3.2海水的表面波动和潮汐

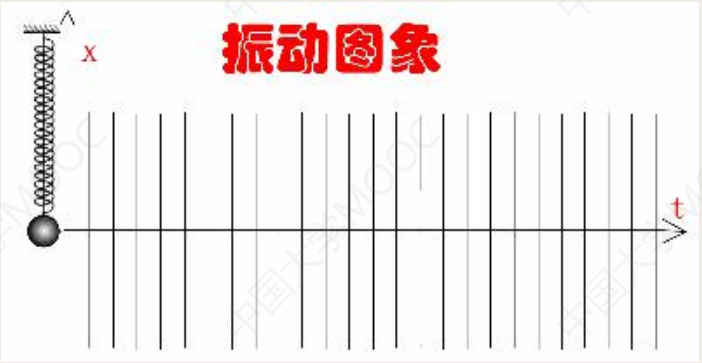
中国大学MOOC

重要基本概念1——波动

波动与**质点振动**的区别

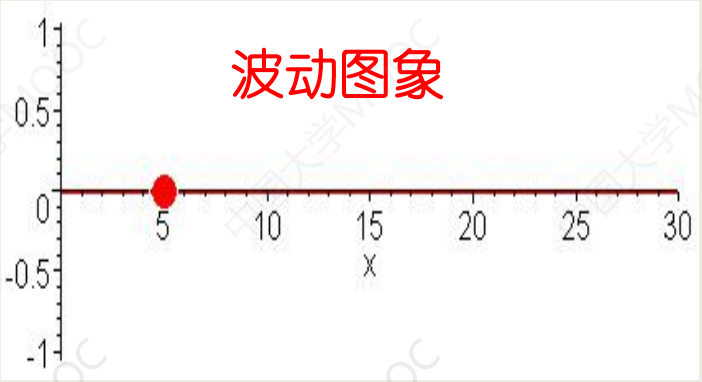
振动

- 质点相对平衡位置的偏移
- 振动质点并**不沿着振动传播方向移动**

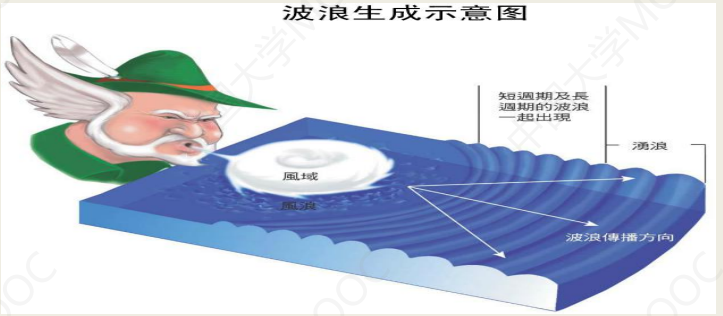


波动

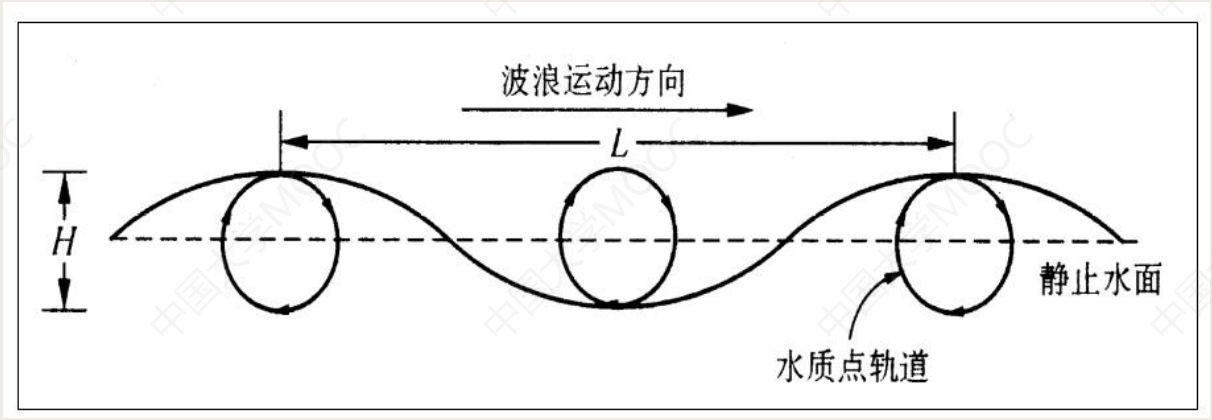
- 振动的传播过程称为波动：当某一部分质点振动之后，由于质点之间的相互联系和相互影响（连续介质）。它将会引起另一部分质点的振动，因此，振动就从振源逐渐向外传播
- **波动是振动状态的传播**

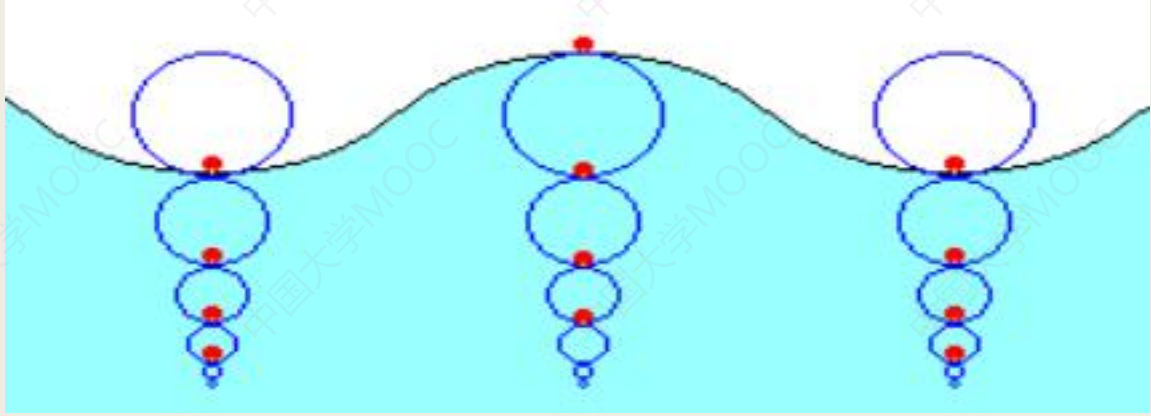


波浪及波浪要素

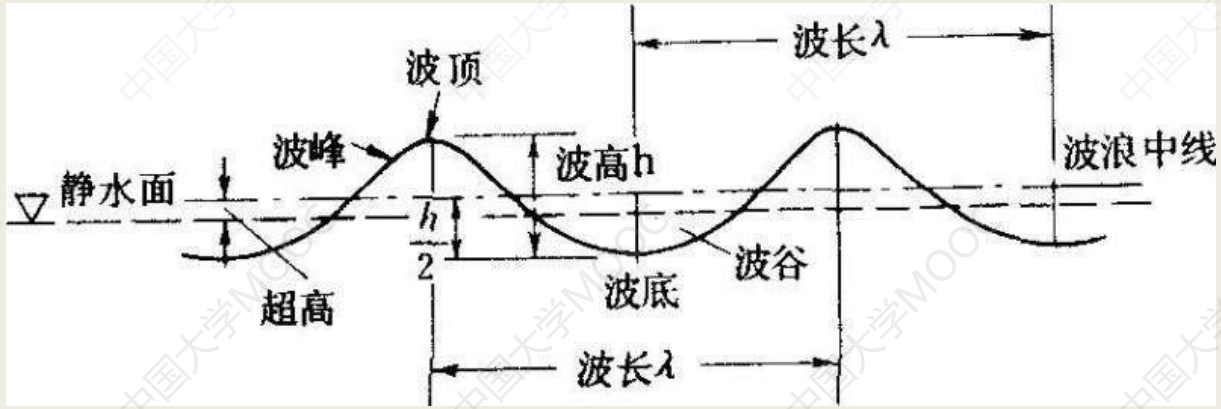


波浪：
在风和其他动力因素作用下，海面水体作周期性的起伏运动。
波浪运动曲线一般为正弦或余弦曲线，其实质为海水表面以波动形式传播，即水体并不随波向前运动，波浪中的每一水质点只做圆周运动。





波浪要素：　常用简谐波描述波浪，一维简谐波可表示为：　$h'(x,t) = A\sin k(x - ct)$

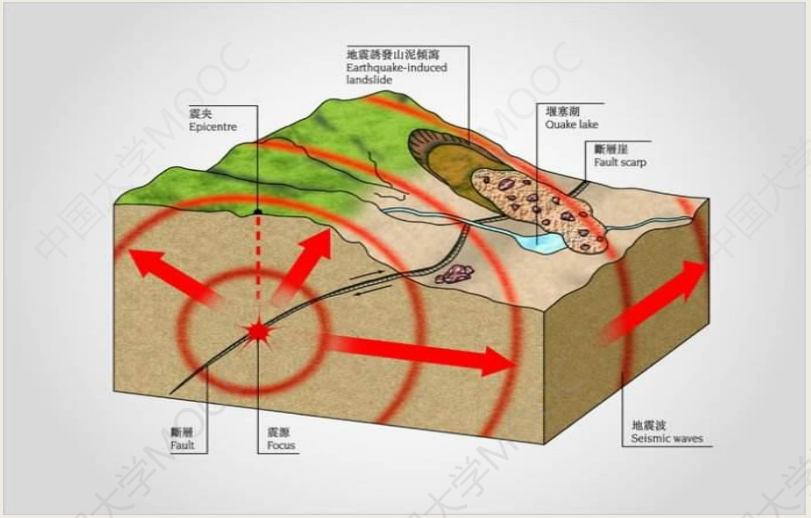


波峰：波浪最高点
波谷：波浪最低点
波高：波峰至波谷的距离
波长：相邻两个波峰或波谷的距离
周期：波浪通过相邻两个波峰或波谷的时间
波速：波长/周期
波幅：波高的二分之一

分类（按成因）

①风浪：风作用于海面产生，包括表面张力波和重力波，能量变化大

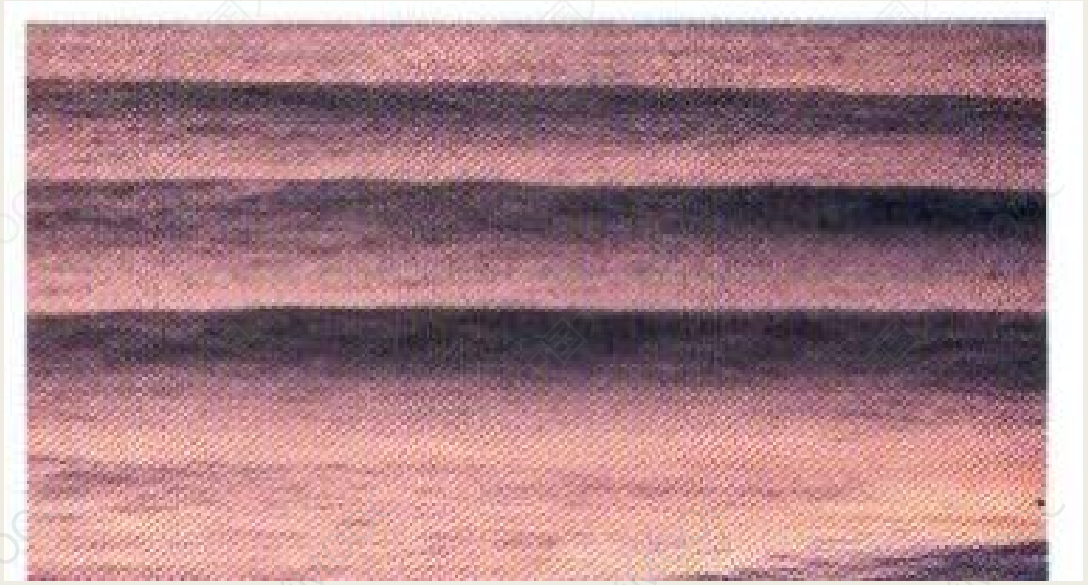
②地震波：地震活动产生，波浪规模大



地震波形成示意图

③潮波：潮汐作用产生，周期长，最小12小时

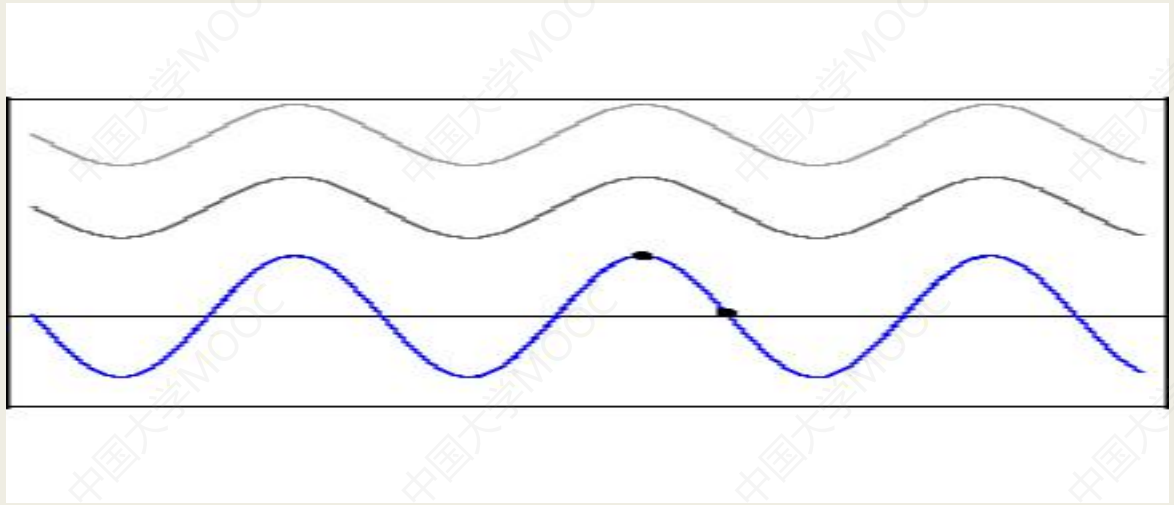
④涌浪：离开起浪区的风浪，波长较长



⑤内浪：两个不同密度水团界面上的波浪

分类（按波浪传播方式）

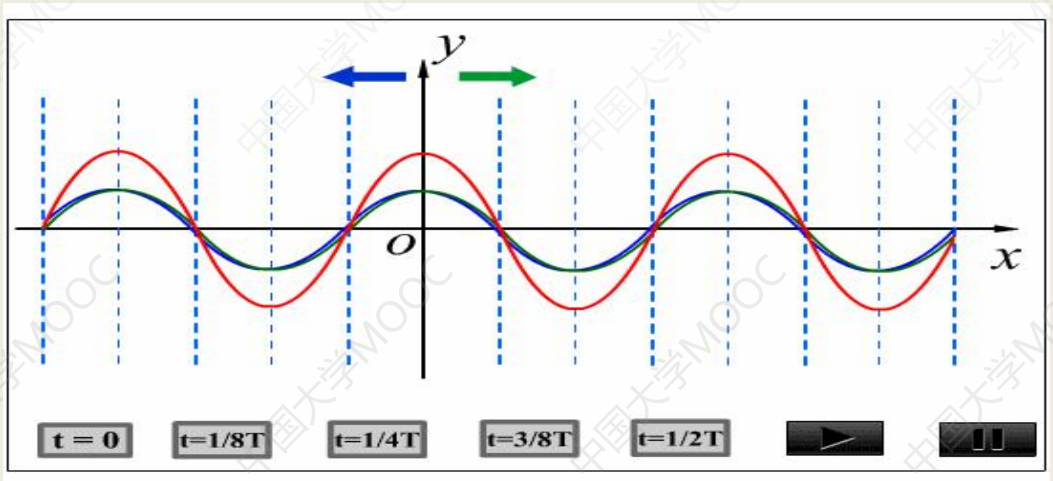
①进行波：波浪传播过程中，波峰和波谷次第前进



两波合成行进波

②驻波：波浪无前进迹象，波峰和波谷在同一位置交替出现

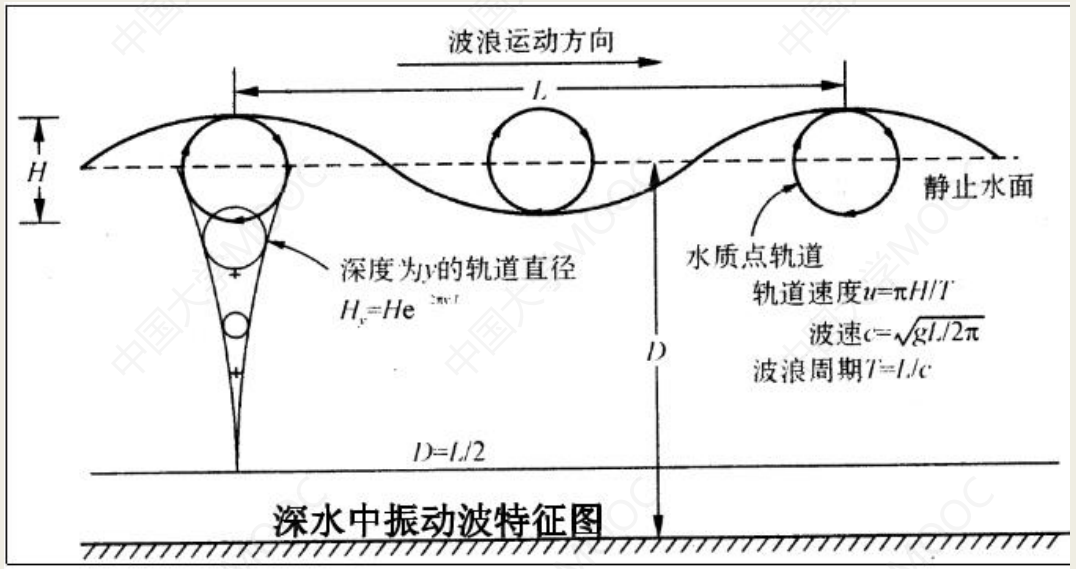
两波合成驻波
（红色为合成之后的波）
两个传播方向相反的进
行波相遇便形成驻波



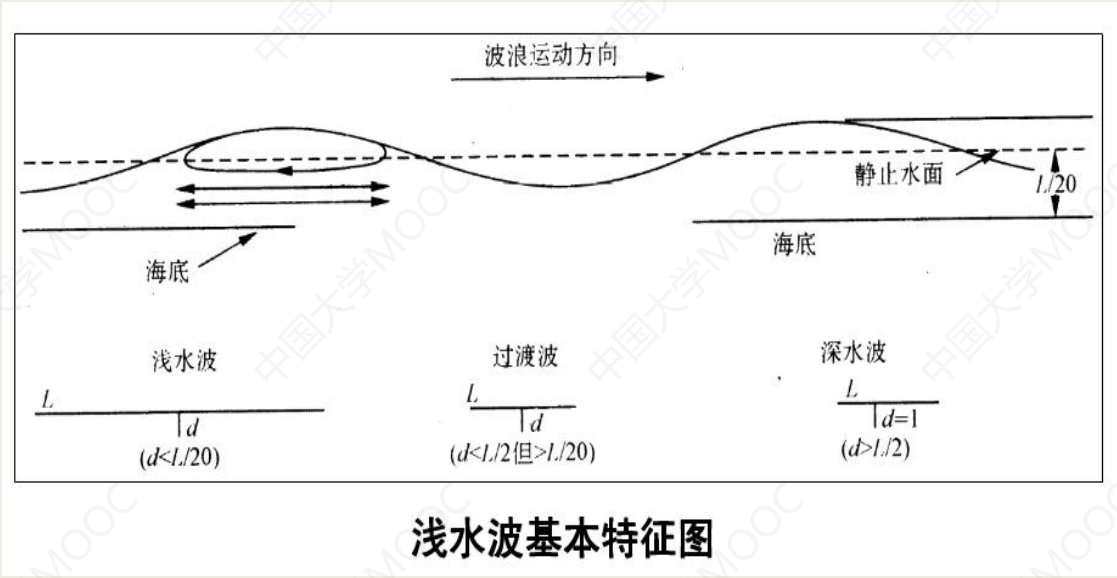
分类

按波浪断面几何形态
- ①正弦波：波形曲线近似正弦曲线
- ②摆线波：波形曲线近似摆线

按按波长与水深关系
- ①深水波：水深大于波长的1/2
- ②浅水波：水深小于波长的1/2



深水中振动波特征图



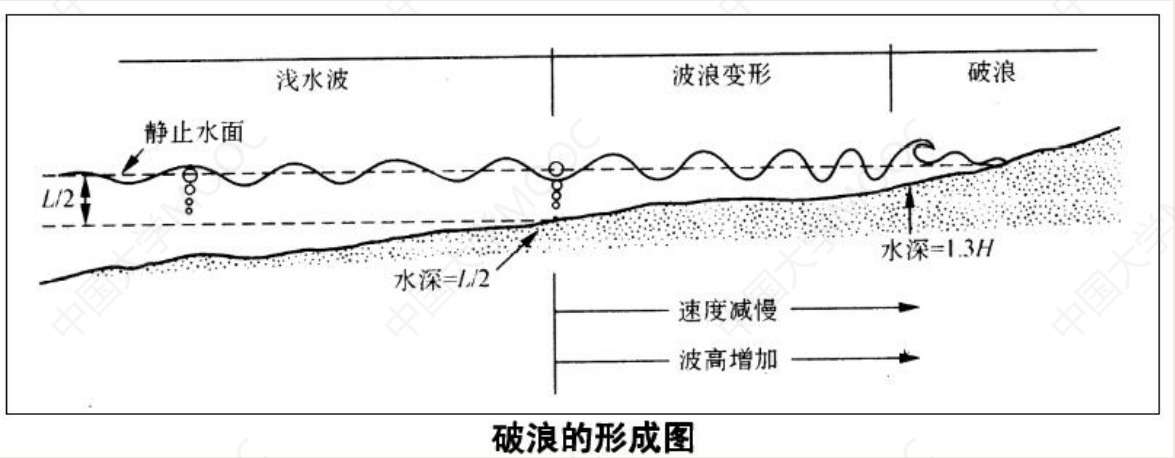
浅水波基本特征图

当水分子处在波峰时，其运动方向与波浪运动方向一致；当水分子处于波谷时，其运动方向与波浪运动方向相反；处于1/2波峰或波谷处的水分子做垂直运动；处于波峰或波谷处的水分子做水平运动。

波浪既在海面传播，同时也在重力方向传播，随水深增加，波高将迅速降低。

波浪由深水区传入浅水区，其周期保持不变，但波长缩短，波高增大； 受海底影响，其水质点随着水深增加，不再作圆周运动，而是椭圆运动，因此随着水深增加，椭圆水平半径不变，而垂直半径不断减小，在海底水质点仅作来回的往返运动。

破浪



破浪的形成图

由于海底摩擦作用，随着水深不断变浅，浅水波波峰处水质点的前进速度将大于波谷处水质点向后运动速度，这样水质点运动的椭圆轨迹将受到破坏，当水深等于波高的1.3倍时，波浪发生倾倒，形成破浪。

涌浪

风浪离开风吹的区域后所形成的波浪。
“无风三尺浪”

特点：波长较大；具有较规则外形，排列比较整齐，波峰线较长，波峰较宽，波面比较平滑，波形接近正弦波
形状成因：空气阻力和海水涡动的粘滞性、离散、角散。

中国海区波浪特点

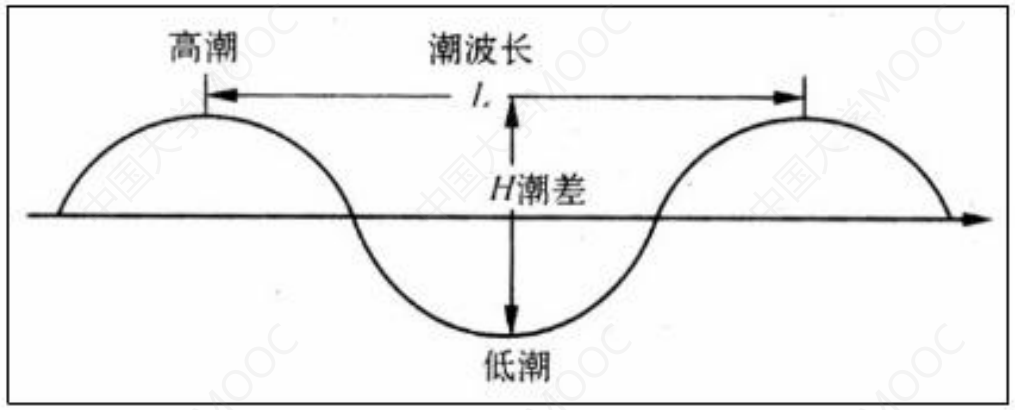
①北部海区波高小，南部海区波高大，年平均波高向南增大，南海约0.6-0.8m;

②冬季最大波高出现在渤、黄海，庙岛列岛附近冬季达8m,向南降低；夏季最大波高出现在南海，西沙以南达12m,向北降低。

潮汐

潮汐：在天体(月球、太阳)作用下，海洋表面海水周期性的起伏或涨落运动，又称潮波，周期长(12~24h)

潮汐要素：
涨潮：海水上涨期
平潮：海水在最高潮停留期
退潮：海水下降期
停潮：海水在最低潮停留期
涨潮时：低潮到高潮的时间
落潮时：高潮到低潮的时间
周期：低潮到高潮，再到低潮的时间
潮差：低潮位到高潮位的距离



潮汐要素图

壮观的钱塘江大潮

引潮力：月球、太阳和其它天体对地球表面上单位质量物体的引力和对地心单位质量物体的引力之差。

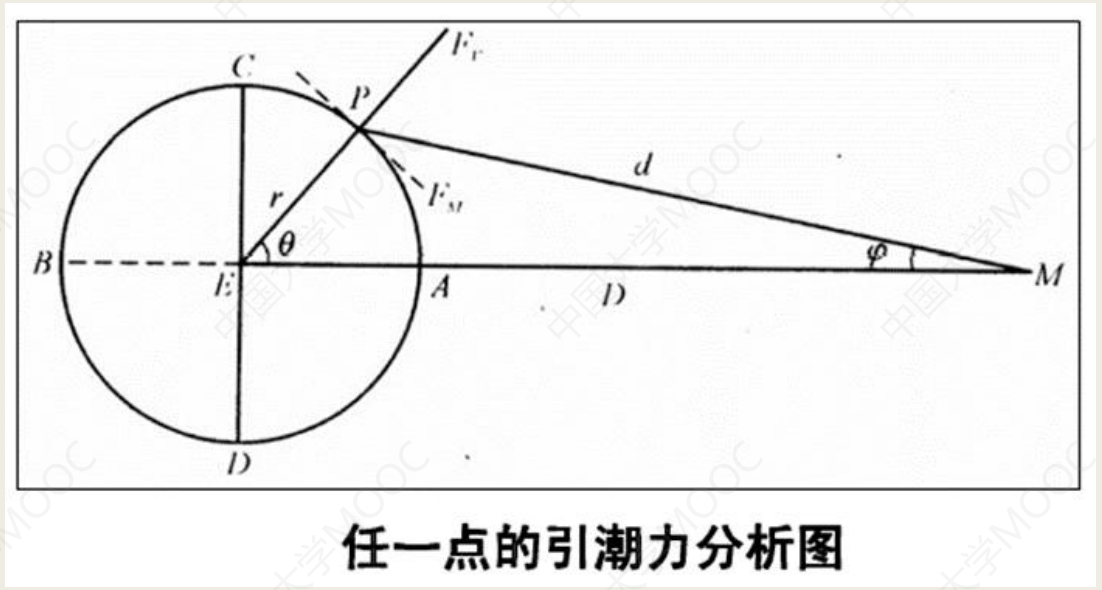
月球对地球中心引力：$$F_0 = g\frac{M}{E} \times \frac{r^2}{D^2}$$

月球对地球表面一点引力：$$F_p = g\frac{M}{E} \times \frac{r^2}{d^2}$$

月球引潮力　$F = F_p - F_0$

引潮力以月球和太阳引潮力为主，其中太阳引潮力是月球引潮力的46%

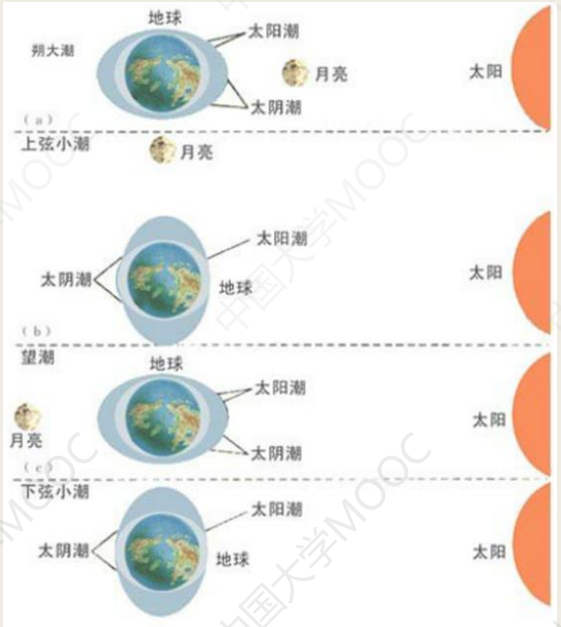
引潮力产生海水潮汐，也引起地壳和地幔固体潮和大气的气潮，它们反过来影响海洋潮

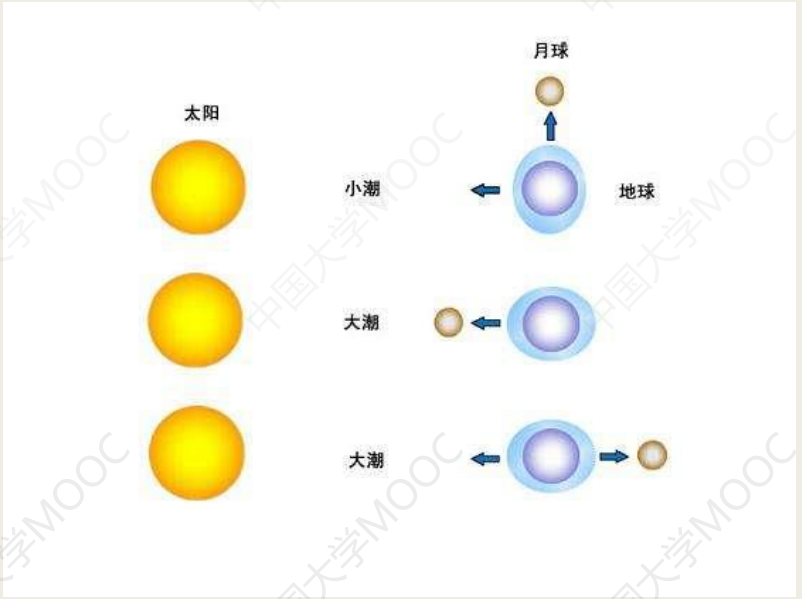


任一点的引潮力分析图

潮汐分类

产生原因
- 太阴潮——月球引起的潮汐
- 太阳潮——太阳引起的潮汐





潮汐分类

按太阴日内发生的潮汐次数和特征

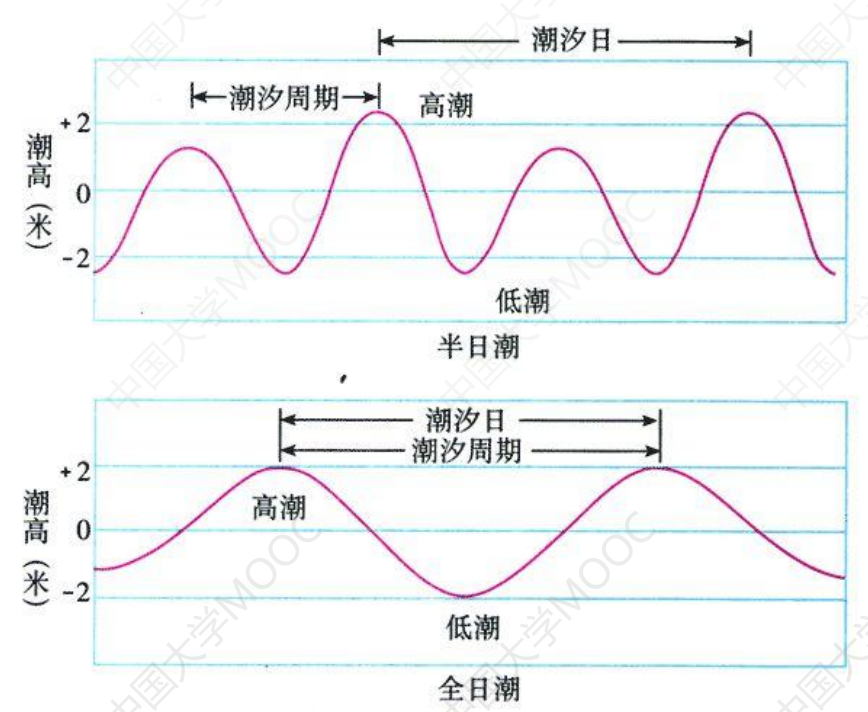
①半日潮：一个太阴日内有两次高潮和低潮，相邻的高潮或低潮大体相等

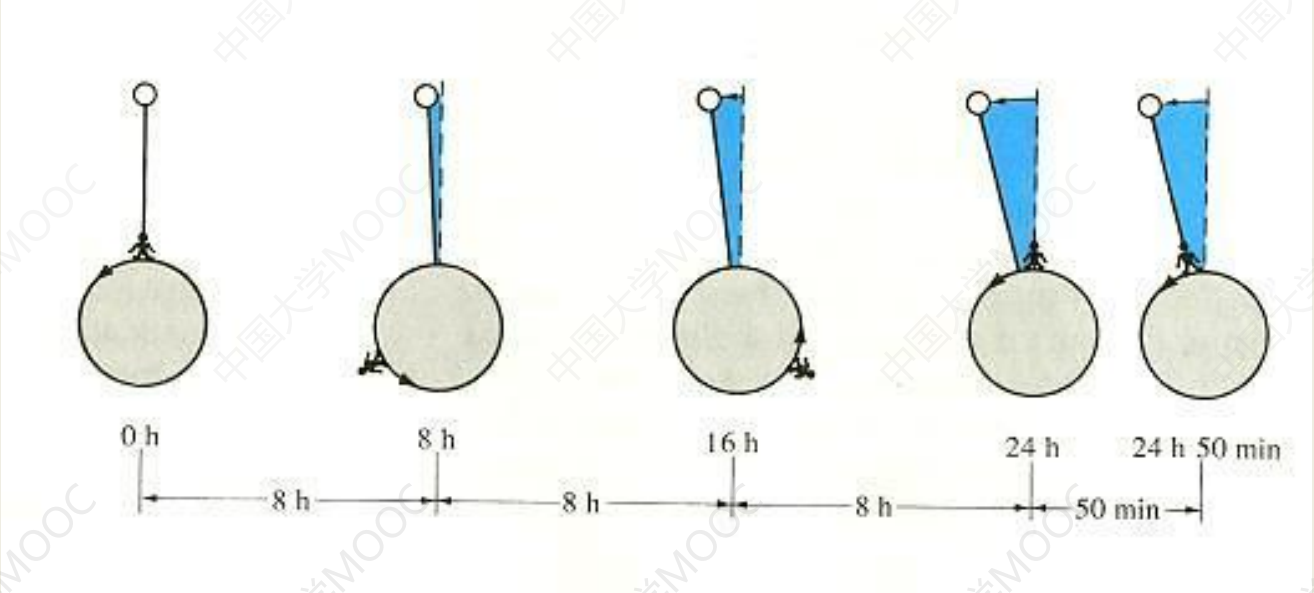
②混合的不规则半日潮：一个太阴日内有两次高潮和低潮，但两次低潮或高潮的潮高不等，涨潮时和落潮时也不等

③全日潮：在半个月中，有连续7天以上天数在一个太阴日内出现一次高潮和低潮，少数几天呈现半日潮，且潮差较小

④混合不正规全日潮：在半个月内大多数日子里为不正规半日潮，少数日子里出现一个太阴日内的全日潮，又称潮汐的不等现象

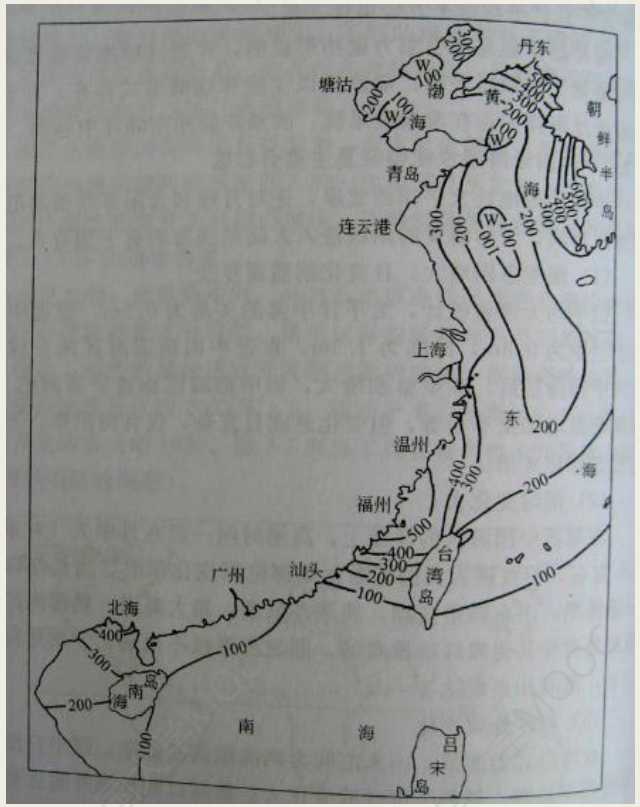
太阴日：地球上任一点两次经过对月点的时间差(24h50min)

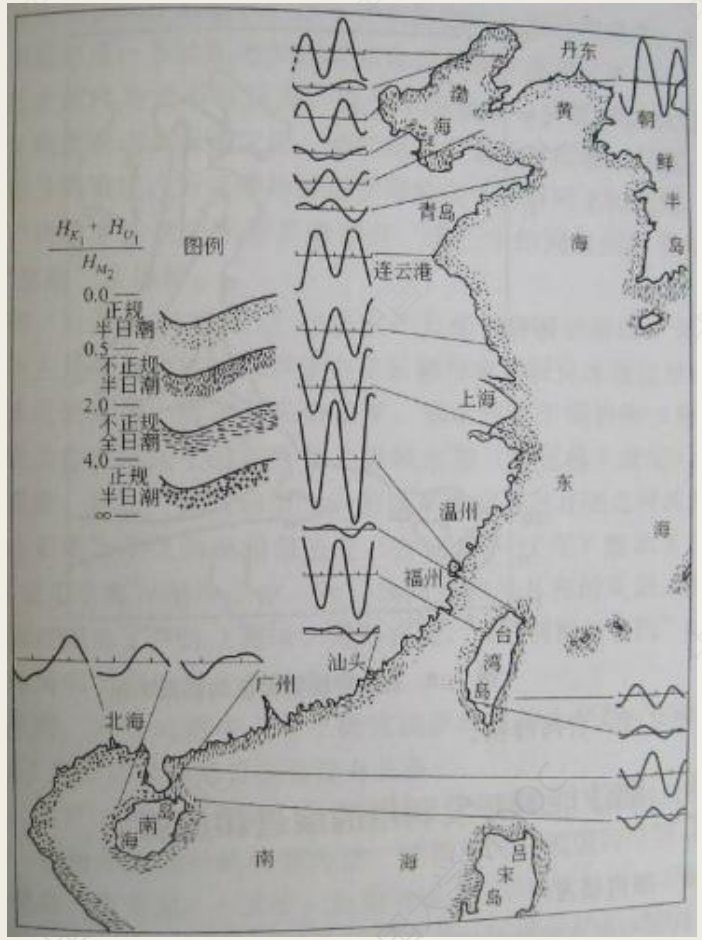




中国近海潮汐

①不同地点、不同时间的潮汐现象不同，地形对潮汐有影响；
②潮差几十厘米至10米(钱塘江口)；
③受地形与岸线影响，东海平均大潮潮差向西北方向最大，越靠近大陆，潮差显著增大；黄海和渤海的西侧潮差小，东侧潮差大。
④既有半日潮、全日潮，也有混合潮；
⑤中国近海潮汐潮汐主要由太平洋的潮波引起；



⬅ 中国沿海区平均大潮差分布图

中国沿海区潮汐性质分布图 ➡