第二篇　船体

第 1 章　一般规定

第 1 节　通则

1.1.1　适用范围

1.1.1.1　本篇适用于焊接结构的钢质海洋渔船。

1.1.1.2　本篇适用于渔船的主尺度比值范围为：

$$L/D \leqslant 14$$

$$B/D \leqslant 3.0$$

式中：L、B、D ——见本篇 1.1.2.1、1.1.2.2 及 1.1.2.3。

1.1.1.3　特殊船型或特殊尺度的渔船和采用新结构型式的船舶，其结构尺寸应另行考虑，并应取得船舶检验机构同意。

1.1.2　定义

1.1.2.1　船长 L(m)：沿夏季载重水线，由艏柱前缘量至舵柱后缘的长度；对无舵柱的船舶，由艏柱前缘量至舵杆中心线的长度；但均不应小于夏季载重水线总长的 96%，且不必大于 97%。

对于无舵杆的渔船（如设有全回转推进器的渔船），L 为夏季载重水线总长的 97%。

1.1.2.2　型宽 B(m)：在船中处，肋骨型线之间的最大水平距离。

1.1.2.3　型深 D (m)：在船中处，系指龙骨线量至上层连续甲板横梁上缘的垂直距离；对上层连续甲板呈阶梯状的船舶，当船中处有升高甲板时，其型深应量至较低部分甲板与升高甲板相平行的延伸线。

1.1.2.4　吃水 d (m)：在船中处，由平板龙骨上缘量至夏季载重线的垂直距离。

1.1.2.5　艏、艉垂线：艏、艉垂线应取自船长 L 的前后两端。艏垂线应与在计算长度的水线上的艏柱前缘相重合。

1.1.2.6　船中：系指船长（L）的中点处，此船长的前端点是艏柱的前缘。

1.1.2.7　龙骨线：系指在船中处，龙骨上缘或船壳板内侧与龙骨的交线，如有方龙骨则为通过方龙骨与船壳板内侧延伸线的交点且平行于龙骨斜度的线。

1.1.2.8　上层连续甲板：船体的最高一层全通甲板。

1.1.2.9　强力甲板

.1　上层连续甲板；

.2　在船中部 0.4 L 区域内长度不小于 0.15 L 的上层建筑甲板和此上层建筑区域以外的上层连续甲板。

1.1.2.10　下甲板：上层连续甲板以下第 1 层连续甲板为第 2 甲板，依次向下为第 3 甲板……总称为下甲板。

1.1.2.11　舱壁甲板：主船体内部，所有水密横舱壁都能达到的最高一层连续甲板。

1.1.2.12　平台甲板：强力甲板以下，不计入船体总纵强度的不连续甲板。

1.1.2.13　上层建筑及甲板室：在干舷甲板上，由一舷伸至另一舷的或其侧壁板离船壳板向内小于或等于 0.04 B 的围蔽建筑为上层建筑，即艏楼、桥楼、艉楼，其他的围蔽建筑为甲板室。

1.1.2.14　长上层建筑及短上层建筑：长度大于 0.15L，且不小于其高度 6 倍的上层建筑为长上层建筑，不符合长上层建筑条件的为短上层建筑。

1.1.2.15　长甲板室及短甲板室：长度大于 0.15L，且不小于其高度 6 倍的甲板室为长甲板室，不符合长甲板室条件的为短甲板室。

1.1.2.16　主要构件：船体的主要支撑构件称为主要构件，如强肋骨、舷侧纵桁、强横梁、甲板纵桁、实肋板、船底桁材、舱壁桁材等。

1.1.2.17　次要构件：一般是指板的扶强构件，如肋骨、横梁、舱壁扶强材、组合肋板的骨材等。

1.1.2.18　方形系数C_b：方形系数C_b由下式确定：

$$C_b = \nabla \Big/ (LBd) \qquad (1.1.2.18)$$

式中：∇ ——相应于夏季载重线吃水时的型排水体积，m^3；

L、B、d——见本篇 1.1.2.1、1.1.2.2 及 1.1.2.4，m。

1.1.2.19　主肋骨：防撞舱壁与艉尖舱舱壁之间，最下层甲板以下的舷侧肋骨。

1.1.2.20　甲板间肋骨：两层甲板之间的肋骨。

1.1.2.21　艏尖舱：位于防撞舱壁之前，舱壁甲板之下的舱。

1.1.2.22　艉尖舱：位于船舶尾部最后一道水密舱壁之后，舱壁甲板或水密平台甲板之下的舱。

1.1.3　特别规定

1.1.3.1　除另有规定外，本篇引用的 L、B、D 和 d 均指本篇 1.1.2.1、1.1.2.2、1.1.2.3 及 1.1.2.4 阐述的定义。

第 2 节　船体构件

1.2.1　一般要求

1.2.1.1　本篇各公式要求的剖面模数和惯性矩，除另有规定外，均为连同带板的最小要求数值。

1.2.1.2　公式或表格中，如仅规定船中部及船端的构件尺寸时，则其中间区域的构件尺寸应逐渐变化。在强构件的中断处，应有良好的过渡。

1.2.1.3　本篇各表列数值，除另有规定外，其中间值均可用内插法求得。

1.2.1.4　选用型钢时，带板与型钢组合的剖面要素可由本篇末的附录Ⅰ查得。当实际带板剖面积小于表列时，应按实际带板计算。

1.2.1.5　本篇计算所得的板厚值，如小数不大于 0.25mm，可予不计；大于 0.25mm 而小于 0.5mm 时，应进至 0.5mm；如无 0.5mm 规格时及在超过 0.5mm 时应进为 1mm。但当构件计算所得的板厚值大于 10mm 时，而小数不足 0.5mm 时可予不计；小数不小于 0.5mm 时应进为 1mm。

1.2.1.6　本规范中所规定的各种构件尺寸均系最小值。

1.2.1.7　在营运中腐蚀和磨耗特别严重的部分构件，应另行考虑适当增厚或采取其他有效措施。

1.2.2　构件的带板

1.2.2.1　主要构件带板的有效剖面积 A 应按下列各式确定，但取值不小于面板的剖面积：

.1　安装在平板上：

$$A = 10 f b t_P \quad \text{cm}^2 \qquad (1.2.2.1.1)$$

.2　安装在槽形板上且与槽向平行的：

$$A = 10at \quad \text{cm}^2 \qquad (1.2.2.1.2)$$

.3 安装在槽形板上且与槽向成直角的：

$$A = 10b_f t_f \quad \text{cm}^2 \qquad (1.2.2.1.3)$$

式中：f ——系数，$f = 0.3(l/b)^{2/3}$，但不大于 1；

b——主要构件所支承的面积的平均宽度，m；

t_P——带板的平均厚度，mm；

l——主要构件的长度，m；

a——槽形板平面部分的宽度，m；

t——槽形板厚度，mm；

b_f——主要构件面板宽度，m；

t_f——主要构件面板厚度，mm。

1.2.2.2 次要构件的带板宽度，取一个骨材间距。

1.2.3 构件的跨距点

1.2.3.1 除另有规定外，本篇计算构件所取的计算距离均为跨距点之间的有效跨距。

1.2.3.2 主要构件的跨距点应取距离构件末端为b_e的点(见图 1.2.3.2)。

$$b_e = b_b(1 - \frac{d_w}{d_b}) \qquad (1.2.3.2)$$

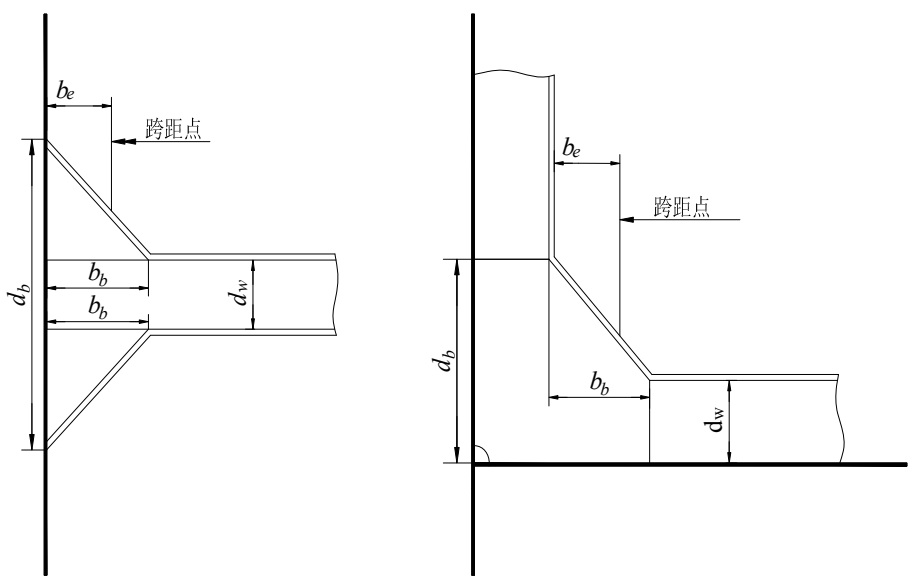


图 1.2.3.2 主要构件的跨距量取点

1.2.3.3 次要构件的跨距点，当设置端部肘板时，如图 1.2.3.3-1 所示。当不设置端部肘板时，跨距点取在该构件的端部，如图 1.2.3.3-2 所示。

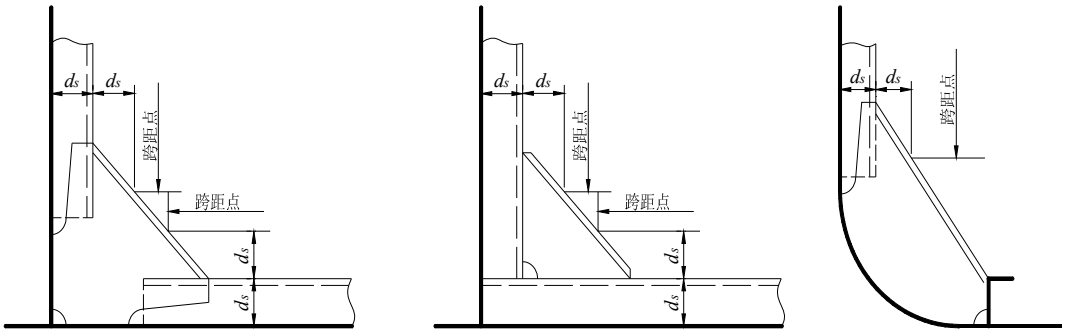


图 1.2.3.3-1　次要构件的跨距量取点

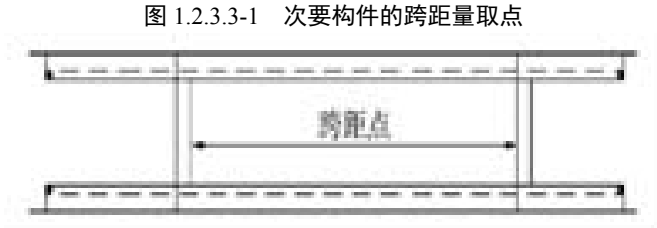


图 1.2.3.3-2　次要构件的跨距量取点

1.2.3.4　当构件相对于垂向或水平轴向倾斜超过 10°时，其跨距应沿构件量取。对于有曲度的构件，其跨距为跨距点之间的弦长。

1.2.3.5　如果构件两端的支撑结构不能有效地防止转动和位移，则构件使用的有效跨距应另行考虑。

1.2.4　结构细则

1.2.4.1　主要构件的布置应确保结构的有效连续性，避免剖面或高度的突然变化。当构件在舱壁或其他主要构件的两侧对接时，应保证其位置在同一直线上。主要构件要构成一个连续性的支撑，并尽可能构成一个完整的环形框架，环形框架的连接处应尽可能采用弧形肘板，弧形半径应不小于邻接构件的腹板高度。

1.2.4.2　除另有规定外，主要构件的腹板厚度 t_w 应不小于 $0.01\,S_w$，其中 S_w 为腹板上的扶强材间距或无扶强的腹板高度(mm)；在货舱内 t_w 应不小于 7mm，在液体舱内应不小于 8mm；对船长小于 60m 但不小于 40m 的渔船可减少 1mm，对船长小于 40m 的渔船可减少 2mm。

1.2.4.3　主要构件的面板剖面积 A_f 一般应不超过 $d_w t_w/150(\mathrm{cm}^2)$，其中 d_w 为腹板的高度(mm)；t_w 为腹板厚度(mm)。

1.2.4.4　主要构件应设置防倾肘板。当主要构件为对称剖面时，应每 4 个骨材间距在腹板的两侧对称设置防倾肘板或每 2 个骨材间距于腹板的两侧交错设置防倾肘板。当主要构件为非对称剖面时，应每隔 1 根骨材设置单侧的防倾肘板。主要构件承受集中载荷处也应设置防倾肘板。在主要构件端肘板的趾端处，如果腹板高度与其厚度之比大于 55，也应设置防倾肘板或加强筋。

1.2.4.5　主要构件防倾肘板的高度应伸至面板，宽度应不小于其高度的 40%；当主要构件的面板或折边无支撑的宽度超过 $15t$(t 为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 t_b(mm)与主要构件腹板厚度相同。当防倾肘板的自由边长 l_b(m)大于 $0.06t_b$ 时，则防倾肘板应有面板或折边，其面板或折边的截面积 A（cm^2），一般应不小于 $10l_b$。

1.2.4.6　所有结构上的开口应尽量避开应力集中区域，如无法避开时应作相应补偿。开口的角隅处均应有良好的圆角。构件与板材直接连接时应避免出现硬点。

1.2.4.7　在船中 0.4L 区域内，当强力甲板纵桁的腹板高度大于 $65tK$ (t 为腹板厚度，K 为材料系数)时，应设置平行于面板的加强筋。

1.2.5　次要构件的端部连接

1.2.5.1　除另有规定外，次要构件的端部连接应符合本条的规定。

1.2.5.2　次要构件的端部一般应设置连接肘板，如图 1.2.5.2 所示。当次要构件穿过主要构件时，次要构件与主要构件腹板的相交处，应予以焊接。

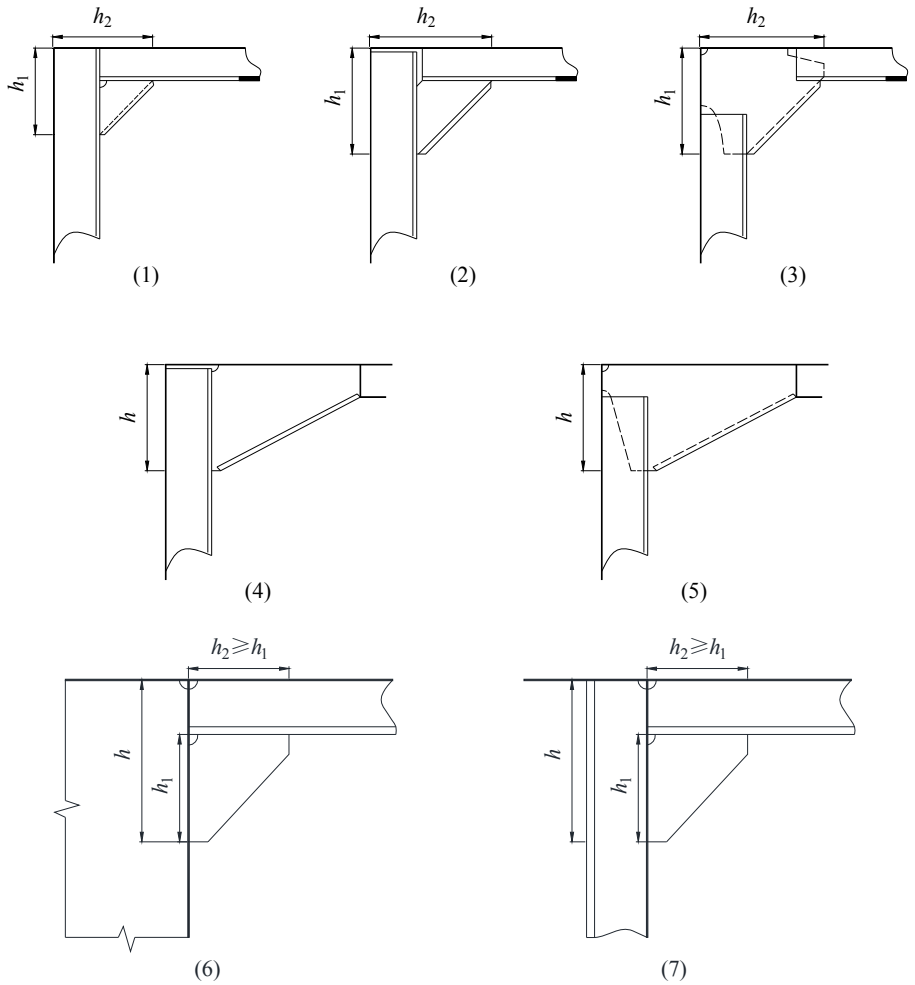


图 1.2.5.2　次要构件的连接肘板

1.2.5.3　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，应设置连接肘板以保证结构的纵向连续性。位于舱壁或横向主要构件两侧的肘板应对齐。

1.2.5.4　确定肘板尺寸的骨材剖面模数 W 应按下述规定选取：

.1　对次要构件连接到主要构件上的肘板，W 为次要构件的剖面模数；

.2　肋骨端部的肘板，W 为肋骨的剖面模数；

.3　其他肘板，W 为连接构件中的剖面模数的较小者。

1.2.5.5　肘板的厚度 t 应不小于骨材的腹板厚度，且应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.25\sqrt{W} + 3.5 + C \quad \text{mm} \tag{1.2.5.5}$$

式中：W ——骨材剖面模数，cm^3；

C ——系数，按下述要求确定：

C =1.5，无折边的肘板；

C =1.0，液舱中的肘板；

C =2.5，液舱中无折边的肘板；

C =0，其他。

1.2.5.6　骨材高度 h>100mm 或肘板的自由边长大于肘板厚度的 40 倍时，肘板应有折边或面板。折边或面板宽度 b 应不小于按下式计算所得之值：

$$b = 0.04W + 40 \quad \text{mm，且不小于 50mm}$$

式中：W ——骨材剖面模数，cm^3。

1.2.5.7　肘板的臂长 h 应不小于 2.2 倍的骨材腹板高度(但当骨材端部焊接时可减为不小于 2 倍，见图 1.2.5.2(1)。当 $W \geqslant 400cm^3$ 时，还应不小于按下式计算所得之值：

$$h = 75\sqrt{\frac{W}{t - t_c}} \quad \text{mm} \tag{1.2.5.7}$$

式中：W ——骨材剖面模数，cm^3；

t——肘板的厚度，mm；

t_c ——腐蚀余量，按本篇 1.6.3.2 确定。

1.2.5.8　肘板的两臂长应尽可能相等。如肘板的两臂长不等时，应符合下述要求：

$$h_1 + h_2 \geqslant 2h \tag{1.2.5.8-1}$$

$$h_1 \geqslant 0.8h \tag{1.2.5.8-2}$$

$$h_2 \geqslant 0.8h \tag{1.2.5.8-3}$$

式中：h_1、h_2——肘板两臂的实际臂长，如图 1.2.5.2 所示，mm；

h——肘板的臂长，mm，见本篇 1.2.5.7。

1.2.5.9　当骨材与肘板的连接采用搭接时，搭接长度应不小于骨材腹板高度的 1.25 倍。

1.2.5.10　当骨材用肘板与主要构件连接时，该肘板一般应延伸至主要构件的面板。

1.2.6　主要构件的端部连接

1.2.6.1　除另有规定外，主要构件的端部连接应符合本条的规定。

1.2.6.2　主要构件的端部应设置连接肘板。当肘板连接两个主要构件时，肘板的尺寸可按剖面模数较小的主要构件的尺寸确定。

1.2.6.3　包括主要构件腹板高度在内的端肘板臂长，应不小于 2 倍的主要构件的腹板高度，肘板的厚度应不小于主要构件腹板的厚度。肘板应有折边或面板，其尺寸一般与主要构件的面板相同。主要构件的腹板应与连接构件相焊接。当肘板无支撑的臂长大于$100t$（t 为肘板的腹板厚度）时，应设置平行于肘板面板的加强筋。

1.2.6.4　非液舱内的主要构件，采用整体式端肘板与舱壁连接时（即主要构件的腹板在端部逐渐升高），肘板臂长应不小于 1.5 倍的主要构件的腹板高度。主要构件的腹板应与舱壁相焊接，面板应连续延伸至舱壁。

1.2.6.5　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，可以要求增大垂直构件的尺度。

1.2.6.6　为避免主要强力构件端部的应力集中，在大型肘板趾端处，其腹板厚度应适当加厚，肘板的面板应向端部削斜。趾高一般应不大于肘板趾部厚度 t_w，且应不小于 15mm。建议的大型肘板趾端结构型式，见图 1.2.6.6。

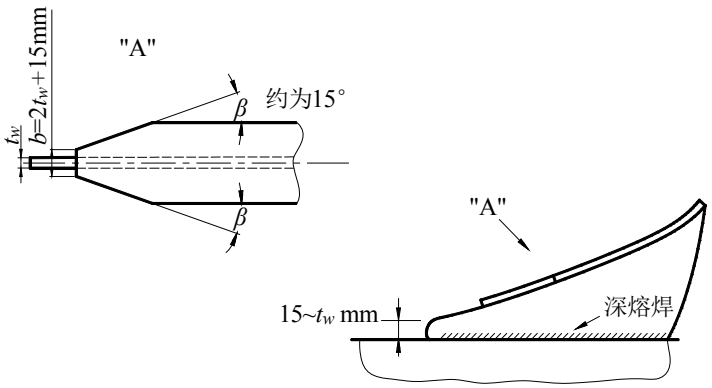


图 1.2.6.6　肘板趾端结构型式

1.2.7　骨材的标准间距

1.2.7.1　肋骨、横梁或纵骨（船底、舷侧、甲板）的标准间距 s_b 应按式(1.2.7.1)计算，且不大于 0.7m。

$$s_b = 0.0016L + 0.5 \quad \text{m} \tag{1.2.7.1}$$

1.2.7.2　在艏、艉尖舱内，肋骨或舷侧纵骨的标准间距 s_b 应为按本篇 1.2.7.1 计算所得值和 0.6m 的较小者。

1.2.7.3　在船端 0.05 L 区域内，上层建筑及甲板室的甲板纵骨或横梁的标准间距 s_b 应按本篇 1.2.7.1 计算所得值和 0.6m 的较小者。

第 3 节　船体结构用钢

1.3.1　一般要求

1.3.1.1　船用钢材的制造和试验应符合第七篇第 1 章及第 2 章的有关规定。

1.3.1.2　船体结构用钢的化学成分和力学性能应符合第七篇第 3 章的有关规定。

1.3.1.3　艉柱、舵柱、艉轴架、舵杆及其他结构用的锻钢件、铸钢件应符合第七篇第 4 章和第 5 章的有关规定。

1.3.1.4　钢以外的其他材料应根据等效原则特殊考虑。

1.3.1.5　对船长小于 30m 的船舶，其次要构件、短上层建筑及甲板室允许使用沸腾钢。

1.3.1.6　除另有规定外，钢材的弹性模量可取为 2.06×10^5MPa。

1.3.2　材料级别

1.3.2.1　船体结构所用的钢级及其化学成分和力学性能应满足第七篇第 3 章第 2、3、4 节的要求。

1.3.2.2　正常气温下的船体结构用钢可以使用 A/AH 级钢。

1.3.3　对冷藏和冻结室结构用钢的要求

1.3.3.1　当冷藏舱和冻结室内结构的最低设计温度低于 0℃时，其甲板板、甲板纵桁腹板、与甲板连接的纵舱壁上列板、支承舱口盖的承梁及其面板，所选用的钢材级别一般应符合表 1.3.3.1 的规定。

冷藏舱及冻结室内船体用钢和钢级　　表 1.3.3.1

设计温度 / 钢板厚度，mm	0℃～－10℃		－10℃～－25℃		－25℃～－40℃		－40℃～－55℃	
	低碳钢	高强度钢	低碳钢	高强度钢	低碳钢	高强度钢	低碳钢	高强度钢
t≤12.5	B	AH	D	DH	E	EH	E	EH

12.5<t≤25.5	D	DH	E	EH	特殊考虑	特殊考虑	特殊考虑	特殊考虑

1.3.3.2　决定冷藏和冻结室甲板的最低设计温度可以按温度梯度计算法决定，也可按表 1.3.3.2 确定。

冷藏舱及冻结室甲板的设计温度　　表 1.3.3.2

序号	布置	甲板温度
1	冷藏舱及冻结室内甲板无绝缘材料覆盖时	以冷藏舱及冻结室内温度计算
2	甲板在冷藏舱内的一面用绝缘材料覆盖，而另一面无绝缘材料时	以无绝缘材料一面的温度为准
3	甲板的两面均有绝缘材料覆盖： 1) 温差≤11℃时 2) 11℃<温差≤33℃时	 以甲板上方和下方两舱内的平均温度计算 以甲板上方和下方两舱内的平均温度减去 3℃后计算
注：若有关的内部舱室之一为非冷藏舱或冻结室时，则该舱的温度应取为 5℃。		

1.3.4　冰区航行船舶结构用钢的要求

1.3.4.1　冰区航行作业船舶应考虑环境温度的影响。其冰带区域内的船体外板，一般应采用高一级钢材级别的钢板。

1.3.5　暴露于低气温下的船体结构用钢的要求

1.3.5.1　对于拟在低温区域（设计温度小于等于-20℃）航行的船舶，如冬季经常在北极或南极水域航行的船舶，其暴露于低气温中的船体结构用钢应根据设计温度 t_D 选取。

1.3.5.2　对船体构件所要求的钢级，应根据船体构件所取的板厚和设计温度按表 1.3.5.2 选取。

低温下要求的钢级　　表 1.3.5.2

板厚，mm	-20~-25℃		-26~-35℃		-36~-45℃		-46~-55℃	
	低碳钢	高强度钢	低碳钢	高强度钢	低碳钢	高强度钢	低碳钢	高强度钢
t≤10	A	AH	B	AH	D	DH	D	DH
10<t≤15	B	AH	D	DH	D	DH	D	DH
15<t≤20	B	AH	D	DH	D	DH	E	EH

1.3.6　铝合金材料的使用

1.3.6.1　钢质船上的上层建筑、甲板室和舱口盖等类似结构，可使用铝合金材料等效代替本规范要求的船体结构钢。使用的铝合金材料的化学成分和力学性能应符合第七篇第 8 章的有关规定。

1.3.6.2　除另有规定外，铝合金的弹性模量可取为 70000MPa。

1.3.6.3　铝合金结构的尺寸可按下式求得：

板厚：　　$t_a = t_s\sqrt{K_a}$　mm　　(1.3.6.3-1)

剖面模数：　　$W_a = W_s K_a$　cm^3　　(1.3.6.3-2)

式中：t_s ——使用低碳钢规范要求的板厚，mm；

W_s ——使用低碳钢规范要求的剖面模数，cm^3；

K_a ——铝合金的材料系数，$K_a = 235/R_{p0.2}$；

$R_{p0.2}$ ——铝合金材料在退火状态下的 0.2%规定非比例伸长应力，MPa；取不大于 70%的材料抗拉强度值。

第 4 节　船体结构的焊缝设计

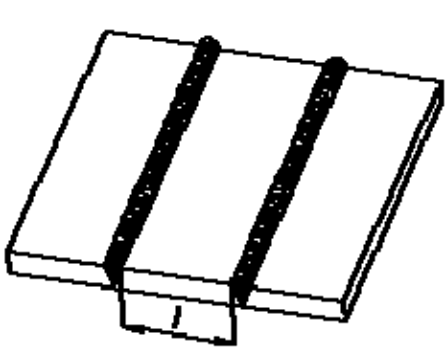
1.4.1　一般要求

1.4.1.1　本节规定适用于一般船体结构和构件的焊缝设计，特殊结构另行考虑。船体结构的焊接工艺应符合第八篇的有关规定。

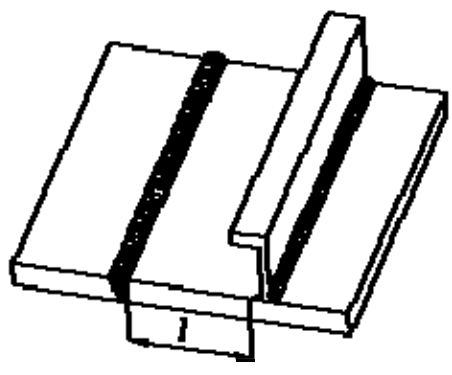
1.4.1.2　船体结构的焊缝布置应考虑到便于焊工施焊。施焊时焊缝位置尽可能采用平焊。

1.4.1.3　船体各种焊接结构应避免将焊缝布置于应力集中区域。在结构剖面突变之处应有足够的过渡区域，尽量避免焊缝过分地集中。

1.4.1.4　船体主要结构中的平行焊缝应保持一定的距离。对接焊缝之间的平行距离应不小于 100mm，且避免尖角相交；对接焊缝与角接焊缝之间的平行距离应不小于 50mm。上述焊缝之间的距离一般指两焊趾间内侧的距离（如图 1.4.1.4 所示）。



对接焊缝焊趾间距



对接与角接焊缝焊趾间距

图 1.4.1.4 焊缝间距测量位置

1.4.1.5　船体外板、甲板、内底板及舱壁板等板材的各自拼接，均应采用对接焊缝。

1.4.1.6　船体结构中，凡承受高应力的焊缝应尽量避免采用固定垫板连接。

1.4.1.7　船体结构下列部位的角焊缝应采用双面连续焊缝：

.1　风雨密甲板和上层建筑外围壁边界的角焊缝，包括舱口、升降口和其他开口处围板的角焊缝；

.2　液体舱、水密舱室的周界；

.3　基座和机器支承结构的连接处；

.4　艉尖舱内所有结构(包括舱壁扶强材)的角焊缝；

.5　液体舱内所有搭接焊缝；

.6　船首 0.25 L 区域内主要和次要构件与船底板连接处的所有角焊缝；

.7　中桁材和龙骨板的连接角焊缝；

.8　厨房、配膳室、洗衣室、浴室、厕所和蓄电池室等处门槛以下的周界角焊缝；

.9　船体所有主要、次要构件的端部与板材连接的角焊缝和肘板端部与板材连接的搭接焊缝；

.10　其他特殊结构的角接焊缝应特殊考虑。

1.4.1.8　厨房、配膳室、洗衣室、浴室、厕所和蓄电池室等处门槛以上的周界角焊缝采用单面连续焊。

1.4.1.9　船体结构主要构件焊接细节，包括焊缝型式和尺寸，应清楚地在提交审核的图纸上标明。自动

焊的使用范围应在图纸上注明。拟采用的焊接方法及其程序的细节，包括预热温度，焊后热处理方法，也应在图纸上注明供审核。

1.4.2 焊接材料

1.4.2.1 船体结构所用的焊接材料应符合第八篇第 3 章的有关规定。所选用焊接材料的级别应与船体结构用的钢级相适应，并符合表 1.4.2.1 的规定。

焊接材料的选用 **表** 1.4.2.1

焊接材料级别	船体结构钢级
1	A
2	A、B、D
3	A、B、D、E

1.4.2.2 当被焊接的两块母材的钢级不同时，则在结构不连续处或应力集中区域内应选用与较高钢级母材相适应的焊接材料，其余部位可选用与较低钢级母材相适应的焊接材料。

1.4.2.3 焊接下列船舶构件和结构时应采用低氢焊条：

.1 船体大合拢时的环形对接缝和纵桁材的对接缝。

.2 桅杆、吊货杆、吊艇架、龙门架、系缆桩等承受强大载荷的舾装件及其他所有承受高应力的零部件。

.3 要求具有较大刚度的构件，如艏框架、艉框架、艉轴架等，及其与外板和船体骨架接缝。

.4 主机基座、绞纲机基座及相连接的构件。

1.4.3 对接、搭接与塞焊焊缝

1.4.3.1 不同厚度钢板进行对接，其厚度差不小于 4mm 时，应将厚板的边缘削斜，使其均匀过渡，削斜的宽度应不小于厚度差的 4 倍。若其厚度差小于 4mm 时，可在焊缝宽度内使焊缝的外形均匀过渡。

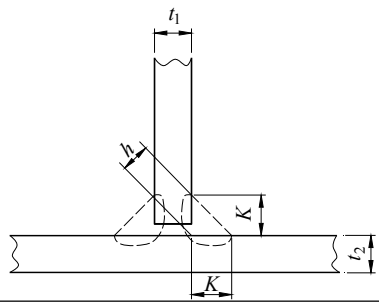
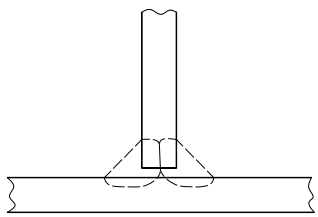
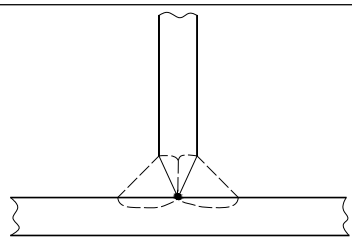
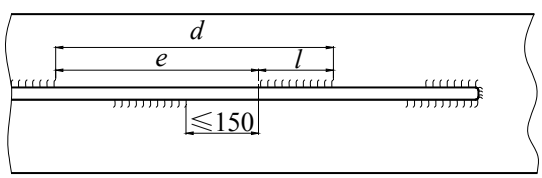
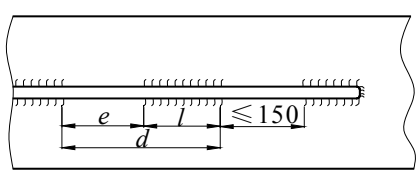
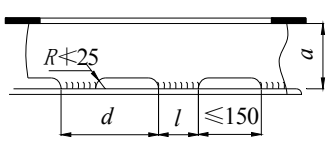
1.4.3.2 若必需采用搭接焊缝时，两板的搭接宽度应为较薄板厚度的 3 到 4 倍，但不必大于 50mm。搭接表面应紧密贴合。搭接的两端应施以连续角焊。

1.4.3.3 若外板与其内侧的型材腹板无法直接采用角焊缝进行连接时，可采用扁钢衬垫于构件腹板与外板之间，扁钢与外板的连接可用连续熔透焊缝或长孔塞焊。塞焊孔的长度应不小于 75mm，孔的宽度应不小于板厚的 2 倍，孔的端部呈半圆形，孔的间距应不大于 150mm。长孔塞焊通常不必在孔内填满焊肉。

1.4.4 角接焊缝

1.4.4.1 船体角焊缝通常应为双面焊接。角焊缝的型式和使用部位如表 1.4.4.1 所示。

角焊缝的型式　　表 1.4.4.1

序号	角焊缝名称	型式	备注
1	双面填角缝		为双面连续角焊缝的一种，用于一般结构 K——焊脚高度 h——焊喉厚度 t_1、t_2——焊件厚度
2	双面深熔角焊		为双面连续角焊缝隙的一种，用于受应力较大的结构
3	双面全焊透角焊		为双面连续角焊缝的一种，用于受高应力的结构
4	交错间断角焊缝		间断角焊缝两端部位连续包焊 l——焊缝长度 e——焊缝间距 d——焊缝节距
5	链式间断角焊缝		间断角焊缝两端部位连续包焊 l——焊缝长度 e——焊缝间距 d——焊缝节距
6	挖孔焊	 挖孔高≥0.25a 或 75mm，取较小者	孔端部周围应连续包焊

1.4.4.2　船体角焊缝的尺寸，应符合下述要求：

.1　角焊缝的焊喉厚度 h 按下式计算所得：

$$h = w_\tau t_P \frac{d}{l} \quad \text{mm} \qquad (1.4.4.2.1)$$

式中：w_τ ——焊接系数，船体结构的焊接系数规定在表 1.4.4.2.1 中。当采用认可的自动深熔焊工艺时，w_τ 可取为表值的 85%。在某些特殊载荷条件下，或必需考虑腐蚀的情况下，应适当加大 w_τ 值。

t_P ——构件的最小厚度，mm，指角焊缝连接构件中较薄一块板的厚度；

d ——焊缝节距，mm，指间断角焊缝中，前一条焊缝的起始处至后一条焊缝的起始处的长度。如表 1.4.4.1 序号 4、5、6 中所示，若角焊缝连续时，令 d 等于 l；

l ——焊缝长度，mm，指焊缝的连续长度，但应不小于 75mm；

.2　填角焊缝的焊脚高度 K 应不小于按下式计算所得之值：

$$K = \sqrt{2} w_\tau t_P \frac{d}{l} \quad \text{mm} \qquad (1.4.4.2.2)$$

式中：w_τ、t_P、d 及 l 同本条.1；

K 值也可按焊接系数 w_τ，由本篇附录 II 查得。

.3　当角接的两个构件的厚度相差甚大时，则该角焊缝的尺寸将予以特殊考虑。

焊接系数　　**表** 1.4.4.2.1

项目	焊接系数	备注
1 一般结构(除另有规定外)		
（1）水密或油密板材的周界	0.34	
（2）非密性板材的周界	0.13	
（3）纵骨、肋骨、横梁和其他次要构件与外板、甲板或舱壁板	0.10 0.13 0.21	液舱部分 端部连接处
（4）板格加强筋(即小扶强材)	0.10	
（5）搭接焊缝	0.27	双面连续焊
（6）纵骨为扁钢时，对板	0.21	
2 鱼舱区船底结构		
（1）密性的中桁材对平板龙骨	0.44	深熔焊
对内底板	0.44	深熔焊
（2）非密性中桁材(或中内龙骨)对平板龙骨	0.27	
对内底板(或中内龙骨的面板)	0.21	不开孔
（3）密性肋板、旁桁材的四周边界	0.39	
（4）非密性肋板、旁桁材(或旁内龙骨)和肘板等的四周边界	0.21 0.27	在端部 0.2 跨距长度处 在主肋骨下端舭肘板处
3 舷侧骨架		
（1）强肋骨对外板或舷侧纵桁对外板	0.16	主肋骨对外板 0.16
（2）舷侧纵桁腹板对面板或强肋骨腹板对面板	0.13	肋骨端肘板对外板 0.34
（3）舭肘板对外板或内底板	0.34	
4 甲板及其支承结构		
（1）强力甲板边板对外板		见第八篇 4.2.4 甲板边板单面或双面坡口，留根≤t/3 或 10mm,

		取小值
（2）其他甲板对外板和舱壁板(液舱边界除外)	0.21	一般为双面连续焊
（3）悬臂梁的腹板对甲板以及根部肘板对外板	0.44	
（4）悬臂梁腹板对面板	0.21	

续表 1.4.4.2.1

（5）支柱：端部连接	0.34	注
端部连接(管状)	0.44	深熔焊 t＞10mm 开坡口
（6）纵桁腹板的连接和支柱端部肘板处	0.21	
（7）舱口纵桁、甲板强横梁腹板对甲板、面板	0.16	
5 舱壁和液舱结构		
（1）在底部、内底和舭部处的水密舱壁的周界	0.39	
（2）水密舱壁上扶强材等起支柱作用者	0.13	
（3）压筋舱壁的周界	0.44	
（4）非水密舱壁的周界	0.13	
（5）制荡舱壁和开孔平台板的周界	0.10	
6 机炉舱的结构		
（1）非水密的中桁材(或中内龙骨)对平板龙骨和内底板(或中内龙骨面板)	0.27	
（2）非水密肋板对机座推力轴承座和锅炉座处的中桁材(或中内龙骨)	0.27	
（3）非水密肋板、旁桁材(或旁内龙骨)对外板和内底板	0.21	
（4）主柴油机座纵桁腹板对面板	0.44	一般为深熔焊，纵桁腹板应两边削斜，留根≤ $t/3$
主柴油机座纵桁对船体外板和内底板	0.44	
主柴油机座纵桁对实肋板	0.27	
主柴油机座纵桁对肘板	0.21	
（5）纵向或横向骨材对外板	0.13	
7 在船艏 0.25L 区域的结构		
（1）肋板和桁材(或中内龙骨、旁内龙骨等)对外板和内底板	0.21	
（2）船底纵骨对外板	0.13	
（3）横向和纵向舷侧骨架对外板	0.13	
（4）货舱舭肋板对肋骨和内底板	0.34	
（5）抗拍击纵桁对外板与肋骨	0.34	
（6）艏尖舱内的全部结构	0.13	除有关条文中要求更大的焊接系数外
8 艉尖舱内的全部结构，包括艉尖舱壁扶强材	0.21	除有关条文中要求更大的焊接系数外
9 上层建筑与甲板室		
（1）外围壁对甲板	0.34	第一层与第二层建筑
	0.21	其余各层
（2）内隔壁对甲板	0.13	
10 舱口及关闭装置		
（1）舱口围板对甲板	0.34	角隅处为 0.44
（2）舱口围板扶强材(加强筋、肘板)对舱口围板	0.13	
对甲板	0.21	
（3）舱口盖板支承扁钢	0.16	
（4）楔耳和配件等	0.44	可要求加强焊
（5）舱口盖结构	0.10	对液舱盖或上方承受负荷的舱口盖为 0.13

11 操舵控制系统		
（1）舵		
a 组合下舵杆、下舵杆内部隔板与舵叶板的连接	0.44	可要求加强焊
b 舵叶板和内隔板的长孔塞焊	0.44	
c 其余结构	0.21	
（2）导流管、推进器的人字架等的主结构	0.44	
其余结构	0.21	
（3）侧推器、减摇装置的主结构	0.44	
其余结构	0.21	
12 艏装设备及其他附件		
（1）入孔盖围槛对甲板、内底板舱壁	0.34	
（2）外板或风雨密围壁上的门框结构	0.34	
（3）水密门上的加强筋	0.21	
（4）通用筒空气管等的围板对甲板	0.34	
其他部位处	0.21	
（5）通风筒等附件	0.21	
（6）流水孔及排水口对甲板	0.44	
（7）桅、起重柱、起重柱支架等对甲板	0.44	见第八篇 4.2.5
（8）各种机械基座对甲板	0.21	特殊设备由设计决定
（9）带缆桩等系泊设备底座对甲板	0.21	可要求加强焊或完全焊透
（10）舷墙支撑肘板对甲板	0.21	
（11）舷墙连接件栏杆、支柱等对甲板	0.34	
（12）舭龙骨座板对外板	0.34	
（13）舭龙骨对座板	0.21	
注：在深舱内或水密平台下方安装的支柱，其端部连接焊缝的拉应力应不超过 108MPa 者。		

1.4.4.3 “T”型角接中的竖板(如扶强材等的腹板)厚度大于平列板(如舱壁板、外板或甲板)的厚度时，其角接焊缝应为双面连续焊，且焊喉厚度 h 应不小于表 1.4.4.4.2 的规定，并不小于按下列各式计算所得之值：

$$h = 0.5Ct_v \quad \text{mm} \tag{1.4.4.3-1}$$

$$h = 0.21t_h \quad \text{mm} \tag{1.4.4.3-2}$$

式中：t_v ——竖板厚度，mm；

t_h ——平列板厚度，mm；

C ——系数，液舱取 0.27，其余部位取 0.21。

1.4.4.4 所有角焊缝的焊喉厚度，除本篇 1.4.4.3 规定者外，应符合下列要求：

.1 焊喉厚度的极限值应符合表 1.4.4.4.1 的规定；

.2 焊喉厚度的最小值还应符合表 1.4.4.4.2 的规定。

焊喉厚度的极限值 **表** 1.4.4.4.1

焊缝型式	焊喉厚度的极限值，mm	
	最小值	最大值
双面连续角焊缝	$0.21\,t_P$	$0.44\,t_P$
间断角焊缝	$0.27\,t_P$	$0.44\,t_P$
注 1：t_p 见本篇 1.4.4.2.1。 注 2：当实际板厚 t_p' 超过 25mm 时，表中 $t_p = 0.5(t_p' + 25)$。		

焊喉厚度的最小值　　表 1.4.4.4.2

板厚 t_P，mm		≤7.5	>7.5
焊喉最小厚度，mm	手工焊或自动焊	3	3.25
	自动深熔焊	3	3
注：t_P 见本篇 1.4.4.2.1。			

1.4.4.5　当船体构件采用间断角焊缝时，对下列部位在包角焊缝的规定长度内应采用双面连续角焊缝：

.1　肘板趾端的包角焊缝长度应不小于连接骨材的高度，且不小于 75mm；

.2　型钢端部，特别是短型钢的端部削斜时，其包角焊缝的长度应为型钢的高度或不小于削斜长度；

.3　当各种构件的切口、切角和开孔的端部处和所有相互垂直连接构件的垂直交叉处的板厚大于 12mm 时，包角焊缝的长度应不小于 75mm，板厚不大于 12mm 时，其包角缝长度应不小于 50mm。

1.4.4.6　当船体构件采用挖孔间断焊时，孔的两端应呈圆弧形，并应光滑，但在下列位置处，不准开孔：

.1　在肘板趾端的应力集中区域内；

.2　与主支承构件相交时，其主肋骨及扶强材等的相交处两侧至少各 230mm 区域内。

1.4.4.7　当构件贯穿水密或油密舱壁时，舱壁上的贯穿孔应按有关标准要求设置密性补板，并应按图 1.4.4.7 所示，在密性焊缝一侧的贯穿构件上切割一小半圆孔，从半圆孔到舱壁处应为包角双面连续焊缝，以确保舱壁的密性。

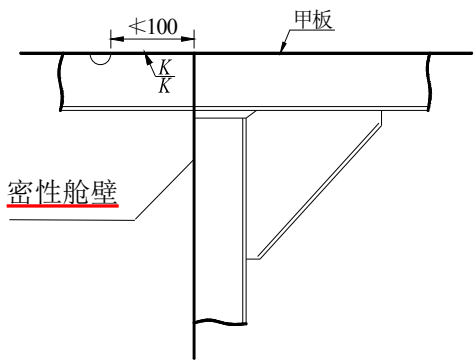


图 1.4.4.7　包角双面连续焊缝位置

1.4.4.8　主要构件角焊缝尺寸应符合下列规定：

.1　焊接系数可按表 1.4.4.8.1 查得；

主要构件的焊接系数　　表 1.4.4.8.1

T 型构件面板横剖面面积 A，cm^2	位置[注1]	液舱内		其他处所	
		腹板对面板	腹板对平列板	腹板对面板	腹板对平列板
		w_τ	w_τ	w_τ	w_τ
A ≤30	端部	0.21	0.27	0.21	0.21
	其余区域	0.10	0.16	0.10	0.13
30< A ≤65	端部	0.21	0.34	0.21	0.21
	其余区域	0.13	0.27	0.13	0.16
65< A ≤95	端部	0.34	0.44[注2]	0.21	0.27
	其余区域	0.27	0.34	0.16	0.21
95< A ≤130	端部	0.34	0.44[注2]	0.27	0.34
	其余区域	0.27	0.34	0.21	0.27
130< A	端部	0.44	0.44[注2]	0.34	0.44[注2]
	其余区域	0.34	0.34	0.27	0.34

注 1：表中“端部”加大焊接系数的焊缝长度应为每端 0.2 倍构件的长度，从构件端部(包括端肘板)量起，但至少应超过肘板的趾端。垂直桁材腹板上端的焊接系数可不必加大，但下端加大焊接系数的焊缝长度则应扩大到 0.3 倍构件的长度。“构件长度”是指构件(包括端部肘板)总长度。

注 2：当“T”型构件腹板局部增厚时，其焊喉厚度由 0.44 t_P 或 0.34 t_c 来决定，取其大者。其中 t_P 见本篇 1.4.4.2.1，t_c 为增厚板厚度。

注 3：若采用填角焊缝，其焊脚高度 K 亦可根据表中焊接系数 w_τ 在本篇末附录 II 中查得。

.2　当主要构件的腹板因次要构件贯穿而开口，且切口的宽度超过骨材间距 15%时，则其焊接系数 w_τ 或填角焊缝的焊脚高度 K 应乘以按下式计算的修正系数 c：

$$c = \frac{0.85\text{倍骨材间距}}{\text{切口之间的腹板长度}}$$

.3　计算焊喉厚度时，可包括构件端部的焊缝长度。

1.4.4.9　主要构件的端部连接焊缝面积应不小于构件的横剖面面积，且焊接系数应不小于 0.34(液舱内)或 0.27(在其他处所)。

1.4.4.10　当纵向强力构件在支持点处被切断，且强力构件的连续性系由肘板提供时，其焊缝面积 A_W 应不小于强力构件的横剖面面积。

1.4.4.11　当次要构件贯穿主要构件，并由主要构件的腹板支持时，其连接焊缝的焊缝面积 A_W 应不小于 $0.5\sqrt{W}$，且焊接系数应不小于 0.34(液舱内)或 0.27(其他处所)，其中 W 为次要构件的剖面模数(cm^3)。

1.4.4.12　次要构件端部连接的角焊缝应符合表 1.4.4.12 的规定，如表中有两个数值时，取较大值。

次要构件端部连接的焊接系数　　表 1.4.4.12

构件连接	焊缝面积 A_W，cm^2	焊接系数 w_τ
1 骨材直接焊于甲板、外板、舱壁板等	0.25 A_s 或 6.5	0.34
2 骨材同肘板连接或其与肘板的搭接：		
（1）在干舱内		0.27
（2）在液舱内		0.34
（3）在船首 0.15 L 区域内主肋骨与舭肘板的连接		0.34
3 肘板与骨材面扳连接和肘板与外板、甲板、舱壁板等的连接	——	0.34
4 骨材端部不以焊接固定时，骨材端部同板的连接为 0.1 倍骨材跨距范围	——	0.34

注 1：表中 A_s 表示扶强材的横剖面面积，cm^2；A_W 表示焊缝面积(cm^2)=焊缝总长(cm)×焊喉厚度(cm)。

注 2：若采用填角焊缝，则其焊脚高度 K 亦可根据表中焊接系数 ω_r 在本篇末附录 II 中查得。

第 5 节　高强度钢的使用

1.5.1　一般要求

1.5.1.1　高强度钢的化学成分和力学性能应符合第七篇的有关要求。

1.5.1.2　船体上使用高强度钢时，其种类、等级及分布情况，应在结构图上注明，以便维修。

1.5.1.3　材料系数 K 见表 1.5.1.3。

材料系数 K　　表 1.5.1.3

R_{eH}，MPa	K	R_{eH}，MPa	K

235	1	355	0.72
315	0.78	390	0.68

1.5.2 总纵强度

1.5.2.1 当船体中部区域内的船体结构采用高强度钢时，船中最小剖面模数 W_{h0} 和惯性矩 I_h 应不小于按下列计算所得之值：

$$W_{h0} = KW_0 \qquad \text{cm}^3 \tag{1.5.2.1-1}$$

$$I_h = 3W_0L \qquad \text{cm}^4 \tag{1.5.2.1-2}$$

式中：W_0 ——船中最小剖面模数，cm^3；按本篇第 2 章 2.1.5.1 计算；

K ——材料系数，按本篇 1.5.1.3 选取。

1.5.2.2 当船体为部分采用高强度钢时，高强度钢的垂向范围应不小于：

当强力甲板结构采用高强度钢时，从该甲板边线向下 $y_1(1-K)$ 的区域；当船底结构采用高强度钢时，从平板龙骨向上 $y_2(1-K)$ 的区域。y_1 和 y_2 分别为中和轴至甲板边线和平板龙骨的垂直距离(m)，如图 1.5.2.2 所示。其中 K 为材料系数。

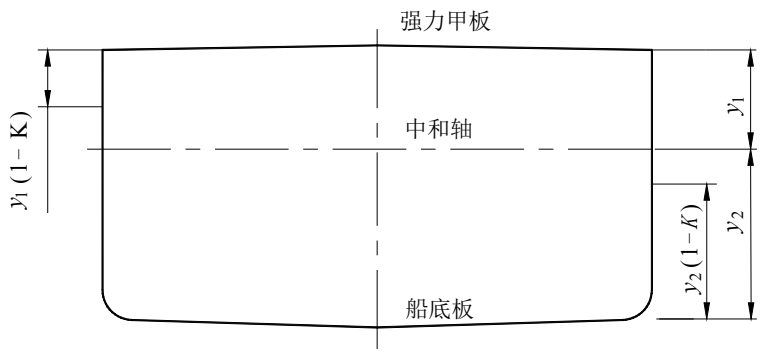


图 1.5.2.2 高强度钢垂向布置范围

1.5.2.3 当船中部区域采用高强度钢而端部采用低碳钢时，使用高强度钢板的区域应延伸至端部所要求的低碳钢板厚与船中部高强度钢板厚相同处为止（见图 1.5.2.3）。

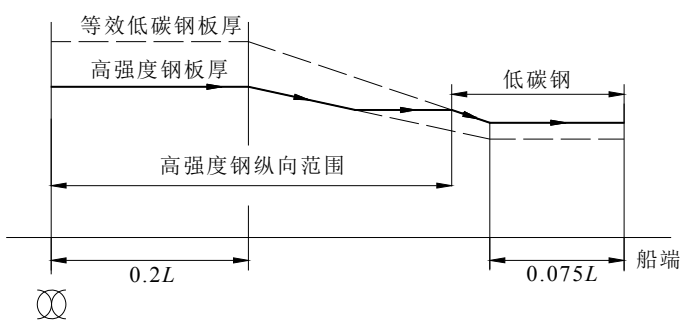


图 1.5.2.3 高强度钢纵向布置范围

1.5.2.4 当强力甲板结构采用高强度钢时，与强力甲板焊接的纵向连续构件（舱口围板、甲板开口的加强构件等）通常也应采用相应的高强度钢。

1.5.3 局部强度

1.5.3.1 当船体外板或强力甲板采用高强度钢时，船中 $0.4L$ 区域内，外板或强力甲板的厚度 t_h 应不小于

按下列各式计算所得之值：

$$t_h = \frac{s_h}{s} t\sqrt{K} \quad \text{mm} \tag{1.5.3.1}$$

式中：t——船体外板或强力甲板使用低碳钢时所要求的板厚，mm；

K——材料系数，见本篇 1.5.1.3；

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。

1.5.3.2　除本篇 1.5.3.1、本篇第 2 章第 9 节以外的其他构件使用高强度钢时，板的厚度 t_h、构件的剖面模数 W_h、构件的剖面积 A_h 和惯性矩 I_h 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t_h = t\sqrt{K} \quad \text{mm} \tag{1.5.3.2-1}$$

$$W_h = WK \quad \text{cm}^3 \tag{1.5.3.2-2}$$

$$A_h = AK \quad \text{cm}^2 \tag{1.5.3.2-3}$$

$$I_h = I \quad \text{cm}^4 \tag{1.5.3.2-4}$$

式中：t——规范对采用低碳钢的船体构件所要求的厚度，mm；

W——规范对采用低碳钢的船体构件所要求的剖面模数，cm^3；

A——规范对采用低碳钢的船体构件所要求的剖面积，cm^2；

I——规范对采用低碳钢的船体构件所要求的惯性矩，cm^4；

K——材料系数，见本篇 1.5.1.3。

1.5.3.3　本篇 1.5.3.2 的规定不适用于本篇中规定的最小厚度。

第 6 节　结构防腐

1.6.1　一般要求

1.6.1.1　渔船均应采取有效措施以防止船体构件过分腐蚀。

1.6.1.2　所有以船体外板为界的海水压载舱应涂以环氧树脂或其他等效的防腐蚀涂料。

除海水压载舱之外的船体内部结构及船体外板的内侧，诸如双层底船的舭部污水沟、单底船实肋板以下处所、空隔舱、淡水舱、鱼舱、网具舱、艏、艉尖舱等，也应根据舱室的用途提供相适应的涂层保护。

对舱内容易积污而又不易清理、腐蚀严重的处所(如离合器下部、舵机下部、锚链舱等部位)，应采取有效的防腐措施，如封闭死角、增设防腐涂料等。

1.6.1.3　对装货处所、所有暴露在货物中的船侧板、横舱壁板及其扶强材和端肘板均应具有足够的无毒保护涂层。

1.6.1.4　结构表面在涂刷涂料之前，应按涂料制造厂的工艺要求进行表面处理，并达到相应的清洁度要求。涂层的层数和总的干膜厚度应符合设计要求。

1.6.1.5　在两种不同金属连接处应采取适当措施以防电化腐蚀。

1.6.1.6　船体外板、舵叶及海底阀箱上，必须装置适当数量的牺牲阳极。牺牲阳极的材质、类型、数量和分布情况应符合现行的行业标准。

1.6.2　船体外部保护

1.6.2.1　舷侧外板，特别是最大和最小作业水线之间的舷侧外板，以及露天甲板和舱口盖，均应提供适当的防腐措施。

1.6.2.2　如设有外加电流阴极保护系统时，应提交显示有关阳极布置、参比电极、线路图以及与舵、螺旋桨的连接方法的图纸或资料。

1.6.2.3　对电缆穿过船壳板的密封装置的布置，应使其包围在一个小的隔离空间内，连接阳极的电缆不得通过载运低闪点油的油舱。

1.6.3　腐蚀余量

1.6.3.1　按本篇各章计算的船体结构尺寸均已包含本篇 1.6.3.2～1.6.3.4 规定的腐蚀余量 t_c 值。如果构件是由直接计算确定，则满足许用应力标准的构件尺寸尚应加上 1.6.3.2～1.6.3.4 有关的腐蚀余量。

1.6.3.2　船体构件(包括板材和骨材)的腐蚀余量 t_c 值，按表 1.6.3.2 的规定确定。

腐蚀余量 t_c 值　　**表** 1.6.3.2

厚度 t，mm	腐蚀余量 t_c，mm
≤10	1.5
>10	$0.1t + 0.5$，最大 3.2

1.6.3.3　对于液体舱的周界，腐蚀余量应不小于 2.5mm。

1.6.3.4　对于干燥处所(但不包括装货处所)，其腐蚀余量应为 $0.5t_c$（t_c 见表 1.6.3.2），但应不小于 1.0mm。

第 7 节　舱室密性试验

1.7.1　一般要求

1.7.1.1　本节规定适用于下列舱室和结构：

.1　重力液舱[①]；

.2　水密或风雨密结构。

1.7.1.2　本节要求的各种试验的目的，是为了证实在建船舶和重大改装或修理[②]船舶的液舱和水密边界的水密完整性、液舱结构的合适性以及船舶结构/舾装件的风雨密完整性。

1.7.1.3　未列入表 1.7.4.1.1 的结构试验将予以特殊考虑。

1.7.2　定义

1.7.2.1　本节有关定义如下：

.1　结构试验：系指用于证明液舱结构的合适性所进行的静水压试验或静水压气动试验。

.2　渗漏试验：系指为证实边界密性的试验。除非特别指明，否则，该试验可以是静水压试验/静水压气动试验、空气试验或冲水试验。

.3　静水压试验(渗漏试验和结构试验)：系指用液体充装处所并到达指定压头的试验。

.4　静水压气动试验(渗漏试验和结构试验)：系指在处所充装部分液体并在液体表面施加气压的试验。

.5　冲水试验(渗漏试验)：系指通过水喷射来验证接缝密性的试验。

.6　空气试验(渗漏试验)：系指通过空气压力差和渗漏探测方法来验证密性的试验，包括液舱空气试验和接缝空气试验，诸如压缩空气试验和抽真空试验。

① 重力液舱系指蒸气压力不大于 70kPa 的液舱。

② 重大修理系指影响结构完整性的修理。

.7 压缩空气填角焊试验(渗漏试验)：系指应用于填角焊的带有渗漏指示方法的 T 型接头填角焊空气试验。

.8 抽真空试验(渗漏试验)：系指将一个盒子置于接缝之上并通过在盒内创建真空以发现任何泄漏的带有渗漏指示方法且应用于填角焊或对接焊的试验方法。

.9 超声波试验(渗漏试验)：系指通过超声波来证实接缝密性的试验方法。

.10 渗透试验(渗漏试验)：系指通过低表面张力液体的应用来证实舱室边界不存在连续渗漏的试验方法。

1.7.3 试验方法

1.7.3.1 一般要求

舱室密性试验应在所有门、窗、盖等和所有贯穿件包括管子连接件的安装接近完工阶段，且任何天花板安装、水泥工作应用于接缝之前进行。具体试验要求见 1.7.4 和表 1.7.4.1.1。涂层应用的时间和通往接缝的安全通道规定见 1.7.5、1.7.6 和表 1.7.6.1。

1.7.3.2 结构试验方法

.1 试验类型和试验时间：

.1.1 结构试验的详细规定见表 1.7.4.1.1。结构试验可为按 1.7.4.1 的静水压试验，如因实际条件限制(如船坞强度、液体密度等)无法实施静水压试验，则按 1.7.4.2 的静水压气动试验可作为等效方法予以接受。

.1.2 如果渗漏试验结果令人满意，则证实结构设计合适性的结构试验可在船舶处于漂浮状态下进行。

.2 结构试验的数量：

.2.1 每艘船相同结构(即由船舶检验机构认可的具有相同结构设计和构造、相同建造工艺的液舱)的至少一个舱应进行结构试验，所有剩余的其他舱应进行空气试验。然而，如果液舱的结构合适性已经由表 1.7.4.1.1 要求的结构试验予以证实，则同系列其他船(即在同一船厂建造的姊妹船)的与试验舱室具有相同结构的其他舱室可免除该种结构试验，但所有免除舱室的所有边界的水密性应由渗漏试验和彻底检查予以证实。对系列船中最后一艘船建造完工数年后的姊妹船，上述免除需要重新考虑。任何情况下，每艘船的至少一个液舱应进行结构试验以证实结构建造的合适性。

.2.2 非液舱处所(锚链舱除外)的水密边界可免除结构试验，但免除处所所有边界的水密性应由渗漏试验和彻底检查予以证实。

.2.3 首个液舱结构试验完成后，如有必要，剩余的其他液舱也可能需要进行结构试验。

.2.4 进行结构试验的液舱应予以选择，以使所有代表性结构件均能进行预期的拉伸和压缩试验。

1.7.3.3 渗漏试验方法：

.1 对表 1.7.4.1.1 规定的渗漏试验，可接受按 1.7.4.3~1.7.4.6 的冲水试验、液舱空气试验、压缩空气填角焊试验、抽真空试验，或其组合。静水压试验或静水压气动试验也可接受作为渗漏试验，但应满足 1.7.5 和 1.7.6 的要求。

.2 接缝空气试验可在分段建造阶段进行，但所有可能影响接缝密性的工作应在试验之前均已完成。另见本篇 1.7.5.1、1.7.6 和表 1.7.6.1。

1.7.4 试验要求

1.7.4.1 静水压试验

.1 除非批准使用其他液体，否则静水压试验应视何者适合试验处所使用淡水或海水，试验压头的

规定见表 1.7.4.1.1。

.2 对使用淡水或海水进行试验的高密度液货舱的试验压头应予以特殊考虑。

1.7.4.2 静水压气动试验

.1 认可的静水压气动试验是批准的液体压头和空气压力的组合试验，该试验应尽实际可能模拟实际载荷。1.7.4.4 中液舱空气试验的要求和建议也适用于静水压气动试验。

1.7.4.3 冲水试验

.1 在进行冲水试验的过程中，冲水软管喷嘴处的最小压力应至少等于 0.2MPa，喷嘴直径应不小于 12mm，距接头的最大距离应不大于 1.5m。

.2 如由于冲水试验可能造成机械、电气设备绝缘或舾装件的损坏而不可行，则可用对焊缝的细致目视检查予以替代，且在认为必要时，还应由类似于着色渗透试验或超声波测漏试验或等效试验加以支持。

1.7.4.4 液舱空气试验

.1 所有边界焊缝、安装接头和贯穿件包括管子连接件应根据批准的程序以大气压力以上不小于 0.015MPa 的压力差进行检查，检查时应有渗漏指示方法。

.2 建议液舱内的气压升至 0.02MPa，并在此水平上保持 1h 以达到稳定状态，同时在气压降到试验压力之前，液舱附近人员数量应尽量减少，至少留有一人。

.3 应设置一装水至相应试验压力高度的 U 型管。U 型管的横剖面应大于供气管的横剖面。除 U 型管外，允许使用一个主压力表或其他经认可的方法来验证压力。

1.7.4.5 压缩空气填角焊试验

.1 在这项空气试验中，压缩空气由填角焊接头的一端充入，在另一侧通过压力表来验证接头的另一端压力。压力表的布置应能使测试部位的所有焊缝的每一端能至少以 0.015MPa 的空气压力来验证。

备注：当部分焊透焊缝要求渗漏试验且焊缝的根部面足够大(即 6mm~8mm)时，可按填角焊同样的方法来运用压缩空气试验。

1.7.4.6 抽真空试验

.1 该试验是将一个盒子(真空度测试仪)连同空气接头、压力表、检测窗口和渗漏指示器等一起放置在焊缝接头上使用。盒子内的空气由一个抽气泵移除，从而在盒内创建 0.02MPa~0.026MPa 的真空。

1.7.4.7 超声波试验

.1 该试验的布置是将一个超声波回声发射器置于舱室内，同时在舱室外放置一个接收器。接收器探测到声音的位置显示舱室该处接缝有渗漏。

1.7.4.8 渗透试验

.1 通过在舱室的一面应用低表面张力液体来试验对接焊缝。若边界的另一面在限定的时间内没有探测到液体，则表明舱室边界没有渗漏。

1.7.4.9 其他试验

.1 船舶检验机构可考虑接受其他的试验方法，但申请方在试验开始之前应提交试验的详细情况。

1.7.5 涂层应用

1.7.5.1 最终涂层

.1 对自动焊的对接焊缝，最终涂层可在处所边界焊缝渗漏试验完成之前的任何时候进行。

.2 对所有其他接缝，最终涂层应在接缝渗漏试验完成之后施涂。另见表 1.7.6.1。

.3 船舶检验机构可在自动对接焊缝施涂最终涂层之前要求进行渗漏试验。

1.7.5.2 临时涂层

.1 任何可能隐藏缺陷或渗漏的临时涂层应按最终涂层规定的时间予以施涂。该要求不适用于车间底漆。

1.7.6 通往接缝的安全通道

1.7.6.1 对渗漏试验，应提供检查所有接缝的安全通道。见表 1.7.6.1。

液舱和边界的试验要求 表1.7.4.1.1

序号	试验的液舱和边界	试验类型	试验压头或压力	备注
1	双层底液舱	渗漏和结构试验	取下列较大者： ● 至溢流管顶部 ● 至液舱最高点以上 2.4m 注1，或 ● 至舱壁甲板	
2	双层底（包括箱型龙骨）、内壳板	渗漏和结构试验	取下列较大者： ● 至溢流管顶部 ● 至液舱最高点以上 2.4m	
3	两舷侧液舱	渗漏和结构试验	取下列较大者： ● 至溢流管顶部 ● 至液舱最高点以上 2.4m 注1	
4	两舷侧空舱	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
5	除本表其他地方所列以外的深舱	渗漏和结构试验	取下列较大者： ● 至溢流管顶部，或 ● 至液舱最高点以上或 2.4m 注1	
6	用作液舱的艏、艉尖舱	渗漏和结构试验	取下列较大者： ● 至溢流管顶部，或 ● 至液舱最高点以上 2.4m 注1	艉尖舱应在尾轴管安装后进行试验
7	a. 艏尖舱作空舱	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
	b.艉尖舱作空舱	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	艉尖舱应在尾轴管安装后进行试验
8	隔离舱	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
9	a.水密舱壁	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）注4	
	b.上层建筑端部舱壁	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
10	工作甲板以下的水密门	渗漏试验注3、5	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
11	双板舵叶	渗漏试验	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
12	深舱区域以外的轴隧	渗漏试验注2	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
13	舷门	冲水试验注2	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
14	风雨密舱口盖及其关闭装置	冲水试验注2、5	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	通过帆布和压条来密封舱口盖的除外
15	两用液舱/干货舱舱口盖	渗漏试验注2、5	见 1.7.4.4~1.7.4.6（如适用）	
16	锚链舱	渗漏和结构试验	锚链舱顶	
17	压载管道	渗漏和结构试验	取下列较大者： ● 至压载泵的最大压力，或 ● 至安全阀的设定压力	

注 1：液舱顶系指除任何舱口以外的形成液舱顶部的甲板。

注 2：可接受冲水试验作为试验方法，见 1.7.2.1。

注 3: 当水密门的水密性未经原型试验证实，应对水密处所进行灌水试验（参见 SOLAS 第 II-1/16.2 和 MSC/Circ.1176）。

注 4: 当冲水试验不切实际时，可接受 1.7.4.7~1.7.4.9 所列的试验方法，该种试验方法的充分性应得到证实。
注 5：作为冲水试验的替代，可接受 1.7.4.7~1.7.4.9 所列的试验方法，该种试验方法的充分性应得到证实。
注 6：如果舱室或液舱的所有边界的水密性均通过适当的试验确认，且边界的结构强度得到保证，液压试验可不做。

不同焊接接头类型的安全通道、涂层、渗透试验的应用等规定　　表 1.7.6.1

焊接接头类型		渗透试验	涂层[注 1]		安全通道[注 2]	
			渗透试验前	渗透试验后&结构试验	渗透试验	结构试验
对焊接	自动	不要求	允许	不适用	不要求	不要求
	手工或半自动	要求	不允许	适用	要求	不要求
填角焊	边界包括贯穿件	要求	不允许	适用	要求	不要求

注 1：涂层系指内部(液舱/货舱涂层)，以及适用时，外部(外板/甲板)油漆，非指车间底漆。
注 2：为证实渗漏试验的临时通道设施。

第 2 章　　船体结构

第 1 节　　总纵强度

2.1.1　总纵强度要求

2.1.1.1　当船长不小于 65m 时，应按本节要求校核其总纵强度。对于船长小于 65m 的非常规型或特殊装载的船舶，也可按本节要求校核其总纵强度。

2.1.1.2　本节适用于渔船的主尺度比值范围为：

$$L / B > 5$$

$$B / D < 2.5$$

2.1.1.3　对于不满足本篇 2.1.1.2 条件的渔船，应采用直接计算确定[注 1]。

2.1.2　设计静水弯矩和设计静水切力

2.1.2.1　应以下述工况计算船体梁各横剖面处的静水弯矩和静水切力：

.1　满载燃料、备品、冰、渔具等驶往渔场；

.2　满载渔获物离开渔场；

.3　满载渔获物和 10%的备品、燃料等到达基地港；

.4　抵达基地港时装有 10%的备品、燃料等和最少数量的渔获物，通常为满载渔获物的 20%；

.5　较上述工况更为危险的装载情况。

2.1.2.2　在计算静水弯矩和静水切力时，向下的载荷取为正值，向上的载荷取为负值，从船尾端向船首沿船长积分。静水弯矩 M_s 和静水切力 F_s 的符号（正、负）规定见图 2.1.2.2。

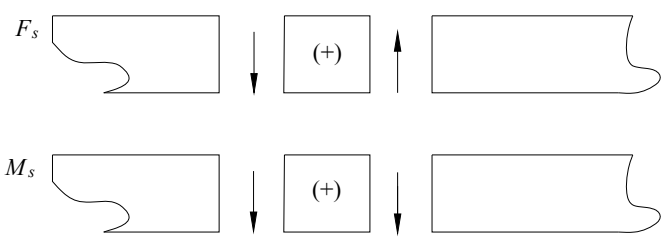


图 2.1.2.2　静水弯矩和静水切力的正负符号

2.1.3　波浪弯矩和波浪切力

2.1.3.1　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：

$$M_w(+) = +190MCL^2BC_b \times 10^{-3} \quad \text{kN·m} \quad (2.1.3.1\text{-}1)$$

$$M_w(-) = -110MCL^2B(C_b + 0.7) \times 10^{-3} \quad \text{kN·m} \quad (2.1.3.1\text{-}1)$$

式中：M ——弯矩分布系数，见图 2.1.3.1；

C_b ——方形系数，但计算取值不应小于 0.60；

C ——系数，$C = 0.0412L + 4$。

注 1：直接计算参照中国船级社现行海船建造规范规定的方法执行。

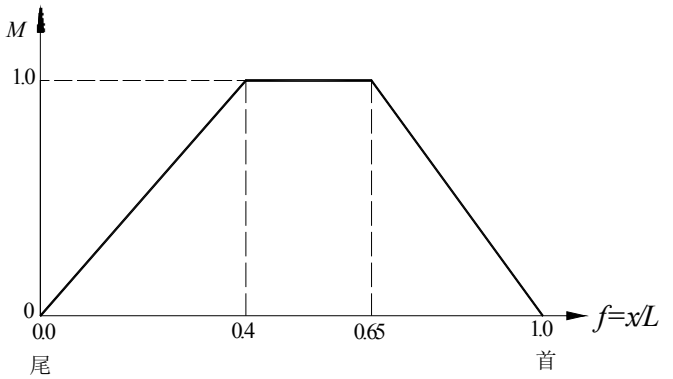


图 2.1.3.1　弯矩分布系数

2.1.3.2　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：

$$F_w(+) = +30F_1CLB(C_b + 0.7)\times 10^{-2} \quad \text{kN} \qquad (2.1.3.2\text{-}1)$$

$$F_w(-) = -30F_2CLB(C_b + 0.7)\times 10^{-2} \quad \text{kN} \qquad (2.1.3.2\text{-}2)$$

式中：F_1、F_2——切力分布系数，见图 2.1.3.2-1 和 2.1.3.2-2；

C——系数，见本篇 2.1.3.1；

C_b——同本篇 2.1.3.1。

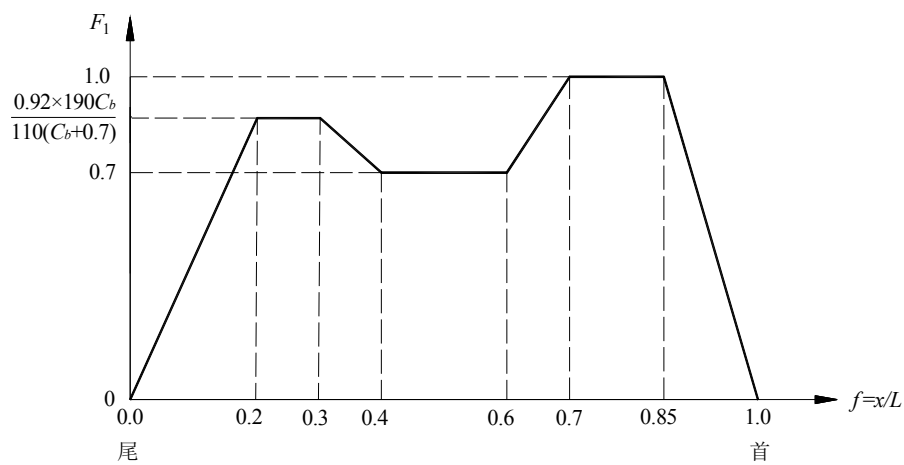


图 2.1.3.2-1　切力分布系数 F_1

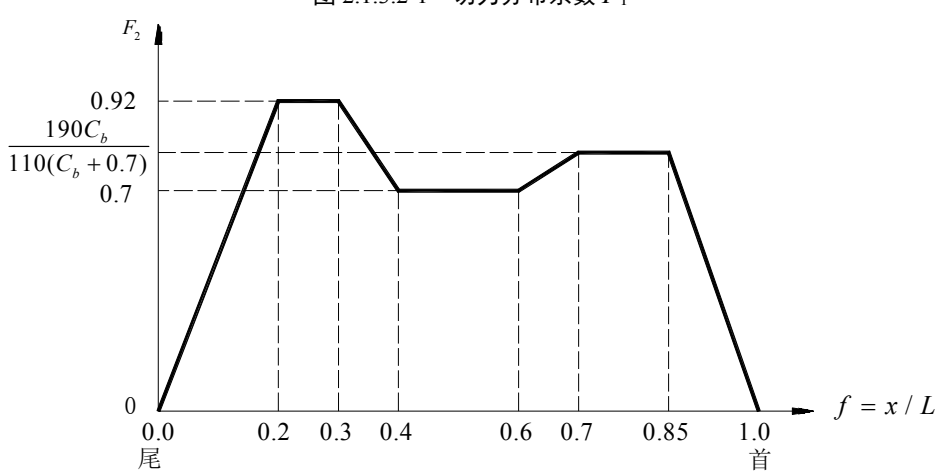


图 2.1.3.2-2　切力分布系数 F_2

2.1.4　船体梁剖面特征计算

2.1.4.1　将船体梁横剖面对其水平中和轴的惯性矩，除以中和轴到强力甲板边线的垂直距离，可得出甲板处的船体梁剖面模数 W_d；除以从中和轴到平板龙骨上表面的垂直距离，可得出船底处的船体梁剖面模数 W_b。

2.1.4.2　强力甲板及其以下所有在 0.4L 区域内连续的纵向构件的剖面，均可计入船体梁剖面模数。强力甲板以上可计入舷顶列板伸出强力甲板的部分和连续的舷边角钢的剖面积。强力甲板以上的连续凸形甲板和连续纵向舱口围板（多个并列舱口的内侧舱口围板除外），当由纵舱壁或高腹板桁材作有效支持时，也可将其剖面积计入船体梁剖面模数。

2.1.4.3　在有多个并列舱口时，其连续内侧舱口围板及其以下的支持结构的有效剖面积，应根据其支持条件用直接计算法予以确定。在无详细计算时，可采用下列规定：

.1　支持连续内侧舱口围板的甲板下连续纵桁，应取 50%的剖面积计入船体梁剖面模数。如甲板下连续纵桁直接与纵舱壁连结时，可将其 100%的剖面积计入船体梁剖面模数。如甲板下连续纵桁为箱形结构或非箱型结构而有适当支持与船底相联结的，可允许 80%的剖面积计入船体梁剖面模数。上述纵桁的长细比均应不大于 60；

.2　连续的内侧舱口围板的计算剖面积的百分比，可与其下面所支持的甲板下连续纵桁所取的百分比相同。

2.1.4.4　对于本篇 2.1.4.2 和 2.1.4.3 的情况，在计算船体梁剖面模数时所用的计算点到中和轴之间的垂直力臂 Z_t 应按下式计算，Z_t 的计算值应大于中和轴到强力甲板边线的垂直距离：

$$Z_t = Z_c(0.9 + 0.2\frac{y}{B_1}) \qquad (2.1.4.4)$$

式中：Z_c——中和轴至连续强力构件顶点的垂直距离，m；

y——连续强力构件的顶点与船体中心线之间的水平距离，m；

B_1——计算剖面处的船宽，m。

在计算中，Z_c 和 y 均应量到能给出 Z_t 最大值的位置。

2.1.4.5　如甲板纵骨或纵桁布置在强力甲板以上，其剖面积可全部计入船体梁剖面模数。力臂 Z_t 为中和轴到强力甲板边线的垂直距离加上纵向构件的高度。

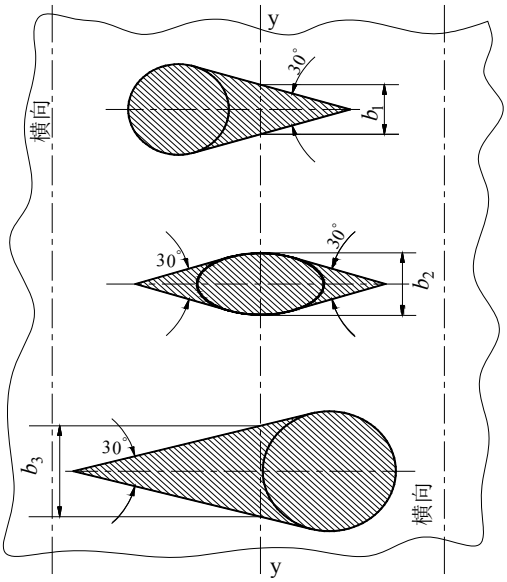
2.1.4.6　如甲板开口长度（船首尾方向）超过 2.5m，或者宽度超过 1.2m 或者 0.04B（取其较小者），在计算船体梁剖面模数时，应扣除其剖面积。

2.1.4.7　比本篇 2.1.4.6 规定小的甲板小开口（包括人孔在内），如其宽度或阴影区宽度（见图 2.1.4.7）在一个横剖面上的总和 b_c 符合下式要求时，则在计算船体梁剖面模数时，不必扣除其剖面积：

$$b_c \leqslant 0.06(B_1 - \sum b) \qquad (2.1.4.7)$$

式中：B_1——计算剖面处的船宽，m；

$\sum b$——计算剖面处按本篇 2.1.4.6 规定应扣除的开口宽度的总和，m。



在 y-y 剖面处小开孔宽度之和为 $b_c = b_1 + b_2 + b_3$

图 2.1.4.7　开孔宽度和阴影区宽度

2.1.4.8　若纵骨或纵桁的开孔（如减轻孔、流水孔、焊缝处的单个扇形孔）高度不超过腹板高度的 25%（但对扇形孔深度最大不超过 75mm）时，则在计算船体梁剖面模数时不必扣除其面积。

2.1.5　船体梁弯曲强度

2.1.5.1　船中最小剖面模数 W_0 应不小于按下式计算所得之值：

$$W_0 = CL^2B(C_b + 0.7) \qquad \text{cm}^3 \tag{2.1.5.1}$$

式中：　C ——系数，同本篇 2.1.3.1；

C_b ——同本篇 2.1.3.1。

2.1.5.2　计入船中最小剖面模数 W_0 的纵向连续构件尺寸应在船中 0.4L 区域内保持不变。但在特殊情况下，考虑到船舶种类、船型和装载条件，且不降低船舶的装载适应性，纵向连续构件尺寸可向船中 0.4L 区域的两端逐渐减小。

2.1.5.3　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：

$$I = 3W_0L \qquad \text{cm}^4 \tag{2.1.5.3}$$

式中：W_0 ——按本篇 2.1.5.1 计算所得的船中最小剖面模数，cm^3。

2.1.5.4　船中 0.4L 区域外的船体梁弯曲强度应满足本篇 2.1.5.5 的要求，且还应满足下述要求：

.1　作为最低要求，应对下述部位的船体梁弯曲强度进行校核：

.1.1　机舱前端处。

.1.2　最前货舱的前端处。

.1.3　任何船体横剖面有重大改变处。

.1.4　任何骨架形式变化处。

.2　应在整个船长范围内保持结构的连续性。当结构布置发生重大改变时，应设置足够的过渡结构。

2.1.5.5　设计者应提供船体梁沿船长各剖面的许用中拱静水弯矩 $\overline{M_s}(+)$ 和许用中垂静水弯矩 $\overline{M_s}(-)$，但应满足以下条件：

.1　船体梁许用中拱和中垂静水弯矩 $\overline{M_s}$，应包络住任一航行工况下所计算的最严重的中拱和中垂设计静水弯矩，见本篇 2.1.2。

.2　船体梁许用中拱和中垂静水弯矩 $\overline{M_s}$ 应不大于按下列公式计算所得之值：

$$\overline{M_s}(+)_{\max} = \overline{M} - M_w(+) \qquad \text{kN} \cdot \text{m} \qquad (2.1.5.5.2\text{-}1)$$

$$\overline{M_s}(-)_{\min} = -\overline{M} - M_w(-) \qquad \text{kN} \cdot \text{m} \qquad (2.1.5.5.2\text{-}2)$$

式中：M_w ——波浪弯矩，见本篇 2.1.3.1；

$\overline{M}$ ——许用合成弯矩，kN • m，按下列两式计算，取较小者：

$$\overline{M} = W_d[\sigma] \times 10^{-3} \qquad \text{kN} \cdot \text{m} \qquad (2.1.5.5.2\text{-}3)$$

$$\overline{M} = W_b[\sigma] \times 10^{-3} \qquad \text{kN} \cdot \text{m} \qquad (2.1.5.5.2\text{-}4)$$

其中：W_d ——甲板处的剖面模数，cm^3；

W_b ——龙骨处的剖面模数，cm^3。

船体梁的许用弯曲应力 $[\sigma]$ 按下述要求确定：

$[\sigma] = 175/K$　　MPa，船中 0.4L 区域

$[\sigma] = 125/K$　　MPa，船端 0.1L 区域

其余区域用线性内插法求得，其中 K 为材料系数，见本篇 1.5.1.3。

2.1.5.6　总纵弯曲应力应按下式计算：

$$\sigma = \frac{\left|\overline{M_s} + M_w\right|}{W_c} \times 10^{-3} \qquad \text{MPa} \qquad (2.1.5.6)$$

式中：$\overline{M_s}$ ——许用静水弯矩，kN • m，见本篇 2.1.5.5；

M_w ——波浪弯矩，kN • m，按本篇 2.1.3.1 计算；

W_c ——计算点处的船体梁剖面模数，cm^3。

2.1.6　船体梁剪切强度

2.1.6.1　设计静水切力

.1　在各种装载情况下，沿船体梁各横剖面处的设计静水切力应满足下述条件：

$$F_s(+) \leqslant \overline{F_s}(+) \qquad (2.1.6.1.1\text{-}1)$$

$$\left|F_s(-)\right| \leqslant \left|\overline{F_s}(-)\right| \qquad (2.1.6.1.1\text{-}2)$$

式中：F_s ——计算工况下的设计静水切力，kN；

$\overline{F_s}$ ——许用静水切力，kN，按 2.1.6.2 计算。

.2　对表 2.1.6.2 中船体剖面类型 1 和 2，如货舱间隔装载或严重不均匀装载，应对横舱壁处的静水切力 F_s 进行修正。切力修正如图 2.1.6.1 所示。切力修正值 N_k 和 N_m 分别按下列各式计算：

$$N_k = F\left|F_{sA} - F_{sB}\right| \qquad \text{kN} \qquad (2.1.6.1.2\text{-}1)$$

$$N_m = F\left|F_{sA} - F_{sC}\right| \qquad \text{kN} \qquad (2.1.6.1.2\text{-}2)$$

式中：F_{sA}、F_{sB}、F_{sC} ——分别是横舱壁 A、B 和 C 处用船体梁计算所得切力，kN；

F ——静水切力修正系数，按下式计算：

$$F = \frac{B_0}{2.2(B + l_H)} \qquad (2.1.6.1.2\text{-}3)$$

式中：B_0 ——计算舱段内双层底平坦部分平均宽度，m；

l_H ——舱长，m。

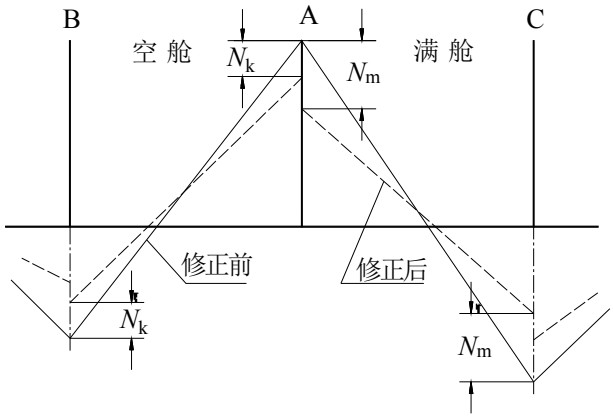


图 2.1.6.1　切力修正示意图

2.1.6.2　设计者应提供船体梁沿船长各剖面的许用静水切力 $\overline{F}_s(+)$ 和 $\overline{F}_s(-)$，并且应包络住任一航行工况下最严重的船体梁正、负设计静水切力。

船体梁许用正、负静水切力 $\overline{F}_s$ 应不大于按下列公式计算所得之值：

$$\overline{F}_s(+)_{\max} = [\tau]\frac{I\delta}{S}\times 10^{-2} - F_w(+) \quad \text{kN} \qquad (2.1.6.2\text{-}1)$$

$$\overline{F}_s(-)_{\min} = -[\tau]\frac{I\delta}{S}\times 10^{-2} - F_w(-) \quad \text{kN} \qquad (2.1.6.2\text{-}2)$$

式中：F_w——波浪切力，kN，按 2.1.3.2 计算；

I——计算横剖面对水平中和轴的惯性矩，cm^4；

S——计算横剖面上，水平中和轴以上有效纵向构件对水平中和轴的静矩，cm^3；

$[\tau]$——许用剪切应力，$[\tau]=110/K$，MPa，其中 K 为材料系数；

δ——取 δ_1 和 δ_2 的较小者，δ_1 和 δ_2 按下列各式计算：

$$\delta_1 = \frac{t_1}{f_1 + m_1} \qquad (2.1.6.2\text{-}3)$$

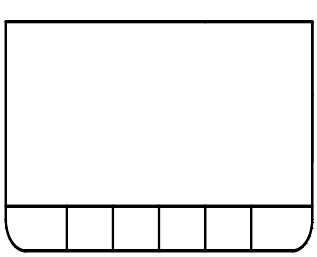
$$\delta_2 = \frac{t_2}{f_2 + m_2} \qquad (2.1.6.2\text{-}4)$$

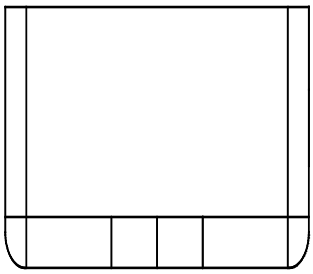
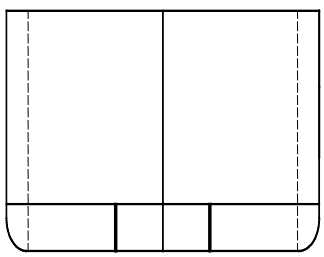
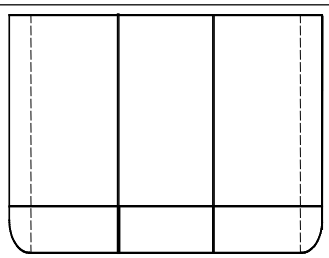
t_1——计算剖面上水平中和轴处舷侧外板的厚度（双壳船为内外壳板厚度之和），mm；

t_2——计算剖面上水平中和轴处纵舱壁板的厚度，mm；

f_1、f_2、m_1 及 m_2——系数，见表 2.1.6.2。

系数 f_1、f_2、m_1 及 m_2　　**表 2.1.6.2**

序号	船体横剖面类型	系数 f_i	系数 m_i
1		$f_1 = 0.5$	$m_1 = 0$

2		$f_1 = 0.5$	$m_1 = 0$
3		$f_1 = 0.261 + 0.058A_1 / A_2$ $f_2 = 0.478 - 0.116A_1 / A_2$	$m_1 = 0.5m_2$ $m_2 = 0.5(0.1+\gamma)$
4		$f_1 = 0.154 + 0.08A_1 / A_2$ $f_2 = 0.346 - 0.08A_1 / A_2$	$m_1 = m_2$ $m_2 = (0.1+\gamma)\dfrac{b}{B}$

注：A_1、A_2——分别为舷侧外板和纵舱壁板的受剪切面积，cm^2；计算时仅考虑横剖面一舷相应构件的面积，但中纵舱壁面积为实际的面积，不考虑其中线的对称性而进行折减；

b——纵舱壁板距舷侧的水平距离，m；

γ——如横向非均匀装载时，γ=0.15；横向均匀装载时，γ=0。

2.1.6.3　对于表 2.1.6.2 规定以外的横剖面形式，如有 3 道或 3 道以上纵舱壁的渔船，其舷侧外板和纵舱壁板上的剪切应力可由直接计算法确定。

2.1.6.4　剪切应力：

.1　舷侧外板上的剪切应力 τ 按下式计算：

$$\tau = \frac{\left|\overline{F}_s + F_w\right| S}{I\delta_1} \times 10^2 \quad \text{MPa} \qquad (2.1.6.4.1)$$

式中：$\overline{F}_s$——许用静水切力，kN，见本篇 2.1.6.2；

S——静矩，cm^3，如计算点在水平中和轴以上时，S 为通过计算点的水平线以上的所有纵向构件对水平中和轴的静矩，如计算点在水平中和轴以下时，则 S 为通过计算点的水平线以下的所有纵向构件对水平中和轴的静矩；

F_w、I、δ_1——见本篇 2.1.6.2。

.2　纵舱壁板上的剪切应力 τ 按下式计算：

$$\tau = \frac{\left|\overline{F}_s + F_w\right| S}{I\delta_2} \times 10^2 \quad \text{MPa} \qquad (2.1.6.4.2)$$

式中：$\overline{F}_s$、S——同 2.1.6.4.1；

F_w、I、δ_2——见本篇 2.1.6.2。

第 2 节　外　板

2.2.1　船底板

2.2.1.1　船底板是指平板龙骨至舭列板之间的外板。

2.2.1.2　船底为横骨架式时，船中部 0.4 L 区域内的船底板的厚度 t，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 10s\sqrt{0.22+0.028L} + 1.5 \quad \text{mm} \qquad (2.2.1.2)$$

式中：s ——肋骨间距，m。

2.2.1.3　船底为纵骨架式时，船中部0.4 L 区域内的船底板的厚度 t，应不小于按下列两式计算所得之值：

$$t_1 = 0.043s(L+230) + 0.5 \quad \text{mm} \qquad (2.2.1.3\text{-}1)$$

$$t_2 = 5.6s\sqrt{(d+h_1)} + 0.5 \quad \text{mm} \qquad (2.2.1.3\text{-}2)$$

式中：s ——纵骨间距，m，计算时取值应不小于纵骨的标准间距；

$h_1 = 0.26C$，计算时取不大于 $0.2d$；

C ——系数，见本篇2.1.3.1。

2.2.1.4　离船端 0.1 L 区域内的船底板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.05L + 5.0 \quad \text{mm} \qquad (2.2.1.4)$$

2.2.1.5　距艏垂线0.25 L 区域内，与平板龙骨相邻的列板厚度，横骨架式应不小于本篇2.2.1.2计算所得之值，纵骨架式应不小于本篇2.2.1.3计算所得之值。

2.2.1.6　船中部 0.4 L 区域外的船底板厚度应逐渐向端部厚度过渡。

2.2.1.7　当 24m≤ L <30m 时，应保持与中部相同的船底板厚度。

2.2.1.8　首部船底板的厚度尚应符合本章第 13 节的有关规定。

2.2.2　平板龙骨

2.2.2.1　船底为横骨架式时，平板龙骨的宽度 b 应不小于按下式计算所得之值：

$$b = 900 + 2L \quad \text{mm} \qquad (2.2.2.1)$$

2.2.2.2　船底为纵骨架式时，平板龙骨的宽度 b 应不小于按下式计算所得之值：

$$b = 900 + 3.5L \quad \text{mm} \qquad (2.2.2.2)$$

2.2.2.3　平板龙骨的宽度应尽可能在整个船长之内保持不变。对 24m≤ L <30m 的渔船，其平板龙骨的宽度可比上式的规定减少 100mm。

2.2.2.4　平板龙骨的厚度按其结构形式应不小于本篇2.2.1计算所得的船底板厚度增厚2mm，且应不小于相邻船底板的厚度。

2.2.3　舭列板

2.2.3.1　舭列板厚度，当舭列板处为横骨架式时，应不小于按本篇2.2.1.2计算所得；当舭列板处为纵骨架式时，应不小于按本篇2.2.1.3计算所得。

2.2.3.2　当船底和舷侧均为纵骨架式，而舭部不设纵骨，横向强力构件或相当舭肘板的设置符合本篇2.6.14.5的要求时，舭列板的厚度应不小于 $\dfrac{r}{165K}$（r 为舭部半径，mm，K 为材料系数），且应不小于相邻船底的厚度。

2.2.4　舷侧外板

2.2.4.1　舷侧外板系指从舭列板至舷顶列板之间的外板。

2.2.4.2　舷侧为横骨架式时，舷侧外板厚度应满足本篇 2.2.1.2 的要求。

2.2.4.3　舷侧为纵骨架式时，船中部 0.4L 区域内舷侧外板厚度 t 应符合下列规定：

.1　当 L＜60m 时，舷侧外板和顶列板的厚度应满足本篇 2.2.1.3 的要求。

.2　当 L≥60m 时，舷侧外板和顶列板的厚度应按下式计算：

.2.1　距基线 $\frac{1}{2}D$ 以上的舷侧外板厚度 t 应不小于按下列两式计算所得之值：

$$t_1 = 0.06s(L+110)+0.5 \qquad \text{mm} \qquad (2.2.4.3.2\text{-}1)$$

$$t_2 = 4.2s\sqrt{(d+h_2)}+0.5 \qquad \text{mm} \qquad (2.2.4.3.2\text{-}2)$$

.2.2　距基线 $\frac{1}{4}D$ 以下的舷侧外板厚度 t 应不小于按下列两式计算所得之值：

$$t_1 = 0.06s(L+110)+0.5 \qquad \text{mm} \qquad (2.2.4.3.2\text{-}3)$$

$$t_2 = 5.4s\sqrt{(d+h_1)}+0.5 \qquad \text{mm} \qquad (2.2.4.3.2\text{-}4)$$

式中: s——纵骨间距，m，计算时取值应不小于纵骨的标准间距；

h_2=0.5C，计算时取不大于 0.36d；

h_1、C ——见本篇 2.2.1.3；

.2.3　距基线 $\frac{1}{4}D$ 至距基线 $\frac{1}{2}D$ 区域内的舷侧外板厚度 t，根据上述（1）、（2）中的 t_2 用内插法求得；但不应小于上述（2）中的 t_1。

2.2.4.4　船端 0.1L 区域内的舷侧外板厚度按其结构形式应满足本篇 2.2.1.4 或 2.2.1.7 的要求。

2.2.5　舷顶列板

2.2.5.1　舷顶列板的宽度应不小于（800+5L）mm，但也不必大于 1800mm。但对于 45m 以下的渔船可不小于 700mm。

2.2.5.2　舷顶列板上缘应平整。在船中部 0.4 L 范围内应避免焊接其它装置；在船中部 0.4 L 范围内或上层建筑间断处，如舷顶列板高出甲板，则在舷顶列板的甲板以上部分一般不应开流水孔，若要开流水孔应按本篇 2.2.7.2 予以加强。

2.2.5.3　舷顶列板的厚度与舷侧外板的厚度相同，但在船中部 0.4L 区域内，还应不小于强力甲板边板厚度的 0.8 倍。

2.2.6　局部加强

2.2.6.1　拖网渔船

自舷墙顶缘至最大吃水水线以下 0.3m 区域之内的舷外侧，至少应在网板架向首 1m 和向尾 2m 范围内设置斜向的半圆钢防擦材，其间距不得超过 400mm。如工作甲板以下的型线内缩较大，则防擦材可仅设到较工作甲板内缩 400mm 的部位。

2.2.6.2　围网渔船底纲架安装处的外板厚度应在适当范围内增厚 1mm 或加复板。

2.2.6.3　轴毂处的包板以及多推进器艉轴架支臂固定处的外板厚度，应不小于端部外板厚度的 1.5 倍，但增厚值不必大于 4mm。

2.2.6.4　锚链筒处的外板及其下方一块板或首端至锚部位下方的外板均应适当增厚或加复板。

2.2.7　外板开口

2.2.7.1　在船中部 0.4 L 区域内，舭列板弯曲部分应尽量避免开口。如必须开口时，应开成长轴沿船长方向布置的椭圆形开口。

2.2.7.2　舷顶列板上的圆形开口应充分避开上层建筑端点和甲板舱口边线外的甲板开口。如开口高度不超过舷顶列板高度的 20%或 380mm 时(以小者为准)，一般无需补偿。

2.2.7.3　海水进口及其它开口角隅必须有足够大的圆角。并应补偿，补偿可用加厚板或腹板。通海阀箱厚度应不小于邻近的外板厚度。

2.2.7.4　舷侧货门等开口角隅应采用足够大的圆角，而且应避开上层建筑端点和舱口边线外的甲板开口。在船中部 0.4L 范围内，应完全补偿，补偿可用加厚板或复板，在船长方向应有足够的补偿长度。

2.2.7.5　外板开口的上述规定，一般也适用于首、尾端部区域。

2.2.8　舭龙骨

2.2.8.1　如安装有舭龙骨时，舭龙骨应焊接在一根连续的扁钢上，扁钢应连续焊。

2.2.8.2　舭龙骨和扁钢不能突然中断，应逐渐减小，且在端点处的船体内应有适当的内部支撑。

2.2.8.3　舭龙骨上的端接缝、扁钢上的端接缝与外板上的端接缝都应相互错开。舭龙骨为加强其强度适当加支撑。

2.2.9　方龙骨

2.2.9.1　方龙骨的板厚应不小于平板龙骨的厚度，其内部每隔一档肋位应加横隔板支撑，横隔板应与肋板对齐。当方龙骨宽度超过 300mm 时，还应加纵隔板。

2.2.9.2　当设计用扁钢代替方龙骨时，其高度与厚度之比应不大于 10。其厚度 t 应不小于下式计算所得之值：

$$t = 10 + 0.6L \quad \text{mm} \qquad (2.2.9.2)$$

第 3 节　　甲　板

2.3.1　一般要求

2.3.1.1　在船中部 0.4L 区域内中断的平台甲板应在中断处以水平肘板延伸不小于两个肋距的长度。

2.3.2　强力甲板

2.3.2.1　甲板为横骨架式时，强力甲板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.05L + 4.5 \quad \text{mm} \qquad (2.3.2.1)$$

当横梁间距比标准肋距大时，则每增大 150mm 板厚增加 0.5mm。

2.3.2.2　甲板为纵骨架式时，船中 0.4L 区域内强力甲板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

.1　开口边线以外：

$$t_1 = 0.06s(L + 110) + 0.5 \quad \text{mm} \qquad (2.3.2.2.1\text{-}1)$$

$$t_2 = 0.9s\sqrt{L + 75} + 0.5 \quad \text{mm} \qquad (2.3.2.2.1\text{-}2)$$

式中：s ——纵骨间距，m，计算时取值应不小于纵骨的标准间距。

.2　开口边线以内：

$$t = 0.9s\sqrt{L + 75} + 0.5 \quad \text{mm} \qquad (2.3.2.2.2)$$

式中：s ——骨材间距，m，计算时取值应不小于骨材的标准间距。

2.3.2.3　在船中部 0.4L 区域内的长桥楼甲板做为强力甲板时，其船中剖面模数及最小厚度，应符合本篇

2.1.5.1 及 2.3.2.1 和 2.3.2.2 的有关规定。

2.3.2.4　船长大于 60m 时，离船端 0.1 L 处的强力甲板板厚可较船中部强力甲板厚度减小 1mm。

2.3.2.5　在卷网机、绞纲机及起锚机等重负荷底座区域的甲板厚度，应至少增厚 2mm，亦可用不小于甲板厚度的复板替代。在其下方应设置足够强度的横梁和支承结构。

2.3.2.6　尾拖网渔船的尾滑道应沿纵向加强，且有足够的强度。滑道板厚度应不小于按下述规定插值：L=30m 时，应不小于 10mm；L=45m 时，应不小于 12mm；L ≥75m 时，应不小于 15mm。滑道的侧壁板厚度，应至少较本篇 2.2.1.4 计算所得增加 1mm。滑道底部及其侧壁易受网具磨损处，宜设置防擦材。

2.3.3　甲板边板

2.3.3.1　在船中部 0.4 L 区域内的甲板边板宽度应不小于(6.8 L+400)mm。强力甲板边板在端部的宽度应不小于船中部宽度的 65%。强力甲板边板厚度应不小于强力甲板厚度。

2.3.4　甲板开口

2.3.4.1　当强力甲板上机舱或鱼舱开口的角隅是抛物线形或椭圆形时，角隅处的甲板不需设嵌入板，但应符合图 2.3.4.1 的规定，且角隅线部分的长宽比不小于 2。

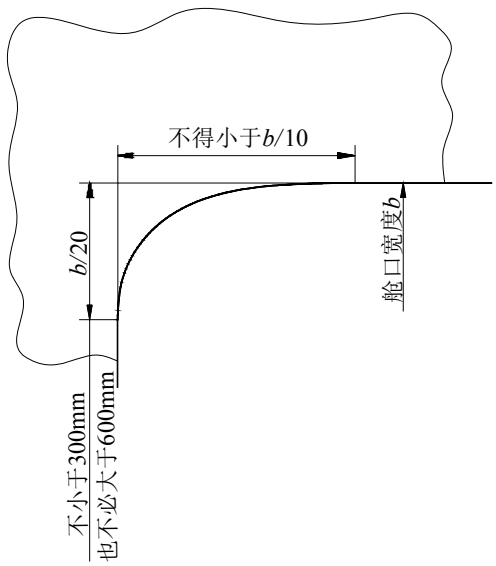


图 2.3.4.1　角隅线示意图

2.3.4.2　当强力甲板上机舱或鱼舱开口的角隅是圆形时，舱口角隅半径与舱口宽度之比应不小于 1/10。角隅加厚板或复板的尺寸应符合图 2.3.4.2-1 或图 2.3.4.2-2 的规定。

角隅加厚板的端接缝应避开舱口围板的端接缝。加厚板的厚度应较强力甲板板增厚 4mm，复板厚度应等于甲板板厚度。

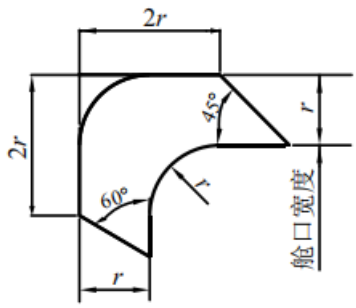


图 2.3.4.2-1　角隅加增厚区示意图

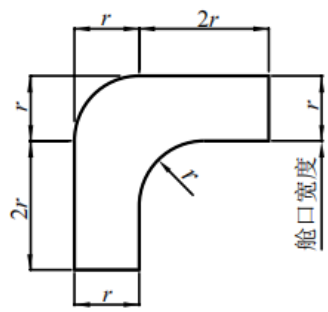


图 2.3.4.2-2　角隅加增厚区示意图

2.3.4.3　在强力甲板舱口边线外的开口应尽量减少，并应避开舱口角隅处。

船中部桥楼和甲板室的端壁和鱼舱口角隅之间的强力甲板上应尽量避免开口。如需开口时，其设计应特别考虑。

2.3.4.4　在船中部 0.4 L 区域内，强力甲板舱口边线外的圆形、长圆形或椭圆形开口，若其总宽度在一个横剖面上不超过强力甲板用作中剖面模数计算宽度的 6%时，不需补偿，否则应满足下述要求：

.1　椭圆形开口的轴应沿船长方向布置，且开口的长宽比不小于 2；

.2　圆形或长圆形开口边缘应按图 2.3.4.4.2 所示方法加强。

开口加强圆环板的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$A = 0.5\,rt \quad \text{mm}^2 \qquad (2.3.4.4.2)$$

式中：r ——开口半径，mm，对椭圆形开口取为开口宽度的一半；

t ——甲板板厚度，mm。

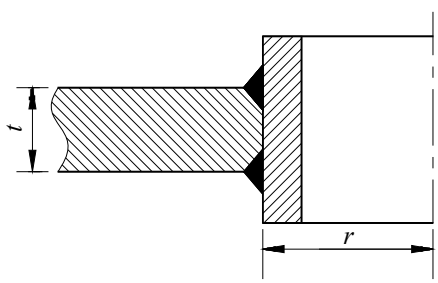


图 2.3.4.4.2　套环形式加强

2.3.4.5　在船中部 0.4 L 区域内，强力甲板舱口边线外的其它形状开口必须给予全部补偿，且开口角隅半径与开口宽度之比不得小于 1/10。在此区域外，除临近艏、艉楼中断处，一般无须补偿。

2.3.4.6　上述规定也适用于下甲板，但开口总宽度超过该甲板用作中部面模数计算宽度的 15%时，方须予以补偿。

2.3.4.7　甲板开口的上述规定一般也适用于船中部 0.4 L 以外区域。

2.3.5　下甲板及平台甲板

2.3.5.1　下甲板在船中部 0.4 L 区域内的甲板厚度 t，不得小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.02\,L + 5.5 \quad \text{mm} \qquad (2.3.5.1)$$

2.3.5.2　平台甲板和船端 0.1 L 区域内的甲板厚度 t，不得小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.02\,L + 5 \quad \text{mm} \qquad (2.3.5.2)$$

2.3.6　升高甲板

2.3.6.1　升高甲板应符合本章第 15 节的有关规定。

2.3.7　上层建筑端部

2.3.7.1　上层建筑端部甲板的加强应符合本篇 2.15.5 的有关规定。

2.3.8　甲板敷盖

2.3.8.1　甲板敷盖材料应不腐蚀钢板。在铺设敷盖层前，甲板表面应彻底除锈并涂刷油漆。

2.3.8.2　露天钢甲板上的木铺板厚度应不小于 40mm。设有上述木铺板的钢甲板厚度可比不设木铺板的减薄 1mm。该木铺板的每一板条应在每一横梁处用螺栓固定于甲板上。紧固件应埋在木铺板表面之下，并予以填塞密封。板条之间应紧密捻缝。

2.3.8.3　如以化学敷料代替钢甲板上的木铺板时，则钢甲板的厚度不得减薄。

第 4 节　横骨架式单层底

2.4.1　一般规定

2.4.1.1　本节适用于横骨架式的单层底结构。

2.4.2　中内龙骨

2.4.2.1　在船舶中纵剖面处应设置中内龙骨。中内龙骨的高度应等于肋板的高度，其腹板厚度 t 和面板剖面积 A，在船中部 0.4 L 区域内应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t=0.06L+6 \quad \text{mm} \qquad (2.4.2.1\text{-}1)$$

$$A=0.65L+2 \quad \text{cm}^2 \qquad (2.4.2.1\text{-}2)$$

在艏尖舱内，中内龙骨可与肋板等高、等厚和具有相同的面板剖面积。在船中部 0.4 L 区域以外其腹板厚度可减小 12%。

对 L<30m 的渔船，上述腹板厚度 t 及面板剖面积 A 可降低 10%。

2.4.2.2　中内龙骨应尽可能贯通全船，在舱壁处中断时，应用下列方式之一与舱壁连接：

.1　将中内龙骨的腹板在一个肋距内逐渐升高至舱壁处，该处高度应为原高度的 1.5 倍。中内龙骨的面板应延伸至舱壁，并与之焊接，如图 2.4.2.2.1 所示。

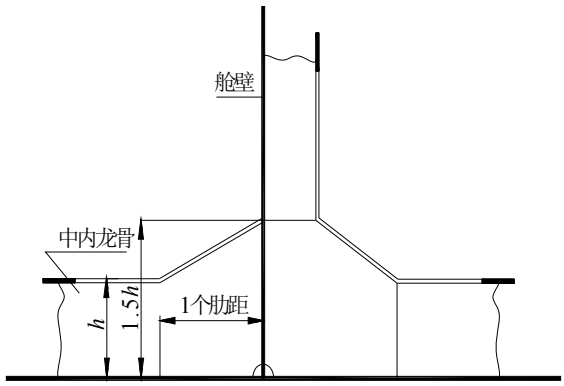


图 2.4.2.2.1　腹板升高连接型式

.2　用有面板或折边的肘板与舱壁连接，肘板的高度和长度应等于中内龙骨的高度。此时，中内龙骨面板可不与舱壁焊接，肘板的厚度应与中内龙骨腹板厚度相同，如图2.4.2.2.2所示。

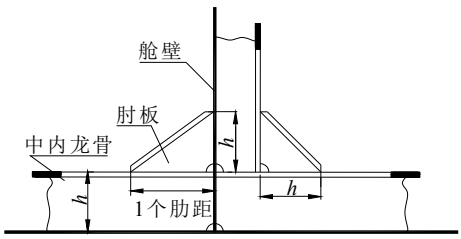


图 2.4.2.2.2　肘板连接型式

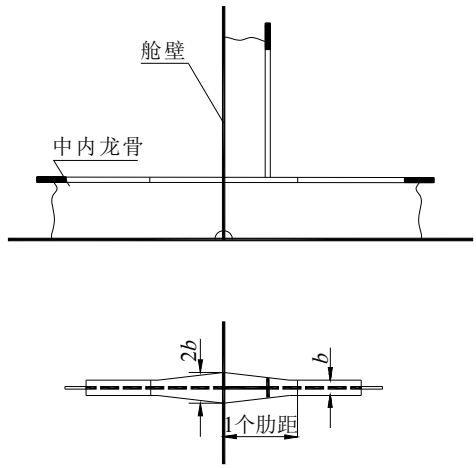


图 2.4.2.2.3　面板加宽连接型式

.3　将中内龙骨面板的宽度在一个肋距内逐渐放宽，至舱壁处其宽度为原宽度的 2 倍，并与舱壁焊接，如图 2.4.2.2.3 所示。

2.4.2.3　在机舱内，如果单机船的基座纵桁在整个机舱长度内是贯通的，并且在两端舱壁的背面均设有过渡的肘板时，则机舱内的中内龙骨可以省略。但在中内龙骨中断处的机舱内，应设置长度不小于 2 个肋距的肘板作为中内龙骨的过渡，如图 2.4.2.3 所示。

对尾机型渔船，此种基座纵桁应尽可能向艉延伸，且其端部应由强肋骨或实肋板支持。如尾部线型过于尖瘦，在艉尖舱舱壁后设过渡肘板有困难时，可另行考虑。

2.4.2.4　船中部 0.75*L* 区域内，中内龙骨的腹板上不应开减轻孔。

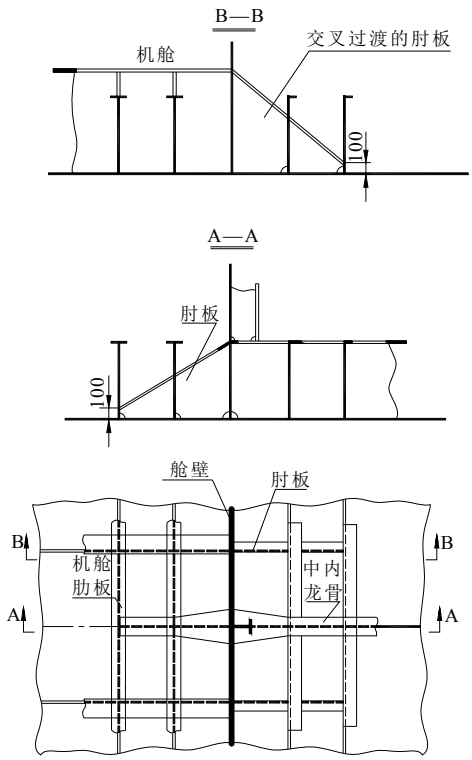


图 2.4.2.3　过渡肘板连接型式

2.4.3 旁内龙骨

2.4.3.1 旁内龙骨的高度与该处肋板高度相同，其腹板的厚度 t 和面板的剖面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t = 0.063L + 4 \quad \text{mm} \qquad (2.4.3.1\text{-}1)$$

$$A = 0.25L + 5 \quad \text{cm}^2 \qquad (2.4.3.1\text{-}2)$$

在机舱内，旁内龙骨腹板的厚度应不小于本篇 2.4.2.1 所要求的中内龙骨腹板的厚度。

2.4.3.2 当船宽不小于 4m 且不大于 9m 时，应在中内龙骨两侧至少各设一道旁内龙骨；当船宽大于 9m 时，应在中内龙骨两侧至少各设 2 道旁内龙骨。旁内龙骨应尽可能均匀设置，并向艏艉延伸。主机基座纵桁外侧应设置符合 2.4.3.1 要求的旁内龙骨，并应注意结构的连续性。

2.4.3.3 旁内龙骨在舱壁处的连接，与对中内龙骨的要求相同，见本篇 2.4.2.2。

2.4.4 肋板

2.4.4.1 每个肋位处应设置实肋板，其在中纵剖面处腹板高度 h、厚度 t 及面板剖面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$h = 42(B + d) - 70 \quad \text{mm} \qquad (2.4.4.1\text{-}1)$$

$$t = 0.5B + 3 \quad \text{mm} \qquad (2.4.4.1\text{-}2)$$

$$A = 3.5d - 0.5 \quad \text{cm}^2 \qquad (2.4.4.1\text{-}3)$$

2.4.4.2 肋板面板的厚度应不小于肋板腹板的厚度，面板宽度不得小于其厚度的 10 倍，但不必大于 15 倍。

对 $L \leqslant 30$m 的渔船，其肋板面板可用折边代替。

2.4.4.3 对具有显著的舭部升高的渔船，应增加实肋板的高度。当实肋板是水密舱壁或深舱、液舱舱壁组成部分时，肋板在中纵剖面处的高度应不小于 900mm，其厚度应不小于舱壁底列板的厚度。

对 $L \leqslant 30$m 的渔船，肋板在中纵剖面处的高度可适当减小。

2.4.4.4 在机舱区域内，肋板腹板的厚度应不小于本篇 2.4.2.1 所要求的中内龙骨腹板的厚度。肋板面板不得以折边代替，肋板面板的剖面积 A 应按本篇 2.4.4.1 的计算值增加 20%。

机舱位于尾部或者处于底部肋板升高部位，则肋板高度应根据渔船线型和强度要求予以相应增高。

2.4.5 舭肘板

2.4.5.1 肋板与肋骨之间应用舭肘板连接。舭肘板的高度由船底算起为中纵剖面处肋板高度的 2 倍。舭肘板长度，由肋骨内缘算起等于中纵剖面处肋板高度。舭肘板应有面板或折边。当为折边时，其折边宽度应不大于 10 倍肘板厚度，但不小于 50mm。舭肘板的厚度等于肋板的厚度。

2.4.5.2 由于线型或其他原因不能设置舭肘板时，肋板应向船侧升高到舭肘板所需的高度。

2.4.5.3 当舭肘板或肋板与肋骨搭接时，其搭接长度应不小于下列规定：

.1 当肋骨高度不大于 100mm 时，搭接长度应不小于 2 倍肋骨高度；

.2 当肋骨高度大于 100mm 时，搭接长度应不小于 1.5 倍肋骨高度，且不小于 200mm。

2.4.6 流水孔

船底肋板、旁内龙骨上均应开流水孔。流水孔大小应考虑到泵的抽唧率，使自船底部的各个流水孔至吸口均能自由流通。

第 5 节　纵骨架式单层底

2.5.1　一般规定

2.5.1.1　本节适用于纵骨架式的单层底结构。

2.5.2　船底纵骨

2.5.2.1　船底纵骨的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 10sDl^2 \quad \text{cm}^3 \qquad (2.5.2.1)$$

式中：s ——纵骨间距，m；

l——纵骨跨距，m。

2.5.2.2　船底纵骨与舱壁的连接应具有足够的刚性，且应保持其强度的连续性。若纵骨采用高强度钢时，则应连续贯穿横舱壁。

2.5.2.3　船底纵骨如在横舱壁处切断，应设置与横舱壁连接的肘板，肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的要求。纵骨应与肋板腹板和肋板垂向加强筋焊接。

2.5.3　肋板

2.5.3.1　肋板间距应不大于 3.6m。

2.5.3.2　当在鱼舱区域未设置纵舱壁时，肋板应满足 2.5.3.4 对中舱肋板的要求。

2.5.3.3　当在鱼舱区域设置 1 道纵中舱壁时，肋板剖面模数W 及惯性矩I 应不小于按下列两式计算所得之值：

$$W = 11SDl^2 \quad \text{cm}^3 \qquad (2.5.3.3\text{-}1)$$

$$I = 10.5Wl \quad \text{cm}^4 \qquad (2.5.3.3\text{-}2)$$

式中：S——肋板间距，m；

l——肋板跨距，m。

2.5.3.4　对鱼舱区域设置 2 道纵舱壁的船舶，若中舱内设置符合本篇 2.5.4.2 要求的连续中内龙骨时，中舱肋板的剖面模数W 及其在纵舱壁跨距点处腹板的净剖面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$W = C_1SDl^2 \quad \text{cm}^3 \qquad (2.5.3.4\text{-}1)$$

$$A = C_2SDl \quad \text{cm}^2 \qquad (2.5.3.4\text{-}2)$$

式中：S——肋板间距，m；

l——肋板跨距，m。

中内龙骨和肋板的弯矩系数C_1和切力系数C_2，根据该舱肋板的道数和系数 K，查表 2.5.3.4（中间值用内插法）。其中系数K 按下式计算：

$$K = \frac{l_G^3 I_F}{l_F^3 I_G} \qquad (2.5.3.4\text{-}3)$$

式中：l_G ——中内龙骨跨距，m；

l_F ——肋板跨距，m；

I_G——中内龙骨剖面惯性矩，cm^4；

I_F——肋板剖面惯性矩，cm^4。

弯矩系数C_1和切力系数C_2　　表 2.5.3.4

K			0.02	0.06	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
3 道	龙	C_1	8.99	8.99	8.53	7.60	6.91	6.20	5.74	5.27	4.96	4.65	4.43	4.19

肋板	骨	C_2	0.84	0.84	0.81	0.73	0.68	0.62	0.59	0.54	0.51	0.48	0.46	0.45
	肋板	C_1	1.55	1.74	1.98	2.48	2.85	3.22	3.47	3.66	3.84	4.03	4.15	4.28
		C_2	0.31	0.33	0.35	0.39	0.42	0.45	0.47	0.49	0.50	0.51	0.52	0.53
5道肋板	龙骨	C_1	12.71	12.25	11.63	10.23	9.24	8.22	7.53	6.82	6.29	5.74	5.43	5.12
		C_2	1.43	1.39	1.33	1.21	1.12	1.03	0.97	0.91	0.87	0.83	0.80	0.77
	肋板	C_1	1.55	1.86	2.23	2.79	3.16	3.53	3.78	4.03	4.22	4.40	4.53	4.59
		C_2	0.32	0.34	0.37	0.41	0.44	0.47	0.49	0.51	0.53	0.54	0.55	0.56
注 1：设 2 道肋板时，可按 3 道肋板计算，但中内龙骨的系数 C_1 可减小 20%，C_2 可减少 25%。 注 2：设 4 道肋板时，系数按内插法求得。														

在肋板跨距中点剖面处腹板的净剖面积应不小于 $(\frac{1}{1.6C_2}-1)A$。上述 W 和 A 也可由直接计算确定。

2.5.3.5　对在鱼舱区域设置 2 道纵舱壁的船舶，其边舱肋板的尺寸（包括剖面模数和跨距点处腹板的净剖面积），一般应与中舱肋板相同。

2.5.3.6　肋板腹板的高度均应不小于船底纵骨开口高度的 2.5 倍。

2.5.3.7　肋板端部应设肘板与纵舱壁或舷侧连接。肘板应符合本篇 1.2.6 的要求。当与舷侧连接时，应尽可能构成环形框架。

边舱内，当舷侧和纵舱壁为横骨架式时，边舱肋板在端部的升高应伸至最下一根舷侧纵桁及纵舱壁处最下一根水平桁；当舷侧和纵舱壁为纵骨架式时，边舱肋板与强肋骨、纵舱壁垂直桁和甲板强横梁应构成横向强肋框。横向强肋框在边舱肋板接合处的圆角半径一般应不小于邻接构件的腹板高度，接合处的面板应保持连续且截面积不小于肋板面板的截面积。

2.5.3.8　鱼舱区肋板腹板厚度在满足 2.5.3.2、2.5.3.3、2.5.3.4 和 2.5.3.5 条件下，增厚 1mm 且不小于 s/80（s 为加强筋间距）。在肋板腹板上一般应在纵骨位置单面设置垂直加强筋。当肋板腹板高度大于 165t（t 为腹板厚度）时，则应在距面板 1/4 腹板高度处加设 1 根平行于面板的加强筋。

2.5.3.9　肋板在端肘板的趾端附近和其他部位一般按本篇 1.2.4 的有关规定应设置防倾肘板。

2.5.4　中内龙骨和旁内龙骨

2.5.4.1　当船长大于 70m 且设置 1 道纵中舱壁时，一般在其左、右舷约 1/4 船宽处应各设 1 道间断旁内龙骨。

2.5.4.2　对于不设纵中舱壁的渔船，应设置连续中内龙骨。连续中内龙骨的剖面模数 W 及腹板在任一剖面处的净剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 10SDbl \quad \text{cm}^3 \qquad (2.5.4.2\text{-}1)$$

$$A = 1.45bDS \quad \text{cm}^2 \qquad (2.5.4.2\text{-}2)$$

式中：b——支持宽度，m，取该处肋板在两舷侧的跨距点之间的距离之半；

S——肋板间距，m；

l——中内龙骨的跨距，m。

2.5.4.3　中内龙骨的腹板高度应不小于肋板的腹板高度，中内龙骨的腹板厚度应不小于肋板的腹板厚度加 2mm。

2.5.4.4　间断旁内龙骨的腹板厚度和面板尺度与该处的肋板相同，其高度可为肋板的一半。

2.5.5　中内龙骨的加强和端部连接

2.5.5.1　中内龙骨在肋板之间或肋板与横舱壁之间的中点处的两侧应设置坞墩肘板。该肘板应与适当的船底纵骨相连接，肘板应有面板或折边。肘板厚度与中内龙骨腹板厚度相同；肘板的高度在中内龙骨的一侧应伸至中内龙骨的面板并与之焊接，在另一侧可中止于某一适当的水平加强筋处。

连续中内龙骨端肘板的趾端附近，还应设置防倾肘板。

2.5.5.2　在连续中内龙骨腹板的一面，应设置水平加强筋，在垂直桁腹板和端部肘板区域，还应适当地增设垂直加强筋。

水平加强筋的间距应不大于 $50t$（t 为中内龙骨腹板厚度）。

第 6 节　　双层底

2.6.1　一般要求

2.6.1.1　当 L≥75m 时，在防撞舱壁和尾尖舱舱壁之间应尽可能设置水密双层底。

2.6.1.2　双层底内的油舱与锅炉给水舱、食用水舱之间，燃油舱与滑油舱之间均应设有空隔舱。

2.6.1.3　对双层底的内底板在舷侧升高的渔船，仅要求在双层底燃油舱和直接布置在燃油装满至内底板的这些燃油舱上面的液舱之间设置空隔舱。但燃油舱与液舱的相对位置为角对角的情况，液舱不认为是相邻的。

2.6.1.4　双层底中断处船底纵向骨架应保持连续性。中断区域的单底中内龙骨和旁内龙骨应为双层底中桁材和旁桁材的直接延续部分；而内底板应在不小于 3 个肋距内逐渐缩小为中内龙骨和旁内龙骨的面板，此面板在双层底中断处的宽度应不小于各龙骨之间间距的一半。内底边板也应向中断区域延伸不小于 3 个肋距；当内底边板为倾斜时，其延伸部分应有面板或折边，其宽度可逐渐减小。

中断区域内不与双层底旁桁材直接连续的旁内龙骨，应向双层底内延伸 3 个肋距，其高度可逐渐降低，其自由边应有折边。

2.6.1.5　机舱内，在主机部位应布置足够的纵桁，并应保持结构的连续性。对中机型渔船，这些纵桁应在整个机舱长度内延伸，并应向机舱前、后舱壁外延伸至少 3 个肋距。但向机舱后壁以后的延伸部分，尚应支持最前面的轴隧中间轴承；对尾机型渔船，这些纵桁应尽可能向艉延伸，并应与强肋骨或肋板有效连接。

在主机基座纵桁外侧应设有旁桁材，并应注意结构的连续性。

2.6.1.6　所有肋板、旁桁材上均应开人孔；除轻型肋板外，开孔的高度应不大于该处双层底高度的 50%，否则应予加强。各肋板开孔位置在船长方向应尽量按直线排列，以便人员出入。在肋板端部和横舱壁处的 1 个肋距内的旁桁材上，不应开人孔和减轻孔，否则开孔边缘应予加强，且开孔应光滑。

肋板和旁桁材在支柱下的部分不应开孔，否则应作有效加强。

2.6.1.7　所有肋板、旁桁材、船底及内底纵骨上均应有适当的流水孔和透气孔，并应考虑到泵的抽唧率，使自舱内各处到空气管和吸口的空气与水能自由流通。

2.6.2　中桁材

2.6.2.1 在船中纵剖面处应设置中桁材。中桁材的高度 h 在任何情况下不得小于 760mm，且不小于按下式计算所得之值：

$$h = L + 42d + 530 \quad \text{mm} \qquad (2.6.2.1)$$

2.6.2.2　中桁材的厚度 t 应不小于下述规定：

.1 船中部 0.4L 区域内：

$$t = 0.065L + 5.5 \quad \text{mm} \tag{2.6.2.2.1}$$

.2 船端 0.075L 区域内，中桁材厚度可比 2.6.2.2.1 条的要求减少 2mm。

2.6.2.3 中桁材在船中部 0.75L 区域范围内应连续，并应尽量向艏、艉柱延伸。

2.6.2.4 船中部 0.75L 区域内，中桁材上不应开人孔或减轻孔。在特殊情况下一定要开孔时，应予以加强。

船中部 0.75L 区域以外，中桁材(舱壁前后 1 个肋距内除外)上可以开孔，但开孔高度应不大于该处中桁材高度的 40%。

2.6.3 箱形中桁材

2.6.3.1 中桁材可用箱形中桁材(管隧)代替。箱形中桁材侧板厚度应不小于水密肋板的厚度。侧板之间的距离应不大于 2m。

箱形中桁材区域的船底板和内底板应适当增厚。

2.6.3.2 箱形中桁材的骨架应符合下列要求：

.1 在箱形中桁材内的每个肋位上，应设置船底骨材和内底骨材，其剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 22sdl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.6.3.2.1}$$

式中：s——肋骨间距，m；

l——跨距，m，取两道侧板的间距。

.2 船底骨材和内底骨材的两端应逐渐放大并与箱形中桁材侧板连接，其放大部分的高度和长度应不小于骨材高度的 1.5 倍。同时，侧板的外侧无肋板的肋位上，应设置与实肋板等厚的肘板，并与船底和内底纵骨连接。

.3 箱形中桁材内在船体中心线上应设置间断的船底纵向骨材。

2.6.3.3 箱形中桁材和中桁材衔接处至少应有不小于 3 个肋距的相互交叉过渡区。

2.6.4 横骨架式旁桁材

2.6.4.1 旁桁材的厚度与该区域的肋板厚度相同，水密旁桁材的厚度应与该区域的水密肋板等厚。

2.6.4.2 旁桁材的设置应以桁材之间或桁材至舷侧的间距不大于 4m 为原则。船宽大于 10m 的渔船，中桁材两侧至少各设一道旁桁材。但距艏垂线 0.2L 以前的区域，旁桁材设置间距应不大于 3 个肋距。旁桁材应尽可能均匀设置。

2.6.5 横骨架式实肋板

2.6.5.1 实肋板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.03L + 5s + 2.6 \quad \text{mm} \tag{2.6.5.1}$$

式中：s——肋骨间距，m。

污水阱处的实肋板应较上式计算值增厚 2.5mm。

2.6.5.2 实肋板间距应不超过 4 个肋距且不大于 3.2m。实肋板高度超过 0.9m 时应设置垂直加强筋，其间距不大于 1.5m，厚度与肋板相同，宽度为肋板高度的 1/10。机舱、推力轴承座下，应在每个肋位上设置实肋板；横舱壁以及支柱下应设置实肋板。

距艏垂线 0.2L 以前区域应在每个肋位上设置实肋板。

2.6.6 横骨架式水密肋板

2.6.6.1 水密肋板应符合下述规定：

.1　水密肋板厚度较实肋板计算厚度增加 2mm。在横向水密舱壁下，应尽量设置水密肋板；

.2　油舱的油密肋板厚度与上述要求相同。

2.6.6.2　水密肋板的高度大于 0.9m 时，应设置间距不大于 0.9m 的垂直加强筋。加强筋两端应削斜，其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5.5shl^2 \quad \text{cm}^3 \qquad (2.6.6.2)$$

式中：s ——加强筋间距，m；

h ——由内底板到溢流管顶的垂直距离，m；

l ——加强筋跨距，m，即实取的双层底高度。

油舱的油密肋板加强筋的要求与上式相同。

2.6.6.3　当双层底与边液体舱或隔离舱内部相通时，水密肋板的尺寸应不小于对深舱的要求。同时，垂直加强筋的端部应加肘板。

2.6.7　组合肋板

2.6.7.1　横骨架式双层底在不设置实肋板的肋位上应设置组合肋板。其在中桁材及内底边板处的肘板宽度应不小于中桁材高度的 75%；其厚度应与该区域实肋板的板厚相同；如双层底高度不小于 800mm 时，肘板应有面板或折边，其宽度为厚度的 10 倍，但不宜大于 90mm。旁桁材一边应设扶强材，扶强材尺寸与内底骨材相同，如图 2.6.7.1，图中 l 值大于 2.5m 时，应设符合本篇 2.6.7.2 要求的中间撑柱。

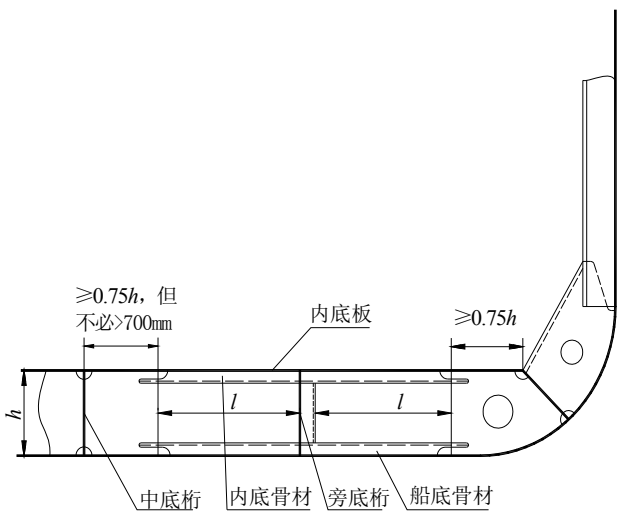


图 2.6.7.1　双层底组合肋板结构型式

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

$$W = (15 - 2.5l_1)sdl^2 \quad \text{cm}^3 \qquad (2.6.7.2\text{-}1)$$

式中：s ——肋骨间距，m；

l ——骨材跨距，m，自肘板边缘量至旁桁材(如图 2.6.7.1)；

l_1 ——同 l，但 l >2.5m 时，取 l_1 =2.5m。

如在上述骨材跨距 l 的一半处设置中间撑柱，则船底骨材的剖面模数应不小于上式计算值的一半。

中间支撑柱截面积 A 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$A = 23.8 + 0.04W \quad \text{cm}^2，\text{当} W > 85\text{cm}^3 \text{时}； \qquad (2.6.7.2\text{-}2)$$

$$A = 0.32W \quad \text{cm}^2，\text{当} W \leqslant 85\text{cm}^3 \text{时}。 \qquad (2.6.7.2\text{-}3)$$

式中：W ——船底骨材的剖面模数，cm^3。

内底骨材的剖面模数应为船底骨材的 85%。

当内底板上承受较大压力时，上述骨材等应另行考虑。

2.6.7.3　组合肋板的船底骨材及内底骨材与肘板的搭接要求与本篇 2.4.5.3 舭肘板与肋骨的搭接相同。

2.6.8　轻型肋板

2.6.8.1　双层底在不设置实肋板的肋位上，可设置轻型肋板，以代替组合肋板。轻型肋板腹板厚度不小于实肋板厚度。其开孔边缘至内底或船底的最小距离应不小于 0.2 倍中桁材高度；从中桁材和内底边板至开口边缘的距离应不小于 0.5 倍中桁材高度；旁桁材与开口边缘的距离不小于 0.25 倍中桁材高度；开口长度应不超过 1.2 倍中桁材高度，如图 2.6.8.1 所示。肋板上的垂直加强筋尺寸应符合本篇 2.6.5.2 的规定，其间距应不大于 2.2m。

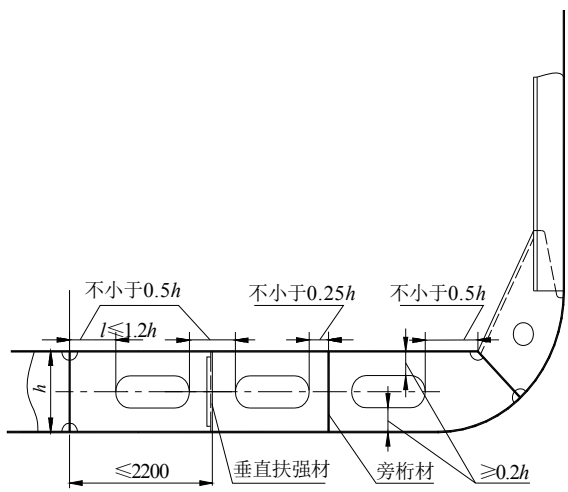


图2.6.8.1　双层底上轻型肋板结构型式

2.6.9　横骨架式内底板及内底边板

2.6.9.1　内底板的厚度 t 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t = 0.04L + 5s + 2.1 \quad \text{mm，且不得小于 6mm，在船中部 } 0.4L \text{ 区域内；} \qquad (2.6.9.1\text{-}1)$$

$$t = 0.055L + 4.8 \quad \text{mm，在机舱区域内。} \qquad (2.6.9.1\text{-}2)$$

式中：s ——肋骨间距，m。

船端部 $0.075L$ 区域内的厚度为船中部 $0.4L$ 区域内厚度的 0.9 倍。其他区域的厚度应自船中部 $0.4L$ 区域的厚度向端部的厚度逐渐过渡。

2.6.9.2　双层底内为燃油舱的区域，内底板厚度应不小于 8mm。

2.6.9.3　内底边板的宽度，当内底边板为向下倾斜形式时，应不小于中桁材高度的 80%；为水平形式时，应不小于舭肘板宽度加 50mm。

内底边板厚度，在鱼舱区域应较内底板增厚 1.5mm；在机舱区域内底边板应不小于该区域的内底板厚度。

2.6.10　纵骨架式船底桁材

2.6.10.1　中桁材的高度和厚度与本篇 2.6.2.1 和 2.6.2.2 要求相同。但在实肋板之间的中桁材两侧，应各设通达邻近纵骨的肘板，其间距一般不大于 1.2m，肘板厚度与肋板相同。如中桁材是水密的，则在肘板

与肋板之间（间距大于 1 个肋距时）应设置与本篇 2.6.6.2 同样尺寸的加强筋。

2.6.10.2　对船宽大于 12m 但不大于 20m 的船舶，中桁材两侧至少应各设 1 道旁桁材。对船宽大于 20m 的船舶，中桁材两侧至少应各设 2 道旁桁材，桁材之间的间距一般不大于 5m。距艏垂线 0.2L 以前区域，旁桁材间距应不大于 4 个纵骨间距。旁桁材应尽可能均匀设置。

旁桁材和水密旁桁材的厚度应符合本篇 2.6.4.1 的要求。如双层底与边液舱或深隔离舱内部相连通时，水密旁桁材厚度还应符合深舱要求。

上述桁材一般应设置垂直加强筋。旁桁材上的垂直加强筋应按本篇 2.6.5.2 的规定设置，水密旁桁材上的垂直加强筋应按本篇 2.6.6.2 的规定设置。

2.6.11　纵骨架式肋板

2.6.11.1　在机舱区域，至少每隔 1 个肋位上应设置实肋板，但在主机座、锅炉座、推力轴承座下的每个肋位处均应设置实肋板；横舱壁下和支柱下应设置实肋板。

距艏垂线 0.2L 以前区域应在每隔 1 个肋位上设置实肋板；其余区域实肋板间距应不大于 3.6m。

2.6.11.2　纵骨架式实肋板厚度应较本篇 2.6.5.1 要求的实肋板厚度增厚 10%，但不必大于 15mm，而水密和油密肋板厚度与本篇 2.6.6.1 相同。

肋板上的每根纵骨处应设置垂直加强筋。非水密肋板垂直加强筋的厚度等于肋板厚度，加强筋的宽度取不小于 1.65L(mm)，且不小于 50mm。水密肋板垂直加强筋的尺寸与本篇 2.6.6.2 相同。垂直加强筋应与内、外底纵骨焊接。

肋板厚度与高度之比一般不小于 1/130。如双层底与边液舱或深隔离舱内部相连通时，水密肋板厚度及其扶强材均应符合深舱的要求。

2.6.12　纵骨架式船底纵骨

2.6.12.1　船底纵骨的最大间距应不大于 0.75m。

2.6.12.2　船底纵骨的剖面模数W，应不小于按下式计算所得之值：

$$W = \frac{8.5f}{0.73}(d + h_1)sl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.6.12.2-1}$$

式中：s ——纵骨间距，m；

l——纵骨跨距，m，但不小于 1.5m；

f ——系数，有中间垂直撑柱时为 0.52，无中间垂直撑柱时为 1.0；

h_1 ——见本篇 2.2.1.3。

如实肋板间距大于 2.5m，可在跨距中点设置连接船底纵骨与内底纵骨的垂直撑柱，其剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$A = 23.8 + 0.04W \quad \text{cm}^2，当 W > 85\text{cm}^3 时 \tag{2.6.12.2-2}$$

$$A = 0.32W \quad \text{cm}^2，当 W \leqslant 85\text{cm}^3 时 \tag{2.6.12.2-3}$$

式中：W ——纵骨的剖面模数，cm^3。

2.6.12.3　内底纵骨的剖面模数为船底纵骨剖面模数的85%。在锅炉舱内，纵骨、撑柱及肘板等应增厚 2mm。

2.6.12.4　纵骨穿过非水密肋板时，纵骨应与肋板和该处肋板上的垂直加强筋焊接。当纵骨在水密肋板处中断时，纵骨应以肘板与水密肋板连接。肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的要求。

2.6.13　纵骨架式内底板及内底边板

2.6.13.1　内底板的厚度应符合本篇 2.6.9 的要求。但在计算船中部 0.4L 区域内的内底板厚度时，式中 s

应取纵骨间距，且计算值可减少 1mm。

2.6.13.2　内底边板的厚度除符合按本篇 2.6.13.1 的要求外，还应按本篇 2.6.9.3 的要求增厚。

2.6.13.3　内底边板应在每个肋位处设置通达邻近底纵骨的肘板（见图 2.6.13.3），肘板边缘应作加强，肘板厚度与肋板相同。

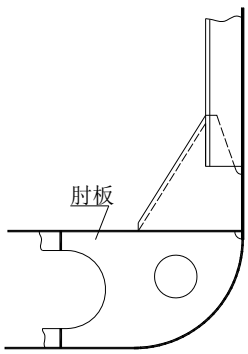


图 2.6.13.3　**肋位处肘板型式**

2.6.14　**舭肘板**

2.6.14.1　舭肘板应在每个肋位上设置。舭肘板厚度与实肋板厚度相同。舭肘板上可以开圆形减轻孔，但孔缘外任何地方的板宽均应不小于舭肘板宽度的 1/3。

2.6.14.2　舭肘板应有面板或折边，面板或折边的宽度一般为其厚度的 10 倍。

2.6.14.3　舭肘板的标准高度和宽度按下述决定：

连接次要构件的舭肘板的高度为内底板至最近一层甲板之间高度的 1/10 或肋骨腹板高度的 2.5 倍，取大者。连接主要构件的舭肘板的高度为肋骨腹板高度的 1.8 倍。舭肘板的宽度与高度相同。如内底边板为水平式，在舭肘板趾端的双层底内的肋板上应设置垂向加强筋(如图 2.6.14.3)，加强筋的要求与本篇 2.6.5.2 相同。

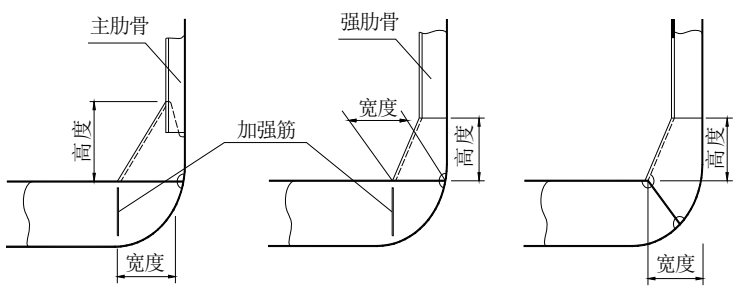


图 2.6.14.3　　**双层底内肋板**

2.6.14.4　如舭肘板与肋骨的连接方式采用搭接时，则搭接长度应符合本篇 2.4.5.3 的要求。

2.6.14.5　当船底和舷侧采用纵骨架式且舭部不设纵骨时，该处的横向强力构件或相当舭肘板的间距 S 应不超过下式要求：

$$S = 8\times10^{6}\frac{t^{2}}{Dr}\sqrt{\frac{t}{r}} \quad \text{mm} \tag{2.6.14.5}$$

式中：t——舭板厚度，mm；

r——舭部半径，mm。

同时，在实肋板之间还应设置适当数量的与舭部上下端弯曲处纵骨相连接的中间舭肘板。

第 7 节　舷侧骨架

2.7.1　一般要求

2.7.1.1　艏、艉尖舱肋骨间距和尾部斜肋骨间距，应不大于 0.6m。其他部位肋骨或舷侧纵骨的最大间距应不大于 0.7m。

2.7.2　肋骨

2.7.2.1　计算主肋骨剖面模数时，肋骨跨距 l 应按以下不同区域选取：

.1　从距艏垂线 0.2 L 至艉尖舱舱壁之间，应取该区域内最大的 l；

.2　从距艏垂线 0.2 L 至防撞舱壁之间，应取该区域内最大的 l。

肋骨跨距 l 为在舷侧从肋板面板或内底板上缘至最下层甲板边线间的垂直距离，且应不小于 $\sqrt{D}$。

2.7.2.2　除艏、艉尖舱外，主肋骨剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = csdl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.7.2.2}$$

式中：c ——系数，$c = (2 + 0.65d/D)\big/(1.45 - \sqrt{D}/l)$；

s ——肋骨间距，m；

l ——肋骨跨距，m，见本篇 2.7.2.1 的规定。

如设置符合本篇 2.7.5 要求的舷侧纵桁且均匀布置，则可按下列规定减小主肋骨的剖面模数：

.1　当设置 1 根舷侧纵桁时，主肋骨的剖面模数可为按本篇 2.7.2.2 计算所得值的 1/2；

.2　当设置 2 根舷侧纵桁时，主肋骨的剖面模数可为按本篇 2.7.2.2 计算所得值的 2/7。

2.7.2.3　在任何情况下，主肋骨的剖面模数应不小于按本篇 2.7.4 计算的甲板间肋骨的剖面模数。

2.7.2.4　主肋骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 3.2Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.7.2.4}$$

式中：W ——见本篇 2.7.2.2；

l ——肋骨实际跨距，m，在此应将舷侧纵桁作为跨距的支撑点计入。

2.7.3　尖舱肋骨

2.7.3.1　艏、艉尖舱内的肋骨剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$W = 2.3sdDl \quad \text{cm}^3 \tag{2.7.3.1-1}$$

$$I = 3.5Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.7.3.1-2}$$

式中：s ——肋骨间距，m；

l ——肋板上缘与舷侧纵桁（开孔平台）或舷侧纵桁（开孔平台）之间或舷侧纵桁（开孔平台）与最下层甲板之间的垂直距离，m，当 l <2m 时，取 2m。

2.7.4　甲板间及上层建筑肋骨

2.7.4.1　甲板间及上层建筑肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值(且不小于 10cm^3)：

$$W = cc_1sdl\sqrt{D} \quad \text{cm}^3 \tag{2.7.4.1}$$

式中：s ——肋骨间距，m；

l ——肋骨跨距，m，即为在舷侧量得的甲板间高，且对于甲板间肋骨，当其实际跨距小于 2.6m 时，应取 2.6m；对上层建筑肋骨，当其实际跨距小于 2.3m 时，应取 2.3m；

c——系数为$0.7+4d/D$；

c_1——系数，肋骨位置系数：对于上层连续甲板以下的第一层甲板间c_1=1.0，第二层甲板间c_1=1.1，第三层及以下甲板间c_1=1.45；对于艏楼肋骨：c_1=0.9；对于桥楼和艉楼肋骨：c_1=0.8。

2.7.5 舷侧纵桁

2.7.5.1 支撑主肋骨的舷侧纵桁的剖面模数W和剖面惯性矩I，应不小于按下列各式计算所得之值：

$$W=7.8hbl^2 \quad \text{cm}^3 \qquad (2.7.5.1\text{-}1)$$

$$I=2.5Wl \quad \text{cm}^4 \qquad (2.7.5.1\text{-}2)$$

式中：b——舷侧纵桁支持面积的宽度，m；

h——从舷侧纵桁跨距中点至上甲板边线的垂直距离，m；

l——舷侧纵桁的跨距，m。

2.7.5.2 在舷侧纵桁与横舱壁的连接处，应设置连接肘板或采取其他等效措施。在舷侧纵桁与强肋骨的连接处，应使舷侧纵桁的面板或折边具有较好的的连续性。

2.7.5.3 在横骨架式的机舱内主肋骨跨距超过 3m 时必须设置符合本篇 2.7.5.1 要求的舷侧纵桁。舷侧纵桁腹板的高度应不小于主肋骨高度的 2.5 倍。

2.7.5.4 在横骨架式的机舱内也可用间断的舷侧纵桁代替本篇 2.7.5.3 所述的舷侧纵桁，其腹板高度与主肋骨高度相同；其腹板厚度t和面板的剖面积A，应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$t=0.023L+6 \quad \text{mm} \qquad (2.7.5.4\text{-}1)$$

$$A=0.14L+1 \quad \text{cm}^2 \qquad (2.7.5.4\text{-}2)$$

2.7.5.5 机舱主肋骨应每隔一个肋位以肘板与舷侧纵桁连接，其他主肋骨应以加强筋与舷侧纵桁连接，或直接与纵桁腹板焊接。

2.7.6 横骨架式强肋骨

2.7.6.1 对于尾机型渔船机舱必须设置强肋骨。强肋骨应从肋板或内底板延伸至上甲板。强肋骨的间距应不大于 5 个肋骨间距。强肋骨的剖面模数W'应不小于按下式计算所得之值：

$$W'=0.2ncW \quad \text{cm}^3 \qquad (2.7.6.1)$$

式中：n——强肋骨之间的肋骨间距数；

W——机舱内主肋骨剖面模数，按本篇 2.7.2.2 计算；

c——系数，按主肋骨剖面模数选取，见表 2.7.6.1。

系数c **表 2.7.6.1**

W，cm^3	≤20	50	100	150	200	300	400	500	600
c	8.4	7.7	6.6	5.5	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0

2.7.6.2 机舱强肋骨的腹板高度应不小于相邻主肋骨高度的 2.5 倍，当主肋骨不受舷侧纵桁支撑时，强肋骨的腹板高度应不小于相邻主肋骨高度的 2 倍。

2.7.6.3 对于中机型渔船，如不按本篇 2.7.6.1 规定设置强肋骨时，则机舱内舱壁甲板以下的主肋骨的剖面模数应增加 50%。

2.7.6.4 对于支持舷侧纵桁的强肋骨，其尺寸应由直接计算予以确定。计算时，假定强肋骨两端为刚性固定，强肋骨承受由舷侧纵桁传递的集中载荷(舷侧纵桁的计算水压头，应为舷侧纵桁的跨距中点至上甲板边线的垂直距离，m)的作用，取许用弯曲应力为 93.2MPa，取许用切应力为 83.4MPa。

2.7.7 舷侧纵骨

2.7.7.1 上甲板以下的舷侧纵骨（包括舭部纵骨）的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=\frac{8.5}{f}hsl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.7.7.1-1}$$

式中：s ——纵骨间距，m；

l——纵骨跨距，m；

f ——系数，应按下列两式计算，计算时取不大于 1.077：

$$f=1.73-\frac{Z-Z_n}{D-Z_n}\text{，当}Z\geq Z_n\text{时；} \tag{2.7.7.1-2}$$

$$f=1.73-\frac{Z_n-Z}{Z_n}\text{，当}Z<Z_n\text{时} \tag{2.7.7.1-3}$$

h——计算压头，应按下式计算：

$$h=0.26C+d-\frac{Z}{D}(0.06C+d) \tag{2.7.7.1-4}$$

Z_n——船体横剖面的水平中和轴距基线的高度，m；

C——系数，见本篇 2.1.3.1；

Z ——纵骨距基线的高度，m。

2.7.7.2 在从距艏垂线 0.2L 至艏尖舱舱壁之间的区域内，上甲板以下的舷侧纵骨的剖面模数，除应符合本篇 2.7.7.1 的规定外，还应符合本篇 2.7.7.4 的规定。

2.7.7.3 当机舱位于船尾部时，机舱区域内的舷侧纵骨的剖面模数，除应符合本篇 2.7.7.1 规定外，还应不小于按本篇 2.7.7.5 计算所得值的 0.8 倍。

2.7.7.4 在艏尖舱内，舷侧纵骨的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=7.5shl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.7.7.4}$$

式中：s ——纵骨间距，m；

h——从纵骨至量计船首最小高度的甲板以上 3m 的垂直距离，m；

l——纵骨跨距，m，但计算时取值不应小于 1.5m。

2.7.7.5 在艉尖舱内，舷侧纵骨的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=8.5sl^2(h+0.167D) \qquad \text{cm}^3 \tag{2.7.7.5}$$

式中：s ——纵骨间距，m；

l——纵骨跨距，m，但计算时取值不应小于 1.5m；

h——从纵骨至上甲板边线的垂直距离，m，但应取 h 不小于 3m；

2.7.7.6 舷侧纵骨（包括舭部纵骨）的剖面模数，不必大于与其间距相同的船底纵骨的剖面模数。

2.7.7.7 舷侧纵骨应穿过强肋骨，且在纵骨腹板与强肋骨腹板的相交处应予以焊接。当舷侧纵骨在横舱壁处中断时，在舷侧纵骨与横舱壁的连接处应设置肘板，肘板应符合本篇 1.2.5 的有关规定。

2.7.8 纵骨架式强肋骨

2.7.8.1 当舷侧为纵骨架式时，应设置支持舷侧纵骨的强肋骨。强肋骨应设置在实肋板平面内。强肋骨的间距，一般应不大于 3.6m。在艏、艉尖舱内，纵骨架式强肋骨的间距，应不大于 2.5m。

2.7.8.2 除机舱区域和艏、艉尖舱外，纵骨架式强肋骨的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=10Shl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.7.8.2}$$

式中：S——强肋骨间距，m；

h——从强肋骨跨距中点至上甲板边线的垂直距离，m；

l——强肋骨跨距，m。

2.7.8.3　在纵骨架式的机舱区域内，强肋骨剖面模数W 应不小于按下列两式计算所得之值：

在最下层甲板以下：　$W=10Shl^2$　　cm^3　　(2.7.8.3-1)

在甲板间：　$W=4.4Sdl\sqrt{D}$　　cm^3　　(2.7.8.3-2)

式中：S——强肋骨间距，m；

h——从强肋骨跨距中点至上甲板边线的垂直距离，m；

l——强肋骨的跨距，m。

强肋骨腹板高度应不小于其所支持的舷侧纵骨高度的 2.5 倍。

2.7.8.4　在纵骨架式的艏尖舱内，强肋骨的剖面模数W 和剖面惯性矩I，应分别不小于按下列两式计算所得之值：

$$W=14Shl^2 \qquad cm^3 \qquad (2.7.8.4\text{-}1)$$

$$I=2.5Wl \qquad cm^4 \qquad (2.7.8.4\text{-}2)$$

式中：S——强肋骨间距，m；

h——从强肋骨跨距中点至艏尖舱舱顶的垂直距离，或至溢流管顶的垂直距离的一半，m，取较大者；

l——强肋骨跨距，m。

2.7.8.5　在纵骨架式的艉尖舱内，强肋骨的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=10Shl^2 \qquad cm^3 \qquad (2.7.8.5)$$

式中：S——强肋骨间距，m；

h——从强肋骨跨距中点至上甲板边线的垂直距离，　m，

l——强肋骨跨距，m。

2.7.8.6　纵骨架式强肋骨端部的连接结构应符合本章第 6 节、第 8 节的有关规定。

2.7.9　局部加强

2.7.9.1　桥楼两端各 4 根肋骨的尺寸应按该处下甲板下的甲板间肋骨公式计算。

2.7.9.2　如艏楼、艉楼的长度大于 0.25L时，则位于艏楼后端和艉楼前端的 2 根肋骨的尺寸应按该处上甲板下的甲板间肋骨公式计算。

2.7.9.3　舱口端梁下的肋骨剖面模数应不小于普通肋骨剖面模数的 1.67 倍。船长小于 30m 的渔船可不受此限制。

2.7.10　肋骨端点连接

2.7.10.1　肋骨与横梁连接应采用肘板，肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的规定。

2.7.10.2　甲板间肋骨下端在下甲板处中断时，在中断处应设置肘板，肘板的尺寸与甲板间肋骨上端肘板尺寸相同。若在中断处不设肘板，而将甲板间肋骨直接与下甲板焊接，则应将甲板间肋骨与下方的甲板间肋骨或主肋骨对齐。

第 8 节　　甲板骨架

2.8.1　甲板载荷

2.8.1.1　甲板计算压头 h 应按下述要求选取：

.1　露天强力甲板计算压头 h_0 应不小于按下式计算所得之值：

$$h_0 = 0.01L + d/D + 0.1 \qquad \text{m} \tag{2.8.1.1.1}$$

式中：d/D——吃水与型深之比，d/D＜0.7 时取 0.7。

h_0 应不小于 1.2m，但不必大于 1.5m。

.2　其他甲板的计算压头按表 2.8.1.1.2 选取。

.3　当 L≤30m 时，甲板计算压头 h 应取为：强力甲板为 1.0m；其他甲板取 0.6m。

甲板计算压头 h　　表 2.8.1.1.2

甲板名称及位置	计算压头，m
距艏垂线 0.075 L 以前的露天强力甲板和艏楼甲板	1.2 h_0
距艏垂线 0.075 L ～0.15 L 之间的露天强力甲板和艏楼甲板	1.1 h_0
下甲板、平台甲板及上层建筑内甲板用作居住及堆放杂物时	取 h_0 但不大于 1.39
短桥楼甲板、艉楼甲板、第一层甲板室甲板	取 d/D_s =0.7 时的 h_0 值的 80%
上层建筑甲板以上或第一层甲板室甲板以上各层甲板	依次取 d/D_s =0.7 时的 h_0 值的 60%，40%……但不小于 0.56
注：甲板机械处、桅杆座和吊杆座处以及机舱备品间和鱼舱内，按实际负荷选取。当装载率(舱内装货质量与舱容之比) r >0.72 t/m^3 时，对应的甲板计算压头应乘以 r /0.72。	

2.8.2　**甲板横梁**

2.8.2.1　甲板横梁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.6cshl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.8.2.1}$$

式中：c——系数，c=1.2；对多层甲板及 L<30m 的渔船，c=1；

s——横梁间距，m；

h——计算压头，m，可按本篇 2.8.1 的规定选取；

l——横梁跨距，m，即甲板纵桁之间，舱口围板与甲板纵桁之间，舱口围板或甲板纵桁与横梁肘板水平边中点之间的距离，此值不得小于 B/3。

2.8.2.2　露天甲板横梁的梁拱：当 B≤10m 时，一般应不小于 2%B；当 B>10m 时，一般应不小于 1%B。

2.8.2.3　水密舱壁台阶部分的甲板横梁应满足本篇 2.10.6 的规定。

2.8.2.4　横梁与肋骨的连接应符合本篇 1.2.5 的规定。

2.8.2.5　当横梁穿过甲板纵桁时，应与纵桁腹板焊接。若横梁在纵桁处中断时，每根横梁应用肘板与纵桁连接。肘板尺寸应符合本篇 1.2.5 的要求，肘板高度应伸至纵桁面板并牢固焊接。

2.8.2.6　在起锚机、起网机、桅等集中载荷下面及机舱强肋骨顶端均宜设置强横梁。强横梁剖面模数应不小于该处甲板纵桁的剖面模数。强横梁下应设置强肋骨。如不设置强横梁，可采用其他方法加强。

2.8.2.7　强横梁与肋骨应以下列方式之一连接：

.1　强横梁与肋骨或纵舱壁用有折边或带面板的肘板连接时，肘板的臂长应与强横梁腹板高度相同，其厚度与强横梁腹板的厚度相同。肘板的折边或面板的尺寸应与强横梁的折边或面板的尺寸相同，而且应将强横梁腹板直接与肋骨或纵舱壁相焊接。如果将肘板的臂长增大至横梁高度的 1.5 倍，则可不必将强横梁腹板与肋骨或纵舱壁相焊接。

.2　强横梁的腹板高度在连接端逐渐增大以代替肘板时，其高度和宽度应不小于强横梁腹板高度的 1.5 倍，其面板应为强横梁面板的延续。

2.8.3 **横骨架式甲板纵桁**

2.8.3.1 支持横梁的甲板纵桁的间距应不大于 4m；对距艏垂线 0.075L 以前的露天强力甲板，甲板纵桁间距应不大于 3.6m；对艉尖舱壁以后的甲板纵桁间距，应不大于 3m；其剖面积模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.75bhl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.8.3.1}$$

式中：b——甲板纵桁所支撑面积的平均宽度，m；

h——甲板的计算压头，m，可按本篇 2.8.1.1 的规定选取；

l——甲板纵桁的跨距，m。

2.8.3.2 当支持横梁的甲板纵桁承受一个集中载荷时，其剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.102cPl \qquad \text{cm}^3 \tag{2.8.3.2}$$

式中：c ——系数，按表 2.8.3.2 插值选取。表中a 为P 的作用点至纵桁两个支点间较远一点的距离，m；

P——集中载荷，kN；

l——甲板纵桁跨距，m。

系数 c **表** 2.8.3.2

a/l	0.94	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
c	1.44	3.36	5.68	7.36	8.64	9.20	9.60	10

2.8.3.3 当支持横梁的甲板纵桁承受 2 个或 3 个集中载荷时，其剖面模数W ，应由直接计算确定。计算时，假定纵桁的两端为刚性固定，取许用弯曲应力为 124MPa。

2.8.3.4 甲板纵桁的剖面惯性矩I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2Wl \qquad \text{cm}^4 \tag{2.8.3.4}$$

式中：W ——本节要求的甲板纵桁剖面模数，cm^3；

l——甲板纵桁跨距，m。

2.8.3.5 甲板纵桁的腹板高度应不小于横梁穿过处的切口高度的 1.6 倍。切口的设计应使腹板上的应力集中为最小。甲板纵桁腹板的厚度应不小于其高度的 1%加 4mm。甲板室甲板纵桁的腹板厚度应不小于其高度的 1%加 2mm，且不小于 4mm。

2.8.3.6 当需将电缆和管系穿过甲板纵桁的腹板时，在腹板上的开孔高度应不超过纵桁腹板高度的 25%，开孔宽度应不超过横梁间距的 60%，否则应予补偿。开孔边缘至纵桁面板的距离应不小于纵桁腹板高度的 40%；开孔的边缘应光滑，且具有良好的圆角。不应将开孔密集地布置在相邻的肋位内。开孔距纵桁肘板趾端应大于 200mm。

2.8.3.7 应采用下列任一方式将甲板纵桁与横舱壁进行连接：

.1 除将纵桁腹板与舱壁焊接外，还应在纵桁与舱壁的连接处设置具有面板或折边的肘板，肘板的臂长应等于甲板纵桁腹板的高度，肘板的厚度应与纵桁腹板厚度相同，肘板的面板或折边的尺寸应与纵桁的面板或折边的尺寸相同；

.2 将甲板纵桁腹板的高度向舱壁处逐渐升高，在舱壁处的高度应为原高度的 1.5 倍(在上层建筑内为 1.2 倍)，且将升高后的腹板与舱壁焊接，腹板升高范围的长度应不小于甲板纵桁腹板原高度的 1.5 倍，并应将甲板纵桁的面板延伸至舱壁；

.3 计入总纵强度的甲板纵桁应穿过水密舱壁，也可将其连接肘板穿过舱壁，且纵桁与肘板之间应有良好的过渡。

2.8.3.8 甲板纵桁应按本篇 1.2.4.4 的要求设置防倾肘板。

2.8.4 横骨架式强横梁

2.8.4.1 对于支持甲板纵桁的强横梁，其尺寸应由直接计算确定。计算时，假定强横梁两端为刚性固定，并承受由甲板纵桁传递的集中载荷，许用弯曲应力为 124MPa。

2.8.4.2 支持甲板纵桁的强横梁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.8.4.2}$$

式中：W ——按本篇 2.8.4.1 计算所得的强横梁剖面模数，cm^3；

l ——强横梁的跨距，m 。

2.8.4.3 支持甲板纵桁的强横梁的腹板厚度和腹板上的开孔均应符合本篇 2.8.7.7 和 2.8.7.8 的规定。

2.8.4.4 支持甲板纵桁的强横梁与肋骨或强肋骨或纵舱壁的连接结构应符合本篇 2.8.7.9 的规定。

2.8.5 甲板纵骨

2.8.5.1 露天 / 强力甲板纵骨的剖面模数 W 应不小于按下列两式计算所得之值：

$$W = 1.1c_1shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.5.1-1}$$

$$W = 1.1(c_2sh + c_3sl^2L^2 \times 10^{-4}) \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.5.1-2}$$

式中：s ——纵骨间距，m；

h——甲板的计算压头，m，按本篇 2.8.1.1 的规定，但在船中部 0. 4L 区内的甲板开口线以外：

$$h \geq \frac{22.6L}{1780 - L} \tag{2.8.5.1-3}$$

l——纵骨跨距，m，计算时取值应不小于 2m；

c_1 、 c_2 、 c_3——系数，按表 2.8.5.1 的规定；

系数 c_1、c_2、c_3 **表 2.8.5.1**

序号	甲板纵骨位置	区域	c_1	c_2	c_3
1	距艏垂线 0.075L 以前		12.5	63.5	7.8
2	距艏垂线 0.075L~0.15L		12.5	57	7.2
3	距艏垂线 0.15L 处	开口线外	9	48.5	6.2
		开口线内	7.5	40	5.5
4	距艏垂线 0.15L~0.3L	开口线外	见注		
		开口线内	7.5	40	5.5
5	船中部 0.4L 区域	开口线外	10.5	—	—
		开口线内	7.5	40	5.5
6	距艉垂线 0.075L~0.3L	开口线外	见注		
		开口线内	7.5	40	5.5
7	距艉垂线 0.07L 以后		7.5	40	5.5
注：对于该处甲板纵骨的剖面模数，可以通过将船中部和端部的甲板纵骨的剖面模数直线过渡后予以确定。					

2.8.5.2 货物甲板纵骨剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5.5shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.5.2}$$

式中：s 、 h 、 l——见本篇 2.8.5.1。

2.8.5.3 居住甲板和上层建筑甲板纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.4shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.5.3}$$

式中：s 、 h 、 l——见本篇 2.8.5.1。

2.8.5.4 甲板纵骨腹板高度均应不小于 60mm。

2.8.5.5 应将开口线外的甲板纵骨穿过强横梁，且在纵骨与强横梁腹板的相交处，应予以焊接。当甲板

纵骨在舱口端梁或强横梁的腹板处中断时（限于甲板开口线内或船端部分），在甲板纵骨与舱口端梁或强横梁的连接处，应设置肘板，肘板的尺寸应符合本篇1.2.5的有关规定，并应将肘板沿舱口端梁腹板或强横梁腹板伸至舱口端梁或强横梁的面板。

2.8.5.6　当甲板纵骨在横舱壁处中断时，在甲板纵骨与横舱壁的连接处，应设置肘板，肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的有关规定。当采用高强度钢时，应将甲板开口线外的强力甲板纵骨连续穿过横舱壁，但也可采用相应的替代结构。

2.8.5.7　不应将开口线外的强力甲板纵骨终止在同一横剖面处，而应将其末端适当错开，并应将其延伸至横向构件。

2.8.6　纵骨架式甲板纵桁

2.8.6.1　对于支持强横梁的甲板纵桁，其尺寸应由直接计算确定，计算时，假定甲板纵桁的两端为刚性固定，并承受由强横梁传递的集中载荷，许用弯曲应力为 124MPa。

2.8.6.2　支持强横梁的甲板纵桁剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2Wl \qquad \text{cm}^4 \tag{2.8.6.2}$$

式中：W ——按本篇 2.8.6.1 计算所得的甲板纵桁剖面模数，cm^3；

l——甲板纵桁跨距，m。

2.8.6.3　支持强横梁的甲板纵桁的腹板厚度和腹板上的开孔应分别符合本篇 2.8.3.5 和 2.8.3.6 中的有关规定。

2.8.6.4　支持强横梁的甲板纵桁与横舱壁的连接结构应符合本篇 2.8.3.7 中的有关规定。

2.8.7　纵骨架式强横梁

2.8.7.1　当甲板为纵骨架式时，应设置支持甲板纵骨的强横梁。甲板强横梁应设置在实肋板平面内。强横梁的间距一般应不大于 3.6m；在艏、艉尖舱内，纵骨架式强横梁的间距应不大于 2.5m。

2.8.7.2　在机舱区域和艉尖舱内，应将支持甲板纵骨的强横梁设在强肋骨所处的肋位上。

2.8.7.3　支持甲板纵骨的强横梁剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5Shl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.8.7.3}$$

式中：S——强横梁间距，m；

h——甲板的计算压头，m，按本篇 2.8.1.1 的规定；

l——强横梁跨距，m。

2.8.7.4　对单甲板船，其强横梁剖面模数应较按本篇 2.8.7.3 计算所得的值增大 15%。

2.8.7.5　当支持甲板纵骨的强横梁承受集中载荷时，其剖面模数，可按本篇 2.8.3.2 或 2.8.3.3 对甲板纵桁的规定计算。

2.8.7.6　支持甲板纵骨的强横梁剖面惯性矩 I 应不小于接下式计算所得之值：

$$I = 2Wl \qquad \text{cm}^4 \tag{2.8.7.6}$$

式中：W ——本节所规定的强横梁剖面模数，cm^3；

l——强横梁跨距，m。

2.8.7.7　强横梁的腹板高度应不小于甲板纵骨穿过处的切口高度的 1.6 倍。对切口的设计，应使腹板的应力集中为最小。强横梁腹板的厚度应不小于其高度的 1%加 4mm。

2.8.7.8　当需将电缆和管系穿过甲板强横梁的腹板时，在腹板上的开孔高度应不超过腹板高度的 25%，开孔的宽度应不超过甲板纵骨间距的 60%或强横梁腹板的高度（为其较大者），否则应予以补偿。开孔的边缘至强横梁面板的距离应不小于强横梁腹板高度的 40%；开孔的边缘应光滑并具有良好的圆角。不

应将开孔密集地布置在相邻的纵骨间距内，离强横梁肘板趾端 200mm 范围内的强横梁腹板上不应有任何开孔。

2.8.7.9　强横梁端部与肋骨或强肋骨或纵舱壁之间应设置连接肘板，肘板的尺寸应符合本篇 1.2.6 的有关规定。当将强横梁与强肋骨或纵舱壁垂直桁的连接结构设计成整体形时，一般应使其形成环形框架，连接处的肘板应为圆弧形。其圆弧半径一般应不小于强横梁腹板高度和强肋骨或纵舱壁垂直桁腹板高度中的较小者，并应设面板将强横梁面板与强肋骨或纵舱壁垂直桁面板相连接，面板的尺寸应与强横梁面板尺寸相同。当肘板的尺寸较大时，应在肘板上设置加强筋。

2.8.8　舱口甲板纵桁

2.8.8.1　当将露天甲板的舱口甲板纵桁(包括露天甲板舱口围板)同时兼作甲板纵桁、且以舱口两端作为支点时，舱口甲板纵桁的剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$W = 7hbl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.8.1-1}$$

$$I = 2.6Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.8.8.1-2}$$

式中：h——甲板计算压头，m，按本篇 2.8.1.1 的规定选取；

b——舱口甲板纵桁所支承面积的平均宽度，m；

l——舱口甲板纵桁的跨距，m。

2.8.8.2　下甲板舱口甲板纵桁的剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$W = 5.2hbl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.8.2-1}$$

$$I = 2Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.8.8.2-2}$$

式中：h——甲板计算压头，m，按本篇 2.8.1.1 的规定选取；

b——下甲板舱口甲板纵桁所支承面积的平均宽度，m；

l——下甲板舱口甲板纵桁的跨距，m。

2.8.8.3　当下甲板舱口甲板纵桁承受集中载荷时，还应增加其剖面模数，所增加的剖面模数应为按本篇 2.8.3.2 或 2.8.3.3 计算所得值的 1.1 倍。

2.8.8.4　舱口甲板纵桁腹板在甲板以下的高度应不小于与其相连接的横梁腹板的高度。

2.8.8.5　在计算舱口甲板纵桁(包括舱口围板)的剖面模数和剖面惯性矩时，可算至舱口围板的水平面上缘(应扣除水平面板上的开孔)。当不设水平面板时，则可算至围板的水平加强筋的上缘。

2.8.8.6　舱口甲板纵桁腹板的厚度应不小于其高度的 1%加 4mm，舱口围板厚度和结构应符合本篇 2.18.1 规定。

2.8.8.7　对于舱口甲板纵桁延伸构件的尺寸应予逐渐过渡。

2.8.8.8　当甲板为横骨架式时，每根横梁与舱口甲板纵桁的连接处均应设置肘板，并应将肘板伸至舱口甲板纵桁的面板，肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的规定，但肘板的厚度应不小于横梁腹板厚度。

2.8.9　舱口端横梁

2.8.9.1　应按下列要求设置舱口端横梁：

.1　当在舱口的四角设有符合本章第 9 节规定的支柱(即舱口端横梁不支持舱口纵桁)时，舱口端横梁的剖面模数应符合本篇 2.8.2.1 的规定。但计算式中的 s 应为端横梁实际支承面积的宽度(m)。

.2　当舱口端横梁支持舱口纵桁承受的全部载荷，且在甲板中纵剖面处的舱口端横梁下设有支柱或甲板纵桁或纵舱壁时，在船宽范围内，端横梁应为连续结构，其剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$W = 4.6chAl \quad \text{cm}^3 \tag{2.8.9.1.2-1}$$

$$I = 3Wl \qquad \text{cm}^4 \tag{2.8.9.1.2-2}$$

式中：c——系数，按舱口纵桁距中纵剖面的距离 a 选取：当 $a \geqslant l/2$ 时，c=1.6；当 $a \leqslant l/3$ 时，c=1.5；当 $l/3 < a < l/2$ 时，c 以内插法求得；

l——端横梁的跨距，m；

h——甲板计算压头，m，按本篇 2.8.1.1 的规定选取；

A——载荷面积，m²，$A = F_1 + F_2$，按图 2.8.9.1.2 选取，当不设附加纵桁时，按图 2.8.9.1.2（1），当设附加纵桁时按图 2.8.9.1.2（2）。

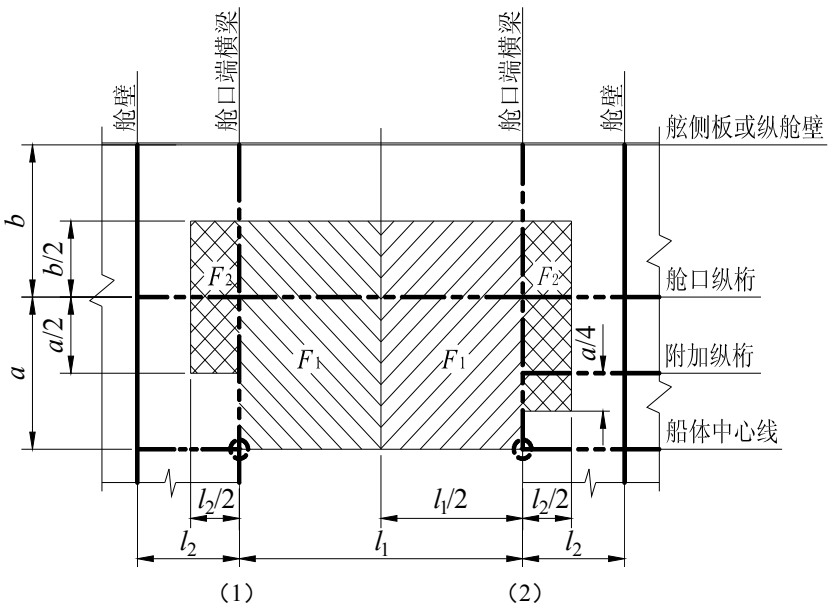


图 2.8.9.1.2　舱口端横梁支持面积

2.8.9.2　舱口端横梁与肋骨或强肋骨或纵舱壁的连接结构应符合本篇 2.8.7.9 的规定。

第 9 节　支柱

2.9.1　支柱的载荷

2.9.1.1　支柱所承受的负荷 P 应按下式计算：

$$P = 7.06abh + P_0 \qquad \text{kN} \tag{2.9.1.1}$$

式中：a ——支柱所支持的甲板面积的长度，m，见图 2.9.1.1；

b——支柱所支持的甲板面积的平均宽度，m，见图 2.9.1.1；

h——支柱所支持的甲板的计算压头，m，按本篇 2.8.1.1 选取；

P_0——上方支柱所传递的载荷，kN。

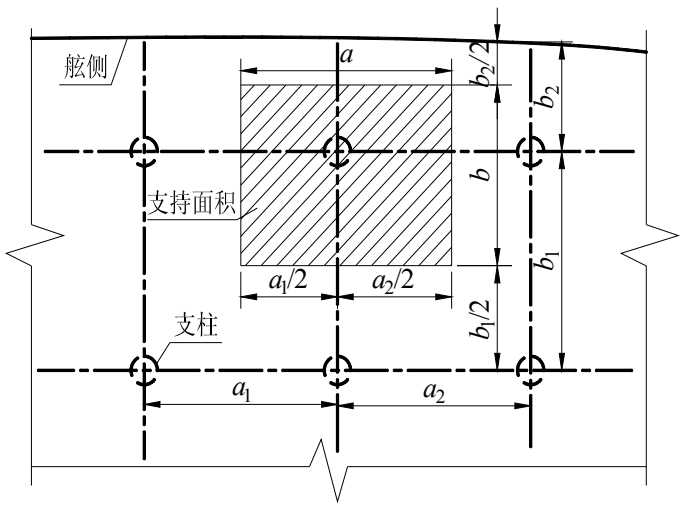


图 2.9.1.1　支柱支撑面积示意图

2.9.1.2　当上下支柱不在同一垂直线上时，则下方支柱的负荷 P 应按下式计算：

$$P = 7.06abh + cP_0 \qquad \text{kN} \tag{2.9.1.2}$$

式中：a 、b 、h ——同本篇 2.9.1.1 规定；

P_0 ——上方支柱的负荷，kN；

c ——系数，按 $2(l_1/l)^3 - 3(l_1/l)^2 + 1$ 计算，其中 l 为下方支柱中心线之间或支柱中心线与舱壁间的距离，m；l_1 为上方支柱中心线与下方计算支柱中心线之间的距离，m。

2.9.2　支柱的剖面积

2.9.2.1　支柱的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$A = \frac{P}{12.26 - 5.1l/r} \qquad \text{cm}^2 \tag{2.9.2.1}$$

式中：P ——支柱所承受的载荷，kN，按本篇 2.9.1 的规定计算；

l ——支柱有效长度，m，取支柱全长的 0.8 倍；

r ——支柱剖面的最小惯性半径，cm；

$r = \sqrt{I/A}$ ，其中 I 为支柱剖面最小惯性矩，cm^4，

A ——为支柱剖面面积，cm^2；

对实心圆形支柱，$r = 0.25D$；对空心圆形支柱，$r = 0.25\sqrt{D^2 + d^2}$ ，其中 D 为支柱外径，d 为支柱内径，单位均为 cm。

2.9.3　支柱的壁厚

2.9.3.1　管形支柱的最小壁厚：L ＜60m 时为 5mm；否则为 6mm。对空心矩形剖面支柱的最小壁厚以及工字形或槽形剖面支柱的最小腹板厚度要求与管形支柱壁厚的要求相同。

2.9.3.2　鱼舱内宜选用厚壁型支柱。

2.9.4　支柱上下方的结构加强

2.9.4.1　应保证支柱上下端处的结构能合理地承受和传递载荷。管形支柱和空心矩形剖面支柱的上端应与由有效肘板支持的板相连接。在组合形或轧制型材支柱的上端和下端应设纵向和横向的肘板，肘板宽度不小于管径或型材宽度，肘板高度不小于管径或型材宽度的 1.5 倍。在支柱的下方应设置复板或加厚板。

2.9.4.2　应将支柱设置在实肋板上或桁材上，并应在实肋板或桁材上设置垂直加强筋。在支柱下面的肋板和桁材上不准开设人孔。

2.9.4.3　如在轴隧上或其他较弱的结构上设置支柱时，应对该部位的结构作适当加强。

2.9.4.4　对于压载舱或其他液舱内的支柱，应考虑其抗拉强度。

2.9.4.5　在油舱内不得选用空心剖面的支柱。

第 10 节　水密舱壁

2.10.1　一般要求

2.10.1.1　船舶应设置符合本节要求的水密防撞舱壁、水密艉尖舱舱壁、水密横舱壁和水密纵舱壁。水密舱壁除应满足本节的要求外，还应符合渔船法定检验技术规则的相关要求。

2.10.1.2　水密横舱壁的总数一般应不少于表 2.10.1.2 的规定。

水密舱壁总数　　表 2.10.1.2

L，m	$L \leqslant 60$	$60 < L \leqslant 85$	$85 < L \leqslant 90$
中机型船	4	4	5
尾机型船	3	4	5

2.10.1.3　水密舱壁的的布置应注意合理均匀。当舱长不小于 30m 时，应采取措施保证船体的横向强度；

2.10.1.4　水密舱壁为深舱舱壁组成部分时，其结构应同时符合本章第 11 节对深舱舱壁的要求。

2.10.1.5　舱壁形式可采用平面舱壁、对称槽形舱壁。

2.10.2　防撞舱壁

2.10.2.1　计算防撞舱壁构件时，计算压头 h 值应为相应规定高度的 1.25 倍。

2.10.3　平面舱壁

2.10.3.1　水密舱壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值，且应不小于 5.5mm：

$$t = 3.2s\sqrt{h} + 2.3 \qquad \text{mm} \tag{2.10.3.1}$$

式中：s ——扶强材间距，m；

h ——由舱壁板下缘量至该处舱壁甲板边线的垂直距离，m，但取值应不小于 2.5m。

2.10.3.2　舱壁下列板的厚度应较计算所得增厚 1mm；污水沟及舱底污水阱处应增厚 2.5mm；艉轴管通过处舱壁板的厚度应增加一倍。

2.10.3.3　舱壁下列板的高度由内底板算起(单底时自船底板算起)应不小于 900mm。如舱壁的一侧设有双层底而另一侧为单底时，下列板应至少高出双层底内底板 300mm。

2.10.3.4　如舱壁板厚度与其相连接的桁材腹板厚度相差 4mm 以上时，该连接区域的舱壁板应予增厚。

2.10.3.5　舱壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = cshl^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.10.3.5}$$

式中：c ——系数，按扶强材两端的形式选取：两端用肘板连接时，c =2.5；上端焊接，下端用肘板连接时，c =3.3；两端焊接时，c =4.2；两端部不连接时，c =6；

s ——扶强材间距，m；

h ——由扶强材跨距中点量至该处舱壁甲板边线的垂直距离，m，但取值应不小于 2m。对 L<30m 的船舶，h 值取实际测量值；

l ——扶强材跨距，m，包括肘板在内的扶强材长度。当设有桁材时，为扶强材末端与桁材之间或桁材与桁材之间的距离。

2.10.3.6　舱壁扶强材端部肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的要求，扶强材端部不连接的形式仅适用于上甲板间舱。

2.10.3.7　扶强材上下端的肘板应分别延伸到舱壁邻近的横梁或肋板并与之牢固焊接。但扶强材跨距小于 3m 时，可不按此要求延伸。

2.10.3.8　当横向舱壁支持甲板纵桁时，应在甲板纵桁位置设舱壁扶强材。该扶强材连带板的剖面积尚应符合本章第 9 节对支柱的要求。

2.10.4　对称槽形舱壁

2.10.4.1　槽形各部分尺寸的代号规定见图 2.10.4.1。

s ——槽形全宽，mm；

a ——槽形平面部分宽度，mm；

b ——槽形斜面部分宽度，mm；

d_W ——槽形深度，mm；

α ——槽形斜面部分与平面部分延伸线的夹角，°；

t ——舱壁厚度，mm。

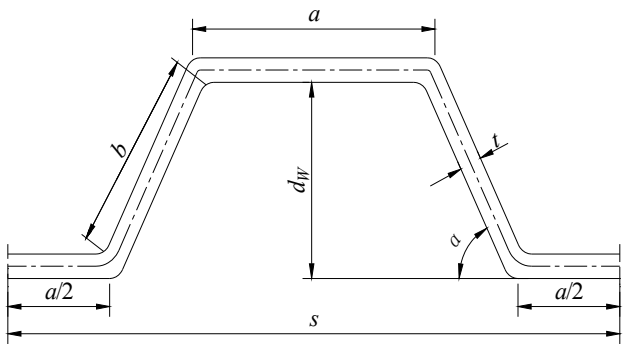


图 2.10.4.1　槽型舱壁尺寸示意图

2.10.4.2　槽形舱壁的尺寸应符合下述要求：

.1　槽形舱壁一个槽形宽度的剖面模数 W 应不小于按下计算所得之值：

$$W = cshl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.10.4.2.1}$$

式中：l ——槽形跨距，即支持点之间的距离，m；

h ——由槽形跨距中点量至该处舱壁甲板边线的垂直距离，m，但取值不小于 2m；

s ——槽形全宽，m，见图 2.10.4.1；

c ——系数，按表 2.10.4.2.1 规定的端部固定情况选取。

.2　槽形斜面部分与平面部分的夹角 α ≥40°。

c 值　　表 2.10.4.2.1

端部固定状态	如本节图 2.10.4.2.2(1)所示	如本节图 2.10.4.2.2(2)所示
c 值	5.04	3.84

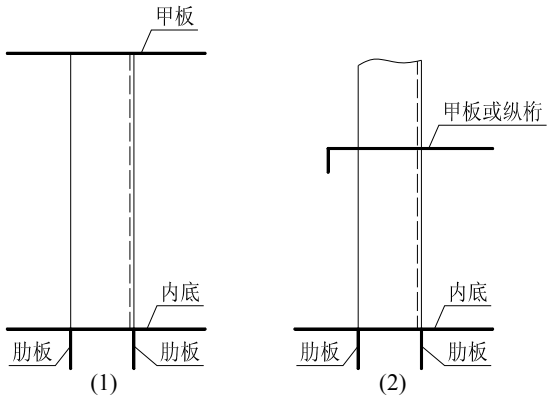


图 2.10.4.2.2　槽形舱壁端部固定示意图

2.10.4.3　对称槽形舱壁板的厚度 t 应符合本篇 2.10.3.1 的规定。计算时 s 以 a 或 b 的大者代替，且应符合下式要求：

$$t \geq \frac{a}{70} \quad \text{mm} \tag{2.10.4.3}$$

式中：a——见本篇图 2.10.4.1。

2.10.5　舱壁桁材

2.10.5.1　舱壁桁材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 6.6bhl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.10.5.1}$$

式中：b——由桁材支持的面积宽度，m；

h——由桁材跨距中点量至该处舱壁甲板边线的垂直距离，m，但取值应不小于 2m；

l——桁材跨距，m。

2.10.5.2　桁材腹板高度应不小于所支持的舱壁扶强材腹板高度的 2.5 倍。腹板厚度应不小于舱壁板在桁材处的厚度。面板宽度应不大于腹板高度或面板厚度的 35 倍，取小者。

2.10.5.3　桁材应按本篇 1.2.4.4 的规定设置防倾肘板。

2.10.5.4　桁材的末端应用肘板连接。肘板应延伸至邻近的肋骨或舱壁扶强材。肘板沿桁材的宽度应不小于桁材腹板的高度，厚度应不小于桁材腹板的厚度。肘板应有折边或面板。

2.10.6　水密舱壁台阶

2.10.6.1　舱壁台阶处甲板或平台的横梁剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.2shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.10.6.1}$$

式中：s——横梁间距，m；

h——由舱壁台阶处的甲板或平台到该处舱壁甲板边线的垂直距离，m，且应不小于 2m；

l——横梁跨距，m，且应不小于 2m。

2.10.6.2　舱壁台阶处甲板或平台甲板的厚度，应按本篇 2.10.3.1 的规定增厚 1mm。此时公式中的 s 取横梁间距。

2.10.6.3　舱壁台阶处甲板或平台甲板的厚度及横梁尺寸，在任何情况下，皆应不小于本章第 3 节及第 8 节对相应的甲板和横梁所规定的尺寸。

第 11 节　深　舱

2.11.1　一般要求

2.11.1.1　本节所述的深舱为双层底以外的压载舱、船用水舱及按闭杯试验法闪点不低于 60℃的燃油舱等。

2.11.1.2　非食用油舱与鱼舱、淡水舱之间，润滑油与燃油舱之间应设空隔舱；如鱼舱与非食用油舱之间能满足本篇 3.3.1.2、3.3.1.3 或 3.3.1.4 的要求，可免设空隔舱。

2.11.1.3　本节关于舱壁的规定对横、纵舱壁同样适用。

2.11.2　平面舱壁

2.11.2.1　深舱舱壁板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 4s\sqrt{h} + 2.5 \quad \text{mm} \tag{2.11.2.1}$$

式中：s——扶强材间距，m；

h——由舱壁板下缘量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m。

根据船长 L 的大小，舱壁板的厚度应不小于：当 24m≤ L ≤30m 时为 5mm；当 30m< L <60m 时为 6mm；当 L ≥60m 时为 7mm。

2.11.2.2　舱壁的下列板厚度应比本篇 2.11.2.1 计算值增厚 1mm，而构成污水沟或污水阱的舱壁板应增厚 2.5mm。

2.11.2.3　舱壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 8.2shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.2.3}$$

式中：s——扶强材间距，m；

h——由扶强材跨距中点量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l——扶强材跨距，m，包括肘板在内扶强材长度。设有桁材时，为扶强材末端与桁材之间或桁材与桁材之间的距离。

扶强材端部应用肘板连接。肘板尺寸可按本章第 10 节的规定。扶强材端部也可与甲板或桁材直接焊接，但甲板或桁材的另一面应具有与之焊接且与扶强材在同一直线上的至少为相同剖面的相邻构件。

2.11.2.4　当扶强材跨距较大时，应设置水平桁材加强，其间距一般不大于 3m，且应符合下述要求：

.1　桁材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 12bhl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.2.4.1}$$

式中：b——桁材支持面积的宽度，m；

h——由桁材跨距中点量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l——桁材跨距，m。

.2　桁材惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.11.2.4.2}$$

式中：W 、l 同本篇 2.11.2.4.1。

2.11.2.5　桁材腹板高度应符合本篇 2.10.5.2 的规定。

2.11.2.6　桁材应按本篇 1.2.4.4 的规定设置防倾肘板。

2.11.2.7　桁材末端的连接应符合本篇 2.10.5.4 的规定。

2.11.2.8　深舱舱壁兼作水密舱壁的组成部分时，其结构还应同时满足本章第 10 节对水密舱壁的规定。

2.11.3 **对称槽形舱壁**

2.11.3.1 槽形舱壁的尺寸应符合下列要求：

.1 槽形舱壁一个槽形宽度的剖面模数 W 应不小于下式计算所得之值：

$$W = cshl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.3.1.1}$$

式中：l ——槽形跨距，m；

h ——由槽形跨距中点量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m。

s ——槽形全宽，m，见本篇图 2.10.4.1；

c ——系数，根据端部固定情况，按表 2.11.3.1 的规定选取。

.2 槽形斜面部分与平面部分的夹角 α ≥40°。

c 值 **表 2.11.3.1**

端部固定状态	如本篇图 2.10.4.2.2(1)所示	如本篇图 2.10.4.2.2(2)所示
c 值	13.6	10.6

2.11.3.2 槽形舱壁板的厚度 t 应符合本篇 2.11.2.1 的规定，计算时 s 以 a 或 b 的大者代替，且应符合下式要求：

$$t \geq \frac{a}{70} \quad \text{mm} \tag{2.11.3.2}$$

式中：a ——见本篇图 2.10.4.1。

2.11.4 **横骨架式舷侧**

2.11.4.1 舷侧肋骨剖面模数应符合下列要求：

.1 除艏、艉尖舱肋骨外，按本篇 2.7.2.2 的规定值增加 15%，且不小于本篇 2.7.4 所计算的 W 值；

.2 肋骨剖面模数 W 除应符合上述规定外，尚应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 7shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.4.1.2}$$

式中：s ——肋骨间距，m；

h ——由肋骨跨距中点量到深舱顶的垂直距离，或量到溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l ——肋骨跨距，由肋板或内底板上缘量到舷侧纵桁或舷侧纵桁之间，或舷侧纵桁至甲板的垂直距离，取大者，m。

.3 肋骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算之值：

$$I = 3.5Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.11.4.1.3}$$

式中：W 、l 见本篇 2.11.4.1.2。

2.11.4.2 肋骨端部肘板的高度和宽度应较本篇 1.2.5 的规定增加 20%。

2.11.4.3 设置舷侧纵桁支持肋骨时，舷侧纵桁应符合本篇 2.11.2.4 的规定。肋骨必须与舷侧纵桁焊接。舷侧纵桁应在深舱内延伸至舱壁，应与舱壁水平桁材组成环形框架。

2.11.5 **纵骨架式舷侧**

2.11.5.1 舷侧纵骨剖面模数 W 除应符合本章第 7 节要求外，还应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 9shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.5.1}$$

式中：s ——纵骨间距，m；

h ——由纵骨量至深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取较大者，m；

l——纵骨跨距，m。

舷侧纵骨端部连接应符合 2.7.7.7 的有关要求。端部肘板的臂长应较本篇 1.2.5 要求增大 20%。

2.11.5.2　支持舷侧纵骨的强肋骨的剖面模数W，应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 12shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.5.2}$$

式中：s——强肋骨间距，m；

h——由强肋骨跨距中点量至深舱顶垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取较大者，m；

l——强肋骨跨距，m，由肋板或内底上缘量至甲板的垂直距离。

2. 11.5.3　强肋骨剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得值：

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.11.5.3}$$

式中：W 、l 同本篇 2.11.5.2。

2.11.5.4　距艏垂线 0.2L 以前区域的深舱内，支持纵骨的强肋骨剖面模数应按本篇 2.11.5.2 计算所得之值再增加 20%。强肋骨的间距一般应不大于 3.0m。

2.11.6　甲板及甲板骨架

2.11.6.1　深舱甲板(或平台)的厚度 t 除应符合本章第 3 节规定外，尚应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 4s\sqrt{h} + 3.5 \quad \text{mm} \tag{2.11.6.1}$$

式中：s——骨材间距，m；

h——由甲板(或平台)量到深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m。

L<60m 的渔船，其深舱甲板(或平台)板厚 t 应不小于 6mm；L≥60m 的渔船应不小于 7mm。

2.11.6.2　深舱甲板(或平台)纵骨或横梁的剖面模数W 除应符合本章第 8 节规定外，尚应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 9shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.6.2}$$

式中：s——横梁间距，m；

h——由甲板(或平台)量到深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l——横梁跨距，m。

2.11.6.3　深舱甲板(或平台)纵桁或强横梁剖面模数W 除应符合本章第 8 节规定外，尚应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 12shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.11.6.3-1}$$

式中：s——纵桁或强横梁间距，m；

h——由甲板(或平台)量到深舱顶的垂直距离，或量至溢流管顶垂直距离的一半，取大者，m；

l——纵桁或强横梁跨距，m。

其剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4 \tag{2.11.6.3-2}$$

式中：W 、l 同本篇 2.11.2.4.1。

2.11.7　纵舱壁或制荡舱壁

2.11.7.1　深舱由一舷至另一舷时，在中纵剖面处应设置纵舱壁或制荡舱壁。

2.11.7.2　在距艏垂线 0.3L 以前区域，如舱宽最大处超过 0.5B，则应在舱宽中心线处设置制荡舱壁；如舱宽最大处超过 0.7B，在船宽中心线处宜设置纵舱壁。

2.11.7.3　制荡舱壁板厚与本节所述舱壁相同。扶强材剖面模数为舱壁扶强材的 50%，但h值为量至深舱顶的垂直距离。扶强材两端应用肘板连接。制荡舱壁上的开孔面积应不小于舱壁总面积的 5%，但也不

必大于 10%。

第 12 节　艏柱、艉柱、舵柱、球鼻艏、艉轴架、螺旋桨导管和挂舵臂

2.12.1　艏柱

2.12.1.1　矩形艏柱在设计水线以上 0.5m 处以下区域的横剖面面积 A，应不小于按下式计算所得之值：

$$A = 1.2L \quad \text{cm}^2 \tag{2.12.1.1}$$

在设计水线以上 0.5m 处以上区域的艏柱横剖面面积可逐渐减小，至顶端可减小 25%。

2.12.1.2　钢板焊接艏柱在设计水线以上 0.5m 处以下区域的板厚 t，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.1L + 5 \quad \text{mm} \tag{2.12.1.2}$$

在设计水线以上 0.5m 处以上区域的艏柱板厚度可逐渐减薄，但应不小于邻近艏端外板的厚度。

艏柱应以水平肘板加强，其间距应不大于 1m。肘板厚度应不小于邻接外板的厚度。肘板应向后延伸与肋骨或舷侧纵桁连接，且至少应超过艏柱与外板的对接缝。

对曲率半径较大的艏柱，应沿其中纵剖面设置与水平肘板厚度相同的纵向加强筋。

2.12.1.3　铸钢艏柱应便于制造，其所有圆角应有足够大的半径。铸钢艏柱的剖面积应不小于本篇 2.12.1.1 对矩形艏柱剖面面积的规定。在铸钢艏柱上应有水平加强筋。

2.12.2　无舵柱的艉柱

2.12.2.1　无舵柱的艉柱由艉框底骨、推进器柱及其在推进器柱上的轴毂组成。

2.12.2.2　钢板焊接的推进器柱(如图 2.12.2.2 所示)尺寸应不小于按下列各式计算所得之值：

剖面长度　　$a = 46\sqrt{L}$　　mm

剖面厚度　　$t = 2.3\sqrt{L} + 3$　　mm

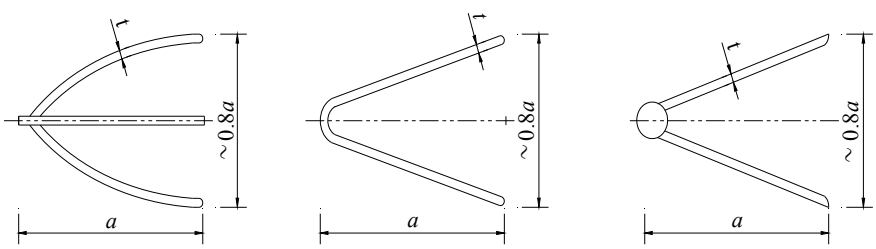
2.12.2.3　铸钢推进器柱(如图 2.12.2.3 所示)尺寸应不小于按下列各式计算所得之值：

剖面长度　　$a = 41\sqrt{L}$　　mm

剖面厚度　　$t_1 = 3\sqrt{L}$　　mm

$t_2 = 4\sqrt{L}$　　mm

圆角半径　　$R = 0.4L + 16$　　mm



（1）　　（2）　　（3）

图 2.12.2.2　钢板焊接的推进器柱

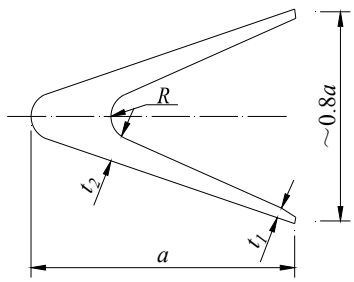


图 2.12.2.3　　**铸钢推进器柱**

2.12.2.4　图 2.12.2.2 及图 2.12.2.3 所示的艉柱宽度仅为参考值，实际情况应与尾部型线协调。

2.12.2.5　钢板或铸钢推进器柱应设置水平肘板予以加强，其位置根据船体骨架与推进器柱结构而定，但其间距应不大于 650mm。铸钢艉柱应便于制造，所有圆角应有足够大的半径。对曲率半径较大的部分，尚应设置纵向加强筋。

2.12.2.6　艉框底骨(如图 2.12.2.6 所示)任一计算剖面处对垂直中和轴(Z 轴)的剖面模数 W_Z，应不小于按下式计算所得之值：

$$W_Z = 1.2AxV^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.12.2.6}$$

式中：A——舵的总面积，m^2；

x——计算剖面至舵杆中心线的距离，x 取值不小于 $0.5l_s$，m；l_s 为所需计算剖面至舵杆中心线的最大距离；

V——最大设计航速，kn。

上述剖面对水平中和轴(Y 轴)的剖面模数 W_y，应不小于上式要求的 50%。

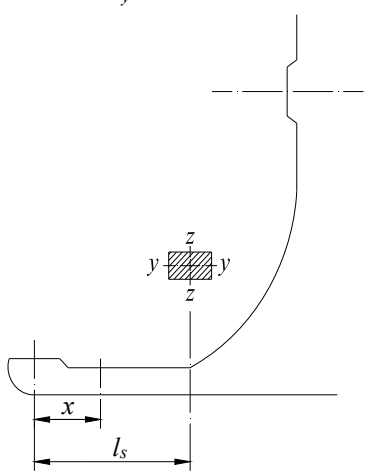


图 2.12.2.6　　**艉框底骨型式**

2.12.2.7　艉框底骨应由推进器柱轴毂前端向船首延伸至少 3 个肋位，并与平板龙骨牢固连接。该延伸部分的横剖面面积允许逐渐减小到与平板龙骨有效连接所需的面积。

2.12.2.8　艉轴管应与尾肋板或舱壁牢固连接，所连接的肋板应增厚 3mm。

2.12.2.9　推进器柱在艉轴管或推进器轴通出处的毂壁厚度 t，在镗孔完毕后应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.1d + 40 \quad \text{mm} \tag{2.12.2.9}$$

式中：d——艉管轴或推进器轴的直径，mm。

2.12.3　双推进器船舵柱

2.12.3.1　双推进器船与船身组成一体的舵柱，其尺寸(如图 2.12.3.1(1)和 2.12.3.1(2)所示)应不小于按下列各式计算所得之值：

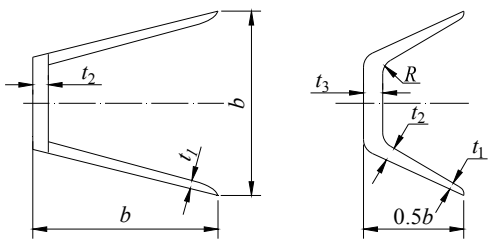
剖面宽度：$b = 33\sqrt{L}$ mm (2.12.3.1-1)

剖面厚度：$t_1 = 3.3\sqrt{L}$ mm (2.12.3.1-2)

$t_2 = 3.7\sqrt{L}$ mm (2.12.3.1-3)

$t_3 = 4.5\sqrt{L}$ mm (2.12.3.1-4)

圆角半径：$R = 4.4\sqrt{L}$ mm (2.12.3.1-5)



（1）　　（2）

图 2.12.3.1　双推进器船舵柱

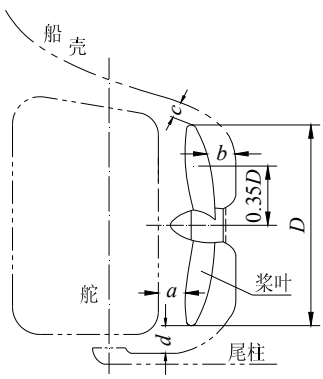


图 2.12.4　推进器与艉柱、舵间隙

2.12.4　推进器净空

2.12.4.1　推进器与艉柱、舵之间的最小间隙(如图 2.12.4 所示)建议不小于下列要求：

$a = 0.12D$ mm (2.12.4.1-1)

$b = 0.20D$ mm (2.12.4.1-2)

$c = 0.14D$ mm (2.12.4.1-3)

$d = 0.04D$ mm (2.12.4.1-4)

式中：D——螺旋桨直径，mm。

2.12.5　球鼻艏

2.12.5.1　设置球鼻艏的船舶，球鼻结构应有足够的支撑，且与艏尖舱结构组成一个整体。一般应按下列要求加强：

.1　在球鼻艏中应设置水平隔板，并与中纵桁连接；

.2　由艏尖舱肋骨到球鼻艏肋骨的过渡区域应装设横向垂直隔板；

.3　球鼻前端以及易受锚和锚链碰撞部分的外板应予增厚，加厚板的厚度可取为钢板艏柱的厚度。

2.12.6　艉轴架

2.12.6.1　艉轴架可采用铸钢、钢板焊接和分段铸件或锻件焊接构成，支臂与轴毂的焊缝应充分焊透。

2.12.6.2　人字形艉轴架的两个支臂之间的夹角应尽可能为 90°。

2.12.6.3　每个支臂和轴毂的尺寸，应不小于按下列各式计算所得之值：

支臂厚度：　$t = 0.45d$　mm　(2.12.6.3-1)

支臂截面积：　$A = 0.45d^2$　mm^2　(2.12.6.3-2)

轴毂厚度：　$t = 0.33d$　mm　(2.12.6.3-3)

轴毂长度：　$l = 3d$　mm　(2.12.6.3-4)

式中：d——艉管轴或推进器轴直径，mm。

2.12.6.4　艉轴架固定处的船体骨架应予加强，船体外板应按本篇 2.2.6.3 加厚。支臂应伸进船体内部，并与肋板、纵桁和外板牢固连接。

2.12.7　螺旋桨导管

2.12.7.1　一般要求

.1　本节要求适用于内径小于 5m 的螺旋桨导管；

.2　导管壳板内部应设纵向及横向(环型)的加强隔板；

.3　固定式导管在船体上的支承应特别加强。

2.12.7.2　螺旋桨导管的设计压力应按下式确定：

$$P_d = cP_{do} \quad \text{kPa} \qquad (2.12.7.2\text{-}1)$$

式中：$P_{do} = \varepsilon \dfrac{N}{A_p}$　kPa；

N——最大轴功率，kW；

A_p——螺旋桨盘面积，m^2；

$$A_p = \frac{\pi D^2}{4} \qquad (2.12.7.2\text{-}2)$$

式中：D——螺旋桨直径，m；

ε——因数，$\varepsilon = 0.21 - 2\times10^{-4}\dfrac{N}{A_p}$，但不小于 0.10；

c——系数，2 区内(螺旋桨区)，c=1.0；1 和 3 区内，c=0.5；4 区内，c=0.35(见图 2.12.7.2 所示)。

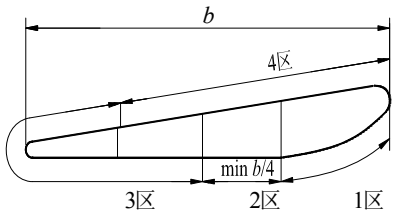


图 2.12.7.2　螺旋桨导管设计压力区域划分

2.12.7.3　导管壳板的厚度应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 5a\sqrt{P_d} + 2 \quad \text{mm} \qquad (2.12.7.3)$$

式中：a——导管加强环的间距，m；

P_d——按本篇 2.12.7.2 的计算值。

导管壳板的厚度应不小于 8mm。2 区厚度应较计算厚度再增加 2mm，但不必大于 20mm。

2.12.7.4　内部加强隔板的厚度应不小于导管第 3 区壳板的厚度。环型隔板建议不小于 2 道，但至少有 1

道布置在 2 区；纵向隔板应不少于 8 道，且在导管固定处必须设置。

2.12.7.5　截面(图 2.12.7.2 所示)对中和轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = nd^2bV_0^2 \qquad \text{cm}^3 \tag{2.12.7.5}$$

式中：n——系数，对于转动管舵，n=1.0；对于固定导管，n=0.7；

d——导管内径，m；

b——导管长度，m；

V_0——船速，kn，当 $V>10$kn 时，$V_0=V$；当 $V<10$kn 时，$V_0=(V+20)/3$。

2.12.7.6　导管内壳板应使用双面连续焊与内部加强环焊接。塞焊仅允许用于导管外壳板。

2.12.7.7　2 区壳板的宽度应不小于 200mm。若采用铸钢或者钢板成型后用机加工方法保证圆度，则其最终板厚都不应小于规定值。

2.12.8　挂舵臂

2.12.8.1　支承半悬挂舵的挂舵臂可采用钢板焊接或铸钢，其水平剖面形状可参照推进器柱的截面。挂舵臂应伸入船体，并与加强的主体结构牢固地连接。挂舵臂与船体外板相交处，应设置具有适当圆弧的过渡板，圆弧半径不小于$(0.8L+150)$mm。

2.12.8.2　挂舵臂(如图 2.12.8.2 所示)上任一水平剖面的弯矩 M_b、剪力 Q 和扭矩 M_T 应按下列各式计算：

$$M_b = PZ \qquad \text{N•m} \tag{2.12.8.2-1}$$

$$Q = P \qquad \text{N} \tag{2.12.8.2-2}$$

$$M_T = Pe \qquad \text{N•m} \tag{2.12.8.2-3}$$

式中：Z 和 e 见图 2.12.8.2，m；

P——挂舵臂的支持力，N，按本篇 3.1.4.6 计算。

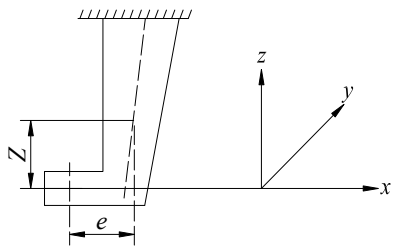


图 2.12.8.2　挂舵臂示意图

2.12.8.3　挂舵臂任一水平剖面对 x 轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = \frac{C}{67}M_b \qquad \text{cm}^3 \tag{2.12.8.3}$$

式中：C——材料屈服应力 R_{eH} 换算系数，当 $R_{eH}>235$ MPa 时，$C=(235/R_{eH})^{0.75}$，否则，$C=235/R_{eH}$；

M_b——计算剖面处的弯矩，N•m，按本篇 2.12.8.2 计算。

2.12.8.4　挂舵臂任一水平剖面上因剪力产生的剪应力 τ 应不大于按下式计算所得之值：

$$\tau = \frac{48}{C} \qquad \text{MPa} \tag{2.12.8.4}$$

式中：C——见本篇 2.12.8.3。

2.12.8.5　挂舵臂任一水平面上的等效应力 σ_e 应不大于 $120/C$ (MPa)(系数 C 参见本篇 2.12.8.3)。等效应力 σ_e 应按下式计算：

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3(\tau^2 + \tau_t^2)} \qquad \text{MPa} \tag{2.12.8.5}$$

式中：$\sigma=\dfrac{M_b}{W}$，MPa，其中 M_b 见本篇 2.12.8.2，W 为计算剖面对 x 轴的剖面模数，cm^3；

$\tau=\dfrac{P}{A_y}$，MPa，其中 P 见本篇 2.12.8.2，A_y 为计算剖面在 Y 轴方向上的有效剪切面积，mm^2；

$\tau_t=\dfrac{10^3 M_T}{2A_T t}$，MPa，其中 M_T 见本篇 2.12.8.2，A_T 为计算剖面处由挂舵臂型线围住的面积，mm^2；

t 为挂舵臂板厚，mm。

第 13 节　船端加强

2.13.1　艏尖舱内的加强

2.13.1.1　在每个肋位处均应设置实肋板，其腹板高度 h、厚度 t 和面板剖面积 A 应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$h=85D+140 \quad \text{mm} \tag{2.13.1.1-1}$$

$$t=0.03L+6 \quad \text{mm} \tag{2.13.1.1-2}$$

$$A=0.85B \quad \text{cm}^2 \tag{2.13.1.1-3}$$

肋板高度应保证肋骨与肋板能有效地连接。

2.13.1.2　在中纵剖面处应设置中内龙骨，其腹板的高度和厚度以及面板剖面积均应符合本篇 2.13.1.1 对实肋板的规定。

2.13.1.3　若因船底过分尖瘦，则可不必将中内龙骨的腹板伸至船底，其高度约为肋板高度的 1/3。或者不设置中内龙骨，但在肋板的腹板上应设置数道水平加强筋，且在这些肋板的上缘设置开孔平台，以代替肋板的面板。

2.13.1.4　在本篇 2.13.1.3 所述的情况下，应在防撞舱壁前的若干档肋位内设置尺寸逐渐减小的中内龙骨，以此用以作为防撞舱壁后的中桁材或中内龙骨的延伸部分。

2.13.1.5　当舷侧为横骨架式时，应在每隔一档肋位处设置强胸横梁，其垂向间距不大于 2m，设置范围从肋板上缘至最下层甲板，但至少应达到设计水线以上 1m 处。

强胸横梁的剖面面积 A 和最小剖面惯性矩 I 应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$A=0.27L+8 \quad \text{cm}^2 \tag{2.13.1.5-1}$$

$$I=ceh_i l^2 \quad \text{cm}^4 \tag{2.13.1.5-2}$$

式中：c——强胸横梁的水平间距，m；

e——强胸横梁的垂直间距，m；

h_i——强胸横梁计算压头，m，$h_i=0.04L+3.30$；

l——强胸横梁的跨距，m，即支持点之间的距离。

2.13.1.6　当艏尖舱用作液体舱且其最宽处的宽度超过 0.5 B 时，一般应设置制荡舱壁或有效的支撑构件，以支持强胸横梁。制荡舱壁应符合本篇 2.11.7 的规定。

2.13.1.7　在每道强胸横梁处应设置舷侧纵桁。舷侧纵桁应有折边或面板，其腹板高度 h 和厚度 t 应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$h=5.6L+166 \quad \text{mm} \tag{2.13.1.7-1}$$

$$t=0.023L+6 \quad \text{mm} \tag{2.13.1.7-2}$$

2.13.1.8　在舷侧纵桁与肋骨的连接处的下缘应设肘板。肘板厚度应不小于舷侧纵桁腹板的厚度，并应将肘板伸至舷侧纵桁的折边或面板；在设有强胸横梁处，肘板的高度应不小于舷侧纵桁腹板高度的 75%；在未设强胸横梁处，肘板高度应不小于舷侧纵桁腹板高度的 50%。在舷侧纵桁腹板与肋骨相交处，应予以焊接。

2.13.1.9　当用开孔平台结构代替强胸横梁和舷侧纵桁时，其间距应不大于 2.5m，其构件应符合下列要求：

.1　开孔平台板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.023L + 5 \quad \text{mm} \tag{2.13.1.9.1}$$

.2　在开孔平台下，应每隔一档肋位设置横梁，其不连带板的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$A = 0.13L + 4 \quad \text{cm}^2 \tag{2.13.1.9.2}$$

.3　开孔平台的横梁与肋骨连接的肘板应符合应符合本篇 1.2.5 的规定。

.4　平台的开孔面积不应小于该平台总面积的 10%。

2.13.2　艏尖舱外的加强

2.13.2.1　由防撞舱壁至距艏垂线 0.15 L 范围内，舷侧骨架应按下列要求进行加强：

.1　沿艏尖舱内舷侧纵桁或开孔平台的延伸线上设置间断的舷侧纵桁，其腹板厚度与艏尖舱内的舷侧纵桁腹板或开孔平台的厚度相同，腹板高度除过渡范围外应与肋骨高度相同；

.2　间断舷侧纵桁的腹板应在距防撞舱壁不小于 2 档肋距范围内，逐渐过渡到艏尖舱内舷侧纵桁腹板的高度(若艏尖舱内为开孔平台，则应按本篇 2.13.1.7 计算舷侧纵桁腹板的高度)；

.3　间断舷侧纵桁应设置面板，面板剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$A = 0.14L + 1$　cm²，且不小于 6cm²；

.4　当不设间断舷侧纵桁时，则该区域内主肋骨剖面模数 W 应较本篇 2.7.2.2 计算所得增加 25%。

2.13.2.2　当 $L \geqslant 60$m，且有艏吃水小于 0.04 L 的航行工况时，应对由防撞舱壁至距艏垂线 0.15 L 范围内的平坦船底部分进行加强，横向加强范围的边线高于基线应不小于 0.014B（B 为船宽），但不必大于 0.28m。

.1　对横骨架式双层底的加强

应在每档肋位处设置实肋板和设置间距不大于 3 档肋骨间距的旁桁材，并于其中间设置有折边的半高旁桁材，旁桁材和半高旁桁材应尽量向艏延伸；

.2　对纵骨架式双层底的加强

.2.1　应在每隔 1 档肋位处设置实肋板。

.2.2　船底纵骨剖面模数应比按本篇 2.6.12.2 的计算值大 10%，但代入公式中的 l 值应不小于 1.85m。

.2.3　一般应设置间距不大于 3 倍纵骨间距的旁桁材，并将其尽量向船首延伸。

.3　对横骨架式单层底的加强

.3.1　肋板应向首部逐渐升高至艏尖舱肋板高度，并将肋板的面板剖面积按本篇 2.13.1.1 的要求增大 50%。此时，腹板均应相应增厚，以保证其稳定性。其面板不得以折边代替。

.3.2　应设置间距不大于 3 档肋骨间距的旁内龙骨，并在中间加设半高旁内龙骨，且应尽可能量向船首延伸。

.4　对纵骨架式单层底的加强

.4.1　应在每隔 1 档肋位处设置实肋板，实肋板应符合 2.13.2.2.3 的规定。

.4.2　船底纵骨剖面模数应比按本篇 2.6.12.2 的计算值大 10%，但代入公式中的 l 值应不小于 1.85m。

.4.3　应设置间距不大于 3 倍纵骨间距的旁内龙骨，且应尽可能量向船首延伸。

.5　在加强范围内，对首部船底板应作下列加强：

首部船底板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.1L + 5 \quad \text{mm} \tag{2.13.2.2.5}$$

2.13.3　艉尖舱内的加强

2.13.3.1　在每档肋位上应设置实肋板，其厚度应较本节所要求的艏尖舱内的肋板增厚 1.5mm，如填满水泥则可不必增厚。肋板应伸至艉轴管以上足够高度。推进器柱、艉轴架处的肋板应伸至平台甲板，并应增加其厚度。

2.13.3.2　当舷侧为横骨架式时，在肋板以上应设置垂向间距不大于 2.5m 的强胸横梁和舷侧纵桁或设置符合本节 2.13.1.9 规定的开孔平台。强胸横梁、舷侧纵桁及其与肋骨的连接均应与艏尖舱内的要求相同。

2.13.3.3　当舷侧为纵骨架式时，在舱顶应设置适当数量的强横梁。强横梁与强肋骨的连接肘板应符合本篇 1.2.6 的要求。

2.13.3.4　船尾悬伸部分的肋骨剖面模数，在跨距不大于 2.5m 时，应不小于艉尖舱肋骨的要求，若跨距大于 2.5m 时，则应设置不大于 4 个肋骨间距的强肋骨和舷侧纵桁，或者增大肋骨尺寸予以加强。

2.13.3.5　艉柱及导流管等区域的结构强度和刚度必须相应增加。

2.13.3.6　当尾悬伸部分较大时，应采取如纵壁、环形框架等纵向加强措施。

2.13.4　艉尖舱上面的舷侧加强

2.13.4.1　当艉尖舱上面的甲板间舱的舷侧为横骨架式时，应设置不大于 4 档肋骨间距的强肋骨。其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 3.5Sdh\sqrt{D} \quad \text{cm}^3\text{，且不小于 } 10\text{cm}^3\text{；} \tag{2.13.4.1}$$

式中：S ——强肋骨间距，m；

h ——甲板间舱高度，m。

2.13.4.2　当艉尖舱上面的甲板间舱的舷侧为纵骨架式时，应设置支持纵骨的强肋骨。强肋骨的间距应不大于 2.5m。强肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 4.4Sdh\sqrt{D} \quad \text{cm}^3 \tag{2.13.4.2}$$

式中：S ——强肋骨间距，m；

h ——甲板间舱高度，m。

第 14 节　主机基座及轴隧

2.14.1　主机基座

2.14.1.1　主机基座的结构应具有足够的强度和刚度。主机基座通常是由 2 道纵桁及设在每档肋位处的横隔板及横肘板组成。横隔板设在纵桁之间，并应尽量升高。横肘板设在纵桁外侧，宽度一般不小于其高度。横肘板应与纵桁面板焊接。

2.14.1.2　主机基座纵桁应与底部旁桁材设在同一平面内。如无法办到，则应在机座纵桁下设置与旁桁材等厚的局部桁材。

在个别情况下，局部桁材可为仅与内底及肋板焊接的半高旁桁材。

2.14.1.3　主机基座构件尺寸

.1　1470kW 及以下的主机基座纵桁腹板厚度，当采用柴油机时应较机舱区双层底旁桁材或单层底旁内龙骨增厚 60%；当采用涡轮机或电动机时增厚 30%。同时均应有较腹板增厚 40%的连续水平面板。主机基座纵桁的末端应逐渐消失。

横隔板及横肘板的厚度，当采用柴油机时应较肋板增厚 40%，当采用涡轮机或电动机时增厚 30%。横隔板及横肘板应有面板或折边。

.2　1470kW 以上的大型低速主机基座，其纵桁的水平面板厚度 t，纵桁的腹板厚度 t_1 及横隔板、横肘板的厚度 t_2，应分别不小于按下列各式计算所得之值：

$$t = 1.44\sqrt[3]{P} + 10s \quad \text{mm} \tag{2.14.1.3.2-1}$$

$$t_1 = 0.7t \quad \text{mm} \tag{2.14.1.3.2-2}$$

$$t_2 = 0.8t_1 \quad \text{mm} \tag{2.14.1.3.2-3}$$

式中：P——主机功率，kW；

s——肋骨间距，m。

2.14.1.4　主机基座纵桁的水平面板应在固定螺栓处以适当数量的垂直肘板支持。肘板的高度应为宽度的 2 倍。

2.14.1.5　当主机基座及推力轴承座的固定螺栓直接穿过内底板时，则该区域内底板厚度 t_3 应不小于下述要求：

.1　当装设 1470kW 及以下的主机时，t_3 为该区域原计算内底板厚度的 2 倍，且不小于 20mm；

.2　当装设 1470kW 以上的大型低速柴油机时，$t_3 = t$，t 见本篇 2.14.1.3.2。

上述区域的双层底内不应装载油、水，并应在靠近固定螺栓处设置局部桁材或半高桁材。邻近的油、水舱的纵向隔板和旁纵桁可视为固定螺栓处的局部桁材。

2.14.1.6　1470kW 及以上的辅机基座构件尺寸参照主机基座确定。

2.14.2　轴隧

2.14.2.1　对非尾机型的船舶，一般应在机舱后端的水密舱壁和艉尖舱舱壁之间设置轴隧。如不设轴隧，则应设置其他有效的保护装置。

2.14.2.2　轴隧应为水密结构。如机舱和轴隧间的舱壁上需开门，该门应为滑动式水密门。

2.14.2.3　轴隧板的厚度应符合本篇 2.10.3.1 对水密舱壁板的规定。拱形顶板的厚度可减少 10%，平形顶板的厚度应增加 10%。

2.14.2.4　轴隧扶强材应尽量设在肋骨平面内，其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 6shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.14.2.4}$$

式中：s——扶强材间距，m；

h——扶强材垂直部分的中点至舱壁甲板的垂直距离，m；

l——扶强材垂直部分的长度，m。

平形顶的横梁应不小于对水密舱壁台阶处横梁的要求(见本篇 2.10.6)。

扶强材垂直部分的下端应与相邻构件焊接。

2.14.2.5　轴隧经过或与深舱相邻时，其相邻部分之壁板及扶强材应满足本章第 11 节对深舱的要求。

2.14.2.6　推力轴承龛及轴隧尾室的结构应符合对水密舱壁台阶的规定。如其周围为深舱时，则应满足对深舱舱壁及扶强材的要求。

2.14.2.7　轴隧应有通向露天甲板的应急通道，其围壁结构应满足对水密舱壁的要求。通道的启闭装置应

能两面操纵。

第 15 节　上层建筑及升高甲板

2.15.1　一般要求

2.15.1.1　所有船舶应设置艏楼或艏升高甲板或增大艏舷弧等，使船首符合最小高度要求。该高度的确定还应考虑到季节性气象条件、作业区的海况、船型及作业方式。

2.15.1.2　上层建筑构件如承受附加载荷时，除应符合本节要求外，尚应按载荷的性质适当增大构件尺寸。

2.15.2　端壁

2.15.2.1　桥楼前端壁或长度不小于 0.4 L 、且前方无保护的艉楼前端壁板厚度 t ，应不小于按下式计算所得之值，且不小于 6mm：

$$t = 0.05L + 4 \quad \text{mm} \tag{2.15.2.1}$$

2.15.2.2　长度小于 0.4 L 的艉楼前端壁或长度不小于 0.4 L 、且前方有蔽护的艉楼前端壁板厚度 t ，应不小于按下式计算所得之值，且不小于 5mm：

$$t = 0.05L + 3 \quad \text{mm} \tag{2.15.2.2}$$

2.15.2.3　上层建筑后端壁板的厚度 t ，应不小于按下式计算所得之值，且不小于 5mm：

$$t = 0.035L + 3.5 \quad \text{mm} \tag{2.15.2.3}$$

2.15.2.4　端壁扶强材间距大于 750mm 时，每增大 100mm，端壁板应增厚 0.5mm。

2.15.2.5　端壁板的下列板在甲板上 300mm 的高度内，板厚应比上述计算所得之值增加 2mm，但不必大于该处钢甲板的厚度。

2.15.2.6　上层建筑端壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 3.5shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.15.2.6}$$

式中：s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m，取上层建筑高度，小于 2.0 m 时取 2.0m；

h ——计算压头，m，按表 2.15.2.6 选取。

计算压头　　**表** 2.15.2.6

项目	计算压头 h ，m
桥楼前端壁或长度不小于 0.4 L 、且前方无保护的艉楼前端壁	$0.001L(0.27L+68)$
长度小于 0.4 L 的艉楼前端壁或长度不小于 0.4 L 、且前方有保护的艉楼前端壁	$0.001L(0.09L+25)$
上层建筑后端壁	$0.0178L$
注：L <40m 时，取 L=40m。	

端壁扶强材剖面模数应不小于 10cm³，但不必大于主肋骨的剖面模数。

前端壁扶强材两端应用肘板连接，肘板尺寸应符合 1.2.5 要求。后端壁扶强材两端应与甲板焊接。

2.15.3　侧壁

2.15.3.1　上层建筑侧壁板的厚度应不小于按下式计算所得之值：

艏楼及短桥楼 $t = 0.045L + 4$ mm　　(2.15.3.1-1)

艉楼 $t = 0.04L + 4$ mm　　(2.15.3.1-2)

长桥楼侧壁板的厚度应不小于本章第 2 节的有关规定。

2.15.3.2　上层建筑舷侧骨架应符合本章第 7 节的有关规定。

2.15.4　甲板

2.15.4.1　上层建筑甲板板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

艏楼及短桥楼 $t = 0.023L + 5$　　mm　　(2.15.4.1-1)

艉楼 $t = 0.018L + 5$　　mm　　(2.15.4.1-2)

长桥楼甲板板的厚度应不小于本章第 3 节的有关规定，船长不小于 60m 时应考虑总纵弯曲的影响。

2.15.4.2　上层建筑甲板骨架应符合本章第 8 节的有关规定。

2.15.5　局部加强

2.15.5.1　上层建筑端部的下面应设置支柱、隔壁、舱壁或其他强力构件以支持上层建筑。

2.15.5.2　上层建筑端部舷侧外板应自端部削斜延伸至其下部甲板舷顶列板消失。延伸长度应不小于 1.5 倍上层建筑高度(见图 2.15.5.2)。船长小于 60m 或端壁位于船中部 0.4 L 区域以外时，延伸长度可适当减小。延伸板应用加强肘板支持，其上缘应用相同厚度而宽度不小于 10 倍厚度的面板加强。延伸板厚度应按下列要求增加：

.1　桥楼、长度不小于 0.25 L 的艏楼和艉楼，延伸板厚度应增加 25%；

.2　长度不大于 0.2 L 的艏楼和艉楼，延伸板厚度可不增加；

.3　艏、艉楼的长度为上述中间值时，延伸板厚度增加值按内插法求得。

2.15.5.3　从上层建筑端壁向内至少 2 个肋距处至舷侧外板延伸部分端点向外至少 2 个肋距区域内，其下部的甲板边板和舷顶列板应按下列要求增加厚度(如图 2.15.5.3)：

.1　当上层建筑端壁位于船中部 0.4 L 区域内，甲板边板增加 20%，舷顶列板增加 20%；

.2　当上层建筑端壁位于距艏、艉垂线 0.2 L 区域内，甲板边板和舷顶列板可不用增加；

.3　当上层建筑端壁位于距艏、艉垂线 0.2 L ～0.25 L 之间区域内，甲板边板和舷顶列板的增厚值按内插法求得。

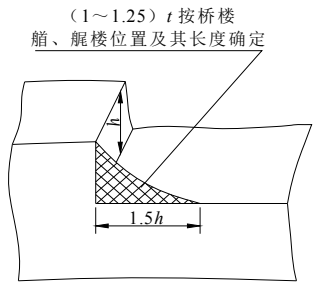


图 2.15.5.2　上层建筑舷侧外板端部过渡型式

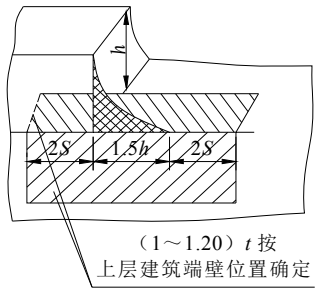


图 2.15.5.3　上层建筑端部甲板和舷侧外板的加强

2.15.6　升高甲板

2.15.6.1　升高甲板区域的主肋骨按本章第 7 节规定选取。此时肋骨跨距应量至升高甲板，型深可取升高甲板处的型深。

2.15.6.2　升高甲板的横梁应按本章第 8 节对强力甲板的规定选取。

2.15.6.3　升高甲板区域的舷顶列板厚度应按本章第 2 节的规定选取。

2.15.6.4　升高甲板板的厚度应按本章第 3 节对强力甲板的有关规定选取。

2.15.6.5　甲板台阶处端壁板厚度及扶强材应按相应上层建筑的端壁选取。

2.15.6.6　船中部 0.4 L 区域内升高甲板台阶处的加强

.1　L ＜60m 时，强力甲板的边板与升高甲板的边板应分别自台阶处端壁向艏艉延伸 3 个肋距，并逐渐消失。

.2　L ≥60m 时，台阶处上下甲板应交错 2 个肋距，且两层甲板的甲板边板应自交错部分端部再各自延伸 2 个肋距。在交错部分的两甲板间，应设置与中纵剖面平行的垂直隔板，隔板的间距应不大于 1.5m，厚度等于台阶处的端壁厚度，隔板上应以加强筋加强，其自由边应有折边或面板。

2.15.6.7　在船中部 0.4 L 区域以外升高甲板台阶处，强力甲板的甲板边板应自台阶端壁处延伸 3 个肋距，并逐渐消失。如升高甲板升高的高度不超过 400mm，且甲板边板延伸有困难时，可采用其他等强度措施。

2.15.6.8　在升高甲板台阶处自端壁向艏、艉各 3 个肋距范围内，舷顶列板的厚度应增加 30%。当升高甲板与长桥楼相连时，在台阶前后至少各 2 个肋距范围内，升高甲板区域的舷顶列板厚度应增加 25%。桥楼区域的侧壁板应自桥楼甲板边板端部逐渐向升高甲板区域的舷顶列板过渡。该过渡区的长度须大于桥楼高出升高甲板高度的 1.5 倍。

第 16 节　甲板室及机舱棚

2.16.1　一般要求

2.16.1.1　甲板室或机舱棚如承受附加载荷时，除应符合本节规定外，尚应适当增大构件尺寸。

2.16.1.2　位于量计型深 D 的甲板上的甲板室为第一层甲板室，由此向上依次为第二层、第三层等等，统称为上层甲板室。

2.16.2　围壁

2.16.2.1　围壁板厚度

.1 第一层甲板室前端壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.03L + 4.2 \quad \text{mm} \tag{2.16.2.1.1}$$

.2 第一层甲板室侧壁、后端壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.03L + 3.5 \quad \text{mm} \tag{2.16.2.1.1}$$

.3 上层甲板室围壁板厚度可分别较本条.1、.2 两式计算所得之值逐层减薄 0.5mm，但应不小于 4mm；

.4 当 24m≤ L <30m 时，露天围壁板厚度可按.1、.2 两式计算所得之值减小 0.5mm；

.5 围壁板的下列板高度应大于 300mm，并应较计算值增厚 2mm，但不必超过该处钢甲板的厚度。围壁扶强材间距大于 750mm 时，每增加 100mm，围壁板应增厚 0.5mm。

2.16.2.2 围壁扶强材

.1 扶强材的计算压头 h 应按下列各式计算：

最低一层前端壁扶强材 $h = 0.06L + 0.8$ m (2.16.2.2.1-1)

其他位置围壁扶强材 $h = 0.0045L + 1.1$ m (2.16.2.2.1-2)

.2 围壁扶强材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值，且不应小于 10cm³。

$$W = 4shl^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.16.2.2.2}$$

式中：s ——扶强材间距，m；

h ——计算压头，m，按本条.1 计算；

l ——扶强材跨距，m。

具有一层以上甲板室的船舶，其最上层甲板室侧壁及后壁扶强材剖面模数 W 可较按上述计算之值减小，但应不小于 10cm³。

.3 各层甲板室位于距艏垂线 0.15 L 区域内的围壁，其扶强材剖面模数应较上述增加 50%；尾部无保护的第一层甲板室位于距艉垂线 0.15 L 区域内时的围壁，其扶强材也应适当加强。

.4 船长小于 30m 时，围壁扶强材可按本条.2 计算所得之值减小 30%。

2.16.3 甲板

2.16.3.1 第一层甲板室甲板厚度应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.025L + 4 \quad \text{mm} \tag{2.16.3.1}$$

上层甲板室甲板厚度可较上式计算所得之值逐层依次减小 0.5mm，但不得小于 4mm。

船长小于 30m 时，第一层甲板室甲板厚度可按上式计算之值减小 0.5mm。

2.16.3.2 甲板室甲板纵桁和强横梁尺寸应不小于本章第 8 节的有关规定。

2.16.3.3 甲板室甲板纵骨或横梁剖面模数 W 应不小于：

$$W=5shl^2 \quad \text{cm}^3\text{，且不小于 } 25s \tag{2.16.3.3}$$

式中：s——甲板纵骨或横梁间距，m；

l——甲板纵骨或横梁跨距，m；

h——计算压头，m，按下列选取：

在第一层：0.9m；

在第二层：0.6m；

在第三层：0.45m。2.16.3.4 当设置长甲板室，且位于船中部 0.4 L 区域内时，长甲板室甲板板的厚度及骨架尺寸应增大，船长不小于 60m 时，应考虑总纵弯曲的影响。

2.16.4 局部加强

2.16.4.1　甲板室端部的下面应设支柱、舱壁或其他强力构件以支持甲板室。

2.16.4.2　长甲板室侧壁上开口应有足够的加强和圆角。门或类似开口的下面和上面应有足够高度的连续围壁板。甲板室顶的吊艇架或救生筏区域应加强。在船中部 0.4 L 区域内的甲板室端部应尽量减小侧壁开口的尺寸和数量。

2.16.4.3　第一层长甲板室端壁和侧壁一般应以间距约 9m 的局部舱壁或垂直桁材加强，此加强构件应尽可能和甲板室下面甲板间舱的加强构件位于同一平面内。

2.16.5　机舱棚

2.16.5.1　机舱棚在露天甲板上的开口应以坚固可靠的钢质舱棚保护。工作甲板及艉升高甲板上的机舱棚，应尽可能设于上层建筑或甲板室内。

2.16.5.2　机舱棚的门应为钢质且结构坚固，并在其内外两面均可开闭。

2.16.5.3　露天机舱棚围壁的构件尺寸应按相应位置的甲板室围壁的规定进行计算。

2.16.5.4　非露天机舱棚的构件尺寸应符合下列规定：

.1　在居住舱室区域内，机舱棚围壁板的最小厚度应不小于 4mm；

.2　机舱棚围壁扶强材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 8sl \quad \text{cm}^3 \tag{2.16.5.4.2}$$

式中：s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m。

对 L ≥60m 的船舶，扶强材高度应不小于 60mm。

2.16.5.5　当机舱棚扶强材支持甲板横梁或纵桁以及扶强材与下面的支柱在同一直线上时，扶强材应适当加强。

2.16.5.6　当机舱棚的围壁支持其上面的甲板时，围壁上的门、窗等开口应有效地加强，对支持烟囱或排气烟道的机舱棚部分也应注意加强。

2.16.6　扶强材端部的连接

2.16.6.1　甲板室前端壁扶强材及单层甲板室侧壁扶强材的端部应与甲板牢固地焊接。设置两层或两层以上甲板室的船舶，其第一层甲板室的扶强材两端应用肘板连接。肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的规定。如不设肘板而直接与甲板焊接时，扶强材剖面模数应增加 20%。

2.16.6.2　在船中部的露天机舱棚前端壁扶强材，以及位于上甲板上的露天机舱棚后端壁扶强材的两端，应用肘板连接。肘板的尺寸应符合本篇 1.2.5 的规定。如不用肘板而直接与甲板连接时，扶强材的剖面模数应增加 20%。除此以外的露天机舱棚围壁扶强材的两端都应与甲板焊接。

第 17 节　舷墙

2.17.1　舷墙板

2.17.1.1　工作甲板上舷墙板的厚度，船长不大于 30m 的船舶，应不小于 4mm；对船长不小于 60m 的船舶，应不小于 6mm。其他船长范围内的船舶，其最小舷墙板厚度可内插求得。

2.17.1.2　船中部的舷墙板应尽量避免与舷顶列板焊接。

2.17.1.3　舷墙上的系固眼板、导缆孔、导向滑轮以及其他渔捞设备的安装处，均应适当加强。

2.17.1.4　如在舷墙上开有通道口或其他开口，则应在开口两侧设置加强的支撑肘板。在上层建筑及升高

甲板端部的加强区域内的舷墙，不得有任何开口。

2.17.2 **舷墙面板**

2.17.2.2 舷墙上缘应设有面板，面板可为扁钢或其他型材，在起放网区域应有光滑的圆角。

2.17.3 **舷墙肘板**

2.17.3.1 舷墙应在甲板横梁的位置上设置支撑肘板，且应焊在甲板上。支撑肘板应具有折边或球缘，支撑肘板的间距应不大于 2 档肋距。当首部舷墙外倾过大时。支撑肘板的间距应不大于 1 个肋距。

2.17.3.2 支撑肘板根部的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = (30 + 0.45L)sh^2 \quad \text{cm}^3 \tag{2.17.3.2}$$

式中：s ——肘板间距，m；

h ——舷墙高度，m。

当支撑肘板的折边(或球缘)未与甲板焊接时，折边(或球缘)不应计入肘板的剖面模数。

2.17.3.3 网板架及底纲架安装处的舷墙板应在每一横梁位置上设本篇 2.17.3.1 规定的支撑肘板。

第 18 节 舱口

2.18.1 **舱口围板**

2.18.1.1 露天舱口围板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 0.05L + 6.5 \quad \text{mm} \tag{2.18.1.1}$$

当 L<30m 时，舱口围板厚度可按上式计算所得之值减小 2mm。

2.18.1.2 舱口围板的结构

.1 如在舱口围板上缘不设面板，则在该处应用半圆钢或其他能保证围板刚性和上缘部分圆滑的型材加强；

.2 当舱口围板伸入甲板板下时，舱口围板在甲板下的高度应不小于半梁的高度，以保证半梁与舱口围板的连接；

.3 当甲板板伸入舱口围板内，而甲板开口在角隅处符合本篇 2.3.4 的规定时，舱口围板的角隅处可为直角。

第 19 节 其他

2.19.1 **在海上靠泊的船舶的舷侧加强**

2.19.1.1 本条款适用于在海上经常靠泊作业的船舶。

2.19.1.2 舷侧加强区域

本条所指的加强区域是由下述垂向和纵向范围构成的舷侧封闭区域。

.1 垂向区域为自最轻作业水线以下 0.8m 处至指定甲板之间的范围。指定甲板定义为单甲板船的工作甲板或多层甲板船上应设置缓冲装置的上层甲板(如无此类上层甲板时仍为工作甲板)；

.2 纵向区域为指定甲板的宽度 B_1 符合下式要求的船长范围：

$$B_1 \geqslant B - 2 \quad \text{m} \tag{2.19.1.2.2}$$

式中：B_1——指定甲板的宽度，m。

.3 对单侧靠泊的船，加强区则仅限于靠泊的一侧。

2.19.1.3 加强区的舷侧骨架

.1 工作甲板以下

（1） 主肋骨的上端应延伸到工作甲板并与其焊接，横梁应延伸到肋骨内缘，横梁肘板应有面板或折边，其尺寸应应符合本篇 1.2.5 的规定；

（2） 建议设置中间肋骨。中间肋骨端部应焊接在主肋骨之间高度不小于 0.75 倍主肋骨高度的纵向间断构件上，并与舷侧纵桁和甲板焊接。中间肋骨的端部不允许切斜；

（3） 如不设中间肋骨时，主肋骨的剖面模数应较本章规定的要求增加 40%；

（4） 增设中间肋骨时，主肋骨的剖面模数可较规定值减小 20%。

（5） 中间肋骨的剖面模数应不小于主肋骨剖面模数规定值的 75%。

.2 工作甲板以上

甲板间舱室肋骨的两端应焊接在甲板上，同时应满足本条 2.19.1.3.1 的有关要求。

2.19.1.4 舷侧外板在加强区的厚度均应比本篇 2.2.4 要求的增厚 1mm。

2.19.1.5 在舷侧加强区内的横舱壁上，其外侧扶强材与舷侧外板之间应设置高度不小于 75%扶强材高度的水平加强筋，其间距应不大于 600mm。

2.19.1.6 如果可行，舷墙或“指定甲板”都应向内倾斜，倾斜距离不小于自身高度的 0.1 倍。

2.19.2 鱼品加工舱室

2.19.2.1 鱼品加工舱室的两端舱壁间距超过30m时，则应设置间距不大于9m的局部舱壁或强框架结构，该局部舱壁或强框架应尽可能与其下面强力构件对齐。

2.19.2.2 对鱼品加工废料、废水应提供有效的处理排放设施，应于舱底两侧设置特殊的污水阱。构成污水阱的钢板厚度应不小于 14mm。如采用耐腐蚀材料时，板厚可适当减薄。

2.19.2.3 对用作渔获物加工的舱室，其舱壁、甲板及绝缘(如设有时)应采取减小吸附或渗漏油类的措施。

2.19.2.4 渔获物加工作业区下面的甲板横梁，其剖面模数应按本篇 2.8.2.1 的要求计算，其所用的计算压头 h 应为 2m，机器或设备重物下应用加复板或甲板加厚等方法特别加强。

2.19.2.5 当甲板上受集中载荷时，甲板下的强横梁和甲板纵桁应符合本篇 2.8.3.2 的规定。

2.19.3 活鱼舱

2.19.3.1 设有活鱼舱的船舶，在活鱼舱的船底及船侧板上通海孔应避免集中在一个断面上排列，且其直径应不大于 250mm。

2.19.3.2 在船底平板龙骨处、舭部列板处不得开孔。

2.19.3.3 船体壳板上开孔边缘与肋骨、平板龙骨、舭部列板、舷顶列板之间的距离应不小于 75mm，孔与孔之间的中心距离应不小于 400mm，且应满足本篇 2.1.4.7 的规定。

第 3 章　舵装

第 1 节　舵

3.1.1　一般要求

3.1.1.1　本节规定适用于普通流线型舵、单板舵和襟翼舵。

3.1.1.2　操舵装置应符合第三篇第 9 章的有关规定。

3.1.1.3　本节规定适用于采用普通强度船体结构钢的舵结构。如采用高强度钢时，则可采用本篇 1.5.1 规定的材料系数来相应减小舵构件尺度。舵的材料性能应符合第七篇的有关规定。

3.1.1.4　制造舵杆、舵销、连接螺栓、键和舵的铸钢件，其材料应符合第七篇的有关规定。

3.1.1.5　对于舵杆、舵销、连接螺栓和键，其所使用材料的最小屈服应力 R_{eH} 应不小于 200MPa。在计算上述零件的尺寸时，所使用的材料系数 K_s 应按下列各式计算

$$K_s = (\frac{R_{eH}}{235})^{0.75} \qquad \text{当 } R_{eH} > 235\text{MPa 时；} \tag{3.1.1.5-1}$$

$$K_s = (\frac{R_{eH}}{235}) \qquad \text{当 } R_{eH} \leqslant 235\text{MPa 时。} \tag{3.1.1.5-2}$$

式中：R_{eH} ——材料的屈服应力，MPa，取值应不大于 0.7 R_m 或 450MPa，取其小者，

R_m ——材料的抗拉强度，MPa。

3.1.1.6　当使用屈服应力超过 235MPa 的钢材制造舵杆时，如由此导致舵杆直径明显减小，则船舶检验机构可要求对舵杆变形进行评估。防止在轴承处产生过大的边缘应力及较大的舵杆变形。

3.1.1.7　舵承周围部分的船体结构应适当加强，同时应有合适的措施防止舵被抬升。

3.1.1.8　通海的舵杆套筒，应在最大吃水线以上安装有密封装置或填料函，以防海水进入舵机舱，冲走舵承上的润滑剂。若舵杆套筒的顶部低于最大载重水线，应设有两个分开的填料函。

3.1.2　舵力

3.1.2.1　舵力 F 应按下式计算：

$$F = 132K_1K_2K_3AV_d^2 \qquad \text{N} \tag{3.1.2.1}$$

式中：A ——舵叶面积，m^2；

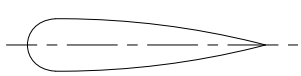
V_d ——舵设计航速，kn，按本篇 3.1.2.2 计算；

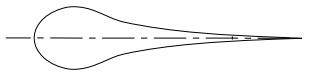
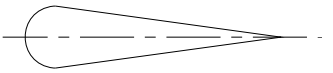
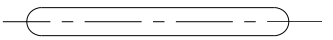
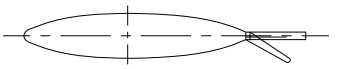
K_1 ——系数，按本篇 3.1.2.3 计算；

K_2 ——系数，见表 3.1.2.1；

K_3 ——系数，对位于螺旋桨尾流之外的舵取 0.8；对位于固定螺旋桨导流管之后的舵取 1.15；其他情况取 1.0。

系数 K_2　　**表** 3.1.2.1

翼型		K_2	
		正车时	倒车时
NACA—00 哥汀根翼型		1.1	0.80

凹翼型		1.35	0.90
平边翼型		1.1	0.90
平板		1.1	0.90
襟翼型		1.7	1.7

3.1.2.2　舵设计航速V_d按下列各式计算：

$$V_d = V \qquad \text{正车，当} V \geqslant 10\text{kn 时} \qquad (3.1.2.2\text{-}1)$$

$$V_d = (V + 20)/3 \qquad \text{正车，当} V < 10\text{kn 时} \qquad (3.1.2.2\text{-}2)$$

式中：V——夏季载重吃水时船舶的最大服务航速，kn。

倒车时 V_d为最大倒车速度，但取值应不小于 $0.5V$。

3.1.2.3　系数K_1应按下式计算：

$$K_1 = \frac{\lambda + 2}{3} \qquad (3.1.2.3)$$

式中：$\lambda = \dfrac{b^2}{A_t}$，其中$b$为舵叶平均高度，m，按本篇 3.1.2.4 计算，λ的取值不必大于 2。

A_t为在舵平均高度范围内，舵叶面积A和舵柱或挂舵臂面积之和，m^2。

3.1.2.4　舵叶的平均宽度c和平均高度b应按下列各式计算：

$$c = \frac{X_2 + X_3 - X_1}{2} \quad \text{m} \qquad (3.1.2.4\text{-}1)$$

$$b = \frac{Z_4 + Z_3 - Z_2}{2} \quad \text{m} \qquad (3.1.2.4\text{-}2)$$

式中：X_1、X_2和X_3为 1、2 和 3 点的X坐标值，m，见图 3.1.2.4；

Z_2、Z_3和Z_4为 2、3 和 4 点Z坐标值，m，见图 3.1.2.4。

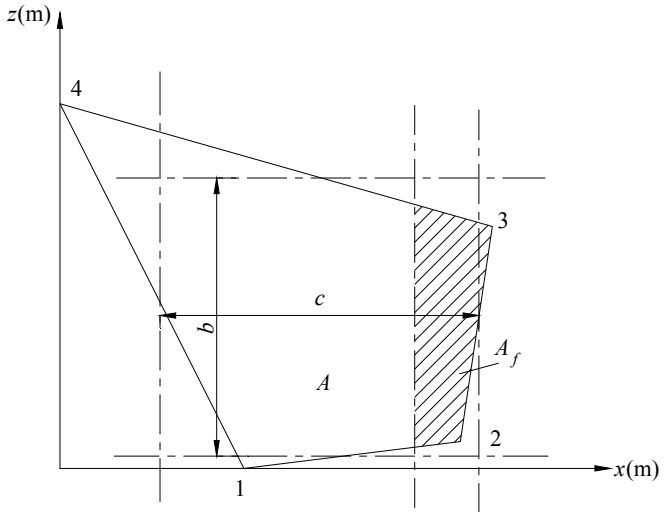


图 3.1.2.4　舵叶尺寸坐标系

3.1.3　舵杆扭矩

3.1.3.1　正车和倒车时，舵杆扭矩 T 均按下式计算：

$$T = FR \qquad \text{N•m} \tag{3.1.3.1}$$

式中：F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

R ——臂矩，m，按本篇 3.1.3.2 和 3.1.3.3 计算。

3.1.3.2　无缺口舵叶的臂矩 R 应按下式计算：

$$R = c(\alpha - \beta) \qquad \text{m} \tag{3.1.3.2}$$

式中：c ——舵叶平均宽度，m，按本篇 3.1.2.4 计算；

α ——系数，正车时取 0.33，倒车时取 0.66；

β —— A_f / A，其中 A_f 为舵杆中心线前方的舵叶面积，m^2；A 为舵叶面积，m^2；

对不平衡舵可取 β =0.08。

在正车时，臂矩 R 的取值应不小于 $0.1c$ 。

3.1.3.3　有缺口舵叶(半悬挂舵)的臂距 R 应按下式计算：

$$R = c_1(\alpha - \beta_1)\frac{A_1}{A} + c_2(\alpha - \beta_2)\frac{A_2}{A} \qquad \text{m} \tag{3.1.3.3}$$

式中：$A = A_1 + A_2$ ——舵叶面积，m^2；

A_1 、A_2 ——面积，m^2，见图 3.1.3.3；

c_1 、c_2 —— A_1 和 A_2 部分面积的平均宽度，m，按本篇 3.1.2.4 计算；

$\beta_1 = \dfrac{A_{1f}}{A_1}$，其中 A_{1f} 为 A_1 在舵杆中心线以前的面积，见图 3.1.3.3，m^2；

$\beta_2 = \dfrac{A_{2f}}{A_2}$，其中 A_{2f} 为 A_2 在舵杆中心线以前的面积，见图 3.1.3.3，m^2；

α ——系数，正车时取 0.33，倒车时取 0.66；但对位于固定结构(如挂舵臂)之后的部分舵，正车时取 0.25，倒车时取 0.55。正车时，臂距 R 的取值应不小于 $\dfrac{1}{10A}(A_1c_1 + A_2c_2)$ 。

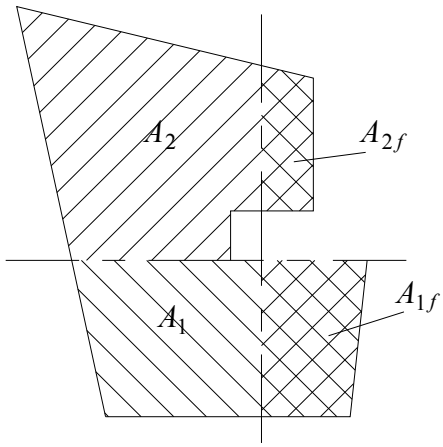


图 3.1.3.3　半悬挂舵面积分布

3.1.4　舵杆——舵叶系统的受力

3.1.4.1　舵杆——舵叶系统的受力分析是为了求解下舵承处的舵杆弯矩、舵叶弯矩和剪力以及各轴承的支持力。

在系统的受力分析中，$l_1 \sim l_5$ 为系统内各构件长度，$I_1 \sim I_5$ 为这些构件的惯性矩。

3.1.4.2　对于图 3.1.4.2-1 所示的舵钮双支点舵和图 3.1.4.2-2 所示的舵轴双支点舵，其受力应按下式计算：

舵叶弯矩 M_r：　　$M_r = 0.125Fb$　　N•m　　(3.1.4.2-1)

舵叶剪力 N_r：　　$N_r = F\dfrac{A'}{A}$　　N　　(3.1.4.2-2)

上舵承的支持力 P：　　$P = 0.7F$　　N　　(3.1.4.2-3)

下舵承的支持力 P：　　$P = 0.6F$　　N　　(3.1.4.2-4)

式中: F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

b ——舵叶的平均高度，m，按本篇 3.1.2.4 计算；

h ——所计算剖面以上或以下部分的舵高，m，取较小者。

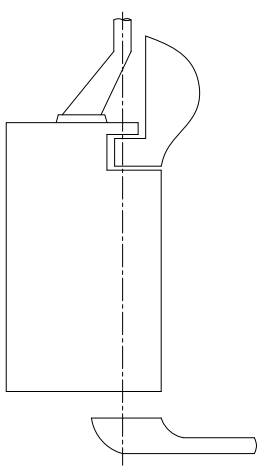


图 3.1.4.2-1　舵钮双支点舵

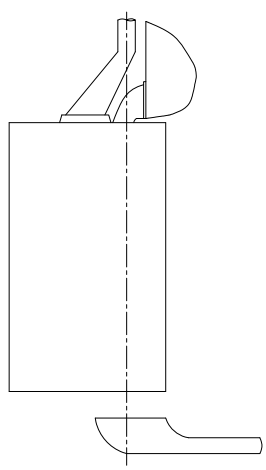


图 3.1.4.2-2　舵轴双支点舵

3.1.4.3　对于图 3.1.4.3 所示的半悬挂双舵钮舵，其受力应按下式计算:

下舵销处(A—A 剖面)的舵叶弯矩 M_r:

$$M_r = Fh\frac{A_1}{A} \quad \text{N•m} \tag{3.1.4.3-1}$$

下舵销处(A—A 剖面)的舵叶剪力 N_r:

$$N_r = F\frac{A_1}{A} \quad \text{N} \tag{3.1.4.3-2}$$

下舵销轴承的支持力 P:

$$P = \frac{F}{2}[1+\frac{A_1 b}{A(b-h_1)}] \quad \text{N} \tag{3.1.4.3-3}$$

上舵销轴承的支持力 P，但应不小于 0.4F:

$$P = \frac{F}{2}[\frac{A_1 b}{A(b-h_1)}-1] \quad \text{N} \tag{3.1.4.3-4}$$

式中: F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

A ——舵叶面积，m^2；

A_1 —— $A-A$ 剖面以下的舵面积，m^2，见图 3.1.4.3；

h ——面积 A_1 的形心至 $A-A$ 剖面的垂直距离，m；

h_1 —— $A-A$ 剖面以下的舵高，m；

b ——舵叶的平均高度，m，按本篇 3.1.2.4 计算。

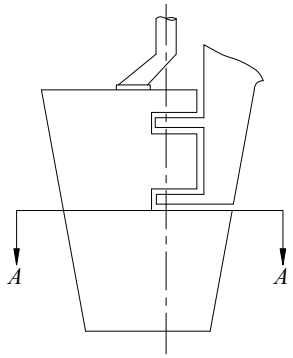


图 3.1.4.3 半悬挂双舵钮舵

3.1.4.4 对于图 3.1.4.4 所示的悬挂舵，其受力应按下列各式计算:

下舵承处的舵杆弯矩 M_b:

$$M_b = F[l_2+\frac{l_1(2C_1+C_2)}{3(C_1+C_2)}] \quad \text{N•m} \tag{3.1.4.4-1}$$

舵叶弯矩 M_r:

$$M_r = Fh\frac{A'}{A} \quad \text{N•m} \tag{3.1.4.4-2}$$

舵叶剪力 N_r:

$$N_r = F\frac{A'}{A} \quad \text{N} \tag{3.1.4.4-3}$$

上舵承的支持力 P:

$$P = \frac{M_b}{l_3} \quad \text{N} \tag{3.1.4.4-4}$$

下舵承的支持力 P:

$$P = F + \frac{M_b}{l_3} \quad \text{N} \tag{3.1.4.4-5}$$

式中: l_1 、l_2、l_3、C_1 和 C_2 见图 3.1.4.4，m；

F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

A ——舵叶面积，m^2；

A' ——所计算剖面以下部分的舵面积，m^2；

h ——面积 A' 的形心至计算剖面的垂直距离，m。

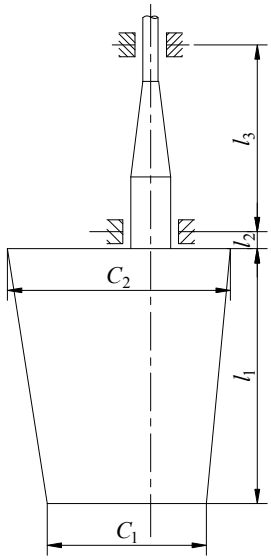


图 3.1.4.4 **悬挂舵**

3.1.4.5 对于图 3.1.4.5 所示的普通双支点舵，其受力应按图 3.1.4.5 所示的计算模型用直接计算法确定。计算载荷 P 应按下式计算：

$$P = \frac{F}{l_1} \quad \text{N/m} \tag{3.1.4.5}$$

式中： F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

l_1 ——见图 3.1.4.5 所示，m。

上舵承处支持力的取值应不小于 $0.1F$。

第一次近似确定舵销直径时，舵销支持力可取 $0.6F$。

3.1.4.6 对于图3.1.4.6所示的半悬挂单舵钮舵，其受力应按图3.1.4.6所示的计算模型用直接计算法确定。计算载荷应按下列各式计算：

$$P_1 = \frac{FA_1}{l_1 A} \quad \text{N/m} \tag{3.1.4.6-1}$$

$$P_2 = \frac{FA_2}{l_2 A} \quad \text{N/m} \tag{3.1.4.6-2}$$

式中： l_1 、l_2 ——见图 3.1.4.6 所示，m；

F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

A——舵叶面积，m^2；

A_1、A_2——面积，m^2，见图 3.1.3.3。

上舵承处支持力的取值应不小于 $0.1F$，下舵承处支持力的取值应不小于 $0.3F$。

第一次近似确定舵销直径时，舵销的支持力 P 可按下式估算：

$$P=\frac{Fh}{l_2+l_3}\quad \text{N} \tag{3.1.4.6-3}$$

式中：l_2、l_3——见图 3.1.4.6 所示，m；

F——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

h——舵叶形心到下舵承的距离，m。

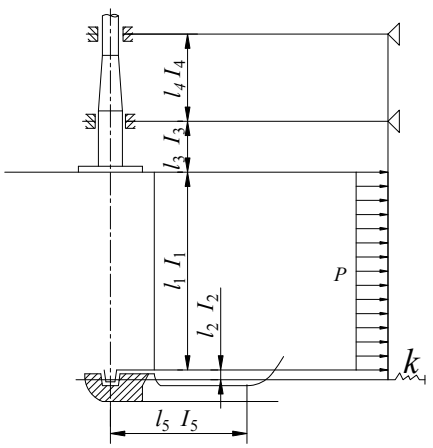


图 3.1.4.5　普通双支点舵受力示意图

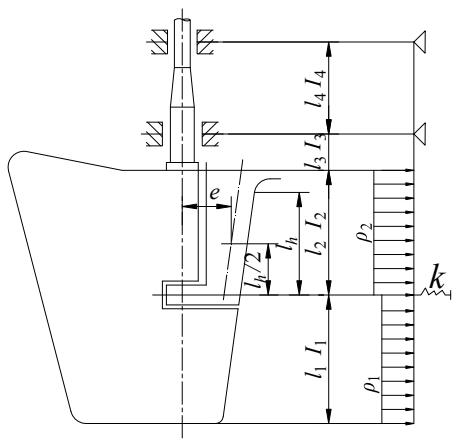


图 3.1.4.6　半悬挂单舵钮舵

3.1.4.7　艉框底骨和挂臂舵的支承弹簧常数应按下述方法计算：

.1　艉框底骨的支承弹簧常数 k 应按下式计算：

$$k=6.18\frac{I}{l_5^{\,3}}\times 10^3\quad \text{N/m} \tag{3.1.4.7.1}$$

式中：I——艉框底骨剖面对垂直中和轴的惯性矩，cm^4；

l_5——艉框底骨的有效长度，m，见图 3.1.4.5。

.2　挂舵臂的支承弹簧常数 k 应按下式计算：

$$k=\frac{1}{f_b+f_t}\times 10^3\quad \text{N/m} \tag{3.1.4.7.2}$$

式中：f_b——在支持中心作用 1N 力时，挂舵臂产生的弯曲位移，m/N，f_b 可按本条.3 计算；

f_t——在支持中心作用 1N 力时，挂舵臂产生的扭转位移，m/N，f_t 可按本条.4 计算。

.3　f_b 可按下式计算：

$$f_b=\frac{1.3l_h^{\,3}}{6.18I}\times 10^{-3}\quad \text{m/N} \tag{3.1.4.7.3}$$

式中：l_h——见图 3.1.4.6，m；

I——挂舵臂水平剖面对对称轴的惯性矩，cm^4。

.4　f_t 可按下式计算：

$$f_t = \frac{l_h e^2 \sum \frac{u_i}{t_i}}{3.14 A_a^2} \times 10^{-11} \quad \text{m/N} \tag{3.1.4.7.4}$$

式中：l_h——见图 3.1.4.6 所示，m；

e——见图 3.1.4.6 所示，m；

u_i——形成挂舵臂平均截面积的各块板的宽度，mm；

t_i——各块板宽度范围内相应的厚度，mm；

A_a——挂舵臂的平均截面积，m^2。

3.1.5 舵杆

3.1.5.1 舵柄处传递舵扭矩的舵杆直径 D_t 应不小于按下式计算所得之值：

$$D_t = 4.2 \sqrt[3]{\frac{T}{K_S}} \quad \text{mm} \tag{3.1.5.1}$$

式中：T——舵杆扭矩，N•m，按本篇 3.1.3.1 计算；

K_S——舵杆材料系数，见本篇 3.1.1.5。

其相应的许用扭转应力为 $68 K_S$，MPa。

3.1.5.2 若舵机(如单柱塞双油缸舵机)通过舵柄或舵扇对上舵承处的舵杆产生附加弯矩，则舵柄处的舵杆直径应按本篇 3.1.5.4 计算，其中弯矩 M_b 用附加弯矩代替。

3.1.5.3 本篇图 3.1.4.2 和图 3.1.4.3 所示型式的舵，其上舵承以下的舵杆直径应不小于舵柄处的直径。

3.1.5.4 本篇图 3.1.4.4、图 3.1.4.5 和图 3.1.4.6 中所示型式的舵，其下舵承处和下舵承以下的舵杆直径 D_c 应不小于按下式计算所得之值：

$$D_c = D_t \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3}\left(\frac{M_b}{T}\right)^2} \quad \text{mm} \tag{3.1.5.4}$$

式中：D_t——舵柄处的舵杆直径，mm，按本篇 3.1.5.1 计算；

M_b——下舵承至舵叶顶部间舵杆的最大弯距，N•m，按本篇 3.1.4.4、3.1.4.5 和 3.1.4.6 计算；

T——舵杆扭矩，N•m，按本篇 3.1.3.1 计算。

3.1.5.5 下舵承以上的舵杆直径应尽可能保持与下舵承处的舵杆直径一致，然后可逐渐减小到舵柄处的直径，但锥体的长度应不小于直径差额的 3 倍。锥体上端部应特别注意避免存在任何缺口。

3.1.6 舵叶

3.1.6.1 为保证舵叶的整体强度，舵叶的结构应能把受力有效地传递给舵杆、舵轴和舵销。以箱形结构代替下舵杆时，该箱形结构由连续垂向隔板和有效舵旁板组成。有效舵旁板的宽度应取不大于该处舵叶横向尺度的 2 倍，也不大于 2.5 倍的下舵承处的舵杆直径或舵顶部连接法兰的长度。在舵叶弯矩和剪力(见本篇 3.1.4)作用下，箱形结构水平剖面上的应力应符合下列要求：

.1 无缺口舵叶：

弯曲应力：$\sigma \leqslant 110$ MPa (3.1.6.1.1-1)

剪切应力：$\tau \leqslant 50$ MPa (3.1.6.1.1-2)

等效应力：$\leqslant 120$ MPa (3.1.6.1.1-3)

.2 有缺口舵叶：

弯曲应力：$\sigma < 75$ MPa (对于缺口处的剖面) (3.1.6.1.2-1)

剪切应力：$\tau \leqslant 50$ MPa (3.1.6.1.2-2)

等效应力：≤100　　MPa　　(3.1.6.1.2-3)

3.1.6.2　舵旁板、顶板和底板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 5.5s\beta\sqrt{d + \frac{F}{A}\times 10^{-4}} + 2.5 \quad \text{mm} \qquad (3.1.6.2)$$

式中：d ——最大吃水，m；

F ——舵力，N，按本篇 3.1.2.1 计算；

A ——舵叶面积，m^2；

$\beta = \sqrt{1.1 - 0.5(\frac{s}{b})^2}$，其中 s 和 b 分别为板格的短边长度和长边长度，m；如果 $b/s \geqslant 2.5$，则 β=1。

3.1.6.3　舵叶内应设置垂直隔板和水平隔板，其厚度应不小于 0.7 倍舵旁板的厚度，且不小于 6mm。

3.1.6.4　舵叶的导边板厚度应不小于 1.2 倍的舵旁板厚度，但也不必大于 22mm。

3.1.6.5　对本篇图 3.1.4.3 和图 3.1.4.6 所示的半悬挂舵，其下舵销区域的舵旁板应加厚，其厚度应较本篇 3.1.6.2 式计算所得之厚度增加 80%，该加厚的舵旁板应延伸超过连续垂直隔板和下舵销区域上下的水平隔板，在角隅处应有尽可能大的圆角。

3.1.6.6　舵叶内部应涂以防锈涂料，舵的上、下部应有排泄孔，并配有以不锈金属制成的栓塞。

3.1.7　舵杆和舵叶的水平法兰连接

3.1.7.1　连接法兰的螺栓直径 d_b 应不小于按下式计算所得之值：

$$d_b = 0.62\sqrt{\frac{D_c^{\,3}K_S}{nE_bK_b}} \quad \text{mm} \qquad (3.1.7.1)$$

式中：D_c ——下舵承处的舵杆直径，mm；

n ——螺栓总数，至少应有 6 个；

E_b ——螺栓中心与螺栓系统中心的平均距离，mm，见本篇 3.1.7.3；

K_b ——螺栓材料系数，见本篇 3.1.1.5；

K_S ——舵杆材料系数，见本篇 3.1.1.5。

3.1.7.2　连接法兰的厚度 t 应不小于按下列各式计算所得之值，但不小于 $0.9d_b$：

$$t = d_b\sqrt{\frac{K_b}{K_f}} \quad \text{mm} \qquad (3.1.7.2)$$

式中：d_b ——按不超过 8 个螺栓数计算所得的螺栓直径，mm；

K_f ——法兰材料系数，见本篇 3.1.1.5；

K_b ——螺栓材料系数，见本篇 3.1.1.5。

3.1.7.3　螺栓中心与螺栓系统中心的平均距离 E_b 应按下式计算：

$$E_b = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i}{n} \quad \text{mm} \qquad (3.1.7.3)$$

式中：n——同本篇 3.1.7.1；

m_i ——第 i 个螺栓的中心与螺栓系统中心的距离，mm。

3.1.7.4　螺栓中心与螺栓系统中心的平均距离应不小于下舵承处的舵杆直径 D_c 的 0.9 倍。如果连接法兰承受弯曲应力，则螺栓中心到法兰纵向中心线间的平均距离应不小于 $0.6D_c$。

3.1.7.5　螺栓孔外侧的宽度应不小于螺栓直径的 0.67 倍。

3.1.7.6　连接法兰的螺栓应为铰孔螺栓，螺母应有可靠的止动装置。

3.1.7.7　连接法兰应装有紧配键以减轻螺栓的载荷。如果螺栓直径按本篇 3.1.7.1 计算所得之值再增加 10%，则可不装紧配键。

3.1.7.8　如果舵杆与法兰分别锻制而以焊接连接，则应在整个接合面内焊透，并应符合第八篇的有关规定。

3.1.8　舵杆与舵叶的有键锥形连接

3.1.8.1　锥形连接应具有 1：8～1：12 的锥度，锥体长度应不小于 1.5 倍下舵承处的舵杆直径 D_c。舵杆下端应用螺母紧固，螺母应有可靠的止动装置。

3.1.8.2　锥形连接应装有键，该键应装置在舵的前后方向上。键的剪切面积 A_s 应不小于按下式计算所得之值：

$$A_s = \frac{16T_f}{D_k R_{eH}} \quad \text{cm}^2 \tag{3.1.8.2}$$

式中：T_f ——舵杆的设计屈服扭矩，N•m，按本篇 3.1.8.4 计算；

D_k ——舵杆锥体装键处的平均直径，mm；

R_{eH} ——键材料的屈服应力，MPa。

3.1.8.3　键的受挤压面积 A_k (不计圆边部分)应不小于按下式计算所得之值：

$$A_k = \frac{5T_f}{D_k R_{eH}} \quad \text{cm}^2 \tag{3.1.8.3}$$

式中：T_f ——舵杆的设计屈服扭矩，N•m，按本篇 3.1.8.4 计算；

D_k ——舵杆锥体装键处的平均直径，mm；

R_{eH} ——键、舵杆或承座材料的屈服强度，MPa，取小者。

3.1.8.4　舵杆的设计屈服扭矩 T_f 应按下式计算：

$$T_f = 0.02664 D_t^3 K_S \quad \text{N•m} \tag{3.1.8.4}$$

式中：D_t ——按本篇 3.1.5.1 计算的舵杆直径，mm；如果实际直径大于 D_t，应取实际直径，但不必大于 $1.15D_t$；

K_S ——舵杆材料系数，见本篇 3.1.1.5。

3.1.8.5　螺母的尺寸按图 3.1.8.5 所示，并应符合下列要求：

螺纹外径：$d_g \geqslant 0.65 D_c$； (3.1.8.5-1)

螺母长度：$h_n \geqslant 0.6 d_g$； (3.1.8.5-2)

螺母外径：$d_n \geqslant 1.2 D_u$ (D_u 见图 3.1.8.5 所示)或 $1.5 d_g$，取大者。 (3.1.8.5-3)

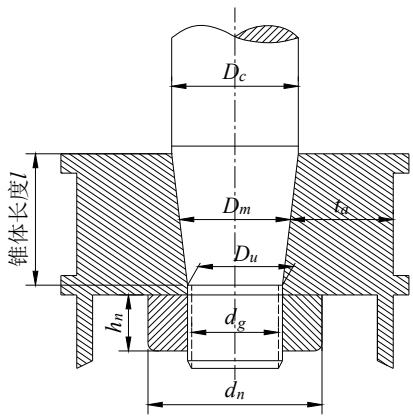


图 3.1.8.5　**螺母尺寸**

3.1.8.6　舵叶内的承座在其长度中点(不计及键槽)处的厚度应不小于舵柄处舵杆直径的 0.5 倍或下舵承处舵杆直径的 0.3 倍，取大者。承座与垂直隔板和水平隔板应有良好的连接。

3.1.9　舵杆与舵叶的无键锥形连接

3.1.9.1　舵杆与舵叶间采用液压装配或冷缩配合的无键锥形连接时，应具有直径 1：12～1：20 的锥度。锥体长度应不小于 1.5 倍下舵承处的舵杆直径。

3.1.9.2　为了使舵杆与舵叶之间的连接能安全地传递扭矩，应按下列要求确定推入长度和推入压力：

.1　推入长度 S 应满足下式要求：

$$S_1 \le S \le S_2 \tag{3.1.9.2.1-1}$$

$$\text{最小推入长度 } S_1 = \frac{1}{k_1}\left[\frac{2pD_m k_2^2}{E\left(k_2^2 - 1\right)} + 0.02\right] \quad \text{mm} \tag{3.1.9.2.1-2}$$

$$\text{最大推入长度 } S_2 = \frac{1}{k_1}\left[1.4R_{eH}D_m \frac{k_2^2}{E\sqrt{3k_2^4+1}} + 0.02\right] \quad \text{mm} \tag{3.1.9.2.1-3}$$

式中：对于非悬挂舵，$p = \dfrac{8.5K_s D_t^3}{D_m^2 lf}$　N/mm²

对于悬挂舵，$p = \dfrac{6M_b}{D_m l^2} \times 10^3$　N/mm²

$k_2 = (D_m + 2t_a)/D_m$；

l——锥体长度，mm，见图 3.1.8.5；

D_m——锥体的平均直径，mm，见图 3.1.8.5；

t_a——承座的平均厚度，mm，见图 3.1.8.5；

D_t——舵柄处的舵杆直径，mm；

M_b——见本篇 3.1.5.4，N·m；

K_s——舵杆材料系数，见本篇 3.1.1.5；

k_1——锥体的直径锥度；

R_{eH}——承座材料的屈服应力，MPa；

E——弹性模量，取 2.06×10^5，MPa；

f——摩擦系数，对于液压连接取 0.15；对于干式锥形连接取 0.18。

.2　推入压力 P 应按下式计算：

$$P=\frac{SE(k_2^2-1)\ k_1}{2D_m k_2^2}\quad \text{N/mm}^2 \tag{3.1.9.2.2}$$

式中：k_1、k_2、D_m 及 E 同本条.1；

S——按本条.1 确定的推入长度，mm。

.3　推入力 P_e 可按下式计算：

$$P_e=3.14PD_m l(\frac{k_1}{2}+0.02)\quad \text{N} \tag{3.1.9.2.3}$$

式中：k_1、l、D_m 同本条.1；

P——按本条.2 计算的推入压力，N/mm²。

3.1.9.3　舵叶内的承座在其长度中点处的厚度应不小于锥体平均直径的 0.25 倍。承座与垂直隔板和水平隔板应有良好的连接。

3.1.10　舵杆与舵叶的垂向法兰连接

3.1.10.1　连接法兰的螺栓直径 d_b 应不小于按下式计算之值：

$$d_b=0.81D_c\sqrt{\frac{K_S}{nK_b}}\quad \text{mm} \tag{3.1.10.1}$$

式中：D_c——下舵承处舵杆直径，mm；

n——螺栓总数，至少应有 8 个；

K_b——螺栓材料系数，见本篇 3.1.1.5；

K_S——舵杆材料系数，见本篇 3.1.1.5。

3.1.10.2　螺栓面积对法兰中心的静矩 M 应不小于按下式计算所得之值：

$$M=4.3\times10^{-4}D_c^{\ 3}\quad \text{cm}^3 \tag{3.1.10.2}$$

式中：D_c——下舵承处的舵杆直径，mm。

3.1.10.3　连接法兰厚度应不小于螺栓直径，螺栓孔外侧的宽度应不小于螺栓直径的 0.67 倍。

3.1.10.4　连接螺栓应为铰孔螺栓，螺母应有可靠的止动装置。

3.1.11　舵销

3.1.11.1　舵销与销座应为锥形配合，锥体长度应不小于舵销直径。对于键连接和其它人工装配并用止动螺母锁紧的舵销，应具有 1：8～1：12 的锥度。对于用注油和液压螺母安装的舵销，应具有 1：12～1：20 的锥度。

3.1.11.2　舵销直径 D_p 应不小于按下式计算所得之值：

$$D_P=0.35\sqrt{\frac{P}{K_P}}\quad \text{mm} \tag{3.1.11.2}$$

式中：P——舵销对舵叶的支持力(即舵销轴承支持力)，N，按本篇 3.1.4.2、3.1.4.3、3.1.4.5 和 3.1.4.6 计算；

K_P——舵销的材料系数，见本篇 3.1.1.5。

拖网渔船的舵销直径应较公式计算所得之值增大 5%。

3.1.11.3　螺母的尺寸应按本篇 3.1.8.5 要求来确定，但在计算时应用舵销直径 D_p 代替舵杆直径 D_c。

3.1.11.4　销座的厚度应不小于舵销直径的 0.4 倍。

3.1.11.5　舵销轴承的长度应不小于舵销衬套的直径，但不应超过舵销衬套直径的 1.2 倍，轴承衬套外侧的舵钮厚度应不小于舵销直径的 0.25 倍。

3.1.12　舵轴

3.1.12.1　舵轴在下轴承处的直径 D_1 应不小于按下式计算所得之值：

$$D_1 = 20.5\sqrt[3]{AV_d^2E} \quad \text{mm} \tag{3.1.12.1}$$

式中：A——舵叶面积，m^2；

V_d——按本篇 3.1.2.2 计算；

$E=\frac{1}{2}(a+b)$，m

a、b 见图 3.1.12.1。

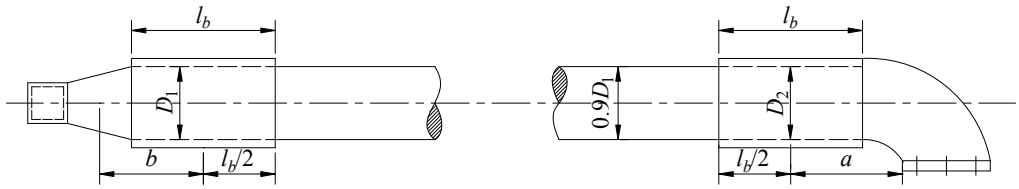


图 3.1.12.1　**舵轴下轴承**

3.1.12.2　上轴承处的舵轴直径 D_2=1.1D_1；上下轴承之间的舵轴直径应为 0.9D_1。

3.1.12.3　舵轴上端垂直法兰连接螺栓应至少有 6 个，螺栓直径应等于 0.28D_1。螺栓中心到法兰中心平均距离应不小于 0.9D_1，且不小于 80mm；螺栓中心距法兰边缘的距离应不小于螺栓直径的 1.2 倍。垂直法兰的厚度应等于螺栓直径的 0.9 倍。

3.1.12.4　舵轴下端的锥体、螺母等尺寸应符合本篇 3.1.8 的有关要求。

3.1.12.5　轴承长度 l_b (见本篇图 3.1.12.1)应符合本篇 3.1.13.2 的要求。

3.1.13　舵杆、舵销和舵轴承

3.1.13.1　轴承应具有足够的润滑，其支承面积 A_b (支承面的长度乘以直径)应不小于按下式计算所得之值：

$$A_b = \frac{P}{[P]} \quad \text{mm}^2 \tag{3.1.13.1}$$

式中：P——轴承的支持力，N，按本篇 3.1.4 计算；

$[P]$——许用表面压力，MPa，见表 3.1.13.1。

轴承许用表面压力　　**表** 3.1.13.1

轴承材料	[P]，MPa
铁犁木	2.5
白合金，油润滑	4.5
肖氏硬度[注1]在 60 到 70 之间的合成材料	5.5
钢[注2]、青铜及热压青铜—石墨材料	7
注 1：压痕硬度试验应在 23℃及具有 50%湿度情况下，按公认的标准进行。合成材料应是认可型的。 注 2：指不锈钢和耐磨钢，并以认可方式同舵杆衬套组合。	

3.1.13.2　支承面的长度和直径之比应不大于 1.2。

3.1.13.3　金属轴承的径向间隙δ应不小于按下式计算所得之值：

$$\delta = \frac{d}{1000} + 1 \quad \text{mm} \tag{3.1.13.3}$$

式中：d——支承面直径，mm。

如采用非金属轴承，轴承的径向间隙应考虑材料的膨胀和热膨胀特性予以专门确定，除非生产商推荐并提供更小间隙的成功使用经验的报告，否则该间隙应不小于 1.5mm。

3.1.14　单板舵

3.1.14.1　舵杆直径应按本篇 3.1.5 确定，对悬挂舵其下段的 1/3 可向下过渡至下舵杆直径的 75%。

3.1.14.2　舵叶厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 1.5sV_d + 2.5 \quad \text{mm} \tag{3.1.14.2}$$

式中：s——加强筋的间距，m，应不超过 1m；

V_d——舵设计航速，kn，按本篇 3.1.2.2 计算。

3.1.14.3　加强筋的厚度应不小于舵叶厚度，加强筋的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.5sl^2V_d^2 \quad \text{cm}^3 \tag{3.1.14.3}$$

式中：s、V_d——见本篇 3.1.14.2；

l——自舵后端至舵杆中心线的水平距离，m。

3.1.15　舵扇与舵柄

3.1.15.1　舵柄距舵杆中心 2 D_t 处的剖面对其垂直轴的剖面模数W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.14(1 - \frac{2D_t}{R})D_t^3 \quad \text{cm}^3 \tag{3.1.15.1}$$

式中：D_t——舵柄处的舵杆直径，cm；

R——舵扇半径或舵柄长度，cm。

对于有一个幅条以上的舵扇，各幅条的剖面模数总和应不小于上式要求。

矩形舵柄剖面的宽度与高度之比应不大于 2。

3.1.15.2　舵柄的剖面模数可以从毂部向端点逐渐减小至上式要求的 40%；舵扇或舵柄毂的高度 h=1.0 D_t，外径 D_0=1.8 D_t，见图 3.1.15.2。

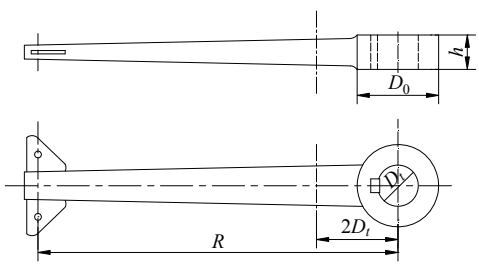


图 3.1.15.2　舵柄剖面型式

3.1.15.3　舵柄或无联动舵柄的舵扇应紧套在舵杆上，并配以合适尺寸的键。

3.1.15.4　松套在舵杆上的舵扇，其幅条的剖面模数在整个幅条长度内可减为距舵杆中心 2 D_t 处剖面模数的 50%。

3.1.16　人力操舵装置传动零件

3.1.16.1　操舵链的直径d 应不小于按下式计算所得之值：

$$d = 0.32\sqrt{\frac{D_t^3}{R}} + 5 \quad \text{mm} \qquad (3.1.16.1)$$

式中：D_t ——舵柄处的舵杆直径，mm；

R ——舵扇半径或舵柄长度，mm。

直径不大于 15mm 的舵链，可用破断负荷相等的柔韧镀锌钢丝绳代替。

3.1.16.2　操舵牵杆的直径应为操舵链直径的 1.2 倍。

3.1.16.3　舵链滑轮量自舵链链环中心的直径应不小于舵链直径的 12 倍。滑轮销轴的直径应不小于舵链直径的 2 倍。

3.1.16.4　在每舷的传动线路上应装置松紧螺旋扣，松紧螺旋扣应有制锁装置。

3.1.16.5　每舷操舵链索线路上应装设弹簧缓冲器，缓冲器的尺寸应按舵链或舵索的安全工作负荷选用。

第 2 节　锚泊及系泊设备

3.2.1　舾装数

3.2.1.1　渔船的锚泊及系泊设备应根据其种类及其航行水域并根据本篇 3.2.1.2 求得的舾装数 N，按表 3.2.1.1 的要求配备。

3.2.1.2　舾装数 N 按下式计算：

$$N = \Delta^{2/3} + 2Bh + \frac{A}{10} \qquad (3.2.1.2\text{-}1)$$

式中：Δ ——夏季载重线下的型排水量，t；

h ——从夏季载重水线到最上层舱室顶部的有效高度，m；

$$h = a + \sum h_i \qquad (3.2.1.2\text{-}2)$$

其中：a ——从船中夏季载重线至上层连续甲板的垂直距离，m；

h_i ——各层宽度大于 $B/4$ 的舱室，在其中心线处计量的高度，m。

A ——船长 L 范围内夏季载重线以上的船体部分和上层建筑以及各层宽度大于 $B/4$ 的甲板室的侧投影面积的总和，m^2。

在计算 h 和 A 时，不必计及舷弧和纵倾。

凡是超过 1.5m 高度的挡风板、舷墙和网具，均应视为上层建筑或甲板室的一部分。

3.2.2　锚

3.2.2.1　渔船应按本篇表 3.2.1.1 配备两只首锚。每只首锚的质量可以与表列锚质量相差±7%，但首锚的总质量应不小于表列锚质量的总和。

渔船的锚、锚链和锚索　　表 3.2.1.1

舾装数 N		无杆艏锚		艏锚用有档锚链				系船缆索		
超过	不超过	数量	每个锚的质量，kg	总长度，m	直径(mm)			根数	每根最小长度，m	最小破断负荷，kN
					普通锚链 AM1	优质锚链 AM2	优质锚链 AM3			
50	60	2	120	192.5	12.5	11	—	2	60	34
60	70	2	140	192.5	12.5	11	—	2	80	34
70	80	2	160	220	14	12.5	—	2	100	37

80	90	2	180	220	14	12.5	—	2	100	37
90	100	2	210	220	16	14	—	2	110	39
100	110	2	240	220	16	14	—	2	110	39
110	120	2	270	247.5	17.5	16	—	2	110	44
120	130	2	300	247.5	17.5	16	—	2	110	44
130	140	2	340	275	19	17.5	—	2	120	49
140	150	2	390	275	19	17.5	—	2	120	49
150	175	2	480	275	22	19	—	2	120	54
175	205	2	570	302.5	24	20.5	—	2	120	59
205	240	2	660	302.5	26	22	20.5	2	120	64
240	280	2	780	330	28	24	22	3	120	69
280	320	2	900	357.5	30	26	24	3	140	74
320	360	2	1020	357.5	32	28	24	3	140	78
360	400	2	1140	385	34	30	26	3	140	88
400	450	2	1290	385	36	32	28	3	140	98
450	500	2	1440	412.5	38	34	30	3	140	108
500	550	2	1590	412.5	40	34	30	4	160	123
550	600	2	1740	440	42	36	32	4	160	132
600	660	2	1920	440	44	38	34	4	160	147
660	720	2	2100	440	46	40	36	4	160	157
720	780	2	2280	467.5	48	42	36	4	170	172
780	840	2	2460	467.5	50	44	38	4	170	186
840	910	2	2640	467.5	52	46	40	4	170	202
910	980	2	2850	495	54	48	42	4	170	216
980	1060	2	3060	495	56	50	44	4	180	230
1060	1140	2	3300	495	58	50	46	4	180	250

3.2.2.2　普通无杆锚的锚冠质量，包括销子和转轴在内，应不小于该锚总质量的 60%。

3.2.2.3　当采用有杆的艏锚时，锚重(不包括横杆)应不小于表 3.2.1.1 所规定的无杆锚质量的 80%。

3.2.2.4　当采用经认可的大抓力锚作艏锚时，每只锚的质量可为表 3.2.1.1 所规定的普通无杆艏锚质量的 75%。对大抓力锚的具体要求见第七篇第 11 章。

3.2.2.5　在满足使用要求的前提下，可仅配备一只锚，但船上应存有一只备用锚。

3.2.3　锚链

3.2.3.1　锚链在连接锚的一端应装设一个转环。

3.2.3.2　锚链的船内端应通过一个固定装置与船体结构连接。该连接结构应能在锚链舱外易于到达的地方迅速解脱。

3.2.3.3　船上应至少有 1 个备用的锚卸扣和 4 个连接卸扣或连接链环。

3.2.3.4　拉伸应力小于 400MPa 的锚链不能用于大抓力锚。

3.2.4 系船索

3.2.4.1 如船舶的 A/N 大于 0.9（A 和 N 见本篇 3.2.1.2 的定义）时，本节表中所列系船索的数量建议按下列要求增加：

A/N 的比值	系船索增加数量
$0.9<A/N\leqslant1.1$	1
$1.1<A/N\leqslant1.2$	2
$1.2<A/N$	3

3.2.4.2 本节表所列的系船索是指 6×24 或 6×37 规格的钢丝抗拉强度不小于 1370MPa 的柔韧镀锌钢丝绳，也可用破断负荷相同的由植物纤维或合成纤维制成的纤维绳，或钢丝与纤维芯组成的钢索。

无论破断负荷如何，纤维绳的直径不应小于 20mm。

3.2.5 代替锚链的缆索

3.2.5.1 锚链可用钢索代替，其中，直径不大于 17.5mm 的锚链，亦可用钢丝绳或纤维绳代替。

代替锚链的钢索、钢丝绳或纤维绳，其长度应不小于表 3.2.1.1 规定的锚链长度的 1.5 倍，其破断负荷应不小于表 3.2.1.1 规定的普通锚链对应的的破断负荷。

3.2.5.2 锚的质量应不小于表 3.2.1.1 规定锚质量的 1.25 倍。

3.2.5.3 在锚与钢索之间应安一根较短的锚链，其长度为 12.5m 或由锚的贮存位置到锚机之间的距离，取其小者。

3.2.5.4 拖网绞车的钢索可用作锚链，其导向滑轮和导向滚筒应妥善安装和布置，以免钢索被甲板室、上层建筑、甲板板和甲板上的设备磨损。当钢索直径不小于 18mm 时，其导向滚筒应永久性安装。

第 3 节 其他

3.3.1 鱼舱舱底木铺板

3.3.1.1 如果在鱼舱内铺设木铺板，其厚度应根据船长 L 按下述规定选取：

$L\leqslant60$m，木铺板厚度应不小于 50mm；

$L>60$m，木铺板厚度应不小于 55mm。

3.3.1.2 如鱼舱的另一侧为燃油舱时，则在鱼舱的绝热层与舱壁间应留有不小于 50mm 的空隙层。空隙层应有适当的通风；对全焊接舱壁，该空隙层可用现场聚氨酯闭孔发泡替代，即增加该处隔热层的厚度。

3.3.1.3 燃油舱顶与鱼舱之间应设不小于 50mm 的空隙层，支承敷盖层的木质基础应横向排列，以便水泄至舷侧舱底水吸口处。对全焊接舱顶，该空隙层可用现场聚氨酯闭孔发泡替代，即增加该处隔热层的厚度。

3.3.1.4 若鱼舱与非食用油舱的共用舱壁或甲板较本篇第 2 章有关规定要求的板厚增加 2mm，且焊缝满足本篇 1.4.4 的要求，可替代本篇 3.3.1.2 及 3.3.1.3 的要求。

3.3.1.5 铺设木铺板的双层底舱顶板或轴隧顶板的外表面，应涂刷沥清溶液或其他有效涂料，不铺设木铺板的双层底舱顶板或轴隧顶板可仅涂刷油漆。

3.3.2 散装鱼鱼舱内活动隔板

3.3.2.1 鱼舱内活动隔板的布置应从舱底尽可能延伸到甲板。

3.3.2.2 鱼舱内设活动隔板的纵向分隔之间或纵向分隔与舷侧之间的距离 b 应不超过 3m。纵向分隔应尽

量对称于船舶中心线进行布置。当鱼舱内最大宽度达 3m 时应至少设一道纵向分隔。

3.3.2.3　鱼舱可移动隔板可由钢质垂直的槽架和水平木板组成。垂直槽架之间或横舱壁与垂直槽架之间的纵向距离 s 一般应不超过 2m，见图 3.3.2.3。

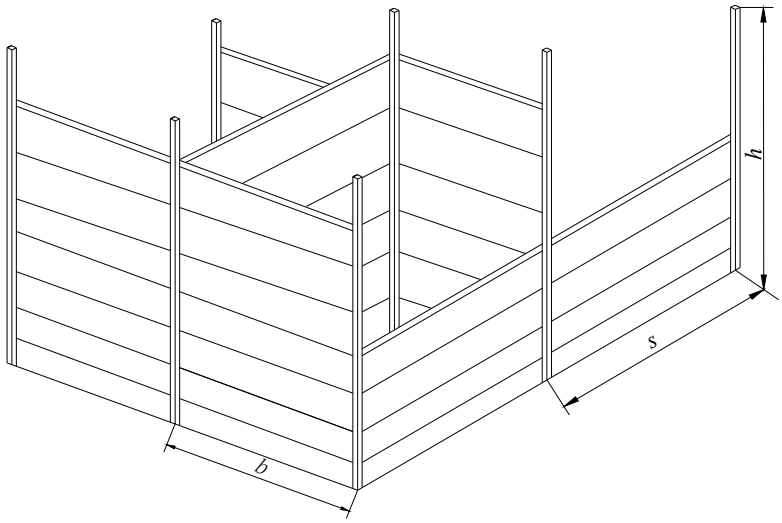


图 3.3.2.3　**鱼舱可移动隔板**

3.3.2.4　钢质垂直槽架的剖面模数 W 应不小于下式计算之值：

$$W = ch^3(b+s) \quad \text{cm}^3 \tag{3.3.2.4}$$

式中：c ——系数，当设置一道纵向分隔时 c =1.6；当设置两道或多道纵向分隔时 c =2.0；

h ——垂直槽架的跨度，m；

b ——垂直槽架之间在船横向的最大间距，m；

s ——垂直槽架之间在船纵向的最大间距，m。

3.3.2.5　水平木板的厚度应不小于下列各式中的计算之值：

对纵向隔板 $t = 15s\sqrt{h}$ mm

对横向隔板 $t = 15b\sqrt{h}$ mm

式中：s 、b 、h 同本篇 3.3.2.4。

水平木板的最小厚度不应小于 40mm，也不必大于 80mm，宽度一般不小于 200mm。如需要全舱隔板等厚，应以厚者为准。

3.3.2.6　槽架槽口的深度应不小于 40mm，其宽度较拦鱼板厚度大 5mm；拦鱼板的长度应较槽口底部的距离短约 5mm，但不超过 10mm。

3.3.3　隔离层

3.3.3.1　贮存压载水或淡水的双层底舱及艏、艉尖舱，均应涂刷水泥或其他有效涂料。

3.3.3.2　直接位于起居处所、服务处所以下的舱室，一般不得用以贮存液体燃料。如确有困难时，在以下舱室顶甲板上覆有厚度至少为 40mm 的不溶于油类的隔热层，且甲板上不得设有人孔或其他开口，可在上述处所以下的舱室贮存闪点(闭杯试验)不低于 60℃的液体燃料。

第 4 章　航行冰区的加强

第 1 节　通则

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 凡航行冰区的渔船，除符合本规范其他章节的有关规定外，尚应满足本章的相应要求。

4.1.1.2 渔船航行的冰区，是指没有大的固定冰块而仅有漂流浮冰的冰区，属于最轻度的冰况。如渔船航行于冰况严重于上述冰况的海域，则其加强要求应经船舶检验机构认可。

4.1.1.3 当渔船航行于冰区时，压载水舱应配备防止压载水冻结的装置。

第 2 节

4.2.1 外板

4.2.1.1 冰带（指舷侧抗冰部分）外板的加强，其纵向范围从首垂线向后至 0.2*L* 处；垂向范围从最大吃水线以上 500mm 至最小作业吃水水线以下 500mm。

4.2.1.2 冰带外板的厚度应至少较船中部外板厚度的规范值增加 25%，但增厚值不必大于 4mm。

4.2.2 舷侧骨架

4.2.2.1 若在首尖舱或从首垂线向后至 0.075*L* 的范围内设置中间肋骨时，则中间肋骨的剖面模数应为首尖舱肋骨的 75%。中间肋骨的垂向设置范围为最小作业吃水水线以下 1000mm 处到最大吃水线以上 1000mm 处，其两端不必有连接。

若不设置中间肋骨，则肋骨间距应为船中部肋骨间距的 60%，但应不大于 500mm。

4.2.2.2 在 0.2*L* 纵向加强区内的舷侧纵桁、强胸横梁或开孔平台及其延伸部分上应增设防倾肘板。

4.2.3 首柱

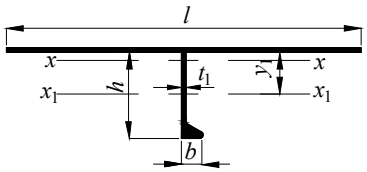
4.2.3.1 钢板焊接首柱自最大吃水线以上 600mm 处以下部分的板厚度应为规范值的 1.1 倍，但不必大于 20mm。

附录Ⅰ　带板型钢的剖面要素

1　带板型钢的剖面要素表

表 1　非对称球扁钢

非对称球扁钢



带板宽度 l=500mm

	单型材要素						连带板的型材要素			
	型材高度 h	球宽 b	型材厚度 t_1	型材剖面积 A_1	惯性矩 I_{x1}	重心轴 x_1—x_1 距离 y_1	总面积 A	对 x—x 轴的惯性矩 I	对 x—x 轴的最小剖面模数 W	对 x—x 轴的惯性半径 r
	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm
5.0	50	16	4.0	2.87	6.96	3.13	42.87/52.87	42.46/46.89	8.22/8.84	1.00/0.94
6.0	60	19	5.0	4.27	15.00	3.74	44.27/54.27	83.26/89.89	13.88/14.58	1.37/1.29
7.0	70	21	5.0	5.06	24.10	4.40	45.06/55.06	129.7/138.6	18.91/19.66	1.70/1.59
8.0	80	22	5.0	5.84	36.23	5.07	45.84/55.84	190.8/202.6	24.77/25.59	2.04/1.90
9.0	90	24	5.5	7.03	55.60	5.65	47.03/57.03	276.6/292.9	32.56/33.50	2.43/2.27
10	100	26	6.0	8.63	85.22	6.29	48.63/58.63	405.1/428.7	43.97/45.12	2.89/2.70
12	120	30	6.5	11.15	158	7.55	51.15/61.15	711.2/752.97	66.68/68.25	3.73/3.51
14a	140	33	7	14.05	274	8.82	54.05/64.05	1160/1231	96.64/98.82	4.63/4.38
14b	140	35	9	16.85	321	8.55	56.85/66.85	1273/1357	108.3/111.1	4.73/4.51
16a	160	36	8	17.96	468	9.95	92.96/67.96	2141/1915	145.8/139.4	4.80/5.31
16b	160	38	10	21.16	527	9.75	96.16/71.16	2360/2093	163.5/155.6	4.95/5.42
18a	180	40	9	22.20	724	11.15	97.20/72.20	3164/2815	197.3/188.7	5.71/6.24
18b	180	42	11	25.80	837	10.81	100.8/75.80	3416/3018	216.3/206.0	5.82/6.31
20a	200	44	10	27.36	1078	12.40	102.36	4559	264.5	6.67
20b	200	46	12	31.36	1265	12.06	106.36	4908	289.2	6.79
22a	220	48	11	32.82	1611	13.50	107.82	6261	340.0	7.62
22b	220	50	13	37.22	1795	13.20	112.22	6650	366.9	7.70
24a	240	52	12	38.86	2232	14.70	113.75	8345	428.2	8.57
24b	240	54	14	43.55	2542	14.35	118.55	8838	460.2	8.63
27a	270	55	12	43.82	3265	16.60	118.82	11605	543.5	9.88
27b	270	57	14	49.22	3515	16.30	124.22	12168	579.6	9.90

表 1　非对称球扁钢

带板宽度 *l*=550mm				带板宽度 *l*=600mm				带板厚度 *t*
连带板的型材要素				连带板的型材要素				
总面积 *A*	对 *x*—x 轴的惯性矩 *I*	对 *x*—*x* 轴的最小剖面模数 *W*	对 *x*—*x* 轴的惯性半径 *r*	总面积 *A*	对 *x*—*x* 轴的惯性矩 *I*	对 *x*—*x* 轴的最小剖面模数 *W*	对 *x*—*x* 轴的惯性半径 *r*	
cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	mm
46.87/57.87	42.88/47.49	8.27/8.93	0.96/0.91	50.87/62.87	43.27/48.05	8.32/9.01	0.92/0.87	8/10
48.27/59.27	84.06/90.82	13.91/14.66	1.32/1.24	52.27/64.27	84.77/91.66	13.98/14.74	1.27/1.19	8/10
49.06/60.06	131.0/139.94	18.97/19.75	1.63/1.53	53.06/65.06	132.1/141.1	19.03/19.83	1.58/1.47	8/10
49.84/60.84	192.84/204.6	24.85/25.69	1.97/1.83	53.84/65.84	194.6/206.3	24.92/25.77	1.90/1.77	8/10
51.03/62.03	279.8/295.9	32.66/33.62	2.34/2.18	55.03/67.03	282.6/298.6	32.76/33.72	2.27/2.11	8/10
52.63/63.63	410.5/433.7	44.12/45.28	2.79/2.61	56.63/68.63	415.2/438.1	44.26/45.41	2.71/2.53	8/10
55.15/66.15	722.6/763.3	66.95/68.50	3.62/3.40	59.15/71.15	732.4/772.3	67.19/68.72	3.52/3.30	8/10
58.05/69.05	1182/1251	97.11/99.23	4.51/4.26	62.05/74.05	1200/1268	97.50/99.58	4.40/4.14	8/10
60.85/71.85	1299/1382	109.0/111.7	4.62/4.39	64.85/76.85	1323/1404	109.5/112.2	4.52/4.27	8/10
100.5/72.96	2172/1951	146.4/140.1	4.65/5.17	108.0/77.96	2199/1983	146.9/140.7	4.51/5.04	15/10
103.7/76.16	2001/2137	152.7/156.5	4.39/5.30	111.2/81.16	2433/2176	165/157.3	4.68/5.18	15/10
104.7/77.20	3217/2875	198.2/189.8	5.54/6.10	112.2/82.20	3263/2928	199.0/190.7	5.39/5.97	15/10
108.3/80.80	3479/3088	217.5/207.4	5.67/6.18	115.8/85.80	3534/3150	218.5/208.6	5.52/6.06	15/10
109.86	4646	265.9	6.50	117.36	4723	267.1	6.34	15
113.86	5009	290.9	6.63	121.36	5098	292.3	6.48	15
115.32	6394	342.0	7.45	122.82	6512	343.8	7.28	15
119.72	6802	369.4	7.54	127.22	6936	371.5	7.38	15
121.25	8541	431.1	8.39	128.75	8715	433.6	8.23	15
126.05	9057	463.7	8.48	133.55	9251	466.6	8.32	15
126.32	11895	547.4	9.70	133.82	12153	550.7	9.53	15
131.72	12492	584.3	9.74	139.22	12782	588.5	9.58	15

表 1　非对称球扁钢

带板宽度 *l*=650mm				带板宽度 *l*=700mm				带板厚度 *t*
连带板的型材要素				连带板的型材要素				
总面积 *A*	对 *x*—*x* 轴的惯性矩 *I*	对 *x*—*x* 轴的最小剖面模数 *W*	对 *x*—*x* 轴的惯性半径 *r*	总面积 *A*	对 *x*—*x* 轴的惯性矩 *I*	对 *x*—*x* 轴的最小剖面模数 *W*	对 *x*—*x* 轴的惯性半径 *r*	
cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	mm
54.87/67.87	43.63/48.60	8.37/9.09	0.89/0.85	58.87/72.87	43.97/49.12	8.41/9.17	0.86/0.82	8/10
56.27/69.27	85.41/92.50	14.03/14.82	1.23/1.16	60.27/74.27	85.99/93.18	14.08/14.90	1.19/1.13	8/10
57.06/70.06	133.1/142.2	19.09/19.90	1.53/1.43	61.06/75.06	134.0/143.2	19.14/19.98	1.48/1.38	8/10
57.84/70.84	196.1/207.9	24.99/25.86	1.84/1.71	61.84/75.84	197.5/209.3	25.05/25.93	1.79/1.66	8/10
59.03/72.03	285.1/301.0	32.84/33.82	2.20/2.04	63.03/77.03	287.2/303.1	32.92/33.90	2.14/1.98	8/10
60.03/73.63	419.3/441.9	44.38/45.54	2.63/2.45	64.63/78.63	422.9/445.3	44.48/45.65	2.56/2.38	8/10
63.15/76.15	741.7/780.2	67.39/68.91	3.43/3.20	67.15/81.15	748.7/787.1	67.57/69.08	3.34/3.11	8/10
66.05/79.05	1217/1283	97.85/99.89	4.29/4.03	70.05/84.05	1232/1296	98.15/100.2	4.19/3.92	8/10
68.85/81.85	1343/1422	110.0/112.6	4.42/4.17	72.85/86.85	1362/1439	110.4/112.9	4.32/4.07	8/10
115.5/82.96	2223/2010	147.3/141.2	4.39/4.92	123.0/87.96	2244/2035	147.7/141.6	4.27/4.82	15/10
118.7/86.16	2462/2210	165.5/158.0	4.56/5.06	126.2/91.16	2488/2240	166.0/158.6	4.44/4.96	15/10
119.7/87.2	3303/2975	199.7/191.5	5.25/5.84	127.2/92.2	3339/3017	200.3/192.3	5.12/5.72	15/10
123.3/90.8	3582/3205	219.3/209.7	5.39/5.94	130.8/95.8	3624/3254	220.1/210.6	5.26/5.83	15/10
124.86	4791	268.1	6.19	132.4	4851	269.0	6.05	15
128.86	5177	293.7	6.34	136.4	5247	294.7	6.20	15
130.32	6615	345.3	7.13	137.8	6708	346.6	6.98	15
134.72	7055	373.4	7.24	142.2	7162	375.0	7.10	15
136.25	8869	435.7	8.07	143.8	9008	437.6	7.92	15
141.05	9424	469.2	8.17	148.6	9580	471.4	8.03	15
141.32	12384	553.6	9.36	148.8	12592	556.1	9.20	15
146.72	13042	592.0	9.43	154.2	13277	595.1	9.28	15

表 2 不等边角钢（1）

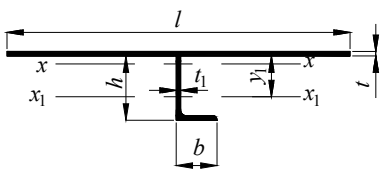
不等边角钢  							带板宽度 l=500mm			
型钢号	单型材要素						连带板的型材要素			
	角边高度 h	角边宽度 b	角边厚度 t_1	型材剖面积 A_1	惯性矩 I_{x1}	重心轴 x_1—x_1 距离 y_1	总面积 A	对 x—x 轴的惯性矩 I	对 x—x 轴的最小剖面模数 W	对 x—x 轴的惯性半径 r
	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm
3/2	30	20	3	1.43	1.27	2.00	21.43	8.00	2.62	0.61
			4	1.86	1.61	1.96	21.86	9.82	3.25	0.67
4.5/3	45	30	4	2.88	5.81	3.02	22.88	32.18	7.49	1.19
			6	4.18	8.15	2.94	24.18	42.51	10.23	1.33
6/4	60	40	5	4.83	17.4	4.06	24.83	88.27	15.43	1.89
			6	5.72	20.3	4.00	25.72	99.03	18.81	1.96
			8	7.44	25.3	3.92	27.44	118.1	23.24	2.08
7.5/5	75	50	5	6.11	34.9	5.11	26.11	167.1	25.88	2.53
			6	7.25	41.0	5.08	27.25	188.5	29.92	2.63
			8	9.47	52.4	4.98	29.47	225.1	37.30	2.76
8/5.5	80	55	6	7.85	50.6	5.44	27.85	230.2	34.82	2.88
			8	10.3	64.9	5.36	40.30	311.4	45.44	2.78
			10	12.6	78.2	5.28	42.60	355.4	53.44	2.89
9/6	90	60	6	8.78	72.4	6.12	28.78	316.4	43.51	3.32
			8	11.5	93.2	6.04	41.50	423.3	56.77	3.21
			10	14.1	113	5.95	44.10	488.6	66.91	3.33
10/7.5	100	75	8	13.5	135	6.89	43.50	617.2	76.50	3.77
			10	16.7	163	6.80	46.70	704.7	90.80	3.89
12/3	120	80	8	15.6	229	8.15	45.60	962.7	102.3	4.60
			10	19.2	279	8.07	49.20	1100	121.8	4.73
13/9	130	90	8	17.2	297	8.92	47.20	1227	123.5	5.10
			10	21.3	362	8.84	51.30	1404	147.7	5.23

表 2 不等边角钢（1）

带板宽度 l=550mm				带板宽度 l=600mm				带板厚度 t
连带板的型材要素				连带板的型材要素				
总面积 A	对 x—x 轴的惯性矩 I	对 x—x 轴的最小剖面模数 W	对 x—x 轴的惯性半径 r	总面积 A	对 x—x 轴的惯性矩 I	对 x—x 轴的最小剖面模数 W	对 x—x 轴的惯性半径 r	
cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	mm
23.43	8.06	2.63	0.59	25.43	8.12	2.64	0.57	4
23.86	9.91	3.27	0.64	25.86	9.98	3.28	0.62	4
24.88	32.51	7.51	1.14	26.88	32.79	7.53	1.11	4
26.18	43.08	10.26	1.28	28.18	43.57	10.29	1.24	4
26.83	89.57	16.49	1.83	28.83	90.69	16.53	1.77	4
27.72	100.7	18.88	1.91	29.72	102.1	18.94	1.85	4
29.44	120.5	23.35	2.02	31.44	122.5	23.45	1.97	4
28.11	170.0	25.98	2.46	30.11	172.5	26.05	2.39	4
29.25	192.2	30.04	2.56	31.25	195.4	30.15	2.50	4
31.47	230.3	37.51	2.71	33.47	234.9	37.68	2.65	4
29.85	234.9	34.98	2.81	31.85	239.1	35.11	2.74	4
43.30	317.4	45.64	2.71	46.30	322.5	45.82	2.64	6
45.60	363.1	53.73	2.82	48.60	369.9	53.97	2.76	6
30.78	323.4	43.71	3.24	32.78	329.5	43.89	3.17	4
44.50	437.0	57.04	3.13	47.50	444.6	57.26	3.06	6
47.10	500.0	67.29	3.26	50.10	509.9	67.61	3.19	6
46.50	631.3	76.87	3.69	49.50	643.6	77.18	3.60	6
49.70	723.0	91.35	3.81	52.70	739.2	91.82	3.75	6
48.60	980.3	102.9	4.51	51.60	1007	103.4	4.42	6
52.20	1130	122.6	4.65	55.20	1157	123.3	4.58	6
50.20	1259	124.2	5.01	53.20	1288	124.8	4.92	6
54.30	1444	148.7	5.16	57.30	1481	149.6	5.08	6

表 3 不等边角钢（2）

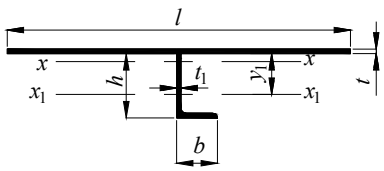
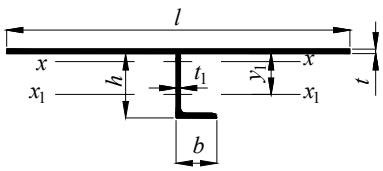
不等边角钢  							带板宽度 l=500mm			
型钢号	单型材要素						连带板的型材要素			
	角边高度	角边宽度	角边厚度	型材剖面积	惯性矩	重心轴 x_1—x_1 距离	总面积	对 x—x 轴的惯性矩	对 x—x 轴的最小剖面模数	对 x—x 轴的惯性半径
	h	b	t_1	A_1	I_{x1}	y_1	A	I	W	r
	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm
2.5/1.6	25	16	3	1.16	0.7	1.64	21.16	4.69	1.80	0.47
3.2/2	32	20	3	1.49	1.52	2.12	21.49	9.27	2.86	0.66
			4	1.94	1.93	2.06	21.94	11.39	3.56	0.72
4/2.5	40	25	3	1.89	3.06	2.68	21.89/31.89	17.67/19.77	4.47/4.79	0.90/0.79
			4	2.47	3.93	2.63	22.47/32.47	21.79/24.40	5.60/5.98	0.98/0.87
4.5/2.8	45	28	3	2.14	4.41	3.03	22.15/32.15	24.96/27.59	5.69/6.03	1.06/0.93
			4	2.80	5.68	2.99	22.81/32.81	31.00/34.37	7.19/7.61	1.17/1.02
5/3.2	50	32	3	2.42	6.17	3.40	22.43/32.43	34.60/37.93	7.19/7.55	1.24/1.08
			4	3.17	7.98	3.35	23.18/33.18	42.84/47.19	9.09/9.53	1.36/1.19
5.6/3.6	56	36	3	3.16	10.1	3.80	22.74/32.74	48.13/52.44	9.06/9.44	1.45/1.27
			4	3.58	11.4	3.78	23.59/33.59	59.93/65.72	11.54/12.03	1.59/1.40
			5	4.41	13.8	3.74	24.42/34.42	69.99/77.27	13.75/14.35	1.69/1.50
6.3/4.0	63	40	4	4.04	16.3	4.27	24.06/34.06	83.86/91.72	14.59/15.14	1.87/1.64
			5	4.98	19.9	4.22	24.99/34.99	98.35/108.37	17.51/18.20	1.98/1.76
			6	5.90	23.3	4.18	25.91/35.91	111.1/123.3	20.20/21.04	2.07/1.85
			7	7.63	29.6	4.10	26.80/36.80	122.8/137.2	22.77/23.75	2.14/1.93
7/4.5	70	45	4	5.06	25.3	4.75	24.55/34.55	114.6/125.2	18.24/18.88	2.16/1.90
			5	5.59	27.8	4.72	25.61/35.61	134.3/147.9	21.93/22.73	2.29/2.04
7.5/5	75	50	5	6.11	34.8	5.11	36.13/46.13	184.08/197.67	26.74/27.57	2.26/2.07
			6	7.25	40.9	5.06	37.26/47.26	210.0/226.4	31.08/32.07	2.37/2.19
8/5	80	50	5	6.36	41.6	5.40	36.38/46.38	213.7/229.1	29.27/30.13	2.42/2.22
			6	7.55	49.0	5.35	37.56/47.56	243.2/261.8	33.95/34.98	2.54/2.35

表 3 不等边角钢（2）

不等边角钢	带板宽度 l=550mm

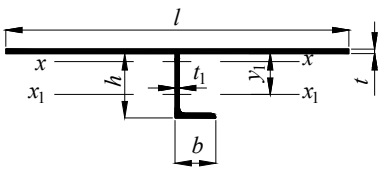


型钢号	单型材要素						连带板的型材要素			
	角边高度	角边宽度	角边厚度	型材剖面积	惯性矩	重心轴 x_1—x_2 距离	总面积	对 x—x 轴的惯性矩	对 x—x 轴的最小剖面模数	对 x—x 轴的惯性半径
	h	b	t_1	A_1	I_{x1}	y_1	A	I	W	r
	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm
2.5/1.6	25	16	3	1.16	0.7	1.64	23.16	4.72	1.81	0.45
3.2/2	32	20	3	1.49	1.52	2.12	23.49	9.32	2.87	0.63
			4	1.94	1.93	2.06	23.94	11.33	3.52	0.69
4/2.5	40	25	3	1.89	3.06	2.68	23.89/34.89	17.79/19.93	4.48/4.81	0.86/0.76
			4	2.47	3.93	2.63	24.47/35.47	22.01/24.65	5.62/6.02	0.95/0.83
4.5/2.8	45	28	3	2.14	4.41	3.03	24.14/35.14	25.05/27.69	5.68/6.02	1.02/0.89
			4	2.80	5.68	2.99	24.80/35.80	31.25/34.67	7.25/7.62	1.12/0.98
5/3.2	50	32	3	2.42	6.17	3.40	24.42/35.42	34.72/38.03	7.17/7.53	1.19/1.04
			4	3.17	7.98	3.35	25.17/36.17	43.19/47.50	9.09/9.54	1.31/1.15
5.6/3.6	56	36	3	3.16	10.1	3.80	25.16/36.20	54.60/58.60	10.31/10.60	1.47/1.27
			4	3.58	11.4	3.78	25.58/36.58	60.47/66.15	11.53/12.03	1.54/1.35
			5	4.41	13.8	3.74	26.41/37.41	71.12/78.28	13.83/14.43	1.64/1.45
6.3/4.0	63	40	4	4.04	16.3	4.27	26.04/37.04	84.79/92.46	14.60/15.15	1.81/1.58
			5	4.98	19.9	4.22	26.98/37.98	99.53/109.3	17.51/18.19	1.92/1.70
			6	5.90	23.3	4.18	27.90/38.90	112.9/124.8	20.25/21.07	2.01/1.79
			7	7.63	29.6	4.10	29.63/40.63	134.6/150.6	24.97/26.08	2.13/1.93
7/4.5	70	45	4	5.06	25.3	4.75	27.06/38.06	126.4/138.2	20.14/20.85	2.16/1.91
			5	5.59	27.8	4.72	27.59/38.59	136.0/149.3	21.92/22.71	2.22/1.97
7.5/5	75	50	5	6.11	34.8	5.11	39.11/50.11	186.7/200.0	26.84/27.67	2.19/2.00
			6	7.25	40.9	5.06	40.25/51.25	212.7/228.8	31.12/32.10	2.30/2.11
8/5	80	50	5	6.36	41.6	5.40	39.36/50.36	215.8/230.9	29.25/30.11	2.34/2.14
			6	7.55	49.0	5.35	40.55/51.55	246.1/264.4	33.96/34.99	2.46/2.27

表 3 不等边角钢（2）

带板宽度 l=600mm				带板宽度 l=650mm				带板厚度 t
连带板的型材要素				连带板的型材要素				
总面积	对 x—x 轴的惯性矩	对 x—x 轴的最小剖面模数	对 x—x 轴的惯性半径	总面积	对 x—x 轴的惯性矩	对 x—x 轴的最小剖面模数	对 x—x 轴的惯性半径	
A	I	W	r	A	I	W	r	
cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	mm
25.16	4.77	1.82	0.44	27.16	4.81	1.83	0.42	4
25.49	9.39	2.88	0.61	27.49	9.45	2.89	0.58	4
25.94	11.42	3.53	0.66	27.94	11.50	3.55	0.64	4
25.89/37.89	17.91/20.09	4.49/4.84	0.83/0.73	27.89/40.89	18.02/20.24	4.50/4.86	0.80/0.70	4/6
26.47/38.47	22.19/24.85	5.64/6.04	0.92/0.80	28.47/41.47	22.34/25.04	5.65/6.07	0.89/0.78	4/6
26.14/38.14	25.23/27.89	5.69/6.05	0.98/0.86	28.14/41.14	25.39/28.08	5.70/6.07	0.95/0.83	4/6
26.80/38.80	31.51/34.88	7.22/7.65	1.08/0.95	28.80/41.80	31.75/35.13	7.23/7.67	1.05/0.92	4/6
26.42/38.42	34.98/38.29	7.18/7.56	1.51/1.00	28.42/41.42	35.21/38.53	7.20/7.58	1.11/0.97	4/6
27.17/39.17	43.59/47.87	9.11/9.57	1.27/1.11	29.17/42.17	43.94/48.21	9.13/9.59	1.23/1.07	4/6
27.16/39.16	55.10/60.05	10.33/10.78	1.42/1.24	29.16/42.16	55.53/60.41	10.35/10.80	1.38/1.20	4/6
27.58/39.58	61.07/66.68	11.56/12.06	1.49/1.30	29.58/42.58	61.59/67.15	11.58/12.09	1.44/1.26	4/6
28.41/40.41	71.95/79.00	13.87/14.47	1.59/1.40	30.41/43.41	72.68/79.64	13.90/14.40	1.55/1.35	4/6
28.04/40.04	85.71/93.24	14.64/15.19	1.75/1.53	30.04/43.04	86.51/93.93	14.67/15.22	1.70/1.48	4/6
28.98/40.98	100.8/110.4	17.56/18.24	1.87/1.64	30.98/43.98	101.9/111.3	17.60/18.28	1.81/1.59	4/6
29.90/41.90	114.5/126.1	20.31/21.13	1.96/1.74	31.90/44.90	115.9/127.3	20.37/21.18	1.91/1.68	4/6
31.63/43.63	131.0/152.6	25.07/26.17	2.08/1.87	33.63/46.63	139.0/154.3	25.16/26.24	2.03/1.82	4/6
29.06/41.06	128.0/139.5	20.20/20.89	2.10/1.84	31.06/44.06	129.4/140.7	20.24/20.94	2.04/1.79	4/6
29.59/41.59	137.9/150.8	22.0/22.76	2.16/1.90	31.59/44.59	139.5/152.2	22.04/22.81	2.10/1.85	4/6
42.11/.54.11	188.8/201.9	26.91/27.74	2.12/1.93	45.11/58.11	190.6/203.6	27.00/27.81	2.06/1.87	6/8
43.25/55.25	215.4/231.2	31.20/32.19	2.23/2.05	46.25/59.25	217.7/233.4	31.28/32.27	2.17/1.99	6/8
42.36/54.36	218.3/233.1	29.32/30.19	2.28/2.07	45.36/58.36	220.4/235.0	29.39/30.25	2.20/2.01	6/8
43.55/55.55	249.3/267.3	34.06/35.08	2.39/2.19	46.55/59.55	252.1/269.8	34.14/35.17	2.33/2.13	6/8

表 4 不等边角钢（3）

不等边角钢 	带板宽度 l=500mm

型钢号	单型材要素						连带板的型材要素			
	角边高度 h	角边宽度 b	角边厚度 t_1	型材剖面积 A_1	惯性矩 I_{x1}	重心轴 x_1—x_2 距离 y_1	总面积 A	对 x—x 轴的惯性矩 I	对 x—x 轴的最小剖面模数 W	对 x—x 轴的惯性半径 r
	mm	mm	mm	cm^2	cm^4	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm
9/5.6	90	56	5.5	7.86	65.3	6.08	40.86/51.86	324.7/347.7	40.22/41.30	2.82/2.59
			6	8.54	70.6	6.05	41.54/52.54	345.2/ 370.5	43.17/44.36	2.88/2.66
10/6.3	100	63	6	9.60	98.3	6.77	42.60/53.60	471.0/505.8	54.10/55.48	3.33/3.07
			7	11.1	113	6.72	44.10/55.10	523.3/564.7	61.33/62.98	3.45/3.20
			8	12.6	127	6.68	48.60/60.60	582.8/629.8	68.64/70.55	3.46/3.22
			10	15.5	154	6.60	51.50/63.50	670.9/730.7	81.59/84.07	3.61/3.39
11/7	110	70	7	12.3	152	7.43	42.30/52.30	675.2/731.9	74.59/76.57	4.00/3.74
			8	13.9	172	7.39	43.94/53.94	734.42/800.0	82.86/85.21	4.09/3.85
12.5/8	125	80	7	14.1	227	8.49	54.10/64.10	1054/1121	99.57/101.7	4.41/4.18
			8	16.0	256	8.45	56.00/66.00	1152/1229	111.0/113.5	4.54/4.32
			10	19.0	312	8.36	59.71/69.71	1327/1426	132.6/135.9	4.71/4.52
			12	23.4	365	8.28	63.35/73.35	1477/1596	152.3/156.4	4.83/4.66
14/9	140	90	8	18.0	364	9.50	58.04/68.04	1586/1695	140.1/143.1	5.23/4.99
			10	22.2	444	9.42	62.26/72.26	1827/1965	167.8/171.7	5.42/5.21
16/10	160	100	10	25.3	667	10.8	65.32/75.32	2602/2804	215.5/220.5	6.31/6.10
			12	30.0	784	10.68	70.05/80.05	2894/3135	248.5/254.8	6.43/6.26
			14	34.7	897	10.6	84.71/94.71	3425/3662	286.5/293.1	6.36/6.22
18/11	180	110	10	28.3	952	12.1	78.37/98.37	3839/4281	275.5/285.3	7.00/6.60
			12	33.7	1123	12.0	83.71/104.7	4285/4818	318.4/330.8	7.15/6.78
20/12.5	200	125	12	37.9	1566	13.5	87.91/112.9	5777/6670	399.0/417.4	8.11/7.69
			14	43.9	1801	13.4	93.87/118.9	6307/7341	450.1/472.5	8.20/7.86

表 4 不等边角钢（3）

带板宽度 l=550mm				带板宽度 l=600mm				带板厚度 t
连带板的型材要素				连带板的型材要素				
总面积	对 x—x 轴的惯性矩	对 x—x 轴的最小剖面模数	对 x—x 轴的惯性半径	总面积	对 x—x 轴的惯性矩	对 x—x 轴的最小剖面模数	对 x—x 轴的惯性半径	
A	I	W	r	A	I	W	r	
cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	mm
41.56/52.56	346.0/371.4	43.29/44.48	2.89/2.66	44.54/56.54	350.0/374.8	43.31/44.49	2.80/2.57	6/8
44.18/55.18	419.3/454.06	54.35/55.98	3.08/2.87	47.20/59.20	426.7/460.8	54.61/56.22	3.00/2.79	6/8
42.62/53.62	471.2/506.0	54.12/55.51	3.33/3.07	45.59/57.59	477.9/511.8	54.23/55.59	3.24/2.98	6/8
44.11/55.11	524.1/565.5	61.43/63.08	3.45/3.20	47.10/59.10	532.2/572.6	61.56/63.18	3.36/3.11	6/8
45.58/56.58	572.2/620.22	68.34/70.28	3.54/3.31	48.60/60.60	582.8/629.8	68.64/70.55	3.46/3.22	6/8
48.47/59.47	656.2/716.9	81.03/83.56	3.68/3.47	51.50/63.50	670.9/730.7	81.59/84.07	3.61/3.39	6/8
45.30/56.30	689.4/744.7	74.93/76.86	3.90/3.64	48.30/60.30	700.9/754.8	75.12/77.00	3.81/3.54	6/8
46.94/57.94	751.2/815.3	83.29/85.57	4.00/3.75	49.90/61.90	766.1/828.7	83.66/85.87	3.92/3,66	6/8
58.10/69.10	1074/1139	99.98/102.0	4.30/4.06	62.10/74.10	1091/1155	100.3/102.3	4.19/3.95	8/10
59.99/70.99	1176/1251	111.5/113.9	4.43/4.20	64.00/76.00	1198/1273/	112.1/114.6	4.33/4.09	8/10
63.71/74.71	1359/1456	133.4/136.5	4.62/4.41	67.00/79.00	1359/1450	130.5/133.4	4.50/4.28	8/10
67.35/78.35	1516/1633	153.3/157.2	4.74/4.57	71.40/83.40	1553/1668	154.4/158.3	4.66/4.47	8/10
62.04/73.04	1622/1729	140.8/143.7	5.11/4.87	66.00/78.00	1650/1754	141.0/143.8	5.00/4.74	8/10
66.26/77.26	1873/2010	168.8/172.6	5.32/5.10	70.20/82.20	1910/2044	169.1/172.9	5.22/5.99	8/10
69.32/80.32	2672/2871	216.8/221.7	6.21/5.98	73.30/85.30	2748/2944	219.2/223.9	6.12/5.87	8/10
85.05/90.05	3219/3420	256.5/261.7	6.15/6.16	90.00/102.00	3289/3487	257.5/262.5	6.05/5.85	10/12
89.71/111.71	3523/3964	288.6/300.5	6.27/5.86	94.70/118.70	3611/4046	290.4/302.3	6.18/5.84	10/14
83.37/105.4	3937/4371	277.1/286.6	6.87/6.44	88.30/112.3	4010/4434	277.3/286.5	6.74/6.28	10/14
88.71/110.71	4406/4931	320.6/332.6	7.05/6.67	93.70/117.7	4500/5016	321.3/333.0	6.93/6.53	10/14
92.91/120.41	5949/6831	401.9/419.7	8.00/7.53	97.90/127.9	6124/6999	406.0/423.4	7.91/7.40	10/15
98.87/126.37	6507/7534	453.7/475.5	8.11/7.72	103.90/133.9	6704/7726	458.3/479.5	8.03/7.60	10/15

表 4 不等边角钢（3）

带板宽度 *l*=650mm				带板宽度 *l*=700mm				带板厚度 *t*
连带板的型材要素				连带板的型材要素				
总面积 *A*	对 *x*—*x* 轴的惯性矩 *I*	对 *x*—*x* 轴的最小剖面模数 *W*	对 *x*—*x* 轴的惯性半径 *r*	总面积 *A*	对 *x*—*x* 轴的惯性矩 *I*	对 *x*—*x* 轴的最小剖面模数 *W*	对 *x*—*x* 轴的惯性半径 *r*	
cm^2	cm^4	cm^3	cm	cm^2	cm^4	cm^3	cm	mm
47.54/60.54	354.3/378.5	43.42/44.59	2.73/2.50	50.54/64.54	358.0/381.9	43.52/44.69	2.66/2.43	6/8
50.20/63.20	433.1/466.4	54.79/56.38	2.94/2.72	53.20/67.20	438.7/471.4	54.96/56.53	2.87/2.65	6/8
48.59/51.59	484.2/517.3	54.38/55.72	3.16/2.90	51.59/55.59	489.8/522.2	54.51/55.84	3.08/2.82	6/8
50.10/63.10	540.0/579.5	61.75/63.36	3.28/3.03	53.10/57.10	546.9/585.6	61.92/63.51	3.21/2.95	6/8
51.60/64.60	592.2/638.2	68.89/70.76	3.39/3.14	54.60/58.60	600.5/645.6	69.11/70.95	3.32/3.07	6/8
54.50/67.50	683.3/741.9	81.95/84.37	3.54/3.32	57.50/71.50	694.3/751.9	82.26/84.64	3.48/3.24	6/8
51.30/64.30	711.9/764.6	75.36/77.22	3.73/3.45	54.30/68.30	721.7/773.3	75.58/77.41	3.65/3.37	6/8
52.90/65.90	779.2/840.4	83.97/86.13	3,84/3.57	55.90/69.90	790.9/850.8	84.24/86.38	3.76/3.50	6/8
66.10/79.10	1106/1169	100.6/102.6	4.09/3.84	70.10/84.10	1120/1181	100.8/102.8	4.00/3.75	8/10
68.00/81.00	1217/1290	112.5/114.8	4.23/3.99	72.00/86.00	1234/1305	112.8/115.1	4.14/3.90	8/10
71.00/84.00	1383/1472	131.0/133.8	4.41/4.19	75.00/89.00	1404/1491	131.4/134.2	4.33/4.09	8/10
75.40/88.40	1584/1697	155.2/159.0	4.58/4.38	79.40/93.40	1611/1723	155.8/159.5	4.51/4.30	8/10
70.00/83.00	1677/1779	141.5/144.3	4.90/4.63	74.00/88.00	1702/1802	141.9/144.7	4.80/4.53	8/10
74.20/87.20	1947/2678	169.9/173.5	5.12/4.88	78.20/92.20	1980/2108	170.5/174.1	5.03/4.78	8/10
77.30/90.30	2805/2998	220.3/224.8	6.02/5.76	81.30/95.30	2856/3046	221.2/225.6	5.93/5.65	8/10
95.00/108.0	3355/3550	258.7/263.6	5.94/5.73	100.0/114.0	3415/3607	259.8/264.6	5.84/5.63	10/12
99.70/125.7	3690/4120	292.0/303.3	6.08/5.73	104.7/132.7	3761/4185	293.4/304.5	5.99/5.62	10/14
93.30/119.3	4088/4504	278.5/287.5	6.62/6.14	98.30/126.3	4157/4566	279.5/288.4	6.50/6.01	10/14
98.70/124.7	4596/5104	323.0/334.3	6.82/6.40	103.7/131.7	4683/5184	324.4/335.5	6.72/6.27	10/14
102.9/135.4	6264/7126	408.2/425.1	7.80/7.26	107.9/142.9	6391/7241	410.1/426.7	7.70/7.12	10/15
108.9/141.4	6869/7880	461.1/481.8	7.94/7.47	113.9/148.9	7020/8020	463.6/483.7	7.85/7.34	10/15

2　组合型材的剖面模数 W 和惯性矩 I 计算方法

2.1 轧制型材（包括球扁钢、不等边角钢和不等边不等厚角钢）（见附图 1）连同带板的剖面积 A_z 、惯性矩 I 和剖面模数 W 可按下列各式计算：

$$A_z = A_1 + A \qquad \text{cm}^2 \tag{2.1-1}$$

$$I = I_{x1} + (y_1 - y)^2 A_1 + \frac{At^2}{12} \times 10^{-2} + (0.05t + y)^2 A \qquad \text{cm}^4 \tag{2.1-2}$$

$$W = \frac{I}{0.1h - y} \qquad \text{cm}^3 \tag{2.1-3}$$

式中: h ——型材的高度，mm；

A_1 ——型材的剖面积，cm²；

I_{x1} ——型材的自身惯性矩，cm⁴；

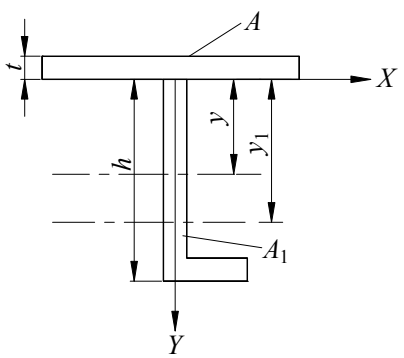
y_1 ——型材的中和轴位置，cm；

A ——带板的剖面积，cm²；

t ——带板的厚度，mm；

y ——连带板的中和轴位置，按下式计算：

$$y = \frac{A_1 y_1 - 0.05At}{A_z} \qquad \text{cm} \tag{2.1-3}$$



附图 1　轧制型材连同带板示意图

2.2　T 型材连同带板的剖面模数 W 和惯性矩 I (附图 2):

$$W = \frac{d_W}{10}\left[a + \frac{f_s}{6}\left(1 + \frac{2(A-a)}{2A + f_s}\right)\right] \qquad \text{cm}^3 \tag{2.2-1}$$

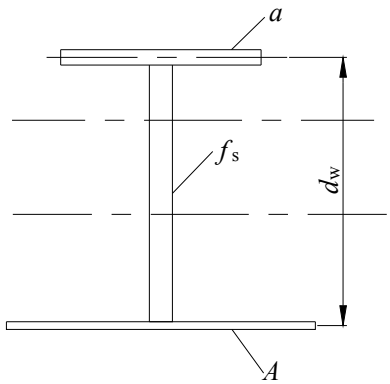
$$I = \left(\frac{d_w}{10}\right)^2 \left[\frac{1}{3} f_s + \frac{Aa - 0.25 f_s^2}{A + a + f_s}\right] \qquad \text{cm}^4 \tag{2.2-2}$$

式中: a ——构件面板剖面积，cm²；

A ——构件带板剖面积，cm²；

f_s ——构件腹板剖面积，cm²；

d_W ——构件面板与带板中心线之间的距离，mm。



附图 2　T 型材连同带板示意图

2.3　槽形压筋舱壁一个槽形宽度 s 的剖面模数 W 和惯性矩 I (附图 3):

$$W = td_w\left(a+\frac{b}{3}\right) \quad \text{cm}^3 \tag{2.3-1}$$

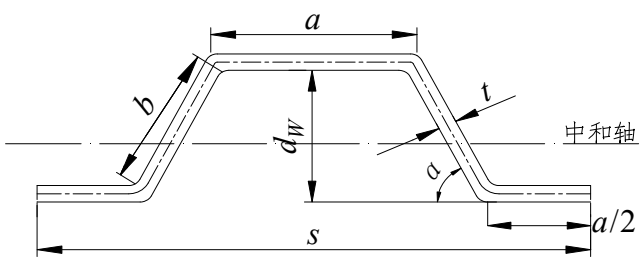
$$I = \frac{td_W^2}{20}(a+3b) \quad \text{cm}^4 \tag{2.3-2}$$

式中: a ——槽形平面部分宽度，m；

b ——槽形斜面部分宽度，m；

d_W ——槽形深度，mm；

t ——槽形舱壁板厚度，mm。



附图 3　槽形压筋舱壁示意图

2.4 采用附图 4 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 2.4-1 和 2.4-2 选取。

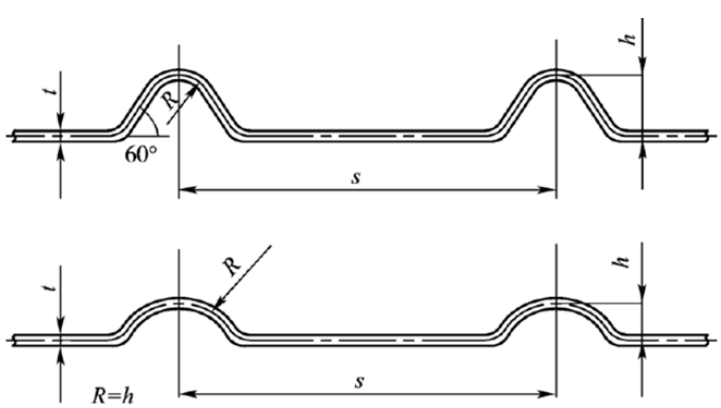
三角压筋板剖面要素表表 2.4-1

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（cm³）	惯性矩 I（cm⁴）	惯性半径 r（cm）
30	390	15	2 3 4 5	2.11 3.18 4.22 5.26	5.10 7.67 10.29 12.86	0.77
30	435	15	2 3	2.13 3.21	5.25 7.90	0.75

			4 5	4.26 5.30	10.50 13.08	
30	470	15	2 3 4 5	2.14 3.22 4.28 5.32	5.34 8.02 10.65 13.22	0.73
30	500	15	2 3 4 5	2.16 3.24 4.30 5.35	5.36 8.05 10.68 13.32	0.71
30	550	15	2 3 4 5	2.18 3.27 4.34 5.39	5.41 8.11 10.80 13.49	0.68
40	320	15	2 3 4 5	3.14 4.61 6.01 7.36	10.24 14.87 19.20 24.01	1.17
40	370	15	2 3 4 5	3.17 4.66 6.08 7.43	10.60 15.39 19.85 24.01	1.11
40	400	15	2 3 4 5	3.19 4.68 6.11 7.47	10.77 15.64 20.17 24.39	1.05
40	450	15	2 3 4 5	3.21 4.71 6.15 7.52	11.02 15.99 21.32 24.92	1.04
40	500	15	2 3 4 5	3.23 4.74 6.18 7.56	11.22 16.27 20.98 25.35	0.97
40	550	15	2 3 4 5	3.24 4.76 6.21 7.59	11.38 16.51 21.28 25.71	0.93

半圆压筋板剖面要素表表 2.4-2

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 3 4 5	0.68 0.96 1.21 1.42	0.85 1.17 1.41 1.60	0.35
15	350	15	2 3 4 5	0.68 0.97 1.21 1.42	0.87 1.19 1.44 1.63	0.33
15	400	15	2 3 4 5	0.68 0.97 1.22 1.42	0.88 1.21 1.46 1.60	0.32
15	450	15	2 3 4 5	0.69 0.97 1.22 1.43	0.89 1.22 1.48 1.67	0.30
15	500	15	2 3 4 5	0.69 0.97 1.22 1.44	0.90 1.23 1.49 1.69	0.28
15	550	15	2 3 4 5	0.69 0.98 1.23 1.44	0.91 1.24 1.51 1.70	0.27



附图 4　三角型和半圆型压筋板示意图

附录 II　填角焊缝的焊脚高度

填角焊缝的焊脚高度　　**表 1**

W_τ	厚度/mm	双面连续角焊缝		自动深熔角焊缝		间断角焊缝			
						d/l=2.00		d/l=4.00	
		K/mm		K/mm		K/mm		K/mm	
		最　小	最　大	最　小	最　大	最　小	最　大	最　小	最　大
0.10	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	5	6	4	5	5	6	6	6
	11	5	7	4	6	5	7	6	7
	12	5	8	4	6	5	7	7	8
	13	5	8	4	7	5	8	7	8
	14	5	9	4	7	5	9	8	9
	15	5	9	4	8	6	9	9	9
	16	5	10	4	9	6	10	9	10
0.13	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	5	6	4	5	5	6	6	6
	11	5	7	4	6	5	7	7	7
	12	5	8	4	6	5	8	8	8
	13	5	8	4	7	5	8	8	8
	14	5	9	4	7	5	9	9	9
	15	5	9	4	8	6	9	9	9
	16	5	10	4	9	6	10	10	10
0.16	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	5	6	4	5	5	6	6	6
	11	5	7	4	6	5	7	7	7
	12	5	8	4	6	6	8	8	8
	13	5	8	4	7	6	8	8	8
	14	5	9	4	7	6	9	9	9
	15	5	9	4	8	7	9	9	9
	16	5	10	4	9	7	10	10	10
0.21	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	5	6	4	5	6	6	6	6
	11	5	7	4	6	7	7	7	7
	12	5	8	4	6	7	8	8	8
	13	5	8	4	7	8	8	8	8
	14	5	9	4	7	8	9	9	9
	16	5	9	4	8	9	9	9	9
	16	5	10	4	9	10	10	10	10

（续表 1）

W_τ	厚度/mm	双面连续角焊缝		自动深熔角焊缝		间断角焊缝			
						d/l=2.00		d/l=4.00	
		K/mm		K/mm		K/mm		K/mm	
		最　小	最　大	最　小	最　大	最　小	最　大	最　小	最　大
0.27	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	5	6	4	5	6	6	6	6
	11	5	7	4	6	7	7	7	7
	12	5	8	4	6	8	8	8	8
	13	5	8	4	7	8	8	8	8
	14	5	9	5	7	9	9	9	9
	15	6	9	5	8	9	9	9	9
	16	6	10	5	9	10	10	10	10
0.34	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	5	6	4	5	6	6	6	6
	11	5	7	5	6	7	7	7	7
	12	6	8	5	6	8	8	8	8
	13	6	8	5	7	8	8	8	8
	14	7	9	6	7	9	9	9	9
	15	7	9	6	8	9	9	9	9
	16	8	10	7	9	10	10	10	10
0.39	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	6	6	5	5	6	6	6	6
	11	6	7	5	6	7	7	7	7
	12	7	8	6	6	8	8	8	8
	13	7	8	6	7	8	8	8	8
	14	8	9	7	7	9	9	9	9
	15	8	9	7	8	9	9	9	9
	16	9	10	8	9	10	10	10	10
0.44	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	4	4	4	4	4	4	4	4
	8	5	5	4	4	5	5	5	5
	10	6	6	5	5	6	6	6	6
	11	7	7	6	6	7	7	7	7
	12	8	8	6	6	8	8	8	8
	13	8	8	7	7	8	8	8	8
	14	9	9	7	7	9	9	9	9
	15	9	9	8	8	9	9	9	9
	16	10	10	9	9	10	10	10	10