

第六章 船舶总布置设计

6.7 浮态的计算与调整

华中科技大学 船舶与海洋工程学院

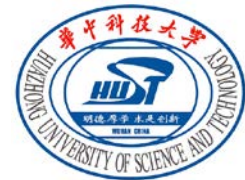


6.7 浮态的计算与调整

船舶在**各种装载情况下的浮态**对船舶的**快速性与安全性**有较大影响。因此，一般需要在完成了总体布局区划后，通过**浮态调整工作**来保证船舶在各种载况下均有适宜的浮态。

船舶的横倾可以通过维持全船重量重心**位于中纵剖面上**较为方便的避免。因此，船舶浮态主要考虑的是纵倾。**浮态调整又称纵倾调整**。船舶纵倾是以首、尾吃水来表示的，首、尾垂线处的吃水差称为船的纵倾值。

第六章 船舶总布置设计



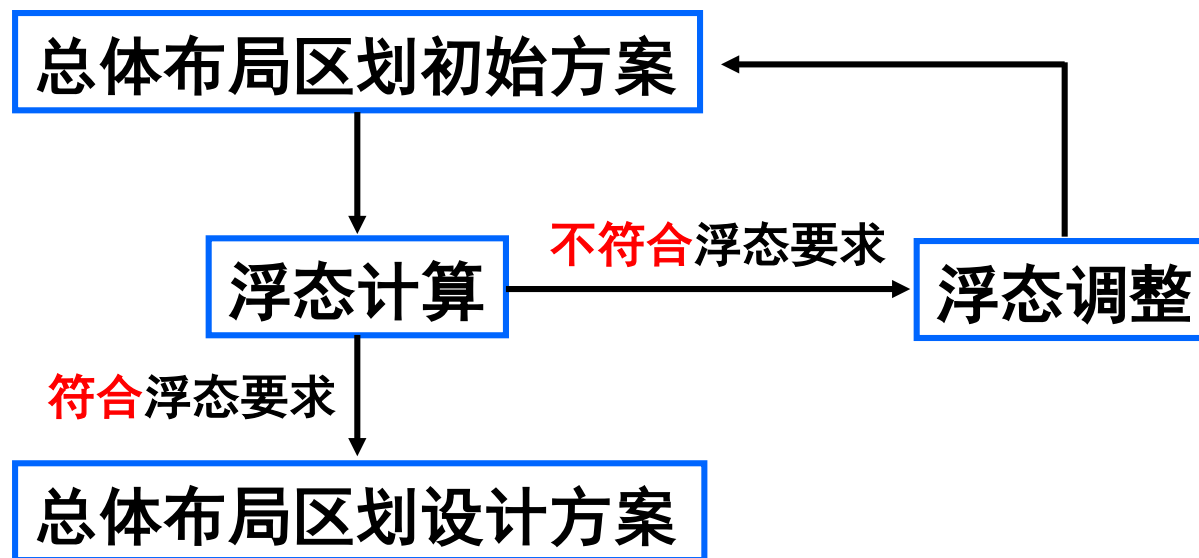
船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整

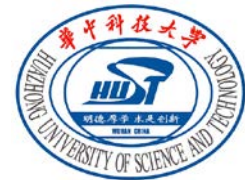
纵倾调整工作**首先**要计算出船在**各种装载情况下的浮态**，**然后**根据计算结果分析各载况的**浮态是否符合要求**，如不满意，则需调整总布置**进行浮态调整**，直至满意为止。

当然，为调整浮态而修改总布置时必须注意对其他各方面因素的影响。也就是说，这种调整是在可能的范围内进行的。

必要时也可以通过**修改型线**，即改变浮心纵向位置的方法来**满足浮态的要求**。



第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整

本节课的主要内容有三个

- 一是，船舶浮态要求
- 二是，船舶浮态计算
- 三是，船舶浮态调整

6.7 浮态的计算与调整

一、船舶浮态要求

船舶**装载**情况变化，船的**浮态**也随之发生变化。

- 例如，当船舶产生**较大首倾**，则阻力增加、首甲板上浪，同时尾吃水减少，螺旋桨推进效率降低并可能发生空泡现象，严重时可导致“飞车”；
- 例如，当船舶产生**较大尾倾**，则首部船底可能出水并产生**抨击**，在限制航道中行驶可能发生搁浅或触礁。

因此，营运船舶在各种装载情况下应有适宜的浮态。

第六章 船舶总布置设计

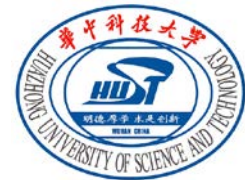
6.7 浮态的计算与调整

一、船舶浮态要求

对于一般运输货船，设计中最主要考虑的典型装载情况是：**满载出港、满载到港、压载出港和压载到港**四种载况。不同载况下的浮态要求不尽相同。

- 例如，对于尾机型的船舶，**满载出港**时如正好**平浮**，则**到港**时尾部重量减少，船会产生**首倾**。为克服首倾，通常将**满载出港**的浮态调整为**适当尾倾**，使船到港时接近平浮。
- 例如，**压载**状态船的**平均吃水较小**，为保证螺旋桨浸没于水中，必须有一定的尾倾，但也要保证船首有一定的吃水。一般希望首吃水大于等于2.5%到3.0%的船长。

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整

二、船舶浮态计算

浮态计算是在**型线设计**和**总布置设计**的基础上进行的，主要的计算依据是：型线图，静水力曲线、邦戎曲线图，总布置图等。

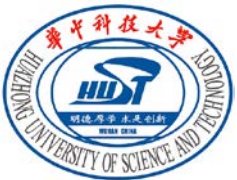
通常，浮态计算的同时将**一并核算**不同载况下的**初稳性**，因此在计算船舶重量的各个分量时，不但要求取其**重心的纵向位置**，同时也要计算出其**重心的高度值**。

6.7 浮态的计算与调整

二、船舶浮态计算

进行**某一装载情况**下**浮态计算**的一般分两步进行。

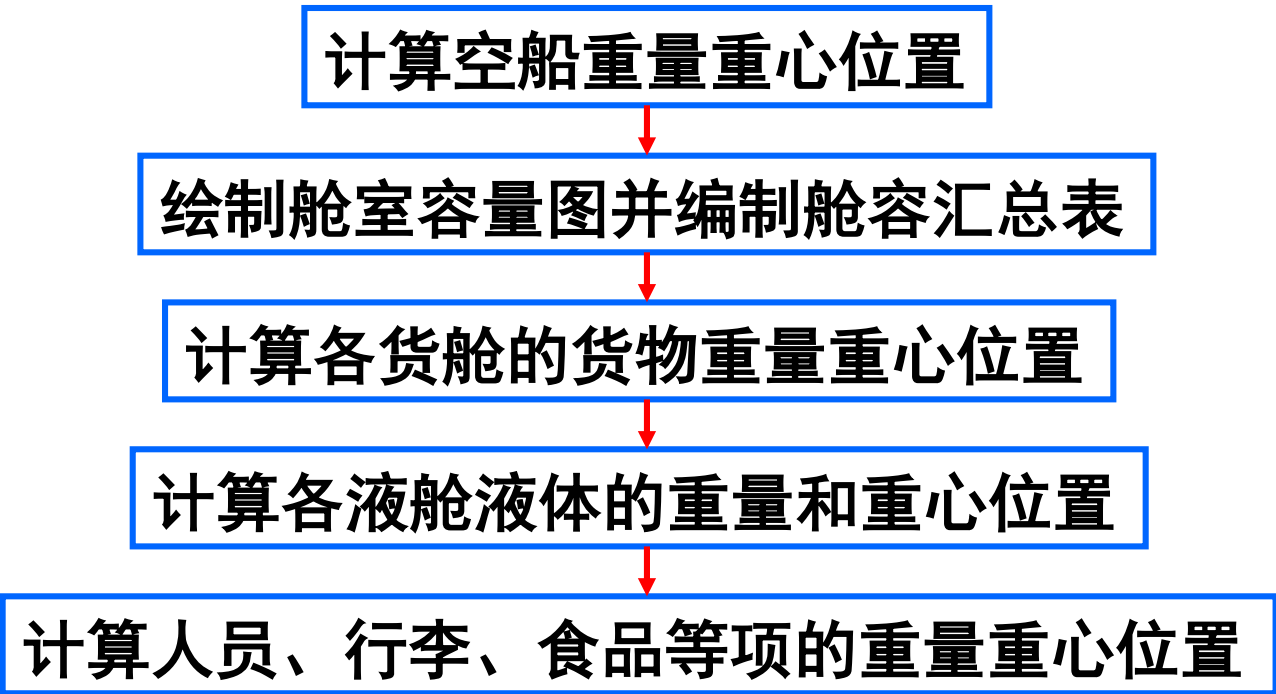
- 第一步，计算装载情况的**重量及重心**。
- 第二步，计算**载况浮态**。



6.7 浮态的计算与调整

二、船舶浮态计算

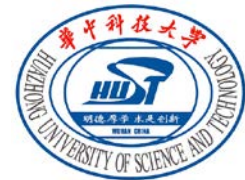
1. 计算装载情况的重量及重心



装载情况重量及重心计算表

重量项目	重量	重心高度	垂向矩	舢前		舢后	
				重心距舢	纵向矩	重心距舢	纵向矩
空船							
货物							
液体							
人员行李							
食品							
总计							

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整

二、船舶浮态计算

2. 计算载况浮态

根据计算得到的全船在某一装载情况下的**总重量和重心位置**后，即可进行该载况的浮态及初稳性计算。

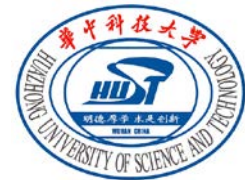
计算列表进行。表中各静水力参数取自静水力曲线计算结果，计算原理可参考《船舶静力学》的有关资料。

根据计算结果中的**首吃水和尾吃水值**，即可得到该载况下的**船舶浮态**。如不符合要求，则应进行**调整**，使之达到适宜的浮态。

装载情况浮态及初稳性计算表

序号	项 目	单 位	符号及公式	数 值
1	排水体积	m ³	∇	
2	排水量	t	Δ	
3	平均吃水	m	d	
4	重心距船中	m	x_g	
5	浮心距船中	m	x_b	
6	每厘米纵倾力矩	t · m	MTC	
7	纵倾值	m	$t = \frac{\Delta(x_g - x_b)}{100\text{MTC}}$	
8	漂心距船中	m	x_f	
9	首吃水变化	m	$\delta d_F = \left(\frac{L}{2} - x_f\right) \frac{t}{L}$	
10	尾吃水变化	m	$\delta d_A = -\left(\frac{L}{2} + x_f\right) \frac{t}{L}$	
11	首吃水	m	$d_F = d + \delta d_F$	
12	尾吃水	m	$d_A = d + \delta d_A$	
13	重心距基线	m	Z_G	
14	横稳心距基线	m	Z_M	
15	初稳性高	m	$GM_0 = Z_M - Z_G$	
16	自由液面修正值	m	$\delta GM = \frac{1}{\Delta} \sum w_i i_x$	
17	修正后的初稳性高	m	$GM = GM_0 - \delta GM$	
18	横摇周期	s	T_ϕ	

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整

三、船舶浮态调整

一般情况下，浮态调整以**满载出港状态**作为基本情况，并**兼顾到港情况**。
压载状态通过调整压载水的**数量**和**位置**来保证浮态的要求。

6.7 浮态的计算与调整

三、船舶浮态调整

1. 满载状态下的浮态调整 (1/4)

首先，考虑改变**燃油舱、淡水舱的布局**。油水舱沿船舶纵向位置的移动可调整船的纵倾。

$$\delta x_g = \frac{M_x}{\Delta} = \frac{\sum M_{xi}}{\Delta} = \frac{\sum W_i \cdot x_i}{\Delta}$$

式中， δx_g 为重心移动距离； M_x 为移动油水舱所产生的总移动力矩；

Δ 为排水量； M_{xi} 为移动油水舱 i 所产生的移动力矩

W_i 为油水舱 i 的重量； x_i 为油水舱 i 在纵向上移动的距离；

6.7 浮态的计算与调整

三、船舶浮态调整

1. 满载状态下的浮态调整 (2/4)

到港时由于**油水已消耗掉**，因此必须注意对**到港浮态**的影响，特别是对于主机功率大、航程远的船，由于油水储存量大，因此要注意出港和到港浮态变化太大的情况。有相应的应对措施。

- 例如，**将油水舱分别布置在首尾**，常见的是将燃油舱布置在尾机舱的前部，淡水舱布置在首部。当然淡水舱布置在首部增加了管系的长度。
- 例如，**用压载水来调整浮态**，因油水消耗后船的载重量有调整的余地。这也是实践中常用的方法。

6.7 浮态的计算与调整

三、船舶浮态调整

1. 满载状态下的浮态调整 (3/4)

其次，考虑调整**机舱位置**。调整机舱位置和长度对改变浮态是十分显著的。原因如下：

- 机舱重量较大，改变其位置对空船重心影响大。
- 调整机舱位置也必然改变了货舱的位置，货物重心也改变了。

需要注意，**尾机型船**调整机舱位置会影响货舱容积。当机舱长度和尾尖舱长度**已缩短到最短**，而**货舱容积又偏紧**的情况，调整机舱位置就**几乎没有可能性**。除此以外的情况可考虑用改变机舱位置来调整浮态。

对于**中尾机型**或**中机型**船，用改变机舱位置来调整浮态是**最高效和方便**的。

6.7 浮态的计算与调整

三、船舶浮态调整

1. 满载状态下的浮态调整（4/4）

最后，考虑配置浮心纵向位置。

为了**不影响总布置**的合理性，另一种有效的调整措施是**改变浮心纵向位置**。由于浮心纵向位置在最佳浮心纵向位置附近适量移动时对快速性的影响很小，所以**牺牲是不大的**。

因此，当改变总布置**难以合理地**解决浮态问题时，最直接有效的方法是修改浮心纵向位置，使之满足浮态要求，这也是实践中常用的方法。

需要指出的是，上述方法对各种类型的运输船、各种装载情况都适用，是普遍的方法。

6.7 浮态的计算与调整

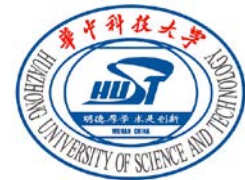
三、船舶浮态调整

2. 压载状态下的浮态调整

当**压载舱容积足够多**，可通过改变改变压载水舱位置和数量的方法来调整压载状态的浮态。此时，一般有相关注意事项。

- 例如，对于**压载量较大**的大船（如散货船），应特别注意调整压载舱分布对**静水弯矩**的影响。因为这类船最大的静水弯矩往往出现在压载状态。
- 例如，调整压载水分布时，一般**不允许压载舱使用部分压载**，因压载舱不灌满会产生自由液面，对稳性不利。必要时可将大的压载舱划分成小舱，不利影响是增加了压载管系和结构重量。

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整

三、船舶浮态调整

船舶在实际营运中载况是**多种多样的**，在调整好**满载**和**压载**状态的浮态后，其他装载情况的浮态一般不会有**问题**，例如**半载情况**很容易用不同的配载来调整浮态。

需要注意的是，除非航道水深对船的最大吃水有严格的限制，船在航行时**有适当的纵倾**并非坏事。

研究表明，在一定的排水量和航速下，快速性最佳的浮态不一定是平浮，而是某一纵倾。

因此有人建议，新船设计时，可通过扩充试验寻找一定排水量和航速情况下的**最佳纵倾条件**，以便通过改变装载条件来提高船舶营运的经济性。

6.7 浮态的计算与调整

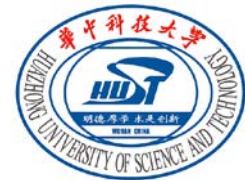
三、船舶浮态调整

对于**载重量占排水量百分比小**的船舶，纵倾调整也容易得多。

- 例如，客船的重心通常与机舱位置同向纵移，故**合理确定机舱位置**可控制船舶纵倾。

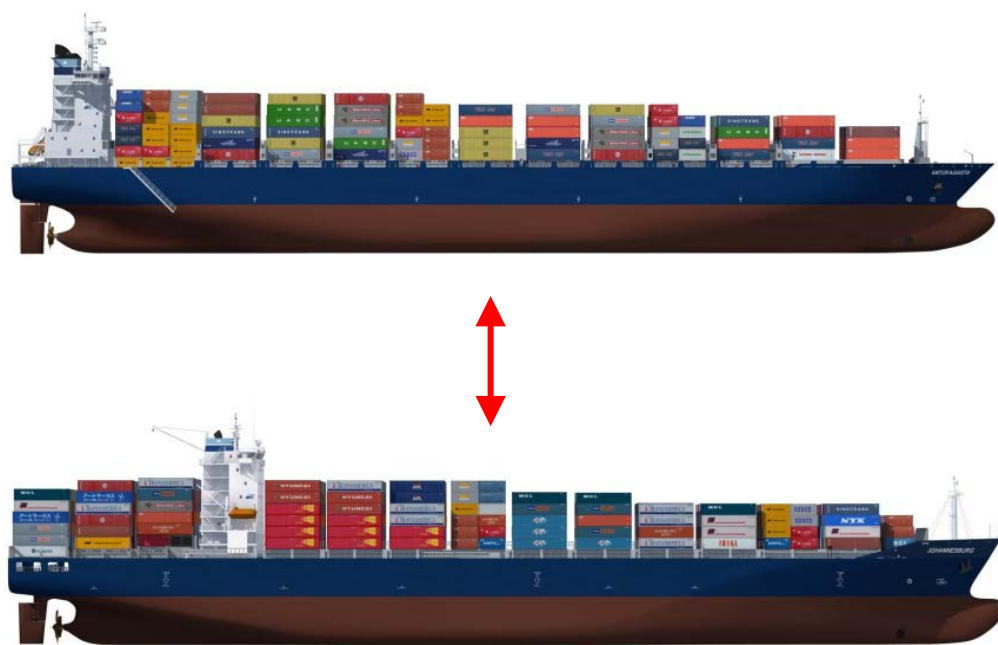
对于采用固体压载的船舶，变换布置在船底的固体压载的纵向位置可以灵活方便地调整船舶的纵倾。

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.7 浮态的计算与调整



船舶在**各种装载情况**下的**浮态**对船舶的**快速性**与**安全性**有较大影响。在总布置设计时，需要在完成了总体布局区划后，通过**浮态的计算和调整**来保证船舶在各种载况下的适宜浮态。

对于民用运输船舶，**满载状态**下的浮态应基本**平浮**或**适当尾倾**，一般不允许首倾。**压载状态**下的浮态，应**保证螺旋桨浸没于水中**，但也要保证船首有一定的吃水。

满载状态下的船舶浮态调整主要是通过改变**燃油舱、淡水舱**的布局，调整**机舱位置**，配置**浮心纵向位置**等来实现的。

压载状态下的船舶浮态调整主要依靠改变**压载水舱的位置和数量**。