

规范文件
R010AM01-2025



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2025

2025年4月1日生效

北京



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2025

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、应用磷酸铁锂电池或能量型超级电容的船舶、应用天然气燃料的船舶、应用甲醇/乙醇为燃料的船舶、应用生物材料或生物柴油与常规燃油混合物为燃料的船舶、配备燃料电池发电系统的船舶，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。

1.3 修改如下：

1.3 船舶的吨位丈量、载重线、构造、消防、救生设备、无线电通信设备、航行及信号设备、完整稳性、乘客定额及舱室设备、防止水域污染及法定检验与发证等法定检验要求，应符合《内河船舶法定检验技术规则》主管机关的有关规定。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2025

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 3 节 船体结构用钢	- 6 -
第 6 节 结构布置	- 6 -
第 9 节 结构强度直接计算	- 7 -
第 2 章 船体结构	- 11 -
第 1 节 一般规定	- 11 -
第 2 节 总纵强度	- 11 -
第 3 节 外板及内底板	- 16 -
第 10 节 无支柱的甲板强骨架	- 16 -
第 12 节 舱 壁	- 16 -
第 14 节 主机基座、轴隧及机舱骨架	- 17 -
第 16 节 上层建筑及甲板室	- 17 -
第 19 节 抓斗加强的附加要求	- 19 -
第 3 章 舾 装	- 20 -
第 7 节 车辆系固与系固设备	- 20 -
第 4 章 客船船体结构补充规定	- 25 -
第 2 节 总纵强度	- 25 -
第 8 节 玻璃幕墙结构	- 25 -
第 6 章 油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 10 节 舱 壁	- 27 -
第 7 章 甲板船船体结构补充规定	- 28 -
第 1 节 一般规定	- 28 -
第 2 节 总纵强度	- 28 -
第 4 节 甲板及其骨架	- 29 -
第 8 章 大舱口船船体结构补充规定	- 30 -
第 1 节 一般规定	- 30 -
第 2 节 总纵强度	- 30 -
第 4 节 双底骨架	- 32 -
第 6 节 舷舱骨架	- 33 -
第 10 节 舱 壁	- 33 -
第 9 章 双体船船体结构补充规定	- 34 -
第 1 节 一般规定	- 34 -
第 2 节 片体结构	- 34 -
第 5 节 上层建筑及甲板室	- 34 -
附录 I 双体船结构直接计算	- 36 -
第 10 章 工程船船体结构补充规定	- 37 -
第 2 节 总纵强度	- 37 -
附录 II 开槽式工程船结构直接计算	- 39 -
第 11 章 滚装船船体结构补充规定	- 40 -
第 2 节 总纵强度	- 40 -
第 12 章 趸船船体结构补充规定	- 42 -
第 1 节 一般规定	- 42 -
附录 I 门式结构直接计算	- 43 -
附录 II 商品汽车滚装船载车区域结构强度直接计算	- 44 -

第 14 章 化学品液货船船体结构补充规定	- 45 -
第 1 节 一般规定	- 45 -
第 3 节 整体液货舱周界结构	- 46 -

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.2 定义

新增1.1.2.17

1.1.2.17 参考坐标系

船舶的几何、运动、加速度和载荷系根据下列右手坐标系（见图1.1.2.17）来定义：

- (1) 原点：船舶中纵剖面、船长L尾端和基线的相交处；
- (2) X轴：纵向轴，向前为正；
- (3) Y轴：横向轴，向左为正；
- (4) Z轴：垂向轴，向上为正。

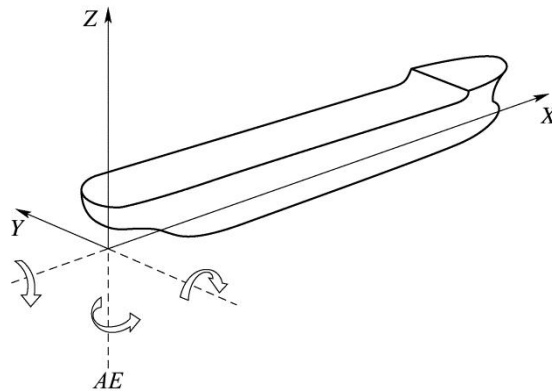


图 1.1.2.17 参考坐标系

第2节 结构设计原则

1.2.1 一般要求

1.2.1.4 修改如下：

1.2.1.4 船长小于50m时，肋骨或纵骨间距应不大于600mm。船长大于等于50m时，肋骨或纵骨间距应不大于700mm。船长大于等于50m时，主船体强力甲板及外板的骨材间距与板厚之比应不大于 $100\sqrt{K}$ ，主船体强力甲板及外板以外所有结构的骨材间距与板厚之比应不大于 $120\sqrt{K}$ ，K为材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定。

1.2.2 构件尺寸的确定

1.2.2.4 修改如下：

1.2.2.4 主要构件强横梁、甲板纵桁、强肋骨、实肋板及龙骨等组合型材（含折边型材）腹板的剖面积 a 、腹板高度 h 与其厚度 t 之比应符合下式要求：

$$a \geq 0.154 \frac{W}{l} \quad \text{cm}^2$$

$$\frac{h}{t} \leq 75\sqrt{K}$$

式中： W ——本篇各章要求的型材主要构件剖面模数， cm^3 ；
 l ——型材的计算跨距， m ；
 h ——型材的腹板高度， mm ；
 t ——型材的腹板厚度， mm ；
 K ——材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定。

1.2.4 结构连续与过渡

1.2.4.1 修改如下：

1.2.4.1 无论采用何种骨架型式，纵向构件均应有良好的结构连续性。参与船体梁总纵强度的次要构件在船中0.4L范围内应尽可能穿过主要构件保持连续性，船中0.4L范围外也应尽可能连续。

1.2.4.9 修改如下：

1.2.4.9 升高甲板端部一般应设置舱壁且应延伸至升高甲板，侧壁应是舷侧外板的延续。升高甲板端壁结构应设置过渡性构件，以保证构件的连续性。舷侧外板在升高甲板端部所形成的角隅处，应设置弧形过渡肘板，如图1.2.4.9所示。过渡肘板的厚度应不小于舷侧外板的厚度，肘板的高度与升高甲板相同，肘板在船长方向的长度应不小于肘板高度的1.5倍。

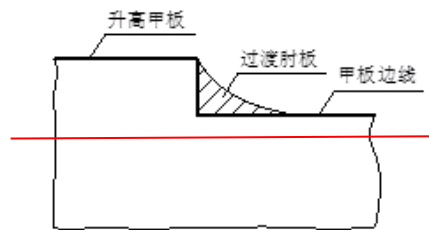


图1.2.4.9

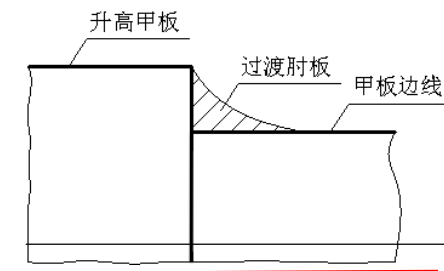


图 1.2.4.9

1.2.5 主要构件之间的连接

1.2.5.2 修改如下：

1.2.5.2 主要构件的端部可采用肘板连接，或将其中一个主要构件的端部在不小于其腹板高度1.5倍的范围内，将腹板逐渐升高至腹板高度的1.5倍后再与另一主要构件连接的形式，如图1.2.5.2所示。

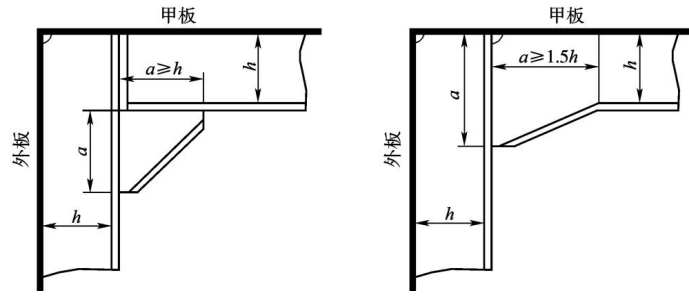


图1.2.5.2

除另有规定外，肘板的尺寸一般可按剖面模数较小的主要构件的尺寸确定。肘板的直角边长应不小于主要构件腹板高度，肘板的厚度应不小于主要构件腹板的厚度。肘板的自由边应设面板（或折边），其尺寸与主要构件的面板（或折边）相同。当肘板无扶强的三角形边长大于 $100t$ (t 为肘板的腹板厚度)时，应设置平行于肘板面板的加强筋。加强筋距面板的距离不大于肘板板厚的30倍。

新增 1.2.5.11:

1.2.5.11 当甲板纵桁或强横梁与舱壁或外板上的垂直构件相连接时，为保证连接节点具有足够的抗转动刚度，应适当增大垂直构件的尺度。

1.2.6 次要构件之间的连接

1.2.6.2 修改如下:

1.2.6.2 次要构件端部一般应设置肘板连接，如图1.2.6.2所示。

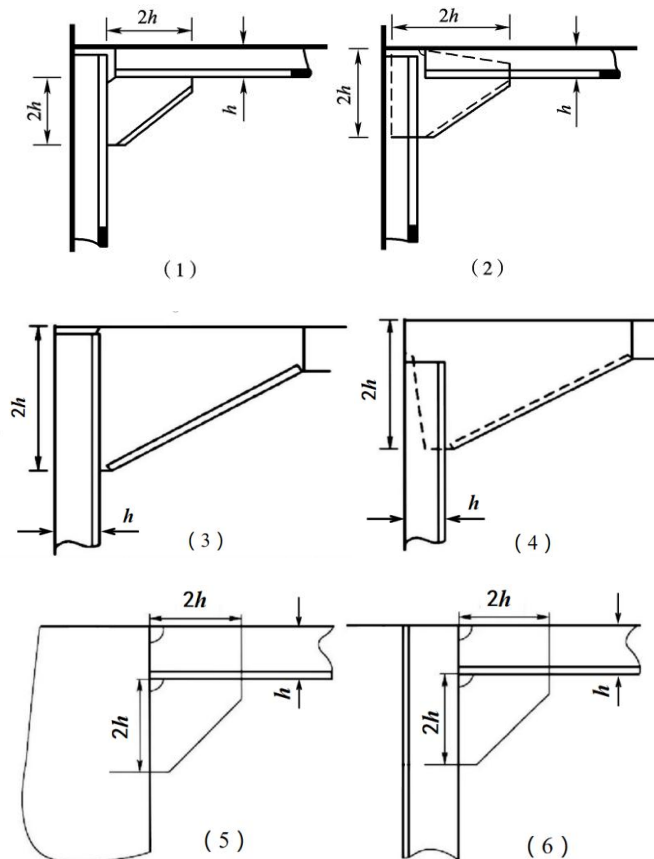


图 1.2.6.2

1.2.6.3 修改如下:

1.2.6.3 连接次要构件的肘板其臂长应为较小次要构件高度的2倍，如图1.2.6.2(1)~(2)所示，肘板的厚度取不小于较小次要构件。

1.2.7 次要构件与主要构件的相交及连接

1.2.7.1 修改如下：

1.2.7.1 当次要构件穿过主要构件时应与主要构件的腹板焊接（切口的角隅应为圆角），可采用图1.2.7.1的连接型式。主要构件腹板在次要构件通过处的剩余高度应不小于该处腹板高度的0.6倍，如设有补板时可计入补板的高度。否则开口处剖面模数应符合对主要支撑构件的要求。且沿主要构件的轴线方向每隔一个肋位(或骨材间距)设置单面肘板，也可每4个骨材间距或者不大于2m的间距设置双面肘板，如图1.2.7.1所示；肘板的厚度应不小于主要构件腹板的厚度。

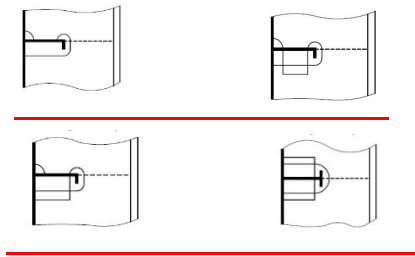


图1.2.7.1

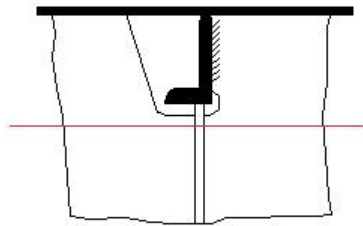


图-1.2.7.1

1.2.7.2 修改如下：

1.2.7.2 主要构件腹板在次要构件通过处的剩余高度应不小于该处腹板高度的0.6倍，如设有补板时可计入补板的高度，否则开口处剖面模数应符合对主要构件的要求。

1.2.7.2 沿主要构件的轴线方向每隔一个肋位（或骨材间距）设置单面防倾肘板，也可每4个骨材间距或者不大于2m的间距设置双面防倾肘板，且至少还应安装在如下位置（如适用）：

- (1) 端肘板的趾端；
- (2) 撑材位置处；
- (3) 集中载荷处。

防倾肘板的高度应延伸至主要构件的面板，防倾肘板的宽度，应不小于按以下各式计算值的较大者：

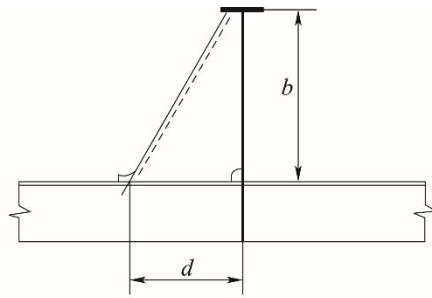
$$d = 0.4b \quad \text{m}$$

$$d = 0.85b \sqrt{\frac{s_t}{t}} \quad \text{m}$$

式中：b——防倾肘板的高度，m，如图1.2.7.2所示；

s_t ——防倾肘板的间距，m；

t——防倾肘板的厚度，mm。



骨材处的防倾肘板

图 1.2.7.2

当主要构件的面板或折边无支撑的宽度超过 15 倍主要构件面板的厚度时，防倾肘板应与主要构件的面板或折边焊接。

防倾肘板的厚度应不小于主要支撑构件腹板的厚度。

当防倾肘板自由边长度大于防倾肘板的厚度的 60 倍时，防倾肘板应折边或者施以焊接面板。折边或面板的剖面积（单位： cm^2 ）应不小于肘板自由边长度（单位： m ）的 10 倍。

1.2.7.3 修改如下：

1.2.7.3 参与总纵弯曲的次要构件在舱壁或横向主要构件处切断时，应在构件的端部设置连接肘板。位于舱壁或横向主要构件两侧的肘板应对齐，以保证结构的纵向连续性。

1.2.7.6 修改如下：

1.2.7.6 纵骨架式双层底的纵骨在水密肋板处中断时，应用宽度 B 不小于 2.5 倍纵骨高度，厚度与水密肋板相同的肘板与水密肋板连接，肘板的最小宽度 b 应不小于纵骨高度的 1.25 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，加强筋的厚度与肘板相同，宽度应不小于其厚度的 8 倍。如图 1.2.7.6 (1) 所示。

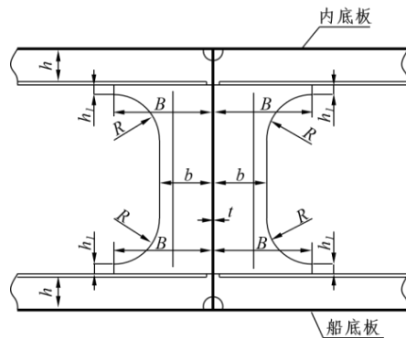


图 1.2.7.6 (1)

如采用搭接时，搭接长度应不小于纵骨高度的 2 倍，如图 1.2.7.6 所示。

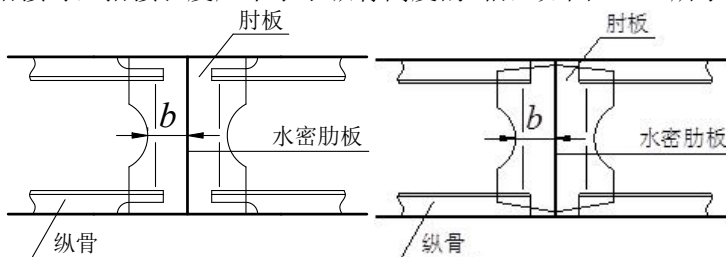


图 1.2.7.6 (2)

1.2.9 直接计算

1.2.9.5 修改如下:

1.2.9.5 对于结构型式和结构布置特殊、布置不符合本篇规定或特定用途的船舶,经本社同意由直接计算校核总纵强度和/或局部强度。

第 3 节 船体结构用钢

1.3.2 船体结构用钢要求

删除1.3.2.5

~~1.3.2.5 当船底板、强力甲板使用高强度钢时,板的厚度 t_h 应不小于按下式计算所得之值:~~

$$t_h = \frac{S_h}{s} \sqrt{K} \cdot t \text{ mm}$$

~~式中: t ——本篇各章对船底板或强力甲板采用低碳钢时所要求的厚度, mm;~~

~~—— K ——材料换算系数,按本节表1.3.2.3选取;~~

~~—— s ——采用低碳钢时板格的短边长度, m;~~

~~—— s_h ——采用高强钢时板格的短边长度, m。~~

1.3.2.9 修改如下:

1.3.2.9 ~~除船底板、强力甲板外其他构件使用高强度钢时候,除另有规定外,~~板的厚度 t_h , 构件的剖面模数 W_h 和惯性矩 I_h 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$t_h = \sqrt{K} t \quad \text{mm}$$

$$W_h = K W \quad \text{cm}^3$$

$$I_h = I \quad \text{cm}^4$$

式中: t ——规范对采用低碳钢的船体构件结构所要求的厚度, mm ;

W ——规范对采用低碳钢的船体构件结构所要求的剖面模数, cm^3 ;

I ——规范对采用低碳钢的船体构件结构所要求的剖面惯性矩, cm^4 ;

K ——材料换算系数,按本节1.3.2.3选取。

第 6 节 结构布置

1.6.8 隔离空舱的布置

1.6.8.2 修改如下:

1.6.8.2 ~~燃油舱与滑油舱之间~~燃油舱或滑油舱与淡水舱(饮用水、推进装置和锅炉用水)之间应设置隔离空舱。压载水舱可以代替隔离空舱。深油舱与干货舱相邻的舱壁上不应开孔,有加热设备的燃油舱和干货舱相邻的舱壁,应在货舱的一侧采取适当的隔热措施。

新增 1.6.11

1.6.11 电力推进船舶推进器舱的布置

1.6.11.1 电力推进的下列船舶的推进器舱（舵桨、直翼桨等）应设置双舷保护，其内舷板在满载水线处距船体外板的水平距离应不小于700mm。

- (1) 船长大于40m航行急流航段的自航船；
- (2) 船长小于等于40m航行于急流航段的客船；
- (3) 航行三峡库区的客船。

第9节 结构强度直接计算

1.9.4 板梁模型建模原则

1.9.4.3 修改如下：

1.9.4.3 当主要构件的开孔影响到构件的应力分布或刚度时，如人孔、减轻孔等，可通过下列方法之一处理：

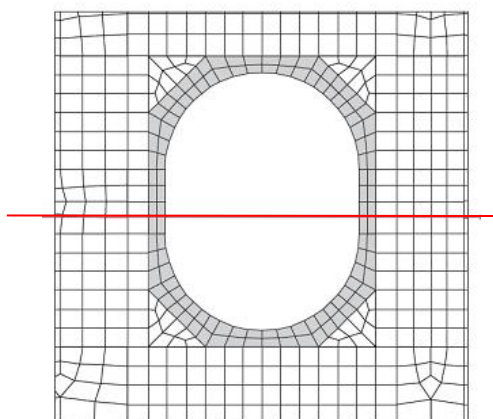


图1.9.4.3

- (1) 等效板厚方法；
- (2) 对开孔进行几何建模；

~~(3) 详细应力分析法。采用详细应力分析时，开孔四周的最内两圈单元网格大小应不大于50mm×50mm，网格划分应保证从细化区域向粗网格区域的平稳过渡。直接与开孔边缘焊接的加强筋应以板单元模拟；位于开孔附近距离边缘50mm以外的腹板加强筋可以杆或梁单元模拟；如图1.9.4.3所示。开孔四周细化单元的许用应力取 $[\sigma_e]=1.6 \times 235 / K$ 。~~

1.9.4.4 修改如下：

1.9.4.4 主要支撑构件的肘板应建模。构件的连接肘板，在结构模型化时可忽略。

新增 1.9.4.5

1.9.4.5 对于在模型中几何不能被充分地表达和应力集中的位置，可使用细化网格模拟这些几何以证明其尺寸满足要求。其网格尺寸可根据几何而定。在这种情况下，等效下述规定区域内平均应力应满足本规范的相关强度衡准要求。

- (1) 应力平均所考虑的区域尺寸不得超过于1.9.4.2中的规定；
- (2) 对于沿圆形边缘的细网格，应力平均面积仅限于第一层边界单元，长度不大于肋距或纵骨间距尺寸，见图1.9.4.5（1）和（2）；
- (3) 应力平均所考虑的区域不应跨越结构不连续性、腹板加强筋或其他邻接结构；
- (4) 对于可能定义几个不同应力平均区域的区域，计算平均Von Mises等效应力时应考虑最坏情况。

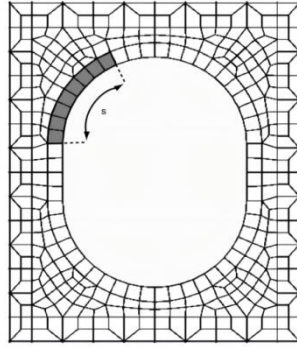


图 1.9.4.5 (1) 开孔边缘的应力平均区域

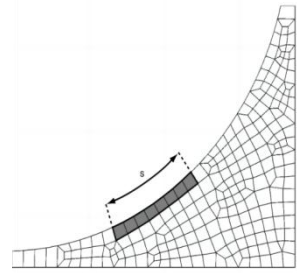


图 1.9.4.5 (2) 肘板或角隅的应力平均区域

1.9.5 总纵弯曲强度

1.9.5.13 修改如下:

1.9.5.13 总纵强度衡准

(1) 板单元采用中面应力, 梁单元采用单元中点处的轴向应力;

~~(2) 对于应力集中和形状很差单元的应力可以不采纳, 但网格细化区域除外。~~

~~(3) 主要构件端部 1.5 倍腹板高度范围内的应力可以不采纳。~~

~~(2)~~ ~~(4)~~ 在各种计算工况下目标区域内主要构件的应力应不超过表 1.9.5.13 中给出的值;

许用应力 (N/mm²)

表 1.9.5.13

构件名称	应力种类	码头装载工况	航行工况
主甲板, 内、外底板, 舷侧外板、纵舱壁、平台甲板、双层底纵桁	σ_l	144/K	165/K
	σ_e	179/K	192/K
	τ	80/K	91/K
甲板纵桁、龙骨及船底纵桁、中部连续纵向舱口围板腹板	σ_l	144/K	165/K
	σ_e	179/K	192/K
	τ	80/K	91/K
甲板纵桁、龙骨及船底纵桁、中部连续纵向舱口围板面板	σ_z	168/K	181/K
横舱壁、双层底实肋板	σ_e	192/K	192/K
	τ	105/K	105/K
强横梁、强肋骨、实肋板腹板	σ_e	192/K	192/K
	τ	105/K	105/K
强横梁、强肋骨、实肋板面板	σ_z	176/K	176/K

构件名称	应力种类	码头装载工况	航行工况
表中： σ_e ——单元 von Mises 应力； σ_l ——船长方向应力； τ ——剪应力，对于组合强构件为腹板总深度上的平均剪应力； σ_z ——梁单元 <u>轴向节点合成</u> 应力； K ——材料换算系数，按本篇 1.3.2.3 确定。			

~~(3)~~ ~~(5)~~ 若使用了比本节 1.9.4 规定的更细密的网格时，计算应力取规定网格尺寸范围内所有细网格单元应力的平均值；

(4) 支柱、桁架斜杆等支撑构件的轴向压应力应不大于本篇 2.11.3.3 规定的许用应力。

1.9.7 局部强度

1.9.7.4 修改如下：

1.9.7.4 采用三维板梁组合单元的有限元模型时，模型范围应按照下述原则确定：

(1) 主体结构的计算模型一般应取两相邻横舱壁间舱段结构，且分别向首尾各延伸一个或二个强横梁间距。

(2) 上层建筑（甲板室）结构的计算模型，垂向范围一般应取计算甲板及其干上方的所有结构和下方的一层甲板高度，包括其下方一层的支柱、端壁（或相当支撑结构）和围壁结构（或相当支撑结构），纵向和横向范围一般可根据实际布置情况，延伸至端壁（或相当支撑结构）和围壁结构（或相当支撑结构）处应不小于计算区域分别向首尾各延伸一个或二个强横梁间距，横向范围一般应为整个船宽。

~~(3) 对于上层建筑（甲板室）中无支柱甲板结构的计算模型，垂向范围一般取计算甲板及其下方一层的端壁（或相当支撑结构）和围壁结构（或相当支撑结构），模型中甲板结构的纵向范围一般应不小于计算区域分别向首尾各延伸一个或二个强横梁间距，横向范围一般应为整个甲板宽度。~~

1.9.7.5 修改如下：

1.9.7.5 采用三维板梁组合单元的有限元模型时，舱段模型的边界条件应符合下述要求：

(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) 对于上层建筑（甲板室）~~中无支柱甲板结构的计算模型，在支柱、端壁（或相当支撑结构）和围壁（或相当支撑结构）下缘的所有节点上施加 $u_x=u_y=u_z=0$ 、 $\theta_x=\theta_y=\theta_z=0$ 约束；在甲板结构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。~~

(3) 若边界条件的处理与本节规定不同时应经本社同意。

1.9.7.6 修改如下：

1.9.7.6 采用三维板梁组合单元的有限元模型时，载荷及载荷施加应符合下述要求：

(6) 甲板计算载荷按规范规定确定，并根据其性质施加在单元或节点上。如按实际承载工况确定载荷，则应至少计及甲板自重、甲板负荷及分布，提供验证文件并经本社同意，且客船门厅计算水柱高度 h 不得小于 0.3m，其它甲板计算水柱高度 h 不得小于 0.2m。

(7) 上层建筑（甲板室）的计算载荷应至少计及上层建筑（甲板室）所有结构自重及其横摇惯性力，甲板负荷及其横摇惯性力和侧壁风压。

1.9.7.7 修改如下：

1.9.7.7 采用三维板梁组合单元的有限元模型时，局部强度衡准如下：

(1) 板单元采用中面应力，梁单元采用单元中点处的轴向应力；

(2) 按板梁组合模型计算得到的各构件应力应不大于表 1.9.7.7 所列的许用应力：

许用应力 (N/mm²)

表 1.9.7.7

构件名称	应力种类	许用应力
强力甲板及以下结构:		
强力甲板、船体外板、内底板、纵舱壁板、舱口围板	σ_l	155/K
	σ_e	165/K
甲板纵桁、龙骨、双层纵桁、舱口围板水平桁等的腹板	σ_l	155/K
	σ_e	165/K
甲板纵桁、龙骨、舱口围板水平桁等的面板	σ_z	155/K
横舱壁板	σ_w	175/K
	σ_e	188/K
实肋板、强肋骨、主肋骨、强横梁、舱壁垂直桁等的腹板	σ_w	175/K
	σ_e	188/K
实肋板、强肋骨、主肋骨、强横梁、舱壁垂直桁等的面板	σ_z	175/K
板的剪应力	τ	91/K
上层建筑结构:		
上层建筑壁板及甲板	σ_e	188/K
上层建筑强骨材的腹板	σ_e	210/K
上层建筑强骨材的面板	σ_z	200/K
其他:		
舱口盖盖板、跳板甲板	σ_e	155/K
舱口盖强横梁及纵桁、跳板强横梁及纵桁、吊臂等的腹板	σ_e	135/K
舱口盖强横梁及纵桁、跳板强横梁及纵桁、吊臂等的面板	σ_z	128/K
表中: σ_e ——单元 von Mises 应力; σ_l ——船长方向应力; σ_w ——船宽或型深方向应力; σ_z ——梁单元轴向节点合成应力; τ ——剪应力, 对于组合强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。		

~~(3) 对于梁构件端部的应力校核, 可考虑端部肘板的影响。~~

~~(4)~~ (3) 支柱、桁架斜杆等支撑构件的轴向压应力应不大于本篇 2.11.3.3 规定的许用应力;

~~(5)~~ (4) 船体和上层建筑(甲板室)主要构件跨距间的最大挠度应不大于其跨距的 1/400。车辆跳板主要构件跨距间的最大挠度应不大于其跨距的 1/300。舱口盖主要构件跨距间的最大挠度应不大于其跨距的 0.0056。

第2章 船体结构

第1节 一般规定

2.1.3 装载与系固

2.1.3.1 修改如下：

2.1.3.1 船长大于等于8050m的货船应配备《安全装载手册》以指导船长对装卸过程及装载状态的控制。

2.1.3.2 修改如下：

2.1.3.2 《安全装载手册》应包括以下内容：

(1) 船舶的主要参数及航区；

(2) 船舶设计所依据的装载工况，包括沿船长的许用静水弯矩和许用静水剪力曲线/表格；

(3) 各种允许的装载工况配载图（表）；

(4) 允许的装卸程序（包括装卸顺序、装卸轮次等）；

(5) 舱口盖、甲板、货舱等结构的许用载荷；车辆甲板的最大允许负荷；集装箱的许用堆重；

(6) 允许的货物品类、允许货物密度、允许的积载因数等；

(7) 稳性资料。

~~(2) 各种允许的装载工况；~~

~~(3) 各种允许装载工况货物分布图（表）；~~

~~(4) 允许装卸程序（包括装卸顺序、装卸轮次、堆装形式等）；~~

~~(5) 载货甲板（内底板）或舱口盖的最大允许荷重，车辆甲板的最大允许单轴负荷和轮印负荷；~~

~~(6) 各种允许装载工况的压载配置图（表）。~~

~~(7) 不同纵倾浮态下的排水量对照表（图）（如要求时）。~~

2.1.3.6 修改如下：

2.1.3.6 货船一般应尽可能自尾向首均匀装载，自首向尾均匀卸载。满足总纵强度要求的货船，仍应尽可能采取自尾向首(或自首向尾)的连续装卸货物的程序。尾机型货船一般应自尾向首装载，自首向尾卸载。

第2节 总纵强度

2.2.1 一般要求

2.2.1.2 修改如下：

2.2.1.2 船长大于等于50m的船舶，应按本节2.2.2、2.2.4和2.2.5的规定校核中剖面模数、中剖面惯性矩、总纵弯曲强度和屈曲强度，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。

2.2.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

2.2.2.1 修改如下：

2.2.2.1 船长大于等于50m时，船中部最小剖面模数 W_0 （强力甲板边线或平板龙骨处）应不小于按下式计算所得之值：

$$W_0 = aK_1K_2L^2B \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中：
 L ——船长，m；
 B ——船宽，m；
 a ——航区系数，对A级航区取1，B级航区取0.85，C级航区取0.75；
 K_1 ——系数， $K_1 = (8195 - 50.4L + 0.27L^2) \times 10^{-5}$ ；
 K_2 ——系数， $K_2 = 2.369 - 2.787C_b + 1.345C_b^2$ ；
 其中：
 C_b ——方形系数，小于0.6取0.6，大于0.85取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按上式计算所得之值的0.9倍。

2.2.3 中剖面模数和中剖面惯性矩的计算

新增 2.2.3.4、2.2.3.5、2.2.3.6：

2.2.3.4 船体横剖面上任何一点的剖面模数，按下式计算：

$$W_c = \frac{I}{|z - z_n|} \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中：

z —— 参考坐标系下计算点的Z坐标，m；
 z_n —— 参考坐标系下船体梁的横剖面水平中和轴的Z坐标，m；
 I —— 船体横剖面对其水平中和轴的惯性矩， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$ 。

2.2.3.5 船底处的剖面模数，按下式计算：

$$W = \frac{I}{z_n} \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中：

I —— 船体横剖面对其水平中和轴的惯性矩， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$ ；
 z_n —— 参考坐标系下船体梁的横剖面水平中和轴的Z坐标，m。

2.2.3.6 等效甲板线处的剖面模数，按下式计算：

$$W = \frac{I}{V_D} \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中：

I —— 船体横剖面对其水平中和轴的惯性矩， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$ ；
 V_D —— 等效甲板线至横剖面水平中和轴的垂直距离，m，等于：
 当强力甲板以上无2.2.3.1所述的有效纵向构件时：
 $V_D = z_D - z_n$
 当强力甲板以上有2.2.3.1所述的有效纵向构件时：
 $V_D = (z_T - z_n) \left(0.9 + 0.2 \frac{y_T}{B} \right) \geq z_D - z_n$
 I —— 船体横剖面对其水平中和轴的惯性矩， $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$ ；
 z_D —— 强力甲板边线的Z坐标，m；

y_T, z_T —— 连续凸形甲板、舱口围板、纵骨或纵桁顶部的Y坐标和Z坐标, m, 从使 V_D 值达到最大的点量取。

2.2.4 总纵弯曲强度校核

2.2.4.2 修改如下:

2.2.4.2 设计者应提供航行工况和码头工况的沿船长的许用静水弯矩和许用静水剪力曲线。

注释 1: 对于初步设计, 建议船体梁许用中拱和中垂静水弯矩至少比装载手册中装载工况的最大静水弯矩高出 5%, 船体梁许用静水剪力至少比装载手册中装载工况的最大静水剪力高出 10%, 以考虑船舶设计和建造阶段的增长和设计余量。

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2.2.4.2。

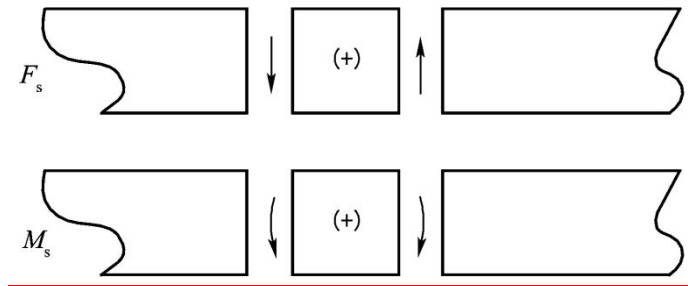


图 2.2.4.2

2.2.4.3 修改如下:

2.2.4.3 除另有规定外, 任一纵向位置航行工况的中拱和中垂许用垂向静水弯矩, 中拱和中垂许用静水剪力, 应包络以下值:

- (1) 对于下述的航行装载工况, 分别计算中拱和中垂的最严重的静水弯矩、静水剪力:
 - ① 满载工况, 包括出港、到港;
 - ② 空载或压载工况, 包括出港、到港;
 - ③ 隔舱装载工况 (如适用时)。
- (2) 装载手册中定义的航行装载工况的最严重的静水弯矩、静水剪力;
- (3) 最小静水弯矩、静水剪力 (如适用时)。

2.2.4.4 修改如下:

2.2.4.4 除另有规定外, 任一纵向位置码头工况的中拱和中垂许用垂向静水弯矩, 中拱和中垂许用静水剪力, 应包络以下值:

- (1) 对于下述的装载工况, 分别计算中拱和中垂的最严重的静水弯矩、静水剪力:
 - ① 载货区域尾 1/4 区域内, 装载 1/4 总载货量工况;
 - ② 载货舱区域尾向首 3/4 区域内, 装载 3/4 总载货量 (此种计算工况若出现尾甲板边线入水情况时, 可适当减少该区域的计算载货量使尾甲板边线在水线以上且甲板边线最低点距水线的距离应不大于 200mm);
 - ③ 载货区域首 1/4 区域内, 装载 1/4 总载货量工况;
 - ④ 载货舱区域首向尾 3/4 区域内, 装载 3/4 总载货量 (此种计算工况若出现首甲板边线入水情况时, 可适当减少该区域的计算载货量使首甲板边线在水线以上且甲板边线最低点距水线的距离应不大于 200mm);
 - ⑤ 2.2.4.3 (1) 所述工况。
- (2) 装载手册中定义的码头装载工况的最严重的静水弯矩、静水剪力;
- (3) 最小静水弯矩、静水剪力 (如适用时)。

2.2.4.2—总纵强度的计算工况应符合下述规定：—

航行工况：—

—(1) 满载工况，包括出港、到港；—

—(2) 空载加压载工况，包括出港、到港；—

—(3) 隔舱装载工况（如适用时）；—

—(4) 《安全装载手册》中规定的其他装载工况或船东要求的特殊工况；—

码头工况：—

—(5) 在载货区域尾1/4区域内，装载1/4总载货量工况；—

—(6) 载货舱区域尾向首3/4区域内，装载3/4总载货量（此种计算工况若出现尾甲板边线入水情况时，可适当减少该区域的计算载货量使尾甲板边线在水线以上且甲板边线最低点距水线的距离应不大于200mm）；—

—(7) 在载货区域首1/4区域内，装载1/4总载货量工况；—

—(8) 载货舱区域首向尾3/4区域内，装载3/4总载货量（此种计算工况若出现首甲板边线入水情况时，可适当减少该区域的计算载货量使首甲板边线在水线以上且甲板边线最低点距水线的距离应不大于200mm）；—

—(9) 《安全装载手册》中规定的其他装卸工况（应计及压载）或船东要求的特殊工况。

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。

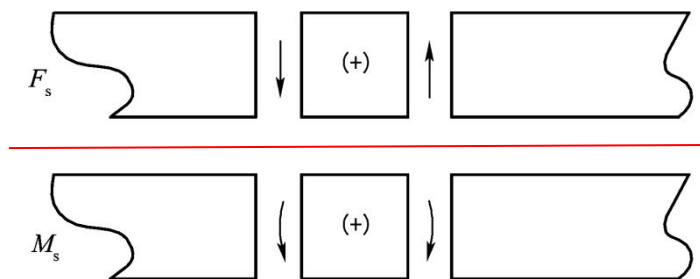


图2.2.4.3

2.2.4.4—如果船体梁剖面最大静水弯矩产生在船中0.4L区域以外剖面处，则对船体总纵强度的要求将作特殊考虑。

2.2.4.7 修改如下：

2.2.4.7 船体梁各计算剖面静水码头工况静水弯曲应力 σ_s 应按下列式计算：

$$\sigma_s = 10 \frac{M_s}{W_c} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： M_s ——按本节2.2.4.34确定计算的码头工况的许用垂向静水弯矩，kN·m；

W_c ——剖面计算点处的剖面模数，cm²·m。

2.2.4.8 修改如下：

2.2.4.8 码头工况静水弯曲应力 σ_s 在强力等效甲板线处和船底处的值应不大于137/K N/mm²，在中部连续舱口围板顶缘处的值应不大于153/K N/mm²，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航行工况合成弯曲应力 σ_1 按下式计算：

$$\sigma_1 = 10 \frac{|M_s + M_w|}{W_c} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： M_s ——同本节2.2.4.7按本节2.2.4.2确定的航行工况的许用垂向静水弯矩，kN·m；

W_c ——同本节2.2.4.7剖面计算点处的剖面模数，cm²·m；

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 航行工况合成弯曲应力 σ_1 在等效甲板线处和船底处强力甲板船底处的值应不大于 $157/K \text{ N/mm}^2$ ，在中部连续舱口围板顶缘处的值应不大于 $175/K \text{ N/mm}^2$ ，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。

2.2.4.11 修改如下：

2.2.4.11 各计算工况船体梁剖面船体梁各计算剖面中和轴处舷侧外板及纵舱壁的剪切应力 τ 应按下式计算：

$$\tau_i = K_i \beta_i \frac{|F_{ext}|}{I} \sum t \quad \text{N/mm}^2$$

式中： F_{ext} ——各计算工况码头工况的许用静水剪力极值、航行计算工况的许用静水剪力与波浪附加剪力叠加的极值，kN，其中波浪附加剪力按本节2.2.4.6计算；

I ——剪力极值处计算剖面处船体梁剖面对其水平中和轴的惯性矩，cm²·m²；

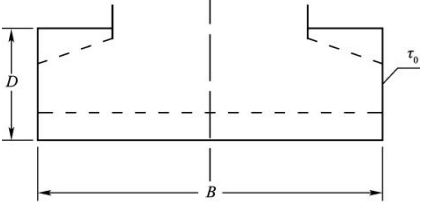
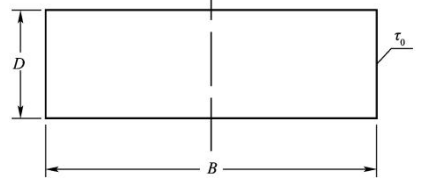
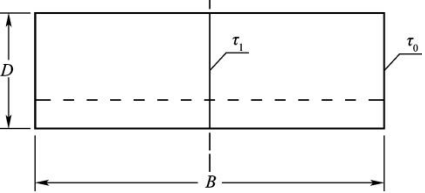
S ——计算剖面位于中和轴以上或以下剖分面积对中和轴的静矩，cm²·m；

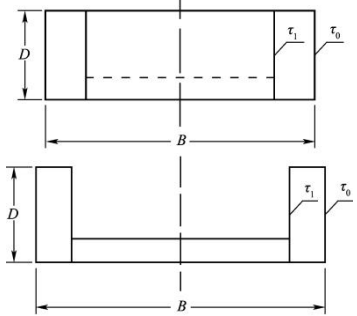
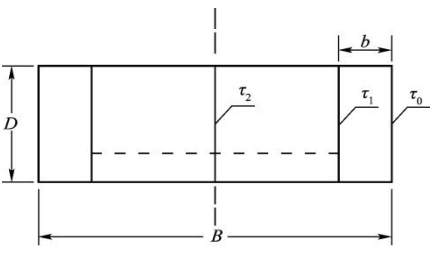
$\sum t$ ——计算剖面中和轴处舷侧外板和纵舱壁厚度之和，mm；

K_i 、 β_i ——舷侧外板、纵舱壁剪应力修正系数(i 为0、1、2)，根据剖面型式按表2.2.4.11确定。

剪应力修正系数

表 2.2.4.11

剖面型式	纵壁板剪应力修正系数
	$K_0 = 1.0$ $\beta_0 = 1.0$
	$K_0 = 0.9$
	$K_1 = 0.2925 + 1.068 \left(\frac{t_1}{t_0} \right) - 0.1197 \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^2$ $\beta_0 = \beta_1 = 1.0$ t_0 ——舷侧外板中和轴处板厚； t_1 ——中纵舱壁中和轴处板厚。

剖面型式	纵壁板剪应力修正系数
	$K_0 = 0.84$ $\beta_0 = 1.0$ $K_1 = 1.2$ $\beta_1 = 1.0$
	$K_0 = 0.75$ $\beta_0 = 1.0774 - 1.6497\left(\frac{b}{B}\right) + 9.7868\left(\frac{b}{B}\right)^2 - 10.2748\left(\frac{b}{B}\right)^3$ $K_1 = 1.0$ $\beta_1 = 1.0$ $K_2 = 1.5$ $\beta_2 = 1.1573 - 1.5191\left(\frac{b}{B}\right) - 0.8660\left(\frac{b}{B}\right)^2 + 3.2433\left(\frac{b}{B}\right)^3$

注：当船体梁剖面纵舱壁超过三道时，应根据实际结构按剪流理论计算剖面中和轴处的剪应力。

第 3 节 外板及内底板

2.3.1 平板龙骨

2.3.1.1 修改如下：

2.3.1.1 船中部平板龙骨厚度应按船中部底板厚度增加1mm，首、尾部平板龙骨厚度应不小于船中部船底板厚度。平板龙骨的宽度应不小于0.1B和0.75m，取大者，但应不小于0.75m也不必大于1.5m。平底船的平板龙骨厚度可与船中部船底板厚度相同。

2.3.5 舷侧顶列板

2.3.5.3 修改如下：

2.3.5.3 兼作护舷材的舷侧顶列板厚度应按舷侧外板厚度增厚，其增厚值 Δt 应不小于按下式计算所得之值：

$$\Delta t = 0.05L + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中：L ——船长，m，当船长大于等于90m时，取 $L = 90$ 。

第 10 节 无支柱的甲板强骨架

2.10.1 一般要求

新增2.10.1.5：

2.10.1.5 无支柱甲板板架内如承受上方支柱、舱壁、隔壁等结构传递的集中载荷时，其剖面尺寸应按本篇1.9.7的规定由直接计算确定。

第 12 节 舱 壁

2.12.5 对称槽形舱壁

删除2.12.5

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。若基座纵桁在机舱范围内保持强度和刚度的连续,且基座纵桁在机舱前后壁处不小于机舱实肋板,则机舱实肋板跨距可取基座纵桁到基座纵桁、基座纵桁到舷侧(或纵舱壁)之间的距离的大者。舱长比 l_1/l 中 l_1 为舱底平面长度, m ,取两横舱壁(或双向横桁架)的间距, l 为舱底平面宽度, m ,取实肋板跨距。

第 16 节 上层建筑及甲板室

2.16.1 一般要求

新增 2.16.1.4:

2.16.1.4 对于新颖结构型式、布置不符合本篇规定的上层建筑和甲板室,尚应由直接计算校核局部强度。

2.16.2 修改为如下:

2.16.2 上层建筑和甲板室

2.16.2.1 上层建筑或甲板室端部应设置舱壁、强横梁或其他等效强力构件以支持上层建筑或甲板室。上层建筑或甲板室(含门式结构)的甲板下方不设置端壁时,在上层建筑或甲板室侧壁上应设置间距不大于9m的宽强肋骨或在上层建筑或甲板室的甲板下方设置局部舱壁,以提高上层建筑和甲板室的横向强度。

2.16.2.2 上层建筑或甲板室围壁应在上层建筑或甲板室的甲板强横梁和甲板纵桁处设置强扶强材或等效强力构件。围壁强扶强材端部的连接应符合本篇第1章第2节对主要构件的规定,强力甲板以上第一层上层建筑之外的其他上层建筑围壁强扶强材的下端可直接与甲板焊接。

2.16.2.3 上层建筑或甲板室横向构件应与船舶主体横向构件安装在同一平面内。上层建筑或甲板室围壁扶强材的设置应与甲板横梁或甲板纵骨对齐,围壁扶强材的上端应用肘板与甲板横梁或甲板纵骨连接,下端可削斜或与甲板焊接。

2.16.2.4 上层建筑尾部和端壁上开孔的布置应使建造的不连续性影响降至最小,侧壁上的所有开孔应用框架加固,并设有圆角或等效措施。在门和类似开口的四周应设置连续的围板或桁材。

2.16.2.5 上层建筑或甲板室的外壁板厚度应不小于2mm,内壁板厚度可减薄0.5mm。

2.16.2.6 上层建筑或甲板室的围壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——扶强材间距, m;

l ——扶强材跨距, m。

上层建筑内壁扶强材剖面模数 W , 应不小于按上式计算所得之值的 0.8 倍。

2.16.2.7 上层建筑或甲板室的围壁强扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 6sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——强扶强材间距, m;

l ——强扶强材跨距, m。

支持甲板纵桁、甲板强横梁的强扶强材、兼作支柱的强扶强材的剖面积 a (含宽度不大于扶强材间距的带板),应符合本章2.11.3.3的规定。

2.16.2.8 桥楼、首尾楼侧壁和端壁板厚度应由舷侧顶列板厚度逐渐减薄，但应不小于2.5mm，侧壁和端壁扶强材的剖面模数W应符合本节2.16.4.2的规定。

2.16.2.9 桥楼、首尾楼端壁处的侧壁应向首尾或船中延伸至等于桥楼高度的距离，并应弧形过渡。过渡侧壁板的厚度应较侧壁板增厚1mm。过渡侧壁板应设置垂直加强筋，其弧形边缘应有面板或型钢。

2.16.3 修改为如下：

2.16.3 压筋板

2.16.3.1 最上一层上层建筑或甲板室的围壁及内壁允许采用如图2.16.3.1所示的三角形剖面或半圆形剖面的压筋板。压筋板的剖面要素按表2.16.3.1 (1)、(2) 选取。

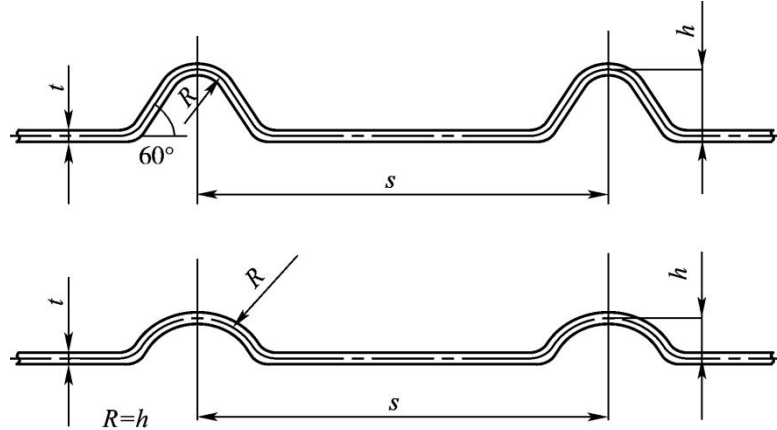


图 2.16.3.1

三角压筋板剖面要素表

表 2.16.3.1 (1)

压筋高度 h (mm)	压筋轴线间距 s (mm)	顶圆半径 R (mm)	板厚 t (mm)	最大剖面模数 W (cm ³)	惯性矩 I (cm ⁴)	惯性半径 r (cm)
30	390	15	2	2.11	5.10	0.77
			3	3.18	7.67	
			4	4.22	10.17	
30	435	15	2	2.13	5.25	0.75
			3	3.21	7.90	
			4	4.26	10.50	
30	470	15	2	2.14	5.34	0.73
			3	3.22	8.02	
			4	4.28	10.65	
40	320	15	2	3.08	9.30	1.12
			3	4.62	13.95	
			4	6.18	18.65	
40	370	15	2	3.12	9.75	1.08
			3	4.68	14.60	
			4	6.18	19.55	
40	400	15	2	3.14	9.90	1.05
			3	4.72	14.90	
			4	6.30	19.90	

半圆压筋板剖面要素表

表 2.16.3.1 (2)

压筋高度 h (mm)	压筋轴线间距 s (mm)	顶圆半径 R (mm)	板厚 t (mm)	最大剖面模数 W (cm ³)	惯性矩 I (cm ⁴)	惯性半径 r (cm)
------------------	--------------------	------------------	----------------	----------------------------------	-------------------------------	------------------

15	300	15	2	0.62	0.85	0.37
			2.5	0.77	1.07	
			3	0.92	1.29	

新增第 19 节：

第 19 节 抓斗加强的附加要求

2.19.1 适用范围

2.19.1.1 本节适用于采用抓斗或其他类似机械卸载散装干货的船舶。

2.19.2 定义

2.19.2.1 加强区——指载货甲板（或载货内底板等）及载货甲板（或载货内底板等）向上不小于1.5m范围内的货舱周界。加强区应在设计图纸上注明。

2.19.3 加强区的板

2.19.3.1 如采用抓斗或其他类似机械卸货，至少应对2.19.2.1定义的加强区的板在本规范相关要求的基础上增厚2mm。

2.19.4 加强区的次要构件

2.19.4.1 如采用抓斗或其他类似机械卸货，至少应对2.19.2.1定义的加强区的次要构件的剖面模数在本规范相关要求的基础上增加40%。

第3章 舾 装

第7节 车辆系固与系固设备

第7节 修改为如下：

3.7.1 一般要求

3.7.1.1 本节适用于客滚船、车客渡船及商品汽车滚装船等的车辆系固。

3.7.1.2 车辆甲板应采用有效措施防滑，如采用防滑条、防滑油漆等措施。

3.7.1.3 车辆前轮或后轮应用木楔塞紧（或其他有效方式），以防止车辆前后移位。

3.7.1.4 车辆本身在船舶航行中应使用停车制动器可靠刹住。

3.7.1.5 滚装处所的通道和车辆间距应符合主管机关的规定。

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、车客渡船和商品汽车滚装船除采取 3.7.1.2、3.7.1.3、3.7.1.4 的措施外，尚应按照 3.7.3 的要求进行受力计算后予以确定系固方案。

3.7.2.3 对布置于坡道的车辆除采取 3.7.1.2、3.7.1.3、3.7.1.4 的措施外，还应有效系固。

3.7.2.4 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。车辆甲板上的系固点纵向距离一般应不超过 2.5m，横向距离一般应不超过 3m。

3.7.2.5 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 3.7.2.5 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杠或车轴上，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 3.7.2.5 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 3.7.2.5

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

3.7.2.6 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。

3.7.3 受力计算

3.7.3.1 车辆的受力应根据船舶的装载情况、航区和船舶的运动来确定。这些力包括车辆的重力、所受的风力、系固力以及因船舶横摇、横荡和垂荡运动所产生的惯性力等。

3.7.3.2 横摇运动

横摇周期 T_θ ，取为：

$$T_\theta = \frac{2.2\pi k_r}{\sqrt{gGM}} \quad \text{s}$$

横摇角 θ ，取为：

$$\theta = 22.3 \frac{T_\theta}{B\Delta^{0.2}} + \frac{1361.88}{B^2} + 3.38 \quad \text{°}$$

式中：

- k_r —— 横摇回转半径，m，取为 0.35B；
 GM —— 初稳性高度，m；
 B —— 船宽，m；
 Δ —— 排水量，t。

3.7.3.3 船舶重心处横摇加速度， a_{roll} ，取为：

$$a_{roll} = a_w \theta \frac{\pi}{180} \left(\frac{2\pi}{T_\theta}\right)^2 \quad \text{rad/s}^2$$

式中：

- θ —— 横摇角，(°)，按 3.7.3.2 计算；
 T_θ —— 横摇周期，s，按 3.7.3.2 计算；
 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。

3.7.3.4 船舶重心处由横荡产生的横向加速度， a_{sway} ，取为：

$$a_{sway} = 1.015a_w + a_w C_b B \left(-\frac{0.264}{\sqrt{L}} - \frac{2.64}{L} + \frac{279.7}{L^2} \right) \quad \text{m/s}^2$$

式中：

- L —— 船长，m；

- B —— 船宽, m;
 C_b —— 方形系数;
 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。

3.7.3.5 船舶重心处由垂荡产生的垂向加速度, a_{heave} , 取为:

$$a_{heave} = 1.912a_w + a_w C_b B \left(\frac{-0.614}{\sqrt{L}} - \frac{2.77}{L} + \frac{509}{L^2} \right) \quad \text{m/s}^2$$

式中:

- L —— 船长, m;
 B —— 船宽, m;
 C_b —— 方形系数;
 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。

3.7.3.6 车辆重心处的横向加速度 a_y 和垂向加速度 a_z , 取为:

$$a_y = C_{YG} g \sin \theta + C_{YS} a_{sway} - C_{YR} a_{roll} (z - R) \quad \text{m/s}^2$$

$$a_z = C_{ZH} a_{heave} + C_{ZR} a_{roll} y \quad \text{m/s}^2$$

式中:

$C_{YS}, C_{YR}, C_{YG}, C_{ZH}, C_{ZR}$ —— 系数, 按照表 3.7.3.6 取值。

表 3.7.3.6

			工况1	工况2	工况3	工况4
横向加速度	$g \sin \theta$	C_{YG}	-1	1	1	-1
	a_{sway}	C_{YS}	0.1	-0.1	-0.1	0.1
	a_{roll-y}	C_{YR}	1	-1	-1	1
F		C_F	1	-1	-1	1
垂向加速度	a_{heave}	C_{ZH}	0.6	-0.6	0.6	-0.6
	a_{roll-z}	C_{ZR}	1	-1	-1	1

- θ —— 横摇角, ($^\circ$), 按 3.7.3.2 计算;
 a_{sway} —— 船舶重心处横荡加速度, rad/s^2 , 按 3.7.3.4 计算;
 a_{roll} —— 船舶重心处横摇加速度, rad/s^2 , 按 3.7.3.3 计算;
 R —— 船舶摇摆运动中心的垂向坐标, m, 取为: $R=0.92D$;
 D —— 型深, m;
 z —— 车辆重心处的 Z 坐标, m;
 a_{heave} —— 船舶重心处由垂荡产生的垂向加速度, m/s^2 , 按 3.7.3.5 计算;
 y —— 车辆重心处的 Y 坐标, m。

3.7.3.7 车辆平行于甲板 and 垂直于甲板的横向和垂向分力 N_y 、 N_z 按下式计算：

$$N_y = Ma_y + C_F F \quad \text{kN}$$

$$N_z = M(g + a_z) \quad \text{kN}$$

式中：

- M —— 单车总重量，t；
- a_y —— 单车车辆重心处的横向加速度， m/s^2 ，按3.7.3.6计算；
- a_z —— 单车车辆重心处的垂向加速度， m/s^2 ，按3.7.3.6计算；
- F —— 单车所受的风力，kN，按本节3.7.3.8计算；
- C_F —— 系数，按照表3.7.3.6取值。

3.7.3.8 车辆所受风力 F 按下式计算：

$$F = PA \quad \text{kN}$$

式中：

- P —— 单位计算风压， kN/m^2 ，按下式计算：
 A级航区： $P = -0.0030h_f^2 + 0.0465h_f + 0.1819$
 B级航区： $P = -0.0027h_f^2 + 0.0425h_f + 0.1657$
 C级航区： $P = -0.0024h_f^2 + 0.0384h_f + 0.1506$
- 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；
- A —— 受风面积， m^2 ，车辆在船舶中纵剖面上的侧投影面积。

3.7.3.9 车辆所受的绑索拉力 T ，按以下两式计算，取大者：

$$T = \frac{N_y - fN_z}{\sum_{i=1}^n (\sin \alpha_i \sin \beta_i + f \cos \alpha_i)} \quad \text{kN}$$

$$T = \frac{N_y h - N_z b}{\sum_{i=1}^n (c_i \sin \gamma_i)} \quad \text{kN}$$

式中：

- n —— 车辆单侧绑索数量；
- α_i —— 为第 i 根绑索与垂直方向的夹角，rad；
- β_i —— 为第 i 根绑索在甲板平面的投影与船长方向的夹角，rad，计算时取值不大于0.523；
- γ_i —— 第 i 根绑索与船舶纵向的夹角，rad；
- f —— 摩擦系数，一般取0.3；
- h —— 车辆重心距甲板的垂向高度，m；
- b —— 车辆重心距车轮外侧的横向距离，m；
- N_y 、 N_z —— 按本节3.7.3.7式计算；
- c_i —— 第 i 根绑索的系固力臂，即车辆倾覆支点到第 i 根绑索在过该支点的船舶横

剖面上投影线的垂直距离，m。

3.7.4 强度衡准

3.7.4.1 绑索、甲板系固点及相关系固设备的安全工作负荷（SWL）应不低于按本节3.7.3.9计算值的1.5倍。若甲板系固点上有多根绑索穿过，则其安全工作负荷应取其总和。

3.7.4.2 系固设备的安全工作负荷由其破断负荷决定。纤维绳的破断负荷为3SWL，其他系固设备的破断负荷按本篇表3.6.2.5确定。

3.7.4.3 车辆上系固点的最小强度（kN）应不低于 $GVM \times 10 \times 1.2/n$ ，其中GVM为单车总质量（t）， n 为车辆每侧系固点的总数量。

第4章 客船船体结构补充规定

第2节 总纵强度

4.2.3 总纵弯曲强度和屈曲强度校核

4.2.3.1 修改如下：

4.2.3.1 船长大于等于50m的客船，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，~~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节 玻璃幕墙结构

4.8.1 玻璃

4.8.1.1 修改如下：

4.8.1.1 玻璃幕墙的玻璃应采用钢化玻璃或夹层玻璃。玻璃的制造应符合公认的行业或国家标准。

4.8.3 玻璃幕墙骨架

4.8.3.1 修改如下：

4.8.3.1 玻璃幕墙应具有足够的承载能力、刚度、稳定性和相对于主体结构的位移能力。玻璃幕墙的骨架可采用钢质或铝合金材料。骨架应与上层建筑（或甲板室）围壁结构牢固连接。

4.8.3.2 修改如下：

4.8.3.2 若玻璃幕墙结构直接作为上层建筑（或甲板室）的外围壁时，幕墙骨架竖杆的间距应不大于3m，其剖面模数 W 和剖面积 a 应符合本篇2.16.2.72-16.2.4对强扶强材的规定。幕墙骨架水平横杆的尺寸取与竖杆相同。

第6章 油船船体结构补充规定

第1节 一般规定

6.1.3 装载手册

6.1.3.1 船长大于等于8050m的油船应配备《安全装载手册》。

第2节 总纵强度

6.2.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

6.2.2.1 修改如下：

6.2.2.1 船长大于等于50m时，船中部最小剖面模数 W_0 （~~强力甲板边线或平板龙骨处~~）应不小于按下式计算所得之值：

$$W_0 = aK_1K_2L^2B \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中： L ——船长，m；

B ——船宽，m；

a ——航区系数，A级航区1，B级航区0.85，C级航区取0.75；

K_1 ——系数， $K_1 = (8000 - 40L + 0.21L^2) \times 10^{-5}$ ；

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

其中： C_b ——方形系数，小于0.6取0.6，大于0.85取0.85。

~~若强力甲板上设有在船中部连续的凸形甲板结构时，则凸形甲板处的剖面模数尚应不小于按上式计算所得之值。~~

6.2.3 总纵弯曲强度和屈曲强度校核

6.2.3.1 修改如下：

6.2.3.1 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，~~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。其中对于码头工况，任一纵向位置码头工况的中拱和中垂许用垂向静水弯矩，中拱和中垂许用静水剪力，应包络以下值：应包含如下工况：~~

(1) 对于下述的装载工况，分别计算中拱和中垂的最严重的静水弯矩、静水剪力：

①~~（1）~~ 载货区域首、尾端的货油舱满载，其他货油舱空载；

②~~（2）~~ 载货区中部货油舱满载，其他货油舱空载；

③~~（3）~~ 第2章《安全装载手册》中规定的其他装卸工况（应计及压载）或船东要求的特殊工况。~~2.2.4.3（1）所述工况。~~

(2) 《安全装载手册》中规定的其他装卸工况或船东要求的特殊工况的静水弯矩和静水剪力计算值。

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/mm²，合成弯曲应力值应不大于 $157/K$ N/mm²，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。~~

6.2.3.3~~2~~ 屈曲强度计算时，对于不锈钢板及不锈钢复合钢板的不锈钢复合层的折减厚度取为0.5mm

第 10 节 舱 壁

6.10.4 槽形舱壁

6.10.4.1 修改如下：

6.10.4.1 货油舱内若采用槽形舱壁时，槽形舱壁及其布置应符合本篇[2.12.514.3.9](#)的规定。

第7章 甲板船船体结构补充规定

第1节 一般规定

7.1.2 装载与系固

7.1.2.1 修改如下:

7.1.2.1 船长大于等于89.50m的甲板船应配备《安全装载手册》。

第2节 总纵强度

7.2.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

7.2.2.1 修改如下:

7.2.2.1 船长大于等于50m时, 船中部最小剖面模数 W_0 (~~强力甲板边线或平板龙骨处~~)应不小于按下式计算所得之值:

$$W_0 = aK_1K_2L^2B \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中: L ——船长, m;

B ——船宽, m;

a ——航区系数, A级航区取1, B级航区取0.85, C级航区取0.75;

K_1 ——系数:

$$\text{甲板上装运载货汽车的滚装船:} \quad K_1 = (6619 - 40.7L + 0.22L^2) \times 10^{-5}$$

$$\text{其他船:} \quad K_1 = (4900 - 22L + 0.15L^2) \times 10^{-5}$$

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

其中: C_b ——方形系数, 小于0.6取0.6, 大于0.85取0.85。

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, 其中当船舶沿纵向任一位置计算所得的最大静水弯矩和最大静水剪力许用静水弯矩和剪力应不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 $M_{s\max}$ 和静水剪力 $F_{s\max}$ 进行总纵强度校核:

$$M_{s\max} = K_1K_2\Delta L \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

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

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 ——货舱区域长度, m; 当 $l > 0.8L$ 时, 取 $l = 0.8L$;

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

$$M_s = \pm \frac{M_{smax}}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{L} \right) \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

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

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 4 节 甲板及其骨架

7.4.2 载货区域甲板骨架

7.4.2.1 修改如下：

7.4.2.1 甲板船载货区域的甲板骨架应符合第2章第8节 ~~中对强力甲板骨架~~ 的有关规定。

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

8.1.2.2 修改如下:

8.1.2.2 单底单舷、双底单舷顶部设抗扭箱结构型式的大舱口船,其船长应不大于6050m。

8.1.2.3 修改如下:

8.1.2.3 单底双舷结构型式的大舱口船,其船长应不大于8065m。

8.1.2.5 修改如下:

8.1.2.5 单底单舷、双底单舷顶部设抗扭箱、船长大于等于40m的单底单舷结构型式的大舱口船,及船长大于等于60m的双底双舷结构型式、双底单舷顶部设抗扭箱结构型式和单底双舷结构型式的大舱口船,其单个货舱的长度(两横舱壁间的距离) l_{BH} 应不大于下式计算所得之值:

$$\text{单底单舷型式: } l_{BH} = -69 + 3.65L - 0.029L^2 \quad \text{m}$$

$$\text{其他型式: } l_{BH} = -41.8 + 2.06L - 0.0084L^2 \quad \text{m}$$

式中: L ——船长, m, 当船长小于35m时,取 $L=35$, 当船长大于50m时,取 $L=50$ 。

否则应在货舱长度中部区域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。

8.1.2.6 修改如下:

8.1.2.6 双底双舷结构型式的大舱口船,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, 但装载积载因数小于等于0.45m³/t的颗粒状散货的大舱口船任何情况下单个货舱的长度不得大于60m。

8.1.3 装载与系固

8.1.3.1 修改如下:

8.1.3.1 以下大舱口船舶应配备《安全装载手册》:

- (1) 船长大于等于8050m的货船;
- (2) 船长大于等于40m装载集装箱的货船;
- (3) 船长大于等于40m装载积载因数小于等于0.45m³/t的颗粒状散货的货船。

第2节 总纵强度

8.2.1 中剖面模数和中剖面惯性矩

8.2.1.1 船长大于等于40m时,船中部最小剖面模数 W_1 (强力甲板边线或平板龙骨处) 应不小于按下式计算所得之值:

$$W_1 = KW_0 \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中: W_0 ——按本篇2.2.2.1计算所得的剖面模数, cm²·m;
 K ——系数,按基本结构型式和船长由表8.2.1.1选取。

系数 K

表 8.2.1.1

基本结构型式	船长范围 (m)	K
双底双舷、 双底单舷顶部设抗扭箱	$40 \leq L \leq 80$	1
	$L > 80$	$(-783 + 33.5L - 0.14L^2) \times 10^{-3}$
单底双舷	$40 \leq L \leq 60$	1
	$60 < L \leq 80$	$(-253 + 28.1L - 0.12L^2) \times 10^{-3}$
单底单舷	$40 \leq L \leq 60$	$(58 + 1.09L) \times 10^{-2}$

当舱口围板在船中部连续时，围板顶缘处的剖面模数应不小于按本篇 2.2.2.1 计算所得之值。

8.2.3 总纵强度与屈曲强度校核

8.2.3.1 修改如下：

8.2.3.1 船长大于等于 40m 的大舱口船，应按本节 2.2.4 和 2.2.5 的规定校核总纵弯曲强度和屈曲强度。对于船长小于 60m 单底双舷型式的大舱口船，以及船长小于 80m 双底双舷型式和双底单舷顶部设抗扭箱型式的大舱口船，若符合下述规定，可免于按本节 2.2.4 和 2.2.5 的规定校核总纵弯曲强度和屈曲强度：

(1) 货舱区域强力甲板骨架采用纵骨架式；

(2) 货舱区域船底骨架采用纵骨架式，或者当采用横骨架式时龙骨（或底纵桁）间距 b 不大于下式计算所得之值且不大于 2.5m：

$$b = \frac{s}{\sqrt{ks/t-1}} \quad \text{m}$$

式中： t ——船底板厚，mm；

s ——船底实肋板间距（肋距），m；

k ——系数，取 $k = \sqrt{59.1 + 5.476L}$ ；

L ——船长，m。

若 $\frac{ks}{t} \leq 1$ ，则上式取 $b = 2.5$ 。

8.2.3.2 修改如下：

8.2.3.2 船舶沿纵向任一位置许用静水弯矩和剪力应不小于按下列各式计算所得之值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 $M_{s\max}$ 和静水剪力 $F_{s\max}$ 进行总纵强度校核：

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

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

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 ——货舱区域长度，m；当 $l > 0.8L$ 时，取 $l = 0.8L$ 。

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

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

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

其中： $M_{s\max}$ ——按上式计算所得的静水弯矩， kN·m；
 $F_{s\max}$ ——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。

第 4 节 双底骨架

8.4.2 实肋板

新增 8.4.2.5:

8.4.2.5 装载颗粒状散货的船舶，双层底实肋板各位置的抗剪切面积应不小于下式计算之值：

$$A = \frac{Q_y}{C_t \tau_{eH}} \times 10 \quad \text{cm}^2$$

式中： Q_y —— 计算点处的剪力， kN， 按下式计算：

$$\text{若 } b_i < \sqrt{\frac{6Q_i v}{l_i \tan \varphi}}, \quad Q_y = P \cdot |y| \cdot S - \frac{g}{2v} y^2 \tan \varphi \cdot S$$

$$\text{若 } b_i \geq \sqrt{\frac{6Q_i v}{l_i \tan \varphi}},$$

$$\text{(1) 当 } |y| \leq \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6Q_i v}{l_i \tan \varphi}} \text{ 时,}$$

$$Q_y = P \cdot |y| \cdot S - \frac{g}{2v} y^2 \tan \varphi \cdot S$$

$$\text{(2) 当 } \frac{1}{2} \sqrt{\frac{6Q_i v}{l_i \tan \varphi}} < |y| \leq \frac{b_i}{2} \text{ 时,}$$

$$Q_y = (P - g \sqrt{\frac{3Q_i \tan \varphi}{2vl_i}}) \cdot |y| \cdot S + \frac{3Q_i g S}{4l_i}$$

$$P \text{ —— 实肋板跨距中点处的设计载荷, kN/m}^2, \quad P = g \left(C_h h - \frac{2}{3} d \right);$$

C_h —— 系数,

$$\text{当 } v \leq 0.455 \text{ t/m}^3 \text{ 时, } C_h = 1.5;$$

$$\text{当 } v > 0.455 \text{ t/m}^3 \text{ 时, } C_h = 1.25;$$

v —— 货物积载因数, m³/t, 当 $v > 0.833$ 时取 0.833;

h —— 内底计算水柱高, 同 8.3.5.1;

d —— 计算工况的船舶吃水, m;

- Q_i —— 第 i 货舱的最大载货重量, t;
- l_i —— 第 i 货舱底部长度, m;
- b_i —— 第 i 货舱底部平均宽度, m;
- φ —— 散货休止角 (内摩擦角), deg, 矿石和煤取 35° , 黄砂为 37° , 盐、石子、谷物等取 30° , 散装水泥取 25° ;
- C_t —— 许用剪切应力系数; 取 $C_t=0.8$;
- τ_{eH} —— 剪切屈服应力, $\tau_{eH} = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ 。

8.4.2.56 水密实肋板的间距应不大于 $0.3L$, 其腹板厚度应较实肋板厚度增加 1mm 。对双舷侧结构船, 水密实肋板应与舷舱水密横舱壁在同一肋位上。

第 6 节 舷舱骨架

8.6.1 一般要求

8.6.1.2 修改如下:

8.6.1.2 对型深大于等于 6.0m 的船舶和对型深大于 3.5m 且单个货舱长度超过 40m 的船舶, 舷舱内应在舱深中部区域设置在整个货舱区域连续的平台结构。平台板距强力甲板边线的垂向距离应不大于型深的 0.5 倍。舷舱平台甲板的骨架型式应与强力甲板相同。

8.6.8 舷舱撑材

8.6.8.1 修改如下:

8.6.8.1 若在舷舱内、外舷强肋骨跨距中部设置水平撑材时, 水平撑材剖面一般应为双向对称形剖面, 比如圆形、十字形、工字钢形等。水平撑材的剖面面积 a 应不小于按本篇 6.6.5.1 计算所得之值。

第 10 节 舱壁

8.10.1 货舱横舱壁

8.10.1.2 修改如下:

8.10.1.2 货舱内横舱壁 (含货舱前后端壁) 的板厚应符合本篇 2.12.2.1 关于 深舱 舱壁的规定。当装载积载因数小于等于 $0.45\text{m}^3/\text{t}$ 的颗粒状散货时, 货舱内横舱壁 (含货舱前后端壁) 底列板 (距舱底平面的垂直高度不小于 $0.2D$) 的板厚 t 尚应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 5.2s\sqrt{h} + 1 \quad \text{mm}$$

式中: s —— 扶强材间距, m;
 h —— 计算水柱高, m, 按 8.3.4.3 确定。

8.10.1.3 修改如下:

8.10.1.3 货舱内横舱壁 (含货舱前后端壁) 扶强材和垂直桁的尺寸应符合本篇 2.12.3 和 2.12.4 关于深舱相关 的规定。当装载积载因数小于等于 $0.45\text{m}^3/\text{t}$ 的颗粒状散货时, 计算水柱高度 h 尚应不小于按 8.3.4.3 式计算所得之值。

第9章 双体船船体结构补充规定

第1节 一般规定

9.1.5 直接计算

9.1.5.1 修改如下:

9.1.5.1 对船长大于60m的双体船,其总载荷(包括船体梁波浪弯矩、连接桥总横弯矩,连接桥扭矩等)应采用直接计算方法确定。直接计算的方法应经本社同意。

9.1.5.12 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的规定船长大于60m;

(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2节 片体结构

9.2.2 船底骨架

9.2.2.2 修改如下:

9.2.2.2 中内龙骨

中内龙骨在机舱内,允许以两根间距不大于1m的旁内龙骨或基座底纵桁代替中内龙骨,如本篇图 2.5.3.1.2.4.7 所示。

第5节 上层建筑及甲板室

9.5.1 一般要求

9.5.1.2 修改如下:

9.5.1.2 除本节另有规定外,上层建筑及甲板室应满足本篇第2章的相关规定。围板允许采用压筋板结构或铝合金等轻型结构。

9.5.3 端围板壁、侧壁和内围壁板

9.5.3.2 修改如下:

9.5.3.2 除最下层上层建筑及甲板室端围板外,其它围板第二、第三层端围板的厚度一般不小于3mm。

9.5.4 端壁扶强材围壁扶强材

9.5.4.2 修改如下:

9.5.4.2 除最下层上层建筑及甲板室端围板扶强材外,其它围板第二、第三层端扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 10s \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——扶强材间距, m。

9.5.4.3 修改如下:

9.5.4.3 与甲板纵桁相对应的端壁部位应设置扶强材,该扶强材兼作支柱时应满足支柱的要求。

9.5.4.3 上层建筑或甲板室的围壁强扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 6sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——强扶强材间距，m；

l ——强扶强材跨距，m。

支持甲板纵桁、甲板强横梁的强扶强材的剖面面积 a （含宽度不大于扶强材间距的带板），应符合本篇 2.11.3.3 的规定。

删除 9.5.5、9.5.6、9.5.7

~~9.5.5—侧围壁~~

~~9.5.5.1—侧围壁的厚度应不小于3mm。~~

~~9.5.5.2—侧围壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：~~

$$W = 10s \quad \text{cm}^3$$

~~式中： s ——扶强材间距，m。~~

~~9.5.5.3—侧围壁扶强材的设置应与甲板横梁对齐。其上端应与甲板横梁连接，其下端可以削斜。~~

~~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。~~

~~9.5.7—门窗开口~~

~~9.5.7.1—外围壁门窗开口角隅处应为圆角。~~

附录 I 双体船结构直接计算

I.5 强度衡准

删除 I.5.4:

~~I.5.4—细化网格区域构件的单元应力应不大于I.5.2许用应力的1.6倍。~~

I.5.54 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 2 节 总纵强度

10.2.4 总纵弯曲强度和屈曲强度校核

10.2.4.1 修改如下:

10.2.4.1 单杆总起重量大于15t的III类工程船和船长大于等于40m的I、II类工程船除应满足本节10.2.2.1、10.2.3.1的要求外,尚应按**本节的规定**和本篇2.2.4、2.2.5的规定进行下述工况的总纵弯曲强度和屈曲强度的校核。

对 III 类工程船的作业工况,其波浪载荷均按本篇 2.2.4 对 B 级航区的规定计算。

对于固定在岸边码头作业的起重船,计算总纵弯曲强度和屈曲强度时,可不计及波浪载荷。

I 类工程船:

- (1) 满载工况(出港、到港);
- (2) 空载加压载工况(出港、到港);
- (3) 首尾部泥舱满载,其他泥舱空载;
- (4) 中部泥舱满载,其他泥舱空载。

II 类工程船:

- (1) 作业工况;
- (2) 航行(或调迁)工况。

III 类工程船:

- (1) 作业工况;
- (2) 航行(或调迁)工况。

10.2.4.5 修改如下:

10.2.4.5 当组合式浮箱船的船长大于60m或其单杆起重量大于15t时,应按**本篇2.2.4本节的規定**和2.2.5的规定校核各浮箱甲板和船底的屈服强度和屈曲强度,各浮箱的静水弯矩和波浪附加弯矩按下述规定计算:

- (1) 以浮箱组装完整状态计算各浮箱的静水弯矩 M_s ,计算时应计及连接铰链的垂向力;
- (2) 不论何种航区,浮箱的波浪附加弯矩 $M_w(\pm)$ 按下式计算:

$$M_w(\pm) = \pm k L_x^2 B_x \quad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中: L_x ——单浮箱长度, m;

B_x ——单浮箱宽度, m;

k ——系数, $k = (3913 + 2.42L_x - 0.43L_x^2) \times 10^{-4}$, 当 $k < 0.136$ 时取 $k = 0.136$ 。

新增10.2.4.6、10.2.4.7、10.2.4.8、10.2.4.9、10.2.4.10、10.2.4.11:

10.2.4.6 船体梁各计算剖面静水弯曲应力 σ_s 应按下式计算:

$$\sigma_s = 10 \frac{|M_s|}{W_c} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: M_s ——设计工况的静水弯矩, $\text{kN}\cdot\text{m}$;

W_c ——剖面计算点处的剖面模数, $\text{cm}^2\cdot\text{m}$ 。

10.2.4.7 静水弯曲应力 σ 应不大于 $137/K \text{ N/mm}^2$, 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。

10.2.4.8 船体梁各计算剖面的合成弯曲应力 σ_1 按下式计算:

$$\sigma_1 = 10 \frac{|M_s + M_w|}{W_c} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: M_s ——同本节10.2.4.6;

W_c ——同本节10.2.4.6;

M_w ——按本节规定的波浪附加弯矩, kN·m。

10.2.4.9 合成弯曲应力 σ_1 应不大于 $157/K \text{ N/mm}^2$, 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。

10.2.4.10 各计算工况船体梁剖面中和轴处舷侧外板及纵舱壁的剪切应力 τ 应按下式计算:

$$\tau_i = K_i \beta_i \frac{|F_{ext}|}{I} \frac{S}{\sum t} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: F_{ext} ——各设计工况的静水剪力极值、各计算工况的静水剪力与波浪附加剪力叠加的极值, kN, 其中波浪附加剪力按本节规定的波浪附加剪力;

I ——剪力极值处船体梁剖面惯性矩, $\text{cm}^2 \cdot \text{m}^2$;

S ——计算剖面位于中和轴以上或以下剖分面积对中和轴的静矩, $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$;

$\sum t$ ——计算剖面中和轴处舷侧外板和纵舱壁厚度之和, mm;

K_i 、 β_i ——舷侧外板、纵舱壁剪应力修正系数 (i 为0、1、2), 根据剖面型式按本篇表2.2.4.11确定。

10.2.4.11 船体梁横剖面水平中和轴处舷侧外板及纵舱壁的静水剪切应力应不大于 $80/K \text{ N/mm}^2$, 合成剪切应力应不大于 $91/K \text{ N/mm}^2$, 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。

附录 II 开槽式工程船结构直接计算

II.3 总纵弯曲强度

II.3.4 修改如下：

II.3.4 强度衡准应符合本篇1.9.5.13的规定。~~，其中细化网格区域应不大于规定许用应力的1.6倍。~~

II.4 局部强度

II.4.4 修改如下：

II.4.4 应对开槽端壁区域按本篇1.9.7.7的规定进行强度衡准。~~，其中细化网格区域应不大于规定许用应力的1.6倍。~~

第 11 章 滚装船船体结构补充规定

第 2 节 总纵强度

11.2.2 中剖面模数和中剖面惯性矩

删除11.2.2.2、11.2.2.3:

~~11.2.2.2—当强力甲板上方在船中部设有连续的上层建筑（或甲板室）时，船体梁的联合剖面模数和惯性矩计算应符合本篇4.2.4的规定。~~

~~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。~~

11.2.3 总纵弯曲强度和屈曲强度校核

11.2.3.1 修改如下:

11.2.3.1 船长大于等于50m的船舶，应按本篇7.2.3的规定和本节11.2.3.2、11.2.3.3的所述工况规定校核总纵弯曲强度和屈曲强度。~~，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。~~

11.2.3.2 修改如下:

~~11.2.3.2—计算工况:~~

~~航行装载工况:~~

~~(1) 满载出港和到港;~~

~~(2) 空船（压载）出港和到港;~~

~~(3) 载车区域中部 1/3 载车区域内装载平均荷重 q_0 的 1.5 倍荷重，载车区域两端 1/3 载车区域内各装载平均荷重 q_0 的 0.75 倍荷重的不均匀装载工况;~~

~~(4) 载车区域中部 1/3 载车区域内装载平均荷重 q_0 的 0.6 倍荷重，载车区域两端 1/3 载车区域内各装载平均荷重 q_0 的 1.2 倍荷重的不均匀装载工况;~~

~~平均荷重 q_0 按下式计算:~~

$$q_0 = G_0 / l \text{ t/m}$$

~~式中: G_0 ——总载车重量, t;~~

~~l ——载车区域长度, m。~~

~~(5) 《安全装载手册》中规定的其他装载工况或船东要求的特殊工况;~~

~~码头装卸工况;~~

~~(6) 船首部 1/4 车辆甲板长度范围内平均装载设计总载车重量 1/4 的载荷，如有压载水应计入压载水重量;~~

~~(7) 船尾部 1/4 车辆甲板长度范围内平均装载设计总载车重量 1/4 的载荷，如有压载水应计入压载水重量;~~

~~(8) 船首、尾部 1/4 车辆甲板长度范围内各平均装载设计总载车重量 1/4 的载荷，如有压载水应计入压载水重量（如本工况不能满足规范要求时，应在《安全装载手册》中明确禁止）;~~

~~(9) 《安全装载手册》中规定的其他装卸工况或船东要求的特殊工况。~~

11.2.3.2 任一纵向位置航行工况的中拱和中垂许用垂向静水弯矩、中拱和中垂许用静水剪力，应包络以下值:

(1) 对于下述的航行装载工况，分别计算中拱和中垂的最严重的静水弯矩、静水剪力:

① 满载工况，包括出港、到港;

② 空载或压载工况，包括出港、到港;

③ 载车区域中部 1/3 载车区域内装载平均荷重 q_0 的 1.5 倍荷重，载车区域两端 1/3 载车区域内各装载平均荷重 q_0 的 0.75 倍荷重的不均匀装载工况;

④ 载车区域中部 1/3 载车区域内装载平均荷重 q_0 的 0.6 倍荷重，载车区域两端 1/3 载车

区域内各装载平均荷重 q_0 的1.2倍荷重的不均匀装载工况。

平均荷重 q_0 按下式计算：

$$q_0 = G_0 / l \quad \text{t/m}$$

式中： G_0 ——总载车重量，t；

l ——载车区域长度，m。

(2) 装载手册中定义的航行装载工况的最严重的静水弯矩、静水剪力；

(3) 最小静水弯矩、静水剪力。

新增 11.2.3.3:

11.2.3.3 任一纵向位置码头工况的中拱和中垂许用垂向静水弯矩、中拱和中垂许用静水剪力，应包络以下值：

(1) 对于下述的装载工况，分别计算中拱和中垂的最严重的静水弯矩、静水剪力：

①船首部1/4车辆甲板长度范围内平均装载设计总载车重量1/4的载荷，如有压载水应计入压载水重量；

②船尾部1/4车辆甲板长度范围内平均装载设计总载车重量1/4的载荷，如有压载水应计入压载水重量；

③船首、尾部1/4车辆甲板长度范围内各平均装载设计总载车重量1/4的载荷，如有压载水应计入压载水重量（如本工况不能满足规范要求时，应在《安全装载手册》中明确禁止）；

④《安全装载手册》中规定的其他装卸工况或船东要求的特殊工况；

⑤11.2.3.2（1）所述工况。

(2) 最小静水弯矩、静水剪力。

第 12 章 趸船船体结构补充规定

第 1 节 一般规定

12.1.3 总纵强度

12.1.3.4 修改如下：

12.1.3.4 具有起重设备且单杆起重量大于10t的码头趸船、船长大于等于50m的水处理趸船、储油趸船、囤货趸船、设有各类机泵舱的工作趸船、餐饮趸船（包括可提供办公、住宿、餐饮、展览、表演及其他休闲娱乐等各种服务项目的趸船）等，除满足本节12.1.3.2、12.1.3.3的要求外尚应按本篇2.2.4、2.2.5的规定校核实际装载工况的总纵弯曲强度和屈曲强度。对于固定在岸边码头作业的趸船，计算校核时可不计及波浪载荷。

附录 I 门式结构直接计算

I.5 强度衡准

I.5.1 修改如下：

I.5.1 模型中各构件的计算应力强度衡准应符合本篇1.9.7.7的规定。

附录 II 商品汽车滚装船载车区域结构强度直接计算

II.5 强度衡准

II.5.1 修改如下：

II.5.1 模型中各构件的计算应力强度衡准应符合本篇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 1 节 一般规定

14.1.1 适用范围

14.1.4.1 修改如下:

14.1.1.1 本章适用于舱顶设计压力(表压)应不大于0.07MPa的整体液货舱舱型的化学品液货船(驳)。~~当整体液货舱的舱顶设计压力(表压)小于等于0.02MPa,船体及液货舱周界结构可按本篇第6章的规定设计。~~

14.1.4 不锈钢材料的使用

14.1.4.1 修改如下:

14.1.4.1 当船中部强力甲板及其附近或船底及其附近的构件采用不锈钢材料时,则船体的中剖面模数 W_1 应不小于按下式计算所得之值:

$$W_1 = KW_0 \quad \text{cm}^2 \cdot \text{m}$$

式中: W_0 ——按本章14.2.1.1计算所得的船体中剖面模数, $\text{cm}^2 \cdot \text{m}$;

K ——不锈钢的材料系数 K 按下式计算:

$$K = \frac{235}{R_{eHT}}$$

R_{eHT} —— 设计允许的最高货物温度下, 不锈钢的最小屈服强度或规定非比例延伸强度, N/mm^2 , 应按下列各式计算:

$$R_{eHT} = -40 \ln(T) + 127 + R_{p0.2}, \text{ 对于不含氮奥氏体不锈钢}$$

$$R_{eHT} = -48 \ln(T) + 142 + R_{p0.2}, \text{ 对于含氮奥氏体不锈钢}$$

$$R_{eHT} = -65 \ln(T) + 200 + R_{p0.2} \text{ 对于双相不锈钢}$$

T —— 设计允许的最高货物温度, $^{\circ}\text{C}$;

$R_{p0.2}$ —— 室温下, 不锈钢的最小屈服强度或规定非比例延伸强度, N/mm^2 。

对于双相不锈钢材料系数 k 应不小于0.68。

~~K ——修正系数, 应符合下列规定:~~

~~(1) 对于双相不锈钢材料, K 值应不小于按下式计算所得之值, 且不小于0.68:~~

$$K = \frac{235}{-65 \ln(T) + 200 + R_{eHT}}$$

~~(2) 对于不含氮奥氏体不锈钢材料, K 值应不小于按下式计算所得之值:~~

$$K = \frac{235}{-40 \ln(T) + 127 + R_{eHT}}$$

~~(3) 对于含氮奥氏体不锈钢材料, K 值应不小于按下式计算所得之值:~~

$$K = \frac{235}{-48 \ln(T) + 142 + R_{eHT}}$$

~~R_{eHT} ——室温下, 不锈钢的最小屈服强度或规定非比例延伸强度, N/mm^2 ;~~

~~T ——设计允许的最高货物温度, $^{\circ}\text{C}$ 。~~

~~当 $K < 1$ 时不锈钢材料的使用范围应满足本篇 1.3.2.4 的要求, 否则 K 取 1。~~

14.1.4.2 若构成整体液货舱周界的材料采用不锈钢，则在进行局部强度计算时货舱周界的最小板厚 t_1 和骨材的最小剖面模数 W_1 应按按下式折减：

$$t_1 = t - a \quad \text{mm}$$

$$W_1 = KW \quad \text{cm}^3$$

式中： t ——按本章规定计算所得的最小板厚，mm；
 ~~W ——按本章规定计算所得的骨材最小剖面模数， cm^3 ；~~
 a ——折减量，mm，按表14.1.4.2取值。

名称	折减量 a		表 14.1.4.2
	不锈钢钢板	不锈钢复合钢板	
甲板板	1		0.5
内底板	1		0.5
舱壁板（槽型舱壁板）	两面均为液货舱	0.5	0.25
	仅一面为液货舱	1	0.5

~~K ——修正系数，同本节14.1.4.1。~~

第 3 节 整体液货舱周界结构

修改为：

14.3.1 一般要求

14.3.1.1 甲板骨材可设置在货舱外面，其结构及布置应符合本篇6.7.1的规定。

14.3.1.2 液货舱区域的双层底结构不论何种骨架型式，其实肋板间距应不大于2.5m。双层底的高度在任何情况下均应不小于760mm。

14.3.1.3 横骨架式双层底未设实肋板的肋位上应设置组合肋板。

14.3.1.4 液货舱区域内应设置一道中纵舱壁，如果双壳化学品液货船的液货舱宽度小于0.65倍船宽时，可免设中纵舱壁。

14.3.1.5 船长小于等于50m时，单个液货舱的长度应不大于10m。船长大于50m时，单个液货舱的长度 l 应不大于按下式计算所得之值：

$$l = 0.2L \quad \text{m}$$

式中： L ——船长，m。

14.3.2 设计载荷

14.3.2.1 作用于整体液货舱周界结构的液体压力按下述要求确定：

(1) 对于设有压力释放阀的液货舱，液舱内液体产生的压力 P ，应取为：

$$P = \rho_L gh + P_{pv} \quad \text{kN/m}^2$$

(2) 对于没有设压力释放阀的液货舱，液舱内液体产生的压力 P ，应取下列两式计算之大值：

$$P = \rho_L g (h + 0.5h_{air}) \quad \text{kN/m}^2$$

$$P = \rho_L g (h + 0.5) \quad \text{kN/m}^2$$

式中： ρ_L ——液舱的液体密度， t/m^3 ，取装载手册限定的最大货物密度，且不小于1.0；

h ——对于一般板，从板列下缘量至液舱最高点（不包括小舱口）的垂直距离， m ；
对于骨材，从骨材跨长中点量至液舱最高点（不包括小舱口）的垂直距离， m ；

对于槽形舱壁板，按本节 14.3.9 确定；

P_{PV} ——设计蒸汽压力，取不小于 20 kN/m^2 ；

h_{air} ——液舱顶之上的空气管或溢流管高度， m 。

14.3.2.2 整体液货舱周界结构的设计载荷 P ， kN/m^2 ，除按 14.3.2.1 的计算外，尚应满足化学品船舱室密性试验设计压力的要求。

14.3.3 甲板

14.3.3.1 液货舱区域强力甲板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = acL + 1.6s\sqrt{KP} \quad \text{mm}$$

式中： c ——系数，纵骨架式取 0.04，横骨架式取 0.05；

a ——航区系数，A 级航区取 1，B 级航区取 0.85，C 级航区取 0.75；

L ——船长， m ，当 L 小于 70m 时，取 $L = 70$ ， L 大于 100m 时，取 $L = 100$ ；

s ——骨材间距， m ；

P ——按 14.3.2 确定的强力甲板的设计载荷， kN/m^2 ；

K ——为材料换算系数，按本篇 1.3.2.3 确定或按 14.1.4.1 确定。

14.3.3.2 强力甲板的最小厚度应不小于本篇 2.4.1 的规定。

14.3.3.3 当强力甲板上设有凸形甲板结构时，凸形甲板侧壁外侧的甲板边板宽度应不小于 760mm，且厚度应满足本节 14.3.3.2 对强力甲板的最小厚度要求。

14.3.4 内底板

14.3.4.1 整体液货舱内底板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值，且不小于船底板厚度的 0.8 倍：

$$t = 1.6s\sqrt{KP} \quad \text{mm}$$

式中： s ——骨材间距， m ；

P ——按 14.3.2 确定的内底板的设计载荷， kN/m^2 ；

K ——为材料换算系数，按本篇 1.3.2.3 确定或按 14.1.4.1 确定。

14.3.5 甲板骨架

14.3.5.1 布置在液货舱内的强横梁和甲板纵桁均应在其腹板上开设半径一般为 30~50mm 的半圆孔，其直边应沿甲板下表面以使气体流通，半圆孔的间距应不大于 1m。

14.3.5.2 甲板横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.43KPs l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——横梁间距， m ；

l ——横梁跨距， m ；

P ——按 14.3.2 确定的甲板横梁的设计载荷， kN/m^2 ；

K ——为材料换算系数，按本篇 1.3.2.3 确定或按 14.1.4.1 确定。

14.3.5.3 甲板纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.59KPs l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——纵骨间距， m ；

l ——纵骨跨距， m ；

P ——按 14.3.2 确定的甲板纵骨的设计载荷， kN/m^2 ；

K ——为材料换算系数，按本篇 1.3.2.3 确定或按 14.1.4.1 确定。

14.3.5.4 甲板纵骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 1.1(C_w W^{2/3} + f)l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节14.3.5.3确定的剖面模数, cm^3 ;

f ——纵骨带板剖面面积, cm^2 ;

l ——同本节14.3.5.3式;

C_w ——系数, 角钢取0.73, 球扁钢取0.66。

14.3.5.5 纵骨架式强横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 0.66KPl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——强横梁间距, m ;

l ——强横梁跨距, m ;

P ——按14.3.2确定的甲板强横梁的设计载荷, kN/m^2 ;

K ——为材料换算系数, 按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

14.3.5.6 纵骨架式甲板纵桁的尺寸不小于强横梁。

14.3.5.7 横骨架式甲板纵桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 0.61KPl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: b ——甲板纵桁支撑面积的平均宽度, m ;

l ——纵桁跨距, m ;

P ——按14.3.2确定的甲板纵桁的设计载荷, kN/m^2 ;

K ——为材料换算系数, 按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

14.3.5.8 甲板纵桁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

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

式中: W ——按本节14.3.5.7确定的剖面模数;

l ——同本节14.3.5.7式。

14.3.5.9 横骨架式强横梁的剖面尺寸不小于甲板纵桁。

14.3.5.10 甲板强横梁和甲板纵桁其剖面尺寸也可以参考第2章第10节无支柱甲板强骨架确定, 其中计算载荷相当水柱高度 h 按照本节14.3.2换算得到。甲板强横梁和甲板纵桁其剖面尺寸也可以按板架理论计算确定或按本篇1.9.7的规定由直接计算确定。计算时, 假定甲板纵桁的两端为刚性固定, 甲板强横梁的两端为简支, 设计载荷按照本节14.3.2确定, 许用弯曲应力 $128/K \text{ N/mm}^2$, 其中 K 为材料换算系数, 按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

14.3.6 双层底骨架

14.3.6.1 组合肋板内底骨材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 0.43KPl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——肋骨间距, m ;

l ——肋骨跨距, m ;

P ——按14.3.2确定的内底骨材的设计载荷, kN/m^2 ;

K ——为材料换算系数, 按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

内底骨材的剖面模数尚应不小于外底骨材剖面模数的0.85倍。

14.3.6.2 纵骨架式双层底内底纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 0.52KPl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——纵骨间距, m ;

l ——纵骨跨距, m ;

P ——按14.3.2确定的内底纵骨的设计载荷, kN/m^2 ;

K ——为材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

内底纵骨的剖面模数尚应不小于外底纵骨剖面模数的0.85倍。

14.3.7 平面舱壁板

14.3.7.1 液货舱端部舱壁及液货舱之间舱壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 1.54s\sqrt{KP} \quad \text{mm}$$

式中： s ——舱壁扶强材间距，m；

P ——按14.3.2确定的舱壁板的设计载荷，kN/m²；

K ——为材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

14.3.7.2 液货舱纵舱壁底列板的厚度应符合本节14.3.7.1对货舱之间横舱壁的规定，顶列板的厚度应不小于舷侧顶列板的厚度。底列板与顶列板之间的板厚可适当减薄，但不小于底列板厚度的0.8倍。

14.3.7.3 双壳液货舱内舷壁底列板的厚度应符合本节14.3.7.1对货舱端部横舱壁的规定，顶列板的厚度应不小于舷侧顶列板的厚度。底列板与顶列板之间的板厚可适当减薄，但不小于底列板厚度的0.8倍。内舷壁一般应直接延伸至船底板。当内舷壁延伸至内底板时，则应在内舷壁的平面内设置底纵桁。

14.3.8 平面舱壁扶强材

14.3.8.1 舱壁垂直扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.48KPs l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m；

P ——按14.3.2确定的垂直扶强材的设计载荷，kN/m²；

K ——为材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

对于垂直扶强材，当设有1道水平桁时其剖面模数取不小于上式计算所得之值的0.5倍，当设有2道水平桁时其剖面模数取不小于上式计算所得之值的0.3倍，当设有3道及以上水平桁时其剖面模数取不小于上式计算所得之值的0.25倍。舱壁水平桁应尽可能均匀分布。

14.3.8.2 舱壁水平扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.4KPs l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m；

P ——按14.3.2确定的水平扶强材的设计载荷，kN/m²；

K ——为材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

14.3.8.3 舱壁垂直桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.5KC_1Pbl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： b ——垂直桁间距，m；

l ——垂直桁跨距，m；

P ——按14.3.2确定的垂直桁的设计载荷，kN/m²；

C_1 ——垂直桁弯曲系数，按照表14.3.8.3取值；

K ——为材料换算系数，按本篇1.3.2.3确定或按14.1.4.1确定。

垂直桁弯曲系数 C_1 ⁽²⁾

表 14.3.8.3

	l_1/b_1 ⁽¹⁾	0.6 及以下	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6 及以上
C_1	一道水平桁	0.63	0.63	0.64	0.84	1.00	1.00
	两道及以上水平桁	0.45	0.48	0.52	0.76	0.94	1.00

(1) l_1/b_1 ——板架长宽比， l_1 为板架平面长度，m，取水平桁的跨距， b_1 为板架平面宽度，m，取垂直桁跨距，m。
(2) 表中未注明的数值可线性内插选取。

14.3.8.4 水平桁的剖面尺寸不小于垂直桁。

14.3.9 槽形舱壁

14.3.9.1 槽形舱壁的主尺度 b_{f-cg} ， R ， b_{w-cg} ， d_{cg} ， t 和 s_{cg} 见图14.3.9.1的定义。槽形角 ϕ 应不小于 55° 。其中槽形的折角圆弧半径应不小于板厚的2.5倍，对高强度钢的槽形的折角圆弧半径应不小于板厚的3倍。

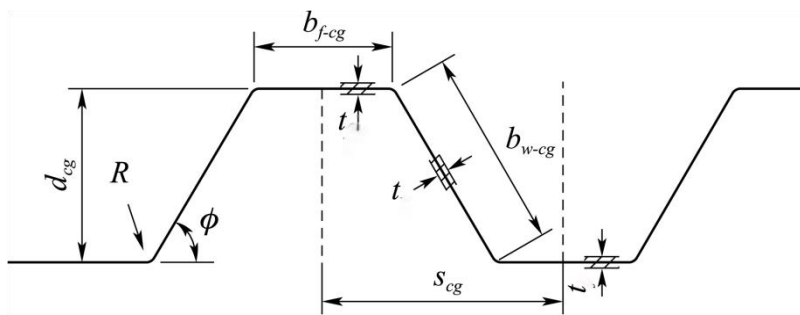


图 14.3.9.1 槽形舱壁尺度

14.3.9.2 槽形舱壁槽条深度 d_{cg} ，应不小于按下式计算所得之值：

$$d_{cg} = \frac{1000l_c}{15} \quad \text{mm}$$

式中： l_c ——槽形舱壁跨距，m。

14.3.9.3 槽形舱壁厚度 t 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t_1 = 5.56 \sqrt[3]{\frac{|P|s_{cg}l_c^2 b_{f-cg}^2}{d_{cg} \left(\frac{b_{f-cg}}{2} + \frac{b_{w-cg}}{3} \right)}} \quad \text{mm}$$

$$t_2 = \max(b_{f-cg}, b_{w-cg}) \times 10 \quad \text{mm}$$

$$t_3 = \frac{0.642K|P|s_{cg}l_c^2}{d_{cg} \left(\frac{b_{f-cg}}{2} + \frac{b_{w-cg}}{3} \right)} \quad \text{mm}$$

$$t_4 = 1.5b_p \sqrt{KP} \quad \text{mm}$$

式中：

- P —— 按 14.3.2 确定的槽形舱壁的设计载荷, kN/m^2 , 其中:
 对于 t_1 和 t_3 , h 取槽形舱壁跨距中点至液舱最高点 (不包括小舱口) 的垂直距离, m ;
 对于 t_4 , h 取舱壁板列下缘至液舱最高点 (不包括小舱口) 的垂直距离, m ;
- l_c —— 槽形舱壁跨距, m ;
- s_{cg} —— 槽形全宽, m ;
- b_{fcg} —— 槽形平面部分宽度, m ;
- b_{w-cg} —— 槽形斜面部分宽度, m ;
- d_{cg} —— 槽形深度, mm ;
- b_p —— 槽形板宽度:
 $b_p = b_{fcg}$ 对于图 14.3.9.1 定义的翼板, m ;
 $b_p = b_{w-cg}$ 对于图 14.3.9.1 定义的腹板, m ;
- K —— 材料换算系数, 按本篇 1.3.2.3 确定或按 14.1.4.1 确定。

14.3.9.4 垂直槽形舱壁若设置水平桁, 水平桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = cKPbl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: c —— 系数, $c = 0.333D_h / b_1$;

D_h —— 舱壁深度, m ;

b_1 —— 舱壁宽度, m ;

b —— 水平桁支持宽度, m , 即水平桁与舱底、舱顶间距中点之间的距离;

l —— 水平桁跨距, m ;

P —— 按 14.3.2 确定的水平桁的设计载荷, kN/m^2 ;

K —— 为材料换算系数, 按本篇 1.3.2.3 确定或按 14.1.4.1 确定。

14.3.9.5 槽形舱壁的槽形可以垂直布置或水平布置。应避免横舱壁和纵舱壁的槽形同时为水平布置。

14.3.9.6 垂直槽形横舱壁与舷侧连接的平直部分宽度应不大于槽形的平直宽度且不大于 600mm , 否则应增设垂直加强筋 (或扶强材)。

14.3.9.7 水平槽形舱壁应在垂直槽形舱壁的平直部分与垂直槽形舱壁相交, 且垂直槽形舱壁的平直宽度 b_{fcg} 应不小于水平槽形舱壁的深度 d_{cg} 。

14.3.9.8 槽形舱壁的槽形如水平布置时应设置垂直桁。水平槽形纵舱壁的垂直桁间距应不大于强肋骨或强横梁的间距且应与强肋骨或强横梁在同一平面内; 水平槽形横舱壁的垂直桁间距应不大于甲板纵桁或船底龙骨的间距且应与甲板纵桁或船底龙骨在同一平面内。垂直桁的剖面模数应不小于 14.3.8.3 的要求。

14.3.9.9 若在槽形舱壁一面设置水平桁或垂直桁时, 其腹板的计算高度取面板与槽形壁间的最小距离。若在槽形舱壁两面对称设置水平桁或垂直桁时, 其腹板的计算高度取两面板之间的垂直距离。水平桁或垂直桁的腹板应嵌入槽形焊接。

若在槽形舱壁一面设置水平桁或垂直桁时, 其腹板的一侧应设有肘板, 肘板间距应为槽形的全宽。肘板的一边和桁材面板焊接, 另一边的宽度应不小于腹板高度的一半, 肘板厚度与桁材腹板厚度相同。

14.3.9.10 垂直槽形舱壁坐落在内底板上时应符合下述规定:

(1) 若双层底为横骨架式时, 则应在横向槽形舱壁的一侧翼板的下方应设置实肋板, 在另一侧翼板的下方应设置横向加强桁材, 如图 14.3.9.10 (1) 所示。纵向槽形舱壁的两翼板应在组合实肋板端部连接肘板的区域内, 如图 14.3.9.10 (2)。

(2) 若双层底为纵骨架式时, 则应在纵向槽形舱壁的翼板下方设置纵桁或纵向加强桁

材，如图 14.3.9.10 (1) 所示。横向槽形舱壁的两翼板应在内底纵骨端部连接肘板的区域内，如图 14.3.9.10 (2)。

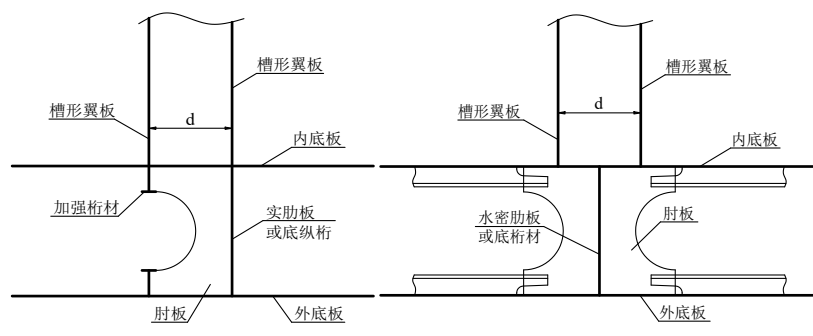


图 14.3.9.10 (1)

图 14.3.9.10 (2)

图 14.3.9.10 (1) 中，加强桁材的剖面模数应不小于内底纵骨或内底骨材剖面模数的 1.5 倍。加强桁材的跨间应设置如图所示的支撑肘板。肘板的间距应不大于 2 个肋距，厚度应不小于该处船底板的厚度且应与内外底板、加强桁材、实肋板（或底纵桁）及外底骨材（或纵骨）有效焊接。

14.3.9.11 水平槽形舱壁若坐落在内底板上时，其平直板的下方应设置实肋板或底纵桁。

14.3.9.12 在甲板下应设两道强横梁或甲板纵桁，与垂直槽形舱壁槽形平面部分安装在同一条直线上。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2025

第2篇 轮机

目 录

第1章 通 则	- 1 -
第1节 一般规定	- 1 -
第2章 泵与管系	- 2 -
第1节 一般规定	- 2 -
第2节 金 属 管	- 2 -
第3章 船舶管系	- 4 -
第1节 一般规定	- 4 -
第4章 动力管系	- 5 -
第2节 燃油管系	- 5 -
第5节 冷却水管系	- 5 -
第6章 柴 油 机	- 6 -
第1节 一般规定	- 6 -
附录4 电控柴油机的补充规定	- 7 -
2 设计与安装	- 7 -
第8章 轴系及螺旋桨	- 8 -
第2节 轴 系	- 8 -
第4节 扭转振动	- 8 -
第5节 回旋振动	- 8 -

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.1 适用范围

增加1.1.1.3

1.1.1.3 电力推进船舶的发电机组原动机应满足本篇对于“主机”的相关要求。

第2章 泵与管系

第1节 一般规定

2.1.6 管路布置和舱柜分隔

2.1.6.2 修改如下：

2.1.6.2 管子穿过水密或气密结构处，应采用贯通配件或座板或复板。

第2节 金属管

2.2.2 钢管管壁厚度的计算

2.2.2.1 修改如下：

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：

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

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%，另当管子内部介质与穿过舱柜内介质相同时，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	一般海江水管系^①	3.02.0^②
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	海水管系^③	3.0

~~注①：如江水冷却管系、舱底水管系、压载管系、消防水管系以及其他输送江水介质的管系；~~

~~②对于内径大于等于 150mm 的管子，一般应取 3.0mm；~~

~~③系指航行于青海湖、入海口等海水环境或类似水体环境船舶的海水冷却管系、舱底水管系、压载管系、消防水管系以及其他输送海水介质的管系。~~

2.2.2.6 修改如下：

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。

(1) 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;

(2) 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%, 但不应超过 1mm;

(3) 当管子内部介质与穿过舱柜内介质相同时, 且管子内外保护措施及施工工艺保持一致性, 则可不必要重复计及腐蚀余量;

(4) 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;

(5) 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)			
	一般用管 ^{③④⑥⑧⑩} ⑨	与船体结构有关的舱柜的空气管、溢流管和测量管 ^① ②③④⑥⑦⑧	舱底、压载水管、一般海水管和液舱内的蒸气加热盘管 ①③④⑥⑦⑧	通过压载舱和燃油舱的舱底水管、空气管、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	1.6			
13.5~19.3	1.8			
20	2.0			
21.3~25	2.0		3.2	
26.9~33.7	2.0		3.2	
38~44.5	2.0	4.5	3.6	6.3
48.3	2.3	4.5	3.6	6.3
51~63.5	2.3	4.5	4.0	6.3
70	2.6	4.5	4.0	6.3
76.1~82.5	2.6	4.5	4.5	6.3
88.9~108	2.9	4.5	4.5	7.1
114.3~127	3.2	4.5	4.5	8.0
133~139.7	3.6	4.5	4.5	8.0
152.4~	4.0	4.5	4.5	8.8
168.3	4.5	5.0	5.0	8.8
177.8				
193.7	4.5	5.4	5.4	8.8
219.1	4.5	5.9	5.9	8.8
244.5~273	5.0	6.3	6.3	8.8
298.5~368	5.6	6.3	6.3	8.8
406.4~457	6.3	6.3	6.3	8.8

第3章 船舶管系

第1节 一般规定

3.1.4 海水箱

3.1.4.2 修改如下：

3.1.4.2 海水箱一般应设有压缩空气或蒸汽的吹洗管，吹洗压力应不致损坏其结构。

~~船长小于30m的船舶，~~如因实际需要，未设压缩空气或蒸汽系统的船舶，可用其他等效措施替代，如用消防水冲洗等，若在海水箱上接消防水冲洗，应装设钢或铜质的截止回阀。

第4章 动力管系

第2节 燃油管系

4.2.2 燃油舱柜

4.2.2.7 修改如下：

4.2.2.7 主机、发电机组原动机和燃油加热用辅锅炉应能由至少2个日用油柜或1个中间有油密隔板的油柜供给燃油，每个油柜的容量应至少能供应主机在最大持续功率和发电机及辅锅炉在正常负荷情况下运行4h。

对蓄电池混合动力推进船舶，如蓄电池组容量能够维持船舶在最大持续推进功率情况下运行4h，则可仅设一个日用燃油柜。

第5节 冷却水管系

4.5.1 冷却水泵

新增4.5.1.4

4.5.1.4 对电池动力船舶或设置2套推进系统的电力推进船舶，应设置1台能使船舶正常航行的足够排量的备用冷却水泵。

4.5.2 管路

新增4.5.2.7

4.5.2.7对电力推进船舶，冷却水管系应设置压力监测装置及冷却水压力低报警。

第6章 柴油机

第1节 一般规定

6.1.6 最低稳定转速

6.1.6.1修改为:

6.1.6.1 主机应具有良好的低转速工作性能。一般最低稳定工作转速：低速机（额定转速 $\leq 300\text{r/min}$ ）不大于额定转速的30%；中速机（ $300\text{r/min} < \text{额定转速} \leq 1000$ ~~1400~~ r/min ）不大于40%；高速机（额定转速 > 1000 ~~1400~~ r/min ）不大于45%。

附录 4 电控柴油机的补充规定

2 设计与安装

2.2 电控系统

2.2.3 修改如下：

2.2.3 电控系统中因功能故障可能影响主推进柴油机正常运转的设备，应具有双套系统，如电子控制器、曲轴转角测量装置，两套系统的类型与功能完全相同，当其中之一出现故障时，另一套系统能自动替换前一套继续工作，以维持柴油机正常运转，并同时发出相关报警。

对于拟用于两台或两台以上主推进柴油机船舶的电控柴油机，如通过风险分析表明：基于任一单一故障原则，当其中任何一台柴油机的电控系统发生故障导致该柴油机停止工作时，其余柴油机仍能输出船舶正常航行所需要的功率，则每台柴油机可不必配备双套电控系统，发生故障的电控系统应能及时予以更换并投入使用。

第8章 轴系及螺旋桨

第2节 轴系

8.2.5 轴承的布置

8.2.5.3 修改如下：

8.2.5.3 按本节8.2.5.2中公式确定的轴承间距，还应使轴系的回旋振动符合本章第5节的有关规定。若因布置困难，轴承间距超过本节8.2.5.2公式确定的轴承间距或轴承间距过小，应提供相关计算文件以确保轴承负荷满足制造商的安装要求，并使轴系的回旋振动符合本章第5节的有关规定。如本社认为必要时，尚应提供轴系校中计算书。

第4节 扭转振动

8.4.1 适用范围

8.4.1.1修改如下：

8.4.1.1 本节规定适用于单机额定功率等于或大于220kW的下列系统：

- (1) 主柴油机推进系统；和
- (2) 重要用途的辅柴油机系统；
- (3) 电力推进系统。

第5节 回旋振动

8.5.1 适用范围

8.5.1.1 本节规定适用于单机额定功率大于等于220kW的下列轴系：

- (1) 具有尾轴架的轴系；
- (2) 或尾轴轴承的间距（L）与尾轴直径（D）之比L/D大于40的轴系；
- (3) 或具有万向节联轴器的轴系；

8.5.1.2 本节规定适用于(4) 符合上述（1）或（2）或（3）布置的电力推进轴系。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2025

第3篇 电气

目 录

第1章 通 则.....	1
第1节 一般规定.....	1
第2章 系统设计的一般规定.....	2
第3节 系统的保护.....	2
第5章 蓄 电 池.....	3
第1节 一般规定.....	3
第10章 船内通信、扩音(广播)系统及信号报警装置.....	4
第3节 信号报警装置.....	4
第13章 油船(驳)、化学品液货船的附加要求.....	5
第3节 危险区域内的电气设备和电缆.....	5

第1章 通则

第1节 一般规定

1.1.2 图纸和资料

1.1.2.1 修改如下：

(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能同时在网的发电机总容量大于等于 250kVA / 200kW 的船舶，若船舶设有岸电系统船载装置时，短路电流计算应考虑接入岸电的影响。）；

1.1.2 图纸和资料

1.1.2.5 删除1.1.2.5：

~~1.1.2.5 除1.1.2.1要求外，应用磷酸铁锂电池的船舶，还应将下列图纸和资料一式3份提交批准：—~~

- ~~(1) 蓄电池间布置图；—~~
- ~~(2) 蓄电池间通风系统图及计算书（如适用）；—~~
- ~~(3) 灭火设备布置图；—~~
- ~~(4) 电力系统图（包括蓄电池、BMS系统以及配电板等构成的电路系统图）；—~~
- ~~(5) 电力设备布置图（包括蓄电池、配电板等设备的安装位置）。—~~

第2章 系统设计的一般规定

第3节 系统的保护

2.3.1 一般要求

新增 2.3.1.5

2.3.1.5 对于直流综合电力系统的保护设计应满足《船舶直流综合电力系统检验指南》的相关要求。

2.3.5 馈电线路的保护

修改2.3.5.4

2.3.5.4 操舵装置控制系统的馈电线路应仅设短路保护。

第5章 蓄 电 池

第 1 节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.2 修改如下：

5.1.1.2 除另有说明外，本章适用于船用蓄电池可采用酸性铅板型或碱性镍板型或磷酸铁锂蓄电池。

第 10 章 船内通信、扩音(广播)系统及信号报警装置

第 3 节 信号报警装置

10.3.1 紧急(集合)报警装置

10.3.1.1 修改如下:

10.3.1.1 自航船舶应设有单向发信的通用报警器,其布置应能在全船所有起居处所、通常船员工作处所及对客船还应包括开敞甲板上均能听到该报警信号。若设有满10.2.3.5(1)至(6)的要求的公共广播系统时,可不必再设置独立的通用紧急报警系统(旅游船和客滚船除外)。

对主电源符合本篇 3.1.2.3 规定的船舶可免除此要求。

第 13 章 油船（驳）、化学品液货船的附加要求

第 3 节 危险区域内的电气设备和电缆

13.1.3 接地与防静电

13.1.3.2 修改如下：

13.1.2.2 为防止静电危害，液货舱（柜）、处理装置和管系应**安装按照**本篇1.4.6.14的规定进行接地。



中国船级社

钢质内河船舶建造规范

修改通报

2025

第8篇 其他

目 录

第 2 章 电力推进船舶的附加要求	- 1 -
第 1 节 一般规定	- 1 -
第 5 章 化学品液货船的补充规定	- 2 -
第 8 节 液货舱透气和除气装置	- 2 -

第 2 章 电力推进船舶的附加要求

第 1 节 一般规定

1.1.2 适用范围

新增 2.1.1.3

2.1.1.3 采用直流综合电力系统的船舶，应满足《船舶直流综合电力系统检验指南》的要求。

2.2.3 谐波

2.2.3.1 修改如下

2.2.3.1 对于有半导体变换器装置运行的网络，单次谐波至 15 次的谐波应不超过标称电压的 5%，其后逐渐减少，在 100 次谐波时应减少到 1%。对于专用的系统，例如为电力推进供电的配电板，总的电压畸变应不超过 10%。若出现更高的谐波失真，制造商应提交文件资料证明设备能在较高谐波下长期无故障地正常工作，经相关合同方同意，本社可特别考虑。

2.2.11 电路保护

2.2.11.8 修改如下

2.2.11.8 直流推进电路不应设有熔断器（适用于直流推进电机）。每一电路应通过过载继电器断开励磁回路或者通过遥控主电路断路装置进行保护。

第5章 化学品液货船的补充规定

第8节 液货舱透气和除气装置

5.8.2 液货舱除气

5.8.2.2 修改如下：

5.8.2.2 ~~设置于安全区域的风机，应设置两个止回装置，以防止当通风系统关闭时易燃和/或有毒气体进入安全区域。上述止回装置应能在船舶所有正常纵倾和横倾状态下均能操作。~~用于液货舱除气的风机及其管路，应设置于货物区域内。