

第六章 船舶总布置设计

6.11 舵设备的布置

华中科技大学 船舶与海洋工程学院



6.11 舵设备的布置

按照舾装部位，船舶舾装设备有**外舾装**和**内舾装**之分。外舾装也称甲板设备舾装，内舾装也称舱室舾装。外舾装设备主要包括：**舵设备、锚泊和系泊设备、起货设备、救生设备和信号设备**等。

本节课程主要介绍舵设备的布置，包括四个部分的内容：

- 一是，舵的分类
- 二是，舵形式的选择
- 三是，舵的形状参数
- 四是，舵的数目及安装位置

6.11 舵设备的布置

一、舵的分类

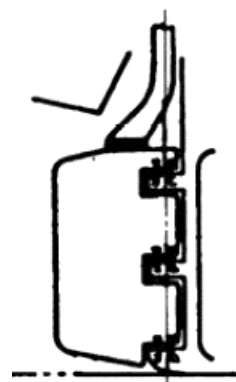
舵设备**主要是指舵**，是实现船舶操纵的主要设备。操舵能使船舶改变航向，把舵置于零舵位则具有稳定航向的作用。舵可以概括地分为普通舵与特种舵，这里主要介绍**普通舵**。

普通舵都是**被动舵**，即在相对来流速度作用下才产生舵力和转船力矩，没有相对来流速度也就没有舵效。

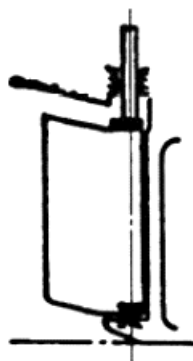
6.11 舵设备的布置

一、舵的分类

普通舵可以根据**不同特点**分成下述一些类型。
根据舵的支承情况，分为多支承舵、双支承舵、半悬挂舵和悬挂舵四种。



多支承舵



双支承舵



半悬挂舵



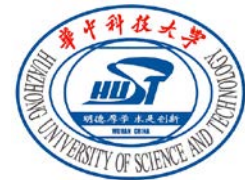
悬挂舵

6.11 舵设备的布置

一、舵的分类

根据舵的剖面形状，可分为**平板舵**和**流线型舵**。除了部分非自航驳船外，绝大多数机动船都采用**流线型舵**。

第六章 船舶总布置设计

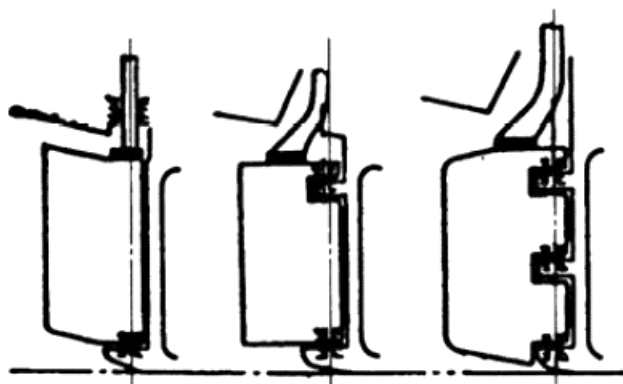


船舶与海洋工程学院

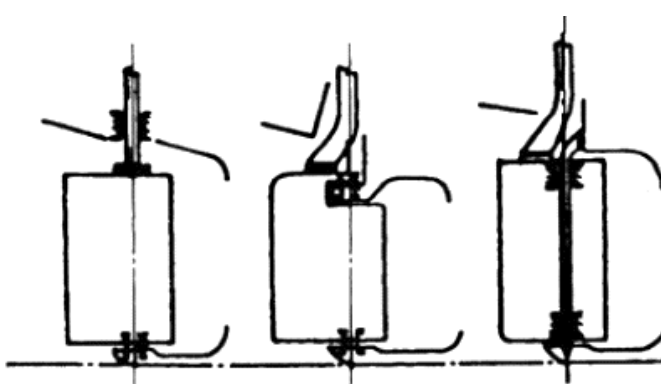
6.11 舵设备的布置

一、舵的分类

根据舵杆轴线在舵宽度上的位置可分为不平衡舵、平衡舵和半平衡舵（即半悬挂式半平衡舵）。



不平衡舵



平衡舵



半平衡舵

6.11 舵设备的布置

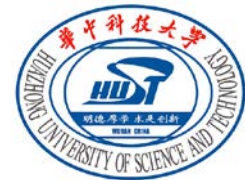
二、舵形式的选择

舵形式的选择与船舶的用途、大小和船尾型线有关，一般有如下规律。

- 例如，悬挂式平衡舵适用于中小型船舶，尤其适用于双桨双舵船。
- 例如，双支承平衡舵常用于一般运输船舶。
- 例如，直接处于舵柱后的双支承或多支承不平衡舵常用于破冰船，一般运输货船大多不设舵柱。
- 例如，半平衡舵常用于中高速集装箱船和双桨油船及货船。

从舵与船尾型线配合来区分，双支承以及多支承舵的船尾型线是闭式尾框，悬挂式和半悬挂式舵对应的船尾型线是开式尾框。

第六章 船舶总布置设计

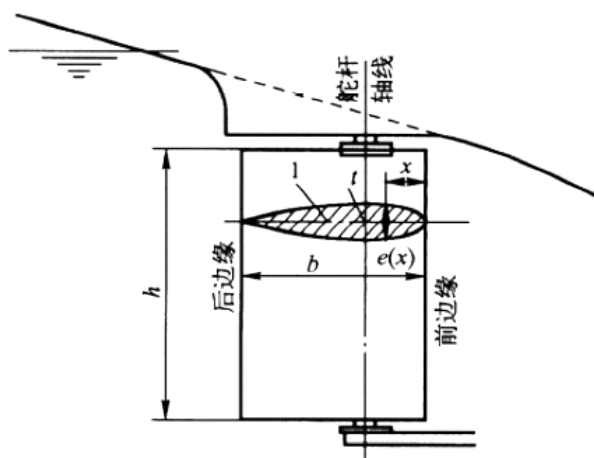


船舶与海洋工程学院

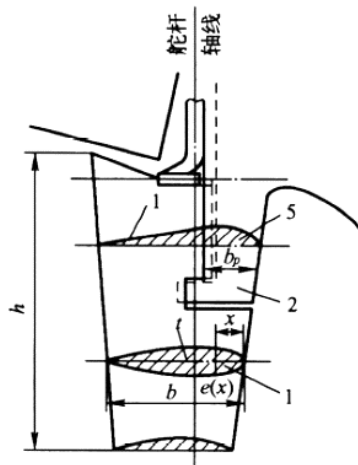
6.11 舵设备的布置

三、舵的形状参数

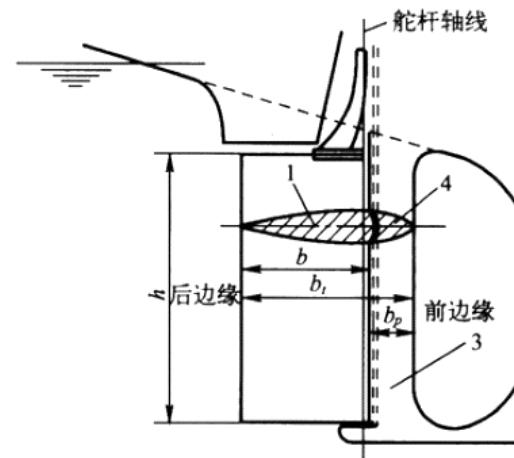
舵可以作为小展弦比的机翼，其形状可用表征机翼的参数表示。舵的形状参数的选择需要考虑的主要要素有**舵面积**，**舵的外形**，**展弦比**，**平衡系数**，**厚度比**和**舵剖面**等。



舵中支撑的平衡舵



半悬挂舵



设置在舵柱后面的舵

h : 舵高

b : 舵宽 (弦长)

t : 剖面的最大厚度

1—舵剖面；2—挂舵臂；3—舵柱；4—舵柱剖面；5—挂舵臂剖面

6.11 舵设备的布置

三、舵的形状参数

1. 舵面积
2. 舵的外形
3. 展弦比
4. 平衡系数
5. 其它形状参数

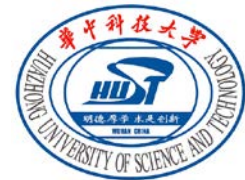
舵面积指未转动的**舵叶轮廓**在**中纵剖面**上的**投影面积**。舵面积需根据船型和操纵性要求来选择。常用的方法是根据**大量实船统计资料**来选择舵面积或者**按经验或半经验公式**来估算舵面积。常用下式估算。

$$A_R = \mu L d$$

式中， A_R ：舵面积， μ ：舵面积系数， L ：船长， d ：吃水

除此之外，常见的舵面积确定方法还包括：按**经验或半经验公式计算**，根据**图谱估算**，按**母型船操纵性指数估算**等。
详细的方法可参考《船舶设计实用手册》等相关资料 and 文件。

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.11 舵设备的布置

三、舵的形状参数

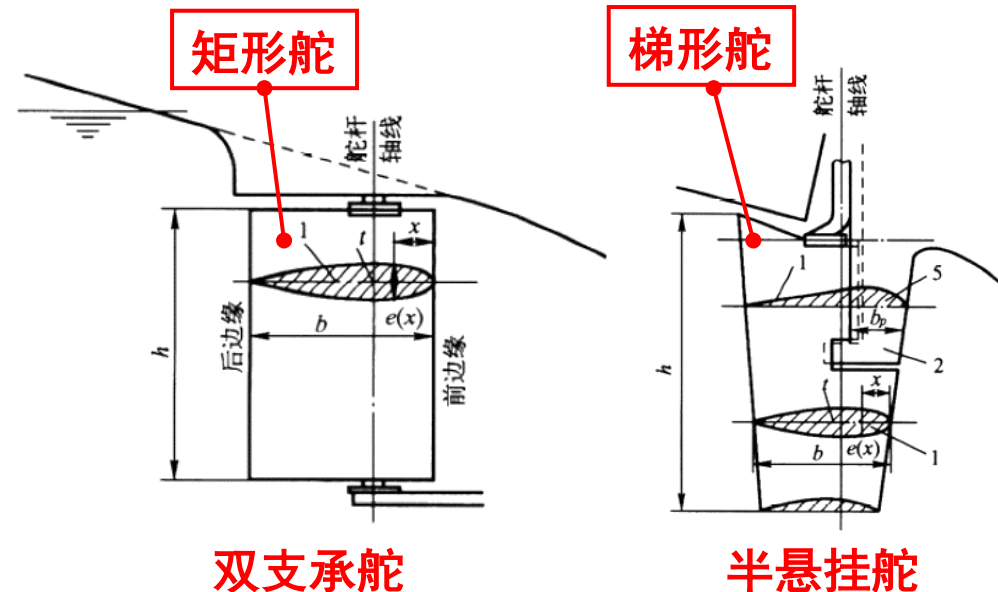
1. 舵面积
2. 舵的外形
3. 展弦比
4. 平衡系数
5. 其它形状参数

舵的外形主要考虑**舵的强度**以及**与船尾部形状相配合**来确定。

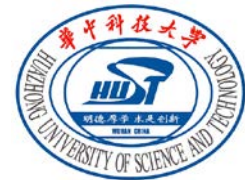
舵的外形主要有**矩形**和**梯形**两种，矩形舵构造简单。

双支承舵大多采用矩形。

悬挂式和**半悬挂式舵**大多采用梯形。这是因为悬挂式和半悬挂式舵的舵杆所受弯矩大，梯形（上宽下窄）舵可减小舵杆的弯矩。



第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.11 舵设备的布置

三、舵的形状参数

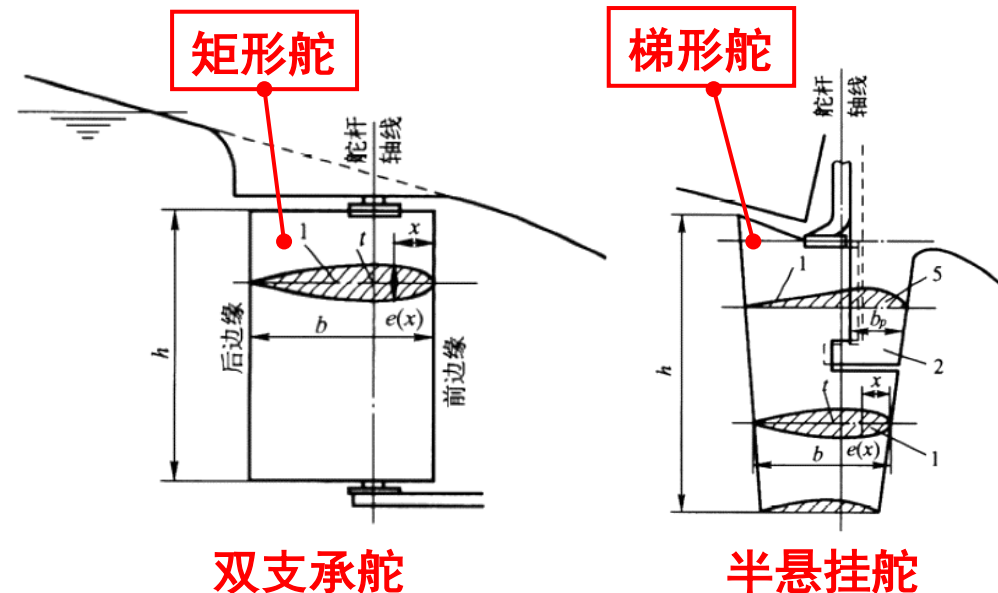
1. 舵面积
2. 舵的外形
3. 展弦比
4. 平衡系数
5. 其它形状参数

舵的外形可以用**舵高**和**舵宽**来表征。

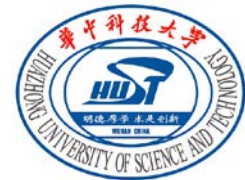
其中，舵高 (h) 为沿舵杆轴线方向，舵叶上缘至下缘的垂直距离；

舵宽 (b) 为舵叶前、后缘之间的水平距离。

对矩形舵，舵宽 (b) 即各剖面弦长，对非矩形舵可用**平均舵宽**表示。



第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.11 舵设备的布置

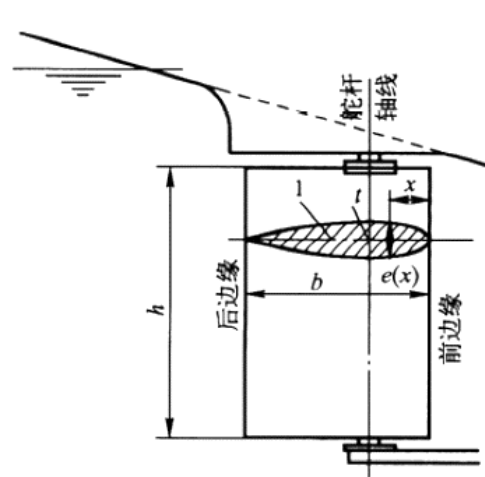
三、舵的形状参数

1. 舵面积
2. 舵的外形
3. 展弦比
4. 平衡系数
5. 其它形状参数

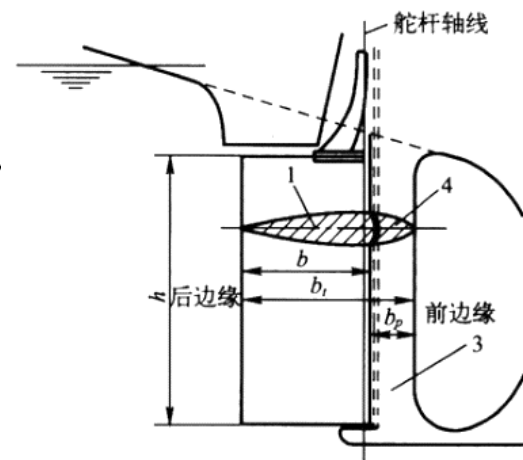
展弦比指舵高与舵宽之比值。

展弦比是决定舵流体动力性能的主要参数。其取值通常有如下规律。

- 例如，**平衡舵**的展弦比通常在1.8以下，**有舵柱的不平衡舵**和**带挂舵臂的半平衡舵**的展弦比通常在1.5 - 2.4之间。
- 例如，**展弦比大的舵**，在失举角前**同样的舵角**下，**升力系数**比展弦比小的舵要**大**，**舵效好**。
- 例如，在一定的舵面积下，展弦比的选择受**船尾框尺寸**的限制。

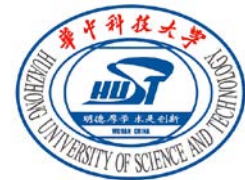


平衡舵



不平衡舵

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

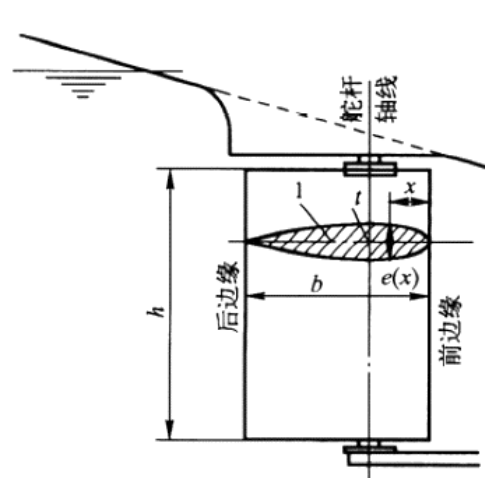
6.11 舵设备的布置

三、舵的形状参数

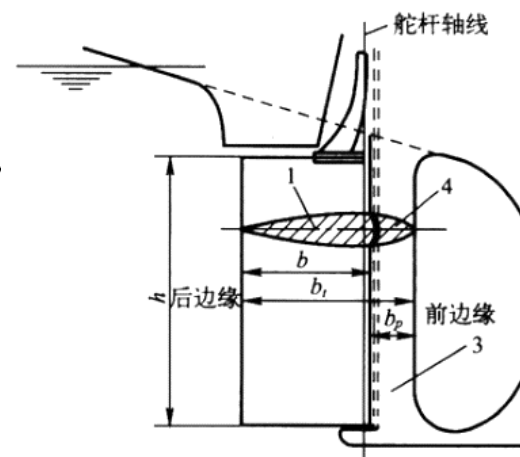
1. 舵面积
2. 舵的外形
3. 展弦比
4. 平衡系数
5. 其它形状参数

平衡系数又称平衡比，指舵杆轴线前的舵面积与整个舵面积的比值。对不平衡舵，舵杆轴线在舵的导缘，平衡系数等于零。
平衡系数一般有以下选取原则。

- 例如，应尽可能**减小舵杆扭矩**，降低舵机功率，并要考虑正航小舵角和大舵角以及倒航工况最大扭矩的匹配，**使不同工况的扭矩相差不太悬殊**。
- 例如，**一般情况下**平衡系数的范围为 $0.25 \sim 0.27$ ，**小船**的人力舵平衡系数为 $0.19 \sim 0.21$ ，**航速高的船**平衡系数可取 $0.27 \sim 0.32$ 。



平衡舵



不平衡舵

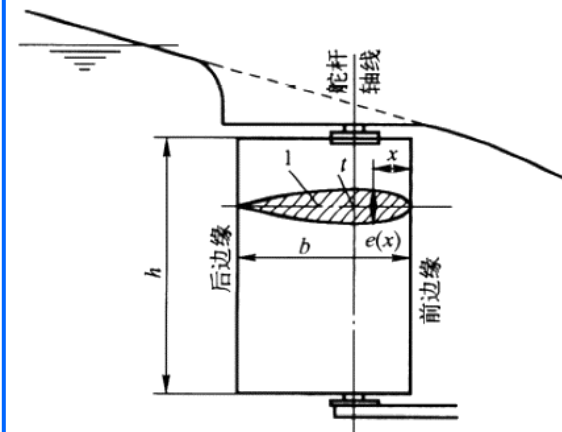
6.11 舵设备的布置

三、舵的形状参数

1. 舵面积
2. 舵的外形
3. 展弦比
4. 平衡系数
5. 其它形状参数

除了上述形状参数外，与舵的强度与水动力性能相关的形状参数还包括厚度比和舵剖面。

- 厚度比 (t/b)，指舵剖面的最大厚度与舵宽的比值。
- 舵剖面，指与舵杆轴线垂直的舵叶剖面。对沿高度方向厚度不变的矩形舵，在整个高度方向其剖面是一样的。



矩形舵

h : 舵高

b : 舵宽 (弦长)

t : 剖面的最大厚度

1—舵剖面

6.11 舵设备的布置

四、舵的数目及安装位置

舵的数目取决于船型和航行情况，与**螺旋桨数目**有很大关系。一般有如下规律。

- 例如，**普通单桨船**大多采用**单舵**，并置于桨尾流区域内。
- 例如，当**船的吃水及舵高受到限制**而又需要较大的舵面积以保证足够的操纵性能时，可采用**单桨双舵**，甚至**单桨三舵**。
- 例如，**双桨船**上采用置于双桨后方的**双舵**可提高舵效，当需要舵面积较大而舵高又受限制时，可用**双桨三舵**。
- 例如，我国长江中下游大中型客货船上有采用**双桨单舵者**，航行中也具有满意的操纵性。

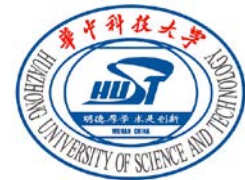
6.11 舵设备的布置

四、舵的数目及安装位置

舵的位置应与桨和船尾线型良好配合以保证：（1）螺旋桨有通畅的来流，供水充足；（2）舵能充分吸收桨尾流的动能，把它转化为推力和舵法向力；（3）舵上缘与船底间隙足够小，可利用边界效应提高舵效；（4）使桨、舵有效地受到船体遮蔽保护，以避免损伤。舵的位置一般有如下规律。

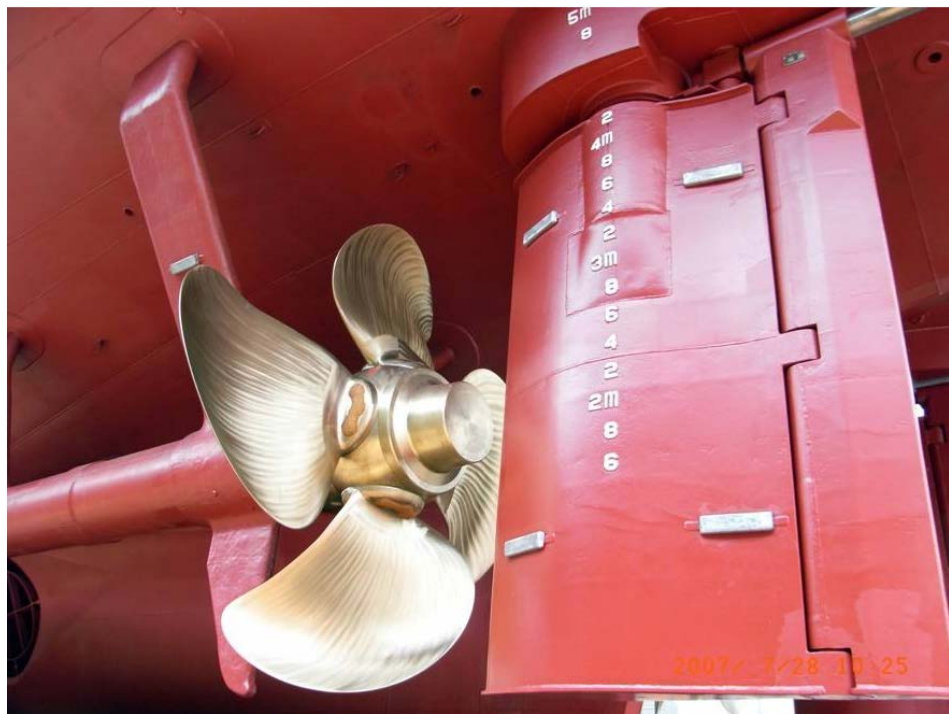
- 例如，一般船舶的舵均布置于船尾螺旋桨的尾流中。此时，舵可利用螺旋桨尾流来提高舵效，同时舵也可起到整流作用，从而改善推进效率。
- 例如，舵的下缘一般不宜低于基线，以防船搁浅时舵被碰坏，也不宜高于螺旋桨盘面的最低点，以便充分利用螺旋桨尾流。
- 例如，舵的上缘也应尽量接近船尾底部，以降低舵杆弯矩，并减少舵上缘的绕流，从而提高舵效。

第六章 船舶总布置设计



船舶与海洋工程学院

6.11 舵设备的布置



根据舵的支承情况，剖面形状，以及舵杆轴线在舵宽度上的位置，可以将普通舵分为不同的类型。

舵形式的选择与船舶的用途、大小和船尾型线有关。

舵的形状参数主要包括舵面积，舵的外形，展弦比，平衡系数，厚度比以及舵剖面等。

舵的数目取决于船型和航行情况，与螺旋桨数目有很大关系。

舵的位置应与桨和船尾线型良好配合。