



船舶稳性

Ship stability



主讲教师：刘新建

稳性分类

◆ **船舶稳性**：船舶受外力作用离开平衡位置而倾斜，当外力消除之后能够自行地回复到原平衡位置的性能。

◆ **按船舶倾斜方向的不同**

(1) **横稳性**：船舶在横倾状态下所具有的稳性。

(2) **纵稳性**：船舶在纵倾状态下所具有的稳性。

◆ **按船舶倾斜角度的大小**

(1) **初稳性**：船舶小角度倾斜（倾斜角度不超过 $10 \sim 15^\circ$ ）时所具有的稳性；通常指初横稳性。

(2) **大倾角稳性**：船舶大角度倾斜（倾斜角度超过 $10 \sim 15^\circ$ ）时所具有的稳性。

稳性分类

◆按倾斜时**有无角加速度和惯性量**

- (1) **静稳性**：船舶受静力作用发生倾斜后所具有的稳性。船舶在倾斜过程中不计及角加速度和惯性矩。
- (2) **动稳性**：船舶受动力的作用发生倾斜后所具有的稳性。在船舶倾斜过程中计及角加速度和惯性矩。

◆按**船舶破损与否**

- (1) **完整稳性**：船舶完整无破损浸水时的船舶稳性。
- (2) **破舱稳性**：船舱破损浸水后的船舶稳性。

◆船舶稳性主要研究**横稳性、完整稳性**。

船舶初稳性

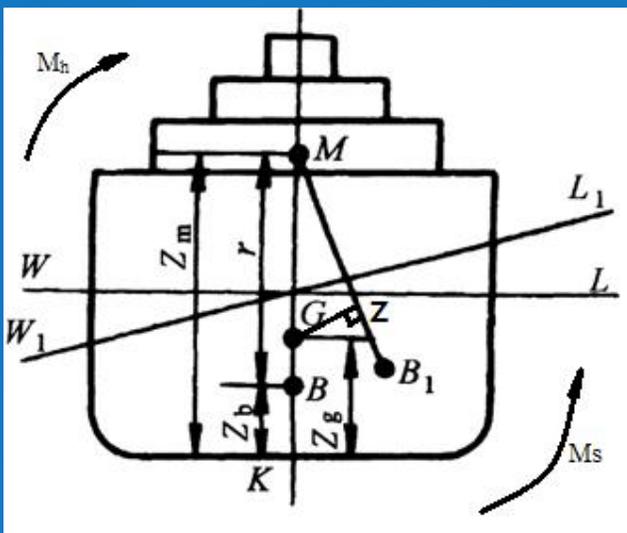
◆当船舶受一横向的风、浪或拖牵力等作用时，船舶会发生横倾，这种使船舶产生横向倾斜的外力，统称为横倾力矩，并以符号“ M_h ”表示。

◆研究船舶在一横倾力矩 M_h 作用下，从正浮位置倾斜一个小角度 θ （ $<10^\circ\sim 15^\circ$ ）时的船舶稳性，即初稳性问题。

船舶初稳性

(1) 稳心M

- ◆在等体积微倾的情况下，倾斜前后两水线面的交线（倾斜轴）是过倾斜前水线面的漂心F点。
- ◆在船舶的倾斜过程中，浮心B移动的轨迹 BB_1 ，称为浮心曲线。
- ◆浮心曲线的曲率中心，称为船舶的稳心，并以符号“M”表示。
- ◆船舶微倾 θ ($< 10^\circ \sim 15^\circ$) 时，浮心曲线可近似看作一段圆弧线，稳心M可认为是一个固定点，并位于船舶中线上。稳心M点距基线的高度以坐标“ Z_M ”表示。



船舶初稳性

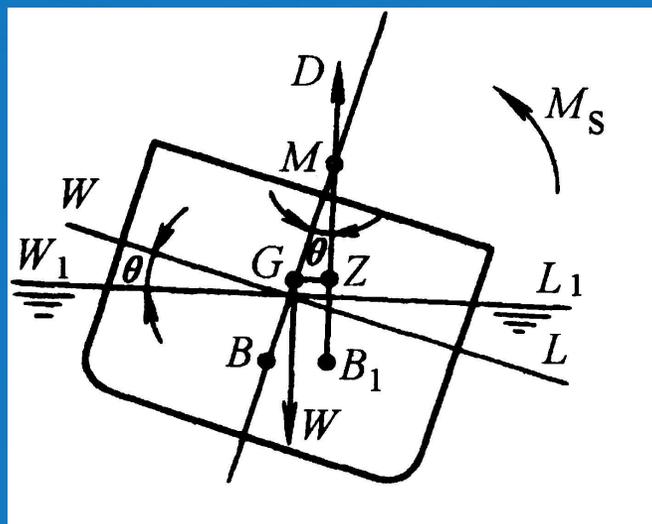
|(3) 初稳性高度GM |

- ◆ 稳心 M 在船舶重心 G 之上的高度，称为船舶**初稳性高度**，并以符号 **“GM”** 表示。
- ◆ 当稳心 M 在重心 G 之上，规定 $GM > 0$ ，初稳性高度为正值。
- ◆ 当稳心 M 在重心 G 之下， $GM < 0$ ，初稳性高度为负值。
- ◆ 当稳心 M 与重心 G 重合， $GM = 0$ ，初稳性高度为零。

船舶初稳性

|(5) 判断船舶是否具有稳性 |

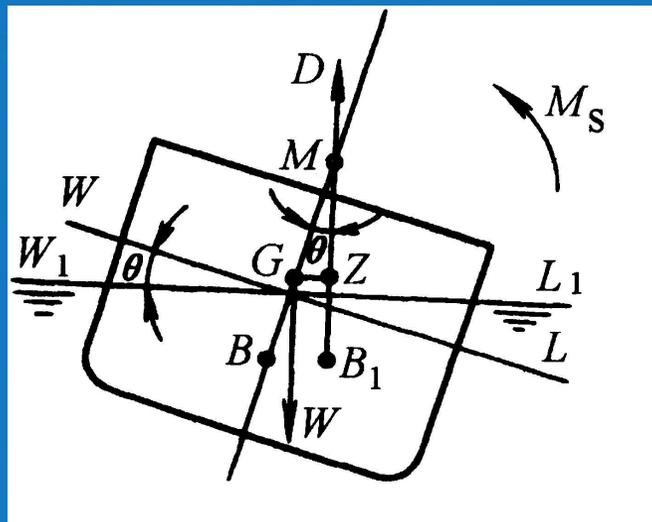
- ◆ 利用初稳性高度 GM 值可判断船舶是否具有稳性。
- ◆ 若船舶重心 G 在稳心 M 之下时, $GM > 0$, 船舶是处于**稳定平衡状态**, 船舶**具有稳性**。



船舶初稳性

|(5) 判断船舶是否具有稳性 |

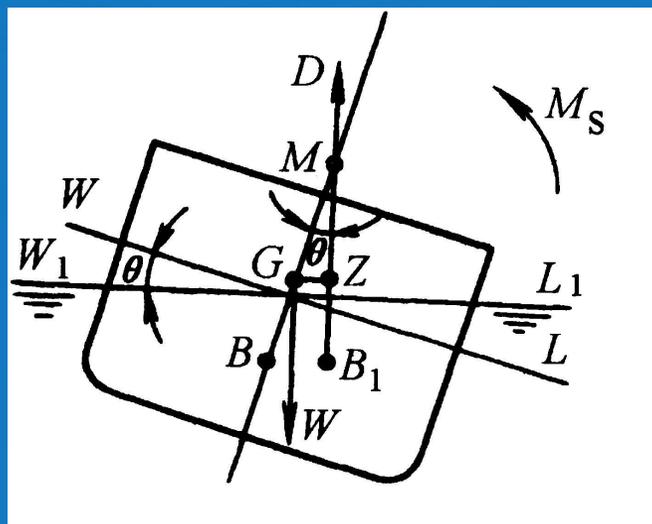
- ◆若船舶重心 G 在稳心 M 之上时， $GM < 0$ ，船舶是处于**不稳定平衡**状态，船舶**不具有稳性**。



船舶初稳性

|(5) 判断船舶是否具有稳性 |

- ◆ 若船舶重心 G 与稳心 M 重合时, $GM=0$, 船舶是处于**随遇平衡** (或称中性平衡) 状态, 船舶也**不具有稳性**。



船舶初稳性

|(5) 判断船舶是否具有稳性 |

- ◆ 船舶是否具有稳性，与船舶所处的初始平衡状态的重心 G 与稳心 M 的相对位置有关。
- ◆ 船舶稳心 M 距基线的高度 Z_M 是与船舶的吃水有关，吃水一定，稳心距基线高度就是一定的。
- ◆ 船舶重心 G 距基线的高度 Z_g 与船舶装载状态有关，即与船舶装载货物的重心位置有关。在同一个航次中，由于航行中燃料、淡水等消耗，**在出港、航行中途和到港，船舶的重心高度都不会完全相同，因此初稳性高度 GM 也不会完全相同，而船舶的稳性也不会相同。**

船舶稳性的基本衡准

静态横倾力矩

- ◆作用在船上的横倾力矩，按其性质划分，可分为静态横倾力矩和动态横倾力矩。
- ◆船舶在横倾力矩的作用下，假定在倾斜的过程中不会产生角加速度（这是一种假想的过程）时，则该种横倾力矩称为静态横倾力矩。
- ◆静态横倾力矩就是船舶处于静平衡时作用在船上的横倾力矩。
- ◆船舶在静态横倾力矩作用下的稳性属于静稳性问题。

船舶稳性的基本衡准

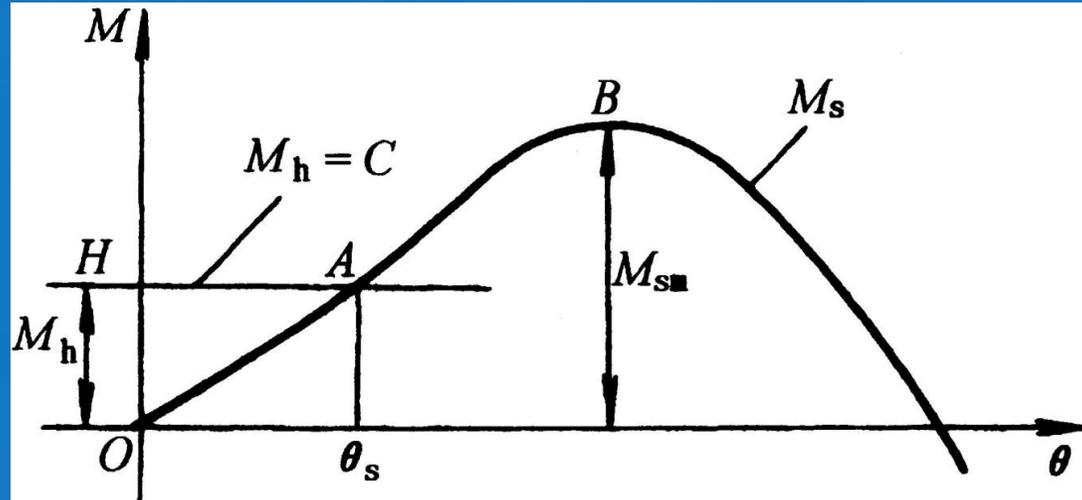
动态横倾力矩

- ◆ 当作用在船上的横倾力矩，使船舶的倾斜过程产生角加速度，该种横倾力矩称为动态横倾力矩。
- ◆ 船舶在动态横倾力矩作用下的稳性属于动稳性问题。

船舶稳性的基本衡准

静平衡

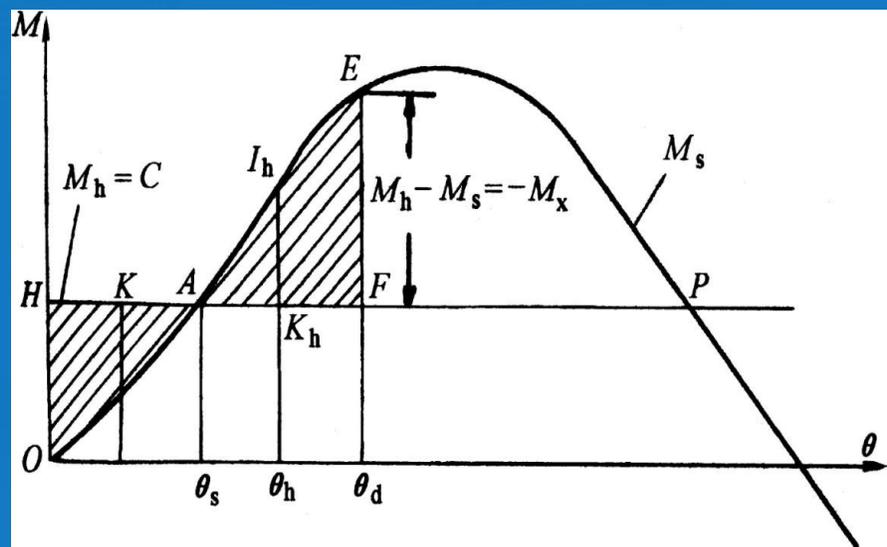
- ◆ 静态横倾力矩作用，当 $M_s = M_h$ 时，船不会继续倾斜而平衡在 $M_s = M_h$ 所对应的角度上。静平衡是力矩的平衡。
- ◆ 船舶最大静稳性力矩 M_{sm} 的大小是衡量船舶静稳性的重要标志，它是表示船舶抵抗静态横倾力矩作用的能力。



船舶稳性的基本衡准

动平衡

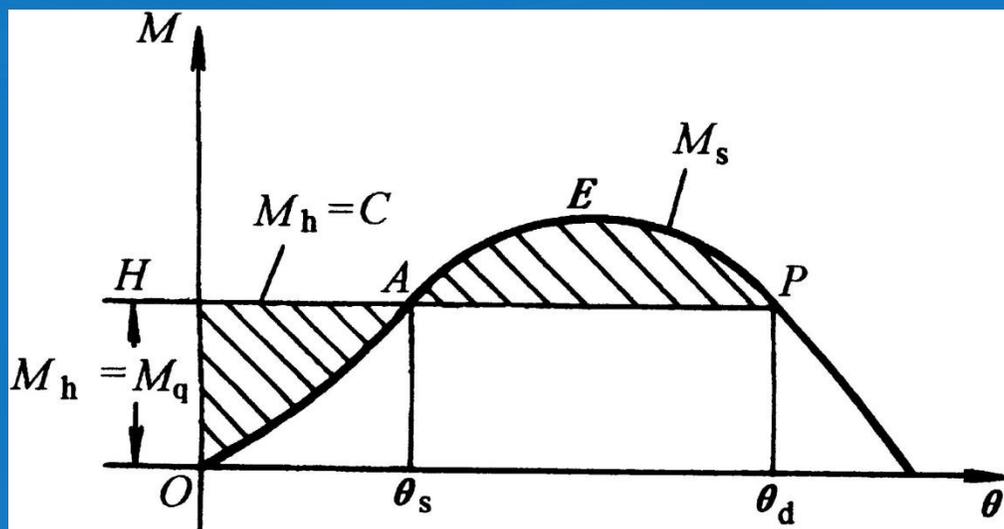
- ◆ 当船舶受一个动态横倾力矩 M_h 作用时，船舶会带有一定的角加速度倾斜。
- ◆ 船舶的**动平衡是功的平衡**。船舶在动态横倾力矩作用下的平衡称为动平衡。



船舶稳性的基本衡准

最小倾覆力矩 M_q

- ◆ 使船舶倾覆的最小动态横倾力矩，称为最小倾覆力矩，通常以符号“ M_q ”表示。
- ◆ 我国的“海船稳性规范”中规定的稳性基本衡准为，船舶在各种装载情况下的稳性应符合下列不等式： $K=M_q/M_f \geq 1$ 式中： K —稳性衡准数。



船舶稳性的基本衡准

稳性基本衡准

- ◆ 当船体的几何形状一定时，衡量一条船的稳性是否够的标准是，稳性衡准数 $K \geq 1$ 。
- ◆ 影响稳性衡准数 K 大小的 M_q 和 M_f 是与船舶的装载状态（吃水 d 和重心高度 Z_g ）及船舶的航区有关。



谢谢观看

Thanks for watching