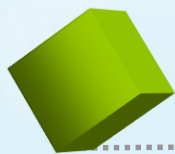


船舶技术设计





7.5.3 设计甲板骨架实例.....

学习内容:

某船的甲板骨架的设计

学习目标:

具有按规范设计甲板骨架的能力

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



例题：某万吨远洋货船的船长 $L=147.7\text{m}$ ，船宽 $B=20.4\text{m}$ ，型深 $D=12.4\text{m}$ ，吃水 $d=9.8\text{m}$ ，该船为双层甲板船，第三货舱上、下甲板平均高度为 3.5m ，下甲板的设计负荷 $p=18\text{kN/m}^2$ ，下甲板横梁最大跨距为 5.7m ，横梁间距为 0.75m 。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



- (1) 试确定该舱下甲板（货物甲板）横梁的剖面尺寸；
- (2) 如果该船第三货舱下甲板纵桁至舷侧距离 $b_1=6.2\text{m}$ ，至纵中剖面处半纵舱壁距离 $b_2=4\text{m}$ ，纵桁跨距为6个肋距，试确定此下甲板纵桁剖面尺寸；
- (3) 如果该船上甲板每3个肋距设一根强横梁，试确定该船中部上甲板纵骨的剖面尺寸（纵骨间距为 0.75 m ）。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



解 (1) 由表7-4计算压头高度 $h=0.14p=2.52\text{m}$ ，因甲板间平均高度为 3.5m ，所以取 $h=3.5\text{m}$ ；由表7-5、表7-6确定 $C_1=1.33$ ， $C_2=0.4$ ， $C_3=4.0$

因此，代入式7-58可得： $[W]=405.8\text{cm}^3$

第二甲板在船中部 $0.4L$ 区域内的货舱口边线外的甲板厚度 t 不得小于按下式计算所得之值： $t=12s$

式中： s ——横梁间距，已知 $s=0.75\text{m}$ 及 $s > (0.0016L+0.5) = 0.736\text{m}$ ，所以取 $s=0.75\text{m}$ 。

K ——材料换算系数，取 $K=1$ 。

因此，计算得： $t=9\text{mm}$ 。

由此实取下甲板横梁的带板厚度 $t_2=9\text{mm}$ 。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



要构件的带板宽度取为1个骨材间距，故此带板宽度 $b_2=750\text{mm}$ 。

查本书附表4可见，当带板宽度为700 mm，带板厚度为12 mm，20/12号角边厚度为 $t=12\text{mm}$ 的角钢连带板的最小剖面模数 $W=404.1\text{cm}^3$ 。

显然，作为下甲板横梁的20/12号角边厚度为12mm的角钢连带板（即下甲板） 750×9 的最小剖面模数 $W < 404.1\text{cm}^3$ ，那么 $W < [W]$ ，不满足规范要求。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



所以重新选取20/12号角边厚度为14mm的角钢，查附表可得其连带板700×12的最小剖面模数 $W=458.4\text{cm}^3$ 。

由于实际带板剖面积小于表列，故另行列表计算如下：

剖面图	构件编号	构件名称	构件尺寸 (mm)	剖面积 A_i (cm^2)	离参考轴 距离 Z_i (cm)	静力矩 $A_i Z_i$ (cm^3)	惯性矩 $A_i Z_i^2$ (cm^4)	身惯性矩 i_0 (cm^4)
略	1	角钢	L200× 120×14	43.2	0	0	0	1776
	2	带板	750×9	67.5	13.73	926.78	12724.69	忽略不计
		Σ		A=110.7		B=926.78	C=14500.69	

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



剖面中和轴离参考轴距离为：

$$e=B/A=8.37\text{cm}$$

剖面对中和轴的惯性距为：

$$I=C-eB=6743.56\text{cm}^4$$

连带板角钢剖面的最小剖面模数为：

$$W=I/Z_{\max}$$

其中 $Z_{\max}=h-y_1+e=15.09\text{cm}$ （其中 h 、 y_1 是附表所列的单型材要素）。所以

$$W=I/Z_{\max}=446.9\text{cm}^3$$

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



由于 $W > [W]$ ，宜再选取小一档的（指单型材剖面积较小的），即选取20/15号角边厚度为12mm的角钢。查附表可得其连带板 700×12 的最小剖面模数 $W = 473.5 \text{ cm}^3$ 。由于实际带板剖面积小于表列，故另行列表计算如下：

剖面图	构件编号	构件名称	构件尺寸 (mm)	剖面积 A_i (cm^2)	离参考轴 距离 Z_i (cm)	静力矩 $A_i Z_{ii}$ (cm^3)	惯性矩 $A_i Z_i^2$ (cm^4)	身惯性矩 i_0 (cm^4)
略	1	角钢	L200× 150×112	41.0	0	0	0	1660
	2	带板	750×9	67.5	14.37	969.98	13938.61	忽略不计
		Σ		A=108.5		B=969.98	C=15598.61	

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



剖面中和轴离参考轴距离为： $e=B/A=8.94\text{cm}$

剖面对中和轴的惯性距为： $I=C-eB=6926.99\text{cm}^4$

连带板角钢剖面的最小剖面模数为： $W=I/Z_{\max}$

其中 $Z_{\max}=h-y_1+e=15.02\text{cm}$

$$W=I/Z_{\max}=461.2\text{cm}^3>[W]$$

经比较可知，在同样满足 $W>[W]$ 条件下，后一种方案的剖面积较小，而剖面模数反而大，故属较优。因为不能再选取小一档的，所以实取此下甲板横梁为 **$L200\times 150\times 12$**

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



(2) 甲板纵桁的尺度设计

取计算压头高度 $h=3.5\text{m}$ ；纵桁跨距 $l=6 \times 0.75=4.5\text{m}$ ；

甲板纵桁支承面积的平均宽度 $b=2/b_1+2/b_2=5.1\text{m}$ ；所以由

式7-64计算甲板纵桁的剖面模数 $[W]$ 为： $[W]=1716.9\text{cm}^3$ ；

又甲板纵桁剖面惯性矩 $[I]$ 由式7-66计算得：

$[I]=15452.1\text{cm}^4$ 。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



实取腹板的最小厚度为 $t_{\min}=0.8\text{cm}$; $W_0=2178t_{\min}^3=1115\text{cm}^3$; $2W_0=2230\text{cm}^3$

因为 $[W]=1716.9\text{cm}^3$, 所以得 $W_0 < [W] < 2W_0$

故可利用下列优化公式:

$$t=t_{\min}; \quad h=56t_{\min}; \quad f_1 = \frac{[W]}{56t_{\min}} - \frac{56t_{\min}^2}{3.3}$$

所以 $f_1=27.46\text{cm}^2$

考虑面板与腹板结构搭配及焊接因素, 取 $t=t+4\text{mm}$ 即得

$t_1=12\text{mm}=1.2\text{cm}$ 。

于是面板宽度 $b_1=f_1/t_1=22.88\text{cm}$ 。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计

从实际出发，初步实取T剖面尺寸如下：

$$t=8\text{mm}, \quad h=445\text{mm};$$

$$t_1=12\text{mm} \quad b_1=240\text{mm}。$$

事先确定带板的厚度与宽度：

下甲板纵桁的带板就是下甲板，其带板厚度 $t=9\text{mm}$ 。

下甲板纵桁的带板有效面积 f_2 ，可根据规范得： $f_2=10\phi bt$
(cm^2)

式中： ϕ ——系数， $\phi=0.3(\frac{l}{b})^{\frac{2}{3}}$ ，但不大于1。

因 $l=4.5\text{m}$ ， $b=5.1\text{m}$ ， $t=9\text{mm}$ ，故 $\phi=0.276$

所以 $f_2=10\phi bt=126.72\text{cm}^2$

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计



接着选取面板重心轴为参考轴，列表计算如下：

剖面图	构件编号	构件名称	构件尺寸 (mm)	剖面积 A_i (cm ²)	离参考轴距离 Z_i (cm)	静力矩 $A_i Z_{ii}$ (cm ³)	惯性矩 $A_i Z_i^2$ (cm ⁴)	身惯性矩 i_0 (cm ⁴)
略	1	面板	12×240	28.8	0	0	0	忽略不计
	2	带板		126.72	45.55	5772.1	262919.16	忽略不计
	3	腹板	8×445	35.6	22.85	813.46	18384.2	5874.74
		Σ		A=191.12		B=6585.56	C=287178.1	

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计

腹板的自身惯性矩为: $I_0 = th^3/12 = 5874.74 \text{cm}^4$

剖面中和轴离参考轴距离为: $e = B/A = 34.46 \text{cm}$

剖面对中和轴的惯性距为: $I = C - eB = 60239.7 \text{cm}^4$

面板离中和轴最远纤维层的剖面模数为: $W = I/Z_{\max}$

其中 $Z_{\max} = 34.34 + 0.6 = 35.06 \text{cm}$

所以 $W = I/Z_{\max} = 1718.2 \text{cm}^3$

由于 $W > [W]$, $I > [I]$

且相对误差 $\delta = (W - [W]) / [W] = 0.08\%$

所以此下甲板纵桁剖面尺寸实取 $\perp \frac{8 \times 445}{12 \times 240}$ 。

任务5 设计甲板骨架

项目七 船体结构规范设计

腹板的自身惯性矩为: $I_0 = th^3/12 = 5874.74 \text{cm}^4$

剖面中和轴离参考轴距离为: $e = B/A = 34.46 \text{cm}$

剖面对中和轴的惯性距为: $I = C - eB = 60239.7 \text{cm}^4$

面板离中和轴最远纤维层的剖面模数为: $W = I/Z_{\max}$

其中 $Z_{\max} = 34.34 + 0.6 = 35.06 \text{cm}$

所以 $W = I/Z_{\max} = 1718.2 \text{cm}^3$

由于 $W > [W]$, $I > [I]$

且相对误差 $\delta = (W - [W]) / [W] = 0.08\%$

所以此下甲板纵桁剖面尺寸实取 $\perp \frac{8 \times 445}{12 \times 240}$ 。

任务5 设计甲板骨架



拓展与思考

案例1： 内河船舶甲板骨架规范设计。

任务5 设计甲板骨架



Thank You !