



中国船级社

# 浮船坞入级规范

2009



人民交通出版社

China Communications Press



中 国 船 级 社

# 浮 船 坞 入 级 规 范

2009

2009年7月1日生效  
Effective from July 1 2009

北 京  
**Beijing**

# 目 录

## 第 1 章 通则

- 第 1 节 一般规定
- 第 2 节 入级范围与条件
- 第 3 节 图纸资料
- 第 4 节 建造中检验
- 第 5 节 建造后检验

## 第 2 章 坞体结构

- 第 1 节 一般规定
- 第 2 节 总纵强度
- 第 3 节 横向强度
- 第 4 节 局部强度
- 第 5 节 焊接
- 第 6 节 其他
- 附录 1 浮船坞横向强度直接计算校核
  - 第 1 节 一般规定
  - 第 2 节 载荷
  - 第 3 节 结构模型
  - 第 4 节 强度评估

## 第 3 章 稳性、干舷与作业、最大沉深吃水标志

- 第 1 节 稳性
- 第 2 节 干舷与作业、最大沉深吃水标志

## 第 4 章 轮机

- 第 1 节 一般规定
- 第 2 节 管系

## 第 5 章 电气装置

- 第 1 节 一般规定
- 第 2 节 电源及配电
- 第 3 节 照明与坞内通信

## 第 6 章 消防

- 第 1 节 一般规定
- 第 2 节 防火措施
- 第 3 节 固定式灭火系统和探火系统
- 第 4 节 消防用品

# 第 1 章 通 则

## 第 1 节 一 般 规 定

### 1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本规范适用于在遮蔽水域内固定作业的下列两种类型的钢质浮船坞：

(1) 整体型 (caisson type)：底部浮箱与两舷坞墙均为连续，且不可分离；

(2) 分离型 (pontoon type)：坞墙连续而底部由非连续的浮箱组成。浮箱可与坞墙永久连接或可分离。

对于其他型式的浮船坞，将给予特殊考虑。

1.1.1.2 本规范适用本规范生效之日及以后签定建造合同<sup>1</sup>的浮船坞，包括由船舶改建浮船坞。

1.1.1.3 本规范无规定者，应满足 CCS《钢质海船入级规范》的适用要求。

1.1.1.4 浮船坞拖航时的法定要求应符合主管机关的有关规定。

### 1.1.2 定义

1.1.2.1 除本节定义规定者外，CCS《钢质海船入级规范》的相关定义适用本规范。

1.1.2.2 除非另有规定，本规范定义如下（参见图 1.1.2.2）：

(1) 坞长  $L_D$  (m)：由浮船坞最前面浮箱前端缘量至最后面浮箱后端缘的长度。对于不属于浮箱整体结构的端部平台以及天桥部分不包括在坞长的长度范围内。

(2) 坞宽  $B_D$  (m)：由浮船坞最大宽度处的肋骨外缘之间量得的宽度。其中：

内坞墙宽系指坞墙内壁板（内坞墙板）面向中纵线一侧外缘之间量得的型宽；

净内宽系指内坞墙宽减去内坞墙上悬挑结构最大伸出长度之后的净型宽。

(3) 坞深  $D_D$  (m)：系指在外坞墙板内缘位置上从坞底板上表面量至顶甲板下表面的垂直距离。

(4) 作业吃水  $d_D$  (m)：系指在平浮状态下，浮船坞承载达到其设计举升能力船舶时的吃水。

(5) 最大沉深吃水  $d_{max}$  (m)：系指在平浮状态下，浮船坞允许下沉的最大吃水。

(6) 坞墙：系指位于浮船坞两舷侧浮箱甲板之上的纵向连续箱形结构。其外板结构和内壁板结构也分别称为外坞墙和内坞墙。

(7) 浮箱：系指位于两个坞墙之下的箱体结构。

(8) 浮箱甲板：系指整体型或分离型浮船坞浮箱最上部的一层甲板，用于抬船、坞修或下水作业。

(9) 顶甲板：系指整个坞墙长度范围内的最高一层连续甲板。

(10) 安全甲板：系指在整个坞墙长度范围内，坞墙中位于顶甲板之下、压载舱之上设置的一层甲板，并在压载舱处设为水密。

<sup>1</sup> 建造合同定义见 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 2 章 2.5.1.2。

(11) **气垫**：系指在压载舱进水时，压载舱内一定的空气无法逸出，从而形成在压载舱安全甲板和压载水面之间的空气气垫。

(12) **残余水**：系指无法泵出的压载水。

(13) **调节压载水**：系指当浮船坞以设计举升能力进行作业时，多出残余水的那一部分压载水，用以调节纵倾和横倾，并降低浮船坞的纵向弯矩和挠度。

(14) **设计举升能力  $F_L(t)$** ：系指在正常使用状态下，浮船坞举升的最大船舶重量。

(15) **船级条件**：系指需限期处理的特定措施、修理和检验等实施要求，以保持船级。

(16) **重大改装**：系指现有浮船坞以增大主尺度和/或增加举升能力的改装或改建。

(17) **浮船坞空坞重量**：系指包括浮箱、坞墙、垫墩、起重机、所有的机械和舾装设备，以及端封板/工作平台等的重量。

(18) **轻载排水量**：系指包括浮箱、坞墙、垫墩、起重机、所有的机械和舾装设备，以及端封板/工作平台、浮船坞使用的淡水和燃油、调节压载水（如要求）、和残余水等重量。

(19) **遮蔽水域**：系指海、江、河、湖泊水域中，掩护条件较好、波浪较小的沿岸边或类似水域。

(20) **初次入级检验**：系指在第 1 次授予 CCS 船级和颁发入级证书之前，对浮船坞所进行的符合性检查，以确认其文件、结构和设备的设计、配置和技术状况以及管理等符合 CCS 入级规范、规则及 CCS 接受的其他技术要求。新建浮船坞的初次入级检验按本规范第 4 节建造中检验进行。

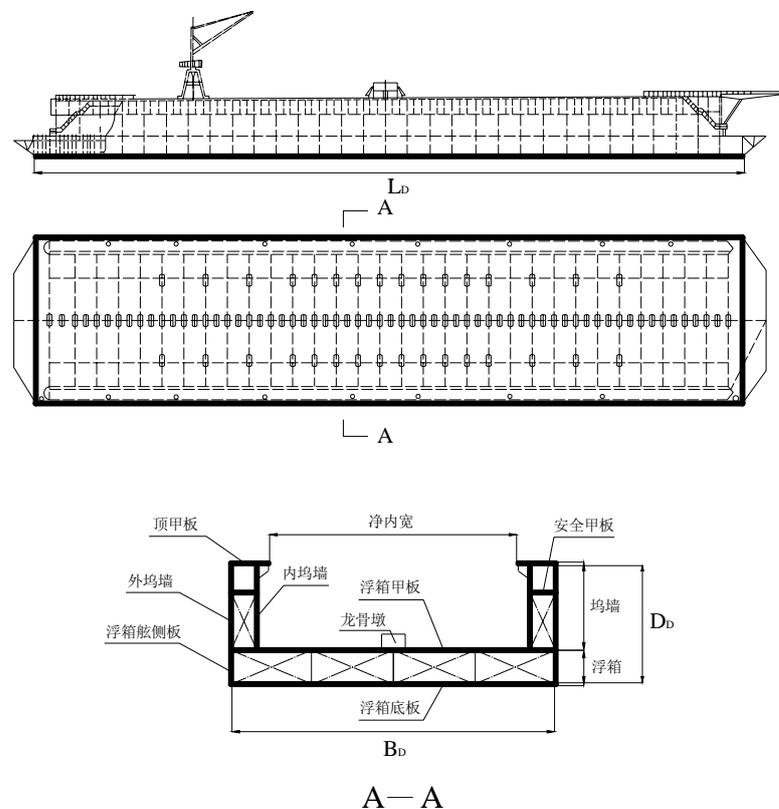


图 1.1.2.2 典型整体型浮船坞及其部位示意图

## 第 2 节 入级范围与条件

### 1.2.1 一般要求

1.2.1.1 凡按本规范或等效规范建造并经检验满意的浮船坞，CCS 将授予船级，并在《船舶录》中登录。只要入级的浮船坞经本规范规定的建造后检验，并被认为保持适当和有效状态且符合本规范要求，将保持船级。

1.2.1.2 船级将针对浮船坞营运和安全具有重要影响的坞体（包括设备）和轮机（包括锅炉、压力容器、动力机械、压缩机、泵系布置，控制和电气设备等）方面按符合 CCS 规范规定的条件予以授予。

1.2.1.3 对于作业环境条件超出 1.1.1.1 中规定适用范围的浮船坞，应提交该作业环境条件下的满足相关强度、稳性及其他要求的技术文件供 CCS 审批。

1.2.1.4 浮船坞的入级范围不包括浮船坞系固设备，但这些设备与坞体结构相关联的局部强度应包括在相应于浮船坞结构强度的入级范围内。此外，如坞（船）东提出申请，CCS 可提供额外的浮船坞系固设备评估包括可能的发证服务，但浮船坞在其作业地点的振动性能和运动特性的有关内容除外。

1.2.1.5 在等效的基础上，CCS 可考虑接受替代布置、材料和设备。

1.2.1.6 浮船坞稳性和消防规定均属于入级条件，应符合本规范要求，但尚应注意船旗国主管机关的要求（如有时）。

### 1.2.2 入级符号与附加标志

1.2.2.1 凡满足本规范要求，经 CCS 批准入级的浮船坞，将分别授予下列入级符号和附加标志：

(1) 在 CCS 检验下建造的浮船坞：

★CSA Floating Dock with  $F_L$  (XXX t)

(2) 在 CCS 承认的船级社检验下建造，但经 CCS 检验和审查后，认为符合 CCS 入级要求的浮船坞：

★CSA Floating Dock with  $F_L$  (XXX t)

1.2.2.2 如浮船坞的建造港和使用港不在同一地，且所有设备尚未全部安装就绪，CCS 将在浮船坞到达使用港后，完成全部规定的检验范围并认为合格后，才授予入级符号和附加标志。

1.2.2.3 当浮船坞或其机械设备采用新颖设计或新型结构获 CCS 批准后，将加注一适当的特殊标志并记入船舶录。

## 第 3 节 图纸资料

### 1.3.1 一般要求

1.3.1.1 新建浮船坞申请入级时，申请方应在开工前将 1.3.2 至 1.3.5 中所规定的图纸

和资料一式 3 份提交 CCS 审查，且 CCS 认为必要时可要求扩大送审资料范围。

1.3.1.2 对不在 CCS 检验下建造的浮船坞的入级，可按 1.3.2 至 1.3.5 中打\*号的图纸资料范围，一式 3 份送 CCS 审查。

### 1.3.2 船体图纸资料

1.3.2.1 应提交审查的坞体图纸资料如下，且对于特殊的结构和布置，可要求扩大送审资料范围：

- \* (1) 总布置图；
- \* (2) 主要横剖面图；
- \* (3) 基本结构图，包括浮箱、坞墙、顶甲板、安全甲板等结构图。对分离型浮船坞，还应包括各浮箱周界壁板的结构图和沿浮箱缝隙穿过坞墙底部板的结构图；
- (4) 结构规范计算书（包括总纵强度、横向强度和局部强度等）；
- \* (5) 稳性和干舷计算书及作业吃水、最大沉深吃水标志图；
- (6) 焊接方式和规格；
- (7) 挠度仪的类型及监测点布置的详细说明；
- \* (8) 起重机基座及其支撑结构图；
- \* (9) 压载水舱、淡水舱和燃油舱布置图（包括舱容表）；
- \* (10) 浮船坞空坞重量重心计算书（如适用时）。

1.3.2.2 应将下列坞体图纸资料提交备查：

- (1) 静水力曲线和沉浮曲线；
- (2) 甲板室和控制室结构图；
- (3) 坞体及设备说明书；
- (4) 操作手册。

1.3.2.3 在 1.3.2.1 和 1.3.2.2 所列文件中，应包含如下数据：

- (1) 设计举升能力；
- (2) 浮船坞最大沉深吃水、与龙骨墩顶平齐时吃水和作业吃水；
- (3) 浮船坞空坞（包括各分项部分）的重量与重心位置；
- (4) 龙骨墩高度；
- (5) 如适用，液舱空气管的下端开口距安全甲板或浮箱甲板的距离（该值可在沉浮试验后给出）；
- (6) 构成舱室周界的板的计算压头，详见 2.4.2；

### 1.3.3 轮机图纸资料

1.3.3.1 应提交审查的轮机图纸资料如下：

- \* (1) 机、泵舱布置图；
- \* (2) 浮箱进排水管系图；

- \* (3) 舱底水管系图；
- \* (4) 空气管、测量管和溢流管布置图；
- \* (5) 辅机燃油管系图；
- (6) 辅机滑油管系图；
- (7) 辅机冷却水管系图；
- (8) 疏排水管路和附件布置图；
- (9) 辅机排气管系图；
- (10) 机舱通风管布置图；
- (11) 液压管系图；
- \* (12) 压缩空气管系图。

1.3.3.2 应将下列轮机图纸资料提交备查：

- (1) 轮机说明书；
- (2) 机械设备明细表。

#### 1.3.4 电气装置图纸资料

1.3.4.1 应提交审查的电气装置图纸资料如下：

- (1) 电力负荷估算书；
- (2) 电力系统短路电流计算书；
- \* (3) 电力系统图；
- (4) 电力设备布置图；
- (5) 照明系统图和布置图；
- (6) 浮船坞内通信系统图和布置图；
- (7) 配电板单线图。

1.3.4.2 应将下列电气装置图纸资料提交备查：

- (1) 电气说明书。

#### 1.3.5 消防图纸资料

1.3.5.1 应提交审查的消防图纸资料如下：

- \* (1) 防火区域和舱室防火分隔图及有关材料特性的说明；
- \* (2) 防火舱壁、甲板结构图；
- \* (3) 通风系统布置及挡火闸控制图；
- \* (4) 固定式灭火系统布置图及灭火剂量计算书；
- \* (5) 水灭火系统布置图及计算书；
- \* (6) 固定式探火与失火报警系统布置图；
- \* (7) 防火控制图（包括所有消防系统、设备和用品布置）。

## 第 4 节 建造中检验

### 1.4.1 一般要求

1.4.1.1 对于申请入级的新建浮船坞，包括由重大改装的浮船坞，在建造前，申请方应提交书面申请。申请书或合同/协议应明确双方的责任、入级符号和浮船坞的主要技术参数。图纸审查可单独申请。无论何种情况，均应提供相应的“建造合同”日期。

1.4.1.2 建造浮船坞的船厂应按 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 4 章相关规定接受船厂评估和开工前检查。

### 1.4.2 图纸审批

1.4.2.1 对于申请 CCS 船级的浮船坞，应将其图纸和所有必要的文件资料提交 CCS 审批，具体文件目录见本章第 3 节规定。对于批准图纸上标明的构件尺寸、布置或设备的任何更改或增删也应提交审批。送审的图纸文件应随送浮船坞预期作业水域的环境资料。

1.4.2.2 对于坞体或轮机的任何部分构造的新颖设计或非常规材料和设备的使用，应能证明其至少与本规范所要求者具有同等效能，如果 CCS 认为必要，可要求应用前和应用过程中进行特别的评估和专门的试验或检查。在此情况下，将授予特殊附加标志（另见 1.2.2.3）。

### 1.4.3 检验

1.4.3.1 授予 1.2.2.1（1）入级符号的浮船坞，从其开工至完工的整个建造过程中，验船师应检查材料、建造过程和布置。如发现任何不符合本规范和/或批准图纸，或发现任何材料、建造过程或布置不满意的项目，均应予以纠正。

1.4.3.2 用于入级浮船坞的轮机装置和设备应在 CCS 检验下制造和安装。检验应涉及从开工至在工作状态下最终试验期间的各相关阶段。如发现任何不符合本规范和/或批准图纸，或发现任何材料、建造过程或布置不满意的项目，均应予以纠正。

1.4.3.3 一般情况下，检验完成日期应作为浮船坞的建造完成日期记载于船舶录中。如果下水至完工的时间因某些原因而延迟，则下水和完工日期可分别记载于船舶录中。

### 1.4.4 试验

#### 1.4.4.1 一般要求

每个压载舱、油舱、淡水舱和隔离空舱应采用结构试验和密性试验相结合的方法进行试验。

#### 1.4.4.2 密性试验

（1）所有压载舱应在其经受 0.015 MPa 气压条件下，采用肥皂水液检查其密性。检查之前，建议将试验液舱内的空气压力升到 0.02 MPa，并保持该压力约 1h 以达到稳定状态。在此期间，试验液舱附近的人员数量应尽量减少，然后将空气压力降低至试验压力。在试验时，应必备防止过压的措施；

（2）气压密性试验一般应在保护涂层施涂之前进行。但对于采用自动焊的压载舱，其

焊缝经验船师仔细检查后，可以在保护涂层施涂后进行气压密性试验；

(3) CCS可以考虑其他等效的试验建议。

#### 1.4.4.3 结构试验

(1) 选择部分压载水舱取设计压头进行水压试验。一般应至少沿坞长方向取不同位置的三个舱进行试验：分别位于左舷、当中和右舷。若舱室周界结构尺寸基于使用时允许的最大压差设计，则水压试验时的压头应注意避免超过其设计允许压差；

(2) 油舱、淡水舱和隔离空舱应在试验压头下进行单独的水压试验；

(3) 当水压试验无法在建造船台或船坞进行时，可允许在漂浮状态下进行。但漂浮状态下的试验应确保每个舱在其经受水压头时进行逐个检查，并采取措施确保试验舱室在漂浮状态下不对浮船坞整体产生过大的纵向应力；

(4) 对于施涂保护涂层的舱室内部结构，如果在涂层施涂之前这些结构已经仔细检查，并确认完成所有焊接和结构加强，则该舱室的水压试验可在其内部和/或外部涂层施涂后进行。经水压试验，如发现任何涂层褪色或损坏的现象，则应查明导致这些现象的原因。如存在结构缺陷，则应予以修复。

#### 1.4.4.4 沉浮试验与空坞重量检验

当浮船坞全部完工后，应在有 CCS 验船师在场的情况下进行一次沉浮试验和空坞重量检验，以确定：

(1) 浮船坞的最小顶甲板干舷；

(2) 浮船坞实际举升能力；

(3) 浮船坞的空坞重量与重心的纵向位置及横向位置；

(4) 正常状态的浮船坞初始永久挠度值和轻载排水量。正常状态系指浮船坞的所有淡水舱和燃油舱处于满舱状态，所有压载水尽实际可能排空而仅留残余水，贮存进坞船舶油类的舱处于空舱状态，以及浮船坞的移动式起重机应处于使浮船坞平吃水的位置。试验水域的水密度，以及浮船坞的首尾和坞中的左右舷吃水应予以记录，测量浮船坞正常工况的初始永久挠度值，并计算轻载排水量

(5) 中垂状态挠度值。测量程序包括：

① 浮船坞的坞中左、右舱逐渐注入等量水；

② 使①所述状态下产生的中垂弯矩等于按第 2 章计算的总纵弯矩；

③ 测量该状态下的挠度并校核坞上挠度仪读数，考虑初始永久挠度值影响，获得中垂挠度值。

#### 1.4.4.5 浮船坞空坞重心垂向位置

(1) 首制浮船坞全部完工后应进行倾斜试验确定其空坞重心的垂向位置。如进行倾斜试验不切合实际，也可用计算方法确定空坞重心的垂向位置，但还应符合(2)与(3)的规定；

(2) 用计算方法确定空坞重心的垂向位置时，浮船坞空坞重量与重心的估算应给出偏于安全的空坞重心垂向位置，例如甲板板架结构的重心垂向位置可假设位于甲板上缘；浮箱底部结构（包括浮箱底部板架结构）的重心垂向位置可假设位于浮箱底板骨架的上缘；舷侧板架结构的重心垂向位置可假设位于该结构的较高位置等；

(3) 用计算方法确定空坞重心的垂向位置时, 尚应基于检验得到的空坞重量与计算重量的差异对重心垂向位置进行修正。当重量减少时, 应假定该减少重量的重心垂向位置位于坞底; 当重量增加时, 应假定该增加重量的重心垂向位置位于坞顶;

(4) 基于首制浮船坞业经批准的空坞重心垂向位置, 考虑姊妹浮船坞与首制浮船坞空坞重量的差异, 可按(3)的修正规定, 确定姊妹浮船坞的空坞重心垂向位置。

## 第 5 节 建造后检验

### 1.5.1 一般要求

1.5.1.1 在 CCS 入级的浮船坞, 为保持入级证书的有效性, 应定期进行本节 1.5.2 规定的各种建造后检验。

1.5.1.2 坞(船)东有责任向 CCS 提出建造后检验的申请, 并提供可检验的条件以及各项安全措施。

1.5.1.3 对在检验中发现的影响入级证书有效性的损坏或缺陷, 则应:

(1) 对于验船师认为必须立即予以纠正的项目, 应将处理意见及时通知坞(船)东或其代理人。如未得到纠正, 验船师应立即将有关情况报告 CCS 总部;

(2) 除(1)以外的情况, 验船师应书面向坞(船)东或其代理人开列不符合船级条件清单, 坞(船)东或其代理人应及时采取措施消除不符合船级条件清单, 并申请 CCS 确认其措施的有效性。

1.5.1.4 除本节要求外, 浮船坞的建造后检验尚应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇入级规则的适用规定。

1.5.1.5 涉及重大改装的浮船坞, 其相关图纸资料应提交 CCS 审批。任何船舶一旦改建为浮船坞, 自重大改装合同签订之日起, 应满足本规范要求。

### 1.5.2 建造后检验种类和周期

1.5.2.1 **年度检验/两年度检验:** 在海水环境中(包括海河交替, 以下同)作业的浮船坞应在每年度证书周年日前后 3 个月内进行 1 次年度检验。在淡水环境中作业的浮船坞应在每 2 年作业期间进行 1 次两年度检验。两年度检验应在证书 2 周年日之前 6 个月内完成。

1.5.2.2 **特别检验:** 在海水环境中作业的浮船坞的第 1 次特别检验应在初次入级检验之日起 5 年内完成, 其后特别检验应在上次特别检验之日起 5 年内完成。在淡水环境中作业的浮船坞的第 1 次特别检验应在初次入级检验之日起 6 年内完成, 其后特别检验应在上次特别检验之日起 6 年内完成。根据浮船坞实际技术状况, CCS 可缩短其特别检验间隔期。

1.5.2.3 **循环检验:** 对于浮船坞, 可按坞(船)东要求采用循环检验替代特别检验。坞(船)东应制定循环检验计划并提交 CCS 审批。循环检验计划应确保浮船坞在其规定的特别检验周期内的所有特别检验要求在特别检验到期之日之前完成。

1.5.2.4 **坞底外部检验(也称坞内检验或等效水下检验):** 浮船坞的坞龄超过 10 年时, 应在其一个特别检验间隔期内至少进行一次坞底外部检验。除非该检验在干坞内或上排进

行, 坞(船)东应利用如下一种或多种方式, 向 CCS 申请浮船坞轻载水线以下部分水下检验:

- (1) 浮船坞水下部分照片;
- (2) 浮船坞水下部分影像;
- (3) 潜水员报告;
- (4) 超声波测厚报告;
- (5) 倾侧浮船坞, 对露出水面的部分坞底外板进行检查。

水下检验应结合特别检验进行, 检查范围应经 CCS 同意, 并且这些区域的位置、数量和尺寸范围应令验船师满意。应在检查前对水下坞体部分被检查区域的淤泥和污垢进行清除。

水下检验之前, 坞(船)东应提交有关浮船坞作业状态情况, 至少包括:

- (1) 涂层类型;
- (2) 是否采用腐蚀控制;
- (3) 作业水域环境(淡水还是海水、清水还是混水);
- (4) 其他相关因素。

### 1.5.3 坞体检验

1.5.3.1 年度检验/两年度检验应检查如下项目, 确认其处于满意状态:

- (1) 轻载水线以上的结构(如露天内坞墙板、外坞墙板、浮箱甲板等);
- (2) 安全甲板和顶甲板;
- (3) 龙骨墩及基座;
- (4) 露天舱棚、天窗等;
- (5) 升降口、梯道、舱口和人孔及其关闭与系固装置;
- (6) 空气管、舷外泄排水孔;
- (7) 天桥通道及连接;
- (8) 起重机导轨和支座;
- (9) 分离型浮船坞的浮箱联结处;
- (10) 作业与最大沉深吃水标志。

1.5.3.2 特别检验除应包括 1.5.3.1 所要求的年度/两年度检验要求外, 尚应包括如下检验范围及要求:

(1) 浮箱及坞墙内液舱应予清洁和进行内部检查, 并按其作业能经受到的最大压力的足够压头进行试验。坞龄超过 15 年的浮船坞, 构成主体结构一部分的燃油舱应进行内部检查;

(2) 安全甲板以上的处所应予内部检查, 如需要, 舱壁护条、衬板、管子罩壳应予拆除, 以便检查;

(3) 如果钢板表面覆盖水泥、敷料或木质铺层等覆盖层, 则这些覆盖层应予检查。如发现水泥或敷料不贴合钢板, 则应拆除这些覆盖层, 检查钢板状况。如果木质覆盖层严重磨损, 则应予以拆除并检查钢板状况;

- (4) 检查控制室与机器处所的通信联络措施的有效性;

- (5) 测深管（如安装）应予以检查，并确认设置在每个测深管下的垫板处于良好状态；
- (6) 验船师可要求对有明显损耗迹象的结构进行测厚检查。如发现由于任何损坏或腐蚀而使构件尺寸严重减小的结构，则应进行修复，并使验船师满意；
- (7) 坞龄已达 24 年的浮船坞的第一次特别检验，及此后的每隔 1 个特别检验间隔期，应进行结构测厚，以评估总体状况。测厚范围为在坞中部  $0.5L_D$  范围内的两个横剖面上。

#### 1.5.4 轮机与电气装置检验

1.5.4.1 锅炉、机械、电气装置和控制系统的检验应尽实际可能符合 CCS《钢质海船入级规范》第 1 篇第 5 章的有关要求。

## 第2章 坞体结构

### 第1节 一般规定

#### 2.1.1 一般要求

2.1.1.1 本章适用于本规范 1.1.1 规定的两种类型的钢质浮船坞。其他类型的浮船坞将予以特殊考虑。

2.1.1.2 本章未及部分的结构要求尚应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇的适用规定。

2.1.1.3 应按本章 2.2.5 的规定设置挠度仪监测浮船坞沿坞长的最大垂向挠度。如采用其他替代方法，则应事先征得 CCS 同意。

2.1.1.4 应至少在坞墙内顶甲板下方的压载水舱位置处设置满足水密要求的安全甲板，以构成压载水舱的舱顶边界。

2.1.1.5 应按本章第 6 节的有关规定对起重和拖带设备装置下的相应支撑结构强度进行校核并作适当加强。

#### 2.1.2 材料

2.1.2.1 浮船坞坞体结构用钢应符合 CCS《钢质海船入级规范》中的有关规定。

2.1.2.2 如浮船坞符合其作业水域环境气温高于  $-20^{\circ}\text{C}$  的设计温度的特殊条件，则坞体结构可接受 A 级钢，其中，设计温度是指作业区域的年内最低日平均气温，气温值为不少于 20 年的统计平均值。

2.1.2.3 材料与焊接材料应符合 CCS《材料与焊接规范》的相关规定。

#### 2.1.3 直接计算

2.1.3.1 如采用直接计算法校核构件强度，则应将支持该计算的所有相关资料一并提交 CCS 审批。

2.1.3.2 对于浮箱横舱壁间距大于  $B_D/6$  的浮船坞，除按第 2 节进行规范规定的横向强度校核外，还应按附录 1 的要求进行浮箱结构横向强度直接计算校核。

### 第2节 总纵强度

#### 2.2.1 一般要求

2.2.1.1 应按本节规定校核坞体的总纵强度。校核时应基于下述假定：

进坞船仅坐于龙骨墩上，且进坞船长（定义见 2.2.2.3）中点与坞长中点处于同一垂线上，浮箱甲板的干舷应满足 3.2.1.1 的规定。

2.2.1.2 坞中段区域计入总纵强度剖面模数的构件，应至少在坞体中部  $0.4L_D$  区域内保持与坞中相同剖面 and 纵向连续。但起重机轨道不应计入剖面模数中。

2.2.1.3 应对总纵弯矩和剪切应力作用下的板格及纵向构件进行屈曲强度校核，见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇 2.2.7。

## 2.2.2 载荷

2.2.2.1 进坞船重量首先按 2.2.1.1 假定集中布于龙骨墩上（见图 2.2.2.1），然后按 2.2.2.2 或 2.2.2.3（2）要求分布载荷。沿坞长的浮力可假定沿坞长均匀分布。

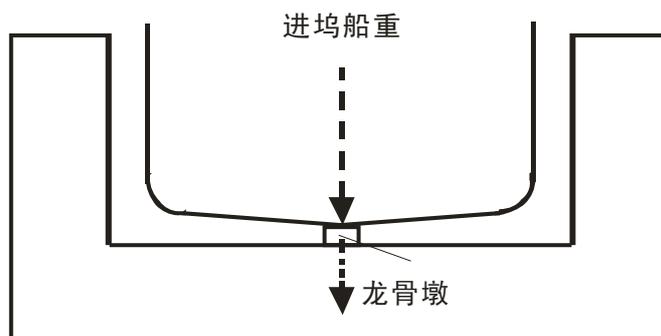


图 2.2.2.1 进坞船重量集中布于龙骨墩上的假定

2.2.2.2 应按设计中最危险的作业载荷条件校核坞体的总纵强度。进坞船的重量分布应基于排水量与设计举升能力相当，且为最短船长进坞船的情况。当载荷条件不明确时，可采用 2.2.2.3 的假定。

2.2.2.3 一般情况下，进坞船长及其重量分布曲线假定如下：

(1) 进坞船长  $L_S$ ，m，可按以下规定取值：

$$L_S = \begin{cases} 0.80L_D & \text{当 } F_L < 40000 \text{ t} \\ 0.0576F_L^{0.2483}L_D & \text{当 } 40000\text{t} \leq F_L < 70000\text{t} \\ 0.92L_D & \text{当 } F_L \geq 70000 \text{ t} \end{cases}$$

式中：  $F_L$ ——设计举升能力，t；

$L_D$ ——坞长，m；

(2) 进坞船长  $L_S$  的重量分布曲线  $q(x)$  可假定为沿坞长方向上一个边长等于进坞船长  $L_S$  的矩形  $q_1$ ，再叠加同等长度的抛物线  $q_2(x)$  组成，且抛物线面积为矩形面积的一半，见图 2.2.2.3（2）。

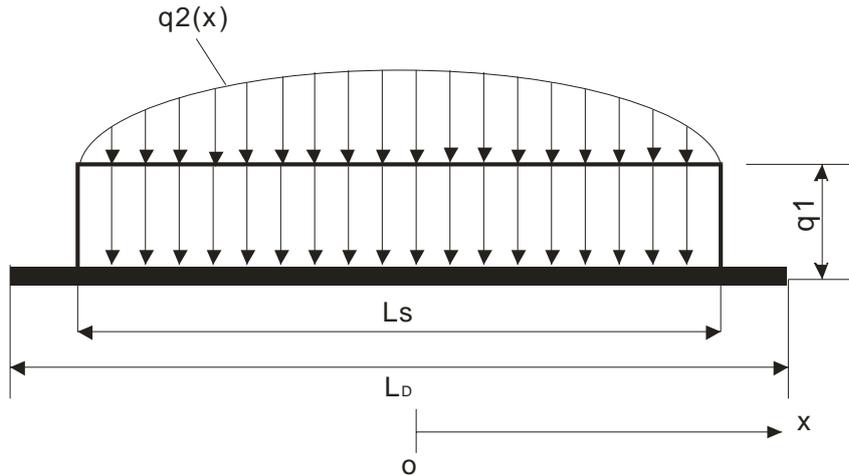


图 2.2.2.3 (2) 进坞船沿进坞船长  $L_s$  的重量分布曲线

图中:  $L_D$ ——坞长, m;

$L_s$  ——假定的进坞船长, m, 见 2.2.2.3 (1);

$q_1$ ——进坞船沿船长  $L_s$  的矩形分布的载荷部分, kN/m,  $q_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{9.81F_L}{L_s}$ ;

$q_2(x)$  ——进坞船沿船长  $L_s$  的抛物线分布的载荷部分, kN/m,

$$q_2(x) = \frac{9.81F_L}{2L_s} (1 - Cx^2), \text{ 其中: } C = \frac{4}{L_s^2};$$

$x$ ——以  $\frac{L_D}{2}$  为原点 (该点也与  $\frac{L_s}{2}$  重合) 的沿坞长纵向坐标, m, 正向指向坞首。

2.2.2.4 基于 2.2.1.1 和 2.2.2.3 的规定, 且采用均匀压载方式进行作业的浮船坞, 其设计总纵弯矩值  $M_s$ , 可采用按下式计算所得之值:

$$M_s = \begin{cases} 0.327F_L L_D & \text{当 } F_L < 40000 \text{ t} \\ 1.23(1 - 0.0528F_L^{0.2483})F_L L_D & \text{当 } 40000 \text{ t} \leq F_L < 70000 \text{ t} \\ 0.192F_L L_D & \text{当 } F_L \geq 70000 \text{ t} \end{cases} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

式中:  $F_L$ ——设计举升能力, t;

$L_D$ ——坞长, m。

### 2.2.3 总纵弯曲强度

2.2.3.1 对应于 2.2.2.4 作业方式的浮船坞, 其许用弯曲应力  $[\sigma] = 137/K \text{ N/mm}^2$

( $K$  为材料系数, 见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章第 5 节, 且取值不小于 0.72)。

2.2.3.2 如果浮船坞的作业工况是依靠调整压载水进行配载以降低其横剖面纵向最大

弯矩，则许用弯曲应力除应满足 2.2.3.1 的要求外，还应假定采用均匀压载方式，且许用弯曲应力 $[\sigma] = 215/K \text{ N/mm}^2$ ， $K$  为材料系数，见 2.2.3.1。

2.2.3.3 若浮船坞在拖航状态下的环境条件对其总纵强度有较大影响时，应基于拖航吃水、拖航航线以及环境条件进行坞体拖航状态下的总纵强度分析，且应确保在整个航程中的最大纵向弯曲应力不得大于许用应力 $[\sigma] = 175/K \text{ N/mm}^2$ ， $K$  为材料系数，见 2.2.3.1。

## 2.2.4 总纵剪切强度

2.2.4.1 应在坞长  $L_D$  范围内，至少对下列横剖面处的剪切强度予以校核：

- (1) 设计举升工况下，最短进坞船的首、尾搁墩位置上；
- (2) 坞墙开孔处（如坞墙通道等）和其他剪切面积相对薄弱处；
- (3) 对应于（1）中相应的工况，计算所得到的最大剪力作用位置处。

2.2.4.2 在计算某一横剖面上的剪切应力 $\tau$ 时，应取该剖面处的最大剪应力，其值可按以下两种方法之一求得：

(1)  $1.2\tau \text{ N/mm}^2$ ，其中： $\tau = \frac{10Q}{A}$ ，

(2) 按 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章 2.2.6.4。

式中： $Q$ ——某一横剖面上的剪力，kN，为该剖面处重力载荷和浮力载荷作用的剪力合成值，可通过从坞尾到该剖面处的各个重量分布曲线的面积积分求得。如假定浮船坞重量和由其产生的浮力沿坞长均匀分布，则  $Q$  值可简化为进坞船重量与仅由其产生的浮力之差（该浮力分布等于  $9.81F_L/L_D \text{ kN/m}$ ，其中： $F_L$  为设计举升能力，t， $L_D$  为坞长，m）；

$A$ ——某一横剖面上计及的剪切面积， $\text{cm}^2$ ，为垂向有效剪切面积，即为内、外坞墙板、浮箱侧板，以及纵舱壁板等的剖面积之和。

2.2.4.3 对应于 2.2.3.1 作业方式的浮船坞，坞体各横剖面处的许用剪切应力 $[\tau] = 95/K \text{ N/mm}^2$ ， $K$  为材料系数，见 2.2.3.1。

2.2.4.4 对应于 2.2.3.2 作业方式的浮船坞，坞体各横剖面处的许用剪切应力除应满足 2.2.4.3 的要求外，还应假定采用均匀压载方式，且许用剪切应力 $[\tau] = 120/K \text{ N/mm}^2$ ， $K$  为材料系数，见 2.2.3.1。

## 2.2.5 挠度控制系统

2.2.5.1 挠度仪的类型及监测点布置的详细说明应予以提交，且应有限制浮船坞变形的措施（如声、光报警系统，以及当浮船坞达到最大允许变形时自动停止压载作业的泵水等）。

2.2.5.2 原则上，坞长  $L_D$  在 90 m 及以上的浮船坞，应装设一套挠度监测系统。坞长  $L_D$  在 180 m 及以上的浮船坞，应装设两套完全独立的挠度监测系统。

2.2.5.3 对于两套系统，其中的一套应使用液压型。两套系统中的一套仪器读表应装设在浮船坞中央控制室的指示板上。

2.2.5.4 挠度监测系统应能输出整个坞长  $L_D$  范围内的最大挠度值。

2.2.5.5 一般情况下，浮船坞的下水采用横向下滑方式。如果由于某些特殊原因需采用纵向下滑入水的方式，应针对该情形中可能出现的结构最不利的受载工况进行总纵强度校核，并送 CCS 审批。

## 第 3 节 横向强度

### 2.3.1 一般要求

2.3.1.1 应按本节规定进行浮船坞横向强度校核。直接计算校核方法的有关规定见 2.1.3.2。

2.3.1.2 在计算横向主要构件的剖面模数时应包含附连带板的有效宽度，带板的有效宽度可参照 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 节的有关规定选取。

2.3.1.3 如采用其他不同的方法，应提供详尽的技术说明文件。

2.3.1.4 应对横向弯矩和剪切应力作用下的板格及横向构件进行屈曲强度校核，见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇 2.2.7。

2.3.1.5 浮箱首尾两端区域的横向强度应不低于对浮箱中部的要求。

### 2.3.2 载荷

2.3.2.1 浮船坞的横向主要受力构件在整个坞长  $L_D$  范围内均应满足下列载荷分量的组合作用（一般情况下，可忽略龙骨墩的重量，也忽略有关水平作用的静水压力影响），且载荷作用模式见图 2.3.2.1：

(1) 浮船坞自重，包括坞墙部分自重  $q_{wall}$  和浮箱部分自重  $q_{pontoon}$ ；

(2) 进坞船重量  $P$ ，取 2.2.2.3 假定的进坞船重量分布曲线上的最大纵坐标值，即：

$$1.167 \frac{9.81 F_L}{L_S} \text{ kN/m} ;$$

(3) 给定吃水下作用在浮箱甲板上的静水压力  $p_{s-deck}$ 。一般情况下，最严重的工况往往发生在吃水深度达至龙骨墩顶部之时（即进坞船的底部刚被抬出水面）；

(4) 舱内静水压力  $p_{s-tank}$ ，该压载与（3）中的吃水相关；

(5) 坞底（浮箱底板）外部水压力  $p_{s-outbottom}$ ；

(6) 计算的剖面部位上为达到重力与浮力平衡而所要求的内、外坞墙反力  $R_1$ 、 $R_2$ ，且计算时，可假定作用在内、外坞墙板上的反力相等，即  $R_1 = R_2$ 。

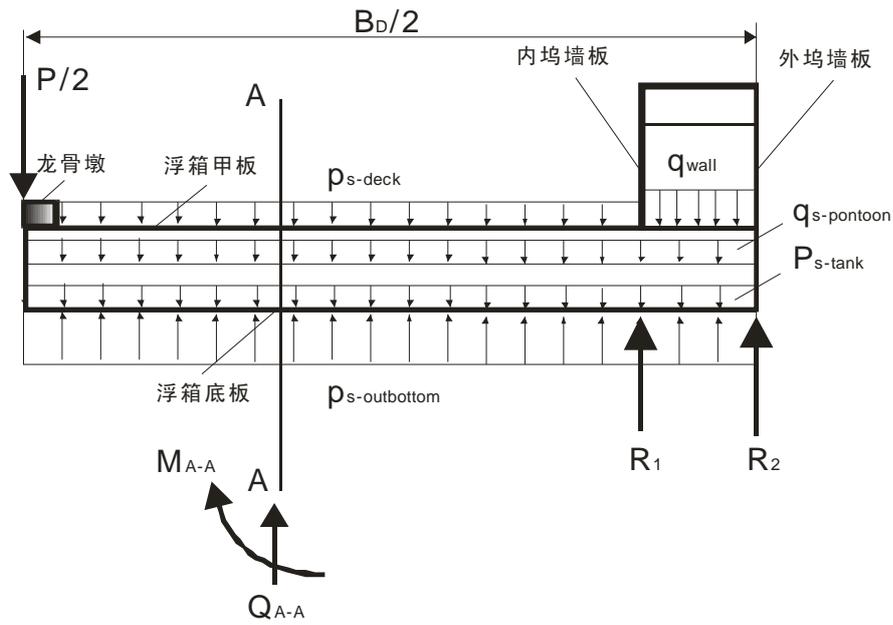


图 2.3.2.1 浮船坞横剖面载荷作用典型模式

2.3.2.2 某一坞宽位置处的纵剖面 A-A (见图 2.3.2.1 和图 2.3.3.1) 上所受到的横向弯矩  $M_{A-A}$  和剪力  $Q_{A-A}$  可基于 2.3.2.1 及图 2.3.2.1 求得。

### 2.3.3 计算模型

2.3.3.1 在浮箱的横向长度上 (如对称, 可仅取半舷范围) 选取数个典型浮箱纵剖面进行该剖面的横向弯曲强度和剪切强度校核。计算剖面的纵向范围长度取横舱壁间距 ( $l-TBHD$ ), 且剖面的校核位置应包括横向强度较弱处, 见图 2.3.3.1。

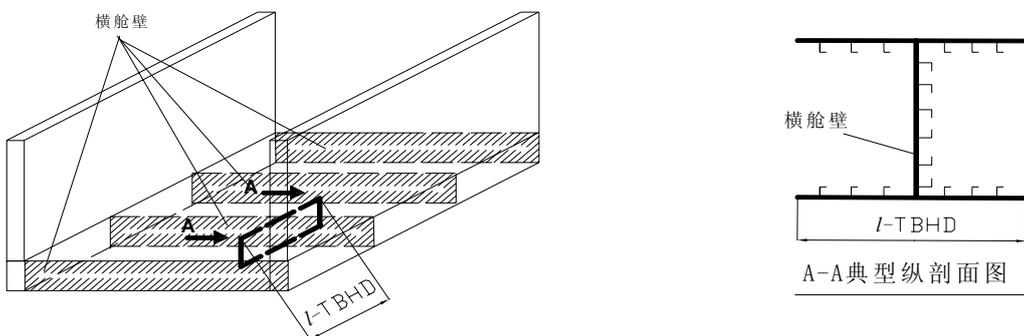


图 2.3.3.1 用于计算横向强度的纵剖面纵向范围长度及典型纵剖面图

2.3.3.2 当浮船坞以设计举升能力举升船长小于坞长的船舶时 (短船进坞工况), 由于受到 2.3.2.1 (1)、(3)、(4)、(5) 和 (6) 载荷的联合作用, 在空出位置处的剖面上将可能会发生横向中拱。因此, 适用时应应对以上剖面进行该工况的校核。最严重的工况通常发

生在压载水高度为最小时（即仅有残余水）。

### 2.3.4 横向强度

2.3.4.1 对于任一纵剖面处的横向主要构件，按 2.3.2 规定的载荷工况计算所得的拉/压应力值均应不大于许用应力  $[\sigma] = 170 \text{ N/mm}^2$ ，且剖面上的最大剪应力值应不大于许用剪应力  $[\tau] = 95 \text{ N/mm}^2$ （最大剪应力值的计算方法可参考 2.2.4.2，但涉及对横剖面的内容应改变为对应于纵剖面）。此外，任一点的相当应力  $\sigma_e$  应不大于许用相当应力  $[\sigma_e] = 180 \text{ N/mm}^2$ （其中， $\sigma_e = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ ， $\sigma$  和  $\tau$  分别为计算点处的拉/压应力和剪应力值。）

2.3.4.2 对于浮箱端部设置首尾端平台的浮船坞，应特别注意对该端部在高度减小位置处的结构强度确保不低于按 2.3.4.1 计算的横向强度要求值。

## 第 4 节 局部强度

### 2.4.1 一般要求

2.4.1.1 坞体结构的构件尺寸应不小于本节有关规定，且应满足总纵强度、横向强度以及直接计算（需要时）的要求。

2.4.1.2 在计算构件的剖面模数时应包含附连带板的有效宽度，带板的有效宽度可参照 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 节的有关规定选取。如果附连带板的厚度是变化的，则应采用骨材跨距之间的板厚平均值。

2.4.1.3 纵骨、横梁和普通肋骨等重要骨材应保持连续。如有间断，应采用肘板过渡。肘板尺寸应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇的有关规定。

### 2.4.2 构成舱室周界的板

2.4.2.1 构成压载水舱、油舱、淡水舱、污水舱、空舱，以及非水密舱室等舱壁周界的板材厚度  $t$ ，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = t_0 + 2.5 \quad \text{mm}$$

式中： $t_0 = 3.9s\sqrt{h}$  mm，其中，当  $l/s < 4$  时， $t_0$  还应乘以  $(1.1 - \frac{s}{2.5l})$ ；

$s$ ——扶强材间距，m；

$h$ ——计算压头，m，按表 2.4.2.1 取用；

$l$ ——扶强材跨距，m。

表 2.4.2.1

| 构件位置   | 压头 $h$ (m) 的取用方法                              | 备注                |
|--|---|-------------------|
| 1. 一侧承受外部静水压力, 另一侧承受舱内静水压力的周界壁板, 如坞墙和浮箱外壳板等。                                     | 从沉浮曲线上得到的该处最大水位差。                             |                   |
| 2. 分隔压载水舱的水密纵舱壁和水密横舱壁及其周界。   | 两侧之间可能出现的最大压差。                                |                   |
| 3. 气垫空间位置处, 如气垫空间位置区域内的安全甲板、坞墙壁板及坞墙舱壁板等  | 气垫空间一侧的内部压头: 沉浮曲线上最大沉深时该处的水位差。<br>压头取为内外压力之差。 | 尚应满足上述 1 和 2 的要求。 |
| 4. 空舱水密周界  | 计算构件到最大沉深水面的垂直距离。                             | 尚应满足上述 3 的要求。     |
| 5. 上述区域以外的通常的油舱、淡水舱和污水舱等。  | 按 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇对液舱的相关规定。                 |                   |
| 注: 1. 建议在由上述各自规定得出的压头 $h$ 之值基础上, 再增加 0.5 m;<br>2. 上述 2、3、4 中的压头 $h$ 最小值取为 3.5 m。 |   |                   |

2.4.2.2 构成液舱周界和非水密舱壁所要求的最小板厚为 7.5 mm。

### 2.4.3 舱室周界板上的骨材

2.4.3.1 对于 2.4.2.1 定义的舱室周界板上承受侧向载荷的骨材, 如舱壁扶强材、纵骨、横梁、普通肋骨等构件的最小剖面模数  $W$ , 应不小于按下式计算所得之值:

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

式中:  $s$ ——骨材间距, m;

$l$ ——骨材跨距, m。

$h$ ——计算压头, m, 见 2.4.2.1, 且计算点取骨材跨中。

### 2.4.4 顶甲板板

2.4.4.1 顶甲板尺寸应满足总纵强度要求, 且以下两个区域的板厚应不小于按下式计算所得之值 (其间区域的板厚应逐渐过渡):

$$t = 10s \quad \text{mm (坞中 } 0.4L_D)$$

$$t = 7.8s + 2.2 \quad \text{mm, 且应不小于 } 6.5 \text{ mm (离坞端 } 0.1L_D \text{ 区域)}$$

式中:  $s$ ——纵骨间距, m。

2.4.4.2 坞中部  $0.4L_D$  范围内的板厚应大于端部板厚。

2.4.4.3 应按 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇的有关要求对顶甲板的开口采取适当补强措施。

### 2.4.5 顶甲板纵骨和横梁

2.4.5.1 坞体中部  $0.4L_D$  范围内的顶甲板一般应为纵骨架式, 且纵骨尺寸从坞中向端

部的过渡应逐渐进行。

2.4.5.2 顶甲板纵骨的构件尺寸应不小于按下式计算所得之值，且应满足总纵强度要求：

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

式中： $C$ ——系数，对坞中部  $0.4L_D$  范围内的纵骨，取 14.5；对横梁及首尾端部的纵骨，取 5.4；对于坞中部和端部之间区域，其值可以由线性内插得到；

$s$ ——对应的纵骨间距或横梁间距，m；

$l$ ——对应的纵骨跨距或横梁跨距，m。

#### 2.4.6 安全甲板板

2.4.6.1 安全甲板的厚度  $t$ ，应不小于按下式计算所得之值：

$$t = t_0 + 2.5 \quad \text{mm}，\text{其中，当 } l/s < 4 \text{ 时， } t_0 \text{ 还应乘以 } \left(1.1 - \frac{s}{2.5l}\right)$$

式中： $t_0 = 3.4s\sqrt{h} \quad \text{mm}$ ；

$s$ ——骨材间距，m；

$l$ ——甲板横梁或纵骨跨距，m；

$h$ ——从安全甲板横梁顶端量至同一舷侧位置之上的甲板横梁顶端的垂直高度，m。

2.4.6.2 除 2.4.6.1 外，安全甲板的厚度还应考虑气垫压力和甲板放置物品/设备重量压力的单独作用影响。

2.4.6.3 安全甲板的最小板厚之值为 7.5 mm。

#### 2.4.7 安全甲板上的横梁和纵骨

2.4.7.1 设于安全甲板上的横梁或纵骨的剖面模数  $W$ ，应按下式计算：

$$W = 4.5shl^2 \quad \text{cm}^3$$

式中符号——同 2.4.6.1。

2.4.7.2 除 2.4.7.1 外，安全甲板的横梁和纵骨尺寸的校核还应考虑气垫压力和甲板放置物品/设备重量压力的单独作用影响。

#### 2.4.8 横向强框架（强横梁、强肋骨和底肋板）和桁材

2.4.8.1 主要支撑构件，如强横梁、横向强框架、强肋骨和桁材的最小剖面模数  $W$ ，应不小于按下式计算所得之值：

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

式中： $b$ ——支承宽度，m，取主要支撑构件的间距；

$l$ ——计算跨距，m；

$h$ ——计算压头，m，见 2.4.3.1，且计算点由骨材跨中量起。

#### 2.4.9 撑杆

2.4.9.1 设置在坞墙内和浮箱中的撑杆剖面、腹板和面板要求应满足 2.4.9.4 和 2.4.9.5 的要求。除此之外，如端部加强等其他要求，可参照 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 2 章对支柱的有关规定确定。

2.4.9.2 水平撑杆承受的负荷  $P$ ，应不小于按下式计算所得之值：

$$P = p \quad kN$$

式中： $p = 9.8shl_1$ ，其中：

$h$ ——撑杆处最大压差水头高，m；

$s$ ——撑杆间距，m；

$l_1$ ——水平撑杆支撑处上下方骨材跨距中点之间的垂直距离，m，见图 2.4.9.3。

2.4.9.3 斜向布置撑杆承受的负荷  $P$ ，应不小于按下式计算所得之值：

(1) 对撑杆 1 (见图 2.4.9.3)：

$$P = \frac{p \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad kN$$

式中： $p$ ——见 2.4.9.2，且  $h$  应从撑杆的最下端处量至最大压差时的水面；

$\alpha$ 、 $\beta$ ——斜向布置撑杆与水平面的夹角，(°)，见图 2.4.9.3；

(2) 对撑杆 2 (见图 2.4.9.3)：

$$P = \frac{p \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)} \quad kN$$

式中： $p$ 、 $\alpha$  和  $\beta$ ——同 (1) 中定义。

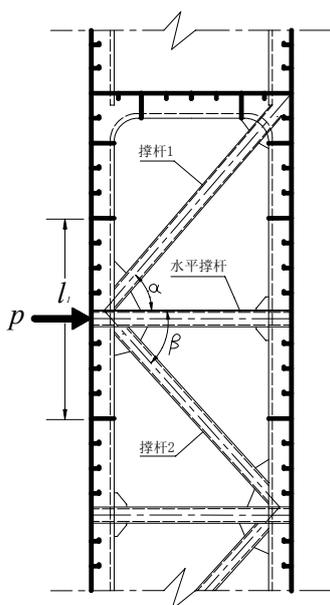


图 2.4.9.3 水平撑杆支撑处上下方骨材跨距中点之间的垂直距离  $l_1$

2.4.9.4 撑杆横剖面积  $A$ ，应不小于按下式计算所得之值：

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

式中： $P$ ——撑杆所受的载荷，kN，见 2.4.9.2 和 2.4.9.3；

$l$ ——撑杆的有效长度，m，为撑杆全长的 0.8 倍；

$r$ ——撑杆剖面的最小惯性半径，cm。

2.4.9.5 组合形撑杆以及轧制型材撑杆均应符合下列规定：

(1) 工字形或槽形剖面撑杆的腹板厚度  $t$ ，应不小于按下列两式计算所得值中的小者：

$$t = \frac{br}{60l} \quad \text{mm}$$

$$t = \frac{b}{55} \quad \text{mm}$$

式中： $b$ ——工字形或槽形剖面的腹板高度，mm；

$l$ 、 $r$ ——见本节 2.4.9.4。

工字形或槽形剖面撑杆的最小腹板厚度应不小于 7 mm。

(2) 角形剖面撑杆的角边厚度  $t$  以及槽形剖面撑杆的面板厚度  $t$ ，均应不小于按下列两式计算所得值中的小者：

$$t = \frac{br}{20l} \quad \text{mm}$$

$$t = \frac{b}{18} \quad \text{mm}$$

式中： $b$ ——角形剖面的角边宽度或槽钢剖面的面板宽度，mm；

$r$ 、 $l$ ——同本节 2.4.9.4。

(3) 工字形剖面撑杆的面板厚度  $t$ ，应不小于按下列两式计算所得值中的小者：

$$t = \frac{br}{40l} \quad \text{mm}$$

$$t = \frac{b}{40} \quad \text{mm}$$

式中： $b$ ——工字形剖面的面板宽度，mm；

$r$ 、 $l$ ——同本节 2.4.9.4。

## 2.4.10 龙骨墩位置处的结构及其支撑结构的局部强度

2.4.10.1 由龙骨墩及其支撑结构承受的沿坞体整个长度上的载荷，应按 2.2.2.1、2.2.2.2、2.2.2.3 和 2.3.2 及其相关规定计算。强度衡准可参考 2.3.4。若采用直接计算方法，衡准可参考附录 1。

## 2.4.11 浮箱端部平台结构

2.4.11.1 浮箱端部平台结构承受的载荷一般假定为  $5.75 \text{ KN/m}^2$ ，且许用应力  $[\sigma] = 60 \text{ N/mm}^2$ ，许用剪应力  $[\tau] = 35 \text{ N/mm}^2$ 。如预期或要求的载荷更重，则应在图纸上予以标注。必要时，还应进行局部强度校核。

#### 2.4.12 天桥结构

2.4.12.1 浮船坞天桥结构承受的载荷一般假定为  $3.59 \text{ KN/m}^2$ ，且许用应力  $[\sigma] = 60 \text{ N/mm}^2$ ，许用剪应力  $[\tau] = 35 \text{ N/mm}^2$ 。如预期或要求的载荷更重，则应在图纸上予以标注。必要时，还应进行局部强度校核。

## 第 5 节 焊 接

### 2.5.1 一般要求

2.5.1.1 提交审查的图纸上应清晰地标明主要结构件的焊接详细要求，包括焊缝类型和尺寸。本节要求也适用于铸钢件的焊接连接要求。提交审查的资料中应至少包括以下内容：

- (1) 焊缝尺寸，如焊喉厚度或焊脚长度；
- (2) 待焊件的钢级和厚度；
- (3) 接头位置和形式；
- (4) 组装件的焊接顺序和装配工序。

2.5.1.2 在开工建造前，制造单位应按 CCS《材料与焊接规范》第 3 篇第 3 章的规定将拟使用的焊接规程提交 CCS 审批。

2.5.1.3 从事浮船坞建造的焊接操作人员应持有 CCS 颁发或认可的《焊工资格证书》，并从事与证书规定相符的焊接工作。

2.5.1.4 无损检测人员应持有 CCS 颁发或认可的《无损检测人员资格证书》，从事与证书的种类和等级相符的无损检测工作。

### 2.5.2 对接

2.5.2.1 当不同厚度的板对接焊时，应避免剖面的突变。如两板厚度差等于或大于  $4 \text{ mm}$  时，应将厚板的边缘削斜，使其均匀过渡，削斜的宽度不小于厚度差的 4 倍。若其厚度差小于  $4 \text{ mm}$  时，可在焊缝宽度内使焊缝的外形均匀地过渡。

### 2.5.3 搭接焊与塞焊

2.5.3.1 承受高拉伸应力或压缩载荷的板材一般不采用搭接焊连接，而应考虑其他方法。若必须采用时，则搭接的宽度 (b) 应不小于较薄板厚度的 3 倍，且也应不大于 4 倍，而且接头位置处应能保证焊接良好，见图 2.5.3.1。搭接接头的搭接两表面应紧密接触，搭接边应施以连续填角焊。

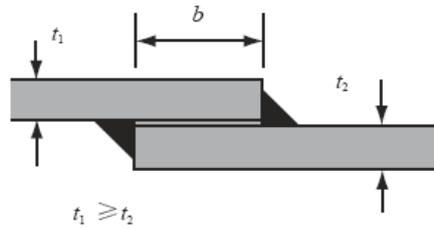


图 2.5.3.1 搭接焊缝

2.5.3.2 对板材与内部垂直或水平腹板无法直接采用角焊缝进行连接时，可在腹板和板材之间衬一扁钢，扁钢与板材可采用塞焊焊接。一般而言，塞焊孔的最小长度不小于75mm，最小宽度一般不小于板材厚度的2倍，塞焊孔的端部应为圆形，两孔端间距不大于150mm，长孔塞焊通常不必在孔内填满焊肉。

#### 2.5.4 角接焊缝

2.5.4.1 浮船坞坞体角焊缝应为双面填角焊，其型式和使用部位见 CCS《钢质海船入级规范》第2篇表1.4.4.1。若该接头承受高应力，则可采用深熔焊或全熔透角焊。

2.5.4.2 角焊缝的焊喉厚度和焊脚高度应按下式计算：

(1) 角焊缝焊喉厚度  $h = w_t t_p d / l$  mm；

式中： $t_p$ ——角焊缝连接构件中较薄一块板的厚度，mm；

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

$l$ ——焊缝长度，mm；指焊缝的连续长度，但应不小于75 mm；

$w_t$ ——为焊接系数，坞体结构的焊接系数规定在 CCS《钢质海船入级规范》第2篇表1.4.4.2中。当采用认可的单道自动深熔焊工艺时， $w_t$ 可取为表值的85%；

(2) 角焊缝焊脚高度  $K$ ，应不小于按下式计算所得之值：

$$K = \sqrt{2} w_t t_p d / l \text{ mm}$$

式中： $t_p$ 、 $w_t$ 、 $d$ 和 $l$ 同本条(1)。

2.5.4.3 若“T”型连接件中的垂向板（如扶强材、纵骨等的腹板）的厚度大于15 mm，且超过平面构件（如板材）的厚度时，则应采用双面连续焊，且其焊喉厚度应不小于按下列所得最大之值：

(1)  $0.21 \times$ 平面构件的厚度（平面构件厚度取值不必超过25 mm）；

(2)  $0.21$ （对液舱内部取为0.27） $\times$ 邻接构件的厚度之半；

(3) 按 CCS《钢质海船入级规范》第2篇表1.4.4.4(2)的要求。

2.5.4.4 除2.5.4.2和2.5.4.3规定外，焊喉厚度应符合 CCS《钢质海船入级规范》第2篇表1.4.4.4(1)和1.4.4.4(2)中规定的极限值和最小值。

2.5.4.5 下列位置处应采用连续焊。其他位置如有要求也可实施连续焊：

(1) 风雨密的甲板和上层建筑物的边界；

(2) 液舱和水密舱室的边界；

- (3) 液舱内的所有搭接焊缝;
- (4) 主要构件和次要构件与外底板的焊接;
- (5) 主要构件与次要构件在端部接头处与板材的连接, 以及端肘板与板材在搭接情况下的连接;
- (6) 适用 2.5.4.3 的规定处;
- (7) 采用高强度钢时的角焊缝;
- (8) 认为有必要采用连续焊的其他接头和连接件, 特别是对于高强度钢板上的附件(如加强筋等)的连接。

2.5.4.6 若采用间断焊, 则应在肘板、搭板和扇形孔以及其他构件连接处的端部采用连续焊。

### **2.5.5 主要构件的焊接**

2.5.5.1 主要构件的焊接系数见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇表 1.4.4.8。

2.5.5.2 主要构件的角焊缝焊喉厚度应符合 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇 1.4.4.4 的要求。

### **2.5.6 主要构件和次要构件端部的连接**

2.5.6.1 主要构件和次要构件端部连接要求见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇 1.4.4.9 至 1.4.4.12。

### **2.5.7 焊接材料和设备**

2.5.7.1 所有焊接材料应经 CCS 认可, 并应适合于接头类型及所焊材料的钢级, 见 CCS《材料和焊接规范》第 3 篇第 2 章。

2.5.7.2 焊接设备和装置应适合于拟定的用途, 并保持在有效的工作状态中。在焊接工作场所附近, 应设置存放生产所用焊接材料的合格设施。

### **2.5.8 焊接程序**

2.5.8.1 所有待焊接区域的铁锈、氧化皮、油污和其它污物应清除干净。

2.5.8.2 定位焊应按批准的焊接工艺要求进行焊接, 且满足焊接质量要求。

2.5.8.3 合理安排焊接顺序, 减少焊接应力, 防止焊接变形。焊接接头的布置应使之尽量采用俯焊。

2.5.8.4 焊接应按规定的顺序进行, 每一焊接接头应按程序正确施焊完成, 且无非正常的中断。当焊缝较长时, 焊接应从接缝的中心处为起始点向外施焊, 或在组件的中心开始朝外向周边施焊, 使焊接部件处于较自由的变形状态。

2.5.8.5 当扶强材以连续角焊接形式横跨已焊完的对接缝或边接缝时, 其跨越处的焊缝均应磨平。同样, 在填角焊施焊前, 扶强材腹板上的对接焊缝应全部磨平, 磨平部分的端部应光滑、无缺口或截面的突变。若不能达到上述要求, 则应在扶强材腹板上开扇形孔, 扇形孔的尺寸和位置应满足焊接要求。

### 2.5.9 焊缝检验

2.5.9.1 船厂应提供有效的外观检验措施，以确保所有竣工的焊缝均已良好地完成。

2.5.9.2 所有竣工的焊缝应完好、无裂纹和无熔合不足、无未焊透、无气孔和熔渣。焊缝表面应相当光滑，且无咬边和焊瘤。应注意保证达到焊缝所规定的尺寸，即焊缝不应有过大的余高，也不应未焊满。

2.5.9.3 除外观检验外，焊接接头还应进行无损探伤，如：X 光射线、表面着色、磁粉、超声波或其它认可的适用方法。X 光射线探伤一般用于对接焊缝。若用超声波探伤代替 X 光射线探伤，则探伤部位排列的详细资料应提交审批。

2.5.9.4 应特别注意高应力部位的构件项目，如在角焊缝的端部、T 形接头或主要构件中接头的交叉部位，应采用磁粉检测法。若因位置狭小无法采用磁粉检测时，则采用表面着色检测。

2.5.9.5 焊缝无损检测的位置和取点数量应由建造单位和验船师双方确定同意。X 光射线检测的布片密度应按钢材的材料级别从高到低递减，钢材的材料级别见 CCS《钢质海船入级规范》第 2 篇第 1 章有关规定。

2.5.9.6 坞中  $0.6L_D$  范围内强力甲板和内外坞墙板的 X 光射线拍片数量  $n$ ，一般可按下式计算：

$$N = 0.25(i + 0.1W_T + 0.1W_L) \text{ 张}$$

式中： $i$ ——坞中  $0.6L_D$  范围内纵、横向对接焊缝交叉处的总数；

$W_T$ ——坞中  $0.6L_D$  范围内横向对接焊缝的总长，m；

$W_L$ ——坞中  $0.6L_D$  范围内分段合拢的纵向对接焊缝的总长，m。

坞底、内外坞墙板和浮箱甲板纵骨及顶甲板的对接接头，在坞中  $0.4L_D$  范围内每 10 个检查 1 个， $0.4L_D$  范围外每 20 个检查 1 个。

2.5.9.7 检验区域的划分规划和检验操作方法应提交审批。

2.5.9.8 射线探伤和其它无损检验的结果记录对评估焊缝质量应切实可用。

2.5.9.9 对于通过外观或无损探伤检验发现的未被认可的焊接缺陷，应采取有效措施予以全部清除。需要时，应采用认可的焊材和程序重新进行焊接，且在返修后应对修补处重新进行检查。

## 第 6 节 其 他

### 2.6.1 安全甲板之下的空气管

2.6.1.1 浮船坞的最大沉深吃水可由装设在安全甲板之下和/或中纵部浮箱（浮箱甲板）之下的空气管控制。

### 2.6.2 起重机

2.6.2.1 起重机的总重、压轮及轨道布置应在图纸中标明，以提供局部强度计算使用。对于顶甲板部位起支撑作用的结构件，还应进行屈曲强度校核。

### 2.6.3 系泊和锚泊设备下的结构加强

2.6.3.1 应考虑系泊和锚泊设备对坞体结构的影响，并对设备的支撑结构采取适当加强。

2.6.3.2 若系固采用抱桩或抱锚装置，则应对装置端部处的支撑结构予以加强。

2.6.3.3 对于空心柱状的系柱、带缆桩及其类似结构，伸入甲板之下的下端口应设封板且保证水密。

## 附录 1 浮船坞横向强度直接计算校核

### 第 1 节 一般规定

#### 1.1.1 适用范围

1.1.1.1 本方法仅适用于按照本章 2.1.3.2 规定应进行的浮船坞横向强度校核。

### 第 2 节 载 荷

#### 2.1.1 载荷及工况

2.1.1.1 计算载荷应至少包括如下项目：

- (1) 浮船坞自重；
- (2) 假定全部作用于龙骨墩上的进坞船重量；
- (3) 浮箱底板的外部水压力及舷外水压力；
- (4) 浮箱甲板浸水的水压力；
- (5) 压载舱水压力。

上述载荷见本章 2.3.2 的具体规定。

2.1.1.2 计算工况应至少包括如下情况：

- (1) 工况 1：作业工况；
- (2) 工况 2：以设计举升能力举升进坞船，且平浮状态下的浮船坞吃水位置至龙骨墩顶时的工况；
- (3) 工况 3：升沉过程中压载水调配时可能出现的危险工况。

2.1.1.3 模型两端不施加船体梁弯矩。

2.1.1.4 在施加进坞船的重力载荷时，应假定其重量分布曲线最大值的坐标位于模型中央。

### 第 3 节 结构模型

#### 3.1.1 模型坐标及范围

##### 3.1.1.1 坐标系统

有限元模型的坐标系统取右手坐标系，且：

x 方向为坞体的纵向，以坞首方向为正；

y 方向为坞体的横向，以坞纵中线向左舷为正；

z 方向为坞体的垂向，以基线向上为正。

### 3.1.1.2 模型范围

纵向范围：取“1/2 + 1 + 1/2” 舱段；

横向范围：取整个坞宽；

垂向范围：取整个坞深。

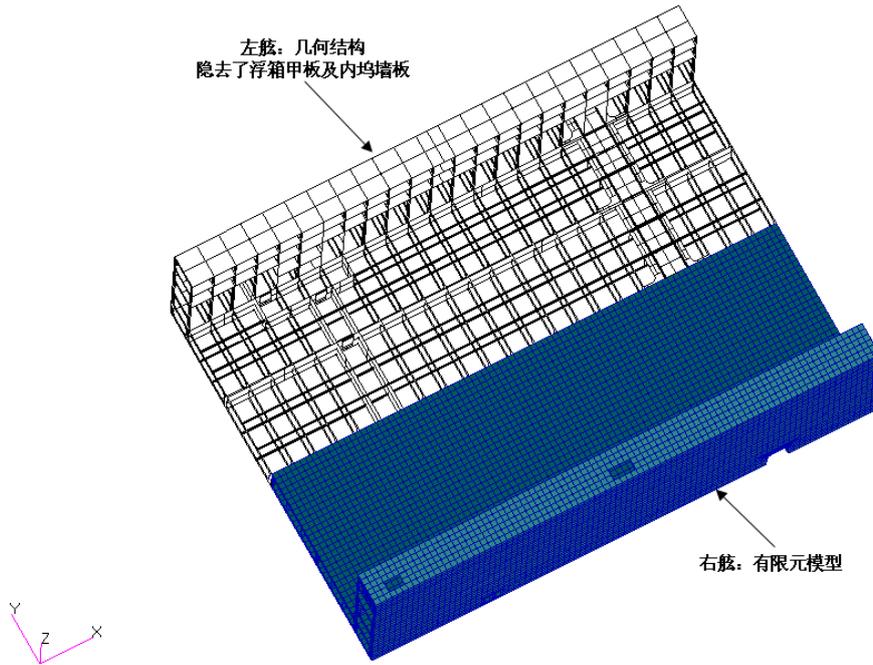


图 3.1.1.2 浮船坞舱段模型图

### 3.1.2 模型单元及网格尺寸

3.1.2.1 整个坞墙和浮箱的所有主要的纵向结构和横向结构均应包含在有限元模型中。所有主要板材，如坞墙板、顶甲板、安全甲板、各层甲板和平台、浮箱甲板和底板、舱壁板等，以及强横梁、桁材等主要支撑构件的腹板用板单元模拟，板材上的骨材，如纵骨、横梁、普通肋骨等用梁单元模拟，且用梁单元的偏心设置表征计入带板的组合剖面特性。主要支撑构件的面板用杆单元模拟，且取面板面积为单元的轴向面积，并适用于模拟腹板上的加强筋。如需要，应对浮箱连接结构进行较为细致的模拟（如支撑肘板的趾端以及相连的垂直扶强材均采用板单元模拟）。另外，对于模型之中的桁架撑杆，应用杆单元模拟。

3.1.2.2 模型中的网格尺寸一般为：横向/垂向按纵骨间距、纵向按肋骨间距为一个单元划分，且尽量避免采用三角形单元。

### 3.1.3 边界条件

3.1.3.1 对外坞墙与浮箱底相交处节点的线位移进行约束。一侧约束 x、y 和 z 向的线位移，即  $\delta_x = \delta_y = \delta_z = 0$ ，另外一侧约束 x 和 z 向的线位移，即  $\delta_x = \delta_z = 0$ 。如图 3.1.3.1 所示。

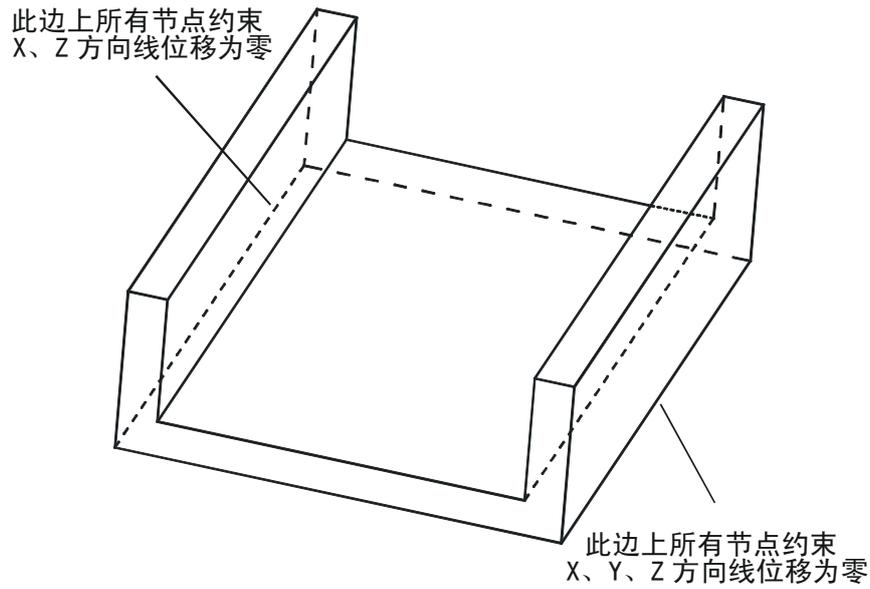


图 3.1.3.1 模型边界约束说明

## 第 4 节 强度评估

### 4.1.1 一般要求

4.1.1.1 取模型当中舱段（含舱壁）的结构应力计算结果进行主要结构构件的强度评估，如顶甲板及内外坞墙结构（适用于顶甲板上有较大起重机载荷及类似情况）、浮箱甲板、浮箱底板以及浮箱内的主要结构（舱壁，甲板强横梁、强肋骨、桁材、底部肋板和横向桁架撑杆等）。模型约束附近的构件应力可不予考虑。

4.1.1.2 对于肋板和横梁腹板，其剪应力可取腹板总高度的平均剪应力作为计算的剪应力值。

### 4.1.2 屈服强度评估

4.1.2.1 各个工况下，各构件的计算应力应不大于表 4.1.2.1 (1) 和表 4.1.2.1 (2) 中规定的相应许用应力值。

板单元许用应力值

表 4.1.2.1 (1)

| 构 件 | $[\sigma_e]$ | $[\tau]$ |
|-----|--------------|----------|
| 板单元 | 185/K        | 100/K    |

杆单元许用应力值

表 4.1.2.1 (2)

| 构 件               | $[\sigma_{rod}]$ |
|-------------------|------------------|
| 模拟横框架强构件腹板上面板的杆单元 | 176/K            |
| 横向桁架撑杆            | 141/K            |

表中： $[\sigma_e]$ ——板单元相当应力（即 Von Mises 应力）， $N/mm^2$ ，其中：

$$\sigma_e = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \quad , \quad \text{该值基于单元形心处的膜应力；}$$

$\sigma_x$ ——单元 X 方向的应力， $N/mm^2$ ；

$\sigma_y$ ——单元 Y 方向的应力， $N/mm^2$ ；

$\tau_{xy}$ ——单元 XY 平面的剪切应力， $N/mm^2$ ；

$\tau$  ——基于腹板总高度的平均剪应力， $N/mm^2$ ；

$\sigma_{rod}$ ——杆单元的轴向应力（不包括弯曲应力成分）， $N/mm^2$ ；

K——材料系数，见本章 2.2.3.1。

#### 4.1.3 屈曲强度衡准

4.1.3.1 应对 4.1.1.1 所述范围内的板格构件以及横向桁架撑杆的稳定性进行校核。校核方法及衡准可参考 CCS《油船结构强度直接计算指南》中的相应内容，其中屈曲安全系数取为 1.0。

## 第3章 稳性、干舷与作业、最大沉深吃水标志

### 第1节 稳性

#### 3.1.1 稳性

3.1.1.1 按本章进行稳性校核与计算时应:

- (1) 考虑浮船坞内液舱及进坞船液舱内自由液面的影响;
- (2) 浮船坞的燃油、淡水及其它消耗备品按 100% 计入。

3.1.1.2 浮船坞在下列状态下的纵、横初稳性高度  $GM$  均应不小于 1.0 m:

- (1) 浮船坞处于最大沉深吃水位置;
- (2) 浮船坞支承重量等于其设计举升能力的船舶, 下沉(或浮起)至水线与龙骨墩顶端平齐的位置;
- (3) 浮船坞处于作业吃水位置。

3.1.1.3 浮船坞处于 3.1.1.2 (3) 状态时, 考虑 3.2.1.2 规定的情况, 受 3.1.1.4 规定的横风作用所引起的横倾不应使浮箱甲板任一部位浸入水中。

3.1.1.4 风压倾侧力矩  $M_f$  应取下式计算所得之值:

$$M_f = 0.001PA_fZ \quad \text{kN} \cdot \text{m}$$

式中:  $Z$ ——计算风力作用力臂, 指受风面积中心距实际水线的垂直距离, m;

$A_f$ ——受风面积, 指浮船坞实际水线以上部分的坞体和建筑物等, 以及进坞船在中纵剖面上的侧投影面积总和,  $\text{m}^2$ ;

$p$ ——计算风压, Pa; 按计算风力作用力臂  $Z$  由表 3.1.1.4 查得。

表 3.1.1.4

|                     |     |     |     |     |     |            |     |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------|-----|
| 计算风力作用力臂<br>$Z$ (m) | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5        | 4.0 |
| 计算风压<br>$p$ (Pa)    | 228 | 248 | 268 | 284 | 301 | 314        | 326 |
| 计算风力作用力臂<br>$Z$ (m) | 4.5 | 5.0 | 5.5 | 6.0 | 6.5 | $\geq 7.0$ |     |
| 计算风压<br>$P$ (Pa)    | 336 | 343 | 350 | 357 | 363 | 368        |     |

注: 中间值由线性插值得到。

### 第2节 干舷与作业、最大沉深吃水标志

#### 3.2.1 浮箱甲板干舷

3.2.1.1 当浮船坞处于作业吃水位置时, 在浮船坞中心线处由浮箱甲板量至水线的干

舷应不小于 300 mm。当内坞墙壁处的浮箱甲板低于中心线处的浮箱甲板时，在内坞墙壁处浮箱甲板的干舷应不小于 75 mm，且在中心线处浮箱甲板的干舷应不小于 300 mm。

3.2.1.2 上述规定系假定顶甲板上的移动式起重机处于不引起纵倾的位置。当移动式起重机移至浮船坞首端或尾端时，浮船坞的浮箱甲板不应浸入水中。

### 3.2.2 顶甲板干舷

3.2.2.1 当浮船坞处于最大沉深吃水位置时，顶甲板的干舷应不小于 1 m。

### 3.2.3 开口密性及船员保护

3.2.3.1 顶甲板上与之平齐的开口、天窗应配备钢质水密关闭装置。

3.2.3.2 顶甲板上通向压载舱的空气管仅需配备合适的关闭装置，其进水点在顶甲板以上的高度应不低于 250 mm。压载舱的空气管也可经由坞墙壁板引出，但其进水点应高出最大沉深吃水 3.3 m 以上，管口应设有栅栏条。

3.2.3.3 顶甲板上通向顶甲板以下处所的开口，除 3.2.3.1 与 3.2.3.2 规定外，应配备风雨密的关闭装置，开口下缘在顶甲板以上的高度应不低于 250 mm。如顶甲板在最大沉深水线以上高度超过 3.3 m，这些开口仅需配备合适的关闭装置。

3.2.3.4 顶甲板以下的坞墙壁板上可设置非开启式舷窗，舷窗的下缘应至少在最大沉深水线或安全甲板（取较高者）以上 1 m，并应配备内侧舷窗盖，以保证足够的强度与水密。如舷窗的下缘在最大沉深水线以上 3.3 m，则舷窗可为开启式，并应配备内侧舷窗盖，以保证足够的强度与风雨密。

3.2.3.5 两侧坞墙间应设有可靠的连接通道。船员可达到的所有露天甲板、平台、走道与扶梯都应设有舷墙（如适用）或扶手栏杆。

3.2.3.6 浮箱甲板上应设有足够的排水设施。

3.2.3.7 如涉及有关向外排水的管系与阀件以及居住处所布置的要求，最大沉深吃水线应视为最高载重水线或夏季载重水线。

### 3.2.4 作业吃水与最大沉深吃水标志

3.2.4.1 应在首部与尾部浮箱的两舷侧外板上勘划作业吃水标志。作业吃水标志为长 450 mm 和宽 25 mm 的水平线段。线段上缘与作业吃水相齐，并在该线段上方两端以高 115 mm 和宽 75 mm 的字母 WD 表示作业吃水。

3.2.4.2 应在首部与尾部的两侧外坞墙壁板上勘划最大沉深吃水标志。最大沉深吃水标志为长 450 mm 和宽 25 mm 的水平线段。线段上缘与最大沉深吃水相齐，并在该线段上方两端以高 115 mm 和宽 75 mm 的字母 MD 表示最大沉深吃水。

3.2.4.3 勘划浮船坞作业吃水标志与最大沉深吃水标志前，应确认其满足了本规范有关浮船坞的强度、稳性、干舷和其它特殊要求，并在作业吃水标志勘划说明书中注明。

3.2.4.4 应在浮船坞作业吃水标志勘划说明书中明确对其作业环境的限制，简述浮船坞作业中满足强度、稳性、干舷和其它特殊要求的情况，并附有注明作业吃水标志的勘划简图。

## 第4章 轮 机

### 第1节 一般规定

#### 4.1.1 一般要求

4.1.1.1 除本章规定外，浮船坞轮机装置还应符合 CCS《钢质海船入级规范》第3篇中对其适用的关于货船的有关规定。

#### 4.1.2 浮船坞的中央控制室

4.1.2.1 浮船坞的中央控制室应设置下列装置：

- (1) 压载泵和压载系统进排水附件的控制设备；
- (2) 浮船坞横倾、纵倾和挠度的监测仪表；
- (3) 压载泵运转和压载系统进排水附件开闭状态的指示装置；
- (4) 极限横倾、纵倾和挠度报警装置；
- (5) 压载舱的水位指示器；
- (6) 必要的内部通信设备。

### 第2节 管 系

#### 4.2.1 压载水管系

4.2.1.1 压载水管系的布置，应满足每一压载水舱至少有两台独立动力泵能有效排出压载水。

4.2.1.2 压载水舱的进排水管路应在舷侧设有能有效关闭的阀门，排水管路中的该阀门应有止回功能或另设止回阀。

#### 4.2.2 舱底水管系

4.2.2.1 机器处所的舱底水支管内径 $d_2$ 应按下式计算，实际内径可按所接受标准的最接近的尺度取整：

$$d_2 = 25 + 2.15 \sqrt{A} \quad \text{mm}$$

式中： $A$ ——舱室最大横截面积， $\text{m}^2$ 。

4.2.2.2 舱底水总管内径 $d_1$ 应按下式计算，实际内径可按所接受标准的最接近的尺度取整：

$$d_1 = \sqrt{2} d_2 \quad \text{mm}$$

式中:  $d_2$ ——舱底水支管内径的计算值, mm。

#### 4.2.3 空气管与测量管

4.2.3.1 压载水舱的空气管延伸至水舱顶板以下形成气垫时, 空气管应适当加厚, 至少应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 3 篇表 2.2.2.6(1) 对通过压载舱的空气管的壁厚要求, 且应予以有效固定。

4.2.3.2 压载水舱的测量管一般应引至顶甲板以上。最大沉深吃水低于安全甲板时, 该测量管可引至安全甲板以上, 但应安装自闭式关断装置。

## 第5章 电气装置

### 第1节 一般规定

#### 5.1.1 一般要求

5.1.1.1 除本章规定外，浮船坞电气装置还应符合 CCS《钢质海船入级规范》第4篇有关适用规定。

#### 5.1.2 接地

5.1.2.1 浮船坞上应至少设置两个截面积不小于  $70\text{mm}^2$  的专用接地导体和两根截面积不小于  $70\text{mm}^2$  的铜质软电缆，以便同进坞船的船体连接。

5.1.2.2 浮船坞上应至少设置两个截面积不小于  $70\text{mm}^2$  的专用接地导体和两根截面积不小于  $70\text{mm}^2$  的铜质软电缆，用于将坞体与岸上接地装置相连接。

若浮船坞采用阴极防蚀系统，且岸电网与浮船坞电网在电气上隔离时，则坞体可以不采用金属接地。

#### 5.1.3 电缆的敷设

5.1.3.1 经 CCS 同意，允许电缆沿着直接焊到浮船坞外板（最大沉深吃水以上）上的电缆桥架敷设。

#### 5.1.4 浮船坞的沉浮系统

5.1.4.1 沉浮系统阀门的遥控不应妨碍手动关闭和开启阀门，在此情况下，应设有当阀门转换到手动控制时使遥控系统不能工作的联锁装置。

5.1.4.2 应在阀门所在位置和中央控制台等处设置沉浮系统阀门驱动电动机的运转指示器。

5.1.4.3 压载泵的电动机应能在机旁和控制室内实施控制。

### 第2节 电源及配电

#### 5.2.1 主电源

5.2.1.1 可采用下列设备作为浮船坞的主电源：

- (1) 发电机组；
- (2) 岸电。

5.2.1.2 在自给式浮船坞上，主电源应至少由 2 台发电机组组成。对于非自给式浮船坞，允许仅使用岸电系统。若主电源由发电机组和岸电组成，应设有联锁装置，避免发电机组和岸电并列供电。

5.2.1.3 主电源的容量应足以保证浮船坞的下列工况：

- (1) 下沉；
- (2) 船舶进（出）坞；
- (3) 上浮；
- (4) 与浮船坞用途相适应的其他工况。

5.2.1.4 自给式浮船坞主发电机的台数和容量，应能在任一台发电机停止工作时，至少保证浮船坞沉浮系统的阀门操作、消防泵、通信、报警和照明的正常供电。

5.2.1.5 当岸电系统对非自给式浮船坞以一路馈线供给高压电源时，则还应设置一路低压馈线，该低压馈线应在浮船坞泊碇而无修理工作时，对浮船坞长期提供所需的电能，并至少能对浮船坞沉浮系统的阀门操作、消防泵以及通信、报警和照明的正常供电。

5.2.1.6 当对非自给式浮船坞以两路单独馈线供给高压电源时，允许不设置低压电源馈线。其中一路高压馈线应至少能保证浮船坞沉浮系统、消防泵、通信、报警和照明的正常供电。

5.2.1.7 当从岸电系统仅供给低压电源时，应设置两路馈线和两个岸电箱，其中一路应保证对 5.2.3.5 所指的用电设备供电，另一路至少应对 5.2.1.5 所指的用电设备供电。

5.2.1.8 岸电供电电缆的布置应保证：

- (1) 当浮坞下沉和上浮时在电缆内无机械应力；
- (2) 在电缆或导线连接的接线端上排除传递机械应力的可能性。

## 5.2.2 应急电源

5.2.2.1 浮船坞应设有独立的应急电源。

5.2.2.2 应急电源应安装在浮船坞安全甲板以上部位。

5.2.2.3 应急电源应具有足够的容量，能对下列设备至少供电 3h：

- (1) 机器处所、控制室、内外走道和出口的照明；
- (2) 浮船坞内部通信和报警系统。

## 5.2.3 配电

5.2.3.1 浮船坞上不应采用利用坞体作回路的单线系统，但焊接网络以及绝缘电阻的监测装置除外。

5.2.3.2 浮船坞的供电电压一般不应超过 15000 V。

5.2.3.3 浮船坞的高压装置应安装在专用舱室内，并应符合相应国家标准和规范要求。

5.2.3.4 进坞船的电源应由浮船坞上的配电板供给。

5.2.3.5 下列用电设备应以单独馈线从主配电板得到供电：

- (1) 检测和操纵浮船坞沉浮过程的系统；
- (2) 与浮船坞安全工作有关的压载系统和消防泵；

- (3) 焊接机组；
- (4) 为进坞船提供电力的对外供电箱。

### 第 3 节 照明与坞内通信

#### 5.3.1 照明

5.3.1.1 主照明系统应向人员正常出入和使用的浮船坞处所提供照明，并应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章第 7 节的有关要求。

5.3.1.2 配电板间、泵舱等机器处所及中央控制室、会议室、走道等处所的照明，应由照明用的两个最后分路供电。

5.3.1.3 应急照明应设置在 5.2.2.3 (1) 所规定的场所，并应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 4 篇第 2 章第 7 节的有关要求。

#### 5.3.2 坞内通信

5.3.2.1 中央控制室与下列处所之间应设置通话设备：

- (1) 系缆绞盘处所；
- (2) 应急发电机室；
- (3) 配电板舱；
- (4) 主发电机室；
- (5) 高压变压器舱；
- (6) 设有浮船坞沉浮系统的阀门手动控制装置的舱室；
- (7) 消防站。

5.3.2.2 浮船坞上应至少配备一台可与岸上电话网络相连接的电话。

5.3.2.3 浮船坞的通用报警装置应在中央控制室和值班室（如设有时）进行控制。

5.3.2.4 浮船坞应配备一套公共广播系统。

## 第 6 章 消 防

### 第 1 节 一 般 规 定

#### 6.1.1 一般要求

6.1.1.1 本章要求适用于浮船坞所在固定作业区域无灭火设施的情况。如浮船坞的服务区域可提供灭火设施，在本章所要求的同等条件下，CCS 可考虑这些设施的有效作用。

6.1.1.2 本章仅为浮船坞最低限度的消防要求，该要求不包括进坞船的灭火设备。

6.1.1.3 除本章要求外，还应满足船旗国主管机关的有关法定要求。

6.1.1.4 浮船坞消防还应满足 CCS《钢质海船入级规范》第 6 篇的适用要求，特别是相关系统、设备和材料的性能标准和试验方法，应符合《国际消防安全系统规则》和《国际耐火试验程序应用规则》的有关规定。

### 第 2 节 防 火 措 施

#### 6.2.1 一般要求

6.2.1.1 浮箱、坞墙、上层建筑、舱壁、甲板和甲板室、天桥等应采用钢或与其等效的材料建造。

6.2.1.2 输送油或可燃液体的管路应采用考虑失火危险后认可的材料制成。位于水线附近的舷侧排水孔和排水管不应使用受热后易于失效的材料，以防止在火灾情况下导致进水的危险。

6.2.1.3 内部舱壁、天花板和衬板应采用不燃材料建造。走廊舱壁应采用钢质或“B”级分隔。

6.2.1.4 走廊和梯道环围的外露表面以及隐蔽或不能到达之处的表面应具有低播焰性。舱壁、天花板和衬板可以有厚度不超过 2.0 mm 的可燃镶片，但走廊、梯道环围和控制站内的镶片厚度不应超过 1.5 mm。

6.2.1.5 外露内表面使用的油漆、清漆和其他饰面涂料应在失火时不致产生过量的烟气及毒性物质。

6.2.1.6 厨房、油漆间、灯间和其他储存有引起失火危险材料的舱室的舱壁和甲板，应采用钢材或与其等效的材料建造。

6.2.1.7 如果在位于机舱顶甲板的起居处所内使用甲板基层敷料，应采用在高温下不致产生烟气、毒性物质或爆炸危险的认可材料。

### 第 3 节 固定式灭火系统和探火系统

#### 6.3.1 水灭火系统

6.3.1.1 消防泵的排量可按浮船坞设计举升能力相当的货船水灭火系统所需水量确定。

消防泵的排量可按载重量与浮船坞最大举升能力相当的货船水灭火系统所需水量确定。

6.3.1.2 消防泵及其管路以及消防总管的设计，应能在通过规范规定尺寸的相邻水枪排出 6.3.1.1 规定水量时，维持 2 股足以产生 12 m 射程水柱的最低压力。上述规定的最低压力，应在浮船坞处于完全浮起状态下，在其顶部甲板上的消火栓处测得。

6.3.1.3 消防总管和消防水管的直径应以所要求的消防泵排量为基础，同时通过 2 条连接于任一消火栓的消防水带足以有效地输送所需的最大水量。消防总管的直径  $d$  应按下式计算，并可按最接近的标准尺度取整：

$$d = \frac{L_D}{1.2} + 25 \quad \text{mm}$$

式中： $d$ ——消防总管的直径，mm，任何情况下不必超过 125 mm，但不小于 50 mm；

$L_D$ ——坞长，m。

6.3.1.4 在满足本节的情况下，冲洗甲板的管路可用作消防管路。

6.3.1.5 设计举升能力小于 1000 t 的浮船坞，应设置一台固定式动力消防泵和一台手动消防泵；设计举升能力等于或大于 1000 t 的浮船坞，应至少设置两台相互独立的固定式动力消防泵，建议每侧坞墙设一台。

6.3.1.6 设计举升能力等于或大于 2000 t 的浮船坞，若坞上任何舱失火可能导致全部消防泵均失去作用时，则应有供给消防水的替代措施。该措施可以是一台由柴油机驱动的固定式应急消防泵，也可以是其他认可的设施。应急消防泵应能提供 2 股射程各不小于 12 m 的水柱。应急消防泵的位置应保证当主消防泵所在舱室失火时仍能易于接近。应急消防泵应具有独立的海水箱。在主消防泵舱之外易于到达的适当位置应设置一个隔离阀，使主消防泵舱内的消防水管能与消防总管隔离。若岸上的消防设备可供浮船坞方便使用，则 CCS 可考虑免设应急消防泵。

6.3.1.7 总功率不小于 735 kW 的机器处所，应设有两个消火栓；小于 735 kW 的机器处所允许只设一个消火栓；如果上述要求的消火栓设置在机器处所内确有困难时，经 CCS 同意，可以设置在机器处所外面，并靠近出入口处。

6.3.1.8 每根消防水带应配有一支水枪和接头，所需消防水带数目应为每舷坞墙每 30 m 长设一根，备用一根；设计举升能力为 1000 t 及以上的浮船坞，水带总数应不少于 6 根（每舷坞墙 3 根）；设计举升能力小于 1000 t 的浮船坞，水带应不少于 4 根。这些数目不包括机舱或锅炉舱所需的消防水带。如必要，可增加消防水带数目以确保在任何情况下都能获得足够数量的消防水带。

### 6.3.2 固定式灭火系统的配备

6.3.2.1 对于设有总功率等于或大于 735 kW 的柴油机或燃气轮机的机器处所，或者设有压力超过 0.35 MPa 的燃油锅炉/燃油装置/燃油沉淀舱柜的机器处所，应配备下列固定式灭火系统之一：

- (1) 压力水雾灭火系统；
- (2) 气体灭火系统；
- (3) 泡沫灭火系统，必要时，附加一套固定或移动的压力水雾或泡沫喷射系统，用于扑灭花钢板以上的火灾。

所有装有闪点低于 60°C（闭杯试验）燃油的处所，均应装设上述（2）所述固定灭火系统。若机舱和锅炉舱有完全分隔开或燃油能从锅炉舱泄入机舱舱底时，则机舱和锅炉舱合起来作为一个舱室看待。

6.3.2.2 甲板面积 4 m<sup>2</sup> 或更大的油漆间和易燃液体储藏间，应设有下列规定的装置之一：

- (1) CO<sub>2</sub> 灭火系统，其容量按该处所总容积的 40% 进行设计；
- (2) 干粉系统，其容量按干粉至少为 0.5 kg/m<sup>3</sup> 进行设计；
- (3) 压力水雾系统或自动喷水器系统，其出水率按 5 L/m<sup>2</sup>·min 进行设计。压力水雾系统可以和船上的消防总管相连接。

若提供相关的技术和试验资料，也可以接受除上述（1）、（2）和（3）以外的系统或装置。

### 6.3.3 探火系统

6.3.3.1 在总功率等于或大于 735 kW 的机器处所拟采用集中遥控系统而实现周期性无人值班的情况下，应设置探火系统。

6.3.3.2 报警系统应能在中央控制室发出声、光报警信号。如果机器处所不是连续有人值班时，报警系统应能在机器控制站发出声、光报警。

## 第 4 节 消防用品

### 6.4.1 灭火器的配置

6.4.1.1 中央控制室、起居处所和服务处所等处所应配备足够数量的手提式灭火器，并确保至少有 1 具在船员处所便于随时可用。

6.4.1.2 如适用，厨房和使用生活锅炉以及具有烹调设备的处所应配备 1 具适用于对油或电气炊具灭火的手提式灭火器。

油漆间应至少配备 1 具手提式二氧化碳灭火器，该灭火器应能至少放出相当于所保护处所总容积 40% 的自由气体。在储藏室的门上应设有喷放孔，无需进入该受保护处所就可以用灭火器向内喷放。该灭火器应存放在喷放孔附近。

6.4.1.3 每一锅炉舱的每一生火处所和部分燃油装置所在的每一处所至少应配置 2 具

经认可的泡沫型手提灭火器或其他适于扑灭油火的设备。另外，若任何一个锅炉舱内附加灭火器或灭火器的总容量未超过 45l，则每个燃烧器至少还应配备 1 具容量为 9l 的同类灭火器。

6.4.1.4 每一生火处所应有一个可装砂子、浸透苏打的锯屑或其他认可的干燥物、容量至少为 0.28 m<sup>3</sup> 的容器和一把铲子。上述设备亦可由 1 具经认可的手提式灭火器代替。

6.4.1.5 所有总功率不小于 375 kW 的柴油机或汽轮机的每一机器处所应配备 1 具容量至少为 45l 的泡沫灭火器或等效设备。此外，机器总功率按每 735 kW 或其倍数时应加配 1 具认可的手提式泡沫枪。

上述手提式灭火器的总数不应少于 2 具，但也不必多于 6 具。

6.4.1.6 对总功率小于 375 kW 的柴油机或汽轮机的每一机器处所，可不必配备 45l 的泡沫灭火器，而仅需配备 2 具泡沫灭火器或等效设备。

#### 6.4.2 灭火器的替代

6.4.2.1 在适用于扑灭同类型火灾的条件下，可以接受如下效用相当的灭火器作为替代：

| 泡沫灭火器 | 二氧化碳  |
|-------|-------|
| 135l  | 40 kg |
| 45l   | 23 kg |
| 9l    | 6 kg  |

#### 6.4.3 紧急逃生呼吸器的配备和布置

6.4.3.1 起居处所和服务处所等处所应至少配备 2 具紧急逃生呼吸器，并确保该紧急逃生呼吸器放置在梯道附近，以便于随时可用。

6.4.3.2 机器处所内每一甲板或平台靠近梯道处应至少配备 1 具紧急逃生呼吸器，整个机器处所配备的紧急逃生呼吸器总数不少于 2 具。