



中 国 船 级 社

国内航行海船建造规范

修 改 通 报

2020

2020年7月1日生效

北 京

目 录

第1篇	总则.....	1
第1章	通则.....	1
第3节	定义.....	1
第2篇	船体.....	3
第1章	通则.....	3
第1节	一般规定.....	3
第3节	材料.....	3
第4节	船体结构的焊缝设计.....	4
第6节	结构防腐.....	4
第8节	结构布置.....	5
第9节	船首甲板装置.....	6
第10节	液舱晃动.....	6
第2章	船体结构.....	9
第2节	总纵强度.....	9
第4节	甲板.....	9
第6节	双层底.....	10
第18节	直升机甲板.....	11
第20节	舱口和舱口盖.....	11
附录3	船首底部砰击强度评估方法.....	12
第3章	舾装.....	17
第1节	舵.....	17
第2节	锚泊与系泊设备.....	28
附录1	弯矩及剪力分布计算指南.....	30
第5章	双壳油船.....	32
第2节	外板.....	32
第12节	特殊要求.....	32
第7章	集装箱船.....	34
第1节	一般规定.....	34
第2节	总纵强度.....	34
附录2	集装箱船结构强度直接计算.....	35

第9章	滚装船、客船、客滚船与渡船	44
第1节	一般规定	44
第2节	船体结构	44
第3节	升降平台和车辆坡道	46
第4节	首门和内门	46
第5节	舷门和尾门	47
第7节	直接计算	48
第12章	驳船	49
第1节	一般规定	49
第16章	矿砂船	50
第1节	一般规定	50
第2节	总纵强度	50
第3篇	轮机	51
第2章	泵与管系	51
第5节	管路连接、热处理与无损检测	51
第8节	布置	51
第3章	船舶管系与舱室通风系统	52
第8节	压载与甲板排水管系	52
第9节	遥控的舱底水与压载水管系	52
第4章	动力管系	53
第2节	燃油管系	53
第7节	液压传动管系	55
第4篇	电气装置	56
第1章	通则	56
第1节	一般规定	56
第3节	设计、制造与安装	59
第2章	船上电气装置	61
第12节	电缆	61

第1篇 总 则

第1章 通 则

第3节 定 义

1.3.1 定义

1.3.1.1 除另有规定外，本规范定义如下：

(1) **中国水域**：系指中华人民共和国沿海的港口、内水、领海以及国家管辖的一切水域。

(2) **国内航行**：系指在中国水域航行。当船舶航行于中国水域或特殊区域或某一航区时，应满足适用的中国政府主管机关制定的国家规则。

(3) ~~有限航区划分如下：~~

① ~~**近海航区**：系指中国渤海、黄海及东海距岸不超过200n mile的海域；台湾海峡；南海距岸不超过120n mile(台湾岛东海岸、海南岛东海岸及南海距岸不超过50n mile)的海域；~~

② ~~**沿海航区**：系指台湾岛东海岸、台湾海峡东西海岸距岸不超过10 n mile的海域和除上述海域外距岸不超过20 n mile的海域、距有避风条件且有施救能力的沿海岛屿不超过20n mile的海域；~~

③ ~~**遮蔽航区**：系指在沿海航区内,海岸与岛屿、岛屿与岛屿围成的遮蔽条件较好，波浪较小的海域，且该海域内岛屿与岛屿之间、岛屿与海岸之间距离不超过10n mile，或具有类似条件的水域。~~

(43) **远海航区**：系指中华人民共和国海事局《国内航行海船法定检验技术规则》所定义的航区超出近海航区的海域。

(54) **特定航线**：系指船舶专门从事于两个或几个港口之间的航行。

(65) **乘客**：系指除下列人员以外的每一个人：船长、船员和在船上以任何职业从事或参与该船业务工作的人员；或一周岁以下的儿童。

(76) **客船**：系指乘客定额超过12人的船舶。

(87) **客滚船**：系指具有滚装处所或特种处所以装载滚装货物的客船。

(98) **货船**：系指非客船的任何船舶。

(109) **油类**：就其用途而言，系指任何形式的石油，包括原油、燃油、油泥、油渣和精制石油产品，不包括《国内航行海船法定检验技术规则》第3章所规定的石油化学产品。

(H10) 油船：系指其构造主要适用于装运散装油类的船舶，包括兼用船(矿砂/油类等)在内的船型。

(H11) 滚装船：系指利用装卸货跳板使有轮车辆滚进滚出的船舶。

(H12) 集装箱船：系指其构造在货舱内和在甲板上专门装载集装箱的船舶。

(H13) 散货船：系指在货物区域内通常建造为单甲板、具有顶边舱、底边舱和双层底，且主要从事运输散装干货的船舶。

(H14) 机动船：系指设有主要用于航行目的的机械推进装置的船舶。

(15) 新船：系指本规范生效之日及以后签订建造合同的新建船舶。

第2篇 船 体

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.2 定义

1.1.2.1 船长 $L(m)$: 即规范船长, 系指沿夏季载重水线结构吃水处水线, 由首柱前缘量至舵柱后缘的长度; 对无舵柱的船舶, 由首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结构吃水处水线总长的96%, 且不必大于97%。对于具有非常规船首和船尾的船舶, 其船长 L 需特别考虑。

对于箱形船体, L 为沿夏季载重线结构吃水处水线自船首端壁前缘量至船尾端壁后缘的长度。

对于无舵杆的船舶(如设有全回转推进器的船舶), L 为夏季载重水线结构吃水处水线总长的97%。

1.1.2.2 船宽 $B(m)$: 在船舶的最宽处, 由一舷的肋骨外缘量至另一舷的肋骨外缘之间的水平距离。系指在船中结构吃水处量取的最大型宽。

1.1.2.3 型深 $D(m)$: 在船长中点处, 沿船舷由平板龙骨上缘量至上层连续甲板横梁上缘的垂直距离; 对甲板转角为圆弧形的船舶, 则由平板龙骨上缘量至横梁上缘延伸线与肋骨外缘延伸线的交点。

1.1.2.4 吃水 $d(m)$: 即结构吃水, 系指在船长中点处, 由平板龙骨上缘量至夏季载重线结构吃水处水线的垂直距离。结构吃水是满足船舶尺度的强度要求并代表满载工况的吃水, 且应不小于相应于核定干舷的吃水。

1.1.2.5 方形系数 C_b : 系指对应于结构吃水处水线的型方形系数, 方形系数 C_b 由下式确定:

$$C_b = \frac{\nabla}{LBd}$$

式中: ∇ —— 相应于夏季载重线吃水结构吃水时的型排水体积, m^3 ;

L 、 B 、 d —— 见本节1.1.2.1, 1.1.2.2, 1.1.2.4。

第3节 材 料

1.3.2.5 用于制造支撑舵和螺旋桨毂的尾框架、舵、挂舵臂和尾轴架的板材一般应不低于由材料级别II所对应的钢级。对于承受集中力的舵结构(如半平衡舵的干舵承下部支撑处即舵叶缺口处, 或平衡舵的上部分), 应取材料级别III。

1.3.4 暴露于低气温下的船舶

1.3.4.1 对于冬季拟常态化在低气温区域(设计温度小于 $-10^{\circ}C$)营运航行的船舶, 其暴露于低气温中的船体结构用钢材料应根据设计温度 t_D 选取, 设计温度 t_D 的定义见本节1.3.4.6。

1.3.4.2 最低压载水线(*BWL*)以上的暴露于低气温下的船体结构用钢(包括表1.3.4.2注⑤所指的板材)及适用于1.3.4.7的液货舱边界板的材料应不低于表1.3.4.2的规定, 对于*BWL*以上非暴露于低气温下的船体结构用钢(除了表1.3.4.2中注明的⑤)和*BWL*以下的船体结构用钢适用于本节1.3.2的要求。

低气温下的材料级别 表1.3.4.2

构件类别	构件名称	材料级别	
		船中0.4L内	船中0.4L外
次要类	通常的露天甲板板 <i>BWL</i> 以上的舷侧板 <i>BWL</i> 以上的横舱壁 ^⑤ 暴露于低温货物下的液货舱边界板 ^⑥	I	I
主要类	强力甲板板 ^① 强力甲板以上的纵向连续构件(不包括舱口围板) <i>BWL</i> 以上的纵舱壁 ^⑤ <i>BWL</i> 以上的顶边舱舱壁 ^⑤	II	I
特殊类	舷侧顶列板, 包括圆弧形舷板 ^② 强力甲板边板 ^② 纵舱壁处的甲板板 ^③ 纵向连续的舱口围板 ^④	III	II

注: ① 大开口角隅处的强力甲板板应作特殊考虑。凡可能发生局部高应力处的强力甲板板应按材料级别III或选用E/EH钢级。
② 船长大于250m的船舶, 在船中0.4L范围内, 应选用不低于E/EH钢级。
③ 船宽超过70m的船舶, 至少有3列甲板板应为材料级别III。
④ 应选用不低于D/DH钢级。
⑤ 适用于与暴露在低气温下船体外板相连接的板材。至少有一列板被同样认为是暴露板, 该板的宽度至少为600mm。
⑥ 适用于非液化气船的暴露于低温货物下的液货舱边界板, 应满足1.3.4.7的要求。

第4节 船体结构的焊缝设计

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, 其厚度差大于或等于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地过渡。

第6节 结构防腐

1.6.3 液舱牺牲阳极的阴极保护

1.6.3.3 油船铝合金牺牲阳极、镁合金牺牲阳极和锌合金牺牲阳极:

- (1) 铝合金牺牲阳极允许在货油舱及其相邻的液舱中使用, 但仅限于势能不超过28 kg m (200 ft lb) 的部位。阳极的重量应取装配时的重量, 包括衬垫和装置设施。
- (2) 阳极的高度通常应从液舱底部量至阳极中心, 如牺牲阳极位于或紧靠近于一个水平构件的上表面(如舱壁桁材和平台), 而该水平构件的宽度不小于1.0m, 且有不小于75mm向上的折边或面板时, 则阳极的高度也可以从该水平构件上表面量起。

(3) 除非有邻近构件的保护外，铝阳极不应设在液货舱舱口或清洗口的下面(为了避免任何金属零件落在安装的阳极上)。

(4) 对于油船，镁和镁合金牺牲阳极不允许在液货舱内和邻近液货舱的液舱内使用。

(5) 锌合金牺牲阳极的使用位置可不受限制。

第8节 结构布置

(2020年8月1日生效)

1.8.4 尾尖舱及机器处所的舱壁和尾管的布置

1.8.4.1 客船尾尖舱及机器处所的舱壁和尾管的布置应符合下述要求：

(2) 在所有情况下，尾管应封闭在具有适当容积的水密处所内。尾管填料函压盖应装设于水密轴隧内或与尾管室分开的其他水密处所内，而该处所的容积，应能保证在尾管填料函压盖渗漏而浸水时将不致淹没限界线。

1.8.5 水密舱壁和内部甲板上的开口、围壁通道的布置和水密性

1.8.5.1 水密舱壁上开口的数量，应在适应船舶设计和正常作业的情况下减至最少。这些开口均应设这些开口均应设有保证该舱壁水密完整性的装置设施。

1.8.8 双层底(除液货船外)的布置

1.8.8.2 对客船，双层底的设置还应符合下述要求：—

~~(1) 长度在50 m及以上至61m以下的船舶，应至少自机器处所至首尖舱舱壁或尽可能接近该处之间设置双层底。~~

~~(2) 长度在61 m及以上至76m以下的船舶，应至少在机器处所外设置双层底，并应延伸至首、尾尖舱舱壁，或尽可能接近该处。~~

~~(3) 长度在76 m及以上的船舶，应在船中部设置双层底，并应延伸至首、尾尖舱舱壁，或尽可能接近该处。如需设置双层底，其内底应延伸至船舷两侧，以保护船底至舦部弯曲部位。内底板的任何部分应不低于自龙骨线量起垂直高度不低于 h 的平行于龙骨线的水平面。 h 按下式计算：~~

$$h = B/20$$

~~在任何情况下， h 值不应小于760 mm，也不必大于2000 mm。~~

~~1.8.8.3 如设有双层底，其内侧应延伸至船舷两侧，以保护船底至舦部弯曲部位。对客船，内底边板的外缘与舦部外板的交线，在任何部分不应低于通过在基线上距中线为型宽一半处所作的与基线成25°角的横斜线与船中剖面肋骨线相交点的水平面。设于双层底内且与货舱等的排水装置相连的小阱，不应向下延伸超过所需的深度。从小阱的底部至与龙骨线重合的水平面的垂直距离不应小于 $h/2$ 或500 mm，取大者，或者证明船舶该部分符合本节1.8.8.5的规定。~~

其他阱(如主机下的润滑油阱)的布置应能证明船舶该部分符合本节1.8.8.5的规定。作为等效规定，主机下的润滑油阱可延伸入按距离 h 所定义的边界线下的双层底，但阱的底部至与龙骨线重合的水平面的垂直距离不小于 $h/2$ 或500 mm，取大者。

1.8.8.4 双层底内与货舱排水装置相连的小阱，不应向下延伸超过所需的深度。对客船该深度不应大于中线处双层底高度减460mm，也不应延伸至本节1.8.8.2所述的水平面以下。但可同意轴隧后端的污水阱延伸至外底。

~~1.8.8.5~~ 专供装载液体的水密舱，如当该舱的船底或船侧破损时不致有损于船舶的安全，可不设双层底。

~~1.8.8.6~~ 客船和500总吨及以上的货船按照本节1.8.8.1、~~1.8.8.2~~或~~1.8.8.5~~1.8.8.3或1.8.8.4未设双层底的任何部分或异常的双层底布置，应能满足《国内航行海船法定检验技术规则》第4篇第2-1章所规定的破损要求。

第9节 船首甲板装置

1.9.1 船首甲板装置与设备的强度要求

1.9.1.7 对用头部关闭的不超过表1.9.1.7所列投影面积的760mm高的标准空气管，管子壁厚和肘板垂向臂长的规定见表1.9.1.6。如需要肘板时，应安装设置3个以上或更多的径向肘板。每块肘板总壁厚应为8mm或以上，最小水平臂长100mm，垂向臂长应符合表1.9.1.6的规定但不必超过头部连接法兰。对其他高度的空气管，应满足本节1.9.1.5~1.9.1.7所述相关要求。甲板上肘板趾端应适当加强。

第10节 液舱晃荡

1.10.1 一般要求

1.10.1.1 部分装载的液舱，应按本节要求对液舱结构进行晃荡载荷作用下的强度评估(以下简称晃荡评估)。

1.10.1.2 对本节无规定者，应满足CCS《液舱晃荡载荷及构件尺寸评估指南》的要求。

1.10.1.3 除另有规定外，针对含内部构件的液舱，部分装载一般系指液体装载高度大于10%舱深且小于90%舱深；针对无内部构件的光滑液舱，部分装载一般系指液体装载高度大于5%舱深且小于95%舱深。

1.10.1.4 除特别说明外，本节所述晃荡评估应包含横向晃荡和纵向晃荡两个运动方向。

1.10.1.5 根据船舶与液舱晃荡谐振运动的判定，将晃荡运动及其载荷分为水平一、水平二、水平三。符合晃荡运动水平一的液舱应计算晃荡运动水平一下的晃荡载荷，符合晃荡运动水平二的液舱应计算晃荡运动水平一和二下的晃荡载荷；符合晃荡运动水平三的液舱应计算晃荡运动水平一、二和三下的晃荡载荷。

1.10.1.6 为降低晃荡运动水平，可考虑增设内部构件进行制荡，或通过限制装载来避开晃荡谐振。

1.10.2 适用范围

1.10.2.1 本节适用于油船、化学品船、液化气体运输船等液货船及散货船、矿砂船、干货船等。

1.10.2.2 本节适用于所有液货舱、压载舱及其他允许自由液面移动的液舱。

1.10.2.3 船长 L 小于100m的船舶在进行液舱晃荡评估时，如液舱有效晃荡长度不超过 $0.16L$ ，则该液舱不必考虑水平三纵向晃荡评估；如液舱有效晃荡宽度不超过 $0.6B$ (B 为船宽)，则该液舱不必考虑水平三横向晃荡评估。

1.10.2.4 对满足下列条件之一的液舱，可不必进行纵向晃荡评估：

(1) 船长 L 小于65m的船舶且有效晃荡长度不超过 $0.13L$ ；

(2) 有效晃荡长度不超过 $0.03L$ 。

1.10.2.5 对满足下列条件之一的液舱，可不必进行横向晃荡评估：

(1) 船长 L 小于65m的船舶且有效晃荡宽度不超过 $0.56B$ ；

(2) 有效晃荡宽度不超过 $0.32B$ 。

1.10.2.6 对满足下列条件之一的液舱，可不必进行晃荡评估：

(1) 容积不大于 100m^3 ；

(2) 设置在双层底或双壳内的液舱或其他格形构造液舱；

(3) 用作压载的散货船干货舱。

1.10.3 图纸资料

1.10.3.1 按本节要求进行晃荡评估时，应将液舱周界结构图、液舱内部构件结构图(如有时)提交批准。

1.10.3.2 应将晃荡载荷下的船体结构强度评估报告提交备查。

1.10.4 晃荡载荷计算

1.10.4.1 除另有规定外，本节规定的晃荡运动及其载荷的计算，应满足CCS《液舱晃荡载荷及构件尺寸评估指南》的要求。

1.10.4.2 经认可，晃荡模型试验的结果可作为替代的晃荡设计载荷。

1.10.5 强度评估

1.10.5.1 应对液舱下列构件进行晃荡载荷下的尺寸评估：

(1) 构成液舱边界的板、扶强材；

(2) 液舱内制荡舱壁板、扶强材；

(3) 液舱内主要构件的腹板及加强筋。

1.10.5.2 除另有规定外，晃荡载荷下的尺寸评估应满足CCS《液舱晃荡载荷及构件尺寸评估指南》的要求。

第2章 船体结构

第2节 总纵强度

2.2.4 船体梁剖面特性计算

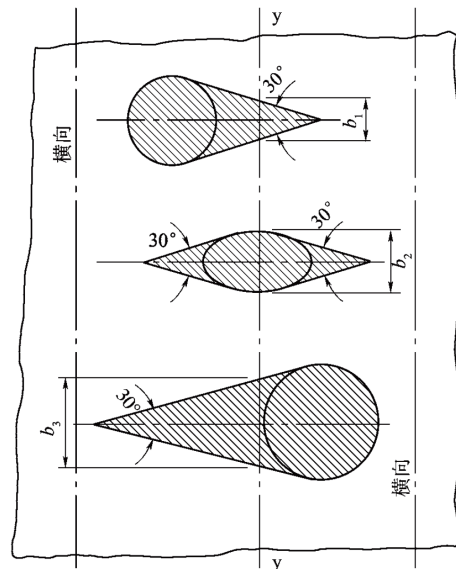
2.2.4.6 如甲板开口长度(首尾方向)超过2.5m, 或者宽度超过1.2m或0.04B(取其较小者), 或者采用扇形焊接的扇形孔, 在计算船体梁剖面模数时, 应扣除其剖面积。

2.2.4.7 比本节2.2.4.6规定小的甲板小开口(包括人孔、减轻孔、焊缝处的单个扇形孔等), 如其宽度或阴影区宽度(阴影区为夹角为30°的两根切线之间所形成的区域, 见图2.2.4.7)在一个横剖面上的总和 b_c 符合下式要求或在甲板及船底处降低的剖面模数不超过3%, 则在计算船体梁剖面模数时, 不必扣除其剖面积:

$$b_c \leq 0.06(B_1 - \sum b)$$

式中: B_1 —— 计算剖面处的船宽, m;

$\sum b$ —— 计算剖面处按本节2.2.4.6规定应扣除的开口宽度的总和, m。



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

图2.2.4.7

第4节 甲板

2.4.4 甲板开口

2.4.4.2 当强力甲板上的机炉舱、货舱开口的角隅是圆形时, 角隅处要求设嵌入板, 且角隅半径与舱口宽度之比不小于1/20, 但对于舱口围板处未设置甲板纵桁者不小于1/10。如甲板伸进舱口围板内, 圆形角隅的最小半径为300mm; 如舱口围板以套环形式与甲板内缘焊接时, 圆形角隅最小半径为150mm。

角隅处嵌入板的延伸范围应符合图2.4.4.2的规定(R 为舱口角隅半径; e 应不小于760mm, 且对于纵骨架式应不小于1个纵骨间距)。角隅处嵌入板端接缝应与舱口围板的端接缝以及甲板骨架的角接焊缝错开, 嵌入板的厚度应较强力甲板增加4mm。当嵌入板厚度或延伸范围不能满足上述要求时, 应采用包括屈服、屈曲及疲劳在内的直接计算方法予以验证。

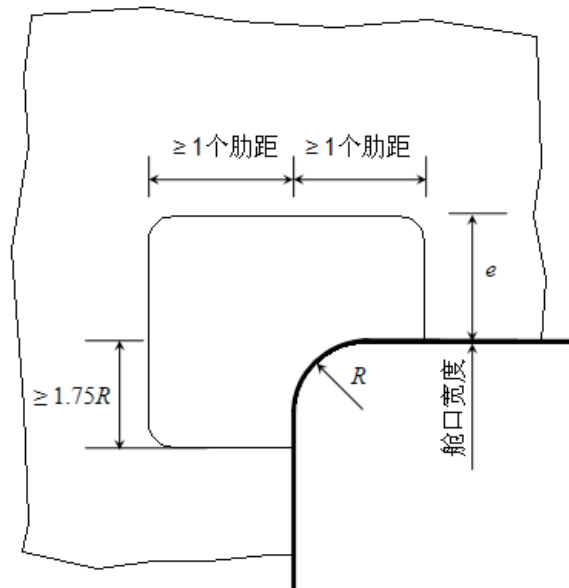


图2.4.4.2

第6节 双层底

2.6.1 一般要求

2.6.1.7 内底板与外板连接的一列板为内底边板。

2.6.10 纵骨架式船底桁材

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。距首垂线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节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。

旁桁材和水密旁桁材一般均应设置垂直加强筋。旁桁材垂直加强筋间距不大于1.5m, 厚度与旁桁材腹板厚度相同, 宽度应符合2.6.5.2的要求。水密旁桁材的垂直加强筋间距不大于0.9m, 厚度与水密旁桁材腹板厚度相同, 宽度应符合2.6.5.2的要求, 剖面模数 W 应符合2.6.6.2的要求。

当旁桁材和水密旁桁材设置水平加强筋时, 加强筋厚度一般与桁材腹板厚度相同, 宽度应符合2.6.5.2的要求; 水密旁桁材上的水平加强筋, 其剖面模数 W 还应符合2.6.6.2的要求。

第18节 直升机甲板

2.18.2 图纸资料

2.18.2.1 应将下列图纸资料提交批准：

- (1) 直升机甲板布置详图，包括总体外形尺寸、降落区域/停放区域(如有时)；
- (2) 直升机甲板结构图(其相应的强度计算书提交备查)。

2.18.2.2 操作装载手册中应包括拟使用的直升机型号及其参数(包括最大起飞重量、旋翼直径、轮印尺寸和轮距等)，~~一并应同时提交备查。~~

2.18.3 直升机甲板的布置

~~2.18.3.1 作为强力甲板的直升机甲板的布置参照IMO海安会通函MSC/Circ.895《有关客滚船直升机降落区域的建议》的附件。~~

~~2.18.3.2 桁架式独立平台结构的直升机甲板的布置参照《海上移动式钻井平台构造和设备规则》中有关直升机设施的规定。~~

~~2.18.3.3 若将舱口盖作为直升机甲板，其布置应与作为强力甲板的直升机甲板布置要求相同。~~

2.18.3.1 直升机甲板的布置和构造应满足中国政府主管机关接受的适用标准，如IMO海安会通函MSC/Circ.895《有关客滚船直升机降落区域的建议》的附件、国际航运商会(ICS)《关于直升机/船舶营运指南》、《国际航空搜救手册》(IAMSAR)、海洋平台直升飞降落区域标准(CAP437)等。

第20节 舱口和舱口盖

2.20.2 钢质风雨密舱口盖

2.20.2.1 一般要求

(1) 本条适用于除第1篇第2章附录2定义的散货船、自卸散货船、矿砂船和兼用船以外的船舶，并适用于所有露天甲板上的货舱舱口盖和舱口围板。(2020年1月1日生效)

2.20.2.7 舱口盖细节要求：

- (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 风雨密封衬垫的免除

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，则本条(2)对于风雨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， $H(x)$ 应符合下述计算标准：

$$H(x) \geq T_{\rho} + f_b + h \quad \text{m}$$

式中： T_{ρ} ——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；

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

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

- 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仓储和分割积载和隔离应符合IMO MSC/Circ. 1087的第3章的要求。

附录3 船首底部砰击强度评估方法

2 砰击压力计算

2.3 海浪环境与计算条件

2.3.1 海浪的功率谱密度函数 $S(\omega)$ 采用双参数P-M谱，按下式计算：

$$S(\omega) = \frac{124H_s^2}{T_z^4} \omega^{-5} \exp\left(-\frac{496}{T_z^4} \omega^{-4}\right)$$

$$S(\omega) = \frac{124}{T_z^4} \omega^{-5} \exp\left(-\frac{496}{T_z^4} \omega^{-4}\right) f(\theta)$$

式中： H_s ——有义波高，m；
 T_z ——平均跨零周期，s；
 ω ——波浪圆频率，rad/s；
 $f_0(\theta)$ ——波浪扩散函数，按下式计算：

$$f_0(\theta) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \cos^2(\theta - \theta_m), & |\theta - \theta_m| < 90 \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

其中： θ ——扩展浪向，deg；
 θ_m ——主浪向，deg。

2.3.2 波浪扩散函数 $f_0(\theta)$ 按下式计算：

$$f_0(\theta) = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \cos^2 \theta, & |\theta| < \frac{\pi}{2} \\ 0, & \theta \text{ 为其他值} \end{cases}$$

式中： θ ——组合波与主浪向之间的夹角，rad。

2.3.3.2 砰击压力计算采用短期海况极值预报，有义波高 H_s 按下式计算：

$$H_s = \begin{cases} 8 - 0.6 \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} & \text{m, } L < 300\text{m} \\ 8 + 0.6 \left(\frac{L - 300}{100} \right)^{1.5} & \text{m, } L \geq 300\text{m} \end{cases}$$

平均跨零周期 T_z 及计算航行时间 t_n 按表2.3.3选取，中间值可采用线性插值法求得。

海浪条件选取				表2.3.3.2
有义波高 H_s (m)	6.0	7.0	8.0	9.0
平均跨零周期 T_z (s)	8.703	9.400	9.990	10.503
计算航行时间 t_n (h)	41	35	35	35

2.3.4.3.3 计算航速采用0.75V，V的定义见第1章1.1.2.27。

2.3.5.3.4 计算航向角取迎浪顶浪和顶斜浪工况，浪向角间隔不大于30°。

2.3.6.3.5 计算波浪频率范围取为0.2到1.8rad/s，步长取0.05rad/s。

2.3.6 线性横摇阻尼可采用试验或经验公式确定，如无适用，可取为横摇临界阻尼值的5%。

2.4 砰击压力极值计算

2.4.1 各横剖面处的砰击压力极值 P_B , kPa, 按下式计算:

$$-P_B(\alpha) = \begin{cases} \frac{1}{2} \rho k_1 \{V_0^2 - 2E_v \ln[1 - (1 - \alpha)^{1/n}]\} & \text{kPa, } b_1 / d_1 \leq 5 \\ \frac{1}{2} \rho k_1 \{V_0^{1.4} - 1.625 E_v^{0.7} \ln[1 - (1 - \alpha)^{1/n}]\} & \text{kPa, } b_1 / d_1 > 5 \end{cases}$$

$$P_B = \frac{1}{2} \rho k_1 C_{ps} \{V_0^2 - 2E_v \ln[1 - (1 - \alpha)^{1/n}]\}$$

式中: d_1 —— $d/10$ 吃水, m, d 的定义见第1章1.1.2.4;

b_1 —— d_1 吃水下的计算横剖面水线半宽, m;

ρ —— 海水密度, t/m³, 取为1.025;

k_1 —— 砰击系数, 按下式计算:

$$k_1 = \exp(1.377 + 2.419a_1 - 0.873a_3 + 9.624a_5)$$

其中: a_1, a_3, a_5 —— d_1 吃水下的计算横剖面按下式三参数保角变换方程映射到单位圆的系数:

$$Z_0 = U(\zeta + a_1\zeta^{-1} + a_3\zeta^{-3} + a_5\zeta^{-5})$$

d_1 —— $d/10$, m, d 为吃水;

Z_0 —— 剖面坐标;

ζ —— 圆的坐标;

U —— 尺度比, $U = \frac{d_1}{1 - a_1 + a_3 - a_5}$;

C_{ps} —— 系数, 取为0.44;

V_0 —— 临界砰击速度, m/s, 按下式计算:

$$V_0 = \begin{cases} 0.0925\sqrt{L}, & \text{对集装箱船、客船和车辆运输船} \\ 0.07\sqrt{L}, & \text{对其他船型} \end{cases}$$

E_v —— 计算横剖面底部的船体与波浪的垂向船波相对速度方差, 由本附录2.3谱分析计算结果确定;

α —— 保证率, 取为0.01;

n —— 砰击次数, 用计算航行时间 t_n 小时内平均砰击次数 N 代替, 按下式计算:

$$N = 3600 \frac{t_n}{2\pi} \sqrt{\frac{E_v}{E_r}} \exp \left\{ - \left(\frac{T_f^2}{E_r} + \frac{V_0^2}{E_v} \right) \right\}$$

其中： E_r ——计算横剖面底部的船体与波浪的垂向船波相对运动方差，由本附录2.3谱分析计算结果确定；

T_f ——评估工况下计算横剖面的首吃水，m。

3 强度评估

3.1 板的砰击强度

3.1.2 当板的极限承载压力 P_{cp} 与极值砰击压力 P_B 满足下述关系，则认为板具有足够抗砰击能力：

$$\frac{1000 \frac{P_{cp}}{C_S P_B} \geq 0.75}{1000 \frac{P_{cp}}{P_B} \geq 0.75}$$

式中： P_B —— 砰击压力极值，kPa，见本附录2.4.1。

C_S —— 三维砰击系数，按下式选取：

$$C_S = \begin{cases} 0.7, & \text{对集装箱船、客船、车辆运输船} \\ 1, & \text{对其他船型} \end{cases}$$

3.2 纵骨的砰击强度

3.2.2 当纵骨的极限承载压力 P_{cl} 与极值砰击压力 P_B 满足下述关系，则认为纵骨具有足够抗砰击能力：

$$\frac{1000 \frac{P_{cl}}{C_S P_B} \geq 0.75}{1000 \frac{P_{cl}}{P_B} \geq 0.75}$$

式中： P_B —— 砰击压力极值，kPa，见本附录2.4.1。

C_S —— 三维砰击系数，同3.1.2。

3.3 板架的砰击强度

3.3.3 计算载荷

根据砰击原理，认为砰击压力是作用在中纵桁处的肋板上，其作用面积为边长 S_1 的正方形， S_1 按下式计算：

$$S_1 = \sqrt{1.1 C_b L B \times 10^{-3}} \quad \text{m}$$

船首各站处的砰击压力的极限值不出现在同一时刻，所以必须对各站处作用极值砰击压力分别进行计算，求得底部板架的最大压力，砰击压力在肋板上的分布按下述三种情况确定：

(1) $S_1 < S$:

砰击压力仅作用在一块肋板上，见图3.3.3(1)，单位长度肋板上作用力 Q 按下式计算：

$$Q = C_D P_B S_1 \quad \text{kN/m}$$

式中： S ——肋板间距，m；

P_B ——砰击压力极值，kPa，见本附录2.4.1—；

C_D ——动态砰击系数，按下式选取：取为0.8。

$$C_D = \begin{cases} 0.4, & \text{对集装箱船、客船、车辆运输船} \\ 1, & \text{对其他船型} \end{cases}$$

(2) $S < S_1 < 2S$:

砰击压力作用在二块肋板上，见图3.3.3(2)，单位长度肋板上作用力 Q 按下式计算：

$$Q = 0.5 C_D P_B S_1 \quad \text{kN/m}$$

(3) $S_1 > 2S$:

砰击压力作用在三块肋板上，中间肋板单位长度肋板上作用力 Q_c 按下式计算：

$$Q_c = C_D P_B S \quad \text{kN/m}$$

边肋板单位长度上的作用力 Q_s 按下式计算

$$Q_s = 0.5 C_D P_B (S_1 - S) \quad \text{kN/m}$$

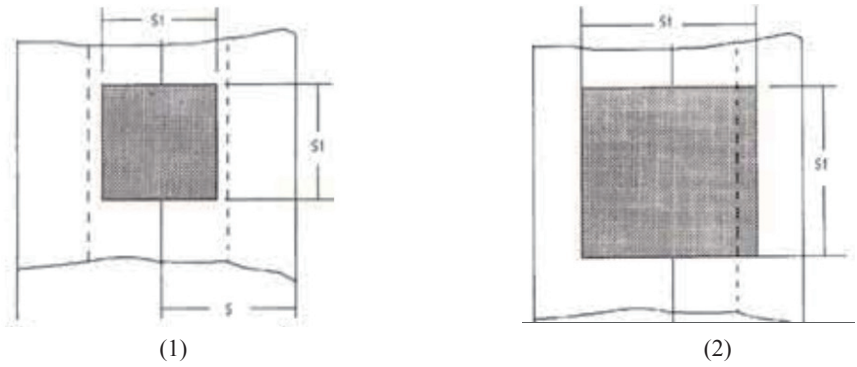


图3.3.3

3.3.4 许用应力

板架砰击强度直接计算的许用应力按表3.3.4确定。

许用应力

表3.3.4

构件	内底板处正应力 σ (N/mm ²)	外底板处正应力 σ (N/mm ²)	剪切应力 τ (N/mm ²)	相当应力 σ_e (N/mm ²)
纵桁	122/K	112/K	108/K	180/K
肋板	132/K	132/K	98/K	196/K

注：表中K为材料系数。

第3章 舾 装

第1节 舵 (2021年1月1日生效)

3.1.1.3 材料

(1) 舵的焊接件材料应符合CCS《材料与焊接规范》船体结构钢的有关规定。

(2) 在每一条规范要求中，应考虑普通强度或高强度钢板材料系数 K 。如无特殊规定，材料系数应按本篇第1章第3节取值。

(3) 舵及挂舵臂的钢板钢级应符合本篇第1章第3节的有关规定。

(4) 舵杆、舵销、连接螺栓、键及舵的铸件应满足CCS《材料与焊接规范》的轧制锻造或铸造碳锰钢。

(5) 对于舵杆、舵销、键和螺栓，其所使用材料的最小屈服应力应不小于 200N/mm^2 。本节的要求基于材料的屈服应力为 235N/mm^2 。所用材料的屈服应力若不同于 235N/mm^2 ，材料系数 K 应按下列式计算得到：

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

式中： $e = 0.75$ 对于 $R_{eH} > 235\text{N/mm}^2$ ；

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

R_{eH} ——所用材料规定的最小屈服应力， N/mm^2 ，应不大于 $0.7R_m$ 或 450N/mm^2 ，取其小值；

R_m ——所用材料的抗拉强度， N/mm^2 。

3.1.1.4 焊接和设计细节

(1) 应尽可能少用塞焊。在有大的面内应力垂直于塞焊处，以及半悬挂舵的缺口处，不可用塞焊。

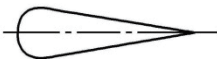
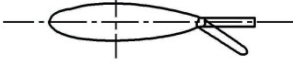
当使用塞焊时，塞焊长度应至少 75mm ，宽度为 $2t$ ，其中 t 为舵叶板厚度， mm 。塞焊端部的间距应不大于 125mm 。应用适合的化合物填充绕孔边界填角焊后留下的塞焊孔，如采用环氧油灰。塞焊不应在孔内填满焊肉。

应使用连续对接焊代替塞焊。当采用连续对接焊时，应留根 $6\sim 10\text{mm}$ ，坡脚应至少为 15° 。

(2) 在半悬挂舵缺口处，舵板(铸钢承座实心体处除外)倒角圆弧半径应不小于5倍舵板厚度，且不小于 100mm 。舵旁板的焊接应避免焊到圆弧处。接近圆弧处的边以及焊脚应磨平。

(3) 舵板与锻钢或铸钢承座实心体或者厚板焊接时，应采用全焊透。在高应力区域，比如半悬挂舵缺口处以及悬挂舵上部分，应采用铸钢或者焊接在隔板上。通常应采用双面全焊透。如果背面不可施焊，应焊接在陶瓷垫板或相当材料上。可采用钢质垫板，且应单面连续焊接在实体或厚板上。

- (4) 对于舵杆围阱的焊接以及设计细节的要求见本节3.1.9.2。
- (5) 当舵杆与舵叶水平法兰连接时，对于其焊接以及设计细节的要求见本节3.1.6.1(4)。
- (6) 对于挂舵臂的焊接以及设计细节的要求见本节3.1.9.1(3)。

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
平边翼型		1.1	0.90
中空翼型		1.35	0.90
高升力舵		1.7	应作专门考虑，如不可知：1.30
鱼尾型		1.4	0.8
单板型		1.0	1.0
混合翼型 (e.g. 如HSVA)		1.21	0.9

3.1.2.2 有缺口的舵叶(半悬挂舵)

总的舵力 C_R 应按本节3.1.2.1(1)计算。压力在舵叶面积上的分布是确定舵杆扭矩和舵叶强度的依据，应由下述所得：

舵叶面积可分为两个矩形或两个不规则四边形部分，面积为 A_1 和 A_2 ，因此 $A = A_1 + A_2$ ，见图3.1.2.2。

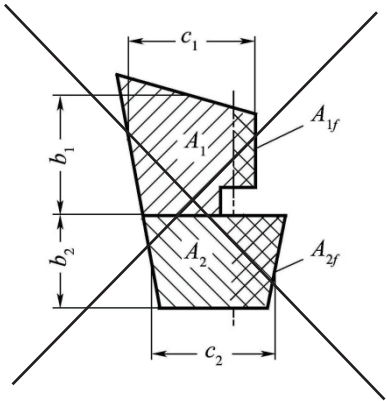


图3.1.2.2 面积 A_1 和 A_2

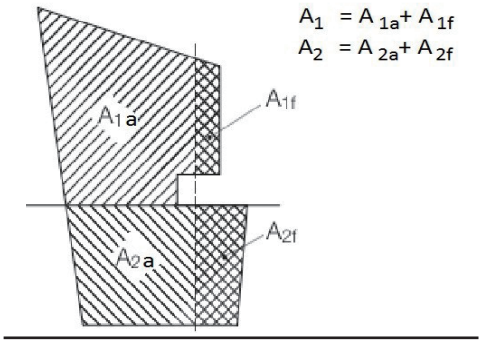


图3.1.2.2 面积 A_1 和 A_2

力臂 r_1 与 r_2 应按式计算:

$$r_1 = c_1(\alpha - k_1), \text{ m};$$

$$r_2 = c_2(\alpha - k_2), \text{ m};$$

式中: c_1, c_2 —— A_1 和 A_2 部分面积的平均宽度, 依据图3.1.2.1;

$$k_1 = \frac{A_{1f}}{A_1};$$

$$k_2 = \frac{A_{2f}}{A_2};$$

A_{1a} —— 位于舵杆中心线后的 A_1 的部分舵叶面积, m^2 ;

A_{1f} —— 位于舵杆中心线前的舵叶 A_1 的部分舵叶面积, m^2 ;

A_{2a} —— 位于舵杆中心线后的 A_2 的部分舵叶面积, m^2 ;

A_{2f} —— 位于舵杆中心线前的舵叶 A_2 的部分舵叶面积, m^2 ;

$\alpha = 0.33$, 对于正车工况;

$\alpha = 0.66$, 对于倒车工况;

对于舵位于挂舵臂之类固定结构之后的类型部分:

$\alpha = 0.25$, 对于正车工况;

$\alpha = 0.55$, 对于倒车工况;

3.1.4.3 当使用规定的最小屈服应力超过 235N/mm^2 的钢材而导致舵杆直径明显减小时, CCS可要求对舵杆弹性变形进行评估。为防止在轴承处产生过大的边缘应力, 应该避免较大的舵杆变形。

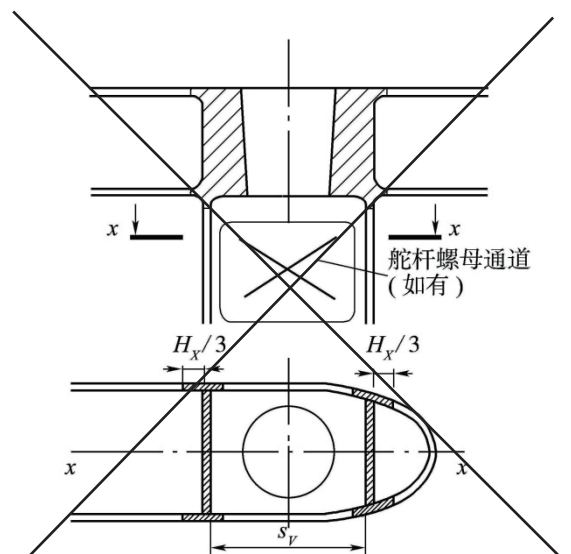


图3.1.5.3 舵叶与舵杆承座连接处剖面

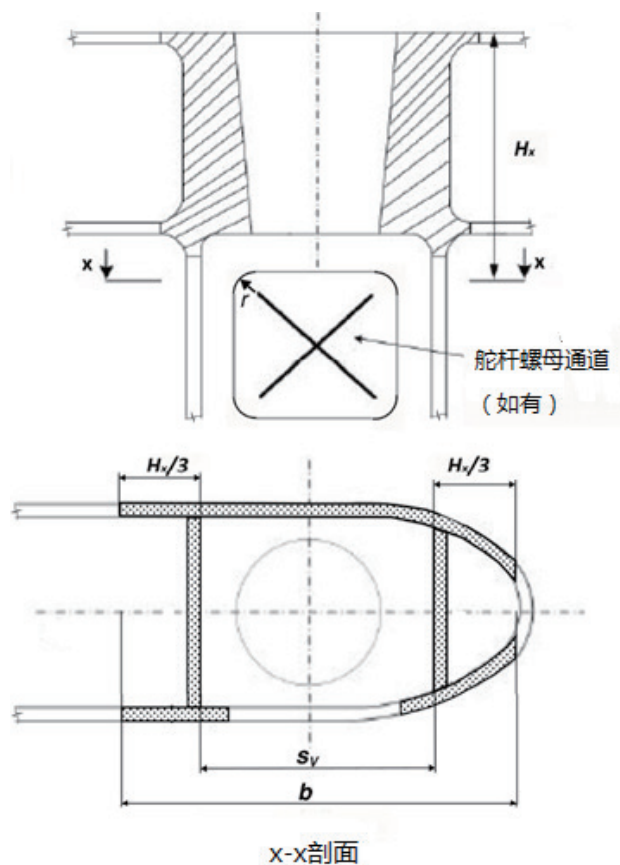


图3.1.5.3 舵叶与舵杆承座连接处剖面(仅一侧开孔示意图)

3.1.6.3 有键锥形连接

(1) 锥度和连接长度

不使用液压拆/装的锥形连接在直径方向上的锥度 c 应在1:8-1:12之间。

其中 $e = (d_0 - d_u) / l$ $c = (d_0 - d_u) / l_c$ ，见图3.1.6.3(a)及图3.1.6.3(c)。

直径 d_0 和 d_u 见图3.1.6.3(a)，椎体长度 l_c 见图3.1.6.3(c)。

锥形连接应由螺母紧固。螺母应紧固，例如使用图3.1.6.3(a)所示紧固板。

锥形应精确适配。连接长度 l 一般应不小于 $1.5d_0$ 。

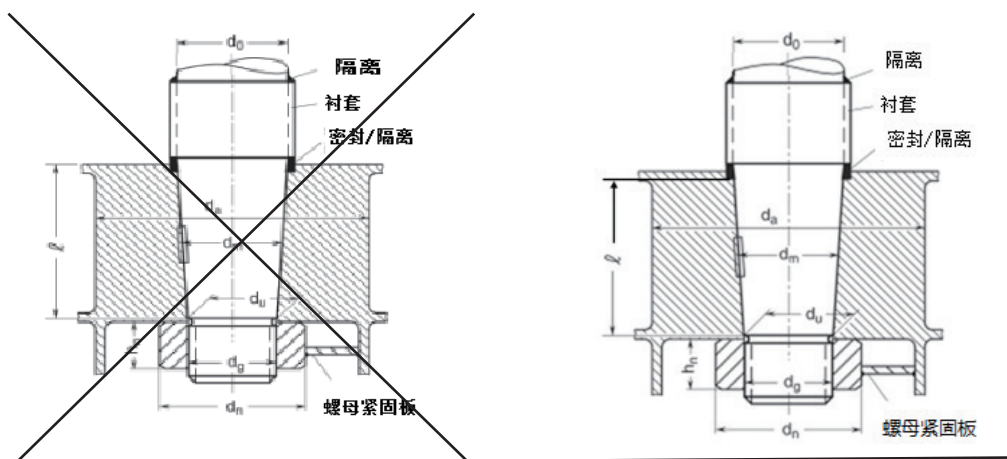


图3.1.6.3(a) 有键锥形连接

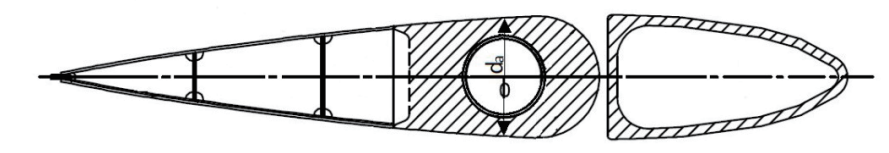


图3.1.6.3(b) 舵枢外径 d_a

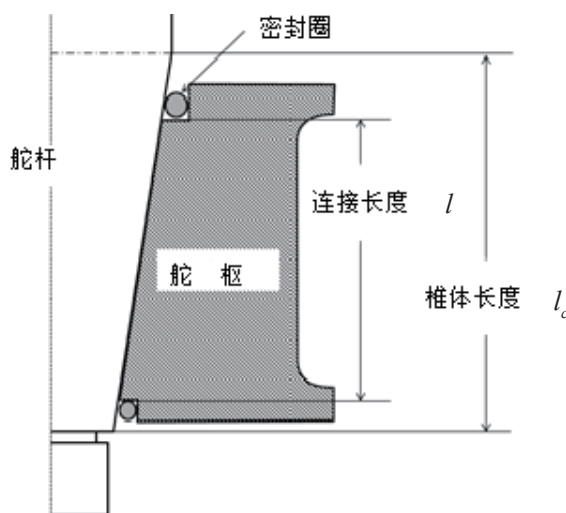


图3.1.6.3(c) 椎体长度和连接长度

(2) 键的尺寸

舵杆和舵之间的连接应设有一个键，其剪切面积 a_s 应不小于：

$$a_s = \frac{17.55Q_F}{d_k R_{eH1}} \text{ cm}^2$$

式中： Q_F ——舵杆的设计屈服扭矩；

$$Q_F = 0.02664d_t^3 / K \text{ Nm}$$

如实际直径 d_{ta} 大于计算要求直径 d_t ，应取实际直径 d_{ta} ，但不必大于 $1.145 d_t$ ；

d_t ——按本节3.1.4.1计算的舵杆直径，mm；

K ——舵杆材料系数，见本节3.1.1.3(5)；

d_k ——舵杆锥体装键处的平均直径，mm；

R_{eH1} ——键材料规定的最小屈服应力，N/mm²。

在键与舵杆或承座之间的(未打磨)键有效表面积 a_k ，cm²，应不小于：

$$a_k = \frac{5Q_F}{d_k R_{eH2}}$$

式中： R_{eH2} ——键、舵杆或承座材料规定的最小屈服应力，N/mm²。

(3) 螺母的尺寸应符合下列要求，见图3.1.6.3(a)：

螺纹外径 $d_g \geq 0.65 d_o$

螺母高度 $h_n \geq 0.6 d_g$ ；

螺母外径 $d_n \geq 1.2 d_u$ 或 $1.5 d_g$ ，取较大者。

(4) 应证明50%设计屈服扭矩通过锥形连接摩擦传递。可按3.1.6.4(2)和3.1.6.4(3)计算当扭矩 $Q'_F = 0.5 Q_F$ 时所要求的推入压力和推入长度。

(5) 除了3.1.6.3(2)和3.1.6.3(4)的要求，当舵杆与舵通过有键连接时，认为所有的扭矩都通过键传递，键的尺寸和压入力、压入长度应特殊考虑。

3.1.6.4 具有特殊拆装专用装置的锥形连接

(1) 舵杆直径如超过200mm，建议通过液压连接进行压入配合。在此情况下，锥部应更细长，锥度在 $c \approx 1:12$ 至 $1:20$ 之间。

如用液压方式连接，螺母应有效紧固于舵杆或舵销。

为使舵杆和舵体之间的连接能安全传递扭转力矩，推入压力和推入长度应由3.1.6.4(2)和3.1.6.4(3)确定。

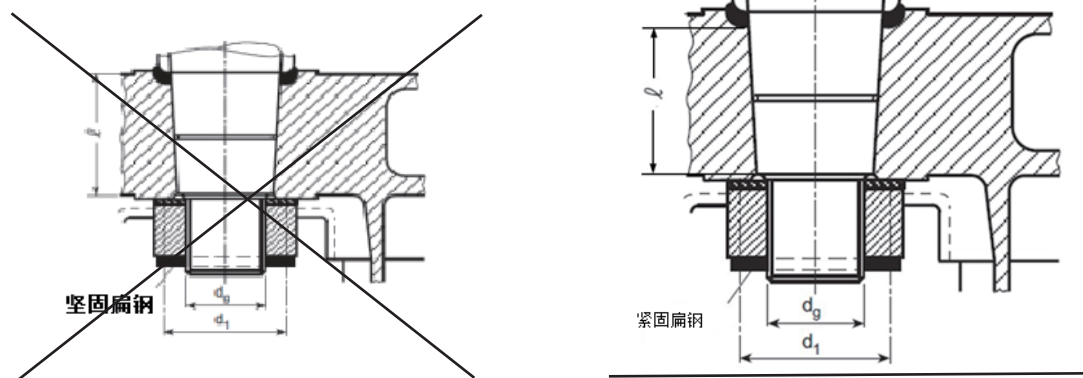


图3.1.6.4 特殊拆装专用装置的无键锥形联接

(2) 推入压力

推入压力应不小于以下两式计算所得之值的大者：

$$p_{req1} = \frac{2Q_F \times 10^3}{d_m^2 l \pi \mu_0} \quad \text{N/mm}^2$$

$$p_{req2} = \frac{6M_b \times 10^3}{l^2 d_m} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： Q_F ——按本节3.6.3.23.1.6.3(2)确定的舵杆设计屈服扭矩，Nm；

d_m ——锥体平均直径，mm；见图3.1.6.3(a)；

l ——锥体连接长度，mm；

μ_0 ——摩擦系数，等于0.15；

M_b ——锥形连接弯矩(例如悬挂舵)，Nm。

应证明推入压力不超过锥体的许用表面压力。许用表面压力 p_{perm} ，应按下式计算确定：

$$p_{perm} = \frac{0.95R_{eH}(1-\alpha^2)}{\sqrt{3+\alpha^4}} - p_b \quad \text{N/mm}^2$$

式中： $p_b = \frac{3.5M_b \times 10^3}{d_m l^2} \quad \text{N/mm}^2$ ；

R_{eH} ——舵枢材料规定的最小屈服应力，N/mm²；

$$\alpha = \frac{d_m}{d_a}；$$

d_m ——直径，mm，定义见图3.1.6.3(a)；

d_a ——舵枢外径见图3.1.6.3(a)，mm，应不小于1.25 d_0 。见图3.1.6.3(a)及图3.1.6.3(b)(最小直径处量取)。

3.1.7 舵销

3.1.7.1 舵销尺寸

舵销直径 d_p 应不小于：

$$d_p = 0.35\sqrt{BK_p} \quad \text{mm}$$

式中： B ——支撑力，N；

K_p ——舵销材料系数，见本节4.1.3.53.1.1.3(5)。

3.1.7.2 连接

(1) 锥度

舵销如为锥形，直径方向锥度应符合以下规定：

1:8至1:12，对于有键或者其它手动安装舵销，如果由止动螺母锁定；

1:12至1:20，对与于以油压和液压螺母装配舵销。

(2) 舵销销座的推入压力

所要求的舵销销座推入压力 p_{req} 应按下式计算：

$$p_{req} = 0.4 \frac{B_1 d_0}{d_m^2 l} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： B_1 ——舵销销座的支撑力，N；

d_0 ——舵销直径，mm，见图3.1.6.3(a)。

推入长度应按本节3.1.6.4(3)的类似方法计算，采用要求的舵销轴承推入压力和舵销轴承的属性。

3.1.8 舵杆、舵轴和舵销的轴承

3.1.8.1 衬垫轴套和衬套

(1) 舵杆轴承

轴承应有衬垫轴套和衬套，衬垫轴套和衬套的最小厚度 t_{min} 应取为：

$$\begin{aligned} t_{min} &= 8\text{mm} \quad \text{金属材料 and 合成材料} \\ t_{min} &= 22\text{mm} \quad \text{木材} \end{aligned}$$

(2) 舵销的轴承

任何衬套或衬垫轴套的厚度 t ，mm，应不小于下式及3.1.8.1(1)定义的最小厚度。

$$\frac{t = 0.01\sqrt{P}}{t = 0.01\sqrt{B}}$$

式中： P B ——相关轴承支撑力，N。

3.1.8.2 最小轴承表面积

应提供足够的润滑。

支承面积 A_b (定义为投影面积：支承面长度×轴套的外径)，应不小于：

$$A_b = \frac{P}{q_a} \quad \text{mm}^2$$

式中： P —— 轴承支持力，N，定义见本节3.1.3.2；
 q_a —— 按表3.1.8.2确定的许用表面压力。

各种不同材料最大许用表面压力 q_a 应按下表确定。如有许用表面压力大于表3.1.8.2数值，且已经由试验验证过，可按供应商说明书选取。

许用表面压力表 q_a		表3.1.8.2
轴承衬套材料	$q_a(\text{N/mm}^2)$	
铁梨木	2.5	
白合金，油润滑	4.5	
邵氏硬度大于60的D级60~70的合成材料 ^①	5.5 ^②	
钢材 ^③ 、青铜和热压青铜-石墨材料	7.0	

注： ① 压痕硬度试验应在23℃及具有50%湿度情况下，应按公认的标准进行。合成材料应是认可型的。
 ② 根据轴承供应商说明书与试验，表面压力超过5.5N/mm²可能接受，但无论如何不超过10 N/mm²。
 ③ 不锈钢和耐磨钢，并以认可方式同舵杆衬套组合。

3.1.8.3 轴承尺寸

轴承长度与直径的比值应不大于1.2。

舵销处轴承长度 L_p 应满足下式：

$$D_p \leq L_p \leq 1.2D_p$$

式中： L_p = 在舵销轴套外面量取的舵销、舵杆实际直径，mm。

3.1.9 挂舵臂与舵杆围阱的强度

3.1.9.1 挂舵臂

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。如挂舵臂与外板之间圆弧过渡，应充分考虑挂舵臂板抗弯曲的有效性以及横隔板的应力。圆弧半径不小于~~(0.8L+150)mm~~，其中 ~~L 为船长。~~

有一个弹性支持的半悬挂舵和两个弹性支持的半悬挂舵的弯矩和剪力应由直接计算确定，或者可以依据附录1中2.4和附录1中2.5的指南。

水平x轴的剖面模数 W 应不小于：

$$W = M_b K / 67 \quad \text{cm}^3$$

式中： M_b —— 计算剖面的弯矩，Nm。

剪应力 τ 应不大于:

$$\tau = 48/K \quad \text{N/mm}^2$$

式中: K ——材料系数, 分别见本节3.1.1.3(2)或3.1.1.3(5)。

(1) 等效应力

挂舵臂高度范围内任何位置的等效应力应不超过 $120/K$, N/mm^2 。等效应力 σ_v 应按下列式计算:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_b^2 + 3(\tau^2 + \tau_T^2)} \quad \text{N/mm}^2$$

式中: $\sigma_b = M_b / Z_x$, N/mm^2 ;

Z_x ——挂舵臂计算剖面的剖面模数, cm^3 ;

$\tau = B_1/A_h$, N/mm^2 ;

B_1 ——舵销轴承的支持力, N ;

A_h ——挂舵臂 y 方向的有效剪切面积, mm^2 ;

$\tau_T = \frac{M_T 10^3}{2A_T t_h}$, N/mm^2 ;

M_T ——扭矩, Nm ;

A_T ——挂舵臂围住的水平剖面面积, mm^2 ;

t_h ——挂舵臂的板厚, mm ;

K ——材料系数, 分别见本节3.1.1.3(2)或3.1.1.3(5)。

(2) 挂舵臂板

挂舵臂的侧板厚度 t 应不小于:

$$t = 2.4\sqrt{LK} \quad \text{mm}$$

式中: L ——船长, m ;

K ——~~见本节3.1.1.3(2)~~材料系数, 分别见本节3.1.1.3(2)或3.1.1.3(5)。

(3) 与船体结构的焊接与连接

挂舵臂应有效地连接至船尾结构, 例如板材与外板及横/纵桁的连接, 以实现力的合理传递, 见图3.1.9.1。

当挂舵臂与船体结构的连接处设计为挂舵臂曲线型过渡到船体板, 应特别注意挂舵臂弯曲的有效性以及横隔板的应力。

挂舵臂内应在与外板对齐处设置肘板或者水平桁材, 如图3.1.9.1所示。

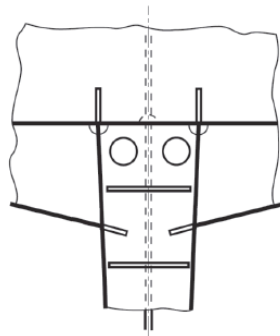


图3.1.9.1 挂舵臂与船尾结构的连接

应有数量充足且厚度足够的挂舵臂横隔板向上伸入船体，直至达到最近一层平台甲板。

应与横隔板一起安设加强肋板，以实现与船体充分连接。

尾尖舱的中纵舱壁(制荡舱壁)应与挂舵臂相连。

横隔板与外板连接处应避免扇形孔。

挂舵臂板与外板之间应全焊透。焊接半径应该尽可能的大，并且需要打磨。

3.1.9.2 舵杆围阱

本要求适用于伸入艏柱以下的舵杆围阱，这种布置的舵杆围阱承受舵力。

(1) 材料，焊接以及与船体的连接

本要求适用于伸入艏柱以下和未伸入艏柱以下两种类型的舵杆围阱。

舵杆围阱的钢材应保证可焊性，熔炼分析的含碳量不超过0.23%，或者碳当量 C_{EQ} 不超过0.41%。

舵杆围阱的板材钢级一般不应低于本篇第1章第3节中材料级别II所对应钢级。

舵杆围阱与船壳或导流尾鳍底部的连接焊缝应为全焊透。

凸肩圆角半径 r , mm,见图3.1.9.2应尽可能大并满足下式：

$r = 0.1d_c$ ，且应不小于：

$r = 60 \text{ mm}$ 当 $\sigma \geq 40/K \text{ N/mm}^2$

$r = 0.1d_c$ ，且不小于30mm $r = 30 \text{ mm}$ 当 $\sigma < 40/K \text{ N/mm}^2$

式中： d_c —— 3.1.4.2定义的舵杆直径

σ —— 舵杆围阱的弯曲应力, N/mm^2

K —— 材料系数，分别见本节3.1.1.3(2)或3.1.1.3(5)。

弧形可用打磨方式制成。如用砂轮打磨，应在焊缝方向上避免砂轮划痕。应用模板核查弧形的精度。至少应核查四个，并应向验船师提交报告。

非钢质材料舵杆围阱应由CCS作特殊考虑。

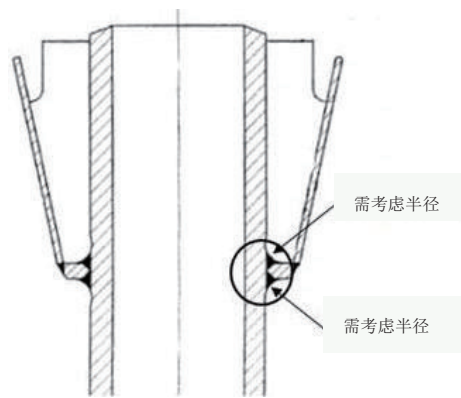


图3.1.9.2

(2) 结构尺寸

如果舵杆在舵杆围阱内，且舵的运动作用力使舵杆围阱产生应力，舵杆围阱的尺寸应使弯曲和剪切的合成应力不超过 $0.35R_{eH}$ 。

焊接的舵杆围阱弯曲应力 σ 应满足下式：

$$\sigma \leq 80/K \quad \text{N/mm}^2$$

式中： σ ——舵杆围阱的弯曲应力，3.1.9.2(1)中定义；
 K ——材料系数，分别见本节3.1.1.3(2)或3.1.1.3(5)，应不小于0.7；
 R_{eH} ——所用材料规定的最小屈服应力，N/mm²。

在计算弯曲应力时，所计跨距是下舵杆轴承高度中点与舵杆围阱在船壳或导流尾鳍底部的夹入点之间的距离。

第2节 锚泊与系泊设备

表3.2.1.1(2)替换为下表：

锚泊和系泊设备									表3.2.1.1(2)				
序号	舳装数N		首锚		有档首锚链				拖索		系船索		
	超过	不超过	数量	每只质量(kg)	总长度(m)	直径			长度(m)	破断负荷(kN)	数量	每根长度(m)	破断负荷(kN)
						CCS 1级	CCS 2级	CCS 3级					
1	50	70	2	180	220	14	12.5		180	98.1	3	80	37
2	70	90	2	240	220	16	14		180	98.1	3	100	40
3	90	110	2	300	247.5	17.5	16		180	98.1	3	110	42
4	110	130	2	360	247.5	19	17.5		180	98.1	3	110	48

序号	舾装数N		首锚		有档首锚链				拖索		系船索		
	超过	不超过	数量	每只质量(kg)	总长度(m)	直径			长度(m)	破断负荷(kN)	数量	每根长度(m)	破断负荷(kN)
						CCS 1级	CCS 2级	CCS 3级					
5	130	150	2	420	275	20.5	17.5		180	98.1	3	120	53
6	150	175	2	480	275	22	19		180	98.1	3	120	59
7	175	205	2	570	302.5	24	20.5		180	111.8	3	120	64
8	205	240	3 ₂	660	302.5	26	22	20.5	180	129.4	4	120	69
9	240	280	3 ₂	780	330	28	24	22	180	150	4	120	75
10	280	320	3 ₂	900	357.5	30	26	24	180	173.6	4	140	80
11	320	360	3 ₂	1020	357.5	32	28	24	180	206.9	4	140	85
12	360	400	3 ₂	1140	385	34	30	26	180	223.6	4	140	96
13	400	450	3 ₂	1290	385	36	32	28	180	250.1	4	140	107
14	450	500	3 ₂	1440	412.5	38	34	30	180	276.5	4	140	117
15	500	550	3 ₂	1590	412.5	40	34	30	190	306.0	4	160	134
16	550	600	3 ₂	1740	440	42	36	32	190	338.3	4	160	143
17	600	660	3 ₂	1920	440	44	38	34	190	370.7	4	160	160
18	660	720	3 ₂	2100	440	46	40	36	190	406.0	4	160	171
19	720	780	3 ₂	2280	467.5	48	42	36	190	441.3	4	170	187
20	780	840	3 ₂	2460	467.5	50	44	38	190	480.0	4	170	202
21	840	910	3 ₂	2640	467.5	52	46	40	190	517.8	4	170	218
22	910	980	3 ₂	2850	495	54	48	42	190	559.0	4	170	235
23	980	1060	3 ₂	3060	495	56	50	44	200	603.1	4	180	250
24	1060	1140	3 ₂	3300	495	58	50	46	200	647.2	4	180	272
25	1140	1220	3 ₂	3540	522.5	60	52	46	200	691.4	4	180	293
26	1220	1300	3 ₂	3780	522.5	62	54	48	200	738.4	4	180	309
27	1300	1390	3 ₂	4050	522.5	64	56	50	200	785.5	4	180	336
28	1390	1480	3 ₂	4320	550	66	58	50	200	835.5	4	180	352
29	1480	1570	3 ₂	4590	550	68	60	52	220	888.5	5	190	352
30	1570	1670	3 ₂	4890	550	70	62	54	220	941.4	5	190	362
31	1670	1790	3 ₂	5250	577.5	73	64	56	220	1024	5	190	384
32	1790	1930	3 ₂	5610	577.5	76	66	58	220	1109	5	190	411
33	1930	2000	3 ₂	6000	577.5	78	68	60	220	1168	5	190	437
34	2000	2080	3 ₂	6000	577.5	78	68	60	220	1168			
35	2080	2230	3 ₂	6450	605	81	70	62	240	1259			
36	2230	2380	3 ₂	6900	605	84	73	64	240	1356			
37	2380	2530	3 ₂	7350	605	87	76	66	240	1453			
38	2530	2700	3 ₂	7800	632.5	90	78	68	260	1471			
39	2700	2870	3 ₂	8300	632.5	92	81	70	260	1471			
40	2870	3040	3 ₂	8700	632.5	95	84	73	260	1471			
41	3040	3210	3 ₂	9300	660	97	84	76	280	1471			
42	3210	3400	3 ₂	9900	660	100	87	78	280	1471			
43	3400	3600	3 ₂	10500	660	102	90	78	280	1471			
44	3600	3800	3 ₂	11100	687.5	105	92	81	300	1471			
45	3800	4000	3 ₂	11700	687.5	107	95	84	300	1471			
46	4000	4200	3 ₂	12300	687.5	111	97	87	300	1471			
47	4200	4400	3 ₂	12900	715	114	100	87	300	1471			

序号	舾装数 <i>N</i>		首锚		有档首锚链				拖索		系船索		
	超过	不超过	数量	每只质量(kg)	总长度(m)	直径			长度(m)	破断负荷(kN)	数量	每根长度(m)	破断负荷(kN)
						CCS 1级	CCS 2级	CCS 3级					
48	4400	4600	32	13500	715	117	102	90	300	1471			
49	4600	4800	32	14100	715	120	105	92	300	1471			
50	4800	5000	32	14700	742.5	122	107	95	300	1471			
51	5000	5200	32	15400	742.5	124	111	97	300	1471			
52	5200	5500	32	16100	742.5	127	111	97	300	1471			
53	5500	5800	32	16900	742.5	130	114	100	300	1471			
54	5800	6100	32	17800	742.5	132	117	102	300	1471			
55	6100	6500	32	18800	742.5		120	107					
56	6500	6900	32	20000	770		124	111					
57	6900	7400	32	21500	770		127	114					
58	7400	7900	32	23000	770		132	117					
59	7900	8400	32	24500	770		137	122					
60	8400	8900	32	26000	770		142	127					
61	8900	9400	32	27500	770		147	132					
62	9400	10000	32	29000	770		152	132					
63	10000	10700	32	31000	770			137					
64	10700	11500	32	33000	770			142					
65	11500	12400	32	35500	770			147					
66	12400	13400	32	38500	770			152					
67	13400	14600	32	42000	770			157					
68	14600	16000	32	46000	770			162					

附录1 弯矩及剪力分布计算指南 (2021年1月1日生效)

2.4 单舵钮的半悬挂舵

分析数据

$l_{10} - l_{50}$ ——该系统各构件长度，m；

$I_{10} - I_{50}$ ——这些构件的惯性矩， cm^4 ；

Z ——挂舵臂的支撑弹簧常数；

$Z = 1/(f_b + f_t)$ ，kN/m，对挂舵臂的支撑，见图2.4.1:

f_b —— 作用于支承中心的1 kN单位力所造成的挂舵臂的单位位移，m/kN:

$$f_b = \frac{1.3d^3}{6.18I_n} \quad f_b = \frac{1.3h^3}{6.18I_n} \quad \text{m/kN(指导值)}$$

I_n ——挂舵臂水平剖面对x轴的惯性矩， cm^4 ，见图2.4.1；

f_t ——因扭矩产生的单位位移，m/kN；

$$f_t = \frac{de^2 \sum u_i / t_i}{3.14 \times 10^8 F_T^2} \text{ m/kN} \quad f_t = \frac{he^2 \sum u_i / t_i}{3.14 \times 10^8 F_T^2} \text{ m/kN}$$

2.5 有二个共轭弹性支点的半悬挂舵

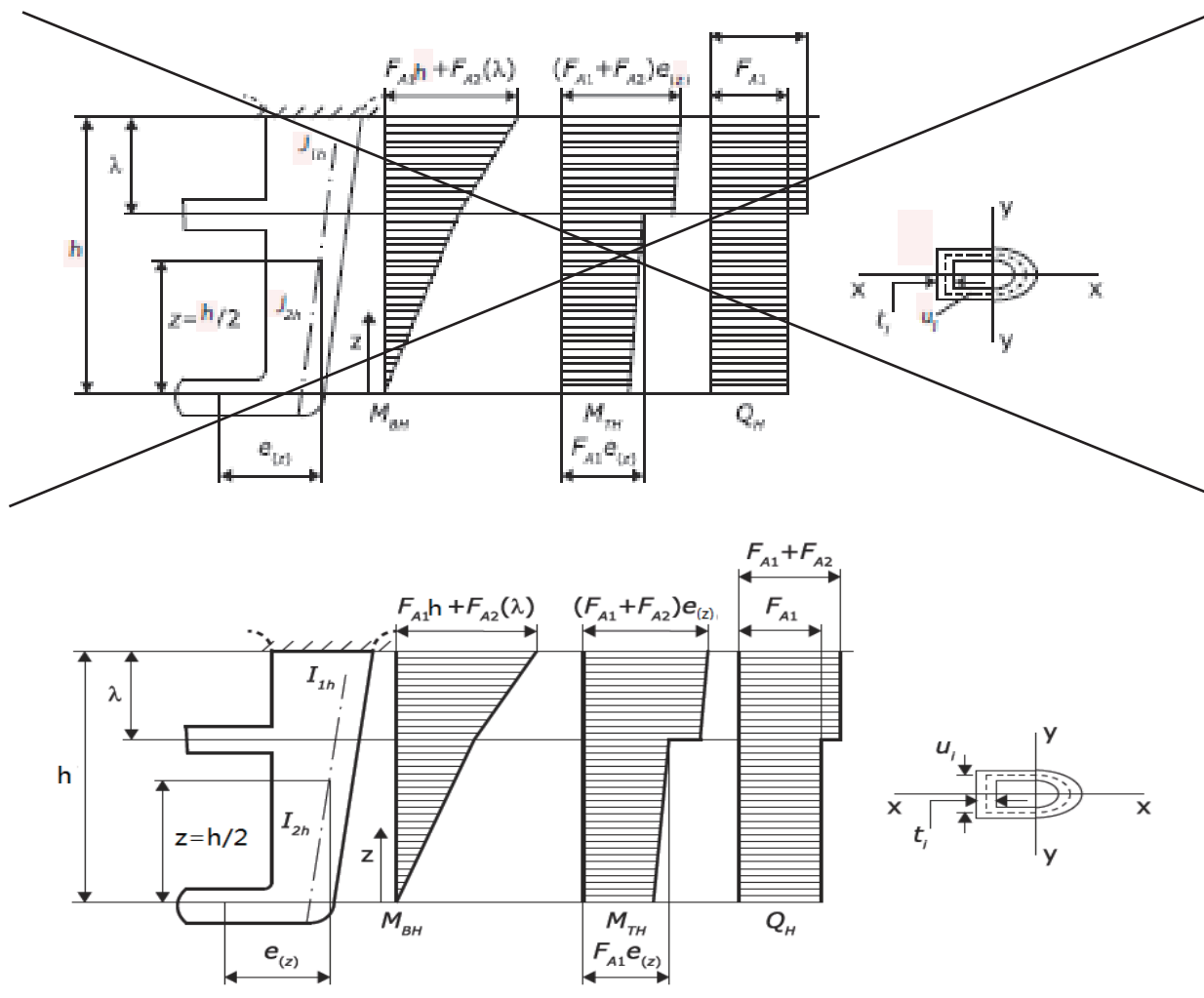


图2.5.2

第5章 双壳油船

第2节 外板

5.2.5 舷侧外板

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

(3) 距基线 $\frac{1}{4}D$ 以上与距基线 $\frac{3}{4}D$ 以下区域的舷侧外板厚度 t 应不小于按下列两式计算所得之值：

$$t_1 = s[t_{11} + (t_{12} - t_{11})h] \quad \text{mm}$$

$$t_2 = s[t_{21} + (t_{22} - t_{21})h] \quad \text{mm}$$

式中： $t_{11} = \frac{t_{1,z=0.25D}}{s_{z=0.25D}}$

$$t_{12} = \frac{t_{1,z=0.75D}}{s_{z=0.75D}}$$

$$t_{21} = \frac{t_{2,z=0.25D}}{s_{z=0.25D}}$$

$$t_{22} = \frac{t_{2,z=0.75D}}{s_{z=0.75D}}$$

$$h = \frac{z - 0.25D}{0.5D}$$

$s_{z=0.25D}$ ——0.25D处的纵骨间距，m，且应不小于纵骨标准间距；

$s_{z=0.75D}$ ——0.75D处的纵骨间距，m，且应不小于纵骨标准间距；

$t_{1,z=0.25D}$ ——0.25D处的 t_1 板厚，mm；

$t_{1,z=0.75D}$ ——0.75D处的 t_1 板厚，mm；

$t_{2,z=0.25D}$ ——0.25D处的 t_2 板厚，mm；

$t_{2,z=0.75D}$ ——0.75D处的 t_2 板厚，mm；

s ——计算点处的纵骨间距，m，且应不小于纵骨标准间距；

D ——型深，m；

z ——计算点至基线的距离。

第12节 特殊要求

5.12.1 一般要求

5.12.1.4 部分装载的液货舱，应按CCS《液舱晃荡载荷及构件尺寸评估指南》对液舱结构进行晃荡载荷作用下的强度评估，计算结果应提交审批。

5.12.2 结构细则

5.12.2.5 主要构件腹板加强筋的腹板高度应不小于75mm。当同时在面板的平行方向和垂直方向布置加强筋时，水平与面板平行的加强筋的尺寸应不小于与面板垂直的垂直加强筋的尺寸。加强筋的剖面惯性矩应分别符合下述要求：

(1) 垂直加强筋的与主要构件面板垂直的加强筋剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 0.175 \left(\frac{h}{s} \right)^{2.4} s t^3 \quad \text{cm}^4$$

式中： h ——主要构件水平扶强材间距或无扶强的腹板高度，m；

s ——加强筋间距，m；

t ——腹板厚度，mm。

计算时，当 $h/s < 1$ 时，仍取1；当 $h/s > 3.3$ 时，仍取3.3。

(2) 水平加强筋与主要构件面板平行的加强筋剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

对甲板、舷侧和船底纵桁纵向加强筋：

$$I = 2.85 l^2 A \quad \text{cm}^4$$

$$I = 1.62 l^2 A \quad \text{cm}^4$$

对其他主要构件加强筋：

$$I = 2 l^2 A \quad \text{cm}^4$$

$$I = 0.82 l^2 A \quad \text{cm}^4$$

式中： l ——加强筋跨距，m；

A ——加强筋连同带板的横剖面积， cm^2 。

第7章 集装箱船

第1节 一般规定

7.1.4 船体结构强度直接计算和疲劳强度评估

7.1.4.1 船长为150m及以上或者强力甲板舱口宽度大于 $0.85B$ (B 为船宽)时,应按本章附录2进行舱段有限元结构强度直接计算。

船长为150m及以上的集装箱船应按CCS《船体结构疲劳强度指南》,对其货舱区域的下述部位进行疲劳强度校核:

- (1) 纵骨(船底、舷侧、甲板及内壳)与横向强框架的连接部位;
- (2) 纵骨(船底、舷侧、甲板及内壳)与横舱壁的连接部位;
- (3) 内壳与内底板连接处。

7.1.4.2 符合下列条件之一的集装箱船,还应按本章附录2进行整船有限元结构强度直接计算和疲劳强度评估:

- (1) 船长 L 大于250m;
- (2) 船宽 B 大于32.26m;
- (3) 强力甲板舱口宽度大于 $0.89B$ (B 为船宽);
- (4) 结构布置非常规形式。

~~7.1.4.3 船长为150m及以上的集装箱船,应按CCS《船体结构疲劳强度指南》,对其货舱区域的下述部位进行疲劳强度校核:~~

- ~~(1) 纵骨(船底、舷侧、甲板及内壳)与横向强框架的连接部位;~~
- ~~(2) 纵骨(船底、舷侧、甲板及内壳)与横舱壁的连接部位;~~
- ~~(3) 内壳与内底板连接处。~~

第2节 总纵强度

7.2.6.3 颤振

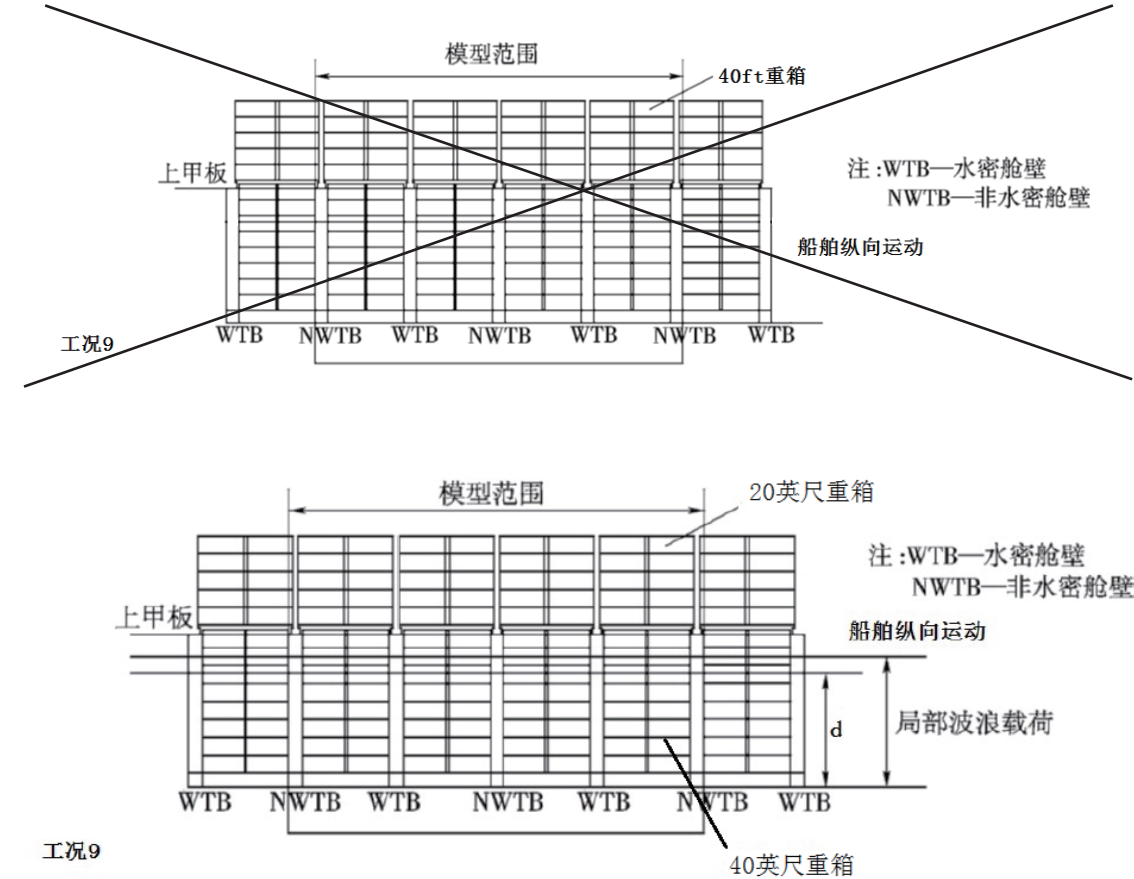
进行船体梁极限强度评估时,应考虑砰击颤振对于船体梁波浪弯矩的影响,具体方法见CCS《船体结构波激振动和砰击颤振直接计算评估指南》。

附录2 集装箱船结构强度直接计算

2 货舱区域主要结构强度直接计算

2.4 计算工况

图2.4.1 工况9示意图修改如下：



2.7 细化网格分析

2.7.9 细化网格分析的应力衡准及校核方法见表2.7.9。

细化网格分析的最大许用膜应力 表2.7.9

单元应力	屈服利用因子 (适用于所有工况)
非邻近焊缝的单元	$\lambda_y \leq 1.7$
邻近焊缝的单元	$\lambda_y \leq 1.5$

其中：(1) λ_y ——屈服利用因子

$$\frac{K\sigma_e}{235} = \lambda_y = \frac{\sigma_e}{[\sigma_e]}$$

3 整船结构强度直接计算

3.2 计算工况

3.2.1 静水载荷工况

3.2.1.1 静水载荷工况应根据装载手册选取，一般取产生最大静水弯矩的满载工况和出现最大GM的部分装载工况(如有时)最大GM的正常压载工况。

3.2.1.3 如装载手册中存在更为严重的非均匀装载工况，也应予以考虑。

3.2.3 计算工况

3.2.3.1 计算工况由静水载荷工况和波浪载荷工况的不同组合组成，通常，集装箱船整船结构强度分析应按照表3.2.3.1的计算工况进行校核。对于双岛型集装箱船，还应对前岛的前后端处最大扭矩计算工况进行校核。

计 算 工 况							表3.2.3.1
波浪工况 静水工况	最大垂向 波浪弯矩1	最大水平 波浪弯矩2	L/2处 最大扭矩3	L/4处 最大扭矩4	3L/4处 最大扭矩5	船舶 垂向加速 度最大6	最大横摇 角7
满载工况	LC1	LC2	LC3	LC4	LC5	LC6	LC7

装载工况 主要载荷控制参数	均匀满载	正常压载	非均匀装载 (如有时)
最大垂向波浪弯矩	适用	适用	适用
最大水平波浪弯矩	适用	适用	适用
L/2处最大扭矩	适用	适用	适用
L/4处最大扭矩	适用	适用	适用
3L/4处最大扭矩	适用	适用	适用
船舶最大垂向加速度	适用	适用	适用
最大横摇角	=	适用	=

3.3 整船结构模型化

3.3.1 模型范围

3.3.1.1 整船三维有限元模型应包括主船体范围内的所有纵向受力构件，如甲板结构、舷侧与纵舱壁结构、双层底结构。模型中还应包括横向主要结构如横舱壁、横框架及横向甲板条等。局部支撑构件如肘板等可不计入模型中，桁材—主要构件腹板开孔的要求见本篇第1章第5节，肘板的开孔可忽略不计。图3.3.1.1所示为一典型集装箱船的整船有限元模型。

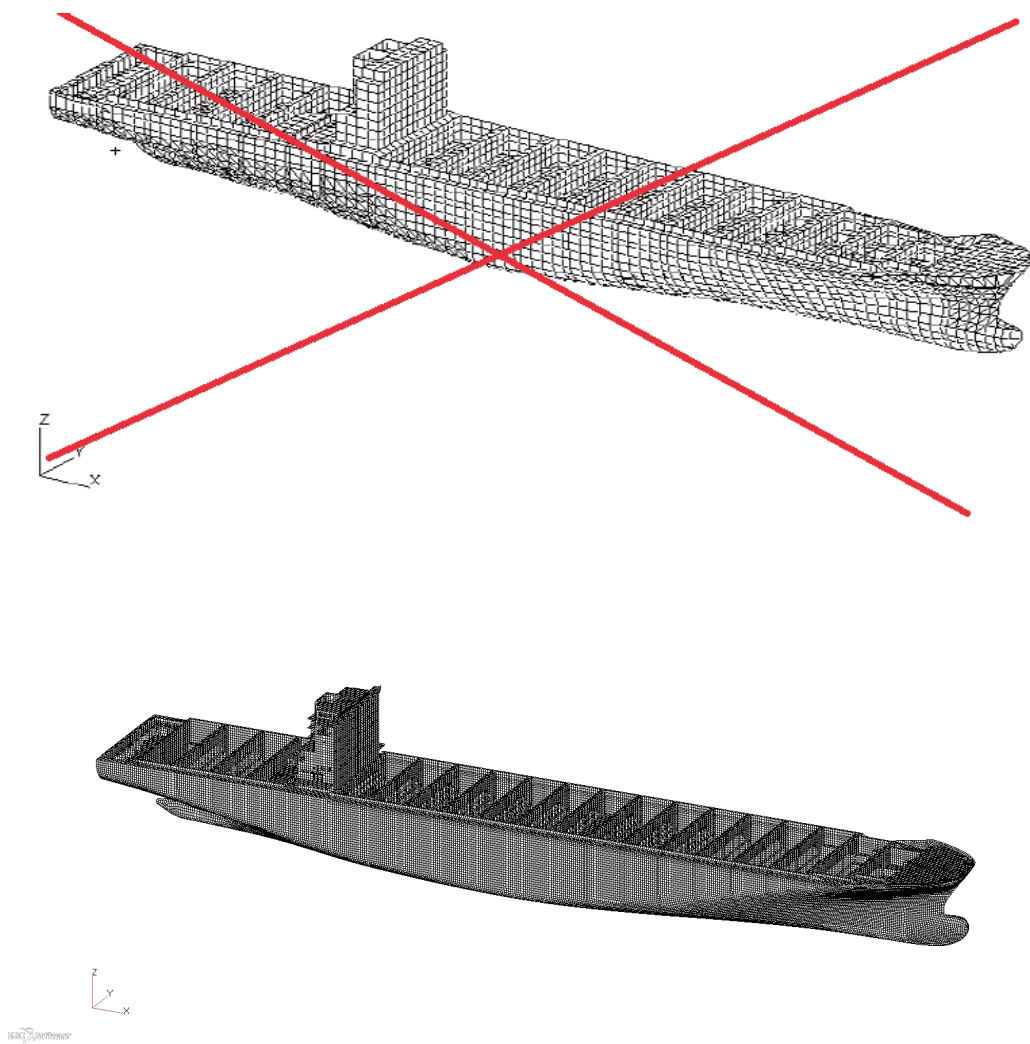


图3.3.1.1 典型集装箱船整船结构有限元模型

3.3.5 细化分析

3.3.5.1 整船有限元计算下列区域应力结果超过本附录3.4.1规定的许用应力的90%时，则应予以细化网格分析：

- (1) 货舱区域横向强框架台阶处；
- (2) 双层底纵桁与横舱壁连接处；
- (3) 支撑横舱壁处桁材面板和大肘板趾端；
- (4) 纵向舱口围肘板趾端处；
- (5) 舱口围顶板和甲板的舱口角隅处；
- (6) 内壳、舱口围、甲板以及横舱壁垂直桁和水平桁上的开孔处。

3.3.5.2 细化网格分析应满足本附录2.7的要求。

3.4 整船结构有限元屈服强度评估

3.4.1 板材(包括桁材腹板)的许用应力为:

$$\sigma_e = 0.9 \times 235 / K \quad [\sigma_e] = 220 / K \quad \text{N/mm}^2$$

式中: K —— 材料系数。

3.4.2 梁单元的许用应力梁单元取轴向应力, 其许用应力为:

$$\sigma_e = 0.9 \times 235 / K \quad [\sigma] = 220 / K \quad \text{N/mm}^2$$

式中: K —— 材料系数。

3.4.3 细化网格分析的应力衡准及校核方法见本附录2.7.9的要求, 其中 $[\sigma_e]$ 按3.4.1计算。

3.5 整船结构有限元屈曲强度评估

4 甲板舱口角隅疲劳强度评估

4.1 一般要求

4.1.1 本小节针对集装箱船的甲板舱口角隅(光滑自由边缘部位)局部结构在弯扭载荷作用, 给出基于细化有限元方法进行的疲劳强度评估(以下简称角隅疲劳评估)方法, 本小节无规定者均应按照CCS《船体结构疲劳强度指南》的有关要求。

4.1.1 本节给出了集装箱船关键位置在弯扭载荷作用下的疲劳强度评估方法。

4.1.2 角隅疲劳评估的波浪载荷计算应基于整船结构分析所采用的等效设计波方法, 见第1章第5节。

4.1.3 疲劳损伤计算原理基于Palmgren-Miner线性累积损伤模式、S-N曲线方法、营运海区的海况长期预报中的环境数据等, 见CCS《船体结构疲劳强度指南》的相关章节, 并基于船厂建造质量已被验船师认可。

4.1.3 疲劳损伤计算基于Palmgren-Miner线性累积损伤原理, 结合S-N曲线、海况参数等进行。

4.1.4 本小节给出的角隅疲劳评估方法为许用应力范围法, 也可采用疲劳寿命(谱分析法)评估方法。

4.1.4 除本节给出的评估方法外, 也可按照CCS《基于谱分析的船体结构疲劳强度评估指南》的有关要求进行疲劳评估。

4.1.5 采用细化有限元方法的评估位置应包括机舱前(后)端舱口角隅、第1货舱靠船首端甲板舱口角隅及一个位于船中区域包括舱口围板的上甲板舱口角隅等部位。

4.1.5 应基于粗网格计算结果, 对关键位置的船体结构进行筛选, 确定疲劳评估节点。评估节点应至少包括纵向舱口围板端肘板趾端、机舱前(后)端舱口角隅、第1货舱靠船首端舱口角隅及一个位于船中区域的货舱舱口角隅等部位。

4.2 载荷

4.2.1 角隅疲劳评估的载荷由模型边界节点的强迫位移和局部载荷组成，边界强迫位移应由整船分析对应工况得到。

4.2.1 疲劳评估的载荷由整船分析对应工况得到。

4.2.2 按许用应力法进行疲劳强度校核时，装载工况应取装载手册中产生最大静水弯矩时的满载工况。

4.2.3 计算工况

4.2.3.3 甲板舱口角隅边缘的动应力范围应以本附录4.2.3.1规定的各工况计算结果，按下列组合规定进行合成：

$$\begin{aligned}\Delta\sigma_{12} &= \sigma_{LC1} - \sigma_{LC2} \\ \Delta\sigma_{34} &= \sigma_{LC3} - \sigma_{LC4} \\ \Delta\sigma_{56} &= \sigma_{LC5} - \sigma_{LC6} \\ \Delta\sigma_{78} &= \sigma_{LC7} - \sigma_{LC8} \\ \Delta\sigma_{910} &= \sigma_{LC9} - \sigma_{LC10}\end{aligned}$$

式中： $\Delta\sigma_{ij}$ ——组合工况*i*、*j*的角隅边缘切向动应力范围，当评估节点为角隅或开孔等的自由边时，取为自由边边缘切向应力范围，N/mm²；

σ_{LCi} ——计算工况*i*时的角隅边缘切线方向的应力值，当评估节点为角隅或开孔等的自由边时，取为自由边边缘切向应力值，N/mm²。

4.3 舱口角隅结构模型化

4.3.1 一般规定

4.3.1.2 舱口角隅疲劳分析可将甲板舱口角隅局部结构的三维细化有限元模型独立出来，在其模型的边界节点施加由整船三维粗网格有限元分析得到的位移结果作为强迫位移边界条件进行单独分析，也可将细化模型直接嵌入整船模型中进行分析。细化模型的边界在满足以下模型范围的要求下，应尽量取在结构的强支撑和强框架的结构上。

4.3.6 边界条件

4.3.6.2 当采用独立子模型进行分析时，应将整船模型由上述各工况计算得到的舱口角隅细化粗网格模型边界处的节点位移传递到细化网格模型对应的节点上，作为细网格模型的强迫位移边界条件。

4.4 疲劳强度评估

4.4.1 船体结构应力范围的长期分布假设为三服从双参数Weibull分布，Weibull分布的形状参数 ξ 应按下式计算：

$$\xi = 1.45 - 0.036f\sqrt{L}$$

$$f = 1 - 0.08z/d_1 \quad \text{当 } z \leq d_1 \text{ 时};$$

$$f = 0.92 + 0.08(z - d_1) / (D - d_1) \quad \text{当 } z > d_1 \text{ 时};$$

$f = 0.92$ 当计算点在横舱壁上时;

z ——计算点距基线的高度, m。

4.4.3 集装箱船的甲板舱口角隅的疲劳强度应满足下式要求:

~~$$\Delta\sigma \leq f_t[S_L]$$~~

$[S_t]$ ——许用应力范围, N/mm^2 , 见表4.4.3。

表4.4.3

ξ	$[S_\xi]$	ξ	$[S_\xi]$	ξ	$[S_\xi]$
0.60	1055.68	0.81	611.6	1.02	421.42
0.61	1022.78	0.82	598.95	1.03	415.23
0.62	991.59	0.83	586.78	1.04	409.21
0.63	961.97	0.84	575.06	1.05	403.37
0.64	933.83	0.85	563.78	1.06	397.7
0.65	907.08	0.86	552.9	1.07	392.18
0.66	881.62	0.87	542.42	1.08	386.82
0.67	857.38	0.88	532.31	1.09	381.61
0.68	834.27	0.89	522.55	1.1	376.54
0.69	812.24	0.9	513.13	1.11	371.61
0.7	791.2	0.91	504.03	1.12	366.81
0.71	771.11	0.92	495.23	1.13	362.14
0.72	751.91	0.93	486.73	1.14	357.59
0.73	733.54	0.94	478.51	1.15	353.16
0.74	715.97	0.95	470.55	1.16	348.84
0.75	699.13	0.96	462.85	1.17	344.63
0.76	683	0.97	455.39	1.18	340.53
0.77	667.53	0.98	448.17	1.19	336.53
0.78	652.69	0.99	441.17	1.20	332.63
0.79	638.44	1.00	434.39	—	—
0.80	624.76	1.01	427.8	—	—

第40页

对于焊接节点，疲劳强度评估采用D曲线；
对于母材自由边，疲劳强度评估采用C曲线。

4.4.3 累积损伤度 D_r 应按下式计算：

$$D_r = \frac{N_D \alpha}{K} \frac{S_D^m}{(\ln N_L)^{m/\xi}} \mu \Gamma \left(1 + \frac{m}{\xi} \right)$$

式中： N_D ——船舶在20年营运期间的载荷循环总次数，通常取 0.65×10^8 ；

N_L ——载荷谱回复周期的循环次数，取为 10^8 ；

α ——船舶在航系数，取0.85；

K ——S-N曲线参数，见本附录表4.4.3 (1)；

S_D ——设计应力范围，N/mm²，应按下式计算：

$$S_D = \max \left(f_c \cdot f_{mean} \cdot f_t \cdot |\Delta \sigma_{ij}| \right)$$

$\Delta \sigma_{ij}$ ——组合工况i、j的应力范围，见本附录4.2.3.3；

f_c ——腐蚀修正系数，取1.07；

f_{mean} ——平均应力修正系数，按下式选取：

对于焊接节点

$$f_{mean} = \begin{cases} \min(1.0, 0.85 + 0.3 \sigma_{mean} / \Delta \sigma_{ij}), \sigma_{mean} \geq 0 \\ \max(0.7, 0.85 + 0.3 \sigma_{mean} / \Delta \sigma_{ij}), \sigma_{mean} \leq 0 \end{cases}$$

对于母材自由边

$$f_{mean} = \begin{cases} \min(1.0, 0.8 + 0.4 \sigma_{mean} / \Delta \sigma_{ij}), \sigma_{mean} \geq 0 \\ \max(0.6, 0.8 + 0.4 \sigma_{mean} / \Delta \sigma_{ij}), \sigma_{mean} \leq 0 \end{cases}$$

σ_{mean} ——所计算装载的平均应力；

f_t ——板厚修正系数，按下式选取：

$$f_t = 1.0 \quad \text{当 } t \leq 22 \text{ 时；}$$

$$f_t = \left(\frac{t}{22} \right)^n \quad \text{当 } t > 22 \text{ 时；}$$

n ——系数，见本附录表4.4.3 (2)；

t ——热点处的板厚，mm，取为裂纹容易产生和扩展处结构的板厚；

ξ ——Weibull分布形状参数，见本附录4.4.1；

m ——S-N曲线反斜率，取为3；

Γ ——完全GAMMA函数值，应按下式计算：

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} u^{x-1} e^{-u} du$$

$$\mu = 1.0 - \frac{\gamma\left(1 + \frac{m}{\xi}, \nu\right) - \nu^{-\frac{\nabla m}{\xi}} \gamma\left(1 + \frac{m + \nabla m}{\xi}, \nu\right)}{\Gamma\left(1 + \frac{m}{\xi}\right)}$$

$$\nu = \left(\frac{S_q}{S_D}\right)^{\xi} \ln N_L$$

S_q ——S-N曲线二线段的交点处的应力幅值，见本附录表4.4.3 (1)。

∇m ——S-N曲线两段反斜率差，取为2；

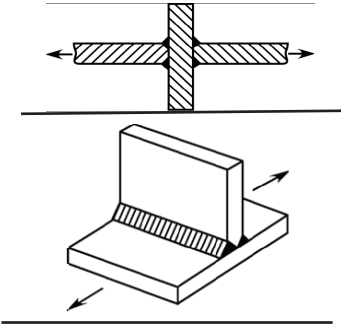
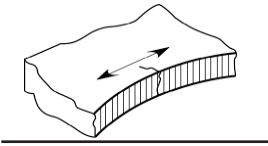
$\gamma(x,\nu)$ ——不完全GAMMA函数值，应按下式计算：

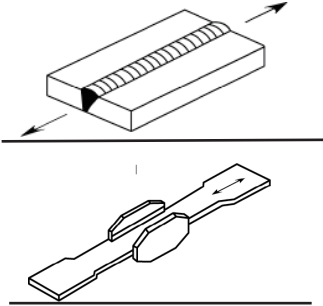
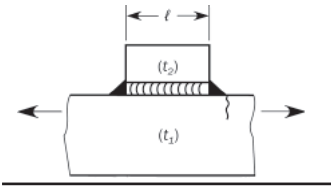
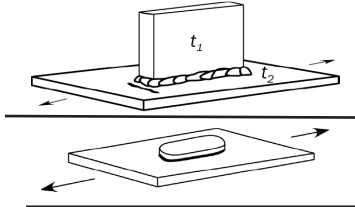
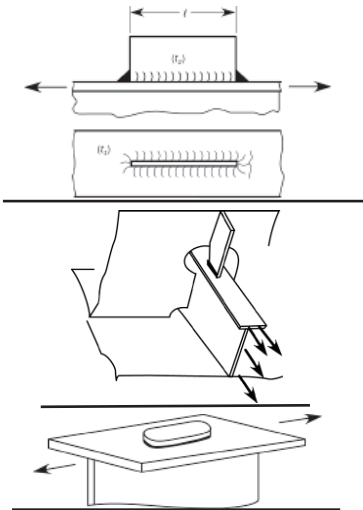
$$\gamma(x,\nu) = \int_0^{\nu} u^{x-1} e^{-u} du$$

表4.4.3 (1)

S-N曲线	K	S_q
C	3.464×10^{12}	70.2305
D	1.520×10^{12}	53.3680

表4.4.3 (2)

结构节点	示意图	系数 n
十字接头或T型接头，载荷方向与焊缝方向垂直		0.25
对接接头，载荷方向与焊缝方向垂直		0.2
程序控制的机器或者火焰切割的板边缘，载荷方向与板边缘平行		0.1
切割后机械打磨光滑或其他方式打磨光滑的板边缘		0

结构节点	示意图	系数 n
对接焊缝，板边的焊接件，焊缝方向与载荷方向平行		0.1
有焊接件的扁钢或球扁钢，载荷方向与焊缝方向平行		0
板材上焊有肘板，载荷方向与焊缝方向平行；搭接板		0.2
焊有肘板或搭接板的T型材面板，载荷方向与焊缝方向平行		0.1

4.4.4 结构疲劳寿命应按下式计算：

$$T_F = \frac{20}{D_T}$$

4.4.5 结构在设计寿命期间的累积损伤度 D_T 应满足下式要求：

$$D_T \leq \frac{20}{T_D}$$

式中： T_D ——设计疲劳寿命，年。

第9章 滚装船、客船、客滚船与渡船

第1节 一般规定

9.1.2 图纸资料

9.1.2.1 除本篇第2章第1节所规定的图纸资料外, 还应将下列图纸资料提交批准:

(1) 跳板结构图(其相应的强度计算书提交备查);

(2) 首门或尾门和舷门及内门结构图及其主要结构、紧固和支持装置首门、内门、尾门和舷门结构图及其操作维护手册(其相应的强度计算书提交备查);

(3) 升降平台结构图(其相应的强度计算书提交备查);

(4) 车辆坡道结构图(其相应的强度计算书提交备查)。

第2节 船体结构

9.2.1 一般要求

9.2.1.5 舱壁甲板以上车辆舱的强横梁与强肋骨可采用连续性圆角连接或无肘板交叉连接, 见图9.2.1.5(1)、(2)。圆角连接的圆角半径 R 应不小于强横梁和强肋骨腹板高度的较大者。无肘板交叉连接接头(强横梁与强肋骨之间)的腹板厚度 t_3 应不小于按下列两式计算所得之值的较大者, 且应不小于强横梁和强肋骨腹板厚度的较大者。

$$t_3 = \frac{1}{K} \left(\frac{\sigma_1 A_1}{d_{w2}} - \frac{t_2 \tau_2}{100} \right) \quad \text{mm}$$

$$t_3 = \frac{1}{K} \left(\frac{\sigma_2 A_2}{d_{w1}} - \frac{t_1 \tau_1}{100} \right) \quad \text{mm}$$

式中: A_1 、 A_2 ——分别为强肋骨和强横梁的面板的剖面积, cm^2 ;

d_{w1} 、 d_{w2} ——分别为强肋骨和强横梁的腹板高度, mm ;

t_1 、 t_2 ——分别为邻近交叉连接接头处强肋骨和强横梁的腹板厚度, mm ;

σ_1 、 σ_2 ——分别为邻近交叉连接接头处强肋骨和强横梁的弯曲应力, N/mm^2 ;

τ_1 、 τ_2 ——分别为邻近交叉连接接头处强肋骨和强横梁的剪应力, N/mm^2 ;

K ——材料系数。

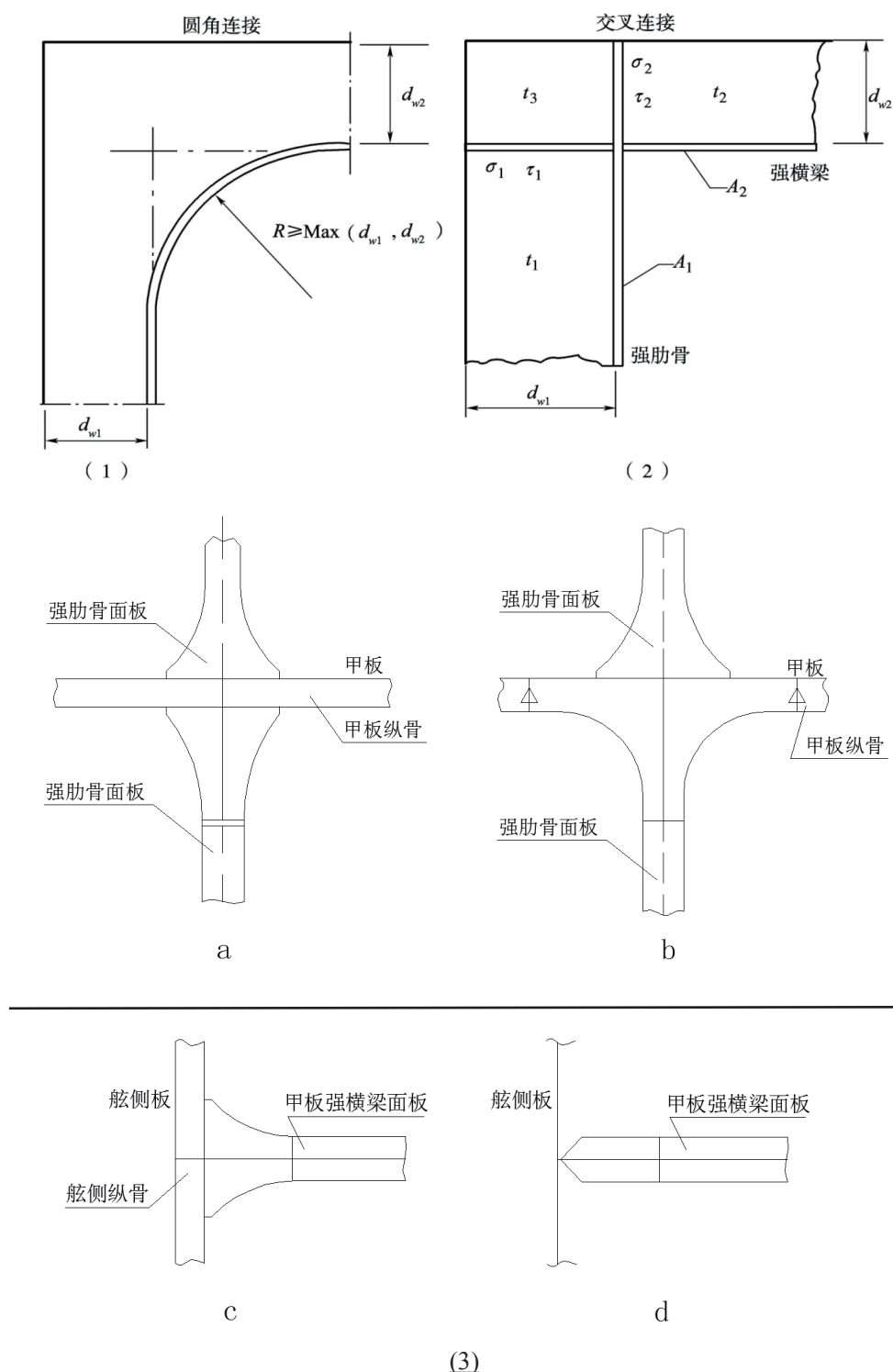


图9.2.1.5

对于无肘板交叉连接的强肋骨或强横梁的面板应保持连续至甲板板和舷侧外板，并与甲板板和舷侧外板连接应有良好的过渡，典型节点型式见图9.2.1.5(3)。

9.2.6 车辆甲板

9.2.6.2 当车辆甲板板和装载车辆内底板的板格上有两个及以上轮印时，可采用有限元直接强度计算法确定板厚。

9.2.6.32 当车辆甲板骨架同时设置强横梁和纵桁时，可按本章第7节的有关规定，采用直接计算法确定强横梁和纵桁的尺寸。

9.2.7 火车车辆甲板

9.2.7.4 甲板骨架的纵桁和强横梁应符合本篇第2章第21节有关规定2.21.2.3。当甲板骨架同时设置强横梁和纵桁时，可按本章第7节的有关规定，采用直接计算法确定强横梁和纵桁的尺寸。计算时应分别考虑火车车轮载荷和起重器支撑点的集中载荷。

第3节 升降平台和车辆坡道

9.3.1 升降平台

9.3.1.6 对于专门装载车辆的升降平台，其扶强材剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 1.39 J_1 P l K \quad \text{cm}^3$$

式中： J_1 、 P 、 l ——见本篇第2章第21节2.21.2.2(+) (2)；
 K ——材料系数。

第4节 首门和内门

9.4.8 操作和维修手册

9.4.8.1 船上应备有首门和内门的操作和维护手册。操作和维护手册应包含下列必要的资料：

(1) 主要数据和设计图纸：

特种安全预警；
船舶详细资料；
跳板设备和设计载荷；
门和跳板的设备平面图；
制造商建议的设备试验；
设备描述：首门、内门、首跳板/门、舷门、尾门、中央电源单元；驾驶室控制屏，机舱控制室控制屏。

(2) 使用条件：

船舶装/卸载时的横倾与纵倾限制；
操作门时的横倾与纵倾限制；
门/跳板操作指示；
门/跳板应急操作指示。

(3) 维护和功能试验：

维护范围与维护计划；
故障解答；
制造商维护程序。

- (4) 检验和修理记录，包括锁门装置、锁紧装置和支承装置的检验、维修和换新。

该手册应提交批准，应确保上述资料包含在操作和维护手册中，并且维护部分包括维修所需要的信息和故障解答^①。

第5节 舷门和尾门

9.5.7 操作和维护手册

9.5.7.1 船上应备有舷门和尾门的操作和维护手册。操作和维护手册应包含下列必要的资料：

- (1) 主要数据和设计图纸：

特殊安全防范措施；
船舶详细资料；
跳板设备和设计载荷；
门和跳板的设备平面图；
制造商建议的设备试验；
设备描述：首门、内门、首跳板/门、舷门、尾门、中央电源单元；驾驶室控制屏，机舱控制室控制屏。

- (2) 使用条件：

船舶装/卸载时的横倾与纵倾限制；
操作门时的横倾与纵倾限制；
门/跳板操作指示；
门/跳板应急操作指示。

- (3) 维护和功能试验：

维护范围与维护计划；
故障解答和可接受的偏差；
制造商维护程序。

- (4) 检验和修理记录，包括锁门装置、锁紧装置和支承装置的检验、维修和换新。

该手册应提交批准，应确保上述资料包含在操作和维护手册中，并且维护部分包括维修所需要的信息和故障解答^①。

① 建议门支承装置和锁紧装置的维护手册由船长每月记录一次，包括可能导致损坏的事件(恶劣海况、舷侧或尾门的触碰)。上述损坏记录应报告。

第7节 直接计算

9.7.2.2 车辆甲板结构强度直接计算时，甲板设计载荷 P_v 应按下列各式计算：

$$P_v = (g + 0.5a_v)M \quad \text{kN}$$

式中： g ——重力加速度， $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ；
 a_v ——垂向合成加速度， m/s^2 ，见本节9.7.2.1；
 M ——计入的车辆质量，应包含甲板自重，t。

9.7.2.3 横向强度直接计算时，假定船舶横倾至最大横摇角(如船体结构对于中纵剖面不对称，应分别考虑向左舷横摇和向右舷横摇)，设计载荷按下列各式计算：

(1) 车辆甲板载荷为垂向载荷 P_v 和横向载荷 P_t ，应分别按下式计算：

$$P_v = (g \cos \varphi_m + 0.5a_v)M \quad \text{kN}$$

$$P_t = (g \sin \varphi_m + 0.5a_t)M \quad \text{kN}$$

式中： g ——重力加速度， $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ；
 φ_m ——最大横摇角，见本节9.7.2.1，计算时取值不应小于0.35；
 a_v ——垂向合成加速度， m/s^2 ，见本节9.7.2.1；
 a_t ——横向合成加速度， m/s^2 ，见本节9.7.2.1；
 M ——计入的车辆质量，应包含甲板自重，t。

第12章 驳 船

第1节 一般规定

12.1.3 结构布置

12.1.3.2 驳船应设有一完整地延伸至强力/露天甲板的防撞舱壁，且其位置一般应符合表12.1.3.2的要求。如经破损稳性计算评估，可接受防撞舱壁距首垂线的更大距离。

表12.1.3.2

船长 L (m)	防撞舱壁距首垂线的距离(m)	
	最小值	最大值
≤ 150	$0.05L$	$0.05L+4.5$
> 150	$0.05L$ 或10中之较小者	$0.08L$

第16章 矿 砂 船

第1节 一般规定

16.1.3 船体结构强度直接计算和疲劳强度评估

16.1.3.3 船长250m及以上的矿砂船应特殊考虑波激振动和砰击颤振对船体结构疲劳强度的影响，具体方法见CCS《船体结构波激振动和砰击颤振直接计算评估指南》。

第2节 总纵强度

16.2.2 船体梁极限强度

16.2.2.2 船长250m及以上的矿砂船应特殊考虑砰击颤振对船体梁极限强度的影响，具体方法见CCS《船体结构波激振动和砰击颤振直接计算评估指南》。

第3篇 轮 机

第2章 泵与管系

第5节 管路连接、热处理与无损检测

2.5.3 机械接头

2.5.3.11 机械接头不应用于下列场合：

- (1) 穿过压载舱和燃料舱的舱底水管系；
- (2) 穿过货舱和燃料舱的海水和压载管系，包括空气和溢流管系；
- (3) 穿过机器处所、货舱和压载舱的燃料和油类管系，包括空气和溢流管系。~~；~~
- ~~(4) 压力水雾系统中的非注水管(干管系统)。~~

第8节 布 置

2.8.1 管路布置

2.8.1.3 穿过干舷甲板(客船为舱壁甲板)以下防撞舱壁的管子应装有能在干舷甲板(客船为舱壁甲板)以上操作的螺旋关闭阀(除非主管机关同意使用其他阀)，阀体应安装在首尖舱内的舱壁上，并带有显示阀开闭状态的指示装置。

对于货船，上述管子可以装设能在干舷甲板以上操作的由阀座或法兰适当支撑的蝶阀。

上述阀也可安装在防撞舱壁的后侧，但在一切营运情况下均应易于接近，且其所在处所不是装货处所。该阀可不必设置在干舷甲板以上进行控制的机构。

上述阀应为钢质、青铜或其他认可的塑性材料，普通铸铁或类似材质的阀不能采用。

2.8.5 防护

2.8.5.1 布置在货舱及其他处所内(如鱼舱、锚链舱)易受碰损的管子，应具有保护措施(如便于拆装的防护罩)以防止机械损伤。

第3章 船舶管系与舱室通风系统

第8节 压载与甲板排水管系

3.8.1 压载管系

3.8.1.4 压载水管不应通过饮水舱、锅炉水舱或滑油舱。如不可避免，则在饮水舱、锅炉水舱或滑油舱内的压载管壁厚应符合本篇表2.2.2.6(1)的要求，并应采用焊接接头。亦可使用该压载水管在套管内通过的方式。

第9节 遥控的舱底水与压载水管系

3.9.1 布置

3.9.1.1 如设有机舱外舱底水总管，则其布置应满足下列要求之一：

(1) 如仅设有一根舱底水总管且设有管隧，则该总管应位于管隧内，并尽可能位于管隧的较高部位。每一接至该总管的舱底水支吸管上均应装设遥控阀；

(2) 如仅设有一根舱底水总管且未设有管隧，则该总管应位于不易受机械碰损的处所，如双层底压载舱、空舱等。每一接至该总管的舱底水支吸管上均应装设遥控阀，该遥控阀应位于能够达到的干舱内；

(2)(3) 设两根舱底水总管，每一货舱均设有分别接至每一舱底水总管的舱底水支吸管，并在每一舱底水吸入支管路上装设遥控阀。

第4章 动力管系

第2节 燃油管系

4.2.1 一般要求^①

4.2.1.8 推进和重要系统所必需的每一种燃油类型^②，应配备两个燃油日用柜或等效布置。每一油柜的容量，至少能供推进装置于最大持续功率和发电机组正常工作负荷情况下工作8h；

燃油日用柜的设置，应满足当一个油柜在清洁或修理时，另一个油柜可持续供应燃油。

4.2.1.9 日用柜系指仅装有即可使用的高质燃油的燃油柜，即其中燃油的等级和质量符合设备制造商所要求的规格。日用柜应予以明确并不能用于任何其他用途。1个配有或未配有净化器的沉淀柜，或单独的净化器和1个日用柜均不能接受作为2个日用柜的“等效布置”。

最常用的系统应用举例如下：

(1) 例1

- ① 按条文正常要求——主、辅机和锅炉均使用重油(HFO)船用渣油(RMF和LSRMF)工作(单一燃油船舶)

<u>重油 1号 RMF/LSRMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅机+辅锅炉	<u>重油 2号 RMF/LSRMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅机+辅锅炉	<u>船用柴油 DMF/LSDMF</u> 日用柜 用于初始起动或机器/锅炉 的修理工作或 ECA 运行
---	---	---

② 可能的等效布置

<u>重油 RMF/LSRMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅机+辅锅炉	<u>船用柴油 DMF/LSDMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅机+辅锅炉，或 ECA 运行
---	--

本布置仅适用于主、辅机在所有工况下以及在对主机操纵期间，均可使用重油RMF/LSRMF工作。辅锅炉如设有引火器，可能需另增加1个8h容量的船用柴油DMF日用柜。

①—本条修订内容适用于2020年1月1日及之后签订建造合同船舶的日用油柜布置。

②—“燃油类型”解释为具体的燃油等级。按照硫含量和粘度可对各种等级的燃油进行分组如下，各种类型燃油的等效布置以示例的形式描述如下：—

① 船用渣油（RMF）系指硫含量超过0.1%，并且需要加热以达到燃烧所需要的喷射粘度的燃油；—

② 船用馏分油（DMF）系指硫含量超过0.1%，不需要加热来达到喷射粘度的燃油；—

③ 低硫船用渣油（LSRMF）系指硫含量不超过0.1%，并且需要加热以达到燃烧所需要的喷射粘度的燃油；—

④ 低硫船用馏分油（LSDMF）系指硫含量不超过0.1%，且40℃时最小粘度不低于1.4 cSt的燃油。—

(2) 例2

- ① 按条文正常要求——主机和辅锅炉可使用重油船用渣油(RMF和LSRMF)和船用馏分油工作, 辅机只能使用船用柴油(MDO) 船用馏分油(DMF和LSDMF)工作(多种燃料船舶)

<u>重油 1 号 RMF/LSRMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅锅炉	<u>重油 2 号 RMF/LSRMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅锅炉	<u>船用柴油 1 号 DMF/LSDMF</u> 日 用柜至少 8h 的 容量辅机	<u>船用柴油 2 号 DMF/LSDMF</u> 日 用柜至少 8h 的 容量辅机
---	---	--	--

② 可能的等效布置

<u>重油 RMF/LSRMF</u> 日用柜 至少 8h 的容量 主机+辅锅炉	<u>船用柴油 1 号 DMF/LSDMF</u> 日用柜 <u>至少达到下列最高容量容量</u> <u>至少满足:</u> ·4h(主机+辅机+辅锅炉), <u>或和</u> ·8h(辅机+辅锅炉)	<u>船用柴油 2 号 DMF/LSDMF</u> 日 用柜 <u>至少达到下列最高容量容量至</u> <u>少满足:</u> ·4h(主机+辅机+辅锅炉), <u>或和</u> ·8h(辅机+辅锅炉)
---	---	--

上述(1)②和(2)②等效布置的适用条件为: 二种燃料均可使用的推进和重要系统, 应能进行二种燃料之间的迅速紧急转换使用, 并能在海上所有正常工况下使用二种燃料(MDO和HFO)中的任一种进行工作。紧急燃油转换(包括以下所述操作)应能在不超过1h的时间内完成:—

(1) 打开和关闭相关转换阀(RMF/LSRMF和DMF/LSDMF日用柜的进/出阀或混合阀、通向RMF/LSRMF和DMF/LSDMF日用柜的回油管上的阀);—

(2) 打开和关闭燃油管伴热;—

(3) 打开和关闭燃油加热器和冷却器的阀;—

(4) 起动/停止燃油泵(如DMF/LSDMF和RMF/LSRMF设有单独的燃油泵);—

(5) 考虑设备厂规定的燃油转换安全要求(比如防止转换时发生热冲击)。—

应急转换程序应保留在船上。—

4.2.2 锅炉燃烧装置

4.2.2.2 主锅炉、重要用途辅锅炉或和供重油加热用蒸汽的辅助锅炉, 应设有不少于2套燃油供油装置, 每套装置通常包括1台压力泵、1个吸入滤器、1个排出滤器和1个加热器(如雷), 当其中任何1套发生故障时, 其余的装置均应能保持锅炉产生重要用途所需的全部蒸汽。如另有废气锅炉能供应重要用途的蒸汽时, 则辅助锅炉可仅设1套燃油供油装置。燃油废气两用锅炉的废气侧能供应重要用途的蒸汽时, 也可仅设1套燃油供油装置。

4.2.3 燃油泵、滤器与隔离阀

4.2.3.6 对于工作时有可能使压力超过其系统设计压力的所有泵，均应装设安全阀。安全阀排出的油应流回至泵的吸入端或其他合适的舱柜，并能有效地将泵的排出压力限制在系统的设计压力之内。

4.2.5 燃油布置及燃油舱柜

4.2.5.2 每一燃油管如损坏后会使燃油从设在双层底上方的储油柜、沉淀柜和日用油柜溢出，则应在这些油柜舱壁上或在长度不超过按下式计算的焊于油柜舱壁上的刚性短管上装设阀或旋塞；这些阀或旋塞除能就地关闭外，还应能在该舱柜所在处所之外易于接近且安全的地点进行遥控关闭。舱柜容量不小于 0.5m^3 者的出口阀门或旋塞，可不设遥控关闭装置，但日用燃油柜除外：

$$L = 0.8D + 80 \quad \text{mm}$$

式中： L ——刚性短管长度，mm；

D ——钢管外径，mm。

应急发电机和应急消防泵的燃油阀遥控切断控制，应独立于其他阀的遥控切断控制。

如有深油舱位于轴隧、管隧内或类似处所内的特殊情况，则这些深油舱应装设阀，但在失火时可由在轴隧、管隧或类似处所外的管路上加装的阀进行控制。如这种加装的阀是安装在机器处所，则此阀应于该处所外予以操纵。

4.2.7 燃油(滑油)加热

4.2.7.1 燃油(滑油)舱柜、加热器或分油机内的燃油(滑油)加热介质的温度不应超过 220°C ，燃油(滑油)贮存舱柜内燃油(滑油)加热的最高温度至少应比它们的闪点低 10°C 。

但如满足《钢质海船入级规范》第6篇第3章3.2.1.5条下列(1)至(5)的所有条件，则燃油日用油柜、沉淀油柜和燃油供应系统中的其他油柜中的燃油可以加热至该限制温度以上。：—

(1) 该类油柜透气管的长度或冷却装置应足以将油气冷却到 60°C 以下，或透气管的排气口应远离着火源至少3m；—

(2) 透气管应设有防火网；—

(3) 燃油舱的蒸气空间未设有通往机器处所的开口(但可以接受由螺栓紧固的人孔)；—

(4) 围蔽处所不应直接位于这类燃油舱上方，但通风良好的隔离舱例外；—

(5) 燃油舱的蒸气空间内不应设置电气设备，除非该电气设备核准为本质安全型。—

第7节 液压传动管系

4.7.2 管系

4.7.2.5 管系中如设有蓄能器，则应在进油端装设溢流阀。除另有规定外，气液式蓄能器的空气端应装有安全阀或易熔塞，否则应在供气管路上装设，且蓄能器的空气端与安全阀或易熔塞之间不应设置隔离阀。

第4篇 电气装置

第1章 通 则

第1节 一般规定

1.1.3 图纸资料

1.1.3.1 应将下列图纸资料提交批准:

- (1) 主电源和应急电源电力负荷估算书;
- (2) 短路电流计算书(适用于可并联连接的发电机总容量大于250kVA的船舶);
- (3) 表明符合本篇2.5.1.1和2.5.4.1要求的保护电器协调动作的分析(适用于可并联连接的发电机总容量大于250kVA的船舶);
- ~~(4) 主配电板单线图, 图中应标明:—
 - ① 保护电器(例如短路、过载、逆功率和卸载保护等)的型号、规格和整定值;—
 - ② 测量仪表;—
 - ③ 同步装置;—
 - ④ 遥控切断;—
 - ⑤ 接地故障监视和报警;—
 - ⑥ 联锁。—~~
- ~~(5) 应急配电板(或应急蓄电池充放电板)单线图, 图中应标明:—
 - ① 保护电器(例如短路、过载保护等)的型号、规格和整定值;—
 - ② 测量仪表;—
 - ③ 接地故障监视和报警;—
 - ④ 联锁。—~~
- (64) 电力系统图, 图中应标明:
 - ① 电机、变压器、蓄电池组和电力电子设备的主要额定参数;
 - ② 主配电板和应急配电板引出的所有馈电线;

- ③ 区配电板(如设有时)和分配电板;
- ④ 电缆的型号、截面积和负载电流;
- ⑤ 保护电器(例如短路、过载、逆功率和卸载保护等)的额定值和整定值;
- ⑥ 遥控切断;
- ⑦ 绝缘监测和报警;
- ⑧ 联锁。

(75) 主要电力设备布置图, 应标明下列设备的安装位置:

- ① 主发电机和应急发电机;
- ② 主配电板和应急配电板(或应急蓄电池充放电板);
- ③ 应急蓄电池组;
- ④ 重要电气设备(参见本章1.1.2.1)。

(86) 主照明系统图;

(97) 主照明布置图;

(108) 应急照明、临时应急照明(如设有时)和附加应急照明(如设有时)系统图;

(119) 应急照明、临时应急照明(如设有时)和附加应急照明(如设有时)布置图;

(1210) 低位照明(如设有时)布置图和系统图(如由应急电源供电);

(1311) 船内通信系统图, 包括:

- ① 主机传令钟系统;
- ② 重要电话系统;
- ③ 救生用通信系统;
- ④ 轮机员报警系统。

(1412) 船内通信系统布置图, 包括:

- ① 主机传令钟系统;

- ② 重要电话系统;
- ③ 救生用通信系统;
- ④ 轮机员报警系统。

(+513) 船舶和乘员安全系统图, 包括:

- ① 通用紧急报警系统;
- ② 公共广播系统;
- ③ 探火和失火报警系统;
- ④ 水密门关闭报警系统;
- ⑤ 灭火剂施放前报警等其他报警系统(见本篇第2章第9节)。

(+614) 船舶和乘员安全系统布置图, 包括:

- ① 通用紧急报警系统;
- ② 公共广播系统;
- ③ 探火和失火报警系统;
- ④ 水密门关闭报警系统;
- ⑤ 灭火剂施放前报警等其他报警系统(见本篇第2章第9节)。

(+715) 主干电缆走向图(适用于客船和高压电气装置);

(+816) 危险区域划分图(适用于油船等载运有爆炸危险货物的船舶);

(+917) 电力推进系统单线图, 图中应标明:

- ① 电机、变压器、蓄电池和电力电子设备的主要额定参数;
- ② 电缆型号、截面积和负载电流;
- ③ 断路器和熔断器的型号和主要额定参数;
- ④ 接地故障监视。

(2018) 电力推进控制位置和控制站布置图;

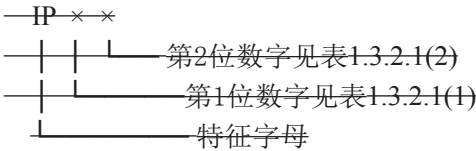
- (2119) 电力推进监测和报警项目表；
- (2220) 电力推进系统半导体变换器的布置，包括冷却系统的布置；
- (2321) 电力推进船舶电力系统各主要节点(包括主配电板、分配电板等)的谐波畸变计算；
- (2422) 对于散货船，货舱、压载舱和干燥处所水位探测系统的电气系统图和总布置图；
- (2523) 危险区域电气设备布置图，应包括危险区域内所有电气设备和下述信息：
- ① 防爆类型、防爆类别和温度组别；
 - ② 防护等级；
 - ③ 安装区域的危险类别；
- (2624) 本质安全电路的校核资料^①，包括对电压、电流、电容和电感的校核。

1.1.3.2 应将全船电气说明书提交备查。

1.1.3.3 认为必要时，可要求提交全船电气说明书备查以及增加送审图纸和资料的范围。

第3节 设计、制造与安装

1.3.2.1 电气设备的外壳防护型式，应符合IEC 60529出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效的标准接受的有关标准^②的规定。表示防护等级的标志由IP字母后面加两位数字组成：



第1位数字所代表的防护等级 表1.3.2.1(1)

第1位数字	防 护 等 级	
	简 要 说 明	意 义
0	无防护	无专门的防护
1	防护大于50mm的固体	人体大面积部分如手(但对有意识的接触并无防护)。直径超过50mm的固体
2	防护大于12mm的固体	手指或类似物，长度不超过80mm，直径超过12mm的固体
3	防护大于2.5mm的固体	直径或厚度大于2.5mm的工具，电线等，直径超过2.5mm的固体
4	防护大于1.0mm的固体	厚度大于1mm线或片状物，直径超过1mm的固体
5	防尘	并不防止全部尘土进入，但进入量不能达到妨碍设备正常运转的程度
6	尘密	无尘土进入

① 本质安全电路的安装应使电路内设备（包括电缆）的电容和电感不超过关联设备标示值，每个本质安全设备允许的输入电压和输入电流应大于或等于各自关联设备的标示值。参见IEC 60079-14出版物《爆炸性气体环境--第14部分：电气设施设计、选择和安装》或与其等效的标准。

② 参见国际电工委员会(IEC)60529出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效的标准。

第2位数字所代表的防护等级

表1.3.2.1(2)

第2位数字	防 护 等 级	
	简 要 说 明	意 义
0	无防护	无专门的防护
1	防滴	垂直滴水应无有害的影响
2	15°防滴	设备与垂直线成15°角时，滴水应无有害影响
3	防淋水	与垂直线成60°范围的淋水应无有害影响
4	防溅	任何方向溅水应无有害影响
5	防冲水	任何方向冲水应无有害影响
6	防猛烈海浪	猛烈海浪或强烈冲水时进入机壳水量应无有害影响
7	防浸水	浸沉在规定压力的水中经规定的时间后，进入水量应无有害影响
8	防潜水	能长期潜水，其技术条件由制造厂规定 注：通常设备应完全密封，但对某些类型设备，在不产生有害影响的前提下，水可进入设备

第2章 船上电气装置

第12节 电 缆

2.12.5.1 电缆承载的最大连续负载，应不超出表2.12.5.1所列数值。

表中所列的电流定额，系以表2.12.2.2所列的绝缘材料最高工作温度为基础而规定的。如根据经验或者计算得出的数据对电流定额进行更精确的估定时，则可将详细内容提交CCS批准。

电缆连续工作时的电流定额(基准环境温度 45°C)(A) 表2.12.5.1

绝缘	热塑性复合物			热固性复合物			硅橡胶和矿物绝缘		
导体最高工作温度	70°C			90°C			95°C		
mm ²	单芯	双芯	三芯或四芯	单芯	双芯	三芯或四芯	单芯	双芯	三芯或四芯
1	12	10	8	16	14	11	20	17	14
1.5	15	13	11	23	20	16	26	22	18
2.5	21	18	15	30	26	21	32	27	22
4	29	25	20	40	34	28	43	37	30
6	37	31	26	52	44	36	55	47	39
10	51	43	36	72	61	50	76	65	53
16	68	58	48	96	82	67	102	87	71
25	90	77	63	127	108	89	135	115	95
35	111	94	78	157	133	110	166	141	116
50	138	117	97	196	167	137	208	177	146
70	171	145	120	242	206	169	256	218	179
95	207	176	145	293	249	205	310	264	217
120	239	203	167	339	288	237	359	305	251
150	275	234	193	389	331	272	412	350	288
185	313	266	219	444	377	311	470	400	329
240	369	314	258	522	444	365	553	470	387
300	424	360	297	601	511	421	636	541	445

2.12.12.1 在敷设电缆时，最小弯曲内半径一般应符合表2.12.12.1的规定。

固定敷设的电缆最小弯曲内半径 表2.12.12.1

电 缆 结 构		电缆外径D(mm)	最小弯曲内径F
绝 缘	外 护 层		
热塑性或热固性材料(铜导体为圆形)	非铠装或非编织	≤25	4D
		>25	6D
	金属编织屏蔽或铠装	任何	6D
	金属线铠装、金属条铠装或金属护套	任何	6D
	合成聚脂/金属薄片带屏蔽或组合带屏蔽	任何	8D
热塑性或热固性材料(铜导体为特定形状)	任何	任何	8D
矿物	硬金属护套	任何	6D

2.12.16.6 在冷藏处所中一般不使用以聚氯乙烯为绝缘或护套的电缆。除非该聚氯乙烯混合物是适合于低温工作的。