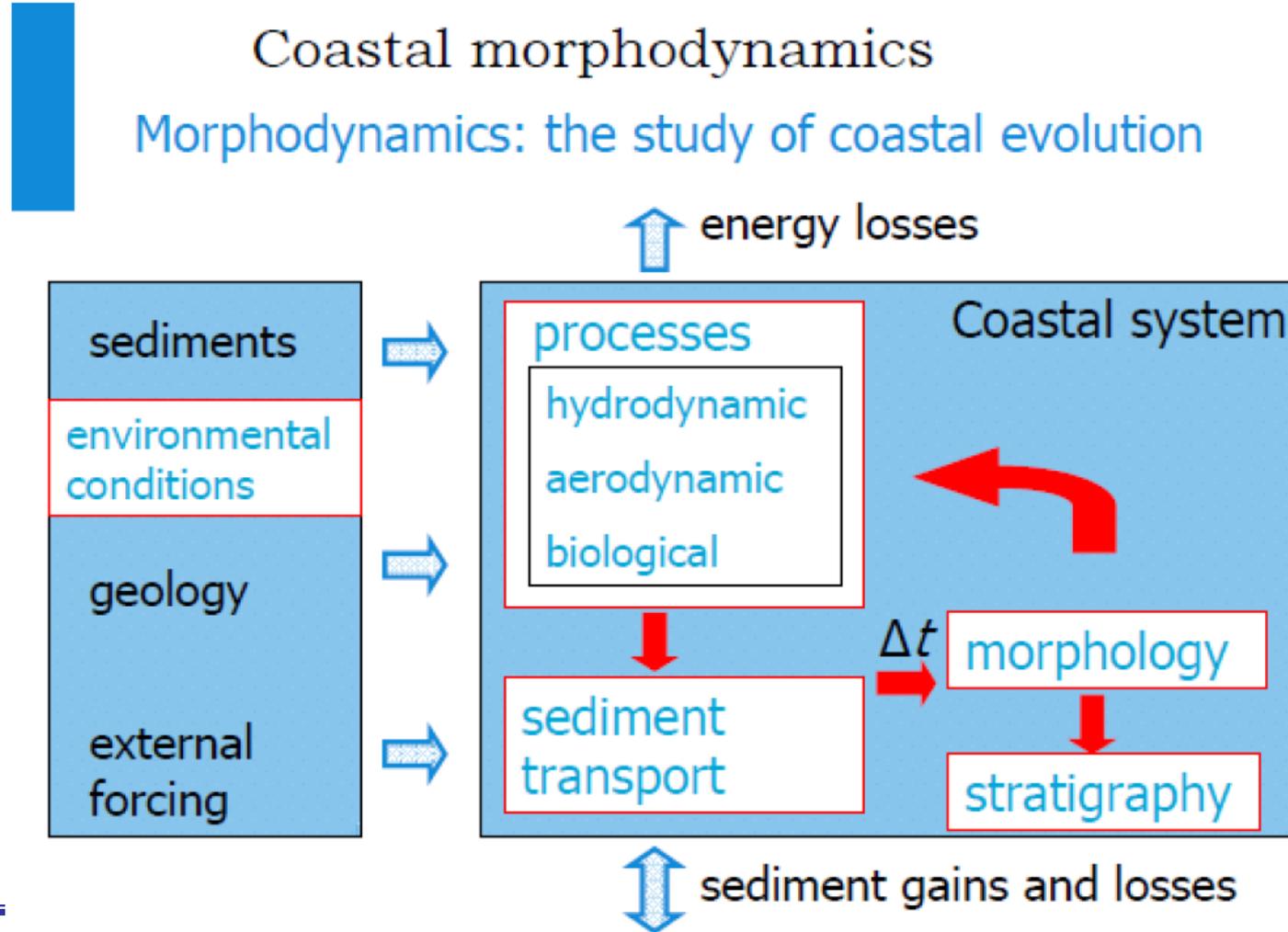
- **瞬时时间尺度**：主要应用流体力学原理，随机性强。例如流动跟沉积物的搬运作用紧密相连，通常利用野外及实验室观测手段进行分析。
- **事件时间尺度**：关注动力沉积地貌的循环过程，如潮汐循环、风暴潮过程、洪水事件和季节变化等。
- **工程时间尺度(或称历史/社会/规划尺度)**：是预先假设海岸已被工程加固，人类在这个时间尺度持续起著重要作用。这个时间尺度需要考虑包括政治和经济的影响。
- **地质时间尺度**：是指地质时间的演化，特别是第四纪的演化，通常可以根据古环境证据进行重建。



## 海岸系统

Coastal morphodynamics

Morphodynamics: the study of coastal evolution





# 作业一

- Please read the following paper and summarize your comment in at least one A4-sized page with Chinese (font size:12 with 1.5 line space). Write your student ID and Name on the top of the report.

Syvitski, J.P.M., Vörösmarty, C.J., Kettner, A.J., Green P., 2005.

**Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean**  
*Science*, Vol 308, 15 Apr 2005, 376-380.

Submission deadline: May 15, 2018, 0:00 am

Submission pattern: via email → [kevinlin@zju.edu.cn](mailto:kevinlin@zju.edu.cn)

File naming regulation: "your name".pdf

File size: <1M



*Thank You*

