



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 1 篇 入级规则
(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

简要编写说明

本篇主要根据经修订的 IACS URZ、URS（截止到 2011. 7. 1 生效的 UR）以及规范使用反馈需求进行修改，主要包括如下方面：

1、审核、信息提供与保密

- 1.1 根据欧盟审核意见，即“应确保 EC 在对 CCS 进行评审时能够派人随 CCS 登船”，对“审核、信息提供与保密”中的相关条款进行修改；
- 1.2 根据欧盟审核意见，在“信息提供与保密”中完整地纳入 PR3。

2、附加标志

- 2.1 为满足入级服务市场需求，增加“Floating concrete mixer”（混凝土搅拌船）、“WD (xxxm)”（作业吃水 xxx 米）附加标志并修改了“Maxium Cargo Density (xxt/m3)”（最大货物密度(xxt/m3)）、“No MP”（无多港口装/卸货物）、“Allowed combination of specified empty holds”（允许空舱组）、“Holds Nos. xxx may be Empty”（可以xxx舱空舱）等附加标志。

3、产品检验

- 3.1 根据总部建造入级处反馈信息新增并修改了附录 1 及附录 2 的产品持证清单。

4、建造中检验

- 4.1 为完整执行 IACS 统一要求，根据 URZ23 补充了“船厂审查记录”并完善了表 1；
- 4.2 根据 UR S14 (Rev. 3 May 2010) 修订舱室密性试验的要求。

5、建造后检验

- 5.1 根据新生效的 IACS URZ10. 1 (Rev. 17Feb 2010)、URZ10. 4 (Rev. 8 Feb 2010)、URZ13 (Rev. 2 Feb 2010)、URZ16 (Rev. 3 Mar 2010)、URZ1 (Rev. 4 May 2010)、URZ7 (Rev. 17 May 2010) 以及 IMO A.1020 (26) 决议修订钢规相关内容，以及时执行 IMO、IACS 统一要求。

6、其他一般编辑性修改。

目 录

第 2 章 入级范围与条件	4
第 12 节 审核	4
第 13 节 信息提供与保密	4
附录 1 海船附加标志一览表	5
第 3 章 产品检验	6
附录 1 船舶入级产品持证要求一览表	6
附录 2 船舶法定产品持证要求一览表	7
第 4 章 建造中检验	7
第 1 节 一般规定	3
第 2 节 检验与试验	3
第 3 节 舱室密性试验	7
附录 1 新建船舶的船体检验	8
第 5 章 建造后检验	14
第 1 节 一般要求	14
第 3 节 现有船舶追溯性要求	14
第 4 节 船体与设备检验	14
第 6 节 油船的船体与设备检验补充要求	14
第 8 节 化学品船的船体与设备检验补充要求	14
第 14 节 不在 CCS 检验下建造船舶的初次入级检验	3
第 15 节 其他检验	15
附录 1 船体结构腐蚀磨损控制值	15
附录 7 航行中修理检验指南	15
附录 16 船舶机械计划保养系统 (PMS) 指南	15

第 2 章 入级范围与条件

第 12 节 审核

2.12.1.1 修改如下：

2.12.1.1 第三方独立审核机构代表（包括 ACB 代表、IACS 观察员等）、欧盟委员会代表或船旗国政府代表对 CCS 进行垂直合同审核时，在 CCS 代表的陪同下，有关船东、船厂和产品制造厂，应为审核代表的工作提供方便，以便使其审核工作进行顺利。

第 13 节 信息提供与保密

第 13 节标题改为“信息提供与保密”。

2.13.2.1 (3) 修改如下：

2.13.2.1 (3) 第三方独立审核机构代表（包括 ACB 代表、IACS 观察员等）、欧盟委员会代表或船旗国政府代表对 CCS 进行审核或评估时，在不违反船旗国法律的前提下，在审核或评估期间可以查阅 CCS 入级船舶的有关证书、文件和信息。”

表 2.13.2.2 替换如下：

相关各方可获得的信息

表 2.13.2.2

信息类别	相关方可获得的信息				
	船东	船旗国	港口国	保险公司*	船厂
1. CCS 的常规文件					
* 规范、指南（船级和法定要求）	1	1	1	1	1
* 验船师须知		1			
* 质量手册	1	1	1	1	1
* 船舶录	1	1	1	1	1
2. 与船舶有关的信息					
A. 新造船					
* 批准的图纸	6	1			7
* 正式批准函	1				7
* 重要设备证书	2				7
B. 营运船					
* 船级服务					
--所有船级检验的日期（年月）	7	1	1	1	
--船级证书到期日期	7	7**	1	1	
--证书/报告	7	1	6	5	
--过期检验	7	7**	1	1	
--船级条件/遗留项目的内容	7	1	1	5	
--过期的船级条件/遗留项目的内容	7	1	1	1	
--船舶的状况评估报告	7	3	3	3	
* 法定服务					
--法定检验到期日期	7	7**	1	1	
--法定证书到期日期	7	7**	1	1	
--登记的法定遗留项目	7	7**	1	5***	
--过期的法定遗留项目	7	7**	1	1***	
3 其他信息					
* 同船厂和/或船东信函文件	6	6		5&6	
* CCS 的质量体系审核	4	4	4	4	
* 转级报告	7	7	7	7	

* 船级取消信息	7	7	7	7	
注： * = 保险公司是指船东保赔协会和船体和轮机保险商 ** = 如果在协议中注明 *** = 除非与船旗国的协议不允许 1. 当要求时可获得 2. 交船时从船厂获得 3. 登船访问时可获得 4. 当要求时可获得审核结果 5. 当船东同意时——或通过保险合同中的特别条款 6. 当船东（船长）或船厂（如适用）同意时 7. 自动获得					

附录 1 海船附加标志一览表

删除 1.中“货物冷藏装置”文字。

表 A 中新增“Floating concrete mixer” 附加标志如下：

附加标志	说明		应满足技术要求
Floating concrete mixer	混凝土搅拌船	在水上从事混凝土搅拌并在施工场地直接进行混凝土浇注的驳船。	本规范第 2 篇第 12 章

表 D 中相关附加标志修改如下：

附加标志	说明		应满足技术要求
Maximum Cargo Density (××t/m ³)	最大货物密度 (××t/m ³)	当设计的最大货物密度小于 3.0 t/m ³ 时，协调附加标志应后缀该标志注明此项限制，并在括号内标明允许装载的最大货物密度值，该附加标志仅适用于 BC-A 和 BC-B 协调附加标志。	本规范第 2 篇第 8 章
NO MP	无多港口装/卸货物	当散装货船设计中未按规范中对多港口装/卸货物提出要求时，协调附加标志应后缀该标志注明此项限制标志。该附加标志适用于所有协调附加标志(BC-A、BC-B、BC-C)。	本规范第 2 篇第 8 章
Allowed combination of specified empty holds	允许空舱组	当散货船设计中允许空舱时，协调附加标志应后缀该标志。该附加标志仅适用于 BC-A 协调标志	本规范第 2 篇第 8 章
Holds Nos. ××× may be Empty	可以×××舱空舱	可指定空舱或间隔空舱装载的散货船，协调附加标志应后缀该标志	本规范第 2 篇第 8 章

表 E 中新增附加标志如下：

附加标志	说明		应满足技术要求
WD (xx.xxm)	作业吃水 (xx.xx 米)	对于起重船、挖泥船和泥驳核定的作业吃水予以标识，括号中的数值表示工程船舶作业所允许的最大吃水，m。	本规范第 2 篇第 1 章第 13 节

表 D 中“LG”附加标志说明栏中“液化气体运输船”改为“液化气体船”，应满足技术要求中“《散装运输液化气体运输船舶构造与设备规范》”改为“《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》”。

表 E 中“COMPASS”附加标志说明栏中“后缀一个或多个 D 和 F 标志”改为“后缀一个或多个 R、D 和

F 标志”。

删除表 E “Ice Class B” 附加标志说明栏中“第 3 篇第 14 章”的文字。

表 G 中 “Equipped with Container Securing Arrangements” 附加标志说明栏中 “集装箱系固件” 改为 “集装箱系固设备”。

表 I 中 “BMWP” 附加标志改为 “BWMP”。

第 3 章 产品检验

附录1中产品新增、修改如下：

附录 1 船舶入级产品持证要求一览表

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
4.7	舵角指示器	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
4.9	舵机电器控制及报警装置	X	—	—	X	—	—	
5.7	液压油缸、液压马达、液压泵	X	—	O	O	O	—	
7.3b.20	调速器	O	X	O	X	O	—	
7.11	燃油供油单元	X	—	—	—	—	—	
8.2a	发电机(50KVA及以上)	X	—	—	X	O	—	
8.2b	发电机(50KVA以下)	O	X	—	X	O	—	随W应提供型式认可证书
8.8a	变压器(50KVA及以上)	X	—	O	X	O	—	
8.8b	变压器(50KVA以下)	O	X	—	X	O	—	随W应提供型式认可证书
8.14b	锅炉控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.14c	锚机控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.14d	主/辅机（机旁）控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.14e	油水分离器控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.14f	生活污水处理装置控制与报警箱/柜	X	—	—	—	—	—	
8.18	车钟	O	X	—	X	O	—	随W应提供型式认可证书
8.41	固定式可燃气体探测报警系统	X	—	—	X	—	—	
8.42	电源变换装置(充电机等)	X	—	—	X	O	—	
8.43	组合启动监控屏/柜	X	—	—	—	—	—	
8.44	发电机自启动装置	X	—	—	—	O	—	
8.45	温度变送器	—	X	—	X	O	—	随W应提供型式认可证书
8.46	压力变送器	—	X	—	X	O	—	随W应提供型式认可证书
8.47	液位变送器	—	X	—	X	O	—	随W应提供型式认可证书

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
8.48	动力定位控制系统	X	—	—	X	O	—	
13.3	火星熄灭器	X	—	—	X	O	—	
13.4	挠性软管组件	X	—	—	X	O	—	
13.5	弹性减震器	X	—	—	X	O	—	

附录2中新增产品如下：

附录 2 船舶法定产品持证要求一览表

序号	产品名称	证件类别		认可模式				备注
		C/E	W	DA	TA-B	TA-A	WA	
2.15	阻火焰装置	X	-	—	X	O	-	
2.16	隔舱传动装置（贯穿件）	X	-	—	X	O	-	
6.34	桥楼航行值班报警系统 BNWAS	X	—	—	X	O	—	
6.35	夜视仪	O	X	—	X	O	—	随 W 应提供型式认可证书
7.2	深油烹饪设备	X	--	--	X	O	--	

第 4 章 建造中检验

第 1 节 一般规定

4.1.1及4.1.2修改如下：

4.1.1 申请

4.1.1.1 申请CCS进行建造检验的船舶，在建造前，申请方应向CCS总部或其当地机构提交船舶建造检验的书面申请。

4.1.1.2 船舶建造检验申请书应列出船厂使用的船舶建造设施和分包方。

4.1.2 船厂评估

4.1.2.1 船厂系指与未来船东签订建造合同（见本篇第2章2.5.1.2）并承担船舶建造责任的一方。当船厂使用非自己拥有建造设施和/或人员进行全部或部分船舶建造时，这些建造设施视为船厂的一部分，船厂应采取适当的措施对其生产组织、施工设计、原材料和设备供给、质量控制、人员管理、技术培训、建造标准、质量验收、生产工艺等进行控制，并随船舶建造申请书附上对其承担责任的声明。

4.1.2.2 首次申请建造CCS级船舶或首次建造CCS级的新船型的船厂或其使用的建造设施，验船师应对其生产能力，包括生产场所、设施及质量保证体系、施工人员的总体资质、分包方等各方面以及对即将建造船舶的适用性和有效性进行评估。

第 2 节 检验与试验

新增 4.2.1.4 如下：

4.2.1.4 2011 年 1 月 1 日起，所有船舶不应新安装含石棉的材料。

第 3 节 舱室密性试验

新增4.3.1.4如下：

4.3.1.4 本节规定不适用于按本规范第9篇和第10篇建造的船舶。

4.3.2.1（6）中“……，和对船体水密完整性具有作用的其他舱室，……”改为“……，和对船体水密或风雨密完整性具有作用的其他舱室，……”。

4.3.3.1（3）①中的“装配”改为“合拢”。

4.3.3.1 (3) ②修改如下:

② 手工施焊的熔透焊缝和所有液舱边界的手工施焊的角焊缝。

4.3.3.2 (4) 的最后一句修改如下:

“此外, 试验压力还可以用一个主压力表或CCS可接受的其他等效可靠的方法进行验证。”

4.3.3.2 (5) 修改如下:

(5) 在液舱边界上的所有角焊缝、除自动焊之外的熔透焊缝和分段合拢焊缝, 应在保护涂层涂装之前进行渗漏试验。考虑到船厂的质量控制程序的运作情况后, 验船师可要求选择大合拢自动焊缝和预合拢人工或自动焊缝的位置进行类似的试验。对其他焊缝, 如验船师对其进行仔细目视检查并认为满意, 渗漏试验可以在完成保护涂层涂装后进行。

4.3.3.3中的“喷嘴处”改为“冲水软管内”

表4.3.4.1的注修改如下:

1、表4.3.4.1中序号第1a、2、3 (不包括燃油舱)、4a、5、11项中的“结构试验”增加注①如下

“① 在征得船旗国主管机关的同意的前提下, 如每种类型的液舱至少对1个舱进行过结构试验且合格, 则在本节4.3.3.2的规定状态下可以接受渗漏试验或静水压气动试验。对同一船厂同一系列新建船舶的结构试验可不重复进行, 但任何情况下, 这种放宽不适用于液货船和兼用船的货物处所边界, 以及分隔货物或污染物的液舱。如结构试验发现渗漏试验未能探测出的结构薄弱点或严重缺陷, 则所有液舱应作结构试验。”

2、表4.3.4.1中 序号第1b项“参见SOLASII-1章第11条”增加注②如下:

“② 若征得船旗国主管机关的同意, 如果舱室或液舱的所有边界的水密性均通过适当的试验确认, 且边界的结构强度得到保证, 液压试验可不做。”

3、原注①至③分别改为③至⑤。

4.3.4.2 (1) 中“液化气体运输船”改为“液化气体船”, “化学品运输船”改为“化学品液货船”。
删除表4.3.4.2 (1) 中的注。

附录 1 新建船舶的船体检验

1.1(3)中“..... (例如水压试验, 冲水试验或渗漏试验.....)”改为“..... (例如结构试验, 静水压气动试验, 冲水试验或渗漏试验.....)”。

1.2中“.....船体和机械铸锻件, 以及普通和高强度船体结构用钢.....”, 改为“.....船体和机械铸锻件, 以及一般强度和高强度船体结构用钢.....”。

5.1 (5) ②c中“无损探伤图”改为“无损检测图”。

5.2修改如下:

5.2 船厂应按要求向验船师提供建造过程中的证据, 以证明用于船舶的材料和设备业经CCS检验下进行制造或生产, 符合相关入级规范和法定要求。

新增6.2如下:

6.2 建造设施的评估可参见附件1“船厂审查记录”。

10.2 (4) 中修改如下:

(4) 与船体焊接的铸锻件产品证书 (《材料与焊接规范》第1篇第5章和第6章)。

表1: 新造船船体检验要求

1、序号1.5, 第1行, 船级检验方式一栏修改如下:

“对x射线和超声波检测, 审查文件以及巡回检查操作者的操作, 检查x片”。

2、序号7，第1行，船级检验要求修改如下：

“由船壳和舱壁组成边界的海水压载舱，和散货船货舱内表面、舱口围板和舱口盖应具有涂层。阴极系统的安全方面应另外处理”。

3、序号8.3，第1行，船舶建造档案文件一栏修改如下：

“所需的详细资料、结构图纸”

4、序号8.3，第1行，具体活动一栏修改如下：

“确认对中、安装以及与舵柄连接的装配”

5、序号8.3，第4行，具体活动一栏修改如下：

“验证所有装配记录包括间隙，并将其纳入船舶建造档案中”

6、序号8.5，第1行，船舶建造档案文件一栏修改如下：

“所需的详细资料”。

表1后新增表如下：

船厂名称	
项目	
项目周期	
开工会议日期	
厂方代表	
CCS验船师	

新增附件1如下：

附件1 船厂审查记录

船厂名称	日期

1 管理体系的详细情况

获得的认可	发证单位	到期日	备注（范围等）
ISO-9001			
ISO 14001			
ISO 18001			
其他：			

2 造船设施：（诸如船厂小册子之类的文件可附后以取代填写本部分）

2.1 船台（B）或船坞（D） * 对于船台，深度不适用。

B/D	名称	长度（m）	宽度（m）	深度*（m）	造船能力（总吨）	起重机（吨x数量）

2.2 舾装码头

名称	长度（m）	宽度（m）	深度（m）	停泊能力（总吨）	起重机（吨x数
----	-------	-------	-------	----------	---------

					量)

2.3 主要制造和装配设备

(1) 钢板放样和切割 (包括内部构件)

- 放样方法 (手工, 照片 x____, 投影 x____, 数控 x____, 其他____)
- 数控切割机 (气割 x____, 等离子 x____, 激光x____)
 数控程序的控制 (在线实时控制, 其他控制)
- 切割设备 (刨边机 x____, 卷板机x____)

(2) 型材放样和切割

- 放样方法 (手动, 数控) - 压弯参考线的放样 (手动, 数控)
- 切割方法 (手动, 数控) - 数控的形式 (气动 x____, 等离子 x____)

(3) 单面自动焊机 (是, 否)

- 焊机类型 (陶瓷衬垫FB x____, 陶瓷加铜衬垫FCBx____, 其他____)
- 钢板焊接时是否存在特殊的表面板 (是, 否)

(4) 角焊机 (重力式, 自动式) 自动角焊机所占比例: 大约____%

- 直线焊机 (否, 是: 埋弧焊机x____头数, CO2焊机 x____头数)
- 小型的角焊机 (否, 是: 名称: _____)
- 焊接机器人 (否, 是: 门架式x____, 矩形式 x____, 多功能式 x____)

(5) 喷涂设备

- 钢板喷砂机/钢板车间底漆喷涂机 (否, 是: 最大宽度____米, 长度____米)
- 型材喷砂机/钢板车间底漆喷涂机 (否, 是: 最大长度____米)
- 特涂厂 (否, 是: ____米x____米x____分段)

(6) 垂直自动焊机 (否, 是: 电气焊机 x____, 简化电气焊机 x____, 电渣焊机 x____)

(7) 其他主要制造设备

3. 认可焊工的船厂控制

(1) 普通钢

		证明	可追溯性	监督	资格维护
船厂工人	确定系统到位	是/否	是/否	是/否	是/否
分包工人	确定系统到位	是/否	是/否	是/否	是/否

4 建造程序的特点

(1) 船体分段分包 (按照重量统计)

- 构件 (否, 是: 分包工作比例____%, 分包方数量____)
- 分段 (否, 是: 分包工作比例____%, 分包方数量____)

(2) 平面分段装配方法

- 在钢板上装配和焊接纵骨及横向框架的方法
- 在装配和焊接横向框架之前纵骨的焊接方式
- 由纵骨和横向肋板组成的小组件在钢板上的装配和焊接方式

<ul style="list-style-type: none"> - 在装配横向框架之前通过焊接方式来连接钢板与组装纵骨的方法 - 其他（参见本表下述（5）） <p>（3）采用分段预合拢装配 单独分段组装和单独分段组装后再拼装合拢 在建造船台/船坞内分段合拢的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> - 搭载分段的最大重量： 吨 - 在建造船坞/船台/场地等的建造方法（1条船，1.5条船：首尾分布，并排分布） - 分段搭载方式（单基准段建造法，多基准段建造法，是否有插入分段：否，是） <p>（4）试航后是否需要最后进坞（否，是：在本厂，在同一公司的其他地方，使用其他公司的坞）</p> <p>（5）其他建造工艺特征</p>
--

5 质量控制体系：（参见质量手册，如有时）

项目和描述	结果	备注
（1）船厂的组织机构图包括设计部门，采购部门，生产部门和质量保证部门 - 各部门的功能，职责和能力是否明确？		
（2）质量控制部门 - 存在质量控制部门 - 部门雇员的数量 - 对检验项目及试验有相关的程序或图纸	__人，包括负责人	
（3）船厂自检体系 - 船级社检查前是否进行自检？ - 是否指定自检人员？（核对清单） - 自检人员的数量（只与船体有关） - 检查结果是否标在船上和/或记录在自检单上	__人	
（4）检查和试验记录 - 是否已作记录并适当保存？ - 负责人是否验证记录？ - 不合格项的纠正措施是否有效？		
（5）验船师在场检验时的情况 - 检验计划是否经常变更？ - 是否提前完成船厂自检和修理？ - 检验是否作了充足的准备（例如，搭脚手架，照明，清洁）？		
注：上述（3）和（4）同样适用于分包方的项目。		

6 保证安全和健康的措施

项目和描述	结果	备注
（1）脚手架，安全网，安全带，照明和通风状况是否良好？		
（2）高空作业车的安全操作及X光探伤的防护是否已经得到高度重视？		
注：		

7 无损检测（NDE）的控制体系

项目和描述	结果	备注

(1) 船厂NDE的人员数量 (包括评片人员)	__人	
(2) NDE分包方的依赖程度 - 船厂NDE人员数量 - 分包方NDE人员数量	__人 __人	
(3) NDE 分包公司的名称和正式的技术资格证明	名称__ (批准者) __ 名称__ (批准者) __	
(4) 船厂具有正式技术资格的NDE人员的等级和数量 从事射线照相 从事超声波 从事表面探测	级 人 级 人 级 人	
(5) 如果无损检测分包, 正式资质人员的等级和数量 从事射线照相 从事超声波 从事表面探测	级 人 级 人 级 人	
(6) 无损检测设备 (本厂的) - 射线照相设备数量 - 超声波设备数量	__ __	
注: 即使所有工作都分包, 仍建议配属能验证其工作的合格人员。		

8 生产流水线上的质量控制

项目和描述	结果	备注
8.1 材料混淆的预防措施		
(1) 监督员和负责订购合同、实际到货情况以及核对厂家的质量证明书的人员的职别	监督员职别: 负责人职别:	
(2) 高强度钢或特种钢是否采用核查材料等级的方法		
(3) 是否规定核查高强度钢和低温钢的材料等级? 是否规定在高强度钢表面记录高强度钢并特别指出低温钢?		
(4) 是否有切割下来的多余钢材的再利用程序?		
(5) 是否有切割下来的多余高强度钢的再利用程序?		
(6) 对于上述 (4) 和 (5), 能否核对厂家的质量证明书?		
(7) 控制切割钢板余量清单的部门。	名称:	
注: - 对高强度钢, 是否标识不同等级 - 对于上述 (3) 和 (4), 其他船级社批准的材料是否类似控制?		
8.2 喷砂/喷涂底漆		
(1) 具有表面准备情况标准		
(2) 具有涂层厚度控制标准 - 具有涂层厚度测量记录		
注: 标准应包括喷砂/喷涂底漆后有关可追述性的描述。		
8.3 放样和切割 (分段组装)		

(1) 具有卷尺、带子、模板等工具精确度和定期检查的标准。		
(2) 具有切割尺寸和边缘加工的精确度标准		
(3) 具有切割面光洁度标准		
(4) 为确保数控切割机和/或火焰刨边设备的精确度而进行的维修和检查的频率和范围是什么?		
(5) 对于数控切割, 保存数控数据的磁盘、磁带等是否保存良好?		
(6) 采取什么措施或提供什么指导以使工人完全精通保持精确度的切割工作标准?		
注: - 对于上述(2)和(3), 核对项应包括确认边缘加工未钻孔。 - 型材的数控也应按照上述要求。		
8.4 弯曲和应力释放		
(1) 具有水火加工以及通过快速加热和冷却来消除钢材的弯曲和扭曲过程中的最大受热温度标准。		
(2) 具有面板加工的弯曲半径和板厚度的规定。		
(3) 在弯曲加工中是否有使工人熟悉保证质量和精度的方法和规定?		
注:		
8.5 焊接工艺的控制		
(1) 新造船舶适用的所有焊接工艺是否已经船级社或IACS其他成员船级社认可?		
注:		
8.6 严重不合格的处理		
(1) 发生严重不合格时, 是否向船级社提交修理计划?		
(2) 是否在适当时间提交NDE (RT/UT) 计划?		
(3) NDE (RT/UT) 范围的扩展是否考虑NDE (RT/UT) 结果?		
注:		
8.7 液压试验和密性试验		
(1) 密性试验图是否提交给船级社?		
(2) 是否进行真空试验?		
(3) 局部装配期间是否进行局部空气充气试验?		
(4) 如进行(2)和(3), 试验程序是否经船级社认可?		
注:		

第5章 建造后检验

第1节 一般要求

新增 5.1.6.1 (6) ~ (7) 如下:

(6) 为检查板及骨架(适用时),应验船师的要求,应除去船板部分内饰、顶板、绝缘等。板的附属结构应予以检查,如发现附属结构与板的连接情况令人满意,则不必进行进一步检查。

(7) 对于冷藏货物处所,选择代表性的位置,检查绝缘材料下面的涂层状况。这种检查可仅限于确定保护涂层的有效性及其无可见结构缺陷。如发现保护涂层处于“差”的状态,验船师认为必要时,应扩大检查。如果从外部检查船壳板时,发现凹陷、刮擦等,验船师认为需要时,应除去该部位绝缘材料以进一步检查板及其邻接的骨架。

5.1.7.3⑦修改如下:

⑦ 任何其他有助于识别要求检查可疑区域的资料。

第3节 现有船舶追溯性要求

5.3.1.1 修改如下:

5.3.1.1 本节是涉及到船级的 SOLAS 公约和/或 IACS 统一要求对现有国际航行机动船舶的追溯性要求。

第4节 船体与设备检验

5.4.2.2 (1) ④句末新增如下文字:

“确认干舷甲板以下船壳板开口的关闭装置;”

新增 5.4.2.2 (1) ⑦~⑫如下:

⑦ 检查油船、散货船内部处所时,尽量检查通向货舱处所和其他留空处所的通道设施;

⑧ 检查所有货舱和货物运输装置隧道内污水阱水位报警器功能; -

⑨ 检验散货船的货舱、压载舱、干燥处所的水位探测器和声光报警器;

⑩ 核查散货船防撞舱壁前排放和泵吸系统的有效性;

⑪ 检查单壳的单个货舱船的水位探测器和声光报警器;

⑫ 确认从上次检验以来,船上未新安装含石棉的材料。

5.4.2.2 (2) ⑫修改如下:

⑫ 如适用时,检查使锚链管和锚链舱进水减至最少的设施;

5.4.3 (4) ①修改如下:

① 除仅装干货的船舶以及分别满足本章第6节、第8节及第16节的相关规定的油船(包括双壳油船)、化学品船及液化气体船以外,船龄大于10年的船舶还应对装货处所选择性地内部检查;

第6节 油船的船体与设备检验补充要求

5.6.4.4 (4) 中“涂层”改为“硬涂层”。

第8节 化学品船的船体与设备检验补充要求

5.8.4.4 (4) 中“涂层”改为“硬涂层”。

第14节 不在CCS检验下建造船舶的初次入级检验

5.14.3.1 (1) ④a. (g) 修改如下:

(g) 在上述(a)~(f)检验范围中,按下述两种情况,应船东申请并经CCS总部同意,可以考虑接受原船级社的测厚报告,但需要评审其与检验要求的符合性,并进行验证性测厚:

---转级检验结合保持船级的定期检验一起进行时,原船级社的测厚工作在CCS船级定期检验的时间窗口内;或

---转级检验不结合保持船级的定期检验一起进行时，对于需按照船体特别检验范围进行的转级检验，原船级社的测厚工作在转级检验完成前的 15 个月内；对于需按照中间检验范围进行的转级检验，原船级社的测厚工作在转级检验完成前的 18 个月之内。

5.14.3.1 (1) ④b. (a) 增加脚注如下：

对于在建造交船时转入 CCS 或增加 CCS 船级的船舶，第 ④ 和 ⑤ 项可通过审查船舶的相关记录进行验证。

第 15 节 其他检验

5.15.1.2 (1) 修改如下：

(1) 重大改装船舶的图纸资料应送 CCS 批准，其船体结构，包括原船结构和新改装结构，均应符合重大改装合同日期适用规范的规定。

附录 1 船体结构腐蚀磨损控制值

2.4 中“第 2 篇第 8 章第 10 节”改为“第 2 篇第 8 章第 9 节”。

2.5 中“第 2 篇第 8 章第 12 节”改为“第 2 篇第 8 章第 11 节”。

附录 7 航行中修理检验指南

2.3 修改如下：

任何紧急情况下需要立即进行的紧急修理，应在船舶日志中记载，并随后提交给 CCS 以确定进一步的检验要求。

原 2.3 改为 2.4。

3.1 (9) 修改如下：

(9) 适用时，审查修理涂层的适用性；

原 (9) ~ (11) 改为 (10) ~ (12)。

4.2 修改如下：

4.2 除非处于极端紧急的情况，任何主要船体结构不允许进行航行中修理。

原 4.2~4.5 改为 4.3~4.6

附录 16 船舶机械计划保养系统 (PMS) 指南

新增 1.3.8 如下：

1.3.8 当公司变更，如需继续保持 PMS 附加标志时，PMS 应重新认可。

3.6.1 中“船舶所有人”改为“船公司”。



中国船级社

钢质海船入级规范

修改通报

2011

第2篇 船体

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010年12月

目录

第 1 章 通则.....	3
第 2 节 船体构件.....	3
第 5 节 高强度钢的使用.....	3
第 8 节 有限航区船舶.....	4
第 11 节 载重线标志与勘划.....	4
第 12 节 结构布置.....	4
第 2 章 船体结构.....	4
第 2 节 总纵强度.....	4
第 3 节 外板.....	7
第 4 节 甲板.....	7
第 6 节 双层底.....	7
第 7 节 舷侧骨架.....	7
第 10 节 支柱.....	7
第 19 节 舷墙及栏杆.....	8
第 3 章 舾装.....	8
第 1 节 舵.....	8
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.....	9
第 4 章 航行冰区的加强.....	10
第 1 节 一般规定.....	10
第 2 节 B1*、B1、B2 和 B3 级冰区加强.....	10
第 3 节 B 级冰区加强.....	23
第 5 章 双壳油船.....	23
第 1 节 一般规定.....	23
第 4 节 双层底结构.....	24
第 5 节 双壳结构.....	24
第 6 节 甲板骨架.....	24
第 7 章 集装箱船.....	24
第 9 节 大型集装箱船的补充要求.....	24
第 8 章 散货船.....	33
第 2 节 船底骨架.....	33
第 10 章 拖船.....	33
第 1 节 一般规定.....	33
第 11 章 近海供应船.....	33
第 1 节 一般规定.....	33
第 2 节 货物围护和其他设施.....	33
第 14 章 挖泥船.....	35
第 2 节 总纵强度.....	35

第 1 章 通则

第 2 节 船体构件

1.2.6.5 修改如下:

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

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

式中: W —— 骨材剖面模数, cm^3 ;

C —— 系数, 按下述要求确定:

$C=1.5$, 无折边的肘板;

$C=1.0$, 液舱中的肘板;

$C=2.5$, 液舱中无折边的肘板;

$C=0$, 其他。

第 5 节 高强度钢的使用

1.5.3.2 修改如下:

1.5.3.2 除本节 1.5.3.1、本篇第 2 章第 10 节及第 7 章第 9 节以外的其他构件使用高强度钢时, 板的厚度 t_h 、构件的剖面模数 W_h 、构件的剖面积 A_h 和惯性矩 I_h 应不小于按下列各式计算所得之值:

$$\begin{aligned} t_h &= t \sqrt{K} & \text{mm} \\ W_h &= WK & \text{cm}^3 \\ A_h &= AK & \text{cm}^2 \\ I_h &= I & \text{cm}^4 \end{aligned}$$

式中: t —— 规范对采用低碳钢的船体构件所要求的厚度, mm;

W —— 规范对采用低碳钢的船体构件所要求的剖面模数, cm^3 ;

A —— 规范对采用低碳钢的船体构件所要求的剖面积, cm^2 ;

I —— 规范对采用低碳钢的船体构件所要求的剖面惯性矩, cm^4 ;

K —— 材料系数, 见本节 1.5.1.3。

新增 1.5.3.3:

1.5.3.3 本节 1.5.3.2 的规定不适用于本篇中规定的最小厚度。

第 8 节 有限航区船舶

1.8.4.3 中“……尾轴架和舵等构件”改为“……尾轴架、主机座结构和舵等构件”。

第 11 节 载重线标志与勘划

1.11.2.3 中“……，也可按图 1.11.2.1 所示勘划载重线标志。”改为“……。如船舶仅在热带季节区水域航行，可仅勘划热带载重线（T）和/或热带淡水载重线（TF）。”。

1.11.4.1 中“适用本规范第 1 篇第 5 章第 3 节 5.3.9.1 或适用本篇第 4 章第 1 节 4.1.1.9 的船舶，应在船中两侧勘划三角形警戒标志及位于最大许可冰级吃水处的冰级吃水标志（见图 1.11.4.1）。”改为“具有 B1*、B1、B2 或 B3 附加标志的船舶，应在船中两侧勘划三角形警戒标志及位于最大许可冰级吃水处的冰级吃水标志（见图 1.11.4.1）。”

第 12 节 结构布置

1.12.16 标题修改如下：

1.12.16 油船和散货船货物区域及其前方处所的出入通道及其内部通道的开口

1.12.16.3 句后增加“但是，无论如何，开口不得小于 400mm×600mm 或 450mm×550mm，而且要求开孔后的构件有足够的强度保证。”。

第 2 章 船体结构

第 2 节 总纵强度

2.2.1.1 修改如下：

2.2.1.1 对于船长大于等于 65m 的船舶应按本节要求校核其总纵强度。对于船长小于 65m 的非常规船型或特殊装载的船舶，也可按本节要求校核其总纵强度。

2.2.1.2 中的“ $B/D \leq 2.5$ ”改为“ $B/D < 2.5$ ”。

2.2.2.7 修改如下：

2.2.2.7 排空注入法交换压载水

本节 2.2.2.5 和 2.2.2.6 的要求不适用于用排空注入法交换压载水的情况。可是，对于任

何准备用排空注入法交换压载水的船舶,在装载手册或压载水管理计划中应包括针对每一个排压载或压载阶段的弯矩和切力的计算。

2.2.5.1 中的“船中最小剖面模数”改为“在甲板处和龙骨处的船中最小剖面模数”。

2.2.5.3 修改如下:

2.2.5.3 船中 0.4L 区域外的船体梁弯曲强度应满足本节 2.2.5.4 的要求,且还应满足下述要求:

(1) 作为最低要求,应对下述部位的船体梁弯曲强度进行校核:

- 机舱前端处;
- 最前货舱的前端处;
- 任何船体横剖面有重大改变处;
- 任何骨架形式变化处。

(2) 应校核参与总纵强度并承受压缩和剪切应力构件的屈曲强度,特别在骨架形式变化区域或船体横剖面重大改变发生区域。

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

(4) 对于具有甲板大开口的船舶,如集装箱船,应校核在或接近首尾四分之一船长位置处的剖面。对于在上层建筑、甲板室或机舱后具有货舱的船舶,应对最后货舱的尾端,和甲板室或机舱的尾端处的剖面进行强度校核。

2.2.5.4 修改如下:

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

(1) 船体梁许用中拱和中垂静水弯矩 \overline{M}_s , 应包络住装载手册中给出的任一航行工况下所计算的最严重的中拱和中垂设计静水弯矩, 见本节 2.2.2。

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

$$\overline{M}_s (+)_{\max} = \overline{M} - M_w (+) \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\overline{M}_s (-)_{\min} = -\overline{M} - M_w (-) \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中: M_w ——波浪弯矩, 见本节 2.2.3.1;

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

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

$$\overline{M} = F_b W_b [\sigma] \times 10^{-3} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

其中: F_d 、 F_b ——根据 2.2.5.7(1) 确定;

W_d ——甲板处的剖面模数, cm^3 ;

W_b ——龙骨处的剖面模数, cm^3 ;

船体梁的许用弯曲应力 $[\sigma]$ 按下述要求确定:

$$[\sigma] = 175/K \text{ N/mm}^2, \text{ 船中 } 0.4L \text{ 区域}$$

$$[\sigma] = 125/K \text{ N/mm}^2, \text{ 船端 } 0.1L \text{ 区域}$$

其余区域用线性内插法求得, 其中 K 为材料系数。

2.2.5.5 中的“按本节 2.2.5.4 计算”改为“见本节 2.2.5.4”。

2.2.6.2 修改如下:

2.2.6.2 设计者应提供船体梁沿船长各剖面的许用静水切力 $\overline{F}_s(+)$ 和 $\overline{F}_s(-)$, 但应满足以下条件:

(1) 船体梁许用正、负静水切力 \overline{F}_s , 应包络住装载手册中给出的任一航行工况下最严重的船体梁正、负设计静水切力, 见本节 2.2.2。

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

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

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

式中: F_w ——波浪切力, kN; 按 2.2.3.2 计算;

I ——计算横剖面对水平中和轴的惯性矩, cm^4 ;

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

许用剪切应力 $[\tau] = 110/K$, N/mm^2 , 其中 K 为材料系数;

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

$$\delta_1 = \frac{t_1}{f_1 + m_1}$$

$$\delta_2 = \frac{t_2}{f_2 + m_2}$$

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

t_2 ——计算剖面上水平中和轴处纵舱壁板的厚度, mm;

f_1 、 f_2 、 m_1 及 m_2 ——系数, 见表 2.2.6.2。

第 3 节 外板

2.3.2.2 修改如下:

2.3.2.2 平板龙骨的厚度应不小于按其结构形式按本节 2.3.1 计算所得的船底板厚度加 2mm, 且应不小于相邻船底板的厚度。

第 4 节 甲板

2.4.2.1 中的“开口边线外强力甲板厚度”改为“船中 0.4L 区域内开口边线外强力甲板厚度”。

删除 2.4.2.1 (3)。

第 6 节 双层底

2.6.2.1 中的“且不小于 650mm”改为“且不小于 760mm”。

2.6.6.2 中的“.....加强筋两端应削斜, 其剖面模数.....”改为“.....加强筋两端应削斜, 其厚度和宽度应满足 2.6.5.2 的要求, 其剖面模数.....”。

2.6.13.1 修改如下:

2.6.13.1 内底板的厚度应符合本节 2.6.9 的要求。但在计算船中部 0.4L 区域内的内底板厚度时, 式中 s 应取纵骨间距, 且计算值可减少 1mm。

第 7 节 舷侧骨架

2.7.2.9 中的“肋骨跨距, m , 即为在舷侧量得的甲板间高, 且对于甲板间肋骨”改为“肋骨跨距, m 。对于甲板间肋骨”。

第 10 节 支柱

2.10.2.1 修改如下:

2.10.2.1 支柱的剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = \frac{KP}{12.26 - 5.10 \frac{l}{r\sqrt{K}}} \text{ cm}^2$$

式中: P ——支柱所受的载荷, kN;

l ——支柱的有效长度, m , 为支柱全长的 0.8 倍;

r ——支柱剖面的最小惯性半径，cm；
 K ——材料系数，但取值应不小于 0.72。
 2.10.3 中“支柱的壁厚”改为“支柱的最小壁厚”。

第 19 节 舷墙及栏杆

2.19.1.1 修改如下：

2.19.1.1 所有露天甲板四周应装设栏杆或舷墙。舷墙或栏杆的高度应至少离甲板 1.0m，当此高度妨碍船舶正常工作时，可准许采用较小的高度，但所提供的适当防护措施应经船旗国主管机关的认可。

2.19.1.2 修改如下：

2.19.1.2 对甲板上设计成装运木材时，则应装有固定舷墙，其高度至少为 1m，上缘应特别加强并有与甲板连接的坚固舷墙支架支撑，舷墙上设有必要的排水舷口，或者装有同样高度、结构特别加强的栏杆。

2.19.3.1 修改如下：

2.19.3.1 装设在上层建筑和干舷甲板上的栏杆应至少为 3 档。栏杆的最低一档以下的开口应不超过 230mm，其他各档的间隙应不超过 380mm。如船舶设有圆弧形舷缘，则栏杆支座应置于甲板的平坦部位。其他位置上应装设至少有 2 档的栏杆。

第 3 章 舾装

第 1 节 舵

3.1.1.5 中“K”的公式修改如下：

$$K = (235 / R_{eH})^{0.75}, \text{ 当 } R_{eH} > 235 \text{ N/mm}^2 \text{ 时}$$

$$K = 235 / R_{eH}, \text{ 当 } R_{eH} \leq 235 \text{ N/mm}^2 \text{ 时}$$

3.1.5.1 中的公式修改如下：

$$D_t = 4.2 \sqrt[3]{TK_s}$$

“ $68 K_s$ ”改为“ $68 / K_s$ ”。

3.1.5.5 中“ $118 K_s$ ”改为“ $118 / K_s$ ”。

3.1.7.1 中公式修改如下：

$$d_b = 0.62 \sqrt{\frac{D_c^3 K_b}{n E_b K_s}}$$

3.1.7.2 中公式修改如下：

$$t = d_b \sqrt{\frac{K_f}{K_b}}$$

3.1.8.4 中公式修改如下：

$$T_f = 0.02664 D_t^3 / K_s$$

3.1.9.2 中公式修改如下：

$$“p = \frac{8.5 K_s D_t^3}{D_m^2 l f}” 改为 “p = \frac{8.5 D_t^3}{D_m^2 l f K_s}”$$

3.1.10.1 中公式修改如下：

$$d_b = 0.81 D_c \sqrt{\frac{K_b}{n K_s}}$$

3.1.11.2 中公式修改如下：

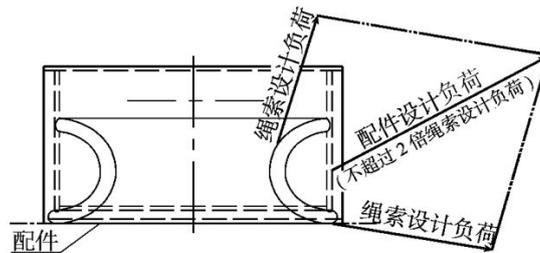
$$D_p = 0.35 \sqrt{P K_p}$$

3.1.13.1 中“轴承应具有足够的润滑”改为“轴承应提供足够的润滑”。

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

3.6.3.3 (4) 中“将大于”应改成“若大于”。

3.6.3.3 (5) 中“应用”改为“确定”；图形重新绘制如下：



3.6.5 (3) 中最后一句的“破断强度”应为“破断负荷”。

第 4 章 航行冰区的加强

第 1 节 一般规定

4.1.1 一般要求

4.1.1.1 凡航行于冰区并要求取得本章 4.1.1.2 规定的冰级标志，且符合表 4.1.1.2 对应要求的具有 CCS 船级的船舶，可授予其对应的冰级附加标志。冰级附加标志的要求是在主船级要求基础之上的附加补充要求。

4.1.1.2 本规范船体结构要求的各个冰级附加标志、适用范围及对应章节要求见表 4.1.1.2。

表 4.1.1.2

适用的冰区航行水域	冰级附加标志	对应要求的规范章节	具有破冰能力的船舶补充要求
极地开敞海域	PC1~PC7	第 8 篇第 13 章第 1~2 节	—
冬季波罗的海或其他相似冰况海域	B1*、B1~B3	第 2 篇第 4 章第 2 节	第 8 篇第 9 章
除大块固定冰以外的漂流浮冰，如中国北方冬季沿海冰况	B	第 2 篇第 4 章第 3 节	

4.1.1.3 船东应按本节 4.1.1.2 规定，根据船舶的航行区域选择冰级标志，但应提供营运情况。

4.1.1.4 CCS 的 B1*、B1、B2、B3 和 B 级冰级标志加强要求与 2010 年《芬兰—瑞典冰级规则》(FSICR) 的冰级对等关系如表 4.1.1.4 所示。

表 4.1.1.4

CCS	FSICR
B1*	IA Super
B1	IA
B2	IB
B3	IC
B	II

注：实际上，B 级的要求高于 II。

4.1.1.5 冰区航行应遵守当地港口当局的有关规定。

4.1.1.6 当设计与船舶安全和操纵有关的结构、设备和各种装置时，应考虑低温的影响。

第 2 节 B1*、B1、B2 和 B3 级冰区加强

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 本节规定于 2010 年 12 月 1 日生效，适用于签订建造合同在 2012 年 1 月 1 日及以后建造的航行冬季波罗的海或其他相似冰况海域的商船船体结构加强要求。对于 2010 年 12 月 1 日及以后签订建造合同的上述船舶，也可适用本节规定。此外，本节 4.2.1.2 和 4.2.2 的规定适用于本条的所有船舶而不考虑其建造年代。

4.2.1.2 船舶及需破冰船辅助的船舶冰级标志应按如下规定进行授予, 其中, 所要求的主机功率见第 3 篇第 14 章:

B1* ——船舶的结构、主机功率及其他特性能够确保船舶在严重冰况下具有正常航行的能力, 且不需要破冰船的辅助;

B1 ——船舶的结构、主机功率及其他特性能够确保船舶在严重冰况下具有正常航行的能力, 但在需要时应有破冰船的辅助;

B2 ——船舶的结构、主机功率及其他特性能够确保船舶在中等冰况下具有正常航行的能力, 但在需要时应有破冰船的辅助;

B3 ——船舶的结构、主机功率及其他特性能够确保船舶在轻度冰况下具有正常航行的能力, 但在需要时应有破冰船的辅助。

新增 4.2.1.3 如下:

4.2.1.3 应制订有关船舶在冰区航行时对吃水限制的文件资料, 并保存于船上便于船长使用。船首、船中和船尾的最大和最小冰级吃水应在入级证书中标明。

4.2.2 冰级吃水

4.2.2.1 高位和低位冰区水线

高位冰区水线 (UIWL) 应是船舶在冰区航行时预定水线最高点的包络线。该水线可为折线。

低位冰区水线 (LIWL) 应是船舶在冰区航行时预定水线最低点的包络线, 该水线可为折线。

4.2.2.2 首部和尾部的最大最小吃水

船首垂线和尾垂线处的最大和最小冰级吃水应按高位与低位冰区水线确定。

当船舶航行于冰区时, 吃水线和纵倾应不超过 UIWL 线。当船舶装载时, 应考虑沿预定航线上海水的盐度。

当船舶航行于冰区时, 应总是至少装载至 LIWL 线。位于 LIWL 线以上且必需实施压载使船舶低于该水线的任一压载舱, 应配备装置以防止压载水冻结。在确定 LIWL 线时, 应注意需要确保在压载情况下有合理程度的冰区航行能力。螺旋桨应完全浸没, 如有可能应完全处在冰层以下。最小船首吃水 d_1 应不小于下式确定的值, 但不必大于 $4h_0$:

$$d_1 = (2 + 0.00025 \Delta) h_0 \quad \text{m}$$

式中: Δ —在按本节 4.2.2.1 确定的最大冰级吃水时的船舶排水量, t;

h_0 —一层冰厚度, m; 见表 4.2.4.2 (1)。

4.2.3 主机输出

与船体结构有关的主机输出功率要求见本规范第 3 篇第 14 章。

4.2.4 船体结构设计

4.2.4.1 一般要求

确定船体结构尺寸的方法基于某些假定, 该假定与作用在结构上冰载荷的自身类型相关。这些假定来源于北波罗的海中所做的全尺度观察。

已观察到作用在小区域上的局部冰压力能够达到相当高的数值。该压力可完全超过海冰

的单轴向压溃强度。该解释即为实际的应力场是多轴向的。

进一步地，已观察到作用在骨材上的冰压力可高于骨材之间的外板跨中处。对此的解释为骨材和外板板扭曲刚度的不同。载荷分布应假定为按图 4.2.4.1 (1) 所示。

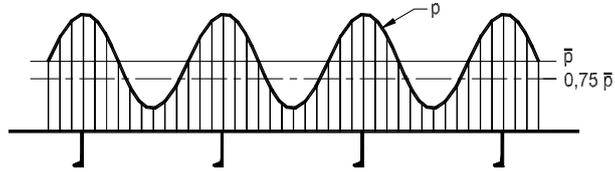


图 4.2.4.1 (1) 作用在舷侧处的冰载荷分布

如本节中的公式和数据对于某一给定的结构布置或结构细节无效或不适用，经主管当局或 CCS 同意，可采用直接分析替代，否则，直接分析不可用于对本节 4.2.4.3 至 4.2.4.5 中规定的显示要求分析流程的替代

直接分析应使用 4.2.4.2 中定义的载荷板 (p , h 和 l_a)。施加的压力为 $1.8p$, p 由 4.2.4.2(2) 确定。载荷板应施加于在弯曲和剪力联合作用下的结构能力最小位置处。实际中，结构的校核位置在载荷中心位于 UIWL、LIWL 之下 $0.5h_0$ 和其间的几个垂向位置处。也应对几个水平位置进行校核，特别是作用中心位于跨中或间距中心。此外，如果载荷长度 l_a 不能从结构布置中直接确定，则对于 c_a , l_a 的数值应使用对应的数据进行检查。

对于设计，接受的衡准采用米赛斯 (Von Mises) 屈服衡准，即由弯曲和剪力得到的合成应力应低于屈服点 R_{eH} ，如直接计算使用梁理论，则许用剪应力应不大于 $0.9\tau_y$ ，其中， $\tau_y = R_{eH}/\sqrt{3}$ 。

若从这些规定之中求解得到的构件尺寸小于按本规范不涉及冰区加强的其他章节要求时，则应使用后者。

注 1：下述文字中定义的肋骨间距和跨距通常按照该问题适用的规范假定取用，对板，沿着板及垂直于板上加强筋的轴向，对有翼缘的构件则沿着翼缘，对扁钢加强筋则沿着自由边缘量取。对曲板，跨距（或间距）定义为跨距（或间距）点之间的弦长。跨距点定义为构件翼缘或上部边缘和支持构件（水平桁、强肋骨、甲板或舱壁）相交位置处。图 4.2.4.1 (2) 说明了对曲板的跨距和间距的定义。

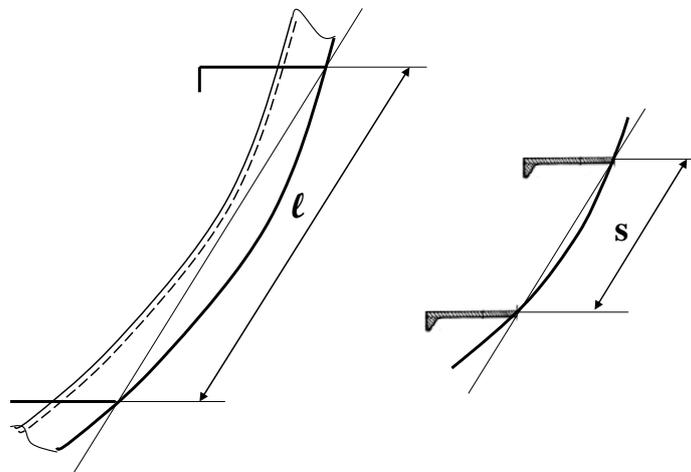


图 4.2.4.1 (2) 曲板构件的肋骨跨距（左）和肋骨间距（右）的定义

注 2：用于计算加强筋、桁材和强肋骨及其带板的组合剖面模数的附连带板有效宽度应按本篇第 1 章

第2节的有关规定取用。有效宽度无论如何应不大于上述取用规定。

注3：对于第4.2.4.4至4.2.4.6条文中的骨材、水平桁材和强肋骨的剖面模数和剪切面积应与有效的构件横剖面相关。对于不垂直于板的构件，其剖面特性应按照本篇第1章第2节的有关规定取用。

(1) 船体区

针对本节目的，将船体外壳划分为下述区域[见图4.2.4.1(3)]：

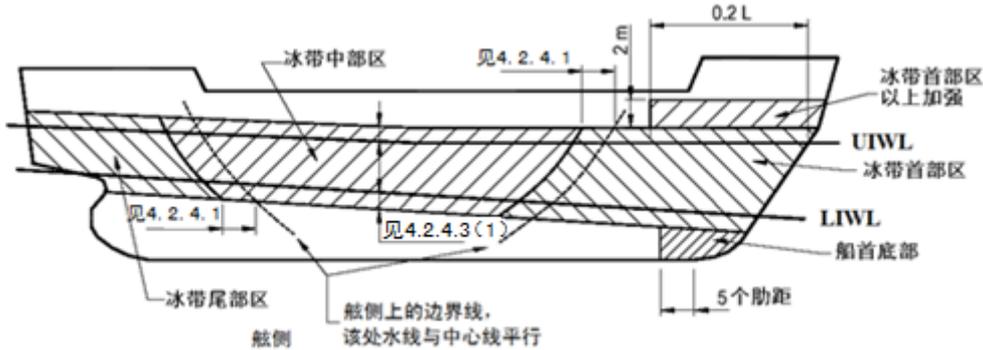


图 4.2.4.1 (3) 船体的冰区加强区域

首部区——从首柱至与船壳前端线(该位置处的水线与中心线平行)平行向后 $0.04L$ (处) 之间的部分。对 $B1^*$ 和 $B1$ 冰级, 超过前端线的水平距离不必大于 $6m$, 对 $B2$ 、 $B3$ 冰级不必大于 $5m$ 。

中部区——从首部区的后边界线至船壳后端线(该位置处的水线与中心线平行)平行向后 $0.04L$ 处之间的部分。对 $B1^*$ 和 $B1$ 冰级, 超过后端线的水平距离不必大于 $6m$, 对 $B2$ 和 $B3$ 冰级, 不必大于 $5m$ 。

尾部区——从中部区的后边界线至尾柱间的区域。

L 为规范船长, 见本篇第1章1.1.2.1。

4.2.4.2 冰载荷

(1) **载荷区高度**——冰区加强船舶假定为在其冰级标志对应的层冰厚度不超过 h_0 的开敞海域进行作业。然而在任一时刻下, 冰压作用区域的设计高度 h (即设计计算所取的冰载荷高度) 假定仅取为部分层冰厚度。 h_0 和 h 见表4.2.4.2(1)。

设计冰厚 h 及层冰厚度 h_0 表 4.2.4.2(1)

冰级标志	$B1^*$	$B1$	$B2$	$B3$
设计冰厚 h (m)	0.35	0.30	0.25	0.22
层冰厚度 h_0 (m)	1.0	0.8	0.6	0.4

(2) 冰压力

设计冰压力 p 应不小于按以下计算所得之值：

$$p = c_d c_p c_a p_0 \quad \text{MPa}$$

式中： c_d ——船舶尺度和主机输出功率影响系数，该系数最大值取为 $c_d = 1$ ，且按如下公

$$\text{式计算：} \quad c_d = \frac{ak + b}{1000}$$

其中： $k = \frac{\sqrt{\Delta P}}{1000}$

a 、 b ——见表 4.2.4.2 (2)；

Δ ——见本节 4.2.2.1；

P ——船舶实际的主机持续输出功率，按本规范第 3 篇第 14 章的规定，kW。

表 4.2.4.2 (2)

	区域			
	首部		中部和尾部	
	$k \leq 12$	$k > 12$	$k \leq 12$	$k > 12$
a	30	6	8	2
b	230	518	214	286

c_p ——对于所考虑冰级的设计冰压在某一船体区出现概率的系数，见表 4.2.4.2 (3)；

表 4.2.4.2 (3)

冰级标志	区域		
	首部	中部	尾部
B1*	1.0	1.0	0.75
B1	1.0	0.85	0.65
B2	1.0	0.70	0.45
B3	1.0	0.50	0.25

c_a ——计算区域全长范围内冰压同时发生概率的系数， $c_a = \sqrt{\frac{l_a}{L}}$ ，且最大值为 1.0，

最小值为 0.35， $l_a = 0.6 \text{ m}$ ；

l_a ——见表 4.2.4.2 (4)；

l_a 的选取

表 4.2.4.2 (4)

结构	骨架形式	l_a (m)
外板	横骨架式	肋骨间距
	纵骨架式	1.7 倍纵骨间距
肋骨	横骨架式	肋骨间距
	纵骨架式	肋骨跨距
冰带舷侧纵桁	—	纵桁跨距

强肋骨	—	2 倍强肋骨间距
-----	---	----------

p_0 ——名义冰压，其值应取为 5.6 MPa。

4.2.4.3 外板

(1) 板（冰带）冰区加强的垂向范围

冰带的垂向范围应按表 4.2.4.3 规定。

表 4.2.4.3

冰级标志	船体区	UIWL 以上	LIWL 以下
B1*	首部	0.60 m	1.20 m
	中部		
	尾部		1.00 m
B1	首部	0.50 m	0.90 m
	中部		0.75 m
	尾部		
B2、B3	首部	0.40 m	0.70 m
	中部		
	尾部		0.60 m

此外，下列区域应予以加强：

船首底部：对 B1*冰级，在冰带以下从首柱到船首轮廓线与龙骨线的交点向后 5 个主肋骨间距处的外板，应不小于中部冰带区所要求的厚度。

首部冰带区以上部分的加强：对 B1*和 B1 冰级，在开敞水域营运航速等于或超过 18kn 的船舶，冰带上缘以上 2m，及首柱到首垂线以后至少 0.2L 范围内的外板，应不小于中部冰带区所要求的厚度。

舷窗不应置于冰带区内；若船舶任何部位的露天甲板位于冰带上缘以下，则该处的舷墙至少应具有同冰带区外板相同的强度；排水舷口的构造应符合相同要求。

(2) 冰带外板厚度

横骨架式的外板厚度 t 应不小于按下式计算所得：

$$t=667s \sqrt{\frac{f_1 p_{PL}}{R_{eH}}} + t_c \quad \text{mm}$$

纵骨架式的外板厚度 t 应不小于按下式计算所得：

$$t=667s \sqrt{\frac{p_{PL}}{f_2 R_{eH}}} + t_c \quad \text{mm}$$

式中： $p_{PL}=0.75p$ ， p 见本节 4.2.4.2 (2)；

$$f_1=1.3-\frac{4.2}{\left(\frac{h}{s}+1.8\right)^2}, \text{ 且最大值为 } 1.0, \text{ 其中设计冰厚 } h \text{ 按表 4.2.4.2 (1) 取用；}$$

$$f_2=0.6+\frac{0.4s}{h}, \text{ 当 } \frac{h}{s} \leq 1 \text{ 时；}$$

$$f_2 = 1.4 - \frac{0.4h}{s}, \text{ 当 } 1 \leq \frac{h}{s} < 1.8 \text{ 时。}$$

s ——骨材间距, m;

t_c ——磨耗和腐蚀余量, mm。一般情况下应取 2.0mm。如果使用且受维护的某一特殊涂层由经验表明能够抵抗冰的磨耗, 则取用较小值可予以认可。

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm²。对低碳钢, 取 235 N/mm², 对高强度钢, 取 315 N/mm² 或更高值。如果选用的钢材为其他不同的屈服强度, 经 CCS 批准, 可用实际值取代上述值。

4.2.4.4 舷侧骨材

(1) 舷侧骨架加强的垂向范围

舷侧骨架加强的垂向范围应至少按表 4.2.4.4 (1) 规定。

表 4.2.4.4 (1)

冰级标志	船体区	UIWL 以上	LIWL 以下
B1*	首部	1.2 m	至双层底或低于肋板顶部
	中部		2.0 m
	尾部		1.6 m
B1、B2、B3	首部	1.0 m	1.6 m
	中部		1.3 m
	尾部		1.0 m

当要求对首部冰带区以上进行加强时 [见 4.2.4.3 (1)], 则该区域的骨架加强范围应至少到该冰带顶端。

当舷侧骨架加强垂向延伸范围超过甲板或内底板, 但不大于 250mm 时, 则加强范围可中止在甲板或内底板处。

(2) 横骨架式肋骨

(a) 剖面模数和剪切面积

主肋骨及中间肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = \frac{pshl}{m_t R_{eH}} \times 10^6 \quad \text{cm}^3$$

且有效剪切面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = \frac{\sqrt{3} f_3 phs}{2R_{eH}} \times 10^4 \quad \text{cm}^2$$

式中: p ——见 4.2.4.2 (2);

h ——见表 4.2.4.2 (1);

s ——肋骨间距, m;

l ——肋骨跨距, m; 当设置冰带舷侧纵桁时, 取冰带舷侧纵桁间或舷侧纵桁与甲板间, 舷侧纵桁与船底板间, 肋骨跨距的最大值;

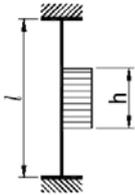
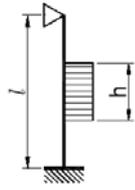
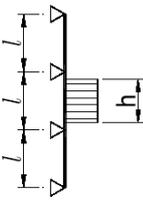
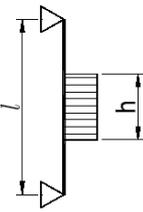
$m_t = 7m_0 / (7-5h/l)$, 其中 m_0 为所考虑的边界条件, 按表 4.2.4.4 (2) 选取;

f_3 ——计及最大剪力与相对的载荷位置和剪应力分布的系数, $f_3 = 1.2$ 。

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm²;

m_0 值

表 4.2.4.4 (2)

边界条件	m_0	说明
	7	具有顶边舱的散货船的肋骨
	6	从内底板延伸到单层甲板的肋骨
	5.7	在多层甲板或纵桁间的连续肋骨
	5	仅延伸至两甲板间的肋骨

注：边界条件应针对主肋骨和中间肋骨。载荷应施加于跨中。如肋骨伸入冰区加强区域的长度小于自身跨距 l 的 15% 时，则可用普通肋骨的尺寸。

(b) 肋骨上端部要求

主肋骨和中间肋骨的加强部分的上端应连接至甲板或冰带纵桁。

若中间肋骨终止在位于冰带上缘或冰带上缘以上的甲板或冰带纵桁之上，则甲板或纵桁以上部分的中间肋骨尺寸可按本篇对非加强船舶的要求，且其上端可用水平构件与相邻主肋骨连接，该水平构件的尺寸与主肋骨相同。

(c) 肋骨下端部要求

主肋骨和中间肋骨的加强部分的下端应连接至甲板、内底板或冰带纵桁；

若中间肋骨终止在位于冰带下缘或冰带下缘以下的甲板、内底板或冰带纵桁之下，则其下端可用水平构件与相邻主肋骨相连接，该水平构件的尺寸与主肋骨相同。

需注意冰带下缘之下的主肋骨必须进行冰区加强，见 4.2.4.4 (1)。

(3) 纵骨架式纵骨

以下要求适用于所有端部条件的纵骨：

(a) 具有或未设肘板的纵骨

纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得：

$$W = \frac{f_4 p h l^2}{m R_{eH}} \times 10^6 \text{ cm}^3$$

且纵骨的有效剪切面积 A 应不小于按下式计算所得:

$$A = \frac{\sqrt{3} f_4 f_5 p h l}{2 R_{eH}} \times 10^4 \text{ cm}^2 \text{ (在计算纵骨的实际剪切面积时, 不计入肘板的面积)}$$

式中: p ——见 4.2.4.2 (2);

l ——纵骨总跨距, m;

m ——边界条件系数, 对连续梁 $m=13.3$; 当边界条件明显偏离连续梁时, 如端部区域, 则可要求较小的边界系数。对于无肘板的纵骨, $m=11.0$

s ——纵骨间距, m;

f_4 ——相邻纵骨间载荷分布系数, $f_4 = (1 - 0.2 \frac{h}{s})$, 其中设计冰厚 h 见表 4.2.4.2 (1);

f_5 ——计及压力定义和最大剪力与相对的载荷位置以及剪应力分布的系数, $f_5 = 2.16$;

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm²。

(4) 舷侧骨架的一般要求

(a) **骨材与支持构件的连接:** 在加强区域内, 所有的骨材应与支持结构作有效的连接。纵骨应与所有支持的强肋骨和舱壁设肘板相连。当横骨架终止于纵桁或甲板时, 应设肘板或相似构造。当骨材通过支持结构时, 骨材的腹板两面应与支持结构直接焊接相连, 或应采用领板或补板与之相连接。当设置肘板时, 其厚度应至少与骨材的腹板相同, 且边缘应作适当加强以抵抗屈曲;

(b) **B1*冰级的加强区, B1 冰级的首部和中部, 以及 B2、B3 冰级的首部加强区域内骨材的抗侧倾支持:**

骨材与外板的连接应为双面连续焊。除与外板端接缝交叉处外, 骨材上不允许开孔;

骨材的腹板厚度应至少取下列要求的大者:

- $\frac{h_w \sqrt{R_{eH}}}{C}$, h_w 为腹板高度, 且对于型材, $C=805$, 对于扁钢, $C=282$

- 对横骨架, 为 2.5% 的肋骨间距;

- 外板厚度 ($t-t_c$) 的一半。针对骨材腹板厚度计算, 外板的要求厚度应按 4.2.4.3 且采用骨材的屈服强度 R_{eH} 进行计算;

- 9 mm。

当用甲板、内底板、舱壁板代替骨材时, 它们的板厚在其相邻骨材的高度范围内应符合上述要求。

与外板不成直角或非对称剖面, 以及跨距超过 4m 的的骨材, 为防止侧倾, 应采用肘板、间断板、舷侧纵桁或类似防倾构件加以支持, 防倾构件之间的间隔距离应不大于 1.3m。如果跨距小于 4.0m, 对于非对称剖面和腹板与外板不垂直的骨材, 应在下述区域内要求设置支持构件以防侧倾:

B1*	所有船体区
B1	首部和中部区
B2 和 B3	首部区

4.2.4.5 冰带舷侧纵桁

(1) 冰带区内的舷侧纵桁

冰带区内的舷侧纵桁剖面模数 W 应不小于按下式计算所得:

$$W = \frac{f_6 f_7 p h l^2}{m R_{eH}} \times 10^6 \text{ cm}^3$$

有效剪切面积 A 应不小于按下式计算所得:

$$A = \frac{\sqrt{3} f_6 f_7 f_8 p h l}{2 R_{eH}} \times 10^4 \text{ cm}^2$$

式中: p ——见 4.2.4.2 (2);

h ——见表 4.2.4.2 (1), ph 的乘积应不小于 0.15;

m ——见本节 4.2.4.4 (3) (a);

l ——纵桁跨距, m;

f_6 ——肋骨载荷分布系数, 取 0.9;

f_7 ——计及舷侧纵桁设计点的系数, 取为 1.8;

f_8 ——计及最大剪力与相对的载荷位置以及剪应力分布的系数, $f_8 = 1.2$ 。

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm²。

(2) 冰带区外的舷侧纵桁

冰带区外的舷侧纵桁剖面模数 W 应不小于按下式计算所得:

$$W = \frac{f_9 f_{10} p h l^2}{m R_{eH}} \left(1 - \frac{h_s}{l_s} \right) \times 10^6 \text{ cm}^3$$

有效剪切面积 A 应不小于按下式计算所得:

$$A = \frac{\sqrt{3} f_9 f_{10} f_{11} p h l}{2 R_{eH}} \left(1 - \frac{h_s}{l_s} \right) \times 10^4 \text{ cm}^2$$

式中: p ——见 4.2.4.2 (2);

h ——见表 4.2.4.2 (1), ph 的乘积应不小于 0.15;

m ——见本节 4.2.4.4 (3) (a);

l ——纵桁跨距, m;

h_s ——到冰带的距离, m;

l_s ——至相邻冰带纵桁的距离, m;

f_9 ——肋骨载荷分布系数, 取为 0.8;

f_{10} ——计及纵桁设计点的系数, 取为 1.8;

f_{11} ——计及最大剪力与相对的载荷位置以及剪应力分布的系数, $f_{11} = 1.2$ 。

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm^2 ;

(3) 甲板条

与舱口并排并起到冰带纵桁作用的甲板条应分别符合本节 4.2.4.5 (1) 和 4.2.4.5 (2) 对剖面模数和剪切面积的相应要求。在舱口很长的情况下, 经 CCS 同意, ph 的乘积可小于 0.15, 但应不小于 0.10。

设计露天甲板舱口盖及其附件时, 应考虑在长舱口 (大于 $B/2$, B 为型宽) 的开口处冰压可能引起的舷侧变形。

4.2.4.6 冰带强肋骨

(1) 载荷

从冰带纵桁或纵骨传递到冰带强肋骨上的载荷 F 应按下式计算:

$$F = f_{12}phS \quad \text{MN}$$

式中: p ——见 4.2.4.2 (2), 但在计算 c_a 时, l_a 应取 $2S$;

h ——见表 4.2.4.2 (1), ph 的乘积应不小于 0.15;

S ——强肋骨间距, m ;

f_{12} ——计及强肋骨设计点的系数, 取为 1.8。

当被支持的强肋骨位于冰带区外时, 作用力 F 之值应乘以 $(1-h_s/l_s)$, 其中, h_s 和 l_s 见 4.2.4.5 (2)。

(2) 剖面模数和剪切面积

有效剪切面积 A 应不小于按下式计算所得之值:

$$A = \frac{\sqrt{3}f_{13}\alpha Q}{R_{eH}} \times 10^4 \quad \text{cm}^2$$

式中: Q ——在 F 力作用下的最大计算剪力 F , 见 4.2.4.6 (1);

f_{13} ——剪力分布系数, $f_{13} = 1.1$;

α ——见表 4.2.4.6 (2);

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm^2 。

剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = \frac{M}{R_{eH}} \sqrt{\frac{1}{1-(\gamma A/A_a)^2}} \times 10^6 \quad \text{cm}^3$$

式中: M ——力 F 作用下的最大计算弯矩, 故应取为 $M = 0.193Fl$, F 见 4.2.4.6 (1);

γ ——见表 4.2.4.6 (2);

A ——按本条计算的所需剪切面积, cm^2 ;

A_a ——强肋骨的实际横剖面积, cm^2 , $A_a = A_f + A_w$, A_f 和 A_w 见表 4.2.4.6 (2) 注①。

R_{eH} ——材料屈服应力, N/mm^2

表 4.2.4.6 (2)

$\frac{A_f}{A_w}$	0	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
α	1.50	1.23	1.16	1.11	1.09	1.07	1.06	1.05	1.05	1.04	1.04
γ	0	0.44	0.62	0.71	0.76	0.80	0.83	0.85	0.87	0.88	0.89

注：① 表中 A_f 和 A_w 分别为强肋骨的实际自由翼缘和腹板的实际截面积；

② A_f / A_w 为中间值时， α 和 γ 用插值法求得。

4.2.4.7 首柱

首柱应用轧钢、铸钢、锻钢制造,或用钢板加工制造,如图 4.2.4.7 (1) 所示。

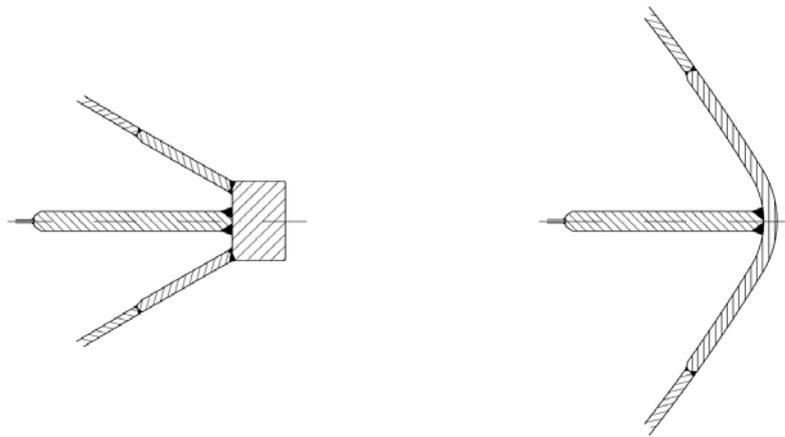


图 4.2.4.7 (1) 合适首部的例子

对于板加工制造和钝形首部,在 $\alpha \geq 30^\circ$ 和 $\psi \geq 75^\circ$ 区域的任一外板部分的板厚,应基于下列假定,不小于按 4.2.4.3 计算所得之值:

s ——支持板材的构件单元间距, m;

$p_{PL} = p$, MPa (见 4.2.4.3);

l_a ——垂向支持构件的间距, m;

α 、 ψ ——见图 4.2.4.7 (2), 其中, α 为首部区船宽 $B/4$ 处的水线角, $^\circ$, ψ 为外飘角,

$\psi = \arctan\left(\frac{\tan \varphi}{\sin \alpha}\right)$, φ 为各个位置处的首倾角, $^\circ$, 其中, φ_1 为中心线处的首柱倾角, φ_2

为船宽 $B/4$ 处的首倾角。

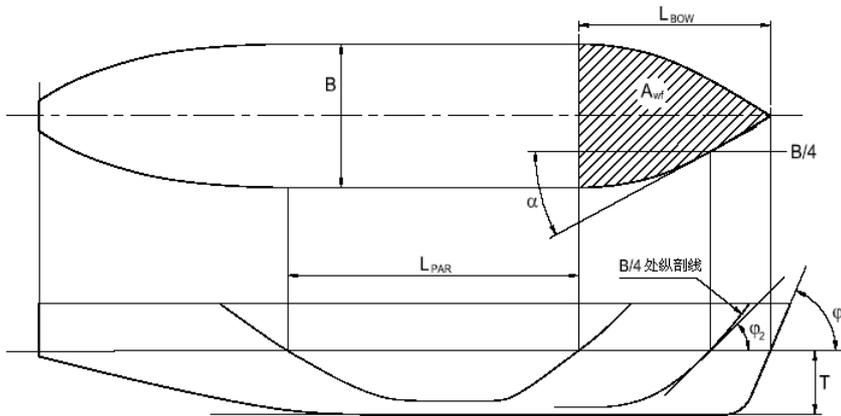


图 4.2.4.7(2)

上述定义的首柱和钝形首部,应由肋板或肘板支持,其间隔应不超过 0.6m,肋板或肘板的厚度至少为外板厚度的一半。首柱的加强应从龙骨线起延伸至 UIWL 以上 0.75m 处;若有首部冰带区以上加强要求[4.2.4.3 (1)]时,则首柱的加强应延伸到该加强区的上缘。

4.2.4.8 船尾

具有提供改善机动能力的回转或吊舱式推进器的新型推进装置将导致在船尾和尾部区冰载荷的增加。该情况应考虑在舯后/尾部结构的设计之中。

为避免螺旋桨叶梢上负荷过高,螺旋桨与船体(包括尾框架)间的最小距离至少应符合本篇 2.14.4.1 的要求。

在双桨或三桨船上,侧螺旋桨的前后各 1.5m 范围内,外板和骨架的加强应延伸至双层底。

侧螺旋桨的轴和尾管应围蔽在轴壳包板内。若采用独立的轴支架,则其设计、强度以及与船体的连接均应作特殊考虑。

4.2.5 舵及操舵设备

舵柱、舵杆、舵销、舵机的尺寸和舵机功率应符合本规范有关章节的规定。但设计计算时所用最大营运航速应不小于表 4.2.5 的规定。如船舶的最大营运航速大于表 4.2.5 中的规定,则计算时应采用实际最大营运航速。

表 4.2.5

冰级标志	速度(kn)
B1*	20
B1	18
B2	16
B3	14

舵的局部尺寸应按整个舵均处于冰带的假定予以确定。并且舵板及其骨材应采用中部区板材和骨材的冰压 p 进行设计。

对 B1* 和 B1 冰级的船舶,应尽可能(或等效方法)设置延伸至 LIWL 之下的冰刀,以防舵(舵杆和舵的上部)直接与冰接触。对于具有片形舵的船舶,舵和冰刀的设计应给予特殊考虑。

对 B1* 和 B1 冰级的船舶,应对其倒退入冰脊时,舵被迫偏离船中位置而产生的大负荷给予

关注。适当的装置如止舵器应予安装以吸收上述载荷。

在转舵机械中，应安装液压释放阀。转向齿轮部件（如舵杆、舵杆接头、挂舵臂等）的尺寸应能承受舵杆中引起屈服应力的载荷。

第 3 节 B 级冰区加强

4.3.1 外板

4.3.1.1 冰带外板的加强，其纵向范围从首柱向后至满载水线最大宽度处，但不超过 $0.2L$ 。夏季淡水载重线吃水以上 500mm 至船首最小吃水以下 500mm。该加强区域应在外板展开图上标明。

4.3.1.2 冰带外板厚度至少应为船中部外板厚度规范值（按照首部骨架实际结构形式，计算对应的横骨架式或纵骨架式的板厚要求值）的 1.25 倍，但不必大于 25mm，其厚度应逐渐过渡。

4.3.1.3 若首部加强区域采用高强度钢，则可基于 4.3.1.2 计算所得的低碳钢板厚之值，按照本篇 1.5.3.2 条规定计算得出高强度板厚的规范要求值。

4.3.2 肋骨与纵骨

4.3.2.1 若在首尖舱或从首柱至 $0.075L$ 处（后者范围大于前者时）的范围内设置中间肋骨时，则中间肋骨的剖面模数应不小于所在区域肋骨的 75%。中间肋骨的垂向设置范围为压载水线以下 1000mm 至满载水线以上 1000mm 处，其两端不必连接。

若不设置中间肋骨，则肋骨间距应不大于船中部 60%，并应不大于 0.5m。

4.3.2.2 首尖舱内的舷侧纵桁、强胸横梁或开口平台与舷侧相交处开始沿舷侧向后延伸线至满载水线最大宽度处（但不必超过 $0.2L$ ）范围内的每档肋骨处应设置防倾肘板。

4.3.2.3 在首尖舱或自首柱至 $0.075L$ 处（后者范围大于前者时）区域内采用纵骨架式的船舶，在该区域的纵骨布置和尺寸应满足如下要求：

（1）该区域应设置连续的中间纵骨，且垂向设置范围与本章 4.3.2.1 中规定的中间肋骨相同；

（2）该区域的中间纵骨与纵骨之间的距离应不大于 0.5m；

（3）该区域的纵骨与中间纵骨的剖面模数应满足本篇第 2 章 2.7.5 的适用要求，但计算时，“纵骨间距 s ”按纵骨与中间纵骨之间距离的 1.5 倍取用。

4.3.2.4 冰带外板设置倾斜骨材处，应按 4.2.4.4（4）（b）设置防倾肘板。

4.3.3 首柱

4.3.3.1 钢板焊接首柱自满载水线以上 600mm 处以下部分的板厚应为规范值的 1.1 倍，但不必大于 25mm。其余部分的厚度可逐渐减薄至上甲板处的船端外板厚度。

第 5 章 双壳油船

第 1 节 一般规定

5.1.6.1 中的“ $t=6.5+L/50$ mm”改为“ $t=6.5+L/50$ mm,但不小于 7.5mm”。

第 4 节 双层底结构

5.4.3.2 中的“实肋板标准间距”改为“实肋板间距”。

第 5 节 双壳结构

5.5.2.3 中的“间距应不大于 $0.006L+3.2\text{m}$ ”改为“间距一般应不大于 $0.006L+3.2\text{m}$ ”。

第 6 节 甲板骨架

5.6.2.2 中的“连续甲板纵桁的腹板上应设置平行于面板的水平加强筋，加强筋应满足本章 5.12.2.5 要求。”改为“当连续甲板纵桁的腹板高度大于 $65t\sqrt{K}$ (t 为腹板厚度，K 为材料系数)时，应设置平行于面板的水平加强筋，加强筋应满足本章 5.12.2.5 要求。”。

第 7 章 集装箱船

新增第 9 节：

第 9 节 大型集装箱船的补充要求

7.9.1 一般要求

7.9.1.1 本节适用于船长大于 250m 的大型全集装箱船舶。

7.9.1.2 对于本节无规定者，均应符合本篇第 1 章和第 2 章的有关要求。

7.9.1.3 船首部舷侧结构（包括首楼舷侧结构）的加强应符合第 7 章第 8 节的要求。

7.9.2 总强度

7.9.2.1 弯扭载荷联合作用下的船体总强度应经直接计算验证。

7.9.2.2 船体梁的总纵强度应满足本篇第 2 章第 2 节的要求。

7.9.2.3 船中剖面对水平中和轴的惯性矩 I 除应满足本篇第 2 章第 2 节的要求外，还应不小于按下式计算所得之值：

$$I = \frac{3\sqrt{\overline{M}_s + M_w}L}{175} \times 10^3 \quad \text{cm}^4$$

式中：L——船长，m；

\overline{M}_s ——许用静水弯矩，见本篇第 2 章第 2 节；

M_w ——波浪弯矩，见本篇第 2 章第 2 节。

7.9.2.4 局部构件尺寸的折减系数应按下述要求确定：

(1) 当强力甲板处和平板龙骨处的最大总纵弯曲应力小于许用弯曲应力 $[\sigma]$ 时, 则舳部 $0.4L$ 内的局部构件尺寸可予折减, 计算点处的折减系数 F_d 和 F_b 应按下列公式计算:

$$F_d = \frac{\max(K_d \sigma_d, K_c \sigma_{cu})}{175}$$

$$F_b = \frac{\max(K_b \sigma_b, K_c \sigma_{cl})}{175}$$

式中: σ_d ——强力甲板处的总纵弯曲应力, N/mm^2 ;

σ_b ——平板龙骨处的总纵弯曲应力, N/mm^2 ;

σ_{cu} ——中和轴以上的计算点, 计算点所处的相同材料区域的最大总纵弯曲应力, N/mm^2 ;

σ_{cl} ——中和轴以下的计算点, 计算点所处的相同材料区域的最大总纵弯曲应力, N/mm^2 ;

K_d ——强力甲板处的材料系数;

K_b ——船底处的材料系数;

K_c ——计算点处的材料系数。

(2) 对于外板和甲板, 折减系数 F_d 和 F_b 应不小于 0.7。

(3) 对于骨材, 折减系数 F_d 和 F_b 应不小于 0.8。

7.9.3 甲板结构

7.9.3.1 甲板结构应符合本篇第 2 章第 4 节和第 8 节的有关要求。

7.9.3.2 货舱区域甲板结构的主要构件应经直接计算法验证。

7.9.3.3 强力甲板的最小厚度 t_{\min} 应按下列公式计算:

$$t_{\min} = (0.02L + 5.5)\sqrt{K} \quad \text{mm}$$

式中: L ——船长, m ;

K ——材料系数。

7.9.3.4 强力甲板开口线外、内的厚度差较大时, 应在开口线内一侧至少应设置两块中间过渡板, 相邻板之间的厚度差应向开口线内侧逐步递减, 且厚度差一般应不超过 25mm, 最大应不超过 30mm。通常厚板在连接处将按照不大于 1:4 的比例对高出的边缘予以削斜。

7.9.4 箱形横向甲板结构

7.9.4.1 箱形横向甲板结构是指货舱横舱壁顶部的横向箱形桁材结构。

7.9.4.2 箱形横向甲板结构的宽度和结构尺寸应经直接计算法验证。

7.9.4.3 初步设计时, 箱形横向甲板结构的宽度可按下列公式计算:

$$b = \max(32.5B + 400, 1000) \quad \text{mm}$$

式中: B ——船宽, m 。

7.9.4.4 在强力甲板平面内, 箱形横向甲板结构的甲板最小厚度应按下列公式计算:

$$t = (10 + 0.01L)\sqrt{K} \quad \text{mm, 但应不小于 12mm}$$

式中: L ——船长, m ;

K——材料系数。

7.9.4.5 箱形横向甲板结构的底板最小厚度应按下式计算：

$$t = 10s\sqrt{K} \quad \text{mm, 但不小于 8mm}$$

式中：s——扶强材间距，m，计算时取值应不小于 0.95m；

K——材料系数。

7.9.4.6 箱形横向甲板结构的侧板（见图 7.9.4.6）应符合下述要求：

(1) 侧板厚度 t_1 应不小于按下式计算所得之值：

$$t_1 = 12s \quad \text{mm, 但不小于 10.5mm}$$

式中：s——侧板扶强材间距，m。

(2) 端部加强嵌入板的厚度 t_2 应不小于按下式计算所得之值：

$$t_2 = 12s \quad \text{mm, 但不小于 14.5mm}$$

式中：s——侧板扶强材间距，m。

(3) 端部嵌入板的最小范围按下列公式计算：

$$a_1 = 1.75R \quad \text{m}$$

$$a_2 = 0.5b_s \quad \text{m}$$

式中：R——在强力甲板平面内，货舱口角隅半径，m；

b_s ——双舷侧宽度，m。

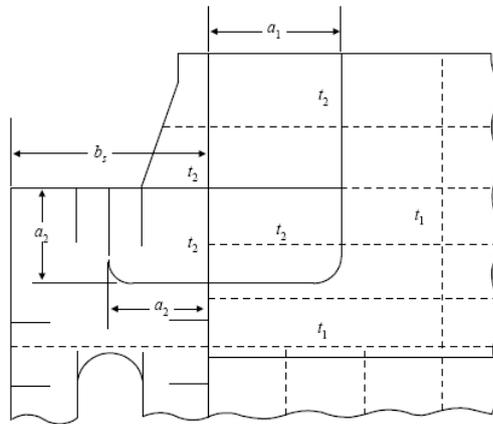


图 7.9.4.6

7.9.5 强力甲板开口

7.9.5.1 强力甲板上货舱舱口角隅应为圆形角隅或具有负半径的圆形角隅。货舱舱口角隅的设计应经直接计算予以验证。

7.9.5.2 对于近舷侧处的圆形角隅，其半径应不小于按下式计算所得之值：

$$R = 0.35 + 0.0005L \quad \text{m}$$

式中：L——船长，m。

7.9.5.3 强力甲板纵桁与箱形横向甲板结构相交处的圆形角隅半径应不小于 0.25m。

7.9.5.4 强力甲板在货舱舱口角隅处应设置加强嵌入板，其延伸范围一般应不小于图 7.9.5.4 的要求。加强嵌入板的厚度应大于等于相邻强力甲板厚度。强力甲板在货舱舱口角隅处的加强应经疲劳评估予以验证。

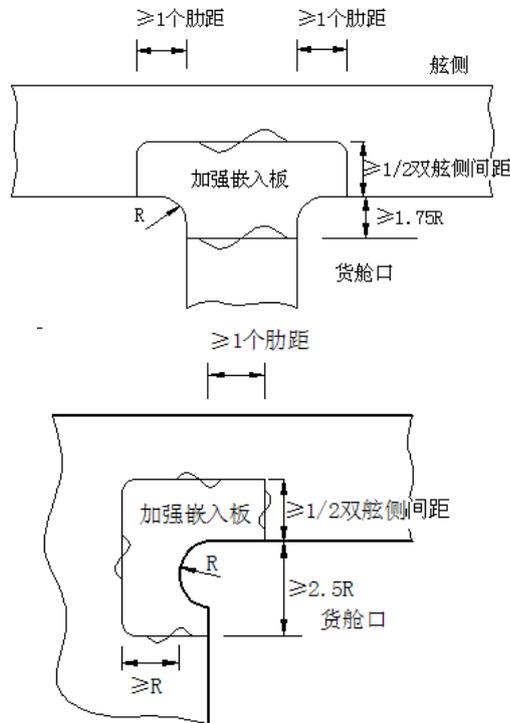


图 7.9.5.4

7.9.5.5 在货舱区域内的舱口开口线外的强力甲板上一般不应布置大的出入口开孔。

7.9.5.6 对于小的开孔（如通风管或排水口的孔），应避开货舱舱口角隅、纵向舱口围板的端部、箱形横向甲板结构的端部及其他应力集中处。

7.9.6 货舱舱口围板

7.9.6.1 除在机舱区域处，货舱舱口围板在整个开口范围内应保持连续，舱口围板的端部应具有良好的结构过渡。

7.9.6.2 舱口围板的厚度应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 8H \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} \quad \text{mm, 但应不小于 11mm}$$

式中：H——舱口围板的高度，m；

R_{eH} ——材料屈服应力，N/mm²。

7.9.6.3 舱口围板上应设置间距不大于 3.15m 的肘板，并应具有面板。舱口围板肘板应能有效支持舱口围板的面板，肘板的趾端应终止在强力甲板的纵骨处。在箱形横向甲板结构处的舱口围板肘板还应符合本节 7.9.4.6 的要求。

7.9.6.4 舱口围板的面板在货舱舱口角隅处应设置加强嵌入板，其范围见图 7.9.6.4。加强嵌入板的厚度应大于等于相邻舱口围板面板的厚度。舱口围板的面板在货舱舱口角隅处的加强应经疲劳评估予以验证。

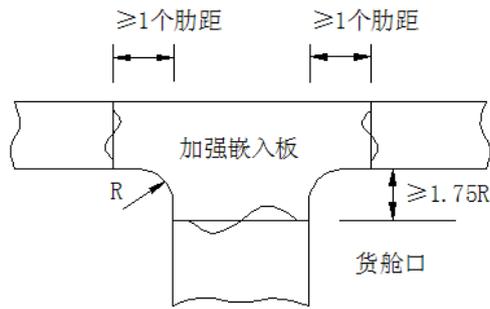


图 7.9.6.4

7.9.7 外板

7.9.7.1 除本节有规定者外，外板应符合本篇第 2 章第 3 节的有关要求。

7.9.7.2 除本节 7.9.7.1 外，外板厚度还应不小于应按下式计算所得之值：

$$t = \sqrt{LK} \quad \text{mm}, \text{ 但不必大于 } 16\text{mm}$$

式中: L——船长,m;

K——材料系数。

7.9.7.3 舷顶列板与相邻舷侧外板的厚度差一般应不大于 25mm，最大应不超过 30mm。通常厚板在连接处将按照不大于 1: 4 的比例对高出的边缘予以削斜。

7.9.7.4 当在按本篇第 1 章第 5 节 1.5.2.2 确定的高强度钢使用范围以外区域使用高强度钢时，在按本篇第 2 章第 3 节计算外板厚度 t_1 时，材料系数 K 可取 1。

7.9.8 双舷侧结构布置

7.9.8.1 整个货舱区域应设置双舷侧，内壳结构应尽量向首尾延伸并与该处结构有效连接和过渡。内壳的支持构件应设在双舷侧内，不能设置在货舱一侧。

7.9.8.2 双舷侧内壳应为连续结构，包括在机舱区域。但考虑到线型变化及集装箱箱位布置的原因，双舷侧内壳沿船长方向可设计成阶梯形。阶梯处的嵌接布置应足以保证内壳舱壁有效交叉，且至少应有不小于 3 个肋距的交叉长度予以过渡。

7.9.8.3 考虑到线型变化及集装箱箱位布置的原因，双舷侧内壳在垂直方向可设计水平台阶。

7.9.8.4 双舷侧内在货舱水密横舱壁同一平面处应设置横隔板或横框架。在干舷甲板以下，应尽可能设置水密横隔板，对于压载舱应设置制荡舱壁。

7.9.8.5 双舷侧内在货舱横向非水密支持舱壁同一平面处应设置横隔板或横框架。

7.9.8.6 双舷侧内横隔板或横框架应设置在双层底肋板同一平面处。

7.9.8.7 双舷侧内的横隔板和平台上应开人孔，人孔可开成圆形或长圆形。长圆的长轴方向应是垂直方向或船长方向。除通道开口外，上下相邻平台上的孔不应在同一垂线上。开口周边应予加强。

7.9.9 双舷侧结构尺度

7.9.9.1 双舷侧结构的主要构件包括舷侧外板、垂直横隔板、水平隔板、内壳纵舱壁板。主要构件的尺寸应经直接计算验证。

7.9.9.2 内壳板应符合下述要求：

(1) 内壳板的最小厚度 t 应按下列式计算:

$$t = 7 + 0.02(L, 300)_{\min} \sqrt{K} \quad mm$$

式中: L ——船长, m ;

K ——材料系数。

(2) 内壳板应符合本篇第 2 章第 12 节水密舱壁的要求。

(3) 船中 0.4L 区域, 构成液舱边界的内壳板厚度 t 应不小于:

$$t = (4 + 0.6 \frac{z - z_n}{D - z_n}) s \sqrt{hK} + 2.5 \quad mm, \text{ 在水平中和轴以上}$$

$$t = (4 + 0.2 \frac{z_n - z}{z_n}) s \sqrt{hK} + 2.5 \quad mm, \text{ 在水平中和轴以下}$$

式中: s ——扶强材间距, m ;

h ——由板列下缘量至液舱顶的垂直距离, 或量至溢流管顶垂直距离的一半, 取大者, m ;

D ——型深, m ;

Z_n ——船体横剖面的水平中和轴距基线的高度, m ;

Z ——计算点距基线的高度, m ;

K ——材料系数。

(4) 船中 0.4L 区域以外, 构成液舱边界的内壳板厚度 t 应不小于:

$$t = 4s \sqrt{hK} + 2.5 \quad mm$$

式中: s ——扶强材间距, m ;

h ——由板列下缘量至液舱顶的垂直距离, 或量至溢流管顶垂直距离的一半, 取大者, m ;

K ——材料系数。

(5) 内壳的顶列板与下一列板的厚度差一般应不大于 25mm, 最大应不超过 30mm。通常厚板在连接处将按照不大于 1: 4 的比例对高出的边缘予以削斜。

7.9.9.3 纵骨(舷侧、内壳)应满足本篇第 2 章的有关要求。纵骨腹板的最小厚度为 10mm。纵骨应连续穿过垂直横隔板。

7.9.9.4 垂直横隔板、水平隔板的最小厚度为 10mm。水密水平隔板的最小厚度为 11mm。

7.9.10 双层底

7.9.10.1 除本节有规定者外, 双层底结构应符合本篇第 2 章第 6 节的有关要求。

7.9.10.2 双层底的主要构件包括内底板、实肋板、纵桁和船底外板。主要构件的布置和尺寸应经直接计算验证。

7.9.10.3 在舱长中点处或距横舱壁 1/4 舱长处所设的双层底支持结构, 应采用有效扶强的横向箱形结构或开式剖面结构。

7.9.10.4 箱形中桁材侧板之间的距离一般应不大于 2m。但经直接计算强度评估, 侧板之间的距离最大应不超过 3m。

7.9.10.5 箱形中桁材内应设置船底和内底纵骨, 纵骨应保持连续。船体中心线上的船底纵骨应适当加大。

7.9.10.6 箱形中桁材内应在实肋板平面内和实肋板间距中间的平面内设置环形强框架。环形强框架中的内底横向桁材，其剖面模数应不小于船底横向桁材的 85%。船底横向桁材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W=10.6Sdl^2K \quad \text{cm}^2$$

式中：S——环形强框架间距，m；

d——吃水，m，但取值应不小于船底至干舷甲板垂直距离的 0.66 倍；

l——跨距，m，取两道侧板的间距；

K——材料系数。

7.9.10.7 中桁材两侧至少应各设 3 道旁桁材，桁材之间的距离一般不大于 3.5m。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，并应尽可能向首尾延伸。

7.9.10.8 在集装箱的角座下方应设置旁桁材，并予以局部加强。

7.9.10.9 货舱区域实肋板应满足下述要求：

(1) 在水密横舱壁、横向非水密支持舱壁/货舱中点支承下，1/4 舱长位置和其他位置处的集装箱角隅下应设置实肋板，实肋板间距一般应不大于 3.6m。

(2) 实肋板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 10s\sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} + 2.5 \quad \text{mm}，\text{且不小于 } 12\text{mm}$$

式中：s——加强筋间距，m；

R_{eH} ——材料的屈服应力，N/mm²。

(3) 水密肋板的厚度除应满足本条 (2) 的要求外，还应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 7.5 + 0.02L\sqrt{K} \quad \text{mm}$$

构成液舱边界的水密肋板厚度还应满足本篇第 2 章第 13 节对深舱的要求。

7.9.10.11 货舱内底板的厚度应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 1.36(s + 0.66)\sqrt[4]{LdK^2} \quad \text{mm}$$

式中：L——船长，m；

d——吃水，m；

s——纵骨间距，m；

K——材料系数。

构成液舱边界的货舱内底板还应满足本篇第 2 章第 13 节对深舱的要求。

7.9.10.10 货舱内底纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = \frac{9.54ds l^2 K}{2.1 - F_b} \quad \text{cm}^3$$

式中：s——纵骨间距，m；

l——纵骨跨距，m；

d——吃水，m；

F_b ——计算点处的折减系数；

K——材料系数。

7.9.11 货舱横舱壁

7.9.11.1 横舱壁的主要构件包括舱壁板、垂直桁和水平桁。主要构件的尺寸应经直接计算法验证。

7.9.11.2 横舱壁桁材的腹板厚度应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 10s \sqrt{\frac{R_{eH}}{235}} + 0.5 \quad \text{mm, 且不小于 9mm}$$

式中：s——腹板加强筋间距，m；

R_{eH} ——材料的屈服应力，N/mm²。

7.9.11.3 在水密横舱壁的顶部和底部，一般应设置箱形结构。同时，在水密舱壁上应设置垂直桁材和水平桁材，以支持舱壁的扶强材。应将垂直桁材的上端和下端分别与强力甲板纵桁和双层底内的桁材对齐。

7.9.11.4 水密横舱壁板和扶强材的尺寸按本篇第 2 章第 12 节的要求确定，但舱壁最下列板无需较计算值增厚 1mm，且其计算压头 h 应按下述规定确定：

(1) 对于水密横舱壁板，其计算压头 h 应按下述要求确定（取大者）：

- ①由板列下缘量至适用的破舱稳性计算所得到的最深平衡水线的垂直距离；
- ②由板列下缘量至干舷甲板的垂直距离；
- ③2.5m。

(2) 对于扶强材，其计算压头 h 应按下述要求确定（取大者）：

- ①由扶强材跨距中点量至适用的破舱稳性计算所得到的最深平衡水线的垂直距离；
- ②由扶强材跨距中点量至干舷甲板的垂直距离；
- ③2m。

7.9.11.5 水密横舱壁板的最小厚度为 8mm。

7.9.11.6 货舱中沿船长方向每隔 2 个 20' 箱位应设置 1 道横向非水密支持舱壁。横向非水密支持舱壁一般由垂直桁和水平桁组成。

7.9.12 设计验证

7.9.12.1 除另有规定者外，设计验证不能降低本节对船体结构的要求。对船体结构的设计验证包括：

- (1) 直接计算强度评估；
- (2) 疲劳强度评估；
- (3) 船体梁极限强度评估。

7.9.12.2 应按 CCS《集装箱船结构强度直接计算指南》的要求，对集装箱船整船、货舱段主要结构、甲板开口角隅局部结构在规定载荷作用下进行直接计算强度评估。

7.9.12.3 应按 CCS《船体结构疲劳强度指南》的要求，对集装箱船货舱结构进行疲劳强度评估。

7.9.12.4 应对航行过程中、完整船体结构，船中 0.4L 区域内船体梁极限弯曲能力的进行评估，并满足以下要求：

(1) 船体梁垂向极限弯曲能力应满足以下衡准：

$$\gamma_s \overline{M}_s + \gamma_w M_w \leq \frac{M_U}{\gamma_R}$$

式中： \overline{M}_s ——许用静水弯矩，kN·m；

M_w ——波浪弯矩，kN·m；

M_U ——船体梁垂向极限弯矩, $\text{kN} \cdot \text{m}$;

γ_s 、 γ_w 、 γ_R ——分项安全系数, 取为:

$$\gamma_s=1.0$$

$$\gamma_w=1.2$$

$$\gamma_R=1.1$$

(2) $M-\chi$ 曲线

在中垂和中拱工况下, 船体梁横剖面的极限弯矩能力, 定义为所考虑的横剖面弯矩能力 M 与曲率 χ 曲线的最大值 (见图 7.9.12.4)。

曲率 χ 对中拱工况为正值, 对中垂工况为负值。

$M-\chi$ 曲线按第 10 篇第 5 章附录 1 的规定, 通过增量 - 叠代程序得出。

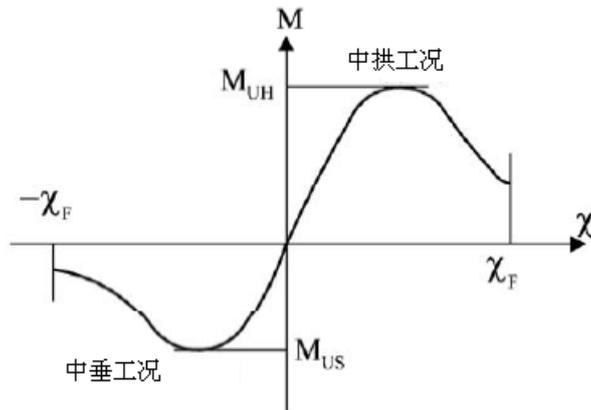


图 7.9.12.4 弯矩能力 M 与曲率 χ 的对应曲线

(3) 船体梁横剖面由对船体梁纵向强度起作用的结构单元构成, 计算时应扣除表 7.9.12.4 所规定的标准减薄厚度。

标准减薄厚度

表 7.9.12.4

结构	标准减薄厚度 (mm)
干舷甲板以上的舷侧外板	1
干舷甲板以下的舷侧外板	1.5
舳列板、船底板及平板龙骨	1.25
强力甲板	1.25
干舷甲板 (二甲板)	1
舱口围板及其顶板	1
非液舱处的内壳纵舱壁板 (包括货舱内台阶)	0.75
液舱处的内壳纵舱壁板 (包括货舱内台阶)	1
内底板	1
双舷侧压载舱中的甲板或平台	1.5
双舷侧燃油舱中的甲板或平台	1
双舷侧空舱中的甲板或平台	0.5
双层底内的纵桁	1.5
双层底内的纵桁 (一侧在管弄中)	1.25
双层底内的纵桁 (管弄中)	0.5
液舱中的构件	1.5

干舱中的构件	0.5
其他	0.5

第 8 章 散货船

第 2 节 船底骨架

新增 8.2.1.3 如下:

8.2.1.3 对于船长 150m 及以上的散货船,实肋板厚度由直接计算确定,但最小厚度应不小于下式计算所得之值:

$$t_{\min} = \max(0.6\sqrt{L} + 3, 12) \quad \text{mm}$$

式中: L——船长, m, 计算时取值不大于 300m。

新增 8.2.1.4 如下:

8.2.1.4 对于船长 150m 及以上的散货船,水密实肋板厚度除满足 8.2.1.3 的要求外,尚应符合第 2 章第 13 节对深舱的规定。

第 10 章 拖船

第 1 节 一般规定

10.1.3.1 中的“……支承结构图。”改为“……支承结构图及其强度计算书。”。

第 11 章 近海供应船

第 1 节 一般规定

删除 11.1.4。

第 2 节 货物围护和其他设施

11.2.3 修改如下:

11.2.3 舷窗、方窗和天窗

11.2.3.1 舷窗、方窗和天窗应满足本篇第 1 章第 12 节的相关要求。

11.2.3.2 仅允许在下列位置设置方窗,其余位置均应设置舷窗:

(1) 干舷甲板上第 2 层及其以上各层:

- ①在甲板室和上层建筑的后端壁上；
- ②在非外板部分的甲板室和上层建筑的两侧。
- (2) 干舷甲板上第 3 层及其以上各层：
 - ①在甲板室和上层建筑的前端壁上,但在露天甲板上第 1 层前端壁上只可设置舷窗。

11.2.3.3 应在下列位置设置永久附装的窗盖:

- (1) 舷窗:
 - ①在舷侧外板上；
 - ②在上层建筑和甲板室的前端壁上；
 - ③在干舷甲板以上直至第 3 层(包括第 3 层)甲板室和上层建筑的两侧；
 - ④在干舷甲板上第 1 层和第 2 层的上层建筑,甲板室、围壁和升降口围罩的后端壁上。

(2) 方窗:

- ①在干舷甲板上第 2 和第 3 层的甲板室和上层建筑的两侧；
- ②在干舷甲板上第 2 层的上层建筑、甲板室、围壁和升降口围罩的后端壁上。

11.2.3.4 在干舷甲板上第 2 层及其以上各层的方窗,如设有进行关窗的安全通道,则可以铰链式风暴盖以替代窗盖。

11.2.3.5 驾驶室前端壁的方窗应设置窗盖或风暴盖。应为风暴盖的使用提供方便和安全的通道设施(例如:带栏杆的通道)。窗盖或风暴盖也可以是活动式的,只要它们存放在方窗的邻近可以快速装上。至少有两个窗盖或风暴盖具有可提供清晰视域的手段。

11.2.3.6 舷窗的窗盖和本节 11.2.3.4 及 11.2.3.5 未提及的方窗的窗口盖应是内铰链式的。

11.2.3.7 方窗的钢化安全玻璃厚度应不低于表 11.2.3.7 (1) 和表 11.2.3.7 (2) 的要求,比表列更大尺寸的方窗是不可接受的。

设于前端壁和侧壁上的方窗钢化安全玻璃的厚度 表 11.2.3.7 (1)

方窗公称尺寸 mm×mm	钢化安全玻璃的厚度,mm			
	第 2 层	第 3 层	第 4 层	第 5 层
300×425	12	12	10	10
355×500	15	15	12	10
400×560	19	15	12	10
450×630	19	19	15	12
500×710	—	19	15	12
560×800	—	—	19	15
900×630	—	—	—	15
1000×710	—	—	—	19

设于后端壁上的方窗钢化安全玻璃的厚度 表 11.2.3.7 (2)

方窗公称尺寸 mm×mm	钢化安全玻璃的厚度,mm		
	第 2 层	第 3 层	第 4 层及其以上各层
300×425	10	10	10

355×500	10	10	10
400×560	12	12	10
450×630	15	12	10
500×710	15	15	10
560×800	—	15	10
900×630	—	19	12
1000×710	—	—	12

11.2.3.8 如装有天窗,则天窗的结构应牢固,天窗的围板高度,当其位于开敞的干舷甲板、后升高甲板和首垂线起 $L/4$ 以前的开敞上层建筑甲板上时,应为 600mm,当其位于距首垂线 $L/4$ 以后的开敞上层建筑甲板时,应为 450mm。天窗的玻璃厚度应与相同位置的舷窗或方窗玻璃厚度相同。天窗应装有坚固的风暴盖。

11.2.4.3 中“其面积应较本篇 1.7.4 规定的最小面积作适当的增加”改为“其面积应较本篇 1.12.6.2 的要求作适当的增加”。

第 14 章 挖泥船

第 2 节 总纵强度

14.2.1.3 中的“14.11.1”改为“14.1.1.1”。



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 3 篇 轮机

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

简要说明

本篇主要依据国际船级社协会的统一要求、《芬兰-瑞典冰级规则》新要求、CCS 的科研成果及用户反馈意见等进行修改，主要内容如下：

- 1、明确对于所有船舶，应禁止新装含有石棉的材料；
- 2、按 IACS 要求补充了塑料管表面播焰性试验程序的可选标准。
- 3、修改了锅炉压力表安装要求；
- 4、修改了热油加热器重油温度监测项目；
- 5、明确柴油机曲轴疲劳强度校核（IACS）和曲轴直径校核（CCS）两种方法的应用范围；
- 6、明确了螺旋桨油压无键安装推入量计算应按照 IACS 统一要求执行；
- 7、补充深水锚机工作负载和航行试验的要求；
- 8、纳入 2010 年《芬兰-瑞典冰级规则》（FSICR）的规定，替换冰区加强附加标志有关螺旋桨和轴系的所有要求。

目 录

第 1 章 通 则.....	3
第 2 节 一般规定.....	3
第 2 章 泵与管系.....	3
第 6 节 泵、阀与附件.....	3
附录 1 船用塑料管的生产与应用.....	3
第 6 章 锅炉与压力容器.....	4
第 3 节 锅炉附件.....	4
第 5 节 热油加热器.....	4
附录 2 卧式烟管锅炉强度计算.....	4
第 9 章 柴油机.....	5
第 2 节 材料.....	1
附录 3 柴油机曲轴强度评定.....	5
附录 8 曲轴箱油雾探测及报警装置型式试验程序.....	5
第 11 章 轴系及螺旋桨.....	6
第 4 节 螺旋桨.....	6
第 13 章 操舵装置与锚机装置.....	7
第 1 节 操舵装置.....	7
第 2 节 锚 机 装 置.....	7
第 14 章 航行冰区的加强.....	9
第 1 节 一般规定.....	9
第 2 节 推进机械.....	9
第 3 节 起动装置与冷却水系统.....	23

第 1 章 通 则

第 2 节 一般规定

新增1.2.8.2如下:

“1.2.8.2 对于所有船舶,应禁止新装含有石棉的材料。”

第 2 章 泵与管系

第 6 节 泵、阀与附件

在2.6.2.1最后增加如下内容:

“对于除此之外的新型结构的阀或非标准阀,应提交详细的图纸资料。”

在2.6.2.2最后增加如下内容:

“阀应由钢、铸铁、铜、铜合金或其他适于其用途的材料制成。”

在2.6.2.6最后增加如下内容:

“单向阀的阀壳上应有永久性流向标志。”

附录 1 船用塑料管的生产与应用

新增1.4.2(3)如下:

(3) 表面播焰性亦可按ASTM D635或等效的国家标准中给出的试验程序确定。

第 6 章 锅炉与压力容器

第 3 节 锅炉附件

6.3.8.1、6.3.8.2 分别修改为：

6.3.8.1 每台锅炉应在容易看见的位置至少安装 1 只压力表。

6.3.8.2 压力表的连接管上应装有校验压力表的接头(包括阀或旋塞)。

第 5 节 热油加热器

表 6.5.5.1 中有关重燃油温度或粘度的监测项目修改如下：

监测项目	机旁			备注
	显示	报警	自动停止	
燃油温度或粘度①	x	低和高		仅适用于重油

附录 2 卧式烟管锅炉强度计算

图 6.2 (5) 中的 “ $K_h \geq \frac{125F}{\pi d}$ ” 修改为 “ $K_h \geq \frac{1.25F}{\pi d}$ ”。

6.4 中的公式 “ $\delta_h \geq \frac{125F}{2L_h}$ ”、“ $L_h \geq \frac{250F}{d}$ ” 分别修改为 “ $\delta_h \geq \frac{1.25F}{2L_h}$ ”、“ $L_h \geq \frac{2.50F}{d}$ ”。

第9章 柴油机

第2节 材 料

删除 9.2.2.2 和 9.2.3.2。

原条文 9.2.2.3、9.2.3.3、9.2.3.4、9.2.3.5、9.2.3.6 分别改为 9.2.2.2、9.2.3.2、9.2.3.3、9.2.3.4、9.2.3.5。

附录3 柴油机曲轴强度评定

1.2 修改为：

1.2 计算要求

1.2.1 本附录中 2、3 分别提供了曲轴疲劳强度校核(IACS)、曲轴直径校核两种计算方法。

1.2.2 钢质材料的曲轴应按本附录中 2 的规定进行曲轴疲劳强度校核。

1.2.3 球墨铸铁材料和超出附录中 2 适用范围的曲轴可按本附录中 3 的规定进行曲轴直径校核。

2.3.1(1)中的公式“ $\sigma_{BN} = \pm \frac{M_{BN}}{W_{eq}} K_e \times 10^{-3}$ MPa”修改为“ $\sigma_{BN} = \pm \frac{M_{BN}}{W_{eq}} K_e \times 10^3$ MPa”

图 2.4.1 (1) 表格第 2 行中的字母“B”、“C”分别替换为“C”、“B”。

附录8 曲轴箱油雾探测及报警装置型式试验程序

8.1.1.2 中的“ $1m^3$ ”修改为“1 升”

第 11 章 轴系及螺旋桨

第 4 节 螺旋桨

删除 11.4.5.1 中“11.4.5.2 或”。

删除 11.4.5.2

删除 11.4.5.3 中“其他符号同 11.4.5.2。”

在 11.4.5.3 最后增加：

式中： K ——螺旋桨轴端锥度， $K \leq 1/15$ ；

N_e ——传递到螺旋桨轴的额定功率，kW；

n_e ——传递 N_e 时的转速，r/min；

A ——螺旋桨毂与螺旋桨轴的理论接触面积， mm^2 ；

$$K_2 = \frac{d_2}{d_1}；$$

d_1 ——套合接触长度范围内轴的平均直径，mm；

d_2 ——桨毂的平均外径，mm；

$$\mu_1 = 0.30；$$

μ_2 ——螺旋桨材料的泊松比，对铜质一般可取 $\mu_2 = 0.34$ ；

$$E_1 = 20.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2；$$

E_1 ——螺旋桨轴材料弹性模数，

E_2 ——螺旋桨材料弹性模数，对铜质一般可取 $E_2 = 11.77 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ；

t ——螺旋桨套合时的温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

$$a_1 = 11 \times 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}；$$

a_2 ——螺旋桨材料的线膨胀系数，对铜质一般可取 $a_2 = 18 \times 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ ；

R_{eH} ——螺旋桨材料的屈服点， N/mm^2 。

第 13 章 操舵装置与锚机装置

第 1 节 操舵装置

13.1.9.1 修改为：

“13.1.9.1 操舵装置的报警和监测要求，应按表 13.1.9.1 的规定，并应符合第 7 篇第 2 章第 4 节的相应规定。若在驾驶室对舵令和响应之间的临界偏差设置视觉和听觉报警，则可作为表 13.1.9.1 中第 5 至 7 项的替代措施。对临界偏差的监测应包括舵向（与设定舵角值对应的实际舵位置）、延时（在允许的时间限值内舵应到达设定位置）和精度（最终的舵位置对应设定值应在设计偏移容差内）三项参数。

报警和监测要求

表 13.1.9.1

序号	项 目	报警和监测	设置位置	附 注
1	操舵装置动力设备	电源故障	驾驶室	—
2	舵机电路及电动机	断相及过载	驾驶室和 机舱主控制站	—
3	舵机电动机	运行显示		
4	操舵装置控制系统	电源故障	驾驶室	—
5		闭环系统回路故障 (短路、断相和接地)		
6		数据通信故障		
7		计算机硬件和软件故障		
8	操舵装置液压油柜	液位低	驾驶室和机器处所	每一油柜均应进行监测
9	舵角位置	舵角显示	驾驶室和舵机舱	见 13.1.8.3
10	自动舵装置	故障	驾驶室	—
11		运行显示		
12	液压油	温度高	驾驶室	当装有油冷却器时
13	液压油滤器	压差高	驾驶室	当安装滤油器时
14	操舵装置（动力或控制）液压系统	液压阻塞	驾驶室	见 13.1.9.5

”

第 2 节 锚 机 装 置

13.2.5.2 (1) 修改为：

“(1) 在满足本节 13.2.6.3 规定的平均速度时，起锚机应有连续工作 30min 的能力，其工作负载为：

① 设计抛锚深度小于或等于 82.5m 时

A1 级有档链 $37.5 d^2$, N

A2 级有档链 $42.5 d^2$, N

A3 级有档链 $47.5 d^2$, N

② 设计抛锚深度大于 82.5m 时

A1 级有档链 $37.5 d^2 + (D-82.5) \times 0.27d^2$, N

A2 级有档链 $42.5 d^2 + (D-82.5) \times 0.27d^2$, N

A3 级有档链 $47.5 d^2 + (D-82.5) \times 0.27 d^2$, N

式中: d ——锚链直径, mm;

D ——抛锚深度, m。”

13.2.5.6 中的“止链器应能承受相当于锚链试验的拉力载荷”改为“止链器应能承受相当于锚链破断载荷 80%的静拉力”。

13.2.6.3 修改为:

“13.2.6.3 航行试验

(1)在航行试验时,起锚机应有能力以平均速度不小于 9m/min,将一只锚从水深 82.5m 处拉起至深度 27.5m 处。对在许可航行试验海域内的水深不能达到上述要求时,则在航行试验时,应选择许可航行试验海域内水深最深的海域进行试验。

(2)当设计抛锚深度大于 82.5m 时,起锚机还应有能力以平均速度不小于 3m/min,将一只锚从设计抛锚深度处拉至 82.5m 处。抛锚试验的水深达不到设计抛锚深度时,可考虑接受等效的模拟试验。”

第 14 章 航行冰区的加强

第 1 节 一般规定

14.1.1.2 中的“水箱”改为“水箱和水舱”。

14.1.1.3 中的“2002 年《芬兰—瑞典冰级规则》及其修正案中的有关规定”改为“2010 年《芬兰—瑞典冰级规则》的有关规定”。

表 14.1.2.3 (1) 中的“1.06”改为“1.60”。

删除 14.1.3 和 14.1.4。

原有的第 2 节和第 3 节合并，用以下第 2 节内容替换：

第 2 节 推进机械

14.2.1 一般要求

14.2.1.1 本规定适用于包括可调螺距或固定螺距的螺旋桨和导管螺旋桨在内的推进机械。

14.2.1.2 下述给定载荷为船舶在整个营运寿命内正常操作工况下的预期冰载荷，包括改变定距桨转向而产生的载荷。但这些载荷不涉及设计范围之外的操作工况，例如一个停止旋转的螺旋桨被拖过冰层的工况。

14.2.1.3 给定载荷仅用于部件强度计算，该载荷为包括螺旋桨和冰相互作用过程中的冰诱导载荷和水动力载荷在内的总载荷。

14.2.1.4 仅就螺旋桨和冰相互作用产生的载荷，本规定也适用于主推进装置的可转向推进器和定向推进器。但载荷模型不包含冰从侧向(径向)进入已转向的推进器的螺旋桨而产生的螺旋桨和冰相互作用载荷，也不包含冰块冲击牵引式螺旋桨桨毂引起的载荷工况。应对冰冲击推进器本体产生的冰载荷进行估算。

14.2.1.5 如船舶处于压载状态时螺旋桨未完全浸没，则冰级 IB 和 IC 的推进系统应按冰级 IA 设计。

14.2.2 参数符号和载荷定义

14.2.2.1 本规定采用的主要参数符号、名称及其单位如下：

c —— 叶片截面弦长，m；

$c_{0.7}$ —— 0.7R 处的叶片截面弦长，m；

D —— 螺旋桨直径，m；

d —— 螺旋桨桨毂外径，m；

D_{limit} —— 螺旋桨直径的边界值，m；

EAR —— 盘面比；

F_b —— 船舶营运寿命期内叶片最大向后受力，kN；

F_{ex} —— 塑性弯曲致使叶片损失而引起的极限载荷，简称叶片失效载荷，kN；

F_f —— 船舶营运寿命期内叶片最大向前受力，kN；

F_{ice} —— 冰载荷，kN；

$(F_{ice})_{max}$ —— 船舶营运寿命期内最大冰载荷, kN;
 h_0 —— 自冬季水线量起的螺旋桨中心线的深度, m;
 H_{ice} —— 进入螺旋桨的最大设计冰块厚度, m;
 I —— 计及发动机侧所有部件的等效转动惯量, kgm^2 ;
 I_t —— 整个推进系统的等效转动惯量, kgm^2 ;
 k —— Weibull 分布的形状参数;
 $LIWL$ —— 最低冰带水线, m;
 m —— 对数 S-N 曲线的斜率;
 M_{BL} —— 叶片弯矩, kNm;
 n —— 螺旋桨转速, r/s;
 n_n —— 以最大持续运转功率无冰块自由运转时的螺旋桨标定转速, r/s;
 N_{class} —— 对应于各冰级的螺旋桨每转一圈的参考冲击数;
 N_{ice} —— 船舶营运寿命期内螺旋桨叶片受到的冰载荷总次数;
 N_R —— 等效疲劳应力下的载荷参考次数(10^8 循环次);
 N_Q —— 每个冲击循环过程中的螺旋桨转数;
 $P_{0.7}$ —— 螺旋桨 0.7R 处的螺距, m;
 $P_{0.7n}$ —— 最大持续功率无冰块自由运转时螺旋桨 0.7R 处的螺距, m;
 $P_{0.7b}$ —— 系柱工况最大持续功率运转时螺旋桨 0.7R 处的螺距, m;
 Q —— 扭矩, kNm;
 Q_{emax} —— 发动机最大扭矩, kNm;
 Q_{max} —— 螺旋桨与冰相互作用在螺旋桨上产生的最大扭矩, kNm;
 Q_{motor} —— 电动机最大扭矩, kNm;
 Q_n —— 最大持续功率无冰块自由运转时的标定扭矩, kNm;
 Q_r —— 作用于螺旋桨轴系上的最大响应扭矩, kNm;
 Q_{smax} —— 船舶营运寿命期内的最大转叶扭矩, kNm;
 R —— 螺旋桨半径, m;
 r —— 叶片截面半径, m;
 T —— 螺旋桨推力, kN;
 T_b —— 船舶营运寿命期内最大向后螺旋桨冰块推力, kN;
 T_f —— 船舶营运寿命期内最大向前螺旋桨冰块推力, kN;
 T_n —— 最大额定功率自由运转时的螺旋桨推力, kN;
 T_r —— 作用于轴系上的最大响应推力, kN;
 t —— 叶片截面最大厚度, m;
 Z —— 桨叶数;
 α_i —— 以旋转角度计的螺旋桨叶片与冰载荷相互作用的持续时间, °;
 γ_ϵ —— 疲劳折减系数 (散布和试样尺寸影响);
 γ_v —— 疲劳折减系数 (不同幅值载荷影响);
 γ_m —— 疲劳折减系数 (平均应力作用);
 ρ —— 疲劳折减系数, 将最大应力幅值与 10^8 应力循环次的等效疲劳应力相关联;
 $\sigma_{0.2}$ —— 叶片材料的屈服强度, MPa;
 σ_{exp} —— 海水中应力循环次数达到 10^8 后即失效所对应的叶片材料平均疲劳强度, MPa;
 σ_{fat} —— 10^8 应力循环次数的冰载荷等效疲劳应力幅值, MPa;

σ_{fl} —— 叶片材料的典型疲劳强度, MPa;

σ_{ref} —— 参考应力 $\sigma_{ref} = 0.6 \cdot \sigma_{0.2} + 0.4 \cdot \sigma_u$, MPa;

σ_{ref2} —— 参考应力, $\sigma_{ref2} = 0.7 \cdot \sigma_u$ 或 $\sigma_{ref2} = 0.6 \cdot \sigma_{0.2} + 0.4 \cdot \sigma_u$, 取较小者, MPa;

σ_{st} —— 由 F_b 或 F_f 引起的最大应力, MPa;

σ_u —— 叶片材料的抗拉强度, MPa;

$(\sigma_{ice})_{bmax}$ —— 最大向后螺旋桨冰载荷引起的主应力, MPa;

$(\sigma_{ice})_{fmax}$ —— 最大向前螺旋桨冰载荷引起的主应力, MPa;

$(\sigma_{ice})_{max}$ —— 最大冰载荷应力幅值, MPa;

14.2.2.2 本规定所用载荷的定义和使用说明见表 14.2.2.2:

载荷定义和使用说明

表 14.2.2.2

载荷	定义	设计过程中的载荷使用说明
F_b	由螺旋桨和冰相互作用, 包括作用于叶片的水动力载荷, 引起的螺旋桨叶片最大寿命期内的向后受力。力的方向为垂直于 0.7R 弦线。见图 14.2.2.2, 导边上的冰块作用力以小箭头表示。	设计值用于螺旋桨叶片强度计算。
F_f	由螺旋桨和冰相互作用, 包括作用于叶片的水动力载荷, 引起的螺旋桨叶片最大寿命期内的向前受力。力的方向为垂直于 0.7R 弦线。	设计值用于螺旋桨叶片强度计算。
Q_{max}	由螺旋桨和冰相互作用, 包括作用于叶片的水动力载荷, 引起的螺旋桨叶片最大寿命期内的转叶扭矩。	在进行螺旋桨强度设计时, 计及转叶扭矩, 因为螺旋桨载荷对于叶片的作用形式为在导边或尖梢区域上分布的压力。
T_b	由螺旋桨和冰相互作用引起的对螺旋桨(所有叶片)寿命期内的最大推力。推力方向为螺旋桨桨轴方向, 且与水动推力方向相反。	用于估算响应推力 T_r 。 T_b 可用作轴系纵向振动计算的激励估值。但本规定对轴系纵向振动计算不作要求。
T_f	由于螺旋桨和冰相互作用引起的对螺旋桨(所有叶片)寿命期内最大推力。推力方向为螺旋桨桨轴方向, 且与水动推力方向相同。	用于估算响应推力 T_r 。 T_f 可用作轴系纵向振动计算的激励估值。但本规则对轴系纵向振动计算不作要求。
Q_{max}	由螺旋桨和冰相互作用, 包括作用于叶片的水动力载荷, 引起的螺旋桨叶片最大冰块扭矩。	用于估算推力轴系上的响应扭矩 (Q_r) 和用作扭振计算的激励值。
F_{ex}	塑性弯曲导致叶片损失的极限叶片载荷。该力可导致叶片完全失效, 即在根部区域产生了塑性弯曲(plastic hinge)。该力作用于 0.8R 处。转叶力臂为 0.8R 处的导边或随边至桨叶自转轴距离的 2/3, 取较大者。	叶片失效载荷用于确定叶片螺栓、螺距控制机构、螺旋桨轴、桨轴轴承和推力轴承的尺寸。目的是保证整个螺旋桨的叶片失效不会导致其他部件的损坏。
Q_r	螺旋桨轴系上的最大响应扭矩, 计及轴系对于冰块激励(扭转振动)的动态响应和螺旋桨受到的平均水动力扭矩。	用于螺旋桨轴系各部件的设计扭矩。
T_r	轴系上的最大响应推力, 计及轴系对于冰块激励(纵向振动)的动态响应和螺旋桨受到的平均水动推力。	用于螺旋桨轴系各部件的设计推力。

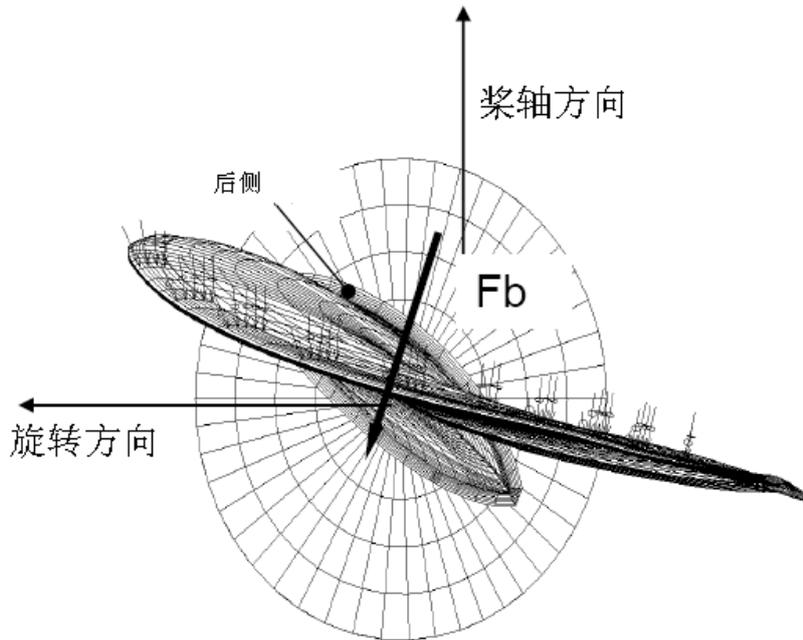


图 14.2.2.2 叶片向后受力方向示意图

14.2.3 设计冰况

14.2.3.1 在估算不同冰级的螺旋桨冰载荷时考虑了不同的操作类型，如表 14.2.3.1 所示。

各冰级操作类型 表 14.2.3.1

冰级	船舶操作
B1*级	在冰区航道和层冰中操作，船舶可破冰前行 (船舶前进不需要破冰船的辅助)
B1 级、B2 级、B3 级	在冰区航道中操作 (必要时应有破冰船的辅助)

14.2.3.2 为估算设计冰载荷，应先确定最大冰块尺寸。进入螺旋桨的最大冰块为一长方体，设计尺寸为 $H_{ice} \times 2H_{ice} \times 3H_{ice}$ ，其设计厚度(H_{ice})如表 14.2.3.2 所示。

设计冰厚 表 14.2.3.2

冰级	B1*级	B1 级	B2 级	B3 级
进入螺旋桨的最大冰块的设计厚度(H_{ice})	1.75 m	1.5 m	1.2 m	1.0 m

14.2.4 材料

14.2.4.1 暴露于海水的材料

暴露于海水的材料，如螺旋桨桨叶、桨毂和推进器本体，其延伸率应不小于 15%，试件长度为试件直径的 5 倍。

应对青铜和奥氏体不锈钢以外的材料进行夏比 V 型缺口冲击试验。在 -10°C 时，3 次试验得出的冲击功平均值应不小于 20J。

14.2.4.2 暴露于海水温度下的材料

暴露于海水温度下的材料应为韧性材料。在 -10°C 时，3 次试验得出的冲击功平均值应不小于 20J。该要求适用于叶片螺栓、调距机构、轴螺栓、吊舱体支柱连接螺栓等，但不适用于表面硬化处理过的部件，如轴承和轮齿。

14.2.5 设计载荷

14.2.5.1 螺旋桨叶片设计载荷

F_b 为船舶寿命期内螺旋桨正转撞击冰块时桨叶受到的最大向后弯曲力。 F_f 为船舶寿命期内螺旋桨正转撞击冰块时桨叶受到的最大向前弯曲力。这些力源自于螺旋桨和冰相互作用的不同现象，并非同时作用，因此应将它们分别施加于某一叶片。

(1) 螺旋桨叶片最大向后受力 F_b

当 $D \leq D_{limit}$ 时，

$$F_b = 27(nD)^{0.7} \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} D^2 \quad \text{kN}$$

当 $D > D_{limit}$ 时，

$$F_b = 23(nD)^{0.7} \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} DH_{ice}^{1.4} \quad \text{kN}$$

式中： $D_{limit} = 0.85 H_{ice}^{1.4}$ ，m；

n ——对于调距桨， n 为最大持续功率无冰块自由运转时的标定转速；对于定距桨， n 为最大持续功率无冰块自由运转时的标定转速的 85%。

(2) 螺旋桨叶片最大向前受力 F_f

当 $D \leq D_{limit}$ 时，

$$F_f = 250 \frac{EAR}{Z} D^2 \quad \text{kN}$$

当 $D > D_{limit}$ 时，

$$F_f = 500 \frac{EAR}{Z} D \left(\frac{1}{1 - \frac{d}{D}} \right) H_{ice} \quad \text{kN}$$

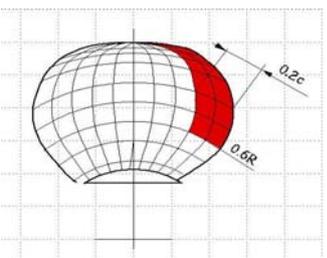
式中： $D_{limit} = \left(\frac{2}{1 - \frac{d}{D}} \right) H_{ice}$ ，m。

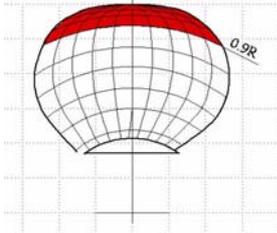
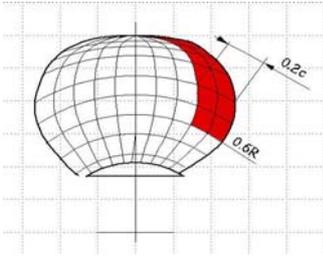
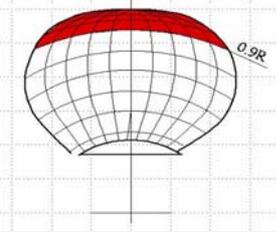
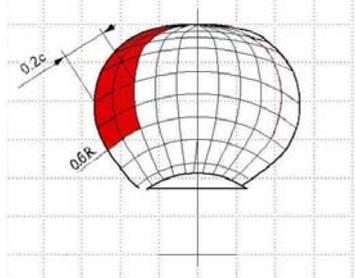
(3) 螺旋桨叶片受力区域

调距桨和定距桨应考虑表 14.2.5.1 (3) 所示的载荷工况 1 至 4。定距桨还应考虑载荷工况 5，以便反映螺旋桨反转时的叶片冰载荷。

螺旋桨载荷工况

表 14.2.5.1 (3)

载荷工况	力	受力区域	从船尾观察顺时针旋转的螺旋桨叶片
载荷工况 1	F_b	在叶片吸力面上，对从 0.6R 到叶梢并从导边延伸 0.2 倍弦长的区域，均匀施加的压力。	

载荷工况 2	$50\%F_b$	在叶片吸力面上, 对 $0.9R$ 以外的螺旋桨的叶梢区域, 均匀施加的压力。	
载荷工况 3	F_f	在叶片压力面上, 对从 $0.6R$ 到叶梢并从导边延伸 0.2 倍弦长的区域, 均匀施加的压力。	
载荷工况 4	$50\%F_f$	在叶片压力面上, 对 $0.9R$ 以外的螺旋桨的叶梢区域, 均匀施加的压力。	
载荷工况 5	$60\%F_f$ 或 F_b , 取较大者	在叶片压力面上, 对从 $0.6R$ 到叶梢并从随边延伸到 0.2 倍弦长的区域, 均匀施加的压力。	

(4) 导管螺旋桨叶片最大向后受力 F_b
当 $D \leq D_{limit}$ 时,

$$F_b = 9.5(nD)^{0.7} \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} D^2 \quad \text{kN}$$

当 $D > D_{limit}$ 时,

$$F_b = 66(nD)^{0.7} \left(\frac{EAR}{Z} \right)^{0.3} D^{0.6} H_{ice}^{1.4} \quad \text{kN}$$

式中: $D_{limit} = 4 H_{ice}$, m;

n —— 对于调距桨, n 为最大持续功率无冰块自由运转时的标定转速; 对于定距桨, n 为最大持续功率无冰块自由运转时的标定转速的 85%。

(5) 导管螺旋桨叶片最大向前受力 F_f

当 $D \leq D_{limit}$ 时,

$$F_f = 250 \frac{EAR}{Z} D^2 \quad \text{kN}$$

当 $D > D_{limit}$ 时,

$$F_f = 500 \frac{EAR}{Z} D \left(\frac{1}{1 - \frac{d}{D}} \right) H_{ice} \quad \text{kN}$$

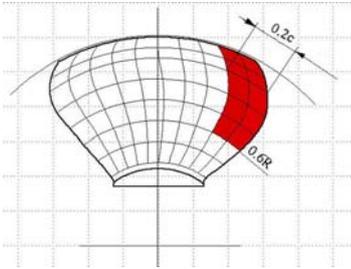
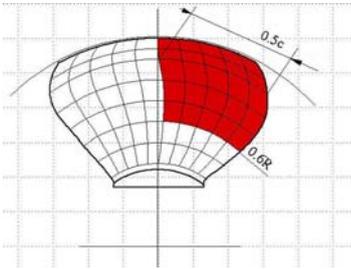
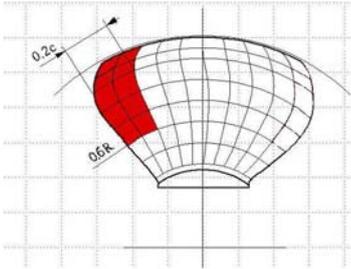
式中: $D_{limit} = \left(\frac{2}{1 - \frac{d}{D}} \right) H_{ice}$, m。

(6) 导管螺旋桨叶片受力区域

所有螺旋桨应考虑表 14.2.5.1 (6) 所示的载荷工况 1 和 3。另外, 定距桨还应考虑载荷工况 5, 以便反映螺旋桨反转时的叶片冰载荷。

导管螺旋桨载荷工况

表 14.2.5.1 (6)

载荷工况	力	受力区域	从船尾观察顺时针旋转的螺旋桨叶片
载荷工况 1	F_b	在叶片吸力面上, 对从 $0.6R$ 到叶梢并从导边延伸 0.2 倍弦长的区域, 均匀施加的压力。	
载荷工况 3	F_f	在叶片压力面上, 对从 $0.6R$ 到叶梢并从导边延伸 0.5 倍弦长的区域, 均匀施加的压力。	
载荷工况 5	$60\% F_f$ 或 F_b , 取较大者	在叶片压力面上, 对从 $0.6R$ 到叶梢并从随边延伸到 0.2 倍弦长的区域, 均匀施加的压力。	

(7) 螺旋桨和导管螺旋桨的最大转叶扭矩

对于表 14.2.5.1 (3) 和表 14.2.5.1 (6) 中的叶片最大向后受力 F_b 和最大向前受力 F_f , 应计算绕叶片轴作用的转叶扭矩。如果按上述方法获得的值小于下式计算的值, 则应选用该计算值。

$$Q_{smax} = 0.25 F C_{0.7} \quad \text{kNm}$$

式中: F ——取 F_b 和 F_f 中绝对值较大者。

(8) 叶片载荷的分布

图 14.2.5.2 (8) 给出的 Weibull 分布 (下式表示 F_{ice} 超越 $(F_{ice})_{max}$ 的概率) 用于叶片的

疲劳设计。

$$P\left(\frac{F_{ice}}{(F_{ice})_{max}} \geq \frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right) = e^{-\left(\left(\frac{F}{(F_{ice})_{max}}\right)^k \ln(N_{ice})\right)}$$

式中： k ——图谱的形状参数，对于螺旋桨，取 $k=0.75$ ，对于导管螺旋桨，取 $k=1.0$ ；

N_{ice} ——为图谱中的载荷循环次数；

F_{ice} ——为叶片冰载荷的随机变量， $0 \leq F_{ice} \leq (F_{ice})_{max}$ 。

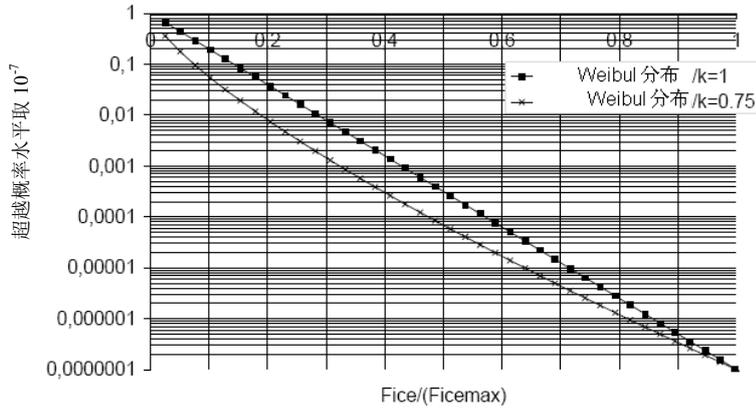


图 14.2.5.1 (8) 用于疲劳设计的 Weibull 分布(超越概率)

(9) 冰载荷循环次数

应按下式确定载荷图谱中每个桨叶的载荷循环次数：

$$N_{ice} = k_1 k_2 k_3 k_4 N_{class} n$$

式中： N_{class} ——对应于各冰级的螺旋桨每转一圈的参考冲击数，按表 14.2.5.1 (9) 选取；

k_1 ——螺旋桨位置系数，位于中心线上的螺旋桨取 1，位于两翼的螺旋桨取 1.35；

k_2 ——螺旋桨类型系数，对于无导管的螺旋桨取 1，对于导管螺旋桨取 1.1；

k_3 ——推进器类型系数，对于定向推进器取 1，对于可转向推进器取 1.2；

k_4 ——浸没系数，由下式确定：

当 $f < 0$ 时， $k_4 = 0.8 - f$ ；

当 $0 \leq f \leq 1$ 时， $k_4 = 0.8 - 0.4f$ ；

当 $1 < f \leq 2.5$ 时， $k_4 = 0.6 - 0.2f$ ；

当 $f > 2.5$ 时， $k_4 = 0.1$ ；

式中： $f = \frac{h_0 - H_{ice}}{D/2} - 1$

对应于各冰级的螺旋桨每转一圈的参考冲击数 表 14.2.5.1 (9)

冰级	B1*级	B1 级	B2 级	B3 级
参考冲击数	9×10^6	6×10^6	3.4×10^6	2.1×10^6

对于承受螺旋桨所有叶片与冰相互作用产生的载荷的部件，上述载荷循环次数(N_{ice})还应乘以桨叶数(Z)。

14.2.5.2 螺旋桨和导管螺旋桨的轴向设计载荷

(1) 螺旋桨和导管螺旋桨受到的最大冰块推力 T_f 和 T_b 最大向前和向后冰块推力分别为：

$$T_f = 1.1F_f \quad \text{kN}$$

$$T_b = 1.1F_b \quad \text{kN}$$

(2) 作用于驱动螺旋桨和导管螺旋桨的推进轴上的设计推力

应按下列式计算作用于螺旋桨推进轴上的设计推力。在向前方向的载荷和向后方向的载荷中取较大者同时作为两个方向的设计载荷。系数 2.2 和 1.5 考虑了轴系纵向振动引起的动态放大率。

向前推力：

$$T_r = T + 2.2 T_f \quad \text{kN}$$

向后推力：

$$T_r = 1.5 T_b \quad \text{kN}$$

如水动系柱推力 T 未知，则 T 应按表 14.2.5.2 (2) 选取。

T 值 表 14.2.5.2 (2)

螺旋桨类型	T
调距桨	$1.25T_n$
可调螺距导管螺旋桨	$1.1 T_n$
涡轮机或电机驱动的定距桨	T_n
柴油机驱动的定距桨	$0.85 T_n$
柴油机驱动的固定螺距导管螺旋桨	$0.75 T_n$

注： T_n 为敞水工况最大持续功率无冰块自由运转时螺旋桨的标定推力。

14.2.5.3 设计扭转载荷

(1) 作用于螺旋桨的设计冰块扭矩 Q_{max}

当 $D \leq D_{limit}$ 时，

$$Q_{max} = 10.9 \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} (nD)^{0.17} D^3 \quad \text{kNm}$$

当 $D > D_{limit}$ 时，

$$Q_{max} = 20.7 \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} (nD)^{0.17} D^{1.9} H_{ice}^{1.1} \quad \text{kNm}$$

式中： $D_{limit} = 1.8 H_{ice}$ ；

n ——系柱试验工况下的螺旋桨转速，r/s；如未知，则 n 按表 14.2.5.3 (1) 选取：

n 值 表 14.2.5.3 (1)

螺旋桨类型	n
调距桨	n_n
涡轮机或电机驱动的定距桨	n_n
柴油机驱动的定距桨	$0.85n_n$

注： n_n 为敞水工况最大持续功率无冰块自由运转时的标定转速。

对于调距桨，螺距 $P_{0.7}$ 应与系柱工况下的最大持续运转功率相对应，即取 $P_{0.7b}$ ；如未知， $P_{0.7}$ 应取 $0.7 \cdot P_{0.7n}$ ，其中 $P_{0.7n}$ 为最大持续功率无冰块自由运转时的螺旋桨螺距。

(2) 作用于导管螺旋桨的设计冰块扭矩 Q_{max}

当 $D \leq D_{limit}$ 时,

$$Q_{max} = 7.7 \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} (nD)^{0.17} D^3 \quad \text{kNm}$$

当 $D > D_{limit}$ 时,

$$Q_{max} = 14.6 \left(1 - \frac{d}{D}\right) \left(\frac{P_{0.7}}{D}\right)^{0.16} (nD)^{0.17} D^{1.9} H_{ice}^{1.1} \quad \text{kNm}$$

式中: $D_{limit} = 1.8 H_{ice}$;

n ——系柱工况下的螺旋桨转速, r/s; 如未知, 则 n 按表 14.2.5.3 (1) 选取;

对于调距桨, $P_{0.7}$ 应与系柱工况下的最大持续运转功率相对应, 即取 $P_{0.7b}$; 如未知, $P_{0.7}$ 应取 $0.7 \cdot P_{0.7n}$, 其中 $P_{0.7n}$ 为最大持续功率无冰块自由运转时的螺旋桨螺距。

(3) 螺旋桨和导管螺旋桨的冰块扭矩激励

轴系瞬态扭振分析中的螺旋桨冰块扭矩激励应定义为作用于叶片上的一系列半正弦波形冲击, 见图 14.2.5.3 (3) (本图适用于 4 叶螺旋桨)。

单个叶片冰块冲击产生的扭矩对应于螺旋桨旋转角度的函数如下:

当 $\varphi = 0 \dots \alpha_i$ 时,

$$Q(\varphi) = C_q Q_{max} \sin[\varphi(180/\alpha_i)] \quad \text{kNm}$$

当 $\varphi = \alpha_i \dots 360$ 时,

$$Q(\varphi) = 0 \quad \text{kNm}$$

式中: 参数 C_q 和 α_i 由表 14.2.5.3 (3) 给出。

C_q 、 α_i 值

表 14.2.5.3 (3)

扭矩激励	螺旋桨与冰块相互作用	C_q	α_i
工况 1	单个冰块	0.75	90
工况 2	单个冰块	1.0	135
工况 3	两个冰块 (相位差为 $360^\circ / Z$)	0.5	45

通过将单个叶片扭矩相加并计及 $360^\circ/Z$ 的相位变化, 可得出总的冰块扭矩。另外, 在撞击过程开始和结束时, 对 270° 的转角应使用线性斜坡函数。

每个撞击过程中的螺旋桨转数可根据下式求得:

$$N_Q = 2H_{ice}$$

叶片次激励的冲击数为:

$$ZN_Q$$

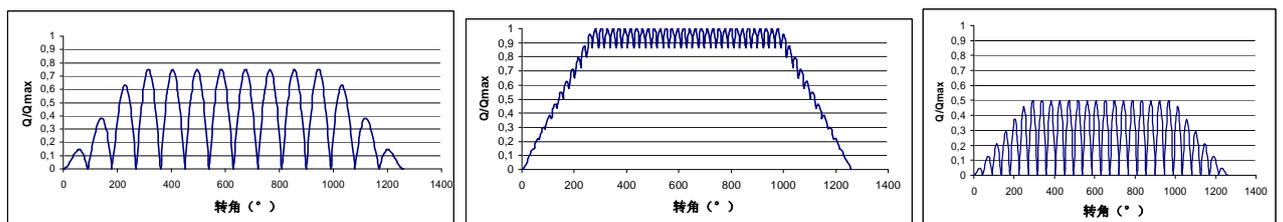


图 14.2.5.3 (3) 90° 、 135° 单冰块冲击过程和 45° 双冰块冲击过程的螺旋桨冰块扭矩激励

(4) 螺旋桨推进轴上的设计扭矩

如果在 $0.8n_{min}$ (n_{min} 为最低稳定转速) 至 $1.2n_e$ (n_e 为最大持续转速) 的转速范围内无 1 节叶片次扭转共振, 则可根据下式估算最大扭矩:

$$Q_r = Q_{e\max} + Q_{\max} \frac{I}{I_t} \quad \text{kNm}$$

式中所有的扭矩和转动惯量应换算到与被校核部件转速下的当量值。

如最大扭矩 $Q_{e\max}$ 未知, 则按表 14.2.5.3 (4) 取值:

螺旋桨类型	$Q_{e\max}$
电机驱动的螺旋桨	Q_{motor}
非电机驱动的调距桨	Q_n
涡轮机驱动的定距桨	Q_n
柴油机驱动的定距桨	$0.75Q_n$

注: Q_{motor} 为电机最大扭矩。

如果在 $0.8n_{min}$ (n_{min} 为最低稳定转速) 至 $1.2n_e$ (n_e 为额定转速) 的转速范围内出现 1 节叶片次扭转共振, 则应通过推进轴系的扭振分析来获得轴部件的设计扭矩(Q_r)。

14.2.5.4 叶片失效载荷

应按下列式计算叶片根部塑性弯曲引起叶片失效的极限载荷。该极限载荷作用在 $0.8R$ 处叶片最弱的一边。在计算极限转叶扭矩时, 转叶力臂为 $0.8R$ 处的导边或随边至桨叶自转轴距离的 $2/3$, 取较大者。

$$F_{ex} = \frac{0.3ct^2\sigma_{ref}}{0.8D - 2r} \times 10^3 \quad \text{kN}$$

式中: $\sigma_{ref} = 0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u$;

c 、 t 和 r 分别为叶根圆角以外叶片最弱柱型截面的弦长、厚度和半径。

14.2.6 设计

14.2.6.1 设计原则

推进轴系的强度应按金字塔强度原则设计。这意味着桨叶的损失将不会引起其他螺旋桨轴系部件的重大损伤。

14.2.6.2 螺旋桨叶片

(1) 叶片应力计算

应按 14.2.5.1 给出的设计载荷计算叶片应力。对所有的螺旋桨均应使用有限元分析法进行应力分析。可使用下列简化公式对所有螺旋桨根部区域($r/R < 0.5$)的叶片应力进行估算。即使有限元分析表明根部区域应力可能更大, 根部区域的尺寸仍可接受。

$$\sigma_{st} = A_1 \frac{M_{BL}}{100 \times ct^2} \quad \text{MPa}$$

式中: 常量 A_1 为实际应力和梁理论公式得出的应力的比值, 如无实际值, 则 A_1 应取为 1.6。

对于相对半径 $r/R < 0.5$, $M_{BL} = (0.75 - r/R)RF$, 其中 F 取 F_b 或 F_f 中的较大值。

(2) 接受衡准

叶片计算应力应满足下列衡准条件:

$$\frac{\sigma_{ref2}}{\sigma_{st}} \geq 1.5$$

式中： σ_{st} ——设计载荷的计算应力。如计算应力时采用了有限元分析，则应使用 von Mises 等效应力；

σ_{ref2} ——参考应力，取 $0.7\sigma_u$ 和 $(0.6\sigma_{0.2} + 0.4\sigma_u)$ 中的较小值。

(3) 螺旋桨叶片的疲劳设计

螺旋桨叶片的疲劳设计基于船舶营运寿命期内的估算载荷分布和叶片材料的 S-N 曲线。应计算与预期载荷分布产生相同疲劳损伤的等效应力，并应满足本节规定的疲劳接受衡准。等效应力循环次数规定为 1×10^8 。

如满足下述衡准，则无需按本章进行疲劳计算：

$$\sigma_{exp} \geq B_1 \cdot \sigma_{ref2}^{B_2} \cdot \log(N_{ice})^{B_3}$$

其中，螺旋桨和导管螺旋桨的系数 B_1 、 B_2 和 B_3 见表 14.2.6.2(3)。

系数	螺旋桨	导管螺旋桨
B_1	0.00270	0.00184
B_2	1.007	1.007
B_3	2.101	2.470

有两种类型的 SN 曲线供等效应力计算用。双斜率 S-N 曲线(斜率为 4.5 和 10)，见图 14.2.6.2(3)-1；单斜率 S-N 曲线(可选择斜率)，见图 14.2.6.2(3)-2。

可按叶片的材料特性选择 S-N 曲线的类型。如 S-N 曲线未知，则应使用双斜率曲线。

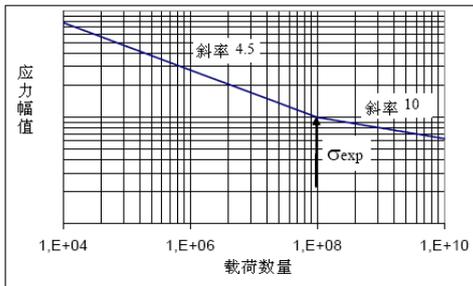


图 14.2.6.2(3)-1 双斜率 S-N 曲线

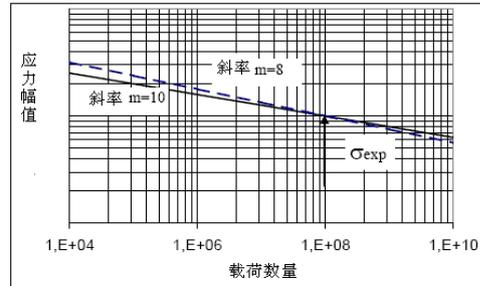


图 14.2.6.2(3)-2 单斜率 S-N 曲线

① 等效疲劳应力

与载荷分布产生相同疲劳损伤的循环次数为 10^8 的等效疲劳应力为：

$$\sigma_{fat} = \rho \cdot (\sigma_{ice})_{max} \quad \text{MPa}$$

式中： $(\sigma_{ice})_{max}$ ——为所研究位置的叶片向前和向后的设计载荷产生的主应力幅值的平均值，由下式确定：

$$(\sigma_{ice})_{max} = 0.5 \cdot ((\sigma_{ice})_{fmax} - (\sigma_{ice})_{bmax}) \quad \text{MPa}$$

其中， $(\sigma_{ice})_{fmax}$ 为向前载荷产生的主应力， $(\sigma_{ice})_{bmax}$ 为向后载荷产生的主应力。

计算 $(\sigma_{ice})_{max}$ 时，以工况 1 和工况 3(或工况 2 和工况 4)为一组进行 $(\sigma_{ice})_{fmax}$ 和 $(\sigma_{ice})_{bmax}$

的计算。疲劳分析不包括工况 5。

② 双斜率 S-N 曲线参数 ρ 的计算

根据回归公式，参数 ρ 将最大冰载荷和冰载荷的分布联系在一起。

$$\rho = C_1 \cdot (\sigma_{ice})_{\max}^{C_2} \cdot \sigma_{fl}^{C_3} \cdot \log(N_{ice})^{C_4}$$

式中： $\sigma_{fl} = \gamma_\varepsilon \cdot \gamma_v \cdot \gamma_m \cdot \sigma_{\exp}$

其中， γ_ε 为散布和试样尺寸影响的折减系数， γ_v 为交变载荷的折减系数， γ_m 为平均应力的折减系数，如无实际值，则折减系数应取 $\gamma_\varepsilon = 0.67$ 、 $\gamma_v = 0.75$ 和 $\gamma_m = 0.75$ ； σ_{\exp} 为海水中应力循环次数达到 10^8 后即失效所对应的叶片材料平均疲劳强度。

系数 C_1 、 C_2 、 C_3 和 C_4 按表 14.2.6.2(3)②取值。

C_1 、 C_2 、 C_3 和 C_4 值 表 14.2.6.2(3)②

系数	螺旋桨	导管螺旋桨
C_1	0.000711	0.000509
C_2	0.0645	0.0533
C_3	-0.0565	-0.0459
C_4	2.22	2.584

③ 单斜率 S-N 曲线参数 ρ 的计算

对于如图 14.2.6.2(3)-2 所示的单斜率 S-N 曲线材料，系数 ρ 应按下列式计算：

$$\rho = \left(G \frac{N_{ice}}{N_R} \right)^{1/m} (\ln(N_{ice}))^{-1/k}$$

式中： k ——Weibull 分布的形状参数，对于导管螺旋桨， $k=1.0$ ，对于螺旋桨， $k=0.75$ ；

N_R ——载荷循环参考次数，取 10^8 ；

G ——按表 14.2.6.2(3)③取值；对于不同的 m/k 比值，可使用线性内插法计算 G 值。

对应不同 m/k 比值的参数 G 值 表 14.2.6.2(3)③

m/k	G	m/k	G	m/k	G
3	6	5.5	287.9	8	40320
3.5	11.6	6	720	8.5	119292
4	24	6.5	1871	9	362880
4.5	52.3	7	5040	9.5	1.133E6
5	120	7.5	14034	10	3.623E6

(4) 疲劳接受衡准

叶片所有位置受到的等效疲劳应力应满足下述接受衡准：

$$\frac{\sigma_{fl}}{\sigma_{fat}} \geq 1.5$$

式中： σ_{fl} ——叶片材料的典型疲劳强度，计算同 14.2.6.2(3)②，MPa；

σ_{fat} —— 10^8 应力循环次数的冰载荷等效疲劳应力幅值, MPa。

14.2.6.3 螺旋桨桨毂和调距机构

叶片螺栓、调距机构、螺旋桨桨毂和桨轴连接件应设计成能承受 14.2.5 所述的最大载荷和疲劳设计载荷。抗屈服安全系数应大于 1.3, 抗疲劳安全系数应大于 1.5。另外, 对于 14.2.5.4 定义的塑性弯曲导致螺旋桨叶片损失的桨叶失效载荷, 抗屈服安全系数应大于 1.0。

14.2.6.4 推进轴系

轴和轴系部件, 例如推力轴承和尾管轴承、联轴节、法兰和轴封, 应设计成能承受 14.2.5 所述的螺旋桨与冰块相互作用产生的载荷。安全系数应至少为 1.3。

(1) 轴和轴系部件

按 14.2.5.4 定义的假定叶片完全失效得出的极限载荷不应导致轴和轴系部件产生屈服。载荷应包括轴向、弯曲和扭转载荷。对于弯曲和扭转应力, 最小抗屈服安全系数应为 1.0。

14.2.6.5 可转向主推进器

除上述要求外, 与常规螺旋桨相比, 还应对可转向主推进器的载荷工况给予更加特别的考虑。对载荷工况的估算应反映船舶和推进器的操作实情。应考虑冰块对牵引式螺旋桨桨毂冲击引起的载荷。同样还应考虑推进器与水流方向成斜角运行时所引起的载荷。转舵机构、整套装置的附件和推进器本体应设计成即使某一叶片损失也不致损坏。叶片损坏(如塑性弯曲)应考虑作用在导致被研究部件受到最大应力的位置上。如叶梢(top-down blade orientation)处载荷使推进器本体受到最大的弯曲应力。

可转向推进器的设计还应考虑到推进器本体和冰块相互作用引起的载荷。推进器本体应能承受船舶处于典型冰区操作航速时最大冰块(见 14.2.3 设计冰况)冲击推进器本体产生的载荷。另外, 设计时还应考虑到冰层沿船体滑动并挤压推进器本体的情况。冰层厚度应取进入螺旋桨的最大冰块厚度, 见 14.2.3 设计冰况中的定义。

14.2.6.6 振动

推进系统应设计成在 $0.8n_{min}$ (n_{min} 为最低稳定转速) 至 $1.2n_e$ (n_e 为额定转速) 转速范围内 1 节叶片次振动频率上, 整个动态系统都不受扭转、轴向和弯曲共振的有害影响。如不能满足该条件, 则应进行详细的振动响应载荷的影响分析, 以确保部件达到可接受的强度。

14.2.7 替代设计

14.2.7.1 范围

作为 14.2.5 和 14.2.6 的替代, 可进行使主管机关满意的综合设计研究。该研究应基于 14.2.3 给出的不同冰级的冰况, 同时应包括疲劳和最大载荷设计计算, 并满足 14.2.6.1 所述的金字塔强度原则。

14.2.7.2 载荷

螺旋桨叶片和推进系统受到的载荷应基于可接受的水动力和冰载荷的估算。

14.2.7.3 设计准则

分析应能表明除螺旋桨桨叶以外传递随机(偶然)力的所有部件不会承受超出部件材料屈服应力的应力水平, 同时还留有合理的安全裕量。

累积疲劳损伤计算应能得出一个合理的安全系数。应适当考虑材料特性、应力集中因素(stress raisers)和疲劳强化。

应进行振动分析, 以表明整个动态系统不会受到螺旋桨和冰块相互作用导致的扭转共振的有害影响。

第 3 节 起动装置与冷却水系统

原有第 4 节改为第 3 节，内容不变，条款编号作相应修改。



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 4 篇 电气装置

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

简要编写说明

本篇主要修改内容如下：

- (1) 根据国际海事组织 MSC. 282(86) 决议的规定，禁止新装电气设备使用石棉材料。
- (2) 纳入国际船级社协会对探火和失火报警系统供电电源的统一解释
- (3) 根据用户反馈进行的其他修改。

目 录

第1章 通 则.....	4
第3节 设计、制造与安装.....	4
第2章 船上电气装置.....	4
第9节 船舶与乘员安全系统.....	4
第19节 散货船附加要求.....	4
第3章 电气设备的制造与试验.....	5
第4节 控制设备.....	5
附录1 电力系统的短路计算.....	5

第 1 章 通则

第 3 节 设计、制造与安装

新增 1.3.1.5 (5) 如下:

“(5) 禁止新装设备使用石棉。”

第 1.3.6.2 条的脚注修改为:“参见 IMO 通过的 A.1021 (26) 决议《警报和指示器规则》”。

第 2 章 船上电气装置

第 9 节 船舶与乘员安全系统

新增 2.9.6.2 至 2.9.6.7 如下:

“2.9.6.2 探火和失火报警系统的电源应不少于两套,其中一套应为应急电源。该系统应由专用的独立馈电线供电,这些馈电线应接至位于或邻近于该系统控制板上的自动转换开关。

2.9.6.3 自动转换开关的操作或电源的单一故障不应导致探火与失火报警系统性能降低。

2.9.6.4 如果电源瞬间丧失会导致探火与失火报警系统的性能降低,则应设置有足够容量的储备能源以确保电源转换过程中系统能够持续运行。

2.9.6.5 电源至自动转换开关的连接应布置成单一故障不会导致所有供给自动转换开关的电源失效。

2.9.6.6 探火与失火报警系统的应急电源可以由应急配电板供给。当采用应急配电板供电时,馈电线应从应急配电板直接接至转换开关,而不通过任何其他分配电板。

2.9.6.7 探火与失火报警系统的应急电源也可以由蓄电池供给。当采用蓄电池供电时,其布置应满足下列要求:

(1) 蓄电池应具有足够的容量,按照本章 2.2.2 或 2.2.3 对应急电源要求的时间,对探火与失火报警系统供电;

(2) 充电装置应有足够的功率,以便恢复输入电源后,其在向探火和失火报警系统供电的同时,还能对蓄电池进行充电。

(3) 蓄电池应位于合适的位置以供紧急情况下使用。

(4) 馈电线应从蓄电池或蓄电池充放电板直接接至转换开关,而不通过任何其他分电箱。”

第 19 节 散货船附加要求

2.19.2.5 中“本节 2.19.2.1”修改为“本节 2.19.2.2 至 2.19.2.4”。

第 3 章 电气设备的制造与试验

第 4 节 控制设备

3.4.4.1 句尾新增如下:

“但对同型号同规格产品,可只要求对首台产品进行试验。”

附录 1 电力系统的短路计算

表 1.1.3.2 (2) 增加如下定义:

符号	名 称	单 位
I''_{Kd} 、 I'_{Kd}	同步发电机超瞬态、瞬态短路电流初始值(方均根值)	kA

1.2.5.2 (1) ①中“按本附录第 2 节、第 3 节和第 4 节的规定”修改为“按本附录 1.2.2、1.2.3 和 1.2.4 的规定”。



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 6 篇 消防

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

目 录

第 2 章 灭火系统.....	3
第 2 节 固定式气体灭火系统.....	3
第 3 章 防火安全措施.....	3
第 4 节 其他.....	3

第 2 章 灭火系统

第 2 节 固定式气体灭火系统

删除 2.2.3。

第 3 章 防火安全措施

第 4 节 其他

3.4.15.1 (2) 修改如下:

(2) 管子、附件、接头和阀件应满足 I 级管系的要求。乙炔气瓶与调压阀之间的高压管段应采用钢质材料构造。整个乙炔固定管路不允许使用铜或含铜量超过 65% 的铜合金。氧气固定管路应采用钢质或铜质材料构造。氧气和乙炔系统所有构件均应具有耐腐蚀性能, 固定管路中所有管子均应使用无缝管。



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 7 篇 自动控制与遥控

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

目 录

第 3 章 周期无人值班机器处所 AUT-0 附加标志的要求.....	3
第 9 节 消防与防止浸水.....	3
第 10 节 自动化监视项目.....	3
第 4 章 有人值班机器处所自动化附加标志的要求.....	4
第 2 节 MCC 附加标志的要求.....	4
第 3 节 BRC 附加标志的要求.....	5

第3章 周期无人值班机器处所 AUT-0 附加标志的要求

第9节 消防与防止浸水

3.9.2.5 中的“3.9.2.3”改为“3.9.2.4”。

第10节 自动化监视项目

表 3.10.1.1 中有关燃油温度或粘度的监测项目以及主、辅锅炉的火警探测项目修改如下：

AUT-0 附加标志船舶的自动化监视项目表

表 3.10.1.1

项 目	机舱集控站(室)		安全系统 动作类别	驾驶室控制 站报警方式	备 注
	显示	极限 报警			
1	2	3	4	5	6
1 主柴油机					
1.1 燃油系统					
燃油温度或粘度(喷油泵前)	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油
2 辅柴油机[△]					
燃油温度或粘度(喷油泵前)	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油
4 主燃气轮机					
燃油温度或粘度	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油
8 主锅炉					
至燃烧器的燃油温度或粘度	温度或 粘度	低和高 过低和 过高	— a	Y G _a	仅适用于重油； 温度过高或粘度过低停炉保护动作可用切断 加热器热源来替代
锅炉通风道及排气管(上升烟道)	—	火警	—	Y	
9 辅锅炉[△]					
至燃烧器的燃油温度或粘度	温度或 粘度	低和高 过低和 过高	— a	Y Y	仅适用于重油； 温度过高或粘度过低停炉保护动作可用切断 加热器热源来替代
锅炉通风道及排气管(上升烟道)	—	火警	—	Y	
18 热油加热器[△]					
(1) 燃油式					
燃油温度或粘度	—	低和高	—	Y	仅适用于重油
23 焚烧炉[△](仅对焚烧过程中无人值班时要求)					
燃油温度或粘度	—	低和高	—	Y	仅适用于重油

项 目	机舱集控站(室)		安全系统 动作类别	驾驶室控制 站报警方式	备 注
	显示	极限 报警			
1	2	3	4	5	6
24 推进发电机组柴油机[△]					
燃油温度或 粘度 (喷油泵前)	温度或 粘度	低 和 高	—	Y	仅适用于重油
25 推进发电机组燃气轮机[△]					
燃油温度或 粘度	温度或 粘度	低 和 高	—	Y	仅 适用于 重油

表 3.10.1.1 中 8 主锅炉“排烟温度”项目删除。

第 4 章 有人值班机器处所自动化附加标志的要求

第 2 节 MCC 附加标志的要求

表 4.2.6.1 中有关燃油温度或粘度的监测项目以及主、辅锅炉的火警探测项目修改如下：

MCC 附加标志船舶的自动化监视项目表

表 4.2.6.1

项 目	机舱集控站(室)		安全系统 动作类别	备 注
	显示	极限 报警		
1	2	3	4	5
1 主柴油机				
1.1 燃油系统				
燃油温度或 粘度 (喷油泵前)	温度或 粘度	低 和 高	—	仅适用于重油
2 辅柴油机[△]				
燃油温度或 粘度 (喷油泵前)	温度或 粘度	低 和 高	—	仅适用于重油
3 主燃气轮机				
燃油温度或 粘度	温度或 粘度	低 和 高	—	仅适用于重油
7 主锅炉				
至燃烧器的燃油温度或 粘度	温度或 粘度	低 和 高	—	仅适用于重油； 温度过高或粘度过低停炉保护动作可用切断加热器热源来替代
		过低 和 过高	a	
锅炉通风道及 排气管（上升烟道）	—	火警	—	
8 辅锅炉[△]				
至燃烧器的燃油温度或 粘度	—	低 和 高	—	仅适用于重油； 温度过高或粘度过低停炉保护动作可用切断加热器热源来替代
		过低 和 过高	a	
锅炉通风道及 排气管（上升烟道）	—	火警	—	
16 热油加热器[△]				

项 目	机舱集控站(室)		安全系统 动作类别	备 注
	显示	极限 报警		
1	2	3	4	5
(1) 燃油式				
燃油温度或粘度	—	低和高	—	仅适用于重油
20 推进发电机组柴油机[△]				
燃油温度或粘度(喷油泵前)	温度或粘度	低和高	—	仅适用于重油
21 推进发电机组燃气轮机[△]				
燃油温度或粘度	温度或粘度	低和高	—	仅适用于重油

表 4.2.6.1 中 7 主锅炉“排烟温度”项目删除。

第 3 节 BRC 附加标志的要求

表 4.3.4.1 中有关燃油温度或粘度的监测项目修改如下：

BRC 附加标志船舶的自动化监视项目表

表 4.3.4.1

项 目	就地控制站		安全系统 动作类别	驾驶室控制 站报警方式	备 注
	显示	极限 报警			
1	2	3	4	5	6
1 主柴油机					
1.1 燃油系统					
燃油温度或粘度(喷油泵前)	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油
2 主燃气轮机					
燃油温度或粘度	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油
9 推进发电机组柴油机					
燃油温度或粘度(喷油泵前)	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油
10 推进发电机组燃气轮机					
燃油温度或粘度	温度或 粘度	低和高	—	Y	仅适用于重油



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 8 篇 其他补充规定

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

目录

第 18 章 大件运输船补充规定.....	3
第 1 节 一般规定.....	3
第 2 节 舾装设备.....	3
第 3 节 完整稳性.....	3
第 4 节 超压载作业的特殊要求.....	4
第 5 节 超压载作业程序手册.....	5

新增第 18 章如下：

第 18 章 大件运输船补充规定

第 1 节 一般规定

18.1.1 适用范围

18.1.1.1 本章适用于具有较大的甲板面积，专门用于在甲板上装/卸并进行海上远程运输桥吊和重型设备等尺度/重量相对很大的成套大件和项目设备的运输船舶，简称大件运输船。

18.1.1.2 设计方应根据载运的货物对总纵强度、甲板及下方支撑结构的强度进行计算验证，并将计算资料提交 CCS 审批。

18.1.1.3 大件运输船除应符合本章、本规范其他篇章的适用规定及 CCS 《材料与焊接规范》的规定外，尚应注意到船旗国主管机关的有关规定。

18.1.1.4 符合本章要求的大件运输船，可授予附加标志：

Bridge Crane and Heavy Equipment Carrier

第 2 节 舾装设备

18.2.1 舾装数

18.2.1.1 大件运输船的舾装数应满足第2篇第3章3.2.1的要求，在舾装数计算时应计入设计可装载最多成套大件和项目设备的侧向迎风总面积。如不能提供成套大件和项目设备的侧向迎风总面积时，舾装数可按增加2档选取。

18.2.2 系固

18.2.2.1 大件运输船装运成套大件和项目设备的系固应满足CCS《货物系固手册编制指南》的要求，船舶运动载荷可接受通过使用公认的软件，按可能遭遇的最严重海况进行船舶耐波性分析和准静力分析方法求得。

第 3 节 完整稳性

18.3.1 完整稳性

18.3.1.1 大件运输船的完整稳性应满足船旗国主管机关对干货船的要求。

18.3.1.2 在计算成套大件和项目设备的受风面积时，不应考虑流线型折减，但侧向重叠面积可以扣除。

第 4 节 超压载作业的特殊要求

18.4.1 一般规定

18.4.1.1 大件运输船超压载作业系指：

(1) 船舶为了在港内装/卸成套大件和项目设备进行压载作业，使船舶吃水达到不超过作业吃水标志的作业状态，和

(2) 船舶在达到 (1) 压载状态下进行限定条件下的港内移船作业，如过桥等。

18.4.1.2 大件运输船在满足本节要求情况下，方允许实施超压载作业，超压载作业的实施必须按照根据本章第 5 节要求制定的超压载作业程序手册的规定进行。

18.4.1.3 大件运输船进行超压载作业时还应按下列规定限制气象/海况条件：

(1) 对 18.4.1.1 (1) 所述超压载作业，蒲氏风级不超过 5 级；

(2) 对 18.4.1.1 (2) 所述超压载作业，蒲氏风级不超过 4 级，基本无浪（有义波高不超过 0.3m）。

18.4.1.4 为确保超压载作业时船舶吃水及浮态符合要求，船上应配备吃水测量仪，并能在驾驶室显示船舶首、尾与中部的吃水。

18.4.2 作业吃水标志

18.4.2.1 船舶超压载到最大吃水时，其干舷甲板以下储备浮力与该吃水下的排水量之比应不小于 15%。

18.4.2.2 应在船舶两舷勘划超压载作业所允许的最大吃水水线标志，见第 5 节 18.5.2.5。最大超压载水线标志为长 450mm 和宽 25mm 的水平段。线段上缘与最大吃水水线相齐，并在该线段上方两端以高 115mm 和宽 75mm 的字母 EB 表示超压载作业吃水。

18.4.2.3 勘划大件运输船的超压载作业最大吃水水线标志前，应确认其满足了本节规定关于储备浮力、稳性、强度的要求，并在超压载作业程序手册中予以注明。

18.4.3 完整稳性和浮态

18.4.3.1 成套大件和项目设备装/卸船过程中的最大静倾角应不超过以下极限静倾角的小者：

(1) 当受到 0.22kPa (风速 18m/s) 均匀分布的横风作用时静倾角不应超过干舷甲板边缘入水的角度, 其风倾力矩的力臂从受风面积的形心量到吃水一半处, 计算时, 成套大件和项目设备的受风面积按 18.3.1.2;

(2) 12°。

18.4.3.2 船舶超压载工况的各压载操作步骤情况下经自由液面修正后的要素应满足:

(1) 当受到 0.22kPa (风速 18m/s) 均匀分布的横风作用时静倾角不应超过干舷甲板边缘入水的角度, 其风倾力矩的力臂从受风面积的形心量到吃水一半处, 计算时, 成套大件和项目设备的受风面积按 18.3.1.2;

(2) 初稳性高度 GM 应不小于 0.5m;

(3) 复原力臂 (GZ) 曲线的正稳性范围不小于 15° ;

(4) 最大值 GZ 值对应角之前 GZ 曲线下面积不小于 0.035m.rad。

18.4.4 结构强度

18.4.4.1 超压载工况下的船体总纵强度应满足第 2 篇第 2 章第 2 节总纵强度的要求., 其中, 船体梁波浪载荷由直接计算确定, 或取本规范第 2 篇第 2 章第 2 节 2.2.3 计算值的 40%。

18.4.4.2 应对超压载工况下船体结构的局部强度进行验证。

第 5 节 超压载作业程序手册

18.5.1 一般规定

18.5.1.1 超压载作业程序手册的目的为说明船舶满足超压载作业类型及作业吃水标志、稳性和强度的情况, 并提供船长实施超压载作业——加压载水和排放压载水而需遵照的操作程序和说明。

18.5.2 超压载作业程序手册应包括的内容

18.5.2.1 超压载作业前船舶的初始状态情况, 包括:

(1) 成套大件和项目设备装载情况, 包括数量、位置、重量和重心数据;

(2) 船上消耗品数量、位置、重量和重心数据;

(3) 压载水装载数量、位置、重量和重心数据;

18.5.2.2 以满载到港加压载水为例的压载操作的各步骤如下:

初始状态:

- (1) 成套大件和项目设备装载情况
- (2) 船上消耗品情况
- (3) 压载水装载

超压载操作各步骤:

- (1) 第 1 步 (Step1)
 将下列压载舱压满压载水:

- (2) 第 2 步 (Step2)
 将下列压载舱压满压载水:

- (3) 第 3 步 (Step3)
 将下列压载舱压满压载水:

18.5.2.3 对 18.5.1.1 所述每种作业, 给出 18.5.2.2 所规定各步骤的稳性和强度计算汇总, 如表 18.5.2 (1) 和 18.5.2 (2) 所示:

港口装卸成套大件和项目设备超压载操作各步骤稳性及强度计算汇总 表 18.5.2 (1)

Loading Condition ID 装载标识	exps0	exps1	exps2	exps3	.....
Ballast steps 步骤	Step 0	Step 1	Step 2	Step 3	.....
Displacement (t) 排水量					.....
MAX.BM (kN.m) 最大弯矩					.....
Location of MAX.BM 最大弯矩位置					.....
MAX.SF (kN) 最大剪力					.....
Location of MAX.SF 最大剪力位置					.....
Draft at LCF (m) 相当吃水					.....

Draft at AP (m) 尾吃水					.....
Draft at FP (m) 首吃水					.....
Mean draft (m) 平均吃水					.....
Trim (m) 纵倾					.....
VCG (m) 重心高度					.....
Corrected GM (m) 修正后的初稳性高度	(>0.5)	(>0.5)	(>0.5)	(>0.5)	(>0.5)
MAX.GZ (m) 最大复原力臂					
Heel at max. GZ (deg.) 最大复原力臂对应角					
Area under GZ curve up to heel at max.GZ (m.rad) 至最大复原力臂面积	(>0.002)	(>0.002)	(>0.002)	(>0.002)	(>0.002)
Reserve Buoyancy (%) 储备浮力	(>15)	(>15)	(>15)	(>15)	(>15)
Positive stability range (deg) 正稳性范围	(>10)	(>10)	(>10)	(>10)	(>10)

装载成套大件和项目设备移船超压载操作各步骤稳性及强度计算汇总 表 18.5.2 (2)

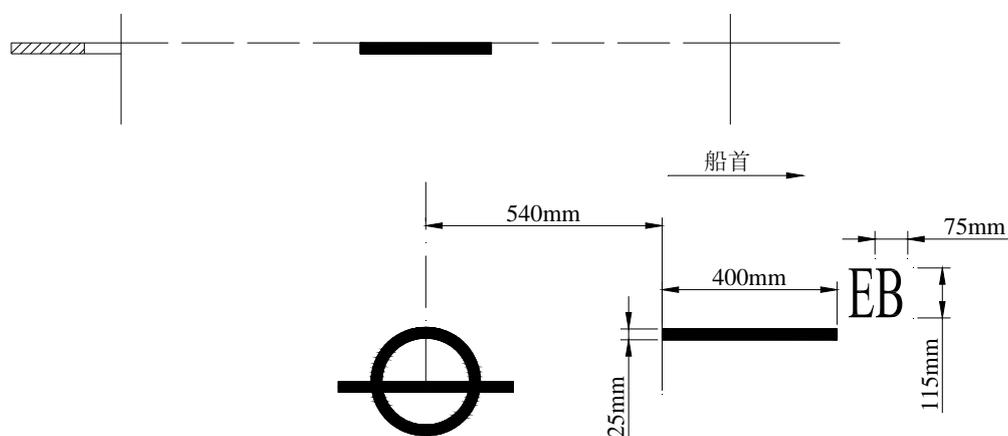
Loading Condition ID 装载标识	bdg0	bdg1	bdg2	bdg3	.....
Ballast steps 步骤	Step 0	Step 1	Step 2	Step 3	.....
Displacement (t) 排水量					.....
MAX.BM (kN.m) 最大弯矩					.....
Location of MAX.BM 最大弯矩位置					.....
MAX.SF (kN) 最大剪力					.....
Location of MAX.SF 最大剪力位置					.....
Draft at LCF (m) 相当吃水					.....
Draft at AP (m) 尾吃水					.....
Draft at FP (m) 首吃水					.....
Mean draft (m) 平均吃水					.....
Trim (m) 纵倾					.....
VCG (m) 重心高度					.....
Corrected GM (m) 修正后的初稳性高度	(>0.5)	(>0.5)	(>0.5)	(>0.5)	(>0.5)

MAX.GZ (m) 最大复原力臂					
Heel at max. GZ (deg.) 最大复原力臂对应角					
Area under GZ curve up to heel at max.GZ (m.rad) 至最大复原力臂面积	(>0.002)	(>0.002)	(>0.002)	(>0.002)	(>0.002)
Reserve Buoyancy (%) 储备浮力	(>15)	(>15)	(>15)	(>15)	(>15)
Positive stability range (deg) 正稳性范围	(>10)	(>10)	(>10)	(>10)	(>10)

18.5.2.4 压载舱舱容总结表，格式如下：

No	Compartment 舱名	Frame 前后肋骨号	Capacity 舱容	LCG 形心纵向位置	TCG 形心横向位置	VCG 形心垂向位置	F.S.I. 自由液面惯性矩
			(m ³)	(m)	(m)	(m)	(m ⁴)
1							
...							

18.5.2.5 最大吃水水线标志的勘划简图（右舷）。



图中“EB”表示“超压载”（Extra Ballast）。



中国船级社

钢质海船入级规范

2011 年修改通报

第 9 篇 双壳油船结构 (CSR)

(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010 年 12 月

简 要 说 明

本篇修改通报的内容主要基于以下文件编译完成：

- 1) 2009 年 11 月 IACS 的 “Rule Change Notice 1 (1 July 2008 consolidated edition)”，生效日期 2010 年 2 月 1 日。
- 2) 2010 年 4 月 IACS 的 “Rule Change Notice 2 (1 July 2008 consolidated edition)”，生效日期 2010 年 7 月 1 日。

目 录

第 2 节 规范原理.....	1
2 总体假定.....	1
3 设计依据.....	1
第 4 节 基本信息.....	1
1 定义.....	1
3 结构设计细节.....	1
第 6 节 材料与焊接.....	2
1 钢材等级.....	2
2 包括涂层在内的防腐保护.....	3
3 腐蚀增量.....	4
5 焊缝设计与尺寸.....	4
第 8 节 尺度要求.....	5
1 总纵强度.....	5
2 货油舱区域.....	5
3 第一货油舱之前的结构.....	8
4 机器处所.....	9
5 尾部.....	10
6 关于晃荡和冲击载荷的结构评估.....	10
第 9 节 设计验证.....	12
2 强度评估 (FEM).....	12
第 10 节 屈曲和极限强度.....	12
3 屈曲的规定要求.....	12
第 11 节 一般要求.....	14
1 船体开口和关闭措施.....	14
3 支撑结构和结构附体.....	14
附录 A 船体梁极限强度.....	16
2 船体梁极限能力计算.....	16
附录 B 结构强度评估.....	16
2 舱段结构强度分析.....	16
3 局部细化网格结构强度分析.....	16
4 疲劳分析的热点应力评估.....	17
附录 C 疲劳强度评估.....	17
1 名义应力方法.....	17
2 热点应力 (基于有限元) 方法.....	18

第 2 节 规范原理

2 总体假定

2.1.2.1 中的“船级社为船体结构和重要工程系统制定和颁布标准。船级社承担船舶设计、建造和营运期间的审核，当获得主管机关授权时，确保其符合入级要求和适用国际规则。”改为“船级社为船体结构和基本的工程系统制定和颁布标准。当获得主管机关授权时，船级社在船舶设计、建造和营运期间检验其是否符合入级要求和适用国际规则。”

2.1.3.1 (b)中的“船级社有责任对船舶设计图纸和相关文件作技术进行审核，验证是否符合适当的入级规范。”改为“船级社有责任对船舶设计图纸和相关文件作技术评估，验证是否符合适用的入级规范。”

3 设计依据

3.1.7.4 (a)中的“最低日均空气温度为-15℃；”改为“最低日均空气温度为-10℃；”

第 4 节 基本信息

1 定义

表 4.1.1 中的

表 4.1.1 术语定义	
甲板室	干舷或上层建筑甲板上不延伸到船舶两舷的结构。
上层建筑	干舷甲板上的舱面结构，延伸至少达船宽的 92%

改为：

表 4.1.1 术语定义	
甲板室	位于干舷甲板或以上的，除上层建筑以外的甲板上的舱室结构，
上层建筑	位于干舷甲板上的舱室结构，由一舷延伸至另一舷或其侧壁板距船壳板内侧不超过 0.04B。

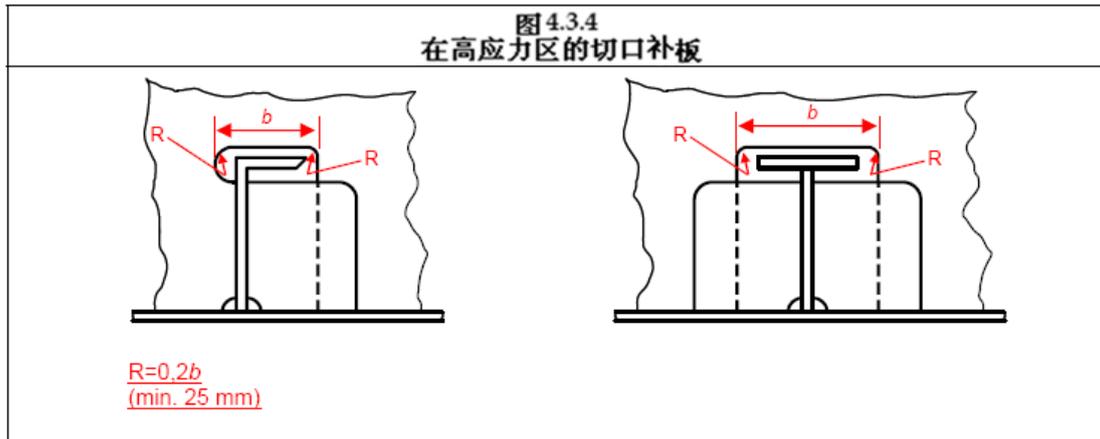
3 结构设计细节

增加 3.2.3.4 如下：

3.2.3.4 当臂长不等时，从带板到肘板趾端所量取的臂长应为：臂长之和大于 $2l_{bkt}$ ，每个臂长不小于 $0.8 l_{bkt}$ ，其中 l_{bkt} 如 3.2.3.4 定义。

图 4.3.4 修改如下：

图 4.3.4
在高应力区的切口补板



3.4.2.1 中的“切口应有圆角，圆角半径应尽实际可能大些，至少为切口宽度 20%或 25 mm，取大者，但不必大于 50mm。”改为“一般来说，切口应有圆角，圆角半径 R 应尽实际可能大些，至少为切口宽度 b 的 20%或 25 mm，取大者，但不必大于 50mm，见图 4.3.4。对于其他形式，基于等效的强度和最小应力集中进行考虑。”

3.2.5.1 中的 “ $t_{p-net} = c_1 \sqrt{\left(1000l - \frac{s}{2}\right) \frac{sPk}{1000}}$ ” 改为 “ $t_{p-net} = c_1 \sqrt{\left(1000l - \frac{s}{2}\right) \frac{sPk}{10^6}}$ ”。

3.2.5.1 中的 “ $c_1=1.0$ 对 AC2 的验收衡准” 改为 “ $c_1=1.1$ 对 AC2 的验收衡准”。

增加 3.4.3.5 bis1 如下：

3.4.3.5 bis1 当总载荷 W 是船底砰击或船首冲击载荷时，使用下列衡准来代替 3.4.3.3-3.4.3.5：

$$0.9W \leq \frac{(A_{l-net} \tau_{perm} + A_{w-net} \sigma_{perm})}{10} \quad \text{kN}$$

A_{l-net} ——连接处的有效剪切面积， cm^2 ，如 3.4.3.3 所定义。

A_{w-net} ——连接处主要支撑构件腹板加强有效净横截面积， cm^2 ，包括背衬肘板，如 3.4.3.3 所定义。

σ_{perm} ——对 AC3 的许用直接应力， N/mm^2 ，见表 4.3.1。

τ_{perm} ——对 AC3 的许用剪切应力， N/mm^2 ，见表 4.3.1。

第 6 节 材料与焊接

1 钢材等级

1.2.3.1 中的“预定长期营运于最低日平均气温低于 -15°C 的区域的船舶（即在冬季经常航行至北极或南极水域），其露天结构的材料将作特殊考虑。”改为“预定长期营运于最低日平均气温低于 -10°C 的区域的船舶（即在冬季经常航行至北极或南极水域），其露天结构的材料将作特殊考虑。”

表 6.1.3 修改如下：

表 6.1.3 构件的材料级别或等级		
构件类别	材料级别或等级	
		船中 0.4 L 以内	0.4 L 以外

次要构件 主要类别以外的纵舱壁列板 主要或特殊类别以外的露天甲板板 舷侧外板	I 级	A ⁽⁸⁾ /AH 级
主要构件 船底板（包括龙骨板） 强力甲板板（特殊类别者除外） ^{(10) (11)} 强力甲板以上连续纵向构件（不包括纵向舱口围板） ⁽¹¹⁾ 纵舱壁最上层列板 ⁽¹⁰⁾ 顶边舱垂直列板（舱口边纵桁）和顶边舱上端倾斜列板	II 级	A ⁽⁸⁾ /AH 级
特殊构件 强力甲板处的舷顶列板 ^{(1) (2) (3) (10) (11)} 强力甲板边板 ^{(1) (2) (3) (10) (11)} 纵舱壁处甲板板 ^{(2) (4) (10) (11)} 货舱口舷侧角隅处强力甲板板 ⁽¹¹⁾ 舳列板 ^{(2) (6)} 连续纵向舱口围板 ⁽¹¹⁾	III 级	II 级 （船中 0.6 L 以外为 I 级）
其他类别 尾框架、挂舵臂和尾轴架用（相连）板材 单层强力甲板船的强力甲板纵向强力构件 ⁽¹¹⁾ 以上类别未计入的强力构件 ⁽⁹⁾	- B/AH 级 A ⁽⁸⁾ /AH 级	II 级 - A ⁽⁸⁾ /AH 级
注 1. 船长 L 超过 250 m 的船舶，在船中 0.4L 范围内应不低于 E/EH 级。 2. 在船中 0.4L 范围内，凡要求材料为 III 级或 E/EH 级的单列板宽度应不小于 $800 + 5L$ mm，但不必大于 1800 mm。 3. 圆弧舷缘板（向舷内和垂直方向延伸 600 mm）的要求可视同为甲板边板和舷顶列板的要求。 4. 船宽 B 超过 70 m 的油船，中心线列板和左右舷纵舱壁处列板应为 III 级。 5. （空） 6. 船长 L 超过 250 m 的船，船中 0.6 L 以内应不低于 D/DH。 7. （空） 8. 厚度 40 mm 以上的板材应使用 B/AH 级。但是，船中 0.6 L 以外的机底座加厚板可为 A/AH 级。 9. 用作加强的材料级别及如溢油挡板和舳龙骨之类焊接附件所用材料的质量（亦即普通强度钢或高强度钢）应与该处船体外板相当。如弧形舷缘设有附件，将对所要求的钢材等级作特殊考虑，并顾及该处的结构布置和附件细节。 10. 船中 0.4 L 以内甲板板、舷顶列板和纵舱壁上部列板的材料级别也应适用于上层建筑结构中断处，不论其位置如何。 11. 单层强力甲板船船中 0.4L 之内不可低于 B/AH。		

2 包括涂层在内的防腐保护

2.1.2.2 中的“液舱内的永久性阳极不应为镁或镁合金阳极，但仅用于装压载水的液舱除外。外加电流保护系统由于产生能引起爆炸的氯和氢，不得用于液舱。”改为“液舱内的永久性阳极不应为镁或镁合金阳极，但不邻近货舱的仅用于装压载水的液舱除外。外加电流保护系统由于产生能引起爆炸的氯和氢，不得用于液货舱。”

3 腐蚀增量

3.3.4.3 中的“主要支撑构件要求的最小总厚度的计算方式为，将腐蚀增量的一半，即 $+0.5t_{corr}$ 加到第 8 节/2.1.6.1 要求的最小净厚度上。”改为“主要支撑构件要求的最小总厚度的计算方式为加全腐蚀增量，即 $+1.0 t_{corr}$ 加到第 8 节/2.1.6.1、3.1.4.1、4.1.5.1、5.1.4.1、6.3.7.5、6.4.5.4 和第 10 节/2.3 要求的最小净厚度上。”

5 焊缝设计与尺寸

5.4.1.3 中的“对于骨材穿过腹板和舱壁板开口处的补板和领板的搭接，不得小于补板厚度的三倍，但不必大于 50mm。接头应布置在便于焊接的位置，以利于得到良好的焊缝。”改为“对于骨材穿过腹板和舱壁板开口处的补板和领板的搭接，不得小于补板总厚度的三倍，但不必大于 50mm。接头应布置在便于焊接的位置，以利于得到良好的焊缝。”

5.7.4.1 中的“无论如何，焊缝尺寸应不小于按 5.7.1.2 计算所得值，所用最小焊接系数 f_l 在液舱为 0.48，其他部位为 0.38。”改为“无论如何，焊缝尺寸应不小于按 5.7.1.2 计算所得值，所用最小焊接系数 f_{weld} 在液舱为 0.48，其他部位为 0.38。”

表 6.5.4 修改如下：

主要支撑构件 面板总面积, cm^2		位置 ⁽¹⁾	焊接系数, f_{weld}			
大于	不大于		液舱内		干舱内	
			连至面板	连至板材	连至面板	连至板材
30.0	30.0	端部	0.20	0.26	0.20	0.20
	65.0	其余	0.12	0.20	0.12	0.15
65.0	95.0	端部	0.20	0.38	0.20	0.20
		其余	0.12	0.26	0.12	0.15
95.0	130.0	端部	0.42	0.59 ⁽³⁾	0.20	0.30
		其余	0.30 ⁽²⁾	0.42	0.15	0.20
130.0		端部	0.42	0.59 ⁽³⁾	0.30	0.42
		其余	0.30 ⁽²⁾	0.42	0.20	0.30
		端部	0.59 ⁽³⁾	0.59 ⁽³⁾	0.42	0.59 ⁽³⁾
		其余	0.42	0.42	0.30	0.42

注

- “端部”焊接系数适用于构件每端 0.2 倍总长范围内，但至少超出构件端肘板趾部。对垂直桁材腹板的上端可不必增加焊接长度，但在下端加大焊接系数的长度应至少延伸至总长的 0.3 倍。
- 液货舱的焊接系数取为 0.38。
- 如为满足剪切应力要求而局部增加腹板厚度，焊缝尺寸可基于增加区域以外的腹板总厚度，但不应小于基于增加总厚度的焊接系数 0.42。
- 高应力部位见 5.3.4、5.7.4 和 5.8。

第 8 节 尺度要求

1 总纵强度

1.1.2.2 (a)中的“首尖压载水舱装满。如设有上、下首尖舱，要求下首尖舱装满。上首尖舱可装满，部分装载或空舱；”

改为“首尖压载水舱装满。如设有上、下首尖压载水舱，要求下首尖舱装满。上首尖舱可装满，部分装载或空舱。

如设置上、下首尖舱，且其中仅一个指定为压载水舱，则另一个可以为空舱。”

1.4.2.5 注释增加：

“3. 计算总规范要求厚度应考虑剪力修正。

4. 对于货舱间的纵舱壁， $t_{ij-net50}$ 应根据情况取为 $t_{sfc-net50}$ 和 t_{str-k} ”

2 货油舱区域

表 8.2.1 修改如下：

表 8.2.1 货油舱区域板与局部支撑构件的最小净厚度			
构件位置			净厚度 (mm)
板	外壳	平板龙骨	$6.5+0.03L_2$
		船底板/舳列板/舷侧外板	$4.5+0.03L_2$
	上甲板		$4.5+0.02L_2$
	其他结构	船体内部液舱边界	$4.5+0.02L_2$
非密性舱壁、干舱间舱壁、其他普通板		$4.5+0.01L_2$	
局部支撑构件	密性边界上的局部支撑构件		$3.5+0.015L_2$
	其他结构上的局部支撑构件		$2.5+0.015L_2$
防倾肘板			$5.0+0.015L_2$
式中：			
L_2 规范船长 L ，如第 4 节/1.1.1.1 定义，但不必大于 300m			

2.5.7.6 中的“在单元槽条的槽形底端、顶端和槽形长度中点 ($l_{cg/2}$) 的净剖面模数 Z_{cg-net} 应取为表 8.2.7 中给出的所有适用设计载荷组合下计算所得结果的最大值，由下列给出。此要求不适用于无底凳的槽形舱壁，见 2.5.7.9。”改为“在单元槽条的槽形底端、顶端和槽形长度中点 ($l_{cg/2}$) 的净剖面模数 Z_{cg-net} 应取为表 8.2.7 中给出的所有适用设计载荷组合下计算所得结果的最大值，由下列给出。”

表 8.2.3 修改如下：

表 8.2.3 C_i 值			
舱壁	l_{cg} 底端	l_{cg} 中点	l_{cg} 顶端

横舱壁	C_1	C_{m1}	$0.8C_{m1}$
纵舱壁	C_3	C_{m3}	$0.65C_{m3}$

式中：

$$C_1 = a_1 + b_1 \sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}, \text{ 不小于 } 0.60$$

$$= a_1 - b_1 \sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}, \text{ 对于横舱壁无底凳的情况, 但取值不小于 } 0.55$$

$$a_1 = 0.95 - \frac{0.41}{R_{bt}}$$

$$= 0.6, \text{ 对于横舱壁无底凳的情况}$$

$$b_1 = -0.20 + \frac{0.078}{R_{bt}}$$

$$= 0.13, \text{ 对于横舱壁无底凳的情况}$$

$$C_{m1} = a_{m1} + b_{m1} \sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}, \text{ 不小于 } 0.55$$

$$= a_{m1} - b_{m1} \sqrt{\frac{A_{dt}}{b_{dk}}}, \text{ 对于横舱壁无底凳的情况, 但取值不小于 } 0.60$$

$$a_{m1} = 0.63 + \frac{0.25}{R_{bt}}$$

$$= 0.96, \text{ 对于横舱壁无底凳的情况}$$

$$b_{m1} = -0.25 - \frac{0.11}{R_{bt}}$$

$$= 0.34, \text{ 对于横舱壁无底凳的情况}$$

$$C_3 = a_3 + b_3 \sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}, \text{ 不小于 } 0.60$$

$$= a_3 - b_3 \sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}, \text{ 对于纵舱壁无底凳的情况, 但取值不小于 } 0.55$$

$$a_3 = 0.86 - \frac{0.35}{R_{bl}}$$

$$= 0.6, \text{ 对于纵舱壁无底凳的情况}$$

$$b_3 = -0.17 + \frac{0.10}{R_{bl}}$$

	$=0.13$, 对于纵舱壁无底凳的情况 $C_{m3} = a_{m3} + b_{m3} \sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}$, 不小于 0.55 $= a_{m3} - b_{m3} \sqrt{\frac{A_{dl}}{l_{dk}}}$ 对于纵舱壁无底凳的情况, 但取值不小于 0.60 $a_{m3} = 0.32 + \frac{0.24}{R_{bt}}$ $=0.9$, 对于纵舱壁无底凳的情况 $b_{m3} = -0.12 - \frac{0.10}{R_{bt}}$ $=0.19$, 对于纵舱壁无底凳的情况 $R_{bt} = \frac{A_{bt}}{b_{ib}} \left(1 + \frac{l_{ib}}{b_{ib}} \right) \left(1 + \frac{b_{av-t}}{h_{st}} \right)$, 对横舱壁 $R_{bl} = \frac{A_{bl}}{l_{ib}} \left(1 + \frac{l_{ib}}{b_{ib}} \right) \left(1 + \frac{b_{av-l}}{h_{sl}} \right)$, 对纵舱壁
A_{dt}	横舱壁顶凳型线包围的横截面面积, m^2 $=0$, 假如未设置顶凳
A_{dl}	纵舱壁顶凳型线包围的横截面面积, m^2 $=0$, 假如未设置顶凳
A_{bt}	横舱壁底凳型线包围的横截面面积, m^2 $=0$, 假如未设置底凳
A_{bl}	纵舱壁底凳型线包围的横截面面积, m^2 $=0$, 假如未设置底凳
b_{av-t}	横舱壁底凳平均宽度, m, 见图 8.2.3
b_{av-l}	纵舱壁底凳平均宽度, m, 见图 8.2.3
h_{st}	横舱壁底凳高度, m, 见图 8.2.3
h_{sl}	纵舱壁底凳高度, m, 见图 8.2.3
b_{ib}	底边舱之间或底边舱与底凳中心线之间, 在内底平面的货油舱宽度, m, 见图 8.2.3
b_{dk}	顶边舱之间或顶边舱与中心甲板箱之间, 当未设置顶凳时, 为槽形翼板间, 在甲板平面的货油舱宽度, m, 见图 8.2.3

l_{ib}	横向底凳之间在内底平面的货油舱长度, m, 见图 8.2.3
l_{dk}	横向顶凳之间, 当未设置顶凳时, 为槽形舱壁面板之间, 在甲板平面的长度, m, 见图 8.2.3

2.5.7.9 中的“对于型深小于 16m 的船舶, 见 4/1.1.4, 如符合下列要求时, 可以不设置顶凳:”改为“对于型深小于 16m 的船舶, 见 4/1.1.4, 如符合下列要求以及 2.5.7.6 的要求时, 可以不设置顶凳:”

2.5.7.9 (b)中的“(b) 内底与底边舱斜板

- 槽形处的内底与底边舱斜板的净厚度不小于相连的槽形舱壁的净厚度, 且至少有与相连槽形相同的材料屈服强度”

改为“(b)内底与底边舱斜板:

- 槽型舱壁处的内底和底边舱斜板至少有与相连槽形相同的材料屈服强度”

2.6.1.1 中的“下述要求与图 8.2.4 中所示的货油舱区主要支撑构件尺度的确定有关。”改为“图 8.2.4 中所示的货油舱区主要支撑构件尺度应符合 2.6.1.2 到 2.6.1.7 的要求。”

2.6.1.2 删除“不同于上述结构布置的主要支撑构件剖面模数与剪切面积衡准通过第 8 节/7 的计算方法获得。”

增加 2.6.1.8 如下:

2.6.1.8 横舱壁旁第一个主要支撑构件的尺度应符合第 8 节/7、2.6.1.3、2.6.1.4、2.6.1.5、2.6.1.6、2.6.4.3 和 2.6.4.4 的要求。在应用 2.6.4.3 和 2.6.4.4 时, 仅考虑设计上浪海水压力。

2.6.8.1 中的“ η_{ct} 利用因子, 取作

- =0.50 对于验收衡准组 AC1
- =0.65 对于验收衡准组 AC2”

改为“ η_{ct} 利用因子, 取作

- =0.65 对 AC1 的验收衡准
- =0.75 对 AC2 的验收衡准”

3 第一货油舱之前的结构

表 8.3.1 修改如下:

尺度位置		厚度 (mm)	
板材	外壳	平板龙骨	见 2.1.5.1
		船底外板/舳部板/舷侧外板	见 2.1.5.1
	上甲板	见 2.1.5.1	
	其他结构	船体内部液舱边界	见 2.1.5.1
		非水密舱壁, 干舱之间舱壁	见 2.1.5.1
		和其他普通板	见 2.1.5.1

	支柱舱壁	7.5
	强胸横梁	6.5
肋板与底部桁材		$5.5+0.02 L_2$
主要支撑结构的腹板板		$6.5+0.015 L_2$
局部支撑构件		见 2.1.5.1
防倾肘板		见 2.1.5.1
式中： L_2 规范船长，L，单位 m，定义见第 4 节/ 1.1.1.1，但不大于 300m		

删除 3.4.1.2。

3.4.3.2 中的“主要支撑构件的腹板高度不得小于无支撑弯曲跨距的 10%。”改为“在货舱和干舱内，主要支撑构件腹板高度分别不小于 10%和 7%的无支撑弯曲跨距，并且，若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。无支撑的弯曲跨距是 4/2.1.4 中定义的弯曲跨距或板架结构中与其他主要支撑构件连接处的距离。”

3.5.3.4 的最后增加“且若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。”

3.6.3.4 的最后增加“且若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。”

4 机器处所

表 8.4.1 修改如下：

尺度位置		净厚度 (mm)
板材	外壳	平板龙骨
		底部外板/舳部板/舷侧外板
	上甲板	见 2.1.5.1
	其他结构	船体内部液舱边界板
		非水密舱壁，干舱间的舱壁以及其他一般板
下层甲板和平台		
内底	$3.3+0.0067s$	
船底中纵桁		$6.5+0.02L_2$
肋板和船底旁纵桁		见 2.1.6.1
主要支撑构件的腹板		$5.5+0.02L_2$
局部支撑构件		$5.5+0.015 L_2$
防倾肘板		见 2.1.5.1
式中： L_2 规范船长 L，见第 4 节/1.1.1.1 定义，但不超过 300m s 扶强材间距，见第 4 节/2.2 定义，mm		

4.4.2.5 中的“4.4.2.5 主要支撑构件的腹板高度不得小于无支撑抗弯跨距的 10%。”改为“在货舱和干舱内，主要支撑构件腹板高度分别不小于 10%和 7%的无支撑弯曲跨距，并且，若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。无支撑的弯曲跨距是 4/2.1.4 中定义的弯曲跨

距或板架结构中与其他主要支撑构件连接处的距离。”

4.6.3.4 的最后增加“且若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。”

4.7.2.4 的最后增加“且若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。”

5 尾部

表 8.5.1 修改如下：

表 8.5.1 尾尖舱舱壁之后的结构的最小净厚度			
尺度位置			净厚度 (mm)
板材	外壳	平板龙骨	见 2.1.5.1
		底板/舳部板/舷侧外板	见 2.1.5.1
	上甲板		见 2.1.5.1
	其他结构	船体内部液舱边界	见 2.1.5.1
		非水密舱壁，干舱间舱壁和其他一般板	见 2.1.5.1
		支柱舱壁	7.5
底部纵桁和尾尖舱肋板			$5.5 + 0.02L_2$
主要支撑构件的腹板板			$6.5 + 0.015 L_2$
局部支撑构件			见 2.1.5.1
防倾肘板			见 2.1.5.1
式中：			
L_2 规范船长 L，见第 4 节/1.1.1.1 定义，但不超过 300m			

删除 5.4.1.2。

5.4.3.2 中的“主要支撑构件的腹板高度不得小于无支撑弯曲跨距的 10%。”改为“在货舱和干舱内，主要支撑构件腹板高度分别不小于 10%和 7%的无支撑弯曲跨距，并且，若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。无支撑的弯曲跨距是 4/2.1.4 中定义的弯曲跨距或板架结构中与其他主要支撑构件连接处的距离。”

5.5.3.4 的最后增加“且若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。”

5.6.3.4 的最后增加“且若腹板开孔未封闭，则腹板高度不小于 2.5 倍的开孔高度。”

6 关于晃荡和冲击载荷的结构评估

6.2.2.5 (c)中的“密性纵舱壁和制荡舱壁上的水平桁和垂直腹板；”改为“密性纵舱壁和制荡舱壁上的水平桁；”

6.2.3 中的“构成液舱边界的板的晃荡评估”改为“构成液舱边界和制荡舱壁的板的晃荡评估”

6.2.3.1 中的“承受晃荡压力的液舱边界板的净厚度 t_{net} 应不小于；”改为“承受晃荡压力的液舱边界和制荡舱壁板的净厚度 t_{net} 应不小于；”

6.2.4 中的“液舱边界板上的扶强材的晃荡评估”改为“液舱边界板和制荡舱壁上的扶强材的晃荡评估”

6.2.4.1 中的“承受晃荡压力的液舱边界板上的扶强材的净剖面模数 Z_{net} 应不小于:”改为“承受晃荡压力的液舱边界板和制荡舱壁上的扶强材的净剖面模数 Z_{net} 应不小于:”

增加 6.2.5.4 bis 如下:

6.2.5.4 bis 用于计算支撑主要支撑构件的防倾肘板剖面模数的有效带板宽度取为 8/6.2.5.4 所给出的防倾肘板长度 l_{trip} 的 1/3。

表 8.6.2 修改如下:

表 8.6.2 用于加强筋的晃荡评估的许用弯曲应力系数, C_s					
用于设计载荷组合的许用弯曲应力系数按下式计算:					
$C_s = \beta_s - \alpha_s \frac{|\sigma_{hg}|}{\sigma_{yd}}, \text{ 但不大于 } C_{s-max}$					
式中:					
$\alpha_s, \beta_s, C_{s-max}$, 许用弯曲应力因子, 取值如下表:					
验收衡准组合	结构	β_s	α_s	C_{s-max}	
AC1	货油舱区域的纵向强力构件, 包括但不限于: -甲板纵骨 -纵舱壁扶强材 -货油舱区域的纵桁和水平桁上的加强筋	纵向加强筋	0.85	1.0	0.75
		横向或垂向加强筋	0.7	0	0.7
	其他强力构件, 包括: -横舱壁扶强材 -横向水平桁和强框架上的加强筋 -货油舱区域以外的液舱边界板上的扶强材和主要支撑构件上的加强筋		0.75	0	0.75
σ_{hg} 用于设计载荷组合的载荷计算点处的船体梁弯曲应力, 载荷计算点定义见第 3 节/5.1.2, 按下式计算: $= \left(\frac{(z - z_{NA-net50}) M_{sw-perm-sea}}{I_{v-net50}} \right) 10^{-3} \text{ N/mm}^2$					
z 所考虑构件的载荷参考点的垂向坐标, m; $z_{NA-net50}$ 从基线到水平中和轴的距离, m, 见第 4 节/2.6.1; $M_{sw-perm-sea}$ 航行工况下计算位置处的船体梁中拱和中垂许用静水弯矩, kNm					
	扶强材位置	$M_{sw-perm-sea}$			
		靠板侧的压力	靠扶强材侧的压力		
	中和轴以上	中垂静水弯矩	中拱静水弯矩		

	中和轴以下	中拱静水弯矩	中垂静水弯矩
$I_{v-net50}$	计算纵向位置处的船体梁净剖面垂向惯性矩, m^4 , 见第 4 节/2.6.1;		
σ_{yd}	材料的规定的最小屈服应力, N/mm^2 。		

6.4.7.5 中的“ C_s 许用弯曲应力系数, =0.8 对于验收衡准组 AC3”
改为:“ C_s 许用弯曲应力系数, =0.8”

第 9 节 设计验证

2 强度评估 (FEM)

表 9.2.1 注释增加:

“4. 当货油舱间的平面和槽型纵舱壁两侧舱室均为空或均为满时, 其屈服利用因子可取为 FE 载荷工况下非水密构件的值。纵舱壁下的水密底纵桁必须按水密构件处理。”

表 9.2.2 修改如下:

构件	屈曲利用因子
板和加筋板格 ⁽³⁾	$\eta \leq 1.0$ (载荷组合 S+D) $\eta \leq 0.8$ (载荷组合 S)
开孔处腹板	$\eta \leq 1.0$ (载荷组合 S+D) $\eta \leq 0.8$ (载荷组合 S)
撑材结构的支柱屈曲能力	$\eta \leq 0.75$ (载荷组合 S+D) $\eta \leq 0.65$ (载荷组合 S)
槽形舱壁 — 面板屈曲 — 柱式屈曲	$\eta \leq 0.9$ (载荷组合 S+D) $\eta \leq 0.72$ (载荷组合 S)
其中:	η 屈曲利用因子, 根据附录 D/5 和附录 B/2.7.3 计算。对于开孔处腹板, 另见第 10 节/3.4.1; 对于撑材结构, 另见第 10 节/3.5.1。
注:	<ol style="list-style-type: none"> 对于曲面板格 (如舭部板)、主要支撑构件的面板和防倾肘板的屈曲能力, 不基于有限元计算结果进行评估。 如槽形横/纵舱壁不设置底凳时, 按照本节 2.2.5.5, 最大许用屈曲利用因子应减小 10%。 本表的许用屈曲因子适用于附录 D/1.1.2 的参考高级屈曲方法。如使用其他的屈曲校核方法, 则应对许用屈曲利用因子进行评估, 且如要求时, 应调整到符合与附录 D/1.1.2 规定等效的验收衡准。

第 10 节 屈曲和极限强度

3 屈曲的规定要求

3.3.3.1 中的“ σ_{ET} 扭转屈曲的参考应力, N/mm^2 ”

$$= \frac{E}{I_{p-net}} \left(\frac{\pi^2 I_{\omega-net} 10^{-4}}{l_t^2} \varepsilon + 0.385 I_{T-net} \right)$$

I_{p-net} , I_{T-net} , $I_{\omega-net}$, 见图 10.3.1 和表 10.3.2”

改为 “ σ_{ET} 扭转屈曲的参考应力, N/mm²”

$$= \frac{E}{I_{p-net}} \left(\frac{\pi^2 I_{\omega-net} 10^{-4}}{l_t^2} \varepsilon + 0.385 I_{T-net} \right) ”$$

3.3.3.1 中的 “ I_{p-net} 加强筋关于点 C 的净极惯性矩, cm⁴, 点 C 见图 10.3.1 所示”

改为 “ I_{p-net} 加强筋关于点 C 的净极惯性矩, cm⁴, 点 C 见图 10.3.1 和表 10.3.2 所示”

3.3.3.1 中的 “ I_{T-net} 加强筋的净圣维南惯性矩, cm⁴”

改为 “ I_{T-net} 加强筋的净圣维南惯性矩, cm⁴, 如表 10.3.2 所示”

3.3.3.1 中的 “ $I_{\omega-net}$ 加强筋关于点 C 的净剖面扇形惯性矩, cm⁶, 点 C 见图 10.3.1 所示”

改为 “ $I_{\omega-net}$ 加强筋关于点 C 的净剖面扇形惯性矩, cm⁶, 点 C 见图 10.3.1 和表 10.3.2 所示”

3.3.3.1 中的 “ ε 固定度

$$= 1 + 100 \sqrt{\frac{l_t^4}{I_{\omega-net} \left(\frac{s}{t_{net}^3} + \frac{4(e_f - 0.5t_{f-net})}{3t_{\omega-net}^3} \right)}}$$

改为 “ ε 固定度

$$= 1 + 1000 \sqrt{\frac{l_t^4}{\frac{3}{4} \pi^4 I_{\omega-net} \left(\frac{s}{t_{net}^3} + \frac{4(e_f - 0.5t_{f-net})}{3t_{w-net}^3} \right)}}$$

3.5.1.3 中的 “ f_{end} 端部约束因子:

1. 0, 两端铰支
2. 0, 一端铰支, 另一端固定
4. 0, 两端固定

如支柱的端部装设有效的肘板, 则可视作固定。该肘板应由比支柱弯曲刚度大的构件支持”

改为 “ f_{end} 端部约束因子:

1. 0, 两端铰支
2. 0, 一端铰支, 另一端固定
4. 0, 两端固定

如支柱的端部装设有效的肘板, 则可视作固定。该肘板应由比支柱弯曲刚度大的构件支持
 横撑材柱屈曲能力计算时应选用 f_{end} 等于 2.0, 跨距由 8/2.6.8.1 定义”

3.5.1.4 中的 “ f_{end} 端部约束因子:

1. 0, 两端铰支
2. 0, 一端铰支, 另一端固定
4. 0, 两端固定”

改为 “ f_{end} 端部约束因子:

1. 0, 两端铰支

2.0, 一端铰支, 另一端固定

4.0, 两端固定

横撑材扭转屈曲能力计算时应选用 f_{end} 等于 2.0, 跨距由 8/2.6.8.1 定义”

第 11 节 一般要求

1 船体开口和关闭措施

增加 1.1.6.15 如下:

1.1.6.15 对于从首柱向后 0.25L 处向前范围内的露天甲板上设置的小舱口盖, 应在上浪载荷导致舱口盖关闭的主要方向上设置铰链, 即铰链通常位于前端。

表 11.1.5 修改如下:

表 11.1.5 高 760mm 空气管壁厚和肘板标准			
管道名义尺寸	最小总壁厚 (mm)	空气管头最大投影面积 (cm ²)	肘板垂向臂长 ⁽¹⁾ (mm)
65A	6.0	—	480
80A	6.3	—	460
100A	7.0	—	380
125A	7.8	—	300
150A	8.5	—	300
175A	8.5	—	300
200A	8.5 ⁽²⁾	1900	300 ⁽²⁾
250A	8.5 ⁽²⁾	2500	300 ⁽²⁾
300A	8.5 ⁽²⁾	3200	300 ⁽²⁾
350A	8.5 ⁽²⁾	3800	300 ⁽²⁾
400A	8.5 ⁽²⁾	4500	300 ⁽²⁾
注:			
1. 肘板 (见 1.3.3.2) 不必超出空气管头连接法兰。			
2. 如空气管总壁厚小于 10.5mm, 或超出列表中所示投影面积, 即要求使用肘板。			

3 支撑结构和结构附体

3.1.2.15 中的“作用于支撑结构上、来自锚泊作业设计载荷的应力, 根据总厚度计算, 应不大于以下许用数值:

正应力 $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.58 \sigma_{yd}$

式中:

σ_{yd} 规定的最小的材料屈服应力, N/mm²”

改为“作用于支撑结构上、来自锚泊作业设计载荷的应力, 根据总厚度计算, 应不大于以下许用数值:

正应力 $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.58 \sigma_{yd}$

式中:

σ_{yd} 规定的最小的材料屈服应力, N/mm²

正应力是弯曲应力和轴向应力之和，相应的剪应力与正应力垂直。”

3.1.2.18 中的“作用于支撑结构上、来自上浪设计载荷的应力，根据总厚度计算，应不大于以下许用数值：

正应力 $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.58 \sigma_{yd}$

式中：

σ_{yd} 规定的最小的材料屈服应力， N/mm^2 ”

改为“作用于支撑结构上、来自上浪设计载荷的应力，根据总厚度计算，应不大于以下许用数值：

正应力 $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.58 \sigma_{yd}$

式中：

σ_{yd} 规定的最小的材料屈服应力， N/mm^2

正应力是弯曲应力和轴向应力之和，相应的剪应力与正应力垂直。”

3.1.3.7 中的“基于使用总尺度的弹性梁理论、二维板架或有限元分析方法，采用简化的工程分析方法评定这些要求。”改为“基于使用净尺度的弹性梁理论、二维板架或有限元分析方法，采用简化的工程分析方法评定这些要求。”

3.1.4.21 中的“基于结构总厚度，支撑结构的作用应力应不大于以下许用值：

正应力 $0.67 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.39 \sigma_{yd}$

式中：

σ_{yd} 规定的最小材料屈服应力， N/mm^2 ”

改为“基于结构总厚度，支撑结构的作用应力应不大于以下许用值：

正应力 $0.67 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.39 \sigma_{yd}$

式中：

σ_{yd} 规定的最小材料屈服应力， N/mm^2

正应力是弯曲应力和轴向应力之和，相应的剪应力与正应力垂直。”

3.1.5.12 中的“3.1.5.10 和 3.1.5.11 中规定的设计载荷作用于强力受力点和导缆孔所在支撑结构和焊接点上按总厚度计算的应力，应不大于以下许用值：

正应力 $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.58 \sigma_{yd}$

式中：

σ_{yd} 规定的最小材料屈服应力， N/mm^2 ”

改为“3.1.5.10 和 3.1.5.11 中规定的设计载荷作用于强力受力点和导缆孔所在支撑结构和焊接点上按总厚度计算的应力，应不大于以下许用值：

正应力 $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力 $0.58 \sigma_{yd}$

式中：

σ_{yd} 规定的最小材料屈服应力， N/mm^2

正应力是弯曲应力和轴向应力之和，相应的剪应力与正应力垂直。”

3.1.6.13 中的“在 3.1.6.10, 3.1.6.11 和 3.1.6.12 规定的设计载荷作用下，支撑结构和焊接点上的应力，按净厚度计算，应不大于以下许用值。所要求的总厚度通过要求的净厚度加上第 6 节

/3 规定的全部腐蚀增量获得。

正应力： $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力： $0.60 \sigma_{yd}$

式中： σ_{yd} ——规定的最小材料屈服应力， N/mm^2 。”

改为“在 3.1.6.10, 3.1.6.11 和 3.1.6.12 规定的设计载荷作用下，支撑结构和焊接点上的应力，按净厚度计算，应不大于以下许用值。所要求的总厚度通过要求的净厚度加上第 6 节/3 规定的全部腐蚀增量获得。

正应力： $1.00 \sigma_{yd}$

剪切应力： $0.60 \sigma_{yd}$

式中： σ_{yd} ——规定的最小材料屈服应力， N/mm^2 。

正应力是弯曲应力和轴向应力之和，相应的剪应力与正应力垂直。”

表 11.5.1 中的

8	双板舵	结构试验 ^{(1)、(6)}	2.4m 水压头。将舵一侧平放进行试验	
---	-----	-------------------------	---------------------	--

改为

8	(空)			
---	-----	--	--	--

附录 A 船体梁极限强度

2 船体梁极限能力计算

2.1.1.1 中的“ σ_{yd} 规定的材料最小屈服应力，用于确定船体梁剖面模数， N/mm^2 。”改为“ σ_{yd} 规定的材料最小屈服应力，用于确定船体梁剖面模数， N/mm^2 。当加强筋和板的最小屈服应力 σ_{yd} 不同时，取二者之间的小值”

附录 B 结构强度评估

2 舱段结构强度分析

2.3.1.7 中的“当装载手册中有一个或多个货舱装满压载水的工况时，应按表 B.2.3 和 B.2.4 的装载模式 A8 和 B7 进行校核。”改为“当装载手册中有一个或多个货舱装满压载水的工况时，应按表 B.2.3 和 B.2.4 的装载模式 A8 和 B7 进行校核。若装载情况为非对称，则应根据各家船级社的要求进行附加强度评估”

表 B.2.4 注释中的“7. 压载装载模式 B7 仅当装载手册中有一个或多个货舱装压载水的工况（即风暴压载/紧急压载工况等）时要求分析，分析时装载模式和吃水均应取自装载手册，见表 B.2.5。”改为“7. 压载装载模式 B7 仅当装载手册中有一个或多个货舱装压载水的工况（即风暴压载/紧急压载工况等）时要求分析，分析时装载模式和吃水均应取自装载手册，见表 B.2.5。如实际装载情况与 B7 工况不同，则：

- (a) 装载手册中应对分析过的工况增加营运限制；
- (b) 当分析货舱用于压载的装载形式时，应使用 100%的许用静水弯矩。”

3 局部细化网格结构强度分析

表 B.3.1 注释 1 中的“仅当货舱有限元分析和单元应力计算符合本附录 B.2 规定时，筛选衡准才

适用。当根据表 B. 2. 2 的要求开口的形状必须建模时，则需进行细网格有限元分析以确定应力水平。”改为“当开口处的模型剪切面积不同于实际净剪切面积时，在计算屈服利用因子前，单元剪应力应根据 B. 2. 7. 2. 4 的公式进行调整，以便利用筛选衡准进行验证。”

表 B. 3. 1 注释 2 中的“当根据表 B. 2. 2 的要求对开口处的腹板模型厚度进行减薄时，单元剪应力应在计算屈服利用因子之前，根据实际腹板净厚度（即总厚度减去 $0.5t_{corr}$ ）与模型减薄平均厚度（即表 B. 2. 2 中定义的 $t1-net50$ 或 $t2-net50$ ）之比进行调整，以对应筛选衡准进行评估。”改为“当根据表 B. 2. 2 的要求开口形状必须建模时，需进行细网格有限元分析，以确定应力水平。本表中给出的筛选衡准不再适用。”

4 疲劳分析的热点应力评估

4. 3. 1. 2 中的“用于疲劳评估的货物密度取结构吃水时均匀装载工况下规定货物密度和 $0.9t/m^3$ 的大者。”改为“用于疲劳评估的货物密度取为：

(a) 对于纵骨端部连接处——取均匀装载到结构吃水时的货物密度与 $0.9t/m^3$ 的大者；

(b) 内底与底边舱斜板连接处——取 $0.9t/m^3$ ”

附录 C 疲劳强度评估

1 名义应力方法

1. 4. 4. 6 中的“ $I_{v-net75}$ 船体横剖面对横向中和轴（开口已减去）的船体梁垂向净惯性矩， m^4 $I_{v-net75}$ 的计算基于所有有效构件的总厚度，减去 $0.25t_{corr}$ 的腐蚀余量，见第 4 节/2. 6. 1. 3。”改为“ $I_{v-net75}$ 船体横剖面对横向中和轴的船体梁垂向净惯性矩， m^4 $I_{v-net75}$ 的计算基于所有有效构件的总厚度，减去 $0.25t_{corr}$ 的腐蚀余量，见第 4 节/2. 6. 1。”

1. 4. 4. 8 中的“ $I_{h-net75}$ 船体剖面对垂向中和轴的水平船体梁净惯性矩（开口已减去）， m^4 $I_{h-net75}$ 应基于所有有效结构单元的总厚度减去 $0.25t_{corr}$ 来计算。”改为“ $I_{h-net75}$ 船体剖面对垂向中和轴的水平船体梁净惯性矩， m^4 $I_{h-net75}$ 应基于所有有效结构单元的总厚度减去 $0.25t_{corr}$ 来计算，见第 4 节/2. 6. 2。”

1. 4. 5. 11 中的“S——总体合成应力范围， N/mm^2 ，见 1. 4. 4. 19 定义；”改为“S——总体合成应力范围， N/mm^2 ，见 1. 4. 4. 19 定义；

= $\sigma_{tensile} - \sigma_{compressive}$ ”

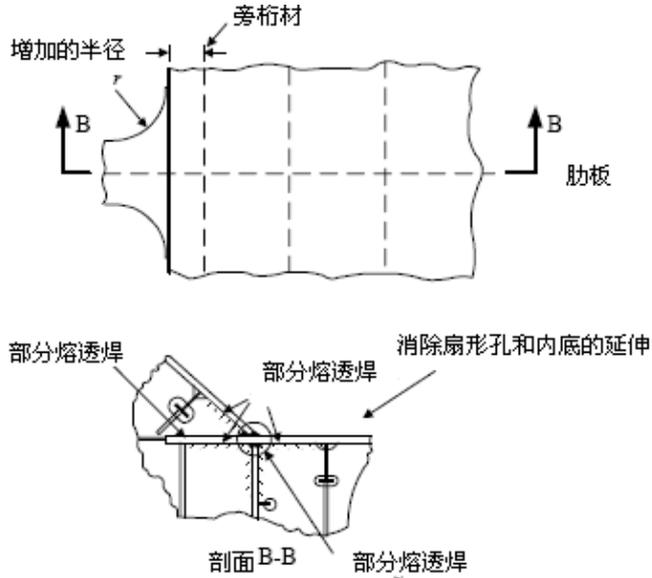
1. 4. 5. 14 修改如下：

1. 4. 5. 14 设计阶段，不考虑焊趾打磨的好处。但是如果不考虑打磨效应的情况下，计算得到的疲劳寿命大于设计疲劳寿命的一半或最少 17 年，这两者中的大者，则对底边舱斜板和内底板折角处可以考虑采用此方法。采用打磨方式时，结构细节的打磨标准应该包含打磨范围、光洁度、最终的焊缝形状、打磨工艺和采用的质量标准等，并应清楚的标明在适用的图纸上，且和计算的资料一起提交备查，资料中标明所建议的疲劳寿命因子。打磨最好采用旋转式砂轮，将打磨范围扩展到板面以下，以便消除焊趾缺陷的影响，并对打磨区域进行有效的腐蚀防护。这种处理方法是在焊趾处形成一个光滑的凹面，并将任何可见的切口打磨至其底部以下至少 0.5mm。通常，产生的凹面的深度应尽可能小，其深度最大为 1mm，无论如何，打磨的深度不能超过 2mm 或者总板厚的 7%，取小者。打磨的范围应延伸至高应力区域以外。如能遵循上面给出的打磨建议，则可认可其疲劳寿命提高至设计疲劳寿命。

2 热点应力（基于有限元）方法

2.4.2.6 中的“热点应力定义为：从距焊趾位置起 $0.5t$ 处的表面应力。如图 C.2.1 所示。此热点应力可采用结构交接点的第一个和第二个单元的应力，通过线性内插法得到。”改为“热点应力定义为：从距焊趾位置起 $0.5t$ 处的表面应力。如图 C.2.1 所示。此热点应力可采用结构交接点的第一个和第二个单元的应力，通过沿船宽方向线性内插法得到。”

图 C.2.2 中的

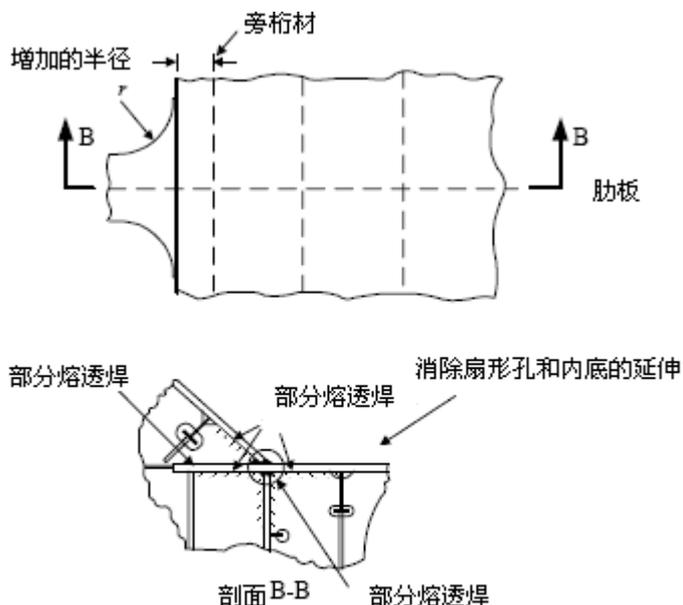


底边舱斜板和内底板间的焊接应打磨光滑
并消除可见凹陷

在肋板两边打磨范围

VLCC	250 mm
Suezmax	200 mm
Aframax	150 mm
Product	100 mm

改为：



底边舱斜板和内底板间的焊接应延伸并打磨光滑并消除可见凹陷
焊缝延伸和打磨应用在实肋板两侧各200mm范围内

图 C. 2. 2 中的

建造公差	底边舱斜板的中线应与桁材的中线应对齐，在双层底肋板处朝向中心线的容许公差为 $t/3$ 或 5 mm (取小者)，其中 t 为内底厚度。
------	--

改为

建造公差	底边舱斜板的中线应与桁材的中线应对齐，容许公差为 $t/3$ 或 5 mm (取小者)，其中 t 为内底厚度。容许公差应平行于内底量取。
------	--

图 C. 2. 3 中的

最低要求	作为最低要求，结构细节设计应满足标准 A 或 B。如果边舱角度超过 50 度，需做进一步考虑。如果液货舱的底边舱折角区没有涂层，底面应有合适的带状涂层。
关键位置	底边舱斜板、船底肋板和内底板的连接处。船底肋板、内底板、与底边舱折角处边纵桁的连接处。
结构细节设计标准	通过消除底边舱折角处的扇形孔，延伸内底板来减少循环的外部波浪压力、货物惯性压力和船体梁载荷引起的合成应力水平。嵌接肘板厚度应与接近折角处内底板的厚度大致相等。
建造公差	底边舱斜板的中线应与桁材的中线对齐，肋板处朝向中心线的容许公差为 $t/3$ 或 5 mm (取小者)，其中 t 为内底厚度。

改为

最低要求	作为最低要求，结构细节设计应满足标准 A 或 B。如果边舱角度超过 50 度，需做进一步考虑。
关键位置	底边舱斜板、船底肋板和内底板的连接处。船底肋板、内底板、与底边舱折角处边纵桁的连接处。
结构细节设计标准	通过消除底边舱折角处的扇形孔，延伸内底板来减少循环的外部波浪压力、货物惯性压力和船体梁载荷引起的合成应力水平。嵌接肘板厚度应与接近折角处内底板的厚度大致相等。

建造公差	底边舱斜板的中线应与桁材的中线对齐，容许公差为 $t/3$ 或 5 mm (取小者)，其中 t 为内底厚度。
------	--



中国船级社

钢质海船入级规范

2011年修改通报

第10篇 散货船结构 (CSR)
(报批稿)

中国船级社上海规范研究所

2010年12月

简要说明

本篇修改通报的内容主要基于 2010 年 4 月 IACS 批准的“Rule Change Notice No.2 (1 July 2008 consolidated edition)”（生效日期 2010 年 7 月 1 日）和编译错误（第 4 章第 5 节 3.4.1）编译完成；

目录

第1章 总则.....	4
第3节 功能要求.....	4
第4节 符号和定义.....	4
第2章 总布置设计.....	4
第3节 通道布置.....	4
第3章 结构设计原则.....	4
第1节 材料.....	4
第6节 结构布置原则.....	7
第4章 设计载荷.....	7
第5节 外部压力.....	7
附录1 载货量曲线.....	9
第9章 其他结构.....	17
第4节 上层建筑和甲板室.....	17
第5节 舱口盖.....	17
第10章 船体舾装.....	17
第1节 舵和操纵装置.....	17
第11章 建造和试验.....	18
第1节 建造.....	18
第2节 焊接.....	21

第 1 章 总则

第 3 节 功能要求

2.5.1 由“应设置能够确保安全进入船舶结构的通道设施，以便对结构进行全面检查、近观检查和厚度测量。通道设施应在船舶结构通道手册中予以说明。参见 SOLAS II-1 章 3-6 条。”改为“应设置能够确保安全进入船舶结构的通道设施，以便对结构进行全面检查、近观检查和厚度测量。对于 20,000 总吨及以上的散货船，通道设施应在船舶结构通道手册中予以说明。参见 SOLAS II-1 章 3-6 条。”

第 4 节 符号和定义

3.7.1 中删除“，但包括管子内的液体在内”。

第 2 章 总布置设计

第 3 节 通道布置

新增

“

1.0 适用范围

1.0.1

本节适用于 20,000 总吨及以上的船舶。

”

第 3 章 结构设计原则

第 1 节 材料

2.3.1 中的

“各种强度构件用钢，其等级应不低于表 4 中所规定的材料级别 I、II 和 III 在表 3 中对应的等级。

表 3 中没有列入的强度构件，一般可以使用 A/AH 级钢。”

改为

“

各种强度构件用钢，其等级应不低于表 4-1 中所规定的材料级别 I、II、III 和等级在表 3 中对应的等级。此外，对于船长大于 150m、250m、BC-A 和 BC-B 的船舶，材料等级的要

求在表 4-2 到 4-4 中给出。

表 4-1 至表 4-4 中没有列入的强度构件，可以使用 A/AH 级钢。

”

表 4 由

“

材料级别和钢级的应用

表4

构件类别	材料级别	
	船中 0.4L 内	船中 0.4L 外
次要类		
纵舱壁列板，属于主要类除外	I	A/AH
露天甲板板，属于主要和特殊类除外		
舷侧板 ⁽⁷⁾		
主要类		
船底板，包括龙骨板	II	A/AH
强力甲板板，不包括属于特殊类者		
强力甲板以上的纵向连续构件，不包括舱口围板		
纵舱壁的最上列板		
顶边舱的垂直列板（舱口边纵桁）和最上列斜板		
特殊类		
强力甲板处的舷顶列板 ⁽¹⁾ 、 ⁽⁶⁾	III	II (船中 0.6L 外为 I)
强力甲板边板 ⁽¹⁾ 、 ⁽⁶⁾		
纵舱壁处的甲板板 ⁽⁶⁾		
散货船、矿砂船、兼用船及有类似货舱开口形式的其他船舶的货舱开口的角隅处的强力甲板板 ⁽²⁾		
舳列板 ⁽³⁾ 、 ⁽⁴⁾ 、 ⁽⁶⁾		
长度大于 0.15L 的纵向舱口围板 ⁽⁵⁾		
具有 BC-A 或 BC-B 附加标志特征的单舷侧散货船舷侧肋骨下肘板的腹板 ⁽⁵⁾		
纵向舱口围板的端部肘板和甲板室过渡区域 ⁽⁵⁾		
注：		
(1) 船长超过 250 m 的船舶，在船中 0.4L 范围内，不低于 E/EH 钢级。		
(2) 在船中 0.6L 范围内，应不低于材料级别 III，以及在货舱区域其余长度范围内，应不低于材料级别 II。		
(3) 船长小于 150 m 且整个船宽范围内设有双层底的船舶，可为材料级别 II。		
(4) 船长超过 250 m 的船舶，在船中 0.4L 范围内，应不低于 D/DH 钢级。		
(5) 应不低于 D/DH 钢级。		
(6) 在船中 0.4L 范围内，凡采用材料级别 III 或钢级 E/EH 并的单列板的宽度应不小于 0.8+0.005L(m)，但不必大于 1.8 m，除非受到船舶设计的几何形状的限制。		
(7) 对单舷侧结构的 BC-A 和 BC-B 船舶，对于舷侧列板与底边舱斜板相交点上下 0.125l 肋骨跨距范围的全部或部分舷侧列板应不低于 D/DH，l 为肋骨跨距。		

”

改为

“

构件类别	材料级别/钢级
次要类: A1 纵舱壁列板, 属于主要类除外 A2 露天甲板板, 属于主要或特殊类除外 A3 舷侧板	-船中 0.4L 内材料级别 I -船中 0.4L 外钢级 A/AH
主要类: B1 船底板, 包括龙骨板 B2 强力甲板板, 不包括属于特殊类者 B3 强力甲板以上的纵向连续构件, 不包括舱口围板 B4 纵舱壁的最上列板 B5 顶边舱的垂直列板(舱口边纵桁)和最上列斜板	-船中 0.4L 内材料级别 II -船中 0.4L 外钢级 A/AH
特殊类: C1 强力甲板处的舷顶列板 ⁽¹⁾ C2 强力甲板边板 ⁽¹⁾ C3 纵舱壁处的甲板板, 不包括双舷侧内壳舱壁处的甲板板 ⁽¹⁾	-船中 0.4L 内材料级别 III -船中 0.4L 外材料级别 II -船中 0.6L 外材料级别 I
C5 货舱开口角隅处的强力甲板板	-船中 0.6L 内材料级别 III -其余货舱区域内材料级别 II
C6 船长小于 150m 且整个船宽范围内设有双层底的船舶的舳列板 ⁽¹⁾	-船中 0.6L 内材料级别 II -船中 0.6L 外材料级别 I
C7 其他船舶的舳列板 ⁽¹⁾	-船中 0.4L 内材料级别 III -船中 0.4L 外材料级别 II -船中 0.6L 外材料级别 I
C8 长度大于 0.15L 的纵向舱口围板 C9 纵向舱口围板的端部肘板和甲板室过渡区域 ⁽²⁾	-船中 0.4L 内材料级别 III -船中 0.4L 外材料级别 II -船中 0.6L 外材料级别 I -不低于钢级 D/DH
(1) 在船中 0.4L 范围内, 凡采用材料级别 III 的单列板的宽度应不小于 800+5L (mm), 但不必大于 1800 (mm), 除非受到船舶设计的几何形状的限制。 (2) 应用于纵向舱口围板长度大于 0.15L 的散货船。	

船长 L 大于 150m 且有单层强力甲板的船舶的最小材料钢级

表 4-2

构件类别	材料钢级
强力甲板板的纵向强力构件	船中 0.4L 内钢级 B/AH
强力甲板上的纵向连续强力构件	船中 0.4L 内钢级 B/AH
船底和强力甲板间没有内部纵向连续舱壁船舶的单舷侧板列	货舱区域内钢级 B/AH

船长 L 大于 250m 的船舶的最小材料钢级

表 4-3

构件类别	材料钢级
强力甲板处的舷顶列板 ⁽¹⁾	船中 0.4L 内钢级 E/EH
强力甲板上的甲板边板 ⁽¹⁾	船中 0.4L 内钢级 E/EH
舳列板 ⁽¹⁾	船中 0.4L 内钢级 D/DH

(1) 在船中 $0.4L$ 范围内, 凡采用材料级别 III 的单列板的宽度应不小于 $800+5L$ (mm), 但不必大于 1800 (mm), 除非受到船舶设计的几何形状的限制。

BC-A 和 BC-B 船舶的最小材料钢级

表 4-4

构件类别	材料钢级
普通舷侧肋骨的下肘板 ^{(1),(2)}	钢级 D/DH
全部或部分位于舷侧外板和底边舱斜板或内底板交点上下 $0.125l$ 范围内的舷侧外板板列 ⁽²⁾	钢级 D/DH
<p>(1) 术语“下肘板”意指下肘板腹板和位于舷侧外板和底边舱斜板或内底板交点向上 $0.125l$ 范围内的舷侧肋骨下部腹板。</p> <p>(2) 舷侧肋骨跨距, l, 定义为支撑结构间的距离 (见第 3 章第 6 节图 19)。</p>	

”

2.3.3 中的“插入在内底中的主、辅机座的底板应取材料级别 I。在其他情况下, 应至少采用 A 级钢”改为“在船中 $0.6L$ 区域内, 插入在内底中的主、辅机座的底板应取材料级别 I。在其他情况下, 应至少采用 A/AH 级钢”。

2.3.4 改为“(空)”

2.3.9 中的“焊接连接在船体外板上的轧制件, 如槽钢, 应具有与该处船体外板相同的材料级别。”改为“焊接连接在船体外板外侧上的长度大于 $0.15L$ 的轧制件, 如槽钢, 应具有与该处船体外板相同的材料级别。”

第 6 节 结构布置原则

9.5.4 由“为防止货舱开口处的钢丝绳划槽, 应在舱口纵桁 (即顶边舱板上部) / 货舱内的舱口端横梁上以及舱口围板的上部设置防护装置 (如半圆钢)。”改为“对于货舱设计为使用抓斗装/卸货和有 GRAB[X] 附加船级标志的船舶, 为防止货舱开口处的钢丝绳划槽, 应在舱口纵桁 (即顶边舱板上部) / 货舱内的舱口端横梁上以及舱口围板的上部设置防护装置 (如半圆钢)。”

第 4 章 设计载荷

第 5 节 外部压力

表 4 由

“

表 4: 载荷工况 H1、H2、F1 和 F2 的露天甲板压力

位置	压力 p_w , kN/m^2	
	$L_{LL} \geq 100m$	$L_{LL} < 100m$

$0 \leq x/L_{LL} \leq 0.75$	34.3	$14.9 + 0.195L_{LL}$
$0.75 < x/L_{LL} \leq 1$	$34.3 + (14.8 + a(L_{LL} - 100))(4 \frac{x}{L_{LL}} - 3)$	$12.2 + \frac{L_{LL}}{9} (5 \frac{x}{L_{LL}} - 2) + 3.6 \frac{x}{L_{LL}}$
式中： a ：系数，取： $a = 0.0726$ ，对 B 型干舷船舶 $a = 0.356$ ，对 B-60 型或 B-100 型干舷船舶		

”

改为

“

表 4：载荷工况 H1、H2、F1 和 F2 的露天甲板压力

位置	压力 p_w ，kN/m ²	
	$L_{LL} \geq 100m$	$L_{LL} < 100m$
$0 \leq x_{LL}/L_{LL} \leq 0.75$	34.3	$14.9 + 0.195L_{LL}$
$0.75 < x_{LL}/L_{LL} \leq 1$	$34.3 + (14.8 + a(L_{LL} - 100))(4 \frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 3)$	$12.2 + \frac{L_{LL}}{9} (5 \frac{x_{LL}}{L_{LL}} - 2) + 3.6 \frac{x_{LL}}{L_{LL}}$
式中： a ：系数，取： $a = 0.0726$ ，对 B 型干舷船舶 $a = 0.356$ ，对 B-60 型或 B-100 型干舷船舶 x_{LL} ：从干舷船长 L_{LL} 尾端量得的载荷点的 X 坐标		

”

表 5 由

“

表 5：露天甲板压力系数

露天甲板位置	φ
干舷甲板和首楼甲板	1.00
上层建筑甲板，不包括首楼甲板	0.75
第 1 层甲板室	0.56
第 2 层甲板室	0.42
第 3 层甲板室	0.32
第 4 层甲板室	0.25
第 5 层甲板室	0.20
第 6 层甲板室	0.15
第 7 层甲板室及以上	0.10

”

改为

“

表 5：露天甲板压力系数

露天甲板位置	φ
干舷甲板	1.00
上层建筑甲板，包括首楼甲板	0.75
第 1 层甲板室	0.56
第 2 层甲板室	0.42
第 3 层甲板室	0.32
第 4 层甲板室	0.25
第 5 层甲板室	0.20
第 6 层甲板室	0.15

第 7 层甲板室及以上	0.10
-------------	------

”

3.4.1 中的公式 “ $p_A = nc[bc - (z - T)]$ ” 改为 “ $p_A = nc[bC - (z - T)]$ ”

附录 1 载货量曲线

符号中的

“ h : 船舶中纵剖面处从内底板顶部到上甲板的垂直距离, m” 改为 “ h : 船舶中纵剖面处从内底板顶部到上甲板最低点的垂直距离, m”。

新增

“

h_a : 船舶块状装载时后货舱中纵剖面处从内底板顶部到上甲板最低点的垂直距离, m。

h_f : 船舶块状装载时前货舱中纵剖面处从内底板顶部到上甲板最低点的垂直距离, m。

M_{BLK} : 装载手册中块状装载工况给出的一个货舱的最大货物质量, t。

Σ : 两个相邻货舱的质量之和。

”

2.1.1 中的 “航行工况下单个货舱的载货量曲线定义见[2.1.2]至[2.1.5]。当然, 如果已经对船舶结构用比第 4 章第 7 节[3.7.1]更严重的装载工况校核后, 最小要求载货量可基于那些相应工况。” 改为 “航行工况下单个货舱的载货量曲线定义见[2.1.2]至[2.1.5]。当然, 如果已经对船舶结构用比第 4 章第 7 节[3.7.1]更严重的装载工况校核后, 最小要求载货量和最大允许载货量可基于那些相应工况。”

2.1.2 中的

标题由 “BC-A 船舶” 改为 “未授予{No MP}标志的 BC-A 船舶”

删除 “ $W_{\max}(T_s) = M_{HD} + 0.1M_H$ ”

“BC-A 船舶的载货舱和最大吃水时可空货舱的载货量曲线示例见图 1。” 改为 “未授予{No MP}标志的 BC-A 船舶的载货舱和最大吃水时可空货舱的载货量曲线示例见图 1。”

图 1 由

“

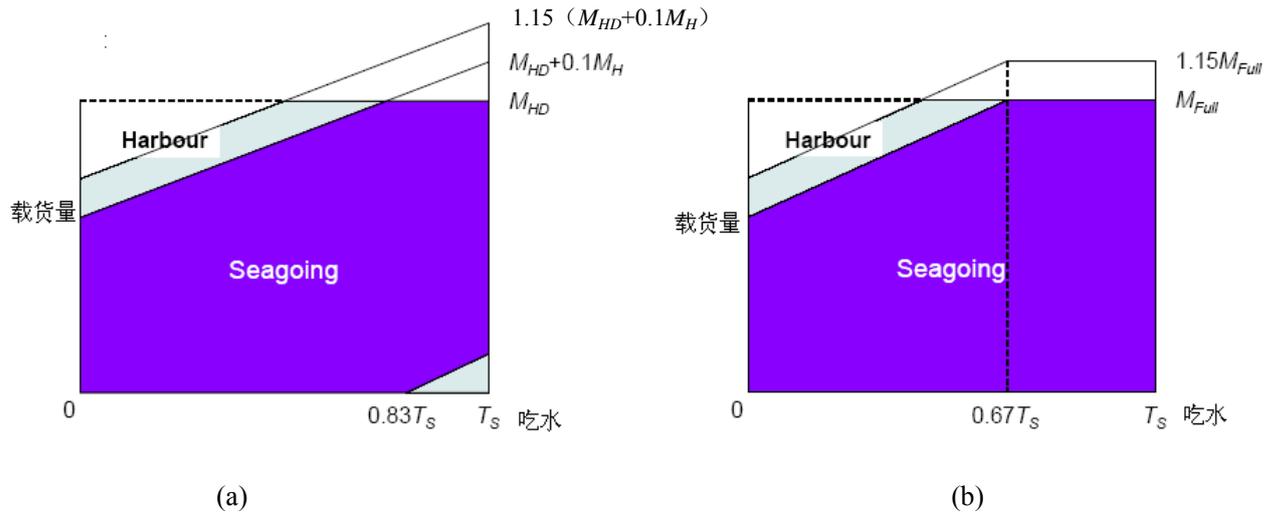
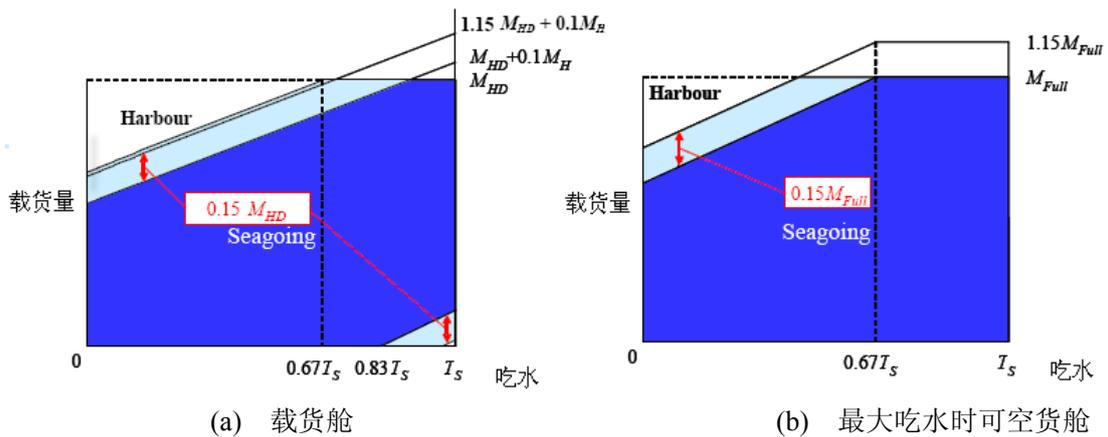


图 1 BC-A 船舶载货量曲线示例
(a)载货舱; (b)最大吃水时可空货舱

”
改为
“



(a) 载货舱 (b) 最大吃水时可空货舱

图 1 未授予{No MP}标志的 BC-A 船舶载货量曲线示例

”

2.1.3 中的

标题由“具有{No MP}标志的 BC-A 船舶”改为“授予{No MP}标志的 BC-A 船舶”

新增 “ $W_{\min}(T_i) = 0.5M_H - 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h} \geq 0$ 当 $T_s \geq T_i$ ”

“不同吃水(T_i)时，最大允许载货量($W_{\max}(T_i)$)和最小要求载货量($W_{\min}(T_i)$)与[2.1.2]规定相同。”改为“

不同吃水(T_i)时，最大允许载货量($W_{\max}(T_i)$), t, 应按下列公式得出:

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h}$$

不同吃水(T_i)时，最小要求载货量($W_{\min}(T_i)$), t, 应按下列公式得出:

$$W_{\min}(T_i) = 0 \quad \text{当 } T_i \leq T_s$$

授予{NO MP}附加标志的 BC-A 船舶的货舱载货量曲线示例见图 2

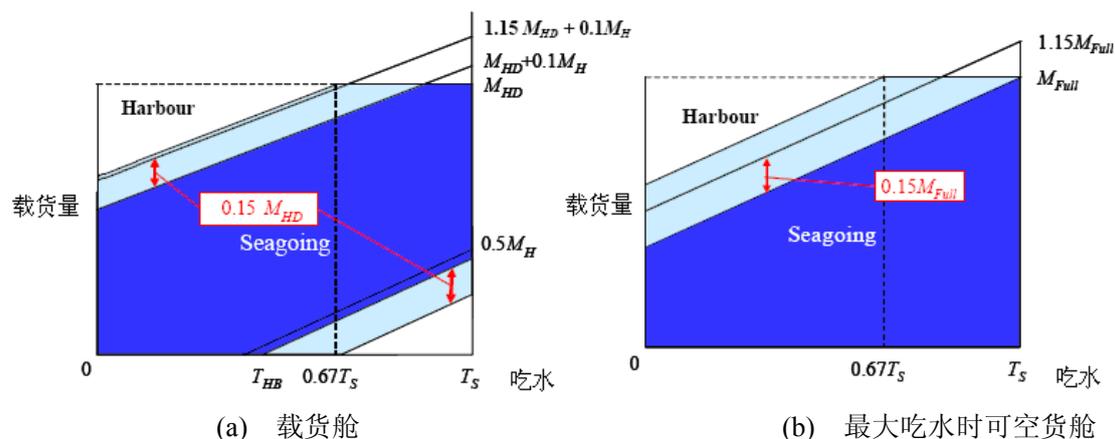


图 2 授予{No MP}标志的 BC-A 船舶载货量曲线示例

”

2.1.4 中的

标题由“BC-B 和 BC-C 船舶”改为“未授予{No MP}标志的 BC-B 和 BC-C 船舶”。

新增

“

BC-B 和 BC-C 船舶的货舱载货量曲线示例见图 3。

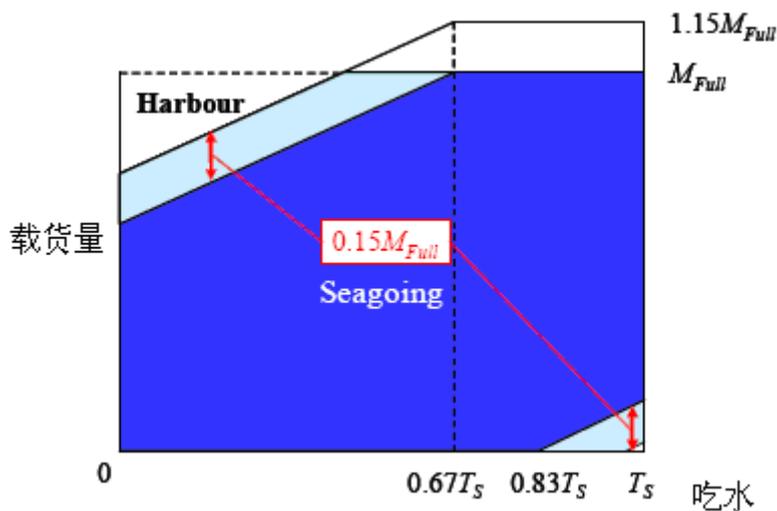


图 3 未授予{No MP}标志的 BC-B 和 BC-C 船舶载货量曲线示例

”

2.1.5 中的

标题由“具有{No MP}标志的 BC-B 和 BC-C 船舶”改为“授予{No MP}标志的 BC-B 和 BC-C 船舶”

“不同吃水(T_i)时，最大允许载货量($W_{max}(T_i)$)与[2.1.4]规定相同。”改为“不同吃水(T_i)时，最大允许载货量($W_{max}(T_i)$)， t ，应按下列公式得出：

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h}$$

”

“不同吃水(T_i)时，最小要求载货量($W_{\min}(T_i)$)，t，应按下列公式计算获得：

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq T_{HB}$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025V_H \frac{(T_i - T_{HB})}{h} \text{ 当 } T_s \geq T_i > T_{HB}$$

” 改为 “不同吃水(T_i)时，最小要求载货量($W_{\min}(T_i)$)，t，应按下列公式计算获得：

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq T_{HB}$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h} \text{ 当 } T_s \geq T_i > T_{HB}$$

或者

$$W_{\min}(T_i) = 0.5M_H - 1.025V_H \frac{(T_s - T_i)}{h} \text{ 当 } T_s \geq T_i$$

$$W_{\min}(T_i) \geq 0.0$$

”

“

BC-B 或 BC-C 船舶的货舱载货量曲线示例见图 2。

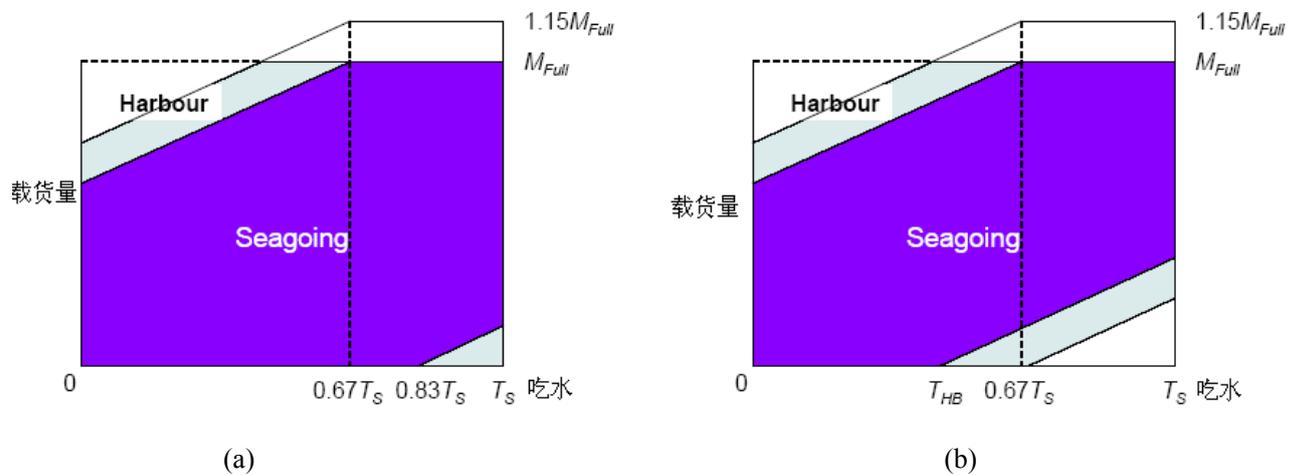


图 2 BC-B 或 BC-C 船舶载货量曲线示例

(a)无{no MP}标志；(b)有{no MP}标志

”

改为

“

授予{No MP}标志的 BC-B 或 BC-C 船舶的货舱载货量曲线示例见图 4。

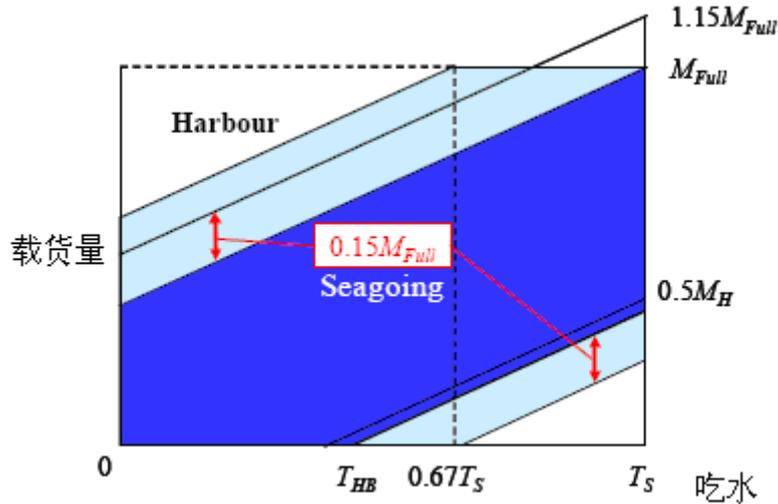


图4 授予{No MP}标志的BC-B和BC-C船舶载货量曲线示例

”

2.2.1 中的“港内工况下单个货舱的载货量曲线定义见[2.2.2]。当然，如果已经对船舶结构用比第4章第7节[3.7.1]更严重的装载工况校核后，最小要求载货量可基于那些相应工况。”改为“港内工况下单个货舱的载货量曲线定义见[2.2.2]。当然，如果已经对船舶结构用比第4章第7节[3.7.1]更严重的装载工况校核后，最小要求载货量和最大允许载货量可基于那些相应工况。”

新增

“

2.2.3 未授予{NO MP}标志的BC-A船舶

除了[2.1.2]的要求外，港内工况不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，还应按下列公式校核：

载货舱

$$W_{\max}(T_i) = M_{HD} \text{ 当 } T_i \geq 0.67T_s$$

$$W_{\max}(T_i) = M_{HD} + 0.1M_H - 1.025V_H \frac{0.67T_s - T_i}{h} \text{ 当 } T_i < 0.67T_s$$

2.2.4 授予{NO MP}标志的BC-A船舶

除了[2.1.3]的要求外，港内工况不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，还应按下列公式校核：

最大吃水时可空的货舱

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} \text{ 当 } T_s \geq T_i \geq 0.67T_s$$

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{0.67T_s - T_i}{h} \text{ 当 } T_i < 0.67T_s$$

2.2.5 授予{NO MP}标志的BC-B和BC-C船舶

除了[2.2.2]的要求外，港内工况不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，还应按下列

公式校核:

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} \text{ 当 } T_s \geq T_i \geq 0.67T_s$$

$$W_{\max}(T_i) = M_{Full} - 1.025V_H \frac{0.67T_s - T_i}{h} \text{ 当 } T_i < 0.67T_s$$

”

3.1.1 中的“当然，如果已经对船舶结构用比第 4 章第 7 节[3.7.1]更严重的装载工况校核后，最小要求载货量可基于那些相应工况。”改为“当然，如果已经对船舶结构用比第 4 章第 7 节[3.7.1]更严重的装载工况校核后，最小要求载货量和最大允许载货量可基于那些相应工况。”

3.1.2 中的

标题由“BC-A 船舶”改为“具有块状装载工况且未授予{No MP}标志的 BC-A 船舶”

“

不同吃水(T_i)时，最大允许载货量($W_{\max}(T_i)$)和最小要求载货量($W_{\min}(T_i)$)，t，应按下列公式得出：

$$W_{\max}(T_i) = 2(M_{Full} \text{ or } M_{HD}) + 0.1M_H \text{ 取大者当 } T_s \geq T_i \geq 0.67T_s$$

$$W_{\max}(T_i) = W_{\max}(0.67T_s) - 1.025(V_f + V_a) \frac{(0.67T_s - T_i)}{h} \text{ 当 } T_i < 0.67T_s$$

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq 0.75T_s$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025(V_f + V_a) \frac{T_i - 0.75T_s}{h} \text{ 当 } T_s \geq T_i > 0.75T_s$$

” 改为

“

不同吃水(T_i)时，最大允许载货量($W_{\max}(T_i)$)，t，应按下列公式的大者得出：

$$W_{\max}(T_i) = \sum(M_{BLK} + 0.1M_H) - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_s - T_i)$$

或者

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(0.67T_s - T_i)$$

但是， $W_{\max}(T_i)$ 不大于 $\sum M_{BLK}$

不同吃水(T_i)时，最小要求载货量($W_{\min}(T_i)$)，t，应按下列公式得出：

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq 0.75T_s$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_i - 0.75T_s) \text{ 当 } T_s \geq T_i > 0.75T_s$$

”

新增

“

3.1.2 bis 具有块状装载工况且授予{NO MP}标志的 BC-A 船舶
不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，应按下列公式得出：

$$W_{\max}(T_i) = \sum(M_{BLK} + 0.1M_H) - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_s - T_i)$$

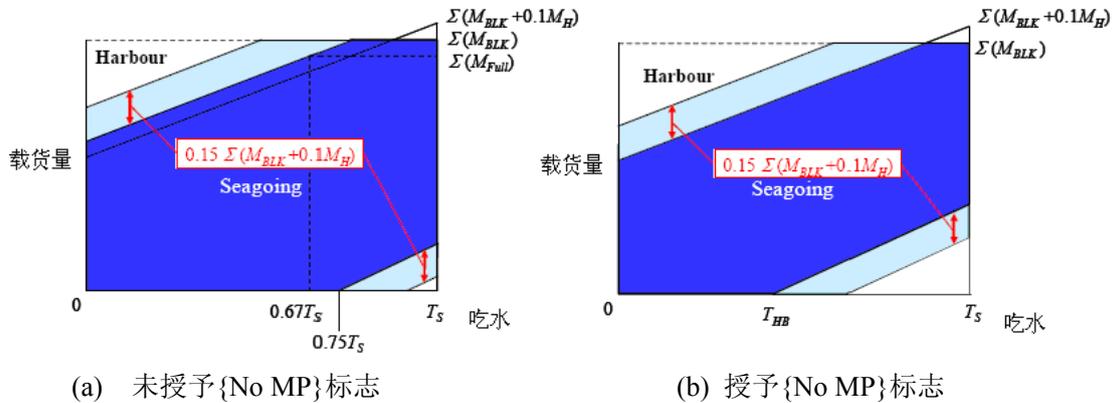
但是， $W_{\max}(T_i)$ 不大于 ΣM_{BLK}

不同吃水 T_i 时，最小要求载货量 $W_{\min}(T_i)$ ，t，应按下列公式得出：

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq T_{HB}$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(T_i - T_{HB}) \text{ 当 } T_s \geq T_i > T_{HB}$$

具有块状装载工况的 BC-A 船舶的货舱载货量曲线示例见图 5。



(a) 未授予{No MP}标志

(b) 授予{No MP}标志

图 5 具有块状装载工况的 BC-A 船舶载货量曲线示例

”

3.1.3 改为“(空)”

新增

“

3.1.4 无块状装载工况且未授予{No MP}标志的 BC-A 船舶和未授予{No MP}标志的 BC-B 和 BC-C 船舶

不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，应按下列公式得出：

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} \text{ 当 } T_s \geq T_i \geq 0.67T_s$$

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025\left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a}\right)(0.67T_s - T_i) \text{ 当 } T_i < 0.67T_s$$

不同吃水 T_i 时，最小要求载货量 $W_{\min}(T_i)$ ，t，应按下列公式得出：

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq 0.75T_s$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_i - 0.75T_s) \text{ 当 } T_s \geq T_i > 0.75T_s$$

3.1.5 无块状装载工况且授予{No MP}标志的 BC-A 船舶和授予{No MP}标志的 BC-B、BC-C 船舶

不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，应按下列公式得出：

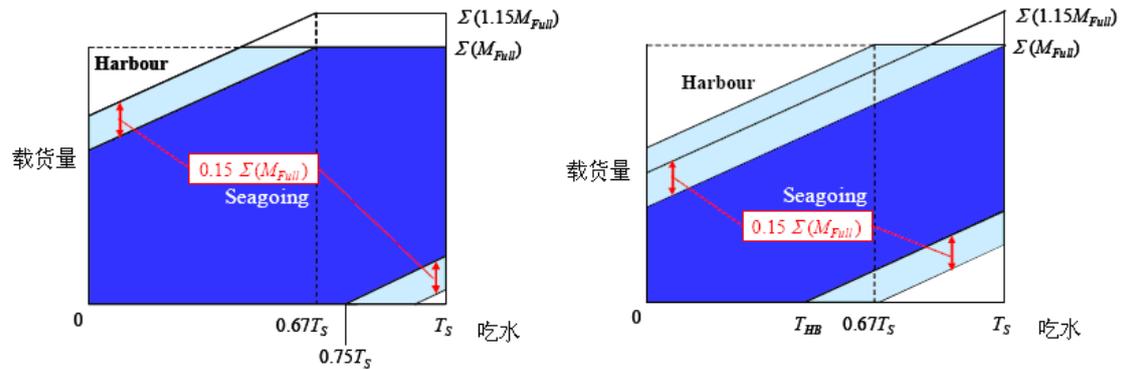
$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_s - T_i) \text{ 当 } T_i < T_s$$

不同吃水 T_i 时，最小要求载货量 $W_{\min}(T_i)$ ，t，应按下列公式得出：

$$W_{\min}(T_i) = 0 \text{ 当 } T_i \leq T_{HB}$$

$$W_{\min}(T_i) = 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (T_i - 0.75T_{HB}) \text{ 当 } T_s \geq T_i > 0.75T_{HB}$$

无块状装载工况的 BC-A 船舶和 BC-B、BC-C 船舶的货舱载货量曲线示例见图 6



(a) 未授予{No MP}标志

(b) 授予{No MP}标志

图 6 无块状装载工况的 BC-A 船舶和 BC-B、BC-C 船舶的载货量曲线示例

”

3.2.1 中的“当然，如果已经对船舶结构用比第 4 章第 7 节[3.7.1]更严重的装载工况校核后，最小要求载货量可基于那些相应工况。”改为“当然，如果已经对船舶结构用比第 4 章第 7 节[3.7.1]更严重的装载工况校核后，最小要求载货量和最大允许载货量可基于那些相应工况。”

新增

“

3.2.3 有块状装载工况且授予{NO MP}标志的 BC-A 船舶

除了[3.1.2bis]的要求外，港内工况不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$ ，t，还应按下列公式得出：

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (0.67T_s - T_i)$$

$$W_{\max}(T_i) \leq \sum M_{BLK}$$

3.2.4 无块状装载工况且授予{No MP}标志的 BC-A 船舶和授予{No MP}标志的 BC-B、BC-C 船舶

除了[3.1.5]的要求外，港内工况不同吃水 T_i 时，最大允许载货量 $W_{\max}(T_i)$, t, 还应按下列公式得出：

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} \text{ 当 } T_s \geq T_i \geq 0.67T_s$$

$$W_{\max}(T_i) = \sum M_{Full} - 1.025 \left(\frac{V_f}{h_f} + \frac{V_a}{h_a} \right) (0.67T_s - T_i) \text{ 当 } T_i < 0.67T_s$$

”

第 9 章 其他结构

第 4 节 上层建筑和甲板室

3.2.1 中的

“

上层建筑和甲板室甲板的侧向压力， kN/m^2 ，应取等于第 4 章第 5 节[2.1]定义的外部压力 p_D 。

”

改为

“

上层建筑和甲板室甲板的侧向压力， kN/m^2 ，应取：

- 第 4 章第 5 节[2.1]定义的外部压力 p_D ，对露天甲板
- 5 kN/m^2 ，对非露天甲板。

”

第 5 节 舱口盖

7.3.5 中的“每个紧固装置的总横剖面面积， cm^2 ，应不小于按下式求得的值:”改为“每个紧固装置的净横剖面面积， cm^2 ，应不小于按下式求得的值:”

第 10 章 船体舾装

第 1 节 舵和操纵装置

1.1.1 中删除“每艘船舶均应设有能充分保证操纵性能的操纵装置。”

1.3 改为“(空)”

第 11 章 建造和试验

第 1 节 建造

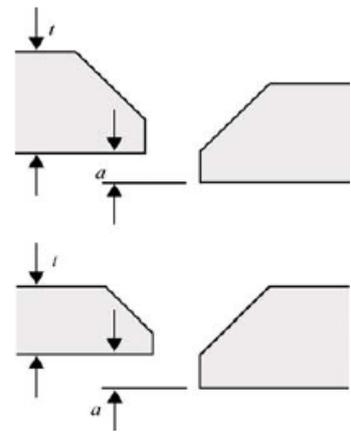
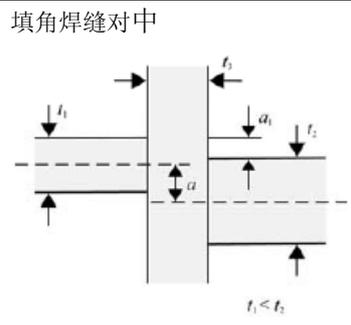
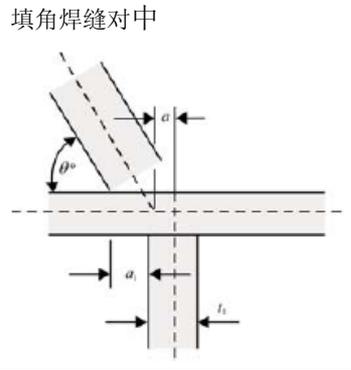
1.2.1 中的“对板作冷成形（弯曲、折边、卷边）时，最小平均弯曲半径应不小于 $3t$ （ t 为板的建造厚度）。”改为“对槽形舱壁板作冷成形（弯曲、折边、卷边）时，内侧弯曲半径应不小于 $2t$ （ t 为板的建造厚度）。”。

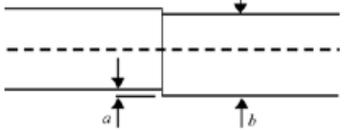
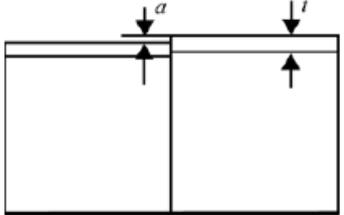
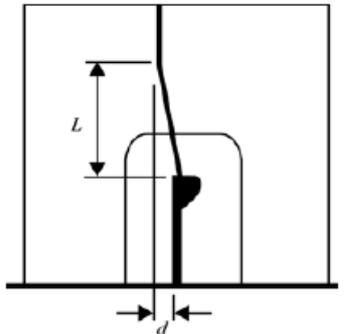
表 1 由

“

对中（ t 、 t_1 和 t_2 为建造厚度）

表1

细部	标准	极限	备注
对接焊缝对中 	$a \leq 0.15t$ 强力构件 $a \leq 0.2t$ 其他	$a \leq 3.0 \text{ mm}$	
填角焊缝对中 	a) 强力构件和高强度钢构件 $a \leq t_1 / 4$ 在中线量取 $a \leq (5t_1 - 3t_2) / 6$ 在底线量取 b) 其他 $a \leq t_1 / 2$ 在中线量取 $a \leq (2t_1 - t_2) / 2$ 在底线量取		若 t_2 小于 t_1 , 则 t_2 应取代 t_1
填角焊缝对中 	a) 强力构件和高强钢构件 $a \leq t_1 / 3$ 在中线量取 b) 其他 $a \leq t_1 / 2$ 在底线量取		
T 型纵骨面板对中	$a \leq 0.04b$ 强力构件	$a = 8.0 \text{ mm}$	

			
<p>T 型材、L 型角钢或球扁钢对中</p> 	<p>$a \leq 0.15$ 主要支撑构件 $a \leq 0.2 t$ 普通扶强材</p>	3.0 mm	
<p>板格扶强材校中</p> 	<p>$d \leq L / 50$</p>		
<p>注：“强构件”系指下列构件：强力甲板、内底、外底、底凳、横舱壁底部、底边舱和单舷侧散货船舷侧肋骨。</p>			

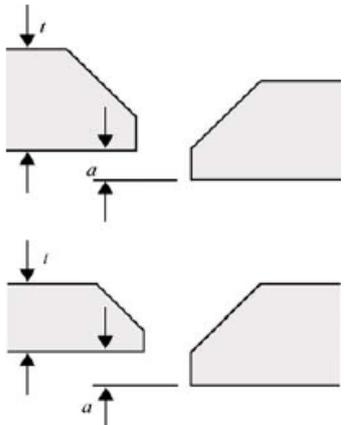
”

改为

“

对中（ t 、 t_1 和 t_2 为建造厚度）

表1

细部	标准	极限	备注
<p>对接焊缝对中</p> 		<p>$a \leq 0.15t$ 强力构件 $a \leq 0.2t$ 其他 但最大取 4.0mm</p>	<p>t 是较小的板厚</p>
<p>填角焊缝对中</p>		<p>强力构件和高应力构件： $a \leq t_1 / 3$</p>	<p>做为选择，可以用底线来检查对中。</p>

		其他: $a \leq t_1 / 2$	若 t_3 小于 t_1 , 则 t_3 应取代 t_1
填角焊缝对中 		强力构件和 高应力构件: $a \leq t_1 / 3$ 其他: $a \leq t_1 / 2$	做为选择, 可以 用底线来检 查对中。 若 t_3 小于 t_1 , 则 t_3 应取代 t_1
T型纵骨面板对中 	$a \leq 0.04b$ 强力构件	$a = 8.0 \text{ mm}$	
T型材、L型角钢或球扁钢对中 	$a \leq 0.15 t$ 强力构件 $a \leq 0.2 t$ 其他	$a = 3.0 \text{ mm}$	
板格扶强材校中 	$d \leq L / 50$		
注：“强构件”系指下列构件：强力甲板、内底、外底、底凳、横舱壁底部、底边舱和单舷侧散货船舷侧肋骨。			

”

第 2 节 焊接

表 1 中的

“(1) t 是两个相连构件中较薄者的建造厚度;” 改为 “(1) t 是立板的建造厚度, mm。当遇到如图 1 定义的十字接头时, t 是连续构件和立板的较小厚度, 对每个立板单独考虑。”

“(3) 焊缝尺寸应按最靠近的 0.5mm 圆整。” 改为 “焊脚高度按 0.5mm 就近圆整。”

表 2 由

“

填角焊缝的适用范围

表 2

船体区域	连接		填角焊缝类别	
	由	对		
除表中另有规定外的一般区域	水密板	限界板	F1	
	构件端部肘板		F1	
	普通扶强材和领板	深舱舱壁	F3	
		主要支撑构件的腹板和领板	F2	
	普通扶强材腹板	板材(除深舱舱壁外)	F4	
		组合扶强材面板	端部 (15%跨距)	F2
			其他部位	F4
主要支撑构件和普通扶强材端部	甲板板、外板、内底板、舱壁板	F0		
船底和双层底	普通扶强材	船底板和内底板	F3	
	中桁材	首部船底加强处的外板	F1	
		内底板和除上述以外的外板	F2	
	旁桁材 包括间断板	船底板和内底板	F3	
	肋板	外板和内底板	对端部两个肋距长度	F2
		位于底边舱的中桁材和旁桁材		F2
		其他部位		F3
中桁材上的肘板	中桁材、内底板和外板	F2		
腹板扶强材	肋板和桁材	F3		
双舷侧结构中的舷侧和内舷侧	主要支撑构件的腹板	舷侧外板、内舷侧板和主要支撑构件的腹板	F2	
单舷侧结构的舷侧肋骨	肋板和端肘板	舷侧外板	见第 3 章第 6 节图 3-21	
	防倾肘板	舷侧外板和肋骨	F1	
甲板	强力甲板	$t \geq 13$	船中 0.6L 区域内的舷侧外板	深熔焊
			其他部位	F1
	$t < 13$	舷侧外板	F1	
	其他甲板	舷侧外板	F2	
	普通扶强材	F4		

	普通扶强材和间断桁材	甲板板		F3
	舱口围板	甲板板	15%舱口长度的舱口角隅处	F1
			其他部位	F2
	腹板扶强材	围板腹板		F4

船体区域	连接		填角焊缝类别	
	由	对		
舱壁	非水密舱壁结构	限界面	制荡舱壁	F3
	普通扶强材	舱壁板	端部处（25%跨距），如不设端肘板	F1
主要支撑构件	腹板和桁材板	外板、甲板板、内底板、舱壁	端部处（15%跨距）	F1
			其他部位	F2
		面板	在液舱内，位于从首尖舱起0.125L 范围内	F2
			面板面积大于 65 cm ²	F2
			其他部位	F3
尾尖舱	内部构件	限界面及限界面之间		F2
基座	桁材和肘板	底座板	位于主机、推力轴承、锅炉座和主发电柴油机处	F1
		桁材板	位于主机、推力轴承处	F1
		内底板和外板	位于主机、推力轴承处	F2
上层建筑	外围壁	甲板		F1
支柱	支柱	底部和顶部		F1
通风筒	围壁	甲板		F1
舵	舵骨架	构成主舵叶的垂向骨架		F1
		舵板		F3
		除上述之外的舵骨架		F2

”

改为

“

填角焊缝的适用范围

表 2

船体区域	连接		填角焊缝类别	
	由	对		
除表中另有规定外的一般区域 ⁽¹⁾	水密板	限界面	F1	
	构件端部肘板		F1	
	普通扶强材和领板	深舱舱壁		F3
		主要支撑构件的腹板和领板		F2
	普通扶强材腹板	板材(除深舱舱壁外)		F4
		组合扶强材面板	端部（15%跨距）	F2
			其他部位	F4
	无肘板的主要支撑构件和普通扶强材端部	甲板板、外板、内底板、舱壁板		F0

	有肘板的主要支撑构件和普通扶强材端部	甲板板、外板、内底板、舱壁板		F1	
船底和双层底	普通扶强材	船底板和内底板		F3	
	中桁材	首部船底加强处的外板		F1	
		内底板和除上述以外的外板		F2	
	旁桁材 包括间断板	船底板和内底板		F3	
	肋板	外板和内底板	对端部两个肋距长度	F2	
		位于底边舱的中桁材和旁桁材		F2	
		其他部位		F3	
中桁材上的肘板	中桁材、内底板和外板		F2		
腹板扶强材	肋板和桁材		F3		
双舷侧结构中的舷侧和内舷侧	主要支撑构件的腹板	舷侧外板、内舷侧板和主要支撑构件的腹板		F2	
单舷侧结构的舷侧肋骨	肋板和端肘板	舷侧外板		见第3章第6节图3-21	
	防倾肘板	舷侧外板和肋骨		F1	
甲板	强力甲板	$t \geq 13$	船中 0.6L 区域内的舷侧外板	深熔焊	
			其他部位		F1
		$t < 13$	舷侧外板		F1
	其他甲板	舷侧外板		F2	
		普通扶强材		F4	
	普通扶强材和间断桁材	甲板板		F3	
	舱口围板	甲板板	15%舱口长度的舱口角隅处		F1
其他部位			F2		
腹板扶强材	围板腹板		F4		

船体区域	连接			填角焊缝类别
	由	对		
舱壁	非水密舱壁结构	限界面	制荡舱壁	F3
	普通扶强材	舱壁板	端部处（25%跨距），如不设端肘板	F1
主要支撑构件 (1)	腹板	外板、甲板板、内底板、舱壁	端部处（15%跨距）	F1
			其他部位	F2
		面板	在液舱内，位于从首尖舱起0.125L 范围内	F2
			面板面积大于 65 cm ²	F2
			其他部位	F3
尾尖舱	内部构件	限界面及限界面之间		F2
基座	桁材和肘板	底座板	位于主机、推力轴承、锅炉座和主发电柴油机处	F1
		桁材板	位于主机、推力轴承处	F1
		内底板和外板	位于主机、推力轴承处	F2
上层建筑和甲板室	外围壁	甲板		F1
	普通扶强材	边墙和甲板板	端部(15%跨距)	F3
			其他部位	F4 ⁽²⁾
	普通扶强材和主要支撑构件的端部剖面	无肘板	边墙和主要支撑构件		F1
有肘板		腹板		F2
支柱	支柱	底部和顶部		F1
通风筒	围壁	甲板		F1
舵	舵骨架	构成主舵叶的垂向骨架		F1
		舵板		F3
		除上述之外的舵骨架		F2

(1) 对于舱口盖，焊缝尺寸 F1, F2, F3 分别取代 F0, F1, F2 被应用。

(2) 应用单面连续焊的地方，采用焊缝尺寸 F3。

(3) 内部舱壁没有被包括在这个类别当中，内舱壁的焊接应经船级社同意。

”