



船舶操纵基础

汪树德 编著

人民交通出版社

本書闡述了船舶操縱中各種實際問題，介紹了船舶操縱的基本原理，並利用大量實例來說明各種不同的操縱情況，其中對船舶靠離碼頭及系帶浮筒等實例尤多，讀者可作為工作中的手冊來參考。本書的後三章是敘述船舶在海上的操縱法，對於預防及如何作好應急作業，分析較為詳細。

本書可作為海船駕駛員及海軍航海人員的日常參考，也可用作教學參考書。

船 舶 操 縱 基 礎

江樹德 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號

新 華 書 店 發 行

人民交通出版社印刷廠印刷

*

1959年8月北京第一版 1959年8月北京第一次印刷

開本：850×1168₃₂ 印張：5₂張

全書：152000字 印數：1—2300冊

統一書號：15044-5177

定價(10)：1.80元

結 論	4
第一章 船舶性能	6
§ 1. 舵的效用	6
§ 2. 迴轉圈	9
§ 3. 迴轉圈的測定	14
§ 4. 慣性的測定	19
§ 5. 應舵性能	21
§ 6. 傾斜	22
第二章 車、舵、錨、纜、風與流	24
§ 1. 追跡流	24
§ 2. 推進器旋轉的影響	24
§ 3. 單推進器船操舵情況	28
§ 4. 雙推進器船操舵情況	35
§ 5. 錨的運用	38
§ 6. 系纜的運用	44
§ 7. 風的影響	51
§ 8. 浪、流的影響	55
§ 9. 舵令與車令	57
第三章 靠離碼頭	59
§ 1. 靠碼頭前的準備	59
§ 2. 平流靠碼頭	61
§ 3. 逆流靠碼頭	61
§ 4. 順流靠碼頭	63
§ 5. 攏風、攏流靠碼頭	66
§ 6. 開風、開流靠碼頭	69

§ 7. 船間停靠	71
§ 8. 其他靠碼头的操作法	71
§ 9. 碼頭旁移船	74
§ 10. 平流离碼頭	76
§ 11. 攏風、攏流离碼頭	78
§ 12. 開風、開流离碼頭	80
§ 13. 頂流离碼頭	81
§ 14. 順流离碼頭	83
§ 15. 碼頭旁掉頭	85
§ 16. 移靠突堤碼頭	89
§ 17. 進出船塢	93
§ 18. 大型船舶靠离碼頭	96
第四章 系浮筒	99
§ 1. 系浮筒的準備	101
§ 2. 系單浮筒	103
§ 3. 系雙浮筒	104
§ 4. 离單浮筒	106
§ 5. 离雙浮筒	107
第五章 狹水道航行	109
§ 1. 岸拒力与岸吸力	109
§ 2. 偏位时的操縱	110
§ 3. 河道急轉湾处的操縱	113
第六章 大风浪中的措施	113
§ 1. 暴风天的准备工作	116
§ 2. 航行中的操縱	119
§ 3. 海上滯留	121
§ 4. 海上撒油	123
§ 5. 台风中操縱法	126
§ 6. 停泊中防預措施	132
第七章 拖帶	133

§ 1.	拖輪	133
§ 2.	拖纜	135
§ 3.	拖輪上系纜	138
§ 4.	被拖船上系纜	142
§ 5.	海上拖帶失去控制的船舶	144
§ 6.	海上過駁	147
§ 7.	港內拖帶	150
第八章 擱淺與海上應急作業		155
§ 1.	擱淺以後的措施	155
§ 2.	拖帶出淺	164
§ 3.	其他出淺方法	166
§ 4.	堵塞漏洞與堵漏器材	168
§ 5.	補塞大洞	176
§ 6.	其他海上應急作業	178

目 录

緒 論	4
第一章 船舶性能	6
§ 1. 舵的效用	6
§ 2. 迴轉圈	9
§ 3. 迴轉圈的測定	14
§ 4. 慣性的測定	19
§ 5. 应舵性能	21
§ 6. 傾斜	22
第二章 車、舵、錨、纜、风与流	24
§ 1. 追跡流	24
§ 2. 推进器旋轉的影响	24
§ 3. 單推进器船操舵情况	28
§ 4. 双推进器船操舵情况	35
§ 5. 錨的运用	38
§ 6. 系纜的运用	44
§ 7. 风的影响	51
§ 8. 浪、流的影响	55
§ 9. 舵令与車令	57
第三章 靠离碼頭	59
§ 1. 靠碼頭前的准备	59
§ 2. 平流靠碼頭	61
§ 3. 逆流靠碼頭	61
§ 4. 順流靠碼頭	63
§ 5. 攏风、攏流靠碼頭	66
§ 6. 开风、开流靠碼頭	69

§ 7. 船間停靠	71
§ 8. 其他靠碼头的操作法	71
§ 9. 碼頭旁移船	74
§ 10. 平流离碼頭	76
§ 11. 攏風、攏流离碼頭	78
§ 12. 開風、開流离碼頭	80
§ 13. 頂流离碼頭	81
§ 14. 順流离碼頭	83
§ 15. 碼頭旁掉頭	85
§ 16. 移靠突堤碼頭	89
§ 17. 進出船塢	93
§ 18. 大型船舶靠离碼頭	96
第四章 系浮筒	99
§ 1. 系浮筒的準備	101
§ 2. 系單浮筒	103
§ 3. 系雙浮筒	104
§ 4. 离單浮筒	106
§ 5. 离雙浮筒	107
第五章 狹水道航行	109
§ 1. 岸拒力与岸吸力	109
§ 2. 偏位时的操縱	110
§ 3. 河道急轉湾处的操縱	113
第六章 大风浪中的措施	113
§ 1. 暴风天的准备工作	116
§ 2. 航行中的操縱	119
§ 3. 海上滯留	121
§ 4. 海上撒油	123
§ 5. 台风中操縱法	126
§ 6. 停泊中防預措施	132
第七章 拖帶	133

§ 1.	拖輪.....	133
§ 2.	拖纜.....	135
§ 3.	拖輪上系纜.....	138
§ 4.	被拖船上系纜.....	142
§ 5.	海上拖帶失去控制的船舶.....	144
§ 6.	海上過駁.....	147
§ 7.	港內拖帶.....	150
第八章	擱淺與海上應急作業.....	155
§ 1.	擱淺以後的措施.....	155
§ 2.	拖帶出淺.....	164
§ 3.	其他出淺方法.....	166
§ 4.	堵塞漏洞與堵漏器材.....	168
§ 5.	補塞大洞.....	176
§ 6.	其他海上應急作業.....	178

緒 論

船舶操縱是船藝技術中比較複雜的部份，其中包括靠離碼頭、系帶浮筒、狹窄水道航行、風浪中操縱、緊急避碰措施、拖帶船舶以及海上救助作業等，隨處都需要有高度的船藝技巧與操縱技術。船舶操縱技術從書本上僅能得到一些理論上的概念，主要還在於通過實踐，在實際工作中不斷地進行觀察來累積自己的經驗。

踏上一艘新船，首先要去了解它的結構與性能，每一艘船的性能是不同的，每一種機器在操縱上也有其不同的特點；即使是同一艘船，在不同的裝載情況下，也會發生相異的操縱特性。船舶操縱有六項要素，就是：車、舵、錨、纜的正確運用，風、流外力的充分估計。不論在任何情況下，正確掌握了上述六項要素，就能達到既安全而又迅速的操縱目的。作為一個船長，要求能在各種天氣及不同環境之下，首先周密地去分析本船所處的境地，作好正確的操縱計劃，然後根據本船的特點進行指揮。

在指揮操縱中，鎮靜是必備的條件。如果時間允許的話，船長最好把自己的操縱意圖，首先向參加工作的船員加以解釋，使每一個人都事先熟悉一下將要進行的工作，這是一種良好的工作方法。這樣，往往能使很複雜的操縱情況成為有秩序地進行，減少工作中很多不必要的錯誤。

操縱船舶的計劃並不是一成不變的，這是因為航行中的情況時刻在變化着，會發生很多意想不到的危險。航海人員要培養自己具有臨機應變、當機立斷的能力，在緊急措施中往往不允許有思索的時間。這就要求每一航海人員隨時對航行安全具有高度的警惕性，及早作好防患未然的打算。

必須注意：船舶操縱決定於船長個人的指揮，切忌舉止不定而受到外界的影響，例如在緊急措施中誤聽對方船員的呼喊，離靠碼頭時

盲从岸上的指揮等，其結果打亂了自己原定的計劃而發生意外事故。

在航行中，安全必須與生產密切地結合起來，任何只顧安全或盲目冒險航行的舉動都是不正確的。目前航運界正處於一個不斷躍進的新形勢下，希望每一個船員都能掌握高度的操縱技術，在生產上創造更高的成績。

第一章 船舶性能

§1. 舵的效用

舵是用来改变航向或者保持船舶在某一个固定航向上的工具，船失去了舵，就失去了方向。舵的主要式样有三种，即普通舵、平衡舵和流线型舵。普通舵的舵叶突出在舵杆后方，转舵时，水对舵面的压力使舵杆端部受到很大的扭力，在大船上由于舵的面积与船速都很大，要用到很大的机械力来转舵；并因普通舵的形状狭长，当船舶轻载时，舵在水线下的面积减小，如果再遇到强风，就会发生应舵不灵的现象。平衡舵把部份的舵叶放在舵杆的前方，这样就减少了舵杆头部的扭力，又因下部舵叶的面积增大，轻载状态时的舵性也很灵敏，这就弥补了普通舵的缺点。如果把平衡舵舵杆前方的舵叶与后方的舵叶加以平均，虽然可以更减少一些舵头的扭力，但这样一来也会产生某些缺点。这是因为船尾的形状是一定的，舵叶向前伸长，势必要削去更多的艉部钝材，使推进器的位置向前方移动，造成推进器流水不畅，会减低船速。从另一方面来看，舵的位置愈向后移则迴转力矩愈大，船转动起来愈快，在操纵上也愈有利。假如舵叶前伸，对转船动作反而不利。流线型舵是把舵的剖面做成流线型，可以减少船在前进运动中的阻力，在不增加主机马力的情况下使船速加大，根据经验证明，流线型舵比普通舵的速率要增加 $1/4 \sim 1/2$ 节。

舵上产生迴转能力的原因，可以从图1中得到一个概念，图中XY代表舵叶的平面，PA是从前方来的水流方向，作用在A点，水流从AQ方向反射出去，由于投射角XAP与反射角QAY相等，RA就成为水流作用在舵叶上的合力；RA与XY相垂直并且等分 $\angle PAQ$ 。延长RA到B点，使AB代表作用于舵叶上的力，这一力的大小决定于舵的面积与水流冲击的速度（也就是船速）。完成力的分解图，画

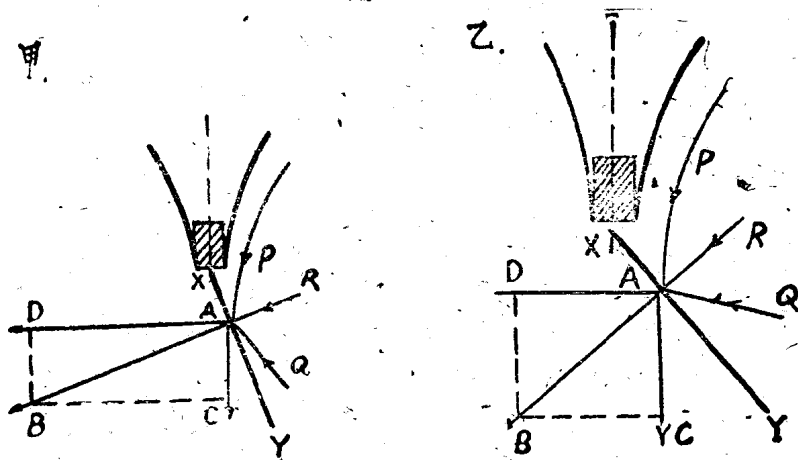


图 1

出AD及AC；AD是橫向分力，AC是縱向分力，則AD的長度就代表舵上產生的迴轉力，AC的長度代表阻滯船舶前進的力。圖1甲是假定採用較小的舵角（20°），可以看出AD顯然大於AC，表示舵的迴轉力是大于阻滯力的。但在圖1乙中，我們採用了較大的舵角（40°），舵的迴轉力几乎將与阻滯力相等。假如再增大舵角，情況就更加不利，阻滯力會加大而迴轉力減小，所得到船的轉向能力將減至非常微小了。因此，船舶最大轉舵有效的角度一般都限制在30°~40°之間。

船在前進中，舵向左或向右轉動時，舵葉的平面上受到水的壓力，在圖1中用RA來代表這一壓力，現我們稱之為原舵力。計算原舵力的大小有很多不同的經驗公式，對於海船，應用最廣的是喬賽爾經驗公式，這一公式用於長方形薄板舵時是：

$$P\alpha = \frac{41.35 \sin \alpha}{0.195 + 0.305 \sin \alpha} AV^2$$

式中：P α ——舵板上的水壓力，單位為公斤；

α ——水流與舵板的交角，也就是舵葉偏離中心綫的角度；

A——舵板的面積，單位為平方公尺；

V ——水流速度（船速），單位为公尺/秒。

这一类的公式很多，为了簡便起見，我們把它簡化成为簡單的形式。即： $P\alpha = kAV^2 \sin\alpha$ ，其中 k 是一常数。

上述公式的原理与証明，属于船舶設計的范围，本書不拟加以推演；但从公式中，我們可以看出，加在舵上的水压力与舵的面积、船速及操舵角度成正比。因此，船在航行中，速度愈快，舵角愈大，舵上受的压力也愈大。当舵角为 15° 时，舵上水压力約为滿舵时（ 35° ）的 $10\% \sim 15\%$ ，从滿舵回到正舵时，由于前方水流向后冲压，舵上的受力最小。当船在后退中，水流压力系从后方而来，此时船速不大，故舵上受力比前进中要小得多。

船在前进中用舵时，舵上所受压力对于船的迴轉中心点來說，产生了一个力偶，現称之为迴轉力偶，这一力偶与船的長度有关。在图 2 中，假定船的轉动中心点 G 在船長的一半即 $L/2$ 处（理論上并不如此），而舵的压力作用在舵杆上（理論上亦不如此），可以看出迴轉力偶的大小为舵上压力乘上此力与迴轉中心点間的垂距，即：

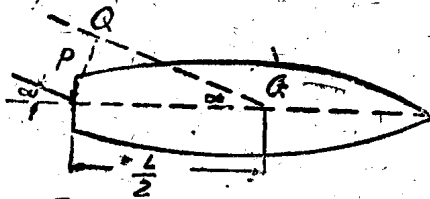


图 2

$$\text{迴轉力偶} = P \times QG$$

$$= kAV^2 \sin\alpha \times \frac{L}{2} \cos\alpha$$

$$= kAV^2 \times \frac{L}{4} \sin 2\alpha$$

从上式中也可以看出，迴轉力偶的大小与舵的面积、船速、舵角及船的長度成正比，但舵角最大不得超过 45° 。如超过此数，則迴轉力偶反而减小。

舵的灵敏与否既然决定于水流在舵上压力的大小，可見船尾的形

狀对于舵性起着很大的影响。假如船尾的綫型尖削，前方来的水流舒暢，舵性就灵。反之，船尾的形狀圓鈍，或具有方形的船尾，船在前进中产生了部份渦流，会使舵力减低。假如我們把船尾的鈍材尽量切除，虽然阻水的能力减小，舵性很灵敏，但船头极不易稳定，在狹水道中操縱时会发生一定的困难。反之，如船尾的鈍材丰满，船尾轉动时对水的阻力增大，在开始操舵时其应舵会显得很慢，可是在航行中船首是比较稳定的。从操舵的要求来看，对于舵性是既要求它灵敏，又希望船首稳定。

§ 2. 迴轉圈

迴轉圈是船舶作全周性 360° 的旋轉时，其迴轉中心点所經過的航跡。迴轉圈的形狀并不是一开始就是圓形，它最初呈螺旋形，逐漸縮小，当轉过罗經16点以后，才形成圓圈。現先把有关迴轉圈的名詞解釋如下(參閱图 3)：

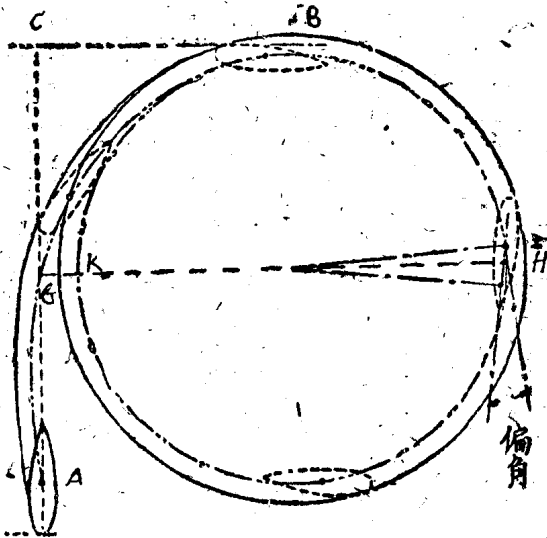


图 3

1. 縱距：从开始轉舵到船头轉动了 90° 以后，在原来航向上所測船前进最大距离称为縱距(AC)。
2. 橫距：船头轉动到 90° 时，与原航向之間的垂距称为橫距。

(BC)

3. 迴轉初徑：船頭轉動了 180° 時，與原航向之間的垂距稱為迴轉初徑，如圖中 HG ，這是迴轉中最大的橫距。

4. 迴轉終徑：當船頭的轉動在 180° 及 360° 之間時，與原航向畫一垂綫，量出該兩點之間的距離，稱為迴轉終徑 (HK)；假如船舶保持舵角不變，繼續旋轉下去，則航跡成為圓形並保持迴轉終徑不變。迴轉終徑恆較迴轉初徑為小。

5. 偏距：當舵轉動以後，船頭並不馬上跟着轉動，由於內側水压力的影響，船身向着轉舵的反方向作平行移動，此時整個船身偏離了原航綫，偏出的距離稱為偏距。在船舶操縱中必須特別注意偏距的產生，很多船舶在相互對遇的情況下，由於兩船之間距離很近，一開始用舵讓船，就會發現兩船突然靠攏而發生碰撞，這是由於雙方都產生了偏距的結果。

6. 偏角：在迴轉中，船頭經常偏於迴轉圈之內方而船尾偏於迴轉圈的外方，迴轉中心點則正好落在迴轉圈上，於迴轉圈上任何一點作切綫，此切綫與龍骨綫所成的夾角，稱為偏角。

7. 迴轉中心點：轉舵以後，船身以此為中心作旋轉的點，稱為迴轉中心點。

船舶的迴轉中心點並不在 $L/2$ 處，而是落在距船首約等於 $1/3$ 船長的地方。因此，當轉舵以後，船尾甩開的距離大而船首擺動的範圍小。在圖 4 中假定 O 點為迴轉中心點，以此點作圓心，船尾所畫的圓是大圓，船首所畫的圓是小圓。在狹小地區操縱船舶時，必須充分掌握這一特性，用舵時，不可只顧船頭，而應估計到船尾是否有足夠旋轉的余地。

迴轉中心點處於船舶水綫面的縱軸綫上，其位置決定於船殼水綫以下的形狀以及鈍材割去的大小。從理論上講，船尾鈍材可以切除到某一程度，使得迴轉中心點超出船首以外，這種做法顯然是脫離實際

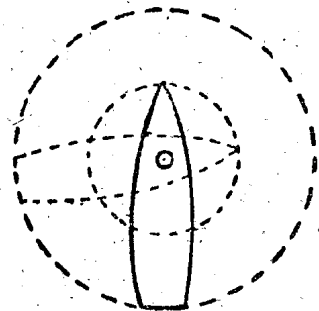


圖 4

的，但也說明了一項原則，就是船材愈小的船，其迴轉中心點愈向前移。裝載情況不同也會影響迴轉中心點的位置：如船首吃水增加，則迴轉中心點向前移，反之，如船尾吃水增加，則向後方移動。這一現象可從機動小艇上得到證明，當空船時，由於機器設在艇尾，艙部很重，迴轉中心點偏後，而滿載時，該點即移動到前方。另一種現象就是當平均吃水增加時，由於船體後段的體積較前段為大，迴轉中心點就向後移動，平均吃水減小時，則移前。一般情況下，迴轉中心點的位置約距船首相當於 $1/4 \sim 1/3$ 船長的範圍內。一經確定其位置後，對普通的船來講，不同壓載時，其變化不會很大，操縱上還不致造成困難。

多數船舶的駕駛台都設在船的前部或接近於艙部，我們可以約略估計出迴轉中心點是在駕駛台的下方或前方。但這一原則也不可過於信任，假如船的寬度較大時，該點就可能落在駕駛台更前一些的地方。

必須肯定，船舶在迴轉時，迴轉中心點剛好落在迴轉圈上，船頭在圈內而船尾在圈外。當我們在狹小地區掉頭，一開始用舵時，就應注意船尾的動作，因為船尾擺開的距離恆較船首為大。船尾甩開的現象在緊急避碰中有時還可加以利用，如果對方來船，碰撞的發生估計將在船的艙部，則雙方各用相對的滿舵，可使船尾分開而不致產生接觸。

作迴轉時，舵開始轉動後，舵面受到水流的壓力而產生迴轉力偶，使船尾向外方推開。但此時由於船的慣性與內側水的反抗力，使得船偏離了原來航向，向着轉舵的另一側作平行移動。這時船本身還有繼續向前的慣性，從實際試驗中，我們看到船身將繼續保持在原航向上，向前移動約相當於幾個船的長度，然後再開始轉頭作迴轉，這就是我們前面所說到的偏距現象發生的原因。由於有了偏距的存在，才使迴轉終徑恆比迴轉初徑略小。在偏距發生期間，迴轉的偏角時刻在變化，直到船首轉動了 90° 後，偏角才趨於正常，此後，船就以平均的速度繼續作迴轉。

迴轉力偶的公式證明：船舶速度愈大，迴轉力偶也愈大。照理高

速作迴轉應比低速時的迴轉圈要小些，但通過實際試驗，證明其結果正好相反。圖 5 中，虛綫表示船速 21 節的迴轉圈，實綫表示船速 10 節的迴轉圈，前者比后者反而增大約 $\frac{1}{10}$ ，這說明速率變更對迴轉圈大小的影響是很小的。可是由於船在迴轉中所走的距離大致上相等，高速作迴轉時所用的時間顯然較少，這一點是可以肯定的。根據實際試驗，一艘 2,000 噸的船用 14 節航速作迴轉時，初轉半周需時約 3 分鐘，全周的時間約需 $7\frac{1}{2}$ 分鐘，迴轉終徑為船長的 6 倍，迴轉中的速率減至每小時 7 節左右。

迴轉徑的大小與舵角成反比，舵角用得小則迴轉徑加大，舵角大，則迴轉徑減小。通常滿舵到 35° ，但如所用舵角大於 35° 時，則迴轉徑反而增大。我們把滿舵限制為 35° ，這與迴轉圈也不無有關。

海船的迴轉直徑一般是船長的 6 倍，比較準確的估計可以通過下式來決定：

$$D = \frac{L^2 \times T}{10A}$$

式中：D——迴轉直徑（終徑），單位為公尺；

L——船長，單位為公尺；

T——吃水，單位為公尺；

A——舵葉的浸水面積，單位為平方公尺。

用左舵與用右舵來作迴轉，所得迴轉圈的大小不同，右舵的迴轉圈較大，左舵較小，圖 5 中是同一艘船用左右舵作迴轉的比較。迴轉圈的大小與船長成正比，長度較小的船其迴轉圈必然較小。在圖 6 中，我們用四種不同長度的船來作比較，可看出其縱距顯然有所區別。

在迴轉中，船上除產生迴轉力外，還有阻滯力的存在，這就會使船的速度減低。在初作迴轉時，加上偏距的影響在內，於最初的 90° 中，船速減少達 40%，當轉過 180° 以後，船速變為正常，約較原速減少 30% 左右。

上面所討論的迴轉圈情況是假定船舶用正常的等速作迴轉，並沒有受到外力的影響。如果在迴轉中，我們加上一些外力來加速船的旋