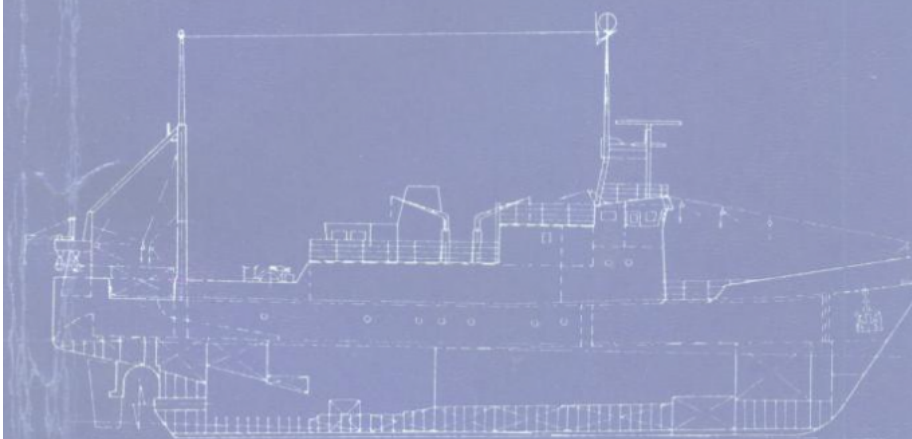


陈伯真 阮先政 编著

船舶结构力学习题集



上海交通大学出版社

普通高等教育船舶类规划教材

船舶结构力学习题集

陈伯真 阮先政 等编著

上海交通大学出版社

(沪)新登字 205 号 船舶结构力学习题集

出版: 上海交通大学出版社

(上海市华山路1954号·200039)

字数: 161000

发行: 新华书店上海发行所

版次: 1994年7月 第1版

印刷: 上海交通大学印刷厂

印次: 1994年7月 第1次

开本: 850×1168(毫米)1/32

印数: 1—2200

印张, 6.375

科目: 310—280

ISBN7-313-01270-5/U·66 定 价: 4.30元

前 言

本习题集是《船舶结构力学》(陈铁云、陈伯真主编,上海交通大学出版社出版,1991年)的配套教材,其任务是为了使学生更好地掌握船舶结构力学的基本理论与方法,通过习题训练和培养学生理论联系实际和解决实际问题的能力。

本习题集是根据上海交通大学陈伯真、杨文华、汪庠宝、张世联等编写的《船舶结构力学习题集》及武汉交通科技大学阮先政、冯杏娣、杨平编写的《船舶结构力学习题集》合编而成。习题按《船舶结构力学》教材的章节安排,共十章。每章包括主要内容及解题要点、例题、思考题及计算题。十章共有思考题 97 题,计算题 257 题。计算题中安排有少量难题及应用题(用 * 号标明)。所有计算题均有答案,部分难题给出提示。

为了学生解题的需要,本习题集还设有附录,内容为少量在解题中所需的计算公式及常用的梁的弯曲要素表等资料。

本习题集在出版前经中国船舶工业总公司船舶工程教材委员会组织兄弟院校专家审稿,提出了许多宝贵意见。定稿后经武汉交通科技大学杨永谦教授主审,上海交通大学陈雪深教授复审。参加本习题集计算工作的还有上海交通大学陈凯声、俞晓波同志,在此一并表示感谢。

限于水平,本习题集必然有不少缺点与不足之处,热烈期望读者批评指正。

著 者

出版说明

根据国务院国发(1978)23号文件批转试行的“关于高等学校教材编审出版若干问题的暂行规定”,中国船舶工业总公司负责全国高等学校船舶类专业教材编审、出版的组织工作。

为了做好这一工作,中国船舶工业总公司相应地成立了“船舶工程”、“船舶动力”两个教材委员会和“船电自动化”、“惯性导航及仪器”、“水声电子工程”、“液压”、“水中兵器”五个教材小组,聘请了有关院校的教授、专家60余人参加工作。船舶类专业教材委员会(小组)是有关船舶类专业教材建设的研究、指导、规划和评审方面的专家组织,其任务是做好高等学校船舶类专业教材的编审工作,为提高教材质量而努力。

在总结前三轮教材编审、出版工作的基础上,根据国家教委对“八·五”规划教材要“抓好重点教材,全面提高质量,适当发展品种,力争系统配套,完善管理体制,加强组织领导”的要求,船舶总公司于1991年又制定了《1991—1995年全国高等学校船舶类专业规划教材选题》。列入规划的选题共107种。

这批教材由各有关院校推荐,同行专家评阅,教材委员会(小组)评议,完稿后又经主审人审阅,教材委员会(小组)复审,然后分别由国防工业出版社、人民交通出版社以及有关高等学校的出版社出版。

为了不断地提高教材质量,希望使用教材的单位和广大师生提出宝贵意见。

中国船舶工业总公司教材编审室

1992年5月

主要符号表

a	板架主向梁间距, 板沿 a 方向的边长
A	断面面积, 弹性支座的柔性系数
b	梁断面宽度, 板沿 y 方向的边长
D	板的弯曲刚度
E	弹性模数
f	剪应力流
G	剪切弹性模数
i, I	梁断面的惯性矩
J	杆断面的扭转惯性矩
k	弹性基础的刚性系数
K	弹性支座或弹性固定端的刚性系数, 板的支撑系数
$[K]$	刚度矩阵
l	梁的长度
L	板架的长度
M	弯矩、力矩
M	集中外力矩
N	剪力
P	集中力、广义力
q	分布荷重
Q	分布荷重的总值
R	支反力
t	薄壁断面的厚度、板的厚度
T	杆的轴向力, 板的中面力
u	a 方向的位移, 复杂弯曲和弹性基础梁的参数
v	y 方向的位移, 梁的挠度

w z 方向的位移,板的挠度

U 力函数

V 应变能

V^* 余能

W 外力的功,断面模数

W^* 余功

α 弹性固定端的柔性系数

ϵ 应变

θ 断面的转角

χ 固定系数

λ 分配系数,压杆的柔度

μ 泊松比

Π 总位能

Π^* 总余能

σ 正应力

τ 剪应力

φ 扭转角,非弹性修正系数

目 录

主要符号表	(1)
第一章 绪论	(1)
第二章 单跨梁的弯曲理论	(8)
第三章 杆件的扭转理论	(24)
第四章 力法	(29)
第五章 位移法	(50)
第六章 能量法	(65)
第七章 矩阵法	(82)
第八章 平面应力问题的有限元法	(94)
第九章 矩形板的弯曲理论	(103)
第十章 杆及板的稳定性	(119)
附录	(138)
习题答案	(157)
参考文献	(192)

第一章 绪 论

I 主要内容及解题要点

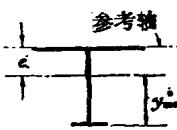
1. 本章叙述了船舶结构力学的内容、任务及研究方法,着重讨论了船体结构计算图形的建立。通过典型船体结构中骨架与板的计算图形的分析,介绍了连续梁、刚架、板架及矩形平板等的计算模型。

2. 在确定船体骨架的计算图形时应根据计算的要求、结构受力及变形特征、相邻结构影响等因素,首先由骨架的尺度、计算长度、带板面积等定出骨架的断面要素,再分析相邻结构的影响确定边界条件,最后加上相应的外荷重得出完整的计算图形。

3. 骨架的带板宽度(或面积)可根据有关的船舶建造规范中的规定选取。

4. 计算骨架断面惯性矩时建议采用表1的形式进行。

表1

断面形式	构件名称	构件面积 $a(\text{cm}^2)$	构件形心距参考 轴距离(cm)	ay	ay^2	构件对其形心 的惯性矩 $i(\text{cm}^4)$
	带板	...	...	...	...	/
	腹板	...	...	...	...	...
	面板	...	...	...	...	/
A			B			C

① 水平构件对其形心的惯性矩可以不计。

$$\text{断面中和轴离参考轴距离 } e = \frac{B}{A} (\text{cm})$$

$$\text{断面对中和轴的惯性矩 } I = C - eB (\text{cm}^4)$$

$$\text{最小断面模数 } W_{\min} = \frac{I}{y_{\max}} (\text{cm}^3)$$

II 例题

某船之水密舱壁(图 1-a) 作水密试验时需校核舱壁扶强材之强度。已知舱壁板厚8mm, 扶强材为 $L90 \times 60 \times 8$, 间距 $s = 700\text{mm}$, 扶强材上端削斜, 下端有肘板与内底板连接, $H = 6.5\text{m}$, $h = 2.5\text{m}$, 试画出扶强材的计算图形。

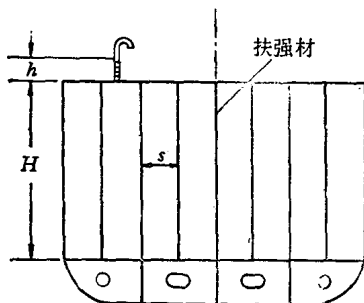


图 1-a

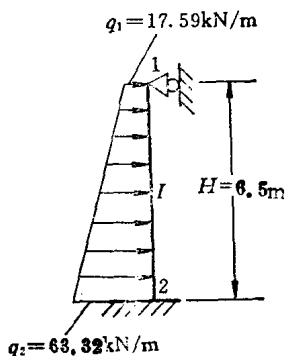


图 1-b

解: (1) 确定扶强材的边界条件:

因扶强材上端削斜, 不能传递弯矩, 故视为自由支持在刚性支座上; 扶强材下端与内底板通过肘板连接, 足以阻止该处的位移与转角, 故可视为刚性固定在刚性支座上。

(2) 计算扶强材的断面要素(表 2);

表 2

断面形式	构件名称	a (cm)	y (cm)	ay	ay^2	i (cm^4)
700×8	带 板	56	0	0	0	/
$90 \times 60 \times 8$	角 钢	11.50	6.44	74.06	476.95	93.2
		67.50		74.06	570.15	

$$e = 1.097\text{cm}, I = 570.15 - 1.097 \times 74.06 = 488.89\text{cm}^4$$

(3) 计算扶强材荷重:

扶强材受到水密试验之水压力载荷, 设水的重度为 $\gamma = 10.05 \text{ kN/m}^3$, 则扶强材上端之水压力为

$$q_1 = \gamma s h = 10.05 \times 0.70 \times 2.5 = 17.59 \text{ kN/m},$$

扶强材下端之水压力为

$$q_2 = \gamma s (h + H) = 10.05 \times 0.70 \times (2.5 + 6.5) = 63.32 \text{ kN/m}.$$

扶强材之计算图形见图1-b。

II 思考题

1. 什么叫做船体总纵弯曲? 船体的总纵强度与局部强度有什么区别与联系?

2. 船体结构中有哪些受压构件? 为什么说船在总弯曲时船体受压的构件(主要是中垂状态时的上层甲板)因受压过度而丧失稳定性后, 会大大减低船体抵抗总弯曲的能力?

3. 船舶在航行时为什么会发生扭转现象? 船体结构中还有哪些构件在受载后会发生扭转?

4. 应力集中是由什么因素引起的? 船体结构中哪些部位会发生应力集中? 应力集中可能导致什么后果?

5. 何谓骨架的带板? 带板的宽度(或面积)与什么因素有关, 如何确定? 试分析带板宽度对骨架断面几何要素的影响。

6. 什么叫做船体结构的计算图形, 它是用什么原则来确定的? 它与真实结构有什么差别?

7. 一个完整的船体结构计算图形应包含哪些具体内容? 为什么对同一船体结构构件, 计算图形不是固定的、一成不变的?

8. 某甲板载货船(例如甲板驳), 因工作需要, 甲板上可能装载煤炭、矿砂等分布载荷, 也可能装载汽车、大型机械等集中载荷, 试绘出这两种不同载荷工况时甲板板格的计算图形。这两种计算图形是否相同, 为什么?

IV 计算题

1.1 图 1.1 为某船舱口甲板纵桁剖面图形。已知：上翼板为 6×100 (mm $\times$ mm, 下同), 下翼板为 8×80 , 腹板为 8×750 , 腹板顶缘为 $R20$ 半圆钢, 甲板板厚 6, 带板宽取为 500, 计算此舱口甲板纵桁的剖面惯性矩。

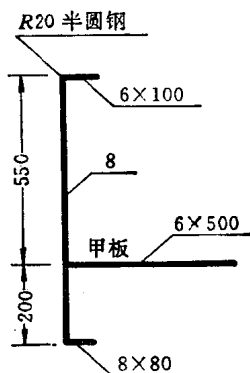


图 1.1

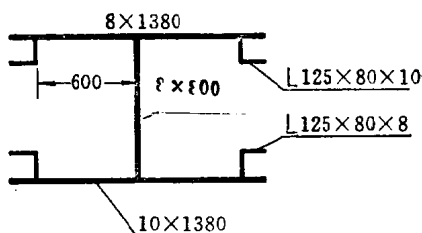


图 1.2

1.2 图 1.2 为某船船底中桁材剖面图形。已知内底板厚 8, 带板宽取为 1380, 外底板厚 10, 带板宽取为 1380, 腹板厚 8, 高 800, 内底纵骨为 $L125 \times 80 \times 10$ 角钢, 外底纵骨为 $L125 \times 80 \times 8$ 角钢, 距腹板中心线为 600, 如图所示。计算此中桁材的剖面惯性矩。

1.3 教材上图 1-7 为我国自行设计建造的“庆阳”型干货船结构图。已知：船长 148m, 船宽 21.2m, 型深 12.5m, 吃水 9.2m, 双底高 1.4m; 上甲板厚 22 (mm, 下同), 外板厚 18, 内底板厚 16, 外底板厚 18; 上甲板纵骨为 No.20a 球扁钢, 间距同肋距为 $s = 750$; 上甲板强横梁为 $L \frac{12 \times 320}{22 \times 200}$, 间距 $3s$; 货舱肋

骨为 $L \frac{12 \times 300}{16 \times 160}$, 间距 s ; 肋板厚 12, 间距 $3s$; 中桁材厚 16, 旁

桁材厚 12; 内底纵骨为 No.22b 球扁钢, 外底纵骨为 No.24a 球扁钢, 底纵骨间距 s ; 货舱长 24m; 横梁长 6.6m, 货舱肋骨长 8.1m。试画出上甲板纵骨, 上甲板强横梁, 货舱肋骨, 底纵桁及肋板的计算剖面图形, 算出上甲板纵骨, 货舱肋骨, 肋板及内、外底纵骨的剖面惯性矩。计算时带板宽度按中国钢船规范取。

•1.4 某内河顶推轮首部顶推架型式见图 1.3(a), 结构尺寸见图 1.3(b), 水平支撑杆均为 $\phi 220 \times 10$ 钢管, 推柱剖面形状见图 1.3(c), 试画出此顶推架的计算图形, 算出各杆的剖面惯性矩及最小剖面模数。顶推力可视为集中力作用在 5 点。

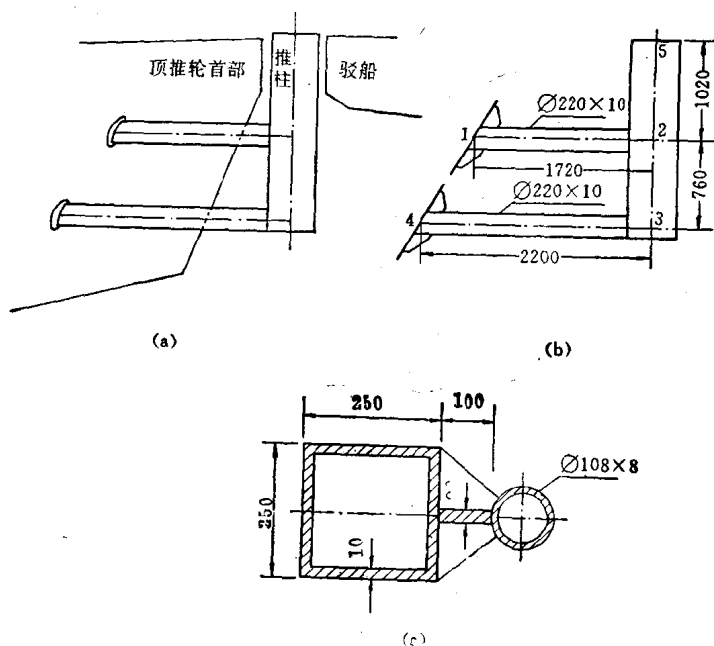


图 1.3

•1.5 某拖轮机舱后围壁板厚为 6, 上面装有三根竖桁及一根水平桁材, 尺寸均为 $\perp \frac{8 \times 120}{10 \times 80}$, 它们作为拖钩的支持结构以承受拖钩作用在其上的拖力 P , 拖钩固定在中竖桁和水平桁材的交点上, 结构尺寸如图 1.4(a), (b) 所示。试画出此拖钩支承结

构的计算图形，计算出竖桁和水平桁的剖面惯性矩及最小剖面模数。骨架的带板宽度取为跨长的1/6。

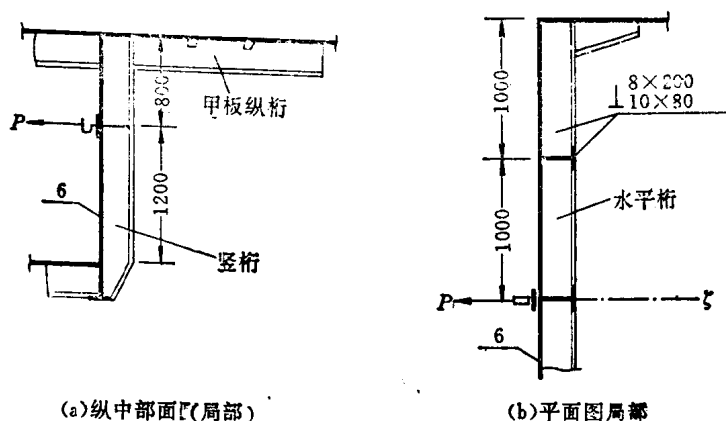


图 1.4

1.6 某内河钢质货驳，横剖面结构见图 1.5，肋距为500mm，试画出此剖面肋骨刚架(由甲板横梁、肋骨、肋板组成的刚架)的计算图形。计算舷外水压力时考虑波浪影响，计算时骨架的带板宽度取为肋距。已知：淡水重度 $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ ，货舱内单位面积上载荷为 16 kN/m^2 ，舷外波浪半波高为 0.25m。

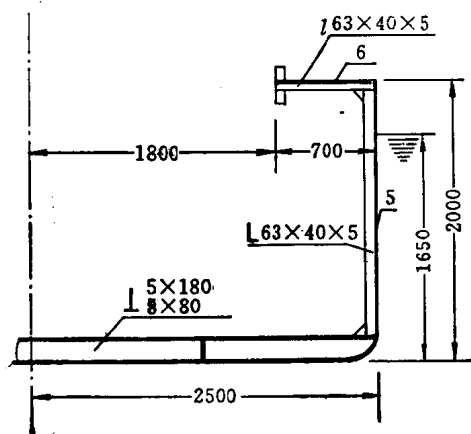
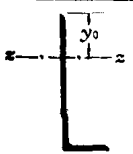


图 1.5

附表：单型材断面要素

断面及尺寸 (mm)		断面面积 (cm ²)	形心位置 y_0 (cm)	断面惯性矩 I (cm ⁴)
	125 × 80 × 8	15.989	8.44	256.77
	125 × 80 × 10	19.712	8.36	312.04
	63 × 40 × 5	4.993	4.22	20.09