

船舶技术设计

项目二 船舶主尺度设计



1

2.1.3 技术性能对主尺度的影响

【任务目标】

熟悉技术性能对主尺度的影响

项目二 船舶主尺度设计



船舶技术性能对主尺度的影响

技术性能

浮性

快速性

稳性

分舱与破舱稳性

耐波性

操纵性

船体强度和振动

项目二 船舶主尺度设计

船舶技术性能对主尺度的影响

(1) 快速性

减少阻力
提高推进效率

① 海军系数法

前提：两船的主尺度、排水量、航速和水下形状以及推进效率相近。

$$C = \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} V^3}{P}$$

假定新船海军系数的值与母型船相等，则可根据新船的排水量和航速估算所需的主机功率，或者根据新船的排水量和主机功率估算新船能达到的航速。

对于低速船，可以用航速相近的海军系数；

如果航速较高，则宜采用相同傅汝德数处的海军系数；

高速船用海军系数法估算可能产生很大误差。

估算方法

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

②排水量换算

根据新船的航速按排水量关系计算母型船的航速 $V_o = V(\Delta_o / \Delta)^{1/6}$

估算方法



根据母型船 $P_{E0} \sim V_o$ 曲线上查出 P_{E0}



最后计算出新船的有效功率 P_E $P_E = P_{E0} (\Delta_o / \Delta)^{7/6}$

若假定两船推进效率相等,主机功率 $P = P_E (P_o / P_{E0})$

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

③统计回归公式

对于中小型船舶：

$$V = 2.42 L_{PP}^{0.17273} B^{-0.22589} d^{-0.06644} C_b^{-0.41631} (P/0.736)^{0.205} N^{-0.01033}$$

估算方法

④比较详细估算方法

利用相近的船模试验资料来估算新船的阻力，
并根据新船的主机功率和螺旋桨转速等已知条件，
计算推进效率，
进而求得新船的航速

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

影响快速性的因素

① 尺度比参数

$L/B, L/\nabla^{1/3}, B/d$ 等对阻力性能的影响

② 方形系数

Fr 和兴波阻力的“峰”和“谷”有关

③ 船体型线

特殊球首及尾部线型

④ 推进方式和效率的考虑

推进器形式、转速以及船尾型线

⑤ 合适的节能装置

桨前反应鳍、前置导管和桨叶轮装置等

项目二 船舶主尺度设计

二、船舶技术性能对主尺度的影响

(2) 稳性

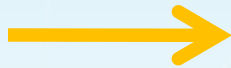
初稳性
大倾角稳性

初稳性



重心高度、型宽以及水线面系数

大倾角稳性



除了重心高度、型宽、水线面系数因素外，还与干舷、进水口位置、上层建筑（符合封闭条件的部分）以及受风面积和形心高度

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

①船舶的初稳性高从下限和上限两方面考虑

初稳性高的 **下限**是以保证安全和使用要求出发考虑；
初稳性高的 **上限**是从横摇缓和性方面来考虑。

②初稳性高由船宽决定

适度的初稳性高

初
稳
性

船型	总吨位	状态	GM/B	船型	总吨数	状态	GM/B
客货船	3000~5000	空船 满载	0.084~0.1111 0.052~0.064	散货船	5000~7000	空船 满载	0.141~0.194 0.069~0.110
货船	5000~10000	空船 满载	0.088~0.167 0.057~0.092	集装箱船	3000~10000	空船 满载	0.093~0.155 0.023~0.045
货船	1000 ~ 20000	空船 满载	0.101~0.181 0.077~0.092	集装箱船	2000 ~ 40000	空船 满载	0.094~0.150 0.009~0.029
油船	1000 ~ 14000	空船 满载	0.321~0.325 0.161~0.167				

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

③初稳性的估算

$$\text{初稳性高 } GM = KB + BM - KG$$

式中：浮心高度 $KB \propto d$

$$\text{横稳心半径 } BM \propto \frac{B^2}{d}$$

$$\text{重心高度 } KG \propto D$$

$$\therefore GM = a_1 d + a_2 \frac{B^2}{d} - a_3 D$$

如果有母型船资料，系数 a_1 、 a_2 和 a_3 都可以按母型船资料换算而得；
如果缺乏母型船资料， a_1 和 a_2 系数可用下表中的近似公式估算。

初
稳
性

a_1	适用情况	a_2	适用情况
$\frac{1}{3}(2.5 - \frac{C_b}{C_w})$	型线为中等 U 度横剖面	$\frac{1}{11.4} \frac{C_w^2}{C_b}$	普通形状水线
$\frac{C_w}{C_w + C_b}$	型线为较 U 形横剖面	$\frac{C_w(0.17C_w + 0.13)^2}{C_b}$	水线面较丰满

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

①船舶的固有横摇周期超过航区内大的波浪周期，以避免发生谐振横摇，从而缓和船舶的横摇。

②横摇周期估算

横
摇
周
期

静水中的自摇周期

$$T_{\phi} = 2\pi \sqrt{\frac{I_x + A_x}{\Delta GM}}$$

近似计算

$$T_{\phi} = CB / \sqrt{GM}$$

我国完整稳性规则的
横摇周期

$$T_{\phi} = 0.58 f \sqrt{\frac{B^2 + 4KG^2}{GM_0}}$$

国际海事组织
完整稳性规则的横摇周期

$$T_{\phi} = 2CB / \sqrt{GM}$$

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

(3) 耐波性

对于不同类型的船舶，根据其任务和使用特点的不同，对耐波性考虑的程度和采取的措施是有区别的。

1. 军用船、客船、渔船、海洋调查船以及其他海上作业船，应将耐波性放在重要的地位来考虑；
2. 对于一般货船，根据船的大小对耐波性的考虑也有区别；
3. 小型船舶由于耐波性问题比较严重，因此在主尺度决定、型线设计等方面对耐波性问题应多加注意；
4. 大型船舶一般来说耐波性的矛盾并不突出。

项目二 船舶主尺度设计

二、船舶技术性能对主尺度的影响

(3) 耐波性

① 横摇

提高船舶固有横摇周期：
减小横摇幅值

改善船舶横摇的措施



合适的减摇装置



舳龙骨

减摇鳍

被动式减摇水舱

可控式减摇水舱

舵减摇系统

> 最简便又有效的减摇装置

> 效果最明显，但造价贵

> 效果不突出，有待研究

项目二 船舶主尺度设计

二、船舶技术性能对主尺度的影响

(3) 耐波性

② 纵摇与升沉



发生在船舶航行迎浪或者斜浪中，产生的不利影响主要是使螺旋桨出水、阻力增加、甲板上浪及船体抨击等



从主尺度的选择与型线设计方面考虑

③ 风浪中的失速

自然失速：指在一般海况下阻力增加和推进效率的降低。

被迫降速：是为避免甲板上浪、船底砰击和螺旋桨飞车而被迫大幅降低航速或适当改变航向。

阻力：包括逆风航行时的空气阻力（上层建筑的形状）和迎浪时的水的阻力（船体运动和海浪的影响）

项目二 船舶主尺度设计



二、船舶技术性能对主尺度的影响

(4) 操纵性

足够的航向稳定性；良好的应舵性；
大舵角回转性能；主机急停和倒车时的停船性能

(5) 船体强度、振动和噪音

强度：从结构设计等考虑

振动：减小激振力和振动源频率（主机和螺旋桨）

噪音：从减振和隔振考虑

(6) 主要技术装备、法规和规范

项目二 船舶主尺度设计



思考与练习：

- 分析不同技术性能对船舶主尺度的影响

Thank You !