



中 国 船 级 社

钢质海船入级规范

第 2 篇 船 体

第 10 章 其他结构

目 录

第 10 章 其他结构	1
第 1 节 首部结构	1
第 2 节 机舱结构	5
第 3 节 尾部结构	8
第 4 节 上层建筑及甲板室	14
第 5 节 舱口盖	20

第 10 章 其他结构

第 1 节 首部结构

1.1 一般要求

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本节要求适用于本分篇第 1 章第 1 节[1.3.2.1]定义的下列首部结构：

- ① 首尖舱结构
- ② 首柱

1.1.2 总尺寸

1.1.2.1 参照本分篇第 3 章第 3 节[3.1.1.3]，本节未作特别说明的结构尺寸要求为总值。

1.2 结构布置

1.2.1 肋板和船底桁材

1.2.1.1 肋板

- (1) 对于横骨架式结构，应在每档肋位处设置实肋板。
- (2) 对于纵骨架式结构，实肋板间距一般不大于 3.5m 或 4 个肋骨间距的小者。
- (3) 在中线处的肋板最小高度应不小于最前货舱双层底的要求高度，见本分篇第 2 章第 2 节和第 3 节与双层底相关的定义值。

1.2.1.2 船底纵桁

- (1) 应通过将中纵桁材延伸至船首或设置高腹板桁材或中纵舱壁的方式，在中纵剖面处提供支撑结构。
- (2) 如果设置中纵桁材，其最小高度和厚度不应小于相邻货油舱区域双层底的高度要求，且上端边界应加强。
- (3) 对于横骨架式结构，船底纵桁间距一般不超过 2.5m。
- (4) 对于纵骨架式结构，船底纵桁间距一般不超过 3.5m。

1.2.1.3 替代设计验证

如果设计者通过板架分析或有限元分析对船底结构提供验证并提交所有文档，[1.2.1.1]和[1.2.1.2]中定义的间距可以增加。验收衡准的定义见本分篇第 6 章第 5 节[5.2.3]。

1.2.2 制荡舱壁

1.2.2.1 当首尖舱为液舱且其最宽处的宽度超过 $0.5B$ (B 为船宽) 时，在中纵剖面处一般应设置制荡舱壁，以支持强胸横梁。

1.2.2.2 当首尖舱长度超过 10m 时，一般应在首尖舱内设置横向的制荡舱壁，以对其作横向的附加加强。

1.2.2.3 如果设置中纵制荡舱壁，最下列板的厚度应不小于对中纵桁的要求厚度。

1.2.2.4 当纵向制荡舱壁支撑底部横梁时，舱壁上开孔的细节和布置要避免在制荡舱壁与底部横梁连接位置出现高应力区。

1.2.3 舷侧外壳支撑结构

1.2.3.1 强框架

(1) 按本分篇第 1 章第 4 节表 4.2.4.1 定义的强框架间距 S ，m，取不超过：

$$S = 2.6 + 0.005L, \text{ 且不大于 } 3.5\text{m}.$$

(2) 应设置开孔平台以限制强框架有效跨距不超过 10m。

1.2.3.2 水平桁

位于防撞舱壁水平桁材之前的横向骨架的间距一般不大于 3.5m。水平桁材的有效跨距不得超过 10m，并且应得到强框架结构的充分支撑。

1.2.3.3 当舷侧为横骨架式时，应符合下列要求：

(1) 一般应在每隔 1 档肋位处设置垂向间距不大于 2m 的强胸横梁，其垂向设置范围应为从肋板的上缘至最下层甲板，且至少应达到满载水线以上 1m 处；

(2) 在每道强胸横梁处一般应设置具有折边或面板的舷侧纵桁；

(3) 当用开孔平台结构代替强胸横梁和舷侧纵桁时，开孔平台的间距一般不大于 2.5m。其垂向设置范围为从肋板的上缘至满载水线以上的最下层甲板，但应不低于满载水线以上 1.0m。

1.2.3.4 当舷侧为纵骨架式时，应符合下列要求：

(1) 当舱深超过 10m 时，一般应设置开孔平台，或者，在每根强肋骨处设置强胸横梁；

(2) 在首尖舱舱顶和开孔平台（如设有时）处应设置强横梁；

(3) 如设有开孔平台，应在开孔平台横梁与舷侧板的连接处设置肘板，且应将肘板伸至邻近的舷侧纵骨。

1.2.3.5 开孔平台应符合下列要求：

(1) 开孔平台结构尺度要求见[1.4.3]；

(2) 当开孔平台为横骨架式时，在开孔平台下，每隔 1 档肋位一般应至少设置 1 道横梁；

(3) 当开孔平台为纵骨架式时，在开孔平台下一般应设置强横梁，且强横梁与纵骨的尺寸应特殊考虑。

1.2.3.6 替代设计验证

如果设计者通过板架分析或有限元分析对舷侧支撑结构提供验证并提交所有文档，强框架和水平桁的间距可以增加。验收衡准的定义见本分篇第 6 章第 5 节[5.2.3]。

1.2.4 肘板

1.2.4.1 对于防撞舱壁和垂直框架之前的舷侧外壳和液舱周界，在主要支撑构件、甲板和/或平台之间应按图 1.2.4.1 设置间距不超过 2.6m 的防倾肘板。

1.2.4.2 防倾肘板的建造厚度应不小于其连接的舷侧肋骨腹板的建造厚度。

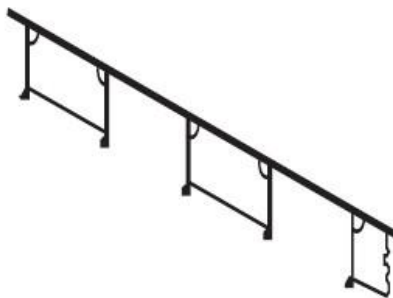


图 1.2.4.1 防倾肘板

1.2.4.3 在舷侧纵桁与肋骨的连接处的下缘应设置肘板。肘板的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，沿肋骨的肘板臂长应不小于舷侧纵桁腹板高度的 75%；在未设强胸横梁处，肘板臂长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。

1.2.4.4 在强肋骨与舷侧纵骨连接处的前缘应设置肘板。肘板的厚度应不小于强肋骨腹板的厚度，并应将肘板伸到强肋骨的面板；在设有强胸横梁处，沿舷侧纵骨的肘板臂长应不小于强肋骨腹板高度的 75%；在未设强胸横梁处，沿舷侧纵骨的肘板臂长应不小于强肋骨腹板高度的 50%。

1.2.5 球鼻首

1.2.5.1 一般要求

如果设置球鼻首，则结构布置应确保球鼻得到足够支撑且与首尖舱结构相连接。

1.2.5.2 隔板

(1) 在球鼻的前端，结构一般通过与中心线高腹板相连的间距大约为 1m 的水平隔板进行支撑。

(2) 通常，从尖舱框架到球鼻骨架的过渡区域应布置垂直横向隔板。

1.2.5.3 特殊球鼻首设计

(1) 对于宽球鼻，通常应安装中线制荡舱壁进行额外加强。

(2) 对于长球鼻，应安装横向制荡舱壁或坚固的强框架进行额外加强。

1.2.5.4 锚和锚链连接的加强

在球鼻前端以及其他在收放锚链时易受锚和锚链接触的区域应增加外板的厚度。增加后的厚度应与 [1.4.1.1] 钢板首柱的要求相同。

1.2.6 首柱

1.2.6.1 首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，但至少应超过首柱板与外板的对接缝。

1.2.6.2 对曲率半径较大的首柱，沿其中纵剖面处应设置与水平肘板厚度相同的纵向加强筋。

1.2.6.3 铸钢首柱应便于制造，其所有圆角应有足够大的半径。铸钢首柱的剖面积应不小于 [1.4.1.1] 对矩形首柱剖面面积的规定，在铸钢首柱上应有水平加强筋。

1.3 承受冲击载荷的结构

1.3.1 适用范围

1.3.1.1 本节要求包括对首部结构可能发生的局部冲击载荷的结构加强要求。

1.3.2 一般要求

1.3.2.1 对船首底部在砰击载荷作用下的局部结构，除应满足本分篇第 6 章第 6 节 [6.3.2] 的要求，还应满足 [1.3.3] 的布置要求。

1.3.2.2 对船首舷侧在冲击载荷作用下的局部结构，应满足本分篇第 6 章第 6 节 [6.3.3] 的要求。

1.3.2.3 由于冲击载荷导致的局部尺度的增加，应考虑适当的细节且要避免硬点、切口和其他可导致结构损伤的应力集中。

1.3.3 船底砰击区域结构布置

1.3.3.1 船底砰击区域加强范围，见本分篇第 6 章第 6 节 [6.3.1.1]。

1.3.3.2 在加强范围内，对横骨架式双层底骨架，一般应设置间距不大于 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，应将旁桁材和半高旁桁材尽量向首延伸。

1.3.3.3 在加强范围内，对纵骨架式双层底骨架，一般应设置间距不大于 3 倍纵骨间距的旁桁材，并应将其尽量向船首延伸。

1.3.3.4 在加强范围内，对横骨架式单层底骨架一般应作下列加强：

(1) 按实际可能向船首逐档加高肋板的腹板高度，并适当增加腹板厚度。肋板的面板剖面积应比首尖舱的要求值大 50%，且不应以折边代替肋板的面板；

(2) 设置间距不大于 3 档肋骨间距的旁内龙骨，并在其中间加设半高旁内龙骨或等效的底部纵向扶强构件，且应尽可能的将其向船首延伸。

1.3.3.5 在加强范围内，对纵骨架式单层底骨架一般应作下列加强：

(1) 在每隔 1 档肋位处设置实肋板，实肋板应符合 [1.3.3.4] (1) 的规定；

(2) 设置间距不大于 3 倍纵骨间距的旁内龙骨，并应将其尽量向船首延伸。

1.4 结构尺寸要求

1.4.1 首柱

1.4.1.1 钢板焊接首柱在夏季载重线以上 0.5m 处以下区域的板厚 t_{gr} ，mm，应不小于按下式计算所得之值：

$$t_{gr} = (0.08L + 5.5)\sqrt{K}$$

式中： L ——船长，m，但计算时取值不必大于 230m；

K ——材料系数。

夏季载重线以上 0.5m 处以上区域的厚度可逐渐减小，至顶端可等于船端外板的厚度。

1.4.1.2 矩形首柱在夏季载重线以上 0.5m 处以下区域的横剖面面积 A ， cm^2 ，应不小于按下式计算所得之值：

$$A = \begin{cases} 1.2L & L < 90m \\ 1.63L - 38 & L \geq 90m \end{cases}$$

1.4.2 强胸横梁和隔板

1.4.2.1 船首冲击加强区域处的强胸横梁/隔板的净厚度， t_w ，mm，应不小于按下式计算所得之值：

$$t_w = \frac{s}{70} \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}}$$

式中： s ——腹板骨材的间距，mm，见本分篇第 1 章第 4 节表 4.2.4.1。如没有安装骨材， s 取腹板的高度值。

1.4.3 开孔平台

1.4.3.1 开孔平台应符合下列要求：

- (1) 每一平台的开孔面积应不小于该平台总面积的 10%；
- (2) 开孔平台板的厚度 t_{gr} ，mm，应不小于按下式计算所得之值：

$$t_{gr} = 0.023L + 5$$

- (3) 横骨架式开孔平台下，其横梁不连带板的剖面积 A ， cm^2 ，应不小于按下式计算所得之值：

$$A = (0.13L + 4)CK$$

式中： C ——系数，当横梁每隔 1 档肋位设置时， $C=1$ ；当横梁每档肋位设置时， $C=0.5$ ；

K ——材料系数；

1.4.4 侧推管隧

1.4.4.1 管隧板的净厚度 t_{tum} ，mm，不应小于首侧推器周围外板的要求净厚度。

此外， t_{tum} 应不小于按下式计算所得之值：

$$t_{tum} = 0.008d_{tum} + 1.8$$

式中： d_{tum} ——管隧的内径，mm，但不应小于 970mm。

1.4.4.2 当管隧舷外侧端有撑杆或格栅时，撑杆或格栅应作有效固定。

第 2 节 机器处所结构

2.1 一般要求

2.1.1 适用范围

2.1.1.1 本节要求适用于机器处所的尺寸和结构布置。

2.1.2 总尺寸

2.1.2.1 参照本分篇第 3 章第 3 节[3.1.1.3]，本节未作特别说明的结构尺寸要求为总值。

2.2 机器处所布置

2.2.1 结构布置

2.2.1.1 当机器处所的甲板/舱壁上有开孔时，结构布置应确保甲板、舷侧和底部结构有足够的支撑。

2.2.1.2 所有机器和轴等部件应有足够支撑，将所受载荷分散到船舶结构上去，临近的结构也应适当加强。

2.2.1.3 主要支撑构件的位置应充分考虑骨材贯穿以及支柱支撑的同轴性，以形成有效的支撑。

2.2.1.4 横骨架式机器处所的强框架间距通常不应超过横向骨架间距的 5 倍。强框架上下两端应与具有足够刚度的构件相连，并得到甲板强横梁的支撑。

2.2.1.5 舷侧纵骨在横舱壁处的端部连接应进行固定和提供侧向支撑，当其不连续时要安装软趾肘板。不得设置与纵骨搭接的肘板。

2.2.1.6 如果采用横骨架式，则应采用与支柱或支柱舱壁相连的纵向桁材的合适布置对甲板骨材进行支撑；若设置甲板强横梁，则其布置应与强框架对齐，以提供端部固定以及横向强度的连续性。如果采用纵骨架式，则应采用与支柱或支柱舱壁相连的甲板强横梁对甲板纵骨进行支撑。

2.2.1.7 应通过与支柱或支柱舱壁相连的甲板强横梁及纵向桁材的合适布置对机舱棚进行支撑。如果机舱棚存在大开孔，则可要求使用横撑材。这些布置都应应与甲板强横梁对齐。

2.2.1.8 主推进装置、减速齿轮箱、轴和推力轴承的基座以及支撑这些基座的结构，应在所有预期载荷条件下保持对中和刚度。应考虑提交下列图纸给机器制造商审核：

- (1) 主推进装置的基座；
- (2) 减速齿轮箱的基座；
- (3) 推力轴承的基座；
- (4) 支撑 (1)、(2) 和 (3) 项的结构。

2.2.2 双层底

2.2.2.1 双层底高度

(1) 中线处的双层底高度应不小于本分篇第 2 章第 2 节和第 3 节与双层底相关的定义值。

(2) 如果机器处所内的双层底高度与邻近处所的双层底高度不同，应通过在适当的纵向范围倾斜内底确保纵向构件的结构连续性。倾斜的内底中的折角应位于肋板处。在保证双层底结构整体强度不被削弱的前提下，局部区域的双层底高度可适当减小。

2.2.2.2 双层底应安装中纵桁。仅在双层底通道和维护保养所绝对需要的情况下才允许中桁材上存在作为人孔的开口，且在开口处应布置局部加强。

2.2.2.3 机器处所内，就相邻区域而言，应充分增加船底旁桁材的数量以确保结构的足够刚度。纵向加强双层底的船底旁桁材应作为邻近机器处所的区域任何船底纵骨的连续，其间距一般不大于纵骨间距的 3 倍且应不大于 3m。

2.2.2.4 机器基座处应设有附加船底旁桁材。

2.2.2.5 对于纵向加强的机器处所双层底，应在主机和推力轴承下的每个肋位设置肋板。主机和轴承基座以外的位置，可隔档设置肋板。

2.2.2.6 对于横向加强的机器处所双层底，应在每个肋位设置肋板。

2.2.2.7 人孔和阱

- (1) 基座和相邻区域的肋板上的人孔数量和尺寸应保持在双层底通道和维护保养所需要的最小值。
- (2) 通常，人孔边缘应采用翼板加强。若此要求不能满足，肋板应采用扁钢在人孔边缘适当加强。
- (3) 带有穿孔活动板的人孔应设在靠近机舱后舱壁阱附近的内底。
- (4) 位于管弄后端的阱应布置管弄的排水系统。

2.2.2.8 如果重型设备直接安置在内底，则应相应增加肋板和桁材的厚度。

2.3 机器基座

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 主机和推力轴承应通过基座有效固定在船体结构上，基座应具备足够强度承受变化的重力、推力、扭力、动力以及振动力。

2.3.1.2 如果是大功率内燃机或涡轮机装置，其基座通常为双层底结构的一部分。主机基座板或涡轮机齿轮箱以及推力轴承处的内底板材厚度应得到实质性加强，见图 2.3.1.2 中的类型 1。

2.3.1.3 如果主机是由图 2.3.1.3 中的类型 2 基座进行支撑，从主机传递到相连结构的力尽可能均匀地分布。支撑基座的纵向构件应与双层底的桁材相连，且横向加强应与肋板对齐。

基座与内底板合为一体

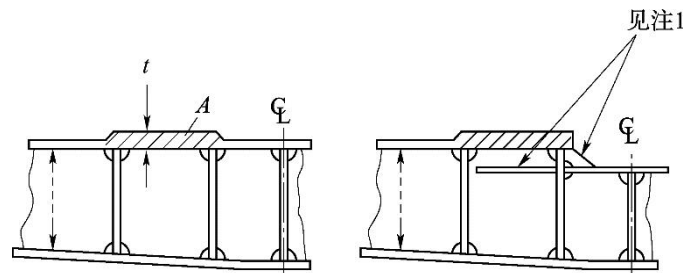


图 2.3.1.2 基座类型 1

组合基座

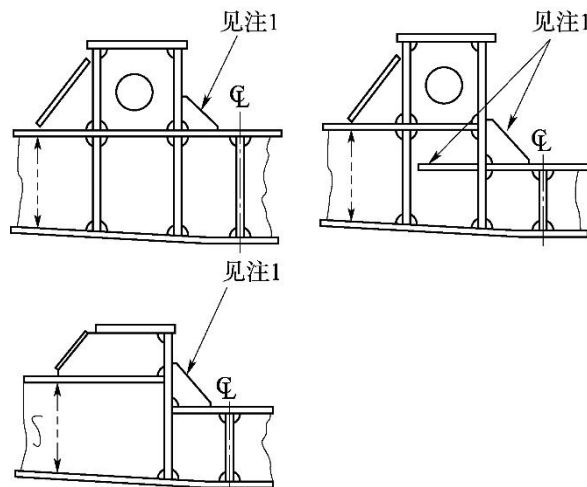


图 2.3.1.3 基座类型 2

注 1: 肘板应尽可能大。根据机器制造商的建议，可以免设肘板以避免与机器基座桁材的冲突。

2.3.2 主机基座

2.3.2.1 主机基座构件尺寸

(1) 1470kW 以上的大型低速柴油机主机基座，其纵桁的水平面板厚度 t_{gr} 、纵桁的腹板厚度 t_{gr1} 及横隔板、横肘板的厚度 t_{gr2} ，mm，应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t_{gr} = 1.44\sqrt[3]{p} + 10s$$
$$t_{gr1} = \begin{cases} 0.65t(1 + \frac{h-1}{10}) & L \geq 90m \\ 0.70t & L < 90m \end{cases}$$
$$t_{gr2} = \begin{cases} 0.77t_{gr1} & L \geq 90m \\ 0.80t_{gr1} & L < 90m \end{cases}$$

式中： P ——主机功率，kW；

s ——肋骨间距，m；

h ——纵桁腹板高度，m。

(2) 1470kW 及以下的主机基座纵桁腹板的厚度，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应增厚 30%。横隔板及横肘板应有面板或折边。

(3) 大功率涡轮机主机，大功率电动主机，大功率中速、高速柴油主机基座尺寸可适当减小。

2.3.2.2 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。

2.3.2.3 当主机基座及推力轴承座固定螺栓直接穿过内底板时，该区域内底板厚度 t_{gr3} ，mm，应不小于下列要求：

(1) 当装设 1470kW 以上的大型低速柴油主机时， $t_{gr3} = t_{gr}$ ， t_{gr} 见[2.3.2.1](1)；

(2) 当装设 1470kW 及以下的主机时， t_{gr3} 为该区域的内底板厚度的 2 倍，且不小于 20mm；

(3) 当装设大功率涡轮机主机时， t_{gr3} 值将另行考虑。

上述区域的双层底内不应装载油、水，在靠近固定螺栓处并应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。

2.3.3 内燃机和推力轴承的基座

2.3.3.1 在确定内燃机和推力轴承的基座尺度时，应考虑主机整体刚度以及其平衡力以外的设计特征。

2.3.3.2 通常在内燃机和推力轴承的基座上应安装两根桁材。

2.3.4 辅机基座

2.3.4.1 辅机应固定在基座上，基座应有合适的大小和布置以将机器的载荷均匀分布到支撑结构中。

2.4 轴隧

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 轴隧应为水密结构。

2.4.1.2 轴隧应有通向露天甲板的应急通道，通道的关闭装置应能两面操纵。

2.4.1.3 扶强材垂直部分的下端应与内底板焊接。

2.4.2 结构尺寸要求

2.4.2.1 轴隧板的厚度 t_{gr} ，mm，应不小于按下式计算所得之值，且应不小于 5.5mm：

$$t_{gr} = 4s\sqrt{hK}$$

式中： s ——扶强材间距，m；

h ——在轴隧顶板下缘量到底板上缘的垂直距离，m，取值应不小于 2.5m；

K ——材料系数。

拱形顶板在干货舱内的厚度可减少 10%，平形顶板在干货舱内的厚度应不小于轴隧板厚度要求的 1.1 倍。在货舱口下的顶板厚度应至少增加 2mm，否则应按本分篇第 11 章第 4 节[4.1.1.5]的要求铺设木铺板。

2.4.2.2 轴隧扶强材应尽量设在肋骨平面内，其剖面模数 Z ， cm^3 ，应不小于按下式计算所得之值：

$$Z = 6shl^2K$$

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；

K ——材料系数。

2.4.2.3 轴隧经过或邻接深舱时，其相邻部分之壁板及扶强材应符合本分篇第 6 章第 3 节和第 4 节的相关要求。

第 3 节 尾部结构

3.1 一般要求

3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本节要求适用于尾尖舱舱壁后方的结构尺寸和布置。

3.1.2 总尺寸

3.1.2.1 参照本分篇第 3 章第 3 节[3.1.1.3]，本节未作特别说明的结构尺寸要求为总值。

3.2 尾尖舱

3.2.1 结构布置

3.2.1.1 肋板

(1) 肋板应设置在尾尖舱每一肋位上并至少达到尾轴管之上的高度。如果肋板没有延伸至平台或甲板，其上端应用翼板进行加强。

(2) 重型肋板板材应安装在挂舵臂的后面并与挂舵臂的腹板对齐。有可能延伸到第一甲板或平台。在这个区域内，应尽量把切口、扇形孔或其他开孔减至最少。

(3) 对于单螺旋桨船舶，应将其肋板伸至尾管以上的足够高度。在推进器柱、尾轴架和挂舵臂处，一般应将肋板伸至舱顶并应增加其厚度。

3.2.1.2 平台和舷侧纵桁

(1) 尖舱内的平台和舷侧纵桁的布置应与前方紧邻区域内的平台和舷侧纵桁对齐。

(2) 如果由于船体形状和通道需要而使这种布置不可能，则应采用宽过渡肘板确保尖舱和前方紧邻区域结构之间的结构连续性。

(3) 如果尾尖舱邻接舷侧纵骨架式机器处所，尾尖舱中的舷侧纵桁应设有过渡肘板。

(4) 如果从尖舱顶部至露天甲板的高度大于 2.6m 且舷侧为横骨架式，一般应设有一个或一个以上舷侧纵桁，最好与前方的相似结构对齐。

(5) 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，或符合首尖舱开孔平台的适用要求。强胸横梁、舷侧纵桁及其与肋板的连接均应符合对首尖舱的要求。

(6) 当舷侧为纵骨架式时，在舱顶应设置适当数量的强横梁。

3.2.1.3 纵舱壁

(1) 非密性纵舱壁应设在船舶中线上，一般在尖舱的上部并在每档肋位处予以加强。

(2) 如果船尾外伸部分很大或由水密和制荡舱壁分隔的处所的最大宽度大于 20m，可要求附加纵向制荡舱壁。

(3) 在液舱内，尾尖舱上部和尾突出体或巡洋舰尾的中纵剖面处一般应设置制荡舱壁。但当尾部悬伸特别宽大时，可要求在其左右舷另外设置纵向制荡舱壁。

3.2.1.4 替代设计验证

如果设计者通过交叉梁系分析或有限元分析提供验证并提交所有文档，[3.2.1.1]，[3.2.1.2]和[3.2.1.3]中定义的间距可以增加。验证准则的定义见本分篇第 6 章第 5 节[5.2.3]。有限元分析应按本分篇第 7 章要求执行。

3.2.2 尾尖舱内的肋板和桁材加强

3.2.2.1 肋板和桁材的骨材的高度 h_{stf} ，mm，不得小于：

$$h_{stf} = \begin{cases} 80l_{stf} & \text{对于扁钢骨材} \\ 70l_{stf} & \text{对于球扁钢和翼板骨材} \end{cases}$$

式中： l_{stf} ——图 3.2.2.2 中所示的骨材长度，m，不大于 5m。

3.2.2.2 尾尖舱压载舱或淡水舱内位于螺旋桨以上的肋板和桁材的骨材应设置端部肘板。这也适用于纵向延伸介于舵柱前缘和螺旋桨桨毂后端，横向在螺旋桨直径以内的区域内的骨材。端部肘板按以下要求设置：

- ① l_{stf-t} 超过 4m 时，上下两端应设置端部肘板；
- ② l_{stf-t} 超过 2.5m 时，下端应设置端部肘板。

其中： l_{stf-t} ——如图 3.2.2.2 所示的骨材总长度，m。

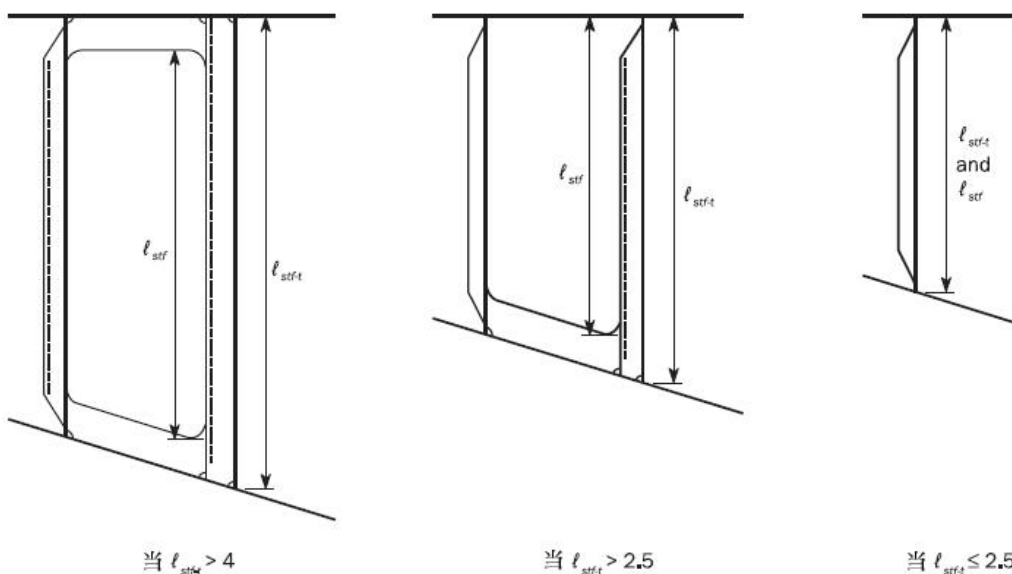


图 3.2.2.2 尾尖舱内肋板和桁材的加强

3.2.3 尾尖舱上面的舷侧加强

3.2.3.1 当尾尖舱上面的甲板间舱舷侧为横骨架式，且甲板间舱高度大于 3m 时，应设抗拍击的间断舷侧纵桁。

3.2.3.2 当尾尖舱上面的甲板间舱舷侧为横骨架式时，应设置不大于 4 档肋骨间距的强肋骨。

3.2.3.3 当尾尖舱上面的甲板间舱舷侧为纵骨架式时，应设置支持纵骨的强肋骨。强肋骨的间距：当船长等于或小于 100m 时，应不大于 2.5m；当船长等于或大于 300m 时，应不大于 3.5m；中间值用内插法求得。

3.3 尾框架

3.3.1 通则

3.3.1.1 尾框架可以用组合钢板或铸钢制成。适用材料的规格和钢材级别见本分篇第 3 章第 1 节。其他材料或构造的尾框架特殊考虑。

3.3.1.2 铸钢和组合的尾框架应由适当间隔的厚度不小于尾框架要求厚度 t_1 的 80% 的水平板加强， t_1 的定义见表 3.3.2.1(1) 或表 3.3.2.1(2)。铸造时应避免剖面的突然变化；所有剖面应有适当的过渡半径。

3.3.1.3 在螺旋桨框架上部处，船形丰满并有中心支撑，尾框架厚度可以折减到 [3.3.2.1] 要求厚度的 80%。

3.3.2 螺旋桨柱

3.3.2.1 螺旋桨柱的尺寸

(1) 螺旋桨柱的尺寸应不小于按表 3.3.2.1(1) 对于单螺旋桨船和表 3.3.2.1(2) 对于双螺旋桨船的公式求得的值。

(2) 若螺旋桨柱剖面对其纵轴的剖面模数不小于按表 3.3.2.1(1) 和表 3.3.2.1(2) (如适用) 中的螺旋桨柱尺寸计算的值，可考虑接受与上述不同的螺旋桨柱的尺寸和比例。

3.3.2.2 螺旋桨轴毂下的剖面模数

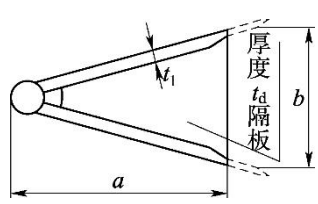
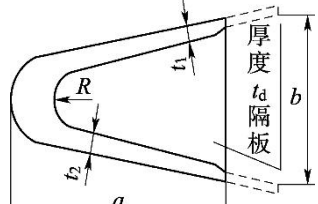
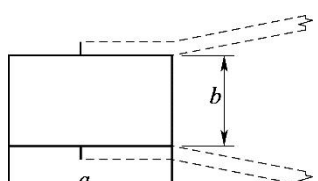
(1) 如螺旋桨柱无尾框底骨，螺旋桨柱的剖面模数可在轴毂下逐渐减小至按表 3.3.2.1(1) 或表 3.3.2.1(2) (如适用) 获得的尺寸计算值的 85%。

(2) 在任何情况下，螺旋桨柱的厚度应不小于按表 3.3.2.1(1) 和表 3.3.2.1(2) 中公式求得的值。

3.3.2.3 对单螺旋桨船，螺旋桨柱所包含的轴毂，其厚度应不小于 [3.3.2.1] 要求的具有矩形剖面螺旋桨柱尺寸“ b ”的 60%。

单螺旋桨船—螺旋桨柱的尺寸

表 3.3.2.1(1)

螺旋桨柱的 尺寸 (mm)	组合的螺旋桨柱	铸造的螺旋桨柱	方形螺旋桨柱，铸造或锻造， 且具有矩形剖面
			
a	$50 L^{1/2}$	$33 L^{1/2}$	$10\sqrt{7.2L - 256}$
b	$35 L^{1/2}$	$23 L^{1/2}$	$10\sqrt{4.6L - 164}$
t_1	$2.5 L^{1/2}$	$3.2 L^{1/2}$	-
t_2	-	$4.4 L^{1/2}$	-
t_d	$1.3 L^{1/2}$	$2.0 L^{1/2}$	-
R	-	50mm	-

双螺旋桨船-螺旋桨柱的尺寸

表 3.3.2.1(2)

螺旋桨柱 的尺寸 (mm)	铸造的螺旋桨柱		
	组合的螺旋桨柱	铸制的螺旋桨柱	方形螺旋桨柱, 铸造或锻造, 且具有矩形剖面
a	$25 L^{1/2}$	$12.5 L^{1/2}$	$2.4L+6$
b	$25 L^{1/2}$	$25 L^{1/2}$	$0.8L+2$
t_1	$2.5 L^{1/2}$	$2.5 L^{1/2}$	-
t_2	$3.2 L^{1/2}$	$3.2 L^{1/2}$	-
t_3	-	$4.4 L^{1/2}$	-
t_d	$1.3 L^{1/2}$	$2.0L^{1/2}$	-

3.3.3 尾框底骨

3.3.3.1 尾框底骨(如图 3.3.3.1 所示)任一计算剖面处对垂直中和轴(Z轴)的剖面模数 Z_z , cm^3 , 应不小于按下式计算所得值:

$$Z_z = \frac{K}{80} Px$$

式中: P ——尾框底骨对舵叶的支持力, N, 应按本分篇第 3 章第 1 节的有关规定计算;

K ——材料系数。对于钢板组合的尾框底骨, K 为按本分篇第 3 章第 1 节表 1.1.2.1 所取的材料系数; 对于铸钢的尾框底骨, K 为按本分篇第 11 章第 1 节 1.1.3.5 所取的材料系数;

x ——计算剖面至舵杆中心线的距离, m, 其取值应不小于 $0.5l_s$, l_s 为最大距离(见图 3.3.3.1)。

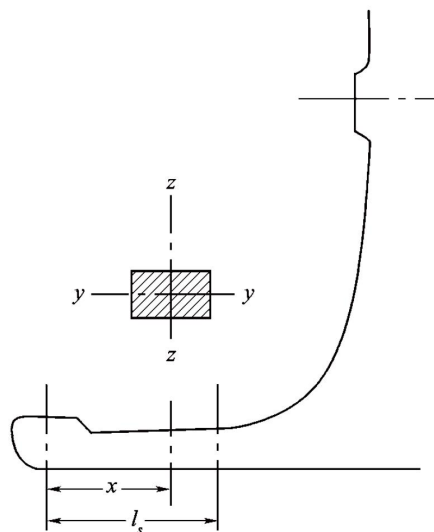


图 3.3.3.1 尾框底骨

3.3.3.2 尾框底骨任一计算剖面处对水平中和轴(y轴)的剖面模数 Z_y ， cm^3 ，应不小于按下式计算所得值：

$$Z_y = 0.5Z_z$$

式中： Z_z ——按[3.3.3.1]计算的剖面模数， cm^3 。

3.3.3.3 尾框底骨任一横剖面的剖面积 A_s ， mm^2 ，应不小于按下式计算所得值：

$$A_s = \frac{K}{48}P$$

式中： P 和 K 见[3.3.3.1]。

3.3.3.4 在长度 l_s 范围内，尾框底骨任一横剖面上的相当应力 σ_e ， N/mm^2 ，应符合下式要求：

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 115/K$$

式中： $\sigma = \frac{Px}{W_z}$ ， N/mm^2 ，其中 P 和 x 见[3.3.3.1]， Z_z 为计算剖面对 z 轴的剖面模数， cm^3 ；

$\tau = \frac{P}{A_s}$ ， N/mm^2 ，其中 P 见[3.3.3.1]， A_s 为计算剖面的剖面积， mm^2 ；

K 见[3.3.3.1]。

3.3.3.5 在钢板组合的尾框底骨中，应设置间距不超过 760mm 的横向隔板。如钢板组合的尾框底骨内宽度超过 900mm 时，还应装设中心线垂直隔板。

3.3.3.6 尾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。

3.3.4 推进器净空

3.3.4.1 推进器与尾柱、舵之间的最小间隙(如图 3.3.4.1 所示)， m ，建议不小于下列要求：

$$a = 0.12D$$

$$b = 0.20D$$

$$c = 0.14D$$

$$d = 0.04D$$

式中： D ——螺旋桨直径， m 。

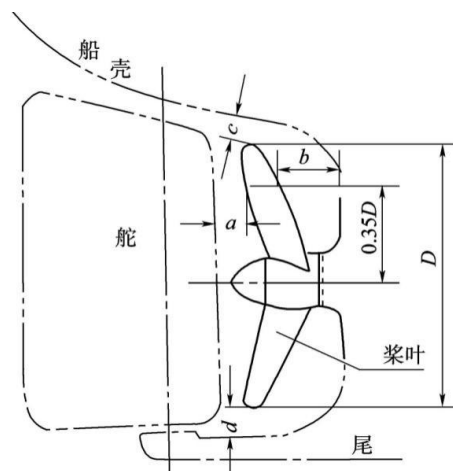


图 3.3.4.1 推进器净空

3.3.5 连接

3.3.5.1 尾框架应与船尾结构有效连接，尾框架的下部应向螺旋桨柱前方延伸不小于 $1500+6L_2$ mm 的长度，以与龙骨有效连接。然而，尾框架不必延伸至尾尖舱舱壁以外。

3.3.5.2 尾框架下部的厚度应逐渐过渡至实心龙骨或龙骨板的厚度。如设有龙骨板，尾框架下部的设计应确保与龙骨的有效连接。

3.3.5.3 承舵柱和螺旋桨柱应与尾肋板连接，所连接的尾肋板的高度应不小于双层底的高度，净厚度不小于按下式求得的 t 值，mm：

$$t=9+0.023L_1$$

3.3.3.4 如果尾框架由铸铁制成，尾框架的下部应尽实际可能设置一纵向腹板以与中内龙骨连接。

3.4 承受冲击载荷的结构

3.4.1 适用范围

3.4.1.1 本节要求包括可能发生在尾底平坦结构的局部冲击的加强要求。

3.4.2 一般要求

3.4.2.1 对尾部平底区域在冲击载荷作用下的局部结构，应满足本分篇第 6 章第 6 节[6.3.4]的要求。

3.5 船壳结构的特殊尺寸要求

3.5.1 与尾框架连接的外板

3.5.1.1 与尾框架连接的外板净厚度 t ，mm，应不小于下列公式的值：

$$t=0.094(L_2-43)+0.009b$$

3.5.1.2 在螺旋桨桨毂和踵板上，外板净厚度 t ，mm，应不小于：

$$t=0.105(L_2-47)+0.011b$$

式中： b ——板格宽度，mm，定义见本分篇第 3 章第 8 节[8.2.2.2]。

3.5.2 重型外板

3.5.2.1 在[3.2.1.1]要求的重型肋板处应设置重型外板。重型外板的净厚度应不小于[3.5.1]计算值。在重型肋板舷朝向舷外侧，重型外板可以视情况逐渐折减厚度。在挂舵臂板以圆弧半径接入外板处，则外板连接处半径 r ，mm，应不小于：

$$r=150+0.8L_2$$

3.5.3 推进器管隧板

3.5.3.1 管隧板净厚度， t_{min} ，mm，应满足本章第 1 节[1.4.4.1]要求。

第 4 节 上层建筑及甲板室

符号

本节未定义的符号，参见本分篇第 1 章第 4 节。

P ——作用于所考虑上层建筑侧壁或甲板的压力， kN/m^2 ，

$P = P_D$ ，对于露天甲板；

$P = P_{dl}$ ，对于非露天甲板；

$P = P_{sl}$ ，对于上层建筑侧壁。

P_D ——露天甲板的侧向压力， kN/m^2 ，定义见本分篇第 4 章第 6 节[6.2]和[6.4.2.1]。

P_{dl} ——非露天甲板的侧向压力， kN/m^2 ，定义见本分篇第 4 章第 7 节[7.9]。

P_{sl} ——上层建筑侧壁的侧向压力， kN/m^2 ，定义见本分篇第 4 章第 6 节[6.4.3.1]。

P_{FB} ——舷侧外板的侧向压力， kN/m^2 ，受到本分篇第 4 章第 6 节[6.3.3.1]要求的船首冲击影响。

P_A ——上层建筑的端部舱壁和甲板室围壁的外部压力， kN/m^2 ，根据本分篇第 4 章第 6 节[6.4.4.1]。

l_{bdg} ——有效弯曲跨距， m ，定义见本分篇第 3 章第 8 节。

l_{shr} ——有效剪切跨距， m ，定义见本分篇第 3 章第 8 节。

c ——系数，取为

$c = 0.75$ ，对于一端或两端简支的梁、桁材和横向构件；

$c = 0.55$ ，对于其他情况。

m_a ——系数，取为

$$m_a = 0.204 \frac{S}{1000 l_{bdg}} \left[4 - \left(\frac{S}{l_{bdg}} \right)^2 \right], \quad \text{且} \quad \frac{S}{1000 l_{bdg}} \leq 1$$

4.1 一般要求

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本节要求适用于钢质上层建筑、甲板室。

4.1.1.2 除本节对上层建筑露天甲板、侧板和甲板室侧板的相关要求外，本分篇第 6 章的要求适用。

4.1.2 一般规定

4.1.2.1 船首最小高度应符合船旗国主管机关的要求。对于散货船、矿砂船和兼用船，其首楼的设置还应满足 2-3 分篇第 2 章第 2 节[2.2.3]的要求。

4.1.2.2 上层建筑和甲板室如承受本节规定以外的载荷时，除应符合本节要求外，还应适当增大构件尺寸。

4.1.2.3 当在船中 $0.5L$ 区域内设置长上层建筑时，第 1 层长上层建筑的甲板结构应满足强力甲板的要求，舷侧外板应满足船体外板的要求。

4.1.2.4 当在船中 $0.5L$ 区域内设置长甲板室时，根据长甲板室参与船体梁总纵弯曲的程度，第 1 层长甲板室的甲板板厚度和骨架尺寸应增大。

4.1.2.5 上层建筑/甲板室各层的定义：最低层或第 1 层通常系指直接位于计量规范型深 D 时所量到最上层连续甲板上的上层建筑/甲板室。第 2 层指位于最低层之上的那一层，依次类推。

4.1.2.6 第 N 层上层建筑/甲板室的甲板是指该层上层建筑/甲板室的顶甲板。

4.1.2.7 对于具有特大干舷的船舶，即假定船舶有一个比规范型深 D 低一个标准上层建筑高度的虚拟型深 D' ，也能达到或超过《1966 年国际载重线公约》规定的未经修正的表列于舷值时(见图 4.1.2.8)，

则在应用本节的要求时,可将第1层作为第2层处理,第2层作为第3层处理。上层建筑的标准高度 h_s , m, 应按下式计算:

$$h_s = 1.05 + 0.01L_{LL} \quad , \text{且 } 1.8 \leq h_s \leq 2.3$$

式中: L_{LL} ——载重线船长, m。

但上述规定不适用于减小干舷的“B”型船舶。

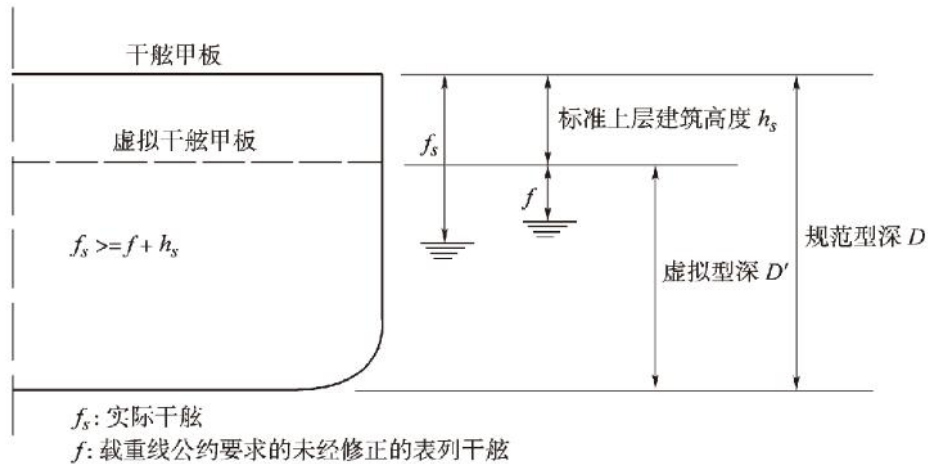


图 4.1.2.8 干舷

4.1.3 总尺寸

4.1.3.1 参照本分篇第3章第3节[3.1.1.3], 涉及[4.3]的所有尺寸和尺度为总值。

4.2 结构布置

4.2.1 结构连续性

4.2.1.1 甲板室的舱壁和侧壁

- (1) 甲板室的前后端壁和侧壁, 应得到甲板下结构的有效支撑, 如舱壁、桁材和支柱。
- (2) 侧壁、主要纵向和横向舱壁, 应在各层甲板室对齐。当不能对齐时, 应该设有其他有效支撑。
- (3) 布置应使建造的不连续性影响降至最小。侧壁上的所有开孔应用框架加固, 并设有圆角。在门和类似开口的上下方应设置连续的围板或桁材。

4.2.1.2 在甲板室与强力甲板连接位置的角隅, 布置上要注意将载荷传递至甲板下的支撑结构。

4.2.2 端部连接

4.2.2.1 甲板骨材

- (1) 根据本分篇第3章第7节[7.3.2]要求, 横梁应通过肘板连接至两侧强框架上。
- (2) 穿过纵向围壁和桁材的横梁可不设肘板, 直接与纵向围壁的扶强材和桁材的腹板焊接。

4.2.2.2 根据本分篇第3章第7节[7.4.3]要求, 纵向和横向甲板桁材面板应用防倾肘板加强。

4.2.2.3 上层建筑垂向肋骨的端部, 应焊接到其下方的主要强框架或有足够支撑结构的甲板上。

4.2.3 上层建筑的局部加强

4.2.3.1 舱壁在大开口处和支撑救生设备或其他设备、装置等高载荷的区域应进行局部加强。

4.2.3.2 当尾楼或桥楼上面有大甲板室或其他建筑物时, 在尾楼或桥楼内应设置间距约9m的强肋骨或局部舱壁以支持甲板室的侧壁和端壁。

4.2.3.3 上层建筑内强肋骨或局部舱壁应尽可能设置在其下面的水密舱壁或其他强力构件同一垂直平面内。

4.2.3.4 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。

4.2.3.5 为降低舷侧无内缩的上层建筑端部主船体结构中的应力集中，上层建筑的舷侧外板应延伸至上层建筑端部以外，且其高度逐步减小至主船体的舷顶列板，过渡应光滑（延伸板的自由边缘一般应做成长轴为水平布置的椭圆状，见图 4.2.3.5）。延伸板应用加强肘板支持，上缘应用相同厚度而宽度不小于 10 倍厚度的面板加强。延伸板应满足下述要求：

- (1) 当上层建筑端壁位于船中部 $0.5L$ 区域内，延伸板的长度应不小于 1.5 倍的上层建筑高度，延伸板的厚度应增加 25%；
- (2) 当上层建筑端壁位于离船端 $0.2L$ 区域内，延伸板的长度应不小于上层建筑高度，延伸板的厚度可不增加；
- (3) 当上层建筑端壁位于离船端 $0.2L$ 至 $0.25L$ 之间区域内，延伸板的长度和厚度的增加值应按内插法求得。

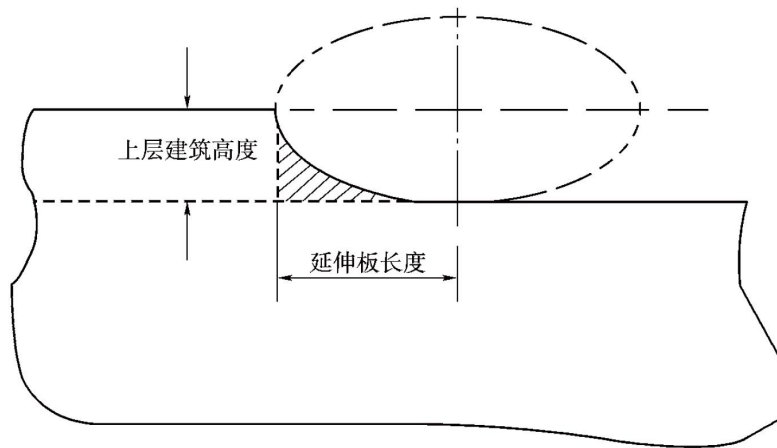


图 4.2.3.5 端部过渡

4.2.3.6 从上层建筑端壁向内至少 2 个肋距至舷侧外板延伸部分端点外 2 个肋距之间区域（见图 4.2.3.6），上甲板的甲板边板和舷顶列板应按下列要求增加厚度：

- (1) 当上层建筑端壁位于船中部 $0.5L$ 区域内，甲板边板和舷顶列板的厚度应增加 20%；
- (2) 当上层建筑端壁位于离船端 $0.2L$ 区域内，甲板边板和舷顶列板的厚度可不增加；
- (3) 当上层建筑端壁位于离船端 $0.2L$ 至 $0.25L$ 之间区域内，甲板边板和舷顶列板的增加值应按内插法求得。

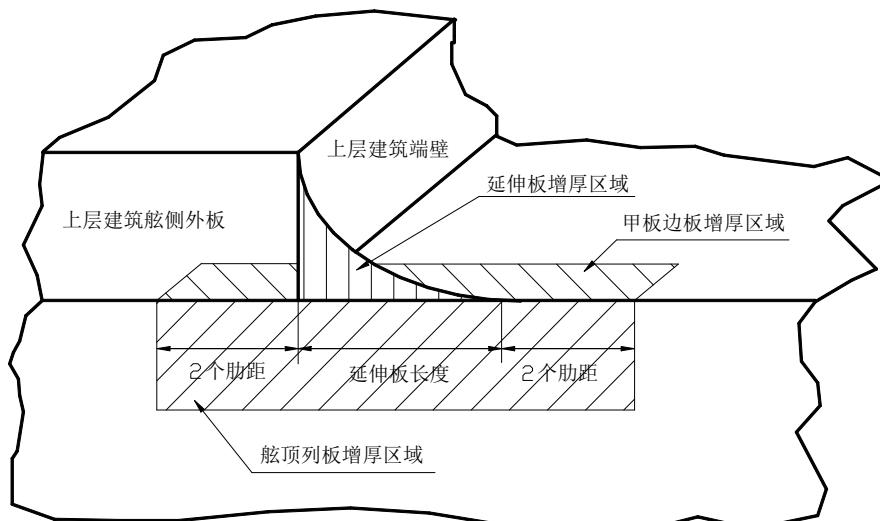


图 4.2.3.6 端部加强

4.2.4 甲板室的局部加强

4.2.4.1 甲板室端部的下面应设支柱、隔板、舱壁或其他强力构件以支持甲板室。应注意甲板室角隅和支持结构区域与甲板的连接，一般应加复板或采用其他有效结构。

4.2.4.2 长甲板室侧壁上的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。甲板室顶的吊艇架区域应加强。在船中部 $0.5L$ 区域内的甲板室端区应尽量减小侧壁开口的尺寸和数量。

4.2.4.3 最下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结构位于同一平面内。

4.2.5 升高甲板

4.2.5.1 船中部 $0.5L$ 区域内升高甲板台阶处的加强：

(1) $L < 65\text{m}$ 时，强力甲板的甲板边板和升高甲板的甲板边板应分别自台阶处端壁向首尾延伸 3 至 4 个肋距，并逐渐消失；

(2) $L \geq 65\text{m}$ 时，台阶处上下甲板应交错 2 至 3 个肋距，此时各层甲板的甲板边板应自交错部分的甲板端部再向前延伸 2 至 3 个肋距。在交错部分的两甲板间，应设置与纵中剖面平行的垂直隔板，隔板的间距不应大于 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。

4.2.5.2 在船中部 $0.5L$ 区域以外升高甲板台阶处，强力甲板的甲板边板，应自台阶处延伸 3 个肋距，并逐渐消失。

4.2.5.3 在升高甲板端壁向首尾各 3 至 5 个肋距的范围内，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 个肋距的范围内，升高甲板区域舷侧外板的顶列板厚度应增加 25%；桥楼区域舷侧外板应自桥楼甲板边板端部逐渐向升高甲板区域舷侧外板的顶列板过渡，该过渡区的长度须大于桥楼高出升高甲板的高度的 1.5 倍。

4.2.6 机舱棚

4.2.6.1 机舱在露天甲板上的开口应以坚固可靠的钢质舱棚保护，干舷甲板及尾升高甲板上的机舱棚，应尽可能设于上层建筑或甲板室内。

4.2.6.2 机舱棚的门应为钢质且结构坚固，并在其内外两面均可关闭。

4.2.6.3 当机舱棚扶强材支持甲板强横梁或纵桁，或扶强材与下面的支柱在同一直线上时，扶强材应适当加强。

4.2.6.4 当机舱棚的围壁支持其上面的甲板时，围壁上门、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应注意加强。

4.3 结构尺寸要求

4.3.1 上层建筑侧壁和甲板

4.3.1.1 露天侧壁板和露天甲板板，包括其支撑结构应符合[4.3.2.1]至[4.3.2.5]要求和本分篇第 10 章第 1 节[1.3.2]首部冲击要求（如适用）。

4.3.1.2 上层建筑非露天甲板的甲板板和支撑结构应符合[4.3.2.2]至[4.3.2.5]要求。

4.3.2 甲板室

4.3.2.1 板厚 t_{gr-exp} ，mm，应不小于下式求得的值：

$$t_{gr-exp} = \begin{cases} 7.5 \sqrt{\frac{Ks}{S_{std}}} & \text{对于第一层} \\ 7.0 \sqrt{\frac{Ks}{S_{std}}} & \text{对于第二层} \\ 6.5 \sqrt{\frac{Ks}{S_{std}}} & \text{对第三层及以上} \end{cases}$$

式中： s_{std} ——扶强材或横梁的标准参考间距， mm， 取为：

$$s_{std} = 470 + 1.67L_1$$

K ——材料系数。

如甲板由敷层覆盖， 则甲板板的厚度可减小 1.5mm， 但应不小于 5mm。

如使用木材以外的敷层， 应注意敷层不影响钢板， 敷层应有效地安装在甲板上。

4.3.2.2 非露天甲板的板厚 $t_{gr-unexp}$ ， mm， 应不小于下式求得的较大值：

$$t_{gr-unexp} = 0.9t_{gr-exp}， \text{在所考虑层， 且}$$

$$t_{gr-exp} = (5.8 \frac{S}{1000} + 1) \sqrt{K}， \text{但不小于 5.5}$$

式中： K ——材料系数。

4.3.2.3 横梁和扶强材的剖面模数 Z_{gr} ， cm^3 ， 和剪切面积 A_{gr-sh} ， cm^2 ， 应不小于下式求得的值：

$$Z_{gr} = cKP \frac{S}{1000} l_{bdg}^2$$

$$A_{gr-sh} = 0.05(1 - 0.817m_a)KP \frac{S}{1000} l_{shr}$$

式中： K ——材料系数。

4.3.2.4 纵桁和强横梁的剖面模数 Z_{gr} ， cm^3 ， 和剪切面积 A_{gr-sh} ， cm^2 ， 应不小于下式求得的值：

$$Z_{gr} = cKPSl_{bdg}^2$$

$$A_{gr-sh} = 0.05KPSl_{shr}$$

式中： K ——材料系数。

纵桁高度应不小于 $l/25$ 。 为保证连续甲板横梁而开设扇形孔的纵桁， 其腹板高度至少为甲板横梁高度的 1.5 倍。

4.3.2.5 纵桁和强横梁的板架分析

(1) 若甲板纵桁和强横梁的布置形成板架结构， 可对基于尺寸的结构模型进行板架分析。

(2) 应力结果应不超过以下的许用弯曲、 剪切和等效应力， N/mm^2 ：

$$\sigma_b = 150 / K$$

$$\tau = 100 / K$$

$$\sigma_{eqv} = 180 / K$$

式中： K ——材料系数。

4.3.3 甲板室围壁和上层建筑端壁

4.3.3.1 适用范围

(1) 本要求适用于保护开口和起居舱室的上层建筑端壁和甲板室围壁的结构尺寸确定。

(2) 对于不保护干舷甲板、 上层建筑甲板或最低层甲板室顶部开口的甲板室围壁， 其尺寸应满足 [4.3.3.2]和[4.3.3.3]的要求。 对于不保护起居舱室、 船舶营运基本设备或机舱棚的甲板室围壁， 其尺寸一般也应满足[4.3.3.2]和[4.3.3.3]的要求。

4.3.3.2 板厚度 t_{gr} ， mm， 应不小于下式求得的大值：

$$t_{gr} = 0.9 \frac{S}{1000} \sqrt{KP_A} + 1.5$$

(1) 当 $L_2 \geq 65\text{m}$ ：

$$t_{gr} = \begin{cases} (5.0 + \frac{L_2}{100})\sqrt{K} & \text{对最底层} \\ (4.0 + \frac{L_2}{100})\sqrt{K} & \text{对顶层， 但不应小于 5.0} \end{cases}$$

(2) 当 $L_2 < 65\text{m}$:

$$t_{gr} = \begin{cases} 5.0 & \text{对最下层} \\ 4.0 & \text{对其他各层} \end{cases}$$

式中: K ——材料系数。

4.3.3.3 扶强材的剖面模数 Z_{gr} , cm^3 , 应不小于下式求得之值:

$$Z_{gr} = 0.35KP_A \frac{S}{1000} l^2$$

式中: K ——材料系数。

本要求假设最低层扶强材的腹板有效地焊接在甲板上。其他形式的端部连接的尺寸需要特殊考虑。考虑到间距 s 和跨距 l , 甲板室侧壁扶强材的剖面模数不必大于正对其下甲板上的肋骨的剖面模数。

4.3.4 升降口

4.3.4.1 升降口的尺寸根据[4.3.2]和[4.3.3]确定。

4.3.5 机舱棚

4.3.5.1 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要求进行计算。

4.3.5.2 非露天机舱棚的构件尺寸应符合下列要求:

(1) 机舱棚围壁板最小厚度, 在货舱区域应不小于 6.5mm , 在居住舱室区域应不小于 5mm ;

(2) 机舱棚围壁扶强材剖面模数 Z , cm^3 , 应不小于按下式计算所得之值:

$$Z = 8sIK$$

式中: s ——扶强材间距, m ;

l ——扶强材跨距, m ;

K ——材料系数。

对 $L \geq 65\text{m}$ 的船舶, 扶强材高度应不小于 60mm 。

4.3.6 挡浪板

4.3.6.1 计算载荷参照本分篇第 4 章第 6 节[6.4.4.1], 按上层建筑前端壁的要求确定。

4.3.6.2 挡浪板的板厚和扶强材尺寸按[4.3.3]确定。

4.3.6.3 支持挡浪板的主要构件(水平桁材和垂直桁材)尺寸应用直接计算法确定, 许用应力 $[\sigma_e]$, N/mm^2 , 按下式确定:

$$[\sigma_e] = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 235 / K$$

式中: K ——材料系数。

第 5 节 舱口盖

5.1 一般要求

5.1.1 露天的舱口盖

5.1.1.1 对于露天的舱口和舱口盖除应满足本节要求外，还应满足《1966 年国际载重线公约》1988 年议定书附则 B 修正案附则 I 的有关要求。

5.1.2 非露天的舱口盖

5.1.2.1 对于非露天的舱口盖，可根据其结构形式按本节相关要求确定其结构尺寸，但仅需计及许用货物载荷。

5.1.3 兼作车辆甲板的舱口盖

5.1.3.1 当在舱口盖上装载车辆或使用车辆装卸货物时，舱口盖的尺寸还应符合第 2-3 分篇第 4 章第 5 节对车辆甲板的要求。

5.1.4 兼作直升机甲板的舱口盖

5.1.4.1 对于兼作直升机甲板的舱口盖，舱口盖的尺寸还应符合第 2-2 分篇第 4 章第 8 节对直升机甲板的要求。

5.1.5 货舱内的下甲板装货舱口盖

5.1.5.1 对于货舱内下甲板装货舱口盖，其强度校核应符合[5.3]的规定。

5.1.6 舱口围板的高度

5.1.6.1 在位置 1，其高度应不小于 600mm；

5.1.6.2 在位置 2，其高度应不小于 450mm；

5.1.6.3 采用钢质风雨密舱口盖的船舶，在不影响船舶安全和采取有效措施的条件下，经船旗国主管机关同意，对其舱口围板高度可适当降低；

5.1.6.4 在非露天干舷甲板或露天上层建筑甲板上的货舱口，可按其所在位置及所需的舱口保护程度，设置适当高度的围板。

5.1.7 舱口盖类型

5.1.7.1 单壳舱口盖

由钢材或等效材料构成的符合国际载重线公约第 16 条要求的一种舱口盖。这种舱口盖有连续的顶板和侧板，向下是敞开的，其底部扶强结构是暴露的。舱口盖应为风雨密，除特殊免除外，应设置衬垫材料及扣紧装置。

5.1.7.2 双壳舱口盖

如同[5.1.7.1]所定义的舱口盖，但具有连续的底板，使底部扶强结构和内部构件与外部环境隔离。

5.1.7.3 箱型舱口盖

一种特殊类型的活动舱口盖，通过防水帆布和压紧装置来保证风雨密，其设计应符合国际载重线公约第 15 条要求。

注：现代设计中，在很多情况下吊离式舱口盖也称为箱型舱口盖，但不属于[5.1.7.3]定义的舱口盖。现代吊离式舱口盖应属于单壳或双壳舱口盖这两种类型之一。

5.2 钢质风雨密舱口盖

5.2.1 一般要求

5.2.1.1 本条适用于所有露天甲板上的货舱舱口盖和舱口围板。部分要求适用于以下分类的某些特定船型：

(1) 类型 1 船舶：包括除散货船、自卸船、矿砂船和兼用船（定义见本规范第 1 篇第 2 章附录 2）

以外的船舶：

(2) 类型 2 船舶：包括散货船、自卸船、矿砂船和兼用船（定义见本规范第 1 篇第 2 章附录 2）。

5.2.1.2 强度要求适用于舱口盖和具有加筋板构造的舱口围板及舱口盖的封闭装置。

5.2.1.3 本条要求适用于钢质舱口盖和舱口围板。舱口盖和舱口围板的材料应满足本分篇第 3 章第 1 节的有关要求。舱口盖顶板、底板和主要支撑构件应为材料级别 I。若采用等效材料或新颖结构设计时，应提交 CCS 认可。

5.2.1.4 舱口盖的主要支撑构件和扶强材在舱口盖的长度和宽度范围内应尽可能连续，如无法实现时，应采用适当的布置方式以确保舱口盖有足够的承载能力，但不应采用端部削斜的连接方式。

平行于扶强材方向的主要支撑构件的间距应不超过其跨距的 1/3。当强度评估采用平面应变或壳单元的有限元分析时，这项要求可适当放宽。

舱口围板的扶强材在舱口围板的宽度和长度范围内应连续。

5.2.1.5 除另有规定外，本条规定中板厚 t 均为净板厚。

构件的净厚度要满足[5.2.3]~[5.2.6]以及[5.2.8]规定的最小净尺寸要求。

总厚度等于净厚度 t 加上腐蚀增量 t_s ，腐蚀增量见[5.2.10]的要求。

采用有限元方法进行强度计算时应基于净尺寸。

5.2.2 舱口盖和舱口围板的载荷模型

舱口盖和舱口围板的结构强度评估采用的载荷应符合下列规定。

定义：

L ——船长，m；

L_{LL} ——载重线船长，m；

x ——结构构件中点至 L 或 L_L 后端的纵向距离，m；

D_{min} ——最小型深，m，见载重线公约附则 I 第 3 条的规定；

h_N ——标准上层建筑高度，m，按下式计算：

$$h_N = 1.05 + 0.01L_{LL}，且 1.8 \leq h_N \leq 2.3$$

5.2.2.1 垂向露天设计载荷

舱口盖的垂向露天设计载荷 p_H 由载重线公约给出，可按表 5.2.2.1 进行计算。垂向露天设计载荷不应与[5.2.2.3]、[5.2.2.4]中的货物载荷进行组合。

位置 1 和位置 2 见图 5.2.2.1。

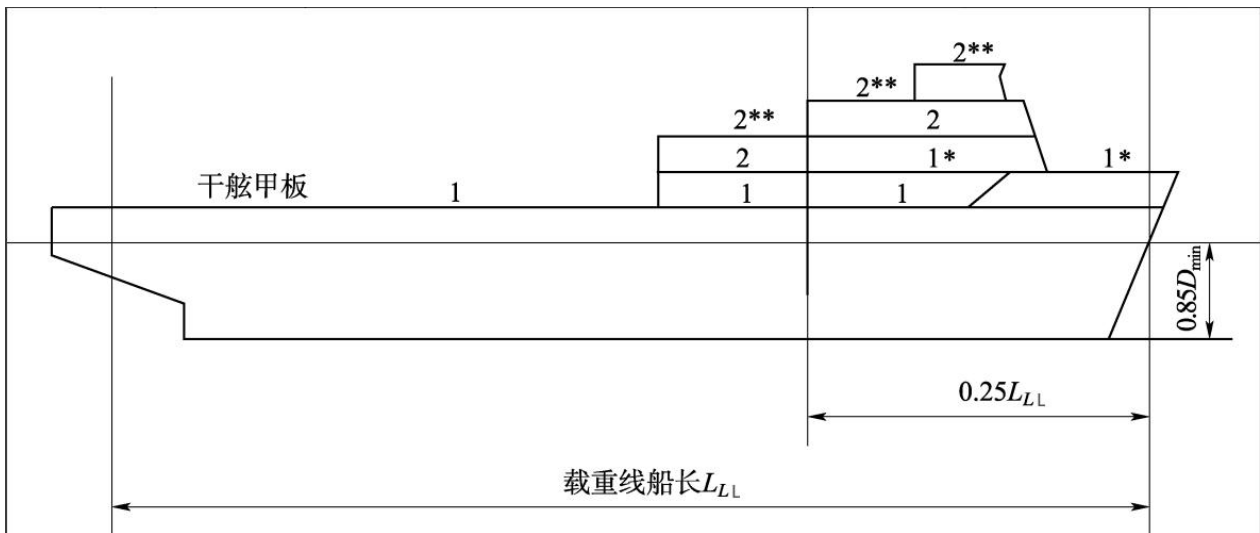
对勘划增加干舷船舶，实际干舷甲板上的舱口盖的设计载荷可按上层建筑甲板来进行计算，前提是夏季干舷对应的吃水应不超过基于假定干舷甲板计算的最小干舷而确定的吃水，并且假定干舷甲板应低于实际干舷甲板至少一个标准上层建筑高度 h_N ，如图 5.2.2.2 所示。

露天甲板舱口盖的垂向露天设计载荷

表 5.2.2.1

舱口盖位置	垂向露天设计载荷 p_H ，kN/m ²	
		$\frac{x}{L_{LL}} \leq 0.75$
1	对于 $24m \leq L_{LL} \leq 100m$	
	$\frac{9.81}{76}(1.5L_{LL} + 116)$	干舷甲板上： $\frac{9.81}{76} \left[(4.28L_{LL} + 28) \frac{x}{L_{LL}} - 1.71L_{LL} + 95 \right]$
	位于干舷甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上：	

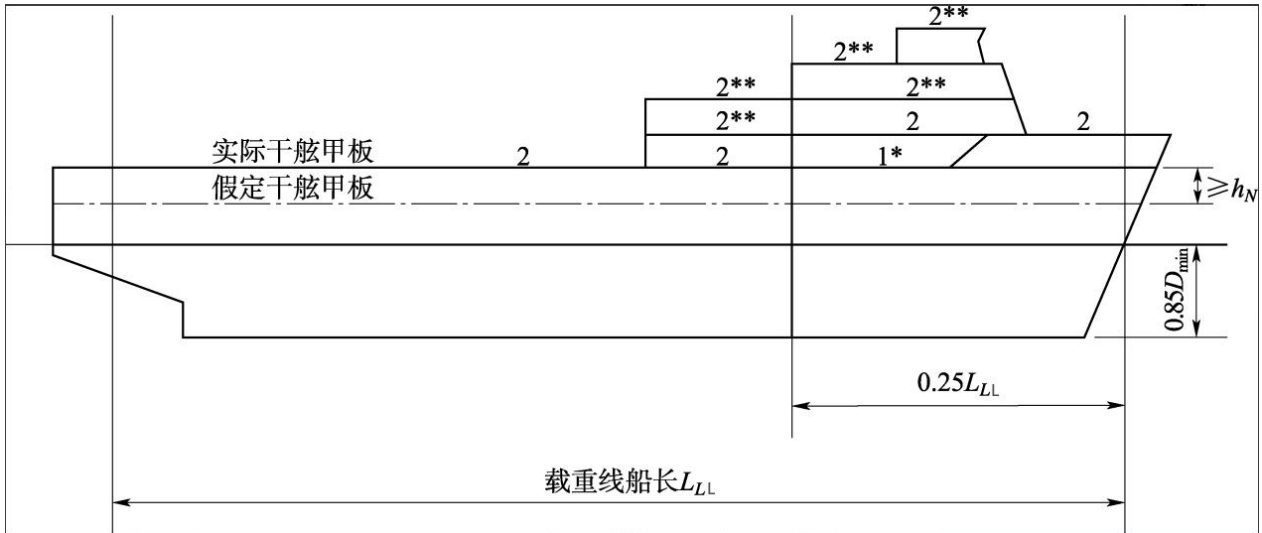
		$\frac{9.81}{76}(1.5L_{LL} + 116)$
		对于 $L_{LL} > 100\text{m}$
9.81 × 3.5	载重线公约规定的 B 型船舶的干舷甲板上:	$9.81 \left[(0.0296L_1 + 3.04) \frac{x}{L_{LL}} - 0.0222L_1 + 1.22 \right]$
	干舷小于载重线公约规定的 B 型船舶的干舷甲板上:	$9.81 \left[(0.1452L_1 - 8.52) \frac{x}{L_{LL}} - 0.1089L_1 + 9.89 \right]$ $L_1 = L_{LL}$, 且不大于 340m
	位于干舷甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上:	9.81 × 3.5
2		对于 $24\text{m} \leq L_{LL} \leq 100\text{m}$
		$\frac{9.81}{76}(1.1L_{LL} + 87.6)$
		对于 $L_{LL} > 100\text{m}$
		9.81 × 2.6
		位于最低位置 2 甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上: 9.81 × 2.1



注: *——折减载荷, 位于干舷甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上;

**——折减载荷, 对于 $L_{LL} > 100\text{m}$, 位于最低位置 2 甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上。

图 5.2.2.1 位置 1 和位置 2



注：*——折减载荷，位于干舷甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上；

**——折减载荷，对于 $L_{LL} > 100\text{m}$ ，位于最低位置 2 甲板以上至少一个标准上层建筑高度的露天上层建筑甲板上。

图 5.2.2.2 增加干舷的位置 1 和位置 2

5.2.2.2 水平露天设计载荷

(1) 一般水平露天设计载荷

露天舱口盖的外侧裙板和舱口围板的水平露天设计载荷 p_A ， kN/m^2 ，应按下列式计算：

$$p_A = f_n f_c (f_b c_L C_w - z)$$

式中： $C_w = \frac{L}{25} + 4.1$ ， 对于 $L < 90\text{m}$ ；

$$= 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5}， 对于 90\text{m} \leq L < 300\text{m}；$$

$$= 10.75， 对于 300\text{m} \leq L < 350\text{m}；$$

$$= 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150} \right)^{1.5}， 对于 350\text{m} \leq L \leq 500\text{m}；$$

$$c_L = \sqrt{\frac{L}{90}}， 对于 L < 90\text{m}；$$

$$c_L = 1， 对于 L \geq 90\text{m}；$$

$$f_n = 20 + \frac{L_1}{12}， 对于无保护的前端舱口围板和舱口盖裙板；$$

$$f_n = 10 + \frac{L_1}{12}， 对于位于实际干舷甲板到夏季载重线的距离超过载重线公约规定的最小未修正表列$$

干舷至少一个标准上层建筑高度处且无保护的前端舱口围板和舱口盖裙板；

$$f_n = 5 + \frac{L_1}{15}， 对于两侧的舱口围板和舱口盖裙板、有保护的前端舱口围板和舱口盖裙板；$$

$$f_n = 7 + \frac{L_1}{100} - \frac{8x'}{L}， 对于船中之后的后端舱口围板和舱口盖裙板；$$

$$f_n = 5 + \frac{L_1}{100} - \frac{4x'}{L}， 对于船中之前的后端舱口围板和舱口盖裙板；$$

$L_1 = L$ ，但不必大于 300m；

$$f_b = 1.0 + \left(\frac{\frac{x'}{L} - 0.45}{C_b + 0.2} \right)^2, \text{ 当 } \frac{x'}{L} < 0.45 \text{ 时};$$

$$f_b = 1.0 + 1.5 \left(\frac{\frac{x'}{L} - 0.45}{C_b + 0.2} \right)^2, \text{ 当 } \frac{x'}{L} \geq 0.45 \text{ 时};$$

C_b ——方形系数, $0.6 \leq C_b \leq 0.8$, 对于船中之前后端舱口围板和舱口盖裙板, 取 C_b 不必小于 0.8;

x' ——所考虑的横向围板或舱口盖前后端裙板至船长 L 后端的距离, m; 对于两侧的舱口围板和舱口盖裙板, 在船长方向上划分为长度近似相等且不超过 $0.15L$ 的若干部分, x' 取每部分的中点至船长 L 后端的距离;

z ——夏季载重线到扶强材跨距中点或板中点的垂直距离, m;

$$f_c = 0.3 + 0.7 \frac{b'}{B'}, \text{ 其中 } \frac{b'}{B'} \text{ 应取不小于 } 0.25;$$

b' ——所考虑位置处的舱口围板宽度, m;

B' ——船舶的露天甲板在所考虑位置处的最大实际宽度, m。

水平露天设计载荷不得小于表 5.2.2.2 规定的最小值。

最小水平露天设计载荷 P_{Amin}

表 5.2.2.2

L	P_{Amin} kN/m ²	
	无保护前端处	其他位置
$\leq 50\text{m}$	30	15
$> 50\text{m}$	$25 + \frac{L}{10}$	$12.5 + \frac{L}{20}$
$< 250\text{m}$		
$\geq 250\text{m}$	50	25

(2) 适用于类型 2 船舶舱口围板的水平露天设计载荷

第一货舱舱口盖的前端横向舱口围板的压力 P_{coam} 应按下列各式计算:

$$P_{coam} = 220 \text{ kN/m}^2, \text{ 当按照本规范第 2-3 分篇第 2 章第 2 节[2.2.3]设置首楼时};$$

$$P_{coam} = 290 \text{ kN/m}^2, \text{ 其他情况};$$

其他舱口围板的压力 P_{coam} 应按下式计算:

$$P_{coam} = 220 \text{ kN/m}^2$$

注: 舱口盖直接计算时不必包含水平露天设计载荷 p_A 和 P_{coam} , 除非用于根据[5.2.9.2] (3) 来设计的舱口盖水平支撑底部结构。

5.2.2.3 货物载荷

(1) 均布载荷。由纵摇和垂荡 (例如船舶处于正浮状态) 引起的作用于舱口盖上的货物均布载荷 p_L , kN/m², 按按下式计算:

$$p_L = p_C (1 + a_V)$$

式中: p_C ——货物均布载荷, kN/m²;

a_V ——垂向加速度附加值, 按下式计算:

$$a_V = Fm;$$

$$F = \frac{0.11v_0}{\sqrt{L}};$$

$$m = m_0 - 5(m_0 - 1)\frac{x}{L}, \text{ 当 } 0 \leq \frac{x}{L} \leq 0.2;$$

$$m = 1.0, \text{ 当 } 0.2 < \frac{x}{L} \leq 0.7;$$

$$m = 1 + \frac{m_0 + 1}{0.3} \left[\frac{x}{L} - 0.7 \right], \text{ 当 } 0.7 < \frac{x}{L} \leq 1.0;$$

$$m_0 = 1.5 + F;$$

v_0 ——夏季载重线吃水时的最大速度，且取值不小于 \sqrt{L} ，kn。

(2) 集中载荷。由纵摇和垂荡（例如船舶处于正浮状态）引起的作用于舱口盖上的除集装箱载荷以外的货物集中载荷 P ，kN，应按下式计算：

$$P = P_s(1 + a_v)$$

式中： P_s ——集中力，kN；

a_v ——垂向加速度附加值。

5.2.2.4 集装箱载荷

(1) 当集装箱堆装在舱口盖上时，应采用（2）～（4）中所定义的载荷。

(2) 船舶正浮状态箱角载荷

由纵摇和垂荡（例如船舶处于正浮状态）引起的作用于舱口盖上集装箱堆垛的箱角处的载荷 P ，kN，应按下式计算：

$$P = 9.81 \frac{M}{4} (1 + a_v)$$

式中： a_v ——按[5.2.2.3]（1）中定义的垂向加速度附加值；

M ——集装箱堆垛最大设计质量，t。

(3) 船舶横倾状态箱角载荷

当集装箱堆装在舱口盖上，如图 5.2.2.4 所示，由纵摇、垂荡和横摇运动产生的载荷按下列公式计算：

$$A_z = 9.81 \frac{M}{2} (1 + a_v) \left(0.45 - 0.42 \frac{h_m}{b} \right)$$

$$B_z = 9.81 \frac{M}{2} (1 + a_v) \left(0.45 + 0.42 \frac{h_m}{b} \right)$$

$$B_y = 2.4M$$

式中： a_v ——垂向加速度附加值，按[5.2.2.3]进行计算；

M ——集装箱堆垛最大设计质量，t；

h_m ——在舱口盖顶板以上的集装箱堆垛重心的设计高度，m，可看作集装箱堆垛高度的加权平均值，其中每个集装箱的重心取在集装箱中心位置，
 $= \sum(z_i \cdot W_i) / M$ ；

z_i ——舱口盖顶到第 i 个集装箱的中心距离，m；

W_i ——第 i 个集装箱的质量，t；

b ——箱脚中心线间的距离，m；

A_z 、 B_z ——集装箱垂向堆角支反力；

B_y ——集装箱横向堆角支反力。

舱口盖强度评估时 A_z 和 B_z 的值应在舱口盖图纸上标明。

注：建议在计算货物（集装箱）系固时考虑按上述计算的载荷作为集装箱堆垛箱脚的最大值。

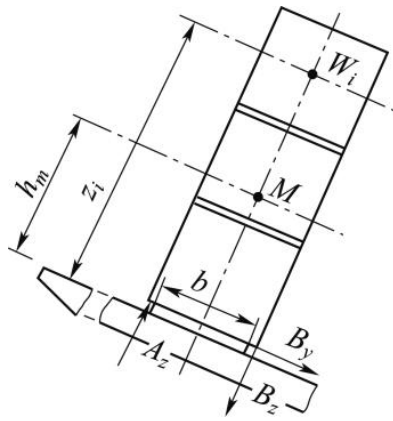


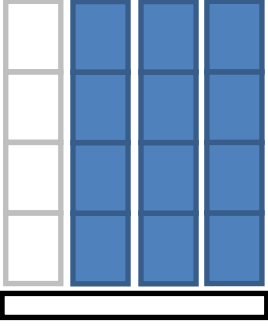
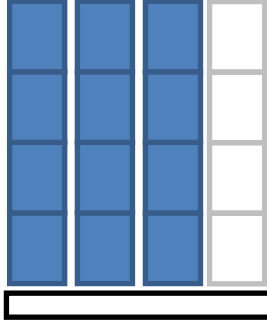
图 5.2.2.4

(4) 部分装载工况。上述 (2)、(3) 规定的载荷还应考虑实际运营中可能出现的非均匀装载状态，例如特定集装箱堆垛位置空载。对于部分装载工况中的每一个舱口盖，应考虑表 5.2.2.4 中的横倾方向。集装箱舱口盖部分装载工况可使用简单方法来评估，即最外层没有堆装集装箱且都全部都装载在舱口盖上的部分装载工况。如果集装箱堆垛由舱口盖和集装箱支柱共同支撑的，则这部分集装箱堆垛是可以忽略的，见表 5.2.2.4 集装箱舱口盖的部分装载。

另外，为了考虑舱口盖垂向支撑的最大载荷，在集装箱堆垛只由舱口盖和集装箱支柱共同支撑且为空置的工况是需要进行分析的。

当更多或不同的集装箱堆垛为空置时可能需要考虑校核部分装载工况。因此 CCS 可能要求校核除表 5.2.2.4 外的其他部分装载工况。

集装箱舱口盖的部分装载		表 5.2.2.4
横倾方向	←	→
舱口盖由纵向舱口围板支撑且所有集装箱堆垛均放置在舱口盖上时		
舱口盖由纵向舱口围板支撑且最外层集装箱堆垛由舱口盖和集装箱支柱共同支撑时		

横倾方向	←	→
舱口盖不由纵向舱口围板支撑（沿船宽方向货舱中部舱口盖）		

(5) 舱口盖上混装20'和40'集装箱。

对于集装箱混装工况（20'和40'集装箱），舱口盖盖板前后端的箱脚集中力不得大于40'集装箱的设计堆重引起的力；舱口盖盖板中间位置处箱脚集中力不得大于20'集装箱的设计堆重引起的力。

5.2.2.5 除上述[5.2.2.1]~[5.2.2.4]规定的载荷外，钢质风雨密舱口盖应考虑船体弹性变形引起横向载荷，且加载后的应力总和应不超过[5.2.5]中规定的许用应力。

5.2.3 钢质风雨密舱口盖结构净尺寸

5.2.3.1 局部净板厚

舱口盖顶板局部净板厚应不小于按下列各式计算所得之值，且不小于6mm：

$$t = 0.0158 F_p s \sqrt{\frac{p}{0.95 R_{eH}}}$$

$$t = 0.01s$$

式中： F_p ——拉伸和弯曲组合因子，按下列公式计算：

$$F_p = 1.5, \text{ 一般情况；}$$

$$F_p = 1.9 \frac{\sigma}{\sigma_a}, \text{ 对于主要支撑构件带板，当 } \frac{\sigma}{\sigma_a} \geq 0.8 \text{ 时；}$$

s ——扶强材间距，mm；

p —— p_H 和 p_L ，按[5.2.2]进行计算，kN/m²；

σ ——舱口盖顶板的最大正应力，N/mm²，根据图 5.2.3.1 选取；

σ_a ——许用应力，见表 5.2.5，N/mm²；

R_{eH} ——材料的屈服应力，N/mm²。

对于受压的翼板还应满足[5.2.6]对屈曲强度的要求。

当舱口盖承受轮印载荷时，舱口盖顶板的厚度还应满足第 2-3 分篇第 4 章第 5 节的有关要求。

双壳舱口盖和箱型桁材的底板板厚应通过本节 5.2.4 规定的直接计算来确定且应满足[5.2.5]规定的许用应力要求。当底板作为强力构件考虑时，底板的净尺寸应不低于5mm。当舱口盖上装载大件货时，底板的净厚度不得小于按下式计算的值，mm：

$$t = 6.5s$$

式中： s ——扶强材间距，m；

当底板不作为强度构件考虑时，该舱口盖的底板总厚度应不小于5mm。

注：大件货特指绑扎在舱口盖上大型或超大型货物。例如起重机、风力发电站和涡轮机等货物部件。该载荷可看作均布载荷。木材、管子和钢卷不必看作为大件货物。

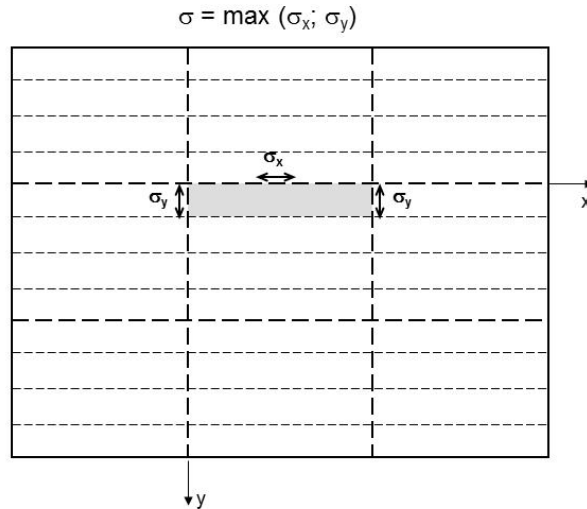


图 5.2.3.1

5.2.3.2 舱口盖扶强材应符合下列规定：

在均布载荷作用下，扶强材的净剖面模数 Z ， cm^3 、净剪切剖面面积 A_{shr} ， cm^2 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = \frac{psl^2}{f_{bc}\sigma_a}$$

$$A_{shr} = \frac{8.7psl}{\sigma_a} 10^{-3}$$

式中： l ——扶强材跨距， m ，视适用情况，取主要支撑构件的间距或主要支撑构件与边缘支撑之间的距离。当在所有普通骨材跨距的两端设有肘板时，普通扶强材跨距可减去肘板最小臂长的 $2/3$ ，但不大于总跨距的 10% ；

s ——扶强材间距， mm ；

p —— p_H 和 p_L ，按[5.2.2]进行计算， kN/m^2 ；

f_{bc} ——普通扶强材的边界系数，等于：

$f_{bc}=8$ ，对于普通扶强材两端简支或一端简支另一端固定的情况；

$f_{bc}=12$ ，对于普通扶强材两端固定的情况；

σ_a ——表 5.2.5 的许用应力， N/mm^2 。

对于双壳舱口盖底板的扶强材，由于不存在侧向载荷因此可不考虑上述要求。对于为压载或液体货物设计的双壳舱口盖，舱口盖底板的扶强材应根据 CCS 要求进行加强。

扶强材（U 型材/吊架除外）腹板的净厚度，不得小于 4mm 。

扶强材净剖面模数的计算基于带板宽度等于扶强材间距的假定。

对于平行于主要支撑构件的扶强材，在穿过主要支撑构件时应保持连续，同时可计入主要支撑构件剖面特性的计算。应验证扶强材上由主要支撑构件弯曲和侧向压力产生的组合应力不超过[5.2.5]规定的许用应力。当舱口盖底板不作为强度构件时，其扶强材可不必考虑此条要求。

对于受压的舱口盖扶强材，应按[5.2.6]的规定校核侧向和扭转屈曲强度。

当舱口盖承受轮印载荷时应满足第 2-3 分篇第 4 章第 5 节的有关要求；当舱口盖承受集中载荷时，舱口盖扶强材尺寸可通过直接计算来确定且应满足[5.2.5]规定的许用应力要求。

5.2.3.3 主要支撑构件的净尺寸应符合下列规定：

(1) 主要支撑构件尺寸应按[5.2.4]规定的直接计算来确定且应满足[5.2.5]规定的许用应力要求。

主要支撑构件的所有部分应按[5.2.6]来验证其具有足够的安全性来抵抗屈曲。应验证[5.2.6.3](2)规定的有效宽度以内的双向受压翼板的屈曲强度。

主要支撑构件腹板的净厚度应不小于按下列各式计算所得之值， mm ：

$$t = 6.5s \times 10^{-3}$$

$$t_{min} = 5$$

式中：s——扶强材间距，mm；

(2) 舱口盖裙板的净尺寸应符合下列规定：

应根据[5.2.4]对裙板的尺寸进行验证且应满足[5.2.5]规定的许用应力要求。

暴露于海水冲刷的外侧裙板的净厚度应不小于按下列各式计算所得之值，mm：

$$t = 0.0158s \sqrt{\frac{p_A}{0.95R_{eH}}}$$

$$t = 8.5s \times 10^{-3}$$

$$t_{min} = 6$$

式中：s——扶强材间距，mm；

p_A ——水平露天设计载荷，按[5.2.2]进行计算，kN/m²；

裙板的惯性矩要求参见[5.2.9.1] (4)。

5.2.4 强度计算

舱口盖的应力应采用有限元分析确定。

本节中的应力计算模型将分别用于[5.2.5]和[5.2.6]的屈服强度和屈曲强度评估。

应使用[5.2.1.5]中定义的净尺寸。

5.2.4.1 有限元计算方法的一般要求

舱口盖的有限元强度计算，应尽量按实际情况对舱口盖几何特性进行模拟。在任何情况下，单元的宽度应不大于扶强材的间距。在载荷传递节点和开口处，网格划分要尽可能良好。

主要支撑构件腹板的单元高度不得超过腹板高度的 1/3，需对支撑承受侧向载荷的板的扶强材进行理想化模拟。扶强材可采用梁单元、或壳/板单元来进行模拟。屈曲加强筋在应力计算分析时可忽略。

图 5.2.4.1 所示装有 U 型扶强材的舱口盖需要做等效有限元分析。在扶强材横剖面，节点需位于 U 型扶强材腹板与舱口盖之间连接处，也需位于 U 型扶强材腹板和翼板连接处。

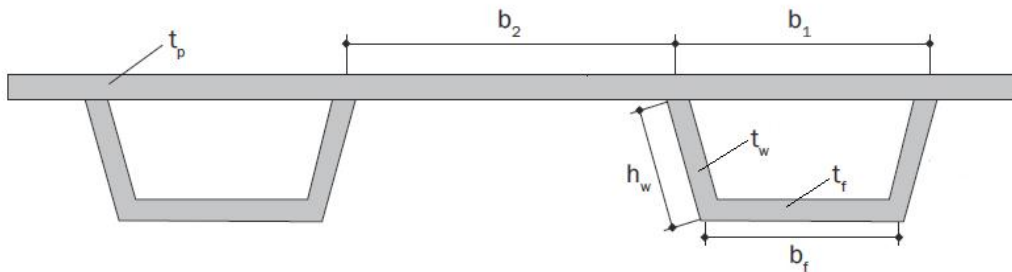


图 5.2.4.1 装有 U 型扶强材的舱口盖

(1) 坐标系统采用右手坐标系：

x 轴沿纵向，以船首为正方向；

y 轴沿横向，以左舷为正方向；

z 轴沿型深方向，向上为正方向。

(2) 有限元分析时，结构尺寸应基于净厚度。

(3) 有限元模型范围按如下要求确定：

(a) 如舱口盖的桁材、载荷和支承边界条件只对称于 x 轴或 y 轴，则可取舱口盖的 1/2 进行校核；

(b) 如舱口盖的桁材、载荷或支承边界条件不对称于任何一个轴，则应取舱口盖整体进行强度校核，如图 5.2.4.2。

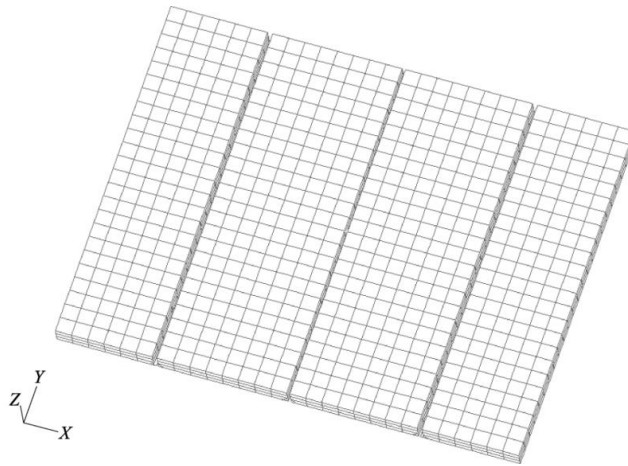


图 5.2.4.2 舱口盖有限元模型

- (4) 模型单元应符合以下要求:
- (a) 舱口盖的所有板材、桁材和扶强材均应包含在有限元模型中;
 - (b) 所有板材,如顶板、底板、肘板、主要支撑构件的腹板、面板等用板单元模拟,且尽量避免采用三角形单元;
 - (c) 所有扶强材用梁单元、杆单元或板单元模拟;
- (5) 单元网格尺寸控制如下:
- (a) 网格间距不应大于骨材间距;
 - (b) 桁材在垂直方向上应布置不少于 3 个单元;
 - (c) 三角形或四边形单元的角度不应小于 60° 也不应大于 120° 。
- (6) 边界条件按如下要求确定:
- (a) 如舱口盖的桁材和载荷对称于 xz 平面,则对称面内节点的纵向位移为 0,绕 y 、 z 两个坐标轴的角位移为 0,即 $\delta_x = \theta_y = \theta_z = 0$ (如图 5.2.4.3);
 - (b) 如舱口盖的桁材和载荷对称于 yz 平面,则对称面内节点的横向位移为 0,绕 x 、 z 两个坐标轴的角位移为 0,即 $\delta_y = \theta_x = \theta_z = 0$ (如图 5.2.4.3);
 - (c) 支承处的节点一般应约束 z 向的线位移,即 $\delta_z = 0$;
 - (d) 应按照限位器限制的方向约束其线位移;
 - (e) 如舱口盖是折叠式的,则铰链处应设置为 z 向位移刚性关联。

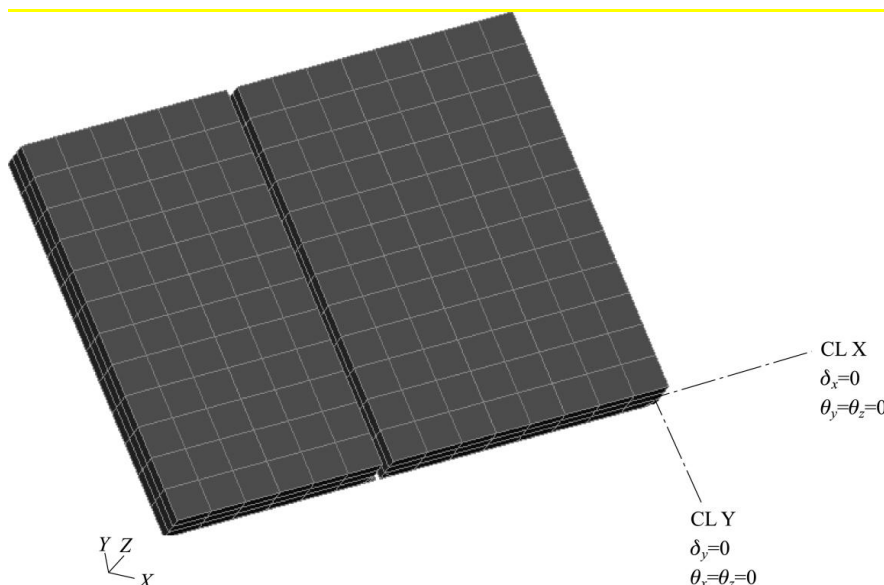


图 5.2.4.3 舱口盖模型的边界条件

5.2.5 舱口盖结构强度屈服和变形衡准

5.2.5.1 许用应力

所有舱口盖结构构件应符合以下公式：

$$\sigma_{vm} \leq \sigma_a \text{ 对于板单元；}$$

$$\sigma_{axial} \leq \sigma_a \text{ 对于杆单元或者梁单元。}$$

式中： σ_a ——表格 5.2.5.1 中的许用应力；

R_{eH} ——材料屈服应力；

σ_{vm} ——等效应力可按下列公式计算，N/mm²：

$$\sigma_{vm} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \cdot \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau^2}$$

式中： σ_x —— x 向的正应力，N/mm²

σ_y —— y 向的正应力，N/mm²

τ —— x - y 面内的剪切应力，N/mm²

σ_{axial} ——杆单元或者梁单元的轴向应力，N/mm²

当采用有限元方法的壳单元进行强度分析时，应力应从单元的中心处进行选取；需要特别关注的是，在非对称桁材的翼板处，应力从单元中心读取可能会导致偏于危险的结果。因此，在这种情况下网格需要足够细化，或从单元四边读取的应力不大于许用应力。当选用壳单元进行分析时，应选取单元中面应力。

对于屈服应力为390 N/mm²的钢材，计算时 R_{eH} 取368 N/mm²。

结构应力集中的评估，根据实际情况进行控制。

许用应力

表 5.2.5.1

构件	承受载荷	σ_a , N/mm ²
舱口盖结构	外部压力，定义见[5.2.2.1]	$0.80R_{eH}$
	其他载荷，定义见 [5.2.2.2]~[5.2.2.5]	对于静载荷+动载荷 $0.90R_{eH}$ 对于静载荷 $0.72R_{eH}$

5.2.5.2 变形

主要支撑构件由于[5.2.2]所规定载荷作用产生的垂向变形应不大于 $0.0056l_g$ ，其中 l_g 是主要支撑构件的最大跨距。

注：舱口盖上安排载运集装箱且允许混合堆装时，即在两个 20' 集装箱的上方堆装一个 40' 集装箱，应注意舱口盖的挠度。还应考虑由于舱口盖变形与舱内货物发生可能的碰触。

5.2.6 舱口盖结构的屈曲要求

5.2.6.1 一般要求

所有的舱口盖结构都要进行屈曲强度校核。屈曲评估应采用本分篇第 8 章的要求进行。

屈曲校核应采用[5.2.1.5]定义的净尺寸进行。

5.2.6.2 长细比要求

长细比要求应符合本分篇第 8 章第 2 节中的规定。长细比要求不需要应用于双壳舱口盖的下边界，除非该货舱设计用于运输压载或液体货物。

对无侧向支撑的构件跨距大于 3m 时，主要支撑构件面板的宽度应不小于高度的 40%。与面板连接的防倾肘板可作为主要支撑构件的侧向支撑。

5.2.6.3 屈曲要求

(1) 这些要求适用于舱口盖结构承受压应力、剪应力和侧向压力的屈曲评估。下列结构单元都应进行屈曲评估：

- 加筋和非加筋板格，包括曲板和采用 U 型材的面板；
- 开口处主要支撑构件的腹板

舱口围板的屈曲强度评估应满足本条要求。

板格类型和评估方法、侧向压力的施加、应力、安全系数和屈曲校核衡准见[5.2.6.3] (2) ~[5.2.6.3] (5)。屈曲评估的程序和详细要求在本分篇第 8 章第 4 节中给出，包括不规则板格的理想化，参考应力和屈曲衡准的定义。

除非另有规定，[5.2.6.3]中使用的符号在本分篇第 8 章中定义。

(2) 板格类型和评估方法

舱口盖结构的板格应模拟成本分篇第 8 章第 4 节[4.2]定义的为加筋板格(SP)或者非加筋板格(UP)。应按照表 5.2.6.3 (1)、图 5.2.6.3 (1) 和图 5.2.6.3 (2) 的规定，使用本分篇第 8 章第 1 节[1.1.3]中定义的方法 A 和方法 B 进行评估。对于具有开孔的腹板板格，屈曲评估时应使用开孔的评估程序。

对装有 U 型骨材的舱口盖，应根据本分篇第 8 章第 5 节[5.8]中装有 U 型骨材板格的具体要求进行额外屈曲评估。

结构构件和评估方法表

5.2.6.3 (1)

结构单元	评估方法 ⁽¹⁾⁽²⁾	常规板格定义
舱口盖顶板/底板结构，见图 5.2.6.3 (1)		
舱口盖顶板、底板	SP-A	长度：横向桁材之间 宽度：纵向桁材之间
不规则加筋板格	UP-B	局部骨材/PSM 之间的板
舱口盖主要支撑构件腹板，见 5.2.6.3 (2)		
横向/纵向桁材腹板 (单壳形式)	UP-B	局部骨材/面板、PSM 之间的板
横向/纵向桁材腹板 (双壳形式)	SP-B ⁽³⁾	长度：PSM 之间 宽度：完整腹板高度
带开孔的腹板板格	开孔评估程序	局部骨材/面板、PSM 之间的板
不规则加筋板格	UP-B	局部骨材/面板、PSM 之间的板
注 1：SP 和 UP 分别代表加筋板格和非加筋板格。		
注 2：A 和 B 分别代表方法 A 和方法 B。		
注 3：如横向/纵向桁材腹板上不规则的布置了屈曲筋/肘板，可使用 UP-B 方法。		

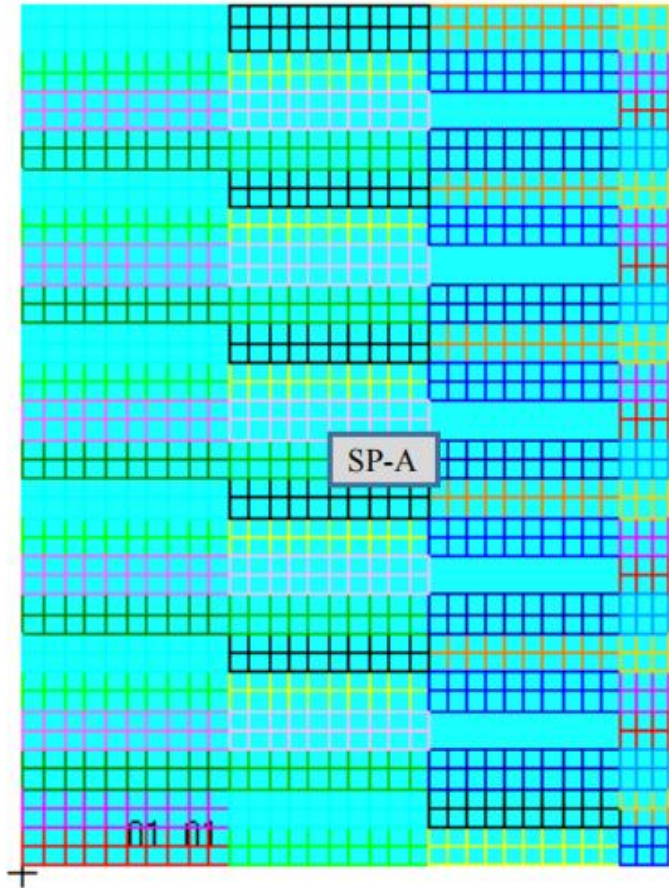


图 5.2.6.3 (1)

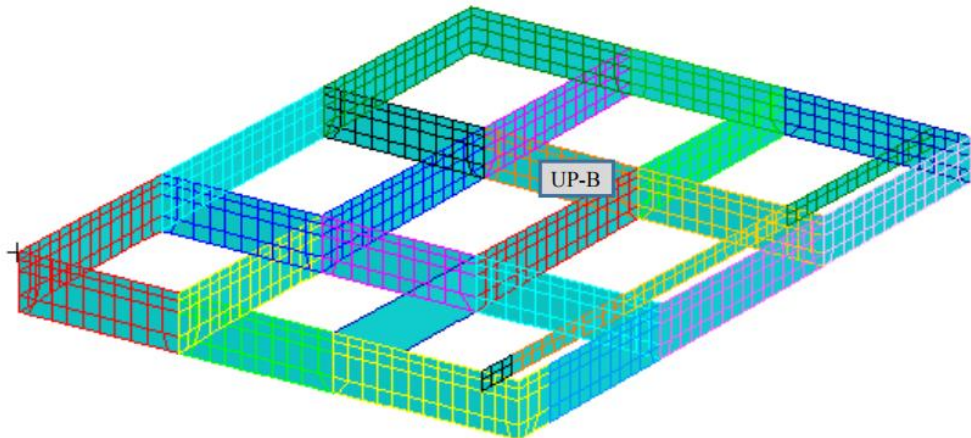


图 5.2.6.3 (2)

(3) 施加的侧向压力和应力

舱口盖的屈曲评估基于[2.1]和[2.2]定义的侧向压力和根据[5.2.4]进行有限元分析获得的应力。

(4) 安全因子

对于所有舱口盖结构构件,安全因子 $S=1.0$ 适用于本分篇第 8 章第 5 节[5.3]和本分篇第 8 章第 5 节[5.4]分别定义的板和加强筋屈曲能力公式。

(5) 屈曲衡准

如果一个结构单元满足以下的衡准,则认为其具有可接受的屈曲强度:

$$h_{act} \leq h_{all}$$

式中： η_{act} ：基于所施加应力的屈曲利用因子，本分篇第 8 章第 1 节[1.2.2]和本分篇第 8 章第 4 节中所定义和根据本分篇第 8 章第 5 节计算。

h_{all} ：许用屈曲利用因子，见表 5.2.6.3（5）

许用屈曲利用因子

表 5.2.6.3（5）

结构单元	承受载荷	η_{all} ,许用屈曲利用因子
板和骨材	外部压力, 定义见[5.2.2.1]	0.80
主要支撑构件腹板	其他载荷, 定义见[5.2.2.2]~[5.2.2.5]	0.90, 对于静载荷+动载荷 0.72, 对于静载荷

5.2.7 舱口盖细节要求

5.2.7.1 舱口盖上的集装箱基座

舱口盖上的集装箱基座应符合第 2-2 分篇第 3 章第 2 节的有关要求。在[5.2.2]规定的货物载荷及集装箱载荷的作用下，集装箱基座的支持结构的计算应力应符合[5.2.5]的要求。

5.2.7.2 风雨密性

除以下要求外，舱口盖还应满足 IACS Rec.14 的有关要求。

(1) 衬垫材料(一般要求)

密封衬垫材料应适合于船舶所有预期的航行工况，且适合于所要载运的货物。所选密封衬垫材料的尺寸和弹性应能承受可能产生的变形，外力应仅由钢结构承受。

应对密封衬垫进行压紧来实现舱口盖在所有预期操作条件下的有效密封。对于舱盖与船体结构之间，或各盖板之间有较大相对运动的船舶，密封衬垫应予以特殊考虑。

(2) 风雨密衬垫的免除

对于仅运输集装箱的货舱舱口盖，如船东要求并符合下述条件，则[5.2.7.2]对于风雨密密封衬垫的要求可以免除：

舱口围板的高度应不小于 600mm。

- 露天甲板舱口盖位于深度 $H(x)$ 以上的部位， $H(x)$ ，m，应符合下述计算标准：

$$H(x) \geq T_b + f_b + h$$

式中： T_b ——与勘定的夏季载重线相应的吃水，m；

f_b ——最小要求干舷，m，按修订后的载重线公约 ICLL Reg.28 确定；

$$h = 4.6m \text{ 当 } \frac{x}{L_L} \leq 0.75 ;$$

$$h = 6.9m \text{ 当 } \frac{x}{L_L} > 0.75 ;$$

- 围板处贴近每一板格的边缘应装上曲径式密封、排水挡板或其他等效装置，这些开口的净剖面尺寸应尽可能小。
- 如舱口用多块舱口盖板覆盖，盖板之间间隙的净开口宽度应不大于50mm。
- 曲径式密封与舱口盖板之间的间隙应视为完整稳性和破损稳性计算要求的未被保护的开口。
- 对于货舱的排水和必要的消防系统应参照本规范第8分篇第6章的相关要求。
- 安装非风雨密舱口盖的货舱应配备舱底水报警器。
- 此外，集装箱载运危险货物的积载和隔离应符合IMO MSC/Circ.1087的第三章的要求。

(3) 多板格舱口盖的交叉连接处应提供有效的排水布置。

5.2.8 舱口盖的舱口围板要求

5.2.8.1 舱口围板的净厚度应不小于按下列各式计算所得之值，mm：

(1) 类型 1 船舶：

$$t = 0.0142s \sqrt{\frac{p_A}{0.95R_{eH}}}$$

$$t_{\min} = 6 + \frac{L_1}{100}$$

(2) 类型 2 船舶：

$$t = 0.016s \sqrt{\frac{p_{coam}}{0.95R_{eH}}}$$

$$t_{\min} = 9.5$$

式中： s ——扶强材间距，mm；

p_A ——水平露天设计载荷，按[5.2.2.2] (1) 进行计算，kN/m²；

p_{coam} ——水平露天设计载荷，按[5.2.2.2](2)进行计算，kN/m²；

$L_1 = L$ ，不必大于 300 m。

在船中 0.4L 区域内连续的纵向舱口围板，还应满足第 2-1 分篇第 5 章的有关要求。

5.2.8.2 舱口围板扶强材应满足下述要求：

舱口围板扶强材应在舱口围撑板处保持连续。

两端约束扶强材的净剖面模数 Z ，cm³、净剪切面积 A_{shr} ，cm² 应不小于按下列各式计算所得之值：

(1) 类型 1 船舶：

$$Z = \frac{p_A s l^2}{f_{bc} R_{eH}}$$

$$A_{shr} = \frac{p_A s l}{R_{eH}} 10^{-2}$$

式中： f_{bc} ——一般为 12，对于在围板角隅处，扶强材端部削斜时取 8；

l ——扶强材跨距，m，取为舱口围撑板间距；

s ——扶强材间距，mm；

p_A ——水平露天设计载荷，按[5.2.2.2](1)进行计算，kN/m²；

对于舱口角隅处削斜的围板扶强材，其固定支撑处的剖面模数和剪切面积应增加 35%，在削斜扶强材端部的围板总厚度应不小于，mm：

$$t_{gr} = 19.6 \sqrt{\frac{p_A s (l - 0.0005s)}{1000 R_{eH}}}$$

(2) 类型 2 船舶:

$$Z = 1.21 \frac{p_{coam} s l^2}{f_{bc} c_p R_{eH}}$$

式中: f_{bc} ——一般为 16,

对于在围板角隅处, 扶强材端部削斜时取 12;

l ——扶强材跨距, m;

s ——扶强材间距, mm;

p_A ——水平露天设计载荷, 按[5.2.2.2](1)进行计算, kN/m²;

p_{coam} ——水平露天设计载荷, 按[5.2.2.2](2)进行计算, kN/m²;

c_p ——普通扶强材塑性剖面模数与弹性剖面模数之比, 其带板宽度, mm, 等于 40t, t 为带板的净厚度;

c_p ——1.16, 如无更精确的估算时取此值。

在船中 0.4L 区域内连续的纵向舱口围板, 其水平扶强材还应满足第 2-1 分篇第 5 章的有关要求。

5.2.8.3 舱口围撑板用来传递载荷, 除满足[5.2.5]规定的许用应力要求外, 还应满足下述要求:

(1) 舱口围撑板剖面模数和腹板厚度

对位于甲板连接处的具有折边或面板的梁式舱口围撑板 (如图 5.2.8.3 的例 1 和 2), 其净剖面模数 Z, cm³和总厚度 t_w , mm 应不小于按下式计算所得之值:

$$Z = \frac{p s_c H_c^2}{1.9 R_{eH}}$$

$$t_w = \frac{2 p s_c H_c}{h R_{eH}}$$

式中: H_c ——舱口围撑板的高度, m;

s_c ——舱口围撑板间距, mm;

h ——与甲板连接处的撑板深度, mm;

p ——水平露天设计载荷, kN/m²: 当为一般载荷时, p_A 按[5.2.2.2](1)进行计算; 当为类型 2 船舶时, 取为 p_{coam} , 按[5.2.2.2](2)进行计算。

对于如图 5.2.8.3 例 3 和 4 的其他型式舱口围撑板, 应采用交叉梁分析或有限元方法来确定其尺寸, 并满足[5.2.5]的强度衡准。

舱口围撑板应由适当的支持结构支撑。计算舱口围撑板的剖面模数时, 仅当撑板有适当的支持结构且焊接提供足够连接时, 其面板面积方可计入。

腹板与甲板的焊接应采用双面连续焊, 焊喉应不小于 0.44 t_w 。

对于类型 2 船舶, 舱口围撑板腹板趾端与甲板板的连接应采用全熔透焊或 K 形部分熔透焊, 延伸距离不小于撑板宽度的 15%。对于其他船舶, 舱口围撑板下端的腹板趾部焊喉大小应符合本分篇第 1 章的有关要求。

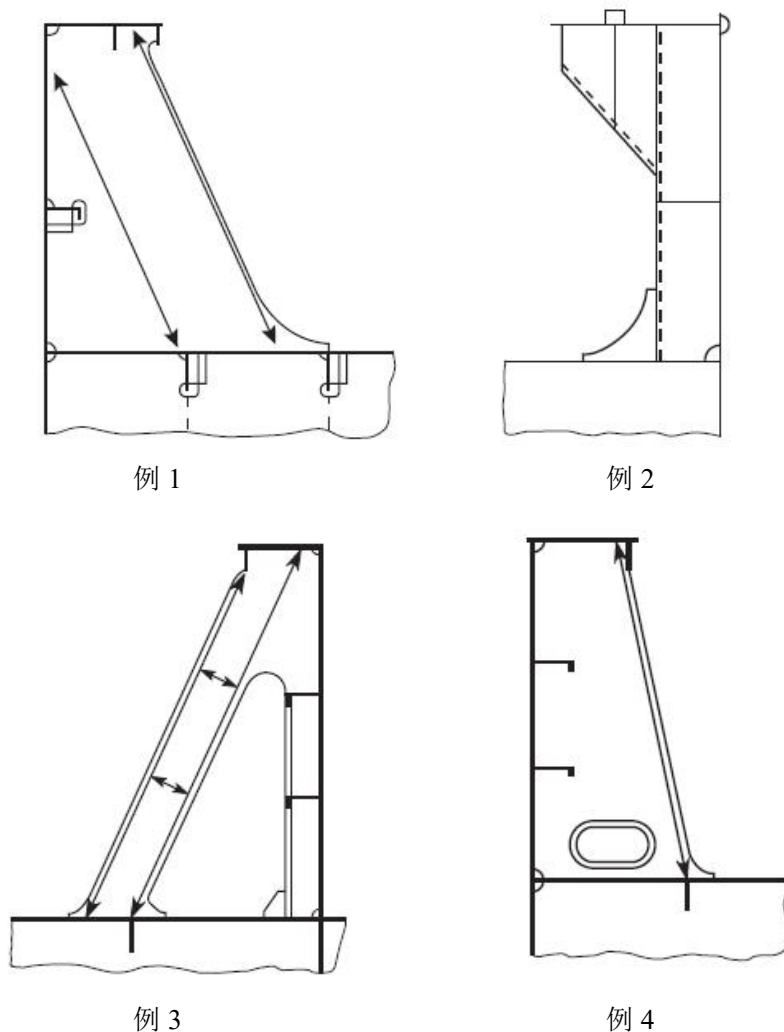


图 5.2.8.3 舱口围撑板举例

(2) 对于传递舱口盖支撑摩擦力的舱口围撑板，应对其疲劳强度进行考虑。

5.2.8.4 舱口围板还应符合下述要求：

- (1) 作为船体纵向结构部分的舱口围板，在设计时应满足第 2-1 分篇第 5 章总纵强度的有关要求。
- (2) 焊接到舱口围板上的结构构件和舱口围板上的顶部开口应具有足够的疲劳强度。
- (3) 在长度大于 $0.1L$ 的连续纵向舱口围板的两端应设置斜肘板或等效的过渡结构和相应的支持结构。在这些肘板的端部应采用长度为 300mm 的全焊透焊缝将其连接到甲板上。
- (4) 局部细节的设计应能将舱口盖上的载荷传递到舱口围板，并通过其传递到以下的甲板结构之上。舱口围板及其支撑结构应进行足够加强来承受来自舱口盖的纵向、横向及垂向载荷。应检查甲板下结构能承受撑板所传递的载荷。除非另外说明，焊接和材料应符合 CCS 的有关要求。
- (5) 对于在甲板上载运货物(例如木材、煤或焦炭)的船舶，撑板的间距应不大于 1.5m 。
- (6) 舱口围板应延伸到甲板横梁的下边缘或舱口边桁材安装在甲板横梁的下边缘，延伸的舱口围板或舱口边桁材且应有折边或设置面板或半圆钢。见图 5.2.8.4。

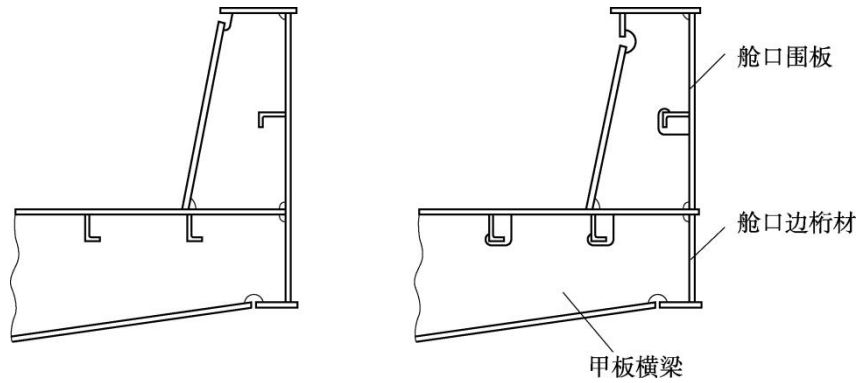


图 5.2.8.4 舱口围板的延伸

(7) 舱口围板的排水布置应符合以下要求:

如果通过布置排水挡板或将舱口侧围板和端围板沿垂向进行延伸, 将排水沟布置在密封线以内, 则应在排水沟的适当位置提供排水孔。

舱口围板的排水口的布置应与应力集中区域(如舱口角隅, 起重机支柱过渡区域)保持足够的距离。

排水口应布置在排水沟的端部, 并应采用止回阀来防止水从外部倒流进去。另外, 消防软管不能与排水口相连接。

如在舱口盖和船舶结构的钢材之间存在连续的外部接触面, 则在钢材接触面与密封件之间的空间亦应有排水设施。

5.2.9 钢质风雨密舱口盖的封闭装置

5.2.9.1 紧固装置

(1) 一般要求

在舱口盖与舱口围板之间以及在交叉接头处, 应通过紧固装置产生足够的密封线压力, 以保持风雨密。紧固装置应能承受由于船体变形所引起的舱口盖与舱口围板间的相对位移。

紧固装置应保证结构可靠, 并牢固地与舱口围板、甲板或舱口盖连接。每块舱口盖上的各紧固装置应具有大致相同的刚性。根据[5.2.3.3](2)的要求, 舱口盖(包括由多个部分组成的舱口盖)的每一侧都应配备足够数量的紧固装置。

限位块、紧固装置的材料以及其焊接材料均应符合 CCS《材料与焊接规范》的有关要求。材料的技术规格应在舱口盖的图纸上标示出。

(2) 杆状压紧器

如采用杆状压紧器, 则应设置减振垫片或弹性垫块。

(3) 液压式压紧器

如采用液压式压紧器, 则应有可靠措施, 以确保当液压系统出现故障时, 在关闭位置处仍能保持机械锁紧。

(4) 紧固装置的横剖面面积

紧固装置的实际横剖面面积应不小于, cm^2 :

$$A = 0.28qS_{SD}k_1$$

裙板要有足够的刚度来支撑紧固装置之间的密封线压力, cm^4 。裙板的惯性矩应不小于:

$$I = 6qs_{SD}^4$$

式中: q ——密封线压力, N/mm , 不小于 5N/mm ;

S_{SD} ——紧固装置间距，m，应取不小于 2m；

$$k_l = \left(\frac{235}{R_{eH}}\right)^e$$

R_{eH} ——材料的屈服应力，N/mm²，但 R_{eH} 应取不大于 $0.7R_m$ ；

R_m ——材料的抗拉强度，N/mm²；

$$e=0.75 \quad \text{当 } R_{eH} > 235 \quad \text{N/mm}^2;$$

$$e=1.00 \quad \text{当 } R_{eH} \leq 235 \quad \text{N/mm}^2;$$

舱口面积超过 5m²时，固定杆或螺栓的实际直径应不小于 19mm。

对于会产生显著弯曲和剪切应力的特殊设计的紧固装置，可按本条[5.2.9.1](5)的止跳装置来设计。

设计载荷为密封线压力 q 与紧固装置距离 S_{SD} 的乘积。

(5) 止跳装置

对于其上系固货物的舱口盖的紧固装置，应根据[5.2.2.4]中载荷确定的提升力来进行设计，如图 5.2.9.1(1)。应考虑在实际中可能遇到的不对称载荷。在这些载荷作用下，紧固装置中的等效应力不能超过，N/mm²：

$$\sigma_v = \frac{150}{k_l}$$

式中： k_l 同本条 (4)。

注：对于防止舱口盖翻转，表 5.2.2.4 中的部分装载工况可能不能涵盖所有非对称装载的最危险情况。

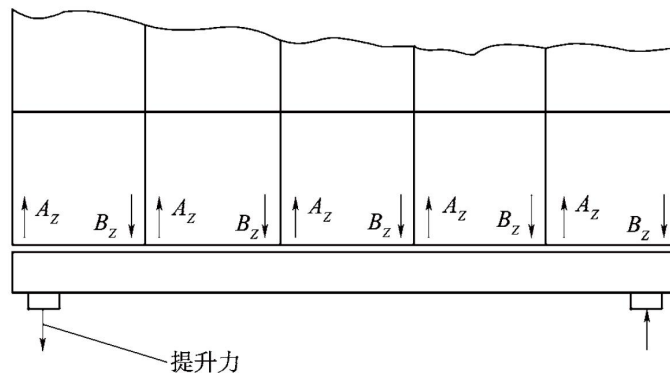


图 5.2.9.1(1) 舱口盖的提升力

止跳装置的免除应参照以下要求：

如果没有由于船舶横摇造成的舱口盖的提升，则舱口盖的紧固装置可以免除。在这种情况下，应经过交叉梁分析或有限元分析证明舱口盖达到平衡状况，垂向的舱口盖支撑应使用只受压的边界单元。如果紧固装置被免除，横向舱口盖导轨的有效高度应达到在舱口盖支撑以上 h_E ，如图 5.2.9.1(2)， h_E 应不

小于, mm:

$$h_E = 1.75(2se + d^2)^{0.5} - 0.75d$$

$$h_{E \min} = \text{舱口盖边板高度} + 150$$

式中: e ——横向舱口盖导轨的内侧与舱口盖边板的最大距离, mm;

s ——横向舱口盖导轨间的总间隙, $10 \leq s \leq 40$, mm;

d ——横向限位块的上边界与舱口盖支撑的距离, mm;

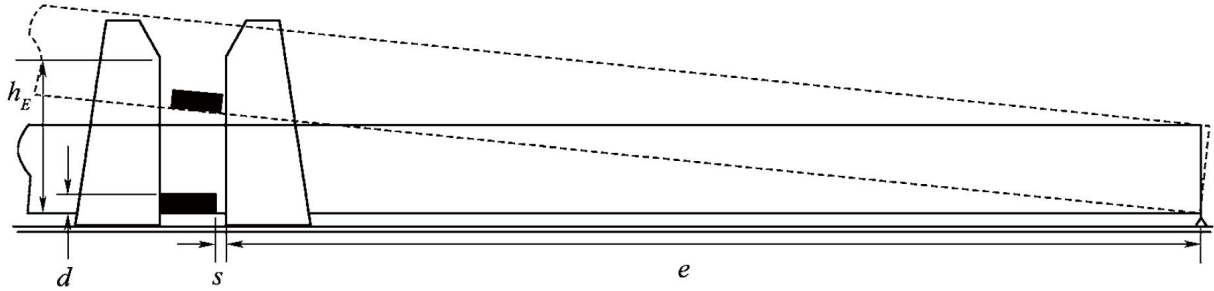


图 5.2.9.1(2) 横向舱口盖导轨的高度

横向舱口盖导轨及其支持结构的尺寸应按照横向载荷作用在高度 h_E 计算。

5.2.9.2 舱口盖支承、限位块及支持结构

(1) 水平质量力

出于舱口盖支撑结构设计, 水平质量力应按下列式计算:

$$F_h = ma$$

式中: F_h ——水平质量力;

$$a_x = 0.2g \text{ 纵向};$$

$$a_y = 0.5g \text{ 横向};$$

m ——舱口盖上所系固货物的质量和舱口盖的质量总和;

纵向和横向加速度可不必同时考虑。

(2) 舱口盖支承

为传递由[5.2.2]中工况以及[5.2.9.2](1)中水平质量力所引起的支撑力, 应保证支承的标称表面压力一般不超过下列式计算所得之值, N/mm^2 :

$$p_{n \max} = dp_n$$

式中: $d = 3.75 - 0.015L$

$$d_{\max} = 3.0$$

$$d_{\min} = 1.0, \text{ 一般情况}$$

$$d_{\min} = 2.0, \text{ 对部分装载工况, 见[5.2.2.5]}$$

P_n ——许用标称表面压力，见表 5.2.9.2。

许用标称表面压力 P_n

表 5.2.9.2

支承材料	如下作用力时的 $P_n(\text{N}/\text{mm}^2)$	
	垂向力	水平力(在限位块上)
船体结构钢	25	40
淬火钢	35	50
低摩擦系数材料	50	—

对于不易发生相对位移的金属支承表面，其最大标称表面压力为， N/mm^2 ：

$$p_{n\max} = 3p_n$$

注：当设备商能够证明舱口盖垂向支撑结构的材料具有足够的力量承载更大的表面标称压力时，CCS 可对许用标称表面应力进行放宽。其中载荷不但应包括静载荷还应考虑具有足够应力循环相对运动的动载荷。另外，需对垂向载荷和相关水平运动的长期分布谱进行假定并取得 CCS 批准。

支承的图纸应提交批准。支承的图纸中必须标明材料制造厂商所给出的最大许用压力。

如预期在支承表面会产生较大的相对位移，则建议采用具有低摩擦特性的材料。

支承的支持结构的设计应使其压力均匀分布。

无论限位块如何进行布置，支承必须能在纵向和横向传递下述载荷 P_h ：

$$P_h = \mu \frac{P_v}{\sqrt{d}}$$

式中： P_v ——垂向支撑力；

μ ——摩擦系数；

$\mu=0.5$ ，钢对钢；

对于非金属，低摩擦特性的支承材料对钢之间的摩擦系数 μ 可以减少，但应不小于0.35，并需令CCS满意；

支承、邻近结构以及支持结构的许用应力应不超过[5.2.5]中的要求。

对于承受水平力 P_h 的支承的支持结构和邻近结构，应对其疲劳强度进行考虑。

(3) 舱口盖限位块

应对舱口盖进行充分地压紧来防止水平移动。对于其上装载货物的舱口盖，应设有限位块。

限位块及其支持结构的尺寸由[5.2.2.2]产生的载荷和本条[5.2.9.2] (1)中载荷的大者确定。

舱口盖和舱口围板上的限位块及其支持结构的许用应力应根据[5.2.5]确定。另外，应考虑本条[5.2.9.2](2)的要求。

特别对于类型2船舶，应遵守以下附加要求：

舱口盖应通过制动器有效锁紧，以可承受175KN/m²压力产生的横向力。

除第 1 舱舱口盖外，舱口盖应通过制动器有效锁紧，以可承受 175 kN/m² 压力产生的作用于首端的纵向力。

第 1 舱舱口盖应通过制动器有效锁紧，以可承受 230 kN/m² 压力产生的作用于首端的纵向力。如按 GBS 规范 2-3 分篇第 2 章第 2 节[2.2.3]设置首楼，该压力可减小到 175kN/m²。

制动器、支撑结构和制动器焊缝的焊喉计及的等效应力应等于或小于许用值 $0.8R_{CH}$ 。

5.2.10 腐蚀增量和换新

5.2.10.1 舱口盖和舱口围板的腐蚀增量

舱口盖构件的尺寸要求采用下列一般腐蚀增量 t_c ，见表 5.2.10.1。

舱口盖和舱口围板的腐蚀增量 t_c

表 5.2.10.1

适用	结构	t_c [mm]
集装箱船、汽车运输船、纸张运输船以及客船的露天甲板舱口	舱口盖	1.0
	舱口围板	1.5 当 $t \leq 10$
		$\frac{0.1t}{\sqrt{K}} + 0.5$ ，但不大于 3 当 $t > 10$
类型 2 船舶的露天甲板舱口	舱口盖，一般情况	2.0
	双壳舱口盖的顶板和底部板	2.0
	双壳舱口盖的内部结构	1.5
	舱口围板和围板撑板	1.5
其他船舶的露天甲板舱口	舱口盖，一般情况	2.0
	双壳舱口盖的顶板和底部板	1.5
	双壳舱口盖和封闭箱型横梁的内部结构	1.0
	不作为船体纵向构件的舱口围板	1.5
	作为船体纵向构件的舱口围板	1.5 当 $t \leq 10$
		$\frac{0.1t}{\sqrt{K}} + 0.5$ ，但不大于 3 当 $t > 10$
围板撑板和扶强材	1.5	

注： t ：规范要求的舱口围板的净厚度；

K ：材料系数。

5.2.10.2 换新

当测量厚度小于 $t_{net} + 0.5 \text{ mm}$ 时，以下结构构件需进行换新：

- 单壳舱口盖
- 双壳舱口盖的板
- 表 5.2.10 中给出腐蚀增量的舱口围结构

当测量厚度在 $t_{net} + 0.5 \text{ mm}$ 和 $t_{net} + 1.0 \text{ mm}$ 之间时，可采用涂装（按照涂层制造商的要求）或年度测厚的措施替代换新。涂装应保持在“良好”状态，“良好”的定义见第 1 篇第 5 章 5.1.5.1(15)。

当 CCS 验船师根据舱盖板腐蚀和变形情况，对舱口盖顶板或底板换新或认为有必要时，应对双壳舱口盖的内部结构进行测厚，如测量厚度小于 t_{net} ，内部结构应要求换新。

当腐蚀增量 $t_c = 1.0 \text{ mm}$ 时，钢材换新的厚度是 t_{net} ，当测量厚度在 t_{net} 和 $t_{net} + 0.5 \text{ mm}$ 之间时，可通过采用涂装或年度测厚的措施替代换新。

对于表 5.2.10 中没有给出腐蚀增量的舱口围结构，钢板换新和涂装或年度测厚应符合 CCS 的相关规定。

5.3 钢质箱型舱口盖

5.3.1 钢质箱型舱口盖的设计载荷

5.3.1.1 露天舱口盖的垂向露天设计载荷按本节表 5.2.2.1 进行计算。

5.3.1.2 舱口盖上的许用货物载荷 p 应由船东或设计方规定，且应包含在装载手册中。同时应符合下述要求：

(1) 下甲板舱口盖上的许用货物载荷 p 应不小于， kN/m^2 ：

$$p = 7.06h$$

式中： h ——舱口盖至上一层甲板的舱口盖扶强材下缘的垂直距离， m 。

本条要求不适用于将下甲板舱口盖作为下甲板的多用途货船(见本节图 5.3.1.2)。

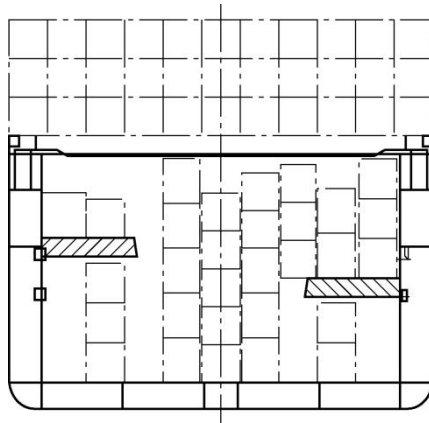


图 5.3.1.2

(2) 居住舱室内舱口盖上的许用货物载荷 p 应不小于 12.7kN/m^2 。

5.3.2 舱口盖局部尺寸

5.3.2.1 舱口盖顶板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值，且应不小于 6mm ：

$$t = 0.01s$$

式中： s ——扶强材间距， mm 。

5.3.2.2 钢质箱形舱口盖的扶强材和桁材的尺寸应符合以下规定：

(1) 在均布的垂向露天设计载荷作用下，扶强材的剖面模数 Z ， cm^3 、剖面惯性矩 I ， cm^4 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = 7.82Kspl^2 \times 10^{-4}$$

$$I = 1.44spl^3 \times 10^{-3}$$

式中： p ——垂向露天设计载荷， kN/m^2 ；

s ——扶强材间距， mm ；

l ——扶强材跨距， m ；

K ——材料系数。

(2) 在均布货物载荷作用下，扶强材的剖面模数 Z ， cm^3 、剖面惯性矩 I ， cm^4 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = 1.064Kspl^2 \times 10^{-3}$$

$$I = 1.8spl^3 \times 10^{-3}$$

式中： p ——许用货物载荷， kN/m^2 ；
 s ——扶强材间距， mm ；
 l ——扶强材跨距， m ；
 K ——材料系数。

(3) 当扶强材的两端设置有效的肘板或为连续时，扶强材的剖面模数可较(1)或(2)计算所得之值减小 33%，剖面惯性矩可减小 80%。

(4) 钢质箱形舱口盖的桁材应采用本节的直接计算法予以确定。但当钢质箱形舱口盖承受均布载荷，且仅在一个方向设置桁材时，桁材也可按(1)或(2)确定。

5.3.3 直接计算

5.3.3.1 钢质箱型舱口盖结构强度的直接计算应符合[5.2.4]的规定。

5.3.4 钢质箱型舱口盖结构屈服和变形衡准

5.3.4.1 钢质箱型舱口盖的屈服强度和挠度应满足表 5.3.4.1 的要求。

钢质箱型舱口盖

表 5.3.4.1

载荷	许用正应力	许用挠度
	$[\sigma]$ (N/mm^2)	(m)
垂向露天设计载荷	$0.70R_{eH}$	$0.0049l$
除垂向露天设计载荷以外的载荷	$0.65R_{eH}$	$0.0044l$

5.3.5 钢质箱型舱口盖结构屈曲强度应满足表 5.3.5.1 的要求。

表 5.3.5.1

构件		衡准
舱口盖	单向设置桁材	对于桁材弯曲而引起的舱口盖顶板板格的压应力应不大于临界屈曲应力 σ_c 的 0.8 倍， σ_c 可按[5.3.5.1]的规定计算。
顶板板格	双向设置桁材	用有限元板单元模型分析计算所得的舱口盖顶板板格的双轴向压应力，应符合[5.2.6]的规定。
桁材腹板		桁材腹板板格的剪切应力应不大于临界屈曲剪切应力 τ_c 的 0.8 倍， τ_c 可按[5.3.5.3]的规定计算。
与桁材平行的扶强材		对于平行于扶强材方向的桁材弯曲而引起的扶强材带板中的压应力应不大于临界屈曲应力 σ_c 的 0.8 倍， σ_c 可按[5.3.5.2]的规定计算。

5.3.5.1 舱口盖板临界应力

对于平行于扶强材方向的主要支撑构件弯曲而引起的舱口盖板板格的压应力 σ ，应不超过临界屈曲应力 σ_{c1} 的 0.8 倍， σ_{c1} 应按下列两式计算：

$$\sigma_{c1} = \sigma_{E1} \quad \text{当 } \sigma_{E1} \leq \frac{R_{eH}}{2};$$

$$\sigma_{c1} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{E1}} \right) \quad \text{当 } \sigma_{E1} > \frac{R_{eH}}{2};$$

式中： R_{eH} ——材料屈服应力，N/mm²；

$$\sigma_{E1} = 3.6E \left(\frac{t}{1000s} \right)^2, \text{ N/mm}^2;$$

E ——弹性模量，钢材取为 2.06×10^5 N/mm²；

t ——板格的净厚度，mm；

s ——扶强材的间距，m。

对于垂直于扶强材方向的主要支撑构件弯曲而引起舱口盖板板格的平均压应力 σ ，应不超过临界屈曲应力 σ_{c2} 的0.8倍， σ_{c2} 应按下列两式计算：

$$\sigma_{c2} = \sigma_{E2} \quad \text{当 } \sigma_{E2} \leq \frac{R_{eH}}{2};$$

$$\sigma_{c2} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{E2}} \right) \quad \text{当 } \sigma_{E2} > \frac{R_{eH}}{2};$$

式中： R_{eH} ——材料屈服应力，N/mm²；

$$\sigma_{E2} = 0.9mE \left(\frac{t}{1000s_s} \right)^2, \text{ N/mm}^2;$$

$$m = c \left[1 + \left(\frac{s_s}{l_s} \right)^2 \right]^2 \frac{2.1}{\psi + 1.1}$$

E ——弹性模量，钢材取为 2.06×10^5 N/mm²；

t ——板格的净厚度，mm；

s_s ——板格的短边长度，m；

l_s ——板格的长边长度，m；

ψ ——最小压应力与最大压应力之比；

$c=1.3$ ，当板格由主要支撑构件支撑；

$c=1.21$ ，当板格由角钢或T型钢扶强材支撑；

$c=1.1$ ，当板格由球扁钢扶强材支撑；

$c=1.05$ ，当板格由扁钢扶强材支撑。

5.3.5.2 舱口盖扶强材临界应力

对于平行于扶强材方向的主要支撑构件的弯曲而引起舱口盖扶强材带板中的压应力 σ ，应不超过临界屈曲应力 σ_{cs} 的0.8倍， σ_{cs} 应按下列两式计算：

$$\sigma_{cs} = \sigma_{Es} \quad \text{当 } \sigma_{Es} \leq \frac{R_{eH}}{2};$$

$$\sigma_{cs} = R_{eH} \left(1 - \frac{R_{eH}}{4\sigma_{Es}} \right) \quad \text{当 } \sigma_{Es} > \frac{R_{eH}}{2};$$

式中： R_{eH} ——材料屈服应力，N/mm²；

σ_{Es} ——扶强材的理想弹性屈曲应力，N/mm²，取 σ_{E3} 和 σ_{E4} 中之小值；

$$\sigma_{E3} = \frac{0.001EI_a}{Al^2}, \text{ N/mm}^2;$$

E ——弹性模量，钢材取为 $2.06 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ ；

I_a ——扶强材的惯性矩， cm^4 ，计算时应包括带板，带板宽度取为扶强材间距；

A ——扶强材的横剖面面积， cm^2 ，计算时应包括带板，带板宽度取为扶强材间距；

l ——扶强材跨距， m ；

$$\sigma_{E4} = \frac{\pi^2 EI_w}{10^4 I_p l^2} \left(m^2 + \frac{K}{m^2} \right) + 0.385E \frac{I_t}{I_p}, \text{ N/mm}^2;$$

$$K = \frac{Cl^4}{\pi^4 EI_w} \times 10^6;$$

m ——半波数，由表 5.3.5.2 给出；

I_w ——扶强材与板连接处的剖面扇形惯性矩， cm^6 ，应按下列各式计算：

$$I_w = \frac{h_w^3 t_w^3}{36} \times 10^{-6}, \text{ 对扁钢};$$

$$I_w = \frac{t_f b_f^3 h_w^2}{12} \times 10^{-6}, \text{ 对 T 型钢};$$

$$I_w = \frac{b_f^3 h_w^2}{12(b_f + h_w)^2} \left[t_f (b_f^2 + 2b_f h_w + 4h_w^2) + 3t_w b_f h_w \right] \times 10^{-6}, \text{ 对角钢和球扁钢};$$

I_p ——扶强材与板连接处的剖面极惯性矩， cm^4 ，应按下列两式计算：

$$I_p = \frac{h_w^3 t_w}{3} \times 10^{-4}, \text{ 对扁钢};$$

$$I_p = \left(\frac{h_w^3 t_w}{3} + h_w^2 b_f t_f \right) \times 10^{-4}, \text{ 对有折边的扶强材};$$

I_t ——扶强材的圣维南惯性矩， cm^4 ，应按下列各式计算，计算时不包括带板

$$I_t = \frac{h_w t_w^3}{3} \times 10^{-4}, \text{ 对扁钢};$$

$$I_t = \frac{1}{3} \left[h_w t_w^3 + b_f t_f^3 \left(1 - 0.63 \frac{t_f}{b_f} \right) \right] \times 10^{-4}, \text{ 对有折边的扶强材};$$

h_w ——扶强材的腹板高度， mm ；

t_w ——扶强材的腹板净厚度， mm ；

b_f ——扶强材翼板宽度， mm ；

t_f ——扶强材翼板净厚度， mm ；

s ——扶强材间距， m ；

C ——由舱口盖顶板产生的弹簧刚度，应按下列各式计算：

$$C = \frac{k_p E t_p^3}{3s \left(1 + \frac{1.33 k_p h_w t_p^3}{1000 s t_w^3} \right)} \times 10^{-3} ;$$

$k_p = 1 - \eta_p$ ，取值应不小于 0，对于有折边的扶强材，取值应不小于 0.1；

$$\eta_p = \frac{\sigma}{\sigma_{E1}} ;$$

σ ——主要支撑构件翼板带板正应力；

σ_{E1} ——见 5.3.5.1；

t_p ——舱口盖板板格的净厚度，mm。

半波数 m 值

表 5.3.5.2

K	$0 < K \leq 4$	$4 < K \leq 36$	$36 < K \leq 144$	$(m-1)^2 m^2 < K \leq m^2 (m+1)^2$
m	1	2	3	m

5.3.5.3 舱口盖主要支撑构件腹板板格临界应力

应对主要支持构件的腹板板格进行屈曲校核，腹板板格是由主要支撑构件的腹板加强筋、与之相交的其他主要支撑构件、面板(或舱口盖底板)、舱口盖顶板围成的。

主要支撑构件腹板板格的剪切应力 τ 应不超过临界屈曲应力 τ_c 的 0.8 倍， τ_c 应按下列两式计算：

$$\tau_c = \tau_E \quad \text{当 } \tau_E \leq \frac{\tau_F}{2} ;$$

$$\tau_c = \tau_E \left(1 - \frac{\tau_F}{4\tau_E} \right) \quad \text{当 } \tau_E > \frac{\tau_F}{2} ;$$

式中： $\tau_F = \frac{R_{eH}}{\sqrt{3}}$ ，N/mm²；

R_{eH} ——材料屈服应力，N/mm²；

$$\tau_E = 0.9 k_t E \left[\frac{t_{pr,n}}{1000d} \right]^2, \text{ N/mm}^2;$$

E ——弹性模量，钢材取为 2.06×10^5 N/mm²；

$t_{pr,n}$ ——主要支撑构件腹板的净厚度，mm；

$$k_t = 5.35 + 4.0 \left(\frac{d}{a} \right)^2 ;$$

a ——腹板板格中长边长度，m；

d ——腹板板格中短边长度，m。

对于平行于扶强材方向的主要支撑构件，腹板板格边长应考虑实际尺寸。

对于垂直于扶强材方向的主要支撑构件或者舱口盖结构没有扶强材的情况，在计算 τ_c 时应假定板格是边长为 d 的正方形，应考虑板格端部剪切应力的平均值 τ 。

5.3.6 钢质箱形舱口盖应按下列要求配备防水帆布和封闭装置：

5.3.6.1 对位于干舷甲板和上层建筑甲板上的露天舱口，至少应覆两层结实的防水帆布。

5.3.6.2 不应用黄麻制作防水帆布。在防水帆布被制成舱盖布以前的单位面积最小重量为：

- (1) 如帆布涂煤焦油 0.65kg/m^2 ；
- (2) 如帆布涂化学涂料 0.65kg/m^2 ；
- (3) 如帆布涂黑油 0.55kg/m^2 。

5.3.6.3 在舱口围板或水平加强筋上应焊有楔耳，楔耳应有适合楔子的斜度。楔耳宽度应不小于 65 mm，中心间距不大于 600mm，近舱口角隅的楔耳距舱口角隅应不大于 150mm。

5.3.6.4 应采用硬木做楔子。楔子的斜率应不大于 1:6，其薄头厚度至少为 13mm。

5.3.6.5 对位于干舷甲板及上层建筑甲板上的露天舱口，应配备扁钢或其他相当属具，以便能有效地压紧覆在舱口盖上防水帆布。对于长度大于 1.5m 的舱口盖，至少应用两套装置予以压紧。

5.3.6.6 对于其他位置的露天舱口，应配备供系缚用的松紧螺栓或其他装置。

5.3.7 钢质箱型舱口盖的舱口围板

5.3.7.1 露天舱口围板的结构：

(1) 围板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值，mm：

$$t = 0.05L + 6.5$$

式中： L ——船长，m，计算时取值不必大于 90m。

(2) 当围板高度等于或大于 600mm 时，应在其上缘或离上缘约 250mm 处设置水平球扁钢或其他等强度构件。水平球扁钢的腹板高度应不小于 180mm，并应在水平球扁钢与甲板之间设置间距不大于 3m 的垂直加强筋或肘板。加强筋或肘板的腹板高度应不小于水平球扁钢的腹板高度，并应具有折边或面板。当围板高度大于 900mm 时，应减小上述加强筋或肘板的间距。当围板高度等于或大于 1200mm 时，应在围板半高处增设一根水平球扁钢或其他等强度构件。当舱口围板承受集装箱时，应对舱口围板及其支撑构件作相应加强；

(3) 如在围板上缘不设面板，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；

(4) 当甲板板不伸入围板内时，应将舱口角隅处的围板弯成圆形。在船中部 0.5L 区域内，此圆角半径应符合第 2-1 分篇第 3 章[6.5.3]的要求。

当甲板板伸入围板内，而甲板开口的角隅处符合第 2-1 分篇第 3 章[6.5.3]要求，且将纵向围板在舱口角隅处削斜延伸时，则舱口角隅处的舱口围板可为方形；

(5) 不应将与舱口围板大致在一直线上的外伸肘板或供收藏钢质舱盖的轨道焊于甲板室或桅屋上，除非经过计算后表明可以将舱口围板作为船体的纵向强力构件；

(6) 如将露天舱口围板同时兼作甲板纵桁时，其结构应符合本章[2.8.8]中的有关要求。

5.3.7.2 当将下甲板舱口围板同时兼作甲板纵桁时，其结构还应符合本章[2.8.8]中的有关要求。

5.4 带活动横梁的舱口盖

5.4.1 带活动横梁的舱口盖的设计载荷

5.4.1.1 露天舱口盖的垂向露天设计载荷按本节表 5.2.2.1 进行计算；

5.4.1.2 舱口盖上的许用货物载荷应符合[5.3.1.2]的要求。

5.4.2 带活动横梁的舱口盖

5.4.2.1 对于带活动横梁的舱口盖，如其舱口盖板为钢质，则应满足[5.3.2.1]的要求；如为木质盖板，厚度 t 应不小于按下式所得之值，且不小于 60mm：

$$t = 40S$$

式中： S ——舱口活动横梁间距，m。

若设计载荷大于 18.4kN/m^2 ，则应按比例增加板厚。

木质盖板的两端应用宽为 65mm ，厚为 3mm 的镀锌扁钢进行围箍，并予以有效固定。

5.4.2.2 在垂向露天设计载荷作用下，带活动横梁的露天舱口盖应符合下列规定：

(1) 活动横梁的剖面模数 Z ， cm^3 、剖面惯性矩 I ， cm^4 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = 0.782KSpI^2$$

$$I = 1.44Spl^3$$

式中： p ——垂向露天设计载荷，按[5.4.1]进行计算， kN/m^2 ；

S ——舱口活动横梁的间距，m；

l ——舱口活动横梁的跨距，m；

K ——材料系数。

(2) 活动横梁距端部至少为 180mm 长度内的腹板加厚 1 倍，或在原腹板上加设复板。

(3) 活动横梁的上下缘应设有连续面板。上缘面板的宽度应达到使支承舱口盖板的宽度不小于 65mm ，并在腹板平面内加装高为 50mm 的扁钢。

(4) 在活动横梁的承座上应设有有效的装置，以将舱口活动横梁固定在其中。承座的支承长度至少为 75mm 。

(5) 钢质盖板扶强材的剖面模数 Z ， cm^3 、剖面惯性矩 I ， cm^4 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = 0.664Kspl^2$$

$$I = 1.13spl^3$$

式中： p ——垂向露天设计载荷，按[5.4.1]进行计算， kN/m^2 ；

l ——扶强材跨距，m；

s ——扶强材间距，m；

K ——材料系数。

5.4.2.3 在均布货物载荷作用下，带活动横梁的舱口盖应满足下述要求：

(1) 舱口活动横梁的剖面模数 Z ， cm^3 、剖面惯性矩 I ， cm^4 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = 1.064KSpI^2$$

$$I = 1.8Spl^3$$

式中： p ——许用货物载荷， kN/m^2 ；

S ——舱口活动横梁的间距，m；

l ——舱口活动横梁的跨距，m；

K ——材料系数。

(2) 舱口活动横梁还应满足 5.4.2.2 中(2)~(4)的要求。

(3) 钢质盖板扶强材的剖面模数 Z ， cm^3 、剖面惯性矩 I ， cm^4 应不小于按下列各式计算所得之值：

$$Z = 1.064Kspl^2$$

$$I = 1.8spl^3$$

式中： p ——许用货物载荷， kN/m^2 ；

l ——扶强材跨距，m；

s ——扶强材间距，m；

K ——材料系数。

5.4.2.4 带活动横梁的舱口盖具有变化横剖面的扶强材和桁材的尺寸应符合[5.3.2.3]规定。

5.4.3 直接计算

5.4.3.1 带活动横梁的舱口盖结构强度的直接计算应符合[5.2.4]的规定。

5.4.4 屈服和变形

5.4.4.1 带活动横梁的舱口盖结构屈服和变形应符合[5.3.4]的规定。

5.4.5 屈曲强度

5.4.5.1 带活动横梁的舱口盖结构屈曲强度应符合[5.3.5]的规定。

5.4.6 封闭装置

5.4.6.1 带活动横梁的舱口盖的封闭装置应符合[5.3.6]的规定。

5.4.7 舱口围板

5.4.7.1 带活动横梁的舱口盖的舱口围板应符合[5.3.7]的规定。

5.5 其他类型的开口

5.5.1 一般要求

5.5.1.1 对于其他类型开口，应符合本篇第 1 章[1.12.7]的要求。

5.5.2 露天甲板上的小舱口还应符合下列要求：

5.5.2.1 小舱口围板的高度应符合[5.1.8]的要求，其厚度应不小于本章对舱口开口线内的甲板所规定的最小厚度或 11mm，为其小者；

5.5.2.2 小舱口应配以钢质风雨密的舱口盖，并设可靠的紧固装置，以在任何情况下都能使舱口盖保持风雨密，舱口盖的板厚应不小于本章对舱口开口线内的甲板所规定的最小厚度或 8mm，为其小者。

5.5.2.3 位于船首露天甲板上的小舱口盖的强度和锁紧，还应符合第 2-1 分篇第 11 章第 3 节的有关要求。