在线开放课程《船舶设计原理》

第六章 船舶总布置设计

6.12 锚泊和系泊设备的布置

華中科技大學 船舶与海洋工程学院

6.12 锚泊和系泊设备的布置

本节课的主要内容有五个

一是，锚泊设备概述
二是，系泊设备概述
三是，舾装数
四是，锚泊设备的布置
五是，系泊设备的布置

6.12 锚泊和系泊设备的布置

一、锚泊设备概述

锚泊又称抛锚系留，是船舶的一种停泊方式。

根据船舶使用要求，锚泊设备主要可以分为三种。

- 航行锚泊设备，大多数船舶均配备，需按船级社规范进行配置。
- 定位锚泊设备，常用于起重船、打捞船、潜水作业船、各种非自航挖泥船、钻探船等需要定位作业的船舶
- 深海系留锚泊设备，常用于海洋调查船、海洋测量船等需要在深水进行系留作业的船舶。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

一、锚泊设备概述

航行锚泊设备又称为临时锚泊设备，供船舶在锚地、港口或遮敝水域内等待泊位或潮水时临时停泊之用。

因此，航行锚泊设备并非设计成供船舶在恶劣天气中处于完全开敞的远离海岸的水域中，或在行进或漂移中系住船舶之用。

在上述条件下，船舶特别是大型船舶上锚泊设备所承受的巨大负荷，会使得设备的某些部件损坏甚至丢失。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

一、锚泊设备概述

定位锚泊设备和深海系留锚泊设备是在作业时需要控制船位，需要根据**作业水域水深**和**环境条件**配备的**专用锚泊设备**。

定位锚泊设备和深海系留锚泊设备需要根据计算得到的风、海流及波浪等环境力的大小来进行设计，本节课程不再展开介绍，详情可参考相关的文献和设计手册。

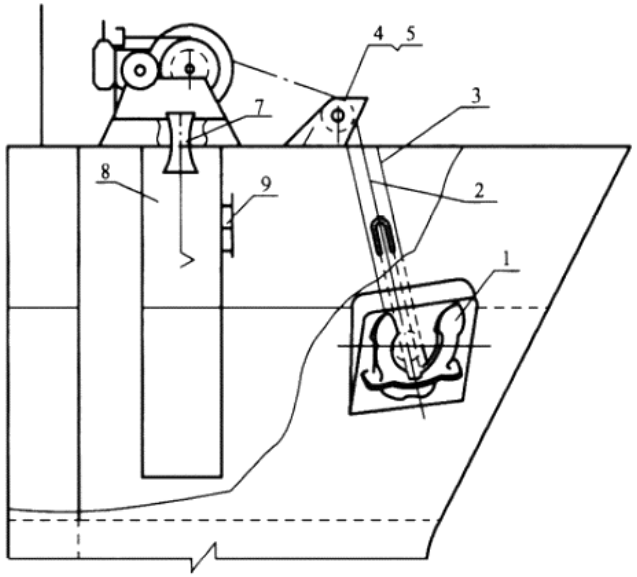
对于民用运输船舶，**主要考虑**的是**航行锚泊设备**。在设计中，航行锚泊设备的选择与布置需要**满足规范的最低要求**。

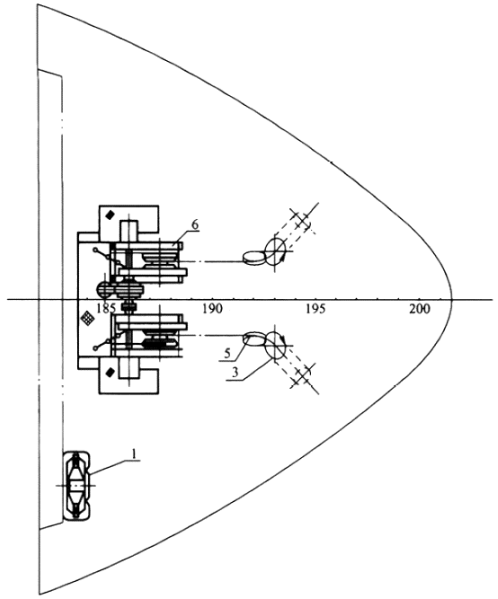
6.12 锚泊和系泊设备的布置

一、锚泊设备概述

按在船上所处的位置，锚泊设备又可分为**首部锚泊设备**和**尾部锚泊设备**。**民用运输船舶**一般**不设尾部锚泊设备**。

锚泊设备一般是由锚、锚链、锚链筒、掣链器、起锚机、锚链管、锚链舱和弃锚器等几部分组成。





1—锚
2—锚链
3—锚链筒
4—导链滚轮
5—掣链器
6—锚机
7—锚链管
8—锚链舱
9—弃锚器

6.12 锚泊和系泊设备的布置

一、锚泊设备概述

其中，锚的种类繁多，分类方法也并非十分严格。通常根据锚的构造特征可分为**转爪锚**和**固定式锚**，两者又可分为**无杆锚**和**有杆锚**。

霍尔锚（无杆转爪锚）

丹福斯锚（有杆转爪锚）

史蒂芙夏克锚（无杆固定锚）

单爪锚（有杆固定锚）

各种类型的锚各有特点，设计中应根据不同船舶对锚的要求来选用。有关各种锚以及锚链的特点可参阅船舶舾装设计书籍和舾装设计手册。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

二、系泊设备概述

系泊具有多种形式，一般包括码头系泊，连接到相邻船旁的旁靠系泊，连接到单浮筒或者结构架上的单点系泊，以及连接到多个浮筒上的多浮筒系泊等。系泊设备主要包括缆桩、系缆索（或称系船索）、导缆器、导缆孔和绞缆机等。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

三、舾装数

在航行锚泊设备的设计中，需要首先计算舾装数N，然后再根据船级社规范的要求来确定首锚质量和数量以及首锚链直径和长度的最低标准。

对于系泊设备设计，各国船级社规范一般还会根据舾装数N，给出拖索长度和破断载荷以及系船索根数、长度和破断载荷的参考值。

在锚泊设备和系泊设备的布置中，需要首先考虑舾装数的计算。

- 需要注意的是，在2018年的中国船级社《钢质海船入级规范》中，不再给出系船索的相关参考值，可参考其他国家船级社的规范，例如，2019年的DNV-GL规范。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

三、舾装数

舾装数是一个根据计算得到的**表征满载船舶**在海上受到风、海流等**载荷大小**的数字。

舾装数的**基本力学含义**就是**舾装数越大**，船舶在海上可能受到的**风力**、**海流力等**就**越大**，为此要配备更重的锚，更粗更长的锚链和系缆绳等，以及相应的带缆桩之类的辅助设备。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

三、舾装数

目前，各国船级社的规范多采用国际船级社协会提出的舾装数计算公式。需要注意的是，该舾装数计算公式有如下基本假设。

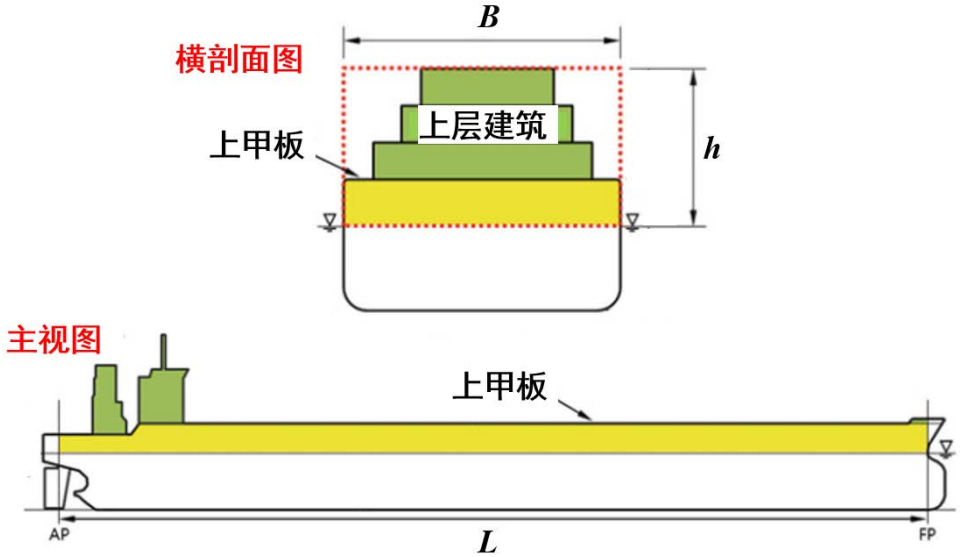
- 最大水流速度为2.5m/，最大风速为25m/s，相应抛出的锚链长度与水深之比在6倍-10倍的范围内。
- 对于船长135m以上的船舶，最大水流速度为1.54m/s、最大风速为11m/s、最大有义波高为 2m。
- 而且假定在正常情况下，一艘船舶一次仅用一只首锚及锚链。
- 并且假定根据该公式计算结果所配置的锚泊设备，适用于船舶在良好的锚地底质上系留而防止走锚现象。在不良的锚地底质上，锚的抓力将会明显降低。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

三、舾装数

根据规范规定，海船的舾装数根据以下公式计算。

$$N = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0.1A$$



式中，

N 为舾装数

Δ 为船舶夏季载重水线下的型排水量，t

B 为船宽，m

h 为夏季载重水线到最上层舱室顶部的有效高度，m

A 为船舶侧投影面积总和，m^2

6.12 锚泊和系泊设备的布置

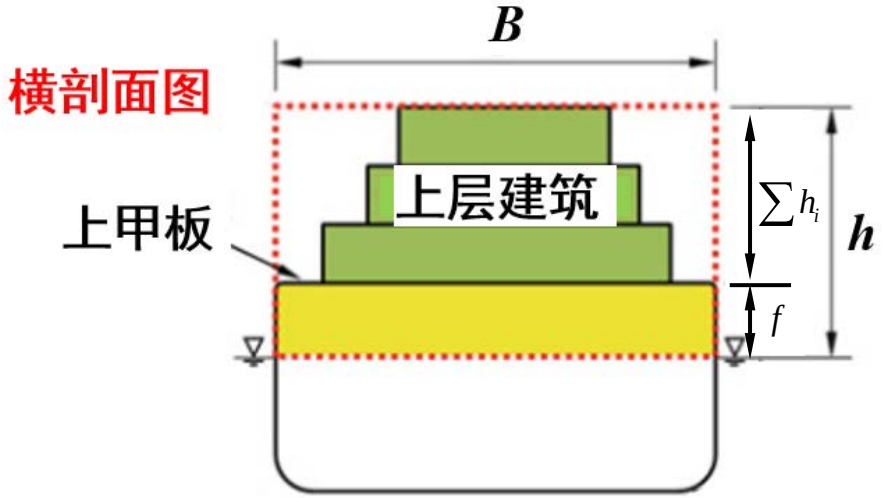
三、舾装数

其中，从夏季载重水线到最上层舱室顶部的**有效高度（h）**根据下式计算。

$$h = f + \sum h_i$$

式中，f 为**船中夏季载重水线**至**上甲板**的距离

h_i 为各层宽度**大于B/4**的上层建筑，在其**中心线处**量计**的层高**



6.12 锚泊和系泊设备的布置

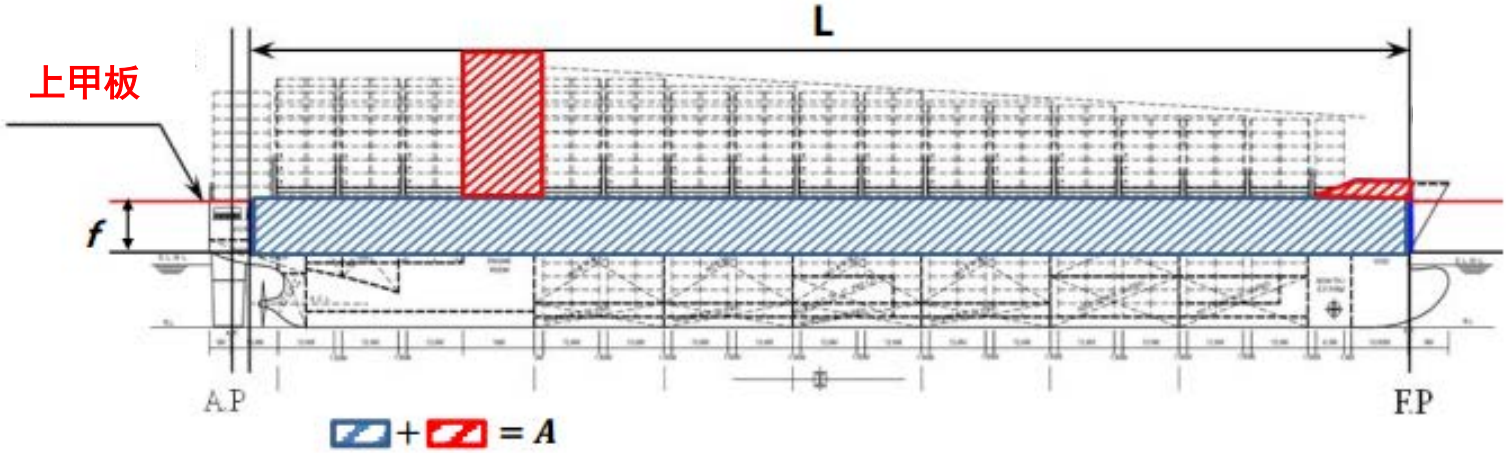
三、舾装数

其中，船舶侧投影面积即为水线以上的侧投影面积，根据下式计算。

$$A = fL + a$$

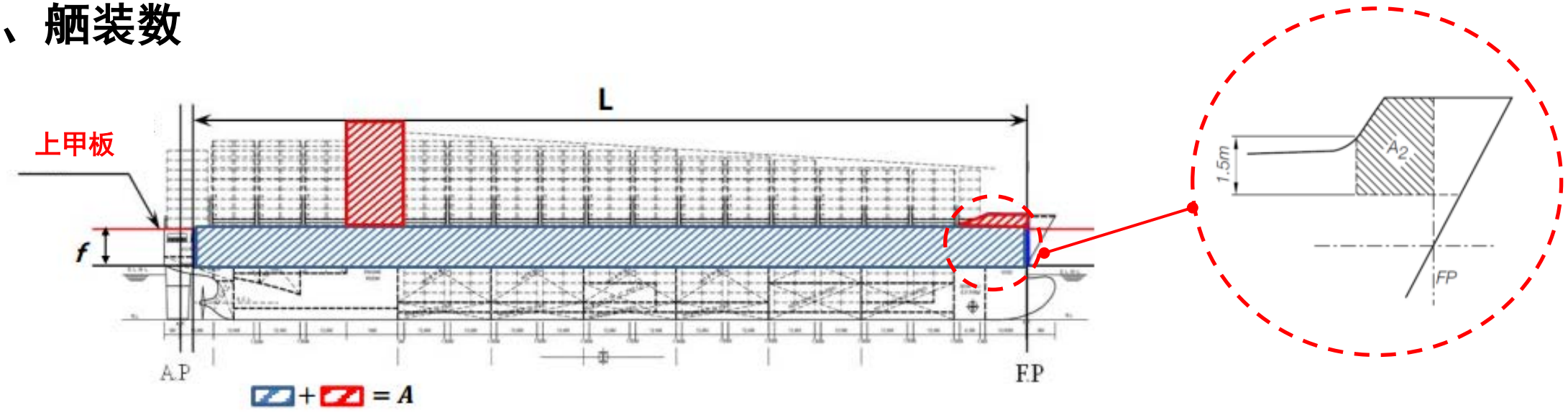
式中，f 为船中夏季载重水线至上甲板的距离，m；L 为船长，m

a 为各层宽度大于B/4的上层建筑的侧投影面积的总和，m^2



6.12 锚泊和系泊设备的布置

三、舾装数

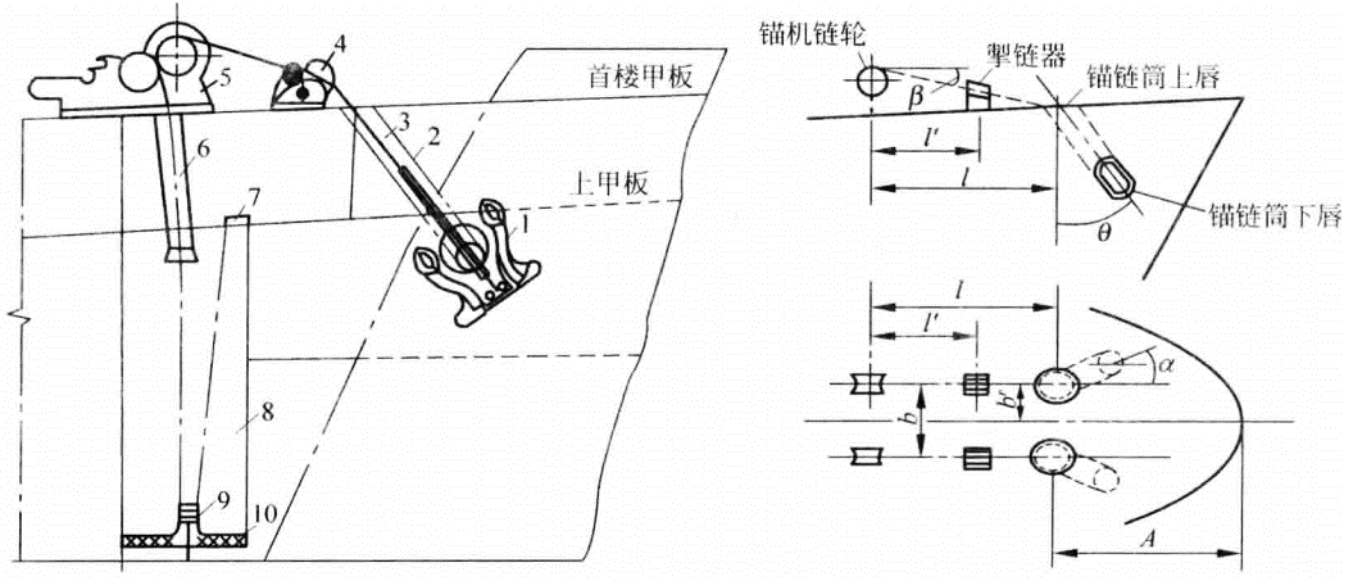


- 需要指出的是，在确定船舶侧投影面积时，对于高于1.5m的舷墙，右图中**阴影所示的面积**应计入船舶侧投影面积总合。
- 还需要指出的是，为选取算拖索和系船索而计算舾装数时，船侧面积应计入**甲板货的侧投影面积**。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

一套典型的锚泊设备的组成如图所示。包括锚，锚链筒，锚链，掣链器，起锚机，锚链管，弃锚器，锚链舱，转向器，木铺板等。



1—锚
2—锚链筒
3—锚链
4—掣链器
5—起锚机
6—锚链管
7—弃锚器
8—锚链舱
9—转向器
10—木铺板

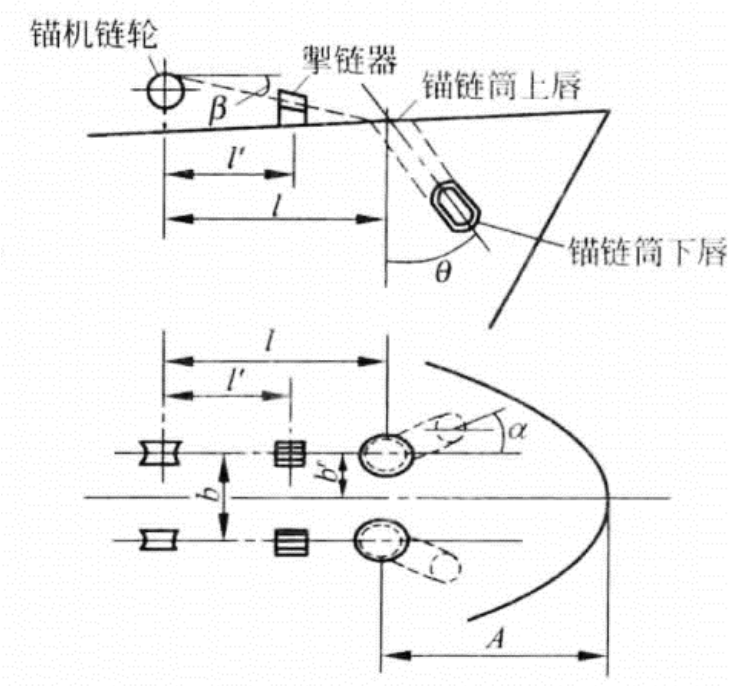
其中，锚和锚链的相关参数主要根据船舶种类、航区和舾装数的要求来确定。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

其他锚泊设备的布置应满足相应的**使用要求**，一般有以下规律。

- 例如，**两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2** (b') 与**锚机链轮中心距** (b)之间的关系应满足当锚链筒与船舶中纵剖面的夹角小于15度时，前者等于后者的一半，当锚链筒与船舶中纵剖面的夹角大于15度时，前者等于后者的一半减去1到2个锚链直径 (d)。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

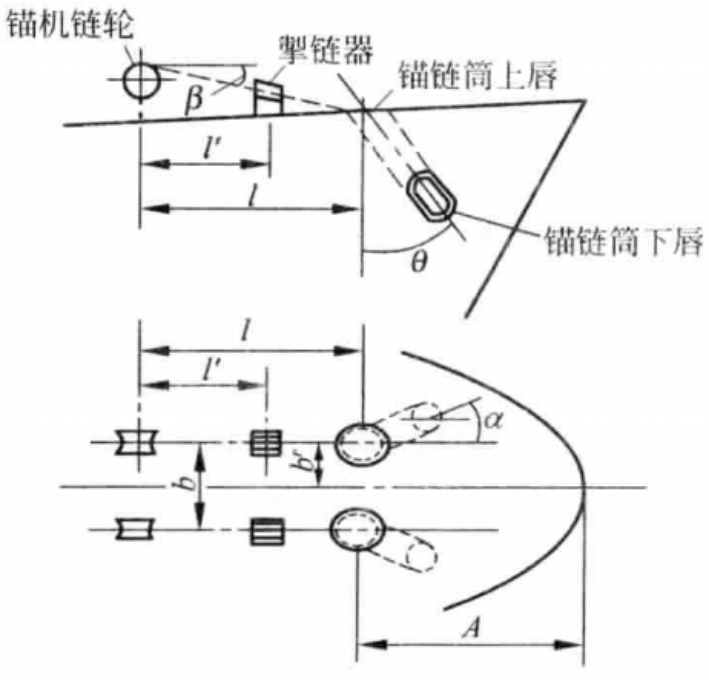
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，**锚链筒上口离船首端的距离** (A) 取决于前部布置的需要，对于首部丰满的船，该距离一般为80到90个锚链直径，对于首部较瘦削的船，一般为90到110个锚链直径。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

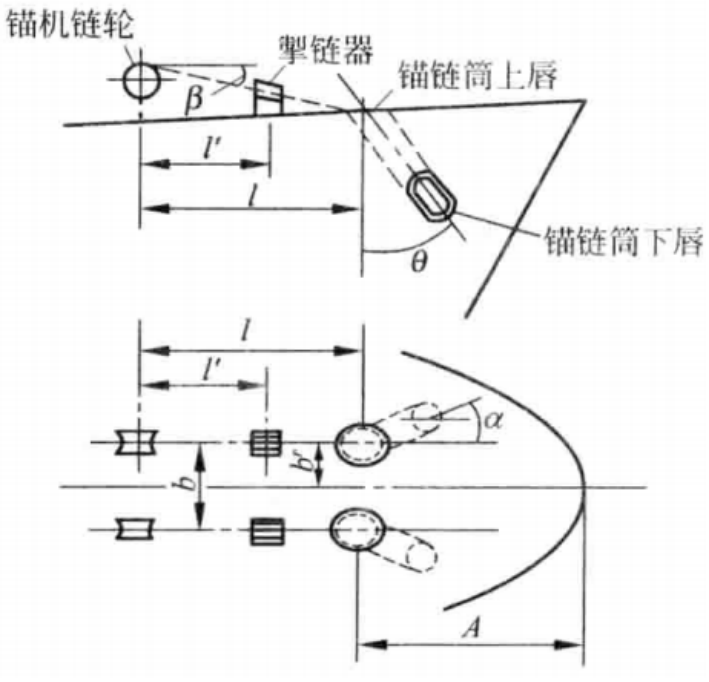
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，**锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离**（l）一般取60到70个锚链直径，**锚机链轮中心到掣链器的距离**（l'）可为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离的一半。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

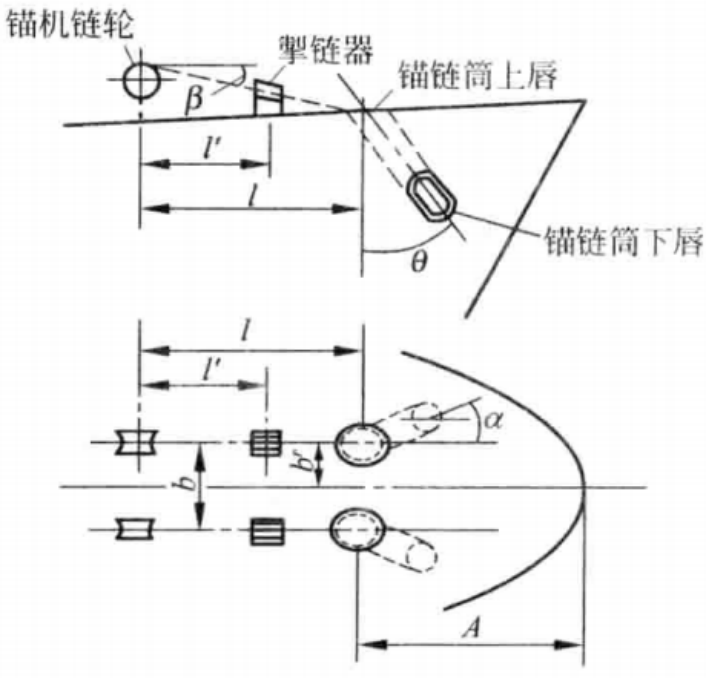
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，**锚链筒的竖直夹角**(θ)，对起抛锚以及锚在收藏位置时离开水线的高度有影响，一般以35度到45度为宜。
- 例如，**锚链筒与船舶中纵剖面的夹角**(α)影响起抛锚阻力，锚链筒越垂直，起抛锚阻力越小，一般取5到15度，最大不超过20度。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

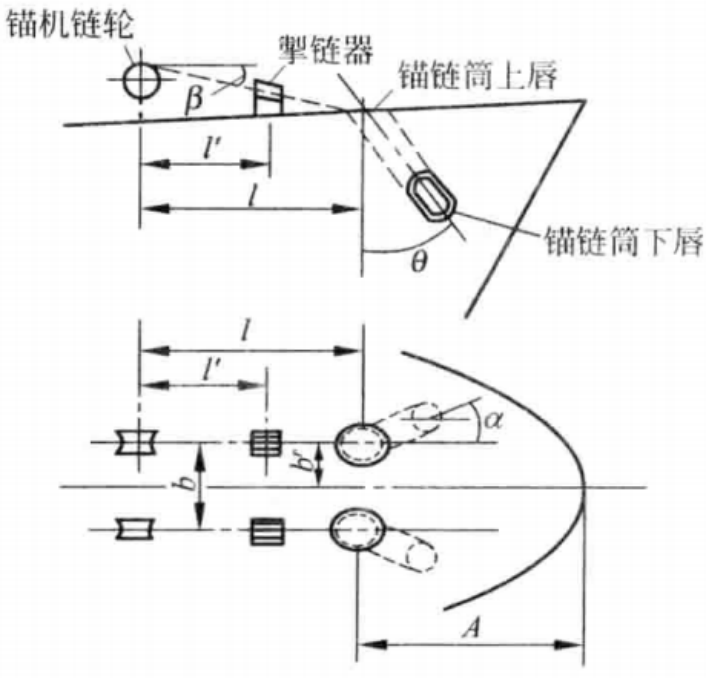
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，**锚链筒与船舶中纵剖面的夹角**以及**锚链筒的竖直夹角**决定了锚链筒下口距中线的距离，设计时希望这一距离有足够大以保证船在反向横倾4度起锚时，锚爪不能钩住首部底龙骨或撞击壳板。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

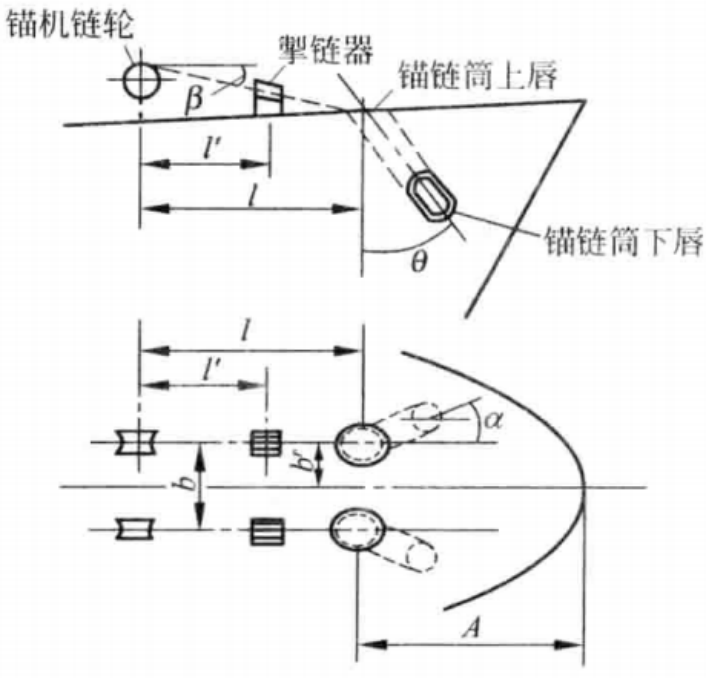
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，由于要求锚收起后锚与船壳紧贴。因此，锚链筒位置的最后确定，应根据型线图来作详细校核。现代运输货船大多设有球首，为使抛起锚时**锚爪不碰球首**，要求锚链筒出口处距船中心有足够的距离。一般双链轮起锚机的布置常不能满足这种要求，因此球首船大多采用**单侧式锚机**，即**2只首锚各用一台单侧式锚机**。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

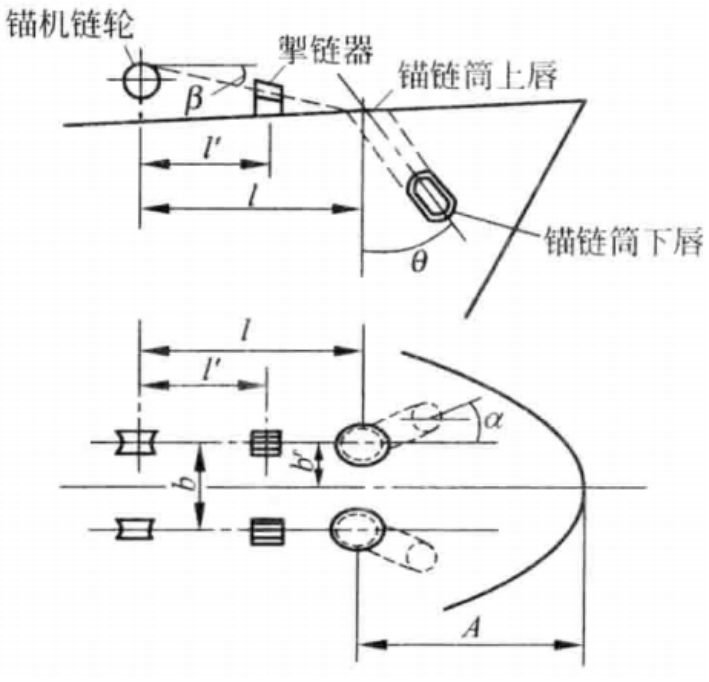
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，锚链筒的长度至少应使锚卸扣在锚爪紧贴船壳时**不露出锚链筒外**。收藏标准无杆锚的锚链筒长度一般可根据锚重来计算。
- 例如，锚链筒的内径一般为9.5到10.5个锚链直径。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

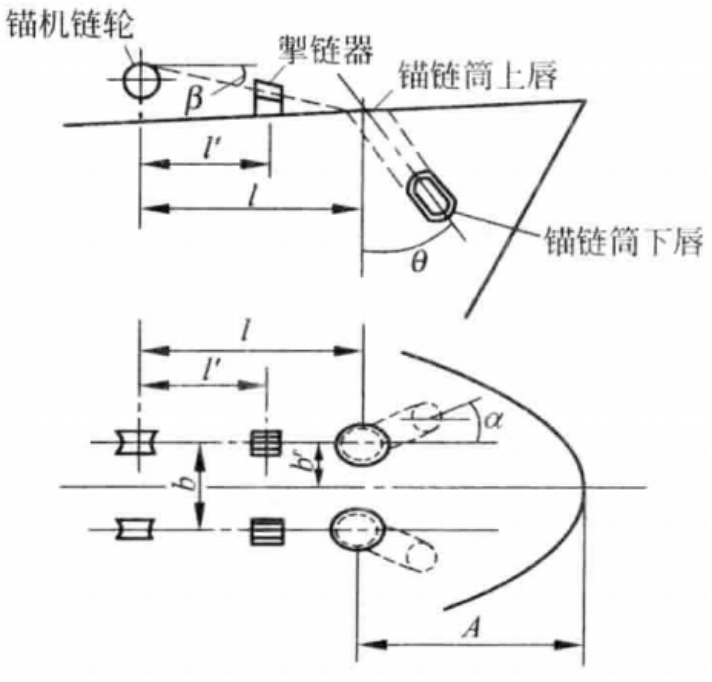
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，**锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角**（β）不宜过小，以免造成抛锚困难。
- 例如，锚链管的内径大致为6.5到7.5个锚链直径，布置时应力求竖直并**对准锚链舱的中心**。



b 为锚机链轮中心距

b' 为两锚链筒在甲板上开口中心线横向距离的1/2

A 为锚链筒上口离船首端的距离

l 为锚机链轮中心到锚链筒上唇中心的距离

l' 为锚机链轮中心到掣链器的距离

θ 为锚链筒的竖直夹角

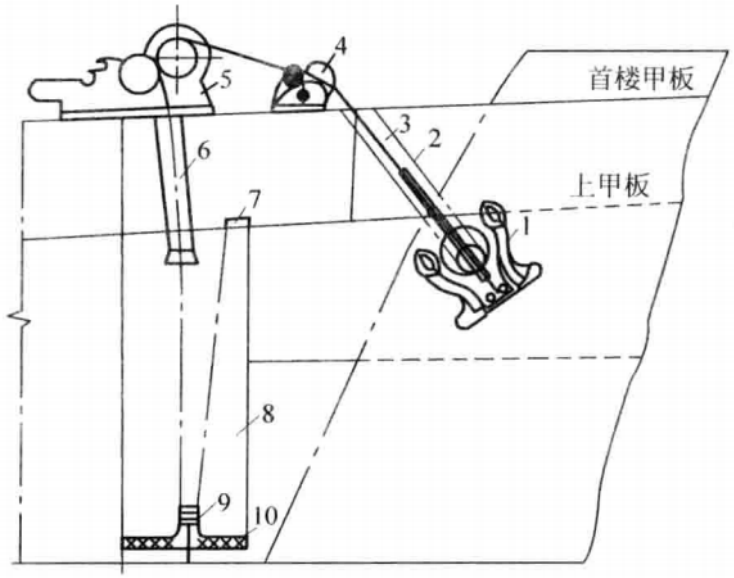
α 为锚链筒与船舶中纵剖面的夹角

β 为锚机链轮与锚链筒唇口之连线与水平线的夹角

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，锚链舱尽可能做成圆柱形，并窄而深以利锚链自行盘链堆积。**圆形锚链舱的直径**可取24到30个锚链直径。

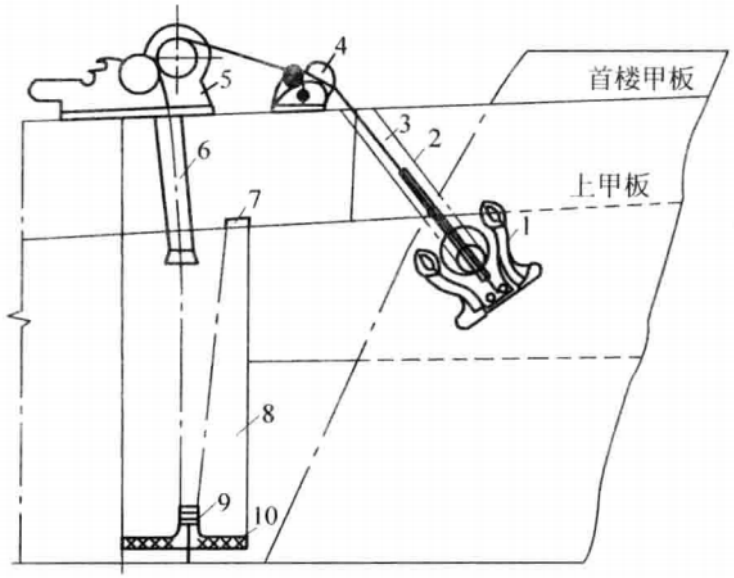


1—锚
2—锚链筒
3—锚链
4—掣链器
5—起锚机
6—锚链管
7—弃锚器
8—锚链舱
9—转向器
10—木铺板

6.12 锚泊和系泊设备的布置

四、锚泊设备布置

- 例如，**锚链舱的容积**可按**锚链长度**及**锚链直径**而定。每100m长锚链的锚链舱的容积可根据锚链直径按 $(0.00085 \sim 0.001)d^2(m^3)$ 进行估算。

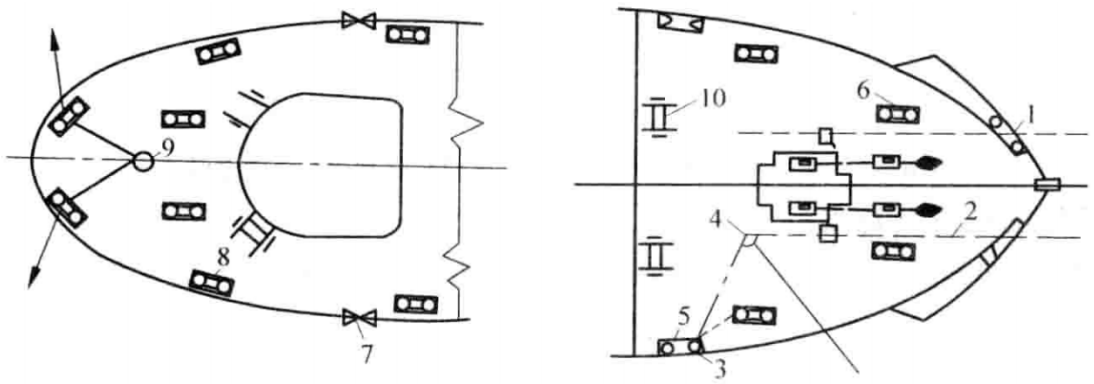


1—锚
2—锚链筒
3—锚链
4—掣链器
5—起锚机
6—锚链管
7—弃锚器
8—锚链舱
9—转向器
10—木铺板

6.12 锚泊和系泊设备的布置

五、系泊设备布置

一套典型的系泊设备如图所示，包括三滚轮导缆器，拖索，系缆索，导向滚轮，双滚轮导缆器，拖缆桩，导缆孔，带缆桩，绞盘，绳车等。



1—三滚轮导缆器
2—拖索
3—系缆索
4—导向滚轮
5—双滚轮导缆器
6—拖缆桩
7—导缆孔
8—带缆桩
9—绞盘
10—绳车

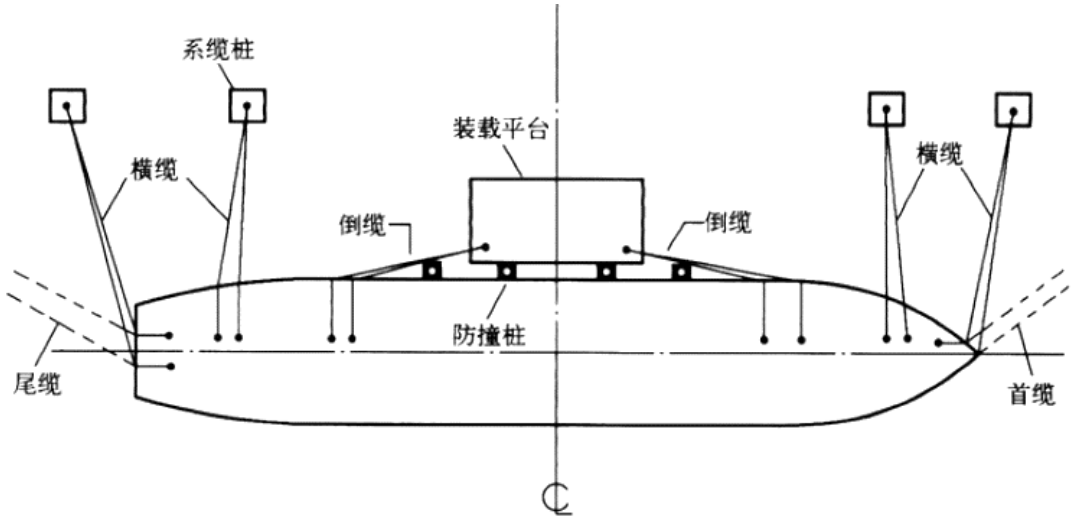
一个系泊系统是否有效、合理，对船舶、船员、码头和环境的安全是很重要的。**如何以最佳系泊方式去抵抗各种外力**，这是系泊设备布置中要解决的问题。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

五、系泊设备布置

首先考虑系缆索的布置，这是系泊设备布置的出发点。布置系缆索的目的是为了抵抗从任何方向来的外力。

由于这些外力最终可以被分解成纵向和横向分力，因此把系缆索的布置归结为纵向（即倒缆）和横向（即横缆）两类。在某些系泊模式中，除了横缆和倒缆外还设有首尾缆。



规范给出的系缆索数量是参考值，一般为**最低要求**，实船常常根据实际情况增配更多。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

五、系泊设备布置

首尾需各设一对平行于船体中心线的带缆桩兼作拖桩用。首部布置在锚机前的外侧，尾部布置在尾甲板绞车的前面。

带缆桩的配置数可参考下表中给出的值。

全船各部位带缆桩配置数

船长/m		30~60		60~100		100~150		150以上	
主上层建筑位置		中部	尾部	中部	尾部	中部	尾部	中部	尾部
首楼甲板（长首楼除外）		2~4	2~4	4	4	4	4	4~6	4~6
上甲板	前部	0~4	0~4	4	4	4	6	4	8
	后部					4~6			
尾部		2~4	2~4	2~4	2~4	2~6	4	4~6	4~6

6.12 锚泊和系泊设备的布置

五、系泊设备布置

对于其他系泊设备的布置，一般应注意以下几点。

- 例如，应适当安排**绞缆机械**和**绳车**。首部通常用锚机绞缆卷筒进行绞缆，尾部设绞车或立式绞盘。绳车应设在便于收藏而又不影响系缆操作和效能的部位。
- 例如，**导缆器**和**导缆孔**的配置应与**带缆桩结合考虑**，通常每只带缆桩配1～2只导缆器，在舷墙处则设导缆孔。小船可采用无滚轮导缆钳，大船则采用带滚轮导缆钳以减少钢索的磨损。
- 例如，导缆器、导缆孔及导向滚轮的布置应结合**绞缆机械卷筒**和**带缆桩的位置**统一考虑，以充分发挥绞缆机械的作用。

6.12 锚泊和系泊设备的布置

根据船舶使用要求，锚泊设备主要可以分为航行锚泊设备、定位锚泊设备和深海系留锚泊设备。

对于民用运输船舶，主要考虑的是其**航行锚泊设备**，以供船舶在锚地、港口或遮蔽水域内等待泊位或潮水时临时停泊之用。

系泊设备的布置主要考虑的是如何以**最佳系泊方式**去**抵抗各种外力**。

在设计时，需要**首先计算舾装数**，进而确定航行锚泊设备和系泊设备的布置。