



海岸动力地貌学

第三章 海平面

林 颖典

Ocean College
Zhejiang University



导读

- 海平面(大海的水面)的变化对海岸带的地貌及沉积有著至关重要的影响。长期的海平面变化可以通过各种沉积学的方法进行推断和证明。但是海平面变化的复杂性使我们必须从不同时间尺度给予关注，以期得到海平面对海岸影响的正确理解。

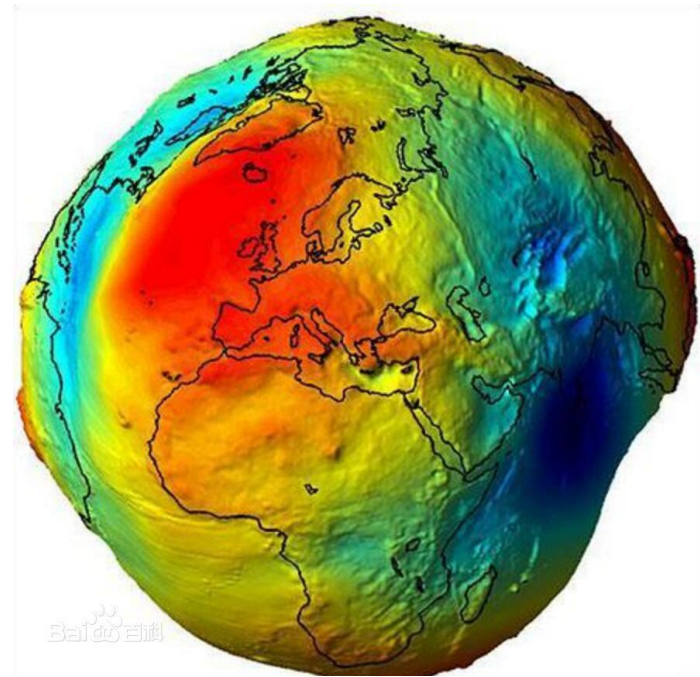


海平面的定义

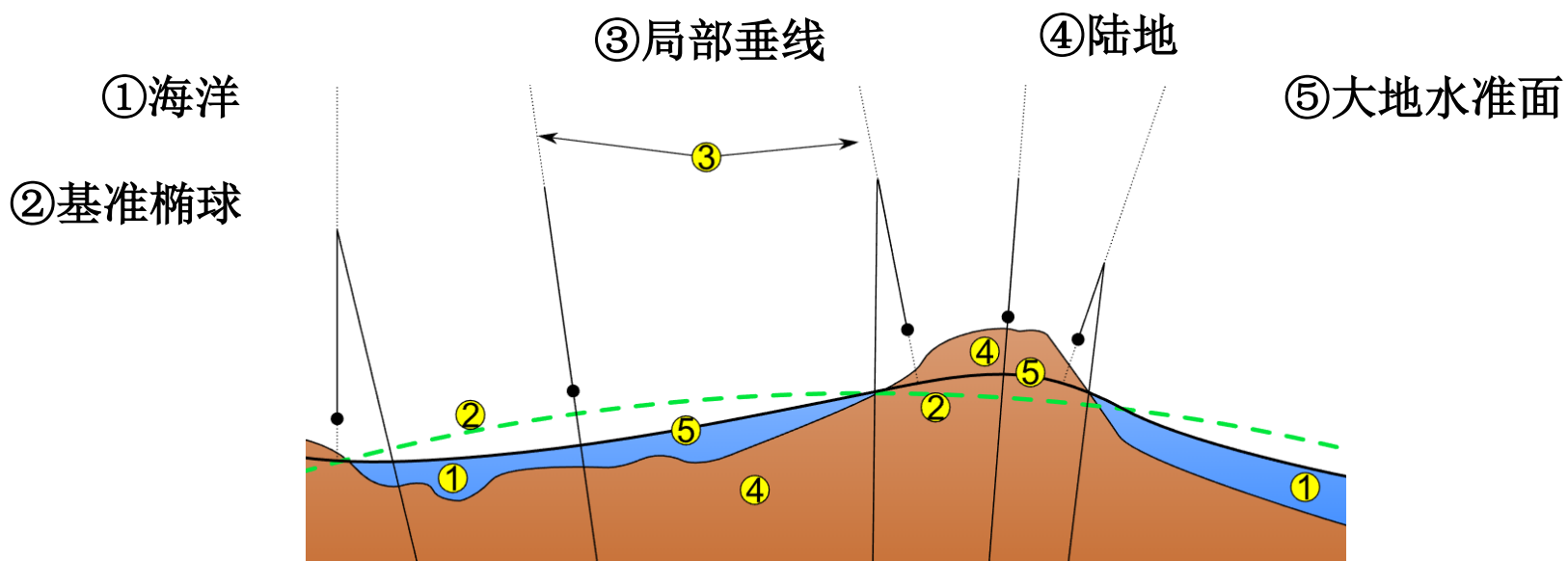
- **海平面 (Sea level)** 是指与海洋有关的沉积盆地中液态水体与大气圈的交界面，即位于地壳之上由大洋及与大洋相通的大陆海、海湾和海湖等构成的**水圈**与**大陆圈**的交界面。
- **平均海平面 (Mean Sea Level, M.S.L)** 是海的平均高度。指在某一时刻假设没有潮汐、波浪、海涌或其他扰动因素引起的海面波动，海洋所能保持的水平面，也称**大地水准面 (Geoid)**。

大地水准面

- 大地水准面是指与平均海水面重合并延伸到大陆内部的水准面。是正高的基准面。在测量工作中，均以大地水准面为依据。因地球表面起伏不平和地球内部质量分布不匀，故大地水准面是一个略有起伏的不规则曲面。该面包围的形体近似于一个旋转椭球，称为“大地体”，常用来表示地球的物理形状。



海平面及大地水准面





海平面的定义

- 海平面的相关定义有“**全球海平面**”、“**本地海平面**”以及“**相对海平面趋势**”等等。
- **全球海平面**：指的是所有地球海平面的平均高度，我们经常提及的“**全球海平面上升**”指的就是全球平均海平面上升趋势增加。
- **本地海平面**：指沿海岸相对于陆地上特定点所测量的水位高度，通常是潮汐站所测量的当地海平面高度。
- **相对海平面趋势**则反映了当地海平面随时间的变化趋势。这种变化趋势是诸多沿海数据应用中最为关键的一个，包括沿海测绘、海洋边界划分、沿海区域管理、海岸工程等都会用到这一指标。



海平面的意义

1.海平面上下的作用深刻地支配着地球的气候，是**气象**学家关注的对象。

2.生命的绝大部分分布在地面和海平面上下100米水深的范围以内，是**生物学家**关注的对象。

3.海水覆盖在岩石圈上，岩石圈的变动反映在海平面上，是**地质学家**关注的对象。

4.从地球内部的质量分布、密度流动，到地球的转动速度、地极移动、以及天体的运行都作用于海平面，激发着海平面的调整和反应，是**地球物理学家**关注的对象。

5.从大气圈下部对流层顶到深海底之间的地球表层称为地理环境，构成了人类活动的舞台和基地。海平面附近的海岸地区集中了世界上最富庶的土地、最发达的经济区和最繁华的都市群，是**全人类**关注的对象。

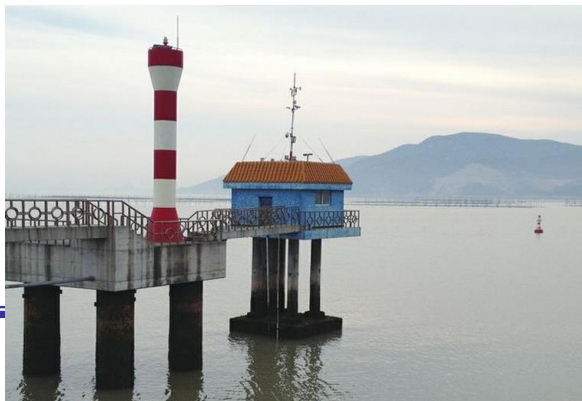


海平面的确定方式

- **海平面**是通过与**标准水平面**的高度比较来确定的，然而由于牵涉到一些复杂且困难的测量，使得精确确定海平面成为一个困难的工作。海平面高程数据资料主要透过**验潮站**和**卫星**获得。
- 测量海平面的仪器叫做**验潮仪(设置在验潮站)**，一般微风所导致的海面的波浪可以通过平均的方法消除掉，潮汐所导致的海平面的升高和跌落也可以通过长时间的观测后取平均值的方法消除掉。

海平面高程量测

- **验潮站观测：**验潮站是指在选定的地点，设置自记验潮仪或水尺来记录水位的变化，进而了解海区的潮汐变化规律的观测站。为确定平均海面 and 建立统一的高程基准，需要在验潮站上长期观测潮位的升降，根据验潮记录求出该验潮站海面的平均位置。验潮站测量法是一种基本的海平面数据收集方法，历史悠久。





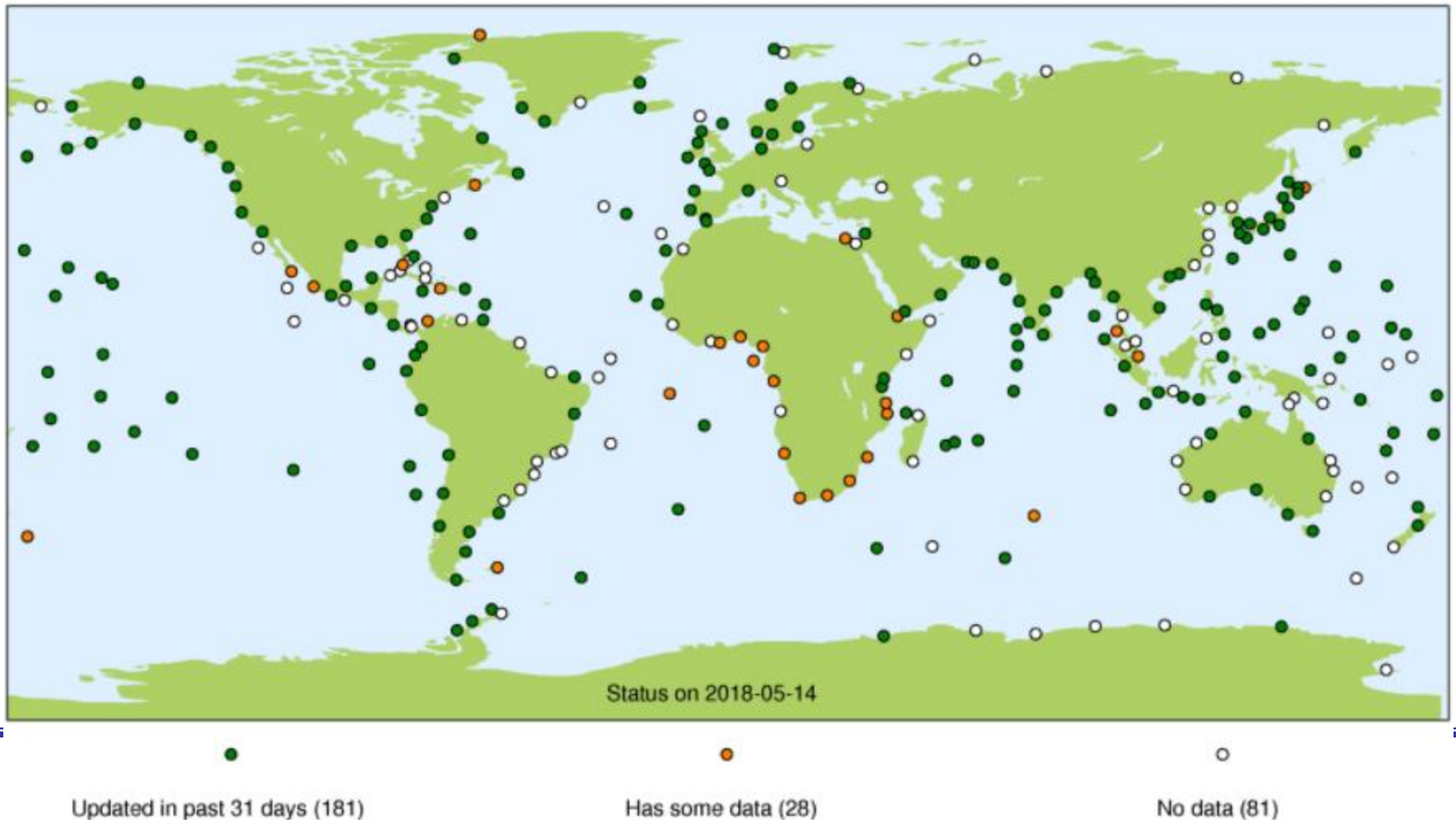
海平面高程量测

- 目前全球分布有2000多个验潮站，其数据采集的时间序列从几十年到几百年不等。
- 全球海平面观测系统(GLOSS, The Global Sea Level Observing System)的核心工作网(GCN，也被称作GLOSS02)就是由分布在全球的290个验潮站组成。这些验潮站对全球海平面变化趋势和上升速率进行监测；并为长期气候变化研究提供帮助，如为国际政府间气候变化专门委员会(IPCC)提供数据支持等。
- 由于选取的验潮站数量和时间序列不同，结论差异很大，即使选取相同的时间段和验潮站数量，由于使用不同的模型和计算方法，得出的结果也不一样。



海平面高程量测

GLOSS02 的验潮站





海平面高程量测

- 尽管**验潮站**数据有时间序列较长的优势，但也有其自身不能克服的**弱点**：
 - (1) 站点分布具有局限性: 验潮站只能分布在大陆边缘地区和岛屿附近，缺乏远海的潮高测量数据；
 - (2) 分布在陆地上或是大陆架附近的站点，会随着局部地区陆地的垂直运动而发生变动，使测量数据受到干扰。



海平面高程量测

- 卫星高程监测：

- 是指使用卫星定位技术测定海平面高度的方法。近10年来，卫星高程监测法逐渐成为海平面数据的主要获取方式。
- 1992年美国发射的TOPEX /POSEIDON(T/P)卫星标志着精确的海洋卫星高程监测法的开始，杰出的海洋学家Walter Munk将TOPEX/Poseidon卫形容为迄今为止“最成功的海洋实验。”
- 2006年1月由于卫星操作故障结束了正常的运行。后续有JASON-1(2001), JASON-2(2008),JASON-3(2013)卫星。



海平面高程量测

- 从此，**卫星监测海平面**技术成为研究海平面变化的一个重要手段和数据来源。
- 卫星以一定的周期沿着某一路径对地表进行监测，再根据数据等面积的空间分布状态，就可以通过取平均值的方法计算出全球海平面高程。
- 卫星测量技术的出现彻底解决了验潮站分布的地域局限，扩大了数据采集的区域，使数据获取的时间序列更加规范和连续，并且能够收集到以前数据极度缺乏的南大洋地区资料。



海平面高程量测

卫星高度 (R) : 卫星高度计由一台脉冲发射器、一台灵敏接收器和一台精确计时钟构成。可以计算高度计到星下点**瞬时海面的距离**。 $R=ct/2$ 。





海平面的高度

- **海平面高度**利用长期观测而得。按观测的时间长短不同分为：**日平均、月平均、年平均和多年平均海平面**。
- 因为观测值受天气状况而变，且具有季节性、周期性的变化。一年中月平均海平面的最高值和最低值之差称为年较差：渤海60~70厘米，黄海35~50厘米，东海30~35厘米，南海20~40厘米。



中国海平面的高度

- 青岛地处黄海，而我国一直把黄海海平面定为国家海拔基准面。青岛验潮站1900年开始验潮，1904年正式建立。1954年在青岛观象山建成“中华人民共和国水准原点”。
- 1956年国家测绘部门把青岛多年平均海平面作为统一基面，确定了第一个国家高程系统，以**青岛验潮站**观测所得的多年平均海平面为全国统一的高程起算面，称为**青岛平均海面或黄海基准面**。国内所有海拔高度测量均以该高程的统一基面为起点（零点）。



中国海平面的高度

- 中国地形图上所指的海拔高度，就是从这个海平面起算的。水准零点在地面点高程的起算面。不同地点上，通过验潮站长期观测所得的平均水面存在差异，如中国青岛、黄河口、吴淞口、坎门等验潮站所测得的各平均海水面均不相同，为统一全国的高程系统，选用一个平均海平面为高程基准面。

中国海平面的高度

- 1985年，国家测绘部门以青岛验潮站1953年至1979年的观测资料为依据，经过科学计算，重新确定了修正后的国家高程基准，称为"**1985国家高程基准**"并用精密水准测量接测位于我市观象山的中华人民共和国水准原点（海拔高度72.260米）。全国所有海拔高程都是以位于青岛市的中华人民共和国水准原点为基准测量计算出来的。



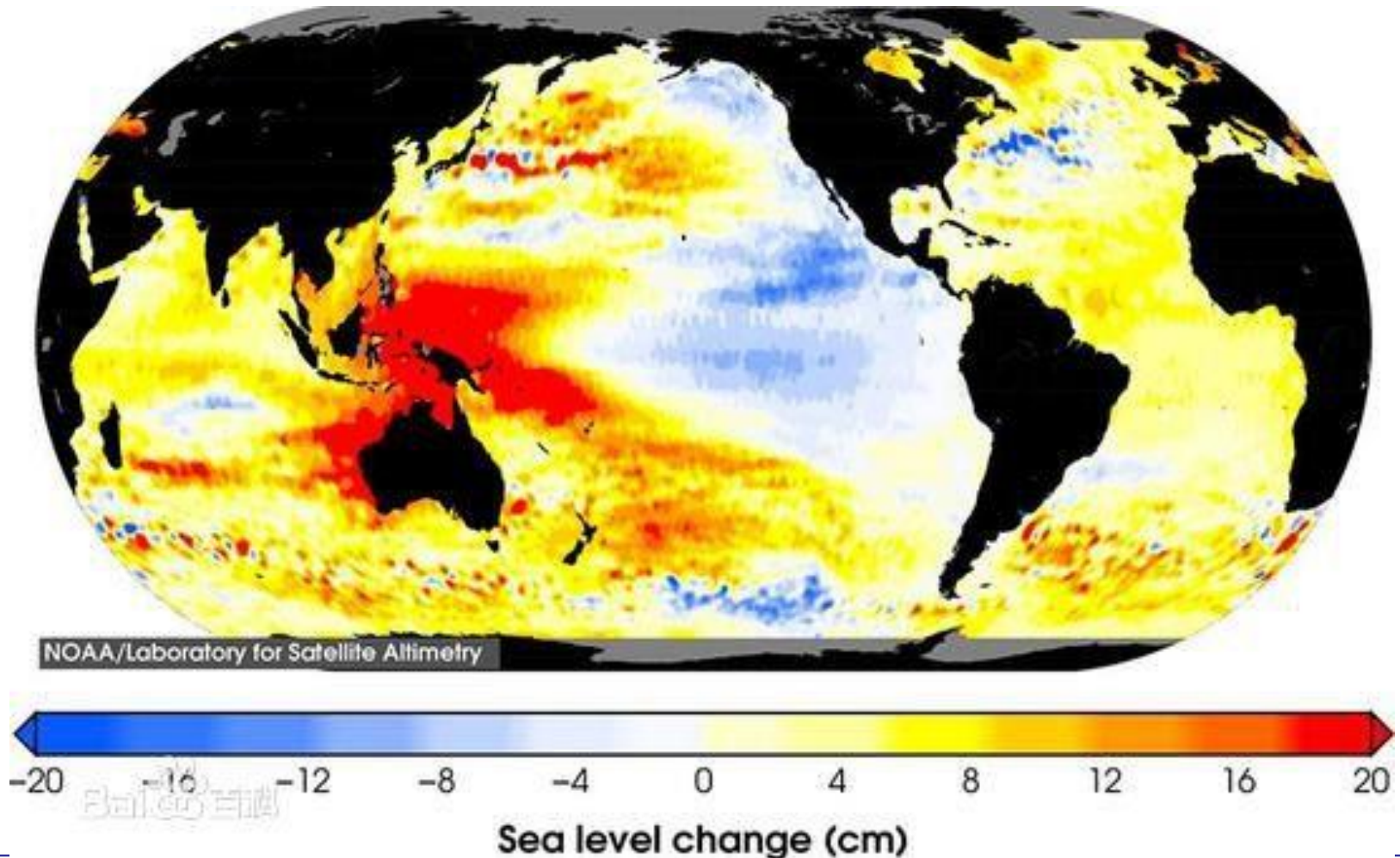


海平面的不平性

- 由于地球**内部质量**不均一，地球表面各点的**重力线方向**并非指向球心一点，使得海平面不是完全平的，科学家通过测量发现，海洋表面有**三个较大的隆起区域**：
- 一个在澳大利亚东北部海区(隆起高达76米)；第二个区域在北大西洋(隆起高度68米)；另一个在非洲东南部(隆起区域高48米)。



海平面的不平性





海平面的不平性

- 另外还有三个较大的凹陷区域，一个在印度洋上，凹陷深达112米；第二个区域在加勒比海，凹陷深度为64米；第三个区域在加利福尼亚以西，凹陷深度为56米。
- 相关的卫星图片也显示，美国西海岸的绝对水位高于东海岸的水位。因此各国又确立了各自的大地水准面。



海平面的不平性

- 在假设海平面没有任何波浪的情况下，科学家认为造成海平面差异主要有三个原因：
 1. 涨潮、落潮、风暴和气压高低等因素，使海面始终不能归于平静；
 2. 海底地形的不同，也决定了海面的不平。海底的地形是十分复杂的，它不仅分布有巍峨的海底山脉、平缓的海底平原，而且还有许多陡峭的海底深沟。由于受海底地形的影响，一个海区的海面会低于或高于另一个海区几米、甚至十几米。
 3. 海面的高低还与附近的巨大的山脉或山脉所组成的物质的积聚有关。这种物质的积聚，可以使其表面引力弯曲，从而形成一种动力，驱使水离开一个地区而流向另一个地区。



海平面的不平性

- 据科学家们使用雷达（无线电）高度计测量，发现在大西洋海面不同海域存在着高度差，甚至在美国南卡罗来纳州和波多黎各岛之间比较小的海域内，也存在着高度差。一般来说，海底是一座山脉的地区，海面就比其他海域高一些；而海底是一个盆地的地区，海面就比其他海域要低一些。比如，同是大西洋海域，波多黎各海下是一片凹地，因而这一地区的海面就比周围地区明显的低；而巴西东部由于海下有一座3500米的海岭，所以这里的海面就比其他地区要高。



海平面的不平性

- 随着人造卫星测量技术的发展，人们发现，甚至风平浪静的海面也是坑坑洼洼的。有些地区海面凸起，有些海平面地区海面凹陷。两者最大可以相差100多米。但是，因为海平面凹凸的变化在1000千米以上的广泛范围内逐渐变化，所以不容易被航海者察觉。
- 地球上，严格的来说，从全球整体看：“海平面也不是平面”。地球的表面是曲面，海水受地心引力影响依附在地表，因此地球上的海“平”面也是曲面。



海平面变化

- 1906年，奥地利地质学家修斯（E. Suess）提出了**全球性海面变动的概念**，使用“**eustatic (海面变化)**”一词，原意是**地壳下沉形成洋盆时引起的海面下降**。他认为地史上主要的海水入侵和海水退却是由海洋盆地容积变化引起的。
- 30年代，R.A.戴利发展了“冰川控制”概念，并对冰川消长引起的海水面升降值作了估算。
- 60年代，板块构造说提出，板块扩张速率变动可导致洋盆容积的变化，进而控制海准的升降。
- 70年代，一些学者把地壳和水体当作统一的平衡体系，用地球流变观点研究地球各区域之间海水面升降的关系。



海平面变化

- 1974年“国际地质对比计划”(IGCP)设立了海水面变动研究组织，加强了全球海面变化的对比研究。当前研究重点是关于世界海面变化的起因与未来发展的趋势问题。
- 在空间上，海水面变化一般分为：
 - **全球海平面变化(eustatic sea-level change):**
主要由水体总量增加和海水体积膨胀引起，与区域或局部海平面变化无关；
 - **相对海平面变化(relative sea-level change):**
也称为区域海平面变化，是海平面距海底或接近海底的某一基准面发生的相对位置迁移，与局部沉降或隆升、沉降速率关系密切。



影响海平面变化因素

- 冰川消长：

- 冰川在气候寒冷的地质时期，极地周围形成冰盖，海洋中的海水量减少，海平面降低。
- 当气候转暖，冰盖融化，冰水流回大洋，海平面升高。不同学者估计全球现代冰川体积在 $(20 \sim 34.75) \times 10^6$ 立方公里之间，如果全部融化，将使海面升高50~85米（未考虑因海水增多而发生的海底均衡下沉）。
- 按第四纪末次冰期冰盖的体积估算，当时的海平面比目前低135米。这种海面升降的幅度各学者估计不尽相同，主要看如何估计南极大陆的冰盖厚度。尽管如此，第四纪以来海平面变动主要是由冰川消长所引起的论点已基本上得到公认。



影响海平面变化因素

- 火山喷发:

冰川消融是使海水量发生相对变化，而火山喷发可以使海水量绝对增加。岩浆含水量平均为4%，火成岩中含水量平均为1%，即3%的水可以释放，主要来源于转移到岩浆中的地面水和地幔物质中水，通过火山作用释放造成海水绝对数量的增加。





影响海平面变化因素

- 构造运动：

- 因构造而引起的海平面变动有的是全球性的，有的是局部地区性的。引起全球性海平面升降变动的构造作用是洋盆容积的变化、洋底下沉或新洋盆形成。世界洋盆的总容积增大，导致海平面降低。相反，洋底抬升，某些洋盆消失，可使海平面升高。
- 板块构造学说认为海平面变动与海底扩张速率有关。大洋中脊上增生的物质是热的，随着时间的推移而逐渐冷却，变得致密，因而洋底岩石圈在横向扩张移动过程中随时间而下沉。



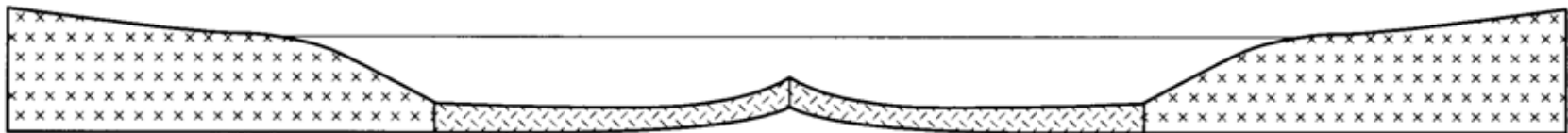
影响海平面变化因素

- 构造运动：

- 如果海底扩张速率很快，距中脊顶部一定距离的洋底没有足够时间以冷却到“正常”程度，洋底就比正常情况下高，因而即使海水量不变，由于洋盆容积减小，海面也会升高。
- 相反，海底扩张速率很慢，海面降低。海底扩张速率变化引起的海平面变动，周期长达数百万年，变化幅度可达300~500米。

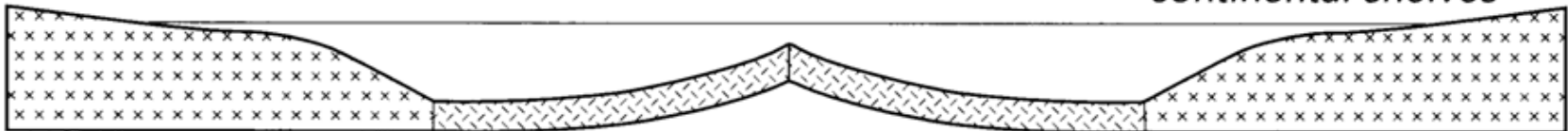
影响海平面变化因素

Slow mid-ocean ridge spreading



*Oceanic crust cools
and contracts*

Fast mid-ocean ridge spreading



*Sea water displaced onto
continental shelves*

*More hot, buoyant oceanic crust
occupies more space in the
ocean basin*



影响海平面变化因素

- 构造运动：

- 另外，还有人认为大洋中脊系长度变化会影响洋盆的容积。在大陆分裂期大洋中脊发展，导致世界范围的海侵，而在大陆汇聚形成超大陆时，则造成海退。
- 局部性的地壳升降运动，引起区域性的海平面变动。这种变动不是海平面与地心之间的距离变化，而是由于地壳升降，导致海面相对于陆面之间的距离发生变化。这种变动往往叠加在全球性海平面变动之上。



影响海平面变化因素

- 大地水准面的变化:

大地水准面受地球重力控制。由于地球内部物质分布不均匀，由此引起重力的变化，大地水准面的形态也随之变化。这种海平面变动表现为有些海区海平面升高，另一些海区海平面降低，从而使全球各地海平面升降既不一致，也不规则。如1976年N.A.默纳尔指出，新几内亚的高海平面与马尔代夫群岛附近的低海平面高差约180米。

- 水压均衡:

当冰盖融化，冰水回流入海，海底因水负载增加而下沉，直到新的平衡建立为止。有人估计近7000年来因负载影响洋盆下沉了8米，大陆上升了16米。其对陆架区的影响更显著。



影响海平面变化因素

- 冰川均衡：

冰时期，冰盖下地壳负荷加大，引起地表沉陷，海平面相对上升；冰盖融化解除重压，冰川的均衡作用导致地壳均衡反弹上升，海平面相对下降，这种现象主要发生在高纬度地区，例如斯堪的那维亚地区，海平面每一百年平均上升1米。J. A. 克拉克提出了全新世（15000年）以来全球海平面变化的数学模式，他把世界大洋分为6个海面升降各不相同的地带，指出由冰川作用引起的海平面变动，在各地是不一致的。这一模式已得到全球13个地点观测资料的证实。



影响海平面变化因素

- **物理性质：**

- 海水温度上升，海水膨胀，因此海平面上升，反之，则海平面下降。一般认为，全球海水温度每升高1度，海面大约升高0.6米。
- 若盐度从35 ‰降为25 ‰，将导致海平面下降7.6米。
- 大气压力变化也影响海平面的升降。



影响海平面变化因素

- 温室气体:

大气中的温室气体含量变化与气候的变暖相关，可能会引起海平面的变化。自1750年来，全球大气二氧化碳、甲烷和氧化亚氮浓度明显增加。大气中的二氧化碳含量增加一倍，地面温度就会上升1.5度，引起冰川融化并增加冰川融水迳流，同时海水也会升温并发生膨胀。据了解，1901年到2010年的百年间，全球平均海平面上升了19厘米，平均每年1.7毫米；预计到本世纪末，全球海平面上升不到2米，但其后全球平均气温每升高1°C，海平面上升将超过2米。从1980年至2014年，我国沿海海平面上升速度为每年3.0毫米，远高于全球平均水平1.7毫米。

海平面变动的原因

- 上述各种因素中，**全球性构造运动**对整个地史时期的海平面变动起决定性作用。**第四纪以来**，**冰川作用**对海平面变动影响最大。其他诸因素由这两个因素派生出来。此外，影响海平面变化的因素还有：海洋中沉积物的堆积，地球内部的水通过海底火山作用进入大洋，河流湖泊的变化等。





海平面的变动性

- **短期**的**海平面变动**主要通过验潮站的直接水位测量和大地水准重复测量以及历史资料整理得出。
- **长期**的**海平面变动**主要通过保留的沉积层和地貌特征确定古海岸线位置和海平面高度，并使用同位素分析方法测定其年代。常选择稳定地区（如地盾）或大洋岛作为研究海平面变动的场所。
- 定年方法是利用贝壳形成时所记录下的海水中元素锶的同位素锶86及锶87。这两个同位素在海水中的相对比例在过去数百万年间曾随着时间变化，所以只要取得贝壳中的同位素比，就可以回推这些贝壳活在哪个年代的海床。



海平面的变动性

- 同位素定年法中元素鈹的同位素鈹10，來研究在海平面下降的過程中，古珊瑚礁離開海水後接收宇宙射線照射多久時間，推測古珊瑚礁最小年齡，並與鋁同位素的結果互相做對照。
- 由于海平面变动因素复杂，调查测量技术上又存在许多问题，例如软体动物遗骸在沉积后发生搬移、碳的放射性污染、泥炭堆积深度估计误差等，都影响定量精度。大陆边缘没有绝对稳定的地区，确定海平面变动幅度须排除局部构造运动的影响，但目前还无可靠的方法把它区分开来。因而对于最后一次冰期海平面下降的深度认识很不一致。



海平面的变动性

- 海水面的升降变动是**海水量、水圈运动、地壳运动和地球形态变化**的综合反映，地球演化的一个重要方面。海水时刻在运动，海平面也不断在变动。这种变动有短期的，如**日变动、季节性变动、年变动和偶发性变动**等，主要与波浪、潮汐、大气压、海水温度、盐度、风暴、海啸等因素有关，其升降幅度小，且常是局部的（见平均海平面）；也有长期的，即**地质历史期间的海平面变动**，其变动幅度大，是大区域性的，甚至是全球性的。海洋地质学主要是研究长期的海平面变动。



海平面的变动性

- **长期海平面变动**引起的最直接后果是海侵或海退。它导致海岸线移动，海陆变迁，对大陆架和海岸地貌、浅海与近岸沉积和矿产的基本特征产生很大影响，使海岸工程、港湾建筑遭受侵袭或废弃，河道由于基准面变化或淤或冲。因此研究海平面变化规律，预测其发展趋势，对研究第四纪地质、新构造运动、探索气候变化规律以及对于人类生活和生产都极为重要。
- 目前海平面变动研究，一方面从测年技术上提高精度，另一方面加强全球性对比研究海平面上升。

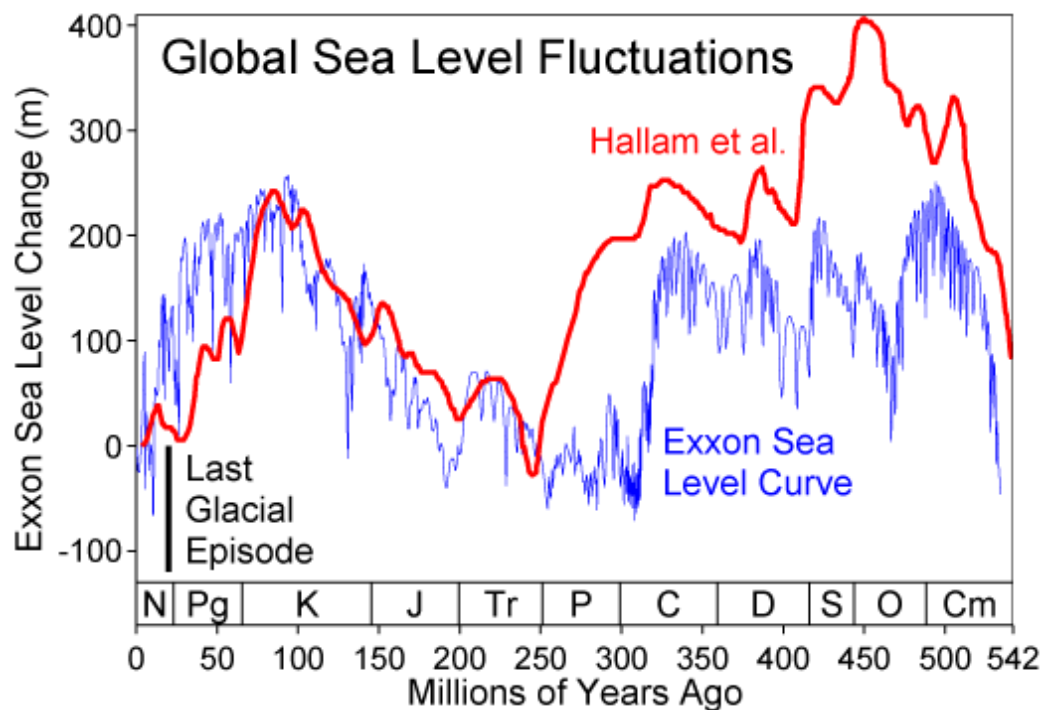


过去海平面变化

历史海平面资料的建立，是利用沉积层序构造活动、沉积物的侵蚀搬运、和一些气候波动资料等。

542百万年(5.42亿年)前开始的海平面资料，海平面变化曲线不对称，先缓慢上升而后迅速下降，这是因为新增水量和洋盆的扩张没有同步发生，洋盆的扩张事件发生较快，导致突然海退，而水的析出是一个逐步的过程，导致缓慢的海进。

5.42亿年

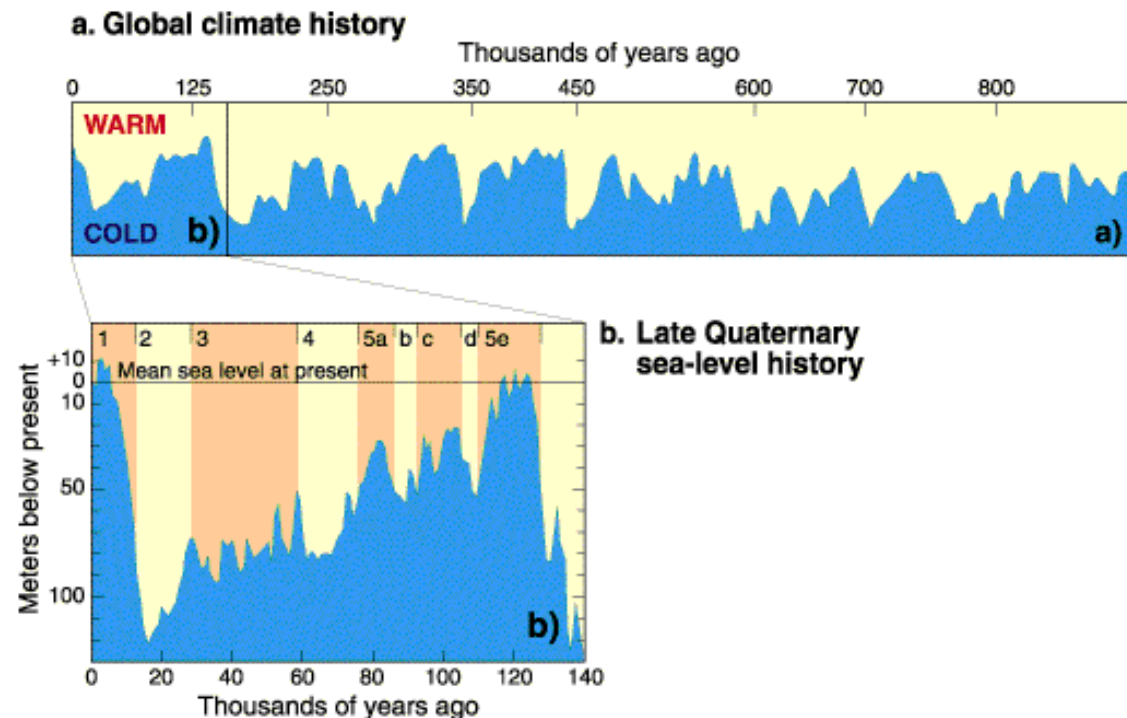




过去海平面变化

第四纪以来(距今约二百六十万年内)，海平面变动与气候变化关系密切，构造作用处于次要位置。距冰量计算，第四纪有20多个冰期和20多个间冰期，第四纪海平面变化应该有与冰期轮回大致相同的规律。

80万年

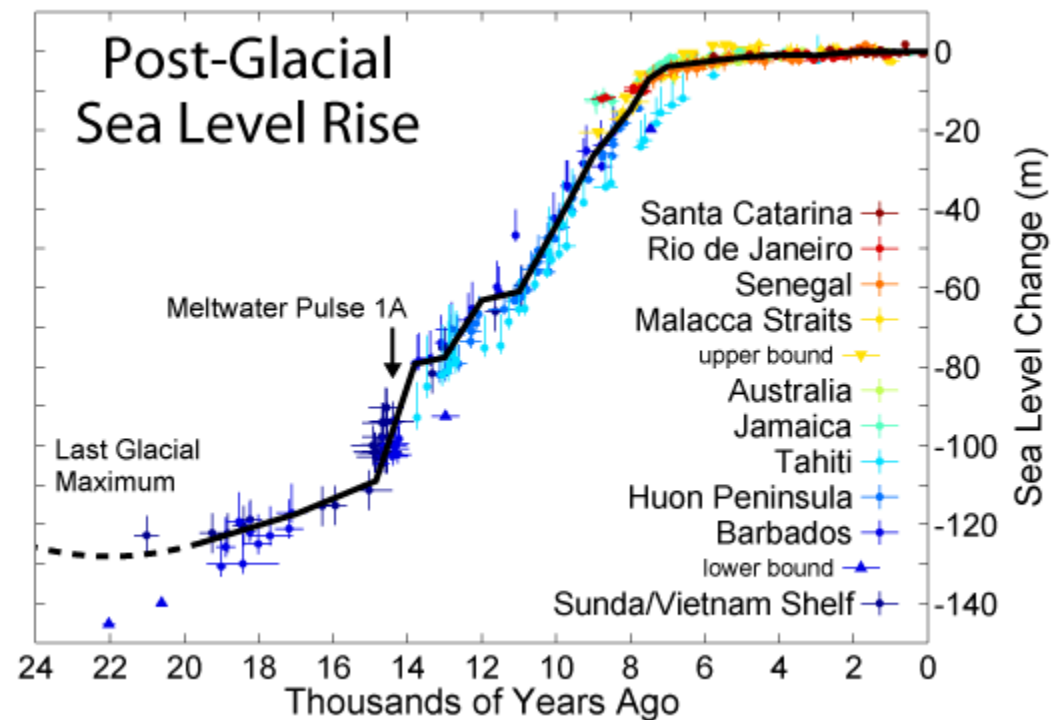


14万年



过去海平面变化

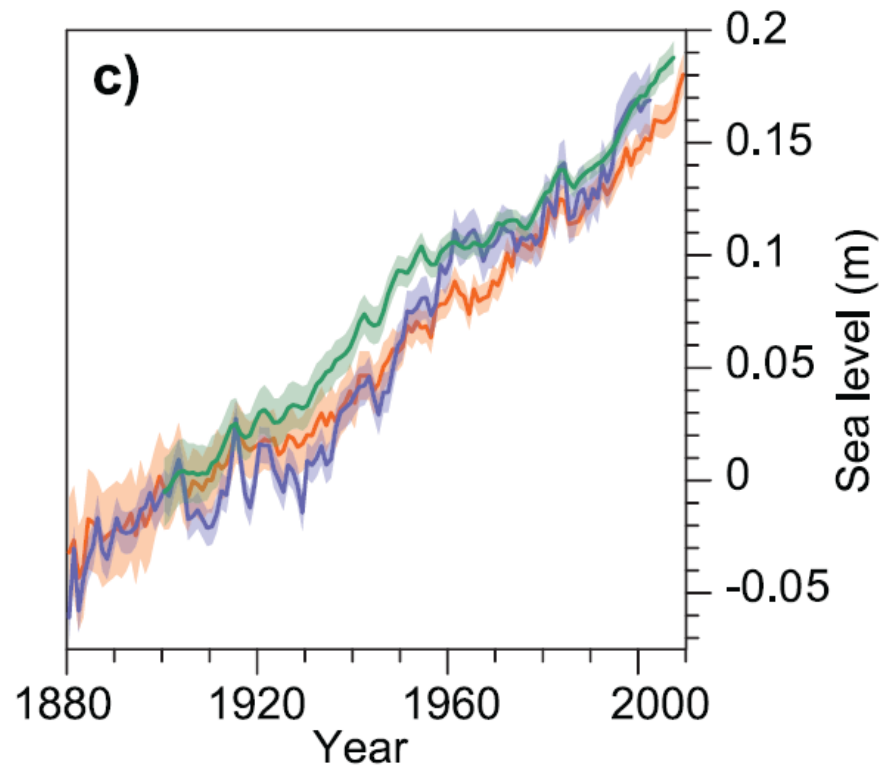
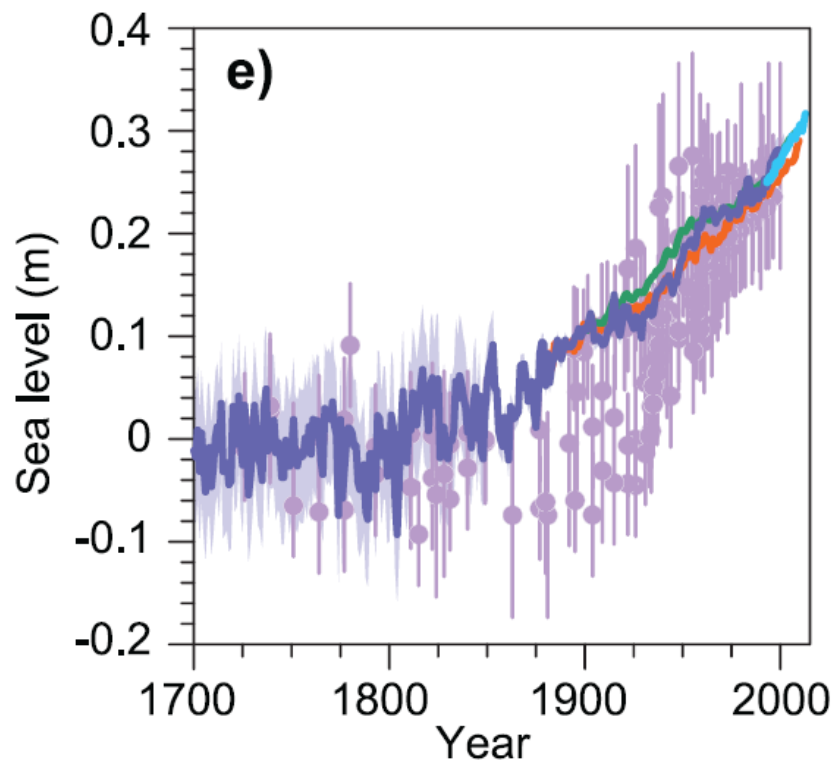
后冰河时期海平面变化的情况，从24千年至8千年前，冰川快速融化，因此海平面上升迅速，而后减慢；大概到近千年左右达到目前海平面的高度。



2.4万年



过去海平面变化





海平面上升

- **海平面上升 (Sea Level Rise, SLR)** 由全球气候变暖、极地冰川融化、上层海水变热膨胀等原因引起的全球性海平面上升现象。研究表明,近百年来全球海平面已上升了10-20厘米,并且未来还要加速上升。但世界某一地区的实际海平面变化,还受到当地陆地垂直运动—缓慢的地壳升降和局部地面沉降的影响,全球海平面上升加上当地陆地升降值之和,即为该地区相对海平面变化。因而,研究某一地区的海平面上升,只有研究其相对海平面上升才有意义。海平面上升对沿海地区社会经济、自然环境及生态系统等有着重大影响。

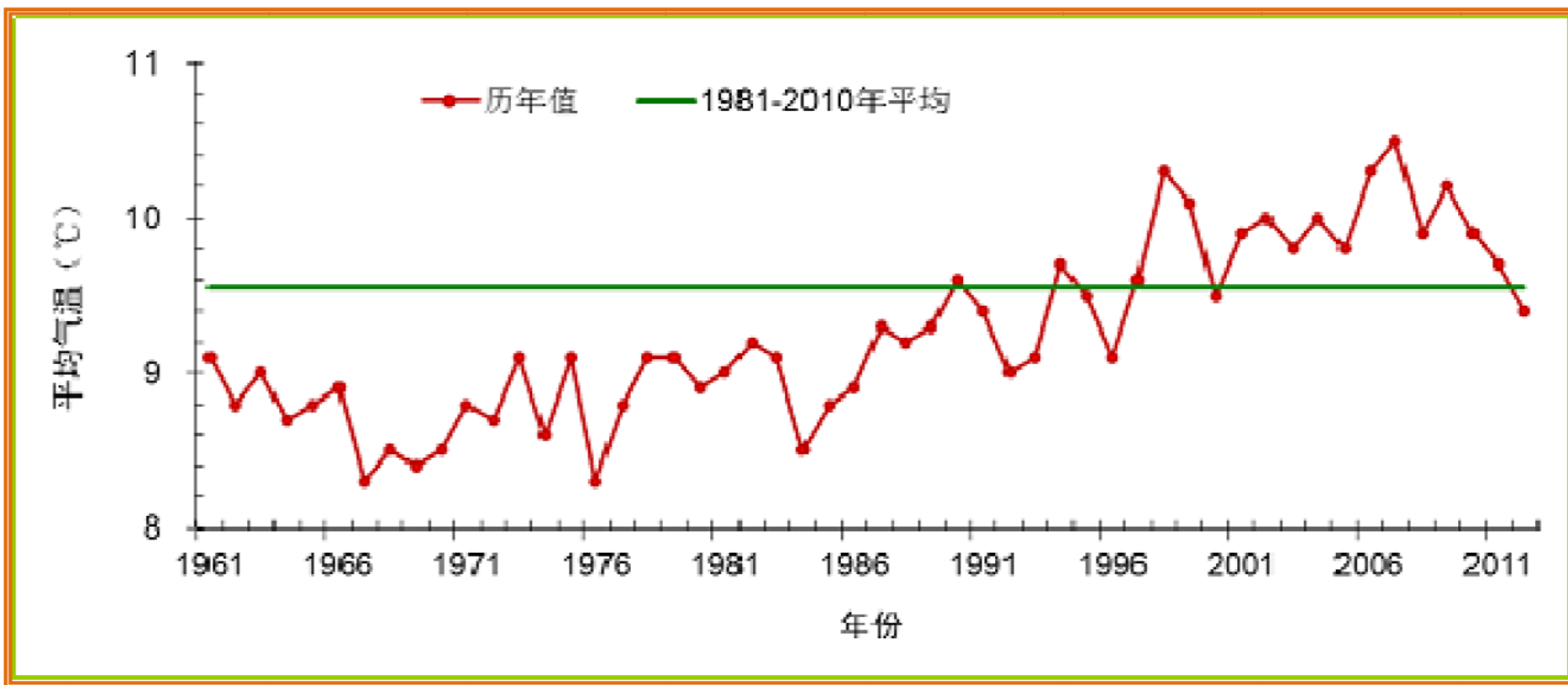


海平面上升

- 首先，**海平面上升**可淹没一些低洼的沿海地区，加强了的海洋动力因素向海滩推进，侵蚀海岸，从而变“桑田”为“沧海”；其次，海平面的上升会使风暴潮强度加剧，频次增多，不仅危及沿海地区人民生命财产，而且还会使土地盐碱化。海平面随时都在上升化，海水内侵，造成农业减产，破坏生态环境。在中国，受海平面上升影响严重的地区主要是渤海湾地区、长江三角洲地区和珠江三角洲地区。
- **海平面上升**是一种**缓发性自然灾害**，它不仅会淹没滨海土地，破坏生态环境，而且其累积作用使沿海地区风暴潮灾害、洪涝灾害、海岸侵蚀灾害、咸潮入侵、海水入侵与土壤盐渍化等加剧。



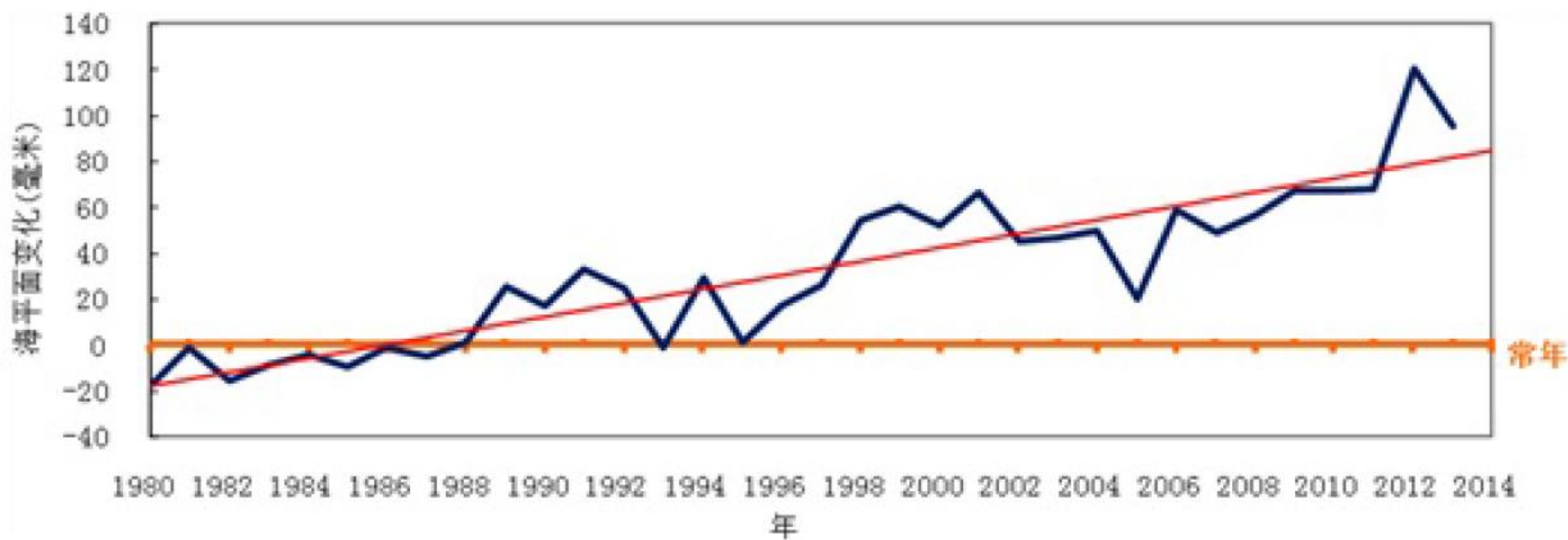
海平面上升



1961-2012 年全国年平均气温历年变化



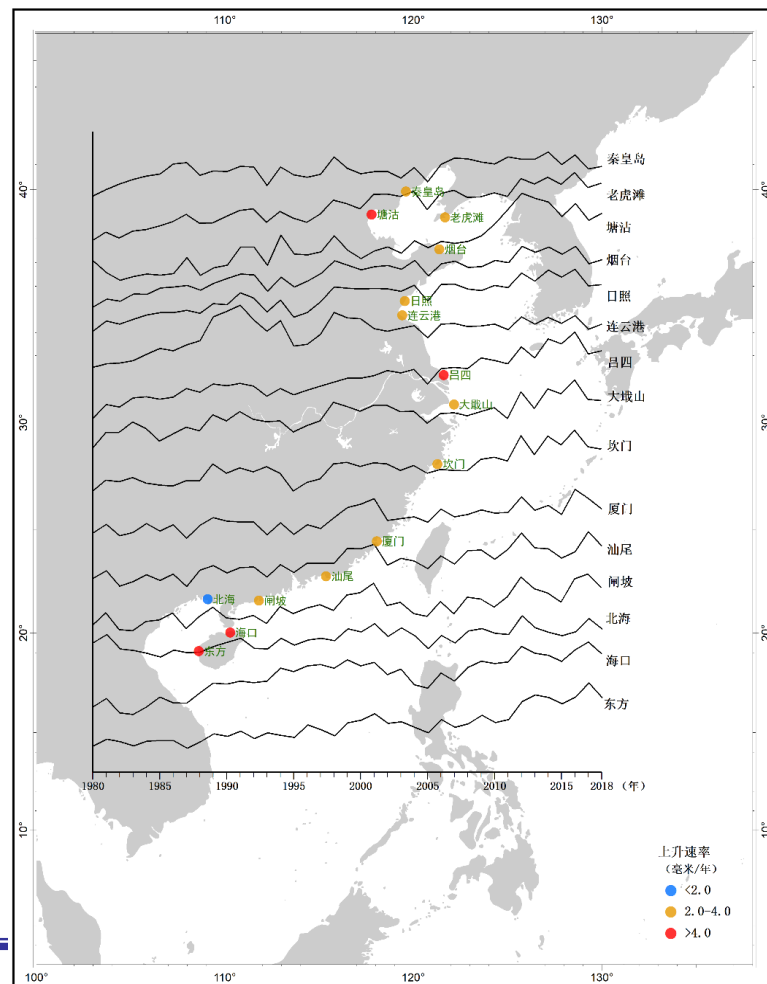
海平面上升



1980-2013 年中国沿海主要海洋站海平面变化

海平面上升

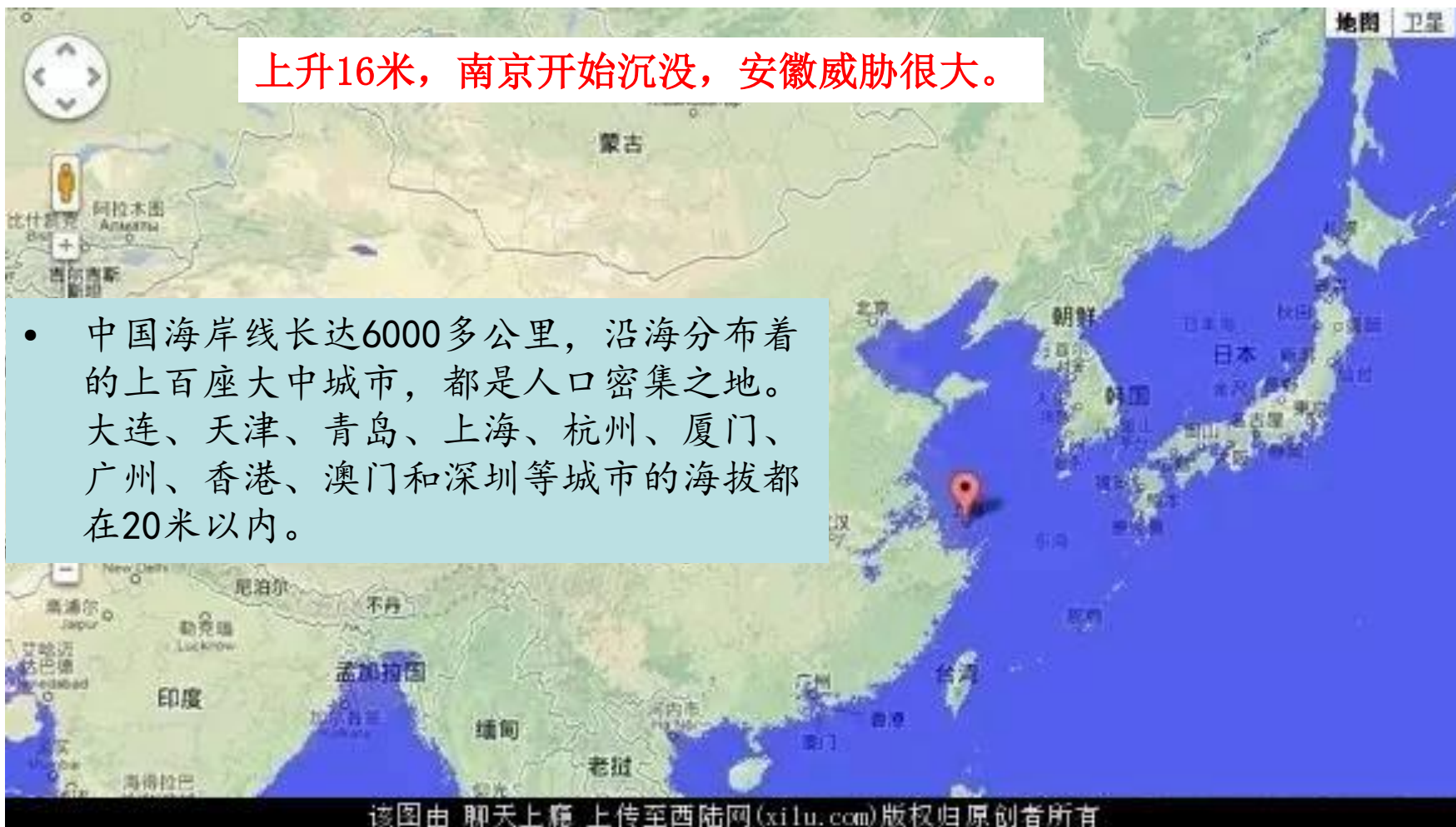
据了解，1901年到2010年的百年间，全球平均海平面上升了19厘米，平均每年1.7毫米；预计到本世纪末，全球海平面上升不到2米，但其后全球平均气温每升高 1°C ，海平面上升将超过2米。从1980年至2018年，我国沿海海平面上升速度为每年3.0毫米，远高于全球平均水平1.7毫米。



海平面上升

上升16米，南京开始沉没，安徽威胁很大。

- 中国海岸线长达6000多公里，沿海分布着的上百座大中城市，都是人口密集之地。大连、天津、青岛、上海、杭州、厦门、广州、香港、澳门和深圳等城市的海拔都在20米以内。



海平面上升带来的影响

• 风暴潮

风暴潮是由台风、温带气旋和寒潮等强烈的天气系统引起的海面异常升降现象，风暴潮期间受影响海区的潮位将大大地超过或低于正常潮位。高海平面抬升了风暴增水的基础水位，风暴潮高潮位相应提高，波浪作用增强，河流排水受阻，加大了致灾程度。我国台风风暴潮有明显加强的趋势。最近20 年共发生严重的风暴潮灾害52次，比上一个20年多20次。

。



海平面上升带来的影响

- 滨海城市洪涝

海平面上升还会加大洪涝灾害的威胁。海平面相对上升导致低洼地排水能力下降，在汛期将造成大量洪水滞留，严重影响入海河口区域的行洪，加剧洪涝灾害威胁。



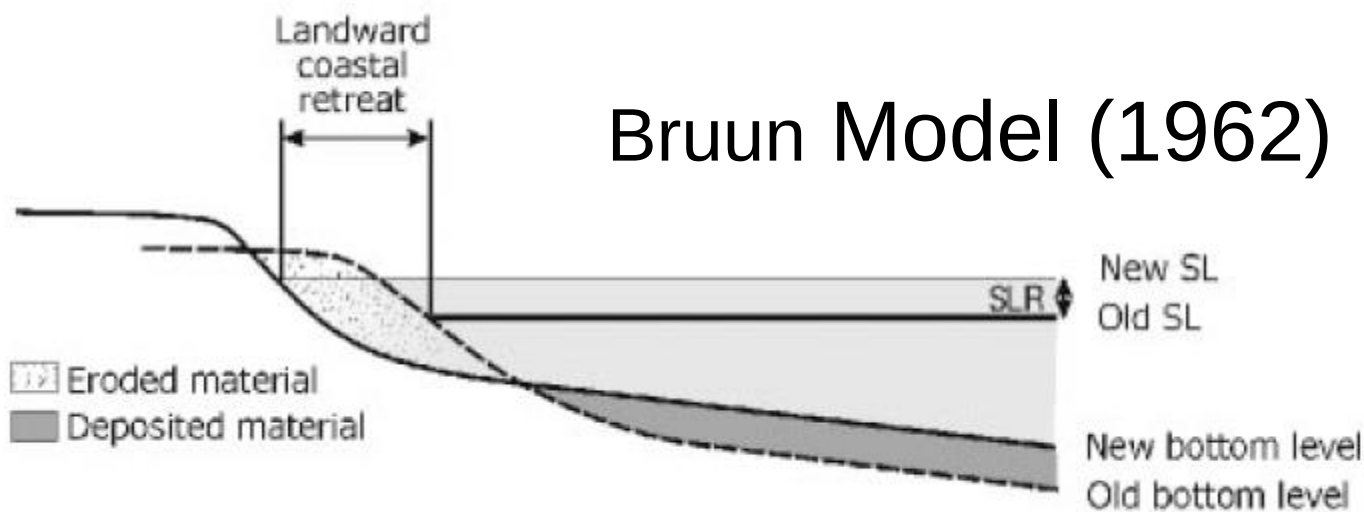
海平面上升带来的影响

- 海岸侵蚀

海岸侵蚀已经成为一个世界性问题，几乎各类型海岸都受到海岸侵蚀的威胁，尤其砂质海岸侵蚀最为严重。目前，我国已有70%的砂质海岸遭到侵蚀。海平面上升使潮差跟波高增大，导致我国沿海地区的海岸侵蚀加剧，辽宁、河北、山东和海南等省是海岸侵蚀较严重地区。



Application of Equilibrium beach profile



$$\tan \theta = 0.01 \sim 0.02$$

$$R = 50S - 100S$$

$$R = \frac{1}{\tan \theta} S$$

海岸线倒退

坡度

海水面上升



海平面上升带来的影响

- 海水入侵和土壤盐渍化

由于自然或人为原因，滨海地区地下水动力条件发生变化，破坏了滨海地区含水层中的淡水与海水或与海水有水力联系的高矿化地下咸水之间的平衡状态，导致海水或咸水沿含水层向陆地方向扩侵，该现象称为海水入侵。海水入侵灾害在我国渤海、黄海、东海、南海滨海地区均有发生，渤海和黄海沿岸最为严重。土壤中积聚盐分形成盐渍土的过程，称为土壤盐渍化。海水入侵加剧了土壤中盐分的积聚，造成土壤板结，影响作物生长。辽宁、河北、天津和山东等沿海地区土壤盐渍化严重。

海平面上升带来的影响

- 海水入侵和土壤盐渍化

海平面上升，地下水位下降，引起海水与地下淡水的压力差加大，海水沿含水层向陆地方向扩侵程度加强，加重了沿海地区的海水入侵和土壤盐渍化程度。



辽宁锦州小凌河东盐渍化土



2007 年辽东湾海水入侵分布情况



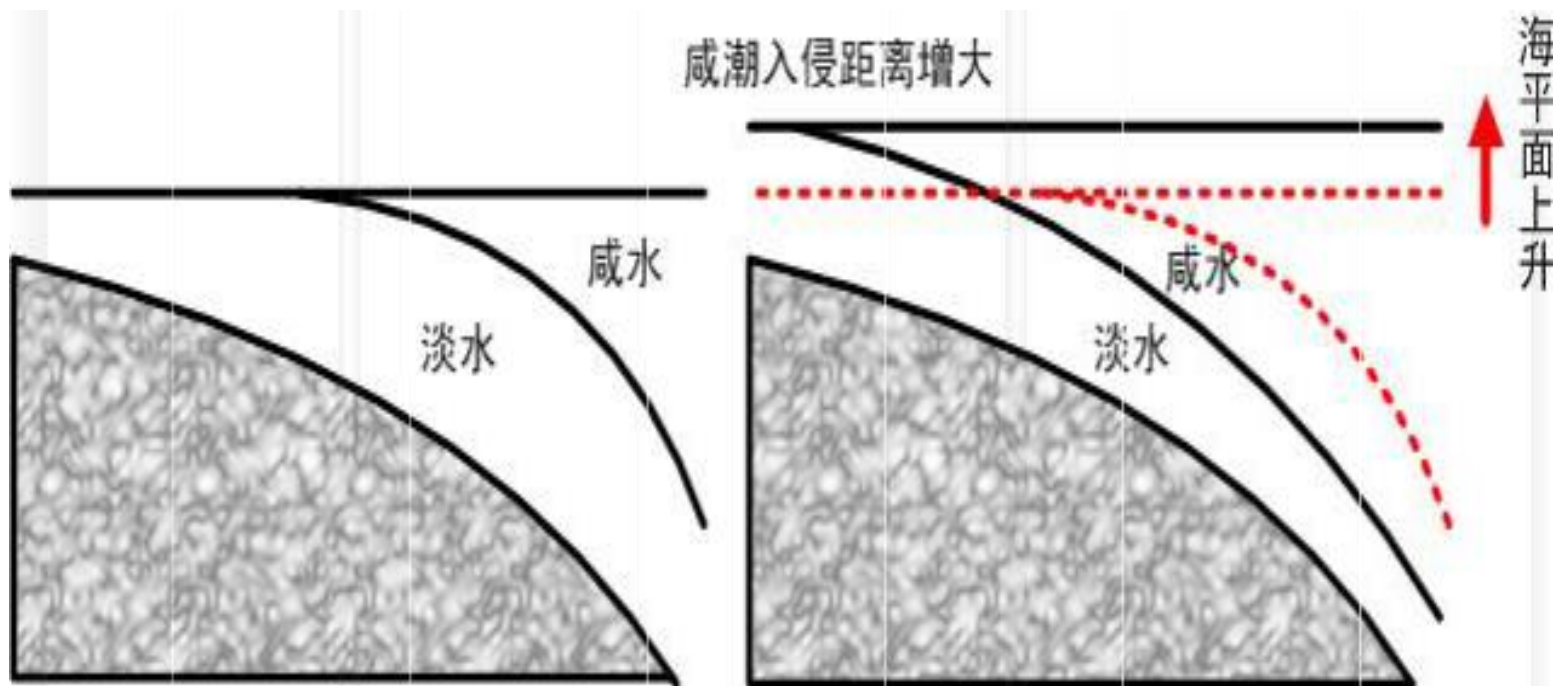
海平面上升带来的影响

• 咸潮入侵

咸潮入侵是感潮河段在涨潮时发生海水上溯的现象。咸潮入侵主要发生在长江口和珠江口区域。咸潮入侵影响居民生活用水、农业用水、城市工业生产。在高海平面期、天文大潮期和枯水期易发生咸潮入侵灾害，海平面上升加重了咸潮入侵的程度。近几十年来，随着海平面的不断上升，咸潮活动越来越频繁、持续时间增加、上溯影响范围越来越大、强度趋于严重。2011 年，在海平面上升与上游来水减少的共同作用下，广东中山沿海在8月5日就出现了第一轮咸潮，较历史最早出现时间提前了48天。

海平面上升带来的影响

- 咸潮入侵



如果海平面上升 1 米，咸水将向内陆上推 20 千米



海平面上升带来的影响

- 滨海湿地消失

滨海湿地是指低潮时水深浅于 6 米的水域及其沿岸浸湿地带，包括水深不超过 6 米的永久性水域、潮间带（或洪泛地带）和沿海低地。滨海湿地可分为自然滨海湿地和人工滨海湿地。其中，自然滨海湿地主要包括浅海水域、滩涂、盐沼、红树林、珊瑚礁、海草床、河口水域、泻湖等；人工滨海湿地主要包括养殖池塘、盐田、水库等。**滨海湿地是一个独特的生态系统，具有调节气候、蓄水调洪、净化水质、消减海流等重要功能。**

海平面上升带来的影响

- 滨海湿地消失

我国的滨海湿地主要分布在辽河三角洲、黄河三角洲、苏北滨海、长江三角洲和珠江三角洲等地区。随着海面上升，湿地向陆演化，但多数地区人为修建防潮堤、防波堤等海防工程设施将限制湿地的向陆发展，部分滨海湿地将因此消失。



被侵蚀的上海市

崇明东滩湿地



海平面上升带来的影响

- 红树林

红树林有“海底森林”、“海岸卫士”、“海水淡化器”等美称。红树林生态系统不仅孕育着丰富的生物资源，还具有护堤削浪、促淤造陆、净化沿海环境的功能。我国红树林主要分布于广西、广东、海南、福建和浙江南部沿岸。其中以广西红树林资源最为丰富，其红树林面积占我国红树林面积的三分之一。



海平面上升带来的影响

- 红树林

海平面上升将改变河口和海湾的潮汐范围、增加港湾和淡水区的盐度、影响沉积物和营养物的输送、改变红树林海岸地貌，甚至使红树林的敌害增多，从而使部分红树林的生长受到抑制，群落结构发生改变；当红树林的沉积速率跟不上海平面上升速率，且其向陆一侧的演替受到阻挡(如防风防浪和围垦的海堤)时，红树林的面积将会变小，直至淹没灭亡。



海平面上升带来的影响



广东湛江红树林



广西北海山口红树林



海平面上升带来的影响

- 国土安全

海平面上升可能淹没低海拔岛礁，将严重影响我国的国土面积，威胁我国的海洋权益。同时，我国与周边海洋邻国在海洋划界方面存在争端，海平面上升淹没部分关键岛礁，会使这一问题更加复杂化，对我国的海洋国土安全和海洋权益维护带来不利影响。

海平面上升带来的影响



海平面正以每年8、9厘米的速度上涨，气候变化专门委员会(IPCC)曾于2001年预测，到2100年，全球海平面将升高至85厘米。原因依然是全球海洋变暖。按照该预测，诸如马尔代夫群岛这样的海拔高度多在1米以下的岛屿最终将没入海中。这个被誉为“人间最后的乐园”的印度洋国家将在100年内变得无法居住。



Thank You

