

船舶小丛书

船舶設備

(第一分册)

操縱設備与起貨設備

董 漢編著

人民交通出版社

本書共分三个分册，于本分册仅包括船舶的“操縱設備”和“起貨設備”兩章。

在第一章“操縱設備”中，除了簡要地介紹了舵的作用原理、舵的分类和構造、流綫型舵的建造方法、舵型和舵叶面积的选择、舵在船上的布置以及操舵傳动裝置的型式、構造与要求外，还詳細地敘述了有关舵裝置及其傳动裝置中各項零件之構造，材料与計算方法。

在第二章“起貨設備”中，除了对起貨吊杆的操作和布置、貨艙口的構造和布置、起貨机的选择 and 布置、船用轉动式起重机、艙內搬運設備作了重点的說明外，还对吊貨杆起貨設備中的各項零件之構造，材料、計算方法与实际例題作了詳細地敘述。

此外为了結合我国实际情况，于本書中尚述及“双鈎連續吊貨法”以及关于川江船舵設備的改进意見。

本書可供船体制造中級技術人員参考，以及中等專業学校船体制造專業的教學參考書之用。

## 船舶設備 (第一分册)

### 操縱設備与起貨設備

凌 漳 編 著

\*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新 華 書 店 發 行

公 私 合 營 慈 成 印 刷 工 廠 印 刷

\*

1958年6月北京第一版 1958年6月北京第一次印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{2}$  印張：3 $\frac{1}{2}$ 張

全書：71,000字 印數：1—1050册

統一書号：15044·6133

定價(9)：0.36元

# 目 录

11

## 緒 言

### 第一章 操縱設備——舵

- §1. 一般知識 ..... 3
- §2. 舵对船舶的作用 ..... 4
- §3. 舵的構造及其分类 ..... 7
- §4. 舵型的選擇及舵的布置 ..... 17
- §5. 舵叶上法向水压力及其压力中心的計算 ..... 20
- §6. 舵裝置零件主要尺寸的決定 ..... 29
- §7. 操舵的傳动裝置 ..... 37

### 第二章 起貨設備

- §8. 一般知識 ..... 51
- §9. 起貨吊杆的操作情况及其布置 ..... 52
- §10. 吊貨杆起貨設備的零件 ..... 59
- §11. 貨艙口的構造和布置 ..... 81
- §12. 起貨机的選擇与布置 ..... 85
- §13. 船用轉动式起重機 ..... 87
- §14. 艙內搬運設備 ..... 87
- §15. 吊貨杆起貨設備的計算举例 ..... 91
- §16. 吊貨杆起貨設備的試驗 ..... 98

## 緒 言

为了滿足船舶在航行时以及在使用时所提出的一系列要求，船上应配置各种特殊用途的設備，它們主要包括：操縱設備、起貨設備、救生設備、錨設備、系纜設備以及拖曳設備。

**操縱設備。**利用該設備即可保證船舶按照駕駛者的意图，維持在既定的航向行駛或改变航向。

無論自動的船舶或非自動的船舶，操縱設備都是決不可少的。而其中以舵為操縱設備的最主要型式。

**起貨設備。**为了使船上貨物的裝卸工作容易进行，必須配置起貨設備。

**救生設備。**为了保證船舶遭遇海損行將沉沒時，能將船上的人員挽救出來，船上必須配置救生設備。救生設備的主要組成部分則為救生艇，該項救生艇亦可作為大型船舶與岸上或其它船舶間的交通艇之用。

**錨設備。**用來保證船舶能在水面上或在停泊場中停泊不動。

**系纜設備：**供船舶沿着碼頭或天然岸綫停靠時之用。

**拖曳設備。**當船舶拖曳其它船舶，或被其它船舶拖曳一起航行時，皆需在船上配置這種設備。

船舶上所應配置的設備必須按照實際需要的情況來決定，並不一定要將上述的六種設備全部配齊。顯然，拖曳設備主要用在拖輪及駁船上；起貨設備主要用于貨船、客貨船及貨駁上；救生艇主要用于大型的海洋船舶上，而在內河中作短程航

行的船舶往往可以不必具备。

与船舶设备密切相关的，还有各种机械，如舵机、绞盘、绞車、起貨机等。由于这些机械通常裝在甲板上，故又被称为艙面机械。

船舶设备以及艙面机械的具体構造，在极大的程度上与船舶的用途和尺度有关。小型船舶上的设备之構造一般皆較簡單，并且为了节省动力，其艙面机械多半是用手动的。中型及大型船舶上的设备和艙面机械之構造則較复杂，型式也較多。并且艙面机械亦常为机动的。至于駁船，因为动力来源的局限性，其艙面机械往往采用手动型式。除非該駁船的尺度較大而且设备复杂时，方始采用机动的艙面机械。

于本書中着重地对船舶设备中的典型加以詳細叙述。至于艙面机械，則仅在照顧讀者对船舶设备具有完整的概念之情況下，略加論及。

本書共分三册。于第一分册中包括“操縱设备”及“起貨设备”两个內容，于第二分册中仅有一个內容——“救生设备”；至于“锚设备”、“系纜设备”及“拖曳设备”則在第三分册中加以討論。

# 第一章 操縱設備——舵

## §1. 一般知識

為了保證船舶于航行時能按照駕駛者的意圖維持在既定的航向，或改變航向，船舶應具有操縱設備。否則，船舶航行時極易失事，甚至因而沉沒。

作為控制船舶航行方向的裝置有：

1) 舵裝置。通常位於船尾<sup>①</sup>。其中的主要零件為一塊浸在水中的、可繞垂直軸綫旋轉的板狀結構——舵葉，如圖4中的a。顯然，當船舶航行時將舵葉旋轉偏離船縱舢剖面，或偏離平行於縱舢剖面的平面 $\alpha$ 角度後（該角度稱為舵角），經過船體的流綫以及作用在船體上的水壓力之分佈情況，不復再對稱於縱舢剖面。這種情況的產生，可認為是由于在舵葉上作用有一個新的法向水压力的結果。該法向水壓力即可迫使船舶改變航行方向。

2) 對稱船縱剖面而布置的螺旋推進器或明輪推進器，以及具有噴水管的噴水推進器等。顯然，當布置在兩舷的推進器所發出之推力的大小或方向互相有差異時，或者噴水推進器的噴水管偏離船縱舢剖面轉過一個角度時，同樣可打破船體上水壓力對稱於縱舢剖面分佈的狀態，迫使船舶改變航行方向。

這些裝置可以單獨地亦可聯合起來使用，而其中舵裝置則為最主要的形式。

① 有些船舶如雙頭渡船、破冰船、拖網漁輪等，有時於船首也裝有舵。

为了使舵能及时地、迅速地且正确地随駕駛者轉动，舵設備中除了舵裝置外，尚应具备以下的裝置：

- 1) 机动操舵机或手动操舵机及其傳动裝置；
- 2) 机动操舵机的遙控裝置；
- 3) 限制舵叶在一定範圍內轉动的舵角制止器；
- 4) 舵角指示器。

上述五种裝置中，除了手动操舵机的傳动裝置及舵角制止器以后將述及外，其它可參閱有关的船舶艙面机械及船舶电气裝置書籍。

## §2. 舵对船舶的作用

船舶作直綫运动且其速度与縱舦剖面重合时，由于船体水下部分形狀的对称性，因此其上的正面水阻力 $R_1$ 以及推进器之有效推力 $N$ 皆作用在縱舦剖面內。若此时將舵叶轉过 $\alpha$ 舵角，在舵叶上就产生有法向水压力 $P_\alpha$ 。茲將 $P_\alpha$ 力向船舶的重心 $G$ 简化，并还将 $+P_\alpha$ 力分解成为两个分力 $D$ 及 $S$ ，分别垂直及平行于縱舦剖面（图1, a）。显然可看出，由于轉动力偶 $M_1 = P_\alpha l_1$ 以及分力 $D$ 及 $S$ 之作用，不但使得船舶圍繞其本身的重心旋轉；船速降低，正面阻力相应地减少；并且还使其重心作側向运动，合速度的方向与合力 $T'$ 的方向重合，因而重心的运动軌迹成为曲綫。

$T'$ 与縱舦剖面的夾角 $\beta$ 称为漂浮角。

在开始將舵轉至某一舵角的一段很短的时间內（一般不超过15秒），船舶重心运动的軌迹之曲率很小，其上慣性离心力 $J$ 可忽略不計；同时船舶的側向阻力 $R_2$ 一时尚来不及平衡分力 $D$ ，因而此时轉舵的結果，船舶在力 $(D - R_2)$ 的作用下作側向运动，并且在轉动力偶 $(P_\alpha l_1 + R_2 l_2)$ 的作用下还圍繞其重心

旋轉 (圖1,  $\theta$ )。

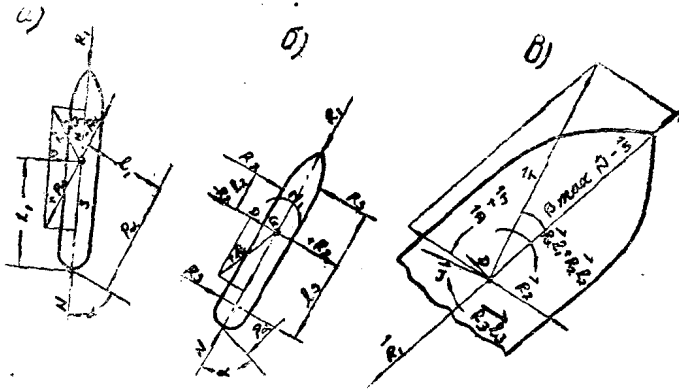


圖1 轉舵后作用在船舶上的力

这段时期称为船舶迴轉的机动时期。图2中曲綫 $GG'$ 即为船舶重心在机动时期內所运动的軌跡。

自机动期以后的另一段時間內, 因船舶旋轉所产生的阻力矩 $R_0 l_0$ 、慣性离心力 $J$ 以及側向阻力 $R_2$ 皆逐漸地增加, 正面阻力 $R_1$ 則逐漸地减少。直至最后, 当 $\vec{R}_0 l_0 = P \alpha l_1 + R_2 l_2$ 、 $\vec{R}_2 = \vec{D} + \vec{J}$ 、 $\vec{T} = \vec{S} + \vec{R}_1$ ①时, 船舶圍繞本身重心的旋轉即变为等角速度运动, 船舶重心运动的軌跡趋于稳定, 同时漂浮角也达到最大值 $\beta_{max}$  (图1,  $\theta$ )。

这段时期称为船舶迴轉的不定期时期。图2中曲綫 $G'G''$ 即为船舶重心在迴轉不定期时期所运动的軌跡。

船舶迴轉的不定期时期结束后, 船舶的重心即始終沿着与慣性离心力 $J$ 相垂直的合力 $T$ 的方向运动, 其軌跡不再改变成为一个圓, 此时称为船舶迴轉的稳定时期。

如图2所示, 介于原来航向及迴轉 $180^\circ$ 时的航向間之距离

① “—”符号表示向量。



称为迴轉直徑 $D_{UT}$ ；船舶重心在迴轉稳定时期所运动之圓軌跡的直徑称为最后迴轉直徑 $D_u$ ；而介于船舶重心于开始轉舵时刻的位置及于航向迴轉 $90^\circ$ 时的位置間的距离則称为进程 $A$ 。

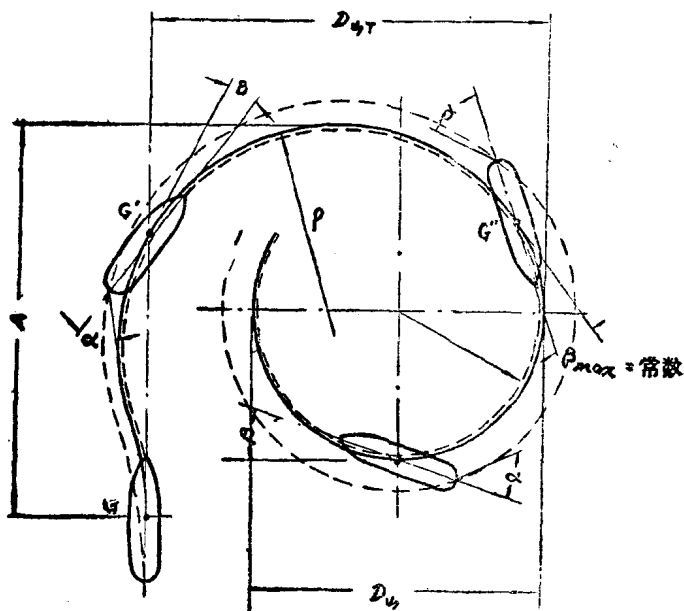


圖2 船舶的迴轉

船舶迴轉时的迴轉直徑、最后迴轉直徑以及进程的大小，直接影响着船舶于航行时的灵敏性。上述这些数值愈低的船舶，則其航行时的灵敏性愈高，轉弯灵活，不易与其它的障碍物相碰，同时轉弯所需的航道寬度也較小。

船舶的迴轉直徑一般为船長的 $3 \sim 4$ 倍，而大型船舶則可能增加到 $8$ 倍。因之大型船舶在港口內常需借拖輪来帮它轉弯，即由此故。

船舶的迴轉直徑以及最后迴轉直徑可通过迴轉試驗，利用标杆或浮标測量而出<sup>①</sup>。若要获得最精確的数值，則应于試驗时用飞机照相來測定。

于上述的討論中，为了方便起見，是將  $P_{\alpha}$  力孤立起來看的。实际上， $P_{\alpha}$  力是随着船舶于每个时刻的运动情况而变，同时船舶于每个时刻的运动則又受着  $P_{\alpha}$  力的影响，此兩者相互間的关系至为复杂。

此外由于船舶迴轉时，作用在其上的力  $J$ 、 $D$  以及  $R_2$  并非位于同水平面內（图 3），因此船舶在迴轉时尚有側傾产生。

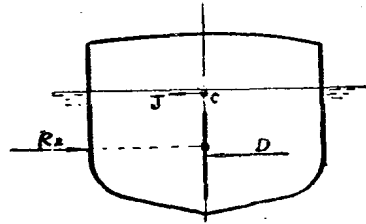


圖 3 船舶迴轉时的側傾

### §3. 舵的構造及其分类

(1) 按照舵叶剖面的形狀，舵可分为單板舵及流綫型舵（或称双板舵）。

單板舵的舵叶为一块平直的鋼板，其構造簡图如图 4 所示。图中  $a$  为舵叶； $b$  为舵杆，它是維持舵叶处于垂直状态的骨干； $c$  为用来轉动舵叶的舵軸； $d$  为連接舵軸及舵杆的接头； $e$  为舵扣，它是舵杆及舵柱上的突出部分，利用舵扣以及插

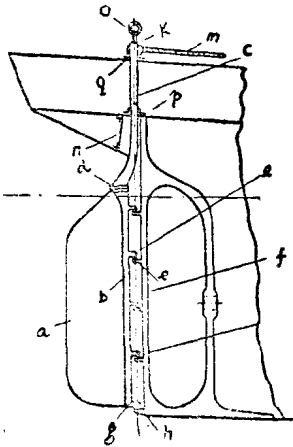


圖 4 普通單板舵

① 可參閱“中国造船”1954年11月号第20期中的“船舶旋轉直徑的确定”一文，及A. A. 罗卡塞维奇等著“船舶原理”，人民交通出版社譯本第232頁。

在其中的舵銷，使舵杆与舵柱  $f$  鉸鏈連接； $g$  为舵跟，亦借舵銷与舵柱底端的舵托  $h$  鉸鏈連接； $k$  为舵端，亦即舵軸的上端部分； $m$  为裝在舵端上的、能与舵軸一起轉动的舵柄或舵扇，利用它可使轉舵的作用力减小； $n$  为水密的舵軸管； $o$  为裝在舵軸頂端上的、裝卸舵用的環眼； $p$  及  $q$  皆为填料函，而其中  $p$  应为水密者（图中未詳細示出）。

舵叶鋼板可鉚接或焊接在依次交迭布置于舵叶兩側的舵臂上。于大型船舶，舵臂用鉤头嵌入斜鍵并以紅套<sup>①</sup>的方法与舵杆連接（图5,  $a$ ）；于小型船舶，舵臂則可直接与舵杆鍛制成

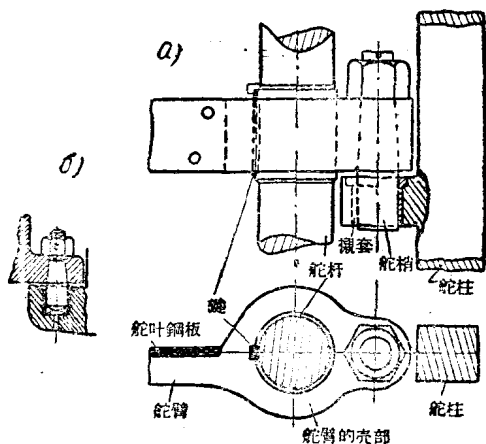


圖5 舵与舵柱的连接

为 一 体。舵臂与舵杆的连接亦可采用电焊的方法（图6）。

于前者連接的情况，由于舵杆在安裝舵臂处开有鍵槽，为了加强起見，該处之直徑应較原来未开鍵槽时的直徑增加10%。但无论如何，决不允許舵杆上鍵槽的深度超过該处直徑之增量，

① 即制造时使得軸与孔之間有过盈，裝配时将孔加热膨脹再套至軸上。

否則該處直徑應照鍵槽深度的實際情況予以增加。

該部分增加直徑處超出舵臂殼上下兩面之長度各應為直徑之增量，然後再做成“退拔”形恢復至原來的直徑。“退拔”部分的長度則為舵杆直徑的15%。

舵扣與舵銷之連接亦如圖5, a所示。所有的舵銷之中心應仔細地對準，務使其軸綫與舵軸的軸綫重合。否則，舵銷在舵扣內轉動時，將會有過高的摩擦力，嚴重時甚至舵因之轉不動或者舵銷被彎曲而損壞。為了使舵銷在舵扣中容易轉動，舵扣中應裝有青銅的或其他不銹材料（如鐵梨木）的襯套。

舵杆最上端處舵扣用的舵

銷應稍長些，俾能突出舵柱上的舵扣而配上螺母或螺釘頭，以防止舵銷因意外的舉起從舵扣中脫出。舵跟與舵托的連接則如圖5, b所示，舵托孔中裝置經過淬火硬化的半圓墊片的原因，也是為減少摩擦力。將來修理時，通過舵托下面的小孔即可將半圓墊片頂出來。

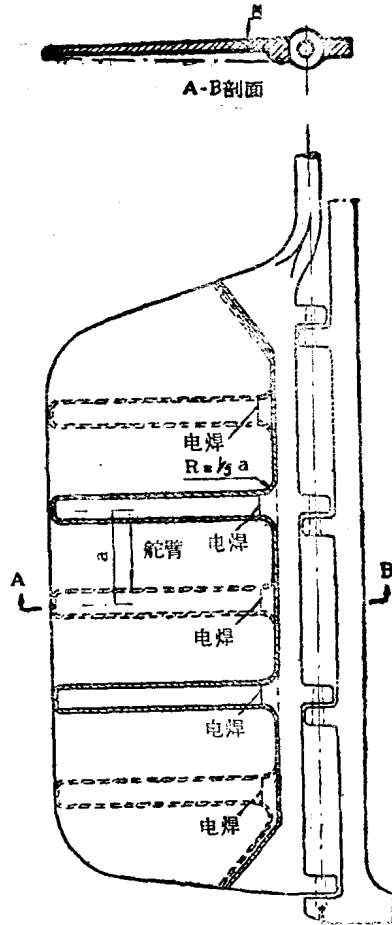


圖6 與舵杆焊接的舵臂

舵杆与舵轴是依靠水平的或垂直的凸缘以及螺栓来连接(图7, a, b)。过去凸缘是与舵杆、舵轴锻制成一个整体, 现在为了施工方便常用电焊的方法将凸缘焊在舵杆、舵轴上。舵杆与舵轴连接的另一种形式则为垂直式的嵌接接头(图7. b)。利用了接头即可使舵的装卸工作容易进行。

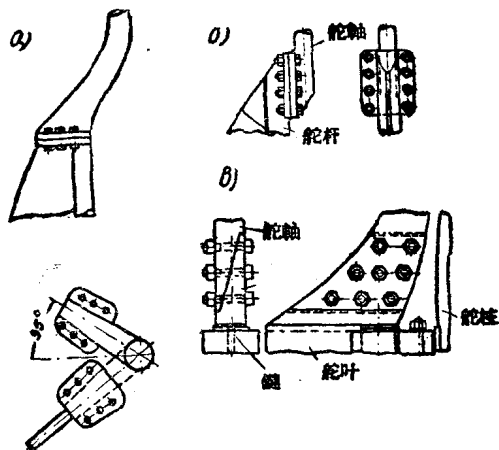


圖7 舵杆与舵軸的连接接头

于小型船舶, 若舵杆与舵轴制为一个整体而长度不大, 无碍于舵的装卸工作, 接头亦可不用。

于设计绘图时, 若舵轴较长, 建议读者根据船体外壳及甲板上开孔的情况, 以及接头处离开船台地面或船坞底的高度, 并用硬纸板按照比例将舵轴形状剪下来, 校验舵轴是否能顺利地装进去及抽出来。否则, 就需缩短舵轴, 或将舵轴截断再用联轴节作为中间接头。

图4所示的舵, 在普通艏形的海洋民用船舶上用得最为广泛, 故又称为单板普通舵。

为了减少舵在船舶行动时的水阻力以及转舵时所需作用的

力矩，可应用流綫型舵。將流綫型舵与單板舵相比，前者可較后者节省主机的功率 8 ~ 10%，轉舵时所需的力矩亦可減少至 30% 以上。更由于流綫型舵常做成空心且水密的，可获得較大的浮力，因而也减少了舵托或舵承上的压力。

现在的趋势，單板舵已將逐渐为流綫型舵所代替。

流綫型舵与單板舵仅是在舵叶的構造方面有所不同而已。

为了施工方便，現代流綫型舵常用焊接的方法来制造。

焊接的流綫型舵舵叶的結構如图 8 所示。装配焊接时，先將舵叶一側的鋼板装配焊接好，然后再裝上另一側的。另側的鋼板上开有槽孔以便桁板上小耳朵穿过去。以后再利用鉄楔敲

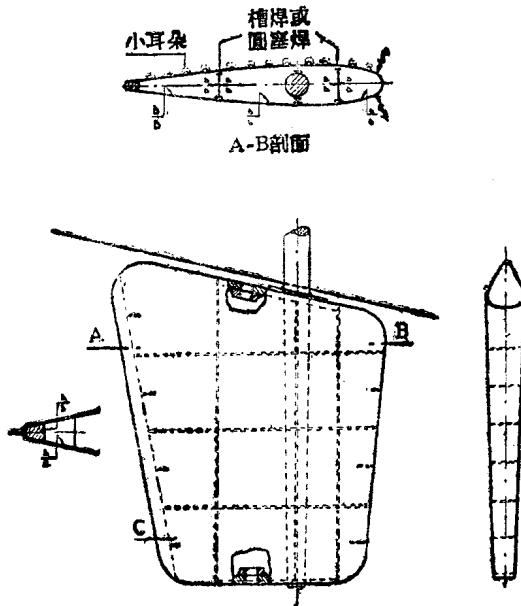


图 8 舵杆直通到底的流綫型舵

入桁板小耳朵上的孔眼內，便可將另側的鋼板緊壓在桁架上施行焊接。

后裝上去的另側鋼板与桁架的焊接，在有小耳朵的地方如（图 9, a）所示；在沒有小耳朵的地方，則在桁架上先焊以板条，并在該鋼板的相当处所开以孔眼，以后用圓塞焊（或槽塞焊）来連接（图 9, b）。桁板上的小耳朵于焊接后突出舵叶外面的部分，可用风凿剷去或用氧炔焰割掉并加以必要的修整，这样舵叶的表面即可很光順。

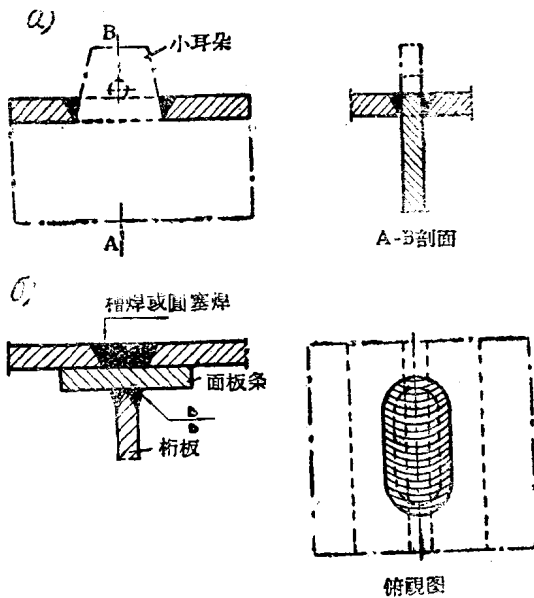


圖 9 流綫型舵的焊接詳圖

在流綫型舵之上端及最底处尚应开有小孔，以便流綫型舵进行水密試驗时灌水及排水之用。該孔于試驗完毕后以螺絲塞

头封闭之。于水密试验时，为了能使水灌到各处并以后全部排出，桁板上应有适当的开孔（利用桁板上的减轻孔亦可）。

焊接的流线型舵之另一种结构情况如图10。其上的舵杆即以舵叶本身的桁架来代替，并依靠直接焊在舵叶上端之凸缘与舵轴相连。这种舵用于沿海船舶上。

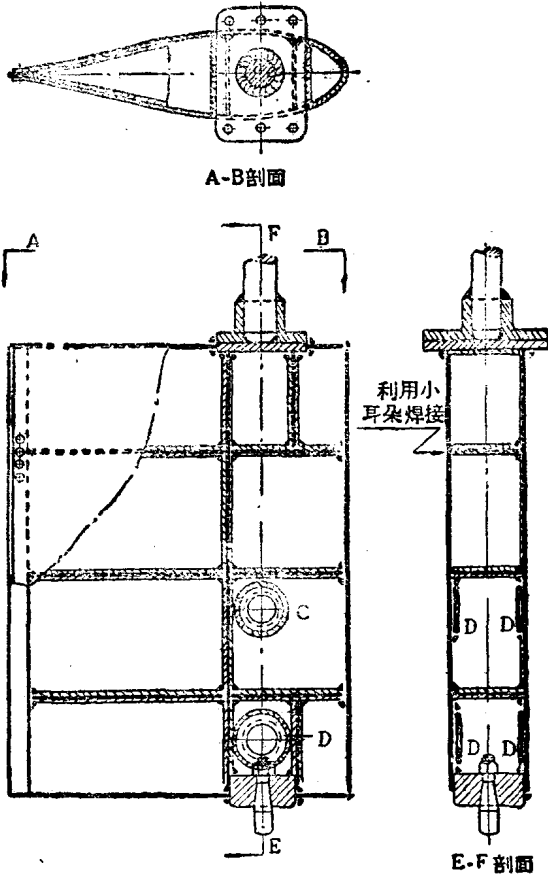


图10 以桁架代替舵杆的流线型舵



單板舵亦可于其舵叶鋼板上敷設木块并加修飾，改裝成为流綫型舵（图11）。但由于木材容易腐坏，故不及鋼質的流綫型舵牢固。

(2)按照舵叶面积<sup>①</sup>在舵軸轉动軸綫前后分布的情况，可分为：

a)非平衡舵——整个舵叶面积全部在轉动軸綫的后面（图4）。

b)平衡舵——当單板舵之舵叶于轉动軸綫前面的面积占全部舵叶面积之25~30%时，或流綫型之舵叶在轉动軸綫前面的面积占全部舵叶面积之20~25%时（图8）

γ)半平衡舵——舵叶虽有一部分面积在轉动軸綫的前面，但不够上述范围时（图12）。

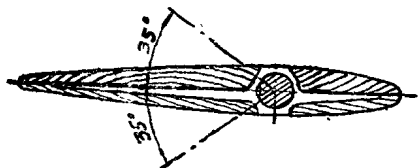


圖11 將單板舵改裝成的流綫型舵

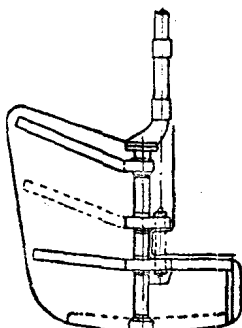


圖12 半平衡舵

形状相同的舵叶，在同样的舵角及运动速度之情况下，其上法向水压力的压力中心<sup>②</sup>位置应是一样的。显然，若將舵叶的轉动軸綫向后移动接近压力中心时，由于力矩臂的减少，因此轉舵所需之力矩亦当随之而降低。

① 此处与讀者約定，若不作特别的声明，“舵叶面积”即表示舵叶浸在水中部分的面積。

② 舵叶上法向水压力是分布作用在整个舵叶面積上，但也可以一个合力來代替这些力的作用，該合力在舵叶上的作用点即称为压力中心。