

# 中华人民共和国船舶技术法规

MSA 2024 年 第 6 号 公告

## 国内航行小型海船技术规则

2024

2024 年 3 月 22 日公布

2024 年 6 月 1 日起施行



经中华人民共和国交通运输部批准  
中华人民共和国海事局公布

# 目 录

第 1 章 总则 .....	1
第 1 节 一般规定 .....	1
第 2 节 术语与含义 .....	3
第 3 节 制定地方性船舶技术规范的原则要求 .....	5
第 2 章 载重线 .....	6
第 1 节 载重线标志 .....	6
第 2 节 干舷及储备浮力 .....	6
第 3 节 开口关闭设备及密性 .....	7
第 3 章 船体结构 .....	9
第 1 节 一般规定 .....	9
第 2 节 纤维增强塑料船 .....	11
第 3 节 钢质船 .....	24
第 4 节 铝合金船 .....	33
第 5 节 门、窗、盖等设施 .....	35
第 6 节 其他结构 .....	41
第 4 章 舾 装 .....	43
第 1 节 舵设备 .....	43
第 2 节 锚泊与系泊设备 .....	43
第 5 章 轮 机 .....	45
第 1 节 一般规定 .....	45
第 2 节 发动机装置 .....	46
第 3 节 汽油柜舱室 .....	48
第 4 节 轴系与推进器 .....	49
第 5 节 燃油系统 .....	56
第 6 节 排气系统 .....	57
第 7 节 舱底水设施 .....	57
第 8 节 操舵装置 .....	58
第 6 章 电气装置 .....	59
第 1 节 一般规定 .....	59
第 2 节 电源与照明 .....	61
第 3 节 配电系统及设备 .....	62
第 4 节 锂离子蓄电池组 .....	64
第 5 节 系统保护 .....	66
第 6 节 电缆 .....	66
第 7 节 汽油舷外挂机的附加要求 .....	67
第 8 节 纯电池电力推进船舶的附加要求 .....	68
第 9 节 应用太阳能光伏系统船舶的补充规定 .....	70
第 10 节 船舶岸电系统的补充规定 .....	71
第 7 章 消防 .....	73
第 1 节 一般规定 .....	73
第 2 节 结构防火与布置 .....	74

第 3 节 探火和报警 .....	76
第 4 节 灭火设备 .....	77
第 5 节 船上使用锂离子蓄电池的附加要求 .....	78
第 6 节 有人非机动船的特殊消防安全措施 .....	81
第 8 章 分舱与稳性 .....	82
第 1 节 完整稳性 .....	82
第 2 节 分舱与破损稳性 .....	83
第 3 节 敞开艇的不沉性 .....	84
第 9 章 信号设备 .....	86
第 1 节 一般规定 .....	86
第 2 节 号灯 .....	86
第 3 节 其他信号设备 .....	88
第 10 章 无线电通信设备 .....	89
第 1 节 一般规定 .....	89
第 2 节 配备 .....	89
第 3 节 供电 .....	90
第 11 章 航行设备 .....	91
第 1 节 一般规定 .....	91
第 2 节 配备 .....	91
第 3 节 驾驶视野 .....	91
第 12 章 救生设备 .....	93
第 1 节 一般规定 .....	93
第 2 节 个人救生设备 .....	93
第 3 节 救生筏的配备及存放 .....	93
第 4 节 其他救生设备 .....	94
第 13 章 乘客定额与布置 .....	95
第 1 节 乘客定额 .....	95
第 2 节 布置 .....	95
第 14 章 防污染 .....	97
第 1 节 一般规定 .....	97
第 15 章 其他船舶附加规定 .....	98
第 1 节 游览船 .....	98
第 2 节 游览艇 .....	101
第 3 节 帆船 .....	104
第 4 节 设有车辆处所的船舶 .....	125
第 5 节 液化石油气 (LPG) 动力船舶 .....	126
附录 1 国内航行小型海船船用产品持证目录 .....	131

# 第 1 章 总则

## 第 1 节 一般规定

### 1.1.1 目的

1.1.1.1 为贯彻中华人民共和国相关法律和行政法规，保障水上人命财产安全、防止水域环境污染，保证船舶具备安全航行、安全作业的技术条件，保障乘员工作和生活条件，促进我国航运业和造船业可持续发展，制定《国内航行小型海船技术规则》（以下简称本规则）。

### 1.1.2 适用范围

1.1.2.1 本规则适用于船长大于等于 5m 但小于 20m 的国内海上航行的中国籍船舶。对船长小于 5m 的船舶，如申请法定检验，可参照本规则执行。

1.1.2.2 除另有规定外，本规则不适用于下列船舶：

- (1) 军用船舶和体育运动船舶；
- (2) 公务船、渔船、水上飞机、潜水器、地效翼船、游艇；
- (3) 移动式平台以及其他移动式装置。

### 1.1.3 施行与应用

1.1.3.1 本规则自 2024 年 6 月 1 日起施行。船舶的设计、制造、营运、检验、检测应符合本规则的相关规定。

1.1.3.2 除另有规定外，本规则仅适用于新船。

1.1.3.3 除另有规定外，现有船舶应继续符合其原先适用船舶技术法规的要求（包括原船舶检验局颁布实施的法规和规范）。如船舶所有人或经营人申请在建造中的船舶采用本规则新的要求，本局认为合理和可行时，可予以同意，但应在相应技术文件中注明。

1.1.3.4 现有船舶在进行修理、改装、改建以及与之有关的舾装时，至少应继续符合其原先适用船舶技术法规的要求。

1.1.3.5 现有船舶发生重大改建或改装时，则改建或改装的相关部分应满足本规则的相应技术要求。

1.1.3.6 除本规则各章另有规定外，重大改建日期系指重大改建工程开始日期。

1.1.3.7 船舶的强度、结构、舾装、轮机、电气装置等的设计与安装均应适合预定的用途，如满足中国船级社《小型海船入级规范（2021）》的相关要求，可视为满足本规则相关要求。

1.1.3.8 船舶的材料与建造工艺应满足中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的相关要求。

1.1.3.9 除另有规定外，船舶所使用的船用产品应持有船用产品相关证书、文书，持证目录见本规则附录 1《国内航行小型海船船用产品持证目录》。

1.1.3.10 所有船舶应禁止新装含有石棉的材料。

1.1.3.11 所有船舶不应设置汽油座舱机，客船不应使用汽油舷外挂机，客船和载客 12 人以下船舶不应设置 LPG 燃料座舱机。

1.1.3.12 对运输危险品船（包括载运闪点小于等于 60°C 的油船、化学品船、液化气体船、载运包装危险货物和固体散装危险货物的船舶），除符合本规则第 1 章、第 2 章、第 3 章和第 8 章的规定外，其他要求应符合本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》的相关规定。

1.1.3.13 敞开艇仅限于在平静水域营运限制条件下营运；高速敞开艇载客不允许超过 12 人。

1.1.3.14 对近海航区营运限制船舶，除信号设备外，应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》及其修改通报的相关技术要求。

#### 1.1.4 免除

1.1.4.1 对于通常从事国内特定水域（航线）航行的船舶，在特殊情况下需要进行一次超出原定航区（航线）航行时，本局可以免除本规则中的任何要求，但该船应符合本局认为适合于其所担任航次的安全要求。

1.1.4.2 对于具有新颖特征的任何船舶，如应用本规则有关章节的任何规定会严重妨碍对发展这种特征的研究和在从事国内海上航行的船舶上对这些特征的采用时，本局基于技术评估的结果可以免除这些要求，但该船应适合于其预定的用途，并能保证船舶的安全。

#### 1.1.5 等效

1.1.5.1 对本规则要求船上所应装设或配备的专门装置、材料、设备或器具，或其型式，或本规则要求应设置的任何专门设施，本局可准许该船上装设或配备任何其他装置、材料、设备或器具，或其型式，或设置任何其他设施，但应通过试验或其他方法认定这些装置、材料、设备或器具，或其型式，或其他设施，至少与本规则所要求者具有同等效能。

#### 1.1.6 解释

1.1.6.1 本规则由中华人民共和国海事局负责解释，本规则所述的“本局”系指中华人民共和国海事局。

1.1.6.2 除另有规定外，本规则所述的“经船舶检验机构同意”系指经省级船舶检验机构或中国船级社总部同意。

1.1.6.3 除另有规定外，本规则所述的“经同意”系指经具体实施船舶检验的机构同意。

#### 1.1.7 事故

1.1.7.1 船舶所发生的任何水上安全和水上污染事故，如认为对该项事故进行技术分析有助于确定本规则可能需要的修改，则应由本局组织法规编制相关单位对事故进行技术分析，但技术分析报告或资料不得泄露有关船舶的辨认特征，也不以任何方式确定或暗示任何船舶或个人承担的责任。

#### 1.1.8 航区营运限制

1.1.8.1 适用本规则的船舶，其航区营运限制规定如下：

（1）近海航区营运限制：系指航行于近海航区内，且船舶满载并以其营运航速航行至庇护地<sup>①</sup>的时间：对客船和载客 12 人以下船舶不超过 4h，对货船不超过 8h。如上述某些水域的海况较为恶劣，则本局可视其情况对上述距离提出更严格的要求；

（2）沿海航区营运限制：系指航行于沿海航区内，且船舶满载并以其营运航速航行至庇护地的时间：对客船和载客 12 人以下船舶不超过 4h，对货船不超过 8h。如上述某些水域的海况较为恶劣，则本局可视其情况对上述距离提出更严格的要求；

（3）遮蔽航区营运限制：系指航行于沿海航区或遮蔽航区内，且船舶满载并以其营运航速航行航程时间：对客船和载客 12 人以下船舶不超过 2h，对货船不超过 4h，并限制在蒲氏风级不超过 6 级，目测波高不超过 2m 的海况下航行；

（4）平静水域营运限制：系指航行于沿海航区或遮蔽航区内，且距岸不超过 5n mile 的海域，

---

① 庇护地系指在船舶处于可能对其安全构成危险的情况下可提供庇护的任何天然或人工的遮蔽地区，例如船舶出发港、到达港和其他可供庇护的港口、避风地、锚地、防波堤所屏蔽的水域。

船舶满载并以其营运航速航行，航程时间不超过 2h，并限制在蒲氏风级不超过 6 级，目测波高不超过 1m 的海况下航行。

## 第 2 节 术语与含义

1.2.1 本规则有关术语与含义如下：

1.2.1.1 一般术语

- (1) 船舶：系指各类排水型船和非排水型船；
- (2) 中国籍船舶：系指在中华人民共和国登记或者拟在中华人民共和国登记的船舶；
- (3) 国内航行：系指仅在中国水域内的航行；
- (4) 新船：除另有规定者外，系指本规则（或及其修改通报）生效之日或以后安放龙骨或处于类似建造阶段的船舶（对纤维增强塑料船，应为按船体层压铺敷计划，在模具上完成首次结构加强的全厚度铺设日期）。类似建造阶段是指在这样的阶段：
  - ① 可以认定某一具体船舶建造开始；和
  - ② 该船业已开始的装配量为全部结构材料估算重量的1%。
- (5) 现有船舶：系指非新船；
- (6) 重大改建：系指改变船舶主尺度、船舶类型、分舱水平、承载能力、乘客居住处所、主推进系统<sup>①</sup>、影响船舶稳性等涉及船舶主要性能及安全的改建。  
对涉客船舶，载客人数阈值的实质性改变应视为重大改建；
- (7) 船龄：系指船舶自建造完工之日起至现今的年限；
- (8) 船用产品：系指在船舶、水上设施和船运集装箱上使用的关系水上交通安全和防止污染的重要设备、部件和材料；
- (9) 航区：系指本局《航区划分规则（2021）》定义的航区；
- (10) 吨位：系指按照本局《吨位丈量规则（2022）》进行丈量与计算所得；
- (11) 乘客：系指除下列人员外的人员：
  - ① 船长和船员和船上以任何职业从事或参与该船业务的其他人员；
  - ② 一周岁以下儿童。
- (12) 船员：系指船上所有为船舶航行及保养船舶、机器、系统和推进与安全航行重要装置而配备的人员或为船上其他人员提供服务的人员；
- (13) 乘员：系指船上所有人员，包括乘客和船员。

1.2.1.2 船舶类型

- (1) 客船：系指载运乘客超过 12 人的船舶；
- (2) 载客 12 人以下船舶：系指载运乘客 1 人及以上但不超过 12 人的船舶；
- (3) 货船：系指除客船和载客 12 人以下船舶外的任何船舶；
- (4) 高速船：系指其满载排水量时的最大航速  $V$  同时满足下列两式条件的船舶：

$$V \geq 7.19 \nabla^{0.1667} \quad \text{kn}$$

$$V \geq 10 \quad \text{kn}$$

式中： $\nabla$ ——满载排水量 $\Delta$ 对应的排水体积， $\text{m}^3$ ；

①改变主推进系统系指：\_\_\_\_\_

- (a) 主推进系统类型的改变，如油改气、油改电等；
- (b) 未改变推进装置的类型，但推进装置的更改影响到机桨匹配并进而引起轴系及螺旋桨的重大改动。

V——船舶处于满载排水量状态，并以最大持续推进功率在静水中航行能达到的航速，kn。

(5) 游览船：系指设有观光区域和/或<sup>①</sup>设有各类生活娱乐设施并以旅游观光为目的的客船；

(6) 游览艇：系指设有观光区域并以旅游观光为目的的载客 12 人以下船舶；

(7) 帆船：系指以风力推动帆为主要推进动力的船舶。当它迎风航行时，一次可张开的所有帆的侧投影面积总和 $A_s$ （不包括重叠部分）应满足下述要求：

$$A_s \geq 7(\Delta)^{2/3} \text{ m}^2$$

式中： $\Delta$ —满载排水量，t。

(8) 甲板艇：系指从首至尾具有风雨密的连续露天甲板的船舶；

(9) 敞开艇：系指从首至尾不具有风雨密的连续露天甲板的船舶；

(10) 机动船：系指借助于机械推进装置航行的船舶；

(11) 非机动船：系指机动船以外的船舶；

(12) 化学品船：系指从事运载散装液体危险化学品货物的船舶，但不包括运载石油或易燃货物的船舶；

(13) 液化气体船：系指从事散装运输温度在 37.8℃时，蒸汽绝对压力超过 0.28MPa 的液化气体及其他类似的散装货物的船舶。

#### 1.2.1.3 船舶要素

(1) 总长  $Loa$  (m)：系指从船舶的最前端至最尾端船体结构的水平距离。该长度包括船舶的所有结构和组成部件，如首柱或尾柱、舷墙与船体/甲板连接件。该长度不包括不影响船舶结构完整性的可拆卸部件，如帆桁、艇首斜撑帆杆、艇两端的操纵台、首柱附件、舵、舷外发动机及其安装支架和安装平台、跳水平台、帆桁、橡皮护舷木、碰垫及压浪板等。对于多体船，应分别测量每一船体的长度，取其中最长者总长；对于多型三体船，应取船舶在纵向侧投影面上测得的船体最长者为总长；

(2) 船长  $L$  (m)：系指沿满载水线由首柱前缘量至舵柱后缘的长度（对金属船舶计至内表面，对非金属船舶计至外表面）；对无舵柱的船舶，由首柱前缘量至舵杆中心线（对无舵杆船舶，量至尾封板）的长度；对高速船该船长系指船舶静浮于水面时，其刚性水密船体位于设计水线以下部分的总长，但不包括设计水线处及以下的附体。当船舶设计为倾斜龙骨时，其计量长度的水线应与设计水线平行；

(3) 满载排水量 $\Delta$ (t)：系指设计水线以下船体的总排水量，即船上所有按规定配备的船员、设备、货物、备品、附件及索具等都装备齐全，并装满燃油、滑油、淡水、食品和供应品，额定乘员全部上船，船处于立即可以启航状态时所排开水的重量；

(4) 满载吃水 $d$ (m)：系指满载排水量静浮水面时，在船长  $L$  中点处由平板龙骨上缘（对非金属船为平板龙骨下缘）量到满载水线的垂直距离；

(5) 船宽  $B$ (m)：系指在船舶的最宽处，由一舷的肋骨外缘量至另一舷的肋骨外缘之间的水平距离；对非金属船为船体两侧外表面之间的最大宽度，不包括护舷材等突出物。对多体船，应量至外侧船体所得的最大宽度；

(6) 型深  $D$ (m)：系指在船长  $L$  中点处，从平板龙骨（不包括压载龙骨）上缘（对非金属船为平板龙骨下缘）量至甲板舷弧线/艇体上缘线的垂向距离；

(7) 甲板舷弧线/艇体上缘线：系指甲板与船体的交线，对于圆弧形甲板边缘，为正常的交线；如未设甲板或船体延伸至甲板以上（舷墙），则为船体的上缘线；

(8) 干舷  $F$ (m)：系指在船长  $L$  中点处，由满载水线量至干舷甲板（甲板艇）上缘或舷侧板顶端（敞开艇）的垂向距离；

(9) 方形系数  $C_b$ ：系指按下式计算所得的船型系数：

① “和/或”应理解为可设有各类生活娱乐设施，亦可不设有各类生活娱乐设施。

$$C_b = \frac{D}{1.025L B_{WL}d}$$

式中： $B_{WL}$ ——满载水线处的船宽，m。

(10) 干舷甲板：系指甲板艇上自首至尾的露天连续甲板。

### 第3节 制定地方性船舶技术规范的原则要求

#### 1.3.1 一般要求

1.3.1.1 本节不适用于液化气体船、化学品船、闪点 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 的油类船舶、载运包装危险货物和固体散装危险货物的船舶。

1.3.1.2 各省、自治区、直辖市交通运输主管部门可参考本规则的安全技术要求制定辖区内航行的下列船舶的法定检验技术规范，并报交通运输部海事局备案：

- (1) 船长 20m 以下的普通货船；
- (2) 载客 12 人以下船舶。

#### 1.3.2 地方性船检技术规范的编制原则

1.3.2.1 地方性船检技术规范应充分考虑运输特点、船型特征、气象水文条件、航道条件、通航环境、救助条件、监督管理等综合因素对船舶安全的影响，其安全技术要求应充分体现水域特点、航行条件、船舶类型的差异性。

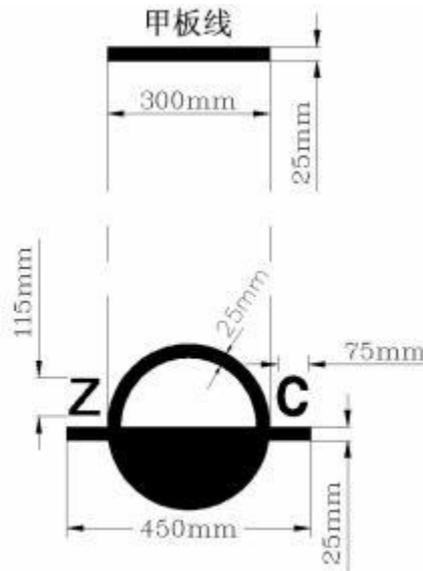
1.3.2.2 地方性船检技术规范的基本框架、内容和格式可参考本规则的相应规定进行编制。

## 第 2 章 载重线

### 第 1 节 载重线标志

#### 2.1.1 一般要求

2.1.1.1 对非高速船，应按图 2.1.1.1 的要求在船中两舷勘划永久性载重线标志。载重线标志系由一圆环和一水平线相交组成，其圆环的中心在船中处，水平线上边缘通过圆环中心。圆环的中心至甲板线上边缘的垂直距离为干舷。该水平线的下半圆部分与标志均为同一色。在载重线圆环两侧应加绘勘划检验单位的缩写字母 ZC，由中国船级社勘划检验的为 CS。对圆环、线段和字母，



当船舷为暗色底时，应漆成白色或黄色，当船舷为浅色底时，应漆成黑色。

图 2.1.1.1 载重线标志

2.1.1.2 对高速船，应按本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》第 6 篇的有关规定勘划设计水线与载重线标志。

### 第 2 节 干舷及储备浮力

#### 2.2.1 干舷和船首高度

2.2.1.1 船舶应按如下规定核定干舷：

(1) 当完整稳性、破损稳性（如适用）或船体强度决定的干舷不一致时，应取其中最大值核定干舷；

(2) 核定的干舷值应不小于 0.35m；

(3) 对甲板艇还应满足以下要求：

船舶满载状态下沿船长任何位置甲板边缘至水线的垂直距离  $F$  应不小于按下式计算所得值：

$$\begin{aligned} F &= 200 \text{ mm} && \text{当 } L \leq 7 \text{ m} \\ F &= 400 \text{ mm} && \text{当 } L \geq 18 \text{ m} \end{aligned}$$

$$F = \frac{200(L-7)}{11} + 200 \text{ mm} \quad \text{当 } 7 \text{ m} < L < 18 \text{ m}$$

式中:  $L$ —船长, m。

(4) 对敞开艇还应满足以下要求:

① 敞开艇的平均干舷  $F_p$  应不小于下式规定:

$$F_p = 0.2B \text{ m}$$

式中:  $B$  — 船宽, m。

② 敞开艇满载状态下沿船长任何位置甲板边缘 (或舷侧板顶端) 至水线的垂直距离  $F$  应不小于按下式计算所得值:

$$F = 250 \text{ mm} \quad \text{当 } L \leq 7 \text{ m}$$

$$F = 450 \text{ mm} \quad \text{当 } L \geq 18 \text{ m}$$

$$F = \frac{200(L-7)}{11} + 250 \text{ mm} \quad \text{当 } 7 \text{ m} < L < 18 \text{ m}$$

式中:  $L$ —船长, m。

2.2.1.2 对高速甲板艇, 首垂线处露天甲板距满载水线的高度  $F_b$  应不小于下式计算所得之值:

$$F_b = 1000 \left( \frac{L}{20} \right)^{0.5} \frac{1.36}{C_b + 0.68} k \text{ mm}$$

式中:  $C_b$ —方形系数;

$k$ —系数, 沿海航区营运限制  $k=1.0$ ; 遮蔽航区营运限制  $k=0.85$ ; 平静水域营运限制  $k=0.8$ ;

$L$ —船长, m。

### 2.2.2 储备浮力

2.2.2.1 高速甲板艇的储备浮力应不小于 100% 满载排水量。其中, 储备浮力为静浮满载水线至干舷甲板垂向范围内所有海水不能进入的处所的总容积乘以海水的密度。

## 第 3 节 开口关闭设备及密性

### 2.3.1 门

2.3.1.1 稳性计算中计入浮力或保护通往干舷甲板以下处所的甲板室的门应设有风雨密关闭装置, 且门的结构强度应与其相邻结构的强度相当。门应为外开式, 保证风雨密的装置应永久固定于端壁或者门上, 且这些门应在任何一侧都可进行操作, 航行中通常保持关闭的外门上应设置“航行中保持关闭”的永久性警示标志。

2.3.1.2 露天干舷甲板上通往甲板以下的舱室的门应为风雨密门, 并满足以下要求:

(1) 若通往机器处所, 门槛高度应不小于 380mm;

(2) 若通往除机器处所以外的处所应不小于 250mm。

2.3.1.3 其他风雨密门的门槛高度一般应不小于 100mm。

### 2.3.2 货舱口和其他舱口

2.3.2.1 所有露天的通向稳性计算中计入浮力或干舷甲板以下处所的舱口盖均应配备风雨密关闭装置, 且其强度应与其相邻结构的强度相当。对于非高速船, 干舷甲板上货舱口围板的高度, 一般应不小于 380mm, 其他小舱口围板高度, 一般应不小于 250mm。对于高速船, 在干舷甲板上舱口围板高度应不小于 250mm, 其他甲板上舱口围板应不小于 100mm。

2.3.2.2 所有露天的通向干舷甲板以下处所的舱口盖 (除主机舱的逃生舱口外), 如在航行中

① 平均干舷  $F_p$ ——船中干舷、船首垂线处干舷和尾垂线处干舷三者算术平均值。

不使用，可不设舱口围板，但应在驾驶室设有显示其启闭状态的视觉指示器，同时，舱口盖的强度应与相邻结构的强度相当，并应保持水密，盖上应附有“航行中保持关闭”的铭牌。

2.3.2.3 舱口盖应设置锁紧装置。对于设有铰链的舱口盖，一般应将铰链设置在舱口前端壁。如设置在舱口后端壁，在海上应保持关闭并紧固。

### 2.3.3 空气管与通风筒

2.3.3.1 除另有规定外，空气管及通风筒应设有风雨密关闭装置。通风筒应设有结构坚固的围板，并且与甲板牢固的连接。如任何通风筒的围板高度超过 900mm，应设有专门的支撑。空气管应设自动关闭装置。

2.3.3.2 空气管高度及通风筒的围板高度一般应不小于 300mm，对仅航行于遮蔽航区及平静水域营运限制的船舶，该高度一般应不小于 200mm。

2.3.3.3 航行中必须保持开启的通风筒（如机舱），可不设置关闭装置。对于沿海航区营运限制的船舶，在干舷甲板上的此类通风筒围板高度应至少为 2.0m，其他甲板上的高度应至少为 0.8m。对于遮蔽航区及平静水域营运限制的船舶，在干舷甲板上的此类通风筒围板高度应至少为 1.5m，其他甲板上的高度应至少为 0.6m。

须向应急发电机舱连续供风的通风筒，如果在稳性计算中计入其浮力或视其为通向下层的防护开口，则应装设符合本条规定的围板，而不必装设风雨密关闭装置。

此外，不设置关闭装置的通风筒在稳性校核中应视为进水点。

### 2.3.4 舷窗、窗和天窗

2.3.4.1 舷窗和窗连同其玻璃、窗盖和风暴盖（如装设），应按经批准的设计，并具有坚固的结构。不允许采用非金属框架。

2.3.4.2 舷窗是指面积不超过  $0.16\text{m}^2$  的圆形或椭圆形开口。窗是指一般呈方形的开口，在其每个角隅具有一个与方窗尺度相适应的圆弧过渡，以及面积超过  $0.16\text{m}^2$  的圆形或椭圆形开口。

2.3.4.3 干舷甲板以下处所的舷窗一般应装设铰链式内侧窗盖，窗不应设置在干舷甲板以下。干舷甲板以下的舷窗内盖应能水密关闭和紧固，干舷甲板以上的窗应能风雨密关闭和紧固。

2.3.4.4 天窗应具有与其所在位置相适应的强度和密性，并应装有永久附连的窗盖或风暴盖。如为可开启式，应设有有效的装置进行紧固。

### 2.3.5 水下观察窗

2.3.5.1 如在船体水线以下设置观察窗，观察窗应保持水密并具有坚固的结构，其强度、材料及与船体的连接等还应满足本规则第 3 章的规定。

### 2.3.6 排水孔

2.3.6.1 从干舷甲板以下处所或从装有符合本节 2.3.1 规定门的干舷甲板上的上层建筑或甲板室内通过船壳的排水孔，均应装设止回装置，以防水浸入船内。

2.3.6.2 敞开艇的排水管，应安装止回装置，以防水浸入船内。

### 2.3.7 人员保护

2.3.7.1 人员可能行走的甲板、通道和梯道应设计为防滑型。

2.3.7.2 所有人员可能行走的甲板区域和出入通道处，应设置适当高度的栏杆或等效保护装置。

2.3.7.3 入口、梯道、跳板等应至少在一侧设有扶手。

2.3.7.4 上述 2.3.7.1~2.3.7.3 不适用于不配船员的非机动船。

### 2.3.8 排水舷口

2.3.8.1 如舷墙等在露天甲板形成阱，应设置排水舷口以迅速排出甲板积水。

2.3.8.2 排水舷口的面积不应小于舷墙面积的 4%。排水舷口下缘应尽可能接近甲板，并应防止堵塞。

## 第 3 章 船体结构

### 第 1 节 一般规定

#### 3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章适用于以纤维增强塑料、钢和铝合金为船体材料的船舶，包括高速船。木质船舶的材料、结构与布置应符合公认的标准<sup>①</sup>。

#### 3.1.2 术语与含义

3.1.2.1 主要骨材：系指龙骨、纵桁、实肋板、强肋骨、强横梁等船体结构中的主要构件。

3.1.2.2 次要骨材：系指纵骨、肋骨、横梁、舱壁扶强材等船体结构中的次要构件。

3.1.2.3 骨材间距  $s$  (m)：除另有规定外，对于次要骨材取其间距，对主要骨材系指其承载面积的平均宽度。

3.1.2.4 骨材跨距  $l$  (m)：除另有规定外，当骨材端部设置肘板时，跨距点可取在肘板长度之半处；当骨材端部不设置肘板时，跨距点取在骨材端部。对龙骨、实肋板、强肋骨等船体主要骨材，与之相交的舱壁可作为该主要骨材的端点。当中内龙骨处船体横剖面线上呈小于  $130^\circ$  角的硬角点时，该处可作为实肋板的跨距点。对甲板及上层建筑的主要骨材（如强横梁、甲板纵桁等），除舱壁外，与之相交的支柱点也可作为该主要骨材的端点。如主要骨材支撑处的结构能有效地防止该骨材在该处转动或位移，则该支撑处可取作该主要骨材的端部。

3.1.2.5 骨材剖面模数  $W$  ( $\text{cm}^3$ )：系骨材连同有效宽度带板的要求值，且假定骨材的腹板与带板相垂直。如骨材的腹板与带板不垂直，且其腹板与带板的夹角  $\alpha$  小于  $75^\circ$  时，其实际剖面模数  $W$  可按下式近似确定：

$$W = W_0 \sin \alpha \quad \text{cm}^3$$

式中： $W_0$ —假定腹板与带板垂直时的剖面模数， $\text{cm}^3$ 。

3.1.2.6 骨材带板的有效宽度  $b_e$  (mm)：对于纤维增强塑料船体结构的骨材按本章 3.2.1.7 规定取值；对于金属船体结构的骨材按本章 3.3.1.5 规定取值。

3.1.2.7 局部计算压力作用点：受非均布载荷的垂向板，取板的下缘。对于纵骨、横梁、肋骨和舱壁扶强材等次要骨材，一般取其跨距中点。如次要骨材上的载荷呈非线性分布时，计算压力的作用点取其跨距中点压力与骨材两端压力平均值中之大者。对于龙骨、实肋板、强肋骨、强横梁、纵桁等主要骨材，取其承载区域的中点。

3.1.2.8 船底区域：系指平板龙骨（或龙骨）至舭部上转角之间的区域。

<sup>①</sup>参见《小艇 艇体结构和构件尺寸 第 5 部分：设计压力、设计应力、构件尺寸的确定》（GB/T 19314.5-2019）。

3.1.2.9 舷侧区域：系指舭部上转角至舷侧外板顶部的区域。

### 3.1.3 结构与布置原则

3.1.3.1 船体结构的设计应使船舶能承受整个营运期间可能遭遇的最大载荷。

3.1.3.2 船体纵向构件应尽可能在全船范围内保持连续。

3.1.3.3 船体主要横向构件即船底的肋板、舷侧肋骨与甲板的横梁，应布置在同一横剖面内，并可靠连接，构成一个连续而封闭的横向框架。

3.1.3.4 对于型深小于 0.9m 的船舶，如船底外板或舷侧外板无纵向骨材加强，则应在船底或舷侧采取折角、折边等措施加强，并按 3.1.4 要求校核船体的总纵强度。

3.1.3.5 纵骨架式船体结构的纵骨间距与横骨架式结构的肋骨间距一般应不大于500mm。

3.1.3.6 除机舱外，船底实肋板的间距：对于横骨架式船舶，应不大于2个肋位；对于纵骨架式船舶，应不大于4个肋位。

3.1.3.7 除另有规定外，船底龙骨的间距及龙骨至舭部折角线或舭部圆弧中点的间距应不大于2m。

3.1.3.8 纤维增强塑料船体的平板龙骨宽度或帽型龙骨的围长应不小于0.1B(对于各类双体船为单个片体的最大型宽)，其厚度应不小于相邻船底板厚度的1.5倍；金属船体的平板龙骨的宽度应不小于600mm，其厚度应在该位置处船底板厚度的基础上加厚1.2mm，且在整个船长范围内保持不变。

3.1.3.9 船体外板与甲板上应尽量避免开口，如需开口，开口角隅应为圆角，圆角半径应为12%*b* (*b*为开口宽度)，但不必超过300mm。对于大开口，尚应根据具体情况，采用加厚板或覆板等方法予以补偿。

3.1.3.10 上层建筑或甲板室侧壁上的开口，如门、窗、孔，其开孔角应尽可能为圆角，若需用直角开口，则应进行足够的加强。

3.1.3.11 对尾轴架、舵柱及其附体等贯穿船体处的外板，或锚泊、系泊、拖带的强力点部位的结构应予以适当加强。

3.1.3.12 钢质、铝合金支柱应有足够的强度和刚度。

3.1.3.13 可以采用直接计算法校核船体结构，但船体板厚还需满足本章规定的最小板厚要求。

3.1.3.14 如在水线以下的船体外板上开有观察窗，应采用整船结构强度直接计算法校核满载工况下的船体结构强度。

### 3.1.4 船体总强度

3.1.4.1 船长 *L* 大于等于 15m 的金属船体高速船如存在下列情形之一，应校核船体梁总纵强度：

- (1) *L/D* 大于或等于 12；
- (2) 船中 0.5*L* 区域甲板上具有大开口的甲板艇；
- (3) 敞开艇。

3.1.4.2 船长 *L* 大于等于 15m 的纤维增强塑料船，如其船体（或片体）的尺度符合 *L/D* 大于或等于 12，应校核船体梁总纵强度。也可仅校核该船的船中剖面模数 *W*，应不小于按下式计算所得的 *W*<sub>0</sub> 之值：

$$W_0 = fL^2 B_{WL} (C_b + 0.7) \quad \text{cm}^3$$

式中：*f*—系数， $f = 0.25L + 24$ ；

$L$ —船长, m;

$B_{WL}$ —满载水线处的船宽, m;

$C_b$ —船舶的方形系数。

3.1.4.3 上述 3.1.4.2 条规定的最小船中剖面模数  $W_0$  要求是以玻璃纤维无捻粗纱正交布铺糊成型的标准铺层设计单层板的力学性能为基准。对于其他纤维铺层设计, 若其单层板的强度与标准铺层设计层板的强度不一致时, 最小船中剖面模数  $W_0$  可乘以下列规定的系数  $K$  进行修正:

$$K = 180 / \sigma_t$$

式中:  $\sigma_t$ —层板的极限拉伸强度, N/mm<sup>2</sup>。

3.1.4.4 纤维增强塑料船的船中剖面模数  $W$  的计算:

(1) 所有在船中  $0.4L$  范围内连续的船体纵向构件均可计入船中剖面模数。但上述构件上的开孔面积应予以扣除;

(2) 船中  $0.4L$  范围内, 长度超过  $0.2L$  的上层建筑一般可认为参与总纵强度。但如上述上层建筑的侧壁上有大量开孔, 且开孔纵向孔径之和超过该建筑长度之半, 则认为该建筑不参与总纵强度;

(3) 对采用夹层结构作为部分船体构件的船舶, 可引入“相当剖面模数  $W_e$ ”的概念。船体梁总纵弯曲时, 由若干夹层结构构件组成的船中相当剖面模数  $W_e$  应按下式计算:

$$W_e = \frac{\sum(E_i I_i)}{EY} \quad \text{cm}^3$$

式中:  $E$ —计算点处材料的弹性模量, N/mm<sup>2</sup>;

$Y$ —计算点至船中剖面中和轴的垂向距离, cm;

$E_i$ 、 $I_i$ —船中剖面的各个构件材料的弹性模量 (N/mm<sup>2</sup>) 和各个构件对船中剖面中和轴的惯性矩 (cm<sup>4</sup>)。

如夹层结构芯材采用泡沫塑料、轻木等无效芯材时, 则计算船中剖面模数时, 船中剖面中所有这类夹层构件的芯材不予计入。

3.1.4.5 对于船长  $L$  大于等于 15m, 且  $L/D$  大于等于 12 的纤维增强塑料船还应校核船体的刚度, 即船体的船中横剖面对其中和轴的惯性矩  $I$  应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 4.0W_0L \quad \text{cm}^4$$

式中:  $W_0$ —按 3.1.4.2 和 3.1.4.3 计算所得的最小船中剖面模数值, cm<sup>3</sup>。

3.1.4.6 所有双体船均应校核其连接桥结构的总横强度和扭转强度。

## 第 2 节 纤维增强塑料船

### 3.2.1 一般要求

3.2.1.1 本节规定适用于以纤维增强塑料为船体结构材料的船舶。

3.2.1.2 纤维增强塑料的层板的试件力学性能指标应满足中国船级社《材料与焊接规范（2023）》规定的最低要求。

3.2.1.3 以玻璃纤维增强的层板的厚度  $t$  可按下列式求得：

$$t = \left( \frac{1}{\gamma_R G} + \frac{1}{\gamma_G} - \frac{1}{\gamma_R} \right) W \quad \text{mm}$$

式中： $W$ —层板单位面积中的玻璃纤维毡或/和玻璃布的纤维总重量， $\text{kg/m}^2$ ；

$G$ —层板中总名义玻璃纤维含量比，可按照中国船级社《材料与焊接规范（2023）》有关规定确定；

$\gamma_R$ —经固化后的树脂比重， $\text{g/cm}^3$ ，若无实测数据，可取 1.2；

$\gamma_G$ —玻璃纤维毡或纤维布的比重， $\text{g/cm}^3$ 。若无实测数据，可取 2.5。

3.2.1.4 纤维增强塑料层板的板厚应为不计胶衣及修整复合物或其他非增强材料时的厚度。

3.2.1.5 不同区域的船体层板厚度应缓慢变化，过渡区的宽度至少为厚度差的30倍。

3.2.1.6 骨材的几何尺寸应符合：

(1) 对帽型骨材，其腹板高度与其单侧腹板厚度之比应不超过 30，面板宽度与其厚度之比应不超过 20；

(2) 对 T 型剖面的骨材，其腹板高度与厚度之比不应超过 20，其面板宽度与其厚度之比不应超过 10；

(3) 对其他剖面型式的骨材另行考虑。

3.2.1.7 骨材带板的有效宽度  $b_e$  应按下列规定选取：

(1) 带板为单层板时，取下列算得的小者：

$$b_e = s, \quad b_e = 23t + b_s \quad \text{mm}$$

(2) 带板为夹层板时：

如芯材为泡沫塑料、轻木等无效芯材时，取下列算得的小者：

$$b_e = s, \quad b_e = 11d \quad \text{mm}$$

如芯材为胶合板等有效芯材时，取下列算得的小者：

$$b_e = s, \quad b_e = 35d \quad \text{mm}$$

式中： $t$ —带板为单层板时的带板厚度， $\text{mm}$ ；

$d$ —带板为夹层板时带板的内、外面板厚度中心线的距离， $\text{mm}$ ；

$b_s$ —骨材的净宽度， $\text{mm}$ 。

3.2.1.8 骨材或其夹层板带板的芯材若采用松木、胶合板等有效材料时，其剖面模数计算可计入芯材的影响。但在计算芯材的剖面积时，应乘以芯材的弯曲弹性模量与层板材料的弯曲弹性模量之比。

3.2.1.9 如船体肋骨或纵骨间距满足 3.1.3.5 的规定不切实际时，允许间距超过 500mm，但此时构件尺寸还须满足局部强度及船体总纵强度和刚度的要求。

### 3.2.2 机舱结构布置与尾封板的附加要求

3.2.2.1 对于单机船的机舱或平底船，允许以主机基座纵桁或两道旁内龙骨（左右对称各 1

道)代替中内龙骨。该主机基座纵桁或旁内龙骨或中内龙骨均不应在舱壁处突然中断,应各自在舱壁背面处向外延伸,其延伸长度应不小于2个肋位。

3.2.2.2 主机基座的结构应具有足够的强度和刚度。作为主机基座的桁材一般应在每个肋位处设置横隔板和横肘板,以确保有效支承。

3.2.2.3 为增加主机基座纵桁的抗压和抗弯刚度,可采用木材或铝合金型材作主机基座纵桁的芯材,但该芯材应与表层纤维增强塑料以及船底板有效连接。

3.2.2.4 机舱内的骨架应保持结构的连续性,避免应力集中。

3.2.2.5 船底为横骨架式时,机舱内的每个肋位应设置实肋板;船底为纵骨架式时,机舱内可每隔一个肋位设置实肋板。上述实肋板的剖面模数应较本节3.2.3.4(1)和3.2.4.6(1)要求的剖面模数增加10%,且实肋板与主机基座桁材应有效连接。

3.2.2.6 机舱的舷侧应设置强肋骨,强肋骨应设置在实肋板处,其间距应不大于4个肋位。机舱处肋骨和强肋骨的剖面模数应较3.2.3.4(1)和3.2.4.6(4)要求的剖模数增加10%。

3.2.2.7 尾封板应满足以下要求:

(1) 尾封板的厚度应不小于舷侧板厚度的1.2倍,其扶强骨材的要求与舷侧扶强骨材要求相同;

(2) 尾封板的设计应确保由安装在尾封板上的推进装置引起的弯矩和推力传递至船体结构时不产生过大的应力;

(3) 通常,安装舷外机或尾推进装置的尾封板应采用芯材为胶合板或类似刚性材料的夹层板。该尾封板的总厚度一般应不小于表3.2.2.7(3)的要求。

尾封板总厚度

表 3.2.2.7 (3)

发动机功率kW	尾封板总厚度(舷外机) mm	尾封板总厚度(尾推进装置) mm
18 至<30	30	35
30 至<60	35	40
60 至<150	40	45
150 至<250	45	50
≥250	按具体情况作特别考虑	按具体情况作特别考虑

### 3.2.3 高速船船体结构的构件尺寸

#### 3.2.3.1 船重心处的垂向加速度

(1) 取船重心处垂向加速度百分之一最大值的平均值  $a_{cg}$ , 作为确定结构设计载荷的设计加速度值。该设计加速度值最终由船东或设计部门确定,但对客船和载客12人以下船舶  $a_{cg}$  应不超过1.3g;对货船可根据船东或设计部门需求,选择合理的  $a_{cg}$  值;

(2) 船舶在海浪中高速航行时,其重心处的垂向加速度  $a_{cg}$  与该船航区营运限制对应的有义波高  $H_{1/3}$  和船在该有义波高  $H_{1/3}$  下航行的航速  $V_H$  三者的关系如下:

$$a_{cg} = \frac{1}{426} \left( \frac{V_H}{L} - \frac{\ddot{\delta}}{B_{WL}} \right)^{1.4} \zeta \left( \frac{H_{1/3}}{B_{WL}} + 0.07 \left( \frac{\ddot{\delta}}{50 - \beta} \right) \zeta \left( \frac{L}{B_{WL}} - 2 \frac{\ddot{\delta}}{\Delta} \right) \right) g \quad \text{m/s}^2$$

式中:  $g$ —重力加速度,取  $9.81 \text{ m/s}^2$ ;

$V_H$ —船在有义波高  $H_{1/3}$  的波浪中航行的航速, kn;

$H_{1/3}$ —有义波高, m。对沿海航区营运限制,取  $H_{1/3max} = 4\text{m}$ ;对遮蔽航区营运限制,取

$H_{1/3max}=2m$ ; 对平静水域营运限制, 取  $H_{1/3max}=1m$ ;

$L$ —船长,  $m$ ;

$B_{WL}$ —满载水线处的船宽,  $m$ , 系指船满载排水量状态时静浮于水面, 沿满载水线量得的最大型宽。对于双体船, 系指满载水线处二片体最大型宽之和;

$\beta$ —船体重心处横剖面的船底升角 ( $^\circ$ ), 见图 3.2.3.1 (2), 取  $\beta_{max}=30^\circ$ ,  $\beta_{min}=10^\circ$ ;

$\Delta$ —满载排水量,  $t$ 。

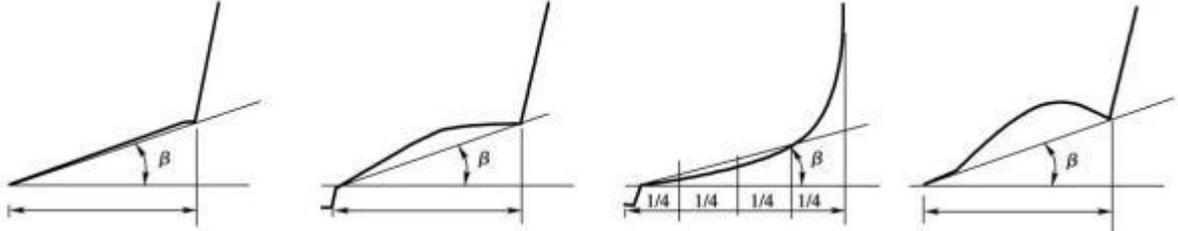


图 3.2.3.1 (2) 船体重心处横剖面的船底升角

(3) 由设计部门提出几组  $H_{1/3} \sim V_H$  的对应值, 按 (2) 公式可算的对应的一组  $a_{cg}$  值。由船东或设计部门从中选定一个  $a_{cg}$  值作为船重心处垂向加速度的设计值。应将该设计值  $a_{cg}$  所对应的  $H_{1/3} \sim V_H$  曲线, 记录在该船的操作手册中, 并制成标牌固定展示在驾驶室内。以提示船长在风浪中航行时, 适当控制船速, 确保船重心处的垂向加速度不超过设计值。

### 3.2.3.2 局部计算压力

(1) 船底波浪冲击压力  $P_{sl}$  应按下列式计算, 但应不小于按本节 3.2.3.2 (3) 确定的对应位置处的舷侧压力:

$$P_{sl} = 1.16K_{l1} \left( \frac{\Delta}{nA} \right)^{0.3} \frac{50 - \beta_x}{50 - \beta} a_{cg} d \quad \text{kN/m}^2$$

式中:  $K_{l1}$ —纵向压力分布系数。船中前  $K_{l1}$  取 = 1, 尾端取  $K_{l1} = 0.5$ , 尾端与船中之间用线性插值法求得;

$\Delta$ —满载排水量,  $t$ ;

$A$ —计算压力点的计算面积,  $m^2$ ;

对于板格:  $A$  通常取不大于  $2.5s^2$ ; 其中  $s$  为板格短边长度,  $m$ ;

对于加强筋或桁材: 取  $A = \text{承载宽度} \times \text{跨距}$ ;

但对于板或骨材,  $A$  最终取值均不应小于  $0.002\Delta/d$  ;

$n$ —片体数, 对单体船取  $n = 1$ ; 对双体船取  $n = 2$  ;

$\beta$ 、 $\beta_x$ —分别为船重心处横剖面与计算点横剖面处的船底升角 ( $^\circ$ ), 见图 3.2.3.1 (2), 它们的最大值与最小值均为  $30^\circ$  与  $10^\circ$ ;

$a_{cg}$ —设计垂向加速度,  $m/s^2$ , 按本节 3.2.3.1 取值;

$d$ —满载吃水,  $m$ 。

(2) 双体船连接桥底以及全垫升气垫船与水翼船脱离水面的船底波浪冲击压力  $P_{wd}$ , 均由下列式确定, 但应不小于按本节 3.2.3.2 (3) 确定的对应位置处水线以上舷侧压力:

$$P_{wd} = K_{l2} \left( \frac{\Delta}{A} \right)^{0.3} a_{cg} \left( 1 - \frac{H_{tx}}{CL} \right) \quad \text{kN/m}^2$$

式中：  $K_{l2}$ —纵向压力分布系数。按以下规定取值：

- 船首  $L/3$  区域：对于双体船，取  $K_{l2} = 2.6$  ；
- 对于水翼船，取  $K_{l2} = 1.3$  ；
- 对于全垫升气垫船，取  $K_{l2} = 2.1$  ；
- 船中以后区域：各类船均取  $K_{l2} = 1.3$  ；
- 船首  $L/3$  与船中之间的区域，用线性插值法求得；

$\Delta$ 、 $A$ 、 $a_{cg}$ —同上述（1）；

$H_{tx}$ —连接桥底或全垫升气垫船或水翼船脱离水面的船底压力计算点在设计水线以上的高度， $m$ ，但最大值不得超过  $CL$ ；

$C$ —系数， $C=0.066-0.000175L$ 。

(3) 舷侧计算压力  $P_s$  由下式确定：

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

式中： $h$ —从舷侧板最低点到舷侧处干舷甲板上缘（甲板艇）或舷侧顶板上缘（敞开艇）的垂直距离， $m$ ；

$P_{sl}$ —该处船底的波浪冲击压力， $\text{kN/m}^2$ 。

(4) 甲板计算压力  $P_d$  按下式计算：

露天甲板： $P_d = C(0.25L+4.6) \quad \text{kN/m}^2$

非露天干舷甲板、第一层上层建筑/甲板室的非露天甲板及其他参与总强度的内部

甲板： $P_d = 0.1L+4.6 \quad \text{kN/m}^2$

其他非露天甲板： $P_d = 4.5 \quad \text{kN/m}^2$

式中： $C$ —系数：

$C=1.0$  沿海航区营运限制

$C=0.9$  遮蔽航区营运限制

$C=0.85$  平静水域营运限制

(5) 舱壁计算压力  $P_h$  按下式计算：

水密舱壁、防撞舱壁及其扶强材  $P_h = 10h \quad \text{kN/m}^2$

液体舱壁及其扶强材  $P_h = 10h_d+10 \quad \text{kN/m}^2$

式中： $h$ —板的下缘或扶强材跨距的中点至甲板的垂直距离， $m$ ；

$h_d$ —板的下缘或扶强材跨距的中点至液舱顶的垂直距离， $m$ 。

(6) 上层建筑和甲板室的计算压力  $P$  按下式计算：

前端壁及扶强材  $P = C(0.3L+5) \quad \text{kN/m}^2$

侧壁、尾端壁及扶强材  $P = 0.2L+2.5 \quad \text{kN/m}^2$

顶板及扶强材  $P = 3 \quad \text{kN/m}^2$

式中： $L$ —船长， $m$ ；

$C$ —系数：

$C=1.0$  沿海航区营运限制

$C=0.9$  遮蔽航区营运限制

$C=0.85$  平静水域营运限制

### 3.2.3.3 层板结构尺寸

(1) 单层板的最小板厚  $t_{\min}$  按下式计算:

$$t_{\min} = K_0 \sqrt{L} \quad \text{mm}$$

式中:  $K_0$ —系数, 由表 3.2.3.3 (1) 查取;

$L$ —船长, m。

系数

表 3.2.3.3 (1)

系数	船底外板 连接桥底板	舷侧板	甲板板	上层建筑、甲板室			舱壁		机座
				前端壁	侧后壁	顶板	水密舱	防撞舱、液舱	
$K_0$	1.30	1.15	1.00	1.00	0.85	0.85	1.10	1.20	1.90

(2) 单层板的厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 44.8Cs \sqrt{\frac{P}{\sigma_{fmu}}} \quad \text{mm}$$

式中:  $C$ —板格长边  $l$  与短边  $s$  之比的修正系数, 按如下取值:

$$C = \frac{l}{s} \left( 1 - 0.25 \frac{l}{s} \right) \quad \text{如 } l/s < 2 ;$$

$$C = 1.0 \quad \text{如 } l/s \geq 2 ;$$

$\sigma_{fmu}$ —层板的极限弯曲强度,  $\text{N/mm}^2$  ;

$P$ —船体局部强度计算中, 构件单位面积上承受正压力的设计值, 按本节 3.2.3.2 计算;

$s$ —板格短边长度, 取该板格长边上两相邻骨材的间距, 但应扣除帽型骨材的底边宽度, m ;

$l$ —板格长边长度, 取该板格长边上骨材的跨距, m 。

(3) 夹层板面板的最小厚度 (单面)  $t_{\min}$  按下式计算:

$$t_{\min} = K_0 \sqrt{L} \quad \text{mm, 且不小于 2.0mm, 对于外面板}^{\text{①}};$$

$$t_{\min} = K_0 \sqrt{L} - 0.5 \quad \text{mm, 且不小于 1.5mm, 对于内面板}^{\text{②}};$$

式中:  $K_0$ —系数, 由表 3.2.3.3 (3) 查取;

$L$ —船长, m。

系数

表 3.2.3.3 (3)

系数	船底外板 连接桥底板	舷侧板	甲板板	上层建筑、甲板室			舱壁		机座
				前端壁	侧后壁	顶板	水密舱	防撞舱、液舱	

① “外面板” 系指板的一个侧面持续受到液体的浸沉或可能受到局部机械磨损或冲击载荷。

② “内面板” 系指板的另一个不承受上述载荷的侧面。

$K_0$	0.6	0.5	0.45	0.45	0.35	0.35	0.4	0.45	0.8
-------	-----	-----	------	------	------	------	-----	------	-----

(4) 夹层板的总厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t = \frac{1.428}{K} \left( 1 + \frac{1}{\gamma} \right) \frac{sP}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中:  $\gamma$ —两面板厚度中心线的距离与两面板平均厚度之比, 且  $6 \leq \gamma \leq 14$ ;

$\tau_c$ —夹层板芯材的极限剪切强度,  $\text{N/mm}^2$ ;

$K$ —系数:

对聚氨酯泡沫塑料芯材夹层板,  $K = 1.86 - 0.06\gamma$ , 且  $K \leq 1$ ;

对聚氯乙烯泡沫塑料芯材夹层板,  $K = 1.95 - 0.079\gamma$ , 且  $K \leq 1$ ;

对胶合板芯材夹层板,  $K$  取 1.0。

$P$ 、 $s$ —见本节 3.2.3.3 (2)。

### 3.2.3.4 骨材弯曲强度

(1) 骨材的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = K \frac{l^2 s P}{\sigma_{fmu}}$$

式中:  $\sigma_{fmu}$ —层板的极限弯曲强度,  $\text{N/mm}^2$ ;

$K$ —系数, 由表 3.2.3.4 (1) 查取;

$P$ —见本节 3.2.3.3 (2)。

系数

表 3.2.3.4 (1)

名称	$K$	
	龙骨、强肋骨、实肋板、强横梁、纵桁	纵骨、肋板、肋骨、横梁、扶强材
船底 连接桥底	480	400
舷侧	480	400
甲板	480	400
上层建筑	—	400
水密舱壁	—	400
液体舱壁 防撞舱壁	—	480

(2) 对龙骨如按上述 (1) 计算剖面模数不切实际时, 其剖面模数可另行考虑, 但至少应同时满足下述条件:

- ① 中内龙骨的剖面模数应至少为该处实肋板剖面模数的 1.5 倍, 旁内龙骨的剖面模数应与该处实肋板的剖面模数相当。
- ② 船体总纵强度要求。

### 3.2.3.5 桁材剪切强度

(1) 桁材的有效腹板面积  $A_e$  按下式计算:

$$A_e = 0.01 h_w t_w \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部无肘板}$$

$$A_e = 0.01 h_w t_w + \delta A_e \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部有肘板}$$

式中： $h_w$ —计算剖面处减去开孔后的腹板有效高度，mm；

$t_w$ —纤维增强塑料腹板的总厚度，mm；

$\delta A_e$ —端部有肘板时的附加剪切面积， $\text{cm}^2$ ，按肘板面板的水平倾角  $\theta$  取值，见图 3.2.3.5

(1)。当  $\theta = 45^\circ$  时， $\delta A_e = 0.9 f_1$ ； $\theta = 0^\circ$  时， $\delta A_e = 0$ ； $\theta$  为中间值时，可用插入法求取  $\delta A_e$ 。其中  $f_1$  为计算剖面处肘板面板的截面积， $\text{cm}^2$ 。

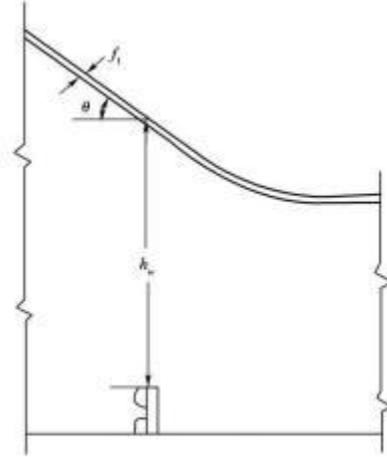


图 3.2.3.5 (1) 附加剪切面积  $\delta A_e$

(2) 按上述 (1) 计算所得的有效腹板面积  $A_e$  应不小于按下式计算所得之  $A_{e \min}$  值：

$$A_{e \min} = \frac{25.5slP}{\tau_c}$$

式中： $t_c$  - 桁材腹板的极限剪切强度， $\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$P$  - 见本节 3.2.3.3 (2)。

### 3.2.4 非高速船船体结构的构件尺寸

#### 3.2.4.1 一般要求

(1) 船舶所有铺层设计其力学性能指标均不应低于中国船级社《材料与焊接规范 (2023)》的要求。本部分规定的船体结构尺寸是以玻璃纤维无捻粗纱正交布铺糊成型的标准铺层设计的层板的力学性能为基准；

(2) 对于非标准铺层设计的层板，考虑其层板的力学性能与标准铺层设计的层板不同，对本部分规定的构件尺寸可乘以下列修正系数  $K$  进行修正：

① 对于板厚度修正：
$$K = \sqrt{\frac{180}{\sigma_{fnu}}}$$

式中： $\sigma_{fnu}$ ——非标准铺层设计的层板的极限弯曲强度， $\text{N}/\text{mm}^2$ ；

② 对于骨材剖面模数修正：
$$K = 180 / \sigma_t$$

式中： $\sigma_t$ ——非标准铺层设计的层板的极限拉伸强度，N/mm<sup>2</sup>；

- ③ 对于极限弯曲强度和/或拉伸强度大于 400 N/mm<sup>2</sup> 的层板，除应进行上述修正外，还应  
对由该层板构成的船体的刚度进行校核。

#### 3.2.4.2 外板

- (1) 如外板采用单层板，其最小板厚应符合 3.2.3.3 (1) 的要求；  
(2) 单层板的船底板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 13.4s\sqrt{h} \quad mm$$

式中： $s$ —板格短边长度，见 3.2.3.3 (2)，m；

$h$ —从船底板最低处的下缘到舷侧处于舷甲板上缘的垂直距离，m。

- (3) 对航行于平静水域营运限制的船舶，当吃水小于型深的 0.35 倍时，船底单层板的厚度可取按本条 (2) 计算所得之值的 0.9 倍；

- (4) 单层板的舷侧板厚度  $t$  在船中部 0.4L 区域内，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 12.4s\sqrt{h} \quad mm$$

式中： $s$ —板格短边长度，m；

$h$ —从舷侧板最低点到舷侧处于舷甲板上缘的垂直距离，m。

- (5) 单层板的舷侧板厚度  $t$  在船中部 0.4L 区域以外可向首尾两端逐渐减薄，首尾端处的厚度可为船中部区域厚度的 0.85 倍；

- (6) 若外板为夹层板，夹层板面板的最小厚度（单面） $t_{\min}$ 应符合 3.2.3.3 (3) 的要求；

- (7) 夹层板外板的总厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad mm$$

式中： $s$ —板格短边长度，m；

$h$ —对船底板，见本条 (2)；对舷侧板，见本条 (4)；

$\tau_c$ —夹层板芯材的极限剪切强度，N/mm<sup>2</sup>。

- (8) 首尾部分的外板（尾封板除外）如采用夹层板，其厚度应不小于船中部的板厚。

#### 3.2.4.3 甲板

- (1) 甲板计算压头  $h$  按下式选取：

露天甲板： $h=C(0.02L+0.46) \quad m$

非露天干舷甲板、第一层上层建筑/甲板室的非露天甲板及其他参与总强度的内部

甲板： $h=0.01L+0.46 \quad m$

其他非露天甲板： $h=0.45 \quad m$

式中： $C$ —系数：

$C=1.0$  沿海航区营运限制

$C=0.9$  遮蔽航区营运限制

$C=0.85$  平静水域营运限制

- (2) 采用单层板的甲板在船中部 0.4L 区域内的厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 16.2s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s—板格短边长度，m；

h—甲板计算压头，m；按本条（1）选取。

（3）采用单层板的露天甲板在船中部 0.4L 区域以外的厚度，可向船端部逐渐减薄，但其厚度应不小于船中部露天甲板厚度的 0.85 倍；

（4）若甲板为夹层板，则甲板的总厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：s—板格短边长度，m；

h—甲板计算压头，m；按本条（1）选取；

$\tau_c$ —夹层板芯材的极限剪切强度，N/mm<sup>2</sup>。

#### 3.2.4.4 舱壁板

（1）采用单层板的舱壁板厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 12.2s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s—板格短边长度，m；

h—计算压头，m；自舱壁板下缘量至舱顶的垂直距离。

（2）若舱壁板为夹层板，则夹层板的总厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：s—板格短边长度，m；

h—计算压头，m；自舱壁板下缘量至舱顶的垂直距离；

$\tau_c$ —夹层板芯材的极限剪切强度，N/mm<sup>2</sup>。

（3）计算防撞舱壁的构件尺寸时，其计算压头 h 应为其相应规定高度的 1.25 倍。

#### 3.2.4.5 上层建筑和甲板室壁板

（1）上层建筑或甲板室前端壁、侧壁、后壁和顶板的计算压头 h 应按下式计算：

$$\text{前端壁} \quad h=C(0.02L+0.5) \quad \text{m}$$

$$\text{侧壁和后端壁} \quad h=0.02L+0.25 \quad \text{m}$$

$$\text{顶板} \quad h=0.3 \quad \text{m}$$

式中：C—系数：

C=1.0 沿海航区营运限制

C=0.9 遮蔽航区营运限制

C=0.85 平静水域营运限制

（2）采用单层板的上层建筑壁板或甲板室壁板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 11.7s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s—板格短边长度，m；

h—计算压头，m；按上述（1）的有关规定选取。

（3）上层建筑壁板或甲板室壁板为夹层板时，夹层板的总厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{11hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：s—板格短边长度，m；

h—计算压头，m；按上述（1）的有关规定选取；

$\tau_c$ —夹层板芯材的极限剪切强度，N/mm<sup>2</sup>。

#### 3.2.4.6 骨材

（1）实肋板的剖面模数 W 应不小于按下式计算之值：

$$W = 15.4sDl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—实肋板间距，m；

D—型深，m；

l—实肋板跨距，m；取实肋板面板与两舷侧交点之间的距离；若设有纵舱壁，则取纵舱壁与舷侧交点之间距离或纵舱壁之间的距离，取大者。

斜底船实肋板的腹板高度可从纵中剖面向舷侧逐渐减小。对于船长 L 大于 6m 的船舶，离纵中剖面 3/8 船宽处的实肋板腹板高度不得小于纵中剖面处实肋板腹板高度的 1/2；

（2）单底船中内龙骨的腹板高度应不小于该处实肋板的高度，其剖面模数至少应为该处实肋板剖面模数的 1.5 倍，且其旁内龙骨的剖面模数应与该处实肋板的剖面模数相当；

（3）船底纵骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 25.7shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—纵骨间距，m；

h—计算压头，m；在纵骨跨距中点处自船底板下缘量至舷侧处干舷甲板上缘的垂直距离；

l—纵骨跨距，m；实肋板之间或实肋板与舱壁之间的距离，取大者。

（4）肋骨：

① 肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 24shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—肋骨间距，m；

l—肋骨跨距，m；对船底肋骨，取龙骨之间或龙骨至舷侧之间的距离，取大者；对舷侧肋骨，取船底板上表面至甲板间的垂直距离；

h—计算压头，m；对船底肋骨，取肋骨跨距中点处自船底板下缘量至舷侧处干舷甲板上缘

的垂直距离；对舷侧肋骨，取肋骨跨距中点至干舷甲板边线的垂直距离。

② 强肋骨的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 22.6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ —强肋骨间距，m；

$h$ —计算压头，m；自强肋骨跨距中点至干舷甲板边线的距离；

$l$ —强肋骨的跨距，m。

(5) 舷侧纵骨的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 22.6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ —纵骨间距，m；

$h$ —计算压头，m；船中部舷侧处从纵骨至干舷甲板边线的距离；

$l$ —纵骨跨距，m；强肋骨之间或强肋骨与舱壁之间的距离，取大者。

(6) 甲板横梁

① 甲板横梁的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 19.6shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ —横梁间距，m；

$h$ —甲板计算压头，m；按本节 3.2.4.2 (1) 的有关规定选取；

$l$ —横梁跨距，m；船侧与纵桁（纵舱壁）或纵桁与纵桁之间的距离，取大者。

② 甲板强横梁的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 17.0shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ —甲板强横梁间距，m；

$h$ —甲板计算压头，m；按本节 3.2.4.2 (1) 的有关规定选取；

$l$ —甲板强横梁跨距，m；船侧与船侧之间，船侧与支柱之间或支柱与支柱之间的距离，取较大者。

(7) 甲板纵骨的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 21.0shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ —纵骨间距，m；

$h$ —甲板计算压头，m；按本节 3.2.4.2 (1) 的有关规定选取；

$l$ —纵骨跨距，m；强横梁之间或强横梁与舱壁之间的距离，取大者。

(8) 甲板纵桁：

① 甲板纵桁与龙骨应尽可能设置在同一平面内；

② 甲板纵桁的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 17.1bh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：b—甲板纵桁支承面积的平均宽度，m；  
 l—纵桁跨距，m；支柱之间或支柱与舱壁之间的距离，取大者；  
 h—甲板计算压头，m；按本节 3.2.4.3（1）的有关规定选取。

③ 如甲板纵桁上有集中载荷作用时，其剖面模数 W 除应满足上述②要求之外，尚应增加按下式计算所得之值：

$$W = 0.102 c Pl \quad \text{cm}^3$$

式中：P—集中载荷，kN；  
 l—纵桁跨距，m，同上述②；  
 c—系数，按表 3.2.4.6（8）选取；表中 a 为 P 的作用点至纵桁两支点间较远一点的距离，m。

系数 表 3.2.4.6（8）

<i>a/l</i>	0.94	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
c	3.56	8.32	14.06	18.22	21.39	22.77	23.73	24.75

注：中间值按线性内插法计算。

(9) 舱壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Kshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—扶强材间距，m；  
 l—扶强材跨距，m；  
 h—计算压头，m；自扶强材跨距中点量到舱顶的垂直距离；  
 K—系数，按下列情况选取：

- 扶强材两端用肘板连接，K = 21.67；
- 扶强材一端用肘板连接，K = 28.87；
- 扶强材两端削斜，K = 34.61。

(10) 上层建筑或甲板室的骨架

- ① 上层建筑或甲板室的甲板骨架尺寸应符合 3.2.4.6（6）~（8）的有关规定；
- ② 上层建筑或甲板室的围壁扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 20.3shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—扶强材间距，m；  
 l—扶强材跨距，m；取扶强材的实际长度；  
 h—计算压头，m；按 3.2.4.5（1）的有关规定选取。

## 第 3 节 钢质船

### 3.3.1 一般要求

3.3.1.1 本节规定适用于以钢为船体结构材料的船舶。

3.3.1.2 船体结构与布置原则除应满足本章第 1 节 3.1.3 要求外，还应满足以下要求：

- (1) 计入总纵强度的船底龙骨的腹板应穿过水密横舱壁，或保持等效连续；
- (2) 机舱的每个肋位应设置实肋板，在推力轴承处须另行加强。对于纵骨架式非高速船的机舱区域，允许每隔一个肋位设置实肋板；
- (3) 机舱内的主机座前后端须设置实肋板；
- (4) 尾封板的厚度应不小于舷侧板的厚度，但当尾封板上安置推进装置时，尾封板的厚度应不小于舷侧板厚度的 1.2 倍。

3.3.1.3 钢质船的船体总强度应满足本章 3.1.4.1 和 3.1.4.6 的规定。

3.3.1.4 计算板厚取整规定为：计算所得的板厚，如小数等于或小于 0.25mm 时，可予以不计；大于 0.25mm 且小于 0.75mm 时，应进为 0.5mm；等于或大于 0.75mm 时，应进为 1.0mm。

3.3.1.5 计算骨材剖面模数时，骨材带板的有效宽度  $b_e$  应按下述规定选取：

对于次要骨材： $b_e = s$

对于主要骨材： $b_e = 0.3s \left( \frac{l}{s} \right)^{2/3}$ ，但不大于  $l/5$

### 3.3.2 高速船船体结构的构件尺寸

3.3.2.1 船重心处的垂向加速度和船体局部计算压力的确定，与本章第 2 节 3.2.3.1 和 3.2.3.2 的规定相同。

#### 3.3.2.2 板厚

(1) 最小板厚  $t_{\min}$  按下式计算确定：

对于单体船和双体船： $t_{\min} = K_0 \sqrt[3]{L}$       mm

对于水翼船： $t_{\min} = 0.85K_0 \sqrt[3]{L}$       mm

对于全垫升气垫船： $t_{\min} = 0.8K_0 \sqrt[3]{L}$       mm

式中： $K_0$ —系数，查表 3.3.2.2 (1)。

系数

表 3.3.2.2 (1)

构件名称	$K_0$
船底外板	1.40
连接桥底板	1.30
舷侧外板	1.30
主甲板板	纵骨架式：1.10 (不小于 3mm) 横骨架式：1.30
非露天甲板板	0.90
舱壁板	1.00

上层建筑、 甲板室	前端壁	1.20
	侧壁、后壁	0.86
	顶板	0.65 (不小于 2mm)
主机座 <sup>①</sup>		1.90

注：①任何船型高速船的主机座的最小板厚，均按  $t_{\min} = K_0 \sqrt[3]{L}$  计算。

(2) 船底组合型材 (包括机座) 应满足下列要求：

① 腹板最小板厚  $t_{\min}$  应不小于按下式计算所得值：

$$t_{\min} = \frac{h}{70} \sqrt{\frac{\sigma_s}{235}} \quad \text{mm}$$

式中： $h$ ——腹板高度或腹板加强筋间距的小者，mm；

$\sigma_s$ ——型材材料的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>。

② 面板最小板厚  $t_{\min}$  应不小于按下式计算所得值：

$$t_{\min} = \frac{b}{15} \sqrt{\frac{\sigma_s}{235}} \quad \text{mm}$$

式中： $b$ ——面板宽度，mm；

$\sigma_s$ ——型材材料的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>。

(3) 板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值：

$$t = K_1 C_1 C_2 s \sqrt{\frac{P}{\sigma_s}} \quad \text{mm}$$

式中： $K_1$ ——系数，查表 3.3.2.2 (3)；

$s$ ——板格短边长度，见 3.2.3.3 (2)，m；

$P$ ——设计压力，按本章 3.2.3.2 要求计算所得值；

$\sigma_s$ ——材料屈服强度，N/mm<sup>2</sup>；

$C_1$ ——曲率板的折减系数， $C_1 = 1 - 0.5 s/r$ ， $r$  为板的曲率半径，m；

$C_2$ ——板格长边  $l$  与短边  $s$  之比的修正系数，按如下取值：

$$C_2 = \frac{l}{s} \left( 1 - 0.25 \frac{l}{s} \right) \quad \text{如 } l/s < 2 \quad ;$$

$$C_2 = 1.0 \quad \text{如 } l/s \geq 2 \quad .$$

式中： $l$ ——板格长边长度，见 3.2.3.3 (2)，m。

系数  $K_1$

表 3.3.2.2 (3)

名 称		$K_1$		
		首垂线 0.1L 处	船中 0.4L 处	尾垂线 0.1L
船底、连接桥底		21.5	25.0	21.5
舷	近船底	21.5	25.0	21.5

侧	近中和轴	20.5	纵骨架式: 20.5 横骨架式: 21.5	20.5
	近甲板	20.5	25.0	20.5
甲板 (包括上层建筑/甲板室顶板)		纵骨架式: 20.5 横骨架式: 21.5	25.0	纵骨架式: 20.5 横骨架式: 21.5
上层建筑/甲板室围壁		21.5		
横 舱 壁	防撞舱壁	21.5		
	水密舱壁	19.0		
	液舱舱壁	21.5		

### 3.3.2.3 骨材弯曲强度

(1) 骨材剖面模数  $W$  (包括带板) 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = K_2 \frac{l^2 s P}{\sigma_s}$$

式中:  $K_2$ —系数, 查表 3.3.2.3 (1);

$P$ 、 $\sigma_s$ —同本节 3.3.2.2 (3)。

系数  $K_2$

表 3.3.2.3 (1)

名 称	次要骨材			主要骨材
	纵骨	横梁、肋骨、 肋板	扶强材	龙骨、强肋骨、实肋板、强 横梁、纵桁
船底、连接桥底	136	150		150
舷侧	128	150		150
甲板 (包括上层建筑/甲板室顶板)	甲板: 212 顶板: 150	150		150
上层建筑/甲板室前、侧壁			150	150
上层建筑/甲板室后壁			150	150
舱 壁	防撞舱壁、液舱壁		150	150
	水密舱壁		110	110

### 3.3.2.4 骨材剪切强度

(1) 纵骨端部的有效剪切面积  $A_e$  应不小于按下式计算所得之  $A_{e\min}$  值:

$$A_{e\min} = 22.67 \frac{(l-s)sP}{\sigma_s} \quad \text{cm}^2$$

有效剪切面积  $A_e$  应按下列式计算：

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

式中：  $h$ —纵骨腹板高度， mm；

$t$ —纵骨腹板厚度， mm；

$P$ 、 $\sigma_s$ —同本节 3.3.2.2 (3)。

(2) 桁材端部的有效剪切面积  $A_e$  应不小于按下式计算所得之  $A_{e\min}$  值：

$$A_{e\min} = 13.5 \frac{sIP}{\sigma_s} \quad \text{cm}^2$$

有效剪切面积  $A_e$  应按下列式计算：

$$A_e = 0.01h_w t_w \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部无肘板时；}$$

$$A_e = 0.01h_w t_w + \delta A_e \quad \text{cm}^2 \quad \text{端部有肘板时。}$$

式中：  $h_w$ —计算剖面处减去开孔后的腹板实效高度， mm；

$t_w$ —腹板厚度， mm；

$P$ 、 $\sigma_s$ —同本节 3.3.2.2 (3)；

$\delta A_e$ —端部有肘板时的附加剪切面积，按肘板面板的水平倾角  $\theta$  取值，见本章第 2 节的图 3.2.3.5 (1)。当  $\theta = 45^\circ$  时， $\delta A_e = 0.9 f_1$ ； $\theta = 0^\circ$  时， $\delta A_e = 0$ ； $\theta$  为中间值时，可用插入法求法。 $f_1$  为计算剖面处肘板面板的截面积，  $\text{cm}^2$ 。

### 3.3.3 非高速船船体结构的构件尺寸

#### 3.3.3.1 一般规定

(1) 本部分规定适用于横骨架式的常规钢质船；

(2) 按本部分规定的计算所得构件尺寸系对沿海航区营运限制船舶的要求，对遮蔽航区营运限制及平静水域营运限制的船舶可按下述①~③的规定予以折减：

- ① 船底板、舷侧板和强力甲板的厚度允许较按本规定计算厚度减小 8%，但减小后的船底板、舷侧板和强力甲板的最小厚度，对于 L 大于等于 10m 船舶应不小于 4mm；对 L 小于 10m 船舶应不小于 3.5mm；
- ② 船体骨架构件的剖面模数允许较按本规定计算的剖面模数减小 10%；对于实肋板、内龙骨的腹板厚度只允许减少 0.5mm；
- ③ 上层建筑和甲板室的围壁板、甲板板允许较按本规定计算厚度减小 0.5mm，但最小厚度均不应小于 3.0mm。上层建筑和甲板室骨架构件的剖面模数允许减少 10%。

#### 3.3.3.2 船体外板与甲板

(1) 船底板的厚度  $t$  应不小于按下两式计算所得之值，且不小于 4mm：

$$t=0.062s(L+170) \quad \text{mm}$$

$$t=6.5s\sqrt{d}+1 \quad \text{mm}$$

式中：s—肋骨间距，m；

L—船长，m；

d—吃水，m。

(2) 舷侧板的厚度 t 应不小于按下两式计算所得之值，且不小于 4mm：

$$t=0.07s(L+115) \quad \text{mm}$$

$$t=6s\sqrt{d} \quad \text{mm}$$

式中：s—肋骨间距，m；

L—船长，m；

d—吃水，m。

(3) 强力甲板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值，且不小于 4mm：

$$t=1.05s\sqrt{L+75} \quad \text{mm}$$

式中：

s—横梁或纵骨间距，m；

L—船长，m。

(4) 下层甲板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值，且不小于 4mm：

$$t=10s \quad \text{mm}$$

式中：s—横梁或纵骨间距，m。

### 3.3.3.3 船体骨架

(1) 实肋板在中纵剖面处，腹板高度 h，腹板厚度 t 及面板剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$h = 42(B + d) - 70 \quad \text{mm}$$

$$t = 0.01h + 3 \quad \text{mm}$$

$$A = 4.8d - 3 \quad \text{cm}^2$$

式中：B—船宽，对于双体船为单个片体宽度，m；

d—吃水，m。

(2) 肋板的面板厚度应不小于其腹板厚度，面板宽度应不小于面板厚度的 10 倍，但亦不必大于 15 倍；

(3) 机舱内肋板腹板的厚度应不小于中内龙骨腹板的厚度；

(4) 中内龙骨的高度应与实肋板高度相同，其腹板厚度 t 和面板剖面积 A 应不小于按下式计算所得之值：

$$\text{船中部 } 0.4L \text{ 区域内：} t=0.06L+6.2 \quad \text{mm}$$

船端 0.075L 区域内：  $t=0.05L+5.5$  mm

$$A=0.65L+2 \quad \text{cm}^2$$

式中：L—船长，m。

(5) 艏尖舱内的中内龙骨可与肋板等高、等厚和具有相同的面板剖面积；

(6) 旁内龙骨的尺寸应与该处实肋板的尺寸相同。在机舱内，旁内龙骨腹板的厚度应不小于中内龙骨腹板的厚度。旁内龙骨的间距应不大于 2.5m；

(7) 肋骨的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = Csd l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—肋骨间距，m；

d—吃水，m；

l—肋骨跨距，m，但取值应不小于  $\sqrt{D}$ ，其中 D 为型深；

C—系数，按下式计算确定：

$$C = \frac{2 + 0.65 \frac{d}{D}}{1.45 - \frac{\sqrt{D}}{l}}, \quad \text{其中 } D \text{ 为型深, m.}$$

(8) 当舷侧设置纵桁支持肋骨时，按上述 (7) 计算的肋骨剖面模数可以减少一半；

(9) 机舱内应设置间距不大于 4 个肋距的强肋骨，强肋骨应从内底延伸到上甲板。其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5sh l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：s—强肋骨间距，m；

l—强肋骨跨距，m；

h—强肋骨跨距中点至甲板边线的垂直距离，m。

(10) 舷侧纵桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 7.8bh l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中：b—舷侧纵桁支持的宽度，m；

l—舷侧纵桁跨距，m；

h—舷侧纵桁跨距中点至船中部上甲板边线的垂直距离，m。

(11) 舷侧纵桁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = 2.5Wl \quad \text{cm}^4$$

式中：W—舷侧纵桁的剖面模数， $\text{cm}^3$ ；

l—舷侧纵桁跨距，m。

### 3.3.3.4 甲板骨架

(1) 甲板骨架的计算压头  $h$  按表 3.3.3.4 (1) 选取, 表中的  $h_0$  按下式计算:

$$h_0 = 0.025L + 0.45 \quad \text{m}$$

式中:  $L$ —船长, m。

**甲板骨架的计算压头**

表 3.3.3.4 (1)

甲板位置	甲板骨材的计算压头 $h$ (m)
1. 首垂线 0.15L 以前的露天强力甲板	$1.2h_0$
2. 首垂线 0.15L 以后的露天强力甲板	$h_0$ , 但不小于 0.8m
3. 露天甲板装载甲板货的区域	$P+0.3$ 或 $h_0$ , 取较大者
4. 上层建筑及甲板室区域内强力甲板用于居住及堆放杂物时, 平台甲板、第一层甲板室甲板	$0.8h_0$
5. 上层建筑或第一层甲板室以上各层甲板	依次取 $0.6h_0$ 、 $0.4h_0$ 、..., 但不小于 0.45m

注 1: 表中  $P$  为载货甲板上与所载货物重量相当的水柱高度 (m);

注 2: 液货舱甲板 (平台) 计算压头  $h$  应不小于至舱顶溢流管顶处的高度 (m)。

(2) 甲板横梁的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3.5C_1shl^2 + C_2Dd \quad \text{cm}^3$$

式中:  $s$ —横梁间距, m;

$l$ —横梁跨距, m; 但取值不小于 2m;

$h$ —甲板骨材的计算压头, m; 按本条 (1) 选取;

$D$ —型深, m;

$d$ —吃水, m;

$C_1$ —系数, 对露天强力甲板  $C_1 = 0.0065L + 0.61$ , 其余甲板  $C_1 = 1$ ;

$C_2$ —系数, 对单甲板船的强力甲板  $C_2 = 0.8$ , 其余甲板  $C_2 = 0.5$ 。

(3) 甲板强横梁的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中:  $s$ —强横梁间距, m;

$l$ —强横梁跨距, m;

$h$ —甲板骨材的计算压头, m; 按本条 (1) 选取。

(4) 甲板纵桁剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 4.75bh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中:  $b$ —甲板纵桁支承面积的平均宽度, m;

$l$  —甲板纵桁跨距, m;

$h$ —甲板骨材的计算压头, m; 按本条(1)选取。

(5) 甲板纵桁剖面惯性矩  $I$  应不小于按下式计算所得之值:

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

式中:  $W$ —甲板纵桁剖面模数,  $\text{cm}^3$  ;

$l$  —甲板纵桁跨距, m。

### 3.3.3.5 舱壁

(1) 水密舱壁板的厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值, 且不小于 4.5mm:

$$t=4.2s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中:  $s$ —扶强材间距, m;

$h$ —在舷侧处, 从列板下缘量到舱壁甲板的垂直距离, m; 但取值不小于 2.5m。

(2) 防撞舱壁板的厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值, 且不小于 4.5mm:

$$t=4.7s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中:  $s$ 、 $h$ —见本条(1)。

(3) 舱壁最下列板厚度应较计算所得值增大 0.5mm, 污水沟及舱底污水井处应增大 1.5mm, 尾轴管通过处的舱壁板厚度应增大 1 倍;

(4) 水密舱壁扶强材的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = Cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中:  $s$ —扶强材间距, m;

$h$ —由扶强材跨距中点量到舷侧处舱壁甲板的垂直距离, m, 但取值不小于 2m;

$l$ —扶强材跨距, m, 当设有桁材时, 为扶强材末端与桁材之间或桁材与桁材之间的距离, 取大者;

$C$ —系数, 按下列情况选取:

$C=6$ —扶强材端部不连接或与无扶强的板直接连接;

$C=3$ —扶强材端部用肘板连接; 扶强材端部直接同纵向构件搭接; 扶强材端部与甲板或桁材腹板直接连接, 但甲板或桁材的另一边应设有与之连接且与该扶强材在同一直线上的至少为剖面相同的相邻构件。

(5) 防撞舱壁扶强材的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 1.25Cshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中:  $s$ 、 $h$ 、 $l$ 、 $C$ —见上述(4)。

### 3.3.3.6 上层建筑和甲板室

(1) 本条适用于上层建筑和甲板室的围壁扶强材及其甲板骨材的标准间距  $s_0$  为 500mm。如

果实际间距  $s$  大于标准间距  $s_0$ ，则本条涉及的上层建筑和甲板室的以下各要求板厚值应乘以

$$\sqrt{s/s_0} ;$$

(2) 上层建筑前端壁板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t=0.025L+4 \quad \text{mm}, \quad L \geq 10\text{m 时}$$

$$t=0.025L+3.5 \quad \text{mm}, \quad L < 10\text{m 时}$$

式中： $L$ —船长，m。

(3) 上层建筑后端壁的板厚可较上述 (2) 计算所得之值减小 0.5mm;

(4) 上层建筑端壁扶强材的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 3.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ —扶强材间距，m;

$l$ —扶强材跨距，m，但取值不小于 2m;

$h$ —扶强材计算压头，m，按如下选取:

前端壁取  $0.132L(d/D)^{2.5}$ ，但不小于  $0.008L+2.5$  m;

后端壁取  $0.045L(d/D)^2$ ，但不小于  $0.004L+1.25$  m;

其中， $L$  为船长(m)， $d/D$  为吃水型深比。当  $d/D < 0.7$  时取 0.7， $d/D > 0.8$  时取 0.8。

(5) 上层建筑舷侧板厚度应符合下述要求:

① 桥楼舷侧板厚度与船中部舷侧板厚度相同;

② 首楼和尾楼舷侧板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t=0.04L+4 \quad \text{mm}, \quad L \geq 10\text{m 时}$$

$$t=0.04L+3.5 \quad \text{mm}, \quad L < 10\text{m 时}$$

式中： $L$ —船长，m。

(6) 上层建筑舷侧骨材应符合本节 3.3.3.3 (7) 的有关要求;

(7) 上层建筑甲板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t=0.035L+4 \quad \text{mm}, \quad L \geq 10\text{m 时}$$

$$t=0.035L+3.5 \quad \text{mm}, \quad L < 10\text{m 时}$$

式中： $L$ —船长，m。

(8) 上层建筑甲板骨材应符合本节 3.3.3.4 的有关要求;

(9) 甲板室围壁板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值:

$$t=0.025L+3.5 \quad \text{mm}$$

式中： $L$ —船长，m。

(10) 甲板室围壁扶强材的剖面模数  $W$  应不小于按下式计算所得之值:

$$W=3.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： $s$ 、 $l$ —见本节 3.3.3.6 (4) ;

h—扶强材的计算压头，m，按如下选取：

甲板室前端壁取  $0.12L(d/D)^{2.5}$ ，但不小于  $0.008L+2.5$  m；

甲板室侧壁、后端壁取  $0.045L(d/D)^2$ ，但不小于  $0.004L+1.25$  m。

其中，L，d/D 同 3.3.3.6 (4)。

(11) 甲板室甲板的厚度 t 应不小于按下式计算所得之值：

$$t=0.04L+3 \quad \text{mm}$$

式中：L—船长，m。

## 第 4 节 铝合金船

### 3.4.1 一般要求

3.4.1.1 本节规定适用于铝合金船体结构的船舶。对全垫升气垫船，其结构应满足中国船级社《海上高速船入级与建造规范（2022）》的要求。

3.4.1.2 船体结构设计与布置原则应满足本章第 1 节 3.1.3 和第 3 节 3.3.1.2 的规定。

3.4.1.3 船体总强度应满足本章第 1 节 3.1.4.1 和 3.1.4.6 的相关规定。

3.4.1.4 计算板厚的取整规定，与本章第 3 节 3.3.1.4 规定相同。3.4.1.5 骨材带板有效宽度  $b_e$  的选取，与第 3 节 3.3.1.5 条规定相同。

### 3.4.2 重心处的垂向加速度

3.4.2.1 船舶重心处的垂向加速度的确定与本章第 2 节 3.2.3.1 相同。

### 3.4.3 局部计算压力

3.4.3.1 船底、舷侧、甲板、舱壁和上层建筑等处的局部计算压力要求与本章第 2 节 3.2.3.2 相同。

### 3.4.4 板

3.4.4.1 最小板厚  $t_{\min}$  按下式计算确定：

$$\text{对于单体船和双体船：} \quad t_{\min} = K_0 \sqrt[3]{L} \quad \text{mm}$$

$$\text{对于水翼船：} \quad t_{\min} = 0.85K_0 \sqrt[3]{L} \quad \text{mm}$$

式中： $K_0$ —系数，查表 3.4.4.1；

L—船长，m。

系数

表 3.4.4.1

构件名称	$K_0$
船底外板	1.55
连接桥底板	1.40
舷侧外板	1.40
主甲板板	纵骨架式：1.40 横骨架式：1.50

非露天甲板板		1.16
舱壁板		1.16
上层建筑、 甲板室	前端壁	1.30
	侧壁、后壁	0.92
	顶板	0.80
主机座 <sup>①</sup>		1.90

注①：任何船型高速船的主机座的最小板厚，均按  $t_{\min} = K_0 \sqrt[3]{L}$  计算。

3.4.4.2 船底组合型材（包括机座）应满足下列要求：

（1）腹板最小板厚  $t_{\min}$  应不小于按下式计算所得值：

$$t_{\min} = \frac{h}{50} \sqrt{\frac{\sigma_{SW}}{125}} \quad \text{mm}$$

式中： $h$ —腹板高度或腹板加强筋间距的小者，mm；

$\sigma_{SW}$ —铝合金型材焊接后的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>，取铝合金退火状态的屈服强度  $\sigma_{p0.2}$ ，见中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的有关规定。

（2）面板最小板厚  $t_{\min}$  应不小于按下式计算所得值：

$$t_{\min} = \frac{b}{12} \sqrt{\frac{\sigma_{SW}}{125}} \quad \text{mm}$$

式中： $b$ —面板宽度，mm；

$\sigma_{SW}$ —铝合金型材焊接后的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>，取铝合金退火状态的屈服强度  $\sigma_{p0.2}$ ，见中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的有关规定。

3.4.4.3 板厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值：

$$t = KC_1 C_2 s \sqrt{\frac{P}{\sigma_{SW}}} \quad \text{mm}$$

式中： $K$ —系数，查表 3.4.4.3；

$s$ —板格短边长度，见 3.2.3.3（2），m；

$P$ —设计压力，按本章第 2 节 3.2.3.2 要求计算所得值；

$\sigma_{SW}$ —铝合金板材焊接后的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>，取铝合金板材退火状态的屈服强度  $\sigma_{p0.2}$ ，见中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的有关规定；

$C_1$ —曲率板的折减系数， $C_1 = 1 - 0.5 s/r$ ， $r$  为板的曲率半径，m；

$C_2$ —板格长边  $l$  与短边  $s$  之比的修正系数，按如下取值：

$$C_2 = \frac{l}{s} \left( 1 - 0.25 \frac{l}{s} \right) \quad \text{如 } l/s < 2 \quad ;$$

$$C_2 = 1.0 \quad \text{如 } l/s \geq 2 \quad ;$$

式中： $l$ —板格长边长度，见 3.2.3.3 (2)，m。

系数

表 3.4.4.3

$K$	板	次要骨材			主要骨材
		纵骨	横梁、肋骨、肋板	扶强材	龙骨、桁材、强肋骨、实肋板、强横梁
船底、连接桥底	25.0	115	135		135
舷侧	25.8	130	150		150
甲板（包括上层建筑/甲板室顶板）	27.8	130	150		150
上层建筑/甲板室前壁	25.8			170	150
上层建筑/甲板室侧、后壁	25.8			150	150
舱壁	防撞舱壁、液舱壁	25.8		130	150
	水密舱壁	23.4		120	150

### 3.4.5 骨材

3.4.5.1 骨材弯曲强度要求的剖面模数  $W$ （包括带板）应不小于按下式计算所得之值：

$$W = K \frac{l^2 s P}{\sigma_{SW}} \quad \text{cm}^3$$

式中： $K$ —系数，查表 3.4.4.3；

$P$ —同本节 3.4.4.3。

$\sigma_{SW}$ —铝合金骨材焊接后的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>。按以下情况选取：

- ① 除舱壁扶强材外，所有部位的次要骨材的屈服强度均采用铝合金焊接后的屈服强度  $\sigma_{SW}$ ，取铝合金板材退火状态的屈服强度  $\sigma_{p0.2}$ ，见中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的有关规定；
- ② 除船底及连接桥底的主要骨材外，所有其他部位的主要骨材均可采用铝合金材料的屈服强度  $\sigma_{p0.2}$ ，见中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的有关规定；
- ③ 若为铆接结构，取  $\sigma_{SW} = 0.9\sigma_{p0.2}$ ，其中  $\sigma_{p0.2}$  为铝合金材料的屈服强度。

3.4.5.2 骨材的剪切强度要求与本章第 3 节 3.3.2.4 相同。

## 第 5 节 门、窗、盖等设施

### 3.5.1 一般要求

3.5.1.1 封闭的上层建筑或甲板室的外门以及露天甲板上的舱口应设有风雨密关闭装置。风雨密门和舱口盖的强度应与周围结构的强度相当。

3.5.1.2 上层建筑和甲板室的外窗及其框架结构应能保证风雨密。窗玻璃、框架及与侧壁的连接应牢固、可靠，足以承受在其营运水域正常航行时可能遭遇的波浪冲击，且其连接结构应与周围结构的强度相当。

3.5.1.3 外窗玻璃应采用符合公认标准<sup>①</sup>的钢化安全玻璃、聚碳酸酯玻璃或夹层玻璃。

### 3.5.2 窗玻璃的厚度及粘结

3.5.2.1 外窗玻璃的厚度  $t$  应不小于按下式计算所得的值：

$$t = \frac{b}{31.6} \sqrt{\frac{kcp}{\sigma_b}} \quad \text{mm}$$

式中： $b$ —窗开口短边长度，mm；

$P$ —窗玻璃承受的载荷， $\text{kN/m}^2$ ，可按本规则 3.2.3.2 (6) (对于高速船)或 3.2.4.5 (1)~ (2) (对于非高速船)取值；

$c$ —系数，查图 3.5.2.1；

$\sigma_b$ —窗玻璃材料的极限弯曲强度，MPa；

$k$ —安全系数：

取  $k = 4.0$  ， 钢化安全玻璃；

取  $k = 3.5$  ， 聚碳酸酯。

若为夹层玻璃，则每层玻璃均应是钢化安全玻璃，玻璃层数至多不超过三层，且三层玻璃中任何二层的厚度差应不大于 2mm，层间塑料薄膜厚度不大于 0.76mm。层压玻璃的厚度  $t$  应不小于下式计算值：

对于二层的夹层玻璃  $t = t_1 + t_2 = 1.2t_{eq}$

对于三层的夹层玻璃  $t = t_1 + t_2 + t_3 = 1.5t_{eq}$

式中： $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ —分别为各层玻璃厚度，mm；

$t_{eq}$ —按单层钢化安全玻璃厚度公式算得的相当厚度，mm。

所取厚度  $t$  还应不小于下列最小值  $t_{min}$ ：

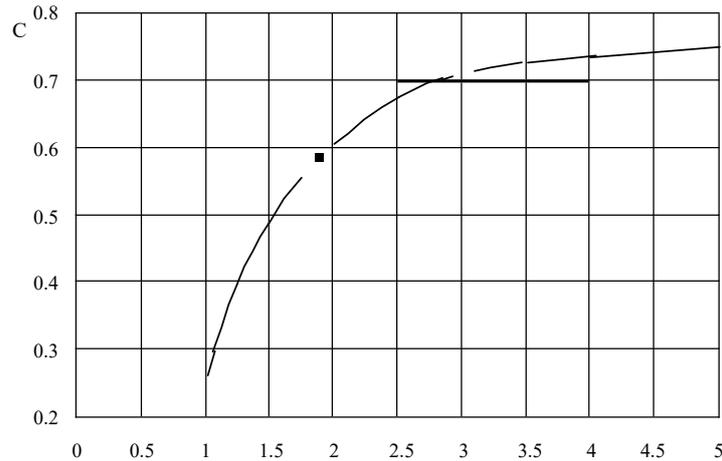
上层建筑或驾驶室前窗玻璃： $t_{min} = 4\text{mm}$  钢化安全玻璃；

$t_{min} = 5\text{mm}$  聚碳酸酯；

上层建筑或甲板室的侧窗玻璃： $t_{min} = 3\text{mm}$  钢化安全玻璃；

$t_{min} = 4\text{mm}$  聚碳酸酯。

<sup>①</sup> 参见《船用钢化安全玻璃》(GB 11946-2013)。



窗开口长宽比 = 长边/短边

图 3.5.2.1 系数 C

3.5.2.2 外窗玻璃若为聚碳酸酯玻璃，则玻璃嵌入窗框内的深度应不小于窗玻璃短边长度的 0.03 倍。

3.5.2.3 外窗玻璃可以采用粘接方式直接与壁板连接，如有必要应在窗玻璃的下缘处设置金属的水平构件支承玻璃重量。使用的粘接剂应具有抗紫外线、低温、高温和清洁用的化学剂的能力。

3.5.2.4 上述 3.5.2.3 的粘接方式还应满足下述要求：

(1) 玻璃的粘接宽度  $d$  应不小于按下式计算所得之值：

$$d = \frac{2.5P_w b l}{\sigma_t (b + l)} \quad \text{mm}$$

式中： $P_w = 0.0125 (50 + 0.5v)^2$  KN/m；

$v$ —最大静水航速，Kn；

$b$ —窗的短边长度，m；

$l$ —窗的长边长度，m；

$\sigma_t$ —粘接剂的最小拉伸强度，Mpa。

最小粘接宽度  $d_{\min} = 20b$  mm。

(2) 粘接剂的厚度  $t$  应不小于按下式计算所得之值：

$$t = 5 l \quad \text{mm, 对钢化安全玻璃}$$

$$t = 8 l \quad \text{mm, 对聚碳酸酯玻璃}$$

最小粘接剂厚度  $t_{\min} = 6$  mm。

(3) 粘接剂的拉伸强度应不低于 0.7MPa，在延伸率为 12.5% 时的拉伸强度应不低于 0.14 MPa。粘接剂扯断时的延伸率应大于 50%。

### 3.5.3 水下观察窗玻璃

3.5.3.1 本条规定仅适用于采用夹层钢化玻璃的水下观察窗玻璃。

3.5.3.2 水下观察窗玻璃的设计应满足下式的要求：

$$\sigma \leq f_g$$

式中:

$\sigma$ —水压作用产生的玻璃截面最大弯曲应力设计值, N/mm<sup>2</sup>;

$f_g$ —长期载荷作用下钢化玻璃的强度设计值, N/mm<sup>2</sup>, 可按 3.5.3.3 计算。

3.5.3.3 长期载荷作用下钢化玻璃的强度设计值 $f_g$ 可按式计算:

$$f_g = c_1 c_2 c_3 c_4 f_0 \quad \text{N/mm}^2$$

式中:

$c_1$ —玻璃种类系数, 取 2.5;

$c_2$ —玻璃强度位置系数, 中部取 1.0;

$c_3$ —载荷类型系数, 长期载荷取 0.5;

$c_4$ —玻璃厚度系数, 玻璃厚度 4mm ~ 12mm 取 1.0, 15 ~ 19mm 取 0.85, 大于等于 20mm 取 0.7, 其余厚度插值确定;

$f_0$ —短期载荷作用下平板玻璃中部强度设计值, 取 28N/mm<sup>2</sup>。

3.5.3.4 水下观察窗玻璃应考虑水压力, 包括海水静压力和海水动压力。海水动压力可以采用船模试验法确定, 也可以采用波浪载荷的直接计算方法确定。对于高速船, 观察窗玻璃还应考虑 3.2.3.2 中的波浪冲击压力。

3.5.3.5 承受水压时, 观察窗玻璃板的挠度不得大于其跨度的 1/200; 安装框架的挠度不得大于其跨度的 1/500, 可以根据模型试验或直接计算确定。

3.5.3.6 垂向四边支撑矩形玻璃中部的最大弯曲应力设计值 $\sigma$ 及最大挠度  $u$  应按式计算:

$$\sigma = \beta_1 \rho (H + H_w) L^2 / (nt^2) \quad \text{N/mm}^2$$

$$u = \alpha_1 \rho (H + H_w) L^4 / (nt^3) \quad \text{mm}$$

式中:

$\rho$ —海水密度, 取 1025kg/m<sup>3</sup>;

$H$ —最高载重线到观察窗窗槛最低点的垂直距离, m;

$H_w$ —海水动压力对应的等效水压头, m, 取玻璃承压面上的最大值;

$L$ —跨度, m;

$t$ —单片玻璃厚度, mm;

$n$ —构成夹层玻璃的单片玻璃数;

$\beta_1$ 、 $\alpha_1$ —玻璃边长比相关系数, 应按图 3.5.3.6 及表 3.5.3.6 (1)、表 3.5.3.6 (2) 取值。

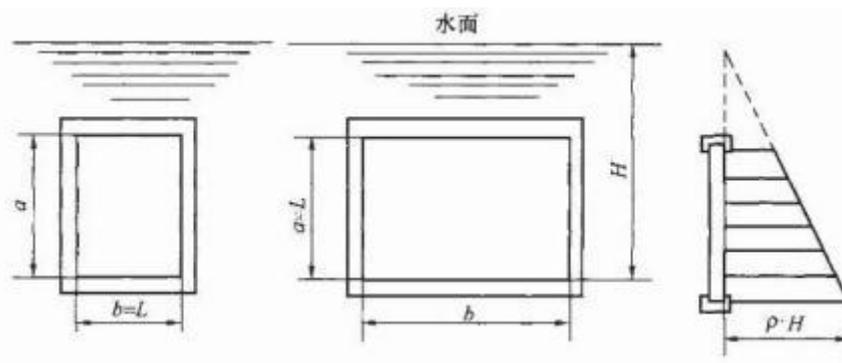


图 3.5.3.6 垂向四边支撑矩形玻璃承受静水压力

系数 $\beta_1$ 值

表 3.5.3.6 (1)

$(H+H_w)/a$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	10.0	$\infty$
1.0	1.57	1.70	1.87	1.97	2.05	2.11	2.24	2.32	2.43	2.54	2.63	2.76
1.2	2.00	2.24	2.43	2.57	2.68	2.78	2.95	3.07	3.20	3.35	3.48	3.66

1.4	2.37	2.69	2.92	3.10	3.25	3.37	3.57	3.71	3.89	4.07	4.22	4.44
1.6	2.69	3.06	3.34	3.55	3.71	3.85	4.09	4.25	4.46	4.67	4.84	5.10
1.8	2.95	3.36	3.67	3.91	4.10	4.24	4.51	4.69	4.93	5.16	5.35	5.63
2.0	3.15	3.60	3.94	4.20	4.40	4.56	4.84	5.05	5.30	5.55	5.75	6.05
2.5	3.49	4.00	4.39	4.67	4.90	5.08	5.40	5.62	5.90	6.19	6.41	6.74
3.0	3.66	4.22	4.62	4.93	5.16	5.35	5.69	5.93	6.23	6.52	6.76	7.11
4.0	3.80	4.38	4.80	5.12	5.36	5.56	5.93	6.17	6.48	6.79	7.03	7.40
5.0	3.83	4.42	4.85	5.17	5.42	5.62	5.98	6.23	6.54	6.85	7.10	7.48

注:  $k$ —长边与短边之比。

系数  $\alpha_1$  值

表 3.5.3.6 (2)

$(H+H_w)/a$ $k$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	10.0	$\infty$
1.0	3.09	3.59	3.93	4.20	4.41	4.58	4.88	5.09	5.34	5.60	5.79	6.09
1.2	4.28	4.96	5.46	5.84	6.14	6.36	6.78	7.07	7.34	7.77	8.06	8.48
1.4	5.34	6.41	6.84	7.32	7.68	7.98	8.51	8.87	9.33	9.75	10.11	10.64
1.6	6.26	7.26	8.03	8.58	9.00	9.36	9.98	10.40	10.91	11.43	11.85	12.47
1.8	7.01	8.16	8.99	9.62	10.10	10.49	11.19	11.66	12.24	12.81	13.28	13.98
2.0	7.61	8.87	9.78	10.46	10.98	11.40	12.17	12.68	13.31	13.94	14.45	15.20
2.5	8.63	10.07	11.09	11.87	12.47	12.95	13.80	14.37	15.09	15.81	16.38	17.25
3.0	9.18	10.71	11.81	12.62	13.26	13.77	14.69	15.29	16.05	16.82	17.43	18.35
4.0	9.62	11.22	12.38	13.23	13.89	14.43	15.38	16.02	16.83	17.63	18.27	19.23
5.0	9.74	11.36	12.51	13.38	14.06	14.60	15.57	16.22	17.03	17.84	18.48	19.46

注:  $k$ —长边与短边之比。

3.5.3.7 垂向周边连续支撑圆形玻璃板中部的最大弯曲应力设计值  $\sigma$  及最大挠度  $u$  应按下式计算:

$$\sigma = \beta_2 \rho (H+H_w) L^2 / (nt^2) \quad \text{N/mm}^2$$

$$u = \alpha_2 \rho (H+H_w) L^4 / (nt^3) \quad \text{mm}$$

式中:

$\rho$ —海水密度, 取  $1025\text{kg/m}^3$ ;

$H$ —最高载重线到观察窗窗槛最低点的垂直距离, m;

$H_w$ —海水动压力对应的等效水压头, m, 取玻璃承压面上的最大值;

$L$ —圆形玻璃的半径, m;

$t$ —单片玻璃厚度, mm;

$n$ —构成夹层玻璃的单片玻璃数;

$\beta_2$ 、 $\alpha_2$ —玻璃半径相关系数, 应按图 3.5.3.7 及表 3.5.3.7 取值。

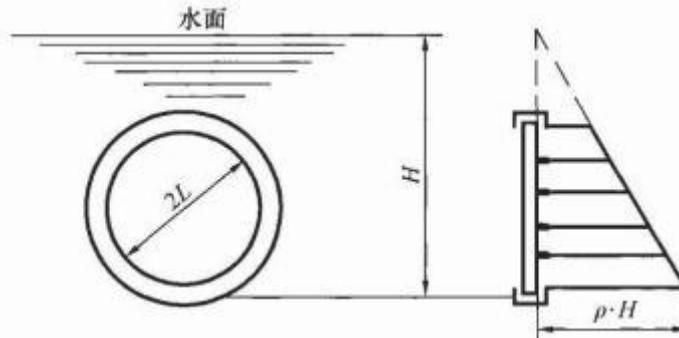


图 3.5.3.7 垂向周边连续支撑圆形玻璃承受静水压力

系数 $\beta_2$ 、 $\alpha_2$ 值 表 3.5.3.7

$(H+H_w)/L$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	6.0	$\infty$
$\beta_2$	6.48	7.38	7.98	8.52	8.88	9.24	9.78	10.20	10.68	11.16	12.2
$\alpha_2$	49.50	57.60	63.45	67.80	71.10	73.80	78.75	82.05	86.10	90.30	98.40

3.5.3.8 水平四边支撑矩形玻璃中部的最大弯曲应力设计值 $\sigma$ 及最大挠度 $u$ 应按下式计算：

$$\sigma = \beta_3 \rho (H+H_w) L^2 / (nt^2) \quad \text{N/mm}^2$$

$$u = \alpha_3 \rho (H+H_w) L^4 / (nt^3) \quad \text{mm}$$

式中：

- $\rho$ —海水密度，取 1025kg/m<sup>3</sup>；
- $H$ —最高载重线到观察窗窗槛最低点的垂直距离，m；
- $H_w$ —海水动压力对应的等效水压头，m，取玻璃承压面上的最大值；
- $L$ —跨度，m；
- $t$ —单片玻璃厚度，mm；
- $n$ —构成夹层玻璃的单片玻璃数；
- $\beta_3$ 、 $\alpha_3$ —玻璃边长比相关系数，应按图 3.5.3.8 及表 3.5.3.8 取值。

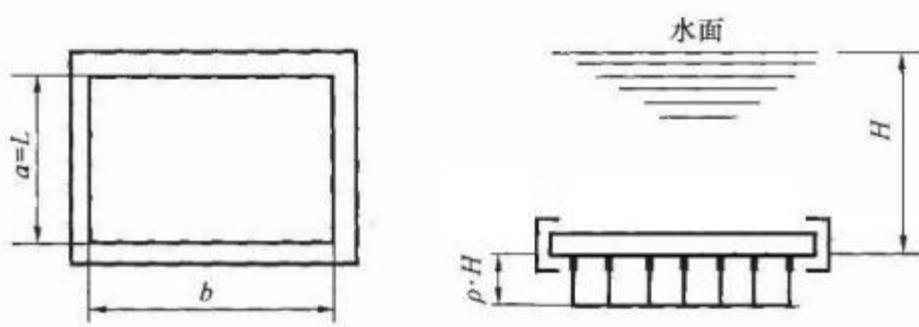


图 3.5.3.8 水平四边支撑矩形玻璃承受静水压力

系数 $\beta_3$ 、 $\alpha_3$ 值 表 3.5.3.8

$b/a$	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	6.0	$\infty$
$\beta_3$	2.72	3.62	4.41	5.07	5.60	6.03	7.11	7.40	7.48	7.50
$\alpha_3$	6.30	8.76	11.10	12.87	14.52	15.75	19.04	20.00	20.13	20.27

3.5.3.9 水平周边连续支撑圆形玻璃中部的最大弯曲应力设计值 $\sigma$ 及最大挠度 $u$ 应按下式计算：

$$\sigma = 12.2 \rho (H+H_w) L^2 / (nt^2) \quad \text{N/mm}^2$$

$$u = 98.4 \rho (H+H_w) L^4 / (nt^3) \quad \text{mm}$$

式中：

- $\rho$ —海水密度，取 1025kg/m<sup>3</sup>；
- $H$ —最高载重线到观察窗窗槛最低点的垂直距离，m；
- $H_w$ —海水动压力对应的等效水压头，m，取玻璃承压面上的最大值；
- $L$ —圆形玻璃的半径，m；
- $t$ —单片玻璃厚度，mm；
- $n$ —构成夹层玻璃的单片玻璃数。

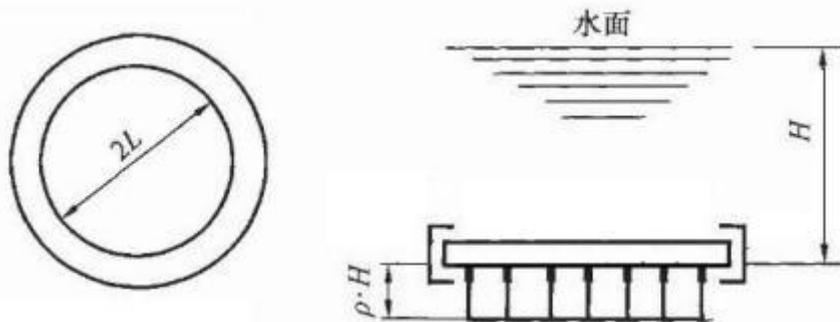


图 3.5.3.9 水平周边连续支撑圆形玻璃承受静水压力

3.5.3.10 应通过合理布局或增设防护结构尽可能避免水下观察窗与其他物体发生碰撞。

3.5.3.11 水下观察窗应安装牢固且有可靠的密封。玻璃不得与安装框架刚性连接，边缘应允许玻璃发生变形和侧向位移。

3.5.3.12 装船前应对至少一扇同型水下观察窗（含窗框）进行原型试验，至少包括静水压试验，试验压力应不小于  $P_e$ 。装船后，所有观察窗应进行冲水试验。

$$P_e = 1.5\rho g(H + H_w)/10^6 \text{ N/mm}^2$$

式中：

$\rho$ —海水密度，取  $1025\text{kg/m}^3$ ；

$g$ —重力加速度，取  $9.81\text{m/s}^2$ ；

$H$ —最高载重线到观察窗窗槛最低点的垂直距离，m；

$H_w$ —海水动压力对应的等效水压头，m，取玻璃承压面上的最大值。

3.5.3.13 采用以聚甲基丙烯酸甲酯（简称聚丙烯酸酯或有机玻璃）为窗玻璃材料的水下观察窗玻璃应经船舶检验机构同意后另行考虑。

## 第 6 节 其他结构

### 3.6.1 尾轴架

3.6.1.1 不论单臂尾轴架或双臂尾轴架，如臂的截面采用常规的截面长度与厚度之比约为4-5的拱形剖面或翼形剖面，则尾轴架臂的尺寸应满足3.6.1.2至3.6.1.6所列的要求。对于臂的截面为非常规剖面的，则应特殊考虑。

3.6.1.2 单臂尾轴架根部截面对其长轴 $x-x$ 的剖面模数 $Z_{xx}$ 应不小于按下式计算所得之值：

$$Z_x = 2.23K \square l \times 10^5 \text{ cm}^3$$

式中： $K$ —尾轴架材料系数， $K = 400/\sigma_t$ ，其中 $\sigma_t$ 是尾轴架材料的抗拉强度， $\text{N/mm}^2$ ；

$d_s$ —尾轴的规范直径，mm，按下式计算：

$$d_s = 128 \sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e}} \text{ mm}，\text{其中 } N_e \text{ 为尾轴传递的额定功率，kW，} n_e \text{ 为尾轴传递额定功率 } N_e \text{ 时}$$

的每分钟转速，r/min；

$l$ —单臂尾轴架臂的长度，mm，从尾轴架根部截面的形心量至尾轴架轴毂中心，见图3.6.1.2。

3.6.1.3 单臂尾轴架臂长方向上臂的任何截面的面积，不得小于根部截面积的60%。

3.6.1.4 如采用双臂尾轴架，双臂夹角应不小于 $50^\circ$ 。双臂的任何拱形/翼形剖面的厚度 $t$ 应不

小于下式计算所得之值：

$$t = 2.24K^{0.5}d_s \left[ 1 + \left( 1 + \frac{0.0112l^3}{Kd_s^2} \right)^{0.5} \right]^{0.5} \times 10^{-2} \text{ cm}$$

式中： $l$ —双臂中较长臂的长度，mm，从尾轴架长臂根部截面的形心量至尾轴架轴毂中心，见图3.6.1.2。

$K$  和  $d_s$  一同3.6.1.2。

3.6.1.5 双臂尾轴架双臂的任何拱形/翼形剖面，对其长轴 $x-x$ 的剖面模数 $Z_{xx}$ 应不小于按下式计算所得之值：

$$Z_x = 0.45t' \text{ cm}^3$$

式中： $t$ —按3.6.1.4公式计算所得的剖面厚度，cm。

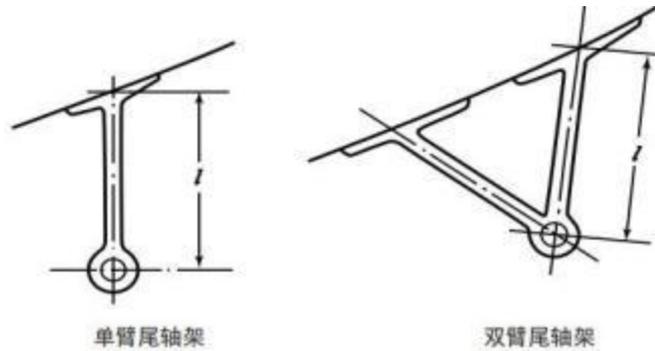


图3.6.1.2 尾轴架臂长度

3.6.1.6 对于空心臂的尾轴架，其臂在根部处和轴毂处的截面积，都应不小于剖面模数满足上述要求的实心臂尾轴架的臂在根部处和轴毂处的截面积。

3.6.1.7 不论采用双臂尾轴架还是单臂尾轴架，其轴毂尺寸应不小于按下列各式计算所得之值：

$$\text{轴毂厚度: } t = 0.2d_w (K_1 + 0.25) \quad \text{mm}$$

$$\text{轴毂长度: } l = 3.5d_w \quad \text{mm}$$

式中： $d_w$ —尾轴架处尾轴直径，mm。

$K_1$ —材料系数， $K_1 = \sigma_{tw} / \sigma_{tb}$ ，其中 $\sigma_{tw}$ 为尾轴材料的抗拉强度， $\sigma_{tb}$ 为轴毂材料的抗拉强度。

3.6.1.8 不论双臂尾轴架还是单臂尾轴架，如其根部穿入船体，应与船体底部的加强肋骨或桁材相连接。对于双臂尾轴架，支臂插入船体处的船壳板板厚应不小于该处邻近壳板厚度的1.5倍。如采用单臂尾轴架，轴架插入船体处的船壳板板厚应不小于邻近壳板厚度的2倍。

## 第4章 舾装

### 第1节 舵设备

#### 4.1.1 一般要求

4.1.1.1 本节适用于装有普通流线型舵或单板舵的船舶。

4.1.1.2 操舵装置应符合本规则第5章的有关规定。

4.1.1.3 舵杆、舵叶、舵承的设计以及舵杆与舵叶的连接等一般应符合中国船级社《国内航行海船建造规范(2023)》第2篇第3章第1节的有关规定。但该规范舵叶板厚度公式中的尾项2.5mm都修改为 $t_l$ 。当舵叶板采用普通钢时, $t_l=2\text{mm}$ ;当舵叶板采用不锈钢时, $t_l=0$ 。对于高速船的舵设备可符合中国船级社《海上高速船入级与建造规范(2022)》的有关规定。

### 第2节 锚泊与系泊设备

#### 4.2.1 一般要求

4.2.1.1 除另有规定外,所有机动船舶都应设置锚和锚链。锚以及锚链应保持连接,并置于随时可用的位置。

4.2.1.2 对锚的固定和锚链的存放应予以适宜布置。

4.2.1.3 首锚的锚链在船内端应采用有效的措施予以固定。

#### 4.2.2 舾装数

4.2.2.1 舾装数 $N$ 按下式计算:

$$N = \left[ \Delta^{2/3} + 2(BH_C + \sum S_i \sin \theta_i) + 0.1A \right] k$$

式中: $\Delta$ —满载排水量, t;

$B$ —船宽, m。对于双体船,还应扣除两片体间的隧道宽度;

$H_C$ —从静浮满载水线至干舷甲板(甲板艇)或舷侧板顶端(敞开艇)的垂直距离, m;

$S_i$ —宽度超过 $B/4$ 的各层甲板室的前壁在横截面上的投影面积,  $\text{m}^2$ ;

$\theta_i$ —宽度超过 $B/4$ 的各层甲板室的前壁与水平面的夹角,  $^\circ$ ;

$A$ —满载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,  $\text{m}^2$ ,对于无甲板室但有挡风玻璃或帆布篷帐的船舶,应考虑挡风玻璃或帆布篷帐的侧投影面积;

$k$ —系数,按营运限制取值:

沿海航区营运限制:  $k=1.2$

遮蔽航区营运限制:  $k=1.0$

平静水域营运限制:  $k=0.7$

#### 4.2.3 锚泊设备

4.2.3.1 通常应在船首配置一个大抓力锚,其重量应不小于根据算得的舾装数按表4.2.3.1查得之值。如配置非大抓力锚,则其重量应不小于按表4.2.3.1查得之值的1.3倍。

4.2.3.2 如在船首配置2个锚,则每个锚的重量应不小于单锚重量的0.7倍。

4.2.3.3 如船舶的实际营运条件仅限于在港内航行,且船舶总长 $Loa$ 小于8m,可免于配锚。

锚泊和系泊设备

表 4.2.3.1

舾装数 N		首锚	锚链规格与直径 (mm)				锚链或锚索		纤维系索	
超过	不超过	大抓力 锚重量 (kg)	无档锚链		有档锚链		长度 (m)	锚链或锚索 的破断负荷 (kN)	数量×长度 (m)	破断负荷 (kN)
			BM1	BM2	AM1	AM2				
-	5	12	9	8	-	-	75	29.4	2×22.5	25
5	10	12	9	8	-	-	75	29.4	2×22.5	25
10	15	14	9	8	-	-	75	29.4	2×25	25
15	20	20	9	8	-	-	80	29.4	2×25	30
20	25	25	9	8	-	-	84	29.4	2×25	30
25	30	31	9	8	-	-	87	29.4	2×35	30
30	35	37	9	8	-	-	90	29.4	2×40	32
35	40	43	9	8	-	-	93	29.4	2×40	32
40	50	51	9	8	-	-	97	29.4	2×40	32
50	70	67	11	9	-	-	105	38.3	3×50	34
70	90	90	-	10	11	-	113	50.8	3×50	37
90	110	112	-	-	12.5	11	121	63.3	3×55	39
110	130	137	-	-	14	12.5	128	75.8	3×55	45
130	150	165	-	-	16	12.5	134	87.5	3×60	50

4.2.3.4 可以采用锚链加锚索，也可全部采用锚索。其总长度及锚链直径或锚索的破断负荷应不小于根据舾装数按表 4.2.3.1 查得之值。

4.2.3.5 如配备的锚的重量超过 30kg，就应设置抛锚和起锚的设备。允许使用人力锚绞盘或人力绞盘代替锚机，但应保证有效地收放锚。

#### 4.2.4 系泊设备

4.2.4.1 船上配置的纤维系索的长度及其破断负荷应根据舾装数按表 4.2.3.1 查得，但此时舾装数计算公式中的系数 $k$ ，对于沿海航区营运限制和遮蔽航区营运限制的船舶取 1，对于平静水域营运限制的船舶取 0.85。系索直径应不小于 15mm，总长应不小于船长 4 倍。对于总长  $Loa$  小于 8m 的船，系索的选取可不必满足本条要求。

4.2.4.2 船舶的首、尾及两舷应设置适量的系柱或羊角。总长  $Loa$  大于 6m 的船，船首、尾至少应分别装设 1 个系柱或羊角。

4.2.4.3 船舶的两舷应设有护舷橡胶及防撞垫等保护设施，避免在船舶停靠码头或平时系泊在码头边时舷侧与码头反复碰撞引起的船体损伤。

4.2.4.4 凡用以固定锚链、锚索、系索、拖索的设备(如带缆桩、羊角、拖柱)的安装处的船体结构应予以加强，使之能承受所受的拉力。

## 第5章 轮机

### 第1节 一般规定

#### 5.1.1 适用范围

5.1.1.1 船舶的主推进装置、辅助机械装置、泵和管系的设计、制造、安装和试验均应符合本章的有关规定。

#### 5.1.2 设计与安装

5.1.2.1 机械、燃油舱柜以及相关的管系和附件等的设计与构造应符合其拟定的用途，其安装和防护应使其在船舶正常航行时对人员的危害降至最低，应特别关注对运动部件、热表面及其他危害之处的防护。

#### 5.1.3 环境条件

5.1.3.1 主推进机械和为船舶推进和安全服务的辅助机械应设计成在下列状态可正常运转：

- (1) 正浮状态；
- (2) 静态横倾不大于  $15^{\circ}$ ，动态横摇不大于  $22.5^{\circ}$ ；
- (3) 静态纵倾不大于  $5^{\circ}$ ，动态纵摇不大于  $7.5^{\circ}$ 。

5.1.3.2 发动机的额定功率一般是指在绝对大气压  $0.1\text{MPa}$ 、环境温度  $45^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度  $60\%$ 、海水温度  $32^{\circ}\text{C}$  的环境条件下，发动机所能发出的最大持续功率。

#### 5.1.4 后退措施

5.1.4.1 船舶应具有适当的后退能力，以确保在一切正常情况下能可靠地控制船舶。

#### 5.1.5 出入口

5.1.5.1 机舱出入口的设置应符合本规则第7章 7.2.2 的相关要求。

#### 5.1.6 通风

5.1.6.1 柴油机机舱应有足够的通风，以保证其中的机器在任何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的正常运转。

5.1.6.2 安装汽油柜的舱室，其通风应符合本章第3节的规定。

#### 5.1.7 材料

5.1.7.1 主辅机械以及泵和管系的材料应适于其工作的环境和介质。

5.1.7.2 舷旁附件、通海接头等零部件应采用钢、青铜或其他类似的材质制成。

5.1.7.3 如采用塑料、热敏材料，则应满足中国船级社《钢质海船入级规范（2023）》第3篇和《材料与焊接规范（2023）》的相关规范要求。

#### 5.1.8 控制与仪表

5.1.8.1 客船应尽量设有一个集中控制站，以便人员在正常或应急状态下均能有效地对船进行操纵和监控。集中控制站至少还应设有下列功能的指示（或检测）仪表：

- (1) 操纵船舶的动力源；
- (2) 主推进动力；
- (3) 主灭火系统（如设有）；

- (4) 机舱通风;
- (5) 燃油泵;
- (6) 舱底泵和舱底水水位;
- (7) 主电源或船舶电源。

### 5.1.9 试验

5.1.9.1 轮机装置安装完毕后, 应按经同意的试验大纲进行系泊试验和航行试验。

## 第 2 节 发动机装置

### 5.2.1 一般要求

5.2.1.1 主机应具有良好的低转速工作性能。最低稳定工作转速一般应满足如下规定:

- (1) 中速机: 不高于额定转速的 40%;
- (2) 高速机: 不高于额定转速的 45%。

5.2.1.2 驱动推进装置的每一台发动机应装有可靠的调速器和超速保护装置, 并符合下列规定:

- (1) 调速器应使其转速不超过额定转速的 115%;
- (2) 超速保护装置应独立于调速器, 并能防止发动机转速超过额定转速的 120%。

5.2.1.3 驱动发电机的每一台发动机应有调速器和安全装置, 并符合下列规定:

- (1) 突然卸去或突然加上额定负荷时, 其瞬时调速率和稳定调速率应分别不大于额定转速的 10%和 5%。突加额定负荷时, 稳定时间(即转速恢复到波动率为 $\pm 1\%$ 范围的时间)应不大于 5s;
- (2) 发动机额定功率大于 220kW 时, 应装设独立于调速器的超速保护装置, 以防止发动机转速超过额定转速的 115%。

5.2.1.4 主机应设有应急停车装置。在驾驶室进行遥控的主机, 则应在驾驶室设有应急停车装置。

5.2.1.5 在不补充能源的情况下, 船上所设起动装置应对主机从冷机连续起动不少于 6 次, 对辅机的起动次数不少于 3 次。

### 5.2.2 设计与安装

5.2.2.1 发动机的设计和构造应能确保其安全可靠的工作。

5.2.2.2 锻造和铸造曲轴材料的抗拉强度一般在下列范围内选择, 并应符合中国船级社《材料与焊接规范(2023)》的有关规定:

- (1) 碳钢和碳锰钢 400 ~ 600N/mm<sup>2</sup>;
- (2) 合金钢 600 ~ 1000N/mm<sup>2</sup>;
- (3) 球墨铸铁 490 ~ 780N/mm<sup>2</sup>。

5.2.2.3 如拟采用合金钢曲轴锻钢件, 应将其化学成分、力学性能和热处理规程提交船舶检验机构批准。

5.2.2.4 气缸直径 220mm 及以上或曲轴箱容积为 0.6m<sup>3</sup> 及以上的发动机, 均应设有足够释放面积的曲轴箱防爆门。

5.2.2.5 防爆门开启压力不应超过 0.02MPa。防爆门的排气应有必要的防火或阻火设施。以尽量减少窜出火焰可能造成的危险和损伤。

5.2.2.6 发动机在船内的安装应使操作人员易于接近, 以便于检查和维护。

5.2.2.7 发动机在船内的刚性安装应符合下列要求:

- (1) 固定螺栓的螺母应有锁紧装置;

(2) 主机和齿轮箱的固定螺栓至少应各有 2 个紧配螺栓;

(3) 主机和齿轮箱应尽可能采用公共基座。

5.2.2.8 发动机在船内如采用弹性安装应符合下列要求:

(1) 弹性支承的设计、安装必须确保其能在发动机本身及船体可能变形等而出现的有关附加载荷作用下正常地工作;

(2) 弹性安装的发动机的所有外部联接应采用挠性连接。

### 5.2.3 管系

5.2.3.1 发动机海水冷却管系或循环系统的冷却水泵应连接不少于两个舷外海水吸口, 吸口应尽可能分布在两舷。

船长小于 10m 的船舶, 如能保证供水, 可只设一个舷外海水吸口。

对于设有双主机的船舶, 如任一台主机停止工作时, 另一台主机能确保船舶的安全航行, 则可以接受两台主机的冷却水系统分别接至一个不同侧的舷外海水吸口。

5.2.3.2 高压燃油泵和燃油喷嘴之间的所有外部高压供油管路, 均应可靠地加以防护和固定。以防止燃油或油雾喷射到机器或其周围处的着火源。所漏出的燃油应泄至适当的集油柜中。

5.2.3.3 在 V 型发动机上, 如燃油系统布置在两列气缸之间, 则应设置适当的防护和漏油排泄管路。

5.2.3.4 漏出的燃油应在无压力状态下安全地排出, 应确保漏出的燃油不会混入发动机的润滑油。

5.2.3.5 每台发动机应有独立的排气管, 以防止排气倒流。如 2 台或多台发动机的排气连通时, 每根排气管应装设烟气隔离装置。

### 5.2.4 报警装置

5.2.4.1 主机应设有下列报警装置:

(1) 滑油低压报警装置;

(2) 冷却水高温报警装置, 但对开式冷却系统除外;

(3) 高压供油管泄漏报警 (如有时)。

在驾驶室遥控的主机应在驾驶室装设或延伸上述报警。

5.2.4.2 功率大于 35kW 的发电机原动机, 应设有滑油低压报警装置。

### 5.2.5 舷外挂机的特殊要求

5.2.5.1 舷外挂机应用贯穿螺栓或等效设施可靠地固定在船的尾封板上。

5.2.5.2 安装舷外挂机的尾阱应有足够的尺寸, 以便舷外挂机能根据运转工况的需要, 左右、上下摆动。

5.2.5.3 舷外挂机的操纵电缆和燃油软管, 如穿过船体结构应有效密封。

5.2.5.4 总功率小于 40kW 的舷外挂机, 其转速和转向, 可用单手柄操纵。总功率为 40kW 及以上的舷外挂机, 应在船首设置手轮操纵台。

5.2.5.5 航速超过 20kn 的船舶如操舵位置开敞, 应在操舵位置附近设有一安全保护绳, 如驾驶员失落于舷外时, 该安全保护绳可关停舷外挂机。

5.2.5.6 如舷外挂机的设计和布置可能会产生油污水泄漏, 则应满足《国内航行海船法定检验技术规则 (2020)》第 5 篇第 2 节 2.2.5.8 (1) 的要求。

## 第 3 节 汽油柜舱室

### 5.3.1 定义

5.3.1.1 开敞舱室：系指每  $1\text{m}^3$  净舱容至少具有  $0.34\text{m}^2$  直接开向大气的固定开孔面积的任何舱室。

### 5.3.2 一般要求

5.3.2.1 除开敞舱室外，装有汽油柜的舱室，应设有符合本节 5.3.3 要求的自然通风系统。

5.3.2.2 装有汽油柜的舱室应与独立的客舱分隔，并能防止装有汽油机和（或）汽油柜所在舱室的油气进入客舱。

5.3.2.3 凡装有汽油柜的舱室，其通风系统的进气或排气管道不应通向客舱。

5.3.2.4 除开敞舱室外，安装在有汽油柜的舱室以及与这些舱室相连通的其他舱室中的电气部件应为防点燃型<sup>①</sup>。

5.3.2.5 便携式汽油箱或带有汽油燃料的设备应尽可能避免放置在密闭的处所内，其放置处应设有系固装置，并能在应急情况下便于将其投弃。当便携式汽油箱或带有汽油燃料的设备放置在密闭的处所内时，该处所应设有满足本规则第 7 章 7.4.2.5 要求的固定式灭火系统。

### 5.3.3 自然通风系统

5.3.3.1 自然通风的舱室应装设一个来自大气的进气孔或管道和一个通向大气的排气孔或管道。每一排气孔或管道开口均应从低于舱室高度的  $1/3$  处引出。每一进气孔或管道开口和每一排气孔或管道开口应处在正常舱底水积聚面之上。

5.3.3.2 只要舱室的尺寸允许，该舱室进气与排气管道开孔之间应至少隔开  $600\text{mm}$ 。

5.3.3.3 各进气孔或管道的合计面积，以及各排气孔或管道的合计面积应不小于按下式计算之值，且不小于  $3000\text{mm}^2$ ：

$$A=3300 l_n (V/0.14)$$

式中：A —各开孔或管道的最小合计内横截面积， $\text{mm}^2$ ；

V —舱室净容积，等于舱室总容积减去舱内固定安装之部件的体积， $\text{m}^3$ ；

$l_n$  —自然对数。

### 5.3.4 动力通风系统

5.3.4.1 每一动力通风舱室的抽风机或抽风机组的总排风量 Q 应不小于表 5.3.4.1 中所列的值。

总排风量 Q

表 5.3.4.1

净舱容 V ( $\text{m}^3$ )	总排风量 Q ( $\text{m}^3/\text{min}$ )
<1	1.5
$1 \leq V \leq 3$	$1.5V$
>3	$1.5V+3$

5.3.4.2 抽风机应是不会产生火花的结构型式。

5.3.4.3 抽风机的每根进气管开口的位置应尽量低，且应在正常舱底水积聚面之上。

5.3.4.4 抽风机的排风口应尽量远离发动机排气管出口。

<sup>①</sup> 参见《小艇 - 电气装置 - 防止点燃周围可燃性气体的保护》(GB/T17726-1999)。

5.3.4.5 装有抽风机的汽油机舱室应在启动汽油发动机前 4 分钟开起抽风机。在船舶营运期间(包括上、下客或临时停航),汽油机舱室应持续动力通风,不应关停抽风机。当抽风机因故关停时,应在机器处所和驾驶室发出声光报警信号。

## 第 4 节 轴系与推进器

### 5.4.1 轴的直径

5.4.1.1 轴采用锻钢制造时,其材料的抗拉强度一般应在下列范围内选取:

- (1) 碳钢和碳锰钢为 400 ~ 760N/mm<sup>2</sup>;
- (2) 合金钢不超过 800N/mm<sup>2</sup>。

如材料抗拉强度超过本章 5.4.1.1 (1) 和 (2) 的限制值,则轴径计算时材料抗拉强度应按下述 5.4.1.2 的规定取值。

5.4.1.2 轴的直径  $d$  应不小于按下式计算的值:

$$d = 100C \sqrt[3]{\frac{N_e}{n_e} \left( \frac{560}{R_m + 160} \right)} \quad \text{mm}$$

式中:  $C$ —不同轴的设计特性系数(具体数值见表 5.4.1.2);

$N_e$ —轴传递的额定功率, kW;

$n_e$ —轴传递  $N_e$  的额定转速, r/min;

$R_m$ —轴材料的抗拉强度。计算时,当采用碳钢和碳锰钢时,对于中间轴,如  $R_m > 760\text{N/mm}^2$  时,取 760N/mm<sup>2</sup>;对于螺旋桨轴和尾管轴,如  $R_m > 600\text{N/mm}^2$  时,取 600N/mm<sup>2</sup>。当采用合金钢或不锈钢时,对于中间轴、螺旋桨轴及尾管轴,如  $> 800\text{N/mm}^2$  时,取 800N/mm<sup>2</sup>。

不同轴的设计特性系数  $C$

表 5.4.1.2

具有下列型式的中间轴					对在发动机外的推力轴		具有下列型式的螺旋桨轴		
整体连接法兰	液 压 无 键 套 合 联 轴 器	键槽	径向孔	纵向槽	在推力环处向外等于推力轴直径的部分,其余部分可按圆锥减小到中间轴直径	在轴向轴承处,此处滚柱轴承用作推力轴承	无键套合或法兰连接的螺旋桨轴、空气螺旋桨轴、喷水推进泵轴	有键螺旋桨轴	适用于 5.4.1.5 规定的螺旋桨轴长度以前的螺旋桨轴或尾管轴到尾尖舱舱壁部分的直径
									1.15
1.0 <sup>③</sup>	1.0	1.10 <sup>②③</sup>	1.10 <sup>②③</sup>	1.20 <sup>②③</sup>	1.10	1.10	1.22	1.26	1.15

注: ① 法兰根部过渡圆角半径应不小于 0.08  $d$ ;

② 至少在键槽及从键槽两端延伸到 0.2 $d$  的长度范围内,  $C$  取 1.10。在这个范围以外, 轴的直径可以减至以  $C=1.0$  的计算直径。键槽底部横截面的过渡圆角半径应不小于 0.0125 $d$ ;

③ 至少在孔及从孔两边边缘延伸到 0.2 $d$  的长度范围内,  $C$  取 1.10。在这个范围以外, 轴的直径可以减至以  $C=1.0$  的计算直径。镗孔直径应不大于 0.3 $d$ ;

④ 至少在槽及从槽两边延伸到 0.3 $d$  的长度范围内,  $C$  取 1.20。在这个范围以外, 轴的直径可以减至以  $C=1.0$  的计算直径。一般槽长度应小于 0.8 $d$ , 宽度应大于 0.1 $d$ , 内径应小于 0.8 $d$ 。槽的末端圆角不小于槽宽度的

一半，槽的数量应不大于 3；

⑤ 当遇到轴上有多种型式时，则其修正时，多个系数应连乘计算。  
上述注①~⑤中的  $d$  为以  $C=1.0$  时计算所得的值。

5.4.1.3 轴材料为合金钢或不锈钢时，轴的直径  $d$  可取上述计算值的 0.9 倍。

5.4.1.4 尾尖舱舱壁前的螺旋桨轴或尾管轴直径可以向前逐渐减小到中间轴直径。

5.4.1.5 螺旋桨轴在从螺旋桨桨毂前面到尾管后轴承前端轴段的直径应不小于 5.4.1.2 规定的值。如这部分轴段长度小于规定直径的 2.5 倍，则符合规定直径的轴段应由尾管后轴承前端向前延伸，使具有规定直径轴段的长度不小于规定直径的 2.5 倍。

5.4.1.6 如轴的孔径  $d_0$  大于  $0.4d$  时，则轴的实际外径  $d_a$  应不小于按下式计算所得之值：

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

式中： $d$ —按本节 5.4.1.2 中公式计算的轴直径，mm；

$d_0$ —轴的实际孔径，mm。

5.4.1.7 螺旋桨轴的圆柱体与圆锥体交界处，不应有凸肩或圆角，轴上键槽前端应平滑，且呈汤匙形。其形状和尺寸一般可按图 5.4.1.7。图中  $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$ ， $AB = BC = CD = DF = x$  ( $x$  为键槽深度)。

$r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、 $r_4$  可参考下列数值：

$$r_1 = x/8 ;$$

$$r_2 = 3x/8 ;$$

$$r_3 = 3x/4 ;$$

$$r_4 = x ;$$

$r_5$  值见表 5.4.1.7。

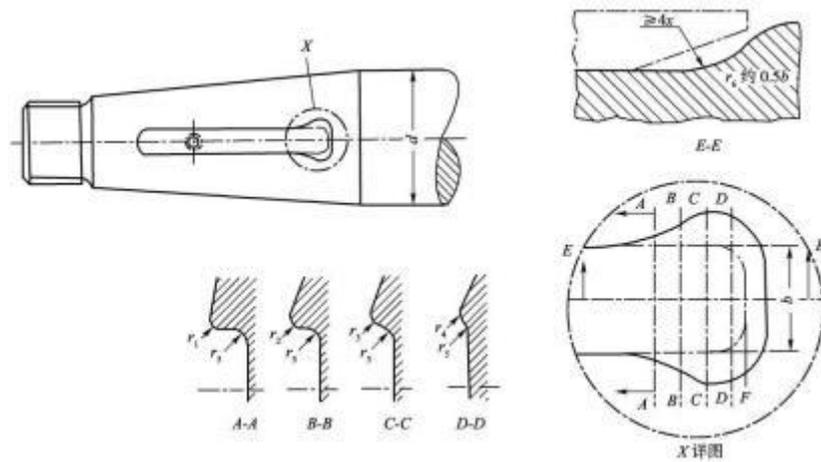


图 5.4.1.7 形状和尺寸

$d$ (mm)	$r_5$ 值	$r_5$ (mm)
$d \leq 150$		3
$150 < d \leq 250$		4

## 5.4.2 轴套 (如设有)

5.4.2.1 螺旋桨轴在轴承挡处的铜套厚度  $t$  应不小于下式规定的值:

$$t = 0.03d + 7.5 \quad \text{mm}$$

式中:  $d$ —螺旋桨轴在轴承挡处的直径, mm。

当采用不锈钢轴套时, 轴套厚度取上述计算值的一半, 但不小于 6mm。

位于轴承挡之间的铜套厚度可适当减小, 但应不小于  $0.75t$ 。

5.4.2.2 一个轴承处轴套一般应是整体铸造。需要时, 允许轴套由几段组成, 但应采用可靠的方法焊成一体以防海水浸入。

5.4.2.3 若两段轴套之间的轴使用玻璃钢或其他等效物包覆, 则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。

5.4.2.4 轴套套入到轴上前, 应进行压力为 0.2MPa 的液压试验。

### 5.4.3 尾管及轴承

5.4.3.1 海水润滑的尾管后轴承的长度应不小于螺旋桨轴规定直径的 4 倍。

5.4.3.2 油润滑的尾管后轴承的长度应不小于螺旋桨轴规定直径的 2 倍, 且:

- (1) 应装有经认可的油封装置;
- (2) 应有冷却润滑油的措施。

5.4.3.3 对于经认可的有关新型轴承合成材料, 其尾管后轴承长度可适当减小, 但一般应不小于该轴承处螺旋桨轴规定直径的 2 倍。

5.4.3.4 尾管在船上安装之前, 应作压力为 0.2MPa 的液压试验。

### 5.4.4 联轴器

5.4.4.1 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:

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

式中:  $B$ —键的宽度, mm;

$L$ —键的有效长度, mm;

$d$ —由 5.4.1.2 确定的中间轴直径, mm;

$d_m$ —键中部处轴的直径, mm。

5.4.4.2 在联轴器接合面处的紧配螺栓的直径  $d_f$  应不小于按下式计算的值:

$$d_f = 0.65 \sqrt{\frac{d^3 (R_m + 160)}{DZR_{mb}}} \quad \text{mm}$$

式中:  $d$ —实心中间轴规范计算直径, mm;

$Z$ —螺栓数;

$D$ —节圆直径, mm;

$R_m$ —中间轴材料的抗拉强度,  $\text{N/mm}^2$ ;

$R_{mb}$ —螺栓材料的抗拉强度,  $\text{N/mm}^2$ , 应不小于中间轴材料的抗拉强度。计算时, 螺栓材料的抗拉强度取值不大于 1.7 倍中间轴材料的抗拉强度, 但不大于  $1000\text{N/mm}^2$ 。

5.4.4.3 如采用普通螺栓连接时, 则螺栓的螺纹根部直径  $d_n$  应不小于按下式计算的值:

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

式中：  $N_e$  —轴传递的额定功率， kW；  
 $n_e$ —轴传递  $N_e$  时的转速， r/min；  
其他符号含义与 5.4.4.2 相同。

### 5.4.5 螺旋桨

- 5.4.5.1 螺旋桨桨叶固紧螺栓应是锻钢材料制成，其材料最小抗拉强度不得小于 400N/mm<sup>2</sup>。  
5.4.5.2 螺旋桨及其附件的固定螺钉、螺母等，均应有可靠的防止松动及防蚀措施。  
5.4.5.3 为改善螺旋桨激励给予船体影响，应考虑螺旋桨与船壳板间必要的最小间隙。  
5.4.5.4 螺旋桨桨叶厚度

(1) 螺旋桨桨叶厚度  $t$ (定距桨为 0.25R 和 0.6R 剖面处，调距桨为 0.35R 和 0.6R 剖面处)应不小于按下式计算所得的值：

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

式中：  $Y$ —功率系数，按下式计算：

$$Y = \frac{1.36 A_1 N_e}{Z b n_e}$$

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 5.4.5.4(1)；  
 $K$ —材料系数，查表 5.4.5.4(2)，表以外的材料的  $K$  值可参照决定，并经同意；  
 $X$ —转速系数，按下式计算：

$$X = \frac{A_2 G A_e n_e^2 D^3}{10^{10} Z b}$$

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

- $D$ 、 $P$ 、 $n_e$ 、 $Z$ 、 $b$ —同 5.4.5.4(1)；  
 $\varepsilon$ —桨叶后倾角， °；

$G$ —桨叶材料密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;

$A_d$ —螺旋桨圆盘面积比;

$K_5$ 、 $K_6$ 、 $K_7$ 、 $K_8$ —系数, 查表 5.4.5.4(1)。

**K 值系数**

表 5.4.5.4(1)

$r$ \ $K_i$	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$
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

**材料系数**

表 5.4.5.4(2)

材 料	抗拉强度 $\sigma_b$ , $\text{N}/\text{mm}^2$	材料密度 $G$ , $\text{g}/\text{cm}^3$	材料系数 $K$
碳钢与合金钢	440	7.9	0.57
铁素体与马氏体不锈钢	500	7.7	1.04
奥氏体不锈钢	450	7.9	1.04
1 级锰青铜(Cu1)	440	8.3	1
2 级镍锰青铜(Cu2)	440	8.3	1
3 级镍铝青铜(Cu3)	590	7.6	1.38
4 级锰铝青铜(Cu4)	630	7.5	1.17

(2) 对于随边尾翅的机翼型剖面, 其  $A_1$  值应在按 5.4.5.4(1)中列出的  $A_1$  公式算得的值的基础上增加  $\Delta A_1$  值。  $\Delta A_1$  值取 30%  $A_1$  或者按该尾翅剖面的实际剖面数  $W$  计算:

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

式中:  $t$ ——计算剖面的桨叶厚度,  $\text{mm}$ ;

$b$ ——计算剖面处桨叶宽度,  $\text{mm}$ ;

$W$ ——计算剖面的实际剖面模数,  $\text{mm}^2$ 。

(3) 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, 所得的桨叶厚度小于 5.4.5.4(1)的规定时, 则应将详细的桨叶应力计算书提交船舶检验机构审查;

(4) 根据螺旋桨的使用情况, 船舶检验机构可以要求提供详细的伴流数据或增大叶片厚度;

(5) 对于  $n_c$  超过 1000r/min, 轴系与基线的夹角超过  $5^\circ$  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验证的桨叶根部没有空泡产生, 则可不开减压孔, 但应向船舶检验机构提交模型试验报告。如桨叶根部开有减压孔, 则决定根部剖面的桨叶厚度时应计及开孔的剖面损失。

5.4.5.5 调距桨还应符合下列规定:

(1) 调距桨的液压传动系统必须装有独立的备用泵, 其容量应不小于单机正常运转时所需的容量;

(2) 螺旋桨的液压传动系统、操纵系统等, 应能确保桨的可靠正常工作;

(3) 任意工况下, 调距桨应能稳定工作,  $0^\circ$  螺距角时, 其波动值不超过  $\pm 0.5^\circ$ ;

(4) 额定转速下操纵调距桨, 从正(或负)全负荷螺距角的 1/3 到负(或正)全负荷螺距角 1/3 所需时间不超过 15s;

(5) 调距桨的叶片与桨毂间应有良好的防水、沙渗入及润滑油脂泄漏的密封装置。

5.4.5.6 螺旋桨与螺旋桨轴的安装应符合下列规定：

(1) 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 5.4.4.2 计算的值增大 5%；

(2) 螺旋桨轴锥端的锥度应不超过 1/12，油压无键安装的螺旋桨，锥度应不超过 1/15；

(3) 螺旋桨轴或桨毂孔的圆柱体与圆锥体交界处应光滑过渡，不应有凸肩或圆角；

(4) 如用键安装时，桨毂前端配合面的长度应不小于螺旋桨轴直径，轴上键槽前端应平滑，轴上键槽前端到轴锥部大端的距离应不小于 0.2 倍锥部大端的直径。键应用螺钉固定在轴上。螺钉孔不应放在距前端键长 1/3 范围内。螺钉孔深度应不超过螺钉孔直径，且孔边缘应打磨光滑。

(5) 对于完全用键传递扭矩时，键材料抗拉强度不应小于轴材料抗拉强度，键受剪切的有效截面积应满足下列规定：

$$BL \geq \frac{d^3}{2.35d_m} \quad \text{mm}^2$$

式中：B—键的宽度，mm；

L—键的有效长度，mm；

d—本节 5.4.1.2 确定的中间轴直径，mm；

对于合金钢轴，取  $\sigma_b = 400\text{N/mm}^2$  后，按 5.4.1.2 公式计算所得值，mm；

$d_m$ —键中部处轴直径，mm。

(6) 螺旋桨油压无键安装：

① 螺旋桨套合到轴上的推入量  $S$  应满足下式规定：

$$S_1 \leq S \leq S_2 \quad \text{mm}$$

$$S_1 = \frac{1}{K} \left[ 47750 \times 10^4 \frac{N_e}{An_e} \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) + (\alpha_2 - \alpha_1)(35 - t)d_1 + 0.03 \right] \quad \text{mm}$$

$$S_2 = \frac{1}{K} \left[ 0.7\sigma_s d_1 \frac{K_2^2 - 1}{\sqrt{3K_2^4 + 1}} \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) - (\alpha_2 - \alpha_1) d_1 t \right] \quad \text{mm}$$

式中： $S_1$ —最小轴向推入量，mm；

$S_2$ —最大轴向推入量，mm；

K—螺旋桨轴端锥度， $K \leq 1/5$ ；

$N_e$ —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， $\text{mm}^2$ ；

$$C_1 = \frac{1 + K_1^2}{1 - K_1^2} - \mu_1；$$

$$C_2 = \frac{K_2^2 + 1}{K_2^2 - 1} + \mu_2；$$

$$K_1 = \frac{d_0}{d_1}；$$

$$K_2 = \frac{d_2}{d_1}；$$

$d_0$ —轴中孔直径，mm；

$d_1$ —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；  
 $\mu_2$ —螺旋桨材料的泊松比，对铜质一般可取 $\mu_2 = 0.34$ ；  
 $E_1 = 20.6 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ ；  
 $E_2$ —螺旋桨材料的弹性模数，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， $^{\circ}\text{C}$ ；  
 $\alpha_1 = 11 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；  
 $\alpha_2$ —螺旋桨材料的线膨胀系数，对铜质的一般可取 $\alpha_2 = 18 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ；  
 $\sigma_s$ —螺旋桨材料的屈服强度， $\text{N/mm}^2$ 。

- ② 在套合之前，桨毂与轴锥部的实际接触面积应不小于理论接触面积的 70%，一般可着色进行检查；
- ③ 在套合之前，应使螺旋桨与轴的温度相等，配合表面应清洁、无油脂。螺旋桨的配合情况应在车间内进行验证；
- ④ 作出与温度有关的安装曲线及相应的负荷资料，应保留在船上。同时应备有必要的拆装专用工具。

#### 5.4.6 Z 型推进装置

5.4.6.1 Z 型推进装置的输入轴、立轴及螺旋桨轴的直径应不小于按本章 5.4.1.2 公式所求之值。

5.4.6.2 Z 型推进装置的螺旋桨强度和安装要求应符合本章 5.4.5 的有关规定。

5.4.6.3 Z 型推进装置应有良好的润滑，其润滑油温度应不大于 $70^{\circ}\text{C}$ 。

5.4.6.4 全回转或半回转 Z 型推进装置应能在船舶以最大营运航速前进时，将船舶方向控制系统的方向从一舷的极限转向角转至另一舷极限转向角的平均转速不小于 $2.3^{\circ}/\text{s}$ 。

5.4.6.5 回转装置动力设备如为电动或电动液压时，应设有备用动力设备或其他应急操纵措施，若船舶设有两台或两台以上的 Z 型推进装置，则可免设备用动力设备。

5.4.6.6 回转装置的液压管系应符合本章 5.8.1.6 的规定。

5.4.6.7 Z 型推进装置在驾驶室和舵桨机室应设有舵角指示器。

5.4.6.8 Z 型推进装置的上、下轮齿箱、转舵齿轮箱等部件制造完毕后应进行 $0.2\text{MPa}$ 的液压试验，组装后应进行 $0.1\text{MPa}$ 的密性试验。

5.4.6.9 液压管路应进行 1.5 倍设计压力的液压试验，装船后应连同附件进行 1.25 倍设计压力的密性试验。

#### 5.4.7 喷水推进器

5.4.7.1 喷水推进器应能承受所有运转工况下的负荷。

5.4.7.2 喷水推进器泵轴的直径应符合本节 5.4.1.2 的有关规定。

5.4.7.3 喷水推进器的安装，包括轴系对中，应使推进系统在所有运转工况下安全工作。

5.4.7.4 喷水推进器的泵壳体应进行 1.5 倍设计压力的液压试验。

5.4.7.5 喷水推进器若采用油润滑轴承，其轴密封装置应为防海水进入水泵的油润滑部件。

5.4.7.6 喷水推进器的方向控制装置应能在驾驶室内进行操纵。

5.4.7.7 应在驾驶室设有显示喷水泵转速和喷水推进器倒车头位置的指示装置。

## 第 5 节 燃油系统

### 5.5.1 一般要求

5.5.1.1 燃油系统的每一零部件应有足够强度，且它们的安装应使其能承受可能遇到的冲击和振动而不会发生任何泄漏。

5.5.1.2 燃油系统零部件的制造材料应具有抵抗所处环境腐蚀以及温度影响的能力。

### 5.5.2 燃油箱柜

5.5.2.1 燃油箱柜结构、布置应符合下列规定：

(1) 燃油箱柜应紧固在牢固的基础上，且与舱壁或其他设备之间应留有一定空隙，以保证通风；

(2) 燃油箱柜安装前应进行水压试验，试验压头应达到至箱柜顶最高点以上 2.4m，水压试验时不允许出现漏泄现象；

(3) 燃油箱柜不得位于发动机、排气管、电气设备上方，并应尽可能远离蓄电池等；

(4) 燃油箱柜应设有足够流通面积的透气管，透气管的通径应不小于 10mm。对于能用泵注入的舱柜，其透气管的总横截面积应比其注入管的有效截面积至少大 25%。透气管应被引至不能进水也不会因油或油气溢出而造成危险的开敞处所。透气口应设有金属防火网；汽油箱柜的透气可接受呼吸阀型式；

(5) 燃油箱柜应装设测量管，测量管不应终止于任何有引燃测量管溢油危险的处所，允许用液位指示器代替测量管；

(6) 置放燃油箱柜的处所应有有效的通风；

(7) 燃油舱柜不应布置在防撞舱壁之前。

5.5.2.2 柴油箱柜应有足够强度，其最小壁厚应不小于下列规定值：

奥氏体铬镍合金钢	1mm
制造后经外部热浸镀锌的低碳钢	1.5mm
含铜量不大于 0.1% 的铝合金	2mm
聚乙烯	5mm

5.5.2.3 汽油箱柜还应符合下列规定：

(1) 汽油箱柜应有足够强度，其最小壁厚应不小于下列规定值：

奥氏体铬镍合金钢	1mm
含铜量不大于 0.1% 的铝合金	2mm

(2) 汽油箱柜不得设置任何泄油管；

(3) 汽油箱柜的布置应避免阳光直照并设有防止汽油箱柜滑移的装置。

### 5.5.3 燃油管路

5.5.3.1 燃油管路应适当予以夹紧和保护，以防损坏和不正常磨损。

5.5.3.2 燃油管路应采用无缝退火铜管、铜镍合金管、含铜量不大于 0.1% 的铝合金管或等效金属管制成。

5.5.3.3 燃油管路采用软管时，应选用耐火燃油软管<sup>①</sup>，并应使用防滑金属软管夹使其固定。

<sup>①</sup> 参见《小艇—耐火燃油软管》(GB/T14652.1-2009)。

舷外发动机的燃油软管可采用非耐火燃油软管<sup>①</sup>。

5.5.3.4 应尽可能在最靠近燃油箱柜处的燃油管路上设置截止阀，且该阀可在燃油箱柜所在处所外的适当位置进行关闭。

## 第 6 节 排气系统

### 5.6.1 一般要求

5.6.1.1 排气管应采用适当的绝热材料进行包裹，绝热层表面温度应不超过60℃。

5.6.1.2 排气管装有金属软管时，且应能承受其相应的工作高温。

5.6.1.3 水冷排气管的管材应耐腐蚀或适当增加壁厚。

5.6.1.4 排气管布置应使舷外水不会倒灌入发动机或舱内。位于水线上不足 300mm处的排气口应设防回水装置，且应在排气管可能积水的最低处设放水旋塞。如排气管中心线最高点位于水线以上 500mm，排气口可不设防回水装置，但从水线上 300mm处至舷旁的排气管应与其穿过处的船壳板强度相当。

## 第 7 节 舱底水设施

### 5.7.1 一般要求

5.7.1.1 船舶应设置有效的舱底水排除系统。舱底水管系的布置应能排除任何非永久性储存液体的水密舱的舱底水，并应防止水从一个舱室流入另一个舱室。

5.7.1.2 对要求设置动力舱底泵的船舶，主推进机舱应设有接至动力舱底泵的直通吸口。

5.7.1.3 对个别舱室，如通过计算或必要的验证，表明该船的安全不会因该舱室的排水而受影响，则可以免设排水装置。

5.7.1.4 为了保护舱底水管系，如必要，吸入管路应安装有效的滤器，滤器应便于拆装和清洗，且其流通面积应不小于其管路截面的 2 倍。

5.7.1.5 在所有的舱口和升降口关闭的情况下高速船舶应能操作舱底水泵（移动式泵或手动泵除外）和必要的阀，否则舱底水泵和相关阀门应能够遥控操作。

5.7.1.6 舱底水的排放应满足本规则第 14 章对防污染的要求。

### 5.7.2 舱底水泵

5.7.2.1 舱底泵一般应是自吸式的。

5.7.2.2 船长 L 小于或等于 6m 时，可以只设置一台手动舱底泵。船长大于 6m 的机动船和有辅助动力的非机动船，应至少设置一台动力泵和一台手动泵。船长大于 6m 的无辅助动力的非机动船应设置 2 台手动舱底泵。敞开艇还应配备一只舀水勺或水桶。表 5.7.2.4 中的动力舱底泵应固定安装。

5.7.2.3 动力驱动的舱底泵可兼作他用，但不应作为油泵。

5.7.2.4 每一舱底泵的排量应不小于表 5.7.2.4 的规定，舱底泵也可以是几台泵组成的舱底泵组。

<sup>①</sup> 参见《小艇—非耐火燃油软管》（GB/T14652.2-2009）。

舱底泵排量

表 5.7.2.4

船长 L(m)	动力舱底泵排量(m <sup>3</sup> /h)	手动舱底泵的排量(m <sup>3</sup> /h) (按每分钟45 冲程计)
L≤6		3.0
6 < L ≤ 10	6.0	4.0
10 < L ≤ 15	7.5	5.0
15 < L ≤ 20	9.0	6.0

5.7.2.5 客船两台舱底泵的布置，应确保在任一舱破损时仍有一台泵可供各舱排水使用。

### 5.7.3 排水口

5.7.3.1 所有舷外的排水口均应在易于到达处安装截止止回阀。一般位于水线 350mm 以上且航行中不会因船舶横摇而可能导致进水的排水口，可免装此截止止回阀。

### 5.7.4 舱底水水位报警装置

5.7.4.1 设有推进机械的水密分隔舱室，或易于积聚舱底水而又不易发现的其他舱室，应装设舱底水高位报警装置。

5.7.4.2 设有固定或移动舱底水吸口的任一干舱室，如其舱底水水位不易发现，也应装设舱底水高位报警装置。

5.7.4.3 在船的操纵处应设有舱底水高位的声光报警信号。

## 第 8 节 操舵装置

### 5.8.1 一般要求

5.8.1.1 操舵装置应能确保航行时对船的操纵是可靠的。

5.8.1.2 动力操纵的操舵装置一般应能进行应急操舵。

5.8.1.3 如果操舵装置具有两台及以上的动力设备，则不必要求应急操舵。

5.8.1.4 采用 Z 型推进装置，应符合本章 5.4.6 的规定。

5.8.1.5 采用具有方向控制功能的喷水推进器，应符合本章 5.4.7 的规定。

5.8.1.6 对于液压操舵系统还应符合下列规定：

(1) 液压管系中应设有滤器和溢流阀，溢油一般应回至油箱；

(2) 液压管系和液压油缸等设备应有放气装置；

(3) 管路和软管应避免受到热影响；

(4) 每一液压系统的循环油箱应设低位报警，且能在机器处所和驾驶室发出声、光报警信号，但舷外机的操舵装置可以例外。

5.8.1.7 操舵的位置应使操舵的人员具有良好的航行瞭望视野。

## 第 6 章 电气装置

### 第 1 节 一般规定

#### 6.1.1 一般要求

6.1.1.1 船上主要电气设备的设计、制造、试验和安装应符合本章的有关规定。

6.1.1.2 船上的电气装置应能：

- (1) 确保为保持船舶处于正常操纵状态所必需的所有电力辅助设备供电；
- (2) 确保在各种紧急状态下，向安全所必需的电气设备供电；
- (3) 确保乘员和船舶的安全，免受电气事故的危害。

6.1.1.3 本章所指的锂离子蓄电池，仅是磷酸铁锂蓄电池。

#### 6.1.2 电气设备的设计、制造和安装

6.1.2.1 电气设备的设计、制造和安装应考虑安全和便于检修。

6.1.2.2 电气设备应能在表 6.1.2.2 的电压和频率偏离额定值的波动情况下可靠工作：

电压和频率波动

表 6.1.2.2

设备	参数	稳态 (%)	瞬态	
			(%)	恢复时间 (s)
一般设备	电压	-10 ~ +6	±20	1.5
	频率	±5	±10	5
由蓄电池供电的设备：				
充电期间接于蓄电池者	电压	-25 ~ +30	-	-
充电期间不接于蓄电池者	电压	-25 ~ +20		

6.1.2.3 电气设备应能在下列环境条件下正常工作：

- (1) 环境空气温度应符合表 6.1.2.3 (1) 的规定；

环境空气温度

表 6.1.2.3 (1)

部位	温度 <sup>①</sup>
封闭处所内	0 ~ 40°C
温度超过40°C和低于 0°C的处所内	按这些处所的温度
开敞甲板	-25 ~ 40°C

注：①适用于电子设备的环境空气温度的上限为55°C。

- (2) 潮湿空气、盐雾、油雾和霉菌；
- (3) 船舶正常航行中所产生的振动和冲击；
- (4) 倾斜摇摆如表 6.1.2.3 (4) 所列。

倾斜摇摆

表 6.1.2.3 (4)

设备组件	倾斜角 (°) <sup>①</sup>			
	横向		纵向	
	横倾	横摇	纵倾	纵摇
应急电气设备、开关设备、电气及电子设备	22.5	22.5	10	10
上列以外的设备、组件	15	22.5	5	7.5

注：① 可能同时发生横向和纵向倾斜。

6.1.2.4 电气设备应安装在远离易燃材料、通风良好、不可能积聚易燃气体的处所，且该处所不易遭受到机械损伤或水、油的损害。如必需安装在容易遭受到上述各种危险的处所，则设备应具有适当的结构防护或加以封闭。

6.1.2.5 电气设备的外壳防护型式，应满足表 6.1.2.5 的规定。

外壳防护型式

表 6.1.2.5

船上处所	防护等级
甲板下保护良好的舱室	IP20
舱顶遮蔽的甲板上	IP22
溅湿的甲板上	IP44
大量浸水的甲板上	IP56

### 6.1.3 接地

6.1.3.1 电气设备和电缆的带电部件以外的所有可接近的金属部件应可靠接地，但下列情况除外：

- (1) 灯头；
- (2) 安装在非导电材料制成或覆盖的灯座或照明设备上的灯罩、反光镜和防护件；
- (3) 设在非导电材料上的金属部件和拧入或贯穿非导电材料的螺钉，这些金属部件和螺钉并以非导电材料与带电部件和接地的非带电部件相隔离，因此在正常使用中它们不可能带电和接触接地部件；
- (4) 具有双重绝缘和/或加强绝缘的便携式设备，但应满足公认的安全要求；
- (5) 为防止轴电流的绝缘轴承座；
- (6) 荧光灯管的紧固件；
- (7) 工作电压不超过 50V 的设备。对交流，此项电压为方均根值，且不应使用自耦变压器取得此项电压；
- (8) 电缆紧固件。

6.1.3.2 对于金属船体的船舶，其电气设备接地应满足下列要求：

(1) 当电气设备直接紧固在船体的金属结构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。但接地接触面应光洁平贴，保证有良好的接触，并应有防止松动和防蚀的措施；

(2) 固定安装的电气设备，若采用专用导体接地，则其导体应采用铜质或导电良好的材料制成，且应有防机械损伤和防蚀措施。采用铜质接地导体的截面积 $Q$ 与电气设备电源线或相关的载流导体截面积 $S$ 应满足下列要求：

当  $S \leq 2.5 \text{mm}^2$  时， $Q = S$ ，且大于等于  $1.5 \text{mm}^2$ ；

当  $2.5 \text{mm}^2 < S \leq 120 \text{mm}^2$  时， $Q = 0.5S$ ，且大于等于  $4 \text{mm}^2$ 。

(3) 非固定安装的电气设备，应以附设在软电缆（线）中的连续接地线，并通过插头和插座接地，其接地线的截面积应满足下列要求：

当  $S \leq 16 \text{mm}^2$  时， $Q = S$ ；

当  $S > 16 \text{mm}^2$  时， $Q = 0.5S$ ，且大于等于  $16 \text{mm}^2$ 。

(4) 电缆的金属护套或金属外层应于两端作有效接地，但最后分路允许只在电源端接地。对于控制和仪表设备的电缆如技术上要求单端接地者可除外。

6.1.3.3 对于非金属船体的船舶，其电气设备的接地应满足下列要求：

(1) 电气设备的金属外壳及带电部件以外的所有可接近的金属部件应采用连接导体连在一起，以形成一个连续和完整的接地系统，并连接至面积大于等于  $0.1 \text{m}^2$ 、厚度大于等于  $2 \text{mm}$  的金属

接地板上。该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，且应具有防腐蚀性。如果发动机或螺旋桨具有接地板的等效功能，可不要求另设接地板；

(2) 各接地系统的连接导线不应用作配电系统的导电回路；

(3) 应尽可能使船上所有金属部件（如管路、栏杆、油箱等）采用连接导体与本条（1）所述接地板连接在一起。尤其当主、辅机采用闪点  $< 60^{\circ}$  燃油或LPG时，其油箱、油管必须采用专用导体连接到本条（1）所述的接地板上；

(4) 所有该接地系统的连接点应充分地考虑到不同金属之间的电化作用，或采取相应的措施。

#### 6.1.4 避雷

6.1.4.1 新船当符合下列情况之一时，应装设可靠的避雷装置：

(1) 船舶采用钢质桅杆且桅顶端装有电气设备；

(2) 船舶采用非金属桅；

(3) 船舶采用非金属船体。

对于敞开艇，若安装有桅杆，也应装设避雷装置。

6.1.4.2 避雷针规格应满足下列要求：

(1) 铜质避雷针的直径应大于等于 8mm；

(2) 钢质避雷针的直径应大于等于 16mm，其尖端应作防腐处理；

(3) 铝质避雷针的直径应大于等于 12mm。

6.1.4.3 避雷针顶端高出桅顶或桅顶上电气设备的距离应大于等于 300mm。

6.1.4.4 当船舶设有钢桅时，避雷针可直接焊接或铆接在桅杆上；当船舶设有非金属桅时，避雷针应通过引下线直接与船体连接。

避雷针与船体之间的引下线可采用截面积大于等于  $70\text{mm}^2$  连续铜带（索），或采用截面积大于等于  $100\text{mm}^2$  连续钢带（索）。

6.1.4.5 活络桅杆与船体应有可靠的电气连接，其连接软铜线的截面积应大于等于  $70\text{mm}^2$ ，钢导线的截面积应大于等于  $100\text{mm}^2$ 。

6.1.4.6 对非金属船体的船舶，其避雷装置的引下线应与 6.1.3.3 中的接地板连接。

#### 6.1.5 防爆

6.1.5.1 在可能出现爆炸性气体、蒸气而有爆炸危险的处所安装的电气设备，应为满足该处所防爆要求的合格防爆电气设备。

## 第 2 节 电源与照明

#### 6.2.1 电源

6.2.1.1 除另有规定外，船舶应至少设有两套电源。在任一套电源发生故障时，剩余电源的容量应能继续满足船舶正常航行情况下的需要。船舶正常航行情况下的需要，应包括电动舱底泵（如设有）、照明、通信设备、信号设备以及其他保障正常航行和航行安全的设备（如设有且采用电力驱动）的需要。

6.2.1.2 电源可以采用下列几种形式：

(1) 由独立的原动机驱动的发电机；

(2) 由推进主机驱动的发电机；

(3) 蓄电池组。如果采用蓄电池组，则其应满足本章第 3 节 6.3.2 或第 4 节的要求。

6.2.1.3 若电源采用蓄电池组时，每套蓄电池组的容量应能在整个航程相适应的时间内足以保障船舶正常航行情况下的需要，且至少能维持其用电设备 4h 的供电。

6.2.1.4 对于遮蔽水域营运限制和平静水域营运限制的船舶，可设置两组蓄电池组作为电源，两组蓄电池组的总容量应能维持船舶正常航行所必需的设备供电，但若仅以照明为主，电源可仅设置一组蓄电池组，其容量应能满足整个航程相适应的时间内用电设备的需求。

6.2.1.5 对于敞开艇和非机动船，其电源可根据需要设置。

## 6.2.2 照明

6.2.2.1 至少应在下列处所（如设有）设有照明：

- (1) 每一集合地点、登乘地点和舷侧的应急照明；
- (2) 所有服务和起居处所的走廊、梯道和出入口；
- (3) 用于航行的推进机械处所、主电源及其控制位置；
- (4) 所有控制站、机器控制室和每一主配电板和应急配电板处；
- (5) 操舵装置处。

## 第 3 节 配电系统及设备

### 6.3.1 配电系统

6.3.1.1 配电系统的最高额定电压不应超过 1000V（交流系统）或 1500V（直流系统），可以采用下列配电系统：

- (1) 直流
  - 双线绝缘系统
  - 负极接地的双线系统
- (2) 交流
  - 单相双线绝缘系统
  - 单相一线接地的双线系统
  - 三相三线绝缘系统
  - 中性点接地的三相四线系统
  - 三相四线绝缘系统

6.3.1.2 用于电力、照明的绝缘配电系统，不论是一次系统还是二次系统，均应设有连续监测绝缘电阻且能在绝缘电阻异常低时发出听觉或视觉报警信号的绝缘电阻监测报警器。除液货船等载运危险货物的船舶外，也可以用接地指示器代替绝缘电阻监测报警器。

### 6.3.2 酸性和碱性蓄电池组

6.3.2.1 凡以蓄电池组作为电源的船舶，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，则船舶上可不配充电装置，但应设有岸电充电装置。此外，若能满足主机起动要求，也可作为主机的起动蓄电池组。

6.3.2.2 蓄电池组应安装在舱底水水位以上的干燥、通风的部位。蓄电池的安装方式应考虑船舶的预定用途，限制其水平和垂直移动。

6.3.2.3 安装在船上的蓄电池应在倾斜 40° 时，其电解液不会泄漏。

6.3.2.4 蓄电池的安装位置应能防止受到机械损伤。

6.3.2.5 蓄电池不应安装在燃油箱（柜）或燃油滤器的直接上方或直接下方。

- 6.3.2.6 酸性和碱性蓄电池不应安装在同一围蔽空间内。
- 6.3.2.7 蓄电池组的安装位置应与船壳保持一定的距离。
- 6.3.2.8 充电功率<sup>①</sup>大于 2kW 的蓄电池组，应安放在专用舱室内或也可安放在开敞甲板上的箱柜中。

6.3.2.9 装有透气型蓄电池组的室、箱或柜通风装置的排气量 Q 应不小于：

$$Q=0.11 \times I_n \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中：I—产生气体期间的最大充电电流，但不小于充电设备能够输出的最大充电电流的 25%，  
A；

n—串联蓄电池数量，只。

6.3.2.10 装有阀控密封型蓄电池的室、箱或柜的排气量可减少至 6.3.2.9 规定排气量的 25%。

6.3.2.11 蓄电池充放电装置应满足下列要求：

- (1) 设置足够容量的充放电装置对蓄电池组进行充电、放电；
- (2) 充放电装置应设有短路、过载等保护装置；
- (3) 充放电装置应设有绝缘监测装置以及电压表、电流表和指示充放电状态的指示灯；
- (4) 除锂离子蓄电池外，充放电装置应能在 10 小时内将蓄电池从完全放电状态充电至其额定容量；
- (5) 蓄电池充放电装置应具有防止蓄电池过充、过放的保护环节和故障报警；
- (6) 蓄电池充放电装置应尽量靠近蓄电池安装。

### 6.3.3 配电板（箱）

6.3.3.1 配电板（箱）应安装在干燥、容易接近和通风良好的位置。配电板（箱）的前面，即开关和熔断器的操作面应易于接近，而其后面，即接端子的连接线处应可接近。

6.3.3.2 对同时设有直流和交流电气系统的船舶，应在单独的配电箱上分别进行直流和交流配电，或者在具有隔离板或其他可靠设施将直流和交流部分相互清晰地分开的同一配电箱上进行配电。船上应具有用以标识电路、组件和导线的接线图。

6.3.3.3 配电板（箱）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。电压为 50V 以下者可除外。

6.3.3.4 船舶可根据其主电源配置和电气设备的实际情况，在配电板上设置适用和安全的配电器和保护电器。在配电板或充放电板上至少应设置电流、电压指示仪表及电源通断指示灯。

### 6.3.4 插座

6.3.4.1 不同电压和/或不同频率配电系统中的插座，应使用不可互换的插头和插座连接。

6.3.4.2 安装在经受雨淋、喷水或溅水部位的插座，当其不使用时，应能被封闭在至少为 IP55 的外壳中。插入相应插头后的插座也应相应密封。

6.3.4.3 安装在经受注水或瞬时浸水区域的插座应在防护等级至少为 IP56 的外壳中，当其与电气插头一起使用时，也应满足这些要求。

6.3.4.4 为厨房区域装设的插座的位置应使得各器具的电线不应跨越厨房炉灶或洗涤盆上方或穿过通行区域而插入这些插座。

### 6.3.5 电动机及其控制装置

6.3.5.1 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，一般应由配电板的独立分路供电。

---

① 充电功率系指蓄电池组的标称电压乘最大充电电流值。

6.3.5.2 每台电动机均应设置有效的起动和停止装置，其位置一般应在电动机附近，若不可行或不合理时，可在配电板（箱）起动。

6.3.5.3 若船舶设有电动操舵装置或电动液压操舵装置，其电动机应由主配电板设单独馈电线供电。其保护装置应设置短路和欠压保护，不应设置过载保护，但应在驾驶室设置过载声、光报警。

6.3.5.4 应在机舱口外设有风机、燃油泵的切断装置。舱室空调、风扇和厨房风机应能就地切断。

#### 6.3.6 铝合金船舶

6.3.6.1 配电系统应与船体绝缘或设置阴极保护系统。

6.3.6.2 对于直流系统，蓄电池不应通过推进机械或相关的机械部件接地。发动机的起动蓄电池可通过发动机接地。

## 第 4 节 锂离子蓄电池组

### 6.4.1 一般要求

6.4.1.1 蓄电池必须配备电池管理系统（BMS）。

6.4.1.2 蓄电池充放电设备应满足 6.3.2.11 的要求，并与BMS 组合使用，由其控制。锂离子蓄电池的充电装置应有抑制无线电干扰的措施。

6.4.1.3 蓄电池应安装在一个环境可控的蓄电池舱（室）/蓄电池箱（柜）中。

### 6.4.2 术语与含义

6.4.2.1 除另有规定外，本节的术语与含义如下：

（1）蓄电池包：系指由于电压或功率要求由一个或多个蓄电池模块串、并联而成。蓄电池包内应含有为电池系统提供信息（如电压、温度等）的监测电路；

（2）电池管理系统（BMS）：系指控制或管理电池系统电气或热性能的电子装置；

（3）荷电状态（SOC）：系指当前蓄电池单体、模块、蓄电池包或系统中按照制造商规定的放电条件可以释放的容量占可用容量的百分比；

（4）电池系统：系指能量存储装置，包括蓄电池单体或蓄电池模块的集成、电池管理系统、高压电路、低压电路、冷却装置以及机械总成；

（5）蓄电池舱（室）：系指由结构性分隔围蔽的专门存放电池的处所；

（6）存储能量：系指蓄电池额定容量与额定电压的乘积。

### 6.4.3 蓄电池的布置与安装

6.4.3.1 在布置蓄电池时，应根据蓄电池总存储能量选择布置方式：

（1）总存储能量大于 20kWh 的蓄电池应安装在专用舱室内或安装在开敞甲板上的箱（柜）中；

（2）总存储能量小于等于 20kWh 但大于 2kWh 的蓄电池，可以安装在专用箱（柜）中，在保证箱（柜）使用环境的情况下，可置于机舱中；

（3）总存储能量小于等于 2kWh 的蓄电池，可采用钢质外壳蓄电池包的形式，在保证包内使用环境的情况下，安装在通风良好的处所。

6.4.3.2 蓄电池不应安放于起居处所内。

6.4.3.3 蓄电池应位于防撞舱壁以后，除 6.4.3.1 (2)、(3) 所述情况之外，蓄电池尚应位于机舱以外的区域。

6.4.3.4 蓄电池的布置应便于更换、检查、测试和清洁。蓄电池的布置还应注意避免应力集中，当蓄电池的布置较集中时应对该区域的船体结构进行局部加强。

6.4.3.5 蓄电池不应安装在过热、过冷、溅水、蒸汽等损害其性能或加速其性能恶化的处所内。其安装不应因其滥用造成的着火、爆炸，而导致人员遭受危险和设备遭受损坏。

6.4.3.6 对于船长大于 15m 的船舶，推进用蓄电池应至少分设于两个蓄电池舱（室）内。

6.4.3.7 所有蓄电池应装设在专用的蓄电池箱（柜）或电池包内。蓄电池箱（柜）应采用厚度大于等于 1mm 的钢质材料制成。任一蓄电池箱（柜）最小分隔单元在水平投影面积应不超过 1 m<sup>2</sup>，但若蓄电池箱（柜）垂直高度小于等于 1m，其水平投影面积应不超过 1.5 m<sup>2</sup>。

布置在蓄电池舱（室）内的蓄电池箱（柜）上应适当设置格栅或类似设施，以利于通风散热和灭火，单独设有温度调节装置和火灾防护措施可除外。

当蓄电池舱（室）水平投影面积不超过 1m<sup>2</sup> 时，则不必设箱（柜）。当蓄电池舱（室）内蓄电池采用蓄电池包形式且蓄电池包外壳为钢质材料时，则不必设箱（柜）。任一蓄电池包的水平投影面积应不超过 1m<sup>2</sup>，且任一蓄电池包重量应小于 130kg。

6.4.3.8 蓄电池舱（室）、蓄电池箱（柜）内不应安装与蓄电池无关的设备。

6.4.3.9 除电池系统外，蓄电池舱（室）、蓄电池箱（柜）内应避免安装其他电气设备。若必须安装时，应尽可能远离蓄电池，且应将电气设备的发热量计入 6.4.4.2 条通风量的计算中。

6.4.3.10 应考虑蓄电池舱（室）舱底水设施，其舱底水设施应满足第 5 章第 7 节的要求。

#### 6.4.4 通风冷却

6.4.4.1 蓄电池舱（室）应采用独立的机械通风或其他温度调节装置，防止蓄电池舱（室）环境温度过高。对于未设置在专用舱内的蓄电池箱（柜），应设有有效的温度调节装置。

6.4.4.2 蓄电池舱（室）采用机械通风时，按电池厂家提供的方法进行机械通风计算。若电池厂家未提供计算方法，则按以下方法计算通风量。

通风量不应小于下式计算所得之值：

$$q' = k(nQ + Q_1)/(0.335Dt) \quad \text{m}^3/\text{h}$$

式中：Q—单个蓄电池模块工作时自身产生的发热量，W；

$Q_1$ —其他热源发热量，W；

$n$ —蓄电池模块总数；

$Dt$ —蓄电池舱（室）与外面空气的最高温度差<sup>①</sup>，℃；

$k$ —风扇裕量常数，实际选择时取 1.5~2。

6.4.4.3 通风口应有防止水和火焰进入的措施，进风口应远离出风口。

6.4.4.4 从通风机排出的气体应引至开敞甲板上的安全地点，并远离有人居住或含有热源的处所。

6.4.4.5 应设有在蓄电池舱（室）外关闭通风或其他温度调节装置的控制设施。

① 最高温度取船舶航行区域可能出现的最高环境温度，但不超过 45℃。

## 第 5 节 系统保护

### 6.5.1 系统保护

6.5.1.1 电气装置中应设置合适的保护装置，以能在发生包括短路在内的过电流故障时，对其进行保护。

6.5.1.2 每一独立电路均应设有可靠的短路保护和过载保护，但舵机的保护应符合 6.3.5.3 的规定。

6.5.1.3 发电机应以断路器进行保护，对 50kW 以下的发电机可用一个多极开关加熔断器进行保护。

6.5.1.4 电动机负载的过电流保护装置的整定值应与被保护电路的需用负载特性相协调。

6.5.1.5 过电流保护装置的定额应不超过被保护导线的最大载流容量。

6.5.1.6 对于电力变压器，包括由两个或三个单相变压器组成而作为一个装置运行的变压器组，均应设有过电流保护。每一变压器均应由一个设在初级侧的且定额不大于变压器初级额定电流 125% 的单独过电流保护装置予以保护。

6.5.1.7 应有标明每一电路过载保护电器额定值或相应的整定值的耐久标志，该标志应设置保护电器所在位置。

6.5.1.8 蓄电池组（除起动蓄电池外）均应设有短路保护，其保护电器应尽可能靠近电池组，一般可设置在其所连接的充放电板上。

6.5.1.9 应在尽实际可行的靠近蓄电池组的某一易于接近的部位（一般可设置在其所连接的充放电板上），在接至供电系统的蓄电池或蓄电池组的正极导线上安装一个蓄电池分断开关，但下列情况除外：

- (1) 只配有发动机起动和航行灯电路的舷外机船；
- (2) 具有保护装置的电子装置，例如舱底水报警器，如其已在尽实际可行的靠近蓄电池接线端子处以断路器或熔断器单独地予以保护；
- (3) 机舱通风装置，如果已在电源处单独地设有熔断器。

## 第 6 节 电缆

### 6.6.1 一般要求

6.6.1.1 船舶上应采用船用成束滞燃型电缆或电线。电缆、电线的选择应根据敷设的环境条件、敷设方法、电流定额、工作定额、需用系统和允许电压降等因素来确定。

6.6.1.2 在机舱中的电缆或电线的导体绝缘工作温度应至少为 70°C，并为耐油型，或者以绝缘的导管或套筒予以防护。

6.6.1.3 在机舱之外的电缆或电线的导体绝缘工作温度应至少为 60°C。

### 6.6.2 敷设

6.6.2.1 电缆或电线的走线应尽可能平直和易于检修。

6.6.2.2 除非在导管或电缆槽中走线或由托板予以支承，否则无护套的单根导线的最大支承间距应为 250mm。

6.6.2.3 有护套的导线以及蓄电池导线的最大支承间距应为 450mm，离接线端子最近的第一个支承与接线端子的距离不应大于 1m。但起动电动机的导线可例外。

6.6.2.4 单独安装的长度超过 200mm 的每一根导线都应至少具有 1mm<sup>2</sup> 的截面积。多芯电缆的每一根导线应至少具有 0.75mm<sup>2</sup> 的截面积，且其可以伸出该护套外的距离不超过 800mm。

6.6.2.5 电气系统的每一电气导线均应具有识别方法，以标识出其在该系统中的功能。但对于与发动机成套的，由该发动机制造厂提供的导线除外。

6.6.2.6 导线的接头应在防风雨的位置或在防护等级至少为IP55 的外壳内。

6.6.2.7 载流导线应避免在舱底水区域或可能积聚水的其他区域的预期水位线以下走线。如果必须在舱底水区域走线，则应采取适当的防水措施。

6.6.2.8 接线端子的接线柱、螺母和垫圈用的金属应为耐蚀的，且应与导线的金属在电化腐蚀上相兼容。不应把铝和未镀覆的钢用作电路中的双头螺栓、螺母或垫圈。

6.6.2.9 所有的导线均应具有适当的接线端子，即不得把裸导线与接线柱连接，但对其端部的各绞线已在其与接线柱连接相接触的全长上通过锡焊做成刚性者，则可例外。对于标称截面积大于 2.5mm<sup>2</sup> 所有导线的连接和接线端子，不应采用锡焊接。

6.6.2.10 不应采用绞扭接头（接线螺母）。

6.6.2.11 对于接线端子的裸露颈部，应采用绝缘的隔板或套管予以防护，以免短路，但对在保护导线系统中的接线端子例外。

6.6.2.12 导线的走线应避免可能损坏其绝缘的排气管或其他热源。除非设有一等效的隔热板，否则其与水冷却排气部件的最小间距为 50mm，与干式排气部件的最小间距为 250mm。

6.6.2.13 可能遭受物理损伤的导线应以护套、导管或其他等效设施予以保护。贯穿舱壁或结构件的导线应对由擦伤引起的绝缘损坏予以保护。

6.6.2.14 在同一接线螺柱上紧固的导线数决不应多于 4 根。电缆或电线不应直接敷设在纤维增强塑料层板内。

## 第 7 节 汽油舷外挂机的附加要求

### 6.7.1 一般要求

6.7.1.1 在外部或内部会产生电火花而可能点燃汽油和空气混合物的汽油机上安装的电气系统部件（诸如断路器、开关、电磁线圈、发电机、调压器和电动机），其设计和安装时应符合公认标准<sup>①</sup>规定的防点燃型设备的要求。

### 6.7.2 发动机电气系统和部件

6.7.2.1 所有电气系统部件应尽可能高地安装于发动机上方。发动机起动电动机和点火配电器的位置可以在发动机制造商的设计基础上予以调节。

6.7.2.2 点火线圈和永磁发动机应安装或保护使水不会在高压头周围积聚。

6.7.2.3 如要求电气部件为防点燃型，且扎带或其他罩盖为防点燃外壳的一部分，则在此部件上应固定永久性警告标签，或在扎带或罩盖上设有适当文字或符号的永久性明显标志，标志上应指示出当发动机运行时扎带或罩盖应在其位置上。

6.7.2.4 点火分配器应符合下列规定：

（1）在发动机起动和运行时使用的分配器，应为防点燃型。用于紧固分配器端头的设施应有足够的强度以防止在内部燃油和空气汽化混合物爆炸时分配器脱离其密封表面。在试验期间，高电压（二次）点火导线应与发动机运行时的安装情况一样，以接线端子的罩盖置于所分配器端头的凸缘上；

<sup>①</sup> 参见《小艇 电气装置 周围可燃性气体防燃防护》（ISO 8846-2017）。

(2) 所有进气口或排气口均应以有效的火焰阻止器隔板盖住或具有等效的防点燃能力的尺寸和长度;

(3) 接线端子罩盖应紧紧固定, 以在高压导线绝缘外面及分配器端头凸缘外面形成水密, 并满足 6.7.2.5 (1) 的要求。

6.7.2.5 高压 (二次) 点火电缆组件应符合下列规定:

(1) 高压点火电缆组件应有罩盖和安装螺纹套管, 以在高压导线绝缘外部、分配器端头凸缘外部及火花塞陶瓷绝缘子外部形成水密, 使当此连接浸入以重量计为 3% 盐水溶液液面下 3~5cm 处 2h 后, 以 50~60Hz、20kV 峰值电压 (14kV rms) 作用于导体时不致发生漏电。在高压导线的自由端与浸入盐水溶液之间应以每秒 500V 峰值 (355V rms) 的速率施加电压;

(2) 安装于高压点火电缆上的罩盖和螺纹套管, 在 125°C±2°C 温度下放置 40h 后, 接着在室温条件下在火花塞和配电器端头凸缘上装、拆 10 次以使其挠曲后满足上述 (1) 的漏电试验要求;

(3) 安装于高压点火电缆上的罩盖和螺纹套管, 当在室温中悬挂于满足公认标准<sup>①</sup>的试验液 C 液面以上 25mm±5mm 的密封的玻璃容器内 30h 后, 接着在火花塞和分配器端头凸缘上装、拆 10 次以使其挠曲后应满足上述 (1) 规定的漏电试验要求;

(4) 安装于高压点火电缆上的罩盖和螺纹套管在 125°C±2°C, 符合公认标准<sup>②</sup>要求的 3 号试验油中放置 40h, 将它从试验油拿走, 冷却至室温, 抹去附着的试验油, 在火花塞和分配器端头凸缘上装、拆 10 次后应满足上述 (1) 规定的漏电试验要求;

(5) 上述 (2) 至 (4) 规定的试验应在高压点火电缆组件的各分组上进行。

## 第 8 节 纯电池电力推进船舶的附加要求

### 6.8.1 一般要求

6.8.1.1 本节规定适用于采用电动机驱动推进器, 且采用蓄电池组作为供电电源的船舶。

6.8.1.2 除本节要求外, 推进蓄电池组还应满足本章第 3 节 6.3.2 或第 4 节的相关要求。当推进蓄电池组用作船舶主电源时, 还应满足本章第 2 节的相关规定。

6.8.1.3 推进用蓄电池组的设计应使其容量满足船舶航程所需的电力。

6.8.1.4 作为推进用蓄电池, 在规定的供电时间内, 酸性铅板型或碱性镍板型蓄电池的放电终止电压应至少为其标称电压的 88%; 锂离子蓄电池放电终止电压/电量应该满足厂家提供的技术规格书的要求。

6.8.1.5 蓄电池组充电时, 应避免各蓄电池组充电不均匀。

6.8.1.6 不应采用蓄电池组中部分蓄电池向机电设备供电。

6.8.1.7 蓄电池的维护和保养应按厂家提供的资料进行。

6.8.1.8 船上应提供电动船舶失电的应急措施和程序 (包括日用负荷失电、推进动力失电)。

### 6.8.2 推进设备的控制和保护

6.8.2.1 变速且本身带有风扇的推进电机, 应能在额定转矩、额定电流、额定励磁或类似工况下, 在低于额定转速的低转速下运转。

6.8.2.2 推进电机的集电环和换向器的布置应适当且易于检修, 并应有易于接近各绕组和轴承的措施, 以便于进行检查、修理以及取出和更换励磁绕组。

6.8.2.3 推进电机在额定工况下, 应能承受电机接线端子处和系统中突然短路时保护装置动

① 参见《硫化橡胶或热塑性橡胶-液体影响的测定》(ISO 1817-2015)。

② 参见《硫化橡胶或热塑性橡胶-液体影响的测定》(ISO 1817-2015)。

作之前的短路电流而不损坏。

6.8.2.4 推进电动机应能在规定的各种运行工况状态下，连续地驱动螺旋桨正车和倒车运行，并应能在机动和倒车的过渡工况下良好运行。对可逆转推进电动机，应能在产品技术规格书规定的逆转工况下正常运行。

6.8.2.5 由半导体变换器变频供电的交流推进电动机的定子绕组应能承受逆变器高频开关作用引起的电压变化率。

6.8.2.6 直流推进电机的转子应能承受超速保护装置根据正常运行整定的极限转速。

6.8.2.7 控制站应设置一个与正常工作作用操纵杆无关的单独的紧急停止装置。

6.8.2.8 推进主电路应设有过载和短路保护，不应使用熔断器作为保护装置。

6.8.2.9 在推进电动机可能出现过度超速（如丢失螺旋桨情况）时，应设置合适的超速保护。

6.8.2.10 应采取措施以保证只有当操纵杆处于零位，且系统处于备车情况下，推进系统的控制才能起作用。

6.8.2.11 在励磁电路中，不应设置使励磁电路开路的过载保护。

6.8.2.12 推进电机励磁系统中任何单个故障应不会引起推进功率的全部损失。

### 6.8.3 监测仪表和报警

6.8.3.1 控制站应设有必要的指示状态的仪器仪表。如适用时，控制站应设置表 6.8.3.1 中的指示、显示和报警。

指示、显示和报警

表 6.8.3.1

系 统	监测参数	报警	显示	备 注
蓄 电 池	电压	√	√	高/低电压报警
	电流		√	
	充放电指示		√	
	SOC	√	√	剩余电量低报警，仅适用锂离子蓄 电池
	BMS 自检功能	√	√	BMS 故障报警，仅适用锂离子蓄电 池
推进电动机 (交流和直流)	电枢电流		√	读取所有相
	励磁电流		√	对同步电动机而言
	电动机运行		√	
推进半导体 变换器	电压 (输入)		√	
	电流 (输入)		√	
	过载 (大电流)	√		在保护装置动作前报警
	变换器冷却泵或风机故障	√		

注：在栏中带“√”表示适用时应设置。

6.8.3.2 安装在控制站上的仪表和其它装置应设有标牌，仪表应有指示满负荷的识别标记。

6.8.3.3 所有固定安装的仪表的金属外壳必须永久牢固接地。

6.8.3.4 测量、指示和监测设备的故障应不会引起控制和调节的失效。

## 第9节 应用太阳能光伏系统船舶的补充规定

### 6.9.1 一般要求

6.9.1.1 本节规定适用于应用太阳能光伏系统的船舶。

6.9.1.2 太阳能光伏系统是指利用太阳能光伏组件的光生伏特效应，将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统，一般由太阳能光伏组件、光伏控制器和/或光伏逆变器、蓄电池（如有）构成。

6.9.1.3 不能仅采用太阳能光伏系统作为船舶的主推进电源。

### 6.9.2 太阳能光伏组件

6.9.2.1 太阳能光伏组件应满足公认标准<sup>①</sup>的要求。

6.9.2.2 每个组件都应有耐久清晰的标志（包括：制造厂的名称、标志或符号、产品型号、产品序号、引出端或引线的极性、组件允许的最大系统电压、制造的日期和地点）。

6.9.2.3 太阳能光伏组件不应有下列现象：

- (1) 开裂、弯曲、不规整或损伤的外表面；
- (2) 破碎或有裂纹的单体电池；
- (3) 互联线或接头不可靠；
- (4) 电池互相接触或与边框相接触；
- (5) 密封材料失效；
- (6) 在组件的边框和电池之间形成连续通道的气泡或脱层；
- (7) 在塑料材料表面有粘污物；
- (8) 引线端失效，带电部件外露；
- (9) 可能影响组件性能的其他任何情况。

6.9.2.4 太阳能光伏组件应尽可能安装在船舶震动较小的处所内，必要时，应加装减震器。

6.9.2.5 太阳能光伏组件安装时，其安装支架应有足够的强度，能够承受太阳能光伏组件可能经受的外力作用。

6.9.2.6 太阳能光伏组件安装后，其裸露的带电部件应采取适当的保护措施。

6.9.2.7 太阳能光伏组件在更换或维修时，应将组件表面用布或其他透光性较差的材料覆盖，防止在阳光照射下组件产生高电压危险。

### 6.9.3 光伏控制器

6.9.3.1 光伏控制器应具备以下功能：

- (1) 蓄电池的过充电保护（具有输入充满断开和恢复接连功能）；
- (2) 蓄电池的过放电保护；
- (3) 短路保护；
- (4) 过载保护。

6.9.3.2 光伏控制器应尽可能安装在船舶震动较小的处所内，必要时，应加装减震器。

---

① 参见《独立光伏系统 技术规范》（GB/T 29196-2012）。

## 第 10 节 船舶岸电系统的补充规定

### 6.10.1 一般要求

- 6.10.1.1 本节规定适用于安装有船舶岸电系统船载装置的船舶。
- 6.10.1.2 船舶若装有船舶岸电系统船载装置，应满足本节的规定。
- 6.10.1.3 船舶应建立和实施船舶岸电连接操作程序，以确保连接岸电时的操作安全。

### 6.10.2 船舶岸电系统船载装置

6.10.2.1 应在船上便于连接来自岸电柔性电缆的适当地方设置一个岸电箱。在岸电箱与主配电板或应急配电板间应以固定敷设并具有足够电流定额的电缆相连。该岸电箱应具有：

- (1) 用于连接柔性电缆的合适的接线柱；
- (2) 用于将船体与岸地相连的接地接线柱；
- (3) 用作保护的断路器或开关加熔断器；
- (4) 指示端电压的指示灯或电压表；
- (5) 如适用，用以检查岸电与船电系统的极性（直流）或相序（三相交流）是否相符的设施；
- (6) 防止接线端承受较大程度机械外力的设施；
- (7) 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。

6.10.2.2 当岸电和（或）船电系统为中性点接地的交流三相系统时，则应设有将船体与岸地相连接的设施。当船电系统为以船体作回路的直流系统时，应将岸电的负极接于船体。

6.10.2.3 在主配电板或应急配电板上应设有岸电指示器，以指示岸电电缆已经通电。同时，还应至少配备岸电电流表和岸电电压表各一个。

6.10.2.4 船舶应配有岸电插头，其额定电流为 16A/32A/63A/125A，电压等级可采用 220V<sup>①</sup>/380V<sup>②</sup>。

6.10.2.5 船舶应配备与其载流量适配的岸电连接电缆，该电缆应采用具有足够电流定额的、耐油、滞燃护套的柔性电缆。

### 6.10.3 负载转移

6.10.3.1 岸电和船舶电源之间的负载转移可以通过断电或短时并联方式进行。

6.10.3.2 当采用断电方式进行负载转移时，应采取避免船舶发电机（如设有，还包括应急发电机）和岸电同时供电。

6.10.3.3 当采用船舶发电机与岸电短时并联方式进行负载转移时，应满足以下要求：

- (1) 应设有船舶电源和岸电的同步设备；
- (2) 负载转移如采用自动方式时，也应能手动进行；
- (3) 在负载安全转移的前提下，短时并联运行的时间应尽可能短；
- (4) 当负载转移超过了确定的时间限值时，应停止转移，断开岸电连接断路器，并在有人值班处所发出听觉和视觉报警信号；
- (5) 负载转移时应避免出现逆功。

---

① 其应为《工业用插头插座和耦合器 第 2 部分：带插销和插套的电器附件的尺寸兼容性和互换性要求》（GB/T 11918.2-2014）中带 3 个触头（2P+E）的电器附件。

② 其应为《工业用插头插座和耦合器 第 2 部分：带插销和插套的电器附件的尺寸兼容性和互换性要求》（GB/T 11918.2-2014）中带 4 个触头（3P+E）的电器附件。

6.10.3.4 设有船舶岸电系统船载装置的船舶，应在船舶上勘划岸电标识。该岸电标识应满足下列要求：

(1) 勘划在船舶两舷外侧的明显位置，且不受船舶装载情况影响；  
(2) 位于船舶岸电系统船载装置所在装船位置附近，并与该船载装置同处于船舶的首部或尾部；

(3) 其技术规格如下：

- ① 其是一个 450mm × 450mm 的正方形，外框为黑色，20mm 宽；
- ② 正方形内部，底色为绿色，绘有一个插头的红色图案；
- ③ 该插头图案应位于正方形中心位置，其大小应不小于 300mm × 300mm。

(4) 对于设有船舶岸电系统船载装置的船舶，其岸电标识示意图见下图 6.10.3.4 (4) -1，岸电标识示意图的相关尺寸见下图 6.10.3.4 (4) -2。

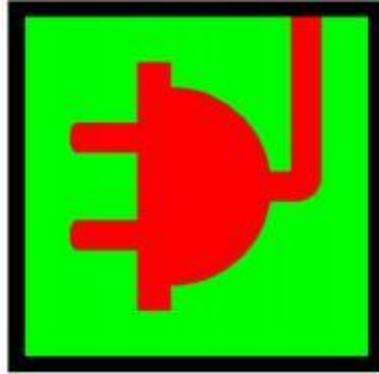


图 6.10.3.4 (4) -1 岸电标识示意图

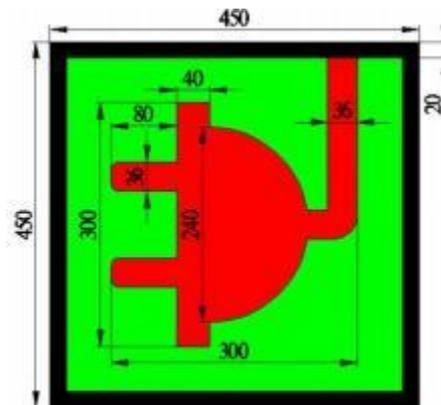


图6.10.3.4 (4) -2 岸电标识尺寸图

## 第 7 章 消防

### 第 1 节 一般规定

#### 7.1.1 一般要求

7.1.1.1 本章适用于船体材料以钢、铝合金、纤维增强塑料以及木质等材料建造的船舶。

7.1.1.2 灭火设备应保持良好状态，并能随时使用。

7.1.1.3 术语与含义

(1) 《耐火试验程序规则》：系指本局《国际航行海船法定检验技术规则（2014）》第 4 篇第 2-2 章附录 2 所提及的《国际耐火试验程序应用规则》；

(2) 阻燃材料：系指其性能具有下述要求且符合《耐火试验程序规则》的材料：

- ① 表面具有低播焰性；
- ② 不会在高温下产生过量的烟气和毒性物质对船上人员构成危险。

(3) 阻火材料：系指其性能符合《耐火试验程序规则》第 10 部分的材料；

(4) 阻火分隔：系指符合以下要求的舱壁和甲板组成的分隔：

- ① 应由符合下列②~⑥要求的具有隔热或阻火性质的不燃或阻火材料制成；
- ② 应有适当的加强；
- ③ 其构造应在相应的防火时间内能防止烟和火焰通过；
- ④ 应在相应的防火时间内，仍具有承受载荷的能力；
- ⑤ 应具有温度特性，不同材料构成阻火分隔的主体结构，在相应防火时间内背火面或构芯温升应满足下列要求：
  - (a) 钢结构，背火面平均温度较初始温度的升高应不超过 140℃，任何点（包括接头）的温度较初始温度的升高应不超过 180℃；
  - (b) 有隔热层的铝合金结构，其构芯温度应不高于环境温度以上 200℃；
  - (c) 有隔热层的复合材料或木质结构，隔热层应确保该结构构芯温度不会在任何情况下超过其结构强度丧失的温度。

⑥ 应按照《耐火试验程序规则》第 11 部分对原型舱壁和甲板进行一次试验以确保满足上述要求。

7.1.1.4 采用的材料如采取了以下措施之一，则不必进行本节 7.1.1.3 (2) ①和②所要求《耐火试验程序规则》规定的试验：

(1) 如果复合材料或木质结构的表面通过不燃矿物面棉（厚度至少 50mm，密度至少 100kg/m<sup>3</sup>）进行隔热保护，且外层采用防止油气渗入的措施；

(2) 采用不燃矿物棉（不限密度和厚度）进行隔热且通过了《耐火试验程序规则》附件 1 第 11 部分规定的 30min 或者 60min 阻火分隔试验；

(3) 如果船体、上层建筑、结构舱壁、甲板、甲板室和支柱材料采用了按照《耐火试验程序规则》第 10 部分规定经试验确认的阻火材料。

7.1.1.5 用于防火分隔结构中的隔热材料应为不燃材料，依据《耐火试验程序规则》确定；除此之外的其他用于隔热保温和隔声的绝缘材料应至少是阻燃材料，且应满足可燃材料限制使用的相关要求。

7.1.1.6 外露表面使用的油漆、清漆和其他饰面涂料应不致产生过量的烟气及毒性物质，依据《耐火试验程序规则》确定。

## 第 2 节 结构防火与布置

### 7.2.1 结构防火

7.2.1.1 机舱和厨房等易失火处所应采用不燃材料或阻燃材料制成的防火结构进行围闭。位于轻载水线以下与水接触的结构可不作要求，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。

对于机舱和厨房等易失火处所可能向乘客、起居及服务处所或控制站和救生设施处所进行热传递的限界面，若采用钢或铝结构的甲板或舱壁，其隔热应至少延续至超过贯穿处、接头处或终止点 450mm 处。若采用除钢或铝外其他材料的甲板或舱壁，其延伸距离应根据其导热性能做适当考虑。

机舱和厨房的主要承载结构，应按照《耐火试验程序规则》附件 1 第 11 部分有关阻火承载分隔的要求进行试验，能在 30min 内不致使船体和上层建筑发生坍塌。

机舱和厨房等易失火处所限界面一侧的表面（包括隔热材料表面）应采取措施防止油类的吸附。

7.2.1.2 载客 30 人及以上的钢质和铝合金客船，其机舱和厨房等易失火处所与乘客处所和起居处所分隔的舱壁和甲板至少应以钢或其他等效材料制成。

载客 30 人及以上的其他材料客船，其机舱和厨房等易失火处所与乘客处所和起居处所分隔的舱壁和甲板应在分隔两面敷设隔热材料，并按照《耐火试验程序规则》第 11 部分的要求进行试验，至少具有 30min 的结构防火时间并能通过 30 min 的标准耐火试验。

载客 30 人以下的客船、载客 12 人以下船舶和货船，结构防火应至少满足本章 7.2.1.1 的要求；若机舱或厨房等易失火处所与乘客处所和起居处所的分隔采用阻燃材料或阻火材料制成，其面向失火危险大的限界面一侧的表面应敷设厚度至少 50mm 及以上且密度至少  $100\text{kg/m}^3$  的隔热材料进行保护，防止阻燃材料与火焰直接接触。或者敷设隔热材料，并按照《耐火试验程序规则》第 11 部分的要求进行试验，至少具有 30min 的结构防火时间并能通过 30 min 的标准耐火试验。

7.2.1.3 若机舱或厨房的顶甲板设有救生筏和撤离装置（如有时）等救生设施以及集合站和登乘站时，或者机舱或厨房与上述处所相邻时，该甲板或舱壁应至少具有 30min 的结构防火时间。该结构防火时间应依据《耐火试验程序规则》附件 1 第 11 部分的要求进行验证。

7.2.1.4 机舱、厨房等易失火处所限界面上的门及其关闭装置应具有与分隔同等的防火能力，应能防止火焰和/或烟雾的穿透；钢质水密门不必隔热。穿过分隔的管路、管隧、控制装置、电缆亦不能破坏机舱、厨房等易失火处所与乘客处所和起居处所之间分隔结构的防火完整性，应以不燃材料或阻燃材料制成的贯穿件或具有阻燃性能的密封剂予以密封。

7.2.1.5 机舱应设有能及时关闭机舱油柜和通风口以及停止油泵和通风机运转的控制装置。此控制装置应位于各有关处所的外部，从而不会在其所服务的处所失火时被切断。

7.2.1.6 对于客船和载客 12 人以下船舶，以下外露表面应至少具有低播焰性和烟毒性，分别根据《耐火试验程序规则》附件 1 第 2 和第 5 部分的要求验证：

(1) 乘客、起居及服务处所或控制站以及走廊和梯道环围内的舱壁、天花板和地板上所使用的材料;

(2) 在暴露表面上使用的油漆、清漆和其他涂料。

但如果上述区域内设有自动喷水器或等效灭火系统进行保护, 则不必满足该要求。

7.2.1.7 对于木质船舶, 应采取措施防止油被吸收到木质结构中, 且机器处所的地板应采用钢质或其他不燃材料。应在发动机下方和其他可能泄漏滴油的机械设备下方设置金属承滴盘, 承滴盘应设有排出设施, 以便将收集的漏油排至适当的容器, 这些容器可由适当的岸基油回收设施处理。发动机舱应保持清洁, 无含油垃圾、含油抹布和其他可燃材料。

## 7.2.2 脱险通道和布置

7.2.2.1 舱室出入口的布置应便于舱室内人员的疏散或撤离。舱室通道的布置应考虑到机舱或厨房等易失火处所堵塞通道的可能, 至少应确保 1 条脱险通道不通过机舱或厨房等易失火处所。

7.2.2.2 起居处所内设置的脱险通道应满足以下要求:

(1) 封闭的起居处所应设有 2 条彼此远离的脱险通道。如通过 1 扇门外即为开敞甲板, 则可仅设 1 条脱险通道;

(2) 对于某一舱室内的人员超过 12 人的情况, 该舱室在任何情况下均应至少设有 2 条脱险通道;

(3) 上述 (1) 和 (2) 所要求的 2 条脱险通道中的 1 条, 可利用设在乘客或船员易于到达之处的甲板或舱壁上的开口 (包括配有安全锤的窗) 直接通往开敞甲板。此时开口的最小净尺寸应为 650mm×450mm; 通往该开口的通道净尺寸宽度不应小于 500mm, 通道应通畅, 无任何易钩住衣物的凸出处;

(4) 上述开敞甲板应可直接或通过外部梯道到达救生设施登乘区域。

7.2.2.3 机舱应设有 2 条彼此远离的脱险通道。若机舱内设有安全通道, 如通过 1 扇门或 1 部钢梯可直接通向开敞甲板, 则可仅设 1 条脱险通道。对于机舱通常无人或机舱长度不超过 5m 时, 也可仅设 1 条脱险通道。

上述开敞甲板应可直接或通过设有外部梯道到达救生设施登乘区域。

7.2.2.4 脱险通道包括属于脱险通道一部分的门道和走廊, 其净尺寸宽度不应小于 600mm。除客船和载客 12 人以下船舶以外, 若实际布置困难, 经同意, 本条要求的脱险通道宽度可适当减小, 但任何情况下不应小于 500mm。

7.2.2.5 如果 1 条脱险通道在烹饪或明火加热器具的任何表面的 750mm 范围之内, 则应设有第 2 条脱险通道。

## 7.2.3 柴油机高压油管保护措施

7.2.3.1 位于高压燃油泵与燃油喷油器之间的所有外部高压燃油输送管路, 应设有一个能够容纳因高压管路破裂对漏出的燃油加以保护的套管管路系统。这种套管包括内装高压燃油管的外管, 构成一固定组装件。套管管路系统还应包括一个收集漏油的装置, 以及一个燃油管故障报警装置。

7.2.3.2 对于客船和载客 12 人以下船舶:

(1) 当单台柴油机的输出功率为 375kW 及以上时, 或者虽然单台柴油机的输出功率小于 375kW, 但柴油机的每一燃油喷射泵各自向喷嘴供油时, 应满足上述 7.2.3.1 的要求;

(2) 当单台柴油机的输出功率小于 375kW, 且燃油喷射泵向多个喷嘴供油时, 可采用适当的围蔽 (如采用防护外壳或者防溅挡板等型式) 为高压燃油泵和燃油喷嘴以及之间的高压燃油管路提供保护, 而不必满足上述 7.2.3.1 的要求。

7.2.3.3 对于货船，不论柴油机输出功率大小，可采用适当的围蔽（如采用防护外壳或者防溅挡板等型式）为高压燃油泵和燃油喷嘴以及之间的高压燃油管路提供保护，而不必满足上述7.2.3.1的要求。

#### 7.2.4 液化石油气(LPG)炉灶的布置

7.2.4.1 厨房应位于主甲板以上，其内不应设有通往位于其下方舱室的开口及梯道。厨房的门、窗应通向开敞甲板处所，且应为向外开启，并应能保证厨房处所内有良好的自然通风或机械通风。

7.2.4.2 船上一般不允许设置明火炉灶。但对非高速船，经船舶检验机构批准后可允许设置明火炉灶。

本规则所涉及的明火炉灶系指以液化石油气为燃料的炉灶，不允许使用在大气压力下为液态的燃料(如煤油)和液态、固态汽油/酒精等为燃料的炉灶。

7.2.4.3 液化石油气的炉灶、钢瓶、角阀及减压阀等均应符合公认标准<sup>①</sup>的有关规定。

7.2.4.4 炉灶及钢瓶应可靠地固定，且应有防止移动的措施,钢瓶底部应有防撞击的木质垫料。

7.2.4.5 如在船上设置以液化石油气为燃料的明火炉灶，则在图 7.2.4.5 所规定的范围内使用的材料应符合下列要求：

- (1) 自由悬挂的窗帘或其他织物不应装设在范围 I 和 II 内；
- (2) 安装在范围 I 之内的材料应为玻璃、陶瓷、铝、黑色金属或其他具有防火特性的类似材料；
- (3) 安装在范围 II 之内的材料，如果其表面温度超过 80℃，则应为玻璃、陶瓷、金属或其他具有防火特性的类似材料。

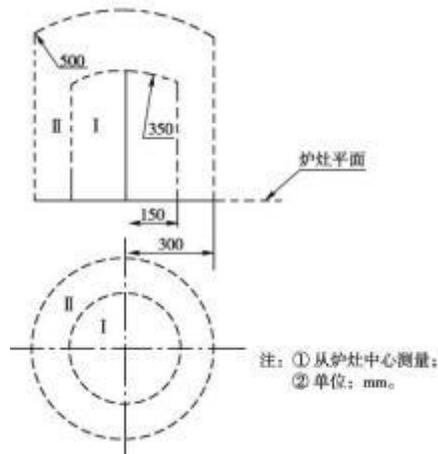


图 7.2.4.5 对特定材料要求的区域

7.2.4.6 炉灶上方如果安装有烟道，则烟道与相邻的结构应予以分隔，避免相邻的材料或船舶结构过热或损坏。

### 第 3 节 探火和报警

#### 7.3.1 探火和报警系统的配置

7.3.1.1 机舱应设有固定式探火和失火报警系统。

7.3.1.2 如果只需设有一个火灾探测器，则不需要火灾探测器面板。火灾探测器可以直接连

<sup>①</sup> 参见《商用燃气燃烧器具》（GB 35838-2018）

接到听觉和视觉警报装置。

7.3.1.3 固定式探火和失火报警系统的设计和探测器的布置应能在上述机舱的任何部位，在机舱的任何正常工作状况和可能的环境温度范围内所发生的通风变化下，迅速地探出火灾征兆。除处所的高度受到限制和特别适宜使用的情况之外，不允许安装仅使用感温探测器的探火系统。

7.3.1.4 探火系统应能发出听觉和视觉报警信号，而这两种信号均应有别于非火灾系统的报警信号，并且这些报警信号应设置在足够多的地点，以确保驾驶室和负责的轮机员听到和看到该报警信号。当驾驶室无人值班时，应能在负责船员的值班处发出听觉报警。

## 第 4 节 灭火设备

### 7.4.1 手提式灭火器配置

7.4.1.1 船上应配置足够数量的手提式灭火器。并应满足下列规定：

(1) 任何单个干粉灭火器的容量不应小于 3A/89B<sup>①</sup>，任何单个水基灭火器的容量应为 2A/89B<sup>①</sup>；

(2) 除二氧化碳灭火器以外的其他类型灭火器应与 (1) 中的灭火器等效；

(3) 任何单个二氧化碳灭火器的最大容量都不必大于 2kg。

7.4.1.2 起居处所内应至少配置 2 具手提式灭火器，其中 1 具应放在出入口附近。二氧化碳灭火器不应布置在起居处所中，但可布置在具有易燃性液体的区域(如厨房)或装有电气设备的区域(如设有电动机、蓄电池、配电板等电气设备的处所)。

7.4.1.3 机舱内应至少配置 3 具适合于扑灭油类火灾的手提式灭火器，其中 1 具应放在出入口附近。如机舱狭小无法布置，经同意，可将本条要求的灭火器布置在机舱出入口附近。

7.4.1.4 如设有厨房，则厨房内应至少配置 1 具适用于 B 类火和 1 具适用于 F 类火的灭火器。

7.4.1.5 驾驶室应至少配置 1 具手提式灭火器。

### 7.4.2 灭火系统

7.4.2.1 船长超过 15m 的客船上应设有水灭火系统。如不设专用消防泵，则舱底泵、压载泵和总用泵等其他用途泵均可兼作为消防泵。

7.4.2.2 消防泵及消防总管的布置应确保有水柱能喷射至乘员所能到达的任何处所。

7.4.2.3 消火栓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。

7.4.2.4 每个消火栓应至少配备一根适当长度的消防水带或消防软管和一支水枪，水枪应是水柱/水雾两用形式。

7.4.2.5 安装船内发动机的船舶，应在机舱和/或燃油柜所处处所设有固定式灭火系统。并应满足下列要求：

(1) 灭火剂应适合于扑灭机舱火灾，灭火剂释放后应能充斥整个处所；

(2) 灭火系统应具有对于机舱处所和/或燃油柜所处处所的容积为足够的灭火能力，当使用二氧化碳时，二氧化碳数量应不小于机舱和/或燃油柜所处处所总容积的 40%；

(3) 对于货船和载客少于 30 人的船舶，上述固定式灭火系统可由满足机舱空间需求并专门设置为通过灭火剂释放孔向机舱内释放的便携式灭火器组成。向机舱释放灭火剂的灭火器可以是本章 7.4.1 中所要求的多功能灭火器之一，也可以是一具额外的灭火器，但应为能够灭机舱火灾且灭火剂总量满足处所空间需求，并位于适合其双重用途的位置；

(4) 固定式气体灭火系统的灭火剂储存容器应布置在被保护处所以外，除非能够符合公认的

<sup>①</sup> 参见《手提式灭火器》(GB 4351-2005)。

标准。

若为木质船舶，上述固定式灭火系统应为固定式压力水雾灭火系统。

(5) 对于船上人员可以进入的机舱，固定式灭火系统如使用窒息性灭火介质灭火，应设有释放灭火剂的听觉和视觉自动报警装置，声音报警应位于在所有机器工作的状态下在整个被保护处所内都能听见的位置，且应通过调节声压或声调使该报警与其他声音报警区分开来，预释放报警所需的时间长短应为撤离该处所所需的时间，但是无论如何，在灭火剂被释放前应不少于 20s。

(6) 禁止使用以卤代烷 1211、1301 和 2402 以及全氟化碳作为灭火剂的灭火系统。

7.4.2.6 安装舷外机的船舶，如果可携式燃油柜或燃油柜设置在封闭处所内，该处所应设有满足本节 7.4.2.5 要求的固定式灭火系统。

### 7.4.3 告示牌

7.4.3.1 如果灭火剂为窒息性的，则应在施放装置附近和在受保护处所的任何入口处张贴告示牌。任一二氧化碳手提式灭火器附近应张贴告示牌。

7.4.3.2 告示牌应是中文或中英对照，语句、图形、符号应简捷易懂。

### 7.4.4 其他

7.4.4.1 船上应备有 2 只带有适当长度绳子的消防水桶，但对于敞开艇可只配 1 只带有适当长度绳子的消防水桶。

7.4.4.2 在厨房或任何设有明火炉灶的处所至少应设有一张消防毯，且易于拿取和即刻使用。

7.4.4.3 如果使用取暖器，应予固定装设，其构造应能最大程度减少失火危险。不得装设因某一暴露元件的热量而可能使衣服、窗帘或其他类似物料被烤焦或起火的电取暖器。

## 第 5 节 船上使用锂离子蓄电池的附加要求

### 7.5.1 一般要求

7.5.1.1 如在船上使用锂离子蓄电池用于主推进或主电源，还应满足本节规定。

7.5.1.2 本节所指 H 级耐火分隔，系与 A 级耐火分隔在隔热性、完整性等方面均相同，仅当按照《国际耐火试验程序规则》进行试验时，炉膛控制温度曲线由公认标准<sup>①</sup>定义的碳氢化合物火灾炉膛控制温度曲线代替。其中 H-30 级耐火分隔，系指耐火试验 30min 内，其背火面的平均温度较初始温度升高不超过 140°C，且在包括任何接头在内的任何一点的温度较初始温度升高不超过 180°C，其构造应在 2h 的耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过。H-0 级耐火分隔，系指其构造应在 2h 的耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过。

### 7.5.2 布置与分隔

7.5.2.1 蓄电池舱与起居处所应相互远离布置，若确需相邻布置时，二者的共用限界面应尽可能减至最小，并采用满足本节 7.5.2.4 所要求的隔热结构。

7.5.2.2 布置在蓄电池舱内的蓄电池箱/柜或蓄电池包需要借助蓄电池舱内的通风进行散热时，蓄电池箱（柜）或蓄电池包与舱壁及上方甲板之间应留有足够的空间以利于蓄电池通风散热，与舱壁和上方甲板的净距离均应不小于 150mm，且距舱壁和上方甲板加强结构的净距离均应不小于 100mm。

<sup>①</sup> 参见《建筑构件耐火试验方法 第 3 部分：试验方法和试验数据应用注释》（GB-T9978.3-2008）。

7.5.2.3 蓄电池箱（柜）、蓄电池包应牢固固定，并尽可能远离舷侧，避免碰撞的影响。蓄电池箱（柜）、蓄电池包至船体外板及结构的水平距离应不小于 300mm，至双体船内舷侧外板及结构的水平距离应不小于 150mm。

7.5.2.4 对于钢质或铝合金材料建造的船舶，构成蓄电池舱（室）与相邻处所之间的舱壁和甲板应为H-30 级分隔的结构，舷侧、底板以及与空舱、卫生间等无失火危险的处所相邻的舱壁和甲板可为H-0 级。

对于其他材料建造的船舶，构成蓄电池舱（室）限界面的舷侧、底板、舱壁和甲板，应按照《国际耐火试验程序规则》附件 1 第 11 部分的要求（控制温度曲线替换为碳氢化合物火灾的温升曲线）进行试验，至少具有 2h 的结构防火时间，并至少能通过 2h 的标准耐火试验，还应具有承载能力，经试验确认能在该时间内不致使船体和上层建筑发生坍塌。隔热材料应在分隔两面敷设，但舷侧、底板和与无失火危险处所如空舱、卫生间等相邻的舱壁和甲板的隔热材料可只在分隔面向蓄电池室的一侧敷设。

7.5.2.5 锂离子蓄电池的托架应采用钢质材料制造。

### 7.5.3 通风系统

7.5.3.1 蓄电池舱（室）如设置动力通风系统，则应满足下列要求：

- (1) 通风导管应采用钢或等效材料制成；
- (2) 通风管道的布置应使蓄电池舱（室）的所有空间均能得到有效通风；
- (3) 蓄电池舱（室）通风系统应与其他舱室通风系统相互独立；
- (4) 蓄电池舱（室）的通风导管不得通过起居处所、服务处所及控制站；起居处所、服务处所及控制站的通风导管也不得穿过蓄电池舱（室）。但上述导管符合下列要求者除外：
  - ① 导管为钢质，如其宽度或直径为 300mm 及以下，所用钢板厚度至少为 3mm；如其宽度或直径为 760mm 及以上，所用钢板厚度至少为 5mm；如导管宽度或直径在 300mm 和 760mm 之间，其所用钢板厚度按内插法求得；
  - ② 导管有适当的支承和加强；
  - ③ 通过起居处所、服务处所及控制站的导管，通过蓄电池舱（室）的导管，均应隔热至 H-30 级标准。
- (5) 通风口应有防止水和火焰进入的措施，并在发生火灾时能有效关闭，进风口应远离出风口；
- (6) 驾驶室应设有显示所要求的通风能力任何损失的装置；
- (7) 应设有在发生火灾时可从蓄电池舱（室）外关闭动力通风系统的控制设施，关闭装置操作位置应易于到达，有显著的永久性标志，且应指示出关闭装置是处在开启位置还是处在关闭位置。

7.5.3.2 对于蓄电池热失控情况下会释放有毒可燃气体的蓄电池舱（室），应设置独立的应急排风机，以便及时排出产生的可燃气体。应急排风机应与舱室设置的可燃气体探测装置进行连锁，当探测到舱室内可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的 20%时，应自动启动应急排风机，从风机排出的气体应引至开敞甲板上的安全地点，并远离有人居住或含有着火的处所。应急排风量不应小于 30 次/h 的换气次数。风机应采用不会产生火花的型式，其控制装置应适合于蓄电池舱（室）内环境使用的安全型式。当应急通风由本节 7.5.3.1 所述的通风系统兼用时，该通风系统还应同时满足该要求。

### 7.5.4 探火和报警

7.5.4.1 蓄电池舱（室）应安装固定式自动探火和失火报警系统。该类探火和失火报警系统的设计和探测器的安装，应在蓄电池舱（室）的任何部位以及在电池工作的正常状况和环境温度范围内所需的通风变化下，当开始发生火灾时能迅速地探出火灾征兆。应设置使用感烟探测器或感温感烟探测器组合的探火和失火报警系统。

## 7.5.5 灭火

7.5.5.1 锂离子蓄电池舱（室），应设有下列固定式灭火系统之一进行保护：

（1）七氟丙烷灭火系统，其容量按该处所总容积的 9%进行设计，其性能应满足《游艇法定检验暂行规定（2013）》2023 修改通报第 1 篇第 3 章附录的要求；

（2）二氧化碳灭火系统，其容量应按该处所总容积的 40%进行设计；

（3）压力水雾灭火系统，其出水率按  $5\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$  进行设计，喷嘴距蓄电池顶部的距离应不小于 0.5m，该系统可以和船上的消防总管相连接。

7.5.5.2 对于设有水灭火系统的船舶，消防泵及消防总管的布置应确保至少有 1 股水柱能喷射至蓄电池舱（室）或开敞甲板上的蓄电池箱（柜）处，并采用水柱/水雾两用型的水枪。应有措施保证当任一蓄电池舱（室）或蓄电池箱（柜）失火时消防泵仍正常工作。消火栓应设在船上适当位置，避免开敞甲板上蓄电池箱（柜）的失火导致船员无法接近。

应充分考虑灭火时冷却蓄电池所产生的大量水的排放，而不致于影响船舶稳性。蓄电池舱（室）位于舱壁甲板以上时，应设有泄水孔以确保这些水能被迅速直接排往舷外。蓄电池舱（室）位于舱壁甲板以下时，排水系统的排量应满足如下要求：

（1）蓄电池舱（室）固定灭火系统采用七氟丙烷灭火系统时，排水系统的排量应不低于消防水枪容量的 125%；

（2）蓄电池舱（室）固定灭火系统采用压力水雾灭火系统时，排水系统的排量应不低于水雾系统供水泵和消防水枪组合容量的 125%；

（3）若为木材建造船舶，上述固定式灭火系统应为固定式压力水雾灭火系统。

7.5.5.3 应按照如下要求配备手提式灭火器：

（1）应至少配备 4 具容量至少 5kg 的手提式七氟丙烷灭火器或二氧化碳灭火器，其中 1 具位于该处所入口外附近处；

（2）对于甲板面积小于  $4\text{m}^2$  的蓄电池舱（室），可用足够数量的手提式七氟丙烷灭火器或二氧化碳灭火器代替本节 7.5.5.1 或 7.5.5.2 所述的固定式灭火系统。在蓄电池舱舱壁上应设有喷放孔，便于人员使用灭火器对内释放灭火剂；

（3）布置在开敞甲板上或其他处所内的蓄电池箱（柜），应在其附近应至少设置 2 具容量至少 5kg 的手提式七氟丙烷灭火器或二氧化碳灭火器。在电池箱柜上应设有喷放孔，便于人员使用灭火器对内释放灭火剂。

7.5.5.4 应在蓄电池舱（室）或蓄电池箱（柜）附近至少备有 2 只带适当长度绳子的消防水桶。

## 7.5.6 出入口和通道

7.5.6.1 对于人员可进入的蓄电池舱（室）的出入口应直接通向开敞甲板。如不可行，应有措施防止蓄电池舱（室）内易燃气体的积聚。起居处所内不应设置直接通向蓄电池舱（室）的门或其他开口，但若对蓄电池舱（室）至起居处所的出入口通道采取 H-30 级耐火分隔环围进行结构保护，且长度不超过 7m 时，可利用起居处所的出入口通向开敞甲板，蓄电池舱（室）与起居处所之间的通道两端应设有防火门，并能自动关闭。

## 第 6 节 有人非机动船的特殊消防安全措施

### 7.6.1 一般要求

7.6.1.1 本节适用于有人非机动船舶的消防。

7.6.1.2 本节所要求的有人非机动船系指拖带航行状态或作业状态有人的非机动船。

### 7.6.2 灭火

7.6.2.1 乘员不超过 30 人的非机动船，应满足本章有关货船的消防要求。

7.6.2.2 乘员超过 30 人的非机动船，应满足本章有关载客 12 人以下船舶的消防要求。

## 第 8 章 分舱与稳性

### 第 1 节 完整稳性

#### 8.1.1 一般要求

8.1.1.1 船舶应按照本节要求校核完整稳性，完整稳性应满足本节要求。

8.1.1.2 下列船舶完整稳性应满足本节要求：

- (1) 单体客船；
- (2) 载客 12 人以下的单体船舶；
- (3) 干货船。

上述 (1) ~ (3) 之外的船舶，除满足本节要求外还应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则 (2020)》第 4 篇第 7 章第 3 节的稳性特殊要求 (其中，载客 12 人以下的双体船舶也应满足双体客船的完整稳性特殊要求)。

8.1.1.3 除本章另有规定外，高速船完整稳性应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则 (2020)》第 6 篇的有关要求。

8.1.1.4 新船的首制船<sup>①</sup>或同型同一船厂成批建造的首制船应通过倾斜试验确定空船排水量和重心位置。后续船或改装船如涉及稳性状态有变化时应重新进行倾斜试验。倾斜试验可按有关标准<sup>②</sup>执行。

8.1.1.5 船舶稳性计算虽已符合本章要求，但船长仍应注意船舶装载和气象、海况，谨慎驾驶和操作。在船舶遭遇特殊情况或紧急情况而采取应变措施时，应注意船舶的稳性，防止发生倾覆的危险。

#### 8.1.2 完整稳性基本要求

8.1.2.1 船舶应校核下列装载状态的完整稳性：

- (1) 满载出港：人员分布在指定位置上，载有 100% 备品和燃油；
- (2) 满载到港：人员分布在指定位置上，载有 10% 备品和燃油；
- (3) 空载到港：仅有维持航行的最少人员，载有 10% 备品和燃油。

8.1.2.2 如有某种装载状态的稳性较上述规定装载状态更差时，应补充校核此种装载状态的稳性。

8.1.2.3 完整稳性计算时，人员的重量、重心应按以下规定：

- (1) 每平方米 4 人；
- (2) 每人重 75kg；
- (3) 每人直立时，重心位于甲板平面以上 1.0m 处；坐下时，重心位于座位以上 0.3m 处。

8.1.2.4 除本章 8.1.3 另有规定外，应按本局《国内航行海船法定检验技术规则 (2020)》第 4 篇第 7 章的规定校核气象衡准。校核气象衡准时，沿海航区营运限制和遮蔽航区营运限制应分别视为沿海航区和遮蔽航区；对航行于平静水域营运限制的船舶，风压按遮蔽航区的风压值计取，横摇角可按遮蔽航区的计算值乘以 0.8 计取。

8.1.2.5 计算复原力臂曲线时，如水能通过非风雨密的进、出风口和其他相似开口进入船体之内，则该开口应作为进水角开口。

8.1.2.6 所核算的各种装载状态下经自由液面修正后的初稳性高度应不小于 0.35m。

8.1.2.7 客船和载客 12 人以下船舶应校核满载排水状态乘客集中一舷时的横倾角，该倾角不

① 首制船系指系指同一审批图纸、同一工艺规程、同一生产条件和同一造船厂建造的第一艘船。

② 如《船舶倾斜试验》(CB/T3035-2005)。

应超过 12°。

8.1.2.8 对高速船还应通过实船回航试验检验船舶回航时的稳性，此时船舶横倾角不得超过 12°。通过试航，测出回航横倾角小于 12°时允许的航速和舵角。并将其记录在完工稳性资料中。

### 8.1.3 稳性试验

8.1.3.1 对总长  $Loa$  小于 8m 且载人数小于等于 12 人的船舶，如仅限于遮蔽航区及平静水域营运限制条件下航行，作为替代，其完整稳性也可通过 8.1.3.2 和 8.1.3.3 中的稳性试验验证其满足要求。

8.1.3.2 应验证 8.1.2.1 (1) 规定的满载情况下所有人员集中一舷时船舶的横倾角和水线位置，其中人员的重量和重心根据本章 8.1.2.2 中的规定确定。

8.1.3.3 船舶应满足下述规定：船舶的横倾角不超过 7°；对甲板艇，最终水线的任意一点应位于干舷甲板最低点以下至少 76mm；对敞开艇，最终水线的任意一点应位于舷侧板顶端最低点以下至少 250mm。

## 第 2 节 分舱与破损稳性

### 8.2.1 一般要求

8.2.1.1 尾机型船的机舱前壁和中机型船的机舱前、后壁应为水密舱壁。

### 8.2.2 防撞舱壁

8.2.2.1 总长  $Loa$  大于 8m 的非高速船应在距首垂线  $5\%L \sim 15\%L$  处设置防撞舱壁。

8.2.2.2 防撞舱壁应水密延伸到干舷甲板。当船舶首部设有超过  $15\%L$  的上层建筑时，防撞舱壁至少还应风雨密地延伸至干舷甲板的上一层甲板。此延伸部分不必设于其正上方，但应位于本节 8.2.2.1 所述范围内，且形成台阶部分的甲板应风雨密。

8.2.2.3 穿透防撞舱壁的管子应尽可能少。管子应装有能在干舷甲板以上操作的截止阀，且阀体应设于艏尖舱内的舱壁上。阀也可安装在防撞舱壁的后侧，但在所有营运状态下该阀应易于接近，且其所在处所不是货物处所。

8.2.2.4 除本节 8.2.2.3 外，干舷甲板以下的防撞舱壁上不允许设置门、通道、通风管等其他开口，但允许设置用螺栓固定的水密人孔盖。

8.2.2.5 对于非机动货船，上述 8.2.2.1~8.2.2.4 不适用。

### 8.2.3 水密舱壁上的开口

8.2.3.1 水密舱壁上开口的数量应在适应船舶设计及船舶正常作业情况下减至最少。这些开口均应备有可靠的关闭设置。

8.2.3.2 如管子、电缆等穿过水密舱壁时，应设有保证舱壁水密完整性的装置。

8.2.3.3 安装在水密舱壁上的门应为水密门，且在航行时保持关闭。对于在航行中因通行或操作等必须开启的门，门两侧都应贴有“在海上保持关闭，仅通行时开启”的铭牌。铰链式水密门应能从两侧开启。如安装滑动式水密门，应提供适当的安全措施（如听觉、视觉报警等），以避免因关闭门而对人员造成伤害。

### 8.2.4 干舷甲板以下外板上的开口

8.2.4.1 外板上的开口数量应在适应船舶设计及船舶正常作业的情况下减至最少。

8.2.4.2 舷窗的下缘应位于该处满载水线以上 500mm。

8.2.4.3 外板上的排水孔等，均应装设在发生管道破裂或其他故障时防止海水意外进入船内的有效的易接近的装置。对于难以达到的此类开口，作为替代，可设置在干舷甲板上随时易到达的位置操作并在操作位置显示开启关闭状态指示装置的关闭阀。

8.2.4.4 外板上的阀等应为钢质、青铜或其他延性材料。不得采用铸铁或类似材料。

### 8.2.5 破损稳性

8.2.5.1 客船任一主舱破损进水后应满足下述要求：

(1) 最终水线位于任何可能进一步进水的开口下缘以下，上述开口包括空气管、通风筒和有风雨密关闭装置的门或舱口盖开口，但可不包括那些通过可保持甲板高度完整性的人孔盖、平舱口、小型水密货舱舱盖的开口、遥控滑动式水密门及非开启型舷窗；

(2) 对称浸水时，剩余初稳性高不小于 0.05m；

(3) 不对称浸水时，最终横倾角不超过 10°。

8.2.5.2 在计算破损稳性时，各处所的渗透率应符合表 8.2.5.2 的规定。

舱室处所的渗透率

表 8.2.5.2

处 所	渗透率
货物或物料储藏处所	0.60
起居处所	0.95
机器处所	0.85
装载液体的处所	0~0.95 <sup>①</sup>
空舱处所	0.95

注：①部分装载的舱的渗透率应与该舱所载液体的量相一致。装载液体的舱一旦破损，应假定所载液体从该舱完全流失，并由海水替代至最后平衡时的水线面。

对于在破损水面附近，仅包含少量起居用品或机器的处所，以及通常不装载大量货物或物料的处所，均应采用上表所列的较高的渗透率。

### 8.2.6 浮力材料

8.2.6.1 为改善船体破损后的剩余稳性，可在空舱利用低密度泡沫材料或其他介质提供浮力，条件是应提供足够的证据表明此类介质是最合适的替代物，且满足下述要求：

(1) 如果是泡沫材料，应为闭孔型，否则，应为不透水；

(2) 在营运条件下结构稳固；

(3) 可能与该介质接触的结构材料或其他物质应是化学惰性的；

(4) 应就地适当固定，并应易于搬移，以便检查该空舱。

## 第 3 节 敞开艇的不沉性

### 8.3.1 一般规定

8.3.1.1 对敞开艇应通过灌水试验或计算确认满足不沉性要求。

### 8.3.2 灌水试验

8.3.2.1 对敞开艇，新船或批量建造的首制船可通过灌水试验验证不沉性：

(1) 船上所有装备齐全，每个乘客按 28kg 重量计，可用压铁替代就位，油、水装满；

(2) 向船内灌水，直至船内与船外的水持平；

(3) 在完成 (1) 和 (2) 项后, 在乘客总重量不变的前提下, 将其中  $(10+5n)$  kg 乘客重量移至一舷护舷材的任何位置处, 船仍不致倾覆。n 为额定乘客数;

(4) 在完成 (1)、(2) 和 (3) 项后继续向船内灌水, 船应在不论多少水情况下仍不致沉没。

## 第9章 信号设备

### 第1节 一般规定

#### 9.1.1 一般要求

9.1.1.1 除本章另有规定者外，所有信号设备其性能应符合《国内航行海船法定检验技术规则(2020)》的要求。

9.1.1.2 本章中的“船(艇)体以上高度”一词，系指最上层连续甲板以上的高度，对于敞开艇，艇体以上高度指的是艇的舷侧板顶以上高度，这一高度应从灯的位置垂直下方处量起。

9.1.1.3 本章中的船舶总长  $L_c$ ，系指船舶总长度，即从船舶的最前端至最尾端船体结构的水平距离。该总长度包括船舶的所有结构和组成部件，同时也包括不影响船舶结构完整性的可拆卸部件(若此可拆卸部件在航行中安装)。

对于多体船，船舶总长  $L_c$  系指上述船舶长度在纵向侧投影面上测得的投影总长。

### 第2节 号灯

#### 9.2.1 可见距离

9.2.1.1 号灯的可见距离应符合表 9.2.1.1 的规定。

号灯的可见距离

表 9.2.1.1

号灯	总长 $L_c$ (m)	$L_c \geq 20(m)$	$20 > L_c \geq 12 (m)$	$L_c < 12(m)$
	桅灯		5 n mile	3 n mile
舷灯		2 n mile	2 n mile	1 n mile
尾灯		2 n mile	2 n mile	2 n mile
环照灯		2 n mile	2 n mile	2 n mile

#### 9.2.2 配备

9.2.2.1 除另有规定外，机动船舶的号灯应按表 9.2.2.1 配备。

机动船舶号灯的配备

表 9.2.2.1

号灯	总长 $L_c$	$L_c \geq 20(m)$	$20 > L_c \geq 12(m)$	$12 > L_c^{\circledast} (m)$
	桅灯		1	1
左舷灯		1	1	1
右舷灯		1	1	1

尾灯	1	1	1
红环照灯 <sup>②</sup>	2	2	—
白环照灯	1	1	1 <sup>③</sup>
黄色闪光灯 <sup>④</sup>	1	1	1

注①：对于总长  $L_c$  小于 12m 的船舶，可用一盏白环照灯和舷灯代替桅灯、左右舷灯、尾灯和锚灯。同时，对于总长  $L_c$  小于 7m 且其最高速度不超过 7kn 的船舶，还可用一盏环照白灯代替桅灯、舷灯、尾灯和锚灯，且如可行，也应显示舷灯；

②：对于航行时间在 0.5h 之内的固定航线船舶，可不要求；

③：总长  $L_c$  小于 7m 的船舶，不是在狭水道、航道、锚地或其他船舶通常航行的水域中或其附近锚泊时，可不要求设置锚灯；

④：仅高速客船要求配备。

9.2.2.2 气垫船在非排水状态下航行时，除按上述要求配备号灯外，还应显示一盏环照黄色闪光灯。

9.2.2.3 总长  $L_c$  小于 20m 的船舶，其舷灯可以合并成一盏，装设于船的首尾中心线处。

9.2.2.4 拖船从事拖带时，应显示：

- (1) 垂直安装 2 盏桅灯，对于拖带长度超过 200m 时，垂直显示 3 盏桅灯；
- (2) 两盏舷灯；
- (3) 一盏尾灯；
- (4) 一盏拖带灯位于尾灯垂直上方；
- (5) 当拖带长度超过 200m 时，在最易见处显示一个菱形体号型。

9.2.2.5 拖船顶推时，应显示：

- (1) 垂直安装 2 盏桅灯；
- (2) 两盏舷灯；
- (3) 一盏尾灯。

9.2.2.6 总长  $L_c$  为 12m 及以上的操纵能力受到限制的船舶，应垂直配备 3 盏环照灯，最上和最下为红色，中间为白色；应配备垂直 3 个号型，最上和最下是球体，中间是菱形体。

9.2.2.7 非机动船舶应配备左右舷灯、尾灯各一盏，一盏或两盏白环照灯（作锚灯用）、两盏红环照灯。

### 9.2.3 安装

9.2.3.1 号灯的垂向位置和间距：

- (1) 总长  $L_c$  为 20m 及以上的船舶，其桅灯安置在船体以上的高度应不小于 6m；
- (2) 总长  $L_c$  为 12m 及以上但小于 20m 的船舶，其桅灯安置在船体以上的高度应不小于 2.5m；
- (3) 总长  $L_c$  小于 12m 的船舶，可以把最上面的一盏号灯安装在船体以上小于 2.5m 的高度，但除舷灯外，还应装设一盏桅灯或代替桅灯的白环照灯，则该桅灯或白环照灯的设置至少应高于舷灯 1m；
- (4) 舷灯安置在船体以上的高度，应不超过前桅灯高度的 3/4；
- (5) 舷灯如并为一盏，则应安置在低于桅灯不小于 1m 处；
- (6) 总长  $L_c$  为 20m 及以上的船舶，当垂直装设两盏或三盏号灯时，这些号灯的间距应不小于 2m，其中最低一盏号灯应装设在船体以上高度不小于 4m 处；
- (7) 总长  $L_c$  小于 20m 的船舶，当垂直装设两盏或三盏号灯时，这些号灯的间距应不小于 1m，其中最低一盏号灯应装设在舷边以上高度不小于 2m 处；
- (8) 当垂直安装两盏以上号灯时，其间距应相等。

9.2.3.2 桅灯应在船中之前显示；对于总长 $L_c$ 小于 20m 的船舶，其桅灯不必在船中之前显示，但应尽实际可能设置在靠前的位置。

9.2.3.3 桅灯应安装在船舶中纵剖面上。总长 $L_c$ 小于 12m 的机动船的桅灯或环照灯，如果不可能装设在船舶首尾中心线上，可以离开中心线显示，条件是其舷灯合并成一盏，并装设在船的首尾中心线上，或尽可能地装设在接近该桅灯或环照灯所在的首尾线处。

9.2.3.4 总长 $L_c$ 为 20m 及以上的船舶，舷灯不应安置在桅灯的前面。

9.2.3.5 尾灯应尽可能安装在船尾处。

9.2.3.6 锚灯应安装在船舶的最易见处。

### 9.2.4 控制和供电

9.2.4.1 对于总长超过 12m 的船舶，应在驾驶室（或控制台）安装航行灯控制板。航行灯控制板应由两路电源供电，其中一路必须由主配电板供电，两路电源的转换开关应设在航行灯控制器上。

9.2.4.2 每只号灯均应由航行灯控制板或驾驶室引出的独立分路供电，且应设有每只航行灯发生故障时的听觉和视觉报警信号装置。

9.2.4.3 每只号灯应设单独的控制开关和熔断器或断路器进行控制和保护，并应设有相应的铭牌或标志。

## 第 3 节 其他信号设备

### 9.3.1 配备

9.3.1.1 机动船舶应按表 9.3.3.1 配备号型和声响器具。

其他信号设备的配备

表 9.3.1.1

号 灯 \ 总长 $L_c(m)$	$L_c \geq 20$	$20 > L_c \geq 12$	$12 > L_c$
小型球体	3	3	1
小型号笛	1	1	1 <sup>①</sup>
号钟	1	—	—
国旗 (5 号)	1	1	1

注①：可配置能够鸣放有效声号的其他设备代替。

9.3.1.2 所有有人非机动船舶应配备 1 只号钟或号笛。

### 9.3.2 安装

9.3.2.1 号型间的垂直距离应至少为 1.5m。总长 $L_c$ 小于 20m 的船舶，可用于船舶尺度相称的较小尺度的号型，号型间距亦可相应减少。

## 第 10 章 无线电通信设备

### 第 1 节 一般规定

#### 10.1.1 一般要求

10.1.1.1 除本节另有规定者外，所有无线电通信设备其性能应符合本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》的要求。

#### 10.1.2 术语和含义

10.1.2.1 本章相关术语和含义如下：

（1）数字选择性呼叫(DSC)：系指使用数码使一个无线电台与另一个电台或一组电台建立联系和传递信息，并符合国际电信联盟无线电通信部门（ITU-R）建议书的一种技术；

（2）A1 海区：系指至少由一个具有连续DSC 报警能力的甚高频(VHF)岸台的无线电话所覆盖的区域；

（3）A2 海区：系指除 A1 海区以外，至少由一个具有连续DSC 报警能力的中频(MF)海岸电台的无线电话所覆盖的区域；

（4）A3 海区：系指除 A1 和 A2 海区以外，由具有连续报警能力的移动卫星服务所覆盖的区域。

#### 10.1.3 船位更新

10.1.3.1 本章要求的所有双向通信设备(包括自动报警、遇险报警时报告船位在内)应能从内部或外部航行接收装置(如果配备了其中一种这样的设备)中获得这些信息。如没有配备这样的接收装置，船舶在航行中某一时间所处的最新船位应在间隔不超过 4h 的时间内由人工控制方法确定，以便总能随时得到由这一设备发送的信息。

### 第 2 节 配备

#### 10.2.1 设备的配备

10.2.1.1 除另有规定外，船舶应按表 10.2.1.1 中所航经的海区的要求配备无线电通信设备。若船舶航经多个海区，应分别按不同海区配备对应的设备。

无线电通信设备的配备

表 10.2.1.1

设备名称	按海区配备无线电通信设备的数量		
	A1	A2	A3
VHF 无线电装置 (带 DSC <sup>①</sup> )	1	—	—
奈伏泰斯接收机 (NAVTEX)	—	1	
MF 无线电装置 (带DSC)	—	任选其一	—
MF/HF 无线电装置 (带DSC)	—		任选其一 <sup>②</sup>
移动卫星服务船舶地面站 (带EGC)	—	—	
406MHz 卫星应急无线电示位标或北斗应急无线电示位标 (BD-EPIRB) <sup>③</sup>	1 <sup>④</sup>		

搜救定位装置	1 <sup>④</sup>
救生艇筏双向 VHF 无线电 <sup>⑤</sup>	1

注④：对沿海航区营运限制的船舶，应配备数字选择性呼叫（DSC）装置；

②：对于既航经于 A2 海区又航经于 A3 海区的船舶，若选择配备 MF/HF，则 A2 海区所要求的 MF 或 MF/HF 可不要求配备；

③：BD-EPIRB 应在满足下列所有条件后才可配备：

(a) 完全建成完善的支持北斗应急无线电示位标的岸基控制和搜救网络；

(b) 船舶航行水域完全位于现有北斗卫星导航系统覆盖范围内；若超出此范围，还应再单独配备 1 台 406MHz 卫星应急无线电示位标。

④：仅要求沿海航区营运限制的客船配备；

⑤：仅要求配有救生艇筏的船舶配备。

10.2.1.2 对于敞开艇，可仅配备便携式甚高频无线电话。

10.2.1.3 对于航行时间在 1h 之内的固定航线船舶，可仅配备 1 台便携式 VHF 无线电话和 1 只 406MHz 卫星应急无线电示位标。

10.2.1.4 对于有人非机动船舶，如正常作业时无守护船，则应表 10.2.1.1 的要求配备无线电通信设备。但如作业时配有守护船，则可仅配备便携式甚高频无线电话。对于配有救生筏的有人非机动船，还应配备表 10.2.1.1 中规定的救生艇筏双向甚高频无线电话和搜救定位装置。

10.2.1.5 客船的驾控台应具备遇险报警和遇险控制功能。其可通过安装遇险报警板和遇险控制板实现。

### 第 3 节 供电

#### 10.3.1 供电

10.3.1.1 无线电通信设备应由两套电源设备供（便携式无线电通信设备除外），一套为船舶电源，另一套为备用电源，备用电源应能供电 1 小时。当蓄电池组作为船舶电源时，可不要求另外设置无线电备用电源。

10.3.1.2 对于便携式无线电设备，如船上未设有充电装置，应至少配备一组容量相同的备用电池。备用电池应定期充电，保持随时可用。

# 第 11 章 航行设备

## 第 1 节 一般规定

### 11.1.1 一般要求

11.1.1.1 所有航行设备性能要求应符合本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》的有关规定，其中雷达和磁罗经也可符合其他公认标准<sup>①</sup>。

11.1.1.2 本章适用于机动船舶，非机动船舶无需按照本章要求配备航行设备。

## 第 2 节 配备

### 11.2.1 设备的配备

11.2.1.1 船舶应按表 11.2.1.1 的要求配备航行设备。

航行设备配备

表 11.2.1.1

设备名称	航行水域营运限制		
	平静水域	遮蔽航区	沿海航区
磁罗经 <sup>②</sup>	1	1	1
舵角指示器 <sup>③</sup>	—	1	1
电子定位设备 <sup>④</sup>	—	—	1
雷达 <sup>⑤</sup>	—	—	1
测深手锤	1	1	1
回声测深仪	—	—	1
AIS <sup>⑥</sup>	1	1	1
电子海图 <sup>⑥</sup>	—	—	1

注①：应配有措施将这些罗经的测量信号发送给其他设备（如 AIS、ECS 等）；

②：对于敞开艇和舷外挂机的船舶，可不配备舵角指示器；

③：若第 10 章所配无线电设备需要，则平静水域营运限制和遮蔽航区营运限制的船舶，也应配备电子定位设备。电子定位设备应至少满足本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》中第 4 篇第 5 章附录 5 的标准；

④：雷达应配有自动标绘的设备；

⑤：AIS 应基于北斗技术，其可以是 A 级或 B 级 AIS 设备，也可以是具有 AIS 功能的集成终端设备；

⑥：可采用性能不低于 C 级设备的 ECS 或 ECDIS。

11.2.1.2 对于航行时间在 1h 之内的固定航线船舶，可仅配备表 11.2.1.1 中的磁罗经和 AIS。

## 第 3 节 驾驶视野

### 11.3.1 驾驶视野

① 对于雷达：括 EN 62252: 2004 或 ETSI EN302248:2013；对于磁罗经：CB/T 3966-2005。

11.3.1.1 驾驶位置的布置应使操舵的人员在船舶航行时具有良好的视野并符合公认标准<sup>①</sup>。

---

<sup>①</sup> 参见《机动小艇 操舵部位的视野》(GB/T18815-2013)。

## 第 12 章 救生设备

### 第 1 节 一般规定

#### 12.1.1 一般要求

12.1.1.1 救生设备的性能应符合本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》的有关规定。救生筏也可视其使用情况满足公认标准<sup>①</sup>的有关要求。

12.1.1.2 所有救生设备应处于随时可用状态，并立即可用。救生设备在一切有助于探测的表面应具有鲜明易见的颜色，并装贴逆向反光材料。

12.1.1.3 航行状态无人但作业状态有人的非机动船，应根据船舶的大小、使用功能和作业状态时人员的数量等实际情况进行特殊考虑，设置必要的个人救生设备。

### 第 2 节 个人救生设备

#### 12.2.1 救生圈

12.2.1.1 船长小于10m的货船至少应配备1只带救生浮索的救生圈。

12.2.1.2 载客12人以下船舶、载客不超过20人的客船和船长10m及以上的其他船舶应至少配备2只带救生浮索的救生圈，并尽可能分别置于驾驶室或船舶操纵位置两侧。

12.2.1.3 载客超过20人的客船应配备3只救生圈，其中两只应带救生浮索，并尽可能分别置于驾驶室或船舶操纵位置两侧。

12.2.1.4 船上配备的每只救生圈应：

- (1) 易于取用；
- (2) 以能迅速抛投的方式存放。

12.2.1.5 救生浮索的长度应不小于18m。

#### 12.2.2 救生衣

12.2.2.1 应为船上每位乘员配备1件救生衣，另外，对客船和载客12人以下船舶应配备不少于船舶额定乘客总数10%的儿童救生衣和2.5%的婴儿救生衣（各至少1件）。

12.2.2.2 对沿海航区营运限制的船舶，其配备的每件救生衣应备有救生衣灯。救生衣灯应牢固地系在救生衣的前肩部的区域。

12.2.2.3 除本章另有规定外，救生衣应存放在易于获取的场所，并清楚标识存放位置。

### 第 3 节 救生筏的配备及存放

#### 12.3.1 救生筏的配备

12.3.1.1 总长 $L_{oa}$ 超过10m或载客超过20人的船舶，其全船配备气胀式救生筏总容量应能容纳船上总人数的100%。

12.3.1.2 如船上的救生筏不易于转移至任何一舷边释放，则每舷上的救生筏总容量应能容纳

<sup>①</sup> 参见《小艇—气胀气救生筏》（GB/T 34315-2017）。

船上总人数的100%。

12.3.1.5 对固定在温暖水域（珠江口以南）航行的船舶，可采用敞开式两面可用救生筏替代上述救生筏。

12.3.1.6 对航行于遮蔽航区营运限制或平静水域营运限制的固定航线船舶，如其航行时间不超过10min且航行距岸距离不超过1000m，则可免配救生筏。

### 12.3.2 救生筏的存放

12.3.2.1 救生筏应存放在尽可能靠近起居和服务处所的地方。任一存放装置不得妨碍其他救生设备的操作以及乘员的集合和登乘。集合点应清晰显著标识，通往登乘救生筏集合站的通道应清楚标明。

12.3.2.2 如设有多个救生筏，应尽可能在船的两舷均匀分配。或者，救生筏的布置应尽可能使其能易于转移至船舶任何一舷释放。

12.3.2.3 气胀式救生筏的首缆应系牢在船上，并配备有静水压力释放器或其他自由漂浮装置，使气胀式救生筏随船下沉时能脱离船舶并自动充气，浮出水面。此外，还应使系牢装置上的救生筏能用人工方法释放。

12.3.2.4 救生筏应处于持续准备就绪状态，使2名船员能在不到5 min内完成登乘和降落的准备工作。

12.3.2.5 救生筏的存放，应使其即使船舶在纵倾至 10°和任何一舷横倾至 20°情况下，也能安全有效释放。

## 第 4 节 其他救生设备

### 12.4.1 遇险信号

#### 12.4.1.1 每艘船舶应配备

- (1) 对沿海航区营运限制的船舶应配备6枚的火箭降落伞火焰信号；
- (2) 对其他航区营运限制的船舶应配备4枚火箭降落伞火焰信号。

12.4.1.2 遇险信号应储存在可携带的水密容器中并置于船舶操纵位置。

12.4.1.3 每具遇险信号应标识制造日期和有效期。

### 12.4.2 救生用无线电设备的配备

12.4.2.1 对机动船舶与有人非机动船舶，救生艇筏双向甚高频无线电话和搜救定位装置应按第 10 章表 10.2.1.1的要求配备。

### 12.4.3 通用紧急报警系统

12.4.3.1 航行于沿海航区营运限制的客船或船上乘员超过16人的船舶在船舶正常营运时，如全部乘员可能分布在两层及以上甲板，应配备通用紧急报警系统，以召集乘客和船员至集合站，以采取应急反应行动。

12.4.3.2 通用紧急报警系统应能采用船舶号笛、由本规则第6章规定的电源供电的电铃、电笛或其他有效报警系统，发出不少于7个短声、继以1个长声组成的通用报警信号；

12.4.3.3 通用紧急报警系统应在船舶操纵位置。在全船所有起居处所及正常的船员工作处所在主机和辅机正常运作的的环境下均能听到该系统的报警。

## 第 13 章 乘客定额与布置

### 第 1 节 乘客定额

#### 13.1.1 乘客定额

13.1.1.1 本节适用于客船和载客12人以下船舶。

13.1.1.2 船舶乘客人数应根据稳性计算资料、乘客舱室面积、座椅/卧铺/散席布置和救生设备的配置核定乘客定额。

13.1.1.3 应为每位乘客提供座位（设有乘客卧铺除外）。对航行于遮蔽航区营运限制或平静水域营运限制的非高速渡船，如其航行时间在20 min内，且船长大于15m，则可允许设置不超过70%的站席。

13.1.1.4 高速船不应设置乘客卧铺。非高速船，如设有乘客卧铺，其布置应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》中对3类客船的要求。

13.1.1.5 对非高速渡船，如乘客随身携带大件行李，则应视实际情况适当减少乘客人数，如：一担货物、一辆自行车折减1名乘客，一辆二轮摩托车（含电动自行车）折减2名乘客，一辆残疾人专用三轮车折减3名乘客等。

### 第 2 节 布置

#### 13.2.1 一般要求

13.2.1.1 本节适用于客船和载客12人以下船舶。

#### 13.2.2 舱室

13.2.2.1 高速船乘客舱室的位置和设计应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》对高速船的相关要求。非高速船的乘客舱室应布置在防撞舱壁之后。

13.2.2.2 船舶的舱室布置应：

（1）座位设置时，应满足以下要求：

- ①座位的布置应确保人员可方便容易地到达安全出口；
- ②座位宽度应不小于450mm；
- ③同向排列座位时，前座椅背后缘至后座椅坐面前缘的水平距离不小于300mm；对向排列座位时，两座位坐面前缘之间的水平距离应不小于450mm。对设计载运乘客小于30人的载客处所内，任何一个座位与脱险通道的距离不应超过2m；对设计载运乘客不小于30人的载客处所，任何一个座位与脱险通道的距离不应超过1.5m；
- ④如座位沿船宽方向横向排列布置时，载客处所内应设置纵向脱险通道；
- ⑤对设计载运乘客小于30人的载客处所，脱险通道的净宽度应不小于600mm；对设计载运乘客不小于30人的载客处所，脱险通道的净宽度应不小于700mm；
- ⑥当座位前面的空间需要作为脱险通道时，脱险通道的宽度不应包括座位前面230mm以内的空间；
- ⑦乘客舱室座位应为固定式。

（2）站席设置时，每位乘客所占甲板面积应不小于0.25m<sup>2</sup>。

13.2.2.3 在乘客舱室范围内，应设置足够的扶手，以便船舶在海上航行时，能使乘客在船上

安全活动。

### **13.2.3 盥洗设施**

13.2.3.1 航行时间超过1h的船舶至少应设置一个厕所和一个洗手水槽。

### **13.2.4 乘客安全保护**

13.2.4.1 座椅及其附件和邻近结构的形式、设计及布置，应使船舶在遭受碰撞后乘员受伤的可能性最小。

13.2.4.2 对高速船，乘客舱内的第一排座椅(包括舱内横向通道上的第一排座椅)和驾驶员座椅均应设有安全带。对于船体重心处加速度为  $1g$  以上的高速船，则应为每个乘客提供安全带或与此等效的把手，以免乘客摔出船外。

## 第 14 章 防污染

### 第 1 节 一般规定

#### 14.1.1 一般要求

14.1.1.1 除本章另有规定外，船舶的防污染应符合本局《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》第5篇的相关规定。

## 第 15 章 其他船舶附加规定

### 第 1 节 游览船

#### 15.1.1 一般要求

15.1.1.1 游览船除应满足本规则第1至14章中对客船的要求外，还应满足本节要求。

15.1.1.2 本节所规定的游览船不包含高速船。

#### 15.1.2 术语与含义

15.1.2.1 本节相关术语与含义如下：

(1) 观光区域：观光区域应位于主甲板或以上的露天甲板或设有观光窗的甲板区域，每位乘客所需观光区域的面积应不小于 $0.4\text{m}^2$ ，不包括筏周围 $2\text{m}$ 以内的处所。观光区域不应计入载运乘客处所；

(2) 游步甲板：包括所有可以到达而不影响船员工作的露天甲板及舷侧的外通道，但不包括救生筏周围 $2\text{m}$ 以内的处所以及影响驾驶视线的处所。设有公共处所如俱乐部、休息室、儿童游戏室、阅览室等的船舶，可将此公共处所总面积之 $30\%$ 计入游步甲板面积内。

#### 15.1.3 甲板栏杆和舷墙

15.1.3.1 游览船上的栏杆/舷墙除了符合本规则第 2 章对客船的规定外，还应满足以下要求：

(1) 乘客所能到达的甲板上的栏杆/舷墙，应能防止乘客攀爬和意外跌落舷外，其高度应不低于该甲板上方 $1.1\text{m}$ 。乘客所能到达的甲板上，栏杆之间或栏杆与舷墙之间应采用间距不超过 $100\text{mm}$ 的钢丝绳、格栅、板条等进行防护。

#### 15.1.4 分舱与稳性

15.1.4.1 游览船的布置除符合本规则第8章的规定外，尾填料函压盖应装设于水密轴隧内或其他水密处所内。

15.1.4.2 空船排水量与重心位置的确定应满足下述要求：

(1) 游览船应通过倾斜试验确定空船排水量和重心位置；

(2) 定期间隔不超过5年，应进行空船重量检验，以核查空船排水量和重心纵向位置的任何变化。与批准的稳性资料相比较，如果空船排水量的偏差超过 $2\%$ ，或重心纵向位置的偏差超过 $1\%L$ ，则该船应重做倾斜试验；

(3) 如船舶作某种改装而对向船长提供的稳性资料有实质性影响时，应提供经修正的稳性资料，必要时，船舶应重做倾斜试验。如果预计偏差超过本条(2)中规定值之一，船舶应重做倾斜试验，并重新校核稳性。如果累计偏差不超过规定的任一值，应将变动的空船重量和重心位置等在稳性资料中进行更新，不需重新校核稳性。

15.1.4.3 游览船的完整稳性除符合本规则第8章的规定外，完整稳性校核时，乘客重量至少应假定为 $82.5\text{kg}$ ，站立乘客的重心假定位于甲板平面以上 $1.2\text{m}$ 处。

15.1.4.4 双体游览船的破损稳性应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则(2020)》第4篇第2-1章第2-1.1.5条的规定，单体游览船的破损稳性应满足本规则第8章第2节的规定，其中，游览船在破损后和经平衡后(若有平衡装置)，应满足下述要求：

(1) 剩余复原力臂曲线在平衡角以外至进水角或消失角(取小者)有一个至少 10° 的正值范围;

(2) 在平衡角以外至进水角或消失角(取小者)内的最大剩余复原力臂应不小于按下式求得的价值,但在任何情况下该复原力臂应不小于 0.10m:

$$GZ = \frac{\text{乘客集中一舷的横倾力矩}}{\text{排水量}} + 0.04 \quad \text{m}$$

(3) 按以下假定来计算乘客集中一舷的横倾力矩:

① 每平方米 4 人,每一乘客重量为 82.5kg;

② 乘客应分布在集合站所在的各层甲板的一舷可站立区域并使其产生最不利的横倾力矩。

(4) 如认为在浸水中间阶段稳性不足,也应予以核算,最大复原力臂应至少为 0.05m,正复原力臂的范围至少为 7°。在任何情况中假定船体只有一个破洞和一个自由液面。

### 15.1.5 消防

15.1.5.1 游览船除满足本规则第 7 章的适用要求外,还应满足以下要求:

(1) 如驾驶室不能观察到的起居处所包括走廊、梯道和脱险通道,应设有 1 套火灾探测和报警系统,其安装和布置应能探测到此类处所内发生的火灾;

(2) 除不燃材料以外的材料建造的船上,内有点火源的所有处所应安装固定式火灾探测和报警系统,其布置和安装应能探测到此类处所内发生的火灾;

(3) 报警系统被激发时,应能在驾驶位置和所服务处所内发出听觉和视觉报警,机器处所、厨房和其他起居处所在驾驶位置发出的报警应有所区别;

(4) 载运乘员 30 人及以上游览船应在设计过程的早期通过客船撤离分析对脱险通道进行评估。这种分析应用于确定并尽可能消除在弃船过程中由于乘客和船员沿脱险通道正常移动,包括可能有船员需沿这些通道朝着与乘客相反的方向移动时可能造成的拥挤。此外,这种分析还应用于证明逃生布置具有充分的灵活性以适应可能由于事故而引起某些脱险通道、集合站、登乘站或救生筏不能使用的情况。

### 15.1.6 无线电通信设备

15.1.6.1 除满足本规则第 10 章的适用要求外,游览船还应设有从船舶通常驾驶位置与现场用航空频率 121.5MHz 和 123.1MHz 进行以搜救目的的双向无线电通信设备。

### 15.1.7 航行设备

15.1.7.1 除满足本规则第 11 章的适用要求外,游览船还应满足以下要求:

(1) 应至少配备一台雷达和一台 A 级自动识别系统;

(2) 需要夜航的游览船应配备夜视仪;

(3) 游览船应配备电子海图系统和相关的航行出版物。

### 15.1.8 救生设备

15.1.8.1 除另有规定外,游览船的救生设备除了满足本规则第 12 章对客船要求外,还应满足本节要求。

15.1.8.2 救生设备应存放在防撞舱壁(如设有)之后的位置。

15.1.8.3 对于夜间航行游览船,通往救生筏登乘站的过道、梯道和出口均应提供足够照明。在准备和降落过程中,救生筏及其降落的水域应提供足够照明。这些照明应由本规则第 6 章第 2 节规定的电源供电。

15.1.8.4 救生衣的配备和布置应符合以下规定：

(1) 游览船上配备的救生衣应不低于船上额定总人数的 105% (包括第 12 章要求的救生衣数量)；

(2) 船上儿童救生衣的总数量至少相当于船上乘客总数的 20% (包括第 12 章要求的 10% 儿童救生衣数量)。此外，船上还应至少配备乘客总数 3% 的婴儿救生衣 (包括第 12 章要求的 2.5% 婴儿救生衣数量)；

(3) 救生衣的存放应满足如下要求，除非在船舶航行全程所有人员均正确地穿好救生衣：

- ① 救生衣应存放在乘客处所和船员处所且其分布应大致与乘客及船员的最大可能的分布保持一致，并在附近提供告示予以说明关于穿戴使用救生衣的方法；
- ② 成人救生衣与儿童救生衣/婴儿救生衣应分开存放。救生衣存放箱/柜上应清晰标明里面存放的内容，例如是成人、儿童还是婴儿的救生衣，每一类救生衣的数量等信息；
- ③ 对于夜间航行游览船，救生衣存放处均应提供足够照明。该照明应由本规则第 6 章第 2 节规定的电源供电。

15.1.8.5 船舶配备救生筏总容量应能容纳船上总人数的 110%。如船上的救生筏不易于转移至任何一舷边释放，则每舷上的救生筏总容量应能容纳船上总人数的 100%。

15.1.8.6 救生筏的登乘应符合以下规定：

- (1) 船舶应提供适当的登乘布置，以确保所有乘客能安全、有效地撤离；
- (2) 如登乘甲板位置与轻载水线的高度超过 1.5m，船舶每舷至少设有一个登乘设备。

15.1.8.7 对于夜航的游览船，救助落水人员的设备存放区域和施救区域应设有本规则第 6 章第 2 节规定的电源供电照明。此外，夜航的船上应至少配备 1 盏便携式的用于人落水搜救的探照灯。

### 15.1.9 乘客处所

15.1.9.1 游览船的乘客定额与布置除了满足第 13 章要求外，还应满足如下要求：

- (1) 乘客的人均游步甲板面积应不小于 0.6m<sup>2</sup>；
- (2) 应为每位乘客提供一个座位；
- (3) 同向排列座位时，前座椅背后缘至后座椅坐面前缘的水平距离不小于 400mm；对向排列座位时，两座位坐面前缘之间的水平距离应不小于 600mm；
- (4) 如载客处所内乘客小于 30 人时，脱险通道的净宽度应不小于 700mm；如载客处所内乘客不小于 30 人时，脱险通道的净宽度应不小于 800mm；
- (5) 载客处所的净空高度不低于 198cm；
- (6) 航行时间超过 0.5h 的船舶至少应设置一个厕所和一个洗手水槽。

### 15.1.10 乘客安保

15.1.10.1 应设置视频监控系统，监控区域至少覆盖大厅、餐厅、走廊、梯道、娱乐休闲处所、观光区域、乘客游步甲板、营救落水人员区域、乘客登离船区域及机舱等。

15.1.10.2 游览船应有合适的布置和设备让乘客应以安全方式登离船舶。乘客登离船区域应有足够甲板面积以容纳登离船设施或船员/工作人员以协助乘客安全上下船。

15.1.10.3 对于夜航的游览船，乘客登离船区域应有足够照明。

### 15.1.11 医疗设施

15.1.11.1 游览船上至少应配备 1 个符合公认标准<sup>①</sup>的急救药箱。

---

① 参见《急救药箱配置标准》(GB M281745)。

## 第 2 节 游览艇

### 15.2.1 一般要求

15.2.1.1 本节规定适用于游览艇。

15.2.1.2 本节所规定的游览艇不包含高速船。

15.2.1.3 除满足本节规定外，游览艇还应满足本规则第 1 至 14 章中载客 12 人以下船舶的适用要求。

### 15.2.2 定义

15.2.2.1 就本节而言，采用的定义如下：

(1) 观光区域：观光区域应位于主甲板或以上的露天甲板或设有观光窗的甲板区域，每位乘客所需观光区域的面积应不小于 $0.4\text{m}^2$ ，不包括筏周围 $2\text{m}$ 以内的处所。观光区域不应计入载运乘客处所；

(2) 游步甲板：包括所有可以到达而不影响船员工作的露天甲板及舷侧的外通道，但不包括救生筏周围 $2\text{m}$ 以内的处所以及影响驾驶视线的处所。设有公共处所如俱乐部、休息室、儿童游戏室、阅览室等的船舶，可将此公共处所总面积之 $30\%$ 计入游步甲板面积内。

### 15.2.3 甲板栏杆和舷墙

15.2.3.1 游览艇上的栏杆/舷墙除了符合本规则第 2 章的规定外，还应满足以下要求：

(1) 乘客所能到达的甲板上的栏杆/舷墙，应能防止乘客攀爬和意外跌落舷外，其高度应不低于该甲板上方 $1.1\text{m}$ 。乘客所能到达的甲板上，栏杆之间或栏杆与舷墙之间应采用间距不超过 $100\text{mm}$ 的钢丝绳、格栅、板条等进行防护。

### 15.2.4 分舱与稳性

15.2.4.1 游览艇的布置除符合本规则第 8 章的规定外，尾填料函压盖应装设于水密轴隧内或其他水密处所内。

15.2.4.2 空船排水量与重心位置的确定应满足下述要求：

(1) 游览艇应通过倾斜试验确定空船排水量和重心位置；

(2) 定期间隔不超过 5 年，应进行空船重量检验，以核查空船排水量和重心纵向位置的任何变化。与批准的稳性资料相比较，如果空船排水量的偏差超过 $2\%$ ，或重心纵向位置的偏差超过 $1\%L$ ，则该船应重做倾斜试验；

(3) 如船舶作某种改装而对向船长提供的稳性资料有实质性影响时，应提供经修正的稳性资料，必要时，船舶应重做倾斜试验。如果预计偏差超过本条(2)中规定值之一，船舶应重做倾斜试验，并重新校核稳性。如果累计偏差不超过规定的任一值，应将变动的空船重量和重心位置等在稳性资料中进行更新，不需重新校核稳性。

15.2.4.3 游览艇的完整稳性除了符合本规则第 8 章的规定外，完整稳性校核时，乘客重量至少应假定为 $82.5\text{kg}$ ，站立乘客的重心假定位于甲板平面上方 $1.2\text{m}$ 处。

15.2.4.4 双体游览艇的破损稳性应满足本局《国内航行海船法定检验技术规则(2020)》第 4 篇第 2-1 章 2-1.1.5 的规定，单体游览艇的破损稳性应满足本规则第 8 章第 2 节的规定，其中，游览艇在破损后和经平衡后(若有平衡装置)，应满足下述要求：

(1) 剩余复原力臂曲线在平衡角以外至进水角或消失角(取小者)有一个至少 $10^\circ$ 的正值范

围;

(2) 在平衡角以外至进水角或消失角(取小者)内的最大剩余复原力臂应不小于按下式求得  
的值,但在任何情况下该复原力臂应不小于 0.10m:

$$GZ = \frac{\text{乘客集中一舷的横倾力矩}}{\text{排水量}} + 0.04 \quad \text{m}$$

(3) 按以下假定来计算乘客集中一舷的横倾力矩:

① 每平方米 4 人,每一乘客重量为 82.5kg;

② 乘客应分布在集合站所在的各层甲板的一舷可站立区域并使其产生最不利的横倾力矩。

(4) 如认为在浸水中间阶段稳性不足,也应予以核算,最大复原力臂应至少为 0.05m,正复原力臂的范围至少为 7°。在任何情况中假定船体只有一个破洞和一个自由液面。

### 15.2.5 消防

15.2.5.1 游览艇除满足本规则第 7 章对载客 12 人以下船舶要求外,还应满足以下要求:

(1) 如驾驶室不能观察到的起居处所包括走廊、梯道和脱险通道,应设有 1 套火灾探测和报警系统,其安装和布置应能探测到此类处所内发生的火灾;

(2) 除不燃材料以外的材料建造的船上,内有点火源的所有处所应安装固定式火灾探测和报警系统,其布置和安装应能探测到此类处所内发生的火灾;

(3) 报警系统被激发时,应能在驾驶位置和所服务处所内发出听觉和视觉报警,机器处所、厨房和其他起居处所在驾驶位置发出的报警应有所区别。

### 15.2.6 无线电通信设备

15.2.6.1 游览艇除满足本规则第 10 章第 2 节对载客 12 人以下船舶要求外,还应设有从船舶通常驾驶位置与现场用航空频率 121.5MHz 和 123.1MHz 进行以搜救目的的双向无线电通信设备。

### 15.2.7 航行设备

15.2.7.1 游览艇除满足本规则第 11 章第 2 节对载客 12 人以下船舶要求外,还应满足以下要求:

(1) 应至少配备一台雷达和一台 A 级自动识别系统;

(2) 需要夜航的游览艇应配备夜视仪。

### 15.2.8 救生设备

15.2.8.1 除另有规定外,游览艇的救生设备除满足本规则第 12 章对载客 12 人以下船舶要求外,还应满足本节要求。

15.2.8.2 救生设备应存放在防撞舱壁(如设有)之后的位置。

15.2.8.3 对于夜间航行游览艇,通往救生筏登乘站的过道、梯道和出口均应提供足够照明。在准备和降落过程中,救生筏及其降落的水域应提供足够照明。这些照明应由本规则第 6 章第 2 节规定的电源供电。

15.2.8.4 救生衣的配备和布置应符合以下规定:

(1) 游览艇上配备的救生衣应不低于船上额定总人数的 105% (包括第 12 章要求的救生衣数量);

(2) 船上儿童救生衣的总数量至少相当于船上乘客总数的 20% (包括第 12 章要求的 10% 儿童救生衣数量)。此外,船上还应至少配备乘客总数 3% 的婴儿救生衣 (包括第 12 章要求的 2.5% 婴儿救生衣数量);

(3) 救生衣的存放应满足如下要求，除非在船舶航行全程所有人员均正确地穿好救生衣：

- ① 救生衣应存放在乘客处所和船员处所且其分布应大致与乘客及船员的最大可能的分布保持一致，并在附近提供告示予以说明关于穿戴使用救生衣的方法；
- ② 成人救生衣与儿童救生衣/婴儿救生衣应分开存放。救生衣存放箱/柜上应清晰标明里面存放的内容，例如是成人、儿童还是婴儿的救生衣，每一类救生衣的数量等信息；
- ③ 对于夜间航行游览艇，救生衣存放处均应提供足够照明。这些照明应由本规则第 6 章第 2 节规定的电源供电。

15.2.8.5 船舶配备救生筏总容量应能容纳船上总人数的 110%。如船上的救生筏不易于转移至任何一舷边释放，则每舷上的救生筏总容量应能容纳船上总人数的 100%。

15.2.8.6 救生筏的登乘应符合以下规定：

- (1) 船舶应提供适当的登乘布置，以确保所有乘客能安全、有效地撤离；
- (2) 如果登乘甲板位置与轻载水线的高度超过 1.5m，船舶每舷至少设有一个登乘设备。

15.2.8.7 游览艇应具备安全营救落水乘客的相关设备和能力。

15.2.8.8 对于夜航的船舶，救助落水人员的设备存放区域和施救区域应设有本规则第 6 章第 2 节规定的电源供电照明。此外，夜航的船上应至少配备 1 盏便携式的用于人落水搜救的探照灯。

### 15.2.9 乘客处所

15.2.9.1 游览艇的乘客定额与布置除了满足第 13 章要求外，还应满足如下要求：

- (1) 乘客的人均游步甲板面积应不小于  $0.6\text{m}^2$ ；
- (2) 应为每位乘客提供一个座位；
- (3) 载客处所的净空高度不低于 198cm；
- (4) 航行时间超过 0.5h 的游览艇至少应设置一个厕所和一个洗手水槽。

### 15.2.10 乘客安保

15.2.10.1 应设置视频监控系统，监控区域至少覆盖大厅、餐厅、走廊、梯道、娱乐休闲处所、观光区域、乘客游步甲板、营救落水人员区域、乘客登离船区域及机舱等。

15.2.10.2 游览艇应有合适的布置和设备让乘客应以安全方式登离船舶。乘客登离船区域应有足够甲板面积以容纳登离船设施或船员/工作人员以协助乘客安全上下船。

15.2.10.3 对于夜航的游览艇，乘客登离船区域应有足够照明。

### 15.2.11 医疗设施

15.2.11.1 游览艇上至少应配备 1 个符合公认标准<sup>①</sup>的急救药箱。

---

① 参见《急救药箱配置标准》(GB M281745)。

## 第3节 帆船

### 15.3.1 一般要求

15.3.1.1 本节规定适用于以游览观光为目的的载客帆船。

15.3.1.2 除本节另有规定外，帆船的机电（主推进除外）、锚泊与系泊设备、乘客定额与布置、载重线、分舱、环保、材料与建造工艺等其他要求应满足本规则第1章至第14章的有关要求。

15.3.1.3 对载客超过12人的帆船，救生设备应满足本章15.1.8要求；对载客不超过12人的帆船，救生设备应满足本章15.2.8要求。

15.3.1.4 对载客超过12人的帆船，还应满足本章15.1.9~15.1.11要求；对载客不超过12人的帆船，还应满足本章15.2.9~15.2.11要求。

15.3.1.5 帆船可设置1台发电机组或两组蓄电池组作为电源。电源的总容量应能在整个航程相适应的时间内足以保障船舶正常航行情况下的需要。安装在帆船上的电池应采用免维护型。

15.3.1.6 帆船舵设备的设计应满足公认标准的有关规定<sup>①</sup>。

### 15.3.2 定义

15.3.2.1 就本章而言，采用的定义如下（其他定义与本规则第1章相同）：

(1) 片体浮心间距  $B_{CB}$  (m)：系指双体帆船处于满载排水量状态下，两片体浮心的横向间距；

(2) 最大吃水  $d_{max}$  (m)：系指在船长  $L$  中点处的横剖面上，从龙骨（包括压载龙骨）最低点量至满载水线的垂向距离；

(3) 最大型深 (m)：系指在船长  $L$  中点处的横剖面上，从龙骨（包括压载龙骨）最低点量至主甲板边板的垂向距离。

### 15.3.3 船体结构

15.3.3.1 本节规定适用于船体材料为纤维增强塑料(简称FRP)或铝合金的单体与双体帆船。

15.3.3.2 本条的定义与符号如下：

(1)  $b$  (mm)，系指板格短边长度。对设有FRP帽型扶强材的板格，计量时应扣除帽型扶强材的底边宽度；

(2)  $l$  (mm)，系指板格长边长度。对设有FRP帽型扶强材的板格，计量时应扣除帽型扶强材的底边宽度；

(3)  $s$  (mm)，系指相邻扶强材中心线的间距。简称扶强材间距；

(4)  $l_u$  (mm)，系指扶强材未受支承部分的跨距。见图15.3.3.2(4)a。简称扶强材跨距。对于FRP帽型扶强材，则应取相邻帽型扶强材中心线的间距，见图15.3.3.2(4)b；

<sup>①</sup>参见《小艇 艇体结构和构件尺寸 第8部分：舵》(GB/T 19314.8-2019)。

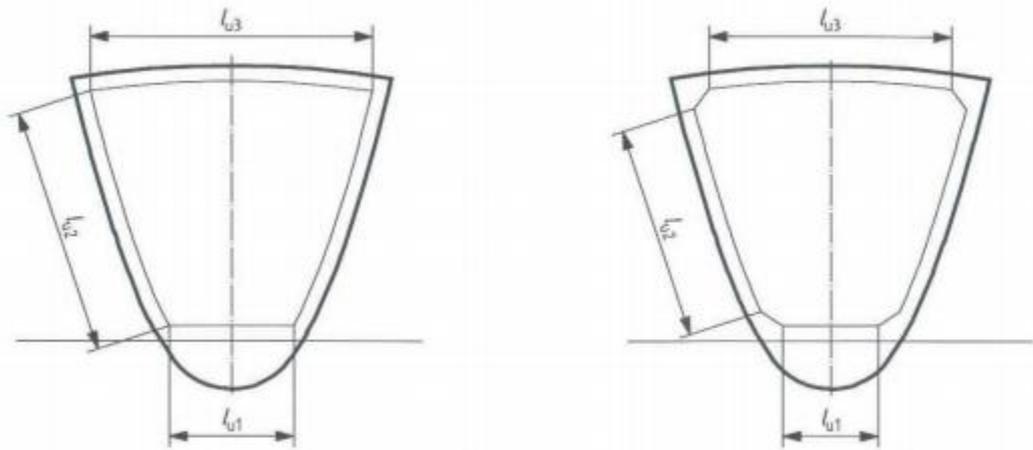


图 15.3.3.2 (4) a 扶强材跨距

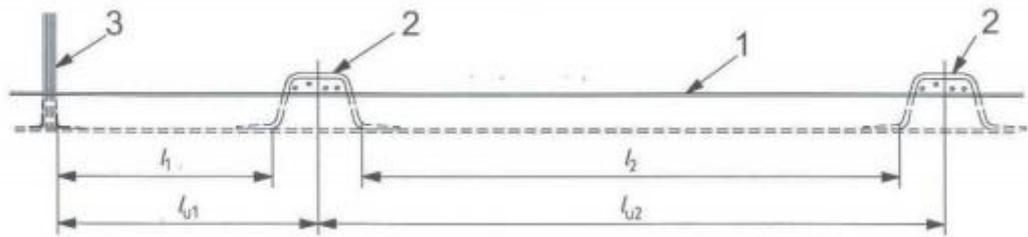


图 15.3.3.2 (4) b 帽型扶强材跨距

(5)  $b_e$  ( mm ) , 系指扶强材有效带板宽度, 按以下取值, 但不应大于扶强材间距:

$b_e = 60t$  对于铝合金扶强材的带板, 其中  $t$  为带板厚度;

$b_e = 20t+w$  对于 FRP 帽型扶强材的单板带板, 其中  $t$  为带板厚度,  $w$  为帽型扶强材的底边宽度, 见图 15.3.3.2(5);

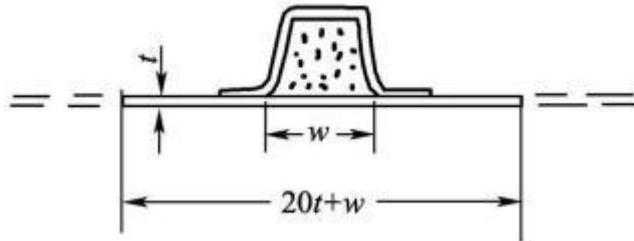


图 15.3.3.2 (5) 扶强材有效带板宽度

$b_e = 20(t_o + t_i)$  对于 FRP 帽型扶强材的夹层板带板, 其中  $t_o$  和  $t_i$  分别为夹层板的外面板<sup>①</sup>和内面板<sup>②</sup>的厚度。

注: ① “外面板”系指夹层板持续受到液体静、动载荷或冲击载荷作用的侧面。

(6) 相对参考坐标系OXYZ规定为：取船纵中剖面上满载水线尾端垂线与基线交点为坐标原点，x坐标向前为正，y坐标向左为正，z坐标向上为正。

15.3.3.3 压力计算点的选取规定如下：

(1) 对板格，取板格的中心为压力计算点。对垂向板格的压力计算点取板格下缘以上板格高度的三分之一处；

(2) 对扶强材，取扶强材跨距的中点为压力计算点。对垂向扶强材的压力计算点取该扶强材下缘以上扶强材跨距  $l_u$  的三分之一处。

15.3.3.4 船体底部与舷侧的划分规定如下：

(1) 底部系指满载水线以下的船体部分；

(2) 舷侧系指满载水线以上除甲板外的船体部分。双体帆船的舷侧还包括双体连接桥底。

15.3.3.5 对于无扶强材的大面积舷侧板的板格尺度，按如下确定：凡船体横剖面线型上船体外板呈小于  $130^\circ$  角的硬点处（如船底中心线处、甲板与舷侧板相交处、舷侧折角处）以及具有足够强度与刚度，且与船体联成一体的双底结构、固定液柜、隔板、连续小平台等与船体外板的相交处，均可将该处当作设有扶强材处理。在计算该处板厚时，板格短边长度  $b$  如为曲面板则应取其曲面的弦长。

15.3.3.6 设计载荷

(1) 单体帆船底部的设计压力  $P_b$  由下式确定：

$$P_b = 10C_n \left( \frac{C_w}{C_{L1}} + d \right) + 27C_n d \left( \frac{50 - \beta_x}{50 - \beta} \right) \left( 1 + C_K \frac{x - x_K}{L - x_K} \right) \quad \text{kN/m}^2$$

式中： $C_n$ —航区营运限制系数，按航区营运限制类别取值：

$C_n = 0.85$  对于沿海航区营运限制的帆船；

$C_n = 0.76$  对于遮蔽航区营运限制的帆船；

$C_n = 0.70$  对于平静水域营运限制的帆船；

$C_w$ —波浪系数， $C_w = 10 \lg \left( \frac{L + L_{\infty}}{2} \right) - 10$ ，但不应小于 3.0；

$C_{L1}$ —单体帆船的船底压力纵向分布系数，按压力计算点的纵坐标  $x$  取值：

---

② “内面板”系指夹层板不受到上述载荷作用的另一侧面。

- $C_{L1} = 1.4$  当  $5/6 \leq x/L \leq 1$ ;
- $C_{L1} = 1.7$  当  $2/3 \leq x/L < 5/6$ ;
- $C_{L1} = 1.9$  当  $1/3 \leq x/L < 2/3$ ;
- $C_{L1} = 2.2$  当  $0 \leq x/L < 1/3$ ;

$d$ —满载吃水, m, 见第 1 章 1.1.8.1 (27);

$\beta$ 、 $\beta_x$ —分别为帆船重心处与压力计算点的纵坐标为  $x$  的横剖面船底升角,  $^\circ$ , 如  $\beta_x > 50^\circ$ , 取  $\beta_x = 50^\circ$ 。船底升角  $\beta_x$  的测量法: 取  $x$  横剖面的船底型线与  $d/2$  吃水线的交点与该剖面坐标原点连线的水平夹角。见图 15.3.3.6 (1);

$C_K$ —压载龙骨系数, 按帆船压载龙骨类型取值:

- $C_K = 1.0$  对于升降式压载龙骨;
- $C_K = 1.5$  对于方形压载龙骨;
- $C_K = 2.1$  对于球缘压载龙骨;

$x_k$ —压载龙骨形心的纵坐标, m;

$x$ —压力计算点的纵坐标, m。

上式中当  $x - x_k < 0$  时, 取  $x - x_k = 0$ 。

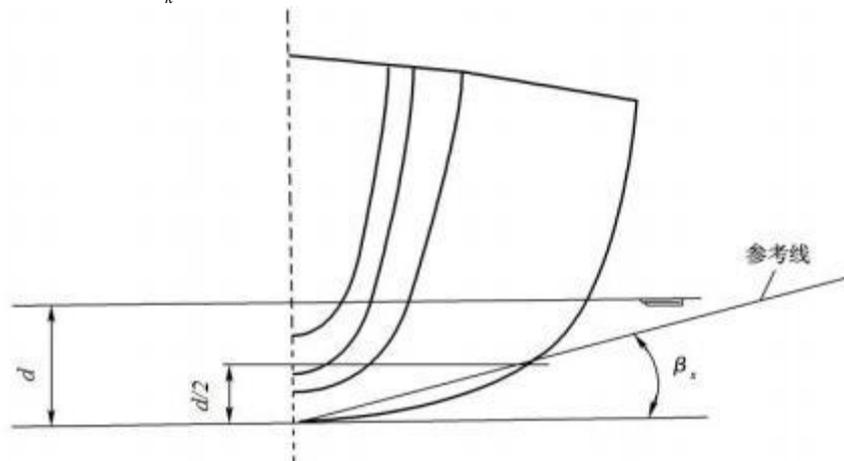


图 15.3.3.6 (1) 船底升角测量

(2) 双体帆船底部的设计压力  $P_b$  由下式确定:

$$P_b = 10C_n \left( \frac{C_w}{C_{L2}} + h \right) \quad \text{kN/m}^2$$

式中:  $C_{L2}$ —双体帆船的船底压力纵向分布系数, 按压力计算点的纵坐标  $x$  取值:

- $C_{L2} = 1.1$  当  $5/6 \leq x/L \leq 1.0$ ;
- $C_{L2} = 1.7$  当  $2/3 \leq x/L < 5/6$ ;

$$C_{L2} = 2.2 \quad \text{当 } 1/3 \leq x/L < 2/3;$$

$$C_{L2} = 2.5 \quad \text{当 } 0 \leq x/L < 1/3;$$

$h$ —底部压力计算点在满载水线以下的垂向距离, m;

$C_n$ 、 $C_w$ —同 15.3.3.6 (1)。

(3) 单体帆船舷侧的设计压力  $P_s$  取以下二者中的大者:

$$P_1 = 10C_n \left( \frac{C_w}{C_{L1}} + d - h \right) \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_2 = 40C_n \quad \text{kN/m}^2$$

式中:  $C_n$ 、 $C_w$ 、 $C_{L1}$ 、 $d$ —同 15.3.3.6 (1);

$h$ —舷侧压力计算点在满载水线以上的垂向距离, m。

(4) 双体帆船舷侧的设计压力  $P_s$  取以下二者中的大者:

$$P_1 = 10C_n \left[ (1+0.3C_B) \frac{C_w}{C_{L2}} + 0.3C_B d - h \right] \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_2 = 40C_n C_S \quad \text{kN/m}^2$$

式中:  $C_S$ —舷侧位置系数, 按压力计算点位置确定:

双体帆船的外舷侧区域:  $C_S = 1.0$  , 当  $2/3 \leq x/L \leq 1.0$ ;

$C_S = 0.65$  , 当  $0 \leq x/L < 2/3$ ;

连接桥长度的前三分之一区域的桥底与内舷侧:  $C_S = 1.5$  ;

连接桥底与内舷侧的其他区域:  $C_S = 1.0$ 。

$C_n$ 、 $C_w$ 、 $h$ 、 $d$ —同 15.3.3.6 (3);

$C_{L2}$ —同 15.3.3.6 (2);

$C_B$ —方型系数。

(5) 甲板的设计压力  $P_D$  应由以下确定:

$$\textcircled{1} \text{ 露天甲板: } P_{D0} = C_n C_{L3} \left[ 0.5 \Delta \times 10^3 + 12 \right], \quad \text{kN/m}^2, \quad \text{且不应小于 } 5 \text{ kN/m}^2.$$

式中:  $C_n$ —同 15.3.3.6 (3);

$C_{L3}$ —露天甲板压力纵向分布系数, 按压力计算点的纵坐标  $x$  取值:

当  $x/L=0$  ,  $C_{L3}=0.5$  ;

当  $x/L=0.6 - 1.0$  ,  $C_{L3}=1.0$  ;

当  $x/L=0 - 0.6$  ,  $C_{L3}$  值线性内插;

△—满载排水量, t, 见第 1 章 1.2.1.3 (3)。

- ② 露天主甲板以上不超过 0.8m 的人行甲板:  $P_{D1} = 0.5P_{D0}$  kN/m<sup>2</sup>。
  - ③ 露天主甲板以上超过 0.8m 的人行甲板:  $P_{D2} = 0.35P_{D0}$  kN/m<sup>2</sup>。
  - ④ 普通处所的舱内甲板:  $P_{D3} = 5$  kN/m<sup>2</sup>。
  - ⑤ 机械处所的舱内甲板:  $P_{D4} = 10$  kN/m<sup>2</sup>。
- (6) 上层建筑/甲板室的端壁与侧壁的设计压力 $P_{SUP}$  由下式确定:

$$P_{SUP} = C_n C_{SUP} [0.5 (D \times 10^3)^{0.33} + 12] \quad \text{kN/m}^2$$

式中:  $C_n$ —航区营运限制系数, 见 15.3.3.6 (1);

$C_{SUP}$ —系数, 对于前端壁:  $C_{SUP} = 1.0$ ; 对于侧壁和后端壁:  $C_{SUP} = 0.5$ ;

△—满载排水量, t, 见第 1 章 1.2.1.3 (3)。

帆船的第 1 层上层建筑/甲板室的前、后端壁及侧壁最小设计压力分别为 20 kN/m<sup>2</sup>、10 kN/m<sup>2</sup> 和 14 kN/m<sup>2</sup>。

(7) 舱壁的设计压力  $P_{BUL}$  应由以下确定:

- ① 水密舱壁的设计压力:  $P_{BUL} = 7hB$  kN/m<sup>2</sup>, 其中 hB 为该舱壁计算点到舱壁顶的高度, m。
- ② 液体舱壁的设计压力:  $P_{BUL} = 10hB$  kN/m<sup>2</sup>, 其中 hB 为该舱壁计算点到通气管顶高度, m。

15.3.3.7 应按如下规定确定纤维增强塑料 (FRP) 船体的构件尺寸:

(1) 单板结构船体板的最小板厚  $t_{min}$  与单位面积最低纤维含量  $w_{min}$ , 应根据船体板的部位按下式确定:

$$w_{min} = 0.43k_5 (A + 2.36k_7 \sqrt{L} + A\Delta^{0.33}) \quad \text{kg/m}^2, \text{ 对于船底板、舷侧板和尾封板};$$

$$t_{min} = k_5 (0.14L + 1.45) \quad \text{mm}, \text{ 对于露天主甲板}。$$

式中: △—满载排水量, t, 见第 1 章 1.2.1.3 (3)。

A、 $k_5$ 、 $k_7$ —系数, 可查表 15.3.3.7 (1)。

系数

表 15.3.3.7 (1)

	部位	A	$k_5$	$k_7$
FRP 船体	船底	1.5	1.0 <sup>①</sup>	0.03
	舷侧/尾封板	1.5		0
	露天主甲板	-		-

注①: 对于短切毡含量达 50% 的无碱玻璃纤维增强塑料, 取  $k_5 = 1.0$ 。对于双向玻璃纤维织布增强的塑料, 取

$k_5 = 0.9$ 。

(2) 夹层结构船体板的内外面板的单位面积所含最低纤维质量  $w_{\min}$ ，应按下式确定：

$$\begin{array}{ll} \text{外面板} & w_{1\min} = C_n k_4 k_5 (0.1L + 0.15) \quad \text{kg/m}^2 \\ \text{内面板} & w_{2\min} = 0.7w_{1\min} \quad \text{kg/m}^2 \end{array}$$

上式中： $C_n$ —航区营运限制系数，见 15.3.3.6 (1)；

$k_4$ —部位系数，按夹层板所在部位取值：

对于船底部位的夹层板； $k_4 = 1.0$ ；

对于舷侧部位的夹层板； $k_4 = 0.9$ ；

对于甲板部位的夹层板； $k_4 = 0.7$ ；

$k_5$ —查表 15.3.3.7 (1)。

(3) 单板结构层板的板厚  $t$ ，应不小于下式计算值：

$$t = k_c b \sqrt{\frac{k_2 P}{500 \sigma_{fmu}}} \quad \text{mm}$$

式中： $k_c$ —曲率板的折减系数，根据曲率板的拱度  $c$  由下表确定：

$c/b$	$k_c$
0 - 0.03	1.0
0.03 - 0.18	1.1-3.33c/b
> 0.18	0.5

注：表中的  $c$  是以板格短边长度  $b$  为跨度量取的板条梁圆弧线的拱度值。

$k_2$ —板格长边  $l$  与短边  $b$  之比的修正系数。如  $l/b > 2$ ，取  $k_2 = 0.5$ ；如  $l/b \leq 2$ ，则按

下式取值：

$$k_2 = \frac{0.271(l/b)^2 + 0.91(l/b) - 0.554}{(l/b)^2 - 0.313(l/b) + 1.351}$$

$P$ —根据 15.3.3.6 确定的设计载荷， $\text{kN/m}^2$ ；

$\sigma_{fmu}$ —层板的极限弯曲强度， $\text{N/mm}^2$ 。

(4) 纤维增强塑料夹层板结构的有效总板厚  $t_s$ ，应不小于下式计算值：

$$t_s = \sqrt{k_c} b \frac{k_{2s} P}{1000 \tau_d} \quad \text{mm}$$

式中： $t_s$ —夹层板的有效总厚度，即夹层板内外面板厚度之半的间距， $\text{mm}$ ，

$$t_s = t_c + 0.5(t_1 + t_2) \quad ;$$

其中:  $t_c$ —夹层板芯材的厚度, mm ;

$t_1$ —夹层板外面板的厚度 (不包括胶衣), mm ;

$t_2$ —夹层板内面板的厚度, mm ;

$k_c$ 、 $P$ —与 15.3.3.7 (3) 相同;

$k_{2S}$ —夹层板板格的长边  $l$  与短边  $b$  之比的修正系数, 按表 15.3.3.7 (4) a 取值:

$l/b$	$\geq 4$	3.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
$k_{2S}$	0.5	0.493	0.463	0.459	0.453	0.445	0.435	0.424	0.410	0.395	0.378	0.360	0.339

$t_d$ —夹层板芯材的许用剪切强度,  $N/mm^2$ , 应根据芯材的类别取值:

对于轻木或蜂窝芯材, 取  $t_d = 0.5t_u$  ;

对于交联结构的 PVC 芯材, 取  $t_d = 0.55t_u$  ;

对于线性结构的 PVC 或 SAN 芯材, 取  $t_d = 0.65t_u$  ;

其中:  $t_u$ —芯材的极限剪切强度,  $N/mm^2$ 。该极限剪切强度允许的最小值不应小于表

15.3.3.7 (4) b 规定值:

最小芯材的极限剪切强度  $t_{u \min}$  表 15.3.3.7 (4) b

$L_{oa}$ (m)	$L_{oa} < 10$	$10 \leq L_{oa} \leq 15$	$15 < L_{oa}$
$t_{u \min}$ ( $N/mm^2$ )	0.25	$0.25 + 0.03(L_{oa} - 10)$	0.40

(5) FRP单板制成的帽型扶强材三个组成部分 (顶板、腹板与有效宽度带板) 因铺层不同, 三者的力学性能会有所差异。一般而言, 彼此性能差异不超过25%。对于此种帽型扶强材的剖面模数  $W$ 、惯性矩  $I$  及其腹板面积  $A$ , 应分别不小于以下所列公式计算值。但如上述扶强材三个组成部分的力学性能差异超过25%, 则该帽型扶强材的要求应另行考虑。

$$W = 167 \frac{k_{CS} P s l_u^2}{\sigma_{ut}} \times 10^{-9} \quad \text{cm}^3 ;$$

$$I = 52 \frac{k_{CS}^{1.5} P s l_u^3}{E} \times 10^{-10} \quad \text{cm}^4 ;$$

$$A = 10 \frac{P s l_u}{\tau_u} \times 10^{-6} \quad \text{cm}^2 .$$

式中:  $P$ —根据 15.3.3.6 确定的设计载荷,  $kN/m^2$  ;

$l_u$ —扶强材的跨距, mm, 见 15.3.3.2(4)。对于弯曲形状的扶强材, 取其圆弧的弦长;

$k_{CS}$ —弯曲扶强材的折减系数，按扶强材的拱度  $c$  与跨距  $l_u$  比，由表 15.3.3.7 (5) 确定：

折减系数 表 15.3.3.7(5)

$c/l_u$	$k_{CS}$
0-0.03	1.0
0.03-0.18	1.1-3.33 $c/l_u$
> 0.18	0.5

注：表中的  $c$  为以弯曲扶强材的跨距  $l_u$  为弦，量取的拱度值，mm。

$\sigma_{ut}$ —由FRP 单板制成的帽型扶强材顶板的极限拉伸强度， $N/mm^2$ ；

$t_u$ —由FRP 单板制成的帽型扶强材腹板的极限剪切强度， $N/mm^2$ ；

$E$ —取 FRP 单板制成的帽型扶强材与其带板的弹性模量中的小者， $N/mm^2$ 。

(6) FRP船体的主横舱壁一般采用无扶强材支撑的木质层压板。此种层压板舱壁的壁厚  $t_b$  应不小于按下式计算所得值：

$$t_b = 7D \quad \text{mm}$$

式中： $D$ —型深，m，见第 1 章 1.2.1.3 (6)。

(7) FRP船体的主横舱壁如采用无扶强材支撑的FRP夹层板结构，则应同时满足以下三条件：

- ①夹层板芯材的极限剪切强度  $t_u$ ， $N/mm^2$ ，不应小于表 15.3.3.7 (4)b 所列值；
- ②夹层板芯材的厚度  $t_c$  不应小于夹层板面板中较薄面板厚度的 5 倍；
- ③夹层板的有效总板厚  $t_s$  和芯材厚度  $t_c$  还应满足以下二条件：

$$t_s \times t_c \geq \frac{t_b^2}{6} \left( \frac{50}{\sigma_{fmu}} \right)$$

$$t_s \times \frac{t_c^2}{2} \geq \frac{t_b^3}{12} \left( \frac{4000}{E} \right)$$

式中： $t_s$ —夹层板的有效总板厚，mm，见 15.3.3.7(4)；

$t_c$ —夹层板的芯材厚度，mm；

$t_b$ —上述 15.3.3.7(6)要求的舱壁板厚度，mm；

$\sigma_{fmu}$ —夹层板面板的极限弯曲强度， $N/mm^2$ ；

$E$ —夹层板面板材料的弹性模量， $N/mm^2$ 。

15.3.3.8 应按如下规定确定铝合金船体的构件尺寸：

(1) 铝合金船体结构的最小板厚  $t_{\min}$ ，应按下式确定：

$$t_{\min} = k_s (A + 2.36k_7 \sqrt{L} + AD^{0.33}) \quad \text{mm, 对于船底板、舷侧板和尾封板；}$$

$$t_{\min} = 0.06L + 1.35 \quad \text{mm, 对于露天甲板。}$$

式中:  $\Delta$ —满载排水量, t, 见第 1 章 1.2.1.3 (3);

A、 $k_5$ 、 $k_7$ —系数, 查表 15.3.3.8。

		系数		表 15.3.3.8
	部位	A	$k_5$	$k_7$
铝合金船体	船底	1.0	$\sqrt{125/R_{P0.2W}}$	0.02
	舷侧/尾封板	1.0		0

上表中:  $R_{P0.2W}$ —铝合金型材退火状态的规定非比例拉伸强度,  $N/mm^2$ ; 见中国船级社《材料与焊接规范 (2023)》有关规定。

(2) 铝合金船体的板厚 $t$ , 应不小于下式计算值:

$$t = k_c b \sqrt{\frac{k_2 P}{900 R_{P0.2W}}} \quad \text{mm}$$

式中:  $k_c$ —曲率板的折减系数, 根据曲率板的拱度  $c$  确定, 见表 15.3.3.7(3);

$k_2$ —板格长边 $l$ 与短边 $b$ 之比的修正系数, 如 $l/b > 2$ , 取 $k_2 = 0.5$ ; 如 $l/b \leq 2$ , 则按下式取值:

$$k_2 = \frac{0.271(l/b)^2 + 0.91(l/b) - 0.554}{(l/b)^2 - 0.313(l/b) + 1.351}$$

$P$ —根据 15.3.3.6 确定的设计载荷,  $kN/m^2$ ;

$R_{P0.2W}$ —铝合金型材退火状态的规定非比例拉伸强度,  $N/mm^2$ ; 见中国船级社《材料与焊接规范 (2023)》有关规定。

(3) 铝合金扶强材 (包括有效宽度的带板) 的剖面模数 $W$ 及其腹板面积 $A$ , 应不小于下式计算值:

$$W = 119 \frac{k_{CS} P s l_u^2}{R_{P0.2W}} \times 10^{-9} \quad \text{cm}^3 ;$$

$$A = 12.5 \frac{P s l_u}{R_{P0.2W}} \times 10^{-6} \quad \text{cm}^2 ;$$

式中:  $P$ —根据 15.3.3.6 确定的设计载荷,  $kN/m^2$ ;

$k_{CS}$ —弯曲形扶强材的折减系数, 根据扶强材的弯曲拱度  $c$  确定, 见表 15.3.3.7(5);

$R_{P0.2W}$ —铝合金型材退火状态的规定非比例拉伸强度,  $N/mm^2$ , 见中国船级社《材料与焊接规范 (2023)》的有关规定。

### 15.3.3.9 单体帆船的总纵强度

(1) 凡符合下列任一条件的单体帆船, 其船体的构件尺寸除满足局部强度要求外, 还应校

核船体的总纵强度:

- ① 横骨架式船体;
- ② 强力甲板上有大开口;
- ③  $L_{oa} / D_{max}$  大于 12。

(2) 校核单体帆船船体梁的总纵强度时, 可仅校核船中横剖面处的露天主甲板在 15.3.3.9 (2) 下述①规定的最大中垂设计弯矩  $M_V$  作用下, 不丧失其稳定性。

- ① 最大中垂设计弯矩  $M_V$  应按下式计算:

$$M_V = 2.7C_n L_{oa} \Delta \times 10^3 \quad \text{Nm}$$

式中:  $\Delta$ —满载排水量, t, 见第 1 章 1.2.1.3 (3);

$C_n$ —航区营运限制系数, 见本章 15.3.3.6 (1)。

- ② 船中剖面处的露天主甲板在最大中垂设计弯矩  $M_V$  作用下, 产生的压应力  $\sigma$  按下式计算确定:

$$\sigma = \frac{M_V}{W_d} \quad \text{N/mm}^2$$

式中:  $W_d$ —船中剖面在露天主甲板处的剖面模数,  $\text{cm}^3$ 。

- ③ FRP 船体的露天主甲板如为夹层板, 且夹层板的芯材系采用 (压缩弹性模量很小的) 泡沫塑料, 则计算船中剖面在露天主甲板处的剖面模数  $W_d$  时, 船中剖面所有夹层板构件中的芯材均可忽略不计。
- ④ 应确保露天主甲板在船中剖面处参与船体梁总纵弯曲的各纵向构件在 15.3.3.9 (2) ② 确定的压应力  $\sigma$  作用下, 不丧失稳定性。
- ⑤ 船中剖面处的上述构件稳定性应进行校核。在确定铝合金甲板板格的临界屈曲应力  $\sigma_{cr}$  时, 甲板材料的屈服强度应采用铝合金板材退火状态的规定非比例延伸强度  $R_{p0.2W}$ ,  $\text{N/mm}^2$ , 见中国船级社《材料与焊接规范 (2023)》有关规定。

#### 15.3.3.10 双体帆船的总强度

##### (1) 一般要求

- ① 采用直接计算法计算双体帆船在斜浪航行情况下, 片体连接结构及其与片体连接区域结构的正应力和剪应力, 并满足表 15.3.3.10 (3) 的衡准要求;
- ② 如双体帆船的  $L / D_{max}$  大于 12 时, 应分别计算中拱和中垂状态下船中剖面处船底与甲板的弯曲正应力, 并满足表 15.3.3.10 (3) 的衡准要求;
- ③ 总纵强度和扭转强度应进行校核。

##### (2) 总强度设计载荷

① 双体帆船在斜浪航行情况下，双体帆船的斜浪设计扭矩  $M_T$  应按下列式确定：

$$M_T = 1.5L\Delta \times 10^3 \quad \text{N-m}$$

式中： $\Delta$ —满载排水量，t，见第1章 1.2.1.3 (3)。

② 对于  $L/D$  大于12的双体帆船，应按下列式确定片体的垂向设计弯矩  $M_V$ ：

$$M_V = 0.5L\Delta \times 10^3 \quad \text{N-m}$$

式中： $\Delta$ —满载排水量，t，见第1章 1.2.1.3 (3)。

(3) 总强度校核衡准见表 15.3.3.10 (3)。

许用应力表

15.3.3.10 (3)

	许用正应力	许用剪应力
FRP	$\sigma_d = 0.33\sigma_{ut}^{\text{①}}$	$t_d = 0.33t_u^{\text{②}}$
铝合金	$\sigma_d = 0.5R_{p0.2W}^{\text{③}}$	$t_d = 0.3R_{p0.2W}^{\text{④}}$

注：①  $\sigma_{ut}$  系层板材料的极限拉伸强度。FRP 层板制成构件的许用压缩应力取  $\sigma_d = 0.33\sigma_{uc}$ ，其中  $\sigma_{uc}$  系层板材料的极限压缩强度；

②  $t_u$  系层板材料的极限剪切强度；

③  $R_{p0.2W}$  系铝合金退火状态的规定非比例延伸强度。如校核处的铝合金构件未经焊接，可取  $\sigma_d = 0.5R_{p0.2}$ ，其中  $R_{p0.2}$  系铝合金的规定非比例延伸强度；

④  $R_{p0.2W}$  系铝合金退火状态的规定非比例延伸强度。如校核处的铝合金构件未经焊接，可取  $t_d = 0.3R_{p0.2}$ ，其中  $R_{p0.2}$  系铝合金的规定非比例延伸强度。

### 15.3.4 压载龙骨、桅索拉板和桅杆

#### 15.3.4.1 压载龙骨

##### (1) 一般要求

- ① 本条规定适用于在船底中线面处设置鳍状压载龙骨的帆船。压载龙骨通常为固定式，用铅、铸铁、钢或其他较重材料制成。也有一些小型帆船采用可升降的压载龙骨。
- ② 压载龙骨除确保自身强度外，还应校核其与船底结构的连接强度。

##### (2) 应按以下要求压载龙骨强度校核：

- ① 压载龙骨应能承受假设帆船横倾至  $90^\circ$  时压载龙骨自重引起的弯矩  $M_K$  的作用， $M_K$  应按下列式计算：

$$M_K = 18C_{nK}Qa \quad \text{Nm}$$

式中： $C_{nK}$ —帆船的附体/帆装的航区营运限制系数，按航区营运限制取值：

$C_{nK}=0.75$  对于沿海航区、遮蔽航区和平静水域营运限制的帆船；

$Q$ —压载龙骨的质量，kg；

$a$ —离压载龙骨重心较远、强度最弱的横截面（通常为压载龙骨与船底连接的剖面）至

压载龙骨重心的距离，m，见图 15.3.4.1 (2) ①。

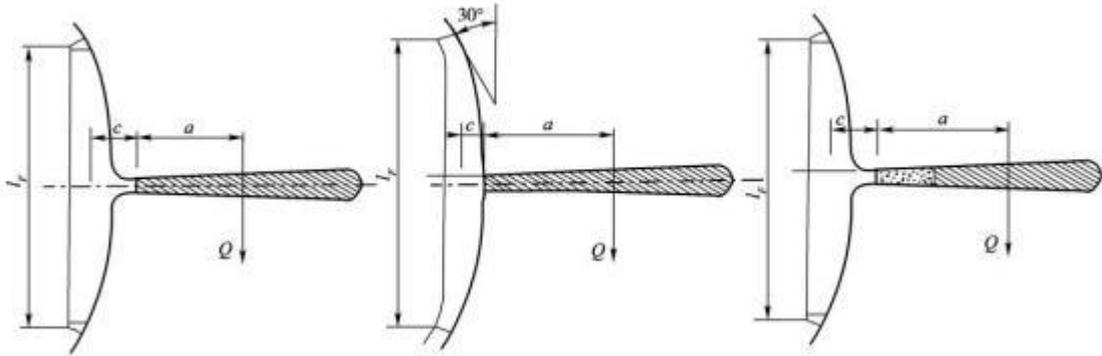


图 15.3.4.1 (2) ① 距离 a 的测量

② 压载龙骨的强度应满足下式：

$$\frac{M_K}{W_a} \leq \sigma_{dk} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： $M_K$ —按 15.3.4.1 (2) ①计算的压载龙骨设计弯矩，N-m；

$W_a$ —离压载龙骨重心距离为  $a$  的压载龙骨横截面的剖面模数， $\text{cm}^3$ ；

$\sigma_{dk}$ —压载龙骨材料的许用应力， $\text{N/mm}^2$ ，应根据材料类别取值：

取  $\sigma_{dk} = 0.9 \sigma_s$ ，对于钢、不锈钢等韧性金属材料， $\sigma_s$  系韧性金属材料的屈服强度；

取  $\sigma_{dk} = 0.6 \sigma_s$ ，对于铸铁等脆性金属材料， $\sigma_s$  系脆性金属材料屈服强度；

取  $\sigma_{dk} = 0.5 \sigma_u$ ，对于 FRP 材料， $\sigma_u$  系 FRP 材料的极限弯曲强度。

(3) 应按以下要求校核压载龙骨与船底结构连接强度：

① 固定式压载龙骨通常由船底数个肋骨支撑。应对支撑压载龙骨的肋骨强度进行校核，确保它们能有效支撑压载龙骨；

② 用以有效支撑压载龙骨的  $n_f$  个肋骨所受的设计弯矩  $M_f$  应按下式计算：

$$M_f = 9C_{nk}Q(a+c) \quad \text{Nm}$$

式中： $C_{nk}$ 、 $Q$  和  $a$ —与 15.3.4.1 (2) ①相同；

$c$ —支撑压载龙骨的肋骨重心至压载龙骨与船底连接剖面的距离，m，见图 15.3.4.1 (2)

①。

③ 为简化计算，假设支撑压载龙骨的这些肋骨尺度相近，则每个支撑肋骨的剖面模数  $W_f$ ，应不小于下式计算值：

$$W_f = \frac{M_f}{n_f \sigma_{df}} \quad \text{cm}^3$$

式中：  $M_f$ —有效支撑压载龙骨的  $n_f$  个船底肋骨所受的设计弯矩， N-m ， 见 15.3.4.1 (3) ②；

$n_f$ —有效支撑压载龙骨的船底肋骨的数量；

$\sigma_{df}$ —上述肋骨材料的许用应力，  $\text{N/mm}^2$  ， 根据肋骨的材料类别取值：

对于 FRP 材料：取  $\sigma_{df} = 0.5\sigma_u$  ， 其中  $\sigma_u$  系 FRP 材料的极限弯曲强度；对于铝合金材料：取  $\sigma_{df} = 0.9 R_{p0.2}$  ， 其中  $R_{p0.2}$  系铝合金的屈服强度。

④上述每个支撑肋骨跨距端部的截面还应能承受以下剪切力  $Q_f$ ：

$$Q_f = \frac{M_f}{n_f \ell_F} \quad \text{N}$$

式中：  $M_f$ —有效支撑压载龙骨的  $n_f$  个船底肋骨所受的设计弯矩， N-m ， 见 15.3.4.1 (3) ②；

$n_f$ —有效支撑压载龙骨的船底肋骨的数量；

$\ell_F$ —有效支撑压载龙骨的船底肋骨的跨距， m ， 可按图 15.3.4.1 (2) ①所示量取。如肋骨两端无纵向主要构件支撑， 则肋骨向两舷延伸到该处外板切线呈水平角  $30^\circ$  处， 该处可视为该肋骨的跨距点。见图 15.3.4.1 (2) ①。

⑤ 如果压载龙骨采用一系列直径相同的螺栓与船底结构在连接平面上连接， 见图 15.3.4.1 (3) ⑤， 则连接面应该平整， 并确保密封。连接螺栓组质心的纵坐标应与压载龙骨质心纵坐标基本保持一致。连接螺栓的螺纹根部直径  $d$  应不小于按下式计算所得值：

$$d = 140 \sqrt{\frac{C_{nK} Q a b_{\max}}{R_{eH} \sum b_i^2}} \quad \text{mm}$$

式中：  $C_{nK}$ 、  $Q$ 、  $a$ —见 12.3.1.2 (1)；

$b_i$ —每对左右对称螺栓的标距， mm ， 按下式计算：

$$b_i = 0.5b_{bi} + 0.4b_{ki} \quad , \text{ 式中的 } b_{bi} \text{ 和 } b_{ki} \text{ , 见图 15.3.4.1 (3) ⑤所示。}$$

$b_{\max}$ —上述  $b_i$  中的最大值， mm；

$R_{eH}$ —连接螺栓的屈服应力，  $\text{N/mm}^2$  ， 根据螺栓材料类别取值。

如采用普通低碳钢作为连接螺栓的材料，  $R_{p0.2} = 235 \text{ N/mm}^2$  ， 则连接螺栓的螺纹根部直径不应小于 12mm。

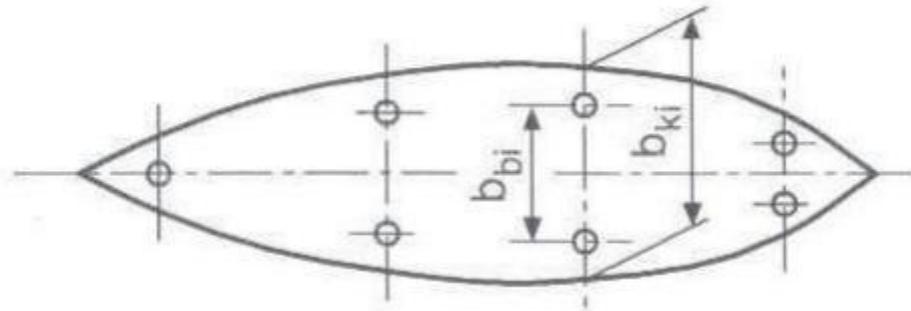


图 15.3.4.1 (3) ⑤ 对称螺栓的标距

- ⑥ 船底压载龙骨根部轮廓线之外 0.2 倍的最大吃水  $d_{\max}$ (见本章 15.3.2.1 (2) 定义)范围内的船底板应适当加厚。该范围内的船底板板厚仍可按 15.3.3.7 (3) 或 15.3.3.8 (2) 确定，但板厚公式中的设计载荷应取 15.3.3.6 给出的船底设计压力  $P_b$  的 1.8 倍。

#### 15.3.4.2 桅索拉板

##### (1) 一般要求

- ① 帆船上的诸多桅索是通过各自的桅索拉板固定在帆船不同部位的船体结构上。桅索拉板一般为带眼孔的金属板，如图 15.3.4.2 (1) ① 所示。拉板带眼孔的一端通常固定一根或二根桅索。拉板的另一端固定在船体结构上。桅索所受的力通过桅索拉板传递到船体结构上；
- ② 桅索拉板的材料一般采用不锈钢（对于 FRP 帆船）或铝合金材料（对于铝合金帆船）；
- ③ 除桅索拉板的尺寸应满足 15.3.4.2 (2) 要求外，桅索拉板还应牢靠地固定在船体结构上。

##### (2) 桅索拉板的尺寸按以下确定：

- ① 桅索拉板的设计载荷  $F_s$  按下式确定：

$$\text{如拉板上仅有一根桅索拉着：} \quad F_s = F_b \quad \text{N} \quad ;$$

$$\text{如拉板上有二根桅索拉着：} \quad F_s = F_{bs} + 0.5F_{bw} \quad \text{N} \quad \circ$$

式中：  $F_b$  — 单根桅索的破断负荷，N ；

$F_{bs}$  — 二根桅索中破断负荷较大的桅索破断负荷，N；

$F_{bw}$  — 二根桅索中破断负荷较小的桅索破断负荷，N。

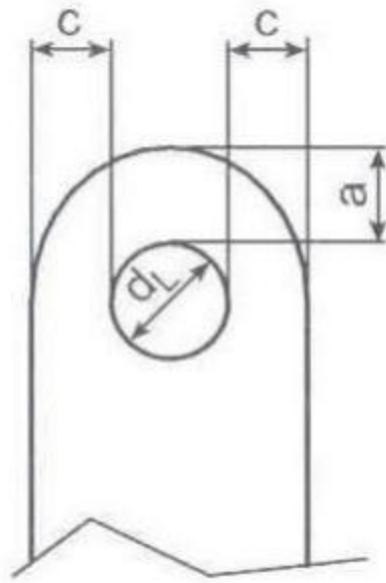


图 15.3.4.2 (1) ① 桅索拉板示意图

② 对于带眼孔形式的金属桅索拉板，其圆形眼孔的边缘尺寸  $a$  和  $c$  (见图15.3.4.2 (1))

①) 应不小于按下式计算所得值：

$$a = \frac{F_s}{2tR_{eH}} + \frac{2}{3}d_L \quad \text{mm} ;$$

$$c = \frac{F_s}{2tR_{eH}} + \frac{1}{3}d_L \quad \text{mm} .$$

式中：  $F_s$  —桅索拉板上的设计载荷，N，按 15.3.4.2 (2) ①计算；

$t$ —桅索拉板的板厚，mm；

$d_L$ —拉板的眼孔直径，mm；

$R_{eH}$ —金属拉板材料的屈服强度，N/mm<sup>2</sup>。

### 15.3.4.3 桅杆

(1) 一般要求

- ① 桅杆应具有足够的强度，能承受风帆的作用力。桅杆材料通常为铝合金或碳纤维加强的复合材料；
- ② 桅杆与船体的连接应牢固可靠，通常采用以下三种方式：
  - (a) 桅杆脚支撑在船体的某个横舱壁上；
  - (b) 桅杆脚支撑在下有支柱支撑的船体甲板或上层建筑甲板上；
  - (c) 桅杆穿过甲板一直伸到船底部，由船底结构支持桅杆脚的底座。

(2) 应按以下要求校核桅杆与船体结构的连接强度：

④由横舱壁支撑桅杆的形式，则支撑桅杆处的横舱壁的厚度  $t_b$  应不小于按下式计算值：

$$t_b = 1.3 \times 3 \sqrt[3]{\frac{K_{SU} b_m M_{HD}}{b_c E}} \quad \text{mm}$$

式中：  $K_{SU}$  —安全系数，按以下取值：

$$K_{SU} = 5.92 \quad \text{对于单体帆船；}$$

$$K_{SU} = 5.44 \quad \text{对于双体帆船。}$$

$b_m$  —支撑在横舱壁上的桅杆的横截面宽度，mm；

$b_c$  —桅杆左/右侧索的拉板至全船横剖面中心线的水平距离，m，见图 15.3.4.3 (2) ①a ；

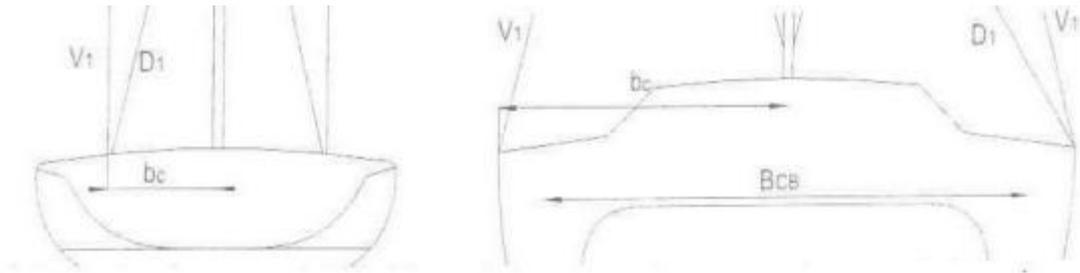


图 15.3.4.3 (2) ①a 水平距离  $b_c$

$E$ —横舱壁材料的压缩弹性模量， $\text{N/mm}^2$  ；

$M_{HD}$ —帆船的设计横稳性扶正力矩，N-m，按以下取值：

对于单体帆船， $M_{HD}$  取帆船满载排水量  $\Delta$  状态下最大横稳性扶正力矩，N-m，可由船的横稳性曲线查得；

对于双体帆船， $M_{HD}$  取以下  $M_{HD1}$  和  $M_{HD2}$  二者中的小者：

$$M_{HD1} = 5C_{nk}K_{VS}B_{CB}D \quad \text{Nm}$$

$$M_{HD2} = 0.16C_{nk}K_{VS}A_S V_{AWK}^2 (h_{CE} + h_{LP}) \quad \text{Nm}$$

其中： $C_{nk}$ —帆船的附体/帆装的航区营运限制系数，取值见 15.3.4.1 (2) ①；

$K_{VS}$ —系数，按以下取值：

$$\text{如 } D \geq 4.3L^3 \quad , \quad \text{取 } K_{VS} = 1.0$$

$$\text{如 } D < 4.3L^3 \quad , \quad \text{取 } K_{VS} = \frac{2.65L^2}{\sqrt[3]{\Delta^2}} \quad , \quad \text{但不大于 } 2$$

$\Delta$ —满载排水量，t，见第 1 章 1.2.1.3 (3) ；

$B_{CB}$ —两片体浮心的横向间距，m，见本章 15.3.2.1 (1) ；

$A_S$ —双体帆船的主帆与前三角帆的面积之和， $\text{m}^2$ ，见图 15.3.4.3 (2) ①b；

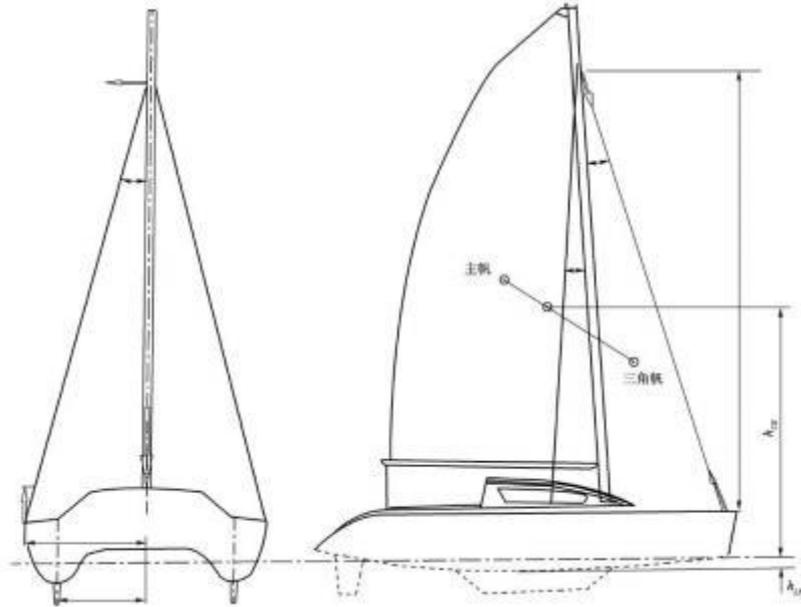


图 15.3.4.3 (2) ①b 帆面积  $A_S$

$h_{CE}$ —帆面积  $A_S$  的形心在满载水线以上的高度, m, 见图 15.3.4.3 (2) ①b;

$h_{LP}$ —帆船满载水线以下部分 (包括附体) 的侧投影面积的形心至满载水线的垂向距离, m, 见图 15.3.4.3 (2) ①b;

$V_{AWK}$ —双体帆船风帆上的表观风速, kn, 取  $V_{AWK}=25$ 。

②如采用金属圆形支柱支撑桅杆脚的形式, 则支柱的横剖面面积  $A$  应不小于下式计算所得之值:

$$A = \frac{K_{SU} [1 + K_P (\ell / r)^2] M_{HD}}{90 b_C \sigma_{SW}} \quad \text{cm}^2$$

式中:  $K_{SU}$ —安全系数, 见 15.3.4.3 (2) ①;

$K_P$ —系数, 对于铝合金支柱,  $K_P = 1.9$ ; 对于钢质支柱,  $K_P = 1.2$ ;

$\ell$ —支柱长度, m;

$r$ —圆形支柱横剖面的最小惯性半径, cm;

$M_{HD}$ —帆船的横稳性扶正力矩, N·m, 按 15.3.4.3 (2) ①同样方法取值;

$b_C$ —桅杆左/右侧索的拉板至全船横剖面中心线的水平距离, m, 见 15.3.4.3 (2) ①;

$\sigma_{SW}$ —金属支柱焊后屈服强度,  $\text{N/mm}^2$ 。对于铝合金支柱, 取  $R_{p0.2W}$ , 对于钢质支柱, 取  $\sigma_{SW} = R_{eH}$ 。

③如桅杆脚穿过甲板伸到船底结构上, 则船底结构应能承受桅杆的压缩力。且在穿过甲板的开口处, 用留有一定间隙的橡胶或胶合板将桅杆围住, 使桅杆在水平方向有一定的自由度。

### 15.3.5 稳性

15.3.5.1 帆船的空船重量、重心的确定和乘客的假定重量、重心位置应符合本章第1节的有关规定。

15.3.5.2 破损稳性应符合本章第1节的有关规定。

15.3.5.3 完整稳性应满足以下要求：

(1) 应校核满载出港、满载到港装载情况时各个帆组合下的完整稳性。如有某种装载情况的稳性较上述规定装载情况更差时，应补充校核此种装载情况的稳性；

(2) 应校核的基本装载情况如下：

- ① 满载出港：载有额定乘员、100%备品和燃油；
- ② 满载到港：载有额定乘员、10%备品和燃油。

(3) 帆组合至少应包括如下情况：

- ① 满帆；
- ② 半帆（指面积为帆总面积的一半且其形心最高的状态）；
- ③ 落帆。

(4) 完整稳性衡准应满足下述要求：

① 各帆组合下应满足的基本衡准：

- (a) 经自由液面修正后的初稳性高度应不小于 0.30m；
- (b) 正稳性范围：有压载龙骨的帆船应不小于 90°，无压载龙骨的帆船应不小于 60°，但对双体帆船可以考虑小于 60°；
- (c) 风压作用下的静倾角应不大于 20°或甲板边缘进水角的90%，取小者；
- (d) 横倾角 $\geq 50^\circ$ 时的复原力臂值应不小于 0.50m；
- (e) 风压静倾角与进水角之间的风倾力臂曲线 $\lambda(\theta)$ 以上和复原力臂曲线  $GZ(\theta)$ 以下的面积应不小于 0.065 m.rad。

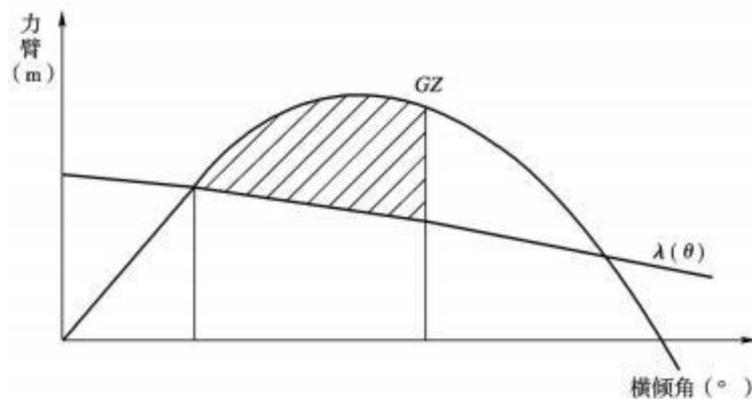


图 15.3.5.4 (5) ① 帆船稳性曲线

② 风倾力臂按下述计算：

(a) 风压力  $F$  按下述计算：

$$F = 1/2 C_S \rho A V^2 \quad \text{N}$$

式中： $C_S$ —形状系数，取 1.1；

$\rho$ —空气密度；1.222 kg/m<sup>3</sup>；

$A$ —水线以上船体和帆的侧投影面积， $m^2$ ；

$V$ —对应于各个帆组合下能进行操帆作业的最大风速（即阵风风速，一般是平均风速 1.5 倍）， $m/s$ 。表 15.3.5.4 给出了蒲氏风级与平均风速的对应关系。

蒲氏风级表 表 15.3.5.4

风 级	名 称	平均风速 ( $m/s$ )
0	无风	0 ~ 0.2
1	软风	0.3 ~ 1.5
2	轻风	1.6 ~ 3.3
3	微风	3.4 ~ 5.4
4	和风	5.5 ~ 7.9
5	清风	8.0 ~ 10.7
6	强风	10.8 ~ 13.8
7	疾风	13.9 ~ 17.1
8	大风	17.2 ~ 20.7
9	烈风	20.8 ~ 24.4
10	狂风	24.5 ~ 28.4
11	暴风	28.5 ~ 32.6
12	飓风	>32.7

(b) 风倾力臂 $\lambda(0)$ 按下述计算：

$$\lambda(0) = FZ / (9810\Delta) \quad m$$

式中： $Z$ —船舶平均吃水的 1/2 处至面积  $A$  的形心之间的垂直距离， $m$ ；

$\Delta$ —所核算装载情况下的排水量， $t$ 。

(c) 风倾力臂曲线 $\lambda(\theta)$ 按下式计算：

$$\lambda(\theta) = \lambda(0) (\cos\theta)^2$$

- ③ 确定进水角时，应考虑所有正常用于出入和通风的开口。所有可能导致进一步浸水的开口，不论其尺寸大小，横倾至浸水的角度应不小于  $40^\circ$ ，空气管除外。

### 15.3.6 消防

15.3.6.1 对载客超过12人的帆船，消防应满足本章15.1.5的要求；对载客不超过12人的帆船，消防应满足本章15.2.5的要求。

### 15.3.7 电源

15.3.7.1 帆船的主电源可设置 1 台发电机组，也可设置两组蓄电池组。主电源的容量应能在整个航程相适应的时间内足以保障船舶正常航行情况下的需要。

15.3.7.2 帆船上作为船舶电源组成部分的蓄电池组，其应是密封型。

### 15.3.8 信号设备

15.3.8.1 除本条另有规定外，帆船的信号设备应满足第 9 章的要求。

15.3.8.2 号灯的配备应满足以下要求：

(1) 配有机器推进的帆船，号灯应符合本规则第 9 章表 9.2.2.1 有关桅灯、舷灯、尾灯和白环照灯的规定；

(2) 未配有机器推进的帆船应配备两盏舷灯、一盏尾灯和一盏白环照灯。对于总长  $L_c$  小于 20m 的帆船，舷灯和尾灯可以合并成一盏，装设在桅顶或接近桅顶的最易见处；

(3) 帆船还可配备两盏环照灯，在用帆航行时在桅顶或接近桅顶的最易见处垂直显示，上红下绿，但这些环照灯不应和 (2) 合色灯同时显示；

(4) 总长  $L_c$  小于 7m 的帆船，可仅配备一个发出白光的手电筒。

15.3.8.3 用帆行驶同时也用机器推进的船舶，应在前部最易见处显示一个圆锥体号型，尖端向下。

### 15.3.9 通信导航设备

15.3.9.1 帆船应配有在整个航程与岸基进行有效通话的设备，并配有一台卫星应急无线电示位标。

### 15.3.10 航行设备

15.3.10.1 帆船应按本规则第 11 章表 11.2.1.1 中要求配备磁罗经、电子定位设备、雷达和 AIS。

### 15.3.11 艇主手册

15.3.11.1 每艘帆船均应备有船主手册，船主手册应提供适当考虑环境并对安全操纵船、设备和系统为必须的内容<sup>①</sup>。

---

<sup>①</sup> 具体可参见《小艇-艇主手册》(GB/T 19917-2005)。

## 第 4 节 设有车辆处所的船舶

### 15.4.1 一般要求

15.4.1.1 除满足本节规定外，在露天甲板上设有车辆处所的船舶还应满足本规则第 1 至 14 章中适用要求。

15.4.1.2 车辆甲板和车辆跳板结构应有足够强度。

### 15.4.2 载重线和稳性

15.4.2.1 车辆甲板上的排水孔的设计和布置除应符合本规则第 2 章的规定外，还应符合 15.4.3.4 规定。

15.4.2.2 稳性校核时，车辆及其所载货物的重心高度按以下规定组合计算：

- (1) 空车重心高度（假定油箱内装满燃油）按车辆设计资料确定；
- (2) 车载货物重心高度取车辆货厢底板以上限定载货高度的 1/2 处。

### 15.4.3 消防

15.4.3.1 装载车辆的甲板应设有符合《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》第 4 篇第 2-2 章 2-2.1.3 规定的水灭火系统。装载车辆的甲板上除应在提供 4 具水枪外，还应设有：

(1) 符合《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》第 4 篇第 2-2 章 2-2.1.6.3 规定的水雾枪至少 2 具；

(2) 符合《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》第 4 篇第 2-2 章 2-2.1.5.5 规定的手提式泡沫枪装置至少 2 具，而且船上须备有供该处所使用的泡沫液可携式容器至少 4 具；

(3) 符合《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》第 4 篇第 2-2 章 2-2.1.5.1 规定，数量不少于 4 具的手提式干粉或其他类型的灭火器。

15.4.3.2 装载车辆的露天甲板和上层建筑面向该露天甲板的限界面应隔热至 A-60 级标准。

15.4.3.3 装载车辆的露天甲板上的防滑涂层以及周边侧壁上的防撞护板均应采用在高温下不致产生烟、毒性物质或爆炸危险的不燃材料。

15.4.3.4 甲板排水系统的布置应不造成两舷之间或一舷的水相互干扰，并能快速及时排除该处所的积水。应特别注意排水口(或吸口)的设计和布置，即应考虑有充分的流通面积和有防止被杂物堵塞或迅速疏堵的措施。流水口不应通向机器处所或其它可能存在引燃火源的处所。

### 15.4.4 车辆装载与系固

15.4.4.1 船上车辆及其装载货物的装载与系固应能在航行全过程中防止对船舶及人员的损伤或危害。

## 第 5 节 液化石油气 (LPG) 动力船舶

### 15.5.1 一般要求

15.5.1.1 以液化石油气 (以下简称LPG) 为燃料的发动机作为主动力的船舶除应满足本规则第 1 至 14 章中对客船的要求外, 还应满足本节要求。

15.5.1.2 适用本节的船舶, 禁止使用双燃料。

15.5.1.3 对舷外LPG 挂机的特殊要求可参照本规则 5.2.5 的有关规定。

### 15.5.2 术语与含义

15.5.2.1 本节规定有关定义如下:

(1) 液化石油气 (LPG): 系指在常温和大气压下呈气态, 通过增压和降温可使之保持液态的轻质碳氢化合物的混合物, 其基本成分为丙烷、丙烯、丁烷、丁烯。它也可由商用丁烷、商用丙烷或两者混合物构成;

(2) 气罐: 系指船上用于储存液化石油气 (LPG) 的专用钢瓶;

(3) 气罐处所: 系指船上用于存放气罐的处所;

(4) 围蔽处所: 系指由舱壁和甲板所围成的封闭处所, 但可以有门窗;

(5) 半围蔽处所: 系指由于具有顶板、甲板等结构, 以致其自然通风条件与在开敞甲板有显著的差异, 且其布置使气体不易发生扩散的处所;

(6) 开敞处所: 系指开敞的甲板空间。

### 15.5.3 LPG 发动机

15.5.3.1 LPG 发动机 (以下简称发动机) 的设计和制造应符合公认标准<sup>①</sup>的规定。

15.5.3.2 发动机作为主机时, 应装设可靠的调速器, 使主机的转速不超过额定转速的 115%, 当发动机作为发电机的原动机时, 应装设调速器, 其调速特性规定如下:

(1) 对调速器: 突然撤去或突然加上额定负荷时, 其瞬间调速率和稳定调速率应分别不大于额定转速的 10%和 5%, 突加额定负荷时, 稳定时间应不大于 5s;

(2) LPG 发动机额定功率大于 220kW 时, 应装设独立于调速器的超速保护装置, 以防止发动机转速超过额定转速的 115%。

15.5.3.3 发动机应设有应急停车装置, 该装置可用关闭LPG 供气总管上的燃料总阀来实现, 且应能在驾驶室进行遥控。

15.5.3.4 发动机冷却水系统应设加热装置, 以确保发动机在冬天的正常起动。

15.5.3.5 发动机的排气管系应符合下列要求:

(1) 排气管应采用适当的绝热材料包裹, 以使表面温度不超过220°C;

(2) 排气管出口处应装设火星熄灭装置或等效设施。排气管出口应尽可能远离机舱和气罐储存处所的排风口。

### 15.5.4 LPG 供气系统

15.5.4.1 气罐及其附件

(1) 气罐应安装在独立的气罐存放处所内且有牢固的固定设施, 确保其在海上航行时不会翻倒, 并便于拆卸和调换。气罐与固定座之间应有防撞击的橡胶或木质垫料;

(2) 气罐安装方向及位置应考虑气、液相接头元件以及液面指示器有效与可靠的工作;

<sup>①</sup> 参见《中小功率内燃机 第 1 部分: 通用技术条件》(GB/T 1147.1) 和《中小功率内燃机 第 2 部分: 试验方法》(GB/T1147.2)。

(3) 气罐应尽可能远离热源，避免阳光直接照射。气罐专用舱室或气罐箱内的温度一般应不高于45℃，在夏天高温时应采取适当的降温措施；

(4) 气罐限量充装阀应在LPG充装量达到80%气罐水容积时，自动终止充装；

(5) 气罐安全阀应能确保气罐压力不超过其设计压力；

(6) 密封保护盒应可靠地将气罐口及各附件密封，并设置能使泄漏气体排向舷外安全处所的通气管道；

(7) 气罐及其附件应符合有关国家标准<sup>①</sup>的规定。

#### 15.5.4.2 LPG 控制设备

(1) 每一LPG供气系统应设有一个蒸发调压器，该调压器应能为各个用气发动机提供合适的、固定的工作压力。LPG经蒸发调压器以后的管路内的压力应不大于0.1MPa；

(2) 每一气罐的出口处应设限流阀，当限流阀两端压力差为0.35MPa时，限流阀自动关闭；

(3) 在LPG供气总管上的蒸发调压器的进口处应装设自动截止阀，其在下列情况之一时，能自动切断LPG供给：

①点火开关未打开；

②发动机未运转；

③抽风机未开。

(4) 对多气罐的LPG供气系统，每一气罐引出的供气支管上应设有截止阀，以供调换气罐时关闭用，且截止阀应安装在人易到达并且方便操作的地方；

(5) 同时供应多台发动机的LPG供气系统，应在每台发动机的进气管上装设截止阀，且截止阀应安装在人易到达并且方便操作的地方；

(6) 气罐应设有容量测量装置并采用压力传感器及气量显示器，以便能在驾驶室显示其即时容量。

#### 15.5.4.3 LPG 供气管系

(1) 对刚性供气管应采用硬质拉制铜管或拉制不锈钢管。对外径为12mm及以下的管路，其壁厚应不小于0.8mm，而对外径大于12mm的管路，其壁厚应不小于1.5mm。蒸发调压器以后的低压管路可采用认可型橡胶软管，不得采用塑料软管；

(2) 从气罐至蒸发调压器的高压供气管路应安装在围蔽或半围蔽的气罐处所内。如安装在开敞处所，应用保护构件将其固定和遮挡，以防踩压或碰撞。严禁将蒸发调节器安装在LPG发动机内部；

(3) LPG供气管路不得通过客舱、服务处所和控制站；

(4) LPG发动机与任何固定安装的金属管路之间应使用认可型橡胶软管连接，以避免因振动所引起的故障；

(5) 供气管路中凡部分采用软管者，软管两头的接头应有双夹头，夹头应有一定的接触长度，且不允许采用弹簧夹头，夹头的设置应具有可达性；

(6) LPG供气管系中有可能泄漏燃气的部分管路应与电气设备尽可能远离；

(7) LPG供气管与舱壁或甲板之间不应直接接触，在与其他管路相交处应避免接触。

#### 15.5.4.4 试验

(1) 液化石油气管系应进行液压试验和密性试验，试验压力按表15.5.4.4的要求；

试验压力 表 15.5.4.4

LPG 管系	试验压力 (MPa)	
	液压试验 (在车间)	密性试验 (装船后)
气罐至调压器管路	3.3	2.2

<sup>①</sup>参见《机动车用液化石油气钢瓶》(GB17259-2009)。

调压器至发动机管路	0.2	0.1
-----------	-----	-----

(2) 液化石油气供气系统安装完毕后，应进行效用试验，不应有气体泄漏；

(3) 表 15.5.4.4 中所述的密性试验也可与效用试验一起进行。

### 15.5.5 布置与通风

15.5.5.1 机舱和气罐存放处所应相互独立，且严禁与客舱混合布置。气罐存放处所应尽可能采用半围蔽方式布置在甲板以上通风良好处。气罐存放处所应能上锁，以防止非工作人员触摸和搬动。气罐存放处所不应设有通往其下方舱室的孔洞及梯道口。气罐及高压管路在甲板上距船舶外轮廓边缘的距离（不包括护舷材）应不小于 100mm。

15.5.5.2 机舱和气罐存放处所应设有独立的疏排水系统，并与其他舱室的疏排水系统分开。

15.5.5.3 机舱和气罐存放处所的底部结构应保持气密，且应尽可能设置平台。对设有加强骨材的底部，其布置应不妨碍可燃气体的排泄。

15.5.5.4 机舱、气罐存放处所与客舱间的舱壁，以及气罐存放处所与机舱间的舱壁应保证气密，且一般不应设置开口。如有必要的管路或电缆穿过，则应在该穿过处予以气密，并保证该处结构防火的完整性。对于采用舷外挂机且载客处所为开敞处所的船舶可不必满足该要求。

15.5.5.5 对于客舱内的门、窗均为非风雨密的敞开式船舶，其客舱底板上应设有疏水槽及污水阱。

15.5.5.6 为防止静电危害，气罐及其管系应采取必要的接地措施；采用法兰连接的管段之间如用不导电材料垫片应加导电良好的搭接片。

15.5.5.7 当船舶在开敞处所采用气罐箱（柜）作为气罐处所时，其气罐箱（柜）的通风条件应符合本节 15.5.5.9 的规定。

15.5.5.8 围蔽或半围蔽的机舱或气罐存放处所应装设足够容量的机械通风系统，其换气次数应分别不小于 30 次/h 和 20 次/h。且机舱机械通风应与主机实现启动/运行联锁，即当通风机开起至少 4min 后，发动机才能被启动；当通风机因故关停时，发动机应能自动停机且应符合下列要求：

(1) 对于围蔽的机舱和气罐处所，一般应采用机械抽风系统。抽风机的每根进风管的风口应位于舱室高度的 1/3 以下，且在舱底水积聚面之上。排风口应使舱内空气排向舷外，并尽量远离发动机排气管出口。排风口靠近水线时应设有防止水倒灌的装置；

(2) 如通风系统采用机械鼓风的形式，排风口的位置一般应位于舱室高度的 1/3 以下，且在舱底水积聚面之上。排风口应使舱内空气排向舷外并尽量远离发动机排气管出口。排风口靠近水线时应设有防止水倒灌的装置；

(3) 风机应是不会产生火花的结构型式。

15.5.5.9 上述 15.5.5.8 所述的机舱和气罐存放处所，一般还应设有自然通风，其上下进排风口应尽可能远离。排风口的位置一般应位于舱室高度的 1/3 以下，且在舱底水积聚面之上。排口一般为百叶窗的型式。排风口的截面积应至少保证每 1m<sup>3</sup> 的净舱容有 0.3m<sup>2</sup> 的开口。

### 15.5.6 探测与报警系统

15.5.6.1 围蔽和半围蔽的气罐存放处所及围蔽的机舱应设置固定的 LPG 可燃气体探测器。LPG 可燃气体探测系统应能持续监测。

15.5.6.2 LPG 可燃气体探测器的设置应满足下列要求：

(1) 探头应设置在 LPG 可燃气体易于泄漏和积聚的位置；

(2) 当 LPG 可燃气体浓度达到爆炸下限的 30% 时，应能在驾驶室发出声、光报警；当 LPG 可燃气体浓度达到爆炸下限的 60% 时，应能自动关闭或从驾驶室遥控关闭 LPG 供气总阀。

15.5.6.3 每一船应至少配置 1 只便携式 LPG 可燃气体探测器，以方便船员随时取用检查。

### 15.5.7 消防

15.5.7.1 容易失火且燃烧时散发出大量烟雾或有毒气体的涂料、绝缘材料、保温材料等不能用于机舱和气罐存放处所内。

15.5.7.2 机舱和气罐存放处所应设有“禁止烟火”醒目标牌。

15.5.7.3 机舱应按表 15.5.7.3 的规定配置灭火器。

机舱灭火器配置

表 15.5.7.3

机舱主辅机总功率 P (kW)	灭火器配置
$P \leq 37.5$	1 个干粉灭火器, 其单个容量不小于 2kg。
$37.5 < P \leq 150$	2 个干粉灭火器, 其单个容量不小于 2kg。
$150 < P \leq 300$	2 个干粉灭火器, 其单个容量不小于 3kg。
$300 < P \leq 450$	2 个干粉灭火器, 其单个容量不小于 4kg。

15.5.7.4 气罐存放处所应至少配置 2 个干粉灭火器, 其单个容量不小于 2kg。

### 15.5.8 电气设备

15.5.8.1 船舶的配电系统应采用绝缘系统。

15.5.8.2 在气罐存放处所应尽量不安装电气设备, 如确实需要, 应安装能防止LPG可燃气体点燃的电气设备。如有必要, 每条船舶可配备 1 只自带电池的手提式防爆灯, 以供应急时用。

### 15.5.9 营运要求

15.5.9.1 应对船员进行LPG 动力系统正常操作和管理的培训。

15.5.9.2 应对船员进行应急程序的培训, 以处理 LPG 泄漏或火灾事故等紧急情况。

### 15.5.10 进入处所

15.5.10.1 船上人员进入可能有LPG 积聚的舱室、留空处所或其他封闭处所时, 应采取下列措施之一:

(1) 使用固定式或可携式LPG 探测设备, 确定上述处所的空气中没有危险浓度的LPG 可燃气体;

(2) 人员配带呼吸器和其他必需的防护设备。

15.5.10.2 人员进入上述处所, 不得带有任何潜在的着火源, 除非经验证, 已对该处所进行过除气且仍保持这种状态。

### 15.5.11 LPG 动力系统操作手册

15.5.11.1 船上应备有经批准的、可供船上人员随时使用的LPG 动力系统操作手册, 以作为正常情况和所预料的紧急情况下安全操作的指南。

15.5.11.2 操作手册至少应包括以下 15.5.11.3~15.5.11.7 条规定的内容。

15.5.11.3 LPG 发动机的起动操作程序应符合下列要求:

(1) 开启探测和报警系统, 确认无LPG 泄漏; 如探头测得机舱 (如有时) 和气罐存放处所有 LPG 泄漏, 则应立即检查, 找出泄漏原因, 排除泄漏;

(2) 开启机舱和气罐存放处所的通风机;

(3) 为防止误操作, 通风机与发动机之间设有联锁装置, 当通风机开起达 4min 以上时, 发动机方可被起动; 当通风机因故关停时, 发动机能自动停机。

15.5.11.4 在船舶营运期间 (包括上、下客或临时停航), 围蔽或半围蔽的机舱和气罐存放处

所均应持续机械通风，不得关闭风机。

15.5.11.5 船舶设置的固定式LPG可燃气体探头当测得泄漏的可燃气体浓度达到爆炸下限30%时，驾驶室发出声光报警；当泄漏的可燃气体浓度达到爆炸下限60%时，LPG供气总阀应自动关闭，如该阀不能自动关闭，则驾驶人员必须在驾驶室立即关闭供气总阀。

#### 15.5.11.6 更换气罐

(1) LPG气罐充装后，应检查气罐及其附件是否有泄漏现象，若发现有损坏部位及泄漏，则气罐不得上船；

(2) 气罐上船安装后，检查气罐出液阀与快速接头的连接处，该处不应有泄漏现象。

#### 15.5.11.7 其他要求

(1) 如发现LPG供气系统有泄漏，在未查明原因和修复以前，该设备不得使用，且应采取切断LPG气源和开启通风换气的措施，并严禁各种火种和电器设备的使用；

(2) 船上严禁倒放、留存、处理气罐内LPG的残液；

(3) 船舶停航期间，应将LPG发动机的所有供气阀关闭；

(4) 当船舶发生火灾时，应能迅速把气罐拆除并抛出船外，以保护船舶与乘客安全；

(5) 液化石油气设备的管理、维修和使用应指定专人负责。

## 附录 1 国内航行小型海船船用产品持证目录

序号	产品名称	备注
<b>1</b>	<b>船舶材料</b>	
1.1	轧制钢材	
1.2	铝合金	适用于建造船体的铝合金板材、型材（包括棒材和管材）
1.3	铸件	适用于首尾柱，挂舵臂，尾轴架
1.4	锻件	适用于轴/舵系用重要锻钢件（直径超过80mm）：桨轴、中间轴、推力轴、舵杆
1.5	钢丝绳	适用于拖带船舶用拖索和系船索
1.6	树脂	船体结构用树脂
1.7	增强材料	船体结构用增强材料
1.8	合成（轴承）材料	用于舵杆、舵轴和尾轴的轴承用非金属合成材料
1.9	车间底漆	用于金属材料表面处理后的暂时保护
1.10	船底防污漆	
1.11	焊条	
1.12	焊丝	
1.13	焊剂	
<b>2</b>	<b>防火材料、结构、设备</b>	
2.1	不燃材料	
2.2	低播焰性材料	包括：(1)装饰薄片；(2)油漆；(3)地板；(4)冷却管系配件的隔热物；(5)“A”、“B”和“C”级分隔中使用的胶粘剂；(6)可燃导管
2.3	防火门	
2.4	挡火闸	
2.5	阻火材料	
2.6	阻火分隔	
2.7	阻火分隔贯穿装置	包括：(1)电缆贯穿装置；(2)管路、导管、端口等贯穿
<b>3</b>	<b>消防设备</b>	
3.1	固定式气体灭火装置	
3.2	固定式压力水雾灭火装置	用于机器处所和锂离子蓄电池舱（室）
3.3	喷淋装置	用于居住处所、服务处所和控制站（包括用于高速船的固定式喷淋装置）
3.4	手提式泡沫枪装置	

3.5	手提式灭火器	仅适用于2kg以上的灭火器
3.6	水柱/ 水雾两用消防水枪	
3.7	消防水带	
3.8	固定式探火和失火报警系统	
3.9	七氟丙烷灭火系统	
<b>4</b>	<b>轮机设备</b>	
4.1	压载泵、舱底泵、消防泵	电动直流舱底泵除外
4.2	通海阀	
4.3	空气管自动关闭装置	适用于由产品厂直接供货
4.4	锅炉	
4.5	发动机	
4.6	舵机	人力液压舵机除外
4.7	齿轮箱	适用于主推进机械用的齿轮传动装置
4.8	螺旋桨	
4.9	可调桨装置	
4.10	Z 型推进装置	
4.11	喷水推进装置	
4.12	其他推进装置	如舷外挂机、舷内外机、空气螺旋桨等
4.13	LPG可燃气体探测系统	固定式碳氢化合物气体探测系统。
4.14	液化石油气气罐（含附件）	用于发动机
<b>5</b>	<b>电气设备</b>	
5.1	发电机（50kVA 及以上）	
5.2	发电机组（50kVA 及以上）	
5.3	电动机	适用于防爆电机和50kW及以上的其他电动机
5.4	配电板	
5.5	电缆	
5.6	蓄电池	适用于用作主电源、推进电机电源的酸性铅板型或碱性镍板型蓄电池
5.7	锂离子电池及其电池管理系统	见CCS《船舶应用电池动力规范（2023）》第1章第3节。
<b>6</b>	<b>救生设备</b>	
6.1	救生圈	
6.2	救生设备示位灯 （1）救生艇筏灯； （2）救生圈自亮灯 （3）救生衣灯。	
6.3	救生圈自发烟雾信号	

6.4	救生衣	
6.5	救生服, 抗暴露服	
6.6	视觉信号	包括: (1) 火箭降落伞火焰信号; (2) 手持火焰信号; (3) 漂浮烟雾信号。
6.7	救生筏	
6.8	救生筏自由漂浮释放装置 (静水压力释放器)	
6.9	通用紧急报警系统	
7	<b>防污染设备</b>	
7.1	生活污水处理装置	
7.2	粉碎装置和消毒装置	
8	<b>航行设备</b>	
8.1	磁罗经	
8.2	电子定位设备	应至少包括北斗卫星导航系统。
8.3	雷达	带有自动标绘设备。
8.4	回声测深仪	
8.5	船舶自动识别系统 (AIS)	A级或B级。
8.6	电子海图	包括电子海图系统 (ECS)、电子海图显示与信息系统 (ECDIS)、光栅海图显示系统 (RCDS)。
8.7	夜视仪	
9	<b>无线电通信设备</b>	
9.1	VHF 无线电装置	带DSC和不带DSC。
9.2	奈伏泰斯接收机 (NAVTEX)	
9.3	MF 无线电装置 (带DSC)	
9.4	MF/HF无线电装置 (带DSC)	
9.5	移动卫星服务船舶地球站 (带EGC)	
9.6	406MHz 应急无线电示位标	
9.7	北斗应急无线电示位标 (BD-EPIRB)	
9.8	搜救定位装置	包括搜救雷达应答器和搜救AIS应答器。
9.9	救生艇筏双向VHF无线电话	
9.10	航空频率双向VHF电话	

9.11	便携式VHF电话	
<b>10</b>	<b>信号设备</b>	
10.1	航行灯	
10.2	航行灯控制板	

注：本持证目录仅列明小型海船需持证的产品名称，具体的产品持证类别可详见《船用产品检验规则》。