

中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

生效日期：2019 年 7 月 1 日



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

总则

总则

1 适用范围

1.2 修改如下：

1.2 船舶的强度、结构、布置、舾装、机电设备等的设计、制造、安装和试验应满足本规范要求。对于散装运输液化气体船，除满足本规范相关要求外，还应满足中国船级社（以下简称“本社”）相应的规范；对于高速船、江海直达船等应分别满足本社相应规范。

2 定义

2.1（2）修改如下：

（2）自航船——系指设有用于航行目的机械推进装置的船舶。

2.1（3）修改如下：

（3）非自航船——系指自航船以外的船舶。

新增 2.1（32）至（36）：

2.1（32）旅游船：系指设有观光区域和卧席客舱，为乘客提供旅游、观光、娱乐、食宿等服务的客船。

2.1（33）游览船：系指设有观光区域，航行于城区、水库、公园、风景区等水域，为乘客提供游览、观光、娱乐、餐饮等服务的客船。

2.1（34）客渡船——系指航行于渡口（城镇渡口和乡村渡口）间，单程逆水延续航行时间（不包括中途停港时间）小于等于 2h 或单程航行距离小于等于 20km，载运乘客或兼运货物的客船。

2.1（35）客滚船——系指设有滚装处所的客船（车客渡船除外）。包括：Ⅰ型客滚船和 II 型客滚船。

2.1（36）普通客船——系指除旅游船、游览船、客滚船、客渡船和车客渡船之外的其他客船。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

第 1 篇船体

目录

第 1 章通则 1
第 1 节一般规定 1
第 2 节结构设计原则 1
第 6 节结构布置 2
第 9 节结构强度直接计算 2
第 2 章船体结构 7
第 1 节一般规定 7
第 2 节总纵强度 7
第 8 节甲板骨架 11
第 10 节无支柱的甲板强骨架 16
第 11 节支柱及桁架 17
第 13 节首尾结构及尾轴架 17
第 14 节主机基座、轴隧及机舱骨架 18
第 17 节舷墙、栏杆及护舷材 18
第 18 节航行冰区船舶的附加要求 19
第 3 章舾装 20
第 2 节舵设备 20
第 4 节锚泊及系泊设备 20
第 6 节集装箱系固与系固设备 24
第 7 节车辆系固与系固设备 24
第 4 章客船船体结构补充规定 26
第 1 节一般规定 26
第 2 节总纵强度 26
第 3 节外板 28
第 9 节船长大于 140m 客船船体结构补充规定 28
第 6 章油船船体结构补充规定 31
第 2 节总纵强度 31
第 7 节甲板骨架 31
第 8 节凸形甲板结构 31
第 9 节纵桁架 31
第 11 节货油舱舱口 32
附录 I 油船结构直接计算 33
第 7 章甲板船船体结构补充规定 34
第 2 节总纵强度 34
第 8 章大舱口船船体结构补充规定 35
第 1 节一般规定 35
第 2 节总纵强度 35
第 4 节双底骨架 36
第 5 节单底骨架 37
第 6 节舷舱骨架 37
第 10 节舱壁 37

第 12 节载运散装水泥的附加要求 38
第 13 节船长大于 140m 大舱口散货船船体结构补充规定 38
附录 I 大舱口船局部强度直接计算 42
附录 II 大舱口船总纵弯扭组合强度直接计算 43
附录 III 船长大于 140m 大舱口散货船结构直接计算 45
第 9 章双体船船体结构补充规定 49
第 1 节一般规定 49
第 4 节连接桥 49
第 5 节上层建筑及甲板室 50
附录 I 双体船结构直接计算 51
第 10 章工程船船体结构补充规定 53
第 1 节一般规定 53
第 9 节舱壁 53
第 11 节连接装置 53
第 12 节其他 53
附录 I 起重设备支撑结构直接计算 55
第 11 章滚装船船体结构补充规定 56
第 1 节一般规定 56
第 2 节总纵强度 56
第 3 节外板 56
第 5 节桁架 57
第 6 节特殊结构 57
附录 II 商品汽车滚装船载车区域结构强度直接计算 58
第 14 章化学品液货船船体结构补充规定 60
第 3 节整体液货舱周界结构 60
第 7 节独立液货舱 60

第 1 章通则

第 1 节一般规定

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 修改如下：

1.1.1.1 除另有规定外，本篇适用于航行于内河水域船长大于等于 20m 且小于等于 140m 的焊接结构钢质民用船舶。

1.1.1.2 删除

1.1.2 定义

新增 1.1.2.16：

1.1.2.16 积载因数——每单位质量货物的体积。

第 2 节结构设计原则

1.2.1 一般要求

1.2.1.2 甲板、舷侧及船底骨架应有效地连接，构成完整的刚性整体。构件与板材直接连接时应避免出现硬点。

1.2.6 次要构件之间的连接

1.2.6.5（1）修改如下：

1.2.6.5（1）当舷侧为横骨架式甲板为纵骨架式时，舷侧肋骨应用肘板与甲板固定，并应延伸至相邻的甲板纵骨，肘板的高度不小于肋骨高度的 2.5 倍，厚度与肋骨相同，采用搭接时搭接长度应不小于肋骨高度的 2 倍，如图 1.2.6.5 所示；

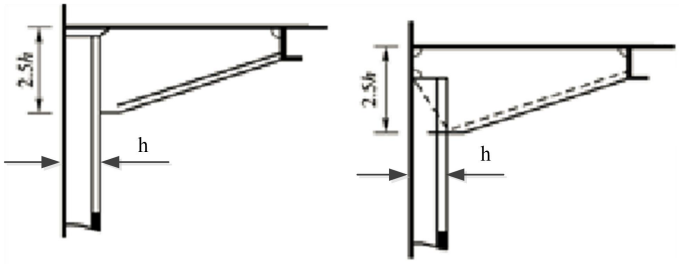


图 1.2.6.5

1.2.7 次要构件与主要构件的相交及连接

1.2.7.5 修改如下：

1.2.7.5 当纵骨架式双层底实肋板间距大于 2 个肋距时，在中桁材及内舷板处，应在实肋板间距的中点设置与邻近的内底和船底纵骨连接的肘板。肘板厚度与实肋板相同，肘板的最小宽度 b 应不小于纵骨间距的 0.5 倍，当双层底高度与肘板厚度之比大于 100 时，应在肘板上设置垂向加强筋，加强筋的厚度取与肘板相同，宽度应不小于其厚度的 8 倍，如图 1.2.7.5 所示。

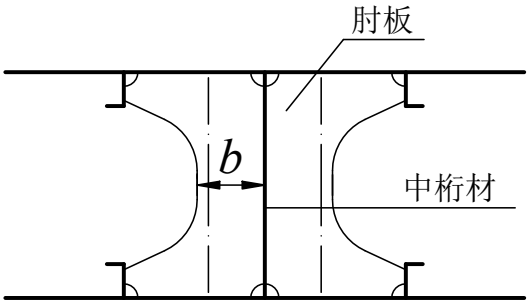


图 1.2.7.5

1.2.9 直接计算

1.2.9.6 修改如下：

1.2.9.6 航行于 A 级航区船舶的主尺度比 *L*/*D* 或 *B*/*D* 不符合本篇规定时，船体梁总纵强度计算所采用的船体梁波浪载荷应按本章 1.9.3 的规定由直接计算确定。

第 6 节结构布置

1.6.8 隔离空舱的布置

1.6.8.3 修改如下

1.6.8.3 货油舱、污油水舱与其他舱室之间应设置隔离舱。隔离空舱、压载舱、泵舱可考虑作为隔离舱。

第 9 节结构强度直接计算

1.9.3　修改如下：

1.9.3 船舶运动和波浪载荷

1.9.3.1 船舶运动和波浪载荷应按本社认可的计算程序进行计算。

1.9.3.2 波浪载荷应采用等效设计波方法确定，并符合下述要求：

（1）船舶运动与波浪载荷应基于二维线性切片理论、三维线性理论或非线性波浪理论

计算；

（2）计算设计波下的船舶运动和波浪载荷响应输入参数按下列规定：

①所取的波浪频率（波长）数应不少于 20 个，波浪频率范围应按波长与船长比（λ/L）范围的 0.2~3 选取，步长取 0.1；

②计算所取浪向角应不少于 7 个，包括 0º、30º、60º、90º、120º、150º、180º；

③计算航速取设计航速；

④ 计算水深取船舶航行航区中的实际水深，当水深小于 15m 时取水深等于 15m。

1.9.3.3 应按以下要求进行统计分析：

（1）船舶在不规则波上的运动和波浪载荷响应及其短期和长期预报计算采用 JONSWAP 波浪谱：

$$S(\omega)=\frac{\alpha g^2}{\omega^5}\exp\left\{-\frac{5}{4}(\omega_p/\omega)^4\right\}\gamma^{\exp\left\{-(\omega-\omega_p)^2/2(\sigma\omega_p)^2\right\}}(\frac{3}{4}\cos^3\theta)$$

式中： ωp——谱峰频率；

α ——广义菲利普常数，$\alpha=(5/16)\cdot(H_s^2\omega_p^4/g^2)\left[1-0.287\ln(\gamma)\right]$；

γ ——谱峰提升因子，取4；

σ ——谱宽参数，当$\omega\le\omega_p$时，σ =0.07；当$\omega>\omega_p$时，σ =0.09；

$\frac{3}{4}\cos^3\theta$ ——能量扩散函数；

θ——组合波与主浪向之间的夹角，rad。

（2）计算中取的波浪散布图为船舶航行水域中最恶劣的波浪散布图，并经本社认可。

1.9.3.4 设计波应按以下要求计算：

（1）设计波参数的定义见图 1.9.3.4（1）：

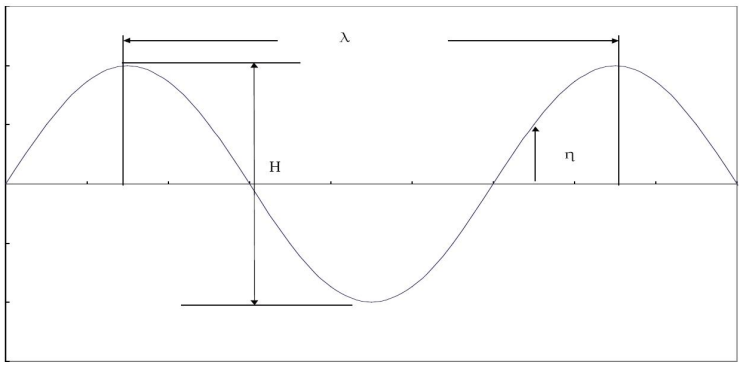


图 1.9.3.4（1）

图中：λ——波长，相邻两个波峰间的最小距离，m

H——波高，波峰到波谷间的最小距离，m

η——波面，为正弦曲线

（2）长期预报值的概率水平应根据主要载荷控制参数进行选取。

（3）计算出主要载荷控制参数在规则波不同航向角下的频率响应函数曲线，如图 1.9.3.4（2）。

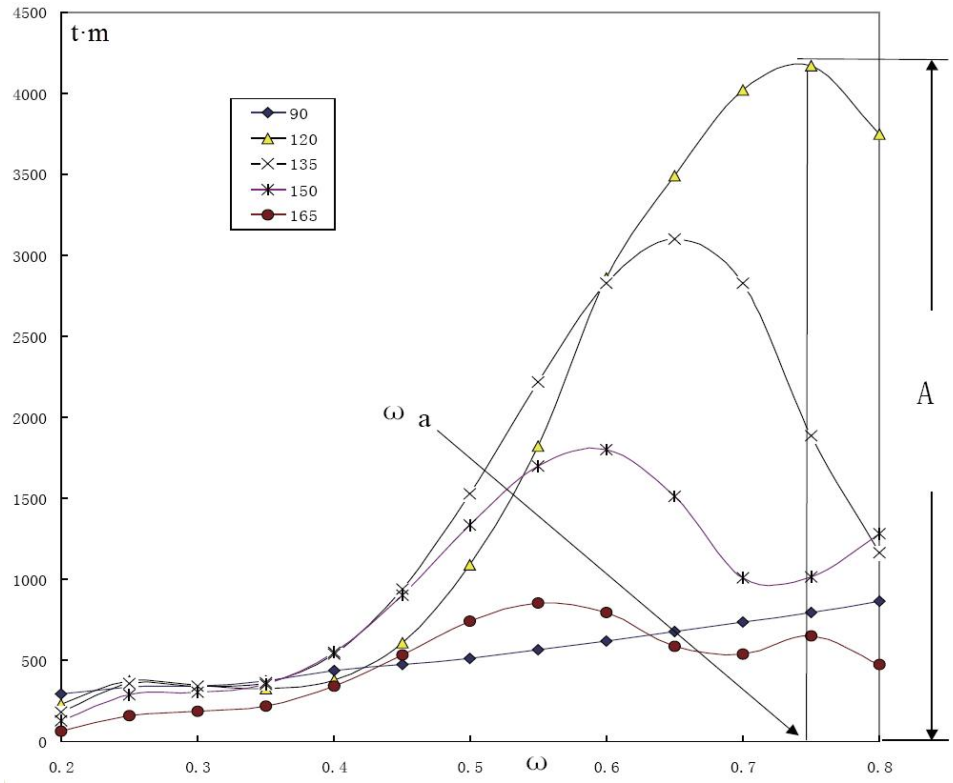


图 1.9.3.4（2）

（4）根据频率响应函数确定主要载荷控制参数达到极值的波浪频率ωa。

（5）设计波波长λ按下式计算：

$$\lambda = (2\pi g) / \omega_a^2 \quad \text{m}$$

式中：　g——重力加速度，m/s2；

ωa——主要载荷控制参数极值对应的波浪频率，rad/s，由本条（4）确定。

（6）设计波波幅α_w用下式进行计算：

$$a_w = \frac{L_j}{A_j} \quad \text{m}$$

式中：　Aj——主要载荷控制参数的极值；

Lj——主要载荷控制参数的长期预报值，概率水平按本条（2）取；

j——主要载荷控制参数编号。

（7）主要载荷参数达到极值的时刻 tj 按下式确定：

$$t_j = (n\pi + \pi / 2 - \varepsilon_j) / \omega_a$$

式中：　ωa——主要载荷控制参数极值对应的波浪频率，rad/s，由本条（4）确定；

εj——主要载荷控制参数极值对应的相位角，rad；

j——同本条（6）；

n——0或1。

（8）设计波下的波浪压力及其他载荷分量 Pi 用下式计算：

$$P_i = A_i a_w \sin(\omega_a t_j + \varepsilon_i)$$

式中： Pi——船体任意计算位置的波浪压力或其他载荷分量值；

Ai——波浪压力或其他载荷分量Pi频率响应函数的幅值；

εi——波浪压力或其他载荷分量值Pi对应的相位；

tj——主要载荷参数达到极值的时刻，根据本条（7）确定。

1.9.6 **屈曲强度**

1.9.6.1 修改如下：

1.9.6.1 采用有限元方法计算总纵强度时，应按本节规定校核船体梁的甲板、船底板、内底板、舷侧外板、内壳板、纵舱壁和、双舷侧平台、双舷侧横隔板、双层底纵桁、双层底实肋板、横舱壁、舱口围板等主要结构的平板屈曲强度。

1.9.6.3 修改如下：

1.9.6.3 根据有限元分析结果提取所校核板格周界上的应力，并按下式确定板格屈曲计算中的工作应力 $\sigma_{\substack{x\\(y)}}$：

$$\sigma_{\substack{x\\(y)}} = \frac{\sigma_{\substack{x0\\(y0)}}\ t_0}{t_0 - t_r}\ \text{N/mm}^2$$

式中： $\sigma_{\substack{x0\\(y0)}}$ ——有限元计算所得的板格周界上的应力；

t_0——有限元计算中所使用的原始板厚值；

t_r——对普通钢为本篇表 2.2.5.2 规定的折减值，对不锈钢为 0.5mm；

x、y——板格的长边和短边方向。

若板格 x 方向或 y 方向的工作应力为拉应力时，该应力分量取为零。

1.9.6.4 修改如下：

1.9.6.4 板格的临界屈曲应力 $\sigma_{\substack{xcr\\(ycr)}}$ 按下式计算：

$$\sigma_{\substack{xcr\\(ycr)}} = \sigma_{\substack{xE\\(yE)}} \qquad \sigma_{\substack{xE\\(yE)}} \le \frac{R_{eH}}{2}$$

$$\sigma_{\substack{xcr\\(ycr)}} = R_{eH}\left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{\substack{xE\\(yE)}}}\right) \qquad \sigma_{\substack{xE\\(yE)}} > \frac{R_{eH}}{2}$$

式中： R_{eH}——材料的屈服强度，N/mm² ，按本社《材料与焊接规范》的相关规定取值；

$\sigma_{\substack{xE\\(yE)}}$ ——板格在单轴应力作用下的x轴（y轴）弹性屈曲应力，N/mm²。

1.9.6.5 修改如下：

1.9.6.5 板格的剪切临界屈曲应力 τ_{cr} 按下式计算：

$$\tau_{cr}=\tau_E \qquad \tau_E \le \frac{\tau_s}{2}$$

$$\tau_{cr}=\tau_s\left(1-\frac{\tau_s}{4\tau_E}\right) \qquad \tau_E > \frac{\tau_s}{2}$$

式中：τ_E——板格弹性屈曲剪切应力，N/mm^2 ；

$\tau_s=\frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$；

R_{eH}——材料的屈服强度，N/mm^2，按本社《材料与焊接规范》的相关规定取值。

1.9.6.6 修改如下：

1.9.6.6 板格的弹性屈曲应力σ_E按下述规定计算：

（1）短边受压时板格的弹性屈曲应力σ_{xE}按下式计算：

$$\sigma_{xE}=k_x C_1 \frac{\pi^2 E}{12\left(1-\nu^2\right)}\left(\frac{t}{s}\right)^2 \text{ N/mm2}$$

式中：t——对普通钢为建造板厚减去本篇表2.2.5.2规定的折减值，对不锈钢为建造板厚减去0.5mm的板厚，mm；

s——板格的短边长度，mm；

E——材料的弹性模量，N/mm^2，普通钢取2.06×10^5；

v——材料的泊松比，对钢材取0.3；

k_x——短边受压时的屈曲系数，按表1.9.6.6（1）计算；

C_1——边界约束系数，按表1.9.6.6（2）确定；

x（下标）——表示板格长边方向。

第 2 章船体结构

第 1 节一般规定

2.1.2 图纸和资料

2.1.2.1　修改如下：

2.1.2.1 船舶建造前应将下列项目的图纸资料一式 3 份提交批准：
（1）总布置图；
（2）主要横剖面图；
（3）基本结构图，包括纵剖面、甲板和船底结构图；
（4）船首结构图，包括首柱结构；
（5）船尾结构图，包括尾柱结构；
（6）外板展开图；
（7）油密和水密舱壁图；
（8）机舱结构图；
（9）主机座和推力轴承座结构图；
（10）尾轴架结构图；
（11）货舱口结构图；
（12）舱盖结构图和强度计算书；
（13）甲板室和上层建筑结构图；
（14）通风筒、空气管和排水口布置及结构图；
（15）总纵强度计算书及有关局部强度计算书；
（16）冰区加强结构图及其强度计算书（如有冰区加强要求时）；
（17）焊接方式和规格；
（18）《安全装载手册》（如适用时）；
（19）集装箱或车辆的《系固手册》（如适用时）；
（20）装载手册允许工况的强度及稳性计算书；
（21）系固强度计算书；
（22）起重柱、起重机基座及其支撑结构图（如适用时）；
（23）本社认为必要的图纸资料。

第 2 节总纵强度

2.2.4 总纵弯曲强度校核

2.2.4.3 修改如下：

2.2.4.3

在计算静水剪力 F_S（x）和静水弯矩 M_S（x）时，向下的载荷取为正值，向上的载荷取为负值，从尾端向首端沿主体长度积分。静水弯矩、静水剪力的符号（正、负）规定见图 2.2.4.3。

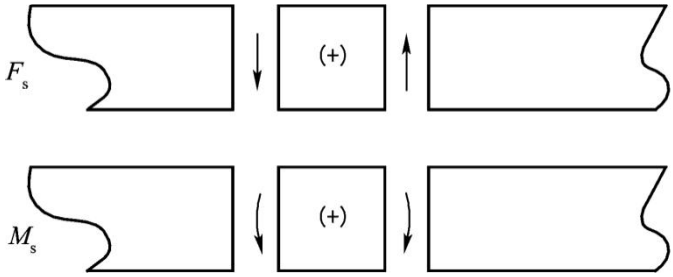


图 2.2.4.3

2.2.4.5 修改如下：

2.2.4.5 船体梁任一剖面处的波浪附加弯矩 M_w（+）（中拱）、M_w（-）（中垂）按下式计算：

$$M_w(\pm) = \pm a_w K_M K_w L^2 B (C_b + 0.7) \quad \text{kN·m}$$

式中： K_w——系数， $K_w = \left(36.9\frac{L}{D} - 1.02\frac{B}{D}L - 6.33L + 2420\right) \times 10^{-4}$；

L、B ——同本篇 2.2.2.1；

D——型深，m；

C_b——方形系数，小于 0.6 取 0.6，大于 0.85 取 0.85；

a_w——航区修正系数，A 级航区取 1.0，B 级航区取 0.6，C 级航区取 0.25；

K_M——弯矩分布系数，按图 2.2.4.5 确定。

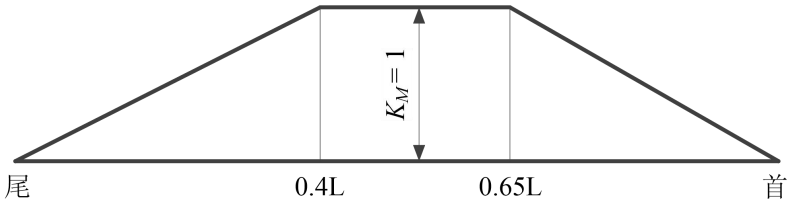


图 2.2.4.5

2.2.4.6 修改如下：

2.2.4.6 船体梁任一剖面处的波浪附加剪力 F_w（+）（中拱）、M_w（-）（中垂）按下式计算：

$$F_w(\pm) = \pm a_w K_F K_w L B (C_b + 0.7) \text{ kN}$$

式中： K_w——系数， $K_w = \left(0.753\frac{L^2}{D} - 1.67\frac{B}{D}L + 0.0517L^2 - 57.7L + 12300\right) \times 10^{-4}$；

L、B——同本篇 2.2.2.1；

D、C_b、a_w——同本篇 2.2.4.5；

K_F——剪力分布系数，按图 2.2.4.6 确定。

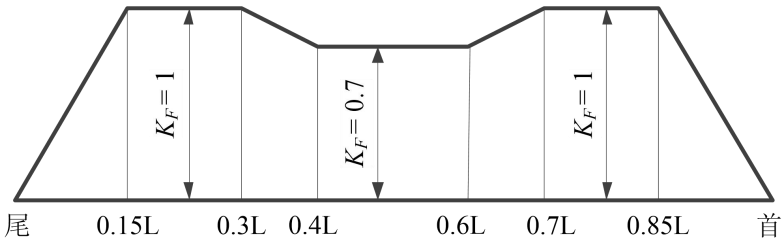


图 2.2.4.6

2.2.4.8 修改如下：

2.2.4.8 静水弯曲应力σ_s在强力甲板和船底处的值应不大于 137/K N/mm^2，在中部连续舱口围板顶缘处的值应不大于 153/K N/mm^2，其中 K 为材料换算系数，对于高强度钢按本篇表 1.3.2.3 选取，对于不锈钢按本篇 14.1.4.1 确定。

2.2.4.9 修改如下：

2.2.4.9 船体梁各计算剖面的合成弯曲应力σ_1按下式计算：

$$\sigma_1 = 10\frac{|M_s + M_w|}{W_c} \quad \text{N/mm2}$$

式中： M_s——同本节2.2.4.7；

W_c——同本节2.2.4.7；

M_w——按本节2.2.4.5计算的波浪附加弯矩，kN·m。

2.2.4.10 修改如下：

2.2.4.10 合成弯曲应力σ_1在强力甲板船底处的值应不大于 157/K N/mm^2，在中部连续舱口围板顶缘处的值应不大于 175/K N/mm^2，其中 K 为材料换算系数，对于高强度钢，按本篇表 1.3.2.3 选取，对于不锈钢按本篇 14.1.4.1 确定。

2.2.4.12 修改如下：

2.2.4.12 船体梁横剖面水平中和轴处舷侧外板及纵舱壁的剪切应力值，静水计算工况应不大于 80/K N/mm^2，航行计算工况应不大于 91/K N/mm^2，其中 K 为材料换算系数，对于高强度钢，按本篇表 1.3.2.3 选取，对于不锈钢按本篇 14.1.4.1 确定。

2.2.5 **屈曲强度校核**

2.2.5.3 修改如下：

2.2.5.3 板格的临界屈曲应力σ_{cr}应不小于其所承受的最大总纵弯曲压应力；纵骨的临界屈曲应力σcr 应不小于其所承受的最大总纵弯曲压应力的 1.35 倍。

2.2.5.5 修改如下：

2.2.5.5 板格及纵骨的临界屈曲应力σ_{cr}按下式计算：

$$\sigma_{cr} = \sigma_E \qquad \text{当} \ \sigma_E \le \frac{1}{2}R_{eH}$$

$$\sigma_{cr}=R_{eH}\left(1-\frac{R_{eH}}{4\sigma_E}\right) \qquad \text{当}\ \sigma_E>\frac{1}{2}R_{eH}$$

式中：R_{eH}——材料的屈服强度，N/mm²，按本社《材料与焊接规范》的相关规定取值；

σ_E——弹性屈曲应力，N/mm²。

2.2.5.6 修改如下：

2.2.5.6 板格的剪切临界屈曲应力τ_{cr}按下式计算：

$$\tau_{cr}=\tau_E \qquad \text{当}\ \tau_E\le\frac{1}{2}\tau_s$$

$$\tau_{cr}=\tau_s\left(1-\frac{\tau_s}{4\tau_E}\right) \qquad \text{当}\ \tau_E>\frac{1}{2}\tau_s$$

式中：τ_E——弹性屈曲剪切应力，N/mm²；

$\tau_s=\dfrac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$；

R_{eH}——材料的屈服强度，N/mm²，按本社《材料与焊接规范》的相关规定取值；

2.2.5.8 修改如下：

2.2.5.8 纵骨架式板格的弹性屈曲应力σ_E按下式计算：

$$\sigma_E=\frac{\pi^2E}{12\left(1-\mu^2\right)}C_y\left(\frac{t_b}{s}\right)^2\times10^{-6} \quad \text{N/mm}^2$$

式中：E——弹性模量，N/mm²，普通钢取2.06×10⁵；

μ——泊松比，钢材取0.3；

t_b——对普通钢为建造板厚减去本节表2.2.5.2规定的折减值后的板厚，对不锈钢为建造板厚减去0.5mm后的板厚，mm；

s——板格的短边长度，m；

C_y——系数，$C_y=\dfrac{8.4}{\psi+1.1}$；

ψ——板格短边上最小与最大应力之比（按船体梁弯曲应力的分布确定），0≤ψ≤1。

2.2.5.9 修改如下：

2.2.5.9 横骨架式板格的弹性屈曲应力σ_E按下式计算：

$$\sigma_E=K\frac{\pi^2E}{12\left(1-\mu^2\right)}C_y\left(\frac{t_b}{s}\right)^2\times10^{-6} \quad \text{N/mm}^2$$

式中：E——弹性模量，N/mm²，普通钢取2.06×10⁵；

μ——泊松比，钢材取0.3；

t_b——对普通钢为建造板厚减去本节表2.2.5.2规定的折减值后的板厚，对不锈钢为建造板厚减去0.5mm后的板厚，mm；

s——板格的短边长度，m；

K——系数，取值如下：

K=1.00，板边是普通骨材时；

K=1.15，板边是组合肋板或单底实肋板时；

K=1.20，板边是双层底实肋板时；

C_y——系数，$C_y=\left(1+\frac{s^2}{l^2}\right)^2\frac{2.1}{\psi+1.1}$；

ψ——板格长边上最小与最大应力之比（按船体梁弯曲应力的分布确定），0≤ψ≤1；

l——板格的长边长度，m。

2.2.5.10 修改如下：

2.2.5.10 板格的弹性剪切屈曲应力τ_E按下式计算：

$$\tau_E=\frac{\pi^2E}{12\left(1-\mu^2\right)}C_y\left(\frac{t_b}{s}\right)^2\times10^{-6}\ \text{N/mm}^2$$

式中：E——弹性模量，N/mm^2，普通钢取2.06×10^5；

t_b——对普通钢为建造板厚减去本节表2.2.5.2规定的折减值后的板厚，对不锈钢为建造板厚减去0.5mm后的板厚，mm；

s——板格的短边长度，m；

C_y——系数，$C_y=5.34+4\left(\frac{s}{l}\right)^2$；

l——板格的长边长度，m。

第 8 节甲板骨架

2.8.1 甲板横梁

2.8.1.1 修改如下：

2.8.1.1 横骨架式甲板应在每个肋位上设置横梁，其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=5cshl^2\ \text{cm}^3$$

式中：c——系数，对A级航区强力甲板取1.45，B级航区强力甲板取1.2，C级航区强力甲板取1.0；当强力甲板载货时取1.0；其余甲板均取1.0；

s——横梁间距，m；

l——横梁跨距，m，取舷侧与甲板纵桁（纵舱壁）或甲板纵桁（纵舱壁）之间距离之大者，且不小于2m。船长小于30m的船舶，载货区域甲板横梁取实际跨距；

h——甲板计算水柱高度，m，按表2.8.1.1确定。

甲板计算水柱高度 h（m） **表** 2.8.1.1

甲板名称及处所	计算水柱高度 h	

甲板名称及处所	计算水柱高度 h	
强力甲板	0.5m	
双甲板船的干舷甲板	0.35m	
起居甲板	0.35m	
顶篷甲板	0.2m	
平台甲板	机舱及机修平台：1.0m； 深舱平台：取平台甲板上表面至上一层甲板下表面的垂直距离，m，但不小于 2m； 其他平台：0.35m。	
厨房、餐厅、储物间	0.4m	
客船的门厅	对旅游船门厅取 0.45m； 对其它客船门厅取 0.4m。	
载货甲板	$h = K\dfrac{Q}{F}$ m 式中：Q——甲板载货（或局部载货）总重量，t； F——载货所占面积，m^2； K——系数，货物的积载因数小于等于 $0.45m^3/t$ 时取 1.30，货物的积载因数大于 $0.45m^3/t$ 时取 1.15。	

注：①当顶篷甲板兼作起居甲板时，尚应满足起居甲板的要求；

②当处所位于强力甲板时，尚应满足强度甲板的要求；

③当采用直接计算法确定强力甲板主要构件结构尺寸时，强力甲板计算水柱高度 h 应为 0.5c，m；

④对甲板承受较大集中载荷时，其设计载荷应特殊考虑。

2.8.3 甲板纵桁

2.8.3.4 修改如下：

2.8.3.4 当仅在强力甲板（或干舷甲板）下方设置支柱时，横骨架式强力甲板（或干舷甲板）甲板纵桁剖面模数应不小于按下式计算所得之值：

$$W = kk_z k_{zg} k_b cbhl^2 \text{ cm3}$$

式中：c——系数，按本节2.8.1.1确定；

b——甲板纵桁支承面积的平均宽度，m ；

h——甲板计算载荷相当水柱高度，按本节2.8.1.1确定；

l——纵桁跨距，m，取两横舱壁间的距离；

k——系数，$k = 0.03L + 4.8$，但不必大于8.4，其中 L 为船长，m；

k_z——系数，按表2.8.3.4确定；

k_{zg}——系数，$k_{zg} = C_1\lambda + C_2$；

其中：λ——参数，$\lambda = h/d_0$；当λ<0.1时，取λ=0.1；当λ>1时，取 $\lambda = d_0/h$；

d_0——计算吃水，m，支柱位于空舱内时取为满载吃水；支柱位于货舱（含机舱）内时， 取为满载吃水的0.6倍；

C_1——参数，$C_1 = 0.926\left(\dfrac{B_1}{L_1}\right)^3 - 3.194\left(\dfrac{B_1}{L_1}\right)^2 + 1.806\left(\dfrac{B_1}{L_1}\right) + 0.474$；

C_2——参数，$C_2=-0.858\left(\frac{B_1}{L_1}\right)^3+2.917\left(\frac{B_1}{L_1}\right)^2-1.420\left(\frac{B_1}{L_1}\right)+0.352$；

B_1——甲板板架宽度，m，取两舷（或两内舷壁）间的距离；

L_1——甲板板架长度，m，取两横舱壁间的距离；

当 $B_1/L_1<0.5$ 时，取 $B_1/L_1=0.5$；当 $B_1/L_1>1.75$ 时，取 $B_1/L_1=1.75$；

k_b——系数，当支柱坐落在单底结构上时，取1；当支柱坐落在双层底结构上时，取 $k_b=0.23+0.77\lambda$。

系数 k_z **表** 2.8.3.4

λ	甲板纵桁跨间支柱数					
	1	2	3	4	5	≥7
0.1	0.858	0.524	0.416	0.364	0.317	0.276
0.2	0.548	0.324	0.250	0.212	0.181	0.158
0.3	0.391	0.223	0.166	0.136	0.114	0.097
0.4	0.313	0.173	0.124	0.099	0.081	0.066
0.5	0.266	0.143	0.099	0.076	0.061	0.048
0.6	0.235	0.123	0.082	0.061	0.047	0.036
0.8	0.196	0.097	0.061	0.042	0.031	0.021
1.0	0.181	0.091	0.056	0.039	0.031	0.022

注：当比值λ不在表中时，可内插值确定。

支柱应尽可能均匀布置。支柱间距的不均匀度应满足 $|b-b_0|/b_0\le 0.3$（式中 b 为支柱的实际间距，b_0 为支柱均匀布置时的间距）。

甲板纵桁的剖面尺寸也可按本篇 1.9.7 的规定由直接计算确定。

2.8.5 强横梁

2.8.5.4 修改如下：

2.8.5.4 当仅在强力甲板（或干舷甲板）下方设置支柱时，纵骨架式强力甲板（或干舷甲板）强横梁剖面模数应不小于按下式计算所得之值：

$$W=5.7k_qk_{qg}k_bcshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：c——系数，按本节2.8.1.1的规定；

s——强横梁间距，m；

h——甲板计算载荷相当水柱高度，按本节2.8.1.1的规定；

l——强横梁跨距，m，取舷侧至纵舱壁（纵桁架）或纵舱壁（纵桁架）之间的距离；

k_q——系数，按表2.8.5.4确定；

k_{qg}——系数，$k_{qg}=C_1\lambda+C_2$；

其中：λ——参数，同本节2.8.3.4；

C_1——参数，$C_1=1.482\left(\frac{L_1}{B_1}\right)^3-5.027\left(\frac{L_1}{B_1}\right)^2+3.416\left(\frac{L_1}{B_1}\right)+0.120$；

C_2——参数，$C_2=-1.433\left(\frac{L_1}{B_1}\right)^3+4.893\left(\frac{L_1}{B_1}\right)^2-3.322\left(\frac{L_1}{B_1}\right)+0.876$；

B_1——甲板板架宽度，m，取舷侧至纵舱壁（纵桁架）或纵舱壁（纵桁架）之间的距

离；

L_1——甲板板架长度，m，取两横舱壁间的距离；

当 $L_1/B_1 < 0.5$ 时，取 $L_1/B_1 = 0.5$；当 $L_1/B_1 > 1.75$ 时，取 $L_1/B_1 = 1.75$；

k_b——系数：

当支柱坐落在单底结构上时，取1；

当支柱坐落在双层底结构上时，取 $k_b = 0.097 + 0.903\lambda$。

系数 k_q **表** 2.8.5.4

λ	强横梁跨间支柱数					
	1	2	3	4	5	≥7
0.1	1.302	0.860	0.671	0.560	0.505	0.501
0.2	0.816	0.515	0.385	0.320	0.285	0.283
0.3	0.571	0.341	0.245	0.200	0.175	0.171
0.4	0.448	0.254	0.175	0.140	0.120	0.115
0.5	0.375	0.202	0.135	0.105	0.088	0.081
0.6	0.325	0.167	0.105	0.080	0.066	0.058
0.8	0.264	0.124	0.072	0.048	0.039	0.030
1.0	0.227	0.098	0.053	0.032	0.023	0.017

注：当比值λ不在表中时，可内插值确定。

支柱应尽可能均匀布置。支柱间距的不均匀度应满足 $|b - b_0|/b_0 \le 0.3$（式中 b 为支柱的实际间距，b_0 为支柱均匀布置时的间距）。

强横梁的剖面尺寸也可按本篇 1.9.7 的规定由直接计算确定。

2.8.6 舱口端横梁

2.8.6.1 修改如下：

2.8.6.1 舱口端横梁（含舱口围板）的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

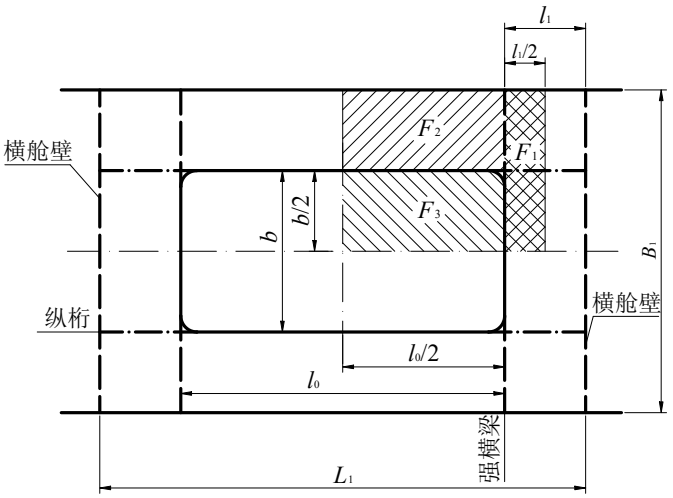


图 2.8.6.1

（1）舱口四角及舱内无支柱时：

$$W = 1.55k_1k_2k_3Pl \text{ cm}^3$$

式中：l——舱口端横梁跨距，m，取两舷（或两内舷壁）间的距离；

P——相当负荷，t，$P=2\left[\left(F_1+F_2\right)ch+F_3h_0\right]$；

k_1——系数，$k_1=-0.25+2.0\delta$；

k_2——系数，$k_2=2.35-2.16\alpha$；

k_3——系数，$k_3=0.20-1.04\beta+1.84\beta^2$；

其中：c、h、h_0——同本节2.8.4.1（1）；

δ、α、β——同本节2.8.4.1（1）；

F_1、F_2、F_3——载荷支承面积，m^2，按图2.8.6.1所示计算。

（2）在舱口端横梁跨中设有支柱时：

$$W=5.7k_1k_2k_bk_qPl \quad cm^3$$

式中：l——舱口端横梁跨距，m，同本节2.8.6.1（1）；

P——相当负荷，t，$P=2\left[\left(F_1+F_2\right)ch+F_3h_0\right]$；

k_1——系数，$k_1=1.75-1.2\alpha$；

k_2——系数，$k_2=-0.67+1.67\beta$；

k_b——系数，同本节2.8.5.4；

k_q——系数，$k_q=0.68-1.76\lambda+2.52\lambda^2-1.17\lambda^3$；

其中：c、h、h_0——同本节2.8.4.1（1）；

α、β——同本节2.8.4.1（1）；

F_1、F_2、F_3——同本节2.8.6.1（1）；

λ——参数，同本节2.8.3.4。

（3）舱口四角设支柱时：

$$W=5.7k_1k_bk_qPl \quad cm^3$$

式中：l——端横梁的跨距，m，同本节2.8.6.1（1）；

P——相当负荷，t，$P=2\left[\left(F_1+F_2\right)ch+F_3h_0\right]$；

k_1——系数，$k_1=-1+3.2\delta$；

k_b——系数，同本节2.8.5.4；

k_q——系数，$k_q=0.37-0.24\lambda+0.15\lambda^2$；

其中：c、h、h_0——同本节2.8.4.1（1）；

δ——同本节2.8.4.1（1）；

F_1、F_2、F_3——同本节2.8.6.1（1）；

λ——参数，同本节2.8.3.4。

第 10 节无支柱的甲板强骨架

2.10.2 甲板强横梁

2.10.2.1 修改如下：

2.10.2.1 当甲板板架下方未设置支柱时，甲板强横梁的剖面模数W应不小于按下式计算所得之值，且不小于甲板纵桁的剖面模数：

$$W = kk_b cshl^2 \ \text{cm}^3$$

式中：k——系数，对于强力甲板取5.7，对于非强力甲板取5.1；

k_b——系数，按表2.10.2.1选取；

c——系数，按本节2.8.1.1的规定；

s——强横梁间距，m；

h——计算载荷相当水柱高度，m，按本节2.8.1.1确定；

l——强横梁计算跨距，m，取两舷侧之间（或两侧围壁之间）的距离。

系数 k_b **表 2.10.2.1**

$\frac{l_c}{B_c}$	1 道甲板纵桁				3 道甲板纵桁				≥5 道甲板纵桁			
	强横梁数量				强横梁数量				强横梁数量			
	1	3	5	≥7	1	3	5	≥7	1	3	5	≥7
0.5	0.154	0.162	0.184	0.213	0.052	0.089	0.120	0.148	0.041	0.062	0.074	0.094
0.75	0.172	0.250	0.317	0.369	0.107	0.188	0.247	0.294	0.064	0.131	0.186	0.230
1.0	0.231	0.374	0.448	0.498	0.178	0.300	0.374	0.424	0.128	0.238	0.310	0.362
1.25	0.298	0.473	0.537	0.567	0.250	0.400	0.469	0.509	0.199	0.340	0.413	0.459
1.5	0.354	0.540	0.579	0.591	0.314	0.474	0.530	0.556	0.266	0.421	0.486	0.521
1.75	0.400	0.575	0.592	0.593	0.364	0.524	0.563	0.576	0.322	0.481	0.532	0.555
≥2.0	0.431	0.591	0.591	0.584	0.402	0.554	0.577	0.580	0.366	0.522	0.559	0.571

注：①l_c/B_c为板架长宽比；l_c为甲板平面长度，m，取两横舱壁的间距；B_c为甲板平面宽度，m，取两舷侧之间（或两侧围壁之间）的距离。

②当数值不在表中时，可内插值确定。

2.10.3 甲板纵桁

2.10.3.1 修改如下：

2.10.3.1 当甲板下方无支柱时，甲板纵桁的剖面模数W应不小于按下式计算所得之值，且不小于甲板强横梁的剖面模数：

$$W = kk_s cbhl^2 \ \text{cm}^3$$

式中：k——系数，对于强力甲板取$k = 0.03L + 4.8$，其中L为船长，m，但k取不大于8.4；

对于其他甲板取$k = 5.5$；

k_s——系数，按表2.10.3.1选取；

c——系数，按本节 2.8.1.1 的规定；

b——纵桁间距，m；

h——计算载荷相当水柱高度，m，按本节2.8.1.1确定；

l——纵桁计算跨距，m，取两横舱壁之间的距离。

系数 k_s 表 2.10.3.1

$\frac{l_c}{B_c}$	1 道甲板纵桁				3 道甲板纵桁				5 道甲板纵桁			
	强横梁数量				强横梁数量				强横梁数量			
	1	3	5	≥7	1	3	5	≥7	1	3	5	≥7
0.5	0.753	0.567	0.491	0.438	0.847	0.704	0.645	0.601	0.842	0.722	0.681	0.651
0.75	0.560	0.353	0.271	0.220	0.725	0.518	0.426	0.365	0.770	0.583	0.501	0.444
1.0	0.393	0.205	0.141	0.106	0.569	0.348	0.258	0.205	0.647	0.429	0.336	0.277
1.25	0.269	0.115	0.074	0.056	0.426	0.222	0.150	0.112	0.514	0.298	0.214	0.166
1.5	0.185	0.070	0.046	0.041	0.313	0.138	0.088	0.065	0.398	0.200	0.133	0.097
1.75	0.130	0.055	0.036	0.031	0.230	0.084	0.059	0.050	0.304	0.132	0.084	0.062
≥2.0	0.094	0.045	0.033	0.024	0.171	0.068	0.041	0.040	0.233	0.085	0.060	0.050

注：①l_c/B_c为板架长宽比；l_c为甲板平面长度，m，取两横舱壁的间距；B_c为甲板平面宽度，m，取两舷侧之间（或两侧围壁之间）的距离。

②当数值不在表中时，可内插值确定。

第 11 节支柱及桁架

2.11.2 **支柱负荷的确定**

2.11.2.1 修改如下：

2.11.2.1 当仅在强力甲板（或干舷甲板）下方设置支柱时，支柱的计算负荷 P 应按下式计算：

$$P = 9.81kcabh \text{ kN}$$

式中：a、b——支柱所支撑甲板面积的长度和宽度，m，如图2.11.2.2（1）所示；

c——系数，按本节2.8.1.1的规定；

h——甲板上的计算水柱高度，m，按本章2.8.1.1的规定确定；

k——系数，$k = 0.5\left(1 + d_0 / h\right)$；

其中：d_0——船底计算水柱高度，m，空舱内的支柱取等于满载吃水，货舱（含机舱）内的支柱取为满载吃水的0.6倍；当d_0<1.0m时，取d_0=1.0m。

2.11.5 **桁架**

2.11.5.12 修改如下：

在表 2.11.5.12（1）中表头第 2 列“单角钢”改为“双角钢”。

第 13 节首尾结构及尾轴架

2.13.4 **尾轴架**

2.13.4.3 修改如下

2.13.4.3 尾轴架应伸入船底内部与主要构件连接，并适当加强。轴架穿过处的外板厚度应符合本章 2.3.7.1 的规定。

第 14 节主机基座、轴隧及机舱骨架

2.14.3 机舱骨架

2.14.3.3 修改如下：

2.14.3.3 单底实肋板的剖面模数应不小于按本章 2.5.2.2 计算所得值的 1.3 倍，其中系数 f 取 1。双层底实肋板腹板厚度应按机舱外实肋板的厚度增厚 1mm，且应设置间距不大于双层底高度的加强筋。加强筋的厚度取与实肋板厚度相同，宽度为厚度的 8 倍。

2.14.3.4 修改如下：

2.14.3.4 双层底内组合肋板的船底骨材和内底骨材的剖面模数应不小于按本章 2.6.6 计算所得值的 1.2 倍。

第 16 节上层建筑及甲板室

2.16.6 铝合金材料的使用

2.16.6.1 修改如下：

2.16.6.1 上层建筑、甲板室、舱口盖等局部结构允许使用铝合金材料等效代替本规范要求的船体结构钢。铝合金结构尺寸可按下式求得：

板厚：$t_a = t_s \sqrt{K_a}$ mm

剖面模数：$W_a = W_s K_a$ cm^3

式中：t_s——使用低碳钢规范要求的板厚，mm；

W_s——使用低碳钢规范对构件要求的剖面模数，cm^3；

K_a——铝合金材料换算系数，K_a=235/$R_{p0.2}$；对于无退火状态的铝合金材料，可以根据本社认可的相关标准或公认的标准确定材料换算系数。

$R_{p0.2}$——铝合金材料在退火状态下的0.2%规定非比例伸长应力，N/mm^2，但不大于66%的材料抗拉强度值。

第 17 节舷墙、栏杆及护舷材

2.17.3 栏杆

2.17.3.2 删除

2.17.3.3 删除

2.17.3.4 删除

第 18 节航行冰区船舶的附加要求

2.18.6 强肋骨与中间肋骨

2.18.6 强肋骨、中间肋骨与中间纵骨

新增2.18.6.3和2.18.6.4：

2.18.6.3 若不设置中间肋骨，则肋骨间距应不大于船中部 60%。

2.18.6.4 对于冰带区采用纵骨架式的船舶，在该区域的纵骨布置和尺寸应满足如下要求：

（1） 该区域应设置连续的中间纵骨，且设置范围与本节2.18.6.2中规定的中间肋骨相同；

（2） 该区域的中间纵骨与纵骨之间的距离应不大于0.5m；

（3） 该区域的纵骨与中间纵骨的剖面模数应满足本篇2.7.2.2的要求，但计算时，“纵骨间距s”按纵骨与中间纵骨之间距离的1.5倍取用；

（4） 若设置中间纵骨确有困难且纵骨间距小于等于600mm，可不设置中间纵骨，但该区域的板厚t尚应不小于本篇第2章第3节规定的船中部外板厚度规范要求值的1.58倍。

第 3 章舾装

第 2 节舵设备

3.2.1 一般要求

新增 3.2.1.9 和 3.2.1.10：

3.2.1.9 船长大于 140m 的客船应至少采用双桨双舵配置，并设置艏侧推装置，推力 T_c 应按照 3.2.1.8 的要求计算。舵应采用襟翼舵或其他型式的高效舵，且舵面积系数应不小于 3.5%。

3.2.1.10 船长大于 140m 的散货船舵面积系数应不小于 3.0%，并应设置艏侧推装置，推力 T_c 应按照 3.2.1.8 的要求计算。

第 4 节锚泊及系泊设备

3.4.2 舾装数

3.4.2.1 修改如下：

3.4.2.1 各种航行工况下船舶的舾装数 N 应按下式计算确定：

$$N = K_1\left(2d + B\right)L_s + K_2\left(bH + 0.1S\right)$$

式中：L_s——计算工况下的水线长度，m；

B——船宽，m；

d_s——计算工况下船中处的吃水，m；

b——上层建筑、甲板室围壁、装载集装箱等货物（如有时）在船舶横剖面上的最大投影宽度，m；

H——在船体中纵剖面处计算工况吃水线以上主体及上层建筑（甲板室）各层宽度大于 $B/4$ 舱室、装载集装箱等货物（如有时）在船舶横剖面上的投影高度之和（不重复计入），m；

S——计算工况吃水线以上主体及上层建筑（甲板室）的侧投影面积，m^2，

$S = FL_s + \sum_{i=1}^{n} l_i h_i$；

F——计算工况下船中处的吃水线到干舷甲板的高度，m；

l_i——各层上层建筑及宽度大于 $B/4$ 的甲板室围壁侧投影长度，m；甲板货船和集装箱船干舷甲板上货物装载区的长度应计入，舷墙、烟囱、栏杆、桅杆等的长度不计入；

h_i——各层上层建筑及宽度大于 $B/4$ 的甲板室围壁的高度，m；甲板货船和集装箱船干

舷甲板以上载货高度，取货物装载区的围壁（含货舱顶篷）高度，如围壁高度低于载货高度，取载货的平均高度。舷墙、烟囱、栏杆、桅杆的高度不计入；

K_1、K_2——系数，船长 L＞45m 客船和滚装船按表 3.4.2.1（1）选取；其他船舶按表 3.4.2.1（2）选取。

系数 K_1 和 K_2 表 3.4.2.1（1）

航区 / 系数	A 级航区		B 级航区		C 级航区	
	河流	湖泊、水库	河流	湖泊、水库	河流	湖泊、水库
K_1	0.53	0.25	0.5	0.1	0.6	0.05
K_2	6.0	6.0	5.0	5.0	3.1	3.1

注：急流航段的船舶 K_1、K_2 按所在航区的级别取值。

系数 K_1 和 K_2 表 3.4.2.1（2）

系数 / 航区		A 级航区		B 级航区		C 级航区	
		L≤45m	L＞45m	L≤45m	L＞45m	L≤45m	L＞45m
K_1	河流	0.122	0.341	0.131	0.368	0.162	0.452
	湖泊、水库	0.032	0.089	0.018	0.051	0.010	0.029
K_2		3.50	9.77	2.91	8.12	1.83	5.12

注：急流航段的船舶 K_1、K_2 按所在航区的级别取值，L 为船长。

3.4.5 系泊设备

3.4.5.3 修改如下：

3.4.5.3 对于装运闪点不超过 60℃（闭杯试验）油类的油船和推（拖）此类油船的推（拖）船，按本节表 3.4.3.1 中规定的较大尺寸的系船索应为植物纤维索或可防静电的合成纤维索；对于装运闪点超过 60℃（闭杯试验）油类的油船和推（拖）此类油船的推（拖）船，按表 3.4.3.1 中规定的较大尺寸的系船索中至少应有两根植物纤维索或合成纤维索。

3.4.6 趸船锚泊设备

3.4.6 修改如下：

3.4.6 趸船锚泊设备

3.4.6.1 趸船应根据锚泊水域的使用经验或试验结果等实际情况，采用锚和/或缆索（连接于岸上系固桩/地牛）进行系固，也可根据实际情况参照本节 3.4.6.2~3.4.6.9 的要求进行配备。

3.4.6.2 当完全采用锚进行系固时首尾各部的锚数不得小于 2。各种系固方式下的锚质量应符合下述规定：

（1）当趸船完全采用锚系固且首尾各部的锚数等于 2，或当在首尾部各采用一个锚和一根系固于岸上系固桩（地牛）的缆索系固时，每个锚的质量应分别不小于按本节 3.4.6.3、3.4.6.4 计算所得之值；

（2）当趸船首尾完全采用锚系固且首尾各部的锚数量大于 2 个时，首尾各部所设锚的总质量应分别不小于按本节 3.4.6.3、3.4.6.4 计算所得之值的 2 倍；

（3）当趸船首尾采用锚和系固于岸上系固桩（地牛）的缆索系固时，首、尾部所设锚的总质量应分别不小于按本节 3.4.6.3、3.4.6.4 计算所得之值；当首尾锚的锚数大于 2 时，每个锚的质量不得小于按本节 3.4.6.3、3.4.6.4 计算所得之值的 1/3。

3.4.6.3 趸船首部在水流上方抛设的领水锚的锚质量 G_s 不小于下按列两式计算所得之值的大者：

$$G_s=\frac{K_1}{\lambda}\sum_{i=1}^{n}\left(B_i+2d_i+174\frac{B_id_i}{L_{si}}\right)L_{si}+\frac{K_2}{\lambda}\left(\sum_{i=1}^{n}b_iH_i+0.1S_z\right)\ \text{kg}$$

$$G_s=\frac{K_1}{\lambda}\sum_{i=1}^{n}\left(B_i+2d_i+174\frac{B_id_i}{L_{si}}\right)L_{si}+\frac{K_2}{\lambda}\left(0.1\sum_{i=1}^{n}b_iH_i+S_z\right)\ \text{kg}$$

式中：L_{si}——趸船、靠泊船的水线长，m；

B_i——趸船、靠泊船的船宽，m；

d_i——趸船、靠泊船的吃水，m；

b_i——趸船、靠泊船水线以上主体和上层建筑（甲板室）围壁的平均宽度，m；

H_i——趸船、靠泊船水线以上主体和上层建筑（甲板室）在中纵剖面处的总高度，m；

S_z——趸船和靠泊船水线以上主体及上层建筑（甲板室）重叠在一起时的侧投影面积，m^2；

n——趸船和靠泊船的总艘数；

K_1、K_2——系数，按表3.4.6.3确定；

λ——锚的抓重比，根据河床地质情况确定。

系数 K_1 和 K_2 **表 3.4.6.3**

	A 级航区	B、C 级航区	湖泊、水库
K_1	0.644	1.26	0.105
K_2	32.76	23.59	23.59

3.4.6.4 尾部定位锚的质量 G_w 应不小于按不小于按列两式计算所得之值的大者：

$$G_w=\frac{K_2}{\lambda}\left(\sum_{i=1}^{n}b_iH_i+0.1S_z\right)\ \text{kg}$$

$$G_w=\frac{K_2}{\lambda}\left(0.1\sum_{i=1}^{n}b_iH_i+S_z\right)\ \text{kg}$$

式中：b_i、H_i、S_z、n、K_2、λ——同本节3.4.6.3；

3.4.6.5每个锚的锚链破断力F_0应不小于按下述计算所得之值：

$$F_0=0.0736\lambda G_0\ \text{kN}$$

式中：G_0——每只锚的实际质量，kg；

λ——锚的抓重比，根据河床地质情况确定。

3.4.6.6 每个锚的锚链长度 l_0 应不小于按下式计算所得之值：

$$l_0 = \sqrt{2\frac{\lambda h G_0}{q_0} + h^2} + 50 \quad \text{m}$$

式中： h——锚泊水域水深，m，当h<5时取5；

G_0——每个锚的实际质量，kg；

q_0——锚链或钢索单位长度的质量，kg/m。

λ——锚的抓重比，根据河床地质情况确定。

3.4.6.7 趸船首部在水流上方系固于岸上系固桩（地牛）的缆索，其每根的破断拉力 F_{ls} 应不小于按列两式计算所得之值的大者：

$$F_{ls} = \frac{0.0245}{N}\left[K_1\sum_{i=1}^{n}\left(B_i + 2d_i + 174\frac{B_i d_i}{L_{si}}\right)L_{si} + K_2\left(\sum_{i=1}^{n} b_i H_i + 0.1S_z\right)\right] \quad \text{kN}$$

$$F_{ls} = \frac{0.0245}{N}\left[K_1\sum_{i=1}^{n}\left(B_i + 2d_i + 174\frac{B_i d_i}{L_{si}}\right)L_{si} + K_2\left(0.1\sum_{i=1}^{n} b_i H_i + S_z\right)\right] \quad \text{kN}$$

式中： N——首系缆索的根数；

L_{si}、B_i、d_i——同本节3.4.6.3；

b_i、H_i、S_z——同本节3.4.6.3；

n、K_1、K_2——同本节3.4.6.3。

3.4.6.8 趸船尾部系固于岸上系固桩（地牛）的缆索，其每根的破断拉力 F_{lw} 应不小于按列两式计算所得之值的大者：

$$F_{lw} = \frac{0.0245}{N}K_2\left(\sum_{i=1}^{n} b_i H_i + 0.1S_z\right) \quad \text{kN}$$

$$F_{lw} = \frac{0.0245}{N}K_2\left(0.1\sum_{i=1}^{n} b_i H_i + S_z\right) \quad \text{kN}$$

式中： N——尾系缆索的根数；

b_i、H_i、S_z——同本节3.4.6.3；

n、K_2——同本节3.4.6.3。

3.4.6.9 趸船若采用其他方式系固定位（如定位桩固泊、系结定位等）时，应予以特别考虑。

第 6 节集装箱系固与系固设备

3.6.3 集装箱的堆放与系固

3.6.3.7 修改如下：

3.6.3.7 除 3.6.3.6 的方式外，也可按图 3.6.3.7 所示在每行集装箱两端的端面用绑扎装置进行交叉绑扎，且在每层集装箱底角处用堆锥定位。对于舱口围板或甲板以上的最外侧（靠近两舷处）集装箱，应在其外侧底角处设扭锁进行固定。对于舱口围板或甲板以下的最外侧（靠近两舷处）集装箱，若其与舷侧的间距大于等于 1/3 倍的箱宽时，也应在其外侧底角处设扭锁进行固定。

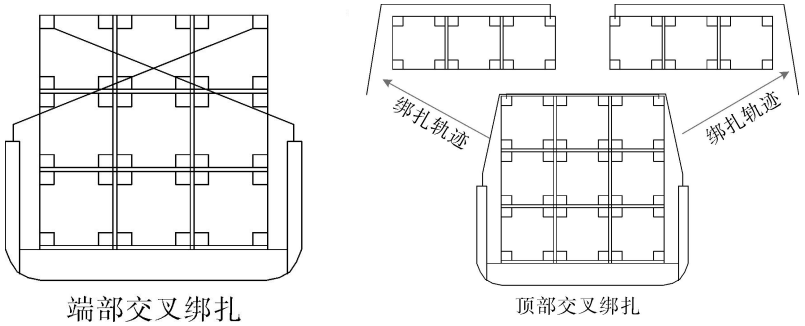


图 3.6.3.7

3.6.5 绑扎装置受力计算

3.6.5.1 修改如下：

3.6.5.1 删除“顶部交叉绑扎”图示。

第 7 节车辆系固与系固设备

3.7.2 修改如下：

3.7.2 系固设备及布置

3.7.2.1 本节系固设备系指绑索（纤维绳、绑扎带、钢丝绳和钢链等）、导索装置（底座、环和甲板孔等）以及锁紧装置（卸扣、花篮螺丝、车掣、螺栓和螺丝等）。系固设备应具有认可的证书。

3.7.2.2 客滚船和商品汽车滚装船除采取 3.7.1.2、3.7.1.3 的措施外，尚应采用系固设备对车辆进行可靠系固。

3.7.2.3 车客渡船在恶劣气候条件下，若采取 3.7.1.2、3.7.1.3 的措施不能确保车辆可靠固定时，尚应采用系固设备或限制航行条件以确保安全。

3.7.2.4 仅航行 C 级航区（急流航段除外）的滚装船，车辆可不采用系固设备系固。

3.7.2.5 车辆甲板上的系固点根据车辆甲板实际装载和系固布置方案确定。一般车辆甲板

上的系固点纵向距离应不超过 2.5m，横向距离应不超过 3m。

3.7.2.6 车辆上的系固点应满足下列要求：

（1）系固点的设计应能使车辆系固于船上，其穿孔应仅能穿过一根绑索。系固点与穿孔应允许绑索能通过不同方向被系固于车辆甲板上；

（2）系固点最少数量应符合表 3.7.2.6 的规定；

（3）每个系固点应涂上清楚易见的颜色；

（4）系固点的布置应能保证用绑索有效地限制车辆的运动；

（5）系固点应能将作用力从绑索转移到道路车辆底盘，并且绝不应该安装在保险缸或车轴上，除非系固点是专门建造而且作用力可直接转移至底盘；

（6）系固点应位于容易和安全绑扎绑索的地方；

（7）每个系固点的穿孔内沿自由通道应不小于 80mm；

（8）对 3.7.2.6 表中的规定不适合的车辆，可以考虑等效或更安全的系固安排。

车辆系固点数量 **表** 3.7.2.6

单车总质量 GVM （t）	车辆每侧系固点最少数量
3.5≤GVM≤20	2
20<GVM≤40	3
40<GVM≤60	4

3.7.2.7 绑索应满足下列要求：

（1）绑扎位置应有 1 个安全通道和足够的操作空间，如绑索松动应可能重新绑扎、绷紧。如可行与需要，应在航程中定期检查绑索，并且在需要时加以绷紧。

（2）绑索应用钩子或其他装置与系固点固定，其设计应使钩子等保证在航程中一旦绑索松动仍不会脱离系固点。

（3）车辆上任何 1 个系固点应该仅适用 1 根绑索捆扎。

（4）绑索应该仅捆扎在用于该目的的系固点上。

（5）车辆系固点上的捆扎应使绑索与水平面和垂直平面角度最好为 30°～60°。

（6）根据船舶的特点与预期计划航次的天气状况，船长应决定每个航次所用系固点与绑索的数量。

第 4 章客船船体结构补充规定

第 1 节一般规定

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 修改如下：

4.1.1.1 本章适用于客船，但下列船舶除外：
（1）客滚船；
（2）车客渡船；
（3）双体客船。

4.1.3 结构布置

4.1.3.3 修改如下：

4.1.3.3 以上甲板为强力甲板的双甲板船应满足下列要求：
（1）上甲板应为全船贯通的连续甲板。
（2）上甲板与干舷甲板之间的舷侧应是干舷甲板下舷侧结构的延续，其舷侧普通肋骨与强肋骨应符合本章 4.5.1 的规定。舷侧外板与舷侧顶列板应分别符合本章 4.3.2.1 及本章 4.3.3.1 的规定。
（3）上甲板与干舷甲板间舷侧外板上的开孔（含舷门）沿船长方向的总和应不大于 0.4 倍船长，且开口边缘之间沿船长方向的距离应不小于 2 个肋距；开孔沿型深方向的平均值应不大于舷侧外板高度的 0.4 倍。
（4）上甲板与干舷甲板间每舷的舷侧外板上允许开设一两个舷门，单个舷门沿船长方向不大于 2.5m，沿型深方向不大于上甲板与干舷甲板间舷侧外板高度的 0.9 倍。舷门开口还应符合本章 4.3.4 的规定。
（5）上甲板与干舷甲板之间的横舱壁应符合本章 4.5.2 的规定。

第 2 节总纵强度

4.2.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

新增 4.2.2.4：

4.2.2.4 在船体梁剖面模数计算中，干舷甲板与强力甲板之间的舷侧若开设舷门，还应按图 4.2.2.4 确定舷侧外板的非有效面积，标示非有效面积的阴影区是通过画两条与船纵轴成 15°的斜线获得。

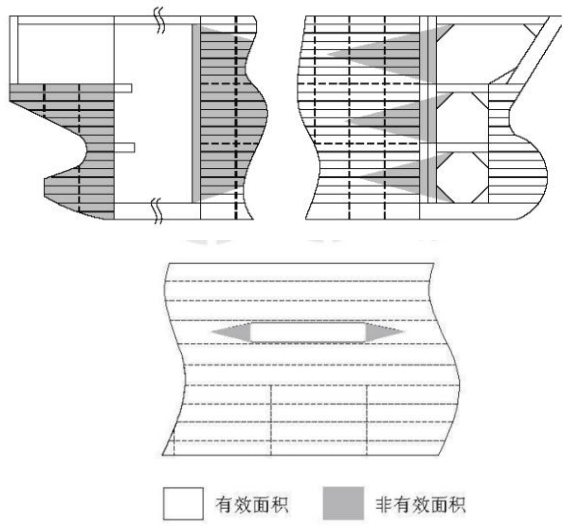


图 4.2.2.4

4.2.4 **联合剖面模数和惯性矩计算**

4.2.4.1 修改如下：

4.2.4.1 船体梁的联合剖面模数和惯性矩分别按下式计算：

（1）强力甲板边线处的联合剖面模数按下式计算：

$$W = \frac{I_e}{d} \quad \text{cm}^2\cdot\text{m}$$

（2）平板龙骨处的联合剖面模数按下式计算：

$$W = \frac{I_e}{D_s - d} \quad \text{cm}^2\cdot\text{m}$$

（3）船体梁和最下一层上层建筑的联合中剖面惯性矩按下式计算：

$$I_e = 2\left[d\sum f_d\left(d-y\right)a_i + d^2A - 2dB + C\right] \quad \text{cm}^2\cdot\text{m}^2$$

式中：　D_s——自船底至强力甲板边线处的计算型深，m；

d——联合剖面中和轴在Y轴上的坐标（原点位于强力甲板，强力甲板以下为正值，如图4.2.4.1所示），m，$d = \frac{B}{A+\sum f_d a_i}$；

A——主船体半剖面积，cm^2；

B——主船体半剖面关于强力甲板的静矩，$cm^2\cdot m$；

C——主船体半剖面关于强力甲板的惯性矩，$cm^2\cdot m$；

a_i——最下一层上层建筑甲板结构的半剖面积，cm^2；

y——最下一层上层建筑（或甲板室）甲板结构的剖面形心关于强力甲板的Y轴坐标（强力甲板以上为负值），m；

f_d——最下一层上层建筑（或甲板室）甲板处的纵向应力与强力甲板处的纵向应力之比。当上层建筑（甲板室）侧壁上的开孔总长度小于等于上层建筑（甲

板室）长度的0.6倍时，不论单甲板船还是双甲板船均取f_d=1。当上层建筑（甲板室）侧壁上的开孔总长度大于上层建筑（甲板室）长度的0.6倍时，不论单甲板船还是双甲板船均取f_d=0.5。如图4.2.4.1所示。

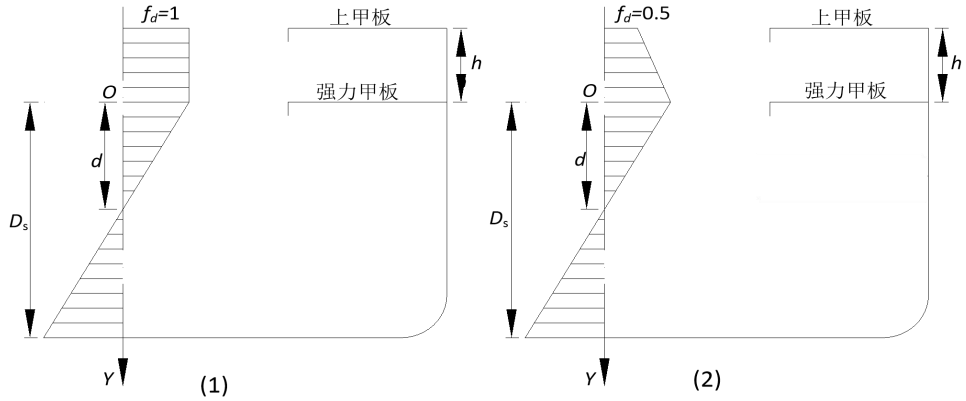


图 4.2.4.1

第 3 节外板

4.3.4 舷[删]侧开口

4.3.4.1 修改如下：

4.3.4.1 干舷甲板与强力甲板之间的舷侧若开设舷门，舷门的开口角隅应为圆角，并应尽可能与上层建筑或长甲板室的端点处、船长首尾 0.25L 处避开。如果舷门开口位置不能满足上述要求，应按本章附录 I 的规定校核总纵强度。

新增 4.3.4.3：

4.3.4.1 干舷甲板与强力甲板之间的舷侧开口（除舷门外），应尽可能为圆形或长轴沿船长方向布置的椭圆形。若为矩形开口，其角隅应为圆角，并须用设置环形面板、等于原厚度 1.5 倍的加厚板或等厚复板补强。

新增第 9 节：

第 9 节船长大于 140m 客船船体结构补充规定

4.9.1 一般要求

4.9.1.1 本节适用于船长大于 140m 且小于等于 180m 的客船，不包括车客渡船和客滚船。

4.9.1.2 对于本节无规定者，均应符合本章其它各节的有关要求。

4.9.2 **总纵强度**

4.9.2.1 应按本章第 2 节的要求校核船舶的总纵强度、屈曲强度，其中波浪弯矩满足 4.9.2.2 的要求，波浪切力满足 4.9.2.3 的要求，船中最小剖面模数满足 4.9.2.4 的要求，船中最小剖面惯性矩满足 4.9.2.5 的要求。尚应按本章附录 I 的规定校核总纵强度。

4.9.2.2 船体梁各横剖面的中拱波浪弯矩 M_W（+）和中垂波浪弯矩 M_W（−）应按下列公式计算：

$$M_w\ (\pm) = \pm\alpha_w K_M K_w K_{cb} L^2 B \ \text{kN·m}$$

式中：L——船长，m；

B——船宽，m；

α_w——波浪系数，A 级航区 $\alpha_w = 1.0$、B 级航区 $\alpha_w = 0.6$、C 级航区 $\alpha_w = 0.25$；

K_M——弯矩分布系数，按图 4.9.2.2 确定；

K_w——系数，$K_w = 0.43 - 0.00113L$；

K_{cb}——系数，$K_{cb} = 1.2C_b + 0.04$

其中：C_b——方形系数，当 C_b＜0.6 时，取 C_b＝0.6，当 $C_b > 0.85$时，取 C_b＝0.85；

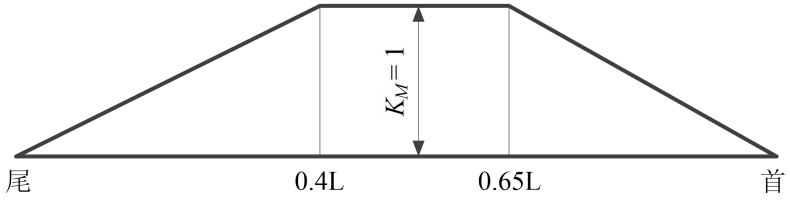


图 4.9.2.2

4.9.2.3 船体梁各横剖面的中拱波浪切力 F_w（+）和中垂波浪切力 F_w（−）应按下列各式计算：

$$F_w\ (\pm) = \pm\alpha_w K_F K_{wf} K_{cb} LB \ \text{kN}$$

式中：L——船长，m；

B——船宽，m；

α_w——波浪系数，A 级航区 $\alpha_w = 1.0$、B 级航区 $\alpha_w = 0.6$、C 级航区 $\alpha_w = 0.25$；

K_F——剪力分布系数，按图 4.9.2.3 确定；

K_{wf}——系数，$K_{wf} = -0.0295 + 0.0039L$；

K_{cb}——系数，$K_{cb} = 0.95C_b + 0.24$

其中：C_b——方形系数，当 C_b＜0.6 时，取 C_b＝0.6，当 $C_b > 0.85$时，取 C_b＝0.85；

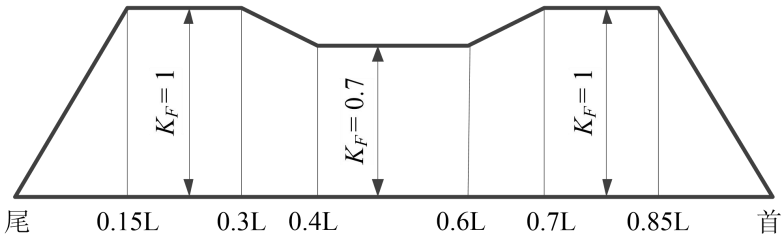


图 4.9.2.3

4.9.2.4 船体梁在甲板处和龙骨处的船中最小剖面模数 W_0 应不小于按下式计算所得之值：

$$W_0 = \alpha K_1 K_2 K_3 L^2 B \text{ cm}^2\cdot\text{m}$$

式中：L——船长，m；

B——船宽，m；

α ——航区系数，对 A 级航区取 α =1，B 级航区取 α =0.85，C 级航区取 α =0.75；

K_1——系数，$K_1 = (220 + 2L)\times 10^{-4}$；

K_2——系数，$K_2 = 2.369 - 2.787C_b + 1.345C_b^2$，其中：

C_b——方形系数，当 C_b <0.6 时，取 C_b =0.6，当 $C_b > 0.85$ 时，取 C_b =0.85；

K_3——系数，$K_3 = \sin\dfrac{\pi x}{L}$，其中 x 为计算剖面距尾垂线的距离，m。

4.9.2.5 船中剖面对水平中和轴的惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 3.0 W_0 L \times 10^{-2} \text{ cm}^2\cdot\text{m}^2$$

式中：W_0——船中剖面模数，$\text{cm}^2\cdot\text{m}$，按本节 4.9.2.4 计算之值；

L ——船长，m；

第 6 章油船船体结构补充规定

第 2 节总纵强度

6.2.3 总纵弯曲强度和屈曲强度校核

6.2.3.2 修改如下：

6.2.3.2 当凸形甲板在船中部连续时，凸形甲板处的静水弯曲应力值应不大于 137/*K* N/mm^2，合成弯曲应力值应不大于 157/*K*N/mm^2，其中 *K* 为材料换算系数，对于高强度钢按本篇表 1.3.2.3 选取，对于不锈钢按本篇 14.1.4.1 确定。

第 7 节甲板骨架

6.7.4 强横梁和甲板纵桁

6.7.4.4 修改如下：

6.7.4.4 横骨架式甲板纵桁的剖面惯性矩 *I* 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2.5Wl \ \text{cm}^4$$

式中： *W*——按本节6.7.4.3计算所得的剖面模数；

l——同本节6.7.4.3式。

第 8 节凸形甲板结构

6.8.2 凸形甲板结构

6.8.2.1 修改如下

6.8.2.1 凸形甲板的厚度应符合本章 6.4.1.1 和 6.4.1.2 的规定。凸形甲板的结构应符合本章第 7 节的规定。

第 9 节纵桁架

6.9.1 一般要求

6.9.1.1 修改如下：

6.9.1.1 当货油舱横舱壁间距大于 3 倍型深时，应在货油舱两舷侧（或内舷壁）之间或中纵舱壁与舷侧（或内舷壁）之间设置间距不大于 4.0m 的双向纵桁架。桁架应在整个货油舱

区域内连续且应符合本篇 2.11.5 的规定。

6.9.1.2 修改如下：

6.9.1.2 若纵桁架的设置不能满足 6.9.1.1 的要求时，尚应按本章附录 I 的规定由直接计算校核总纵强度。但在任何情况下，纵桁架之间或纵桁架与舷侧或纵舱壁之间的距离不得大于 8.0m。

第 11 节货油舱舱口

6.11.1 **货油舱舱口**

6.11.1.4　修改如下：

6.11.1.4 货油舱舱口盖的厚度应不小于舱口围板厚度的 1.5 倍，当舱口盖的直径大于 600mm 时应设板格式加强筋。舱口盖与舱口围板间应至少设置四个紧固螺栓，并保证其密性。

附录 I 油船结构直接计算

I.2 计算模型

I.2 修改如下：

I.2 计算工况

新增 I.3：

I.3 模型范围

I.3.1 油船总纵强度和局部强度直接计算模型范围应满足下述要求：

（1）纵向范围一般应至少覆盖船中货油舱区的 1/2 个货油舱+1 个货油舱+1/2 个货油舱长度。

（2）如主要构件和设计载荷对称于纵中剖面时，可以仅模型化船体结构的右舷（或左舷）；

（3）垂向范围应取主船体范围内的所有构件，包括主甲板上的所有主要构件。

原 I.3 改为 I.4。

第 7 章甲板船船体结构补充规定

第 2 节总纵强度

7.2.3 总纵弯曲强度和屈曲强度校核

7.2.3.1 修改如下：

7.2.3.1 船长大于等于 50m 的船舶，应按本篇 2.2.4 和 2.2.5 的规定校核总纵弯曲强度和屈曲强度，其中当船舶计算所得的最大静水弯矩和最大静水剪力小于按下列各式计算所得之值时，则应按下列各式计算所得的静水弯矩 M_{smax} 和静水剪力 F_{smax} 进行总纵强度校核：

$$M_{s\max} = K_1 K_2 \Delta L \ \text{kN·m}$$

$$F_{s\max} = \pi \frac{M_{s\max}}{L} \ \text{kN}$$

式中：Δ ——满载排水量，t；

L——船长，m；

K_1——系数，取 0.142；

K_2——系数，取 $K_2 = 4.52 - 4.4\frac{l}{L}$；

其中： l——载货区域长度，m；当 $l > 0.8L$ 时，取 $l = 0.8L$；

此时静水弯矩 M_s（±）和静水剪力 F_s（±）沿船长的分布按下列各式确定：

$$M_s = \pm \frac{M_{s\max}}{2}\left(1 - \cos\frac{2\pi x}{L}\right) \ \text{kN·m}$$

$$F_s = \pm F_{s\max} \sin\frac{2\pi x}{L} \ \text{kN}$$

其中： M_{smax} ——按上式计算所得的静水弯矩，kN·m；

F_{smax}——按上式计算所得的静水剪力，kN；

x——计算剖面至尾垂线的距离，m。

当船长小于 80m 时，若船中部的强力甲板骨架和船底骨架采用纵骨架式，可免于校核总纵弯曲强度和屈曲强度。

第 8 章大舱口船船体结构补充规定

第 1 节一般规定

8.1.2 **结构布置**

8.1.2.1 修改如下：

8.1.2.1 装载积载因数小于等于 0.45m³/t 的颗粒状散货的大舱口船，其舱口宽度与船宽之比应不大于 0.8。装载积载因数大于 0.45m³/t 的颗粒状散货、集装箱的大舱口船，当其舱口宽度与船宽之比大于 0.8 时，应按照本章附录 I 的要求进行局部强度直接计算校核。

8.1.2.4 修改如下：

8.1.2.4 装载积载因数小于等于 0.45m³/t 的颗粒状散货的大舱口船，应采用双底双舷结构型式。

8.1.2.6 修改如下：

8.1.2.6 装载积载因数小于等于 0.45m³/t 的颗粒状散货的大舱口船，其单个货舱的长度应不大于 45m 且货舱的总长度应不小于船长的 0.65 倍。若单个货舱的长度大于 45m，则应按照本章附录I的要求进行局部强度直接计算校核和按照本章附录II的要求进行弯扭组合强度直接计算校核，但任何情况下单个货舱的长度不得大于 60m。

第 2 节总纵强度

8.2.3 **总纵强度与屈曲强度校核**

新增 8.2.3.2：

8.2.3.2 当船舶计算所得的最大静水弯矩和最大静水剪力小于按下列各式计算所得之值时，则应按下列各式计算所得的静水弯矩 M_{smax} 和静水剪力 F_{smax} 进行总纵强度校核：

$$M_{s\max} = K_1 K_2 \Delta L \ \text{kN·m}$$

$$F_{s\max} = \pi \frac{M_{s\max}}{L} \ \text{kN}$$

式中：Δ ——满载排水量，t；

L——船长，m；

K_1——系数，取 0.142；

K_2——系数，取 $K_2 = 4.52 - 4.4\frac{l}{L}$；

其中： l——载货区域长度，m；当 $l > 0.8L$ 时，取 $l = 0.8L$；

此时静水弯矩 M_s（±）和静水剪力 F_s（±）沿船长的分布按下列各式确定：

$$M_s = \pm\frac{M_{s\max}}{2}\left(1-\cos\frac{2\pi x}{L}\right)\ \text{kN·m}$$

$$F_s = \pm F_{s\max}\sin\frac{2\pi x}{L}\ \text{kN}$$

其中： M_{smax} ——按上式计算所得的静水弯矩，kN·m；

F_{smax}——按上式计算所得的静水剪力，kN；

x——计算剖面至尾垂线的距离，m。

8.2.3.2 修改如下：

8.2.3.3 船长大于等于 40m 且装载集装箱或积载因数小于等于 0.45m³/t 的颗粒状散货的大舱口船，应按本节 8.2.3.1、8.2.3.2 和本节 8.2.4 的规定校核总纵弯曲强度、屈曲强度和航行工况下船体梁的弯扭组合强度。

8.2.4 **弯扭组合强度校核**

8.2.4.1 修改如下：

8.2.4.1 船体梁弯扭组合强度可按本条规定采用薄壁梁扭转理论的“有限梁法”计算校核，也可按本章附录 II 采用直接计算校核，若采用其他的计算方法应经本社同意。

8.3.6 **甲板**

8.3.6.4 修改如下：

8.3.6.4 当强力甲板的横向甲板条构成横舱壁的顶板时，其厚度应不小于强力甲板的规范要求值，其自由边缘应设置面板或折边，其宽度 b 应不小于按下式计算所得之值：

$$b = 1000 + 1.5L\ \text{mm}$$

式中： L——船长，m。

如货舱间横舱壁的顶部设置有符合本节 8.3.6.5 规定的横向箱形结构时，横向甲板条的宽度可适当减少但不得小于 1 个肋距。

第 4 节双底骨架

8.4.3 **桁材**

8.4.3.1 修改如下：

8.4.3.1 双层底桁材的间距应不大于 2.5m。底桁材与内舷壁（纵舱壁）设在同一平面内时，如有特殊需要底桁材（包括与之在同一平面内的其它主要构件）间距可适当加大，但应不大于 2.6m。

8.4.3.4 修改如下：

8.4.3.4 双层底纵桁材，当其腹板的高度与厚度之比大于 $100\sqrt{K}$（K 为材料换算系数，按本篇 1.3.2.3 确定）时，应在腹板上设置设垂向加强筋，加强筋应符合本篇 2.6.2.3 的规定。

第 5 节单底骨架

8.5.1 一般要求

8.5.1.2 修改如下：

8.5.1.2 船底骨架不论何种骨架形式，其龙骨间距应不大于 2.5m，平底船可免设中内龙骨。如有特殊需要，龙骨（包括与之在同一平面内的其它主要构件）间距或龙骨与内舷壁（纵舱壁）之间的距离可适当加大，但应不大于 2.6m。

第 6 节舷舱骨架

8.6.6 舱底实肋板

8.6.6.1 修改如下：

8.6.6.1 舷舱在与货舱实肋板同一平面的位置处应设置实肋板。

新增 8.6.6.2 和 8.6.6.3：

8.6.6.2 当货舱为单底结构时，舷舱内实肋板的结构尺寸应与货舱内实肋板相同。

8.6.6.3 当货舱为双底结构时，舷舱内实肋板高度可取不小于货舱实肋板高度的 1/2，舷舱实肋板的腹板厚度应不小于该处船底板的厚度，其上缘应设置厚度不小于腹板厚度且符合本篇 1.2.2.3 规定的面板或折边。当装载积载因数小于等于 0.45m^3/t 的颗粒状散货时，与货舱实肋板在同一平面内的舷舱实肋板的腹板高度应是货舱实肋板的直接延续，且应在实肋板腹板上缘处的内底平面内设置如本篇图 6.6.6.3 阴影部分所示的水平过渡肘板或类似等效过渡结构。

第 10 节舱壁

8.10.2 舷舱横舱壁

8.10.2.1 修改如下：

8.10.2.1 舷舱内应设置间距不大于 0.3 倍船长的水密横舱壁。当水密横舱壁的间距大于货舱总长度的 0.25 倍时，应在水密横舱壁间距水密横舱壁不大于货舱总长度的 0.25 倍处增设一道非水密横舱壁或双向横桁架。当货舱内设有横舱壁时，舷舱内的横舱壁（或双向横桁架）应与货舱横舱壁在同一平面内。

第 12 节载运散装水泥的附加要求

8.12.4 **罐体的支持**

8.12.4.3 独立罐应设置止移装置。此止移装置应能保证罐体在下述情况下不发生横向滑移、翻转和纵向滑移：

（1）船舶横倾 15º时；

（2）船舶纵倾 3º时。

新增第 13 节：

第 13 节船长大于 140m 大舱口散货船船体结构补充规定

8.13.1 **一般要求**

8.13.1.1 本节适用于船长大于 140m 且小于等于 180m 的大舱口散货船。

8.13.1.2 对于本节无规定者，均应符合本章其它各节的有关要求。

8.13.1.3 应按本章附录 III 的要求进行结构强度直接计算校核。

8.13.2 **结构布置**

8.13.2.1 本节所要求的船体基本结构形式为双底双舷结构。

8.13.2.2 甲板和船底应采用纵骨架式。

8.13.2.3 货舱口宽度与船宽之比应不大于 0.8。

8.13.2.4 单个货舱的长度（两横舱壁间的距离）应不大于下式计算所得之值，否则应在货舱内设置顶部有横向甲板条的横舱壁，设有多个货舱时货舱的长度应尽可能相等：

$$l_{BH} = -42 + 2.06L - 0.0084L^2 \text{ m}$$

式中：L——船长，m；

装载积载因数小于或等于 0.45m³/*t* 的颗粒状散货时，尚应满足本章 8.1.2.6 的要求。

8.13.3 **总纵强度**

8.13.3.1 船舶应按本章第 2 节的要求校核船舶的总纵强度、屈曲强度，其中波浪弯矩满足 8.13.3.3 的要求，波浪切力满足 8.13.3.4 的要求，船中最小剖面模数满足 8.13.3.5 的要求，船中最小剖面惯性矩满足 8.13.3.6 的要求。

8.13.3.2 装载积载因数小于或等于 0.45m³/*t* 的颗粒状散货时，尚应按本章 8.2.4 的规定校核航行工况下船体梁的弯扭组合强度。

8.13.3.3 船体梁各横剖面的中拱波浪弯矩 M_W（+）和中垂波浪弯矩 M_W（−）应按下列公

式计算：

$$M_w（+）=+\alpha_w K_M K_w K_{cb} L^2 B \text{ kN·m}$$

$$M_w（-）=-\alpha_w K_M K_w K_{cb} L^2 B \text{ kN·m}$$

式中：L——船长，m；

B ——船宽，m；

α_w——波浪系数，A 级航区 $\alpha_w = 1.0$、B 级航区 $\alpha_w = 0.6$、C 级航区 $\alpha_w = 0.25$；

K_M ——弯矩分布系数，按图 8.13.3.3 确定；

K_w——系数，$K_w = 0.43 - 0.00113L$；

K_{cb}——系数，$K_{cb} = 1.2C_b + 0.04$

其中：C_b——方形系数，当 C_b <0.6 时，取 C_b =0.6，当 $C_b > 0.85$ 时，取 C_b =0.85；

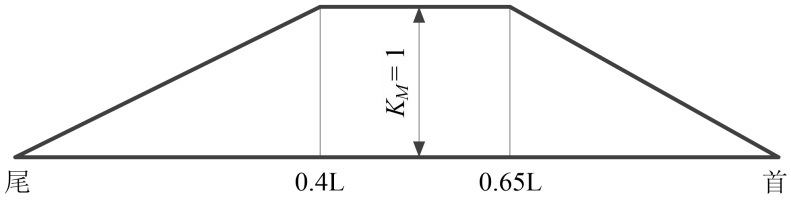


图 8.13.3.3

8.13.3.4 船体梁各横剖面的中拱波浪切力 F_w（+）和中垂波浪切力 F_w（−）应按下列各式计算：

$$F_w（+）=+\alpha_w K_F K_{wf} K_{cb} LB \text{ kN}$$

$$F_w（-）=-\alpha_w K_F K_{wf} K_{cb} LB \text{ kN}$$

式中：L——船长，m；

B ——船宽，m；

α_w——波浪系数，A 级航区 $\alpha_w = 1.0$、B 级航区 $\alpha_w = 0.6$、C 级航区 $\alpha_w = 0.25$；

K_F——剪力分布系数，按图 8.13.3.4 确定；

K_{wf}——系数，$K_{wf} = -0.0295 + 0.0039L$；

K_{cb}——系数，$K_{cb} = 0.95C_b + 0.24$

其中：C_b——方形系数，当 C_b <0.6 时，取 C_b =0.6，当 $C_b > 0.85$ 时，取 C_b =0.85；

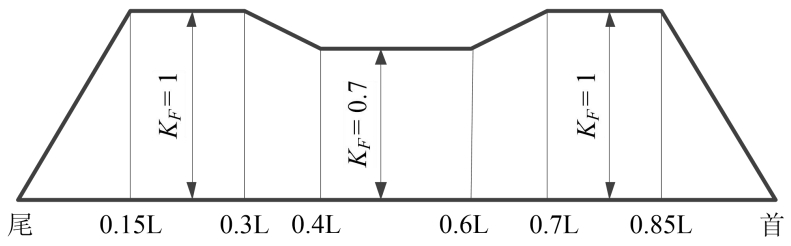


图 8.13.3.4

8.13.3.5 船体梁在甲板处和龙骨处的船中最小剖面模数 W_0 应不小于按下式计算所得之值：

$$W_0 = \alpha K_1 K_2 L^2 B \text{ cm}^2\cdot\text{m}$$

式中：L——船长，m；

B ——船宽，m；

α ——航区系数，对 A 级航区取 α =1，B 级航区取 α =0.85，C 级航区取 α =0.75；

K_1——系数，$K_1 = (237 + 2.9L)\times 10^{-4}$；

K_2 ——系数，$K_2 = 2.369 - 2.787C_b + 1.345C_b^2$，其中：

C_b——方形系数，当 C_b <0.6 时，取 C_b =0.6，当 $C_b > 0.85$ 时，取 C_b =0.85；

当舱口围板在船中部连续时，围板顶缘处的剖面模数尚应不小于上式计算所得之值。

8.13.3.6 船中剖面对水平中和轴的惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 3.0W_0 L\times 10^{-2} \text{ cm}^2\cdot\text{m}^2$$

式中：W_0——船中剖面模数，$\text{cm}^2\cdot\text{m}$，按本节 8.13.3.5 计算之值；

L ——船长，m；

8.13.4 **极限强度**

8.13.4.1 应对船中 0.4L 区域范围内的船体梁极限强度进行评估。

8.13.4.2 校核工况应包括航行中垂工况、码头装卸中垂工况。

8.13.4.3 任意船体横剖面的船体梁中垂垂向极限弯曲能力需满足以下准则：

$$M \le \frac{M_u}{\gamma_R}$$

式中：M——船体梁中垂垂向弯矩，$kN\cdot m$，应按 8.13.4.4 计算；

M_u——船体梁中垂垂向极限弯曲能力，$kN\cdot m$，应按 8.13.4.5 计算；

γ_R——涵盖材料、几何及强度预报不确定性的船体梁中垂垂向极限弯曲能力的分项安全因子；对于航行中垂工况：$\gamma_R = 1.35$，对于码头中垂工况：$\gamma_R = 1.4$。

8.13.4.4 船体梁中垂垂向弯矩M应按下式计算：

$$M = \gamma_s M_s + \gamma_w M_w \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中：M_s——航行工况下的中垂静水弯矩取能包络住所有航行工况的最大中垂静水弯矩，码头工况下的中垂静水弯矩取能包络住所有码头工况的最大中垂静水弯矩，且满足本章第 2 节的相关要求；

M_w——所计算船体横剖面的中垂垂向波浪附加弯矩，$kN\cdot m$，按 8.13.3.3 确定；

γ_s——涵盖货物装载随机性的中垂静水弯矩的分项安全因子，按表 8.13.4.4 确定；

γ_w——涵盖波浪载荷随机性的中垂垂向波浪附加弯矩的分项安全因子，按表 8.13.4.4 确定。

分项安全因子 表 8.13.4.4

计算工况	γ_s	γ_w
航行中垂工况	1.45	0.65
码头中垂工况	1.3	0

8.13.4.5 在中垂工况下，船体梁横剖面的极限弯曲能力，定义为所考虑横剖面的弯矩能力与曲率χ曲线的最大值，见图 8.13.4.5 所示，M_{US}为中垂时船体梁垂向极限弯曲能力。曲率χ对于中垂工况为负值。

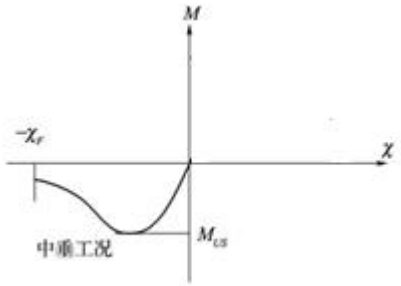


图 8.13.4.5

8.13.4.6 极限弯曲能力应采用本社认可的方法进行计算。计算中船体材料的屈服强度R_{eH}，N/mm^2，按本社《材料与焊接规范》的相关规定取值，所用构件尺寸应为扣除腐蚀后的尺寸，扣除的腐蚀增量为 $0.5t_c$。t_c按本节 8.13.4.7 计算。

8.13.4.7 构件两侧的总腐蚀增量t_c按下式求得：

$$t_c = Roundup_{0.5}(t_{c1} + t_{c2}) + t_{res}\mathrm{mm}$$

式中：$Roundup_{0.5}$——含义是向上圆整到半毫米；

t_{c1}，t_{c2}——结构构件两侧的每一侧的腐蚀增量，按表 8.13.4.7 取值；

t_{res}——储备厚度，取为 0.5mm。

腐蚀增量 表 8.13.4.7

部位		腐蚀率 mm/year	t_{c1}或t_{c2}
暴露于舷外水中	一般区域	0.03 0.04（急流航段）	0.75 1
	干湿交变区	0.04 0.05（急流航段）	1 1.25
暴露于室外大气	露天甲板板	0.04	1
	舷顶列板、货舱口	0.05	1.25
	其他	0.03	0.75
压载舱、污水舱、污油舱		0.04	1
淡水舱、空舱、燃油舱、机器处所干舱		0.02	0.5
干散货舱	抓斗或类似机械作业的舱底板及舱壁下列板	0.08	2.0
	其他	0.03	0.75
上层建筑、甲板室		0.0	0.0

注：t_{c1}或t_{c2}为结构构件每侧的腐蚀增量，mm，按 25 年计算。

附录 I 大舱口船局部强度直接计算

I.1 一般要求

I.1.1 本附录适用于大舱口船货舱区域横舱壁及横向强框架的局部强度直接计算。

I.1.2 对于承受集中载荷（如重大件运输）作用下的局部结构强度评估，参照《重大件船舶安全评估指南》的相关要求。

I.1.3 本附录未规定者应符合本篇第 1 章第 9 节的规定。

I.2 结构模型

I.2.1 直接计算模型范围应符合下述规定：

（1）纵向：一般取整个货舱区的纵向范围；

（2）横向：取整个船宽；

（3）垂向：取整个型深。

I.2.2 如结构和载荷关于中纵剖面对称，也可采用本附录 I.2.1 所述模型中纵剖面左侧或右侧的 1/2 模型。

I.3 边界条件

I.3.1 计算模型边界条件应符合下述规定：

（1）在模型一端面所有节点上施加 $u_x=u_y=u_z=0$ 约束，在另一端面所有节点上施加 $u_y=u_z=0$ 约束；在一舷所有实肋板的端部节点上施加 $u_y=u_z=0$ 约束，在另一舷所有实肋板的端部节点上施加 $u_z=0$ 约束；若模型中包含横舱壁时，在横舱壁与船底板交线两端的节点上施加 $u_z=0$ 约束。

（2）如采用半宽的 1/2 模型，应约束中纵剖面内所有节点的横向线位移和绕中纵剖面内两坐标轴的角位移，即 $u_y=\theta_x=\theta_z=0$。

附录 II 大舱口船总纵弯扭组合强度直接计算

II.1 一般要求

II.1.1 本附录适用于大舱口船舶的总纵弯扭组合强度直接计算。

II.1.2 本附录未规定者应符合本篇第 1 章第 9 节的规定。

II.2 结构模型

II.2.1 计算模型取强力甲板及以下整个船长、船宽范围内的三维船体结构的有限元模型。

II.3 载荷及施加

II.3.1 计算工况应包括最不利的弯扭组合工况，计算模型上应施加计算工况下的总纵弯矩、波浪扭矩和货物扭矩。

（1）总纵弯曲载荷的施加应符合本篇 1.9.5.10 的规定。

（2）波浪扭矩按下述方法等效施加：

①在尾垂线与首垂线间沿两舷的强力甲板边线分别施加关于中纵剖面反对称的垂向等效分布载荷 p_t（x）。

②等效分布载荷 p_t（x）按下式计算：

$$p_t(x)=\frac{m_t(x)}{b(x)}\ \text{kN/m}$$

式中：b（x）——单位分布扭矩的等效力偶臂，m，取两对称计算点间的距离；

x——计算点距尾垂线的距离，m；

m_t（x）——波浪扭矩的分布扭矩，kN·m/m，$m_t(x)=\frac{d}{dx}\left[M_T(x)\right]$；

其中：M_T（x） ——波浪扭矩沿船长的分布，按本章8.2.4.6确定。

（3）货物扭矩按下述方法等效施加：

①在尾垂线与首垂线间沿两舷的强力甲板边线分别施加关于中纵剖面反对称的垂向等效分布载荷 p_{tc}（x）。

②等效分布载荷 p_{tc}（x）按下式计算：

$$p_{tc}(x)=\frac{m_{tc}(x)}{b(x)}\ \text{kN/m}$$

式中：b（x）——单位分布扭矩的等效力偶臂，m，取两对称计算点间的距离；

x ——计算点距尾垂线的距离，m；

m_{tc}（x）——货物扭矩的分布扭矩，kN·m/m，$m_{tc}(x)=\frac{d}{dx}\left[M_{TC}(x)\right]$；

其中：M_{TC}（x） ——货物扭矩沿船长的分布，按本章8.2.4.7确定。

（4）分布扭矩应关于舯剖面反对称施加。

（5）当计算扭矩为波浪扭矩和货物扭矩的合成扭矩时，波浪扭矩和货物扭矩的方向应一致。

II.4 边界条件

II.4.1 边界条件应符合本篇 1.9.5.7 的规定。

II.5 强度衡准

II.5.1 板单元采用中面应力，梁单元采用轴向应力。

II.5.2 主要构件的应力一般不超过表 II.5.2 中给出的值。

许用应力（N/mm²） **表** II.5.2

构件名称	板（壳）单元许用应力		
	σ_e	σ_l	τ
甲板、船底板、舷侧顶列板、舭列板、内舷板、甲板纵桁及船底龙骨（或纵桁）的腹板	192/K	165/K	91/K
构件名称	梁单元许用应力σ_z		
甲板纵桁及船底龙骨的面板	181/K		

注：σ_e——单元von Mises应力；
σ_l——船长方向应力；
σ_z——梁单元节点应力；
τ——剪应力，对于组合主要构件为腹板总深度上的平均剪应力；
K——材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定。

II.5.3 若使用了比本篇 1.9.4 规定的更细密的网格时，计算应力应取在规定网格尺寸范围内所有细网格单元应力的平均值。

附录 III 船长大于 140m 大舱口散货船结构直接计算

III.1 一般要求

III.1.1 本附录适用于本章第 13 节要求的大舱口散货船结构强度直接计算。

III.1.2 对于本附录无规定者，应符合本篇第 1 章第 9 节的有关要求。

III.2 设计载荷

III.2.1 设计载荷应包括：舷外水压、货物载荷、垂向端面弯矩等；

III.2.2 舷外水压：

（1）静水压力 P_S 通过下式确定：

$P_s = \rho g(d_1 - z)$，kN/m²，当载荷计算点位于水线面以下时

$P_s = 0$，kN/m²，当载荷计算点位于水线面以上时

式中：ρ ——淡水的质量密度，t/m³；

d_1 ——计算工况下的吃水，m；

z ——计算点在参考坐标系下的坐标值，m。

（2）船中区域船体外板上的水动压力沿船长方向均匀分布，沿船宽和型深方向分布如图 III.2.2 所示，其中：

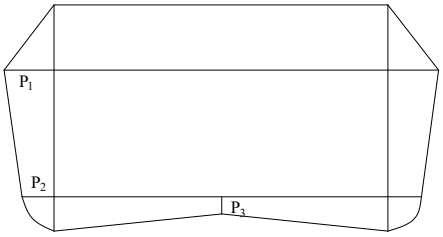


图 III.2.2

$P_1 = \alpha_P \left(2B^{0.66} + 6C_W + 0.4d_1\right)$，kN/m²，位于水线处

$P_2 = 0.6P_1$，位于舭部

$P_3 = 0.2P_1$，位于船底

式中：B——船宽，m；

C_w ——系数，$C_w = 2.5 - 0.0087L$；

d_1 ——计算工况下的吃水，m；

L——船长，m；

α_P ——航区系数，A 级航区取 α_P=1.0，B 级航区取 α_P=0.6。

III.2.3 舱内散装货物的压力 P_{CS} 通过下式确定：

$$P_{CS} = \rho_c(g + a_z)K_c(h_c + h_{DB} - z)\ \text{kN/m}^2$$

式中：ρ_c——干散货密度，t/m³；

a_z——货物的垂向加速度，m/s²，取：

航行工况，$a_z=\alpha_a(-0.0059L^3+3.45L^2-717.2L+60000)\times10^{-4}$，其中：

α_a——航区系数，A 级航区 α_a=1.0，B 级航区 α_a=0.6；

L——船长，m。

码头工况，$a_z=0$；

y、z——计算点在参考坐标系下的坐标值，m；

K_C——系数：

对抗扭箱下封板和甲板，$K_C=0$；

对内底板、横舱壁、纵舱壁、内舷板，$K_c=\cos^2\alpha+\tan^2\left(45^\circ-0.5\phi\right)\sin^2\alpha$；

其中：α——所考虑的板与水平面之间的夹角，deg，如舱壁为 90°，内底板为 0°；

φ——散货计算休止角，deg，矿石和煤为 35°，盐、黄砂、石子、谷物等为 30°，散装水泥为 25°；

h_c——内底至散货表面的垂直距离，m，$h_c=h_0+h_y$，货物顶面沿 x 方向均匀，沿 y 方向为抛物线分布，如图 III.2.3；

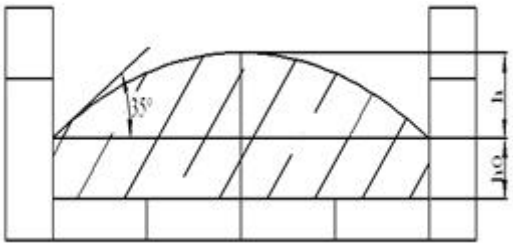


图 III.2.3

其中：$h_y=h\left(1-\dfrac{4y^2}{B_h{}^2}\right)$，$h=\dfrac{B_h}{4}\tan\varphi$，$B_h$为货舱宽度，m；

h_0——根据货舱的载货量、货物密度以及横剖面形状计算，m；

h_{BD}——双层底高度，m。

III.2.4 舱内液体引起的侧向压力 P_{BS}通过下式确定：

$$P_{BS}=\rho g\left(z_{top}+d_{AP}-z\right)\text{kN/m}^2$$

式中：ρ——液体的质量密度，t/m³；

z_{top}——正浮工况下，舱顶在参考坐标系中的坐标值，m；

d_{AP}——舱顶至溢流管顶部的距离，m；

z——计算点在参考坐标系下的坐标值，m。

III.2.5 垂向端面弯矩：

（1）为了消除局部载荷对目标区域弯矩的影响，施加在端面独立点上的弯矩应由静水弯矩 M_s、波浪附加弯矩 M_w 和修正弯矩 M_r 三部分组成。

$$M = M_s + M_w - M_r \text{ kN·m}$$

式中：M_s——静水弯矩，kN·m，根据（2）确定；

M_w——波浪附加弯矩，kN·m，码头工况取0，航行工况根据（3）确定，波浪附加弯矩方向与静水弯矩一致；

M_r——修正弯矩，kN·m，是由于局部载荷引起的附加弯矩，按下式计算：

$$M_r = M_1 + M_2 + M_3$$

其中：M_1——独立点支座反力对舱段中心处的垂向弯矩，可采用简支梁弯曲理论进行计算；

M_2——船底舷外水压对舱段中心处的弯矩，可采用简支梁弯曲理论进行计算；

M_3——货物载荷对舱段中心处的弯矩，可采用简支梁弯曲理论进行计算。

（2）航行工况下的静水弯矩取能包络住所有航行工况的静水弯矩，码头工况下的静水弯矩取能包络住所有码头工况的静水弯矩，且满足本章第 2 节的相关要求。静水弯矩值取模型范围内的最大中拱或中垂静水弯矩。

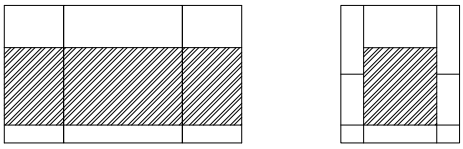
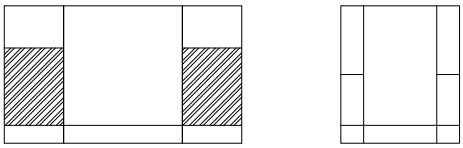
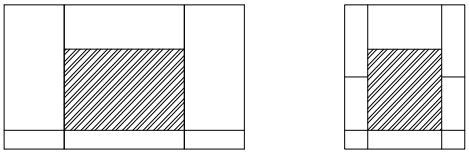
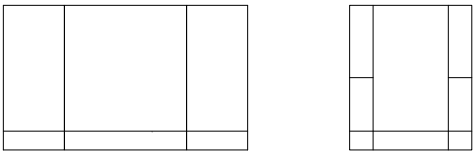
（3）波浪附加弯矩按本章第 13 节 8.13.3.3 确定。波浪附加弯矩值取模型范围内的最大中拱或中垂波浪弯矩。

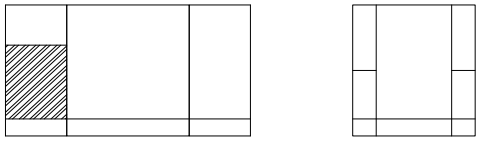
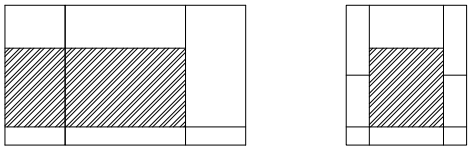
III.3 计算工况

III.3.1 所考虑的计算工况通常应包括船舶设计中最为严重的装载工况。

III.3.2 舱段有限元分析应按表 III.3.2 的适用工况进行。

工况表 III.3.2

序号	**工况描述**	**装载模式**	目标弯矩
1	满载	 货物密度=最大货物密度吃水=d	航行工况下中垂最大合成弯矩
2	隔舱满载 1	 货物密度=最大货物密度吃水=d	航行工况下中拱最大合成弯矩
3	隔舱满载 2	 货物密度=最大货物密度吃水=d	航行工况下中垂最大合成弯矩
4	压载/空载		航行工况下中拱最大合成弯矩

序号	工况描述	装载模式	目标弯矩
		吃水=最大压载或空载吃水	
5	码头装卸 1	 货物密度=最大货物密度吃水=$0.67d$	码头工况下中拱最大静水弯矩
6	码头装卸 2 （如适用时）	 货物密度=最大货物密度吃水=$0.67d$	码头工况下中垂最大静水弯矩

注：①对于仅设 2 个货舱的散货船，其计算工况可根据装载手册中实际装载工况确定。

②d——在船长中点处由平板龙骨上表面量至满载水线的垂直距离，m；

III.3.3 如安全装载手册中存在表 III.3.2 中计算工况以外的更为严重的装载工况，也应对此装载工况进行结构强度直接计算。

III.4 模型范围

III.4.1 直接计算模型范围应满足下述要求：

（1）纵向范围一般应至少覆盖船中货舱区的 1/2 个货舱+1 个货舱+1/2 个货舱长度。

（2）如主要构件和设计载荷对称于纵中剖面时，可以仅模型化船体结构的右舷（或左舷）；

（3）垂向范围应取主船体范围内的所有构件，包括主甲板上的所有主要构件。

III.5 强度衡准

III.5.1 结构屈服强度衡准应符合本篇 1.9.5 的规定。屈曲强度的衡准应符合本篇 1.9.6 的规定。

第 9 章双体船船体结构补充规定

第 1 节一般规定

9.1.3 定义

9.1.3.7 修改如下：

9.1.3.7 连接桥——连接左右片体的板架和箱型结构（含抗扭箱）。

9.1.5 直接计算

9.1.5.1 修改如下：

9.1.5.1 具有下列情况之一的双体船，应按照本章附录 I 的要求进行结构强度直接计算：
（1）不符合本章 9.1.1.1 的规定；
（2）不符合本章 9.1.4.1 的规定；
（3）不符合本章 9.1.4.2 的规定。

第 4 节连接桥

9.4.5 强横梁

9.4.5.5 修改如下：

9.4.5.5 连接桥强横梁（或横隔板）的剖面模数 W 在任何情况下应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5.7\frac{M_{bx}}{n} \quad \text{cm}^3$$

式中：n——连接桥强横梁（或横隔板）总根数（含横桁、抗扭箱横隔板）；

M_{bx}——连接桥总横弯矩，kN·m，$M_{bx} = \frac{9.81}{s}\Delta b_c$；

其中：Δ——双体船排水量，t；

b_c——任一片体中心线至连接桥计算剖面的距离，m；

s——系数，按表9.4.5.5确定。

连接桥首尾 $0.15l_1$ 范围内的强横梁（或横隔板），其剖面模数应不小于按上式计算所得之值的 1.25 倍。

系数 s　　表 9.4.5.5

航区	A 级航区	B 级航区	C 级航区	急流航段
s 取值	8.0	9.0	10.0	9.0

9.4.5.6 修改如下：

9.4.5.6 连接桥强横梁（或横隔板）腹板的剖面积 a 应不小于按下式计算所得之值：

$$a = 9.52k\frac{Q_t}{n} \text{ mm}^2$$

式中：n——连接桥强横梁（或横隔板）总根数（含横桁、抗扭箱横隔板）；

k——系数，连接桥首尾$0.15l_1$范围内的强横梁取 $k = 2.03 - 0.0164L$，其他区域强横梁取 $k = 1$；

L——船长，m；

Q_t——连接桥总剪力，kN，$Q_t = \frac{9.81}{s}\Delta$；

其中：Δ——双体船排水量，t；

s——系数，按本节表9.4.5.5确定。

第 5 节上层建筑及甲板室

9.5.6　修改如下

9.5.6 **内部隔壁**

9.5.6.1 内部隔壁的板厚要求同本节 9.5.5.1，其扶强材剖面模数同本节 9.5.5.2 的规定。

附录 I 双体船结构直接计算

I.1 一般要求

I.1.1 修改如下：

I.1.1 本附录适用于本章要求的双体船结构强度直接计算。

I.2 结构模型

I.2.1 修改如下：

I.2.1 整船模型应包括整个船体结构，如船体外板、纵横舱壁、甲板结构、连接桥、片体等构件。如强力甲板以上第一层上层建筑（或甲板室）计入总强度，也应包括在模型中。

I.4 载荷及施加

I.4.1 修改如下：

I.4.1 双体船结构强度直接计算分析中，应按下述（1）~（6）载荷组合工况进行计算，船长大于 60m 的船舶，尚应按下述（7）~（12）载荷组合工况进行补充计算：

（1）M_{bx}（横向中拱）；

（2）M_{bx}（横向中垂）；

（3）0.8M_{bx}（横向中拱）＋0.6M_{ty}；

（4）0.8M_{bx}（横向中垂）＋0.6M_{ty}；

（5）0.6M_{bx}（横向中拱）＋0.8M_{ty}；

（6）0.6M_{bx}（横向中垂）＋0.8M_{ty}。

（7）M_{by}（纵向中拱）；

（8）M_{by}（纵向中垂）；

（9） 0.8M_{by}（纵向中拱）＋0.6M_{ty}；

（10） 0.8M_{by}（纵向中垂）＋0.6M_{ty}；

（11） 0.6M_{by}（纵向中拱）＋0.8M_{ty}；

（12） 0.6M_{by}（纵向中垂）＋0.8M_{ty}。

新增 I.4.4：

I.4.4 双体船的总纵弯矩 M_{by}，可通过在计算模型上施加沿船长分布的等效垂向分布力 q（x）的方式实现。$q(x)$（向上为正，向下为负）按下式计算：

$$q(x)=\frac{2\pi^2 M_{by}}{L^2}\cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right)\ \text{KN/m}$$

式中：M_{by}——船中最大合成弯矩，kNm，按本篇 2.2.4 的规定计算；

L——船长，m；

x——计算点距尾垂线的距离，m。

垂向等效载荷一般以其 1/2 值对称施加在甲板边线上的所有单元上。当使用系列集中力加载时，每个集中力应等于分布载荷$q(x)$乘以该集中力加载区间的长度。

I.5 强度衡准

I.5.2 修改如下：

I.5.2 片体中各主要结构的强度衡准应符合本篇 1.9.5.13 的规定，连接桥甲板、底封板及各主要构件的应力应不大于表 I.5.2 规定的许用应力。

许用应力（N/mm^2） **表** I.5.2

构件名称	板（壳）单元许用应力			
	σ_e	σ_l	σ_w	τ
连接桥甲板、底封板	192/K	165/K	165/K	91/K
连接桥甲板强横梁腹板（包括前后端壁）	192/K	—	165/K	91/K
连接桥甲板纵桁的腹板	192/K	165/K	—	91/K
构件名称	梁单元许用应力σ_z			
连接桥甲板强横梁、纵桁的面板	181/K			
注：σ_e——单元von Mises应力； σ_l——船长方向应力； σ_w——船宽方向应力； σ_z——梁单元节点应力； τ——剪应力，对于组合主要构件为腹板总深度上的平均剪应力； K——材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定。				

新增 I.5.5

I.5.5 屈曲强度的衡准应符合本篇 1.9.6 的规定。

第 10 章工程船船体结构补充规定

第 1 节一般规定

10.1.2 结构布置

新增 10.1.2.3

10.1.2.3 对于采用组合式浮箱结构但结构形式不同于 10.1.2.2 的挖泥船和起重船，其船体结构的总纵强度和连接装置的结构强度应特殊考虑。

原 10.1.2.3 改为 10.1.2.4。

第 9 节舱壁

10.9.3 甲板下支承旋转起重机的舱壁式加强结构

10.9.3.1 修改如下：

10.9.3.1安全工作负荷大于30kN，或作用于支撑结构的最大倾覆力矩超过100kN·m的起重机的甲板下方一般应设置圆筒形舱壁加强结构。支承圆筒舱壁应按下述规定校核其强度：

10.9.3.3 修改如下：

10.9.3.3当支承圆筒的直径大于等于1.5m时，其结构应满足以下要求：

（1）圆筒内部应设置与船体中纵剖面和横剖面平行的十字形隔板。在纵、横隔板的平面内应至少在支承圆筒前后两横舱壁间设置纵舱壁（或双向纵桁架），和在两舷间设置横舱壁（或双向横桁架）。十字形隔板的厚度应不小于支撑圆筒壁厚的 0.7 倍且不小于 6mm；

第 11 节连接装置

10.11.2 连接装置载荷计算

10.11.2.4 修改如下：

10.11.2.4 计算波浪工况下的连接装置载荷时，假定承受横向浪向作用，设计波可取为波长等于整个浮箱宽度、半波高等于干舷高度且波峰在船体中纵剖面的余弦波。

第 12 节其他

10.12.1 栏杆、舷墙和护舷材

10.12.1.2 修改如下：

10.12.1.2 具有开敞泥舱的挖泥船和泥驳，在泥舱区不应装设舷墙，应装设栏杆或防滑装置，但对泥驳的泥舱区不应装设栏杆，应装设舷墙。对设有舷墙的挖泥船则应在舷墙的全部范围内开有足够面积的排水舷口。

附录 I 起重设备支撑结构直接计算

I.1 一般要求

I.1.1 修改如下：

I.1.1 本附录的分析方法适用于起重设备支撑结构的局部强度分析和屈曲强度分析。

I.6 强度衡准

新增 I.6.2

I.6.2 屈曲强度的衡准应符合本篇 1.9.6 的规定，圆筒舱壁应满足 10.9.3.1（1）的要求。

第 11 章滚装船船体结构补充规定

第 1 节一般规定

11.1.1 适用范围

11.1.1 修改如下：

11.1.1 一般要求

新增 11.1.1.3

11.1.1.3 商品汽车滚装船还应按本章附录Ⅱ采用直接计算校核载车区域的船体局部强度。

11.1.2 装载与系固

11.1.2.4 删除

11.1.3 结构布置

11.1.3.2 修改如下：

11.1.3.2 当主船体载车处所的横舱壁设置不能满足本篇 1.6.2 的要求时，应采用隔档设置强框架或其他等效措施，以保证船体横向强度。如采用其他等效措施，除商品汽车滚装船外，应按本篇 1.9.7 采用直接计算校核船体局部强度，对于商品汽车滚装船按本章附录 II 采用直接计算校核船体局部强度。

第 2 节总纵强度

11.2.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

新增 11.2.2.3

11.2.2.3 以上甲板为强力甲板的商品汽车滚装船尚应符合本篇 4.1.3.3 的规定。

第 3 节外板

11.3.2 舷侧外板

11.3.2.1 修改如下：

11.3.2.1 船中部及过渡区域舷侧外板厚度应不小于按本节 11.3.1.1 计算所得之值的 0.9 倍。

第 5 节桁架

11.5.1 桁架的设置

11.5.1.1 修改如下：

11.5.1.1 除商品汽车滚装船外，滚装船应按本篇第 7 章第 6 节的规定设置双向纵桁架和横桁架，纵向桁架应尽量贯通至首尾。尾机型船舶的纵向桁架可自船首延伸至机舱前壁，桁架终断处应在机舱一侧的舱壁上设置过渡性的大肘板分别与甲板纵桁、内龙骨连接。

第 6 节特殊结构

11.6.1 门式结构

11.6.1.1 修改如下：

11.6.1.1 当强力甲板上的载车处所为无首、尾横端壁的纵通门式结构时，如图 11.6.1.1 所示，其每舷的支撑侧壁可采用单侧壁结构型式或双侧壁（或箱形）结构型式。

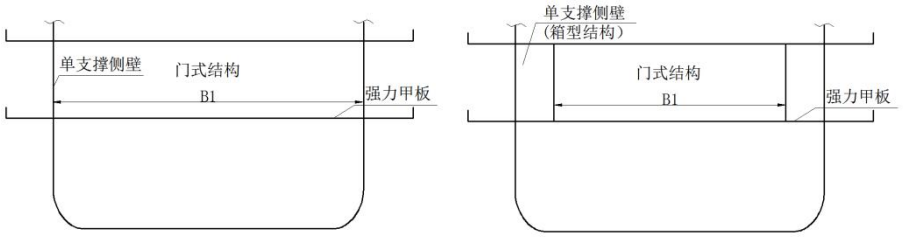


图 11.6.1.1

新增附录 II：

附录 II 商品汽车滚装船载车区域结构强度直接计算

II.1 一般要求

II.1.1 本附录适用于商品汽车滚装船载车区域主要构件的强度评估。

II.1.2 对于本附录无规定者，均应符合本篇第 1 章第 9 节的有关要求。

II.2 结构模型

II.2.1 计算采用三维板梁组合单元模型。

II.2.2 模型范围应符合下述要求：
（1）纵向范围：包括 1/2+1+1/2 个支柱间距；
（2）横向范围：整个船宽；
（3）垂向范围：包括上层建筑在内的整个型深。

II.3 边界条件

II.3.1 在模型内底板的一端约束 x 方向的位移，在内底一舷的边线处约束 y 方向的位移，在舷侧的两端约束其 z 方向的位移，在船底和甲板纵桁前后端处，约束其绕 y 轴的转动。

II.4 计算工况及载荷

II.4.1 模型的计算工况包括：
（1）满载工况；
（2）横摇工况；
（3）装载手册中其他更为严重的装载工况。

II.4.2 满载工况考虑的设计载荷应符合下述要求：
（1）作用在甲板上的垂向压力 P_z 为：

$$P_z=(P+m_s)(g+a_z)\ \text{kN/m}^2$$

装载卡车等大车的甲板，还需要考虑轮载荷对应的工况：

$$P_z=Q(g+a_z)\ \text{kN}$$

式中：g —— 重力加速度，m/s^2，取 g=9.81；

a_z—— 垂向加速度，m/s^2，取 $a_z=Z_m(\frac{6.28}{T_Z})^2$；

Z_m、T_Z——按本篇表 3.6.4.4 计算；

P —— 车辆甲板设计载荷，t/m^2；

Q ——车辆甲板的计算轮应负荷，t；

m_s——车辆甲板自重载荷，t/m^2，但应不小于 0.1。

（2）船底及舷侧静水压力，其中吃水 d 为结构吃水。

II.4.3 横摇工况假定船舶横倾至最大横摇角（如船体结构对于中纵剖面不对称，应分别考虑向左舷横摇和向右舷横摇），设计载荷应符合下述要求：

（1）作用在甲板上的垂向压力 P_z 和水平力 P_y 为：

$$P_z=(P+m_s)g \ \text{kN/m}^2$$

$$P_y=(P+m_s)a_y \ \text{kN/m}^2$$

装载卡车等大车的甲板，还需要考虑轮载荷对应的工况：

$$P_z=Qg \ \text{kN}$$

$$P_y=Qa_y+F\cos\theta_m \ \text{kN}$$

式中：a_y—— 横向合成加速度，m/s²，取 $a_y=gsin\theta_m+\dfrac{4\theta_m Z_c}{T_\theta^{\,2}}$，

θ_m、T_θ——按本篇表 3.6.4.4 计算；

Z_c——计算点相对于横摇中心的垂向坐标，m，横摇中心取满载水线面的中心线或 1/2 型深处水线面中心线之高者；

P、g、m_s、Q—— 同 II.4.2。

（2）侧壁风压 P 应按下式计算：

A 级航区：$P=-0.0030h_f^{\,2}+0.0465h_f+0.1819 \ \text{kN/m}^2$

B 级航区：$P=-0.0027h_f^{\,2}+0.0425h_f+0.1657 \ \text{kN/m}^2$

C 级航区：$P=-0.0024h_f^{\,2}+0.0384h_f+0.1506 \ \text{kN/m}^2$

式中：h_f——受风中心至水面的垂直距离，m，取不小于1也不大于7。

（3）船底及舷外水压力为结构吃水下的最大横摇角 θ_m 对应的静水压力。

II.5 强度衡准

II.5.1 模型中各构件的计算应力应符合本篇 1.9.7.7 的规定。

第 14 章化学品液货船船体结构补充规定

第 3 节整体液货舱周界结构

14.3.5 **删除**

第 7 节独立液货舱

14.7.1 **一般要求**

14.7.1.1 修改如下：

14.7.1.1 如果独立液货舱舱顶设计压力小于 0.02MPa，且其周界主要由平面结构构成，其结构应满足本篇第 6 章各节的相关要求。如果独立液货舱舱顶设计压力小于 0.07MPa，且其周界主要由平面结构构成，其结构应满足本章各节的相关要求。否则独立液货舱的结构应满足本社《内河散装运输液化气体船舶构造与设备规范》中的有关要求。

中国船级社

钢质内河船舶建造规范

2019 修改通报

第 2 篇轮机

目录

第 2 章泵与管系 1
第 1 节一般规定 1
第 2 节金属管 2
第 3 章船舶管系 8
第 2 节舱底水管系 8
第 5 节空气、溢流和测量管 8
第 4 章动力管系 9
第 2 节燃油管系 9
第 6 章柴油机 10
第 4 节起动装置 10
第 6 节调速器及超速保护装置 10
第 8 章轴系及螺旋桨 12
第 2 节轴系 12
第 3 节轴系传动装置 14
第 6 节螺旋桨 14
第 10 章油船管系 15
第 3 节货油舱的透气装置 15
第 7 节货泵舱的通风 15
第 11 章工程船的补充规定 16
第 1 节一般规定 16

第 2 章　泵与管系

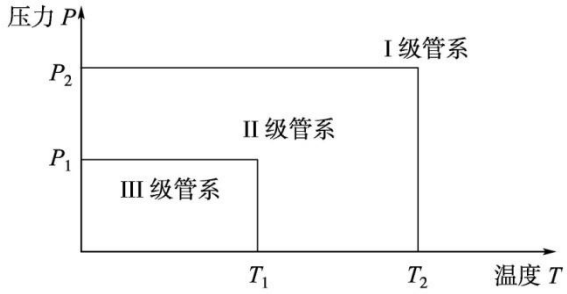
第 1 节一般规定

2. 1. 5 管系等级

2.1.5.1 修改如下：

2.1.5.1 为了确定适当的试验要求、连接型式以及热处理和焊接工艺规程，不同用途的压力管系按其设计压力和温度分为三级，如表 2.1.5.1 所示。

管系等级　　表 2.1.5.1



管系	I 级		II 级		III 级	
	设计压力 $>P_2$（MPa）	设计温度 $>T_2$（℃）	设计压力 $\leqslant P_2$（MPa）	设计温度 $\leqslant T_2$（℃）	设计压力 $\leqslant P_1$（MPa）	设计温度 $\leqslant T_1$（℃）
蒸汽	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤170
热油	>1.6	或>300	≤1.6	和≤300	≤0.7	和≤150
燃油、滑油、可燃液压油	>1.6	或>150	≤1.6	和≤150	≤0.7	和≤60
其他介质	>4.0	或>300	≤4.0	和≤300	≤1.6	和≤200

注：① 当管系的设计压力和设计温度其中 1 个参数达到表中Ⅰ级规定时，即定为Ⅰ级管系；当设计压力和设计温度均不超过表中Ⅲ级规定时，即定为Ⅲ级管系；当设计压力和设计温度均不超过表中Ⅱ级规定，且在Ⅲ级规定之外时，即定为Ⅱ级管系。

② 其他介质是指空气、水和不燃液压油等。

③ 不受压的开式管路，如泄水管、溢流管、排气管、透气管和锅炉放汽管等，为Ⅲ级管系。

④ 液化气体介质、有毒和腐蚀性介质、闪点低于 60℃介质以及加热温度超过其闪点的可燃介质等一般应为Ⅰ级管系。如设有安全措施以防泄漏和泄漏后产生的后果，也可为Ⅱ级管系，但有毒介质除外。

⑤ 货油管系一般为Ⅲ级管系。

⑥ 热油系指本篇第 4 章第 9 节热油系统所用的循环油液。

第 2 节金属管

2.2.2 修改如下：

2.2.2 钢管管壁厚度的计算

2.2.2.1 受内压的钢管，其最小壁厚δ应不小于按下式计算之值[1]：

$$\delta = \delta_0 + b + c \text{ mm}$$

式中：δ_0——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.2.2 的规定；

b——弯曲附加余量，mm。对于仅受内压的管子，b 值应按管子弯曲处的计算应力不超过许用应力的方法选取；当 b 值不能准确确定时，其应按本节 2.2.2.3 的规定选取；

c——腐蚀余量，mm，其值按表 2.2.2.1 的规定选取；

对于穿过舱柜的管路，应增加一个计及外部腐蚀的附加腐蚀余量，该腐蚀余量取决于外部介质；如采用涂层、衬层等措施对管子及其接头进行有效的防蚀保护，则腐蚀余量最多可减少 50%；当使用有足够抗蚀性能的特种钢时，其腐蚀余量可以减少，甚至可减少到零。

钢管腐蚀余量 **表** 2.2.2.1

管系用途	c（mm）	管系用途	c（mm）
过热蒸汽管系	0.3	滑油管系	0.3
饱和蒸汽管系	0.8	燃油管系	1.0
货油舱蒸汽加热管系	2.0	货油管系	2.0
锅炉开式给水管系	1.5	冷藏装置制冷剂管系	0.3
锅炉闭式给水管系	0.5	淡水管系	0.8
锅炉排污管系	1.5	海水管系	3.0
压缩空气管系	1.0	冷藏货舱盐水管系	2.0
液压油管系	0.3		

2.2.2.2 钢管基本计算壁厚δ_0应按下式计算：

$$\delta_0 = \frac{pD}{2[\sigma]e + p} \text{ mm}$$

式中：p ——设计压力，MPa，见本章 2.1.3.1 的规定；

D——钢管外径，mm；

$[\sigma]$——钢管许用应力，N/mm^2，见本节 2.2.2.4 的规定；

e ——焊接有效系数，对无缝钢管，电阻焊和高频焊钢管应取 1，其他方法制造的管子，e 值另行考虑。

[1]本公式适用于外径与内径之比不超过 1.7 的管子。

2.2.2.3 弯曲附加余量 b 应不小于按下式计算之值：

$$b = 0.4\frac{D}{R}\delta_0 \text{ mm}$$

式中：R ——平均弯曲半径，mm，通常 R 不小于 $3D$；

D ——钢管外径，mm；

δ_0 ——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.2.2 的规定。

2.2.2.4 钢管许用应力［σ］应取下列公式计算的最小值：

$$[\sigma] = \frac{R_m}{2.7} \quad \text{N/mm}^2$$

$$[\sigma] = \frac{R_{eH}^T}{1.6} \quad \text{N/mm}^2$$

$$[\sigma] = \frac{\sigma_D^T}{1.6} \quad \text{N/mm}^2$$

$$[\sigma] = \sigma_c^T \quad \text{N/mm}^2$$

式中：R_m ——材料在常温下的抗拉强度，N/mm²；

R_{eH}^T ——材料在设计温度下的屈服点或 0.2%的规定非比例伸长应力（$R_{P0.2}$），N/mm²；

σ_D^T ——材料在设计温度下 100000h 内产生破断的平均应力，N/mm²；

σ_c^T ——材料在设计温度下 100000h 内产生 1%蠕变的平均应力，N/mm²；

R_m、R_{eH}^T、σ_D^T 应符合第 7 篇的有关规定。

2.2.2.5 本节 2.2.2.1 所述的最小壁厚δ未考虑制造负公差，因此，当有制造负公差时，管子的壁厚δ_m应不小于按下式计算之值：

$$\delta_m = \frac{\delta}{1-\frac{a}{100}} \text{ mm}$$

式中：a ——壁厚的制造负公差百分数。

2.2.2.6 当由本节 2.2.2.5 所述公式计算所得的最小壁厚小于表 2.2.2.6（1）、表 2.2.2.6（2）或表 2.2.2.6（3）所列的数值时，则应采用表列相应的标准管的最小公称壁厚。

螺纹管的壁厚，应量至螺纹根部。

钢管外径与最小公称壁厚δ **表 2.2.2.6（1）**

外径 D（mm）	最小公称壁厚δ（mm）			
	一般用	与船体结构有关	舱底、压载水管、	通过压载舱和燃油舱的舱底水管、空气

	管③④⑥⑧⑨⑩	的舱柜的空气管、溢流管和测量管①②③④⑥⑦⑧	一般海水管和液舱内的蒸气加热盘管①③④⑤⑥⑦⑧	管、溢流管和测量管。通过燃油舱的压载管和通过压载舱的燃油管①②③④⑤⑥⑦⑧
10.2～12 13.5～19.3 20	1.6 1.8 2.0			
21.3～25 26.9～33.7 38～44.5	2.0 2.0 2.0	 4.5	3.2 3.2 3.6	 6.3
48.3 51～63.5 70	2.3 2.3 2.6	4.5 4.5 4.5	3.6 4.0 4.0	6.3 6.3 6.3
76.1～82.5 88.9～108 114.3～127	2.6 2.9 3.2	4.5 4.5 4.5	4.5 4.5 4.5	6.3 7.1 8.0
133～139.7 152.4～168.3 177.8	3.6 4.0 4.5	4.5 4.5 5.0	4.5 4.5 5.0	8.0 8.8 8.8
193.7 219.1 244.5～273	4.5 4.5 5.0	5.4 5.9 6.3	5.4 5.9 6.3	8.8 8.8 8.8
298.5～368 406.4～457	5.6 6.3	6.3 6.3	6.3 6.3	8.8 8.8

注：①如采用涂层、衬层等措施对管子及其接头进行有效的防蚀保护，其最小壁厚可以适当减薄，但减薄最多不超过 1mm。

②除液货闪点小于 60℃的液货舱测量管外， 表列测量管的最小壁厚系适用于液舱外部的测量管。

③对于允许采用的螺纹管， 最小壁厚应自螺纹根部量起。

④焊接钢管和无缝钢管的外径和壁厚的数值取自 ISO 的推荐文件 R336，如按其他标准选取管子壁厚可适当减小。

⑤通过深舱的舱底水管和压载管的最小壁厚应另行考虑，通过货油舱的压载水管的最小壁厚应不小于本篇表 10.1.5.2 规定的值。

⑥外径大于 457mm 的管子的最小壁厚可参照国家或国际标准，但任何情况下其最小壁厚不应小于表 2.2.2.6（1）中管子外径为 406.4～457mm 所对应的值。

⑦舱底、测量、空气和溢流管的最小内径应为：

舱底管 30mm

测量管 32mm

空气和溢流管 50mm

⑧本表所列的最小壁厚一般是指公称壁厚， 因此不必考虑负公差和弯曲减薄余量。

⑨排气管的最小壁厚应另行考虑。

⑩货油管的最小壁厚应另行考虑。

不锈钢管外径 *D* 与最小公称壁厚*δ*　　表 2.2.2.6（2）

管子外径 D（mm）	不锈钢管最小公称壁厚δ（mm）	管子外径 D（mm）	不锈钢管最小公称壁厚δ（mm）
≤10	1.0	247～340	3.5
11～18	1.5	341～426	4.0
19～83	2.0	427～511	4.5
84～169	2.5	512～597	5.0
170～246	3.0		

奥氏体不锈钢管外径与最小公称壁厚δ　　表 2.2.2.6（3）

管子外径 D（mm）	最小公称壁厚δ（mm）	管子外径 D（mm）	最小公称壁厚δ（mm）
10.2 ～ 17.2	1.0	219.1	2.6
21.3 ～ 48.3	1.6	273.0	2.9
60.3 ～ 88.9	2.0	323.9 ～ 406.4	3.6
114.3 ～ 168.3	2.3	> 406.4	4.0

注：可接受按国家或国际标准选取外径及壁厚。

2.2.2.7 甲板排水管和泄水管的最小壁厚还应符合本规范第 1 篇 1.5.4 的有关规定。

2.2.2.8 露天甲板以上的空气管的最小壁厚还应符合本规范第 1 篇 1.5.3 的有关规定。

2.2.5 修改如下：

2.2.5 **铜管管壁厚的计算**

2.2.5.1 受内压的铜和铜合金管，其最小壁厚δ应不小于按下式计算所得之值[1]：

$$\delta = \delta_0 + b + c \text{ mm}$$

式中：δ_0——基本计算壁厚，mm，见本节 2.2.5.2 的规定；

b——弯曲附加余量，mm。对于仅受内压的管子，b 值应按管子弯曲处的计算应力不超过许用应力的方法选取。当 b 值不能更准确确定时，其应按本节 2.2.5.3 的规定选取；

c——腐蚀余量，mm。对铜、黄铜和类似合金、不含铅的铜锡合金和镍含量低于 10%的铜镍合金 c＝0.8mm，对镍含量为 10%及以上的铜镍合金 c＝0.5mm，对于介质对管材不产生腐蚀者，c＝0。

2.2.5.2 铜和铜合金管的基本计算壁厚δ_0应按下式计算：

$$\delta_0 = \frac{pD}{2[\sigma]e + p} \text{ mm}$$

式中：p——设计压力，MPa，见本章 2.1.3.1 的规定；

[1]本公式适用于外径与内径之比不超过 1.7 的管子。

D ——管子外径，mm；

［σ］——许用应力，N/mm^2，由表 2.2.5.2 查得；

e ——焊接有效系数，对无缝铜管与认可的焊接管制造商提供的视为相当于无缝管的焊接管应取 1，其他方法制造的管子，e 值另行考虑。

铜和铜合金管许用应力［σ］ 表 2.2.5.2

管子材料	材料条件	抗拉强度（N/mm^2）	许用应力（N/mm^2）										
			设计温度（℃）										
			50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
铜	退火	215	41	41	40	40	34	27.5	18.5	—	—	—	—
铝黄铜	退火	325	78	78	78	78	78	51	24.5	—	—	—	—
铜镍合金 CuNi5Fe1Mn CuNi10Fe1Mn	退火	275	68	68	67	65.5	64	62	59	56	52	48	44
铜镍合金 CuNi30	退火	365	81	79	77	75	73	71	69	67	65.5	64	62

注：①如金属温度处于表中所列数值之间，则许用应力可采用线性内插法求得。

②表内未包括的材料，许用应力的选取应提交详细资料。

2.2.5.3 弯曲附加余量 b 应不小于下式计算之值：

$$b = 0.4\frac{D}{R}\delta_0 \text{ mm}$$

式中：R ——平均弯曲半径，mm，通常 R 应不小于 $3D$；

D ——管子外径，mm；

δ_0 ——基本计算壁厚，mm，见本节 2.3.2.2 的规定。

2.2.5.4 本节 2.2.5.1 所述最小壁厚δ并未考虑制造负公差，当考虑制造负公差修正时，管子的壁厚δ_m应不小于按下式计算之值：

$$\delta_m = \frac{\delta}{1-\frac{a}{100}} \text{ mm}$$

式中：a ——壁厚的制造负公差百分数。

2.2.5.5 当由本节 2.2.5.4 所述公式计算所得的最小壁厚小于表 2.2.5.5 所列数值时，则应采用表列相应的标准管的最小公称壁厚。

螺纹管的壁厚应量至螺纹根部。

铜和铜合金管外径与最小公称壁厚δ_m 表 2.2.5.5

外径 D（mm）	最小公称壁厚δ_m	
	铜	铜合金
8～10	1.0	0.8

12～20	1.2	1.0
25～44.5	1.5	1.2
50～76.1	2.0	1.5
88.9～108	2.5	2.0
133～159	3.0	2.5
193.7～267	3.5	3.0
273～470	4.0	3.5
508	4.5	4.0

注：①外径和壁厚的数值取自 ISO 标准。

②如按其他标准选取管径，管子壁厚可适当减小。

第 3 章　船舶管系

第 2 节舱底水管系

3.2.6 舱底泵

新增 3.2.6.8

3.2.6.8 敞口集装箱船的敞口货舱应设置舱底水高位报警装置，该报警装置应在机舱和有人操作处所（驾驶室、控制站或机器处所）发出听觉和视觉报警，并应独立于舱底泵控制装置。”

原 3.2.6.8——3.2.6.11 改为 3.2.6.9——3.2.6.12

第 5 节空气、溢流和测量管

3.5.2 溢流管

3.5.2.3、3.5.2.4 修改如下：

3.5.2.3 溢流管上一般应设有具有良好照明的观察设备，观察设备的位置应便于使动力泵停止工作。观察器可以用其他等效装置代替。

3.5.2.4 溢流管的布置应确保任何情况下溢流畅通，溢流管上不应装设截止阀或旋塞。

3.5.3 测量管

3.5.3.1、3.5.3.3 和 3.5.3.4 修改如下：

3.5.3.1 每一压载水舱、燃油舱、滑油舱、清水舱、隔离空舱和其他不易到达的分舱均应装测量管。测量管应尽可能是垂直的并一般应通到甲板开敞部分（机舱除外）。

燃油舱柜和滑油舱柜的测量管不应终止于测量管溢油有被引燃危险的任何处所，尤其不应终止于乘客或船员处所。

3.5.3.3 机舱及轴隧底部的舱柜允许设置短型测量管，但应延伸至花钢板以上易于接近的处所，且应在管口处设置自闭式关断装置或螺纹闷盖。在特殊情况下允许设在花钢板下 50mm 以内。终止于机器处所内的燃油舱的测量管终端应装有自闭式关断装置，并在其下面装有一个小直径的自闭式控制旋塞，用于确定该关断装置打开前没有燃油存在。应采取措施确保从控制旋塞溢出的油没有着火危险。

3.5.3.4 贮液柜上装设连通管式液位计代替测量管时，应符合本篇 4.2.2.3 的规定。

主机总功率不超过 440kW 的船舶，允许以其他简易设施进行测量。

第 4 章动力管系

第 2 节燃油管系

4.2.2 燃油舱柜

4.2.2.2 修改如下：

4.2.2.2 燃油舱柜的进油管应靠近舱柜顶处且不低于溢流管，如未设溢流管，且进油管不位于舱顶部或最大液位以上时，应在靠近舱壁处设置止回阀。

第 6 章柴油机

第 4 节起动装置

6.4.1 空气瓶及其容量

6.4.1.1 修改如下：

6.4.1.1 空气瓶的设计及制造应符合本篇第 5 章第 6 节的有关规定。

第 6 节调速器及超速保护装置

6.6.2 修改如下：

6.6.2 发电机组调速器

6.6.2.1 带动发电机的柴油机须装有调速器，其调速特性应符合下列规定：

当加上或卸去最大梯级负荷时，电网的瞬时频率变化应不超过额定频率的±10%，恢复到稳态的时间不超过 5s 。当突然卸去额定负荷时，如不影响本节 6.6.3 规定的超速装置的要求，瞬时转速变化可超过额定转速的 10%；空载和额定负荷之间的各种负荷条件下，稳定后的转速变化不超过额定转速的±5%。

所选择的原动机应能满足船舶电网的负荷需要。电负荷应能实现两级加载，加载方法如下：

当在空负荷状态下突然加上 50%额定负荷，转速完全恢复到稳定状态后再加上余下的 50%负荷时，稳定时间（即转速恢复到波动率为±1%范围的时间）不超过 5s。对于只能实现两级以上负荷加载的原动机，如船舶电网的条件允许使用，且在设计阶段已考虑并批准使用这样的原动机，则允许采取多于两次的负荷加载方式，船舶试验时应进行验证。比如采用高增压四冲程柴油机作为驱动发电机的原动机时，其调速特性试验可按图 6.6.2.1 所示的多于二次的加载方式进行加载。为此，船舶电站负荷设计时，对断电后自动接通的电气设备所需的功率和各电气设备的接通次序，应予充分的考虑。同样也适用于并联运行的发电机组，以及当一台发电机发生跳闸后，负荷需从一台发电机转移至另一台发电机的发电机组。

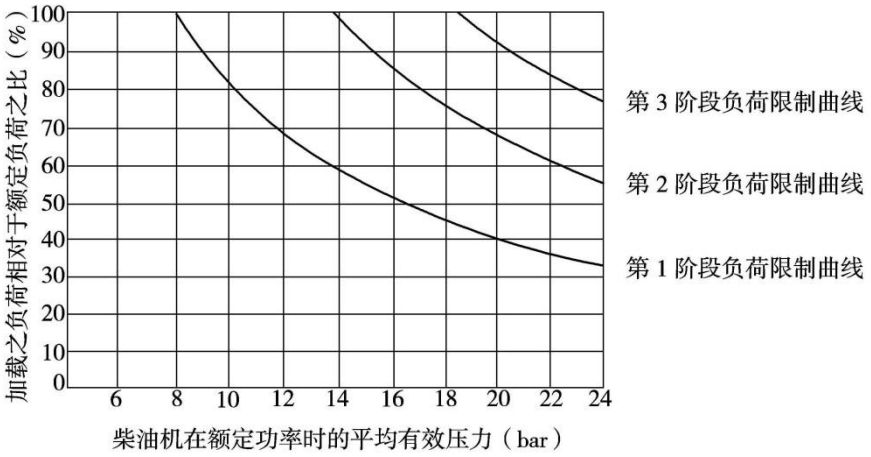


图 6.6.2.1

6.6.2.2 带动发电机的柴油机调速器，其结构和性能应符合本规范第 3 篇第 3 章第 2 节的有关规定。当并联运行时，调速器的稳定调速率应尽量相同。

第 8 章　轴系及螺旋桨

第 2 节轴系

8.2.4 联轴器和螺栓

8.2.4.5 修改如下：

8.2.4.5 如全采用普通螺栓连接时，则螺栓的螺纹根部直径 d_n 应不小于按下式计算所得之值：

$$d_n = 25\sqrt{\frac{N_e \times 10^6}{n_e DZR_{mb}}}\ \text{mm}$$

式中：N_e——轴传递的额定功率，kW；

n_e——轴传递 N_e 时的转速，r/min；

Z——普通螺栓数。

其余符号意义与本节 8.2.4.4 中相同。

所连接法兰的接触表面之间的摩擦力矩应不小于 2.8 倍的传递扭矩，计算摩擦力时，摩擦系数为 0.18；预紧螺母时的力矩不应使螺栓螺纹根部截面应力超过 0.8 倍的螺栓材料屈服强度或规定的非比例延伸强度。

新增 8.2.4.7

8.2.4.7 用液压无键套合到轴上的联轴器，应满足下列要求：

（1）对于套筒式联轴器，应具有传递 2.8 倍额定扭矩的能力，且其最大过盈的当量应力应不超过套筒材料屈服点的 70%；

（2）对于不属于上述（1）所指的一般液压套合联轴器，则实际选用的轴向推入量 S 或过盈量δ应满足下列要求：

$$S_1 \le S \le S_2\ \text{mm}$$

$$\delta_1 \le \delta \le \delta_2\ \text{mm}$$

$$S_1 = \frac{\delta_1}{K} = \frac{1}{K}\left[\frac{1672N_e}{An_e}(c_1 + c_2) + 0.03\right]\ \text{mm}$$

$$S_2 = \frac{\delta_2}{K} = \frac{0.034 \times 10^{-4}}{K} R_{eH} d_1 (c_1 + c_2)\frac{K_2^2 - 1}{\sqrt{3K_2^4 + 1}}\ \text{mm}$$

式中：S_1 ——最小轴向推入量，mm；

S_2 ——最大轴向推入量，mm；

δ_1 ——最小过盈量，mm；

δ_2 ——最大过盈量，mm；

K ——套合轴的锥度；

N_e ——轴传递的额定功率，kW；

n_e ——传递 N_e 时轴的转速，r/min；

A ——套合面的理论接触面积，mm^2；

$c_1=\dfrac{1+K_1^2}{1-K_1^2}-\mu_1$；

$c_2=\dfrac{K_2^2+1}{K_2^2-1}+\mu_2$；

$K_1=\dfrac{d_0}{d_1}$；

$K_2=\dfrac{d_2}{d_1}$；

d_0 ——轴中孔直径，mm；

d_1 ——套合接触长度范围内轴的平均直径，mm；

d_2 ——套合接触长度范围内联轴器平均外径，mm；

$\mu_1=\mu_2=0.3$；

R_{eH} ——联轴器材料的屈服点，N/mm^2。

8.2.7 **尾管及其轴承**

8.2.7.1 修改如下：

8.2.7.1 邻接并支撑螺旋桨的轴承长度规定如下：

（1）对水润滑的铁梨木、合成材料（如合成橡胶或塑料等）轴承，其长度应不小于规范所要求的螺旋桨轴计算直径的 4 倍或实际直径的 3 倍，取其较大值。对于水润滑的合成材料，如果计及轴和螺旋桨重量的静载荷计算得到的轴承比压小于 0.8MPa，轴承长度可适当减小，但不小于规范所要求的该轴承处螺旋桨轴计算直径的 2 倍；

（2）对油润滑的白合金轴承的长度，应不小于规范所要求的螺旋桨轴直径的 2 倍或实际直径的 1.5 倍，取其较大值。如果计及轴和螺旋桨重量的静载荷计算得到的轴承比压小于 0.8MPa，轴承长度可适当减少，但不小于实际直径的 1.5 倍；

（3）对油润滑的合成橡胶或增强树脂或塑料的轴承，其长度应不小于规范所要求的螺旋桨轴直径的 2 倍。如果计及轴和螺旋桨重量的静载荷计算得到的轴承比压小于 0.6MPa，轴承长度可适当减少，但不小于实际直径的 1.5 倍；若材料已被证明具有足够承载能力以及使用经验，则可考虑增加轴承的压力；

（4）对具有良好油密填料函的油润滑青铜轴承的长度，应不小于规范所要求的螺旋桨轴直径的 4 倍；

（5）对油脂润滑的轴承长度，应不小于规范所要求的螺旋桨轴直径的 4 倍；

（6）采用其他的轴承材料或润滑方式时，应提供采用其轴承长度的背景资料，如轴承材料的膨胀特性、承压能力等试验结果或使用经验。

第 3 节轴系传动装置

8.3.5 可调螺距螺旋桨传动与操纵装置

8.3.5.11 修改如下：

8.3.5.11 可调螺矩螺旋桨的液压系统应设有液压油油箱液位过低、滤油器压差过高（装有滤油器时）及液压油油温过高（装有油冷却器时）的报警装置，报警装置应符合第 4 篇的有关规定。

第 6 节螺旋桨

8.6.2 螺旋桨桨叶厚度

表 8.6.2.1 修改如下：

螺旋桨材料系数 K **表** 8.6.2.1

材料	铜合金				铸钢			灰铸铁	
	锰黄铜	铝黄铜	锰铝青铜	镍铝青铜	碳钢、碳锰钢	不锈钢			
						奥氏体	铁素体或马氏体		
抗拉强度 R_m（N/mm^2）	440	610	630	590	400	450	500	200	250
材料系数 K	1.00	1.38	1.42	1.33	0.91	1.02	1.24	0.60	0.76

注：①对表以外的材料，K 值可以参照上表确定，但应经本社同意。

②材料的性能应符合第 7 篇的有关规定。

第 10 章油船管系

第 3 节货油舱的透气装置

10.3.2 油气出口的布置

10.3.2.1 修改如下：

10.3.2.1 透气管出口端应装有可拆换耐腐蚀金属丝防火网等防止火焰进入货油舱的装置。这些装置的设计、试验和安装应符合本社接受的标准[1]。这些装置的通流面积应不小于透气管的通流面积。

10.3.2.4 修改如下：

10.3.2.4 货油舱透气管内径应不小于表 10.3.2.4 的规定。

货油舱透气管内径表 10.3.2.4

最大设计装油速度×1.25（m^3/h）	透气管内径（mm）	最大设计装油速度×1.25（m^3/h）	透气管内径（mm）
<500	80	841～1200	150
500～600	85	1201～2500	200
601～840	100		

第 7 节货泵舱的通风

10.7.1 货泵舱的通风

10.7.1.5 修订如下：

10.7.1.5 通风管上应设置可更换的防网。

[1]参见 MSC.1/Circ.1324 号通函：《经修订的液货船上防止火焰进入液货舱装置的设计、试验和安装位置标准》和 MSC/Circ.1009 号通函：《阻止火焰进入油船液货舱的装置设计、试验及安装的修订标准（MSC/Circ.677）的修正案》以及 MSC/Circ.450/Rev.1 号通函：《经修订的液货舱透气和除气布置设计时应考虑的因素》。

第 11 章工程船的补充规定

第 1 节一般规定

11.1.6 **通信**

11.1.6.1 修订如下：

11.1.6.1　自航工程船机舱（包括机房、控制室/控制站）与驾驶室之间应设 1 套通信设备。泵机舱与驾驶室之间也应设 1 套通信设备。

中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

第 3 篇电气设备

目录

第 1 章通则 1
　第 1 节一般规定 1
　第 3 节电源质量 1
第 2 章系统设计的一般规定 2
　第 1 节配电系统、电压和频率 2
第 3 章主电源 3
　第 3 节接岸电或接其他外来电源 3
第 4 章应急电源、临时应急电源 8
　第 1 节应急电源 8
　第 2 节临时应急电源 8
第 6 章配电板和配电电器 9
　第 2 节配电电器 9
第 8 章照明、电热器具 10
　第 1 节照明 10
第 10 章船内通信、扩音（广播）系统及信号报警装置 11
　第 2 节船内通信、扩音（广播）系统 11
　第 3 节信号报警装置 11
第 11 章电缆 12
　第 1 节电缆的选择 12
第 16 章趸船的附加要求 14
　第 3 节交流高压系统 14
第 17 章滚装船的附加要求 15
　第 2 节电气设备的设置 15

第 1 章通则

第 1 节一般规定

1.1.2 图纸和资料

1.1.2.1（2）修改如下：

1.1.2.1 应将下列图纸和资料一式 3 份提交本社批准：

（2）短路电流计算书（适用于靠港时连接岸电的船舶或可并联连接的发电机总容量大于等于 250kVA / 200kW 的船舶）；

1.1.2.6 修改如下：

1.1.2.6 应将全船电气说明书（如适用，含岸电系统船载装置系统技术说明）提交本社备查。

第 3 节电源质量

1.3.2 电源的谐波成分

1.3.2.1 修改如下：

1.3.2.1 交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于 8%的情况下正常工作。

第 2 章系统设计的一般规定

第 1 节配电系统、电压和频率

2.1.1 **配电系统**

2.1.1.2 修改如下：

2.1.1.2 旅游船、客滚船、设有卧席的普通客船、滚装货船、油船（驳）、散装运输液化气体船、散装运输危险化学品船、载运危险货物的船舶的配电系统应采用对地绝缘配电系统。

2.1.3 修改如下：

2.1.3 **电压和频率**

2.1.3.1 除另有规定外，直流和交流配电系统的最高电压应不超过表 2.1.3.1 的规定。

2.1.3.2 交流配电系统的标准频率为 50Hz 或 60Hz。

2.1.3.3 500V 以上的配电系统，除电压不于高压 1000V 配电系统中所有控制设备均应封闭在相应的控制柜内者外，其控制电压不应高于 250V。

配电系统的最高供电电压表 2.1.3.1

序号	用途	最高电压（V）
1	固定安装并连接于固定布线的动力设备	15000
2	（1）固定安装并连接于固定布线的动力设备、电炊设备和除室内取暖器以外的电热设备。 （2）固定安装并连接于固定布线的动力设备和除室内取暖器以外的电热设备,由于使用上的原因需用软电缆连接者，例如可移动的起重设备等。 （3）以软电缆与插座连接，运行中不需手握持，并以截面积符合本篇 1.4.6.4 要求的连续接地导体接地的可移动设备，如电焊变压器等。	1000
3	（1） 居住舱室的照明设备、取暖器 （2） 向以下设备供电的插座： ①具备双重绝缘的设备； ②以符合本篇 1.4.6.4 要求的连续接地导体接地的设备	250
4	人特别容易触电的场所，例如：狭窄，潮湿处所中的插座： （1） 无论是否使用隔离变压器供电； （2） 由只供 1 个用电设备的安全隔离变压器供电。 这些插座系统的两根导线均应对地绝缘。	50 250

第 3 章主电源

第 3 节修改如下：

第 3 节接岸电或接其他外来电源

3.3.1 一般要求

3.3.1.1 除液货船外的所有新建船舶应安装符合本节 3.3.2 或 3.3.3 规定的岸电系统船载装置。

3.3.1.2 岸电系统船载装置应持有船用产品证书。

3.3.1.3 船舶应建立和实施船舶岸电连接操作程序，以确保连接岸电时的操作安全。

3.3.1.4　本节所涉及到的名词术语如下：

（1）船舶岸电系统：在船舶靠港期间向船舶供电的设备，包括船载装置和岸基装置。

（2）船载装置：安装在船舶上，用于连接岸电的设备。对于交流高压岸电系统，一般包括插头/插座、岸电连接配电柜（板）、变压器、岸电接入控制屏（通常组合在主配电板内）、岸电电缆和电缆管理系统。

（3）岸基装置：安装在港口，用于向船舶提供岸电的设备。对于交流高压岸电系统，一般包括高压配电柜、变压器、变频器（适用时）和港口岸电插座箱。

（4）电缆管理系统：典型的电缆管理系统是由电缆绞车、电缆长度或张力自动控制设备和相关仪表组成。船舶通过电缆管理系统收放岸电电缆，与岸上电源进行连接。

（5）等电位连接：使船载装置和岸基装置导电部件之间电位基本相等的电气连接。

3.3.2 交流低压岸电系统船载装置

3.3.2.1 交流低压岸电系统船载装置系指码头向船舶配电系统供电的电源额定电压（相间电压）为 1kV 及以下的船上设备。

3.3.2.2 对船舶供电的岸电应有足够的容量，且质量应满足本篇第 1 章第 3 节的相关要求。

3.3.2.3 船上应设有岸电供电的固定连接装置。旅游船的岸电连接电缆应由码头方提供；除旅游船以外的其他船舶应设有岸电连接电缆。连接电缆应采用具有足够电流定额、耐油、滞燃护套的柔性电缆，并应符合公认标准[1]。电缆的连接端头不应承受外力。

3.3.2.4 船舶应设有将船体与岸地（或趸船上接地装置）进行等电位连接的设施。

3.3.2.5 船电和岸电之间应通过插头和插座连接。插头和插座的设计应确保不会出现不正确连接，并且确保不能带电插拔。插头、插座应满足公认的标准[2]。插头-插座应根据船舶靠港期间负载的大小选用下列规格之一：

（1） 400V、63A；

[1]IEC60092-353 出版物或其他等效标准

[2]IEC 60309-5、GB/T 11918（工业用插头、插座和耦合器）等。

（2） 400V、125A；

（3） 400V、250A。

3.3.2.6 岸电箱应具有：

（1）用于连接柔性电缆的合适的插座[1]（旅游船）或接线柱（除旅游船以外的其他船舶）和将船体与地（岸地或零线）相连的接地接线柱；

（2）检查岸电与船舶配电系统的相序（三相交流）或极性（直流）是否相符的装置；

（3）用于岸电对船上电气设备供电时的过载和短路保护的断路器；

（4）标明型号、额定电压及频率（交流）的铭牌。

3.3.2.7 安装在室外的岸电箱的结构应具有不低于防护等级 IP55 的防护措施。

3.3.2.8 码头的岸电连接控制处与船舶岸电连接控制处之间应能有效通讯。

3.3.2.9 船舶配电板上应设有岸电供电的指示灯。

3.3.2.10 岸电和船电之间的负载转移可以通过断电或短时并联方式进行。

3.3.2.11 当采用断电方式进行负载转移时，应采取措施避免船舶发电机（包括应急发电机）和岸电同时供电，且配电板上应设有下列指示岸电参数的仪表：

（1） 1 只电压表：能分别测量各相电压；

（2） 1 只电流表：能分别测量各相电流。

3.3.2.12 当采用船舶发电机与岸电短时并联方式进行负载转移时，应满足以下要求：

（1）配电板应设下列仪表、设备：

①2 只电压表，1 只能测量岸电各相电压，1 只测量汇流排电压。若将岸电电源连接于汇流排时，操作人员易于观察到汇流排的电压，则岸电接入控制屏可仅设置一只电压表。

②1 只电流表：能分别测量岸电各相电流；

③2 只频率表，1 只测量岸电频率，1 只测量汇流排频率。若将岸电电源连接于汇流排时，操作人员易于观察到汇流排的频率，则岸电接入控制屏可仅设置一只频率表。

④相序指示器；

⑤同步设备。

（2）在负载安全转移的前提下，短时并联运行的时间应尽可能短。

3.3.2.13 船舶接入岸电时的短路电流计算，应按照公认的标准[2]进行。

3.3.2.14 岸电供电期间，船舶配电系统中任何安装点的预期短路电流不应超过该点断路器的短路分断和接通能力。

3.3.2.15 进行短路评估时，应考虑岸电和船舶电源馈送的预期短路电流，可考虑采取下列措施以限制连接岸电时的预期短路电流：

（1）防止岸电与船舶电源并网运行；或

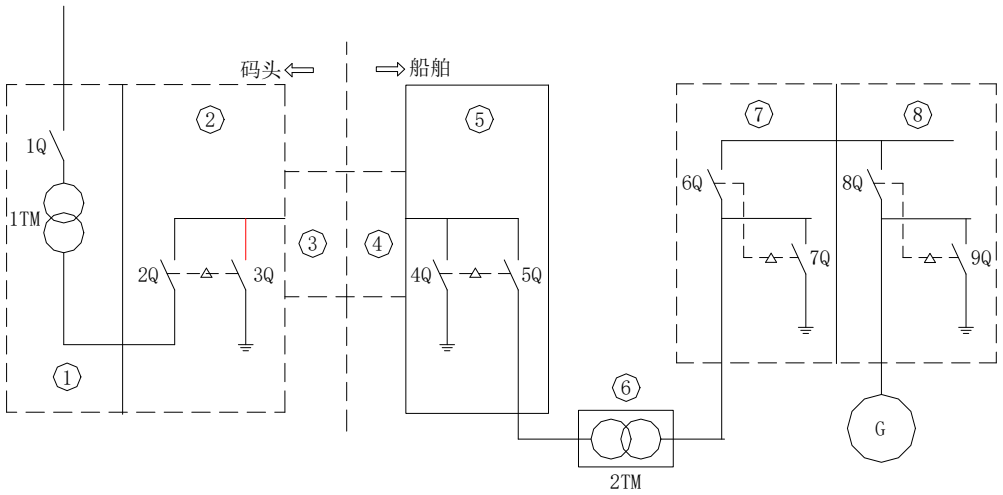
（2）并网连接转移负载期间限制运行船舶发电机组数量；和/或限制岸电供电电源输入至船舶配电系统的短路电流。

3.3.3 交流高压岸电系统船载装置

[1]IEC 60309-5、GB/T 11918（工业用插头、插座和耦合器）等。

[2]仅使用岸电时，参照本社指导性文件 GD021-1999《岸上供电交流电力系统的短路电流计算》；岸电和船舶电站短时并联时，参照 IEC60909 系列出版物进行。

3.3.3.1 交流高压岸电系统船载装置系指码头向船舶配电系统供电的电源额定电压（相间电压）为1kV 以上但不超过 15kV 的船上设备。典型的交流高压岸电系统结构组成如图 3.3.3.1 所示。



①码头高压供电系统（包含变压器）；②码头高压配电柜；③码头岸电插座箱；④电缆管理系统和电缆（带插头）；⑤岸电连接配电柜（板）；⑥变压器；⑦岸电接入控制屏；⑧主配电板发电机屏

图 3.3.3.1 典型的交流高压岸电系统示意图

3.3.3.2 交流高压岸电系统应有足够的容量，以确保船舶港内停泊时预期使用的设备能够正常工作。

3.3.3.3 船舶和码头间应建立等电位连接，并且该连接不应改变船舶配电系统的接地原理。

3.3.3.4 岸电系统应设置应急切断功能，以确保快速断开岸上和船上的岸电连接断路器。应急切断应能：

（1）应急切断系统应按故障安全原则设计，其布置应能防止被误触动。

（2）如发生下列情况，应自动触发应急切断：

①等电位连接断开；

②电缆管理系统发出报警信号（电缆中机械应力过高或剩余电缆长度过低）；

③岸电系统控制和监测线路故障；

④岸电连接插头带电拔出。

（3）应急切断按钮至少应设置在以下位置和处所：

①岸电连接配电柜（板）所在处所；

②电缆管理系统操作位置；

③岸电接入控制屏所在处所。

（4）应急切断动作时，应在港内停泊时有人值班处所发出听觉和视觉报警信号。

（5）应急切断发生后，非经人工复位，断路器不能再次闭合。

3.3.3.5 当出现下列情况时，岸电连接断路器（安装在船上）应不能闭合或在闭合位置自动断开：

（1）等电位连接未建立；

（2）岸电连接插头/插座的控制棒电路未接通[1]；

（3）应急切断设备动作；

（4）岸电系统控制和监测线路故障；

（5）电缆管理系统发出报警信号（电缆中机械应力过高或剩余电缆长度过低）；

（6）保护接地系统故障；

（7）岸电供电电源尚未提供。

3.3.3.6 除旅游船外的船舶应设有船-岸间高压岸电电缆（旅游船的岸电电缆应由码头方提供），并

[1]通过插头的控制棒与插座中对应插孔良好接触接通该电路。

应符合公认标准[1]。固定敷设的电缆应符合公认标准[2]。高压电缆不应通过生活居住舱室敷设。岸电电缆应设置电缆管理系统，以保证：

（1）电缆上承受的机械应力不超过允许的设计值；

（2）在电缆或导线连接的接线端上排除传递机械应力的可能性；

（3）电缆出现过度拉伸时，迅速断开岸电连接断路器。

3.3.3.7 岸电和船电之间的负载转移可以通过断电或短时并联方式进行。

3.3.3.8 当采用断电方式进行负载转移时，应采取措施避免船舶发电机（包括应急发电机）和岸电同时供电。

3.3.3.9 采用短时并联方式时，应满足以下要求：

（1）应设有船电和岸电同步设备；

（2）负载转移如采用自动方式时，也应能手动进行；

（3）在负载安全转移的前提下，短时并联运行的时间应尽可能短；

（4）当负载转移超过了确定的时间限值时，应停止转移，断开岸电连接断路器，并在有人值班处所发出听觉和视觉报警信号。

3.3.3.10 船舶接入岸电时的短路电流计算，应按照公认的标准[3]进行。

3.3.3.11 岸电供电期间，船舶配电系统中任何安装点的预期短路电流不应超过该点断路器的短路分断和接通能力。

3.3.3.12 进行短路评估时，应考虑岸电和船舶电源馈送的预期短路电流，可考虑采取下列措施以限制连接岸电时的预期短路电流：

（1）防止岸电与船电并网运行；或

（2）并网连接转移负载期间限制运行船舶发电机组数量；和/或限制岸电供电电源输入至船舶配电系统的短路电流。

3.3.3.13 岸电连接配电柜（板）应满足公认标准[4]。

3.3.3.14 岸电连接配电柜（板）应尽可能靠近船上岸电电缆连接处。

3.3.3.15 岸电连接配电柜（板）内应设置连接断路器，该断路器应具有欠电压保护、过电流保护和短路保护。

3.3.3.16 岸电连接配电柜（板）应安装以下仪表、指示和报警：

（1） 1 只电压表：能分别测量各相电压；

（2） 1 只电流表：能分别测量各相电流；

（3） 1 只频率表；

（4）岸电指示灯；

（5）断路器脱扣故障报警；

（6）接地故障报警；

（7）相序指示器。

3.3.3.17 如按照本节 3.3.3.12 （2）中的要求采取限制短路电流的措施，则应在岸电连接配电柜（板）

[1]IEC80005-1 号出版物附录 A 或其他接受的标准。

[2]IEC60092-353 和 IEC60092-354 出版物或其他等效的标准。

[3]仅使用岸电时，参照本社指导性文件 GD021-1999《岸上供电交流电力系统的短路电流计算》；岸电和船舶电站短时并联时，参照 IEC60909 系列出版物进行。

[4]IEC62271-200 出版物中规定的 LSC1 等级的要求。

内设置相应设备。

3.3.3.18 岸电接入控制屏一般作为主配电板的组成部分。

3.3.3.19 如采用断电方式转移负载，岸电接入控制屏应设置以下仪表和指示：

（1） 1 只电压表：能分别测量各相电压；

（2） 1 只电流表：能分别测量各相电流；

（3） 1 只频率表；

（4）相序指示器。

3.3.3.20 如采用短时并联方式转移负载，岸电接控制屏应设置以下仪表、指示和装置：

（1） 2 只电压表，1 只能测量岸电各相电压，1 只测量汇流排电压；若将岸电电源连接于汇流排时，操作人员易于观察到汇流排的电压和频率，则岸电接入控制屏可仅设置一只电压表。

（2） 1 只电流表：能分别测量岸电各相电流；

（3） 2 只频率表，1 只测量岸电频率，1 只测量汇流排频率；若将岸电电源连接于汇流排时，操作人员易于观察到汇流排的电压和频率，则岸电接入控制屏可仅设置一只频率表。

（4）相序指示器；

（5）同步设备。

3.3.3.21 变压器应符合本篇第 16 章第 3 节的相关规定。

3.3.3.22 船舶和岸上电源之间应通过插头和插座连接。插头和插座的设计应确保不会出现不正确连接，并且确保不能带电插拔。插头和插座应符合公认的标准[1]。插头-插座应根据船舶靠港期间负载的大小选用下列规格之一：

（1） 7.2kV、350A；

（2） 12kV、500A。

3.3.3.23 高压装置的非绝缘部件的相与相及相与地之间的电气间隙、带电部件之间及带电部件对接地金属部件之间的爬电距离，应满足本篇第 16 章第 3 节的相关规定。

3.3.3.24 高压开关柜的布置应有足够的通道，以便于操作和维护，并应满足本篇第 16 章第 3 节的相关规定。

[1]参见 IEC62613《船舶高压岸电系统用插头、插座和耦合器》、IEC80005《实用的连接端口》、GB/T 30845《高压岸电连接系统(HVSC 系统)用插头、插座和船用耦合器》。

第 4 章应急电源、临时应急电源

第 1 节应急电源

4.1.2 应急电源的设置

4.1.2.2 修改如下：

4.1.2.2 转舵扭矩大于 16kN·m 的下列船舶应设置应急电源：

（1）通过三峡大坝的船舶；

（2）航行于三峡库区长江干流非急流航段的客船、油船、液化气体船、化学品液货船。

4.1.2.3 修改如下：

4.1.2.3 旅游船和客滚船应设置应急电源。

4.1.3 应急电源的安装

4.1.3.1 修改如下：

4.1.3.1 应急发电机组或应急蓄电池组及其配电装置应安装在干舷甲板或其以上甲板的处所内，且该处所应位于防撞舱壁以后、机炉舱以外的区域。

第 2 节临时应急电源

4.2.1 临时应急电源的设置

4.2.1.3 修改如下：

4.2.1.3 临时应急电源及其配电装置应安装在干舷甲板或其以上甲板的处所内，且该处所应位于防撞舱壁以后、机炉舱以外的区域。

4.2.2 临时应急电源的供电范围

4.2.2.2 修改如下：

4.2.2.2 临时应急照明的设置应特别考虑下列处所:

（1）主机操纵台处；

（2）主配电板（应急配电板）的前后方；

（3）公共处所以及超过 16 人的客舱；

（4）所有服务及起居处所内的通道、梯道、出口；

（5）通往集体救生设备的存放处、登乘站、集合站的通道、梯道、出口；

（6）机舱集中控制处所及集中监视处所；

（7）驾驶室；

（8）集体救生设备的存放处及降落水域、集合站、登乘站；

（9）灭火控制室。

第 6 章配电板和配电电器

第 2 节配电电器

6.2.1 **一般要求**

6.2.1.12 修改如下：

6.2.1.12 设有岸电供电装置的船舶配电板除满足本节要求外，尚应满足本篇第 3 章第 3 节的相关要求。

第 8 章照明、电热器具

第 1 节照明

8.1.5 应急照明

8.1.5.3 修改如下：

8.1.5.3 旅游船、客滚船、设有内走廊的游览船及设有卧席客舱的普通客船、船长 50m 及以上的餐饮趸船均应在包括梯道和出口在内的脱险通道全线（包括拐弯和叉路口）距甲板高度不超过 0.3m 处，应设置本社接受的标准的灯光或光致发光条显示标志。该显示标志应使乘客能辨认出整个脱险通道出口。若采用灯光，则应由应急电源或临时应急电源供电。

第 10 章船内通信、扩音（广播）系统及信号报警装置

第 2 节船内通信、扩音（广播）系统

10.2.3 **扩音（广播）系统**

10.2.3.3 修改如下：

10.2.3.3 旅游船和客滚船的广播系统应能按不同的信息分别对船员及旅客广播，亦可对船员和旅客同时广播；当客舱的扬声器被关闭时，应能强迫广播（传令）。

第 3 节信号报警装置

10.3.1 **紧急（集合）报警装置**

10.3.1.3 修改如下：

10.3.1.3 旅游船和客滚船应设有旅客紧急（集合）报警装置和船员紧急（集合）报警装置。两组装置的音响应有区别。

第 11 章电缆

第 1 节电缆的选择

11.1.3 保护层的选择

11.1.3.4 修改如下：

11.1.3.4 客船（但客渡船除外）上的旅客起居处所、公共处所和服务处所应采用无卤电缆。

第 13 章油船（驳）、化学品液货船的附加要求

第 2 节危险区域划分

13.2.1 **载运闪点不超过 60℃的可燃液体的船舶**

13.2.1.4 修改如下：

13.2.1.4　2 区包括：

（6） 13.2.1.3（10）和13.2.1.4（5）所述的开敞甲板向船首区域内，主甲板以下有开口通向主甲板或主甲板以上高度小于0.5m的范围内的处所，除非：

①通向上述处所的入口不面向货舱区域，并且其他开口（包括通风系统的出入口）位于离开最前部货舱边界至少5m,离开货舱出口或气体/蒸气出口至少10m；并且

②该处所配备机械通风。

第 16 章趸船的附加要求

第 3 节交流高压系统

16.3.1 **一般要求**

16.3.1.1 修改如下：

16.3.1.1 本节适用于额定电压大于 1kV，但小于等于 15kV 的交流高压系统。

第 17 章滚装船的附加要求

第 2 节电气设备的设置

17.2.1 **每小时换气率不少于 10 次的闭式载车处所**

17.2.1.2 修改如下：

17.2.1.2 安装在高于车辆甲板或装车平台 450mm 及以上的电气设备，如不使用合格防爆电气设备，其外壳防护等级至少为 IP55。但火灾探测器不必满足此要求。

17.2.3　修改如下：

17.2.3 **开式载车处所**

17.2.3.1 在该处所安装电气设备，其外壳防护等级应符合本篇第 1 章表 1.4.2.3 的有关规定。

17.2.4 **露天甲板载车处所**

17.2.4.1 修改如下：

17.2.4.1 在该处所安装电气设备，其外壳防护等级应符合本篇第 1 章表 1.4.2.3 的有关规定。

中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

第 4 篇控制、监测、报警和安全系统

目录

第 1 章通则 1
　　第 1 节一般规定 1
第 2 章控制、监测、报警和安全系统的基本要求 2
　　第 8 节电子计算机 2

第 1 章通则

第 1 节一般规定

1.1.2 图纸和资料

删除 1.1.2.3～1.1.2.4，原 1.1.2.5 修改为 1.1.2.3。

第 2 章控制、监测、报警和安全系统的基本要求

第 8 节整体修改为：

第 8 节电子计算机

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 本节适用于依靠软件实现其功能的计算机系统的设计、制造、调试和维护，主要对软件功能和软件的支持硬件提出要求。本节适用于提供控制、报警、监测、安全或内部通信功能的计算机系统；不适用于装载仪以及和国际海事组织已有具体性能标准的无线电通信设备和航行设备。

2.8.1.2 在开发计算机系统的硬件和软件时，应采用以下标准，必要时也可考虑采用本社接受的其他标准：

（1） IEC61508《电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全》；

（2） ISO/IEC12207《系统和软件工程--软件生命周期过程》；

（3） ISO9001:2008《质量管理体系要求》；

（4） ISO/IEC90003《软件工程--计算机软件 ISO9001：2008 应用导则》；

（5） IEC60092-504《船舶电气设施--第 504 部分：专辑--控制和仪器仪表》；

（6） ISO/IEC25000《系统和软件工程--系统和软件质量要求和评估（SQuaRE）-SQuaRE 导则》；

（7） ISO/IEC25041《系统和软件工程--系统和软件质量要求和评估（SQuaRE）-开发者、受让人和独立评价者用评价指南》；

（8） IEC61511《功能安全--安全仪表系统在过程工业中的应用》；

（9） ISO/IEC15288《系统和软件工程--系统生命周期过程》。

2.8.1.3 计算机系统应按照表 2.8.1.3 的要求向本社提交图纸资料，和由本社验船师见证测试和试验。

2.8.1.4 本节表 2.8.1.3 中“相关硬件描述”应至少包括以下图纸资料：

（1）系统说明书，应包括硬件配置的详细说明、系统功能说明、系统自检说明；

（2）硬件和外部设备配置框图，应标明系统主要单元/模块的内部连接及与其他系统的接口；

（3）系统接线图；

（4）硬件和外部设备技术规格明细表。

应提交的图纸资料以及需见证的测试和试验表2.8.1.3

要求	供应商	系统集成商	业主	I 类系统	II 类系统	III 类系统
质量计划	X	X		Ⓐ	Ⓐ	Ⓐ
风险评估报告		X			Ⓐ	Ⓐ

要求	供应商	系统集成商	业主	I 类系统	II 类系统	III 类系统
软件模块功能描述和相关硬件描述	X （如必要）	X			Ⓘ	Ⓘ
软件代码验证证据	X （如必要）	X			Ⓘ	Ⓘ
软件模块、子系统和系统层级上，II类和III类系统的元器件功能测试证据	X	X			Ⓘ	Ⓘ
功能测试和故障测试流程，包含本社可能要求的FMEA或类似分析		X			Ⓐ	Ⓐ
工厂验收试验，包括功能测试和故障测试	X	X			Ⓦ	Ⓦ
最终集成前的模拟测试流程		X			Ⓐ	Ⓐ
最终集成前的模拟测试		X			Ⓦ	Ⓦ
船上试验的流程（包括无线网络测试）		X			Ⓐ	Ⓐ
船上集成试验（包括无线网络测试）		X			Ⓦ	Ⓦ
—系统安装的软件列表和版本号 —软件功能描述 —软件维护和使用手册 —系统和船舶其他系统之间接口的列表		X			Ⓘ	Ⓘ
更新的软件注册表		X	X		Ⓘ	Ⓘ
安保策略相关的程序和文件					Ⓘ	Ⓘ
硬件试验报告，按照本社《电气电子产品型式认可试验指南》的要求	X	X		Ⓐ	Ⓐ	Ⓐ

注：表中采用的符号及其含义如下:

Ⓐ提交本社认可　　Ⓘ提交本社备查　　Ⓦ需本社验船师见证

2.8.2 对象

2.8.2.1 计算机系统的典型层级结构和关系如图 2.8.2.1 所示。图中各对象定义如下：

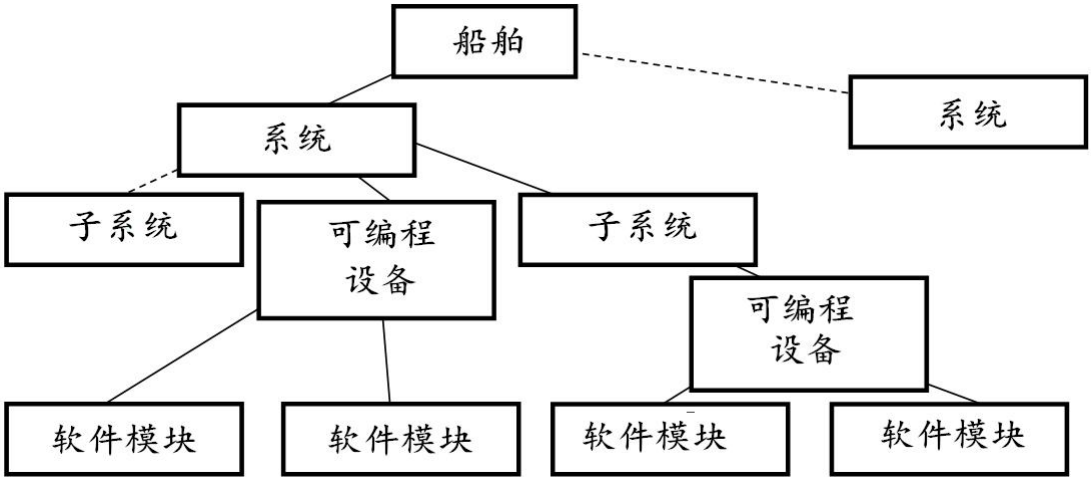
（1）船舶：安装计算机系统的船舶；

（2）系统：由交互式可编程设备和/或子系统组成以完成一个或多个指定目的组合体；

（3）子系统：系统的可辨认部分，完成一个特定功能或一整套特定功能；

（4）可编程设备：安装有软件的物理元件；

（5）软件模块：一个软件模块是一段独立的代码，提供指定和紧密耦合的功能。



注：图中虚线表示尚未开发的分支。

图 2.8.2.1　计算机系统层次结构图示

2.8.3 系统分类

2.8.3.1 基于系统功能的影响将计算机系统分成如表 2.8.3.1 所示类别。

计算机系统的分类　　表2.8.3.1

类别	影响	典型系统功能
I	这些系统的故障不会对人员的安全、船舶的安全以及环境产生危害	——监视功能和日常管理功能
II	这些系统的故障最终会对人员的安全、船舶的安全以及环境产生危害	——监视和报警功能 ——对保持船舶处于正常运营和起居状况所必要的控制功能
III	这些系统的故障即刻会对人员的安全、船舶的安全以及环境产生危害	——保持船舶推进和操舵的控制功能 ——船舶安全功能

2.8.3.2 以下系统通常属于 III 类，示例未详尽，且应根据对所有操作工况的风险评估确定系统准确分类：

（1）船舶推进系统，即产生和控制机械推力以移动船舶（不包含仅在操纵工况使用的设备，例如艏侧推）；

（2）操舵控制系统；

（3）船舶电站系统（包括功率管理系统）；

（4）船舶安全系统，包括探火和灭火、进水探测和排水、涉及撤离的内部通信系统、涉及救生设备操作的船舶系统。

2.8.3.3　以下系统通常属于 II 类，示例未详尽，且应根据对所有操作工况的风险评估确定系统准确分类：

（1）液货装卸控制系统；

（2）舱底水探测和舱底泵相关控制；

（3）燃油处理系统；

（4）压载水阀门遥控系统；

（5）稳定和浮态控制系统，例如减摇鳍控制系统；

（6）推进系统的报警和监测。

2.8.4 软件和支持硬件的要求

2.8.4.1 生命周期路径应该是一个与软件和系统集成相关的从顶层至底层的完整路径，跨越整个软件生命周期。该路径应根据本节所列软件编制标准或本社接受的其它标准制定。

（1）系统集成商[1]和供应商[2]在管理软件编制、试验和相关硬件的质量体系时应考虑到ISO9001和ISO90003的规定。质量体系认可由国家认可的组织按照认可的标准完成或者由本社通过特定评估确认。质量体系应包括：

①与责任、系统文件、配置管理和人员资格相关的程序。

②软件和相关硬件生命周期的程序，包括：

（a）从供应商处采购相关硬件和软件的机构设置；

（b）软件代码编写和验证的机构设置；

（c）船上系统集成之前验证的机构设置。

③质量体系认可应至少满足以下要求：

（a）II类和III类计算机系统应在系统、子系统以及可编程设备和模块层级具有验证程序，以验证软件代码；

（b）II类和III类计算机系统应具有检查点，检查点可以是一份要求提交的文件、一次测试、一次技术设计审查会或者专家评审会；

（c）告知业主[3]软件修改和船上安装的流程。

④应制定质量计划文档，以记录质量管理系统如何适用于特定计算机系统，和至少包括上述①至③要求的所有内容。

（2）设计阶段应完成下述步骤：

①系统风险评估，通过识别和评估系统每项功能的危险以确定整个生命周期的系统风险。应通过风险评估的结果验证系统分类。II类和III类系统的风险评估报告应提交给本社。如本社需要时，也可能要求I类系统提交风险评估报告。一般由系统集成商或供应商提交风险评估4报告，包括从其他供应商处获得的数据。若基于风险评估修正系统类别可能需要获得本社和系统供应商的同意。当计算机系统的风险显而易见时，允许免除提交风险评估，但系统集成商或供应商应提交证明文件以说明免除的理由。证明文件应包括已知的风险、当前的计算机系统和用于确定风险的初期计算机系统的使用环境的等效性以及现有的控制措施适合在当前使用环境下采用。

②代码实现和调试。II类和III类系统应向本社提交以下文件：

（a）软件模块功能描述和相关可编程设备硬件描述。上述文件由系统集成商和供应商

---

[1]船厂应担当系统集成商的角色，除非有另一个组织专门承包或被分配承担这责任。系统集成商负责将供应商提供的系统和产品集成为一个指定要求的完整系统。系统集成商也可能对船舶的系统集成负责。如果在任何时候有多个团队完成系统集成，则必须由一个团队负责整体系统集成和协调集成活动。如果不同的系统集成商负责多个集成阶段中的特定阶段，则必须由一个团队负责确定和协调集成的所有阶段。

[2]供应商是在系统集成商或船厂协调下的系统元件或软件承包商或分包商。供应商向系统集成商提供可编程设备、子系统或系统。供应商应提供软件功能说明，以证明符合船东的要求、适用的国际和国家标准和本节的适用要求。

[3]业主根据规格书与系统集成商和/或提供软硬件系统的供应商签订合同。在建造期，业主可以是船舶建造方（建造者或船厂）。船舶交付后，业主可为船舶运营公司。

[4]应采用 IEC/ISO31010《风险管理—风险评估技术》确定风险评估的方法。

提交；

（b）依据选择的软件编制标准进行的软件模块验证证据（软件错误的检测和修正）。验证所选择的标准有可能不同，这取决于软件功能正确操作的重要性（例如IEC61508根据安全完整性等级有不同的要求，其他认可的标准也采用了类似方法）。该文件由系统集成商和供应商提交；

（c）软件模块、子系统和系统层级的可编程设备功能测试证据。该文件应由供应商经由系统集成商提交。功能测试应测试规定的软件功能，而不是测试操作系统功能。功能测试还应测试函数库、软件用户层和任何参数设定。

（3）上船安装前的集成测试。在上船集成之前，应在系统、子系统和软件模块之间完成系统间集成测试。目的是为了检查软件功能的正确执行、软件和其控制的硬件的正常交互和功能执行以及在故障时软件系统正常响应。应尽可能真实地模拟故障，以证明具有适当的系统故障检测和系统响应。应能检测到任何要求的失效分析后果。可通过模拟测试[1]来验证功能和故障测试。对于II类和III类系统，应满足以下要求：

①应向本社提交功能测试和故障测试流程。本社可能会要求进行FMEA分析以支持故障测试流程；

②工厂验收试验应由本社验船师现场见证，包括功能测试和故障测试；

③应提交以下文件资料：

（a）软件功能描述；

（b）系统安装的软件列表和版本号；

（c）软件维护和使用手册；

（d）系统和船舶其他系统之间接口的列表；

（e）数据传输标准的列表；

（f）本社可能要求提交的其他文件，包括证明具有足够的故障测试应用的FMEA分析或类似文件。

（4） II 类和 III 类系统可编程设备的认可。系统集成商或供应商应完成系统内集成可编程设备的认可。本节 2.8.4.1（1）~（3）提及的文件获得认可并且本社验船师见证所要求的测试（参见第 2.8.5 硬件环境条件型式试验）后，可编程设备的认可可以采取单件检验方式或作为型式认可的组成部分完成。认可文件应描述可编程设备在船舶应用中的兼容性、船舶集成期间船上测试的必要性和明确系统元器件为认可的可编程设备。

（5）最终集成和船上试验。安装之前应进行模拟测试，以检查前述步骤中无法测试的和其他计算机系统以及功能之间的安全互连。II 类和 III 类系统应向本社提交最终集成和船上试验报告，船上试验应由本社验船师见证。计算机系统的最终使用环境下和与互连的其他系统连接完成的情况下进行，应验证：

①设计功能；

②内部故障或外部系统设备故障引发的安全响应；

③和船舶上其他系统间的安全互连。

2.8.4.2 如果子系统和可编程设备无法确定在船舶系统中的集成状况时，本社可认可其在限制使用下的有限应用。为完成认可，本节 2.8.4.1（1）的要求可能需要满足，本社也可能要求其他必要的图纸、详细资料、测试报告和与供应商声明标准相关的检验。子系统和可编程设备在完成要求的检查和测试后可授予有限认可。

[1]模拟测试是指在测试控制系统时受控设备部分或完全由模拟工具取代，或者通信网络和线路由模拟工具取代。

2.8.4.3 业主应指定满足第 2.8.4.1 要求的系统集成商作为软件变更的负责方，并告知本社。在初期认可时已考虑和接受的软件修改可视作有限的生命周期步骤。软件修改影响分析记录和试验报告应提交给本社备查。业主应负责管理修改的追溯，可通过系统集成商更新软件注册表完成修改记录。软件注册表应包含本节第 2.8.4.1（3）中要求的系统软件列表和版本号以及本节第 2.8.4.5 所述的安全扫描结果。

2.8.4.4 业主应确保在船上存有软件和硬件变更管理的必要程序，以及确保根据程序进行任何软件修改/升级。操作阶段的所有计算机系统的变更应被记录和可追溯。

2.8.4.5 业主、系统集成商和供应商应在质量体系和程序中采取安保策略。除非经授权，否则应不可能修改软件。无论是物理系统或远程控制系统，都应采取物理和逻辑安保措施以防止未经授权的或无意的修改。所有上船安装的工件、软件代码、可执行程序和物理媒介应在安装前进行病毒和恶意软件扫描。扫描结果应记录和保存在软件注册表内。

2.8.5 硬件环境条件要求

2.8.5.1II 类和 III 类计算机系统和子系统的硬件应按照本社《电气电子产品型式认可试验指南》的要求进行环境条件试验，并向本社提交试验报告。

2.8.5.2I 类计算机系统和子系统可参照本社《电气电子产品型式认可试验指南》的要求进行环境条件试验。

2.8.6II 类和 III 类系统数据链路要求

2.8.6.1 风险评估分析中应明确数据链路失效的状况。数据链路硬件的单一故障应能被自动处理以恢复系统正常运行。数据链路的特性应能防止系统在任何操作工况下过载。数据链路应具有自检功能，检测自身链路故障和与链路连接的节点的通信故障。故障发生时应发出报警。

2.8.6.2 计算机系统采用无线数据链路时应满足以下要求。III 类系统不应采用无线数据链路，除非经本社特别考虑：

（1）应使用认可的国际无线通信系统协议，并应满足以下要求：

①信息完整性：故障预防、检查、诊断和修正，以便收到的信息（与发送的信息相比较）不被破坏或更改；

②配置和设备验证：应仅允许与系统设计中包含的设备连接；

③信息加密：保护机密和/或关键数据内容；

④安保管理：保护网络资产，防止非法存取网络资产。

（2）船舶内部无线系统应满足国际电信联盟和船旗国主管机关对无线频率和功率水平的要求。系统操作应考虑到港口和当地法规在射频传输方面的规定，因频率和功率的限制而禁止使用无线数据通信链路。

（3）无线数据通信设备应在系泊试验和航行试验期间进行测试，证明在预期的操作条件下，射频传输不会因电磁干扰引起自身和任何其他设备的故障。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

第 6 篇　消　防

目录

第 2 章防火安全措施 1
第 2 节其它要求 1

第 2 章　防火安全措施

第 2 节其它要求

2.2.1 **应急消防泵**

2.2.1.2（1）修改如下：

2.2.1.2 应急消防泵的布置应满足下列要求：

（1）应急消防泵及其动力源应位于安全、易于到达并远离消防泵及其动力源所在舱室的位置。如有需要，应急消防泵可设在与消防泵相邻的舱室，但相邻的限界面应采用A-60级耐火分隔，且不应有任何开口。隔热应至少延伸至连接舱壁和甲板以外450mm处。

2.2.5 **氧、乙炔气瓶的布置**

2.2.5.1 修改如下：

2.2.5.1 氧、乙炔气瓶的存放应满足下列要求：

（1）氧、乙炔固定管路之间应通过对接焊进行连接，不应采用螺纹连接接头或者法兰连接。管子、附件、接头和阀件应满足本规范第2篇第2章有关I级管系的要求。整个乙炔固定管路不允许使用铜或含铜量超过65%的铜合金。乙炔气瓶与调压阀之间的高压管段应采用钢质材料构造。氧气固定管路应采用钢质或铜质材料构造。氧气和乙炔系统所有构件均应具有耐腐蚀性能，固定管路中所有管子均应使用无缝管。

（2） 如每种气体有2瓶及以上，则应为每种气体配备独立的储存室；

（3） 储存室应用钢材建造，不应位于露天甲板以下，通风良好，且有通向开敞甲板的出入口，通风布置应独立于船舶的通风系统；

（4） 乙炔储存室内不应设有电气装置或其他可能的着火源；

（5） 气瓶紧固装置应能容易而快速地松脱，以便在发生火灾时能将气瓶迅速移走；

（6） 气瓶储存室应有显著而永久的“严禁吸烟”的标志；

（7） 如气瓶存放在露天场所，则应采取下列措施：

① 保护气瓶及其管路免受损坏；

② 尽可能少地暴露于碳氢化合物之中；

③ 确保适当的排水。

（8）若氧-乙炔气焊处所与气瓶储存室之间的连接管路需穿过甲板或舱壁时，在气瓶与气焊工作处所之间应设置固定管路，且不应穿过起居处所、服务处所和控制站，穿过甲板或舱壁处应有适当的保护。固定管路出口端应设有关闭阀。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2019

第 8 篇　其 它

目录

第 6 章消防船的补充规定 1
第 1 节一般规定 1
第 2 节基本要求 3
第 3 节保护设施与灭火设备 3
第 7 章铝合金船的补充规定 8
第 1 节一般规定 8
第 2 节船体结构设计载荷 8
第 3 节船体结构设计 11
第 4 节总强度 12

新增第 6 章：

第 6 章消防船的补充规定

第 1 节一般规定

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 本节规定适用于航行内河水域的消防船。

6.1.1.2 消防船系指具有对外扑灭火灾的能力，能对船舶、水上设施及港口岸边和码头的设施与设备等担负灭火任务的船舶。

6.1.1.3 本章将消防船分为 1、2、3 类，分别适用于扑灭下列火灾：

第 1 类：适用于扑灭初期火灾；

第 2 类：适用于扑灭大火；

第 3 类：适用于扑灭大火和油类火灾。

6.1.1.4 消防船除应符合本章规定外，还应符合本规范其他篇章适用的规定及本社《材料与焊接规范》的规定。

6.1.1.5 对于第 1 类、第 2 类和第 3 类消防船的最低要求见表 6.1.1.5。

消防船灭火设备的配备及其性能表 6.1.1.5

设备及其性能	消防船类型		
	第 1 类	第 2 类	第 3 类
消防泵的最少数量（台）	1	2	2
消防泵的最小总排量（m^3/h）	220	900	1200
水炮最少数量（座）	2	3	4
每座水炮的最小流量（m^3/h）	100	280	280
水炮的最小射程（m）	55	80	80
所有水炮同时连续工作所需燃料最少维持时间（h）	24	36	48
泡沫炮最少数量（座）	—	—	2
每座泡沫炮的最小流量（m^3/h）	—	—	230
泡沫炮的最小射程（m）	—	—	60
连续产生泡沫的最少时间（min）	—	—	30
泡沫软管接头及泡沫枪的最少数量（只）	—	—	4

消火栓最少数量（个）	4	8	8
消防员装备最少数量（套）	2	6	8

6.1.1.6 根据消防船的具体任务，如使用地点、基地配置、服务对象等特殊情况，使对消防的要求有必要不同于本章规定的要求时，可以另行提出要求。经本社同意，也可以与本规定的要求不同。

6.1.2 图纸资料

6.1.2.1 除本规范有关篇章规定的图纸资料外，还应将下列图纸资料提交批准：

（1）水炮系统布置和说明（包括泵的排量和水炮的压力、流量、射程等）；

（2）水炮支架结构图；

（3）水炮遥控系统图；

（4）配备的其他灭火系统布置和说明（如设有时）；

（5）水幕系统布置图；

（6）消防员装备和备用充气机（如设有时）的布置和说明；

（7）探照灯布置和说明；

（8）对外消防水管路系统图；

（9）灭火作业时的稳性计算书；

（10）操作手册，包括：

①各灭火系统和设备的详细说明；

②灭火装置和设备的使用和保养等说明；

③灭火作业时的船舶操纵说明；

④稳性资料。

6.1.2.2 对第 3 类消防船，除应提交 6.1.2.1 规定的图纸资料外，还应补充下列图纸资料提交批准：

（1）泡沫系统布置和说明；

（2）泡沫炮支架结构图；

（3）泡沫炮遥控系统图。

6.1.2.3 下列图纸资料应提交备查：

（1）灭火作业时保持船舶定位措施的详细资料；

（2）灭火作业时燃油消耗估算。

6.1.2.4 必要时，还应补充其他图纸资料提交批准或备查。

第 2 节基本要求

6.2.1 船体结构

6.2.1.1 消防船船体结构与布置，应符合本规范第 1 篇第 2 章的有关规定。

6.2.1.2 在所有消防炮、举高喷射装置以及安装有消防炮的桅杆等的底座处应作必要的加强，以承受灭火系统发挥最大能量时产生的力。

6.2.2 操纵能力

6.2.2.1 消防船应设置双主推进装置或其他在任何工况下能有效保持船位的主、辅推进装置。

6.2.2.2 在静水中，消防炮在任何喷射方向和任何喷射量时，消防船在主推进器、侧向推进器（如设有时）和操舵装置的联合作用下，应能保持船位。

6.2.2.3 消防船应设置简便灵活的操纵控制系统来操作主推进器和侧向推进器（如设有时）。

6.2.3 照明

6.2.3.1 消防船应至少装设 2 只探照灯，以便于灭火设备的夜间工作。

6.2.3.2 消防船的探照灯应能在晴朗天气条件下的 250m 范围内，对直径不小于 11m 的区域提供 $50I_x$ 的光照度，并应能在水平和垂直方向调整。

6.2.4 燃油储备

6.2.4.1 消防船的燃油储备应能保证在其设计的续航力以及按表 6.1.1.5 规定的最大连续灭火作业时间内所有水炮连续工作及其他消防作业等所需的燃油量的总和。

6.2.5 操作手册

6.2.5.1 消防船上应备有经批准的符合 6.1.2.1（10）规定内容的操作手册。

第 3 节保护设施与灭火设备

6.3.1 水和泡沫灭火系统的泵和管系

6.3.1.1 消防船灭火系统的泵，其总排量按实际需要选取，但应不小于表 6.1.1.5 规定的最小总排量。

6.3.1.2 灭火系统的泵和管系的设计和布置应保证泵有均匀和足够的供水。

6.3.1.3 灭火系统的泵和泵的原动机应位于便于操作和维修的位置。

6.3.1.4 第 2 类和第 3 类消防船应设有联锁系统或听觉和视觉报警装置，防止海底阀关闭时启动泵。

6.3.1.5 灭火系统的泵应配有独立的江水进口，海水箱的位置应尽可能低，以免被杂质、冰块堵塞和吸入水面上的浮油，并应使供水不受船舶运动和推进器等所形成的水流的阻碍。

6.3.1.6 海水箱应装有格栅或孔板，栅条沿船体纵向布置，且其有效通流面积应至少为江水吸入阀有效通流面积的 3 倍，并应设有低压蒸汽或压缩空气吹洗管或其他有效措施来保证格栅或孔板的清洁。

6.3.1.7 海水箱和泵之间应安装滤器，该滤器的有效通流面积应至少为江水吸入阀有效通流面积的 2 倍，并应提供清洗滤器的有效措施。

6.3.1.8 公称通径超过 450mm 的海底阀和供水阀应为动力驱动，并能手动操作，海底阀、供水阀以及泵的原动机应能在同一地点操作。

6.3.1.9 灭火系统的泵及其管系，除用于灭火和水幕外，不应兼作它用。

6.3.1.10 如果灭火系统的泵亦用于固定水幕系统，则水幕系统管系应独立于消防炮的管系，并应设有超压保护装置。

6.3.1.11 水炮和/或泡沫炮供水管系应设有放水阀或其他等效设施。甲板上的该供水管系应根据需要进行适当的防冻保护。

6.3.1.12 管系的布置应能保证在低供水率的情况下避免泵的过热。

6.3.1.13 吸入管路应尽可能地短和直，吸入管路的最大设计水流速度一般不超过 2m/s。

6.3.1.14 泵和水炮之间管路系统的最大设计水流速度一般不超过 4m/s。

6.3.2 水炮

6.3.2.1 消防船的水炮（包括泡沫一水两用炮、组合炮、多功能及单功能水炮），在其共同操作时，每座水炮的排量和水柱的射程应不小于表 6.1.1.5 的规定。

6.3.2.2 水炮应操作灵活、动作可靠。其布置应能在全部水炮同时工作时，使各个水炮射出水柱达到要求的方向和射程，且在任一水炮发生故障时，应有隔离阀使其从灭火系统内隔开。

6.3.2.3 水炮应能充分调整水平和垂直方向的角度，使水柱到达最佳落点。水炮的操作部位应有足够的操作空间及对操作人员的安全防护设施（如栏杆、扶手等），且在水炮的喷射范围内船上应无障碍物阻碍水柱。

6.3.2.4 水炮应安装在坚固的固定支架上，水炮及其支架应有足够的强度，应能承受各种操作情况下的作用力。

6.3.2.5 消防船应至少有一座水炮装备固定的可以按需要选用射出水柱或水雾的喷嘴。

6.3.2.6 消防船按表 6.1.1.5 规定的最少数量的水炮应能遥控启动和操作，遥控站应布置在具有保护设施的处所，该处所对水炮和水柱射达的地方应有良好的视野。

6.3.2.7 消防船的水炮遥控系统应能防止外来干扰。采用电控系统时，每一控制器均须装有过载及短路保护装置。采用液动或气动控制的水炮系统应有备用动力源。

6.3.2.8 除遥控系统外，消防船的每座水炮还应设有就地手动操作装置，遥控系统与手动装置之间应有安全联锁装置。

6.3.2.9 水炮的所有阀和控制设备都应有清晰的标志。

6.3.3 固定式泡沫灭火系统

6.3.3.1 第 3 类消防船应设置固定式泡沫灭火系统。若第 1 类和第 2 类消防船按实际需要设置固定式泡沫灭火系统时，则应符合本条的规定。

6.3.3.2 每座泡沫炮的泡沫溶液排量和射程应符合表 6.1.1.5 的规定。

6.3.3.3 泡沫炮应安装在坚固的固定支架上，泡沫炮及其支架应有足够的强度，应能承受各种操作情况下的作用力。

6.3.3.4 泡沫炮除设有就地手动操作装置外，尚应设有遥控设施，遥控包括对控制水和泡沫浓缩剂所需的阀的操作。泡沫炮的遥控设施应设置在安放水炮遥控设施的同一遥控站内。

6.3.3.5 泡沫炮无论采用手动或遥控装置操纵都应操作灵活、动作可靠。其操作部位应有足够的空间及对操作人员的安全防护设施（如栏杆、扶手等），且在泡沫炮的喷射范围内船上无障碍物。

6.3.3.6 泡沫枪的排量应不小于 400L/min，射程应不小于 15m。泡沫枪的装设应保证在灭火作业中动作灵活。泡沫软管接头应设置在船舶两舷。

6.3.3.7 泡沫发生系统应固定安装，且具有独立的泡沫浓缩剂贮柜、泡沫混合装置和通至泡沫炮的管系。系统的供水可取自用于水炮的泵，在该情况下，泵的压力应可以调整，以保证产生最大的泡沫量。

6.3.3.8 泡沫浓缩剂贮柜和泡沫液管系以及阀应由能耐腐蚀的材料制成或进行相应的防腐处理。

6.3.3.9 应配有足够的泡沫浓缩剂，其贮量应满足全部泡沫炮以最大额定流量喷射时，其喷射时间应不少于 30min 的需要量。泡沫膨胀率一般应不超过 12∶1。

6.3.3.10 当消防船配备了干粉灭火系统时，其泡沫液的选用应注意与干粉的联用性，即应具有抗干粉破坏的能力。

6.3.3.11 泡沫炮系统的所有阀和遥控设备都应有明显标志。

6.3.4 消火栓和消防水带

6.3.4.1 消火栓应设置于露天甲板的两舷。消火栓的公称通径应为 65mm 或 80mm。

6.3.4.2 消火栓应设置在不影响人员活动，且便于消防水带连接的地点。

6.3.4.3 消防船配备的水带、水枪等附件的品种应满足使用要求，每个消火栓应至少配备 1 根水带和 1 支水枪。

6.3.4.4 如果消火栓连接在水炮管系上时，应能采取措施调整水压，使每个水枪能由 1 人安全把持，且水压足以使水柱射程至少达 12m。

6.3.4.5 水枪应为喷射水柱和水雾的两用水枪。

6.3.5 其它灭火系统和灭火设备

6.3.5.1 各类消防船均应配备至少 2 套手提式泡沫枪，手提式泡沫枪应包括一套能以消防水带连接于消防总管的吸入式空气泡沫枪，连同一只至少能盛 20L 泡沫的可携式容器和一只备用容器。泡沫枪应能每分钟至少产生 1.5m^3 适合于扑灭油类火灾的有效泡沫，发泡倍数应不超过 12∶1。

6.3.5.2 消防船可根据实际需要和设计要求选配其他灭火系统和灭火设备，选配的其它灭火系统还应符合 6.3.5.3 或 6.3.5.4~6.3.5.5 的相应规定。

6.3.5.3 消防船选配高、中倍泡沫灭火系统时，高倍泡沫发生器或中倍泡沫发生器的数量应不少于 2 台，泡沫生成液的贮量应足够连续产生 30min 的泡沫。

6.3.5.4 配备有干粉灭火系统的消防船，干粉灭火系统应由干粉装置、加压介质固定管路、干粉炮或手持软管组成，其干粉喷射应以专用的惰性气体（例如氮气）作为驱动介质，并将其贮存在与干粉容器相邻的压力容器内。干粉罐和驱动干粉的惰性气体瓶应符合本规范对压力容器的有关规定。

6.3.5.5 干粉炮的喷射速率应不小于 10kg/s。手持软管的喷射速率应不小于 3.5kg/s，且应设有 1 个能够开和关的喷嘴，当喷嘴以最大喷射速率喷射时，应能由 1 人进行操作。

6.3.5.6 干粉贮量应满足干粉装置所附的所有干粉炮和手持软管以最大喷射速率喷射时，其喷射时间应不小于 45s 的需要量。

6.3.6 举高升降装置

6.3.6.1 设有升降平台、登高平台或举高喷射装置等升降装置的消防船，其升降装置在升降过程中应平稳、无异常响声、抖动和渗漏现象。当升降装置发生故障时，升起的装置应不跌落。

6.3.6.2 装有水炮或泡沫炮的升降平台、登高平台或举高喷射装置，其强度和刚度应满足水炮或泡沫炮处于最大高度、以最大流量喷射时的要求。

6.3.6.3 升降装置应有当升降系统发生故障后能将升起的装置收回的措施。

6.3.7 人员保护设备及其他设备

6.3.7.1 消防船应按表 6.1.1.5 的规定配备符合规定的消防员装备。

6.3.7.2 消防员装备应置于专用的消防站室内，应清楚地标出通向消防站室的入口，且易于从开敞处所安全方便地进出。

6.3.7.3 消防站室的布置应使所有的装备都能易于提取，处于即刻可用状态。尚应设置通风和加热装置。

6.3.7.4 应配备合适的备用充气机，以便对消防员装备的呼吸器的空气瓶加装空气。充气机应置于安全处所，且对呼吸器空气瓶重新充气至额定容量的时间不超过 30min。作为替代

措施，亦可为每套消防员装备配备至少 6 个呼吸器的备用气瓶。

6.3.7.5 消防船应根据服务对象等情况配备适当的医疗救护设备和药品。

6.3.7.6 消防船还应配备破拆工具、移动式抽水装置等抢险救难设备。

6.3.7.7 消防船应设有攀登遇难船舶用的消防梯。消防梯应轻巧，负载能力应满足使用要求。

6.3.8 水幕系统

6.3.8.1 为防止火场辐射热影响灭火任务，消防船应设有防护措施保护船舶。其防护措施可为笼罩船舶表面的水幕系统，也可为隔热装置与水幕系统组合型。

6.3.8.2 水幕系统应为独立的固定装置，能在船舶最轻载的航行状态下，对船体所有暴露的垂直外表面，包括上层建筑、甲板室以及炮和其他设备的支架、消防员等进行保护，并在机舱和其他含有可燃材料处所的甲板上形成水幕保护。

6.3.8.3 水幕系统的管路、阀和喷嘴应进行适当保护，以防止在灭火作业中受到损坏。

6.3.8.4 水幕系统的供水量对无隔热的钢结构保护面应不小于 10L/（$min \cdot m^2$）；对设有 A-60 级耐火完整性的保护面应不小于 5L/（$min \cdot m^2$）。

6.3.8.5 水幕系统用泵的流量应保证在所需的压力下能同时供给暴露于火场辐射热的最大面积的水幕系统的水量。如果灭火系统的泵用于水幕系统，则灭火系统的泵应能同时满足水幕系统、消防炮和消火栓对流量和压力的要求。在消防炮和水幕系统供应管路之间应设置隔离阀。

6.3.8.6 水幕系统应分区设置，使不暴露于火场辐射热区域的水幕能够关闭。

6.3.8.7 水幕系统喷嘴的布置应使在被保护区域形成的水幕分布均匀。

6.3.8.8 水幕系统应有防腐蚀措施，管系均应采用镀锌管（或等效于镀锌管），并应设置泄水孔塞，以防冰冻损坏。

6.3.8.9 甲板上应设有足够流通面积的排水孔和排水舷口，能有效地排除水幕系统在各种工作条件下喷洒在甲板和水平表面上的积水。

6.3.8.10 水幕系统的布置应保证在驾驶台和遥控站可以看到水幕系统的工作情况，并应采取措施防止水幕影响驾驶室和遥控站向外面的瞭望。

6.3.9 防护

6.3.9.1 消防船的上层建筑、甲板室应由钢质或其它等效材料制成，围壁上的门、窗应为活动或固定风雨密式。

6.3.9.2 所有露天甲板以及舷梯、扶手应涂有防滑敷料。

新增第 7 章：

第 7 章铝合金船的补充规定

第 1 节一般规定

7.1.1 适用范围

7.1.1.1 本章适用于航行于内河水域船长大于等于 20m 且小于等于 60m 的主体结构为铝合金材料的游览船和客渡船。

7.1.1.2 除本章有明确规定者外，铝合金船应满足本规范其它各篇章的要求。

7.1.2 材料与焊接

7.1.2.1 船体材料及焊接应符合本社《材料与焊接规范》的相关要求。

7.1.2.2 船体焊缝设计应符合本社《内河高速船入级与建造规范》第 4 章第 3 节的要求。

第 2 节船体结构设计载荷

7.2.1 局部计算载荷

7.2.1.1 船底及舷侧结构计算压力取：

$$P = 9.81(d + r)\ kN/m^2$$

式中：d——设计吃水，m；

r——半波高，m，A 级航区取 r=1.25m、B 级航区取 r=0.75m、C 级航区取 r=0.25m。

当 d+r 大于船舶的型深 D 时，取 $P = 9.81D$。

7.2.1.2 甲板结构的计算压力应按表 7.2.1.2 选取：

表7.2.1.2

甲板位置	相当水柱高度
露天强力甲板	A 级航区：P=7 kN/m^2； B 级航区：P=6 kN/m^2； C 级航区：P=5 kN/m^2；
载货甲板	$P = 11.8\frac{Q}{F} + 3\ kN/m^2$ 式中：Q——载货甲板货物总重量，t； F——载货甲板载货区域总面积，m^2。

旅客甲板	P=4.5 kN/m^2
船员甲板	P=4.5 kN/m^2
顶篷甲板	P=2 kN/m^2

注：①当顶篷甲板兼作旅客甲板时，尚应满足旅客甲板的要求；

②对甲板承受较大集中载荷时，其设计载荷应特殊考虑。

7.2.1.3 舱壁计算压力取：

$$P = kh\ kN/m^2$$

式中：h——压力计算点到舱壁顶缘最高点的垂直距离，m；

k——系数，水密舱壁取$k=10$，防撞舱壁取$k=12.5$。

7.2.1.4 上层建筑或甲板室前端壁、后端壁和侧壁的计算压头应按下式计算：

$$P = 0.1L + 4\ kN/m^2$$

式中：L——船长，m。

7.2.2 船体梁计算载荷

7.2.2.1 计算静水弯矩和静水剪力时，向下的载荷取为正值，向上的载荷取为负值，从尾端向船首沿船长积分。静水弯矩M_s和静水剪力F_s的符号（正、负）规定见图 7.2.2.1。

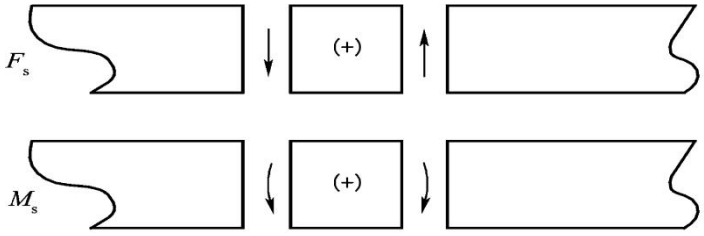


图 7.2.2.1

7.2.2.2 船体梁各横剖面中拱波浪弯矩 M_w（+）和中垂波浪弯矩 M_w（-）按下列公式计算：

$$M_w(\pm) = \pm aK_M KK_c L^2 B\ \text{kN·m}$$

式中：L——船长，m；

B——船宽，m；

a——航区修正系数，A级航区，$a=1$；B级航区，$a=0.45$；C级航区，$a=0.2$；

K_M——弯矩沿船长分布系数，见图7.2.2.2；

K——系数，$K=\left(249+4.2L-0.03L^2\right)\times10^{-3}$；

K_c——系数，$K_c=1.6C_b+0.04$。

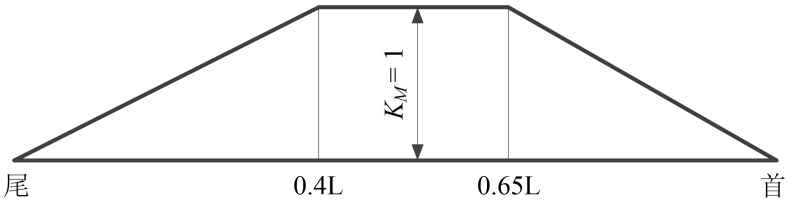


图 7.2.2.2

7.2.2.3 船体梁各横剖面中拱波浪切力 F_w（+）和中垂波浪切力 F_w（-）按下列公式计算：

$$F_w(\pm)=\pm aK_F KK_c LB\,\text{kN}$$

式中：L——船长，m；

B——船宽，m；

a——航区修正系数，A级航区，$a=1$；B级航区，$a=0.5$ ；C级航区，$a=0.1$；

K_F——切力沿船长的分布系数，见图7.2.2.3；

K——系数，$K=\left(758.5+27.9L-0.3L^2\right)\times10^{-3}$。

K_c——系数，$K_c=1.15C_b+0.31$。

其中：C_b——方形系数，当 $C_b<0.6$，取 $C_b=0.6$；当 $C_b>0.85$，取 $C_b=0.85$。

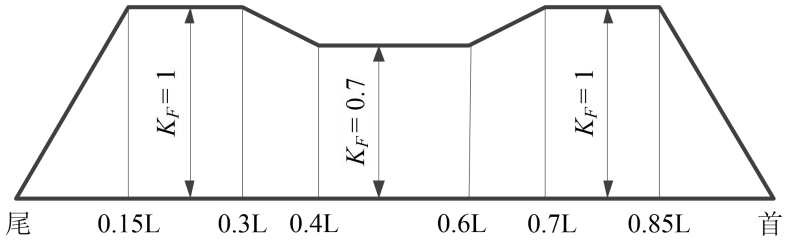


图 7.2.2.3

7.2.3 双体船计算载荷

7.2.3.1 双体船连接桥总横弯矩 M_{bx} 按下述规定计算：

$$M_{bx}=9.81k\Delta\left(0.5b+b_1\right)kN\cdot\text{m}$$

式中：Δ——为双体船的排水量，t；

b——片体宽度，m；

b_1——连接桥宽度，m；

k——系数，A 级航区取 $k=0.125$、B 级航区取 $k=0.111$、C 级航区取 $k=0.1$。

7.2.3.2 双体船连接桥垂向总剪力 Q_t 按下述规定计算：

$$Q_t=9.81k\Delta\ kN$$

式中：Δ——双体船的排水量，t；

k——系数，A 级航区取 $k=0.125$、B 级航区取 $k=0.111$、C 级航区取 $k=0.1$。

7.2.3.3 双体船连接桥扭矩 M_{ty} 按下述规定计算：

$$M_{ty} = 9.81 k_0 k \Delta L$$

式中：Δ——双体船排水量，t；

L——船长，m；

k_0——系数，$k_0 = \left(1871 - 69.71L + 1.056L^2 - 0.00542L^3\right) \times 10^{-4}$；

k——系数，A 级航区取 $k = 1$、B 级航区取 $k = 0.6$、C 级航区取 $k = 0.4$。

7.2.3.4 双体船连接桥砰击压力 P 按下述规定计算：

$$P = 3.68k\left(\frac{\Delta}{A}\right)^{0.3}\left(1 - \frac{H_c}{CL}\right) kN/m^2$$

式中：Δ——双体船排水量，t；

A——计算板格的面积，m^2；$A \leqslant 2.5s^2$，s 为纵骨或肋骨间距，m；

H_c——水线至计算点的距离，m，当 $H_c > CL$ 时，取 $H_c = CL$；

L——船长，m。

k——系数，A 级航区取 $k = 1.0$、B 级航区取 $k = 0.8$、C 级航区取 $k = 0$；

C——系数，$C = 0.066 - 0.000175L$，其中：L——船长，m。

第 3 节船体结构设计

7.3.1 结构设计原则

7.3.1.1 铝合金船舶结构设计原则应满足本社《内河高速船入级与建造规范》第 4 章第 2 节的相关要求。

7.3.2 结构布置

7.3.2.1 铝合金船舶结构布置应满足本规范第 1 篇第 1 章第 6 节的相关要求。

7.3.3 船舶结构尺寸

7.3.3.1 船体结构尺寸应满足本社《内河高速船入级与建造规范》的相关要求，其中局部设计载荷按照本章第 2 节确定。

7.3.3.2 船体结构尺寸还应满足本章第 4 节船舶总强度的相关要求。

7.3.4 铝合金带筋板的使用

7.3.4.1 使用铝合金带筋板的船舶尚应满足本社《内河高速船入级与建造规范》第 4 章第 8 节的相关要求。

第 4 节总强度

7.4.1 一般要求

7.4.1.1 满足下列条件之一的船舶应按照本节 7.4.2 至 7.4.6 的要求进行船体梁总纵强度和刚度校核：

（1）对于船长 L 大于或等于 40m；

（2） L/D 大于 14；

（3）在船中 0.5L 区域内的强力甲板有超过 0.25B 的开口，如有几个并列开口，则为几个开口宽度之和；

（4）对于在强力甲板上设置落舱的船舶，若强力甲板下凹部分的宽度大于 0.8 倍船宽或强力甲板下凹部分的深度超过 500mm 或 1/4 型深取大者。

7.4.1.2 所有双体船应按照本节 7.4.7 至 7.4.8 的要求进行总横强度和扭转强度校核。

7.4.2 船体梁的剖面模数

7.4.2.1 计算船体梁总纵弯曲强度时，通常取船中±5%L 范围内结构最弱处的船中横剖面作为校核剖面。

（1）凡在船中部 0.4L 范围内连续的船体纵向构件都可计入船中横剖面模数，但是如上述构件上开孔，且开孔高度超过腹板高度 25%时，该开孔面积应予以扣除；

（2）船中 0.4L 范围内，长度超过 0.2L 的上层建筑和甲板室一般可认为参与总纵强度；

如在上述上层建筑和甲板室的侧壁上有大量开孔，且开孔纵向孔径之和超过该建筑长度之半或上层建筑和甲板室与主船体的连接采用弹性结构型式时，则认为该建筑不参与总纵强度。如实船测量或有限元直接计算表明舷侧有大开口的上层建筑参与总强度，可将上层建筑合并考虑，其参与度由实船测量或根据有限元直接计算确定。

（3）只有满足本社《内河高速船入级与建造规范》第 4 章第 12 节的结构稳定性要求的纵向构件，方可计入船中剖面模数。

7.4.3 船体梁总强度校核

7.4.3.1 船体梁中横剖面的总纵弯曲应力σ可按下式计算：

$$\sigma = 10\frac{|M_s + M_w|}{W_c}\ \mathrm{N/mm^2}$$

上式中 M_s 和 M_w 按 7.2.2.1 和 7.2.2.2 规定计算的总纵弯矩，W_c 为按 7.4.2.1 规定剖面计算的甲板和船底的剖面模数，$\mathrm{cm^3}$。

7.4.3.2 船体梁的剪切强度校核剖面可取剪应力最大的两个横剖面：即距首垂线 $L/4$ 处和 $3L/4$ 处的船体横剖面。如校核剖面处无纵舱壁，则可按下列公式计算其舷侧板的最大剪应力τ，否则，应按薄壁剪流理论计算剪应力：

$$\tau = 100\frac{QS}{I_y t}\ \mathrm{N/mm^2}$$

式中：Q ——按 7.2.2.1 和 7.2.2.3 规定计算校核剖面总剪力，kN；

S——中和轴以上剖面部分的静矩，cm^3；

I_y——横剖面对其水平中和轴的惯性矩，cm^4；

t——水平中和轴处船壳板厚度总和，mm。

7.4.4 船体梁总强度许用应力

7.4.4.1 计算船体梁总纵强度时，许用应力应满足下述要求：

（1）构件的拉伸许用应力：

$$[\sigma]=0.67\sigma_{sw}\ \mathrm{N/mm^2}$$

（2）构件的压缩许用应力应满足本社《内河高速船入级与建造规范》第 4 章第 12 节的结构稳定性要求；

（3）剪切许用应力：

$$[\tau]=0.38\sigma_{sw}\ \mathrm{N/mm^2}$$

7.4.5 船体梁刚度校核

7.4.5.1 可以用下列近似公式计算船舯最大挠度：

$$V_{中}=\frac{|M_s+M_w|L^2}{EI}\ \mathrm{m}$$

式中：M_s 和 M_w 按 7.2.2.1 和 7.2.2.2 规定计算的总纵弯矩，kN·m；

I——船舯剖面惯性矩，$cm^2\cdot m^2$。

7.4.6 船体梁刚度衡准

7.4.6.1 船舯最大弯曲挠度值 $V_{中}$ 应不大于船长的 1/400。

7.4.7 双体船的总强度、总横强度和扭转强度校核

7.4.7.1 双体船应按照本规范第 1 分册第 9 章附录 I 的要求，采用直接计算的方法校核船舶的总横强度和扭转强度。其中：

（1）对于船长大于 40m 的铝合金船，应参照船长大于 60m 的钢质双体船确定载荷组合工况。

（2）双体船的设计载荷应按本章第 2 节确定。

7.4.8 双体船的总强度、总横强度和扭转衡准

7.4.8.1 构件单元应力应不大于表 7.4.8.1 所列的许用应力。

表 7.4.8.1

应力种类	许用应力
板单元许用等效应力	$0.75\sigma_{sw}$
板单元许用剪切力	$0.41\sigma_{sw}$

梁、杆单元许用正应力	$0.73\sigma_{sw}$

7.4.8.2 连接桥和船中部的最大挠度应不大于船长的 1/500。

7.4.8.3 双体船船体结构中的板、主要骨材（包括支柱）、次要骨材尚应按照本社《内河高速船入级与建造规范》第 4 章第 12 节的方法校核稳定性。