



中国船级社

# 国内航行海船建造规范

修改通报

2022

2022年7月1日生效

北京



中国船级社

# 国内航行海船建造规范

修改通报

2022

第2篇 船体

# 目 录

第 1 章 通则.....	1
第 3 节 材料.....	1
第 4 节 船体结构的焊缝设计.....	1
第 6 节 结构防腐.....	5
第 2 章 船体结构.....	7
第 17 节 上层建筑及甲板室.....	7
附录 1 装载仪.....	8
第 3 章 舾装.....	10
第 1 节 舵.....	10
第 2 节 锚泊及系泊设备.....	10
第 6 节 常规船舶上与拖带和系泊相关的船用配件与船体支撑结构.....	17
第 7 节 甲板设备支撑结构.....	22
附录 2 直接系泊分析.....	24
第 8 章 散货船.....	27
第 3 节 舷侧骨架.....	27
第 13 章 起重船.....	28
第 4 节 甲板.....	28
第 16 章 矿砂船.....	29
第 1 节 一般规定.....	29
第 3 节 船体骨架.....	29

# 第 1 章 通 则

## 第 3 节 材 料

### 1.3.1 一般要求

1.3.1.8 除特别说明外，材料的屈服强度（材料的屈服应力或屈服点）系指《材料与焊接规范》中的规定最小屈服强度，非比例延伸强度系指规定非比例延伸强度的最小值。

### 1.3.4 暴露于低气温下的船舶

1.3.4.6 设计温度  $t_D$  应为航区内的最低日平均温度的平均值，其中：

平均值：整个观测周期的统计平均。

日平均：一昼夜内的平均。

最低：一年内的最低。

对季节性有限航区，适用营运期间的最低值。

图 1.3.4.6 为温度定义。

~~极地船证书应与极地规则保持一致，设计温度  $t_D$  不高于极地服务温度（PST） $-13^{\circ}\text{C}$ 。在极地区域，整个观测周期的统计平均至少为 10 年。~~

## 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 3 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。

1.4.3.2 承受高拉伸应力或压缩载荷部位的板一般不采用搭接焊连接。当采用搭接焊缝时，搭接的宽度( $b$ )应不小于两块连接板中较薄板厚的 3 倍，但不大于 4 倍。见图 1.4.3.2。接头应布置在便于焊接的位置，以利于得到良好的焊缝。搭接表面应紧密贴合，搭接焊缝的两个边缘应施以连续角焊。

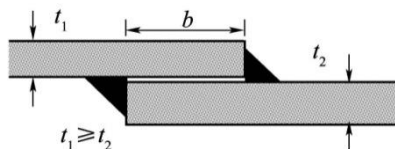


图 1.4.3.2

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

~~1.4.3.4 舵封板侧板与内部垂直或水平腹板无法直接采用角焊缝进行连接时，可在腹板和舵封板侧~~

板之间衬一扁钢，扁钢与舵封板侧板可采用塞焊焊接。一般而言，塞焊孔的最小长度不小于 75mm，最小宽度一般不小于舵封板侧板厚度的 2 倍，塞焊孔的端部应为圆形，两孔端间距不大于 150mm，焊接系数为 0.44，且符合 1.4.4 的焊脚尺寸要求。

#### 1.4.4 角接焊缝

1.4.4.1 船体角接焊缝通常应为双面焊接，包括角焊缝（填角焊缝）、部分熔透角焊缝及全熔透角焊缝。角接焊缝的型式和使用部位如表 1.4.4.1 所示。

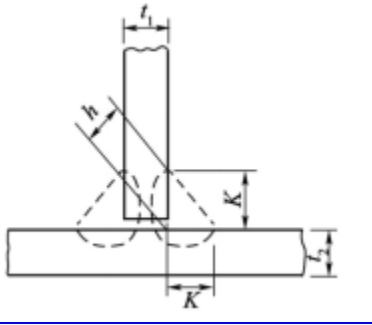
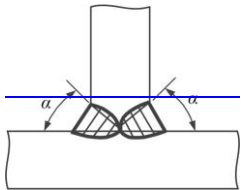
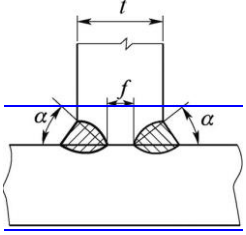
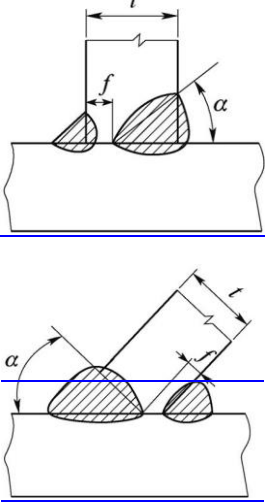
角焊缝的型式

表 1.4.4.1

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

角接焊缝的型式

表 1.4.4.1

序号	角接焊缝名称	型式	备注
1	双面对称角焊		用于一般结构 K——焊脚高度 h——焊喉厚度 t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> ——焊件厚度
2	双面全熔透焊		用于高拉应力区域或认为危险的区域 alpha——坡口角度
3	双面对称坡口部分熔透焊		用于较高拉应力区域或认为危险的区域 t——焊件厚度 f——钝边宽度 alpha——坡口角度
4	双面非对称坡口部分熔透焊		用于较高拉应力区域或认为危险的区域 t——焊件厚度 f——钝边宽度 alpha——坡口角度

1.4.4.2 船体角接焊缝的尺寸，应符合下述要求：

(1) 角焊缝的焊喉厚度  $h$  按下式计算所得：

$$h = w_r t_p \frac{d}{l} \quad \text{mm}$$

式中： $t_p$ ——角焊缝连接构件中较薄一块板的厚度，mm，如本节表 1.4.4.1 中序号 1 的  $t_1$  或  $t_2$  中较小值；

$d$ ——焊缝节距，mm；指间断角焊缝中，前一条焊缝的起始处至后一条焊缝的起始处的长度。如

本节表 1.4.4.1 序号 4、5、6 中图 1.4.4.2 所示；若角焊缝为连续焊缝时，令  $d$  等于  $l$ ；

$l$ ——焊缝长度，mm；指焊缝的连续长度，但应不小于 75mm；

$w_r$ ——焊接系数，船体结构的焊接系数规定在表 1.4.4.2 中。当采用认可的单道自动深熔焊工艺时，

$w_r$ 可取为表值的85%。

(2) 填角焊缝的焊脚高度  $K$  应不小于按下式计算所得之值:

$$K = \sqrt{2} w_r t_p \frac{d}{l} \quad K = \sqrt{2} h \quad \text{mm。}$$

式中:  $t_p$ 、 $w_r$ 、 $d$  及  $l$  同本条(1)。

(2) 全熔透焊接时, 无钝边要求。部分熔透焊接时, 钝边宽度  $f$  在 3mm 和  $1/3t$  之间。应确保焊道渗透至坡口根部的坡口角度,  $\alpha$  通常在 40° 到 60° 之间。全熔透/部分熔透的焊道应覆盖坡口根部。

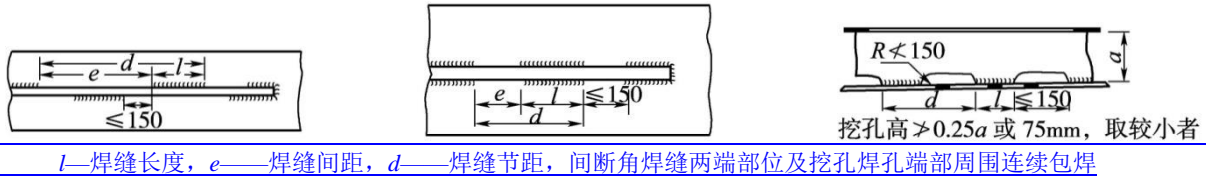


图 1.4.4.2

焊接系数

表 1.4.4.2

项目	焊接系数	备注
7 耙吸式挖泥船的漏斗型泥舱结构		
(1) 舱壁周界	0.44	在底部和舭部处
	0.34	在甲板和围板处
(2) 横向构件对纵舱壁	0.44	
(3) 支柱的端部连接	0.34	
(4) 自卸船等的泥舱铰链	0.44	深熔部分熔透焊
8 机舱的结构		
(1) 非水密的中桁材(或中内龙骨)对平板龙骨和内底板(或中内龙骨面板)	0.27	
(2) 非水密肋板对机座推力轴承座和锅炉座处的中桁材(或中内龙骨)	0.27	
(3) 非水密肋板、旁桁材(或旁内龙骨)对外板和内底板	0.21	
(4) 主机座纵桁腹板对面板	0.44	深熔部分熔透焊, 纵桁腹板应向两侧削斜,
主机座纵桁对外板和内底板	0.44	留根 $\leq \frac{1}{3}t_p$ , 钝边宽度 $\leq 1/3$ 纵桁腹板厚度
实肋板对主机座纵桁	0.27	
肘板对主机座纵桁	0.21	
(5) 纵向或横向骨材对外板	0.13	

(部分表格)

#### 1.4.4.13 部分熔透或全熔透焊接

部分熔透或全熔透焊接运用于高应力区域或认为危险的区域(如:易产生疲劳裂纹的区域)。

全熔透焊接时, 无钝边要求。部分熔透焊接时, 其钝边要求参照《材料与焊接规范》第3篇第5章 5.2.5.1 要求。

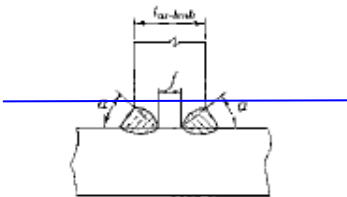
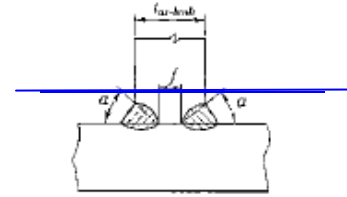
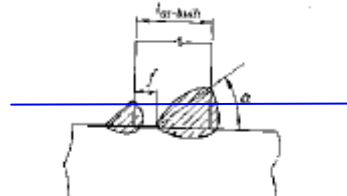
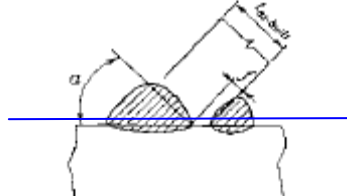
确保焊道渗透至坡口根部的坡口角度  $\alpha$ , 通常在 40° 到 60° 之间。

全熔透/部分熔透的焊道应覆盖坡口根部。

焊喉有效长度应为坡口两端的焊喉高度之和。

部分熔透或全熔透焊接

表 1.4.4.13

序号	焊缝名称	型式	备注
1	全熔透焊		为双面连续角焊缝的一种,用于高拉应力区域或认为危险的区域 $t_{as-built}$ ——焊件的建造厚度 $f$ ——钝边宽度为0 $\alpha$ ——坡口角度
2	双面对称坡口部分熔透焊		为双面连续角焊缝的一种,用于高拉应力区域或认为危险的区域 $t_{as-built}$ ——焊件的建造厚度 $f$ ——钝边宽度为3mm-1/3 $t_{as-built}$ $\alpha$ ——坡口角度
3	双面非对称坡口部分熔透焊		为双面连续角焊缝的一种,用于高拉应力区域或认为危险的区域 $t_{as-built}$ ——焊件的建造厚度 $f$ ——钝边宽度 $\alpha$ ——坡口角度
4	双面非对称坡口部分熔透焊		为双面连续角焊缝的一种,用于高拉应力区域或认为危险的区域 $t_{as-built}$ ——焊件的建造厚度 $f$ ——钝边宽度 $\alpha$ ——坡口角度

## 第6节 结构防腐

### 1.6.2 底漆或涂料

1.6.2.1 对于油船和化学品船,液货舱、液货舱甲板、货泵舱、隔离舱或其他任何货物蒸汽积聚的处所,不应使用铝含量超过10% (以干膜重量计)的铝涂料。

1.6.2.2 1.6.2.1 如在建造期内使用车间底漆时,应在钢材表面处理后立即涂车间底漆。底漆的成分应不影响以后的焊缝质量,也不致在以后的焊接工作中产生重大的有害影响,并应与以后使用的结构防腐系统有关的油漆或涂料相适应。底漆应按 CCS 有关的规定进行认可。

### 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、锌及锌合金牺牲阳极：

(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~~ lb•ft) 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) 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) 锌及锌合金牺牲阳极的使用位置可不受限制。

## 第2章 船体结构

### 第17节 上层建筑及甲板室

#### 2.17.8 升高甲板

2.17.8.1 升高甲板区的主肋骨按本章第7节的要求确定，此时肋骨跨距应量至升高甲板。

升高甲板的[横梁甲板骨架](#)应按本章第8节对强力甲板的有关要求确定。

升高甲板区的舷顶列板厚度应按本章第3节的要求选取；甲板厚度应按本章第4节对强力甲板的有关要求选取。此时型深可取升高甲板处的型深。

甲板台阶处端壁板厚度及扶强材应按相应上层建筑的端壁选取。

## 附录1 装载仪

### 4 软件认可

#### 4.3 软件总体认可实施步骤

4.3.4 申请方应将下列图纸资料提交船舶审图单位**批准**。审批后1份退申请方，1份送总部，1份由审图单位存档(若测试船同时申请软件单船认可，则用户操作手册及计算测试报告应各增加1份，以便提交执行检验单位)：

(1) 软件系统说明书**(备查)**，其内容应包括软件设计方法、计算功能和原理、数据结构及软件流程图，同时应对申请书中所确定的功能项目及该软件准确计算能力等方面，如所使用的数值积分和插值方法等，进行说明；

(2) 装载仪用户操作手册**(备查)**；

(3) 软件中输入的测试船舶数据**(备查)**，如船舶主尺度、空船重量分布与重心、邦金曲线、静水力数据、舱容数据以及许用静水切力，许用静水弯矩和适用时的舱壁切力修正系数和静水扭矩的许用值，若该软件还具有完整稳性、散装谷物稳性、破损稳性等计算功能，还应提交相应数据；

(4) 装载计算测试报告**(批准)**，其工况选取应按本附录4.6要求，并经审图部门同意，其内容应包含输入数据及全部输出结果；

(5) 测试船的总布置图、型线图、完工装载手册及要求增加的其他图纸或数据，以供备查或校核计算用；

(6) 一套包括执行软件和内部测试数据在内的安装软盘。

4.3.5 对上述图纸资料审批完后可签发《装载仪的软件认可证书》。

#### 4.5 软件单船认可实施步骤

4.5.3 申请方应将下列图纸资料提交**批准**：

(1) 若软件未获总体认可，应提交本附录4.3.4(1)、(2)、(3)、(4)、(5)及(6)项所规定的适用于具体船舶的内容；

(2) 若软件已获总体认可，应提交本附录4.3.4(2)、(3)、(4)、(5)及(6)项所规定的适用于具体船舶的内容以及《装载仪软件总体认可证书》的复印件。

~~4.5.4 对上述图纸审批完毕后，可在装载仪用户操作手册及装载计算测试报告封面上加盖批准章。~~

#### 4.8 操作手册

4.8.1 船上应至少保存1份**经批准的**该船装载仪操作手册。

## 5 实船安装检验

### 5.2 检验与试验

5.2.2 进行实船安装检验应有验船师在场。安装检验一般应包括下列项目：

(1) 核查硬件的证书；

- (2) 核查船上是否保存由批准的用户操作手册、装载计算测试报告；
- (3) 系统安装环境及位置检查：检查系统安装位置、安装方式应符合说明书的要求；
- (4) 系统稳定性试验：计算机系统连续运行1h应能正常工作；
- (5) 硬件及外围设备自检功能试验：按使用说明书对带有自检功能的硬件和外围设备进行自检；
- (6) 电源瞬时中断试验：电源瞬时中断30s后重新启动，系统应满足：
  - ① 系统仍能正常工作；
  - ② 系统的程序和数据不丢失。
- (7) 软件保密性试验：输入非合法口令(或人为误操作)计算机系统应拒绝工作；
- (8) 软件封闭性试验：普通用户应无法改动应用程序及已输入的船舶几何特征、舱容表、许用值曲线等实船数据；
- (9) 系统功能试验：根据批准的装载计算测试报告中的装载工况，由该船船员操作，其计算结果应与批准的装载计算测试报告相同。如软件具有计算稳性功能时，试验还应符合附录2第8款的规定。

# 第3章 舾 装

## 第1节 舵

### 3.1.1 一般要求

#### 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  $t$  为舵板厚度，mm。塞焊端部的间距应不大于 125mm，焊脚尺寸符合本篇第 1 章第 1 节 1.4.4 的计算要求，焊接系数为 0.44。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 6-10mm，坡脚应至少为 15 度。

(2) 在半悬挂舵缺口处，舵板（铸钢承座实体处除外）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)。

## 第2节 锚泊及系泊设备

### 3.2.1 舾装数

设备配置

表 3.2.1.1(1)

船 型	要求配置的设备
货船、散货船、油船、 耙吸式挖泥船、渡船等	按 $N$ 选取。
拖船	按 $N$ 选取。
近海供应船	按 $N$ 选取，但锚链按 $N$ 增大 2 档选取。
有人驳船	按 $N$ 选取。
无人驳船	按 $N$ 选取，但首锚可仅配 1 只，锚链可仅配一半长度。
起重船、打桩船或其他类似作 业的船舶	按 $N$ 选取，但起重机、打桩机等侧投影面积应计入 $N$ 。若作业用锚满足本表的要求，可代替首锚。若用钢索代替锚链时（不限船长），锚重应至少增加 25%，其钢索长度应不小于 1.5 倍相应锚链的值，其破断负荷应与相应锚链破断负荷相同。作为替代锚机装置的起锚用绞车，应满足本规范第 3 篇第 13 章第 2 节的要求（锚链轮和止链器的要求除外），绞车的布置应配有排绳装置，并需要按本规范第 3 篇第 13 章 13.2.6 的要求进行试验。锚与钢索之间应装有短锚链，其长度为 12.5m 或锚存放位置至锚机的距离，取小者。在钢索与锚链的衔接处应加转环。

3.2.1.2 舾装数  $N$  按下式计算：

$$N = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2Bh + \frac{A}{10} \quad N = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2(Bh + S_{fum}) + \frac{A}{10}$$

式中： $\Delta$ ——夏季载重水线下的型排水量，t；

$B$ ——船宽，m；

$h$ ——从夏季载重水线到最上层舱室顶部的有效高度，m；对最下层的层高  $h_i$  从上甲板中心线量起，或具有不连续上甲板时，从上甲板最低线及其平行于升高部分甲板的延伸线量起，见图 3.2.1.1 (1)，即：

$$h = a + \sum h_i$$

其中： $a$ ——从船中夏季载重水线至上甲板中心线处的距离，m；

$h_i$ ——各层宽度大于  $B/4$  的舱室，在其中心线处量计的高度，m；对最下层的层高  $h_1$  从上甲板中心线量起，或从具有不连续上甲板时的名义甲板线量起，见图 3.2.1.2 (1)。

$A$  ——船长  $L$  范围内夏季载重水线以上的船体部分和上层建筑以及各层宽度大于  $B/4$  的甲板室和烟囱的侧投影面积的总和， $m^2$ ；当  $A_{FS}$  大于零时，烟囱的侧投影面积应计入  $A$ 。此时，烟囱的侧投影面积应从上甲板，或从具有不连续上甲板时的名义甲板线量起，直到有效高度  $h_F$ 。

$S_{fum}$  ——烟囱的有效正投影面积， $m^2$ ，即：

$$S_{fum} = A_{FS} - S_{shield}$$

其中： $A_{FS}$  ——烟囱的正投影面积， $m^2$ ，从上甲板中心线，或具有不连续上甲板时的名义甲板线量起，直到有效高度  $h_F$ 。当沿烟囱高度方向，所有高度的烟囱宽度均小于或等于  $B/4$ ， $A_{FS}$  取为零。

$h_F$  ——烟囱的有效高度，m，从上甲板中心线，或具有不连续上甲板时的名义甲板线量起，直到烟囱的顶部。烟囱的顶部可取为烟囱宽度达到  $B/4$  的平面。

$S_{shield}$  ——烟囱正投影面积  $A_{FS}$  被宽度超过  $B/4$  的甲板室遮蔽（掉的）部分的面积， $m^2$ 。如果不只一个遮蔽部分，单个遮蔽部分，如  $S_{shield1}$ 、 $S_{shield2}$  等，应相加，见图 3.2.1.2 (3)。在确定  $S_{shield}$  时，所有宽度超过  $B/4$  的甲板室的宽度可假设为  $B$ ，参见图 3.2.1.2 (3) 中确定  $S_{shield1}$ 、 $S_{shield2}$  的方式。

当船上安装了多个烟囱，则：

$h_F$  ——烟囱的有效高度，m，从上甲板中心线，或从具有不连续上甲板时的名义甲板线量起，直到最高烟囱的顶部。最高烟囱的顶部可取为所有烟囱宽度之和达到  $B/4$  的平面。

$A_{FS}$  ——各烟囱的正投影面积之和， $m^2$ ，从上甲板中心线，或从具有不连续上甲板时的名义甲板线量起，直到有效高度  $h_F$ 。当沿烟囱高度方向，所有高度的各烟囱宽度之和均小于或等于  $B/4$ ， $A_{FS}$  可取为零。

$A$  ——船长  $L$  范围内夏季载重水线以上的船体部分和上层建筑以及各层宽度大于  $B/4$  的甲板室和烟囱的侧投影面积的总和， $m^2$ ；当  $A_{FS}$  大于零时，各烟囱的总侧投影面积应计入  $A$ 。烟囱在横向的遮蔽效果应在计算总侧投影面积时予以考虑，例如当两个或三个烟囱的侧投影面积全部或部分重叠，重叠部分的面积只需计入一次。

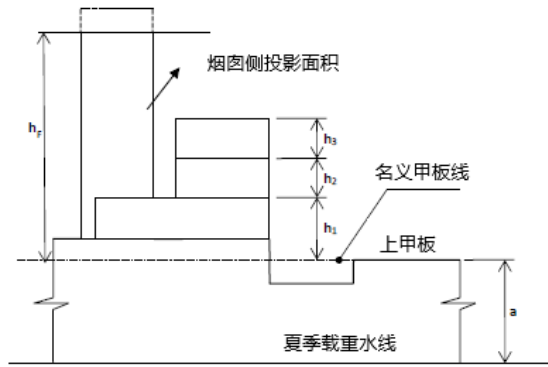


图 3.2.1.2 (1)

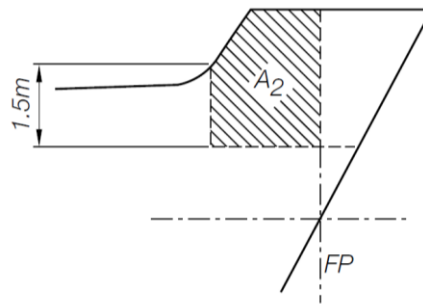


图 3.2.1.2 (2)

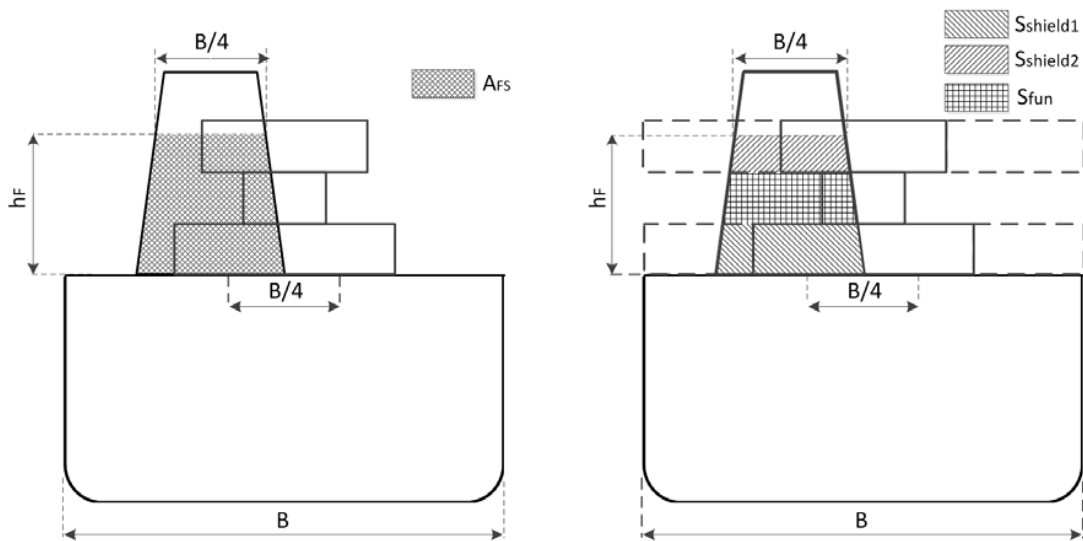


图 3.2.1.2 (3)

拖船的舾装数，按下式计算：

$$N = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2(aB + \sum b_i h_i) + \frac{A}{10}$$

式中：\$a\$、\$B\$ 和 \$h\_i\$ 同上所述；

\$b\_i\$——上层建筑宽度或各层宽度超过 \$B/4\$ 甲板室的宽度，\$m\$。

计算 \$h\$ 和 \$A\$ 时，不必计及舷弧和纵倾，即 \$h\$ 是船中干舷与各层宽度大于 \$B/4\$ 的舱室高度之和。

凡是超过 \$1.5m\$ 高度的挡风板和舷墙，均应视为上层建筑或甲板室的一部分。

宽度大于 \$B/4\$ 的甲板室如在宽度为 \$B/4\$ 或以下的甲板室之上，应计入上面的甲板室而忽略下面的甲板室。

在确定  $h$  和  $A$  时,可不考虑舱口围板高度和集装箱之类任何甲板货的高度。在确定  $A$  时,高于 1.5m 的舷墙,图 3.2.1.2 (2) 所示的面积  $A_2$  应计入  $A$ 。表 3.2.1.1(2)中的有档首锚链的总长度应在两只首锚之间分为大致相等的部分。

锚泊和拖带设备

表 3.2.1.1(2)

序号	艙裝數 $N$		首錨		有檔首錨鏈			拖索		系船索			
	超過	不超過	數量	每隻質量(kg)	總長度(m)	直徑			長度(m)	船舶設計 最小破斷 負荷(kN)	數量	每根 長度 (m)	船舶設計 最小破斷 負荷(kN)
						1 級	2 級	3 級					
1	50	70	2	180	220	14	12.5		180	98	3	80	37
2	70	90	2	240	220	16	14		180	98	3	100	40
3	90	110	2	300	247.5	17.5	16		180	98	3	110	42
4	110	130	2	360	247.5	19	17.5		180	98	3	110	48
5	130	150	2	420	275	20.5	17.5		180	98	3	120	53
6	150	175	2	480	275	22	19		180	98	3	120	59
7	175	205	2	570	302.5	24	20.5		180	112	3	120	64
8	205	240	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	4	120	69
9	240	280	2	780	330	28	24	22	180	150	4	120	75
10	280	320	2	900	357.5	30	26	24	180	174	4	140	80
11	320	360	2	1020	357.5	32	28	24	180	207	4	140	85
12	360	400	2	1140	385	34	30	26	180	224	4	140	96
13	400	450	2	1290	385	36	32	28	180	250	4	140	107
14	450	500	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	4	140	117
15	500	550	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	4	160	134
16	550	600	2	1740	440	42	36	32	190	338	4	160	143
17	600	660	2	1920	440	44	38	34	190	370	4	160	160
18	660	720	2	2100	440	46	40	36	190	406	4	160	171
19	720	780	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	4	170	187
20	780	840	2	2460	467.5	50	44	38	190	479	4	170	202
21	840	910	2	2640	467.5	52	46	40	190	518	4	170	218
22	910	980	2	2850	495	54	48	42	190	559	4	170	235
23	980	1060	2	3060	495	56	50	44	200	603	4	180	250
24	1060	1140	2	3300	495	58	50	46	200	647	4	180	272
25	1140	1220	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	4	180	293
26	1220	1300	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	4	180	309
27	1300	1390	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	4	180	336
28	1390	1480	2	4320	550	66	58	50	200	836	4	180	352
29	1480	1570	2	4590	550	68	60	52	220	888	5	190	352
30	1570	1670	2	4890	550	70	62	54	220	941	5	190	362
31	1670	1790	2	5250	577.5	73	64	56	220	1024	5	190	384
32	1790	1930	2	5610	577.5	76	66	58	220	1109	5	190	411
33	1930	2080	2	6000	577.5	78	68	60	220	1168	5	190	437

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)	船舶设计最小破断负荷(kN)	数量	每根长度(m)	船舶设计最小破断负荷(kN)
						1级	2级	3级					
34	2080	2230	2	6450	605	81	70	62	240	1259			
35	2230	2380	2	6900	605	84	73	64	240	1356			
36	2380	2530	2	7350	605	87	76	66	240	1453			
37	2530	2700	2	7800	632.5	90	78	68	260	1471			
38	2700	2870	2	8300	632.5	92	81	70	260	1471			
39	2870	3040	2	8700	632.5	95	84	73	260	1471			
40	3040	3210	2	9300	660	97	84	76	280	1471			
41	3210	3400	2	9900	660	100	87	78	280	1471			
42	3400	3600	2	10500	660	102	90	78	280	1471			
43	3600	3800	2	11100	687.5	105	92	81	300	<a href="#">1471</a>			
44	3800	4000	2	11700	687.5	107	95	84	300	<a href="#">1471</a>			
45	4000	4200	2	12300	687.5	111	97	87	300	<a href="#">1471</a>			
46	4200	4400	2	12900	715	114	100	87	300	<a href="#">1471</a>			
47	4400	4600	2	13500	715	117	102	90	300	<a href="#">1471</a>			
48	4600	4800	2	14100	715	120	105	92	300	<a href="#">1471</a>			
49	4800	5000	2	14700	742.5	122	107	95	300	<a href="#">1471</a>			
50	5000	5200	2	15400	742.5	124	111	97	300	<a href="#">1471</a>			
51	5200	5500	2	16100	742.5	127	111	97	300	<a href="#">1471</a>			
52	5500	5800	2	16900	742.5	130	114	100	300	<a href="#">1471</a>			
53	5800	6100	2	17800	742.5	132	117	102	300	<a href="#">1471</a>			
54	6100	6500	2	18800	742.5		120	107					
55	6500	6900	2	20000	770		124	111					
56	6900	7400	2	21500	770		127	114					
57	7400	7900	2	23000	770		132	117					
58	7900	8400	2	24500	770		137	122					
59	8400	8900	2	26000	770		142	127					
60	8900	9400	2	27500	770		147	132					
61	9400	10000	2	29000	770		152	132					
62	10000	10700	2	31000	770			137					
63	10700	11500	2	33000	770			142					
64	11500	12400	2	35500	770			147					
65	12400	13400	2	38500	770			152					
66	13400	14600	2	42000	770			157					
67	14600	16000	2	46000	770			162					

### 3.2.4 拖索和系船索

3.2.4.1 系船索的数量、长度及破断负荷应标注在船舶的系泊布置图上。表 3.2.1.1 (2) 所列的拖索为船舶上配有的用于拖船或其他船舶拖带本船所使用的, 为选取拖索而计算舾装数时, 应计入甲板货(装

载手册中给出)的侧投影面积。作为 3.2.4 条的替代方法,可根据本章附录 2 直接系泊分析的方式确定系泊索的数量及最小破断负荷。

3.2.4.2 艙装数 N 小于等于 2000 船舶的系泊索应按表 3.2.1.1 (2) 的要求确定,对于  $A/N > 0.9$  的船舶,表 3.2.1.1 (2) 中所给出的系泊索数量应根据下式增加:

$$1 \text{ 根系泊索} \quad 0.9 < \frac{A}{N} \leq 1$$

$$2 \text{ 根系泊索} \quad 1.1 < \frac{A}{N} \leq 1$$

$$3 \text{ 根系泊索} \quad 1.2 < \frac{A}{N}$$

3.2.4.3 艙装数大于 2000 船舶的系泊索的强度以及首缆、尾缆和横缆(参见图 3.2.4.2)的数量是基于侧投影面积  $A_1$  确定的。侧投影面积  $A_1$  可根据本节 3.2.1.2 中侧投影面积 A 的类似方法计算,并考虑如下因素:

对油船、化学品船、散货船和矿砂船,在计算侧投影面积  $A_1$  时,应考虑最小压载吃水。对其他船,如果最小吃水的干舷与满载吃水的干舷之比大于等于 2,应考虑常规装载工况的最小吃水。常规装载工况系指纵倾和稳性计算书中所给出的预期在操作中经常出现的装载工况,特别地,应排除空船重量工况及螺旋桨检查工况等。对吃水变化小的船型,如客船和滚装船,可使用夏季载重水线来计算侧投影面积  $A_1$ 。

在计算侧投影面积  $A_1$  时,除非船舶预期经常系泊于高桩码头,应考虑码头的风力折减。可假设码头平面高于水线 3m,即在所考虑装载工况下,水线上 3m 范围内的侧投影面积可以不计入。

在计算侧投影面积  $A_1$  时,装载手册中给出名义能力工况(定义见本章 3.6.2.10)的甲板货应计入。在计算有甲板货的工况时,可使用夏季载重水线。如果通常的不装载甲板货的最小压载吃水工况所计算的侧投影面积  $A_1$  大于装载甲板货的满载工况,则甲板货可不计入。侧投影面积  $A_1$  应取为这两种工况下的较大者。

(1) 本条中的系泊索要求是基于最大流速 1.0 m/s 所确定的,基于的最大风速 (m/s) 如下:

$$\begin{aligned} V_w &= 25 - 0.002(A_1 - 2000) && 2000m^2 < A_1 \leq 4000m^2 \text{ 的客船、渡船和车辆运输船} \\ &= 21 && A_1 > 4000m^2 \text{ 的客船、渡船和车辆运输船} \\ &= 25 && \text{其他船} \end{aligned}$$

风速代表了地面 10m 以上任意方向的 30s 平均风速,流速代表了船首或船尾 ( $\pm 10^\circ$ ) 且在平均吃水的一半处。同时,假定船舶系泊于实心的码头对交叉流有遮蔽效果。由更高的风速或流速、交叉流、额外波浪载荷或非实心码头带来的屏蔽减弱所引起的额外的载荷需要特殊考虑。另外应注意不利的系泊布置可能会增加单根系泊索的载荷。

横缆: 与船舶垂直的系泊索,限制船舶在离岸方向的运动;

倒缆: 几乎与船舶平行的系泊索,限制船舶前后的运动;

首缆/尾缆: 介于船舶纵向和横向之间的系泊索,限制船舶在离岸方向和前后方向的运动。对各方向运动的限制取决于绳索的方向。

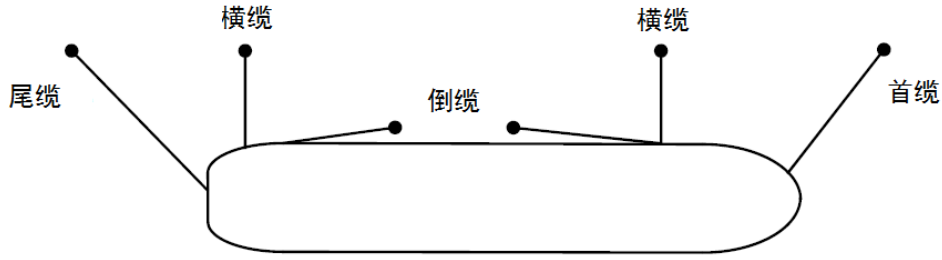


图 3.2.4.2 横缆、倒缆、首缆/尾缆示意图

(2) 舾装数  $N$  大于 2000 船舶的系泊索的船舶设计最小破断负荷应不小于下式计算所得之值，且应不超过 1275 kN:

$$MBL = 0.1 \cdot A_1 + 350 \quad MBL_{SD} = 0.1 \cdot A_1 + 350 \quad \text{kN}$$

如果认为系泊索不足以满足本条 (1) 中风速的要求，对这些船可接受更大的风速  $V_w^*$ 。

$$V_w^* = V_w \sqrt{\frac{MBL^*}{MBL}}$$

$$V_w^* = V_w \sqrt{\frac{MBL_{SD}^*}{MBL_{SD}}}$$

其中:  $V_w$  ——本条 (1) 所定义的风速;

$MBL_{SD}^*$  ——预期使用的系泊索的船舶设计最小破断强度负荷; 应取为不小于根据 21 m/s 的风速所计算得到之值，即:

$$MBL^* \geq \left(\frac{21}{V_w}\right)^2 \cdot MBL$$

$$MBL_{SD}^* \geq \left(\frac{21}{V_w}\right)^2 \cdot MBL_{SD}$$

$MBL$ 、 $MBL_{SD}$  ——根据本条 (2) 公式计算所得的船舶设计最小破断强度负荷。

如果预期使用的风速  $V_w^*$  高于本条 (1) 所述的  $V_w$  时，船舶设计最小破断强度负荷应取为:

$$MBL^* = \left(\frac{V_w^*}{V_w}\right)^2 \cdot MBL$$

$$MBL_{SD}^* = \left(\frac{V_w^*}{V_w}\right)^2 \cdot MBL_{SD}$$

(3) 舾装数  $N$  大于 2000 船舶的首缆、尾缆和横缆的总数应不小于:

$$n = 8.3 \cdot 10^{-4} \cdot A_1 + 6$$

对油船、化学品船、散货船和矿砂船，首缆、尾缆和横缆的总数应不小于:

$$n = 8.3 \cdot 10^{-4} \cdot A_1 + 4$$

首缆、尾缆和横缆的总数应四舍五入到最近的整数。

(4) 首缆、尾缆和横缆的总数和系泊索的强度应进行相互修正，修正后的系泊索强度  $MBL_{SD}^{**}$  应为:

$$MBL^* = 1.2 \cdot MBL \cdot n / n^* \leq MBL \quad MBL_{SD}^{**} = 1.2 \cdot MBL_{SD} \cdot n / n^{**} \leq MBL_{SD} \quad \text{当系泊索数量增加时}$$

$$MBL^* = MBL \cdot n / n^* \quad MBL_{SD}^{**} = MBL_{SD} \cdot n / n^{**} \quad \text{当系泊索数量减少时}$$

其中:  $MBL_{SD}$  ——本条 (1) 和 (2) 中的  $MBL_{SD}$  或  $MBL_{SD}^*$ ;

$n^{**}$ ——增加或减少后的首缆、尾缆和横缆的总数；

$n$ ——根据船型及上述公式计算所得的在四舍五入之前的值。

(5) 所有倒缆的数量应取为不小于：

2 根 舾装数小于 5000 时

4 根 舾装数大于等于 5000 时

倒缆的强度船舶设计最小破断负荷应和首缆、尾缆和横缆的一致。如果首缆、尾缆和横缆的数量根据系泊索的强度船舶设计最小破断负荷进行调整，倒缆的数量也应按以下公式相应的增加，但取为计算值的向上最近偶数取整进位整数。

$$n_s^* = MBL_{SD} / MBL_{SD}^{**} \cdot n_s$$

其中： $MBL_{SD}$ ——本条（1）和（2）中的  $MBL_{SD}$  或  $MBL_{SD}^*$ ；

$n_s$ ——倒缆的数量；

$n_s^*$ ——增加的倒缆数量。

## 第6节 常规船舶上与拖带和系泊相关的船用配件与船体支撑结构

### 3.6.2 定义

3.6.2.10 名义能力工况：系指船舶布置中各预定装货位置上计及了最大可能甲板货的理论工况。对于集装箱船，名义能力工况代表了船舶布置中各预定装箱位置上计及了最大可能数量的集装箱的理论工况。

3.6.2.11 船舶设计最小破断负荷（ $MBL_{SD}$ ）：系指新的、干的系泊索或拖索的破断负荷，船用配件和船体支撑结构应根据船舶设计最小破断负荷设计以满足系泊限制要求或其他拖带的拖带要求。

3.6.2.12 缆索设计破断负荷（ $LDBF$ ）：系指新的、干的、捻制系泊索的最小破断负荷。适用于所有合成索材料。

### 3.6.3 拖带

3.6.3.1 在船首、舷侧和船尾用于正常拖带和其他拖带操作的船用配件及其船体支撑结构的强度应满足本节 3.6.3.2 至 3.6.3.6 要求。当船用配件拟同时用于拖带和系泊，还应满足 3.6.4 的系泊要求。

#### 3.6.3.3 考虑载荷

船用配件的船体支撑结构的最小设计负荷应为：

(1) 用于正常拖带操作，设计负荷应为拖带与系泊布置图中标明的预期的最大拖带负荷(如系柱静拖力)的 1.25 倍。

(2) 对于其他拖带服务，应为表 3.2.1.1(2)中舾装数  $N$  对应的拖索的船舶设计最小破断负荷。

注：在选择拖索时应计入包括甲板货（装载手册中给出名义能力工况）最大堆层的侧投影面积，并使用该拖索的破断负荷作为设计载荷。

(3) 对同时用于正常拖带和其他拖带的船用设备，设计载荷应取为（1）和（2）中的大者。

(4) 当设计者所选定配件的拖带安全工作负荷大于 3.6.3.6 规定的拖带安全工作负荷时，设计载荷

应根据拖带安全工作负荷与设计载荷之间的换算关系进行增加。

(5) 设计载荷应根据拖带与系泊布置图中的布置,各种可能出现的方向施加于配件。当拖索在配件处转向,作用在配件上的设计载荷应为拖索设计载荷的合力,但不需超过 2 倍的拖索设计负荷。参见图 3.6.3.3 (5)。

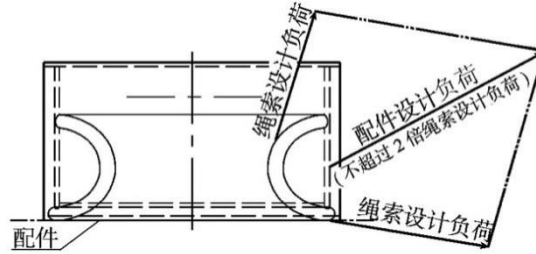


图 3.6.3.3(5)

3.6.3.4 可根据接受的工业标准选择船用配件,并至少基于以下载荷:

(1) 正常拖带,拖带与系泊布置图上所标明的预期的最大拖带负荷(如系柱静拖力);  
 (2) 其他拖带,表 3.2.1.1(2)中舢装数  $N$  对应的拖索的船舶设计最小破断负荷,并参见 3.6.3.3 (2) 的注。

(3) 对同时用于正常拖带和其他拖带的船用设备,设计载荷应取为(1)和(2)中的大者。

如果工业标准中给出了双柱带缆桩的不同受力型式,如 8 字缠绕两根缆桩和 1 个绳圈缠绕单个缆桩的型式,双柱带缆桩应根据 1 个绳圈缠绕于单个缆桩的型式选取。

如船用配件没有按接受的工业标准选择时,评估该配件的强度及配件与船舶的连接时的设计负荷应符合 3.6.3.3 和 3.6.3.5 的要求。双柱带缆桩应根据 1 个绳圈缠绕于单个缆桩的型式。使用梁理论或有限元进行强度分析时,应使用净尺寸的方法。总腐蚀增量的要求详见本节 3.6.6,磨损增量的要求详见本节 3.6.7。经同意,可通过载荷试验的方式替代强度分析。

### 3.6.3.5 船体支撑结构

#### (1) 布置

船用配件下加强部件应对作用在船用配件上的拖带载荷的任何方向(水平方向和垂直方向)的变化作有效布置,例如图 3.6.3.5 (1) 所示。配件与船体支撑结构应保证合适的对齐。

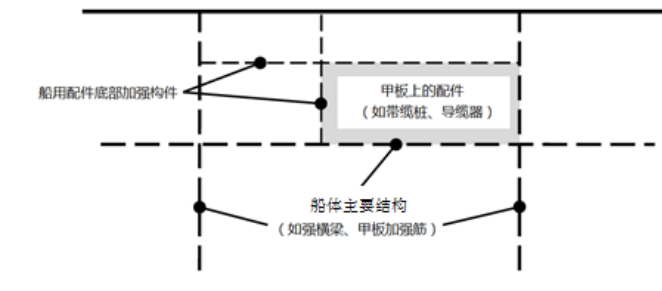


图 3.6.3.5 (1)

#### (2) 拖带载荷的作用点

船用配件上拖带载荷的作用点应是拖索的附着点或拖索方向变化处。对于带缆桩,拖索的连接点应位于基座以上 4/5 的筒体高度,如图 3.6.3.5 (2) 所示。

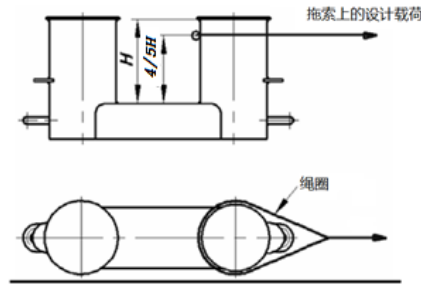


图 3.6.3.5 (2)

### (3) 许用应力

本节 3.6.3.3 规定的设计负荷下的许用应力如下：

1) 使用梁理论或板架分析：采用梁理论或交叉梁系分析进行强度评估：

正应力：100%规定的材料的最小屈服点  $1.0R_{eH}$ ；

剪切应力：60%规定的材料的最小屈服点  $0.6R_{eH}$ ；

正应力指弯曲应力和轴向应力的和合成，相应的剪切应力作用方向垂直于正应力。不考虑应力集中因素。

2) 有限元分析采用有限元分析方法进行强度评估：

合成 Von Mises 应力：100%规定的材料的最小屈服点  $1.0R_{eH}$ ；

使用有限元分析进行强度计算时，模型应尽可能与实际结构一致网格应足够精细以尽可能真实地表示几何形状。单元的长度与宽度比应不超过 3。强桁材应使用板单元或平面应力单元模拟。对称桁材面板可使用梁或桁架单元模拟。桁材腹板单元的高度不可超过腹板高度的 1/3。对于小型开孔的桁材腹板上的小型开孔，其腹板厚度应折算减薄到覆盖整个腹板高度范围的平均厚度。大型开孔应直接模拟。加强筋可通过板单元，平面应力单元或梁单元进行模拟。加强筋的网格尺寸应足够精细到能较好地获取弯曲应力。如用板单元或平面应力单元模拟扁钢，在扁钢的自由边界应建立虚杆单元，并应评估虚杆单元的应力。应读取每个单元中部的应力结果。对于板单元，应评估单元中内平面的应力。

$R_{eH}$ 为材料的规定最小屈服强度。

### 3.6.3.6 拖带安全工作负荷(TOW)

(1) 拖带安全工作负荷 (TOW) 是用于拖带用途的船用配件安全极限作业载荷；

(2) 用于正常拖带操作的 TOW 应不超过本节 3.6.3.3(1)给定设计负荷的 80%；

(3) 用于其他拖带操作的 TOW 应不超过本节 3.6.3.3(2)给定的设计负荷的 80%；

(4) 同时用于正常拖带和其他拖带的 TOW 应为(2)和(3)中的大者；

~~(5) 同时用于拖带和系泊的配件，还应满足 3.6.4 的要求；~~

~~(56)~~ 每一船用配件的 TOW (单位为 t) 应标记(焊点或等效方法)在用于拖带的甲板配件上。对同时用于拖带和系泊的配件，除 TOW 外，根据 3.6.4.6 要求的 SWL (单位为 t) 也应进行标记。

~~(67)~~ 上述要求的 TOW 仅适用于不超过一个拖索的使用。如无根据其他方式选择，对于双式带缆桩，TOW 为 1 根缆索用 1 个绳圈缠绕于单个缆桩型式的载荷极限；

~~(78)~~ 本节 3.6.5 描述的拖带与系泊布置图应注明拖索的使用方法。

## 3.6.4 系泊

3.6.4.1 用于系泊操作的船用配件及其船体支撑结构的强度，以及绞车和绞盘的船体支撑结构的强

度应满足本节 3.6.4.2 至 3.6.4.6 要求。

3.6.4.2 系泊用船用配件、绞车和绞盘应位于部分甲板结构(强力构件和/或桁材)上,以有效分布系泊负荷。其他如用于预定用途、确定强度足够的布置(如舷墙导缆孔等)可以被接受。当船用配件同时拟用于拖带和系泊,还应满足 3.6.3 的拖带要求。

#### 3.6.4.3 考虑载荷

(1) 船舶配件的船体支撑结构的最小设计负荷应为本章 3.2.4 所确定的船舶设计最小破断强度负荷的 1.15 倍。

注:在评估横向风载荷、拖轮布置和系索选择时应计入包括甲板货(名义能力工况)最大堆层的侧投影面积。

(2) 绞车的船体支撑结构的最小设计负荷应为预计的最大刹车支持负荷的 1.25 倍,最大刹车支持负荷应不小于 80% 的本章 3.2.4 所确定的系索船舶设计最小破断强度负荷。对绞盘,最小设计载荷应为 1.25 倍的最大卷入力。

(3) 当设计者所选定配件的安全工作负荷大于 3.6.4.6 规定的安全工作负荷时,设计载荷应根据安全工作负荷与设计载荷之间的换算关系进行增加。

(4) 设计载荷应根据拖带与系泊布置图中的布置,各种可能出现的方向施加于配件。当系泊索在配件处转向,作用在配件上的设计载荷应为系泊索设计载荷的合力,但不需超过 2 倍的系泊索设计负荷。参见图 3.6.3.3 (5)。

3.6.4.4 可根据接受的工业标准选择船用配件,应至少基于本章 3.2.4 所确定的系索船舶设计最小破断强度负荷。

如果工业标准中给出了双柱带缆桩的不同受力型式,如 8 字缠绕两根缆桩和 1 个绳圈缠绕单个缆桩的型式,双柱带缆桩应根据 8 字缠绕两根缆桩的型式选取。

如船用配件没有按接受的工业标准选择时,评估该配件的强度及配件与船舶的连接时的船体支撑结构应符合本节 3.6.4.3 和 3.6.4.5 的要求。双柱带缆桩应根据 8 字缠绕两根缆桩的型式,应注意在此种型式下,每根缆桩能承受 2 倍的作用在系泊索上的载荷,如果采用了其他型式而忽略了这种效果,配件使用中可能出现过载的情况。使用梁理论或有限元进行强度分析时,应使用净尺寸的方法。腐蚀增量的要求详见本节 3.6.6,磨损增量的要求详见本节 3.6.7。经同意,可通过载荷试验的方式替代强度分析。

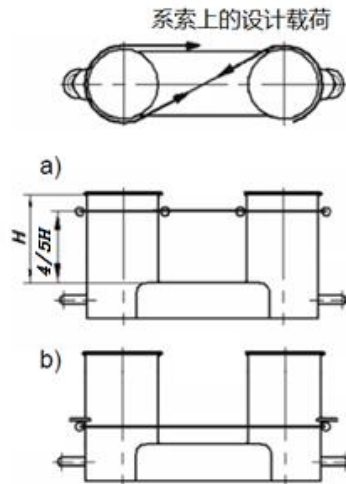
#### 3.6.4.5 船体支撑结构

##### (1) 布置

船用配件下加强部件应对作用的系泊载荷的任何方向(水平方向和垂直方向)的变化作有效布置,参见图 3.6.3.5 (1) 所示。配件与船体支撑结构应保证合适的对齐。

##### (2) 系泊载荷的作用点

船用配件上系索载荷的作用点应是系索的附着点或系索方向变化处。对于带缆桩,系泊索的连接点应位于基座以上至少 4/5 的筒体高度,如图 3.6.4.5 (2) 中 a) 所示。如果筒体上安装了挡板以保证系泊索尽可能低,则系泊索的作用点可取为挡板的高度,如图 3.6.4.5 (2) 中 b) 所示。



3.6.4.5 (2)

### (3) 许用应力

本节 3.6.4.3 规定的设计负荷下的许用应力如下：

1) 使用梁理论或板架分析：采用梁理论或交叉梁系分析进行强度评估：

正应力：100%规定的材料的最小屈服点  $1.0R_{eH}$ ；

剪切应力：60%规定的材料的最小屈服点  $0.6R_{eH}$ ；

正应力指弯曲应力和轴向应力的和合成，相应的剪切应力作用方向垂直于正应力。不考虑应力集中因素。

2) 有限元分析采用有限元分析方法进行强度评估：

合成 Von Mises 应力：100%规定的材料的最小屈服点  $1.0R_{eH}$ ；

使用有限元分析进行强度计算时，模型应尽可能与实际结构一致网格应足够精细以尽可能真实地表示几何形状。单元的长度与宽度比应不超过 3。强桁材应使用板单元或平面应力单元模拟。对称桁材面板可使用梁或桁架单元模拟。桁材腹板单元的高度不可超过腹板高度的 1/3。对于小型开孔的桁材腹板上的小型开孔，其腹板厚度应折算减薄到覆盖整个腹板高度范围的平均厚度。大型开孔应直接模拟。加强筋可通过板单元，平面应力单元或梁单元进行模拟。加强筋的网格尺寸应足够精细到能较好地获取弯曲应力。如用板单元或平面应力单元模拟扁钢，在扁钢的自由边界应建立虚杆单元，并应评估虚杆单元的应力。应读取每个单元中部的应力结果。对于板单元，应评估单元中间平面的应力。

### 3.6.4.6 安全工作负荷(SWL)

(1) 安全工作负荷 (SWL) 是用于系泊用途的船用配件安全极限作业载荷；

(2) 除根据 3.6.4.3 (3)，设计者选用更大安全工作负荷 (SWL) 的配件，安全工作负荷应不超过按本章 3.2.4 所确定的系索船用设计最小破断强度负荷。

(3) 每一船用配件的 SWL (单位为 t) 应标记(焊点或等效方法)在用于系泊的甲板配件上。对同时用于拖带和系泊的配件，除 SWL 外，根据 3.6.3.6 要求的 TOW (单位为 t) 也应进行标记。

(4) 上述要求的 SWL 仅适用于不超过一个系泊索的使用。

(5) 本节 3.6.5 描述的拖带与系泊布置图应注明系泊索的使用方法。

### 3.6.5 拖带与系泊布置图

(1) 每个船用配件预定用途的 SWL 和 TOW 应在拖带与系泊布置图上注明，该布置图应配备在船上指导船长。应注意拖带安全工作负荷（TOW）是拖带用途的极限作业载荷而安全工作负荷（SWL）为系泊用途，如无根据其他方式选择，对于拖带用双式带缆桩，TOW 为 1 根缆索用 1 个绳圈缠绕于单个缆桩型式的载荷极限；

(2) 提供的布置图应包括的每个船用配件的信息，涉及：

- 1) 船上位置；
- 2) 配件型号；
- 3) SWL/TOW；
- 4) 用途(系泊/港区拖带/其他拖带)；及
- 5) 施加拖带或系泊载荷的方法，包括角度变化的限制，即：配件上缆索角度的变化。

配件的 SWL 及 TOW 的确定应考虑其用途及施加载荷的方法，并提交批准。

布置图中还应包括：

- 1) 系泊索的布置图（显示系泊索的数量）；
  - 2) 每根系泊索的船舶设计最小破断负荷（ $MBL_{SD}$ ）；
  - 3) 确定舾装数大于 2000 船舶的系泊索船舶设计最小破断负荷的环境条件，包括任意方向的 30s 平均风速和首部或尾部（ $\pm 10^\circ$ ）的最大流速；
- (3) 上述（2）中的信息应具体反映在引航员卡中，为引航员提供港区/其他拖带操作的正确信息。

### 3.6.6 腐蚀增量

总腐蚀增量  $t_c$ ，mm，应不小于下列值：

- (1) 船体支撑结构，2mm；
- (2) 甲板上的基座或底座（基座和底座不是根据所接受工业标准制造的船用配件的一部分），2mm；
- (3) 船用配件（不是根据所接受工业标准制造的），2mm。

## 第 7 节 甲板设备支撑结构

### 3.7.2 锚机和摁链器的支撑结构

3.7.2.5 在支撑结构和基座的强度校核中，为较好地描述区域中的结构部件在各个方向上的受力分布情况，应尽可能采用三维有限元模型进行分析。如用交叉梁系或板梁组合模型，则模型简化应合理且趋于保守。分析应基于线弹性理论。模型中的构件取建造净厚度，腐蚀余量按本篇第 1 章第 6 节 1.6.5。

3.7.2.7 各种工况下，支撑结构和基座的计算应力应不大于以下许用值：表 3.7.2.7 中的许用值。

许用应力

表 3.7.2.7

单元类型	许用应力
梁理论或交叉梁系	正应力： $[\sigma]=1.00R_{eH}$ 剪应力： $[\tau]=0.6R_{eH}$
板元	相当应力： $[\sigma_e]=1.00R_{eH}$

式中： $R_{eH}$ ——材料屈服应力， $N/mm^2$ 。

(1) 使用梁理论或交叉梁系分析进行强度评估：

$$\text{正应力: } \underline{1.0R_{eH}}$$

$$\text{剪应力: } \underline{0.6R_{eH}}$$

正应力指弯曲应力和轴向应力的和，相应的剪切应力作用方向垂直于正应力。不考虑应力集中因素。

(2) 采用有限元分析方法进行强度评估：

$$\text{Von Mises 应力: } \underline{1.0R_{eH}}$$

使用有限元分析进行强度计算时，网格应足够精细以尽可能真实地表示几何形状。单元的长度与宽度比应不超过 3。强桁材应使用板单元或平面应力单元模拟。对称桁材面板可使用梁或桁架单元模拟。桁材腹板单元的高度不可超过腹板高度的 1/3。对于小型开孔的桁材腹板，其腹板厚度应折算减薄到覆盖整个腹板高度范围的平均厚度。大型开孔应直接模拟。加强筋可通过板单元，平面应力单元或梁单元进行模拟。加强筋的网格尺寸应足够精细到能较好地获取弯曲应力。如用板单元或平面应力单元模拟扁钢，在扁钢的自由边界应建立虚杆单元，并应评估虚杆单元的应力。应读取每个单元中部的应力结果。对于板单元，应评估单元中平面的应力。

$R_{eH}$  为材料的规定最小屈服强度。

## 附录 2 直接系泊分析

### 1 一般要求

1.1 本附录作为本章 3.2.4 条对系泊索要求的替代，可通过直接系泊分析的方法来确定船舶需要的系泊约束，如系泊索的数量与强度。直接系泊分析可优化单个船舶的系泊设备及布置、以及针对所考虑船舶类型及尺寸的典型码头系泊设施。

### 2 文件

2.1 计算应记录在报告中，报告应包括为系泊布置图上最终选定的系泊设备，包括系泊索，及相应布置所作计算的所有假定条件。

### 3 计算方法

3.1 应进行三维准静态计算来确定系泊索载荷。计算中应至少考虑风和流产生的载荷。应考虑系泊索和护舷或靠船墩的几何及材料的非线性。应采用迭代计算程序，使作用在系泊缆和护舷或靠船墩上的力与施加在船舶上的力和力矩平衡，从而得出收敛解。

### 4 环境条件

4.1 系泊索载荷应根据本章 3.2.4.3 所述环境条件进行计算。对于某些船型或计划定期停靠的特定港口，可考虑额外荷载，如波浪荷载或横流，或增加的风荷载和流荷载。

### 5 计算步骤

系泊载荷的直接分析及确定所需系泊索的数量及强度应按照下述步骤：

- (1) 确定所考虑船型和尺寸的典型码头系泊设施；
- (2) 确定船用系泊设备和布置；
- (3) 确定所使用的系泊索类型；
- (4) 确定要计算的系泊布局；
- (5) 确定要计算的船舶装载工况；
- (6) 选定或确定风、流阻力系数；
- (7) 确定风、流载荷和力矩；
- (8) 计算所有系泊索上的载荷；
- (9) 确定所需系泊索的强度；
- (10) 如果系泊索的强度需要调整，调整步骤 (2)、(3) 和/或 (4)，可考虑是否更改系泊索的数量，并重复步骤 (8) 和 (9)。

#### 5.1 码头系泊设施

5.1.1 码头系泊设施的特性对于系泊索载荷结果有重大影响。系泊分析应采用所考虑船型和尺寸所对应的典型码头系泊设施，如泊位的类型、钩/带缆桩的类型和布置、护舷或靠船墩的类型和布置、以及码头高出水线的高度。

5.1.2 在很多情况下，护舷或靠船墩并不会影响到系泊索的载荷。因此，最初可考虑通用的护舷或靠船墩布置以及无限刚度变形特性。如果在产生临界系泊索载荷的工况，并没有护舷或靠船墩的载荷，

则可忽略特定的护舷或靠船墩布置和特性。

5.1.3 如预计所考虑船型可遇到明显不同特点的码头系泊设施，则应开展额外的计算以考虑这些不同特点。

## 5.2 船用系泊设备和布置

5.2.1 在计算中应选定系泊设备和布置，如系泊甲板的位置、系泊绞车及导缆孔的位置。作为初始尝试，可根据本章 3.2.4 的系泊索数量确定系泊设备。

## 5.3 系泊索

5.3.1 系泊分析应采用拟随船舶提供的系泊缆类型。系泊分析应考虑系泊索的几何非线性和材料非线性。系泊索的载荷-变形特性可从绳索制造商的数据表中获取。如能获取，应考虑系泊索的破断特性。

5.3.2 为保证系泊索载荷的均匀分布，对同一用途，如首尾缆、横缆及倒缆，应使用相同的系泊索类型和特性。对于高硬度系泊索，如钢索或高模量合成纤维索，应考虑使用弹性末端值以提高系泊系统的弹性，并在系泊分析中予以考虑。

## 5.4 系泊布局

5.4.1 为计算系泊索的载荷，应假定一个实际的系泊布局，即：需确定每根系泊索连接的带缆桩及绞车、所沿路径、通过的导缆孔、以及到岸边的钩或带缆桩。系泊缆的内侧部分（导缆孔与船上固定点之间）是系泊索的伸长部分，应在系泊分析中予以考虑。

5.4.2 为防止岸边系泊点的载荷过大，应限制连接到同一个岸边系泊点的最大缆绳数量。对于多用途码头，每个岸边带缆桩的缆绳数量应限制为三根。对其他类型的泊位，每个岸边带缆桩的系泊索数量也受到限制，如，通过可用的钩子数量进行限制。应根据所考虑船型所遇到的典型泊位类型进行合理假设。

5.4.3 还应评估备选系泊布局，考虑将船舶系泊至假定港口系泊设施的可能和合理方案。应评估船舶相对于岸边带缆桩/钩的不同位置，以确定船舶正常操作的临界系泊索载荷。对例如油船、LNG 船或渡船，如通常系泊于相对于岸边系泊设施的相同位置，可免除本条要求。

## 5.5 装载工况

5.5.1 应考虑本章 3.2.4.3 所述装载工况。

## 5.6 风、流阻力系数

5.6.1 为计算作用在船舶上的风、流力和力矩，需要与所考虑船型、尺寸和装载工况对应的风、流阻力系数。风、流阻力系数应尽可能适用于所考虑船舶与装载工况。

5.6.2 风、流阻力系数有不同的计算方法。某行业指南提供了适用于油船和液化天然气运输船的阻力系数。由于线型和上层建筑的相似性，这些系数也可用于散货船和矿砂船。对于其他船型，系数可从文献中获取（如有），或通过 CFD 计算或模型试验确定。CFD 计算应通过适当的有效性和灵敏度研究进行证明。

5.6.3 有些因素可能会影响阻力系数，如阻挡（龙骨下间隙的限制、实体码头岸壁）、船舶吃水以及实体码头和建筑物或码头上储存的货物（例如集装箱堆）对风的阻挡。阻挡和船舶吃水的影响只能用适当的系数来考虑。应根据实际水深与吃水比以及所考虑的船舶吃水来选择或确定系数。某行业指南提供了压载和满载吃水条件、以及不同水深吃水比的风、流阻力系数。风阻力系数通常不考虑风屏蔽效应。

实体码头的防风效果可通过等效减少船舶的侧风面积来考虑。因无法预估是否存在，建筑物或储存在码头上的货物的阻挡可不必考虑。

### 5.7 计算风、流力和力矩

5.7.1 风、流力和力矩可根据给定的环境条件、所考虑船舶的几何特征及选定的风、流阻力系数进行计算。通常情况下，应计算船舶的纵向和横向载荷，以及关于垂向轴（艏摇）的力矩。

5.7.2 应计算所有方向的风力的力矩，间隔最好取为  $15^\circ$ ，最大不超过  $30^\circ$ 。流力的计算方向应参照本章 3.2.4.3 的要求。对定期系泊于非实体码头或岸堤的船舶，需额外考虑横流的影响。

### 5.8 计算系泊索载荷

5.8.1 对所有考虑的场景和所有应用环境的组合，应确定同一用途的系泊索组合的最大系泊索载荷。

5.8.2 当预计所有系泊索都连接到绞车时，为更好地在同一用途的系泊索组合中分配系泊索载荷，应考虑刹车打滑的影响。因此，可确定系泊索组合的平均系泊索载荷，并作为根据 5.9 确定所需系泊索强度的系泊索载荷。

### 5.9 系泊索强度

5.9.1 所需的系泊索强度，即：船舶设计最小破断负荷 ( $MBL_{SD}$ )，应由计算所得的最大系泊索载荷 ( $F_{L,max}$ ) 除以系泊索的工作载荷限制系数 ( $WLL$ ) 而得到。工作载荷限制系数和得到的不同系泊索材料的船舶设计最小破断负荷见表 5.9.1。

**WLL 系数和  $MBL_{SD}$  表 5.9.1**

系泊索材料	$WLL$	$MBL_{SD}$
钢索	0.55	$1.82 \times F_{L,max}$
纤维索	0.5	$2.0 \times F_{L,max}$

5.9.2 最佳情况下，船舶使用的所有系泊索都有相同的特性和强度，以避免系泊索的混淆。但如果不同用途的系泊索所计算中的最大载荷有明显差异，则可选用不同特性和强度的系泊索，如首缆和尾缆与倒缆取不同特性和强度的系泊索。

# 第8章 散货船

## 第3节 舷侧骨架

### 8.3.4 主肋骨的上肘板和下肘板

8.3.4.5 在顶边舱和底边舱内应设置如图 8.3.4.5 所示的连接肘板，以确保主肋骨上下两端结构连续性。连接肘板一般应按图 8.3.4.5 设置防屈曲筋予以加强，以提高其稳定性。

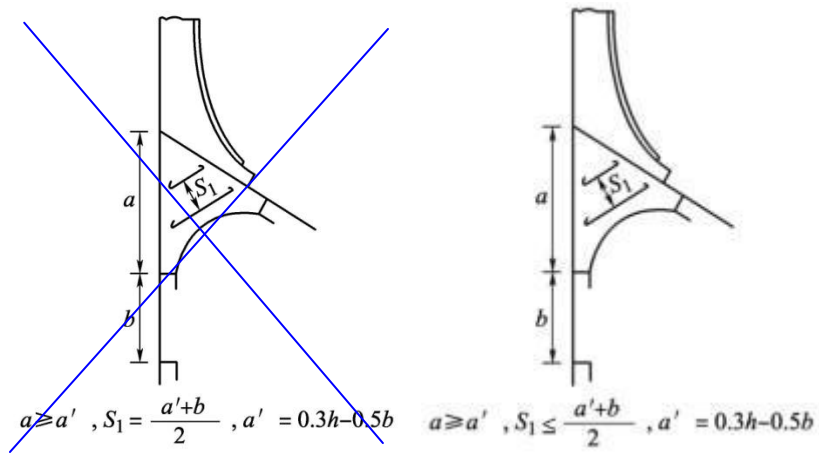


图 8.3.4.5

# 第 13 章 起 重 船

## 第 4 节 甲 板

### 13.4.1 甲板厚度

13.4.1.1 船中部  $0.5L$  范围内的强力甲板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 8.75s\sqrt{K} + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中:  $s$ ——纵骨间距, m;

$K$ ——材料系数。

13.4.1.2 上述区域以外的强力甲板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 7.13s\sqrt{K} + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中:  $s$ ——纵骨间距, m;

$K$ ——材料系数。

13.4.1.3 载货部位的甲板厚度还应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 4.5s\sqrt{hK} \quad \text{mm, 但不小于 6mm}$$

式中:  $s$ ——横梁或纵骨间距, m;

$h$ ——计算压头, m;  $h = 0.14p + 0.3$ , 其中  $p$  为设计货物载荷, kPa;

$K$ ——材料系数。

# 第 16 章 矿 砂 船

## 第 1 节 一 般 规 定

### 16.1.1 适用范围

16.1.1.3 [本章第 3 节和第 4 节的要求仅适用于货舱区](#)，本章无规定者均应符合本篇第 2 章的有关要求。

## 第 3 节 船 体 骨 架

### 16.3.1 双层底结构

16.3.1.1 [除本节另有规定外](#)，矿砂船的双层底结构布置和构件尺寸应符合本篇第 2 章第 6 节和第 8 章第 2 节的有关要求，但船长 230m 及以上时实肋板间距可取不大于 2.8m。



中国船级社

# 国内航行海船建造规范

修改通报

2022

第3篇 轮机

# 目 录

第 2 章 泵与管系.....	1
第 5 节 管路连接、热处理与无损检测.....	1
第 8 节 布置.....	4
第 3 章 船舶管系与舱室通风系统.....	5
第 8 节 压载与甲板疏排水管系.....	5
第 11 节 舱室通风系统.....	5
第 11 章 轴系与螺旋桨.....	6
第 2 节 轴系.....	6
第 3 节 轴系传动装置.....	6

## 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

2.5.3.2 如适用，机械接头应为表 2.5.3.1(2)所要求的耐火型。[耐火试验要求见《钢质海船入级规范》第3篇第2章附录3中1.5.5\(6\)的规定。](#)

机械接头的应用——表 2.5.3.1(2)

管系		接头类型		
		管接头	压力接头	滑套接头
可燃液体(闪点不大于60°C)				
1	货油管系 <sup>④</sup>	×	×	×
2	原油洗舱管系 <sup>④</sup>	×	×	×
3	透气管系 <sup>④</sup>	×	×	×
惰性气体				
4	水封排水管系	×	×	×
5	扫舱排放管系	×	×	×
6	总管 <sup>②③</sup>	×	×	×
7	支管 <sup>④</sup>	×	×	×
可燃液体(闪点大于60°C)				
8	货油管系 <sup>④</sup>	×	×	×
9	燃油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×
10	滑油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×
11	液压油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×
12	热油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×
海—水				
13	舱底水管系 <sup>④</sup>	×	×	×
14	充水灭火管系,如喷淋管系 <sup>④</sup>	×	×	×
15	非充水灭火管系,如泡沫、水幕管系 <sup>④</sup>	×	×	×
16	消防总管(非永久注满) <sup>④</sup>	×	×	×
17	压载管系 <sup>④</sup>	×	×	×
18	冷却水管系 <sup>④</sup>	×	×	×
19	洗舱服务管	×	×	×

管系		接头类型		
		管接头	压力接头	滑套接头
20	非重要管系	×	×	×
淡水				
21	冷却水管系 <sup>④</sup>	×	×	×
22	冷凝回水管 <sup>④</sup>	×	×	×
23	非重要管系	×	×	×
卫生/排放/疏水				
24	甲板排水管(船内) <sup>④</sup>	×	×	×
25	卫生排放管	×	×	×
26	疏水管和排放管(舷外)	×	×	=
测深/透气				
27	湿舱/干舱	×	×	×
28	油舱(闪点大于 60°C) <sup>④⑤</sup>	×	×	×
其他				
29	启动/控制空气管 <sup>④</sup>	×	×	=
30	杂用空气管(非重要的)	×	×	×
31	盐水管	×	×	×
32	CO <sub>2</sub> 管系 <sup>④</sup>	×	×	=
33	蒸汽管	×	×	× <sup>⑥</sup>

机械接头的应用

表 2.5.3.1(2)

管系		接头类型			管系类别	耐火试验情况
		管接头	压力接头	滑套接头		
可燃液体 (闪点不大于 60°C)						
1	货油管系 <sup>①</sup>	×	×	×	干式	30 min 干烧 (*)
2	原油洗舱管系 <sup>①</sup>	×	×	×	干式	
3	透气管系 <sup>③</sup>	×	×	×	干式	
惰性气体						
4	水封排水管系	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
5	扫舱排放管系	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
6	总管 <sup>②</sup>	×	×	×	干式	30 min 干烧 (*)
7	支管 <sup>①</sup>	×	×	×	干式	30 min 干烧 (*)
可燃液体(闪点大于 60°C)						
8	货油管系 <sup>①</sup>	×	×	×	干式	30 min 干烧 (*)

管 系		接头类型			管系类别	耐火试验情况
		管接头	压力接头	滑套接头		
9	燃油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
10	滑油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×	湿式	
11	液压管系 <sup>②③</sup>	×	×	×	湿式	
12	热油管系 <sup>②③</sup>	×	×	×	湿式	
海 水						
13	舱底水管系 <sup>④</sup>	×	×	×	干式/湿式	8 min 干烧+22 min 湿式 (*)
14	充水灭火管系, 如消防总管、喷淋管系 <sup>⑤</sup>	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
15	非充水灭火管系, 如泡沫、水幕管系、消防总管 <sup>⑤</sup>	×	×	×	干式/湿式	8 min 干烧+22 min 湿式 (*) 泡沫灭火系统应参照 FSS 规则第 6 章
16	压载管系 <sup>④</sup>	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
17	冷却水管系 <sup>④</sup>	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
18	洗舱服务管	×	×	×	干式	不要求耐火试验
19	非重要管系	×	×	×	干式 干式/湿式 湿式	不要求耐火试验
淡水						
20	冷却水管系 <sup>④</sup>	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
21	冷凝回水管 <sup>④</sup>	×	×	×	湿式	30 min 湿式 (*)
22	非重要管系	×	×	×	干式 干式/湿式 湿式	不要求耐火试验
卫生/排放/疏水						
23	甲板排水管(船内) <sup>⑤</sup>	×	×	×	干式	不要求耐火试验
24	卫生排放管	×	×	×	干式	不要求耐火试验
25	疏水管和排放管(舷外)	×	×	=	干式	不要求耐火试验
测深/透气						
26	湿舱/干舱	×	×	×	干式, 湿式	不要求耐火试验
27	油舱(闪点大于 60°C) <sup>②③</sup>	×	×	×	干式	
其他						
28	启动/控制空气管 <sup>④</sup>	×	×	=	干式	30 min 干烧 (*)
29	杂用空气管(非重要的)	×	×	×	干式	不要求耐火试验
30	盐水管	×	×	×	湿式	

管 系		接头类型			管系类别	耐火试验情况
		管接头	压力接头	滑套接头		
31	CO <sub>2</sub> 管系（被保护处所外）	×	×	-	干式	30 min 干烧（*）
32	CO <sub>2</sub> 管系（被保护处所内）	×	×	-	干式	机械接头材料的熔点应大于925°C，参照 FSS 规则第 5 章
33	蒸汽管	×	×	× <sup>®</sup>	湿式	不要求耐火试验

注：

× ——允许使用。

- ——不允许使用。

\* ——耐火试验要求见钢质海船入级规范第 3 篇第 2 章附录 3.1.5.5（6）。

\*-耐火性能：

在火灾事故下，如机械接头（包含任何部件）易于损坏，则其应注意如下脚注：

①在 A 类机器处所内，只能使用认可的耐火型式。在泵舱和开敞甲板，应进行耐火试验。

②滑动型接头不能接受在 A 类机器处所或生活处所内。如连接接头位于易看见和到达的位置，可接受在其他的机器处所内。

③认可的耐火型式，除非机械接头安装在 SOLAS 公约第 II-2/9.2.3.3.2.2（10）条定义的开敞甲板，且不用于燃油管系。

④在泵舱和开敞甲板，应为认可的耐火型式。在 A 类机器处所内，应进行耐火试验。

\*-通用：

⑤表 2.5.3.1(1)所示的滑动型滑套机械接头，可用于设计压力不超过 1.02MPa(10bar)的甲板管路。仅适用于客船舱壁甲板（或货船干舷甲板）以上。

⑥仅适用于客船舱壁甲板（或货船干舷甲板）以上。表 2.5.3.1(1)所示的滑动型滑套机械接头，可用于设计压力不超过 1.0MPa(10bar)的甲板管路。

⑦如果接头通过“30min 干烧”试验，则认为其也满足“8min 干烧+22min 湿式”和/或“30min 湿式”试验要求。如果接头通过“8min 干烧+22min 湿式”试验，则认为其也满足“30min 湿式”试验要求。

2.5.3.10 滑套接头不应用于货舱内、液舱内和不易接近的其他处所内的管系（参照 MSC/Circ.734 通函）。与液舱同种介质的方可在液舱内使用滑套接头。

滑动型滑套接头不应作为管路连接的主要方式，除非管路的轴向变形需要补偿。

## 第 8 节 布 置

### 2.8.5 防护

2.8.5.1 布置在载运干货的货舱内及其他处所内（如鱼舱、锚链舱）（包括集装箱船和滚装船货物处所）易受碰撞的管子，应具有保护措施以防止因货物产生的机械损伤。

## 第3章 船舶管系与舱室通风系统

### 第8节 压载与甲板疏排水管系

#### 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，则应在饮水舱、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) [第5列](#)的要求，并应采用焊接接头。

### 第11节 舱室通风系统

#### 3.11.4 应急发电机室通风

~~3.11.4.1 应急发电机室应设有通风开口，用于为发动机提供燃烧空气和排出热量。通风开口通常设有百叶窗，在应急发电机室失火时，百叶窗可以在应急发电机室外部被关闭。百叶窗可以手动操作或动力操作；或者，百叶窗也可以为固定式的，并设有手动或自动关闭的门。~~

3.11.4.2<sup>1</sup> 应急发电机室可闭通风百叶窗和通风关闭装置应满足如下要求：

(3) 动力操作的通风百叶窗和通风关闭装置应为故障开启型。正常情况下关闭动力操作的通风百叶窗和通风关闭装置是可接受的；但当应急发电机起动/运行时，动力操作的通风百叶窗和通风关闭装置应能自动开启。

# 第 11 章 轴系与螺旋桨

## 第 2 节 轴 系

### 11.2.5 尾管及其轴承

11.2.5.7 邻接并支撑螺旋桨的轴承使用滚动轴承时，应按照 ISO 281 或其他公认接受标准计算该滚动轴承的使用寿命，计算的使用寿命应满足拆检周期限定要求。使用滚动轴承的船舶一般应为双套推进系统的沿海航行非客船。选用的滚动轴承一般应具有调心功能，滚动轴承的数量、安装与使用条件等应经 CCS 同意。

## 第 3 节 轴系传动装置

### 11.3.7 Z 型推进装置

11.3.7.12 Z 型推进装置的操舵装置部分应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇第 13 章第 1 节的规定。



中国船级社

# 国内航行海船建造规范

修改通报

2022

第4篇 电气装置

# 目 录

第 1 章 通则.....	1
第 1 节 一般规定.....	1
第 3 节 设计、制造与安装.....	1
第 2 章 船上电气装置.....	3
第 2 节 应急电源.....	3
第 7 节 照明与航行灯.....	3
第 12 节 电缆.....	4
第 16 节 油船附加要求.....	7

# 第1章 通则

## 第1节 一般规定

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存在发电机总容量(包括单台运行、长期并联运行和短时并联转移负荷)大于 250kVA 的工况的船舶);

(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存在发电机总容量(包括单台运行、长期并联运行和短时并联转移负荷)大于 250kVA 的工况的船舶);

## 第3节 设计、制造与安装

1.3.4.6 电缆的金属护套或金属外护层(编织层或铠装)应于两端做有效接地,但最后分路可只在电源端接地。对于控制和仪表设备的电缆或本质安全电路电缆,由于技术上或安全上的原因,如一端接地较为有利时,则不必两端接地。

1.3.4.7 电缆的金属护套或金属外护层可采用下列方式之一进行接地:

(1) 用金属夹箍夹住,并以专用铜接地导体连接至船体的金属结构上。该接地导体的截面积  $Q$  与电缆导体截面积  $S$  间的关系应符合 IEC 60092-352 中表 2 的规定或下列的规定:

当  $S \leq 25\text{mm}^2$  时,  $Q \geq 1.5\text{mm}^2$ ;

当  $S > 25\text{mm}^2$  时,  $Q \geq 4\text{mm}^2$ ;

(2) 用专用接地填料函接地,这种填料函能保证有效的接地连接;

(3) 用电缆紧固件接地,这种电缆紧固件应以耐腐蚀的金属材料制成,并应能使电缆金属护套或金属外护层与接地金属之间有良好的接触。

1.3.4.8 应保证电缆的金属护套或金属外护层在其全长上,特别是在连接处和分支处保证电气上的连续性。

1.3.4.9 ~~不能只用电缆的铅护套作为接地的唯一措施。~~

~~1.3.4.10~~ 连续接地导体或单独接地导体与船体结构的各连接点,应位于船上易于到达之处,并应以直径不小于 4mm 的黄铜或其他耐腐蚀材料制成的螺钉紧固,该螺钉应仅作接地之用。

1.3.4.110 如铝上层建筑用加绝缘方式紧固在钢质船体上,以达到防止电解腐蚀目的,则在上层建筑与船之间应设置单独的跨接线,且其连接方式应能防止电解腐蚀,其连接点设在便于检查之处。

1.3.4.121 为防止液体/气体/蒸气流动而产生的静电放电危害,凡用作易燃液体和能挥发出可燃气体和/或产生易燃粉尘固体的货舱(柜)、处理装置和管系应满足下列要求:

(1) 上述货舱(柜)、处理装置和管系与船体间的电阻应不超过 1 M $\Omega$ 。

(2) 直接或通过支承件焊接或用螺栓固定安装在船体上的货舱(柜)、处理装置和管系不需要接地搭

接片即可满足 1.3.4.121(1)的要求。

- (3) 与船体非固定连接的货舱(柜)、处理装置和管系，应加专门的接地搭接片，例如：
  - ①独立液货舱；
  - ②与船体电气隔离的货舱(柜)、管系；
  - ③作为可拆短管的管路连接件；
  - ④采用不导电材料(例如聚四氟乙烯)垫片或密封件的膜片阀。
- (4) 接地搭接片应符合下列规定：
  - ①清晰可见以便于清楚的发现任何缺陷；
  - ②设计和安装地点应使其免受机械损伤，同时应不受锈蚀物或油漆等高电阻率介质的影响；
  - ③易于安装和更换。
- (5) 接地搭接片应用铜或导电良好的耐腐蚀材料制成，其截面积应不小于 10mm<sup>2</sup>。

## 第 2 章 船上电气装置

### 第 2 节 应急电源

2.2.1.12 配员非机动船的应急电源应满足 2.2.4 的要求。

#### 2.2.4 小于 500 总吨货船和遮蔽航区或与其相当的航区航行船舶的应急电源

2.2.4.1 小于 500 总吨货船和遮蔽航区或与其相当的航区航行的所有船舶，可设有符合本节 2.2.1 和 2.2.2(对客船)或者本节 2.2.1 和 2.2.3(对货船)的应急电源，也可设有符合下列要求的蓄电池组作为应急电源：

- (1) 不应与主电源所在同一处所，并尽可能安装在最高一层连续甲板以上；
- (2) 符合本节 2.2.1.4(1)、(2) 和 2.2.1.7 的规定；
- (3) 立即对本节 2.2.4.2 规定的各项设备供电。

#### 2.2.4.2 应急电源的容量应足以对下列设备供电 3h：

(1) 登乘救生艇、筏的集合地点、登乘地点及舷外、所有走廊、梯道和出口、主配电板、应急电源所在处所以及控制站的照明；

- (2) 超过 16 人所居住舱室的照明；
- (3) 现行《国内海船法规》第 4 篇第 8 章要求的航行灯和其他号灯；
- (4) 在紧急情况下需要使用的船内通信设备和船内信号设备(例如通用紧急报警系统等)；
- (5) 探火和失火报警系统(如设有时)；
- (6) 断续使用的白昼信号灯、船舶号笛和手动失火报警按钮(如设有时)；
- (7) 船上配备的无线电通信设备。

~~2.2.4.3 配员非机动船应在适当处所设有一蓄电池组，以便必要时对法定要求配备的号灯、通用紧急报警系统(如设有时)和照明等设备供电。~~

### 第 7 节 照明与航行灯

2.7.2.8 在确定照明电路的电流定额时，若缺乏精确资料，每 1 只灯座应按能与它连接的最大负载计算，但最小为 60W。如灯具的结构只能装接定额低于 60W 的灯者，则可除外。居住处所照明分路内的每个插座应按照 200VA 计算。

## 第 12 节 电 缆

2.12.1.1 电缆的选择应根据敷设场所的环境条件、敷设方法、电流定额、工作定额、需用系数和允许电压降等因素来确定。

2.12.3.1 电缆应根据其安装处所，选择具有满足环境条件要求的耐液体护套。例如固定敷设在露天甲板、浴室、货舱、冷藏处所、机器处所或可能出现凝结水或有害蒸气(例如油蒸气)的任何其他地点的电缆，均应具有金属不透性护套(铜、铅合金)或非金属不透性护套(聚氯乙烯、氯丁橡皮、氯磺化聚乙烯等)。护套的性质应满足环境条件的要求。

2.12.3.2 敷设在永久潮湿的处所，而以吸潮材料作绝缘的电缆，均采用金属护套。在选择不同类型的外护层时，应着重考虑对每根电缆在安装和使用可能受到的机械作用。如认为外护层的机械强度不够，则电缆应安装在管子或管道或电缆槽内或采取其他防护措施。

2.12.3.8 在选择不同类型的外护层时，应着重考虑对每根电缆在安装和使用可能受到的机械作用。如认为外护层的机械强度不够，则电缆应安装在管子或管道或电缆槽内或采取其他防护措施。

~~2.12.3.9~~ 在客船上的旅客处所和服务处所，只应安装无卤电缆。

2.12.4.2 当电缆在正常工作条件下承载最大电流时，从主配电板或应急配电板的汇流排到任何安装点的电压降，应不超过额定电压的 6%。由蓄电池供电，其电压不超过 50V 者，可增至 10%。

~~对于航行灯线路应有较小的电压降，以保持其足够的亮度和颜色。~~

~~2.12.4.3 在确定照明电路的电流定额时，每 1 只灯座应按能与它连接的最大负载计算，但最小为 60W。如灯具的结构只能装接定额低于 60W 的灯者，则可除外。~~

~~每个照明插座应按两个灯座计算。~~

~~2.12.4.4 馈电给起货机或旋转起重机、起锚机及绞缆机的电缆定额，应与工作定额相适应。~~

2.12.4.53 直流发电机均压线电缆的截面积应不小于主电路电缆截面积的 50%；三相四线制中性线截面积至少应为相线截面积的 50%，当相线截面积小于或等于 16mm<sup>2</sup> 时，中性线截面积应与相线截面积相同。

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℃)(A) 表 2.12.5.1

绝缘	热固性复合物			硅橡胶和矿物绝缘		
导体最高工作温度 截面积	导体最高工作温度 90℃			导体最高工作温度 95℃		
mm <sup>2</sup>	单芯	双芯	三芯或四芯	单芯	双芯	三芯或四芯
1	1618	1415	1113	20	17	14
1.5	23	20	16	26	22	18

绝缘	热固性复合物			硅橡胶和矿物绝缘		
导体最高工作温度 导体最高工作温度 截面积	导体最高工作温度 90℃			导体最高工作温度 95℃		
mm <sup>2</sup>	单芯	双芯	三芯或四芯	单芯	双芯	三芯或四芯
2.5	30	26	21	32	27	22
4	40	34	28	43	37	30
6	52	44	36	55	47	39
10	72	61	50	76	65	53
16	96	82	67	102	87	71
25	127	108	89	135	115	95
35	157	133	110	166	141	116
50	196	167	137	208	177	146
70	242	206	169	256	218	179
95	293	249	205	310	264	217
120	339	288	237	359	305	251
150	389	331	272	412	350	288
185	444	377	311	470	400	329
240	522	444	365	553	470	387
300	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根据制造商的建议,并且不应小于表 2.12.12.1 (1) 和表 2.12.12.1 (2) 的规定。

固定敷设的额定电压 1.8/3kV 及以下的电缆最小弯曲内半径 表 2.12.12.1 (1)

电缆结构		电缆外径 $D(\text{mm})$	最小弯曲内径 $F$
绝缘	外护层		
热固性材料(铜导体为圆形)	非铠装或非编织	$\leq 25$	$4D$
		$> 25$	$6D$
	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	$6D$

额定电压 3.6/6.0 (7.2) kV 及以上的电缆最小弯曲内半径 表 2.12.12.1 (2)

电缆结构	电缆外径 $D(\text{mm})$	最小弯曲内径 $F$
单芯电缆	任何	$12D$
三芯电缆	任何	$9D$

2.12.14.2 当电缆穿过非水密舱壁或结构钢时，孔口应用铅或者其他认可合适的材料作衬垫。如钢材厚度等于或大于 6mm，则适当倒圆孔口可以被认为与衬垫等效。

2.12.14.7 采用电缆贯穿密封系统时，应按照本规范第 1 篇第 4 章附录 3 的要求编制登记簿。

2.12.15.1 当电缆在金属管子、管道、电缆槽内敷设时，应符合下列规定：

- (1) 管子或管道或电缆槽内壁应光滑，并应有防蚀措施；
- (2) 管子或管道或电缆槽的端部应采取措施以使电缆的护套或外护层不致受损；
- (3) 管子或管道的内截面积和弯曲半径，应使其所容纳的电缆容易拉进和拉出；管子或管道的弯曲内径应不小于电缆弯曲半径的允许值，外直径等于或大于 63mm 的管子，其弯曲内半径应不小于管子外直径的 2 倍；
- (4) 穿管系数(电缆外径截面积的总和与管子或管道或电缆槽内截面积之比)应不大于 0.4；
- (5) 管子或管道或电缆槽在接头处应保证机械上和电气上的连续性，并应可靠接地；
- (6) 管子或管道或电缆槽的布置应使水不能在内部积聚(因考虑可能凝水)；
- (7) 必要时应设置通风开口，以流通空气，并避免管子或管道或电缆槽线路上的任何部分有积水的可能。通风开口最好设在管子或管道或电缆槽的最高点及最低点。此项通风开口仅在不会因此而增加火灾危险的情况下方可设置；
- (8) 当管子很长且必要时，应设膨胀接头；
- ~~(9) 应避免把没有任何外护层的铅包电缆敷设在管子、管道或电缆槽内。~~

2.12.15.3 用作冷阴极辉光放电灯的电缆，除非用金属护套或屏蔽加以保护，否则均不应安装在金属管中。

2.12.16.1 与冷藏处所无关的电缆，不应穿过冷藏处所敷设。敷设在冷藏处所中的电缆，应具有水密的或不透性的护套，而且应有防止遭受机械性损伤的防护。如采用铠装电缆，则铠装应进一步采用耐潮外护层以防止腐蚀。

~~2.12.16.3 如电缆必需穿过冷藏处所的热绝缘层，则电缆应敷设在金属管子里垂直穿过。管子的两端应设置水密填料函。~~

~~2.12.16.4 固定电缆的金属支承件均应镀锌或采用其他防腐蚀措施。~~

~~2.12.16.5 应有预防措施以防止沿电缆放置临时悬挂物件的铁钩。~~

2.12.19.1 交流电力系统应尽量采用双芯或多芯电缆，如必需采用单芯电缆而线路电流又超过 20A 者，则应符合下列规定：

- (1) 电缆应是非铠装的或为以非磁性材料铠装和覆盖的；
- (2) 属于同一线路导线应装在同一管子或管道或电缆槽内；紧固电缆的紧固件应将各相导线一同夹持，紧固件以非磁性材料制成者除外；
- (3) 当由 2 根、3 根或 4 根单芯电缆分别构成单相电路，三相电路或三相四线电路，电缆应尽量相互紧贴敷设。在各种情况下，两相邻电缆外护层之间的间隙不应大于单根电缆的直径；
- (4) 额定电流大于 250A 的单芯电缆，必需靠近钢质舱壁敷设时，电缆与舱壁之间至少应有 50mm 的间隙，但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时，则可例外；

(5) 磁性材料不应用于同一线路的一群单芯电缆之间。在电缆穿越钢板时，应将同一线路的所有导线都在一起穿过钢板或填料函，其布置应使电缆之间无磁性材料存在；电缆和磁性材料之间的间隙应不小于 75mm，但不同相的单芯电缆系按品字形敷设时，则可例外；

(6) 为使导线截面积等于或大于 185mm<sup>2</sup> 的单芯电缆所构成的相当长的三相线路的阻抗达到一定程度的平衡，应每隔 15m 以内，将各相换位 1 次；亦可将 3 根不同相的单芯电缆按品字形敷设；如走线的长度不超过 30m 者，则不必采取此项措施；

(7) 如线路中每相有几根单芯电缆并联时，所有电缆应沿相同的路径敷设和具有相同的截面积；

此外，为防止电流负载的分配不均匀，属于同相的电缆应尽量同其他相的电缆交错排列。例如：每相有 6 根电缆时，正确的排列次序见表 2.12.19.1；—

电 缆 排 列 次 序

表 2.12.19.1

每相并联根数	一层排列次序	二层排列次序
2	ABC CBA	ABC CBA
3		ABCA BCABC
4		ABCABC CBACBA
5		ABCABCA BCABCABC
6		ABCABCABC CBACBACBA

~~(8) 单芯电缆的金属护套或金属外护层，只能在一点接地。~~

#### 2.12.21 电缆金属护套或金属外护层的接地

2.12.21.1 电缆金属护套或金属外护层（编织层或铠装）的接地应符合本篇第 1 章第 3 节的有关要求。

~~2.12.22.3 在护套层下具有辅助绝缘带的电缆，如其线端的绝缘带已被剥去时，则在每 1 根芯线的绝缘与接地金属接触或可能接触之处应设附加绝缘。~~

~~2.12.22.4 导体在接线端固定时，无论在连接处或分支处，均应能承受短路电流的热效应和机械应力。~~

~~2.12.22.5 矿物绝缘电缆的端头，应按电缆制造厂的说明书的要求施工。~~

~~2.12.22.6 具有吸潮性绝缘的(即矿物绝缘等)电缆，应将其端部密封，以防潮气进入。~~

## 第 16 节 油船附加要求

2.16.3.1 除本质安全型电路中的电缆以外，敷设在 0 区和 1 区的所有电缆应至少具有下列之一的保护层：  
(1) ~~非金属不透性护套，并加上金属编织层或其他金属保护层；~~  
(2) ~~矿物绝缘电缆应具有铜或不锈钢护套。对于特殊用途，可以考虑采用具有铝护套的矿物绝缘电缆。~~

2.16.3.2 本质安全型电路的电缆应具有金属屏蔽，并至少加上一非金属不透性外护套。

2.16.3.4 可能经受腐蚀的所有电缆，应在其金属编织层、铠装或金属护套外加上非金属不透性外护套。