

中华人民共和国船舶技术法规

MSA 2024 年 第 1 号 公告

内河小型船舶技术规则

2024

2024 年 1 月 8 日公布

2024 年 3 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 航行条件限制与装载要求	6
	第4节 制定地方性船检技术规范的规定	7
第 2 章	船体	8
	第1节 一般规定	8
	第2节 钢质和铝合金船体	11
	第3节 外板和甲板	18
	第4节 船底骨架	20
	第5节 舷侧骨架	23
	第6节 甲板骨架和支柱	26
	第7节 舱壁	33
	第8节 机舱骨架	33
	第9节 上层建筑、甲板室及其他	34
	第10节 车客渡船补充规定	36
	第11节 客渡船补充规定	39
	第12节 航行冰区船舶补充规定	41
第 3 章	轮机	44
	第1节 一般规定	44
	第2节 发动机装置	45
	第3节 汽油机及其相关舱室	46
	第4节 泵和管系	47
	第5节 轴系和螺旋桨	49
	第6节 操舵装置	51
第 4 章	电气	52
	第1节 一般规定	52
	第2节 设计、制造、安装和试验	52
	第3节 配电系统	56
	第4节 主电源	58
	第5节 配电板和配电电器	58
	第6节 电力拖动装置	59
	第7节 照明、航行灯、信号灯	59
	第8节 酸性铅板型或碱性镍板型蓄电池	59
	第9节 锂离子蓄电池	61

第10节	船内通信、广播和对外扩音装置.....	61
第11节	电缆.....	62
第12节	船内安装汽油机的补充规定.....	62
第13节	纯电池动力电力推进船舶的补充规定.....	63
第14节	应用太阳能光伏系统的船舶的补充规定.....	64
第15节	应用船舶岸电系统船载装置的补充规定.....	65
第5章	消防.....	68
第1节	一般规定.....	68
第2节	防火结构.....	69
第3节	消防设备.....	70
第4节	应用磷酸铁锂电池船舶的补充规定.....	71
第6章	载重线和完整稳性.....	74
第1节	载重线.....	74
第2节	完整稳性.....	81
第7章	船舶设备.....	82
第1节	一般规定.....	82
第2节	舵设备.....	82
第3节	锚泊和系泊设备.....	84
第4节	救生设备.....	86
第5节	无线电通信设备.....	87
第6节	航行设备.....	87
第7节	信号设备.....	88
第8节	其他.....	89
第8章	防污染.....	90
第1节	一般规定.....	90
第2节	防止油类污染.....	90
第3节	防止船舶生活污水污染.....	90
第4节	防止船舶垃圾污染.....	91
第5节	防止船舶造成空气污染.....	91
第6节	防止船舶噪声污染.....	91
第9章	乘客定额和舱室设备.....	92
第1节	一般规定.....	92
第2节	坐席和散席的设置.....	93
第3节	乘客定额.....	93
第4节	载客处所、观光区域和卫生处所.....	95
第5节	舷墙和栏杆.....	97

第 10 章 特殊船舶补充规定	99
第1节 帆船	99
第2节 空气动力船	114
第3节 全垫升气囊浮体气垫船	116
第4节 水陆两栖船	121
第5节 液化石油气动力船	127
第 11 章 纤维增强塑料船舶体结构	132
第1节 一般规定	132
第2节 结构设计原则	133
第3节 总纵强度	135
第4节 外板	136
第5节 甲板	138
第6节 船底骨架	140
第7节 甲板骨架	142
第8节 舷侧骨架	145
第9节 舱壁	146
第10节 支柱	149
第11节 主机基座与机舱骨架	150
第12节 上层建筑、甲板室、舷墙和栏杆	151
第13节 货舱口、机舱口及其他甲板开口	152
第14节 双体船补充规定	154
第15节 其他	156
第 12 章 木质船舶体结构	157
第1节 一般规定	157
第2节 船体结构	158
第3节 结构连接	160
附录 1 重要产品持证目录	163
附录 2 水尺标志	165
附录 3 小型船舶倾斜试验和称重试验	167
附录 4 船舶手册编制要求	189

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、防止环境污染、保障船员的工作和生活条件，促进航运业和造船业健康有序发展，制定《内河小型船舶技术规则》（以下简称本规则）。

1.1.2 适用范围

1.1.2.1 除另有规定外，本规则适用于船长大于等于 5m 但小于 20m 的我国内河水域（包括江、河、湖泊和水库）以及相当 A 级航区的中国籍船舶。船长小于 5m 的中国籍船舶，如申请检验，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：

- （1）军用船艇和体育运动船艇；
- （2）移动式平台；
- （3）公务船、游艇、渔船、水上飞机、潜水器。

1.1.3 施行与应用

1.1.3.1 本规则自 2024 年 3 月 1 日起施行。除另有规定外，本规则及其修改通报适用于新船。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，现有船舶应继续符合其原先适用船舶技术法规的要求。如船舶所有人或经营人申请现有船舶（包括建造中的船舶）采用本规则新的要求，经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。

1.1.3.3 现有船舶在进行修理、改装时，修理、改装部分以及与之有关的舾装至少应继续符合其原先适用船舶技术法规的要求。现有船舶在进行重大改建时，改建部分及其相关部分应满足本规则的要求。除另有规定外，重大改建日期系指重大改建工程开始日期。

1.1.3.4 航行于相当 A 级航区的船舶应符合 A 级航区的规定。

1.1.3.5 船舶的强度、结构、舾装、轮机、电气装置、材料与建造工艺等的设计与安装均应适合预定的用途，如满足中国船级社《内河小型船舶建造规范（2022）》的相关要求，可视为满足本规则的要求。

1.1.3.6 船舶所使用的船用产品应持有船用产品证书、文书，重要产品持证目录见附录 1。下列船用产品如确有困难不能持有规定的船用产品证书、文书时，应持有表明产品合格的制造厂证明并经船舶检验机构同意：

- （1）新型、航行水域特有等未列入持证目录的船用产品；
- （2）帆船、空气动力船、全垫升气囊浮体气垫船、水陆两栖船等特殊船舶专用的船用产品。

1.1.3.7 船舶涉及的起重设备，应符合本局《起重设备法定检验技术规则（1999）》的规定。

1.1.3.8 船舶的结构、机电装置和设备中禁止新装含有石棉的材料。

1.1.3.9 除另有规定外，本规则第 2 章至第 5 章、第 7 章至第 12 章不适用于液化气体船、化学品船、载运闪点不大于 60℃油类（闭杯试验，下同）的油船和载运包装危险货物船舶。上述船舶应分别符合下列规定：

(1) 液化气体船应符合本规则第 6 章的规定, 以及本局《内河散装运输液化气体船舶法定检验技术规则(2018)》的规定;

(2) 化学品船应符合本规则第 6 章的规定, 以及本局《内河散装运输危险化学品船舶法定检验技术规则(2018)》的规定;

(3) 载运闪点不大于 60℃油类的油船应符合本规则第 6 章的规定, 以及本局《内河船舶法定检验技术规则(2019)》的规定;

(4) 载运包装危险货物船舶应符合本规则第 6 章的规定, 以及本局《内河船舶法定检验技术规则(2019)》的规定。

1.1.3.10 高速船应符合本局《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第 10 篇的规定, 当高速船为下列船舶时可仅符合本规则要求:

- (1) 帆船;
- (2) 空气动力船;
- (3) 气囊浮体气垫船;
- (4) 水陆两栖船。

1.1.3.11 除另有规定外, 木质船舶不应为高速船, 且仅限航行于内河 B、C 级航区的景区、湖区、库区和固定河段等封闭水域, 其单程逆水延续航行时间(不包括中途停港时间)小于等于 2h 且单程航行距离小于等于 20km。

1.1.3.12 除另有规定外, 对于载客 12 人及以下船舶, 应符合下述规定:

- (1) 游览艇应满足本规则对游览船的相应要求;
- (2) 用于渡口间渡运的船舶, 应满足本规则对客渡船或车客渡船(载运汽车时)的相应要求;
- (3) 其他船舶(用于港内交通和港内作业兼作交通等)应满足本规则对客船的相应技术要求, 若其航行时间不大于 0.5h 且满足下列要求也认为符合本条款的规定:
 - ①乘客用救生衣的配备和存放满足本规则对客船的相应要求;
 - ②稳性满足本规则对客船的相应要求;
 - ③载客处所和乘客定额满足本规则的相应要求。

1.1.3.13 油船(含载运闪点不大于 60℃油类的油船)不应以纤维增强塑料和木材作为主船体及上层建筑的结构材料。

1.1.3.14 船舶推进动力源和主电源的设置应符合下述规定:

- (1) 客船和载客 12 人及以下船舶不应设置汽油座舱机或液化石油气座舱机;
- (2) 客船和载客 12 人及以下船舶, 当船长大于等于 15m 时不应设置汽油舷外挂机;
- (3) 木质船不应设置以汽油、液化石油气、天然气为燃料的发动机。

1.1.4 免除

1.1.4.1 对于通常从事特定航区/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(不包括海域)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船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, 并能保证船舶的全面安全。

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的装置、材料、设备或器具, 或其型式, 或设置任何其他的设施, 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 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 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。

第2节 术语与含义

1.2.1 一般术语

1.2.1.1 中国籍船舶：系指在中华人民共和国登记或将在中华人民共和国登记的船舶。

1.2.1.2 内河水域：系指本局《航区划分规则（2021）》所述的内河水域。

1.2.1.3 相当A级航区：系指本局《航区划分规则（2021）》所述的相当A级航区。

1.2.1.4 新船：除另有规定者外，系指本规则及其修改通报施行之日或以后安放龙骨或处于相似建造阶段的船舶。相似建造阶段是指在这样的阶段：

- (1) 可以辨认出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%。

1.2.1.5 首制船：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。

1.2.1.6 现有船舶：系指非新船的船舶。

1.2.1.7 船龄：系指船舶自建造完工之日起至今的周年数。

1.2.1.8 重大改建：系指现有船舶一个或几个重大特征实质性的修理、改装或改建，通常包括以下方面的一种或几种改变：

- (1) 船舶主尺度；
- (2) 船舶类型；
- (3) 船舶的分舱水平；
- (4) 船舶的承载能力；
- (5) 乘客居住处所；
- (6) 主推进系统^①；
- (7) 影响船舶稳性；
- (8) 本局认定的涉及船舶主要性能与安全的其他情况。

^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。

1.2.1.9 乘客：系指除下列人员以外的船上人员：

- (1) 船长、船员和在船上以任何职业从事或参与该船业务的其他人员；
- (2) 一周岁以下的儿童。

1.2.1.10 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。

1.2.2 船型定义

1.2.2.1 自航船：系指设有用于航行目的机械推进装置的船舶。

1.2.2.2 非自航船：系指自航船以外的船舶。

1.2.2.3 客船：系指载运乘客超过 12 人的船舶。

1.2.2.4 载客 12 人及以下船舶：系指载运乘客 1 人及以上但不超过 12 人，用于观光游览、港内交通、渡运（人员或车辆）等用途的船舶。

1.2.2.5 货船：系指除客船和载客 12 人及以下船舶以外的任何船舶。

1.2.2.6 高速船：系指满足下列要求的船舶：

- (1) 船长大于或等于 20m，其最大航速 $V \geq 3.7 \nabla^{0.1667}$ m/s 的船舶；
- (2) 船长 5m 至 20m（不包括 20m），其最大航速 $V \geq 3.7 \nabla^{0.1667}$ m/s，且 $V \geq 10$ kn 的船舶；

其中：最大航速 V 为船舶处于满载状态，并以最大持续功率在静水中航行所能达到的航速， ∇ 为船舶满载排水体积（ m^3 ）。

1.2.2.7 化学品船：系指散装运输本局《内河散装运输危险化学品船舶法定检验技术规则》适用的液体化学品货物的货船。

1.2.2.8 液化气体船：系指散装运输本局《内河散装运输液化气体船舶法定检验技术规则》适用的液化气体的货船。

1.2.2.9 游览船：系指设有观光区域，航行于城区、水库、公园、风景区等水域，为乘客提供游览、观光、娱乐、餐饮等服务的客船。

1.2.2.10 游览艇：系指用于游览的载客 12 人及以下船舶。

1.2.2.11 客渡船：系指航行于渡口（城镇渡口和乡村渡口）间，单程逆水延续航行时间（不包括中途停港时间）小于等于 2h 或单程航行距离小于等于 20km，载运乘客或兼运货物的客船。

1.2.2.12 车客渡船：系指自始发港至终点港逆水延续航行时间不超过 2h，设有滚装处所，载运汽车和乘客的客船。

1.2.2.13 普通客船：系指除客渡船、游览船和车客渡船之外的其他客船。

1.2.2.14 工程船：系指担负水上或航道施工任务的船舶，包括挖泥船、起重船、打桩船等。

1.2.2.15 推（拖）船：系指不直接装载货物而主要用于推（拖）货（油）驳的船舶。

1.2.2.16 干货船：系指在舱内或甲板上主要载运干货（包括桶装液体货物）的货船；其中，在舱内或甲板上主要载运散装干货的干货船称为散货船。

1.2.2.17 油船：系指适合于载运散装油类的货船。

1.2.3 船舶要素

1.2.3.1 满载水线：系指船舶所核定的最高一级航区载重线对应的水线。

1.2.3.2 船长 L （m）：系指沿满载水线自首柱前缘量至舵柱后缘的长度；无首柱船舶，自船体侧投影面前缘与满载水线的交点量起（金属材料外板的船舶为内表面，纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为外表面）；无舵柱船舶，量至舵杆中心线，若舵杆位于船体侧投影面外面时，则量至船体侧投影面后缘与满载水线的交点（金属材料外板的船舶为内表面，

纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为外表面);但均应不大于满载水线长度,亦不小于满载水线长度的 96%。无舵船舶的船长取满载水线长度。

对于高速船,船长系指船舶自由静浮于水面时,其刚性水密船体位于满载水线面的长度(金属材料外板的船舶为内表面,纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为外表面),不包括满载水线处以及以下的附体。

1.2.3.3 满载水线长度 L_s (m):系指满载水线面的前后两端之间的水平距离(金属材料外板的船舶为内表面,纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为外表面)。

1.2.3.4 总长 L_{OA} (m):系指船体(含首、尾升高甲板)及上层建筑的船首最前端到船尾最后端之间的水平距离(金属材料外板的船舶为内表面,纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为外表面),不包括船首尾两端的突出物(如舷伸甲板、护舷材、顶推装置、舷外挂机及其安装支架、假首、假尾、活动突出物等)。

1.2.3.5 最大船长 L_E (m):系指船首最前端到船尾最后端之间的水平距离,包括外板和船首尾两端结构性突出物(如舷伸甲板、护舷材、假首、假尾、顶推装置等)在内,活动突出物(如跳板、起重吊臂、输送装置等)以航行状态的情况计量。

1.2.3.6 船宽 B (m):系指船舶最宽处两舷外板内表面之间的水平距离(纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为外表面),舷伸甲板和护舷材等突出物不计入。

1.2.3.7 型深 D (m):系指在船长中点处沿舷侧自平板龙骨上表面(纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为下表面)量至干舷甲板下表面(纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为上表面)的垂直距离。对甲板转角为圆弧形的船舶,应量至干舷甲板下表面的延伸线与外板内表面延伸线的交点(纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为干舷甲板上表面的延伸线与外板外表面延伸线的交点)。方龙骨等突出物不计入。

1.2.3.8 满载吃水 d (m):系指船长中点处舷侧自平板龙骨上表面(纤维增强塑料等非金属材料外板的船舶为下表面)量至满载水线的垂直距离。

1.2.3.9 最大航速 V (m/s):船舶处于满载状态,并以最大持续功率在深静水中航行所能达到的航速。

1.2.3.10 方形系数:方形系数 C_b 由下式确定:

$$C_b = \frac{\nabla}{LB_{wl}d}$$

式中: ∇ ——相应于满载水线时的型排水体积, m^3 ;

L 、 d ——见本节 1.2.3.2 和 1.2.3.8;

B_{wl} ——满载水线在中部的船体最大型宽, m 。

1.2.3.11 首、尾垂线:首垂线为通过首柱前缘与满载水线交点的垂线。尾垂线为通过舵柱后缘与满载水线交点的垂线;对无舵柱的船舶,尾垂线为通过舵杆中心线与满载水线交点的垂线;对无舵杆的船舶,尾垂线为通过船长 L 尾端点的垂线。对于具有非常规船首和船尾的船舶,需特别考虑。

1.2.3.12 船中:系指船长 L 的中点。

1.2.3.13 中部:船长 L 中点向前、后各 $0.2L$ 长度范围。

1.2.3.14 首、尾部:船长 L 中点前、后各 $0.4L$ 以外的长度范围。

1.2.3.15 过渡区域:介于中部与首、尾部之间的区域。

1.2.4 其他术语

1.2.4.1 围蔽处所:系指由外板、舱壁、固定围壁、甲板或盖板所围成的处所。干舷甲板以下的船体部分视为围蔽处所。

1.2.4.2 开敞处所:系指除围蔽处所外的处所。

1.2.4.3 强力甲板：构成船体等值梁剖面最上层翼板的纵通连续甲板。

1.2.4.4 干舷甲板：系指用以量计干舷的甲板，通常指毗邻于满载水线以上的第一层全通甲板；当甲板有首、尾升高时，应取甲板最低线及其平行于升高甲板的延伸线作为干舷甲板。

1.2.4.5 上层建筑及甲板室：位于强力甲板以上，由一舷伸至另一舷或其侧壁板离船体舷侧板向内不大于船宽(B)4%的围蔽建筑称为上层建筑，即桥楼、首楼、尾楼；其他甲板建筑物称为甲板室。

1.2.4.6 深舱：除双层底以外的压载舱、船用水舱、货油舱及燃油舱等。

1.2.4.7 主要构件：船体的主要支撑构件称为主要构件，如强横梁、甲板纵桁、实肋板、船底桁材、强肋骨、舷侧纵桁、舱壁桁材等。

1.2.4.8 次要构件：船体板的扶强构件称为次要构件，如横梁、纵骨、肋骨、舱壁扶强材、组合肋板的骨材等。

1.2.4.9 座舱机：系指安装在机舱内的发动机（或电动机）。

1.2.4.10 舷外挂机：系指安装在尾封板上的发动机（或电动机），与传动系统、轴和螺旋桨连成一体，整体位于舷外。

1.2.4.11 舷内外机：系指与安装在尾封板上的尾推进装置之间采用水平联接的座舱机。

1.2.4.12 直翼舵桨装置：系指由齿轮箱、转筒、桨叶、桨叶旋转机构、转向系统等组成，具有产生推力和改变推力方向的舵桨一体装置。

第 3 节 航行条件限制与装载要求

1.3.1 航行条件限制

1.3.1.1 适用本规则的客船和载客 12 人及以下船舶，应明确其允许载乘的人数及其他安全营运技术条件，例如单程延续最大航行时间或距离、最大水流流速 V_F 等。

1.3.1.2 对于载客 12 人及以下船舶（游览艇除外），其单程逆水延续航行时间（不包括中途停港时间）应不大于 2h。

1.3.1.3 对于客船和载客 12 人及以下船舶，其航行水域的最大水流流速 V_F 应不大于下式计算之值：

$$V_F = \min(V, V_J) - 0.5 \quad \text{m/s}$$

式中： V ——船舶最大航速，m/s；

V_J ——急流航段限速，m/s，非急流航段取 3.5，J1 级航段取 6.5，J2 级航段取 5。

1.3.1.4 木质船营运公司应建立船舶维修保养的管理体系或规章制度，并形成相关日志（包含在维修手册中或单独成册）以备查。

1.3.2 船舶装载要求

1.3.2.1 船舶装运活牲口（活猪、活牛、活羊、活马等）时，应采取分栏（栏栅）、分笼和系固相结合装运方式，且除看管人外不得搭载其他乘客。

1.3.2.2 当客渡船载运的乘客随身携带自行车、二轮摩托车（含电动自行车）和残疾人专用三轮车时，应按本规则 9.1.1.7 的要求折减乘客人数，船舶应设置自行车、二轮摩托车（含电动自行车）和残疾人专用三轮车停放区域。

1.3.2.4 车客渡船应设置单独的乘客处所，车辆应使用木楔固定车辆前轮或后轮，或

采取其他措施有效固定，以防止车辆前后移动。

第 4 节 制定地方性船检技术规范的规定

1.4.1 一般要求

1.4.1.1 本节不适用于液化气体船、化学品船、闪点不大于 60℃的油船、载运包装危险货物船舶和高速船。

1.4.1.2 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小型船舶的法定检验技术规范，并报交通运输部海事局备案。在制定地方性船检技术规范时，可与辖区内区域性船舶标准化船型的研发相结合。

1.4.1.3 地方性船检技术规范仅限于省、自治区、直辖市内航行的下列船舶：

- (1) 船长小于等于 15m 的客渡船和车客渡船；
- (2) 船长小于 20m 的货船；
- (3) 载客 12 人及以下船舶。

1.4.2 编制原则

1.4.2.1 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。

1.4.2.2 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。

第2章 船体

第1节 一般规定

2.1.1 目标

2.1.1.1 船舶应按照预定的用途和规定的营运环境条件进行设计和建造,并保证在其营运期内只要适当的操作和维护则处于安全和环境友好状态。

2.1.1.2 安全和环境友好系指船舶具备足够的(包含适当的、能够反映不确定性的裕度)强度、完整性和稳性,以使因结构失效、浸水或丧失水密完整性而导致船舶灭失、人员伤亡、财产损失和/或环境污染的风险最大限度地减少。安全也包括船舶装卸(作业)不危及强度、完整性和稳性,以及船舶的结构、装置和布置为安全进出、逃生、检查和妥善维护做出安排并便于安全操作。环境友好也包括使用环保可回收的材料建造船舶。

2.1.1.3 规定的营运环境条件由预定的航区和航行(避风、作业)情况而定,包括风浪、船舶运动和操作载荷等,并覆盖在码头、航道上的装卸(作业)和压载中可能出现的各种不利载荷工况。

2.1.2 一般要求

2.1.2.1 船舶应设计成具有适合其预定营运和环境条件的水密和风雨密完整性,船体应适当分舱或采取其他措施以获得足够的稳性和抗沉性(储备浮力或破损稳性),包括但不限于设置适当数量的水密舱壁或浮力体(舱、柜等)。

2.1.2.2 船舶结构的设计应使其在完整状态下能经受住营运期内的营运和环境条件,并与其用途相协调,避免装卸或作业时造成危及结构安全的损坏。

2.1.2.3 船舶应装设与其预定用途和营运环境条件相适应的舾装设备,如舵设备(或其他等效装置)、锚泊设备、系泊设备等,以便进行航向调控、定位等操作。

2.1.2.4 除本规则明确规定外,对于以钢质、铝合金、纤维增强塑料和木质为主要构造材料的船舶,其材料与建造工艺和船体结构应符合下列规定:

- (1) 船体结构为钢质和铝合金时,推(拖)船、油船、双体船、工程船应符合本局《内河船舶法定检验技术规则(2019)》的规定,其他船舶应符合本章第2节及以后各节的规定;
- (2) 船体结构为纤维增强塑料时,应符合第11章的规定;
- (3) 船体结构为木质时,应符合第12章的规定。

2.1.3 水密舱壁

2.1.3.1 船舶应在距首垂线 $0.5m \sim 0.15L$ (L 为船长,下同)范围内设置水密防撞舱壁。

2.1.3.2 非自航船和非座舱机船应在距尾垂线 $0.5m \sim 0.1L$ 范围内设置水密尾尖舱舱壁。

2.1.3.3 尾机型的座舱机船应设置水密机舱前舱壁,中机型的座舱机船应设置水密机舱前舱壁和水密机舱后舱壁。

2.1.3.4 若船舶水密舱壁的数量和位置符合《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第5篇对破损稳性的规定,则认为满足本节2.1.3.1至2.1.3.3的要求。

2.1.3.5 水密舱壁的高度应延伸至干舷甲板或升高甲板。

2.1.3.6 当管子、排水管等通过水密舱壁时,应设有保证该舱壁水密完整性的装置。电

缆、舵链、车钟链、主机操纵线等穿过水密舱壁时，应沿干舷甲板下表面敷设，并尽可能保持贯穿处舱壁的水密完整性。

2.1.3.7 水密防撞舱壁不应开设门或人孔，航行 A、B 级航区的客船和载客 12 人及以下船舶及航行急流航段的船舶不应在水密舱壁上开门。

2.1.4 浮力体

2.1.4.1 客船和载客 12 人及以下船舶应设置浮力体，浮力体应满足下列要求：

- (1) 浮力体提供的浮力应大于等于空船重量的 110%；
- (2) 浮力体通常为干舷甲板以下的水密舱室，或采用不吸水的封闭型发泡塑料填充的空舱（柜）；
- (3) 浮力体应永久性固定设置，并尽量采用左右对称方式布置。

2.1.4.2 对于客船和载客 12 人及以下船舶，若设置浮力体不满足 2.1.4.1 的要求时，则应符合下列任一要求的规定：

- (1) 破损稳性满足《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇对客船的有关要求；
- (2) 在水密防撞舱壁至水密尾尖舱舱壁的范围，相邻主横水密舱壁的间距 l 应小于等于按下式计算所得之值：

$$l = 0.75 \left(1 - \frac{d}{D} \right) L \quad \text{m}$$

当 $l > 6D$ 时，取 $l = 6D$ ； $l < 0.15L$ 时，取 $l = 0.15L$ 。

式中： L ——船长，m；
 D ——型深，m；
 d ——吃水，m。

2.1.5 结构原则

2.1.5.1 本规则计算公式中所涉及的半波高值 r ，按航区取值如下：

A 级航区	$r=1.25 \text{ m}$
B 级航区	$r=0.75 \text{ m}$
C 级航区	$r=0.25 \text{ m}$

2.1.5.2 无明确规定时，甲板结构计算载荷的相当水柱高度 h 值按表 2.1.5.2 的规定确定：

相当水柱高度 h 表 2.1.5.2

甲板位置	相当水柱高度
强力甲板	A 级航区： $h = 0.725 \text{ m}$ B 级航区： $h = 0.6 \text{ m}$ C 级航区： $h = 0.5 \text{ m}$
载货甲板	$h = K \frac{Q}{F} \quad \text{m}$ 式中： Q ——载货甲板货物总重量，t； F ——载货甲板载货区域总面积， m^2 ； K ——系数，货物积载因数大于 $0.45 \text{ m}^3/\text{t}$ 时，取

	$K=1.15$ ；货物因数小于等于 $0.45\text{m}^3/\text{t}$ 时，取 $K=1.30$ 。 如为强力甲板则尚应不低于强力甲板要求
载客甲板	$h = 0.45\text{m}$ 如为强力甲板则尚应不低于强力甲板要求
顶篷甲板	$h = 0.2\text{m}$
其他非强力甲板	$h = 0.35\text{m}$

2.1.5.3 无明确规定时，船底和舷侧结构的计算载荷相当水柱高度 h 值按下述规定确定：

$$h = d + r \quad \text{m}$$

式中： d ——设计吃水，m；

r ——半波高，m，按本规则 2.1.5.1 的规定。

当计算 h 值大于船舶的型深 D 时，取 $h=D$ 。

2.1.5.4 引用增量方法确定构件尺寸时，除明确规定外，均应以计算值为基础进行增量。

2.1.5.5 船体构件的布置应确保结构的有效连续性。船体纵向构件应尽可能在船长范围保持连续；甲板、舷侧及船底的骨架应有效地连接，构成完整的刚性整体。

2.1.5.6 航行于急流航段船舶的船体结构应符合 B 级航区船舶的规定。

2.1.6 桨的安装

2.1.6.1 螺旋桨桨叶叶梢与外板的间隙建议大于等于 $0.1D$ (D 为螺旋桨直径)。隧道型船舶的螺旋桨桨叶与外板的间隙，可适当减小。

2.1.6.2 船舶设置螺旋桨装卸孔时，螺旋桨装卸孔应符合下列要求：

- (1) 孔口围板顶缘应高出满载水线至少 200mm；
- (2) 孔口围板的厚度应大于等于 4mm；
- (3) 孔口的盖闭设备应保证水密。

2.1.6.3 安装直翼舵桨装置的基座应具有足够的强度和刚度。

2.1.6.4 直翼舵桨装置与船体应采取螺栓紧固的方式连接，并保证水密。

2.1.7 风雨密外窗玻璃

2.1.7.1 需满足风雨密要求的外窗玻璃，应采用符合公认标准^①的钢化玻璃、聚碳酸酯玻璃或夹层玻璃。

2.1.7.2 外窗的玻璃厚度应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = 0.1225b \sqrt{\frac{C}{[\sigma_B]}} \quad \text{mm}$$

当 $t < 4\text{mm}$ 时，取 $t=4\text{mm}$ 。

式中： b ——玻璃板格短边长度，mm；

C ——系数，按表 2.1.7.2 选取；

$[\sigma_B]$ ——玻璃的许用弯曲应力， N/mm^2 ，钢化玻璃取 50，普通玻璃取 19.5，聚碳酸酯玻璃取 26。

系数 C

表 2.1.7.2

b/a	1.0	0.909	0.833	0.769	0.714	0.667	0.625	0.556	0.5	0.333	≤ 0.25
-------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------	-------------

^① 参考 GB 11946-2013 船用钢化安全玻璃

C	0.0515	0.0554	0.0612	0.0668	0.0714	0.0753	0.0784	0.0821	0.0829	0.0832	0.0833
---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

注： b/a ——玻璃板格的短边与长边之比，其中 a 为玻璃板格长边长度（mm）。

2.1.7.3 采用双层夹层玻璃时，两层玻璃的厚度之和应大于等于按上式计算所得之值的 1.25 倍。

2.1.7.4 外窗玻璃与窗框的连接以及窗框与壁板的连接应牢固、可靠。

2.1.8 护舷材

2.1.8.1 船舶两舷均应设置护舷材，护舷材可采用加厚板或半圆形的护舷材，亦可采用其它等效设施。

2.1.9 涂料

2.1.9.1 船舶应采取有效措施以防止船体构件的过分腐蚀。

2.1.9.2 锚链舱应涂刷沥青溶液或其他有效防腐涂料。

2.1.9.3 贮存压载水和淡水的舱（柜）及首、尾尖舱，均应涂刷水泥或其他有效的涂料。

2.1.9.4 贮存燃油的舱（柜）应尽可能涂刷耐油的防腐涂料。

第 2 节 钢质和铝合金船体

2.2.1 一般要求

2.2.1.1 除明确规定外，本节适用于主船体为单甲板、单底、横骨架式船舶，且船舶的主尺度比值应符合表 2.2.1.1 的规定。

主尺度比值

表 2.2.1.1

类别	L/D		B/D	
	A、B 级航区	C 级航区	A、B 级航区	C 级航区
甲板上载货/客的船舶（含半舱船）	≤25.0	≤28.0	≤5.5	≤6.0
甲板上载车的船舶（含半舱船）	≤25.0	≤28.0	≤5.0	≤5.5
其他船舶	≤25.0	≤28.0	≤4.5	≤5.0

注：①当 L/D 超出上述比值时，应通过加强船舶的纵向结构或通过船体梁的计算校核以保证船舶有足够的总纵强度和刚度；

②当 B/D 超出上述比值规定时，应通过增设横舱壁等横向结构以保证船舶有足够的横向强度和刚度；

③半舱船系指载客/载货甲板低于强力甲板的距离不大于 $0.5D$ （型深）且载客/载货甲板至基线距离不小于 700mm 的船舶。

2.2.1.2 船舶的肋骨间距一般应小于等于 700mm。

2.2.1.3 按本规则计算所得板厚值，其小数点后的数值小于 0.25mm 时舍去；大于等于 0.25mm 并小于 0.75mm 时取 0.5mm，如无 0.5mm 规格板材则应进到 1mm；大于等于 0.75mm 时进到 1mm。

2.2.1.4 主支撑构件（包括实肋板、底龙骨、强横梁、甲板纵桁、舷侧强肋骨、舷侧纵桁）的腹板厚度应大于等于 2mm，腹板的高度与厚度之比应小于等于 75（首、尾部可适当增大），面板厚度应大于等于腹板厚度，且面板自由边至腹板的宽度应小于等于其厚度的 10

倍。

2.2.1.5 当骨材直接与板相连接时，要求的剖面模数和惯性矩为连带板的最小要求值；普通骨材的带板宽度取骨材间距；强骨材带板宽度取强骨材跨距的 1/6，且小于等于负荷平均宽度、大于等于普通骨材间距。若骨材仅一侧有带板时，则带板宽度取上述规定的 50%。

2.2.1.6 当骨材不直接与板相连时，要求的剖面模数和惯性矩仅为骨材不连带板的最小要求值。

2.2.2 钢质船体

2.2.2.1 除本节明确规定者外，船体结构用钢应符合中国船级社《材料与焊接规范（2023）》和《钢质内河船舶建造规范（2016）》的规定。

2.2.2.2 船体结构用钢的脱氧方法和化学成分应符合表 2.2.2.2（1）的规定，力学性能应符合表 2.2.2.2（2）的规定。

脱氧方法和化学成分 表 2.2.2.2（1）

钢材等级		A	B	D	E
脱氧方法 厚度 t(mm)		t≤50, 除沸腾钢外任何方法 ^① ; t > 50, 镇静处理	t≤50, 除沸腾钢外任何方法; t > 50, 镇静处理	t≤25, 镇静处理; t > 25, 镇静和细晶处理	镇静和细晶处理
化学成分 ^{⑦⑧} (%)	C ^②	≤0.21 ^③	≤0.21	≤0.21	≤0.18
	Mn ^②	≥2.5C	≥0.80 ^④	≥0.60	≥0.70
	Si	≤0.50	≤0.35	≤0.35	≤0.35
	S	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
	P	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
	Al(酸溶)	—	—	≥0.015 ^{⑤⑥}	≥0.015 ^⑥

注：①经船舶检验机构同意，对 t≤12mm 的 A 级型钢，可采用沸腾钢，但应在材料证书上注明；

②所有等级的钢均应符合： $C\%+1/6Mn\% \leq 0.40\%$ ；

③对于型钢，最大含碳量可为 0.23%；

④当 B 级钢作冲击试验时，其最低含锰量可降低至 0.6%；

⑤对 t>25mm 的 D 级钢适用；

⑥对 t>25mm 的 D 级钢和 E 级钢，可采用总铝含量来代替酸溶铝含量的要求，此时，总铝含量应小于等于 0.02%；

⑦钢中残余铜含量应小于等于 0.35%；铬、镍的残余含量各应小于等于 0.30%；

⑧在钢材的冶炼过程中添加的任何其他元素，应在材料证书上注明。

力学性能 表 2.2.2.2（2）

钢级 等级	屈服强度 R_{eH} (N/mm ²)	抗拉强度 R_m (N/mm ²)	伸长率 A_s (%)	夏比 V 型缺口冲击试验		
				试验温度 (°C)	平均冲击功(J)	
					纵向 ^②	横向 ^③
A	≥235	400 ~ 520 ^①	≥22	20	—	—
B				0	≥27 ^④	≥20 ^④
D				-20		
E				-40		

注：①经船舶检验机构同意，A 级型钢的抗拉强度的上限值可以超出表中所规定的值；

- ②除船舶检验机构要求外,厚度 $t \leq 50\text{mm}$ 时的冲击试验一般仅做纵向试验,但钢厂应采用措施保证钢材的横向冲击性能;
- ③型钢一般不进行横向冲击试验;
- ④厚度 $t \leq 25\text{mm}$ 的 B 级钢,经船舶检验机构同意可不作冲击试验。

2.2.2.3 适用本规则的钢材最低屈服强度 R_{eH} 为 235N/mm^2 。

2.2.2.4 船体结构应符合本章第 3 节及以后各节的规定。

2.2.3 钢质船体结构的焊接

2.2.3.1 从事船舶及其产品焊接作业的人员必须具有相应资质。

2.2.3.2 除本节明确规定者外,船体结构的焊接材料、焊接工艺应符合中国船级社《材料与焊接规范(2023)》的相应规定和《钢质内河船舶建造规范(2016)》的规定。

2.2.3.3 船体各种焊接结构上的焊缝,应避免布置在应力集中区域。结构焊缝的布置还应考虑便于焊工施焊,施焊的焊缝位置尽可能采用平焊。

2.2.3.4 船体结构中的平行焊缝应保持一定的距离,对接缝之间的平行距离应大于等于 80mm ,且尽量避免尖角相交;对接焊缝与角焊缝之间的平行距离应大于等于 30mm 。

2.2.3.5 船体主要结构的连接,宜采用对接焊,施工确有困难时也可以采用搭接焊,除另有规定者外,船体外板、强力甲板、干舷甲板、舱壁板、舱口围板的连接应采用对接焊。

2.2.3.6 不同厚度钢板对接时,若其厚度差大于等于 4mm ,则应将厚板的边缘进行削斜过渡,削斜的宽度应大于等于厚度差的 4 倍。

2.2.3.7 搭接接头的焊缝尺寸应满足本节表 2.2.3.15 所列 1 级焊缝的要求,搭接宽度 b 应大于等于按下式计算所得之值:

$$b=2t+15 \text{ mm}$$

式中: t ——搭接接头中较薄板的厚度, mm 。

2.2.3.8 载货甲板、强力甲板(或干舷甲板)及其以下的船体外板的对接焊缝应保证全焊透。

2.2.3.9 上层建筑(或甲板室)的外围壁、载客甲板、顶篷甲板、厨房周界、厕所(盥洗室)周界、蓄电池室周界等的对接焊缝可采用单面连续焊。其它处所的对接焊缝可采用双面或单面间断对接焊。间断对接焊的焊缝长度一般大于等于 100mm ,焊缝端部的间距一般小于等于 200mm 。

2.2.3.10 型钢骨材用搭接焊时,两侧的角焊缝须连续并包角。

2.2.3.11 圆孔塞焊应按图 2.2.3.11 所示尺寸开孔,孔的宽度应大于等于板厚的 2 倍。圆孔塞焊的间距应小于等于 10 倍圆孔直径。

2.2.3.12 长孔塞焊应按图 2.2.3.12 所示,长孔塞焊的开孔长度 l 应大于等于 75mm ,孔的宽度应大于等于板厚的 2 倍,孔端部呈半圆形。孔的间距应小于等于长孔长度的 2 倍。通常长孔塞焊时不必在孔内塞满熔融金属。

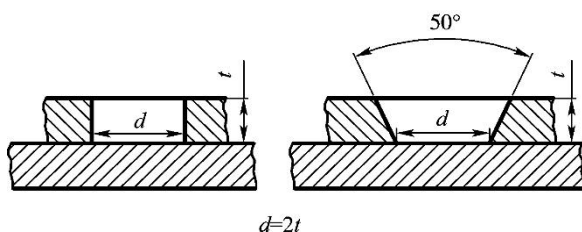


图 2.2.3.11 圆孔塞焊

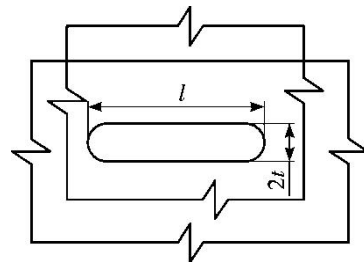


图 2.2.3.12 长孔塞焊

2.2.3.13 板与板、板与型材的 T 型连接应采用填角焊缝。当构件承受高应力时,必须采用双面填角焊或全焊透角焊。全焊透角焊系指在角焊缝处必须开坡口的焊透角焊。

2.2.3.14 船体角焊缝可按表 2.2.3.14 所列形式选用。

船体角焊缝型式

表 2.2.3.14

角焊缝名称	型式
双面填角焊	
双面全焊透角焊	
交错间断角焊缝	
并列间断角焊缝	
一面连续角焊缝 一面间断角焊缝	

表中：① k ——焊脚高度； h ——焊喉厚度； l ——焊缝长度； e ——焊缝间距；

②交错间断角焊缝与并列间断角焊缝可替换使用；

③上层建筑或施工受限的情况下，可考虑使用单面连续焊接形式。

2.2.3.15 角焊缝分为 4 级，各级别的型式和 K 值，根据相连构件中较薄板的厚度按表 2.2.3.15 选取。

角焊缝各级别 K 值

表 2.2.3.15

焊缝级别 板厚 (mm)	1	2	3	4
≤ 3.5	$\frac{3}{3-100(150)}$	$3-100 \sqrt{\quad} (150)$	$3-100 \sqrt{\quad} (200)$	$3-100 \sqrt{\quad} (250)$
4 ~ 5.5	双 3	$\frac{3}{3-100(150)}$	$3-100 \sqrt{\quad} (150)$	$4-100 \sqrt{\quad} (250)$

6~8	双 4	$\frac{4}{4-100(100)}$	$4-100\overline{Z}(100)$	$4-100\overline{Z}(200)$
9~12	双 5	$\frac{5}{5-100(100)}$	$\frac{4}{4-100(100)}$	$5-100\overline{Z}(200)$

注:表中焊脚高度系指手工焊与半自动焊的焊脚高度。若采用自动焊时,对 1 级焊缝的焊脚高度可减少 1mm,但应大于等于 3mm,其它各级焊缝的焊脚高度原为 4mm 者,可减少为 3mm,原为 5mm 者,可减少为 3.5mm。

2.2.3.16 船体各主要结构连接所使用角焊缝级别按表 2.2.3.16 选取。

主要结构连接所使用角焊缝级别

表 2.2.3.16

序号	连接构件名称	焊缝级别
I	单层底	
1	中内龙骨与平板龙骨	1
2	中内龙骨与其面板	2
3	所有实肋板与中内龙骨	2
4	实肋板与其面板	3
5	机舱内实肋板与其面板	2
6	实肋板与外板	3
7	机舱内实肋板与外板	2
8	旁内龙骨与外板	3
9	机舱内旁内龙骨与外板	2
10	旁内龙骨与其面板	3
11	机舱内旁内龙骨与其面板	2
12	旁内龙骨与实肋板	2
13	中内龙骨与横舱壁	1
14	旁内龙骨与横舱壁	1
15	底肋骨与外板	4
16	首、尾尖舱、深水舱内肋板与外板	2
II	舷侧骨架	
1	强肋骨与外板	2
2	舷侧纵桁与外板	3
3	强肋骨及舷侧纵桁腹板与其面板	3
4	首、尾尖舱、深水舱与外板; 强肋骨腹板与其面板	3
5	肋骨与外板	4
6	舳肘板与实肋板	1
7	舳肘板与外板	1
8	舷侧纵桁与横舱壁	2
9	强肋骨与舷侧纵桁	2
III	甲板及其支承结构	
1	强力甲板的甲板边板与外板	1
2	非强力甲板的甲板边板与外板	2
3	舱口端梁与甲板	1
4	舱口围板与甲板	1
5	舱口围板与其水平加强材	4
6	纵通舱口围板与水平桁	2

7	纵通舱口围板与面板	2
8	强横梁、悬臂梁与甲板	2
9	强横梁、悬臂梁腹板与其面板	3
10	横梁与甲板	甲板货船 3, 其他船 4
11	深水舱、尖舱内横梁与甲板	3
12	甲板纵桁与甲板板以及与其面板	3
13	甲板纵桁与横舱壁	2
14	支柱两端与其构件	1
15	跳板强横梁、强纵桁与跳板甲板	2
16	跳板强横梁、强纵桁与其面板	2
17	跳板边桁材与跳板甲板	2
18	舱口纵桁与甲板	1
IV	舱壁与轴隧	
1	水密舱壁的范围与其相连部分	1
2	轴隧及外板与舱壁	1
3	非水密舱壁的范围与其相连部分	3
4	所有舱壁板与其扶强材	4
5	舱壁垂直桁与舱壁及其面板	3
V	上层建筑	
1	上层建筑的外围壁与甲板	1
2	上层建筑的内隔壁与甲板	2
3	围壁间的连接	3
4	上层建筑的甲板横梁和纵桁与甲板	4
5	围壁板与其扶强材	4
VI	舵	
1	内部隔板与舵叶板	1
2	舵叶板与内部隔板的长孔塞焊	1
3	组合下舵杆与舵叶顶板	1
VII	舾装设备及其他附件	
1	桅与甲板	1
2	甲板辅机基座与甲板	1
3	系缆桩等系泊设备底座与甲板	1
4	舳龙骨与外板	3

2.2.3.17 上层建筑（或甲板室）内的普通横梁与甲板的连接，普通扶强材与围壁的连接可采用单面或双面交错点焊。其直径 d 和点距 l 应符合图 2.2.3.17 的规定。

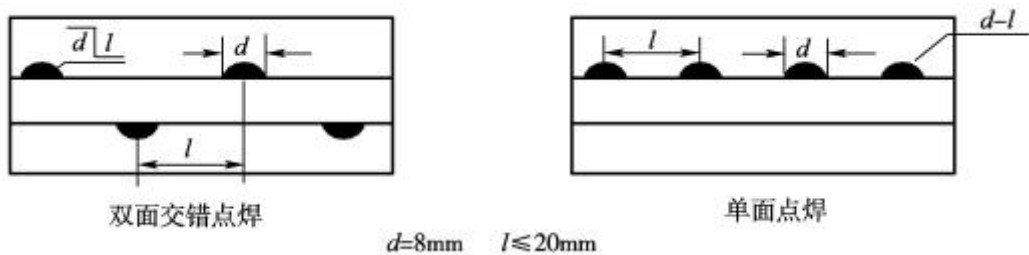


图 2.2.3.17 点焊直径 d 和点距 l

2.2.3.18 凡焊缝长度小于或等于 300mm 者，则一律采用连续焊。肘板与板或构件的焊

接,采用双面连续焊,焊脚以 1 级焊缝为准。设备、甲板机械及系缆桩等系泊设备底座下构件的角焊缝,在加强区域内应为双面连续焊。

2.2.3.19 各种结构若采用间断焊、一面连续另一面间断焊或单面连续焊时,则构件的端部应按下述规定进行双面连续的加强焊:

(1) 骨材的端部,应为连续包角焊,其包角焊缝的长度应为骨材的高度或大于等于 75mm,取其大者;

(2) 骨材端部削斜时,其加强焊长度应大于等于削斜长度;骨材端部以焊接固定时,其加强焊长度应大于等于骨材高度;

(3) 各种构件的切口、切角、开孔(如流水孔、透气孔等)的两端包角焊长度应大于等于 50mm;

(4) 各种构件对接接头的两侧均应有一段对称的角焊缝,其长度应大于等于 75mm,如图 2.2.3.19 所示。

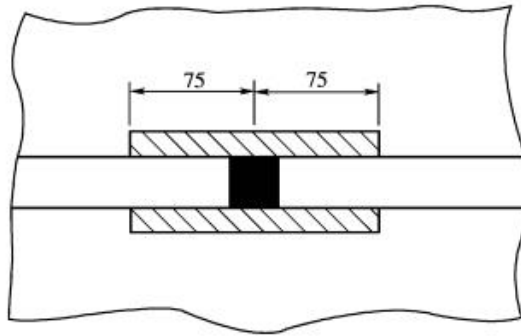


图 2.2.3.19 对接接头的两侧对称的角焊缝

2.2.4 铝合金船体

2.2.4.1 除本节明确规定者外,材料和焊接(铆接)应符合中国船级社《材料与焊接规范(2023)》《内河高速船建造规范(2022)》的相应规定。

2.2.4.2 船体结构尺寸不小于按下列公式计算之值:

$$\text{板厚: } t_a = t_s \sqrt{K} \quad \text{mm}$$

$$\text{剖面模数: } W_a = W_s K \quad \text{cm}^3$$

式中: t_s ——按本章第 3 节及以后各节规定所计算的板厚(最小板厚除外), mm;

W_s ——按本章第 3 节及以后各节规定所计算的剖面模数, cm^3 ;

K ——材料换算系数,按下式计算,也可按其他公认的标准^①确定:

$$K = 235 / R_{p0.2}$$

其中: $R_{p0.2}$ ——铝合金材料在退火状态下的 0.2% 规定非比例伸长应力, N/mm^2 , 但不大于 66% 的材料抗拉强度值。

^① 参见 GB/T 34630-2017《搅拌摩擦焊 铝及铝合金》

第 3 节 外板和甲板

2.3.1 平板龙骨

2.3.1.1 船舶设置平板龙骨时,船中部平板龙骨的厚度应按船中部船底板厚度增加 1mm,首、尾部平板龙骨厚度应大于等于船中部船底板厚度;平板龙骨的宽度应大于等于 0.6m。

2.3.2 船舶外板

2.3.2.1 船长小于等于 10m 的船舶,其外板的最小厚度应为 2.5mm;船长大于 10m 的船舶,其外板的最小厚度应为 3mm。

2.3.2.2 舳板、舷侧外板、舷侧顶列板厚度可取与船底板厚度相同。

2.3.3 船底板

2.3.3.1 船中部船底板的最小厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = a (0.076L + 3.7s) \quad \text{mm}$$

式中: L ——船长, m;

s ——肋骨间距, m;

a ——航区系数, A 级航区取 $a = 1$, B 级航区取 $a = 0.85$, C 级航区取 $a = 0.7$ 。

2.3.3.2 船底板的厚度 t 尚应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 4.8s \sqrt{d + r} \quad \text{mm}$$

式中: d ——吃水, m;

s ——肋骨间距, m;

r ——半波高, m, 按本章 2.1.5.1 的规定。

2.3.4 首尾封板

2.3.4.1 船舶设置平板龙骨时,平头型船的首封板厚度应与首部平板龙骨厚度相同,尾封板厚度应与尾部平板龙骨厚度相同;船舶没有设置平板龙骨时,首封板(平头型船)厚度和尾封板厚度应与处于同一位置的船底板厚度相同。

2.3.4.2 当尾封板上安装舷外挂机或尾推进装置时,尾封板的厚度应大于等于舷侧外板厚度的 1.2 倍,其安装座的四周应设短桁材补强。

2.3.5 局部加强

2.3.5.1 主机座下面的船底板厚度和螺旋桨叶梢附近的外板厚度应按船底板厚度增加 0.5mm。尾轴架穿过处的外板厚度应增加 0.5 倍或加等厚复板。

2.3.5.2 锚链筒出口处的外板厚度应增加 0.5 倍或加等厚复板。

2.3.5.3 顶岸停靠的船舶,其艏柱应适当地加强。

2.3.5.4 测深管下方的外板应设垫板。

2.3.5.5 甲板上布置有甲板机械,系缆设备的甲板厚度应增加 0.5 倍或加等厚复板。若采用复板加强,应用塞焊与甲板焊妥。

2.3.5.6 甲板开孔应尽可能为圆形或长轴沿船长方向布置的椭圆形,矩形开口的角隅应为圆角。船中部任一方向的尺度大于等于 300mm 的甲板开孔,开孔区域的甲板厚度应增加 0.5 倍或加等厚复板,且加厚板或复板的边缘距开孔边缘的最小距离应为开孔最大尺寸的 0.5 倍。在复板的内、外边缘处应采用连续角焊缝与甲板焊妥,在复板的内、外缘之间应采用塞焊与甲板焊妥。位于船中部以外的开孔,如任一方向的尺度大于等于 300mm 时,补强方式

应符合船中部的规定,或者采用在孔缘设置厚度不小于甲板厚度、宽度不小于其厚度 8 倍的环形面板进行补强。

2.3.6 强力甲板

2.3.6.1 船长大于 10m 的船舶,其强力甲板的最小厚度应为 3.5mm;船长小于等于 10m 的船舶,其强力甲板的最小厚度应为 3.0mm。

2.3.6.2 船长大于 10m 的船舶,船中部强力甲板的半剖面积 A 应大于等于按下式计算所得之值:

$$A = \frac{B}{2}(\alpha L + \beta) \quad \text{cm}^2$$

式中: L ——船长, m;

B ——船宽, m;

α 、 β ——系数,按航区由表 2.3.6.2 选取。

甲板半剖面积,系包括船中部甲板中纵剖面一侧,开口线以外的甲板、甲板边板、舷伸甲板、甲板纵桁、舱口围板(若系贯通)及平板型护舷材(若系贯通)等纵通构件的剖面积。对于半舱船,甲板半剖面积计入载货/载客甲板及甲板纵桁。

系数 α 和 β

表 2.3.6.2

航区	A 级	B 级	C 级
α	0.17	0.11	0.10
β	5.0	4.5	4.0

2.3.6.3 船长小于等于 10m 的船舶若在船中部 0.4L 范围内有保持连续的舱口,则其中部 0.5L 范围内的甲板边板宽度 A、B 级航区船舶应大于等于 250mm, C 级航区船舶应大于等于 150mm。当在舷顶处设有截面积与甲板边板剖面积等效且在船中部 0.5L 范围内连续的纵向强构件时,可免设甲板边板。

2.3.7 载货甲板

2.3.7.1 载货部位甲板厚度 t 尚应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 5.1s\sqrt{h} + 0.9 \quad \text{mm}$$

式中: s ——甲板横梁间距, m;

h ——计算水柱高度, m,按本章 2.1.5.2 的规定取值。

2.3.8 舷伸甲板

2.3.8.1 舷伸甲板厚度应与强力甲板厚度相同。

2.3.9 顶篷甲板

2.3.9.1 顶篷甲板最小厚度应为 1.5mm。

2.3.9.2 顶篷甲板可采用非钢质的等效材料替代。

2.3.9.3 顶篷甲板不应用于载运乘客或其他人员。

2.3.10 载客甲板

2.3.10.1 载客甲板的最小厚度应为 3mm。

2.3.11 其他甲板

2.3.11.1 船长大于 10m 的船舶，其他甲板的最小厚度应为 3mm；船长小于等于 10m 的船舶，其他甲板的最小厚度应为 2.5mm。

第 4 节 船底骨架

2.4.1 一般要求

2.4.1.1 实肋板间距应小于等于 4 个肋距，未设实肋板的肋位上应设置底肋骨。

2.4.1.2 船舶应设置中内龙骨。平底船允许以 2 根旁内龙骨（左右各一根）代替中内龙骨。中内龙骨、旁内龙骨应尽量均匀设置，其间距应小于等于 2m。

2.4.2 实肋板

2.4.2.1 实肋板的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 5.7ks(fd+r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： k ——系数，按表 2.4.2.1 选取；

S ——实肋板间距，m；

f ——系数，货舱取 $f=0.6$ ，非货舱取 $f=1.0$ ；

d ——吃水，m；

r ——半波高，m，按本章 2.1.5.1 的规定；

l ——实肋板计算跨距，m，取实肋板与舷侧外板交点之间的距离，但大于等于船宽的 0.85 倍。

系数 k

表 2.4.2.1

l_c/B_c	型式	系数 k	
		1 根龙骨	3 根龙骨
≤ 0.5		0.25	0.15
0.75		0.50	0.35
1.0		0.90	0.65
1.25		1.10	0.90
1.5		1.20	1.05
≥ 1.75		1.20	1.10

注：当 l_c/B_c 为表列中间数值时，则 k 系数可用内插法求得。

表中： l_c ——舱底平面长度，m，取两横舱壁的间距；

B_c ——舱底平面宽度，m，取舷侧与舷侧之间的距离（实肋板与舷侧外板交点之间的距离），但大于等于船宽的 0.85 倍。

2.4.2.2 对于甲板型客船和载客 12 人及以下船舶（含设有凹形甲板的船舶），舱内实肋板上设有支柱，且支柱纵向间距不大于 4 倍肋距时，该舱内实肋板的剖面模数 W 应不小于本节 2.4.2.1 与下式计算所得之值两者的小者：

$$W = 7.4s(d+r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——纵向承载间距，沿船长方向取支柱所支撑面积（舱底部分）的长度，按本章 2.6.5.2

中的 a 值取值, m ;

d ——吃水, m ;

r ——半波高, m , 按本章 2.1.5.1 的规定;

l ——实肋板跨距, m , 沿船宽方向取舷侧(纵舱壁)与支柱或支柱与支柱之间距离的大者, 但不小于下式计算之值:

$$l = 1.2 + 0.072B$$

其中: B ——船宽, m 。

2.4.2.3 实肋板的腹板高度在船中处应与中内龙骨相同。

2.4.2.4 斜底船中部自中纵剖面向舷侧延伸的实肋板的腹板高度可以逐渐减少, 但离中纵剖面 $3/8$ 船宽处的腹板高度应大于等于其在该中纵剖面处腹板高度的 $1/2$ 。如图 2.4.2.4 所示。

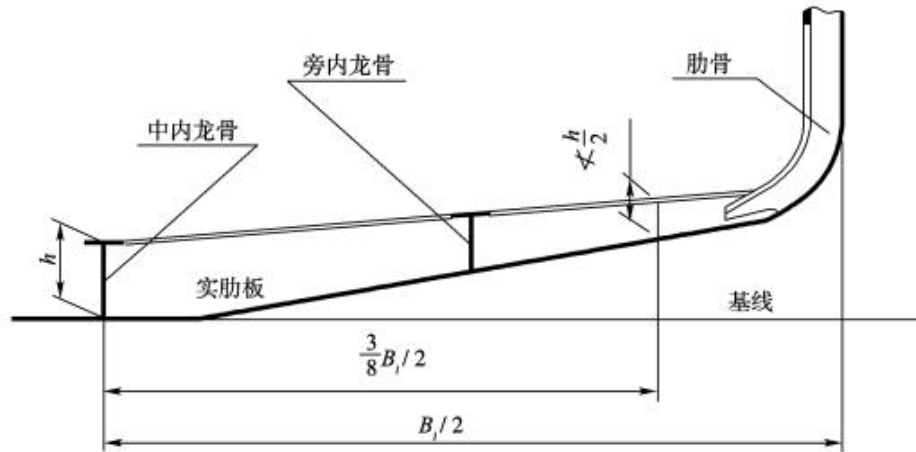


图 2.4.2.4 斜底船实肋板高度

2.4.3 底肋骨

2.4.3.1 底肋骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 4.1s(d+r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

当 $W < 1.5\text{cm}^3$ 时, 取 $W = 1.5\text{cm}^3$ 。

式中: s ——肋骨间距, m ;

d ——吃水, m ;

r ——半波高, m , 按本章 2.1.5.1 的规定;

l ——底肋骨跨距, m , 取龙骨之间或龙骨与舷侧之间距离的大者。

2.4.4 中内龙骨

2.4.4.1 中内龙骨应尽量贯通全船, 首、尾尖舱部分可用间断板。单机船的主机基座纵桁如在机舱内贯通, 机舱内的中内龙骨可以省略。中内龙骨与旁内龙骨及基座纵桁不应在舱壁处突然中断, 应向舱壁的另一面延伸, 相互交错大于等于 3 个肋骨间距, 如图 2.4.4.1 (1) 所示; 或加过渡性肘板, 肘板长度大于等于 2 个肋骨间距, 如图 2.4.4.1 (2) 所示。船长小于等于 10m 的船舶, 可只相互交错一个肋骨间距。

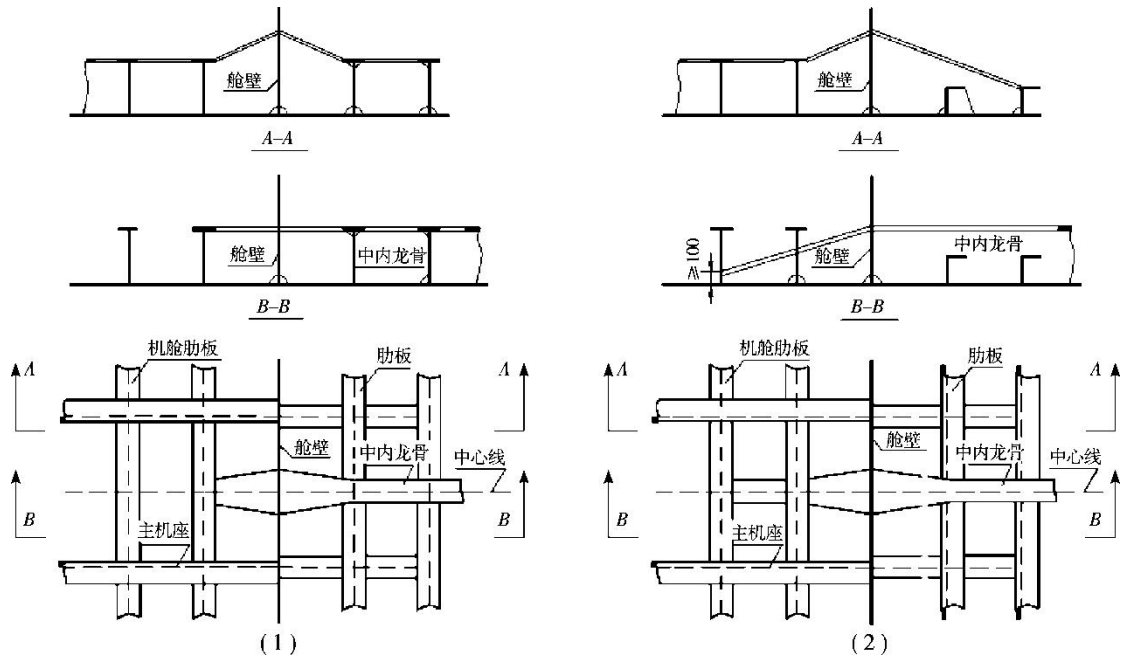


图 2.4.4.1 中内龙骨中断的过渡

2.4.4.2 中内龙骨的腹板厚度应大于等于实肋板的厚度，腹板高度应与该处实肋板的相同，其剖面模数应大于等于实肋板剖面模数的 1.5 倍。

2.4.4.3 中内龙骨在舱壁处中断时应采用下列方式之一与舱壁连接：

- (1) 将中内龙骨腹板在一个肋骨间距内逐渐升高至原高度的 1.5 倍，中内龙骨的面板应延伸至舱壁并与舱壁焊接，如图 2.4.4.3 (1) 所示；
- (2) 用有面板或折边的肘板与舱壁或垂直桁（或扶强材）连接，肘板的直角边长应等于中内龙骨的高度，肘板的厚度及面板（或折边）尺寸与中内龙骨相同，此时中内龙骨面板可不与舱壁焊接，如图 2.4.4.3 (2) 所示；
- (3) 将中内龙骨面板的宽度在一个肋骨间距内逐渐放宽，至舱壁处为原宽度的 2 倍，并与舱壁焊接，如图 2.4.4.3 (3) 所示。

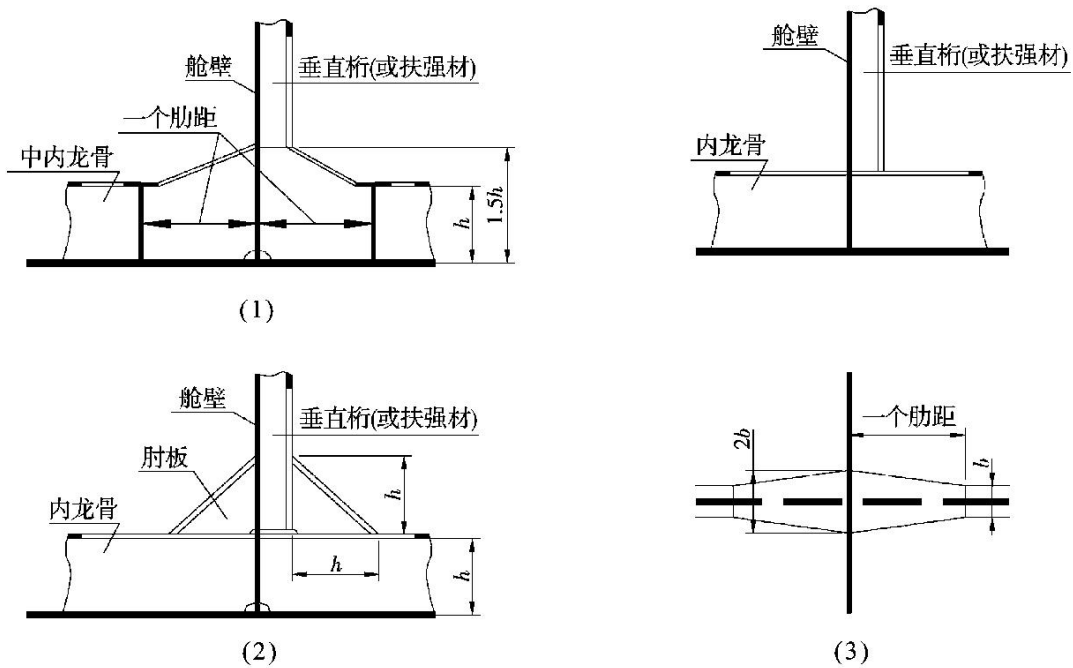


图 2.4.4.3 中内龙骨在舱壁中断处与舱壁的连接

2.4.4.4 中内龙骨腹板在底肋骨穿过处的剩余高度应大于等于开孔高度的 1.5 倍。

2.4.5 旁内龙骨

2.4.5.1 旁内龙骨可用间断板构成，尺寸与该处实肋板相同。

2.4.5.2 旁内龙骨与舱壁的连接方式应按本节 2.4.4.3 的规定。在首、尾部区域内，旁内龙骨的腹板尽可能垂直于外板，且应保持结构的连续性。

2.4.5.3 旁内龙骨腹板在底肋骨穿过处的剩余高度应大于等于开孔高度的 1.5 倍。

2.4.6 开孔

2.4.6.1 实肋板与旁内龙骨腹板的下方应开设流水孔。流水孔的大小及数量应考虑到泵的抽吸率，但流水孔的半径应小于等于腹板高度的 0.2 倍。

第 5 节 舷侧骨架

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 舷侧骨架可采用单一主肋骨制或强肋骨和普通肋骨相间的交替肋骨制。

2.5.1.2 强肋骨的间距应小于等于 4 个肋骨间距。在强肋骨所在平面内应设置实肋板和强横梁。

2.5.1.3 当型深大于 2m 时，应设置一道舷侧纵桁。

2.5.2 主肋骨和普通肋骨

2.5.2.1 普通肋骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 3s(d+r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

当 $W < 1.5\text{cm}^3$ 时，取 $W = 1.5\text{cm}^3$ 。

式中： s ——肋骨间距，m；

d ——吃水，m；

r ——半波高，m，按本章 2.1.5.1 的规定；

l ——肋骨跨距，m，取肋骨与实肋板内缘交点至肋骨与横梁内缘交点间的垂直距离，如图 2.5.2.1 所示。

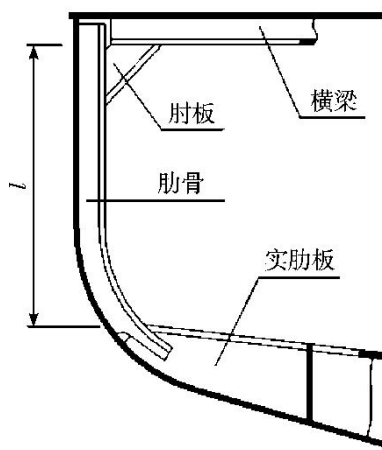


图 2.5.2.1 普通肋骨的跨距

2.5.2.2 当肋骨跨距中部设有 1 道舷侧纵桁时,肋骨的剖面模数应大于等于本节 2.5.2.1 计算所得之值的 0.65 倍。

2.5.2.3 当舷侧为主肋骨制时,主肋骨的剖面模数应大于等于按本节 2.5.2.1 计算所得之值的 1.2 倍。

2.5.3 强肋骨

2.5.3.1 舷侧骨架为交替肋骨制时,强肋骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 3.2s(d+r)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——强肋骨间距, m;

d ——吃水, m;

r ——半波高, m, 按本章 2.1.5.1 的规定;

l ——强肋骨跨距, m, 取型深。

2.5.4 舷侧纵桁

2.5.4.1 舷侧骨架如设置舷侧纵桁时,舷侧纵桁的剖面尺寸应与强肋骨相同,且应尽量延伸至首尾。

2.5.4.2 舷侧纵桁腹板在肋骨穿过处的剩余高度应大于等于开孔高度的 1.5 倍。舷侧纵桁应每隔 2 个肋骨间距,在肋骨穿过处设置防倾肘板。

2.5.4.3 舷侧纵桁在舱壁处选用下列方式之一与舱壁(或舱壁水平桁)连接:

(1) 将舷侧纵桁的腹板在一个肋骨间距内逐渐升高至舱壁处,在该处的高度应为原高度的 1.5 倍,舷侧纵桁面板应延伸至舱壁(或舱壁水平桁)并与之连接;

(2) 用肘板与舱壁(或舱壁水平桁)连接,肘板的直角边长应等于舷侧纵桁腹板高度,肘板的厚度及面板(或折边)尺寸与舷侧纵桁相同,此时,舷侧纵桁面板可不与舱壁(或舱壁水平桁)焊接;

(3) 将舷侧纵桁面板的宽度在一个肋骨间距内逐渐加宽,至舱壁处为原宽度的 2 倍,并与舱壁焊接。

上述形式可参见本章图 2.4.4.3 (1)、(2)、(3)。

2.5.5 舳肘板

2.5.5.1 肋骨与实肋板的连接,对斜底船可采用如图 2.5.5.1 (1) 所示的形式,对平底船应用舳肘板连接,舳肘板高出肋板的高度应大于等于肋骨高度的 3 倍,舳肘板的宽度约等于中纵剖面处实肋板的高度,舳肘板的厚度取与实肋板相同,如图 2.5.5.1 (2) 所示,也可采用连体肘板,如图 2.5.5.1 (3) 所示。

肋骨与底肋骨应用舳肘板连接,舳肘板与肋骨及舳肘板与底肋骨的搭接长度应大于等于连接肋骨高度的 2 倍,如图 2.5.5.1 (4) 所示。

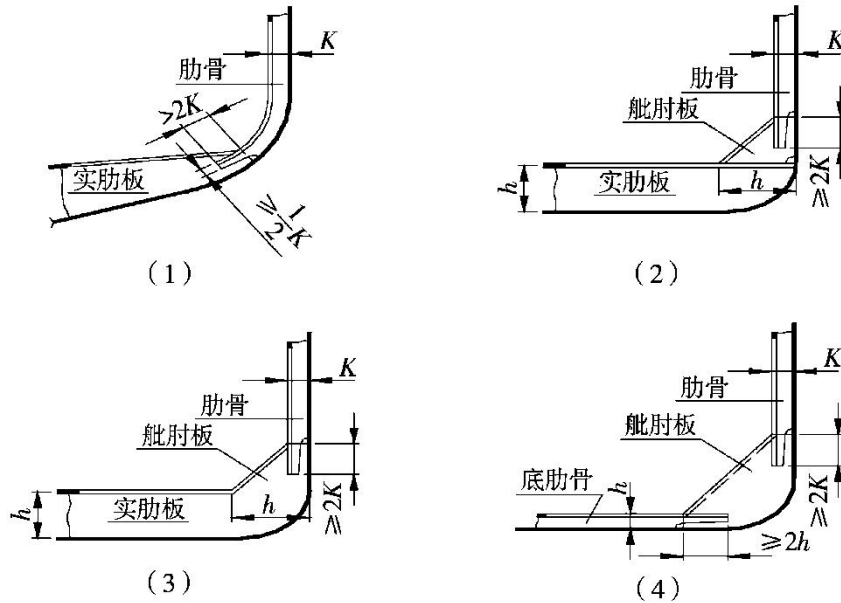


图 2.5.5.1 肋骨与实肋板的连接

2.5.5.2 强肋骨与实肋板应用舦肘板连接，舦肘板的直角边长应与实肋板中部腹板高度相同，厚度与实肋板厚度相同。

2.5.5.3 舦肘板的自由边应有折边（或面板），折边（或面板）的宽度一般为舦肘板厚度的 10 倍。

2.5.6 梁肘板

2.5.6.1 肋骨与横梁应用肘板连接，肘板直角边长应为横梁高度的 2 倍，如图 2.5.6.1(1)、(2) 所示，肘板的厚度取与横梁腹板相同。

当肘板任一直角边长与肘板厚度的比值大于 30 时，肘板的自由边应折边或设面板，折边（或面板）的宽度一般为肘板厚度的 10 倍。

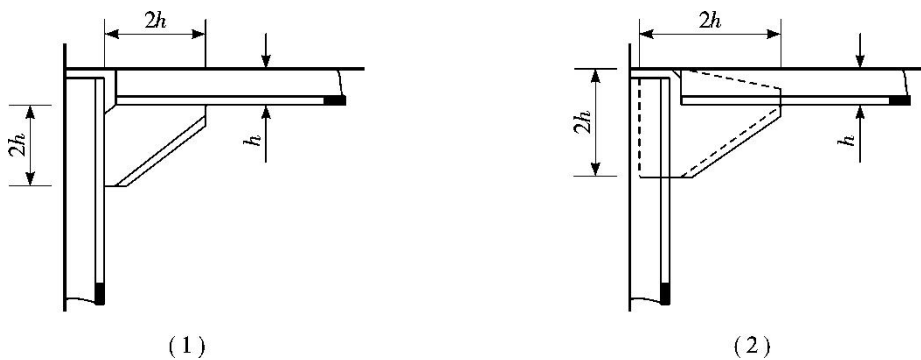


图 2.5.6.1 肋骨与横梁的连接

2.5.6.2 强肋骨与强横梁应用肘板连接，肘板的直角边长应与强横梁腹板高度相等，肘板的厚度与强横梁腹板厚度相同，其自由边折边（或设面板）的要求应符合本节 2.5.6.1 的规定。

第 6 节 甲板骨架和支柱

2.6.1 一般要求

2.6.1.1 甲板可采用横骨架式或纵骨架式。设置强肋骨的部位，应设置强横梁。

2.6.1.2 船宽大于 2m 时，甲板应设置甲板纵桁。甲板纵桁的间距一般小于等于 2m，且尽可能与船底中内龙骨和旁内龙骨对应。甲板强横梁间距一般小于等于 2m，且尽可能与船底实肋板对应。

2.6.1.3 甲板应设置大于等于甲板宽度 1/100 的梁拱，对于遮蔽处所梁拱可适当降低。

2.6.1.4 甲板纵桁腹板在横梁穿过处的剩余高度应大于等于开孔高度的 1.5 倍。甲板强横梁腹板在纵骨穿过处的剩余高度应大于等于开孔高度的 1.5 倍。

2.6.1.5 横梁穿过甲板纵桁时应与纵桁腹板焊接，且每间隔一个肋距设置单面肘板；肘板厚度应与腹板厚度相同，肘板高度应伸至纵桁面板；肘板应与横梁、纵桁腹板和面板牢固焊接。纵骨穿过强横梁时应与强横梁腹板焊接，且每间隔一个纵骨设置单面肘板，肘板厚度与强横梁腹板厚度相同。

2.6.1.6 电缆或管系如穿过甲板纵桁或强横梁腹板时，其开孔高度应小于等于腹板高度的 0.4 倍，开孔宽度应小于等于开孔高度的 3 倍；开孔边缘距梁端的距离应大于等于腹板高度的 2.5 倍，距面板的距离应大于等于其腹板高度的 0.25 倍，否则应予以补偿。开孔边缘应平滑，角隅应设圆弧。

2.6.1.7 设有凹形甲板的船舶，横剖面型式如采用图 2.6.1.7 所示型式，其甲板骨架和支柱应满足本节适用要求。

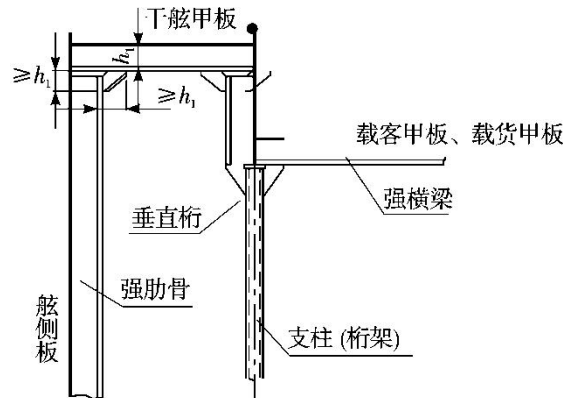


图 2.6.1.7 凹形甲板的横剖面型式

2.6.2 横梁和纵骨

2.6.2.1 甲板横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 4.1shl^2 \quad \text{cm}^3$$

当 $W < 1.2\text{cm}^3$ 时，取 $W = 1.2\text{cm}^3$ 。

式中： s ——横梁间距，m；

h ——甲板计算水柱高度，m，按本章 2.1.5.2 的规定取值；

l ——横梁跨距，m，取甲板纵桁间距。

2.6.2.2 甲板纵骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 5.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——纵骨间距，m；

h ——甲板计算水柱高度，m，按本章 2.1.5.2 的规定取值；

l ——纵骨跨距，m，取强横梁间距。

2.6.2.3 强力甲板纵骨的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$I = 1.1(C_w W^{2/3} + f)l^2 \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 2.6.2.2 计算所得的剖面模数, cm^3 ;

f ——纵骨带板的剖面积, cm^2 ;

l ——同本节 2.6.2.2 式;

C_w ——系数, 角钢取 0.73, 球扁钢取 0.66。

2.6.3 甲板纵桁

2.6.3.1 甲板纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 5.8bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: b ——甲板纵桁支承面积的平均宽度, m ;

h ——计算水柱高度, 按本章 2.1.5.2 的规定取值;

l ——甲板纵桁跨距, m , 取舱壁与舱壁, 或舱壁与支柱, 或支柱与支柱之间的距离。

2.6.3.2 甲板纵桁的剖面惯性矩 I 应大于等于按下式计算所得之值:

$$I = 2.75Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 2.6.3.1 式计算所得之剖面模数;

l ——同本节 2.6.3.1 式。

2.6.3.3 甲板纵桁与横舱壁相交处应设置舱壁垂直桁。

2.6.3.4 甲板纵桁与横舱壁的连接可采用将纵桁腹板在一个肋骨间距内逐渐升高到原高度的 1.5 倍; 或采用肘板连接, 肘板高度应大于等于纵桁高度, 厚度与腹板厚度相同, 面板与纵桁面板相同; 也可采用纵桁面板宽度在一个肋骨间距内逐渐加宽, 至横舱壁处为原宽度的 2 倍。其连接形式可参见本章图 2.4.4.3 (1)、(2)、(3)。

2.6.3.5 顶篷甲板纵桁的上面若无钢质甲板时, 应增设钢质牵条板或采用工字型、方管等型钢结构。钢质牵条板的厚度应大于等于 2.5mm, 宽度应大于等于 150mm, 包括牵条板在内的甲板纵桁剖面模数应大于等于本节 2.6.3.1 的规定; 钢质工字型、方管等结构应满足本节 2.6.3.1 对甲板纵桁的剖面模数的要求。

2.6.4 强横梁

2.6.4.1 强横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 5.4shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——强横梁间距, m ;

h ——甲板计算水柱高度, m , 按本章 2.1.5.2 的规定取值;

l ——强横梁跨距, m , 取舷侧与舷侧, 或舷侧与支柱, 或支柱与支柱之间的距离。

2.6.4.2 强横梁受集中载荷时, 其剖面模数 W 尚应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 0.0053c_c P l \quad \text{cm}^3$$

式中: P ——集中载荷, kN ;

c_c ——系数: 对液舱顶的甲板强横梁, $C=1.3$; 对其他强横梁, $C=1.0$;

l ——强横梁跨距, m , 同本节 2.6.4.1;

c_1 ——系数，按表 2.6.4.2 选取。表中 a 为 P 的作用点至强横梁两支点间较远一点的距离，m。

all	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
c_1	4.15	8.10	10.84	12.80	14.06	14.70	14.4	12.5

注：当 all 为表列中间数值时，则 c_1 系数可用内插法求得。

2.6.4.3 顶篷甲板强横梁的上面若无钢质甲板时，应增设钢质牵条板或采用工字型、方管等型钢结构。钢质牵条板的厚度应大于等于 2.5mm，宽度应大于等于 150mm，包括牵条板在内的强横梁剖面模数应大于等于本节对强横梁的规定；钢质工字型、方管等结构应满足本节对强横梁的要求。

2.6.5 支柱

2.6.5.1 甲板船（含设有凹形甲板的船舶）载货甲板下应设置支柱。沿船宽方向支柱与舷侧或支柱与支柱之间的距离应小于等于 2m，沿船长方向支柱与舱壁或支柱与支柱之间的距离应小于等于 1.2m。

2.6.5.2 支柱的剖面积 A 应大于等于按下式计算所得之值：

$$A = 9.81k_1k_2abh \quad \text{cm}^2$$

式中： a 、 b ——支柱所支撑面积的长度和宽度，m，按图 2.6.5.2 确定；

h ——甲板计算载荷水柱高度，m，按本章 2.1.5.2 确定；

k_1 ——系数，甲板装载一般散货时取： $k_1 = 0.5\left(1 + \frac{d}{h}\right)$ ，其它取 $k_1=1$ ；

其中： d ——吃水，m；

k_2 ——系数， $k_2 = (12500 - 199\lambda + 2.4\lambda^2 - 0.00152\lambda^3) \times 10^{-5}$ ；

其中： λ ——系数， $\lambda = l/r$ ；

l ——支柱长度，cm；

r ——支柱剖面的最小惯性半径，cm。

支柱的壁厚在任何情况下应大于等于 4mm。

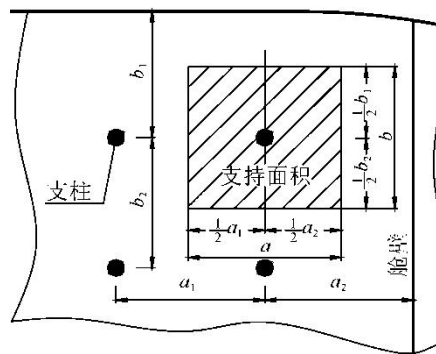


图 2.6.5.2 支柱支撑面积

2.6.5.3 各层甲板间的支柱应尽量设置在同一垂线上。支柱上下两端应设置在强构件上，且应加设垫板和肘板与强骨材焊接。肘板尺寸如图 2.6.5.3 所示。

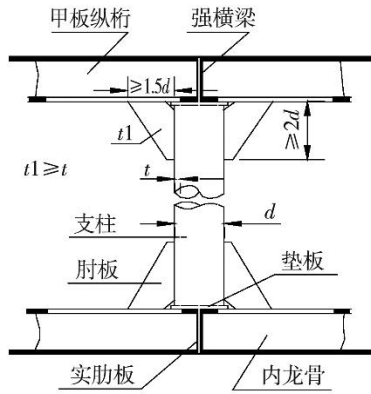


图 2.6.5.3 支柱的肘板

2.6.6 舱口纵桁及端横梁

2.6.6.1 舱口纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 2.84k_1k_2k_3k_4(ah + bh_1)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： k_1 、 k_2 、 k_3 ——系数，按表 2.6.6.1 确定；

a ——舱口纵桁与舷侧间的距离，m；

h ——甲板计算水柱高度，m，按本节 2.1.5.2 确定；

b ——舱口宽度，m；

h_1 ——舱口盖计算压头，m，无舱口盖时，取 $h_1=0$ ；有舱口盖时，取 $h_1=0.2\text{m}$ ；
若舱口盖上堆装货物时，取货物的相当水柱高度；

l ——舱口纵桁计算跨距，取舱口端横梁之间的距离，m。

计算舱口纵桁剖面模数时，可将甲板上舱口围板剖面积的 60% 计入。

系数 k_i

表 2.6.6.1

舱口支柱布置情况	系数 k_i		
	k_1	k_2	k_3
无支柱	$2.51 - 2 \frac{l}{l_c}$	$1.91 - 1.58 \frac{b}{B_c}$	$2 - \frac{l_c}{B_c}$
舱口端横梁跨中设支柱	0.8	1.0	$2 - \frac{l_c}{B_c}$
舱口四角设支柱	0.7	1.0	1.0

表中： l_c ——舱长，m，取两横舱壁间的距离；

B_c ——舱宽，m，取舱长中点处的甲板宽度；

当 $l/l_c > 0.8$ 时，取 $l/l_c = 0.8$ ；

当 $l_c/B_c < 0.5$ 时，取 $l_c/B_c = 0.5$ ；当 $l_c/B_c > 1.5$ 时，取 $l_c/B_c = 1.5$ 。

2.6.6.2 舱口纵桁的剖面惯性矩 I 应符合本节 2.6.3.2 的规定。

2.6.6.3 舱口端横梁的剖面模数应大于等于舱口纵桁的剖面模数。

2.6.7 无支柱甲板骨架

2.6.7.1 当甲板下方不设支柱，甲板纵横和强横梁的间距不均匀度符合下式规定，且甲板骨架平面长度（船长方向）与平面宽度之比大于 0.5 时，甲板纵横和强横梁的构件尺寸可按 2.6.7.3~2.6.7.4 确定：

$$\frac{|b - b_0|}{b_0} \leq 0.25$$

式中： b ——构件间的实际间距，m；

b_0 ——构件均匀布置时的间距，m。

2.6.7.2 当甲板下方不设支柱或仅设部分支柱时, 甲板纵桁和强横梁的构件尺寸可按 2.6.7.5~2.6.7.11 确定。

2.6.7.3 甲板强横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值, 且其腹板高度等于甲板纵桁的腹板高度:

$$W = 5.3kshl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: S ——强横梁间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本章 2.1.5.2 的规定取值;

l ——强横梁计算跨距, m, 取两舷侧之间 (或两侧围壁之间) 的距离;

k ——系数, 按表 2.6.7.3 选取。

系数 k

表 2.6.7.3

l_c/B_c	型式	1 道甲板纵桁				3 道甲板纵桁			
		$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$	$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$
≤ 0.5		0.154	0.162	0.184	0.213	0.052	0.089	0.120	0.148
0.75		0.172	0.250	0.317	0.369	0.107	0.188	0.247	0.294
1.0		0.231	0.374	0.448	0.498	0.178	0.300	0.374	0.424
1.25		0.298	0.473	0.537	0.567	0.250	0.400	0.469	0.509
≥ 1.5		0.354	0.540	0.579	0.591	0.314	0.474	0.530	0.556

注: 当 l_c/B_c 为表列中间数值时, 则系数 k 可用内插法求得。

表中: n ——强横梁数量;

l_c ——甲板平面长度, m, 取两横舱壁的间距;

B_c ——甲板平面宽度, m, 取两舷侧之间 (或两侧围壁之间) 的距离。

2.6.7.4 甲板纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值, 且其腹板高度等于甲板强横梁的腹板高度:

$$W = 5.7kbhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: b ——纵桁间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本节 2.1.5.2 确定;

l ——纵桁计算跨距, m, 取两横舱壁之间的距离;

k ——系数, 按表 2.6.7.4 选取。

系数 k

表 2.6.7.4

l_c/B_c	型式	1 道甲板纵桁				3 道甲板纵桁			
		$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$	$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$
≤ 0.5		0.753	0.567	0.491	0.438	0.847	0.704	0.645	0.601
0.75		0.560	0.353	0.271	0.220	0.725	0.518	0.426	0.365
1.0		0.393	0.205	0.141	0.106	0.569	0.348	0.258	0.205
1.25		0.269	0.115	0.074	0.056	0.426	0.222	0.150	0.112

≥1.5	0.185	0.070	0.046	0.041	0.313	0.138	0.088	0.065
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

注：当 l_c/B_c 为表列中间数值时，则系数 k 可用内插法求得。

表中： n ——强横梁数量；

l_c ——甲板平面长度，m，取两横舱壁的间距；

B_c ——甲板平面宽度，m，取两舷侧之间（或两侧围壁之间）的距离。

2.6.7.5 横骨架式甲板纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 5.5bhl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： b ——甲板纵桁支承面积的平均宽度，m；

h ——计算水柱高度，按本章 2.1.5.2 的规定取值；

l ——甲板纵桁跨距，m，取舱壁、双向横桁架之间的距离。

2.6.7.6 横骨架式甲板纵桁的剖面惯性矩 I 应大于等于按下式计算所得之值：

$$I = 2.75Wl \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 2.6.7.5 式计算所得之剖面模数；

l ——同本节 2.6.7.5 式。

2.6.7.7 纵骨架式甲板纵桁的剖面尺寸取与纵骨架式强横梁相同。

2.6.7.8 纵骨架式强横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

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

式中： k ——系数，强力甲板取 5.7；非强力甲板取 5.1；

s ——强横梁间距，m；

h ——甲板计算水柱高度，m，按本章 2.1.5.2 的规定取值；

l ——强横梁跨距，m，取舷侧、舱壁、双向纵桁架之间的距离。

2.6.7.9 纵骨架式强横梁的剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$I = kWl \quad \text{cm}^4$$

式中： W ——按本节 2.6.7.8 式计算所得之剖面模数；

k ——系数，强力甲板取 2.75；非强力甲板取 2.2；

l ——同本节 2.6.7.8 式。

2.6.7.10 横骨架式强横梁的剖面尺寸取与横骨架式甲板纵桁相同。

2.6.7.11 强横梁受集中载荷时，其剖面模数 W 尚应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 0.0053c_1Pl \quad \text{cm}^3$$

式中： P ——集中载荷，kN；

c ——系数：对液舱顶的甲板强横梁， $C=1.3$ ；对其他强横梁， $C=1.0$ ；

l ——强横梁跨距，m，取舷侧、舱壁、双向纵桁架之间的距离；

c_1 ——系数，按表 2.6.7.11 选取。表中 a 为 P 的作用点至强横梁两支点间较远一点的距离，m。

系数 C_1

表 2.6.7.11

all	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
-------	------	------	------	------	------	------	------	------

c_1	4.15	8.10	10.84	12.80	14.06	14.70	14.4	12.5
-------	------	------	-------	-------	-------	-------	------	------

注：当 all 为表列中间数值时，则 c_1 系数可用内插法求得。

2.6.8 舷伸甲板骨架

2.6.8.1 舷伸甲板的舷伸梁间距应小于等于 2 个肋骨间距，在舷伸梁之间的肋位上应设置普通梁，其尺寸与甲板横梁相同。

2.6.8.2 舷伸梁在舷侧连接处的腹板高度大于等于舷伸甲板宽度的 1/3，其厚度应大于等于上述高度的 1/100，且应大于等于 3mm。如图 2.6.8.2 所示。舷伸梁面板的厚度应大于等于腹板厚度 1.3 倍，宽度大于等于 50mm 且小于等于面板厚度的 20 倍。

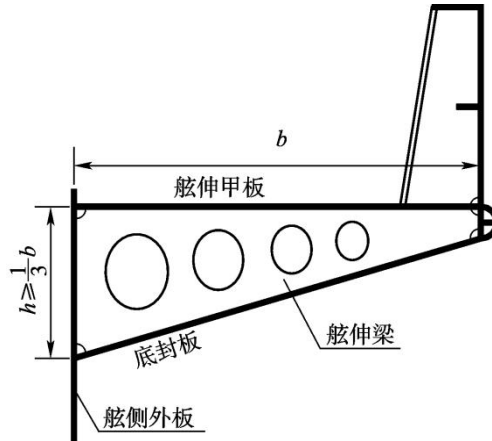


图 2.6.8.2 舷伸甲板

2.6.8.3 舷伸梁下方若设置底封板，其厚度应大于等于舷侧外板厚度的 0.8 倍，且大于等于 2mm。在舷伸梁的底角处应开有流水孔，且在底封板上适当布置带有水密栓塞的泄水孔。水密栓塞应采用不锈钢材料制作。

2.6.8.4 舷伸梁的腹板可以开圆形减轻孔，但开孔直径应小于等于该处腹板高度的 0.5 倍。

2.6.8.5 舷伸甲板上不应设置上层建筑或甲板室。

2.6.9 无完整围壁支撑的甲板结构

2.6.9.1 本条适用于载运乘客船舶上无完整围壁支撑的上层建筑（或甲板室）的横骨架式或纵骨架式甲板结构。

2.6.9.2 甲板下方应设置足够数量且尽可能均匀布置的支柱以保证甲板结构得到有效支持。

2.6.9.3 纵骨架式甲板纵骨，其剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 5.5shl^2 + 2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——骨材间距，m；

h ——计算水柱高度，m，按本章 2.1.5.2 的规定；

l ——骨材跨距，m，取强构件间距。

2.6.9.4 纵骨架式甲板强横梁间距一般应不大于 4 个肋距，剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 6.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 2.2Wl \quad \text{cm}^4$$

式中： h ——计算水柱高度，m，按本节 2.1.5.2 的规定；

s ——构件的承载宽度, m, 沿船长方向取支柱所支撑面积的长度, 按本节 2.6.2.2 中的 a 值取值;

l ——构件跨距, m, 沿船宽方向取支柱之间或支柱到侧壁之间的距离。

2.6.9.5 纵骨架式甲板纵桁的剖面尺寸取与纵骨架式强横梁相同。

2.6.9.6 横骨架式甲板横梁应满足本节 2.6.2.1 的要求。

2.6.9.7 横骨架式甲板纵桁间距一般应不大于 2m, 剖面模数 W 和剖面惯性矩 I 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 7shl^2 \quad \text{cm}^3$$

$$I = 2.75Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: h ——计算水柱高度, m, 按本章 2.1.5.2 的规定;

s ——构件的承载宽度, m, 沿船宽方向取支柱所支撑面积的宽度, 按本章 2.6.5.2 中的 a 值取值;

l ——构件跨距, m, 沿船长方向取支柱之间或支柱到横舱壁 (或端壁) 之间的距离。

2.6.9.8 横骨架式强横梁的剖面尺寸取与横骨架式甲板纵桁相同。

第 7 节 舱壁

2.7.1 一般要求

2.7.1.1 横向舱壁的间距应小于等于型深的 6 倍。若不能满足此项要求时, 应在两舱壁之间增设双向横桁架, 桁架之间或桁架与舱壁的间距应小于等于型深的 6 倍。

2.7.1.2 舱壁板的厚度与其连接的舷侧板的厚度相同, 防撞舱壁板的厚度应比舱壁板厚度增加 1mm。舱壁扶强材、桁材应尽量与甲板、船底、舷侧等部位的骨材相连接。

2.7.2 舱壁扶强材

2.7.2.1 平面舱壁应设置间距小于等于 600mm 的垂向扶强材, 在甲板纵桁处尚应设置垂直桁。普通扶强材的剖面模数应大于等于对肋骨的规定; 垂直桁的剖面模数应大于等于对强肋骨的规定, 且其连同带板 (带板宽度取扶强材间距的 0.5 倍) 的剖面面积 A 应符合本章 2.6.5.2 的规定。

2.7.3 压筋板舱壁

2.7.3.1 允许选用与平面水密舱壁形式等强度的压筋板舱壁及其他形式的水密舱壁。对半圆形压筋板, 顶圆半径为 15mm, 压筋高度为 15mm, 压筋轴线间距为 300mm; 对等边三角形压筋板, 顶圆半径为 15mm, 压筋高度为 30mm 或 40mm, 压筋轴线间距应小于等于 470mm。

第 8 节 机舱骨架

2.8.1 一般要求

2.8.1.1 机舱内应在每个肋位处设置实肋板, 其剖面模数应大于等于按本章 2.4.2.1 计算

所得值的 1.15 倍。

2.8.1.2 机舱旁内龙骨的尺寸应与该处实肋板的相同。

2.8.1.3 机舱内舷侧骨架一般采用交替肋骨制。若采用主肋骨,则主肋骨的剖面模数应符合按本章 2.5.2.3 的规定。型深大于 2m 时,机舱内舷侧应设置自机舱前壁至后壁的舷侧纵桁,其剖面尺寸应与强肋骨相同。

2.8.2 主机基座

2.8.2.1 主机基座纵桁应尽可能延伸至机舱前后舱壁,并用肘板与舱壁垂直桁连接。在主机基座以外,基座纵桁高度可逐渐减小至实肋板高度。机座型材面板宽度大于等于 90mm。

2.8.2.2 主机基座的构件尺寸应大于等于按下式计算所得之值:

$$\text{纵桁面板厚度 } t_1 = 1.55 \sqrt[3]{N_e} + 3.6 \quad \text{mm, 且 } t_1 \geq 6 \text{ mm}$$

$$\text{纵桁腹板厚度 } t_2 = (0.1h + 0.6)t_1 \quad \text{mm, 且 } t_2 \geq 5 \text{ mm}$$

$$\text{横隔板及横肘板厚度 } t_3 = 0.77 t_2 \quad \text{mm}$$

式中: N_e ——主机单机额定功率, kW;

h ——纵桁腹板高度, m。

2.8.2.3 基座纵桁腹板上的开孔宽度应小于等于 150mm,高度应小于等于腹板高度的 1/3,否则应予以补强。

2.8.2.4 主机基座应在每个肋位处设置横隔板和横肘板。主机基座外侧横肘板的宽度应尽可能与其高度相等,如有困难,应大于等于肘板高度的 0.75 倍。横隔板与横肘板均应设有面板。

2.8.2.5 对于电力推进船,推进电动机的基座应满足本节 2.8.2.1 ~ 2.8.2.4 的要求。

第 9 节 上层建筑、甲板室及其他

2.9.1 一般要求

2.9.1.1 上层建筑甲板骨架应符合本章第 6 节的规定。

2.9.1.2 上层建筑及甲板室的外围壁一般应为钢质,亦可采用铝合金和纤维增强塑料。

2.9.2 上层建筑

2.9.2.1 上层建筑端部甲板下面应设置舱壁、支柱或其他等效强力构件以支持上层建筑。

2.9.2.2 上层建筑横向构件应和船舶主体横向构件安装在同一平面内。扶强材的设置应与甲板横梁或甲板纵骨对齐。上层建筑的各围壁扶强材的上端应尽量与甲板横梁或甲板纵骨连接。

2.9.2.3 上层建筑的围壁如采用平壁板,外壁板最小厚度应大于等于 2mm,内壁板的最小厚度可减薄 0.5mm。

2.9.2.4 上层建筑围壁扶强材的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

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

式中: s ——扶强材间距, m;

l ——扶强材跨距, m。

上层建筑内壁扶强材剖面模数 W 应大于等于按上式计算所得之值的 0.8 倍。

2.9.2.5 上层建筑的围壁及内壁允许采用三角形剖面或半圆形剖面的压筋板。

2.9.2.6 支持甲板纵桁或强横梁的围壁扶强材的剖面积(含宽度不大于扶强材间距的带

板), 应符合本章 2.6.5.2 的规定。

2.9.3 甲板室

2.9.3.1 甲板室围壁为平壁板时, 其结构要求应符合本节 2.9.2 的规定。

2.9.3.2 甲板室围壁允许采用三角形剖面或半圆形剖面的压筋板。

2.9.4 机舱棚、货舱棚

2.9.4.1 机舱棚围壁和货舱棚围壁采用平壁板时, 平壁板的最小厚度应大于等于 2.5mm。

2.9.4.2 机舱棚围壁和货舱棚围壁扶强材剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 3.6sl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——扶强材间距, m;

l ——扶强材跨距, m。

2.9.5 舷墙、栏杆和防滑板

2.9.5.1 船舶设置的舷墙高度、栏杆高度、防滑板高度应符合本规则第 6 章和第 9 章的相应规定。

2.9.5.2 舷墙结构的布置应尽可能不参加船体的总纵弯曲。舷墙板厚度应大于等于 2.5mm。舷墙上缘应设有面板。舷墙应用带折边的肘板加强。舷墙肘板应设置在肋骨与横梁构成的框架平面内, 其间距应小于等于 1.25m, 其厚度和舷墙板厚度相同。肘板应与舷墙、舷墙面板及甲板焊接。肘板在舷墙的角隅处应开有流水孔。

2.9.5.3 舷墙上设置导缆钳、导缆桩及导缆孔时, 其骨架应视具体情况加强。

2.9.6 尾轴架

2.9.6.1 尾轴架可用铸钢、锻钢或钢板焊接制成。

2.9.6.2 钢板焊接组成的人字轴架或单臂空心尾轴架应与本节 2.9.6.5 或 2.9.6.7 规定的强度相等。

2.9.6.3 尾轴架应伸入船底内部与强骨材连接, 并适当加强。轴架穿过处的外板厚度应增加 0.5 倍或加等厚复板。

2.9.6.4 人字轴架两个支臂间的夹角应尽可能为 90° , 允许 $\pm 10^\circ$ 的变化, 采用四叶螺旋桨时, 允许夹角变化 $\pm 20^\circ$ 。

2.9.6.5 铸钢或锻钢人字轴架每个支臂和轴毂的尺寸应不小于下列规定:

支臂厚度	$t \geq 0.44d_t$	mm
支臂剖面积	$a \geq 0.44d_t^2$	mm ²
轴毂搪孔后厚度	$t_1 \geq 0.33d_t$	mm
轴毂长度	$l_1 \approx 3d_t$	mm
与船体连接的焊缝剖面积	$a_1 = 0.2d_t^2$	mm ²

式中: d_t ——尾轴架处螺旋桨轴直径, mm。

2.9.6.6 主机功率小于等于 220kW 的船舶, 允许采用可拆卸人字轴架, 其构件尺寸应不小于本节 2.9.6.5 的规定, 其连接螺旋栓应提供强度计算。

2.9.6.7 单臂尾轴架在与船壳外板连接处的横剖面对纵向中和轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 1.05d_t^3 \sqrt{\frac{122l^2 + 0.12d_t^2}{9d_t^2 + 0.187D^2}} \quad \text{cm}^3$$

式中：
 d_t ——尾轴架处的螺旋桨轴直径，cm；
 D ——螺旋桨直径，cm；
 l ——支臂轴毂中心线至轴架中心与船体交点的距离，m，如图2.9.6.7所示。

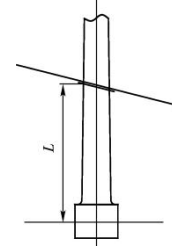


图 2.9.6.7

2.9.6.8 如一根尾轴上设置两个尾轴架，则距离螺旋桨较远的尾轴架的构件剖面尺寸可适当减少为本节 2.9.6.5、2.9.6.7 规定的 0.8 倍。

第 10 节 车客渡船补充规定

2.10.1 一般要求

2.10.1.1 本节适用于以强力甲板作为车辆甲板的车客渡船。

2.10.1.2 车客渡车的车辆甲板和车辆跳板上应设置防滑装置。

2.10.1.3 车客渡船应配备木楔或其他有效措施，以用于固定车辆前轮或后轮，防止车辆前后移动。

2.10.1.4 当渡口设有供车辆上下的跳板时，车客渡船上可不设置本节 2.10.4 所述的车辆跳板、铰链及吊臂。

2.10.1.5 车客渡船的肋骨间距一般小于等于 550mm。

2.10.2 车辆甲板及骨架

2.10.2.1 车辆甲板甲板厚度应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = \frac{s(P+1)}{27P+138} \times 10^3 \quad \text{mm}$$

式中： s ——普通骨材间距，m；

P ——车辆轮印上的负荷， t ，当负荷小于 $1t$ 时，取 $1t$ ，如船舶配备《安全装载手册》，计算轮印负荷则可取可能装载车辆的最大值，并在《安全装载手册》中注明，如轮印之间的间距很小，则视为一个轮印，轮印负荷则为两轮所承担负荷之和。

2.10.2.2 车辆甲板横梁和纵骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 4.9P_c l \quad \text{cm}^3$$

式中： P_c ——车轴的最大负荷， t ，当负荷小于 $2t$ 时，取 $2t$ ，如船舶配备《安全装载手册》，计算轴负荷则可取可能装载车辆的最大值，并在《安全装载手册》中注明，对于叉式装卸车，总重量应算在一根轴上；

l ——普通骨材跨距，m，取甲板纵桁或强横梁之间的距离。

2.10.2.3 车辆甲板强横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 7.5P_c l \quad \text{cm}^3$$

式中： P_c ——车轴的最大负荷， t ，按本节 2.10.2.2 的规定；

l ——强横梁跨距, m, 取舷侧与支柱, 或支柱与支柱之间距离的大者。

2.10.2.4 车辆甲板纵桁的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

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

式中: P_c ——按本节2.10.2.2的规定;

l ——纵桁跨距, m, 支柱与支柱之间或支柱与横舱壁之间的距离, 取大者;

k ——系数, $k=3.6l+6.9$;

l ——纵桁跨距, m。

2.10.2.5 车辆甲板强横梁和甲板纵桁的剖面惯性矩 I 应大于等于按下式计算所得之值:

$$I = 3Wl \quad \text{cm}^4$$

式中: W ——按本节 2.10.2.3 式或 2.10.2.4 式计算所得之剖面模数;

l ——同本节 2.10.2.3。

2.10.3 支柱

2.10.3.1 车辆甲板下应设置支柱。沿船宽方向支柱与舷侧或支柱与支柱之间的距离应小于等于 2m, 沿船长方向支柱与舱壁或支柱与支柱之间的距离应小于等于 1.2m。支柱的剖面面积 A 应大于等于按下式计算所得之值:

$$A = 9.81k_1k_2P_c \quad \text{cm}^2$$

式中: P_c ——车轴的最大负荷, t , 按本节 2.10.2.2 的规定;

$$k_1 \text{——系数, 甲板装载车辆时取 } k_1 = 0.5 \left(1 + \frac{abd}{P_c} \right);$$

其中: d ——吃水, m;

a 、 b ——支柱所支撑面积的长度和宽度, m, 按图 2.6.5.2 确定;

$$k_2 \text{——系数, } k_2 = (12500 - 199\lambda + 2.4\lambda^2 - 0.00152\lambda^3) \times 10^{-5};$$

其中: λ ——系数, $\lambda = l/r$;

l ——支柱长度, cm;

r ——支柱剖面的最小惯性半径, cm。

支柱的壁厚在任何情况下应大于等于 4mm。

2.10.3.2 支柱上下两端应设置在强构件上, 且应加设垫板和肘板与强骨材焊接。

2.10.4 车辆跳板、铰链及吊臂

2.10.4.1 船上应设置供车辆上下的跳板和跳板的起升装置。

2.10.4.2 车辆跳板起升装置的固定零部件、活动零部件(含钢索)及试验应满足本局《起重设备法定检验技术规则(1999)》的要求。

2.10.4.3 跳板的骨架型式可与车辆甲板相同。

2.10.4.4 跳板的甲板厚度应与车辆甲板的厚度相同, 但纵向中心线处上下车辆的车道甲板厚度应大于等于车辆甲板厚度的 1.2 倍, 宽度应大于等于 2.5m。

2.10.4.5 位于上下车辆的车道甲板下应设 2 道连续贯通的强纵桁, 其剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 9.6P_c l \quad \text{cm}^3$$

式中: l ——纵桁跨距, m, 取跳板的长度;

P_c ——车轴的最大负荷, t , 按本节 2.10.2.2 的规定。

2.10.4.6 跳板的两边和两端应设置强构件。跳板长度范围内应设置间距小于等于 2m 的横向强构件, 且强构件的尺寸应大于等于甲板强横梁的尺寸。

2.10.4.7 跳板横梁的剖面模数应大于等于载车甲板横梁的 1.2 倍。

2.10.4.8 跳板与船体之间应至少设置 3 个如图 2.10.4.8 所示的连接铰链。连接铰链应满足如下要求:

(1) 连接铰链的销轴直径 d 应大于等于下式计算所得之值且大于等于 28mm:

$$d \geq 10.7 \sqrt{P_c + 0.37Q} \quad \text{mm}$$

式中: P_c ——车轴的最大负荷, t , 按本节 2.10.2.2 的规定;

Q ——跳板自重, t 。

(2) 连接铰链中间眼板的厚度 b_0 应大于等于按本节 2.10.4.8(1) 计算所得的销轴直径。眼板销轴开孔的边缘距眼板外缘的距离 t_0 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t_0 \geq \frac{90}{b_0} (P_c + 0.37Q) \quad \text{mm}$$

式中: P_c ——车轴的最大负荷, t , 按本节 2.10.2.2 的规定;

Q ——跳板自重, t ;

b_0 ——中心眼板厚度, mm。

(3) 连接铰链两侧眼板的厚度 t_1 应大于等于按本节 2.10.4.8(1) 计算所得的销轴直径的 1/2。侧眼板销轴开孔的边缘距侧眼板外缘的距离 t_2 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t_2 \geq \frac{45}{t_1} (P_c + 0.37Q) \quad \text{mm}$$

式中: P_c ——车轴的最大负荷, t , 按本节 2.10.2.2 的规定;

Q ——跳板自重, t ;

t_1 ——侧眼板的厚度, mm。

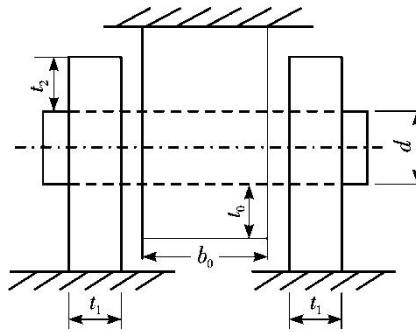


图2.10.4.8 跳板与船体间的连接铰链

2.10.4.9 船体和跳板应在连接铰链处, 设置长度大于等于 3 个肋距, 两端与强构件连接的纵向加强桁材。铰链眼板与船体、跳板间的焊接应增设垫板。

2.10.4.10 吊臂与甲板连接处的甲板下方应设置长度大于等于 3 个肋距、两端与强横梁连接的纵向加强桁材。吊臂与甲板间的焊接应增设垫板和肘板。

2.10.4.11 跳板吊臂横截面一般应为对称剖面形式, 其剖面尺寸可由下端向上端逐渐减小, 但上端的尺寸应大于等于下端尺寸的 0.5 倍。

2.10.4.12 当跳板吊臂与水平面的倾角大于等于 45° 且小于等于 60° 时, 跳板吊臂与甲板连接处的剖面模数应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = kbG \quad \text{cm}^3$$

式中: G ——跳板重量, t , 当 $G < 1.0$ 时, 取 $G = 1.0$;

b ——吊臂长度, m;

k ——系数, $k = 10 + 40\left(\frac{l}{b}\right)$, $l \geq b$;

其中: l ——跳板长度, m。

对于其他情况, 吊臂尺寸可按梁理论计算确定, 计算时假定其承受由跳板产生的拉力, 许用应力为 128N/mm^2 。

2.10.4.13 薄壁结构的跳板吊臂, 其壁厚应符合下述规定:

- (1) 吊臂横截面若为圆形时, 吊臂的壁厚 t 应大于等于其最大外径的 $1/50$;
- (2) 吊臂横截面若为矩形时, 吊臂的壁厚 t 应大于等于下式计算所得之值:

$$t = 0.02b \quad \text{mm}$$

式中: b ——吊臂横截面与弯曲中和轴平行边的宽度, mm。

- (3) 吊臂横截面若为“工”形时, 吊臂的翼板厚度 t 应大于等于下式计算所得之值:

$$t = 0.05b \quad \text{mm}$$

式中: b ——吊臂横截面翼板的宽度, mm。

- (4) 任何情况下薄壁结构吊臂的壁厚 t 应大于等于 4mm ;
- (5) 其它形式薄壁结构吊臂的壁厚应另行考虑。

第 11 节 客渡船补充规定

2.11.1 一般要求

- 2.11.1.1 本节适用于以强力甲板作为载客甲板的客渡船。
- 2.11.1.2 客渡船的跳板和载客甲板上应设置防滑装置。

2.11.2 载客甲板及骨架

- 2.11.2.1 甲板的厚度应满足本章 2.3.10 的规定, 且不小于按下式计算所得之值:

$$t = 5.1s\sqrt{h} + 0.9 \quad \text{mm}$$

式中: s ——横梁或纵骨间距, m;

h ——相当计算水柱高度, m, 按本章 2.1.5.2 规定。

- 2.11.2.2 甲板骨架应满足本章第 6 节的规定。

2.11.3 跳板、铰链及吊臂

2.11.3.1 跳板起升装置的固定零部件、活动零部件(含钢索)及试验应满足本局《起重设备法定检验技术规则(1999)》的要求。

2.11.3.2 跳板的骨架型式可与载客甲板相同。

2.11.3.3 跳板的甲板厚度应不小于乘客甲板的厚度。

2.11.3.4 跳板应在纵向中心线两侧设 2 道连续贯通的强纵桁, 其剖面模数 W 应大于等于乘客甲板纵桁的 1.2 倍。

2.11.3.5 跳板的两边和两端应设置强构件。跳板长度范围内应设置间距小于等于 2m 的横向强构件，且强构件的尺寸应大于等于甲板强横梁的尺寸。

2.11.3.6 跳板横梁的剖面模数应大于等于乘客甲板横梁的 1.2 倍。

2.11.3.7 跳板与船体之间应至少设置 3 个如图 2.11.3.7 所示的连接铰链。连接铰链应满足如下要求：

(1) 连接铰链的销轴直径 d 应大于等于下式计算所得之值且大于等于 28mm：

$$d = 6.5\sqrt{Q + hA} \quad \text{mm}$$

式中： Q ——跳板自重，t；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，取 0.5；

A ——跳板总面积， m^2 。

(2) 连接铰链中间眼板的厚度 b_0 应大于等于按本节 2.11.4.8(1) 计算所得的销轴直径。眼板销轴开孔的边缘距眼板外缘的距离 t_0 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t_0 = 33.3(Q + hA) / b_0 \quad \text{mm}$$

式中： Q 、 h 、 A ——同本节 2.11.3.7(1)；

b_0 ——中心眼板厚度，mm。

(3) 连接铰链两侧眼板的厚度 t_1 应大于等于按本节 2.11.3.7(1) 计算所得的销轴直径的 1/2。侧眼板销轴开孔的边缘距侧眼板外缘的距离 t_2 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t_2 = 16.65(Q + hA) / t_1 \quad \text{mm}$$

式中： Q 、 h 、 A ——同本节 2.11.3.7(1)；

t_1 ——侧眼板的厚度，mm。

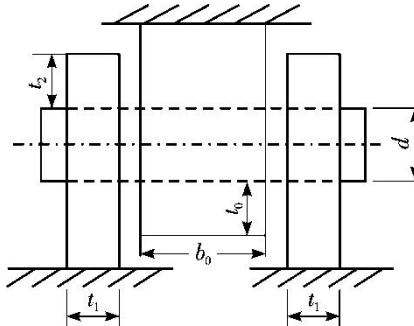


图2.11.3.7 跳板与船体间的连接铰链

2.11.3.8 船体和跳板应在连接铰链处，设置长度大于等于 3 个肋距，两端与强构件连接的纵向加强桁材。铰链眼板与船体、跳板间的焊接应增设垫板。

2.11.3.9 吊臂与甲板连接处的甲板下方应设置长度大于等于 3 个肋距、两端与强横梁连接的纵向加强桁材。吊臂与甲板间的焊接应增设垫板和肘板。

2.11.3.10 跳板吊臂横截面一般应为对称剖面形式，其剖面尺寸可由下端向上端逐渐减小，但上端的尺寸应大于等于下端尺寸的 0.5 倍。

2.11.3.11 当跳板吊臂与水平面的倾角大于等于 45° 且小于等于 60° 时，跳板吊臂与甲板连接处的剖面模数应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = kbQ \quad \text{cm}^3$$

式中： Q ——跳板重量，t，当 $Q < 1.0$ 时，取 1.0；

b ——吊臂长度，m；

k ——系数, $k = 10 + 40l/b$, $l \geq b$;

其中: l ——跳板长度, m。

对于其他情况, 吊臂尺寸可按梁理论计算确定, 计算时假定其承受由跳板产生的拉力, 许用应力为 128N/mm^2 。

2.11.3.12 薄壁结构的跳板吊臂, 其壁厚应符合下述规定:

- (1) 吊臂横截面若为圆形时, 吊臂的壁厚 t 应大于等于其最大外径的 $1/50$;
- (2) 吊臂横截面若为矩形时, 吊臂的壁厚 t 应大于等于下式计算所得之值:

$$t = 0.02b \quad \text{mm}$$

式中: b ——吊臂横截面与弯曲中和轴平行边的宽度, mm。

- (3) 吊臂横截面若为“工”形时, 吊臂的翼板厚度 t 应大于等于下式计算所得之值:

$$t = 0.05b \quad \text{mm}$$

式中: b ——吊臂横截面翼板的宽度, mm。

- (4) 任何情况下薄壁结构吊臂的壁厚 t 应大于等于 4mm ;
- (5) 其它形式薄壁结构吊臂的壁厚应另行考虑。

第 12 节 航行冰区船舶补充规定

2.12.1 一般要求

2.12.1.1 本节适用于有冰封的航区, 在冰封前或解冰后流冰期航行的船舶。

2.12.2 术语与含义

2.12.2.1 冰带区——指船长范围内(包括首尾封板), 垂向自满载水线上 250mm 至空载水线下 300mm 的舷侧范围。冰带区应在设计图纸上注明。

2.12.3 冰带区外板

2.12.3.1 冰带区舷侧外板(包括首尾封板)的厚度 t , 尚应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 15.7 \frac{a}{1 + 0.4a/b} \quad \text{mm}$$

式中: a ——舷侧板板格的短边长度, m;

b ——舷侧板板格的长边长度, m。

2.12.3.2 在冰封前或融冰后的流冰期航行的船舶, 其冰带区自船首垂线向后 $0.25L$ 范围内的舷侧外板厚度, 尚应不小于船底板厚度的 1.25 倍。

2.12.4 首柱

2.12.4.1 板型首柱的厚度, 应不小于按下式计算所得之值:

$$t = 1.25(t_0 + 2) \quad \text{mm}$$

式中： t_0 ——中部船底板厚度，mm。

2.12.4.2 圆钢首柱的圆钢直径 d 应不小于按下式计算所得之值：

$$d = 0.91(L + 35) \quad \text{mm}$$

式中： L ——船长，m。

2.12.4.3 采用其他型材首柱时，其剖面积应与圆钢首柱剖面积相当。

2.12.4.4 航行冰区船舶的首柱不宜使用钢管等管状型材。

2.12.5 舷侧纵桁

2.12.5.1 当型深大于 1.2m 时，冰带区内在满载水线与空载水线之间应至少设一道舷侧纵桁。舷侧纵桁的尺寸应不小于强肋骨的尺寸。

2.12.6 强肋骨与中间肋骨

2.12.6.1 强肋骨（外舷）的剖面模数 W ，尚应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 984 \frac{s(l-d)^2 d^2}{l^3} \quad \text{cm}^3$$

式中： d ——空载吃水，m；
 l ——强肋骨跨距，m；
 s ——强肋骨间距，m。

2.12.6.2 在冰封前或融冰后的流冰期航行的船舶，其冰带区自船首垂线向后 $0.25L$ 范围内的舷侧应设置中间肋骨。中间肋骨的剖面模数应不小于主肋骨或普通肋骨剖面模数的 0.75 倍。中间肋骨的上、下端应分别超出冰带区的上、下缘，其两端应用短纵骨固定。短纵骨的剖面模数不小于中间肋骨的剖面模数，两端与肋骨焊接。

2.12.7 舵托骨材

2.12.7.1 舵托骨材在靠近推进器柱处的剖面处对垂直中和轴的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值：

$$W = 0.22Al(V + 4)^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： A ——舵面积， m^2 ；
 V ——最大计算航速， km/h ，且应不小于 10km/h ；
 L ——舵杆中心线至计算剖面距离，m。

上述剖面对水平中和轴的剖面模数 W 应不小于上式计算所得之值的 $1/3$ 。

2.12.8 舵设备

2.12.8.1 舵杆直径小于等于 120mm 时，舵杆和舵销的直径应为第 7 章第 2 节规定的 1.08 倍；舵杆直径大于 120mm 者可以除外。

2.12.8.2 舵杆和舵销的连接零件应按增加后的舵杆和舵销直径选取。

2.12.8.3 对设有襟翼舵的船舶，其行星齿轮如伸至船体外板内的箱体，则该箱应有防结冰措施。

2.12.9 舷窗及其他

2.12.9.1 在干舷甲板下如需设置舷窗时，舷窗应设置在冰带区以上。

2.12.9.2 旅客和船员活动的露天处所，甲板上应设置防滑措施。

第3章 轮机

第1节 一般规定

3.1.1 目标

3.1.1.1 船上的所有机械设备以及相关的管系和附件至少应能：

- (1) 其设计和构造应适合它们的用途；
- (2) 其安装和防护应充分考虑到使运动部件、热表面和其他危险情况对船上人员的伤害降至最低程度；
- (3) 其设计应注意到结构所用的材料、设备用途以及会遇到的工作条件和船上环境条件。

3.1.2 一般要求

3.1.2.1 船舶的主推进装置和辅助机械装置、泵、风机和管系的设计、制造、安装和试验应符合本节有关规定。

3.1.2.2 机舱以及其他可能积聚可燃气体的处所应有良好的通风。

3.1.2.3 船舶动力装置应能保证在船舶横倾 10° 和纵倾 5° 时仍能正常工作。

3.1.2.4 推进装置应具有改变推进方向的能力，以确保在所有正常情况下都能适当地控制船舶。

3.1.2.5 机械运转时，可能对人员构成危险的部位，应设有防护罩等安全措施。

3.1.2.6 轮机装置安装完毕后，应按审批的试验大纲进行系泊和航行试验，试验结束后，船厂应提交试验报告。

3.1.3 机舱布置

3.1.3.1 对于有人进入机舱操作主机的船舶，机舱控制主机的处所与驾驶室之间应设有可靠的通信联络设备。

3.1.3.2 机舱应至少设有一个出入口，该出入口应有通向干舷甲板的金属梯道，其布置应方便操作人员出入。除通常无人或长度（沿船长方向）小于等于5m的机舱外，还应设有一个不小于600mm×450mm的应急出口。

3.1.3.3 机舱各种设备的布置，应有便于操纵和维修的防滑通道。

3.1.3.4 各种管路、传动杆通过水密舱壁时，应保证水密。

3.1.3.5 轴系通过水密舱壁处应设有填料箱，其设置应便于接近和维修。

3.1.3.6 航行于急流航段的客船和载客12人及以下船舶应安装双主推进装置。船长小于等于10m的载客12人及以下船舶，若因船宽尺度不可能安装双主推进装置时，应在主推进装置发生故障时仍能提供有效的应急措施以保证船舶安全，并在证书中签署相应的航行限制条件和应急措施。

3.1.4 重要机件的焊接

3.1.4.1 本条适用于轴系及杆系的焊接。本条无明确规定时，应符合中国船级社《材料

与焊接规范（2023）》的规定。

3.1.4.2 构件的焊缝应采用开坡口对接焊，以保证全厚度焊透。并应尽可能采用俯焊。

3.1.4.3 不同厚度的构件对接时，其厚度差大于或等于4mm时，应对厚板的边缘进行削斜，削斜的宽度应不小于厚度差的4倍。

3.1.4.4 形状复杂的构件，应避免焊缝尖角相交或截面突变。

3.1.4.5 在下列情况下应考虑采用适当的焊前预热措施：

(1) 当焊接大型构件和复杂构件以及设计图纸上特别规定的重要机件时；

(2) 当被焊构件或机件材料的含碳量大于0.23%或碳当量大于0.41%时，碳当量 C_{eq} 按下式计算：

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

(3) 当在环境温度低于0℃和/或湿度较大的环境下进行焊接时。

3.1.4.6 轴系及舵杆施焊前应按工艺规程焊制试件。试件应模拟实际构件的工艺条件，焊制具有代表性的焊接接头，进行熔敷金属拉伸试验、接头横向拉伸试验、弯曲试验、以及宏观组织检查。

3.1.4.7 轴系及舵杆在焊接前应均匀地进行预热，在焊接过程中严格注意保温，预热的温度可根据所选用的材料决定。

3.1.4.8 轴系及舵杆经焊接后应进行热处理消除应力。

3.1.4.9 轴系及舵杆的缝应采用磁粉探伤或其他有效方法进行检查。

第2节 发动机装置

3.2.1 一般要求

3.2.1.1 主机应具有良好的低速工作性能。对于中速机，其最低稳定工作转速应小于等于额定工作转速40%；对于高速机，其最低稳定工作转速应小于等于额定工作转速45%。

3.2.1.2 主机应装设可靠的调速器，使主机的转速小于等于额定转速的115%。当柴油机作为发电机的原动机时，应装设调速器，其调速特性应符合下列规定：

当突然卸去额定负荷和当在空负荷状态下突然加上50%额定负荷，稳定后，再加上余下的50%负荷时，其瞬时调速率应不大于10%；稳定调速率应不大于5%；达到稳定状态（即转速波动率为±1%）的时间不超过5s。

3.2.1.3 在驾驶室或主机旁，应设有能迅速切断燃油或其他有效的应急停车装置。

3.2.1.4 发动机应装设转速表和其他必要的测量仪表。

3.2.1.5 船上所设起动装置在不补充能源的情况下，应能对主机从冷机连续起动大于等于6次；对辅机的连续起动次数大于等于3次。

3.2.1.6 设置在机舱内的风冷发动机，其进、排气管道及冷却风道应合理布置。

3.2.1.7 闭式冷却发动机，其淡水系统应设置膨胀水箱。

3.2.2 发动机的安装

3.2.2.1 发动机的安装应符合下列要求：

(1) 主机机座应尽可能采用公共机座，且具有足够刚性；

(2) 主机和齿轮箱的紧配螺栓数量一般各应大于等于2只，或按产品说明书的要求安装；

(3) 机座垫片的厚度：铸铁垫片应大于等于12mm，钢质垫片应大于等于6mm。

3.2.3 舷外挂机的附加要求

3.2.3.1 舷外挂机应具备转向功能，设有倒车和应急停车装置。

3.2.3.2 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。

3.2.3.3 安装舷外挂机的尾阱应有足够的尺寸，以满足舷外挂机各运转工况的需要。

3.2.3.4 舷外挂机的操纵电缆和燃油软管应有效密封；油、气软管的连接处不应有泄漏。如穿过船体结构应有效密封。

3.2.3.5 总功率小于等于 40kW 的舷外挂机，其转速和转向，可用单手柄操纵。总功率大于 40kW 的舷外挂机，应在船首设置手轮操纵台；操舵、档位控制的软轴长度和布置应能保证安全、可靠。对于在船首设置手轮操纵台困难的船舶，在不影响驾驶视野和船舶安全的前提下可以将手轮操纵台设置在船中的适当位置。

3.2.4 舷内外机的附加要求

3.2.4.1 尾推进装置应通过贯穿螺栓或等效连接设施可靠地固定在尾封板上，并有效密封。

3.2.4.2 安装发动机处所的通风、出入口、通道和舱底水设施等应满足本章对机舱的相应要求。

3.2.4.3 联接发动机与尾推进装置的轴和联轴器应满足本章对轴系的相应要求。

3.2.4.4 操纵尾推进装置的联杆、电缆、液压管如穿过尾封板时应有效密封。

第3节 汽油机及其相关舱室

3.3.1 术语与含义

3.3.1.1 开敞舱室：系指每 1m³净舱容积应至少具有 0.34m²直接通向大气的舱室。

3.3.2 一般要求

3.3.2.1 汽油机的化油器应设一个火焰回火限制器，使回火排气不能进入舱底。

3.3.2.2 设有汽油机和(或)汽油柜的开敞舱室可不要求设置通风系统。设有汽油机的非开敞舱室应设置符合本节 3.3.4 要求的动力通风系统；设有汽油柜的非开敞舱室应设置符合本节 3.3.3 要求的自然通风系统。

3.3.2.3 机舱应与乘客处所分隔，并应能防止机舱油气进入乘客处所。

3.3.2.4 除开敞舱室外，机舱、汽油柜舱以及与这些舱室相连通的其他舱室中的电气部件均应为防点燃型部件^①。

3.3.2.5 安装在汽油机上的电气部件应符合第 4 章第 12 节的有关规定。

3.3.2.6 排气管出口处应装设火星熄灭器或等效措施，其出口应尽可能远离机舱和汽油柜处所的排风口。

3.3.3 自然通风系统

3.3.3.1 自然通风的舱室应装设一个来自大气的进风口/进风管道和一个通向大气的排风口/排风管道，两者的位置应尽可能远离。排风口/排风管道在舱内的开口应低于舱室高度的 1/3 处。进风口/进风管道在舱内的开口与排风口/排风管道在舱内的开口均应处在正常舱底水积聚面之上。

3.3.3.2 进风口/进风管道和排风口/排风管道的截面积均应大于等于按下式计算之值，

^①参见 GB/T 17726-1999(IDT ISO 8846:1990)。

且大于等于 3000mm²。

$$A = 3300l_n(V / 0.14) \quad \text{mm}^2$$

式中：A——各通风口或管道的最小合计内横截面积，mm²；

V——舱室净容积，为舱室总容积减去舱室固定安装部件的体积，m³；

l_n ——自然对数。

3.3.4 动力通风系统

3.3.4.1 每一动力通风舱室的抽风机组的总排量 Q 应符合表 3.3.4.1 的规定。

抽风机组的总排量 Q

表 3.3.4.1

净舱容积 V (m ³)	总排风量 Q (m ³ /min)
< 1	≥1.5
1 ≤ V ≤ 3	≥1.5 V
> 3	≥1.5 V +3

3.3.4.2 抽风机应为不会产生火花的结构型式。

3.3.4.3 抽风机进气口的位置应低于舱室高度 1/3 处，其排风口应尽量与发动机排气管出口远离。

3.3.4.4 应在起动汽油发动机前 4min 开启抽风机。汽油机工作时应持续抽风。当抽风机因故关停时，应在机器处所（正常航行时船员无法进入的除外）和驾驶室发出声光报警信号。

第 4 节 泵和管系

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 对船舶安全重要的管系、阀件和附件应用钢、铸铁、铜、铜合金或其他适合于其用途的材料来制造。

3.4.1.2 油船的货油舱均应设有透气管，其出口端应装有防火网。

3.4.1.3 油管、水管、油柜和其他液体容器应避免设在配电板上方及后面。如管路必须通过时，则不应有可拆接头。

3.4.2 燃油箱柜

3.4.2.1 燃油箱柜的结构、布置应符合下列规定：

(1) 燃油箱柜的布置应避免因船舶碰撞而造成溢油，舷侧外板不应作为燃油箱柜的界面。其处所应能保证有效通风；

(2) 燃油箱柜安装前应进行液压试验，试验压力应不小于 0.02MPa；

(3) 燃油箱柜及燃油管法兰接头不应位于发动机排气管的正上方，且其间距应大于等于 450mm；

(4) 柴油机燃油箱柜上应装有泄放装置、液位计、空气管。空气管内径应不小于注入管内径。如采用玻璃管式液位计，应为自闭式，且应设有防护罩。液位计禁止使用塑料管。燃油箱柜下面应设置滴油盘或采用等效的简易装置；

(5) 汽油箱柜应安装在避免阳光直接照射处。箱柜体上不得设置泄油管。液位指示器（如有时）应为无火花型。汽油箱的注油应尽可能避免静电产生，其注油应采用安全的方式进行。密封盖应设有带呼吸的装置，其出口应引向无火花的安全地点；

(6) 汽油箱柜容积大于 30L 时, 应以能防止滑动的箍带将其固定; 小于等于 30L 的油箱可为便携式;

(7) 便携式汽油箱或带有汽油燃料的设备不应放置在密闭的处所内, 其放置处应有快速系固和快速脱开装置, 并能在应急情况下便于将其投弃, 泄漏的汽油应直接排至舷外。

3.4.2.2 燃油箱柜应有足够的强度, 其最小壁厚应符合表 3.4.2.2 的规定。

燃油箱柜的最小壁厚

表 3.4.2.2

材料	燃油箱柜最小壁厚 (mm)	
	柴油箱柜	汽油箱柜
奥氏体铬镍合金钢	≥1	≥1
含铜量不大于 0.1% 的铝合金	≥2	≥2
防腐处理过的钢板	≥1.5	—
纤维增强塑料	≥4	—
聚乙烯	≥5	—

3.4.3 燃油管路

3.4.3.1 燃油管路应采用无缝退火铜管、铜镍合金管或等效性能的金属管制成。柴油管路也可采用铝合金管。

3.4.3.2 燃油管路采用软管时, 应采用耐火燃油软管^①, 并应使用防滑金属软管夹使其固定。舷外发动机的燃油软管可采用非耐火燃油软管^②。

3.4.4 排气管路

3.4.4.1 主机排气管路应包扎绝热材料, 绝热层表面温度, 一般应小于等于 60°C。

3.4.4.2 排气管路一般应向上导出, 若须经船侧或船尾导出时, 应防止江水倒灌。

3.4.4.3 排气管与船体的连接应保证水密。

3.4.4.4 主机排气管消声器的结构应便于清洗和检修。

3.4.5 冷却水管路

3.4.5.1 一般应设 2 只海水吸口, 保证在航行状态下冷却水泵能从海底阀吸入江水。

3.4.5.2 海水箱应装有孔板, 其有效流通面积应不小于进水阀流通面积的 3 倍。

3.4.5.3 粗滤器与海水箱之间必须设置截止阀, 该截止阀可位于海水箱上。有冰封期水域的船舶 (含航行冰区船舶), 其粗滤器与海水箱之间的截止阀必须为铸钢截止阀或适用的其他材料截止阀。

3.4.5.4 排水孔的位置一般不应低于载重水线, 否则应设置止回阀装置或防浪阀。

3.4.5.5 有冰封期水域的船舶 (含航行冰区船舶), 其管路低处应设有放泄旋塞, 以防止管路冻损。

3.4.6 舱底水设施

3.4.6.1 下列船舶应设置 1 台动力舱底泵:

- (1) 推 (拖) 船;
- (2) 工程船;
- (3) 采用锂离子电池作为主推进动力和/或主电源的船舶;
- (4) 船长大于 15m 的座舱机客船;
- (5) 船长大于 15m 的载客 12 人及以下的座舱机船舶。

^① 参见《小艇—耐火燃油软管》(GB/T14652.1-2009)。

^② 参见《小艇—非耐火燃油软管》(GB/T14652.2-2009)。

航行时间小于等于 0.5h 的载运乘客船舶,可只设 1 台手动舱底泵。

3.4.6.2 本节 3.4.6.1 所规定以外的船舶可只设 1 台手动舱底泵。

3.4.6.3 非水密舱室的舱底水可用盛水器具(如水桶等)排出,对人员不易进入又必须排水的舱室应设 1 台手动舱底泵。

3.4.6.4 动力舱底泵的排量应大于等于 $2\text{m}^3/\text{h}$,舱底水管内径应大于等于 25mm。手动舱底泵的排量应大于等于 $1\text{m}^3/\text{h}$ 。

3.4.6.5 动力舱底泵可兼作他用,但不可作为油泵。

第5节 轴系和螺旋桨

3.5.1 一般要求

3.5.1.1 轴材料的抗拉强度一般应在下列范围内选择:

- (1) 碳钢和碳锰钢为 $410\sim 760\text{N}/\text{mm}^2$;
- (2) 合金钢不超过 $800\text{N}/\text{mm}^2$ 。

3.5.1.2 主推进轴系应能承受足够的倒车功率。

3.5.1.3 主推进装置中滑动轴承温度应小于等于 70°C ,滚动轴承温度应小于等于 80°C 。

3.5.2 轴的直径

3.5.2.1 轴的直径 d 应大于等于按下式计算的值:

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

式中: K ——系数,按下列规定取值:

与法兰为整体的中间轴、推力轴(无键安装时),取 $K = 1.00$;

与法兰为整体的中间轴、推力轴(有键安装时),取 $K = 1.10$;

无键安装的螺旋桨轴(从桨毂前端至相邻轴承前端的轴),取 $K = 1.22$;

有键安装的螺旋桨轴(从桨毂前端至相邻轴承前端的轴),取 $K = 1.26$;

其余部分的螺旋桨轴,取 $K = 1.15$ 时;

N_e ——轴传递的额定功率, kW;

n_e ——轴传递 N_e 时的转速, r/min;

R_m ——轴材料的抗拉强度,对于中间轴:若 $R_m > 760\text{N}/\text{mm}^2$ 时,取 $760\text{N}/\text{mm}^2$;对于螺旋桨轴,若 $R_m > 600\text{N}/\text{mm}^2$ 时,取 $600\text{N}/\text{mm}^2$ 。当采用合金钢或不锈钢时,对于中间轴、螺旋桨轴,若 $R_m > 800\text{N}/\text{mm}^2$ 时,取 $800\text{N}/\text{mm}^2$ 。

3.5.2.2 轴材料为合金钢或不锈钢时,轴的直径可取上式计算值的 0.9 倍。

3.5.3 联轴器与螺栓

3.5.3.1 联轴器用键安装到轴上时,键材料的抗拉强度应大于等于轴材料的抗拉强度,键受剪切的有效面积 BL 应大于等于按下式计算所得之值:

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

式中: B ——键的宽度, mm;

L ——键的长度, mm;

d ——由本节 3.5.2.1 确定的中间轴直径, mm;

d_m ——键中部处轴的直径, mm。

3.5.3.2 联轴器法兰连接的紧配螺栓直径 d_f 应大于等于按下式计算的值:

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

式中: d ——本节 3.5.2.1 确定的中间轴直径, mm;

z ——紧配螺栓数目, 应不少于螺栓总数的 50%;

D ——螺栓孔的中心圆直径, mm;

R_m ——中间轴材料的抗拉强度, N/mm²;

R_{mb} ——螺栓材料的抗拉强度, 应大于等于中间轴材料的抗拉强度, 但小于等于 1.7 倍中间轴的抗拉强度, 且小于等于 1000N/mm²。

3.5.3.3 如采用普通螺栓连接时, 则螺栓的螺纹根部直径 d_n 应大于等于按下式计算的值:

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

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;

Z ——普通螺栓数。

其余符号含义同本节 3.5.3.2。

所连接法兰的接触表面之间的摩擦力矩应不小于 2.8 倍的传递扭矩, 计算摩擦力时, 摩擦系数为 0.18; 预紧螺母时的力矩不应使螺栓螺纹根部截面应力超过 0.8 倍的螺栓材料屈服强度或规定的非比例延伸强度。紧固螺母螺纹的旋向应与尾轴顺车方向相反。

3.5.4 航行浅滩水域轴系的加强

3.5.4.1 航行于冰区或浅滩水域, 其推进轴系的中间轴、推力轴和螺旋桨轴的直径应按本节 3.5.2.1 确定的轴径增加 10%。

3.5.5 齿轮箱

3.5.5.1 船长大于 10m 的座舱机船, 其主推进装置一般应设置齿轮箱。

3.5.6 离合器换向

3.5.6.1 离合器应具有任意离合转速大于等于主机额定转速 60% 的能力。

3.5.6.2 离合器的换向时间应小于等于 15s。

3.5.7 螺旋桨

3.5.7.1 螺旋桨应可靠地固定在尾轴上, 紧固螺母螺纹的旋向应与尾轴顺车方向相反。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措施。

3.5.7.2 铸造的螺旋桨不允许有有损强度的裂纹、气孔、疏松、夹渣、浇注不足等缺陷; 钢板焊接的螺旋桨不允许有裂纹、卷边、漏焊等缺陷, 且应保证水密。

3.5.7.3 对于钢板焊接螺旋桨其板厚应大于等于 5mm。

3.5.7.4 螺旋桨加工完成后一般应作静平衡试验。

3.5.7.5 对于用键安装的螺旋桨, 应满足下列要求:

(1) 键受剪切的有效截面积应满足本节 3.5.3.1 的要求;

(2) 若用键安装螺旋桨时进行过盈推入, 则键的尺寸可适当减小, 但应提供试验结果或使用经验的相关资料, 经同意后采用;

(3) 螺旋桨轴的圆柱体与轴圆锥体交界处, 不应有凸肩或圆角;

(4) 轴上键槽的前端到轴锥部大端的距离应大于等于 0.2 倍锥部大端的直径。对汤匙形键槽, 轴上键的前端到轴锥部大端的距离应大于等于 0.2 倍锥部大端的直径;

(5) 桨毂和键的顶端一般应有 0.3~1.0mm 的间隙, 键槽底部应有光滑的圆角, 键的两侧应与轴和桨毂的键槽稍过盈配合, 一般用 0.03mm 塞尺检查时不应插入。

第6节 操舵装置

3.6.1 一般要求

3.6.1.1 操舵装置应能确保航行时对船舶航向可靠的操纵。

3.6.1.2 自航船舶应设置 1 套动力或人力操舵装置。

3.6.1.3 若采用动力操舵装置, 则应具有 2 台舵机装置动力设备。对于仅采用一台电动或电动液压或主机带泵动力设备的船舶, 仍需设人力操舵装置。

3.6.1.4 在转舵机构上应设有机械舵角指示器。对动力操纵的操舵装置, 驾驶室内应设有舵角指示器。需在舵机处进行操舵时, 还应在舵机处设有舵角指示器。

3.6.1.5 操舵装置一般应装设舵角限制器, 舵角限制器的安装位置应比最大转角大 $1^{\circ}30'$ 。

3.6.1.6 对急流航段船舶动力操舵装置, 还应备有应急能源, 应急能源可为蓄能器、手动液压泵或蓄电池组, 且应能在驾驶室进行操作使应急能源能迅速地得以提供。

3.6.2 操舵时间要求

3.6.2.1 对动力操舵装置, 应满足船舶在最大营运前进航速时, 从一舷 35° 至另一舷 30° 所需时间不超过下列规定:

- (1) 急流航段为 15s;
- (2) 其他航区为 20s。

3.6.2.2 对人力操舵装置, 应满足船舶在最大营运前进航速时, 从一舷 35° 至另一舷 30° 的操纵手轮的力和转舵时间应符合表 3.6.2.2 的规定:

操纵手轮的力和转舵时间

表 3.6.2.2

	急流航段船舶	非急流航段船舶
操纵手轮的力(N)	≤ 147	≤ 147
转舵时间(s)	≤ 15	≤ 20

3.6.2.3 对操舵装置动力设备的应急能源, 应能满足船舶在 60% 最大营运前进航速时 (一般相当于 36% 的转舵扭矩), 舵从一舷 15° 至另一舷 15° 的转舵时间不大于 15s。

第4章 电气

第1节 一般规定

4.1.1 目标

4.1.1.1 船上的电气设备至少应能：

(1) 在正常的情况下，确保对所有为船舶正常操作和正常居住条件所必需的电气设备供电；

(2) 在各种应急情况下，确保对安全所必需的电气设备供电；

(3) 保证旅客、船员及船舶的安全，免受电气事故的危害。

4.1.2 一般要求

4.1.2.1 电气设备的设计、制造、安装和试验，均应符合本章的有关规定。

4.1.2.2 铅酸电池、锂离子蓄电池、纯电池电力推进以及太阳能电池的相关技术要求，应满足本章适用规定。

4.1.3 环境空气温度

4.1.3.1 电气设备在下列环境温度中应正常工作：

封闭处所内	0 ~ 40℃
开敞甲板	-25 ~ 40℃
温度超过 40℃和低于 0℃处所内	按这些处所的温度

4.1.3.2 船用电子设备的环境空气温度的上限为 55℃。

4.1.4 倾斜

4.1.4.1 电气设备的结构和布置应能保证船舶处于横倾 10°或/和纵倾 5°时仍能正常工作。

4.1.4.2 应急电气设备在船舶横倾 15°或/和纵倾 10°时，应能有效地工作。

4.1.5 其他条件

4.1.5.1 电气设备在船舶所能受到的冲击、振动情况下应能正常工作。

4.1.5.2 电气设备应能耐受水上潮湿空气的影响。

4.1.5.3 电气设备应考虑船上可能产生的油雾和霉菌环境的影响。

第2节 设计、制造、安装和试验

4.2.1 一般要求

4.2.1.1 电气设备的设计、制造和安装应特别考虑安全和便于管理维修。

4.2.1.2 电气设备应用耐久、滞燃和耐潮的材料制造；所有金属部件应有良好的耐蚀性能和可靠的防护层。

4.2.1.3 应急报警装置的控制装置应有红色标志及铭牌。

4.2.1.4 电气设备铭牌上字迹应清晰，内部接线端头应有耐久的标志，并应附有电路原理图或接线图。

4.2.1.5 当电气设备的外壳温度大于 80℃时，应有隔热防护措施。

4.2.1.6 若需在可能出现爆炸性气体、蒸气而有爆炸危险的处所安装电气设备，则应是适合于爆炸气体环境用的合格防爆电气设备。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。

4.2.1.7 在水密或防火的舱壁、甲板和甲板室的外围壁上，不应钻孔以螺钉紧固电气设备及电缆，不应破坏舱壁或甲板原有的防护性能及强度。

4.2.1.8 电气设备及电缆，不应直接安装在船壳板上。

4.2.1.9 发电机组应尽可能沿船舶纵向安装。卧式电动机的转轴尽量与船舶纵中剖面平行安装，立式电动机的转轴应以船舶水线面垂直安装。

4.2.2 电压和频率波动

4.2.2.1 电气设备应能在表 4.2.2.1 规定的电源电压和频率偏离额定值的稳态和瞬态情况下可靠地工作。

电源电压和频率偏离

表 4.2.2.1

电气设备	电源参数	稳态	瞬态	
		(%)	(%)	恢复时间 (s)
一般交流电气设备	电压	+6 ~ -10	±20	1.5
	频率	±5	±10	5
一般直流电气设备	电压	+6 ~ -10		

4.2.2.2 对于由蓄电池供电的电气设备，其电压偏离额定值+20% ~ -25%时，应能可靠地工作。对于蓄电池充电期间接有的电气设备，则应考虑由于充放电特性引起的电源电压偏离额定电压+30% ~ -25%的影响。

4.2.2.3 根据工作场所选择的电气设备，其最低防护等级应符合本节表 4.2.2.3 的要求。

最低防护等级

表 4.2.2.3

(1) 处所	(2) 环境条件	(3) 防护等级	(4) 设备								
			配电板、控制设备、电动机起动机	发电机	电动机	变压器 半导体 变流器	照明设备	电热器具	电炊设备	附属(例如开关、接线盒)	
干燥的居住处所	只有触及带电部分的危险	IP20	×	—	×	×	×	×	—	×	
干燥的控制室			×	—	×	×	×	×	—	×	
控制室(驾驶室)	滴水(或)中等机械损伤危险	IP22	×	—	×	×	×	×	—	×	
机炉舱(花铁板以上)			×	×	×	×	×	×	×	IP44	
舵机室			×	×	×	×	×	×	—	IP44	
一般储藏室			×	—	×	×	×	×	—	×	
浴室	较大的水和机械损伤危险	IP34	—	—	—	—	—	—	IP44	—	IP55
机炉舱(花铁板以下)			—	—	—	—	—	—	—	—	—
厨房	较大的水和机械损伤危险	IP44	×	—	×	×	IP34	×	×	×	
干货舱	喷水危险、货物粉尘存在、严重机械损伤、腐蚀性气体	IP55	—	—	—	—	×	—	—	×	

露天甲板	大量浸水的危险	IP56	×	—	×	—	IP55	×	—	×
------	---------	------	---	---	---	---	------	---	---	---

注：①表中“×”表示按(3)栏要求，表中“—”表示一般不应安装此种设备。

②设备本身不能达到防护要求时，应采用其他措施或改善安装场所条件来确保本表要求。

4.2.3 接地

4.2.3.1 电气设备的金属外壳及带电部件以外的所有可接近金属部件、电缆金属护套及安装电缆的管子或管道均应可靠接地；但满足下列情况者可除外：

- (1) 工作电压小于等于 50V 的设备（但不应使用自耦变压器取得此项电压）；
- (2) 由专用安全隔离变压器只对一个设备供电，且电压小于等于 250V；
- (3) 根据双重绝缘原理制造的电气设备。

4.2.3.2 金属船体的船舶电气设备接地应符合下列要求：

(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 $S \leq 4\text{mm}^2$ 时， $Q=S$ ，且大于等于 1.5mm^2 ；

当 $4\text{mm}^2 < S \leq 120\text{mm}^2$ 时， $Q=0.5S$ ，且大于等于 4mm^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 16mm^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。

4.2.3.3 非金属船体的船舶电气设备的接地应符合下列要求：

(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联在一起，以形成一个连续和完整的接地系统，连接至面积大于等于 0.2m^2 、厚度大于等于 2mm 的金属接地板上，该金属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，且应具有防腐蚀性能；

(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）采用连接导体与本款(1)所述地板连接在一起。尤其当主、辅机采用闪点小于 60°C 燃油或液化石油气时，其油箱、油管必须采用专用导体连接到本款(1)所述的接地板上，接地导体的截面积应不小于 10mm^2 ；

(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。

4.2.4 试验

4.2.4.1 安装上船的电气设备，应按船舶检验机构审查同意的系泊和航行试验大纲进行检查和试验。试验大纲可根据船舶设计情况，按公认标准进行制定^①。

4.2.4.2 电气设备的热态绝缘电阻值（ $\text{M}\Omega$ ）应符合表 4.2.4.2 的规定。

热态绝缘电阻值（ $\text{M}\Omega$ ）

表 4.2.4.2

序号	设备名称	工作电压	
		<100V	≥100V

^① 参见 GB/T3221-2020《内燃机动力内河船舶系泊和航行试验大纲》

1	电机	≥0.5	≥1.0
2	配电板	≥0.5	≥1.0
3	变压器	—	≥1.0
4	电力拖动控制设备	≥0.3	≥1.0
5	照明最后分支线路（包括航行灯线路）	≥0.3	≥1.0
6	船内通信及报警系统	≥0.3	≥1.0
7	电热器具	≥0.3	≥0.5

注：工作电压大于等于 100V 时，应采用大于等于 500V 的直流高阻计。工作电压小于 100V 时，推荐采用 250V 的直流高阻计。

4.2.5 防雷电

4.2.5.1 当船舶符合下列情况之一时，应装设可靠的避雷装置：

- (1) 船舶采用金属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。

4.2.5.2 避雷针规格应符合下列要求：铜质避雷针的直径应大于等于 8mm；钢质避雷针的直径应大于等于 16mm，其尖端应作防腐处理；铝质避雷针的直径应大于等于 12mm。

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

4.2.5.4 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 70mm² 连续铜带(索)，或采用截面积大于等于 100mm² 连续钢带(索)。

4.2.5.5 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 70mm²；钢导线的截面积应大于等于 100mm²。

4.2.5.6 对非金属船体的船舶，其避雷装置的引下线应与永久接至水中的专用接地板连接；该接地板应采用面积大于等于 0.2m²、且厚度大于等于 2mm 的耐腐蚀金属材料制成。

4.2.6 防触电和防火

4.2.6.1 电气设备在设计和安装上应能有效地防止操作人员及相关人员意外地触及带电部件和具有炽热表面的部件，电气设备的操作部件（如手柄、按钮等）应设计成与带电部件之间有良好的绝缘。

4.2.6.2 工作电压大于 50V 的电气设备应设有安全防护措施，其带电部件不应外露。

4.2.6.3 在系统和线路设计上应能达到电气设备经开关或控制器断开电源后，原则上不应经系统和本身控制电路或指示灯继续保留电压。但整步表开关及 24V 蓄电池线路可除外。

4.2.6.4 可携电气设备应采用下列任一种形式：

- (1) 用敷设在软电缆或电线中的连续接地导体可靠接地设备^①；
- (2) 具有双重绝缘的设备^①；
- (3) 由只供一个用电设备的安全隔离变压器供电的设备^①；
- (4) 工作电压不超过 50V 的设备^②。

4.2.6.5 电气设备不应贴近燃油舱、油柜或双层储油舱等外壁上安装。若电气设备必须在此类舱壁外表面安装时，则其与舱壁表面至少应有 50mm 距离。

4.2.6.6 调节电阻、启动电阻、充电电阻、电热器具以及其他在工作时能产生高温的电气设备，在安装时应有防止导致附近物体过热和起火的措施，上述设备严禁在燃油舱、油柜

^① 设备的工作电压均不应超过 250V。

^② 在特别容易触电的狭窄或特别潮湿处所中，应采用工作电压不超过 24V 的可携设备。

或双层储油舱等外壁表面安装。

4.2.6.7 对于木质船舶,其电缆或电线不应直接敷设在木板上,应穿管敷设,并具备散热条件。

4.2.7 电热器具和电炊设备

4.2.7.1 每个具有成套装置的电热器和电炊设备,不论是固定安装还是可移动的,均应由相应的分配电板设独立馈电线供电,并应由固定安装的能切断所有绝缘极的联动开关进行控制。若电热器和电炊设备通过插座连接时,多极控制开关应安装在插座之前或者选用带开关关联锁插座。

4.2.7.2 电热器和电炊设备的安装应保证对甲板、舱壁或其他周围的物品不致产生过热和火灾的危险。禁止使用加热元件外露的电热器和电炊设备。

4.2.7.3 当电取暖器安装在舱壁衬板里面时,应用不燃材料制成的护板分隔以防止热量在衬板里层积聚;电取暖器后面与舱壁之间应至少留有 25mm 的自由空间,以使舱壁不致过热和供空气循环流通。

4.2.7.4 厨房电炊设备应有坚固的防护罩,电炊设备及电缆应固定安装。可移动的电炊设备应符合本节 4.2.7.1 的有关规定。电炊设备的结构应保证当有液体或食品溢出时,不致损坏绝缘和发生短路。

第3节 配电系统

4.3.1 配电系统

4.3.1.1 直流可采用下列配电系统:

- (1) 双线绝缘系统;
- (2) 负极接地的双线系统;
- (3) 利用船体作负极回路的单线系统。

4.3.1.2 交流单相可采用下列配电系统:

- (1) 双线绝缘系统;
- (2) 一线接地的双线系统;
- (3) 利用船体作回路的单线系统。

4.3.1.3 交流三相可采用下列配电系统:

- (1) 三线绝缘系统;
- (2) 中性点接地的四线系统;
- (3) 利用船体作中性线回路的三线系统。

4.3.1.4 钢铝混合结构的船舶的配电系统严禁利用铝质部分作导体回路和接地。

4.3.1.5 利用船体作回路的配电系统,所有的最后分路,即最后一个保护装置之后的所有电路均应为双线供电。

4.3.1.6 对采用交流三相配电系统,应在最后分路上将用电设备加以组合,以便在正常情况下,使主电源(包括发电机和变压器)的各相负载尽可能平衡在其各自额定负载的 15% 以内,且各相负载应不超过其额定值。

4.3.2 电压和频率

4.3.2.1 通常直流和交流配电系统的最高供电电压应符合表 4.3.2.1 的规定。

最高供电电压

表 4.3.2.1

序号	用电设备的类型	最高电压 (V)	
		直流	交流
1	固定安装动力设备, 电炊具和电热设备 (室内取暖器除外)	≤1000	≤1000
2	狭窄处所、潮湿舱室、露天甲板、储藏室、机舱以及其他机器处所的可携设备	一般设备	≤50
		具有加强绝缘或双重绝缘的设备	≤250
		由安全隔离变压器仅对一个设备供电的设备	—
3	居住舱室和公共舱室的照明设备、取暖设备、信号及内部通信设备以及除上列 1、2 项外的其他设备	≤250	≤250

4.3.2.2 交流配电系统的标准频率为 50Hz。

4.3.3 系统保护

4.3.3.1 配电系统装置中应设置合适完善而协调的包括短路在内的偶然过电流保护, 以保证:

(1) 在某处发生故障时, 通过保护装置的选择性保护, 仅分断故障电路, 而不影响非故障电路的连续供电;

(2) 消除故障影响, 以尽可能减少对系统的损坏和导致火灾的危险;

(3) 对系统允许的非正常工作状态, 如电动机的启动电流和变极电机的换接电流等, 保护装置应具有合理的延时。

4.3.3.2 在配电系统的每一不接地的极 (或相) 上均应设有短路保护。

4.3.3.3 过载保护应设置在:

(1) 直流双线绝缘或交流单相绝缘系统的一个绝缘极 (或相) 上;

(2) 交流三相绝缘系统的二相上;

(3) 接地系统的每一不接地的极 (或相) 上。

4.3.3.4 配电系统的接地极 (或线) 不准设置熔断器以及与绝缘极不联动的开关。

4.3.3.5 功率小于 24kW 的发电机可选用下列合适的保护型式:

(1) 多极联动开关、并在每一绝缘极上设置熔断器;

(2) 接触器^①+熔断器 (热脱扣器);

(3) 装置式自动开关。

4.3.3.6 每一馈电线路均应设有能同时分断所有绝缘极的断路器或多级开关加熔断器作过载和短路保护。操舵装置馈电线路仅设短路保护。

4.3.3.7 电力和照明变压器的初级电路应设有断路器或多级开关加熔断器作短路和过载保护。

4.3.3.8 每一照明电路应设有过载和短路保护。

4.3.3.9 蓄电池组 (除起动蓄电池外) 均应设有短路保护, 其保护装置应尽可能靠近蓄电池组。

4.3.3.10 若需要发电机与蓄电池组并联供电 (浮充) 时, 应设置发电机的逆电流保护。

4.3.3.11 若需要接岸电的船舶, 则岸电箱至主配电板间的线路应在岸电箱内设有短路保护。

^①接触器的触点容量至少为发电机额定电流的 2 倍。

第4节 主电源

4.4.1 一般要求

4.4.1.1 自航船舶主电源装置的容量和数量应能确保为保持船舶处于正常操作状态及生活所必需的所有电气设备供电。非自航船舶可按使用所需设置主电源装置。

4.4.1.2 主电源装置可采用：

- (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。

4.4.2 主电源的设置

4.4.2.1 设有电动或电动液压力源的操舵装置时，应至少设置两组主电源装置。

4.4.2.2 对于船舶正常航行其全船动力设备不依靠电力供电时，可设置两组蓄电池作为船舶主电源。

4.4.2.3 船长小于等于10m的船舶若仅以照明为主，可仅设置一组蓄电池，蓄电池组的容量应能满足自起始港至终点港用电设备的需要。若蓄电池组有充足的容量，满足安全航行用电和主机起动的要求，可作为主机起动蓄电池组用。

4.4.2.4 对于本节4.4.2.1、4.4.2.2所述的每组蓄电池组的容量应能在整个航程相适应的时间内，足以对维持船舶安全航行所必需的用电设备供电，至少能满足船舶安全航行所必需的用电设备4h的供电。

4.4.2.5 采用主机轴带发电机做船舶主电源时，在主机转速变化范围内，能通过机械、液压或电气的自动调整装置，达到本章4.2.2.1对电气设备供电要求时，可以作为船舶主电源。当主机轴带发电机的输出电压、频率随主机运行工况而导致不符合本章4.2.2.1的要求时，该发电机只能作为蓄电池的充电装置。

第5节 配电板和配电电器

4.5.1 配电板

4.5.1.1 配电板应有足够的机械强度，并应有防水、防油、防振动的措施。

4.5.1.2 配电板应采用滞燃和耐潮的材料制成，并应有保证工作人员安全的绝缘措施（工作电源小于50V的可不设置）。

4.5.1.3 配电板应设置在易于到达、通风良好、无可燃性气体聚集的场所，并应有防止水的进入和机械损伤的措施以及足够的照明和便于维修的条件。

4.5.1.4 在配电板附近应设有配电板电路原理图。

4.5.2 配电电器

4.5.2.1 船舶可根据船舶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电器和保护电器，应有标明其用途和操作位置的耐久标志。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。

4.5.2.2 配电电器和保护电器的选择应与本船电源配置和用电需要相适应，并应满足配电电路和电气设备用电及保护的有关规定。

4.5.2.3 设有岸电供电装置的船舶配电板除满足本节要求外，尚应满足本章第15节的要求。

第6节 电力拖动装置

4.6.1 电动机及控制装置

4.6.1.1 额定功率大于等于1kW的电动机及所有重要用途的电动机，一般应设独立的最后分路，且一般应设有独立的过载、短路和欠压保护。

4.6.1.2 每台电动机均应设置有效的起动和停止装置，其位置一般应在电动机的附近。

4.6.1.3 若船舶设有电动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。

4.6.1.4 应在机舱口外设有电动风机、燃油泵的应急切断装置。舱室空调、风扇和厨房风机应能就地切断。

第7节 照明、航行灯、信号灯

4.7.1 照明

4.7.1.1 设有工作和生活处所的船舶应设有主照明系统，由船舶主电源供电，以便给船员工作和生活处所提供充足的照明。

4.7.1.2 客船需夜间航行时，在机舱和载客大于16人的客舱处所的主照明系统应至少设有两个最后分路，当其中一路不能供电时，另一路仍能保证主照明供电，且各路灯点应交叉布置。

4.7.1.3 设置工作和生活处所的船舶应配备蓄电池或其他形式供电的固定式或可移动式应急照明2盏。应急照明应能保证3小时供电。

4.7.2 航行灯和信号灯

4.7.2.1 航行灯控制箱应由两路电源供电。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控制箱上或设置自动转换装置。当主电源采用蓄电池组时，可只设一路电源。

4.7.2.2 每只航行灯和信号灯应由航行灯控制箱或信号灯控制箱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。

4.7.2.3 每只航行灯和信号灯（在控制箱上）应设单独的控制开关和熔断器进行控制和保护，并应设有相应的铭牌或标志。

第8节 酸性铅板型或碱性镍板型蓄电池

4.8.1 一般要求

4.8.1.1 本章规定适用于固定安装的蓄电池，不适用于移动式蓄电池。

4.8.1.2 本节所指蓄电池仅限于酸性铅板型或碱性镍板型蓄电池。

4.8.1.3 蓄电池的设计和结构应保证在倾角40°时无电解液溢出。

4.8.1.4 蓄电池应能承受船舶的摇摆和振动。

4.8.2 蓄电池的安装

4.8.2.1 柴油机起动用蓄电池组应尽可能靠近柴油机安装,以减小电缆压降,且为起动该柴油机专用以及为机器本身的监控设备供电,并应采取措施以保持其始终处于储能状态。

4.8.2.2 蓄电池组的布置应便于更换、检测、充液和清理。在蓄电池组的上方应至少留有300mm的空间。

4.8.2.3 铅酸蓄电池和碱性蓄电池不应安装在同一舱室、箱或柜中。

4.8.2.4 蓄电池组应安装在不受高温、低温、水溅、蒸汽或其他损害其性能或加速其性能恶化的地方。

4.8.2.5 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。

4.8.2.6 蓄电池组的托盘、箱、架等内部结构,均应具有防止电解液腐蚀的防护措施,并应有防止漏出的电解液与船体接触的有效措施。

4.8.2.7 在布置蓄电池时,应考虑到各组蓄电池充电装置的充电功率(充电功率为蓄电池标称电压值与最大充电电流值的乘积)。

(1) 充电功率大于2kW的蓄电池组应安装在专用的舱室内。

(2) 充电功率小于等于2kW但大于0.2kW的蓄电池组可以安装在专用的箱、柜中或敞开安装在通风良好的舱室内。如机舱通风良好,且在蓄电池组上方对落下物体有防护措施时,在机舱内可敞开安装蓄电池组。

(3) 充电功率小于等于0.2kW的蓄电池组,可以敞开安装在通风良好的处所。

酸性蓄电池组不应安放于居住区域内。充电时不会产生有害气体的气密蓄电池可以例外。

4.8.2.8 蓄电池专用舱室的门以及蓄电池的箱、柜的外面,应有明显的“严禁烟火”标志。

4.8.2.9 蓄电池的专用舱室、箱、柜内,除蓄电池外严禁安装非防爆型电气设备。

4.8.3 蓄电池组的保护和通风

4.8.3.1 蓄电池组(除柴油机起动用蓄电池外)均应设有短路保护装置。

4.8.3.2 蓄电池室、箱、柜应有排除有害气体的独立通风装置,其出风口在顶部,进风口在底部,并有防止水和火焰进入的措施,出风管应直通开敞甲板外。

4.8.3.3 蓄电池室、箱、柜采用机械通风装置时,应有防止通风叶片偶然与机壳发生摩擦产生火花的措施。当采用轴流式通风装置时,则应为符合要求的防爆型轴流通风机。机械通风装置电动机的控制设备和开关应置于蓄电池室、箱或柜外的非危险处所。

4.8.3.4 用于电力推进的蓄电池组除满足本条4.8.3.1~4.8.3.3要求外,尚应满足如下要求:

(1) 如果所需的换气量较小,出风管道能从蓄电池室、箱或柜的顶部直接向上通至开敞处所,而出风管的任何部分与铅垂线的夹角均小于等于45°,则可采用自然通风。出风管的截面积应大于等于80cm²;

(2) 蓄电池组的专用舱室、箱或柜,如果蓄电池组的总充电功率大于2kW时,则应设有机械通风装置。机械通风装置的排气量 Q 应大于等于:

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

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

n ——蓄电池数量。

4.8.3.5 蓄电池室与其他舱室应作有效封闭,以防止有害气体窜入其他舱室。

4.8.4 蓄电池充放电装置

4.8.4.1 蓄电池既可通过设置在本船上的充放电装置充放电,也可由设置在其它船上或岸上的充放电装置充放电。

- 4.8.4.2 本船上设置蓄电池充放电装置时,则应满足本节 4.8.4.3 至 4.8.4.8 的要求。
- 4.8.4.3 设置足够容量的充放电装置对推进蓄电池组进行充电、放电。
- 4.8.4.4 充放电装置应设有短路、过载等保护装置。
- 4.8.4.5 充放电装置应设有绝缘监测装置和显示装置,显示装置应能显示电压、电流和充放电状态。
- 4.8.4.6 充放电装置应能在 10 小时内将推进蓄电池从完全放电状态充电至其额定容量。
- 4.8.4.7 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。
- 4.8.4.8 充放电装置应尽量靠近蓄电池安装。

第 9 节 锂离子蓄电池

4.9.1 一般要求

- 4.9.1.1 本节所指蓄电池仅限于磷酸铁锂电池。
- 4.9.1.2 蓄电池必须配备电池管理系统 (BMS)。
- 4.9.1.3 蓄电池充放电设备应与 BMS 组合使用,并由其控制。
- 4.9.1.4 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。
- 4.9.1.5 蓄电池在船上应用的其他相关技术要求尚应满足中国船级社《船舶应用电池动力规范(2023)》第 1 章第 1 节(1.1.5 和 1.1.7 除外)、第 1 章第 2 节、第 2 章、第 6 章和第 7 章(如有时)的要求。

4.9.2 术语与含义

- 4.9.2.1 电池荷电状态(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实际容量的百分比,也叫剩余电量。
- 4.9.2.2 电池管理系统(BMS):系指控制或管理电气系统电气或热性能的电子装置。

第 10 节 船内通信、广播和对外扩音装置

4.10.1 一般要求

- 4.10.1.1 对于有人进入机舱操作主机的船舶,应在主机操纵处与驾驶室之间设有传令钟或其它形式的具备双向通信功能的应急联系装置。对于人员无法进入机舱操作主机的船舶,如有其它应急措施实现驾驶室对主机的操控,可不设传令钟或其他形式的具备双向通信功能的应急联系措施。
- 4.10.1.2 船舶若设有电传令钟,则驾驶室和机舱的通信应具有双向功能。
- 4.10.1.3 船舶若设有电话,则应为声力电话或蓄电池供电的电话。
- 4.10.1.4 船长大于 15m 的客船应设有广播系统。
- 4.10.1.5 扩音器可为船令广播装置的一个组成部分。

第11节 电缆

4.11.1 一般要求

4.11.1.1 船上应采用船用滞燃型电缆或电线。

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

4.11.2 敷设

4.11.2.1 电缆或电线的走线应尽可能平直和易于检修。

4.11.2.2 电缆或电线应有效地加以支承和紧固。若穿管敷设，则其管子应以夹箍适当夹紧。

4.11.2.3 电缆或电线不应直接敷设在纤维增强塑料层板内。

4.11.2.4 电缆或电线的敷设应使其免受机械损伤和防止水、油的腐蚀，电缆穿管敷设时应使水不能在管子内部积聚。

第12节 船内安装汽油机的补充规定

4.12.1 一般要求

4.12.1.1 船舶配电系统应采用绝缘系统。

4.12.1.2 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^①的防点燃型设备的要求。

4.12.2 发动机电气系统和部件

4.12.2.1 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。

4.12.2.2 点火线圈和永磁电动机应安装使水不会在高压头周围积聚。

4.12.2.3 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，则在此部件上应安装牢固的永久性警告标签，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”。

4.12.2.4 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）点火导线应如发动机运行时的安装的那样，以接线端子的罩盖置于所分配器端头的凸缘上；

（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4.12.2.5（1）的要求。

4.12.2.5 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

^①参见 GB/T 17726 的规定，防爆电气设备可以代替防点燃设备。

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 $125^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 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 ISO 1817 的试验液 C 液面以上 $25\text{mm}\pm 5\text{mm}$ 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 $125^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$,符合 ISO1817 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 13 节 纯电池动力电力推进船舶的补充规定

4.13.1 一般要求

4.13.1.1 本节规定适用于采用电动机驱动螺旋桨或推进器,且采用蓄电池组作为供电电源的船舶。

4.13.1.2 除本节规定外,推进蓄电池组尚应满足本章第 8 节或第 9 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 4.4.2.2 和 4.4.2.3 中主电源的要求。

4.13.1.3 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。蓄电池组至少应设置两组独立蓄电池组,每组蓄电池组的设计电量应相近,且应使其总电量满足船舶航程所需的电力。当任意一组蓄电池组发生故障时,其余蓄电池组的电量能维持船舶到达最近港口。

4.13.1.4 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。

4.13.1.5 如设置公共电站兼做主电源和电力推进电源,应符合下列规定:

(1) 蓄电池组的配备、功能和总电量应满足 4.13.1.2~4.13.1.4 的规定;

(2) 电站的控制系统应保证在推进和日用负载之间安全地分配电力,若有必要,可以卸掉非重要负载和/或降低推进功率;

(3) 主汇流排至少分成两段,每一分段上至少应连接有一蓄电池组。

4.13.1.6 蓄电池组充电时,应避免各蓄电池组充电不均匀。

4.13.1.7 不应采用蓄电池组中部分蓄电池向机电设备供电。

4.13.1.8 蓄电池的维护和保养应按厂家提供的资料进行。

4.13.1.9 推进电动机的安装应符合本章 4.2.2.1 的规定。

4.13.1.10 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)。

4.13.2 推进设备的控制和保护

4.13.2.1 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安全运转。

4.13.2.2 推进电机的集电环和换向器的布置应适当,应易于检修。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。

4.13.2.3 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作之前的短路电流而不损坏。

4.13.2.4 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。

4.13.2.5 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。

4.13.2.6 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。

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

4.13.2.8 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。

4.13.2.9 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。

4.13.2.10 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。

4.13.2.11 在励磁电路中，不应设置使励磁电路开路的过载保护。

4.13.2.12 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。

4.13.3 监测仪表和报警

4.13.3.1 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4.13.3.1中的指示、显示和报警。

指示状态的仪器仪表

表 4.13.3.1

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
	BMS 自检功能	√	√	BMS 故障报警
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。

4.13.3.2 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。

4.13.3.3 所有固定安装的仪表的金属外壳必须永久牢固接地。

4.13.3.4 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14节 应用太阳能光伏系统的船舶的补充规定

4.14.1 一般要求

4.14.1.1 本节规定适用于应用太阳能光伏系统的船舶。

4.14.1.2 除本节规定外,应用太阳能光伏系统的船舶尚应满足本规则其他章节的相关要求。

4.14.1.3 太阳能光伏系统系指利用太阳能电池的光生伏特效应,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。

4.14.1.4 不能仅采用太阳能光伏系统作为船舶的主推进电源。

4.14.2 太阳能光伏组件

4.14.2.1 太阳能光伏组件应满足公认的国家标准^①的要求。

4.14.2.2 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)。

4.14.2.3 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。

4.14.2.4 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。

4.14.2.5 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。

4.14.2.6 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。

4.14.2.7 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。

4.14.3 光伏控制器

4.14.3.1 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。

4.14.3.2 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。

第15节 应用船舶岸电系统船载装置的补充规定

4.15.1 船舶岸电系统船载装置

4.15.1.1 本节规定适用于安装有船舶岸电系统船载装置的船舶。

^① 参见 GB/T 9535-2018、GB/T 5009.2-2020、GB/T 24546-2009 等

4.15.1.2 船舶岸电系统船载装置应满足下列要求：

(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；
- ⑧连接岸电的使用说明或示意图。

(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；

(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。应至少配备岸电电流表和岸电电压表各一个；

(4) 船舶应配有岸电插头，插头应满足公认的标准^①，其额定电流为 16A 或 32A 或 63A 或 125A，电压等级可采用 220V^②或 380V^③；

(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。

4.15.1.3 负载转移

(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；

(2) 当采用断电方式进行负载转移时，应采取措施避免船舶发电机（如设有，还包括应急发电机）和岸电同时供电；

(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。

4.15.1.4 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，宽 20mm；
- ②正方形内部底色为绿色，绘有一个红色的插头图案；
- 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) 对于仅设有船舶岸电系统船载装置的船舶，其岸电标识示意图如图 4.15.1.4 所示。

^① IEC 60309、GB/T 11918（工业用插头、插座和耦合器）等。

^② 其应为 GB/T 11918.2-2014 中带 3 个触头（2P+E）的电器附件。

^③ 其应为 GB/T 11918.2-2014 中带 4 个触头（3P+E）的电器附件。

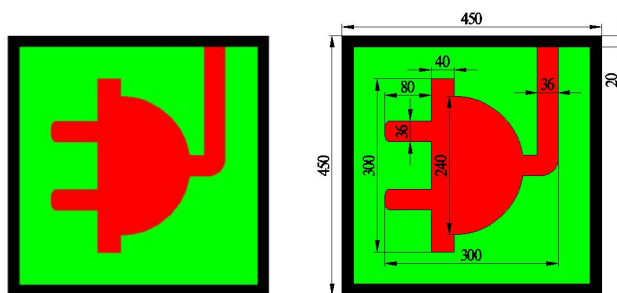


图 4.15.1.4 岸电标识示意图

第5章 消防

第1节 一般规定

5.1.1 一般要求

5.1.1.1 除另有规定外，本章涉及的材料和设备的性能应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的相应规定。

5.1.1.2 供船上人员使用的内走道、梯道和出入口（含应急出口）的净宽度应大于等于600mm。载客处所内的通道、梯道和出入口（含应急出口）应符合本规则第9章的相应要求。

5.1.2 术语与含义

5.1.2.1 不燃材料：系指某种材料加热至约750℃时，既不燃烧，亦不发出足量的造成自燃的易燃蒸气。这是通过《耐火试验程序规则》确定。除此以外的任何其他材料，均为“可燃材料”。

5.1.2.2 钢或其他等效材料：系指本身或由于所设隔热物，经过标准耐火试验的相应曝火时间后，在结构性和完整性上与钢具有等效性能的任何不燃材料（例如设有适当隔热材料的铝合金）。

5.1.2.3 低播焰：系指通过《耐火试验程序规则》确定，所述表面能有效地限制火焰的蔓延。

5.1.2.4 标准耐火试验：系指将需要试验的舱壁或甲板的试样置于试验炉内，根据《耐火试验程序规则》规定的实验方法，加温到大致相当于标准时间—温度曲线的一种试验。

5.1.2.5 《耐火试验程序规则》：系指本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》所指的《耐火试验程序规则》。

5.1.2.6 A级分隔：系指由符合下列要求的舱壁与甲板所组成的分隔：

- (1) 它们应以钢或其他等效的材料制造；
- (2) 它们应有适当的防挠加强；
- (3) 它们的构造，应在1h的标准耐火试验至结束时能防止烟及火焰通过；
- (4) 它们应用不燃材料隔热，使在下列时间内，其背火一面的平均温度，较原始温度增高不超过140℃，且在任何一点包括任何接头在内的温度较原始温度增高不超过180℃；

“A—60”级 60 min

“A—30”级 30 min

“A—15”级 15 min

“A—0”级 0 min

(5) 应按《耐火试验程序规则》对原型舱壁或甲板进行一次试验，以保证满足上述完整性及温升的要求。

5.1.2.7 起居处所：系指用作公共处所、居住舱室、办公室、医务室、走廊、卫生间、浴室及类似处所。

5.1.2.8 货油区域：系指油船上货油舱、污水水舱和货油泵舱，包括与货油舱相邻的泵

舱、隔离空舱、压载舱和留空处所，以及这些处所上方的整个宽度和长度的甲板区域。

5.1.2.9 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) 至 (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) 需要时，应在相应的防火时间内，仍具有承受载荷的能力；
- (5) 应具有这样的温度特性，即在相应防火时间内背火面的平均温度较初始温度的升高不超过 140°C ，且包括任何接头在内的任一点较初始温度的升高应不超过 180°C ；
- (6) 应按照《耐火程序试验规则》附件1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。

5.1.2.10 阻火材料：系指其性能符合《耐火程序试验规则》附件 1 第 10 部分的材料。

第 2 节 防火结构

5.2.1 布置

5.2.1.1 除液化石油气和闪点不低于 60°C 的燃油外，其他可燃气体和可燃液体不应作为生活用燃料。使用液化石油气炉灶的厨房应布置在干舷甲板以上。木质船上不应设置厨房及任何明火设施。

5.2.1.2 载运闪点大于 60°C 油类的油船货油舱上方不应布置上层建筑和甲板室，但对于总吨小于等于 150 的油船，如驾驶室与货油区域甲板之间采用一个高度为 700mm 的开敞空间进行隔开，则驾驶室可设置于货油区域上方。

5.2.2 材料

5.2.2.1 下列船舶的舱壁衬板与衬档、天花板与衬档应为不燃材料，或具有低播焰性的材料：

- (1) 客船；
- (2) 船长大于 15m 的载客 12 人及以下船舶；
- (3) 木质船舶。

衬板和天花板的外露表面应为具有低播焰性的材料。

5.2.2.2 用于客船及载客 12 人及以下船舶外露表面使用的油漆、清漆和其他饰面材料等应在高温时不致产生过量的烟及毒性产物。

5.2.2.3 对木质船，帷幔、窗帘及悬挂的纺织品材料应具有阻止火焰蔓延的性能，地板覆盖物应具有低播焰性。

5.2.2.4 对设有柴油机的木质船和纤维增强塑料船，其燃油舱柜应采用钢质或其他不燃材料制造，机舱地板应采用钢质或其他不燃材料。

5.2.2.5 隔热材料应为不燃材料。

5.2.3 分隔

5.2.3.1 机舱与载客处所、厨房相邻限界面应由钢质或其他等效材料制造。对于纤维增强塑料船，该限界面机舱一侧应敷设厚度大于等于 10mm 且密度大于等于 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 的隔热材料。对于木质船，该限界面机舱一侧应敷设厚度大于等于 50mm 且密度大于等于 $100\text{kg}/\text{m}^3$ 的隔热材料。

5.2.3.2 厨房与载客处所相邻限界面应由钢质或其他等效材料制造。对于纤维增强塑料船,该限界面厨房一侧应敷设厚度大于等于 10mm 且密度大于等于 100kg/m³ 的隔热材料。

5.2.3.3 上述隔热应在该限界面与其他舱壁、甲板或纵桁等强力构件的结构交接处以及该限界面的终止处延伸 450mm。

第 3 节 消防设备

5.3.1 水灭火系统

5.3.1.1 客船和载客 12 人及以下船舶(航行时间小于等于 0.5h 的船舶除外),当船长大于 15m 时应设有水灭火系统。如不设专用消防泵,则动力舱底泵、压载泵均可兼作为消防泵。

5.3.1.2 消防泵及消防总管的布置应确保至少有 1 股水柱能喷射至人员所能到达的任何处所。消防泵的排量应不少于 10m³/h。

5.3.1.3 消防总管和消防水管的直径尺寸应能保证有效地分配消防泵最大出水量的需要。

5.3.1.4 每个消火栓应至少配备一根消防水带或消防软管和一支水枪,水枪应是水雾或水柱两用型式。水枪口径至少为 13mm。

5.3.2 消防用品

5.3.2.1 船上应配置足够数量的手提灭火器。除另有规定外,如采用泡沫灭火器,每只容量应大于等于 9L;如采用 CO₂、七氟丙烷或干粉灭火器,每只容量应大于等于 5kg。1 只灭火器可用多只小型灭火器替代,但其总容量应不小于 9L 或 5Kg。

5.3.2.2 灭火器与带绳水桶的配备应符合表 5.3.2.2 的规定。

灭火器与带绳水桶的配备

表 5.3.2.2

船长 L (m)	灭火器 (9L/只或 5kg/只)		水桶 (只)
	自航船	非自航船	
L ≤ 10	≥2	≥1	≥1
L > 10	≥3	≥2	≥2

5.3.2.3 主机额定功率大于 40kW 汽油机船应增加一只 9L 泡沫灭火器;泡沫灭火器不能布置在围蔽客舱内。

5.3.2.4 载运闪点大于 60℃油类的油船货油区域应配备至少 1 台大型泡沫灭火器和 1 套手提式泡沫枪。

5.3.2.5 载车处所应至少配备 2 只容量 9L 的泡沫灭火器,或 2 只容量 5kg 的气体灭火器。

5.3.2.6 厨房应增加配备 1 只符合本节表 5.3.2.2 要求的灭火器,并至少配备尺寸为 1m×2m 的灭火毯 1 条。

5.3.2.7 船长大于 15m 的船舶应配备容积大于等于 0.03m³ 的砂箱 1 只。

5.3.2.8 船长大于 15m 的船舶应配备至少 1 把太平斧。

第4节 应用磷酸铁锂电池船舶的补充规定

5.4.1 适用范围

5.4.1.1 本节规定适用于以磷酸铁锂电池作为主推进动力和/或主电源的船舶。

5.4.1.2 除本节规定外,应用磷酸铁锂电池的船舶消防尚应符合本章的相关规定。

5.4.2 可燃材料限制使用

5.4.2.1 船上所有衬板、天花板、衬档等均应为不燃材料,衬板和天花板的外露表面应为具有低播焰性的材料。

5.4.2.2 帷幔、窗帘及悬挂的纺织品材料应具有阻止火焰蔓延的性能,地板覆盖物应具有低播焰性。

5.4.3 布置与分隔

5.4.3.1 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内。

5.4.3.2 蓄电池舱与载客处所不应相邻,若确需相邻布置时,二者的共用限界面应尽可能减至最小,并采用本节5.4.3.3所要求的隔热结构。

5.4.3.3 蓄电池舱与其相邻处所之间的舱壁和甲板应为“A-60”级分隔的结构,但与空舱、卫生间等无失火危险的处所或开敞处所(货物处所和滚装处所除外)相邻时,上述分隔可为“A-0”级。

5.4.3.4 对于客船,蓄电池舱与外部脱险通道之间的舱壁和甲板应为“A-0”级分隔的结构。

5.4.3.5 蓄电池舱与燃油或滑油舱柜之间应进行隔离,两者之间不应具有共同限界面。所载燃油闪点小于60℃的燃油舱,其与蓄电池舱之间应采用至少900mm的隔离空舱进行隔离。

5.4.3.6 蓄电池舱(室)内蓄电池箱(柜)与舱壁及上甲板之间应留有一定的空间以利于蓄电池通风散热,该距离应大于等于150mm。

5.4.3.7 蓄电池箱(柜)应采用钢质材料制造,并具有足够的强度。箱柜内蓄电池应固定可靠,防止其在箱柜内移动。

5.4.3.8 蓄电池箱(柜)应牢固固定,并尽可能远离船舶外舷侧,避免碰撞的影响。蓄电池箱(柜)至船体外板(不包括船底板)或外舷侧的水平距离应大于等于300mm。

5.4.3.9 安装在开敞甲板上的蓄电池箱(柜),其水平投影面积应不超过1m²,箱(柜)内侧应敷设厚度大于等于50mm且密度大于等于100kg/m³的隔热材料进行保护,其侧壁与其他处所的舱壁之间应至少留有900mm的间距,并与这些处所的门、窗、通风口等开口或出口的距离至少为1.5m。

5.4.3.10 当设有蓄电池托架时,托架应采用钢质材料制造。

5.4.4 通风系统

5.4.4.1 蓄电池舱设置的动力通风系统应满足下列要求:

(1) 通风导管应采用钢或其他等效材料制成;

(2) 通风系统的布置应使蓄电池舱的所有空间均能得到有效通风,其通风量的计算应满足公认的标准^①;

(3) 每一蓄电池舱的通风系统应独立,并与其他舱室通风系统完全分开;

(4) 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;

^① 中国船级社《船舶应用电池动力规范(2023)》。

(5) 驾驶室应设有显示所要求的通风能力任何损失的装置;

(6) 应设有可从蓄电池舱外的安全位置关闭动力通风系统的装置。

5.4.4.2 每一蓄电池舱应设置独立的应急排气系统,以便及时排出蓄电池热失控情况下产生的可燃气体。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,应自动启动应急排气系统,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热源的处所。应急排气量应按该处所换气次数不小于 30 次/h 进行计算。应急排风机应采用不会产生火花的型式。应急排气管应由钢或其他等效材料制造,管路贯穿的细节应满足通风系统的相关要求。当应急排气系统由 5.4.4.1 所述的通风系统兼用时,该通风系统应同时符合本条要求。

应急排气系统应由两路电源供电,其中一路应由其服务区域以外的其他电源系统供电。

5.4.5 温度探测和报警

5.4.5.1 蓄电池舱(室)及安装在开敞甲板上的蓄电池箱(柜)内,应设有独立的温度探测装置,探测器的数量和位置应充分考虑空间的型式。当探测到温度超出蓄电池正常工作的环境温度范围时,应能在经常有人值班的处所发出听觉和视觉报警。

5.4.6 探火和报警

5.4.6.1 蓄电池舱及安装在开敞甲板上的蓄电池箱(柜)应安装固定式探火和失火报警系统。该类探火系统的设计和探测器的安装,应在蓄电池舱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。蓄电池舱内不应仅设置感温探测器。火灾探测器应适用于电池热失控所释放可燃气体与空气混合形成的爆炸性气体环境。

5.4.6.2 固定式探火和失火报警系统应能远程逐一识别每一探测器。当系统不具备识别单个探测器的功能时,每个探测器应设置成独立的环路。

5.4.7 灭火

5.4.7.1 蓄电池舱应设置下列固定式灭火系统之一进行保护:

(1) 七氟丙烷灭火系统^①,其灭火设计浓度应至少为 9%。该系统尚应配备与所需灭火剂同等数量的备用灭火剂、气瓶和相关管路附件,以便随时可用。如电池包内设有本条 5.4.7.2 所规定的装置,则可不必配备备用灭火剂;

(2) 二氧化碳灭火系统,其灭火剂数量应按该处所总容积的至少 40% 进行设计。该系统尚应配备与所需灭火剂同等数量的备用灭火剂、气瓶和相关管路附件,以便随时可用。如电池包内设有本条 5.4.7.2 所规定的装置,则可不必配备备用灭火剂。

5.4.7.2 蓄电池包如设有专用的火灾防控装置,该装置应能对可能引发火灾的危险源征兆进行探测,并发出报警,自动和/或手动启动喷放灭火介质。该装置应至少满足下列要求:

(1) 应与所使用的电池化学特性相符;

(2) 如采用气体灭火剂,当所保护的蓄电池包数量大于 8 个时,应将这些蓄电池包划分为不同的分区进行控制,每一分区所保护的蓄电池包不应超过 8 个,每个装置所保护的蓄电池包总数不应超过 40 个;

(3) 采用手动释放时,应能在所保护的舱室外且人员便于达到的位置进行操作,并有防止误操作的措施。

5.4.7.3 蓄电池舱应至少配备 4 具单个容量至少为 5kg 的手提式七氟丙烷或其他气体灭火器,其中应有 1 具设在该处所入口外附近处。

^①参见 IMO《经修订的机器处所和货泵舱等效固定式气体灭火系统的认可指南》(MSC/CIRC.848 通函)及其修正案或《内河船舶法定检验技术规则》(2019)第 5 篇第 3 章第 8 节。

对于水平投影面积小于 4m^2 的蓄电池舱,可用足够数量的手提式七氟丙烷或其他气体灭火器代替本条 5.4.7.1 上述固定式灭火系统。在蓄电池舱(室)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。

5.4.7.4 布置在开敞甲板上或其他处所内的蓄电池箱(柜),应在其附近至少设置 2 具单个容量至少为 5kg 的手提式七氟丙烷或其他气体灭火器。在蓄电池箱(柜)上应设有喷放孔,便于人员使用灭火器对内释放灭火剂。

5.4.7.5 对于设有水灭火系统的船舶,应在蓄电池舱或开敞甲板上蓄电池箱(柜)附近至少配备 2 只水柱/水雾两用型的水枪。应有措施保证当任一蓄电池舱或蓄电池箱(柜)失火时消防泵仍能正常工作。消火栓应设在船上适当位置,避免蓄电池舱或蓄电池箱(柜)的失火导致船员无法接近。应充分考虑应对蓄电池火灾所产生的大量水的排放,而不至于影响船舶稳性。

5.4.7.6 对于未设置水灭火系统的船舶,应在蓄电池舱或开敞甲板上蓄电池箱(柜)附近至少备有 2 只带适当长度绳子的消防水桶。本章表 5.3.2.2 所要求的水桶可兼作此用途。

5.4.8 梯道和出入口

5.4.8.1 蓄电池舱的门应保持关闭,当开启时应在有人值班的处所发出报警,该门应为向外开启。

5.4.8.2 对于人员可进入的蓄电池舱,应至少设置 1 个钢质梯道,梯子倾斜角不应大于 65° ,出入口及梯道净宽度应至少为 600mm 。对于净空高小于 2m 的蓄电池舱可采用直梯^①。

5.4.8.3 应设有供船员方便到达开敞甲板上蓄电池箱(柜)的通道,船员对该通道的使用应不妨碍紧急情况下乘客的撤离。

5.4.9 纤维增强塑料船的特殊要求

5.4.9.1 当纤维增强塑料船以磷酸铁锂电池为主推进动力和/或主电源时,应满足本节 5.4.1 至 5.4.8 的要求(5.4.3.3、5.4.3.4 除外)以及本条要求。

5.4.9.2 船体、上层建筑、结构舱壁、甲板、甲板室和立柱应以具有足够结构性能的不燃材料或阻燃材料建造。

无失火危险处所内和开敞位置不适用本条。就本节而言,无失火危险处所指无着火源或含有少量可燃材料(可燃船体结构除外)的处所,如空舱、卫生间等;开敞位置不包括开敞货物处所和滚装货物甲板。

5.4.9.3 蓄电池舱应采用阻燃分隔进行围闭,其限界面应至少具有 60min 的结构防火时间,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、底板以及与本节 5.4.9.2 所述的无失火危险处所、开敞位置相邻的舱壁和甲板的隔热材料可只在分隔面向蓄电池舱的一侧敷设。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。

5.4.9.4 船上不应设置明火设施或单台功率超过 5kW 的烹饪或食品加热设备。

^①直梯应满足相关国家或行业标准,如 GB 3892、CB/T73-1999 等。

第6章 载重线和完整稳性

第1节 载重线

6.1.1 一般要求

6.1.1.1 如按本节规定核定的最小干舷与稳性、强度所决定的干舷不一致时，应取其中最大值勘划载重线。若船舶需勘划附加载重线时，其勘划方法应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的要求。

6.1.1.2 勘定的航区载重线上缘为船舶装载吃水的上限。

6.1.1.3 设有泥舱的挖泥船、开底泥驳（船）、对开泥驳（船）和自航工程船的最小干舷应按本节的有关规定计算，并根据船体结构型式及对干舷甲板（包括首、尾升高甲板）上开口的保护情况确定船型（A型船舶或B型船舶或C型船舶）；当确定为A型船舶时，其基本干舷按本章表6.1.4.2有关A型船舶栏括号外的数值选取。

6.1.1.4 除本节6.1.1.3所述的工程船外，其他工程船的最小干舷计算应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的相应规定。

6.1.1.5 干舷甲板（含首、尾升高甲板）上的开口（除C型船舶的客或货舱口外），应设有风雨密舱盖，或采用封闭上层建筑或封闭甲板室来保护，或采用符合本节6.1.1.6条件的上层建筑和甲板室来保护。

6.1.1.6 当采用非封闭上层建筑或非封闭甲板室来保护干舷甲板上的开口时，其上层建筑和甲板室的门以及按下式计算的围壁，应符合风雨密要求：

$$H = C_1 - 1000(D_1 - d) + F \quad \text{mm}$$

当 $H < C_2$ 时，取 $H = C_2$ 。

式中： H ——围壁自干舷甲板计量的高度值，mm；

D_1 ——计算型深，m；

d ——所核定最高一级航区对应的满载型吃水，m；

F ——所核定最高一级航区的船舶最小干舷，mm，见本节6.1.4.1；

C_1 、 C_2 ——系数，由表6.1.1.6选取。

系数 C_1 和 C_2

表 6.1.1.6

航区（段）	C_1	C_2
A、J ₁ 级	1000	450
B、J ₂ 级	900	350
C级	800	230

6.1.1.7 干舷甲板（含首、尾升高甲板）上舱口围板和舱室门槛等的标准高度按表6.1.1.7选取。

标准高度

表 6.1.1.7

项目	船长 5m			船长 20m			备注
	A级 J ₁ 级	B级 J ₂ 级	C级	A级 J ₁ 级	B级 J ₂ 级	C级	
露天部分							
的客或货	C型船舶	300	200	102.5	450	350	230
	A、B型船舶	175	130	85	250	190	130

舱口围板高度, mm								
非露天部分的客或货舱口围板高度, mm	145	112.5	50	190	150	80	如采用平式风雨密舱口盖, 且在航行中永久关闭者可不受此限	
露天部分其他舱口围板高度、舱室门槛高度 mm								

注: 船长为表列中间数值时, 按内插法求得。

6.1.1.8 干舷甲板(含首、尾升高甲板)上舱口围板和舱室门槛的实际高度一般应大于等于本节表 6.1.1.7 规定的标准高度; 当实际高度小于本节表 6.1.1.7 规定的标准高度时, 应按本节 6.1.4.5 的规定进行干舷修正, 但露天部分的舱口围板和舱室门槛的实际高度应大于等于 50mm。

6.1.1.9 封闭上层建筑和封闭甲板室围壁上所有开口应设有风雨密关闭装置。

6.1.1.10 当封闭上层建筑和封闭甲板室的露天甲板(露天顶部)上设有通往下层处所的开口时, 其开口应设有风雨密关闭装置; 当其他上层建筑和甲板室的露天甲板(露天顶部)上设有通往下层处所的开口时, 其开口应设有防雨顶篷或相应装置予以保护。

6.1.1.11 按本节核定干舷的船舶, 其通风筒、空气管、排水舷口和舷窗应符合下列要求:

(1) 干舷甲板及首升高甲板位于露天部分的通风筒应具有坚固的钢质围板和适宜的关闭装置。通风筒围板的高度应符合表 6.1.1.11 的规定;

通风筒围板的高度

表 6.1.1.11

航区(航段)	通风筒围板高度(mm)
A 级航区、J ₁ 级航段	≥400
B 级航区、J ₂ 级航段	≥300
C 级航区	≥200

(2) 延伸至干舷甲板以上的空气管, 其可能进水的最低点至该甲板的高度, 一般应大于等于 200mm。A 级航区船舶的空气管口应具有适宜的关闭装置;

(3) 船舶的各层甲板均应设置足够数量和大小排水孔或排水舷口, 以便有效地排水。设有连续舷墙的船舶, 其排水舷口的总面积为该连续舷墙面积的 5%~10%;

(4) 设在干舷甲板下的舷窗, 其周边最低点至满载水线之间的距离应大于等于 150mm。

6.1.1.12 在船舶每层甲板的所有开敞部分, 自航船应设置牢固的舷墙或栏杆或舷墙与栏杆的组合(顶篷甲板可设置防滑板); 非自航船应设置栏杆或防滑板, 栏杆为固定或活动式:

(1) 船舶设置舷墙时, 其高度应大于等于 0.35m; 船舶设置栏杆时, 其高度应大于等于 0.60m, 栏杆的最低一档以下的开口高度应小于等于 0.23m, 其余各档间距应小于等于 0.38m; 船舶设置防滑板时, 其高度应大于等于 0.05m;

(2) 客船和载客 12 人及以下船舶的舷墙高度或栏杆高度或舷墙与栏杆的组合高度应符合本规则第 9 章的规定;

(3) 干舷甲板(含首、尾升高甲板)上设置固定的舷墙或栏杆或舷墙与栏杆的组合时, 为了便于船员登船和工作, 可设置适当宽度的活动门或活动栏杆或挂链或防滑板;

(4) 船舶因舷边通道太窄设置舷墙或固定栏杆有困难时, 可以设置活动栏杆或在甲板室外壁或舱口围板上设置防滑扶手;

(5) 干舷甲板(含首、尾升高甲板)上的舷边通道应设计为防滑型;

(6) 对于 C 级航区的货船, 在干舷甲板上按照本节 6.1.1.12 (1) 设置舷墙或栏杆有困难时, 可以设置高度大于等于 0.35m 的矮栏杆和在甲板上设置防滑条。

6.1.1.13 船舶应至少在船中的两舷永久、明显地勘划水尺标志。船舶水尺标志建议按本规则附录 2 勘划。

6.1.2 术语与含义

6.1.2.1 计算型深 (D_1): 系指型深加干舷甲板边板的厚度。

6.1.2.4 干舷: 系指在船长中点处从甲板线的上边缘向下量至有关载重线的上边缘的垂直距离。

6.1.2.8 风雨密: 系指在任何风浪下, 水不得透入船内。

6.1.2.9 A 型船舶: 系指载运散装液体货物的船舶, A 型船舶有以下特征:

(1) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上露天部分的货舱区域具有高度的完整水密性, 货舱仅设有小的出入口, 并以钢质或等效材料的水密填料盖封闭;

(2) 载货的货舱具有较低的渗透率;

(3) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上的其他开口设有风雨密舱盖。

6.1.2.10 B 型船舶: 系指除 A 型船舶外, 具备如下特征的船舶:

(1) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上露天部分没有客或货舱口, 或;

(2) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上露天部分的客或货舱口设有风雨密舱盖或风雨密保护措施;

(3) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上露天部分的其他开口设有风雨密舱盖。

6.1.2.11 C 型船舶: 系指除 A 型船舶、B 型船舶外, 具备如下特征的船舶:

(1) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上露天部分的客或货舱口无风雨密舱盖或风雨密保护措施;

(2) 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上露天部分的其他开口设有风雨密舱盖。

6.1.2.12 舱口围板高度: 系指从甲板量至舱口围板顶缘的最小垂向距离。舱口围板高度应计及梁拱和舷弧的影响。

6.1.2.13 舱室及舱棚门槛高度: 系指从甲板量至舱室及舱棚门槛顶缘的最小垂向距离。

6.1.3 甲板线及载重线标志

6.1.3.1 甲板线和载重线标志式样及规定如图 6.1.3.1 所示。

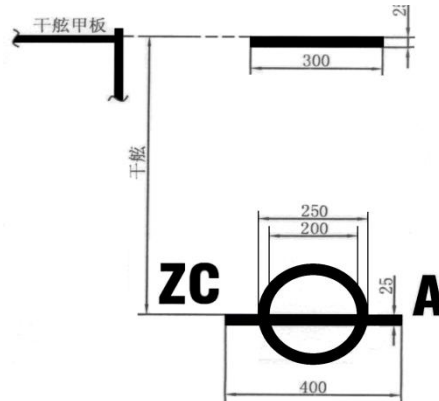


图 6.1.3.1 甲板线和载重线标志式样

6.1.3.2 甲板线系指长为 300mm、宽为 25mm 的水平线段, 甲板线的中点位于船长中点, 其上缘应为通过干舷甲板上表面向外延伸与船壳外表面交点的水平线。

6.1.3.3 载重线标志包括外径为 250mm、线宽为 25mm 的一个圆环和与圆环相交的一条水平线。该水平线长为 400mm、宽为 25mm, 其上缘通过圆环的中心线; 圆环中心位于船长中点, 其上缘至甲板线上边缘的垂直距离等于所核定最高一级航区的干舷。

在载重线圆环左侧绘以字母 ZC, 当由中国船级社勘划载重线标志时, 则用 CS 以代替 ZC, 如图 6.1.3.3 (1) 所示。所绘“ZC”或“CS”字母高为 100mm、宽为 60mm、间距为 25mm, 其离载重线标志上缘及左侧各为 25mm。在载重线标志右侧绘以表示航区的字母“A”(或“B”

或“C”), 字母高为 100mm、宽为 60mm, 其下缘与载重线标志上缘平齐, 与载重线标志右端的距离为 25mm, 如图 6.1.3.3 (2) 所示。

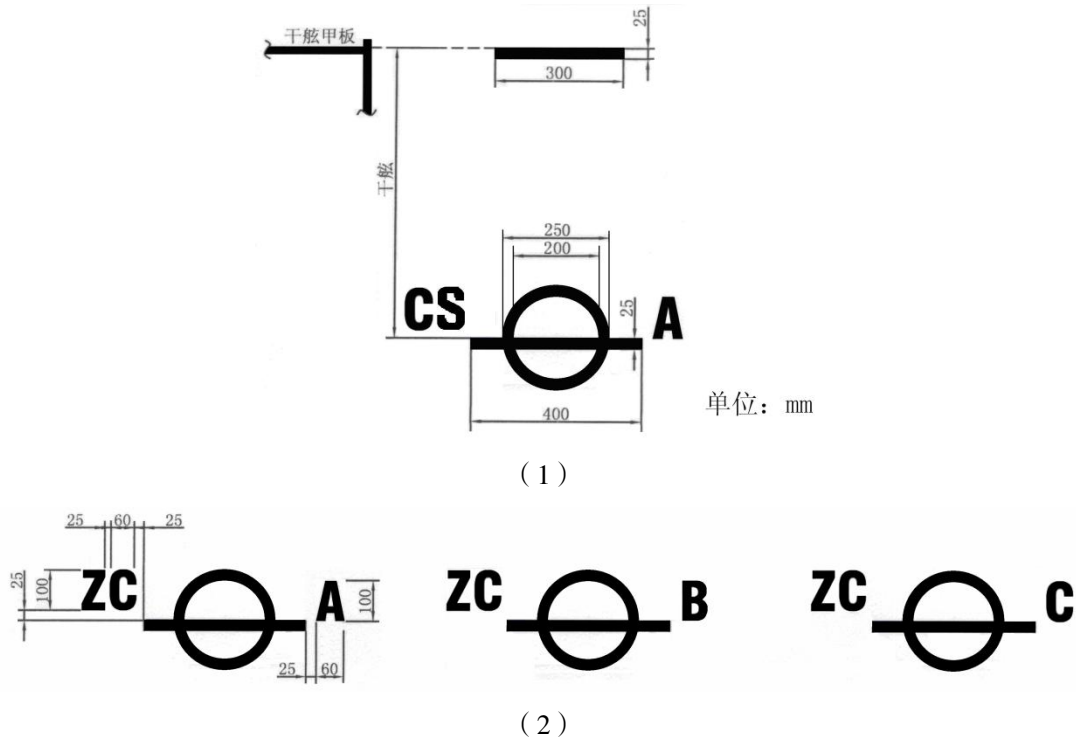


图 6.1.3.3 载重线标志式样

6.1.3.4 船长小于等于 15m 的钢质船舶和船长小于等于 10m 的纤维增强塑料船舶可不画载重线标志的圆环。

6.1.3.5 载重线系指船舶按其航行的航区(航段)而定的载重水线。船舶适航于数级航区(航段)时,在载重线标志的右端以数条水平线段表示各航区(航段)的载重线,如图 6.1.3.5 所示。从载重线标志的右端向上(或向下)画一宽为 25mm 的垂直线,由此垂直线分别向右引长为 150mm、宽为 25mm 的水平线,以表示其他各级航区(航段)的载重线。各载重线均以线段上边缘为准。

- 标“**A**”的线段,表示 A 级航区载重线;
- 标“**B**”的线段,表示 B 级航区载重线;
- 标“**C**”的线段,表示 C 级航区载重线;
- 标“**J₁**”的线段,表示 J₁ 级航段载重线;
- 标“**J₂**”的线段,表示 J₂ 级航段载重线。

如各级载重线的间距较小影响字母勘划时,各字母的位置可适当上下移动。对 J₁、J₂ 脚标 1、2 的尺寸为高为 50mm、宽为 30mm,其上缘居 J 之中点处,并与其距离为 25mm。

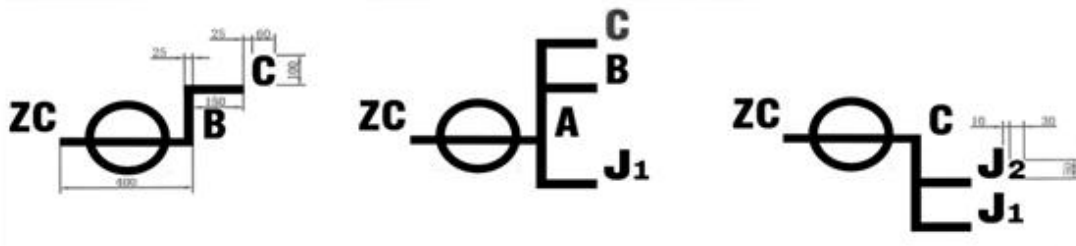


图 6.1.3.5 数级航区载重线标志式样

6.1.3.6 船舶如有实际勘划的数级航区(航段)的载重线相重合时,则用字母并列表示,

相邻字母的间距为 25mm，如图 6.1.3.6 所示。

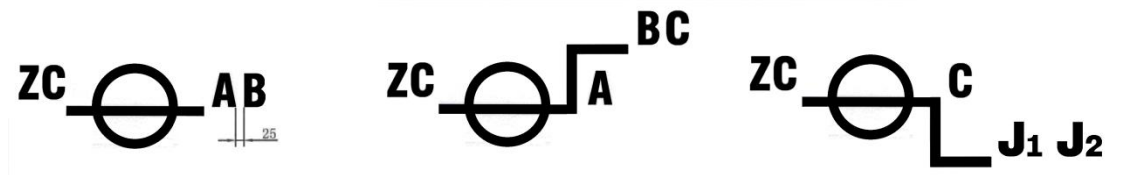


图 6.1.3.6 数级航区（航段）载重线重合时标志式样

6.1.3.7 甲板线、载重线标志和载重线应永久地、明显地勘划在船长中点的两舷。对于甲板线、载重线标志和载重线的圆环、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。

6.1.3.8 甲板线、载重线标志和载重线因受护舷材及其他影响不能全部勘划时，允许不堪划甲板线和部分载重线标志及载重线，但应在证书中注明。

6.1.4 最小干舷计算

6.1.4.1 船舶实际干舷应大于等于船舶最小干舷。船舶最小干舷 F 按下式计算：

$$F = F_0 + f_1 + f_2 + f_3 + f_4 \quad \text{mm}$$

式中： F_0 ——船舶的基本干舷，mm，见 6.1.4.2；

f_1 ——型深对干舷的修正值，mm，见 6.1.4.3；

f_2 ——舷弧对干舷的修正值，mm，见 6.1.4.4；

f_3 ——舱口围板高度及舱室门槛高度对干舷的修正值，mm，见 6.1.4.5；

f_4 ——局部下沉或凹槽对干舷的修正值，mm，见 6.1.4.6。

6.1.4.2 船舶的基本干舷 F_0 按船型、航区(段)等级及船长由表 6.1.4.2 选取。

基本干舷 F_0 (mm)

表 6.1.4.2

船型与航区(段)	A 型船舶					B 型船舶					C 型船舶				
	A 级	B 级	C 级	J ₁ 级	J ₂ 级	A 级	B 级	C 级	J ₁ 级	J ₂ 级	A 级	B 级	C 级	J ₁ 级	J ₂ 级
船长 (m)															
5	175 (130)	155 (110)	100 (80)	190 (150)	170 (130)	215	200	114	280	230	280	225	170	330	280
10	200 (140)	175 (120)	100 (80)	200 (160)	180 (140)	250	235	120	300	250	350	255	188	350	300
15	225 (150)	195 (130)	108 (82)	215 (175)	190 (150)	285	270	125	325	275	420	285	207	375	325
20	250 (160)	215 (140)	105 (85)	230 (180)	200 (160)	320	305	130	350	300	490	315	225	400	350

- 注：① 设置步桥的 A 型船舶按括号内的数值选取；
 ② 甲板货船按 B 型船舶选取，半舱货船应视其遮蔽情况按 B 型船舶或 C 型船舶选取；
 ③ 船长为表列中间数值时，则基本干舷 F_0 可用内插法求得；
 ④ 对船长中部客或货舱区域没有设干舷甲板的 C 型船舶，其基本干舷 F_0 应较表中的 C 型船舶增加 20mm。

6.1.4.3 型深对干舷的修正

船长与计算型深的比值 L/D_1 大于等于 15 时，不作干舷修正。若 L/D_1 小于 15，则应按下式计算增加干舷：

$$f_1 = 60(D_1 - \frac{L}{15}) \quad \text{mm}$$

式中： f_1 ——型深对干舷的修正值，mm；

D_1 ——计算型深, m ;

L ——船长, m。

6.1.4.4 舷弧、升高甲板对干舷的修正值按下列要求计算:

(1) 船舶首、尾垂线处的标准舷弧高度按表 6.1.4.4 (1) 选取;

船长 (m)		5	10	15	20
A 级	首弧 Y_{sb} (mm)	240	280	320	360
	尾弧 Y_{wb} (mm)	120	140	160	180
B 级	首弧 Y_{sb} (mm)	164	192	220	248
	尾弧 Y_{wb} (mm)	82	96	110	124
C 级	首弧 Y_{sb} (mm)	75	100	125	150
	尾弧 Y_{wb} (mm)	38	50	63	75

注: 船长为表列中间数值时, 按内插法求得。

(2) 船舶舷弧自船长中点及前后各 1/4 船长范围内向首、尾端平滑上升。当船舶设有非标准舷弧时, 应按下列公式计算的修正值 f_2 增加 (或减少) 干舷:

$$f_{2.1} = \frac{1}{6} Y_{sb} - \frac{Y_s L_s + H_s L_{hs}}{3L} \quad \text{mm}$$

$$f_{2.2} = \frac{1}{6} Y_{wb} - \frac{Y_w L_w + H_w L_{hw}}{3L} \quad \text{mm}$$

$$f_2 = f_{2.1} + f_{2.2} + C(f_{2.1} - f_{2.2}) \quad \text{mm}$$

当 $f_2 < -1.5L\text{mm}$ 时, 取 $f_2 = -1.5L\text{mm}$ 。

式中: $f_{2.1}$ ——非标准首舷弧对干舷的修正值, mm;

$f_{2.2}$ ——非标准尾舷弧对干舷的修正值, mm ;

C ——系数, 当 $f_{2.2} < f_{2.1}$ 时, 取 $C = 0.3$; 当 $f_{2.2} \geq f_{2.1}$ 时, 取 $C = 0$;

Y_{sb} ——表 6.1.4.4 (1) 所列标准首舷弧, mm;

Y_{wb} ——表 6.1.4.4 (1) 所列标准尾舷弧, mm;

Y_s ——船舶实际首舷弧高度, mm;

Y_w ——船舶实际尾舷弧高度, mm;

H_s ——首升高甲板的实际高度, mm;

H_w ——尾升高甲板的实际高度, mm;

L_s ——首舷弧起点至首垂线处的距离, m, 当 $L_s < 0.25L$ 时, 取 $L_s = 0$;

L_w ——尾舷弧起点至尾垂线处的距离, m, 当 $L_w < 0.25L$ 时, 取 $L_w = 0$;

L_{hs} ——首升高甲板的实际长度, m, 当 $L_{hs} < 0.05L$ 时, 取 $L_{hs} = 0$;

L_{hw} ——尾升高甲板的实际长度, m, 当 $L_{hw} < 0.05L$ 时, 取 $L_{hw} = 0$;

L ——船长, m。

6.1.4.5 干舷甲板 (含首、尾升高甲板) 上舱口围板和舱室门槛等的高度对干舷的修正值按下列要求计算:

- (1) 当实际高度大于等于本节 6.1.1.7 规定时, 不作修正;
 (2) 当实际高度小于本节 6.1.1.7 规定时, 对于舷的修正值 f_3 应按下式计算:

$$f_3 = 0.5 \frac{L_c b_c}{LB} \cdot (h_b - h_c) \quad \text{mm}$$

式中: L —— 船长, m;

B —— 船宽, m;

L_c —— 舱口长度, m, 当计算舱室门槛高度的修正值时, L_c 为舱室的长度, 或通过该门槛能到达的上层建筑的长度;

b_c —— 舱口宽度, m, 当计算舱室门槛高度的修正值时, b_c 为舱室的宽度, 或通过该门槛能到达的上层建筑的宽度;

h_b —— 由表 6.1.1.7 确定的舱口围板和舱室门槛的标准高度, mm;

h_c —— 船舶的舱口围板和舱室门槛的实际高度, mm。

6.1.4.6 干舷甲板(含首、尾升高甲板)上设有局部下沉或凹槽时, 应按下列规定计算的修正值 f_4 增加干舷:

(1) 当凹槽未与舷外水相通(未延伸至船底、船侧、船尾和船首)时, 如图 6.1.4.6(1) 所示, 凹槽对干舷的修正值 f_4 按本节 6.1.4.5 计算, 此时, 舱口围板的标准高度按客或货舱口取值, 舱口围板的实际高度取为 0;

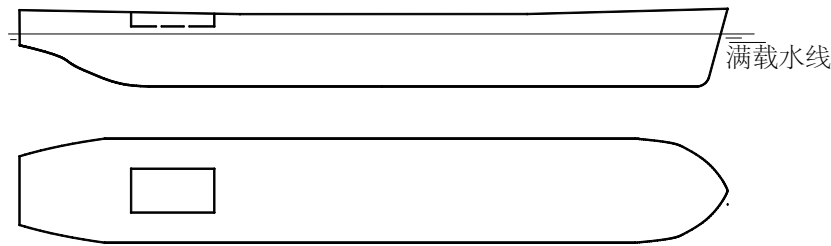


图 6.1.4.6(1) 凹槽未与舷外水相通示意图

(2) 当局部下沉或凹槽延伸至船侧或船尾或船首时, 如图 6.1.4.6(2) 所示, 其局部下沉或凹槽对干舷的修正值 f_4 按下式计算, 此种情况下应计入该凹槽区域内的舷弧和升高甲板及舱口围板对干舷的影响;

$$f_4 = 1000 \frac{V_d}{LB} \quad \text{mm}$$

式中: V_d —— 局部下沉或凹槽在干舷甲板以下的体积, m^3 ;

L —— 船长, m;

B —— 船宽, m。

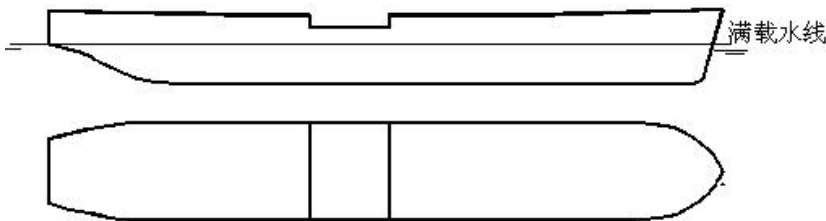


图 6.1.4.6(2) 凹槽延伸至船侧示意图

第2节 完整稳性

6.2.1 一般要求

6.2.1.1 除另有规定外，船舶完整稳性应满足《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第5篇第8章的相应规定。

6.2.1.2 按本节核算稳性的船舶应进行倾斜试验，倾斜试验的要求应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的相应规定。倾斜试验可以用称重试验替代，倾斜试验和称重试验的方法见附录3。

对于批量检验的纤维增强塑料船舶，每批次的首制船建造完工时，应进行倾斜试验或称重试验，该批次中其他船舶的空船排水量和重心位置按首制船确定。

6.2.1.3 船长大于15m的船舶应备有“船舶稳性总结表”，船舶稳性总结表应根据完工稳性计算书编制。

6.2.1.4 自航船的设计航速应满足安全航行和营运使用的需要。载运乘客的自航船的最大航速一般应符合下列规定：

- (1) 船舶在逆水航行时相对河岸的速度大于等于0.5m/s；
- (2) 对于设有舵设备的船舶，其船舶在静水航行时的速度大于等于2.22m/s；
- (3) 全速回航稳性满足《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的要求。

当(1)、(2)与(3)所确定最大航速有冲突时，最大航速由(3)确定，再根据最大航速由(1)确定船舶航行的水流限速。

第7章 船舶设备

第1节 一般规定

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 除另有规定外，救生、无线电、航行、信号等设备的性能应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的相应规定。

第2节 舵设备

7.2.1 一般要求

7.2.1.1 自航船应具有舵设备或与舵设备相当的其他装置。

7.2.1.2 舵应通过舵承座或舵托有效地支承在船体结构上。当由舵承座支承舵重量时，舵承座所在处的甲板及其构件应作适当加强。

7.2.1.3 所选取的舵型式和舵面积应使船舶具有良好的操纵性；舵型式和舵面积可根据同型船舶确定。对于普通平板舵，当没有同型船舶资料时，舵面积（双舵时为两个舵的舵面积之和）可按下式计算：

$$A_R = k_1 k_2 L d \quad \text{m}^2$$

式中： k_1 ——系数，急流航段船舶， $k_1=1.2$ ；非急流航段船舶， $k_1=1$ ；

k_2 ——系数，载运乘客船舶， $k_2=0.045$ ；货船， $k_2=0.035$ ；非自航船舶， $k_2=0.025$ ；

L ——船长，m；

d ——吃水，m。

7.2.1.4 操舵装置还应符合本规则第3章的相应规定。

7.2.1.5 如船舶仅在船舶检验机构业务范围辖区内制造和使用，则经该船舶检验机构同意，可采用本节未规定的特殊形式的舵设备。

7.2.2 舵杆

7.2.2.1 应设有防止舵杆沿轴向移动的装置。

7.2.2.2 舵杆的材料应采用锻钢或热轧圆钢（20~45钢），其下舵承处的舵杆直径 D 应大于等于按下式计算所得之值：

$$D = 73.25 \times \sqrt[3]{K C_n N A V^2 R / R_m} \quad \text{mm}$$

式中： A ——舵面积， m^2 ；

V ——设计航速，km/h，当 $V < 8 \text{ km/h}$ 时，取 $V = 8 \text{ km/h}$ ；

R_m ——舵杆材料的抗拉强度， N/mm^2 ；

N ——系数，单板舵、流线型舵， $N = 1.0$ ；带上下制流板的组合舵， $N = 1.2$ ；

K ——系数，急流航段船舶， $K = 3.8$ ；其他航区船舶， $K = 3.5$ ；

C_n ——系数，平板舵， $C_n = 0.604$ ；流线型舵， $C_n = 1.069$ ；

R ——按下列公式确定：

$$\text{对于悬挂舵: } R = \sqrt{h^2 + 0.9075(0.15b)^2}$$

$$\text{对于双支点舵: } R = \sqrt{0.0625h^2 + 0.9075(0.15b)^2}$$

其中: h ——舵面积形心至下舵承中点的垂直距离, m;

b ——舵叶的平均宽度, m。

7.2.2.3 当采用空心舵杆时, 空心舵杆外径 D_k 应大于等于按下式计算所得之值:

$$D_k = fD \quad \text{mm}$$

式中: D ——按本节 7.2.2.2 计算所得的舵杆直径, mm;

f ——系数, 根据空心舵杆壁厚与外径之比 t/D_k 按表 7.2.2.3 选取。

t/D_k	0.5	0.25	0.2	0.15	0.10	0.08
f	1.0	1.02	1.05	1.10	1.20	1.26

注: 对于 t/D_k 的中间值, 系数 f 用内插法求得。

7.2.2.4 对于设有副舵杆的单板舵, 主舵杆直径 D_1 和副舵杆直径 D_2 应大于等于按下式计算所得之值:

$$D_1 = 16.5\sqrt[3]{AV^2h} \quad \text{mm}$$

$$D_2 = 16.2\sqrt[3]{AV^2R\frac{a}{l}} \quad \text{mm}$$

式中: R 、 A 、 V 、 h ——同本节 7.2.2.2;

a ——舵链与副舵杆连接点至舵叶顶缘的距离, m; $a \leq 0.1\text{m}$, 取 $a=0.1\text{m}$;

l ——主、副舵杆中心线间的距离, m; 如图 7.2.2.4 所示。

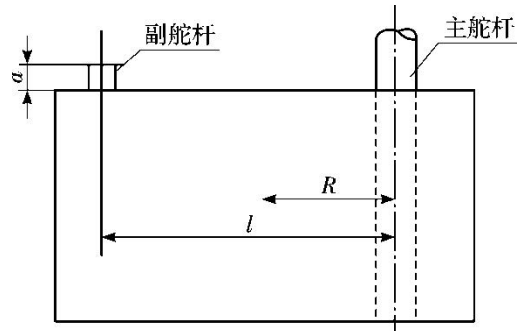


图 7.2.2.4 主、副舵杆中心线间的距离

7.2.3 舵杆的轴承

7.2.3.1 舵杆支承可为滑动轴承或滚动轴承。

7.2.3.2 轴承套的高度应大于等于支承处的舵杆直径。

7.2.3.3 悬挂舵的下舵承应通过纵向和横向支架牢固地与船体连接。

7.2.3.4 舵承间隙应能防止舵和舵销产生意外的松动和脱落。

7.2.3.5 舵杆套筒的结构应能防止舱外水浸入船内。

7.2.4 舵叶

7.2.4.1 舵叶厚度应符合表 7.2.4.1 的规定。

舵叶厚度

表 7.2.4.1

船长 $L(\text{m})$	舵叶厚度(mm)	
	钢质平板舵	钢质流线型舵
$L \leq 10$	≥ 3.5	≥ 2.5
$10 < L \leq 15$	≥ 4	≥ 3
$L > 15$	≥ 5	≥ 4

7.2.4.2 钢质平板舵的舵叶上应设水平加强筋，其厚度大于等于舵叶板厚度。

7.2.5 人力操舵装置传动零件

7.2.5.1 人力操舵装置的所有零件应布置得便于检查、修理和更换，并应有保护措施。

7.2.5.2 舵链的直径 d 应大于等于按下式计算所得之值：

$$d = 0.35 \sqrt{\frac{D_1^3}{R}} \quad \text{mm}$$

式中： R ——舵扇半径或舵柄长度，mm；

D_1 ——舵杆直径，mm，当一根舵链操纵两个舵时， D_1 按下式计算：

$$D_1^3 = D_{11}^3 + D_{12}^3$$

其中： D_{11} 、 D_{12} ——各个舵的舵杆直径，mm。

7.2.5.3 舵链可用不小于其破断负荷的柔韧镀锌钢丝绳替代。

7.2.5.4 舵的传动拉杆直径应为舵链直径的 1.2 倍。

7.2.5.5 舵链（索）导向滑轮量自链环中心的直径应大于等于舵链直径的 12 倍。滑轮销轴直径应大于等于舵链直径的 2 倍。

7.2.5.6 每舷的舵链（索）均应装有松紧器。

7.2.5.7 人力机械操舵装置的舵链（索）的布置应尽量避免弯曲，转角处应有导向滑轮。

7.2.6 舵角限制器和止舵器

7.2.6.1 舵扇或舵柄在其两侧均应设置舵角限制器以限制转舵角度超过极限，极限舵角一般应小于等于 45° ，舵角限制器应与船体构件牢固连接。

7.2.6.2 除人力机械操舵装置外，其他操舵装置应设置止舵器或锁紧装置，以使舵能稳定地保持在任一位置。

第3节 锚泊和系泊设备

7.3.1 一般要求

7.3.1.1 船舶应配备锚泊设备。根据航道特点和系泊条件，对于港作船、航行小河支流的船舶以及在一定限制条件下不设锚也可保障航行安全的船舶，可不设锚泊设备，相关限制条件和信息应在船舶证书等船上应配备的文件资料中注明。

7.3.1.2 船舶应配备足够数量和强度的系泊设备。

7.3.1.3 本节规定的基准为霍尔锚或斯贝克锚。

7.3.1.4 使用大抓力锚时，锚质量可取相应的霍尔锚锚质量的 75%，但在石质河底不宜使用大抓力锚。

7.3.1.5 使用多爪锚时, 锚质量可取相应的霍尔锚质量的 80%。

7.3.1.6 如船舶仅在船舶检验机构管辖的区域制造和使用, 则经该船舶检验机构同意, 可采用本节未规定的特殊形式的锚设备。

7.3.2 舾装数

7.3.2.1 船舶的舾装数 N 按下式计算:

$$N = \left(\Delta^{\frac{2}{3}} + 2Hb + \frac{A}{10} \right) K$$

式中: Δ ——满载吃水对应的型体积, m^3 ;

b ——上层建筑及甲板室围壁的最大宽度, m ;

H ——船舶正浮时从满载水线到宽度大于 $B/4$ 的最高一层围蔽建筑顶点的高度, m ;

A ——在满载水线以上的主船体和各层上层建筑及宽度大于 $B/4$ 的甲板室的侧投影面积, m^2 ;

K ——航区系数, A 级航区及急流航段, $K=1.0$; B 级航区, $K=0.8$; C 级航区, $K=0.7$ 。

其中: B ——船宽, m 。

7.3.3 锚和锚链

7.3.3.1 锚和锚链的配备应根据舾装数 N 按表 7.3.3.1 选取。

锚和锚链的配备

表 7.3.3.1

序号	舾装数 N		首锚		锚链直径(mm)	锚链长(m)
	>	≤	数量(个)	锚重(kg)		
1	0	10	1	≥10	≥7	≥20
2	10	20	1	≥15	≥7	≥20
3	20	30	1	≥25	≥7	≥30
4	30	40	1	≥30	≥7	≥30
5	40	55	1	≥35	≥9	≥40
6	55	70	1	≥40	≥9	≥40

7.3.3.2 锚链可用不小于其破断负荷的柔韧镀锌钢索或纤维绳替代。

7.3.3.3 航行于 C 级航区的浅水河流、浅水湖泊的船舶, 可用插杆、木桨或具有类似功能的设备替代。

7.3.3.4 设有固定停靠码头的船舶, 考虑航行水域情况, 可不设置锚设备, 但应保证系缆装置的有效性和可靠性。

7.3.3.5 下列船舶可不设置锚设备或用其他有效方法替代锚设备:

- (1) 船长小于等于 12m 的船舶;
- (2) 仅航行于水库、湖泊的船舶;
- (3) 仅航行于 C 级航区的河流的船舶;
- (4) 客渡船或仅在港口、码头区域航行的船舶。

7.3.3.6 设置锚及锚链的船舶, 至少应配备 1 个锚卸扣和 1 个连接卸扣或连接环作为备用。

7.3.3.7 锚重(单锚)大于 30kg 的船舶, 一般应在船首设置绞盘一台。

7.3.3.8 对于不设置或替代锚设备的船舶, 应在证书上注明不设置或替代锚设备的情况。

7.3.4 锚和锚链系固装置

7.3.4.1 设置锚及锚链的船舶, 其锚和锚链的系固及存放应符合下列要求:

- (1) 锚链在连接锚的一端应装设一个转环；
- (2) 锚链的内端应以一适合装置系固在锚链舱内的船体结构上，并能在舱外易于到达的地方迅速解脱；
- (3) 锚链舱内应有分隔措施，确保锚链抛出或回收时不会相互拧绞。

7.3.5 系泊设备

7.3.5.1 船舶应配备系船索 2 根，系船索的总长度应大于等于 $3.5L$ (L 为船长)；系船索可使用直径大于等于 7mm 的柔韧镀锌钢丝绳，柔韧镀锌钢丝绳可用不小于其破断负荷^①的纤维绳代替。

7.3.5.2 系缆桩或羊角的数量应根据船舶种类，营运条件和结构形式确定。系缆桩或羊角的直径应大于等于柔韧镀锌钢丝系船索直径的 9 倍或纤维系船索周长的 1.2 倍。

7.3.5.3 安装系缆桩、羊角、导缆钳处的船体结构应适当加强。

第4节 救生设备

7.4.1 救生圈的配备

7.4.1.1 救生圈的配备应符合表 7.4.1.1 的规定。

船舶种类	船长 L (m)或载客人数 N (人)	救生圈配置数量
客船和载客 12 人及以上 下船舶	$L \leq 15$ 且 $N \leq 12$	全船 ≥ 2 个
	$L > 15$ 或 $N > 12$	每层甲板 ≥ 2 个 ^{①②③}
其他船舶	$L \leq 15$	全船 ≥ 1 个
	$L > 15$	全船 ≥ 2 个

注：①半升高甲板不计甲板层数；

②长度小于船长 40% 的上层建筑或甲板室，按每层甲板至少配置 1 个救生圈；

③全船应至少配置 2 个救生圈。

7.4.1.2 救生圈应置于驾驶室或船舶操纵位置的两侧或前部，且易于取用之处。

7.4.2 救生衣及个人救生浮具的配备

7.4.2.1 船上每人至少应配备 1 件救生衣；除游览船（游览艇）的乘客外，其他船上乘客的救生衣可以用个人救生浮具替代。

7.4.2.2 客船和载客 12 人及以下船舶至少应按乘客定额的 15% 增配儿童救生衣，且不得少于 1 件，其中，游览船（游览艇）至少应按乘客定额的 35% 增配儿童救生衣。

7.4.2.3 救生衣和个人救生浮具应按船员及乘客分布情况安放在附近显见易取之处，且应尽可能置于救生衣柜等装置中，或有遮蔽的处所内，避免阳光直接照射。

7.4.2.4 船长小于等于 10m 的客船和载客 12 人及以下船舶，可按下列方法替代本节 7.4.2.1 至 7.4.2.3 的规定：

(1) 船舶有固定的停靠码头，码头上应设有专门存贮救生衣的仓库和配有专门的码头管理人员，并为船舶配备救生衣发放记录簿；

(2) 存贮救生衣的仓库应配备足够数量的救生衣（含儿童救生衣）；

(3) 码头管理人员应为船上每人（船员和乘客）发放 1 件救生衣（儿童为儿童救生衣），

^① GB8918-2006《重要用途钢丝绳》规定的最小破断拉力或其他公认标准的规定。

并在救生衣发放记录簿上记录每航次的人数和救生衣发放情况；

(4) 船上每人(船员和乘客)在登船、离船和整个航行期间,应穿好救生衣(儿童应穿好儿童救生衣);

(5) 在证书上注明救生衣配备替代的方法。

7.4.2.5 客船和载客12人及以下船舶,应采用适合的形式,如宣讲演示、播放音像资料、发放宣传册等,在开航前或开航后立即向乘客介绍救生衣的穿着方法、撤离路线、登乘须知以及在紧急情况下应采取的行动。

第5节 无线电通信设备

7.5.1 无线电通信设备的配备

7.5.1.1 自航船应配置1台(套)对外扩音装置,以便能使船舶对船舶及船舶对近岸进行有效的联络。若采用固定在驾驶室内的扩音装置不合适,可允许采用可携式自带电源的扩音装置。

7.5.1.2 若船舶配置的扩音装置不具有接收航行安全信息功能,尚应另配置1台航行安全信息接收装置(或收音机),以便于船舶接收气象警告或气象预报及其他与航行安全有关的紧急信息。

7.5.1.3 下列船舶应配备一台固定安装的甚高频无线电话装置或便携式甚高频无线电话:

- (1) 船长大于15m的客船(除航行时间小于等于0.5h的船舶外);
- (2) 船长大于15m的载客12人及以下船舶(除航行时间小于等于0.5h的船舶外);
- (3) 游览船和游览艇。

对安装甚高频无线电话装置不切实际的水域,可采用其他适用的无线电通信设备使船舶具备应急通讯能力。

7.5.2 无线电设备的供电

7.5.2.1 无线电通信设备(除便携式外)应由两套电源供电。对主电源采用一组蓄电池组的船舶,可仅设一套电源供电。

7.5.2.2 可携式无线电通信装置应至少另配置一组相同容量的备用电池,并确保备用电池即时可用。

第6节 航行设备

7.6.1 航行设备配备

7.6.1.1 航行于三峡库区长江干线的客船应配置1台雷达。

7.6.1.2 所有客船和载客12人及以下船舶应配备适当的设备以使岸基能对其进行定位,该设备应基于北斗卫星定位。下列船舶应配备一台基于北斗卫星定位的A级或B级船载自动识别系统(AIS):

- (1) 航行于长江干线、珠江干线、黑龙江干线、松花江干线、乌苏里江干线、京杭运河及黄浦江的游览船;
- (2) 需要夜间航行的游览船;
- (3) 总吨位 $\geq 100\text{GT}$ 的船舶。

7.6.1.3 需夜间航行的所有船舶应至少配置1盏探照灯,对航行急流航段的船舶应配备

2 盏探照灯。主电源采用独立发电机组时,探照灯功率应大于等于 1kW;主电源采用蓄电池组时,探照灯的功率应大于等于 0.1kW。当采用新型光源时,其光通量或光强不应低于 1kW 白炽探照灯。

7.6.1.4 所有船舶可根据需要配备测深设备。

7.6.1.5 非自航船可根据需要配备航行设备。

第7节 信号设备

7.7.1 一般要求

7.7.1.1 所有船舶至少应配备红、白旗各一面(尺寸大于等于 0.4m×0.6m),黑色球体号型一只,手电筒一只。

7.7.1.2 需夜间航行船舶和需雾航船舶,基本号灯应按表 7.7.1.2 配备。仅在白天航行的船舶,至少应配备 1 盏白环照灯,作锚泊灯用。

基本号灯的配备(盏)

表 7.7.1.2

船舶种类 \ 号灯种类	白 桅 灯	绿 桅 灯	红 舷 灯	绿 舷 灯	船 首 灯	白 光 尾 灯	白 环 照 灯	红 环 照 灯	绿 环 照 灯	红 闪 光 灯	绿 闪 光 灯	白 闪 光 灯 ^①	红 旋 转 闪 光 灯
自航船 ^{②⑦}	1 ^③	④	1	1		1 ^⑤	1	2	1 ^②	1	1	1	
客渡船 车客渡船	1		1	1		1	1	2	3 ^②	1	1	1	
推(拖)船	3 ^③	1 ^④	1	1		2	1	2	1	1	1	1	
工程船 ^⑧	1		1	1		1	1	2	1	1		1	1
帆船、人力船							1 ^⑨						
非自航船			1	1	1	1	1	2	1				

注:①白闪光灯位于桅杆横桁;

②客渡船和车客渡船应增配 2 盏绿环照灯,其中 2 盏绿环照灯位于桅杆横桁;

③顶推船舶的推(拖)船,配备 3 盏白桅灯。吊拖或吊拖又顶推船舶的推(拖)船,配备两盏白桅灯;

④吊拖或吊拖又顶推船舶的推(拖)船应增配 1 盏绿桅灯;

⑤推(拖)船应增配 1 盏白光尾灯;

⑥指除客渡船、车客渡船、推(拖)船以外的自航船;

⑦空气动力船、围壁气囊浮体气垫船仅需设置红舷灯、绿舷灯、尾灯和黄闪光灯各 1 盏;侧壁气囊浮体气垫船应满足自航船的要求,并应增加 1 盏桅顶式黄闪光灯;黄闪光每分钟 50 至 70 闪次,能见距离 2km;

⑧工程船施工时,其所伸出的排泥管,应当在管头至管尾每隔 50m 处显示白环照灯一盏;

⑨人力船、帆船由于操作上的困难,确实不能按照来船要求方向避让时,夜间应当用白光灯或者白光手电筒,白天用白色信号旗左右横摇。

7.7.1.3 除静水航速大于等于 35km/h 的船舶外,需夜间航行最大船长小于等于 12m 的船舶,当条件不具备时,可配备白光环照灯、红舷灯、绿舷灯各一盏,或配备白光环照灯一盏和红、绿光并合灯一盏,或配备红、白、绿光三色灯一盏,以代替本节 7.7.1.2 规定的号灯。

7.7.1.4 船舶应配备小型号笛或号钟或其他发声的声响信号设备 1 具。

7.7.1.5 最大船长大于 12m 的客渡船和车客渡船,白天航行时应在桅杆横桁的一侧,悬挂首尾向桔黄色双箭头号型一个,号型主体长 1m,宽 0.2m,箭头为 0.3m 的等边三角形,如图 7.7.1.5 所示。

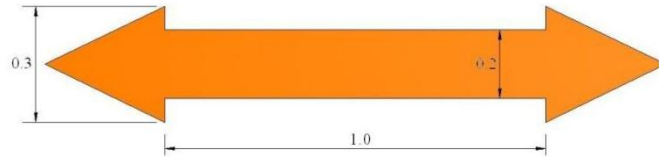


图 7.7.1.5 号型示意图 (单位: m)

7.7.1.6 客渡船和车客渡船应在烟囱两侧或醒目处设置标志图形或在船首或易见处悬挂标志旗。标志图形为椭圆形,如图 7.7.1.6 (1) 所示,标志图形可按实际需要放大或缩小,其椭圆尺寸必须按短轴、长轴比为 1 比 1.3 的比例选取;标志旗如图 7.7.1.6 (2) 所示。标志旗的底色为桔黄色,中央为标志图形。标志旗应符合下列要求:

- (1) 最大船长小于等于 12m 的客渡船,标志旗长 500mm,宽 350mm;
- (2) 最大船长大于 12m 的客渡船,标志旗长 700mm,宽 600mm。

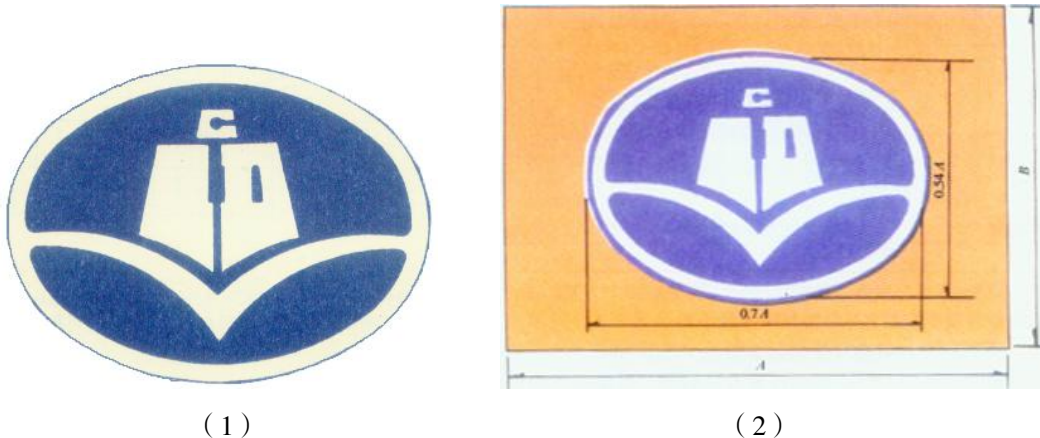


图 7.7.1.6 标志图形和标志旗

图中, A 为旗长; B 为旗宽。

7.7.2 特殊规定

7.7.2.1 黑龙江水系及黑龙江省内水库、湖泊等水域船舶的信号设备要求应满足《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第 5 篇第 7 章第 5 节对黑龙江水系船舶的相应要求和本节 7.7.1.4 要求,或按照表 7.7.1.2 和本节 7.7.1.3 进行配备。

第 8 节 其他

7.8.1 桅

- 7.8.1.1 桅应一般有两个牢固的支点;只有一个支承点的桅,其根部应适当加强。
- 7.8.1.2 桅杆高度对过桥有影响时,桅杆可做成活动式的或折叠式的。
- 7.8.1.3 悬挂桅灯的桅的尺寸,可视具体情况确定。

第 8 章 防污染

第 1 节 一般规定

8.1.1 一般要求

8.1.1.1 船舶的污油（水）、生活污水及垃圾应贮存在船上，排放给接收设备，严禁将污油（水）、生活污水及垃圾排往水域。

8.1.1.2 除本章规定外，船舶环保要求尚应遵守当地政府的法令及有关规定。本章无明确规定者，应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 7 篇的规定。

8.1.1.3 除另有规定外，环保设备的性能应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 7 篇的规定。

8.1.1.4 船体外板所使用的涂层和油漆不应含有作为生物杀灭剂的有机锡化合物。

第 2 节 防止油类污染

8.2.1 一般要求

8.2.1.1 首尖舱或防撞舱壁以前的舱内不应用于装载油类。

8.2.1.2 座舱机船应设置污油水舱（柜）或收集污油（水）的容器，污油水舱（柜）或收集污油（水）容器的容积应大于等于按下式计算所得之值：

$$V = 2 \left(\frac{0.6P + 35}{24} \right) t \quad \text{L}$$

式中：P ——船舶主机总功率，kW；

t ——船舶计划排放污油水的时间间隔，h。

8.2.1.3 对于舷外挂机船等非座舱机船，其主机和传动系统应采取外壳保护、漏油收集等有效保护措施，使其在任何情况下（包括遭遇风、雨、浪等）不致产生漏油。

8.2.1.4 设置污油水舱（柜）的船舶，其污油水舱（柜）的结构、管路和排放接头应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的相应规定。

8.2.1.5 150 总吨及以上的油船、油驳和 400 总吨及以上的其他船舶，应制定《船上油污应急计划》，并按规定配备油类记录簿。

第 3 节 防止船舶生活污水污染

8.3.1 一般要求

8.3.1.1 设有卫生间的船舶（含其他产生生活污水的船舶）应设置生活污水贮存舱（柜）或装设打包收集设施，其生活污水贮存舱（柜）的结构、管路和排放接头，以及打包收集设施的布置等应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》的相应规定。

8.3.1.2 船舶也可以装设船用干式一体化卫生单元,将船舶产生的生活污水微生物降解,处理后的生活污水残渣应送到岸上接收设备。

第4节 防止船舶垃圾污染

8.4.1 一般要求

8.4.1.1 产生垃圾的船舶应配备数量和容积满足垃圾分类收集和储存要求的收集装置。垃圾收集装置应当配备有盖,具有防渗漏、防倾倒和外溢功能,标识颜色醒目的分类图示。船长12m及以上的船舶应当设置垃圾告示牌,其他船舶应张贴内容等效的告示。垃圾分类收集及管理应满足《内河船舶法定检验技术规则(2019)》的相关要求。

8.4.1.2 100总吨及以上的船舶以及经核定许可载运15人及以上且单次航程超过2km或者航行时间超过15分钟的船舶,应持有《船舶垃圾管理计划》和《船舶垃圾记录簿》。

第5节 防止船舶造成空气污染

8.5.1 一般要求

8.5.1.1 船舶禁止使用含消耗臭氧层物质的装置。

8.5.1.2 船舶应使用满足国家标准要求的内河船用燃料油。

8.5.1.3 船舶柴油机,其排气污染物中的一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO_x)和颗粒物(PM)的排放,应符合《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第7篇防止船舶造成空气污染的相应规定。

8.5.1.4 150总吨及以上的油船,如载运《内河船舶法定检验技术规则(2023年修改通报)》第7篇7.2.4所述的油品,则其挥发性有机物(VOCs)的排放控制应符合《内河船舶法定检验技术规则(2023年修改通报)》第7篇7.2.4的要求。

第6节 防止船舶噪声污染

8.6.1 一般要求

8.6.1.1 应采取适当措施降低船舶辐射噪声,特别是发动机的进或排气噪声,以及空气螺旋桨、舷外挂机等产生的噪声(如有时)。

8.6.1.2 船舶穿越人口稠密地区的水域时,船舶辐射噪声^①的声压级在距船侧横向距离25m处应不超过70dB(A)。

^① 参见 GB/T 4964《内河航道及港口内船舶辐射噪声的测量》

第9章 乘客定额和舱室设备

第1节 一般规定

9.1.1 一般要求

9.1.1.1 本章适用于客船和载客12人及以下船舶。

9.1.1.2 逆水延续航行时间（不包括中途停港时间）大于4h的船舶，除坐席乘客定额和散席乘客定额应符合本章9.3.2的规定外，其他部分应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第9篇的相应规定。

9.1.1.3 船舶所核定的乘客定额应确保船舶满足本规则有关载重线、完整稳性、破损稳性（适用时）、救生设备等要求。船舶应在各载客处所和观光区域（适用时）的入口处或其他明显位置处标明该处所核定的载客人数。

9.1.1.4 下列处所不应核定载客，亦不能作为观光区域：

- （1）不满足本章第4节要求的舱室或处所；
- （2）船首防撞舱壁及其延伸线之前的处所；
- （3）距开敞式的机器处所或开敞式的驾驶室的位置0.5m之内的范围；
- （4）燃油储存处所，船员工作和休息处所；
- （5）车客渡船的滚装处所；
- （6）扶梯及通道；
- （7）顶篷甲板；
- （8）其他可能危及乘客安全的处所。

9.1.1.5 储存燃油的油柜不应安置在乘客舱室内。当载客的围蔽处所位于燃油舱（柜）之上（燃油闪点不低于60℃）时，则该处所的甲板应以不能溶解于石油的不燃性及保证气密的涂料作敷层，其厚度不小于4cm或设置高度至少为0.9m的隔离空舱，且该处所的甲板不应开有人孔或其他孔口。

9.1.1.6 船员工作处所应设置“旅客止步”警示牌。禁止乘客触动的开关或其它机械设备应设置“危险”警示牌。

9.1.1.7 乘客除随身携带小件行李外，如有大件行李，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；并记录在证书上。

9.1.1.8 车客渡船承运乘客还应符合下列要求：

- （1）船舶应设置供车载乘客和散客使用的载客处所；
- （2）乘客随身携带大件行李时，应符合本节9.1.1.7的规定；
- （3）在载运危险品车辆时，不应载运除司机和随车工作人员以外的乘客，且司机和随车工作人员不超过12人。

9.1.1.9 纤维增强塑料船承运乘客尚应符合下列要求：

- （1）载客处所的甲板层数不超过2层；
- （2）载客围蔽处所内的坐席客舱和散席客舱应设置为通透型式，且使该处所内的人员通常都能察觉或易于使人察觉到该处所内的失火情况或其他危险情况。

9.1.1.10 木质船承运乘客应符合本节9.1.1.9（2）的要求。

9.1.1.11 服务、卫生等公共处所不应设在船首防撞舱壁及其延伸线之前的位置。

9.1.2 术语与含义

9.1.2.1 载客处所：系指固定载客的围蔽处所和甲板开敞处所的总称。

9.1.2.2 坐席：系指在载客处所内设有固定的靠背坐椅的席位。

9.1.2.3 散席：系指在载客处所内设有固定坐凳或移动式坐凳的席位。

9.1.2.4 观光区域：系指开敞观光甲板和室内观光处所。

9.1.2.5 开敞观光甲板：系指供乘客散步、游览、观光、休闲、娱乐的露天甲板或设有顶篷的开敞甲板。

9.1.2.6 室内观光处所：系指供乘客休闲、娱乐、观光，且设有观光窗的坐席客舱或乘客公共处所。

第2节 坐席和散席的设置

9.2.1 一般要求

9.2.1.1 游览船的客舱可布置为下列三种形式：

- (1) 仅布置有坐席客舱；
- (2) 仅布置有餐饮、表演等供乘客休闲娱乐的处所；
- (3) 同时布置坐席客舱及餐饮、表演等供乘客休闲娱乐的处所。

9.2.1.2 逆水延续航行时间大于1h的普通客船，应按乘客总人数的100%设置坐席。

9.2.1.3 客渡船、车客渡船以及逆水延续航行时间小于等于1h的普通客船，可组合设置坐席和散席。组合设置坐席和散席时，坐席和散席的数量应按乘客总人数的100%设置，其中：

- (1) 逆水延续航行时间大于0.5h时，坐席的数量应大于等于乘客总人数的60%；
- (2) 逆水延续航行时间小于等于0.5h时，坐席的数量应大于等于乘客总人数的30%。

9.2.1.4 对于航行时间小于等于0.5h的客渡船和车客渡船，应符合下述规定：

(1) 只有单层或单一载客处所时，若设置的坐椅或坐凳数量（包括坐席客舱的坐椅数量和散席客舱的坐凳数量）确有困难不能完全满足本节9.2.1.3的要求时，其余的坐席乘客和散席乘客可按站席设置；

(2) 其他情况下，若设置的坐凳数量确有困难不能完全满足本节9.2.1.3的要求时，其余的散席乘客可按站席设置。

9.2.1.5 本规则1.1.3.12(3)所述用于港内交通和港内作业兼作交通等的载客12人及以下的船舶，当逆水延续航行时间大于0.5h时，应设置散席；当逆水延续航行时间小于等于0.5h时，可设置站席。

第3节 乘客定额

9.3.1 一般要求

9.3.1.1 核定乘客定额时，每一乘客应作为定额的计算单位。

9.3.1.2 船长大于10m的游览船应设置适量的观光区域，并核定观光区域的活动人数；当核定的乘客定额大于观光区域的活动人数时，应按观光区域的活动人数确定乘客定额。

观光区域内的坐席不应计入乘客定额。

9.3.1.3 对于本节 9.3.1.2 规定所述的游览船,若每位乘客所占用的载客处所甲板(平台)大于等于 0.7m²时,可不设置观光区域,也不需要核定观光区域的活动人数。

9.3.2 载客处所的乘客定额核定

9.3.2.1 坐席应按载客处所内设置的固定坐椅(含沙发)计算乘客定额,坐席乘客定额 N_1 按下式计算:

$$N_1 = n_1 + \sum \frac{l_{1i}}{0.40}$$

当 $\frac{l_{1i}}{0.40}$ 有小数时,小数点以下数值舍去不计。

式中: n_1 ——单人固定坐椅的数量;

l_{1i} ——第 i 件两人及以上的固定坐椅(含沙发)的有效长度, m。

9.3.2.2 散席应按载客处所的甲板(平台)面积和所设置的坐凳计算乘客定额,散席乘客定额 N_2 按下列公式计算,取小者:

$$N_2 = 2.45A_1$$

$$N_2 = n_2 + \sum \frac{l_{2i}}{0.32}$$

当 $2.45A_1$ 和 $\frac{l_{2i}}{0.32}$ 有小数时,小数点以下数值舍去不计。

式中: A_1 ——载客处所的甲板(平台)面积, m², 见 9.3.4;

n_2 ——单人固定坐凳和移动式坐凳的数量;

l_{2i} ——第 i 件两人及以上的固定坐凳和移动式坐凳的有效长度, m。

9.3.2.3 站席应按载客处所的甲板(平台)面积(可用于核定散席乘客定额的处所)计算乘客定额,站席乘客定额 N 按下式计算:

$$N = 1.8A$$

当 $1.8A$ 有小数时,小数点以下数值舍去不计。

式中: A ——载客处所的甲板(平台)面积, m², 见 9.3.4。

9.3.2.4 对于仅设有餐饮,表演等供乘客休闲娱乐处所的载客处所,应按载客处所的甲板(平台)面积和所设置的坐椅(含沙发)计算乘客定额,其取值 N 按下列公式计算,取小者:

$$N_1 = 1.25A$$

$$N_2 = n + \sum \frac{l_i}{0.40}$$

当 $1.0A$ 和 $\frac{l_i}{0.40}$ 有小数时,小数点以下数值舍去不计。

式中: A ——载客处所的甲板(平台)面积, m², 见 9.3.4;

n ——单人坐椅的数量;

l_i ——第 i 件两人及以上的坐椅(含沙发)的有效长度, m。

9.3.3 观光区域的活动人数核定

9.3.3.1 本节 9.3.3.2、9.3.3.3 适用于本节 9.3.1.2 规定所指的游览船。

9.3.3.2 观光区域的活动人数 N 按下式计算：

$$N = 2.50A_2$$

当 $2.50A_2$ 有小数时，小数点以下数值舍去不计。

式中： A_2 ——观光区域的甲板（平台）面积， m^2 ，见 9.3.5。

9.3.3.3 观光区域的甲板（平台）上设坐席时，观光区域的活动人数不按坐席数量核定。

9.3.4 载客处所甲板（平台）面积的量取

9.3.4.1 载客处所的甲板（平台）面积仅计入用于核定散席乘客定额的处所，服务、卫生、观光等公共处所不计入。

9.3.4.2 载客处所的甲板（平台）面积按下述规定量取：

(1) 面积根据其形状按几何方法计算；

(2) 量计围蔽处所的甲板（平台）面积时，应以高出甲板（平台）1.0m 的水平高度量取；

(3) 量计甲板开敞处所的甲板（平台）面积时，其宽度自排水槽里边量起；无排水槽和栏杆或舷墙位于排水槽以内时，应自栏杆或舷墙里边量起；

(4) 同一载客处所内设有坐席和散席时，按 9.4.1.8 规定所划分的散席范围量取甲板（平台）面积；

(5) 计量所得的面积应扣除该面积内不载客的障碍物（含宽度小于 0.6m 处所）所占的面积；

(6) 车客渡船的滚装处所不应计入载客处所的甲板（平台）面积。

9.3.5 观光区域甲板（平台）面积的量取

9.3.5.1 观光区域的面积包括开敞观光甲板面积和/或室内观光甲板面积。

9.3.5.2 观光区域甲板面积按下述规定量取：

(1) 面积根据其形状按几何方法计算；

(2) 量计室内观光甲板面积时，应以高出甲板（平台）1.0m 的水平高度量取；

(3) 量计开敞观光甲板面积时，其宽度自排水槽里边量起；无排水槽和栏杆或舷墙位于排水槽以内时，应自栏杆或舷墙里边量起；

(4) 观光区域的甲板（平台）上设有坐席时，坐席所占用的面积也应计入观光区域甲板（平台）面积；

(5) 计量所得的面积应扣除该面积内不能供乘客活动的障碍物（含宽度小于 0.6m 处所）所占的面积。

第4节 载客处所、观光区域和卫生处所

9.4.1 载客处所

9.4.1.1 载客处所的净空高度应大于等于 1.8m；当座椅沿船舶横向排列布置、设有纵向通道时，宽度方向两侧的净空高度可适当降低，但应大于等于 1.7m，且过渡至标准净空高度的宽度应大于等于 0.3m。

9.4.1.2 用于核定乘客定额的甲板开敞处所应符合下列条件：

(1) 当船舶逆水延续航行时间大于 0.5h 或船长大于 15m 时，其上方应设有顶篷；

(2) 其两舷和两端设置围壁或栏杆或舷墙, 其中, 栏杆和舷墙符合本章第5节的规定。

9.4.1.3 载客处所应设置通向开敞部分的出入口, 出入口的数量和净宽度应大于等于表9.4.1.3的规定:

处所内乘客人数	处所出入口数	出入口净宽度 (m)
10 及以下	1	0.7
11 ~ 30	1	0.8
	2	0.7
31 及以上	2	0.8

注: 用锂离子电池作为主推进动力和/或主电源的船舶, 载客处所内乘客人数在 30 人及以下时, 出入口应至少为 2 个, 且出入口净宽度至少为 0.7m。

9.4.1.4 相邻两层载客甲板之间应设置扶梯, 扶梯数量应至少为 2 具。当上层载客处所为开敞处所, 且上层甲板乘客人数 (含载客处所的乘客和观光区域的活动人数) 小于等于 30 人时, 可仅设置 1 具扶梯。用锂离子电池作为主推进动力和/或主电源的船舶, 相邻两层载客甲板之间的扶梯数应大于等于 2 个。

9.4.1.5 载客甲板之间扶梯的净宽度应大于等于 0.8m; 扶梯与甲板的夹角一般应小于等于 50°, 踏步高度应小于等于 225mm; 扶梯两旁应装有牢固的扶手, 梯身背后应有衬板, 全部踏板上应有防滑装置。

9.4.1.6 固定坐椅 (含沙发) 及其布置应尽可能保证乘客的舒适性, 且至少满足下列要求:

(1) 坐椅椅面的最小尺度为 0.45m×0.45m (宽×深), 椅背高度 (椅背高出椅面的高度) 一般应不小于 0.45m;

(2) 椅与椅同向排列时, 前椅椅背后缘至后椅坐面前缘的最小水平距离为 0.30m; 椅与椅对向排列时, 两椅坐面前缘之间的最小水平距离为 0.50m;

(3) 当坐椅沿船舶横向排列布置时, 载客处所内应设置纵向通道, 纵向通道的最小净宽度为 0.6m;

(4) 坐椅之间设有桌面时, 椅与桌面之间的最小距离 (椅坐面前缘与桌面边缘之间的距离) 应符合表 9.4.1.6 的规定。

一排坐椅的坐椅数量	椅与桌面之间的距离 (m)
3 及以下	0.20
4 及以上	0.25

9.4.1.7 坐凳及其布置应符合下列要求:

(1) 单人坐凳的凳面面积一般应大于等于 0.045m², 长坐凳的宽度一般应大于等于 0.14m;

(2) 当坐凳以舷侧船体或舱壁作为靠背时, 坐凳凳面前缘至舷侧船体或舱壁的距离应大于等于 0.30m。

9.4.1.8 当同一载客处所内同时设有坐席和散席时, 应采用栏杆或通道或标识线进行分隔。

9.4.1.9 对车客渡船, 若滚装处所的两侧设有通道和载客处所时, 其通道或载客处所与

滚装处所之间应设置间断的垂直挡板或栏杆或勘划明显的标识线。

9.4.1.10 载客处所除设置本节 9.4.1.3 规定的出入口外，还应增设应急出口，应急出口数应大于等于表 9.4.1.10 的规定。其中，对于载客的围蔽处所，应在围蔽处所增设通向舷边或舷外的应急出口；对于载客的甲板开敞处所，若甲板开敞处所的两侧为固定围壁时，则应在固定围壁的任意一侧增设通向舷边或舷外的应急出口。

应急出口数

表 9.4.1.10

处所内乘客人数和舱室出入口数		应急出口数
处所内乘客人数	舱室出入口数	
10 及以下	1	1
	2 及以上	不设
11 ~ 50	1	1
	2 及以上	不设
51 及以上	2	1
	3 及以上	不设

9.4.1.11 应急出口的门应向外开启，应急出口的宽度不小于 0.6m。当采用窗户作为应急出口时，窗户开口的净尺寸应大于等于 0.65m×0.45m，窗口下缘至载客甲板（乘客站立面）的距离应小于 0.8 m；应急窗应易于从船内迅速打开。应急出口处应设有明显的标识。

9.4.1.12 载客处所内的通道、扶梯和出入口（含应急出口）应合理布置。

9.4.2 观光区域

9.4.2.1 观光区域应尽量布置在便于乘客游览、观光的区域，且观光区域内尽量减少妨碍乘客活动的障碍物。

9.4.2.2 观光区域的净空高度应符合本节 9.4.1.1 的规定。

9.4.2.3 室内观光处所的出入口应符合本节 9.4.1.3 的规定。

9.4.2.4 当在载客处所内设置观光区域时，其坐席与观光区域应采用栏杆或通道或标识线进行分隔。

9.4.2.5 开敞观光甲板可不设有遮阳避雨的顶篷，但应在观光甲板开敞区域的四周设置围壁或栏杆或舷墙，其中栏杆和舷墙符合本章第 5 节的规定。

9.4.3 卫生处所

9.4.3.1 逆水延续航行时间大于 1.0h 的船舶至少应设有一个卫生间；在卫生间内至少应设有一个大便器和一只只有水龙头的洗脸盆。

9.4.3.2 卫生间的地板应敷设易于清洁的材料，并应具有防滑措施。

第 5 节 舷墙和栏杆

9.5.1 一般要求

9.5.1.1 除 9.4.1.2 外，载客甲板（含乘客活动、观光的甲板）的开敞部分应有坚固的舷墙或栏杆或舷墙与栏杆的组合，以保护乘客。

9.5.1.2 舷墙和栏杆的高度应大于等于 1.0m，但一般应小于等于 1.2m。直杆之间的净距离应小于等于 2.0m。若两直杆之间的杆件采用水平布置，栏杆的最低一档以下的净高度，

应小于等于 0.18m；其他各档净间距应小于等于 0.28m；若两直杆之间的杆件采用垂直布置，垂直杆件净间距应小于等于 0.11m。

9.5.1.3 若载客甲板（乘客站立面）位于干舷甲板以下的平台（或铺板、舱底板）时，栏杆的高度从平台（或铺板、舱底板）的上表面量计。

9.5.1.4 栏杆竖杆的下端在与栏杆平面垂直的平面内应设置固定肘板，或采取其他等效措施。

9.5.1.5 当甲板上设置舷墙时，应按本规则第6章第1节的规定设置排水舷口及排水设施。

9.5.1.6 当甲板上设置玻璃栏杆时，应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第9篇第8章的相应规定。

第 10 章 特殊船舶补充规定

第 1 节 帆船

10.1.1 一般要求

10.1.1.1 本节适用于以铝合金和纤维增强塑料（简称 FRP）为船体结构材料的载运乘客的单体与双体帆船，不包括体育运动帆船。

10.1.1.2 本节所述帆船系指设有风帆作为推进动力的船舶。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） $\geq 7 \nabla^{2/3} \text{m}^2$ 。其中： ∇ 为船舶满载排水体积（ m^3 ）。

10.1.1.3 本节无明确规定者，应符合本规则第 1 至 9 章的规定。

10.1.1.4 舵和舵杆的结构材料、设计和连接结构若符合其他公认的标准^①，则认为满足本节要求。

10.1.1.5 帆船应根据完整稳性的计算结果，在证书中注明满帆、半帆状态下允许进行操帆作业的最大蒲氏风级。

10.1.1.6 每艘帆船均应备有船主手册，船主手册^②应提供对安全操纵船舶、设备和系统而言所必需的内容，并适当考虑营运环境。

10.1.2 术语与含义

10.1.2.1 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。

10.1.2.2 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。

10.1.2.3 最大型深 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）最低点量至主甲板边板的垂向距离。

10.1.2.4 板格短边长度 b （mm）：系指骨材和/或主要支撑构件之间的板的非加筋部分的短边长度。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。

10.1.2.5 板格长边长度 l （mm）：系指骨材和/或主要支撑构件之间的板的非加筋部分的长边长度。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。

10.1.2.6 扶强材间距 S （mm）：系指相邻扶强材中心线的间距。

10.1.2.7 扶强材跨距 l_u （mm）：系指扶强材未受支承部分的跨距，见图 10.1.2.7（1）。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 10.1.2.7（2）；

^①参见《小艇艇体结构和构件尺寸》（GB / T 19314.8-2019）

^②参见 ISO 10240《小艇——艇主手册》

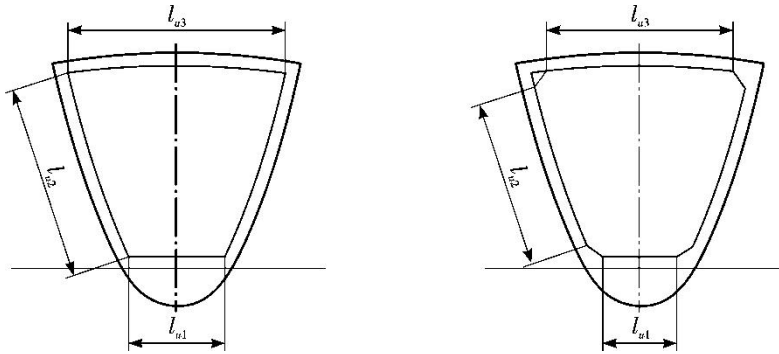


图 10.1.2.7 (1) 扶强材未受支承部分的跨距

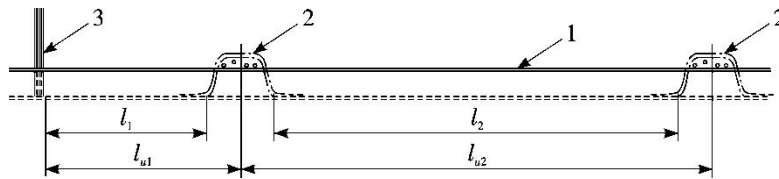


图 10.1.2.7 (2) 相邻帽型扶强材中心线的间距

10.1.2.8 带板宽度 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 (mm);

$b_e = 20t+w$, 对于 FRP 帽型扶强材的单层板带板, 其中 t 为带板厚度 (mm), w 为帽型扶强材的底边宽度 (mm), 见图 10.1.2.8;

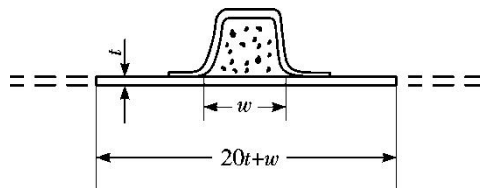


图 10.1.2.8 帽型扶强材的底边宽度与带板宽度

$b_e = 20(t_o + t_i)$, 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^①和内面板^②的厚度 (mm)。

10.1.2.9 屈服强度 σ_{sw} : 对于铝合金结构一般取退火状态的屈服强度 $\sigma_{p0.2w}$, 如为铆接结构, 则取母材屈服强度 $\sigma_{p0.2}$ 的 0.9 倍, $\sigma_{p0.2w}$ 和 $\sigma_{p0.2}$ 见中国船级社《材料与焊接规范》的有关规定。

10.1.3 完整稳性

10.1.3.1 帆船应核算满载出港、满载到港装载情况时各个帆组合下的稳性。如有某种装载情况的稳性较上述规定装载情况更差时, 应补充核算此种装载情况的稳性。

(1) 基本装载情况如下:

- ① 满载出港;
- ② 满载到港;
- ③ 空载 (或加荷载) 到港。

(2) 帆组合至少应包括如下情况:

^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。

^② “内面板” 系指夹层板不受到上述载荷作用的另一侧面。

- 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。

10.1.3.2 帆船在满帆、半帆状态下允许进行操帆作业的蒲氏风级按本节 10.1.3.5 的规定确定，其允许进行操帆作业的最大蒲氏风级应小于等于 6 级。

10.1.3.3 帆船在各帆组合下应符合下列规定：

- (1) 经自由液面修正后的初稳性高度应大于等于 0.30m；
- (2) 航行于 A 级或 B 级航区的帆船，其复原力臂曲线应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇稳性基本要求中一般要求的规定；航行于 C 级航区的帆船，其复原力臂曲线面积应大于等于按 B 级航区船舶计算值 A 的 0.9 倍；
- (3) 航行于急流航段的帆船，尚应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇稳性基本要求中急流航段船舶附加要求的规定；
- (4) 全速回航稳性和乘客集中一舷稳性，应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇稳性特殊要求的相应规定。

10.1.3.4 帆船在落帆状态下应符合下列规定：

- (1) 风压稳性衡准数应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇稳性基本要求的規定；
- (2) 突风稳性衡准数应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇稳性特殊要求中突风稳性衡准数的规定。

10.1.3.5 帆船在满帆、半帆状态下应核算相应蒲氏风级下的稳性，其稳性应符合下列规定：

- (1) 相应蒲氏风级下的风压稳性衡准数应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇稳性基本要求的規定，其中，风压倾侧力矩或力臂按本条文（3）计算；
- (2) 在静风（相应蒲氏风级下）的风压倾侧力矩或力臂作用下，从复原力矩或力臂曲线下求得的静倾角应小于等于极限静倾角，其中，静风的风压倾侧力矩或力臂取本条文（3）计算值的一半；
- (3) 相应蒲氏风级的风压倾侧力矩或力臂应分别按下式计算：

$$M_f = PA_f(Z_f - a_0d) \times 10^{-3} \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$l_f = \frac{1}{9.81\Delta} PA_f(Z_f - a_0d) \times 10^{-3} \quad \text{m}$$

式中： A_f ——所核算装载情况下船舶的受风面积， m^2 ；

Z_f ——所核算装载情况下船舶受风面积中心至基线的垂向高度， m ；

d ——所核算装载情况下船舶的型吃水， m ；

a_0 ——修正系数，按下式计算：

$$a_0 = 1.4 - 0.1 \frac{B_s}{d}$$

当 $\frac{B_s}{d} \leq 4$ 时， $a_0 = 1$ ；当 $\frac{B_s}{d} \geq 9$ 时， $a_0 = 0.5$ 。

B_s ——所核算装载情况下船舶的最大水线宽度， m ；

P ——单位计算风压， Pa ，按下式计算：

$$P = c_f \left(\frac{Z_f - d}{10} \right)^{0.2} \quad \text{Pa}$$

其中： C_f ——风级系数，按相应的蒲氏风级由表 10.1.3.5 选取。

风级系数 C_f

表 10.1.3.5

蒲氏风级	3	4	5	6
C_f	48	103	189	315

(4) 满帆、半帆状态下可以分别选取相应的蒲氏风级进行计算。

10.1.3.6 受风面积计算时，帆为满实面积。各帆组合下，帆的受风面积以其在船舶纵中剖面上的侧投影面积计算，其中，在满帆、半帆状态下时以一次可张开的所有帆计算（不包括重叠部分）。

10.1.3.7 本节 10.1.3.1 至 10.1.3.6 的规定为帆船特殊要求，除这些规定外，帆船尚符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 5 篇完整稳性的相应规定，如：装载情况计算（含出港、到港、人员重量及重心位置等）、空船排水量和重心位置确定、复原力臂曲线和进水角计算、船舶极限静倾角、最小倾覆力矩或最小倾覆力臂等。

10.1.4 坐标系和取值规定

10.1.4.1 本节相对参考坐标系为右手坐标系：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 方向为船体的纵向，向船首方向为正；y 方向为船体的横向，向左舷为正；z 方向为船体的垂向，向上为正。

10.1.4.2 压力计算点的选取应符合下列规定：

(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。

10.1.4.3 船体底部与舷侧的划分应符合下列规定：

(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。

10.1.4.4 对于无扶强材的大面积舷侧板，其板格尺度按下列规定确定：凡船体横剖面线型上船体外板呈小于 130° 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。

10.1.5 局部强度

10.1.5.1 局部设计载荷规定如下：

(1) 单体帆船底部的设计压力 P_b 由下式确定：

$$P_b = 10C_n \left(\frac{3}{C_{L1}} + d \right) + 27C_n d \left(\frac{50 - \beta_x}{50 - \beta} \right) \left(1 + C_K \frac{x - x_K}{L - x_K} \right) \quad \text{kN/m}^2$$

式中： C_n ——航区系数，按航区/航段级别取值；

$C_n = 0.76$ A 级航区；

$C_n = 0.70$ B 级航区、C 级航区、急流航段；

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：

$C_{L1} = 1.4$ ，当 $5/6 \leq x/L \leq 1$ 时；

$C_{L1} = 1.7$ ，当 $2/3 \leq x/L < 5/6$ 时；

$C_{L1} = 1.9$ ，当 $1/3 \leq x/L < 2/3$ 时；

$C_{L1} = 2.2$ ，当 $0 \leq x/L < 1/3$ 时；

d ——满载吃水，m；

β 、 β_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，deg，如 $\beta_x > 50^\circ$ ，取 $\beta_x = 50^\circ$ 。船底升角 β_x 的测量法：取 x 横剖面的船底型线与 $d/2$ 水线的交点与该剖面坐标原点连线的水平夹角。见图 10.1.5.1(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 $x - x_k = 0$ 。

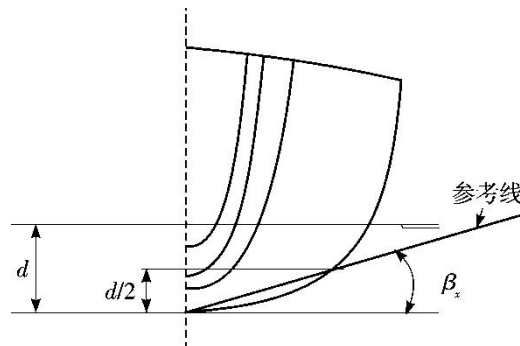


图 10.1.5.1(1) 船底升角

(2) 双体帆船底部的设计压力 P_b 由下式确定：

$$P_b = 10C_n \left(\frac{3}{C_{L2}} + h \right) \quad \text{kN/m}^2$$

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 $5/6 \leq x/L \leq 1.0$ 时；

$C_{L2} = 1.7$ ，当 $2/3 \leq x/L < 5/6$ 时；

$C_{L2} = 2.2$ ，当 $1/3 \leq x/L < 2/3$ 时；

$C_{L2} = 2.5$ ，当 $0 \leq x/L < 1/3$ 时；

h ——底部压力计算点在满载水线以下的垂向距离，m；

C_n ——同本节 10.1.5.1(1)。

(3) 单体帆船舷侧的设计压力 P_s 取以下二者中的大者：

$$P_1 = 10C_n \left(\frac{3}{C_{L1}} + d - h \right) \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_2 = 40C_n \quad \text{kN/m}^2$$

式中: C_n 、 C_{L1} 、 d ——同本节 10.1.5.1 (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:

$$P_1 = 10C_n \left[(1+0.3C_B) \frac{3}{C_{L2}} + 0.3C_B d - h \right] \quad \text{kN/m}^2$$

$$P_2 = 40C_n C_S \quad \text{kN/m}^2$$

式中: C_n 、 h 、 d ——同本节 10.1.5.1 (3) ;

C_{L2} ——同本节 10.1.5.1 (2);

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_b ——方形系数。

(5) 甲板的设计压力 P_D 应由以下确定:

① 露天主甲板: $P_{D0} = C_n C_{L3} \left[0.5(\Delta \times 10^3)^{0.33} + 12 \right]$, kN/m^2 , 且不应小于 5kN/m^2 。

式中: C_n ——同本节 10.1.5.1 (1);

C_{L3} ——露天主甲板压力纵向分布系数, 按压力计算点的纵坐标 x 取值:

$C_{L3} = 0.5$, 当 $x/L = 0$ 时,

$C_{L3} = 1.0$, 当 $0.6 \leq x/L \leq 1.0$ 时,

C_{L3} 取值按线性内插, 当 $0 < x/L < 0.6$ 时,

Δ ——满载排水量, t。

② 露天主甲板以上不超过 0.8m 的人行甲板: $P_{D1} = 0.5P_{D0} \text{ kN/m}^2$ 。

③ 露天主甲板以上超过 0.8m 的人行甲板: $P_{D2} = 0.35P_{D0} \text{ kN/m}^2$ 。

④ 普通处所的舱内甲板: $P_{D3} = 5 \text{ kN/m}^2$ 。

⑤ 机械处所的舱内甲板: $P_{D4} = 10 \text{ kN/m}^2$ 。

(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:

$$P_{SUP} = C_n C_{SUP} \left[0.5(\Delta \times 10^3)^{0.33} + 12 \right] \quad \text{kN/m}^2$$

式中: C_n ——同本节 10.1.5.1(1);

C_{SUP} ——系数, 对于前端壁: $C_{SUP} = 1.0$; 对于侧壁和后端壁: $C_{SUP} = 0.5$;

Δ ——满载排水量, t。

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^2 、 10 kN/m^2 和 14 kN/m^2 。

(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: $P_{BUL} = 7h_B \text{ kN/m}^2$, 其中 h_B 为该舱壁计算点到舱壁顶的高度, m;

②液体舱舱壁的设计压力： $P_{BUL} = 10h_B$ kN/m²，其中 h_B 为该舱壁计算点到通气管顶高度，m。

10.1.5.2 纤维增强塑料（FRP）船体的构件尺寸应按下列规定确定：

（1）单层板结构船体板的最小板厚 t_{min} 与单位面积最低纤维质量 w_{min} ，应根据船体板的部位按下式确定：

$$w_{min} = 0.43k_5(A + 2.36k_7\sqrt{L} + A\Delta^{0.33}) \quad \text{kg/m}^2, \text{ 对于船底板、舷侧板和尾封板；}$$

$$t_{min} = k_5(0.14L + 1.45) \quad \text{mm, 对于露天主甲板。}$$

式中： A 、 k_5 、 k_7 ——系数，可查表 10.1.5.2(1)；

Δ ——满载排水量，t。

系数 A 、 K_5 、 K_7

表 10.1.5.2(1)

	部位	A	k_5	k_7
FRP 船体	船底	1.5	1.0	0.03
	舷侧/尾封板	1.5		0
	露天主甲板	-		-

注：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} ，应按下列式确定：

$$\text{外面板 } w_{1min} = C_n k_4 k_5 (0.1L + 0.15) \quad \text{kg/m}^2$$

$$\text{内面板 } w_{2min} = 0.7w_{1min} \quad \text{kg/m}^2$$

式中： C_n ——航区系数，见本节 10.1.5.1(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 10.1.5.2(1)。

（3）单层板结构层板的板厚 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： σ_{fmu} ——层板的极限弯曲强度，N/mm²；

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 ——根据本节 10.1.5.1 确定的设计载荷，kN/m²；

k_C ——曲率板的折减系数，根据曲率板的拱度 c 由表 10.1.5.2（3）确定：

曲率板的折减系数 k

表 10.1.5.2（3）

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。

(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中心线间的距离，mm，

$$t_s = t_C + 0.5(t_1 + t_2);$$

k_C 、 P ——同本节 10.1.5.2 (3)；

τ_d ——夹层板芯材的许用剪切强度，N/mm²，应根据芯材的类别取值：

对于轻木或蜂窝芯材，取 $\tau_d = 0.5 \tau_u$ ；

对于交联结构的 PVC 芯材，取 $\tau_d = 0.55 \tau_u$ ；

对于线性结构的 PVC 或 SAN 芯材，取 $\tau_d = 0.65 \tau_u$ ；

k_{2S} ——夹层板板格的长边 l 与短边 b 之比的修正系数，按表 10.1.5.2 (4) a 取值：

l/b	≥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

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；

τ_u ——芯材的极限剪切强度，N/mm²。该极限剪切强度允许的最小值不应小于表 10.1.5.2 (4) b 规定值：

L_{oa} (m)	$L_{oa} < 10$	$10 \leq L_{oa} \leq 15$	$15 < L_{oa} < 24$
$\tau_{u \min}$ (N/mm ²)	0.25	$0.25 + 0.03(L_{oa} - 10)$	0.40

(5) FRP 单层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 ——根据本节 10.1.5.1 确定的设计载荷， kN/m^2 ；

l_u ——扶强材的跨距， mm ，见本节 6.1.2.1(7)。对于弯曲形状的扶强材，取其圆弧的弦长；

σ_{ut} ——由 FRP 单层板制成的帽型扶强材顶板的极限拉伸强度， N/mm^2 ；

τ_u ——由 FRP 单层板制成的帽型扶强材腹板的极限剪切强度， N/mm^2 ；

E ——取 FRP 单层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 ；

k_{CS} ——弯曲形扶强材的折减系数，按扶强材的拱度 c 与跨距 l_u 的比值，由表 10.1.5.2 (5) 确定：

弯曲形扶强材的折减系数 k_{CS}

表 10.1.5.2 (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 。

(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 。

(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，则应同时满足以下条件：

- ① 夹层板芯材的极限剪切强度 τ_u ， N/mm^2 ，不应小于表 10.1.5.2 (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 还应同时满足以下条件：

$$t_s \times t_c \geq \frac{t_b^2}{6} \left(\frac{50}{\sigma_{fmu}} \right)$$

$$t_s \times \frac{t_c^2}{2} \geq \frac{t_b^3}{12} \left(\frac{4000}{E} \right)$$

式中： t_s ——夹层板的有效总板厚， mm ，见本节 10.1.5.2(4)；

t_c ——夹层板的芯材厚度， mm ；

t_b ——本节 10.1.5.2(6)要求的舱壁板厚度， mm ；

σ_{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 。

10.1.5.3 铝合金船体的构件尺寸应按下列规定确定：

(1) 铝合金船体结构的最小板厚 t_{\min} ，应按下列式确定：

$$t_{\min} = k_5 (A + 2.36 k_7 \sqrt{L} + A \Delta^{0.33}) \quad \text{mm, 对于船底板、舷侧板和尾封板；}$$

$$t_{\min} = 0.06L + 1.35 \quad \text{mm, 对于露天甲板。}$$

式中： A 、 k_5 、 k_7 ——系数，查表 10.1.5.3 (1)；

Δ ——满载排水量, t。

系数 A 、 k_5 、 k_7

表 10.1.5.3 (1)

	部位	A	k_5	k_7
铝合金	船底	1.0	$\sqrt{125/\sigma_{sw}}$	0.02
船体	舷侧/尾封板	1.0		0

(2) 铝合金船体的板厚 t 应不小于下式计算值:

$$t = k_c b \sqrt{\frac{k_2 P}{900 \sigma_{sw}}} \quad \text{mm}$$

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 10.1.5.2 (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 ——根据本节 10.1.5.1 确定的设计载荷, kN/m^2 。

(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:

$$W = 119 \frac{k_{CS} P s l_u^2}{\sigma_{sw}} \times 10^{-9} \quad \text{cm}^3$$

$$A = 12.5 \frac{P s l_u}{\sigma_{sw}} \times 10^{-6} \quad \text{cm}^2$$

式中: P ——根据本节 10.1.5.1 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 10.1.5.2 (5)。

10.1.6 单体帆船的总纵强度

10.1.6.1 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) 强力甲板在船中 0.4L 范围内有开口宽度超过强力甲板宽度一半的大开口;
- (3) L/D 大于 12。

10.1.6.2 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下述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:

$$M_V = 2.7 C_n L_{oa} \Delta \times 10^3 \quad \text{N}\cdot\text{m}$$

式中: Δ ——满载排水量, t;

C_n ——航区系数, 见本节 10.1.5.1(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 σ 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， 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本条(2)确定的压应力 σ 作用下，不丧失稳定性；

(5) 在确定铝合金甲板板格的临界屈曲应力 σ_{cr} 时，甲板材料的屈服强度应采用铝合金板材退火状态的屈服强度 $R_{P0.2W}$ ， N/mm^2 。

10.1.7 双体帆船的总强度

10.1.7.1 应采用直接计算方法校核双体帆船在斜浪工况和横浪工况下，片体连接结构及其与片体连接区域结构的正应力和剪切应力，并满足本节 10.1.7.4 的衡准要求；如双体帆船的片体满足本节 10.1.6.1 规定的条件，则应按本节 10.1.6.2 的相关要求校核其单片体的总纵强度或采用直接计算方法校核帆船的总纵强度。

10.1.7.2 双体帆船在斜浪航行情况下，双体帆船连接桥的斜浪设计扭矩 M_T 应按下式确定：

$$M_T = 9.81k_0k\Delta L \times 10^3 \quad \text{N}\cdot\text{m}$$

式中： Δ ——满载排水量，t。

k_0 ——系数， $k_0 = (1871 - 69.71L + 1.056L^2 - 0.00542L^3) \times 10^{-4}$ ；

k ——系数，A级航区取1，急流航段、B级航区取0.6，C级航区取0.4。

10.1.7.3 双体帆船在横浪航行情况下，双体帆船连接桥的横浪设计弯矩 M_{bx} 应按下式确定：

$$M_{bx} = \frac{9.81}{s} \Delta b_c \times 10^3 \quad \text{N}\cdot\text{m}$$

式中： Δ ——满载排水量，t；

b_c ——任一片体中心线至连接桥计算剖面的距离，m；

s ——系数，按表 10.1.7.3 确定。

系数 s

表 10.1.7.3

航区	A 级航区	急流航段、B 级航区	C 级航区
s 取值	8.0	9.0	10.0

10.1.7.4 总强度校核衡准如下：

(1) 应用直接计算法校核双体帆船两片体之间的连接结构抵御本节 10.1.7.2 规定的斜浪设计扭矩 M_T 的能力和本节 10.1.7.3 规定的横浪设计弯矩 M_{bx} 的能力，以确保该连接结构及其与片体连接区域任何一点的剪切应力 τ 和正应力 σ 都不超过本条(2)、(3)、(4)、(5)规定的剪切许用应力 τ_d 和许用正应力 σ_d ；

(2) FRP 船体结构的剪切许用应力取 $\tau_d = 0.33 \tau_u$ ，其中 τ_u 系层板材料的极限剪切强度；

(3) 铝合金船体结构的剪切许用应力取 $\tau_d = 0.3 \sigma_{sw}$ ，其中 σ_{sw} 见本节 6.1.2.1(9)的定义；

(4) FRP 船体结构的许用拉伸应力取 $\sigma_d = 0.33 \sigma_{ut}$ ，其中 σ_{ut} 系层板材料的极限拉伸强度。FRP 船体结构的许用压缩应力取 $\sigma_d = 0.33 \sigma_{uc}$ ，其中 σ_{uc} 系层板材料的极限压缩强度；

(5) 铝合金船体结构的许用应力取 $\sigma_d = 0.5 \sigma_{sw}$ ， σ_{sw} 见本节 6.1.2.1(9)的定义。

10.1.8 压载龙骨

10.1.8.1 本条规定适用于船底中线面处设置的鳍状压载龙骨，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；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。

10.1.8.2 压载龙骨的强度应符合下列规定：

(1) 压载龙骨应能承受假设帆船横倾至 90° 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：

$$M_K = 13.5Qa \quad \text{N}\cdot\text{m}$$

式中： 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 10.1.8.2 (1)。

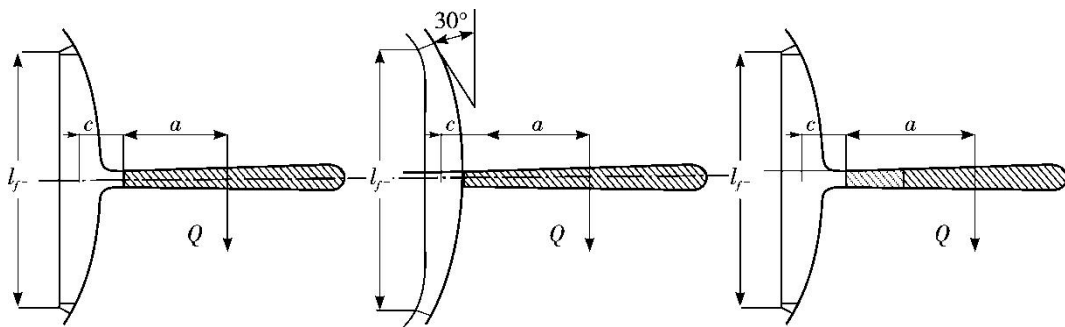


图 10.1.8.2 (1) 压载龙骨

(2) 压载龙骨的强度应满足下列式：

$$\frac{M_K}{W_a} \leq \sigma_{dk} \quad \text{N/mm}^2$$

式中： M_K ——按本条 (1) 计算的压载龙骨设计弯矩， $\text{N}\cdot\text{m}$ ；

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， cm^3 ；

σ_{dk} ——压载龙骨材料的许用应力， 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， σ_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， σ_s 系脆性金属材料屈服强度；

取 $\sigma_{dk} = 0.5\sigma_u$ ，对于 FRP 材料， σ_u 系 FRP 材料的极限弯曲强度。

10.1.8.3 压载龙骨与船底结构的连接强度应符合下列规定：

(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 应按下列式计算：

$$M_f = 6.75Q(a+c) \quad \text{N}\cdot\text{m}$$

式中： Q 和 a ——同本节 10.1.8.2 (1)；

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 10.1.8.2 (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 ，应不小于下列式计算值：

$$W_f = \frac{M_f}{n_f \sigma_{df}} \quad \text{cm}^3$$

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， $\text{N}\cdot\text{m}$ ，见本条（2）；

n_f ——有效支撑压载龙骨的船底肋骨的数量；

σ_{df} ——上述肋骨材料的许用应力， 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 σ_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 $R_{p0.2}$ 系铝合金母材的屈服强度。

（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， $\text{N}\cdot\text{m}$ ，见本条（2）；

n_f ——有效支撑压载龙骨的船底肋骨的数量；

ℓ_F ——有效支撑压载龙骨的船底肋骨的跨距， m ，可按图 10.1.8.2(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° 处，该处可视作为该肋骨的跨距点，见图 10.1.8.2(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 10.1.8.3 (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：

$$d = 121 \sqrt{\frac{Q a b_{\max}}{R_{eH} \sum b_i^2}} \quad \text{mm}$$

式中： Q 、 a ——见本节 10.1.8.2 (1)；

b_i ——每对左右对称螺栓的标距， mm ，按下式计算：

$$b_i = 0.5 b_{bi} + 0.4 b_{ki} \quad \text{式中 } b_{bi} \text{ 和 } b_{ki} \text{ 见图 10.1.8.3 (5) 所示；}$$

b_{\max} ——上述 b_i 中的最大值， mm ；

R_{eH} ——连接螺栓的屈服应力， 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， $R_{eH} = 235 \text{N}/\text{mm}^2$ ，则连接螺栓的螺纹根部直径不应小于 12mm。

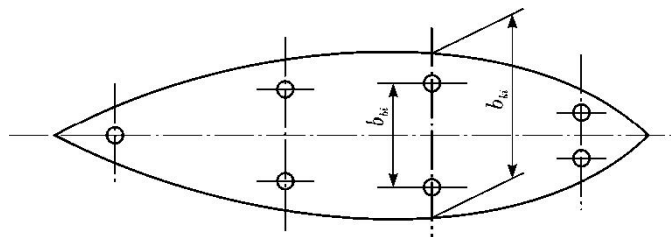


图 10.1.8.3 (5) 压载龙骨与船底的螺栓连接

（6）船底压载龙骨根部轮廓线之外 0.2 倍的最大吃水 d_{\max} 范围内的船底板应适当加厚， d_{\max} 见本节 6.1.2.1 (2) 的定义。该范围内的船底板板厚仍可按本节 10.1.5.2 (3) 或 10.1.5.3 (2) 确定，但板厚公式中的设计载荷应取本节 10.1.5.1 给出的船底设计压力 P_b 的 1.8 倍。

10.1.9 桅索拉板

10.1.9.1 一般应符合如下规定：

（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 10.1.9.1 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本节 10.1.9.2 要求外,桅索拉板还应牢靠地固定在船体结构上。

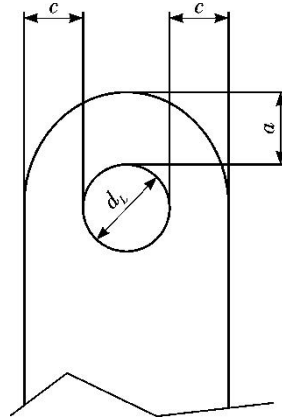


图 10.1.9.1 桅索拉板

10.1.9.2 桅索拉板的尺寸按下列规定确定:

(1) 桅索拉板的设计载荷 F_S 按下式确定:

$$\text{如拉板上仅有一根桅索拉着: } F_S = F_b \quad \text{N}$$

$$\text{如拉板上有二根桅索拉着: } F_S = F_{bs} + 0.5F_{bw} \quad \text{N}$$

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。

(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 10.1.9.1) 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, 按本条 (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^2 。

10.1.10 桅杆

10.1.10.1 一般应符合如下规定:

(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:

①桅杆脚支撑在船体的某个横舱壁上;

②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;

③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。

10.1.10.2 桅杆与船体结构的连接强度应符合下列规定：

(1) 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：

$$t_b = 1.33 \sqrt{\frac{K_{SU} b_m M_{HD}}{b_c E}} \quad \text{mm}$$

式中： K_{SU} ——安全系数，按以下取值：

$K_{SU} = 5.92$ ，对于单体帆船；

$K_{SU} = 5.44$ ，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 10.1.10.2

(1)；

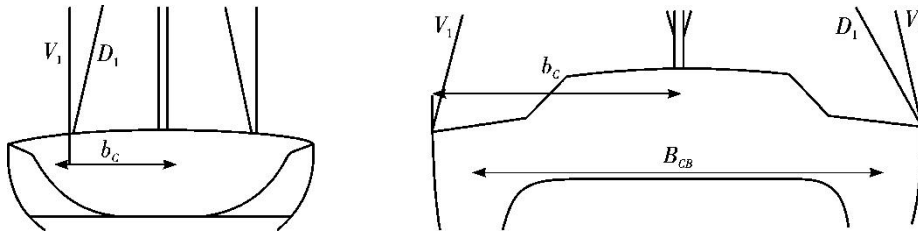


图 10.1.10.2 (1) 桅杆左/右侧索的拉板

E ——横舱壁材料的压缩弹性模量，N/mm²；

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 Δ 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} 按下式计算：

$$M_{HD} = 3.75 K_{VS} B_{CB} \Delta \quad \text{N} \cdot \text{m}$$

其中： K_{VS} ——系数，按以下取值：

如 $\Delta \geq 4.3 L^3$ ，取 $K_{VS} = 1.0$ ；

如 $\Delta < 4.3 L^3$ ，取 $K_{VS} = \frac{2.65 L^2}{\sqrt[3]{\Delta^2}}$ ，但不大于 2；

Δ ——满载排水量，t；

B_{CB} ——两片体浮心的横向间距，m，见本节 6.1.2.1 (1)。

(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：

$$A = \frac{K_{SU} \left[1 + K_p \left(\ell / r \right)^2 \right] M_{HD}}{90 b_c \sigma_s} \quad \text{cm}^2$$

式中： K_{SU} ——安全系数，见本条 (1)；

K_p ——系数，对于铝合金支柱， $K_p = 1.9$ ；对于钢质支柱， $K_p = 1.2$ ；

ℓ ——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，按本条 (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, 见本条(1);

σ_s ——金属支柱焊后屈服强度, N/mm²。

(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。

10.1.11 船舶设备

10.1.11.1 设有其他动力推进的帆船应按自航船配备信号设备。

10.1.11.2 帆船若使用其他动力推进时, 应按自航船的信号显示。

10.1.12 安全营运技术条件

10.1.12.2 所有船员都应接受适当的训练, 并应熟悉所有安全设备(包括索具、信号等)和应急操纵(包括升降帆、人员落水重新登船、拖曳等)的使用。

10.1.12.3 在操作帆船前, 应确保船员已获得操作和维护经验。

10.1.12.4 船员应具备在恶劣气候情况下的应急处理能力, 时刻调整船在不同海况下的航速和方向。

10.1.12.5 每艘帆船均应按照船主手册的要求操作。

第 2 节 空气动力船

10.2.1 一般要求

10.2.1.1 本节适用于船长小于等于 10m、以铝合金为船体结构材料的空气动力船。本节适用的船舶不适用于载运乘客。

10.2.1.2 本节所述空气动力船系指一种采用空气螺旋桨推动但没有气垫支承, 可在浅水、沼泽、冰水混合、草地等界面上滑行的船舶。

10.2.1.3 本节无明确规定者, 应符合本规则第 1 至 8 章的规定。

10.2.1.4 船上应备有“船舶操作手册”和“船舶维修手册”(见附录 4), 有关方向控制系统操作及维护的必要内容应在手册中予以反映。

10.2.2 术语与含义

10.2.2.1 空气螺旋桨: 系指利用桨叶叶片旋转, 加速空气来流速度, 引起动量变化而产生推力的推进器。

10.2.2.2 空气舵: 系指利用高速的空气流在舵叶上产生的横向作用力来保持或改变船舶航行方向的装置。

10.2.3 船体

10.2.3.1 空气动力船的浮力体设置应满足下列要求:

(1) 浮力体提供的浮力应大于等于空船重量的 110%;

(2) 浮力体通常由干舷甲板以下的水密舱室和/或采用不吸水的封闭型发泡塑料填充的空舱组成;

(3) 浮力体应永久性固定设置, 并尽量采用左右对称方式布置。

10.2.3.2 水密舱壁设置应符合本规则第 2 章的相应规定。机舱前舱壁可为非水密结构, 但应设置有效的排水措施。

10.2.3.3 空气动力船的材料、建造工艺、焊接及焊缝设计应符合中国船级社《材料与焊接规范（2023）》和《内河高速船建造规范（2022）》的相应规定。

10.2.3.4 除本节另有规定者外，空气动力船的船体结构应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》高速船篇的相应规定。

10.2.3.5 空气动力船的结构设计载荷按滑行艇确定，其中航速取最大航速。

10.2.3.6 航行于冰区的空气动力船，其船体结构应按第 2 章第 12 节的规定进行加强。

10.2.3.7 航行于浅滩水域的空气动力船，应安装船底耐磨板，并在船首进行结构横向强度加强。

10.2.3.8 空气动力船安装船底耐磨板时，耐磨板应满足表 10.2.3.8 的要求。

耐磨板的技术指标

表 10.2.3.8

项目	技术指标
吸水率（23℃,24h）	≤0.01%
热变形温度（0.45MPa）	≥85℃
体积磨损	≤1cm ³
摩擦系数	≤0.15

10.2.4 轮机

10.2.4.1 发动机应牢固安装，并设置防护罩，避免人员接触其发热和转动的部件。

10.2.4.2 每台发动机应设置独立的排气系统，如多台发动机排气管通向共同的排气通道时，每个排气管内应装设烟气隔离装置。

10.2.4.3 发动机水循环冷却应采用带散热器的强制风冷系统。

10.2.4.4 空气螺旋桨的设计、制造及安装应能确保其具有满意的工作性能和可靠度，空气螺旋桨的桨叶、轴系和导管应具有足够的强度和刚度，螺旋桨和导管支座应可靠固定在船体上，以避免桨叶叶缘与导管体的碰击。

10.2.4.5 空气螺旋桨的桨叶应有一定的防蚀措施。

10.2.4.6 空气螺旋桨进风口处应采取有效的防护措施，如装设防护网、格栅等，使其对人员和船舶安全的危险降至最低限度。

10.2.4.7 空气舵的设计、制造及安装应能确保其具有满意的工作性能和可靠度。空气舵的舵杆、舵叶及其连接结构应具有足够的强度和刚度，承受舵力的船体构件应适当加强。

10.2.4.8 当空气动力船推进装置不具备后退能力时，应确保在所有正常情况下都能适当地控制船舶。

10.2.4.9 应保证在工作转速范围内不会产生有害的船体振动。在空气螺旋桨的工作转速范围内不应出现有害振动的叶片次共振转速。

10.2.5 载重线与完整稳性

10.2.5.1 空气动力船在勘划船舶的载重线时，以船舶静浮于水面所对应的满载水线作为确定实际干舷的基准。

10.2.5.2 干舷甲板上的开口，应设有风雨密舱盖，或采用封闭上层建筑或封闭甲板室来保护，或采用非封闭上层建筑或非封闭甲板室来保护。当采用非封闭上层建筑或非封闭甲板室来保护干舷甲板上的开口时，应设置有效的排水措施。

10.2.5.3 空气动力船的完整稳性应符合《内河船舶法定检验技术规则（2019）》第 10 篇排水状态下的完整稳性和非排水状态下的完整稳性的相应规定。

10.2.5.4 空气动力船在排水、过渡和非排水状态下的纵倾角应在合理范围，其纵倾角可通过计算方法或船模试验确定，并通过实船试验核实。

10.2.6 船舶布置和人员保护

10.2.6.1 空气动力船的布置应使所有人员在紧急情况下,能以最快的速度安全地撤离。

10.2.6.2 船上人员的位置与动力设备应有效间隔。

10.2.6.3 应为船上人员配备降噪耳机,航行时船上人员在配戴耳机后的噪声应小于等于 70dB (A)。封闭舱室应采用有效的隔音、吸音措施。

10.2.6.4 所有的旋转部件,均应装设防护罩。空气螺旋桨应设置防护罩,防止意外的发生。

10.2.6.5 发动机及水箱位置应设置防护罩,防止发热件对人体造成的意外伤害。

10.2.6.6 所有通道、扶梯和出入口应设置防滑装置。

10.2.6.7 应为每位人员设置固定座椅,座椅应设有扶手。

10.2.7 方向控制系统

10.2.7.1 本条规定适于空气舵及其方向控制装置和操纵控制系统。

10.2.7.2 方向控制装置的设计应具有足够的强度。

10.2.7.3 方向控制装置在正常工况及航速下,应使船的首向和航向得到有效控制,且前进、倒车(如有时)顺畅。

10.2.7.4 采用动力方向控制装置时,应具有 2 台动力设备。当仅采用一台动力设备时,还需设人力方向控制装置。液压动力方向控制装置每一液压系统的循环油箱应设低位报警,且能在驾驶位置发出声、光报警信号。

当采用 2 台动力设备时,应:

(1) 当任意 1 台动力设备不工作时,方向控制装置仍能正常地工作;

(2) 当方向驱动装置的 1 台动力设备发生故障时,应能迅速转换至另 1 台使用,转换时间应不大于 5s。

10.2.7.5 人力方向控制装置只有当其操作力在正常情况下不超过 147N,且确保结构不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用时,方允许装船使用。

10.2.7.6 方向控制装置应能从驾驶位置操纵,并设有足够的方向控制系统指示仪表和听觉及视觉的报警装置。

10.2.7.7 首制船的方向控制装置应通过实船操纵试验确定其操作方法(包括航速、转向角、转向时间、转向角限制等)。

第 3 节 全垫升气囊浮体气垫船

10.3.1 一般要求

10.3.1.1 本节适用于内河水域航行以及冰面、滩涂、沼泽等区域行驶的以铝合金和纤维增强塑料为刚性船体的下列全垫升气囊浮体气垫船:

(1) 船长小于 20m 的侧壁气囊气垫船;

(2) 总长小于 8m 的围壁气囊气垫船。

10.3.1.2 本节所述全垫升气囊浮体气垫船系指采用柔性气囊作为浮体,船体全部或部分质量在静止时由柔性气囊的浮力支承,航行时由气垫支承,使用空气螺旋桨推进,具有两栖性能的气垫船。

10.3.1.3 本节无明确规定者,应符合本规则第 1 至 9 章的规定。其中,第 2 章第 12 节不适用于本节适用于全垫升气囊浮体气垫船。

10.3.1.4 船上应备有“船舶操作手册”和“船舶维修手册”(见附录 4),有关方向控制系统操作及维护的必要内容应在手册中予以反映。

10.3.2 术语与含义

10.3.2.1 侧壁气囊气垫船:两舷具有柔性气囊侧壁,船体全部质量在静止时由柔性气囊的浮力支承,航行时由气垫支承,使用空气螺旋桨推进,具有两栖性能的气垫船。

10.3.2.2 围壁气囊气垫船:周边具有柔性气囊结构,船体全部质量在静止时由刚性结构和柔性气囊的浮力支承,航行时由气垫支承,使用空气螺旋桨推进,具有两栖性能的气垫船。

10.3.2.3 气囊:气垫船静止时提供浮力,垫升航行时用以封闭气垫的可充气的柔性囊体。

10.3.2.4 气道甲板:全垫升气囊浮体气垫船封盖气道的甲板。

10.3.2.5 船长 $L(m)$:刚性船体的总长,不包括气道甲板、护舷材、碰垫等不影响船体结构完整性的突出结构物。

10.3.2.6 总长 $L_{oa}(m)$:从船舶的最前端至最后端船体结构的水平距离。该长度包括柔性气囊,不包括艏艉两端不影响船舶结构完整性的可拆卸部件,如橡胶护舷及碰垫等活动突出物。

10.3.2.7 总宽 $B_{oa}(m)$:在船舶的最宽处,由一舷外缘至另一舷外缘船体结构的水平距离。该宽度包括柔性气囊,不包括不影响船舶结构完整性的可拆卸部件,如橡胶护舷及碰垫等活动突出物。

10.3.2.8 最小运行状态:空船状态加上下列各项:

- (1) 驾驶位置 1 位驾驶员的质量, 75 kg;
- (2) 船上通常携带的非消耗品和设备。

10.3.2.9 垫升装置:直接提高空气压力并主要是为船舶提供垫升力的机器设备。

10.3.2.10 甲板艇:系指从首至尾具有风雨密的连续露天甲板的船舶。

10.3.2.11 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。

10.3.3 船体

10.3.3.1 刚性船体采用的铝合金和纤维增强塑料材料应符合中国船级社《材料与焊接规范(2023)》的相应规定。

10.3.3.2 侧壁气囊气垫船应在刚性船体外侧沿船长方向布置气囊,提供排水状态下的浮力,并对刚性船体两舷形成有效保护。该气囊应在内部被分隔成若干个气密隔舱,或为多个独立气囊的组合物。气密隔舱或独立气囊沿船长方向的数量和体积应按破损稳性要求计算确定。

10.3.3.3 侧壁气囊气垫船应设有在航行时可实时调整气压的气囊,以在各种不同运行状态下为船舶提供良好的适航能力。

10.3.3.4 围壁气囊气垫船应沿刚性船体周边布置气囊,提供排水状态下的浮力,并对刚性船体四周形成有效保护。该保护气囊应在内部被分隔成若干个气密隔舱,或为多个独立气囊。气密隔舱(独立气囊)的总数量应满足表 10.3.3.4 的规定。

气密分隔的最少隔舱数

表 10.3.3.4

尺寸系数 $F(d)$	隔舱数 (n)
< 10	2~3
≥ 10	4

注: $F(d) = L_{oa} + B_{oa}$

其中： L_{oa} ——总长，m；

B_{oa} ——总宽，m。

10.3.3.5 对于围壁气囊气垫船，每个气密隔舱（独立气囊）的体积应在平均隔舱体积的 $\pm 20\%$ 范围内。平均隔舱体积 V_a 按下式计算：

$$V_a = V/N \quad \text{m}^3$$

式中：

V ——充气气囊的总体积， m^3 ；

N ——气密隔舱（独立气囊）数。

10.3.3.5 铝合金船体结构可采用焊接或铆接方式，焊接要求应符合中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的相应规定，铆接要求应符合中国船级社《材料与焊接规范（2023）》和公认的有关标准^①。

10.3.3.6 刚性船体结构应符合本局《内河船舶法定检验技术规则（2019）》高速船篇的相应规定。

10.3.3.7 对于围壁气囊气垫船的刚性船体结构，可采用其他公认的标准^②，构件尺寸可根据实船抛落试验来验证^③。

10.3.3.8 气囊应能承受 3 倍工作压力。气囊的强度与密性，以及气囊和其他构成气室的柔性结构的材料，可采用其他公认的标准^④。

10.3.4 机电

10.3.4.1 船上所设起动装置，在不补充能源的情况下，应能对驱动推进装置、垫升装置的发动机从冷机连续起动大于等于 6 次；对辅机的连续起动次数大于等于 3 次。

10.3.4.2 推进装置和垫升装置应具有足够强度和刚度，可以是分立的，也可以合并为单一的推进和垫升装置。

10.3.4.3 空气螺旋桨的桨叶应有一定的防蚀措施。

10.3.4.4 空气螺旋桨的设计、制造及安装应能确保其具有满意的工作性能，并有足够的强度，例如采用公认的有关标准^⑤验证其静强度。

10.3.4.5 空气螺旋桨的导管应有足够的刚性，螺旋桨和导管支座应可靠固定在船体上，避免桨叶叶缘与导管体的碰击。

10.3.4.6 空气舵应具有足够的强度，在正常工况及航速下，应能使船舶首向、航向和纵向（如适用时）姿态得到有效控制。转舵角度一般应不超过 $\pm 45^\circ$ 。

10.3.4.7 空气舵的舵叶和舵轴应有足够的强度。可采用直接计算方法进行强度校核，其载荷可依据公认的有关标准、空气动力学原理或试验来确定，材料许用应力的安全系数应不小于 3。

10.3.4.8 空气舵采用人力机械操舵或人力液压操舵时，在船舶在正常最大营运航速下，操舵手轮的操作力应不超过 98 N。如采用动力操舵时，操舵装置尚应满足下列要求：

(1) 应具有 2 台操舵能力相同的动力设备，且任意一台不工作时操舵装置仍能正常地工作，当一台发生故障时能在不大于 5s 时间内切换至另一台使用；

(2) 传动链中的任何故障应不会危及到船舶的安全。

10.3.4.9 船舶航行于高寒地区时，其空气螺旋桨及导管、空气舵等应有可靠工作强度

^①参见 JT/T 1283.1 《全垫升气囊浮体气垫船第 1 部分：侧壁气囊气垫船》附录 A。

^②参见 ISO 12215 《小艇艇体结构与构件尺寸》。

^③参见 JT/T 1283.2 《全垫升气囊浮体气垫船第 2 部分：围壁气囊气垫船》6.2.7。

^④参见 JT/T 1283.3 《全垫升气囊浮体气垫船第 3 部分：气垫船气囊》。

^⑤参见 HB7809-2006 《飞机螺旋桨通用技术要求》

及材料性能,防止由于冰霜附着导致推进效率及舵效明显下降。

10.3.4.10 垫升风扇应具有满意的工作性能,风扇叶轮应有足够的强度,例如采用公认的有关标准^①进行验证。

10.3.4.11 应保证在运行时不会产生有害的船体振动。空气螺旋桨、垫升风扇的工作转速范围内,不应出现有害振动的叶片次共振转速。

10.3.4.12 对单机额定功率等于或大于 220kW 的船舶,推进与垫升轴系应具有满意的扭转振动特性,其设计应使轴系不致发生过大的回旋振动,其中推进轴系回旋振动可参照垫升轴系的模型进行计算校核。

10.3.4.13 操纵控制系统的设计,应考虑到船舶在正常最大营运航速下停船和应急停船的可能性。当推进装置不具备后退能力时,应确保在所有正常情况下都能适当地控制船舶。

10.3.4.14 电缆可选用质量较轻的航空用尼龙护套线,航空用尼龙护套线应满足公认的有关标准^②的要求。

10.3.4.15 应采取措施防止船舶在航行和停泊中因受闪电、静电而引起灾难性后果。

10.3.5 载重线和稳性

10.3.5.1 载重线勘划有困难时,可在两侧气道甲板外缘勘划基准线,基准线是一条长为 300mm、宽为 25mm 的水平线,其长度中点应位于船长中点纵向位置;可在两侧气囊勘划载重线标志水平线,载重线标志水平线是一条长为 400mm、宽为 25mm 的水平线,其长度中点的上缘应位于船长中点设计水线位置。基准线上缘距设计水线的距离应在法定证书中注明。

10.3.5.2 对于船舶非排水状态,应通过试验确定船舶在正常航行、高速回航等各种运行状态下均具有足够的回复力矩,且不致于产生容易引起船上人员恐慌的横倾:

(1) 在任何允许的载况下,船舶不致倾覆,船舶倾角不大于制造厂确定的限定横倾角(该限定角度应不大于 12°),允许的载况应包含可能出现的最不利的人员分布;

(2) 在制造厂确定的回航限定航速下,船舶能安全回航;

(3) 试验应包含船舶进入垫升状态、垫升状态、再回到排水状态的全过程;

(4) 每人重 75kg,重心位于座位以上 0.3m 处,试验时人员可通过重物模拟,但应确保重量和重心一致;

(5) 上述允许的载况、限定横倾角和回航限定航速应在相应证书和文件资料上注明。

10.3.5.3 船舶排水状态的完整稳性应满足《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第 5 篇的相应要求,并符合下列规定:

(1) 横摇角可根据船型特点和航区按《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第 5 篇稳性基本要求的规定确定,或通过船模或实船试验确定,或取为 15°;

(2) 极限静倾角应为 0.9 倍的干舷甲板边缘入水角。

10.3.5.4 对总长小于 8m 且载人数小于等于 12 人的船舶,作为本节 10.3.5.3 的替代,其排水状态的完整稳性也可通过稳性试验验证其满足要求:

(1) 对于围壁气囊气垫船,无论船上人数达到规定的最大允许载人数还是最小运行状态,当其中一人位于甲板任何位置时,不能出现甲板淹湿现象;

(2) 对于侧壁气囊气垫船,无论满载、空载还是最小运行状态,当其中一人位于甲板任何位置时,水线应低于甲板以下 50mm;

(3) 船上人数达到规定的最大允许载人数,所有人(驾驶人员等不能移动的人员除外)都移到船体一舷时,船舶的横倾角不超过 7°,甲板艇的最终水线的任意一点应位于干舷甲板最低点以下至少 76mm,敞艇的最终水线的任意一点应位于舷侧板顶端最低点以下至少

^①参见 JB/T 6445-2005《工业通风机叶轮超速试验》

^②参见 GJB 77《航空用聚氯乙烯绝缘尼龙护套电线电缆》

250mm;

(4) 每人重 75kg, 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, 试验时人员可通过重物模拟, 但应确保重量和重心一致。

10.3.5.5 船舶排水状态破损后的浮力与稳性应满足《内河船舶法定检验技术规则(2019)》第 10 篇破损后的浮力和稳性的相应要求, 并符合下列规定:

(1) 水密气囊(气密隔舱)视为水密船体结构;

(2) 计算储备浮力时, 水密气囊计入的比例应不大于满载排水量的 20%, 非完全密闭的气道等空间应扣除。

10.3.5.6 对总长小于 8m 且载人数小于等于 12 人的船舶, 作为本节 10.3.5.5 的替代, 当其最大气囊(气密隔舱)破损后, 船舶剩余浮力应不小于船舶最大装载时的重量, 并按本局接受标准^①的规定采用剩余浮力试验验证。

10.3.6 消防

10.3.6.1 按本规则第 5 章规定配备消防用品时, 泡沫灭火器每只容量应大于等于 9L, CO₂灭火器每只容量应大于等于 2kg, 干粉灭火器每只容量应大于等于 4kg, 设置砂箱有困难时可采用放置于显眼处且易于拿取和立即可用的灭火毯等设施替代。

10.3.6.2 客船和载客 12 人及以下船舶(航行时间小于等于 0.5h 的船舶除外), 当船长大于 15m 时应设有符合本规则 4.3.1 规定的水灭火系统或等效灭火系统。消防泵可以是移动式手动泵。

10.3.7 船舶设备

10.3.7.1 根据船舶营运水域、航线和停泊特点, 可不设锚泊和系泊设备。

10.3.7.2 总长小于 8m 的船舶应配置安全索和/或沿船舷的把手或扶手, 使每人无论在船上还是当人掉到水中时都可以使用。安全索、把手或扶手的布置和性能, 应确保每人都能握住它们, 甚至长时间握住也没有受伤的危险。

10.3.7.3 当船长小于等于 8m 且载客人数不超过 6 人时, 若配备 2 个救生圈有困难时, 可只配 1 个。

10.3.8 乘客定额与舱室设备

10.3.8.1 本条规定适用于客船和载客 12 人及以下船舶。

10.3.8.2 应按每位乘客占用一个固定座位计算乘客定额, 不应设置散席。

10.3.8.3 载客处所的净空高度应符合本规则 9.4.1.1 规定。对于航行中不允许乘客走动的载客处所的净空高度, 可根据船舶布置的实际情况适当降低。

10.3.8.4 围壁气囊气垫船的最大允许载人数 n , 尚应不大于下式计算所得之值(向下圆整):

$$n = \frac{L_i}{0.38} - 1$$

式中: L_i ——船体客舱区域内沿纵向最前端和最后段之间测得的最大距离, m;

任何情况下以 n 确定的人员总质量(每人 75kg)不应超出制造商规定的最大装载能力。

10.3.8.5 延续航行时间超过 1h 的船舶应设有一个卫生间, 卫生间内至少设一个大便器, 并设有盥洗设施或用具。

10.3.8.6 应为每个船上人员设置固定座椅。

^①参见 JT/T 1283.2 《全垫升气囊浮体气垫船第 2 部分: 围壁气囊气垫船》5.4.4、6.4.2。

10.3.8.7 舱室布置应使所有人员在紧急情况下,能以最快的速度安全地撤离。出入口、应急出口的设置应符合本规则第 9 章的规定,当采用天窗作为应急出口或者应急出口不是门和窗时其尺寸应不小于 650mm×450mm。

10.3.9 人员保护

10.3.9.1 空气螺旋桨应装设安全防护设施,防止伤及人员和吸入杂物。

10.3.9.2 空气螺旋桨和机器的安装处所入口应设置隔离设施和警示标志,防止人员随意进入。高速旋转的机器设备应设置防护罩等防护设施,使其对人员和船舶安全的危险降至最低限度。

10.3.9.3 应为敞开式舱室内的船上人员配备降噪耳机。

10.3.9.4 客舱应尽可能减少噪声,一般不应超过 80dB(A)。超过 80dB(A)时应为船上人员配备降噪耳机,船上人员在配带耳机后的噪声应不超过 70dB(A)。

10.3.10 方向控制系统

10.3.10.1 本条规定适于空气舵及其方向控制装置和操纵控制系统。

10.3.10.2 方向控制装置的设计应具有足够的强度。

10.3.10.3 方向控制装置在正常工况及航速下,应使船的首向和航向得到有效控制,且前进、倒车(如有时)顺畅。

10.3.10.4 采用动力方向控制装置时,应具有 2 台动力设备。当仅采用一台动力设备时,还需设人力方向控制装置。液压动力方向控制装置每一液压系统的循环油箱应设低位报警,且能在驾驶位置发出声、光报警信号。

当采用 2 台动力设备时,应:

(1) 当任 1 台动力设备不工作时,方向控制装置仍能正常地工作;

(2) 当方向驱动装置的 1 台动力设备发生故障时,应能迅速转换至另 1 台使用,转换时间应不大于 5s。

10.3.10.5 人力方向控制装置只有当其操作力在正常情况下不超过 147N,且确保结构不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用时,方允许装船使用。

10.3.10.6 方向控制装置应能从驾驶位置操纵,并设有足够的方向控制系统指示仪表和听觉及视觉的报警装置。

10.3.10.7 首制船的方向控制装置应通过实船操纵试验确定其操作方法(包括航速、转向角、转向时间、转向角限制等)。

第 4 节 水陆两栖船

10.4.1 一般要求

10.4.1.1 本节适用于船长小于等于 12m 的水陆两栖船。船舶应仅航行于景区等封闭水域的固定航线,且具有配套的上下水坡道。

10.4.1.2 本节所述水陆两栖船系指具有水陆两栖性能,陆上状态采用车轮驱动的船舶。

10.4.1.3 本节无明确规定者,应符合本规则第 1 至 9 章的规定。

10.4.1.4 就本节规定而言,水陆两栖船分为陆上状态、水中状态、入水状态、出水状态。其中,陆上状态采用车轮驱动,应具备前轮驱动和后轮驱动的能力,并应符合陆上相关主管部门的相应规定。

10.4.1.5 水陆两栖船的型值和重心位置通常以主船体的船底线作为基线。

10.4.1.6 水陆两栖船应提交出入水计算书。

10.4.1.7 水陆两栖船在静水力、稳性和出入水等计算时,除计入主船体和刚性附体(符合水密完整性)的影响外,还可计入车轮的影响;柔性气囊等不应计入。

10.4.1.8 水陆两栖船应在驾驶位置设置显示发动机或电动机转速、航速、方向控制参数、水密门(含乘客门和司机门)关闭状态、浮态(横倾角)等内容的仪表器。

10.4.1.9 水陆两栖船的船上应备有“船舶操作手册”和“船舶维修手册”(见附录 4)。其中,“船舶操作手册”还应:

- (1) 在操作方法部分,包括陆上状态、水中状态、入水状态、出水状态的操作资料;
- (2) 如有时,在船舶运行限制部分,包括回航时的航速限制值或方向控制装置(推进装置)转向角限制值。

10.4.2 术语与含义

10.4.2.1 陆上状态:系指水陆两栖船在陆上静止和行驶的状态。

10.4.2.2 水中状态:系指水陆两栖船在水中静止、航行和驻停的状态。

10.4.2.3 入水状态:系指水陆两栖船在坡道上纵向(垂直于水边岸线)前进入水时,自前车轮(或船体艏部,取较早者)入水、至后车轮浮起(后车轮离开坡道)之间的状态。

10.4.2.4 出水状态:系指水陆两栖船在坡道上纵向(垂直于水边岸线)前进出水时,自前车轮触地(前车轮接触坡道)、至后车轮(或船体艉部,取较晚者)出水之间的状态。

10.4.2.5 出入水角($^{\circ}$):系指水陆两栖船在规定的坡道上能够安全出水或入水的最大坡道角度。

10.4.2.6 坡面纵向角($^{\circ}$):系指坡道的纵向坡面(垂直于水边岸线)与水平面的夹角。

10.4.2.7 淹没线:系指水陆两栖船在规定的坡道上出入水时(入水状态和出水状态),船体被水淹没的最高位置点的包络线。

10.4.2.8 干舷参考线:系指比较干舷甲板边线和淹没线,取较高者所形成的辅助线。

10.4.3 出入水性能与计算

10.4.3.1 水陆两栖船应能有效地进行水、陆工况转换。

10.4.3.2 水陆两栖船在入水状态和出水状态时应符合下列要求:

- (1) 出入水角应大于等于 15° ;
- (2) 水线不应淹没非水密开口;
- (3) 船体的艏部和艉部(含推进装置)不应触碰到坡道(入水状态时,在后车轮浮起的瞬间,船体艉部不应触碰到坡道;出水状态时,在前车轮触地的瞬间,船体艏部不应触碰到坡道);
- (4) 车轮附着力应能满足水陆两栖船在坡道上静止或行驶的需要。

10.4.3.3 本节 10.4.3.2 要求的出入水性能应通过出入水计算进行确定。首制船的出入水性能尚应通过实船出入水试验进行验证,试验要求与方法见本节 10.4.11。

10.4.3.4 水陆两栖船应按下列情况进行出入水计算,并编制出入水计算书:

- (1) 装载情况:满载出港和满载到港;
- (2) 坡道纵向角: 15° 或出入水角(取大者)。

10.4.3.5 入水状态分为两个阶段:第一阶段为前车轮入水至前车轮起浮(前车轮离开坡道),第二阶段为前车轮起浮至后车轮起浮。其中,前车轮起浮条件为:入水部分的浮力对后车轮的力矩(浮起力矩)大于等于船舶重量对后车轮的力矩(埋首力矩)。

入水状态应符合下列要求:

- (1) 在第一阶段的整个过程,倾斜水线不应淹没非水密开口;
- (2) 在第一阶段的前车轮起浮瞬间,前车轮不应超过坡道末端;

(3) 在第二阶段的后车轮起浮瞬间, 船体艉部不应触碰坡道。

10.4.3.6 出水状态分为两个阶段: 第一阶段为前车轮触地至后车轮触地(后车轮接触坡道), 第二阶段为后车轮触地至后车轮出水。其中, 后车轮触地条件为: 船舶重量对前车轮的力矩(落坡力矩)大于等于水下部分的浮力对前车轮的力矩(前翻力矩)。

出水状态应符合下列要求:

- (1) 在第一阶段的整个过程, 倾斜水线不应淹没非水密开口;
- (2) 在第一阶段的前车轮触地瞬间, 船体艉部不应触碰坡道;
- (3) 在第二阶段的后车轮触地瞬间, 后车轮不应超过坡道末端。

10.4.3.7 水陆两栖船的出入水计算书至少应包括下列内容:

- (1) 船舶主要参数(包括船长、船宽、型深、前轮纵向坐标、后轮纵向坐标、基线至地面高度);
- (2) 坡道主要参数(包括坡道质地、坡道纵向角、水面以上长度、水面以下长度、车轮与坡面的静摩擦系数、车轮与坡面的滚动阻力系数等);
- (3) 船体控制点坐标(包括船中纵剖面线型值表、非水密开口型值表);
- (4) 各种装载情况下入水状态计算和判断, 其中, 计算步长为 $0.1L$ (船长) 或 1m (取小者);
- (5) 各种装载情况下出水状态计算和判断, 其中, 计算步长为 $0.1L$ (船长) 或 1m (取小者)。

10.4.3.8 水陆两栖船完工时, 应根据倾斜试验数据(空船重量重心)重新进行出入水计算, 并编制出入水计算书(完工)。

10.4.3.9 水陆两栖船的淹没线按下列方法确定:

- (1) 结合入水计算, 确定入水状态的倾斜水线(至少三条倾斜水线: 前车轮起浮瞬间、前车轮起浮至后车轮起浮的中间、后车轮起浮瞬间);
- (2) 结合出水计算, 确定出水状态的倾斜水线(至少三条倾斜水线: 前车轮触地瞬间、前车轮触地至后车轮触地的中间、后车轮触地瞬间);
- (3) 将各倾斜水线绘制在船中纵剖面线图上, 以最大吃水作包络线, 该包络线即为淹没线。

10.4.4 船体

10.4.4.1 船艙结构和驾驶室前挡风玻璃应有足够的强度。

10.4.4.2 承载发动机、陆上行驶的悬架系统等类似于汽车车架的船体骨架应满足水、陆两种工况的使用要求。当采用标准的汽车车架作为船体骨架时, 汽车车架与其他船体结构应具有良好的结构连续性。

10.4.4.3 悬架与船体连接处、轴系穿过处和轮拱处(车轮上方的弧形船壳板)的外板厚度应适当加强。

10.4.4.4 在空载状态下, 船底基线距地面高度应大于等于 250mm 。

10.4.5 机电

10.4.5.1 水陆两栖船采用发动机(主机及辅机)作为动力源时, 发动机应符合下列要求:

- (1) 发动机应满足水、陆两种工况的使用要求;
- (2) 发动机用的燃油, 其闪点应不低于 60°C ;
- (3) 发动机冷却系统应保证在水陆两种使用工况下不过热, 工作可靠, 发动机的持续工作温度和最高工作温度应符合规定值;
- (4) 发动机排气管路应加装循环冷却水套散热。若需经船舷或船尾导出船外时, 排气

管的布置应使舷外水不会倒灌入发动机或舱内，当排气口位于淹没线以上不足 300mm 处时应设防回水装置或设置为防回水形式。排气管可能积水的最低处应设放水旋塞。排气管穿过舱壁或船体外板的连接处应保证水密。

10.4.5.2 机舱应设置动力通风系统，以确保发动机在各种环境条件下按全功率运转时所需要的足够的空气，并排出舱室内高温气体。

10.4.5.3 机舱应设置 1 台动力舱底泵，且应设置舱底水位监测报警装置。当舱底水位超过规定值时应能在驾驶室自动声光报警，并能从驾驶室启动排水。水泵和报警水位可根据船舶的排水能力确定。

10.4.5.5 采用分动器驱动推进装置时，分动器及轴系的设计和构造应满足水、陆两种工况的使用要求。

10.4.5.6 采用喷水推进器、舷外挂机、舷内外挂机、直翼舵桨装置等具有方向控制功能的推进装置时，可不设置操舵装置。

10.4.6 消防

10.4.6.1 船上应限制可燃材料的使用。

10.4.6.2 水陆两栖船采用发动机（主机及辅机）作为动力源时，机舱应符合下列要求：

（1）机舱的舱壁和顶部应采用不燃材料或具有低播焰性的材料（阻燃材料）；

（2）机舱顶部的下面表应敷设厚度大于等于 25mm 的认可型隔热材料，隔热材料应为不燃材料；

（3）机舱应安装认可型的固定式自动探火和失火报警系统；

（4）机舱应配备固定式七氟丙烷灭火系统 1 套；对于水平投影面积小于 6m² 的机舱，可采用足够数量的手提式七氟丙烷灭火器代替固定式七氟丙烷灭火系统，此种情况时，应在机舱顶部设置喷放孔，便于人员使用灭火器对内释放灭火剂。应设有适当设施，以便在施放灭火剂之前，能停止机舱的动力通风系统。

10.4.7 方向控制系统

10.4.7.1 本条规定适于采用喷水推进器、舷外挂机、舷内外挂机、直翼舵桨装置等具有方向控制功能的推进装置的水陆两栖船。

10.4.7.2 方向控制装置的设计应具有足够的强度。

10.4.7.3 方向控制装置在正常工况及航速下，应使船的首向和航向得到有效控制，且前进、倒车（如有时）顺畅。

10.4.7.4 采用动力方向控制装置时，应具有 2 台动力设备。当仅采用一台动力设备时，还需设人力方向控制装置。液压动力方向控制装置每一液压系统的循环油箱应设低位报警，且能在驾驶位置发出声、光报警信号。

10.4.7.5 人力方向控制装置只有当其操作力在正常情况下不超过 147N，且确保结构不致对操舵手轮产生破坏性的反冲作用时，方允许装船使用。

10.4.7.6 方向控制装置应能从驾驶位置操纵，并设有足够的方向控制系统指示仪表和听觉及视觉的报警装置。

10.4.7.7 首制船的方向控制装置应通过实船操纵试验确定水陆两栖船的操作方法（包括航速、转向角、转向时间、转向角限制等）。

10.4.8 载重线和完整稳性

10.4.8.1 除本节规定外，载重线和完整稳性应符合本规则第 6 章的有关规定。

10.4.8.2 通风筒的围板高度应使其孔口位于干舷参考线之上。

10.4.8.3 干舷参考线以下的主船体的外板及上层建筑或甲板室的围壁应保持水密完整

性。当主船体及上层建筑或甲板室的门及类似开口位于干舷参考线以下时,其门及类似开口应为水密型式;水密门应在驾驶位置设置显示是否开启或关闭的指示器。

10.4.8.4 干舷甲板上的机舱口及类似开口可采用平式舱口盖。当该舱口盖为风雨密舱口盖时,上层建筑或甲板室距干舷参考线 0.2m 以下范围的围壁应符合风雨密要求;当该舱口盖为非风雨密舱口盖时,上层建筑或甲板室距干舷参考线 0.5m 以下范围的围壁应符合风雨密要求。

10.4.8.5 水陆两栖船的极限静倾角应为干舷甲板边缘入水角或舳部中点出水角或 10° ,取小者。

10.4.8.6 水陆两栖船在回航时产生的横倾角应小于等于极限静倾角。首制船在回航时产生的横倾角应通过实船试验来确定,实船试验时允许通过限制航速或方向控制装置(推进装置)转向角的方法来满足极限静倾角的要求。

10.4.8.7 对于客船和载客 12 人及以下船舶,乘客集中一舷产生的横倾角应小于等于极限静倾角。乘客集中一舷的倾侧力矩或力臂按下列分布情况和重量确定:

- (1) 乘客分布情况:一舷乘客位于原座位上,另一舷乘客位于船中纵剖面线;
- (2) 乘客的计算重量取 75kg,计算重心高度取高出甲板 1m。

10.4.9 船舶设备与环保

10.4.9.1 水陆两栖船采用陆上平地(坡道或其他场地)驻停方式进行停放时,如不需要在水中进行锚泊和系泊的,可不配备本规则所要求的锚泊设备和系泊设备。此种情况时,应在证书的备注栏中予以注明。

10.4.9.2 水陆两栖船在水位变幅较大的水域营运时,应在船艙区域设置测深仪。

10.4.9.3 应采取有效措施,防止水上航行时车轮传动系统漏油造成水域污染。

10.4.10 乘客定额与舱室设备

10.4.10.1 本条规定适用于客船和载客 12 人及以下船舶。

10.4.10.2 载客处所的净空高度、固定坐椅及其布置和载客处所甲板面积的量取应符合本规则第 9 章的有关规定。

10.4.10.3 乘客定额按每位乘客占用一个单人固定坐椅计算,且人均占用面积应大于等于 0.7m^2 ,且乘客定额应小于等于 30 人。与驾驶员并排的固定坐椅不计入乘客定额之内。

10.4.10.4 水陆两栖船至少应设置一个乘客门和一个驾驶员门,乘客门应位于船的右侧,驾驶员门应位于驾驶位置的一侧(船的左侧),乘客门和驾驶员门应向外开启,门的净宽度应大于等于 650mm。

10.4.10.5 除设置本节 10.4.10.4 规定的门外,还应在载客处所内增设一个通向舷外的应急出口,应急出口可设置为应急门或应急窗。当设置应急门时,应急门应尽量远离乘客门,并向外开启和位于船的右侧,门的净宽度应大于等于 550mm;当设置应急窗时,应急窗应尽量远离乘客门,应急窗的窗户开口尺寸应大于等于 $500\text{mm}\times 700\text{mm}$;并在应急窗的附近配置打开和破碎窗户的工具。

10.4.10.6 当乘客门采用动力操纵关闭功能的门时,应在驾驶位置设置显示门是否开启或关闭的指示器;并应在门的附近设有一个独立的手动机械操纵装置,且方便手动开启和关闭该门。

10.4.11 实船出入水试验

10.4.11.1 水陆两栖船(首制船)应在完成陆地行驶试验和水上航行试验后再进行实船出入水试验。

10.4.11.2 试验场地应符合下列要求:

(1) 坡道条件: 坡道质地、坡道纵向角、坡道长度(水面以上长度、水面以下长度)和坡道宽度等满足试验的需要;

(2) 水域条件: 水面平静, 视野开阔, 水深应大于吃水深度的 2 倍;

(3) 环境条件: 风力小于等于蒲氏风级 2 级, 水流流速小于等于 1m/s。

10.4.11.3 试验船舶应符合下列要求:

(1) 用实物或模拟的载荷物将水陆两栖船配载至本节 10.4.3 要求的状况;

(2) 在静水状态下, 船舶的横倾角应小于等于 1° , 纵倾角小于等于 1° (首倾时)或 2° (尾倾时)。

10.4.11.4 为获取试验数据, 试验单位应根据试验内容制定相应的测量方法。

10.4.11.5 实船出入水试验的步骤和方法如下:

(1) 按本节 10.4.11.2 和 10.4.11.3 的规定选择试验场地和确定船舶状态;

(2) 试验之前, 应由试验主持人会同验船师及参加试验的各方代表, 确认水陆两栖船符合陆地行驶和水上航行的条件;

(3) 选定某一试验坡道的坡面纵向角(一般先从小角度坡道开始试验, 如 10° 左右), 将水陆两栖船置于距坡岸线(水面)约 10~15m 左右时, 以最低挡位启动, 沿垂直坡岸线(水面)方向匀速驶入水中, 自前车轮入水至后车轮浮起, 为入水试验结束;

(4) 入水试验结束后, 转换为水中推进方式, 驶离岸边, 并做好出水试验准备;

(5) 在距坡道岸线(水面)约 15~20m 左右时, 以某一航速沿垂直坡道岸线方向驶向坡道, 匀速驶出水面, 自前车轮触地至后车轮出水, 为出水试验结束; 出水试验时, 可将水中推进方式切换为陆上牵引方式;

(6) 改变试验坡道的坡面纵向角, 重复本条文(3)~(5)的步骤, 每种坡面纵向角下分别进行两次入水试验和出水试验, 当出现某一坡面纵向角下无法顺利完成入水试验或出水试验时, 则单独进行入水试验或出水试验, 直至达到规定的出入水角;

(7) 试验过程中, 分别记录坡面纵向角、入水速度、出水航速、水线位置和非水密开口进水情况, 以及入水时间、出水时间。

10.4.11.6 试验结束后, 承担试验的单位应将试验数据整理成实船出入水试验报告, 并对水陆两栖船的出入水性能做出评定。

10.4.12 安全营运技术条件

10.4.12.1 供水陆两栖船出入水的坡道应符合下列条件:

(1) 坡道应平整, 坡面纵向角应小于等于 15° 或水陆两栖船出入水角(取小者);

(2) 坡道应有足够的长度, 其水面以上部分应保证水陆两栖船能安全停放, 水面以下部分(含坡道末端的水深)应保证水陆两栖船能安全入水和出水;

(3) 坡道宽度应大于等于 5m;

(4) 坡道应为水泥混凝土路面。

10.4.12.2 水陆两栖船在启动前, 应对机舱及其他可能存在油气聚积的处所进行有效通风。

10.4.12.3 水陆两栖船限制在蒲氏风级小于等于 4 级和水流流速小于等于 2m/s 的条件下航行。

10.4.12.4 水陆两栖船在入水和出水时, 应尽量按垂直于水边岸线的方向行驶或航行。

10.4.12.5 对于客船和载客 12 人及以下船舶, 水陆两栖船应在平地(或从坡道进入平地)停稳(驻车制动)后方可上下乘客; 水陆两栖船在行驶或航行时, 乘客应在坐席上坐好, 不允许站立。

10.4.12.6 水陆两栖船应以匀速行驶入水, 入水时的速度应小于等于 10km/h 或根据实船试验确定。

第 5 节 液化石油气动力船

10.5.1 一般要求

10.5.1.1 本节规定适用于以液化石油气为燃料的发动机作为主动力的船舶。

10.5.1.2 本节无明确规定者,应符合本规则第 1 至 9 章的规定。

10.5.1.3 适用本节的液化石油气发动机,禁止使用双燃料。

10.5.1.4 液化石油气舷外挂机除满足本节要求外,还应满足第 3 章第 2 节的相关规定。

10.5.1.5 液化石油气动力系统一般应具有下列主要设备:

(1) 液化石油气发动机;

(2) 气罐;

(3) 气罐附件,主要包括装有单向阀的充气接头、防尘塞、安全阀、限量充装阀、液面计、密封保护盒等部件;

(4) 液化石油气燃料控制系统,主要包括限流阀、手动截止阀、自动截止阀、过滤器、蒸发调压器和液化石油气喷气轨等;

(5) 液化石油气供气管系,主要包括刚性管、软管、接头和附件等。

10.5.2 术语与含义

10.5.2.1 液化石油气: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。

10.5.2.2 气罐:系指船上用于储存液化石油气的专用钢瓶。

10.5.2.3 气罐处所:系指船上用于存放气罐的固定处所。

10.5.2.4 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。

10.5.3 机舱和气罐处所的布置

10.5.3.1 机舱和气罐处所应相互独立、且严禁与客舱混合布置。

10.5.3.2 气罐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。气罐的存放应防止非工作人员触摸或搬动。气罐处所内,气罐应有牢固的固定设施,且便于拆卸和调换;气罐与固定座之间应有防撞击的橡胶或木质垫料。气罐处所不应设有通往其下方舱室的人孔、梯道口或其他任何开口。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)应大于等于 100mm。

当船舶在开敞甲板采用气罐箱(柜)作为气罐处所时,其气罐箱(柜)的通风条件应符合本节 10.5.8.2 的规定。

10.5.3.3 机舱和气罐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。

10.5.3.4 机舱和气罐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。

10.5.3.5 机舱、气罐处所与乘客处所间的舱壁,以及气罐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。

10.5.3.6 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。

10.5.4 液化石油气发动机

10.5.4.1 液化石油气发动机的设计和制造应符合公认的标准^①。

10.5.4.2 液化石油气发动机作为主机时，应装设可靠的调速器或等效措施，使主机转速小于等于额定转速的 115%。

10.5.4.3 液化石油气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小于等于额定转速的 10% 和 5%，突加额定负荷时，稳定时间应小于等于 5s；

(2) 液化石油气发动机功率大于 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%。

10.5.4.4 液化石油气发动机应设有应急停车装置，该装置可用关闭液化石油气供气总管上的总阀来实现，且应能在驾驶室进行遥控。

10.5.4.5 排气管出口处应装设火星熄灭器或采取等效措施，其出口应尽可能远离气罐处所。

10.5.5 气罐及其附件

10.5.5.1 气罐及其附件应符合公认的标准^②。

10.5.5.2 气罐应尽可能远离热源，避免阳光直接照射。气罐处所的温度一般应小于等于 45℃，否则应采取适当的降温措施。

10.5.5.3 气罐限量充装阀应在液化石油气充装量达到气罐水容积 80% 时，自动关闭。

10.5.5.4 气罐密封保护盒应可靠地将气罐口及各附件密封，并设有能使泄漏气体排向舷外安全处所的通气管道。

10.5.6 液化石油气燃料控制系统

10.5.6.1 每一气罐出口处应设节流阀，当节流阀两端压力差为 0.35MPa 时，节流阀应自动关闭。

10.5.6.2 每一液化石油气供气系统应设蒸发调节器，经蒸发调节器调节后的压力应小于等于 0.1MPa。

10.5.6.3 在液化石油气供气总管上的蒸发调节器的进口处应装设自动截止阀，该阀可通过遥控或手动复位，且在下列情况之一时，能自动切断液化石油气的供给：

- (1) 点火开关未打开；
- (2) 发动机未运转；
- (3) 机舱抽风机未开。

10.5.6.4 对多气罐的液化石油气系统，应在每一气罐的供气支管上装设截止阀，且截止阀应安装在人易到达并且方便操作的地方。

10.5.6.5 同时供应多台发动机的液化石油气系统，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。

10.5.6.6 气罐应设有气量显示器。

10.5.7 液化石油气供气管系

10.5.7.1 刚性供气管路应采用无缝铜管或无缝不锈钢管。对外径小于等于 12mm 的管

^①参见 GB/T 1147.1 和 GB/T 1147.2 《中小功率内燃机通用技术条件、试验方法》。

^②参见 GB 17259 《机动车用液化石油气钢瓶》。

路,其壁厚应大于等于 0.8mm;对外径大于 12mm 的管路,其壁厚应大于等于 1.5mm。供气管路可采用符合公认标准的橡胶软管^①,但不得采用塑料管。

10.5.7.2 从气罐至蒸发调节器的高压供气管路应安装在气罐处所内。如安装在开敞甲板,应采取防止踩压和碰撞的保护措施。严禁将蒸发调节器安装在液化石油气发动机内部。

10.5.7.3 供气管路不应通过乘客处所、服务处所和控制站。

10.5.7.4 通过机舱的管路应安装在舱底水水位以上的尽可能高处,且不应有接头或附件。

10.5.7.5 供气管路不应与船体结构的金属部件和管路直接接触,应以非金属导管予以支承并固定。

10.5.7.6 液化石油气发动机与任何固定安装的金属管路之间应使用符合公认标准的橡胶软管^②连接,软管两端应以双夹箍紧固,不允许采用弹簧夹头,且连接处应易于接近。

10.5.7.7 供气管路至发动机排气管路、电气设备的距离应大于等于 100mm。供气管路应远离高发热设备,如不可避免,需对供气管路进行绝热保护。

10.5.7.8 管系应进行液压试验和密性试验,试验压力应符合表 10.5.7.8 的规定。

试验压力

表 10.5.7.8

液化石油气管系	试验压力 (MPa)	
	液压试验 (车间)	密性试验 (装船)
气罐至调节器管路	3.3	2.2
调节器至发动机管路	0.3	0.2

10.5.7.9 装船后供气系统应进行效用试验,不应有气体泄漏。表 10.5.7.8 中的密性试验也可与效用试验一起进行。

10.5.8 机舱和气罐处所的通风

10.5.8.1 开敞的机舱和气罐处所可不要求设置通风系统。非开敞气罐处所应设置符合本节 10.5.8.2 要求的自然通风系统,非开敞机舱应设置符合本节 10.5.8.2 要求的自然通风系统和本节 10.5.8.3 要求的机械通风系统。

10.5.8.2 本节 10.5.8.1 所述的自然通风系统应符合下列规定:

- (1) 排风口一般位于舱室高度 1/3 以下,且在舱底水积聚面之上,尽可能远离进风口;
- (2) 排风口一般为百叶窗型式;
- (3) 排风口的截面积应至少保证每 1m³ 的净舱容有 0.3m² 的开口。

10.5.8.3 本节 10.5.8.1 所述的机械通风系统应符合下列规定:

- (1) 应装设足够容量的机械通风系统,非开敞机舱换气次数应大于等于 30 次/h;
- (2) 机舱机械通风应与主机实现启动/运行联锁,即当通风机开启至少 4min 后,发动机才能启动;当通风机因故关停时,发动机应能自动停机;

(3) 机械抽风机的风管进口或机械鼓风机的排风口一般应位于舱室高度 1/3 以下,且在舱底水积聚面之上;

(4) 排风口应尽可能远离发动机排气管的出口,靠近水线时,应设有防止江水倒灌的装置;

- (5) 风机应是防爆型,不会产生火花的结构型式。

10.5.9 可燃气体探测器

10.5.9.1 围蔽的机舱和围蔽/半围蔽的气罐处所应设置固定的可燃气体探测器,探头应

^①参见 QC/T745《液化石油气汽车橡胶管路》

^②参见 QC/T745《液化石油气汽车橡胶管路》

设置在液化石油气蒸气易于泄漏和积聚处。可燃气体探测系统应能持续监测。

10.5.9.2 当液化石油气蒸气浓度达到爆炸下限 30%时, 应能在驾驶室发出声光报警; 当达到爆炸下限 60%时, 液化石油气供气总阀应能自动关闭或从驾驶室遥控关闭。

10.5.9.3 船舶应至少配置 1 只便携式可燃气体探测器。

10.5.10 电气

10.5.10.1 船舶的配电系统应采用绝缘系统。

10.5.10.2 在气罐处所应尽量不安装电气设备, 如确实需要, 应安装能防止液化石油气蒸气点燃的电气设备。

10.5.10.3 船舶应配备 1 只自带电池的手提式防爆灯, 以供应急时使用。

10.5.11 消防

10.5.11.1 除本节规定外, 以液化石油气为燃料的发动机作为主动力船舶的消防应符合本章的相关规定。

10.5.11.2 机舱、气罐处所与载客处所相邻的界面应由钢或其他等效材料制造。对纤维增强塑料船, 该界面机舱一侧应敷设大于等于 10mm 且密度大于等于 100kg/m³ 的隔热材料。

10.5.11.3 容易失火以及燃烧时散发出大量烟雾或有毒气体的涂料、绝缘材料不能用于机舱和气罐处所内。

10.5.11.4 机舱和气罐处所应设有“严禁吸烟”醒目标牌。

10.5.11.5 机舱应按表 10.5.11.5 的规定配置灭火器。

机舱灭火器配置

表 10.5.11.5

机舱总功率 P (kW)	灭火器配置
$P \leq 37.5$	1 个干粉灭火器, 其单个容量大于等于 2kg
$37.5 < P \leq 150$	2 个干粉灭火器, 其单个容量大于等于 2kg
$150 < P \leq 300$	2 个干粉灭火器, 其单个容量大于等于 3kg
$300 < P \leq 450$	2 个干粉灭火器, 其单个容量大于等于 4kg

10.5.11.6 气罐处所应至少配置 2 个干粉灭火器, 其单个容量大于等于 2kg。

10.5.12 安全营运技术条件

10.5.12.1 船上应备有经批准的、可供船上人员随时使用的液化石油气动力系统操作手册, 以作为正常情况和所预料的紧急情况下安全操作的指南。

10.5.12.2 船员应进行液化石油气动力系统正常操作和管理的培训, 内容包括液化石油气燃料特性、系统操作、设备维护、人员防静电、可燃气体探测等。

10.5.12.3 船员应进行应急程序的培训, 以处理液化石油气泄漏或火灾事故等紧急情况。

10.5.12.4 船上人员进入可能有液化石油气积聚的舱室、留空处所或其他封闭处所时, 应采取下列措施之一:

(1) 使用固定式或便携式 液化石油气 探测设备, 确定上述处所的空气中没有危险浓度的液化石油气蒸气;

(2) 人员配带呼吸器和其他必需的防护设备。

10.5.12.5 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。

10.5.13 液化石油气动力系统操作手册

10.5.13.1 液化石油气动力系统操作手册至少应包括本节 10.5.13.2 ~ 10.5.13.6 的内容

10.5.13.2 液化石油气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，确认无液化石油气泄漏；如探头测得机舱（如有时）和气罐处所有液化石油气泄漏，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，当通风机开启达 4min 以上时，发动机方可被起动；当通风机因故障停转时，发动机能自动停机。

10.5.13.3 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处所均应持续通风，不得关闭风机（如设有机械通风时）。

10.5.13.4 对设置固定式可燃气体探测器的船舶，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，液化石油气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。

10.5.13.5 更换气罐和供气管应符合下列要求：

(1) 液化石油气气罐充装后，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；

(3) 应定期检查供气管是否有腐蚀等现象，若发现有潜在的泄漏风险时，则应及时更换供气管。

10.5.13.6 其他要求如下：

(1) 如发现液化石油气供气系统有泄漏，在查明原因和修复以前，该设备不得使用，且应采取切断液化石油气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、处理气罐内液化石油气的残液；

(3) 船舶停航期间，应将液化石油气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。

第 11 章 纤维增强塑料船船体结构

第 1 节 一般规定

11.1.1 一般要求

11.1.1.1 本章适用于以不饱和聚酯树脂、环氧树脂、玻璃纤维或高强纤维（如芳纶纤维、碳纤维等）为主要构造材料，以手糊成型（或辅以喷射成型）工艺、树脂导入成型工艺建造的纤维增强塑料民用船舶，且船舶的主尺度比值应 $L/D \leq 18$ ， $B/D \leq 4$ 。

11.1.1.2 建造纤维增强塑料船所采用的原材料、铺敷成型工艺及检验与试验应符合中国船级社《材料与焊接规范（2023）》的相应规定。

11.1.2 铺层

11.1.2.1 铺层设计层板的力学性能指标应不低于中国船级社《材料与焊接规范（2023）》第 2 篇第 3 章的要求。

11.1.2.2 本章规定的船体构件尺寸均以玻璃纤维无捻粗纱正交布铺糊成型的标准铺层设计层板的力学性能为基准，力学性能指标见表 11.1.2.2，且两个主方向的弹性模量的误差小于等于 20%。

力学性能指标

表 11.1.2.2

拉伸强度 σ_t (N/mm ²)	拉伸模量 E_t (N/mm ²)	弯曲强度 σ_b (N/mm ²)	弯曲模量 E_b (N/mm ²)	压缩强度 σ_p (N/mm ²)	压缩模量 E_p (N/mm ²)
180	11000	180	11000	119	11000

11.1.2.3 对于单层板结构，若层板的强度与标准铺层设计层板的强度不一致时，则本章所规定的船体构件尺寸可乘以下列规定的系数 K_t 和系数 K_w 进行修正：

(1) 层板厚度的修正系数： $K_t = \sqrt{180/\sigma_b}$ ；

(2) 构件剖面模数的修正系数： $K_w = 180/\sigma_t$ 。

式中： σ_b ——单层板的弯曲强度，N/mm²；

σ_t ——单层板的拉伸强度，N/mm²；

当 K_t 小于 0.5 时，取 K_t 等于 0.5；当 K_w 小于 0.7 时，取 K_w 等于 0.7。

11.1.2.4 对于夹层板结构，若其面板的强度与标准铺层设计层板的强度不一致时，则本章所规定的夹层板面板的厚度和夹层结构梁的剖面模数可乘以下列规定的系数 K 进行修正：

$$K = 180/\sigma_t$$

式中： σ_t ——夹层结构面板的拉伸强度，N/mm²；

当系数 K 小于 0.5 时，取 K 等于 0.5。

11.1.2.5 当单层板结构船体梁的上下翼板（或夹层板结构船体梁的上下翼板的面板）的强度与标准铺层设计层板的强度不一致时，则本章所规定的船体梁剖面模数 W_0 可乘以下列规定的系数 K_0 进行修正：

$$K_0 = 119/\sigma_p$$

式中： σ_p ——单层板或夹层板面板的压缩强度， N/mm^2 ；

当系数 K_o 小于 0.7 时，取 K_o 等于 0.7。

11.1.2.6 对于弯曲强度 σ_b 和/或拉伸强度 σ_t 大于 400MPa 的层板，除按本节 11.1.2.3、11.1.2.4 和 11.1.2.5 进行修正外，还应对以该层板构成的船体构件的刚度进行校核，或自行计算出层板的最小厚度。

11.1.2.7 每层以玻璃纤维及其制品增强的层板厚度 t 可按下式计算：

$$t = \frac{W_G}{10\gamma_R G} + \frac{W_G}{1000\gamma_G} - \frac{W_G}{1000\gamma_R} \text{ mm}$$

式中： W_G ——单位面积玻璃毡或玻璃布的设计重量， g/m^2 ；

G ——层板的玻璃纤维含量（重量比），%；

γ_R ——经固化后的树脂密度， g/cm^3 ；

γ_G ——玻璃毡或玻璃布的密度， g/cm^3 。

11.1.2.8 船体外板、甲板的外表面应涂敷胶衣树脂进行防护。胶衣应具有良好的耐候性、耐水性及韧性，涂层要密致均匀。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。

第 2 节 结构设计原则

11.2.1 夹层结构

11.2.1.1 夹层板是由两层较薄的层板和中间一层较厚的芯材构成的合成板。

11.2.1.2 夹层板的较薄面板与较厚面板的厚度之比应大于等于 0.5。

11.2.1.3 夹层结构的芯材一般不参与结构的强度计算。

11.2.2 骨材间距

11.2.2.1 单层板结构的肋骨、纵骨及扶强材的间距 s 应小于等于 500mm。

11.2.2.2 当船体外板、甲板、舱壁、围壁采用夹层结构板时，外板、甲板、舱壁、围壁上可仅设置强横梁、甲板纵桁、实肋板、底龙骨（纵桁）、强肋骨、舷侧纵桁等强骨材。纵横骨材所划分的夹层板板格边长的最大边长应小于等于 3.6m。

11.2.3 带板的有效宽度

11.2.3.1 本章中各构件剖面模数和惯性矩的要求值，除有特殊规定者外均为连带板的最小要求值。

11.2.3.2 单层板带板的有效宽度 b_e 取下列计算所得之值的小者：

$$b_e = s \quad \text{mm}$$

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

式中： s ——骨材间距，mm；

t ——带板厚度，mm；

b_s ——骨材底脚宽度，mm，见图 11.2.3.2。

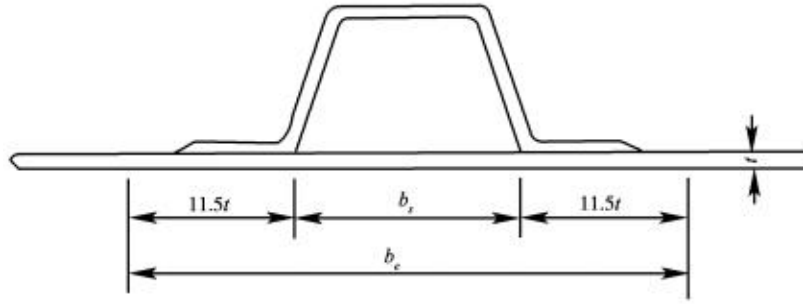


图 11.2.3.2 单层板带板的有效宽度

11.2.3.3 夹层板带板的有效宽度 b_e 应符合下述规定：

(1) 如芯材为泡沫塑料、轻木等无效芯材时，带板的有效宽度 b_e 应小于等于下式计算所得之值：

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

(2) 如芯材为胶合板等有效芯材时，带板的有效宽度 b_e 应小于等于下式计算所得之值：

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

式中： d ——带板的两面板厚度中心线的距离，mm。

11.2.4 构件剖面几何尺寸

11.2.4.1 本章规定的构件剖面的几何形式，一般采用帽型剖面形式。

11.2.4.2 帽型剖面构件的腹板高度 h 与厚度 t 之比值以及面板宽度 b 与厚度 t_1 之比值应符合下列规定：

$$h/t \leq 30$$

$$b/t_1 \leq 20$$

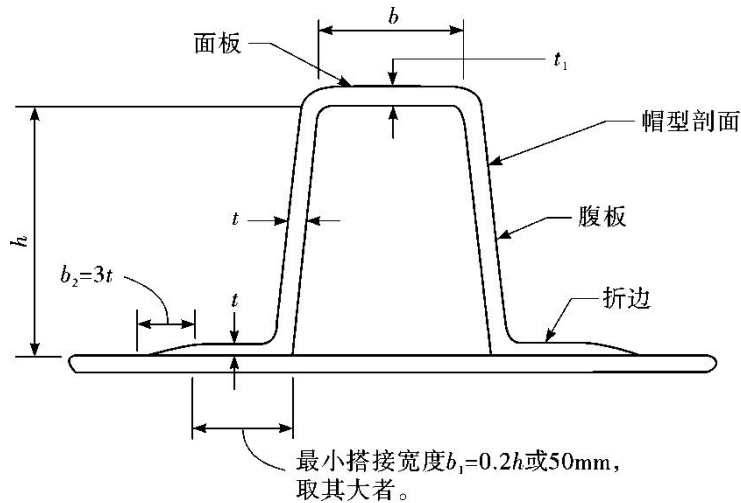


图 11.2.4.2 帽型构件的剖面

11.2.4.3 T 型剖面构件的腹板高度 h 与厚度 t 之比值以及面板宽度 b 与厚度 t_1 之比值应符合下列规定：

$$h/t \leq 20$$

$$b/t_1 \leq 10$$

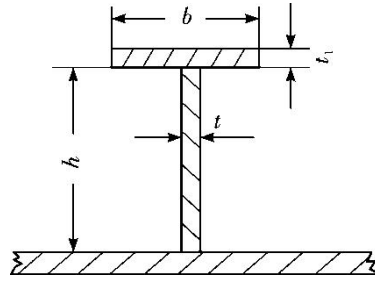


图 11.2.4.3 T 形构件的剖面

11.2.4.4 其他剖面形式构件的几何尺寸之比应另行考虑。

11.2.5 开孔

11.2.5.1 船中部 0.4L 区域及舱口角隅区域应尽量避免开孔。如必须开孔，则开孔的形状应特殊设计以减小应力集中程度。

11.2.5.2 应尽量减少在板和构件上开孔。当开孔直径大于 150mm 时，单层板应在距孔缘周边不小于开孔半径的区域内至少加厚 50% 予以补强，夹层板应预埋具有一定机械强度的套管予以补强。

11.2.5.3 主要骨材腹板上的开孔的高度应不大于骨材腹板高度的 0.4 倍，开孔的长度应不大于开孔高度的 3 倍，开孔边缘距骨材顶板的距离应不小于骨材腹板高度的 0.25 倍，否则应对开孔进行补强，且开孔处的剖面模数应不小于要求值。开孔的边缘应平滑，角隅应设圆弧。孔缘与孔缘之间的距离应尽可能远离，且不小于开孔高度的 2 倍。

11.2.5.4 主要骨材腹板上的开孔边缘距骨材支撑点的距离应不小于腹板高度的 1.5 倍。主要骨材腹板在支柱和肘板趾端处不应开孔，否则应在开孔两端处设置垂向加强筋加强。

11.2.5.5 单层板的所有开口的边缘应采用树脂封闭；夹层板的开孔边缘应用浸透树脂的毡封闭。

第 3 节 总纵强度

11.3.1 一般要求

11.3.1.1 对船长 $L \geq 15\text{m}$ 且 $L/D \geq 12$ 的船舶，以及船中部 0.4L 区域内甲板开口宽度大于 1/2 船宽的船舶，应校核船舶中剖面模数和惯性矩。

11.3.2 中剖面模数

11.3.2.1 计算总纵强度时，通常取船长 L 一半处的船舶中横剖面作为校核剖面。对于舷甲板边线（甲板船）或舷侧顶板线（舱口船）和平板龙骨处的船舶中剖面模数 W_0 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W_0 = aKK_c L^2 B \quad \text{cm}^3$$

式中： L ——船长，m；

B ——船宽，m；

a ——系数，A级航区， $a = 1.0$ ，B级航区， $a = 0.85$ ，C级航区， $a = 0.75$ ；

K ——系数， $K = 9 + 0.63L - 0.0028L^2$ ；

K_c ——系数， $K_c = 1.36 - 0.6C_b$ ；

其中： C_b ——方形系数，当 $C_b < 0.6$ ，取 $C_b = 0.6$ ；当 $C_b > 0.85$ ，取 $C_b = 0.85$ 。

11.3.3 中剖面惯性矩

11.3.3.1 中剖面对其中和轴的惯性矩 I 应大于等于按下式计算所得之值:

$$I = 4.0K_E W_0 L \quad \text{cm}^4$$

式中: L ——船长, m;

W_0 ——本节 11.3.2.1 规定的中剖面模数, cm^3 ;

K_E ——层板拉伸模量系数, 取 $K_E = \frac{11000}{E_t}$;

其中: E_t ——层板的拉伸模量, MPa。

11.3.4 剖面模数计算

11.3.4.1 将中剖面对其中和轴的惯性矩分别除以从中和轴到中剖面舷侧处的强力甲板边线和到基线的垂直距离, 就得出对甲板和船底的中剖面模数。

11.3.4.2 强力甲板及其以下所有在船中部 $0.4L$ 区域内连续的纵向构件, 均可计入船体中剖面模数。舷顶列板在强力甲板以上的延伸部分可计入中剖面模数。对于甲板以上的舱口围板, 在船中部 $0.4L$ 区域内保持连续时, 可计入其 80% 的剖面积, 但在计算对甲板边线和平板龙骨处的剖面模数 W_0 时, 应较 11.3.2.1 中要求的中剖面模数增大 5%。

11.3.4.3 在纵桁腹板上, 垂向尺寸大于腹板高度 15% 的开口, 计算时应扣除开口的剖面积。

11.3.4.4 在船中部 $0.4L$ 区域内舱口边线以外的甲板开口所占剖面积一般应予扣除。

第 4 节 外板

11.4.1 船中部外板

11.4.1.1 单层板结构的外板应符合下列规定:

(1) 平板龙骨的宽度或帽型龙骨的围长不应小于 $0.1B$, 其厚度均大于等于船底板厚度的 1.5 倍, 且在整个船长内保持不变;

(2) 船底为横骨架式时, 船中 $0.4L$ 区域内单层板结构的船底板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 13s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s ——肋骨间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.3 确定。

(3) 船底为纵骨架式时, 船中 $0.4L$ 区域内单层板结构的船底板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 12.5s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s ——纵骨距离, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.3 确定。

(4) 舷侧为横骨架式时, 舷侧板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 11.8s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s ——肋骨间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.3 确定。

(5) 舷侧为纵骨架式时, 舷侧板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 11.4s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 纵骨距离，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本章 2.1.5.3 确定。

11.4.1.2 夹层结构外板应符合下列规定：

(1) 当外板的芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，其总厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = 12.65k \left(1 + \frac{1}{\gamma} \right) \frac{hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 板格的短边长度，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.3 确定；

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

τ_c —— 芯材的抗剪强度，N/mm²；

k —— 系数， $k = 1.1578 - 0.4928 \frac{s}{a}$ ；当板格的短边与长边之比 s/a 小于 0.375 时，

取 $k=0.973$ 。

其中：a —— 夹层板板格的长边长度，m；

(2) 当外板的芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，其面板的厚度 t_f 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t_f = 13.48s \sqrt{\frac{kk_1 h}{\gamma}} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 板格的短边长度，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.3 确定；

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

k —— 系数， $k = 0.158 - 0.11 \left(\frac{s}{a} \right)$ ，当 $s/a < 0.3$ 时，取 $k = 0.125$ ；

k_1 —— 系数， $k_1 = 0.6697 - 0.2222 \left(\frac{s}{a} \right) + 1.44 \left(\frac{s}{a} \right)^2 - 0.8275 \left(\frac{s}{a} \right)^3$ ；

其中：a —— 板格的长边长度，m。

非外露面板的厚度可按上式计算所得之值减少 0.5mm。任何情况下外露面板的厚度不得小于 1.8mm，非外露面板的厚度不得小于 1.2mm。

(3) 外板板格中心的最大挠度应不大于板格短边长度的 0.02 倍。当外板的芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，其板格中心的最大挠度 V 按下式计算：

$$V = \frac{9.81hs^4}{D} (k + \rho k_1) \times 10^6 \quad \text{mm}$$

式中：h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本章 2.1.5.3 确定；

s —— 板格的短边长度，m；

k —— 系数， $k = 2.6283 - 0.2529 \left(\frac{s}{a} \right) + 1.02 \left(\frac{s}{a} \right)^2 - 2.0845 \left(\frac{s}{a} \right)^3$ ；

$$k_1 \text{——系数, } k_1 = 12.494 + 0.0713 \left(\frac{s}{a}\right) - 2.4395 \left(\frac{s}{a}\right)^2 - 2.6505 \left(\frac{s}{a}\right)^3;$$

其中: a ——板格的长边长度, m;

$$D \text{——夹层板板条梁单位弯曲刚度, } D = \frac{E_f t_f d^2}{2(1-\nu_f^2)};$$

$$\rho \text{——系数, } \rho = \frac{\pi^2 D}{10^6 G_c d s^2};$$

其中: E_f ——面板拉伸弹性模量, N/mm²;

G_c ——芯材的剪切弹性模量, N/mm²;

ν_f ——面板的泊松比;

d ——上、下面板中心线间的距离, mm;

t_f ——上、下面板的平均厚度, mm。

11.4.2 首尾部的的外板

11.4.2.1 单层板结构的首尾部分船底板厚度应与船中部 0.4L 区域内的船底板厚度相同。

11.4.2.2 单层板结构的舷侧板可在船中部 0.4L 区域以外向首尾两端逐渐减薄, 在船端处舷侧板的厚度可为船中部分船侧板厚度的 0.85 倍。

11.4.2.3 夹层结构的首尾部分外板厚度应与船中部的的外板厚度相同。

11.4.3 外板的局部加强

11.4.3.1 对于尾轴管出口处的外板及推进器顶部的的外板应适当加厚。

11.4.3.2 锚链管处的四周外板应适当加厚。

11.4.3.3 船中 0.5L 区域内应尽量避免在外板上开口, 如要开口时, 则应开成长轴沿船长方向布置的椭圆形开口。如在这区域内的外板上有矩形开口时, 开口角隅应为圆角, 还须增大板厚, 予以补偿。对船中 0.5L 区域外的开口, 可视具体情况予以部分补偿或不予补偿。

11.4.3.4 测深管下方的船底板应适当加厚, 以防止因测深而引起的损坏。

11.4.4 尾封板的附加要求

11.4.4.1 尾封板及其扶强材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。

11.4.4.2 安装舷外机或尾推进装置的尾封板一般应采用芯材为胶合板或类似刚性材料的夹层板。尾封板的总厚度应根据发动机的功率适当加厚。

第 5 节 甲板

11.5.1 一般要求

11.5.1.1 单层板结构纵骨架式强力甲板的纵骨不应在同一横剖面上终止, 其末端必须错开, 并须延伸至横梁上。

11.5.2 单层板结构的甲板

11.5.2.1 强力甲板在船中部 0.4L 区域内的厚度 t 应大于等于按下列各式计算所得之值:

(1) 横骨架式:

$$t = 16s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 横梁间距，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本章 2.1.5.2 确定。

(2) 纵骨架式：

$$t = 15.5s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 纵骨间距，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定。

11.5.2.2 强力甲板在船中部 0.4L 区域以外的厚度可向船端部逐渐减薄，但其厚度应大于等于船中部甲板厚度的 0.85 倍。

11.5.2.3 其他各层甲板的厚度应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = 14s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 横梁或纵骨间距，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定。

11.5.2.4 上层建筑各层甲板的厚度应大于等于 3.5mm；顶篷甲板的厚度应大于等于 3mm。

11.5.3 夹层结构甲板

11.5.3.1 夹层结构甲板应符合下列规定：

(1) 当芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，夹层结构甲板的总厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = 14.5k \left(1 + \frac{1}{\gamma} \right) \frac{hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 夹层板板格的短边长度，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定；

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

τ_c —— 芯材的抗剪强度，N/mm²；

k —— 系数， $k = 1.1578 - 0.4928 \frac{s}{a}$ ；

其中：a —— 夹层板板格的长边长度，m；当板格的短边与长边之比 s/a 小于 0.375 时，取

$$k = 0.975。$$

(2) 当芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，夹层结构甲板的面板厚度 t_f ，应大于等于按下式计算所得之值：

$$t_f = 15.5s \sqrt{\frac{kk_1 h}{\gamma}} \quad \text{mm}$$

式中：s —— 夹层板板格的短边长度，m；

h —— 计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定；

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

k —— 系数， $k = 0.158 - 0.11 \left(\frac{s}{a} \right)$ ，当 $s/a < 0.3$ 时，取 $k = 0.125$ ；

$$k_1 \text{——系数, } k_1 = 0.6697 - 0.2222 \left(\frac{s}{a} \right) + 1.44 \left(\frac{s}{a} \right)^2 - 0.8275 \left(\frac{s}{a} \right)^3;$$

其中： a ——板格的长边长度，m。

非外露面板的厚度可按上式计算所得之值减少 0.5mm。任何情况下外露面板的厚度不得小于 1.5mm，非外露面板的厚度不得小于 1.0mm。

甲板板格中心的最大挠度应不大于板格短边长度的 0.02 倍。当甲板的芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，板格中心的最大挠度 V 按本章 11.4.1.2 (3) 计算。

11.5.4 甲板的局部加强

11.5.4.1 甲板上所有的货舱口和机舱口的开口角隅应为圆角，其角隅半径应符合 11.13.5 的规定。

11.5.4.2 当强力甲板上的机舱口、货舱口的角隅是抛物线或椭圆形时，应符合图 11.5.4.2 的规定。

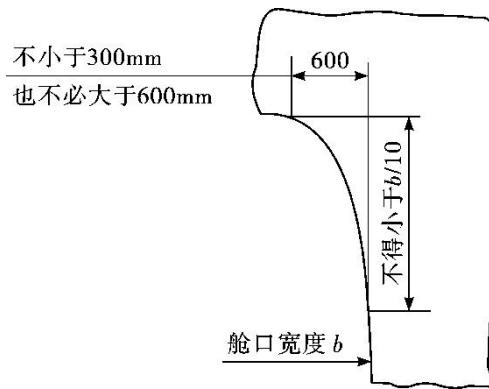


图 11.5.4.2

11.5.4.3 强力甲板舱口边线外的开口应尽量减少，且应避免开口角隅，并作适当补强。

11.5.4.4 对甲板上容易磨损的部位应适当增加其厚度。

11.5.4.5 对装设甲板机械或装载重物的甲板部位应增加其厚度或予以适当加强。

第 6 节 船底骨架

11.6.1 一般要求

11.6.1.1 龙骨间距及龙骨至舭部折角线或舭部圆弧中点的间距应小于等于 2.5m。

11.6.1.2 横骨架式单底应在每个肋位上设置实肋板；纵骨架式单底实肋板的间距应小于等于 2.5m。

11.6.1.3 船体骨架纵向构件不允许突然中断。

11.6.1.4 中龙骨必须连续贯通，并应尽可能贯通至全船。

11.6.2 单层底结构

11.6.2.1 实肋板应符合下列规定：

(1) 实肋板的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 26.7ksh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——实肋板间距，m；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.3 确定；

l ——肋板跨距，m，取实肋板面板与两舷侧交点之间的距离，但大于等于该处甲板宽的 0.8 倍；

k ——系数，按表 11.6.2.1 (1) 确定。

系数 k

表 11.6.2.1 (1)

l/B_c	横骨架式		纵骨架式	
	1根龙骨	3根龙骨	1根龙骨	3根龙骨
≤ 0.5	0.25	0.15	0.20	0.05
0.75	0.50	0.35	0.25	0.10
1.0	0.90	0.65	0.45	0.25
1.25	1.10	0.90	0.65	0.45
1.5	1.20	1.05	0.90	0.70
1.75	1.20	1.10	1.00	0.90
≥ 2.0	1.20	1.10	1.15	1.05

注：当 l/B_c 为表列中间数值时，则 k 系数可用内插法求得。

表中： l_c ——舱底板架长度，m，取两横舱壁（横舱壁的高度应大于等于 $D/2$ ）的间距；

B_c ——舱底平面宽度，m，取舷侧与舷侧之间的距离取实肋板与舷侧外板交点之间的距离，但大于等于船宽的 0.85 倍。

(2) 实肋板在纵中剖面的高度 H 应大于等于按下式计算所得之值：

$$H = 50l \quad \text{mm}$$

式中： l ——实肋板跨距，m，取实肋板面板与两舷侧交点之间的距离。

(3) 斜底船中部向船侧延伸的实肋板的腹板高度可逐渐减小，但离纵中剖面 $3/8$ 船宽处的腹板高度应大于等于在纵中剖面处腹板高度的 $1/2$ 。

11.6.2.2 中龙骨的腹板高度应大于等于该处实肋板高度，其剖面模数应大于等于该处实肋板剖面模数的 1.5 倍。

11.6.2.3 对于单机船的机舱及平底船，允许以机座纵桁或两道旁龙骨（左右各 1 道）代替中龙骨。中龙骨与旁龙骨不应同时在舱壁处突然中断，应各自在舱壁背面处延伸，其延伸长度应不少于 2 个肋位。

11.6.2.4 旁内龙骨的剖面模数应与该处实肋板的剖面模数相同。

11.6.2.5 船底纵骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 26.2shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——纵骨间距，m；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.3 确定；

l ——纵骨跨距，m，取实肋板间距。

11.6.3 夹层板结构

11.6.3.1 船底板为夹层板结构时，实肋板应符合本节 11.6.2.1 的规定。

11.6.3.2 船底板为夹层板结构时, 龙骨应符合本节 11.6.2.2、11.6.2.4 的规定。

第 7 节 甲板骨架

11.7.1 一般要求

11.7.1.1 强力甲板的横梁梁拱值, 建议为船宽的 1/60, 客船则为船宽的 1/100。遮蔽处所的甲板可适当降低梁拱。

11.7.2 甲板横梁

11.7.2.1 甲板为横骨架式时, 应在每个肋位处设置横梁。

11.7.2.2 横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 21.8csh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——横梁间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;

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

c ——系数: 对液舱顶的横梁, $c=1.3$; 对其他横梁, $c=1.0$ 。

11.7.3 甲板纵骨

11.7.3.1 强力甲板的纵骨不应终止于同一横剖面上, 在末端要相互错开, 并延伸至强横梁上。

11.7.3.2 甲板纵骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 24.5csh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——纵骨间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;

l ——纵骨跨距, m, 强横梁之间或强横梁与舱壁之间的距离, 取较大者;

c ——系数: 对液舱顶的纵骨, $c=1.3$; 对其他纵骨, $c=1.0$ 。

11.7.4 甲板纵桁

11.7.4.1 甲板纵桁的间距一般小于等于 2.5m, 并与龙骨应尽可能设置在同一平面内。

11.7.4.2 横骨架式甲板纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 227cbh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: b ——甲板纵桁支承面积的平均宽度, m;

l ——纵桁跨度, m, 取支柱之间或支柱与舱壁之间距离的大者;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;

c ——系数: 对液舱顶纵桁, $c=1.3$; 对其他纵桁, $c=1.0$ 。

11.7.4.3 甲板纵桁受集中载荷时, 其剖面模数 W 除应满足本节 11.7.4.2 要求之外, 尚应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 0.28cc_1Pl \quad \text{cm}^3$$

式中: P ——集中载荷, kN;

c ——系数: 对液舱顶的甲板纵桁, $c=1.3$; 对其他纵桁, $c=1.0$;

- l ——纵桁跨距, m, 同本节 11.7.4.2;
- c_1 ——系数, 按表 11.7.4.3 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。

all	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
c_1	4.15	8.10	10.84	12.80	14.06	14.70	14.4	12.5

注: 当 all 为表列中间数值时, 则 c_1 系数可用内插法求得。

11.7.4.4 纵骨架式甲板纵桁的剖面尺寸取与纵骨架式强横梁相同。

11.7.5 强横梁

11.7.5.1 甲板强横梁的间距一般小于等于 2.5m, 应与舷侧强肋骨设置在同一肋位上。

11.7.5.2 纵骨架式强横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 20.4csh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: s ——强横梁间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;

l ——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;

C ——系数: 对液舱顶的强横梁, $c=1.3$; 对其他强横梁, $c=1.0$ 。

11.7.5.3 甲板强横梁受集中载荷时, 其剖面模数 W 除应满足 11.7.5.2 要求之外, 尚应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 0.25cc_1Pl \quad \text{cm}^3$$

式中: P ——集中载荷, kN;

C ——系数: 对液舱顶的甲板强横梁, $C=1.3$; 对其他强横梁, $C=1.0$;

l ——强横梁跨距, m, 同本节 11.7.5.2;

c_1 ——系数, 按表 11.7.5.3 选取。表中 a 为 P 的作用点至强横梁两支点间较远一点的距离, m。

all	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.60	0.50
c_1	4.15	8.10	10.84	12.80	14.06	14.70	14.4	12.5

注: 当 all 为表列中间数值时, 则 c_1 系数可用内插法求得。

11.7.5.4 横骨架式强横梁的剖面尺寸取与横骨架式甲板纵桁相同。

11.7.6 舱口甲板纵桁及舱口端横梁

11.7.6.1 舱口甲板纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值:

$$W = 14k_1k_2k_3(ah + bh_1)l^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: k_1 、 k_2 、 k_3 ——系数, 按表 11.7.6.1 确定;

l ——舱口纵桁跨距, 取舱口端横梁之间的距离, m;

a ——舱口纵桁与舷侧间的距离, m;

- b ——舱口宽度, m;
- h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;
- h_1 ——舱口盖计算载荷相当水柱高度, m, 按实际载荷计算, 但大于等于 0.2m; 无舱口盖时, 取 $h_1 = 0$ 。

计算舱口纵桁剖面模数时, 可将甲板上舱口围板剖面面积的 60% 计入。

系数 k_i 表 11.7.6.1

舱口支柱布置情况	系数 k_i		
	k_1	k_2	k_3
无支柱	$2.51 - 2 \frac{l}{l_c}$	$1.91 - 1.58 \frac{b}{B_c}$	$2 - \frac{l_c}{B_c}$
舱口端横梁跨中设支柱	0.8	1.0	$2 - \frac{l_c}{B_c}$
舱口四角设支柱	0.7	1.0	1.0

表中: l_c ——舱长, m, 取两横舱壁间的距离;
 B_c ——舱宽, m, 取舱长中点处的甲板宽度;
 当 $l/l_c > 0.8$ 时, 取 $l/l_c = 0.8$;
 当 $l/B_c < 0.5$ 时, 取 $l/B_c = 0.5$; 当 $l/B_c > 1.5$ 时, 取 $l/B_c = 1.5$ 。

11.7.6.2 舱口端横梁的剖面尺寸取与舱口纵桁相同。

11.7.7 无支柱甲板骨架

11.7.7.1 当甲板板架下方未设置支柱时, 甲板强横梁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值, 且大于等于甲板纵桁的剖面模数:

$$W = 25ksh^2 \quad \text{cm}^3$$

- 式中: s ——强横梁间距, m;
- h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;
- l ——强横梁跨距, m, 取甲板宽度;
- k ——系数, 按表 11.7.7.1 选取。

系数 k 表 11.7.7.1

l/B_c \ 型式	1 道甲板纵桁				3 道甲板纵桁			
	$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$	$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$
0.5	0.154	0.162	0.184	0.213	0.052	0.089	0.120	0.148
0.75	0.172	0.250	0.317	0.369	0.107	0.188	0.247	0.294
1.0	0.231	0.374	0.448	0.498	0.178	0.300	0.374	0.424
1.25	0.298	0.473	0.537	0.567	0.250	0.400	0.469	0.509
1.5	0.354	0.540	0.579	0.591	0.314	0.474	0.530	0.556
1.75	0.400	0.575	0.592	0.593	0.364	0.524	0.563	0.576
2.0	0.431	0.591	0.591	0.584	0.402	0.554	0.577	0.580

注: 当 l/B_c 为表列中间数值时, 则 k 系数可用内插法求得。

表中: n ——强横梁数量;
 l_c ——板架长度, m, 取两横舱壁间距;

B_c ——板架宽度，取两横舱壁间距中点的甲板宽度。

11.7.7.2 当甲板板架下方未设置支柱时，甲板纵桁的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值，且大于等于甲板强横梁的剖面模数：

$$W = 27.8kbh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： b ——纵桁间距，m；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定；

l ——纵桁跨距，m，取两横舱壁间距；

k ——系数，按表 11.7.7.2 选取。

系数 k

表 11.7.7.2

l/B_c	型式	1 道甲板纵桁				3 道甲板纵桁			
		$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$	$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n \geq 7$
0.5		0.753	0.567	0.491	0.438	0.847	0.704	0.645	0.601
0.75		0.560	0.353	0.271	0.220	0.725	0.518	0.426	0.365
1.0		0.393	0.205	0.141	0.106	0.569	0.348	0.258	0.205
1.25		0.269	0.115	0.074	0.056	0.426	0.222	0.150	0.112
1.5		0.185	0.070	0.046	0.041	0.313	0.138	0.088	0.065
1.75		0.130	0.055	0.036	0.031	0.230	0.084	0.059	0.050
2.0		0.094	0.045	0.033	0.024	0.171	0.068	0.041	0.040

注：当 l/B_c 为表列中间数值时，则 k 系数可用内插法求得。

表中： n ——强横梁数量；

l_c ——板架长度，m，取两横舱壁间距；

B_c ——板架宽度，取两横舱壁间距中点的甲板宽度。

11.7.8 夹层板结构

11.7.8.1 当甲板为夹层板结构时，甲板纵桁、甲板强横梁应符合本节 11.7.4、11.7.5、11.7.6 或 11.7.7 的规定。

第 8 节 舷侧骨架

11.8.1 一般要求

11.8.1.1 舷侧骨架可采用横骨架式或纵骨架式。横骨架式一般采用强肋骨与普通肋骨相间布置的交替肋骨制型式。强肋骨间距一般小于等于 2.5m。

11.8.1.2 当型深大于等于 2m 时，舷侧应设一道自首防撞舱壁到机舱后壁连续的，尺寸与强肋骨相同的舷侧纵桁。舷侧纵桁距肋骨下端的距离 a 应符合下式规定：

$$0.4l \leq a \leq 0.55l$$

式中： l ——肋骨跨距，m。

11.8.2 肋骨

11.8.2.1 肋骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 12sh^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——肋骨间距， m；

l ——肋骨跨距， m， 在舷侧从船底板或内底板上表面至甲板间的垂直距离， 对于船中 $0.5L$ 区域的肋骨， l 应在船中处量取； 对于距首端 $0.25L$ 以前和距尾端 $0.25L$ 以后的肋量， l 应分别在距首尾端 $0.25L$ 处量取；

h ——计算载荷相当水柱高度， m， 按本规则 2.1.5.3 确定。

11.8.2.2 当在肋骨跨距中部设有一道舷侧纵桁时， 肋骨的剖面模数可减少至按本节

11.8.2.1 计算所得之值的 0.65 倍。

11.8.3 强肋骨

11.8.3.1 舷侧为纵骨架式时， 应在实肋板处设置强肋骨， 强肋骨间距小于等于 4 个肋距。

11.8.3.2 强肋骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 15shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——强肋骨间距， m；

h ——计算载荷相当水柱高度， m， 按本规则 2.1.5.3 确定；

l ——强肋骨跨距， m， 单底取型深值， 双底取型深减去双层底的高度。

11.8.3.3 舷侧纵骨的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = 222shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——纵骨间距， m；

h ——计算载荷相当水柱高度， m， 自纵骨处量至干舷甲板边线的垂直距离；

l ——纵骨跨距， m， 取强肋骨间距。

11.8.4 首尾尖舱肋骨

11.8.4.1 首尾尖舱肋骨(或强肋骨)的剖面模数应较 11.8.2(或 11.8.3)的规定增大 15%。

第 9 节 舱壁

11.9.1 一般要求

11.9.1.1 水密舱壁和浮力体的设置应符合本规则第 2 章的相应规定。

11.9.1.2 深舱的预定用途及其溢流管的高度应在送审图纸上注明。深舱内的扶强材、肋骨和横梁等构件均不得贯穿深舱的周界。

11.9.1.3 深舱周界的内表面应铺设至少不低于 $600\text{g}/\text{m}^2$ 重的短切毡， 铺层表面涂上一层树脂或其他合适的涂层。

11.9.1.4 本节关于舱壁的规定均指横向舱壁。对纵向舱壁的要求与横向舱壁相同。

11.9.2 舱壁板

11.9.2.1 单层板结构舱壁板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = ks\sqrt{h} \quad \text{cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距， m；

h ——计算载荷相当水柱高度， m， 自舱壁下缘量至舱壁顶缘或量至溢流管顶端的垂直距离；

k ——系数，按表 11.9.2.1 选取。

系数 k

表 11.9.2.1

舱壁种类	防撞舱壁		干货舱壁（或结构舱壁）		深舱舱壁	
	水平扶强材	垂直扶强材	水平扶强材	垂直扶强材	水平扶强材	垂直扶强材
k	11.5	10.0	10.5	9.0	12.5	10.5

11.9.2.2 当舱壁为夹层板结构且芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，夹层板的总厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t = 11.4kk_1 \left(1 + \frac{1}{\gamma} \right) \frac{hs}{\tau_c} \text{ mm}$$

式中： s ——夹层板板格的短边长度，m；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，自舱壁下缘量至舱壁顶缘或量至溢流管顶端的垂直距离；

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

τ_c ——芯材的抗剪强度，N/mm²；

k ——系数，防撞舱壁取 $k=1$ 、深舱舱壁取 $k=1.1$ 、货舱舱壁取 $k=0.9$ ；

k_1 ——系数， $k_1 = 1.1578 - 0.4928 \frac{s}{a}$ 。

式中： a ——夹层板板格的长边长度，m；当板格的短边与长边之比 s/a 小于 0.375 时，取 $k=0.973$ 。

11.9.2.3 当舱壁为夹层板结构且芯材为各向同性材料（如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料）时，夹层结构舱壁板的面板厚度 t_f 应大于等于按下式计算所得之值：

$$t_f = 12.1k_0s \sqrt{\frac{kk_1h}{\gamma}} \text{ mm}$$

式中： s ——夹层板板格的短边长度，m；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，自舱壁下缘量至舱壁顶缘或量至溢流管顶端的垂直距离；

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

k_0 ——系数，防撞舱壁取 $k_0=1$ 、深舱舱壁取 $k_0=1.1$ 、货舱舱壁取 $k_0=0.9$ ；

k ——系数， $k = 0.158 - 0.11 \left(\frac{s}{a} \right)$ ，当 $s/a < 0.3$ 时，取 $k=0.125$ ；

k_1 ——系数， $k_1 = 0.6697 - 0.2222 \left(\frac{s}{a} \right) + 1.44 \left(\frac{s}{a} \right)^2 - 0.8275 \left(\frac{s}{a} \right)^3$ ；

其中： a ——板格的长边长度，m。

在任何情况下，夹层板舱壁的面板厚度不得小于 1.2mm。

11.9.3 舱壁扶强材

11.9.3.1 单层板舱壁的扶强材可垂直布置也可水平布置，单层板结构舱壁的扶强材间距一般小于等于 500mm。夹层板舱壁应在甲板纵桁处设置垂直桁。

11.9.3.2 舱壁垂直扶强材的剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

$$W = kk_cshl^2 \text{ cm}^3$$

式中： s ——扶强材间距，m；

l ——扶强材跨距，m，包括肘板在内的扶强材长度；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，自舱壁下缘量至舱壁顶缘或量至溢流管顶端的垂直距离；

k ——系数，按表 11.9.3.2 (1) 选取；

k_c ——系数，按表 11.9.3.2 (2) 选取。

当扶强材跨距中部设有水平桁材时，扶强材的剖面模数可取上式计算值的 0.65 倍。

系数 k

表 11.9.3.2 (1)

舱壁种类	防撞舱壁	干货舱壁	深舱舱壁
k	12.9	12.0	14.4

系数 k_c

表 11.9.3.2 (2)

扶强材端部约束	两端有肘板	下端有肘板	两端无肘板
k_c	1	1.3	1.55

11.9.3.3 舱壁水平扶强材的剖面模数 W 应大于等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，取舱壁垂直桁间距；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，自扶强材跨距中点量至舱壁顶缘或溢流管顶端的垂直距离；

k ——系数，按表 11.9.3.3 选取。

系数 k

表 11.9.3.3

舱壁种类	防撞舱壁	干货舱壁	深舱舱壁
k	23.4	21.8	26.2

11.9.4 桁材

11.9.4.1 垂直桁材剖面模数 W 应大于等于按下式计算所得之值：

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

式中： b ——由桁材所支承面积的宽度，m；

h ——计算载荷相当水柱高度，m，自舱壁下缘量到舱壁顶缘或量至溢流管顶端的垂直距离；

l ——桁材的跨距，m，取桁材包括肘板在内的长度；

k ——系数，按表 11.9.4.1 选取。

系数 k

表 11.9.4.1

舱壁种类	防撞舱壁	干货舱壁	深舱舱壁
k	14.6	13.1	16.2

11.9.4.2 水平桁材的尺寸取与垂直桁材的相同。

11.9.4.3 桁材的末端要用肘板连接。

11.9.5 通气孔和排水孔

11.9.5.1 在液舱内，所有非水密构件上均应开设通气孔和流水孔，以保证气体能自由流向通气管，液体能自由流向吸口。

第 10 节 支柱

11.10.1 支柱的负荷

11.10.1.1 当仅在强力甲板（或干舷甲板）下方设置支柱时，支柱的计算负荷 P 按下式计算：

$$P=9.8kabl \quad \text{kN}$$

式中： a 、 b ——支柱所支撑甲板（船底）面积的长度和宽度，m，如图 11.10.1.1 所示；
 h ——计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定；

$$k \text{——系数，} k = 0.5 \left(1 + \frac{d_0}{h} \right)；$$

其中： d_0 ——船底计算压头，m，空舱内的支柱取 d_0 等于满载吃水，货舱（含机舱）内的支柱取 d_0 为满载吃水的 0.6 倍；当 $d_0 < 1.0\text{m}$ 时，取 $d_0 = 1.0\text{m}$ 。

11.10.1.2 当自船底向上连续设置二层及二层以上支柱时，各层甲板下支柱的计算负荷 P 按下式计算：

$$P = 9.81abh + c_1(0.95P') \quad \text{kN}$$

式中： a 、 b ——支柱所支撑甲板面积的长度和宽度，m，如图 11.10.1.1 所示；
 h ——计算载荷相当水柱高度，m，按本规则 2.1.5.2 确定；
 P' ——上方支柱的负荷，kN；
 c_1 ——系数，按下式计算所得：

$$c_1 = 2 \frac{l_1^3}{l^3} - 3 \frac{l_1^2}{l^2} + 1$$

其中： l_1 ——为上方支柱中心线至如图 11.10.1.2 所示的下方计算支柱中心线间的距离，m；
 l ——为下方计算支柱中心线至如图 11.10.1.2 所示的相邻支柱中心线（或舱壁）间的距离，m。

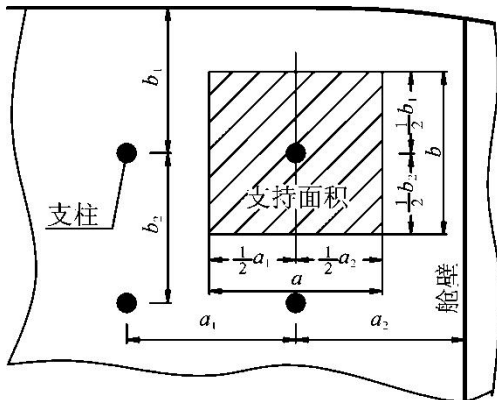


图 11.10.1.1 支柱支撑面积

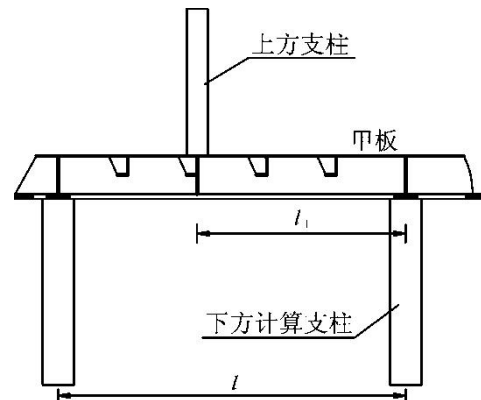


图 11.10.1.2 上方支柱的距离

11.10.2 钢质支柱的剖面积及壁厚

11.10.2.1 钢质支柱的剖面积 A ，应大于等于按下式计算所得之值：

$$A=kP \quad \text{cm}^2$$

式中： P ——支柱负荷，kN，按本节 11.10.1.1 或 11.10.1.2 确定；

k ——系数， $k = (12500 - 199\lambda + 2.4\lambda^2 - 0.00152\lambda^3) \times 10^{-5}$ ；

其中： λ ——支柱的细长比， $\lambda = l/r$ ；

l ——支柱长度，cm；

r ——支柱剖面的最小惯性半径，cm。

11.10.2.2 管形钢质支柱、组合型材或轧制型材钢质支柱的壁 t ，在任何情况下不得小于 4mm。

11.10.3 支柱上下端的结构加强

11.10.3.1 支柱上端和下端的结构应保证载荷的合理承受和传递。强力甲板以下支柱的上端和下端应设置纵向和横向肘板。在支柱的上下端面应设置垫板。

11.10.3.2 支柱应设置在纵、横强构件的交叉点上，否则应在强构件的腹板上设置加强筋。支柱上下端处的强构件腹板上不应开孔。

11.10.3.3 当支柱设置于轴遂上或其他较薄弱的骨架上时，所在部位的结构应适当加强。

11.10.3.4 压载舱或其他液舱内支柱的端部结构，应具有一定的抗拉强度。油舱不得选用管形支柱。

第 11 节 主机基座与机舱骨架

11.11.1 主机基座

11.11.1.1 主机基座的结构应具有足够的强度和刚性。基座纵桁应在每个肋位处设置横隔板和横肘板，以确保有效支承。

11.11.1.2 为了增加基座纵桁抗压和抗弯刚度，纵桁的腹板结构可采用木材或铝合金型材作芯材。在这种情况下，木材和铝合金芯材应与表层纤维增强塑料以及船底板有效粘接。

11.11.1.3 对于电力推进船，推进电动机的基座应满足本节 11.11.1.1 和 11.11.1.2 的要求。

11.11.2 机舱骨架

11.11.2.1 应使机舱内的骨架保持结构的连续性，避免应力集中。

11.11.2.2 机舱船底为横骨架式时，应在每个肋位设置实肋板，船底为纵骨架式时，可每隔一个肋位设置实肋板。机舱实肋板的剖面模数应按本章 11.6.2.1 的规定值增加 10%，且实肋板与基座纵桁应有效连接。

11.11.2.3 机舱内的中龙骨（或中桁材）和旁内龙骨（或旁桁材）的剖面模数应较本章 11.6.2.2 和 11.6.2.4 的规定值再增加 10%。

11.11.2.4 机舱处的舷侧必须设置强肋骨，强肋骨应设置在实肋板处，强肋骨间距应小于等于 2.5m。肋骨和强肋骨的剖面模数应较本章第 8 节的规定值增加 10%。

第 12 节 上层建筑、甲板室、舷墙和栏杆

11.12.1 一般要求

11.12.1.1 上层建筑或甲板室构件如承受附加负荷时,除应满足本节要求外,尚应增大构件尺寸。

11.12.1.2 上层建筑或甲板室的甲板和甲板骨架的尺寸应符合第 7 节的有关规定。

11.12.2 计算压头

11.12.2.1 上层建筑或甲板室前端壁、后端壁和侧壁的计算压头 h 应按下式计算:

$$h = 0.01L + 0.4 \quad \text{m}$$

式中: L ——船长, m。

11.12.3 上层建筑和甲板室围壁板的厚度

11.12.3.1 单层板结构的上层建筑或甲板室围壁板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值,且不得小于 3mm:

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

式中: s ——扶强材间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定。

11.12.3.2 上层建筑或甲板室的围壁为夹层结构且芯材为各向同性材料(如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料)时,夹层结构板的总厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t = 12.65k \left(1 + \frac{1}{\gamma} \right) \frac{hs}{\tau_c} \quad \text{mm}$$

式中: s ——夹层板板格的短边长度, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;

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

τ_c ——芯材的抗剪强度, N/mm²;

k ——系数, $k = 1.1578 - 0.4928 \frac{s}{a}$, 当 $s/a < 0.375$ 时, 取 $k = 0.97$;

其中: a ——夹层板板格的长边长度, m。

11.12.3.3 上层建筑或甲板室的围壁为夹层结构且芯材为各向同性材料(如聚氨酯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料)时,夹层结构板的面板厚度 t_f 应大于等于按下式计算所得之值:

$$t_f = 13.48s \sqrt{\frac{kk_1 h}{\gamma}} \quad \text{mm}$$

式中: s ——夹层板板格的短边长度, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定;

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

k ——系数, $k = 0.158 - 0.11 \left(\frac{s}{a} \right)$, 当 $s/a < 0.3$ 时, 取 $k = 0.12$;

$$k_1 \text{——系数, } k_1 = 0.6697 - 0.2222 \left(\frac{s}{a} \right) + 1.44 \left(\frac{s}{a} \right)^2 - 0.8275 \left(\frac{s}{a} \right)^3 ;$$

其中: a ——板格的长边长度, m。

非外露面板的厚度可按上式计算所得之值减少 0.5mm。任何情况下外露面板的厚度不得小于 1.5mm, 非外露面板的厚度不得小于 1.0mm。

11.12.4 扶强材

11.12.4.1 上层建筑或甲板室围壁扶强材的剖面模数 W 应大于等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 ——计算载荷相当水柱高度, m, 按本规则 2.1.5.2 确定。

11.12.5 开口加强

11.12.5.1 上层建筑或甲板室的围壁上的所有开口均应用骨材加强, 以使开口关闭后能保证风雨密。

11.12.6 舷墙与栏杆

11.12.6.1 露天干舷甲板、上层建筑及甲板的露天部分均应装设舷墙或栏杆。

11.12.6.2 船舶设置的舷墙高度、栏杆高度、防滑板高度应符合本规则第 6 章和第 9 章的相应规定。

11.12.6.3 舷墙可以是船壳板的延伸部分, 与甲板一体成型, 也可以是单独的部件。舷墙的顶部和底部应作有效加强, 并应在甲板横梁位置上设置支撑肘板, 肘板间距应不大于 3 个肋距。肘板的高度与舷墙相同, 肘板下端的宽度应不小于肘板高度的 0.25 倍。肘板应与舷墙围板、甲板牢固连接。

11.12.6.4 舷墙上桅侧稳索和吊杆稳索等的系固处和导缆孔安装处应予以加强。

11.12.6.5 舷墙上应设有排水舷口。

11.12.6.6 如舷边过道太窄设置舷墙有困难时, 应在甲板上设置防滑设施, 且甲板室外围壁上应设扶手。

11.12.6.7 舷墙结构的布置应尽可能不参加船体的总纵弯曲。

11.12.6.8 固定栏杆直杆的底座应与甲板牢固连接, 杆底座区域的甲板应做有效加强。

11.12.6.9 栏杆的直杆与横杆应牢固连接。

第 13 节 货舱口、机舱口及其他甲板开口

11.13.1 一般要求

11.13.1.1 甲板上的货舱口、机舱口及其他开口的宽度应小于船宽的 0.7 倍, 开口长度应小于舱长 (两横舱壁之间的距离) 的 0.7 倍。半落舱船 (载货甲板或载客甲板距船底的距离大于等于 $D/2$) 的舱口, 以及船中 0.4L 区域连续上层建筑或甲板室内的舱口, 可不必满足上述规定。

11.13.2 货舱口盖板

11.13.2.1 舱口盖上的计算压头 h 按舱口盖上实际货物的负荷确定,但应大于等于 0.2m。

11.13.2.2 舱口盖板可用木质、纤维增强塑料、铝合金或钢质的材料制成。

11.13.2.3 木质盖板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值,且大于等于 50mm:

$$24s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: S ——扶强材间距, m。

木质盖板的两端需用宽度为 65mm、厚度为 3mm 的镀锌扁钢围箍,并有效固定。

11.13.2.4 纤维增强塑料盖板的厚度 t 应大于等于按下式计算所得之值:

$$16s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: S ——扶强材间距, m。

扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 29.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: S ——扶强材间距, m;

l ——扶强材跨距, m

11.13.2.5 铝合金盖板的厚度应不小于 3mm,且不小于按下式计算所得之值:

$$t = 7s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s ——盖板加强筋间距, m;

扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 14shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: S ——扶强材间距, m;

l ——扶强材跨距, m

11.13.2.6 钢质盖板的厚度应不小于 3mm,且不小于按下式计算所得之值:

$$t = 5.1s\sqrt{h} \quad \text{mm}$$

式中: s ——盖板加强筋间距, m;

盖板的主要支撑构件的间距一般不大于 2.5m,垂直于主要支撑构件的扶强材间距应不大于 700mm。

扶强材的剖面模数 W 应不小于按下式计算所得之值:

$$W = 7shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中: S ——扶强材间距, m;

l ——扶强材跨距, m。

11.13.3 露天舱口围板结构

11.13.3.1 围板厚度 t 应大于等于按上式计算所得之值:

$$t = 18.5s\sqrt{h} + 5 \quad \text{mm}$$

式中: S ——围板扶强材间距, m;

h ——计算载荷相当水柱高度, m, $h=0.01L+0.4$;

其中: L ——船长, m。

11.13.3.2 围板上缘应设置适当尺寸的水平扶强材予以加强。当围板高度等于或大于

600mm 时, 在离上缘适当距离处应增设水平扶强材, 并应在水平扶强材与甲板之间每隔一档肋距设置垂直加强筋或肘板。

11.13.3.3 露天货舱口围板兼作甲板纵桁时, 尚应符合本章第 7 节的有关规定。

11.13.4 机舱口

11.13.4.1 机舱口应设置坚固可靠的机舱棚加以保护。

11.13.4.2 机舱棚的门应结构紧固, 并在其内外两面均可关闭。

11.13.4.3 机舱棚围壁板的厚度和其扶强材尺寸, 应按相应位置的甲板室围壁的要求进行计算。棚顶板厚度大于等于 3mm, 横梁和纵桁应符合本章第 7 节的有关规定。

11.13.5 甲板开孔的加固

11.13.5.1 甲板开口的角隅应采用圆角, 且圆角半径 r 应大于等于 100mm。

11.13.6 其他甲板开口

11.13.6.1 所有的开口均应用骨架加强, 以使开口关闭时能保持风雨密。

11.13.6.2 设置在干舷甲板和上层建筑甲板的露天部分处的或设置在非封闭的上层建筑中的各种开口, 应能用保持风雨密的坚固的盖子关闭。

11.13.6.3 甲板的升降口处应由封闭的上层建筑(或甲板室)或升降口围罩予以防护。

第 14 节 双体船补充规定

11.14.1 一般要求

11.14.1.1 本节无明确规定者, 应符合本章第 1 节至第 13 节的相应规定。

11.14.1.2 本节适用于双体客船。

11.14.2 术语和含义

11.14.2.1 片体宽度 b (m): 系指在船长 L 中点处, 包括船壳板在内的片体最大宽度。

11.14.2.2 连接桥: 系指连接左右片体的板架或箱型结构。

11.14.2.3 连接桥甲板: 系指左右片体内舷所围成的连续甲板。

11.14.2.4 连接桥长度 l_1 (m): 系指沿纵中剖面, 连接桥首、尾端之间的水平距离。

11.14.2.5 连接桥宽度 b_1 (m): 系指在船长 L 中点处, 两片体内侧壁之间包括壁板厚度的水平距离。

11.14.3 主尺度比值

11.14.3.1 双体船的主尺度比值应符合表 11.14.3.1 的规定。

L/D		B/D		
A 级航区	B、C 级航区	A 级航区	B 级航区	C 级航区
≤ 15	≤ 18	≤ 5	≤ 6	≤ 8

11.14.4 连接桥尺度比

11.14.4.1 双体船的连接桥尺度比应符合下列范围:

$$l_1/L \geq 0.8; b_1/B \leq 0.4。$$

11.14.5 直接计算

11.14.5.1 具有下列情况之一的双体船,应根据直接计算方法校核船体结构的总强度或相关结构的尺寸与强度:

- (1) 不符合本节 11.14.3.1 或 11.14.4.1 的规定;
- (2) 船体结构型式不符合本节中的有关规定。

11.14.6 连接桥结构

11.14.6.1 连接桥甲板应为片体强力甲板的延伸。若设置连接桥底封板,则底封板的尺寸应大于等于片体外板的尺寸。

11.14.6.2 片体与连接桥连接处的结构应予以加强。

11.14.6.3 连接桥一般为横骨架式,应设置间距小于等于 2.0m 的强横梁(或横隔板)。在连接桥强横梁平面内,片体结构应设置横舱壁或横向强框架,否则强横梁(或横隔板)端部应向片体内做有效连接和结构过渡。在两片体间连接桥强横梁(或横隔板)应为连续构件。

11.14.6.4 连接桥强横梁剖面的模数 W 应大于等于按下列两式计算所得之值的大者:

$$(1) W = 21.8hs l^2 \quad \text{cm}^3$$

$$(2) W = 274.7k_1 \frac{\nabla l}{n} \quad \text{cm}^3$$

式中: h ——连接桥甲板计算水柱高度, m, 取 $h = 0.5\text{m}$;

∇ ——双体船排水量, t ;

l ——强横梁计算跨距, m;

s ——强横梁间距, m;

n ——连接桥强横梁总根数;

k_1 ——系数, A 级航区取 $k_1 = 0.125$; B 级航区或急流航段取 $k_1 = 0.111$; C 级航区取 $k_1 = 0.1$ 。

11.14.6.5 连接桥两端处的强横梁应予以特别加强,其剖面模数应大于等于按本节 11.14.6.4 (2) 式计算所得之值的 1.5 倍。

11.14.6.6 连接桥单层板结构强横梁腹板的剪切应力,应小于等于单层板结构面内极限剪切强度的 0.5 倍。

$$\tau_c = 1.09 \frac{\nabla}{nht_c} \times 10^3 \quad \text{N/mm}^2$$

式中: ∇ ——双体船排水量, t ;

h ——连接桥强横梁腹板高度, mm;

t_c ——连接桥强横梁腹板厚度, mm;

n ——连接桥强横梁的总根数。

11.14.6.7 连接桥夹层结构强横梁面板的剪切应力 τ_f , 应小于等于面板临界剪切应力 τ_{cr} 的 0.5 倍。

(1) 夹层结构强横梁面板的剪切应力 τ_f 按下式计算:

$$\tau_f = 1.09 \frac{\nabla}{nht_f} \times 10^3 \quad \text{N/mm}^2$$

式中: ∇ ——双体船排水量, t ;

h ——连接桥强横腹板高度, mm;

t_f' ——面板的总厚度, mm;

n ——连接桥强横梁的总根数。

(2) 面板临界剪切应力 τ_{cr} 取下列两式计算值的小者:

$$\tau_{cr} = 0.3(E_f^{45^\circ} E_c G_c)^{1/3} \quad \text{N/mm}^2$$

$$\tau_{cr} = 0.4\gamma G_c \quad \text{N/mm}^2$$

式中: $E_f^{45^\circ}$ ——面板沿 45° 方向的压缩弹性模量, N/mm^2

E_c ——芯材的压缩弹性模量, N/mm^2 ;

G_c ——芯材的剪切弹性模量, N/mm^2 ;

γ ——两面板厚度中心线的距离与两面板的平均厚度之比, 且 $6 \leq \gamma \leq 14$ 。

11.14.6.8 连接桥应设置间距小于等于 3.0m 的甲板纵桁, 其剖面模数应大于等于按本节 11.14.6.4 计算所得之值的大者。

11.14.6.9 连接桥甲板横梁的剖面模数 W 应大于等于按本章 11.7.2.2 计算所得之值。

11.14.6.10 连接桥底封板横梁的剖面模数 W 应大于等于甲板横梁剖面模数的 0.85 倍。

第 15 节 其他

11.15.1 一般要求

11.15.1.1 安装在船体结构上的所有机械设备, 应采取必要措施避免因重力和螺栓夹紧力造成局部结构的损伤。

11.15.1.2 固定管路的支撑应采用螺栓或螺钉与船体构件连接。管路的布置应避免因船体变形而使管路损坏。

11.15.1.3 管路穿过水密舱壁或甲板时, 应采用具有座板和垫板的通舱贯通件。采用贯穿螺栓将座板、垫板与舱壁或甲板牢固连接, 并采取密封措施保证舱壁或甲板的水密完整性。

11.15.1.4 在安装推进装置和排气管系统时, 应考虑因其工作时的温度升高损伤其安装处的船体结构的可能性, 否则应提供有效的绝热措施。

11.15.1.5 贯穿或掩埋在泡沫塑料里的电缆, 应加装金属套管, 以便于移动和更换。

11.15.2 燃油柜

11.15.2.1 燃油柜应为独立结构形式。

11.15.2.2 燃油柜应采用金属材料制造。

11.15.2.3 燃油柜的结构、布置及强度等尚应符合本规则第 3 章的规定。

第 12 章 木质船船体结构

第 1 节 一般规定

12.1.1 一般要求

12.1.1.1 本章适用于以卯、榫、螺栓、钉、胶等连接方式建造的非高速单层甲板或敞口木质船。

12.1.1.2 船体结构的防腐应满足以下要求：

- (1) 木质结构应采用桐油或树脂涂层等方式进行防腐；
- (2) 采用桐油防腐时，每年应打油 3 度或涂油漆 2 度，打油部位包括外板、甲板、甲板室、门、窗、顶篷等；
- (3) 采用树脂涂层防腐时，树脂涂层总厚度不小于 4mm。

12.1.1.3 木质船应具备有“船舶维修手册”（见附录 4），手册中的检修计划表还应包括木结构防腐涂装和渗漏检修的必要内容。

12.1.2 术语与含义

12.1.2.1 底龙筋：位于船体中心线上的船底纵向结构，与首柱相连和尾架相连，贯通全船。

12.1.2.2 正压筋：设置在船体底龙筋上方的纵向加强材，即中内龙骨

12.1.2.3 底压筋：设置在正压筋两侧部位的纵向加强材，即旁内龙骨。

12.1.2.4 角压筋：设置在底肋骨与肋骨交接部位的纵向加强材。

12.1.2.5 腰压筋：设置在肋骨中部的纵向加强材，即舷侧纵桁。

12.1.2.6 口压筋：设置在肋骨与横梁交接处部位的纵向加强材。

12.1.3 材料

12.1.3.1 木材的选用应满足以下要求：

(1) 不应有枯节、腐烂、空心、裂纹、横木等明显缺陷。如有上述缺陷，应去除，并保证可用的部分应满足公认标准^①的要求；

(2) 应自然风干或充分烘干，使其含水率满足使用要求，一般不超过 15%。木材含水率的测定方法应满足公认标准^②的要求；

(3) 船体骨架（包括横舱壁、正压筋、纵向加强材、底压筋、肋骨、甲板横梁、甲板纵桁等）一般采用硬质杂木（桑木、榆木、槐木、柏木、楠木、樟木、柞木、桦木、榉木、楮木、苦楝木、柳安木等），若用杉木时其断面积应适当增大；

(4) 船体外板、甲板一般选用优质杉木、松木，宽度不小于 100mm（用于船首、船尾时不小于 60mm），长度一般不小于 4m；

(5) 如采用其他材料，其特性应与上述材料相似。

12.1.3.2 辅材的选用应满足以下要求：

(1) 铁板、元钉、铲钉、爬头钉、百枣钉、洋钉、乙字镙、十字镙、蝴蝶镙、丁字镙以及各种规格螺栓等连接件，其材质应为 A 级钢，各种钉、镙一般采用熟铁锻打而成；

(2) 桐油主要成分为桐酸，外观呈清色，应具有干燥时间短、附着力强、渗透力强、

^①参见 LY/T 1285-2011《船舶锯材》

^②参见 GBT 1931-2009《木材含水率测定方法》

耐热、耐酸、耐碱等特点，能对木质起到防腐、防潮、防水、防虫蛀的效果；

(3) 捻缝用的麻丝等应具有适当的强度与耐腐蚀性，麻丝一般选用丝长不小于 500mm 的优质奎麻；

(4) 捻缝用的油灰（腻子）应具有适当的耐水性、延伸率和抗膨胀性，一般由干石灰粉、桐油、水等按一定比例配比后反复捶打成膏状。

第 2 节 船体结构

12.2.1 一般要求

12.2.1.1 船体结构型式一般为横骨架式，肋骨间距不大于 1000mm。

12.2.2 船底骨架

12.2.2.1 船底肋骨断面积 A 应不小于按下式计算之值：

$$A = 45B\sqrt{DS} \quad \text{cm}^2$$

式中： B ——船宽，m；
 D ——型深，m；
 S ——底肋骨间距，m。

12.2.2.2 船底肋骨一般应为整材，其高度与宽度之比为 1.2 ~ 1.5。

12.2.2.3 船长大于 10m 的木船，一般应设底龙筋或底压筋，其间距应不大于 1.5m，断面积 A 应不小于按下式计算之值：

$$A = 9L \quad \text{cm}^2$$

式中： L ——船长，m。

12.2.2.4 机座枕木在机舱内必须纵通，且在机舱舱壁处应能良好地过渡；机座枕木断面积不小于本节 12.2.2.3 中面积 A 的要求。机舱设机座枕木时可不设底龙筋或底压筋。

12.2.3 船侧骨架

12.2.3.1 船侧骨架断面积 A 应不小于按下式计算之值，且不得小于 20cm²：

$$A = 90DS \quad \text{cm}^2$$

式中： D ——型深，m；
 S ——肋骨间距，m。

12.2.3.2 型深大于 1.5m 船舶的船侧应设腰压筋，船长大于 10m 的船舶应在船侧顶部的内外分别设置纵通的口压筋和护舷木。腰压筋、口压筋和护舷木的断面积 A 应不小于下式计算之值：

$$A = 7L \quad \text{cm}^2$$

式中： L ——船长，m。

12.2.4 甲板骨架

12.2.4.1 干舷甲板应在每个肋位设置横梁，横梁的断面积 A 应不小于下式计算之值，且不小于 24cm²。干舷甲板以上甲板的横梁断面积 A 可适当减少。

$$A = 20BS \quad \text{cm}^2$$

式中： B ——船宽，m；
 S ——肋骨间距，m。

12.2.4.2 干舷甲板纵桁应与底龙筋或底压筋对应，其断面积 A 应不小于下式计算之值：

$$A = 5L \quad \text{cm}^2$$

式中: L ——船长, m。

12.2.4.3 甲板纵桁与船底纵向骨材对应处应设置支柱(支柱间距不大于四个肋距),其断面积 A 应不小于按下式计算之值,且不小于 32cm^2 。

$$A = 2.5L \quad \text{cm}^2$$

式中: L ——船长, m。

12.2.5 横舱壁

12.2.5.1 机动船的机舱前后和首部应设水密舱壁,非机动船首、尾应设水密舱壁(隔板)。

12.2.5.2 水密舱壁的厚度应不小于船底板厚度。当舱壁高度大于 1m 时应设置垂向扶强材,扶强材间距应不大于 1.5m,其断面积应不小于横梁的断面积。扶强材上下端应与纵向结构有效连接。

12.2.6 外板、甲板及舱口围板

12.2.6.1 外板及甲板的厚度 t 应不小于按下式计算之值,且不小于 30mm。

$$t = L + 20 \quad \text{mm}$$

式中: L ——船长, m。

12.2.6.2 舱口围板的厚度应不小于船体外板的厚度。

12.2.7 首柱

12.2.7.1 首柱结构尺寸见图 12.2.7.1(1)和 12.2.7.1(2)。对于如图 12.2.7.1(2)所示的尖头船,首柱宽度 b 与底龙筋相同,厚度 h 为宽度 b 的 1.3 倍。

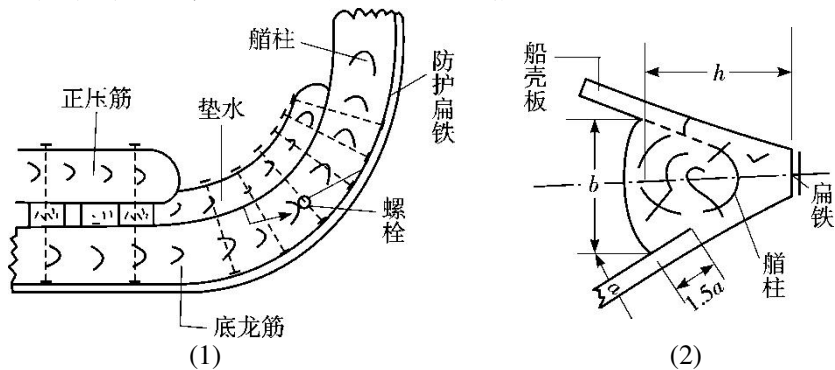


图 12.2.7.1 首柱结构

12.2.8 尾柱

12.2.8.1 尾柱为方形或矩形,单螺旋桨船的尾柱兼作尾轴套筒轴承之用,在尾轴处的肉厚厚度应为尾柱的 50~60%,套管材分上下两块,其宽度及厚度应大于尾轴套筒的一倍,见图 12.2.8.1。

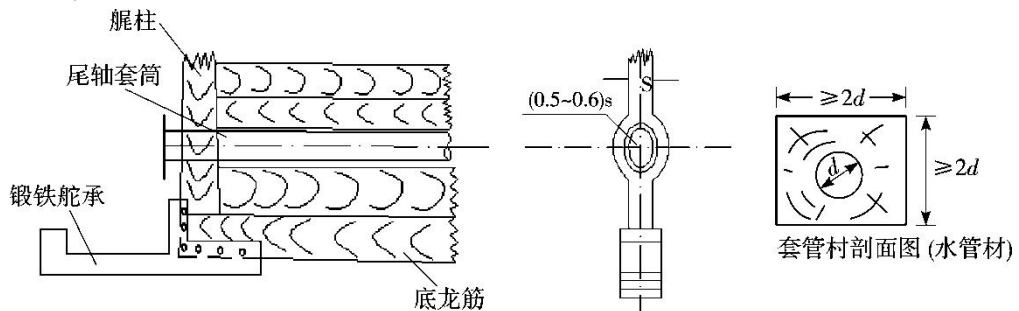


图 12.2.8.1 尾柱结构

12.2.8.2 尾柱的宽度可与底龙筋相同，尾柱应由船底一直通到主甲板。

第 3 节 结构连接

12.3.1 一般要求

12.3.1.1 船体构件之间应有效连接，不同连接部位选取适当的连接方式，如卯、榫、螺栓、钉、胶（榫卯连接、钉连接、齿连接、销连接、螺栓连接、键连接、胶连接、植筋连接、承拉连接）等。船体外板和甲板的灰缝应保证水密。

12.3.1.2 采用螺栓连接时，其尺寸可按板厚和骨材断面尺寸选取，见表 12.3.1.2。

螺栓尺寸

表 12.3.1.2

板厚 (mm)	35	40	45	50	55
骨材断面尺寸 (mm)	70×80	70×90	80×100	90×100	90×110
	80×90	80×100	90×110	100×110	100×120
	90×120	100×140	100×120	110×120	110×150
螺栓直径 (mm)	10	10	12	12	14

12.3.1.3 采用锹钉、方铆钉、铆钉或元钉连接板与骨材时，其尺寸按板厚选取，见表 12.3.1.3。为避免钉裂木板和梁材，钉子应错开，离板边距离不小于板厚，离骨材边缘不小于骨材宽度的 0.3 倍，钉子钉入骨材之深度应不小于板厚的 1.5 倍。

锹钉、方铆钉、铆钉或元钉的尺寸

表 12.3.1.3

板厚 (mm)	20	25	30	35	40	45	50	55	
钉型	元钉	铲钉	元钉或铆钉	锹钉或方铆钉					
尺寸 (mm)	Ø2	Ø3	Ø4	5×3	5×4	6×4	7×4	7×4	8×5
钉长 (mm)	50	60		75	85	100	110	125	135

12.3.2 板与板的拼接

12.3.2.1 甲板、外板的对接接头一般不得在同一横剖面上，应相互错开，距离不得小于 1 个肋距，相邻两壳板列板的接头间隔应不小于 3 个肋距。若在同一横剖面上，接头间隔不小于 2 个列板，见图 12.3.2.1(1)。若肋骨或横梁的宽度不到 75mm 时，列板的对接可用嵌接结构，见图 12.3.2.1(2)。

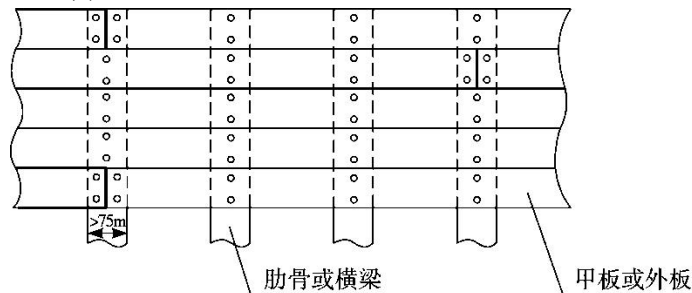


图 12.3.2.1(1) 接头间隔

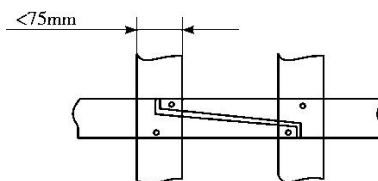
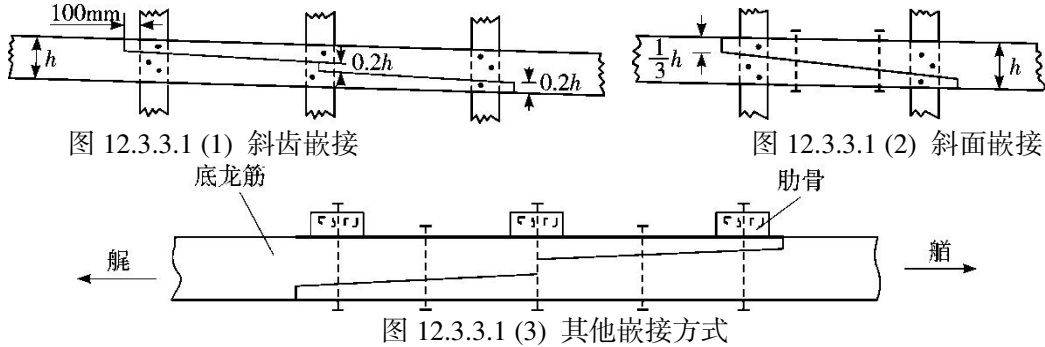


图 12.3.2.1(2) 嵌接结构

12.3.2.2 横舱壁板在船宽方向一般不拼接以确保水密性。

12.3.3 纵向骨材的对接

12.3.3.1 底龙筋、正压筋、底压筋、腰压筋、角压筋、口压筋、甲板纵桁等，一般采用嵌接，例如斜齿（见图 12.3.3.1 (1)）、斜面（见图 12.3.3.1 (2)）或其他嵌接方式，接头长度需跨 2 个肋骨，两端应超出肋骨边缘外约 100mm，并用 2 根螺栓连接。也可在搭口上加铁板以加强搭口处的强度。底龙筋还应注意斜面（斜齿）的首尾方向，见图 12.3.3.1 (3)。



12.3.4 横向骨材之间的连接

12.3.4.1 横向骨材之间可用帮材对接，例如底肋骨之间的对接见图 12.3.4.1 (1)（横梁类似），底肋骨与肋骨之间的对接见图 12.3.4.1 (2)。

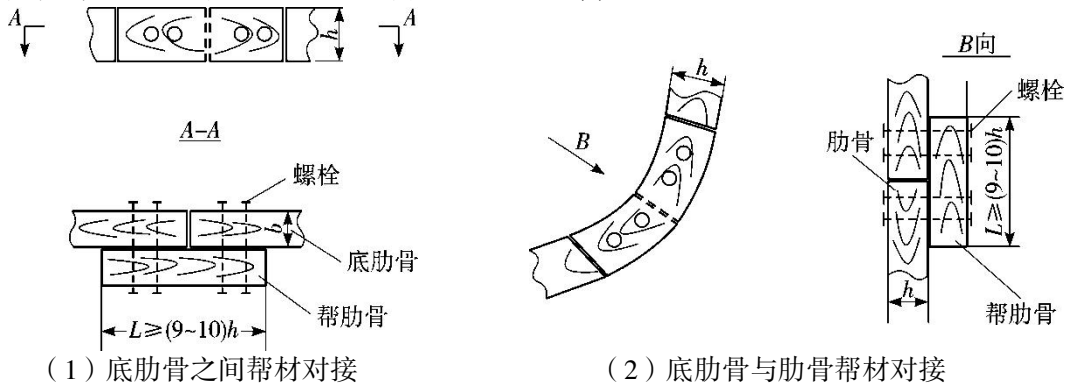
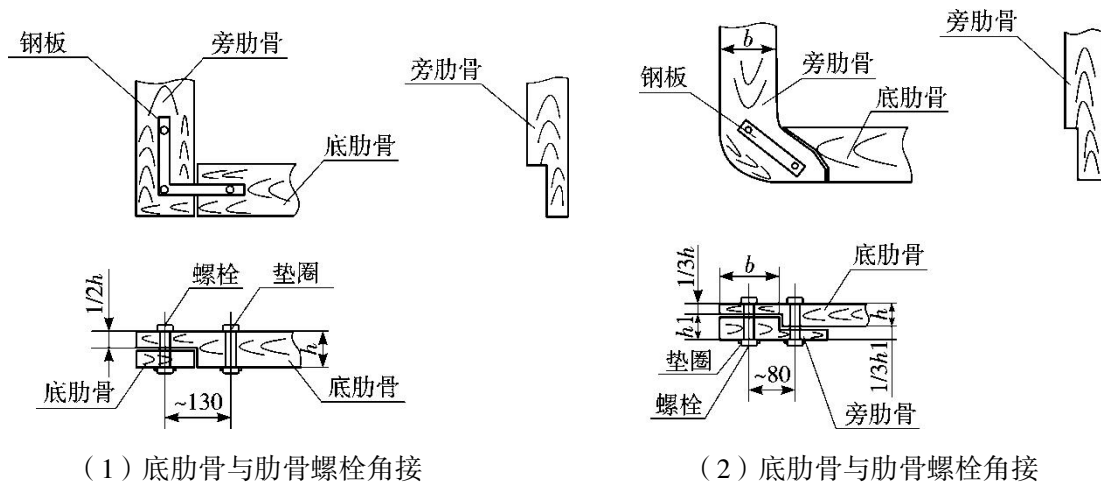


图 12.3.4.1 底肋骨之间及与肋骨帮材对接

12.3.4.2 横向骨材之间也可用螺栓角接，例如底肋骨与肋骨之间的角接见图 12.3.4.2 (1) 和(2)，肋骨与横梁之间的角接见图 12.3.4.2 (3)和 (4)。



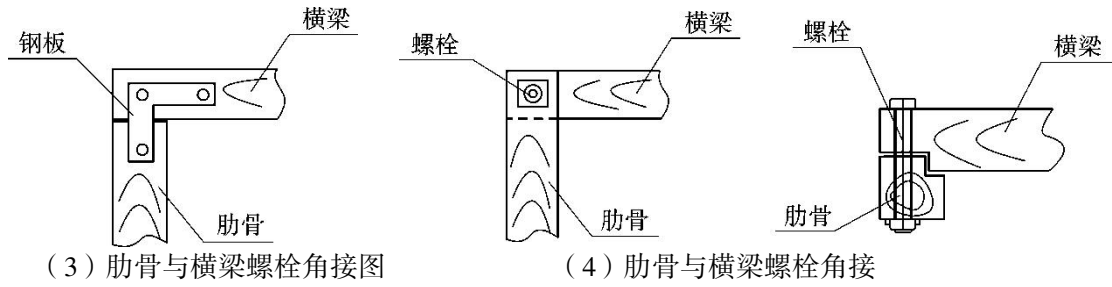


图 12.3.4.2 底肋骨与肋骨连接

12.3.4.3 横向骨材之间也可用压筋角接,例如底肋骨与肋骨之间的角接见图 12.3.4.3 (1),肋骨与横梁之间的角接见图 12.3.4.3 (2)。

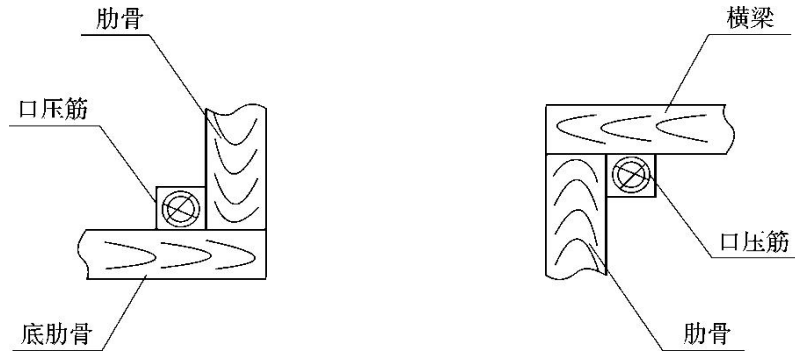


图 12.3.4.3 (1) 底肋骨与肋骨角压筋角接

图 12.3.4.3 (2) 肋骨与横梁口压筋角接

12.3.5 横向骨材与纵向骨材、垂向骨材的连接

12.3.5.1 横向骨材与纵向骨材、垂向骨材的连接,一般采用榫卯连接或螺栓连接,见图 12.3.5.1。

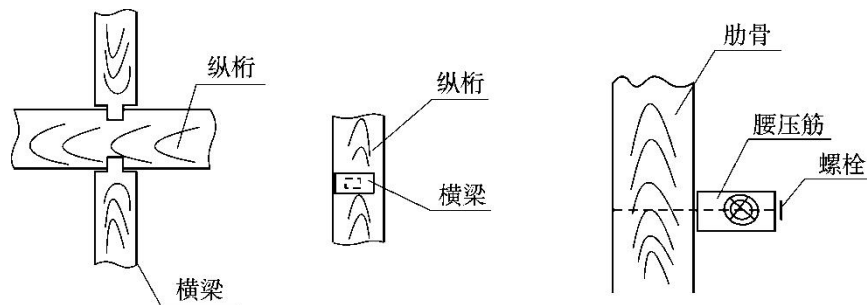


图 12.3.5.1 榫卯连接和螺栓连接

附录 1

重要产品持证目录

序号	产品名称	备注
1	船用材料	
1.1	轧制钢材	建造船体的板材、型材（包括棒材和管材）
1.2	钢管	用于工作中承受压力的船舶动力管系、舱底、压载及消防管系钢质管材，以及贯穿船壳外板的钢质管材
1.3	铝合金	适用于建造船体的板材、型材（包括棒材和管材）
1.4	锻件	轴/舵系用重要锻件：如桨轴、中间轴、推力轴、舵杆、舵销等。包括锻钢件、铝合金锻件等
1.5	钢丝绳	适用于拖带船舶用的拖索和系船索，起重设备用钢丝绳，以及替代锚链的钢丝绳。
1.6	树脂	船体结构用树脂
1.7	增强材料	
1.8	合成（轴承）材料	用于舵杆、舵销、舵轴和尾轴的轴承用非金属合成材料
1.9	车间底漆	
1.10	船底防污漆	
1.11	船舶液舱涂料	包括：船用饮水舱涂料、船舶油舱漆、船舶压载舱漆、原油船货油舱漆、机舱舱底涂料
1.12	焊条	
1.13	焊丝	
1.14	焊剂	
2	船体设备	
2.1	水密门	
2.2	锚链及其附件	
2.3	锚及附件	
3	轮机设备	
3.1	压载泵	
3.2	舱底泵	
3.3	消防泵	
3.4	发动机	含舷外挂机、舷内外机
3.5	舵机	
3.6	齿轮箱	用于主推进装置
3.7	推进装置	含螺旋桨、喷水推进器等
3.8	液化石油气气罐（含附件）	用作液化石油气发动机供气瓶
4	电气设备	
4.1	发电机	小于 50kVA 提供制造厂证明
4.2	发电机组	大于等于 50kVA
4.3	电动机	小于 50kW 提供制造厂证明（防爆电机除外）

序号	产品名称	备注
4.4	主配电板	
4.5	电缆	
4.6	蓄电池	用作主电源、推进电源、启动电源
5	救生设备	
5.1	救生圈	
5.2	救生衣	
5.3	救生浮具	个人用
6	无线电通信设备	
6.1	甚高频 (VHF) 无线电装置	
7	航行设备	
7.1	自动识别系统 (AIS)	
7.2	雷达	
7.3	探照灯	
8	信号设备	
8.1	航行灯	
8.2	航行灯控制板	
8.3	号笛	
8.4	号笛控制板	
9	防火材料、结构与设备	
9.1	不燃材料	
9.2	低播焰性材料	
9.3	垂直悬挂纺织品	
9.4	A 级防火分隔	
9.5	阻燃材料	仅应用磷酸铁锂电池的纤维增强塑料船, 参照本局《船用产品检验规则 (2023)》中“高速船阻燃材料”相关要求
9.6	阻燃分隔	仅应用磷酸铁锂电池的纤维增强塑料船, 参照本局《船用产品检验规则 (2023)》中“高速船阻燃分隔”相关要求
10	消防设备	
10.1	固定式七氟丙烷灭火装置	
10.2	固定式二氧化碳灭火装置	
10.3	手提式灭火器	
10.4	水柱/水雾两用消防水枪	
10.5	消防水带	
10.6	固定式碳氢气体检测系统	
10.7	固定式探火和失火报警系统	
注: 纯电池动力电力推进船舶的电池产品持证按中国船级社按《船舶应用电池动力规范 (2023)》执行。		

附录 2

水尺标志

水尺标志由水尺刻度线和水尺数字组成，水尺标志正投影的式样如图 2.1 (1) 和图 2.1 (2) 所示。

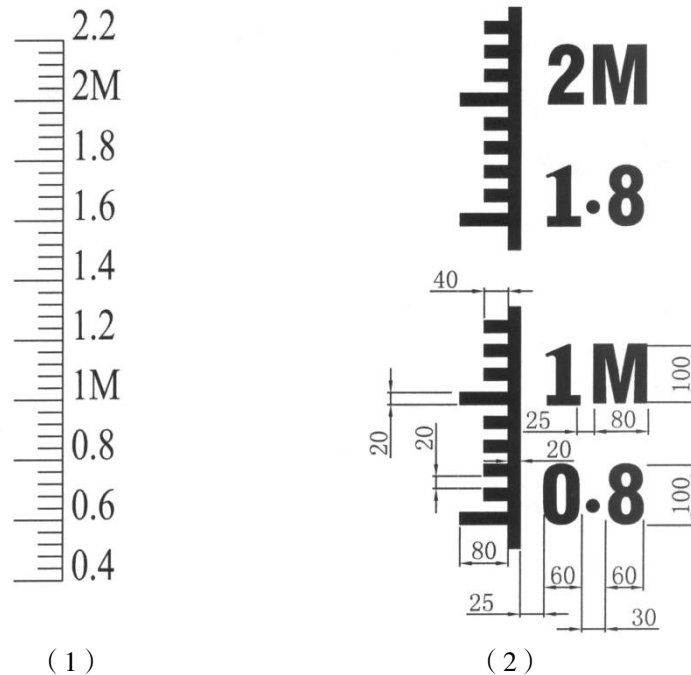


图 2.1 水尺标志式样

2.1 水尺刻度线由垂直线段（首、尾处可采用斜线段）和水平线段组成。垂直线段（斜线段）的宽度为 20mm；从垂直线段每隔 20mm 引出一条高 20mm 水平线段（两个相邻水平线段之间相距 20mm），水平线段的长度有 80mm（简称长水平线段）和 40mm（简称短水平线段）两种，每隔 200mm 设一条长水平线段（两条长水平线段的下缘之间相距 200mm），其余为短水平线段。长水平线段的下缘表示以 0.2m 为倍数的吃水值。

2.2 水尺数字由数字、小数点和单位组成。水尺标志吃水值以 0.2m 的倍数进行标注，吃水值为整数时在数字的后面加注单位 M，吃水值有小数时不加注单位。水尺数字的线粗为 20mm；数字的高为 100mm，宽为 60mm；小数点占位的高为 50mm，宽为 30mm（小数点位于 50mm×30mm 的中心处，直径为 20mm）；单位以大写 M 表示，M 的高度为 100mm，宽为 80mm。数字与数字之间、数字与单位之间的间距为 25mm，数字与小数点占位之间不留间隙。

2.3 水尺刻度线中长水平线段的下缘标注水尺数字，水尺数字的下缘与长水平线段的下缘平齐，吃水到达水尺数字下缘时，即表明为该数字所示的吃水。水尺刻度线与水尺数字之间的间距为 25mm，当水尺刻度线由垂直线段和水平线段组成时，水尺数字一般位于与水尺刻度槽口方向相反的一侧。

2.4 水尺一般应以船中平板龙骨(或龙骨底缘)的外表面及其延长线作为计量基准线；水尺标志至少从实际空船吃水下面 0.2m，且为 0.2 倍数处划起，并还应保证空船时（包括纵倾

情况)能正确反映船舶吃水状况。如图 2.1(1)所示,当空船吃水为 0.6m 时,水尺标志至少从 0.4m 划起。

2.5 船长中部两舷勘划水尺标志时,水尺刻度垂直线段的右边线应在离载重线圆环中心向左 600mm 处,其水尺刻度的槽口方向应背向载重线标志。

2.6 对于水尺标志的线段、数字、小数点和字母,当船舷为暗色底时,应漆成白色和黄色;当船舷为浅色底时,应漆成黑色。

2.7 当通过水尺标志读取船舶吃水时,应注意将首、中、尾水尺标志处的读数换算到首、中、尾垂线处的数据,并注意 2.4 所述水尺基准线与型线图中基线的区别。

附录 3

小型船舶倾斜试验和称重试验

3.1 试验目的与要求

3.1.1 倾斜试验和称重试验的目的在于确定空船的实际重量和重心位置。

3.1.2 空船系指处于正常航行的船舶，但没有装载船用消耗备品、物料、货物、旅客、船员和行李，且除机械和管系液体（如处于工作状态的润滑油和液体油）外，没有任何其他液体。

3.1.3 无型线图的船舶，可利用倾斜试验确定船舶的稳性系数。

3.1.4 称重试验适用于船长小于等于 10m 或空船重量小于等于 1t 的船舶。

3.2 试验原理

3.2.1 倾斜试验

3.2.1.1 倾斜试验是通过测量试验状态的船舶吃水和测量横向移动某些已知重量产生的船舶横倾角，按照船舶静力学基本原理，确定空船的重量和重心位置。

3.2.1.2 试验状态下的船舶的重量和重心位置，按下列公式计算：

$$\begin{aligned} \nabla &= \int_{-L/2}^{L/2} \int_0^{T_x} y dz dx \\ X_B &= \frac{1}{\nabla} \int_{-L/2}^{L/2} \int_0^{T_x} xy dz dx \\ Z_B &= \frac{1}{\nabla} \int_{-L/2}^{L/2} \int_0^{T_x} zy dz dx \\ I_X &= \frac{2}{3} \int_{-L/2}^{L/2} y^3 dx \\ Z_M &= Z_B + \frac{I_X}{\nabla} \\ \Delta &= k\gamma\nabla \\ GM &= \frac{Wl}{\Delta \operatorname{tg}\theta} \\ Z_G &= Z_M - GM \cos\varphi \\ X_G &= X_B - (Z_G - Z_B) \operatorname{tg}\varphi \end{aligned}$$

式中： ∇ 、 Z_B 、 X_B ——试验状态下船舶的型排水体积， m^3 ；浮心垂向坐标和浮心纵向坐标， m ；

Δ 、 Z_G 、 X_G ——试验状态下船舶的重量， t ；重心垂向坐标和重心纵向坐标， m ；

GM 、 Z_M 、 I_X ——试验状态下船舶的初稳性高度， m ；横稳心垂向坐标， m ；水线面对 X 轴惯性矩， m^4 ；

y 、 x 、 z ——型值点的横向、纵向和垂向坐标， m ；

k ——船舶的船壳系数， k 在 1.004~1.03 的范围内，一般小船取大值，大船取小值，建议取 $k=1.006$ （纤维增强塑料船舶，取 $k=1.0$ ）；

γ ——试验水域水的重量密度， t/m^3 ；

L 、 T_x 、 φ ——试验状态下船舶的船长， m ；吃水， m ；水线的纵倾角， deg ；

W 、 l 、 θ ——试验状态下试验移动重量， t ；试验移动重量的横向移动力臂， m ；试验测得的横倾角， deg 。

3.2.1.3 试验状态下船舶的稳性系数，按下式计算：

$$\Delta GM = \frac{Wl}{tg\theta}$$

式中： Δ 、 GM 、 W 、 l 、 θ ——同 3.2.1.2。

3.2.2 称重试验

3.2.2.1 称重试验是在船底设置前后两个支撑，通过测量支撑点处的受力大小，根据力矩平衡原理确定空船的重量和重心位置。

3.2.2.2 试验状态下船舶的重量和重心纵向坐标，按下列方法计算：
将船舶置于水平状态，如图 3.2.2.2 所示。

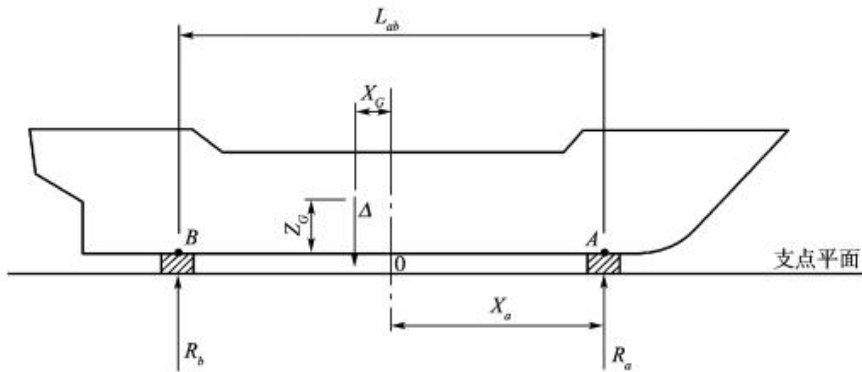


图 3.2.2.2 水平状态示意图

图中： Δ 、 Z_G 、 X_G ——支点平面以上的重量，kg；重心垂向坐标和重心纵向坐标，mm；
 L_{ab} ， X_a ——AB 两支点平行于船底基线的距离，mm；A 支点至船中平行于船底基线的距离，mm；

R_a 、 R_b ——A、B 两支点的作用力，kg。

通过调整 A 点的水平位置，测得两组 L_{ab} ， X_a 、 R_b 数据，则：

$$\Delta = \frac{L_{ab2}R_{b2} - L_{ab1}R_{b1}}{X_{a2} - X_{a1}}$$

$$X_G = X_{a1} - \frac{L_{ab1}R_{b1}}{\Delta}$$

式中： L_{ab1} ， X_{a1} ， R_{b1} ——第一组测得数据；

L_{ab2} ， X_{a2} ， R_{b2} ——第二组测得数据。

若试验状态下支点平面以上的重量可以直接称出，则只需测得一组 L_{ab} ， X_a 、 R_b 数据，则：

$$X_G = X_a - \frac{L_{ab}R_b}{\Delta}$$

3.2.2.3 试验状态下船舶的重心垂向坐标，按下列方法计算：

通过调整 A 支点的垂向位置，使船舶处于倾斜状态，如图 3.2.2.3 所示。

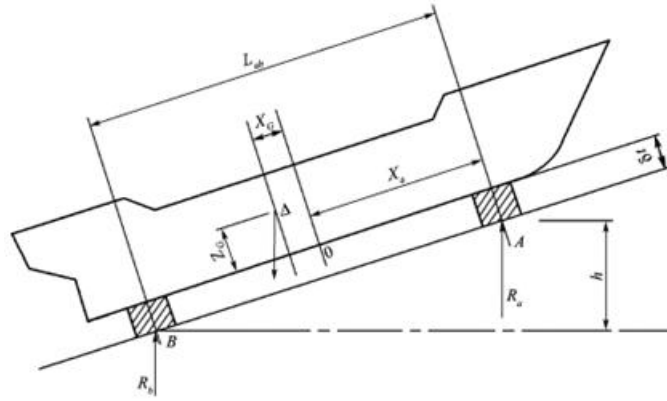


图 3.2.2.3 倾斜状态示意图

图中： h ——A 支点至 B 支点的垂向距离，mm；

δt ——前后支点至船舶基线的垂直距离，mm；

Δ 、 Z_G 、 X_G 、 L_{ab} 、 X_a 、 R_a 、 R_b ——同 3.2.2.2。

调整 A 支点的垂向位置，测得一组 L_{ab} 、 X_a 、 R_b 、 h 数据，则：

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h}{\sqrt{L_{ab}^2 - h^2}}$$

$$Z_G = \frac{R_b L_{ab} - \Delta(X_{a1} - X_G)}{\Delta \operatorname{tg} \varphi} - \delta t$$

3.3 试验时船舶的状态

3.3.1 船舶应在建造或改装或修理完工时，才进行倾斜试验或称重试验，试验时应为空船状态。如受条件限制，船舶难以达到空船状态时，可允许有少量多余物件或不足物件，但多余或不足的重量应不超过空船重量的 2%。多余物件中，试验所需的设备、人员及必要的压载不受这个数据限制。

3.3.2 所有多余或不足物件或需要重新定位的物件，应编制详细表格，记录物体名称、重量及重心位置。

3.3.3 船上可能产生摇摆或移动的装置、设备及物件等，均应加以固定。

3.3.4 所有液体舱柜应抽空或灌满。

3.3.5 所有机械、管路及系统内的液体，应使其处于工作状态，并关闭所有有关的阀门，以防止液体的流动与流失。

3.3.6 倾斜试验时，船舶的初始横倾角不应超过 0.5° 。

3.3.7 倾斜试验时，船舶如有初始纵倾，应采用固体压载方法尽可能减少纵倾值。

3.4 试验条件与测量装置

3.4.1 倾斜试验

3.4.1.1 倾斜试验应在平静的、风力小于等于蒲氏 2 级的天气条件下进行。

3.4.1.2 试验应安排在水面平静、水流平缓、不受外来干扰的水域进行。

3.4.1.3 所有通行跳板、电缆、软管等接岸物体应拆除，并在船舶四周及船底留有适当的水空间，使船舶在试验中处于自由浮动状态，不触及任何障碍物。

3.4.1.4 试验时，船首应正对风向或流向（视何者影响较大而定）。系船的缆绳应尽可能的放长，并系于中纵剖面上。

3.4.1.5 试验所用的移动重量应能使船舶在试验状态下每舷最大产生 $2 \sim 4^\circ$ 的横倾角。

3.4.1.6 试验移动重量一般分布移动力矩相近的四组。如受条件限制，经验船人员同意，

可以分成二组,但应尽量分布在船中部位。试验移动重量的布置及移动距离应精确测量并在船上划定。试验移动重量的分布如图 3.4.1.6 所示。

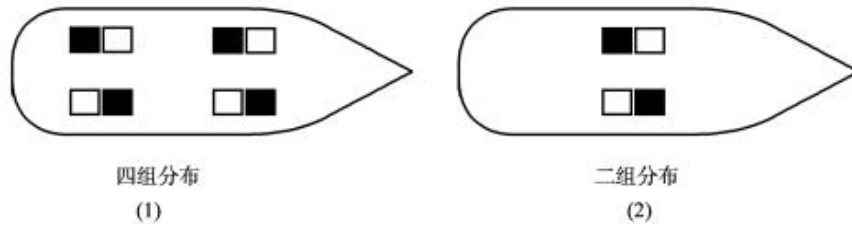


图 3.4.1.6 移动重量分布示意图

3.4.1.7 用于试验的移动重量块一般采用铸铁块、钢锭或水泥块等外形规则的重物,其实际重量应按件称重,并经验船人员认可。

3.4.1.8 倾斜试验测量横倾角一般采用挂锤或 U 型管测量装置,测量装置的数量至少为 2 个,并根据船舶具体情况分别设置在船舶前后部位的适当位置。对船长小于等于 10m 船舶,经验船师同意,可以采用 1 个测量装置,但应尽量设置在船中部位。

3.4.1.9 采用挂锤测量装置时,挂锤线应有足够的长度,一般应大于等于 1.5m。挂锤线应为金属丝或其他单丝材质线,挂锤线顶端固定处应能自由转动。挂锤应浸在液体槽中,以便使挂锤能较快地稳定下来。挂锤线应紧靠一根有厘米和毫米刻度的标尺,但不相碰。标尺与液体槽应可靠固定,在试验过程中,不得有任何移动。挂锤测量装置如图 3.4.1.9 所示。

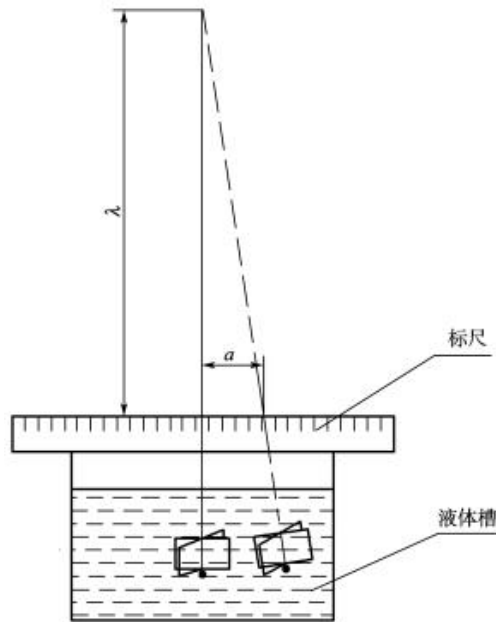


图 3.4.1.9 挂锤测量装置

图中: λ ——挂锤线的长度(挂锤线顶端固定处标尺的垂直距离), mm;

a ——摆幅值(挂锤线在标尺上的移动距离), mm。

3.4.1.10 采用 U 型管测量装置时,在同一横剖面上,右舷设置一根直径为 10~15mm、长 1m 左右的玻璃管,一根厘米和毫米刻度的标尺;左舷设置储水箱,储水箱水平截面积应为玻璃管截面积的 1000 倍以上。用透明软管将玻璃管和储水箱相连,向储水箱注入清水或颜色水。透明软管内不应有气泡,且在甲板上放置时不要打圈和极度弯曲。储水箱、玻璃管和标尺应可靠固定,在试验过程中不得有任何移动。U 型管测量装置如图 3.4.1.10 所示。

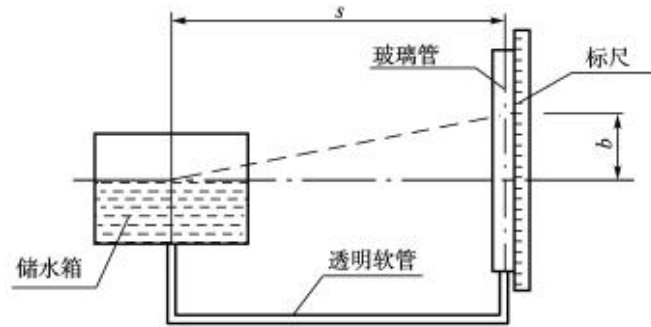


图 3.4.1.10 U 型管测量装置

图中： s ——玻璃管中心线至水箱中心线的水平距离，mm；
 b ——升降值（玻璃管水面在标尺上的升降距离），mm。

3.4.2 称重试验

3.4.2.1 称重试验应在地面平整、光照良好的场地进行。

3.4.2.2 试验工具包括秤（电子秤或磅秤）、钢尺（直尺或卷尺）、前后支架、前后支点装置、调水平用透明软管或水平尺、前后胎架（如需要时）、垫块等，测量装置如图 3.4.2.2 所示。

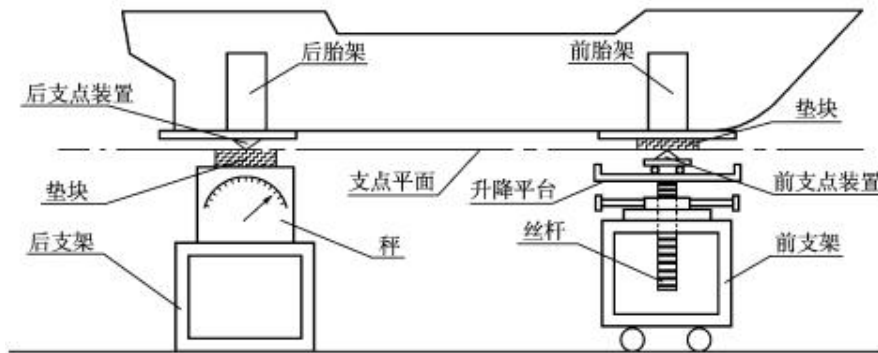


图 3.4.2.2 称重试验布置图

3.4.2.3 前支架应具有垂直升降功能，前支点装置应具有水平滚动功能。其滚动装置和升降装置应有良好刚度，并保持水平滚动自如、垂直升降平衡。

3.4.2.4 前后胎架用于固定船舶。前后支点装置用于提供两个测量支点，支点应有良好的刚度，一般采用三角形结构。后支点装置应与后胎架有效固定，且作用点应在秤的中心线上；前支点装置应尽量位于前支架的中心线上，并应保证在升降平台上能水平滚动。垫块用于调节水平和与前后支架接触，垫块一般采用硬质木块。

3.4.2.5 试验前，应在船侧（船底）标定船中、后支点、前支点的位置。后支点应尽量靠近船尾；前支点的位置根据测量次数确定，前支点的变化范围应不小于 0.1 倍的船长，每次移动的水平距离应尽量均匀。

3.4.2.6 试验时，应防止前支架与地面、后支架与地面、秤与支架、秤与垫块、支点与垫块发生滑移，并防止船舶侧翻。

3.4.2.7 称重试验时，试验附件系指前后支点连线以上的前后胎架、前垫块和后支点装置的总称，按 3.2.2.2 和 3.2.2.3 计算的试验状态下船舶的重量包含试验附件的重量。

3.5 试验所需图纸

3.5.1 倾斜试验时需备有下列图纸：

(1) 型线图；

- (2) 总布置图;
- (3) 静水力曲线图或数据;
- (4) 邦戎曲线图或数据;
- (5) 舱容曲线图或数据 (如有多余的液体物件时);
- (6) 吃水标志图。

注: 无型线图的船舶, 只需备有总布置图。

3.5.2 称重试验时需备有下列图纸:

- (1) 型线图;
- (2) 总布置图;
- (3) 舱容曲线图或数据 (如有多余的液体物件时)。

注: 无型线图的船舶, 只需备有总布置图。

3.6 试验步骤

3.6.1 倾斜试验

3.6.1.1 试验之前, 应由试验主持人会同验船人员及参加试验的各方代表共同对船舶作全面检查, 并确认船舶状态已符合试验要求, 并已准备就绪。

3.6.1.2 测量与记录风向、风速、流向、流速及周围水域情况, 并确认已符合试验所要求的试验条件。

3.6.1.3 试验移动重量、试验仪器和登船试验人员应位于规定的位置, 并在多余物件表中记录他们的重量及重心位置。

3.6.1.4 乘坐小艇, 使用带有刻度标尺的玻璃管测量与记录船舶首部、中部及尾部两舷的吃水, 测量与记录试验水域的水温和水的重量密度。测量吃水时的船舶状态, 应与试验初始状态完全相同。

3.6.1.5 根据试验主持人的信号或口令, 统一进行松缆、移动重量及测量、记录。试验开始时, 先对初始位置 (未移动试验重量时) 进行测量与记录, 接着, 每移动试验重量一次, 就进行一次测量与记录。每次测量与记录的内容包括移动重量、移动力臂 (初始位置时省略)、往复 5 次的挂锤线 (挂锤测量装置) 读数或玻璃管水面 (U 型管测量装置) 读数。

3.6.1.6 倾斜试验移动重量的顺序如图 3.6.1.6 所示。每次移动重量后, 在测量之前应由验船师检查并确认下列内容:

- (1) 试验移动重量的移动位置力求精确, 并应在划定的位置按原来形状进行堆放。
- (2) 船舶摇摆趋于稳定, 且船舶处于自由浮态和自由横倾状态。
- (3) 船上试验人员位于规定的位置。

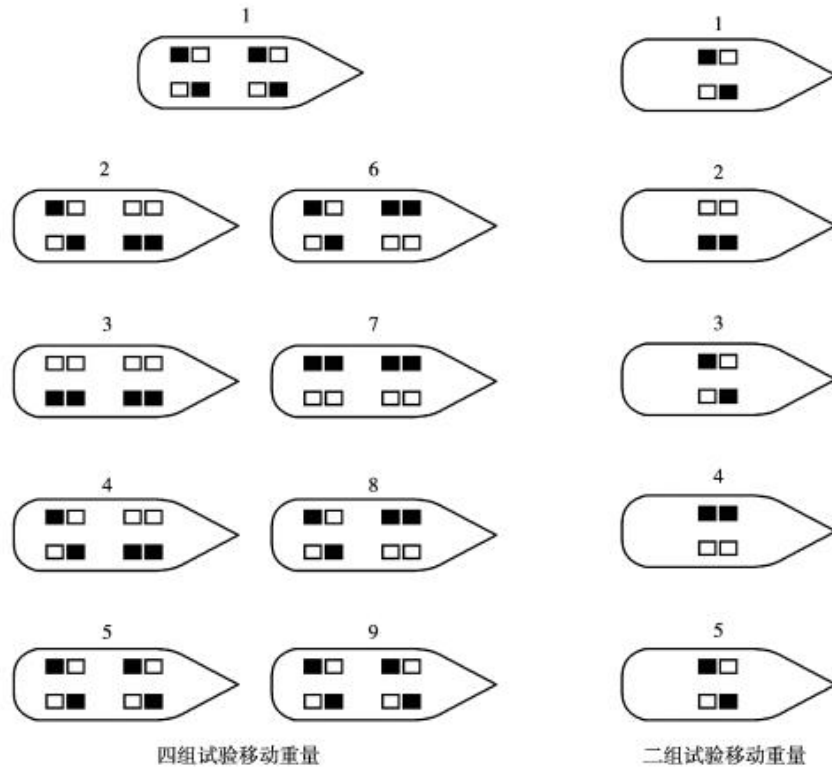


图 3.6.1.6 移动重量的顺序

3.6.1.7 为了保证测量结果的可靠性，应在试验过程中进行误差检查。如图 3.6.1.7 (1) 所示，以 4 组移动重量为例，在设有力距和摆幅值坐标系的检查图上，从原点①起将第一次移动的相应移动力距和摆幅值绘出交点②，在交点②的基础上计量并画出下一个移动力距和摆幅值的交点③，以此类推直至最后一个交点⑨。在各点的中间画一根检查线，如果交点偏离检查线超过 4%摆幅（该摆幅为相对于原点的摆幅值）时，应分析原因，判断是否需要部分和全部重作试验。

图 3.6.1.7 (2) 至图 3.6.1.7 (5) 中给出了判断几种外力矩影响试验结果的例子，并推荐了几种解决问题的方法。

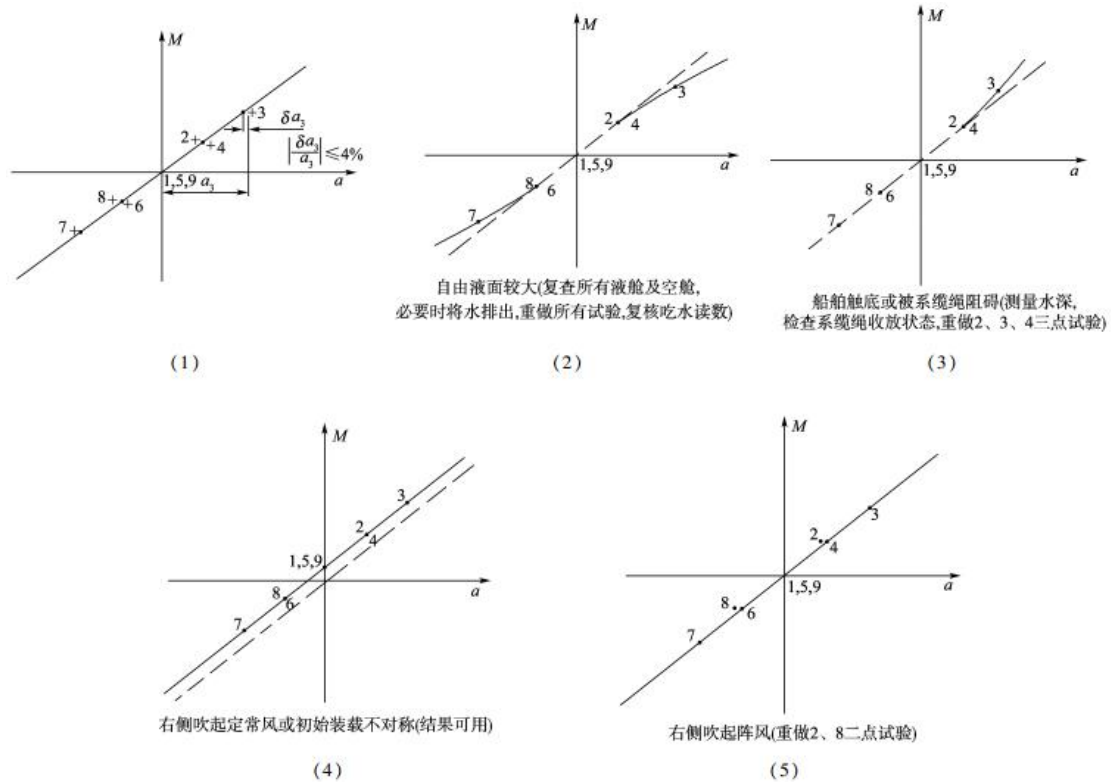


图 3.6.1.7 外力矩影响试验结果的示例

3.6.2 称重试验

3.6.2.1 试验之前,应由试验主持人会同验船人员及参加试验的各方代表共同对船舶作全面检查,并确认船舶状态已符合试验要求。

3.6.2.2 将船舶与胎架固定,并置于测量支点上。用透明软管(透明软管内注有适量的清水或颜色水,且软管内不应有气泡)调节船舶横向水平和纵向水平,使船底基线和前后支点连线保持水平。

3.6.2.3 在多余物件表中记录试验附件的重量和重心位置。在称重试验记录表中记录后垫块(如有时)的重量。

3.6.2.4 测量与记录前后支点的平行于船底基线距离、后支点至船中平行于船底基线距离、前后支点至船底基线的垂直距离、秤的读数。

3.6.2.5 将前支点升高,测量与记录升高值和升高后秤的读数。如果升高时,前后支点的位置发生了变化,还应测量与记录前后支点平行于船底基线的距离、前支点至船中平行于船底基线的距离、前后支点至船底基线的垂直距离。测量后,将前支点下降到原来位置。

3.6.2.6 调整前支点的纵向位置,按 3.6.2.2 使船底基线和前后支点连线保持水平,按 3.6.2.4 和 3.6.2.5 测量另一组数据,测得的数据应大于等于三组。

3.7 数据处理和编制试验报告

3.7.1 按 2.8 的表格格式,完整、清晰地填写各项试验测量数据及原始数据。

3.7.2 试验结束时,应由试验主持人、验船人员、船东代表及试验测量员在各相应的试验数据表格中签署姓名与日期。

3.7.3 试验结束后,应按 3.7.2 所述的经签名认可的测量数据及原始数据,算出船舶在空船状态下的重量及重心位置。并将试验测量数据及计算结果汇编成试验报告。

3.7.4 倾斜试验报告中,静水力参数应按试验时船舶的实际纵倾状态进行计算。除非船舶的纵倾值小于垂线间长的 1%,且船体首、尾型随吃水变化较小时才可使用正浮时的静水

力数据。

3.7.5 无型线图的船舶，可根据倾斜试验的测量数据，算出船舶在空船状态下的稳性系数。

3.8 船舶倾斜试验报告和称重试验报告

3.8.1 船舶倾斜试验报告的内容和格式见附件 1。

3.8.2 船舶称重试验报告的内容和格式见附件 2。

附件 1

船舶倾斜试验报告（参考格式）

一、船舶主尺度

船长 $L =$	m
垂线间长 $L_{PP} =$	m
船宽 $B =$	m
型深 $D =$	m
设计吃水 $d =$	m

二、试验时的情况

1、试验环境条件与系泊状态记录表

试验日期及时间	年月日时分起至日时分完成					
试验地点						
天气情况		风向		风力		
水流情况		流向		流速	m/s	
试验主持人		验船人员		船东代表		
试验参加者						
系泊状况						
试验时的吃水计算	位置	在吃水标尺处 (m)			推算出首垂线、船中及尾垂线处的吃水 (m)	减去龙骨高度或平板龙骨厚度的型吃水 (m)
		右舷	左舷	平均		
	首					$d_F =$
	中					$d_M =$
	尾					$d_A =$
计算平均型吃水 $d_P = \frac{1}{8}(d_F + 6d_M + d_A) =$						
首尾计算型吃水	位置	型吃水 (m)	$\frac{d_F + d_A}{2} - d_P$	计算吃水	有原始纵倾船舶计算吃水	
					原始倾值 (m)	计算吃水 (m)
	(1)	(2)	(3)	(4) = (2)-(3)	(5)	(6)
	首 d_F					(6) = (4)+(5)
尾 d_A					(6) = (4)-(5)	
试验水域水的重度 γ	t/m ³	水的温度 T	°C	水深 H	m	

2、试验移动重量及测量装置布置表

试验移动重量的布置图	移动重量类型移动的总重量 = t									
	左舷			右舷						
	第二组	重量			t	第一组	重量			t
		位置					位置			
		重心垂向坐标			m		重心垂向坐标			m
		重心纵向坐标			m		重心纵向坐标			m
	第四组	重量			t	第三组	重量			t
		位置					位置			
重心垂向坐标				m	重心垂向坐标				m	
重心纵向坐标				m	重心纵向坐标				m	
挂锤测量装置	NO.1	位置			挂锤线长度	$\lambda_1 =$			mm	
	NO.2					$\lambda_2 =$			mm	
U型管测量装置	NO.1	位置			玻璃管中心线至水箱中心线的水平距离	$s_1 =$			mm	
	NO.2					$s_2 =$			mm	
试验仪器数量及其位置										

3、试验时船上多余物件表

序号	物件名称	物件位置	重量 (t)	垂向坐标		纵向坐标	
				力臂(m)	重量矩(t·m)	力臂(m)	重量矩(t·m)
总计							

注：重量的纵向坐标船中前为正，船中后为负。

4、试验时船上不足物件表

序号	物件名称	物件位置	重量 (t)	垂向坐标		纵向坐标	
				力臂(m)	重量矩(t·m)	力臂(m)	重量矩(t·m)
总计							

注：重量的纵向坐标船中前为正，船中后为负。

5、需重新定位物件表

状态	序号	物件名称	物件位置	重量 (t)	垂向坐标		纵向坐标	
					力臂(m)	重量矩(t·m)	力臂(m)	重量矩(t·m)
试验时								
	小计							
营运中								
	小计							
总计	(营运中) - (试验时)							

注：重量的纵向坐标船中前为正，船中后为负。

6、液舱装载及自由液面表

序号	舱室名称	位置	舱容 (m ³)	装载重 (t)	横向惯性矩 (m ⁴)	液体重量密度 (t/m ³)	自由液面惯量矩 (t·m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(6)×(7)
Σ	总计						

注：①满载舱应不计自由液面；

②自由液面对稳性高度的修正值 $\delta GM = \Sigma(8) / \Delta$ m；

或自由液面对稳性系数的修正值 $\Delta \delta GM = \Sigma(8)$ t·m。

式中：Δ——试验状态下船舶的排水量，t。

三、倾斜试验记录

1、移动重量为 4 组的移动力矩及倾侧力矩表

序号	试验移动重量位置		移动重量 (t)	移动力臂 (m)	移动力矩 (t·m)	倾侧力矩 (t·m)
	左舷	右舷				
1	②	①	—	—		
	④	③	—	—		
2		②①				
	④	③	—	—		
3		②①	—	—		
		④③				
4		②①	—	—		
	④	③				
5	②	①				
	④	③	—	—		
6	②①					
	④	③	—	—		
7	②①		—	—		
	④③					
8	②①		—	—		
	④	③				
9	②	①				
	④	③	—	—		

注：倾侧力矩计算时，移动重量向右移的移动力臂取正值，移动重量向左移的移动力臂取负值。

2、移动重量为 2 组的移动力矩及倾侧力矩表

序号	试验移动重量位置		移动重量 (t)	移动力臂 (m)	移动力矩 (t·m)	倾侧力矩 (t·m)
	左舷	右舷				
1	②	①	0	0	0	
2		①②				
3	②	①				
4	①②					
5	②	①				

注：倾侧力矩计算时，移动重量向右移的移动力臂取正值，移动重量向左移的移动力臂取负值。

3、测量装置读数记录

(1) 挂锤测量装置读数记录表 (mm)

测量员_____

挂锤编号：挂锤线长度 $\lambda =$ _____ mm										
重量移动序号 往复次数		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1	左							
右										
2	左									
	右									
3	左									
	右									
4	左									
	右									
5	左									
	右									
读数平均值										
摆幅值 a (读数平均值的差)										
倾角 $\text{tg } \theta = \frac{ a }{\lambda}$										

2) U 型管测量装置读数记录表 (mm)

测量员_____

U 型管编号：玻璃管中心线至水箱中心线的水平距离 $S =$ _____ mm										
重量移动序号 往复次数		1	2	3	4	5	6	7	8	9

1	上									
	下									
2	上									
	下									
3	上									
	下									
4	上									
	下									
5	上									
	下									
读数平均值										
升降值 b (读数平均值的差)										
倾角 $\text{tg } \theta = \frac{ b }{S}$										

5、试验误差检查图

M - a (或 M - b) 图

M	
	a 或 b

四、试验数据计算

1、试验状态下的静水力数据

1) 纵倾状态下船舶的排水量、浮心位置及横稳心垂向坐标计算;

$$d_F = \quad \quad \quad m; \quad d_A = \quad \quad \quad m; \quad \text{tg } \varphi = \frac{d_F - d_A}{L_{pp}}$$

站号	辛氏系数	截面面积 A (m ²)	$f(A)$	面积力矩 My (m ³)	$f(My)$	水线半宽 y (m)	y^3 (m ³)	$f(y^3)$	距中系数	$f(M_x)$
----	------	--------------------------	--------	---------------------------	---------	------------	-------------------------	----------	------	----------

(1)	(2)	(3)	(4)=(2)×(3)	(5)	(6)=(2)×(5)	(7)	(8)=(7) ³	(9)=(2)×(8)	(10)	(11)=(4)×(10)
0	1								-10	
1	4								-9	
2	2								-8	
3	4								-7	
4	2								-6	
5	4								-5	
6	2								-4	
7	4								-3	
8	2								-2	
9	4								-1	
10	2								0	
11	4								1	
12	2								2	
13	4								3	
14	2								4	
15	4								5	
16	2								6	
17	4								7	
18	2								8	
19	4								9	
20	1								10	
Σ			$\Sigma(4)$		$\Sigma(6)$		$\Sigma(8)$	$\Sigma(9)$		$\Sigma(11)$

注：表中第(3)(5)(7)项按纵倾水准线分别在邦戒曲线和型线图上求得。

$$\text{站距 } \Delta L = \frac{L_{pp}}{20} = \quad \text{m}$$

$$\text{型排水体积 } v = \frac{1}{3} \Delta L \Sigma(4) = \quad \text{m}^3$$

$$\text{排水量 } \Delta = k \gamma V = \quad \text{t}$$

浮心垂向坐标 $Z_B = \Sigma(6) / \Sigma(4) =$ m

水线面惯性矩 $I_x = \frac{2}{9} \Delta L \Sigma(9) =$ m⁴

横稳心半径 $B_M = I_x / V =$ m

横稳心垂向坐标 $Z_M + Z_B + B_M =$ m

浮心纵向坐标 $X_B = \Delta L \Sigma(11) / \Sigma(4) =$ m

2) 正浮状态下船舶的排水量、浮心位置及横稳心垂向坐标计算;

序号	项目	单位	数值
1	船首吃水 d_F	m	
2	船尾吃水 d_A	m	
3	纵倾角的正切值 $tg\varphi = \frac{d_F - d_A}{L_{pp}}$		
4	平均吃水 $\bar{d} = \frac{d_F + d_A}{2}$	m	
5	漂心纵向坐标 X_F (根据 \bar{d} 查静水力曲线)	m	
6	计算吃水 $d = \bar{d} + X_F tg\varphi$	m	
7	排水量 Δ (根据 d 查静水力曲线)	t	
8	浮心垂向坐标 Z_B (根据 d 查静水力曲线)	m	
9	浮心纵向坐标 X_B (根据 d 查静水力曲线)	m	
10	横稳心垂向坐标 Z_M (根据 d 查静水力曲线)	m	

2、实测初稳性高度计算

序号	倾侧力矩 (t·m)	平均倾角 $tg\theta$			计算数据	
		第一测点	第二测点	倾角平均	(1)×(4)	(4) ²
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	-	-	-	-	-	-

2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
Σ	$\Sigma(1)$			$\Sigma(4)$	$\Sigma(5)$	$\Sigma(6)$

$$\text{实测初稳性高度 } GM_0 = \frac{\Sigma(5) - \{\Sigma(1) \times \Sigma(4)\} / 8 \cdot 1}{\Sigma(6) - \{[\Sigma(4)]^2\} / 8} \cdot \frac{1}{\Delta}$$

3、试验状态船舶的相关数据计算

试验状态下船舶的重量和重心位置计算

序号	项目	单位	数值
1	船首吃水 d_F	m	
2	船尾吃水 d_A	m	
3	纵倾角 $\varphi = \arctg\left(\frac{d_F - d_A}{L_{pp}}\right)$	deg	
4	排水量 Δ	t	
5	横稳心垂向坐标 Z_M	m	
6	浮心垂向坐标 Z_B	m	
7	浮心纵向坐标 X_B	m	
8	实测初稳性高度 GM_0	m	
9	自由液面对初稳性高度修正量 δGM	m	
10	经自由液面修正后的初稳性高度 $GM = GM_0 + \delta GM$	m	

11	重心垂向坐标 $Z_G = Z_M - GM \cos\varphi$	m	
12	重心纵向坐标 $X_G = X_B + (Z_G - Z_B) \operatorname{tg}\varphi$	m	

五、空船计算

1、空船重量重心位置计算

序号	项目	重量 (t)	垂向坐标		纵向坐标	
			力臂(m)	重量矩(t·m)	力臂(m)	重量矩(t·m)
1	试验状态下船舶					
2	多余物件					
3	不足物件					
4	需重新定位物件					
5	空船(1)-(2)+(3)+(4)					

注：重量的纵向坐标船中前为正，船中后为负。

2、空船稳性系数计算

序号	项目	单位	数据
1	试验状态下船舶稳性系数	t·m	
2	多余物件的垂向重量矩	t·m	
3	不足物件的垂向重量矩	t·m	
4	需重新定位物件的垂向重量矩	t·m	
5	空船稳性系数 (1)-(2)+(3)+(4)	t·m	

附件 2

船舶称重试验报告（参考格式）

一、船舶主尺度

船长 $L=$ m垂线间长 $L_{PP}=$ m船宽 $B=$ m型深 $D=$ m设计吃水 $d=$ m

二、试验时的情况

1、试验说明

试验日期及时间	年月日时分起至日时分完成			
试验地点				
试验主持人		验船人员		船东代表
试验参加者				
船舶状况				

2、试验时船上多余物件表（见附件 1）

3、试验时船上不足物件表（见附件 1）

4、需重新定位物件表（见附件 1）

三、称重试验记录（测量记录表）

船舶状态	序号	前后支点平行于船底基线的距离 L_{ab} (mm)	后支点至船中平行于船底基线的距离 X_b (mm)	前后支点的垂直距离 h (mm)	秤的读数 R (kg)
水平状态					
倾斜状态					

前后支点至船舶基线的垂直距离 δt	mm	后垫块重量 W_z	kg
---------------------------	----	-------------	----

四、空船计算

1、试验状态下船舶的重量和重心纵向坐标计算

序号	前后支点平行于船底基线的距离 $L_{ab}(\text{mm})$	后支点至船中平行于船底基线的距离 $X_b(\text{mm})$	前支点至船中平行于船底基线的距离 $X_a(\text{mm})$	秤的读数 $R(\text{kg})$	后垫块重量 $W_z(\text{kg})$	后支点的作用力 $R_b(\text{kg})$
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)-(3)	(5)	(6)	(7)=(5)-(6)
1						
2						
3						
4						

根据测量数据，建立三个联立方程组，求解得到三组重量和重心纵向坐标结果：

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_1 = \frac{L_{ab2}R_{b2} - L_{ab1}R_{b1}}{X_{a2} - X_{a1}}; X_{G1} = X_{a1} - \frac{L_{ab1}R_{b1}}{\Delta_1} \\ \Delta_2 = \frac{L_{ab3}R_{b3} - L_{ab2}R_{b2}}{X_{a3} - X_{a2}}; X_{G2} = X_{a2} - \frac{L_{ab2}R_{b2}}{\Delta_2} \\ \Delta_3 = \frac{L_{ab3}R_{b3} - L_{ab1}R_{b1}}{X_{a3} - X_{a1}}; X_{G3} = X_{a1} - \frac{L_{ab1}R_{b1}}{\Delta_3} \end{array} \right.$$

取 3 个重量和 3 个重心纵向坐标的平均值：

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3}{3} = \quad \text{kg}$$

$$X_G = \frac{X_{G1} + X_{G2} + X_{G3}}{3} = \quad \text{mm}$$

2、试验状态下船舶的重心垂向坐标计算

根据倾斜状态的测量数据和由水平状态算出的船舶重量及重心纵向坐标，求出 3 个重心垂向坐标：

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{tg} \varphi_1 = \frac{h_1}{\sqrt{L_{ab1}^2 - h_1^2}}; Z_{G1} = \frac{L_{ab1}R_{b1} - \Delta(X_{a1} - X_G)}{\Delta \text{tg} \varphi_1} - \delta t \\ \text{tg} \varphi_2 = \frac{h_2}{\sqrt{L_{ab2}^2 - h_2^2}}; Z_{G2} = \frac{L_{ab2}R_{b2} - \Delta(X_{a2} - X_G)}{\Delta \text{tg} \varphi_2} - \delta t \\ \text{tg} \varphi_3 = \frac{h_3}{\sqrt{L_{ab3}^2 - h_3^2}}; Z_{G3} = \frac{L_{ab3}R_{b3} - \Delta(X_{a3} - X_G)}{\Delta \text{tg} \varphi_3} - \delta t \end{array} \right.$$

取 3 个重心垂向坐标的平均值：

$$Z_G = \frac{Z_{G1} + Z_{G2} + Z_{G3}}{3} = \quad mm$$

3、试验状态下船舶的重量和重心位置的单位换算

$$\Delta = \quad kg = \quad t$$

$$Z_G = \quad mm = \quad m$$

$$X_G = \quad mm = \quad m$$

4、空船计算

序号	项目	重量 (t)	垂向坐标		纵向坐标	
			力臂(m)	重量矩(t·m)	力臂(m)	重量矩(t·m)
1	试验状态下船舶					
2	多余物件					
3	不足物件					
4	需重新定位物件					
5	空船(1)-(2)+(3)+(4)					

注：重量的纵向坐标船中前为正，船中后为负。

附录 4

船舶手册编制要求

4.1 船舶操作手册至少应包括下列资料：

- (1) 船舶的主要要素和营运条件限制，例如气象（如风级）、水文（如水流流速）等，以及获得气象资料的措施；
- (2) 船舶与岸台、基地港电台、应急服务站和其他船舶之间的通信联系，包括使用的电台频率和守听值班；
- (3) 船舶及其设备情况的简要说明；
- (4) 船舶装载限制（允许或禁止的装载情况）和装载程序，例如最大营运重量（最大载货量或最大载人数）、重量分布、本规则第 1 章第 2 节规定的内容等；
- (5) 船舶运行限制（如有时），包括最坏预期情况下（如大风、大浪、高速回转）主机转速、船速与回转舵角等，以及相应的船舶操纵程序；
- (6) 紧急情况的处置与应急程序，包括但不限于：
 - ① 指示危急情况或危及安全的故障报警方式与应采取的对策（包括对船舶与机器操作方面的善后限制）；
 - ② 破损情况下控制下列因素的应急措施和程序（根据浮力、稳性与分舱要求）：
 - (a) 船舶倾斜；
 - (b) 进一步浸水；
 - (c) 乘客登乘位置保持正值干舷；
 - (d) 保持组织撤离用的基本应急设备易于达到和可操作。
 - ③ 可预见的偶然事件中，用于救援的应变计划；
 - ④ 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）；
 - ⑤ 紧急情况下弃船的撤离程序。
- (7) 结构防火布置图；
- (8) 核查浮力舱完整性的程序；
- (9) 设备与系统的说明和操作方法，包括但不限于：
 - ① 机器系统；
 - ② 方向控制系统；
 - ③ 遥控与报警系统；
 - ④ 电气设备；
 - ⑤ 探火与灭火设备和系统；
 - ⑥ 无线电通信设备；
 - ⑦ 航行设备。

4.2 船舶维修手册至少应包括下列资料：

- (1) 船舶安全运行所要求的所有船舶结构、机器装置和所有安装的设备与系统的详细说明和示图；
- (2) 检修计划表，详细说明为保持船舶及其机器设备和系统的安全操作所要求的定期维护操作；
- (3) 结构或主机部件损耗限制，包括要求按日期或运行时间换新的部件的寿命；
- (4) 保养要求的所有充注液体和结构材料的规格和数量；
- (5) 有关主辅机械、传动装置、推进装置、垫升装置和弹性结构件维修保养时的注意事项，包括应采取的安全预防措施或要求的专用设备；
- (6) 机器或系统部件更换后或故障诊断时应遵循的试验程序；
- (7) 船舶起吊或进坞程序，包括重量或状态的限制；
- (8) 有关拆卸、运输和装配的说明（当船舶可能需拆卸运输时）；

(9) 维修保养日志(也可单独成册),记录维修保养日期、维修保养项目、完成情况(如修理、涂装、换新等)、维修保养承担方。

4.3 “船舶操作手册”和“船舶维修手册”可合并为“船舶操作维修手册”。