

第二章 船舶重量重心

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

华中科技大学 船舶与海洋工程学院



2.7 排水量初步估算与排水量裕度

排水量是船舶技术性能的重要参数之一，是船舶设计中各项性能计算的重要依据。

在船舶设计的**初始阶段**，设计者通常面临的第一个问题就是，如何通过考虑排水量来初步选取船舶的主尺度。

本节课学习的主要内容有

- 什么是**载重量系数**
- **载重量系数**的估算方法/**排水量**的初步估算
- 为什么要考虑**排水量裕度**

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

一、载重量系数

载重量系数表示船舶**载重量**占船舶**排水量**的比例

$$\eta_{DW} = \frac{DW}{\Delta}$$

式中， η_{DW} 为载重量系数
DW 为载重量
 Δ 为排水量

对于运输货船，**载重量系数**的大小是反映该船**设计建造质量**的一个重要指标。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

一、载重量系数

需要特别指出的是，**载重量系数**主要适用于**载重型船舶**。

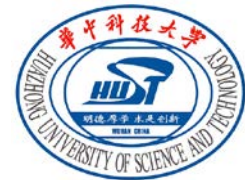
对于**布置地位型船舶**，如集装箱船、滚装船、车客渡船等，其装载能力不能仅以**载重量**来衡量。

通常，**布置地位型船舶**所载的单元货物的平均重量指标相差较大。

因此，用载重量作为参数来估计载重量系数，并不能全面地反映此类船舶的装载能力。



第二章 船舶重量重心

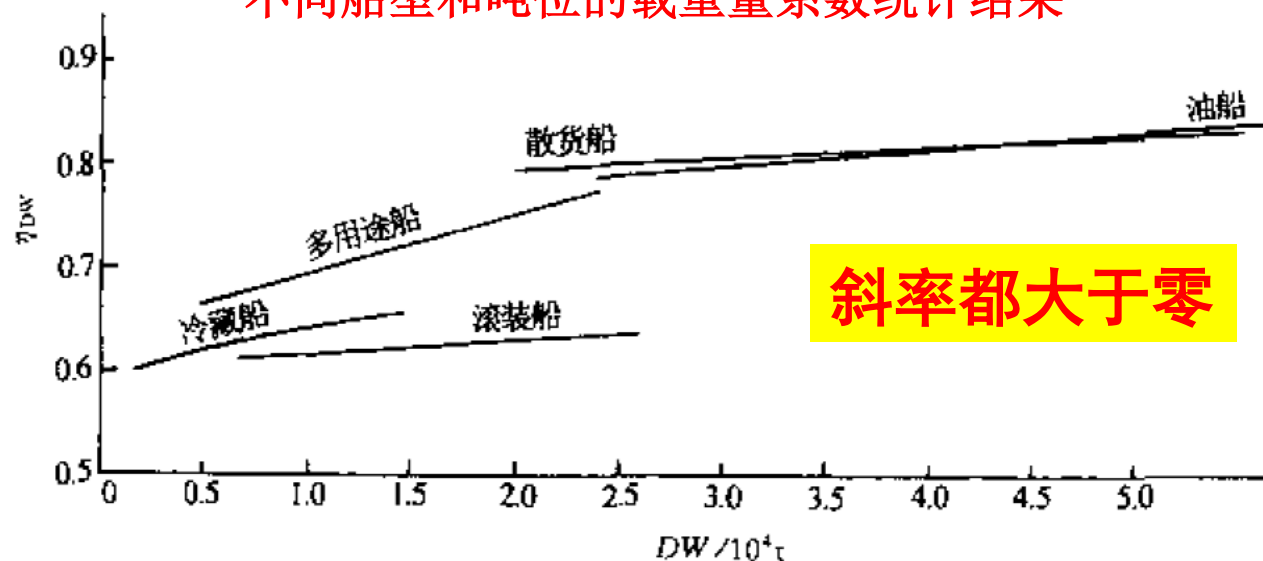


船舶与海洋工程学院

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

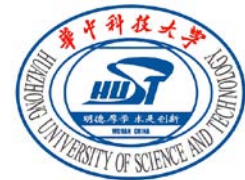
一、载重量系数

不同船型和吨位的载重量系数统计结果



对于同类型的运输船舶而言，随着载重量的增大，载重量系数也随之增加。
大船具有较大的载重量系数，这是因为大船的空船重量占排水量的比例比小船相对要小。

第二章 船舶重量重心

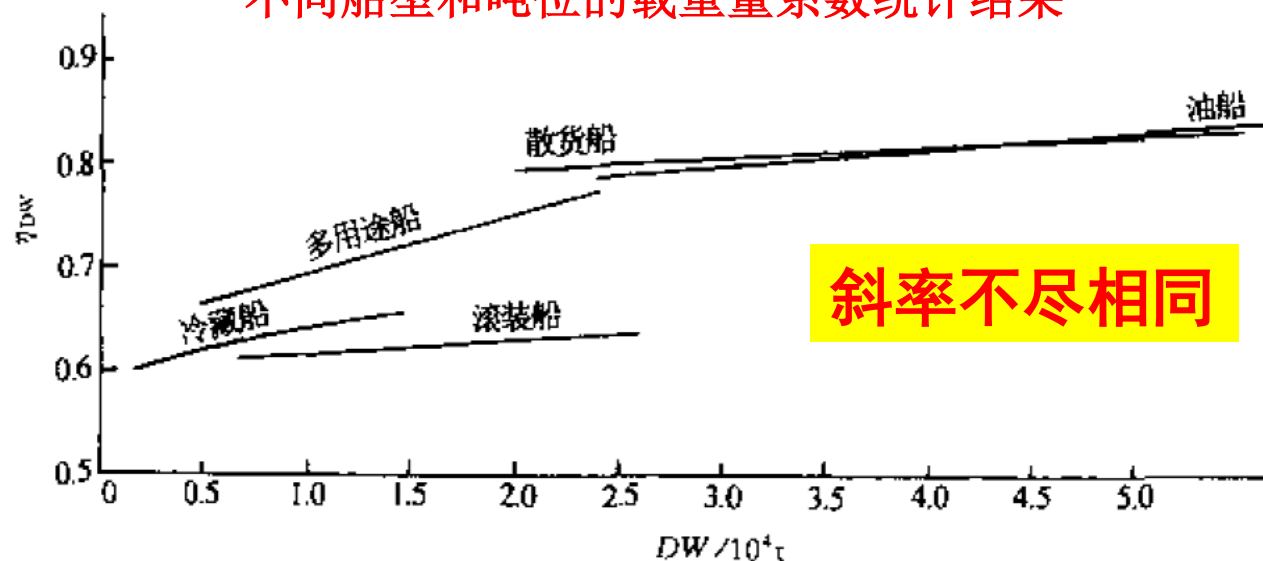


船舶与海洋工程学院

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

一、载重量系数

不同船型和吨位的载重量系数统计结果



对于不同类型的运输货船而言，运输大宗货物的**低速肥大型船舶**的载重量系数要比**中高速货船**大得多。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

二、载重量系数的估算方法

载重量系数估算的最直接方法，就是采用其定义的公式，借助母型船资料进行等比换算。

除此之外，还有

空船重量法
统计公式法

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

二、载重量系数的估算方法

(1) 空船重量法

所谓**空船重量法**，就是假设**空船重量**的组成部分**船体钢料重量、舾装重量和机电设备重量**，分别与**排水量**之间存在着**指数关系**。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

二、载重量系数的估算方法

(1) 空船重量法

假设

$$W_H = C_H \Delta^\alpha$$

$$W_O = C_O \Delta^\beta$$

$$W_M = C_M \Delta^\gamma$$

则有

$$\Delta = LW + DW = W_H + W_O + W_M + DW = C_H \Delta^\alpha + C_O \Delta^\beta + C_M \Delta^\gamma + DW$$

$$\Delta = \frac{DW}{1 - (C_H \Delta^{\alpha-1} + C_O \Delta^{\beta-1} + C_M \Delta^{\gamma-1})}$$

即

$$\eta_{DW} = 1 - (C_H \Delta^{\alpha-1} + C_O \Delta^{\beta-1} + C_M \Delta^{\gamma-1})$$

特例：线性关系时

$$W_H = C_H \Delta \quad W_O = C_O \Delta \quad W_M = C_M \Delta$$

$$\alpha = \beta = \gamma = 1$$

$$\eta_{DW} = 1 - (C_H + C_O + C_M)$$

需要指出的是，**船体钢料重量、舾装重量和机电设备重量与排水量**之间的关系并不密切，难以统计出所假设的指数关系。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

二、载重量系数的估算方法

(2) 统计公式法

所谓**统计公式法**，就是根据**载重量系数**的定义，利用相近船型的数据，统计回归得到的数学公式。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

二、载重量系数的估算方法

(2) 统计公式法

例如

多用途货船
(DW=5,000~25,000吨)

$$\eta_{DW} = 0.64 + 0.0556 \left(\frac{DW}{10^4} \right)$$

散货船
(DW=10,000~100,000吨)

$$\eta_{DW} = 0.7666 + 0.1304 \left(\frac{DW}{10^5} \right) - 0.0775 \left(\frac{DW}{10^5} \right)^2 + 0.1249 \left(\frac{DW}{10^5} \right)^3 - 0.1441 \left(\frac{DW}{10^5} \right)^4 + 0.0149 \left(\frac{DW}{10^5} \right)^5$$

油船

$$\eta_{DW} = 0.7337 K \left(\frac{DW}{10^4} \right)^{0.0551}$$

$K=1.01 \sim 1.03$ (采用50%以上高强度钢的大型或超大型油船)

$K=0.9 \sim 0.95$ (对 $B/d > 3$ 的浅吃水船型)

$K=1.0 \sim 1.02$ (对DW=10,000~50,000吨的纵中剖面上无纵舱壁的船)

由于影响空船重量的因素很多，载重量系数的离散性很大。因此，用统计公式估算载重量系数，准确性不高。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

三、排水量的初步估算

对于**载重型船舶**（如散货船、油船、多用途船等），其载重量占排水量比例较大。

因此，可根据**载重量**要求，采用**载重量系数**估算**排水量**的方法是合适的。

在已知载重量的情况下，排水量的**第一次近似**通常可应用**载重量系数**的方法初步确定，即

$$\Delta = \frac{DW}{\eta_{DW}}$$

对于**布置地位型船舶**（如客船、车客船、拖船、科学考察船等），其载重量占排水量的比例很小。

因此，用**载重量**来初估**排水量**一般存在较大误差。

这类船舶的主尺度**第一次近似值**，一般根据对主船体及上甲板所需的**布置地位**来初步选取。

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

四、排水量裕度

排水量裕度也叫**排水量储备**。

在船舶设计中，一般都需要考虑一定的排水量幅度。其原因大致有以下三个方面。

第一，设计中重量估算有误差；

第二，未预计到的重量增加；

例如，在设计后期或建造过程中，船东提出增加设备等

第三，建造中，时常难免会采用代用品而导致的空船重量的增加。

例如，材料、设备等的代用

2.7 排水量初步估算与排水量裕度

四、排水量裕度

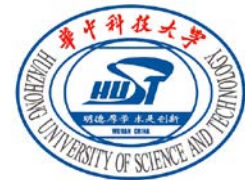
排水量裕度一般都加在**空船重量**中。

排水量裕度增加多少合适，要视设计者的经验、水平，以及所掌握的母型船资料的多少和准确程度而定。

以下基本原则可以参考。

- 在船舶设计的**不同阶段**，由于重量估算的精度不同，所加的排水量裕度一般也不同。
- 组成空船重量的**各部分重量**的估算精度也可能不同。
- 在船舶设计的**后期**，尽管重量是由详细的设计资料经逐项精确计算得到的，此时仍需要考虑一点裕度。
- 对于缺少设计和建造经验的**新船型**，排水量裕度应取较大的值。

第二章 船舶重量重心



船舶与海洋工程学院

2.7 排水量初步估算与排水量裕度



排水量，是用来表示船舶尺度大小的重要指标，是船舶设计中确定主尺度的重要依据。

载重量系数，定义为船舶载重量占船舶排水量的比例。**载重量系数**是反映载重型船舶设计建造质量的一个重要指标；但不能全面反映布置地位型船舶的装载能力。

排水量的估算主要基于**载重量系数**的估算。