



船体强度

Hull strength

主讲教师：刘新建

船体强度的基本概念

| 船体强度的定义： |

◆ 船体结构抵抗各种**外力**作用的能力。



船体强度的基本概念

船体强度的分类

- ◆ 总纵弯曲强度((亦称为纵向强度))
- ◆ 横向强度
- ◆ 局部强度
- ◆ 扭转强度

（一）总纵弯曲强度

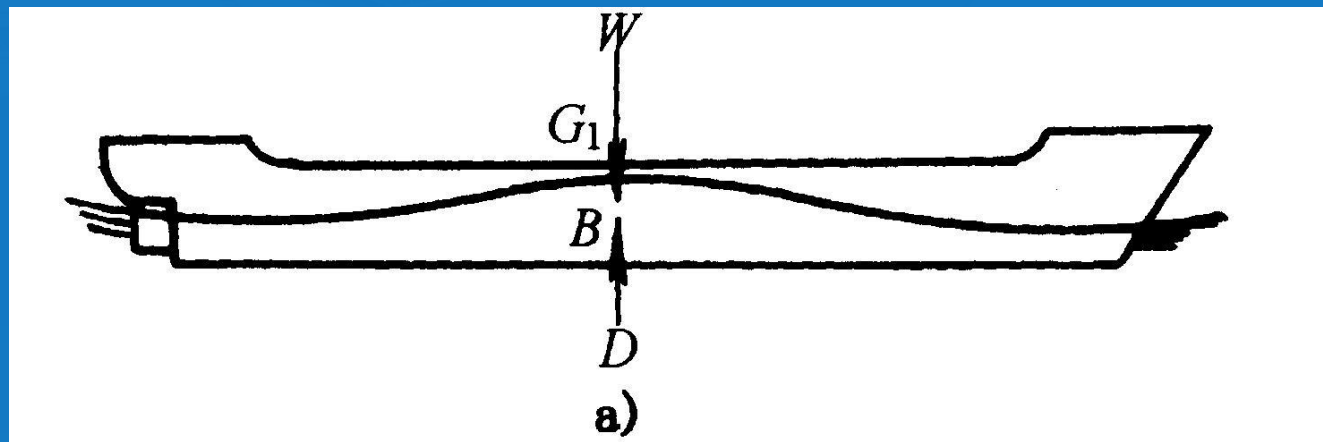
1. 船体发生总纵弯曲的原因

- ◆作用在船体上的外力：重力、浮力，船舶作各种运动时产生的惯性力，波浪冲击力，螺旋桨和机器等引起的振动力、碰撞力，搁浅和进坞时礁石与墩木的反作用力等。
- ◆对船体最构成危害的是由于**重力和浮力**引起的、沿着整个**船长方向**上发生的总纵弯曲变形和破坏。

(一) 总纵弯曲强度

1. 船体发生总纵弯曲的原因

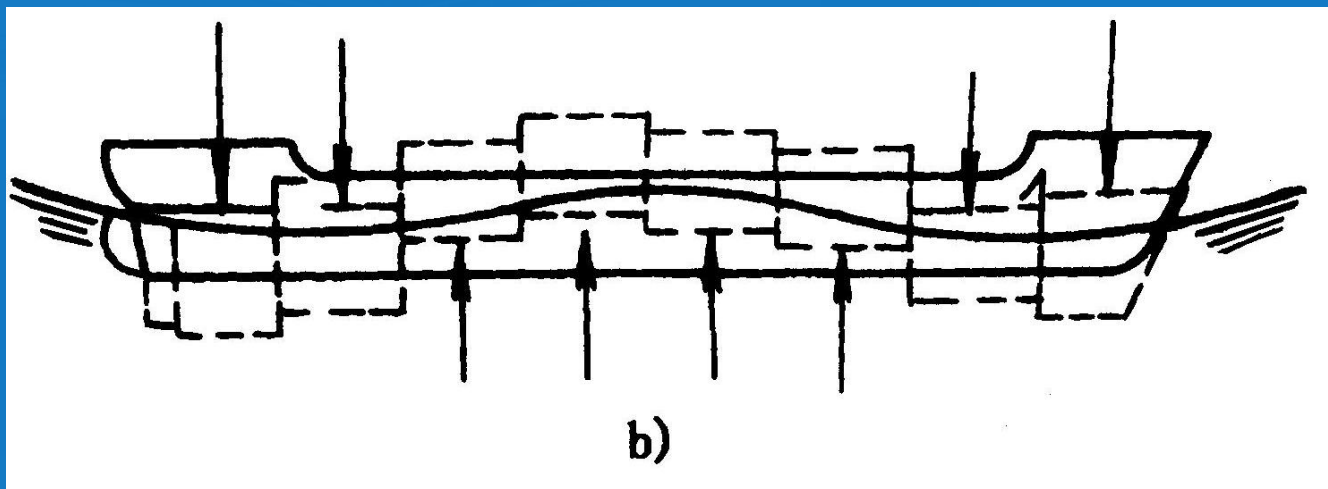
- ◆当船舶静浮于水上时，重力 W 和浮力 D ，大小相等方向相反作用于同一条直线上。



(一) 总纵弯曲强度

1. 船体发生总纵弯曲的原因

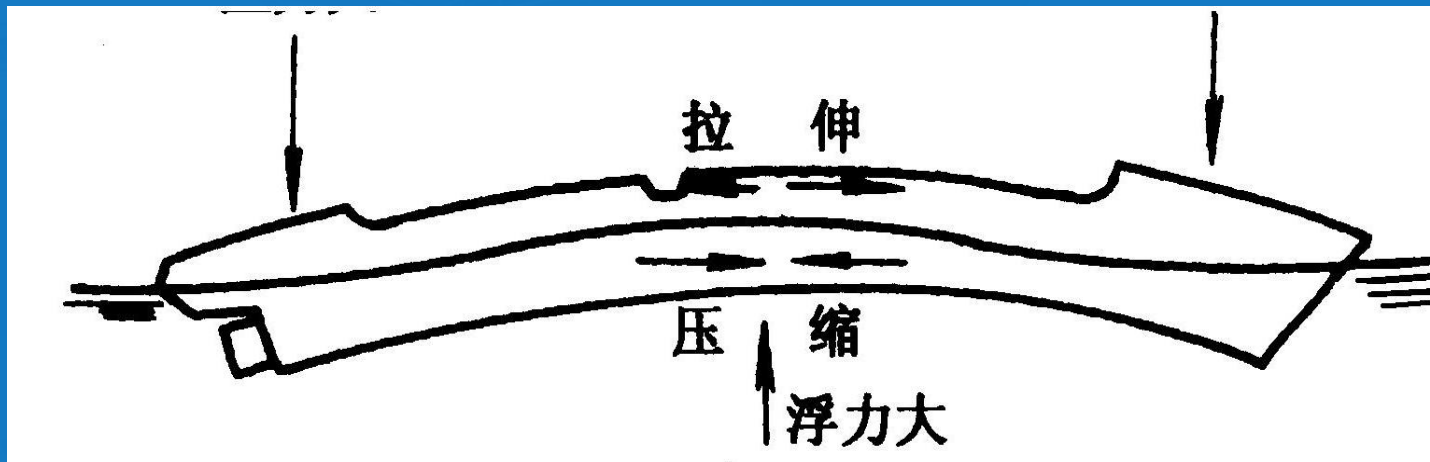
- ◆ 对于沿着船长方向上某一小区段来讲，作用于上面的重力和浮力并不一定相等。
- ◆ 船体是一个弹性的整体结构，只能沿船长方向发生纵向的弯曲变形。
- ◆ 结论：引起船体发生总纵弯曲的原因，主要是由于沿着船长方向每一点的重力和浮力分布不均匀造成的。



(一) 总纵弯曲强度

|2.船体总纵弯曲变形的形式和总纵弯曲应力的分布|

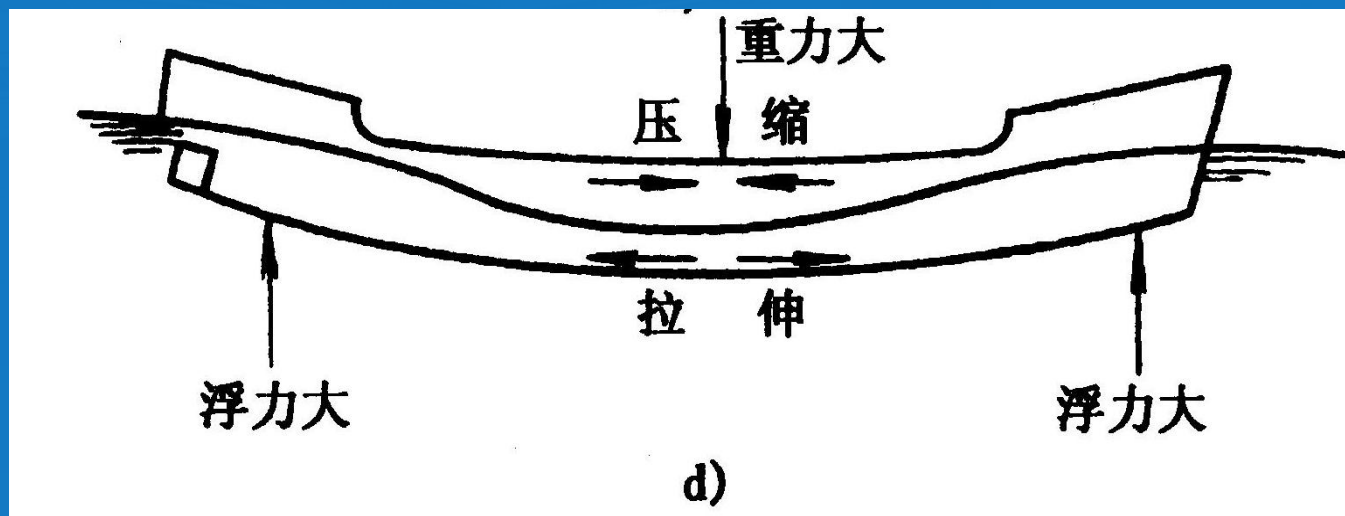
- ◆ 船体的中部浮力大而首尾端浮力小，重力在中部小而首尾两端大，船体将发生中部上拱，首尾两端向下垂的总纵弯曲变形，这种弯曲变形称为**中拱**。此时**甲板受拉伸、船底受压缩**。



(一) 总纵弯曲强度

| 2.船体总纵弯曲变形的形式和总纵弯曲应力的分布 |

- ◆ 船体的中部浮力小而首尾端的浮力大，重力在中部大而首尾两端小，此时船体将发生中部下垂而首尾两端上翘的总纵弯曲变形，这种船体的弯曲变形称为**中垂**。此时**甲板受压、船底受拉伸**。



（一）总纵弯曲强度

3.作用于船体上的总纵弯曲力矩与剪力

- ◆ 由于重力和浮力的不平衡，产生船舶在船长方向上的上下变形趋势和纵向弯曲变形趋势，构成了船体结构内部之间的相互作用，内力。
- ◆ 内力分两种，一种是由内部上下移动趋势构成的内力，称为剪力；一种是由弯曲变形趋势引起的内力，称为弯曲力矩。
- ◆ 船体结构抵抗总纵弯曲力矩和剪力作用的能力，称为船体**总纵弯曲强度**，简称为纵向强度。

（一）总纵弯曲强度

4.影响船体总纵弯曲力矩和剪力的因素

（1）浮力的大小和分布

- ◆浮力的大小和沿着船长方向的分布，是与船体水线下的几何形状和大小有关。
- ◆当船体的几何形状和大小一定时，是与船舶吃水、船在海上所遇到的波浪形状、大小以及船与波的相对位置有关的。
- ◆对营运船舶来讲，船体几何形状、大小和总布置是一定的，所以船舶重力的大小与沿着船长方向的分布，主要决定于船舶的装载状态，即决定于货物、旅客、燃油、淡水等载重的大小和布置。

（一）总纵弯曲强度

4.影响船体总纵弯曲力矩和剪力的因素

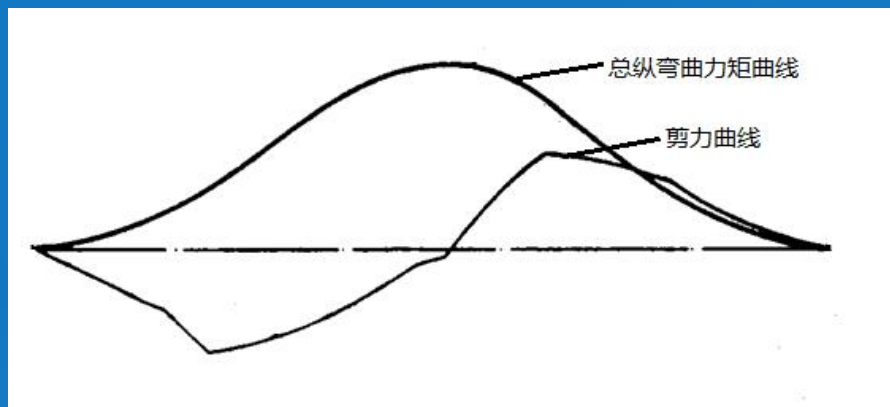
（2）重力的大小和分布

- ◆在载重分布合理的情况下，船舶满载出港、满载到港、压载出港和压载到港的装载状态，船舶重力的分布对船体总纵弯曲力矩和剪力是最不利的。
- ◆若船舶在上述的装载状态下遇到了标准波，则作用在船体上的弯曲力矩和剪力有可能达到最大值。

(一) 总纵弯曲强度

5.总纵弯曲力矩和剪力沿着船长方向的分布特点

- (1) 船的首尾两端的弯曲力矩和剪力总是等于零。
- (2) 总纵弯曲力矩值，从首尾两端向船中逐渐增大，最大弯曲力矩一般位于船中 $0.4L$ 范围内。
- (3) 最大的剪力位于距船首尾两端 $1/4 L$ 附近。
- (4) 最大弯曲力矩处，其剪力值等于零。
- (5) 对于营运船舶来讲，每一条船舶有一个可以确定的最大弯曲力矩值和剪力值。



(一) 总纵弯曲强度

6. 船体挠度极限

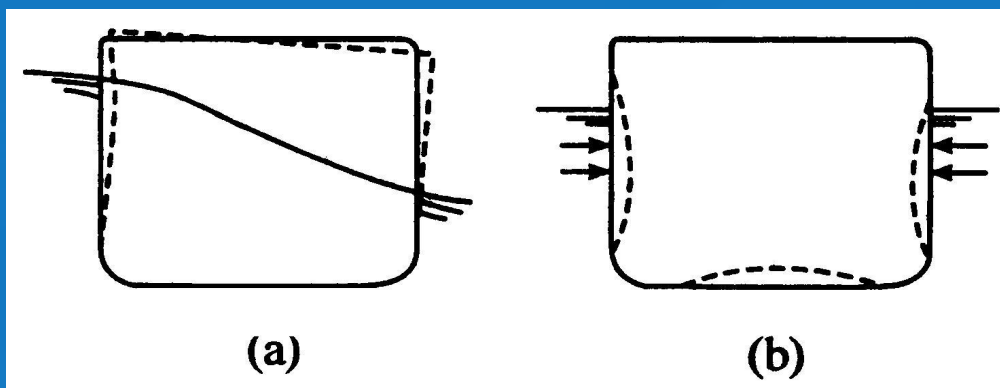
◆ 由于船体中拱或中垂而引起的挠度，一般不得大于 $L/1\ 000\text{ mm}$ 。

◆ 船体发生过大的中拱和中垂弯曲变形时，对船舶产生不利的影响：

- (1) 过大的中垂状态，使船中吃水大于首尾吃水，根据载重线标志判断载重量，则减小船舶装载量。
- (2) 上层建筑和甲板室连接处作用力增加。
- (3) 使轴系和管系等发生弯曲变形。
- (4) 大开口舱口变形会影响与舱盖的配合。

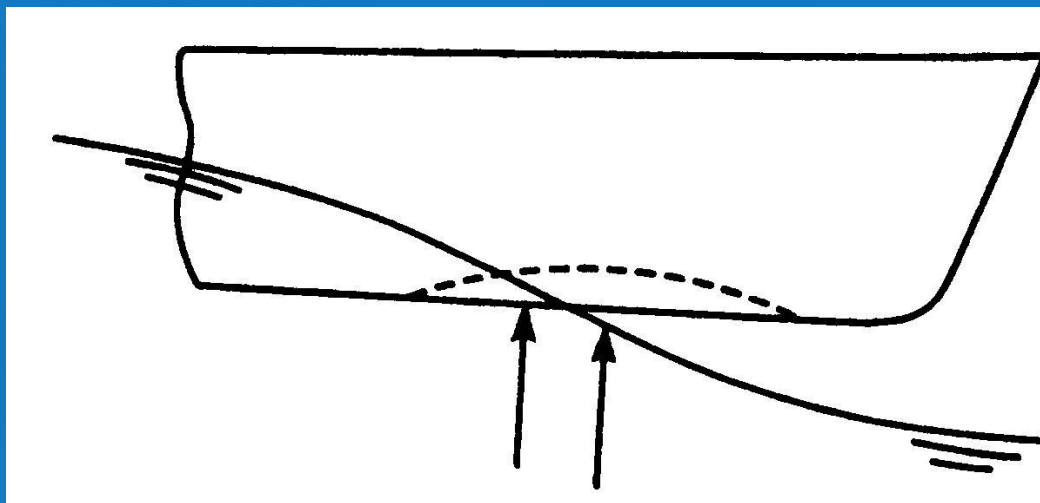
(二) 横向强度

- ◆ 定义：指船体结构抵抗横向作用力的能力。
- ◆ 承担船体横向强度的主要构件和结构有：横梁、肋骨、肋板及由它们所组成的肋骨框架和横舱壁等。
- ◆ 一般海船的船体横向强度是足够的，不需要像总纵弯曲强度那样进行详细计算。



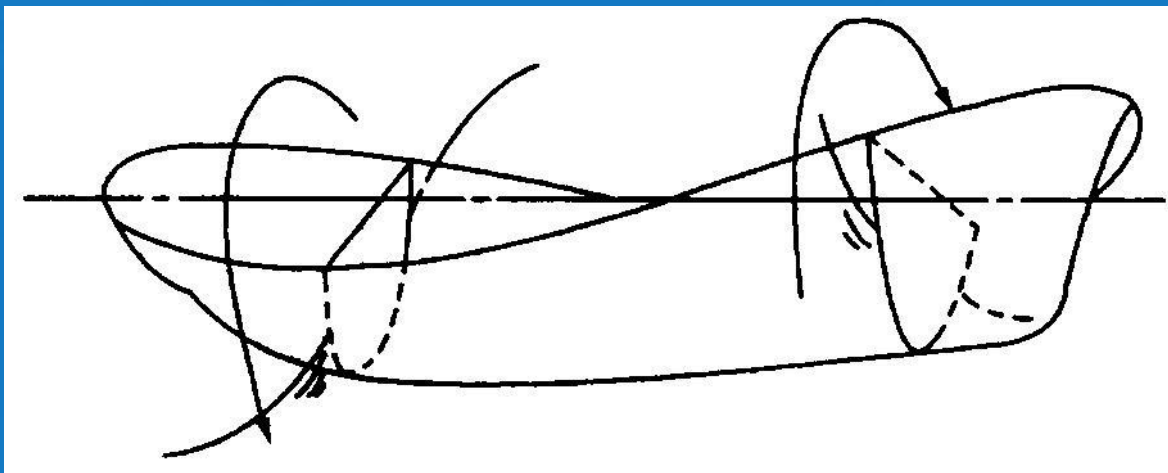
(三) 局部强度

- ◆ 定义：船体结构抵抗局部外力作用的能力。
- ◆ 对于较大的局部作用力，一般不去进行计算的，主要是根据经验采取局部加强的办法。



（四）扭转强度

- ◆定义：是指整个船体抵抗扭转变形和破坏的能力。
- ◆一般船舶由于舱口较小，均有足够的抗扭强度，都不进行扭转强度计算。
对于集装箱船，因甲板上货舱口较大，一般采用双层船壳提高扭转强度。



作业：

1.自主完成题库习题





谢谢观看

Thanks for watching