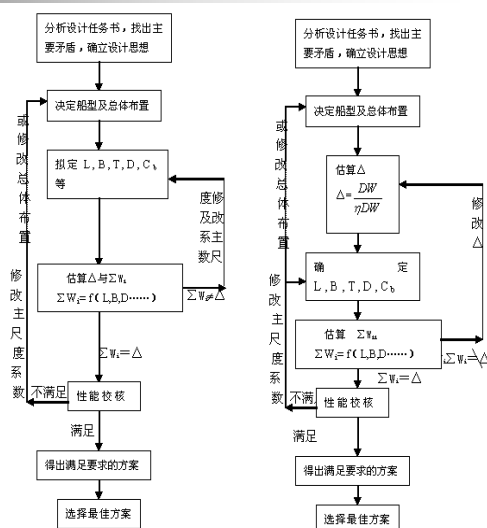


第6讲船舶方案构思与主尺度确定

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

第6讲 船舶方案构思与主尺度确定

- EQUATIONS
 - Weight Equation
 - Volume Equations
 - Rapidity Equations
 -
- INEQUALITIES
 - Stability: $K > 1$
 - Structure:
 - $L/B < 5$
 - $B/D < 2.5...$
 -



设计船排水量的确定

■ 浮性方程式 $\Delta = \sum W_i = k\omega LBT C_b$

估算 Δ 的方法有两类：

第一类：代数法

对 DW 较大且 η_{dw} 较稳定

$$\Delta = \sum f_i(\Delta, a, b, c, \dots) + W_0 = F(\Delta, a, b, c, \dots) + W_0$$

对 η_{dw} 不较稳定

$$\begin{aligned} \Delta &= \sum f_i(L, B, T, D, C_b, a, b, c, \dots) + W_0 \\ &= F(L, B, T, D, C_b, a, b, c, \dots) + W_0 \end{aligned}$$

第二类：修改型船法或微分法

根据设计船与母型船技术上的差异修改 $\Delta = \Delta_0 + \delta\Delta$

设计船排水量的确定-代数法

■ 以 Δ 为函数的代数形式的方程求解

■ 载重量系数

$$\begin{aligned} \Delta &= W_H + W_O + W_M + DW \\ &= C_H \Delta^\alpha + C_O \Delta^\beta + C_M \Delta^\gamma + DW \end{aligned}$$

或

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

对照式(3.4.1),有

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

如果设： $\alpha=\beta=\gamma=1$ (即假定 W_H 、 W_O 和 W_M 都与 Δ 成线性比例关系)，则

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

— 求解方法：直接计算、作图法、牛顿法、其他迭代法

第6讲船舶方案构思与主尺度确定



设计船排水量的确定-代数法

- 以主要要素为函数的代数形式的方程求解

$$k\omega L B T C_b = C_h L B D + C_f (L B D)^{\frac{2}{3}} + (C_m + k_r g_r \frac{R}{V}) P B + W_0$$

- 应补充条件
 - 航道、港口、修造厂等的限制
 - 技术性能的制约
 - 快速性、经济性 C_b 、 L/B 、 $L/\nabla^{2/3}$
 - 稳性要求的 B/T 、 D/T
 - 抗沉性要求及仓容、最小干舷要求的 D/T
 - 强度要求的 L/D 、 B/D
- 总布置对尺度的限制和要求

第6讲船舶方案构思与主尺度确定



设计船排水量的确定-代数法

- 以主要要素为函数的代数形式的方程求解
 - 货船或油船

$$k\omega L B T C_b = C_h L B D + C_f (L B D)^{\frac{2}{3}} + (C_m + k_r g_r \frac{R}{V}) P B + W_0$$



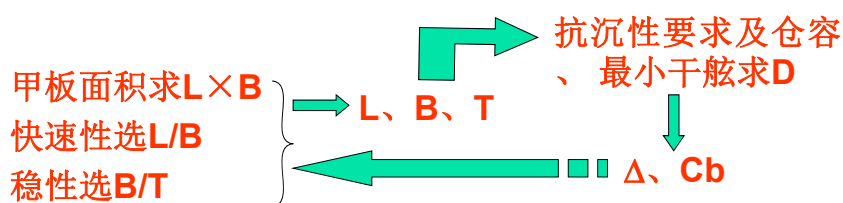
$$\Delta = \frac{C_h}{\omega C_b} \frac{D}{T} \Delta + C_f \left(\frac{C_h}{\omega C_b} \frac{D}{T} \right)^{\frac{2}{3}} + (C_m + k_r g_r \frac{R}{V}) \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} V^3}{C} + W_0$$

选定 C_b 及 D/T 可求 Δ

设计船排水量的确定-代数法

- 以主要要素为函数的代数形式的方程求解
 - 客船

$$k\omega LBT C_b = C_h LBD + C_f (LBD)^{\frac{2}{3}} + (C_m + k_r g_r \frac{R}{V}) PB + W_0$$



总体设计方案构思

- 船型特征和总布置设想
 - 主船体特征、机舱部位、甲板层数、货舱形式、上层建筑的大小和位置、船体结构特点等。
- 考虑和初步选择主尺度
- 主要技术性能的估算与分析
- 其他重要方面的考虑(如船舶的主要装备、法规和规范的要求等)

总体设计方案构思

选择主尺度时需考虑的主要因素及影响程度

各种因素	L	B	D	d	C _B	C _w	L/B	L/D	B/d	B/D	d/D
航线条件	▲	▲		▲							
码头条件	▲	▲ ^①		▲							
布置地位	★★★	★★★	★★		★						
舱容	★★	★★	★★★		★			★			
浮性	★★★	★★★		★★★	★★★						
快速性	★★★	★		★★	★★★	★	★★ ^②		★ ^③		
稳性与横摇		★★★	★★	★	★	★★			★★	★★	★
纵摇、升沉与失速	★★ ^④	★		★	★★	★★	★★		★		
分舱与破舱稳性	★★	★	★★	★	★		★		★	★	★
操纵性	★★	★		★	★		★		★		
最小干舷的规定	★★		★		★			★			
总强度	★★★ ^④	★★ ^⑤	★★★ ^④	★			★	★★★ ^④	★	★★ ^⑤	★
空船重量及造价	★★★	★★	★		★★		★★	★			
总吨位	★★	★★	★★		★						

注：① 使用码头装卸设备时，船宽受起重机臂长的限制。
② 尺度比超出正常值范围后影响程度会加剧。
③ 船长与波长相近的船舶影响大，大船影响程度小些。
④ 大船尤为重要。
⑤ 有扭转强度问题的大开口船尤为重要。

总体设计方案构思

选择主尺度时需考虑的主要因素及影响程度

各种因素	L	B	D	d	C _B	C _w	L/B	L/D	B/d	B/D	d/D
客观条件	航线条件	▲	▲		▲						
	码头条件	▲	▲ ^①		▲						
布置要求	布置地位	★★★	★★★	★★		★					
	舱容	★★	★★	★★★		★		★			
浮性方程	浮性	★★★	★★★		★★★	★★★					
性能考虑	快速性	★★★	★		★★	★★★	★	★★ ^②	★ ^③		
	稳性与横摇		★★★	★★	★	★★			★★	★★	★
	纵摇、升沉与失速	★★ ^④	★		★	★★	★★		★		
	分舱与破舱稳性	★★	★	★★	★	★	★		★	★	★
	操纵性	★★	★		★	★	★		★		
	最小干舷的规定	★★		★		★		★			
	总强度	★★★ ^④	★★ ^⑤	★★★ ^④	★		★	★★★ ^④	★	★★ ^⑤	★
经济性能	空船重量及造价	★★★	★★	★		★★	★★	★			
	总吨位	★★	★★	★★		★					

注：① 使用码头装卸设备时，船宽受起重机臂长的限制。
② 尺度比超出正常值范围后影响程度会加剧。
③ 船长与波长相近的船舶影响大，大船影响程度小些。
④ 大船尤为重要。
⑤ 有扭转强度问题的大开口船尤为重要。



限制条件---航线、码头通航标准GB50139

对新船主尺度限制提出要求：泊位、港域、航道曲折对L限制；航道、港区水深对T限制；过船闸或运河时对B和T的限制；过桥对B和H的限制。

葛州坝

NO.1和NO.2船闸有效长280m，净宽34m，槛上水深5m，可通万吨级船队；
NO.3船闸有效长120m，净宽18m。可通行小型船队及客货船。

圣劳伦斯航道（美加边界上）对船尺度限制：LOA不大于222.5m（720尺）
Bmax不大于23.16m（76尺） TMAX不大于7.925m（26尺）

巴拿马运河：巴拿马境内国际水道，沟通太平洋和大西洋，全长46海里。
LOA（含球鼻）小于274.32m（900尺）

集装箱船和客船LOA小于289.56m（950尺） BMAX不大于32.309m（106尺）

苏伊士运河：沟通印度洋和大西洋人工水道，是联系东西方重要通道。总长87.5海里（161.6公里）、水面宽160——198m，最窄处为89m，最大容许吃水11.58m。

对船舶尺度限制：LMAX=335.28m（1100尺）含球鼻在内最大尺度

BMAX=48.92m（160.5尺）， TMAX=11.58m（38尺）



17500dwt多用途货船设计

设计技术任务书

- (1) 航区、航线 无限航区，不定线航行。
- (2) 用途 本船适应于装载下列货物：集装箱、包装杂货、散装谷物、工业成品、原材料、成形木材等。在装载重货时，载重量不低于 17500t。
- (3) 货舱容积 包装容积不低于 25000m³。
- (4) 船级 除须满足中华人民共和国船舶检验局颁发的有关规范外，还应符合有关国际公约及规则。
- (5) 主机 主机型号：B& W6L67GF。
主机台数：1 台。
常用功率：7497kW(10200PS)。
转速 115r/min。
- (6) 航速 在静水中、风力不超过蒲氏 3 级时的满载试航速度不低于 15.9kn。
- (7) 续航力 12000n mile。
- (8) 起货设备 采用 25t 电动液压起重机，以便于集装箱的装卸。
- (9) 舱口盖负荷 上甲板舱口盖的设计负荷为 2.5t/m²。
- (10) 船员人数 高级船员：14 人；一般船员：23 人；备 员：2 人；总 计：39 人。

17500dwt多用途货船设计

- (一) 多用途货船特点
- (1) 建筑特征

为充分利用中部的方整地位,便于装货,一般用尾机型或中尾机型。为便于装载杂货,一般设一层中间甲板,并以下甲板作为装载轻货和集装箱时的干舷甲板。
- (2) 货舱开口大

为提高装卸效率,减轻劳动强度,采用大开口舱口。
- (3) 船型

由于多用途货船需要在甲板上装载集装箱和甲板货,船宽较大, L/B 一般都在6.5 以下, C_b 较大,以提高经济性。
- (4) 稳性

考虑到各种使用情况的稳性和浮态要求,设置较多压载水舱。
- (二) 设计中应解决的中心问题

1. 适应多用途的需要

考虑装运集装箱占相当比重,设计时首先应考虑有利于集装箱的安放及装卸,同时考虑兼运的要求。为此应采取下述措施:

(1) B 、 D 及舱口尺寸应考虑集装箱的安放。

(2) 一般可设计成变吃水,船体结构按最小干舷时的结构吃水设计,以便在吃水允许时,增加重货载运量。

(3) 设置二层甲板,以利装运集装箱和杂货,避免货物挤压。

(4) 设置长、短货舱,长舱可装运长件货;而装载谷物及矿砂时,长、短舱易于配载。

2. 力求提高装卸效率

为此可采用尾机型,货舱数宜少,舱口应大,并用双列舱口。

3. 妥善处理好各种装载情况时的稳性

17500dwt多用途货船设计

表 9-1 近年来建造的装载量为 16000t 至 20000t 的多用途船及杂货船

序号	船名	船型	L_{OA} m	L_{PP} m	B m	D m	T m	DW/Δ t	20' 集装箱数	容积包/舱 m^3	货舱数	航速 kn	主机功率×转速 (最大持续/额定) kw×r/min
1	WILRI	多用途	154.00	145.00	22.36	13.20	10.08	16997 24319	548	22770 23696	3	16.6	11400×150 10260×144.8
2	ELERDAWH	货	154.80	145.00	22.40	13.40	9.35	17100 23704	402	23300 24730	4	16.1	11400×150 10260×144.8
3	ZULIA	货	159.99	148.00	22.80	13.50	10.00	17644 25509	144	22825 25383	4	16.1	12000×122 10800×118
4	若重丸	多用途	158.00	148.00	23.00	13.00	9.63	18195	304	24641 27046	4	15.5	8250×150 7010×142
5	KAMNIK	货	147.70	140.00	22.86	13.00	9.607	18430 24435	232	23730 25620	4	15.0	9400×144 8600×140
6	ARISTODIKOS	货	147.50	140.00	22.86	13.00	9.633	18850 24450	300	23719 25467	4	15.0	9400×144 8600×140
7	CROWN CHERRY	多用途	154.00	145.00	22.86	13.50	9.928	19425 25992	253	24824 26477	5	15.5	11400×145 10260×140
8	APOLLO PEAK	货	161.00	152.00	23.70	13.85	10.313	20181 26792	—	25101 27073	4	17.1	11500×150 9820×142
9	ATALANA	多用途	161.58	152.00	22.86	13.60	9.99	20409	454	24945 26873	4	16.25	13100×145
10	VALERIA	多用途	167.80	155.00	22.86	13.85	10.20	20523	400	26519	4	16.80	12800×145 10900×137
11	VAN DYCK	多用途	164.10	153.12	25.80	13.70	9.999	20632	623	30036 31593	5	17.2	14400×122 13000×117.8
12	伊培利丸	多用途	161.00	150.00	25.00	13.30	9.624	20700 27458	半 344 箱 258	24949 27120	5	15.7	11400×145 9700×137

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

项目	船名	2200/107	1700/107	1300/107	1000/107	1587/1844 107	900/107	500/107
船长	/m	178.0	154.1	142.0	139.0	139.0	119.0	106.9
梁肋间距	/m	162.0	143.0	130.0	130.0	148.0	110.0	96.0
吃水	/m	25.6	22.86	23.0	22.86	23.0	23.6	17.7
梁深	/m	14.2	13.2	14.0	13.3	13.6	10.4	9.6
甲板吃水	/m	9.5	9.28	9.2	9.0	9.0	7.4	5.5
机舱吃水	/m	10.0	9.36	9.0	8.7	7.7	7.0	—
航速	CN	078	078	078	10	025/081	10	028
设计总吨数(载重吨)	/t	2000	1758	1700	1000	1587	900	604
与海试时总吨数	/t	2000	1862	—	—	1814	900	714
主机功率	/kW	3000	2679	2474	2354	2043	1157	828
螺旋桨直径	/m	300	—	250	200	2652	1626	—
螺旋桨螺距(叶长/螺距)	/m	206/206	204/202	170	486/144/260	223/1782	128	134
主推进器	/kW	600	473	640	588	576	1491	2395
副推进器	/kW	1570	1977	1422	1240	1061	756	370
回转机械装置	/kW	300	280	350	462	327	288	325
主推进器型号		6400K-1	6402K-1	14400K-1	6400K-1	3573K-1	3573K-1	3573K-1
副推进器型号	/kW × rpm	1800/117	825/119	565/102	582/104	520/105	502/106	502/106
CAR	/kW × rpm	724/113	730/113	587/105	580/108	468/100	307/109	—
主机转速	/min	16.5	16.1	15.0	16.0	15.6	13.5	12.5
主轴转速	n_1/n_2	28.6	35.0	30.0	30.72	18.1	13.34	11.34
轴功率	/kW × min	1300/1300	1300/1300	1400/1280	1280/1280	1000/1000	500/500	—
轴系长度	/kW × m	245 × 26.2	245 × 26.1	—	—	245 × 26.2	—	—
轴系功率	/kW × m	106 × 26.2	245 × 26.1	—	119 × 27	245 × 26.1	107 × 27	—
舵机功率	/kW	—	—	147.1/18	236/18.2	—	—	147.1/18
舵机材料	/A	30	39	40	44	32	35	—
舵机效率		—	—	—	—	—	—	83.5/85
舵系电动机功率(台数)	/kW	450 × 3	400 × 3	550 × 3	600 × 3	600 × 3	330 × 3	260 × 3

[illegible]

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

多用途货船的载重量范围较大,但有代表性的是大、中型的多用途货船。图 6.5.2.1 统计了各国所造多用途货船的主尺度与载重量的关系。载重量在 5000t~9000t 和 15000t~23000 区域内的船型比较集中,这主要是港口水深条件限制之故。载重量在 5000t~9000t 的船舶,其吃水一般在 6m~8m 之间。适应于世界各国中等港口的条件;载重量在 15000t~23000t 的船舶,其吃水一般在 9m~10.5m 之间,适应于世界各国的大型港口。而 23000t 以上的多用途货船,由于货源关系,较多的为以散货为主的多用途货船。

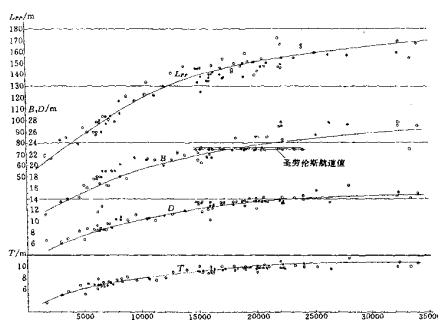


图 6.5.2.1 多用途货船主尺度统计

$$L_{pp} = 54.52 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.3333}$$

$$B = 9.905 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.2913}$$

$$D = 5.46 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.2916}$$

$$T_s = 3.992 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.2924}$$

$$L_{pp}/B = 5.504 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.042}$$

$$B/T = 2.481 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{-0.0011}$$

$$D/T = 1.368 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{-0.0008}$$

17500dwt多用途货船设计

集装箱多用途货船所载集装箱数与载重吨的关系如图 6.5.2.2 所示。由于平均箱重和甲板上载箱层数,以及主尺度、布置等各种因素的影响,所以同尺度的船舶,所载箱数也可能有很大的差异。

80 年代初的多用途货船甲板上一般装载 2 层~3 层集装箱,90 年代已发展到装载 4 层~6 层。为了不影响视线,首部一般要比后部少装 1 层~2 层。例如,首部装 4 层箱,艏部装 5 层箱,后部(机舱上部)装 6 层箱等等。由于受到稳性的限制,一般甲板上第 4 层及以上的集装箱均按空箱考虑。这些特点表现在图 6.5.2.2 上,箱位数据显得很离散。在作很粗略的估算时,载箱数与载重量的关系可用如下经验式估算:

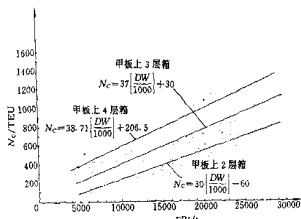


图 6.5.2.2 集装箱数与载重量的关系

17500dwt多用途货船设计

货舱数、货舱长度及货舱开口

采用尽量少的货舱数是现代多用途货船的设计特点之一。采用较少的货舱数可以提高装卸效率,可以装载较多的集装箱,可以减少起货设备和货舱口盖的数量,从而降低造价。一般情况下,多用途货船货舱数与载重量的关系如图 6.5.2.14 所示。

采用较少的货舱数,从而加大货舱长度及货舱口长度,有利于大件货的装载。不利之处是在货种较多及同一航次内装卸次数频繁的情况下难于配载。故在某些特殊情况下,也有采用小而多的货舱。在采用门式起重机的情况下,因起重机可在甲板上行走,所有货舱合用一台甲板起重机,可适当增加舱数。

在采用 3 个货舱时,一般的型式为一小(前)二大;4 个货舱的一般型式为一小(前)三大或二小(前后)二大。

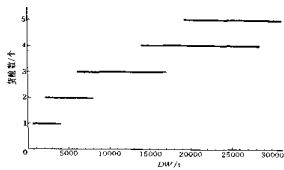


图 6.5.2.14 货舱数与 DWT 关系

船型构思

- (1) 采用尾机型、二层甲板及四个货舱。第二、三货舱为长舱,放四行集装箱;第一、四货舱为短舱,放置二行集装箱。
- (2) 采用大开口舱口。第一货舱设一列舱口;第二、三、四货舱设双列舱口,各舱舱口宽度相等,舱口盖规格化。在双列舱口甲板间设一纵舱壁,可增加总纵强度,装运散货时还可兼作止移板。
- (3) 为改善船舶强度以及压载航行时的横摇性能,第二、三、四货舱甲板间设舷边顶舱。为确保装运集装箱时的稳性,还设有双层底压载水舱及局部边舱。

17500dwt多用途货船设计

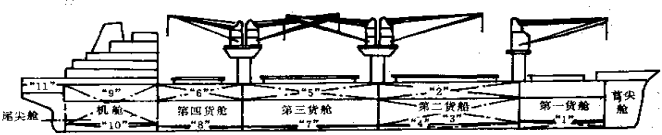


图 9-1 17500t 多用途货船
1—燃油舱；2—舷边压载水舱；3—舷边压载舱；4—中间设燃油舱，两侧设压载舱；5—舷边压载舱；6—舷边压载舱；7—中间设燃油舱，两侧设压载舱；8—中间设燃油舱，两侧设压载舱；9—机舱内设燃油柜、滑油柜、淡水柜；10—滑油舱、污油舱、压载舱；11—清水舱、压载舱

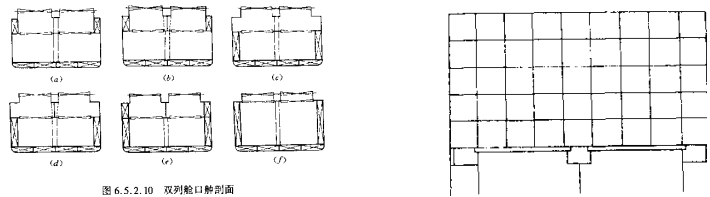
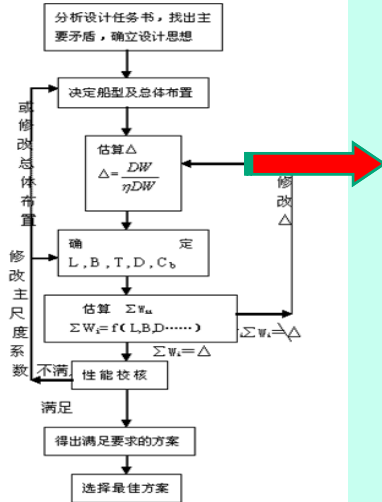


图 6.5.2.10 双列艙口艙面
(a) 甲板内设边舱，中心不设边舱；(b) 甲板内
设边舱，中心设边舱；(c) 甲板内设边舱，甲板中心不设
边舱；(d) 甲板内设边舱，甲板中心设边舱；
(e) 甲板内，甲板内均设边舱；
(f) 甲板内设边舱。

17500dwt多用途货船设计



(一) 排水量

多用途货船有舷边水舱，其舱底因装重货而被加强，起货设备能力又较大，所以空船重量较普通货船大，其载重量系数 η_{DW} 就小一些。其 η_{DW} 与 DW 关系为：

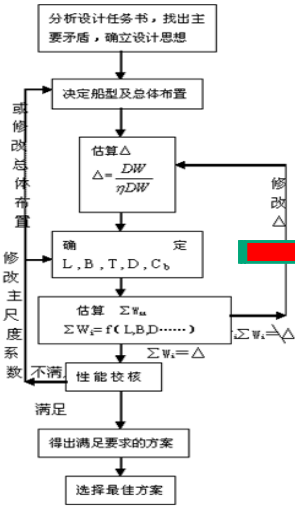
$$\eta_{DW} = 0.64 + 0.0556 \left(\frac{DW}{10000} \right) = 0.64 + 0.0556 \left(\frac{17500}{10000} \right) = 0.7373$$

载重量系数与载重量关系

当 $DW=17000 \sim 20000t$ 时， η_{DW} 在 0.7~0.74 左右，本船暂取为 0.73。

$$\Delta_1 = \frac{DW}{\eta_{DW}} = \frac{17500t}{0.73} = 24000t$$

17500dwt多用途货船设计



(二) 吃水

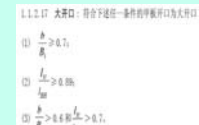
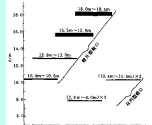
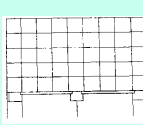
$$T_1 = 3.992 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.204} = 9.218$$

为使本船能进出世界上各主要港口, 最大吃水不宜大于 10m。
为增加通用性, 设计吃水取 9.20m。

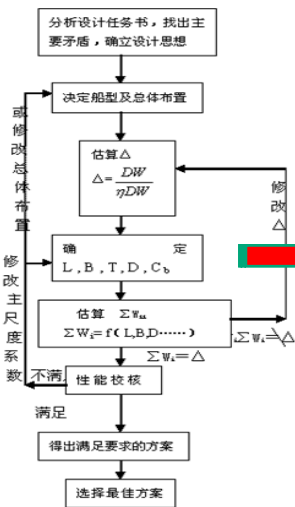
(三) 船宽

$$B = 9.905 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.203} = 22.801$$

多用途货船由于需在甲板上装运集装箱或甲板货, 考虑稳性需要, 所以船宽都取得较宽。
当装 6 列 8ft×8ft×20ft (1ft=0.3048m) 集装箱时, 船宽应大于 22m; DW=13000~25000t 时, 其船宽都取 22.85m (75ft), 即取圣劳伦斯水道的限制船宽。
本船取限制船宽 B=22.86m。



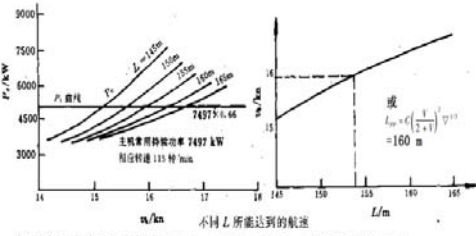
17500dwt多用途货船设计



(四) 船长及方形系数

$$LC_1 = \frac{\Delta_1}{\rho \Delta B T} = \frac{24000}{1.025 \times 1.005 \times 22.86 \times 9.2} = 110.78$$

为了满足任务书对航速的要求, 选用 L 为 145, 150, 155, 160, 165m, 相应求得 5 个 C₁, 逐一计算 5 个组合方案的航速。有效功率按陶德 60 系列资料计算, 另加 8% 的附体阻力, 总推功率估算为 0.66, 所得结果如图 9-2 所示。



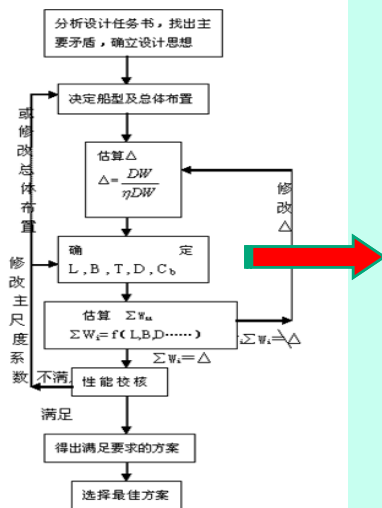
从图可见, 为达到预定航速 15.9kn, L 应不小于 154m, 由此得 C₁ 为 0.719。
校验 C₁ 是否合适: 根据亚历山大公式估算 C₁, 即
$$C_1 = 1.08 - 1.68 F_1 = 1.08 - 1.58 (15.9 \times 0.5144 / \sqrt{9.8 \times 154 \times 1.03}) = 0.731$$

根据多用途货船 C₁ 与 F₁ 的统计式算 C₁, 即
$$C_1 = 1.261 - 2.49 F_1 = 1.261 - 2.49 \times 0.207 = 0.745$$

故本船 C₁ 为 0.719 较一般的偏低。

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计



(四) 船长及方形系数

$$L_{pp} = 54.52 \left(\frac{DW}{1000} \right)^{0.3333} = 141.534 =$$

$$L_{FP} \approx (0.05 \sim 0.08) L_{PP}$$

$$L_{sp} = (0.04 \sim 0.05) L_{pp}$$

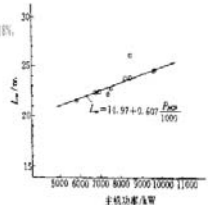
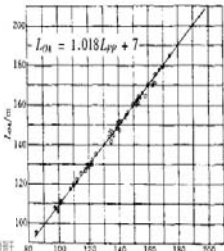
$$L_M = L_{MK} + (10 \sim 12)$$

1.12.3.2 贵客接待室的布置应符合下述要求:

板平放一层时, 决定伸部分不必直接设于下面板壁之上, 但应位于本条(1)规定的限度内, 形成伸出的甲板部分应为风洞室。

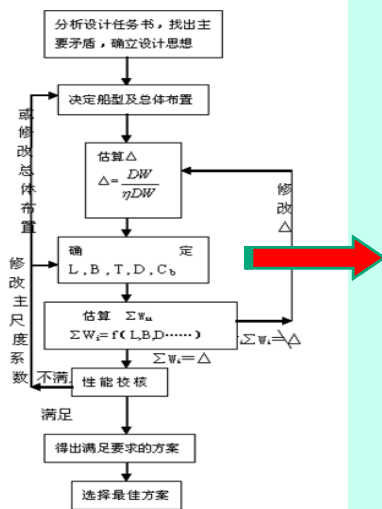
(2) 防撞船壁与首垂线之间的距离应不小于船长的 5% 或 10m, 取小者, 但可不大于船长的 8%。

对球幕首,上述距离应自下列各点之一量取,取小者:



第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计



(五) 型深

按任务书要求,包装容积应不小于 25000m^3 ,故先按舱容估算所需要型深。

参考实船资料

$$L = 145\text{m}, C_b = 0.71, D = 13.2\text{m}, \text{包装容积} = 22770\text{m}^3$$

本船 C_b 与 1 号船相近, 而 $L_{\text{中}}$ 增加 9m, 初估可增加容积 $9 \times 22.86 \times (13.2 - 1.5) \text{ m}^3 = 2407 \text{ m}^3$, 即包装容积可达 $(22770 + 2407) \text{ m}^3 = 25177 \text{ m}^3$, 满足舱容要求。

再从集装箱装载高度方面校核:

以 ICC 型标准箱为对象, 单个箱高 2.591m, 则 5 层箱总高 12.955m; 如双层底高 1.50m, 舱口盖变形间隙 0.15m (通常可取为 0.1~0.2m), 舱口围板高 1.50m, 则布置 5 层集装箱要求的型深

$$D = (1.50 + 12.955 + 0.15 - 1.50)\text{m} = 13.105\text{m}$$

因此,按舱容与集装箱装载要求初步选取 $D=13.2\text{m}$ 。

综上所述,第一次初估所得的船舶主尺度为:

$$\Delta=24000\text{t}, L=154\text{m}, B=22.86\text{m}, T=9.20\text{m}, D=13.20\text{m}, C_b=0.719,$$

$$L/B \geq 5$$

$$B/D \leq 2.5$$

$$C_A \geq 0.6$$

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

分析设计任务书，找出主要矛盾，确立设计思想

决定船型及总体布置

估算 $\Delta = \frac{DW}{\eta DW}$

确定 L, B, T, D, C_b

估算 $\Sigma W_s = f(L, B, D, \dots)$

性能校核

得出满足要求的方案

选择最佳方案

修改 Δ

修改主尺度系数

修改总体布置

各类船舶的空船重量与满载排水量之比

大型货船	0.27~0.36	大型客船	0.45~0.60
中、小型货船	0.30~0.43	中、小型客船	0.50~0.70
大型油船	0.20~0.35	拖船	0.85~0.95
中、小型油船	0.35~0.50	渔船	0.60~0.70

重量校核

选用国产“大舱口”型货船为母型船，计算空船重量。该船技术要素为： $L=147.0\text{m}$ ， $B=20.8\text{m}$ ， $T=9.2\text{m}$ ， $D=12.8\text{m}$ ， $C_b=0.652$ ， $\Delta=18600\text{t}$ ， $W_s=3600\text{t}$ （扣除球鼻）， $W_i=1218\text{t}$ ， $W_m=1058\text{t}$ ，主机型号6RND， $P_s=8826\text{kW}$ ， $n=122\text{r/min}$ 。

1. 船体钢料重量

$$W_s = C_s L B D \left(\frac{L}{D} \right)^{1/2} (1 + 0.5 C_b) = C_s L^{1.5} B D^{1.5} (1 + 0.5 C_b)$$

则 $W_s = 3600 \times \frac{154^{1.5} \times 22.86 \times 13.2^{1.5} (1 + 0.5 \times 0.719)}{147^{1.5} \times 20.80 \times 12.80^{1.5} (1 + 0.5 \times 0.652)} = 4428\text{t}$

对于一般多用途货船， $\frac{W_s}{L^{1.5} B D^{1.5}} = 0.025 \sim 0.028$

对于本船， $\frac{W_s}{L^{1.5} B D^{1.5}} = \frac{4428}{154^{1.5} \times 22.86 \times 13.2^{1.5}} = 0.028$

此 W_s 值属统计值的上限。

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

分析设计任务书，找出主要矛盾，确立设计思想

决定船型及总体布置

估算 $\Delta = \frac{DW}{\eta DW}$

确定 L, B, T, D, C_b

估算 $\Sigma W_s = f(L, B, D, \dots)$

性能校核

得出满足要求的方案

选择最佳方案

修改 Δ

修改主尺度系数

修改总体布置

船舶钢料及船装重量与空船重量之比

船舶类型	W_s/LW	W_i/LW
大型货船	0.61~0.68	0.17~0.23
中、小型货船	0.51~0.59	0.25~0.32
客货船	0.47~0.56	0.26~0.37
大型油船	0.63~0.78	0.08~0.15
中、小型油船	0.54~0.63	0.23~0.35

2. 木作舾装重量

$$W_i = C_i L B$$

则 $W_i = 1218 \times \frac{154 \times 22.86}{147 \times 20.80} = 1403\text{t}$

对于一般多用途货船 $C_i = \frac{W_i}{L \cdot B}$ 约为 0.45，则 $W_i = 0.45 \times 154 \times 22.86 = 1584\text{t}$

由于本船的起重设备、舱口盖等重量远较一般货船大，故本船 W_i 取 1584t。

3. 机电设备重量

因本船的机型、功率、机舱位置与母型船相近，故取用母型船机电设备重量的值，即 $W_m = 1058\text{t}$

所以，空船重量为： $LW = W_s + W_i + W_m = (4428 + 1584 + 1058)\text{t} = 7070\text{t}$

此时设计载重量 $DW = \Delta_1 - LW = (24000 - 7070)\text{t} = 16930\text{t}$

比任务书要求的 DW 减少了 570t，也就是说初始排水量 Δ_1 为 24000t，偏小，应予以修正。

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

分析设计任务书，找出主要矛盾，确立设计思想

决定船型及总体布置

估算 $\Delta = \frac{DW}{\eta DW}$

确定 L, B, T, D, C_b

估算 ΣW_a
 $\Sigma W_i = f(L, B, D, \dots)$

性能校核

得出满足要求的方案

选择最佳方案

或修改总体布置

修改主尺度系数

修改 Δ

应用诺曼系数修正后的排水量。

因主机型号一定， $\frac{\partial W}{\partial \Delta} = 0$ ，若设 $W_b = C_b \Delta$, $W_i = C_i \Delta^{0.65}$ ，则可求得诺曼系数

$$N = \frac{1}{1 - \frac{\partial W_b}{\partial \Delta} - \frac{\partial W_i}{\partial \Delta}} = \frac{1}{1 - \frac{W_b}{\Delta} - 0.65 \frac{W_i}{\Delta}}$$
$$= \frac{1}{1 - \frac{4428}{24000} - 0.65 \frac{1584}{24000}} = 1.294$$

若考虑主尺度成比例增加，应增加排水量，即

$$\delta \Delta = N \cdot \delta DW = 1.294 \times 570t = 737.58t$$

但考虑到 B 及 T 已限定，而 $L=154m$ 与同吨位型船舶相比已偏大，故保持 L, B, T 不变，仅增加 C_b 值。由于增大 C_b 时 W_b, W_i 的增量微小，故取 $\delta \Delta = 600t$ 。于是

$$\Delta = \Delta_1 + \delta \Delta = (24000 + 600)t = 24600t$$

相应地

$$C_b = \frac{24600}{24000} \times 0.719 = 0.737$$

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

分析设计任务书，找出主要矛盾，确立设计思想

决定船型及总体布置

估算 $\Delta = \frac{DW}{\eta DW}$

确定 L, B, T, D, C_b

估算 ΣW_a
 $\Sigma W_i = f(L, B, D, \dots)$

性能校核

得出满足要求的方案

选择最佳方案

或修改总体布置

修改主尺度系数

修改 Δ

五、舱容校核

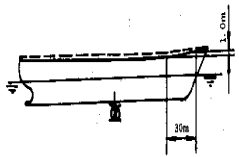
1. 上甲板以下船主体的总容积计算

$$V_1 = LB(D + \frac{1}{2}c + S_n)C_{d0}$$

式中，梁拱 $c = B/50 \approx 0.45m$ ，平均舷弧 $S_n = (0.5 \times 30 \times 1.0/154)m = 0.097m$ ，首部舷弧升高范围约为 30m，首舷弧高为 1m，如图 9-3 所示。 C_{d0} 为计算至型深处的方形系数，

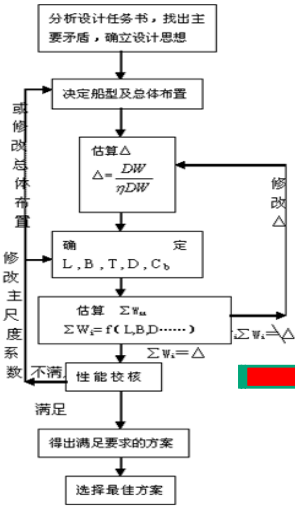
$$C_{d0} = C_b + (1 - C_b)(D - T)/(3T) = 0.737 + (1 - 0.737)(13.2 - 9.2)/(3 \times 9.2) = 0.775$$

于是可得 $V_1 = 154 \times 22.86 \times (13.2 + 0.45/2 + 0.097) \times 0.775m^3 = 36893m^3$



第6讲船舶方案构思与主尺度确定

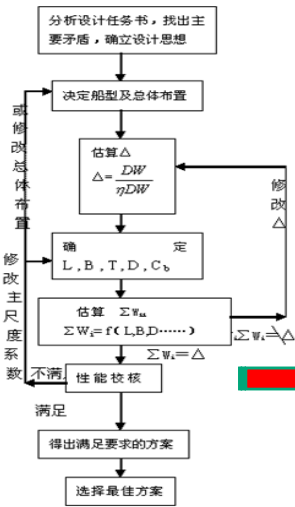
17500dwt多用途货船设计



2. 各种用途船舶所需容积计算
(1) 上甲板以下货舱所需容积
货舱口部分的容积(各舱口的长×宽×高之和)为1700m³。包装容积与型容积之比为0.91,则上甲板下货舱型容积为:
 $V_a = [(25000 - 1700)/0.91]m^3 = 25604m^3$
(2) 机舱部分型容积
 $V_m = K_m f_m B (D - h_m)$
现取机舱长 $f_m = 24m$, 按型船换算得:
 $V_m = 4799m^3$
(3) 燃油舱型容积
假定单位功率总油耗为:
 $g_s = 0.165 \times 1.15 \times 1.36 = 0.258kg/(kW \cdot h)$
则燃油储备量为:
 $W_s = 10^{-3} \times 1.15 g_s \times \frac{P}{\eta}$
 $= 10^{-3} \times 1.15 \times 0.258 \times 7497 \times \frac{12000}{15.9} = 1682t$
设其中20%为轻柴油,密度为0.84t/m³,其余为重柴油,密度为0.91t/m³。油舱体积折扣系数(包括膨胀空隙)为0.95,则燃油舱所需总容积
 $V'_s = \left[\frac{0.20 \times 1682}{0.95 \times 0.84} + \frac{0.80 \times 1682}{0.95 \times 0.91} \right] m^3 = 1978m^3$
其中有200m³设在机舱内(双层底以上),故实际燃油舱所占容积为
 $V_s = V'_s - 200m^3 = (1978 - 200)m^3 = 1778m^3$
(4) 滑油舱型容积
滑油储备量按燃油的5%计算,即
 $W_l = 0.05 W_s = 0.05 \times 1682t = 84t$
贮存滑油约需95m³的容积,但因机舱内可布置约35m³的滑油柜,故滑油舱所需型容积
 $V_l = V'_l - 35m^3 = (95 - 35)m^3 = 60m^3$
(5) 淡水舱型容积
因有制淡水装置,取淡水300t,型容积约需310m³,其中有70m³设在机舱内,还需型容积:
 $V_w = (310 - 70)m^3 = 240m^3$

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计



(6) 锚链舱、隔离舱等体积,取为100m³。
(7) 压载舱的型容积
上甲板下总型容积减去各种用途的船舶型容积,即为压载舱的型容积
 $V_3 = 36883m^3 - (25604 + 4799 + 1778 + 60 + 240 + 100)m^3 = 4312m^3$
为了保证压载工况航行性能,对定期快速货船要求首吃水达到3% $L_{0.9}$ 左右,尾部螺旋桨能充分浸没,则压载水重量 W_3 应达到30% DW 。目前多用途货船多为半定期性质,多用途又大大减少了船舶空放率,所以压载水量的要求可稍低些,一般取为20% DW 左右。按此要求,本船 $V_3 = 4301m^3$ 已超过一般压载舱体积,故可认为舱容能满足要求。

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

分析设计任务书，找出主要矛盾，确立设计思想

决定船型及总体布置

估算 $\Delta = \frac{DW}{\eta DW}$

确定 L, B, T, D, C_b

估算 $\Sigma W_a = f(L, B, D, \dots)$

性能校核

得出满足要求的方案

选择最佳方案

修改总体布置

修改主尺度系数

校核前，应先画一总布置草图（见图 9-1），以便于计算出各部分的重心高度。

1. 重心高度估算

(1) 空船重心高度估算，按双甲板多用途货船统计关系式：

$$\frac{z_g}{D} = 0.87 - 0.06 \left(\frac{DW}{10000} \right) = 0.87 - 0.06 \left(\frac{17500}{10000} \right) = 0.765$$

国产的几艘远洋船 $z_g/D = 0.73$ 左右，考虑到本船的货舱盖及起货设备重量大且重心高，故取为 0.76，则

$$z_g = 0.76 \times 13.2\text{m} = 10\text{m}$$

(2) 除货物外，其他装载物重心高度估算列于表 9-2。

表 9-2 除货物外其他装载物重心高度

项 目	重量/t		重心高/m		重量矩/t·m	
	出港	到港	出港	到港	出港	到港
燃料	1682	170	1.8	10	3027.6	1700
滑油	84	80	6.5	6.5	546.0	520
淡水	300	30	11.0	11.0	3300	330
粮食	8	0.8	14.5	14.5	118.4	11.84
船员及行李	8	8	21.0	21.0	168.0	168
备品	80	80	14.6	14.6	1168	1168
空配	7100	7100	10.0	10.0	71000	71000
总计	9262	7468.8	8.57	10.63	79328	74897.8

注：到港时燃料绝大部分均在机舱道柜内，故重心提高，滑油循环使用，损耗 5%。

(3) 货物重心高度估算。

装运集装箱时，集装箱全部按 20' 箱计算，在货舱内可放 378 只左右，在上甲板舱口盖上放置 152 只左右，共计 530 只。

舱内集装箱每只重量取为 13.5t，舱盖上集装箱每只重量取为 12t，则

舱内集装箱：总重 5103t，重心高 7.5m。

舱盖上集装箱：总重 1824t，重心高 18m。

合计：总重 6927t，重心高 10.26m。

装运杂货（匀质货）时，杂货总重为

$$W_g = \Delta - 9262\text{t} = (24600 - 9262)\text{t} = 15338\text{t}$$

重心高取 7.94m。

第6讲船舶方案构思与主尺度确定

17500dwt多用途货船设计

分析设计任务书，找出主要矛盾，确立设计思想

决定船型及总体布置

估算 $\Delta = \frac{DW}{\eta DW}$

确定 L, B, T, D, C_b

估算 $\Sigma W_a = f(L, B, D, \dots)$

性能校核

得出满足要求的方案

选择最佳方案

修改总体布置

修改主尺度系数

几种典型载况时的重量及重心计算详见表 9-3。

表 9-3 几种典型载况时的重量及重心计算

项 目	满载集装箱						满载杂货					
	重量 t	重心高 m	重量矩 t·m	重量 t	重心高 m	重量矩 t·m	重量 t	重心高 m	重量矩 t·m	重量 t	重心高 m	重量矩 t·m
货 物	6927	10.26	71100	6927	10.26	71100	—	—	—	—	—	—
空船及其他	9262	8.57	79328	7468.8	10.63	79812	24600	7.94	195540	24600	7.94	195540
总 计	16189	—	150428	14437.8	—	150912	24600	7.94	195540	24600	7.94	195540

注：① 在装运集装箱时，由于重心较高（ $z_g = 10.26\text{m}$ ），故必须加设压载水，以确保船舶的稳性。为了压载水的装载量，把空船舱内的压载舱位加满。除此之外，还须将二货舱中的压载舱位加满，以确保船舶的稳性。

② 满载杂货航行时，将舱内所有压载水舱及压载舱位加满。

3. 满载杂货时的初稳性计算

(1) 出港

本船拟采用 C 形首尾横剖面线，故取 $C_u = C_T'' = (0.737/0.99)^{1/3} = 0.82$ ，则

$$z_u = \frac{C_u}{C_u + C_T} \times \frac{0.82}{0.82 + 0.737} \times 9.2\text{m} = 4.85\text{m}$$
$$r = \frac{1}{11.4} \times \frac{C_u^2}{C_T} \times \frac{0.82^2}{0.737} \times \frac{22.86^2}{9.2} \text{m} = 4.55\text{m}$$
$$GM = z_u + r - z_g = (4.85 + 4.55 - 8.173)\text{m} = 1.23\text{m}$$

(2) 到港

在非设计满载情况的 T_1, z_{u1} 及 r_1 可按下式计算：

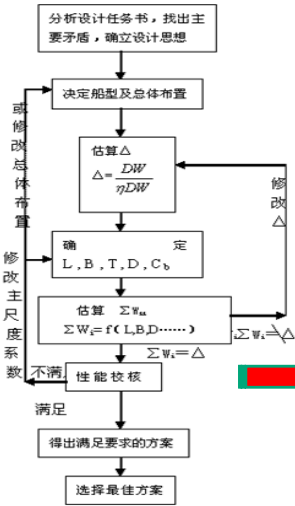
$$T_1 = T \left(\frac{C_u}{C_T} \right)^{1/3} = 9.2 \left(\frac{22807}{24600} \right)^{1/3} \text{m} = 8.60\text{m}$$
$$z_{u1} = z_u \left(\frac{T_1}{T} \right) = 4.85 \left(\frac{8.60}{9.20} \right) \text{m} = 4.53\text{m}$$
$$r_1 = r \left(\frac{T_1}{T} \right)^{1/3} = 4.55 \left(\frac{8.60}{9.20} \right)^{1/3} \text{m} = 4.83\text{m}$$
$$GM_1 = z_{u1} + r_1 - z_g = (4.53 + 4.83 - 8.62)\text{m} = 0.74\text{m}$$

4. 满载集装箱时的初稳性计算

(1) 出港 ($\Delta = 19739\text{t}$)

$$T = 9.2 \times \left(\frac{19739}{24600} \right)^{1/3} \text{m} = 7.54\text{m}$$
$$z_u = 4.85 \times \left(\frac{7.54}{9.2} \right) \text{m} = 3.98\text{m}$$

17500dwt多用途货船设计



$$r = 4.55 \times \left(\frac{7.54}{9.2} \right)^{\frac{0.4M}{0.11}} m = 5.43m$$
$$\overline{GM} = z_b + r - z_g = (3.98 + 5.43 - 8.39)m = 1.02m$$

(2) 到港($\Delta=17945.8t$)

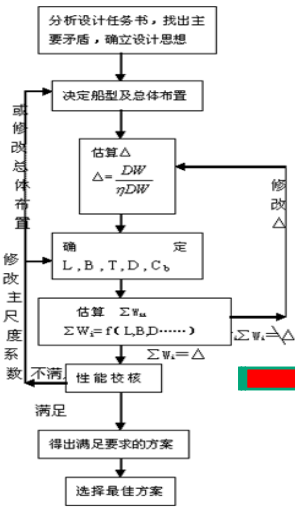
$$T = 9.2 \times \left(\frac{17945.8}{24600} \right)^{\frac{0.11M}{0.4}} m = 6.95m$$
$$z_b = 4.85 \times \left(\frac{6.95}{9.2} \right) m = 3.66m$$
$$r = 4.55 \times \left(\frac{6.95}{9.2} \right)^{\frac{0.4M}{0.11}} m = 5.84m$$
$$\overline{GM} = z_b + r - z_g = (3.66 + 5.84 - 8.99)m = 0.51m$$

5. 压载航行出港初稳性计算
根据 $\Delta=14152t$, 可得:

$$T = 9.2 \times \left(\frac{14152}{24600} \right)^{\frac{0.11M}{0.4}} m = 5.60m$$
$$z_b = 4.85 \times \left(\frac{5.6}{9.2} \right) m = 2.95m$$
$$r = 4.55 \times \left(\frac{5.60}{9.2} \right)^{\frac{0.4M}{0.11}} m = 7.07m$$
$$\overline{GM} = z_b + r - z_g = (2.95 + 7.07 - 7.73)m = 2.29m$$

从上述核算可知, 几种装载状态之初稳性均能满足要求, 大倾角稳性的校核可参照第四章所述进行。

17500dwt多用途货船设计



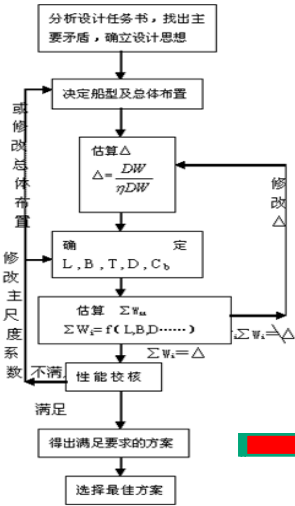
七、横摇周期估算

各种装载状态时的横摇周期 T_r 用式(4-8)计算。计算结果见表 9-4。

表 9-4 各种装载状态的横摇周期/s

装载状态	$\sqrt{B^2 + 4z_g^2}$	$\sqrt{\overline{GM}}$	$T_r = 0.58 \frac{\sqrt{B^2 + 4z_g^2}}{\sqrt{\overline{GM}}}$
满载集装箱出港	28.35	1.009	16.30
满载杂货出港	28.10	1.110	14.68
空船压载出港	27.60	1.513	10.58

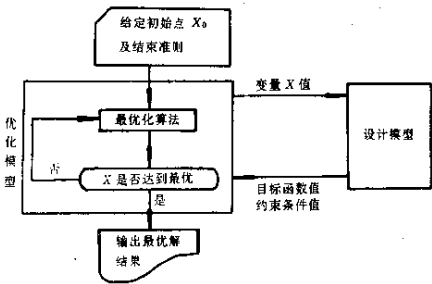
17500dwt多用途货船设计



根据以上计算可认为: $\Delta=24600t, L_{\Delta}=154m, B=22.86m, T=9.2m$ (设计吃水), $C_b=0.737, D=13.2m$ 的方案能满足任务书的要求, 故可按此进行型线设计及总布置设计, 再根据型线图作静水力性能及舱容计算, 并对船舶各项性能作较仔细的校核, 最后调整并确定设计船的主要要素。

主尺度选优

- 概念
- 选优衡准
 - 技术、经济
 - EEDI、内河指标体系
- 优化方法
 - 变值法(亦称网格法或参数分析法)
 - 最优化方法
 - 正交设计法
- 应用举例



主尺度选优-应用举例

实例——用变值法求 50000DWT 油轮的最优主尺度方案

1. 设计要求
- 载重量不小于 50000t；满载吃水不大于 12m；在主机最大持续功率 12348kW 下，满载试航速率不低于 16.0kn；原油的密度为 0.84t/m³；压载航行时，尾吃水应浸没螺旋桨，首吃水不小于 0.027L_{bp}；专用压载水舱的容积不小于货油舱容积的 25%。
2. 设计构思
- 经分析后作出如下的设计构思：货油舱及专用压载舱的容积需保证 $V_{cb} < 74500\text{m}^3$ （包括一定的裕度）；其余船舱包括尖舱、首部干货舱、燃油舱、货油泵舱、机舱等所需的总长为 66m。
- 经与其他载重量相近的一些油船资料比较后，取 $L_{bp} = 200 \sim 220\text{m}$ ， $B = 30 \sim 31.5\text{m}$ ，固定 $D = 16.8\text{m}$ ， $T = 12\text{m}$ 进行分析。用 $L_{bp} = 200, 205, 210, 215, 220\text{m}$ 等 5 个船长值，每个船长值再配以 $B = 30, 30.5, 31, 31.5\text{m}$ 4 种船宽，组合成表 6-5 所示的 20 种主尺度方案。
3. 设计计算与绘图
- 如表 6-5 中，各方案的 C_b 值系根据对各方案计算出的空船重量加载重量(50000t)得出的满载排水量，用 $C_b = \Delta / \rho k L_{bp} B T$ 关系算得；各方案的货油舱及专用压载舱容积 V_{cb} 用模数 $(L_{bp} - 66) C_b B D$ 从一个初始方案换算而得；各方案可达到的试航速度通过计算有效功率及推进系数后求出。

主尺度选优-应用举例

表 6-5 50000t 油船变值方案

方案号	L _{bp} /m	B/m	T/m	D/m	LW/t	DW/t	Δ/t	C _b	V _{cb} /m ³	v _n /kn
1	200	30.0	12.0	16.8	13290	50000	63290	0.853	71800	15.32
2	200	30.5	12.0	16.8	13450	50000	63450	0.842	72000	15.47
3	200	31.0	12.0	16.8	13610	50000	63610	0.831	72200	15.69
4	200	31.5	12.0	16.8	13770	50000	63770	0.820	72400	15.80
5	205	30.0	12.0	16.8	13640	50000	63640	0.837	73000	15.64
6	205	30.5	12.0	16.8	13800	50000	63800	0.826	73200	15.73
7	205	31.0	12.0	16.8	13960	50000	63960	0.815	73400	15.83
8	205	31.5	12.0	16.8	14120	50000	64120	0.804	73600	15.92
9	210	30.0	12.0	16.8	14010	50000	64010	0.822	74200	15.92
10	210	30.5	12.0	16.8	14180	50000	64180	0.811	74400	15.95
11	210	31.0	12.0	16.8	14350	50000	64350	0.800	74600	16.02
12	210	31.5	12.0	16.8	14520	50000	64520	0.789	74800	16.11
13	215	30.0	12.0	16.8	14390	50000	64390	0.808	75500	15.94
14	215	30.5	12.0	16.8	14560	50000	64560	0.797	75700	16.05
15	215	31.0	12.0	16.8	14730	50000	64730	0.786	75900	16.15
16	215	31.5	12.0	16.8	14900	50000	64900	0.775	76100	16.20
17	220	30.0	12.0	16.8	14790	50000	64790	0.795	76820	16.07
18	220	30.5	12.0	16.8	14960	50000	64960	0.784	77050	16.11
19	220	31.0	12.0	16.8	15130	50000	65130	0.773	77250	16.17
20	220	31.5	12.0	16.8	15300	50000	65300	0.762	77450	16.24



主尺度选优-应用举例

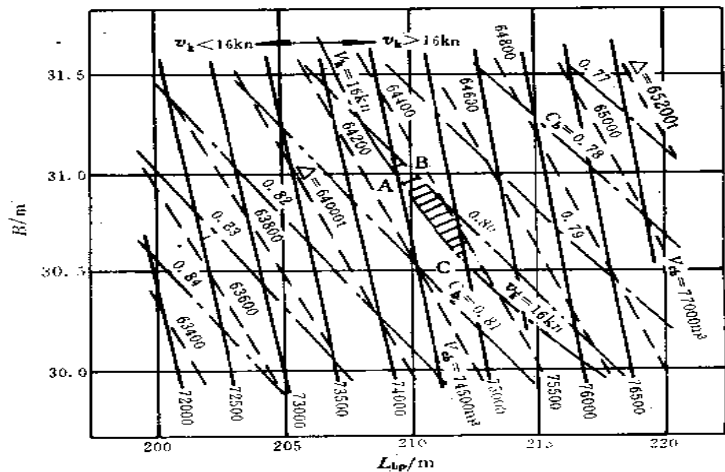


图 6-2 可行方案区域分析图



主尺度选优-应用举例


4. 方案选优

在可行域中， $v_k \geq 16\text{kn}$ ， $C_b \geq 0.80$ ， $75000\text{m}^3 \geq V_{cb} \geq 74500\text{m}^3$ ，选择任何一点所对应的方案，都符合设计要求。

图中，A 点所对应的方案，其航速、舱容均处于临界状态，考虑到估算误差，A 点方案就可能不满足设计要求。如取 B 点所对应的方案，船长增加少许，而航速和舱容都略有增加，因此宜选取 B 点所对应的方案为最佳方案。其主要要素如下：

$L_{bp} = 210\text{m}$ ， $B = 31.0\text{m}$ ， $D = 16.80\text{m}$ ， $T = 12.0\text{m}$ ， $C_b = 0.80$ ， $\Delta = 64350\text{t}$ ， $v_k = 16.02\text{kn}$ ， $V_{cb} = 74600\text{m}^3$ 。

第6讲船舶方案构思与主尺度确定



主尺度选优-应用举例

某航线需要300TEU的集装箱船舶，航速12节。选取必要货运费率RFR和海军系数C作为优化计算的目标函数。设计变量选取 L_{PP} 、 B 、 H 、 X_H 、 Y_H 、 Z_H 共六个。

min RFR

$$\max \frac{2}{\Delta^3} V^3 / \text{MCR}$$

$$\begin{cases} L_{PP} \geq 43.040 e^{0.076 X_H} \\ B \geq 3.133 Y_H \\ H \geq 2.591 Z_H + 0.0425 B - 0.65 \\ 4.8 \leq L_{PP} / B \leq 6.8 \\ 2.4 \leq B / T \leq 3.8 \\ L_{PP} / H \leq 17 \\ B / H \leq 2.5 \\ H / T \geq 1.136 \\ 0.60 \leq C_b \leq 0.75 \\ K \geq 1.0 \end{cases}$$


第6讲船舶方案构思与主尺度确定



主尺度选优-应用举例

	L_{pp}	B	T	C_b	H	X_H	Y_H	Z_H	RFR	C
1	97.794	15.473	6.447	0.684	9.439	10	5	3	0.28500	342.4156
2	96.313	15.482	6.451	0.685	8.977	10	5	3	0.28003	342.1177
3	95.841	15.477	6.449	0.687	8.841	10	5	3	0.27957	339.6213
4	95.830	15.474	6.448	0.687	8.839	10	5	3	0.27956	339.5693
5	95.752	15.475	6.448	0.688	8.815	10	5	3	0.27931	339.5514
6	95.719	15.474	6.447	0.688	8.796	10	5	3	0.27915	339.5446
7	95.625	15.473	6.447	0.688	8.776	10	5	3	0.27891	339.4831
8	95.414	15.474	6.447	0.688	8.709	10	5	3	0.27822	339.4182
9	95.276	15.473	6.447	0.688	8.669	10	5	3	0.27779	339.3607
10	95.211	15.473	6.447	0.688	8.648	10	5	3	0.27758	339.3386
11	93.879	15.474	6.448	0.691	8.247	10	5	3	0.27344	338.8212
12	92.475	15.473	6.447	0.694	7.827	10	5	3	0.26922	338.1853

第6讲船舶方案构思与主尺度确定



主尺度选优-应用举例

根据船东要求，本船乘员定额30人，船员定额8人，满足A级航区对船舶的有关要求，续航力380公里，航速40公里/小时，船舶吃水不超过1.5米，主机功率（*BHP*）不超过1000kW。根据船东要求，希望设计船横摇尽可能缓和，从降低成本角度出发，希望主机功率尽可能小。

选用*LPP*、*BWL*、*CB*三个变量作为设计变量，其取值范围为*LPP*：36~45米，*BWL*：5~7米，*CB*：0.470~0.5


LPP=36 米 *BWL*=5 米 *T*=1 米
CB=0.478 *H*=2.3米

object : min *BHP*
 max *Ts*

s.t.

$$\begin{cases} GM \geq 1.2 \\ T \leq 1.5 \\ L_{PP} \geq 36 \\ B_{WL} \geq 5 \\ 0.470 \leq C_B \leq 0.5 \\ H \geq 2.3 \end{cases}$$

第6讲船舶方案构思与主尺度确定



指标体系

$$Attained\ EEDI = \frac{\sum_{i=1}^{n_{ME}} P_{ME(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} + \sum_{i=1}^{n_{AE}} P_{AE(i)} \cdot SFC_{AE(i)} \cdot C_{FAE(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{eff(i)} \cdot SFC_{ME(i)} \cdot C_{FME(i)} - \sum_{i=1}^{n_{eff}} f_{eff(i)} \cdot P_{AEff(i)} \cdot SFC_{AE} \cdot C_{FAE}}{Capacity \cdot V_{ref}}$$

式中：Attained EEDI——获得的能效设计指数，g/t·km；

n_{ME} ——主机台数；

$P_{ME(i)}$ ——第*i*台主机的额定功率的75%，kW；

$SFC_{ME(i)}$ ——第*i*台主机在75%额定功率下的燃油消耗率，g/kW·h；

$C_{FME(i)}$ ——第*i*台主机所用燃油的CO₂转换系数，根据表2.2.1选取；

n_{AE} ——在网辅机台数；

$P_{AE(i)}$ ——船舶正常航行时所需的第*i*台在网辅机70%标定功率值，kW；就本指南而言，辅机仅指航行所需的发电机组的原动机，不包括燃油锅炉。当航行所需的发电机仅由主机驱动（如主机自由端带发电机或轴带发电机）时， $P_{AE(i)}$ 取0；

$SFC_{AE(i)}$ ——与上述 $P_{AE(i)}$ 定义相对应的辅机的燃油消耗率，g/kW·h；

$C_{FAE(i)}$ ——辅机所用燃油的CO₂转换系数，根据表2.2.1选取；



大作业

- **要求：**利用电子表格完成相应船型的主尺度选择
- **18000-20000DWT近海散货船设计**
 - 本船为钢质、单甲板、艏机型国内航行海上散货船。常年航行于沿海航线，属近海航区；主要用于煤炭等干散货运输。本船设计载重量**10000t**，积载因数经调研确定。按“CCS”有关规范入级、设计和建造。并满足中华人民共和国海事局有关国内航行海船的相关要求。满载试航速度不低于**11 kn**，续航力**5000 nmile**。
- **18000-20000DWT近海多用途货船设计**
 - 本船为钢质、单甲板、艏机型国内航行海上多用途货船。常年航行于沿海航线，属近海航区；主要用于煤炭散货运输，兼装集装箱。本船设计载重量**10000t**，积载因数经调研确定。按“CCS”有关规范入级、设计和建造。并满足中华人民共和国海事局有关国内航行海船的相关要求。满载试航速度不低于**13 kn**，续航力**5000 nmile**。