

中国船级社

海上高速船入级与建造规范

本规范自1993年5月1日起施行

北 京

目　录

第一章　一般规定……（1）
第一节　通则……（1）
第二节　附加标志和图纸资料……（2）
第三节　检验要求……（7）
第二章　船体结构……（9）
第一节　通则……（9）
第二节　结构焊接……（10）
第三节　总强度……（14）
第四节　船体振动……（24）
第五节　构件稳定性……（25）
第六节　船底结构……（30）
第七节　舷侧结构……（37）
第八节　甲板结构及支柱……（38）
第九节　舱壁……（41）
第十节　上层建筑和甲板室……（44）
第十一节　围裙和水翼……（47）
第三章　舵装……（50）
第一节　舵设备……（50）
第二节　锚泊及系泊设备……（55）
第四章　轮机……（58）
第一节　通则……（58）
第二节　泵和管系的一般规定……（59）

第三节　船舶管系和舱室通风系统……（61）
第四节　动力管系……（65）
第五节　机器设备……（69）
第六节　轴系和推进器……（72）
第七节　操舵装置……（79）
第五章　电气装置……（82）
第一节　通则……（82）
第二节　配电系统……（84）
第三节　主电源……（86）
第四节　应急电源……（88）
第五节　接岸电……（91）
第六节　操舵装置……（91）
第七节　船舶机械和设备的电力拖动……（92）
第八节　照明及航行灯……（93）
第九节　电缆……（94）
第十节　船内通信及信号……（96）
第六节　消防……（97）
第一节　通则……（97）
第二节　结构防火……（98）
第三节　通风系统……（101）
第四节　固定灭火系统……（102）
第五节　探火及失火报警系统……（103）
第六节　消防用品……（104）
第七章　载重线、稳性和分舱……（105）
第一节　通则……（105）
第二节　载重线、储备浮力和水密完整性……（105）
第三节　完整稳性和破舱稳性……（106）
第八章　材料……（108）

(61)
(65)
(69)
(72)
(79)
(82)
(82)
(84)
(86)
(88)
(91)
(91)
92)
93)
94)
96)
97)
97)
98)
101)
102)
103)
104)
105)
105)
05)
06)
08)

第一节 通则……（108）
第二节 铝合金……（109）
第三节 铝合金铆钉……（114）
第四节 围裙材料及连接件……（117）
第五节 防腐……（120）
第九章 焊接与铆接……（122）
第一节 通则……（122）
第二节 焊接工艺认可试验……（123）
第三节 焊接准备……（128）
第四节 船体结构的焊接……（132）
第五节 焊接质量检验……（133）
第六节 铆接……（135）

第一章 一般规定

第一节 通 则

1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本规范适用于以下船舶：

(1) 排水型船：船长L为15～50m，最大静水航速大于17kn的船舶；

(2) 动力支承船：系指傅氏数$\frac{V}{\sqrt{gL}}\geqslant 0.9$或者航行时船的全部重量或绝大部分重量由水动升力或由气垫支承的高速船。式中"V"为最大静水航速（m／s），"g"为重力加速度(m／s²)。

1.1.1.2 适用于本规范的船舶应符合下列条件：

(1) 船舶预定航线至最近的港口或具有适当通信和交通设施的锚地的距离不超过100 n mile；

(2) 船舶营运水域的海况不应超过近海航区或与其风浪条件相当的航区；

(3) 若为客船，载客人数不应超过450人，

1.1.1.3 凡拟取得或保持本社船级的高速船，除符合本规范外，尚应满足本社《钢质海船入级与建造规范》的适用要求。

1.1.2 定义

1.1.2.1 船长L（m），系指船舶静浮于水面时，沿满载水线自首垂线量至尾垂线的距离；对无尾柱或尾部框架的船舶量至

舵杆中心线。

首垂线为通过满载水线与首柱前缘交点的水平面的垂直线。

尾垂线为通过满载水线与尾柱或尾部框架后缘交点的水平面的垂直线。

对于动力支承船，船长系指排水状态下在满载水线上量得的硬质船壳的长度。

1.1.2.2 船宽B（m），系指船舶静浮于水面时，沿满载水线量得的硬质船壳的最大型宽。

1.1.2.3 型深D(m)，系指船中部由船底最低处的底板上缘量至上甲板下缘的最小垂直距离，本定义对全垫升气垫船不适用。

1.1.2.4 吃水d（m），系指船舶静浮于水上时，沿满载水线在船中处量得的硬质船壳的型吃水。

1.1.2.5 上甲板，系指最上层的连续甲板。

1.1.2.6 满载排水量Δ（t），系指船舶静浮于水面时，满载状态下的排水量。

第二节 附加标志和图纸资料

1.2.1 附加标志

1.2.1.1 凡经本社批准入级的高速船，应根据具体条件，在本社《钢质海船入级与建造规范》规定的船体（包括设备）船级符号后加注船舶类型附加标志和航区限制附加的标志。

1.2.1.2 船舶类型附加标志如下表：

船舶类型	附加标志
全垫升气垫船	Air Cushion Vehicle
侧壁气垫船	Side-wall Hovercraft

水翼艇	Hydrofoil
滑行艇	Planning craft
双体气垫船	Air Cushion Catamaran
高速双体船	High Speed Catamaran
高速单体船	High Speed Monohull craft

1.2.1.3. 航区限制附加标志通常以该船允许营运的航区—近海航区、沿海航区、遮蔽航区为标志。如允许营运的海况低于遮蔽航区，则可用其特定航线作为营运限制的附加标志。其附加标志如下：

航区限制	附加标志
近海航区	Coasting Service
沿海航区	Near-Coasting Service
遮蔽航区	Sheltered Water Service
乍浦—慈溪	ZhaPu—Cixi

1.2.2 特殊标志

1.2.2.1 当船体或机械设备采用新颖设计、新型结构或新材料并获本社批准后，应加注特殊标志“Exp”（实验）并记入船舶录。

1.2.3 图纸资料

1.2.3.1 高速船建造前应将1.2.3.2至1.2.3.5附列项目图纸资料一式三份送本社审查。

1.2.3.2 送审的船体图纸资料：

*(1) 总布置图；

*(2) 主要横剖面结构图；

*(3) 基本结构图；

*(4) 典型结构节点图；

*(5) 结构强度计算书或结构规范计算书（包括总纵强度、横强度和局部强度）；

*(6) 船底结构图；

*(7) 侧壁结构图；

*(8) 船首结构图；

*(9) 船尾结构图；

*(10) 上层建筑和甲板室结构图；

*(11) 主要舱壁结构图；

*(12) 外板展开图；

(13) 主机座和推力轴承座结构图；

(14) 尾轴架和空气螺旋桨基座结构图；

(15) 水翼结构图（如有时）；

(16) 水翼强度计算书（如有时）；

(17) 围裙布置与结构图（如有时）；

(18) 围裙连接图（如有时）；

*(19) 储备浮力计算书（动力支承船）；

(20) 干舷计算书及载重线标志（排水型船）；

*(21) 稳性计算书（包括完整稳性和各种浮态及初稳性，正常航态分舱及破舱稳性计算）；

*(22) 露天门、窗、盖的结构和布置图；

*(23) 舵结构图（包括舵叶、舵杆、舵承及连接等结构）及其强度计算书；

*(24) 锚泊及系泊设备布置图及其计算书；

(25) 备查图纸资料

①总说明书；

②型线图；

③重量重心计算书；

④静水力曲线图；

⑤淡水舱和油舱布置图（包括舱容图）；

⑥全船开孔布置及结构图；

⑦船体材料清单和力学性能试验报告；

⑧船体局部振动计算书。

1.2.3.3 机械图纸和资料：

(1) 轮机说明书和机械设备明细表（备查）；

*(2) 机舱布置图；

*(3) 舱底水管系；

(4) 压载管系；

*(5) 空气、测量、溢流和注入管路；

(6) 泄水、进排水管路及附件布置；

*(7) 舷旁及底部阀件和附件；

(8) 主辅机滑油管系；

(9) 主辅机冷却水管系；

*(10) 燃油供油系统（包括燃油舱柜布置）；

(11) 液压系统（如有时）；

(12) 压缩空气管系（如有时）；

(13) 锅炉给水管系和泄放管路（如有时）；

(14) 主辅机排气管系；

*(15) 机舱通风管系；

(16) 蒸汽管系（如有时）；

(17) 需要时，有关风机装置设计和试验资料及结构图纸；

(18) 齿轮传动装置说明书；

(19) 齿轮传动装置总图；

(20) 齿轮强度计算书；

(21) 轴系布置图；

*(22) 推力轴、中间轴、尾管轴（通过尾管但不安装螺旋桨的轴，如有时）、螺旋桨轴图；

(23) 尾管总图，包括油封装置和尾管轴承图；

*(24) 推进器图；

(25) 轴承强度计算书，包括轴径计算、联轴器的连接计算、连接螺钉计算等；

*(26) 轴系扭转振动计算书；

(27) 轴系回旋振动计算书，此条规定只适用于双体或单体高速船；

(28) 推进器强度计算书；

*(29) 无键或有键连接的螺旋桨液压装配图及计算书（如有时）；

*(30) 舵装置总图；

(31) 舵装置强度计算书；

(32) 舵装置的液压动力系统图或等效的操纵传动系统图；

1.2.3.4 电气设备图纸和资料：

(1) 全船电气说明书（备查）；

(2) 电气设备明细表（备查）；

(3) 电力负荷估算书；

(4) 蓄电池容量估算书；

(5) 电力设备布置图；

*(6) 电力一次系统图；

(7) 全船主照明、应急照系统图和布置图；

(8) 主干电缆布置图；

(9) 船内通信系统图和布置图（包括广播、传令钟、电话等）；

(10) 船内报警系统图和布置图（包括探火和失火报警、通风报警等）；

(11) 主配电板原理图和布置图；

(12) 航海灯线路图。

1.2.3.5 消防图纸资料：

*(1) 结构防火总布置图（防火分隔、梯道、通道、控制站、脱险通道和出口等）；

*(2) 水灭火系统图（消防泵排量、压头及其位置、消火栓位置等）；

*(3) 固定式灭火系统（站室位置、灭火剂用量计算书、容器数量、喷头布置等）；

(4) 固定式探火和失火报警系统；

(5) 消防用品布置图（数量、位置等）；

*(6) 通风系统（通风管材料及位置、关闭装置，通风风机控制处所等）；

*(7) 防火控制图（防火挡板位置、火警探测器、风扇制动器、舱室和甲板通道、通风系统、灭火设备等）；

(8) 舱室布置和脱险疏散通道布置图。

1.2.3.6 本社认为必要的其他图纸和资料。

1.2.3.7 未在本社监督下建造的高速船入级，应将1.2.3.2至1.2.3.5中注有*符号的图纸资料，一式三份送本社审查。

第三节 检验要求

1.3.1 入级检验

1.3.1.1 高速船的入级检验，除本章规定外，尚应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第一篇第一章的有关规定（如适用时）。

1.3.2 保持船级的定期检验

1.3.2.1 高速船保持船级的定期检验，除本章规定外，尚应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第一篇第二章的有关规定（如适用时）。

1.3.2.2 年度检验内容除按本社《钢质海船入级与建造规范》第一篇第二章第二节规定外，船体部分应增加下列检验项目：

（1）检查船体结构不连续处是否完好。

（2）对双体船和双体气垫船要注意检查连接桥结构以及连接桥和片体连接处的结构。

（3）对气垫船，检查浮箱和提供浮力的结构的水密性。

（4）检查铆接结构，有无松动和漏水现象。

（5）异种金属连接处电化腐蚀情况。

（6）检查围裙或首、尾封的撕裂情况以及围裙或首尾封与船体连接处情况。

（7）检查气道。

（8）检查吊艇钩及着陆垫。

（9）检查螺旋桨和舵叶有否损坏或空蚀。

（10）检查水翼、水翼支架及支架与船体连接处的结构等。

1.3.2.3 年度检验一般应在坞内进行。允许将船吊起或上排以代替进坞。

1.3.2.4 年度检验或特别检验到期时，如船东不便提供本社进行相应的检验，则可向本社申请展期检验。展期检验时，将对船舶进行一次具有足够范围的一般检验，如检验结果符合要求，本社可给予一至三个月的展期。

第二章 船体结构

第一节 通 则

2.1.1 一般要求

2.1.1.1 本章涉及的范围为主船体、连接桥、上层建筑、甲板室以及其他重要结构，如主机座、空气螺旋桨基座、围裙和水翼等。

2.1.1.2 2.1.1.1中涉及的船体结构均应能承受在规定的营运条件下作用在该结构上的各种静力、动力和周期性激振力，包括：

(1) 静力，如船上的人员、设备、行李和货物的重力、船体内的液体静压力、船体外的水浮力、气垫静压力、停放船体的支架支撑力、吊运船体的起吊力等。

(2) 动力，如船体在波浪上运动时产生的惯性力、波浪对船体的冲击力、气垫支承力、气垫船下降时对地面的冲击力、水翼的升力等。

(3) 激振力，如机械或螺旋桨周期性运转所产生的力。稳定性和抗振动能力。在该船规定的使用期内不发生破坏、漏水、以及不许可的变形等妨碍安全航行的缺陷。

2.1.1.4 对于一些结构新颖的高速船的结构设计，如本规范未作规定，设计部门可以采用合理的方法设计，但须经本社同意。

2.1.1.5 本章计算所得的板厚值的小数进位或舍去，可按本社《钢质海船入级与建造规范》第二篇1.2.1.6规定执行。

2.1.2 船体结构所用材料应满足下列要求

2.1.2.1 本规范适用材料主要为铝合金。船体的主要结构构件应采用带有A标记的铝合金。带有A标记的铝合金的力学性能指标见第八章表8.2.8.1（1）及（2）。

2.1.2.2 除上层建筑及甲板室允许采用铆接外，其他结构均采用焊接。焊接后铝合金的力学性能指标见第九章表9.2.6.2 A。

2.1.2.3 直接与海水接触的部位如采用AlMgSi合金，应经本社特别考虑。

2.1.2.4 对于用玻璃钢或钢建造的高速船或用铝合金—玻璃钢混合结构的高速船，其外载荷可按本章规定，但材料的力学性能、结构计算方法及安全系数应经本社认可。

2.1.3 船体密性试验规定如下：

2.1.3.1 冲水试验。试验方法和项目可按本社《钢质海船入级与建造规范》第二篇1.5.2.1和1.5.2.2规定。

2.1.3.2 水压试验。

（1）空的首、尾尖舱压水到满载水线。

（2）所有压载舱、淡水舱、油舱以及装液体的首、尾尖舱均压水到舱顶以上1.5m或到溢流管口，取其大者。

（3）如在船台上进行水压试验有困难时，可在船下水后进行。但对水下部分应在船台上用适当的方法先行密性检查，检查结果应经验船师同意。

2.1.3.3 如有必要，本社可要求进行实船试验。通过试验验证设计外载荷和结构计算的正确性。

第二节 结构焊接

2.2.1 对接接头

2.2.1.1 等厚度板的对接接头形式，应按9.3.1.1要求进行

坡口加工和焊接。

2.2.1.2 不同厚度的板进行对接时，其厚度差超过2mm时，应将较厚板的边缘削斜，其削斜坡度一般为1：3。

2.2.1.3 对接接头一般应双面焊，焊第二面时，应将根部的杂物清除干净。

2.2.1.4 对承受较低应力的结构，当双面焊接无法实施时，在保证焊接质量的前提下，经本社同意允许单面封底焊。

2.2.2 角接焊缝

2.2.2.1 角接焊缝的形式可为T型接头和十字形接头，如图2.2.2.1（a）。两种接头形式又可分为双面连续焊和间断交错焊，如图2.2.2.1（b）。

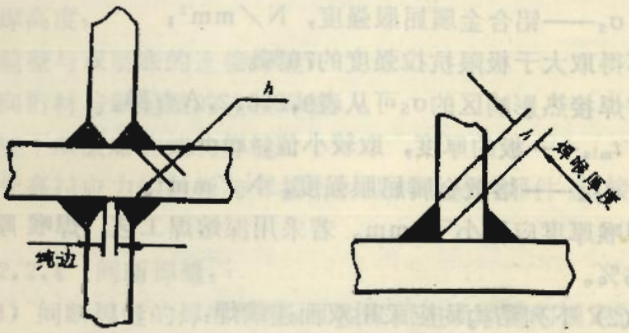


图2.2.2.1(a) 十字形和T型接头双面焊缝

如接头处只承受中等应力，则可以采用间断焊。

2.2.2.2 双面连续焊：

（1）要求双面连续焊的角焊缝焊喉厚度h值应不小于按下式计算所得之值：

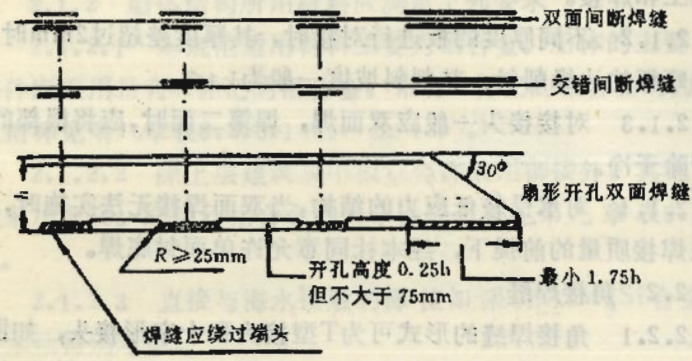


图2.2.2.1(b) 间断焊缝

$$h = 0.42\frac{\sigma_s t_{min}}{\sigma_{FW}} \qquad mm$$

式中：σ_s——铝合金属屈服强度，N／mm²；

不得取大于极限抗拉强度的70%。

对焊接热影响区的σ_s可从表9.2.6.2.A查得。

t_{min}——板的厚度，取较小值，mm；

σ_{FW}——熔敷金属屈服强度，N／mm²。

焊喉厚度应不小于2mm。若采用深熔焊工艺，焊喉厚度可减少15%。

(2) 下列结构均应采用双面连续焊：

中桁材与平板龙骨的连接焊缝；

机器基座与支撑结构的连接焊缝；

油密和水密周界的连接焊缝；

舵机处所有结构的连接焊缝；

舵内结构的连接，无法施焊部位应开孔塞焊；

扶强材、支柱、横撑材和桁材的支承及端部的连接焊缝；

螺旋桨上方处，至少为螺旋桨直径1.5倍的半径区域范围内

的所有构件连接焊缝；

肘板与邻接桁材或其他结构部件的连接；

承受较大剪应力的桁材腹板端部的连接焊缝；

肘板与舱壁的连接焊缝。

2.2.2.3 承受高压力的双面连续焊缝

(1) 一般承受大于50N/mm²的高应力的双面连续角焊缝的焊喉厚度h应不小于按下式计算所得之值，但不得小于2mm：

$$h = 0.36\left(\frac{\sigma}{55} + \frac{r}{t_{min}} - 1\right)t_{min} \quad mm$$

式中：σ——板的最大计算应力，N／mm²。

r——钝边，mm；

t_{min}——板的厚度，取较小值，mm。

(2) 下列结构承受高拉应力的角焊缝，均应采用深熔焊或增大角焊高度：

横舱壁与双层底的连接焊缝；

横向桁材与纵舱壁的连接焊缝；

舱壁下双层底的结构焊缝；

承受高拉应力的肘板与邻接桁材或其他结构部件连接的焊缝。

2.2.2.4 间断焊缝：

(1) 间断焊缝的焊喉厚度，可按双面连续焊缝的规定计算。

(2) 焊缝长度应不小于：

船中前砰击区域内连接总长度的80%；

液舱内及船中后底部的连接的总长度的60%；

其他区域连接的总长度的45%。

2.2.3 桁材、支柱及横撑材的端部连接

2.2.3.1 当腹板中的剪应力超过$\frac{7\sigma_{FW}}{48}$ (N／mm²) 时；

其双面连续周界角焊缝的焊喉厚度h应不小于按下式计算所得之值：

$$h = \frac{3\tau t_{min}}{\sigma_{Fw}} \qquad mm$$

式中：τ——计算剪应力，N/mm^2；

t_{min}——板的厚度，取较小值，mm；

σ_{Fw}——熔敷金属屈服强度，N/mm^2。

2.2.3.2 支柱和横撑材端部连接的焊缝面积A_w应不小于按下式计算所得之值：

$$A_W = \frac{36 \cdot A \cdot P}{\sigma_{Fw}} \qquad cm^2$$

式中：A——支柱和横撑材的承截面积，m^2；

P——设计压力，kN/mm^2。

2.2.4 扶强材的端部连接，根据承受应力的大小不同分别按2.2.2.2 (1) 和2.2.2.3 (1) 的规定计算焊脚尺寸。

第三节 总 强 度

2.3.1 一般要求

2.3.1.1 高速双体船、单体船、气垫双体船的L/D如大于10，要求校核船体在波浪中高速航行时的总纵强度。

2.3.1.2 对于高速双体船和气垫双体船还应校核连接桥处的总横强度和抗扭强度。

2.3.1.3 动力支承型高速船，包括全垫升气垫船、侧壁气垫船、水翼艇，应分别按排水航行状态和垫态（或翼态）航行状态校核船体的总纵强度。此两种航行状态都应考虑静水弯矩加上波浪弯矩。

2.3.1.4 除2.3.1.1～2.3.1.3规定外，对下列附加状态的总强度亦应予以校核：

(1) 搁置在相距2／3L的坞墩上（对普通高速船）；

(2) 起吊状态（如有时）；

(3) 上岸着陆状态（对全垫升气垫船）。

2.3.1.5 高速航行的船舶的船底所受的波浪冲击力与波高和航速有关。设计部门或船东应提出与该船营运航区相适应的一组波高（有义值）—航速的关系值，并经本社同意。

2.3.1.6 计算总强度时，除2.3.1.4 (1)、(2) 规定的坐墩和起吊状态为空载装载状态外，其余均规定为满载出港状态。

2.3.2 总纵强度计算

2.3.2.1 本节2.3.1.1涉及的高速船的总纵强度计算：

(1) 计算状态取为波浪中高速航行，船首、尾都出水，船中底部受波浪冲击的中拱状态。假定船身全部重量和垂向运动的惯性力与波浪冲击力达到瞬时平衡，如为气垫双体船，则平衡力系中还应考虑气垫压力。

(2) 用作计算总纵强度的船底大面积所受的波浪冲击压力$\overline{P_{sl}}$可按下列计算：

$$\overline{P_{sl}} = 1.4k_1 \cdot a_v \cdot d \qquad \text{kN／m}^2$$

式中：k_1——冲击压力的纵向分布系数。距尾0.5L～0.8L之间取$k_1 = 1$，首、尾两端均取$k_1 = 0.5$，其余各站可用插入法求得；

d——吃水，m；

a_v——船体重心处垂向加速度，m／s^2。

(3) 船重心处垂向加速度a_v可取同型船的实测值或船模试验值。如无实测值或试验值，a_v可按下式计算：

$$a_v = 0.0045 \frac{V^{1.5} H_s}{(1+0.04L)L} \left(\frac{V}{\sqrt{L}} + 86\right) g \qquad m/s^2$$

式中：L——船长，m；

V——对应H_s的船速，kn；

H_s——有义波高，m；

g——重力加速度，m／s²，取$g = 9.81 m/s^2$。

应按2.3.1.5给出的一组波高—航速关系值算得对应的一组a_v值，取其中最大值代入$\overline{P_{s1}}$公式计算P_{s1}。如为客船，a_v值不得超过9.81m/s²。如果a_v值已超过9.81m／s²，则应修改原来给出的波高—航速关系的一组对应值。

(4)船中波浪冲击力P_{s1}为：

$$P_{s1} = \overline{P_{s1}} l_s B' \qquad kN$$

式中：l_s——以船重心为中心的船中冲击区的长度，m，可按本款(1)的假定求得。

B'——船宽，m，对于双体船应取二倍片体宽度。

2.3.2.2 全垫升气垫船和侧壁气垫船垫态航行状态的总纵强度计算

根据船体受波浪冲击的不同部位，应分别计算下列状态。

(1)波浪冲击力作用在船中重心附近(中冲)，使船发生中拱。

①波浪冲击力P_m按下式计算：

$$P_m = a_v \cdot \Delta \qquad kN$$

式中：Δ——气垫船满载排水量，t；

a_v——船重心处垂向加速度，m／s²。

②a_v可取同型船的实测值或船模试验值。如无此值，a_v可按下式计算，对于气垫客船，a_v不得超过9.81m／s²：

$$a_v = 0.07 \frac{V_v V}{\sqrt[3]{\Delta}} g \qquad m/s^2$$

式中：V_v——船重心处垂向速度，m／s²，V_v可按下式计算：

$$V_v = 3.919\frac{H_s}{\sqrt{L_w}} + 0.609 \qquad m/s$$

L_w——波长，m，可取$L_w = 10H_s$；

V——对应H_s的船速，m／s；

H_s——有义波高，m；

Δ——气垫船满载排水量，t。

③中冲作用区的纵向长度l_m取气垫长L_{ac}的15％，即$l_m = 0.15L_{ac}$，此长度对称于船的重心。

(2) 船首、尾同时受到波浪冲击（首尾冲），使船发生中垂，假设船不发生转动。

①首尾冲时假设其合力等于中冲时的冲击力P_m，即

$$P_f + P_a = P_m = a_v \cdot \Delta \qquad kN$$

并假设：$P_f = 0.6P_m$，kN，P_f为首部冲击力；

$P_a = 0.4P_m$，kN，P_a为尾部冲击力。

②首部冲击区长度l_f为：

$$l_f = \frac{0.195b \cdot L_{ac}}{1.5ca + b}$$

尾部冲击区长度l_a为：

$$l_a = \frac{0.2925caL_{ac}}{1.5ca + b} \qquad m$$

式中：L_{ac}——气垫长度，m；

a——自船重心至气垫长度L_{ac}的首端的水平距离，m；

b——自船重心至气垫长度L_{ac}的尾端的水平距离，m；

c——浮箱首部形状系数。首部为矩形时，$c=1$；为梯形时，$c=0.9$为半圆形时，$c=0.8$

l_a和l_f均分别自气垫长度L_{ac}的尾和首端点量起。冲击力作用中心在l_a和l_f的中点。

(3) 仅船首受到波浪冲击（首冲）。

①首冲的波浪冲击力按下式计算：

$$P_b = a_v \cdot \Delta \qquad \text{kN}$$

式中：a_v——首冲时船重心处垂向加速度，m／s²；

Δ——气垫船满载排水量，t。

②首冲时船重心处垂向加速度a_v可按下式计算，如为气垫客船，a_v值不得超过9.81m／s²：

$$a_v = 0.105 \frac{V_v V}{\sqrt[3]{\Delta(1+\gamma_x^2)^2}} g \qquad \text{m/s}^2$$

式中V_v、V、Δ定义见2.3.2.2 (1) ②：

$$\gamma_x = \frac{l_1}{\rho_x}$$

其中：l_1——首冲作用中心至船重心的水平距离，m；

ρ_x——船纵摇惯性半径，m，可取$\rho_x = 0.25L_{ac}$

③船首冲时，船将转动，船上任意一点的垂向加速度可按下式计算：

$$a_i = a_v\left(1 + \frac{l_1 l_i}{\rho_x^2 \theta}\right) \qquad \text{m/s}^2$$

式中：a_v——首冲时重心处垂向加速度，m／s²；

l_i——所求i点至重心水平距离，m，船重心以后的点l_i为负值。

④首冲作用区的面积一般为气垫面积的7%，据此可求出首冲作用区的作用中心，进而确定l_1。

(4) 中冲或首尾冲情况下可利用下列平衡方程求船体所受

的弯矩和剪力分布：

$$\sum_i (g+a_v)W_i = \sum_i P_i \Delta S + P_m$$

式中：a_v——船重心处垂向加速度，　　m/s^2；

W_i——每分段的船的质量，　　t；

P_i——气垫压力，　　kN/m^2；

P_m——波浪冲击力，　　kN；

g——重力加速度，m/s^2，取$g=9.81 m/s^2$；

ΔS——每分段的气垫面积，　　m^2。

(5) 首冲时可利用下列平衡方程求船体所受的弯矩和剪力分布：

$$\sum_i (g+a_i)W_i = \sum_i P_i \Delta S + P_b$$

式中：a_i——每分段的垂向加速度，m/s^2，按2.3.2.2(3)③计算；

P_b——首冲的波浪冲击力，kN，按2.3.2.2 (3) ①计算；

$g, W_i, P_i, \Delta S$见2.3.2.2 (4)。

2.3.2.3 全垫升气垫船和侧壁气垫船排水航行状态的总纵强度计算：

按气垫船规定承受的最大波高(有义值)，且波长等于船长的假设分别进行中垂和中拱状态的计算。

2.3.2.4 水翼艇的总纵强度计算：

船体所受的总弯矩可用静水弯矩加上波浪弯矩的方法确定。

(1) 排水状态或翼航状态时的静水弯矩可用常规方法确定。但翼航状态时艇体出水，艇体重量全部由水翼的升力支承。

(2) 排水状态的波浪弯矩可按下式计算：

$$M_W = 9.81 C_W (3.175 - \lg\Delta) \frac{C}{\mathrm{tg}^{2/3}\beta} \cdot \Delta L \quad kN \cdot m$$

式中：C_w——系数，可按体积傅氏F_{∇}和水翼艇排水航时允许的最大波高Hss（有义值），查表2.3.2.4（2）得；

Δ——满载排水量，t；

β——艇底斜开角；计算中垂状态时，在距尾0.8l处量取，计算中拱状态时，在船中处量取；

C——系数，计算中垂状态时，取$c=0.631$，计算中拱状态时，取$C=0.408$；

其中：

$$F_{\nabla}=\frac{V_r}{\sqrt{g\nabla^{\frac{1}{3}}}}$$

V_r——阻力曲线中阻力峰对应的航速，m／s；

g——重力加速度，m／s²；

∇——满载排水体积，t；

（3）翼航时仅要求校核中垂状态，中垂状态时的波浪弯矩可按下式计算：

$$M_{WW}=M_{WS}\cdot\frac{4.135}{l_k}H_{SW}\left(1+\frac{0.415V}{\sqrt{l_k}}\right)\left[1-\frac{\pi(d_F+d_A)}{l_k}\right]$$

式中：M_{WS}——翼航时静水弯短，kN·m，此值可从船身全部重力与水翼的动升力相平衡用常规方法确定；

V——静水翼航时的航速，kn；

H_{SW}——翼航时的最大波高（有义值），m；

l_k——前后水翼间距，m；

d_F——前水翼浸深，m；

d_A——后水翼浸深，m。

2.3.3 双体船连接结构的总横强度和抗扭强度计算

2.3.3.1 双体船的总横弯矩可按下式计算：

$$Ms=C_1\Delta a_v b \qquad \text{kN}\cdot\text{m}$$

式中：C_1——系数，可按以下取：

C_W值　　表2.3.2.4 (2)

	$Hss=2.66$ m		$Hss=1.52$ m		$Hss=0.95$ m	
F_rD	中垂	中拱	中垂	中拱	中垂	中拱
0.7	0.083					
0.8	0.085					
0.9	0.087					
1.0	0.09		0.083			
1.1	0.095		0.084			
1.2	0.100		0.086			
1.3	0.108	0.083	0.088		0.083	
1.4	0.117	0.085	0.092		0.085	
1.5	0.126	0.088	0.095		0.086	
1.6	0.134	0.092	0.100		0.088	
1.7	0.144	0.097	0.105	0.083	0.091	
1.8	0.153	0.104	0.110	0.084	0.094	
1.9	0.161	0.112	0.118	0.087	0.097	
2.0	0.170	0.120	0.124	0.089	0.100	0.083
2.1	0.178	0.128	0.130	0.093	0.104	0.084
2.2	0.187	0.137	0.137	0.098	0.107	0.087

C_W值　　续表2.3.2.4 (2)

	$Hss=2.66$ m		$Hss=1.52$ m		$Hss=0.95$ m	
$F_v\nabla$	中垂	中拱	中垂	中拱	中垂	中拱
2.3	0.195	0.146	0.142	0.104	0.112	0.089
2.4	0.202	0.155	0.147	0.110	0.116	0.093
2.5	0.210	0.164	0.153	0.117	0.120	0.097
2.6	0.217	0.173	0.158	0.123	0.124	0.101
2.7	0.223	0.181	0.162	0.130	0.128	0.105
2.8	0.230	0.190	0.167	0.136	0.132	0.110
2.9	0.235	0.198	0.171	0.142	0.135	0.114
3.0	0.241	0.207	0.175	0.147	0.138	0.118
3.1	0.246	0.216	0.179	0.153	0.141	0.122
3.2	0.251	0.224	0.183	0.159	0.144	0.126
3.3	0.255	0.232	0.187	0.164	0.147	0.130
3.4	0.259	0.240	0.190	0.169	0.149	0.134
3.5	0.263	0.248	0.194	0.175	0.151	0.138

$C_1=0.125$　　遮蔽航区

$C_1=0.135$　　沿海航区

$C_1=0.166$　　近海航区

Δ——满载排水量，t；

a_v——船重心处垂向加速度，m／s^2，可按2.3.2.1（3）确定；

b——片体中心线间距，m。

2.3.3.2 两片体连接结构中心线处的垂向剪力可按下式计算：

$$Qs = C_2 \Delta a_v \qquad kN$$

式中：C_2——系数，按如下选取：

$C_2 = 0.165$　　遮蔽航区

$C_2 = 0.182$　　沿海航区

$C_2 = 0.222$　　近海航区

Δ、a_v见2.3.3.1。

2.3.3.3 由于两片体纵摇不同步倾向而产生的作用在连接结构上的扭矩可按下式计算：

$$M_r = 0.125 \Delta a_v L \qquad kN \cdot m$$

式中Δ、a_v见2.3.3.1。

根据M_r值应校核连接结构剖面上由于扭矩引起的剪切应力是否许可。

2.3.4 船中剖面的要求和许用应力

2.3.4.1 船中剖面模数

（1）船中剖面中所有连续的纵骨、纵桁都可计入船中剖面模数。上层建筑纵通构件的处理，可参照本章第十节的规定。

（2）船底板、外板、甲板、长上层建筑的顶板和侧壁板如满足本章第四节结构稳定性的要求，则可计入船中剖面模数。

2.3.4.2 计算总强度时的许用应力：

（1）甲板、船底板的拉伸许用应力〔σ〕$= 0.67\sigma_{sw}$；

（2）压缩许用应力见本章第五节；

（3）剪切许用应力〔τ〕$= 0.38\sigma_{sw}$；

（4）连接桥合成许用应力〔σ_c〕$= 0.75\sigma_{sw}$；

合成应力应按下式进行计算：

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau^2}$$

式中：σ_x——校核点处，x方向的正压力；

σ_y——校核点处，y方向的正压力；

τ——在xy平面上，校核点的剪应力；

σ_{sw}——铝合金焊接后的屈服强度，MPa，取0.2%变形时的屈服强度，见第九章表9.2.6.2A。

2.3.5 船体刚度

2.3.5.1 水翼艇船中剖面惯性矩I应满足下式要求：

$$I > 10.88 \frac{\Delta l_k^2}{E} \times 10^6 \qquad \text{cm}^4$$

式中：l_k——前后水翼的间距，m；

Δ——满载排水量，t；

E——材料的弹性模量，N／mm²。

第四节 船体振动

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 高速船在满载航行情况下，应保证无强烈的总振动和船壳（外板、甲板等）的局部振动。尤应注意螺旋桨区域内船底板材，以及主机和风机区域内的板材。以避免结构的损伤、妨碍机器和设备的正常运行和影响船员的工作、旅客的生活。

2.4.1.2局部船体振动可参照中华人民共和国船舶检验局的指导性文件《船体有害振动的预防》或其他有效方法计算。

2.4.2 测量

2.4.2.1 为防止船体构件因剧烈振动而损坏，对于已发生剧烈振动的部位宜进行振动应力测量，其应力值对铝构件不得超过23.5N／mm²。对于能用计算方法算得的振动应力值也可按此

衡准来衡量。

2.4.2.2 上甲板的尾部端点可以认为是衡量船舶尾部结构振动程度的参考点，其振动加速度值超过1.962m/s²时，应对尾部结构的振动情况作进一步的检查测量。

2.4.2.3 本社认为有必要时，可要求进行实船振动测量，如发现存在严重振动问题时，则应采取必要的避振和减振措施。

第五节 构件稳定性

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 对船底板、甲板板和舷侧外板以及其纵向骨材均应进行总纵弯曲情况下的稳定性校核。

2.5.2 矩形平板

2.5.2.1 (1)船底板和甲板板的理论屈曲应力σ_E由下式确定：

$$\sigma_E = 3.6E\left(\frac{t}{s}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：E——材料弹性模数：

铝合金板：$E = 0.69\times10^5$ N/mm^2；

钢板：$E = 2.06\times10^5$ N/mm^2；

t——板厚，mm；

s——纵骨间距，mm。

(2) 舷侧外板的理论屈曲应力σ_E由下式确定：

$$\sigma_E = \frac{7.56}{\phi+1.1}E\left(\frac{t}{s}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：E、t、s见2.5.2.1

ϕ——应力分布系数(上边应力为σ，下边为$\phi\cdot\sigma$)，$0\leqslant\phi\leqslant1$。

2.5.2.2 板的临界屈曲应力σ_{cr}由下式计算：

$$\sigma_{cr}=\sigma_E \quad , \qquad 当\sigma_E \leqslant \frac{\sigma_s}{2}时 \quad ;$$

$$\sigma_{cr}=\sigma_s\left(1-\frac{\sigma_s}{4\sigma_E}\right) \quad , \qquad 当\sigma_E > \frac{\sigma_s}{2}时$$

式中：σ_E——理论屈曲应力，见2.5.2.1，N／mm²；

σ_s——材料的屈服强度，N／mm²。取0.2%变形时的屈服强度且不大于70%抗拉强度。

2.5.2.3 板的计算压应力σ_d应不大于按下式计算所得的许用临界屈曲应力〔σ_{cr}〕：

$$[\sigma_{cr}]=\eta\sigma_{cr} \qquad N/mm^2$$

式中：η——稳定性安全因子：

当

$$\frac{s}{t}<60时 \quad , \quad \eta=0.8 \quad ;$$

$$\frac{s}{t}>120时 \quad , \quad \eta=0.9 \quad ;$$

中间值可用插入法确定。

s——纵骨间距，mm；

t——板厚，mm。

2.5.2.4 如板格$\frac{s}{t}>2.7\sqrt{\frac{E}{\sigma_s}}$，允许计算压应力$\sigma_d$超过临界屈曲应力，但不得大于按下列各式计算的平均极限应力$\overline{\sigma_{pl}}$的0.8倍，铝板的平均极限应力：

$$\overline{\sigma_{u1}} = 350 \frac{t}{s}\sqrt{\sigma_s} \qquad N/mm^2$$

钢板的平均极限应力：

$$\overline{\sigma_{u1}} = 810 \frac{t}{s}\sqrt{\sigma_s} \qquad N/mm^2$$

式中：t、s、σ_s见2.5.2.2、2.5.2.3。

2.5.3 纵骨和桁材

2.5.3.1 带板的纵骨或桁材的理论屈曲应力σ_E按下式计算：

$$\sigma_E = C\frac{\pi^2 E}{l^2}\frac{I}{A} \qquad N/mm^2$$

式中：I——连同带板的剖面惯性矩，cm^4；

A——连同带板的剖面面积，cm^2；

l——纵骨或桁材的跨距，cm；

E——材料弹性模数，见2.5.2.1（1）；

C——纵骨或桁材的端点的固定系数，端点处如有足够尺寸的肘板，可认为该端点嵌固，如无肘板则认为该端点简支。

两端简支：$C=1$；

一端简支、一端嵌固：$C=2$；

两端嵌固：$C=4$。

2.5.3.2 计算2.5.3.1中的剖面惯性矩I和剖面面积A时的带板宽度应用减缩后的有效宽度b_e；对于纵骨和纵桁分别按下列规定：

（1）纵骨带板的有效宽度b_e：

$$b_e = \left[0.44 + 0.56 \frac{[\sigma_{cr}]}{\sigma_s} \right] s \qquad \text{mm}$$

但b_e值不应大于0.8s。

式中：s、σ_s见2.5.2.2、2.5.2.3；

$[\sigma_{cr}]$ ——系按2.5.2.2节公式求得的σ_{cr}乘以0.8而得。

2.5.2.2节公式中的σ_E按该式计算：$\sigma_E = 3.6E \left(\frac{t}{0.5bs} \right)^2$

(2) 纵桁带板的有效宽度

纵桁的带板面积应包括带板有效宽度上的纵骨的50%的剖面面积。

纵桁带板有效宽度b_e按下式确定：

$$b_e = c \cdot b \qquad \text{mm}$$

式中：b——纵桁支承面积的平均宽度，mm；

c——系数，按表2.5.3.2 (2) 确定，表中r系纵桁跨距上等间距支承力的数量。

表2.5.3.2 (2)

r \ a/b	0	1	2	3	4	5	6	>7
≥6	0.00	0.38	0.67	0.84	0.93	0.97	0.99	1.00
5	0.00	0.33	0.58	0.73	0.84	0.89	0.92	0.93
4	0.00	0.27	0.49	0.63	0.74	0.81	0.85	0.87
≤3	0.00	0.22	0.40	0.52	0.65	0.73	0.78	0.80

表中：a——纵桁的计算跨距，mm；

两端简支时　$a=l-h$

两端嵌固时　$a=0.6\ (l-h)$

可根据2.5.3.1规定判别端点是简支还是嵌固。

其中：h——纵桁腹板高度，mm；

l——纵桁跨距，mm。

2.5.3.3　桁材的面板和腹板的理论屈曲应力σ_E分别按下式计算：

(1) 面板

$$\sigma_E=0.38E\left(\frac{t_f}{b}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：t_f——面板厚度，mm；

b——桁材的面板宽度，mm，对T型材仅取面板宽度的一半。

对于纵桁，如面板很长，可在跨度内装设防倾肘板，此对面板的理论屈曲应力为：

$$\sigma_E=0.38E\left(\frac{t_f}{b}\right)^2+0.9E\left(\frac{t_f}{l}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：l——肘板间的面板跨距，mm。

(2) 腹板

$$\sigma_E=3.8E\left(\frac{t}{h}\right)^2 \qquad N/mm^2$$

式中：t——腹板厚度，mm；

h——腹板高度，mm。

2.5.3.4　纵骨、桁材以及桁材的面积、腹板的临界屈曲应

力按2.5.2.2同样方法确定。

2.5.3.5 (1) 纵骨以及桁材的面板、腹板的许用临界屈曲应力〔σ_{cr}〕按2.5.2.3同样方法确定。

(2) 桁材的许用临界屈曲应力〔σ_{cr}〕按下式计算：

$$[\sigma_{cr}] = \eta\sigma_{cr} \qquad N/mm^2$$

式中：σ_{cr}——临界屈曲应力，见2.5.3.4

η——稳定性安全因子，按下式计算：

$$\eta = \frac{k}{1 + \frac{l}{r}}$$

但η值不必小于0.3。

式中：k——一般取0.7，如设计载荷主要是动载荷，则取0.6；

r——剖面惯性半径，cm；

l——桁材的跨距，cm。

2.5.3.6 受压构件的实际计算应力σ_d不得大于2.5.3.5(2)确定的许用临界屈曲应力。σ_d由下式计算：

$$\sigma_d = 10\frac{P}{A} \qquad N/mm^2$$

式中：P——构件承受的压力，kN；

A——构件剖面积，cm^2。

第六节 船底结构

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 船底范围为舭部上缘以下部分。船底结构通常采用纵骨架式。如采用横骨架式应另行考虑。船底采用双底、单底

均可。

2.6.1.2 船底板及内部骨架应有能承受波浪拍击的强度以及按总纵强度要求的屈曲强度。

2.6.1.3 在计算波浪的拍击力时，来自内部向外的其他压力均不予考虑。

2.6.2 船底骨架

2.6.2.1 纵骨应符合下列要求：

(1) 纵骨必须全部连续，并连续地通过舱壁。如在舱壁处切断，则纵骨应与通过舱壁的贯穿肘板焊接。

(2) 纵骨应由舱壁和肋板支持。

(3) 纵骨间距不宜大于500mm。

2.6.2.2 强肋板应符合下列要求：

(1) 船底强肋板须与船侧强肋骨和甲板强横梁在一个剖面上有效地焊接。

(2) 在机舱每个肋位上都应设置强肋板，在推力轴承处须另行加强。

2.6.2.3 船底桁材应符合下列要求：

(1) 计入总纵强度的船底纵桁的腹板应穿过水密横舱壁。

(2) 为进坞需要，一般均应设置中桁材或中内龙骨。

(3) 桁材两端不准开减轻孔。

(4) 主机底座下的桁材应自船底直升到机座面板，并应适当扶强和防倾。

(5) 推力轴承处桁材应予加强。

2.6.3 冲击压力计算

2.6.3.1 单体船、双体船的船底波浪拍击的局部计算压力P_{sl}按下式计算：

$$P_{sl} = k_D \cdot \overline{P_{sl}} \qquad kN/m^2$$

式中：$\overline{P_{sl}}$——按2.3.2.1 (2) 计算，kN/m^2；

k_D——局部压力系数，按A_D/A_R由图2.6.3.1曲线查得，其中：

$$A_R=\frac{0.7\Delta}{d}$$，为船底冲击的参考面积，m^2

A_D为船底局部受拍击的面积，m^2；对船底板，即为板格面积；对船底纵骨、纵桁、肋板，即为其所支承的面积；Δ为满载排水量，t。

2.6.3.2 气垫船船底的局部冲击压力P_{sl}按下式计算：

$$P_{sl}=1.2k_l\cdot V\cdot V_v \qquad kN/m^2$$

式中：k_l——冲击压力纵向分布系数；

船首处$k_l=2$，距首端$0.25L_{ac}$以后均取$k_l=1$，中间可用插入法求得；

$V\cdot V_v$——见2.3.2.2 (1) ②。

2.6.4 构件尺寸的确定

2.6.4.1 船底板的厚度应符合下列要求：

(1) 最小板厚：

$$t_{min}=12.4\sqrt{\frac{L}{\sigma_s}} \qquad mm;$$

对气垫船可用$t_{min}=0.6\sqrt{L}$，mm。

式中：σ_s——材料的屈服强度，N/mm^2。

(2) 板厚t与板格长边中点处的横向应力σ_y之间的关系为：

$$t=22.4k_{rs}\sqrt{\frac{P_{sl}}{\sigma_y}} \qquad mm$$

其中：$\sigma_y\not>0.8\sigma_{sw}$

如纵骨远离船底板对接焊缝时，上式中σ_{sw}应改为σ_s，非焊接

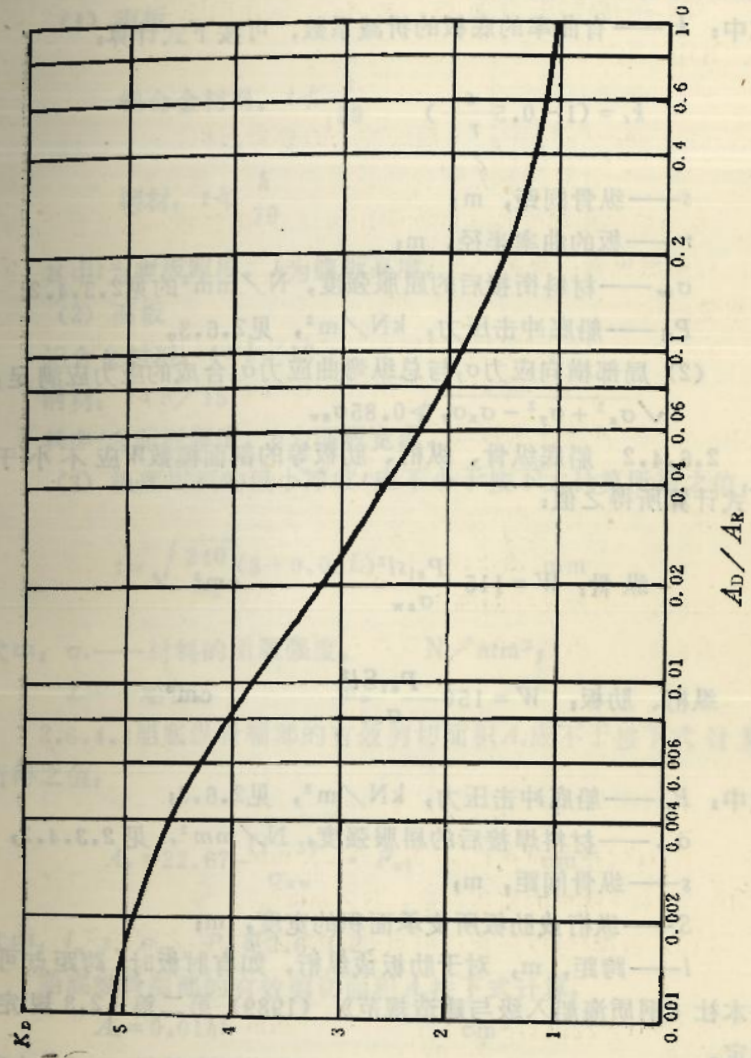


图2.6.3.1

成型的带筋板可另行考虑。

式中：k_r——有曲率的底板的折减系数，可按下式计算：

$$k_r = (1 - 0.5\frac{s}{r})$$

s——纵骨间距，m；

r——板的曲率半径，m；

σ_{sw}——材料衔接后的屈服强度，N／mm²的见2.3.4.2

P_{sl}——船底冲击压力，kN／m²，见2.6.3。

(2) 局部横向应力σ_y与总纵弯曲应力σ_x合成的应力应满足：

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y} \geqslant 0.85\sigma_{sw}$$

2.6.4.2 船底纵骨、纵桁、肋板等的剖面模数W应不小于下式计算所得之值：

$$\text{纵骨：}\quad W = 115\frac{P_{sl}sl^2}{\sigma_{sw}} \qquad \text{cm}^3$$

$$\text{纵桁、肋板：}\quad W = 150\frac{P_{sl}Sl^2}{\sigma_{sw}} \qquad \text{cm}^3$$

式中：P_{sl}——船底冲击压力，kN／m²，见2.6.3；

σ_{sw}——材料焊接后的屈服强度，N／mm²，见2.3.4.2；

s——纵骨间距，m；

S——纵桁或肋板所支承面积的宽度，m；

l——跨距，m，对于肋板或纵桁，如有肘板时，跨距点可按本社《钢质海船入级与建造规范》（1989）第二篇1.2.3规定确定。

2.6.4.3 船底组合型材（包括机座）的剖面尺寸应满足下列要求：

(1) 腹板

铝合金材料：$t \leqslant \frac{h}{59}$

钢材：$t \leqslant \frac{h}{70}$

其中t为腹板厚度，h为腹板高度。

(2) 面板

铝合金材料：$t \leqslant b/12$

钢材：$t \leqslant b/15$

其中t为面板厚度，b为面板宽度。

(3) 机座用板的最小厚度t应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \sqrt{\frac{240}{\sigma_S}}(3 + 0.08L) \qquad \text{mm}$$

式中：σ_s——材料的屈服强度，　　N/mm^2；

L——船长，　　m。

2.6.4.4船底纵骨端部的有效剪切面积A_e应不于按下式计算所得之值：

$$A_e = 22.67 - \frac{(l-s)}{\sigma_{sw}} \cdot P_{sl} \qquad \text{cm}^2$$

式中：l、s、σ_{sw}、P_{sl}见2.6.4.2。

船底纵骨端部的有效剪切面积A_e按下式计算：

$$A_e = 0.01ht \qquad \text{cm}^2$$

式中：h——纵骨腹板高度，mm；

t——纵骨腹板厚度，mm。

2.6.4.5　船底桁材端部的有效剪切面积A_e按下式计算：

(1) 端部无肘板时：

$A_e = 0.01 h_w t_w$ $\quad cm^2$；

端部有肘板时：

$A_e = 0.01 h_w t_w + \Delta A_e$ $\quad cm^2$

式中：h_w——计算剖面处减去开孔后的腹板实效高度，mm，开孔应按2.6.2.3 (3) 的规定。

t_w——腹板厚度，mm；

ΔA_e——端部有肘板时的附加剪切面积，cm^2，按肘板面板的水平倾角θ取值，见图2.6.4.5 (1)，

$\theta = 45°$时，$\Delta A_e = 0.9 f_1$；$\theta = 0°$时，$\Delta A_e = 0$，

θ为中间值时，可用插入法求取ΔA_e，f_1为计算剖面处肘板的截面积，cm^2。

(2) 桁材有效剪切面积A_e应不小于按下式计算所得之的值

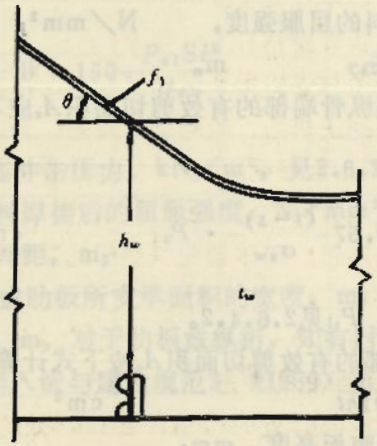


图 2.6.4.5 (1)

$$A_e = 13.5\frac{Sl}{\sigma_{aw}} \cdot P_{sl} \qquad cm^2$$

式中：l、S、σ_{aw}、P_{sl}同2.6.4.2。

第七节 舷侧结构

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 舷侧范围为从艏部上缘至上甲板的区域。舷侧骨架一般采用纵骨架式，如采用横骨架应另行考虑。

2.7.1.2 在求舷侧外板的厚度时，应以板的下缘为压力计算点；在求舷侧纵骨的强肋骨剖面尺寸时，应以其所支持的面积中心为压力计算点。

2.7.2 舷侧骨架

2.7.2.1 舷侧纵骨应符合下列要求：

(1) 纵骨须由强肋骨或舱壁支持。如纵骨间断，须加肘板连接。

(2) 纵骨间距不宜大于500mm。

2.7.2.2 强肋骨应符合下列要求：

(1) 强肋骨须与强横梁和强肋板在一个横剖面内。

(2) 机舱内的主机前、后端须设置强肋骨。如采用横骨架式，此处强肋骨的剖面模数应5倍于普通肋骨的剖面模数。

2.7.3 计算压力的确定

2.7.3.1 单体船、双体船和气垫船的舷侧计算压力按下式计算：

$$P_s = 9.81h + 0.15P_{sl} \qquad kN/m^2$$

式中：P_{sl}——该处船底的冲击压力，kN/m^2，见2.6.3，在$0.5L$至$0.8L$之间，P_{sl}取$0.5L$处的P_{sl}值，在$1.0L$处的P_{sl}取$0.5L$处的P_{sl}值的1.2倍，在$0.8L$至$1.0L$间的P_{sl}值按线性内插法确定。

h—压力计算点到上甲板的垂直距离，m，应不小于0.8m，

也不必大于2.7.1.1定义的舷侧范围高度的0.8倍。

2.7.4 构件尺寸的确定

2.7.4.1 舷侧外板板厚t应不小于按下列各式计算所得之值：

$$t_1 = 10.8\sqrt{\frac{L}{\sigma_s}} \qquad \text{mm}$$

$$t_1 = 0.5\sqrt{L} \qquad \text{mm，对气垫船}$$

$$t_2 = 25s\sqrt{\frac{P_s}{\sigma_{sw}}}$$

式中：P_s——舷侧计算压力，kN／m²，见2.7.3.1；

σ_{sw}——材料焊接后的屈服强度，N/mm²，见2.3.4.2；

s——纵骨间距，m。

尾轴出口处和轴架处板厚须增加50%。

2.7.4.2 舷侧纵骨和强肋骨的剖面模数W应不小于下列各式计算所得之值：

纵骨：$$W = 125\frac{P_s s l^2}{\sigma_{sw}} \qquad \text{mm}^3;$$

强肋骨：$$W = 135\frac{P_s S l^2}{\sigma_s} \qquad \text{cm}^3。$$

式中：σ_{sw}、σ_s、s、S、l见2.6.4.2；

P_s见2.7.3.1。

第八节 甲板结构及支柱

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 甲板骨架一般应采用纵骨架式，如采用横骨架式，

应另行考虑。

2.8.2 甲板骨架

2.8.2.1 纵骨应符合下列要求：

(1) 纵骨应支持在舱壁和强横梁上。

(2) 纵骨应连续地通过强横梁，并与强横梁连接。

(3) 纵骨一般应连续地通过横舱壁，也可采用纵骨与穿过舱壁的贯穿肘板有效地连接，以保持结构的连续性和端点的固定。

2.8.2.2 强横梁腹板高度应不小于纵骨穿过处开孔高度的1.5倍。

2.8.3 计算压力

2.8.3.1 高速单体船、双体船甲板的计算压力p_d由下式确定：

露天甲板： $P_d = 0.2L + 7.57$ kN／m²；

非露天甲板： $P_d = 0.1L + 6$ kN／m²。

2.8.3.2 动力支承船甲板计算压力p_d由下式确定：

$$P_d = 0.1L + 6 \quad \text{kN／m}^2。$$

2.8.3.3 如甲板上装载重物，则除重物本身重量外，还应考虑船舶的垂向加速度a_v对甲板受压的影响。重物的加速度可取$0.5a_v$。

2.8.3.4 旅客舱室甲板的计算压力P_d可取：

$$P_d = 4.5 \quad \text{kN／m}^2。$$

2.8.4 构件尺寸的确定

2.8.4 甲板板厚t应不于按下列各式计算所得之值：

$$t_1 = (3 + 0.02L)\sqrt{\frac{240}{\sigma_s}} \quad \text{mm}$$

$t_1 = 2.5 + 0.02L$mm，对气垫船

$$t_2 = 28s\sqrt{\frac{P_d}{\sigma_{sw}}} \quad mm$$

式中：P_d—甲板计算压力，kN／m²，见2.8.3；

σ_{sw}、s见2.6.4.2；

σ_s见2.6.4.1。

2.8.4.2 甲板骨材的剖面模数应不小于：

$$\text{纵骨：}\ W = 140\frac{P_d s l^2}{\sigma_{sw}} \quad cm^3$$

$$\text{纵桁强横梁：}\ W = 145\frac{P_d S l^2}{\sigma_s} \quad cm^2$$

式中：P_d——甲板计算压力，kN／m²，见2.8.3.1和2.8.3.2；

s、S、l、σ_s、σ_{sw}的定义见2.6.4.2。

2.8.4.3 如甲板纵桁或强横梁采用组合型材，则其剖面尺寸的关系应符合2.6.4.3的要求。强横梁两端的固定方式可参照本社《钢质海船入级与建造规范》（1989年）第二篇2.8.4.5。

2.8.4.4 甲板支柱的许用载荷P按下式计算：

$$P = A\left(6 - 0.0349\frac{l}{r}\right)\sigma_{sw}\cdot 10^{-2} \quad kN$$

式中：A——支柱的剖面积，cm²；

l——支柱的长度，cm；

r——支柱剖面的最小惯性半径，cm；

σ_{sw}——焊接后铝合金的屈服强度，MPa。

不论管形支柱或组合型支柱，其最小壁厚均为4mm。

对于钢质支柱可按照本社《钢质海船入级与建造规范》第二篇第二章第十节的规定。

第九节　舱　壁

2.9.1　一般要求

2.9.1.1　本节涉及水密分舱的舱壁、液体舱的水密舱壁和制荡舱壁。

2.9.1.2应设置下述水密舱壁，但对于$L \leqslant 15m$的船，可不受以下要求的限制：

(1) 沿满载水线自首柱前端量起的$0.05L \sim 0.08L$的范围内的水密防撞舱壁。

(2) 机舱前后端的水密舱壁；

(3) 水密尾尖舱壁。

除以上要求外，如有需要可增设其他横壁以增加船的横向强度或分散局部应力。

2.9.1.3　水密舱壁的设置还应符合本规范第七章第三节对分舱和破舱稳性的要求。

2.9.1.4　油舱和淡水舱之间应设隔离空舱。

2.9.2　舱壁结构

2.9.2.1　水密舱壁结构应符合下列要求：

(1) 水密舱壁应通到上甲板，但尾尖舱的水密舱壁允许通到满载水线以上第一层平台甲板。

(2) 水密舱壁应尽量布置在一个剖面上，必要时允许有小的台阶，但台阶部分也应水密。

防撞舱壁也允许有台阶，但台阶部分除要求水密外，尚须符合2.9.1.2.1)的要求。

(3) 如船首有完全的长上层建筑，则防撞舱壁要向上延伸到上甲板以上的第一层甲板，但其间允许有台阶，台阶部分应水密且符合2.9.1.2 (1) 的要求。

2.9.2.2　水密舱壁上的开孔应符合下列要求：

(1) 水密防撞舱壁在上甲板以下部分不允开孔。

(2) 其他水密舱壁在上甲板以下部分可以开孔，但开孔部分要有坚固水密的关闭设备，并保证出海前关闭。在明显处所应设有开关指示牌，说明开关情况。

2.9.2.3 液体舱舱壁应符合下列要求：

(1) 液体舱如自船的一舷伸到另一舷，且其宽度超过4m，则舱内应在中心位置上设一制荡舱壁。如舱宽超过8m，则应在左、右舱的上半部加装半制荡舱壁。首尖舱长度如超过4m，在其中心线处也应设一制荡舱壁。

(2) 分离的液体舱柜应与船体坚固联接，并不应布置在货舱或物料间内，如不得已布置在其内时，应采取措施防止渗漏。

2.9.3 计算压力

2.9.3.1 水密舱壁和防撞舱壁的板和扶强材的计算压头h（m）为板的下缘或扶强材中点垂直量至上甲板，其计算压力P_h为：

$$P_h = 10h \quad \text{kN/m}^2$$

2.9.3.2 液体舱舱壁板和扶强材的计算压头h（m）分别为板的下缘或扶强材跨距中点垂直向上量至Q点。Q点位置应符合下列要求：

(1) Q点应在舱顶以上，位于舱顶至溢流管出口处高度的2/3处。

(2) Q点位于计算起点到上甲板的距离的2/3处。

(3) Q点高出舱顶的距离应不小于：

$$(0.01L + 0.152)k \text{和} 0.46k \quad \text{m}$$

其中：k——系数：

航速$V \leqslant 35$ kn时，$k = 1$

航速$V = 50$ kn时，$k = 1.25$

中间值可用插入法求取。

航速$V > 50$kn时，需另行考虑。

计算点的压力P_h为：

$$P_h = 10h \quad kN/m^2$$

2.9.4 构件尺寸的确定

2.9.4.1 舱壁板厚度t应不小于按下列各式计算所得之值：

液体舱舱壁：

$$t = 28.8s\sqrt{\frac{P_h}{\sigma_{sw}}}, \quad mm;$$

水密舱壁和防撞舱壁：

$$t = 22.4s\sqrt{\frac{P_h}{\sigma_{sw}}} \quad mm$$

但板厚不得小于3mm。

式中：P_h——计算点压力，见2.9.3；

s——扶强材间距，m；

σ_{sw}——材料焊接后的屈服强度，N/mm^2。

2.9.4.2 液体舱中制荡舱壁板厚为液体舱舱壁板厚度的90%，分离液体舱可参照执行。

2.9.4.3 液体舱舱壁和水密舱壁的扶强材剖面模数W应不小于按下式计算所得之值：

液体舱舱壁扶强材：$W = 140\dfrac{P_h s l^2}{\sigma_s} \quad cm^3$

水塞舱壁和防擦舱壁扶强材：$W = 85\dfrac{P_h \cdot s l^2}{\sigma_s} \quad cm^3$

扶强材两端须用肘板固定。

水密壁上的扶强材如垂直设置，上式中的系数可由85改为80。

式中：l——扶强材跨距，m；

P_h、s见2.9.4.1；

σ_s——材料屈服强度，MPa。

2.9.4.4 任何舱壁允许采用槽形舱壁，其剖面尺寸如图2.9.4.4所示。按2.9.4.1决定槽形舱壁板厚度时，其中s取$1.05s_2$或$1.05s_3$中大者。按2.9.4.3决定舱壁剖面模数时，取$s=s_1$。

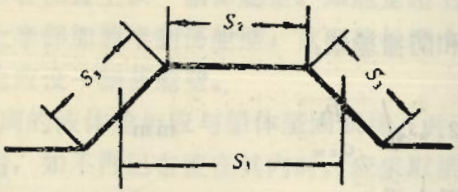


图2.9.4.4

第十节 上层建筑和甲板室

2.10.1 一般要求

2.10.1.1 上层建筑为上甲板上从舷边跨到舷边或其侧壁板离船壳板内不大于船宽（B）的4%的建筑物，离船壳板向内超过4%B的围蔽建筑为甲板室。

2.10.1.2 在船中0.4L区域内长度超过0.2L的上层建筑和甲板室均参与总纵强度。

2.10.1.3 长度超过0.2L的上层建筑或甲板室的侧壁上如有大量开孔，且所有开孔纵向最大孔径之和超过建筑长度之半者，则认为该上层建筑不参与总纵强度。

2.10.2 上层建筑和甲板室的结构

2.10.2.1 上层建筑和甲板室的前端壁必须由上甲板下的横舱壁支持，如无横舱壁则须用强横梁和支柱代替。后端壁同样应

有有效的支持。参加总纵强度的上层建筑和甲板室，其侧壁下应设有纵桁。

2.10.2.2 上层建筑或甲板室内部应设置横隔壁或等效的主要构件以增强横向强度。

2.10.2.3 上层建筑端部处应注意船体结构的平滑过渡。

2.10.2.4 参与总纵强度的上层建筑或甲板室侧壁上如开窗孔，其四角应为圆角，开孔上下方应设加强材。如开门孔，其四周应予以加强。

2.10.2.5 距甲板室四个角偶的0.5m范围内，围壁下的纵桁和强横梁的腹板上不能有任何开孔。

2.10.3 构件尺寸的确定

2.10.3.1 前端壁

(1) 端壁板厚t应不小于按下式计算所得之值。

$$t = 145\sqrt{\frac{s}{\sigma_{sw}}} \qquad mm$$

式中：s——端壁上扶强材的间距，m；

σ_{sw}见2.6.4.2。

对于遮蔽航区，上述板厚允许减少10%。但最小板厚$t_{min} = 3 + 0.01L$ mm。

(2) 扶强材剖面模数W应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 2920\frac{sl^2}{\sigma_s} \qquad cm^3$$

式中：s、l——同2.6.4.2；

σ_s——同2.6.4.1。

(3) 桁材剖面模数W应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 3750\frac{Sl^2}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中：S、l、σ_s——同2.6.4.2、2.6.4.1。

2.10.3.2 侧壁：

(1) 侧壁板厚度t应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 100\frac{s}{\sqrt{\sigma_{sw}}} \quad \text{mm}$$

式中：s——侧壁上扶强材间距，m；

σ_{sw}见2.6.4.2。

对于遮蔽航区，上述板厚允许减少10%。但最小板厚$t_{min}=2.5+0.01L$ mm。

(2) 扶强材剖面模数W应不小于：

$$W = 1776\frac{sl^2}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中：s、l、σ_s——同2.6.4.2、2.6.4.1。

(3) 桁材剖面模数W应不小于：

$$W = 2100\frac{Sl^2}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中：s、l、σ_s——同2.6.4.2、2.6.4.1。

2.10.3.3 顶板：

(1) 顶板的板厚t应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 90\frac{s}{\sqrt{\sigma_{sw}}} \quad \text{mm}$$

式中：s——顶板上扶强材间距，m；

σ_w——同2.6.4.2。

对于遮蔽航区，板厚允许减少10%。但最小板厚$t_{min}=1.5+0.01L$ mm。

(2) 扶强材剖面模数W应不小于按下式计算所得之值：

$$W=1430\frac{sl^2}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中：s、l、σ_s——同2.6.4.2、2.6.4.10

(3) 桁材剖面模数W应不小于按下式计算所得之值：

$$W=1800\frac{Sl^2}{\sigma_s} \quad \text{cm}^3$$

式中：S、l、σ_s——同2.6.4.2、2.6.4.1。

2.10.3.4 气垫船的上层建筑和甲板室强度可较上列要求降低10%。

第十一节 围裙和水翼

2.11.1 围裙

2.11.1.1 本条适用于全垫升气垫船的柔性围裙，侧壁气垫船和气垫双体船上的柔性首、尾封。

2.11.1.2 围裙所用材料见第八章第四节。

2.11.1.3 围裙在总体设计时应充分考虑气垫船的稳性、操纵性、适航性、舒适性。

2.11.1.4 围裙沿船边各段应考虑所受负荷各不相同，首、尾、中各分段的结构设计应考虑：

首部围裙在遇到障碍物时，应能向里偏斜；

尾部围裙在遇到障碍物时，应能向后偏斜，以保证障碍物顺利通过。

中段围裙应保证有较大的偏斜自由度。

2.11.1.5 围裙结构应能防止兜水和泥砂。

2.11.1.6 围裙与船体的连接应坚固，工艺上应能防止围裙撕裂。

2.11.1.7 气垫船在应急迫降时，围裙结构应能保证完好。

2.11.1.8 围裙结构应便于检查和维修。

2.11.1.9 围裙上不允许有任何原始缺陷

(1) 裙囊开口应为圆形或椭圆形，不得在围裙上有锐角开口。

(2) 围裙上任何开口和围裙的底边均应予以加强并光顺，不允许存在毛边。

(3) 织物应十分均匀，在涂胶粘结时不能有气泡和杂质。

(4) 围裙的裙段连接结构应使接缝处紧密，尽量减少该处的空气泄漏。

2.11.1.10 裙指与裙囊的连接结构应简便实用，便于维修。

2.11.1.11 围裙上应尽量减少金属连接件的使用数量。

2.11.1.12 围裙和船体的连接方式应可靠、有效。所有安装中使用的连接件如压条、螺栓等均应有足够强度，并耐腐蚀。

2.11.1.13 围裙分段的组合应保证在个别裙段破损时不影响安全营运。

2.11.1.14 围裙上应有装配空位记号，以明显的颜色标记在围裙上。

2.11.1.15 在进行围裙的强度设计时，要充分考虑动态的最危险的状态，并有足够的安全系数。

2.11.1.16 围裙的设计应考虑其振动状态，以防止低频振动会向气垫船船身传递，导致结构损坏；

高频振动使围裙材料易于分层剥离。

2.11.1.17 计算围裙强度时，可以假定：

(1) 围裙材料是绝对柔性的，各部分受力仅为张力；

(2) 围裙的重量和材料的延伸可以忽略不计；

(3) 作封闭室或增压室的围裙可不计算其纵向应力；

(4) 作用在围裙内部的压力可认为是常值，在封闭室内压力等于增压室的压力，而向气垫一侧开敞的压力为气垫压力。

2.11.1.18 围裙及其连接件的材料要求见第八章第四节。

2.11.2 水翼

2.11.2.1 应对水翼艇的水翼装置（包括前、后水翼和水翼的支柱）进行强度计算，校核是否能满足强度和稳定性要求。

2.11.2.2 作用在水翼上的水动升力与波高和船速有关，应取翼航时的最大航速和允许波高作为计算航速和波高。

2.11.2.3 由于水翼支柱主要承受压力，应对其稳定性进行校核。

2.11.2.4 为确保前后水翼的纵向攻角，必须对支柱下端（即支柱与水翼连接处）的刚度进行校核。

第三章 舵 装

第一节 舵 设 备

3.1.1 一般要求

3.1.1.1 本节规定适用于悬挂式水舵。

3.1.1.2 对于空气舵、喷射器等其他型式控制船舶航向的设备应特殊考虑。

3.1.1.3 本节规定适用于屈服强度σ_s为240N／mm²的普通碳素钢，如采用高强度钢，构件尺寸应作相应换算。换算所用的材料系数$f_1=\left(\frac{\sigma_s}{240}\right)^a$，其中$\sigma_s$为所用钢材的屈服强度，N／mm²，指数$a$，当$\sigma_s>240$N／mm²时，取0.75，当$\sigma_s\leqslant240$N／mm²时，取$a=1$。

3.1.1.4 舵杆、承舵轴、舵销、键以及螺栓的材料的抗拉强度一般不可低于400N／mm²或高于900N／mm²。舵设备材料的其他规定应符合本规范第八章的有关规定。

3.1.2 舵杆

3.1.2.1 作用在舵杆上的舵力P_r、弯矩M_B和扭矩M_T的计算见3.1.2.2、3.1.2.3、3.1.2.4。舵杆和舵叶的尺寸见图3.1.2.1所示。

3.1.2.2 舵力P_r可按下式计算：

$$P_r=0.5\ (l_1^2+2A)V^2 \qquad \text{kN}$$

式中：A——舵面积，m²；

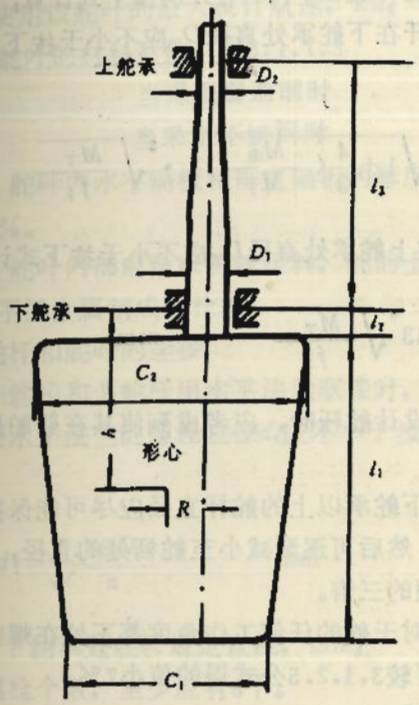


图3.1.2.1

注：l_1、l_2、l_3、C_1、C_2、h、R的单位均为m 。

V——使用该舵时船的最大服务航速，kn。

3.1.2.3 作用在舵杆上的弯矩M_B按下式计算：

$$M_B = P_r\left[l_2 + \frac{l_1(2c_1 + c_2)}{3(c_1 + c_2)}\right] \quad \text{kN·m}$$

3.1.2.4 作用在舵杆上的扭矩M_T可按下式计算：

$$M_T = P_r \cdot R \qquad \text{kN} \cdot \text{m}$$

3.1.2.5 舵杆直径D_1、D_2分别按下式计算：

(1) 舵杆在下舵承处直径D_1应不小于按下式计算所得之值：

$$D_1 = 43 \sqrt[6]{1 + \frac{4}{3}\left(\frac{M_B}{M_T}\right)^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{M_T}{f_1}} \qquad \text{mm}$$

(2) 舵杆在上舵承处直径D_2应不小于按下式计算所得之值：

$$D_2 = 43 \sqrt[3]{\frac{M_T}{f_1}} \qquad \text{mm}$$

3.1.2.6 设计舵杆时，应考虑到使其在船舶最大后退速度不致损坏。

3.1.2.7 下舵承以上的舵杆直径应尽可能保持与下舵承处舵杆直径一致，然后可逐渐减小至舵柄处的直径，但锥体长度不得小于直径差额的三倍。

3.1.2.8 对于舵的任何工作角度都不处在螺旋桨尾流中的舵，舵杆直径可较3.1.2.5公式得的值小7%。

3.1.3 舵叶

3.1.3.1 舵面积应保证在只有一台主机工作情况下仍能保持船的稳定航向。

3.1.3.2 舵叶的外板（包括旁板、顶板、底板）厚度t应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{(a+b)}{\sqrt{f_1}} \sqrt{3.5d + (0.5V)^2} + t_1 \qquad \text{mm}$$

式中：a——舵叶内水平隔板的间距，m；

b——舵叶内垂直隔板的间距，m；$\geq 1.5a$

d——使用该舵叶的最大设计吃水，m；

V——使用该舵叶的最大设计航速，kn；

f_1——舵叶的材料系数，见3.1.1.3

$t_1=2$　　当采用普通钢时

$t_1=0$　　当采用不锈钢时

3.1.3.3　舵叶内水平隔板和垂直隔板的厚度应不小于舵叶外板厚度的70%。

3.1.3.4　舵叶内部应涂以防锈涂料，舵的上、下部应有排泄孔，并配有不锈金属制成的栓塞。

3.1.4　舵杆和舵叶的连接

3.1.4.1　舵叶和上舵杆用水平法兰联接时，

(1) 连接水平法兰的螺栓直径d_f应不小于按下式计算所得之值

$$d_f=\frac{0.68D_1}{\sqrt{n}}\quad \text{mm}$$

式中：D_1——下舵承处舵杆规定直径，mm；

n——螺栓个数，至少应有6个。

(2) 水平法兰的厚度应不小于连接水平法兰的螺栓直径d_f。

(3) 螺栓中心至法兰中心的平均距离应不小于$0.9D_1$，螺栓中心至法兰边缘的距离应不小于螺栓直径d_f的1.2倍。

(4) 主要承受扭矩的水平法兰，其连接螺栓至少有4个应是铰孔螺栓。

(5) 如果舵杆与水平法兰为焊接连接时，则应在整个接合面内焊透。

3.1.4.2　舵叶与舵杆的连接以舵杆下端圆锥体伸入舵叶内并用键和螺母实现时：

(1) 舵杆圆锥体的锥度为1／8～1／12，锥体长度应不小于

1.5倍下舵承处舵杆直径D_1。

(2) 键的剪切面积A_s应不小于按下式计算所得之值：

$$A_s = \frac{294M_T}{d_m f_1} \quad \text{cm}^2$$

式中：M_T——作用在舵杆上的扭矩，kN·m，见3.1.2.4；

d_m——舵杆在键处的平均直径，mm；

f_1——键的材料系数，见3.1.1.3。

(3) 键与舵杆或键与舵之间的接触面积应不小于$0.3A_s/f_1$而f_1应采用键、舵杆或法兰三者中材料系数最小者。

(4) 舵杆最下端用螺母紧固。螺母高度应为螺纹公称直径的0.6倍。螺纹的公称直径为$0.65D_1$。螺母应有开口销或其他措施可靠止动。

3.1.5 舵承

3.1.5.1 舵承的接触面积$A_b = \pi D_{11} h_b$，该面积应符合下式：

$$A_b \geqslant \frac{P}{P_m} \times 10^6 \quad \text{mm}^2$$

式中：D_{11}——舵承衬套处的舵杆直径，mm；

h_b——舵承接触面的高度，mm；

P——舵承上的接触反力，kN。

上、下舵承的反力可按下式计算：

上舵承 $$P = \frac{M_B}{l_3} \quad \text{kN}$$

下舵承 $$P = P_r + \frac{M_B}{l_3} \quad \text{kN}$$

其中：M_B——作用在舵杆上的弯矩，kN·m，可按3.1.2.3计算

l_3——上、下舵承中心线间距，m；

P_r——作用在舵杆上的舵力，kN，可按3.1.2.2计算；

P_m——舵承能承受的最大许用压强，kN／m²，取决于舵杆与舵承接触面的材料：

$P_m=7000$ kN／m² 钢与不锈钢或青铜

$P_m=4500$ kN／m² 钢与白合金（油润滑）

$P_m=5500$ kN／m² 钢与玻璃钢（水润滑）

$P_m=2500$ kN／m² 钢或青铜与铁梨木

3.1.5.2 舵承衬套的厚度t应满足下式，但通常不小于8mm。

$$t\geqslant 0.32\sqrt{P}$$

3.1.5.3 舵承衬套外的舵承厚度应不小于$\frac{1}{4}D_1$。

第二节 锚泊及系泊设备

3.2.1 舣装数

舣装数N应按下式计算：

$$N=(\Delta^{\frac{2}{3}}+2BH+\frac{A}{10})\cdot k$$

式中：Δ——满载时排水量，t；

B——见1.2.2定义，m；

H——从相应于Δ的水线向上量至最高一层宽度大于$B/4$的甲板室顶的有效高度，m；由下式计算：

$$H=a+\Sigma h_i\sin\theta_i$$

其中：a——船舣处相应于Δ的水线至上甲板的垂向距离，m；

h——宽度大于$B/4$的各层甲板室高度，m；

θ_i——各层甲板室前端壁的后倾角（与水平线夹角）；

A——相应于Δ的水线以上的船体和宽度超过$B/4$的各层甲板室的侧投影面积，m²；

k——航区系数，按船舶营运航区的类别取值：

近海和沿海航区：$k=1.5$；

遮蔽航区：$k=1.0$；

营运限制为风力小于六级、有义波高小于1m的遮蔽航区：$k=0.7$。

对于双体船，应从舷装数计算公式的BH中扣除水线以上隧道的横剖面积。

3.2.2 锚泊设备

3.2.2.1 应在船首配置一个大抓力锚。该锚的重量不得小于根据舷装数按表3.2.2查得的锚重。如配置非大抓力锚，则锚重不得小于按表3.2.2查得锚重的1.3倍。如在船首配置二个锚，则每个锚的锚重不得小于单锚锚重的0.7倍。

3.2.2.2 锚链和锚索

(1) 可以全部采用锚链，也可采用钢索或合纤维索代替锚链，如后一种情况，通常应在锚和锚索之间加设一段短锚链。其长度取下面两种情况中较长者：10m及锚的收藏位置到锚机之间的距离。

(2) 锚链直径根据舷装数N按表3.2.2查得。表AM_1和AM_2系本社《钢质海船入级与建造规范》第九篇10.2.2.2规定的锚链级别。

(3) 锚链或锚索的长度以及锚索的破断负荷根据舷装数N查表3.2.2得到。

3.2.3 系泊设备

3.2.3.1 高速船上配置纤维系船索的长度和破断负荷根据舷装数N按表3.2.2查得，但按3.2.1计算N的公式中航区系数k总是取1。系索直径不得小于15mm。系索总长在任何情况下不得小于船长的四倍。

锚泊和系泊设备　　表3.2.2

舣装数N		首锚	锚链直径		锚链或锚索		纤维系索	
超过	不超过	大抓力锚重量(kg)	AM_1 (mm)	AM_2 (mm)	长度(m)	锚索的破断负荷(kN)	长度(m)	破断负荷(kN)
—	5	12	8	8	75	29.4	2×22.5	25
5	10	12	8	8	75	29.4	2×22.5	25
10	15	14	8	8	75	29.4	2×25	25
15	20	20	8	8	80	29.4	2×25	30
20	25	25	8	8	84	29.4	2×30	30
25	30	31	8	8	87	29.4	2×35	30
30	35	37	8	8	90	29.4	2×40	32
35	40	42	8	8	93	29.4	2×40	32
40	50	51	8.5	8	97	29.4	2×40	32
50	70	67	8.5	9.5	105	38.3	3×40	34
70	90	90	11	8.5	113	50.8	3×50	37
90	110	112	12.5	11	121	63.3	3×55	39
110	130	135	13.5	12	127	75.8	3×55	44
130	150	157	14.5	13	134	88.3	3×60	49
150	175	183	15.5	14	140	102.2	3×60	54
175	205	214	17	15	147	119·2	3×60	59
205	240	250	18.5	16	154	136.9	4×60	64

第四章 轮 机

第一节 通 则

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 入级高速船的原动机、推进装置、风机装置、齿轮传动装置、锅炉和受压容器、辅助系统、机械设备等的设计、制造、安装和试验，均应符合本章有关规定。

4.1.2 环境条件

4.1.2.1 机器设备和轴系传动装置的结构与布置，应确保其在船舶横倾15°、横摇22.5°和纵倾5°、纵摇7.5°情况下正常工作。

4.1.2.2 应急动力装置（包括应急蓄电池组）应能在船舶横倾22.5°和纵倾10°的情况下全功率工作。

4.1.3 换向

4.1.3.1 推进系统应具有改变推进方向使船舶在一定距离内由全速前进停止下来的能力。

4.1.4 应急动力源

4.1.4.1 为防止包括动力源在内的机器设备故障可能导致全船动力装置停止工作而使船舶失去动力，应有措施保证应急电源随时可以使用。

4.1.5 燃油

4.1.5.1 一般，应避免使用闪点低于43°C的燃油。如果采取防火防爆措施并经本社批准，可以使用闪点不低于38°C的燃油。

4.1.6 出入口

4.1.6.1 机舱至少应设有一个不包括脱险通道在内的出入口。

4.1.7 通风

4.1.7.1 机舱应有足够的通风，以保证其中的机器在所有气候（包括恶劣气候）条件下全功率运转时机舱内有足够的空气，从而确保人员安全和机器运转。

4.1.8 防护

4.1.8.1 含有高速旋转部件的机器设备，其设计和安装均应采取防止高能量的碎片危及船舶和人员安全的措施。并应尽可能装设罩壳等防护设施。

4.1.8.2 表面温度超过220°C的机器设备和管路，其表面应有有效的防护设施以防碰到可燃物着火和伤害船上人员。必要时，表面温度低于220°C但可能会伤及船上人员的热表面，也应予以防护。

4.1.9 通信

4.1.9.1 机舱（或集控室）与驾驶室之间应配备通信设施。

4.1.10 船用产品

4.1.10.1 凡用于高速船上的重要机械设备应是本社检验认可的船用产品或其他适用产品。

4.1.11 试验

4.1.11.1 轮机装置安装完毕后，应按照本社批准的试验大纲进行系泊试验和航行试验。

第二节 泵和管系的一般规定

4.2.1 设计

4.2.1.1 设计的泵和管系的工作能力应适当大于为船舶服务实际需要的工作能力。

4.2.1.2 管系设计压力是管系最高许用工作压力。

4.2.1.3 管系设计温度应是管内流体的最高温度，但应不低于50°C。

4.2.1.4 管路的设计，包括结构尺寸及材料等必须确保系统工作可靠。

4.2.1.5 为两台或两台以上发动机服务的系统，应具有当一台发动机出现故障后仍能保证其他发动机正常运转的能力。

4.2.2 管壁厚度

4.2.2.1 钢管及铜和铜合金管的最小公称壁厚应分别符合中国船级社《钢质海船入级与建造规范》（1989）第三篇第二章表2.2.2.6和表2.3.2.5的规定。

4.2.2.2 不锈钢管的壁厚可薄于一般钢管壁厚。在该管路刚性得到保证情况下，管壁厚度可按表4.2.2.2选取。对于管子壁厚大于100mm的不锈钢管，其壁厚应经本社批准。

不锈钢管最小公称壁厚（mm） **表4.2.2.2**

管子外径 D	最小公称壁厚
≤45	1
>45 ≤100	1.5

4.2.3 其他

4.2.3.1 考虑到设备与管路间不可避免的某些相对移动，或为减小振动，允许采用认可型的挠性软管或波纹管，但不能穿过舱壁或甲板。

4.2.3.2 船侧和船底部的阀件应是认可型的。

4.2.4 液压试验和密性试验

4.2.4.1管系连同它们的附件在装船前应进行液压试验。一般，试验压力应不低于1.5倍的设计压力。

4.2.4.2 装船后，燃油管系应以1.5倍的设计压力（但不小于0.4MPa）进行液压试验；液压系统应以1.25倍设计压力但不超过设计压力加0.7MPa进行液压试验。

4.2.4.3 装船后，管系应做密性试验，密性试验可以和船上的液压试验一起进行。

4.2.4.4 所有的泵、阀件和附件的受压部件装配前应做液压试验。一般，试验压力应不低于1.5倍设计压力。

第三节 船舶管系和舱室通风系统

4.3.1 一般要求

4.3.1.1 所有的海水进口和舷外排出口，均应装设用固定法兰或等效设施连接船侧板或船底板的认可型阀。但布置在船侧或船尾部的排气管出口，若其布置符合本章有关规定，经本社同意此阀可免装。

4.3.1.2 海底阀和低于水线的海水出口阀均应在水线以上位置装设易接近的手操纵关闭装置。

4.3.1.3 船侧和船尾处排气管出口的设计和布置，应能防止海水灌入。

4.3.1.4 阀与壳板间连接管的直径和壁厚应以与其连接的船体结构等强度的原则来决定。

4.3.1.5 管子、阀和附件采用的材料应经本社同意。

4.3.1.6 阀、旋塞、管子及其他附件直接连接到舱柜壁板或要求水密的舱壁、甲板等结构上时，该结构的完整性应不受到破坏。

4.3.2 舱底水系统和排水

4.3.2.1 舱底水系统应符合下述一般规定：

(1) 除经常装载液体的舱外，舱底水系统应能有效地排干任何水密舱内的水，并应能在破舱情况下出现的各种纵、横倾状态下工作。至于个别的舱，如无排水必要，可免除排水系统，但须用实验证明船舶的安全性不因此而受到破坏。

(2) 舱底水系统的设计和布置应能防止水从一个水密舱流向另一个水密舱。

(3) 为一个以上水密舱服务的舱底泵和舱底水总管，应布置在高于本规范第二章假定的破舱穿透深度以内的位置。但每一水密舱均有独立的舱底泵时，其位置可不受破舱深度的限制。

(4) 采用可携式舱底泵时，舱室应设有便于连接和操纵这些泵的通道。

(5) 全垫升气垫船的舱底水系统可以特别考虑。

(6) 在无人值班机舱内，应设置舱底水高水位报警器。

4.3.2.2 为高速船服务的舱底泵应符合下列规定：

(1) 至少应设有两台舱底泵，其中一台应为专用。船上除油泵外的任何排量适当的泵都可以作为第二台舱底泵。

(2) 舱底泵应是动力驱动的固定泵或可携式泵，但排量小于1.5m³／h的舱底泵可以是手摇泵。

(3) 每台舱底泵的排量Q应满足下列公式规定的值：

$$Q = 3.75\left(1 + \frac{L}{36}\right)^2 \qquad m^3/h$$

式中：L——船舶排水状态时设计水线处的刚体船体的长度，m。

经本社批准，可以采用较小排量的舱底泵，但每台泵的排量应不小于下式规定的值，且不小于1m³／h：

$$Q = 0.05W_L$$

式中：W_L——空船重量，t。

4.3.2.3 舱底水系统和舱底水吸口应符合下列规定：

(1) 舱底水管的内径，一般应不小于50mm，最小不得小于25mm。

(2) 舱底水吸口的数量和布置应确保机舱和舱室的排水要求，但每个机舱至少应有2个吸口，每一其他舱室至少应有1个吸口。

独立舱底泵所在处所的舱底水吸口应有一个是直通舱底泵吸口。

(3) 为防止水可能通过舱底水系统在各舱室或处所间串流，舱底水系统的下列部件上应设置必要的截止止回阀（或旋塞）：

①舱底水支吸口的管路。

②直通舱底泵吸入管。

③舱底泵和舱底水总管的连接管。

所有截止阀（或旋塞）操纵处均应有表明其开启或关闭状态的指示装置。

(4) 舱底水吸口应设置于污水井（沟）或滤网箱中：

①机舱和轴隧内的舱底水吸管应设置泥箱，并自泥箱引一直管至污水井。

100总吨以下的高速船，可以在吸入管管端装设滤网箱以取代泥箱，滤网箱应便于拆装和清洗，网孔直径应不大于10mm，网箱通流面积应不小于该舱底水吸管截面积的2倍。

②除机舱和轴隧外的其他舱室的舱底水吸管的开口端应封闭在滤网箱内。滤网箱应符合4.3.2.3(4)①的有关规定。

4.3.2.4 高速船排水口的布置及水的排放应符合下述规定：

(1) 破舱时仍高于水面的舱室，允许通过装有止回阀的排水口向舷外排水，排水管壁厚应以与所连接船体结构等强度的原则来决定。

(2) 非封闭上层建筑或甲板室内的处所，其排水应引向舷外。穿过船壳板和甲板的排水管壁厚应以与所接船体结构等强度的原

则来决定。

(3) 在干舷甲板以下处所，或干舷甲板上封闭的上层建筑和甲板室内的处所，通过在船壳外板上开孔向舷外排水时，均应装设坚固、便于检查的关闭装置。通常每一处独立的排水口应有一个自动止回阀，并且备有以干舷甲板上某一位置能直接关闭的设备。上述处所的排水孔也可通向舭部水沟。

4.3.3 空气管、测量管

4.3.3.1 所有油舱、水舱、隔离空舱均应装设有足够流通截面积的空气管，并且：

(1) 空气管应被引至舱壁甲板上不能进水也不会因油或油气溢出而造成危险的开敞处所。但滑油舱柜的空气管，若出口端能位于溢油不致和电气设备及热表面接触之处，则可以终止在机器处所内。

(2) 燃油舱柜空气管的管端应装设耐腐蚀和便于更换的金属防火网。

所有位于露天甲板上的空气管开口，应装设防止海水涌入船内的有效关闭装置。

(3) 对于凡是按照《经1988年议定书修订的1966年国际载重线公约》勘划载重线的高速船，空气管至少应引至高于干舷甲板之上760mm处或上层建筑甲板之上450mm处，也可以在水线以上2300mm处引向舷外。

(4) 对于不包括在4.3.3.1(3)范围内的高速船，空气管高度应经本社同意。

4.3.3.2 所有舱柜均应装有测量管，并且：

(1) 除短测量管外，测量管一般应被引至舱壁甲板以上易接近地点，并且应装有螺旋盖或等效的封闭装置。

(2) 测量管内径不得小于32mm。

(3) 测量管管端开口处的底板应装有适当防击板。

(4)允许用认可型的液位指示器或遥控测量装置取代测量管。

4.3.4 压载系统

4.3.4.1 压载系统的设计、安装和试验应能满意地完成预定的用途。

4.3.4.2 用燃油配载的方法来完成压载任务时，该压载系统还应符合以下规定：

(1) 该系统应与水压载系统（若设有时）可靠地隔离；

(2) 该系统还应符合本章有关燃油系统的规定。

4.3.5 通风系统

4.3.5.1 通风系统应能提供充足的空气量，保证船舶正常航行和船上人员的安全，并且：

(1) 应采取适当措施，以保证封闭机舱在发动机启动前能强制通风。

(2) 通风系统还须符合本规范第六章有关防火方面的规定。

4.3.5.2 通风系统的结构、布置及采用的材料均应取得本社同意。

4.3.5.3 通风管不应穿过舱壁甲板以下的水密舱壁。

4.3.5.4 通风帽应设置在开敞甲板以上，其位置和风雨密装置应符合《经1988年议定书修订的1966年国际载重线公约》的规定。

第四节 动力管系

4.4.1 燃油系统

4.4.1.1 高速船的燃油系统应符合下述规定：

(1) 高速船使用的燃油应符合本章4.1.5.1的规定。

(2) 所有独立驱动的燃油泵的动力供应除能就地切断外尚须能在其所在处所外面易于到达的地点进行应急切断。

(3) 用于燃油系统的垫片应由耐热、耐油的材料制造。

4.4.1.2 燃油舱柜的布置应符合以下规定：

(1) 燃油舱柜应由隔离空舱或等效设施与乘客舱、船员舱、行李舱进行隔离。隔离空舱或等效设施应能适当通风和排水。

(2) 燃油舱柜应尽可能成为船体结构的一部分，但不论其是船体结构的一部分或是独立设置的，燃油舱柜不应设于易失火区内或与其相近处。若必须在这些区域设置燃油舱柜时，其材料应是钢或其他等效材料，且不能直接位于高温热表面上方。

(3) 对于铝合金或玻璃钢结构的高速船，可以同意燃油舱柜用与船体结构同种材料制造，但它们不能设置在易失火区，也不能成为易失火区域限界面的构成部分。

(4) 对设置在易失火区域内的燃油舱柜，除应在舱柜壁上装设能对舱柜油管就地关闭的速闭阀外，还应设有能在该舱柜所在处所外易于接近和安全的地点进行遥控关闭的速闭阀。

(5) 燃油舱柜（包括日用油柜）应设有适当的放水设施。

(6) 凡设有燃油沉淀柜或日用油柜的处所应保持良好的通风。

4.4.1.3 燃油输送泵应装设安全阀，该阀排出的油应被引至泵的吸入端。泵与吸入管和排出管之间均应装设阀或旋塞。

独立驱动的燃油输送泵的动力供应应能就地切断和在易失火区外应急切断。

4.4.1.4 燃油供油管路上应安装有两只滤器或一只双联滤器，其布置应能在不中断供给过滤燃油的情况下对滤器进行清洗。对于两台或两台以上彼此完全独立的发动机燃油系统，经本社同意可适当放宽要求。

4.4.1.5 燃油管路的布置及附件应符合以下规定：

(1) 燃油管路应布置在明显可见和易于接近的地方，并应适当设置固定或弹性元件以避免产生过大的位移和振动。

(2) 燃油管路不应穿过乘客舱、船员舱、行李舱或货舱（若

设有时）且不应穿过水密舱壁。

(3) 燃油管及阀、接头等均应是钢制的，或是由本社认为其强度和防火完整性与钢等效的材料制造。

应避免使用软管，若不可避免时应经本社同意，且软管及接头应经本社认可。软管应布置在可见的易接近之处。

(4) 通向易失火区的燃油供油管路，应在易失火区外设置可切断燃油供给的操纵装置。

(5) 燃油管路、接头和阀的位置，应尽量远离热表面、电气设备或其他潜在的火源，且应可靠地安装与连接并适当防护，以防火灾。

4.4.1.6 应通过固定的燃油注入管向燃油舱柜注油，并且：

(1) 燃油注入管应终止在露天甲板，其布置能使可能的漏油泄入船内安全的处所。

(2) 注入管的注入口应设有螺帽或旋塞或等效的防止进水的封闭装置。

(3) 用泵灌装的燃油舱柜，应装设合适的溢流管。

4.4.2 滑油系统

4.4.2.1 滑油舱柜（若设有时）应由隔离空舱或等效设施与淡水舱柜（若设有时）或燃油舱柜隔开。

4.4.2.2 滑油系统的设计、安装和试验应能确保完成预定的用途。

4.4.2.3 滑油系统应装有滤器，并且其布置应能在不中断供给过滤滑油的情况下对滤器进行清洗。

4.4.2.4 滑油系统应设有滑油低压报警装置，该装置应能发出声、光报警信号。

4.4.2.5 从各台柴油机油底壳将滑油引至滑油循环舱柜的泄油管应是独立的。

4.4.3 冷却系统

4.4.3.1 冷却系统应能在所有运行工况下对润滑油和液压动力油（若设有时）进行合理的冷却，且能使油温可靠地维持在规定的温度范围内。

4.4.3.2 水冷却系统应符合以下规定：

(1) 应设有一台动力驱动的备用泵。

(2) 装有两台或多台柴油机时，如果各自均带有冷却水泵，则备用泵可免设。

(3) 舷外海水吸口应不少于2个，并且应尽可能分布在两舷。

(4) 海水箱和海水冷却泵之间的管路，应装有滤器，其布置应使滤器在清洗时不致中断冷却水的供应。

(5) 闭式冷却系统应设有淡水膨胀水箱。

(6) 冷却水系统应设有高温报警装置，该装置应能发出声、光报警信号。

4.4.4液压系统

4.4.4.1 液压系统应能可靠而满意地完成预定的用途。其试验应符合本社《钢质海船入级与建造规范》（1989）第三篇第二章第五节的有关规定。

4.4.4.2 液压系统的设计必须注意到液压冲击引起的附加应力对该系统的影响。系统中所有的部件应由不受浸蚀、与液压油不起化学作用的材料制成。

4.4.4.3 液压系统中应装设滤器和溢流阀。管路和油缸等设备应设放气阀。

4.4.4.4 重要用途的液压系统应设有动力油泵的备用泵。

4.4.5 起动空气系统

4.4.5.1柴油机采用压缩空气起动时，起动空气系统应能满足柴油机的起动要求：

(1) 空气瓶应具有在不补充充气的情况下对每台可换向的柴油机从冷态下连续起动12次的能力，试验时应正倒车交替进行；

对每台不可换向柴油机从冷态下连续起动6次的能力。

(2) 船上的充气设备应能在1h内由大气压力升至4.4.5.1(1)中规定的连续起动所需的压力。

4.4.5.2 充气设备应设有安全装置。

4.4.6 排气系统

4.4.6.1 发动机的排气系统应能畅通地排出废气，保持机器的正常运行。

4.4.6.2 排气系统的布置，应最大限度减少排出废气进入发动机和风机（若设有时）进气口以及进入有人舱室和空调系统所在处所。

4.4.6.3 当废气在船侧或船尾部排出时，穿过位于水线附近船壳板处的排气管应装设适当的关闭装置，若排气管出口高于水线一定距离，经本局同意此关闭装置可以免设。

第五节 机器设备

4.5.1 柴油机

4.5.1.1 一般要求：

(1) 用于高速船的柴油机，应具有本社签发或认可的产品证书。

(2) 柴油机应装有必要的仪表。

(3) 可换向主柴油机的换向时间应不超过15s。

4.5.1.2 柴油机的结构与设计应符合以下规定：

(1) 曲轴的设计应确保其具有足够的强度，且曲轴强度计算书应提交本社审批。

(2) 柴油机的运动部件应有足够的强度，应能承受在设计运转范围内可能出现的最大热载荷和动力载荷的作用。

(3) 柴油机机架和机座应有足够的强度和刚度，应能承受在设计转速范围内可能出现的各种复合载荷的作用。

(4) 气缸直径大于200mm的柴油机的曲轴箱应装有认可型的防爆门，防爆门的个数、布置及总的流通面积应取得本社同意。

(5) 气缸直径大于230mm的柴油机，每个缸盖上应装设安全阀，该阀的释放压力应不超过1.4倍的气缸内最大燃烧压力。

4.5.1.3 柴油机的零部件布置应符合以下规定：

(1) 高压燃油管应可靠地加以固定和围护，以防燃油或油雾接触到着火源。所漏出的燃油应泄至适当的集油柜中。

(2) 应最大限度减少起动空气系统（若设有时）爆炸的可能。对于气缸直径大于230mm的柴油机，应装设火焰阻止器。

4.5.1.4 用于推进装置和风机装置的每台柴油机，应装设：

(1) 两套应急停车装置，该装置应能在所有运行工况下工作，其执行部分通过停油或停气动作来完成。

(2) 超速保护装置，以防止柴油机的转速超过额定转速的120%。

4.5.1.5 用于推进装置的每台柴油机应装有可靠的调速器，以防止柴油机的转速超过额定转速的115%。

4.5.1.6 驱动发电机的柴油机须装有调速器，其调速特性应符合下列规定：

突然卸去额定负荷或突然加上额定负荷时，瞬时调速率和稳定调速率应分别不大于额定转速的5%和10%。突加额定负荷时，稳定时间应不大于5s。

4.5.1.7 用于推进装置的柴油机，至少应设有以下报警保护装置，装置动作时应能在驾驶室或集控室发出声、光报警信号：

(1) 滑油失压停车保护装置；

(2) 冷却水高温报警装置。

4.5.1.8 柴油机的试验应符合以下规定：

(1) 凡承受压力的柴油机零部件空间均应进行液压试验，试

验压力应不低于工作压力的1.5倍。

(2) 柴油机的台架试验应按本社同意的试验大纲进行。

4.5.2 燃气轮机

4.5.2.1 燃气轮机的设计、安装及运转应能可靠安全地完成预定的用途，并且不会因其可能出现的故障损害或危及船舶和船上人员的安全。

4.5.2.2 用于高速船的燃气轮机，应具有本社签发或认可的产品证书。

4.5.3 风机装置

4.5.3.1 风机装置是能够提高空气压力直接为气垫船提供升力的机器设备。

4.5.3.2 用于高速船的风机装置，应具有本社签发或认可的产品证书。

4.5.3.3 风机装置应符合下列规定：

(1) 风机装置的设计和制造，应使其性能完全满足船舶在各种海域和海况下保持正常航行时所需要的升力。

(2) 风机装置的结构应有足够的强度和必要的刚度。

(3) 风机装置应装设必要的防护设施，以最大限度地减少对船上人员的可能危害。

4.5.4 锅炉和受压容器

4.5.4.1 锅炉和受压容器的设计和制造应能可靠地完成预定的用途。并应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第三篇第六章的有关规定。

4.5.4.2 用于高速船的锅炉和受压容器，应具有本社签发或认可的产品证书。

4.5.5 齿轮传动装置

4.5.5.1 齿轮传动装置是指推进系统中具有减速或减速和离合功能的齿轮箱。

4.5.5.2 齿轮传动装置的设计与结构应符合以下规定：

(1) 齿轮传动装置全功率运转时，齿面接触强度的安全储备值应不小于1.25；齿根弯曲强度的安全储备值应不小于1.5。

(2) 齿轮轴应有足够的强度，其直径应不小于推力轴直轴部分的直径。

(3) 齿轮箱箱体应有必要的强度和足够的刚度。

4.5.5.3 可倒顺的齿轮传动装置，换向时间应不大于15s。

4.5.5.4 齿轮传动装置应装设：

(1) 滑油低压报警装置；

(2) 输入功率大于147kW时，应设滑油高温报警装置。

第六节 轴系和推进器

4.6.1 轴系

4.6.1.1 推进轴系轴的材料、尺寸应符合下述规定：

(1) 轴应用锻钢制造，其抗拉强度对于锰钢和碳钢，应在430～600N／mm²范围内，对于合金钢，应不超过800N／mm²。

(2) 轴的直径d应不小于按下式计算的值：

$$d = 100C\sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e}\left(\frac{608}{\sigma_b + 176.5}\right)} \quad \text{mm}$$

式中：N_e——轴传递的最大持续功率，kW；

n_e——轴传递N_e时的转速，r／min；

σ_b——轴材料的最小抗拉强度，N／mm²。

轴的材料为不锈钢时，轴的直径d值可取上式计算值的0.8倍。

①对于中间轴，取$C = 1$。

②对于推力轴，直轴部分取$C = 1.1$。

③对于尾尖舱舱壁后面的尾管轴（通过尾管但不安装推进

器的轴），取$C=1.15$。

④对于螺旋桨轴：

a.安装水中螺旋桨或安装喷水推进装置的轴，且具有认可型油封装置的，或装有连续轴套的无键套合或法兰联接的螺旋桨的轴，取$C=1.22$；若上述轴是有键套合装配，则取$C=1.2b$。

b.对于安装空气中螺旋桨的轴，可取$C=1.22$。

(3) 符合4.6.1.1 (2) 规定直径的螺旋桨轴的长度，应不小于从螺旋桨桨毂前面到后尾管轴承前端的长度，但不能小于规定直径的2.5倍。

(4) 对于中空轴，若中孔直径d_0大于$0.4d$时，轴直径可按下式进行修正：

$$d_c=\sqrt[3]{\frac{1}{1-(\frac{d_0}{d})^4}} \quad \text{mm}$$

式中：d_c——修正后轴的直径；

d——由4.6.1.1 (2) 决定的轴直径。

(5) 直轴上有键槽时，至少在键槽及从键槽两端延伸到轴直径的20%的长度范围内，轴的直径应增加10%，键槽横截面底部的过渡圆角半径应不小于规定的轴直径的1.25%。

(6) 轴上开有径向孔时，至少在孔及从孔向两边延伸到轴直径的20%的长度范围内，轴的直径应增加10%。孔径应不大于规定的轴直径的30%。

(7) 若轴上有纵向槽时，至少在槽及从槽向两边延伸到轴直径的30%的长度范围内，轴的直径应增加20%。槽的长度和宽度应分别不大于规定的轴直径的1.4倍和0.2倍。

4.6.1.2 轴套应符合下列规定：

(1) 尾管轴或螺旋桨轴的铜套，在轴承挡处的厚度t应不小于下式决定的值：

$$t = 0.015d + 3.8 \quad \text{mm}$$

式中：d——尾管轴或螺旋桨轴在轴承挡处的直径，mm。

在轴承挡之间的铜套厚度可适当减少，但不得小于$0.75t$。

(2) 轴套一般应是整体铸造。对于分段轴套应确保对接面的密性，接缝部分不允许设在轴承区域内。各段轴套之间的连接工艺应经本社同意。

(3) 若两段轴套之间使用玻璃钢或其他等效物包覆轴身时，其包覆工艺及轴套衔接处的结构应能有效地防止海水浸入。

(4) 若采用压入法套合时，压入前，轴套应做压力为0.2MPa的液压试验。

4.6.1.3 尾管和尾管轴承应符合下列规定：

(1) 水润滑的尾管轴承，其长度应不小于规定的螺旋桨轴直径的4倍。尾管轴承直径大于400mm时，应采用强力海水润滑。

(2) 油润滑的尾管轴承，其长度应不小于规定的螺旋桨轴直径的2倍。并应装有认可型的油封装置。

(3) 尾管装船前应作液压试验，试验压力为0.2MPa。

4.6.2 轴系传动装置

4.6.2.1 轴系中采用的联轴器应符合以下规定：

(1) 对于法兰联轴器，法兰厚度应不小于4.6.1.1(2)中规定的轴直径的20%，法兰根部过渡圆角应不小于联轴器处轴实际直径的8%。当用于连接螺旋桨和螺旋桨轴时，上述值分别应为25%和12.5%。

(2) 对于用键传递扭矩的联轴器，键材料的抗拉强度应不小于轴材料的抗拉强度，键受剪切的有效截面积应满足下式的规定：

$$BL \geqslant \frac{d^3}{2.6d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中：B——键的宽度，mm；

L——键的有效长度，mm；

d——由4.6.2.1(2) 规定的中间轴直径，mm；

d_m——键中部处轴的直径，mm。

(3) 对于液压无键套合的联轴器，其传递扭矩的能力应不小于2.7倍平均扭矩，且最大过盈的当量应力应不超过联轴器材料屈服应力的70%。或者本社对联轴器压配的实际的轴向推入量认为是合适时，也可以同意使用。

(4) 联轴器接合面处的螺栓应符合以下规定：

①紧配螺栓的直径d_f应不小于按下式计算的值：

$$d_f = 15.92\sqrt{\frac{N_e 10^6}{n_e Z D \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中：N_e——轴传递的最大持续功率，kW；

n_e——轴传递N_e时的转速，r／min；

Z——螺栓数；

D——螺栓位置节圆直径；

σ_b——螺栓材料最小抗拉强度，N／mm²。

②螺旋桨与螺旋桨轴的连接螺栓应为紧配螺栓，其直径至少应比4.6.2.1(4)①计算的d_f值增大5%。

③如采用普通螺栓连接时，螺栓螺纹根部直径d_n应不小于按下式计算的值：

$$d_n = 25\sqrt{\frac{N_e \times 10^6}{n_e D Z \sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中符号意义与4.6.2.1(4)①相同。

采用普通螺栓时，预紧力计算和安装工艺应经本社同意。

(5) 对于夹壳式联轴器，应保证其夹紧后产生的摩擦力矩大

于所传递的额定平均扭矩，且具有必要的储备能力。如果装有键，键的尺寸应经本社同意。

4.6.2.2 对于水螺旋桨，应符合下列规定：

(1) 螺旋桨的设计、制造、安装应在船舶获得满意的推力情况下，使螺旋桨能安全可靠地工作。

(2) 螺旋桨桨叶厚度t（固定螺距螺旋桨为0.25R和0.6R剖面处，可调螺距螺旋桨为0.35R和0.6R剖面处）应不小于按下式计算所得的值：

$$t=\frac{Y}{K-X} \quad \text{mm}$$

式中：Y——功率系数，按下式计算：

$$Y=\frac{1.3A_1N_e}{Zbn_e}$$

其中：

$$A_1=\frac{D}{P}\left(K_1-K_2\frac{D}{P_{0.7}}\right)+K_3\frac{D}{P_{0.7}}-K_4$$

D——螺旋桨直径，m；

P——计算剖面处的螺距，m；

$P_{0.7}$——0.7R剖面处的螺距，m；

R——螺旋桨半径，m；

N_e——主机的最大持续功率，kW；

Z——桨叶叶数；

b——计算剖面处的桨叶宽度，m；

n_e——主机最大持续功率时螺旋桨的转速，r／min；

K_1，K_2，K_3，K_4——系数，查表4.6.2.2(1)

K——材料系数，查表4.6.2.2 (2)。表以外的材料的K值可参照决定，是应取得本社同意；

表4.6.2.2(1)

r \ Ki	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8
0.25R	634	250	1410	4	82	34	41	380
0.35R	520	285	1320	16	64	28	57	420
0.60R	207	151	635	34	23	12	65	330

表4.6.2.2(2)

材料	铜合金			奥氏体	铁素体与马氏体不锈钢
	Cu1锰青铜 Cu2镍锰青铜	Cu3镍铝青铜	Cu4锰铝青铜		
最小抗拉强度σ_b(N/mm²)	440	590	630	450	500
材料密度G(g/cm²)	8.3	7.6	7.5	7.9	7.7
材料系数K	1	1.38	1.17	1.04	1.04

X——转速系数，按下式计算：

$$X=\frac{A_2GA_dn_c^2D^3}{10^{10}Zb}$$

其中：

$$A_2=\frac{D}{P}(K_5+K_6\varepsilon)+K_7\varepsilon+K_8$$

D、P、n_c、Z、b见4.6.2.2(2)；

ε——桨叶后倾角，°；

G——桨叶材料密度，g／cm³；

A_d——螺旋桨园盘面积比；

K_5、K_6、K_7、K_3——系数，查表4.6.2.2(1)。

(3) 对于随边尾翅的机翼型剖面，其A_1值应在按4.6.2.2(2)中列出的A_1公式算得值的基础上增加ΔA_1值。ΔA_1值可取30%A_1或者按该尾翅剖面的实际剖面模数W计算：

$$\Delta A_1 = \left(\frac{11.25t^2b}{W} - 95\right)\%A_1$$

上式中：t——计算剖面的桨叶厚度，mm；

b——计算剖面处桨叶宽度，mm；

W——计算剖面的实际剖面模数，mm³。

(4) 若根据可靠的伴流测量数据及详尽的疲劳分析方法设计螺旋桨，所得桨叶厚度小于4.6.2.2(2)的规定时，则应将详细的桨叶应力计算书提交审查。

(5) 根据螺旋桨的使用情况，本社可以要求提供详细的伴流数据或增大叶片厚度。

(6) 对于n_s超过1000r／min、轴系斜率超过5°的螺旋桨，为避免在桨叶根部产生空蚀现象，应在每个桨叶的根部开减压孔，如通过螺旋桨模型试验证实在桨叶根部没有空泡产生，则可不开减压孔，但应向本社提交模型试验报告。如桨叶根部开有减压孔，则在决定根部剖面的桨叶厚度时应计及开孔的剖面损失。

(7) 螺旋桨制造材料应经本社同意。

(8) 可调螺距螺旋桨的液压传动系统、操纵系统等，应能确保螺旋桨可靠正常地工作。

(9) 螺旋桨与螺旋桨轴的安装应符合以下规定：

①桨毂前端的配合面的长度应不小于螺旋桨轴的实际直径；

②螺旋桨轴锥端的锥度最大值应不大于1／12；

③用键连接安装螺旋桨时，一般，桨毂应有必要的过盈量，以保证配合面能产生合理的表面压力。

4.6.2.3 对于空气螺旋桨，其设计、制造及安装应能确保其具有满意的工作性能和足够的强度以便能可靠安全地工作，且结构设计、制造材料等应经本社同意。

4.6.2.4 对于喷水推进器，其设计、制造及安装应取得本社的同意，以保证其可靠地工作。

4.6.3 轴系振动

4.6.3.1 只有在轴系振动计算书获批准后，整个轴系和推进器方可最后获得批准。

4.6.3.2 所有高速船推进轴系的扭转振动特性应符合本社的规定。计算书应经本社批准。

4.6.3.3 高速双体船、高速单体船和侧壁式气垫船，应进行轴系回旋振动计算。一般，叶片次共振转速与额定转速之比应小于0.85或大于1.0。计算书应经本社批准。

4.6.4.4 如果本社认为轴系振动的应力或扭矩值虽然偏大但仍可接受时，则应按本社的规定设置转速禁区，禁区范围应遵照如下规定划定：

$$\frac{16n_c}{18-r} \sim \frac{(18-r)n_c}{16}$$

式中：

$$r = \frac{n_c}{n_e}$$

其中n_e为额定转速，n_c为共振转速。

第七节 操舵装置

4.7.1 一般要求

4.7.1.1 操舵装置是指对水舵、空气舵、舵桨装置及其他等效的舵设备进行操纵控制的装置。

4.7.1.2 高速船操舵装置的设计、制造、安装及试验均应使本社满意，并能在各种运行工况下有效地控制船舶的方向以使船舶正常航行。

4.7.1.3 操舵装置的液压系统还须符合本规范第四章第四节的有关规定。

4.7.1.4 一般，用于操舵装置的材料应经本社同意。

4.7.1.5 航行试验时，应按照经本社同意的试验大纲进行操舵装置的试验。

4.7.2 定义

4.7.2.1 “主操舵装置”是在正常航行情况下为驾驶船舶而使舵产生动作所必需的机械、舵执行器、操舵动力设备（如设有）以及附属设备和对舵杆施加扭矩的设施（如舵柄或舵扇）。

4.7.2.2 “辅助操舵装置”是主操舵装置失效时，为驾驶船舶所必须的设备，它不属于主操舵装置的任何部分，但不包括舵柄、舵扇或作同样用途的部件。

4.7.2.3 “操舵装置动力设备”是：

(1) 电动机及其相联的电气设备（若为电动舵机）。

(2) 电动机和其相连的电气设备以及与电机相连接的泵（若为电动液压舵机）。

(3) 原动机及其连接的泵（若为其他液压舵机）。

(4) 等效的动力机器及附件。

4.7.3 可靠性

4.7.3.1 每艘高速船都须设置一个主操舵装置和一个辅助操舵装置，且它们中的一个失效时应不影响到另一个的正常工作。

4.7.3.2 如果主操舵装置含有两台或两台以上的动力设备，

则在满足下列条件之一时可以免设辅助操舵装置：

(1) 当任一台动力设备不工作时，主操舵装置的工作仍能使本社满意。

(2) 主操舵装置的系统或一台动力设备发生单项故障，但这种延时不会危及船舶安全，且该故障经隔离后能被迅速消除而恢复正常工作。

4.7.3.3 在正常情况下操舵力不大于160N时，可以设置人力操舵装置。

4.7.3.4 操舵装置动力设备的动力源发生故障失效后又恢复工作时，动力设备应能立即起动开始运转。

4.7.3.5 包括全垫升气垫船首推器操纵控制在内的所有操舵装置，其传动链中的任何故障应不会危及到船舶的安全。

4.7.3.6 根据具体情况，本社从安全出发可以对操舵装置提出必要的其他规定。

第五章　电气装置

第一节　通　则

5.1.1　一般要求

5.1.1.1　高速船上主要电气设备的设计、制造、试验和安装，均应符合本章的有关规定，或满足经本社同意的其他相应标准或规范的要求。

5.1.1.2　第5.1.1.1条规定以外的其他电气设备的制造和安装，应保证在其发生故障时极少有引起火灾的可能。但这些设备应至少符合一项本社同意的国家标准或国际标准。

5.1.1.3　本章所称主要电气设备系指为高速船操纵安全所服务的电气设备、通信、信号及保障人命安全所必需的设备。

5.1.1.4　船上电气设备应能：

(1)确保为保持船舶处于正常操作状态和满足正常生活条件所必需的所有电力辅助设备供电，而不需求助于应急电源；

(2)确保在各种紧急状态下，向安全所必须的电气设备供电；

(3)确保旅客、船员及船舶的安全，免受电气事故的危害。

5.1.2　环境条件和工作条件

5.1.2.1　电气设备在下列环境条件下应能正常地工作：

(1)环境空气温度：

除热带海区以外的海区：　+40℃～－25℃

热带海区：　+45℃～－5℃

(2)倾斜：

	横倾	纵倾
应急电气设备、开关设备、电器和电子设备：	22.5°	10°
上列以外的设备、组件：	15°	5°

(3)潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌；

(4)船舶在正常营运中所产生的振动和冲击。

5.1.2.2 电气设备在电源电压变化为额定值+6～-10%以及频率变化为额定值±5%时，应能可靠地工作。

5.1.2.3 以蓄电池组或半导体变流器供电的电气设备，当电压偏离额定值达±20%时，应能可靠地工作。

5.1.2.4 交流电气设备应能在供电电源的谐波成分不大于5%的情况下正常工作。由半导体变流器供电者，则应能在可能出现较大谐波成分的情况下正常工作。

5.1.3 设计、制造和安装

5.1.3.1 所有电气设备的设计、制造和安装应考虑安全和便于检修。

5.1.3.2 电气设备应设计成极少可能意外地接触到带电部件、转动或移动部件，以及可能引起烧伤或失火的炽热表面。

5.1.3.3 在水密的舱壁、甲板、甲板室的外围壁上，不应钻孔以螺钉紧固电气设备及电缆。

5.1.3.4 当电气设备的外壳温度超过80℃时，应加防护措施或在布置上予以安排，以防止工作人员偶然触及而灼伤。

5.1.3.5 电气设备的外壳防护型式的选择，应与安装的场所相适应，并应符合国际电工委员会（IEC）529号出版物《外壳防护型式的分级》或与其等效的国家标准的规定。

5.1.4 接地

5.1.4.1 电气设备的平时不带电，而在发生故障的情况下易于带电的裸露金属部分，应予以接地，但下列情况除外：

(1)该设备的电压不超过50V；或

(2)该设备按照双重绝缘的原则进行制造。

若上述(1)、(2)款规定的电气设备，以及手提式电气设备安装或预计使用于特别潮湿的处所时，则要求予以接地。

5.1.4.2 当高速船在接触水面航行，如果电气设备直接紧固在船体的金属结构上或紧固在与船体金属结构有可靠电气连接的底座（支架）上时，可不另设置专用导体接地。

5.1.4.3 当高速船接近水面航行时，若船体材料采用非金属材料时，电气设备的保护接地应通过至少和该设备的供电线相同截面积的导线接地，永久性地与发电机机座或主机座连接。发电机机座或主机座应用至少和发电机导线相同截面积的导线连接到面积不小于0.2m²、厚度不小于2mm的金属接地板上。

5.1.4.4 高速船的金属接地板的安装位置应保证在任何航行状况下均能浸没在水中。

5.1.4.5 高速船的全部金属部件应布置成一个连续的导电系统，以保证将静电(或放电)传给水面，另外，气垫船布置上应做到在陆上航行时能将静电传导给大地。

5.1.4.6 除钢桅外，其他或不是完全用金属制成的桅杆均应安装避雷装置。避雷装置由避雷针、连接导线及接地器组成。

5.1.4.7 避雷针应以直径不小于8mm的铜杆，或不小于16mm的铁杆制成，避雷针应至少高出桅顶150mm。

5.1.4.8 避雷针应以截面积不小于70mm²的铜排以及铜索或者用截面积不小于100mm²的铁条与金属船体结构或金属接地器作可靠的电气连接，金属接地器应永久浸没在水中。

第二节 配电系统

5.2.1 配电系统

5.2.1.1 配电系统应采用双线绝缘系统或三线绝缘系统。

5.2.1.2 电压在50V以下的配电系统，在对接地采取了适

当的预防措施后，可以采用船体作负极回路的单线系统，所采取的预防措施应包括：

(1)考虑在正常操作情况下的电化锈蚀；

(2)考虑接地点接受漏电而不会危及船体或不会酿成火灾的能力。

这样一个系统只允许用于区配电板或分配电板。最后的分支电路在任何情况下都应有绝缘回路通至接地点。

5.2.1.3 采用船体回路制的高速船，若为钢铝混合结构的，严禁利用铝质部分作导电回路。

5.2.1.4 主机或辅机的启动电路可以采用以船体作回路的配电制。

5.2.1.5 高速船的配电电压，可以是直流的、或交流的，电压不应超过：

(1)500V，供动力、炊事、取暖和其他固定不移动的设备之用；

(2)250V，供照明、插座、内部通信之用。

经本社同意，可采纳较高的电压供推进之用。

5.2.1.6 交流配电系统的频率可为50Hz或60Hz。

5.2.1.7 当配电系统供动力、取暖或照明之用，而不接地时，应配备一个监视绝缘电阻的装置。

5.2.2 系统保护

5.2.2.1 电气装置中应设置合适的保护电器，以能在发生包括短路在内的意外过电流故障时，对其进行保护。

5.2.2.2 各保护电器的选择、安排和性能应能实现安全和协调的自动保护。以保证某处发生故障时，切断故障电路，保持对非故障电路，特别是包括重要设备的非故障电路的连续供电。同时，应尽可能消除故障的影响和发生火灾的危险。

5.2.2.3 每一独立电路均应设有可靠的短路保护和过载保

护。如另有规定，或经本社同意，可免设过载保护。

5.2.2.4 在配电系统的每一不接地的极（或相）上，均应设有短路保护。

5.2.2.5 过载保护应设置在：

(1)直流双线系统或交流单相绝缘系统——至少一个极（或相）上；

(2)交流三相绝缘系统——至少二相上；

(3)接地系统——每一不接地的极（或相）上。

5.2.2.6 应有标明每一电路过载保护电器额定值或相应的整定值耐久标志，该标志应设于保护电器的所在位置。

5.2.2.7 在配电系统中，凡接地导体中都不得装设熔断器以及与绝缘极不相联动的开关。

5.2.2.8 配电系统应布置妥当，以便主电源和应急电源的馈电线路通过易失火区时，两者在垂向和水平方向都尽可能地远离。

5.2.2.9 容量小于50kW且不并联运行的发电机，可以一多极联动开关，并在每一绝缘极上设一熔断器作保护。

5.2.2.10 并联运行的交流或直流发电机应设有逆功率（或逆电流）和欠电压保护。

5.2.2.11 岸电箱至主配电板间的固定敷设连接电缆，应以断路器或开关加熔断器进行保护。该项保护应设于岸电箱中。

5.2.2.12 操舵装置馈电线路的保护应符合本章5.6.2的规定。

5.2.2.13 每一照明电路应设有过载和短路保护。

5.2.2.14 蓄电池组（不包括起动蓄电池）均应设有短路保护，其保护电器应尽可能靠近蓄电池组。

第三节 主 电 源

5.3.1 主电源的配备

5.3.1.1 应配备两套主电源，每套电源的容量应满足高速船正常航行情况下的需要，当一套电源失效时，另一套电源仍能保证正常航行供电。

5.3.1.2 主电源可以是：

(1)由独立的原动机驱动的发电机；

(2)由主机驱动的发电机；

(3)蓄电池组。

5.3.1.3 第5.3.1.2条所述主电源可以组合使用，但应满足下列要求：

(1)当独立和组合连接时，电源应正常供电；

(2)任一电源失效或发生故障时，都不应发生危险和损害其他电源对所有重要设备供电的能力；

(3)所有主要线路终端的线电压和频率，按其适用情况，在任何可能的操纵状态下，应能维持在该设备的设计范围之内。

5.3.1.4 第5.3.1.2条规定的主电源的布置和设计，应保证为船舶的任何运行状态所需设备供电。

5.3.1.5 这些电源的电力，在同时使用时，应可维持船舶的一切运行状态和保证基本生活条件。

5.3.1.6 任一电源失效时，其他电源应能对本社认为必需的那些设备供电，这些设备用于船舶推进、驾驶、排水和防火、主要内部通讯和信号、船舶安全航行、包括在瘫船状态下启动主推进机械。

5.3.2 蓄电池组

5.3.2.1 当以蓄电池组作为唯一主电源或它们与发电机组合使用时，则蓄电池组的容量，应足以在本社规定并考虑船舶航区的时间内，对第5.3.1.6条的所有设备供电。

5.3.2.2 凡以蓄电池组作为主电源的船舶，应设有容量足够的充电装置，以便在8小时内将蓄电池组充满电，这种装置应

是由主机或独立原动机驱动的充电发电机。对于特短航程的船舶，如果蓄电池组的额定容量有一合理的余量，而无需在航行期间充电，则经本社同意，可不配充电装置，但应设有岸电充电装置。

5.3.2.3 蓄电池组的自动放电装置，应使蓄电池不论是否在充电，均能随时自动供电。

5.3.2.4 蓄电池组应适当地围蔽起来，用于存放蓄电池组的处所应有良好的通风。充电功率小于和等于2kW的蓄电池组以及主机和辅机的启动蓄电池组，可以安置在机舱中通风良好的专用箱、柜内。

5.3.2.5 启动蓄电池组如果按照第5.4.1.2条和第5.4.1.3条要求布置，并具有符合第5.4.2.1条和第5.4.2.2条要求的额外能量，则经过本社同意，这些启动蓄电池组可作为第5.4.1.1条要求的应急电源，但这种启动蓄电池组的设计和布置应在正常操作中不致放电至第5.4.2所规定的负载和时间要求得不到保证的程度。

5.3.2.6 安放蓄电池的专用处所及其通风道等，凡可能经受电解液或电解液逸出气体引起腐蚀的表面，均应有防腐措施。

5.3.2.7 酸性蓄电池和碱性蓄电池不应安放在同一围蔽处所内。

5.3.3 配电板的安装

5.3.3.1 配电板的后面和上方不应设有水、油及蒸汽管、油柜以及其他液体容器。若不能避免时，则应有可靠的防护措施。

5.3.3.2 工作电压大于50V的主配电板的前后，均应铺有防滑和耐油的绝缘地毯或经绝缘处理的木格栅。

5.3.3.3 主配电板的安装位置应不受外界水花飞溅的影响。

第四节 应急电源

5.4.1 一般要求

5.4.1.1 高速船都应设有独立的应急电源。

5.4.1.2 应急电源应安装在第七章规定的破损状态下船舶最终所处的水线以上部位。

5.4.1.3 应急电源的安装部位应能保证设置主电源的处所或推进机器处所发生火灾或其他严重事故时，不致妨碍应急电源的供电或配电。

5.4.1.4 应急电源可以是发电机，该发电机应符合下列要求：

(1)由一个具有独立油柜供油的独立原动机驱动。

(2)当主电源供电失效时，应能自动启动和自动连接至应急配电板，原动机的自动启动系统和原动机的特性，均应能使应急发电机在安全和实际可行的前提下，尽快地承载额定负载（最长不超过20s）。

(3)能对第5.4.2.2条规定的各项设备供电。

5.4.1.5 应急电源可以是蓄电池组，该蓄电池组应符合下列要求：

(1)无需再充电就可承载应急负荷，并在整个放电过程中，蓄电池组电压变化能保持在其额定电压的±12%范围内；

(2)当主电源供电失效时，应能自动连接至应急配电板；

(3)能对第5.4.2.2条规定的各项设备供电。

5.4.1.6 如果在任何情况下都有适当措施以确保独立的应急工作时，则在特殊情况下，应急电源可短时间地用来向非应急电路供电。

5.4.1.7 应在船舶的操纵位置上安装一个指示器，以指示应急电源正在供电。

5.4.2 供电范围和时间

5.4.2.1 应急电源应有足够的容量，以确保在应急情况下向必要的安全设备供电。并应考虑到这些设备可能要同时工作。

5.4.2.2 应急电源应能对下列设备按以下规定时间供电：

(1)对下列处所的应急照明供电2h：

①救生设备存放处；

②所有逃生路线，如：通道、梯道、居住舱室及工作处所、救生艇登乘站的出口处等；

③旅客舱室内；

④机器处所及主、应急发电机处所内，包括它们的控制位置；

⑤操纵站内；

⑥消防员装备贮放处所；

⑦操舵装置处；

(2) 对下列设备供电2h：

①主要航行灯，“失控”灯除外；

②紧急状态下所需要的船内通信设备；

③探火及火警报警系统以及手动失火报警按钮；

④灭火系统遥控装置（依靠电力工作时）；

(3)对下列设备供电4h：

①断续使用的白昼信号灯和船舶号笛；

②主要电动仪表和推进机器的控制装置；

③本社要求的在应急状态下所需要的船用无线电设备（由独立蓄电池组供电者除外）。

(4) 对“失控”灯供电12h。

5.4.3 应急配电板

5.4.3.1 应急配电板应尽可能靠近应急电源安装，并符合下列要求：

(1) 若应急电源为发电机组，则应急配电板应与应急发电机安装在同一处所。但若应急配电板的工作会因此受到妨碍者，则可例外；

(2)若应急电源为蓄电池组，则该蓄电池组不应与应急配电板安装在同一处所内；

(3)应急配电板的后面和上方不应设有水、油及蒸汽管、油柜及其他液体容器。若不能避免时，则应有可靠的防护措施。

5.4.3.2 在正常情况下，应急配电板应通过相互连接的馈电线由主配电板供电，馈电线应在主配电板上设过载和短路保护，并在主电源供电失效时，应能在应急配电板处将其自动切断。若允许反向供电，则还应在应急配电板上至少设有该馈电线的短路保护。

第五节 接 岸 电

5.5.1 接岸电

5.5.1.1 用作连接岸电或其他外来电源的岸电箱应设有下列设施：

(1)用于连接软电缆的合适接线柱；

(2)用于将船体与岸地相连的接地接线柱；

(3)自动的或具有熔断器保护的控制开关，并有岸电工作指示灯；

(4)检查外来电源与船电系统的极性（直流）或相序（三相交流）是否相符的设施；

(5)指示端电压的指示灯或电压表；

(6)标明船电系统的配电系统的形式、额定电压和频率（对于交流）的铭牌。

5.5.1.2 在主配电板上应设有岸电指示器，以指示岸电电缆已经通电。

第六节 操 舵 装 置

5.6.1 电源及线路敷设

5.6.1.1 由一台或几台动力设备组成的每一电动或电动液压操舵装置至少应由主配电板设两路馈电线直接供电，其中一路也可由应急配电板供电。

5.6.1.2 为动力操作的辅助操舵装置，如果它不是电动的，或者是由主要用于其他用途的电动机来驱动的，则主操舵装置可由主配电板以一路馈电线供电。

5.6.2 保护及报警

5.6.2.1 本节第5.6.1.1所涉及的电路及电动机应配备短路保护装置和过载报警器。如设有过电流保护装置，则应不小于所保护电流或电动机满载电流的2倍，并应能够允许适当的起动电流通过。当采用三相供电时，则应在操纵处所的明显位置上设置能指示任一相断开的报警装置。

5.6.2.2 在驾驶室进行操作的任何操舵装置，其控制系统的电源线路只应设置短路保护。

5.6.2.3 能够从驾驶室进行操纵的操舵装置，其控制系统的电源供应发生故障，或者当这些操舵装置中任何一台操舵装置的动力设备发生动力故障时，均应在驾驶室内发出声、光报警。

5.6.2.4 液压操舵装置每一液压系统循环油箱发生低油位时，应在驾驶室发出声、光报警信号。

第七节 船舶机械和设备的电力拖动

5.7.1 一般要求

5.7.1.1 额定功率等于或大于1kW的电动机及所有重要用途的电动机，均应由配电板设独立的最后分路供电。

5.7.1.2 每台电动机均应设置有效的起动和停止装置，其位置一般在电动机旁，且应便于操纵。

5.7.2 风机及油泵的应急切断

5.7.2.1 高速船上的起居处所、装货处所、控制站和机器

处所的动力通风（如设有时），均应能从其所服务的处所外面易于到达的位置上将其停止。此位置在动力通风所服务的处所失火时不致被隔断。

机器处所动力通风装置的应急切断装置，其位置应能通向开敞甲板的安全出口，且同其他处所的动力通风切断装置完全分开。

5.7.2.2 强力送风机和抽风机以及燃油驳运泵、锅炉燃油泵（如设有时）及其他类似的燃油泵所在处所外面，应备有这些风机和油泵的应急切断装置，这种应急切断装置应尽可能置于一个或集中于少数几个位置上，其安装位置应能通向开敞甲板的安全出口。

5.7.2.3 厨房抽风机（如设有时）应能在厨房内予以关停。

第八节 照明及航行灯

5.8.1 照明

5.8.1.1 为船上乘客或船员通常容易到达和使用的全部处所和位置，提供照明的主照明系统，应由主电源供电。

5.8.1.2 机舱以及旅客超过16人的客舱，其照明系统应由两路尽量远离设置的馈线供电，其灯点应交错布置。

5.8.1.3 主照明系统的布置应是设置主电源的处所发生火灾或其他事故时，不致使应急照明系统失效。

5.8.1.4 应急照明系统应向第5.4.2.2条规定的主要梯道、走道、逃口及重要部位提供应急照明。

5.8.1.5 应急照明系统的布置应是设置应急电源处所发生火灾或其他事故时，不致使主照明系统失效。

5.8.1.6 安装在振动较大处所的灯具应采取减震措施。安装在货舱、外走道及其他易受机械损伤处所的灯具应有坚固的保护栅。

5.8.1.7 潮湿处所及有爆炸危险处所，其照明开关应能切断所有绝缘极。

5.8.1.8 不允许在应急照明的电源线及分支线上装设开关，但驾驶室及救生艇筏存放处的应急照明灯除外。

5.8.2 航行灯

5.8.2.1 航行灯控制箱应由两路馈电线供电。其中一路应直接由主配电板供电，而另一路则应来自应急电源。

5.8.2.2 航行灯控制箱应设在驾驶室内，两路馈电线的转换开关应设在控制箱上，每只航行灯均应由航行灯控制箱引出的独立分路供电，而且必须在这些分路的每个绝缘极上用安装在该控制箱内的开关和熔断器或断路器来进行控制和保护。

5.8.2.3 航行灯控制箱上应设有失电及每只航行灯发生故障的声、光报警信号装置。

第九节 电 缆

5.9.1 一般要求

5.9.1.1 高速船上应采用船用滞燃型电缆，并且在安装时应不致破坏其原有的滞燃性能，对机舱及潮湿处所以外的处所，经本社同意，可作特殊考虑。

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

5.9.1.3 电缆截面的选择应保证从配电板（箱）至受电设备的网络电压降，在最大工作电流时，不大于6%的网络额定电压。由蓄电池供电、其电压不超过50V者，网络电压降应不大于10%网络额定电压。

对于航行灯线路应有较小的压降，为保持其足够的亮度和颜色。

5.9.1.4 当采用符合IEC332—1号出版物《电缆在火焰条

件下的试验》（第一篇：单根垂直敷设绝缘电线或电缆）规定的滞燃特性的电缆，而需成束敷设时，则应采取限制火焰沿电缆束蔓延的措施。

5.9.2 电缆的敷设

5.9.2.1 电缆不应直接安装在船壳板上，电缆的走线应尽可能平直且易于检修。

5.9.2.2 电缆的敷设应尽量远离热源、油污或潮湿的地方，并具有不受机械损伤的保护。

5.9.2.3 如电缆安装在易失火或易爆炸区，则应采取本社认可的特殊预防措施，以排除由于电缆的故障而发生火灾或爆炸的可能性。

5.9.2.4 所有导体的端头和接头均应保持电缆的原有电气性能、机械性能、滞燃性能或耐火性能。

5.9.2.5 电缆的金属护套和金属外护层均应在其全长上保持电气连续性，并应可靠接地。

5.9.2.6 配电系统应布置妥当，以便主电源和应急电源的馈电线路通过易失火区时，两者在垂向和水平方向都尽可能地远离敷设。

5.9.2.7 对要求两路供电的重要设备，其供电及控制用的两路电缆，应尽最大可能在水平及垂直方向远离敷设。

5.9.2.8 穿越舱壁或甲板的电缆，应不影响舱壁或甲板原有的防护性能。

5.9.2.9 电缆除用于可携式设备以及敷设在管子、电缆槽内以外，均应有效地加以支承和紧固。

5.9.2.10 导体最高工作温度不同的电缆，不应敷设在一起，如此种成束敷设不可避免时，则任何一根电缆的工作温度不应达到高于该束中温度定额最低的电缆所允许的温度。

第十节　船内通信及信号

5.10.1　通用报警

5.10.1.1　船舶须设单向发信的通用报警装置，其布置应能有效地发出紧急集合的报警信号。

5.10.1.2　报警信号应通过两组独立的线路分别向船员和旅客发出。

5.10.1.3　通用报警装置的控制器应设在驾驶室内，并须设有报警装置工作的指示灯。

5.10.2　探火和报警

5.10.2.1　探火和失火报警系统应符合第六章的有关规定。

5.10.3　传令钟

5.10.3.1　在高速船上应设置把驾驶室的命令发送至机舱的主机传令钟，主机传令钟应具备复示装置。

5.10.4　电话

5.10.4.1　在驾驶室和机舱以及舵机舱(如设有时)之间应设有直通电话。

5.10.5　免除

5.10.5.1　对航程短的高速船，如认为遵守5.10.1.1，5.10.1.2和5.10.1.3要求为不合理时，经本社同意，可作特殊考虑。

5.10.5.2　对主机由驾驶室遥控的高速船，如认为遵守5.10.3.1和5.10.4.1要求为不合理时或不必要时，则经本社同意可免设传令钟和直通电话，但应设置其他通信装置。

第六章 消 防

第一节 通 则

6.1.1 适用范围

6.1.1.1 高速船的防火、探火和灭火均应符合本章规定。

6.1.2 其他

6.1.2.1 船上使用的燃油应符合第四章的规定。

6.1.2.2 经本社批准的防火控制图和有关各项应急措施的实施规程应永久性地张贴在船上能被船员注意到的醒目之处。

6.1.3 定义

6.1.3.1 “易失火区”系指存有可燃物质或易燃液体(如机舱内)并和潜在火源(电气设备、热表面等)相互靠近而易于失火的舱室。

6.1.3.2 “控制站”系指船舶无线电设备、主要航行设备或应急电源所在的处所，或火警指示器和失火控制设备集中的处所。

6.1.3.3 “标准耐火试验”系指将需要试验的舱壁或甲板的试样置于试验炉内，加温到大致相当于下列标准时间—温度曲线的一种试验。试样暴露表面面积应不少于4.65m²,其高度(或甲板长度)应不少于2.44m，试样应尽可能与所设计的构件近似，并在适当位置至少包括一个接头。标准时间—温度曲线应是通过以下各温度点(在起始炉温以上测量)的一条光滑曲线：

自开始至满5min时 556℃

自开始至满10min时　659℃

自开始至满15min时　718℃

自开始至满30min时　821℃

自开始至满60min时　925℃

6.1.3.4 “特种处所”系指装载油箱内备有自用燃油的机动动车辆的围蔽处所，该处所能让上述车辆驾驶进出，并有乘客进出的通路。

6.1.3.5 “不燃材料”系指某种材料加热至750℃时，既不燃烧亦不释放出足以造成自然的易燃蒸气，且这须通过本社同意的规定的试验程序来确定。除此之外的任何其他材料均属“可燃材料”。

6.1.3.6 “钢或其他等效材料”中的“其他等效材料”是指其本身或由于装设隔热物质，经过标准耐火试验后证实其在结构性和完整性上具有与钢同等性能的任何材料（例如设有适当隔热材料的铝合金）。

6.1.3.7 “闪点”系指使用认可型仪器通过闭杯试验方法确定的闪火点。

6.1.3.8 “低播焰性”系指通过经本社同意的规定试验程序确定的材料被试表面能有效地限制火焰蔓延的性质。

6.1.4 认可

6.1.4.1 凡用于高速船的消防设备、材料、装置等均应经本社检验并认可。

第二节 结构防火

6.2.1 分隔

6.2.1.1 易失火区的防火分隔应符合下列规定：

(1)易失火区应用符合本章6.2.2规定的不燃材料或隔热材料、或是经本局同意的等效材料制成的防火分隔加以围蔽。特殊

情况下，经本局同意可以部分免除这种分隔要求。

(2)高速双体船、高速单体船和侧壁式气垫船，易失火区位于轻载水线以下与水接触的结构部分可以免除6.2.1.1 (1) 的规定，但应考虑到从与水接触的无隔热结构向水面以上有隔热结构的热传递的影响。

6.2.1.2 特种处所(若有时)的分隔应符合6.2.1.1 (1)的规定。

6.2.1.3 厨房、小卖部、乘客舱梯道均应采用本社同意的结构材料围蔽。

6.2.2 结构材料

6.2.2.1 船体应采用认可的不燃材料建成。根据具体情况，经本社同意后可以采用具有等效防火性能的其他材料。

6.2.2.2 材料的标准耐火试验应符合以下规定：

(1)用于易失火区的防火分隔材料：

①进行耐火试验时，在大于或等于30min的时间内，或在乘员疏散进救生筏所需时间的3倍加上7min的时间内能阻挡火焰和烟雾通过。

②对于有隔热层措施的铝合金结构，在本条(1)①规定的时间内，被隔热保护的芯部材料的温度应不超过其环境温度200℃。

③对于玻璃钢壳结构，在本条(1)①规定的时间内，其本身温度应不高于105℃。

(2)耐火试验时，易失火区的主要结构在本条(1)①规定的时间内，应能经受住火焰的焚烧，且应无倒塌情况出现。

(3)用于特种处所(若有时)的防火分隔材料应符合本条(1)和(2)的规定。

(4)用于厨房、小卖部、乘客舱梯道等处的防火分隔材料的标准耐火试验结果应送本社审查认可。

6.2.3 其他材料

6.2.3.1 高速船上采用的隔热材料和隔声材料，一般均应是不燃材料，且其对可能接触到的易燃液体或其蒸气应是不可渗透的。

6.2.3.2 用于高速船的材料，当其暴露在局部火焰中时，不应产生对船上人员造成危害的大量烟气或毒气。

6.2.3.3 天花板和衬板应采用不燃材料，但对其表面层，允许采用总厚度不超过1.5mm且具有低播焰性的可燃材料。

6.2.3.4 船上家俱应采用不燃材料制造，但允许使用具有低播焰性的可燃材料作为室内装饰及装璜材料。

6.2.3.5 如果从提供浮力考虑需要采用可燃材料时，应有可靠措施防止它们接触到潜在火源或被易燃液体污染后而失火。

6.2.4 布置

6.2.4.1 控制站的布置应符合以下规定：

(1)控制站应尽量设置在远离易失火区的地点；

(2)控制站应有合适的结构防护，以便在失火后应急登筏期间内保证控制站的正常工作。

6.2.4.2 救生设备存放处、救生筏登乘处及脱险通道应尽可能布置在远离易失火区的地点。

6.2.4.3 特种处所的布置：

(1)结构上与工作舱室、乘客舱室和脱险通道应有效地分开。如果乘客可以方便地由乘客舱向与特种处所相反的方向撤离，上述要求可以适当放宽。

(2)特种处所内的电气设备和线路应布置在甲板上方至少0.45m处。

6.2.4.4 如果管路和控制装置等必须穿过防火分隔时，防火分隔的防火完整性应不因此而降低。

6.2.4.5 排气管的设计和布置应能保证安全排放废气。

所有与排气系统相邻的舱室或结构，以及在正常运行或应急

情况下受到排出废气影响引起温升的处所，均应由不燃材料建造或经本社同意用不燃材料防护。

6.2.5 脱险通道

6.2.5.1 机舱应设有一个脱险通道，它应由通过金属梯子引向机舱上部的门、从该门可以通向救生艇、筏的登乘甲板的安全通道所组成。

6.2.5.2 机舱天窗（若设有时）应为钢质或由其他等效材料制成。

6.2.6 特别考虑

6.2.6.1 下述高速船的结构防火，若完全符合本节规定确有困难时，经本社同意，对有关的规定可予以特别考虑。

(1)全垫升气垫船。

(2)航行于遮蔽水域且航程不超过4h的高速船。

第三节 通风系统

6.3.1 一般要求

6.3.1.1 可能积聚易燃气体的处所均应设有有效的通风设备。

6.3.1.2 特种处所（若设有时）的通风应能保证每小时至少10次的换气能力，且在控制站应有表明该通风系统（换气）工作情况的指示装置。

6.3.1.3 通风系统还应符合本规范第四章有关通风的规定。

6.3.2 布置

6.3.2.1 易失火区应有独立于其他处所的通风系统，其通风管不得穿过其他处所，其他处所的通风管也不得穿入易失火区。

若通风管具有足够的防火完整性和防火隔离性，或在靠近穿过的分隔处装有认可的自动挡火闸时，本社可考虑适当放宽上述要求。

6.3.2.2 应能在易失火区外面对通向易失火区的通风口进行启闭控制。必要时，也应能在易失火区内进行这种控制。

6.3.2.3 所有通风系统的通风机，均应能在其服务处所的外面进行控制。

6.3.2.4 对于可能有人的舱室，其通风系统应能在该舱室内、外进行有效的操纵。

第四节 固定灭火系统

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 高速船应设有有效的水灭火系统。

6.4.1.2 除满足6.4.1.1外，易失火区尚应设有经本社同意的其他固定灭火系统，且其应为认可型的固定式遥控快速灭火系统。该系统应有足够的灭火能力和可靠的遥控性能，此外，还应设置就地手动控制装置。

6.4.1.3 特种处所（若设有时）应设置下列中的任一种灭火系统，且应能从被保护处所的外面进行控制：

(1)认可型手动或自动固定喷水系统。

(2)认可型的高倍泡沫系统。

(3)认可型的固体气体灭火系统。

6.4.2 水灭火系统

6.4.2.1 消防泵应符合以下规定：

(1)高速船的水灭火系统至少应设有一台独立驱动的消防泵。但小于150总吨的船舶，可以是机带泵。

(2)消防泵的总排量不应小于该船所需舱底泵总排量的2/3。

(3)消防泵及消防总管，应能维持至少两股（任选消火栓）不小于12m射程的水柱。

(4)对于特殊情况，本社可以特别考虑。

6.4.2.2 消防总管和消防水管的直径尺寸应能保证有效地

分配消防泵最大出水量的需要。

6.4.2.3 船上消火栓的数目及其配置应经本社同意，但在机舱入口处应至少设有一个消火栓。

每个消火栓至少须配备一根消防水带。

6.4.2.4 国际航行的高速船，应备有国际通岸接头及其连接件。

第五节 探火及失火报警系统

6.5.1 一般要求

6.5.1.1 高速船的探火和失火报警系统应能可靠地完成预定的用途，且应使本社满意。

6.5.2 设计和布置

6.5.2.1 自动探火系统包括探测器、电源、馈电线路等，均应能可靠地工作，并使本社满意。

6.5.2.2 失火报警装置应能发出声和光报警信号，且工作可靠。

6.5.2.3 在易失火区内，应设置认可型的自动探火系统，并在所有正常运行工况下能自动地把失火部位在控制站加以显示和发出报警信号。

如果机舱连续有人值班，经本社同意后此探火系统可免设。

6.5.2.4 如果易失火区和其他处所由同一个自动探火系统监测时，则连接传感器的电缆应是各自独立的。

6.5.2.5 乘客舱和船员舱应设置手动报警按钮，其数目和布置应经本社同意。

6.5.2.6 在特种处所内，应设有符合6.5.2.3规定的自动探火系统。但如果能保持连续性的消防巡逻者可免设。

第六节　消防用品

6.6.1　手提式灭火器

6.6.1.1　船上配备的手提式灭火器，应为认可型且便于使用。

6.6.1.2　在易失火区内，手提式灭火器的配置应符合以下规定：

(1)每一个机舱内应至少配置2个。对于特殊情况，如全垫升气垫船和冲翼艇本社可以特别考虑。

(2)除机舱外的其他易失火区处所应至少配置1个。

6.6.1.3　除易失火区和特种处所外的其他处所，手提式灭火器的配置应符合以下规定：

(1) 在控制站至少配置1个。

(2) 每一乘客舱至少配置2个。

(3) 船员舱至少配置1个。

(4) 船员厨房应至少配置1个。

6.6.1.4　特种处所（若设有时）应至少配置2个手提式灭火器。

6.6.1.5　必要时本社可要求增设手提式灭火器。

6.6.2　消防员装备

6.6.2.1　消防员装备的组成，应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第六篇的有关规定。

6.6.2.2　船长大于30m的每艘高速双体船或高速单体船均需配备一套6.6.2.1规定的消防员装备。

第七章　载重线、稳性和分舱

第一节　通　　则

7.1.1　一般要求

7.1.1.1　倾斜试验

(1)新船或批量建造的首制船应作倾斜试验。由于改装或修理使稳性、浮态(纵倾、横倾)变坏的船舶，应重做倾斜试验。

(2)各种高速船都应进行排水状态下的倾斜试验。对于动力支承船和气垫双体船还要求进行正常航行状态(非排水状态)下的倾斜试验。

7.1.1.2　应提交给船长的稳性、分舱、载重线的资料，应包括以下内容：

(1)船舶营运的航区和环境条件。包括风力、浪高、最低气温、能见度、是否夜航、最小水深等。

(2)允许的各种装载情况及每种允许装载情况的配载、压载、重量重心数据和稳性要素。

(3)对应于上款要求的装载程序。

(4)干舷或储备浮力的确定。

(5)检查浮力舱完整性的程序。

(6)破舱稳性的资料以及破损控制措施。

第二节　载重线、储备浮力和水密完整性

7.2.1　载重线和储备浮力

7.2.1.1 对于本规范1.1.1.3(2)定义的非完全动力支承的高速船，应按主管机关要求核定干舷、勘划载重线，并经本社同意。

7.2.1.2 对于本规范1.1.1.3(1)定义的动力支承船，当其满载浮在海上时的储备浮力应不小于100%满载排水量。

7.2.1.3 只有符合以下条件的处所才能计入7.2.1.2中涉及的储备浮力中：

(1)水密的；

(2)结构构件的尺寸和布置足以保证其水密完整性；

(3)位于某假设基准面以下，该基准面可以是水密甲板，也可以是纵、横向均水密的等效结构的上端面，且紧急情况下乘客可通过该基准面离船。

7.2.2 水密完整性

7.2.2.1 如海水进入7.2.1.3(3)定义的基准面以上的处所会明显影响船的稳性和浮力，则该处所的结构应具有足够的强度以保证其风雨密完整性，或应设有足够的排水系统，也可以同时采用这两种措施，并应取得本社满意。该处所内所有开口的关闭装置应能保持船的风雨密完整性。

7.2.2.2 高速船露天上层建筑和甲板室外围壁上的门槛高度、露天甲板上舱口围板的高度、通风筒和空气管的高度可视实际情况，经本社同意后适当放宽。上层建筑上的方舷窗应配有适量的可拆卸的风暴盖。

7.2.2.3 7.2.1.3 (3)、7.2.2.1和7.2.2.2中涉及的水密、风雨密及排水设施等均应经本社验船师检验，并得到确认。

第三节 完整稳性和破舱稳性

7.3.1 完整稳性

7.3.1.1 动力支承船和非动力支承高速船均应校核排水状

态下的完整稳性。校核的方法须经本社同意，校核的结果应满足主管机关的要求。

7.3.1.2　对于动力支承船舶须补充校核非排水状态下的完整稳性。校核的方法须经本社同意，校核结果应满足主管机关要求。

7.3.2　破损后的浮性和稳性

7.3.2.1　高速船破损后浮性和稳性应按本社认可的方法校核，并满足主管机关的要求。

第八章 材 料

第一节 通 则

8.1.1 适用范围

8.1.1.1 凡在本社入级的高速船船体结构（包概水翼、围裙）、机械以及受压容器和管系用的材料均应符合本章的规定。

8.1.1.2 用于建造高速船船体结构、机械以及受压容器和管系的铝合金板材、棒材、型材以及管材应符合本章第二节的规定。

8.1.1.3 用于建造高速船船体结构、机械、受压容器、管系以及锚和系泊设备的轧制钢材、锻钢件、铸钢件、铸铁件以及钢丝绳和纤维绳等，均应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第九篇材料的有关规定。

8.1.1.4 用于建造高速船的纤维增强塑料，其原材料和成型工艺应符合本社认可的有关规定。

8.1.1.5 采用本章规定以外的材料或产品，应将其化学成分、力学性能、焊接性能和抗海水腐蚀性能等技术资料，提交本社审核。经同意后，可按有关国家标准或经本社认可的其他技术条件验收

8.1.2 制造与验收

8.1.2.1 用于高速船建造和修理的材料或产品，应由本社认可的工厂进行制造。如果材料或产品的制造是以其他工厂提供的半成品为基础，则提供半成品的生产厂也应经本社认可。

8.1.2.2 除本章规定外，材料与产品的制造与验收，应符合

本社《钢质海船入级与建造规范》第九篇第一章和第二章的有关规定。

第二节 铝 合 金

8.2.1 适用范围

8.2.1.1 本节规定适用于建造高速船的铝合金板材、棒材、型材和管材。铝合金应具有令人满意的耐海水腐蚀性和可焊性。除经特别同意外，AlMgSi1合金一般不允许用于直接接触海水的场合。

8.2.1.2 用于高速船的铝合金锻件和铸件，其化学成分、制造工艺和力学性能等技术资料应提交本社审核。经同意后，可按有关国家标准或本社认可的其他技术条件验收。

8.2.2 制造

8.2.2.1 铝合金可用锭模，也可用经本社认可的连续铸造工艺生产。板材可按所要求的力学性能，采用热轧或冷轧方法制成。棒材和型材可采用挤压、轧制或拉拔方法成型。

8.2.3 质量和尺寸

8.2.3.1 铝合金产品表面不应有裂纹、分层、腐蚀、氧化夹杂物、起皮、气泡、硝盐痕和严重的机械损伤等以及影响后续加工或使用的有害缺陷。

8.2.3.2 铝合金产品边缘应齐平、无毛刺，外形尺寸和允许公差符合国家标准或其他经本社认可的技术条件。

8.2.4 缺陷的修整

8.2.4.1 铝合金产品局部的表面轻微缺陷，在征得本社验船师的同意后，可用机加工或研磨的方法去除。任何修整部位的厚度不得减薄到实际板厚的95%以下。除非另有协议，否则所有的修整应在本社验船师的监督下进行。

8.2.4.2 对不能按8.2.4.1中的规定予以修整的表面缺陷，

表8.2.5.1

铝合金级别	国际标准中相应牌号		化学成分（%）									
	ISO①	AA②	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti⑤	Al	其他杂质元素
AlMg4.5Mn	AlMg4.5Mn	5083	≤0.50	≤0.50	≤0.10	0.30～1.0	4.0～4.9	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	每种≤0.05 总量≤0.15
AlMg4	AlMg4	5086	≤0.50	≤0.50	≤0.10	≤0.8④	3.5～4.6	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	
AlMg3Mn	AlMg3Mn	5454	≤0.50	≤0.50	≤0.10	0.30～1.0	2.4～3.4	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	
AlMg5Mn	AlMn5Mn	5456	③		≤0.10	0.50～1.0	4.7～5.5	0.05～0.20	≤0.25	≤0.20	余量	
AlMgSi1	AlMgSi1	6082	0.60～1.60	≤0.50	≤0.10	0.40～1.0	0.40～1.4	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	

注：①国际标准化组织；

②美国铝合金协会；

③Si+Fe≤0.40%；

④0.15%≤(Mn+Cr)≤0.9%；

⑤Ti可以全部或部分由其他晶粒细化元素代替。

除能证明焊补不影响拟用铝合金的强度和使用外，一般不允许对缺陷进行焊补。

8.2.5 化学成分

8.2.5.1 铝合金的桶样化学成分应符合表8.2.5.1中的要求。本社可要求作耐腐蚀性及可焊性等特殊试验或提供有关资料。其他铝合金或不完全符合表8.2.5.1中要求的铝合金，须本社特殊考虑同意后，方可采用。

8.2.6 交货状态

8.2.6.1 铝合金板材、棒材、型材和管材可以下列状态之一提交检验：

(1)形变硬化；

(2)固溶处理加自然（或人工）时效；

(3)挤压。

8.2.6.2 力学性能与本节规定相近的其他交货状态，经本社同意，也允许采用。

8.2.7 试样与试验

8.2.7.1 铝合金板材、棒材、型材和管材可按批提交试验，如一批提交试验的产品重量大于1000kg，则应从每1000kg或不足1000kg的余量中各取一个拉力试样。

8.2.7.2 提交试验的每批产品，应由同一炉罐号，同一化学成分、同一产品种类（如板材、型材或棒材）、同一交货状态以及尺寸规格相近的材料组成。如产品以热处理状态交货，则每批应装入同一炉内进行热处理或者在使用连续热处理炉时进行同一最终处理。

8.2.7.3 对于轧制产品，切取试样时应使其纵轴垂直于最终轧制方向；对于挤压产品，应使其纵轴平行或垂直于挤压方向。应尽可能采用全截面拉力试样，否则应从截面最厚部分或主要部分的中心距边缘1／3～1／2的范围内切取。

表8.2.8.1(1)

铝合金级别①	交货状态②	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于 (N/mm²)	抗拉强度 σ_b 不小于 (N/mm²)	伸长率 δ $l_0=5.65\sqrt{A}$ 不小于 (%)
		厚度范围：2mm≤t≤40mm③		
AlMg 4.5Mn-A	形变硬化	220	300	10
AlMg 4.5Mn-B	形变硬化	270	340	5
AlMg 4-A	形变硬化	165	260	10
AlMg 4-B	形变硬化	220	300	5
AlMg 3Mn-A	形变硬化	180	260	10
AlMg 3Mn-B	形变硬化	210	280	5
AlMg 5Mn-A	形变硬化	220	310	10
AlMg 5Mn-B	形变硬化	280	360	5
AlMgSi1	固溶处理加自然时效	115	200	10
	固溶处理加人工时效	250	310	10

注：①对AlMg，合金A和B分别表示不同的形变硬化程度和类型。

②除表中规定的级别外，AlMg4.5Mn一般允许以热轧态交货。

③厚度大于10mm者，经本社同意，允许其力学性能略低于表中规定。

8.2.7.4 拉力试样的制备方法和尺寸，应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第九篇第二章的规定。

8.2.8 力学性能

8.2.8.1 轧制产品和挤压产品在各种交货状态下的力学性应能分别符合表8.2.8.1（1）和表8.2.8.1（2）的规定。

8.2.9 目检和无损检验

表8.2.8.1（2）

铝合金级别	交货状态	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于 (N/mm²)	抗拉强度 σ_b 不小于 (N/mm²)	伸长率 δ $l_0=5.65\sqrt{A}$ 不小于(%)
		适用于130mm以下的各种厚度		
AlMg 4.5Mn	挤压	120	270	10
AlMg4	挤压	100	230	10
AlMg3Mn	挤压	100	230	10
AlMg5Mn	挤压	130	300	10
AlMgSi1	固溶处理加自然时效	115	200	10
	固溶处理加人工时效①	250	310	10

注：①对于复杂型材料以及最厚或主要部分的厚度小于5mm的型材，允许最小屈服强度为240N／mm²，最小抗拉强度为290N／mm²。

8.2.9.1 制造厂应对所有铝合金成品的表面质量和尺寸进行检验。

8.2.9.2 除另有协议外，一般不要求进行无损检验。

8.2.10 标记

8.2.10.1 制造厂对经本社验收的所有铝合金成品，应至少在一个位置清晰地标出本社的印记和下列标记：

（1）制造厂名称或商标；

（2）合金级别的识别标志；

（3）炉罐号或能追溯产品全部生产过程的识别标志。

若产品成捆包扎时，征得验船师同意后，可仅对每捆最上面的产品作标记，或者在每捆上栓上包含标记的牢固标签。

8.2.11. 合格证书

8.2.11.1 制造厂应对所有经本社验收的产品提供包括下述内容的合格证书：

（1）订货方名称和合同号；

（2）产品的说明书和尺寸规格；

（3）能追溯产品全部生产过程的识别标志；

（4）化学成分和交货状态；

（5）力学性能试验结果；

（6）热处理工艺规程（如进行过）。

第三节 铝合金铆钉

8.3.1 适用范围

8.3.1.1 本节规定适用于建造高速船的铝合金铆钉。

8.3.2 制造与检验

8.3.2.1 铝合金铆钉应按本章第二节的有关规定进行制造和质量、尺寸检验。

8.3.3 化学成分

8.3.3.1 用于制造铆钉的棒材，其化学成分应符合表8.3.3.1的规定。

8.3.4 热处理

8.3.4.1 铆钉用棒材或铆钉成品应以下列状态之一提交检验：

（1）退火；

（2）固溶处理加自然时效。

8.3.5 试样与试验

表8.3.3.1

铝合金级别	国际标准中相应牌号		化学成分(%)									
	ISO①	AA②	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti⑤	Al	其他杂质元素
AlMg 2.5	AlMg 2.5	5052	≤0.50	≤0.50	≤0.10	≤0.40 ③	2.2 ~2.8	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	
AlMg3	AlMg3	5754	≤0.50	≤0.50	≤0.10	≤0.50 ③	2.6 ~3.6	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	每种≤0.05
AlMg 3.5	AlMg 3.5	5154A	≤0.50	≤0.50	≤0.10	≤0.50 ③	3.1 ~3.9	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	总量:≤0.15
AlMg4	AlMg4	5086	≤0.50	≤0.50	≤0.10	≤0.80 ④	3.5 ~4.6	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	
AlMg Si1	AlMg Si1	6082	0.60 ~1.60	≤0.50	≤0.10	0.40 ~1.0	0.40 ~1.0	≤0.35	≤0.20	≤0.20	余量	

注：①国际标准化组织；

②英国铝合金协会；

③0.1%≤(Mn+Cr)≤0.5%；

④0.15%≤(Mn+Cr)≤0.9%；

⑤Ti可以完全或部分由其他晶粒细化元素代替.

8.3.5.1 拟用于制造铆钉的棒材可按批提交试验。如果一批的质量超过250kg，则应从每250kg或不足250kg的余额中各取一个拉力试样和一个镦粗试样。

8.3.5.2 提交试验的每批棒材，应由同一炉罐号，同一化学成份，同一直径的材料组成，且每批棒材应装入同一炉内，按模拟成品铆钉的热处理方式，对棒材整个截面进行同一热处理。

8.3.5.3 试样截取方向和部位，应符合本章第二节8.2.7.3的规定。拉力试样的制备和尺寸，应符合本社《钢质海船入级与建造规范》第九篇第二章的规定；镦粗试样端面应与其轴线垂直，其长度等于试棒的直径。

8.3.6 力学性能

8.3.6.1 拉力试验结果应符合表8.3.6.1的规定。

8.3.6.2 镦粗试验应在常温下进行，镦粗试样应压缩到使其直径增大到原来直径的1.6倍，且无裂纹出现。

8.3.7 成品铆钉的试验

8.3.7.1 对于成品铆钉，应以每100kg或不足100kg的余额各取一个镦粗试样，按本节8.3.6.2的规定进行镦粗试验。

若试验不符合要求，可再取双倍数量的铆钉进行复试，如复试中仍有不合格者，则该批铆钉不能验收。

8.3.8 标记

8.3.8.1 经验收的成品铆钉的每一包装件均应拴上标明下列各项的标签作标记：

（1）制造厂名称或商标；

（2）合金级别；

（3）铆钉尺寸。

8.3.9 合格证书

8.3.9.1 制造厂应对所有经本社验收的铆钉提供包括下述内容的合格证书：

表8.3.6.1

铝合金级别	热处理方式	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于 (N/mm²)	抗拉强度 σ_b 不小于 (N/mm²)	伸长率 δ $l_o=5.65\sqrt{A}$ 不小于 (%)
		适用于所有厚度或直径		
AlMg2.5-R	退　火	70	170	16
AlMg3-R	退　火	80	190	16
AlMg3.5-R	退　火	90	210	16
AlMg4-R	退　火	100	230	16
AlMgSi1-R	固溶处理加自然时效	115	200	16

（1）订货方名称和合同号；

（2）产品说明书和尺寸；

（3）合金级别和化学成分。

第四节　围裙材料及连接件

8.4.1　适用范围

8.4.1.1　本节规定适用于侧壁式气垫船和全垫升气垫船围裙裙布及其连接件的制造和试验。

8.4.2　制造

8.4.2.1　围裙裙布应由本社认可的工厂制造。

8.4.2.2　围裙裙布生产厂应具备必需的制造和试验设备。在所有情况下，均应提交混炼胶的制备、涂敷织物的压延、围裙拼接成型以及硫化等工艺规程供本社审查。

8.4.3　围裙裙布材料

8.4.3.1　裙布应是增强织物和弹性材料的复合物。织物（如

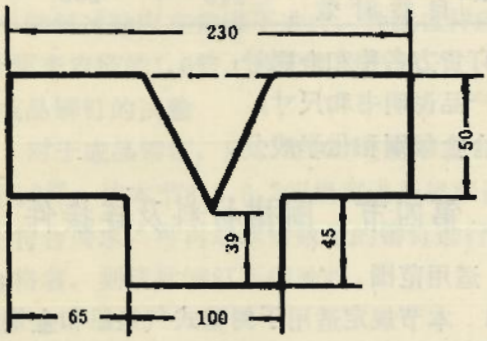
尼龙等）和弹性涂敷材料(如天然橡胶、氯丁橡胶、顺丁橡胶以及它们的并用胶料等）的物理性能和外观质量以及裙布的厚度和单位面积重量应符合有关国家标准或本社认可的其他技术条件。

8.4.4 试验与试样

8.4.4.1 裙布应按有关国家标准或本社认可其他的标准进行扯断、撕裂、剥离以及搭接接头拉伸强度试验。

8.4.4.4.2 裙布试样必须在生产该围裙的同一批裙布中截取。同一批裙布应由同一织物编织结构、同一粘接、硫化工艺的裙布组成。试样的制备、试样尺寸以及试样数量应符合下述规定：

(1) 扯断试验：试样为200×50mm²的条状试样，应至少从



单位为mm　　图4.4.4.2

每批裙布中沿裙布经向和纬向各取5个拉伸试样。试样的长方向应平行于织物的经向和纬向。

(2) 撕裂试验：试样应为如图8.4.4.2（2）所示的鸟翼状撕裂试样。应至少从每批裙布中沿裙布经向和纬向各取3个试样。

(3) 剥离试验：试样应为双重迭的200×50mm²的条状试样，重迭部分长应为150mm。对每批裙布应至少截取3个经向或

纬向试样。

(4) 搭接接头试验：采用两块裙布做成围裙拼幅成型的搭接接头，搭接宽度应为50mm。硫化后，垂直于搭接缝裁剪成50mm宽的条状试样。对每个围裙应至少制备5个搭接接头试样。

8.4.5 裙布的力学性能

8.4.5.1 裙布的力学性能应符合表8.4.5.1的规定。

表8.4.5.1

围裙裙布等级	扯断强度 (N/5cm) 不小于		撕裂强力 (N) 不小于		剥离强度 (N/5cm) 不小于	搭接接头强度 (N/5cm) 不小于
	经向	纬向	经向	纬向		
A	2940	2940	340	340	590	2940
B	4410	4410	585	585	680	4410
C	4900	4900	780	780	680	4900

8.4.6 外观检查

8.4.6.1 裙布上不允许有任何原始应力缺陷或其他影响围裙正常使用的缺陷。

8.4.7 围裙连接件

8.4.7.1 围裙连接件材料应为耐海水腐蚀材料，对油、酸等有抗腐蚀和抗老化能力。

8.4.7.2 围裙连接件的连接强度应至少与裙布扯断强力等同。

8.4.7.3 必要时，连接件应进行抗拉、抗剪切及疲劳强度试验。

第五节 防　　腐

8.5.1 适用范围

8.5.1.1 本节规定适用于高速船用材的防腐保护。

8.5.1.2 用于高速船的钢质材料与产品的防腐保护应符合本节的特殊要求和本社《钢质海船入级与建造规范》第二篇第二章的有关规定。

8.5.1.2 对铝合金的高速船船体结构，应采用涂料、胶布、牺牲阳极、外加电流保护系统或其他防护措施。

8.5.2 涂料

8.5.2.1 如采用涂料系统控制腐蚀时，涂料的成分应与铝合金相适应。涂料中不得含有铜、铅、汞或其他导致铝合金产生电化学腐蚀或其他类型腐蚀的成分。拟用于防止电化学腐蚀的绝缘涂料，应不含有石墨或其他导电材料。

8.5.2.2 涂料的使用应符合制造厂的产品说明书。对涂刷表面，应进行适当的清洁和化学处理。涂层应无空隙、划痕或其他造成局部腐蚀的有害缺陷。

8.5.2.3 用于铝合金防护的涂料应按本社有关规定进行认可。

8.5.3 铝合金与其他金属接触面的防腐

8.5.3.1 对铝合金船体结构，应采取适当的措施，如绝缘胶布(无捻不吸水)或涂料，以避免铝合金与其他金属直接接触。

8.5.3.2 对于非铝合金管系，应采取适当的措施，如特殊的管子架，以防止与铝合金船体之间的导电性接触。在管子通过舱壁板、甲板、舱顶板和船壳等要求水密的场合，应采用特殊的贯通件，以保证非铝合金管子与铝合金绝缘。

8.5.3.3 对于机座、泵座、螺旋桨轴、舵和其他非金属部件的支承部位，应采用非金属的支承隔层、不导电的衬垫材料、

或合适的胶布(无捻不吸水)和涂层与铝合金船体隔开。

8.5.4 铝合金与非金属接触的防腐

8.5.4.1 应采用适当的涂料或覆盖物，以防止与铝合金直接接触的木材或绝缘型材料中杂质对铝合金的腐蚀。

8.5.4.2 任何连接铝合金与绝缘物的粘结剂，不得含有对铝合金有腐蚀作用的成分。有害于铝合金的泡沫塑料成分，如氟利昂，不得用于绝缘的泡沫塑料。

8.5.4.3 对经常留有污垢或烟尘的地方，应采用涂层或其他方法，防止铝合金产生坑蚀。

8.5.5 潮湿和高温环境的防腐

8.5.5.1 应采取适当的舱室布置，以避免在潮湿处所产生铝合金缝隙腐蚀，在可能产生铝合金剥落腐蚀的舭部、锚链舱等类似地方，铝合金应经适当的热处理，使其具有抗剥落腐蚀能力。

8.5.5.2 对工作环境不低于60℃的情况下，仅只能采用特别指定在这些温度下工作的铝合金和焊条。

8.5.6 阴极防腐保护

8.5.6.1 对存在腐蚀的场合，应考虑使用牺牲阳极或控制腐蚀的外加电流系统。

8.5.6.2 牺牲阳极块及其数量、尺寸、牺牲阳极位置及其固定方式的详细资料应提交本社审查。对外加电流系统，应采取适当措施以防止阴极电压过大。应提供包括阳极类型、电压、布置等资料供本社审查。

第九章　焊接与铆接

第一节　通　　则

9.1.1　适用范围

9.1.1.1　铝合金结构的焊接与铆接应符合本章的规定。

9.1.1.2　钢结构的焊接及其材料均应符合本社《钢质海船入级与建造规范》的有关规定。

9.1.1.3　本章适用于熔化极（MIG）和非熔化极（TIG）氩弧气体保护焊，若用其他焊接方法，应经本社同意。

9.1.2　焊工资格

9.1.2.1　未经本社考核认可的焊工，均应按船检局《焊工考试规则》的有关规定考试取证。

9.1.2.2　持有本社颁发的合格证书的焊工，方可从事与其合格类别相应的焊接工作。

9.1.3　无损检测人员资格

9.1.3.1　持有本社颁发或认可的《无损检测人员资格证书》的检测人员，方可从事与其证书类别相应的无损检测工作。

9.1.4　焊接材料

9.1.4.1　焊接材料（焊条、焊丝、保护气体）的认可试验，应按本社《钢质海船入级与建造规范》及本章有关规定进行并经本社认可。

9.1.4.2　使用本规范规定以外的焊接材料，应将其化学成分、力学性能和试验方法等有关资料提交本社审核，经同意后方

可使用。

9.1.4.3 焊接材料的使用应符合焊接材料制造厂使用说明书所规定的要求。

9.1.4.4 焊接材料（焊丝）应符合表9.1.4.4规定的化学成分。使用本规范规定以外的焊接材料，应经本社的同意。

9.1.4.5 焊接辅助材料——保护气体（氧气、氮气及其混合气体）应符合有关文件规定。

第二节 焊接工艺认可试验

9.2.1 一般要求

9.2.1.1 制造厂应按本节规定进行焊接工艺认可试验。

9.2.1.2 实际生产工艺要求应与焊接工艺认可试验相一致。

9.2.1.3 若焊接工艺业经本社认可，则其后按此工艺施工时，可免做试验；若有更改，应将更改的细节报告本社，本社可根据更改内容决定是否重做焊接工艺认可试验。

9.2.1.4 制造厂应提供焊接工艺认可的下列技术资料：

（1）母材的性能、牌号和规格；

（2）焊接材料的牌号、规格和性能；

（3）焊接设备（焊机、焊接装置、保护气体控制装置、焊距等）的型号、参数和特性；

（4）焊接方法：非熔化极（TIG）和熔化极（MIG）；

（5）坡口形状和加工要求；

（6）焊接位置（平、立、横、仰焊）；

（7）焊接参数（焊接电流、电弧电压、焊接速度、保护气体流量等）；

（8）焊接预热温度和道间温度；

（9）焊接工艺规程（焊道布置、焊接程序、防止焊接变形和

铝合金焊丝化学成分 %　　表9.1.4.4

合　金	Si	Fe	Fe+Si	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	其他
AlSi5 4043	4.5 ～6.0	0.80	0.50	0.30	0.05	0.05		0.10	0.20	杂质
AlMg4.5Mn 5183	0.40	0.40	0.40	0.10	0.50 ～1.0	4.3 ～5.2	0.05 ～0.25	0.25	0.15	每种0.05
AlMg5 5356			0.40	0.10	0.05 ～0.20	4.5 ～5.5	0.05 ～0.20	0.10	0.06 ～0.20	总和0.15
AlMg2.5Mn 5554				0.10	0.50 ～1.0	2.4 ～3.0	0.05 ～0.20	0.25	0.05 ～0.20	其余Al
AlMg5Mn 5556				0.10	0.50 ～1.0	4.7 ～5.5	0.05 ～0.20	0.25	0.05 ～0.20	

注：无指明范围者均系最高含量，铍最高量为0.00008%。

校正变形的方法等）。

9.2.2 焊接试件

试件应由二块350×150mm的对接试板组成，其厚度应根据实际产品厚度而定。试样取样应在焊缝检查合格后，用锯、刨等机械加工方法截取（如图9.2.2）。

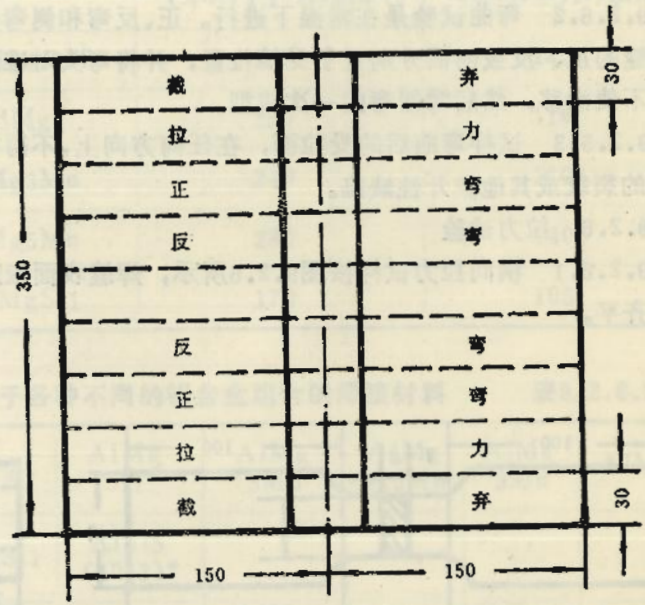


图9.2.2试样截取（单位mm）

9.2.3 无损检测

9.2.5.1 试件对接焊完毕后，应进行射线探伤及超声波检测，探伤标准可按本社认可的标准进行。

9.2.4 焊缝的力学试验方法应符合《钢质海船入级与建造规范》的有关规定。

注：无指明范围者均系最高含量，铋最高量为0.00008%。

9.2.5 弯曲试验

9.2.5.1 母材板厚大于10mm，应做2个侧弯试验，试样厚度为10mm，宽度为试件厚度。

母材板厚小于10mm，应做2个正弯和2个反弯试验，试样宽度为30mm，其厚度为板厚。

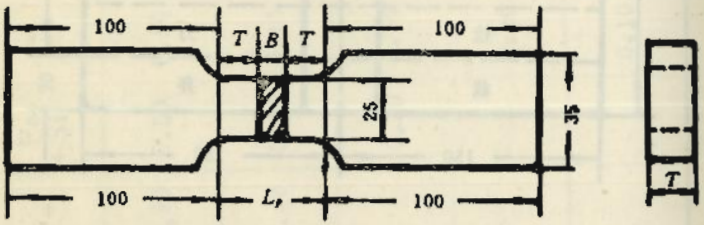
弯头直径为4t（t为板厚），弯曲角度为180°。

9.2.6.2 弯曲试验是在常温下进行。正、反弯和侧弯试验应将焊缝的正、反或侧面分别置于受拉位置，并将弯头对准焊缝中心线不使滑移，然后缓慢弯曲一次成型。

9.2.5.3 试样弯曲后的受拉面，在任何方向上，不得有超过3mm的裂纹或其他张开性缺陷。

9.2.6 拉力试验

9.2.6.1 横向拉力试样按图9.2.6所示，焊缝表面应加工与母材齐平。



B—焊缝宽度　L_p—标距长度　T—试样厚度(母材厚度)

图9.2.6 横向拉力试样(单位：mm)

屈服强度$\sigma_{0.2}$是在2×试样厚度＋焊缝宽度标距长度测得，标距长度应载入试验报告。

9.2.6.2 对接接头的力学性能应符合表9.2.6.2A所列的数值。两种不同母材的组合，至少应具有两者数值中较低的性能。

焊接材料可按表9.2.6.2B选择。

对接焊铝合金的力学性能 **表9.2.6.2A**

母　材	抗拉强度σ_b (不小于) N/mm²	屈服强度$\sigma_{0.2}$ (不小于)N/mm²
AlMg4.5Mn	270	145
AlMg4	250	110
AlMg3Mn	240	110
AlMg5Mn	280	140
AlMgSi1	170	105

适用于各种不同的铝合金组合的焊接材料 **表9.2.6.2B**

母材合金,	AlMg Si1	AlMg 3Mn	AlMg 4.5Mn	AlMg 5Mn	AlMg4
AlMgSi1	AlSi5 (4043)*				
AlMg 3Mn	AlMg5 (5356)	AlMg 2.5Mn (5554)	AlMg5 (5356)	AlMg5 (5356)	AlMg5 (5356)
AlMg 4.5Mn	AlMg 4.5Mn (5183)	AlMg5 (5356)	AlMg 4.5Mn (5183)	AlMg 4.5Mn (5183)	AlMg5 (5356)
AlMg 5Mn	AlMg 5Mn (5556)	AlMg5 (5356)	AlMg 4.5Mn (5183)	AlMg 5Mn (5556)	AlMg5 (5356)
AlMg4	AlMg5 (5356)	AlMg5 (5356)	AlMg5 (5356)	AlMg5 (5356)	AlMg5 (5356)

注：除*者外，其他均可用5183，5356或5556 。

9.2.7 宏观和硬度试验

9.2.7.1 断面宏观试验是将焊缝断面磨光酸洗后，检查裂纹、未焊透、气孔、夹钨等缺陷。

9.2.7.2 为确定热影响区的延伸范围，应进行相应的硬度测量，测量点的间距为0.5～2mm。

9.2.8 复试

9.2.8.1 任一试样的试验不合格时，可在原试件上或同一批材料以同样的工艺方法进行重新焊制的试件上，对不合格的项目，取双倍试样进行复试，复试结果，必须全部合格。

9.2.8.2 若复试结果仍不合格，经本社验船师同意，可重新焊制试件再进行一次全部项目的试验。

第三节 焊接准备

9.3.1 坡口形式

9.3.1.1 对接接头的坡口形式见表9.3.1.1。

9.3.1.2 角接接头坡口形式见表9.3.1.2。

9.3.1.3 坡口加工一般采用机械方法。

9.3.2 垫板

9.3.2.1 对接焊缝所使用垫板的材料应与母材相同。

9.3.2.2 临时垫板应是板面清洁无污，并开有圆弧形槽。

9.3.3 工件和焊丝清洗

9.3.3.1 对于工件的焊接部位和焊丝，必须进行严格清洗。清洗可分为：

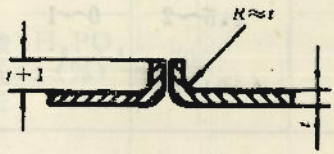
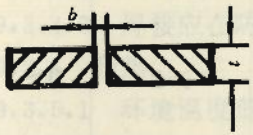
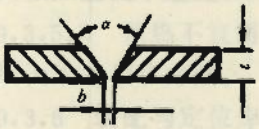
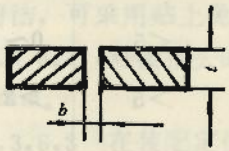
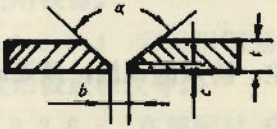
(1) 用汽油或丙酮去除表面油污等污垢；

(2) 化学清洗，去除氧化膜，见表9.3.3.1(2)；

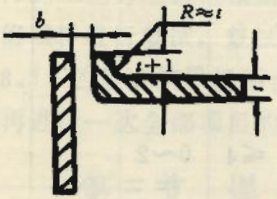
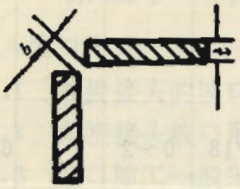
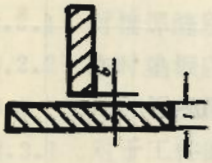
(3) 用机械方法如刮刀，去除氧化膜，但严禁用砂轮。

9.3.3.2 清洗过的焊接部位和焊丝应在24小时内施焊，若超过24h后未施焊，必须重新清洗，焊丝清洗后应贮于密封器内。

对接接头坡口形式 **表9.3.1.1**

基本形式	基本尺寸				备注
	t (mm)	b (mm)	c (mm)	α (°)	
TIG 	≤2				
	≤4	0～2			
	4～18	0～2		60～70	
MIG 	1.5～5	0～2			单边焊，可用垫板
	4～15	0～3	-1.5～3	60～70	

角接接头坡口形式　　表9.3.1.2

基本形式	基本尺寸 (mm)	
		b
	1.5～2	0～1
	＞2	0～1
	＜5	0～1
	＞5	＞2

9.3.4　焊接环境

9.3.4.1　施工场地应有防潮、防尘、防风的设施，风速应小于0.5m／s。

9.3.4.2　施工场地应避免与钢结构混同施工，场地周围不

化 学 清 洗 法　　表9.3.3.1(2)

碱洗法	碱洗			冲洗		光化			冲洗	干洗
	HNO_3 (%)	温度 (℃)	时间 (min)			HNO_3 (%)	温度 (℃)	时间 (min)		
	5～10	50～60	3～5	热	冷	30	室温	2	冷水	100～110℃干燥30 min后在干燥箱中保存
酸洗法	H_3PO_4 (%) 30	70～80	10～15	冲洗 在流动冷水中用净布擦洗表面						

应有油料、杂物等易污染物堆放。

9.3.4.3　焊接应在防风、防雨、防雪的遮蔽环境中进行。

9.3.5　预热

9.3.5.1　环境温度低于5℃或湿度较大时，焊接部件应进行预热，预热温度不超过40℃。

9.3.5.2　预热不宜用氧—乙炔火焰，而应用热风或其他非氧乙炔火焰的预热方法。

9.3.6　装配与定位焊

9.3.6.1　工件必须保持清洁，不得划伤，装配好的坡口必须保持清洁，可采用贴上免水胶带等防污措施。

9.3.6.2　对接接头的装配间隙应符合本章规定，错边量应小于0.3mm。

9.3.6.3　在装配定位焊过程中，只能用木锤、铝锤敲打，不得使用铁锤。

9.3.6.4　若采用钢制夹具刚性固定时，夹具与工件的接触面应垫铝板或橡胶等。

9.3.6.5　在装配时，应尽量采取防止焊接变形的措施，如考虑反变形、预计角变形、收缩变形的收缩量，以确保精度。

9.3.6.6 定位焊，必须持有合格证书的焊工担任。

9.3.6.7 定位焊的焊接材料必须与正式施焊的材料相同。

9.3.6.8 定位焊的间距≤500mm，焊缝长度应为30～50mm。在角部、端部及受力较大或应力集中的部位，不得定位焊。

第四节 船体结构的焊接

9.4.1 焊接工艺

9.4.1.1 重要对接焊缝的焊接，应在对接缝的两端，焊有与母材相同材料的引弧板和熄弧板。

9.4.1.2 主要对接缝应尽量采用平焊或倾斜角小于20°位置的平对接焊。

9.4.1.3 对接焊缝的焊接应遵循以下原则：

(1) 单条长焊缝应采用分中对称焊或逐步退焊法、间断跳焊法。

(2) 密集性的多条长焊缝应采用由中间向四周对称焊的顺序。

9.4.1.4 焊接中断再引弧时，应在接弧处进行清理，焊接时焊道应重叠25mm。

9.4.1.5 对接双面焊时，反面必须扣槽，直至没有缺陷为止，扣槽只准使用铲、刨、铣等方法，不得使用火焰方法。

9.4.1.6 多道焊时，在焊后一道时，应将前一道焊缝表面清理干净，道间温度应低于40℃。

9.4.1.7 扶强材等角接焊缝，应尽量采用双面交叉间断焊。

9.4.1.8 非熔化极焊接时，若发生钨极触及熔池或焊丝，应立即停止焊接，夹钨焊缝应铲除，沾污焊丝和钨极要清理干净，排除产生夹钨原因。

9.4.1.9 熔化极焊接时，若喷管附有明显喷镀物时，应更换喷嘴或予以清净。

9.4.1.10 焊接中，钨极发生氧化、形状不良情况时，应更换钨极或进行适当调整处理。

9.4.1.11 重要焊缝，焊后应有焊工记录备查。

9.4.2 焊接参数

9.4.2.1 非熔化极（TIG）焊参数见表9.4.2.1。

非熔化极(TIG)焊参数　　表9.4.2.1

板厚(mm)	接头形式	钨极直径(mm)	焊丝直径(mm)	喷嘴直径(mm)	焊接电流(A)	焊接速度	氩气流量(l/min)
1.5～2	平对焊	2	2	5～7	80～100	适当	12
3	对接60°坡口	2	2	7～12	110～120	适当	12
4	对接60°坡口	3	3～4	7～12	130～150	适当	12
3～4	自动钨极对接	3	3～4	7～12	150～160	适当	12
5～7	对接60°坡口	4	4	7～12	150～180	适当	12

9.4.2.2 熔化极（MIG）焊参数见表9.4.2.2。

9.4.3 焊补

9.4.3.1 焊缝的焊补分为焊缝表面的焊补和焊缝内部缺陷的焊补，其焊补次数最多不得超过三次。

9.4.3.2 在焊补焊缝内部缺陷时，应将缺陷除尽，并制订有专门焊补的工艺方法，以保证焊补一次完成。

第五节　焊接质量检验

9.5.1 外观检查

9.5.1.1 可用肉眼或5倍放大镜检查焊缝的成形、外形尺寸和表面缺陷。

熔化极（MIG）焊参数　　表9.4.2.2

板厚 mm	接头形式	焊丝直径 (mm)	送丝速度 (m/min)	焊接速度 (m/min)	脉冲电流	维弧电流	氩氧流量 (l/min)
1.5	角接	<0.7	16.4	0.3～0.4	26～28	4	15
2.5	角接	<0.7	16.9	0.3～0.4	28～30	4	15
3	角接	0.9	13.8	0.7～0.8	110～120	10～12	15～20
4	角接	0.9	18～19	0.5～0.6	150～160	14	15～20
5～7	角接	0.9	18～19	0.4～0.5	160～170	14	15～20

9.5.1.2　焊缝表面必须平滑光顺、成形良好。

9.5.1.3　角接焊缝的焊脚高度应不小于设计规定焊脚尺寸的0.9倍。

9.5.1.4　对接焊缝的余高为0.5～1.2mm，焊缝宽度应为6～12mm。

9.5.1.5　焊缝表面及热影响区不允许有裂纹、气孔、未熔合、焊穿、过烧、未焊透、根部内凹、夹钨、焊瘤等缺陷。

9.5.1.6　板厚小于和等于3mm者，不允许有咬边。板厚为大于3mm者，咬边深度不得大于0.5mm，其累计长度不得超过单条焊缝长度的10%，且不得大于100mm。

9.5.2　无损检测

9.5.2.1　焊缝内部缺陷，可用经本社认可的标准进行探伤检查。

9.5.2.2　焊缝的探伤拍片率，可按设计图纸规定，或与验船师商定。

第六节　铆　接

9.6.1　一般要求

9.6.1.1　本节仅适用于按本规范所建造的船体结构、上层建筑的铆接结构。

铆接接头的形式等具体要求应在图上表示清楚，若采用本规范以外的标准和方法时，应经本社认可。

9.6.2　铆钉的材料

9.6.2.1　铆钉材料的选用应符合第八章第三节的规定。

9.6.2.2　铆钉的使用范围见表9.6.2.2

铆钉的使用范围　　表9.6.2.2

铆钉种类 / 使用范围		一般铆钉		平墩头铆钉	
要求双面水密部位	钉头	沉头、半沉头		钉头	沉头、半沉头
	墩头	半沉头		墩头	平墩头
要求平面水密部位	钉头	平锥头、圆头		钉头	平锥头、圆头
	墩头	半沉头		墩头	平墩头
其他地方	钉头	平锥头、圆头		钉头	平锥头、圆头
	墩头	平锥头、圆头、半沉头		墩头	平墩头

9.6.3　铆钉孔加工

9.6.3.1　铆钉孔的钻孔和锪孔，只能用电钻或风钻进行。对冷作硬化材料加工时，应慎重而正确操作。

9.6.3.2　构件之间的钉孔应对准并与铆钉有良好的配合，钉

孔应光洁，不应有毛刺和棱角。

9.6.3.3 加工后的钉孔，其直径和中心偏差，应符合有关标准的公差规定，铆钉孔中心线与构件表面的垂直度应小于构件厚度的1／10。

9.6.4 铆前准备

9.6.4.1 铆接前，应对铆钉、铆钉孔和锪孔等进行检查，符合规定要求时才能进行铆接作业。

9.6.4.2 一般情况下，铆接工作应在铆接部位及其相邻的焊接、开孔和矫正等工作完毕后才能进行。

9.6.4.3 铆接的结合面应平顺、清洁、紧密，不应有夹杂物。干燥后才可涂刷防锈底漆。

9.6.4.4 板厚不同时，原则上以薄板厚度定铆钉直径。

9.6.4.5 板厚与锪孔深度相同时，孔深可减小0.5mm。

9.6.4.6 板厚、铆钉直径、锪孔锥角及深度见表9.6.4.6。

9.6.5 铆钉间距

9.6.5.1 铆接接头两端的间距应符合表9.6.5.1规定，梁、扶强材等受局部载荷处的间距，两端部分应按表9.6.5.1要求，中间部分可大于标准间距。

9.6.6 铆接工艺

9.6.6.1 铆接应符合下列规定：

(1) 铆接部位附近的结构，应由坚固螺栓充分紧固后方可施工。

(2) 对于薄板铆接，为防止板材滑移，紧固螺栓之间隔应适当考虑加强。

(3) 若用异种金属作定位用的螺栓，应经镀锌或镀铬处理。

(4) 铆接应由中央向前后左右对称进行。

(5) 铆钉的钉杆露出长度应按表9.6.6.1(5)规定。

(6) 使用气锤及顶铁应与铆钉直径相匹配。(压缩空气压力

板厚、铆钉直径锪孔锥角及深度 **表9.6.4.6**

板厚t(mm)		$t<1.6$	$1.6\leqslant t<2.9$	$2.9\leqslant t<3.4$	$3.4\leqslant t<4.4$	$4.4\leqslant t>5.4$	$5.4\leqslant t<6$
圆头、平锥头	铆钉直径(mm)	3、4	4、5、6	6	8	10	13
沉头	铆钉直径(mm)	3、4	4、5、6	6	8	10	13
	锥角(°)	90	90	78	78	60	60
头半沉	深度(mm)	3	3	3	3.5	4.5	5.5

铆钉间距　　表9.6.5.1

密性要求	间距（mm）	备注
水密	$3d$～$4d$	（1）铆钉纵、横行间距应>$2.5d$，交叉间距应>$1.5d$ （2）接头边缘距离标准为$1.5d$～$2d$ （3）无强度要求间距可大于本标准 （4）d为铆钉直径（mm）
油密	$3d$～$4d$	
气密	$3d$～$4d$	
非水密	$7d$以下	

应为40～60MPa）。

（7）打铆时，应尽量一次成型，不宜多打和反复修整。

9.6.6.2　平墩头铆钉的平墩头方向应按以下规定施工，若有特殊情况应经验船师同意。

（1）板材与型材铆接时，平墩头位于型材一面。

（2）厚度不同时，平墩头位于厚的一面。

钉杆露出长度标准　　表9.6.6.1(5)

钉直径d（mm）	墩头种类	墩头形状	露出长度T（mm）	备注
3～25	半沉头		$0.8d$～$1.2d$	平沉头应取表中较大值三层重叠露出长度应有1mm左右余量
	圆头		$1.5d$～$1.7d$	
3～13	平头		$1.3d$～$1.4d$	

(3) 硬度不同时，平墩头位于硬的一面。

9.6.6.3 对于有密性要求的铆接缝，应加胶带垫料或具有相同效用的合适垫片。

9.6.6.4 无密性要求，但有防腐蚀特别要求的接触面，或与异种金属结合的接触面均应加耐腐蚀垫料。

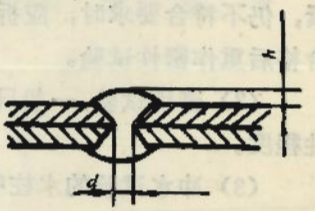
9.6.6.5 铆接后原则上不进行捻缝。

9.6.7 铆钉成型尺寸

9.6.7.1 铆接完毕后其成型尺寸应符合以下规定：

(1) 铆钉成形，应保证符合整圆要求。钉头或墩头的椭圆度应不大于0.1d（d为铆钉直径）。

半沉头墩头成形尺寸　　表9.6.7.1(3)

铆钉直径d (mm)	墩头高度h (mm)	备　注
<13	1～1.5	沉墩头扩展，原则上不得超过沉头边缘
13～16	1.6～2.0	

(2) 圆墩头及平锥头的成形尺寸，原则上应与铆钉原头相等。

(3) 半沉头墩头的成形尺寸按表9.6.7.1 (3) 规定。

(4) 平墩头的成形尺寸按表9.6.7.1 (4) 规定。

9.6.8 检查

9.6.8.1 外表检查：

(1) 铆固后不应有松动、墩头偏心裂纹、严重麻点、铆钉原头和铆钉墩头不紧贴等现象。

(2) 铆固后的钉头尺寸应符合有关标准的公差要求。

(3) 铆固后铆钉周围的构件表面应紧贴。

(4) 铆钉周围表面不允许有超过0.1～0.3mm深度的压痕。

(5) 铆钉的铆钉头（墩头）不应有喇叭形缺陷；沉头铆钉不应存在飞边和鎗孔边缘外露现象。

(6) 凡有铆钉松动，钉头明显偏移、歪斜、高度不足、裂纹及其他机械损伤的铆钉均应拆换重铆。

(7) 完工后的铆接缝，被连接构件的铆钉孔中心离构件边缘的距离一般应不小于铆钉直径的2倍。

(8) 双行或多行铆接缝的铆钉行距，其偏差不大于1mm。

9.6.8.2 密性试验

(1) 对有密性要求的铆钉结构，在铆接完工后，应进行密性试验。密性试验后，不符合要求的铆钉，允许对原有铆钉再次固紧，仍不符合要求时，应拆换铆钉，并换大一号重新铆固，铆固合格后重作密性试验。

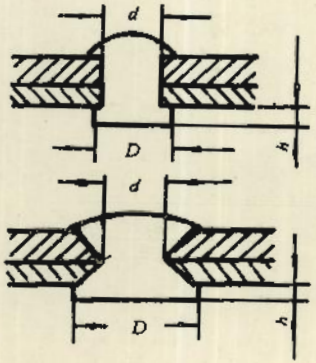
(2) 密性试验，一般只做水密冲水试验，以检查铆接缝的密性程度。

(3) 冲水试验的水柱喷射高度应不小于10m，所用喷嘴出口处的内径应不小于16mm。喷嘴与受检部位的距离应不大于1.5m。

(4) 水柱的喷射方向应与受检部位相垂直或处于最有效状态。

(5) 冲水试验的受检部位应不发生漏水、渗水现象。

平墩头成形尺寸 **9.6.7.1(4)**

铆钉直径d (mm)	标准D (mm)	允许范围 (mm)	标准h (mm)	允许范围 (mm)	备注
3	5.5	$1\frac{1}{2}d$ ~$2d$	1.6	$\frac{1}{3}d$ ~ $\frac{1}{2}d$	
4	6.0		2.0		
5	7.6		2.5		
6	9.2		2.9		
8	12.2		4.0		
10	15.5		5.0		平墩头直径D
13	20		6.0		平墩头高度h